编号：CG WE BG 2015040

陕西省泾河东庄水利枢纽工程

环境影响报告书

中国水利水电科学研究院

2017 年 11 月

目 录

1 总则. 1
1.1 项目背景 1
1.2 编制目的 6
1.3 编制依据 6
1.3.1 委托文件. 6
1.3.2 法律法规. 7
1.3.3 规章制度. 8
1.3.4 导则、规范. 10
1.3.5 规划报告 11
1.3.6 相关设计文件 13
1.4 评价标准 15
1.4.1 环境质量标准. 15
1.4.2 污染物排放标准. 17
1.4.3 生态环境. 18
1.5 评价工作等级 19
1.5.1 生态环境评价等级 19
1.5.2 水环境评价等级 19
1.5.3 地下水环境评价等级. 21
1.5.4 大气环境评价等级 21
1.5.5 声环境评价等级 22
1.5.6 环境风险评价等级. 22
1.6 评价范围和时段 22
1.6.1 评价范围及评价要素. 23
1.6.2 评价时段. 28
1.7 评价原则与方法 29
1.7.1 评价原则. 29
1.7.2 评价方法. 29
1.8 评价重点及重点保护目标 29

1.8.1 评价重点 29
1.8.2 重点保护目标 30
1.8.3 环境敏感点 33
2 工程概况 39
2.1 流域规划及开发利用情况 39
2.1.1 流域概况 39
2.1.2 流域规划及开发现状 41
2.1.3 流域规划环境影响研究及主要结论 41
2.1.4 泾河主要水利工程 46
2.1.5 水库前期工程环境影响研究及主要结论 52
2.1.6 前期工程环境管理与监控计划落实情况 58
2.2 工程名称及地理位置 59
2.3 工程建设的必要性 59
2.3.1 建设东庄水库是泾、渭河下游河道长治久安的迫切需要 59
2.3.2 建设东庄水库是减缓渭河下游河道淤积的迫切需要 64
2.3.3 建设东庄水库是缓解当地水资源供需矛盾的迫切需要 71
2.4 工程任务、规模及特性 73
2.4.1 工程任务 73
2.4.2 工程总体布局及建设内容 75
2.5 工程总布置、主要建筑物及特性参数 77
2.5.1 工程等级和标准 77
2.5.2 工程总体布置及主要建筑物 77
2.5.3 工程特性参数表 79
2.5.4 工程项目组成 83
2.6 水库初期蓄水计划及水库调度 84
2.6.1 下游综合利用用水要求 85
2.6.2 蓄水方案 85
2.6.3 水库运用方式 86
2.7 施工组织设计 89
2.7.1 料场的选择与开采 89

2.7.2 施工导截流 90
2.7.3 主体工程施工 93
2.7.4 施工总布置 95
2.7.5 土石方平衡及渣场规划 101
2.7.6 施工进度 106
2.8 工程移民安置及征占地 106
2.8.1 工程建设区征地范围 106
2.8.2 水库淹没影响区 106
2.8.3 移民安置规划 107
2.8.4 库区小型水电站企业处理规划 107
2.8.5 库区专业项目复建规划 108
2.8.6 旅游景点淹没处理 109
2.8.7 文物古迹 110
2.8.8 压覆矿产 110
2.8.9 水库库底清理规划 110
2.8.10 工程征地 111
2.9 工程管理 111
2.9.1 工程建设期管理 111
2.9.2 工程运行期管理 112
2.9.3 工程运行管理 112
2.10 工程投资 112
3 工程分析 113
3.1 工程与相关规划的协调性分析 113
3.1.1 与政策法规的符合性 113
3.1.2 与流域规划的符合性 116
3.1.3 与其他上层规划的符合性 124
3.1.4 与区域规划的协调性 126
3.1.5 与黄河流域分水方案的协调性 131
3.1.6 与“三先三后”原则的符合性分析 132

3.2 工程环评阶段对设计文件的优化内容 137
3.2.1 工程原设计文件的基本情况及不足之处 137
3.2.2 环评报告书对工程原设计文件的优化 139
3.3 工程方案环境合理性分析 145
3.3.1 工程改善生态任务的合理性分析 145
3.3.2 工程水资源配置及水库调度的环境合理性分析 156
3.3.3 正常蓄水位环境合理性比选分析 162
3.3.4 坝址、坝型方案环境合理性分析 164
3.3.5 施工方案环境合理性分析 166
3.3.6 移民安置方案环境合理性分析 170
3.3.7 专业项目迁建规划合理性分析 171
3.4 施工期工程环境影响因素分析 173
3.4.2 大气环境影响 179
3.4.3 声环境影响 181
3.4.4 施工固废影响分析 184
3.4.5 生态环境影响 184
3.4.6 社会环境影响 187
3.4.7 污染源汇总 189
3.5 工程运行期环境影响因素分析 189
3.5.1 对河流水文情势的影响分析 189
3.5.2 对水环境的影响分析 191
3.5.3 对地下水环境的影响分析 192
3.5.4 对生态的影响分析 193
3.5.5 对固废的影响 195
3.5.6 对自然保护区、重要湿地的影响 195
3.5.7 对旅游景点的影响 196
3.5.8 社会环境影响分析 196
3.5.9 地质环境影响分析 197
3.6 移民安置及专项设施复建影响 198
3.6.1 生态环境影响 199

3.6.2 水污染源影响 199
3.6.3 噪声影响 200
3.6.4 大气污染影响 200
3.6.5 固体废物 200
3.7 工程分析结论 201
4 环境现状调查与评价 204
4.1 流域环境现状 204
4.2 自然环境概况 205
4.2.1 地形地貌 205
4.2.2 地质 206
4.2.3 水文地质 208
4.2.4 气象气候 211
4.2.5 河流水系、径流、泥沙及冰情 214
4.2.6 黄河、渭河、泾河泥沙情势 217
4.2.7 土壤 221
4.2.8 植被 221
4.2.9 动物 222
4.2.10 水土流失 224
4.3 社会环境概况 225
4.3.1 行政区划与人口 225
4.3.2 社会经济 226
4.3.3 土地利用 227
4.3.4 景观与文物 229
4.3.5 矿产资源 230
4.3.6 区域水资源开发利用 230
4.4 陕西西安泾渭湿地省级自然保护区 231
4.4.1 保护区自然环境概况 231
4.4.2 自然保护区社会环境概况 237
4.4.3 保护区存在的主要问题 237

4.5 工程涉及相关旅游景点 238
4.5.1 泾河大峡谷旅游风景区 238
4.5.2 彬县程家川旅游风景区 238
4.5.3 彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区 238
4.5.4 淳化龙山生态旅游度假景区 238
4.5.5 公刘教稼苑景区 239
4.6 受水区域环境概况 239
4.6.1 西咸新区环境现状 239
4.6.2 三原县城环境现状 240
4.6.3 富平县城环境现状 240
4.6.4 富平庄里工业园环境现状 240
4.6.5 富平深陕工业园环境现状 241
4.6.6 铜川新区环境现状 241
4.6.7 泾惠渠灌区环境现状 241
4.6.8 受水区水资源开发利用现状 242
4.6.9 受水区主要环境问题 249
4.7 水源区地表水水环境现状调查与评价 250
4.7.1 水功能区划 250
4.7.2 水污染源调查 251
4.7.3 地表水质监测资料分析 255
4.7.4 环评水质监测结果分析 261
4.7.4 泾河干流 2015-2016 年水质监测结果分析 264
4.7.5 水质变化趋势及可达性分析 269
4.8 受水区地表水水环境现状调查与评价 276
4.8.1 水功能区划 276
4.8.2 受水区污染源 278
4.8.3 供水对象污染源 279
4.8.4 石川河（铜川~西安段）水环境质量现状与评价 280
4.8.5 渭河（咸阳-西安段）水环境质量现状与评价 282
4.8.6 小结 282

4.9 环境空气质量现状监测与评价 282
4.9.1 监测方案 283
4.9.2 评价结果 284
4.10 声环境质量现状监测与评价 284
4.10.1 监测方案 284
4.10.2 评价结果 285
4.11 土壤环境质量现状监测与评价 285
4.11.1 监测方案 285
4.11.2 评价结果 286
4.12 陆生生态环境现状调查与评价 287
4.12.1 调查时间、范围及方法 287
4.12.2 陆生植物现状调查与评价 289
4.12.3 陆生动物现状调查与评价 302
4.12.4 景观生态系统评价 328
4.12.5 泾河重要湿地现状调查与评价 331
4.13 水生生态现状调查与评价 358
4.13.1 调查监测内容与方法 358
4.13.2 河流生境条件调查及评价 364
4.13.3 水生生物调查及评价 365
4.13.4 鱼类资源调查及评价 373
4.13.5 鱼类产卵场调查 383
4.13.6. 历史鱼类组成 385
4.13.7 主要经济鱼类和珍稀濒危鱼类 386
4.13.8 渭河流域鱼类种类组成 386
4.13.9 小结 386
4.14 地下水环境现状调查与评价 387
4.14.1 调查与评价范围 387
4.14.2 区域地质与水文地质概况 388
4.14.3 评价区水文地质条件 403
4.14.4 地下水现状监测与评价 429

4.15 泾渭湿地自然保护区现状评价 463
4.15.1 保护区现状调查 463
4.15.2 湿地景观格局特征 466
4.15.3 湿地类型和面积 468
4.15.4 湿地水文特征 471
4.15.5 植物区系及多样性特点 473
4.15.6 陆生动物调查 476
5 环境影响预测与评价 484
5.1 水资源开发利用影响预测与评价 484
5.1.1 受水区水资源开发利用分析 484
5.1.2 供水对象需水量预测 496
5.1.3 供水对象供需平衡分析 501
5.1.4 供水对象用水保障程度分析 507
5.1.5 受水区用水总量及用水效率分析 508
5.1.6 水源区水资源配置格局及开发利用影响 509
5.1.7 供水对象水资源配置格局及开发利用影响 514
5.2 东庄水利枢纽工程生态流量确定及保障程度分析 528
5.2.1 东庄坝下河段生态保护目标 528
5.2.2 生态流量确定的理论和方法 537
5.2.3 泾河生态流量估算及保证分析方法 542
5.2.4 泾河河道生态流量估算 546
5.2.5 泾河重要湿地生态需水估算 557
5.2.6 泾渭湿地自然保护区生态需水估算 562
5.2.7 东庄水库下游生态流量保证程度分析 570
5.2.8 东庄水库坝下断面枯水季节水文情势变化分析 580
5.3 水文情势影响预测与评价 581
5.3.1 东庄水利枢纽工程水文情势基本概况 581
5.3.2 东庄水利枢纽库区段拦沙期水文情势影响分析 584
5.3.3 东庄水利枢纽坝址断面拦沙期水文情势影响分析 585
5.3.4 坝下文泾电站断面拦沙期水文情势影响分析 589

5.3.5 坝下泾惠渠渠首坝址断面拦沙期水文情势影响分析 593
5.3.6 坝下张家山断面水文情势影响分析 597
5.3.7 拦沙期渭河水文情势影响分析 600
5.3.8 东庄水利枢纽坝址断面正常运行期水文情势影响分析 603
5.3.9 坝下文泾电站断面正常运行期水文情势影响分析 607
5.3.10 坝下泾惠渠渠首坝址断面正常运行期水文情势影响分析 609
5.3.11 坝下张家山断面正常运行期水文情势影响分析 613
5.3.12 正常运行期渭河水文情势影响分析 615
5.3.13 下闸蓄水生态流量影响 618
5.3.14 初期蓄水水文情势影响 619
5.3.15 施工期水文情势影响 636
5.4 水环境影响预测与评价 638
5.4.1 东庄水利枢纽工程水温影响预测与评价 638
5.4.2 东庄水利枢纽工程水质影响预测与评价 666
5.4.3 坝下水质影响分析 687
5.5 泥沙淤积影响预测与评价 695
5.5.1 水库淤积、渭河下游减淤边界条件 695
5.5.2 东庄水利枢纽库区淤积影响分析 708
5.5.3 泾河及渭河下游减淤影响分析 713
5.6 陆生生态影响预测与评价 723
5.6.1 对生态系统完整性的影响 723
5.6.2 对陆生植物的影响 729
5.6.3 对陆生动物的影响 735
5.6.4 对旅游景点的影响 740
5.6.5 对泾河重要湿地的影响 753
5.7 水生生态影响 786
5.7.1 建设期对水生生物的影响 786
5.7.2 水库蓄水期对鱼类的影响 787
5.7.3 下泄清水对鱼类的影响 788
5.7.4 对水生生境影响分析 788

5.7.5 对水生生物的影响 790
5.7.5 对鱼类“三场一通道”的影响 796
5.8 泾渭湿地保护区影响预测与评价 798
5.8.1 泾渭湿地省级自然保护区的基本情况 798
5.8.2 对自然保护区水文情势的影响 801
5.8.3 对地下水的影响 827
5.8.4 对漫滩流量的影响 838
5.8.5 对漫滩范围的影响 843
5.8.6 对植物的影响 848
5.8.7 对保护区鸟类及栖息环境的影响 853
5.8.8 初期蓄水对湿地自然保护区的影响 861
5.8.9 保护区管理单位意见 864
5.8.10 小结 864
5.9 水土流失预测评价 865
5.9.1 水土流失预测范围及时段划分 865
5.9.2 水土流失预测结果 866
5.10 地下水影响预测与评价 867
5.10.1 Ⅰ区地下水水量影响预测与评价 868
5.10.2 Ⅱ区水环境影响预测与评价 868
5.10.3Ⅲ区水量影响预测与评价 894
5.11 坝址下游总溶解气体过饱和（TDG）影响预测 894
5.11.1 泄洪情况分析 894
5.11.2 过饱和 TDG 预测数学模型 895
5.11.3 过饱和 TDG 预测 896
5.12 施工期环境影响预测与评价 898
5.12.1 施工对水环境的影响分析与评价 898
5.12.2 施工对大气环境的影响分析与评价 907
5.12.3 施工对声环境的影响预测与评价 911
5.12.4 施工固体废弃物环境影响 918

5.13 工程移民安置影响 919
5.13.1 移民安置环境容量 919
5.13.2 移民安置环境影响 922
5.13.3 移民安置社会环境影响 927
5.13.4 专业项目复建环境影响分析 929
5.14 其他影响 930
5.14.1 水库运行管理处排污影响 930
5.14.2 水库运行对局地气候的影响 931
5.14.3 水库泄洪的雾化影响 933
5.14.4 水库运行对泾渭分明景观的影响 936
5.14.5 对当地交通的影响 939
5.14.6 对文物古迹的影响 939
5.14.7 对矿产资源的影响 939
5.14.8 对人群健康的影响 940
5.14.9 水库运行的地质环境影响 942
6 环境风险 945
6.1 风险识别 945
6.2 水库及坝下水质污染事故风险分析 946
6.2.1 甘肃区域及库区水污染治理污染风险分析 946
6.2.2 库周及上游附近的工矿企业污染风险分析 950
6.2.3 公路交通事故污染风险分析 952
6.2.4 水电站油污染风险分析 953
6.3 施工期环境风险预测 954
6.4 环境风险管理风险防范措施 956
6.4.1 编制目的 956
6.4.2 编制依据 956
6.4.3 环境风险管理机构 957
6.4.4 水库水质风险防范措施 959
6.4.5 施工期环境风险防范措施 965
6.4.6 湿地生态风险防范措施 969

6.4.7 小结 970
7 水源区、受水区水污染控制措施 971
7.1 水源区水污染防治规划 971
7.1.1 编制需求及基本思路 971
7.1.2 编制思想、原则 972
7.1.3 规划范围、指标 974
7.1.4 水污染防治单元 974
7.1.5 流域水污染防治 979
7.1.6 水质目标可达性 981
7.1.7 规划投资及实施主体 982
7.1.8 其他 982
7.2 受水区水污染防治规划 983
7.2.1 编制需求及基本思路 983
7.2.2 编制思想、指导原则 985
7.2.3 规划范围、指标 986
7.2.4 受水区域污染负荷 986
7.2.5 水污染防治单元 994
7.2.5 水污染防治 1005
7.1.5 水质目标可达性 1009
7.1.6 规划投资及实施主体 1010
8 环境保护及影响减缓措施 1012
8.1 环境保护措施设计原则和依据 1012
8.1.1 设计原则 1012
8.1.2 设计任务 1012
8.1.3 设计依据 1012
8.2 环保措施总体布局 1013
8.3 生态流量保证措施 1015
8.3.1 东庄水利枢纽工程生态流量泄放措施 1016
8.3.2 文泾水电站生态流量泄放措施 1018
8.3.3 泾惠渠渠首生态流量泄放措施 1020

8.3.4 生态调度 1023
8.4 废污水环境保护措施 1029
8.4.1 施工期废污水处理措施 1029
8.4.2 运行期废污水处理措施 1040
8.5 运行期水环境保护措施 1040
8.5.1 甘肃区域水污染防治 1041
8.5.2 水库水质保护措施 1042
8.5.3 地下水保护措施 1049
8.6 环境空气保护措施 1052
8.6.1 施工期环境空气保护措施 1052
8.6.2 运行期环境空气保护措施 1053
8.7 声环境保护措施 1054
8.7.1 施工噪声控制 1054
8.7.2 交通噪声控制 1055
8.7.3 爆破噪声控制 1055
8.7.4 对施工生活区和施工人员的噪声防控 1055
8.7.5 爆破影响保护措施 1056
8.8 固体废弃物控制措施 1056
8.8.1 施工期固废处置措施 1056
8.8.2 运行期固废处置措施 1057
8.9 人群健康保护措施 1058
8.10 陆生生态环境保护措施 1060
8.10.1 陆生植物保护措施 1060
8.10.2 陆生动物保护措施 1064
8.10.3 对景观的保护措施 1066
8.10.4 集约节约使用土地措施 1066
8.10.5 生态影响的管理措施 1070
8.10.6 旅游景点影响的减缓措施 1071
8.10.7 泾河重要湿地影响的减缓措施 1072
8.10.8 湿地自然保护区生态保护措施 1074

8.11 水生生态环境保护措施 1075
8.11.1 鱼类保护总体方案 1075
8.11.2 保护目标及总体思路 1075
8.11.2 施工期保护措施 1076
8.11.3 运营期保护措施 1077
8.11.4 鱼类增殖放流 1083
8.11.5 集运鱼系统 1092
8.11.6 栖息地保护 1108
8.11.7 低温水减缓措施 1112
8.11.8 进水口拦鱼设施 1113
8.11.9 加强渔政管理 1113
8.11.10 过饱和 TDG 减缓措施 1113
8.11.11 其他保护措施 1114
8.12 社会环境保护措施 1115
8.12.1 文物保护措施 1115
8.12.2 交通运输影响减缓措施 1115
8.13 移民安置及专项复建环境保护措施 1116
8.13.1 移民安置环境保护措施 1116
8.13.2 水环境保护措施 1117
8.13.3 生活垃圾处理措施 1120
8.13.4 陆生生态保护措施 1120
8.13.5 环境空气保护措施 1121
8.13.6 声环境保护措施 1121
8.13.7 人群健康保护措施 1121
8.13.8 专项复建环境保护措施 1122
8.13.9 建议 1122
8.14 水土流失防治措施 1123
8.14.1 水土流失防治措施体系 1123
8.14.2 水土流失防治措施总体布局 1125
8.14.3 水土保持措施典型设计 1127

9 环境管理及监测计划 1133
9.1 环境监测计划 1133
9.1.1 监测目的 1133
9.1.2 监测原则 1133
9.1.3 监测总体布局 1134
9.1.4 施工期环境监测计划 1134
9.1.5 运行期环境保护监测 1137
9.1.6 水土保持监测 1145
9.1.7 移民安置环境监测计划 1148
9.1.8 人群健康调查 1149
9.1.9 环境监测费用估算 1149
9.2 环境管理计划 1152
9.2.1 环境管理原则 1152
9.2.2 环境管理目标 1152
9.2.3 环境管理体系 1154
9.2.4 环境保护管理机构及职责 1154
9.2.5 环境管理任务 1155
9.2.6 环境管理制度 1157
9.3 工程建设环境监理 1158
9.3.1 环境监理组织机构 1158
9.3.2 环境监理的确定和监理方案内容 1158
9.3.3 环境监理的工作内容和方法 1163
9.3.4 环境监理工作报告 1167
9.4 环境保护阶段与竣工环保验收 1167
9.4.1 阶段环保验收 1167
9.4.2 竣工环保验收 1168
9.4.3 环境影响后评价 1170
10 环境保护投资估算与环境经济损益分析 1171
10.1 环境保护投资估算 1171
10.1.1 编制原则 1171

10.1.2 编制依据 1171
10.1.3 环境保护投资估算项目划分 1172
10.1.4 环境保护投资估算 1173
10.2 环境影响经济损益分析 1178
10.2.1 环境影响经济损益分析原则 1178
10.2.2 环境影响经济损益分析方法 1179
10.2.3 环境效益分析 1179
10.3 环境影响损益分析 1180
10.3.1 环境影响损失分析 1180
10.3.2 环境影响损益分析 1181
10.3.3 环境经济损益分析小结 1182
11 公众参与调查 1183
11.1 工作方案 1183
11.1.1 调查目的 1183
11.1.2 调查依据 1183
11.1.3 公众参与的范围与对象 1183
11.1.4 公众参与方式与过程 1185
11.2 调查内容与结果 1193
11.2.1 个人调查 1193
11.2.2 移民调查 1195
11.2.3 社会团体调查 1197
11.2.4 座谈会 1202
11.2.5 公众意见采纳与否的建议 1203
11.3 公众调查结论 1204
11.4 公众参与结果评价 1205
11.4.1 程序合法性 1205
11.4.2 形式有效性 1205
11.4.3 对象代表性 1206
11.4.4 结果真实性 1206

11.5 小结 1206
12 环境影响评价结论 1208
12.1 工程概况 1208
12.2 工程分析结论 1208
12.2.1 工程与产业政策及相关规划协调性分析结论 1208
12.2.2 工程方案环境合理性 1209
12.2.3 工程施工布置环境合理性 1209
12.3 环境现状调查与评价结论 1210
12.3.1 陆地生态系统 1210
12.3.2 水生生态系统 1211
12.3.2 自然保护区现状调查与评价 1212
12.3.3 水环境质量现状评价 1212
12.3.4 大气环境与声环境质量现状评价 1213
12.4 环境影响预测与评价结论 1213
12.4.1 水文情势影响 1213
12.4.2 地下水环境影响预测与评价 1215
12.4.3 陆地生态环境影响预测与评价 1216
12.4.4 水生态系统影响预测与评价 1217
12.4.5 环境敏感区环境影响预测与评价 1218
12.4.6 施工期环境影响预测与评价 1219
12.4.7 移民安置环境影响预测与评价 1219
12.4.8 水土保持 1220
12.5 环保效益评价结论 1220
12.6 公众参与调查结论 1221
12.7 综合评论 1221
12.8 建议 1221

附图

附图 1 东庄水利枢纽工程地理位置图

附图 2 东庄水库所在区域水系分布图

附图 3 东庄水利枢纽工程区域敏感目标分布图

附图 4 东庄水利枢纽工程区域土壤侵蚀图

附图 5 东庄水利枢纽工程所在区域遥感影像图

附图 6-1 东庄水利枢纽工程评价区域土地利用现状图（1/2）

附图 6-2 东庄水利枢纽工程评价区域土地利用现状图（2/2）

附图 7-1 东庄水利枢纽工程评价区域植被类型分布图（2/1）

附图 7-2 东庄水利枢纽工程评价区域植被类型分布图（2/2）

附件

附件 1　关于委托中国水利水电科学研究院开展陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响报告书编制工作的委托函

附件 2　公众参与调查表

1 总则

1.1 项目背景

陕西省泾河东庄水利枢纽工程坝址位于泾河干流最后一个峡谷段出口（张家山水文站）以上 29km，左岸为陕西省淳化县车坞镇，右岸为陕西省礼泉县叱干镇，距西安市约 90km。坝址控制流域面积 4.31 万 km^2，占泾河流域面积的 95%，占渭河华县站控制流域面积的 40.5%，几乎控制了泾河的全部洪水泥沙。坝址断面实测年均悬移质输沙量 2.48 亿 t，约占渭河来沙的 70%，黄河来沙的 1/6。东庄水库是渭河防洪减淤体系的重要组成部分，是黄河水沙调控体系的重要支流水库，水库总库容 32.76 亿 m^3，在渭河乃至黄河综合治理开发中占有十分重要的战略地位。

泾河东庄水库前期工作开始于 20 世纪 50 年代，黄河水利委员会对陕西省境内泾河干流进行全面查勘，比较后提出大佛寺、东庄二级开发方案，并推荐彬县县城上游的大佛寺水库作为第一期工程。工程于 1959 年开始施工，至 1961 年因国民经济调整而停建。1964 年为解决三门峡水库回水所引起的关中东部渭河下游泥沙淤积问题，黄河水利委员会对陕西省境内泾河干流坝址重新比选后，仍保留大佛寺和东庄两个坝址，对东庄坝址开展了大量的勘测工作。1974 年后陕西省水利电力勘测设计研究院对泾河干流开发作了进一步的规划工作，提出《陕西省泾河干流水利工程开发意见》，在原黄河水利委员会所选坝址基础上，经过进一步工作，选定大佛寺一级开发方案。后因煤炭部门和铁路部门提出大佛寺水库影响煤田开发及铁路建设，1983 年 5 月陕西省计委以陕计发〔83〕258 号文“关于放弃大佛寺水库的通知”正式否定了大佛寺水库开发方案。1984 年陕西省水利电力勘测设计研究院对泾河干流进行了规划，提出东庄水库一级开发方案。1991 年 3 月，由水利部水利水电规划设计总院（简称水规总院）会同陕西省水利厅、黄河水利委员会在西安市召开了“泾河规划暨东庄水利枢纽工程前期讨论会”，水利部于 1992 年 5 月以水规〔1992〕45 号文下发会议纪要，纪要中指出：“在峡谷末端选择东庄坝段一级开发方案的总体格局基本合理，可作为东庄水利枢纽进行可行性研究的依据”。2002 年 5 月，黄河水利委员会牵头开展《渭河流域综合治理规划》（后更

名为《渭河流域重点治理规划》）编制工作。2005 年 12 月，国务院以国函〔2005〕99 号文原则同意《渭河流域重点治理规划》报告，批复意见指出：“用 10 年左右时间初步建成渭河流域防洪减淤体系”、“近期要把渭河下游防洪减淤作为治理重点”、“积极做好前期工作，按照建设程序报批，优先启动重点项目”。2006 年 11 月，水利部上海勘测设计研究院（简称上海院）、陕西省水利电力勘测设计研究院和国家电力公司西北勘测设计研究院完成了《泾河东庄水利枢纽工程项目建议书》（修编版）。鉴于东庄水库技术问题复杂，渭河近期水沙条件、河床边界条件发生较大变化，经济社会发展对东庄水库建设也提出了新要求，2010 年 8 月，陕西省水利厅委托黄河勘测规划设计有限公司开展了东庄水库项目建议书修编工作。2012 年 8 月初，水规总院对东庄水利枢纽项目建议书复审后，10 月 9 日水规总院院长办公会同意东庄水利枢纽项目建议书，11 月 26 日黄河水利委员会《关于对泾河东庄水利枢纽工程建设的意见》（黄规计〔2012〕537 号）正式上报水利部，同意东庄水库供水规模和水量配置方案，要求陕西省对剩余供水量通过对引汉济渭等跨流域调水工程建设进一步优化解决；11 月 27 日，水规总院以《关于报送泾河东庄水利枢纽项目建议书审查意见的报告》（水总设〔2012〕1362 号）正式上报水利部，12 月 31 日项目建议书通过水利部部长办公会议。2013 年 2 月，水利部向国家发展和改革委员会报送了项目建议书审查意见（水规计〔2013〕72 号）。2013 年 3 月，国务院批复了《黄河流域综合规划》（国函〔2013〕34 号），要求加快泾河东庄水利枢纽等工程前期工作，争取 2020 年前后建成生效，明确东庄水利枢纽工程是黄河水沙调控体系和防洪减淤体系的重要组成部分。2014 年 7 月，中国国际工程咨询公司（简称中咨公司）印发了对泾河东庄水利枢纽项目建议书的咨询评估报告（咨农发〔2014〕1190 号）。2014 年 11 月，国家发展改革委以发改农经〔2014〕2653 号文批复了《项目建议书》。2015 年 7 月，水利部审查通过《泾河东庄水利枢纽可行性研究报告》，向国家发展和改革委员会报送了可行性研究报告审查意见。2017 年 4 月，国家发改委委托中咨公司开展泾河东庄水利枢纽可行性研究报告评估，国家发改委以发改农经〔2017〕1318 号文《国家发展改革委关于陕西省东庄水利枢纽工程可行性研究报告的批复》进行批复。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、

国务院第253号令《建设项目环境保护管理条例》等法律法规要求，对环境有重大影响的建设项目必须进行环境影响评价，编制环境影响报告书，报有关环境保护行政主管部门批复。黄河勘测规划设计有限公司委托中国水利水电科学研究院承担泾河东庄水利枢纽项目的环境影响评价工作。

接受委托后，评价单位先后与有关单位进行交流、沟通，并进行多次调研，收集相关资料。主要工作内容包括：与业主及设计单位进行多次座谈，收集相关资料；对拟建工程地点和受水区域进行多次实地考察；听取设计单位-黄河勘测规划设计有限公司，陕西省相关单位-陕西省水利厅、陕西省水利建设管理局、陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室、陕西省江河管理局、咸阳市政府、水利局、环保局、发展改革委员会、林业局、农业局、国土资源局、西安泾渭湿地自然保护区管理处、咸阳市环保局等单位对情况的介绍，收集相关资料；委托陕西省咸阳市环境监测站对项目所在地区的水环境、大气环境及声环境现状进行现状监测，委托北京新奥环标理化分析测试中心对泾河干流沉积物进行现状监测；环评单位对主要工程影响区域进行踏勘和调查（包括东庄水利枢纽工程的枢纽所在地、枢纽上游及下游河道等），了解区域社会、经济、环境及污染源现状；走访当地民众，按照一般民众与社会团体单位等不同类别进行广泛的公众参与调查；对即将建设的工程项目进行公示并征求意见；在水利部遥感中心协助下，对工程区及下游地区土地利用及植被、湿地情况进行专题遥感解译等。

针对工程建设可能的环境影响，评价单位委托陕西省动物研究所（西北濒危动物研究所）编制了《陕西省泾河东庄水利枢纽工程陆生生态影响专题报告》（简称陆生生态专题报告）；委托设计单位黄河勘测规划设计有限公司地质勘察院、国土资源部水文地质环境研究所编制了《陕西省泾河东庄水利枢纽工程地下水环境影响评价报告》（简称地下水专题报告）；委托陕西省水产研究所（中国水产科学研究院黄河水产研究所）编制了《陕西省泾河东庄水利枢纽工程水生生态影响专题报告》（简称水生生态专题报告）；委托黄河勘测规划设计有限公司环境与移民工程院编制了《陕西省泾河东庄水利枢纽工程对西安泾渭湿地自然保护区生态影响专题报告》（简称湿地保护区专题报告）。

陆生生态专题报告编制单位通过多次现场考察及走访、样方调查、生物量测定、遥感解译、景观分析、资料收集与分析等方法，对工程影响区域（泾河干流

及主要支流、工程下游及陕西西安泾渭湿地自然保护区、泾河重要湿地）陆生生态现状进行调查与评价。陆生植物方面包括评价区植物区系、陆生植被分类及植物现状分布、植物资源情况、珍稀保护植物及其分布等；陆生动物包括兽类、鸟类、爬行类、两栖类等，并重点对珍稀保护动物种类、数量、分布及生态习性进行了现状调查和分析。预测分析了工程施工和运行对陆生生态影响，提出了减缓不利影响的对策和生态补偿措施、生态监测计划，并估算了相应投资。

水生生态专题报告编制单位通过现场考察及走访、现场采样捕捞、实验室镜检、水生生物种类鉴定与识别、鱼类“三场”调查、资料收集与分析等方法，对工程影响区域（泾河及其主要支流、泾河及渭河汇合处等河段）水生生态现状进行调查，主要包括浮游、底栖、鱼类等水生生物现状，水生生物种类、生物量以及鱼类“三场”分布等；对施工期、运行期的水生生态影响进行分析和预测（重点分析工程运行后造成的阻隔效应对河道水生生态的影响；工程建设对水生生态产生的影响），并提出了减缓或消除不利影响的对策或措施；提出施工期和运行期的水生生物监测计划，对水生生态保护措施和监测投资进行估算。

地下水专题报告编制单位通过现场考察及走访、区域水文地质状况调查、资料收集与分析、模型定量预测等方法，对工程影响区域（库区、坝下减水河段）地下水环境现状进行调查，调查内容主要包括评价区地质地貌条件、水文地质条件、地下水含水岩组特征，及含水岩组地下水赋存规律、地下水补给、径流、排泄条件、地下水动态特征、地下水水化学特征、地下水污染现状等；对工程施工期、运行期的地下水环境影响进行分析和预测，根据影响提出了减缓或消除不利影响的对策或措施，提出了地下水环境监测计划，对地下水环境保护措施和监测投资进行估算。

湿地自然保护区专题报告编制单位通过现场考察及走访、区域水文、生态状况调查、资料收集与分析、模型定量预测等方法，对水库工程坝下影响区域（泾河干流湿地、陕西西安泾渭湿地自然保护区）生态现状进行调查与评价；对工程施工期、运行期的水文情势、生态环境影响进行分析和预测，根据影响提出了减缓或消除不利影响的对策或措施，提出了生态基流、湿地漫滩流量的保障方案，提出了减缓不利影响的对策和生态补偿措施、生态监测计划。

鉴于泾河干流水质没有满足水功能区划水质目标要求，为保障东庄水库建成

后库区水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，以及《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）要求 2020 年应确保泾河入渭水质满足III类标准的相关要求，陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室委托陕西省环境科学研究院、陕西省污染减排工程技术研究中心编制《泾河流域陕西段水污染防治规划》，提出水源区的城镇生活、工业污染、农业面源污染的治理措施、治理工程和工程投资等，陕西省人民政府以陕政函〔2016〕262 号《陕西省人民政府关于《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》的批复》进行批复。为了贯彻和落实 “受水区水污染治理以改善水环境质量为目标，遵循“增水不增污”或“增水减污”原则”，受水区内涉及的河流水环境质量应总体改善同时达到相应地表水环境质量标准的要求，陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室委托陕西中圣环境科技有限公司编制《东庄水库受水区水污染防治规划》，提出受水区的城镇生活、工业污染、农业面源污染的治理措施、治理工程和工程投资等，陕西省水利厅、环保厅以陕水发〔2017〕21 号文《陕西省水利厅 环保厅关于东庄水库受水区水污染防治规划的批复》进行批复。同时，根据《湿地保护管理规定》（国家林业局令第 32 号）、《陕西省湿地保护条例》等法律法规要求，陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室委托西北林业调查规划设计院开展了陕西省东庄水利枢纽工程对陕西泾河重要湿地影响评价工作，客观评估水库建设对泾河重要湿地的影响，提出了减轻影响的管理对策和生态恢复措施，陕西省林业厅以陕林函〔2017〕413 文《关于陕西泾河重要湿地建设东庄水利枢纽工程的复函》进行了批复。

在工程分析、环境现状评价及环境影响预测评价工作及上述专题报告的基础上，评价单位编制完成《陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响报告书》。2016 年 10 月环境保护部工程评估中心组织专家开展了现场查勘工作，环评单位在现场查勘专家意见的基础上进一步修改、完善环境影响报告书，形成《陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响报告书》（报审稿）。

在报告书编制过程中，得到陕西省水利厅、陕西省环保厅、陕西省林业厅、陕西省国土资源厅、陕西省江河管理局、陕西省水产研究所、陕西省水利水电勘测设计研究院、陕西省咸阳市环境监测站、陕西省咸阳市环保局、咸阳市人民政府、咸阳市水务局、咸阳市发展改革委员会、咸阳市市林业局、陕西西安泾渭湿

地省级自然保护区管理处、陕西省动物研究所（西北濒危动物研究所）、国土资源部水文地质环境研究所、彬县、旬邑县、礼泉县、淳化县、永寿县、富平县、三原县、铜川市等相关部门的大力支持和积极配合，在此一并表示感谢。

1.2 编制目的

调查陕西省泾河东庄水利枢纽工程周边区域，上、下游泾河河段环境现状及工程涉及区域的自然、社会环境现状，评价工程建设对环境可能产生的影响，从环境保护角度对项目建设的可行性进行评价，提出环境保护对策和措施，为政府决策、工程可行性研究、环境保护设计和施工期的环境管理提供科学依据，促进工程建设与环境保护的协调发展。

（1）调查了解工程库区、施工区、坝下游区及移民安置区、受水区等工程涉及区域的环境功能、环境质量现状及其发展趋势，存在的主要环境问题和环境保护敏感目标；

（2）通过分析工程涉及区域的水环境、大气环境、声环境、生态环境和社会环境现状，结合工程施工工艺、方法、工程性质和运行特点，客观科学地预测和评价工程建设和运行可能产生的环境影响，提出减缓不利影响的对策和措施。

（3）针对工程施工、运行及移民安置对区域环境的不利影响，提出工程环境保护措施总体布局，制定技术经济可行的环境保护对策措施，使区域环境质量满足功能区划要求，生态系统和生物多样性得到有效保护，保证工程顺利施工和正常运行，使工程建设既能促进区域社会经济的持续发展，又能保护与改善项目区的生态环境，实现水资源的持续利用和环境建设的协调发展。

（4)提出工程竣工环境保护验收要求，为工程竣工环境保护验收提供依据。

（5）通过开展公众参与工作，广泛收集各部门、专业单位、社会各阶层、直接受影响人群对工程建设的意见和建议，为决策部门提供决策依据。

1.3 编制依据

1.3.1 委托文件

黄河勘测规划设计有限公司《关于委托中国水利水电科学研究院开展陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响报告书编制工作的委托函》，见附件 1。

1.3.2 法律法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014.4 修订）

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2016.7 修订）

（3）《中华人民共和国水法》（2016.7 修订）

（4）《中华人民共和国水污染防治法》（2017.6 修订）

（5）《中华人民共和国大气污染防治法》（2015.8 修订）

（6）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1997.3）

（7）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2015.11 修订）

（8）《中华人民共和国水土保持法》（2010.12 修订）

（9）《中华人民共和国防洪法》（2016.7 修订）

（10）《中华人民共和国土地管理法》（2004.8）

（11）《中华人民共和国突发事件应对法》（2007.8）

（12）《中华人民共和国自然保护区条例》（2011.1 修订）

（13）《中华人民共和国野生动物保护法》（2016.7 修订）

（14）《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2011.1 修订）

（15）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2011.1 修订）

（16）《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017.10 修订）

（17）《中华人民共和国渔业法》（2013.12 修订）

（18）《中华人民共和国河道管理条例》（2017.3 修订）

（19）《建设项目环境保护管理条例》（2017.10 修订）

（20）《国务院办公厅关于加强饮用水安全保障工作的通知》（国办发〔2005〕45 号）

（21）《中共中央国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》（中发〔2010〕10 号）

（22）《国务院关于进一步推进西部大开发的若干意见》(国发〔2004〕6 号）

（23）《国务院关于加强城市供水节水和水污染防治工作的通知》（国发〔2000〕36 号）

（24）《国务院办公厅关于加强农村环境保护工作的意见》（国办发〔2007〕63 号）

（25）《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35 号）

（26）《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》国发〔2012〕3 号）

（27）《国务院办公厅关于加强湿地保护管理的通知》（国办发〔2004〕50 号）

（28）《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（厅字〔2017〕2 号）

（29）《关于全面推行河长制的意见》(厅字〔2016〕42 号)

1.3.3 规章制度

（1）《环境影响评价公众参与暂行办法》（国家环境保护总局环发〔2006〕28 号）

（2）《全国水生生物增殖放流总体规划(2011-2015 年)》（农渔发〔2010〕44 号）

（3）《国家重点保护经济水生动植物资源名录》（农业部公告第 948 号，2007）

（4）《农业部办公厅关于进一步加强重点流域农业面源污染防治工作意见》（农办科〔2010〕13 号）

（5）《湿地保护管理规定》（国家林业局令第 32 号，2013）

（6）《全国水土保持区划（试行）》（办水保〔2012〕512 号）

（7）《关于加强资源开发生态环境保护监管工作的意见》（环发〔2004〕24 号）

（8）《关于进一步加强生态保护工作的意见》（环发〔2007〕37 号)

（9）《关于进一加强农村环境保护工作的意见》（环发〔2011〕29 号）

（10）《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77 号）

（11）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98 号）

（12）《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》(环办〔2012〕4 号)

（13）《关于印发建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（环办〔2013〕103 号）

（14）《关于切实加强环境影响评价监督管理工作的通知》（环办〔2013〕104

号）

（15）《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发〔2014〕65号）

（16）《陕西省湿地保护条例》（陕西省第十届人民代表大会常务委员会第二十四次会议 2006 年 6 月 1 日）

（17）《陕西省实施《中华人民共和国野生动物保护法》办法》（2004 年修订）

（18）《陕西省人民政府关于公布陕西省重点水生野生动物保护名录的通告》（陕政发〔2004〕9 号）

（19）《陕西省人民政府关于公布《陕西省地方重点保护植物名录（第一批修订）》的通知》（陕政发〔2009〕71 号 ）

（20）《陕西省人民政府关于发布陕西省重点保护野生动物名录的通知》（陕政发〔1989〕174 号）

（21）《陕西省人民政府关于公布陕西省重要湿地名录的通告》（陕政发〔2008〕34 号）

（22）《陕西省突发环境事件应急预案管理暂行办法》（陕环发〔2011〕88号）

（23）《陕西省人民政府办公厅关于印发陕西省水功能区划的通知》（陕政办发〔2004〕100 号）

（24）《陕西省人民政府办公厅关于进一步加强农村环境保护工作的通知》（陕政办发〔2008〕49 号）

（25）《陕西省人民政府办公厅关于加强湿地保护管理的通知》（陕政办发〔2004〕106 号）

（26）《陕西省渭河流域生态环境保护办法 》（陕西省人民政府令 第 139 号，2009）

（27）《陕西省环境保护厅办公室关于进一步加强突发环境事件应急预案工作的通知》（陕环办发〔2012〕126 号）

（28）《陕西省渭河流域管理条例》（2012 年 11 月 29 日陕西省第十一届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过）

（29）《陕西省渭河水量调度办法》（陕西省人民政府令 第 130 号 2008 年》

（30）《陕西省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的实施意见》（陕政发 〔2013〕23 号）

（31）《咸阳市人民政府办公室关于进一步加强农村环境保护工作的通知》（咸政办发〔2008〕125 号）

（32）《陕西省人民政府办公厅关于印发实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（陕政办发〔2013〕77 号）

（33）《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）

（34）《中共陕西省委、陕西省人民政府关于陕西省全面推行河长制实施方案》

（35）《水利部　环境保护部 关于加强水利工程生态环境保护工作的通知》（水规计〔2017〕315 号）

（36）西安、渭南、咸阳、铜川等地市水污染防治工作方案

（37）西安、渭南、咸阳、铜川等地市河长制实施方案

1.3.4 导则、规范

（1）《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）

（2）《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ 2.2-2008）

（3）《环境影响评价技术导则-水环境》（HJ/T2.3-1993）

（4）《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ 2.4-2009）

（5）《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）

（6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）

（7）《环境影响评价技术导则-水利水电工程》（HJ/T88-2003）

（8）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2004）

（9）《开发建设项目水土保持方案技术规范》（GB50433-2008）

（10）“国家环保总局关于印发《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》”的函（环评函〔2006〕4 号）

（11）《水利水电工程环境保护设计规范》（SL 492-2011）

（12）《城市综合用水量标准》（SL367-2006）

（13）《黄河流域(陕西段)污水综合排放标》（DB 61/224-2011）

（14）《陕西省行业用水定额标准》（DB61/T 943-2014）

（15）《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL 359-2006）

（16）《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）

（17）《水电工程砂石加工系统设计规范》(DL/T 5098-2010)

（18）《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL 644-2014）

（19）《水生生物增殖放流技术规程》（SC/T9401-2010）

（20）《河湖生态需水评估导则（试行）》（SL/Z 479-2010）

（21）《河湖生态环境需水计算规范》（SL/Z 712-2014）

（22）《水电站分层取水进水口设计规范》（NB/T 35053-2015）

（23）《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》（NB/T35037-2014）

（24）《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）

（25）《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T 5260-2010）

（26）《水电工程水温计算规范》（NB/T 35094-2017）

1.3.5 规划报告

（1）《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（2016年3月6日第十二届全国人民代表大会第四次会议）

（2）《陕西省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（2016年1月29日经陕西省第十二届人民代表大会第四次会议审议批准）

（3）《咸阳市国民经济和社会发展十三五规划纲要》（2016 年 2 月 26 日经咸阳市第七届人民代表大会第三次会议审议批）

（4）《西安市国民经济和社会发展十三五规划纲要》（2016 年 1 月 19 日经西安市第十四届人民代表大会第六次会议审议批）

（5）《铜川市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（2016年2月20日铜川市第十五届人民 代表大会第八次会议批准）

（6）《渭南市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（2016年2月25日渭南市第五届人民代表大会第一次会议批准,）

（7）《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部公告2015年第61号）

（8）《产业结构调整指导目录（2011 年）》（2013 年，国家发展和改革委员会第21号令）

（9）《渭河流域重点治理规划》（国函〔2005〕99 号）

（10）《关中—天水经济区发展规划》（发改西部〔2009〕1500 号）

（11）《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕46 号）

（12）《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030)》（国函〔2011〕167 号）

（13）《陕甘宁革命老区振兴规划》（发改西部〔2012〕781 号）

（14）《陕西省主体功能区规划》（陕政发〔2013〕15 号）

（15）《陕西西咸新区总体方案》（发改西部〔2014〕296 号）

（16）《陕西省突发环境事件应急预案》（陕政办函 〔2015〕128 号）

（17）《陕西省生态功能区划》（陕政办发〔2004〕115 号）

（18）《全国水生生物增殖放流总体规划》（农渔发〔2010〕44 号）

（19）《黄河流域综合规划》（国函〔2013〕34 号）

（20）《黄河流域水资源综合规划》（国函〔2010〕118 号）

（21）《陕西省湿地保护工程规划》(2005-2030 年)

（22）《富平县城市总体规划（2011-2030）》

（23）《三原县城市总体规划（2010-2025）》

（24）《深陕（富平）新兴产业示范园园区规划》

（25）《富平县庄里工业园区总体规划（2010-025）》

（26）《深陕（富平）新兴产业示范园总体规划（2012-2030）》

（27）《三原城市总体规划（2010-2025）》

（28）《陕西省泾河流域综合规划报告（报批稿）》（陕西省水利厅，2017）

（29）《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017 年)》（陕政办发〔2015〕38 号）

（30）《铜川市渭河流域水污染防治巩固提高暨综合整治三年行动方案(2015-2017 年)》（铜政办发〔2015〕49 号）

（31）《西安市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（市政办发〔2015〕40 号）

（32）《咸阳市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（咸政办发〔2015〕87 号）》

（33）《渭南市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017 年)》

（渭政办发〔2015〕106 号》

（34）《水利改革发展“十三五”规划》

（35）《西部大开发“十三五”规划》（发改西部〔2017〕89 号）

（36）《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》（发改环资〔2016〕2849 号）

（37）西安、渭南、咸阳、铜川等地十三五环境保护规划

（38）《黄河流域防洪规划》（国函〔2008〕63 号）

（39）《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17 号）

（40）《国家突发环境事件应急预案》（国办函〔2014〕119 号）

（41）《关于全面落实河长制的实施意见》(市字〔2017〕11 号)

（42）《咸阳市全面推行河长制实施方案》、《铜川市全面推行河长制的实施方案(试行)》、《渭南市河长制实施方案》、《西安市河长制实施方案》

1.3.6 相关设计文件

（1）《陕西省泾河东庄水利枢纽工程项目可行性研究报告》（黄河勘测设计有限公司，2017 年 10 月）

（2）《陕西省泾河东庄水利枢纽工程水土保持报告》（黄河勘测设计有限公司，2015 年 6 月）

（3）《陕西省泾河东庄水利枢纽工程水资源论证报告》（陕西省水利电力勘测设计研究院，2015 年 7 月）

（4）《陕西省泾河东庄水利枢纽工程受水区规划专题报告》（陕西省水利电力勘测设计研究院/黄河勘测设计有限公司，2016 年 1 月）

（5）《陕西省泾河东庄水利枢纽工程可行性研究阶段建设征地移民安置规划报告》（黄河勘测设计有限公司，2015 年 12 月）

（6）《东庄水利枢纽工程建设项目文物影响评估报告》（咸阳市文物考古研究所/陕西省文物勘探有限公司）

（7）《陕西省文物局关于泾河东庄水利枢纽工程文物影响评估的批复》（陕文物函〔2013〕287 号）

（8）《陕西省泾河东庄水利枢纽工程陆生生态影响专题报告》（陕西省动物

研究所，2016）

（9）《陕西省泾河东庄水利枢纽工程地下水环境影响评价报告》（黄河勘测规划设计有限公司/国土资源部水文地质环境研究所，2017）

（10）《陕西省泾河东庄水利枢纽工程水生生态影响专题报告》（中国水产科学研究院黄河水产研究所，2016）

（11）《陕西省泾河东庄水利枢纽工程对西安泾渭湿地自然保护区生态影响专题报告》（黄河勘测规划设计有限公司，2017）

（12）《陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书（报批稿）》（陕西中圣环境科技有限公司，2015）

（13）《泾河流域陕西段水污染防治规划（报批稿）》（陕西省环境科学研究院 陕西省污染减排工程技术研究中心，2016）

（14）《陕西环境保护厅关于陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（陕环函〔2016〕147 号）

（15）《陕西省人民政府关于《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》的批复》（陕政函〔2016〕262 号）

（16）《西安泾渭湿地自然保护区管理中心关于泾河东庄水利枢纽工程对泾渭湿地自然保护区影响意见的函》（西泾保函〔2016〕2 号）

（17）《陕西省泾惠渠管理局关于泾惠渠渠首下泄泾河生态流量有关事宜的复函》（泾函字〔2017〕5 号）

（18）《关于泾河弥家河段鱼类栖息地保护范围划定的通知》（咸水函〔2017〕14 号）

（19）《东庄水库受水区水污染防治规划（报批稿）》（陕西中圣环境科技有限公司，2017）

（20）《陕西省水利厅 环保厅关于东庄水库受水区水污染防治规划的批复》（陕水发〔2017〕21 号）

（21）《陕西省林业厅关于陕西泾河重要湿地建设东庄水利枢纽工程的复函》（陕林函〔2017〕413 文）

（22）《陕西省东庄水利枢纽工程对陕西泾河重要湿地影响评价专题报告》（西北林业调查规划设计院，2017）

（23）《陕西省人民政府关于泾河流域综合规划的批复》（陕政函〔2017〕147号）

1.4 评价标准

环评单位就本工程环评中执行的环境标准向咸阳市环保局进行请示，咸阳市环保局对执行标准给予了批复。

1.4.1 环境质量标准

（1）地表水环境

根据《陕西省水功能区划》（陕政办发〔2004〕100 号）、《全国重要江河湖泊水功能区划》（国函〔2011〕167 号）及咸阳市环保局关于环评报告执行标准的批复，评价区域的泾河干流及支流入泾河段执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，渭河干流执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准。主要指标标准值见表 1.4-1、表 1.4-2。

表 1.4-1 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）（摘录）（单位：mg/l）

序号	项　目	III类	IV类	V类
1	水温（℃）	人为造成的环境水温变化应限值在：周平均最大温升≤1；周平均最大温降≤2		
3	溶解氧≥	5	3	2
4	高锰酸盐指数≤	6	10	15
5	化学需氧量（COD）≤	20	30	40
6	五日生化需氧量 BOD_5≤	4	6	10
7	氨氮（NH_3-N）≤	1.0	1.5	2.0
8	总磷（以 P 计）≤	0.2（湖、库 0.05）	0.3（湖、库 0.1）	0.4（湖、库 0.2）
9	总氮（湖、库，以 N 计≤	1.0	1.5	2.0
10	铜≤	1.0	1.0	1.0
11	锌≤	1.0	2.0	2.0
12	氟化物（以 F 计）≤	1.0	1.5	1.5
13	硒≤	0.01	0.02	0.02
14	砷≤	0.05	0.1	0.1
15	汞≤	0.0001	0.001	0.001
16	镉≤	0.005	0.005	0.01
17	铬（六价）≤	0.05	0.05	0.1
18	铅≤	0.05	0.05	0.1
19	氰化物≤	0.2	0.2	0.2
20	挥发酚≤	0.005	0.01	0.1
21	石油类≤	0.05	0.5	1.0
22	阴离子表面活性剂≤	0.2	0.3	0.3
23	硫化物≤	0.2	0.5	1.0
24	粪大肠菌群（个/L）≤	10000	20000	40000

表 1.4-2 集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值（摘录）（GB3838-2002）（单位：mg/l）

序号	项目	标准值
1	硫酸盐（以 SO_4^{2-}计）	250
2	氯化物（以 Cl^-计）	250
3	硝酸盐（以 N 计）	10
4	铁	0.3
5	锰	0.1

（2）地下水环境

项目所在区域地下水环境质量评价执行《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中III类标准。主要指标标准值见表 1.4-3。

表 1.4-3 地下水环境质量标准（GB/T14848-93）（摘录）（单位：mg/l）

名称	总硬度	硝酸盐	亚硝酸盐	氰化物	汞(Hg)	砷(As)	镉(Cd)	铬(六价)(Cr6+)	铅(Pb)
III类	≤450	≤20	≤0.02	≤0.05	≤0.001	≤0.05	≤0.01	≤0.05	≤0.05

（3）环境空气

拟建工程的枢纽区、回水区、施工区、工程沿线地区等所在地均为山区及一般农村地区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。主要指标标准值见表 1.4-4。

表 1.4-4 环境空气各污染物的浓度限值（GB3095-2012）（摘录）（单位：mg/m^3）

污染物名称	取值时间	二级标准浓度限值
二氧化硫	年平均	0.06
	日平均	0.15
	1 小时平均	0.50
颗粒物	年平均	0.10
	日平均	0.15
二氧化氮	年平均	0.04
	日平均	0.08
	1 小时平均	0.20
TSP	年平均	0.20
	日平均	0.30

（4）声环境

工程区属于咸阳山区地带，仅有少数分散的村庄、农户，没有大型商业、工业设施，环境较安静，环境噪声本底值较低。执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。标准值见表 1.4-5。

表 1.4-5 《声环境质量标准》（GB3096-2008）（摘录）（单位：dB（A））

类型		昼间	夜间
0 类		50	40
1 类		55	45
2 类		60	50
3 类		65	55
4 类	4a 类	70	55
	4b 类	70	60

（5）土壤环境

工程评价区域内泾河干流河道沉积物执行《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995）二级标准。标准值见表 1.4-6。

表 1.4-6 《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995）（摘录）（单位：mg/kg）

项目	pH	阳离子交换量	铜	锌	铅	镉	砷	汞	总铬	镍
二级	>7.5		100	250	300	0.30	30	0.50	200	50

1.4.2 污染物排放标准

（1）污水排放标准

泾河干流地表水体污水排放执行《黄河流域（陕西段）污水综合排放标准》（DB61/224－2011） 一级标准，主要标准限值见表 1.4-7。

表 1.4-7 《黄河流域（陕西段）污水综合排放标准》（DB61/224－2011）（摘录）

序号	项目	一级标准（mg/l）
1	pH	6～9
2	色度（稀释倍数）	50
3	悬浮物（SS）	70
4	五日生化需氧量（BOD_5）	20
5	化学需氧量（COD）	50
6	石油类	5
7	动植物油	10
8	挥发酚	0.3
9	总氰化物	0.2
10	氨氮	12
11	氟化物	8.0
12	磷酸盐（以 P 计）	0.5
13	阴离子表面活性剂（LAS）	5.0

（2）大气污染物排放

执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中无组织排放标准，主要指标限值见表 1.4-8。

表 1.4-8 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）（单位：mg/m³）

污染物	浓度	
SO_2	0.5	无组织排放监控浓度限值（监控点与参照点浓度差值）
氮氧化物	0.15	
颗粒物	5.0	

（3）噪声排放标准

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011），主要指标限值见表 1.4-9。运行期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008），主要指标限值见表 1.4-10。

表 1.4-9《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523－2011）（单位：dB（A））

昼间噪声限值	夜间噪声限值
70	55

表 1.4-10《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）

厂界外声环境功能区类别	时段（dB（A））	
	昼间	夜间
0	50	40
1	55	45
2	60	50
3	65	55
4	70	55

（4）固体废物

固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制排放标准》（GB18599-2001）相关标准和《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB16889-2008）。

1.4.3 生态环境

（1）以不减少区域内濒危珍稀动植物种类和不破坏生态系统完整性为目标。

（2）水土流失以不改变土壤侵蚀类型为准。

1.5 评价工作等级

按照工程特点及相关《环境影响评价技术导则》中关于项目环境影响评价等级确定原则，确定本项目评价工作等级。

1.5.1 生态环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011），生态评价工作等级主要依据工程影响范围和主要生态影响及变化程度确定。东庄水库正常蓄水位789m 征地涉及陕西省咸阳市礼泉、淳化、永寿、彬县等 4 县，征地面积 3.96km²（其中枢纽工程建设区 1.629km²）、水库淹没区 51.30km²（其中库周塌岸、浸没影响区面积 3.76 km²），工程影响范围大于 50km²。根据《陕西省主体功能区规划》，工程涉及重要生态敏感区-陕西泾河重要湿地，工程直接占用、淹没部分陕西泾河重要湿地。

根据《全国生态功能区划》，咸阳市被定义为全国重要生态功能区域中的人居保障功能区中的重点城镇群人居保障功能区中的关中城镇群人居保障三级功能区。《陕西省生态功能区划》（陕政办发〔2004〕115 号），工程建设区域属于渭河两侧黄土台塬农业区、彬长黄土残塬农业区，区域土壤侵蚀中度敏感。《全国生态脆弱区保护规划纲要》（环发〔2008〕92 号）中，工程周边区域被定义为北方农牧交错生态脆弱区。

工程建成后，库区以及坝下河段水文情势发生明显改变，对库区及坝下游河道的水生生物及其生境有一定影响，对坝下 84km 的西安泾渭湿地自然保护区的生态有一定影响。综合以上工程影响内容及区域敏感程度，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）划分标准，将生态环境评价工作拟定为一级。

表 1.5-1 生态环境影响评价工作等级

影响区域生态敏感性	工程占地（水域范围）
工程影响范围	面积≥50km²
重要生态敏感区	陕西泾河重要湿地、西安泾渭湿地自然保护区
评价工作等级	一级

1.5.2 水环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-93）分级原则，水环

境影响评价等级划分主要从建设项目污水排放量、污水水质复杂程度、受纳水体规模及水质要求等方面进行判别。工程本身为非污染生态类项目，施工期排放污水主要是生产废水及生活污水等。施工生产废水主要来自砂石骨料冲洗、混凝土拌和楼冲洗、地下厂房开挖、大坝混凝土浇筑和养护以及机械修理等生产过程，生活污水主要来自施工人员生活所产生的污水。施工废水中主要污染物为 SS，生活污水主要污染物为 COD、BOD_5。运行期排放污水主要为生活污水等，生活污水中主要以 COD、BOD_5 为主，具有污水量较少、成份较为简单的特征。施工高峰期废（污）水日产生量 392m^3/d，污染物类型有两类，污水复杂程度属中等。坝址处多年平均流量为 53.3m^3/s，水库正常蓄水位 789m，总库容 32.76 亿 m^3，属大型水域规模。根据《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）》（国函〔2011〕167 号）和《陕西省水功能区划》（陕政办发〔2004〕100 号），东庄水库位于泾河陕西开发利用区的泾河彬县过渡区（景村-三水河河口）、泾河泾三高工业、农业用水区（三水河河口-东庄）、泾河泾阳农业、工业用水区（东庄-入渭口），水质目标III类。

受水区评价河段中，西咸新区（泾河新城、秦汉秦城、空港新城）的主要河流为泾河（泾河新城、秦汉新城、空港新城）、渭河（秦汉新城），涉及水功能区为泾河陕西开发利用区的泾河泾阳农业、工业用水区和渭河宝鸡至渭南开发利用区的咸阳排污控制区、西安咸阳过渡区，泾河泾阳农业、工业用水区水质目标为III类，咸阳排污控制区、西安咸阳过渡区水质目标为IV类；三原县城区域河流为渭河支流清峪河的三原农业用水区，水质目标为IV类；富平涉及石川河的富平工业、农业用水区，水质目标为IV类；铜川新区涉及石川河的铜川排污控制区、铜川过渡区，水质目标为IV类。

东庄水库建成后，改变了泾河河流水文情势，流速、流量、水温、水质的变化可能引起一系列的河流生态环境变化，对位于坝下的泾河水功能区纳污能力具有一定影响；受水区污染物排放量增加，对受水区的受纳水体水质有一定影响。根据《环境影响评价技术导则　地面水环境》（HJ/T2.3-93）要求，初步估算工程污水排放量<5000m^3/d，污染物主要有 COD、悬浮物、BOD_5 和氨氮，污水复杂程度属中等，需预测浓度的水质参数数目小于 7 个，大型水域，泾河水质目标要求为III类水；受水区退水河流水质目标为III类、IV类。工程区域地表水环境影响

总体评价等级为一级；根据受纳水体水质目标及工程主要影响，受水区域地表水环境影响评价等级为三级。

东庄水库向西咸新区（泾河新城、秦汉秦城、空港新城）、三原县城、富平县城及工业园区、铜川新区等供水工程均不列入东庄水利枢纽工程投资范围，另行立项。同时，为改善东庄水利枢纽工程水源区水环境的《泾河流域陕西段水污染防治规划》、改善东庄水库受水区水环境的《东庄水库受水区水污染防治规划》的水污染防治规划投资均不列入东庄水利枢纽工程投资范围。

1.5.3 地下水环境评价等级

东庄水库总库容 32.76 亿 m^3，且位于水库下游泾阳张家山水源地的补给径流区，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A 的要求，同时结合工程实际，确定本工程的地下水环境影响评价项目类别为“III类”。

根据东庄水库区域水文地质特征、库水与地下水的补、径、排关系，评价范围分成三个评价区，分别为I区、II区和III区，总面积约 1090km^2。I区为老龙山断层以北上游库区，评价范围以水库正常蓄水位淹没线为基准，向外延伸 3km，面积约 410km^2；II区为老龙山断层以下的碳酸盐岩库区所在的筛珠洞泉泉域，面积约 330km^2；III区位于筛珠洞泉域到泾河与渭河交汇处之间，范围以河流轴线为基准，向两侧各延伸 3km 的条带状区域，面积约 350km^2。

项目I区范围内在调查中未发现《导则》中所述的环境敏感点，环境敏感程度为“不敏感”，评价等级为“三级”；II区为筛珠洞泉等集中式水源地保护区以外的补给径流区，环境敏感程度为“较敏感”，评价工作等级为“三级”；III区中存在西安泾渭湿地省级自然保护区和陕西泾河重要湿地，地下水敏感程度为“敏感”，评价工作等级为“二级”。考虑到II区中筛珠洞泉的重要性，将II区的评价级别提高至“二级”。

综上所述，I区评价等级为“三级”，II区、III区评价等级为“二级”。

1.5.4 大气环境评价等级

东庄水利枢纽工程对大气环境的影响主要集中在施工区，影响时段主要在施工期。施工期间，废气主要来自机械燃油、施工爆破、开挖以及交通运输等。工

程运行期基本无废气排放，主要是施工期间的施工机械、运输车辆尾气排放及道路扬尘、工程爆破等会对施工道路周边局部空气质量造成暂时影响。同时，工程施工现场位于丘陵地区，污染物主要为尘埃颗粒，对环境空气质量影响有限，且属于临时性影响。根据工程规模及类似工程类比，选择 CO、NO_2、TSP 为主要污染物。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008），大气环境影响评价工作拟定为三级。

1.5.5 声环境评价等级

工程对声环境影响范围为施工区及运输道路，影响时段为施工期。工程位于农村地区及乡镇。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）中分级原则，噪声主要发生在施工过程中，施工机械、车辆、爆破等产生噪声会对施工道路区等附近村民产生一定影响；上述噪声源具有分散性、流动性、不定时性的特点，影响具有临时性。同时，噪声源主要集中在枢纽区域的施工区，附近敏感目标较少，以及噪声随着工程结束而消失，具有短暂性，拟确定评价等级为三级。

1.5.6 环境风险评价等级

工程建设期间，存在油库、炸药库等潜在的事故风险和环境风险。工程运行期还存在危险品运输车辆翻覆风险等。在东庄水库上游的城镇生活污水、工业废水、面源污染等未得到治理的情况下，水库水质安全存在着环境风险。基于以上分析，工程河段水污染事故将导致水库水质安全受到威胁。根据风险源特征、工程区环境敏感目标分布情况及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2004），风险评价等级拟定为二级。

1.6 评价范围和时段

根据工程涉及的范围，将评价区域分为水源区和受水区，其中水源区包括东庄水利枢纽工程库区及坝下游区、移民安置区，工程受水区包括泾惠渠灌区，铜川新区，富平县城及工业园区部分（县城、庄里工业园区、深陕富平新兴产业示范园），西咸新区（空港新城、秦汉新城、泾河新城），三原县城等。

1.6.1 评价范围及评价要素

（1）评价的工程对象

包括：工程枢纽区、水库回水区、主要施工道路、主要施工场地及营地（3处混凝土系统、3 处砂石骨料加工系统、3 处综合加工厂、3 处施工区生活营地等）、1 处石料场（庙上灰岩料场）、1 处土料场（蔡家坡土料场）、6 处弃渣场等。

（2）水环境评价范围及要素

评价内容主要包括水文情势、水质等。其中水文情势评价要素包括水位、流量、径流量、泥沙等，水质评价要素包括主要水质指标。库区的水文情势、水质和水温评价范围包括水库上游河段（库尾至彬县景村水文站，长度约 10km）、工程回水区（坝址至彬县早饭头村，长度约 96.67km）、工程枢纽坝下的泾河河段（坝址～入渭口，长度约 87km）及渭河干流 38km（咸阳～泾河入渭口下游）、受水区的主要一级支流（泾河、渭河、清峪河、石川河等）。地表水环境评价范围见图 1.6-1。重点考虑生态流量、河道水文情势及水质变化等内容。评价时段主要为运行期，兼顾施工期河流水质。水质评价中包括工程受水区域退水排放去向及影响等。

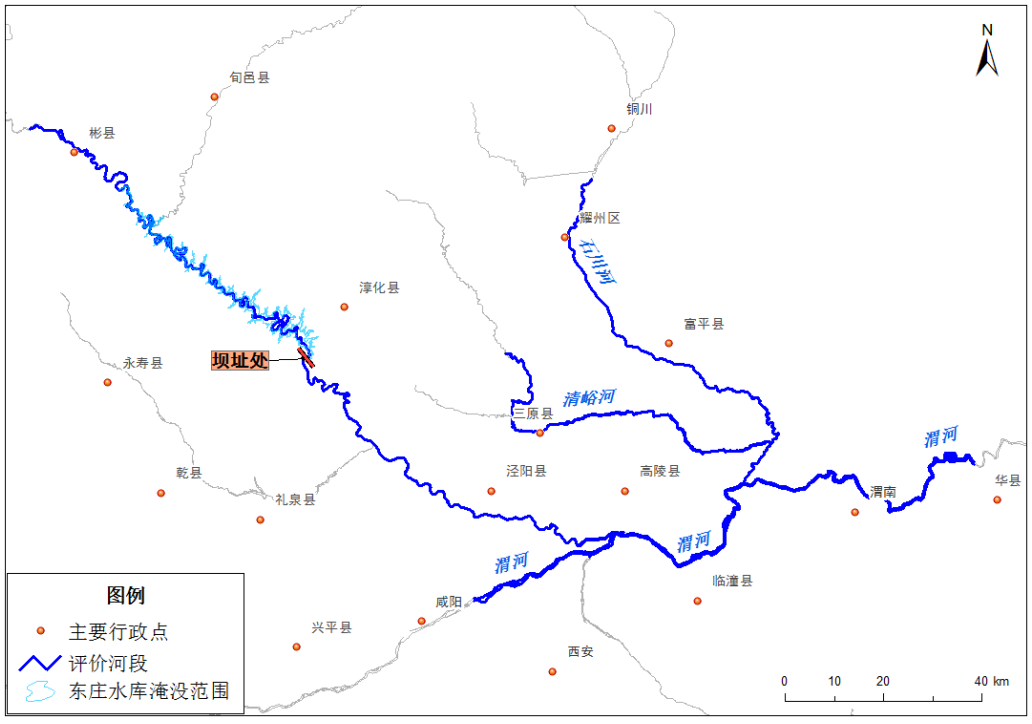


图 1.6-1 地表水环境评价范围示意图

地表水水质现状评价因子：水温、pH 值、溶解氧（DO）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD_5）、氨氮（NH_3-N）、总磷（TP）、总氮（TN）、铜（Cu）、锌（Zn）、氟化物（F^-）、硒（Se）、砷（As）、汞（Hg）、镉（Cd）、铬（Cr）、铅（Pb）、氰化物（CN^-）、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物（S^{2-}）、粪大肠菌群，以及集中式生活饮用水地表水源地补充项目，包括硫酸盐（SO_4^{2-}）、氯化物（Cl^-）、硝酸盐（NO_3^-）、铁（Fe^{3+}）、锰（Mn）等，共 29 项。

地下水环境主要评价范围为工程枢纽区域及坝下河段，具体为库区（I区，老龙山断层以北上游库区，以水库正常蓄水位淹没线为基准向外延伸 3km，面积约 410km^2）、碳酸盐岩库段所在的筛珠洞泉泉域（II区，老龙山断层以下的碳酸盐岩库区所在的筛珠洞泉泉域，面积约 330km^2）和泾河与渭河交汇处上游的泾河两岸地区（III区，筛珠洞泉域到泾河与渭河交汇处之间，以河流轴线为基准向两侧各延伸 3km，面积约 350km^2），评价范围见图 1.6-2。主要评价区域地下水环境现状（包括区域水文地质条件、地下水补给、径流、排泄条件、地下水开采现状、主要地下水环境问题等），预测工程运行后对库区、坝下减水河段的地下水影响。评价时段为施工期及运行期。水文情势评价因子包括径流量、流量等。

地下水水质现状评价因子包括： pH 值、总硬度、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚类、氰化物、高锰酸盐指数、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铁、锰、硫酸盐、氯化物、碘化物、锌、铜、钼、钴、铅、钡、镍，共计 26 项。

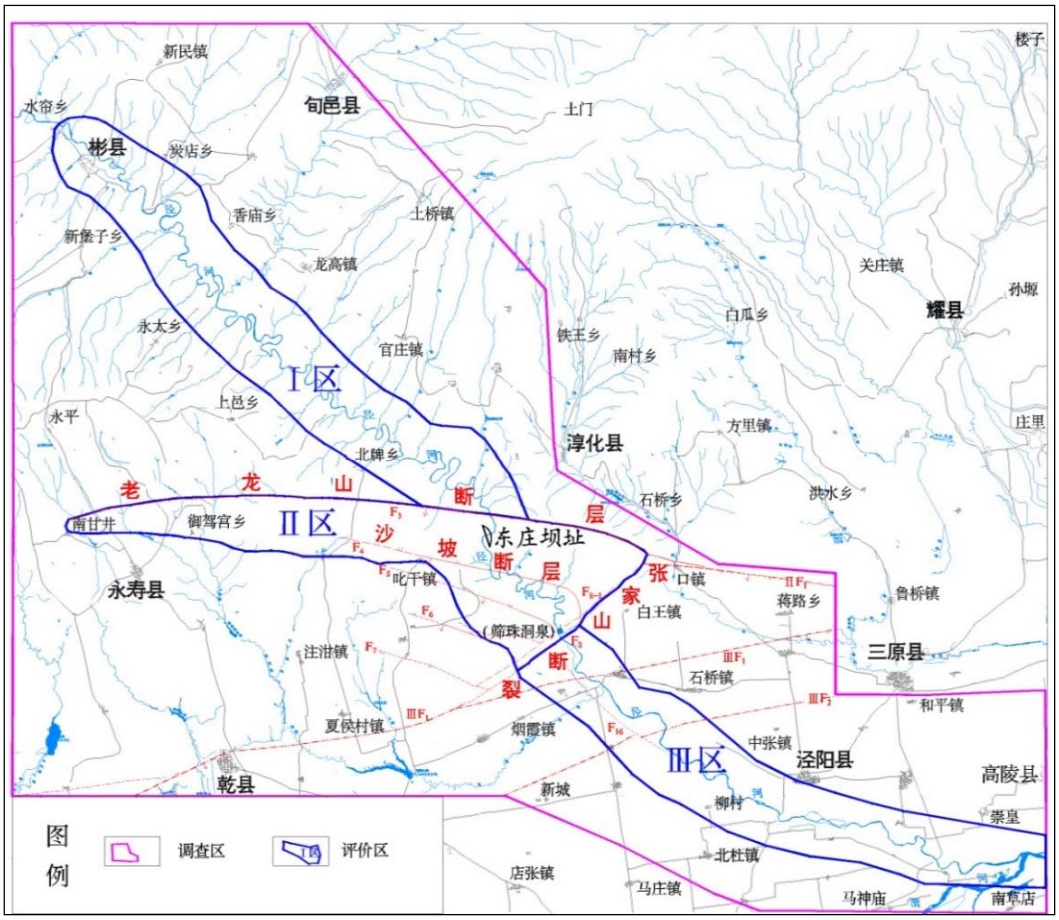


图 1.6-2 地下水评价区范围示意图

（3）生态评价范围及要素

生态评价范围包括水库淹没区及影响区、移民安置区、施工区、坝下游区。

陆生生态环境：评价范围确定依据是生态因子间互相影响和互相依存的关系，主要考虑评价区域与周边环境的生态完整性。东庄水利枢纽工程陆生生态评价范围为库尾以上 10km 至坝址至入渭口之间的泾河干流及库区，支流两岸外延 10km 或以第一道分水岭为界的范围。结合不同的工程类型，对于陆生生态评价范围进行了界定，主体工程（拦河坝、发电引水系统、发电厂房、供水建筑物等）、辅助工程（场内交通、施工工厂设施等）和临建工程（渣场、料场、施工工程设施等）的评价范围均为占地区域周边向外扩张 2km 范围。移民安置区及其周边 2km 范围。

陆生生态评价要素主要为土地利用、陆生动植物、景观格局、生态系统完整性、生态稳定性等。评价范围包括回水区、工程施工区、工程下游影响区等。评价土地利用状况、主要植被分布特征、工程建设对区域景观格局、生态系统稳定

性及完整性的影响。

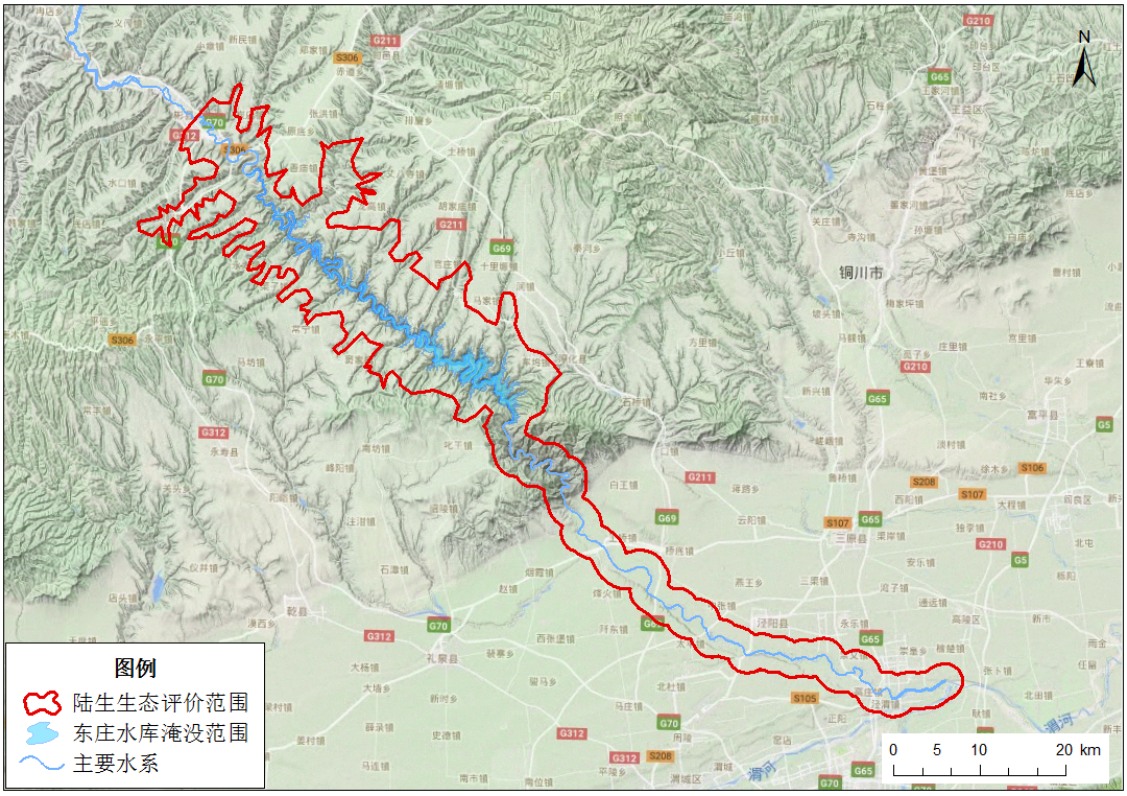


图 1.6-3 陆地生态评价范围示意图

水生生态环境：水生生态调查范围为泾河崆峒水库坝下干流-入渭口及主要支流，包括北子河、黑河、马莲河、任家河、汭河、颉河，泾河干流全长约 393km；重点评价范围为东庄水库库区及主要支流、坝下至泾河入渭口，其中库区干流总长约 96.67km，泾河坝址-入渭口长约 87km。水生生态环境评价范围见图 1.6-4.

水生生态评价要素包括水生动植物，重点是鱼类。

评价时段包括施工期和运行期。



图 1.6-4 水生态评价范围示意图

（4）声环境和大气环境评价范围

声环境主要评价施工噪声对声环境及附近敏感点的影响；大气环境评价要素为施工扬尘及车辆机械、爆破废气对大气环境的影响。评价区域主要为施工区（枢纽、渣场、料场、施工营地、临时道路等）周围 200m 范围内，周围有敏感目标的，评价范围适当放宽至敏感目标处。

移民安置大气环境评价范围为安置区及专项工程施工区为中心的两侧 200m，施工道路两侧 200m 范围。安置工程声环境评价范围为工程占地区及周围 200m 范围内。

声环境质量评价因子为等效连续 A 声级，大气环境质量评价因子为 TSP、PM_{10}。

（5）社会环境评价范围

人群健康评价范围为水库淹没周边区域、工程施工区、移民安置区；景观与文物评价范围为施工区及水库淹没区；社会经济评价范围在运行期为库区及坝下区域，施工期涉及工程施工区、移民安置区。

评价范围见表 1.6-1。

表 1.6-1 工程主要环境要素及影响评价范围一览表

环境要素	评价范围
水环境	地表水评价范围：水源区包括枢纽区上游河段（长约 10km）、库区（长度 96.67km）、工程枢纽坝下河段（长度 87km）、渭河干流 38km（咸阳～泾河入渭口下游）；受水区的石川河、渭河、清峪河、泾河等。 地下水环境评价范围：库区（老龙山断层以北上游库区，以水库正常蓄水位淹没线向外延伸 3km，面积约 410km^2）、碳酸盐岩库段所在的筛珠洞泉泉域（老龙山断层以下的碳酸盐岩库区所在的筛珠洞泉泉域，面积约 330km^2）和泾河与渭河交汇处上游的泾河两岸地区（筛珠洞泉域到泾河与渭河交汇处之间，河流轴线向两侧各延伸 3km 条带状区域，面积约 350km^2）
水生态	包括泾河崆峒水库坝下干流-入渭口及主要支流，干流长度约 393km 等；
陆地生态	水库淹没区：库尾以上 10km 至坝址至入渭口之间的泾河干流及库区，支流两岸外延 10km 或以第一道分水岭为界的范围。 枢纽工程区：工程枢纽及施工占地区域周边扩展 2km. 移民安置区：移民安置区及其周边 2km 范围。
大气环境	评价区域主要为施工区（枢纽、施工洞、渣场、料场、施工营地等）、移民安置区及其周围 200m 范围内，主要施工道路两侧 200m 范围内。
声环境	评价区域主要为施工区（枢纽、施工洞、渣场、料场、施工营地等）、移民安置区及其周围 200m 范围内，主要施工道路两侧 200m 范围内。
社会环境	包括工程受水区、枢纽下游地区、施工区、库区等

1.6.2 评价时段

评价时段包括施工期和运行期两个阶段。

预测评价水平年：根据工程枢纽施工和移民安置规划，确定环境影响预测评价时段。

1）枢纽施工环境影响的预测评价时段主要为施工期，共计 7 年 11 个月。

2）移民安置环境影响预测评价时段与工程水库移民安置规划水平年一致，即 2020 年。

3）工程运行期环境影响评价时段为工程运行后第 3 年（2023 年）。考虑水

环境影响的复杂性，影响评价时段扩展为工程运行后第 10 年（2030 年）。

1.7 评价原则与方法

1.7.1 评价原则

1）以国家和地方颁布的相关环境保护法律、法规、标准、规定和环境影响评价有关导则为基础进行评价工作。

2）评价工作结论力求做到科学公正、明确、客观。

3）充分利用现有资料，进行详细的现场调查和监测，在认真分析监测数据和预测评价的基础上，提出针对性的、可操作性的对策措施。

4）重点关注工程对区域生态环境和水环境的影响。

1.7.2 评价方法

1）采用资料收集、部门走访、专家座谈、现场调查与监测、遥感专题解译、GIS 空间分析、GPS 野外精确定位及植物样方调查等方法。生态环境、社会环境影响通过调查或类比进行定性、定量分析；水环境（水文、水质等）、环境空气质量、声环境影响采用现场监测调查和相应的预测模式进行定量或半定量评价。

2）对环境敏感目标进行逐点评价。

3）对陆生生态环境、水生生态环境、地下水环境、西安泾渭湿地自然保护区、泾河重要湿地等，委托相关专题单位进行专业调查，采用专题报告形式进行评价。

1.8 评价重点及重点保护目标

1.8.1 评价重点

根据项目特点及环境状况，评价重点包括以下主要内容：

1）项目与国家法律、政策及规划的符合性；

2）工程对河流水文情势及水环境影响，包括：工程对河道水文情势的影响；工程对河流水质的影响；工程对区域地下水环境的影响；工程受水区退水对受纳水体水环境的影响；

3）工程对陆生生态环境的影响，主要评价工程对区域景观格局、生态完整性、稳定性的影响，对动植物资源的影响，生物量损失及新增水土流失；

4）工程对湿地生态环境的影响，主要评价工程对库区、坝下的泾河重要湿地、西安泾渭湿地自然保护区的生态影响，重点分析工程运行对泾河重要湿地植被、泾渭湿地自然保护区的植被和鸟类的影响；

5）工程对水生生态环境的影响，包括对回水区及枢纽工程下游河道的水生生态影响，重点分析工程运行对于库区及坝下河段鱼类及其“三场”的影响；

6）工程对社会环境的影响，重点分析对土地资源、工程受水区社会经济的影响；工程环境风险影响等；

7）工程施工期环境影响及保护措施。

1.8.2 重点保护目标

（1）生态保护目标

保护生态环境的连通性、物种的多样性、生态系统的完整性。工程建成后，区域自然体系的稳定状况不发生大的变化；对因工程建设占用和破坏的农田、林地，采取切实有效的生态补偿和恢复措施。因地制宜实施水土保持措施，有效控制和减少工程建设新增水土流失。减缓水库淹没对陆生动植物的不利影响。

保护库区及坝下游水生生物，保护水生生态系统的完整性和多样性；保护和维持水生生态及鱼类基本生境条件，减缓由于水文情势改变以及大坝阻隔对鱼类资源的不利影响；保护鱼类种群资源。

维持工程影响区的陆地生态系统及区域景观生态体系的完整性、稳定性和生物多样性；保护坝下泾河入渭口区域的西安泾渭湿地自然保护区结构和功能，保障湿地保护区的湿地滩地植被生态需水和漫滩流量；保护坝下的陕西泾河重要湿地的结构和功能，保障重要湿地植被生态需水和漫滩流量需求。

（2）水环境保护目标

库区及坝下水域水质应符合水功能区的水质管理目标III类水质标准。重点保护水库回水范围内取水口水质，水库蓄水后应达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质目标；施工期废污水排放达到《黄河流域（陕西段）

污水综合排放标准》（DB61/224-2011） 一级标准；受水区主要河流水环境符合水功能区的水质管理目标。

（3）声环境和大气环境保护目标

维护施工区及其周边区域的环境空气质量，使其达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

维护施工区及其周边区域的声环境质量，工程区周边的相家村、刘家村等居民区声环境质量达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准；施工期施工区边界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

（4）地下水环境保护目标

保证坝下区域的筛珠洞泉、风箱道泉泉水流量不减小，水质不发生类别上的变化。保证砂页岩库区段、碳酸岩库段所在的碳酸盐区段和泾惠渠首至泾渭交汇处区段内分散的集中供水井水量和水质状况维持现状。

坝下的西安泾渭湿地自然保护区主要保护对象为河流湿地生态系统，保护目标为地下水位变化不对保护区内景观格局和生态系统结构、功能造成明显影响，地下水水质不发生类别上的变化。

（5）水土保持

工程水土流失防治责任范围面积 5542.97hm^2，其中项目建设区面积 5513.64hm^2，直接影响区面积 29.33hm^2。项目区水土流失防治目标值为：扰动土地治理率为 95%，水土流失总治理度为 95%，水土流失控制比为 0.8，拦渣率为 85%，林草植被恢复率为 97%，林草覆盖率为 25%。

（6）移民环境保护目标

完善移民安置区的基础设施，保障移民的生态环境和生活环境。

（7）社会环境

通过工程建设促进社会经济的发展；确保下游地区沿岸地区防洪安全。水库蓄水前对涉及的文物古迹进行资料提取、发掘保护。加强工程施工期、移民安置区医疗卫生防疫体系的建设，防止与水库蓄水和工程施工活动有关的病媒生物滋

生，保护施工人员、库区和移民安置区居民身体健康。

水环境保护目标详见表 1.8-1。生态环境保护目标详见表 1.8-2。环境空气和声环境保护目标见表 1.8-3。社会环境保护目标见表 1.8-4。

表 1.8-1 水环境保护目标

序号	保护目标	保护内容
一	**地表水**	
1	东庄水库	满足饮用水要求；水库及出库水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准。
2	水库坝址～入渭口地区	满足水域环境功能区划及水功能区水质要求；水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准。满足取水口的取水要求。 水温变化应在相应保护目标的接受范围之内。 生态环境用水得到有效保证。
3	受水区主要河流（石川河、渭河、清峪河、泾河）	主要河流水环境符合水功能区的水质管理目标
二	**地下水**	
1	下游地区主要地下水源地	地下水水源地的水位、水量；地下水漏斗的恢复。
2	水库库周	库区周边可能受到水库侧向渗漏影响的敏感点。
3	筛珠洞泉、风箱道泉	泉水流量、水质不发生变化。
4	主要农村水井	西苗村水井、马家崖水井、官苗水源井、百井村水井、 张宏村水井、王家坪水井等水位、水质不发生变化.

表 1.8-2 生态环境保护目标

序号	保护目标	保护内容
1	淹没区及库周（旅游景点）	龟蛇山等旅游景点生态环境； 陆生动物，保护动物觅食及栖息生境； 水生生物，重点为鱼类及其“三场”； 生态景观格局、植被及自然体系生产力变化； 陕西泾河重要湿地结构和功能。
2	坝址下游河段	水生生物（特别鱼类）的栖息环境、生存条件；西安泾渭湿地自然保护区结构和功能；陕西泾河重要湿地的结构和功能。
3	集中移民安置区	生态景观格局、植被
4	水土保持	扰动土地治理率 95%，水土流失总治理度 95%，水土流失控制比 0.8，拦渣率 85%，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 25%。

表 1.8-3 环境空气和声环境保护目标

序号	敏感目标名称	附近施工内容	与施工区边界的距离	执行标准	
				环境空气	声环境
1	相家村	进场道路	进场道路与村庄交叉，距离房屋距离 49m，高差 0m	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准	《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准
2	刘家村	进场道路	进场道路与村庄交叉，距离房屋距离 10m，高差 0m		

表 1.8-4 社会环境保护目标

序号	保护目标	保护内容
1	土地资源	保障工程淹没区所占用的农田、林地等； 临时占地施工完毕后恢复土地使用功能。
2	农业生产	尽量减少临时占地，施工完毕后及时复耕。
3	居民生活	保障工程移民的居住条件、经济收入、基础设施条件等。
4	文物估计	水库淹没区的 11 处文物古迹制定保护方案，进行必要的考古发掘清理。

1.8.3 环境敏感点

根据工程施工总布置以及环评单位的现状调查，东庄水利枢纽工程涉及到以下环境敏感点。环境敏感目标分布见附图 3。

（1）生态环境敏感点

生态环境敏感点主要为旅游景点（彬县程家川旅游风景区、彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区、泾河大峡谷旅游风景区、淳化龙山生态旅游渡假景区、公刘教稼苑景区）和西安泾渭湿地自然保护区、陕西泾河重要湿地，重点关注水库淹没对旅游景点、泾河重要湿地的影响和工程占地对泾河重要湿地的影响；西安泾渭湿地自然保护区，主要关注工程运行对其生态需水和漫滩流量影响；泾河重要湿地，需要关注工程运行对库区重要湿地淹没、坝下重要湿地减水的生态影响。

另外，重点关注河流内的鱼类“三场”，包括鱼类产卵场、越冬场和索饵场。

（2）水环境敏感点

地表水环境敏感点主要是位于坝下的文泾电站、泾惠渠渠首取水口等。

地下水环境敏感点：II区地下水类型主要为碳酸盐类岩溶水，水库建成蓄水后，地下水流场和水化学场均可能发生不同程度改变，主要环境敏感点为区内居

民供水井和筛珠洞泉（泾阳水源地）、风箱道泉等。III区地下水类型主要为第四系孔隙水，水库建成蓄水后改变泾河水来水过程，不改变地下水径流和排泄条件，但库水位抬升对山前地下水补给条件可能产生影响，并引起地下水流场和水化学场发生变化，主要环境敏感点为区内居民供水井和水源地。

表 1.8-5 地下水环境敏感点

地下水评价区	敏感点名称	地下水类型	供水规模（m^3/d）	水质类别	水位（m）	距坝址直线距离（m）
II区	筛珠洞泉	岩溶水	6200	II类	452	下游 23281
	风箱道泉	岩溶水	-	II类	540	下游 8627

（3）声环境、大气环境敏感点

项目声环境、大气环境敏感点为施工区附近的村庄、企事业单位等。

工程施工期和运行期的环境敏感目标见表 1.8-6。声环境、大气环境敏感点见图 1.8-1。

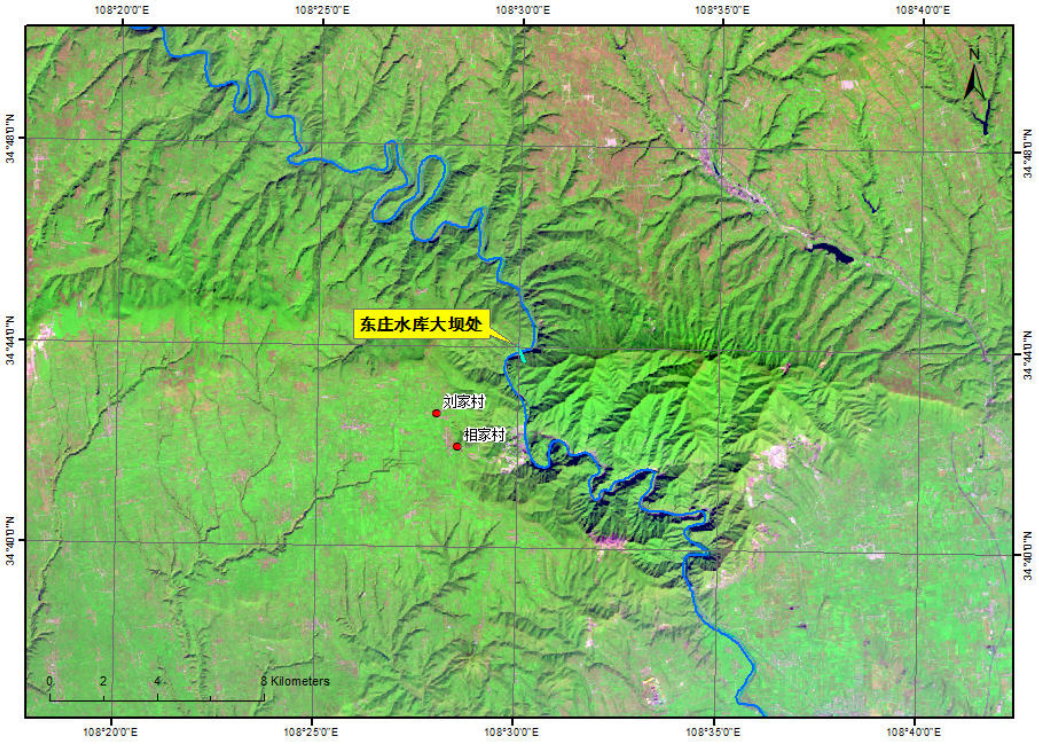


图 1.8-1 声环境、大气环境敏感点

（4）社会环境敏感点

东庄水利枢纽工程可能受淹没文物11处（表1.8-7）。

表 1.8-7 文物古迹敏感点

序号	文物名称	位置	地面高程	文物年代	保护级别	淹没影响类型
1	程家川药王洞	彬县香庙镇程家川村西南约 200m	813m	清代		浸没影响区
	重修娘娘真人洞碑纪		809m	清代		
	娘娘真人洞德堆川创建碑		809m	清代		
2	程家川陶窑遗址	彬县香庙镇程家川村西约 300m	812m	明、清		浸没影响区
3	程家川堡址	彬县香庙镇程家川村南约 300m 泾河西岸断崖	820m	清代		直接淹没区
4	老户城址	彬县龙高镇老户村北约 600m 舌状台地	820m	清代		直接淹没区
5	庄头河堡址	礼泉县南坊镇庄头河村东 50m	832m	清代		塌岸影响区
6	南惹寺	礼泉县叱干镇堡元村北约 3km 泾河南岸二级台级	858m	不详		直接淹没区
7	断泾遗址	彬县太峪镇断泾村东偏北部台地	811m	西周、秦		塌岸影响区
8	和平村 1 号遗址	永寿县豆家镇和平村东北泾河南岸二级台地	768m	新石器		直接淹没区
9	贺家遗址	永寿县永太镇张贺村贺家自然村东北泾河南岸二级台地	885m	新石器		塌岸影响区
10	庄头河遗址	礼泉县南坊镇庄头河村东泾河二级台阶	840m	新石器		塌岸影响区
11	庄头河南遗址	礼泉县南坊镇庄头河村南 500m 台原	843m	新石器		塌岸影响区

表 1.8-6 东庄水库工程环境敏感目标

环境要素	目标名称	相对位置	目标特征	影响因素	影响时段	保护要求
地表水环境	文泾电站	位于东庄水库坝下6km		水库蓄水引起的水文情势变化对取水设施及取水口水质产生一定影响	施工期、运行期	维护评价河段现有水环境功能。库区及坝下河段达到III类水标准。
	泾惠渠渠首取水口	位于东庄水库坝下25km		水库蓄水引起的水文情势变化对取水设施及取水口水质产生一定影响	施工期、运行期	
	库区及坝下区域	东庄水库库尾(彬县景村水文站)至坝址之间水域,以及主要支流回水区域;坝下至泾河入渭口。	水库正常蓄水位789m，相应库容32.76亿 m^3，坝址至库尾97km，面积51.3km^2。东庄坝下至泾河入渭口之间87km。	水库蓄水引起的水文情势变化以及库周（坝下）污废水排放对水库（坝下泾河）水质产生一定影响	施工期、运行期	
地下水环境	枢纽工程建设区及水库淹没影响区涉及水文地质单元。坝下区域筛珠洞泉、风箱道泉、分散的集中供水井	筛珠洞泉位于坝下23.0km，风箱道泉位于坝下 8627m；评价区域分散集中供水井。	张家山渠首枢纽电站至泾惠渠管理站间79个泉点，平均流量1.48m^3/s。	地下工程施工可能引起地下水流场或地下水水位变化。	运行期	筛珠洞泉、风箱道泉泉水流量不减小，水质不发生类别变化。分散集中供水井水量和水质状况维持现状。
陆地生态	陆生植物、陆生动物	库区	工程不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区等特殊和重要生态敏	工程占地及水库淹没影响河谷生态系统，包括植被、局地气候、动物以及栖息生境等。	施工期、运行期	保护工程占地区域生态系统，维护工程影响区生态系统完整性和稳定性，使库区现状

				感区。区域水土流失严重，生态环境脆弱，以人工植被和次生灌木、草丛为主；水库淹没和工程占地范围内无名木古树。评价区分布有国家珍稀保护动物17种，省级保护动物45种。			生态环境不致因兴建本工程而恶化，并在此基础上能有所改善。
水生态	土著鱼类、地方经济鱼类		东庄水库库尾至坝址之间水域，以及主要支流区域；坝下区域（坝址-入渭口）。	区域分布陕西省省级重点保护鱼类-陕西高原鳅，分布有拉氏鱥（地方土著鱼类），鲤鱼、鲇鱼（地方主要经济鱼类）等。	水库建成后，改变库区水文情势，对流水性鱼类栖息生境产生明显影响；水库淹没现有鱼类产卵场；大坝阻隔影响鱼类洄游通道及种群交流。	运行期	建设过鱼设施、鱼类增殖放流站、栖息地保护等措施，保护河段鱼类资源和洄游通道。采取水温减缓措施，满足下游河段鱼类繁殖要求。
陆地生态	自然保护区	陕西西安泾渭湿地自然保护区	位于坝址以下87.0km	省级自然保护区，以保护河流湿地生态系统为主。	水库建成后，改变坝下水文情势，造成湿地保护区补水模式发生变化。	运行期	保证湿地生态需水，维护坝下的陕西西安泾渭湿地自然保护区结构和功能.
	重要湿地	陕西泾河重要湿地	库区、坝下-泾河入渭口	省级重要湿地	水库建成后，改变库区、坝下水文情势，造成湿地补水模式发生变化。	运行期	保证重要湿地生态需水，维持湿地的结构和功能。
环境空气	相家村		进场道路与村庄交	12户居民	扬尘	施工期	环境空气满足《环

		叉，距离房屋距离49m，高差0m				境空气质量标准》（GB3095- 2012）二级标准
	刘家村	进场道路与村庄交叉，距离房屋距离10m，高差0m	35户居民	扬尘	施工期	
声环境	相家村	进场道路与村庄交叉，距离房屋距离49m，高差0m	12户居民	交通噪声、交通道路施工噪声	施工期	声环境满足《声环境质量标准》（GB3096- 2008）2 类标准
	刘家村	进场道路与村庄交叉，距离房屋距离10m，高差0m	35户居民	交通噪声、交通道路施工噪声	施工期	
社会环境	文物古迹	库区淹没区或塌岸区	工程可能受淹没文物点11处。	水库蓄水后淹没影响或塌岸影响	运行期	制定保护方案，实施抢救性发掘。
	淹没区居民、移民安置点	8处移民安置点	农村移民搬迁安置人口3310人，建设8个集中安置点（相家社区、朝阳新村、南坊社区（苏家）、马家社区、龙高社区、新堡子社区、塬边新村、永太社区）.		运行期	防止水土流失和植被破坏、水污染

2 工程概况

2.1 流域规划及开发利用情况

2.1.1 流域概况

（1）渭河流域

渭河是黄河第一大支流，发源于甘肃省渭源县鸟鼠山，流域涉及甘肃、宁夏、陕西三省（自治区），在陕西省潼关县注入黄河。流域面积 13.48 万 km^2，其中甘肃占 44.1%、宁夏占 6.1%、陕西占 49.8%。干流全长 818km，宝鸡峡以上为上游，河长 430km，河道狭窄，河谷川峡相间，水流湍急；宝鸡峡至咸阳为中游，河长 180km，河道较宽，多沙洲，水流分散；咸阳至入黄口为下游，河长 208km，比降较小，水流较缓，河道泥沙淤积。支流众多，其中南岸数量较多，较大支流集中在北岸，水系呈扇状分布。集水面积 1000km^2 以上支流有 14 条，渭河北岸有咸河、散渡河、葫芦河、牛头河、千河、漆水河、石川河、泾河、北洛河；南岸有榜沙河、耤河、黑河、沣河、灞河。

陕西省渭河流域包括黄土高原丘陵沟壑、渭北高原、关中平原和秦岭北麓山区等四个地貌单元。流域为典型大陆性季风气候，陕北部分为温带半干旱区。渭河流域多年平均降水量 600mm 左右，汛期（7～10 月）降水占全年 60%以上，降水分布规律呈现为南多北少，西多东少，属资源型缺水区。

陕西省渭河流域内分布着关中地区的宝鸡、杨凌、咸阳、西安、铜川、渭南市以及延安市、榆林市、商洛市的一部分，涉及 63 个县（市、区）。流域内总人口 2223 万人，占全省人口 59.8%，平均人口密度 331 人/km^2。城镇人口 1020 万人，城市化率 45.9%，人口分布以渭河两侧关中平原最为密集。

渭河下游自咸阳水文站至渭河口全长约 208km，于潼关汇入黄河。两岸支流众多，泾河、北洛河是渭河下游最大的两条支流。泾河于咸阳水文站下游 39km 处自左岸汇入渭河，北洛河于渭河口上游 19km 处自左岸汇入渭河。渭河下游属三门峡库区，河床比降 0.5‰～0.1‰，上大下小，由于水沙关系不协调，加之三门峡水库拦沙期运用影响，长期以来河道呈淤积抬升趋势，已发展为地上“悬河”。

（2）泾河流域

泾河是渭河最大支流，发源于宁夏回族自治区泾源县老龙潭以上的马尾巴梁。

干流流经甘肃省平凉、泾川，由长武县汤渠进入陕西，于高陵县陈家滩汇入渭河，干流全长 455.1km，河道比降 2.47‰，流域面积 45421km^2，涉及陕、甘、宁三省（区）33 个县。泾河出崆峒峡至彬县早饭头长 209km，河谷较宽；早饭头—张家山间坡陡流急；张家山以下两岸为黄土阶地，属关中盆地。

泾河在陕西省境内长 258.5km，流域面积 9246km^2。干流上起长武县马寨乡汤渠村，于高陵陈家滩汇入渭河，由上至下流经长武、彬县、永寿、淳化、礼泉、泾阳、高陵等七县。境内河床总跌差 561m，河道平均比降 2.09‰，其中：早饭头以上河床比降 1.5‰，河宽 500～2000m，早饭头至老龙山断层比降 2.1‰，基岩裸露，河宽 100m 左右，老龙山断层至张家山为峡谷河段，比降 6.3‰，河宽 30m 左右，张家山以下河道进入平原，比降 1‰，入渭后渭河比降 0.4‰左右。泾河流域大致呈扇形分布，分布于其中的干、支流河道呈羽状展布。大部分支流分布于干流中、上游地区，主要支流有马莲河（甘肃境内）、黑河（陕西境内）、红岩河（陕西境内）、三水河（陕西境内）、泔河（陕西境内）等。

陕西省内泾河流域海拔高程 353.7m～2520m，地貌特征分为四个类型区：黄土高原沟壑区，分布在长武、彬县、旬邑、淳化、永寿等地区，面积 4417km^2，占省内流域面积的 47.7%，沟壑发育，植被较差，水土流失严重；丘陵沟壑区，分布在彬县、永寿、麟游、定边等部分地区，面积 2773 km^2，占省内流域面积的 30.1%，高程 1000m 以上，丘陵起伏，植被差，水土流失严重；土、石稍林区，分布在三水河上游马栏等地，面积 650km^2，占省内流域面积的 7.4%，高程 1500~2500m，植被良好，水土流失轻微；河川阶地区，分布在张家山以下泾河两岸，面积 1370 km^2，占省内流域面积的 14.8%，高程 400~600m，地势平坦，土壤肥沃，水利条件优越，是关中地区主要农业区之一。

陕西省泾河流域人口 310.94 万人，耕地面积 336.76 万亩。泾河干流上段流经长武、彬县两地，彬县县城分布于河道两岸，涉及人口约 12.9 万人。陕西渭北黑腰带分布地区，煤炭资源丰富。泾河干流下段涉及咸阳市的礼泉，泾阳两县和西安的高陵，周边涉及人口 34.4 万。河道两岸地势平坦，土地肥沃，灌溉条件优越，历史悠久，是重要的商品粮棉生产基地，区内经济以农业种植为主。

2.1.2 流域规划及开发现状

（1）渭河流域

2002 年水利部黄河水利委员会编制了《渭河流域重点治理规划》，2005 年 12 月国务院以国函〔2005〕99 号文批复，规划主要安排防洪减淤、节水、重点水源建设、水污染治理、水土保持等五大治理项目。规划将东庄水库列入渭河流域防洪减淤体系的重要组成部分，提出“东庄水库建成后，可利用其库容**调蓄洪水、拦减泥沙**，减轻渭河下游河道淤积，提高下游防洪标准。”

（2）泾河流域

2015 年编制完成《陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书》，2016 年陕西省环境保护厅批复《陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书》（陕环函〔2016〕147 号）。2017 年 10 月，陕西省江河水库管理局完成《陕西省泾河流域综合规划》（报批稿），2017 年 11 月陕西省人民政府以陕政函〔2017〕147 号《陕西省人民政府关于泾河流域综合规划的批复》进行了批复。《陕西省泾河流域综合规划》在泾河泥沙处理及河道减淤措施中，提出 2020 年建成以**防洪减淤为主，兼顾生态用水、工农业供水和发电**的东庄水库。

根据调查，截止 2015 年底，陕西省泾河流域已建防洪工程共 15429m，河道整治工程 19 处，其中丁坝 41 座、磨盘坝 35 座、顺坝长 260m、导流堤 3 处，长 1884m，工程主要分布于长武、彬县及泾阳境内。陕西省泾河流域已建成水库 40 座，总库容 1.67 亿 m^3，现状供水能力 0.72 亿 m^3；引水工程 140 座，现状供水能力 2.75 亿 m^3；提水工程 831 座，现状供水能力 0.45 亿 m^3。集雨工程 5211 座，年利用量 37.66 万 m^3。陕西省泾河流域总供水量 4.78 亿 m^3，其中地表水供水量 3.27 亿 m^3（含泾惠渠向流域外供水 1.90 亿 m^3、马栏引水向流域外供水 900 万 m^3，不含宝鸡峡向本流域供水 1.3 亿 m^3），占总供水量的 68.28%；地下水供水量 1.39 亿 m^3，占总供水量的 28.96%；其他水源供水量 1316 万 m^3，占总供水量的 2.75%。

2.1.3 流域规划环境影响研究及主要结论

（1）泾河流域综合规划环境影响评价情况

2015 年 6 月陕西省水利厅授权陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办

公室委托陕西中圣环境科技有限公司编制《陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书》。

（2）泾河流域综合规划环境影响评价主要结论

根据《陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书》（报批稿），主要结论如下：

①流域内水资源与社会经济发展需求的矛盾突出；水土流失严重；现状水利工程泾惠渠引水已对河流造成了一定影响，导致张家山站下游部分河段流量在枯水季节已经不能满足生态流量的需求；甘陕入境断面水质不能稳定达标，影响下游水环境纳污能力。

②规划实施后，河流流量满足生态流量的情况下，近期、远期污染物入河量均小于河流环境容量，规划条件下控制断面全年水质均能满足环境功能区划要求。

③水电站和水库建设对工程区域及淹没区域兽类有一定影响，对非淹没区植被影响主要是局地湿度和气温发生变化导致植物成分发生一定变化；鸟类中游禽、森林鸟类数量增加、食谷鸟类数量减少，但整体影响不大。

④水电站、水库等对天然水生生境造成阻隔；初期蓄水阶段水体营养物质增加、浮游动植物生长繁殖，对下游水生生境可能造成不利影响；水电站及水库运行后下泄水质有所改善，4~8 月下泄水温明显下降，对水生生物和鱼类的分布、生活产生明显的不利影响。

⑤水库、水电站建设将淹没河流原有天然湿地，及工程占压部分湿地；部分天然河道演变为人工水域，增加湿地面积和改善河道水环境，工程建设对湿地不利影响较小，不会造成湿地珍稀鸟禽种群消失和数量下降。

⑥加强江河湖库水量调度管理。采取闸坝联合调度、生态补水等措施，合理安排闸坝下泄水量和泄流时段，维持河湖基本生态用水需求。

⑦干流已建水电站对河流纵向连通性产生了一定的破坏。对已开发水电要求采取必要措施保障下泄生态流量、消除脱流河段，并采取合理措施保护水生生境。

⑧干支流存在水质超标河段，建议编制泾河流域（陕西段）水污染防治规划，制定详细流域污染物削减计划和方案，并按计划方案实施。

⑨优化流域产业结构布局；提高区域生活污水和工业废水收集率和处理水平，提高水循环利用率；集中治理工业集聚区水污染，做到规划工业园区废水不出园；煤矿矿井水进行达标处理后回用或再利用于其他项目；控制农业面源污染。

（3）泾河流域综合规划环境影响评价对东庄枢纽主要结论及建议

《规划环境影响报告书》中对东庄水库的主要结论及建议：

①水环境影响

库区河段有建库前河道形态变成湖库形态，停留时间显著增加，对非持久性污染物自净能力降低；利于颗粒物沉降、污染物去除。工程建设对水质影响不大。

水库运行后，部分时段（主要是汛期）造成泾惠渠取水口以下河段径流量减少，水体纳污能力降低。可保证张家山断面 5.33m³/s 的生态流量，较现状流量显著增加，对改善泾河水环境敏感期的水质有积极作用。

水库存在水温分层现象，对下游水生生物（特别是鱼类）生长发育造成一定影响。工程采用分层取水措施减缓水温影响。

②水文情势影响

库区水文情势影响主要是水深、流速等影响。水库运行后除调水调沙时段外，其余时段为清水下泄，泥沙含量显著减少。

③陆地生态影响

工程建设不会对区域生物多样性造成影响。

施工期对周围野生动物产生惊扰，但不会对其造成明显影响；水库建成后，林区兽类数量将增加；小型啮齿动物数量会上升，黄鼠、母隶鼢鼠数量减少，营穴居生活的狗獾、鼬科动物被迫迁移。

④水生态影响

水库建成后，河段原有天然流水型河段将变成缓流型水库，透明度增大，有利于浮游生物的生长繁殖。坝下河段浮游植物密度和生物量比库区明显下降，且枯水期对浮游植物的影响相对较为明显。库区浮游动物密度及生物量将有所上升；下游河段浮游动物种类组成明显下降。

水库建成后，库区内小型喜静水栖息的鲤科鱼类和产粘性卵的鲤科鱼类种群数量将呈现上升趋势，喜激流水、大型及产粘性卵的鲤科鱼类种群数量呈现下降趋势；而其他科属鱼类种群数量呈现下降趋势。蓄水后影响产漂流性卵鱼类的种群组成及数量，而水库增加粘性卵孵化场所。

水库运行后，河流连通性阻断，产漂流性卵的鱼类产卵场被压缩到东庄水库以下河段，产粘性卵、沉性卵的坝上鱼类产卵场分别向库区库尾及其以上河流上

移。工程建设对越冬场、索饵场影响不大。

⑤建议

施工过程中减少对表土及植被的破坏，实现土方挖填平衡，减少弃土弃渣量；严格界定工程用地范围。作好弃渣防护、洞口边坡处理及绿化或复垦；施工过程中注意保护好表层土壤，用于施工迹地生态恢复。保证坝下下游生态需水量，根据实际需要及时调整下泄流量；适时制造“人工洪水”。 做好鱼类增殖放流、过鱼设施等设施建设工作，采用人工措施恢复种质资源。开展工程环境影响后评价。

（4）泾河流域综合规划环境审批意见

2016 年 3 月 11 日陕西省环境保护厅以陕环函〔2016〕147 号文《陕西省环境保护厅关于陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》进行了批复，明确泾河流域综合规划实施过程中应做好以下重点工作：

①禁止规划不符合产业政策和环保政策、准入条件的项目。规划实施和修编时应合理避让水源地、保护区，严格落实保护区相关要求，加强对流域内国家和省级重点保护动植物的保护，确保环境生态安全。

②规划应科学保护水资源，合理开发，加大节水力度，充分考虑水资源利用和生态环境的关系，维护生态平衡，保证水资源可持续利用。进一步提高水资源重复利用效率，工业水重复利用率、城镇生活污水处理率须符合相关规划要求。

③根据水环境承载能力或水环境容量和污染物总量控制，制定流域生产生活污染源消减总量方案，确保流域水质满足水环境功能要求。

④规划制定合理的水量调度方案，严格落实水库生态流量下泄措施，确保泾河流域生态基流量和泾河入渭河生态基流量满足生态和环境要求。

⑤规划中应明确制定环境监测计划，设置地表水、地下水、水生态及水利工程下泄水温等常规监测点，进行跟踪监测，发现问题及时采取防治措施。

（5）东庄水库环评落实情况对比

根据《陕西省环境保护厅关于陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（陕环函〔2016〕147 号）和《陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书》（审批稿），东庄水库工程落实的规划环境保护措施见表 2.1-1.

表 2.1-1 环保措施落实情况对比

序号	规划环评对东庄水库的相关要求	陕环函〔2016〕147 号	东庄项目环评	备注
1	严格界定工程用地范围；施工减少对表土及植被破坏和减少弃渣量；工程建设区、道路两侧、库区两岸等进行造林绿化；保护好表层土壤，施工迹地生态恢复。	重点论证建设项目对生态环境的影响	1）宣传教育、划定施工区域； 2）水土保持措施：工程措施，绿化植物措施，临时防护措施；迹地恢复措施等；	落实
2	保证坝下下游生态需水量，进行坝址下游生态需水能否满足河段生态需求监测；适时制造“人工洪水”。	规划应制定合理的水量调度方案，采用流域上下游联合调度等方式，严格落实水库生态流量下泄措施，确保泾河流域生态基流量和泾河入渭河生态基流量满足生态和环境要求	1）初期蓄水及运行期坝址处一般期（9 月～翌年 4 月 15 日）、鱼类繁殖敏感期（4 月 15 日～6 月 15 日）、汛期（6 月 15 日～8 月 31 日）分别下泄不小于 5.33 m^3/s、10.66 m^3/s 和 15.99m^3/s 生态流量，设置在线监控系统；6～8 月人工制造洪峰流量 716m^3/s 洪水过程，持续时间不低于 6 小时； 2）实施泾河流域水库水资源统一调度管理和东庄水库人造洪水等管理模式，进行洪水漫滩流量调度； 3）坝下的文泾水电站、泾惠渠渠首新建生态流量泄放措施。	落实
3	做好工程的鱼类增殖放流、过鱼设施等工程化设施建设工作，采用人工措施恢复种质资源	规划应采取严格的生态保护措施，综合调度流域水量，全面落实各项环境保护对策	1）建设鱼类增殖放流站； 2）建设集运鱼系统； 3）生态流量泄放措施、在线监测系统； 4）建设水库分层取水措施； 5）划定鱼类栖息地。	落实
4	加强流域水污染控制，优化产业结构布局，控制污染源，保护流域水质	禁止规划不符合产业政策和环保政策、准入条件项目；流域生产生活废（污）水综合治理，制定流域污染源消减总量方案。	1）优化流域产业结构和功能定位； 2）编制、实施泾河流域水污染防治规划；	落实
5	对已开发水电采取必要措施保障下泄生态流量、消除脱流河段，并采取合理措施保护水生生境	严格落实水库生态流量下泄措施	1）已建的文泾电站、泾惠渠渠首的新增生态流量泄放工程措施及在线监测系统	落实

2.1.4 泾河主要水利工程

（1）干流水电站

泾河陕西境内水力资源理论蕴藏量平均功率 340.3MW，其中干流理论蕴藏量平均功率 321.9MW，干流技术可开发量装机容量 98.73MW。截止 2012 年底，泾河干流小水电处数 8 处（0.1MW 以上），累计小水电装机容量达 85.5MW，完成发电量 3.23 亿 kw·h。具体见表 2.1-2。

表 2.1-2 泾河干流已建水电站情况（1MW 以上）

名称	建设地点	开发方式	最大水头（m）	装机容量（MW）	年发电量（万 kwh）	规划与建设情况	与东庄坝址位置关系	备注
朝阳	长武县	引水式	18	2	900	运行	坝上 140.0km	库尾以上 42km
枣渠	彬县	引水式	17.2	4	1500	运行	坝上 92.2km	水库淹没区
程家川	彬县	引水式	16.7	7.5	2925	运行	坝上 78.4km	水库淹没区
绛山	永寿县	引水式	17.8	3	875	运行	坝上 63.3km	水库淹没区
石桥	永寿县	引水式	18.3	7.5	1850	运行	坝上 50km	水库淹没区
和平	永寿县	引水式	13.8	6	2280	运行	坝上 43.3km	水库淹没区
茨坪	淳化	引水式	13.8	7.5	2925	运行	坝上 20.9km	水库淹没区
文泾	泾阳	引水式	110.7	48	19017	运行	坝下 16.8km（电站）	坝下区域

（2）主要水库工程

截止 2015 年底，陕西省泾河流域已建成水库 40 座，总库容 1.67 亿 m^3，兴利库容 0.90 亿 m^3，现状供水能力 0.72 亿 m^3。流域干支流主要水库见表 2.1-3。

表 2.1-3 泾河主要支流水库

水库名称	总库容（亿 m^3）	兴利库容(亿 m^3)	供水能力（亿 m^3）	水库任务	供水范围	备注
亭口水库	2.43	1.83	0.72	供水为主、兼防洪	彬 县、长武县	2011年开工建设
柏岭寺水库	0.0989	0.06	0.12	生活和工业供水	旬邑县	2012年开工建设
红岩河水库	0.85	0.45	0.22	供水、拦沙	彬 县	2016年开工建设
泔河一库	0.64	0.31		灌溉为主，兼顾防洪、养殖等综合利用	礼泉	已建
泔河二库	0.33	0.15		灌溉为主，兼顾防洪、养殖等综合利用	礼泉	已建

在建的亭口水库位于陕西省咸阳市长武县境内、彬长矿区中部、泾河一级支流黑河上，坝址距黑河入泾河河口 2.0km。工程任务是工业和城镇生活供水，兼有减淤、发电等综合效益，供水对象是彬长矿区重大工业项目以及彬县、长武两县县城生活用水。总库容 2.43 亿 m^3，正常蓄水位 893.0m，设计水平年供水量 7180 万 m^3。亭口水库枢纽属Ⅱ等大（2）型工程，主要建筑物包括拦河大坝、溢洪道、泄洪排沙洞、输水洞等。2010 年陕西省环保厅以陕环批复〔2010〕169 号文批复工程环境影响报告书，2011 年陕西发展改革委员会以陕发改农经〔2011〕325 号批复工程可行性研究报告，2011 年工程开工建设，目前完成部分大坝构筑。

在建的红岩河水库位于彬县境内泾河左岸一级支流红岩河下游，距红岩河入泾河口 1 km。工程开发任务是为城镇生活和工业供水，兼有拦沙功能，供水对象是彬县县城和周边工业项目。水库正常蓄水位 903m，库容 8515 万 m^3，兴利调节库容 4500 万 m^3。多年平均向城镇和工业供水量 2220 万 m^3。枢纽主要由大坝、泄洪排沙和放水建筑物组成。2015 年陕西省环保厅以陕环批复〔2015〕99 号批复工程环境影响报告书，陕西发展改革委员会以陕发改农经〔2015〕1410 号批复工程可行性研究报告，2016 年工程开始前期建设工作。

在建的柏岭寺水库地处旬邑县三水河中游，为小(1)型水库，主要任务是城乡生活和工业供水，供水对象为县城、塬区农村及火电厂等工业项目。总库容 989 万 m^3，有效（调节）库容 600 万 m^3，正常蓄水位 1066.3m，年供水量 1506 万 m^3。2010 年陕西省环保厅以陕环批复〔2010〕327 号批复工程环境影响报告书；陕西发展改革委员会以陕发改农经〔2010〕1474 号批复工程可行性研究报

告。2012 年工程开工建设，2017 年开始初期蓄水。

泔河水库位于礼泉县城北 3.5km 的泔河、小河汇流处，在宝鸡峡西干渠末端，是宝鸡峡灌区渠库结合工程之一，水库总库容 6463 万 m^3，调节库容 3109 万 m^3，水库以灌溉为主，同时兼顾防洪、养殖等综合利用。2007 年水库进行除险加固。泔河二库位于泔河一库下游约 20km，水库总库容 3290 万 m^3，调节库容 1498 万 m^3，水库功能与泔河一库基本相同。

（3）流域主要水利工程环境影响回顾

根据对泾河干流已建、在建的主要水电站、支流水库的调查（图 2.1-3），泾河干流从上往下依次分布的朝阳水电站、枣渠水电站、程家川水电站、绛山水电站、石桥水电站、和平水电站、茨坪水电站均为 20 世纪建设（表 2.1-4）。根据调查，库区及库尾上游已建的朝阳水电站（库尾以上 42km）、枣渠水电站（库区）、程家川水电站（库区）、绛山水电站（库区）、石桥水电站（库区）、和平水电站（库区）、茨坪水电站（库区）均未设置生态流量泄放措施和过鱼设施，生态流量均是依赖于取水坝溢流进行保证，上述已建工程已经造成泾河干流阻隔和产生部分减脱水河段，对减脱水河段生态环境产生了不利影响；同时，水电站的取水坝造成鱼类阻隔，使得区域鱼类活动范围缩小。东庄水利枢纽坝下的文泾水电站、泾惠渠渠首均采用混凝土坝，均没有设置生态流量泄放措施和过鱼设施，同时文泾电站发电引水、泾惠渠渠首农业灌溉引水，造成文泾电站坝下、泾惠渠渠首下游河道径流明显减少，由于缺乏有效的调控措施，部分时期甚至造成上述河道部分季节断流，已经对下游河流生态产生较大的不利影响。

由于泾河水资源比较匮乏及径流时候分布不均，以及缺乏调节工程和河道外用水严重挤占生态环境用水等，导致泾河张家山下游河道流量小于 5.33m^3/s（多年平均流量 10%）的年均天数多达 46～195 天（丰水年、枯水年、平水年、特枯水年），其中枯水年、特枯水年的流量不足 5.33m^3/s 天数高达 185 天和 195 天，泾惠渠渠首下游河道断流频繁、生态流量不足，严重影响下游河流生态；同时现有的泾河干流水利工程缺乏过鱼设施和生态流量泄放措施，造成河流连续性中断和局部河段减水（文泾水电站减水河段长达 9km）、脱水现象明显，以及现有的文泾库区、泾惠渠渠首库区等泥沙淤积严重，部分时期下游河道部分季节断流，对下游河流生态、湿地生态系统产生明显的不利影响，需要采取必要的措施。

表 2.1-4 主要水利工程建设基本情况

工程名称	所在支流/干流	基本情况	合规性	环境影响回顾及存在的环保问题	与本项目建设、需实施生态环保措施的关系
枣渠水电站	泾河干流	位于彬县县城东南新堡子乡断泾村附近，引水式水电站。1969 年 12 月兴建， 1979 年 2 台机组建成投产，1980 年 5 月并网运行	建设历史较早，期间泾河尚未进行总体规划，但设计、建设运行程序合规合法	大坝阻隔，无过鱼设施和生态流量泄放措施	位于东庄水库淹没区范围内，水库运行后将全部淹没，其不利影响消失
程家川水电站	泾河干流	位于彬县县城以东28公里处的香庙乡程家川村，1989年筹建，2001年建成投产运行。			
绛山水电站	泾河干流	位于永寿县东北常宁镇北屋村，1968 年 8 月开工建设，1975 年 5 月发电，1976 年 5 月并网运行。			
石桥水电站	泾河干流	石桥水电站位于永寿县上邑乡石桥村泾河右岸，1991 年建成运行			
和平水电站	泾河干流	位于永寿县豆家镇和平村，1997 年建成运营			
茨坪水电站	泾河干流	位于淳化县马家镇茨坪村，1997 年 11 月 20 日并网试运行			
朝阳水电站	泾河干流	位于长武县相公镇胡家河村，1969 年开工建设，1976 年运行			位于东庄水库库尾以上 42km
文泾水电站	泾河干流	2010 年建成			位于东庄水利枢纽工程下游，拟通过新增生态流量泄放措施保障生态流量，同时利用拟建设的东庄水利枢纽工程过鱼设施、鱼类增殖放流等缓解其不利影响
泾惠渠渠首	泾河干流	1992 年实施加固工程，1997 年完工；		大坝阻隔，无过鱼设施和生态流量泄放措施，泾惠渠渠首下游河道生态基流不足	
亭口水库	黑河	位于泾河支流黑河河口，距离黑河入泾河口约 3.0km，目前正在建设中	符合陕西省水资源开发利用规划和泾河流域综合规划，	建设中，水库下泄流量应满足坝址下游河道生态基流 0.77 m^3/s	/

工程名称	所在支流/干流	基本情况	合规性	环境影响回顾及存在的环保问题	与本项目建设、需实施生态环保措施的关系
柏岭寺水库	三水河	位于泾河支流三水河中游，目前正在建设中		建设中，水库下泄流量应满足坝址下游河道生态基流 0.231m^3/s	/
红岩河水库	红岩河	位于彬县境内泾河左岸一级支流红岩河下游，距红岩河入泾河口 1 km，目前正在建设		建设中，水库下泄流量应满足坝址下游河道生态基流 0.11m^3/s	/
泔河一库	泔河	位于礼泉县城北 3.5km，1958 年开始修建，1972 年竣工。	建设历史较早，期间泾河尚未进行总体规划，但其规划设计、建设运行的程序全部合规合法	大坝阻隔，基本未有下泄流量	/
泔河二库	泔河	位于礼泉县沿河村，与泔河一库相距 18 公里，1985 年建成			/

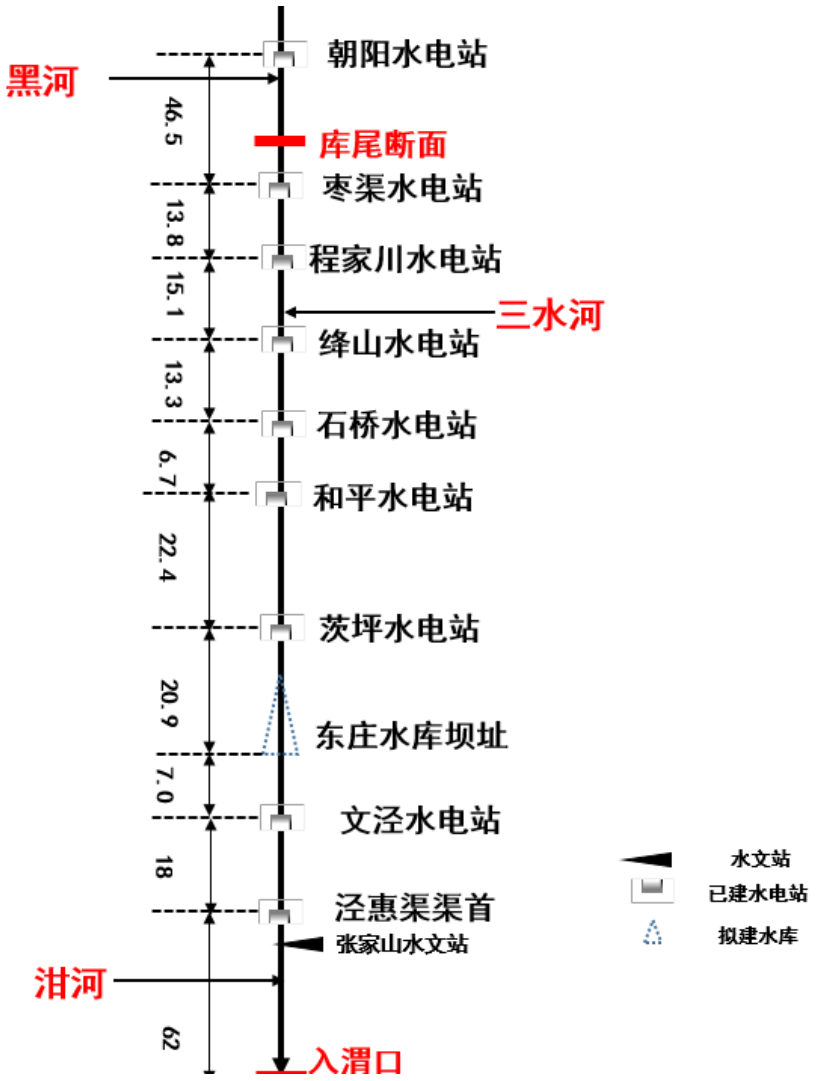


表 2.1-3 泾河干流主要工程与东庄位置关系示意图

（4）本次工程拟采取的以新代老的主要环境保护措施

①水环境

鉴于枣渠水电站、程家川水电站、绛山水电站、石桥水电站、和平水电站、茨坪水电站均位于东庄水利枢纽工程库区范围，水库蓄水后将全部淹没，其造成的生态流量、鱼类阻隔等影响将自然消失，重点考虑东庄坝下的文泾水电站、泾惠渠渠首等水利工程造成的不利影响，文泾电站坝址断面应保证生态基流下泄，断面下泄生态基流中：4 月 15 日～6 月 15 日期间不得小于断面多年平均流量的 20%（10.66m^3/s）、6 月 15 日～8 月 31 日期间不得小于断面多年平均流量的 30%（15.99m^3/s），9 月 1 日～翌年 4 月 15 日期间不得小于断面多年平均流量的 10%（5.33m^3/s）；严格控制文泾水电站库区取水口引水量，下泄一定生态流量，避免文泾坝址～电站尾水汇入点间河段断流；结合东庄、文泾水电站坝址生态基流控

制情况，泾惠渠渠首断面下泄生态基流中 4 月 15 日～6 月 15 日期间不得小于断面多年平均流量的 20%（10.70m^3/s）、6 月 15 日～8 月 31 日期间不得小于断面多年平均流量的 30%（16.05m^3/s），9 月 1 日～翌年 4 月 15 日期间不得小于断面多年平均流量的 10%（5.35m^3/s）；张家山断面 4 月 15 日～6 月 15 日期间不得小于断面多年平均流量的 20%（10.96m^3/s）、6 月 15 日～8 月 31 日期间不得小于断面多年平均流量的 30%（16.44m^3/s），9 月 1 日～翌年 4 月 15 日期间不得小于断面多年平均流量的 10%（5.48m^3/s）。提出合理的污染治理措施建议，不因工程建设造成河段水质劣变和恶化。

②水生态

应加强对东庄、文泾、泾惠渠渠首水电站环境监督管理工作，确保东庄、文泾、泾惠渠渠首电站运行期间下泄生态基流。

划定鱼类生境保护水域，保护泾河鱼类资源。建设鱼类增殖站，开展人工增殖放流，并结合调查监测和影响研究、适时调整放流数量，补充河流鱼类资源。

在泾惠渠渠首以下建设集运鱼系统，泾惠渠渠首以下河段收集土著鱼类等，在东庄库尾放流，降低已建工程-泾惠渠渠首、文泾水电站的阻隔影响。

2.1.5 水库前期工程环境影响研究及主要结论

（1）前期工作情况

鉴于东庄水利枢纽工程规模大，施工前期准备工作时间长、任务重，为了保证工程的顺利实施，目前先行开展工程进场道路、导流勘探试验洞工程建设。根据原国家环境保护总局与国家发展和改革委员会联合下发的《关于加强水电建设环境保护工作的通知》（环发〔2005〕13 号文），建设单位委托陕西中圣环境科技发展有限公司先后开展了《泾河东庄水利枢纽工程进场道路建设项目环境影响报告书》（2012 年）、《泾河东庄水利枢纽工程进场道路 1#后段项目影响报告书》（2013 年）和《泾河东庄水利枢纽工程导流勘探试验洞项目环境影响报告表》（2014 年）的编制工作。2012 年 7 月编制完成了《泾河东庄水利枢纽工程进场道路建设项目环境影响报告书》，同年 8 月咸阳市环境保护局以咸环批复〔2012〕156 号进行了批复，陕西省发改委以陕发改农经〔2012〕1534 号文批复初步设计；2013 年 12 月编制完成《泾河东庄水利枢纽工程 1#后段进场道路项目环境影响报告书》，2014 年 4 月咸阳市环保局以咸环批复〔2014〕46 号进行批复，陕西省发

改委以陕发改农经〔2014〕501 号文批复初步设计； 2014 年 5 月咸阳市环保局以咸环批复〔2014〕50 号进行了批复，陕西省发改委以陕发改农经〔2014〕507 号文批复了初步设计。目前，各工程进展情况见表 2.1-5。

表 2.1-5 东庄水利枢纽工程前期已建及在建工程情况表

名称	主要建设内容	完成情况	完成工程投资（万元）
进场道路建设项目	工程路线全长 10.792km，其中右岸对外路结合段路线长 3.985km，沥青混凝土路面，右岸明线段路线长 6.807km，水泥混凝土路面。	2012 年 12 月开工，2014 年 6 月建成	22612 万元
进场道路 1#后段项目	工程由下游泾河大桥、1 号隧道、明线段及 2 号隧道组成，路线全长 3.008km，1#隧道长 867m，2#隧道长 1570m，左岸明线段路线长 418m	2015 年 5 月开工建设，2016 年 10 月大桥斜拉桥主塔封顶，11 月 2 号隧道贯通	1200 万元
导流勘探试验洞项目	工程内容包括勘探试验洞、进场道路（跨河便桥）	2014 年 8 月开工，完成项目建设任务	1700 万元

（2）环境影响主要结论

①《泾河东庄水利枢纽工程进场道路建设项目环境影响报告书》主要评价结论：

1）工程永久占地破坏原有植被，造成生物量损失，但破坏面积比例小；临时占地植被破坏能够得到有效恢复。施工期间对爬行动物、鸟类活动有一定影响。

2）施工敏感点所受噪声影响主要是发生在附近路段施工过程，采取防治措施可使影响降至最低程度。

3）施工环境空气污染主要来自粉尘污染、尾气污染。废水沉淀回用；生活污水设旱厕回用农田灌溉。生活垃圾定期清运。

4）优化工程布置，少占用耕地和旱地。临时占地清表土壤保留，植被恢复。

②《泾河东庄水利枢纽工程 1#后段进场道路项目环境影响报告书》主要评价结论：

1）进场道路工程永久占地破坏原有植被，造成生物量损失，但沿线附近地区土地利用格局基本没有改变；施工期间对爬行动物、鸟类活动有一定影响。

2）公路施工对声环境影响主要为施工机械噪声，施工沿线外 200m 范围内无声环境敏感目标，对外界的环境影响很小。

3）环境空气污染主要来之粉尘污染、尾气污染。废水沉淀回用；生活污水

设旱厕回用于农田灌溉。生活垃圾应定期清运。

4)严格控制含油污水排入地表水体;优化工程布置尽量少占用耕地和旱地,严禁占用基本农田。临时占地进行清表,清表土壤保留,迹地植被恢复。

③《泾河东庄水利枢纽工程导流勘探试验洞项目环境影响报告表》主要评价结论:

1)施工期对环境空气影响较小,施工期结束影响自然消失。

2)废水主要为混凝土拌和冲洗废水、机械车辆冲洗废水、隧洞施工废水及生活污水等,混凝土拌和冲洗废水、裂隙渗水收集加药中和后加絮凝剂沉淀、回用;施工废水经沉淀池沉淀、回用,生活污水设环保厕所、堆肥。

3)噪声主要来源于爆破、施工机械、运输车辆等,不会造成不利影响。

4)开挖渣料、建筑弃渣弃于临时渣场;生活区设置垃圾收集桶,集中收集后定期清运至淳化县车坞镇垃圾转运站。

5)工程占地多为灌木林地和河滩地;施工活动对周围野生动物造成一定惊扰,但影响有限;施工营地、临时弃渣场建设会破坏湿地地貌。

(3)环境影响评价批复意见

落实污染防治及生态保护措施,严格执行环境保护"三同时"制度;加强施工期环境管理,控制作业时间和施工机械噪声,施工废渣、泥浆、弃土等固体废弃物要运送到弃土场进行处置;临时占地在工程结束后要及时采取生态恢复措施;开展施工期环境监理工作,强化运营期环境管理。严格落实噪声、扬尘污染防治措施;完善运营期风险防范措施,编制环境风险(化学品泄漏等)应急处置预案。

落实污染防治和生态环境保护措施,严格执行环境保护"三同时"制度,保证环保设施与主体工程同步投入运行;开展施工期环境监理,制定《施工期扬尘污染防治方案》,合理安排施工作业时间,弃土场、弃渣场、拌合站等工程选址应避让环境敏感目标;强化噪声污染防治措施;加强固体废弃物的管理和落实环境风险措施。

开展施工期环境监理,制订施工期生态环境保护方案,落实水土保持措施和生态恢复措施,强化项目运营期污染防治措施,减少项目建设和运行对生态环境的影响。

（4）环评措施落实情况

根据调查和收集上述工程的施工监理、环境监理等相关文件、资料，泾河东庄水利枢纽工程进场道路、泾河东庄水利枢纽工程导流勘探试验洞项目已经完成，泾河东庄水利枢纽工程 1#后段进场道路项目正在实施中。施工过程中，项目环境影响评价文件批复中要求的环境保护措施基本得到了有效落实。具体情况见表 2.1-6～2.1-8。

表 2.1-6 进场道路建设项目环保措施落实情况

环境要素	项目	环评提出的治理措施	实际采取的措施
生态环境	生态保护	取、弃土场施工前进行清表，清表土壤保留，用于施工结束土壤和植被恢复	弃土前进行清表，清表土壤保留，弃土场留设专门存放位置，设挡土墙围挡；用于施工结束土壤和植被恢复
		公路生物防护措施的管理与维护	采取排水沟、急流槽等方式，取土完成恢复植被。
	水土保持	开挖面和松散堆积物采取防流失和防扬散的措施	设置弃渣场，弃土完成后修筑排水沟，坡面修筑急流槽，坡脚设置挡土墙。进行适宜本地的植被恢复。
		弃土场设拦挡设施和排水设施；落实生态保护措施	
声环境	施工噪声	合理确定施工时间	基本落实
		选用标准的施工机具和运输车辆，选用低噪声的施工机械和工艺	
		敏感点段禁止夜间施工	
	道路噪声	采取减速缓行	基本落实
		禁止鸣笛	基本落实
	运行期噪声	敏感点第一排居民房屋增加防噪措施	未落实
大气环境	施工机械	混凝土拌合站采取封闭措施	基本落实
		符合国家卫生防护标准的施工机械	基本落实
	运输车辆	符合国家卫生防护标准的施工机械和运输工具	基本落实
	防尘措施	施工道路和施工场所洒水	基本落实
		石灰等散体材料装卸必须采取降尘措施	
水环境	施工污水处理	施工过程中建筑材料堆放场地尽量远离水体；	指挥部租住原东庄乡政府的办公楼，生活污水依托于旱厕，用于还田，三个施工队共修建三个旱厕，生活污水用于还田；道路两侧敏感段设置雨水收集池
		施工过程中废水经沉淀后回用；	
		生活污水设旱厕，回用于农田灌溉	
固体废弃物	建筑材料存放	生活垃圾定期清运，纳入垃圾收集处理系统统一处置	生活垃圾采用垃圾桶收集，厨余垃圾集中收集后用于当地农居饲养家畜。建筑垃圾采用分类收集集中堆放，综合利用后废物集中堆弃在垃圾站台处，礼泉县叱干镇政府垃圾填埋场定期清理。
	公路垃圾	专人养护公路，定时清理路面垃圾	

表 2.1-7　1#后段进场道路项目工程环保措施落实情况

环境要素	项目	环评提出的治理措施	实际采取的措施
生态环境	生态保护	施工中尽量减小施工场地的占地面积；施工结束后应做好人工林恢复、防护工作	正在实施
		公路生物防护措施的管理与维护	正在实施
	水土保持	先拦后弃；	正在实施
		及时恢复（人工林）	
	防尘措施	采取定时洒扫抑尘措施	正在实施
水环境	施工污水处理	施工过程中建筑材料堆放场地尽量远离水体；	正在实施
		施工过程中废水经沉淀后回用；	正在实施
		生活污水设旱厕，回用于农田灌溉；	正在实施
固体废弃物	生活垃圾	生活垃圾应定期清运，纳入县级的垃圾收集处理系统统一处置；	正在实施
	公路垃圾	专人养护公路，定时清理路面垃圾；	正在实施

表 2.1-8　导流勘探试验洞项目工程环保措施落实情况

环境要素	项目	环评提出的治理措施	实际采取的措施
生态环境	生态保护	合理安排施工用地，尽可能少的破坏土壤环境和植被	基本落实
		施工期环境管理，禁止止施工人员采用电捕等方式捕鱼	基本落实
	水土保持	临时渣场采取铅丝石笼拦挡和砾石压盖措施；	基本落实
		施工生产生活区采取迹地清理措施；	
		开挖面和松散堆积物采取防流失和防扬散的措施；	
		临时堆渣不超过 1 年，及时清理堆渣并恢复临时弃渣场原貌；	
声环境	施工噪声	低噪机械设备和工艺；	基本落实
		避免夜间进行爆破等高噪声施工活动	
大气环境	施工机械	使用国家规定的标准燃油；机械及运输车辆定时保养；	基本落实
	防尘措施	爆破提倡湿法作业；施工区和施工道路进行洒水，混凝土搅拌系统安装除尘设施；	基本落实
		产生扬尘的建筑材料加盖篷布；弃土要用遮盖物盖住；	
水环境	施工污水处理	混凝土拌和冲洗废水加药中和后加絮凝剂；	基本落实
		车辆冲洗场地废水收集、处理、绿化使用；	基本落实
		隧洞施工废水收集、沉淀处理；	基本落实
		生活污水环保旱厕收集，定期清挖堆肥；洗涤废水洒水降尘。	基本落实
固体废弃物	弃渣	开挖渣料、建筑弃渣弃于临时渣场，取铅丝石笼拦挡，使用完毕后坡面和顶面采取砾石压盖；	基本落实
	生活垃圾	生活区设置 4 个垃圾收集桶，生活垃圾经集中收集后定期清运至淳化县车坞镇垃圾转运站	基本落实

2.1.6 前期工程环境管理与监控计划落实情况

（1）环境管理

东庄水利枢纽工程前期工程建设过程中，建设单位根据《泾河东庄水利枢纽工程进场道路建设项目环境影响报告书》、《泾河东庄水利枢纽工程进场道路 1#后段项目影响报告书》和《泾河东庄水利枢纽工程导流勘探试验洞项目环境影响报告表》及相应批复意见，开展了前期工程阶段环境保护工作。前期工程环境保护工作是在地方行政主管部门的指导下及陕西省水利建设管理局的领导下开展的。陕西省泾河东庄水利枢纽工程建设有限责任公司为建设期间环境保护工作的归口管理部门。

（2）环境监理

建设单位已委托陕西建科建设监理有限责任公司开展东庄水利枢纽工程建设期的环境监理工作，陕西建科建设监理有限责任公司依据合同要求成立东庄水利枢纽工程进场道路（右岸）环境监理项目部。依据国家法律法规、环境保护专项工程合同文件、监理合同文件，监理部对东庄水利枢纽工程施工期的环境保护工作实施监理工作，并向筹备组呈报环境保护监理季报、年报及相关资料，定期召开环境保护工作例会，对工程建设的环境保护工作负监理责任。

陕西建科建设监理有限责任公司 2013 年 4 月编制完成了《泾河东庄水利枢纽工程进场道路（右岸）项目环境监理实施方案》，2013 年 6 月 21 日咸阳市环保局以咸环函〔2013〕198 号文对环境监理实施方案进行了批复。

（3）环境监测

建设单位委托陕西阔成检测服务有限公司开展施工区水环境、环境空气和声环境监测工作。东庄水利枢纽工程目前已将环境保护与水土保持责任制层层落实，明确了筹备组、设计院、环境监理、工程监理、施工单位、环境监测等各方的责任、权利和义务。

2.2 工程名称及地理位置

工程名称：陕西省泾河东庄水利枢纽工程

工程性质：新建

建设单位：陕西省水利建设管理局

地理位置：东庄水利枢纽工程坝址位于泾河干流最后一个峡谷段出口（张家山水文站）以上 29km，左岸为淳化县车坞镇，右岸为礼泉县叱干镇，距西安市约 90km。工程地理位置见附图 1。

2.3 工程建设的必要性

2.3.1 建设东庄水库是泾、渭河下游河道长治久安的迫切需要

东庄水利枢纽工程位于泾河干流，枢纽下游为富饶的关中平原，其防洪保护区范围是关中—天水经济区的重要组成部分，工、农业发达，人口密集，自然、地理条件优越，资源丰富，自古以来号称“八百里秦川”。

（1）防洪保护区基本情况

东庄水库下游防洪保护区涉及泾河下游张家山至泾河口两岸地区和渭河下游泾河口以下干流大堤两岸地区。

1）泾河下游两岸地区

泾河下游张家山至泾河入渭口河段全长约 58km，沿河两岸涉及礼泉县、泾阳县、高陵县 3 县。泾惠渠灌区是陕西省重要粮食生产基地，分布有西安经济技术开发区泾河工业园区、咸铜铁路、省级公路等。两岸修建一些零星的防洪工程，尚未形成防洪体系，下游两岸堤防防洪标准 10 年一遇，河道安全泄量约 5420m^3/s。

2）渭河下游干流大堤两岸地区（泾河入渭口以下至方山河口）

渭河下游干流大堤保护区，位于泾河入渭口以下至三门峡库区移民围堤以上河段两岸地区。沿河两岸涉及西安市的高陵、临潼区，渭南市的临渭区、华县、大荔共 5 个县（市、区）。保护区位于关中-天水经济区，分布有西咸新区、渭南国家高新技术产业开发区、渭北产业园等经济产业发展园区。渭河下游两岸规划有咸阳渭南工业开发基地、西安市经济技术开发区、渭南轻工业开发区、东线（临潼、华阴）旅游区等。渭河下游大堤位于咸阳铁路桥以东至方山河口河段，堤防

总长度 192km，目前陕西省正在实施渭河综合治理工程，提高了城区段防洪标准，西安市城区段防洪标准为 300 年一遇，渭南市城区段防洪标准为 100 年一遇，农防段防洪标准为 50 年一遇。

（2）泾、渭河下游洪涝灾害严重

泾河洪水场次频繁，量级大，暴涨暴落，且洪量集中，常给泾、渭河下游形成灾害，洪灾损失严重，且洪水过后，水退沙存，河渠淤塞，生态环境恶化。

据不完全统计，自 1436 年至 1933 年近 500 年期间，记载大洪水 7 次，平均 70 年发生一次，每次洪水都给沿河两岸带来重大损失；自 1949 年至 2010 年间，洪峰流量大于 4000m^3/s 的洪水发生过 10 余次，平均每 5 年至 6 年发生一次。

多年来陕西省三门峡库区洪涝灾害濒发，防洪局面被动，小水大灾时有发生，严重影响和制约陕西关中渭河沿岸广大人民群众生命财产安全和地区经济的发展。据统计 1960 年至 2010 年期间共发生 20 多次较大的洪灾，造成 100 余人死亡，经济损失 1000 多亿元。



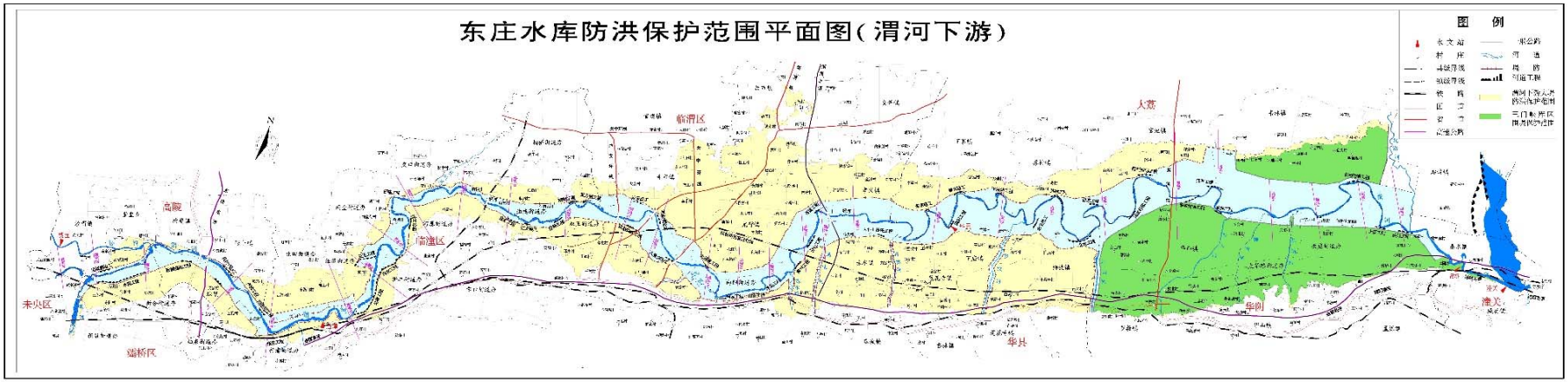


图 2.3-1 东庄水库防洪保护范围示意图

（3）渭河下游防洪形势严峻

1）潼关高程长期居高不下

潼关位于黄河北干流下端，潼关高程对渭河下游和黄河小北干流河段起着局部侵蚀基准面的作用。三门峡水库蓄水运用期，库区泥沙大量淤积，潼关高程急剧淤积抬升。溯源淤积造成渭河下游河床不断淤积抬高，防洪形势日趋严重，同时造成关中地区地下水位上升，土地大面积盐碱化。此后，三门峡水库经两次改建，泄流能力由建库时的 3084m^3/s 提高到 9701m^3/s，水库淤积得到控制，部分库容得以恢复，潼关高程有较大幅度下降，1973 年汛后为 326.64m。1973 年 11 月起，水库实行“蓄清排浑”控制运用，潼关高程相对保持稳定，至 1985 年汛末仍为 326.64m。1986 年以来，由于来水来沙条件恶化，特别是汛期中常洪水大幅度减少，小流量高含沙洪水增多，潼关高程再次淤积上升。1996 年开始，相继实施了潼关河段清淤、潼关至三门峡大坝的东卢湾裁弯、渭河口入黄流路整治工程和利用桃汛洪水冲刷措施，对缓解潼关高程的抬升起到了一定作用，但潼关高程仍然维持在 328m 左右。2003 年渭河秋汛洪水使得潼关高程冲刷下降约 0.8m，此后随着河道淤积，至 2016 年潼关高程抬升 328m。

2005 年国务院批准实施的《渭河流域重点治理规划》及据此开展的渭河下游防洪工程设计潼关高程均以 328.5m 为控制，现状工程条件下，预估 2025 年以后，潼关高程将超过 328.5m，届时防洪形势更加严峻。

2）没有控制性防洪骨干工程，洪水泥沙难以控制，威胁防洪安全

泾河是渭河下游洪水和泥沙的主要来源。历史上渭河下游曾发生过 1841、1898、1911、1933 年等特大洪水灾害，其中以泾河洪水为主的特大洪灾占到三次。

渭河没有控制性防洪骨干工程，防洪主要依靠两岸堤防约束洪水。然而，渭河下游是持续淤积性河道，当前已经发展为地上悬河，随着河床淤积抬升，堤内河床与堤外地面的高差将逐渐加大，防守更加困难。特别是泾河特有的高含沙小洪水严重淤塞下游河槽，“横河”、“斜河”顶冲两岸堤防的威胁越来越大，防洪风险极大，已成为沿岸人民群众和各级政府的心腹之患。上世纪 90 年代以来，由于来水来沙条件不断恶化，泾河频繁发生的高含沙小洪水造成渭河下游河道淤积萎缩，致使渭河下游排洪能力急剧下降，洪水位明显上升，小水大灾频繁发生，

平均 2～3 年发生一次。2000 年以来陕西省在泾、渭河两岸布局了一批新区和工业园区，是关中－天水经济区的重要组成部分，也是陕甘宁革命老区的重要组成部分，经济社会发展迫切要求泾、渭河下游防洪长治久安。当前情况下，泾、渭河两岸经济社会快速发展对防洪减淤的迫切需求与严峻的防洪形势严重不相适应，防洪减淤问题已经成为当前急需解决的首要问题。陕西省启动了渭河综合治理工程，目前西安市城区段防洪标准为 300 年一遇，渭南市城区段防洪标准为 100 年一遇，农防段防洪标准为 50 年一遇，工程实施后，将发挥重要的防洪作用。

渭河水少、沙多、含沙量高，水沙关系不协调的自然属性将导致下游河床不断淤积抬升，成河道过流能力降低，现有河防工程防洪标准下降。根据预测，在一般的来水来沙条件下，至 2030 年，渭河下游将淤积泥沙 5.52 亿 t，河床平均抬升 1.17m，华县断面平滩流量将减小为 1370m^3/s，行洪能力进一步减小为 6600m^3/s，堤防的防洪标准降低为 11 年一遇；至 2050 年，渭河下游将淤积泥沙 10.67 亿 t，河床平均抬升 2.26m，华县断面平滩流量将减小为 1150m^3/s，行洪能力仅为 4000m^3/s，堤防的防洪标准仅为 3 年一遇。

表 2.3-1 渭河下游河道冲淤及行洪能力计算结果表

年份	累计淤积量（亿 t）	平均淤积厚度（m）	华县平滩流量（m^3/s）	华县行洪能力（m^3/s）	相应洪水标准（m^3/s）
现状	0	0	2800	10300	50 年一遇
2030 年	5.52	1.17	1370	6600	11 年一遇
2050 年	10.67	2.26	1150	4000	3 年一遇

（4）建设东庄水库可有效减轻泾、渭河下游洪水灾害

千百年来，河流频繁的洪水灾害和经济社会发展之间存在着极大的矛盾，治水方略也不断地为人们所探求、丰富和发展。总体来说，解决渭河下游防洪问题需要两大措施:一是持续建设渭河下游河防工程，堤防挡水，河道整治工程控制河势，有效约束洪水，保护两岸群众生命财产安全；二是建设控制性水库，控制洪水，拦沙和调控水沙，恢复并维持中水河槽。河防工程和控制性水库的作用互相不可替代，共同构成防洪工程体系。渭河干流无适宜建高坝大库的条件，东庄水库建成后，与泾渭河堤防、河道整治及南山支流治理工程相结合，形成完整的防洪工程体系。东庄水库可主动控制泾河洪水泥沙，彻底扭转长期以来被动防守

的不利局面，大大减轻下游洪水灾害，是渭河综合治理成效得以长期保持的重要前提条件，解决泥沙淤积导致的中常洪水、小水大灾及南山支流的防洪问题。

东庄水库建成后，与堤防工程相结合，通过蓄洪削峰运用，可使泾河下游防洪标准从 10 年一遇提高到 20 年一遇；将泾河来水为主的 20 年一遇洪水削减至 5 年一遇以下，保证三门峡库区移民返迁区的防洪安全。通过水库蓄洪削峰运用或蓄洪错峰运用，可将泾河来水为主和泾渭河同时来水的 100 年一遇洪水削减至 50 年一遇以下，确保渭河下游干流大堤保护区防洪安全；可将渭河来水为主的 100 年一遇洪水削减至 10700m^3/s 以下，大幅削减洪峰流量，减小淹没损失。

2.3.2 建设东庄水库是减缓渭河下游河道淤积的迫切需要

（1）东庄有效减缓渭河下游河道淤积

①三门峡水库建库前渭河下游是一条微淤的河道

渭河下游河道属于微淤的河道。咸阳至泾河口接近冲淤平衡；泾河口至赤水为冲淤平衡向微淤性过渡的河段；赤水至渭河入黄河口为微淤性河段。根据文献记载，1959 年咸阳附近渭河左岸地面下 1m 处发现秦代古物（古井和陶器），1958 年在华县打井发现地面下古坟，淤高约 3m，判断 2500 多年以来咸阳至西安一带滩地淤积约 1m，华县附近滩地淤积约 3m。因此，三门峡水库建库前，渭河下游河道呈缓慢上升的趋势，是一条微淤的河道。

②三门峡水库建库后渭河下游淤积严重

1960 年～2015 年，三门峡水库投入运用后，渭河下游共淤积泥沙 19.97 亿 t，其中 1960 年～1964 年淤积 2.58 亿 t；1964 年～1973 年淤积 11.86 亿 t；1974 年～1985 年冲刷 0.55 亿 t；1991 年～1999 年淤积 4.92 亿 t；2000 年～2015 年渭河下游河道淤积量为 1.16 亿 t。渭河下游河道泥沙淤积严重，造成河床不断抬升，排洪能力急剧下降，洪水位上升。2000 年华县站洪峰流量 1890m^3/s 水位比 1981 年 5380m^3/s 流量还高 0.27m。2003 年咸阳、临潼、华县站洪峰流量分别为 5340m^3/s、5100m^3/s 和 3570m^3/s，相应洪水位均创历史最高，特别是华县站水位 342.76m 比 1996 年历史最高水位高 0.51m。渭河下游已成地上悬河，中小洪水易形成“横河”、“斜河”顶冲两岸堤防；南山支流入渭受阻，渭河倒灌严重、决堤几率增加，防洪形势非常严峻。

③水沙关系不协调是渭河下游淤积的根本原因

水沙关系不协调，首先表现在水少沙多，含沙量高。渭河华县水文站年均径流量 73.84 亿 m^3，输沙量 3.30 亿 t，含沙量 44.70kg/m^3。泾河张家山站年均径流量 17.18 亿 m^3，输沙量 2.48 亿 t，含沙量 144.19kg/m^3。其次表现在水沙异源。咸阳站径流量占华县径流量的 58%，张家山占 19%；咸阳输沙量占华县沙量的 33%，张家山占 69%。渭河水量主要来自干流咸阳以上，沙量主要来自泾河。人类活动影响加剧水沙关系不协调的局面及发展趋势：年均径流量和输沙量减少，1960 年～1973 年、1974 年～1990 年、1991 年～2010 年华县站年均水量呈现出递减的趋势；大流量历时减少、水沙比例降低，小流量历时增加、水沙比例提高，1960 年～1973 年和 1974 年～1990 年各流量级出现天数均比较接近，1991 年～2010 年与 1974 年～1990 年相比，小于 500m^3/s 流量级的天数明显增加，大流量天数明显减少；中常洪水发生机遇减少，但仍有发生大洪水的可能，华县站 1960 年～2010 年日均流量大于 1500m^3/s 洪水共发生 91 场， 3000～5000m^3/s 的洪水有 21 场，主要发生在 80 年代以前；2000～3000m^3/s 的洪水有 40 场；1500～2000m^3/s 的洪峰有 29 场，主要发生在 90 年代以前。

④渭河下游水沙关系不协调的局面不会根本改变

2000 年以来，泾河来沙量有所减少。2000 年 7 月至 2015 年 6 月（近期）年均输沙量为 0.97 亿 t，与 1956 年 7 月至 2000 年 6 月（长系列）年均输沙量 2.50 亿 t 相比，年均沙量减少 1.53 亿 t。研究表明，流域内水库工程拦沙年均减少 0.03 亿 t，引水量增加导致年均引沙量增加 0.05 亿 t，水土保持工程建设年均多减沙 0.53～0.72 亿 t，降雨变化导致年均沙量减少 0.79～0.98 亿 t。泾河流域近期降雨结构发生变化，产沙作用显著的强降雨明显减小，不足以代表未来气象条件。水土保持减沙作用效果明显，但考虑到当前泾河流域植被覆盖率已经达到 55%，今后水土保持工程建设难度加大，减沙效果增幅将会趋缓。遇强降雨条件，泾河仍有发生较大输沙量的可能。鉴于水沙变化的复杂性，考虑东庄水库的主要开发任务是渭河下游防洪减淤，从防洪减淤的长远需求出发，入库泥沙设计应留有一定裕度。中国国际工程咨询公司对东庄水库可行性研究报告的评估意见认为，按近期水土保持减沙效果预测，设计水平年入库沙量采用 1.7 亿 t 比较合

适。即便泾河沙量进一步减少，渭河仍将是一条多泥沙的堆积性河流，在相当长时期内，渭河下游水沙关系不协调的局面不会根本改变。

⑤未来一定时期内渭河下游河道淤积抬高的趋势仍将持续，主槽过流能力进一步减小的趋势尚未改观

根据渭河下游模型预测，在正常来水来沙水平下，2010 年～2070 年渭河下游河道累计淤积量 12.30～12.67 亿 t，河道平均淤高 2.60～2.68m，随着河道淤积，至 2020 年，华县以下河段平滩流量将由 2008 年的 2700m^3/s 降至 2000m^3/s 左右；至 2070 年将进一步降至 1500m^3/s 以下，下游防洪形势更加严峻。即便 2000 年以来实测沙量减少为 0.97 亿 t，渭河下游河道仍然是淤积抬升的。

⑥东庄水库是今后一定时期内渭河下游河道减淤的首选措施

水少、沙多、水沙关系不协调是泾、渭河来水来沙的根本特性，从根本上解决渭河下游河道淤积问题，需要保持一定规模的中水河槽，关键在于协调水沙关系。改善水沙关系的根本途径为增水、减沙和调水调沙。其中增水、减沙是解决“水少、沙多”问题的基础，调水调沙是协调水沙关系行之有效的措施。

通过骨干水库拦沙和调水调沙，是改善水沙关系、减少河道淤积、恢复主槽行洪排沙能力的最直接的行之有效的措施。泾河张家山站年均悬移质输沙量 2.48 亿 t，约占黄河来沙 1/6，渭河来沙 70%，东庄水库是泾河干流唯一具有较大拦沙库容的骨干枢纽，在协调水沙关系的三条途径中，同时具有拦沙和调水调沙的双重作用，对渭河下游的减淤作用是不可替代的，是减轻河道淤积的首选工程。

东庄水库总库容 32.76 亿 m^3，库容巨大，通过合理拦沙和调水调沙运用，可长期保持水库有效库容，水库运用 50 年，可减少渭河下游河道泥沙淤积 6.56 亿 t，使渭河下游河道累计淤积厚度由 2.60m 减少为 1.38m，维持渭河下游堤防防御洪水的标准 30 年以上不降低；同时拦减进入黄河泥沙量，减少黄河下游河道淤积 10 亿 t，减淤效益显著。

（2）“引汉济渭”工程与古贤梯级建设难以解决渭河下游河道淤积

近期正在建设的“引汉济渭”工程设计调水量 15 亿 m^3，进入关中水量 14 亿 m^3，主要为沿线城市和工业园区供水，不承担渭河下游输沙用水任务。工程运行后通过压采地下水和工业城镇生活退水等形式年均可增加渭河干流水量 5.68

亿 m^3，退水过程均匀、位置分散，仅增加渭河基流，折合平均流量为 18m^3/s。渭河下游河道冲淤主要与洪水有关，一般而言，洪水流量大于 800m^3/s 才能造成渭河冲刷，引汉济渭对渭河下游河道冲淤基本没影响。

黄河是世界著名的多泥沙河流，水沙关系不协调是黄河来水来沙的根本特性。水沙关系不协调首先表现在水少沙多，含沙量高，黄河龙门、渭河华县、北洛河状头和汾河河津四站是黄河来水来沙的主要控制站，控制黄河约 90%的来水和 98 的来沙，根据实测资料统计四站年均径流量 375.23 亿 m^3、输沙量 12.35 亿 t、含沙量 32.91kg/m^3，黄河潼关水文站年均径流量 376.53 亿 m^3、输沙量 12.30 亿 t、含沙量 32.67kg/m^3。渭河华县水文站年均径流量 74.06 亿 m^3，输沙量 3.61 亿 t，含沙量 48.73kg/m^3，含沙量是黄河的 1.5 倍。泾河张家山站年均径流量 17.18 亿 m^3，输沙量 2.48 亿 t，含沙量 144.19kg/m^3，含沙量是黄河的 4.4 倍。水沙关系不协调其次表现在地区分布不均，水沙异源。黄河干流河口镇以上面积占全流域的 51％、水量占全流域的 56％、沙量占全流域的 9％，河口镇至龙门区间面积占全流域的面积占全流域的 15％、水量占全流域的 14％、沙量占全流域的 57％，龙门至三门峡面积占全流域的 26％、水量占全流域的 22％、沙量占全流域的 37％。渭河泥沙主要来自支流泾河，来沙量占渭河的 69%，来水量仅占 23%。

表 2.3-2　黄河主要站区实测水沙特征值统计表

项目 站名	径流量（亿 m^3）			输沙量（亿 t）			含沙量（kg/m^3）		
	7～10 月	11～6 月	7～6 月	7～10 月	11～6 月	7～6 月	7～10 月	11～6 月	7～6 月
河口镇	128.71	102.79	231.49	0.93	0.26	1.19	7.26	2.50	5.15
龙门	158.37	129.47	287.85	7.30	1.01	8.31	46.07	7.80	28.86
河龙区间	29.67	26.69	56.35	6.36	0.75	7.11	214.43	28.21	126.25
渭河华县	45.74	28.33	74.06	3.25	0.36	3.61	71.10	12.63	48.73
北洛河状头	4.30	2.76	7.06	0.77	0.04	0.81	178.83	15.61	115.04
汾河河津	7.32	4.21	11.53	0.27	0.02	0.29	36.92	5.11	25.30
四站	211.94	163.3	375.23	10.99	1.35	12.35	51.85	8.27	32.91
潼关	213.19	163.33	376.53	10.24	2.06	12.30	48.03	12.62	32.67
泾河张家山	10.65	6.53	17.18	2.26	0.22	2.48	212.03	33.49	144.19

备注：1、四站指龙门、华县、河津、状头之和。

水少沙多、水沙关系不协调的水沙特性带来的河道淤积问题是黄河和渭河复杂难治的症结所在，水沙调控体系是拦减泥沙、协调水沙关系的主要工程措施。黄河水沙调控体系，是控制和管理洪水、协调水沙关系、合理配置水资源的关键

手段，对维持黄河健康生命、支持流域经济社会可持续发展具有至关重要的作用。根据国务院批复的《黄河流域综合规划》（国函〔2013〕34 号）、《黄河流域防洪规划》（国函〔2008〕63 号）中的黄河水沙调控体系，黄河水沙调控工程体系由上游调控子体系和中游调控子体系构成（图 2.3-2），其中上游调控子体系以水量调节为主，主要任务是对黄河水资源和南水北调西线入黄水量进行合理配置，为保障流域供水安全创造条件，协调进入宁蒙河段的水沙关系，长期维持宁蒙河段中水河槽，保障宁蒙河段的防凌、防洪安全及上游其他沿河城镇防洪安全，为上游城市工业、能源基地和农业发展供水，提高上游梯级发电效益，并配合中游骨干水库调控水沙。中游调控子体系以调控洪水泥沙为主，主要任务是科学管理洪水，拦沙和联合调控水沙，减少黄河下游泥沙淤积，长期维持中水河槽行洪输沙功能，为保障黄河下游防洪（防凌）安全创造条件，调节径流为中游能源基地和中下游城市、工业、农业发展供水，合理利用水力资源。以干流的龙羊峡、刘家峡、黑山峡、碛口、古贤、三门峡、小浪底等骨干水利枢纽为主体，以干流的海勃湾、万家寨水库及支流的陆浑、故县、河口村、东庄等控制性水库为补充，共同构成完善的黄河水沙调控工程体系。

古贤水库位于黄河壶口瀑布上游约 10km，是《黄河流域综合规划》（2012-2030 年）拟定的黄河水沙调控体系骨干工程之一。根据工程项目建议书阶段的研究成果，古贤水库运行后 30 年可最大降低潼关高程 2m，提高渭河排洪能力，30 年之后水库拦沙期结束进入正常运用期，潼关高程逐渐回升。

黄河古贤水库和泾河东庄水库均是《黄河流域综合规划》、《黄河流域防洪规划》中黄河水沙调控体系重要组成，是国务院确定的 2020 年前拟开工建设的 172 项重大水利工程项目，2016 年国家发改委、水利部、住建部联合印发的《水利改革发展“十三五”规划》提出“十三五期间，开工建设黄河古贤和陕西东庄等水利枢纽工程”，完善江河综合防洪减灾体系。两个工程在流域综合治理开发布局中承担的任务不同，古贤水库是黄河干流控制性骨干工程，主要任务是联合小浪底水库调控黄河干流洪水、泥沙，减缓黄河下游河道淤积。东庄水库是渭河防洪减淤的控制性工程，是黄河水沙调控体系的重要支流水库，主要任务是控制泾河洪水、泥沙，提高泾河和渭河下游防洪标准，减轻渭河下游河道淤积。

古贤水库位于黄河小北干流，不能控制渭河洪水泥沙，当前尚处于前期论证阶段，即便考虑 2020 年能够开工建设，2030 年才能投入运用，直至 2060 年方

能使潼关高程降低 2m，提高渭河排洪能力需要长达 40 余年的周期，不能满足当前渭河迫切的防洪保安需求。即使到 2060 年潼关高程降低后，由于水少沙多、水沙关系极不协调是渭河水沙的根本特性，致使渭河自古以来一直是一条持续淤积的河道，1960 年以来受三门峡水库运用影响，潼关高程抬升 4m，渭河下游河道淤积加重。即使古贤水库使潼关高程降低 2m，仍未恢复到三门峡建库前的水平，由于渭河泥沙约有 70%来自泾河，泾河高含沙小洪水是造成渭河下游河段淤积泥沙的主要原因，如果泾河来沙不能得到有效控制，长期来看，渭河下游持续淤积的态势不会改变。东庄水库是渭河流域唯一具有较大库容的控制性骨干工程，控制了渭河洪水泥沙的主要来源区，和下游堤防共同组成渭河防洪工程体系，是解决渭河下游防洪减淤问题最直接最有效的措施。

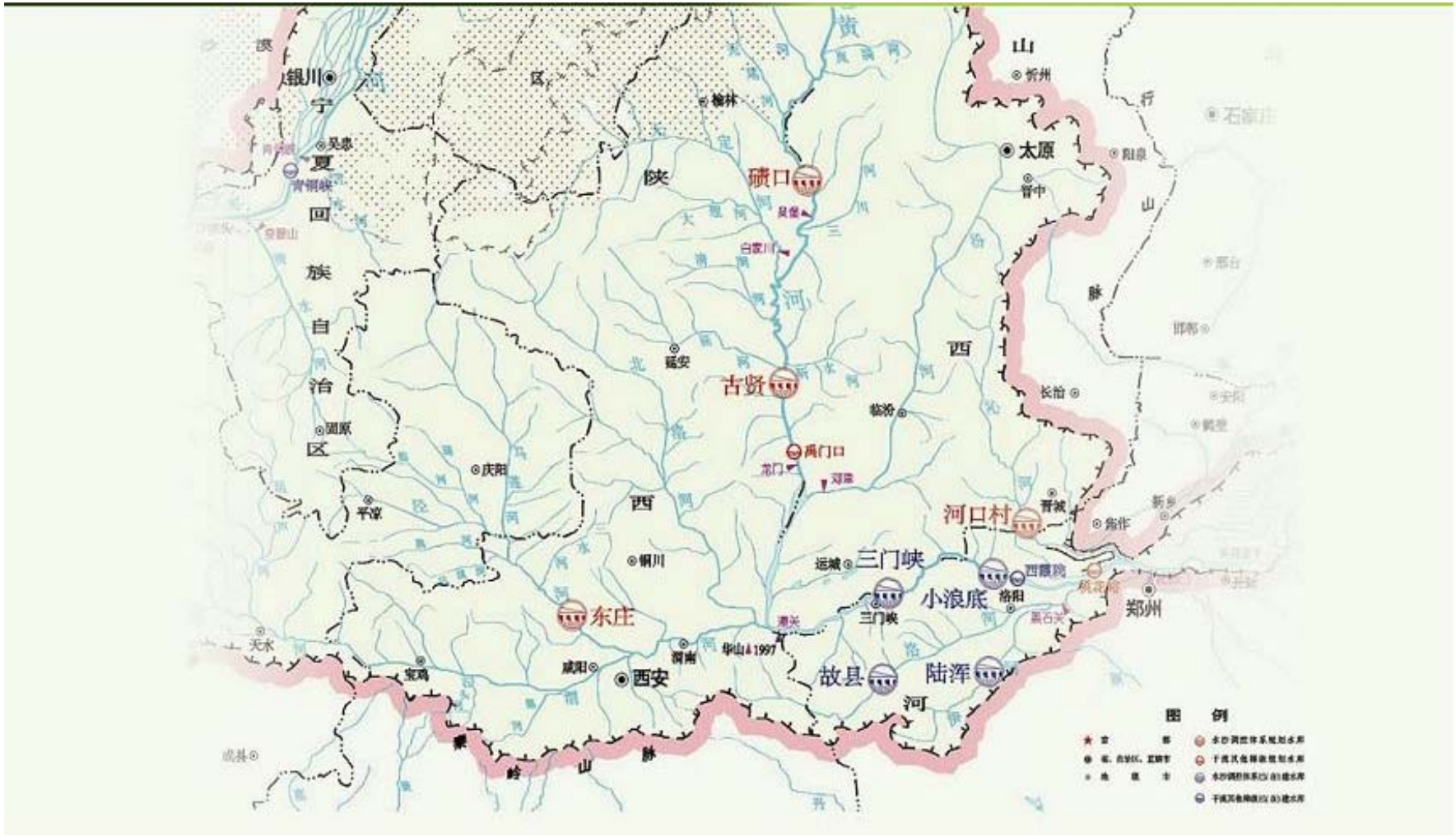


图 2.3-2 黄河水沙调控体系示意图

2.3.3 建设东庄水库是缓解当地水资源供需矛盾的迫切需要

（1）关中渭北地区水资源供需形势严峻

关中地区地域辽阔，自然地理条件优越，是全省政治、经济、文化中心。地区水资源仅为全省 20%，人均占有水资源量约 260m^3，不足全国 1/8，亩均占有水资源量 280m^3，不足全国 1/6。尤其是泾东渭北旱塬区，人均水资源占有量仅 131m^3，亩均水资源占有量为 68m^3，水资源极为缺乏。长期以来由于自身水资源匮乏，加之缺乏骨干调蓄工程，区域水资源供需矛盾十分突出。

根据关中地区水资源配置格局及经济社会发展对水资源的需求，确定东庄水库受水区对象为泾惠渠灌区，铜川新区，富平县城及工业园区部分（县城、庄里工业园区、深陕富平新兴产业示范园），西咸新区（空港、秦汉、泾河新城），三原县城。根据供水对象水资源供需分析，现状年工程受水区总需水量 6.52 亿 m^3，主要分布在泾惠渠灌区、西咸新区、富平县城及工业园、铜川新区等地。泾惠渠灌区现状年灌溉平均开采地下水量 0.52 亿 m^3，灌区城镇工业和生活开采地下水 0.94 亿 m^3，年均超采 0.3 亿 m^3，灌区现状超采面积达 410km^2。据预测，2030 年受水区总需水量 12.43 亿 m^3，在不考虑东庄水库建成生效、地下水不超采情况下，预测受水区总可供水量 5.90 亿 m^3，缺水量 6.53 亿 m^3，水资源短缺已经成为制约区域经济社会发展的瓶颈。

（2）泾河是关中渭北地区唯一没有得到充分利用的水资源

泾河东庄水库坝址以上流域面积 4.31 万 km^2，1956 年～2000 年多年平均天然径流量 16.82 亿 m^3。现状泾河流域蓄水工程调节库容约 2.26 亿 m^3，调节库容占地表天然径流量 16.82 亿 m^3 的 13.4%。截至 2011 年底，全国水库总库容 9323 亿 m^3，占全国地表径流量的 34.5%。黄河流域已建成大中型水库总库容 775 亿 m^3，已超过河川多年平均径流量。与全国及黄河流域平均水平比较，泾河流域地表径流调节程度偏低，制约水资源的合理开发利用。

（3）泾河东庄水利枢纽对保障渭北地区供水安全具有重要作用

近年来陕西省相继完成《陕西省水资源综合规划》、《陕西省水中长期供求规划》等，全省水资源配置格局基本确定。按照近水近用、高水高用、优水优用、高效利用的配置原则，引汉济渭、泾河东庄水库、黄河古贤水库是未来关中地区的三大支

撑性骨干水源，供水范围均是以关中的中、东部为主，工程任务、供水范围、供水对象各有侧重、互相补充。

引汉济渭工程是以城市和工业供水为主要任务，进入关中水量 14 亿 m^3，供水范围分布于渭河两岸，渭河以南西起周至，东到华县，渭河以北西起杨凌，东到阎良，供水区域面积 1.45 万 km^2。引汉济渭工程将成为以西安为核心、以渭河南岸为重点的城市和工业供水骨干性水源工程。

泾河东庄水库工程在保证泾河河道生态用水的前提下，以防洪减淤为主要任务，首先保证和提高原有泾惠渠灌区灌溉任务，利用泾河剩余可开发水量，可向城镇工业供水 1.62 亿 m^3，供水高程略高于引汉济渭，城市供水向北可以输水到渭北地势稍高的铜川新区，向东与古贤供水区在富平一带衔接，向南与引汉济渭供水区在渭河沿岸衔接。东庄水库供水工程将作为渭北中部的骨干性水源工程。

黄河古贤水库工程陕西供水区以农业灌溉、城乡生活为主，关中灌溉区主要分布于渭北泾东一带，替代现有东雷抽黄灌区和一部分泾惠渠灌区的抽水灌区，远期可以向北供水，局部达到 850m 高程一带。目前古贤水库工程陕西受水区的农灌和供水方案、规模正在规划、论证中，初步规划近期供水范围以石川河东为主，与东庄供水东部边界在富平一带衔接。古贤水库将作为关中东部渭北区域的骨干性水源工程。

东庄水利枢纽工程是泾河干流唯一可开发利用、具有较大调节库容的控制性工程，供水范围涉及渭北地区的铜川、咸阳、富平等地，供水对象包括农业灌溉、城市及工业园区生产用水。根据水资源配置总体布局，近期东庄水利枢纽通过开发利用泾河水资源，在关中北部地区实现高水高用，构建成为渭北地区水资源配置网络中的关键工程，满足渭北旱腰带区域灌溉、工业园区用水需求。远期将与黄河干流古贤水库一起共同组成泾东渭北地区完善的水资源配置网络系统，共同保障关中渭河以北、黄河以西地区经济社会用水安全。

综上所述，随着西北大开发战略的深入推进及关中-天水经济区的建设，关中渭北地区经济社会发展必将加快，区域水资源供需严峻形势必将加重。东庄水利枢纽工程是泾河干流唯一可开发利用、具有较大调节库容的控制性工程，也是关中渭北地区水资源配置网络中的关键工程。

2.4 工程任务、规模及特性

2.4.1 工程任务

东庄水利枢纽工程开发任务为“以防洪减淤为主，兼顾供水、发电和改善生态等综合利用”。

（1）防洪

东庄水库建成后，与堤防工程相结合，通过蓄洪削峰运用，使泾河下游防洪标准从 10 年一遇提高到 20 年一遇。通过水库蓄洪削峰运用或蓄洪错峰运用，将泾河来水为主和泾渭河同时来水的 100 年一遇洪水削减至 50 年一遇以下，确保渭河下游干流大堤保护区防洪安全；将渭河来水为主的 100 年一遇洪水削减至 10700m^3/s 以下，大幅削减洪峰流量，减小淹没损失。

（2）减淤

东庄水库拦沙和调水调沙运用，长期保持水库有效库容；塑造渭河下游有利的水沙关系，有效减少渭河下游河道淤积，扩大和维持中水河槽规模；拦减进入黄河泥沙量，减少黄河下游河道淤积。东庄水库运用 24 年 20.53 亿 m^3 拦沙库容淤满，之后利用槽库容调水调沙运用。水库运用 50 年，可减少渭河下游河道泥沙淤积 6.56 亿 t，使渭河下游河道累计淤积厚度由 2.60m 减少为 1.38m，渭河下游堤防防御洪水的标准维持 30 年左右不降低，对减少渭河下游河道淤积及保障防洪安全都具有重要作用。同时，东庄水库还可减少进入黄河泥沙约 25 亿 t，可减少黄河下游河道泥沙淤积约 10 亿 t。

（3）供水

东庄水库作为陕西关中地区工农业生产重要水源。供水对象包括泾惠渠灌区、西咸新区（泾河、秦汉、空港新城）、铜川新区、富平县城及工业园区和三原县城。多年平均供水量 4.41 亿 m^3，其中泾惠渠灌区供水量 2.79 亿 m^3，灌溉保证率 50%；供给铜川新区、富平县城及工业园区、西咸新区及三原县城城镇工业水量 1.62 亿 m^3，供水保证率 95%。

泾惠渠引水渠线仍维持原灌区引水渠道及渠线不变，城镇生活和工业供水分为坝上和坝下供水。总体布局上，供水线路分为北线、中线和南线，**供水线路工**

程不列入本工程。

①北线供水工程

北线采用坝上供水，从东庄水库库区左岸提水后供向铜川新区、富平区域供水。北线年供水量 0.86 亿 m^3（其中铜川新区 4631 万 m^3、富平区域 3998 万 m^3），设计取水流量 4.5m^3/s，供水保证率 95%。输水线路主要向铜川新区、富平庄里工业园、富平县城、深陕（富平）新兴产业园 4 个对象供水。

②中线供水工程

中线供水对象主要是原泾惠渠灌区和三原县城。中线利用原泾惠渠灌区（现状已成灌区，设计灌溉面积 145.3 万亩）已成灌溉渠系工程引水，年引水量 2.79 亿 m^3，灌溉保证率 50%。向原灌区供水利用原有输水渠，没有规划新增工程；三原县城供水通过已有的溉渠系引水向三原县城供水，供水量 2716 万 m^3。

③南线供水工程

南部供水对象为西咸新区的空港、秦汉、泾河三城。南线在东庄水库坝址下游文泾电站库区引水，向西咸新区供水，年供水量 0.49 亿 m^3，供水保证率 95%。

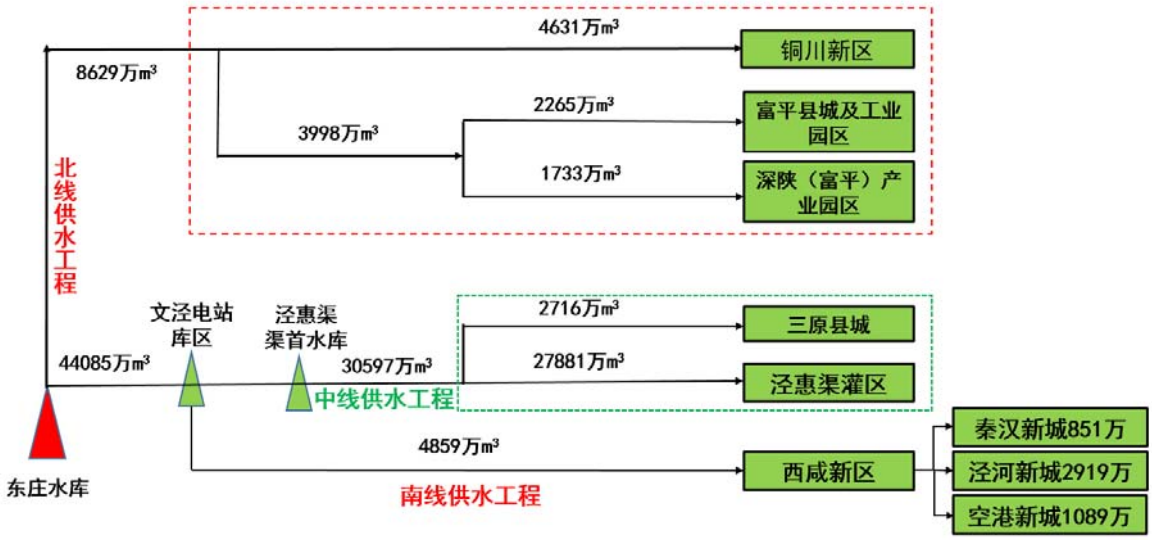


图 2.4-1 东庄水库供水系统水资源配置示意图

（4）发电

利用枢纽筑坝建库形成的水头和灌溉、供水水量发电，东庄水电站装机容量 110MW，年均发电量为 2.58 亿 kW·h。

（5）改善生态

东庄水库确保泾河下游河道不断流，维持下游一般期满足 5.33m^3/s、鱼类繁殖敏感期 10.66m^3/s、汛期 15.99 m^3/s 的生态基流，湿地植物生长季（6～8 月）至少泄放 1 次洪峰流量不低于 716 m^3/s 的洪水过程，改善下游河道水生态环境和湿地生态环境。

2.4.2 工程总体布局及建设内容

（1）库容总体布局

1）为满足东庄水库对泾、渭河下游和枢纽本身的防洪要求，在水库库区泥沙淤积体达到平衡后汛限水位以上设置防洪库容和调洪库容；

2）为满足东庄水库对渭河下游减淤要求，水库设置拦沙库容和调水调沙库容；

3）水库用于供水、发电的兴利库容与防洪库容和调水调沙库容重复利用。

（2）工程建设内容

项目建设内容包括拦河坝、泄洪排沙设施、发电引水系统、供水建筑物、生态基流设施及消能设施等，各种设施共同运用完成工程设计的开发任务。

（3）水库特征水位及库容

东庄水库死水位 756m，汛期限制水位 780m，正常蓄水位 789m，防洪高水位为 796.22m，设计洪水位 799.21m，校核洪水位 803.29m。

东庄水库校核洪水位 803.29m 以下原始库容 32.76 亿 m^3。高滩深槽状态下设置拦沙库容 20.53 亿 m^3；汛限水位 780m 至死水位 756m 之间调水调沙库容 3.27 亿 m^3、正常蓄水位 789m 至死水位 756m 之间调节库容 5.78 亿 m^3 在高滩深槽泥沙淤积体以上设置；防洪高水位 796.22m 至汛限水位 780m 之间防洪库容 4.30 亿 m^3、校核洪水位 803.29m 至汛限水位 780m 之间调洪库容 7.82 亿 m^3 在高滩高槽泥沙淤积体以上设置。

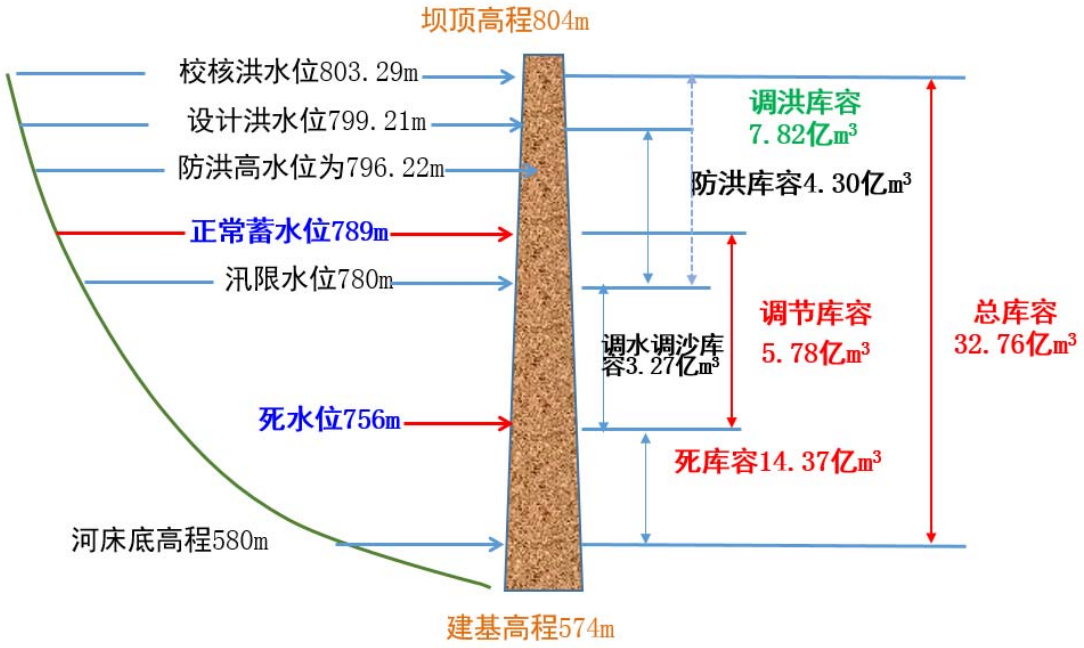


图 2.4-2 东庄水库水位及库容示意图

（4）装机

电站装机容量 110MW（其中 2×45MW（大机组）和 2×10MW（小机组）），正常运用期多年平均发电量 2.58 亿 kW•h，装机年利用小时为 2344h。大机组额定单机引水流量 28.3m^3/s，小机组额定单机引水流量 6.3m^3/s。

东庄水电站为以水定电，水电站结合生态基流和灌溉下泄水量发电，发电水量随着灌溉供水有明显季节性，灌溉期主要集中在每年 7 月～8 月中旬、11 月～12 月以及 3 月～4 月，发电流量变化较大，发电出力不均。电站在电力系统中承担基荷，日内 24 小时发电流量均匀。灌溉期结合下游灌溉用水量发电，非灌溉期结合生态基流发电，最大发电流量 67.8m^3/s，50%频率对应发电流量为 16.86m^3/s，最小发电流量 5.33m^3/s。

表 2.4-1 不同典型日发电流量统计情况

频率	最小	80%	75%	50%	25%	最大
日内均匀发电流量（m^3/s）	5.33	8	9.6	16.86	27.18	67.8

（5）水库回水

东庄水库回水长度 96.67km。

2.5 工程总布置、主要建筑物及特性参数

2.5.1 工程等级和标准

（1）工程等别及建筑物级别

东庄水利枢纽建筑物包括混凝土拱坝、坝身排沙泄洪孔、水垫塘及二道坝和岸边供水取水口及发电引水进口、发电引水洞、地下厂房和库区防渗工程等。

枢纽工程为I等工程，工程规模为大（1）型。混凝土拱坝、坝身排沙泄孔、水垫塘及二道坝等为1级建筑物，岸边供水取水口及发电引水进口为2级建筑物，发电引水洞及地下厂房为3级建筑物。

（2）洪水标准

混凝土拱坝及泄洪排沙孔按 1000 年一遇洪水设计，5000 年一遇洪水校核；岸边供水取水口及联合布置的发电引水进口按 100 年一遇洪水设计，1000 年一遇洪水校核；电站厂房按 100 年一遇洪水设计，200 年一遇洪水校核；水垫塘及二道坝按 100 年一遇洪水设计，1000 年一遇洪水校核。

2.5.2 工程总体布置及主要建筑物

（1）工程总布置

工程总布置方案为坝身排沙泄洪左岸地下厂房布置，枢纽主要建筑物包括：1 座混凝土双曲拱坝；结合坝身布置的 3 个溢流表孔、4 个高低位排沙泄洪深孔和 2 个非常排沙底孔及其配套设置的坝下消能防冲水垫塘和二道坝；1 座库区左岸坝前布置的供水取水口及 1 条左岸布置的发电引水洞；1 座安装 2 大 2 小共 4 台机组、装机规模 110MW 的地下厂房发电系统；一套结合坝基和库区左右岸碳酸盐岩库段防渗的灌浆帷幕系统。

（2）混凝土拱坝

混凝土双曲拱坝最大坝高 230m，坝顶高程 804m，坝顶长度 372.48m，坝顶宽度 11.5m。分为 18 个坝段，其中左岸 6 个坝段；中间排沙泄洪坝段 6 个；右岸 6 个坝段。

（3）泄洪排沙建筑物

泄洪排沙建筑物布置在坝身，由 3 个表孔、4 个排沙泄洪深孔和 2 个非常排沙底孔组成，坝后设水垫塘。表孔主要功能是泄洪，堰顶高程 786m，单孔宽度 11m；4 个深孔主要功能是排沙、泄洪，2#、3#深孔布置在表孔的中墩下部，1#、4#深孔布置在表孔边墩下部，进口高程 708m，出口断面尺寸 5.5m×6m。2 个底孔主要功能是水库拦沙初期的排沙运用以及正常运用期的非常排沙运用，不参与工程防洪，布置在 1#、4#深孔外侧，进口高程 690n，孔口断面尺寸 4m×5m。坝身采用“分层出流、空中无碰撞、水垫塘消能”的布置原则，坝身最大泄量 9500m^3/s。

（4）引水发电建筑物

发电引水进水口布置在左岸，采用岸塔式，发电引水进水口与供水取水口联合布置，进水口分三层布置，取水口底缘高程分别为 745m、757m 和 769m，运用水位分别为 768m 以下至死水位 756m、768m 至汛限水位 780m 和 780m 水位以上。发电引水洞按 1 洞 4 机布置，额定引水流量 69.2m^3/s。

（5）地下厂房布置

发电厂房布置型式采用地下厂房，布置于坝后左岸山体内，厂区主要建筑物包括主厂房、安装间、副厂房、主变洞、尾水闸室、尾水扩大室、尾水主洞、防淤闸室、高压电缆洞、进厂交通洞等。

（6）供水取水口设计及生态基流设施

①左岸供水取水口设计

供水取水口采用岸塔式，与发电引水洞进口组成联合进水口，紧邻排沙泄洪建筑物，取水口进口高程 745m。

②生态基流设施

生态基流参与发电，电站厂房设置了两台装机 10MW 的小机组。两台小机组互为备用，具备较高的运用可靠性，进一步考虑电站停用期间的生态流量泄放要求，利用坝身排沙泄洪设施、水垫塘及二道坝和二道坝内埋设的水垫塘放水管泄放生态流量，可作为东庄水利枢纽泄放生态流量的备用辅助设施。

2.5.3 工程特性参数表

根据工程可研，工程主要参数见工程特性表 2.5-1。

表 2.5-1　泾河东庄水利枢纽工程可行性研究阶段工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1.流域面积			
全流域	km^2	45421	
工程坝址以上	km^2	43147	
2.利用的水文系列年限	年	79	1932 年～2010 年
3.多年平均年径流量	亿 m^3	12.11	2030 年设计入库径流（1956.7 月-2000.6 月）
4.代表性流量			
多年平均流量	m^3/s	38.4	设计入库流量（1956 年 7 月～2000 年 6 月）
实测最大流量	m^3/s	9200	张家山(1933 年 8 月 8 日)
实测最小流量	m^3/s	断流	张家山
调查历史最大流量	m^3/s	18800	张家山（1841 年）
设计洪水流量（P=0.1%）	m^3/s	22900	
校核洪水流量（P=0.02%）	m^3/s	29600	
施工导流流量（P=10%）	m^3/s	5300	
5.洪量			
实测最大洪量（12 天）	亿 m^3	15.68	张家山 1933 年 8 月 7 日～8 月 18 日
设计洪水洪量（12 天）	亿 m^3	23.47	
校核洪水洪量（12 天）	亿 m^3	29.69	
6.泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	亿 t	2.48	张家山 1932 年 7 月～2010 年 6 月实测资料
多年平均含沙量	kg/m^3	144.5	张家山 1932 年 7 月～2010 年 6 月实测资料
实测最大含沙量	kg/m^3	1428	张家山 1958 年 7 月 11 日
多年平均推移质年输沙量	万 t	20	
二、工程规模			
1.水库			
校核洪水位（P=0.02%）	m	803.29	
设计洪水位（P=0.1%）	m	799.21	
正常蓄水位	m	789	
防洪高水位（P=1%）	m	796.22	
汛期限制水位	m	780	
死水位	m	756	
总库容（校核洪水位以下库容）	亿 m^3	32.76	原始库容

防洪库容（防洪高水位至汛期限制水位）	亿 m^3	4.30	高滩高槽库容
调节库容（正常蓄水位至死水位）	亿 m^3	5.78	高滩深槽库容
调水调沙库容(汛限水位至死水位）	亿 m^3	3.27	高滩深槽库容
设计拦沙库容	亿 m^3	20.53	高滩深槽库容
死库容（死水位以下）	亿 m^3	14.37	原始库容
正常蓄水位时水库面积	km^2	48.7	
回水长度	km	96.7	
调节特性		不完全年调节	
校核洪水位时最大泄量 相应下游水位	m^3/s m	9500 622.04	
设计洪水位时最大泄量 相应下游水位	m^3/s m	7810 619.21	
最小下泄流量	m^3/s	5.33	满足下游生态用水要求的最小下泄流量
2.防洪			
河道安全泄量	m^3/s	5420 10300 5760	泾河下游 渭河下游干流大堤 三门峡移民围堤
3.灌溉			
设计灌溉面积	万亩	145.3	
灌溉保证率	%	50	
年引水总量	亿 m^3	2.79	正常运用期
4.供水			
正常运用期年引水量	亿 m^3	1.62	正常运用期
供水保证率	P（%）	95	
5.水力发电			
装机容量	万 kW	11	
保证出力	万 kW	1.3	正常运用期
多年平均发电量	亿 kW·h	2.58	正常运用期
年利用小时数	h	2344	正常运用期
发电引水流量	m^3/s	69.2	
三、淹没损失及工程建设永久征地			
1.淹没影响土地	亩	76951.73	
其中：耕地（P＝20%）	亩	2776.49	
园地（P＝20%）	亩	6016.7	
林地	亩	45766.8	
荒草地	亩	6966.64	
2.迁移人口（P＝5%）	人	3175	设计水平年人口
3.淹没区房屋	m^2	137287.8	
4.淹没影响工业企业	处	6	小型水电站
5.淹没三级公路及大桥	km/座	6.2/1	

6.工程建设征地	亩	2310.4	
其中：耕田	亩	0	
林地	亩	2002.5	
荒草地	亩	86.7	
四、主要建筑物及设备			
1.挡水建筑物（拱坝）			
型式		双曲拱坝	
地基特性		岩基、灰岩	
地震基本烈度		7 度	
设计地震动峰值加速度	g	0.247	
坝顶高程	m	804	
最大坝高	m	230	
坝顶长度	m	372.48	
2.表孔			
型式		开敞式	
堰顶高程	m	786	
表孔总尺寸	m	3×11	3 孔
设计泄洪流量	m^3/s	2970	
校核泄洪流量	m^3/s	4560	
3.深孔			
型式		深式泄水孔	4 孔
进口高程	m	708	
闸孔尺寸（宽×高）	m	5.5×6	工作门
设计泄洪流量	m^3/s	4840	
校核泄洪流量	m^3/s	4940	
4.底孔			
型式		深式泄水孔	2 孔
进口高程	m	690	
闸孔尺寸（宽×高）	m	4×5	工作门
最大泄洪流量	m^3/s	1242	对应水位 756m
5.发电引水建筑物			
设计引用流量	m^3/s	69.2	
进水口底槛高程	m	745	岸边式
引水道型式		压力流	
断面尺寸	m	4	圆形洞
6.供水建筑物			
设计流量	m^3/s	7.15	左岸/右岸
输水道型式		压力流	
长度	m	200	预留
断面尺寸	m	2.0	圆形洞
7.厂房			
型式		地下厂房	

主厂房尺寸（长×宽×高）	m×m×m	91.75×20×39.2	
水轮机安装高程	m	574.2	
8.出线场			
型式		地面式	
面积（长×宽）	m×m	60×35	
9.主要机电设备			
水轮机总台数	台	4	2 大 2 小
型号		HL（109）-LJ-250 HL（90）-LJ-140	大机组 小机组
额定出力	万 kW	4.64/1.03	大机组/小机组
发电机台数	台	4	2 大 2 小
型号		SF45-18/5000 SF10-10/2600	大机组 小机组
单机容量	万 kW	4.5/1.0	大机组/小机组
主变压器数量及规格	台	2	SSP10-120000/110 SSP10-25000/110
10.输电线			
电压	kV	110	
回路数	回路	2	
输电距离	km	40	
五、施工			
1.主体工程数量			
明挖 土方	万 m^3	89.73	
明挖 石方	万 m^3	547	
洞挖石方	万 m^3	64.23	
混凝土和钢筋混凝土	万 m^3	277.51	
金属结构安装	万 t	1.05	
帷幕灌浆	万 m	155.08	
固结灌浆	万 m	9.88	
2.主要建筑材料数量			
木材	m^3	1.18	
水泥	万 t	107.15	
钢材	万 t	9.03	
3.所需劳动力			
总工日	万工日	1180	
高峰工人数	人	7000	
4.施工动力及来源			
供电	kW	26000	从右岸淳西变电站引 110kV 线路至工程区
5.对外交通（公路）			
距离	km	35.05	
6.施工导流			
导流方式		一次拦断，隧洞导流	

导流洞条数	条	1	
进口高程	m	593	
成洞断面尺寸	m	17×19	
7.施工期限			
准备工期	月	34	
投产工期	月	82	开始拦洪
总工期	月	95	
六、经济指标			
1.工程部分			
建筑工程	万元	537531	
机电设备及安装工程	万元	28329	
金属结构设备及安装工程	万元	24833	
临时工程	万元	145973	
独立费用	万元	127994	
静态总投资	万元	968420	
其中：基本预备费	万元	103759	
2.建设征地移民补偿			
静态总投资	万元	420864	库区、枢纽工程建设区
3.环境保护工程			
静态总投资	万元	16030	
4.水土保持工程			
静态总投资	万元	14345	
5.场外永久道路		48804	
6.投资合计			
静态总投资	万元	1468463	
建设期融资利息	万元	38429	
总投资	万元	1506892	

2.5.4 工程项目组成

东庄水利枢纽工程项目组成见表 2.5-2。

表 2.5-2　泾河东庄水利枢纽工程项目组成

工程项目		项目组成
主体工程	挡水建筑物	双曲拱坝
	泄洪排沙建筑物	排沙泄洪建筑物由坝身 3 个表孔、4 个排沙泄洪深孔和 2 个非常排沙底孔组成，坝后设水垫塘。
	引水发电建筑物	发电引水进水口布置采用岸塔式，位置紧邻排沙泄洪建筑物，布置在左岸坝前排沙深孔进口上游约 60m 处。
	发电厂房	采用地下厂房，布置于坝后左岸山体内。
	供水取水设施	左岸供水取水口采用岸塔式，与发电引水洞进口组成联合进水口，取水口进口高程 745m。塔顶高程 804m，建基面高程 741m。
施工辅助工程	施工导流	导流临时建筑物级别 4 级，初期导流选择一次断流、围堰挡水，隧洞导流方式。1 条 17x19m 导流洞右岸布置方案，碾压混凝土围堰。
	场内交通	坝址区左、右岸布置场内干线交通道路 8 条，干线道路明线 36.41km，施工支线路 9km，跨泾河永久桥 2 座，临时施工桥 2 座，施工交通隧道 9 条、总长约 6.7km，库区灌浆工程场内道路总长约 6.5km。
	料场	土料场 1 处(蔡家坡土料场)；石料场 1 处(庙上灰岩料场)。
	渣场	布置 6 个渣场，分布于泾河左右岸，坝址上游 2 个渣场、下游 4 个渣场
	施工工厂设施	砂石料加工系统 3 处，混凝土拌和系统 3 处，综合加工厂 3 处（3 座钢筋加工厂、3 座木材加工厂、3 座混凝土预制件厂等）。
	生活区及营地	3 处施工生活区，1 处业主营地
专项设施及移民安置	库底清理	建筑物清理、林木清理、易漂浮物清理、卫生清理、固体废物清理
	专项设施复建	1）交通道路复建：淳礼公路（三级公路）复建长 3.715km；库周乡村公路恢复道路 8 条总长 19.72km；2）电力线路及设施复建：线路长度 1.0km；安置区新建 8 条 10kV 线路总长度 17.57km；3）通信线路及设施复建：规划复建淳礼线官庄～北牌段移动、联通通讯光缆各 1.0km；规划复建永彬线北堡～香庙段线路 1.08km；安置区规划 9 条光缆线路长度 21.29km；4）水利工程设施复建：提水站 3 处。
	防护工程	规划对库区干支流末端 4 片相对集中平坦，面积较大且具备抬填防护条件的土地，采取抬填垫高田面等工程措施进行防护。
	移民安置	1）生产安置：规划水平年农村移民生产安置人口 2961 人，其中本村安置 799 人，出村安置 2162 人；2）生活安置：规划水平年农村移民搬迁安置人口 945 户 3310 人，其中集中安置 3297 人，分散安置 13 人。
环保工程	废污水处理工程	施工生活污水通过化粪池、一体化污水处理设施等处理；施工生产废水用絮凝沉淀、油水分离器、一体化污水处理设施等处理；运行期管理区生活污水通过成套污水处理设施处理；集中移民安置区生活污水采用污水处理设施处理，分散安置安置点生活污水采取沼气池处理。
	鱼类保护措施	1 座鱼类增殖站，包括鱼卵孵化设施、亲鱼池、产卵池、鱼苗池等。过鱼设施采用集运鱼系统，包括集鱼槽、运输车等；栖息地保护措施。
	分层取水措施	进水口分三层布置，取水口底缘高程分别为 745m、757m 和 769m。
	生态基流保障措施	电站厂房设置了两台装机 10MW 的小机组，专门下放生态流量和下游工业供水。

2.6 水库初期蓄水计划及水库调度

东庄水库初期蓄水期从第 7 年 11 月开始，水库蓄至死水位 756m 时初期蓄水结束。

2.6.1 下游综合利用用水要求

（1）泾惠渠灌区用水需求

东庄水库坝址下游是泾惠渠灌区，控制灌溉面积 145.3 万亩。灌溉用水主要从泾河干流张家山附近取水，受水库初期蓄水影响较大，采用 50%保证率对应的用水需求，需下泄水量 2.79 亿 m^3。

（2）生态用水需求

东庄水库死库容较大，蓄水期较长，为保证初期蓄水期间河道下游的生态环境，水库需要泄放一定的生态基流，采用多年平均天然径流量的 10%考虑，一般期（9 月 1 日～翌年 4 月 15 日）、鱼类繁殖敏感期（4 月 15 日～6 月 15 日）、汛期（6 月 15 日～8 月 31 日）需分别下泄生态流量 5.33m^3/s、10.66 m^3/s 和 15.99 m^3/s。

（3）文泾水电站用水需求

东庄电站下游是已建的文泾电站，电站装机容量 3×16MW，设计引水流量 53.4m^3/s，水库初期蓄水对其有一定影响，根据陕发改农经〔2006〕1421 号文《关于陕西文泾水利发电有限公司泾阳文泾水电站项目核准的批复》中第六条，“文泾水电站位于我省规划建设的东庄水库下游，因东庄水库的建设和运行对文泾水电站造成的不利影响不予补偿”。因此，文泾电站不再单独考虑用水需求，利用泾惠渠灌区引水和生态基流发电，可以保证其 1 台机的发电用水量需求。

另外，坝址下游城镇生活用水主要水源为地下水（筛珠洞泉-泾阳水源地），不受水库初期蓄水的影响；初期蓄水期间主要考虑兼顾下游生态用水和泾惠渠灌区的用水需求，当水库水位蓄至死水位后，初期蓄水即告结束，可转入正常运行调度。

2.6.2 蓄水方案

（1）初期蓄水方案

初期蓄水期间，首先保证水库下游不断流，满足下游生态基流要求；其次，不影响现状下游用水；在初期蓄水期第 1 年的汛期，应满足封拱灌浆施工度汛的要求；水库应尽快蓄至死水位 756m，进入正常运行调度，满足供水和发电，发挥水库综合利用效益。

东庄水库初期蓄水方案如下。

1）东庄水库初期蓄水期从第 7 年 11 月开始，水库蓄至死水位 756m 时初期蓄水结束。

2）水库供水应首先满足下游生态基流，然后满足下游泾惠渠灌区用水，多余水量作为水库蓄水。在水位蓄至 705m 之前，采用改建的导流底孔向下游供水；蓄水位达到 705m 后，将导流底孔封堵，采用非常排沙底孔向下游供水。

下游供水主要包括生态基流和泾惠渠灌区用水，在对下游供水时考虑两种情况：入库水量大于下游用水需求时，按照下游用水需求下泄；入库水量小于下游用水需求时，东庄水库对下游用水进行调节，动用水库已经存蓄的水量向下游供水。

3）根据施工进度及防洪要求，水库从第 7 年 11 月份下闸蓄水开始，第 7 年 11 月～第 8 年 6 月蓄水位控制不超过 705m；第 8 年 7 月～9 月蓄水位控制不超过 720m，第 8 年 10 月以后到蓄水位到达死水位 756m 之前不再有水位限制。

第 7 年 11 月～第 8 年 9 月当水库蓄水位达到限制水位时，如果上游来水出现大洪水导致水库水位继续上涨时，则按照防洪调度运行，水库按照导流底孔和非常排沙底孔泄流能力下泄，泄流量不超过入库流量，直至水库水位回落至限制水位。

4）为保证水库尽快蓄满，初期蓄水期间，在满足下游生态基流和灌溉用水的前提下，水位未达到各阶段限制水位之前水库尽量多蓄水。

（2）初期蓄水时间

东庄水库初期蓄水时间是指水库自第 7 年 11 月下闸蓄水，至蓄水位达到死水位 756m 所需的时间。

初期蓄水期东庄水库对下游供水调节，50%保证率在第 4 年末蓄至死水位，初期蓄水时间 48 个月；75%保证率在第 5 年末蓄至死水位，初期蓄水时间 59 个月。

2.6.3 水库运用方式

（1）水库防洪运用方式

1）华县流量 $Q_{华县}$＜10300m^3/s（保护渭河下游的安全流量，相当于华县断面

约 50 年一遇洪峰流量）：

①坝前水位未超 20 年一遇防洪高水位：

A.华县流量 $Q_{华县}$＜5760m^3/s（保护移民围堤保护区的安全泄量，相当于华县断面约 5 年一遇洪峰流量）

东庄水库来水 $Q_{入库}$<5420m^3/s（泾河下游安全流量，相当于张家山断面约 10 年一遇洪峰流量），按入库流量下泄，控制坝前水位不超汛限水位；洪水上涨，东庄水库来水 $Q_{入库}$≥5420m^3/s，按 5420m^3/s 控制下泄。

B.洪水上涨，华县流量 $Q_{华县}$≥5760m^3/s

当张华区间流量 $Q_{张华区间}$<5760m^3/s，按控制泾河下游安全流量与移民围堤保护区安全流量二者的小值下泄，$Q_{下泄}=\mathrm{Min}(5420,\ 5760-Q_{张华区间})$；当张华区间流量 $Q_{张华区间}$≥5760m^3/s，关闭闸门。

②洪水上涨，坝前水位至 20 年一遇防洪高水位后，如果入库流量小于 20 年一遇防洪高水位相应泄洪能力，按入库流量下泄，否则按当前水位相应泄洪能力下泄，直至坝前水位回落至 20 年一遇防洪高水位。

2）洪水上涨，华县流量 $Q_{华县}$≥10300m^3/s，坝前水位未超 100 年一遇防洪高水位：

①当张华区间流量 $Q_{张华区间}$<10300m^3/s

A. 坝前水位未超 20 年一遇防洪高水位，按控制泾河下游安全流量与渭河下游安全流量二者的小值下泄

$$Q_{下泄}=\mathrm{Min}(5420,\ 10300-Q_{张华区间})$$

B. 洪水上涨，坝前水位至 20 年一遇防洪高水位后，如果控制渭河下游安全流量的下泄流量 $Q_{下泄}=10300-Q_{张华区间}$ 小于 20 年一遇防洪高水位相应泄洪能力，按 $Q_{下泄}$ 下泄，否则按当前水位相应泄洪能力下泄，直至坝前水位回落至 20 年一遇防洪高水位。

②当张华区间流量 $Q_{张华区间}$≥10300m^3/s，水库关闭闸门。

3）洪水上涨，坝前水位至 100 年一遇防洪高水位后，如果入库流量小于 100 年一遇防洪高水位相应泄洪能力，按入库流量下泄，否则按当前水位泄洪能力下泄，直至坝前水位回落至 100 年一遇防洪高水位。

4）华县退水至 $Q_{华县}$<10300m^3/s，按如下方式运用，直至坝前水位回落至汛

限水位，腾空防洪库容，以备下一次洪水的到来：

①华县流量 $Q_{华县}$≥5760m³/s，按控制渭河下游安全流量下泄

$$Q_{下泄}=10300-Q_{张华区间}$$

②华县退水至 $Q_{华县}$<5760m³/s 且坝前水位回落至 20 年一遇防洪高水位以下，控制泾河下游安全流量与移民围堤保护区安全流量二者的小值下泄：

$$Q_{下泄}=\mathrm{Min}(6420,\ 5760-Q_{张华区间})$$

（2）水库减淤运用方式

东庄水库运用过程中，塑造对渭河下游有利的水沙过程，拦蓄对渭河下游不利的水沙过程，水库拦沙和调水调沙运用。

7 月 1 日至 9 月 10 日：当华县流量小于 5760m³/s 时，调水调沙运用。调水调沙运用在死水位至汛限水位之间进行，下泄流量同时满足生态和供水需求。当入库流量大于等于 300m³/s 时，水库提前按下游平滩流量泄水，水库泄空后按入库流量泄放。

（3）水库径流调节运用方式

① 7 月 1 日～9 月 10 日

东庄水库出库含沙量低时，采用东庄水库供水，水库下泄流量满足河道生态基流和受水区引水要求。东庄水库蓄水位不高于汛限水位 780m。

② 9 月 11 日～5 月 31 日

东庄水库根据来水情况调节径流，并尽可能保持高水位运用，抬高发电水头，水库下泄流量应满足河道生态基流和受水区引水要求，最高运行水位为正常蓄水位 789m。

③ 6 月 1 日～6 月 30 日

东庄水库下泄流量在满足河道生态基流和受水区引水要求的前提下，水库蓄满后仍有多余水量时，可按下游平滩流量造峰，水库最高运行水位为正常蓄水位 789m，6 月底控制水库水位不高于汛限水位 780m。

（4）水库调度图

东庄水库供水调度任务分别为生态供水、工业供水、农业供水，调度图见图 2.6-1。

根据东庄水库开发任务，在全部满足下游河道生态基流的前提下，水库供水次序由各用水部门供水设计保证率决定，依次为工业、灌溉。调度图见图 2.6-1，四条调度线把水库调度分为三个区域，各调度区水库运行规则如下：

分区Ⅰ—保证供水区，该区内生态基流、工业、农业正常供水。

分区Ⅱ—农业限制供水区，该区内生态基流、工业正常供水，农业按照需水量的 50%-80%供水。

分区Ⅲ—限制供水区，该区内生态基流保证供水，工业用水按照需求的 90%~80%供给，灌溉保证灌溉关键期抗旱应急供水。

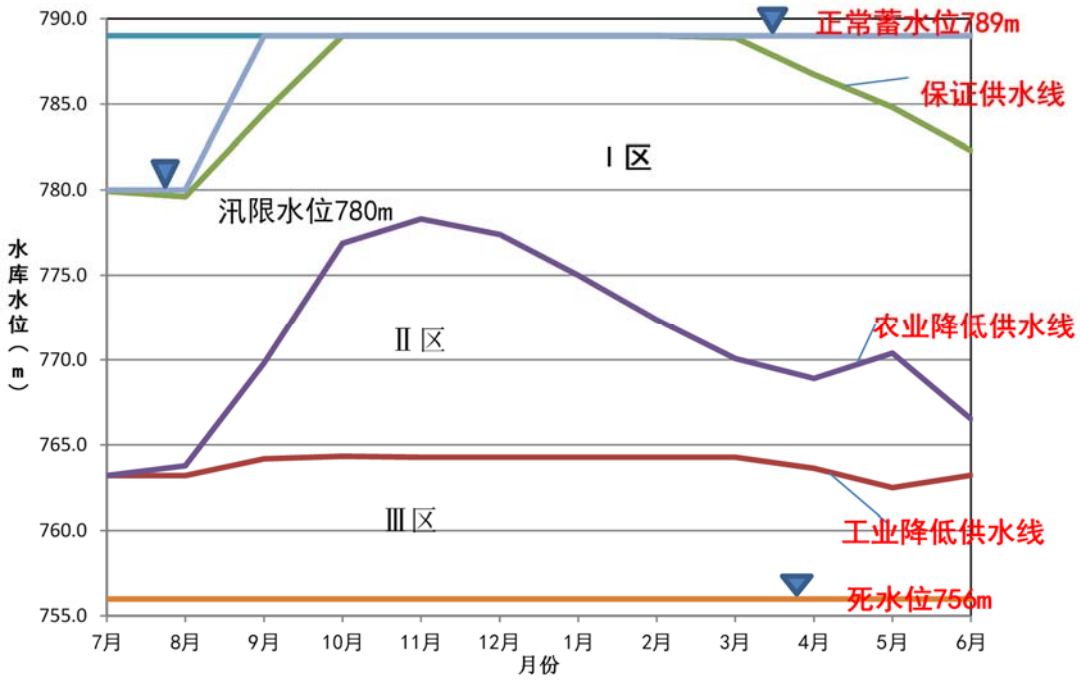


图 2.6-1　东庄水库调度图

2.7 施工组织设计

2.7.1 料场的选择与开采

（1）料场选择

1）土料场选择

东庄水利枢纽工程用土料场为蔡家坡土料场。土料场位于右岸，下距东庄坝址约 4.5km。土料场分布高程 875～1000m，场地开阔，出露条件良好。土层主要由风洪积黄土、黄土状粉质壤土及古土壤组成，质地较均一。

2）石料场和人工骨料场选择

庙上灰岩料场为东庄水利枢纽工程的石料场和人工骨料场。出露高程 880～1180.2m，南北长约 1.0km，东西宽约 0.6km，面积 0.43km^2。料场基岩出露较好，料场基岩地层岩性为奥陶系（O2m2）巨厚层状灰岩，致密坚硬。料场到坝址区有泥结碎石路连接，略加改建可作为料场开采施工道路。

（2）料场开采

土料场覆盖层开挖采用132kW推土机剥离、集料，土料采用立采法进行开采，自上而下分层进行，2m^{3}挖掘机挖装，15t自卸汽车运输上坝。

石料场覆盖层开挖采用132kW推土机集料，自上而下分层进行开采，深孔梯段爆破。钻孔采用钻机，3m^{3}液压挖掘机配20t自卸汽车运输至受料站。成品骨料由3m^{3}装载机挖装，20t自卸汽车运输至混凝土拌合系统。

2.7.2 施工导截流

（1）导流

初期导流选择一次断流、围堰挡水，隧洞导流的导流方式。采用右岸布置一条导流洞。初期导流采用混凝土围堰方案，初期导流标准为 10 年一遇洪水，对应流量 5300m^3/s。

按照施工导流方案，结合施工总进度安排，第三年 10 月初截流，截流后进行 720m 以下部位基坑开挖和坝体混凝土浇筑，第四年和第五年汛期由全年围堰挡水，导流洞泄流；第六年汛期前坝体浇筑至 686m 高程，坝体封拱灌浆至 664m，具备临时挡水度汛条件，由大坝临时挡水度汛，导流洞和导流底孔联合泄流；汛后封堵导流底孔，对导流底孔进行改建以满足封堵期下游供水；第七年汛期前坝体浇筑至 742m 高程，坝体封拱灌浆至 712m，大坝临时挡水度汛，导流洞和导流底孔联合泄流度汛；第七年 11 月，导流洞下闸封堵，第八年汛期前坝体浇筑至 799m 高程，坝体封拱灌浆至 748m，大坝临时挡水度汛，非常排沙底孔和泄洪中孔联合泄流。

第六年 11 月～第七年 3 月，进行导流底孔进行改建和导流底孔封堵，封堵期间，导流底孔前面不设置封堵闸门。

第七年 11 月初，导流洞下闸封堵蓄水，第七年 11 月～第八年 4 月，进行导

流洞封堵施工、712～748m 高程区间的封拱灌浆等；第八年 7 月～第八年 11 月，进行 748m 高程以上封拱灌浆等。导流洞封堵后，利用改建后的导流底孔满足封堵期间下游供水需求。当水库水位蓄水至 705.0m 高程（永久泄水建筑物允许运行的最低水位）时，历时 9.5 个月，由坝身非常排沙底孔进行下游供水，改建后的导流底孔下闸封堵。

第八年 11 月以后，永久泄水建筑物正常运行。

（2）截流

初拟 10 月初作为截流时段，截流标准为 10 年一遇月平均流量，设计流量 115m^3/s。

截流采用从左岸向右岸单戗堤进占的立堵截流方式。截流戗堤轴线布置在距离上游围堰轴线 100m 处。

（3）导流洞下闸与封堵

第三年 10 月初截流，第四年和第五年汛期由全年围堰挡水，导流洞泄流；第六年汛后封堵导流底孔，对导流底孔进行改建以满足封堵期下游供水。第六年 11 月～第七年 3 月，进行导流底孔进行封堵，封堵期间，导流底孔前面不需要设置封堵闸门。第七年 11 月初，坝体浇筑至 761m 高程，坝体封拱灌浆至 712m，泄洪中孔完建且具备过流条件，导流洞封堵期间，200 年一遇设计洪水标准对应的坝前挡水水位 709.81m，导流洞具备下闸封堵条件。导流洞下闸流量采用 10 年一遇月平均流量，设计流量 52.6m^3/s。封堵期间（11 月～翌年 4 月）设计洪水标准 $Q_{5\%}$=325m^3/s，对应上游库水位 666m，当上游水位超过 666m 时，由改建后的导流底孔控泄。

导流洞封堵后，利用改建后导流底孔满足封堵期间下游供水需求。当水库水位蓄水至 705.0m 高程（永久泄水建筑物允许运行的最低水位）时，历时 9.5 个月，由坝身非常排沙底孔进行下游供水，改建后的导流底孔封堵。

第七年 11 月，导流洞封堵后，封堵蓄水期间需要满足下游供水流量 28.03 m^3/s（4 月 15 日至 6 月 15 日为 30.7 m^3/s），其中包括生态流量 5.33m^3/s（鱼类繁殖敏感期 4 月 15 日至 6 月 15 日为 10.66 m^3/s，汛期 6 月 15 日至 8 月 31 日为 15.99 m^3/s），50%保证率农业灌溉用水流量 22.7m^3/s。

（4）供水保障措施

利用导流底孔改建成 2m×2m 小底孔，进口设置弧形工作门控泄和封堵闸门（孔口尺寸 2m×2m），满足生态流量和农业灌溉用水量要求。按 75%供水保证率蓄水，当上游库水位蓄水至 620.5m 高程时，历时 6 天，可满足对下游生态流量 5.33m^3/s；当上游库水位蓄水至 622.5m 高程时，历时 7 天，可满足对下游供水 28.03m^3/s；当水库水位蓄水至 705.0m 高程时，历时 9.5 个月（11 月～翌年 8 月中旬），可由坝身非常排沙底孔进行下游供水，将改建后的导流底孔初期供水孔口封堵。

为了保证 593.0~620.5m 水位区间生态基流不断流，在导流洞封堵闸门边墩侧面设置 1 个 1.0m 直径孔口，孔口中心高程 595.m，孔口设置控制闸室，当水位蓄水至 622.5m 时，此孔口封闭。

（5）导流工程施工

导流洞施工包括进、出口明挖，进、出口明渠混凝土衬砌，洞身开挖支护与衬砌，进口塔架浇筑，闸门和启闭机安装，以及左岸破碎体开挖。导流洞进口边坡采用自上而下分层开挖，进口采用手风钻配潜孔钻钻孔，深孔梯段爆破；出口采用手风钻钻孔，浅孔爆破；临近开挖轮廓采用预裂爆破。爆破石渣采用 88kW 推土机集料，由 2m^3 挖掘机挖装，15t 自卸汽车运输至弃渣场。左岸破碎体位于导流洞进口对岸，开挖高程 705～650m，采用人工手风钻钻孔，人工清渣并推运至下部河谷，河床部位采用进行水下清渣，10～15t 自卸汽车运输至上游弃渣场。

（6）围堰施工

上、下游围堰分别为碾压混凝土围堰、土石围堰。上游和下游分别修建土石子堰，同时截流戗堤也位于子堰处。子堰挡水标准为 $Q_{P=20\%}$=278m^3/s（11 月～翌年 5 月），洪水由导流洞下泄。上游子堰堰前水位 597.6m，堰顶高程 598.1m，最大堰高 9m；下游子堰堰前水位 595.2m，堰顶高程 595.7m，最大堰高 10m。

根据施工进度安排，第三年 10 月初进行截流，10～11 月进行子堰施工，11～翌年 6 月进行碾压混凝土围堰施工。围堰基础采用手风钻钻孔，预裂爆破，开挖料用 2.0m^3 挖掘机挖装，88kW 推土机集料，15t 自卸汽车运输至渣场。围堰混凝土采用 15t 自卸汽车运输混凝土至围堰右侧堰肩附近，负压溜槽入仓，仓面采用

15t 自卸汽车转运，88kW 推土机平仓，振动碾碾压。

2.7.3 主体工程施工

（1）大坝及水垫塘施工

大坝基础开挖包括左右岸坝肩开挖、大坝基础开挖以及水垫塘和二道坝的基础开挖。坝基开挖包括大坝基础、消力塘和二道坝基础开挖，坝基开挖在上、下游围堰保护下进行。覆盖层采用 132kW 推土机集料，3m^3 挖掘机挖装，20t 自卸汽车运输出渣。河床基岩采用逐层爆破开挖，用 132kW 推土机集料，4m^3 挖掘机装渣，32t 自卸汽车运至弃渣场。坝肩灌浆洞施工采用手风钻钻孔、全断面爆破开挖，由 2m^3 挖掘机装 15t 自卸汽车运输至弃渣场。

大坝基础处理包括固结灌浆、帷幕灌浆和接触灌浆。

（2）发电引水及供水塔架施工

边坡开挖位于大坝左岸岸坡开挖范围内，结合大坝岸坡开挖一并进行。石方自上而下分层开挖，手风钻钻孔，浅孔爆破，1m^3 挖掘机装 10t 自卸汽车运输出渣。塔架混凝土及塔后回填混凝土采用组合钢模板立模，25/10t 塔机吊 3m^3 吊罐入仓浇筑，混凝土由 6m^3 混凝土搅拌车从下游混凝土拌和站运输。

（3）引水发电洞施工

引水发电洞由上平段、斜井段和下平段组成，隧洞断面为圆形。斜井段采用坝肩开挖平台作为施工通道，采用自上而下全断面开挖，手风钻钻孔爆破，周边预裂；下平段通过进厂交通洞布置一条施工支洞，作为洞身施工通道；平洞段采用手风钻钻孔爆破，全断面开挖，周边预裂爆破。

（4）电站厂房施工

主厂房、主变室施工石方采用分层分部开挖，上层采用三臂钻台车钻孔，下层采用潜孔钻机钻孔，台阶爆破。开挖石渣采用 2m^3 装载机装渣，15t 自卸汽车运输出渣。

交通洞石方明挖采用YQ100型潜孔钻钻孔，梯段爆破，2m^{3}挖掘机配15t汽车运输。进厂交通洞、母线洞石方洞挖采用全断面开挖，光面微差爆破。排水廊道石方开挖采用手风钻钻孔，全断面开挖，光面微差爆破，人工装机动翻斗车运输

至洞口集中堆渣，然后由2m^{3}装载机装15t自卸汽车运输。高压电缆竖井石方采用自上而下全断面开挖，手风钻钻孔爆破，周边预裂。

（5）库区防渗工程施工

库区防渗工程布置在坝址上游左岸，前端至老龙山断层，末端与坝肩帷幕灌浆相接。防渗采用帷幕灌浆，轴线长度 2344m。库区灌浆洞的永久排水洞与坝肩灌浆洞相接。

灌浆廊道石方采用手风钻钻孔，全断面爆破开挖；排水洞进口石方采用手风钻钻孔，浅孔爆破；通风竖井口石方明挖采用手风钻钻孔，浅孔爆破，竖井石方采用自上而下全断面开挖，手风钻钻孔爆破；帷幕灌浆采用 150 型地质钻机钻孔，采用自下而上分段灌浆法施工，BW-250/50 型灌浆泵灌浆。

（6）主要施工机械设备表

主体工程施工主要机械设备见表 2.7-1。

表 2.7-1 主体工程施工主要机械设备表

序号	机械名称	规格型号	单位	数量
1	潜孔钻	YQ100	台	15
2	三臂钻		台	3
3	液压履带钻	ROC802	台	5
4	推土机	88kw	辆	5
5	推土机	103kw	辆	5
6	推土机	132kw	辆	6
7	0.5m³装载机		辆	2
8	1.5m³装载机		辆	2
9	2m³装载机		辆	6
10	2m³挖掘机		辆	6
11	3m³挖掘机		辆	12
12	扒渣机	0.4m³	辆	10
13	1t 农用三轮		辆	30
14	5t 自卸汽车		辆	10
15	10t 自卸汽车		辆	3
16	15t 自卸汽车		辆	2
17	20t 自卸汽车		辆	12
18	32 t 自卸汽车		辆	38
19	6m³混凝土侧卸车		辆	9
20	6m³混凝土搅拌车		辆	11
21	地质钻机	150 型	台	80
22	泥浆泵	BW-250/50	台	80
23	灰浆搅拌机	400L	台	15
24	轴流风机	37kW	台	10
25	轴流风机	55kW	台	4
26	平仓振捣机	40kW	台	2
27	混凝土泵	HB60	台	6
28	缆机	30t	台	3
29	塔式起重机	MD900 型	台	2

2.7.4 施工总布置

（1）施工交通

对外交通运输采用公路与铁路联合，以公路运输为主。规划对外交通从礼泉侧利用省道 S107、县道 X215 及新建进场道路进场。对外交通道路主要沿原省道 S107、县道 X215，对道路沿线桥梁、涵洞进行改造加固、路面改造。改建段里

程 25.8km，中桥 1 座、涵洞 51 道、改建平面交叉 2 处。新建进场道路对外公路起点从东庄村县道 X215 接线，设置长岭隧道（长 1973m）接棉花梁隧道（长 695m），终点接至泾河大桥右岸桥头。新建段路线长 9.25km，沥青混凝土路面，全线设大桥 2 座，中桥 4 座，涵洞 13 道，隧道 2 座。

（2）场内交通运输

东庄水利枢纽工程场内施工交通方式采用以公路运输为主，场内道路主干线的规划结合工程对外交通、枢纽布置及施工进度、施工总布置安排综合考虑。

将场内交通规划布置为上下、左右岸、上下游立体交叉闭路循环网络，工程分别布置高、低干线道路，通过对外交通道路进行相互沟通连接。

按照施工期修建的道路尽量与永久道路相结合的原则，坝址区左、右岸共布置场内干线交通道路 8 条，干线道路明线总长约 36.41km，施工支线路总长约 9km，跨泾河永久桥 2 座，长约 265m、128m，临时施工桥 2 座，长约 40m、20m，施工交通隧道 9 条、总长约 6.7km，库区灌浆工程场内道路总长约 6.5km。

泾河东庄水利枢纽工程场内干支线道路规划详见表 2.7-2。

表 2.7-2　场内干支线道路特性表

道路名称	起止点	道路明线		隧道		道路等级	路面结构	备注
		道路长度(km)	路面宽度(m)	隧道长度（km）	净断面尺寸（m×m）			
1#道路	场内外道路结点至下游围堰	7.95	7.5、9	2.44	11×5	水电二级、三级	混凝土	新建、永久路
2#道路	现有路至施工生活 2 区	11.04	7			矿II	混凝土	改建、永久路
3#道路	施工生活 2 区至缆机上料平台	1.68	8.5	0.18	9.5×5	矿II	混凝土	新建、永久路
4#道路	泾河大桥右桥头至缆机上料平台	1.1	8.5			矿II	混凝土	新建、永久路
5#道路	3#路接线至庙上灰岩料场	2.66	8.5			矿II	泥结碎石	新建、临时路
6#道路	施工生活 2 区至导流进口	4.65	7	1.58	8×5	矿II	泥结碎石	新建、临时路
7#道路	左岸联接隧道出口接线至出线场	2.0	6.5	1.38	9×5	矿III	泥结碎石	新建、永久路
8#道路	左岸联接隧道出口接线至 2#渣场	4.33	7.5			矿III	泥结碎石	新建、临时路
其他干线道路		1.0	5、8.5	1.12	11×5、8×5		泥结碎石	新建、临时路
坝体、料场开挖支线路		9.0	5、6.5、7.5			矿III	泥结碎石	新建、临时路
灌浆工程等支线路		6.5	6			等外	泥结碎石	新建、临时路
合计		51.91		6.7				

注：施工交通洞 9 条、总长 6700m，跨泾河永久桥 2 座、长 228m、128m，临时桥 2 座、长 40m、20m。

（3）施工工厂设施

1）砂石料加工系统

主体工程混凝土量约277.65万m^3，临时工程混凝土量30.62万m^3。

砂石料加工系统 1 利用庙上灰岩料场北侧冲沟，提供主体工程部分坝体所需混凝土骨料量，生产成品骨料量约 421.97 万 t。系统成品料生产能力 650t/h。

砂石料加工系统 2 位于坝址右岸下游 4km 山坡处，利用主体工程开挖料 110.68 万 m^3（自然方）作为轧制混凝土骨料料源，制备混凝土骨料 220.76 万 t，用于厂房、水垫塘、二道坝、坝体混凝土骨料。系统成品料生产能力为 150t/h。

砂石料加工系统3位于坝址右岸上游3.5km山坡处，考虑洞挖料作为导流等前期工程混凝土骨料料源，生产成品骨料量约37.75万t，系统成品料生产能力为150t/h。

2）混凝土拌和系统

工程设置3个混凝土拌和系统。

① 混凝土拌和系统 1

提供拌制坝体全部混凝土，系统布置于右坝肩下游侧，距离坝址直线距离0.15km，系统生产能力为 160m^3/h。

② 混凝土拌和系统 2

提供拌制水垫塘、二道坝及厂房等全部混凝土，系统布置于坝址下游 3.6km 泾河右岸坡地，系统生产能力为 160m^3/h。

③ 混凝土拌和系统 3

提供拌制导流等前期工程全部混凝土，系统布置于坝址上游2.7km泾河右岸坡地，系统生产能力为75m^3/h。

3）综合加工厂

工程布置 3 座钢筋加工厂、3 座木材加工厂、3 座混凝土预制件厂。坝址区工地设置汽车停放保养厂、机械修配厂、金属结构拼装场、机电安装场及综合仓库等，汽车机械停放、保养、修配厂以停放、保养为主，兼中、小修任务。

施工生产、生活设施建筑面积和占地面积见表 2.7-3。

表 2.7-3　施工生产生活设施表（单位：m^2）

序号	项目	生产能力	建筑面积	占地面积
一、枢纽工程				
1	砂石料加工系统 1	650t/h	**900**	**60000**
2	砂石料加工系统 2	150t/h	**600**	**23000**
3	砂石料加工系统 3	150t/h	**600**	**23000**
4	混凝土拌和系统 1	160m^3/h	**600**	**20000**
5	混凝土拌和系统 2	160m^3/h	**600**	**20000**
6	混凝土拌和系统 3	75m^3/h	**450**	**13000**
7	钢筋加工厂 1		**1200**	**13500**
8	钢筋加工厂 2		**1500**	**15000**
9	钢筋加工厂 3		**1500**	**15000**
10	木材加工厂 1		**200**	**2000**
11	木材加工厂 2		**200**	**2000**
12	木材加工厂 3		**200**	**2000**
13	混凝土预制件厂 1		**200**	**2000**
14	混凝土预制件厂 2		**200**	**2000**
15	混凝土预制件厂 3		**200**	**2000**
16	金属结构拼装场		**4000**	**25000**
17	机电安装场		**2000**	**15000**
18	机械修配厂 1		**800**	**10000**
19	机械修配厂 2		**800**	**8000**
20	汽车停放保养厂 1		**2000**	**15000**
21	汽车停放保养厂 2		**2000**	**15000**
22	施工供风		**1000**	**5000**
23	施工供电		**1000**	**8000**
24	综合仓库 1		**15000**	**40000**
25	综合仓库 2		**6000**	**15000**
26	加油站 1		**500**	**3000**
27	加油站 2		**500**	**3000**
28	炸药库 1		**600**	**4000**
29	炸药库 2		**600**	**4000**
30	施工生活区 1	2700 人	**32400**	**64800**
31	施工生活区 2	2300 人	**27600**	**55200**
32	施工生活区 3	2000 人	**24000**	**48000**
33	业主营地		**4617**	**15651**
34	小　计		**134567**	**566151**
二、库区灌浆工程				
1	生产生活设施		**11300**	**48000**
三	总　计		**145867**	**614151**

4）风、水、电及通信

① 施工供风

总用风量约700m^3/min，施工供风系统采用按分区设压气站，就近布置、集中供气的原则。

②施工供水

工程主要供水对象有主体工程施工、砂石料加工系统、混凝土拌和系统、混凝土养护、混凝土温控、各施工工厂生产用水、生活区生活用水及消防用水等。工程高峰用水量估算约 3480m^3/h，其中生产高峰用水量约 3480m^3/h，生活高峰用水量约200m^3/h。泾河水作为施工生产生活用水水源。

施工用水采用泾河水—取水泵站—净水厂—蓄水池—加压泵站或自流—各用水点，泾河水经过沉沙池的沉沙处理，出水含沙量满足施工用水要求。施工期间生活用水拟采用“超滤+反渗透”双膜法处理工艺，出水水质满足生活饮用水卫生标准要求。

③施工供电

施工用电从 110KV 淳西变电站出线 2 回 110kV 线路至施工区，在坝址右岸高岭处设一级中心变电站（110kV），以 10kV 出线向各施工供电点配电，各施工点设 10/0.4kV 变压器降压后使用。

④施工通信

施工期对外通信以有线通信为主，主要通过礼泉县或淳化县电信局现有市话网、长途网、数字传输网及各种专用网进入系统接线至工地以实现对外通信。

（4）施工总布置

根据总布置原则，结合坝址区地形、工程布置、料场位置、交通条件等方面分析，施工场区规划布置如下：

① 为坝体服务的施工工厂设施布置

砂石料加工系统1利用庙上灰岩料场北侧冲沟进行布置，距离坝址直线距离1.2km，公路运距2.5km；混凝土拌和系统1布置于右坝肩下游侧，距离坝址直线距离0.15km；钢筋加工厂1利用坝体混凝土拌和系统下游测冲沟，通过混凝土拌和系统场地平整开挖量把冲沟填至804m高程。

为坝体服务的其他工厂设施包括：木材加工厂1、混凝土预制厂1、金属结构拼装场、机械修配厂1、汽车停放保养厂1、加油站1及综合仓库1等。综合仓库1布置于坝址右岸高岭处、紧邻2#路布置，场地布置高程990～1020m，场地面积

40000m^2；金属结构拼装场、汽车停放保养厂1等工厂设施利用综合仓库1东南侧山坡进行布置，场地布置高程890～950m，场地总面积68800m^2。

② 为水垫塘、二道坝及厂房等服务的施工工厂设施布置

为水垫塘、二道坝及厂房等服务的施工工厂设施包括：砂石料加工系统 2、混凝土拌和系统 2、综合加工厂 2、机电安装场、汽车停放保养厂 2、机械修配厂 2、加油站 2 及综合仓库 2 等。

混凝土拌和系统 2、综合加工厂 2 相邻布置于坝址下游 3.6km 泾河右岸坡地，其他施工工厂设施布置于右岸混凝土系统 2 上方山坡处，紧邻进厂公路布置。

③ 为导流等前期工程服务的施工工厂设施布置

为导流等前期工程服务的施工工厂设施主要包括：砂石料加工系统 3、混凝土拌和系统 3、钢筋加工厂 3、木材加工厂 3 及混凝土预制厂 3 等。

砂石料加工系统 3 紧邻 1$^{\#}$渣场布置，场地布置高程 720～780m，场地面积 23000 m^2，混凝土拌和系统 3、综合加工厂 3 利用坝址上游 2.7km 右岸坡地，紧邻 6$^{\#}$路布置，场地分布高程 700～730m、790～820m，场地面积 32000m^2。

④ 施工生活区布置

施工生活区分三处布置，为坝体服务的施工生活 1 区、施工生活 2 区分两处集中布置于坝址右岸高岭处，为厂房、水垫塘服务的施工生活 3 区集中布置于坝址下游 4.5km 右岸高岭处。

施工生活1区场地分布高程1010m～1040m，场地面积64800m^2；施工生活2区布置于皂角梁，场地分布高程870m～940m，场地面积55200m^2；施工生活3区紧邻1$^{\#}$路布置，场地分布高程820m～890m，场地面积48000m^2。

库区灌浆工程生产生活设施设置于泾河左岸高岭处，紧邻灌浆工程场内道路布置。

2.7.5 土石方平衡及渣场规划

（1）渣场布置

工程布置 6 个渣场，分布于泾河左右岸，坝址上游 2 个渣场、下游 4 个渣场，分别如下。

1）1$^{\#}$渣场布置于坝址右岸上游 3km 冲沟内，堆渣高程 620m～725m，占地 17.59 万 m^2，渣场容量 450 万 m^3，主要堆存导流洞、部分洞身、右岸缆机平台

及部分坝体开挖弃渣。

2）2#渣场布置于坝址左岸上游 3km 冲沟内，堆渣高程 750m～850m，占地 13.00 万 m^2，渣场容量 300 万 m^3，主要堆存左岸缆机平台、出线场、左岸库区灌浆工程及左岸岸坡等开挖弃渣。

3）3#渣场布置于坝址右岸下游 1.6km 冲沟内，堆渣高程 826m～930m，占地 11.6 万 m^2，渣场容量 220 万 m^3，主要堆存料场覆盖层及砂石骨料弃料等。

4）4#渣场布置于坝址右岸下游 1.2km 冲沟内，堆渣高程 720m～800m，占地 6.11 万 m^2，渣场容量 70 万 m^3，主要堆存部分岸坡及施工供水开挖弃渣。

5）5#渣场布置于坝址右岸下游 3.6km 冲沟内，堆渣高程 760～907m，占地 19.47 万 m^2，渣场容量 550 万 m^3，主要堆存水垫塘、厂房及部分坝体基坑等开挖弃渣。

6）6#渣场布置于坝址右岸下游 4.5km 冲沟内，堆渣高程 692m～855m，占地 14.32 万 m^2，渣场容量 340 万 m^3，主要堆存部分坝体、部分水垫塘、导流洞出口及进场交通洞等临时工程开挖弃渣。

（2）堆、弃渣规划

工程挖方总量1102.54万m^3（自然方）；总弃渣量为1263.85万m^3（松方）。土石方平衡见表2.8-4，渣场堆渣量、回采量、弃渣量见表2.7-5。土石方流向框图见图2.7-1。

（3）施工占地

施工占地约 459.26 万 m^2，其中永久占地 180.69 万 m^2，库区提前征用占地 47.89 万 m^2，临时占地 230.69 万 m^2。

表 2.7-5 渣场堆渣量、回采量、弃渣量表（单位：万 m^3、松方）

渣场名称	堆渣高程（m）	面积（万㎡）	渣场容量	堆渣量	弃渣量
1#渣场	620～725	17.59	450.00	410.15	377.70
2#渣场	750～850	13.00	300.00	232.45	232.45
3#渣场	826～930	11.6	220.00	167.12	167.12
4#渣场	720～800	6.11	70.00	68.63	62.41
5#渣场	760～907	19.47	550.00	324.89	324.89
6#渣场	692～855	14.32	340.00	284.49	99.28
合计		82.09	1930.00	1487.73	1263.85

表 2.7-4 土石方平衡表（单位：万 m^3）

建筑物	项目	工程量		直接利用	间接利用	弃渣量（松方）	1#渣场	2#渣场	3#渣场	4#渣场	5#渣场	6#渣场
		自然方	松方									
大坝	覆盖层开挖	64.10	85.25			85.25		85.25				
	石方明挖	290.90	445.08		99.71	345.37	257.25	36.99		25		125.84
	石方洞挖	19.26	29.47			29.47	29.47					
	施工支洞	1.85	2.83			2.83	2.83					
水垫塘	覆盖层开挖	25.64	34.10			34.10	4.11	0.88			29.11	
	石方明挖	226.41	346.41		53.23	293.18	16.69	8.98			267.51	53.23
	石方洞挖	1.40	2.14			2.14					2.14	
	施工支洞	2.38	3.65			3.65					3.65	
库区防渗工程	石方明挖	3.51	5.37			5.37		3.57			1.80	
	石方洞挖	23.66	36.20			36.20	5.57	29.17			1.45	
	施工支洞	8.28	12.67			12.67	3.24	9.13			0.30	
灌溉工程	石方洞挖	0.18	0.28			0.28		0.28				
引水发电洞	石方明挖	13.61	20.82			20.82		20.82				
	石方洞挖	1.87	2.86			2.86		1.43			1.43	
电站厂房	石方明挖	12.28	18.79			18.79		18.79				
	石方洞挖	17.87	27.34		16.41	10.94					10.94	16.41
	施工支洞	4.29	6.56			6.56					6.56	

续表 2.7-4 土石方平衡表（单位：万 m^3）

建筑物	项目	工程量		直接利用	间接利用	弃渣量（松方）	1#渣场	2#渣场	3#渣场	4#渣场	5#渣场	6#渣场
		自然方	松方									
导流工程	覆盖层开挖	0.29	0.38			0.38	0.38					
	石方明挖	25.75	39.40		3.73	35.67	34.78					4.62
	石方洞挖	39.48	60.41		44.58	15.82	38.07					22.34
	围堰拆除	7.19	8.55			8.55	0.53					8.02
	左岸破碎体处理	2.84	3.77			3.77	3.77					
揽机平台	覆盖层开挖	12.24	16.27			16.27		16.27				
	石方明挖	8.80	13.46			13.46	13.46					
庙上料场	覆盖层开挖	66	8.86			8.86			8.86			
	强风化开挖	103.44	158.26			158.26			158.26			
进厂（场）交通洞	石方洞挖	25.11	38.42			38.42						38.42
施工供水取水口	石方明挖	10.08	15.43			15.43						15.43
施工供水预沉池	石方明挖	8.79	13.45		2.04	11.41				13.45		
施工供水调蓄水池	石方明挖	126.31	193.25	167.57	4.18	21.50				25.68		
施工供水水厂	石方明挖	0.59	0.90			0.90				0.90		
施工供水分水池	覆盖层开挖	0.40	0.54	0.54		0.00						
	石方明挖	2.99	4.57			4.57		0.78		3.60		0.19
施工供水管线	覆盖层开挖	4.04	5.37	5.37		0.00						
	石方明挖	0.07	0.10			0.10		0.10				
合　计		1102.54	1661.21	173.48	223.87	1263.85	410.15	232.45	167.12	68.63	324.89	284.49

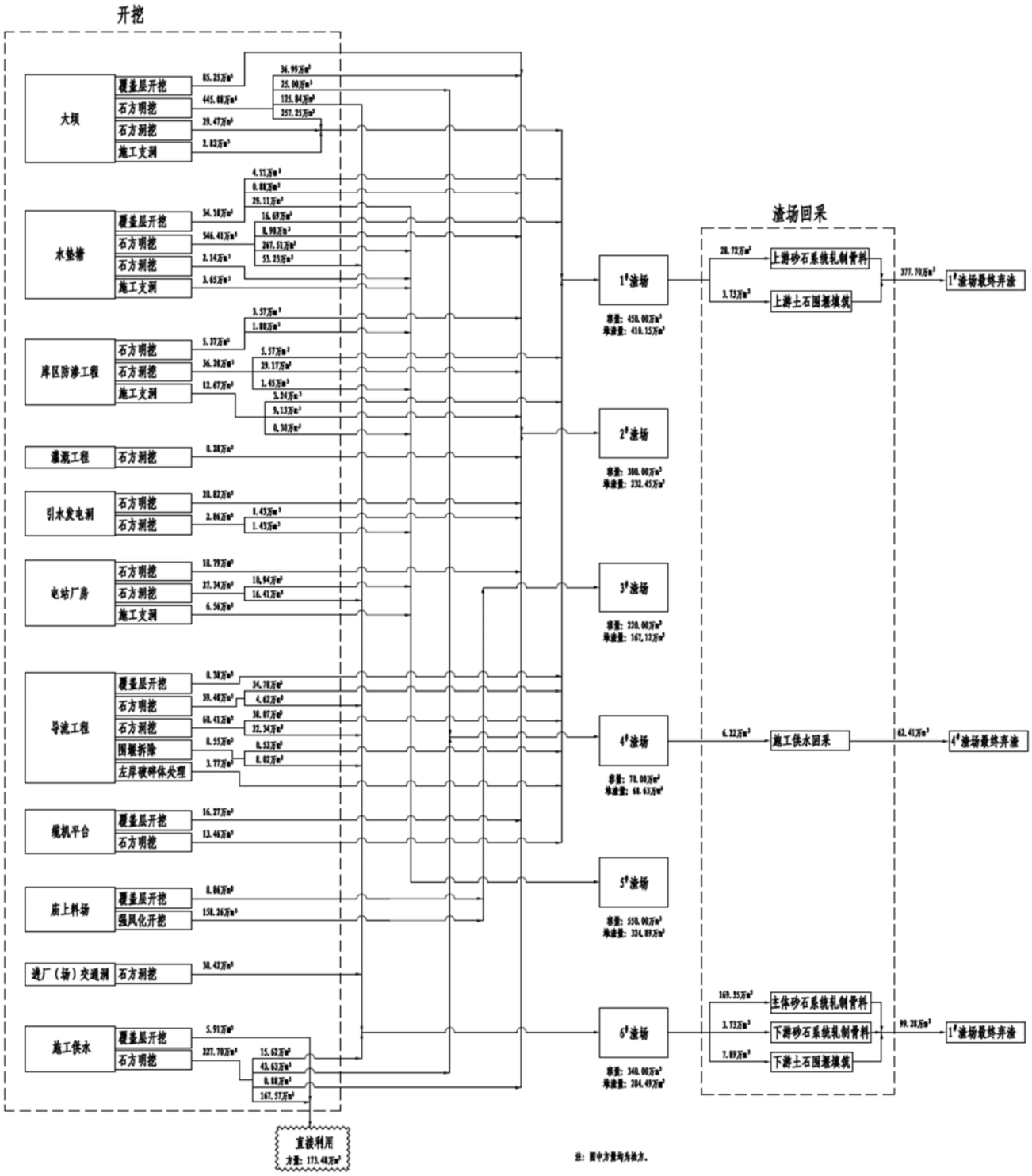

开挖
大坝
覆盖层开挖
石方明挖
石方洞挖
施工支洞
水垫塘
覆盖层开挖
石方明挖
石方洞挖
施工支洞
库区防渗工程
石方明挖
石方洞挖
施工支洞
灌溉工程
石方洞挖
引水发电洞
石方明挖
石方洞挖
电站厂房
石方明挖
石方洞挖
施工支洞
导流工程
覆盖层开挖
石方明挖
石方洞挖
围堰拆除
左岸破碎体处理
缆机平台
覆盖层开挖
石方明挖
庙上料场
覆盖层开挖
强风化开挖
进厂（场）交通洞
石方洞挖
施工供水
覆盖层开挖
石方明挖
直接利用
方量：173.48万m³
1#渣场
容量：450.00万m³
堆渣量：418.15万m³
2#渣场
容量：300.00万m³
堆渣量：232.45万m³
3#渣场
容量：220.00万m³
堆渣量：167.12万m³
4#渣场
容量：78.00万m³
堆渣量：68.63万m³
5#渣场
容量：550.00万m³
堆渣量：334.89万m³
6#渣场
容量：340.00万m³
堆渣量：284.49万m³
渣场回采
上游砂石系统轧制骨料
上游土石围堰填筑
施工供水回采
主体砂石系统轧制骨料
下游砂石系统轧制骨料
下游土石围堰填筑
1#渣场最终弃渣
4#渣场最终弃渣
注：图中方量均为松方。

图 2.7-1 土石方去向图

2.7.6 施工进度

工程总工期为7年11个月。准备期工程施工安排在第一年1月至第三年10月，工期2年10个月；主体工程工期从第三年11月至第七年10月，工期为4年；完建期1个月，工程于第八年11月底完工。

2.8 工程移民安置及征占地

2.8.1 工程建设区征地范围

建设区征地范围由永久征地和临时用地构成。永久征地范围包括坝体、厂房尾水管理区、业主营地、对外交通道路、厂内进场永久道路、大坝管理区等。临时用地包括导流洞进口占地、砂石料加工系统、料场、渣场、施工临时道路、施工工厂、施工营地、施工供水、其它临时设施用地及施工爆破影响区等。

工程建设征地总面积5770.7亩，其中永久征地2310.42亩，临时用地3460.3亩。

永久征地中，林地2002.5亩、草地86.7亩、交通运输用地13.2亩、水域及水利设施用地63.2亩、其它土地144.8亩。临时用地中，园地87.3亩、林地3177.2亩、草地166.9亩、交通运输用地1.5亩、水域及水利设施用地6.2亩、其它土地21.2亩。

2.8.2 水库淹没影响区

（1）水库淹没影响区

淹没影响区人口3859人，其中农村人口3175人，小水电站企业职工口684人。

淹没影响土地总面积 76951.73 亩，其中耕地 2776.49 亩，已垦滩涂地 2027.14 亩（河滩地），园地 6016.7 亩，林地 45766.8 亩，草地 6966.64 亩，其它地 13397.97 亩。

淹没影响小水电站企业 6 个，装机容量规模为 3.63 万 kVA。

淹没影响三级公路 6.20km，跨河交通大桥 1 座 129.2m，乡村公路 46.66km，10kV 以上电力线路 56.51km，通信线路 35.97km；有线广播电视线路 10km；县乡级水利设施 10 处；旅游景区 5 处；水库淹没影响文物古迹点 11 处。

2.8.3 移民安置规划

（1）农村移民生产安置规划

规划设计水平年库区农村移民生产安置人口 2961 人，规划进行大农业安置，其中本村安置 799 人，出村安置 2162 人。

规划调整和划拨生产用地 7160.2 亩，其中本村后靠区调整土地 1976.4 亩，外迁安置区划拨土地 4826.9 亩。

移民安置后需要进行坡改梯、旱地平整、土壤改良以及农田水利措施等农田基本措施工程规划。

（2）农村移民搬迁安置规划

规划设计水平年库区农村移民需搬迁安置总人口 945 户 3310 人，规划在本镇搬迁安置，其中集中安置移民 3297 人，新建集中安置点 7 个；本村后靠区规划 1 个集中安置点，安置移民 504 人；分散安置 13 人。

规划居民点建设用地 496.50 亩，其中耕地 233.86 亩，苹果园地 259.78 亩，建设用地 2.85 亩。

本村范围内后靠安置主要通过开发利用本村剩余土地、利用库区农田防护土地以及调整产业结构等方式解决生产出路；出村在本乡镇内安置主要通过开发利用本村剩余土地、安置地村庄调整土地以及调整产业结构解决生产出路。

3）居民点总体布局

移民安置点地形坡度较缓均比较平坦。村庄新址占地面积 496.50 亩。村庄迁建新址占用的主要土地类型是耕地和苹果园地。东庄水库移民搬迁安置区共设立集中安置点 8 个安置点。农村居民点基础设施建设规划包括居民点的交通、供水、排水、供电、通信、绿化、教育、卫生、体育、文化等基础设施和公共设施的配置等。

2.8.4 库区小型水电站企业处理规划

水库正常蓄水位 789m，淹没影响小型水电站 6 座，分别为永寿县的石桥水电站、绛山水电站、和平水电站；淳化县的茨坪水电站，彬县的程家川水电站和枣渠水电站。受淹 6 座小型水电站总装机容量 3.63 万 kW，电站职工 684 人。6

座小型水电站厂房、引水坝等生产生活设施将全部淹没，原有功能难以恢复。规划水平年（2030 年）对受淹 6 座小电站不再考虑复建，全部采用停产关闭。

2.8.5 库区专业项目复建规划

（1）交通道路复建规划

水库淹没影响交通道路 51.61km，其三级公路 1 条长 6.2km，跨河大桥 1 座长 129.2m；淹没乡村公路 18 条总长 45.41km。

1）等级公路及大桥复建规划设计

规划淳礼公路（三级公路）复建长 3.715km，公路三级，设计时速 30km/h，路基宽 7.5m。在 K2+067.222 处设置淳礼公路大桥，桥长 438m。

2）乡村公路复建规划

水库淹没后规划库周乡村公路恢复道路 8 条总长 19.72km（其中复建中型桥 1 座长 51m），道路等级为等外公路。

规划复建通村公路 2 条总长 3.47km。规划临时搬迁路 4 条长 12.13 km。

（2）电力线路及设施复建规划

1）库区输变电设施复建规划

水库正常蓄水位 789m，淹没影响电力线路 22 条长 56.51km，变压器 8 台 498kVA。彬县枣渠电站通往太峪自来水厂的 10kV 专用输电线路需恢复重建，规划线路长度 1.0km。

2）安置区输变电设施规划

根据安置区电网分布和用电负荷分析，规划8个居民点从当地变电所引线至安置点。规划新建8条10kV线路总长度17.57km。

（3）通信线路及设施复建规划

淳礼线官庄～北牌段位于礼淳大桥处的 2 条跨泾河通信光缆以及永寿县永彬线北堡～香庙跨泾河通往彬县移动基站通信光缆需进行恢复重建。

库周通讯设施恢复的淳礼线官庄～北牌段、永彬线北堡～香庙段改建线路为跨库段，规划采用自立铁塔跨越水库。

（4）水利工程设施复建规划

1）库周提水站

水库淹没提水站水源工程 7 处，其中彬县 1 处，淳化县 1 处，礼泉县 5 处。对礼泉县相虎提水站 1 级站、礼泉县东伍什提水站 1 级站、彬县土陵村提水站共计 3 处提水站水源点另选新址复建，恢复原有供水功能。

2）防汛监测设施

东庄水库淹没影响彬县程家川水电站监控系统、程家川雨量水位自动测报站、枣渠雨量水位自动测报站三处专用防汛监测设施，不再新建。

2.8.6 旅游景点淹没处理

东庄水库淹没旅游景点 5 处，其中彬县旅游景点 3 处，包括程家川风景旅游区、龟蛇山大峡谷漂流风景旅游区以及库周塌岸影响公刘墓旅游风景区；淹没影响淳化县旅游景点 2 处，包括泾河大峡谷旅游风景区、龙山生态旅游景区。

（1）彬县程家川旅游风景区

水库淹没影响部分基础设施后，对景区旅游带来一定影响，规划对淹没部分实物给予合理补偿，不再复建。

（2）彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区

水库蓄水后，彬县龟蛇山大峡谷漂流项目原有漂流功能完全丧失难以恢复，观景平台设施不受影响。规划对淹没部分实物给予合理补偿，不再重建。

（3）泾河大峡谷旅游风景区

水库主要淹没泾河大峡谷旅游风景区通往泾河的旅游道路，水库淹没对泾河大峡谷旅游风景区观光旅游影响不大。对淹没影响实物给予合理补偿，不再重建。

（4）淳化龙山生态旅游景区

根据陕西旺家旺林业有限公司关于东庄水库淹没龙山生态旅游景区处理意见，规划受淹景区不再恢复重建，按淹没影响实物量合理补偿。

（5）公刘教稼苑景区

规划对彬县公刘教稼苑景区塌岸影响区暂按淹没影响实物给予合理补偿。待下阶段地质勘探工作准确确定塌岸影响范围后，提出最终处理方案。

2.8.7 文物古迹

2013 年 11 月，设计单位与陕西省文物勘探有公司对提出的文物古迹点进行复核，水库淹没影响文物古迹点共计 11 处，均未核定级别。

2.8.8 压覆矿产

工程水库未压覆具有工业利用价值的重要固体矿产资源，淹没范围内涉及矿泉水采矿权 1 个，占采矿区总面积的 15.5%。根据 2015 年 5 月陕西省国土规划与评审中心对建设项目压覆矿产资源调查报告评审意见，水库建成后不影响该企业矿泉水开采数量和质量的正常生产，建设区压覆矿产资源不做处理。

2.8.9 水库库底清理规划

（1）库底清理的范围及对象

水库库底清理分一般清理和特殊清理。库底清理对象一般包括建（构）筑物清理、林木清理、易漂浮物清理、卫生清理、固体废物清理五类。

（2）库底一般清理技术要求

水库库底清理内容，包括库区清理范围内的房屋、大型建筑物、林木、厕所、粪坑、牛圈、坟墓等。

水库清理期限，根据施工进度安排，并分批分期进行清理，全部清理工作，应在水库蓄水前 3 个月内完成。

（3）库底清理工程量

建筑物清理面积 70391.08m^2，包括农村、电站企业和旅游景区各类房屋。构筑物、专业项目设施清理主要为围墙、门楼、牲畜棚圈、禽窝以及电站企业发、变电设施设备以及地面上各种管线工程等。

林地林木清理面积 43147.5 亩，果园林木清理面积 4659.6 亩，零星树木 13.1691 万株。

估算树桠、柴草、木质门窗檩条等易漂浮物清理量 41884.5m^3。

卫生清理 830 户，一般污染源污染污（粪池）清掏 6918.0m^3，坑穴消毒处理面积 1743.4m^2；坟墓清理 1641 穴，灭鼠面积 606.7 万 m^2。

固体废弃物清理主要是生活垃圾，清理生活垃圾量 1226.4t；生活垃圾无害化处理 490.6t。

2.8.10 工程征地

东庄水库工程建设征地总面积 82722.43 亩，其中永久征地 79262.13 亩（包括水库淹没和建设区占地），临时用地共计 3460.3 亩。

（1）工程建设区征地范围

工程建设区建设占地总面积 5770.7 亩，其中永久征地 2310.42 亩，临时用地 3460.3 亩。永久征地面积中，林地 2002.5 亩、草地 86.7 亩、交通运输用地 13.2 亩、水域及水利设施用地 63.2 亩、其它土地 144.8 亩。临时用地中，园地 87.3 亩、林地 3177.2 亩、草地 166.9 亩、交通运输用地 1.5 亩、水域及水利设施用地 6.2 亩、其它土地 21.2 亩。

（2）水库淹没影响区

水库淹没影响土地面积 76951.73 亩，其中耕地 2776.49 亩，已垦滩涂地 2027.14 亩（河滩地），园地 6016.7 亩，林地 45766.8 亩，草地 6966.64 亩，其它地 13397.97 亩。

2.9 工程管理

2.9.1 工程建设期管理

陕西省人民政府 2015 年 12 月 12 日以（陕政函[2015]273 号）批复成立“陕西省东庄水利枢纽工程建设有限责任公司”，陕西省东庄水利枢纽工程建设有限责任公司主要职责是履行项目法人职责，负责东庄水利枢纽工程、供水工程的建设及运营管理。

2.9.2 工程运行期管理

（1）管理单位的类别和性质

依据工程的规模、管理的任务、效益以及国家水利产业政策，确定东庄水利枢纽工程为公益型工程。

（2）管理单位机构设置、人员编制

东庄水利枢纽管理岗位定员级别为 1 级，人员编制共 151 人，事业编制 101 人，生产经营人员 50 人（不包括供水管理人员）。

2.9.3 工程运行管理

（1）工程管理内容

工程管理内容主要包括大坝、泄水建筑物、电站厂房等建筑物的管理，库区管理和水库运行、经营发展管理等。

（2）工程调度运用基本原则

东庄水库死水位 756m，汛限水位 780m，正常蓄水位 789m。7 月至 8 月，水库以防洪调度和调水调沙调度为主；9 月，水库在满足防洪要求的前提下，逐渐抬高水位蓄水运用。10 月至翌年 6 月，水库在满足供水要求的前提下保持蓄水运用，6 月末水库水位降至汛限水位 780m。水库在泄水运用过程中，结合下游供水需求进行水力发电。

2.10 工程投资

工程静态总投资 1468463 万元，总投资 1506892 万元。其中：建筑工程 537531 万元，机电设备及安装工程 28329 万元，金属结构设备及安装工程 24833 万元，临时工程 145973 万元，独立费用 127994 万元，基本预备费 103759 万元，建设征地移民补偿投资 420864 万元，环境保护工程投资 16816.55 万元，水土保持工程投资 14345 万元，场外永久道路 48804 万元，建设期融资利息 38429 万元。

3 工程分析

3.1 工程与相关规划的协调性分析

3.1.1 与政策法规的符合性

（1）与国家产业政策的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年 3 月）中有关水利类部分，“跨流域调水工程、**城乡供水水源工程**、综合利用水利枢纽工程”等均被列为鼓励类。陕西省泾河东庄水利枢纽工程建设符合国家产业政策要求。

（2）与国家大开发战略的符合性分析

《国务院关于进一步推进西部大开发的若干意见》（国发〔2004〕6 号）中提出推进重点流域综合治理、水资源科学调配，推进水利枢纽等重大工程建设。《中共中央 国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》（中发〔2010〕11 号）提出西北地区资源性缺水地区合理建设一批**重点水利枢纽工程**，提高防洪抗旱、蓄水及供水保障能力；《西部大开发“十三五”规划》（发改西部〔2017〕89 号）提出加强重大水利工程建设，着力提高水安全保障能力，在江河治理骨干工程提出建设东庄等工程开工建设。

陕西省泾河东庄水利枢纽工程通过合理的水资源优化配置，增加水资源严重匮乏的关中地区城镇工业供水量，水库区域、受水区域的渭南富平，咸阳的旬邑、淳化、长武、彬县，铜川等均属于陕甘宁革命老区，工程势必会拉动区域性相关投资，改善工程周边地区的交通条件，符合国家西部大开发的战略规划相关要求。

（3）中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定

《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1 号）要求“十二五”期间基本建成水资源合理配置和高效利用体系，**城乡供水保证率显著提高**。推进一批**区域调水工程建设，着力解决西北等地区资源性缺水问题**。

陕西省泾河东庄水利枢纽工程承担供水任务，农业灌溉保证率达到 50%；铜川新区、富平县城及工业园区、西咸新区、三原县城供水保证率达到 95%。工程

符合《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》相关要求，能够有效缓解水资源缺水问题。

（4）国民经济发展规划

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》提出：建设一批跨流域调水和**骨干水源工程**，推动解决西北等地区**资源性缺水问题**。将深入实施西部大开发战略放在区域发展总体战略优先位置，建设一批**骨干水利工程**和**重点水利枢纽**；推动**关中—天水**等经济区加快发展。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出发展壮大**关中平原**等城市群；推进一批**重大引调水工程**等工程建设，加快构筑多水源互联互调、安全可靠的城乡区域用水保障网。

陕西省泾河东庄水利枢纽工程对泾河径流进行充分调节，在不影响泾惠渠灌区用水前提下，增加关中地区城镇工业供水量，对于解决地区缺水、改善生态环境、促进经济社会的可持续发展具有非常重要的作用，符合国家宏观战略。

（5）与陕西省湿地保护条例的符合性

根据《陕西省主体功能区划》（陕政发 〔2013〕15 号）资料，泾河重要湿地属于陕西省主体功能区划中划定的禁止开发区域，禁止开发区域是禁止进行工业化城镇化开发的重点生态功能区。东庄水利枢纽工程主体工程中的挡水建筑物、泄洪排沙建筑物、引水发电建筑物等，及施工导流建筑物、临时施工桥等施工辅助工程位于陕西泾河重要湿地范围内，根据《陕西省湿地保护条例》（2008 年）第二十三条未经批准不得擅自改变天然湿地用途，因重要建设项目确需改变天然湿地用途的，国土资源行政部门在依法办理土地审批手续时，应当征求同级林业行政部门的意见；第二十四条 改变天然湿地用途，应当符合下列条件：重要建设项目必须占用天然湿地；重要建设项目已通过环境影响评价；具有可行的湿地占用方案。东庄水利枢纽工程属于国家重点建设的 172 项水利工程，工程施工期、运行期不可避免的对泾河重要湿地产生不利影响，通过进行施工迹地生态恢复、增殖放流、生态流量保障等措施，能够一定程度降低工程建设的不利影响。为降低工程的不利影响，禁止将弃渣场、料场等施工设施布置在泾河重要湿地范围内，以及划定施工区域、污染控制措施和环境管理，减少施工活动对湿地生态的影响。

工程施工期、运行期对湿地内的资源、环境、生态影响客观存在，但施工期影响范围主要局限在工程区周围局部区域，在采取湿地恢复措施后，影响程度较轻；运行期造成的水库淹没对泾河湿地影响较大，但库湾、库尾等区域能够形成新的湿地，减少工程淹没的不利影响；坝址以下区域水量减少，改变湿地水文情势，对湿地生态产生不利影响，通过生态流量、维持湿地洪水脉冲、湿地保护等措施，一定程度减缓工程的不利影响。工程建设整体符合《陕西省湿地保护条例》相关要求，同时根据《陕西省林业厅关于陕西泾河重要湿地建设东庄水利枢纽工程的复函》（陕林函〔2017〕413 文），工程建设不会对重要湿地产生较大的不利影响，以及在在落实批复提出的环保措施的基础上，工程建设的不利影响能够得到一定程度的减免。

（6）与森林公园管理办法的符合性

根据《陕西省主体功能区划》（陕政发 〔2013〕15 号），仲山森林公园属于陕西省主体功能区划中划定的禁止开发区域，禁止开发区域是禁止进行工业化城镇化开发的重点生态功能区。根据咸阳市淳化县人民政府的确认函，工程不涉及陕西仲山森林公园，东庄水利枢纽工程布置中 2#渣场、8#场内交通道路均位于淳化县龙虎村集体土地范围内，其中 8#路用地 194.85 亩，其中有林地 155.88 亩，灌木林地 38.97 亩；2#渣场 195 亩，有林地；其中库区提前征地部分 34.05 亩，临时用地 160.95 亩。根据工程布置与陕西仲山森林公园的位置关系和相关管理要求，施工中要严格划定施工区域，禁止越界施工，以及加强工程迹地生态恢复工作，避免对陕西仲山森林公园的影响。因此，工程在严格落实施工管理、加强生态保护等前提下，工程建设不会对森林公园造成不利影响。同时，东庄水利枢纽工程建设将有效提高陕西仲山森林公园的景观资源质量，环水库区可成为其未来开发的景区之一，工程建设单位已经委托设计单位编制《陕西省泾河东庄风景名胜区总体规划》，规划水库运行后的风景名胜开发利用，因此工程建设总体符合森林公园管理办法等的要求。

（7）与生态红线的符合性

2015 年 11 月，陕西省完成《陕西省生态保护红线划定方案》并征求各市（区）政府意见，2016 年陕西省环保厅再次就方案征求有关部门意见，形成《陕西省

生态保护红线划定方案》，2016 年陕西省政府常务会议划定了陕西省生态保护红线，明确 14 类重点区域将被纳入全省生态保护红线划分范围，实行分级管控。目前，陕西省人民政府尚未正式颁布陕西省生态保护红线相关规划，东庄水利枢纽工程均不涉及生态红线。

3.1.2 与流域规划的符合性

（1）黄河流域综合规划

《黄河流域综合规划》（国函〔2013〕34 号）指出 1956～2000 年黄河三门峡站平均实测输沙量 11.2 亿 t，平均含沙量 31.3 kg/m^3，泥沙主要来自中游的河口镇至三门峡区间，来沙量占全河的 89.1%，来水量仅占全河的 28%，主要区域包括河口镇至龙门区间、泾河和北洛河上游、祖厉河和渭河上游、伊洛河和三门峡库区等，其中多沙粗沙区具有来沙量大、粗泥沙含量高，对下游河道淤积影响最大。根据黄河水沙特点，统筹考虑防洪、减淤、协调水沙关系、水资源合理配置和高效利用、河道水生态保护等综合利用要求，建设完善的水沙调控体系，利用骨干水库拦沙库容拦蓄泥沙并调控水沙，协调水沙关系，减少河道淤积、长期维持中水河槽行洪输沙功能等。以黄河干流的龙羊峡、刘家峡、黑山峡、碛口、古贤、三门峡、小浪底等骨干水利枢纽为主体，以干流的海勃湾、万家寨水库及支流的陆浑、故县、河口村、东庄等控制性水库为补充，共同构成完善的黄河水沙调控工程体系，由上游调控子体系和中游调控子体系构成，其中中游调控子体系在黄河中游干支流修建大型骨干水库，控制和管理洪水，合理拦减进入黄河下游的粗泥沙，联合调控水沙；渭河是黄河“上大洪水”和泥沙的主要来源区之一，为控制支流洪水保障黄河下游防洪安全，拦减支流来沙减少黄河下游河道泥沙淤积，调控支流来水配合小浪底水库调水调沙，规划建设泾河的东庄水库等。东庄水库位于渭河最大的支流泾河上，控制流域面积 4.32 万 km^2，占泾河流域面积的 95.1%。水库总库容 30 亿 m^3，可拦蓄泥沙约 26 亿 t，是控制泾河洪水、泥沙的关键性工程，**开发任务是以防洪、减淤为主，兼顾供水、发电及改善生态**。主要配合中游骨干水库拦沙和调控水沙，减轻渭河及黄河下游河道淤积。

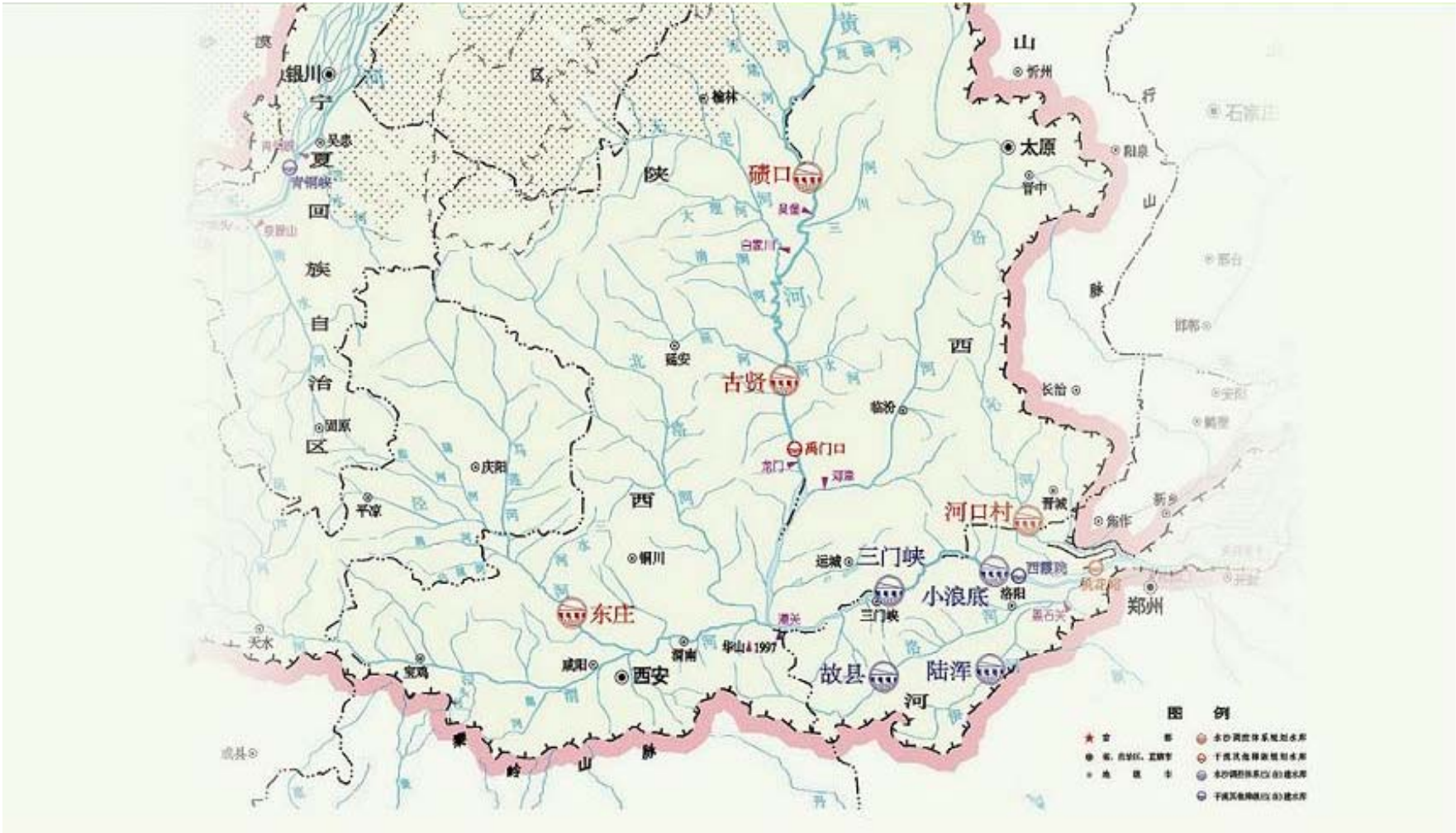


图 3.1-1 黄河水沙调控体系

《黄河流域综合规划规划》没有专门编制规划环境影响报告书，在《黄河流域综合规划规划》的环境影响评价篇章中对黄河流域综合规划实施过程提出了环保对策建议及要求，本次工程与其相符性详见表 3.1-1。可以看出，工程将落实《黄河流域综合规划规划》中的陆地生态保护措施、鱼类保护措施、湿地生态保护措施等相关要求，整体符合相关环境保护要求。

表 3.1-1 本工程与黄河流域综合规划环境保护要求符合性对比表

黄河流域综合规划中环评对策建议	本次工程	是否相符
防洪工程在实施中引发的占地、移民等可能对局部地区的陆生动植物产生一定的不利影响，工程环评阶段通过有效地环境保护措施对不利影响进行减免和减缓。	本次工程环境影响评价中，针对工程占地、水库淹没可能产生的不利影响，通过实施水土保持、迹地恢复、移民安置的水环境、固体废物等环境保护措施，降低或减免工程的不利影响。	符合
骨干工程将阻隔上下游水力联通，切断洄游鱼类通道，减少鱼类活动区域和种群之间交流；加强土著鱼类和珍稀濒危鱼类及栖息地保护，保护重点河段鱼类洄游通道；开展增殖放流，改善水环境质量。	拟建的东庄水库工程大坝阻隔工程河段的鱼类洄游通道，并且淹没库区的产卵场，拟通过建设鱼类增殖放流站、集运鱼系统等开展区域土著鱼类增殖放流、生态基流保障、过鱼设施、栖息地保护区等措施，降低工程对鱼类的不利影环境影响。	符合
工程建设中对湿地产生一定的不利影响，工程建设中需要重视湿地保护工作，明确保护目标，采取多种措施，努力降低工程建设对湿地等生态系统的不利影响。	本次工程占地、水库淹没直接涉及泾河重要湿地，减水河段影响泾渭湿地自然保护区，对湿地生态系统造成一定不利影响；通过工程布置优化减少工程占用湿地面积，及保障生态基流、湿地生态恢复等，降低工程建设对湿地的不利影响。	符合
开展支流流域规划的环境影响评价工作，对规划实施可能造成的环境影响进行分析、预测和评价，提出或者减轻不良环境影响的对策和措施。进行单项工程建设项目的环境影响评价，提出项目实施的环境保护措施，将项目实施的不利影响减少到最低。	已经开展泾河流域综合规划环境影响评价工作，且通过陕西省环保厅批复，对工程环境保护措施提出相关要求；本次工程以防洪减淤为主，通过协调水沙关系和控制洪水，减少下游河道淤积，提高防洪标准，本次环评工作对项目实施过程的环境影响进行针对性评价，并且落实泾河流域综合规划环境影响提出的有关保护措施，形成本工程的可操作的环境保护措施。	符合

（2）黄河流域防洪规划

《黄河流域防洪规划》（国函〔2008〕63 号）提出黄河水沙调控体系主要由已建的干流龙羊峡、刘家峡、三门峡、小浪底和支流陆浑、故县以及拟议中的干流碛口、古贤、黑山峡河段工程和支流河口村、**东庄**等控制性骨干工程组成；

渭河下游河道淤积严重，潼关高程随之回升，洪水灾害加剧，防洪问题突出，渭河下游防洪工程体系主要由堤防工程、河道整治工程和规划中的**东庄水库**组成。东庄水库位于泾河峡谷段出口以上约 20km，坝址控制流域面积 4.32 万 km^2，占泾河流域面积的 95.1%，占渭河华县站流域面积的 40.6%，**水库的开发任务是防洪、减淤和改善生态**。枢纽工程主要由混凝土拱坝、坝身泄洪排沙洞、消能水垫塘、引水发电系统及放淤隧洞等组成，拦河坝最大坝高 228m，水库总库容 30.1 亿 m^3，调洪库容 7.3 亿 m^3，调水调沙库容 22.0 亿 m^3。

《黄河流域防洪规划》没有专门编制规划环境影响报告书，在《黄河流域防洪规划》环境影响评价篇章中对黄河流域防洪工程实施提出了环保对策建议及要求，本次工程与其相符性详见表 3.1-2。可以看出，工程将落实项目环境影响评价、移民安置环境保护、污染控制等相关环境保护措施要求，整体符合相关环境保护要求。

表 3.1-2 本工程与黄河流域防洪规划环境保护要求符合性对比表

黄河流域防洪规划中环评对策建议	本次工程	是否相符
流域防洪规划涉及项目类型多、范围广，规划阶段对主要项目、主要环境问题进行环境分析，一些可能环境影响没有被揭示，需要在项目实施过程中针对具体项目和具体工程，开展详细的环境评价。	东庄水利枢纽工程以防洪减淤为主，通过协调水沙关系和控制洪水减少下游河道淤积，提高防洪标准，本次环评工作对项目实施过程的环境影响进行针对性评价 。	符合
工程建设将占用大量耕地，规划实施过程中，应进行优化，尽量减少工程占地（尤其是耕地）和施工临时占地。安置过程中，应进行环境容量分析，制订完善移民安置规划，妥善安置移民的生产和生活。	工程永久占地、临时占地较多，临时占地实施迹地恢复，降低对区域生态、社会影响；总体布置中尽量少占耕地、园地等；制定移民安置规划，通过土地调整、划拨土地方式进行，降低对安置区生态环境影响。	符合
防洪水库影响范围大、涉及环境影响因子多，对环境影响深远，建设过程中进行单项工程的环境评价。	本次环评工作针对项目实施过程的环境影响进行评价，提出对策和措施，减免工程不利影响。	符合
施工污染源控制是防洪规划工程环境保护工作的重点，实施过程中应根据污染物排放量、排放去向及对环境敏感点的影响，制订切实可行的防治措施，防止产生环境污染	本次工程严格控制施工期废水、废气和固废的污染防治措施，防止施工期对环境造成较大影响。	符合

（3）渭河流域重点治理规划

《渭河流域重点治理规划》（国函〔2005〕99 号）在流域防洪减淤中提出兴建**东庄水库**拦减洪水泥沙，东庄水库位于泾河峡谷段出口以上 20km，坝址控制流域面积 4.32 万 km^2，占泾河流域面积的 95.1%，占渭河华县站流域面积的 40.6%。**水库开发目标是防洪、减淤和改善生态环境**。水库总库容 30.1 亿 m^3，调洪库容 7.3 亿 m^3，可拦沙 22.8 亿 m^3；水库建成后，可利用其库容调蓄洪水、拦减泥沙，减轻渭河下游河道淤积，提高下游防洪标准。《渭河流域重点治理规划》没有专门编制规划环境影响报告书，规划提出防洪工程施工活动将对植被、水环境、空气质量、声环境及水土流失产生微弱、且是短期的和可逆的不利影响，但会随着施工的结束而消失。工程通过实施迹地生态恢复、鱼类保护措施、污染控制等措施，整体符合相关环境保护要求。

（4）陕西省泾河流域综合规划

2017 年陕西省人民政府批复《陕西省泾河流域综合规划》《陕西省人民政府关于陕西泾河流域综合规划的批复（陕政函〔2017〕242 号），《陕西泾河流域综合规划》指出泾河部分河道内生态环境用水得不到保障；2020 年规划新建东庄等水库。东庄水利枢纽工程开发任务为以防洪减淤为主，兼顾供水、发电和改善生态等综合利用的大（Ⅰ）水利枢纽，是渭河重点治理规划防洪保安体系的骨干工程。总库容 32.76 亿 m^3，死库容为 14.37 亿 m^3，拦沙库容为 20.53 亿 m^3，调节库容为 5.78 亿 m^3（含调水调沙库容 3.27 亿 m^3），防洪库容为 4.30 亿 m^3，调洪库容为 7.82 亿 m^3。工程建成后，多年平均可供水量 5.31 亿 m^3，其中可供给泾惠渠灌区水量 3.18 亿 m^3，使灌溉保证率从 30%提高到 50%；可供给铜川新区、富平县城及工业园区、西咸新区及三原县城城镇生活和工业水量 2.13 亿 m^3，供水保证率 95%；电站年均发电量 2.58 亿 kW·h；可维持下游满足 5.33m^3/s 的生态基流量，改善河道水生态环境。

2015 年编制《陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书》，2016 年陕西省环境保护厅批复《陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书》（陕环函〔2016〕147 号）。《陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书》及批复意见见 2.1.3 流域规划环境影响研究及主要结论。

工程建设对环境不利影响主要表现在：泾河水文情势变化对水环境、水生生态的影响，东庄水库对鱼类新增阻隔，水库下泄低温水对鱼类新增影响。为此，本次环评针对上述影响，根据预测结果提出相应减缓措施，具体包括：工程调度运行必须优先满足东庄水库坝址、文泾坝址、泾惠渠渠首等关键断面生态基流和湿地漫滩流量，主体设计在水库水资源配置及工程调度时落实了上述要求；在东庄水库坝址下游、文泾坝址下游、泾惠渠渠首下游布设生态流量在线监测系统，以确保生态流量足额下泄，避免超引水；修建集运鱼系统，新建东庄水库鱼类增殖站，开展人工增殖放流，补充鱼类种群资源；东庄水库采取分层取水减缓低温水影响；新增坝下的文泾大坝、泾惠渠渠首生态流量下泄措施。在落实各项环境保护要求和管理措施后，工程建设的不利影响可得到减缓。

与《黄河流域综合规划》、《黄河流域防洪规划》、《渭河流域重点治理规划》、《陕西省泾河流域综合规划》等规划相比，可研阶段较上述规划阶段工程建设内容变化主要表现在：与规划阶段相比，本阶段坝址位置、工程建设任务、开发方式、水库正常蓄水位等未变；总库容及兴利库容由规划阶段 30.1 亿 m^3、16.5 亿 m^3 分别调整为 32.86 亿 m^3、5.78 亿 m^3；工程供水量由规划阶段的 5.31 亿 m^3 调整为 4.41 亿 m^3； 综合来看，本阶段与规划阶段相比，工程规模基本保持一致。

与规划阶段相比，本次评价根据泾河年内径流分配不均的特点，结合泾河鱼类繁殖、生态保护需求，并依据现行环保要求，将生态基流按照敏感期（鱼类产卵期、汛期）和少水期分别确定；考虑到 4 月 15 日～6 月 15 日为鱼类繁殖集中时段，为确保鱼类繁殖所需最低水量要求，东庄水库坝址下泄水量按照不小于断面多年平均流量的 20%控制；6 月 15 日～8 月 30 日为汛期、鱼类索饵期，东庄水库下泄水量按照不小于断面多年平均流量的 30%控制；9 月 1 日～翌年 4 月中旬确定为少水期，此时段工程按照不小于断面多年平均流量的 10%作为最小生态基流控制。通过对比可知，可研阶段东庄水库坝址 4 月 15 日～6 月 15 日、6 月 15 日～8 月 30 日生态基流较规划阶段明显增加，有利于减缓工程建设对鱼类繁殖、索饵和湿地生态的影响；9 月 1 日～翌年 4 月中旬与规划阶段基本一致，基本满足鱼类越冬需求。综合来看，本阶段不同时期下泄不同生态基流，对于年内径流变化大的河流（包括泾河）来说更能模仿或还原河流的天然径流状况，

以此满足水生生态、湿地生态过程所需最小水量要求，更好地维护河流和湿地生态系统。

本阶段进行水资源配置及制定工程调度原则时，根据泾河不同频率下（丰水年、平水年、枯水年、特枯水年）天然来水情况，优先满足东庄坝址、文泾坝址、泾惠渠渠首、张家山、泾河入渭口等关键断面生态基流足额下泄，即将上述断面生态基流作为单独用水户，再叠加上述断面的供水过程，以此保证东庄坝址、文泾坝址、泾惠渠渠首、张家山、泾河入渭口等关键断面生态基流。根据水文情势预测结果，工程运行后，各断面均满足生态基流下泄要求。

另外，对于规划环评针对本工程提出的水环境、水生生态（鱼类）、湿地生态的保护要求，本阶段也均予以落实。本次环评针对工程建设，结合预测结果，提出了东庄水库库区水污染防治管理办法建议；针对库区上游河段水质和泾惠渠渠首下游河段水质保护，提出合理的污染治理措施建议，使泾河水质能够满足水功能区划水质目标要求；落实了生态基流泄放措施及在线监控措施；将库区上游的泾河干流弥家河河段作为鱼类栖息地保护水域，以保护流域土著鱼类天然生境；建设集运鱼系统减缓工程拦河建筑物产生的阻隔影响；东庄水库永久管理区内建成鱼类增殖放流站，开展人工增殖放流，保护鱼类资源；结合调水调沙，实施人造洪水的生态调度，保障下游泾河重要湿地、泾渭湿地保护区的漫滩流量需求。

经评价，本工程建设对环境影响预测结果，未突破规划环评结论，符合规划提出的水环境及生态环境保护要求；在采取相关措施后，工程建设是可行的。

（5）小结

根据拟建的东庄水利枢纽工程主要任务、规划变化情况（表 3.1-3），可以看出可研中的工程任务与《黄河流域综合规划》相比没有发生变化，总库容略有增加；可研中的工程任务与《黄河流域防洪规划》、《渭河流域重点治理规划》相比增加供水、发电功能，总库容、调洪库容略有增加，调水调沙库容减少，与《陕西省泾河流域综合规划》相比较，工程的城镇和工业、农业灌溉供水量减少。

陕西省泾河东庄水利枢纽工程主要任务以防洪减淤为主，兼顾供水、发电及改善生态，工程建设符合渭河防洪减淤工程体系建设和黄河水沙调控体系建设总体要求，是《黄河流域综合规划》、《黄河流域防洪规划》、《渭河流域重点治理规划》、《陕西省泾河流域综合规划》等提出的重点水利建设工程。

表 3.1-3 工程功能规模与相关流域规划的符合性对比表

规划成果			工程可研	变化情况
规划名称	工程任务	工程规模		
黄河流域综合规划	开发任务是以防洪、减淤为主，兼顾供水、发电及改善生态	总库容 30 亿 m^3，拦蓄泥沙约 26 亿 t。	开发任务为“以防洪减淤为主，兼顾供水、发电和改善生态等综合利用”；总库容 32.76 亿 m^3，拦沙库容 20.53 亿 m^3,调水调沙库容 3.27 亿 m^3,防洪库容 4.30 亿 m^3,调洪库容 7.82 亿 m^3；泾惠渠灌区农灌供水 2.79 亿 m^3，城镇工业供水 1.62 亿 m^3。	工程任务没有发生变化，总库容发生变化。
黄河流域防洪规划	开发任务是防洪、减淤和改善生态	水库总库容 30.1 亿 m^3，调洪库容 7.3 亿 m^3，调水调沙库容 22.0 亿 m^3		工程任务增加供水、发电功能，总库容发生变化。
渭河流域重点治理规划	开发目标是防洪、减淤和改善生态环境	总库容 30.1 亿 m^3，调洪库容 7.3 亿 m^3，可拦沙 22.8 亿 m^3		工程任务增加供水、发电功能，库容发生变化。
陕西省泾河流域综合规划	防洪、减淤为主，兼顾供水、发电及生态环境	总库容 32.86 亿 m^3，死库容 14.37 亿 m^3，拦沙库容为 20.53 亿 m^3，调节库容为 5.78 亿 m^3（含调水调沙库容 3.27 亿 m^3），防洪库容为 4.30 亿 m^3，调洪库容 7.82 亿 m^3，泾惠渠灌区农灌供水 3.18 亿 m^3，城镇工业供水 2.13m^3		工程任务没有发生变化，供水量发生变化。

《渭河流域重点治理规划》、《黄河流域防洪规划》、《黄河流域综合规划》和《陕西省泾河流域综合规划》中，均对东庄水利枢纽工程提出了改善生态的任务要求。为了贯彻落实“生态优先、绿色发展”的理念及要求，工程可研针对泾河流域水资源贫乏，水量时空分布不均、水流含沙量大等特征，以及泾河干流缺乏骨干调节工程，河道外用水增加挤占生态环境用水，导致泾河下游河道生态水量不断减少，张家山断面在丰水年、平水年、枯水年、特枯水年的流量小于 5.33m^3/s（多年平均流量的 10%）的天数分别为 46 天、101 天、185 天和 195 天，丰水年、平水年、枯水年、特枯水年的流量小于 5.33m^3/s（多年平均流量的 10%）的天数分别为 46 天、101 天、185 天和 195 天，断面 4 月 15 日～6 月 15 日流量小于 10.66m^3/s 天数多达 16～54 天，断面 6 月 15 日～8 月 31 日流量小于 15.99m^3/s 的天数多达 10～51 天。不同典型年组（丰水年组、平水年组、枯水年组、特枯水年组），张家山断面 4 月 15 日～6 月 15 日流量小于 10.66m^3/s 天数多达 80～100 天，张家山断面 6 月 15 日～8 月 31 日流量小于 15.99m^3/s 的天数多达 76～146 天。由于张家山断面生态流量不足，对鱼类、河流湿地等生态环境产生严重

影响。东庄水利枢纽建成后，通过保障河流生态基流和敏感期的鱼类、河道需求水量，消除生态基流不足和断流的影响；结合水库调度、调水调沙保障河流下游的泾河重要湿地、泾渭湿地保护区的生态需水，增加泾河重要湿地和泾渭湿地自然保护区漫滩几率。可以看出，工程有效的的落实《渭河流域重点治理规划》、《黄河流域防洪规划》、《黄河流域综合规划》和《陕西省泾河流域综合规划》改善生态的任务要求，符合相关规划的整体要求。

3.1.3 与其他上层规划的符合性

（1）主体功能区规划

根据《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕48 号），工程区域位于国家重点开发区域的关中—天水地区，区域需要加强渭河、泾河等水源涵养区保护，区域要求修复水面、湿地、林地、草地，构建以渭河和泾河沿岸生态廊道为主体的生态格局。

（2）生态功能区划

根据《全国生态功能区划》（环境保护部公告 2015 年第 61 号），工程所在的咸阳市被定义为全国重要生态功能区域中的人居保障功能区中的重点城镇群人居保障功能区中的关中城镇群人居保障三级功能区，主要生态问题是城镇环境污染严重，城镇生态功能低下。生态保护主要方向：加快城市环境保护基础设施建设；建设生态城市，优化产业结构，发展循环经济，提高资源利用效率。

（3）水利发展、环境保护规划

《水利改革发展“十三五”规划》在完善江河综合防洪减灾体系中提出实施黄河下游、宁蒙河段和上游河道治理，开工建设**陕西东庄**等水利枢纽工程。

《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65 号）提出划定陆域控制单元，建立流域、水生态控制区、水环境控制单元三级分区体系，实施以控制单元为空间基础、以断面水质为管理目标、以排污许可制为核心的流域水环境质量目标管理；加强城镇污水处理及配套管网建设。

《重点流域水污染防治规划(2011-2015 年)》（环水体〔2017〕142 号）提出渭河等重要支流要控制造纸、煤炭和石油开采、氮肥化工、煤化工及金属冶炼

等行业发展速度和经济规模；石川河铜川区域提升城镇生活污水处理水平，加强城区污水管网建设，加大雨污分流改造力度，推进乡镇级污水处理设施建设。

（4）关中-天水经济区规划

《关中-天水经济区规划》（发改西部〔2009〕1500 号）规划区域包括西安、铜川、咸阳等，重点实施一批骨干水源工程、城镇供水工程、防洪保安工程；建立城乡供水安全保障体系和综合防洪减灾体系，重点水利工程包括**东庄水库**等。

（5）宁甘陕革命老区振兴规划

《陕甘宁革命老区振兴规划》（发改西部〔2012〕781 号）规划范围包括陕西省铜川、富平、旬邑、淳化、长武、彬县等区域，区域需加快泾河等重点流域水源地和湿地保护，改善水环境。

《陕甘宁革命老区振兴规划实施方案》（陕政发〔2012〕40 号）提出积极开展**东庄水库**等前期工作。

（6）六盘山片区区域发展与扶贫攻坚规划(2011-2020 年)

《六盘山片区区域发展与扶贫攻坚规划(2011-2020 年)》(国开办发〔2012〕63 号)，规划范围包括咸阳市的永寿县、长武县、淳化县、彬县等，提出加快水利等基础设施建设，提高工业能源基地及城镇用水保障能力；建设**东庄水库**等。

（7）陕西西咸新区总体方案

《陕西西咸新区总体方案》(发改西部〔2014〕296 号)规划布局空港、秦汉、泾河等五个组团，生态保护重点对河流、湿地、林地进行生态保护与修复。

《关于加快西咸新区发展的若干意见》（陕发〔2014〕10 号）提出完善西咸新区水资源规划，支持新区水资源供需保障工程建设；加强河流、湖泊、湿地的保护和生态修复，构建完整的水生态系统。

陕西省泾河东庄水库防洪保护区范围是关中－天水经济区重要组成部分，区域水资源贫乏，是陕西渭北“旱腰带”的主要组成部分。水库运行后，一方面提高供水区域的供水保证率，另一方面将泾河下游防洪标准由 10 年一遇提高到 20 年一遇。因此，工程符合《全国主体功能区规划》提出的为天水关中经济区提供水源及保障泾河生态基流要求，符合《陕甘宁革命老区振兴规划》的水利设施和

水资源优化配置的目标。同时，东庄水库是《关中-天水经济区规划》、《西咸新区规划总体规划》、《陕甘宁革命老区振兴规划实施方案》、《六盘山片区区域发展与扶贫攻坚规划(2011-2020 年)》、《水利改革发展“十三五”规划》等中的重点工程，对于完善供水安全保障体系和防洪减灾体系具有重要作用；工程的水源区、受水区已经编制、实施水污染防治规划，全面落实产业结构优化、污染源控制等要求，符合《重点流域水污染防治规划(2011-2015 年)》、《“十三五”生态环境保护规划》的相关要求。

3.1.4 与区域规划的协调性

（1）国民经济发展规划

《陕西省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（陕政发〔2016〕15号）提出以渭河等主要河流为骨架，以**东庄水库**等湖库为调蓄节点，促进关中主要江河湖库外部连通、内部循环、互为补充。

《陕西省农村经济发展“十三五”规划》（陕政发〔2017〕12 号）提出，以渭河等主要河流为骨架，以**东庄水库**等湖库为调蓄节点，系统整治并恢复湖泊、湿地等。

《咸阳市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出加快建设**泾河东庄水利枢纽工程**。

《富平县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出以提升中心城市用水质量为中心，争取**东庄水库**和引汉济渭用水。

综上所述，陕西省泾河东庄水利枢纽工程是《陕西省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《陕西省农村经济发展“十三五”规划》、《咸阳市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《富平县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》等提出的重点水利工程，工程建设符合上述规划。

（2）主体功能区规划

根据《全国主体功能区规划》(国发〔2010〕46 号)按开发方式，优化开发区域是优化进行工业化城镇化开发的城市化地区；重点开发区域是重点进行工业化城镇化开发的城市化地区；限制开发区域(农产品主产区)是限制进行大规模高

强度工业化城镇化开发的农产品主产区；禁止开发区域：是禁止进行工业化城镇化开发的重点生态功能区。

《陕西省主体功能区规划（2009-2020 年）》（陕政发〔2013〕15 号）将区域国土空间分为重点开发区域、限制开发区域（农产品主产区）、限制开发区域（重点生态功能区）和禁止开发区域。依据主体功能区划，禁止开发区是依法设立的各级各类自然文化资源保护区域，以及其他禁止进行工业化城镇化开发、需要特殊保护的重点生态功能区；国家层面禁止开发区域包括国家级自然保护区、世界文化自然遗产、国家级风景名胜区、国家森林公园和国家地质公园；省级层面禁止开发区域包括省级及以下各级各类自然文化资源保护区域、重要水源地以及其他省级人民政府根据需要确定的禁止开发区域。

2016 年 11 月国务院以“国发〔2016〕65 号”印发《全国“十三五”生态环境保护规划》，规划提出全面落实主体功能区规划相关要求，对于禁止开发区域，实施强制性生态环境保护，严格控制人为因素对自然生态和自然文化遗产原真性、完整性的干扰，严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，引导人口逐步有序转移。

对照上述规划，东庄水利枢纽工程建设涉及禁止开发区域-陕西泾河省级重要湿地，但本工程为以防洪减淤为主要任务的基础水利设施建设项目，不违背主体功能区划提出的“禁止在重点生态功能区进行工业化城镇化开发活动”的要求。《陕西省主体功能区规划（2009-2020 年）》（陕政发〔2013〕15 号）中，在水资源开发利用战略布局中提出建设**东庄水库**等重点水源工程。

东庄水利枢纽工程涉及《陕西省主体功能区规划》中划定的禁止开发区域—陕西泾河重要湿地。工程的挡水建筑物、泄洪排沙建筑物、引水发电建筑物、临时施工桥等位于陕西泾河重要湿地范围，主体工程占地会破坏原地貌和减少湿地面积，以及水库淹没改变库区重要湿地类型，对泾河湿地产生一定的不利影响。

东庄水利枢纽工程是《陕西省主体功能区规划（2009-2020 年）》确定的重点水源工程，工程建设不可避免的对泾河重要湿地产生不利影响，通过保障下游河道生态流量，及维持重要湿地漫滩流量，降低不利影响。本次评价提出：应进一步优化各工程位于泾河重要湿地范围内的征占地范围及施工方案，尽量减少工程占地，加强施工期环境保护管理，明确施工用地范围、严格控制施工作业区，

禁止毁坏施工占地区以外植被，加强重要湿地内弃渣、利用料堆防护减少水土流失；施工结束后，及时清理建筑垃圾和施工迹地，结合水保植物措施，对占地区内植被及时进行人工恢复，以降低工程建设对重要湿地植被资源及景观影响；保障下游河道生态流量，及维持重要湿地漫滩流量，降低不利影响。在采取以上环境保护措施的基础上，工程建设对泾河重要湿地的影响是可接受的。

本次环评工作时，针对工程建设对泾河重要湿地可能产生的影响，建设单位委托西北林业调查规划设计院编制《陕西省东庄水利枢纽工程对陕西泾河重要湿地影响评价专题报告》，专题报告经过重要湿地主管部门-陕西省林业厅技术咨询，陕西省林业厅明确发函同意，提出工程建设对陕西泾河重要湿地的影响分析及拟采取的减缓措施，本报告书中全面落实相关重要湿地保护措施。

（3）陕西省生态功能区划

《陕西省生态功能区划》（陕政办发〔2004〕115 号）中，工程区域属于渭河谷地农业生态区的渭河两侧黄土台塬农业生态功能区中的渭河两侧黄土台塬农业区，及黄土高原农牧生态区域的黄土塬梁沟壑旱作农业生态功能区中的彬长黄土残塬农业区。渭河两侧黄土台塬农业区发展以节水灌溉为中心的农业和果业，建设绿色粮油和果品生产基地；彬长黄土残塬农业区塬面农田种养结合，保护基本农田，开展沟坡综合治理，发展经济林和人工草地。

东庄水利枢纽工程永久占地、临时占地等会造成区域林地、草地等面积减少，以及一定程度的生物量损失。工程主要任务以防洪减淤为主，通过实施灌区节水改造减少灌区用水量和提高灌溉保障程度，对于建设绿色粮油和果品生产基地具有重要作用；工程调控水资源，提高泾河下游生态基流保障程度。本次评价提出：工程建设过程中，应优化设计，尽量减少淹没及占地面积，尽可能减少对天然林地的破坏；施工结束后，应结合水土保持植物措施，对施工迹地、料渣场等各类施工占地进行植被恢复措施，降低对区域生态系统的影响程度。另外，对于工程建设占用林地等资源性植被，应按照国家相关规定办理征用和补偿手续，并协助林业部门及时进行植被恢复。

综上所述，在采取以上措施后，工程符合《陕西省生态功能区划》提出的重点发展方向和规划目标。

（4）环境保护规划

《陕西省“十三五”环境保护规划》（陕环发〔2016〕39 号）指出渭河流域提高生活污水处理能力、城镇污水处理率、污水再生利用率，优化产业结构，实现工业污染全过程持续控制，有效控制农业面源污染，提高高耗水工业企业废水深度处理回用，推动城镇再生水利用；建立健全覆盖流域及省、市、县三级用水总量控制指标体系。

《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）（陕政办发〔2015〕38 号）要求泾河等 12 条支流入渭断面水质全部达到功能区要求；采取闸坝联合调度、生态补水等措施，保障枯水期生态流量。

《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）提出 2020 年关中地区，渭河支流均达到或优于Ⅳ类水质。加强江河湖库水量调度管理，采取闸坝联合调度、生态补水等措施，合理安排闸坝下泄水量和泄流时段，维持河湖基本生态用水需求，重点保障枯水期生态基流。

《陕西省全面推行河长制实施方案》（陕办字〔2017〕8 号）提出加强工矿企业污染、城镇生活污染、畜禽养殖污染、农业面源污染防治；开展水生生物增殖放流，提高水生生物多样性和水体净化调节功能，加强河湖湿地修复与保护，维护湿地生态系统完整；制定水库、水电站调度方案，保证基本生态流量。

泾河东庄水利枢纽工程实施对保障受水区域水资源安全和规划战略目标实现，及调整经济结构和推动经济发展方式转变和节能减排等具有重要意义。同时，保障泾河下游生态基流，改善渭河下游水沙条件和降低下游河道泥沙淤积。与渭河流域水资源调度管理措施、其他节水措施配合实施，归还泾河河道被挤占的生态用水量，提高泾河下游河道水体纳污能力。针对工程区域、受水区的河流水污染问题，将实施《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》（陕政函〔2016〕262 号）、《东庄水库受水区水污染防治规划》（陕水发〔2017〕21 号），有效消减区域的点源、面源污染，保障主要河流水质满足功能区划水质目标。工程建设符合上述规划提出的水污染治理思路和措施。

（5）水利发展规划

《陕西省水利发展“十三五”规划》提出按照“关中留水、陕南防水、陕北引水”的方略，关中地区的**泾河东庄水利枢纽工程**开工建设，实施泾河等主要江河综合治理工程；实施泾惠渠等大中型灌区节水改造等。

（6）西咸新区规划总体规划

《西咸新区总体规划》（陕政发〔2009〕73 号）包括空港新城、秦汉新城、泾河新城等，以秦岭北麓地表水与引汉济渭工程作为主要供水水源，远景建设**东庄水库**作为第二水源，形成区域多水源联合供水保障体系。

（7）陕西省渭河全线整治规划及实施方案

《陕西省渭河全线整治规划及实施方案》提出加快引汉济渭、**东庄水库**、流域水保三大工程建设，**东庄水库**是防御渭河特大洪水和解决渭河下游泥沙淤积危害的控制性措施。

泾河东庄水利枢纽工程是《陕西省水利发展“十三五”规划》、《西咸新区规划总体规划》、《陕西省渭河全线整治规划及实施方案》等提出的重点水利工程，对于维护区域生态安全和防御渭河特大洪水和解决渭河下游泥沙淤积危害具有重要意义。

（8）彬长矿区规划

彬长矿区位于陕西长武和彬县境内，2003 年陕西省发改委编制《彬长矿区综合开发规划》，国家环保总局 2005 年以环审〔2005〕877 号文对规划环评予以批复。2007 年陕西省发改委修改彬长矿区总体规划，2010 年环境保护部以环审〔2010〕148 号文批复彬长矿区总体规划（修改）环境影响报告书。

根据《彬长矿区总体规划（修改）》，规划实施项目主要包括大佛寺矿井、下沟矿井、水帘洞矿井、亭南矿井、官牌矿井、蒋家河矿井、胡家河矿井、孟村矿井、小庄矿井、文家坡矿井、高家堡矿井、雅店矿井、杨家坪矿井、煤矸石综合利用电厂、大佛寺瓦斯发电厂、小庄瓦斯发电厂等。《彬长矿区总体规划（修改）》中提出的环境保护措施中：地面生产、生活污水采用分流制排水系统，室外排水管网汇集至生活污水处理站，达到《污水综合排放标准》（GB8979-1996）中一

级排放标准或回用于选煤厂生产用水；矿井水处理站处理工艺为混凝沉淀过滤消毒，处理率 100％，回用于矿井井下消防洒水、选煤厂生产补充水及矿区工业企业用水等，矿井水利用率达到 70%以上，矿井水达标排放率达到 100%；选煤废水，选煤厂煤泥水实现厂内闭路循环不外排，各选煤厂应设立事故池贮水。在采取有效地落实《彬长矿区总体规划（修改）》、《陕西省彬长矿区总体规划(修改)环境影响报告书》及批复文件提出的水污染控制措施和污水回用措施后，以及彬长矿区的电力、煤化工等煤炭转化项目应充分考虑所在区域的资源环境承载能力，在其他专项规划中进一步研究论证等要求后，彬长矿区的水污染能够得到有效控制。

根据东庄水利枢纽工程总体布局，工程回水区域不涉及彬长矿区规划区域，工程运行不会对彬长矿区规划的煤矿等项目造成影响。根据彬长矿区总体规划，规划建设项目主要是煤矿、发电、煤化工等，污水排放主要是生活污水、矿井水、选煤废水、生产废水等，在采取生活污水、矿井水、选煤废水、生产废水的收集、处理、回用措施后，正常情况下矿区规划建设不会对水库水质造成明显的不利影响。同时，彬长矿区规划的建设项目，需要落实《陕西省重点行业企业水污染防治清洁生产技术推行方案》（陕环办发〔2016〕111 号）提出的氮肥行业、煤化工等行业的清洁生产技术，从源头预防和减少各类污染物产生，确保水污染防治目标的实现。

3.1.5 与黄河流域分水方案的协调性

泾河属于渭河一级支流，黄河二级支流。根据国务院黄河“87 分水方案”，给陕西省黄河流域年分配用水消耗量 38 亿 m^3；根据《黄河可供水量分配方案》和《陕西省黄河取水许可总量控制指标细化方案》（报批稿），南水北调西线工程生效以前，陕西省渭河流域 22.68 亿 m^3。2013 年陕西省渭河流域（含泾河、北洛河，以下同）总供水量 49.39 亿 m^3，其中**当地地表水供水量 23.77 亿 m^3**；根据陕西省渭河流域水利工程（亭口、红岩河、柏岭寺、龙潭、李家河和东庄水库）规划，到 2030 年陕西省渭河流域地表水可供水量 47.06 亿 m^3，**其中当地地表水可供水量为 27.44 亿 m^3**。陕西省渭河流域地表水耗水系数取值依据近 5 年黄河流域水资源公报中陕西省地表水耗水系数平均值取 0.81，2030 年耗水量 22.23 亿

m^3，即使不考虑省内南水北调增加的入渭水量，到2030年陕西省渭河流域耗水指标富余0.45亿m^3。

东庄水库供水区涉及铜川、咸阳、渭南3个地市，2013年这3个地市总用水量为26.63亿㎥。根据《陕西省实行最严格水资源管理制度考核办法》2015年3个地市用水总量控制指标为30.83亿㎥，2030年用水总量控制指标为35.20亿㎥。现状3个地市用水总量没有超出2015年总量控制指标，与2030年总量控制指标相比，还有8.57亿㎥的用水指标可以利用。

根据《泾河水量分配方案制定报告》（2013年），以国务院“87分水方案”为框架拟定的泾河水量分配方案：陕西省泾河流域多年平均地表水用水量6.64亿㎥，地表水耗水量5.73亿㎥。规划建设亭口水库（可供水量0.72亿㎥）、柏岭寺水库（可供水量0.14亿㎥），红岩河水库（可供水量0.21亿㎥）和东庄水库（可供水量4.41亿㎥，其中泾惠渠灌区2.79亿㎥，工业1.62亿㎥），考虑现状已成小型水源工程供水量及规划重点水源工程后，可供水量将达到5.7亿㎥左右，小于黄委给陕西省分配的用水量6.64亿㎥。

工程取水配额指标来源于陕西省泾河流域水量分配剩余水量指标，依据为陕西省水利厅《关于泾河用水指标的说明》（陕水函〔2015〕130号），以及以国务院“87分水方案”为框架拟定的泾河水量分配方案，《陕西泾河东庄水利枢纽工程水资源论证报告书》、《黄委关于陕西泾河东庄水利枢纽工程水资源论证报告书的批复（黄水调〔2016〕125号）》。综上所述，东庄水利枢纽供水规模符合泾河总量控制指标要求。

3.1.6 与“三先三后”原则的符合性分析

（1）先节水后调水—节水及其保障措施

节水是抑制需水增长、减轻供水压力、减少污水排放的根本措施。根据工程供水专题规划、相关受水区域（咸阳市、西安市、渭南市、铜川市等）最严格水资源管理制度、十三五水利规划、十三五节水规划、河长制等相关材料，目前工程农业灌溉供水灌溉区域的泾惠渠灌区灌溉水利用系数0.54，灌区规划2020年干、支渠全部衬砌，2030年泾惠渠灌区节水灌溉面积将达到100%，灌区灌溉水利用系数提高到0.6，高于国家相关要求。根据《陕西省泾惠渠灌区续建配套节

水改造项目》，结合灌区渠道及续建配套节水改造等项目实施情况，对剩余尚未实施的其他急需改造的干支渠道及建筑物进行建设，主要包括干渠改造工程、支渠（分支渠）改造工程、退水渠改造工程、四支过清渡槽工程和灌区试验站改造工程，2016 年陕西环境保护厅已经以陕环批复〔2016〕389 号批复《陕西省泾惠渠灌区续建配套节水改造项目环境影响报告表》。2015 年完成泾惠渠灌区续建配套节水改造项目中改造衬砌渠道 43.657 公里，改造建筑物 228 座；2016 年累计改造干支渠和斗分渠长度 57.86 公里，改造各类渠系建筑物 623 座。

2013 年受水区综合人均用水量（187m³/人）是黄河流域的 54%（344m³/人），陕西省的 83%（224m³/人）；万元 GDP 用水量（81m³/万元）是黄河流域的 60%（135m³/万元），陕西省的 79%（103m³/万元），说明受水区用水水平较高。万元工业增加值用水量（30m³/万元）是黄河流域的 73%（41m³/万元），是陕西省的 97%（32m³/万元）；农业灌溉是（201m³/亩）黄河流域的 54%（391m³/亩），是陕西省的 67%（312m³/亩）；城镇人均生活用水量是黄河流域的 68%，陕西省的 48%。为保障工程的实施效果，受水区域坚持“先节水后调水”的原则，将节约水资源放在优先位置，在贯彻落实各项节水措施的基础上，提高区域水资源利用效率，坚持调水与节水结合。2015 年陕西省人均综合用水量为 240.35 m³/人，万元 GDP 用水量为 50.58m³/万元（当年价），优于全国平均水平 90m³/万元（当年价）；农田灌溉水有效利用系数为 0.556，处于国内领先水平（全国平均值 0.532）；2015 年全省万元工业增加值用水量 19.35m³/万元（当年价），优于全国平均水平 58.3 m³/万元（当年价）。2013 年咸阳市、铜川市及富平县用水总量分别为 11.06 亿 m³、0.90 亿 m³、2.49 亿 m³ 都未超出其 2015 年用水总量控制目标 13.33 亿 m³、1.45 亿 m³、2.53 亿 m³ 的控制指标；咸阳市、铜川市 2013 年万元工业增加值用水量相比 2010 年分别下降了 52.4%、43.8%，均大于两个地市 2015 年工业用水效率控制目标，2013 年富平县万元工业增加值用水量相比 2010 年下降 58%，大于渭南市 2015 年控制目标 28%；2013 年咸阳、铜川农田灌溉水利用系数分别为 0.564、0.538，两市均已达到 2015 年农田灌溉用水效率控制红线 0.561、0.538 的目标。根据工程可研，2030 年铜川新区万元工业增加值用水量 20.84 m³/万元，富平县万元工业增加值用水量 25.19m³/万元，西咸新区万元工业增加值用水量 17.91m³/万元，三原县城万元工业增加值用水量 22.16m³/万元，相对于 2013 万元工业用

水量分别降低 29.02%、40.87%、65.56%和 64.26%。

工程实施过程中，将严格落实《陕西省节水型社会建设“十三五”规划》、《咸阳市“十三五”节水型社会建设规划》等中的农业节水、工业节水、城镇节水等相关措施，进一步加大节水力度，满足十三五规划指标的相关要求。

综上所述，满足先节水后调水的相关要求。

表 3.1-4 陕西省、受水区用水效率指标

区域	时间	用水总量（亿 m^3）	万元 GDP 用水量下降（%）	万元工业增加值取水量降低（%）	农田灌溉水利用系数
咸阳	2013	11.06	17.91	52.4	0.564
	控制指标	13.33		28	0.561
铜川	2013	0.90	20.84	43.8	0.538
	控制指标	1.45		13	0.538
富平	2013	2.49	25.19	58	
	控制指标	2.53		28	

（2）先治污后通水—治污状况及措施

根据东庄水库现状水质及长系列资料水质监测资料，工程区域泾河水质 2014～2016 年没有满足水功能区划目标，但 2011～2016 年水体水质呈现不断好转状态。同时，受水区域的主要河流均不满足水功能区划水质目标：石川河（铜川至西安段）为劣 V 类水质，汇入渭河前为 V 类水质；漆水河汇入沮河为IV类水质；清峪河劣 V 类，冶峪河为 IV 类水质。

为有效的改善泾河及受水区域（泾惠渠灌区、西咸新区、铜川新区、富平县城及工业园区和三原县城）水环境状况，陕西省先后制定、实施一系列水污染防治规划和相应的规章制度，用于指导、监督流域水污染防治措施的落实和水污染控制目标的实现，主要包括《渭河流域水污染防治三年行动方案（2012-2014 年）》（陕政办发〔2011〕116 号）、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017 年)》（陕政办发 〔2015〕38 号）、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发 〔2015〕60 号）、《咸阳市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017 年）》（咸政办发〔2015〕87 号）、《渭南市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（渭政办发〔2015〕106 号）、《铜川市渭河流域水污染防治巩固提高暨综合整治三年行动方案(2015-2017 年)》(铜政办发〔2015〕49 号)、《铜川市水污染防治工作实施方案》（铜政发〔2016〕25 号）等。

根据统计,《渭河流域水污染防治三年行动方案(2012-2014 年)》(陕政办发〔2011〕116 号)实施期间，流域新建扩建污水处理厂 49 座，对 45 座污水处理厂进行提标改造，新增污水处理能力 146 万吨/日；淘汰关闭重污染、高排放企业 33 家；大力推进农村环境连片整治,农村面源污染和畜禽养殖污染得到有效控制。其中，咸阳市在 2012～2014 年间，新建扩建污水处理厂 11 座，对 14 座污水处理厂进行了提标改造，新增污水处理能力 32 万吨/日；完成 18 家工业企业污水深度治理，淘汰关闭落后产能企业 5 家，截至 2014 年底，渭河干流咸阳段出境断面化学需氧量平均浓度较 2011 年下降了 35.9%，氨氮平均浓度下降了 52.9%，水质达到 IV 类标准。西安市在 2012～2014 年期间，通过加大产业结构调整，加快污水处理基础设施建设，实施水污染综合治理等措施，促使渭河西安段及其主要支流水质持续好转，截止 2014 年年底，西安市渭河出境断面实现IV类水质目标，支流化学需氧量和氨氮浓度较渭河三年行动开展前均下降了 81%,新河化学需氧量和氨氮浓度下降了 86%、80%。

工程实施过程中，坚持通水与治污相结合，进一步严格落实《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年)》(陕政办发 〔2015〕38 号)、《陕西省水污染防治工作方案》(陕政发 〔2015〕60 号)、《陕西省人民政府关于承诺开展泾河流域（陕西段）水污染防治的函》(陕政函〔2016〕45 号)、《泾河流域陕西段水污染防治规划》、《陕西省水污染防治 2016 年度工作方案》(陕政办发〔2016〕41 号)、《东庄水库受水区水污染防治规划》等提出的工业污染源、城镇生活污染源、农业农村污染源等防治措施，保障流域水质达到要求，推进流域内经济结构调整、环境基础设施建设、污染防治、污水资源化、生态保护等工作。

（3）先环保后用水—环保方案

针对泾河部分河段水质没有满足水功能区划水质目标,结构性污染问题突出,及 20 世纪 90 年代以来泾河来水量锐减,河道外用水增加严重挤占生态环境用水,导致河道下泄生态环境水量不断减少，断流频繁，不同典型年中年均流量小于 5.33m^3/s 的天数多达 46～195 天，对鱼类等水生生物产生严重影响。在东庄水利枢纽工程的水资源配置中，优先考虑河道生态流量（生态基流、鱼类繁殖期生态流量、汛期）和泾河重要湿地、泾渭湿地保护区的生态流量和洪水漫滩流量，优先考虑上述生态需求的基础上，保障工程的农业灌溉、城镇工业用水需求，及结

合水库调水调沙造峰给坝下的泾河重要湿地、泾渭湿地自然保护区补水，增加区域湿地漫滩几率，有助于恢复、改善下游河流生态和湿地生态。同时，工程通过生态机组、排沙泄洪建筑物等保障生态流量下泄，拟设置生态流量在线监测系统等监督生态流量落实情况。在环境能影响评价阶段，工程通过优化供水目标—将原规划的城镇生活供水1900万m^3全部下泄，以及减少泾惠渠灌区供水量0.39 亿m^3，增加泾惠渠渠首下游的泾河生态流量，有助于减少工程建设对下游的生态影响。

《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》提出流域污染防治作为关中地区水系规划与建设的核心工程，要求泾河、三水河、石川河等支流入渭（泾）断面水质达到功能区区划要求；城市建成区污水实现全收集和全处理；合理安排闸坝下泄水量和泄流时段，保障枯水期生态流量。

《陕西省水污染防治工作方案》提出到 2020 年，关中地区支流均达到或优于IV类水质；到 2030 年，关中地区支流均达到或优于IV类水质。采取污染防治措施包括工业污染源控制（新建、改建、扩建项目实行污染物排放等量或减量置换；集中治理工业集聚区）、城镇生活污染治理（污水处理厂、雨污分流、人工湿地等）、农业面源污染控制（畜禽养殖禁养区、农业面源污染、农村环境综合整治）、用水总量控制、江河湖库水量调度管理等。根据《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（陕政办发〔2015〕38 号）、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）等要求，西安市、咸阳市、铜川市、渭南市等分别编制《西安市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（市政办发〔2015〕40 号）、《咸阳市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（咸政办发〔2015〕87 号）、《渭南市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（渭政办发〔2015〕106 号）、《铜川市渭河流域水污染防治巩固提高暨综合整治三年行动方案（2015-2017 年）》（铜政办发〔2015〕49 号）、《西安市水污染防治工作方案》（市政办发〔2016〕64 号）、《咸阳市水污染防治实施方案》（咸政发〔2016〕19 号）、《渭南市水污染防治工作实施方案》（渭政办发〔2016〕135 号）、《铜川市水污染防治工作实施方案》（铜政办函〔2016〕68 号）、《陕西省“十三五”环境保护规划》（陕环发〔2016〕39 号）、《渭南市河长制实施方案》（渭河办发

〔2017〕1 号）、《铜川市全面推行河长制的实施方案》（铜办发〔2017〕4 号）、《咸阳市全面推行河长制实施方案》（咸办字〔2017〕42 号）等，分解、落实水污染防治措施，保障水功能区划水质目标和生态流量。同时，针对东庄水库库区的工业、城镇生活、农业面源等污染源控制需求，陕西省实施《泾河流域陕西段水污染防治规划》（陕政函〔2016〕262 号），明确提出 2020 年、2025 年的水污染源控制工程，保障河流水质满足功能区划目标；针对受水区域的水环境问题，编制和实施受水区水污染防治规划，减少污染物排放量和控制入河量，保障工程实施后受水区的河流水质满足相关要求，以及改善部分河段生态流量不足。

综上所述，通过实施《渭河水污染防治三年行动方案（2012-2014 年）》、《渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》、《陕西省水污染防治工作方案》、《泾河流域陕西段水污染防治规划》、《东庄水库受水区水污染防治规划》、区域河长制实施方案等，区域较好的落实了先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水的相关要求。

3.2 工程环评阶段对设计文件的优化内容

3.2.1 工程原设计文件的基本情况及不足之处

（1）工程原设计文件主要内容

根据原工程设计文件（国家发改委审查版本），东庄水利枢纽工程开发任务为“以防洪减淤为主，兼顾供水、发电和改善生态等综合利用”，东庄水库死水位 756m，汛期限制水位 780m，正常蓄水位 789m，防洪高水位为 796.22m，设计洪水位 799.21m，校核洪水位 803.29m，校核洪水位 803.29m 以下原始库容 32.76 亿 m^3，拦沙库容 20.53 亿 m^3，调水调沙库容 3.27 亿 m^3，调节库容 5.78 亿 m^3，防洪库容 4.30 亿 m^3，调洪库容 7.82 亿 m^3。东庄水库回水长度 96.67km。东庄水库确保泾河下游河道不断流，维持下游满足 5.33m^3/s 的生态基流量，改善下游河道水生态环境。

工程多年平均供水量 5.31 亿 m^3，其中泾惠渠灌区供水量 3.18 亿 m^3，灌溉保证率 50%；供给铜川新区、富平县城及工业园区、西咸新区及三原县城城镇生活和工业水量 2.13 亿 m^3，供水保证率 95%。其中，北线供水工程年供水量 1.36 亿

m^3（其中铜川新区 4644 万 m^3、富平区域 8944 万 m^3），供水保证率 95%，输水线路主要向铜川新区、富平庄里工业园、富平县城、深陕（富平）新兴产业园 4 个对象供水。中线供水工程对象主要是原泾惠渠灌区和三原县城，中线利用原泾惠渠灌区（现状已成灌区，设计灌溉面积 145.3 万亩）已成灌溉渠系工程引水，年引水量 3.18 亿 m^3，灌溉保证率 50%。三原县城供水通过已有的溉渠系引水向三原县城供水，供水量 2756 万 m^3。南线供水工程供水对象为西咸新区的空港、秦汉、泾河三城。南线在东庄水库坝址下游文泾电站库区引水，向西咸新区供水，年供水量 0.49 亿 m^3，供水保证率 95%。

（2）工程原设计文件主要不足

环评单位在编制报告书的过程中发现，根据最新的生态文明建设和环境管理要求，原设计在环境保护方面存在一些不足之处，主要是城镇生活供水存在较大的水质风险、生态基流下泄不足、工程没有体现“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”原则等，具体内容如下。

1）工程原定供水目标中，供水对象包括城镇生活供水和工业供水，根据环评现状水质监测和 2015～2016 年环保部门的逐月水质监测数据，水质评价表明现状泾河干流的 BOD_5、总氮、氨氮、总磷、高锰酸盐指数等指标超标，难以满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质，同时超标指标中的总氮浓度呈现不断增加态势和超标严重，以及泾河陕甘断面中总氮、氨氮也存在超标现象，表明总氮、氨氮污染不仅与陕甘断面来水有关，也与陕西境内水污染有关，目前编制的《泾河流域陕西段水污染防治规划》中没有考虑泾河总氮控制指标要求，使得东庄水库运行后存在较大的水质风险，将威胁受水区城镇生活饮用水安全。

2）原设计方案中，工程调度方案对下泄生态流量要求为不低于东庄坝址断面多年平均流量的 10%。环评单位认为上述调度中生态流量绝对数值偏小，同时流量过程缺乏泾河下游的陕西泾河重要湿地、泾渭湿地自然保护区湿地漫滩生态需求，按照原设计方案对下游泾河水生生态、湿地生态和泾渭湿地自然保护区可能造成较大的不利影响。

3）原设计方案中，工程供水目标的泾惠渠灌区农业用水量中，灌溉定额方面比现状有所降低，地表水灌溉利用系数明显提升，符合国家相关要求，灌区总

体用水量较现状多年平均有明显减少，总体上来讲泾惠渠灌区用水量是合理的，但项目地区下游已经由于泾惠渠灌区过度引水造成泾河下游河道生态严重流量不足或断流现象，泾惠渠渠首下游地区存在河道生态水量（包括湿地生态）与农业用水矛盾突出问题，应在现有农业用水规模的基础上，根据“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”的原则，在保障泾惠渠渠首下游泾河生态用水的基础上，重新核定工程供水对象中的农业灌溉、城镇工业用水量，提高区域生态环境用水量，实现改善泾河下游生态环境的工程任务。

4）原设计方案中，生态流量通过发电机组下泄，发电房尾水洞出口距二道坝河道距离约 213m，造成二道坝以下河段 213m 脱流，影响局部的生态环境，需要采取工程优化措施，降低局部断流的不利影响。

5）原设计方案中，为完成水库生态、减淤、城镇和工业及灌溉用水任务，水库设置调节库容 5.78 亿 m^3，其中生态用水调节库容 550 万 m^3，其余库容由生态与减淤、城镇和工业及灌溉共用，生态用水分摊库容 0.96 亿 m^3，减淤、城镇和工业及灌溉用水分摊库容 4.76 亿 m^3，生态用水总调节库容 1.02 亿 m^3。按照原设计方案中兴利库容分配的生态库容难以满足下游生态水量需求，需要进一步增加兴利库容中的生态库容，降低工程建设对下游河流、湿地生态的不利影响。

3.2.2 环评报告书对工程原设计文件的优化

针对工程原设计文件中的主要不足之处，环评单位提出了多项优化设计措施，希望最大限度的降低工程建设和运行对周边环境的不利影响，报告书提出的主要优化措施如下。

（1）供水目标优化

环评单位、设计单位、建设单位进行多次沟通，结合受水区域的潜在供水水源-引汉济渭工程、东庄工程、古贤工程等水资源配置，对东庄工程的供水对象（城镇生活、工业、农业灌溉）进行优化，将工程原定的城镇生活供水功能进行调整，取消城镇生活供水任务，将原设计文件中的城镇生活供水 1900 万 m^3 调整为河流生态水量，通过工程下泄增加坝下泾河生态水量，一方面避免工程运行后潜在的饮水安全风险，另一方面增加东庄坝下下游的泾河生态水量，改善下游生态基流不足等环境问题。

（2）生态流量优化

鉴于东庄坝址下游分布有陕西省省级重点保护鱼类-陕西高原鳅、拉氏鱥（地方土著鱼类），鲤鱼、鲇鱼（地方主要经济鱼类）等，以及陕西泾河重要湿地、西安泾渭湿地保护区等生态敏感目标，本次环境影响评价中针对坝下泾河干流的河道水生生态（鱼类）、泾河重要湿地（滩地植被）、泾渭湿地保护区（泾河干流、湿地植被）等鱼类、滩地植被、湿地植被等生态目标的需水要求和需水过程，综合运用 Tennant 法、湿周法、环境功能设定法、R2-Cross 法等确定计算上述生态目标的生态环境需水量。基于泾河干流水生生态、湿地等生态需求，采用目标需水量外包线原则，给出坝址下泄生态水量动态过程线要求，以满足工程下游不同需水目标在不同时期的生态需水量，降低工程运行后对下游水生生态、湿地生态的不利影响。

（3）水库库容分配优化

针对东庄水利枢纽工程下泄生态流量的优化，生态用水调节库容由原设计方案的 550 万 m^3 调整为 2300 万 m^3，其余库容按生态与减淤、城镇和工业及灌溉供水量占比分摊，生态用水分摊库容由原来的 0.96 亿 m^3 调整为 1.38 亿 m^3，减淤、城镇和工业及灌溉用水分摊库容由 4.76 亿 m^3 调整为 4.17 亿 m^3，生态用水总的调节库容由 1.02 亿 m^3 调整为 1.61 亿 m^3。

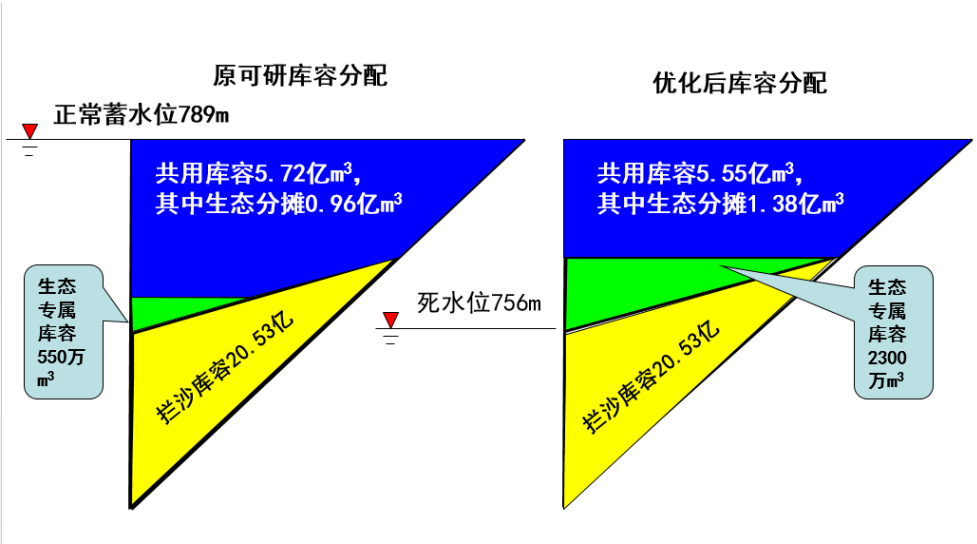


图 3.2-1 工程兴利库容优化分配

（4）供水规模优化

鉴于泾惠渠渠首以下河段已经由于泾惠渠灌区缺乏有效的调控措施和过度取水，造成泾惠渠渠首以下河段生态基流不足和河段断流等环境问题，根据“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”的原则，在满足泾惠渠渠首下游泾河干流的河道生态用水、湿地漫滩流量等基础上，进一步核减工程的城镇工业供水、泾惠渠灌区灌溉用水量（主要通过提高农业灌溉效率、提高灌溉定额等），将规划水平年供水对象的城镇供水量有原设计文件的2.13亿m^3(其中城镇生活供水量1900万m^3)压缩为1.62亿m^3，规划水平年的农业灌溉供水量有3.18亿m^3压缩为2.79亿m^3，调整后减少城镇供水量0.51亿m^3（其中取消城镇生活供水量0.19亿m^3，减少工业用水量0.32亿m^3），减少农业灌溉用水量0.39亿m^3，使得水库规划水平年的供水量减少0.90亿m^3，压缩的0.90亿m^3全部下泄补充河道生态水量，对于维持和保护下游泾河水生生态、湿地生态等具有重要作用。

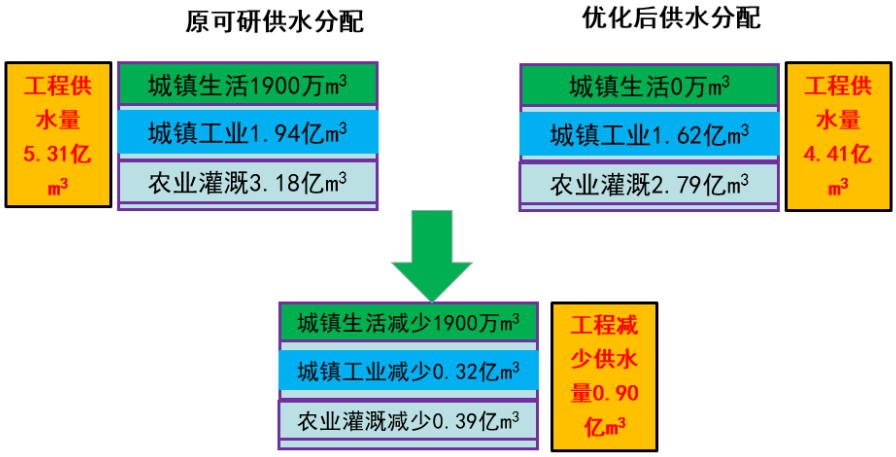


图 3.2-2 工程供水规模优化

根据枯水年、特枯水年的逐月城镇、农业需水过程和供水过程对比（表3.2-1～表 3.2-2），可以看出枯水年、特枯水年的工业、农业灌溉的供水量均呈现减少，其中枯水年的工业、农业灌溉供水量分别减少24%和12.79%，特枯水年的工业、农业灌溉供水量分别减少23.04%和33.64%。

（5）局部断流河段优化措施

针对原设计方案中发电厂房尾水洞出口距二道坝河道存在脱流问题，为保障河段生态流量，将地下厂房位置向上游移动213m，四台发电机组尾水管经尾水扩大洞室后拐向二道坝附近，出口设在二道坝下游，尾水洞长度增加74m。

表 3.2-1 工程优化前后供水规模变化（枯水年）

1979	原设计文件				优化后				变化比例			
	流量 m³/s				流量 m³/s				%			
月份	工业需水	工业供水	农业需水	农业供水	工业需水	工业供水	农业需水	农业供水	工业需水	工业供水	农业需水	农业供水
7	0.194	0.189	0.767	0.761	0.149	0.130	0.691	0.667	23.20	31.22	9.91	12.35
8	0.194	0.189	0.767	0.761	0.149	0.130	0.691	0.667	23.20	31.22	9.91	12.35
9	0.188	0.188	0.704	0.704	0.144	0.144	0.633	0.448	23.40	23.40	10.09	36.36
10	0.180	0.180	0.253	0.253	0.139	0.139	0.228	0.228	22.78	22.78	9.88	9.88
11	0.171	0.171	0.316	0.316	0.132	0.132	0.285	0.285	22.81	22.81	9.81	9.81
12	0.174	0.174	0.083	0.083	0.134	0.134	0.074	0.074	22.99	22.99	10.84	10.84
1	0.183	0.183	0.252		0.141	0.141	0.227		22.95	22.95	9.92	
2	0.165	0.165	0.227		0.127	0.127	0.205		23.03	23.03	9.69	
3	0.183	0.183	0.571	0.078	0.141	0.141	0.514	0.147	22.95	22.95	9.98	-88.46
4	0.177	0.177	0.553	0.076	0.136	0.136	0.497	0.142	23.16	23.16	10.13	-86.84
5	0.183	0.105	0.114	0.011	0.141	0.086	0.103		22.95	18.10	9.65	
6	0.177	0.101	0.110	0.011	0.136	0.083	0.099		23.16	17.82	10.00	
总量	2.17	2.00	4.72	3.05	1.67	1.52	4.25	2.66				
变化比例（%）					**23.04**	**24.00**	**9.96**	**12.79**				

备注：变化比例中正值表示优化后相对于原设计文件减少，负值表示增加。

表 3.2-2 工程优化前后供水规模变化（特枯水年）（单位：亿 m^3）

1986	原设计文件				优化后				变化比例			
	流量 m^3/s				流量 m^3/s				%			
月份	工业需水	工业供水	农业需水	农业供水	工业需水	工业供水	农业需水	农业供水	工业需水	工业供水	农业需水	农业供水
7	0.194	0.194	0.767	0.767	0.149	0.149	0.691	0.691	23.20	23.20	9.91	9.91
8	0.194	0.194	0.767	0.767	0.149	0.149	0.691	0.691	23.20	23.20	9.91	9.91
9	0.188	0.188	0.704	0.704	0.144	0.144	0.633	0.239	23.40	23.40	10.09	66.05
10	0.180	0.180	0.253	0.253	0.139	0.139	0.228	0.023	22.78	22.78	9.88	90.91
11	0.171	0.171	0.316	0.316	0.132	0.132	0.285	0.024	22.81	22.81	9.81	92.41
12	0.174	0.174	0.079	0.079	0.134	0.134	0.071	0.022	22.99	22.99	10.13	72.15
1	0.183	0.183	0.335		0.141	0.141	0.301	0.026	22.95	22.95	10.15	
2	0.165	0.165	0.302		0.127	0.127	0.272	0.023	23.03	23.03	9.93	
3	0.183	0.183	0.306	0.154	0.141	0.141	0.276	0.192	22.95	22.95	9.80	-24.68
4	0.177	0.177	0.297	0.149	0.136	0.136	0.267	0.186	23.16	23.16	10.10	-24.83
5	0.183	0.183	0.050	0.026	0.141	0.141	0.045	0.016	22.95	22.95	10.00	38.46
6	0.177	0.177	0.049	0.025	0.136	0.136	0.044	0.016	23.16	23.16	10.20	36.00
总量	2.17	2.17	4.23	3.24	1.67	1.67	3.80	2.15				
变化比例（%）					**23.04**	**23.04**	**10.17**	**33.64**				

备注：变化比例中正值表示优化后相对于原设计文件减少，负值表示增加。

（6）供水规模优化的落实措施

东庄水库供水规模调整中，按照“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”的原则，除农业灌溉后外，泾河干流实际从东庄可供水量 1.62 亿 m^3 远不能满足受水区内供水对象城镇和工业的水量缺口 3.98 亿 m^3，需要联合引汉济渭、古贤等水源，通过科学配水来支撑区域发展；在联合配水时，统筹考虑水源工程的位置关系、高程关系、建设时序、水质差异等因素，工程取消城镇生活供水任务后，缺水量主要集中在富平区域，在采取节水措施等基础上，将由拟建的古贤水库进行补充。

同时，农业灌溉水量从原设计文件的 3.18 亿 m^3 调整为 2.79 亿 m^3，主要是通过提高农业灌溉用水效率加以解决。根据《节水型社会建设“十三五”规划》（发改环资〔2017〕128 号）、《陕西省节水型社会建设“十三五”规划》《十三五新增 1 亿亩高效节水灌溉面积实施方案》（水农〔2017〕8 号）、《陕西省“十三五”新增 260 万亩高效节水灌溉面积总体实施方案》等，到 2020 年，陕西省有效灌溉面积将达到 2000 万亩；其中，节水灌溉面积、高效节水灌溉面积将分别达到 1716 万亩、765 万亩。截至 2015 年底，全省高效节水灌溉面积达到 551 万亩，形成年节水能力约 5.5 亿 m^3。根据“十三五”建设目标，完成 260 万亩高效节水灌溉后，新增年节水能力 2.21 亿 m^3，总投资约 56.9 亿元。根据已完成项目统计，实施高效节水灌溉后，每亩节约水量 80～100m^3 左右。泾惠渠灌区需要将农业灌溉水量由 3.18 亿 m^3 缩减为 2.79 亿 m^3，缩减农业灌溉水量 0.41 亿 m^3，需要实施高效节水灌溉面积 38～47.5 万亩。根据目前灌区节水项目申报和计划下达情况，泾惠渠灌区内的三原县（4.77 万亩）、泾阳县（6.5 万亩）和高陵县（2.0 万亩）2016～2018 年计划（资金已基本落实）实施 13.27 万亩高效节水灌溉项目。到“十三五”末，加上泾惠渠灌区范围内的临潼、富平、阎良三个区县，预计高效节水灌溉实施面积将达到 25 万亩以上；远期到 2030 年，预计将达到 40～50 万亩。因此，随着“十三五”期间陕西省 260 万亩和全国 1 亿亩高效节水灌溉目标的完成，以及后期全国高效节水灌溉的深化实施，到 2030 年，泾惠渠灌区内的高效节水灌溉预期面积将达到 45 万亩左右（不低于三分之一的面积），缩减农灌水量 0.4～0.5 亿 m^3，实现 2030 年东庄水库向泾惠渠灌区的灌溉水量缩减到 2.79 亿 m^3。

设计单位在完成上述对工程的优化后，提供了新的水库供水规模及调度方案，环评报告书以下部分将全部基于上述新的方案进行。

表 3.2-3 环评报告书对工程设计文件的优化

优化内容	原设计文件	优化设计文件
工程供水对象	包括城镇生活供水	取消城镇生活供水
城镇生活供水量	1900 万 m^3	0 万 m^3
工业供水量	1.94 亿 m^3	1.62 亿 m^3
农业灌溉供水量	3.18 亿 m^3	2.79 亿 m^3
生态流量	鱼类繁殖敏感期（4 月 15 日～6 月 15 日）坝址下泄生态基流 8.0m^3/s，其他时期下泄生态基流 5.33 m^3/s	鱼类繁殖敏感期(4 月 15 日～6 月 15 日）坝址下泄生态基流 10.66m^3/s，汛期（6 月 15 日～8 月 31 日）下泄生态基流 15.99 m^3/s，一般期（9 月～翌年 4 月 15 日）下泄生态基流 5.33 m^3/s；为刺激鱼类产卵，在 4 月 10 日～4 月 20 日实施鱼类产卵刺激流量，峰值为 15.99 m^3/s
发电厂房尾水	发电厂房尾水至二道坝距离 300m 河段断流	地下厂房位置向上游移动 213m，以及引水发电洞长度减少 213m，四台发电机组尾水管经尾水扩大洞室后拐向二道坝。
调节库容优化	水库调节库容 5.78 亿 m^3，其中生态用水调节库容 550 万 m^3，生态用水分摊库容 0.96 亿 m^3，生态用水调节库容 1.02 亿 m^3。	水库调节库容 5.78 亿 m^3，其中生态用水调节库容 2300 万 m^3，生态用水分摊库容 1.38 亿 m^3，生态用水调节库容 1.61 亿 m^3。

3.3 工程方案环境合理性分析

3.3.1 工程改善生态任务的合理性分析

（1）工程生态改善目标分析

由于泾河流域水资源贫乏，水量时空分布不均、水流含沙量大等，以及缺乏调节工程和河道外用水严重挤占生态环境用水等，导致泾河张家山下游河道流量小于 5.33m^3/s（多年平均流量 10%）的年均天数多达 46～195 天，其中枯水年、特枯水年高达 185 天和 195 天，以及部分河段断流，严重影响下游河流生态。

据调查，泾河干流分布鱼类 2 目 4 科 12 种，4 月～6 月为鱼类产卵期，其中 4 月 15 日～6 月 15 日为主要产卵期，经分析鱼类产卵期需东庄坝址断面下泄流量 10.66m^3/s，区域鱼类产卵主要为粘性卵，需要在产卵期初期实施必要的流量

刺激，制造必要的脉冲流量过程；同时，汛期 6～8 月，为维持河道不退化，需坝址断面下泄流量 15.99 m^3/s；为维持下游泾河重要湿地和泾渭湿地保护区的滩地生态需求，需要维持湿地漫滩流量。根据不同典型年统计，张家山断面 4 月 15 日～6 月 15 日流量小于 10.66m^3/s 天数多达 16～54 天，其中枯水年达到 54 天;张家山断面6月15日～8月31日流量小于15.99m^3/s的天数多达10～51天，其中枯特水年达到 51 天（表 3.3-1）。根据不同典型年组（丰水年组：1984、1973、1990，平水年组：1967、1978、1982，枯水年组：1979、1960、1997，特枯水年组：1986、1987、1991）统计（表 3.3-2），张家山断面 4 月 15 日～6 月 15 日流量小于 10.66m^3/s 天数多达 80～100 天，其中枯水年组达到 100 天，枯水年组平均 33.3 天；张家山断面 6 月 15 日～8 月 31 日流量小于 15.99m^3/s 的天数多达 76～146 天，其中枯特水年达到 146 天，枯水年组平均 48.7 天。通过典型年、典型年组的统计，可以看出张家山断面 4 月 15 日～6 月 15 日流量小于 10.66m^3/s 天数、6 月 15 日～8 月 31 日流量小于 15.99m^3/s 的天数较多，由于下游河道生态水量不足，严重影响张家山水文站断面以下河流的水生生态和河流生态。因此，需要工程**保障下游河道生态基流和鱼类敏感期、汛期的生态流量，改善泾河下游河流生态状况**。

泾河陕西段分布有泾河重要湿地（生境重要湿地），泾河入渭口区域分布有西安泾渭湿地自然保护区。根据调查，泾河重要湿地中的湿地类型包括芦苇低草甸湿地、芦苇-拂子茅低草甸湿地、芦苇-狗牙根低草甸和拂子茅低草甸湿地，主要湿地植被为芦苇、拂子茅、狗牙根等，上述湿地植被主要分布在泾河河滩区域；西安泾渭湿地自然保护区的保护对象是以河流湿地生态系统为主，泾渭湿地自然保护区中的泾河区域湿地类型主要是河流湿地、坑塘湿地、滩地湿地、沼泽湿地，主要湿地植被包括猪毛蒿-狗尾草-萝藦草丛、毛白杨人工林、拂子茅-葎草草丛、芦苇-葎草丛、拂子茅草丛、小蓬草草丛、芦苇草丛，主要分布在泾河干流两岸的滩地区域。根据泾惠渠渠首-泾河入渭口泾河重要湿地上滩流量计算，泾河下游湿地漫滩流量范围 273m^3/s～716m^3/s，以及泾渭湿地保护区的泾河漫滩流量为 434 m^3/s，根据统计丰水年、平水年、枯水年、特枯水年中流量 300～700m^3/s 出现天数分别为 5 天、1 天、3 天和 0 天。由于泾河流量小于 300m^3/s 的高含沙小洪水是造成渭河下游河道淤积萎缩的主要原因，从渭河下游减淤需求出发，需要

拦蓄流量小于 300 m^3/s 的高含沙小洪水，以及泄放促进渭河下游河道冲刷洪水过程。针对下游河道生态流量不足、高含沙小洪水控制、渭河下游河道冲刷等需求，从构建黄河水沙调控工程体系和维持黄河生命健康的整体要求出发，统筹考虑渭河减淤和维持泾河下游湿地、泾渭湿地自然保护区湿地的漫滩补水要求等，维持或增加泾河下游湿地漫滩流量。因此，针对上述需求，**东庄水利枢纽工程水量调度中需要综合泾河下游湿地漫滩流量（泾渭湿地保护区）、渭河减淤需求和河流生态保护需求，通过增加下游河道生态基流，增加或维持泾河下游湿地漫滩流量，保障泾河重要湿地和泾渭湿地保护区生态用水，减轻渭河下游河道淤积，改善泾河湿地生态基流不足等生态问题**。

表 3.3-1 张家山断面建库前鱼类繁殖期、汛期关键期的流量量级

典型年	流量（m^3/s）	生态敏感期	
		鱼类（4.15-6.15）	汛期（6.15-8.31）
丰水年	<5.33	15	10
	5.33～10.66	2	0
	10.66～15.99	5	1
	15.99～100	39	49
	100～200	1	9
	200～300	0	3
	300～700	0	5
	700～1000	0	0
	1000～5420	0	0
	>5420	0	0
	合计	62	77
平水年	<5.33	15	28
	5.33～10.66	1	5
	10.66～15.99	12	5
	15.99～100	34	34
	100～200	0	3
	200～300	0	1
	300～700	0	1
	700～1000	0	0
	1000～5420	0	0
	>5420	0	0
	合计	62	77
枯水年	<5.33	44	39
	5.33～10.66	10	3
	10.66～15.99	5	0
	15.99～100	3	26
	100～200	0	4
	200～300	0	2
	300～700	0	3
	700～1000	0	0
	1000～5420	0	0
	>5420	0	0
	合计	62	77
特枯水年	<5.33	15	41
	5.33～10.66	12	7
	10.66～15.99	11	3
	15.99～100	24	19
	100～200	0	5
	200～300	0	2
	300～700	0	0
	700～1000	0	0
	1000～5420	0	0
	>5420	0	0
	合计	62	77

表 3.3-2 张家山断面建库前鱼类繁殖期、汛期关键期的流量量级（典型年组）

典型年组	流量（m^3/s）	生态敏感期	
		鱼类（4.15-6.15）	汛期（6.15-8.31）
丰水年组	<5.33	65	61
	5.33～10.66	18	9
	10.66～15.99	14	6
	15.99～100	84	102
	100～200	3	29
	200～300	0	8
	300～700	2	12
	700～1000	0	1
	1000～5420	0	3
	>5420	0	0
	合计	186	231
平水年组	<5.33	71	72
	5.33～10.66	9	22
	10.66～15.99	19	14
	15.99～100	80	89
	100～200	6	19
	200～300	1	7
	300～700	0	7
	700～1000	0	1
	1000～5420	0	0
	>5420	0	0
	合计	186	231
枯水年组	<5.33	68	85
	5.33～10.66	32	24
	10.66～15.99	23	9
	15.99～100	62	94
	100～200	1	7
	200～300	0	4
	300～700	0	5
	700～1000	0	3
	1000～5420	0	0
	>5420	0	0
	合计	186	231
特枯水年组	<5.33	55	105
	5.33～10.66	37	28
	10.66～15.99	41	13
	15.99～100	52	71
	100～200	1	9
	200～300	0	3
	300～700	0	2
	700～1000	0	0
	1000～5420	0	0
	>5420	0	0
	合计	186	231

（2）工程改善生态目标效果分析

①生态基流保障及改善成效

根据东庄水利枢纽工程坝址以下泾河干流的鱼类、泾河重要湿地和泾渭湿地自然保护区的湿地植被等保护目标需求，统筹考虑工程开发任务，水库调度中坝址生态流量按照如下方案下泄：一般期（9月1日～翌年4月15日）下泄生态流量不低于5.33m^3/s，鱼类繁殖敏感期（4月15日～6月15日）下泄生态流量不低于10.66m^3/s，汛期（6月15日～8月31日）下泄生态流量不低于15.99 m^3/s。根据张家山水文站统计，工程建设后的丰水年、平水年、枯水年、特枯水年及丰水年组、平水年组、枯水年组、特枯水年组均能有效地消除一般期流量低于5.33m^3/s、鱼类繁殖敏感期流量低于10.66m^3/s和汛期流量低于15.99m^3/s的天数（表3.3-3、表3.3-4）。同时，在每年的4月15日～4月25日，实施鱼类产卵流量刺激调度，流量峰值15.99m^3/s。通过工程的有效调控，有助于改善泾惠渠渠首-泾河入渭口河段的泾河水生生态和河道生态系统。

表 3.3-3 工程建设前后张家山断面生态流量变化（单位：天）

典型年	建库前			建库后（正常运行期）		
	<5.33m^3/s	<10.66 m^3/s（4.15-6.15）	<15.99m^3/s（6.15-8.31）	<5.33m^3/s	<10.66 m^3/s（4.15-6.15）	<15.99m^3/s（6.15-8.31）
丰水年	46	17	11	0	0	0
平水年	101	16	38	0	0	0
枯水年	185	54	42	0	0	0
特枯水年	195	27	51	0	0	0

表 3.3-4 工程建设前后张家山断面生态流量变化（单位：天）（典型年组）

典型年组	建库前			建库后（正常运行期）		
	<5.33m^3/s	<10.66 m^3/s（4.15-6.15）	<15.99m^3/s（6.15-8.31）	<5.33m^3/s	<10.66 m^3/s（4.15-6.15）	<15.99m^3/s（6.15-8.31）
丰水年组	288	70	76	0	0	0
平水年组	408	94	108	0	0	0
枯水年组	466	109	118	0	0	0
特枯水年组	566	133	146	0	0	0

②湿地生态流量、高含沙洪水控制、渭河下游河道淤积控制及改善成效

东庄水利枢纽工程结合泾河下游湿地漫滩流量范围273m^3/s～716m^3/s需求，以及西安泾渭湿地自然保护区的漫滩流量（拦沙期512 m^3/s，正常运行期434 m^3/s）

需求，充分利用利用大于300m^3/s流量的水流排沙运行可长期保持有效库容需求，水库调度中对于来水流量大于300m^3/s时不拦蓄（来水流量超过下游堤防设防标准5420m^3/s时水库需要防洪运用除外）。根据工程建设前后不同量级流量分析（表3.3-3），可以看出，拦沙期不同典型年的100～300m^3/s流量出现天数减少，300～700 m^3/s流量出现天数均呈现增加或维持现状（丰水年）（表3.3-5），丰水年、平水年流量>700m^3/s出现天数增加；正常运行期，不同典型年100～300m^3/s的流量出现天数减少，300～700 m^3/s流量出现天数均增加，丰水年、平水年的700～1000m^3/s流量出现天数增加。同时，根据典型年组（丰水年组：1984、1973、1990，平水年组：1967、1978、1982，枯水年组：1979、1960、1997，特枯水年组：1986、1987、1991）统计，拦沙期不同典型年的100～300m^3/s流量出现天数减少，300～700 m^3/s流量出现天数均呈现增加或维持现状（丰水年组）（表3.3-6），丰水年组、平水年组、枯水年组流量>700m^3/s出现天数增加；正常运行期，不同典型年组100～300m^3/s的流量出现天数减少，300～700 m^3/s流量出现天数均增加（丰水年组除外），丰水年组、平水年组的700～1000m^3/s流量出现天数增加。上述流量增加有助于增加和维持泾河下游湿地漫滩流量几率，降低现状生态水量不足不利影响和改善下游湿地，能够一定程度上缓解由于工程供水、水资源调控产生的不利影响。同时，工程调度中，针对每年6～8月湿地植物生长的关键季节安排生态调度过程，每年至少下泄一次流量峰值不低于716 ㎥/s的洪水过程，且持续时间不低于6小时，降低工程对下游泾河重要湿地、泾渭湿地保护区的不利影响。

表 3.3-5 工程建设前后不同典型年量级流量变化（单位：天）

水文年	流量区间（单位：m^3/s）	东庄建设前	东庄建设后（拦沙期）	东庄建设后（正常运行期）
丰水年	<5.33	46	0	0
	5.33～100	289	357	351
	100～200	22	0	1
	200～300	3	0	1
	300～700	5	5	9
	700～1000	0	0	1
	1000～5420	0	3	2
	>5420	0	0	0
	合计	365	365	365
平水年	<5.33	101	0	0
	5.33～100	253	358	359
	100～200	9	0	0
	200～300	1	0	0
	300～700	1	4	4
	700～1000	0	1	2
	1000～5420	0	2	0
	>5420	0	0	0
	合计	365	365	365
枯水年	<5.33	185	0	0
	5.33～100	171	360	360
	100～200	4	0	0
	200～300	2	1	1
	300～700	3	4	4
	700～1000	0	0	0
	1000～5420	0	0	0
	>5420	0	0	0
	合计	365	365	365
特枯水年	<5.33	195	0	0
	5.33～100	163	360	361
	100～200	5	0	0
	200～300	2	0	0
	300～700	0	5	4
	700～1000	0	0	0
	1000～5420	0	0	0
	>5420	0	0	0
	合计	365	365	365

表 3.3-6 工程建设前后不同典型年量级流量变化（单位：天）（典型年组）

水文年	流量区间（单位：m^3/s）	东庄建设前	东庄建设后（拦沙期）	东庄建设后（正常运行期）
丰水年	<5.33	288	0	0
	5.33～100	731	1067	1064
	100～200	50	1	3
	200～300	8	2	3
	300～700	14	15	14
	700～1000	1	2	4
	1000～5420	3	8	7
	>5420	0	0	0
	合计	1095	1095	1095
平水年	<5.33	408	0	0
	5.33～100	637	1077	1077
	100～200	34	0	0
	200～300	8	0	1
	300～700	7	11	12
	700～1000	1	3	4
	1000～5420	0	4	1
	>5420	0	0	0
	合计	1095	1095	1095
枯水年	<5.33	466	0	0
	5.33～100	608	1084	1083
	100～200	9	0	1
	200～300	4	1	2
	300～700	5	5	6
	700～1000	3	3	3
	1000～5420	0	2	0
	>5420	0	0	0
	合计	1095	1095	1095
特枯水年	<5.33	566	0	0
	5.33～100	512	1090	1091
	100～200	12	0	0
	200～300	3	0	0
	300～700	2	5	4
	700～1000	0	0	0
	1000～5420	0	0	0
	>5420	0	0	0
	合计	1095	1095	1095

东庄水利枢纽工程运行后，对渭河下游冲淤不利的张家山流量小于 300m^3/s 且含沙量大于 300kg/m^3 高含沙小洪水明显减少；对渭河下游输沙有利的张家山流

量大于 600m³/s 洪水以及渭河流量大于 1000m³/s 的洪水均明显增加(表 3.3-7)。无东庄水库条件下，不同水沙系列下渭河下游河道均处于累计淤积状态，前期平水平沙的 1968 系列（年均沙量 1.68 亿 t）、前期水沙偏丰的 1961 系列（年均沙量 1.74 亿 t）、前期水沙偏枯的 1991 系列（年均沙量 1.67 亿 t）、实测 2000 系列(年均沙量 0.97 亿 t)、前期平水平沙的原 1968 系列(年均沙量 2.03 亿 t)，渭河下游河道累计淤积量分别为 10.21 亿 t、10.26 亿 t、10.05 亿 t、3.75 亿 t 和 12.30 亿 t。有东庄水库条件下，不同水沙系列，渭河下游河道累计淤积量分别为 3.65 亿 t、3.10 亿 t、4.07 亿 t、-1.87 亿 t 和 5.68 亿 t。与同期无东庄水库相比，东庄水库对渭河下游河道的减淤量分别为 6.56 亿 t、7.16 亿 t、5.98 亿 t、5.62 亿 t 和 6.62 亿 t（表 3.3-8）。

表 3.3-8 不同系列渭河下游河道泥沙冲淤计算结果

项目		1968 系列	1961 系列	1991 系列	2000 系列	原 1968 系列
入库水沙条件	水量（亿 m^3）	12.21	12.56	12.07	10.90	12.14
	沙量（亿 t）	1.68	1.74	1.67	0.97	2.03
渭河下游河道累计冲淤量（亿 t）	无东庄	10.21	10.26	10.05	3.75	12.30
	有东庄	3.65	3.10	4.07	-1.87	5.68
渭河下游河道累计减淤量（亿 t）		6.56	7.16	5.98	5.62	6.62

整体而言，工程综合考虑河道生态需水、湿地需水、湿地漫滩流量和长期保持有效库容、渭河减淤等需水，优先保障泾河下游河道生态基流和鱼类、湿地生态需求，改善现状生态基流不足问题，消除断流现象；通过工程调度保障下游泾河湿地漫滩流量峰值需求，对于改善下游河流生态和湿地生态具有积极作用。

表 3.3-7 东庄水库调节效果分析（7 月 1 日-8 月 31 日）

流量级	项目	1968 系列		1961 系列		1991 系列		2000 系列		原 1968 系列	
		无水库	有水库	无水库	有水库	无水库	有水库	无水库	有水库	无水库	有水库
张家山流量小于 300m^3/s，且含沙量大于 300kg/m^3	天数（天）	9.44	2.26	9.78	2.58	9.42	2.28	6.06	1.30	8.50	2.66
	天数占主汛期（%）	15.23	3.65	15.77	4.16	15.19	3.68	9.77	2.10	13.71	4.29
	水量（亿 m^3）	0.90	0.13	0.94	0.15	0.91	0.20	0.55	0.04	1.00	0.24
	沙量（亿 t）	0.41	0.09	0.43	0.09	0.41	0.14	0.27	0.03	0.45	0.15
	沙量占主汛期（%）	29.15	9.90	30.22	10.15	29.19	15.28	32.48	9.34	27.27	12.58
张家山流量大于 600m^3/s	天数（天）	1.34	2.06	1.26	2.64	1.36	2.44	0.76	1.26	1.34	2.20
	天数占主汛期（%）	2.16	3.32	2.03	3.42	2.19	3.94	1.23	2.03	2.16	3.55
	水量（亿 m^3）	1.18	1.60	1.14	2.12	1.17	1.88	0.54	0.95	1.18	1.70
	沙量（亿 t）	0.48	0.63	0.49	0.55	0.48	0.43	0.22	0.18	0.59	0.60
	沙量占主汛期（%）	34.45	72.44	34.55	60.16	34.17	46.62	26.51	64.55	35.84	51.84
咸张流量大于 1000m^3/s	天数（天）	2.78	3.66	2.70	4.30	3.04	4.22	1.46	2.12	2.78	3.64
	天数占主汛期（%）	4.48	5.90	4.35	6.94	4.90	6.81	2.35	3.42	4.48	5.87
	水量（亿 m^3）	4.13	4.60	3.56	4.83	4.45	5.25	1.94	2.32	4.13	4.65
	沙量（亿 t）	0.87	0.84	0.72	0.76	0.85	0.83	0.20	0.16	0.99	0.93
	沙量占主汛期（%）	41.71	53.78	34.39	47.23	40.97	51.97	20.97	38.52	42.17	50.29

（3）改善生态目标实施措施分析

根据可研，工程布置 4 台水轮发电机组（2 台大机组，2 台小机组），其中大机组额定引水流量 28.3m³/s，小机组额定引水流量 6.3m³/s，最小出力流量 2.7 m³/s，一台小机组可满足泄放生态一般期生态流量 5.33 m³/s 的要求，2 台小机组可满足泄放鱼类繁殖敏感期的生态流量 10.66 m³/s 的要求，汛期 1 台大机组可满足泄放汛期生态流量 15.99 m³/s 的要求。

泾惠渠渠首以下泾河重要湿地漫滩流量范围 273～716 m³/s，需要通过工程泄洪排沙建筑物实现。工程泄洪排沙建筑物由坝身 3 个表孔、4 个排沙泄洪深孔和 2 个非常排沙底孔组成，4 个深孔泄流 4940 m³/s，3 个表孔泄流 4560 m³/s，坝身最大泄量 9500 m³/s。泄洪流量分配上，主要考虑表孔和深孔泄洪，单独开启均可宣泄常遇洪水，运行灵活，满足下泄各种洪水要求。根据东庄水库运用方式，当入库来水流量大于 300 m³/s 时水库不拦蓄；当水库可调水量大于等于 3 亿 m³时，水库蓄满造峰，凑泄渭河下游华县流量大于或等于 1000 m³/s，上述两种情形有利于下游湿地补水，均能通过上述泄洪设施得到保障。

综上所述，东庄水利枢纽工程基于构建黄河水沙调控工程体系和维持黄河生命健康的整体要求出发，改善生态目标包括泾河水生态、泾河湿地和泾渭湿地保护区以及渭河下游河道，统筹考虑下游泾河河道生态、湿地漫滩、渭河减淤的流量需求，增加或维持下游泾河湿地漫滩流量，保障**泾河重要湿地和泾渭湿地保护区生态用水，减轻渭河下游河道淤积，改善泾河湿地生态基流不足和渭河下游泥沙淤积生态问题；通过工程的生态机组、泄洪排沙建筑物等措施落实生态改善流量，实现改善生态目标**。

3.3.2 工程水资源配置及水库调度的环境合理性分析

根据《陕西省泾河东庄水利枢纽工程可行性研究报告》以及《陕西省泾河东庄水利枢纽工程受水区专题报告》（陕西省水利电力勘测设计研究院，2016 年），东庄水利枢纽工程受水区范围为关中地区泾河流域和石川河流域，供水对象为泾惠渠灌区，铜川新区，富平县城及工业园区部分（县城、庄里工业园区、深陕富平新兴产业示范园），西咸新区（空港、秦汉、泾河新城），三原县城。

根据《铜川市城市总体规划》（陕政函〔2007〕97 号），铜川新城区主要

发展煤电、建材、轻纺等传统产业，培育医药、食品等新兴产业。

根据《陕西西咸新区总体方案》（发改西部〔2014〕296 号），西咸新区是关中—天水经济区的核心区域，规划布局空港、秦汉、泾河等五个组团，其中空港新区重点发展临空物流、国际商贸、飞机维修等产业，带动临空制造业集聚发展；秦汉新区重点发展历史文化旅游、生态休闲、创意文化等产业；泾河新区，重点发展都市农业、节能环保、高端装备制造等产业。

根据《富平县城市总体规划(2010-2030)》、《富平县庄里工业园区总体规划》、《富平县苏陕共建富平产业园总体规划》等，区域以机械、食品工业为主导，庄里工业园建设成为关中带优势产业制造基地；苏陕工业园区主要承接东部具有转移意向的特色优势产业，积极发展转移企业提供配套服务的产业。

根据《三原城市总体规划(2010-2025)》，三原县定位为西安大都市北部区域重要的绿色食品种植加工基地、加工制造配套产业基地和都市生活休闲旅游基地；省级历史文化名城，以加工制造、旅游及都市休闲产业为特色的新城。

（1）水资源配置的环境合理性分析

泾河多年平均天然径流量 16.82 亿 m^3，多年平均流量 53.3m^3/s，具有水资源贫乏、水量时空分布不均、水沙不协调等特征以及水资源过度开发利用等，存在泾河下游生态基流难以保障（河道断流）、渭河下游河道淤积等环境问题。为贯彻落实“生态优先、绿色发展”的理念及要求，东庄工程优先考虑泾河河道、泾河湿地生态用水，统筹渭河减淤用水需求，在扣除生态、减淤用水的前提下，对泾河剩余水资源可开发量按照“以供定需”及“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”原则进行水资源配置，具体分析内容如下文。

① 生态基流及鱼类生态需水

由于流域水资源贫乏，水量时空分布不均、水流含沙量大等，以及缺乏调节工程和河道外用水严重挤占生态环境用水等，导致泾河下游河道流量小于 5.33m^3/s（多年平均流量 10%）的年均天数多达 46～195 天，部分河段断流，严重影响下游河流生态。为保障下游河道基本生态功能需求，工程优先考虑泾河河道基本生态用水，消除下游河道断流和生态流量不足问题，工程坝址下泄流量需满足不同时期的生态基流：一般期（9 月～翌年 4 月 15 日）5.33m^3/s，年均供水

量 1.06 亿 m^3。

泾河干流分布鱼类 2 目 4 科 12 种，4 月 15 日～6 月 15 日为鱼类主要产卵期，经分析鱼类产卵期（4 月 15 日～6 月 15 日）需东庄坝址断面下泄流量 10.66m^3/s 才能满足需求。同时，为维持下游河道良好生态环境，需要在汛期（6 月 15 日～8 月 31 日）下泄流量 15.99 m^3/s 才能满足需求。因此，为满足下游产卵场鱼类产卵和维持河道良好生态环境需求，工程建成后，需 4 月 15 日～6 月 15 日下泄流量不能低于 10.66m^3/s，年均供水量 0.61 亿 m^3；需 6 月 15 日～8 月 31 日下泄流量不能低于 15.99m^3/s，年均供水量 1.06 亿 m^3，合计需要下泄水量 1.67 亿 m^3。

②下游湿地漫滩需水量

泾河泾惠渠渠首以下河段分布有泾河重要湿地，泾河入渭口区域分布有西安泾渭湿地自然保护区。根据泾河重要湿地上滩流量分析，下游湿地漫滩流量范围 271～716 m^3/s，泾渭湿地保护区的泾河漫滩流量为 434 m^3/s。为保障下游泾河重要湿地、泾渭湿地保护区的漫滩流量需求，需要维持每一年维持一次洪峰流量 716 m^3/s、持续时间为 6 小时的洪水过程，需要下泄水量 0.15 亿 m^3。

③减淤水量需求

长期保持水库有效库容的排沙需水量：泾河来水含沙量高，水库需要下泄一定水量排泄来沙确保水库长期保持有效库容。根据不同水沙系列的泥沙冲淤模拟结果，水库利用大于 300 m^3/s 流量的水流排沙运行可长期保持有效库容，采用流量大于 300 m^3/s 长期保持水库有效库容的年均排沙需水量 3.0 亿 m^3。

调水调沙造峰需水量：为恢复和维持渭河下游中水河槽行洪输沙能力，减轻渭河下游河道泥沙淤积，需要平均 2 年一次调水调沙运用，塑造渭河下游流量 1000m^3/s，渭河所需水量为 4.3 亿 m^3，其中需要工程补充下泄造峰水量 3.0 亿 m^3，折合年均造峰需水量 1.5 亿 m^3。

④农业灌溉需水量

泾惠渠灌区为原有灌区，灌溉面积 145.3 万亩，现状年供水量 3.85 亿 m^3。设计水平年，维持现有灌溉面积，考虑灌区节水改造后，灌溉水利用系数由 0.54 提高到 0.6，综合净定额由现状年的 213m^3/亩降低为 195m^3/亩，同时进一步加大高效节水灌溉力度，泾惠渠灌区需要工程供水 2.79 亿 m^3。

⑤剩余可供开发的水资源量

东庄入库径流量 12.1 亿 m^3，扣除下泄生态水量 2.88 亿 m^3、减淤水量 4.5 亿 m^3 后，剩余可开发利用的水资源量 4.72 亿 m^3。经调节计算，用于泾惠渠灌区灌溉水量 2.79 亿 m^3、城镇和工业水量 1.62 亿 m^3，最终剩余水资源量 0.31 亿 m^3。经统计，工程下泄水量为 7.38 亿 m^3。

表 3.3-9 东庄水库可供开发的水资源量

项目		水量（亿 m^3）
设计入库径流量		12.1
生态水量	生态一般期-生态基流	1.06
	生态敏感期-生态流量	1.67
	下游湿地漫滩需水量	0.15
	小计	2.88
减淤水量	长期保持水库有效库容的排沙需水量	3.0
	调水调沙造峰需水量	1.5
	小计	4.5
剩余可供开发的水资源量		4.72
农业灌溉水量	泾惠渠灌区用水	2.79
城镇和工业水量		1.62
剩余水资源量		0.31

可以看出，东庄水利枢纽工程水资源配置中，针对区域主要的生态环境问题-河道生态流量不足、渭河下游河道淤积等，优先考虑泾河河道、湿地生态用水，统筹减淤用水需求，在扣除生态水量 2.88 亿 m^3、减淤用水 4.5 亿 m^3 的前提下，剩余水资源可开发量 4.72 亿 m^3 按照“以供定需”及“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”原则进行配置，工程在保障泾惠渠灌区水量 2.79 亿 m^3、城镇和工业水量 1.62 亿 m^3，最终剩余水资源量 0.31 亿 m^3，工程的水资源配置整体具有环境合理性。

（2）供水对象水资源配置的环境合理性

东庄水利枢纽工程受水区范围为泾河流域和石川河流域，根据预测 2030 年受水区总需水量 21.36 亿 m^3，而当地可供水量为 9.12 亿 m^3，缺水量 12.24 亿 m^3。泾河可供开发水资源量仅 4.72 亿 m^3，难以满足区域缺水量，工程按照“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”原则，在保证泾河生态水量的基础上，优先满足原有的泾惠渠灌区灌溉用水，受水区域内选择铜川新区、西咸新区（泾河新

城、秦汉新城、空港新城）、富平区域（县城、庄里工业园、深陕工业园）、三原县城作为供水对象。2030 年供水对象城镇和工业需水量 7.74 亿 m^3，当地可供水量 3.08 亿 m^3，水量缺口为 4.66 亿 m^3，工程扣除农业灌溉水量后，剩余可供开发的水资源量不能满足需求，按照“以供定需”的原则进行城镇和工业供水设计。

根据供水对象的水资源配置，供水水源包括地表水、地下水和再生水， 2013 年供水总量 8.94 亿 m^3，其中地表水水源供水量 5.69 亿 m^3，地下水水源供水量 3.24 亿 m^3（其中深层地下水 910 万 m^3，浅层地下水 31520 万 m^3），其他水源（再生水）55 万 m^3，分别占区域用水量的 63.6%、36.2%和 0.2%；规划水平年，供水总量 10.31 亿 m^3，其中地表水水源供水量 7.58 亿 m^3（其中地表水 3.17 亿 m^3，东庄水库 4.41 亿 m^3），地下水水源供水量 2.12 亿 m^3，其他水源（再生水）6147 万 m^3，分别占区域用水量的 73.5%、20.6%和 5.9%。可以看出，受水区水资源配置中已经考虑中水回用，通过东庄工程新增供水减少区域地下水利用量，有助于降低区域地下水环境问题。

综上所述，规划水平年水资源配置中，再生水全部用于工业供水和生态用水，结合拟建的东庄水库、引汉济渭等工程进行水资源优化配置，提高地表水供水量和供水保障率，减少区域地下水开采量。整体符合国家提出的优先使用再生水，降低地下水开采的地下水环境影响和促进地表水环境保护等具有环境合理性。

（3）水库调度的环境合理性

根据东庄水利枢纽工程坝址以下区域泾河干流的水生生态（鱼类）、泾渭湿湿地和西安泾渭湿地保护区的滩地植被等生态保护需求，工程调度针对下游河流鱼类、湿地等生态需求，统筹考虑工程开发任务，调度中生态基流按照如下方案进行下泄：一般期（9月1日～翌年4月15日）下泄生态流量不低于5.33m^3/s，鱼类繁殖期（4月15日～6月15日）下泄生态流量不低于10.66m^3/s、汛期（6月15日～8月31日）下泄生态流量不低于15.99 m^3/s；结合下游湿地漫滩流量范围273～716 m^3/s，以及利用大于300 m^3/s流量的水流排沙运行可长期保持有效库容等需求，水库调度中对于来水流量大于300 m^3/s时水库不拦蓄（来水流量超过下游堤防设防标准5420 m^3/s时水库需要防洪运用除外），尽量维持或增加泾河下游湿地漫滩漫滩次数。

根据张家山水文站的数据统计，工程建设后，丰水年、平水年、枯水年、特

枯水年能够有效的消除流量低于5.33m^3/s的天数，同时消除鱼类繁殖期（4月15日～6月15日）的流量低于10.66m^3/s的天数、汛期（6月15日～8月31日）的流量低于15.99 m^3/s的天数，有助于改善河道水生态系统。

根据工程建设前后不同量级流量分析，工程调度主要使得100～300m^3/s的流量出现天数减少，300～700 m^3/s流量出现天数均呈现增加或维持现状，丰水年、平水年的700～1000m^3/s流量出现天数增加，上述流量出现天数增加有助于维持泾河重要湿地漫滩过程。

泾渭湿地自然保护区中泾河上滩流量建库前为434m^3/s，东庄水库建成后，初期运行的三到五年内，清水下泄对保护区区域的泾河河道形成一定的冲刷，上滩流量将增大，建库后泾河上滩流量512 m^3/s，随着水库淤积，排沙运用后，河道将会回淤，漫滩流量将会减少。根据统计，除枯水年外，丰水年、平水年、特枯水年的工程前后漫滩流量出现均增加，其中正常运行期增加天数大于拦沙期。

表 3.3-10 泾渭湿地自然保护区泾河漫滩洪水特征（出现天数）

水文	建库前（＞434）	拦沙期（>512）	正常运行期 （>434）
丰水年	2	6	8
平水年	1	5	7
枯水年	1	0	2
特枯水年	0	4	4

整体而言，东庄水库调度中，综合考虑河道生态需水、湿地需水、湿地漫滩流量和长期保持有效库容、渭河减淤等需求，优先考虑下游河道、湿地生态需水要求，根据东庄坝下鱼类、泾河下游湿地、泾渭湿地自然保护区等生态保护目标的需水特征，保障下游河道生态基流和鱼类需求，改善现状生态基流不足或断流问题；通过工程生态调度，保障下游泾河重要湿地、泾渭湿地自然保护区的湿地漫滩洪水脉冲需求，避免工程建设对下游的泾河湿地、泾渭湿地保护区的湿地生态产生较大的不利影响。整体而言，工程调度具有环境合理性。

（4）生态流量下泄设施的环境合理性

根据可研设计，工程安装 4 台水轮发电机组（2 台大机组，2 台小机组），其中大机组额定引水流量 28.3m^3/s，小机组额定引水流量 6.3m^3/s，最小出力流量 2.7 m^3/s，一台小机组可满足泄放一般期生态基流 5.33 m^3/s 的要求，2 台小机组可满足泄放鱼类繁殖敏感期生态基流 10.66 m^3/s 的要求，1 台大机组可满足泄放

汛期生态基流 15.99 m^3/s 的要求。

根据计算，坝址以下泾河重要湿地漫滩流量范围 271～716m^3/s，泾渭湿地保护区的泾河漫滩流量为 434m^3/s（工程建设前、正常运行期）、512 m^3/s（拦沙期），需要通过工程泄洪建筑物实现。东庄水利枢纽工程坝身最大泄量 9500m^3/s，泄洪流量分配上，主要考虑拱坝的表孔和深孔泄洪，单独开启均可宣泄常遇洪水，满足下泄各种洪水的要求。根据东庄水库运用方式，当入库来水流量大于 300m^3/s 时水库不拦蓄；当水库可调水量大于等于 3 亿 m^3 时，水库蓄满造峰，凑泄渭河下游华县流量大于或等于 1000m^3/s，上述两种情形有利于下游泾河湿地、泾渭湿地保护区补水，均能通过上述泄洪设施得到保障。

3.3.3 正常蓄水位环境合理性比选分析

工程可研以死水位 756m 为基础，拟定不同正常蓄水位方案（787m、789m、791m），基于水库淹没、生态影响综合选定合理的正常蓄水位。

（1）对生态的影响

正常蓄水位 787m、789m 和 791m 均会对旅游景点景观产生一定影响，水库蓄水后，彬县龟蛇山大峡谷、泾河大峡谷感视觉将减弱，减弱程度随正常蓄水位增加而有所增大。

水库建成后，大坝阻隔将鱼类分割成坝上、坝下两个群体，基因交流机会减少。喜急流环境鱼类将减少，适应静水或缓流环境生活的鱼类将成为库区优势种群；蓄水后对区域短距离洄游鱼类将产生严重不利影响，各正常蓄水位方案对库区的北屋产卵场均产生淹没影响，使得产粘性卵、沉性卵的鱼类产卵场分别向库区库尾及其以上河流上移。各蓄水位方案的下泄低温水对坝下鱼类生长发育产生不利影响。

（2）水库淹没与移民安置对环境的影响

正常蓄水位 787m、789m 和 791m 的淹没耕园地、林地面积分别为 8563 亩、44797 亩，8793 亩、45767 亩，8793 亩、46388 亩。水库淹没使库区耕园地面积有所减少，对粮食生产带来不利影响，同时对库区森林植被产生一定影响。

正常蓄水位 787m、789m 和 791m 方案下，淹没影响总人口均为 3859 人，各

种方案下均涉及淹没水电站 6 座、旅游景点 5 处。随着正常蓄水位的增加，淹没对环境的影响也有所增加。

（3）对水环境的影响

不同正常蓄水位方案下，建库后总体水质将稍优于建库前水质，在全面落实泾河流域污染控制措施基础上，可满足区域水功能区的水质目标要求，但局部河段和支流库湾水域水质可能变差，以及存在较大的水质风险。

（4）综合比选结论

不同正常蓄水位下的环境影响比选见表 3.3-11。从环境保护角度出发，正常蓄水位 787m、789m 和 791m 方案下总库容没有变化，调节库容分别为 5.18 亿 m^3、5.78 亿 m^3、6.40 亿 m^3，但 791m 方案对环境影响较大。正常蓄水位 787m、789m 方案均不存在重大环境制约因素，防洪效益和减淤效益相同，主要差别是供水量不同，根据东庄水库主要功能，在满足防洪减淤任务的前提下，充分发挥供水、发电及改善生态的效益，推荐 789m 方案作为正常蓄水位。

表 3.3-11 不同正常蓄水位的环境影响比选

<table>
<tr><th>正常蓄水位</th><th>生态</th><th>淹没、移民</th><th>社会环境</th><th>水环境</th><th>比较结果</th></tr>
<tr><td>787m</td><td rowspan="3">均影响彬县程家川风景旅游区、彬县龟蛇山大峡谷漂流风景旅游区、泾河大峡谷风景旅游区、淳化龙山生态旅游渡假风景区；阻隔鱼类迁移，淹没鱼类产卵场；</td><td>淹没园地 8563 亩、林地 44797 亩；移民 3859 人；淹没水电站 6 座、旅游景点 5 处。</td><td rowspan="3">对社会经济有利影响随水位增加而增大。不同方案对人群健康影响差别不大</td><td rowspan="3">建库后总体水质将稍优于建库前水质，局部河段和支流库湾水域水质可能变差。</td><td></td></tr>
<tr><td>789m</td><td>淹没园地 8793 亩、林地 45767 亩；移民 3859 人；淹没水电站 6 座、旅游景点 5 处</td><td>淹没面积增加 1200 亩；</td></tr>
<tr><td>791m</td><td>淹没园地 8793 亩、林地 46388 亩；移民 3859 人；淹没水电站 6 座、旅游景点 5 处</td><td>淹没面积增加 1821 亩。</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="5">上述方案均不影响彬县县城，均无制约因素，综合社会经济环境因素，推荐 789m 方案。</td></tr>
</table>

3.3.4 坝址、坝型方案环境合理性分析

（1）坝址方案

可研中的坝址比选在前山嘴坝址和东庄坝址之间进行，其中前山嘴坝址位于东庄坝址上游 9km。

前山嘴坝址和东庄坝址河道两侧山体陡峭，周边山上植被类型相对单一，主要为荆条、野皂荚、胡枝子等灌丛植物，草本植物主要有白羊草、狗尾草、猪毛菜、野菊花、隐子草等，并有部分人工种植的刺槐林、柏树林、灌木丛，其中刺槐林、柏树、灌木丛等均位于海拔较高区域的缓坡、陡坡。库区内除鸟类外，很少见到动物活动。受陡峭地形限制，坝址区域农田相对较少。据调查，库区淹没范围内不存在大型严重污染企业，主要淹没 6 座小型水电站和部分旅游景点、农村，淹没区域居民将采取后靠安置、集中安置、分散安置等方式进行，安置区环境容量能够满足移民安置需求，因此库区内不存在制约工程建设的环境限制因素。

前山嘴、东庄坝址方案在水环境、生态、淹没与移民方面影响差别不大（表 3.3-12）。东庄坝址能更好地满足工程开发任务要求，且坝址区地质条件好、枢纽布置相对集中、施工相对简单，库区岩溶问题经过适当防渗处理后，其渗漏量可控。同时，东庄坝址在扩大并维持渭河下游中水河槽的行洪输沙能力方面优于前山嘴坝址，对保护渭河下游两岸人民群众的生命财产安全具有更大意义，具有较大的社会经济效益。

表 3.3-12 前山嘴、东庄坝址的社会、经济、环境影响对比

项目	条件	前山嘴坝址	东庄坝址	比较结果
工程	枢纽布置	基岩为砂页岩，宜采用混凝土面板堆石坝型，两岸具备布置排沙泄洪、发电引水和供水建筑物的地形地质条件，主要建筑物布置相对分散。	基岩为厚层~巨厚层灰岩，适宜布置混凝土拱坝。泄洪、排沙等主要建筑物集中布置在坝身，供水及发电等次要建筑物布置两岸，主要建筑物布置集中。	不存在影响工程建设的制约因素。
	施工条件	采用一次断流、全年围堰挡水、隧洞导流导流方式；建筑物布置相对分散，宜分区施工；两岸地形相对较缓，施工道路及场地布置条件较好。	采用一次断流、全年围堰挡水、隧洞导流导流方式；主要建筑物布置集中，施工组织设计要求较高；地形陡峻，道路及施工场地布置困难。	前山嘴坝址优于东庄坝址。
环境比选	土石方	土方开挖 225.9 万 m^3、石方明挖 1425.88 万 m^3、石方洞挖 48.29 万 m^3	土方开挖 89.73 万 m^3、石方明挖 547 万 m^3、石方洞挖 64.23 万 m^3	东庄土石方开挖量小，弃渣也较小
	建筑材料	主堆料和混凝土骨料来自庙上灰岩料场，运距 17km。	混凝土骨料来自庙上灰岩料场，运距 3.5km。	东庄坝址运距较短，优于前山嘴坝址。
	淹没影响	基准年淹没影响总人口3175人；淹没土地 63459 亩。	基准年淹没影响总人口 3175 人；淹没土地 76951.7 亩。	东庄坝址淹没土地面积稍大。
	运行条件	主要建筑物两岸分散布置，管理及运行略为不便。	建筑物布置相对集中，管理及运行条件相对较好。	东庄坝址运行管理方便
	工程效益	1）拦沙运用年限 20 年； 2）50 年累计淤积量 18.19 亿 m^3； 3）渭河河道减淤量 4.63 亿 t； 4）装机量 90MW，年发电量 2.02 亿 kW·h。	1）水库拦沙运用年限为 24 年； 2）50 年累计淤积量 23.73 亿 m^3； 3）渭河下游河道减淤量为 6.56 亿 t； 4）装机容量 110MW，年发电量 2.58 亿 kW·h。	1）拦沙运用年限东庄较前山嘴长 4 年； 2）东庄较前山嘴多拦沙 5.54 亿 m^3； 3）年发电量差 0.4 亿 kW·h。

总体来说，前山嘴、东庄坝址方案对环境影响性质基本相同，影响程度差异不显著，两者均不存在重大环境制约因素，从环境角度分析，两坝址建设均可行。综合考虑社会、经济及环境，建议推荐东庄坝址方案。

（2）坝型方案

东庄坝址进行了拱坝方案（双曲拱坝、曲拱坝）、混凝土面板堆石坝、混凝土重力坝方案的比选。从环境保护角度看，拱坝方案土石方开挖量最小（表 3.3-13），但拱坝方案混凝土数量较大，使得砂石料开采、加工量增加，导致弃渣、生产废水、噪声相对增加。整体而言，拱坝的取土和弃渣影响相对较小；拱坝推荐的土料场、石料场均不涉及环境敏感目标，不存在环境制约因素。因此，确定拱坝方案为环境较优方案，与工程推荐方案相同。

表 3.3-13 拱坝 、面板堆石坝、重力坝方案的环境影响比选

序号	项目	拱坝	混凝土面板堆石坝	混凝土重力坝
1	工程布置	枢纽主要建筑物由混凝土双曲拱坝、溢流表孔、排沙泄洪深孔、非常排沙底孔、水垫塘、发电引水系统、库区防渗工程及供水建筑物等组成。拱坝坝顶高程 804m。大坝建基面基本置于微风化～新鲜岩体	泄洪、排沙及发电洞均布置在右岸；溢洪道布置在左岸台地上，布设三条排沙洞、2 条泄洪洞、1 条发电引水洞和 1 座正常溢洪道。设计坝顶高程 806m，坝基覆盖层以碎石加壤土为主，应予以全部挖除	混凝土重力坝、溢流表孔、排沙泄洪深孔、非常排沙底孔、发电引水系统、库区防渗工程及供水建筑物等组成；坝顶高程 802m，河床坝基建基面开挖高程 570m，坝基在灰岩上。
2	工程量	土方开挖 89.74 万 m^3、石方明挖 546.71 万 m^3、石方洞挖 64.24 万 m^3	土方开挖 154.76 万 m^3、石方明挖 1661.65 万 m^3、石方洞挖 125.73 万 m^3	土方开挖 67.01 万 m^3、石方明挖 849.89 万 m^3、石方洞挖 55.30 万 m^3
3	施工导流	一次断流、围堰挡水，隧洞导流	一次断流、围堰挡水，隧洞导流	一次断流、围堰挡水，隧洞导流
4	施工工期	总工期为 7 年 11 个月	总工期为 7 年 1 个月	总工期为 7 年 3 个月
比较结果		上述方案均无环境制约因素，但拱坝土石方开挖量相对于混凝土面板堆石坝、混凝土重力坝分别减少 2082.6 万 m^3、271.16 万 m^3，使得工程弃渣量大幅度降低。		

整体而言，双曲拱坝取土和弃渣影响相对较小。因此，在均满足工程设计目标的前提下，双曲拱坝方案为环境较优方案，与工程推荐方案相同。

3.3.5 施工方案环境合理性分析

（1）施工总体布置原则合理性分析

工程施工布置原则种充分考虑环境保护要求，包括施工中尽量少占耕地，并最大限度压缩生产生活设施等，减少工程占地对当地环境影响；明确提出做好“三废”处理，保护施工环境的施工布置原则；在土石方弃渣方面提出充分利用、尽量减少弃渣，降低水土流失产生不利环境影响；充分考虑渣场及施工生产设施不影响河道行洪的问题。综合来看，施工布置原则考虑问题较全面，充分照顾了环境保护的需求，从环境保护角度来看是合理的。

（2）施工总体布置合理性分析

东庄拱坝坝址处属典型峡谷区域，河床狭窄，地形陡峻，坝址两岸 800m 高程以下无大的平缓坡地及宽阔滩地可供利用。坝址上游 2.7km 泾河右岸坡地较缓，工程布置导流洞等前期工程施工生产、生活设施；坝址下游 3.6km 泾河右岸坡地

较缓，布置水垫塘、二道坝及厂房等施工生产、生活设施；右坝肩 800m 高程以上，上下游约 800m 左右范围内，多为缓坡山梁和黄土塬，布置主体工程施工生产、生活设施。可以看出，以上布置一方面考虑有利生产、方便职工生活、利用现有地势、节约临时工程投资等方面，另一方面减少对周边荒草地、林地、农田、灌木丛等扰动，减少水土流失和对自然植被及地貌影响。区域施工场地有限，采取集中与分散相结合的方式进行布置，砂石料加工系统、混凝土拌和系统等布置利用区域地形，与主体工程比较接近，降低对区域土地资源占用和破坏生态。另外，工程生活区、施工仓库等布置结合主体工程施工需要，施工工厂设施集中布置，便于进行砂石料加工、车辆冲洗等生产废水、生活污水和生活垃圾的收集、处理，污水处理的再生利用,减少工程对区域生态环境影响。

对于工程涉及的主要环境敏感对象—陕西泾河重要湿地，主体工程中的挡水建筑物、泄洪排沙建筑物、引水发电建筑物、临时施工桥等部分工程位于陕西泾河重要湿地范围，主体工程、部分施工辅助工程建设对泾河湿地生态环境影响主要表现为施工占地会破坏原地貌和减少水域面积，工程占用区域面积有限，不会对施工区域的泾河重要湿地产生较大不利影响。

综上所述，施工布置时充分考虑区域地形地貌，利用荒地及水库淹没区土地资源，尽量少占耕地、林地、湿地。工程实施封闭管理，砂石料加工系统、混凝土拌和系统等主要噪声源均布置于远离居民点的位置，减少工程施工对周边敏感点的影响。工程施工总体布置无重大环境制约因素，局部影响可通过采取相应的措施予以减缓，总体而言是环境合理的。

（3）料场布置环境合理性分析

蔡家坡土料场、庙上灰岩料场位于水库淹没线以上区域，现状主要为灌木丛、草地、林地和部分农田，主要植被以灌丛和草地植被为主，灌丛主要以榆树、丁香、柠条灌丛为主。草地主要以针茅草地为主。区域没有分布珍稀保护动植物，远离村庄等环境敏感点，不存在环境制约因素。施工中在采取必要的水土保持措施、植被恢复措施、排水措施等前提下，土料场、石料场的选取具有环境可行性。

（4）渣场布置环境合理性分析

工程设渣场 6 个，弃渣场分布于泾河左右岸，坝址上游 2 个弃渣场、下游 4

个弃渣场。渣场环境现状情况见表 3.3-14。主体工程渣场布设时已考虑其对水库库容、防洪、湿地等方面的影响，其中 1#弃渣场、2#弃渣场位于水库淹没区域，选择堆渣方式对水库影响均在控制范围内，且弃渣场布置方案通过咨询和审查，渣场的设置合理性得到基本认可。

表 3.3-14 渣场环境现状

渣场名称	选址区环境现状
1#渣场	土地利用主要为荒地、草地和灌丛，主要植物为酸枣、黄蒿、狗哇花、狗尾草、画眉草、稗草等，盖度 40%、高度 80cm。
2#渣场	土地利用主要为荒地、草地和灌丛，主要植物为酸枣、荆条、野菊花、稗草、狗尾草、车前草等；盖度 50%、高度 70cm。
3#渣场	土地利用类型为荒坡草地，主要植物为酸枣、柏树、黄蒿、白莲蒿、狗哇花、狗尾草、画眉草、稗草、野菊花、灰菜、柽柳；盖度 90%、高度 60cm。
4#渣场	土地利用类型为荒坡草地，主要植物为刺槐、荆条、黄蒿；主要以灌丛为主；盖度 80%，高度 60～80cm。
5#渣场	土地利用类型为荒坡草地，主要植物为蒿草、灰菜、白莲蒿、红花蒿、刺槐、野菊花、稗草、狗尾草、车前草、荆条等；
6#渣场	土地利用类型为荒坡草地，主要植物为荆条、黄花蒿、白莲蒿、狗尾草、狗牙根、野菊花、狗哇花等；主要以灌丛为主；盖度 80%，高度 75～95cm。

工程设置的 6 个渣场均位于冲沟内，为保证弃渣稳定和施工安全，主体工程开展渣场水土保持设计，渣场防护工程洪水标准按照《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575－2012）要求，4#弃渣场级别为 4 级，挡渣墙级别为 5 级，防洪标准为设计洪水 20 年一遇，校核洪水 30 年一遇；1#、2#、3#、5#、6#弃渣场级别为 3 级，挡渣墙级别为 4 级，防洪标准为设计洪水 30 年一遇，校核洪水 50 年一遇；弃渣场以修建挡渣墙，排洪设施，恢复植被为主，布设表土收集拦挡等临时防治措施。

6 处弃渣场占地范围内及下游均没有重要设施，渣场附近无居民点分布，均不涉及生态敏感区，且运距较短；渣场选用天然沟道，可减少土地资源损失和对地表植被的破坏。渣场植被覆盖主要为灌木林地和草地，弃渣堆放影响地表植被和砍伐零星树木，将对局部植被产生破坏。水土保持设计已考虑采取修建挡渣墙、截排水沟等工程措施来引排各弃渣场上游汇水，以避免对弃渣场稳定构成威胁。在采取上述措施后，从环境保护角度分析，渣场选址具有环境合理性。

综上所述，在采取相应的防护措施和优化措施前提下，弃渣场选址环境上是基本合理的。

（5）油库和爆破材料库布置环境合理性分析

工程需油料、炸药，燃油、炸药都属于危险化学品，发生意外事故时会对人类造成严重的伤害。

① 油库、加油站

根据可研，工程设置 2 处加油站。1#加油站高程 936m，距离泾河最近距离 1.23km。2#加油站位于为水垫塘、二道坝及厂房等服务的施工工厂设施工区，远离施工生活 3 区。2#加油站高程 713m，周围 1km 范围内没有村庄分布，距离泾河最近距离 0.30km。

根据《石油库设计规范》（GB50074-2002）要求，五级油库与居住区及公共建筑物的距离不得小于 50m，与公路距离不得小于 15m。工程加油站（油库）0.2km 以内无居民点，符合《石油库设计规范》要求。1#加油站高程 936m，距离泾河最近距离 1.23km，高差约 306m，在发生事故情况下油料泄漏大量进入泾河的可能较小。2#加油站高程 713m，距离泾河最近距离 0.30km，高差约 127m，在发生事故情况下油料泄漏大量进入泾河的可能较大。

②爆破材料库

工程设置 2 处爆破材料库。1#爆破器材库高程 961m，爆破器材库 1.0km 以内没有村庄分布。2#爆破器材库高程 1000m，爆破器材库 1km 以内涉及的村庄包括相家村（直线距离 0.60km）。

根据《民用爆破器材工程设计安全规范》（GB50089-2007）要求，在无高山屏障时，同类危险等级爆破材料库（单库存药量不大于 100t）与零散住户的距离须大于 570m，山高 30～50m，坡度 25°～30°，距离可减少 20%～25%。工程 1#爆破器材库没有村庄分布；2#爆破器材库与周边居民点的防护距离满足《民用爆破器材工程设计安全规范》（GB50089-2007）要求。因此，本工程爆破器材库符合《民用爆破器材工程设计安全规范》的要求，设置合理。

（6）施工道路环境合理性分析

对外交通主要依靠原有交通路线，对部分道路沿线桥梁、涵洞进行改造加固，新建进场道路 9.25km，其中隧道长度 1.97km。进场道路充分考虑区域路网建设情况，礼泉县城至东庄村路线利用现有道路进行改建，新建进场道路需要进行修

建，最大程度降低新修道路的不利环境影响；在采取相应的水土保持、噪声污染控制、边坡植被恢复、排水边沟等措施后，不会对周边环境造成不利影响。整体而言，工程进场道路具有环境合理性。

施工场内按照施工期修建的道路尽量与永久道路相结合的原则，坝址区左、右岸共布置场内干线交通道路 8 条，干线道路明线总长约 36.41km，施工支线路总长约 9km，施工交通隧道 9 条、总长约 6.7km，库区灌浆工程场内道路总长约 6.5km。场内道路规划设计时已经考虑永久交通布置统筹规划、施工道路一路多用、尽量少占耕地和林地和减少拆迁，远离环境敏感区，重建沿线桥梁、隧道的选址等因素，体现出环保理念，节能环保的思想。据环评单位现场考察，施工交通道路中均不涉及自然保护区、森林公园等，道路施工中的土石方开挖、回填等将会对区域生态环境带来一定影响；部分施工道路靠近施工营地等，在做好相应的噪声污染防治、降尘等措施后，对区域的不利影响能够得到控制。建议加强施工道路建设过程中的水土保持、植被恢复等工作，以及划定施工区域，降低工程建设的不利影响。从环境保护角度分析，施工道路规划较为合理。

3.3.6 移民安置方案环境合理性分析

（1）生产开发方式合理性分析

工程规划水平年移民生产安置人口 2961 人，全部进行大农业安置，其中本村安置 799 人，出村安置 2162 人。移民生产安置主要通过土地调整、划拨土地方式，没有开垦荒坡、草地、林地等，通过实施坡改梯、旱地平整、土壤改良及农田水利措施提高农作物产量，不会对安置区生态环境造成明显的不利影响。

（2）农村移民迁建方案合理性分析

工程规划水平年农村移民搬迁安置人口 945 户 3310 人。集中安置点 8 个，其中后靠规划 1 个集中安置点，本镇安置规划 7 个集中安置点。

集中安置点通过调剂土地和土地整理进行安置，移民生活安置会对移民本身和安置地原有居民的生产、生活等环境产生影响。安置区的房屋以及相关基础设施的建设过程中，土石方的开挖、填筑及移民房建过程中将产生扬尘、固废等污染物，并不可避免地扰动地表，破坏部分区域地表植被，存在水土流失的隐患。

移民安置均在本县内安置，避免了行政区划的跨越，安置点均解决了水、电、路等问题，水源符合卫生和水量要求。根据现场考察，彬县香庙镇塬边村移民安置点现状土地利用为农田、果园，安置点主要植物包括苹果、梨树、黄蒿、白茅草、芦苇、画眉草、车前草、野菊花、狗尾草等；彬县龙高镇龙马村移民安置点土地利用主要为农田、果园、场院等；主要植物为杏树、梨树、评估、核桃、槐树、椿树、车前草、狗尾草、白莲蒿、野菊花。安置点选址过程中，进行了地质稳定性评价，避开自然保护区、天然林和基本农田等环境敏感目标。同时，居民点基础设施建设规划包括交通、供水、排水、绿化、教育、卫生等基础设施和公共设施的配置，以及防灾减灾等。

综上所述，工程规划的移民安置方案不存在环境制约因素，方案基本合理。

3.3.7 专业项目迁建规划合理性分析

（1）工业企业处理规划合理性分析

东庄水库淹没影响小型水电站 6 座（永寿县的石桥水电站、绛山水电站、和平水电站；淳化县的茨坪水电站，彬县的程家川水电站和枣渠水电站）。通过实施经济补偿，以及采取必要的库区清理措施，尤其是水电站的厕所、垃圾填埋池、油料储存区域等，上述水电站处理规划基本合理，水库蓄水阶段应该严格按照《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL644-2014）、《水电工程水库库底清理设计规范》（DL/T 5381-2007）等相关要求，做好淹没水电站区域的清库环境保护措施，并且通过相关主管部门验收。

（2）复建规划合理性分析

东庄水利枢纽工程规划淳礼公路（三级公路）复建长 3.715km；库周乡村公路恢复道路 8 条总长 19.72km。复建规划选线中，以满足“功能恢复”为主要目的，同时考虑对周围环境影响。公路路基以半挖半填为主，挖方略大于填方，需要减少弃渣量；根据公路沿线弃土弃渣量的分布，结合地形、地质及施工条件，少占耕地，尽可能利用荒沟、荒滩，同时方便施工、不造成新的水土流失为原则合理堆渣；工程设计中考虑了挖填边坡和弃渣场的工程防护和植物防护措施，能够有效地减少水土流失。

（3）防护工程方案合理性分析

库区农田防护工程 4 片（彬县太峪镇断泾村浸没区南片、香庙镇塬边村程家川以及龙高镇老户村浸没影响区），主要采取抬填垫高田面高程处理。防护工程实施可以减少淹没损失，避免搬迁复建带来的环境影响。农田防护工程完建后，有效保护土地资源，一定程度上减小了移民安置的压力。

（4）文物处理方案合理性分析

东庄水库淹没影响文物古迹点 11 处，文物古迹点多为新石器时代、西周、秦以及明清代遗址或碑记，部分遗址暴露有灰坑及文化层堆积等。目前陕西省文物部门尚未明确水库淹没区的文物保护方案，环评单位建议根据文物重要性，在水库蓄水前采取不同处理方案，并且通过文物相关主管部门的验收。

（5）旅游风景区方案合理性分析

水库淹没涉及 5 个风景旅游景点，对 5 个旅游景点功能造成不同程度影响（表 3.3-15）。5 个旅游景点景观虽然受到影响，但水库蓄水后形成新的景观可供开发利用；根据淹没损失情况给与一定补偿，对于淹没的基础设施等均不采取恢复措施，减少旅游景点重建产生的新的生态环境影响。

表 3.3-15 东庄水库影响旅游景点情况

景区名称	淹没影响主要项目	淹没影响程度
程家川风景旅游区	房屋、宝瓶湖及附属景观设施、旅游道路、水利设施、大棚、景区游廊等	原有观光旅游功能造成一定影响
龟蛇山大峡谷漂流风景旅游区	旅游区码头、连接道路等	峡谷漂流活动功能丧失，其它观光旅游功能存在
泾河大峡谷风景旅游区	旅游道路、谷底观光栈、沟底围栏、峡谷底保安房、抽水站、拦水坝、通往水坝机耕道路等	原有峡谷探险功能丧失，其它观光旅游功能存在
龙山生态旅游渡假景区	旅游区水电路基础设施、景观设施、水坝及蓄水潭、提水站、灌溉供水管道、上规模和等级风景树、果园等	观光旅游活动严重受影响
公刘教稼苑景区	水库蓄水后景区右侧冲沟发生严重塌岸，祭祀区临沟侧 2 座仿古建筑物及祭祀广场造成影响.	主要文物影响很小

3.4 施工期工程环境影响因素分析

3.4.1 水环境影响

工程施工过程中水污染源主要包括基坑排水、砂石料加工系统冲洗废水、砼搅拌系统冲洗碱性废水、施工车辆含油冲洗水以及施工人员生活污水等。工程设置 3 个施工工区（坝体施工工区、水垫塘二道坝及厂房施工工区、前期工程服务施工工区）、施工生活区（坝体服务的施工生活 1 区、施工生活 2 区，厂房、水垫塘服务的施工生活 3 区），施工工区均设置砂石料加工系统、混凝土拌和系统、混凝土预制厂，坝体施工工区、水垫塘二道坝及厂房施工工区设置有机械修配厂、汽车停放保养厂，混凝土系统、砂石料加工系统将产生一定数量的生产废水，主要是拌和料冲洗废水和砼拌和机清洗废水、养护废水以及砂石料冲洗废水等；车辆清洗、检修过程中将产生一定数量的含油废水。同时，混凝土养护废水，具有量少、点多的特点。废水产污环节见表 3.4-1。

表 3.4-1 施工期废水产污环节分析

类型	废水类型	产污地点
生产废水	混凝土拌合废水	混凝土拌合系统
	混凝土养护废水	混凝土施工现场
	砂石料冲洗废水	砂石料加工生产场地
	机械车辆冲洗废水	机械车辆冲洗场
	含油废水	机械车辆检修场
生活污水	施工人员污水	施工人员生活营地
基坑排水	排水	导流围堰，基坑开挖

（1）枢纽工程施工对河流水环境影响

主体工程包括混凝土双曲拱坝、坝后消力塘、左岸引水发电系统、引水灌溉洞、库区防渗工程等。坝基开挖包括大坝基础、消力塘和二道坝基础开挖。坝基开挖在上、下游围堰的保护下进行。枢纽工程施工中，影响区域主要水环境保护目标为泾河部分河段。

①导流围堰

初期导流选择一次断流、围堰挡水，隧洞导流的导流方式，采用全年围堰挡水导流方案。导流围堰的沙砾石开挖、填筑和拆除工程中会导致水体悬浮物上升。

围堰施工产生的水体悬浮物经过一定时间会因自然沉降而降低，且围堰施工在枯水期进行，水体悬浮物背景值很低。泾河多年平均含沙量 145kg/m^3，汛期多年平均含沙量达到 212kg/m^3，因此，围堰施工对泾河水质影响较小，但应尽量减少爆破次数，降低工程施工对水生态的不利影响。

②基坑排水

基坑排水包括初期排水和经常性排水。以大坝坝基为界，分为上、下游两个基坑。根据施工组织设计，初期排水基坑水量约 21.6 万 m³ 。初期排水控制抽水速度按基坑水位下降每天不大于 1.5m 考虑，拟 4 天抽干至原河床，每天排水量 2250m³ /h。经常性排水由基坑渗水、降雨汇水、施工弃水等组成。上游基坑渗水流量约 940m³ /h，降雨汇水排水量按抽水时段最大日降水量 100mm 在当天抽干计算，上游基坑汇水约 0.9 万 m³ ，下游基坑汇水约 3.60 万 m³ ，按 1 天排干计算，上游基坑抽水强度约 380m³ /h，下游基坑抽水强度约 1500m³ /h。

导流建筑物座落在河床基底基岩地基上，但地下水位较高。施工时基坑涌水量较大，由于基坑开挖和混凝土浇筑养护，基坑水悬浮物含量和 pH 值较高。经常性基坑排水 pH 值 11～12，悬浮物浓度 2000mg/L 左右。基坑废水若不经处理直接排放，将对施工河段水质产生不利影响。

（2）砂石料加工系统冲洗废水影响

工程布设 3 个砂石料加工系统，分别为砂石料加工系统 1、砂石料加工系统 2、砂石料加工系统 3。砂石料加工系统 1 成品料生产能力为 650t/h，处理能力为 900 t/h，设计用水量 1040m^3/h。生产过程中蒸发渗漏损耗量按 20%计，废水产生量 832m^3/h。废水经处理后回用，考虑污泥、渗漏、蒸发等因素损耗约 20%，则回用水量为用水量的 64%，补充水量为用水量的 36%。废水经处理后回用于本系统砂石料冲洗，水量平衡分析见图 3.4-1。成品砂石料生产总量为 421.97 万 t，废水产生率为 1.28m^3/t，则废水产生总量为 540.1 万 m^3。

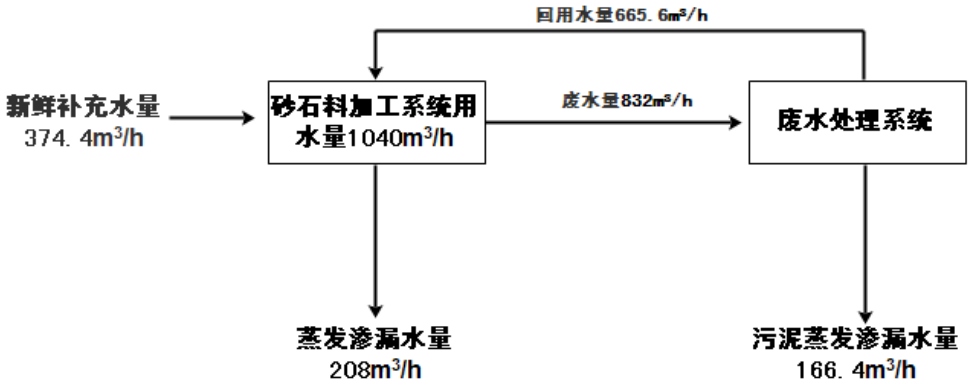


图 3.4-1 砂石加工系统 1 水量平衡图

砂石料加工系统 2 成品料生产能力 150t/h，处理能力 200t/h，设计用水量 230m^3/h。生产过程中蒸发渗漏损耗量按 20%计，废水产生量 184m^3/h。成品砂石料生产总量为 220.76 万 t，废水产生率为 1.23m^3/t，废水产生总量为 271.5 万 m^3。

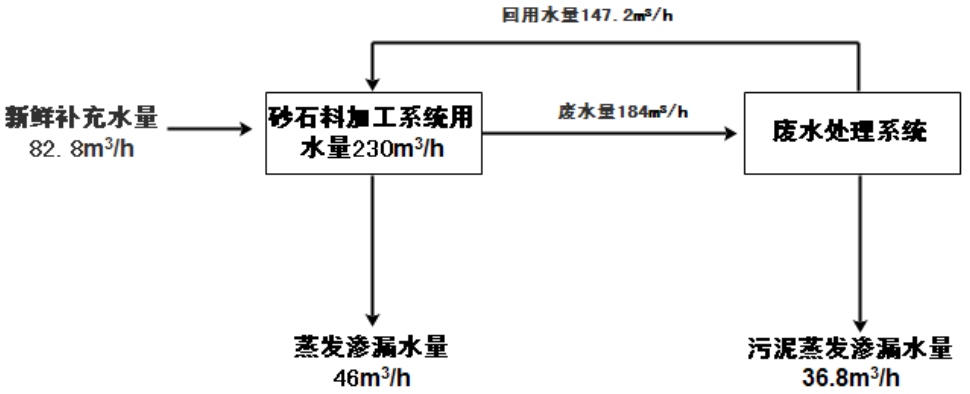


图 3.4-2 砂石加工系统 2、3 水量平衡图

砂石料加工系统3系统成品料生产能力为150t/h，设计用水量为230m^3/h。生产过程中蒸发渗漏损耗量按20%计，则废水产生量184m^3/h。成品砂石料生产总量为37.75万t，废水产生率为1.23m^3/t，则废水产生总量为46.4万m^3。

根据以上估算，施工期间排放砂石料加工系统冲洗废水858万m^3。砂石骨料经过筛分后进行冲洗，废水中主要含颗粒细小的石粉，悬浮物浓度较高。根据《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）、《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）和《水电工程砂石料加工系统设计规范》（DL/T5098-2010）等相关要求，经过类比，砂石料冲洗废水若不处理，SS浓度

约15000mg/L，超过《污水综合排放标准》（GB 8978-1996），直接排放将造成岸边局部水域悬浮物浓度增大，对施工河段水质产生一定影响。需要采取必要的处理措施，一方面减少污水排放量，提高水资源利用量；同时，降低对水环境的不利影响。因此，本工程考虑将废水处理后回用于生产，尽量不外排。

（3）砼拌合系统冲洗碱性废水影响

混凝土系统废水主要来源于混凝土搅拌楼及地面冲洗废水，废水呈碱性，排放方式为间歇式。废水 pH 一般大于 10，并含有较多悬浮物，浓度 5000mg/L 左右。

主体工程混凝土量 277.78 万 m^3，临时工程混凝土量 30.62 万 m^3。根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T 5260-2010）等及相关类比，按每立方米混凝土需要排放废水 0.3m^3，混凝土拌和系统 1 系统排放废水 48m^3/h，混凝土拌和系统 2 系统排放废水 48m^3/h，混凝土拌和系统 3 系统排放废水 21.5m^3/h，排放废水量 92.52 万 m^3。混凝土拌和系统废水主要来源于转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，废水 pH 一般大于 10，冲洗废水中的悬浮物（SS）、PH 值分别为 500～5000mg/l、9～12，水泥灌浆废水中悬浮物（SS）为 5000mg/，需要采取自然沉淀、中和措施进行处理、回收利用。

（4）施工车辆含油冲洗水影响

含油废水主要来源是机械修配厂和汽车停放保养厂。机械修配厂、汽车停放保养厂产生的污染物均主要为石油类、COD 及悬浮物。工程施工期间需要车辆 104 辆，按照每年车辆维修 5 次计算，每次冲洗废水 0.15m^3，施工期共排放含油废水 546m^3。

根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T 5260-2010）、《水电水利工程环境保护设计规范》（DL/T5402-2007）等相关资料类比，机械维修系统及停车场冲洗废水中的悬浮物（SS）、石油类、化学需氧量（COD）的浓度分别为 500～4000mg/l、10～30mg/l、25～200mg/l，机械维修保养废水需设置沉砂滤油池收集和处理含油废水，并且处理后的废水全部用于降尘、绿化等，减少机械冲洗废水对周边水体影响。其余营地及施工点的冲洗废水和养护废水修建临时沉淀池，澄清上层水回用不外排，淤泥收集外运渣场处理。

（5）施工人员生活污水影响

生活污水主要来源于 3 处施工生活区，生活污水主要包括食堂废水、洗涤污水、淋浴污水、粪便污水等，主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂等。根据其它工程经验，生活污水污染物指标：COD 浓度一般 400mg/L，NH_3-N 浓度一般 35mg/L。

工程高峰期人数 7000 人/天，按生活供水每人 80L/d 计算，污水排放系数取 0.7，施工区高峰期生活污水日排放量 392m^3/d。平时平均施工人数 3500 人，日污水排放量 196m^3/d，施工期间污水排放量 55.86 万 m^3。施工高峰期生活污水产生情况见表 3.4-2。

表 3.4-2 施工高峰期生活污水产生量

污染源位置		规划人数(人)	用水量(m^3/d)	污水量(m^3/d)	COD（kg/d）	氨氮（kg/d）
施工生活区	施工生活1区	2700	216	151.20	60.48	5.29
	施工生活 2 区	2300	184	128.80	51.52	4.51
	施工生活 3 区	2000	160	112.00	44.80	3.92
	合计	7000	560	392.00	156.80	13.72

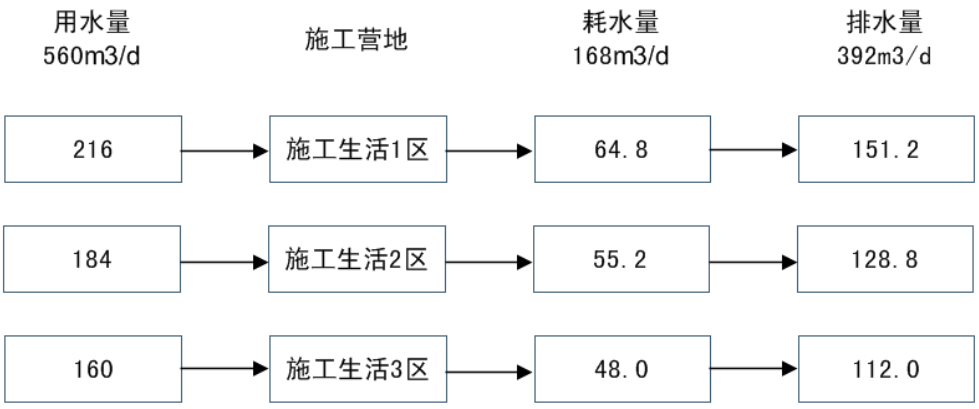


图 3.4-3 施工高峰期生活污水产生量

施工生活人数众多，需要采取有效的水处理设施收集和处理生活污水，根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）相关要求，对于施工期大于 5 年且日排放污水量低于 1000m^3 的生活营区污水，采用成套污水处理设备，处理废水全部综合利用（绿化、除尘等），减少生活污水排放对水环境的影响，同时再生水用于绿化、降尘等，降低施工用水量。其余区域的生活污水：食

堂、洗浴废水采用拦截装置，通过隔油池进行分离处理，粪便等采用旱厕和环保厕所，粪便污水经化粪池处理后，可作为农肥使用。上述污水均不直接排到地表水环境中，因此施工生活污水基本不会对地表水环境造成明显的不利影响。综上所述，总体分析，施工期生活污水对环境影响较小。

（6）隧洞、料场、坝址施工爆破弃渣对地下水环境影响

根据可研，工程建设导流洞、施工洞、水电站厂房等地下工程，将成为地下工程以上的地下水含水层的人工排泄通道，对枢纽区地下水水位和地下水渗流场产生一定影响。

工程中存在部分隧洞（主体工程、交通道路等），石料场开采、坝址开挖、道路修建、隧洞等施工中将使用炸药，且炸药使用量较大。炸药爆炸后，由于具有部分残留物可能通过施工废水、雨水、弃渣等进入地下水和地表水，影响地下水和地表水水质，需要采取措施，包括选取环保炸药、尽可能以挖掘代替爆破，以多点少药代替大量炸药爆破，采用延时爆破技术等手段降低噪声和振动等，降低不利影响。在采取有效地控制措施后，施工中炸药不利影响能够得到有效减免。

（7）施工期对水文情势的影响与评价

根据工程围堰挡水导流方案，在利用围堰挡水过程中，会造成上游泾河水位一定程度升高，但范围有限，径流通过导流洞下泄，不会造成坝址区域断流，对下游河段没有明显影响。同时，截流时间拟定在 10 月，该段时间避开了下游生态影响的敏感月份。

施工期对河流不利影响主要是在第六年 11 月～第七年 3 月，由于水库进行初步蓄水，导流洞封堵以及上下游围堰阻隔作用，使得坝址河段流量急剧降低，但影响范围有限；施工过程中部分泥土等悬浮物进入河流水体，使得水体污染物浓度增加。围堰拆除过程中，水体含沙量会有一定升高，对泾河水量和水位等无明显影响，围堰和护岸工程对河流水文情势影响不大。

根据可研，按 75%供水保证率蓄水，当上游库水位蓄水至 602.0m 高程时，历时 5 小时，可满足下游生态流量 5.33m^3/s 需求；当上游库水位蓄水至 622.5m 高程时，历时 7 天，可满足对下游供水 28.03m^3/s 需求；当水库水位蓄水至 705.0m 高程时，历时 9.5 个月（11 月～翌年 8 月中旬），然后有坝身非常排沙底孔进行

下游供水，将改建后的导流底孔初期供水孔口封堵。为保证 593.0~602.0m 水位区间生态基流不断流，在导流洞封堵闸门边墩侧面设置 1 个 1.0m 直径孔口，孔口中心高程 595.0m，孔口设置控制闸室，当水位蓄水至 622.5m 时，此孔口封闭。

根据工程下闸蓄水方案，通过二道坝消力塘和导流洞封堵闸门能够保障下闸期间下游生态基流，不会造成河道断流。

3.4.2 大气环境影响

工程施工期对环境空气质量产生影响的污染源主要是燃油机械设备、道路开挖、坝基爆破开挖、填筑、炸药爆破作业、砂石加工系统、交通运输系统、作业面扬尘等，排放主要污染物为粉尘、废气和扬尘。

（1）机械燃油废气

施工废气主要为施工机械燃油产生，主要污染物为 NO_2、CO、SO_2 等。机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物呈面源分布。施工期消耗油料 5.66 万 t，燃油产生 NO_2、CO、SO_2 等污染物，尤其是在空间狭窄的隧洞、施工洞等区域将会产生比较严重的空气污染问题。根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）等相关资料，预测施工期可能产生 NO_x2731.57t、CO1661.21t、$SO_2$199.35t、碳氢化合物 273.15t，上述燃油污染物排放对周边空气会造成一定污染。

（2）爆破及边坡开挖粉尘、废气

炸药爆破时会产生粉尘和 NO_2 等污染物，污染源主要集中在导流洞、施工洞等施工和石料开采爆破施工部分。爆破属于瞬间源，其粉尘、废气的影响范围主要集中在爆破源附近。

工程施工炸药用量 1.41 万 t，炸药爆炸主要产生 CO、NOx、碳氢化合物等有害气体和 TSP。根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）等资料，在未采取防护措施的前提下，开挖爆破粉尘的排放系数为 200kg/t 炸药，估算爆破施工期可能产生粉尘 2820t、NO_x215.3t、CO588.7t、其它有害气体 881.3t。上述污染物会对周边环境和施工区域产生一定影响。

（3）砂石料加工系统粉尘

砂石加工系统排放的污染物主要是粉尘，在粗碎、中碎、细碎、筛分的运输过程中均会产生粉尘污染。根据《三废处理工程技术手册（废气卷）》，砂石料加工系统湿法生产系统粉尘排放强度为 0.05kg/t 产品，估算砂石加工系统 1 粉尘排放强度为 45kg/h，砂石加工系统 2 粉尘排放强度为 10kg/h，砂石加工系统 3 粉尘排放强度为 10kg/h。在生产过程中采取定时洒水降尘和措施后，颗粒物去除量可达 94%，飘散的粉尘量较少，可控制在 6%以下。粉尘排放速率见表 3.4-3。

表 3.4-3 施工作业面粉尘排放速率一览表

石料加工系统	占地面积(万 m^2)	生产能力(t/h)	粉尘产生量 (kg/h)	粉尘排放速率 (mg/s.m^2)	粉尘可控排放量 (kg/h)	粉尘可控排放速率(mg/s.m^2)
砂石料加工系统1	6.5	900	45	0.192	2.70	0.012
砂石料加工系统2	2.3	200	10	0.1208	0.60	0.007
砂石料加工系统2	2.3	200	10	0.1208	0.60	0.007
合计	11.1	1300	65	0.4336	3.9	0.026

（4）交通运输粉尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。道路施工主要污染环节为灰土搅拌及混凝土拌和作业，材料运输和堆放，土石方开挖和回填等过程，上述环节在风力作用下将会对施工现场及周围环境产生 TSP。

根据相关资料，交通运输扬尘影响程度与路面种类、天气状况及汽车运行速度、载重量等因素有关。参考有关露天矿山载重汽车扬尘排放数据，考虑不利情况，施工期间汽车行驶速度取 50km/h，载重取 30t，道路表面粉尘量取 0.3kg/m^2，则汽车行驶产生扬尘量为 2.99kg/km.辆。运行过程中采取洒水车定时洒水降尘、清扫等措施后，颗粒物去除量可达 94%，扬尘量为 0.179 kg/km.辆。

施工设计时已考虑交通扬尘影响情况，可较好地减少扬尘产生。同时，运行过程中采取洒水车定时洒水降尘、清扫等措施后，颗粒物去除量可达 94%，飘散粉尘量较少，可控制在 6%以下。

根据施工布置，施工道路中进场道路附近有相家村、刘家村居民点分布，交通扬尘可能会对相家村、刘家村等附近敏感点造成一定的影响。

（5）施工作业面扬尘

施工作业面扬尘主要产生于裸露地面如渣场、开挖面等，在干燥情况下，特别在大风时容易产生扬尘。工程施工作业面扬尘排放量参照建筑工地施工，粉尘排放速率为 $19.44\times10^{-5}g/s\cdot m^2t$。

（6）地下工程施工

工程地下建筑物多而复杂，洞室群密布且布置紧凑，洞室开挖断面大。地下洞室群（不包括交通洞）岩石开挖总量为 99.01 万 m^3。洞室施工开挖粉尘的排放系数为 0.003kg 粉尘/m^3开挖量，约产生粉尘 2.97t。

3.4.3 声环境影响

施工区噪声主要来源：固定、连续式的钻孔和施工机械设备产生的噪声；短时、定时的爆破噪声；运输车辆产生的移动噪声。可能造成影响的噪声污染源包括大坝施工、砂石料加工系统、混凝土拌和系统、施工工厂、弃渣场、石料场及交通运输等方面。下面从施工机械及辅助企业噪声、交通噪声和爆破噪声源三个方面对声源产生的影响进行分析。

（1）施工机械及辅助企业噪声

①主体工程施工机械

主体工程施工区噪声主要来自机械设备运行和土方开挖等施工活动，由于施工区声源众多，其合成噪声值影响较大。根据《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）、《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）、《水工设计手册第三卷征地移民、环境保护与水土保持》[1]等，噪声源声值 65～100dB（A）。工程施工机械设备见表 3.4-4，主要设备噪声源强类比值见表 3.4-5。

[1] 水利部水利水电规划设计研究总院. 水工设计手册(第 2 版) 第 3 卷征地移民、环境保护与水土保持.中国水利水电出版社，2013 年。

表 3.4-4 施工机械设备汇总表

序号	机械名称	规格型号	单位	数量
1	钻机	YQ100、ROC802	台	23
2	挖掘机			18
3	推土机	88kw、103kw、132kw	辆	16
4	装载机	0.5m^3-2 m^3	辆	10
5	自卸汽车	5t-32t	辆	66
6	机动斗车	1t	辆	30
7	混凝土搅拌车	6m^3	台	11
8	混凝土侧卸车	6m^3	台	9
9	泥浆泵	BW-250/50	台	80
10	风机	37-55kw	台	14
11	振捣机	40Kw	台	2
12	起重机	MD900	台	2

表 3.4-5 类比在建水电站噪声源实测值（单位：dB（A））

序号	噪声源	测试点位置	噪声级（dB）
1	手风钻	手风钻操作点	104.4
2	潜孔钻	驾驶室	98.8
3	推土机	驾驶室	98
4	20T 汽车	驾驶室	93.8
5	挖掘机	3m，10s	85-86
6	装载机	3-5m，10s	83-96

根据施工规划，大坝施工区附近 200m 内无敏感点分布。

②砂石料加工系统

砂石料加工系统为连续点声源，参照类似工程砂石加工设备噪声实测资料（表 3.4-6），所有设备同时运行声源叠加后作为砂石加工厂的源强，砂石料加工系统噪声值在在 95～115dB。

表 3.4-6 类比在建水电站噪声源实测值（单位：dB（A））

序号	噪声源	噪声级（dB）
1	破碎机	95-100
2	筛分机	90

根据施工规划，砂石加工系统附近 200m 范围内无敏感点分布。

③混凝土拌合系统

混凝土拌合系统噪声源主要来自于混凝土拌合楼的拌合作业，骨料的制冷系统、冲洗、脱水、运输过程中都将产生噪声污染。混凝土生产系统为连续点声源，参照类似工程混凝土生产设备噪声实测资料（表 3.4-7），所有设备时运行声源叠

加后作为混凝土生产系统噪声的源强，1m 处声强级约 90～110dB(A)。

表 3.4-7 类比在建水电站噪声源实测值（单位：dB（A））

序号	噪声源	测试点位置（m）	等效声级
1	混凝土拌合站	操作点	85～90
2	混凝土拌合机	操作点	80～100
3	混凝土拌合楼	操作点	85～90
4	砂浆搅拌机	操作点	90～110
5	混凝土输送泵	操作点	90～110
6	砂浆搅拌机	操作点	90～110

混凝土生产系统附近 200m 范围内无敏感点分布。

④施工工厂

根据噪声敏感点分布情况，3 处施工营地附近均分布有施工工厂。施工机械加工厂有木材加工厂、混凝土预制厂、钢筋加工厂等，类比其他水电站实测值（表 3.4-8），施工工厂作业期间噪声在 55～95dB。

表 3.4-8 类比在建水电站噪声源实测值（单位：dB（A））

序号	噪声源	测试点位置	噪声级（dB）
1	小型预制板厂	厂外 1m，1min	55～65
2	钢管厂	正门外 1m，1min	78～95
3	木材加工厂	距主声源 10m，10s	88～89
4	钢筋加工厂	距主声源 10m，10s	90～91

施工工厂附近 200m 范围内无敏感点分布。

（2）交通噪声

交通噪声主要来源于车辆运输。交通噪声属于流动声源，其源强大小与车流量、车速以及路况等因素有关。施工区主要来往车辆为载重量 10t～20t 级自卸汽车，交通运输噪声 85～94dB。根据施工规划，施工进场道路附近分布有相家村、刘家村等声环境敏感点，交通噪声可能会对相家村、刘家村造成一定影响。

（3）爆破噪声

工程爆破噪声主要为隧洞施工爆破噪声和石料场的开采爆破噪声。爆破噪声与爆破方式、单响装药量等有关，爆破噪声具有间歇性。根据露天爆破实测资料，

爆破噪声值一般在 90～140dB(A)。施工爆破噪声源强较大、影响范围广。

根据施工规划和现场考察，坝址、石料场附近 200m 范围内无敏感点分布。

3.4.4 施工固废影响分析

施工区固体废弃物主要包括生活垃圾、建筑垃圾和辅助企业生产垃圾等。

（1）生活垃圾

施工场地比较集中，设置 3 个营地，其余区域基本没有生活垃圾。生活垃圾成分受生活水平、生活习惯等因素影响。生活垃圾以厨余为主，此外草木、塑料包装袋、纸类、砖渣相对含量较高。工程高峰期人数 7000 人/天，按每人每天产生 0.8kg/d 计算，施工区高峰期生活垃圾日排放量 5.6t/d。平时平均施工人数为 3500 人，日生活垃圾排放量为 2.80t/d，施工期间的生活垃圾排放量为 7980t。

（2）建筑垃圾和辅助企业生产垃圾

建筑垃圾主要是工程弃渣、临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块等。建筑垃圾除部分回收利用外，其它如不妥善处置，对周围环境产生环境污染。

施工辅助企业生产过程中产生一定数量的废弃物，如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材、蓄电池等。

（3）弃渣

工程弃渣量 1263.85 万 m^3。如不对弃渣进行防护，弃渣受洪水和水库蓄水影响，可能产生滑塌、泥石流等水土流失危害，流失的弃渣进入泾河，造成淤积。也会造成严重的水土流失及危害，加之当地生态环境脆弱，遭受损坏的植被短期恢复难度较大，势必对当地生态环境造成不利影响。

3.4.5 生态环境影响

泾河东庄水利枢纽工程不直接涉及自然保护区、地质公园、水产种质资源保护区等，施工期生态影响主要是工程占地、土石方施工等。

（1）陆地生态

工程地处泾河河谷区域，植被以灌木草丛为主，生态环境较脆弱。施工开挖、

回填、弃渣、工程场平、占地等均将扰动占地区域植被。永久占用造成森林生态系统面积减少 127.46hm²，草地生态系统面积减少 5.97hm²；临时占地造成森林生态系统面积减少 236.14hm²，草地生态系统面积减少 11.18hm²，施工占地将使区域植被面积减少，植被面积减少和各类施工活动将干扰影响施工区原有野生动物的正常活动，对其生境造成一定影响。

施工区占地不涉及国家和陕西省级重点保护野生植物。评价区域分布有国家I级保护鸟类大鸨、金雕 2 种，II级保护鸟类灰鹤、鸢、大鵟等 7 种，省级重点保护野生动物白鹭、苍鹭、夜鹭、白胸苦恶鸟、普通夜鹰、楼燕等。施工区占地、开挖、回填、场平等施工活动将施工区的鸟类产生一定的干扰。

（2）施工对水生态影响

主体工程施工中拱坝的围堰、基坑排水等活动，由于开挖、浇筑、基坑排水等过程中对河流生态环境影响是两方面：施工造成局部区域河流生态栖息地环境破坏；其次，造成悬浮物浓度升高。围堰区域基坑排水亦对河流水质产生污染影响，局部区域水质变化将影响浮游生物的数量和种类组成。

拱坝、泄水建筑物等占用河道面积有限，不会造成坝址区域水生态栖息地面积明显变化；施工增加的悬浮物经过下游河道一定距离后将大量沉降，使得悬浮物浓度急剧降低，以及泾河自身悬浮物浓度较高，在采取必要的措施后，施工不会对下游区域鱼类生存环境造成明显的不利影响。

（3）土石方和混凝土施工影响

工程挖方总量1102.54万m^3，总弃渣量1263.85万m^3。由于工程土石方开挖、弃土量较大，施工过程中弃土弃渣的临时堆放及永久弃渣场如不妥善处理，将导致区域土地表层植被的破坏，造成地表破碎度增加、植被覆盖率降低和水土流失增大，对周围区域局部生态环境造成不利影响。

工程土石方施工布置较分散，土石方开挖和交通道路施工影响是线性的，影响范围相对大、分散而强度小，对地表植被破坏呈线性、分散。混凝土施工主要是点状影响（混凝土双曲拱坝、坝后消力塘、引水发电系统、库区防渗工程等），范围小而相对集中，影响强度和时段有限，对地表植被破坏是点状、分散的。由此分析，土石方和混凝土施工对区域生态影响是局部和短时间的，不会对生态系

统完整性和生物多样性产生破坏性影响。

（4）渣场、料场生态环境影响

施工活动将扰动占地区域的地表，损坏部分水土保持设施，增加水土流失强度。工程规划 2 处料场（1 处石料场、1 处土料场）。料场施工过程中，施工开采将破坏料场区域的灌木、草地、耕地等，对陆地生态系统产生影响，及施工过程中造成不同程度的水土流失，加大区域水土流失强度，特别是取料后如不及时平整、生态恢复，降雨冲刷将造成水土流失和局部形态改变，对局部生态影响较大。

工程弃渣场占用土地利用类型主要为荒草地、林地等。弃渣场将破坏地表植被，降低生物量。弃渣场没有压占国家、地方保护的珍稀物种，虽然造成局部区域生物数量、生物量损失，但不会影响区域生物多样性和生态系统完整性。同时，泾河属于陕西省重要湿地，为保护泾河湿地，禁止将弃渣堆放到泾河河道、河滩、泛洪区，临时堆渣需及时进行清运和迹地生态恢复。

（5）泾河重要湿地生态环境影响

主体工程中的挡水建筑物、泄洪排沙建筑物、引水发电建筑物等，及施工导流建筑物、临时施工桥等部分施工辅助工程位于泾河重要湿地范围，主体工程、部分施工辅助工程建设对泾河重要湿地的影响主要表现为占地破坏原地貌和减少水域面积，使坝址区域湿地面积减少和造成湿地生物量损失，但主体工程占用面积有限，不会对区域泾河重要湿地产生较大不利影响；施工辅助工属于临时工程，结束后采取迹地清理措施，恢复原地貌和植被，不会对泾河重要湿地产生较大的不利影响。

施工活动破坏泾河重要湿地部分区域生境，迫使分布动物迁移到其它替代生境中；主体工程造成坝址区域部分栖息地消失，影响依赖这种生境生活的两栖类、鱼类等湿地动物。另外基坑排水、基础开挖等产生悬浮物可能会污染河道水质，施工噪声惊扰生活在其间的动物，这些都会影响湿地动物的栖息与觅食。

工程施工过程中产生的废水、废气、扬尘、噪声和固体废弃物会对泾河重要湿地的水环境、声环境、环境空气产生一定影响，将对湿地动植物产生短暂影响，但上述影响在施工结束后消失。

表 3.4-9 施工期对泾河重要湿地影响因素分析

环境因素	主要影响因素	影响的性质	影响分析
声环境	施工作业机械	短期，可逆，不利	施工机械设备噪声对重要湿地内的动物会会产生一定影响。
环境空气	TSP、	短期，可逆，不利	主要是混凝土搅拌和作业、材料运输和堆放等作业过程中的扬尘。
水环境	COD、石油类、悬浮物	短期，可逆，不利	涉水作业造成局部区域悬浮物浓度增高；
固废	施工弃渣	短期，可逆，不利	施工活动中临时堆渣

（6）对泾渭湿地保护区影响

西安泾渭湿地保护区位于东庄水利枢纽坝下 87km，施工期间对西安泾渭湿地保护区的主要影响是施工期水文情势变化的影响，根据工程施工围堰挡水导流方案，施工导流不会造成坝址下游断流以及不会明显改变坝址下游区域的河流水文情势，对坝址下游的泾渭湿地保护区不会造成明显的不利影响。

3.4.6 社会环境影响

（1）施工对交通的影响

工程施工运输对现有交通道路带来影响，尤其是主要进场道路，场外运输施工物品等将加重周边道路交通压力，可能局部时段造成部分区域交通拥挤。

（2）施工对居民生活的影响

主要是施工占地、拆迁、扬尘、噪声等对施工道路附近居民生活和农业生产造成影响，尤其是工程爆破、夜间施工、运输材料等施工活动。

（3）施工对人群健康的影响

施工期间由于施工人员集中、人口密度大，且生活区距离水源较近，潮湿、多草，利于蚊、蝇孳生，易引起疟疾、痢疾、肝炎、乙型脑炎等传性疾病流行。同时，礼泉、淳化等出现流行性出血热病例，虽然发病率较低，应充分考虑可能对施工人员人群健康造成的影响。

上述影响中，施工对区域陆地生态环境影响，污染物排放对河流影响，占地、拆迁、扬尘、噪声对居民生活、生产影响。不利环境影响是临时性的，可通过采取相关保护措施和加强施工管理等得到减缓或者避免。

表 3.4-10 施工期污染源源强汇总

环境要素	污染源	主要污染物	排放源强	污染源位置	排放规律
地表水环境	砂石加工系统	SS：45000mg/L	3处：832m³/h、184m³/h、184m³/h	砂石料加工系统1、砂石料加工系统2、砂石料加工系统3、	点源，连续排放
	混凝土拌和系统	SS：5000mg/L	3处：48m³/h、48m³/h、21.5m³/h	混凝土拌和系统1、混凝土拌和系统2、混凝土拌和系统3	点源，间歇排放
	汽车冲洗废水	石油类：30mg/L；SS： 3000mg/L	3处：546 m³	施工工区、水垫塘二道坝及厂房施工工区	点源，连续排放
施工生活区	生活污水	COD：400mg/L；NH3-N：35 mg/L	3处：151.20m³/d、128.80 m³/d、112.00 m³/d	施工生活1区、施工生活2区、施工生活3区	点源，连续排放
地下水环境				生产、生活废水，油库、加油站风险事故	
生态环境	陆地生态	施工区开挖、回填、弃渣、工程场平、占地		**施工区及周围**	
	水生态	施工导流、大坝建设改变水生条件		库区及下游河流	
	水土流失	施工活动扰动		施工区	
环境空气	机械燃油	废气	NOx2731.57t、CO1661.21t、SO2199.35t、碳氢化合物273.15t	施工区	面源，无组织排放
	施工爆破作业	废气、粉尘	粉尘2820t、NOx215.3t、CO588.7t、其它有害气体881.3t	施工爆破作业区	
	砂石料加工系统	粉尘	2.70 kg/h、0.60 kg/h、0.60 kg/h	砂石料加工系统1、砂石料加工系统2砂石料加工系统3	
	交通扬尘	粉尘	2.99kg/km	施工道路	
	地下工程开挖	粉尘	总量2.97t	施工作业区	
噪声	大坝施工	Leq	65～100dB	大坝施工作业区	面源
	砂石料加工系统	Leq	95～115dB	砂石加工系统1、砂石加工系统2、砂石加工系统3	
	混凝土拌和系统	Leq	90～110dB	混凝土拌合系统1、混凝土拌合系统2、混凝土拌合系统3	
	施工工厂	Leq	55～95dB	3 处施工营地	
	交通噪声	Leq	85～94dB	场内交通道路	
	爆破噪声	Leq	90～140dB	隧洞施工、石料场开采	间歇点源
固体废物	生活垃圾	生活垃圾	7980t	生活营地	
	工程弃渣	弃渣	1263.85万m³		
社会环境	人群健康	流行性疾病		施工营地	

3.4.7 污染源汇总

综合以上分析，东庄水利枢纽工程施工期各类污染源、主要污染物、污染源强、污染源位置及排放规律等汇总至表 3.4-10。

3.5 工程运行期环境影响因素分析

3.5.1 对河流水文情势的影响分析

（1）初期蓄水期

东庄水库蓄水期较长，且坝址下游无大的支流（坝下泔河长期干枯），为保证初期蓄水期间河道下游的生态环境用水需求，需要东庄水库下泄生态流量和制造必要的人工洪水，以满足下游泾河重要湿地和西安泾渭湿地自然保护区的生态流量和滩地漫滩流量要求。

按施工进度安排，工程开工后，于第 7 年 11 月下闸蓄水。初期蓄水期间保证河道下游生态流量不低于 5.33m^3/s（鱼类繁殖敏感期 4 月 15 日～6 月 15 日不低于 10.66m^3/s、汛期 6 月 15 日～8 月 31 日不低于 15.99 m^3/s），及下游泾惠渠的农业灌溉用水。

按 75%供水保证率蓄水，当上游库水位蓄水至 620.5m 高程时，历时 6 天，此时可满足对下游生态流量 5.33m^3/s 要求；当上游库水位蓄水至 622.5m 高程时，历时 7 天，此时可满足对下游供水 28.03m^3/s 要求，到翌年 4 月 15 日至 6 月 15 日水库蓄水位已较高，容易满足 36.03 m^3/s 下游供水要求；当水库水位蓄水至 705.0m 高程时，历时 9.5 个月（11 月～翌年 8 月中旬），此时可由坝身非常排沙底孔进行下游供水，封堵改建后的导流底孔。

为保证 593.0～620.5m 水位区间生态基流不断流，在导流洞封堵闸门边墩侧面设置 1 个 1.0m 直径孔口，孔口中心高程 595.0m，孔口设置控制闸室，当水位蓄水至 622.5m 时，此孔口封闭。在水库水位达到 622.5m，根据鱼类繁殖敏感期、汛期分别下泄 10.66m^3/s 和 15.99m^3/s 的要求；同时。每年至少一次下泄峰值不低于 716m^3/s 的洪水过程，以维持下游泾河重要湿地、泾渭湿地保护区的湿地漫滩需求。

可以看出，工程初期蓄水时间长，初期蓄水期间已经考虑下游河道生态流量、

湿地漫滩流量的不同需求。水库蓄水后将将使库区河流的水位、水面面积、流速、水深等水文情势发生变化。同时，改变下游的泾河重要湿地、泾渭湿地保护区的洪水过程，可能对下游的泾河重要湿地、泾渭湿地保护区的生态造成影响。

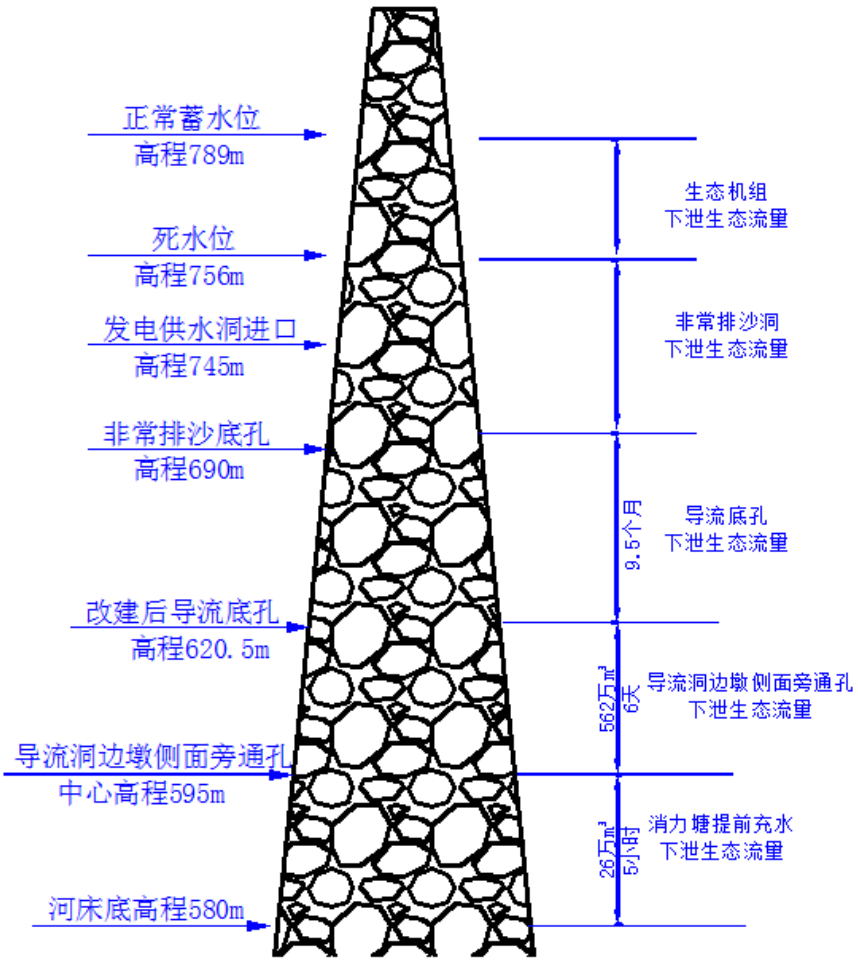


图 3.5-1 初期蓄水期间生态流量保障方案

（2）正常运行期

东庄水库运行蓄水后，库区水面面积较原天然河道状态有所增加，库区主要断面水面宽度有一定程度增加，库区水位显著抬升，水位变化幅度由坝前至库尾方向逐渐减小。流速较原天然河道状态明显降低，且年内流速变化幅度显著减小。

工程运行在一定程度上改变了原泾河天然河道坝址断面的来水流量过程；文泾电站坝址断面由于南线引水，文泾电站断面流量与原泾河天然流量过程差值进一步增大，水文情势影响进一步增强；泾惠渠渠首以下断面流量变化较明显，流量明显削减；泾河入渭口断面枯水时段流量较建库前增大，汛期多数时段流量较

建库前减小。

3.5.2 对水环境的影响分析

（1）蓄水初期

东庄水库蓄水初期，淹没区库区残留的腐烂物质（如杂草、树木和枝叶等）、土壤分解释放有机质，有机质分解增加水体中 BOD_5、COD、氮和磷等浓度，溶解氧降低。蓄水前若未按照规范要求环保清库，将使得库底浸出物可能较多，影响初期蓄水水质。

（2）水温

东庄水库为多年调节水库，拦沙期、正常运行期库区水温结构为稳定分层型，蓄水后会出现水温分层现象，库内水温将与建库前原有河道有较大区别，对下泄水温产生一定影响。

（3）水库水质

水库蓄水后，回水区域内水体容积增加，稀释作用加强，但流速减缓不利于水体充氧和有机物扩散迁移，部分支流入口局部水域污染物浓度将有所升高。局部河段和支流库湾，水质可能变差，可能发生富营养化。

（4）坝下水质

初期蓄水阶段，坝址处下泄流量较大幅度减少，且初期蓄水时间较长，初期蓄水期下泄流量水量减少对坝址下游水质将有一定影响。

（5）生活污水

工程管理人员 151 人，其中东庄水利枢纽建设和管理机构机关 101 人（西安市）、水库工程现场管理区 50 人，生活供水每人 125L/d 计算，污水排放系数取 0.8，生活污水日排放量 15.1m^3/d。东庄水利枢纽建设和管理机构机关工作人员的生活污水由西安市污水系统收集、处理，不会对区域水环境造成不利影响。水库工程现场管理区生活污水采用成套设备进行处理，达标后用于绿化、降尘用水，降低对周围环境的影响。

（6）受水区退水河流水污染

根据《东庄水库受水区水污染防治规划（报批稿）》预测，规划水平年供水对象的 COD、NH_3-N 的排放量分别为 6168.19t/a、616.82t/a ，其中东庄水库供水新增 COD、NH_3-N 排放量分别为 1293.26t/a、129.32t/a 。由于规划水平年受水区域污染物排放量增加，进一步增加区域退水河流水质，需要采取水污染控制措施，降低工程新增供水产生的水污染影响。

3.5.3 对地下水环境的影响分析

（1）I区

1）施工期

I区为老龙山断层上游为砂页岩库段，工程建设期区域无生产废水、生活污水排放，不会引起地下水环境发生变化。

2）运行期

水库建成蓄水后，区内库水位最大抬高近 230m，现状第四系孔隙裂隙水和基岩裂隙水地下水位高于库水位（789m），蓄水后仍然是地下水补给河水，不会对区内少量的分散式供水水源地产生影响，工程建设对I区地下水环境无影响。

（2）II区

1）施工期

II区位于老龙山断层至张家山断裂之间的筛珠洞泉域，是工程主要施工区域，施工废水与生活污水基本不对外排放，同时施工扰动区域（渗帷幕）均位于地下水位以上，因此对地下水水量水质基本无影响。

2）运行期

水库蓄水后的库水渗漏及其绕坝侧渗，并未改变地下水总径流方向，引起库区地下水位大幅上升，地下水上升区基本上被限制在沙坡断层以北的库坝区及附近区域，将导致风箱道泉与筛珠洞泉流量不同程度的增加。

水库蓄水后，对岩溶区地下水补排量影响较大，可能导致坝址到沙坡断层河段由现状的地表水入渗改变为地下水泄出，但对黄土台塬区的地下水补径排关系及补径排量几乎没有影响。

（3）III区

1）施工期

III区位于张家山断裂至泾渭交汇处的冲洪积平原区，建设期区域无生产废水、生活污水排放，不会引起地下水水量和水质发生变化。

2）运行期

水库蓄水后，仅改变上游来水过程，没有改变地下水补给河水关系，基本不会对区内少量的分散式供水水源地产生影响，水库建设对III区水量的影响很小。

水库蓄水后，改变坝址下游河道来水过程，影响下游泾河重要湿地、西安泾渭湿地保护区的泾河地下水与河水的补排关系，可能使得河道两侧地下水的水质和水位发生变化，可能使湿地的结构或者功能发生变化。

3.5.4 对生态的影响分析

（1）工程建设区占地影响

工程建设用地总面积 5770.7 亩，其中永久征地 2310.42 亩，临时用地 3460.3 亩。工程建设区占地类型见表 3.5-1。

表 3.5-1 工程建设区占地土地类型一览表 （单位：亩）

类型	园地	林地	草地	交通用地	水域及水利设施	其他用地
永久占地		2002.5	86.7	13.2	63.2	144.8
临时占地	87.3	3177.2	166.9	1.5	6.2	21.2
合计	87.3	5179.7	253.6	14.7	69.4	166

永久占地将改变土地利用类型，将对工程区域土地利用带来一定的影响。

临时占地在施工结束后可恢复其原有土地利用性质。占用园地将使占地区的农作物及经济作物产量减少，对相关乡镇农业生产造成一定影响。占用林地将破坏地表植被，降低林地生物量和生产力，增加水土流失，并迫使生活在占地区域的动物迁移。临时占用林地在施工结束后可恢复原有生境。

（2）水库对陆生生物的影响

水库蓄水后，将淹没库区内山坡、河滩地上部分植物资源，带来一定植物生产力损失；水库淹没造成区域植被损失，对评价区自然体系、景观多样性指数产生影响，水库淹没前后自然植被的景观优势度将会发生轻微变化。

建库后，岸边、河谷地带现有的野生动物生境将被淹没，将使得陆生动物的栖息地相对缩小。工程蓄水后两岸动物通道被切断，由于原分布区生境被部分破坏，导致动物生活区向上迁移，而以河谷区域动物为食的动物会受到食物分布等间接影响。

（3）水库淹没对土地资源及林地资源的影响

水库淹没将引起评价区土地利用类型面积变化，其中以林地和其他类型面积淹没损失最大，其余依次为草地、园地、耕地和已垦滩涂地；淹没占地对评价区土地资源产生一定影响。

淹没范围内的植被将遭到破坏，造成一定生物量损失，局部陆生生态系统完整性可能受到影响；淹没区栖息的野生动物将被迫迁移，其栖息地面积环境将受到压缩，其中爬行类和两栖类动物的影响相对明显。

（4）水库对水生态的影响

水库建成后，库区水流变缓、水深增加、急流生境萎缩，水文情势将发生较大变化。水文情势变化将对库区的水生生境、浮游动植物和底栖动物带来影响。水库建成运行后，低温水下泄以及大坝泄洪产生的气体过饱和对下游鱼类生境也可能产生一定影响。由于大坝阻隔，完整的河流环境被分割成不同片段，鱼类生境的片段化和破碎化将导致形成大小不同的异质种群，种群间基因不能交流，水生生物种群将受到不同程度影响。工程阻断坝下分布的马口鱼等洄游通道，将使得马口鱼等种群数量减少，库区北屋断面的马口鱼生境被破坏（产卵场），向水库上游分布。库区内小型喜静水栖息鲤科鱼类和产粘性卵鲤科鱼类种群数量将呈现上升趋势，喜激流水、大型及产粘性卵鲤科鱼类种群数量呈现下降趋势。

（5）泄洪的气体过饱和对水生态影响

东庄水库泄洪采用坝身“表孔跌流+深孔挑流”方式，具备产生过饱和气体条件，气体过饱和会可能对坝下河段的鱼类产生影响。根据东庄水库 50 年调节计算，水库发生泄洪几率较低，表明泄洪发生气体过饱和几率较低；同时，水库下游设置有二道坝、文泾水电站库区、泾惠渠渠首水库等，上述区域水流掺混能够降低气体浓度，降低对坝址下游泾河鱼类的不利影响。

（6）泄洪雾化生态影响

东庄拱坝表孔和深孔泄流均采用窄缝形式，窄缝式消能产生雾化现象。坝址区域河谷窄深，不利于水雾消散，泄洪雾化可能对枢纽建筑物正常运行、枢纽下游两岸边坡稳定、交通安全以及周围环境等产生影响。

（7）局地气候

东庄水库建库后改变原有下垫面性质，将对库区及周边地区的局地气候产生一定的影响。水库对小气候影响较为明显，但范围不大、程度不稳定，蓄水后在周围近库一带年温差有所缩小，但不会给生活和生产带来危害。

3.5.5 对固废的影响

工程运行过程中的固废主要是东庄水利枢纽工程管理人员的生活垃圾等。工程管理人员 151 人，平均每天产生固体垃圾 0.8kg，每年产生垃圾量为 44.1t。

3.5.6 对自然保护区、重要湿地的影响

陕西西安泾渭湿地自然保护区位于泾河东庄水利枢纽工程下游84km处，保护区以水禽及湿地生态系统为主要保护对象。初期蓄水期间，水库能够满足下游生态基流不同时期的生态流量：一般期（9月～翌年4月15日）下泄流量不低于5.33 m^3/s，鱼类敏感期（（4月15日～6月15日）下泄流量不低于10.66m^3/s、汛期（6月15日～8月31日）下泄流量不低于15.99 m^3/s，每年能够保障一次漫滩流量，但可能会对泾渭湿地保护区的泾河区域湿地生态系统造成影响，可能对保护区的植被、水生动物、鸟类等动植物产生不利影响，需加强生态监测，适时调整调整水库调度。

陕西泾河湿地属于陕西省重要湿地，水库运行后将淹没坝址-库尾河段的泾河及其支流湿地，改变库区湿地水文情势和淹没湿地植被；坝下区域泾河湿地径流减少和水文情势变化，但能够维持或增加泾河重要湿地的漫滩流量（300 m^3/s～700m^3/s）出现次数，可能影响泾河重要湿地部分区域的栖息环境，可能对重要湿地的植被、水生动物、鸟类等产生一定影响，需根据湿地响应适时调整水库调度。

3.5.7 对旅游景点的影响

水库淹没影响彬县程家川旅游风景区、彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区、泾河大峡谷旅游风景区、淳化龙山生态旅游渡假景区、公刘教稼苑景区等旅游景点。

（1）淹没影响

水库淹没彬县程家川旅游风景区部分基础设施，彬县龟蛇山大峡谷漂流项目原有漂流功能难以恢复；淹没泾河大峡谷探险旅游风景区乔家梁至泾河谷底道路、峡谷底观光栈道、围栏、拦水坝及淹没淳化龙山生态旅游渡假景区面积（大约占67%），造成上述景点陆地植物量损失，同时改变景点景观格局，使得部分陆地生态向水域生态系统转变；水库造成公刘教稼苑景区部分区域浸没影响，拟采取工程措施降低不利影响。淳化龙山生态旅游渡假景区面积较大，淹没面积有限，能够维持原有的结构和功能，水库形成新的水利风景区与景区旅游功能协调一致，不会造成明显的不利影响。

（2）景观影响

水库正常蓄水位 789.00m，将形成河道型水库，使得区域水面面积增加，将湖光山色、森林瀑布、人文景观融为一体表现出“山、水、林、岛”和谐一致的自然风光，尽显“优美、秀丽、宁静”的风格和特点，进一步提升区域旅游景点的景观特征。

3.5.8 社会环境影响分析

（1）工程防洪减淤

东庄水库运行 50 年，可减少渭河下游河道泥沙淤积 6.56 亿 t，维持渭河下游堤防防御洪水的标准 30 年以上不降低；减少黄河下游河道淤积 10 亿 t。水库大大减少中小洪水对泾、渭河下游及 335m 高程以下三门峡水库返库移民区的洪水灾害；对大洪水和特大洪水削峰，减少渭河下游灾害损失，提高下游防洪安全标准，对于促进关中区域的社会、经济发展具有重要作用。

（2）工程供水

工程通过水资源联合配置（地下水、地表水）等措施，提高水资源利用效率，

实现水资源合理利用和配置，满足区域社会、经济发展的用水需求。工程实施将有效改善受水区域的供水安全，构建关中地区水资源配置网络，满足灌溉、工业园区用水需求；远期与古贤水库一起共同保障泾东渭北，黄河以西地区经济社会生态等用水安全，增加供水安全保障率，对加快完善城镇供水安全保障体系和满足小康社会对饮用水安全的要求具有重要作用。

综上所言，工程运行后，可产生巨大的防洪、减淤、拦沙等社会经济效益，促进社会经济发展。

3.5.9 地质环境影响分析

（1）塌岸

东庄水库库区潜在不稳定岸坡主要表现为较大范围的塌岸和小滑坡的复活，其中大范围塌岸主要分布在左岸的程家川电站、陵滩、宋家梁及右岸的断泾、焦家河、前沟、李家河（庄头河）和三河村附近，塌岸总体积约 5500 万 m^3，约占总库容的 1.7%，占水库死库容的 3.8%。

彬县公刘教稼苑景区位于古河道，水库蓄水后景区右侧冲沟发生严重塌岸，对祭祀区临沟侧的 2 座仿古建筑物及祭祀广场造成影响。根据工程可研，公刘教稼苑景区防护工程目前暂按淹没影响实物给予合理补偿，下阶段进一步开展地质勘探工作，提出最终处理方案，在采取措施后不会对景区造成明显的不利影响。

（2）浸没

东庄水库为河道型水库，河谷陕窄、岸坡陡峻，水库浸没问题不甚严重。库区古河槽及局部低洼平缓地段存在小范围浸没问题，主要浸没库段为断泾、程家川、三水河等处。工程拟采用防护工程进行处理，降低浸没的不利影响。

表 3.5-2 东庄水库浸没影响防护区

序号	项目	单位	断泾	程家川		老户	合计
			北区	西区	东区		
一	防护面积	亩	58.00	52.00	174.40	72.53	356.93
	水浇地	亩		52.00	96.74		148.74
	旱地	亩	58.00		9.52	42.30	109.82
	果园	亩		0.00	29.30	2.56	31.86
	苹果园	亩		15.00	25.04	2.56	42.60
	其他园	亩			4.26		4.26
	其他等	亩			38.84	27.67	66.51
二	田面平均高程	M					
	最高高程	M	814.0	806.7	807.9	804.0	
	最低高程	M	812.0	802.0	802.0	800.0	
	平均长度	M	240.3	232.8	713.6	310.1	
	平均宽度	M	161.0	149.0	163.0	156.0	
三	抬填效益面积	亩	57.6	50.6	172.8	71.0	

（3）水库渗漏

东庄水库为峡谷型水库，老龙山断层上游为砂页岩库段，下游为碳酸盐岩库段。老龙山断层下游的碳酸盐岩库段，地下水位均低于现状河水位，蓄水后存在岩溶渗漏问题。

（4）地震影响

东庄水库工程区位于华北地震区西部与青藏高原地震区东北部交汇处，地震地质背景复杂，属构造稳定性较差地区，工程区外围断裂地震活动较强烈，水库蓄水造成应力变化不会形成大的应力积累，不具备诱发大地震的地震活动环境，存在水库蓄水后因应力调整而诱发中小级别岩溶型地震的可能性。

3.6 移民安置及专项设施复建影响

工程规划水平年生产安置人口 2961 人，采取后靠安置、本乡安置、本县安置等方式。农村移民搬迁安置人口 3310 人，采取本村分散安置、集中安置、县内安置等方式。

移民安置区房屋以及相关基础设施建设过程中，土石方的开挖、填筑以及移民房建过程中，将产生扬尘、固废等污染物，并存在水土流失的隐患。

专业项目（交通工程、电力工程、通信工程等）复建过程中，将产生污废水、

扬尘、固废等污染物，不可避免地扰动地表，对周边生态环境产生一定影响。

鉴于移民安置、复建工程数量及集中安置点较多、影响较复杂，为全面反映移民安置的环境影响，**建议建设单位编制移民安置环境影响报告书**，报陕西省相关环境保护行政主管部门审批，细化、落实移民安置中的环境影响措施，降低移民安置中的不利环境影响。

3.6.1 生态环境影响

移民安置期生态环境影响源主要是生产开发、居民点建设、专项设施复建过程中的占地、开挖、场地平整等。

（1）生产开发

生产安置人口采取调整土地的生产安置方式，不会对生态环境造成不利影响。

（2）居民点建设

工程 8 个集中安置点的开挖、回填、占地等将损毁植被，造成陆生植物减少，并对陆生动物栖息地产生一定影响。居民点建设过程中如不采取水土保持措施，将会造成新的水土流失。

（3）专项设施处理

工程复建公路 24.435km，农田防护工程采取垫高方式对 4 片农田 356.93 亩进行防护。复建公路占用地类多为灌木林地、旱地等，将会减少区域植被数量和降低植被覆盖率；道路开挖边坡坡度较大，如不对边坡采取措施，以及弃渣乱堆乱放，将会新增水土流失，对区域环境产生一定影响。

3.6.2 水污染源影响

移民安置对水环境产生影响主要来自生活污水。农村移民用水量按 70L/人·d 计算，污水排放量取用水量的 0.7。工程农村移民安置迁建人口 3310 人，生活污水排放量 161.55t/d；生活污水主要污染物为 COD、BOD_5、氨氮和 SS，排放浓度分别为 300mg/L、150mg/L、35mg/L、200 mg/L，主要污染物排放量中 COD 48.47kg/d、BOD_5 24.23kg/d，氨氮 5.65kg/d、SS32.31 kg/d（表 3.6-1）。分

散后靠安置的移民生活污水量较小且分散，对水环境影响很小。集中安置区生活污水量相对较大且集中，如不经处理直接排放，将影响周边水体水质。

表 3.6-1 规划移民安置点水污染源负荷

序号	移民安置点	规划人数	污水量 (m^3/d)	COD（kg/d）	BOD_5（kg/d）	氨氮（kg/d）	SS（kg/d）
1	淳化县马家社区	493	24.16	7.25	3.62	0.85	4.83
2	礼泉县相家社区	582	28.52	8.56	4.28	1.00	5.70
3	礼泉县朝阳新村	98	4.80	1.44	0.72	0.17	0.96
4	礼泉县南坊社区（苏家）	755	37.00	11.10	5.55	1.29	7.40
5	彬县龙高社区	408	19.99	6.00	3.00	0.70	4.00
6	彬县新堡子社区	107	5.24	1.57	0.79	0.18	1.05
7	永寿县永太社区	504	24.70	7.41	3.70	0.86	4.94
8	彬县塬边新村	582	28.52	8.56	4.28	1.00	5.70
合计		3297	161.55	48.47	24.23	5.65	32.31

3.6.3 噪声影响

移民安置、专项设施复建对声环境影响主要来自于建设期机械设备和运输车辆运行等噪声，机械设备主要有挖掘机、小型混凝土搅拌机、起重机、振捣器、夯土机等。上述设备作业时噪声排放方式为间歇性排放，声源较大的机械设备声级约 85～105dB。影响主要发生在集中安置点、公路复建区、农田防护工程区等。

3.6.4 大气污染影响

大气环境影响主要来自移民安置和复建公路建设期，主要发生在集中安置点迁建、公路复建等施工强度较高区域。集中安置点建设、公路复建过程中的机械设备施工活动会产生一定量的废气和粉尘，可能会对施工人员和安置点居民带来一定影响。公路复建中场地平整、边坡开挖、大桥建设，及复建的淳礼公路部分区域需采用爆破作业，爆破对空气环境产生的污染物有粉尘、NO_2、CO 等。

3.6.5 固体废物

移民安置区固体废物对环境影响主要来自于移民安置后生活垃圾的影响。安置区生活垃圾产生量按 0.8kg/d·人计算，生活垃圾产生量 2.65t/d，以容重

0.8t/m³计，垃圾产生量3.30m³/d。安置点生活垃圾负荷见表3.6-2。

表3.6-2 规划移民安置点生活垃圾污染源负荷

序号	移民安置点	规划人数	日垃圾产生量(m^3)	年垃圾产生量(m^3)
1	淳化县马家社区	493	0.49	179.95
2	礼泉县相家社区	582	0.58	212.43
3	礼泉县朝阳新村	98	0.10	35.77
4	礼泉县南坊社区（苏家）	755	0.76	275.58
5	彬县龙高社区	408	0.41	148.92
6	彬县新堡子社区	350	0.35	127.75
7	永寿县永太社区	107	0.11	39.06
8	彬县塬边新村	504	0.50	183.96
合计		3297	3.30	1203.41

由于农村垃圾组成十分复杂，所含化学元素很多，主要以碳、氢、氧、氮为主，此外还有少量的有毒有害物质。如果垃圾无固定堆放场所，若不进行必要的处理，如遇大雨，垃圾将会被冲入水体，不仅会对水体水质产生一定影响，还会对安置区的生活条件和环境卫生产生不良影响，从而为蚊蝇的孳生提供了条件，有可能引起传染性疾病的流行。

3.7 工程分析结论

东庄水利枢纽工程建设符合国家“西部大开发”战略、关于加快水利改革发展的决定等政策，以及《黄河流域综合规划（2012～2030年）》（国函〔2013〕34号）、《黄河流域防洪规划》（国函〔2008〕63号）、《渭河流域重点治理规划》（国函〔2005〕99 号）、《陕西泾河流域综合规划》（陕政函〔2017〕242号）等相关规划是相协调的。东庄水利枢纽工程是黄河流域水沙调控体系中的重要工程措施，也是陕西关中水资源配置网络的重要组成部分，对于改善泾河、渭河水沙关系及缓解关中区域水资源供需矛盾具有战略意义。根据工程施工、运行和移民安置等特点，结合所处的环境区域状况，工程建设特点及其对环境的主要影响初步分析如下：

（1）工程施工

工程建设不直接涉及自然保护区，工程涉及陕西泾河重要湿地。导流工程、主体工程和施工辅助工程的规模、工程量、弃渣量和作业面大，施工期间，“三

废”、噪声排放以及施工开挖、弃渣、占地等活动将影响和破坏植被和陆生动物栖息地、新增水土流失，并对土地资源利用、水资源利用、人群健康等社会环境产生较大影响。因此，需对上述方面作详细预测，并提出切实可行的对策措施。

（2）淹没占地

东庄水库淹没将引起评价区土地利用类型面积的变化，其中以林地和其他类型面积淹没损失最大，其余依次为草地、园地、耕地和已垦滩涂地。淹没占地对评价区土地资源产生一定影响。

（3）移民安置

移民安置对环境影响主要是移民安置期居民点建设、专项设施复建过程中的占地、开挖、场地平整等破坏植被、扰动地表，弃渣对生态环境造成影响；集中居民点、公路复建、防护工程等建设过程中，土石方开挖、机械设备及运输车辆运行将产生粉尘和废气，对大气环境产生影响；机械设备和车辆运行中的噪声将对声环境产生影响；移民安置后对环境影响主要是集中居民点的生活污水、生活垃圾对水环境产生影响。

（4）工程运行

由于水库蓄水和运行，对局地气候、陆生动植物等生态环境产生一定影响；水库蓄水将对彬县程家川旅游风景区、彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区、泾河大峡谷旅游风景区、淳化龙山生态旅游渡假景区、公刘教稼苑景区等旅游景点产生一定影响。水库蓄水后，回水区域内流速减缓，水库水质和水温将发生变化，影响水生生物生境。此外，水库蓄水后可能导致地质环境不稳定等问题，因此，需作详细预测，并提出切实可行的对策措施。

本工程对环境影响分析主要结论见表 3.7-1。

表 3.7-1 东庄水利枢纽工程建设及运行对环境主要影响分析表

影响时段	施工活动	影响源	可能产生的环境影响
施工期	工程施工	施工占地及开挖	1）工程永久、临时占压土地，改变土地利用方式及施工区地貌； 2）施工导流改变坝址处水流方向、流速等水文条件，对水文情势产生影响； 3）工程施工、占压破坏施工区植被及野生动物栖息环境； 4）对河道水质产生一定影响； 5）新增水土流失量，造成水土流失危害； 6）影响施工区空气质量及现场作业人员身体健康； 7）使施工人员及交通运输公路沿线部分居民受噪声影响； 8）带动施工区周边社会经济发展； 9）增加疾病传染的可能性。
		施工导流	
		生产生活废（污）水排放	
		存弃渣堆放	
		施工废气	
		噪声	
		施工人员进驻	
	移民安置	居民点建设	1）破坏植被、野生动物生境； 2）改变安置区土地利用方式，造成水土流失； 3）对安置区人群健康的影响； 4）安置点建设对安置区社会环境产生一定影响； 5）集中移民安置点生活污水和垃圾排放影响。
		专项设施复建	
运行期	水库淹没	淹没植被及野生动物生境	1）降低库周植被覆盖率，迫使野生动物迁移； 2）库区土地资源减少，加剧人地矛盾，短期影响库周社会经济发展； 3）对旅游景点及泾河大峡谷景观产生一定影响。
		淹没土地资源	
		淹没部分基础设施	
	水库蓄水	初期蓄水	1）水库蓄水初期坝下游流量减少； 2）阻隔河流及水生生物通道； 3）改变库区及坝下水环境，影响水生生物生境； 4）低温水下泄对水生生物、农业灌溉的影响； 5）改变库区及周边地下水的补给、径流和排泄关系，地下水流场和水化学场可能发生变化； 5）局地气候发生变化； 6）可能影响泾渭湿地保护区、泾河重要湿地。
		大坝拦截	
		水库形成	
	水库运行	防洪减淤	1）减少渭河下游河道泥沙淤积，维持渭河下游堤防防御洪水标准；拦减进入黄河泥沙量； 2）减少洪水对泾、渭河下游及三门峡水库返库移民区的洪水灾害，提高下游防洪安全标准。 3）提高区域水资源利用率，促进受水区域及工程所在地社会经济发展。 4）保障泾河生态基流，对泾渭湿地自然保护区、泾河重要湿地产生影响。
		供水	

4 环境现状调查与评价

4.1 流域环境现状

泾河是渭河最大支流，发源于六盘山东麓宁夏回族自治区泾源县老龙潭，海拔2540m，由西北向东南流经宁夏、甘肃、陕西三省，于陕西省高陵县陈家滩汇入渭河。干流总长455.1km，河道平均比降2.47‰。流域面积45421km^2，其中宁夏境内占10.9%，甘肃境内占68.8%，陕西境内占20.3%。泾河水系支流众多，分布呈扇形。较大支流左岸有甘肃境内的洪河、蒲河、马莲河，陕西境内的红崖河、三水河；右岸有陕西境内的黑河及泔河。流域东临北洛河，南界渭河，北与鄂尔多斯高原毗邻，西与清水河相邻。

泾河在陕西省境内长258.5km，流域面积9210km^2，其中关中段流域面积7800km^2。泾河流域在陕北地区涉及榆林市定边县，关中地区涉及宝鸡、咸阳、西安等的麟游、千阳、陇县、长武、彬县、旬邑、淳化、永寿、礼泉、乾县、泾阳、咸阳市渭城区、高陵等12县1区。干流上起长武县马寨乡汤渠村，于高陵陈家滩汇入渭河，由上至下流经长武、彬县、永寿、淳化、礼泉、泾阳、高陵等七县。省境内河床总跌差561m，河道平均比降2.09‰，其中：早饭头以上河床比降1.5‰，河宽500～2000m，早饭头至老龙山断层比降2.1‰，基岩裸露，河宽100m左右，老龙山断面至张家山为峡谷河段，比降6.3‰，河宽30m左右，张家山以下河道进入平原，比降1‰，入渭后渭河比降0.4‰左右。

泾河流域属大陆性季风气候，全年多为西北干旱寒冷气流控制。流域地形起伏较大，地区间气候变化较明显，西南及南部山区为低温多雨气候，西北及北部丘陵区长年低温干燥少雨气候，中部广大高原区，一般雨量较少，温差较大。流域多年平均降水量499.1mm，降水量年内分配极不均匀，夏季多而冬季少，春秋介于冬夏之间，一般秋雨大于春雨。最大月降水量多发生在7月、8月，占年降雨量40%左右；最小月降水量多发生在12月、1月，连续最大4个月降水量占年降水量66.1%，多发生在6月～9月，各月降水量见表4.1-1。

表 4.1-1　泾河流域 1956 年～2000 年平均降水量月分配表（单位：mm）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年	6 月～9 月
降水量	4.0	6.4	18.6	34.2	45.1	56.1	99.9	96.9	77.5	40.8	16.5	3.2	499.1	330.3
占年%	0.8	1.3	3.7	6.9	9.0	11.2	20.0	19.4	15.5	8.2	3.3	0.6	100.0	66.1

流域水面蒸发量 660～1600mm，冬季气温低蒸发量小，年内最小蒸发量多发生在 12 月。夏季气温高，蒸发量大，最大蒸发量多发生在 6 月、7 月。5 月～8 月可占年蒸发量 46%～58%。

4.2 自然环境概况

4.2.1 地形地貌

东庄水利枢纽工程位于陕西省咸阳市礼泉县与淳化县交界的泾河下游峡谷，坝址位于泾河干流最后一个峡谷段出口（张家山水文站）以上 29km，左岸为陕西省淳化县车坞乡，右岸为陕西省礼泉县叱干镇。

（1）库区

库区位于泾河下游峡谷段。库区主要涉及陕西省淳化、礼泉、永寿和彬县。库区海拔高程 353.7m～2520m，按地形地貌特征可分为黄土高原沟壑区、丘陵沟壑区和土、石稍林区等类型区，其中黄土高原沟壑区分布在彬县、旬邑、淳化、永寿等地区，该区域沟壑发育，植被较差，水土流失严重，沟壑间有大小不等塬面存在，是农业较集中地区；丘陵沟壑区分布在彬县、永寿等县地区，高程 1000m 以上，丘陵起伏，植被差，水土流失严重；土、石稍林区分布在三水河上游马栏等地，高程 1500～2500m 以上，植被良好，水土流失轻微。

泾河切割深度多大于 300m。其中砂页岩库段为“U”型或“V”型谷，河谷底宽一般 50～100m，谷底高程 605～810m，平均比降 2.17‰；碳酸盐岩库段为“V”型谷，河谷底宽 15～25m，谷底高程 590～605m，平均比降 5.55‰。库区两岸坡顶塬面较平缓，高程 1000～1300m，大部分被黄土覆盖，边缘发育深切沟谷，沟壁陡立，沟底局部见基岩。

库区在地貌上以老龙山断层为界分为两个地貌单元。老龙山断层以北水库区处于黄土高原南缘，河谷深切，冲沟众多，河曲发育，呈黄土丘陵地貌。老龙山

断层以南，为基岩中低山地貌。泾河沿河谷发育河漫滩及I～IV级阶地。河谷两岸，多见残留的牛轭式古河槽，典型的位于断泾、程家川、三水河、陵滩等地。

（2）坝址区

坝址段河流总体流向近南北向，进入东庄坝址河流转弯，流向南西 245°，坝址平直河段长约 700m；坝址下游河流流向近南北向。坝址区河谷底高程 585~595m 左右，宽 15~20m；河床基岩面底高程 582m 左右。

坝址区河谷为“V”型谷，两岸基岩裸露，山坡陡峻，自然坡度 60°~75°。平水期河水面高程 590m，水面宽 15~30m。

两岸深切沟谷整体不发育，冲沟规模较小，切割不深，延伸较短，沟口一般 690m 高程以上。左岸地形总体完整，山体雄厚，谷坡陡峻，无大的深切冲沟。

4.2.2 地质

（1）库区

大地构造位置上，工程区处于华北准地台（I）内的鄂尔多斯地块(I1)南缘，南邻渭河断陷带(I2）。区域地震构造纲要见图 4.2-1。

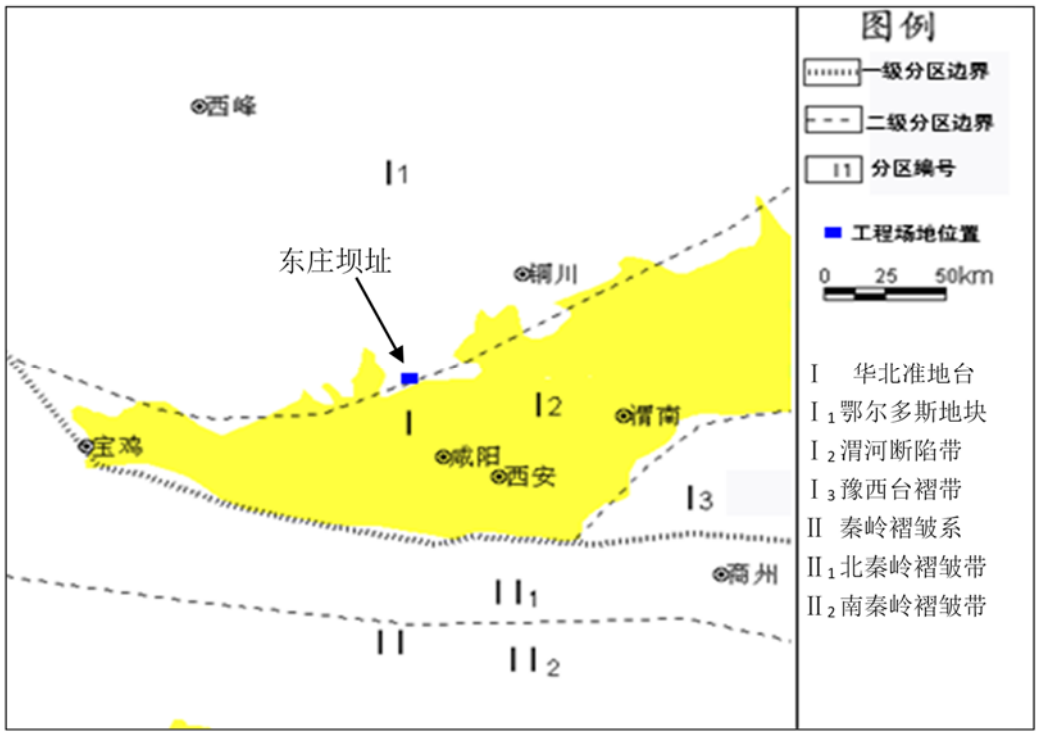


图 4.2-1 区域大地构造单元划分图

工程区横跨 2 个一级构造分区及若干个二级构造单元。区内活动断裂发育，主要有东西向、北东向和北西向。其中，晚更新世以来活动断裂主要位于中部地区渭河断陷带(I_2)的渭河盆地及其边缘，南部北秦岭褶皱带(II_1)内活动断裂最新活动时代为早中更新世，北部鄂尔多斯地块(I_1)内部活动断裂不发育。

库区在构造上位于鄂尔多斯地台南缘，除区域性断裂老龙山断层及分支断层展布于库区外，无其它大的断裂构造。总体而言，库区地质构造相对简单。

老龙山断层以北砂页岩库段岩层倾角平缓（倾角 3°～10°），构造简单，未发现大的褶皱，主要为一些短轴、倾伏、宽缓的褶曲，自上游至下游依次为太峪背斜、刺里坡向斜、船家窑背斜、麦家滩向斜、陵滩背斜、七泉寺向斜、东泾河背斜、赵八家沟向斜、曹家河背斜、金牙堡向斜、黑沟背斜、东湾里向斜、通神沟背斜。老龙山断层以南碳酸盐岩库段为一倾向南西的单斜构造，仅在老龙山断层下游顺河 120～200m 处发育一层间小褶曲。

库区最大断层为区域性断裂老龙山断层(F3)。另外库区还发育 28 条小断层，对库岸稳定、水库渗漏影响不大。老龙山断层(F3) 总体走向近 E～W，倾向 S，倾角 40°～80°，西部在陇县一带，向东经麟游、永寿、五峰山至口镇，断裂长度约 70km。在区域强烈的南北向构造应力场作用下，断层表现为压扭性逆断层。断层切割基岩，倾角 50°～70°，地貌显示为断层崖和陡壁。

地层岩性方面，库区以老龙山断层为界，下游出露基岩地层主要为第四系（Q）松散堆积物，新近系（N）砂砾岩，三叠系（T）砂岩、粉砂岩、泥岩，二叠系（P）砂岩、泥岩、页岩，奥陶系(O)灰岩、白云岩。

（2）坝址区

坝址区地层岩性主要有奥陶系中统马家沟组（O_2m）灰岩及各种成因的第四系松散堆积层（Q）。

1）第四系(Q)

中更新统冲积层(Q_2^{al})：岩性为冲积的砂卵砾石，分布左岸 750m 高程以上，卵砾石母岩成分主要为灰岩、砂岩极少量的花岗岩。

中晚更新统风洪积层(Q_{2+3}^{eol+pl})：下部为黄土状土夹古土壤层，覆盖于基岩（冲洪积层部位覆盖于砂卵砾石层）之上；上部为风洪积黄土，具大孔隙结构，垂直节理发育。主要分布黄土塬及两岸缓坡洼地部位，一般高程 780m 以上。

全新统残坡积层(Q_4^{dl})：广泛分布坡顶缓坡地带，为残坡积碎石土，厚度不大。

全新统人工堆积层(Q_4^{r})：坝址区零星分布，为平整道路和钻场弃渣。

2）奥陶系（O_2m）

坝址区出露基岩主要为奥陶系中统马家沟组 O_2m^4 灰岩、O_2m^3 白云岩。

O_2m^{4-1}：厚层灰岩。上部为浅灰色、灰色含生物碎屑隐晶质灰岩；中部为浅灰色隐晶质生物灰岩，夹一层 0~5m 厚的不连续灰质砾岩；下部为深灰色~灰色块状白云石生物灰岩。厚约 142m。

O_2m^{4-2}：巨厚层灰岩。中上部为白色隐晶质灰岩，夹含生物及白色似鲕状隐晶质灰岩；下部浅灰色灰岩，隐晶质结构，局部变质为大理岩。坝段出露厚度大于 240m。

O_2m^3：中厚层~厚层白云岩。上部中厚层~厚层状细晶质白云岩，顶部夹紫色、褐黄色叶片状硅质、钙质、泥灰质白云岩；下部厚层状微～细晶白云岩夹浅紫红色、黄褐色白云岩及厚度不等的角砾状白云岩透镜体。厚 307m。

地质构造方面，坝址区处于唐王陵向斜北翼，岩层走向 NWW，产状 190°~210°∠30°~55°。坝址区内无次级褶皱和较大断层通过，主要地质构造为小断层、软弱夹层和节理裂隙。总体来说，坝址区地质构造较简单。

坝址区基岩为厚层、巨厚层灰岩，岩石致密坚硬，抗风化能力强，岩体均匀风化作用微弱，风化特征主要变现为表层强溶蚀风化和沿裂隙溶蚀风化。坝址区岸坡表层强溶蚀风化带厚度一般不大于 2m；岩体裂隙型溶蚀风化主要沿断层、节理裂隙等形成溶蚀现象

坝址场区基准期 50 年内超越概率 10%时，基岩动峰值加速度 a=0.115g，地震动反应谱特征周期为 0.45s，相应地震基本烈度为VII度

4.2.3 水文地质

（1）库区

库区地下水主要为潜水，根据地下水埋藏条件和赋存介质，划分为松散岩类孔隙水、碎屑岩类裂隙水和碳酸盐岩类岩溶水三种类型。

松散岩类孔隙水：赋存于河漫滩、各级阶地及塬面的第四系堆积层中。河漫

滩和I级阶地地下水埋深较浅，主要接受大气降水、沟溪水、洪水期河水和周边基岩裂隙水补给，通过蒸发或直接流入河流进行排泄，属中等富水～富水区；II级阶地及其以上各级阶地松散堆积物主要为更新统黄土，透水条件较差，地下水埋深因地貌单元而异，地下水主要接受大气降水补给，水位随季节变化，通过蒸发或在底部砾石层溢出地表以泉的形式进行排泄，部分下渗补给碎屑岩类裂隙水或碳酸盐岩类岩溶水，属中等富水～贫乏区。

碎屑岩类裂隙水：赋存于二叠系（P）和三叠系（T）砂页（泥）岩地层中，含水层及透水层主要为砂岩和粉砂岩，泥岩为相对隔水层。主要受大气降水补给，其次受上覆松散岩类孔隙水下渗补给，常以脉状或上层滞水形式存在，沿砂岩底部的泥岩和粉砂岩顶面溢出地表以泉的形式进行排泄。

碳酸盐岩类岩溶水：赋存于老龙山断层以南的碳酸盐岩类地层中，岩性为灰岩、白云岩、泥灰岩和泥质白云岩，以易溶或弱溶碳酸盐岩为主，夹有难溶或非溶岩层。储水空间主要为裂隙和经岩溶化作用改造后的溶蚀裂隙，属典型岩溶裂隙含水介质。岩溶地下水以面状的降雨入渗、线状的河流渗漏补给为主，另外受松散岩类孔隙水下渗补给。岩溶水由西北向东南径流，在山前地带深切沟谷附近以泉的形式排泄（如东庄坝址下游的风箱道泉和筛珠洞泉），或补给山前冲洪积平原松散岩类孔隙水。

砂页岩库段泾河两岸出露下降泉，泉水出露高程多在 800m 以上，部分泉水流量受季节变化影响明显。库区较大泉水有 22 个，见表 4.2-1。

表 4.2-1　东庄水库区泉水特征表

编号	位置	类型	出露点岩性	出露高程(m)	流量(L/min)	动态特征
S01	断泾西	松散岩类孔隙水	黄土	878	0.3	受季节影响大
S02	孙家沟	碎屑岩类裂隙水	砂岩	850	1.0	不受季节影响
S03	通庄农村	碎屑岩类裂隙水	砂岩、页岩之间	900	0.4	受季节影响小
S04	程家川东	碎屑岩类裂隙水	砂岩	850	0.1	受季节影响小
S05	刺里坡南	碎屑岩类裂隙水	砂岩、页岩之间	850	0.2	不受季节影响
S06	北家沟西	碎屑岩类裂隙水	砂岩顶板	850	0.3	不受季节影响
S07	北家沟东	碎屑岩类裂隙水	砂岩	850	0.5	不受季节影响
S08	七泉寺	松散岩类孔隙水	黄土、块石	855	2.5	受季节影响大
S09	下东邑东	碎屑岩类裂隙水	砂岩	850	0.2	不受季节影响
S10	御泉	碎屑岩类裂隙水	砂岩	840	0.6	不受季节影响
S11	南庄南	碎屑岩类裂隙水	砂岩	825	0.8	受季节影响小
S12	庄头河东南	碎屑岩类裂隙水	砂岩、页岩之间	800	0.2	受季节影响小
S13	南乡东	碎屑岩类裂隙水	砂岩、页岩之间	790	0.2	受季节影响小
S14	芦子头北	碎屑岩类裂隙水	砂岩	800	0.2	不受季节影响
S15	李梅庄西	碎屑岩类裂隙水	砂岩	775	0.5	受季节影响小
S16	李梅庄西南	碎屑岩类裂隙水	砂岩	765	1.0	受季节影响小
S17	马庄沟	碎屑岩类裂隙水	砂岩	815	3.0	不受季节影响
S18	马庄沟	碎屑岩类裂隙水	砂岩顶板	838	0.3	不受季节影响
S19	水井沟	碎屑岩类裂隙水	砂岩、页岩	800	0.3	受季节影响小
S20	李梅庄东南	松散岩类孔隙水	砂卵石、砂岩、页岩	810	0.3	受季节影响小
S21	水沟	碎屑岩类裂隙水	砂岩	800	2.0	不受季节影响
S22	刘家河沟	松散岩类孔隙水	黄土	750	4.0	受季节影响大

（2）坝址区

坝址区基岩为碳酸盐岩，地下水为碳酸盐岩岩溶裂隙水，未发现溶洞水，无可靠的不透水层或相对隔水层，地下水主要是大气降水和地表水的入渗补给。

①地下水位

坝址区地下水位低于河水，泾河在此段形成“悬托型河谷”。近岸钻孔地下水在降雨过后有明显水位抬升过程，近岸钻孔地下水与降雨关系密切，降雨是地下

水重要补给来源；远离岸坡钻孔地下水位与降雨联系减弱，降雨补给地下水有限。

②岩体透水性

坝址左岸岩体以弱透水为主。岩体透水性整体具有随深度而降低趋势。650m高程以上以透水率 q>3Lu 的弱~中等透水岩体为主，其中透水率 q>10Lu（含无压漏水）占到 22%~27%；650~550m 高程，透水率 q＜3Lu 弱透水岩体为主，占到高程段 60%~91%；550m 高程以下，岩体透水率小于 3Lu，其中 500m 高程以下主要为透水率 q<1Lu 的微透水岩体。坝址右岸岩体透水性整体具有随深度而降低趋势。645m 高程以上，透水率 q>3Lu 的弱~中等透水岩体为主，其中透水率 q>10Lu（含无压漏水）的占到 15%~37%；645~600m 高程，以弱透水为主，局部零星分布无压透水段；600m 高程以下透水率 q＜3Lu 的微~弱透水岩体为主，占到高程段 77%~90%，其中 500m 高程以下透水率 q＜3Lu 的占到高程段的 90%。

4.2.4 气象气候

东庄水利枢纽坝址右岸是礼泉县，多年平均降水量 527.7mm，多年平均蒸发量 1412mm，多年平均气温 12.7℃，极端最高气温 40.4℃，极端最低气温-20.0℃，最大冻土深度 35cm，最大风速 21.3m/s。礼泉气象要素统计见表 4.2-2。

坝址左岸是淳化县，多年平均降水量 585.8mm，多年平均蒸发量 1536.2mm，多年平均气温 10.4℃，极端最高气温 39.4℃，极端最低气温-21.0℃，最大冻土深度 61cm，最大风速 25.3m/s。淳化气象要素统计见表 4.2-3。

表 4.2-2 礼泉气象站气象要素统计表（1971～2000 年）

项 目		单位	月 份												全年
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
气温	平均气温	℃	-1.1	1.8	7.1	13.8	18.8	23.8	25.6	24.4	19.0	12.8	5.7	0.2	12.7
	极端最高	℃	16.9	24.9	26.8	33.5	36.8	40.4	39.0	38.9	36.8	32.5	24.7	23.6	40.4
	出现日期		1979，6	1978，27	1984，29	1993，23	1994，28	1972，11	1971，6	1994，4	1997，5	1977，1	1991，2	1989，3	1972，11/6
	极端最低	℃	-20	-13.8	-8.3	-3.7	1.5	8.7	13.4	11.4	2T	-4.4	-11	-19.2	-20
	出现日期		1977，30	1972，6	1983，5	1972，1	1991，2	1990，1	2000，31	1972，31	2N	1997，27	1993，21	1991，29	1977，30/1
平均相对湿度		%	65	64	68	69	70	66	74	77	81	79	75	67	71
平均水汽压		hPa	3.6	4.3	6.7	10.7	14.9	18.4	23.7	23.2	17.4	11.5	6.8	4.1	12.1
降水量	平均降水量	mm	5.3	8.8	23.3	38.4	51.7	56.2	85.1	86.5	91.2	55.5	21.4	4.3	527.7
	最大日降水	mm	8.0	19.1	23.0	41.1	56.8	37.9	74.0	86.1	79.5	35.0	31.8	7.5	86.1
	出现日期		1972，23	1979，22	1981，23	1994，19	1999，14	1993，27	1998，7	1971，21	1986，8	1994，16	1971，8	1989，12	1971，21/8
	≥0.10mm 天	d	3.8	4.6	6.3	7.9	9.0	9.2	9.9	9.6	11.0	9.7	5.7	2.9	89.7
	≥10.0mm 天	d	0	0.1	0.7	1.3	1.8	2.2	2.8	2.7	3.1	1.7	0.4	0	16.8
	≥25.0mm 天	d	0	0	0	0.2	0.4	0.4	0.9	1.0	1.0	0.4	0.1	0	4.3
	≥50.0mm 天	d	0	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0.6
蒸发量		mm	39.5	63.4	102.2	146.3	183.1	204.4	200.4	177.6	113.0	81.7	57.9	42.7	1412.0
风速、风向	平均风	m/s	1.6	1.9	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.5	1.6	1.7	1.7	1.9
	最大风速	m/s	18.0	15.0	18.0	19.0	21.3	15.0	12.3	11.0	16.3	14.3	15.0	12.3	21.3
	最大风速风		NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NW	E	NNW	WNW	NNW	NNW	2G	NNW
	出现日期		1983，7	2N，2T	1983，15	1985，25	1982，2	1987，4	1981，29	1990，11	1983，4	1986，27	1985，29	2N，2T	1982，2/5
	最多风向		WNW	ENE C	ENE C	ENE C	ENE C	ENE C	ENE C	ENE C	ENE	WNW	WNW	WNW	ENE C
	频率	%	12，26	12，23	16，22	13，23	13，23	15，23	20，23	21，25	15，32	11，29	14，26	14，26	13，25
日照时数		h	148.9	134.4	141.0	177.6	209.8	199.9	220.6	219.3	151.8	148.3	147.1	156.9	2055.6
最大冻土深度		cm	34	35	8	0	0	0	0	0	0	4	10	19	35

表 4.2-3　淳化气象站气象要素统计表（1971～2000 年）

项　目		单位	月份												全年
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
气温	平均气温	℃	-3.3	-0.5	4.8	11.8	16.7	21.0	23.0	21.9	16.6	10.7	3.9	-1.6	10.4
	极端最高	℃	16.8	22.2	25.2	30.6	34.6	36.5	36.6	39.4	36.4	30.0	23.2	17.9	39.4
	出现日期（年.		1979，7	1993，5	1984，29	2N，2T	2000，31	1974，16	1995，5	1973，4	1997，5	1977，1	1979，1	1989，2T	1973
	极端最低	℃	-18.1	-18.5	-10.6	-8.5	0.6	7.5	11.2	9.2	1.8	-6.3	-14.1	-21.0	-21.0
	出现日期（年.		1977，30	1972，9	1988，7	1972，1	1982，6	1987，7	1973，2	1972，31	1972，25	1991，27	1987，29	1991，28	1991
平均相对湿度		%	58	58	63	62	64	64	74	76	78	74	69	60	67
平均水汽压		hPa	2.7	3.4	5.3	8.2	11.8	15.3	20.2	19.6	14.6	9.5	5.6	3.2	10.0
降水量	平均降水量	mm	5.6	8.4	22.9	40.6	57.4	67.5	100.1	104.5	97.7	55.5	20.9	4.8	585.8
	最大日降水量	mm	7.4	16.7	30.1	30.2	83.2	60.0	72.6	113.6	78.5	43.7	31.4	10.1	113.6
	出现日期（年.		1989，10	1979，22	1979，29	1977，14	1991，24	1977，22	1997，3	1971，21	1983，7	1985，13	1971，7	1975，7	1971，
	≥0.10mm 天数	天	4.2	4.8	6.7	8.0	9.7	10.4	11.7	11.0	11.2	9.6	5.5	3.3	96.1
	≥10.0mm 天数	天	0	0.1	0.5	1.5	1.9	2.3	3.2	3.0	3.2	1.8	0.4	0	18.0
	≥25.0mm 天数	天	0	0	0	0.1	0.3	0.5	1.3	1.3	1.0	0.2	0	0	4.8
	≥50.0mm 天数	天	0	0	0	0	0.1	0	0.2	0.3	0.2	0	0	0	0.8
蒸发量		mm	48.2	64.5	100.9	172.0	202.6	211.2	211.4	186.6	125.9	96.1	65.4	51.6	1536.
风速、风向	平均风速	m/s	2.2	2.6	2.7	2.8	2.6	2.3	2.4	2.4	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4
	最大风速	M/s	15.0	14.0	18.0	16.7	20.0	15.0	16.0	17.0	12.0	25.3	13.0	16.0	25.3
	最大风速风向		NNW	2G	NNW	NNW	NNW	ENE	NNW	NNW	NNW	NW	NNW	2G	NW
	出现日期（年.		1983，7	2N，2T	1983，15	1990，6	1982，2	1992，30	1985，25	1983，31	1983，4	1982，18	1985，29	1982，21	1982，
	最多风向		WNW	ESE　C	E　C	E　C	E　C	E　C	E　C	E　C	E　C	WNW	WNW	WNW	E　C
	频率	%	14，27	11，21	14，19	12，17	13，18	12，20	15，18	19，20	15，25	11，23	14，23	15，24	11，21
日照时数		h	167.8	142.8	155.7	192.5	220.2	212.2	219.6	212.9	157.6	157.6	160.1	172.9	2171.
最大冻土深度		cm	61	54	50	0	0	0	0	0	0	5	15	31	61

4.2.5 河流水系、径流、泥沙及冰情

（1）渭河

渭河干流全长 818km，流域面积 13.5 万 km^2，其中陕西境内位于秦岭以北，境内干流河长 502km，流域面积 6.71 万 km^2，占陕西省面积的 32.6%。渭河支流众多，其中南岸数量较多，但较大支流集中在北岸。陕西境内北岸有石川河、泾河、北洛河等；南岸有黑河、沣河、灞河等。北岸支流多发源于黄土丘陵和黄土高原，相对源远流长，比降较小，含沙量大；南岸支流均发源于秦岭山区，源短流急，谷狭坡陡，径流较丰，含沙量小。

陕西省渭河流域包括黄土高原丘陵沟壑、渭北高原、关中平原和秦岭北麓山区等四个地貌单元。流域多年平均降水量 601mm，汛期降水占全年 60%以上，降水区域分布规律为南多北少，西多东少。流域 1956～2000 年平均地表水资源量 56.22 亿 m^3，地下水资源量 45.06 亿 m^3，两者重复计算量 28.15 亿 m^3，水资源总量 73.13 亿 m^3。流域流入陕西境内河流主要有渭河、泾河、北洛河，年均入境水资源量 33.9 亿 m^3，出境水资源量 79.97 亿 m^3。1990 年以来，渭河干支流站入境水量减少十分突出：林家村站 1991～2000 年平均径流量 11.2 亿 m^3，较多年均值减少 49.3%，华县站减少 44.0%；泾河张家山站较多年均值减少 27.0%。

咸阳下游 39km 处渭河左岸有支流泾河汇入，渭河口上游 19km 处左岸有支流北洛河汇入。华县站控制流域面积 106498km^2；咸阳站控制流域面积 46827km^2，占华县控制流域面积的 44.0%。渭河下游属三门峡库区，受水库回水影响，河道淤积严重，比降变缓，河床比降仅 0.5‰～0.1‰。渭河下游河段已成为地上“悬河”。渭河下游防洪工程有干流防洪大堤和华阴滩区三门峡返库移民区防洪围堤。

（2）泾河流域及河流水系

泾河流域地形西北高，东南低。流域水系分布图见附图 2。东庄水利枢纽工程下游河流主要为泾河下游峡谷段和渭河下游段，其中，东庄坝址至张家山河段为峡谷型河道，区间无大支流汇入；张家山至泾河口段河谷开阔；渭河下游自咸阳至渭河口长约 208km，于潼关汇入黄河。泾河陕西境内主要支流有黑河、红岩河、三水河、泔河等（表 4.2-4）。

表 4.2-4 泾河主要支流特性

河流	河道长度（km）		平均比降（‰）		流域面积（km^2）		年均径流（亿 m^3）	
	全河	省内	全河	省内	流域	省内	流域	省内
黑河	168.0	35.6	2.90	2.15	4225	1397	3.02	1.00
红岩河	77.1	46.8	9.00	5.39	177.3	380	0.36	0.19
三水河	122.0	122.0	6.91	6.91	1319	1319	1.26	1.26
泔河	95.6	95.6	10.8	10.8	1171.6	1171.6	0.59	0.59

（3）径流

泾河是一条雨源性河流，张家山站多年平均实测径流量 17.18 亿 m^3（表 4.2-5），径流年内分配不均，主要集中在 7～10 月，约占 62%以上，其中 8 月占 21.17%，而 12～2 月份占 1.41%。径流年际间变化也很大，张家山站历年最大天然径流量 44.25 亿 m^3，最小 9.98 亿 m^3。泾河洪水属暴雨型，峰高量大，猛长突落；洪水最早出现在 4 月份，其峰量较小，10 月受霖雨影响，亦有洪水发生，但量级较大洪水一般均出现在 7～9 月上旬。

表 4.2-5 张家山站年内各月实测水沙量分配比例表（1932 年 7 月～2010 年 6 月）

月份	平均流量（m^3/s）	径流量（亿 m^3）	径流量占全年（%）	平均含沙量（kg/m^3）	输沙量（亿 t）	输沙量占全年（%）
1 月	18.41	0.493	2.87	0.32	0.0002	0.01
2 月	26.87	0.65	3.78	0.8	0.0005	0.02
3 月	37.86	1.014	5.9	3.67	0.0037	0.15
4 月	30.83	0.799	4.65	13.69	0.0109	0.44
5 月	33.83	0.906	5.27	67.18	0.0608	2.46
6 月	37.50	0.972	5.66	143.45	0.1395	5.63
7 月	105.10	2.815	16.38	316.3	0.8903	35.93
8 月	135.83	3.638	21.17	303.4	1.1036	44.54
9 月	95.64	2.479	14.43	96.15	0.2384	9.62
10 月	64.29	1.722	10.02	15.51	0.0267	1.08
11 月	40.47	1.049	6.1	2.63	0.0028	0.11
12 月	24.16	0.647	3.76	0.43	0.0003	0.01
全年	54.48	17.18	100	144.19	2.48	100

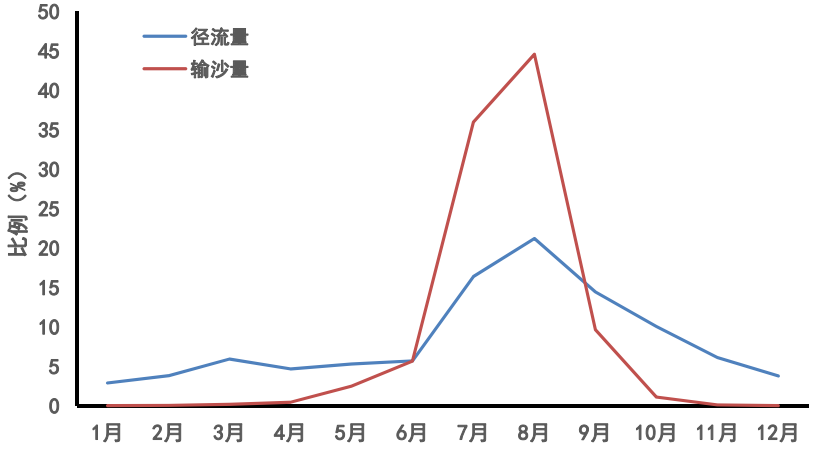


图 4. 2-2 泾河张家山站径流、泥沙年内分配过程

（4）泥沙

泾河、渭河主要水文测站多年平均沙量统计见表 4.2-6。

表 4.2-6 泾河和渭河主要水文测站多年平均沙量统计表

河名	站名	沙量（亿 t）			含沙量（kg/m³）		
		汛期	非汛期	全年	汛期	非汛期	全年
泾　河（干流）	杨家坪	0.60	0.08	0.68	145	31	101
	景村	1.77	0.21	1.98	217	38	145
	张家山	2.26	0.22	2.48	212	33	144
渭河（干流）	咸阳	1.04	0.18	1.22	39	10	28
	临潼	2.63	0.31	2.94	69	12	45
	华县	3.10	0.35	3.46	68	12	47

注：汛期为 7 月至 10 月，非汛期为 11 月至翌年 6 月，全年为 7 月至翌年 6 月。

泾河张家山站多年平均输沙量 2.48 亿吨，主要集中在 7 月～8 月，占全年的 80.5%；从平均含沙量来看，7 月、8 月最高，分别为 316kg/m^3 和 303kg/m^3，其次为 6 月和 9 月，分别为 143kg/ m^3 和 96kg/ m^3。

渭河咸阳站多年平均输沙量 1.22 亿 t，年均含沙量 28kg/m^3。汛期平均沙量 1.04 亿 t，占全年 85.1%；汛期平均含沙量 39kg/m^3。华县站多年平均输沙量 3.46 亿 t，年均含沙量 47kg/m^3。汛期平均沙量 3.10 亿 t，占 89.8%；汛期平均含沙量 68kg/m^3。

（5）冰情

根据东庄水库库尾景村水文站冰情观测资料，区域岸冰、流凌初日一般在

11 月下旬至 12 月中旬，流凌结束日期一般在 2 月上、中旬，最晚至 3 月初。封河日期多在 12 月中、下旬，最晚出现在 1 月中旬，开河日期多在 2 月上、中旬。库区冰情要素大致为：主流不结冰，仅有岸冰，岸冰结冰日期一般为 12 月中旬，3 月中旬解冻，结冰厚度一般不超过 10cm。。

4.2.6 黄河、渭河、泾河泥沙情势

（1）水沙关系不协调是黄河、渭河水沙的根本特性

黄河是多泥沙河流，水沙关系不协调是黄河来水来沙的根本特性，主要表现在以下方面。首先，水沙关系不协调首先表现在水少沙多，含沙量高，黄河龙门、渭河华县、北洛河状头和汾河河津四站是黄河来水来沙的主要控制站（表 4.2-7、表 4.2-8），控制了黄河约 90%的来水和 98%的来沙，根据实测资料统计四站（龙门、华县、河津、状 头）年均径流量 375.23 亿 m^3、输沙量 12.35 亿 t、含沙量 32.91kg/m^3，黄河潼关水文站年均径流量 376.53 亿 m^3、输沙量 12.30 亿 t、含沙量 32.67kg/m^3，黄河沙量之多，含沙量之高。渭河华县水文站年均径流量 74.06 亿 m^3，输沙量 3.61 亿 t，含沙量 48.73kg/m^3，占黄河潼关站年均径流量和年均沙量的 19.7%和 29.3%，含沙量是黄河的 1.5 倍。泾河张家山站年均径流量 17.18 亿 m^3，输沙量 2.48 亿 t，含沙量 144.19kg/m^3，占渭河华县站年均径流量和年均沙量的 23.2%和 68.7%，占黄河潼关站年均径流量和年均沙量的 4.6%和 20.2%，含沙量是黄河的 4.4 倍。②水沙关系不协调其次表现在地区分布不均，水沙异源。黄河干流河口镇以上面积占流域的 51%、水量占流域的 56%、沙量占流域的 9%，河口镇至龙门区间面积占流域的 15%、水量占流域的 14%、沙量占流域的 57%，龙门至三门峡面积占流域的 26%、水量占流域的 22%、沙量占流域的 37%。渭河泥沙主要来自支流泾河，来沙量占渭河的 69%，来水量仅占 23%。

表 4.2-7 黄河、渭河和泾河实测来水来沙统计

站名	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m^3）
黄河潼关	376.53	12.30	32.67
渭河华县	74.06	3.61	48.73
泾河张家山	17.18	2.48	144.19

表 4.2-8 黄河主要站区实测水沙特征值统计表

项目 站名	径流量（亿 m^3）			输沙量（亿 t）			含沙量（kg/m^3）		
	7～10 月	11～6 月	7～6 月	7～10 月	11～6 月	7～6 月	7～10 月	11～6 月	7～6 月
河口镇	128.71	102.79	231.49	0.93	0.26	1.19	7.26	2.50	5.15
龙门	158.37	129.47	287.85	7.30	1.01	8.31	46.07	7.80	28.86
河龙区间	29.67	26.69	56.35	6.36	0.75	7.11	214.43	28.21	126.25
渭河华县	45.74	28.33	74.06	3.25	0.36	3.61	71.10	12.63	48.73
北洛河状头	4.30	2.76	7.06	0.77	0.04	0.81	178.83	15.61	115.04
汾河河津	7.32	4.21	11.53	0.27	0.02	0.29	36.92	5.11	25.30
四站	211.94	163.3	375.23	10.99	1.35	12.35	51.85	8.27	32.91
潼关	213.19	163.33	376.53	10.24	2.06	12.30	48.03	12.62	32.67
泾河张家山	10.65	6.53	17.18	2.26	0.22	2.48	212.03	33.49	144.19

备注：1、四站指龙门、华县、河津、状头之和。

（2）渭河下游河道淤积分析

水沙关系不协调是进入渭河下游水沙的基本特性。首先表现在水少沙多，含沙量高。根据实测资料统计：渭河华县水文站年均径流量 73.84 亿 m^3，输沙量 3.30 亿 t，含沙量 44.70kg/m^3。泾河张家山站年均径流量 17.18 亿 m^3，输沙量 2.48 亿 t，含沙量 144.19kg/m^3。其次，表现在水沙异源。咸阳站径流量占华县径流量的 58%，张家山占 19%；咸阳输沙量占华县沙量的 33%，张家山占 69%。渭河水量主要来自干流咸阳以上，沙量主要来自泾河。

三门峡水库建库前，渭河下游河道呈缓慢上升的趋势，是一条微淤的河道。1960 年～2015 年，三门峡水库投入运用后，渭河下游共淤积泥沙 19.97 亿 t，其中 1960 年～1964 年淤积 2.58 亿 t；1964 年～1973 年淤积 11.86 亿 t；1974 年～1985 年冲刷 0.55 亿 t；1991 年～1999 年淤积 4.92 亿 t；2000 年～2015 年渭河下游河道淤积量为 1.16 亿 t。根据分析，水沙关系不协调是渭河下游淤积根本原因。

根据实测资料统计（表 4.2-9），1980 年 7 月～1986 年 6 月，渭河来水来沙较丰，渭河下游年均冲刷 0.071 亿 t；1986 年 7 月～1994 年 6 月，渭河下游水沙量逐渐减少，渭河下游淤多冲少，年均淤积 0.185 亿 t，且随着渭河下游主槽过流断面持续萎缩，平滩流量明显减小，1994 年汛前华县平滩流量已降至 2000m^3/s；1994 年 7 月～2003 年 6 月，进入渭河下游水量急剧减少，水沙关系极不协调，期间渭河下游年均淤积量达 0.297 亿 t；2003 年 7 月至 2015 年 6 月，水沙关系相对有利，渭河下游河道年均淤积 0.11 亿 t。

表 4.2-9 渭河下游不同时期年均水沙及淤积

时期	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	年均含沙量（kg/m^3）	淤积（亿 t）
1980.7-1986.6	92.5	3.04	32.9	-0.071
1986.7-1994.6	61.4	2.61	42.47	0.185
1994.7-2003.6	30.0	2.35	78.2	0.297
2003.7-2015.6	53.19	0.88	16.5	0.11

备注：淤积负值表示冲刷。

泾河沙量与渭河下游淤积关系分析表明，渭河下游淤积状况随泾河来沙情形而变。泾河来大水大沙，渭河下游有冲有淤；泾河来小水大沙，渭河下游只淤不冲。同时，近期泾河沙量减少主要表现在大水大沙减得多，小水大沙减得少，来沙总量中小水大沙的占比抬升，必然导致渭河下游长期持续淤积。渭河下游河道泥沙淤积严重，造成河床不断抬升，排洪能力急剧下降，洪水位上升。2000 年华县站洪峰流量 1890m^3/s 水位比 1981 年 5380m^3/s 流量还高 0.27m。2003 年咸阳、临潼、华县站洪峰流量分别为 5340m^3/s、5100m^3/s 和 3570m^3/s，相应洪水位均创历史最高，特别是华县站水位 342.76m 比 1996 年历史最高水位高 0.51m。渭河下游已成地上悬河，中小洪水易形成“横河”、“斜河”顶冲两岸堤防；南山支流入渭受阻，渭河倒灌严重、决堤几率增加，防洪形势非常严峻。

（3）黄河潼关河段演变分析

潼关位于黄河北干流的下端，黄河与渭河在潼关河段相汇，潼关高程（潼关（六）断面流量 1000m^3/s 相应的水位表示，下同）对渭河下游和黄河小北干流河段起着局部侵蚀基准面的作用。三门峡水库蓄水运用期，潼关高程由建库前 323.4m 升高到 1962 年 3 月的 328.07m。溯源淤积造成渭河下游河床不断淤积抬高，也造成关中地区地下水位上升，土地大面积盐碱化，大有威胁关中平原和西安市安全之势，使潼关高程成为人们关注的治黄焦点问题之一。三门峡水库经两次改建，水库淤积得到控制，部分库容得以恢复，潼关高程有较大幅度下降，1973 年汛后为 326.64m。1973 年 11 月起，水库实行“蓄清排浑”控制运用，潼关高程相对保持稳定，至 1985 年汛末仍为 326.64m。1986 年以来，由于来水来沙条件恶化，特别是汛期中常洪水大幅度减少，小流量高含沙洪水增多，潼关高程再次淤积上升，1995 年汛后达到 328.28m。1996 年开始，相继实施潼关河段清淤、潼关至三门峡大坝的东卢湾裁弯、渭河口入黄流路整治工程和利用桃汛洪水冲刷

措施，对缓解潼关高程抬升起到了一定作用，但潼关高程仍然维持在328m左右。2003年渭河秋汛洪水使得潼关高程冲刷下降约0.8m，但2003年秋汛洪水在渭河来水系列中十分罕见，之后潼关高程继续抬升，至2016年潼关高程又抬升至328m左右。

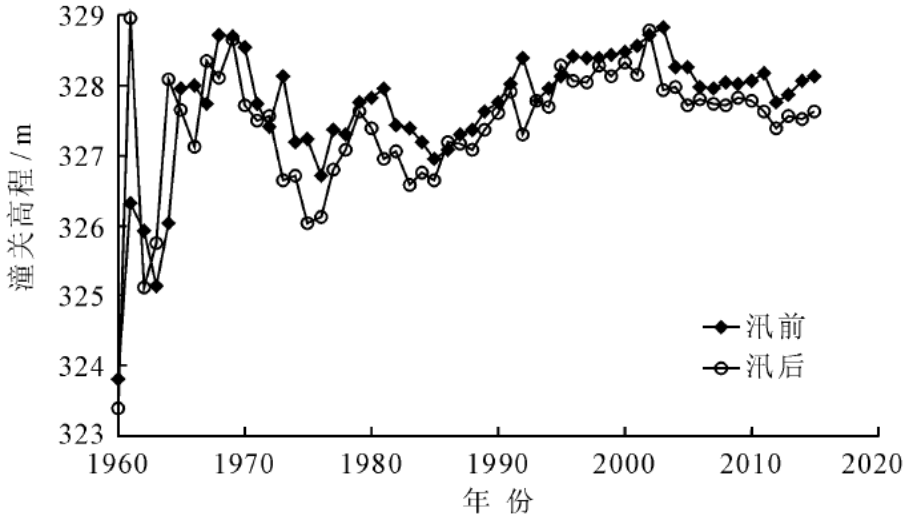


图 4.2-3 黄河潼关高程变化特征

根据不同时期的泾河、渭河、潼关高程资料（表 4.2-10），1986年至1999年，由于黄河来水来沙条件恶化，潼关高程由326.64m抬升至328.12m，期间泾河高含沙小洪水增多，导致渭河下游淤积4.92亿t；2000年至2015年，黄河来沙明显偏枯，潼关高程由328.12m降低至327.94m，期间泾河来沙量也有所减少，但渭河水沙关系仍不协调，渭河下游仍淤积1.16亿t。由此可见，渭河下游河道冲淤规律非常复杂，既与潼关高程升降有关，更与泾河、渭河来水来沙关系密切，并非单一因素所决定。

表 4.2-10 泾河、渭河水沙、河道冲淤与潼关高程关系

时段	泾河张家山站			渭河华县站			渭河下游河道冲淤量（亿 t）	潼关高程（m）
	年均径流量（亿 m^3）	年均输沙量（亿 t）	平均含沙量（kg/m^3）	年均径流量（亿 m^3）	年均输沙量（亿 t）	平均含沙量（kg/m^3）		
1960-1964	22.48	2.72	121.21	110.47	4.25	38.51	2.58	323.40-328.09
1965-1973	19.21	2.79	145.48	71.39	4.49	62.95	11.86	328.09-326.64
1974-1985	18.53	2.20	118.80	76.29	3.22	42.25	-0.55	326.64-326.64
1986-1999	14.21	2.22	156.27	49.41	2.71	54.78	4.92	326.64-328.12
2000-2015	10.90	0.97	88.89	51.55	1.15	22.38	1.16	328.12-327.94

4.2.7 土壤

泾河流域土壤分黄土、垆土、黑垆土、黄绵土、黄土性土、红土、褐土、石渣土、潮土、淤土、沼泽土等 11 种土类。泾河流域土壤类型分布图见图 4.2-4。

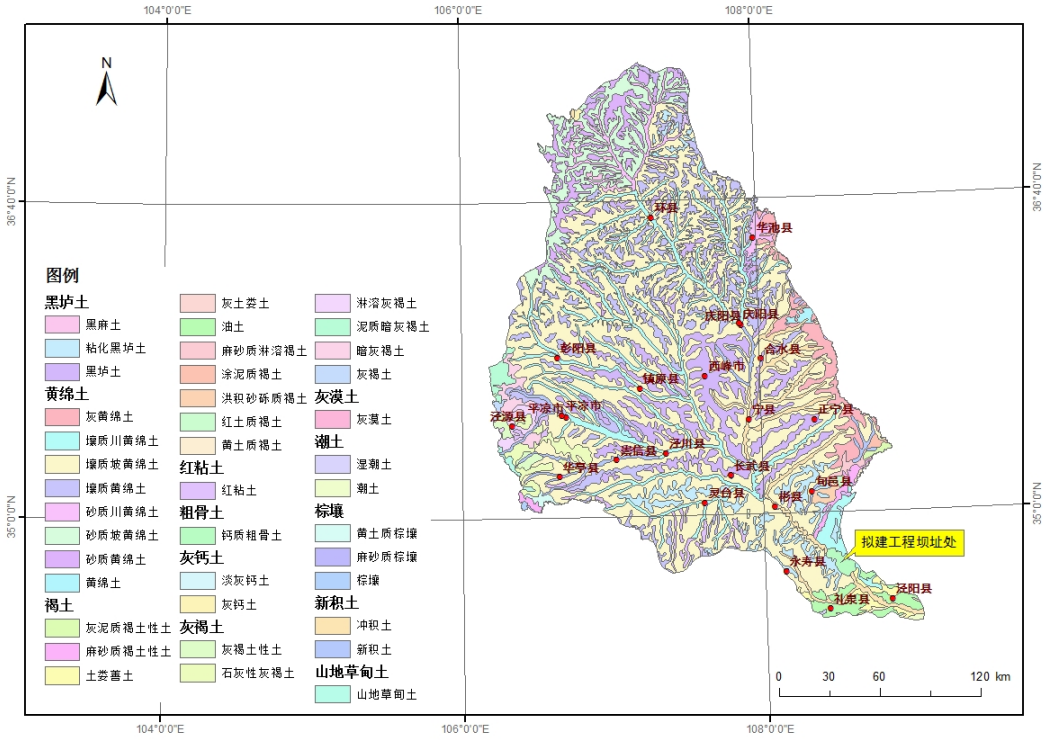


图 4.2-5 泾河流域土壤类型分布图

工程建设区土壤主要为黄土、垆土、黑垆土、黄绵土、褐土及潮土。

4.2.8 植被

东庄水库评价区主要植被类型分为 3 类：乔木植被类型、灌丛植被类型和草地植被类型。分布主要野生植物有：刺槐（*Robinia pseudoacacia L.*）、油松（*Pinus tabuliformis Carrière*）、蔷薇（*Rosa sp.*）、杠柳（*Periploca sepium Bunge*）、丁香（*Syzygium aromaticum*（*L.*）Merr. EtPerry）、柠条（*Caragana korshinskii*）、酸枣（*Ziziphus jujuba Mill. var. spinosa (Bunge) Hu ex H. F. Chow*）、紫菀（*Aster tataricus L. f.*）、长芒草（*Stipa bungeana Trin*）、狼尾草（*Pennisetum alopecuroides (L.) Spreng*）、芦苇（*Phragmites australias Trin.*）等。

（1）乔木植被类型

主要植物有油松、刺槐、枣树、黄栌（*Cotinus coggygria Scop.*）、杠柳、蔷

薇、悬钩子（*Rubus corchorifolius L.f.*）、紫菀、艾、补血草（*Limonium sinense (Girard) Kuntze*）、黄背草（*Themeda triandra Forsk. Var. Japonica (Willd.)Makino*）。少数灌木散生乔木植被中。

（2）灌丛植被类型

主要植物有蔷薇、杠柳、丁香、柠条、紫菀、艾、黎、猫眼、远志。

（3）草地植被类型

主要植物有异穗苔草（*Carex heterostachya Bge.*）、长芒草、小麦、虎爪草、芦苇、紫菀、唐松草、黄背草。

评价区植物区系属北温带，植被不具有明显垂直分布规律。森林植被主要是刺槐林，灌丛主要是灌丛，草地主要是草地类型。

区域植物资源以多年生乔本科、菊科和蔷薇科植物为主。林木有松、柏、榆、槐、刺槐等，观赏植物有龙爪柳、垂柳、龙爪槐等，粮食作物以小麦、玉米为主。

4.2.9 动物

东庄库区及周边地区有野生兽类 28 种，其中古北界兽类 16 种，东洋界兽类 4 种，广布种有 9 种，古北界种类占优势，啮齿动物 14 种。

（1）兽类

森林兽类：森林面积有限，大、中型兽类种类少，数量有限。大型兽类中有犬科的狐，鼬科的青鼬（*Martes flavigula*），猫科的豹猫（*Prionailurus bengalensis*），鹿科的狍（*Siberian Roe Deer*）及猪科的野猪（*Sus scrofa*）。半树栖、半地栖型有岩松鼠（*Sciurotamias davidianus Milne—Edwards*）和花鼠（*Eutamiassibiricus*），其数量多，地面活动小型兽类主要有刺猬（*Hemiechinus auritus*）、大林姬鼠（*Apodemus peninsulae*）、社鼠（*Rattus nivivent*）和黑线姬鼠（*Apodemus agrarius Pallas*）等。

灌草丛兽类：以小型啮齿动物为主，有大林姬鼠、社鼠和黑线姬鼠等。

农田、居民区兽类：主要分布啮齿动物，黄土高原干旱区大仓鼠（*Cricetulus triton Winton*）、长尾仓鼠（*Cricetulus longicaudatus Milne-Edwards*）和达乌尔黄

鼠（*Spermophilus dauricus*）为优势种。

保护动物：青鼬、水獭（*LutralutraLinnaeus*）属国家重点二级保护动物，豹猫列入中国濒危动物红皮书。

（2）鸟类

库区有鸟类 89 种，隶属 15 目 30 科，以古北界鸟类占绝对优势，古北界 51 种，东洋界 9 种，其余 29 种为广布种。鸟类生态分布和数量状况依据生态类型分为水域鸟类、森林鸟类、草灌鸟类和农田居民点鸟类 4 种类型。

区域河床宽阔平缓地段，以金眶鸻（*Charadrius dubius*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）、家燕（*Hirundo rustica*）、金腰燕（*Hirundo daurica*）、楼燕（*Apus apus pekinensisSwinhoe*）、红尾山鸲（*Rhyacornis fuliginosus*）等水域鸟类优势种，三道眉草鹀（*Emberizacioides*）、金翅雀（*Carduelis carduelis britannica*）、北红尾鸲（*Phoenicurus auroreus*）、柳莺（*Phylloscopuinornatus*）等灌丛鸟类优势种，田鹨（*Anthusrichardi*），凤头百灵（*Galerida cristata*）、云雀（*Alauda*）等稀有种类；森林鸟类地面生活型的有环颈雉；树冠生活型的有灰斑鸠（*Streptopeliadecaocto*）、珠戏曲斑鸠（*Streptopelia chinensis*）、大杜鹃（*Cuculus canorus*）、四声杜鹃（*Cuculus micropterus*）、山噪鹛（*Garrulaxdavidi*）等。库周高原旱作区、居民点以麻雀（*Passer montanus*）、家燕、珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*）、岩鸽（*Columba rupestris*）为优势种。崖畔、沟壑地带，岩鸽、红嘴山鸦（*Pyrrhocorax pyrrhocorax*）、斑鸠（*Streptopelia turtur*）数量较多。

库区鸟类中有小鹡鸰（*Tachybaptus ruficollis*）、白鹭（*Egretta garzetta*）、豆雁（*Anser fabalis*）、绿头鸭（*Anas platyrhynchos*）、鸢（*Milvus lineatus*）、金雕（*Aquila chrysaetos*）、白尾鹞（*Circus cyaneus (Linnaeus)*）、各种隼、大鸨（*Otis tarda*）、鹰鸮（*Bubo bubo*）、长耳鸮（*Asio otus*）、蚁裂、凤头百灵（*Galerida cristata*）、虎纹伯劳（*Lanius tigrinus*）等国家I级或II级保护鸟类。

（3）爬行类

库区及周围地带分布爬行动物 14 种，隶属 2 目 5 科 10 属，其中龟鳖目 1 种，有鳞目 13 种。爬行动物优势种群有无蹼壁虎（*Gekko swinhonis*）、丽斑麻蜥（*Eremias argus*）、白条锦蛇（*Elaphe dione*）、棕黑锦蛇（*Elaphe schrenckii*）、虎

斑颈槽蛇（*Rhobdophis tigrina lateralis*）、短尾蝮蛇（*Gloydius brevicaudus*）等。

（4）两栖类

库区及周围地带两栖动物为花背蟾蜍（*Bufo raddei*）、中华大蟾蜍（*Bufo bufogargarizans*）、中国林蛙（*Rana chensinensis*）、黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculata*）等 4 种，隶属 1 目（无尾目）2 科 3 属。

（5）昆虫类

库区主要昆虫类有 40 余种，主要包括金针虫、蚜虫、蝼蛄、红蜘蛛、蟋蟀、炸蜢、蝶、蚂蚁、蚊、蝇、簸箕虫、赤眼蜂、螳螂(桑螵蛸)、瓢虫、草蛉虫等。

4.2.10 水土流失

（1）水土流失现状

泾河流域是渭河流域、黄河流域水土流失最为严重的流域之一。流域水土流失面积 42185km^2，占流域面积 93%。80%以上水土流失区年均侵蚀模数 5000t/km^2 以上；蒲河上中游黄土丘陵沟壑区，年均侵蚀模数高达 10000～15000 t/km^2；马莲河流域多年平均侵蚀模数为 7000～9000 t/km^2。泾河陕西境内水土流失面积 7582km^2，占陕西省内面积 83%，其中多沙粗沙区 1300km^2，占 14%。水土流失重点区主要为泾河上游及中游区，下游地区水土流失相对较轻。工程区域土壤侵蚀状况见附图 4。水土流失主要以水力侵蚀为主，水力侵蚀面积占侵蚀面积 92%。水力侵蚀中，中度水力侵蚀是最主要的侵蚀类型，占 50.88%；其次为强烈水力侵蚀，占 20.09%。工程区土壤侵蚀面积见表 4.2-11.

表 4.2-11 东庄水库工程所在县土壤侵蚀面积表（单位：km^2）

地区	总面积	轻度侵蚀面积	中度侵蚀面积	强度侵蚀面积
礼泉县	1008.66	469.97	15.59	
淳化县	985.26	629.87	23.30	13.89
永寿县	890.36	789.02	40.83	0.97
彬　县	1191.80	895.66	374.47	38.94

（2）水土保持现状

截至 2015 年底，陕西省泾河流域水土流失综合治理面积累计达到 3973.72km^2，其中兴修基本农田 13.30 万 hm^2，营造水土保持林 18.73 万 hm^2，经济林果 3.49hm^2，人工种草 3.09 万 hm^2，封禁治理 1.13 万 hm^2；建成淤地坝 300 余座。现有治理措施减少入渭泥沙，一定程度上改善了农业生产条件和生态环境。

（3）水土保持三区划分

根据《关于划分国家级水土流失重点防治区的公告》（水利部公告 2006 年第 2 号），工程所在淳化县、旬邑县属于国家级水土流失重点预防保护区—子午岭预防保护区，旬邑县、彬县属于国家级水土流失重点治理区-泾河泾河上游重点治理区；根据《陕西省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》（陕政发［1999］6 号），工程所在礼泉县、淳化县、永寿县、彬县均属陕西省水土流失重点治理区—渭北高原沟壑重点治理区。

4.3 社会环境概况

4.3.1 行政区划与人口

陕西省泾河流域涉及咸阳市的渭城区、长武、彬县、旬邑、永寿、淳化、礼泉、乾县、泾阳县，西安市的高陵县，宝鸡市的麟游、千阳、陇县等地区。工程所在区域陕西省行政区划图见 4.3-1。

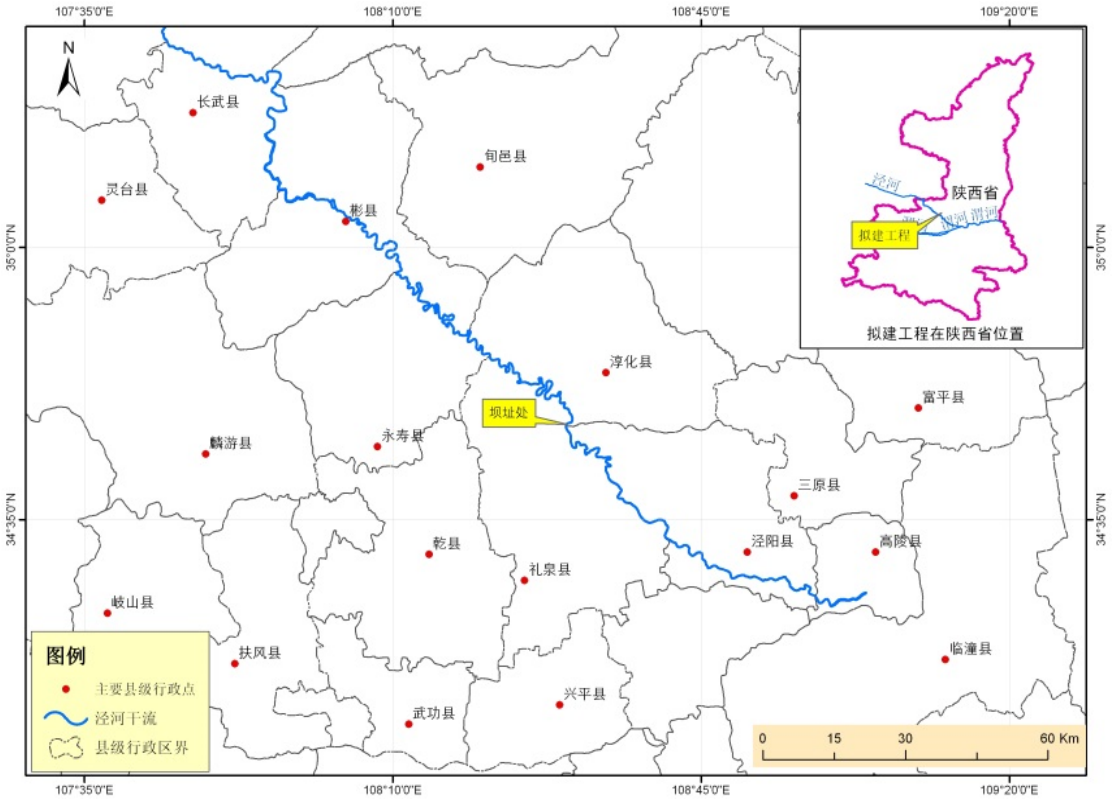


图 4.3-1 工程所在陕西省行政区划图

东庄水利枢纽工程占地和水库淹没涉及咸阳的彬县、永寿、礼泉、淳化等县，截止 2013 年，彬县人口 35.97 万人，永寿县人口 21.07 万人，礼泉县人口 49.87 万人，淳化县人口 20.02 万人。

4.3.2 社会经济

东庄水利枢纽工程占地和水库淹没涉及咸阳的彬县、永寿、礼泉、淳化等县。工程占地和水库淹没涉及咸阳的彬县、永寿、礼泉、淳化等四县社会经济统计情况见表 4.3-1。

表 4.3-1　东庄水库工程涉及区县社会经济统计情况

序号	项目	单位	彬县	永寿	礼泉	淳化
一	建制镇	个	13	11	12	12
	行政村	个	247	249	317	204
	社区居委会	个	4	5	5	2
二	总人口	人	359694	208446	498683	200235
	城镇化率	%	43.43	31.87	29.3	32.5
	人口密度	人/km^2	305	235	493	204
	其中：非农人口	人	168071	31719	64941	26167
	农业人口	人	191623	176727	433742	174068
	农业人口比重	%	53.27%	84.78%	86.98%	86.93%
三	幅员面积	km^2	1181.1	887.9	1011.3	982.5
	年末耕地面积	亩	458602	288839	468419	406714
	旱田	亩	458267	288839	462755	381482
	水浇地	亩	806		184694	568
	园林水果地	亩	430415	428105	639820	640000
四	粮食播种面积	亩	406530	279347	410548	353858
	亩产量	kg	319.7	303.3	317.8	351.3
	全年粮食总产量	t	129983	84735	130453	124294
五	国内生产总值（GDP）	亿元	165.43	41.33	108.62	50.25
	其中：第一产业	亿元	16.04	13.73	42.68	24.29
	第二产业	亿元	129.26	16.49	36.1	16.85
	第三产业	亿元	20.13	11.11	29.83	9.11

4.3.3 土地利用

工程所在区域遥感影像见附图 5。评价区域内土地利用数据见表 4.3-2、图 4.3-2。工程评价区域内土地利用现状图见附图 6。

表 4.3-2 评价区域土地利用现状表

序号	土地利用类型		面积（km^2）	占总面积的比例（%）
1	耕地	旱地	383.41	43.94
2	园地	园地	6.33	0.73
3	林地	有林地	155.97	17.87
4		灌木林地	30.37	3.48
5		疏林地	53.43	6.12
6	草地	高覆盖度草地	5.86	0.67
7		中覆盖度草地	147.25	16.87
8		低覆盖度草地	4.78	0.55
9	水域及水利设施用地	河流水面	22.35	2.56
10		水库水面	0.54	0.06
11		湖泊水面	0.12	0.01
12		坑塘水面	0.95	0.11
13		沟渠	0.01	0.00
14		内陆滩涂	15.58	1.79
15	住宅用地	城镇住宅用地	3.13	0.36
16		农村宅基地	35.92	4.12
17	工矿仓储用地	工矿仓储用地	3.99	0.46
18	其他土地	沼泽地	0.25	0.03
19		裸土地	1.72	0.20
20		裸岩石砾地	0.72	0.08

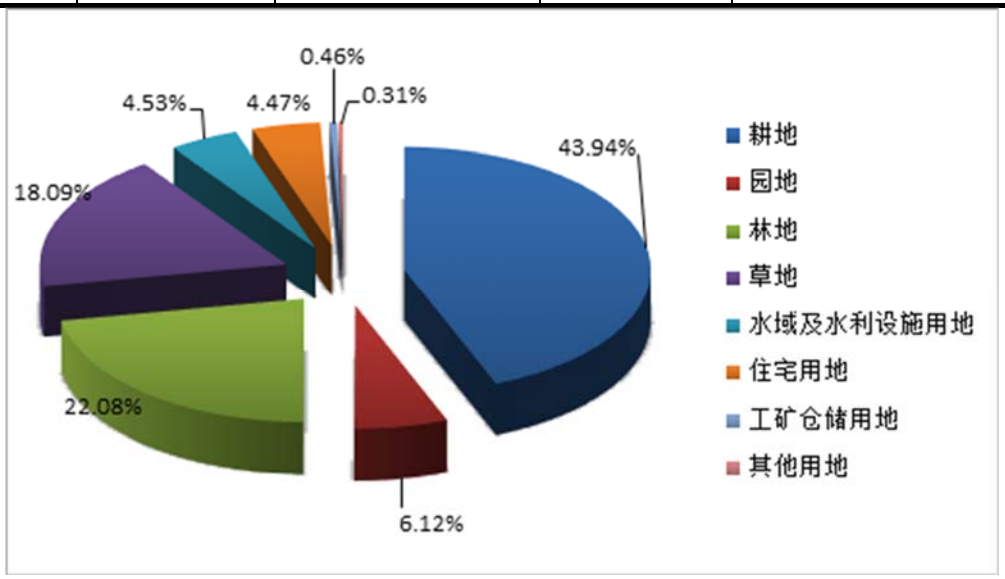


图 4.3-2 评价区域土地利用现状

评价区域主要土地利用类型为耕地，面积 383.41km^2，占评价区域面积43.94%，主要分布在泾河张家山以下区域，也是农业灌区主要分布区；其次为林

地，面积 192.66km^2，占 22.08%，林地主要类型为灌木林地，主要为柠条锦鸡儿、杠柳、酸枣、荆条、丁香等灌丛；草地面积 157.90km^2，占 18.09%，主要以中覆盖度草地为主，主要为长芒草、狼尾草、虎尾草、赖草、芒草、苔草、狗尾草等；此外，园地、水域和住宅用地面积分别为 53.43km^2、39.55km^2 和 39.05km^2，分别占 6.12%、4.53%和 4.47%，水域主要为泾河河道水面，住宅用地主要为农村住宅用地，主要分布在张家山以下平原区域。

总体上，评价区域土地利用格局分异较明显，耕地、林地、草地、水域和住宅用地是主要土地利用类型，耕地是面积最大的土地利用类型，说明区域农业开发利用程度相对较高；农村居民点零散分布于耕地及林地、草地之中；泾河是主要水域，呈西北-东南蜿蜒于深切于山区沟谷，平原区呈现相对宽浅平直。

4.3.4 景观与文物

（1）景观

东庄水库淹没旅游景点 5 处，其中彬县风景区 3 处，包括程家川风景旅游区、龟蛇山大峡谷漂流风景旅游区以及库周塌岸影响公刘墓旅游风景区；淹没淳化县风景区 2 处，包括大峡谷风景旅游区、龙山生态旅游景区。工程涉及的旅游景点详细介绍见 4.5 节。

（2）文物古迹

水库淹没影响文物古迹点11处，其中直接淹没4处，影响区7处（塌岸区5处、浸没区2处）（表4.3-3）。

表 4.3-3　东庄水库工程可能会淹没的文物古迹

序号	文物名称	位置	地面高程	文物年代	保护级别	淹没影响类型
1	程家川药王洞	彬县香庙镇程家川村西南约200m	813m	清代	-	浸没影响区
	重修娘娘真人洞碑纪	彬县香庙镇程家川村西南约200m	809m	清代	-	
	娘娘真人洞德堆川创建碑	彬县香庙镇程家川村西南约200m	809m	清代	-	
2	程家川陶窑遗址	彬县香庙镇程家川村西约300m	812m	明、清	-	浸没影响区
3	程家川堡址	彬县香庙镇程家川村南约300m泾河西岸断崖上	820m	清代	-	直接淹没区
4	老户城址	彬县龙高镇老户村北约 600m的的舌状台地上	820m	清代	-	直接淹没区
5	庄头河堡址	礼泉县南坊镇庄头河村东50m	832m	清代	-	塌岸影响区
6	南惹寺	礼泉县叱干镇堡元村北约3km泾河南岸二级台级上	858m	不详	-	直接淹没区
7	断泾遗址	彬县太峪镇断泾村东偏北部的台地上	811m	西周、秦	-	塌岸影响区
8	和平村1号遗址	永寿县豆家镇和平村东北的泾河南岸二级台地上	768m	新石器	-	直接淹没区
9	贺家遗址	永寿县永太镇张贺村贺家自然村东北泾河南岸二级台地上	885m	新石器	-	塌岸影响区
10	庄头河遗址	礼泉县南坊镇庄头河村东泾河二级台阶上	840m	新石器	-	塌岸影响区
11	庄头河南遗址	礼泉县南坊镇庄头河村南500m台原上	843m	新石器	-	塌岸影响区

4.3.5 矿产资源

根据《陕西省泾河东庄水利枢纽工程建设项目压覆矿产资源调查报告》（2013.6），泾河东庄水利枢纽工程调查区范围内现状地质条件下尚未发现具有工业价值的矿产资源，未压覆重要矿产资源。

4.3.6 区域水资源开发利用

（1）泾河流域水资源

陕西省泾河流域1956～2000年平均地表水资源量4.43亿m^3，其中马莲河、蒲河、洪河分区径流量0.20亿m^3，黑河、张家山以上分区径流量较大（3.24亿m^3），宝鸡峡至咸阳北岸分区径流量0.85亿m^3，咸阳至潼关北岸分区径流量0.15亿m^3。

河川径流年际变化相比降水更加显著，径流极值比张家山站为4.6，张家山站汛期径流量占年径流量55%。

流域地下水资源总量3.67亿m^3，其中平原区2.40亿m^3，山丘区1.27亿m^3。从区域分布看，宝鸡峡至咸阳北岸最大(2.02亿m^3)，占流域地下水资源量55.0%；黑河、泾河张家山以上次之(1.25亿m^3)，占34.1%；咸阳至潼关北岸为0.38亿m^3，占10.3%；马莲河、蒲河、洪河最小（0.02亿m^3），仅占0.6%。

流域水资源总量6.06亿m^3，其中地表水资源量4.43亿m^3，地下水资源量3.67亿m^3，两者重复量2.04亿m^3。

（2）泾河流域水资源开发利用

流域内已建成水库共40座，其中中型水库3座，小型水库37座，总库容1.67亿m^3，兴利库容0.90亿m^3，设计供水能力1.03亿m^3，现状供水能力0.72亿m^3；塘坝153座，总容积537万m^3，设计供水能力252万m^3，现状供水能力193万m^3；引水工程140处，设计供水能力5.0亿m^3，现状供水能力2.75亿m^3，大型引水灌溉工程主要为泾惠渠引水工程；提水工程831座，现状供水能力0.45亿m^3。

流域共有配套机电井7296眼，其中浅层井8331眼，深层井321眼。浅层井现状供水能力1.56亿m^3，其中自来水水源井300眼，供水能力2058万m^3；农用井6313眼，供水能力1.11亿m^3。深层井现状供水能力0.52亿m^3，其中自备井213眼，供水能力0.42亿m^3；自来水水源井15眼，供水能力986万m^3；农用井12眼，供水能力50万m^3。流域集雨工程5211座，年利用量为37.66万m^3；

2015年陕西省泾河流域总供水量47821万m^3，其中地表水供水量32654万m^3（含泾惠渠向流域外供水18998万m^3、马栏引水向流域外供水900万m^3，不含宝鸡峡向流域供水10262万m^3），占总供水量的68.28%；地下水供水量13851万m^3，占总供水量的28.96%；其他水源供水量1316万m^3，占总供水量的2.75%。

4.4 陕西西安泾渭湿地省级自然保护区

4.4.1 保护区自然环境概况

西安泾渭湿地是渭河流域重要河流湿地和水鸟集中分布地，是候鸟迁徙途中的重要“驿站”，候鸟资源丰富。2001年陕西省政府第17次常务会议研究审定，省环保局以陕环函〔2001〕209号文批准设立西安泾渭湿地省级自然保护区，西安市政府2002

年10月以市政发〔2002〕154号文批准设立西安泾渭湿地省级自然保护区，西安市政府2006年6月22日同意西安泾渭湿地省级自然保护区总体规划（市政发〔2006〕79号）。2011年陕西省环保厅以陕环函〔2011〕101号《关于西安泾渭湿地省级自然保护区面积调整审查意见的函》同意西安泾渭湿地省级自然保护区功能区调整。

（1）地理位置及功能分区

1）地理位置

西安泾渭湿地自然保护区位于西安市城北的渭河、泾河、灞河交汇区域，地跨西安市未央区、灞桥区和高陵县，地理位置介于东经 108°57′47″～109°06′07″，北纬 34°23′55″～34°28′26″之间，东西长 13 km，南北宽 1～3.5km，呈“Y”型 带状分布。保护区西起西铜路渭河大桥，东至西韩路渭河大桥，北至渭河和泾河北岸台塬以上200m，南至西航花园西侧的草临路灞河大桥，保护区面积3029.83hm^2,其中湿地面积 2380.87 hm^2，占保护区总面积 的 78.6%。以渭河河床为主体，包括泾河、灞河入口处，河漫滩和江心洲等为主要湿地类型。

2）功能分区

保护区面积3029.83 hm^2，其中核心区面积936.89hm^2，缓冲区面积796.29 hm^2，实验区面积1296.25 hm^2。

① 核心区

核心区包括渭河常水位河道及沿河北岸50～100m、南岸200～500m河滩地，泾渭三角洲、灞渭三角洲河堤内侧滩地，泾河、灞河入渭段河道等；东、西分别止于西韩路渭河大桥以西和铁路北线渭河大桥以东200m处。核心区面积936.89 hm^2，其中河流水域283.75hm^2，沙坑水域15.14hm^2，荒滩地438.07hm^2，滩耕地199.93hm^2。

核心区内现有群众自垦耕地199.93hm^2，泾渭、灞渭三角洲分布有少数采沙点。由于垦荒和采沙等人为活动干扰破坏，河滩原生植被已不多见，水体污染较严重，水生物生态系统受到破坏，栖息地面临威胁。

② 缓冲区

缓冲区全部位于河堤内侧，渭河以北缓冲区界至人工河堤或自然堤岸，渭河以南至大堤内侧200～500m，东、西至保护区边界。缓冲区面积796.29 hm^2，其中河流水域60.97hm^2，沙坑水域32.83hm^2，河滩荒地441.60hm^2，滩耕地226.02hm^2（自垦耕地），耕地30.54hm^2，林地3.33hm^2，苗圃地1.00hm^2。

缓冲区湿地垦植面积较大，滩耕地面积256.56hm^2，曾是河道主要采沙区域，受人为干扰破坏较大，河滩地貌和植被破坏较严重。有大量挖沙后的遗留沙坑，在一定意义为湿地候鸟创造了较好的栖息水域，是湿地生态系统的重要组成部分。

③实验区

实验区位于渭河、泾河大堤外，考虑到河堤上人类活动频繁，河堤内侧一定宽度区划为实验区；灞河河道因已形成龙湖水上游乐区，全部划入实验区。实验区面积1296.65 hm^2，其中河流水域104.16hm^2，沙坑水域3.63hm^2，鱼池86.83 hm^2，河滩荒地405.55hm^2，滩耕地82.39hm^2，耕地389.04hm^2，林地65.97hm^2，果园145.28 hm^2，苗圃地13.80hm^2。

实验区除河道国有土地外，大部分为集体农地、果园及鱼池，人为活动频繁。功能区面积分布见表4.4-1；保护区功能区主要土地利用类型见表4.4-2。

3）保护区性质

西安泾渭湿地自然保护区是以保护与恢复河流湿地为主，集湿地保护、科研、监测、宣教、示范、生态旅游等多种功能于一体的河流湿地类型自然保护区。

4）保护对象

以保护河流湿地生态系统为主，兼保护珍稀鸟类。

表 4.4-1　泾渭湿地自然保护区功能区面积分布（单位：hm2）

功能区	面积	比例%	未央区	灞桥区	高陵县
核心区	936.89	30.92	150.08	257.38	529.43
缓冲区	796.29	26.28	208.07	193.08	395.14
实验区	1296.25	42.80	142.13	618.30	536.22
合　计	3029.83	100.00	500.28	1068.76	1460.79

（2）地质、地貌

西安泾渭湿地自然保护区地质构造位于周至～西安凹陷区东部边缘地带，地层主要由第四纪全新统下部冲积层构成，成分主要为亚砂、亚粘土、砂及砂砾石层，厚度达1m以上。

泾渭湿地自然保护区地貌类型比较复杂，大地貌属渭河冲积平原，主要包括 渭河、泾河和灞河的平水位河道、沿渭河两岸断续分布的一级阶地、河漫滩和渭 河北岸高陵区境内的黄土台塬，海拔 358～440m，具有典型的河流地貌特征， 其中河流一级阶地由全新统亚砂、亚粘土、砂砾石层等冲积物组成，约占保护区 总面积的25%左右，河漫滩主要分布于渭河、泾河河道两侧，呈东西带状分布， 由全新统晚期冲积层和下部粘质砂土、砂、砂卵石组成，占总面积的 65%左右。

泾渭湿地自然保护区内地下水资源较丰富，按单位涌量大小分为强富水区、富水区，其中强富水区主要分布于渭河、泾河、灞河漫滩区，水位埋深 2～4m，上部覆有小于 0.5 m砂土和亚砂土，下部多为粉细沙和沙砾石层，含水厚度 40～60m，占保护区总面积 50%以上。富水区主要分布在渭河一级阶地，水位埋深 5～8m。上部覆有亚沙土，厚度 3～5m，下部多为沙砾卵石与薄层粘土；60 m以内含水 3～5 层，厚度 30～50m。

（3）水文特征

西安泾渭湿地保护区主要分布有渭河、泾河、灞河三条水系和漕运明渠、幸福渠两条城市排污渠系。

渭河是陕西西安泾渭湿地自然保护区的骨干河流，多年平均径流量52.29亿m^3，多年平均输沙量3.74亿吨，其中汛期6～9月3.41亿吨，占全年输沙量91.2%，河床不稳定，主河道摆动幅度较大，为多泥沙河流。

灞河发源于蓝田、渭南、华县交界的箭峪岭南九道沟，干流长107km，流域面积2563.7km^2，年均径流量6.07亿m^3，7～8月汛期径流量占年径流量的42.7%，12月

至翌年2月枯水期径流占6.7%。平均流量16.94 m^3/s，年均输沙量293.69万吨，汛期河水最大含沙量达950kg/m^3（1973年7月23日）。

漕运明渠位于西铜公路渭河草滩大桥西侧，是西安市大型排洪河道，接纳西安旧城区、北关及北郊西半部区域约66km^2的雨洪排水，行洪能力22m^3/s。

幸福渠位于灞河西侧，主要接纳西安北郊中部、未央路以东至太华路区域约50km^2的雨水排放，行洪能力18m^3/s。

（4）气象气候

保护区气候属暖温带半湿润大陆性季风气候，四季分明。多年平均气温13.3℃，最热月平均气温26.6℃，最冷月平均气温-1.0℃，≥10℃活动积温4349℃，无霜期209天；多年平均降水量584.9mm，降水年际变化大，季节分配不均，降水集中在夏秋两季；多年平均日照时数2247小时，历年平均总辐射量111.58千卡/cm^2。

（5）土壤

西安市泾渭湿地自热保护区境内土壤母质受植被、河流纵横交错、地下水位 悬殊以及历史上人类活动的影响，因而土壤构成复杂。根据土壤形成条件、过程 和属性，境内土壤可分为河流冲淤土、潮土和塿土三个大类，其中潮土根据土壤 质地差别又可分为泥质潮土和砂质潮土两个亚类。灞河两岸、渭河南岸地区河堤 内侧以砂质潮土为主，河堤外侧以泥质潮土为主，二者合计占保护区面积的 55.12%；渭河北岸、泾河两岸以河流冲淤土为主，占保护区面积的25.57%；渭河北岸高陵区境内分布有少量塿土，占保护区面积的4.47%。

（6）陆生动物

西安泾渭湿地自然保护区属于古北界华北区黄土高原亚区中的渭河谷地省，由于生态环境相对单一，动物区系组成相对简单。保护区有野生动物169种，其中两栖爬行类4目7科18种，主要有蟾蜍、青蛙、壁虎、蜥蜴、蛇等；鸟类14目30科91种，主要有鸬鹚（*Phalacrocorax carbo*）、苍鹭（*Ardea cinerea*）、白鹭（*Egretta intermedia*）、白琵鹭（*Platalea leucorodia*）、豆雁（*Anser fabalis*）、斑头雁（*Anser indicus*）、赤麻鸭（*Tadorna ferruginea*）、绿头鸭（*Anas platyrhynchos*）、金雕（*Aquila chrysaetos*）、雉鸡（*Phasianus colchicus*）、灰鹤（*Grus grus*）、大鸨（*Otis tarda*）、鹬（*Scolopax rusticola*）、斑鸠、四声杜鹃（*Cuculus micropterus*）、大杜鹃（*Cuculus canorus*）、翠

鸟、啄木鸟（*Megalaima virens*）、云雀、燕、喜鹊、乌鸦等；哺乳类5目7科20种，主要有刺猬、蝙蝠、黄鼬（*Mustela sibirica*）、中华鼢鼠（*Myospalax fontanierii Milne-Edwarda*）、草兔、家鼠等；鱼类 4 目 7 科 19 属 20 种，主要有鳅、鲤、鲫、鳙、鲇、黄鳝等。

保护区有国家一级重点保护动物2种：大鸨和金雕；国家二级重点保护动物16种，以猛禽类为主，有白琵鹭、鸢、蜂鹰、赤腹鹰、大鵟、毛脚鵟、秃鹫、白尾鹞、燕隼、红脚隼、灰背隼、红隼、灰鹤、普通鸻鹬、纵纹腹小鸮、长耳鸮。陕西省重点和一般保护动物56种，其中鸟类46种。

（7）陆生植物

属暖温带落叶阔叶林地带关中盆地人工植被区西安咸阳泾、灞、渭河汇流平川水浇地栽培植被小区，主要以草甸为主，辅之于人工栽培植被和人工绿化植被。保护区植被可以划分为灌丛植被型、草丛植被型、沼泽植被型和水生植被型等 4 种植被型。其中，草丛植被分布于不被水面所淹没 或在极端水位条件下才会短暂被淹的区域，沼泽植被分布于随着周期性水位变化 形成的季节性淹水区，水生植被分布于常年被水淹没的生境中。灌丛植被主要以酸枣灌丛、荆条灌丛、白刺花灌丛、杠柳灌丛等；草丛植被主要有蓬群落、狗尾草群落、狗尾草+大狗尾草群落、蒿类群落、草木樨群落、葎草群落、野大 豆群落、苍耳群落、尾穗苋群落、鹅观草群落等，主要分布于河流岸坡、堤坝护 坡、路边、沙洲顶部等旱地，主要种类为禾本科、莎草科等植物，如狗尾草、大狗尾草、牛筋草、苋草、虎尾草、马唐、披碱草、画眉草、狼尾草、白颖薹草等。沼泽植被处于水陆生境过渡区，群落植物种类兼具水生植被和陆生植被（尤其是湿生植物）的种类，主要包括拂子茅群落、狗牙根群落、酸模叶蓼群落、薄荷群落、荻群落等。水生植被型主要包括挺水水生植被（包括莲群落、香蒲群落、芦苇群落、莎草+扁秆荆三棱群落等，其中莲群落在保护区内渭河南岸的水流平缓处及池塘、浅水，香蒲群落主要分布在渭河河道两侧）、浮水水生植被（稀脉浮萍群落、欧菱群落、喜旱莲子草群落、眼子菜群落等，其中稀脉浮萍群落多生长在保护区境内内静止的水面或流速较小的河湾水域，欧菱群落主要分布在保护区境内灞河-渭河交汇处的水面，喜旱莲子草群落在灞河-渭河交汇口的陆地与水域相交处，眼子菜群落分布于保护区内渭河南岸池塘）、沉水水生植被（包括菹草群落、狸藻群落等）。人工植被主要包括人工林（防护林、果树林等）、农田（小麦田、玉

米田、 菜地等）、观赏植被（人工草坪、行道树、景观林等）及鱼塘、荷塘等人工 植被。

4.4.2 自然保护区社会环境概况

（1）组织机构

2004年西安市林业局委托国家林业局西北林业规划设计院编制《西安泾渭湿地自然保护区总体规划》，2005年成立了西安泾渭湿地保护区筹建处。根据保护区自然地形和保护管理需要，以渭河、泾河、灞河主流中心线为界将保护区划分为未央、水流、泾渭口等3个保护管理站，高陵、灞桥、未央行政范围各设一站。

（2）保护区周边人类活动状况

西安泾渭自然保护区横跨西安市未央区、灞桥区和高陵县，地处西安城郊，周边人口密度较大，约有农户10638户，总人口43609人。保护区土地总面积3029.83hm^2，按照土地利用现状，划分为滩耕地、耕地、园地、林地、苗圃地、荒滩、河流水体、沙坑水体和鱼池，土地类型面积见表4.4-2。

表 4.4-2 保护区土地利用现状表（单位：单位：hm^2）

地类	总面积	滩耕地	耕 地	园地	林地	苗圃地	荒滩	河流水体	沙坑水体	鱼池
面积	3029.83	508.34	419.58	145.28	69.3	14.8	1285.22	448.88	51.6	86.83
%	100.0	16.78	13.85	4.80	2.29	0.49	42.42	14.81	1.70	2.87

4.4.3 保护区存在的主要问题

（1）河道采沙严重，破坏河滩自然地貌，导致湿地景观破碎化

受经济利益驱使，保护区范围河道采沙现象极为普遍，屡禁不止。河道采砂造成湿地自然植被和河道地貌的严重破坏，干扰了鸟类的栖息生活，导致湿地生态退化，湿地景观破碎。

（2）河滩地垦荒破坏自然植被，使生物多样性减少

河滩垦植是破坏湿地景观重要因素之一。河滩开荒毁坏河滩自然植被，改变河滩地土壤结构和土地利用结构，植物种类及群落结构相对单一，使植物多样性降低。同时，农业生产活动干扰鸟类栖息生活，使水鸟生存空间进一步压缩，导致鸟类种群及数量减少。随着湿地植被破坏，使动物数量和种类减少，导致生物多样性降低。

（3）人为活动频繁，干扰候鸟栖息环境

泾渭湿地是冬候鸟重要栖息地。省级自然保护 区地处关中农业垦殖区，紧挨国际化大都市西安市，人为活动频繁，森林覆盖率低，生产活动对保护区资源的保护与利用产生了显著的影响,诸如耕作、 樵采、割草、放牧、道路建设、房地产开发等活动，对现有植被资源产生比较严 重的破坏，干扰候鸟栖息生活，尤其是河滩地采砂和垦荒，直接造成候鸟栖息地破坏，导致候鸟种群数量不断下降。

4.5 工程涉及相关旅游景点

根据工程可研，水库淹没影响泾河大峡谷旅游风景区、彬县程家川旅游风景区、彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区、淳化龙山生态旅游渡假景区、公刘教稼苑景区等。

4.5.1 泾河大峡谷旅游风景区

泾河大峡谷长约50.7km，宽80～120m，谷深500～400m，悬崖峭壁，堪称“关中第一大峡谷”。水库将淹没泾河大峡谷探险旅游景区的乔家梁至泾河谷底道路，长8.9km；淹没峡谷底观光栈道310m；王家山沟底拦水坝1处，机耕道路12km等。

4.5.2 彬县程家川旅游风景区

程家川旅游风景区位于彬县香庙乡程家川村，泾河从村旁流过，村内四面环山，风光旖旎，是彬县自然风光最美村落之一。村中有彬县保存最完整、规模最大、特色最鲜明的清代古民居建筑群。风景区主要包括古民居、独堆山、宝瓶湖、清微观，建成人工瀑布、牌坊、谯楼等景点和农家乐饭店、棋牌娱乐室等设施。水库淹没影响部分基础设施，但不影响景点旅游。

4.5.3 彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区

泾河彬县龟蛇山大峡谷漂流项目是彬县依托龟蛇山奇异的自然景观，起漂点始于龙高镇富仁村，终漂点至太盘村，漂流河道长约10km。地势特殊复杂，水面落差较大，沿岸景色秀美。东庄水库蓄水后，彬县龟蛇山大峡谷漂流项目原有漂流功能难以恢复。

4.5.4 淳化龙山生态旅游度假景区

东庄水库正常蓄水位淹没淳化龙山生态旅游度假景区面积的67%，淹没设施包

括砂石道路、生产路、旅游步道、引水管、蓄水池、人造景观水潭，提水站等；及苗圃、园林绿化景观苗木栽植区、灌木林等。

4.5.5 公刘教稼苑景区

公刘教稼苑景区位于彬县城东45km处的龙高镇土陵村泾河北岸山谷之间，为省级重点文物保护单位公刘墓所在区域。公刘教稼苑景区是彬县围绕公刘墓遗址、公刘祠为代表的历史文化遗产开发的旅游景区。公刘墓遗址似一条游鱼，栩栩如生，四周环山，气势雄伟，山峰迥异，争高直指。龟蛇山地形独特，山势险峻，泾河穿梭而过。

4.6 受水区域环境概况

4.6.1 西咸新区环境现状

（1）泾河新城

泾河新城位于关中断陷盆地中部，泾河与渭河交汇处的泾河北岸一级阶地和高漫滩上，地形平坦开阔，高漫滩宽 0.6～1.2km。泾河在泾阳县境内王桥镇谢家沟入境，东南流至桃源村出境，境内河长 77km，新城内长度约 23.50km。

新城规划面积133.13km^2，现状人口136449人，其中农业人口95854人。规划范围内大部分为耕地。区域一产比例较大，二产发展较快，但工业企业数量少且规模企业不多，三产发展滞后。现有污水处理厂1座（泾阳县第一污水处理厂），日处理污水1.5万m^3，出水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准，排入泾河。

（2）空港新城

空港新城位于关中构造盆地中部的渭河北岸地堑地带，地貌为泾渭河冲积平原，区域南部为渭河河流阶地，区域北部为黄土台塬区。河流主要为泾河，地下水属于泾渭河平原区，由全新统与中、上更新统冲积层组成。

新城规划范围144km^2，人口7.86万人。空港新城建成区域主要为机场及其附属用地，其它多为分散农村和集镇用地。产业以农业为主，三产发展滞后。机场污水处理系统已建成，污水处理后部分作为回用水水源深化处理，未做深化处理部分污水，与雨水一起通过雨水管道排入泾河。

（3）秦汉新城

新城地处渭河北侧，泾河东南侧，地貌类型包括洪积平原和黄土台塬，沿渭河、泾河河道向两侧，地势呈阶梯增高，大部分高程 280～500m。地表水资源主要由泾河和渭河。水利工程有宝鸡峡塬下北高干渠位：泾阳县有宝鸡峡灌区支渠 6 支。

新城区域人口22.3万人，其中城镇人口约4.3万人，农村人口约17.5 万。现状无污水处理厂，污水处理主要通过相关区县污水处理厂完成。

4.6.2 三原县城环境现状

三原县地势北高南低，南部为平原区，北部为黄土高原区。境内主要河流有清峪河、浊峪河、冶峪河、赵氏河，上述河流均汇入泾河和渭河。清峪河境内流长 69km，年均径流量 2755 万 m^3。

三原是西咸国际化大都市建设的八个“卫星新城”之一，规划面积 30km^2，建成区面积 15 km^2，城区人口约 15 万人。目前供水依赖冯村水库和县城地下水，供水量约 3.13 万 m^3/d。2014 年三原县城用水总量 1517.93 万吨，排水总量 1085.37 万吨，其中工业 558.9 万吨，生活 526.47 万吨。

4.6.3 富平县城环境现状

富平县处于渭河平原和陕北黄土高原过渡地带，北依乔山，南临渭河平原；中部为 400～700m 广阔的黄土塬区，受石川河、赵氏河、顺阳河、温泉河的切割形成塬间洼地和川塬相间地形。富平县属渭河一级支流石川河流域，石川河是唯一过境河流，仅夏、秋两季有短暂洪水过境，三条支流温泉河、赵氏河、顺阳河均是季节性河流。 地表水主要是北部地区自产径流，多年平均径流量 2359.7 万 m^3。

富平县城建成区面积 10km^2，人口 8.5 万人。2014 年富平供水总量 26192 万 m^3，其中地表水 17970 万 m^3，地下水 7937 万 m^3，其他水源 285 万 m^3。污水处理厂位于富平县城东北部，处理规模 1.5 万 m^3/d，尾水排入温泉河。

4.6.4 富平庄里工业园环境现状

庄里工业园位于富平县城北部，石川河南北向穿越园区。主要企业有陕西焦化厂、龙钢集团富轧公司、中冶陕压、陕富水泥等，初步形成了冶金制造、建材为主的工业结构。规划面积 45.24km^2，现开发面积 1.42 km^2，主要集中在庄里镇、梅家

坪镇。园区发展四大产业集群：能源产业集群；制造业产业集群；新型建材产业集群；新型绿色产业集群。

规划范围包括庄里镇、觅子乡和梅家坪镇部分地区，人数约 5.3 万人。赵氏河上游建有一座库容约 300 万 m^3的水库，距离园区约 4 公里。庄里镇污水处理厂设计处理能力 1.0 万吨/日，处理庄里镇居民生活污水和工业园区生产生活污水。

4.6.5 富平深陕工业园环境现状

园区重点发展以通用航空和汽车制造为核心的高端装备制造业，以生物育种、生物基材料为核心的生物产业，配套发展高端机械电子等产业。规划面积 58.64 km^2，建设用地面积 32.26km^2，用水由自建水厂统一供给，原水取自西郊水库。

4.6.6 铜川新区环境现状

铜川新区位于铜川南部，1993 年 11 月由陕西省人民政府批准设立，2002 年 11 月被列为国家级关中高新技术产业开发带的重点建设区域。规划面积 131km^2，是铜川市新的政治、经济和文化中心。

新区地处铜川市南部塬区，由东、西两条塬面组成，中有赵氏河相隔。东塬东西宽 4～6km，西塬东西宽 3 km，塬面比较平坦，海拔高度 710～750m。新区境内有两条河流：赵氏河、浊峪河。赵氏河源于耀州区吕村河、陈村河，入富平县的石川河，流域面积 224.1km^2，多年平均径流量 1487 万 m^3。浊峪河发源于小丘乡北部，南流入三原县汇于清峪河，流域面积 85.8km^2，年均径流 550 万 m^3。

4.6.7 泾惠渠灌区环境现状

泾惠渠灌区位于陕西省关中平原中部，涉及咸阳市的泾阳、三原，西安市的高陵县和临潼、闫良及渭南市的富平县。西邻泾河，南依渭河，东傍石川河，内有清峪河横贯。灌区东西长约 70km，南北宽约 20km。

（1）水文地质

灌区地貌单元划分为泾渭河河漫滩、泾渭河一级阶地、泾渭河二级阶地、泾河三级阶地。阶地类型除泾阳以西泾河左岸为嵌入式阶地外，以东均为上叠阶地。黄土台源、洪积扇仅在灌区西北及北部边缘分布。

区内地下水类型主要有潜水及承压水。承压水可根据其埋藏条件分为浅层承压

水和深层承压水。潜水一般蓄存于第四纪全新冲积层中，埋藏浅，河漫滩一、二级阶地区，潜水埋深一般在 2～10m。泾河与清峪河谷两侧及黄土台源与阶地交替地带，潜水埋藏较深，约 10～20m，含水层主要由亚粘土、亚砂土、粉细砂、砂砾卵石层组成。渭河二级及泾河三级阶地区潜水埋深 20～40m，含水层主要由上更新统冲积亚砂土、亚粘土、砂砾石层组成。排泄条件包括垂直蒸发排泄、人工开采、水平排泄，其中垂直蒸发排泄除渭河二级、泾河三级阶地潜水位埋藏较深外，绝大部分地区潜水位埋藏较浅，垂直蒸发作用比较强烈，是潜水自然排泄途径；水平排泄潜水以径流的方式分别向清峪河、泾河及渭河排泄，仅灌区中游和下游沿泾河、渭河边缘地带，汛期河水高水位，河水对潜水产生短暂补给，但补给量甚微。

（2）主要水利工程

泾惠渠灌区是一个从泾河自流引水的大（II）型灌区。渠首引水枢纽位于泾河下游峡谷河段出口的张家山处，距离东庄水库枢纽 25km，坝址以上流域面积 4.32 万 km^2。渠首原设计为低坝引水工程，由砼滚水坝、进水闸、引水隧洞及排沙闸等组成，1997 年建成渠首加闸蓄水工程，总库容 1060 万 m^3，调节库容 427 万 m^3，调洪库容 550 万 m^3。

现状灌区工程设施主要包括水源工程、渠系骨干工程、抽水站和排水工程。水源工程即渠首枢纽水库和西郊水库工程，渠系骨干工程包括 5 条干渠（总干、南干、北干、南一干、南二干）和 20 条支渠、干支渠总长度 421km，有抽水站 5 座，排水系统 7 个，有干沟 10 条，支沟 75 条。渠首设计引水流量 46 m^3/s，加大流量 50 m^3/s。

根据灌区调查，现有干、支渠总长 421km，衬砌渠道长 274km，占干、支渠总长的 65%；斗渠总长 1392km，已衬砌 645km，占斗渠总长的 46%。田间节水工程灌溉达到标准的有 75.1 万亩，占灌区总设施面积的 52%。

4.6.8 受水区水资源开发利用现状

（1）受水区水系

受水区范围内涉及到河流水系见表 4.6-1、图 4.6-3。

表 4.6-1 受水区涉及河流水系

受水区域	涉及河流水系
铜川新区	沮河、赵氏河
庄里工业园	石川河
富平深陕工业园	温泉河、石川河
富平县城	温泉河、石川河、赵氏河
三原县城	清峪河、浊峪河、冶峪河
泾河新城	泾河
空港新城	泾河
秦汉新城	泾河、渭河

石川河系渭河一级支流，发源于铜川市焦坪北山和耀州区瑶曲镇的北山，流经铜川市王益区、耀州区，渭南市富平县，西安市阎良区、临潼区，于临潼区的交口镇（街道办）入渭河。上游为漆水河和沮水河，二水在铜川境内合流后于洪水乡岔口进入富平境内。流域面积 4478km^2 ，河长 137km，其中富平境内面积 132.4km^2，境内长 36.4km。

① 沮河

发源于耀州以北子午岭的长蛇岭南麓，流经耀州区的瑶曲、庙湾、柳林、安里、稠桑、城关等乡镇后于城南岔口处与漆水河汇合，始称石川河。河长 77km，流域面积 915.84 km^2，平均比降 13‰，多年平均泾流量 6948 万 m^3。桃曲坡水库位于沮水河下游，地处铜川市耀州区西北 15km 马咀山峡谷中，是一座以农业灌溉、城市供水为主，兼有防洪、旅游等综合利用功能的中型水库，以调蓄沮河径流为主，并跨流域引用泾河二级支流马栏河水。控制流域面积 830 km^2，多年平均径流量 6395 万 m^3。

②漆水河

发源于焦坪乡崾险一带，流经金锁、老城区、黄堡、董家河于耀州区城南岔口与沮河汇合后始称石川河。流域面积 814.70km^2，河长 64.2km，河底比降 11‰，黄陵水泥厂以上流域面积 665.0 km^2，河长 49.96km。

③温泉河

源于富平县淡村镇龙王村，由沿河地下浸泉汇成。在东南留古镇猴王洞进入阎良区境内，临潼油槐镇交口汇入石川河。富平境内长 21.9km，流域面积 723.5 km^2。

④赵氏河

属石川河一级支流，发源于耀州区吕村河、陈村河两支流，于双岔河会流后形

成干流，入富平县境石川河耀州稠桑杨家山，全长 71km，流域面积 287km^2。铜川新区境内流长 33km。

⑤清峪河

属石川河一级支流，发源于耀州照金镇野虎沟，全长 143 km，流域面积 699 km^2。其中三原县境内长 68.6km，境内流域面积 188.4km^2，比降 3.22‰，常流量 0.2m^3/s。

浊峪河属清峪河一级支流，发源于耀州小丘寺坡，全长 50km，流域面积 241km^2。其中于三原大程王店汇入清峪河，境内长 32.8km，境内面积 162.1km^2，比降 7.97‰，多年平均流量 0.1m^3/s。

（2）受水区水资源现状

受水区水资源总量 8.81 亿 m^3，其中地表水资源量 5.14 亿 m^3，地下水资源量 6.50 亿 m^3，两者重复量 2.83 亿 m^3。受水区水资源成果见表 4.6-2。

表 4.6-2 受水区水资源计算成果表

河流	计算面积 (km^2)	地表水资源量 (万 m^3)	地下水资源量 (万 m^3)	重复量 (万 m^3)	水资源总量 (万 m^3)	产水模数 (万 m^3/km^2)
泾河	6610	33412	37519	18228	52703	7.97
石川河	4478	18009	27485	10126	35368	7.90
合计	11088	51421	65004	28354	88071	7.94

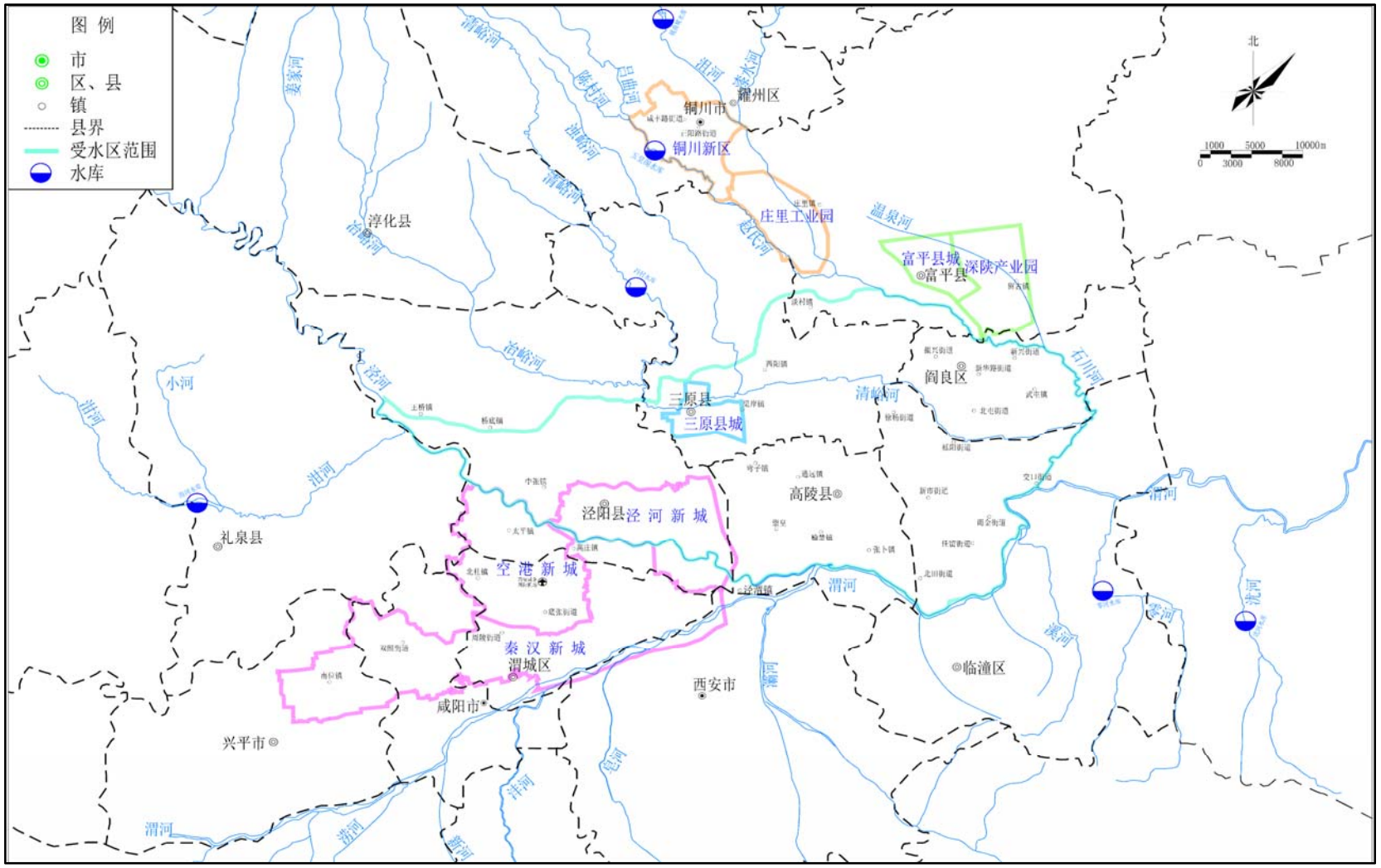


表 4.6-3 东庄水库受水区河流水系

（3）受水区水资源开发利用现状

①地表水

截止 2013 年底，受水区已建成水库 57 座，有效库容 1.88 亿 m^3，现状供水能力 1.61 亿 m^3。引水工程 53 处，现状供水能力 4.6 亿 m^3。小型提水工程 454 处，现状供水能力 0.88 亿 m^3。分布主要灌区 6 处，设施灌溉面积 228.40 万亩，有效灌溉面积 204 万亩；其中大型灌区有泾惠渠灌区、桃曲坡灌区，设施灌溉面积 177.13 万亩，有效灌溉面积 155.4 万亩，现状灌溉引水量 4.30 亿 m^3。

②地下水

受水区有配套机电井 2.75 万眼，现状供水能力 4.63 亿 m^3，其中农灌供水能力 3.90 万 m^3；深层配套机井 278 眼，现状供水能力 1.15 亿 m^3。

③其他水源工程

已建成污水处理厂 10 座，污水处理能力 15.4 万 t/d；集雨工程 5200 处，年利用量 150 万 m^3。

2013 年供水工程供水量 9.65 亿 m^3，其中地表水供水量 5.57 亿 m^3，地下水供水量 4.07 亿 m^3，其他水源供水量 0.01 亿 m^3。受水区供水量见表 4.6-3。经济社会总用水量 9.65 亿 m^3，其中生活用水量 0.89 亿 m^3，河道外生产用水量 8.71 亿 m^3，河道外生态用水量为 0.05 亿 m^3。受水区用水量调查情况见表 4.6-4。

表 4.6-3 2013 年受水区供水量调查统计表（单位：万 m^3）

地级市	地表水				地下水			其他水源	合计
	蓄水	引水	提水	区外引水	浅层	深层及岩溶水	苦咸水		
铜川市	4560	948	858		1288	220		35	7909
咸阳市	825	33200	1646		19774	2235	2630	56	60366
西安市	78	11526	385	710	5650	1160		0	19509
渭南市	465	155	350		7268	468		10	8716
合计	5928	45829	3239	710	33980	4083	2630	101	96500

表 4.6-4　2013 年受水区用水量调查统计表（单位：万 m^3）

地级市	生活		河道外生产						河道外生态	合计
	城镇	农村	一产		二产			三产		
			农业灌溉	牲畜	一般工业	火电	建筑业			
铜川市	1588	286	2336	112	2780	220	85	356	146	7909
咸阳市	2367	2386	42007	1589	10187	146	278	990	416	60366
西安市	680	578	14699	95	2956	0	28	346	127	19509
渭南市	668	336	6300	186	1068	0	34	69	55	8716
合计	5303	3586	65342	1982	16991	366	425	1761	744	96500

（4）供水对象水资源开发利用现状

截至 2013 年底，受水区已经建成并承担向供水对象供水的水库有 5 座，总库容 1.29 亿 m^3，可向供水对象年供水量 0.48 亿 m^3；引（提）水工程 8 处，设计引水流量 47.5m^3/s；城镇和工业园区地下水水源地年供水能力 0.45 亿 m^3，泾惠渠灌区为渠井双灌区，农业灌溉用地下水平均维持在 1.2 亿 m^3 左右。建成并运行污水处理厂 2 座，日处理能力 4.8 万 t。

供水对象 2013 年总供水量 8.94 亿 m^3，其中地表水供水量 5.69 亿 m^3，占总供水量的 63.6%，地下水 3.24 亿 m^3，占总供水量的 36.2%，其他水源 55 万 m^3。现状供水对象以地表水供水为主，地下水为辅。现状供水量成果见表 4.6-5。

表 4.6-5 供水对象 2013 年供水量表(单位：万 m^3)

供水对象		地表水			地下水		其他水源	合计
		蓄水	引水	提水	浅层	深层及岩溶水		
铜川新区		3245			356	93	25	3719
富平县	庄里工业园	256			129	219		604
	富平县城		43	726	420	280	30	1499
	深陕富平			867	889	58		1814
	小计	256	43	1593	1438	557	30	3917
西咸新区	空港新城	1528	1025		1974			4527
	秦汉新城	1389	1256	1375	3256			7276
	泾河新城		2224	560	1657			4441
	小计	2917	4505	1935	6887	0	0	16244
三原县城		256			1255	260		1771
泾惠渠灌区		1825	40358		21584			63767
合计		8499	44906	3528	31520	910	55	89418

2013 年供水对象总用水量 8.94 亿 m^3，其中生活用水 0.52 亿 m^3，占 5.7%；

农业灌溉用水 6.80 亿 m^3，占 76.1%；工业和建筑业用水 1.43 亿 m^3，占 16.1%；三产用水 0.14 亿 m^3，占 1.6%；河道外生态用水 0.05 亿 m^3。现状用水量成果见表 4.6-6。

表 4.6-6 供水对象 2013 年用水量表(单位：万 m^3)

供水对象		生活		生产				生态	合计
		城镇	农村	一产	二产		三产	河道外	
					工业	建筑业			
铜川新区		646	65	928	1668	74	166	172	3719
富平县	56	18	207	238	10	55	20	604	504
	353	86	610	282	12	88	68	1499	1350
	18	45	1498	236	5	10	2	1814	656
	427	149	2315	756	27	153	90	3917	2510
西咸新区	108	86	3229	856	45	168	35	4527	4648
	115	326	6126	568	32	89	20	7276	6963
	186	145	2767	1086	65	156	36	4441	3797
	409	557	12122	2510	142	413	91	16244	15408
三原县城		265	45	625	721	18	65	32	1771
泾惠渠灌区		1668	980	52008	8235	145	586	145	63767
合计		3415	1796	67998	13890	406	1383	530	89418

（5）区域最严格水资源管理制度

根据水利部黄河水利委员会批复的《陕西省泾河东庄水利枢纽工程水资源论证报告书》，东庄水库新增供水对象主要涉及咸阳的泾阳、三原及西咸新区、铜川新区、渭南市的富平县。其中，西咸新区没有单独总量控制指标，采用咸阳市进行分析；铜川新区不属于独立行政区，采用铜川市数据进行分析。渭南市涉及富平县，按富平县域为单元进行分析。

2013 年咸阳市、铜川市及富平县用水总量分别为 11.06 亿 m^3、0.90 亿 m^3、2.49 亿 m^3，上述区域都未超出 2015 年用水总量控制目标 13.33 亿 m^3、1.45 亿 m^3、2.53 亿 m^3。咸阳市、铜川市 2013 年万元工业增加值用水量相比 2010 年分别下降了 52.4%、43.8%，均大于两个地市 2015 年工业用水效率控制目标；由于用水效率控制指标没有分配到各县（区），富平县万元工业增加值用水效率下降情况采用渭南市控制目标进行分析，2013 年富平县万元工业增加值用水量相比 2010 年下降 58%，大于渭南市 2015 年控制目标 28%。2013 年咸阳、铜川农田

灌溉水利用系数分别为 0.564、0.538，两市均已达到 2015 年农田灌溉用水效率控制红线 0.561、0.538 的目标要求。可以看出，受水区域的用水总量、用水效率均满足相关要求。

4.6.9 受水区主要环境问题

（1）水资源量小，水资源承载能力低，河道内生态环境水量严重不足

受水区总体水资源量小，年降雨径流小，年内分配不均。随着区域经济社会发展和用水量增加，加上降水偏少引起水资源量减少，水资源总量不足，承载能力有限，属资源性缺水地区。

从 20 世纪 80 年代以来，随着区域经济社会发展和用水量增加，加上降水偏少引起水资源量减少，河流生态环境用水被大量挤占。特别是石川河流域，随着上游铜川市经济社会快速发展，用水量大增，为不再恶化石川河下游生态环境，修建了跨流域的马栏引水工程，可向铜川市年引水 1500 万 m^3。清浊河为石川河支流，由于上游主要支流修建了众多水库，山口以下河道常年断流。

（2）泾惠渠灌区地下水超采严重

泾惠渠灌区地下水资源量 2.6 亿 m^3，可开采量 1.43 亿 m^3，现状年地下水平均开采量 1.1 亿 m^3，个别年份达到 1.7 亿 m^3，地下水位年均下降 0.7m 以上，年均超采 0.7 亿 m^3。灌区内的三原、富平城区地下水超采较严重；为解决城市用水，三原县城由已建的冯村水库供水，富平在县城北边建设深井，抽取渭北“380”岩溶水，解决县城用水。

（3）受水区主要纳污河流水质现状差

受水区主要河流中泾河、石川河及渭河，受水区目前河流水质污染严重。石川河（铜川至西安段）水质较差，劣 V 类水质；漆水河汇入沮河IV类水质；清峪河水质劣 V 类；冶峪河 IV 类水质。渭河干流（咸阳-西安段）水质为轻度污染。

（3）工业重复水利用及再生水回用效率低

流域内工业用水量，除石川河流域及渭河流域的西安市区外，泾河流域及渭

河流域内其他县区，工业用水重复利用率均低于 50%，水资源利用效率低，生活污水处理厂的再生水利用率低。

4.7 水源区地表水水环境现状调查与评价

4.7.1 水功能区划

根据《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-21030 年）》、《甘肃省水功能区划》（甘政函〔2013〕4 号）及《陕西省水功能区划》（陕政办发〔2004〕100 号），泾河干流在宁夏涉及 1 个河段，为泾河泾源源头水保护区，河长 22.0km；甘肃境内涉及 2 个河段，分别为泾河宁甘缓冲区、泾河甘肃开发利用区，河长共计 157.5km。马莲河、蒲河、黑河均为泾河在甘肃境内的一级支流，马莲河的水功能区为马莲河环县庆阳合水宁县农业、工业用水区，蒲河的水功能区为蒲河西峰农业用水区，黑河的水功能区为黑河灵台农业用水区。泾河宁县、甘肃段水功能区划及水质目标见表 4.7-1。

表 4.7-1　泾河宁夏、甘肃段水功能区划及水质目标

河流	一级功能区名称	二级功能区名称	起始断面	终止断面	长度（km）	水质目标
泾河（宁夏段）	泾河泾源源头水保护区		源头	白面镇	22.0	III
泾河（甘肃段）	泾河宁甘缓冲区		白面镇	崆峒峡	22.5	III
	泾河甘肃开发利用区	泾河崆峒、泾川工业、农业用水区	崆峒峡	泾川桥	75.5	III
		泾河泾川、宁县农业用水区	泾川桥	长庆桥	59.5	III

泾河干流陕西段一级、二级水功能区除彬县工业排污控制区水质目标为IV类外，其他功能区为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。支流三水河一级、二级功能区除旬邑县排污控制区水质目标为IV类外，其他功能区为II～III类标准。泾河陕西段水功能区划及水质目标详细见表 4.7-2。

表 4.7-2　泾河陕西段水功能区划及水质目标

河流	一级功能区名称	二级功能区名称	起始断面	终止断面	长度（km）	水质目标
泾河	泾河甘陕缓冲区		长庆桥	胡家河村	43.1	III
	泾河陕西开发利用区	泾河彬县工业、农业用水区	胡家河村	彬县	36.0	III
		泾河彬县排污控制区	彬县	景村	7.3	IV
		泾河彬县过渡区	景村	三水河口	27.7	III
		泾河泾三高工业、农业用水区	三水河口	东庄	74.0	III
		泾河泾阳农业、工业用水区	东庄	入渭口	87.5	III
三水河	旬邑县源头水保护区		源头	马兰镇	44.6	II
	旬邑县开发利用区	旬邑县饮用、工业、农业用水区	马兰镇	旬邑县	50.0	
		旬邑县排污控制区	旬邑县	甘峪	6.0	IV
		旬邑过渡区	甘峪	入泾口	28.0	III

根据《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）》（国函〔2011〕167 号）及《陕西省水功能区划报告》（陕政办发〔2004〕100 号），渭河在咸阳、西安区域的水功能区划包括渭河咸阳排污控制区、渭河咸阳过渡区、渭河西安农业用水区。渭河咸阳、西安段水功能区划及水质目标详细见表 4.7-3。

表 4.7-3　渭河咸阳、西安段水功能区划及水质目标

河流	一级功能区名称	二级功能区名称	起始断面	终止断面	长度（km）	水质目标
渭河	渭河宝鸡、渭南开发利用区	渭河杨凌农业用水区	永安村	漆水河入口	16.0	III
		渭河咸阳工业、农业用水区	漆水河入口	咸阳公路桥	63.0	IV
		渭河咸阳景观娱乐用水区	咸阳公路桥	咸阳铁路桥	3.8	IV
		渭河咸阳排污控制区	咸阳铁路桥	沣河入口	5.4	IV
		渭河咸阳过渡区	沣河入口	草滩镇	19.0	IV
		渭河西安农业用水区	草滩镇	零河入口	56.4	IV

4.7.2 水污染源调查

（1）流域污染源

泾河流域点源主要来自工业废水和城镇生活污水、集中畜禽养殖废水，及农业面源污染，区域主要包括库区及上游的长武县、彬县、旬邑县，坝下区域的永

寿县、礼泉县、泾阳县、高陵县等。

① 工业污染源

1）库区

根据 2014 年陕西省污染源普查数据。库区及上游主要工业污染源 35 家，其中长武县 9 家、彬县 11 家、旬邑县 12 家、永寿县 3 家。库区及上游工业污染源污水排放量 609.67 万吨，化学需氧量、氨氮排放量分别为 438.43 吨和 81.93 吨，其中工业废水排放量贡献最大区域是长武县（45.34%），其次是彬县（38.0%），两者约占库区及上游排放量的 83.34%；工业污染源化学需氧量贡献最大的是彬县（38.80%），其次是旬邑县（31.79%），第三位是长武县（29.4%）；氨氮排放量中，贡献最大的是彬县（37.9%），其次是长武县（37.14%），处于第三位的是旬邑县（24.96%）。东庄水库以上的长武、彬县、旬邑县的工业企业以煤炭开采和洗选、电力为主，煤炭开采、洗选和煤化工企业约占企业数量的 60%左右。

2）坝下区域

坝下区域主要工业污染源 53 家，其中永寿县 3 家、礼泉县 14 家、泾阳县 21 家、高陵县 15 家。坝下区域工业污染源污水排放量 280.5 万吨，化学需氧量、氨氮排放量分别为 467.97 吨和 57.98 吨，其中工业废水排放量贡献最大的区域是礼泉县（44.7%），其次是泾阳县（36.41%），两者约占排放量的 81.11%；工业污染源化学需氧量贡献最大的是礼泉县（43.2%），其次是泾阳县（35.54%），两者约占排放量的 78.74%；氨氮排放量中，贡献最大的是泾阳县（43.20%），其次是礼泉县（37.9%），两者约占排放量的 81.1%。东庄水库下游的工业企业以果汁、饮料、乳制品、食品为主，果汁及食品饮料乳制品行业主要分布在礼泉、泾阳县；化学药品原料制药和制剂生产企业主要集中在高陵县。

根据统计，库区上游的工业废水、COD、氨氮排放量分别为 276.4 万吨、128.93 吨和 30.43 吨（表 4.7-4）；库区的工业废水、COD、氨氮排放量分别为 333.3 万吨、309.5 吨和 51.5 吨。坝下区域的工业废水、COD、氨氮排放量分别为 280.51 万吨、467.97 吨和 57.98 吨。

表 4.7-4　东庄库区、上游及坝下行政区工业污染源（单位：吨）

区域	县级行政区	废水排放量	COD 排放量	氨氮排放量
库区上游	长武县	2764305	128.93	30.43
库区	彬县	2316619	170.104	31.05
	旬邑县	1015762	139.4	20.45
	库区小计	**3332381**	**309.504**	**51.5**
坝下区域	永寿县	203300	60.7	9.02
	礼泉县	1254679	202.02	21.95
	泾阳县	1021408	166.31	25.05
	高陵县	325674	38.94	1.96
	坝下小计	**2805061**	**467.97**	**57.98**

② 城镇生活污染源

泾河流域集中式生活污染源主要是长武县、彬县、旬邑县、永寿县、礼泉县、泾阳县和泾渭新城的污水处理厂。

1）库区及上游

库区及上游区域城镇生活污水排放量 781.84 万吨，其中污水处理量 553.2 万吨，化学需氧量、氨氮、总磷排放量分别为 877.04 吨、107.08 吨和 9.55 吨。生活污水排放量主要集中在彬县，约占排放量的 53.27%，其次为旬邑县，占 27.45%；化学需氧量排放量主要集中在彬县（55.19%）；氨氮主要集中在彬县（51.45%）；总磷主要集中在彬县，占 55.5%。

2）坝下区域

坝下区域城镇生活污水排放量 1117.41 万吨，其中污水处理量 900.39 万吨，化学需氧量、氨氮、总磷排放量分别为 1510.18 吨、109.33 吨和 17.49 吨。污水排放量主要集中在泾阳县，约占区域排放量的 46.12%；化学需氧量排放量主要集中在泾阳县，占 33.43%；氨氮排放量主要集中在泾阳县，占 40.00%；总磷排放量主要集中在泾阳县，占 46.6%。

根据统计，库区上游的城镇生活污水、COD、氨氮、总磷排放量分别为 150.8 万吨、188.9 吨、29.63 吨和 1.81 吨；库区的城镇生活污水、COD、氨氮、总磷排放量分别为 631.09 万吨、688.26 吨、77.45 吨和 7.74 吨；坝下区域的城镇生活污水、COD、氨氮、总磷排放量分别为 1117.41 万吨、1510.18 吨、109.33 吨和 17.49 吨。

③ 面源

农业面源污染包括畜禽养殖、水产养殖和农业种植。库区上游的农业面源污染中，COD、氨氮、 总磷排放量分别为 26.44 吨、13.56 吨和 18.97 吨；库区的 COD、氨氮、总磷排放量分别为 78.26 吨、47.74 吨和 52.61 吨；坝下区域的 COD、氨氮、总磷排放量分别为 4114.22 吨、238.09 吨和 526.89 吨。

（2）入河排污口

东庄水库库区、坝下区域的彬县、礼泉、淳化、永寿、淳化、泾阳、高陵县规模以上入河排污口（包括干流、支流）有 14 个，其中工业类型 3 个，生活类型 4 个、混合 7 个；入河污水量 987.16 万吨，其中工业污水入河量 94.28 万吨、生活污水入河量 138.67 万吨、混合污水入河量 754.51 万吨，分别占入河污水量的 9.6%、14.0%、79.1%。

（3）主要工业园区

东庄水利枢纽工程坝址以上区域陕西境内分布有 8 个工业园区。工业园区主要集中在长武、彬县区域，工业园区主导工业产业类型为煤炭开采、洗选煤及以煤炭为燃料或原料的煤电、煤化工及建材等综合利用产业。

水库上游的彬长矿区及煤化工业园区的生产生活污水均由企业及园区污水处理厂处理（或依托县城污水处理厂），洗煤、矿井水等生产废水处理工艺成熟可靠，洗煤水内部循环不外排，矿井水大部分回用，且回用去向及回用量有保障。煤化工企业耗水量大，但排水量较少。园区污水处理厂及县城污水处理厂出水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准，但工业园区需要继续落实水污染防治措施，尤其是彬县新民塬煤化工业园。

（3）流域污染源小结

流域 COD、NH_3-N、TP 排放量分别为 7527.01t/a、666.14t/a、625.51t/a。COD 点源和面源排放比例为 43.9%和 56.1%，NH_3-N 点源和面源比例为 55.1%和 44.9%，TP 城镇生活源和农业面源比例为 4.3%和 95.7%。流域污染物排放以农业面源排放为主，COD、NH_3-N 排放主要集中在水库下游的泾阳、礼泉等。

水库上游的 COD 排放量 384.22 吨，其中点源 357.78 吨，面源 26.44 吨；库

区 COD 排放量 1076.01 吨，其中点源 997.75 吨，面源 78.26 吨；坝下 COD 排放量 6066.78 吨，其中点源 1952.56 吨，面源 4114.22 吨。

水库上游的氨氮排放量 86.34 吨，其中点源 72.78 吨，面源 13.56 吨；库区氨氮排放量 176.68 吨，其中点源 128.94 吨，面源 47.74 吨；坝下氨氮排放量 403.12 吨，其中点源 165.03 吨，面源 238.09 吨。

水库上游的总磷排放量 20.78 吨，其中点源 1.81 吨，面源 18.97 吨；库区总磷排放量 60.35 吨，其中点源 7.74 吨，面源 52.61 吨；坝下总磷排放量 644.38 吨，其中点源 17.49 吨，面源 526.89 吨。

4.7.3 地表水质监测资料分析

（1）水质监测资料情况

为全面反映工程评价河段主要河流水质特征，通过收集陕西水利部门在泾河干流上设置的水质监测断面资料，包括陕西省水利厅水环境监测中心设置的景村断面（2011～2014）、张家山断面（2011～2014）等水质资料，及陕西省咸阳环境监测站在泾河干流设置的监测断面（2015 年-2016 年），泾河主要支流-三水河、黑河、泔河设置的监测断面及《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》等资料，评价水源区主要河流水质特征。

（2）监测项目

水利部门的景村、张家山监测断面中，水质指标包括 PH、溶解氧（DO）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）、五日生化需氧量（BOD_5）、砷（As）、汞（Hg）、六价铬（Cr^{6+}）、铅（Pb）、镉（Cd）、石油类、铜（Cu）、锌（Zn）、氰化物（CN^-）、铁（Fe）、锰（Mn）、氟化物（F^-）、化学需氧量（COD）、硫酸盐（SO_4^{3-}）、氯化物（Cl^-）、氨氮（NH_3-N）、硝酸盐（NO_3^-）、挥发酚、总磷（TP）、总氮（TN）等 24 项指标。

环境监测部门设置的监测断面中，水质监测指标包括 pH、化学需氧量（COD）、氨氮（NH_3-N）、五日生化需氧量（BOD_5）、石油类、总磷(TP)、硫化物、砷（As）、氟化物（F^-）、挥发酚、氰化物（CN^-）、汞（Hg）、六价铬（Cr^{6+}）、铅（Pb）、镉（Cd）等 15 项。

渭河干流水质评价指标主要包括 pH、溶解氧（DO）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD_5）、氨氮（NH_3-N）、挥发酚、氰化物（CN^-）、砷（As）、汞（Hg）、铬（Cr^{6+}）、铅（Pb）、镉（Cd）和石油类等 14 项指标，其中 2013-2014 年水质监测评价指标包括溶解氧（DO）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）、氨氮（NH_3-N）。

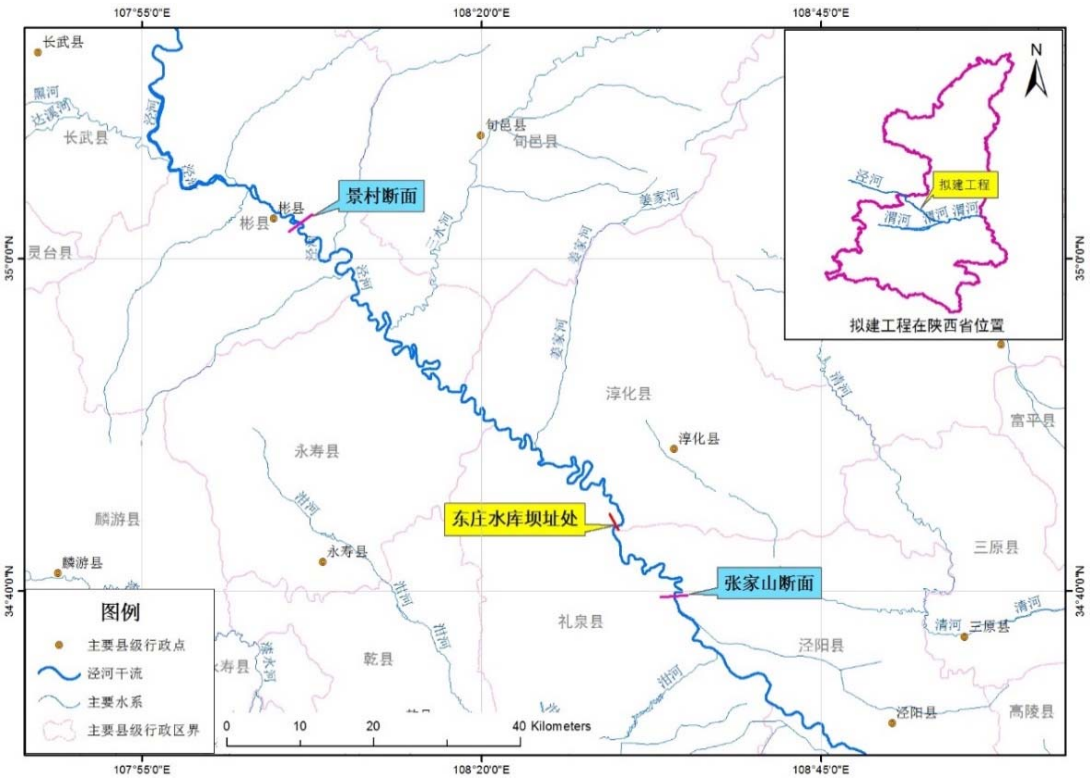


图 4.7-1 水环境评价断面示意图

（3）评价标准

泾河水质评价执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准；渭河水质评价执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV水质标准。

（4）评价方法

一般水质因子和特殊水质因子采用不同计算公式，分别如下：

①一般水质因子，采用单因子标准指数法，计算公式如下。

$$S_{ij}=C_{ij}/C_{s,\ i}$$

式中：S_{ij} 为标准指数；

C_{ij} 为评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/l；

$C_{s,\ i}$ 为评价因子 i 的评价标准限值，mg/l。

特殊水质因子：

②DO～溶解氧

当 $DO_j \geq DO_s$　　$S_{DO,j}=|DO_f \sim DO_j|/(DO_f \sim DO_s)$

当 $DO_j < DO_s$　　$S_{DO,j}=10-9\ DO_j/\ DO_s$

式中，$S_{DO,j}$ 为 DO 的标准指数；

DO_f 为某水温、气压条件下的饱和溶解氧浓度，mg/l，计算公式：

$DO_f=468/(31.6+T)$，T 为水温，℃；

DO_j 为在 j 点的溶解氧实测统计代表值，mg/l；DO_s 为溶解氧的评价标准限值，mg/l。

③pH 值～两端有限值，水质影响不同。

当 $pH_j \leq 7.0$　$S_{pH,j}=(7.0 \sim pH_j)/(7.0 \sim pH_{sd})$；

当 $pH_j > 7.0$　$S_{pH,j}=(pH_j \sim 7.0)/(pH_{su} \sim 7.0)$

式中：$S_{pH,j}$ 为 pH 的标准指数:

pH_j 为 pH 实测统计代表值；

pH_{sd} 为评价标准中 pH 的下线值；

pH_{su} 为评价标准中 pH 的上线值。

水质因子标准指数≤1 时，表明该水质因子在评价水体中的浓度符合水域功能及水环境质量标准要求。

（5）水质评价结果分析

①泾河干流

2011 年景村断面超标指标中，其中 DO（超标倍数 2.52）、COD（超标倍数 0.25～5.20）、BOD_5（超标倍数 0.1～22.68）、NH_3-N（超标倍数 0.33～2.54）、TN（超标倍数 2.28～6.72）等超标严重；2012 年超标指标中，Fe（超标倍数 9.20）、石油类（超标倍数 0.20～2.60）、TN（超标倍数 5.41～7.10）等超标严重；2013 年超标指标中， COD（超标倍数 0.13～2.85）、NH_3-N（超标倍数 2.92）、Fe（超标倍数 2.07）、Mn（超标倍数 0.10～47.40）、石油类（超标倍数 2.60）、TN（超标倍数 2.11～8.50）等指标超标严重。

2011 年张家山断面超标指标中，其中 DO（超标倍数 2.16～3.24）、COD（超标倍数 0.05～2.42）、TN（超标倍数 1.64～3.05）等超标严重；2012 年超标指标

中，TN（超标倍数 2.88～6.10）超标严重；2013 年超标水质指标中， TN（超标倍数 1.53～3.72）超标严重。

杨家沟村、亭口镇、香庙乡、泾河桥断面的 COD、BOD_5、氨氮和总磷超标，杨家沟村、香庙乡、泾河桥断面的石油类超标。其中杨家沟村断面的 COD、BOD_5、氨氮、总磷和石油类超标倍数分别为 0.2～0.3、0.13～0.2、0.09～1.51、0.04～1.52 和 0.4；亭口镇断面的 COD、BOD_5、氨氮和总磷超标倍数分别为 0.10～0.6、0.1～0.55、0.79～2.86、0.06～1.52；香庙乡断面的 COD、BOD_5、氨氮、总磷和石油类超标倍数分别为 0.25、0.03～0.25、0.89～1.30、0.05～0.68 和 0.2；泾河桥断面的 COD、BOD_5、氨氮、总磷和石油类超标倍数分别为 0.15、0.03～0.28、0.20～0.67、0.05～0.56 和 0.2。

表 4.7-5 泾河流域干流 2014 年地表水评价结果

监测断面	监测时间	监测项目														
		pH	COD	BOD_5	硫化物	氨氮	氟化物	总磷	氰化物	石油类	挥发酚	铅	汞	砷	镉	六价铬
杨家沟村	2014.01.02	0.56	1.25	1.15	0.35	1.64	0.68	0.76	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.18
	2014.02.24	0.50	1.30	1.13	0.28	2.51	0.69	0.83	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.16
	2014.03.10	0.51	1.20	1.20	0.29	2.24	0.75	0.86	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.60
	2014.04.02	0.58	0.65	0.88	0.28	1.20	0.67	0.79	ND	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	0.14
	2014.05.04	0.65	0.80	0.80	0.26	0.43	0.60	1.02	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	0.30
	2014.06.04	0.54	1.20	1.18	0.26	2.01	0.98	0.92	ND	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	0.30
	2014.07.01	0.44	0.80	0.83	0.24	0.71	0.63	2.10	ND	1.40	ND	ND	ND	ND	ND	0.28
	2014.08.01	0.68	0.60	1.18	0.30	0.52	0.97	2.52	ND	1.00	ND	ND	ND	ND	ND	0.24
	2014.09.02	0.70	0.55	0.98	0.23	0.86	0.92	1.27	ND	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	0.12
	2014.10.08	0.56	0.45	0.58	0.27	0.44	0.69	1.41	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.22
	2014.11.03	0.66	0.55	0.53	0.26	1.09	0.60	0.94	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.16
	2014.12.02	0.58	0.60	0.60	0.27	0.82	0.53	1.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.16
亭口镇	2014.01.02	0.52	1.10	1.13	0.31	2.72	0.73	0.89	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	0.16
	2014.02.24	0.47	1.25	1.10	0.31	2.51	0.75	0.88	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.14
	2014.03.10	0.47	1.15	1.45	0.30	2.10	0.77	0.94	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.48
	2014.04.02	0.65	1.60	1.55	0.31	0.97	0.76	0.92	ND	1.00	ND	ND	ND	ND	ND	0.36
	2014.05.04	0.57	0.60	0.75	0.34	1.79	0.69	0.90	ND	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	0.20
	2014.06.04	0.80	1.00	1.00	0.29	1.92	0.81	0.97	ND	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	0.30
	2014.07.01	0.57	0.65	0.63	0.30	0.44	0.76	0.54	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.32
	2014.08.01	0.68	0.60	1.18	0.30	0.52	0.97	2.52	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.14
	2014.09.02	0.69	0.55	1.00	0.27	3.86	0.80	1.06	ND	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	0.22
	2014.10.08	0.49	0.40	0.53	0.34	0.43	0.69	1.26	ND	0.20	ND	ND	ND	ND	ND	0.18
	2014.11.03	0.64	0.75	0.78	0.34	0.43	0.63	1.08	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.16
	2014.12.02	0.58	0.70	0.63	0.33	0.66	0.56	1.09	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	0.42
香庙乡	2014.01.02	0.70	0.65	0.53	0.41	2.30	0.76	0.81	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.24
	2014.02.24	0.52	0.65	0.53	0.37	2.18	0.78	0.73	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.20
	2014.03.10	0.35	0.80	0.75	0.37	1.89	0.78	0.81	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.38
	2014.04.02	0.51	1.00	1.03	0.37	0.70	0.73	0.84	ND	1.20	ND	ND	ND	ND	ND	0.14
	2014.05.04	0.63	0.80	0.78	0.43	0.57	0.52	0.85	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.16
	2014.06.04	0.73	1.00	1.00	0.41	1.89	0.90	0.82	ND	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	0.16
	2014.07.01	0.44	0.35	0.48	0.38	0.44	0.76	0.54	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	0.28
	2014.08.01	0.96	0.70	1.25	0.09	0.19	0.83	1.68	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.18
	2014.09.02	0.40	0.45	0.95	0.31	0.98	0.88	1.11	ND	0.20	ND	ND	ND	ND	ND	0.12
	2014.10.08	0.64	0.45	0.60	0.39	0.50	0.60	1.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.22
	2014.11.03	0.58	1.25	1.25	0.42	0.49	0.68	0.99	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.16

监测断面	监测时间	监测项目														
		pH	COD	BOD_5	硫化物	氨氮	氟化物	总磷	氰化物	石油类	挥发酚	铅	汞	砷	镉	六价铬
	2014.12.02	0.58	0.65	0.60	0.41	0.68	0.74	0.82	ND	0.20	ND	ND	ND	ND	ND	0.36
泾河桥	2014.01.02	-0.40	0.90	0.80	0.33	1.45	0.86	0.74	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	0.42
	2014.02.07	0.31	0.80	0.90	0.38	1.20	0.88	0.68	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	#VALUE!
	2014.03.03	0.68	0.80	1.28	0.31	1.67	0.79	0.86	ND	1.20	ND	ND	ND	ND	ND	0.14
	2014.04.01	0.17	0.90	0.90	0.32	0.24	0.79	0.79	ND	0.80	ND	ND	ND	ND	ND	0.08
	2014.05.04	0.70	0.75	0.80	0.35	0.37	0.60	0.79	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	0.20
	2014.06.04	0.80	1.15	1.00	0.34	0.39	0.98	0.87	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	0.38
	2014.07.02	0.48	0.60	0.65	0.31	0.58	0.56	0.87	ND	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	0.28
	2014.08.01	0.80	0.30	0.40	0.34	0.18	0.55	1.56	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	0.18
	2014.09.02	0.69	0.60	0.75	0.31	0.64	0.56	0.95	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	0.26
	2014.10.09	0.54	0.80	0.88	0.37	0.46	0.72	1.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.28
	2014.11.04	0.70	0.75	1.03	0.35	0.65	0.88	0.94	ND	0.20	ND	ND	ND	ND	ND	0.28
	2014.12.03	0.19	0.85	0.78	0.36	0.82	0.60	0.82	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.32

②泾河主要支流

根据 2011～2015 年咸阳市环境监测站在泾河支流三水河上 3 个常规监测断面季度监测数据，2013～2015 年三水河评价结果表明，监测断面氨氮、COD 均未超过《地表水质量标准》III类标准。

根据 2014～2015 年咸阳市环境监测站在泔河上 3 个常规监测断面逐月监测数据统计，监测断面的 COD 全部超标，最大超标倍数 7 倍；2015 年北屯桥断面 NH_3 满足III类水质，其他均超标，最大超标倍数 5.93。根据陕西中测检测科技有限公司于 2017 年 3 月泔河入泾河汇入口上游约 500m 处水质监测，泔河入泾河汇入口处监测断面生化需氧量、总磷、总氮、化学需氧量等 4 项指标超标，其余 19 项指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准。

根据 2016 年陕西省污染减排工程技术研究中心在泾河支流的黑河水质监测，评价表明 COD、挥发酚和石油类超标，其余 14 项指标未检出或未超标。COD 和石油类在 H-2 断面超标，超标倍数分别是 0.105、1.80，挥发酚在 H-3 断面超标，超标倍数为 0.4。

④ 渭河干流

渭河干流 2013～2014 水质评价结果， 2013 年 6～11 月，监测断面满足IV类水标准，1～5 月监测断面均不满足IV类水标准，主要超标指标是化学需氧量。2014 年咸阳铁桥断面除 2 月不满足IV类标准外，其余月份均满足IV类标准；新丰镇断面水质不达标主要出现在 2 月、5 月、6 月、7 月和 8 月，主要超标水质指标为氨氮、化学需氧量，其余月份均满足水功能区划水质目标。

4.7.4 环评水质监测结果分析

环评单位委托咸阳市环境监测站进行了水环境现状监测。

（1）监测断面

地表水水质监测布置 7 个监测断面，断面布设示意图如图 4.7-1。

1）**1#断面**，干流彬县城关镇下游（入库控制断面），反映干流水质（库尾）；

2）**2#断面**，泾河干流三水河入泾河干流断面，反映干流水质（库中）；

3）**3#断面**，旬邑县泾河支流（三水河入泾河口处），反映支流水质（三水河入泾河河口）；

4）**4#断面**，淳化县泾河支流（姜家河入泾河口），反映支流水质（姜家河入泾河河口）；

5）**5#断面**，泾河干流东庄水库坝址（坝前控制断面），反映干流水质（坝前）；

6）**6#断面**，泾河干流张家山断面（减水河段控制断面），反映干流水质（坝下控制断面）；

7）**7#断面**，泾河干流入渭口断面（减水河段控制断面），反映干流水质（入渭口）。

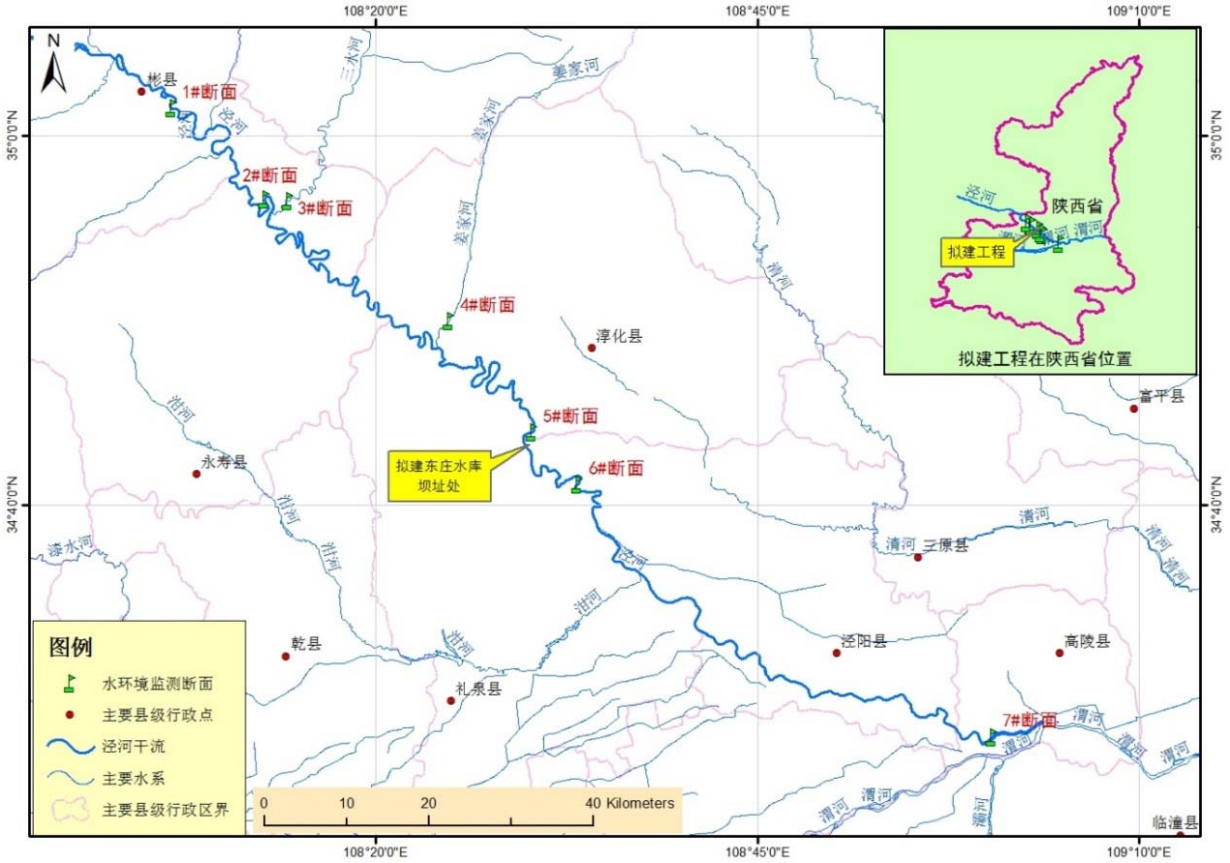


图 4.7-1 东庄水库工程地表水水质现状监测断面布设示意图

（2）监测时段

依据《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-93）要求，进行了丰、平、枯水期三期监测，其中丰水期监测时间 2013 年 9 月；枯水期监测时间 2014 年 1 月；平水期监测时间 2014 年 3 月。

（3）监测项目

鉴于原设计文件中东庄水库具有城镇生活供水功能，库区断面（1#断面～5#断面）水质监测指标 29 项，分别为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的常规监测项目 24 项及集中式生活饮用水地表水源地补充项目 5 项。《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中基本项目：水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD_5）、氨氮（NH_3-N）、总磷（TP）、总氮（TN）、铜（Cu）、锌（Zn）、氟化物（F^-）、硒（Se）、砷（As）、汞（Hg）、镉（Cd）、铬（Cr）、铅（Pb）、氰化物（CN^-）、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物（S^{2-}）和粪大肠菌群，共计 24 项；集中式生活饮用水地表水源地补充项目：硫酸盐（SO_4^{2-}）、氯化物（Cl^-）、硝酸盐（NO_3^-）、铁（Fe^{3+}）和锰（Mn），共计 5 项。

6#断面、7#断面监测《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）常规监测项目 24 项。

（4）评价标准

监测断面水质评价执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

（5）评价方法

同上节。

（6）评价结果

泾河现状水质监测

枯水期水质评价表明，1#断面~7#断面的 BOD_5、总氮、粪大肠菌群超标，其中 BOD_5 超标倍数 0.04～0.14，总氮超标倍数 5.58~6.89，粪大肠菌群超标倍数 1.73~3.60；1#断面~4#断面、7#断面的氨氮超标，超标倍数 0.04~3.01；1#断面总磷超标，超标倍数 0.01；7#断面的硫酸盐超标，超标倍数 0.20。其余断面其它水质指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

平水期水质评价表明，1#断面~7#断面的 BOD_5、总氮、粪大肠菌群超标，其中 BOD_5 超标倍数 0.13～0.18，总氮超标倍数 4.81~6.54，粪大肠菌群超标倍数 1.40~1.90；1#断面~4#断面、6#断面~7#断面的氨氮超标，超标倍数 0.02~1.37；4#断面的硫酸盐超标，

超标倍数 0.20。其余断面其它水质指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

丰水期水质评价表明，1#断面~7#断面的总氮、粪大肠菌群超标，其中总氮超标倍数 1.35~6.96，粪大肠菌群超标倍数 1.70~2.73；1#断面的高锰酸盐指数、BOD_5 超标，其中高锰酸盐指数超标倍数 0.12，BOD_5 超标倍数 0.01。其余断面其它水质指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

4.7.4 泾河干流 2015-2016 年水质监测结果分析

（1）水质资料

鉴于 2013-2014 年的现状评价中，泾河干流水质指标不达标，以及部分指标超标明显，为全面反映工程评价河段现状水质特征，通过收集咸阳环境监测站在泾河干流的杨家沟断面（靠近陕甘控制断面）、香庙乡断面（东庄库区中部）及泾河桥断面（坝下区域）2015～2016 年的逐月水质监测数据，评价泾河干流 2015～2016 年水质特征。

（2）监测项目

水质监测指标包括总磷、硫化物、挥发酚、氰化物（CN^-）、汞（Hg）、六价铬（Cr^{6+}）、铅（Pb）、镉（Cd）、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD_5）、氨氮（NH_3-N）、总磷(TP)、总氮、铜、锌、砷（As）、氟化物（F^-）、氰化物（CN^-）、汞（Hg）、六价铬（Cr^{6+}）、铅（Pb）、镉（Cd）硒、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群等 23 项。

（3）评价标准

执行《地表水环境质量标准》（GB38382002）III类水质标准。

（4）水质评价结果分析

泾河干流杨家沟、香庙乡及泾河桥断面水质监测。

2015～2016 年泾河杨家沟断面的水质超标指标中，总氮超标率为 100.00%（超标倍数 0.67～9.1），粪大肠菌群超标率为 62.5%（超标倍数 0.1～10），总磷超标率为 29.2%（超标倍数 0.02～0.34），石油类超标率为 20.83%（超标倍数 0.20～1.20），BOD_5 超标

率为 41.7%（超标倍数 0.03～2.93），COD 超标率为 37.5%（超标倍数 0.1～3.0），氨氮超标率为 54.2%（超标倍数 0.01～2.86）。可以看出来，2015～2016 年杨家沟断面的主要超标水质指标为总氮和粪大肠菌群，两者的最大超标倍数接近 10 左右。

2015～2016 年香庙乡断面的水质超标指标中，总氮超标率 100%（超标倍数 0.68～7.34），粪大肠菌群超标率 62.50%（超标倍数 0.1～33.00），COD 超标率为 16.67%（标超标倍数 0.05～1.75），BOD_5 超标率为 16.67%（超标倍数 0.23～2.80），石油类超标率为 16.67%（超标倍数 0.2～1.60），氨氮超标率为 8.33%（超标倍数 1.08～2.01），高锰酸盐指数超标率为 4.17%（超标倍数 0.02）。可以看出来，2015～2016 年香庙乡断面的主要超标水质指标为总氮和粪大肠菌群，其中总氮最大超标倍数为 7.34，粪大肠菌群超标倍数高达 33.0。

2015～2016 年泾河桥断面的超标指标包括总氮，超标率为 100.00%（超标倍数 1.83～7.83）；粪大肠菌群，超标率为 58.33%（超标倍数 0.7～69.00）；总磷，超标率为 25.00%（超标倍数 0.08～0.49）；石油类，超标率为 20.83%（超标倍数 0.10～2.00）；BOD_5，超标率为 16.67%（超标倍数 0.05～0.23）；COD，超标率为 16.67%（超标倍数 0.05～0.15）；氨氮，超标率为 8.33%（超标倍数 1.23～1.55）。可以看出来，2015～2016 年泾河桥断面的主要超标水质指标为总氮和粪大肠菌群，其中总氮最大超标倍数为 7.83，粪大肠菌群超标倍数高达 69.0。

综合 2015～2016 年泾河干流的杨家沟、香庙乡、泾河桥断面的水质评价结果，超标水质指标包括总氮、粪大肠菌群、COD、BOD_5、石油类、氨氮、高锰酸盐指数，其中总氮和粪大肠菌群超标严重。

表 4.7-6　泾河杨家沟断面 2015-2016 年水质评价结果

监测时间	COD	氨氮	溶解氧	高锰酸盐指数	BOD_5	挥发酚	氰化物	砷	汞	六价铬	铅	镉	石油类	总磷	总氮	铜	锌	氟化物	硒	阴离子表面活性剂	硫酸盐	粪大肠菌群（个/L）	pH
2015 年 1 月	1.00	1.88	0.48	0.75	1.05	-	-	-	-	0.32	0.20	-	0.60	1.08	9.18	0.00	-	0.71	-	-	0.00	5.40	0.68
2015 年 2 月	0.95	1.81	0.46	0.65	1.03	-	-	-	-	0.28	-	-	0.60	1.33	9.56	-	-	0.22	-	-	0.00	4.90	0.69
2015 年 3 月	0.70	0.60	0.61	0.55	0.80	-	-	-	-	0.48	0.40	0.40	0.60	1.02	7.96	0.00	-	0.66	-	-	0.00	4.60	0.64
2015 年 4 月	0.65	0.88	0.41	0.63	0.73	-	-	-	-	0.24	0.34	0.40	1.00	0.84	5.70	0.01	-	0.91	-	-	0.00	0.34	0.48
2015 年 5 月	0.80	0.50	0.82	0.63	0.85	-	-	-	-	0.28	0.52	0.40	1.00	1.34	6.49	0.01	-	0.84	-	-	0.00	1.70	0.05
2015 年 6 月	0.60	0.89	0.88	0.62	0.70	-	-	-	-	0.30	-	0.20	-	1.05	3.44	-	-	0.56	-	-	0.00	0.22	0.67
2015 年 7 月	0.60	0.31	0.75	0.77	0.66	-	-	-	-	0.30	0.20	-	0.40	1.16	4.91	0.00	-	0.66	-	-	0.00	5.40	0.04
2015 年 8 月	0.85	0.19	0.75	0.92	0.90	-	-	-	-	0.32	0.40	0.40	0.40	0.95	3.89	0.00	-	0.59	-	-	0.00	1.80	0.65
2015 年 9 月	2.85	3.86	0.64	1.60	3.35	-	-	-	-	0.38	0.40	0.60	0.40	0.87	6.24	0.00	-	0.82	-	-	0.00	1.30	0.63
2015 年 10 月	0.80	0.24	0.66	0.88	0.88	-	-	-	-	0.54	0.40	0.80	1.00	0.47	4.06	0.01	-	0.56	-	-	0.00	11.00	0.66
2015 年 11 月	0.90	0.77	0.35	0.77	0.95	-	-	-	-	0.28	0.40	0.80	0.40	0.62	6.04	0.00	-	0.72	-	-	0.00	0.43	0.63
2015 年 12 月	0.70	1.61	0.37	0.67	0.83	-	-	-	-	0.28	0.20	0.40	0.40	0.62	6.06	-	-	0.59	-	-	0.00	0.43	0.66
2016 年 1 月	0.90	1.56	0.08	0.83	0.90	-	-	-	-	0.38	-	-	0.40	0.61	6.48	0.00	-	0.79	-	-	0.00	0.94	0.55
2016 年 2 月	0.80	1.11	0.06	0.77	0.85	-	-	-	-	0.30	-	-	0.40	0.70	6.28	0.00	-	0.79	-	-	0.00	0.70	0.58
2016 年 3 月	1.00	2.99	0.26	0.75	1.05	-	-	-	-	0.36	-	-	-	0.53	6.39	0.00	-	0.51	-	-	0.00	0.94	0.68
2016 年 4 月	1.10	1.33	0.52	0.78	1.18	-	-	-	-	0.40	-	-	0.68	0.29	6.45	-	-	0.49	-	-	0.00	1.70	0.72
2016 年 5 月	0.60	1.01	0.24	0.30	0.83	-	-	0.05	-	0.38	-	0.20	1.38	0.52	1.67	-	-	0.46	-	-	0.00	2.80	0.73
2016 年 6 月	1.20	0.56	0.69	0.42	1.25	-	-	0.07	0.90	0.24	0.20	-	1.20	0.76	3.52	-	-	0.82	-	-	0.00	1.70	0.60
2016 年 7 月	4.00	0.53	0.71	2.17	3.93	-	-	0.06	-	0.28	-	0.40	2.20	0.25	4.91	-	-	0.92	-	-	0.00	7.00	0.57
2016 年 8 月	1.00	1.70	0.75	0.32	1.13	-	-	0.06	-	0.22	-	-	1.60	0.46	4.58	-	-	0.68	-	-	0.00	0.34	0.77
2016 年 9 月	1.25	1.58	0.66	0.38	1.45	0.06	-	0.07	-	0.30	-	-	0.80	0.43	5.66	-	-	0.91	-	-	0.00	1.70	0.68
2016 年 10 月	1.20	1.31	0.67	1.08	1.10	0.06	-	0.03	-	0.16	-	-	0.20	1.12	10.10	-	-	1.15	-	-	0.00	1.10	0.56
2016 年 11 月	0.85	0.88	0.16	0.80	0.75	-	-	0.04	-	0.12	-	-	-	0.33	5.46	-	-	0.75	-	-	-	2.40	0.86
2016 年 12 月	0.55	1.82	0.18	0.32	0.58	-	-	0.09	-	0.18	0.18	0.80	-	0.97	5.50	-	-	0.93	-	-	0.00	0.26	0.69

表 4.7-7 泾河香庙乡断面 2015-2016 年水质评价结果

监测时间	pH	溶解氧	高锰酸盐指数	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	铜	锌	氟化物	硒	砷	汞	镉	六价铬	铅	氰化物	挥发酚	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群
2015 年 1 月	0.60	0.66	0.67	0.80	0.80	0.68	0.88	7.20	0.00	ND	0.45	ND	ND	ND	ND	0.32	0.40	ND	ND	0.80	ND	0.00	1.70
2015 年 2 月	0.60	0.64	0.70	0.80	0.90	0.30	0.89	5.69	ND	ND	0.52	ND	ND	ND	ND	0.34	ND	ND	ND	0.40	ND	0.00	1.70
2015 年 3 月	0.54	0.58	0.67	0.95	1.00	0.61	0.85	7.79	0.01	0.22	0.80	ND	ND	ND	0.20	0.36	0.40	ND	ND	0.60	ND	0.00	2.70
2015 年 4 月	0.65	0.32	0.60	0.55	0.70	0.64	0.84	3.74	0.01	ND	0.87	ND	ND	ND	0.20	0.24	0.36	ND	ND	0.60	ND	0.00	0.63
2015 年 5 月	0.67	0.58	0.55	0.80	0.85	0.54	0.95	5.95	0.01	ND	0.84	ND	ND	ND	0.20	0.22	0.24	ND	ND	1.20	ND	0.00	5.40
2015 年 6 月	0.70	0.62	0.70	0.75	0.78	0.84	0.89	3.64	0.00	ND	0.65	ND	ND	ND	0.20	0.22	0.20	ND	ND	ND	ND	0.00	0.21
2015 年 7 月	0.65	0.43	0.92	0.85	0.91	0.19	0.95	3.89	0.00	ND	0.59	ND	ND	ND	0.40	0.32	0.40	ND	ND	0.40	ND	0.00	1.80
2015 年 8 月	0.52	0.76	0.77	0.90	0.95	0.74	0.92	3.43	ND	ND	0.48	ND	ND	ND	ND	0.24	ND	ND	ND	ND	ND	0.00	0.22
2015 年 9 月	0.61	0.47	0.93	0.70	0.75	0.97	0.88	3.15	0.00	ND	0.79	ND	ND	ND	0.20	0.08	0.20	ND	ND	0.40	ND	0.00	5.00
2015 年 10 月	0.57	0.62	0.88	0.80	0.88	0.23	0.52	1.68	0.01	ND	0.74	ND	ND	ND	0.20	0.46	0.40	ND	ND	0.40	ND	0.00	34.00
2015 年 11 月	0.60	0.38	0.60	0.55	0.68	0.48	0.54	4.59	0.01	ND	0.64	ND	ND	ND	0.60	0.18	0.40	ND	ND	0.40	ND	0.00	0.21
2015 年 12 月	0.59	0.63	0.72	0.85	0.93	0.95	0.55	5.63	0.00	ND	0.66	ND	ND	ND	0.80	0.36	0.80	ND	ND	ND	ND	0.00	1.10
2016 年 1 月	0.44	0.47	0.73	0.65	0.80	0.90	0.44	7.16	0.01	ND	0.70	ND	ND	ND	0.40	0.34	0.20	ND	ND	ND	ND	0.00	0.11
2016 年 2 月	0.45	0.43	0.67	0.60	0.70	0.89	0.48	7.29	0.01	ND	0.70	ND	ND	ND	0.40	0.30	ND	ND	ND	ND	ND	0.00	0.21
2016 年 3 月	0.49	0.35	0.57	0.50	0.65	0.83	0.26	7.25	0.00	ND	0.58	ND	ND	ND	ND	0.36	0.40	ND	ND	ND	ND	0.00	0.14
2016 年 4 月	0.74	0.33	0.58	0.65	0.83	0.84	0.55	7.69	ND	ND	0.49	ND	ND	ND	ND	0.50	0.40	ND	ND	0.54	ND	0.00	0.63
2016 年 5 月	0.45	0.51	1.02	2.75	3.80	2.08	0.21	6.36	ND	ND	0.72	ND	0.08	ND	ND	0.54	ND	ND	ND	1.40	ND	0.00	2.80
2016 年 6 月	0.41	0.40	0.40	0.75	0.70	0.47	0.45	6.61	ND	ND	0.88	ND	0.10	ND	0.20	0.20	ND	ND	ND	0.60	ND	0.00	0.26
2016 年 7 月	0.85	0.41	0.88	2.50	2.50	0.66	0.32	5.26	ND	ND	0.92	ND	0.06	ND	0.60	0.42	0.20	ND	ND	2.40	ND	0.00	1.10
2016 年 8 月	0.55	0.87	0.52	0.80	0.88	0.76	0.24	5.91	ND	ND	0.54	ND	0.07	ND	ND	0.32	ND	ND	ND	2.60	ND	0.00	7.90
2016 年 9 月	0.30	0.32	0.42	0.75	0.80	0.37	0.71	6.70	ND	ND	0.67	ND	0.08	0.70	ND	0.28	0.34	ND	ND	ND	ND	0.00	3.30
2016 年 10 月	0.64	0.39	0.48	0.75	0.70	0.83	0.68	6.12	ND	ND	0.74	ND	0.10	ND	ND	0.14	ND	ND	ND	0.80	ND	ND	1.40
2016 年 11 月	0.79	0.51	0.75	1.05	1.28	0.38	0.38	2.45	ND	ND	0.81	ND	0.06	ND	ND	0.10	ND	ND	ND	ND	ND	0.00	18.00
2016 年 12 月	0.82	0.34	0.25	1.10	1.23	3.01	0.60	8.34	ND	ND	0.76	ND	0.11	ND	0.40	0.26	0.70	ND	ND	ND	0.65	ND	17.00

备注：上表数值为各断面水质指标的标准指数，ND 表示低于检测线；加黑表示超标。

表 4.7-8 泾河大桥 2015-2016 年水质评价结果

监测时间	pH	溶解氧	高锰酸盐指数	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	铜	锌	氟化物	硒	砷	汞	镉	六价铬	铅	氰化物	挥发酚	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群
2015 年 1 月	0.24	0.68	0.77	1.05	1.05	0.76	1.08	7.89	0.00	ND	0.54	ND	ND	ND	ND	0.34	0.40	ND	ND	0.40	ND	0.00	2.40
2015 年 2 月	0.50	0.63	0.70	0.80	0.88	0.43	1.15	7.62	0.01	ND	0.58	ND	ND	ND	ND	0.38	ND	ND	ND	0.60	ND	0.00	1.70
2015 年 3 月	0.70	0.51	0.73	1.15	1.18	0.56	0.87	7.65	0.01	ND	0.69	ND	ND	ND	ND	0.32	0.40	ND	ND	0.60	ND	0.00	2.10
2015 年 4 月	0.73	0.30	0.62	0.60	0.70	0.26	0.95	5.68	0.01	ND	0.75	ND	ND	ND	ND	0.20	0.36	ND	ND	1.00	ND	0.00	0.63
2015 年 5 月	0.58	0.74	0.60	0.65	0.73	0.53	0.90	5.29	0.01	ND	0.66	ND	ND	ND	ND	0.22	0.46	ND	ND	0.80	ND	0.00	1.20
2015 年 6 月	0.75	0.65	0.67	0.70	0.78	0.50	1.09	4.24	0.00	ND	0.75	ND	ND	ND	0.20	0.20	0.20	ND	ND	0.60	ND	0.00	0.46
2015 年 7 月	0.68	0.56	0.77	0.60	0.65	0.08	0.85	2.83	ND	ND	0.79	ND	ND	ND	0.40	0.30	0.20	ND	ND	0.60	ND	0.00	5.00
2015 年 8 月	0.18	0.26	0.72	0.80	0.85	0.96	0.89	4.38	ND	ND	0.64	ND	ND	ND	ND	0.28	0.40	ND	ND	0.40	ND	0.00	6.30
2015 年 9 月	0.59	0.48	0.72	0.80	0.90	0.88	0.48	4.04	0.00	ND	0.76	ND	ND	ND	ND	0.34	0.20	ND	ND	0.40	ND	0.00	1.40
2015 年 10 月	0.58	0.58	0.75	0.55	0.69	0.62	0.42	4.65	0.01	ND	0.60	ND	ND	ND	0.20	0.46	0.40	ND	ND	0.80	ND	0.00	70.00
2015 年 11 月	0.63	0.73	0.67	0.70	0.80	0.30	1.17	6.14	0.00	ND	0.80	ND	ND	ND	0.20	0.14	0.40	ND	ND	0.60	ND	0.00	0.33
2015 年 12 月	0.62	0.37	0.53	0.45	0.55	0.84	1.15	6.06	ND	ND	0.72	ND	ND	ND	ND	0.36	ND	ND	ND	0.40	ND	0.00	0.27
2016 年 1 月	0.69	0.63	0.65	0.50	0.70	0.97	0.47	7.80	0.00	ND	0.64	ND	ND	ND	0.40	0.40	0.40	ND	ND	ND	ND	0.00	0.35
2016 年 2 月	0.49	0.59	0.68	0.65	0.75	0.84	0.53	7.65	0.00	ND	0.61	ND	ND	ND	0.40	0.34	0.40	ND	ND	ND	ND	0.00	0.27
2016 年 3 月	0.57	0.25	0.68	0.80	0.90	0.97	0.34	8.83	ND	ND	0.64	ND	ND	ND	ND	0.32	ND	ND	ND	0.60	ND	0.00	0.14
2016 年 4 月	0.78	0.26	0.72	0.95	0.98	0.64	0.72	7.25	ND	ND	0.65	ND	ND	ND	0.40	0.34	0.40	ND	ND	1.78	ND	0.00	0.70
2016 年 5 月	0.76	0.05	0.47	0.90	1.00	2.55	0.43	5.40	ND	ND	0.69	ND	0.07	ND	0.80	0.50	0.60	ND	ND	1.10	ND	0.00	2.20
2016 年 6 月	0.79	0.19	0.50	1.00	1.13	0.56	0.20	5.90	ND	ND	0.73	ND	0.06	0.60	ND	0.16	ND	ND	ND	1.20	ND	0.00	0.14
2016 年 7 月	0.83	0.26	0.53	1.10	1.23	0.20	0.50	6.81	ND	ND	0.92	ND	0.08	ND	0.60	0.38	0.20	ND	ND	2.40	ND	0.00	9.20
2016 年 8 月	0.81	0.43	0.47	0.75	0.50	0.19	1.49	4.69	ND	ND	0.71	ND	0.05	0.41	ND	0.26	0.20	ND	ND	3.00	ND	0.00	0.63
2016 年 9 月	0.80	0.04	0.77	0.85	0.25	0.98	0.76	4.31	ND	ND	0.84	ND	0.08	ND	ND	0.16	ND	ND	ND	ND	ND	0.00	1.70
2016 年 10 月	0.92	0.21	0.50	0.65	0.60	0.87	0.54	5.72	ND	ND	0.55	ND	0.07	ND	ND	0.12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.90
2016 年 11 月	0.86	0.22	0.35	0.80	0.60	0.88	0.67	4.06	ND	ND	0.81	ND	0.07	ND	0.80	0.20	0.38	ND	ND	ND	ND	ND	22.00
2016 年 12 月	0.78	0.36	0.48	1.05	0.83	2.23	0.85	6.74	ND	ND	0.68	ND	0.09	ND	0.20	0.26	ND	ND	ND	ND	0.45	ND	17.00

备注：上表数值为各断面水质指标的标准指数，ND 表示低于检测线；加黑表示超标。

4.7.5 水质变化趋势及可达性分析

（1）水质变化趋势

鉴于目前泾河干流水质不能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，需结合长系列资料分析泾河干流水质演变特征及水质可达性。根据陕西环境保护部门、水利部门在泾河设置的水质监测断面数据，其中环境保护部门监测资料包括 2006～2011、2015～2016，水利部门监测资料 2011～2014，主要评价水质指标包括溶解氧（DO）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）、总氮（TN）、石油类、总磷（TP）、氨氮（NH_3-N）等。

2006-2016 年的水质变化资料，可以看出，COD_{Mn}、DO 呈现波动下降态势，其中 COD_{Mn} 在 2006～2013 年呈现明显下降趋势；BOD_5 呈现出 2006～2009 年、2009～2011 年和 2012～2014 年上升；DO 呈现波动变化态势，2008～2010 年、2011～2012 年呈现缓慢上升趋势。TP、石油类指标呈现波动下降变化趋势，TN 总体呈现升高趋势。为进一步说明上述水质指标达标情况，利用超标倍数分析水质变化特征，其中 COD_{Mn}、TP 总体呈现不断降低态势，2010～2014 年均能够满足水质目标，而 BOD_5、石油类呈现波动变化态势，TN 呈不断增加态势。

综上所述，2006～2016 年泾河主要超标指标中 BOD_5、COD_{Mn}、TN、石油类、TP 呈现不同变化态势，其中 BOD_5、COD_{Mn}、石油类、TP 整体呈现不断降低态势，TN 呈现不断增加态势。

泾河干流 2011～2016 年的枯水期、平水期、丰水期水质资料。枯水期、丰水期、平水期的主要超标水质指标为 COD、BOD_5、TN、石油类、氨氮，其中 COD 年均超标倍数呈现出枯水期>平水期>丰水期，BOD_5 年均超标倍数呈现出枯水期>丰水期>平水期，TN 年均超标倍数呈现出平水期>枯水期>丰水期，石油类年均超标倍数呈现出丰水期>枯水期>平水期，氨氮年均超标倍数呈现出丰水期>枯水期>平水期。

（2）甘陕断面水质特征

根据泾河水质评价结果，水质不能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，为进一步分析泾河干流水质超标原因，根据甘

肃环境保护部门在泾河甘陕控制断面-长庆桥断面 2012～2015 年水质监测资料（甘肃省环境状况公报），2012～2015 年水质评价结果。可以看出，2012 年、2013 年长庆桥断面均不满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，主要超标水质指标包括化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮，随着甘肃区域水污染控制实施，2014 年、2015 年断面水质指标满足III类水质标准。

为进一步分析陕甘断面（入境断面）、陕西境内水质变化特征，根据咸阳市环境监测站 2015～2016 年在杨家沟村（长宁大桥）断面、香庙乡断面、西铜高速泾河桥断面的水质资料，其中杨家沟村（长宁大桥）断面位于陕甘控制断面下游数公里，反映入境断面水质，香庙乡断面、西铜高速泾河桥断面反映东庄库区、坝下断面水质。不同断面水质平均值可以看出，香庙乡断面在 3 月、5 月、6 月、8 月、12 月 TN 浓度高于杨家沟村（长宁大桥）断面，泾河桥断面在 1 月、3 月、4 月、5 月、6 月、8 月、12 月的 TN 浓度高于杨家沟村（长宁大桥）断面，表明 TN 超标与陕甘断面来水有关，也与陕西境内的水污染有关。

为进一步识别陕甘断面总氮超标原因，报告书中通过收集 2013～2015 年甘肃水资源公报，评价河段中，汛期水质要优于全年、非汛期，2013 年汛期超标指标是 COD，2014、2015 年汛期均满足水质目标要求；2013 年全年、汛期、非汛期的超标指标均为 COD_{Mn}，2014 年非汛期超标指标是 COD_{Mn}，2015 年全年、非汛期超标指标均是氨氮。

根据 2014～2016 年甘肃水功能区考核资料，2014 年评价水功能区中，泾河甘陕缓冲区的氨氮超标（超标倍数 2.47）、泾河崆峒、泾川工业、农业用水区的氨氮(超标倍数 0.85)、化学需氧量超标(超标倍数 1.46)，泾河泾川、宁县农业用水区的氨氮(超标倍数 0.7)、化学需氧量超标(超标倍数 1.45)；2015 年泾河甘陕缓冲区的氨氮超标(超标倍数 4.11)、泾河崆峒、泾川工业、农业用水区的氨氮(超标倍数 0.85)、化学需氧量超标(超标倍数 1.46)，泾河泾川、宁县农业用水区的氨氮(超标倍数 0.89)；2016 年泾河甘陕缓冲区、泾河崆峒、泾川工业、农业用水区和泾河泾川、宁县农业用水区的氨氮均超标，超标倍数分别是 9.04、1.72 和 2.0。评价表明，甘肃区域氨氮超标严重，也表明总氮超标严重，需要采取必要的措施减少氨氮、总氮排放量。

鉴于目前泾河干流总氮、氨氮等超标严重，可能成为东庄水库运行后的主要水质污染风险指标，需要采取总氮、氨氮控制措施，而《泾河流域陕西段水污染防治规划》没有考虑泾河总氮控制指标要求，需要在落实区域工业污染源、城镇污水处理厂、农业面源污染等控制措施的基础上，进一步完善《泾河流域陕西段水污染防治规划》，通过对区域的点源、面源污染综合治理，减少总氮排放量。

（3）水库库尾入库污染负荷分析

根据泾河陕甘控制断面、泾河景村水文站监测断面（入库控制断面）的2013-2014年逐月水质监测资料，结合陕甘断面、景村断面水量数据，分析不同典型年（枯水年、平水年、丰水年）的污染负荷构成。通过不同水平年的陕甘断面与景村断面污染负荷比例可以看出，景村断面的COD_{Mn}负荷中陕甘断面贡献比例范围48.4～63.3%，平均为53.4%，COD负荷中陕甘断面贡献比例范围30.6～37.4%，平均为31.7%；BOD_5负荷中陕甘断面贡献比例范围76.3～80.4%，平均为77.8%；TN负荷中陕甘断面贡献比例范围45.5～64.1%，平均为53.8%，上述污染负荷表明，东庄水库污染负荷中BOD_5主要来源于甘肃区域，COD_{Mn}、TN甘肃区域和陕西区域贡献比较接近，COD负荷主要来源于陕西区域。

根据陕甘控制断面以上区域的《庆阳市水污染防治工作方案》（庆政发〔2016〕11号）、《甘肃庆阳市水污染防治2016年度工作方案》（庆政发〔2016〕12号），“十二五”期间，区域以贯彻落实国家重点流域水污染防治规划为重点，全面推进重点流域水污染防治项目实施，截止2015年底纳入国家规划的15个治理项目中已完成5个、在建3个、前期5个，完成投资2.06亿元；加强重点污染源环境监管，对重点污染源进行监督检查；加强建设项目环境管理，严格控制高消耗、高污染企业上马，有效防止新污染源产生。庆阳市2014年全市监测12个断面中，水质评价为II类的监测断面2个，占监测断面总数16.7%；水质III类监测断面3个，占监测断面总数的25%；水质IV类监测断面5个，占监测断面总数的41.7%；水质V类监测断面2个，占监测断面总数的16.7%。2015年底，区域的马莲河、蒲河综合污染指数分别为0.52和0.5，较2010年分别下降39.1 %和3.8%；马莲河省控及市控断面超标因子主要为化学需氧量和六价铬（主要是流域地质环境因素造成），境内5条河流14个地表水考核断面水质优良比例达到64.3% ，劣V类断面比例为14.3%。

针对区域生活污水排放已占到全市总排污量80%以上，境内主要城镇环保基础设施建设相对滞后，突出表现为污水收集率低、污水处理率低、污水处理厂正常运转率低、城镇污水回用率低和污水处理标准低等；面源污染严重，农村环境污染日趋加剧问题。庆阳市提出以改善水环境质量为核心，大力推进水污染综合整治，重点对不达标水体进行综合治理，通过实施一批水污染治理项目，切实改善区域水环境治理，集中治理工业集聚区水污染。督促各类新建、升级的工业集聚区、经济技术开发区、产业园区开展规划环评，同步规划建设污水、垃圾集中处理等污染治理设施。

（4）水质可达性分析

为有效控制陕西境内渭河流域水污染（包括泾河流域），陕西省先后制定、实施一系列水污染防治规划和相应的规章制度，用于指导、监督流域水污染防治措施的落实和水污染控制目标的实现，主要包括《渭河流域水污染防治三年行动方案（2012-2014 年）》（陕政办发〔2011〕116 号）、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017 年)》（陕政办发〔2015〕38 号）、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）等。同时，上游甘肃境内实施《甘肃省水污染防治工作方案（2015-2050 年）》（甘政发〔2015〕103 号）、《庆阳市水污染防治工作方案》（庆政发〔2016〕11 号）、《平凉市水污染防治工作方案》（平政发〔2016〕31 号）等，进一步巩固甘肃区域水污染防治成效。

① 渭河流域水污染防治三年行动方案（2012-2014 年）

根据《渭河流域水污染防治三年行动方案（2012-2014 年）》（陕政办发〔2011〕116 号），西安、咸阳、渭南、铜川等分别制定了《西安市渭河流域水污染防治三年行动方案（2012-2014 年）》、《咸阳市渭河流域水污染防治三年行动方案（2012-2014 年）》、《渭南市渭河流域水污染防治三年行动实施方案》（渭政办发〔2012〕10 号》、《铜川市渭河流域水污染防治三年行动方案（2012－2014 年）》等进一步细化流域水污染控制措施。

通过《渭河流域水污染防治三年行动方案（2012-2014 年）》实施，流域新建扩建污水处理厂 49 座，对 45 座污水处理厂进行提标改造，新增污水处理能力 146 万吨/日；淘汰关闭重污染、高排放企业 33 家，大力推进农村环境连片整

治，农村面源污染和畜禽养殖污染得到有效控制；突出对皂河、小韦河、新河等重点污染支流治理，促进了渭河干流水质的改善。

② 渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）

《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》要求咸阳市的泾河、漆水河、三水河，铜川市的石川河等 12 条渭河一级支流入渭断面水质全部达到功能区要求；城市建成区污水实现全收集和全处理；2017 年，市（区）、县城和工业集中区再生水利用率分别达到 25%、15%和 30%；高效配置生活、生产和生态水，采取闸坝联合调度、生态补水等措施，合理安排闸坝下泄水量和泄流时段，保障枯水期生态流量。西安市、咸阳市、渭南市、铜川市等分别制定《西安市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（市政办发〔2015〕40 号）、《咸阳市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（咸政办发〔2015〕87 号）、《铜川市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（铜政办发〔2015〕49 号）、《渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（渭政办发〔2015〕106 号）等，进一步细化区域水污染治理措施。目前，相关地市正在按照相关规划要求落实相关污染防治措施。

③《陕西省水污染防治工作方案》

2015 年《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）提出到 2020 年，关中地区的渭河干流宝鸡、杨凌断面基本达到III类水质，支流均达到或优于IV类水质；渭河支流均达到或优于V类水质；到 2030 年，关中地区的渭河干流断面力争达到III类水质，支流均达到或优于IV类水质。主要污染防治措施包括工业污染源控制（新建、改建、扩建上述行业建设项目实行污染物排放等量或减量置换；集中治理工业集聚区）、城镇生活污染治理（污水处理厂、雨污分流、人工湿地等）、农业面源污染控制（畜禽养殖禁养区、农业面源污染、农村环境综合整治）、产业结构调整、用水总量控制、江河湖库水量调度管理等。西安市、咸阳市、铜川市、渭南市等分别针对区域水污染和水环境问题，制定《西安市水污染防治工作方案》（市政办发〔2016〕64 号）、《咸阳市水污染防治实施方案》（咸政发〔2016〕19 号）、《铜川市水污染防治工作实施方案》（铜政发〔2016〕25 号）、《渭南市水污染防治工作落实方案》等。实施《陕西省水污染防治 2016 年度工作方案》（陕政办发〔2016〕41 号）、《陕西省水污染防治

2017 年度工作方案》（陕政办发〔2017〕17 号）等，推进城镇污水处理设施及配套管网建设，加快城镇再生水综合利用，整治城市黑臭水体；农业农村污染防治，控制农业面源污染，防治畜禽养殖污染，深入开展农村环境综合整治；控制用水总量，加强城镇节水，提高用水效率，开展生态流量试点。

④《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》

依据国家“水十条”、陕西省“水十条”及《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案》等要求，泾河入渭断面水质 2020 年前达到功能区要求，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，2016 年陕西省编制和实施《泾河流域陕西段水污染防治规划》，对泾河流域陕西段水污染防治工作进行安排布署，规划提出东庄水库上游污染防控区以水源涵养、生态保护及水污染预防、氮磷污染控制为主；水库下游污染治理区，以水污染治理为主；东庄水库水源保护区，以禁止、限制工业污染项目建设为主，鼓励开展库区周边退耕还林等生态保护建设、面源污染控制等。通过规划实施，规划近、远期的 COD、氨氮排放量均满足总量控制目标要求，且 COD、氨氮排放量持续下降，与现状排量比较 COD 静态削减率分别为 8.1%和 14.0%；氨氮静态削减率分别为 1.65%和 3.28%。控制单元 COD、氨氮排放量满足总量控制要求，且水质满足水功能区划水质目标。

⑤甘肃区域水污染防治工作方案

庆阳市地处甘肃省东部，石油、煤炭、天然气等矿产资源富集，是甘肃乃至西北地区重要的石油天然气化工基地，是长庆油田主产区。根据甘肃省人民政府甘政函〔2008〕87 号文件，批准庆阳市建设 16 个工业集中区，明确庆阳市工业集中区综合定位：宁县、正宁及西南部镇原重点建设煤炭、煤电、煤化工基地；中部西峰重点建设石油炼化、精细化工、医药和农副产品加工基地；北部环县、庆城、华池及东部的合水重点建设煤化工、建材、中药材和特色农副产品加工基地。区域废水排放总量 2573.99 万吨，其中工业废水排放量 277.37 万吨，生活污水排放量 2289.53 万吨。为有效的控制泾河水污染和改善河流水质，《甘肃省水污染防治工作方案》（甘政发〔2015〕103 号）提出 2020 年泾河水系考核断面水质优良比例达到 84.62%，泾河出境断面长庆桥水质 2020 年满足满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

《庆阳市水污染防治工作方案》（庆政发（2016）11 号）提出到 2020 年，境内泾河主要支流-马莲河、蒲河等流域考核断面水质优良（达到或优于III类）比例达到 71.4%以上，实施工业集聚区水污染控制、城镇污水处理设施建设与改造、农业农村污染防治、循环经济等措施，2020 年市区、县城污水处理率分别达到 95%、85%左右，实现农药、化肥使用量零增长，主要农作物病虫绿色防控覆盖率达到 30%以上，化肥利用率达到 40%，测土配方施肥技术推广覆盖率达到 95%。经过落实区域污染源控制，庆阳市区域水污染将会得到有效控制，但区域面临石油、煤炭、天然气等高速发展阶段产生的水质改善压力。

鉴于目前泾河干流 2014 年现状水质尚未满足上述要求，需要从两方面开展流域水污染控制工作。首先，进一步加大陕西境内流域水污染治理力度，严格落实《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（陕政办发〔2015〕38 号）、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）、《陕西省人民政府关于承诺开展泾河流域（陕西段）水污染防治的函》（陕政函〔2016〕45 号）、《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》（陕政函〔2016〕262 号）、《咸阳市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（咸政办发〔2015〕87 号）、《西安市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（市政办发〔2015〕40 号）、《铜川市渭河流域水污染防治巩固提高暨综合整治三年行动方案（2015-2017 年）》（铜政办发〔2015〕49 号）等相关要求，以满足水质目标。同时，严格落实《水污染防治行动计划》(国发〔2015〕17 号)、《甘肃省水污染防治工作方案（2015-2050 年）》（甘政发〔2015〕103 号）、《庆阳市水污染防治工作方案 2015-2050》（庆政发〔2016〕11 号）、《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030 年)》（国函〔2010〕39 号）、《甘肃省加快实施最严格水资源管理制度试点方案》（甘政办发〔2013〕6 号）、《甘肃省实行最严格水资源管理制度考核办法》(甘政办发〔2014〕121 号)、《重点流域水污染防治规划(2016-2020 年)》（环水体〔2017〕142 号）等关于陕甘控制断面水质考核的相关要求，庆阳市需要全面落实甘肃省、庆阳市等水污染防治工作方案（包括点源、面源），消减污染物排放量，保障水功能区水质达标。

综合泾河干流水质 2006～2016 年监测资料，2006～2014 年主要超标指标包括 BOD_5、总氮、石油类、TP 等，2015 年主要超标指标为总氮，BOD_5，2016

年主要超标指标包括总氮，泾河干流的 BOD_5、石油类、TP 整体呈现不断降低态势，基本满足水质目标要求，但是总氮呈现增加态势，需要全面落实甘肃、陕西区域的水污染防治措施，以及强化区域总氮污染源控制措施（污水处理厂脱氮、农业面源污染控制等）的前提下，综合采取措施保障 2030 年泾河干流水质满足水功能区划水质目标要求。

4.8 受水区地表水水环境现状调查与评价

4.8.1 水功能区划

东庄水库受水区涉及泾河、石川河及渭河流域的一部分。受水区所在的泾河流域、石川河流域及渭河流域所属河流水质目标见表 4.8-1。受水区主要河流的水质监测断面见图 4.8-1。

表 4.8-1　受水区功能区划及水质目标

流域	河流	一级功能区名称	二级功能区名称	起始断面	终止断面	长度（km）	水质目标
泾河流域	泾河	咸阳市开发利用区	泾阳工业、农业用水区	东庄	入渭口	87.5	III
石川河流域	沮河	耀州开发利用区	耀州农业用水区	桃曲坡水库大坝	入石川河口	14.0	IV
	清峪河	/	三原农业用水区	三原西郊水库	入石川河口	51.9	III
	石川河	耀州、富平开发利用区	铜川过渡区	黄堡	沮河入口	15.3	IV
			富平农业用水区	沮河入口	朱家铁路桥	40.8	IV
			富平工业农业用水区	朱家铁路桥	入渭口	33.0	IV
渭河流域	渭河	宝鸡至渭南开发利用区	咸阳景观用水区	咸阳公路桥	铁路桥	3.8	IV
			咸阳排污控制区	铁路桥	沣河入口	5.4	
			咸阳西安过渡区	沣河入口	210 国道	19.0	
			临潼农业用水区	210 国道	雾河入口	56.4	
			渭南农业用水区	雾河入口	王家城子	96.8	

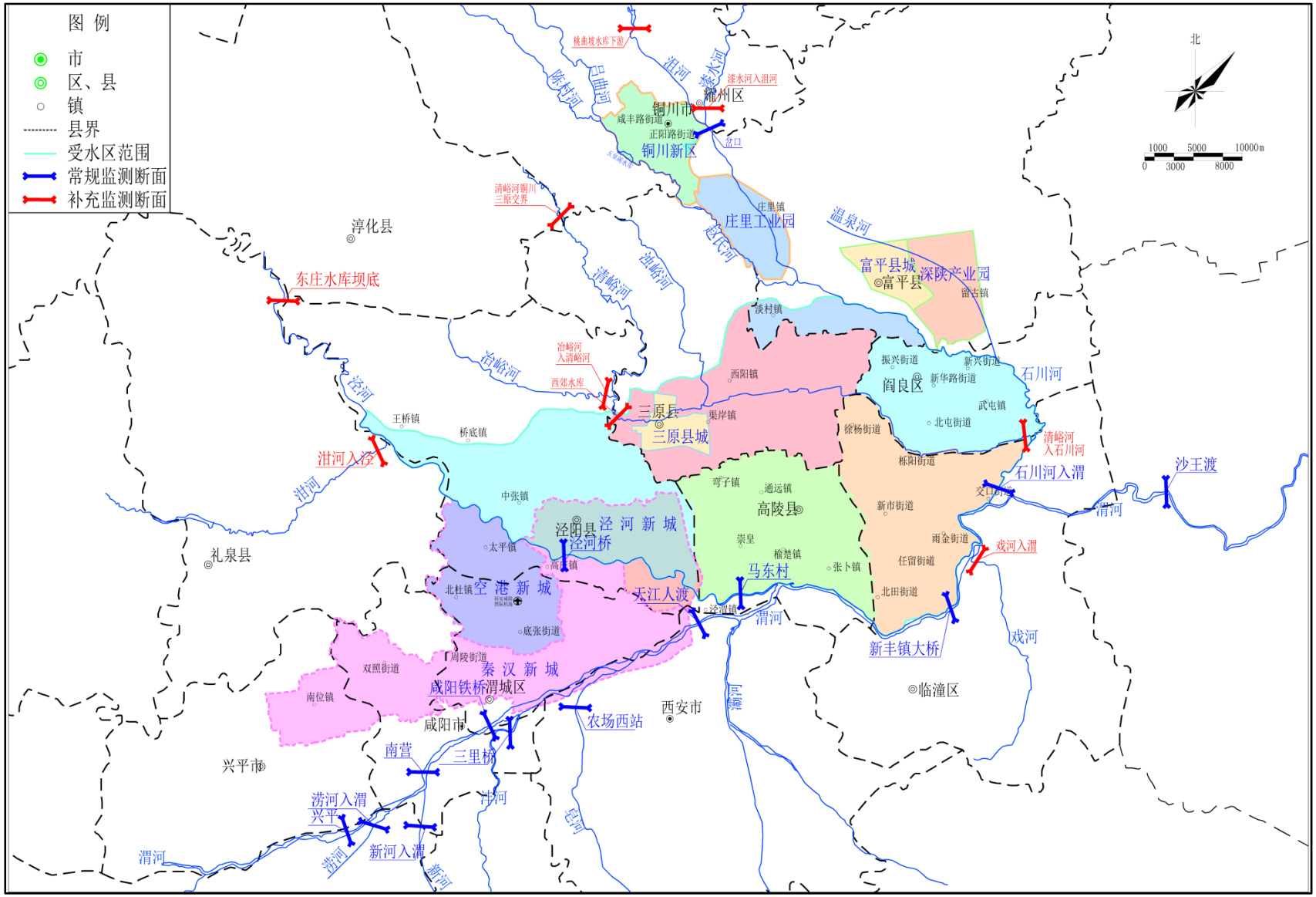


图 4.8-1　东庄水库受水区水质监测断面

4.8.2 受水区污染源

（1）工业源

根据调查，泾河流域内工业企业共计 104 家，石川河流域内工业企业共计 181 家，渭河流域内工业企业共计 198 家。

泾河流域以金属制品、非金属矿物制品、医药制造行业为主；石川河流域以食品制造业、医药制造业、非金属矿物制品业为主；渭河流域以医药制造业、非金属矿物制品业制造业为主。

2015 年泾河流域工业废水排放量 285.82 万 m^3，石川河流域工业废水排放量 317.58 万 m^3，渭河流域工业废水排放量 4405.22 万 m^3。泾河流域工业 COD 排放量 627.46t，氨氮排放量 41.75t；石川河流域工业 COD 排放量 723.03t，氨氮排放量量 39.81t；渭河流域工业 COD 排放量 12847.65t，氨氮排放量 642.72t。**（2）城镇生活源**

受水区的行政区均已建城市生活污水处理厂，生活污水经管网收集后进入污水处理厂处理后排放。由于城市生活污水不能全部收集，还有一部分未经处理直接进入河流。城市生活污染源污染物排放为污水处理厂处理后排放量以及未收集处理水量污染物排放量的总和。

2015 年泾河流域生活源 COD 排放量 1208.49t、氨氮排放量 137.61t，其中未经处理城市生活污水量占排水量的 9.29%。石川河流域内生活源 COD 排放量 1713.32t、氨氮排放量 190.56t，其中未经处理的城市生活污水量占总排水量的 14.03%。渭河流域内现状生活源污染物 COD 排放量 17956.85t、氨氮排放量 2232.43t，其中未经处理的城市生活污水量占总排水量的 7.43%。

（3）农业面源

根据 2015 年陕西省环境统计数据，泾河流域面源 COD 排放量 7348.53t、氨氮排放量 201.28t，石川河流域面源 COD 排放量 6448.35t、氨氮排放量 315.31t，渭河流域面源 COD 排放量 9173.09t、氨氮排放量 290.9t。

（4）小结

泾河流域 COD、NH_3-N、污染排放量分别为 9184.88t/a、380.64t/a；石川河流域 COD、NH_3-N、污染排放量分别为 8884.7t/a、545.68t/a；渭河流域 COD、NH_3-N、污染排放量分别为 39866.42t/a、3166.05t/a。

4.8.3 供水对象污染源

2015 年供水对象的工业、生活污水及污染物排放现状见表 4.8-2。2015 年供水对象废水排放量 2824.94 万 m^3，其中工业源 548.65 万 m^3，生活源 2276.29 万 m^3；工业源 COD 排放量 2188.1t，氨氮排放量 83.34t。生活源 COD 排放量 641.58t，氨氮排放量 82.01t。

表 4.8-2 供水对象废水排放量及污染物量（单位：t/a）

供水对象		工业污染物量			生活污染物量		
		废水量（万 m^3/a）	COD	NH_3-N	废水量（万 m^3/a）	COD	NH_3-N
铜川新区		9.02	39.47	1.28	437.65	141.27	21.88
富平县	庄里工业园	32.19	109.09	3.73	0	0	0
	富平高新开发区	34.0	44.14	1.3	0	0	0
	富平县城	0	0	0	0	0	0
	小计	**66.19**	**153.23**	**5.03**	**0**	**0**	**0**
西咸新区	泾河新城	106.83	316.76	16.93	130.4	57.2	6.52
	空港新城	0	0	0	120.19	60.58	26.08
	秦汉新城	364.21	1674.44	60	1152.51	274.52	16.29
	小计	**471.04**	**1991.2**	**76.93**	**1403.1**	**392.3**	**48.89**
三原县城		2.4	4.2	0.1	435.54	108.01	11.24
合计		**548.65**	**2188.1**	**83.34**	**2276.29**	**641.58**	**82.01**

2015 年泾惠渠灌区污染物排放见表 4.8-3。灌区退水量 7853.76 万 m^3，COD 排放量 2696.1t，氨氮排放量 346.3t。退入石川河中的污染物量居多，占退水污染物总量的 69.4%。

表 4.8-3 灌区现状年退水污染物排放量（单位：t）

河流	退水量（万 m^3）	氨氮	化学需氧量	总磷
清峪河	328.32	14.5	112.7	0.5
石川河	5451.84	240.4	1871.6	8.2
渭河	1036.80	45.7	355.9	1.55
泾河	1036.80	45.7	355.9	1.55
合计	**7853.76**	**346.3**	**2696.1**	**11.8**

4.8.4 石川河（铜川~西安段）水环境质量现状与评价

（1）石川河干流水质现状

根据 2015 年~2016 年石川河干流上常规监测断面 24 项监测数据，水质评价表明，化学需氧量、氨氮、五日生化需氧量、总磷及阴离子表面活性剂等 5 项指标超标，其余 19 项指标符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类水质标准。

岔口断面 2015 年主要超标指标为总磷、阴离子表面活性剂；2016 年主要超标指标为化学需氧量、氨氮、五日生化需氧量及总磷。石川河入渭断面 2015 年主要超标指标为氨氮、总磷；2016 年主要超标指标为氨氮、总磷、化学需氧量。

（2）石川河主要支流水质现状

根据 2017 年 3 月 23~24 日石川河支流沮河、漆水河、赵氏河、浊峪河、清峪河、温泉河及冶峪河监测指标。

① 漆水河

漆水河入沮河断面水质监测指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。

②沮河

沮河距石川河岔口断面上游约 9.8km 处（桃曲坡水库下）断面（S-2 断面）监测结果。六价铬超标，其余 22 项指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。

② 清峪河

清峪河铜川三原交界处（S-3 断面）、清峪河入石川河汇入口（S-4 断面），并引用《三原高新技术产业开发区规划环境影响报告书》2015 年 3 月在清峪河

设置的监测断面（S-6 断面）。清峪河铜川三原交界断面指标符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；清峪河入石川河断面生化需氧量、总氮、氨氮 3 项指标超标，其余 20 项指标符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准；三原西郊水库坝址除总氮指标外，其余 8 项指标均符合《地表水环境质量标准》IV类标准。

④冶峪河

冶峪河入清峪河入口监测断面（S-5 断面）水质结果。断面指标均符合《地表水环境质量标准》IV类标准。

⑤其余支流

石川河支流赵氏河、温泉河及清峪河支流浊峪河上无常规断面监测数据，根据现场调查目前赵氏河、温泉河入石川河均无地表水，浊峪河入清峪河无地表水，未进行现状监测。



温泉河



温泉河入石川河处



赵氏河



浊峪河

4.8.5 渭河（咸阳-西安段）水环境质量现状与评价

（1）干流常规监测概述

收集 2015 年~2016 年渭河干流上 6 个常规监测断面 24 项监测项目数据，断面及项目见表 4.8-4。

表 4.8-4 渭河流域陕西段干流地表水常规监测断面

断面序号	断面名称	断面位置	监测项目
W-1	兴平	兴平市	化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、铅、镉、石油类、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠杆菌群、电导率、pH 共 24 项
W-2	南营	咸阳秦都区	
W-3	咸阳铁桥	咸阳秦都区	
W-4	天江人渡	泾渭镇	
W-5	新丰镇大桥	新丰街道	
W-6	沙王渡	双王街道	

（2）渭河干流水质现状

渭河干流（咸阳-西安段）水功能区划为IV类水质，选取化学需氧量、氨氮、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、六价铬、石油类、总磷 8 项指标，2015 年~2016 年渭河干流 6 个断面水质类别、水质状况、主要污染指标超标。2015 年主要超标指标为氨氮、总磷，2016 年主要超标指标为总磷。兴平断面到沙王渡断面整体水质为轻度污染，6 个常规监测断面中有 3 个断面水质达到IV类水质目标，3 个断面水质未达到目标，为V类水质。

4.8.6 小结

受水区主要纳污河流为泾河、石川河及渭河。现状水质评价表明，石川河（铜川至西安段）水质较差，劣 V 类水质，汇入渭河前为 V 类水质；沮河桃曲坡水库下游除六价铬外，其余监测指标达到III类水质标准要求；漆水河汇入沮河为IV类水质；支流清峪河水质较差，为劣 V 类；冶峪河为 IV 类水质。渭河干流（咸阳-西安段）整体水质为轻度污染。

4.9 环境空气质量现状监测与评价

委托咸阳市环境监测站进行了环境空气质量现状监测。

4.9.1 监测方案

（1）监测点位

共布设 3 个监测点位，监测点位布设示意图如图 4.9-1 所示。

1）**1#点**：坝址处监测点位（涵盖施工营地）

2）**2#点**：料场监测点位（庙上石料场）

3）**3#点**：施工道路监测点位（礼泉县 1 处点位）

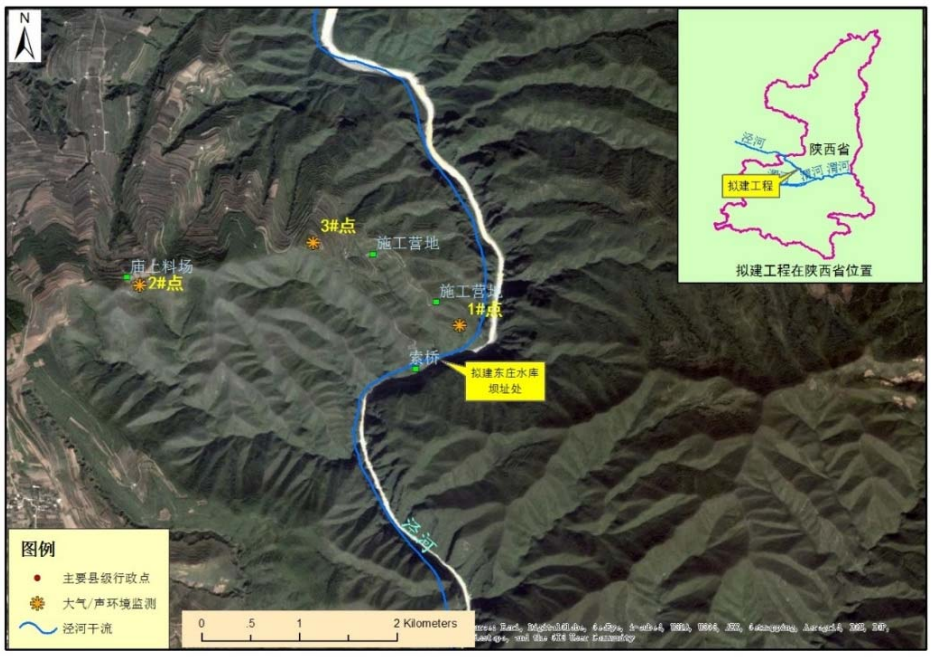


图 4.9-1 东庄水利枢纽工程大气环境现状监测点位布设示意图

（2）监测时段

2013 年 9 月 24～28 日对区域进行连续 5 天日均浓度监测，监测时间为每天 24 小时连续监测。

（3）监测项目

项目为 TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2。

（4）评价标准

依据咸阳市环保局关于东庄水库枢纽工程环境影响的批复，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

4.9.2 评价结果

环境空气监测结果，SO_2 日均值浓度范围 0.005～0.023mg/m^3；NO_2 日均值浓度范围为 0.017～0.022mg/ m^3；TSP 日均值浓度范围为 0.133～0.202mg/ m^3；PM_{10} 日均值浓度范围为 0.093～0.132mg/ m^3。

评价结果表明，SO_2、NO_2、TSP、PM_{10} 日均值浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095～2012）二级标准浓度限值，表明评价区域环境空气质量良好。

4.10 声环境质量现状监测与评价

委托咸阳市环境监测站进行了声环境现状监测。

4.10.1 监测方案

（1）监测点位

布设 3 个监测点位，监测点位布设示意图如图 4.10-1 所示。

1#点：坝址处监测点位（涵盖施工营地）；**2#点**：料场监测点位（庙上石料场）；**3#点**：施工道路监测点位（礼泉县 1 处点位）。

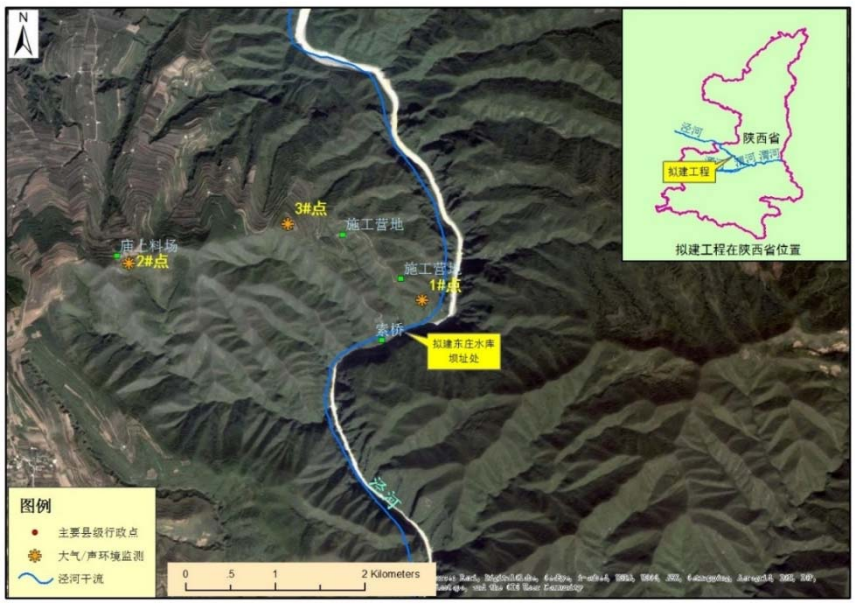


图 4.10-1 东庄水利枢纽工程声环境现状监测点位布设示意图

（2）监测时段

2013年9月25～26日对区域进行连续2天监测，每个点位昼夜各监测一次。

（3）监测项目

声环境监测指标为等效连续A声级L_{Aeq}。

（4）评价标准

依据咸阳市环保局关于东庄水库枢纽工程环境影响的批复，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。

4.10.2 评价结果

声环境监测结果，1#监测点位昼间等效声级38.9～41.0dB（A），夜间声效等级33.6～36.2 dB（A）；2#监测点位昼间等效声级40.8～41.3dB（A），夜间声效等级 32.4～35.3dB（A）；3#监测点位昼间等效声级 38.5～39.6dB（A），夜间声效等级33.1～37.2dB（A）。1#、2#、3#监测点位昼间、夜间等效声级均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。

4.11 土壤环境质量现状监测与评价

委托北京新奥环标理化分析测试中心进行了土壤环境现状监测。

4.11.1 监测方案

（1）监测点位

对泾河干流底泥进行监测，布置监测点5 个，具体监测点位布置见图4.11-1。

1）**1#点**：长庆桥监测点位（陕甘断面）；

2）**2#点**：弥家河监测点位（拟建栖息地）；

3）**3#点**：石桥水电站监测点位（库中区域）；

4）**4#点**：茨坪水电站下游监测点位（库中区域）；

5）**5#点**：泾惠渠渠首下游监测点位（坝下区域）。

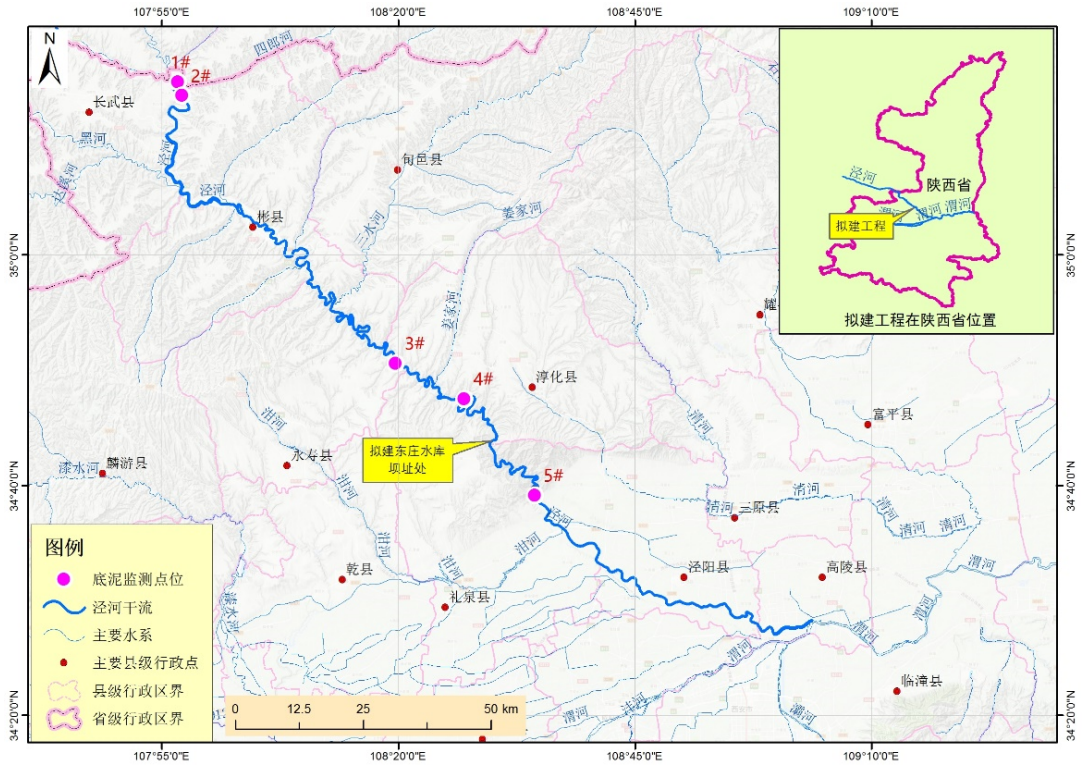


图 4.11-1 东庄水利枢纽工程沉积物环境现状监测点位布设示意图

（2）监测指标、监测时间与频次

监测指标为 pH、阳离子交换量、铜、锌、铅、镉、砷、汞、总铬、镍。

监测时间为 2015 年 6 月底~7 月初，监测 1 次。

（3）监测方法

点位采样深度均为河（湖）床以下 0.5m，采取混合样进行分析。

分析方法参照《环境监测分析方法》、《土壤环境监测技术规范》、《土壤元素的近代分析方法》部分有关内容执行。

（4）评价标准

执行《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995）二级标准。

4.11.2 评价结果

土壤环境监测结果，采用单因子评价结果见表 4.11-2。对照《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995）二级标准，底泥监测点位监测指标均可满足二级标准要求。

4.12 陆生生态环境现状调查与评价

4.12.1 调查时间、范围及方法

（1）调查时间

陕西省动物研究所于2013年9月、2013年11月、2016年11月对评价区进行了陆生生态野外调查，2017年9月、10月进行了补充调查工作。

（2）调查范围

调查范围主要包括枢纽工程区、水库淹没区、移民安置区。其中枢纽工程区和水库淹没区为水库库尾至坝下10km河段两侧第一级分水岭以内范围；水利枢纽工程移民安置区主要为本村、本镇集中安置，移民安置区以库区第一级分水岭以内范围为主。

（3）技术路线和调查方法

1）技术路线

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）的要求确定调查范围和方法，开展调查并进行评价，包括陆生植物资源现状调查与评价，陆生动物资源现状调查与评价，景观生态系统调查与评价以及泾河重要湿地现状调查与评价等内容。

在现状调查基础上，对陆生生态进行影响分析，包括对植物资源影响分析，对动物资源影响分分析，对生物群落影响分析，对生态系统影响分析等内容。

针对工程影响，对工程可能存在影响提出具体保护措施或减缓措施，包括陆生植物保护措施，陆生动物保护措施，生态影响的管理措施，旅游景点影响的减缓措施，提出泾河重要湿地影响的减缓措施等内容。

2）资料收集

①资料收集

收集整理评价区涉及县市的陆生生物相关资料，包括动植物调查报告（《陕西植被》、《秦岭兽类志》,《秦岭鸟类志》、《秦岭植物志》《黄土高原植物志》等）、期刊论文等。在综合分析资料的基础上，确定实地考察的重点区域及考察路线。

②现场勘查

a 陆生植物调查

采用样方调查法，重点对坝址上游回水区、淹没区及其淹没线以上的适当区域；坝址水库施工区；坝址下游至泾河入渭河河口两岸区域进行调查，采用抽样调查，选取涵盖了每个区域内不同的生境类型。乔木群落样方为 10m×10m，灌木样方为 5m×5m，草本样方为 1m×1m，调查设 153 个样方对有疑问植物、经济植物和珍稀濒危植物，采集凭证标本并拍摄照片。

b 陆生动物调查

采用样线法和样方法进行分调查，重点对坝址上游回水区、淹没区及其淹没线以上的适当区域；坝址水库施工区；坝址下游至泾河入渭河河口两岸进行调查，采用抽样调查，选取涵盖了每个区域内不同的生境类型。兽类、鸟类采用样线统计法，样线长度 3km，宽度 25m，共调查 17 条样线。两栖、爬行类采用样方法，样方大小主为 10m×10m，共调查 27 个样方。

③访问调查：

向咸阳市林业局动管站及水库修建评价范围涉及的礼泉、淳化、永寿、彬县林业局动管站的专业技术人员详细咨询了解了当地野生动物的种类和变化情况，同时走访水库修建及影响区域周边的群众，了解了野生动物的种类情况。

④遥感调查法

GPS 样点是卫星遥感影像解译各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下记录：a 海拔仪读出测点的海拔值和经纬度；

b 记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度、土壤类型；

c 记录样点优势植物以及观察动物活动的情况；

d 拍摄典型植被外貌与结构特征。

3）陆生动物调查

调查过程中，确定评价区内动物的种类、资源状况及生存状况，尤其是重点保护种类。调查方法主要有样线法、样点法、访问和资料查询。兽类主要采用现场环境调查，野外踪迹调查，包括：足迹链、窝迹、粪便，再结合访问调查及市场调查确定种类及数量等。鸟类主要采用样线法与样点法，根据生境类型及其面

积的大小设计样线或样点，抽样强度高于 2%。两栖类与爬行类调查时主要在有水域之处及其它适合其生存的生境中采用样点法，观察其种类与数量。

此外，重点施工区域（如坝址施工区等）及特殊区域（如植被好的路段）实行重点调查。

4.12.2 陆生植物现状调查与评价

（1）陆生植物现状调查结果

工程评价区维管植物 41 科 97 属 104 种（表 4.12-1）。裸子植物 2 科 3 属 3 种；被子植物共 39 科 94 属 101 种。裸子植物科、属、种分别占陕西比例为 22.22%、13.63%、6.52%，分别占全国的比例为 20.00%、8.82%、1.26%。被子植物科、属、种分别占陕西比例为 22.80%、8.38%、3.06%；分别占全国的比例为 13.40%、3.19%、0.40%。

表 4.12-1 工程评价区陆生维管束植物统计

项目	裸子植物			被子植物		
	科	属	种	科	属	种
评价区	2	3	3	39	94	101
陕西省	9	22	46	171	1121	3300
全国	10	34	238	291	2940	25000
占陕西比例（%）	22.22	13.63	6.52	22.80	8.38	3.06
占全国比例（%）	20.00	8.82	1.26	13.40	3.19	0.40

（2）植物区系及分布特点

评价区维管植物 41 科 97 属 104 种，其中含有 6 属以上 4 科，包括禾本科，菊科，蔷薇科，豆科。含有 2～3 属 13 科，占总科数 31.70%，包括柏科，桑科，旋花科，蓼科，十字花科等。

评价区种子植物分为 14 个类型。其中世界分布 18 属，占属总数 18.56%，其中泛热带分布及其变型分布 12 属，占属总数的 12.37%，其中热带亚洲和热带美洲间断分布 1 属，占属总数的 1.03%，其中热带亚洲至热带大洋洲布及其变型分布 1 属，占属总数的 1.03%，其中热带亚洲至热带非洲分布及其变型分布 4 属，占属总数的 4.12%，其中热带亚洲分布及其变型分布 4 属，占属总数的 4.12%，

其中北温带分布及其变型分布 34 属，占属总数的 35.05%，其中东亚和北美洲间断分布及其变型分布 3 属，占属总数的 3.09%，其中旧世界温带分布及其变型分布 8 属，占属总数的 8.25%。可以看出北温带分布及其变型是本区主要成分。评价区植物属分布见表 4.12-2。

表 4.12-2 工程评价区维管束植物属的分布区类型

分布区类型	属数	占总属数（%）	种数	占总种数（%）	代表属
一 世界分布	18	18.56	19	18.27	弓茎悬钩子，银莲花，苍耳
二 泛热带分布及其变型	12	12.37	14	13.46	酸枣，鹅绒藤
三 热带亚洲和热带美洲间断分布	1	1.03	1	0.96	玉蜀黍
四 旧世界热带分布及其变型		0.00		0.00	花椒
五 热带亚洲至热带大洋洲分布及其变型	1	1.03	1	0.96	
六 热带亚洲至热带非洲分布及其变型	4	4.12	4	3.85	芒，黄背草，杠柳
七 热带亚洲分布及其变型	4	4.12	4	3.85	构树
八 北温带分布及其变型	34	35.05	36	34.62	野蔷薇，委陵菜，野草莓
九 东亚和北美洲间断分布及其变型	3	3.09	3	2.88	刺槐，楸树
十 旧世界温带分布及其变型	8	8.25	10	9.62	紫丁香，野菊花
十一 温带亚洲分布	4	4.12	4	3.85	紫菀，小蓟
十二 地中海区、西亚至中亚分布及其变型	1	1.03	2	1.92	苦荬菜
十三 中亚分布及其变型	1	1.03	1	0.96	角蒿
十四 东亚分布及其变型	6	6.19	6	5.77	地黄，白花泡桐
十五 中国特有分布					
总计	97	100	104	100	

（3）植被类型及群系主要特征

根据《陕西植被》，评价区域内自然植被划分为 4 个植被型组、4 种植被型、15 个群系。森林植被中，代表本区地带性原始天然落叶阔叶林植被面积甚微。有关评价区植被分类系统、主要植被概况及分布见表 4.11-3。

表 4.12-3 工程评价区陆生植被类型及分布

	植被型组	植被型	群系及拉丁名	分布区域
自然植被	针叶林	I 温性针叶林	油松林 From .*pinus tabulaeformi*	零星分布
	阔叶林	II落叶阔叶林	刺槐林 From. *Robinia pseudoacacia*	带状连续分布，主要分布海拔 600~1150m 以上区域
	灌丛	III 落叶阔叶灌丛	野蔷薇灌丛 From. *Rose multiflora*	条块分布，主要分布在海拔 1100m 左右的条带上
			杠柳灌丛 From. *Periploca sepium*	斑块分布，主要分布在海拔 800m 左右
			紫丁香灌丛 From. *Syringa oblata*	斑块分布，主要分布在海拔 700-800m 坡地上
			柠条锦鸡儿灌丛 From.*Caragana korshinskii*	带状分布，主要分布在海拔 700m 左右河谷地带
			荆条灌丛 From.*Vitex negundo L.*	斑块状分布，主要分布在海拔 700 米左右河谷地带
			酸枣灌丛 From. *Ziziphus jujuba*	带状分布主要分布在海拔 400 米左右河谷，
	草甸	IV草甸	苔草+紫菀草地 From. *Care heterostachya*+ *Aster tataricus*	带状分布，主要分布在海拔 1100 米山顶坡地
			长芒草地 From. *Stipa bungeana*	带状分布，主要分布在海拔 800m 山坡地
			芒草地 From. *Miscanthus sinensis*	带状分布，主要分布在海拔 900m 山坡地
			狼尾草草地 From. *Pennisetum alopecuroides*	斑块分布，主要分布在彬县海拔 700-800 米湿润的河谷，
			芦苇草地 From. *Phragmites australis*	片状分布，主要分布在海拔 600m 山坡地带和 300m 下游河滩地
			鹅绒藤草地 From. *Cynanchum chinense*	片状分布，主要分布于海拔 400m 左右的干旱河滩地
			虎尾草草地 From. *Chloris virgata*	带状分布，主要分布于海拔 400 左右的湿润河滩地
			赖草草地 From. *Leymus secalinus*	片状分布，主要分布于海拔 400m 下游湿润河滩和河心岛
人工植被	人工林	经济果木林	苹果林 From. *Malus pumila*	主要分布于礼泉，彬县丘陵地区
			枣树林 From. *Ziziphus jujuba*	主要分布于彬县河谷地带
		用材林	杨树林 From. *Populus tomentosa*	主要分布于下游河滩地带
	农作物	粮食作物	小麦 From. *Triticum aestivum*	河谷带状分布
		经济作物	油菜 From. *Brassica campestris*	河谷带状分布

东庄水库评价区主要植被类型分为 3 类：乔木植被类型、灌丛植被类型和草地植被类型。主要野生植物有：刺槐、油松、野蔷薇、杠柳、紫丁香、柠条锦鸡儿、酸枣、苔草、紫菀、长芒草、狼尾草、芦苇等。经济林和粮食作物有：苹果、枣树、梨、桃树、小麦、油菜等。

1）乔木植被类型

主要植物有油松、刺槐、枣树、杠柳、野蔷薇、弓茎悬钩子、紫菀、艾等，植被高度 4～8m，盖度 70～95％。少数灌木散生乔木植被中。

表 4.12-4 乔木植被类型一览表

生态系统类型	样方编号	样方面积（M）	主要建群种	平均高度（M）	郁闭度/盖度（%）
乔木植被	004	10×10	油松	5.18	90
	008	10×10	刺槐	8.5	80
	010	10×10	秦冠苹果	4	90
	011	10×10	刺槐	8	80
	012	10×10	刺槐	6	90
	013	10×10	刺槐	5	95
	015	10×10	枣树	6	85
	016	10×10	刺槐	7	80
	018	10×10	刺槐	8	83
	024	10×10	刺槐	7	70
	034	10×10	毛白杨	12.2	85

①刺槐林

调查样方中，刺槐林较常见。以咸阳市泾阳县船张镇船张村为例，样方中乔木植株 8 株，毛白杨平均高度 7 m，平均胸径 0.18m，群落总盖度 80%左右，建群种为刺槐，优势种为椿树，其他植物为桑树、酸枣、黄花蒿、茜草、苜蓿、紫菀、地黄、赖草、隐子草、马刺蓟、弓茎悬钩子。

②油松林

调查样方中，油松林一般常见。以咸阳市礼泉县建陵乡棉花梁村为例，样方中乔木植株 9 株，油松平均高度 5.18 m，群落总盖度 90%左右，建群种为油松，优势种为野蔷薇，其他植物为唐松草、异穗苔草、黄背草、野胡萝卜等。

③人工苹果园

调查样方中，苹果园一般常见。以咸阳市礼泉县建陵乡水库生活区周边为例，

样方中乔木植株数量 10 株，苹果平均高度 4m，群落总盖度 90%左右，建群种苹果树，优势种狗尾草，其他植物为紫菀、大戟、茜草、马刺蓟、飞蓬、披碱草等。

④枣树林

调查样方中，枣树林较不常见。以咸阳市彬县乡庙乡坡头大队枣渠村为例，样方中南乔木植株 6 株，枣树平均高度 6m，群落总盖度 85%左右，建群种枣树，优势种酸枣灌木，其他植物为桑树、大籽蒿、黄花蒿、艾、弓茎悬钩子等。

⑤杨树林

调查样方中，杨树林较少见。以咸阳市泾阳县船张镇村船张村为例，样方中乔木植株 6 株。杨树平均高度 12.2m，群落总盖度 85%左右，建群种为杨树，优势种大豆，其他植物为反枝苋、黎、狗尾草、虎尾草。

2）灌丛植被类型

主要植物有蔷薇、杠柳、紫丁香、柠条锦鸡儿、紫菀、艾、黎、大戟、远志。植被高度为 0.8～1.5m，盖度 85～98％。

表 4.12-5 灌木植被类型一览表

生态系统类型	样方编号	样方面积（M）	主要建群种	平均高度（M）	郁闭度/盖度（%）
灌木植被	002	5×5	野蔷薇	1.5	98
	006	5×5	杠柳	2.6	85
	007	5×5	紫丁香	1.7	87
	020	5×5	柠条锦鸡儿	0.8	90
	027	5×5	酸枣	3	50

①蔷薇灌丛

调查样方中，野蔷薇灌丛较常见。以咸阳市礼泉县建陵乡水文站 1 为例，样方中灌丛 125 丛，野蔷薇平均高度 1.5m，平均冠幅 0.4m。群落总盖度 98%左右，建群种为野蔷薇，优势种为异穗苔草，其他植物为艾、紫菀。

②杠柳灌丛

调查样方中，杠柳灌丛一般常见。以咸阳市礼泉县建陵乡东庄水库坝址吊桥为例，样方中灌丛 17 丛，杠柳平均高度 2.6m，平均冠幅 0.7m。群落总盖度 85%左右，建群种为杠柳，优势种为榆树灌丛，其他植物为艾、黎、苜蓿、紫菀等。

③紫丁香灌丛

调查样方中，紫丁香灌丛一般不常见。以咸阳市礼泉县建陵乡东庄水库吊桥右岸为例，样方中灌丛数量 7 丛，紫丁香平均高度 1.7m，平均冠幅 1.5m。群落总盖度 87%左右，建群种为紫丁香灌丛，优势种为野蔷薇灌丛，其他植物为苜蓿、黄背草、角蒿、长芒草、圆蒿。

④柠条锦鸡儿灌丛

调查样方中，柠条锦鸡儿灌丛一般不常见。以咸阳市淳化县管庄镇梁村为例，样方中灌丛数量 8 丛，柠条平均高度 0.8m。群落总盖度 90%左右，建群种为柠条，优势种为酸枣灌丛，其他植物为马刺蓟、大油芒、黄背草、黄花蒿等。

⑤酸枣灌丛

调查样方中，酸枣灌丛一般常见。以咸阳市泾阳县王桥镇张家山泾惠渠上游为例，样方中灌丛数量 40 丛，酸枣平均高度 3m。群落总盖度 50%左右，建群种为酸枣灌丛，优势种为构树，其他植物为杠柳、苘麻、茜草、虎爪草。

表 4.12-6 草地植被类型一览表

生态系统类型	样方编号	样方面积（M）	主要建群种	平均高度（M）	郁闭度/盖度（%）
草地植被	001	1×1	异穗苔草	0.3	98
	005	1×1	长芒草	0.3	80
	014	1×1	小麦	0.05	80
	017	1×1	虎爪草	0.4	70
	019	1×1	狼尾草	0.4	95
	022	1×1	芦苇	0.38	98
	023	1×1	芦苇	0.5	70
	025	1×1	鹅绒藤	0.35	90
	026	1×1	芦苇	1.5	96
	028	1×1	虎爪草	0.3	98
	029	1×1	虎爪草	0.25	90
	030	1×1	虎爪草	0.25	98
	031	1×1	芦苇	1.4	96
	032	1×1	芦苇	2	85
	033	1×1	芦苇	1.8	90
	035	1×1	赖草	1	90
	036	1×1	赖草	0.25	40

3）草地植被类型

主要植物有异穗苔草、长芒草、小麦、虎爪草、芦苇、紫菀、唐松草、黄背

草。植被高度 0.3～0.5m，盖度 70～98％。主要分布在东庄水库上游的河滩。

①苔草紫菀草地

调查样方中，苔草紫菀草地一般常见。以咸阳市礼泉县建陵乡水文站为例，样方中草丛数量 90 丛，异穗苔草平均高度 0.3m。群落总盖度 98%左右，建群种为异穗苔草，优势种为紫菀，其他植物为艾、长芒草、胡枝子、唐松草、黄背草。

②长芒草草地

调查样方中，长芒草草地一般常见。以咸阳市礼泉县建陵乡东庄水库吊桥南岸例，样方中草丛数量 10 丛，长芒草平均高度 0.3m。群落总盖度 80%左右，建群种为长芒草，优势种为艾，其他植物为野豌豆、芦苇。

③河滩农田植被

调查样方中，农田植被一般常见。农田植被主要分布在礼泉县建陵乡东庄水库上游泾河滩地。以咸阳市彬县乡庙乡坡头大队枣渠村为例，样方中小麦数量 60 株，小麦平均高度 0.05m。群落总盖度 80%左右，建群种为小麦，优势种为油菜，其他植物为野豌豆、酸模、打碗花、赖草、红蓼、黄花蒿、黎、芦苇、反枝苋。

④河滩狼尾草植被

调查样方中，河滩狼尾草植被不常见，主要分布在泾河彬县河滩。以咸阳市彬县龙高镇老户村二组河滩为例，样方中狼尾草数量 5 丛，平均高度 0.4m。总盖度 95%左右，建群种狼尾草，优势种大油芒，其他植物为芒、黄花蒿、紫菀等。

（4）植被分布

1）植被分布特点

评价区植物区系属北温带。区域从陕西省彬县至高陵县的泾河渭河交汇处，海拔从近 1200m 下降到不足 350m，生物气候变化相对平缓，使区域植被不具有明显的垂直分布规律。评价区海拔基本上属于 350~1200m，森林植被主要是刺槐林，灌丛主要是旱类灌丛，草地主要是耐旱的草地类型。评价区所在黄土高原边缘地带环境条件变化不大。

表 4.12-7 工程评价区植被垂直分布特征

位置	主要植被类型
河谷底部	零星的农田、河滩草地
河谷至水库淹没线	植被由疏林、灌丛和草地组成。其中主要以柠条锦鸡儿灌丛、芦苇草丛为主。疏林以次生的刺槐林、杜梨为主，疏林中其他伴生的植物有椿树、杜梨、野蔷薇、虎榛子、鹅绒藤、大花野豌豆、、艾、茜草、远志、天蓝苜蓿、黄花蒿、野胡萝卜、狗尾草、酸枣、芦苇、苜蓿、黄背草、委陵菜、紫菀、虎爪草、野草莓、弓茎悬钩子。灌丛以柠条锦鸡儿灌丛为主，灌丛中其他伴生种为酸枣、大油芒、黄背草、黄花蒿、苔草。草地以芦苇草地、狼尾草为主，草地中其他伴生种为芒、鬼针草、狗尾草、艾、鹅绒藤、问荆、虎爪草、野菊花、蒲公英、红蓼、大油芒、紫菀、远志。
水库淹没线至评价区边缘山脊线	植被由疏林、灌丛和草地组成。主要灌丛、草地为主。疏林以次生的刺槐林、枣树林为主，伴生植物有杠柳、臭椿树、杜梨、黄栌、桑树、酸枣、野蔷薇、山荞麦、赖草、苔草、紫菀、弓茎悬钩子、黎、黄花蒿、艾、芒、唐松草、大籽蒿、栓翅卫矛、铁线莲、大戟、芦苇、补血草、龙爪草。灌丛以紫丁香灌丛为主，伴生种为野蔷薇、柠条锦鸡儿、苜蓿、黄背草、角蒿、针茅、大籽蒿。草地以芒草、河滩草地为主，伴生种为紫菀、弓茎悬钩子、艾、虎爪草、蓼、莎草、圆头蒿、问荆、艾、酸模、苍耳、野菊花、飞蓬。人工植被有经济林，经济林主要由苹果树组成。人工植被还有农田，农田主要由小麦和油菜组成。

调查中选取了坝址周围的山坡，东庄坝址附近河段、张家山水文站附近河段进行植被垂直带调查，并做出相应的剖面植被垂直分布示意图。由图 4.12-1 至图 4.12-3 可知，沿河两岸典型的植被剖面为：农田河滩草地→疏林灌丛→灌丛草地。针叶林和阔叶林仅生长于中海拔区域。

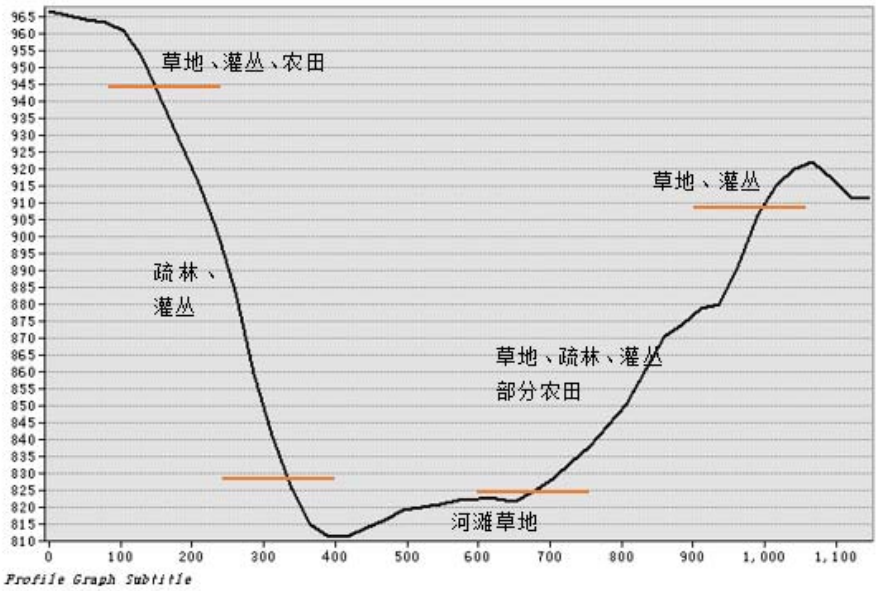


图 4.12-1 库区库尾彬县龙高乡植被垂直分布示意图

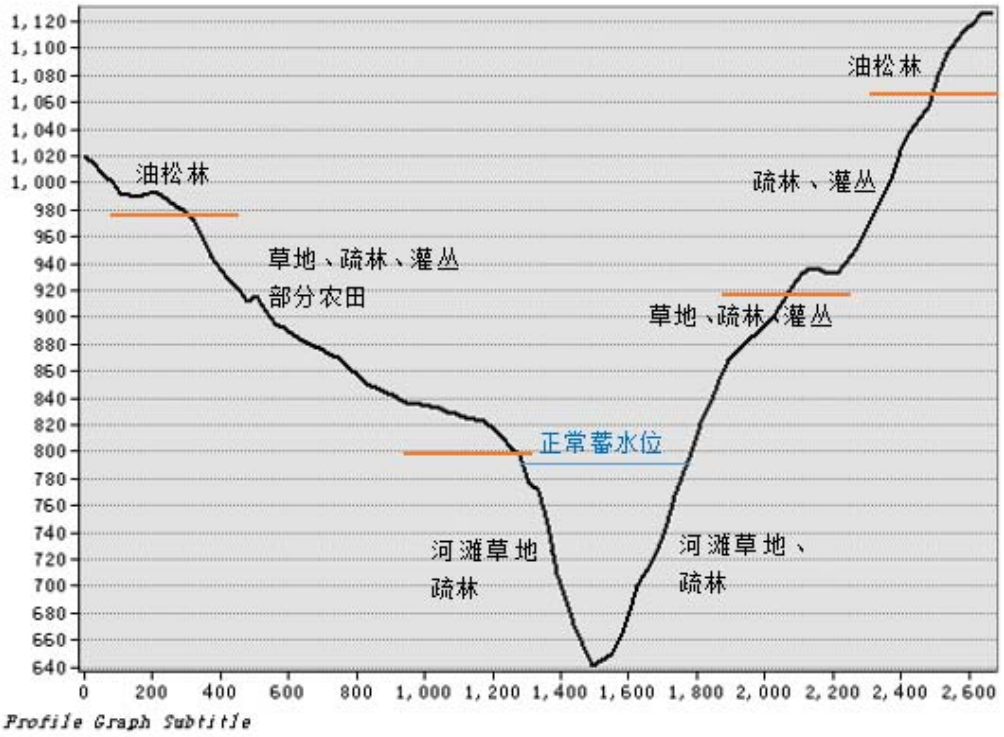


图 4.12-2 坝址处植被垂直分布示意图

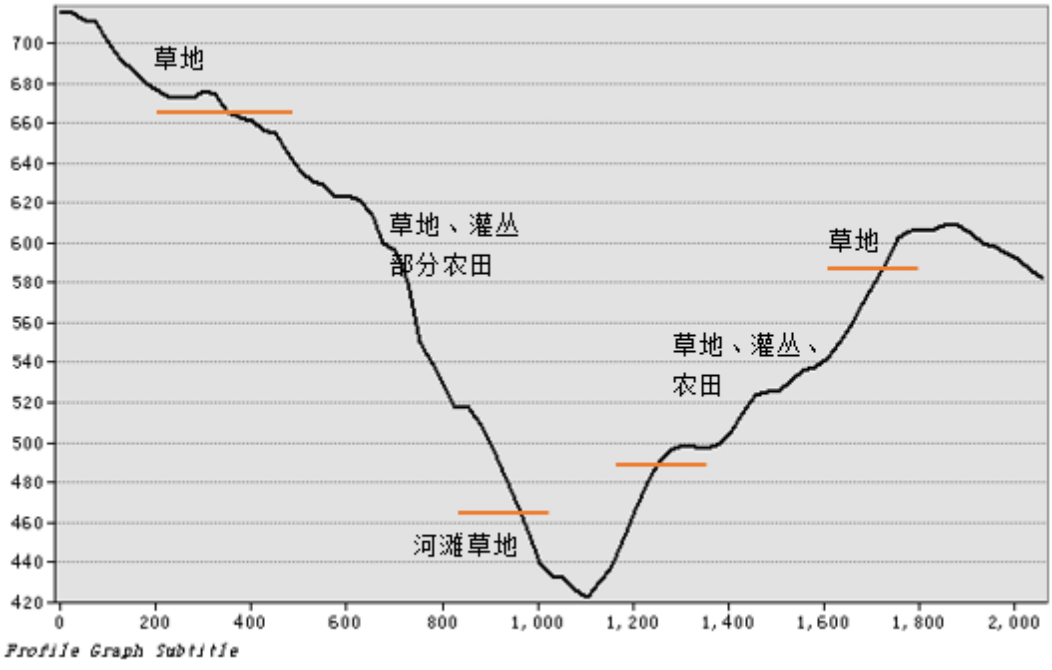


图 4.12-3 坝址以下泾阳县泾惠渠首处植被垂直分布示意图

2）区域植被分布

①枢纽工程区

枢纽区山体切割严重，泾河两岸悬崖峭壁。悬崖峭壁上有零星植被分布。植被覆盖率非常低，地势较陡区域主要植被类型以灌丛、草丛为主，主要植被类型有柠条锦鸡儿灌丛、狼尾草草丛等。

渣场主要植被以灌丛和草地植被为主，灌丛主要以杠柳、榆树、紫丁香、蔷薇和柠条灌丛为主。灌丛内其他伴生种为艾、黎、苜蓿、大戟、远志、黄背草、角蒿、针茅、圆头蒿等。草地主要以针茅草地、芒草地为主。草地其他伴生种为紫菀、弓茎悬钩子、艾、豌豆、芦苇等。

料场主要植被以灌丛和草地植被为主，灌丛主要以榆树、紫丁香、柠条锦鸡儿灌丛为主。灌丛内其他伴生种为艾、黎、苜蓿、大戟、针茅、大仔蒿等。草地主要以针茅草地为主。草地内的其他伴生种为紫菀、艾、豌豆等。

②淹没区植被

淹没区植被由疏林、灌丛和草地组成。其中主要以柠条锦鸡儿灌丛、芦苇草丛为主。疏林以次生的刺槐林、杜梨为主，疏林中其他伴生的植物有椿树、杜梨、野蔷薇、鹅绒藤、大花野豌豆、艾、茜草、远志、苜蓿、黄花蒿等。灌丛以柠条锦鸡儿灌丛为主，灌丛中其他伴生种为酸枣、大油芒、黄背草、白蒿、苔草。草地以芦苇草地、狼尾草为主，草地中其他伴生种为芒、鬼针草、狗尾草、艾、鹅绒藤、虎爪草、野菊花、蒲公英、红蓼、大油芒、黄花蒿、紫菀、远志。

淹没区分布野生被子植物 9 科 17 属 18 种。海拔 800m 以下植物以草本和灌木植物为主，乔木种类很少。受淹没影响的物种以菊科、禾本科、蔷薇科、豆科等植物种数量最大，菊科 5 种、禾本科 4 种、蔷薇科 3 种、豆科 2 种。

淹没区主要植被类型受淹没情况见表 4.12-8。淹没区主要植被类型为落叶阔叶灌丛林和草地，其中落叶阔叶灌丛面积最大（1666.37hm^2），占淹没区面积 34.65%，主要植被类型为柠条锦鸡儿灌丛、酸枣和野蔷薇灌丛；其次为草甸植被，水库淹没面积约 1549.99 hm^2，占淹没区面积 32.23%，草甸植被主要植物类型以狼尾草为主，伴生种主要为芒、鬼针草、狗尾草、虎爪草、野菊花、蒲公英、黄花蒿、紫菀、远志、芦苇等，均为区域常见植物种类。淹没区域除农田植被以外，受到淹没影响的还有部分人工林和落叶阔叶林，其中，人工林面积约 129.31 hm^2，占淹没区面积 2.69%；落叶阔叶林面积约 18.53 hm^2，占淹没区面积 0.39%；人工林及落叶阔叶林主要植物类型为苹果树等人工果木林、杜梨、刺槐、椿树等。

表 4.12-8 淹没区主要植被类型及淹没面积

植被类型	库区淹没	
	面积（hm^2）	占淹没区面积比例（%）
落叶阔叶林	18.53	0.39
落叶阔叶灌丛	1666.37	34.65
草甸	1549.99	32.23
人工林	129.31	2.69
农田	538.75	11.20
水域	906.51	18.85



图 4.12--4 东庄水库坝址附近（A）



图 4.12-5 东庄水库坝址附近（B）

③非淹没区植被

非淹没区植被由疏林、灌丛和草地组成。主要以灌丛、草地为主。疏林以次生的刺槐林、枣树林为主，疏林中其他伴生的植物有杠柳、椿树、杜梨、黄栌、桑树、酸枣、野蔷薇、山荞麦、赖草、苔草、紫菀等。灌丛以紫丁香灌丛为主，灌丛中其他伴生种为野蔷薇、柠条锦鸡儿、苜蓿、黄背草、角蒿、针茅、大籽蒿。

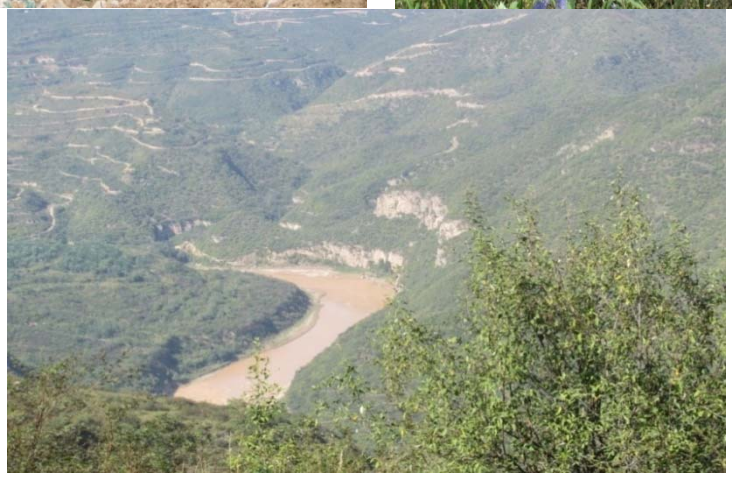
草地以芒草、河滩草地为主，草地中其他伴生种为紫菀、弓茎悬钩子、艾、虎爪草、红蓼、莎草、艾、酸模、苍耳、野菊花、飞蓬。

非淹没区植被还有经济林，经济林主要由苹果树组成。非淹没区还有农田。

从野外实地调查及相关资料整理分析来看，珍稀保护植物在项目区、施工区未见分布。工程区域植被类型分布见附图 7。







彬县植被



彬县河谷



彬县河谷

图 4.12-6 淹没区域彬县主要植被

（5）生态系统

评价区生态系统分为森林/灌丛生态系统、草地生态系统、农业生态系统、城镇/村落生态系统。

①森林/灌丛生态系统

评价区森林生态系统面积 22075.17hm²，占评价区面积 25.30%，其中以灌丛生态系统为主，面积 21440.27hm²，占森林/灌丛生态系统面积的 97%以上。森林生态系统主要分布在评价区山地中下部，礼泉县建陵乡、彬县香庙乡、彬县龙高镇、礼泉县管庄镇、淳化县马家乡等地。沿河谷地区天然植被只有稀树灌草丛类型，森林植被少量分布在山腰，森林植被以次生的油松、刺槐等乔木为主，灌丛呈块状分布在整个评价区，灌丛主要以野蔷薇、柠条锦鸡儿、紫丁香等灌木为主。

②草地生态系统

评价区草地生态系统面积 17379.38hm²，占评价区面积 19.92%。区域大量分布着草地植被，主要类型都是温带类型，如苔草草丛、狗尾草、针茅草丛、藜、苍耳、委陵菜、芒草丛、虎爪草和狼尾草等。

③农业生态系统

评价区农业生态系统面积 40867.11hm²，占评价区面积 46.83%。农业生态系统在礼泉县主要为经济果木林，经济果木林主要有苹果林、梨树等。彬县淹没区主要是河谷河滩农田，种植农田作物主要有小麦、玉米和油菜等。

④城镇/村落生态系统

城镇/村落生态系统面积 4303.98hm²，占评价区 4.93%。城镇/村落生态系统主要为部分村庄、交通道路等人工化生态系统。

（6）资源植物

评价区可开发利用资源植物 10 科 13 属 13 种，占陆生维管束植物的 14.28%。

评价区植物资源可分为食用植物资源、药用植物资源、工业用植物资源、保护和改造环境植物资源、植物种质资源 4 大类共 15 小类。

表 4.12-9 评价区资源植物及分布

资源植物	代表植物种类
1、食用植物资源	
（1）淀粉植物	野豌豆
（2）蛋白质植物	野豌豆
（3）维生素植物	弓茎悬钩子
（4）食用油脂植物	油松
（5）饮料植物	弓茎悬钩子
（6）饲用植物	苜蓿、大花野豌豆
（7）蜜源植物	刺槐
（8）瓜果植物	弓茎悬钩子，野草莓
2、药用植物资源	
（9）人药植物	益母草，地黄
（10）有毒植物	秃疮花、大戟
3、工业用植物资源	
（11）木材植物	油松
（12）纤维植物	铁线莲
（13）香料植物	益母草
4、保护和改造环境植物资源	
（14）观赏植物	狼尾草、铁线莲，黄背草、紫丁香，
（15）绿肥植物	苜蓿

（7）陆生植物现状调查与评价小结

评价区域陆生植物 41 科 97 属 104 种，其中裸子植物 2 科 3 属 3 种；被子植物 39 科 94 属 101 种。裸子植物科、属、种分别占陕西比例为 22.22%、13.63%、6.52%，分别占全国的 20.00%、8.82%、1.26%。被子植物科、属、种分别占陕西比例为 22.80%、8.38%、3.06%；分别占全国的 13.40%、3.19%、0.40%。

植物主要以草地、灌丛为主。其中含有 6 属以上 4 科；含有 2～3 属 13 科。

评价区域未调查到珍稀保护植物。

4.12.3 陆生动物现状调查与评价

（1）动物区系

根据中国动物地理区划，评价区内动物区划属于古北界-华北区-黄土高原亚区-温带森林、森林草原动物群。本亚区兽类略显贫乏，典型林栖动物只保存于

少数零星分散且面积不大的森林中，而在部分农耕区，广泛分布、数量众多的是鼠类，食虫类中少数种类亦属常见。本亚区内主要景观被农田及次生林灌所取代，典型森林鸟类贫乏，而与村落农田环境相联系的种类，及水鸟和涉禽为优势。

从陆生动物区系成分分析，陆生脊椎动物以古北种为主，其中古北种 100 种，占评价区总种数 48.5%；东洋种 48 种，占 23.3%；广布种 58 种，占 28.2%。

（2）动物种类、数量及分布现状

1）种类数量

评价区分布有陆生脊椎动物 27 目 65 科 206 种（表 4.12-10）。

表 4.12-10 评价区陆生脊椎动物数量及区系情况

种类组成				动物区系			保护级别		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家 I 级	国家 II级	陕西省级
两栖纲	1	4	7		4	3			2
爬行纲	3	6	16	1	11	4			5
鸟纲	17	43	154	41	71	42	2	13	32
哺乳纲	6	12	29	6	14	9		1	6
合计	27	65	206	48	100	58	2	14	45

2）分布情况

两栖动物：评价区分布两栖动物 1 目 4 科 7 种，其中优势种为黑斑侧褶蛙和中华大蟾蜍，无国家珍稀保护种类，陕西省重点保护种类 2 种。区域两栖爬行动物主要分布于坑塘、农田、溪流等水资源相对丰富的区域，尤以村落最为集中。总体而言，评价区域两栖动物种类和数量较少，且主要集中分布于村落。

爬行动物：评价区分布爬行动物 6 目 6 科 16 种，无国家珍稀保护物种，陕西省重点保护种类 5 种，其中优势种为王锦蛇、短尾蝮，爬行动物分布较广泛，两岸坡地灌丛、灌草丛、溪流等生境均有分布，但受捕食对象分布影响，评价区域爬行动物相对集中分布于村落及其周边灌丛、灌草丛生境，但种类和数量较少。

鸟类：评价区域分布鸟类 17 目 43 科 154 种，I级保护动物 2 种，国家II级保护动物 1 种，省级保护动物 6 种，鸟类以雀形目为主，雀形目、鸮形目、佛法僧目、鸽形目和鸻形目种类主要分布于区域植被相对较好的林地、灌丛生境，尤以村落及其周边种类和数量最多，个别物种在坡地灌丛、灌草丛生境亦常见。普

通鸬鹚、苍鹭、赤麻鸭、绿翅鸭主要为迁徙过境鸟类，偶在区域做短暂停留。隼形目种类主要在林地或崖壁上筑巢，鸡形目种类主要活动于河谷两岸坡地灌丛、灌草丛中；戴胜目种类活动范围广泛，各生境均可见。

兽类：评价区域分布兽类 6 目 12 科 28 种，国家II级保护动物 1 种，省级保护动物 6 种，评价区域啮齿目松鼠科主要分布于村落或植被较丰富的林地、灌丛生境。翼手目种类主要分布于村落。食肉目、兔形目种类活动范围广泛，各生境均可见其活动痕迹，但主要栖息于植被较丰富的林地和灌丛生境。

（3）评价区野生动物调查与评价

1）两栖类

①种类组成

评价区两栖类 1 目 4 科 7 种（表 4.12-11），无国家珍稀保护种类，陕西省重点保护种类有 2 种，分别为中国林蛙（*Rana chensinensis*）、黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculatus*）。

②区系类型

评价区 7 种两栖类中，古北种 4 种，占评价区的 57.1%；广布种 3 种，占 42.9%；无东洋种、特有种分布。

表 4.12-11 评价区两栖类动物名录

序号	种名	拉丁名	区系类型	保护级别
一、无尾目 ANURA				
（一）角蟾科 Megophryidae				
1	六盘齿突蟾	*Scutiger liupanensis*	古北	
（二）蟾蜍科 Bufonidae				
2	中华大蟾蜍	*Bufo gargarizans*	广布	
3	花背蟾蜍	*Bufo raddei*	古北	
（三）蛙科 Rannidae				
4	棘腹蛙	*Paa boulengeri*	古北	
5	中国林蛙	*Rana chensinensis*	广布	省级保护动物
6	黑斑侧褶蛙	*Pelophylax nigromaculatus*	广布	省级保护动物
（四）姬蛙科 Microhylidae				
7	北方狭口蛙	*kaloula borealis*	古北	

③生态类型

按照两栖类生活习性，分为以下 3 种生态类型：

流溪型（流动的水体中活动觅食）：包括六盘齿突蟾和棘腹蛙 2 种，主要活动于评价区山涧溪流生境。

静水型（静水或缓流中活动觅食）：包括黑斑侧褶蛙 1 种，主要是在评价范围内的池塘、水库等静水水体中生活，与人类活动关系较密切。

陆栖型（陆地上活动觅食）：包括中华大蟾蜍、花背蟾蜍、中国林蛙、北方狭口蛙 4 种，主是在离水源不远的陆地上活动，与人类活动关系较密切。

④珍稀保护两栖类生态习性、生境及分布

评价区主要调查到 2 种陕西省级保护两栖类动物，分别为中国林蛙（*Rana chensinensis*）、黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculatus*）。

中国林蛙 *Rana chensinensis*



别称哈士蟆，属无尾目，蛙科，陕西省重点保护动物。

形态特征：头体和四肢较细长，行动敏捷，跳跃力强，鼓膜部有三角形黑褐色斑。体背多为土黄色，一般在疣上散有深色斑。背侧褶在鼓膜上方向外侧弯曲。

栖息环境：以陆栖为主，常在没有强烈光照、湿润凉爽的环境中生活。以多种昆虫为食。

生活习性：食物主要为鞘翅类昆虫，亦有少数蜘蛛类动物。生活周期可分为水中生活和陆地生活两个阶段。水中生活阶段在较深水域中进入冬眠状态，一般从 9 月下旬到翌年 4 月中旬，多群集于水下穴洞之中；陆地生活阶段是春季冰雪溶化、水温变暖时，随水温和气温升高陆续上岸，主要分布在浅水区域。

繁殖方式：每年 4 月底，随着水温和气温升高陆续上岸，雌雄蛙体生殖腺均已成熟，在温暖的浅水池沼、田水中“抱对”和产卵、排精，水体外受精，形成受精卵。完成生殖活动后，进入陆地山林的草丛或灌丛中，营陆地生活 。

分布情况：评价区内多见库区周边的山林、草丛或灌丛，数量较少。

黑斑侧褶蛙 *Pelophylax nigromaculatus*

别称黑斑蛙，属无尾目，蛙科，陕西省重点保护动物

形态特征：成蛙一般体长 10～20cm，体重 250～350g，最大可达 500g。腹部白色，背中线两侧一般有黑斑。有侧褶；体色多变异，常见黑色、灰色、灰绿、绿色等颜色。



栖息环境：常栖息于池塘、水沟、水库、小河和沼泽及其它阴凉、潮湿、安静的地方。

生活习性：遇到惊扰迅速潜入水中躲避。捕食各种飞虫，也爱吃蚯蚓。

繁殖方式：3～6 月产卵，卵呈块状，周边透明，内心似黑珍珠。卵常漂浮在水上，水草边等地。蝌蚪全长最大 6cm，变态后幼蛙长 1~3cm。

分布情况：评价范围内多见于库区池塘、水沟、小河和沼泽中，数量较少。

2）爬行类

①种类组成

评价区爬行类共有 3 目 6 科 16 种（表 4.12-12），无国家珍稀保护物种，陕西省重点保护种类 5 种，分别为鳖（*Trionyx sinensis*）、赤峰锦蛇（*Elaphe anomala*）、王锦蛇（*Elaphe carinata*）、白条锦蛇（*Elaphe dione*）、短尾蝮（*Gloydius brevicaudus*）。

②区系类型

评价区内 16 种爬行类中，古北种 11 种，占评价区爬行类总种数 68.7%；广布种 4 种，占 25.0%；东洋界 1 种，占 6.3%；无特有种类分布。优势物种有王锦蛇、白条锦蛇、黄脊游蛇等。

表 4.12-12 评价区爬行类动物名录

序号	种名	拉丁名	区系类型	保护级别
一、龟鳖目 TESTUDINAFA				
（一）鳖科 Trionychidae				
1	中华鳖	*Trionyx sinensis*	广布	S
（二）龟科 Emydidae				
2	乌龟	*Chinemys reevesii*	广布	
二、有鳞目 SQUAMATA				
（三）壁虎科 Gekkonidae				
3	无蹼壁虎	*Gekko swinhonis*	古北	
4	耳疣壁虎	*Gekko auriverrucosus*	古北	
（四）蜥蜴科 Lacertidae				
5	丽斑麻蜥	*Eremias argus*	古北	
6	山地麻蜥	*Eremias brenchleyi*	古北	
7	密点麻蜥	*Eremias multiocellata*	古北	
8	北草蜥	*Takydromus septentrionalis*	古北	
三、蛇目 SERPENTIFORMES				
（五）游蛇科 Colubridae				
9	黄脊游蛇	*Coluber spinalis*	古北	
10	赤链蛇	*Dinodon rufozonatum*	广布	
11	赤峰锦蛇	*Elaphe anomala*	古北	S
12	王锦蛇	*Elaphe carinata*	东洋	S
13	白条锦蛇	*Elaphe dione*	古北	S
14	红点锦蛇	*Elaphe rufodorsata*	古北	
（六）蝰科 Viperidae				
15	短尾蝮	*Gloydius brevicaudus*	广布	S
16	中介蝮	*Gloydius intermediu*	古北	

注：S-表示省级保护动物

③生态类型

按照爬行类的生活习性，分为以下 5 种生态类型：

水栖型（水中生活、觅食的爬行类）：包括乌龟、中华鳖 2 种，主要分布于评价区河流中。

住宅型（住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：包括无蹼壁虎和耳疣壁虎 2 种，常活动于评价区村落及其附近，亦常见于农田、灌草丛等生境。

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：包括丽斑麻蜥，山地麻蜥，密点麻蜥，北草蜥 4 种。主要活动于两岸灌丛、灌草丛、乱石等生境。

林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：包括游蛇科、眼镜蛇科、蝰科的所有蛇类，如黄脊游蛇、赤链蛇、赤峰锦蛇、王锦蛇、白条锦蛇、红点锦蛇、短尾蝮、中介蝮，共 8 种。主要活动于评价区溪流及其周边植被相对丰富的区域，在河谷两侧灌丛灌草丛、农田亦可见，但数量较少。

④珍稀保护爬行类生态习性、生境及分布

调查到陕西省重点保护种类 5 种，分别为中华鳖（*Trionyx sinensis*）、赤峰锦蛇（*Elaphe anomala*）、王锦蛇（*Elaphe carinata*）、白条锦蛇（*Elaphe dione*）、短尾蝮（*Gloydius brevicaudus*）。

中华鳖 *Trionyx sinensis*



别称甲鱼、水鱼、团鱼和王八，属龟鳖目，鳖科，陕西省重点保护动物。

形态特征：体躯扁平，呈椭圆形，背腹具甲。头部粗大，前端略呈三角形。吻端延长呈管状，具长的肉质吻突，约与眼径相等。眼小，口无齿，脖颈细长。颈基两侧及背甲前缘均无明显的瘰粒或大疣。背甲暗绿色或黄褐色，周边为肥厚的结缔组织，别称“裙边”。腹甲灰白色或黄白色，平坦光滑，有 7 个胼胝体。尾部较短。四肢扁平，后肢比前肢发达。四肢均可缩入甲壳内。

栖息环境：鳖是变温动物，水陆两栖，用肺呼吸。喜生活在江河、湖泊、池塘中。常浮到水面，伸出吻尖进行呼吸，也常在陆地活动晒背。

生活习性：生活于江河、湖沼、池塘、水库等水流平缓、鱼虾繁生的淡水水域，也常出没于山溪中。在陆地上爬行、攀登，也能在水中自由游泳。夏季有晒甲习惯，寒冷的冬季会冬眠。喜食鱼虾、昆虫等，也食水草、谷类等植物性食物。

繁殖方式：中华鳖 4～5 月水中交配，待 20 天产卵，多次性产卵，至 8 月结束。首次产卵 4～6 枚，繁殖季节一般可产卵 3～4 次，5 岁以上雌鳖一年可产 50～100 枚。卵为球形，乳白色，卵径 15～20mm，卵重 8～9g。经过 40～70 天地温孵化，稚鳖破壳而出，1～3 天脐带脱落入水生活。

分布情况：评价范围内多见于湖沼、池塘、水库等水流平缓，数量较少，偶尔可见。

赤峰锦蛇　*Elaphe anomala*



别称乌松、黑松、虎尾蛇，属蛇目，游蛇科，陕西省重点保护动物。

形态特征：全长 2m 左右。背面黄褐色或棕色，体后段至尾部有 21～25 个约占 2～4 枚鳞宽的横斑，前后两横斑相距 4～6 枚鳞；腹面灰白色，没有黑斑或有不明显黑斑。背鳞 23-23-19 行，除最外两行平滑外，余均具强棱；腹鳞 203～225；肛鳞二分；尾下鳞 54～75 对

栖息环境：生活于平原、丘陵、山地的林边、田园、水域附近。

生活习性：多于白天活动，也见于黄昏及夜间。4 月上旬到 10 月下旬均见其活动。以鱼、蛙、蝌蚪、蜥蜴、蛇、鸟、鸟蛋、小型哺乳类、软体动物为食。

繁殖方式：7～8 月产卵 6～17 枚，孵化期 1 个半月左右，初孵仔蛇全长 300mm 左右，重 13～19g。

分布情况：评价范围内多见于库区丘陵、山地的林边、水域附近湖沼、池塘、水库等水流平缓，容易见到。

王锦蛇　*Elaphe carinata*



别称臭王蛇、黄颌蛇、王蛇（四川）、锦蛇、黄蟒蛇、王蟒蛇、油菜花等，属蛇目、游蛇科，陕西省重点保护动物。

形态特征：身体呈圆筒形，体大者可达 5~10kg 以上，全长 2.5m 以上，头部、体背鳞缘为黑色，中央呈黄色，似油菜花样，体前段具有 30 余条黄色的横斜斑纹，到体后段逐渐消失。腹面为黄色，并伴有黑色斑纹。

栖息环境：栖息在山地，平原及丘陵地带，活动于河边、水塘边及其他近水域的地方。

生活习性：王锦蛇动作敏捷，性情凶猛，爬行速度快且会攀爬上树。系广食

性蛇类，以捕食蛙类、鸟类、鼠类及各种鸟蛋。

繁殖方式：产卵繁殖，每年 6~7 月产卵，每次产 8~15 枚不等，孵化期为 40~45 天左右。

分布情况：评价范围内多见于平原、丘陵地带，活动于河边、水塘边及其他近水域的地方。

白条锦蛇　Elaphe dione



别称枕纹锦蛇、麻蛇，属蛇目游蛇科，陕西省重点保护动物。

形态特征：头略呈椭圆形，体尾较细长，全长 1m 左右。吻鳞略呈五边形，宽大于高：鼻间鳞成对，宽大于长；前额鳞一对近方形；额鳞单枚成盾形，瓣缘略宽于后缘；顶鳞一对，较额鳞要长。

栖息环境：生活于平原、丘陵或山区、草原，栖于田野、坟堆、草坡、林区、河边及近旁，也见于菜园、农家的鸡窝、畜圈附近，有时为捕食鼠类进入老土房。

生活习性：生活力强，耐饥渴。性情比较温顺，行动较迟缓。捕杀小鸟、蜥蜴及小型鼠类为食。北方地区 10 月上旬开始入蛰，翌年 4 月下旬出蛰。

繁殖方式：7~8 月间产卵于深穴或石缝内，每次产卵 6~15 个左右，卵壳柔韧，乳白色，卵每枚长约 28~45mm，宽约 15~25mm。

分布情况：评价范围内多见于平原、丘陵、草坡、林区、河边。

短尾蝮　*Gloydius brevicaudus*

别称七寸子、土聋子、土蝮蛇、土夫蛇、白花七步倒，属蛇目，蝰科，陕西省重点保护动物。



形态特征：全长雄性 414±64 mm，雌性 344±48 mm，背面浅褐色到红褐色，有两行深棕色圆斑，左右交错或并列，圆斑中央色浅，外侧常开放呈马啼形；眼后有一呈色眉纹，其上缘镶以黄白色边；尾后段黄白色，但尾尖常为黑色。吻棱明显；鼻间鳞外侧尖细笛向后弯；

背鳞中段 21 行；腹鳞+尾下鳞 167-196，平均 180。有颊窝，有管牙。

栖息环境：常栖于平原、丘陵、低山区或田野溪沟的乱石堆下、草丛、水沟、坟堆、灌木丛及田野中。

生活习性：常弯曲成盘状或波状。捕食鼠、蛙、蜥蜴、 鸟、昆虫等。低于10℃时几乎不捕食；5℃以下进入冬眠；20℃～25℃为捕食高峰；30℃以上进洞栖息。夜间活动频繁。

繁殖方式：仔蛇 2～3 年性成熟，卵胎生殖。5～9 月为繁殖期，每雌可产仔蛇 2～8 条。新生仔蛇当年脱皮 1～2 次。

分布情况：评价范围内多见于平原、丘陵、低山区、草丛、水沟、灌木丛及田野中。

3）鸟类

①种类组成

评价区共有鸟类 17 目 43 科 154 种，国家I级保护鸟类 2 种，国家II级重点保护种 13 种。其中国家I级保护动物有金雕(*Aquila chrysaetos*)，大鸨(*Otis tarda*)。国家II级保护动物有大天鹅(*Cygnus cygnus*)，鸳鸯(*Aix galericulata*)，黑鸢(*Milvus korschun*)，大鵟(*Buteo hemilasius*)，普通鵟(*Buteo buteo*)，秃鹫(*Aegypius monachus*)，白尾鹞(*Circus cyaneus*)，红隼(*Falco tinnunculus*)，红脚隼(*Falco amurensis*)，灰鹤(*Grus grus*)，短耳鸮(*Asio flammeus*)，长耳鸮(*Asio otus*)，纵纹腹小鸮(*Athene noctua*)。

②区系类型

评价区鸟类中，古北种 71 种，占 46.1%；广布种 42 种，占 27.3%；东洋种 41 种，占 26.6%。特有种 5 种（画眉、大噪鹛、橙翅噪鹛、白头鹎、领雀嘴鹎）。

按照居留类型划分，留鸟 71 种，占 46.1%；夏候鸟 28 种，占 18.2%；冬候鸟 25 种，占 16.2%；旅鸟 30 种，占 19.5%。鸻鹬、雁鸭类和鸻鹬类为冬候鸟或旅鸟，冬季在泾河河流库塘湿地中越冬或作短期停留；鹭科、杜鹃科、鸱鸮科、雨燕科及雀形目燕科、鹟科等鸟类多为夏候鸟。夏季在低山丘陵和中山地区的林地中繁殖。啄木鸟、鹎类和山雀等留鸟随季节变化垂直迁移。

2）评价区鸟类生态类型

按照鸟类生境，评价区鸟类分为以下 6 种生态类型：

游禽（脚向后伸，趾间有蹼，有扁阔的或尖嘴，善于游泳、潜水和在水中掏取食物）：包括鹅形目、雁形目鸭科和鸻形目鸥科所有种类，如普通鸬鹚、赤麻鸭、翘鼻麻鸭、绿头鸭、豆雁、绿翅鸭、斑嘴鸭、鸳鸯、普通燕鸥等，共 19 种。主要活动于评价区的泾河及周边区域。

涉禽（嘴，颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，不会游泳，常用长嘴插入水底或地面取食）：包括鹳形目鹭科、秧鸡科、鹤科，鸻形目鸻科、鹬科、反嘴鹬科所有种类，如苍鹭、大白鹭、中白鹭、夜鹭、普通秧鸡、白骨顶、黑水鸡、白胸苦恶鸟、凤头麦鸡、金眶鸻、林鹬、矶鹬、反嘴鹬等，共 23 种，主要分布于评价区的泾河沿岸滩涂、沼泽或农田等生境等。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，多在地面活动觅食）：包括鸡形目雉科，鹤形目鸨科，鸽形目鸠鸽科所有种类，如石鸡、雉鸡、大鸨等，共 8 种。石鸡、雉鸡主要分布于评价区外缘植被较为丰富的林地生境，鸽形目种类分布范围较广，河谷两侧坡地农田、灌丛灌草丛生境至评价区外缘林地均有分布。

猛禽（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物）：包括隼形目和鸮形目的所有种类，如黑鸢、大鵟、普通鵟、金雕、红隼、红脚隼、短耳鸮、长耳鸮、纵纹腹小鸮等，共 11 种。其中隼形目种类分布范围广，河谷农田、灌丛灌草丛生境至评价区外缘林地均有分布，鸮形目种类主要活动于评价区植被较好的林地区域及林缘地带。

攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：包括鹃形目杜鹃科，夜鹰目夜鹰科，雨燕目雨燕科，佛法僧目翠鸟科、佛法僧科，戴胜目和鴷形目所有种类，如大杜鹃、小杜鹃、噪鹃、普通夜鹰、白腰雨燕、蓝翡翠、灰头绿啄木鸟、大斑啄木鸟等共 16 种。鹃形目、夜鹰目、佛法僧目和鴷形目种类多分布于河谷两岸及评价区外缘植被丰富的林地生境，雨燕目种类主要分布于评价区的陡峭崖壁河谷及支沟、支流，佛法僧目翠鸟科种类多活动于河谷两岸植被较好的灌丛或村落；戴胜目种类分布广泛，各生境均有分布。

鸣禽（鸣管和鸣肌特别发达，一般体形较小，体态轻捷，善于鸣叫，且巧于筑巢）：包括雀形目所有种类，共 78 种。其种类较多，各类群主要栖息生境各有不同，但总体上主要集中分布于评价区河谷及其支流两岸、村落或评价区外缘植被较为丰富的灌丛或林地生境，而河谷两侧的灌丛灌草丛生境分布较少。

3）评价区珍稀保护鸟类生态习性及分布

评价区分布的国家I级保护鸟类 2 种，国家II级重点保护种 13 种。其中国家I级保护动物有金雕(*Aquila chrysaetos*)，大鸨(*Otis tarda*)。国家II级保护动物有大天鹅(*Cygnus cygnus*)，鸳鸯(*Aix galericulata*)，黑鸢(*Milvus korschun*)，大鵟(*Buteo hemilasius*)，普通鵟(*Buteo buteo*)，秃鹫(*Aegypius monachus*)，白尾鹞(*Circus cyaneus*)，红隼(*Falco tinnunculus*)，红脚隼(*Falco amurensis*)，灰鹤(*Grus grus*)，短耳鸮(*Asio flammeus*)，长耳鸮(*Asio otus*)，纵纹腹小鸮(*Athene noctua*)。

①金雕 *Aquila chrysaetos*

别称金鹫、老雕、洁白雕、鹫雕，属隼形目，鹰科，国家I级保护鸟类。

形态特征：体长 90～100cm，体重 3～5kg，头顶黑褐色，后颈暗棕褐色；上体暗赤褐色尾羽先端约 1/4 黑色，余为灰褐色；下体暗褐色，尾下覆羽灰棕褐色。



栖息环境：生活在草原、荒漠、河谷，特别是高山针叶林中，冬季亦常在山地丘陵和山脚平原地带活动，最高达到海拔 4000m 以上。

生活习性：通常单独或成对活动，白天常见在高山岩石峭壁之巅，以及空旷地区高大树上歇息，或在荒山坡、墓地、灌丛等处捕食，主要以鸟类、羊、羚、鹿、兔、鼠、貂、狐等动物为食。

繁殖情况：2～3 月开始繁殖，每窝产卵 1～2 枚，雌鸟孵卵 43～45 天，雏鸟 65～70 天长成。

分布情况：主要分布于库区两侧高山针叶林中，数量较少。

②大鸨 *Otis tarda*



别称地鹴、老鸨、独豹、野雁，属鹤形目，鸨科，国家I级保护鸟类。

形态特征：嘴短，头长、基部宽大于高。翅大而圆，第 3 枚初级飞羽最长。无冠羽或皱领，雄鸟在喉部两侧有刚毛状的须状羽。跗蹠等于翅长 1/4。雄鸟的头、颈及前胸灰色，其余下体栗棕色，密布

宽阔的黑色横斑。雌雄鸟两翅覆羽均为白色，翅上形成大白斑。

栖息环境：主要栖息于开阔的平原、干旱草原、稀树草原，也出现于河流、湖泊沿岸和邻近的干湿草地。

生活习性：性耐寒、机警，善奔走、不鸣叫，非迁徙时飞行高度不超过 200m。大部分时间集群活动。大鸨食物很杂，主要吃植物的嫩叶、嫩芽、嫩草、种子以及昆虫、蚱蠓、蛙等动物性食物，特别是象鼻虫、油菜金花虫、蝗虫等农田害虫。

繁殖情况：每年 4 月中旬开始繁殖，5 月上旬至 6 月产卵，每年产 1 窝卵，每窝 2 枚，少有 3 枚或 4 枚，由雌鸟开始孵卵，孵化期 31～32 天。雏鸟为早成鸟，由雌鸟照顾和喂食，30～35 日龄长出飞羽，第 1 年冬独立生活。

分布情况：主要分布于库区两侧河流沿岸和邻近的干湿草地，数量较少。

③大天鹅 *Cygnus cygnus*



别称咳声天鹅、喇叭天鹅、黄嘴天鹅、吹号天鹅，属雁行目，鸭科，国家II级保护鸟类。

形态特征：体长 120～160cm，翼展 218～243cm，体重 8～12kg，寿命 8 年。全身羽毛均为雪白颜色，雌雄同色，雌略较雄小。虹膜暗褐色，嘴黑色，上嘴基部黄色，此黄斑沿两侧向前延伸至鼻孔之下，形成一喇叭形。嘴端黑色。跗蹠、蹼、爪亦为黑色。幼鸟全身灰褐色，头和颈部较暗，下体、尾和飞羽较淡，嘴基部粉红色，嘴端黑色。

栖息环境：繁殖期喜欢栖息在开阔的、食物丰富的浅水水域中，冬季主要栖息在多草的大型湖泊、水库、水塘、河流和开阔的农田地带。

生活习性：性喜集群，除繁殖期外常成群生活。性胆小，警惕性极高，活动和栖息时远离岸边，游泳亦多在开阔的水域。候鸟，每年 9 月中下旬开始离开繁殖地往越冬地迁徙，10 月下旬至 11 月初到达越冬地。翌年 2 月末 3 月初离开越冬地往繁殖地迁徙，3 月末 4 月初到达繁殖地。主要以水生植物叶、茎、种子和根茎为食，如莲藕、胡颓子和水草。

繁殖情况：繁殖期 5～6 月。营巢在大的湖泊、水塘和小岛等水域岸边干燥地上或水边浅水处大量堆集的干芦苇上。每窝产卵 4～5 枚，孵化期 35～40 天。

分布情况：大天鹅属冬候鸟，冬季分布于评价范围内河流两侧，数量较少。

④鸳鸯 *Aix galericulata*

别称乌仁哈钦、官鸭、匹鸟、邓木鸟，属雁行目，鸭科，国家II级保护鸟类。



形态特征：体长 38～45cm，体重 0.5kg 左右。雌雄异色，雄鸟嘴红色，脚橙黄色，羽色鲜艳而华丽，头具艳丽冠羽，翅上有一对栗黄色扇状直立羽。雌鸟嘴黑色，脚橙黄色，头和整个上体灰褐色，眼周白色，其后连一细的白色眉纹。

栖息环境：栖息于山地森林河流、湖泊、水塘、芦苇沼泽中。

生活习性：生性机警，极善隐蔽，飞行本领强。除繁殖期外，常成群活动，特别是迁徙季节和冬季，集群多达 50～60 只。善游泳和潜水。杂食性，食物种类常随季节和栖息地不同而有变化，繁殖季节以动物性食物为主。

繁殖情况：繁殖于山地森林中，4 月下旬开始出现交配行为，5 月初产卵，每窝产卵 7～12 枚，孵化期 28～30 天。

分布情况：鸳鸯属冬候鸟，冬季分布于评价范围内河流两侧，偶尔可见。

⑤黑鸢(Milvus korschun)

别 称鸢，属隼形目，鹰科，国家II级保护鸟类。



形态特征：上体暗褐色，下体棕褐色，均具黑褐色羽干纹，尾较长，呈叉状，具宽度相等的黑色和褐色相间排列的横斑；飞翔时翼下左右各有一块大的白斑。雌鸟显著大于雄鸟。

栖息环境：栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带。

生活习性：白天活动，常单独在高空飞翔，秋季有时亦呈 2～3 只小群。飞行快而有力，视力亦敏锐。性机警。主要以小鸟、鼠类、蛇、蛙、鱼、野兔、蜥蜴和昆虫等为食，偶尔吃家禽和腐尸。

繁殖情况：繁殖期 4～7 月，每窝产卵 2～3 枚，雌雄亲鸟轮流孵卵，孵化期 38 天。

分布情况：评价范围内主要分布于库区两侧森林和低山丘陵地带，数量较少。

⑥大鵟　*Buteo hemilasius*

别称：豪豹、白鹭豹，属隼形目，鹰科，国家II级保护鸟类。

形态特征：大型猛禽，体长 570～760mm。头顶和后颈白色，各羽贯以褐色纵纹。头侧白色；有褐色髭纹，上体淡褐色，有 3～9 条暗色横斑，羽干白色；下体大都棕白色。虹膜黄褐色，嘴黑色，蜡膜黄绿色，跗蹠和趾黄色，爪黑色。



栖息环境：栖息于山地、山脚平原和草原等地区，也出现在高山林缘和开阔的山地草原与荒漠地带。

生活习性：主要为留鸟，部分迁徙。春季多于 3 月末 4 月初到达繁殖地，秋季多在 10 月末至 11 月中旬离开繁殖地。中国繁殖种群主要为留鸟，部分迁往繁殖地南部越冬。白天活动。常单独或小群活动，主要以啮齿动物，蛙、蜥蜴、野兔、蛇、黄鼠、鼠兔、旱獭、雉鸡、石鸡、昆虫等动物性食物为食。

繁殖情况：繁殖期 5～7 月份，通常营巢于悬岩峭壁上或树上，每窝产卵通常 2～4 枚，孵化期约 30 天。

分布情况：评价范围内主要分布于库区两侧林区，数量较少。

⑦普通鵟　*Buteo buteo*

别称鸡母鹞，属隼形目，鹰科，国家II级保护鸟类。



形态特征：属中型猛禽，体长 50～59cm。体色变化较大，上体主要暗褐色，下体主要暗褐色或淡褐色，尾淡灰褐色。飞翔时两翼宽阔，初级飞羽基部有明显的白斑，翼下白色，仅翼尖、翼角和飞羽外缘黑色 （淡色型）或全为黑褐色 （暗色型）。

栖息环境：主要栖息于山地森林和林缘地带，从海拔 400m 山脚阔叶林到 2000m 混交林和针叶林地带均有分布，常见在开阔平原、荒漠、旷野、耕作区、林缘草地和村庄上空盘旋翱翔。

生活习性：常见在开阔平原、荒漠、旷野、耕作区、林缘草地和村庄上空盘

旋翱翔。多单独活动，有时 2～4 只在天空盘旋。活动主要在白天。性机警，视觉敏锐。善飞翔，以鼠类为食。也吃蛙、蜥蜴、蛇、野兔、小鸟和大型昆虫等动物性食物，有时亦到村庄捕食鸡等家禽。

繁殖情况：繁殖期 5～7 月。通常营巢于林缘或森林中高大的树上，尤喜针叶树。每窝产卵 2～3 枚，孵化期约 28 天。

分布情况：评价范围内主要分布于库区两侧林区，数量较少。

⑧秃鹫 *Aegypius monachus*

别称狗头鹫、夭勒、狗头雕、座山雕，属隼形目，鹰科，国家II级保护鸟类。



形态特征：大型猛禽，体长约 1.2m，体羽主要黑褐色，飞羽和尾部黑色更深，领部羽毛淡褐接近白色。头部绒羽，显著特征是颈后羽毛稀少或者没有羽毛。

栖息环境：海拔 2000～5000m 高山、草原均有分布，主要栖息于低山丘陵和高山荒原与森林中的荒岩草地、山谷溪流和林缘地带，冬季偶尔也到山脚平原地区的村庄、草地以及荒漠和半荒漠地区。

生活习性：常单独活动，偶尔也成小群，特别在食物丰富地方。白天活动常在高空翱翔和滑翔，有时也进行低空飞行。筑巢于高大乔木上，以树枝为材，内铺小枝和兽毛等。多单独活动，有时结 3～5 只小群，最大群可达 10 多只，一般以死尸（腐肉）为食；偶尔也会捕食生病或受伤的动物。

繁殖情况：每窝产卵 1～2 枚，污白色。雌雄均参与孵卵，孵卵期约 55 天。

分布情况：评价范围内主要分布于库区林区边缘、低山丘陵区，数量极少。

⑨白尾鹞 *Circus cyaneus*

别称灰泽鹞、灰鹰、白抓、灰鹞、鸡鸟，属隼形目，鹰科，国家II级保护鸟类。

形态特征：体长 41～53cm。雄鸟上体蓝灰色、头和胸较暗，翅尖黑色，尾上覆羽白色，腹、两胁和翅下覆羽白色。雌鸟上体暗褐色，尾上覆羽白色，下体皮黄白色或棕黄褐色，杂以粗的红褐色或暗棕褐色纵



纹；常贴地面低空飞行，滑翔时两翅上举成‘V’字形。

栖息环境：栖息于平原和低山丘陵地带，尤其是平原上的湖泊、沼泽、河谷、草原、荒野以及低山、林间沼泽和草地、农田耕地。

生活习性：春季迁到东北繁殖地时间在 3 月末至 4 月初，离开繁殖地时间 10～11 月。常沿地面低空飞行，飞行极为敏捷迅速。主要以小型鸟类、鼠类、蛙、蜥蜴和大型昆虫等食物为食。白天活动和觅食，尤以早晨和黄昏最为活跃。

繁殖情况：繁殖期 4～7 月，每窝产卵 4～5 枚，孵卵期 29～31 天。雏鸟晚成性，经过 35～42 天的巢期生活，雏鸟才能离巢。

分布情况：评价范围内主要分布于库区两侧林区，数量极少。

⑩红隼 *Falco tinnunculus*

别 称茶隼，红鹰，黄鹰，红鹞子，属隼形目，隼科，国家II级保护鸟类。



形态特征：小型猛禽。喙较短，先端两侧有齿突，基部不被蜡膜或须状羽；鼻孔圆形，自鼻孔向内可见一柱状骨棍；翅长而狭尖，扇翅节奏快；尾较细长。

栖息环境：栖息于山地森林、森林苔原、低山丘陵、草原、旷野、森林平原、山区植物稀疏的混合林、开垦耕地、旷野灌丛草地、林缘、林间空地、疏林和有稀疏树木生长的旷野、河谷和农田地区。

生活习性：春季 3 月中旬至 4 月中旬陆续迁到北方繁殖地，10 月初至 10 月末迁离繁殖地。迁徙时常集成小群，特别是秋季。平常喜欢单独活动。以鼠类、雀形目鸟类、蛙、蜥蜴、松鼠、蛇等小型脊椎动物为食物，也吃蝗虫、蚱蜢、蟋蟀等昆虫。

繁殖情况：繁殖期 5～7 月。通常营巢于悬崖、山坡岩石缝隙、土洞、树洞和喜鹊、乌鸦以及其他鸟类在树上的旧巢中。每窝产卵通常 4～5 枚，孵化期 28～30 天。雏鸟晚成性，经过 30 天左右，雏鸟才能离巢。

分布情况：评价范围内主要分布于库区两侧林区及低山丘陵区，数量极少。

⑪红脚隼 *Falco amurensis*

别称青鹰、青燕子、黑花鹞、红腿鹞属隼形目，隼科，国家II级保护鸟类。



形态特征：体长 26～30cm，体重 124～190g。雄鸟、雌鸟及幼鸟体色有差异。雄鸟上体大都为石板黑色；颏、喉、颈、侧、胸、腹部淡石板灰色，胸具橇细的黑褐色羽干纹。雌鸟上体大致为石板灰色，具黑褐色羽干纹，下背、肩具黑褐色横斑；颏、喉、颈侧乳白色，其余下体淡黄白色或棕白色，胸部具黑褐色纵纹，腹中部具点状或矢状斑，腹两侧和两胁具黑色横斑。虹膜暗褐；嘴黄，先端石板灰；跗和趾橙黄色，爪淡白黄色。

栖息环境：主要栖息于低山疏林、林缘、山脚平原、丘陵地区的沼泽、草地、河流、山谷和农田耕地等开阔地区，尤其喜欢具有稀疏树木的平原、低山和丘陵地区。

生活习性：多白天单独活动。主要以蝗虫、蚱蜢、蝼蛄、蠡斯、金龟子、蟋蟀、叩头虫等昆虫为食，有时也捕食小型鸟类、蜥蜴、石龙子、蛙、鼠类等小型脊椎动物，其中害虫占其食物 90%以上。

繁殖情况：5～7 月份繁殖。每窝产卵 4～5 枚，孵化期 22～23 天。雏鸟为晚成性，大约 27～30 天后离巢。中国春季迁到北方繁殖地时间大多在 4 月末至 5 月初，秋季离开繁殖地时间大多在 10 月末至 11 月初。

分布情况：评价范围内主要分布于库区两侧林区及低山丘陵区，数量极少。

⑫灰鹤　*Grus grus*

别 称千岁鹤、玄鹤、番薯鹤，属鹤形目，鹤科，国家II级保护鸟类。



形态特征：大型涉禽，后趾小而高位。成鸟两性相似，雌鹤略小。前额和眼先黑色，被有稀疏的黑色毛状短羽。眼后有一白色宽纹穿过耳羽至后枕，再沿颈部向下到上背，身体其余部分为石板灰色，在背、腰灰色较深，胸、翅灰色较淡，背常沾有褐色。喉、前颈和后颈灰黑色。初级飞羽、次级飞羽端部、尾羽端部和尾上覆羽为黑色；三级飞羽灰色，先端略黑，且延长弯曲成弓状，其羽端的羽枝分离成毛发状。虹膜红褐色；嘴黑绿色，端部沾黄；腿和脚灰黑色。

栖息环境：栖息于开阔平原、草地、沼泽、河滩、旷野、湖泊以及农田地带；尤为喜欢以富有水边植物的开阔湖泊和沼泽地带。

生活习性：灰鹤成 5～10 余只小群活动，迁徙期间有时集群多达 40～50 只，冬天越冬地集群个体多达数百只。性机警。杂食性，以植物为主，包括根、茎、叶、果实和种子，喜食芦苇的根和叶，夏季也吃昆虫、蚯蚓、蛙、蛇、鼠等。

繁殖情况：单配制，但不稳定。4 月下旬开始产卵，每窝产卵 2 枚，灰褐色，孵化期为 30 天左右，雌雄鹤轮流换孵，幼鸟 3 月龄可以飞翔。

分布情况：评价范围内主要分布于库区两侧草地、沼泽、河滩及农田地带，数量极少。

⑬短耳鸮　*Asio flammeus*



别 称夜猫子、猫头鹰、田猫王、短耳猫头鹰，属鸮形目，鸱鸮科，国家II级保护鸟类。

形态特征：体矮，体长 38～40cm，黄褐色鸮鸟。翼长，面庞显著，短小的耳羽簇，眼为光艳的黄色，眼圈暗色。上体黄褐，满布黑色和皮黄色纵纹；下体皮黄色，具深褐色纵纹。

栖息环境：栖息于低山、丘陵、苔原、荒漠、平原、沼泽、湖岸和草地等生境中，尤以开阔平原草地、沼泽和湖岸地带较多见。

生活习性：多在黄昏和晚上活动和猎食，多栖息于地上或潜伏于草丛中。主要以鼠类为食，也吃小鸟、蜥蜴和昆虫，偶吃植物果实和种子。

繁殖情况：繁殖期 4～6 月。通常营巢于沼泽附近地上草丛中，也见在次生阔叶林内朽木洞中营巢。巢通常由枯草构成。每窝产卵 3～8 枚，卵白色，孵化期 24～28 天。雏鸟晚成性，孵出后 24～27 天即可飞翔。

分布情况：评价范围内主要分布于库区两侧林区，偶尔可见。

⑭长耳鸮　*Asio otus*



别 称长耳木兔、有耳麦猫王、虎鳽、彪木兔、夜猫，属鸮形目，鸱鸮科，国家II级保护鸟类。

形态特征：耳羽簇长，位于头顶两侧，竖直如耳。面盘显著，棕黄色，皱翎完整，白色而缀

有黑褐色。上体棕黄色，而密杂以粗著的黑褐色羽干纹；颏白色，其余下体棕白色而具粗著的黑褐色羽干纹。腹以下羽干纹两侧具树枝状的横枝。跗蹠和趾密被棕黄色羽，眼橙红色。

栖息环境：栖息于针叶林、针阔混交林和阔叶林等森林中，也出现于林缘疏林、农田防护林和公园林地。

生活习性：夜行性，白天多躲藏在树林中，常栖息在树干近旁侧枝上或林中空地上草丛中。平时多单独或成对活动，但迁徙期间和冬季常结成 10～20 只。以鼠类等啮齿动物为食，也吃小型鸟类、哺乳类和昆虫。

繁殖情况：繁殖期为 4～6 月，每窝产卵 3～8 枚，卵白色，孵化期 27～28 天。雏鸟晚成性，孵出 45～50 天后离巢。

分布情况：评价范围内主要分布于库区两侧林区，偶尔可见。

⑮纵纹腹小鸮　*Athene noctua*

别称辞怪、小猫头鹰、东方小鸮，属鸮形目，鸱鸮科，国家II级保护鸟类。

形态特征：体长 23cm，无耳羽簇。头顶平，眼亮黄而长凝不动。浅色平眉及白色宽髭纹。上体褐色，具白纵纹及点斑。下体白色，具褐色杂斑及纵纹。虹膜亮黄色，嘴角质黄色，脚白色、被羽，爪黑褐色。



栖息环境：栖息于低山丘陵，林缘灌丛和平原森林地带，也出现在农田、荒漠和村庄附近的丛林中。

生活习性：常见留鸟，广布于中国北方及西部大多数地区，高可至海拔 4600m。部分地昼行性，常立于篱笆及电线上。岩洞或树洞中营巢。夜晚出来活动，以昆虫和鼠类为食，也吃小鸟、蜥蜴、蛙类等。

繁殖情况：繁殖期 5～7 月。通常营巢于悬崖的缝隙、岩洞、废弃建筑物的洞穴等处，有时也在树洞或自己挖掘的洞穴中营巢。每窝产卵 2～8 枚，孵化期 28～29 天。雏鸟为晚成性，需亲鸟喂养 4～50 天才能飞翔。

分布情况：评价范围内主要分布于库区两侧林区，偶尔可见。

6）兽类

①种类组成

评价区兽类 6 目 12 科 28 种（表 4.12-13），其中国家II级保护动物 1 种-水獭（*Lutra lutra*）；陕西省重点保护种类 6 种，分别为狼（*Canis lupus*）、狗獾（*Meles meles*）、猪獾（*Arctonyx collaris*）、果子狸（*Paguma larvata*）、豹猫（Felis bengalensis）、小麂（*Muntiacus reeveesi*）。

②区系类型

评价区 28 种兽类中，古北种 14 种，占评价区兽类总种数的 57.1%；广布种 9 种，占 31.0%；东洋种 6 种，占 20.7%。

表 4.12-13 评价区兽类动物名录

序号	种　名	学　名	区系类型	保护级别
一、食虫目 INSECTIVRA				
（一）猬科 Erinaceidae				
1	刺猬	*Erinaceus europaeus*	广布	
二、翼手目 CHIROPTERA				
（二）菊头蝠科 Rhinolophidae				
2	马铁菊头蝠	*Rhinolophus ferrumequinum*	广布	
（三）蝙蝠科 vespertilionidae				
3	白腹管鼻蝠	*Anourosorex squamipes*	东洋	
三、兔形目 LAGOMORPHA				
（四）兔科 leporidae				
4	草兔	*lepus capenis*	广布	
四、啮齿目 RODENTIA				
（五）松鼠科 Sciuridae				
5	岩松鼠	*Srotamias d.davidianus*	古北	
6	隐纹花松鼠	*Tamiops swinhoei*	广布	S
7	花鼠	*Eutamias sibiricus*	古北	
8	达乌尔黄鼠	*Spermophilus dauricus*	古北	
（六）鼠科 Muridae				
9	长尾仓鼠	*Cricetulus longicaudatus*	古北	
10	大仓鼠	*Allocricetus triton*	古北	
11	中华鼢鼠	*Myospalax fontanieri*	古北	
12	小家鼠	*Mus musculus*	广布	
13	大林姬鼠	*Apodemus speciosus*	古北	
14	黑线姬鼠	*Apodemus agrarius*	古北	
15	黄胸鼠	*Rattus flavipectus*	东洋	

16	褐家鼠	*Rattus rattoides*	广布	
五、食肉目 CARNIVORA				
（七）犬科 Canidae				
17	狼	*Canis lupus*	广布	S
18	赤狐	*Vulpes vulpes*	古北	
（八）鼬科 Mustelidae				
19	黄鼬	*Mustela sibirica*	广布	
20	艾鼬	*Mustela eversmanni*	古北	
21	狗獾	*Meles meles*	广布	S
22	猪獾	*Arctonyx collaris*	东洋	S
23	水獭	*Lutra lutra*	古北	II
（九）灵猫科 Viverridae				
24	果子狸	*Paguma larvata*	东洋	S
（十）猫科 Felidae				
25	豹猫	*Felis bengalensis*	东洋	S
六、偶蹄目 ARTIODACTYLA				
（十一）猪科 Suidae				
26	野猪	*Sus scrofa*	古北	
（十二）鹿科 Cervidae				
27	小麂	*Muntiacus reeveesi*	东洋	S
28	狍	*Capreolus capreolus*	古北	

注：I-国家一级重点保护鸟类，II-国家二级重点保护鸟类，S-陕西省地方重点保护动物；

2）评价区兽类生态类型

按照各种兽类生境，可将评价区兽类分为 5 种生态类型：

穴居型（主要在地面活动觅食，栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：包括食虫目猬科、兔形目、食肉目鼬科、啮齿目鼠科所有种类，评价区有 14 种，如刺猬、草兔、长尾仓鼠、大仓鼠、中华鼢鼠、小家鼠、大林姬鼠、黑线姬鼠、黄胸鼠、褐家鼠、黄鼬、艾鼬、狗獾、猪獾。食肉目鼬科种类（水獭除外）主要分布在林地、灌丛等生境；啮齿目鼠科种类分布广泛，各生境均有分布。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型兽类）：包括翼手目所有种，评价区有 2 种，马铁菊头蝠和白腹管鼻蝠，主要分布于山体洞穴或村落居民区等区域。

树栖型（主要在树上栖息、觅食的兽类）：包括啮齿目松鼠科及鼯鼠科所有种，评价区有 4 种（岩松鼠、隐纹花松鼠、花鼠、达乌尔黄鼠），主要分布于评价区外缘植被丰富的林地生境。

半水栖型（在地面和水里活动）：评价区内有 1 种，即水獭，主要分布于评价区山涧溪流生境。

陆栖型（主要在地面活动）：包括食肉目犬科、灵猫科、猫科及偶蹄目所有种类，评价区有 8 种（狼、赤狐、豹猫、豹、果子狸、野猪、小麂、狍），主要分布于评价区外缘植被丰富的林地及林缘灌丛生境。

3）珍稀保护兽类动物生态习性及分布

评价区有哺乳动物 16 种，其中国家 II 级保护动物 1 种-水獭（*Lutra lutra*），陕西省保护动物 6 种，分别为狼（*Canis lupus*）、狗獾（*Meles meles*）、猪獾（*Arctonyx collaris*）、果子狸（*Paguma larvata*）、豹猫（Felis bengalensis）、小麂（*Muntiacus reeveesi*）。

①水獭 *Lutra lutra*

别称、獭、獭猫、水狗，属食肉目，鼬科，国家II级保护动物。



形态特征：体长 55～82cm，尾长 30～55cm，体重 5～14kg。体表有针毛，背部为暗褐色，腹部呈淡棕色，喉、颈、胸部近白色。身体细长，呈圆筒状，头部宽扁，吻部短而不突出，鼻子小而呈圆形。四肢粗短，趾爪长而稍锐利，爪较大而明显，后足趾间具蹼。尾长而扁平，基部粗，至尾端渐渐变细，长度几乎超过体长的一半。

栖息环境：属于半水栖动物，在水流较缓、透明度较大、水生植物贫乏而鱼类较多的河流、沼泽、池塘、湖泊等淡水水域，尤其是两岸林木繁茂的小溪。大多掘洞而居，巢穴筑在靠近水边的树根、树墩、芦苇和灌木丛下。

生活习性：洞穴有多个出入口，可以直接潜入水中觅食和躲避食肉兽类的袭击。除交配期以外，平时都单独生活。除繁殖季节外，也经常迁移。食物主要是鱼类，也捕捉小鸟、小兽、青蛙、虾、蟹及甲壳类动物。

繁殖方式：繁殖季节主要在春季和夏季。怀孕期大约 2 个月，一般在冬季产仔，每胎产 1～5 仔。幼仔 3 个月后开始独立生活，3 岁时性成熟。

分布情况：主要分布于库区河滩湿地，种群数量较少，极难见到。

②狼 *Canis lupus*



别称野狼、狼、豺狼、灰狼，属食肉目，犬科，陕西省重点保护动物。

形态特征：吻略尖长，口稍宽阔，耳竖立不曲。尾挺直状下垂；毛色棕灰；常见灰、黄两色，还有黑、棕红、白等色，胸腹毛色较浅。腿细长强壮，善跑。肩高在 60～90cm 左右，体重 32～62kg。

栖息环境：喜欢在人类干扰少、食物丰富、有一定隐蔽条件下生存。在我国华北、华中、华南各省份狼活动仅限于山区环境。

生活习性：狼是群居性极高物种，拥有严格等级制度。狼群有领域性，且也是其活动范围。野生狼一般可以活 12～16 年，奔跑速度极快，持久性很好。智商颇高，以肉食为主的肉食动物。

繁殖方式：每年 1 至 4 月狼开始交配，怀孕期 61 天左右。

分布情况：沿线主要分布于远离库区的山区林地，偶尔有人目击的相关报道，种群数量稀少，极难见到。

③狗獾 *Meles meles*



别称獾、獾八狗子，属食肉目，鼬科，陕西省重点保护动物。

形态特征：体重约 10～12kg，体长 45～55cm。头扁、鼻尖、耳短，颈短粗，尾巴较短，四肢短而粗壮，常在洞里生活，背毛硬而密，毛尖白色，体侧白色毛较多。

栖息环境：栖息于山地森林、山地灌丛、平原荒野、沙丘草丛及湖泊堤岸等各种生境。

生活习性：穴居，极善于挖洞，通常洞穴较大，离地面 2～3m，有多个进出口。单独或结小群生活，夜行性动物。杂食，以鼠类、鸟类、沙蜥、娃、鱼、虾、蚯蚓、昆虫以及植物果实、块茎为食，盗食花生、玉米、蔬菜和瓜类等作物。

繁殖方式：每年繁殖一次，9～10 月交配，怀孕期 6～7 个月，春季产仔，每胎 2～5 只。初生仔獾与母獾在洞穴里同居 3～4 个月，到秋季幼獾基本长大。

分布情况：主要分布于库区境内山地林区、山地灌丛中，数量较少，偶尔可

见。

④猪獾 Arctonyx collaris

别称沙獾，属食肉目，鼬科，陕西省重点保护动物。

形态特征：体长 62～74cm，尾长 9～22cm，体重 6625～7500g。鼻吻狭长而圆，吻端与猪鼻酷似。鼻垫与上唇间裸露无毛。眼小，耳短圆。四肢短粗有力。爪长而弯曲，前脚爪强大锐利。尾较长，基部粗壮，向末端逐渐变细。

栖息环境：栖息于山地阔叶林、林缘、灌丛、草坡、农田、荒地等地带。

生活习性：喜欢穴居，在荒丘、路旁、田埂等处掘洞穴或栖居于天然岩石裂缝、树洞之中。性情凶猛。水中游泳，视觉差，嗅觉灵敏。10 月下旬开始冬眠，翌年 3 月出洞活动。杂食性，主要以蚯蚓、青蛙、蜥蜴、泥鳅、黄鳝、甲壳动物、昆虫、蜈蚣、小鸟和鼠类等动物为食，也吃玉米、小麦、土豆、花生等农作物。

繁殖方式：立春前后发情，怀孕期 3 个月左右，4～5 月产仔，每胎 2～4 仔。

分布情况：主要分布于库区山地林区、山地灌丛中，数量较少。偶尔可见。

⑤果子狸 *Paguma larvata*



别称花面狸、白鼻狗、花面棕榈猫、毛老鼠，属食肉目，灵猫科，陕西省重点保护动物。

形态特征：体长 48～50cm，尾长 37～41cm；体重 3600～5000g。体毛短而粗，体色为黄灰褐色，头部毛色较黑，眼下及耳下具有白斑，背部体毛灰棕色。后头、肩、四肢末端及尾巴后半部为黑色，四肢短壮，各具五趾。趾端有爪；尾长约为体长三分之二。

栖息环境：栖息在森林、灌木丛、岩洞、树洞或土穴中。

生活习性：林缘兽类，夜行性动物。喜欢在黄昏、夜间和日出前活动，善于攀缘。属杂食性动物，颇喜食多汁之果类；以野果和谷物为主食，也吃树枝叶。肛门附近具臭腺，遭敌时会释出异味驱之。

繁殖方式：每年 2 月~5 月发情，怀孕期 70 天~90 天。夏季产仔，每胎产 1 仔~5 仔。1 岁左右可以达到性成熟。

分布情况：主要分布于库区境内山地林区、山地灌丛中，数量较少。

⑥豹猫 *Prionailurus bengalensis*



别名山狸、野猫、狸子、狸猫、麻狸、石虎，属食肉目，猫科，陕西省重点保护动物。

形态特征：体型较小食肉类，体长 36～66cm，尾长 20～37cm，体重 1.5～8kg，尾长超过体长一半。头形圆，从头部至肩部有四条黑褐色条纹（或为点斑）。耳背黑色，有一块明显的白斑。全身背面体毛为棕黄色或淡棕黄色，布满不规则黑斑点。胸腹部及四肢内侧白色，尾背有褐斑点或半环，尾端黑色或暗灰色。

栖息环境：主要栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近，分布海拔高度可从低海拔海岸带一直分布到海拔 3000m 高山林区，在半开阔的稀树灌丛生境中数量最多，原始森林和平原农耕地数量较少。

生活习性：豹猫主要为树栖，攀爬能力强。窝穴多在树洞、土洞、石块下或石缝中。夜行性，晨昏活动较多。善游水，喜在水塘边、溪沟边、稻田边等近水之处活动和觅食，主要以鼠类、松鼠、飞鼠、兔类、蛙类、蜥蜴、蛇类、小型鸟类、昆虫等为食，也吃浆果、榕树果和部分嫩叶、嫩草。

繁殖方式：北方区域一般春夏季繁殖，春季发情交配，妊娠期 56 天左右，5～6 月产仔，每年 1 胎，每胎 2～4 仔。

分布情况：主要分布于库区境内山地林区半开阔的稀树灌丛中，数量较少，偶尔可见。

⑦小麂 *Muntiacus reevesi*，

别称吠鹿，犬麂，黄麂，黄猄，属偶蹄目，鹿科，陕西省重点保护动物。



形态特征：体长 70～87cm，体重 9～18kg。脸部较短而宽，额腺短而平行。颈背中央有一条黑线。雄者具角，但角叉短小。眶下腺大，呈弯月形的裂缝，后端向后弯曲的浅沟直至眼窝的前缘。弯月形的裂缝中部深度较两端浅。

栖息环境：栖息在小丘陵、小山的低谷或森林边缘的灌丛、杂草丛中。

生活习性：昼间活动，性很怯懦，且孤癖，营单独生活，活动范围小，经常游荡于其栖处附近，常出没在森林四周或粗长的草丛周围，很少远离其栖息地。取食多种灌木、树木和草本植物的枝叶、嫩叶、幼芽，也吃花和果实。

繁殖方式：7～8 月龄性成熟，全年繁殖。怀孕期 6 个月，每次产仔 1～2 只。

分布情况：主要分布于库区境内山地林区半开阔的稀树灌丛中，容易见到。

（4）陆生动物现状调查与评价小结

评价区域共有哺乳动物 6 目 12 科 28 种，其中国家II级保护动物 1 种，陕西省级保护动物 6 种，古北种 14 种（占 57.1%），广布种 9 种（占 31.0%），东洋种 6 种（占 20.7%），无特有种。

鸟类 17 目 43 科 154 种，其中国家I级保护鸟类 2 种，国家II级重点保护种 13 种，省级保护鸟类 32 种，古北种 71 种（占 46.1%），广布种 42 种（占 27.3%），东洋种 41 种（占 26.6%），特有种 5 种，分别是画眉、大噪鹛、橙翅噪鹛、白头鹎、领雀嘴鹎，按照居留类型划分，有留鸟 71 种（占 46.1%），夏候鸟 28 种（占 18.2%），冬候鸟 25 种（占 16.2%），旅鸟 30 种（占 19.5%）。

爬行动物 3 目 6 科 16 种，其中省级保护动物 5 种，古北种 11 种（占 68.7%）；广布种 4 种（占 25.0%）；东洋界 1 种（占 6.3%）；无特有种类分布。

两栖类 1 目 4 科 7 种，其中省级保护动物 2 种，古北种 4 种（占 57.1%），广布种 3 种（占 42.9%），无东洋种、特有种分布。

4.12.4 景观生态系统评价

（1）景观生态体系组成与结构

1）生态景观组成

评价区景观系统包括森林生态系统、草地生态系统、河流生态系统、农业生态系统和乡村聚落复合系统等，不同景观系统按自内在的规律整合在一起，形成评价区内统一的景观生态体系。景观质量优劣取决于景观要素的性质与特征，以及景观的结构和时空格局的特征。在各种景观类别中，绿色植被构成了陆地生态系统的主体，是生态环境优劣程度的直观指示标准，也是生物多样性孕育的母体和重要的资源库。以植被分类系统为基础，结合土地利用类型划分出以下生态景

观体系（表 4.12-14）。

表 4.12-14 东庄水库工程评价区生态景观组成

类型	斑块数（个）	斑块比例（%）	面积（km^2）	比例（%）
温性针叶林	11	1.26	0.63	0.07
落叶阔叶林	17	1.95	5.72	0.66
落叶阔叶灌丛	37	4.25	214.40	24.57
草甸	124	14.24	173.79	19.92
人工林	75	8.61	25.26	2.89
农田	305	35.02	383.41	43.94
水域	18	2.07	23.96	2.75
居民点及建设用地	278	31.92	43.04	4.93
其它（裸地等）	6	0.69	2.44	0.28

评价区内主要以农田景观为主，景观斑块数 305 个，斑块比例占 35.02%，面积 383.41km^2，是生态景观中面积最大类型。景观斑块中位于第二位的是居民点及建设用地景观，斑块数 278 个，斑块比例 31.92%，与居民点及建设用地景观分布比较分散有关；景观斑块中位于第三位的是草甸景观，斑块数 124 个，斑块比例为 14.24%。景观面积位于第二位的林地景观，面积 246.01km^2，占面积 28.19%，其中落叶阔叶灌丛面积最大（214.40km^2），占 24.57%；景观面积处于第三位的是草甸景观，面积 173.79km^2，占 19.92%。

2）景观生态结构

通过处理得到景观类型拼块面积、拼块数、景观拼块频率指标，计算拼块密度、频率、景观比例，并确定拼块优势度值，优势度值（Do）由密度（R_d）、频率（R_f）和景观比例（Lp）等。表 4.12-15 为工程评价区域景观优势度。

表 4.12-15 评价区域生态景观优势度值

类型	Rd（%）	Rf（%）	Lp（%）	Do（%）
温性针叶林	1.26	1.98	0.07	0.85
落叶阔叶林	1.95	4.14	0.66	1.85
落叶阔叶灌丛	4.25	59.88	24.57	28.32
草甸	14.24	74.12	19.92	32.05
人工林	8.61	22.78	2.89	9.29
农田	35.02	100.00	43.94	67.00
水域	2.07	26.57	2.75	8.53
居民点及建设用地	31.92	54.18	4.93	23.99
其它（裸地等）	0.69	2.07	0.28	0.83

可以看出，农田景观优势度值最高（67.00%），景观密度 35.02%，斑块频度 100.00%；其次为林地景观，优势度值为 40.31%，景观密度为 38.54%，景观频度为 16.07%。林地景观中，落叶阔叶灌丛景观的优势度值最大（28.32%），景观密度 4.25%，频度 59.88%，景观比例 24.57%，为林地景观主要组成类型。农田景观和林地景观类型的景观比例之和高达 88.91%，二者构成区域生态景观的优势类型，是评价区景观基底。景观类型中草甸景观的优势度值也相对较高，为 32.05%，景观密度 14.24%，频度 74.12%，景观比例 19.92%。其他景观类型如居民点和建设用地景观、水域景观等也具有相对较高的景观优势度值，说明人为扰动特征在该区域生态景观中表现较为明显。

（2）评价区生产力分析

评价区内植被类型的面积、平均生产力和生产量见表 4.12-16。评价区域植被生产量以农田和落叶阔叶灌丛的比重最大，分别占 45.09%和 33.37%，草甸生产量也相对较高，占到 14.66%，其它类型所占比例较小。

表 4.12-16 东庄水库评价区域植被生产力情况

类型	代表植物	面积（km^2）	比例（%）	平均生产力（$g/m^2.a$）	生产量（t/a）	比例（%）
温性针叶林	油松	0.63	0.07	950	598.5	0.15
落叶阔叶林	刺槐、柳树、杨树	5.72	0.66	1290	7378.8	1.79
落叶阔叶灌丛	蔷薇、杠柳、丁香、柠条、荆条	214.40	24.57	642	137644.8	33.37
草甸	异穗苔草、长芒草、虎爪草、芦苇	173.79	19.92	348	60478.92	14.66
人工林	苹果、杜梨、杏	25.26	2.89	560	14145.6	3.43
农田	小麦、玉米、豆类、小米、各种蔬菜	383.41	43.94	485	159115.15	45.09
水域	淡水藻类	23.96	2.75	260	6229.6	1.51

注：1）表中未包括住宅用地和建设用地及未利用地。

2）主要参考文献：冯宗炜，王效科，吴刚．中国森林生态系统的生物量和生产力[M]．北京：科学出版社，1999；郭庆华，方精云，朴世龙. 1982～1999 年我国植被净第一性生产力及其时空变化[J]. 北京大学学报(自然科学版)，2001，37(4):563-569；方精云，刘国华，徐嵩龄．我国森林植被的生物量和净生产量[J]．生态学报，1996，16（5）：497~508．

（3）评价区生物量分析

植被生物量指一定面积内植物群落在某一时期生存着的活有机物质的重量，以 t/hm^2 表示。本次植被生物量估算方法：森林生物量的估算采取借用中国科学

院生态环境研究中心专家建立的我国森林生物量的基本参数。灌丛、草甸生物量来自于野外实测；森林生物量、人工林生物量估算采用评价范围内有关的生物量的科研文献成果数据；农田植被的生物量综合考虑本项目内作物产量来估算其实际生物量。评价区各植被类型面积及其生物量估算结果见表 4.12-17。

表 4.12-17 东庄水库评价区域植被生物量现状情况

类型	面积（km^2）	平均生物量（t/hm^2）	总生物量（t）	比例（%）
温性针叶林	0.63	96.70	6092.1	0.47
落叶阔叶林	5.72	110.30	63091.6	4.86
落叶阔叶灌丛	214.40	22.34	478969.6	36.86
草甸	173.79	12.50	217237.5	16.72
人工林	25.26	37.23	94042.98	7.24
农田	383.41	11.40	437087.4	33.64
水域	23.96	1.20	2875.2	0.22

注：1）表中未包括住宅用地和建设用地及未利用地。

2）主要参考文献：冯宗炜，王效科，吴刚．中国森林生态系统的生物量和生产力[M]．北京：科学出版社，1999；方精云，刘国华，徐嵩龄．我国森林植被的生物量和净生产量[J]．生态学报，1996，16（5）：497~508; 黄玫， 季劲钧， 曹明奎， 李克让. 中国区域植被地上与地下生物量模拟[J].生态学报，2006，26(12):4156-4163；李晓捷，王绪芳，袁建立，等. 泾河流域不同森林植被类型中物种多样性与生产力关系[J]. 兰州大学学报（自然科学版），2007，，4（4）：42-46.

评价区域植被总生物量以落叶阔叶灌丛和农田比重最大，分别占 43.64%和36.86%，草甸生产量也相对较高，占到 16.72%，其它类型总生物量由大到小分别为人工林、落叶阔叶林、温性针叶林和水域。

4.12.5 泾河重要湿地现状调查与评价

陕西泾河湿地属于陕西省重要湿地，范围包括泾河河道、河滩、泛洪区及河道两岸 1km 范围内的人工湿地。采用 2016 年 6 月 21 日的 Landsat 8 OLI 将评价区域内泾河两岸 1km 范围的湿地进行遥感专题解译，且专题单位对泾河湿地植物进行野外调查。2017 年 9 月对泾河重要湿地区域进行了无人机专门飞行调查，对于重要湿地植被再次进行了样方补充调查，并对于下游重要湿地植被类型进行了复核完善。

（1）湿地类型及面积

在ArcGIS中对评价区内泾河两岸进行1km范围的缓冲区分析，得到评价区内的陕西泾河重要湿地（图4.12-7）。评价区内泾河重要湿地类型及面积见表4.12-18。

表 4.12-18 泾河重要湿地类型及面积

类型		总面积（km^2）	占该区总面积比例（%）
湿地	河流湿地	18.90	5.69
	湖泊湿地	0.08	0.02
	滩地湿地	13.17	3.97
	水库湿地	0.44	0.13
	坑塘湿地	0.73	0.22
	沼泽湿地	0.15	0.04
非湿地	耕地	133.35	40.15
	林地	74.13	22.32
	草地	76.26	22.96
	城镇用地	0.70	0.21
	农村居民地	10.32	3.11
	其他建设用地	2.68	0.81
	裸土地及裸岩石砾地	1.20	0.36

评价区域内泾河重要湿地包括河流湿地、湖泊湿地、滩地湿地、水库湿地、坑塘湿地等类型，湿地类型分布情况分别见图4.12-8、图4.12-9。泾河重要湿地面积33.45km^2；非湿地类型面积298.65km^2，包括耕地、林地、草地、城镇用地、农村用地、其他建设用地、裸土地及裸岩石砾地等类型。湿地类型中，河流湿地面积最大（18.90km^2），占面积比例5.69%；其次为滩地湿地（13.17km^2），占3.97%；处于第三位的为坑塘湿地，主要分布在下游地区（0.73km^2），占0.22%。

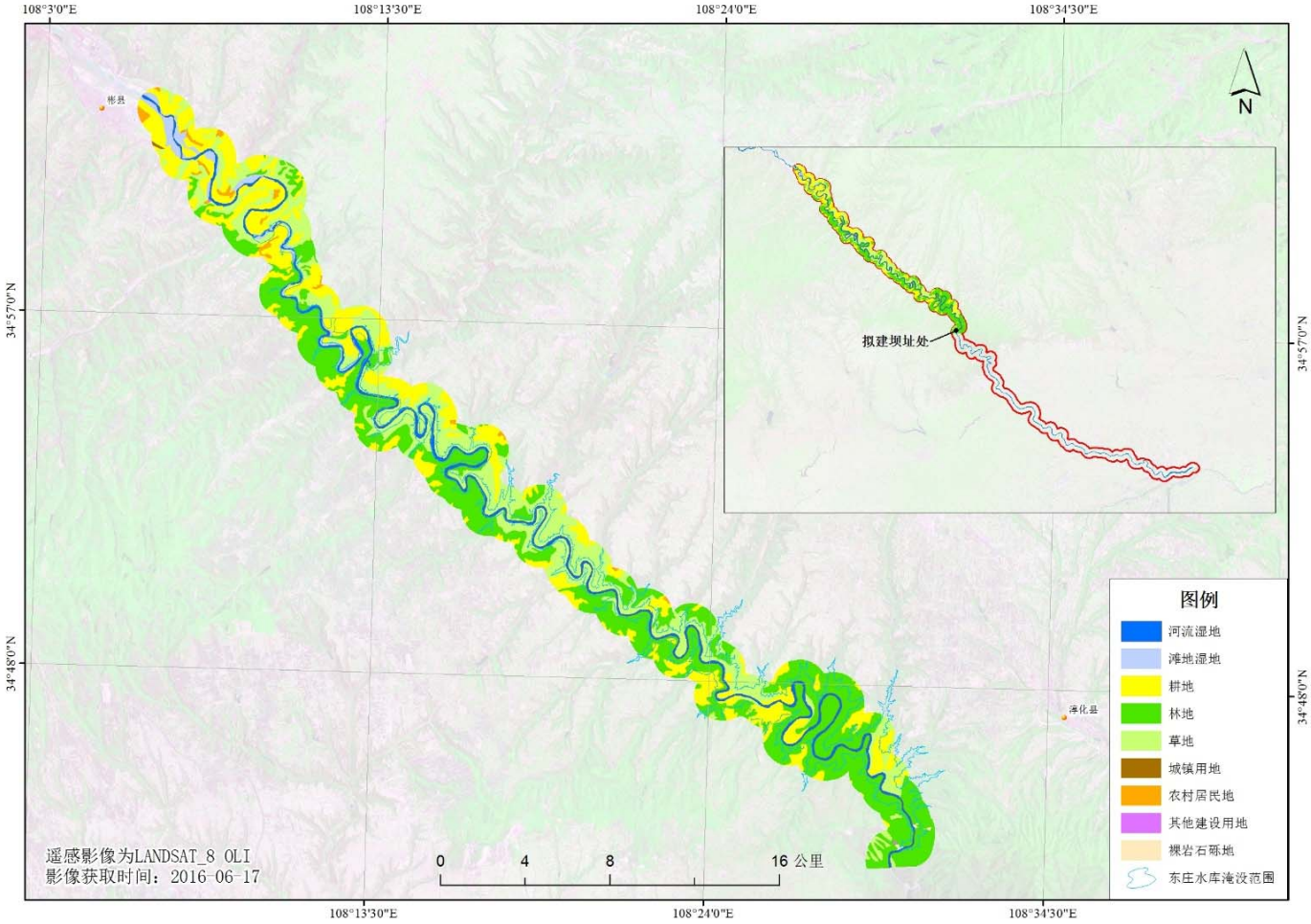


图4.12-8 评价区域内陕西泾河重要湿地类型分布图（上游部分）

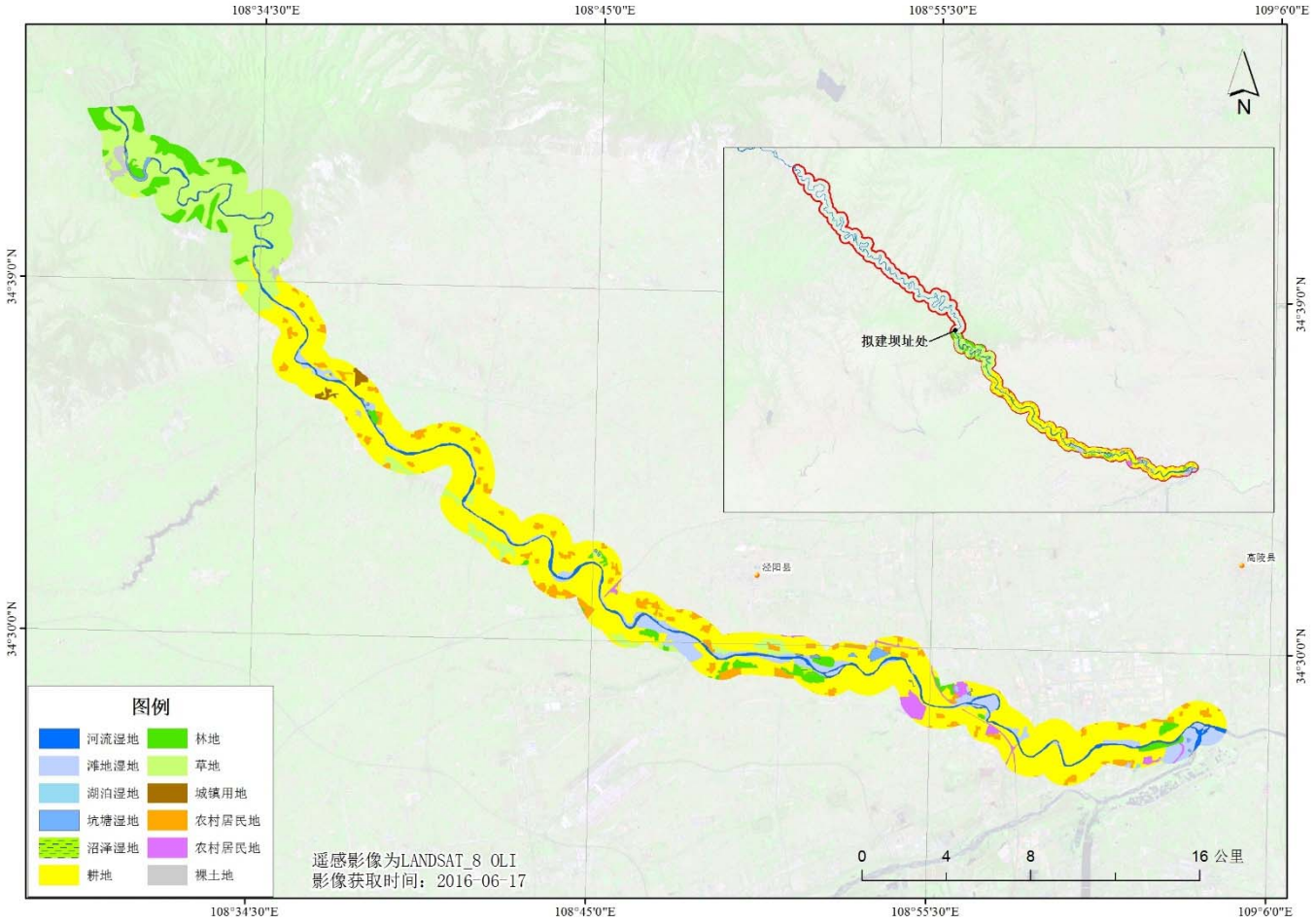


图4.12-9　评价区域内陕西泾河重要湿地类型分布图（下游部分）

（2）泾河重要湿地景观格局特征

1）生态景观组成

评价区景观系统包括了湿地生态系统和非湿地生态系统，其中湿地生态系统分为河流湿地、湖泊湿地、滩地湿地、水库湿地、坑塘湿地等类型，非湿地生态系统包括农业生态系统、森林生态系统、草地生态系统和乡村聚落复合系统等，不同景观系统按自内在的规律整合在一起，形成评价区内统一的景观生态体系。评价区泾河重要湿地的生态景观体系特征见表 4.12-19。

表 4.12-19 评价区泾河重要湿地生态景观组成

类型		斑块数（个）	斑块比例（%）	面积（km^2）	比例（%）
湿地	河流湿地	5	0.98	18.90	5.69
	湖泊湿地	2	0.39	0.08	0.02
	滩地湿地	69	13.53	13.17	3.97
	水库湿地	2	0.39	0.44	0.13
	坑塘湿地	16	3.14	0.73	0.22
	沼泽湿地	1	0.20	0.15	0.04
非湿地	农田	125	24.51	133.37	40.15
	林地	102	20.00	74.14	22.32
	草地	69	13.53	76.27	22.96
	建设用地	106	20.78	12.29	3.70
	未利用地	13	2.55	2.62	0.79

评价区泾河重要湿地以河流湿地景观为主，面积 18.90km^2，占评价区 5.69%，斑块数为 5 个，斑块比例 0.98%；其次为滩地湿地，面积 13.17km^2，比例 3.97%，斑块数 69 个，斑块比例 13.53%；处于第三位的为坑塘湿地，面积 0.73km^2，比例 0.22%，斑块数 16 个，斑块比例 3.14%。非湿地景观中，农田面积最大（133.37km^2），是主要景观类型，占面积比例 40.15%，斑块数 125 个，占 24.51%。

2）景观生态结构

通过处理得到景观类型拼块面积、拼块数、景观拼块频率指标，计算拼块密度、频率、景观比例，并确定拼块优势度值，优势度值（Do）由密度（R_d）、频率（R_f）和景观比例（Lp）等参数确定。表 4.12-20 为评价区域泾河重要湿地景观优势度情况。

表 4.12-20 评价区泾河重要湿地生态景观优势度值

类型		Rd（%）	Lp（%）	Rf（%）	Do（%）
湿地	河流湿地	0.98	5.69	9.31	5.42
	湖泊湿地	0.39	0.02	0.15	0.15
	滩地湿地	13.53	3.97	7.96	7.35
	水库湿地	0.39	0.13	0.27	0.23
	坑塘湿地	3.14	0.22	0.93	1.13
	沼泽湿地	0.20	0.04	0.08	0.09
非湿地	农田	24.51	40.15	25.14	32.49
	林地	20.00	22.32	16.80	20.36
	草地	13.53	22.96	14.75	18.55
	建设用地	20.78	3.70	8.77	9.24
	未利用地	2.55	0.79	1.89	1.50

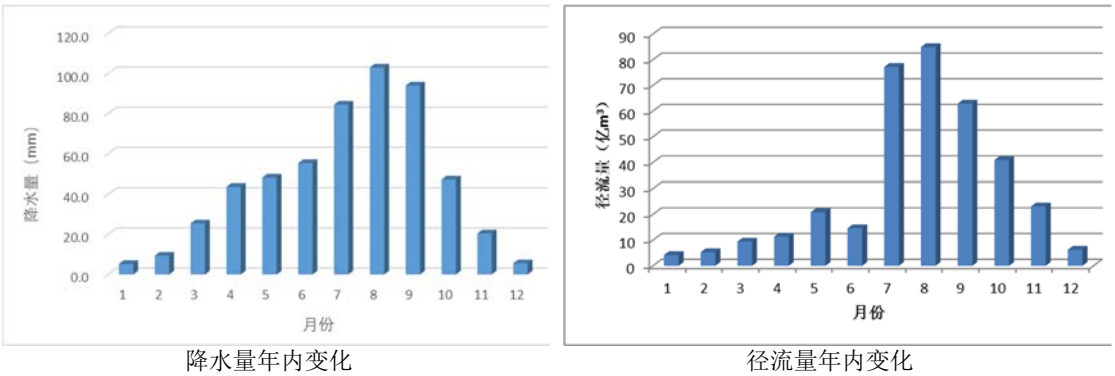
泾河湿地中滩地湿地景观优势度值最大（7.35%），景观密度 13.53%，景观比例 3.97%，斑块频度 7.96%；其次为河流湿地，景观优势度、景观比例、斑块密度和频度分别为 5.42%、0.98%、5.69%和 9.31%；景观优势度处于第三位的为坑塘湿地（1.13%）。非湿地景观中，农田景观优势度值最高（32.49%），景观密度、比例和频度分别为 24.51%、40.15%和 25.14%；其次为林地景观，景观优势度、景观比例、斑块密度和频度分别为 18.55%、20.00%、22.32%和 16.80%；景观优势度处于第三位的为草地景观（20.36%），景观密度、比例和频度分别为 13.53%、22.96%和 14.75%。

（3）湿地水文变化特征

水文是湿地生态系统结构、特征的主要影响因素，水文周期动态变化影响湿地物种演替，进而影响湿地的结构和功能。为准确评价流量变化对水生态系统的影响，需要考虑物理、生物作用的尺度，然而多数流量变化的生态效应是利用河流物理环境分类的等级方法，将各种鱼类栖息地利用和生活史需求同各尺度物理信息进行综合，以此确定流量变化与可利用栖息地之间的关系。由于研究起步较晚，我国缺乏模型中的多数资料，难以对河道水文特征变化的进行评价。以泾河张家山水文站作为代表水文站，说明泾河重要湿地所在河段水文特征变化的特征。

以张家山所在区域进行分析，该区多年平均降水量总量 542.1mm，变异系数 0.26，其中降水主要集中在 6~9 月份，占全年降水总量的 62.1%。受降雨的影响，

河流径流也呈现明显的年内分布特征，径流主要集中在汛期（占全年径流比例60.3%）。区域降水量及径流变化情况见图 4.12-10。



降水量年内变化　　径流量年内变化

图 4.12-10 泾河张家山段径流年内变化特征

通过对张家山自 1932 年至 2004 年的 73 年洪水记录的统计分析，最大洪水出现在 1933 年 8 月 8 日，实测洪峰流量为 9200m^3/s。

为了进一步分析泾河湿地水文特，采用利用水文径流改变指标法（Indicators of hydrological alteration，IHA）分析泾河湿地生态系统的水资源特征。IHA 方法指标共有 5 类，包括月平均流量指标、极限流量指标、频率、持续时间和变化速率等 33 个水文指标。IHA 法依据河流的日水文资料（系列长度大于 20 年）分析湿地水文特征指标。IHA 评价包括四个步骤：确定研究生态系统的不同时期的水文数据系列；计算表征生态水文过程的指标参数；统计参数的年际变化特征，包括趋势（平均值、中位数)、离差等；统计参数变化，比较水文情势变化前后的差异程度。IHA 评价中利用水文参数见表 4.12-21。

表 4.12-21 IHA 方法中的主要水文参数

径流调节模式	水文参数	生态效应
月径流状况	月均径流或中位数	水生物栖息地的可用性；植物生长的土壤湿度；区域动物饮用的可行性；捕食者接近栖息地的难易程度；水体的水温、溶解氧、光合作用的影响程度
极端径流事件的范围、持续时间	每年最小流量，1 天、3 天、7 天、30 天、90 天平均； 每年的最大流量，1 天、3 天、7 天、30 天、90 天平均； 断流天数； 基流：多年平均连续 7 天最小流量	平衡杂草和耐受性物种的压力胁迫；产生适宜植物群居区域；构造生态系统的生物、非生物结构；构造河道形态和栖息地的物理环境；河道与洪积平原的水份和养分交换；高流量持续的时间，用于冲刷污染物、河底曝氧等；土壤水分对植物的胁迫；动物脱水作用；植物的厌氧状态；缺氧、污染物浓度高等的持续胁迫；对湖泊、水塘、洪积平原植物群落的干扰；
极端径流事件的发生时间	每年最大 1 天流量数据；每年最小 1 天流量数据；	与生物体的生命周期的协调性；对生物体胁迫的可避免性；在产卵或者被捕食过程中，对特定栖息地的接近程度；迁移性鱼类产卵
高、低流量的频率及持续时间	低流量的出现数量；低流量持续时间平均值或者中位数； 高流量的出现数量；高流量持续时间平均值或者中位数	土壤湿度的频率和范围对植物的胁迫；厌氧状态的频率和持续时间对植物的胁迫； 河道和洪积平原的养分交换；土壤中的矿物质成分的可利用性；水禽筑巢、繁殖等的可行性 河床泥沙冲刷、淤积平衡
径流模式变化速率和频率	增加速率：连续径流增加平均值或中位数；降低速率：连续径流量降低平均值或中位数；水文模式逆转的数量	干旱对植物的胁迫；径流增加洪积平原、孤岛等对养分的滞留；生物体的脱水的胁迫作用

极端径流事件的范围、持续时间和构造河流湿地形态和栖息地的物理环境较大关系；也与河道与洪积平原的水分和养分交换有一定关系。经统计张家山断面多年流量过程，泾河湿地（张家山断面处）多年日最小平均流量 1.52m^3/s，多年最大平均流量 842.8m^3/s。日均最小流量统计中，90 日平均流量最大（4.22m^3/s）；日均最大流量统计中，90 日平均流量最小（82.44m^3/s）。流量特征分别见图 4.12-11、图 4.12-12。

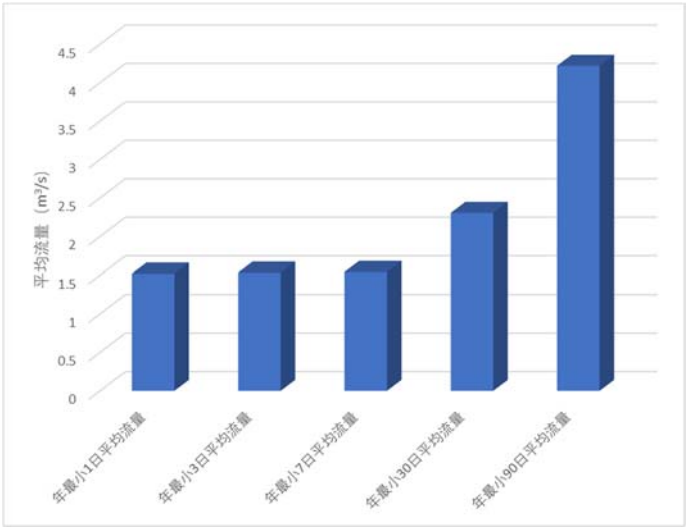


图 4.12-11 泾河张家山断面最小日平均流量特征

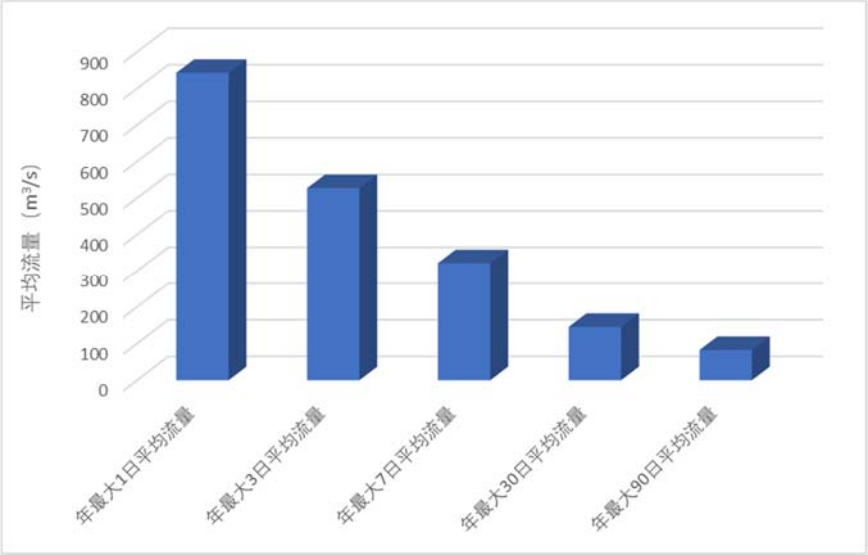


图 4.12-12 泾河张家山断面最大日平均流量特征

高低流量持续的时间，说明了湿地水文的时间性特征。经统计张家山断面不同流量出现次数，泾河湿地（张家山断面处）多年低流量出现的年均次数为 8.41 次，最小低流量出现的年均次数为 4 次，最大低流量出现的年均次数为 14 次；对于高流量来说，多年高流量出现的年均次数为 5.32 次，最小高流量出现的年均次数为 1 次，最大高流量出现的年均次数为 12 次。通过对于不同流量历时的统计，可以看出，低流量年平均历时 11.21 天，低流量最小年平均历时时间 3.23 天，低流量最大平均历时时间 23 天。高流量平均历时 3.49 天，高流量最小年平均历时时间 1 天，高流量最大平均历时时间 13.75 天。泾河湿地（张家山断面处）的不同流量出现次数及持续时间特征分别见图 4.12-13、图 4.12-14。

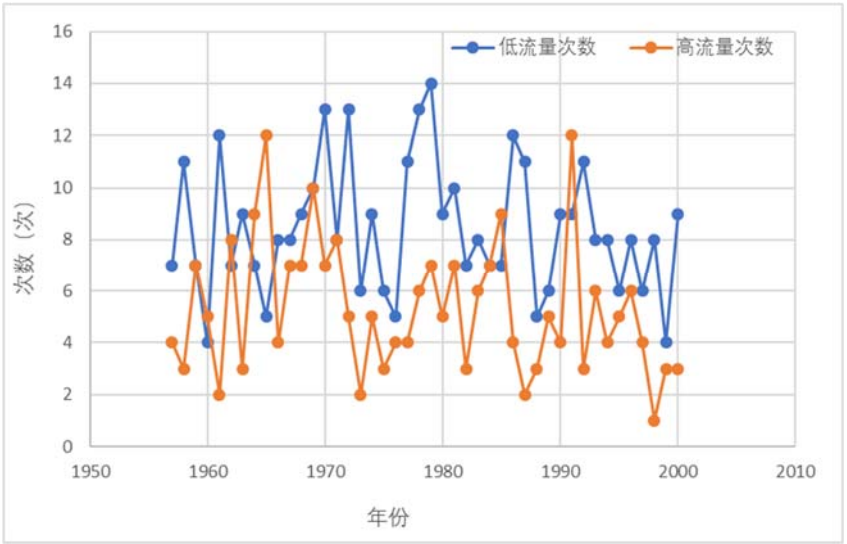


图 4.12-13 泾河张家山断面最不同流量出现次数特征

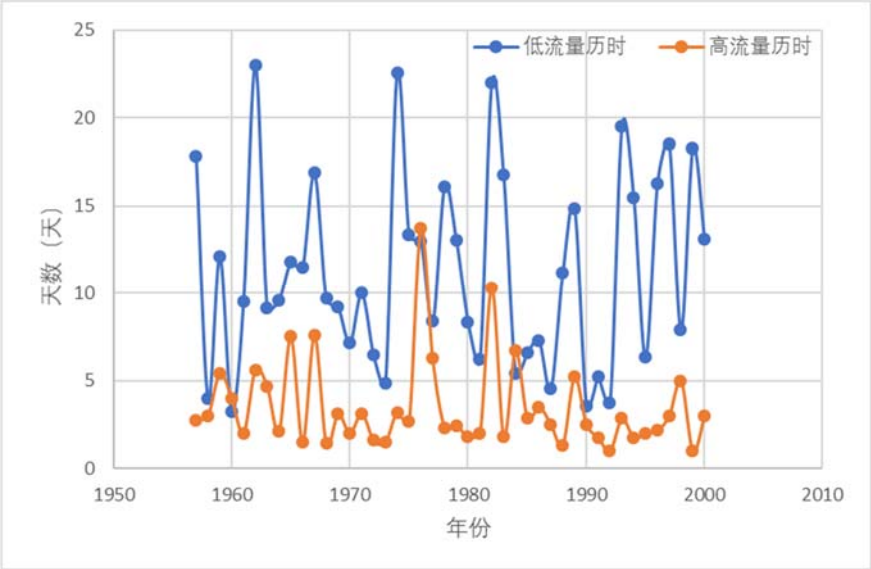


图 4. 12-14 泾河张家山断面最不同流量历时特征

另外，考虑到泾河湿地生态系统的演变与洪水泛滥关系较为大，因此对泾河湿地所在的泾河洪泛特征进行了分析。以张家山断面的洪水特征进行了分析。根据历史洪水调查成果，泾河张家山站在近 200 年间，曾发生过 3 次大洪水，最大洪水发生在道光 21 年，即 1841 年，其洪峰流量为 18800m^3/s，按洪水出现以来的年数（至 2010 年）作为重现期，重现期为 170 年；其次为 1911 年，洪峰流量 14700m^3/s，按洪水出现以来的年数（至 2010 年）作为重现期，重现期约为 100 年；另一次为 1933 年，实测洪峰流量为 9200m^3/s，出现在 8 月 8 日。图 4.12-15 为 1932 年至 2004 年的 73 年洪水历年变化情况。

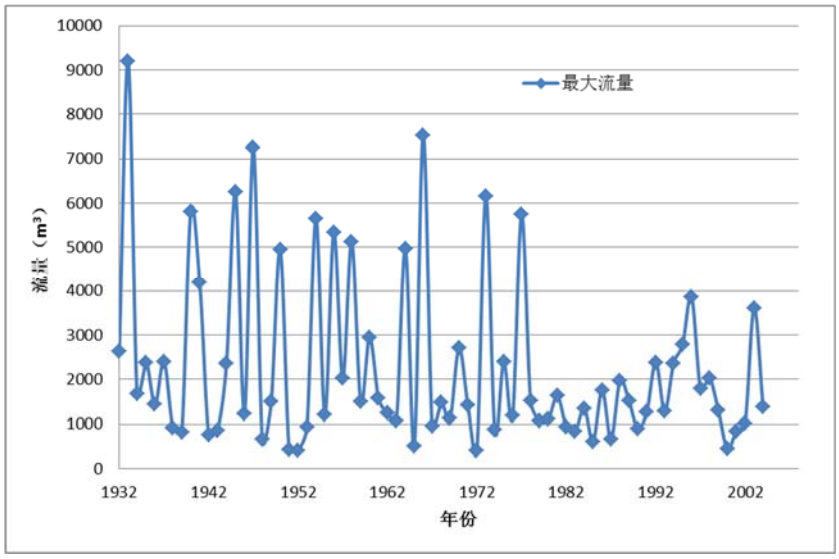


表 4.12-15 泾河张家山断面历年最大洪水流量变化

以张家山所在河段分析洪水演进特征，说明泾河滨河湿地的洪泛特征。选择华县站 1966 年 7 月 28 日洪峰的场次洪水作为以张家山来水为主的典型洪水，应用遗传算法优选，经验证、分析及调整后确定张家山～华县的流量演算系数。计算时，采用马斯京根法进行分段流量演算，计算时段为 4h，并应用遗传算法以确定性系数最大及洪峰相对误差最小为目标函数，对参数 K、x 值进行优选。经过优选及小水验证，综合比选后，确定参数为 $K_{总}$=20.2，$x_{总}$=0.465（分 5 段演算，分段后 $K_{分}$=4.04，$x_{分}$=0.325），洪水过程线见图 4.12-16。

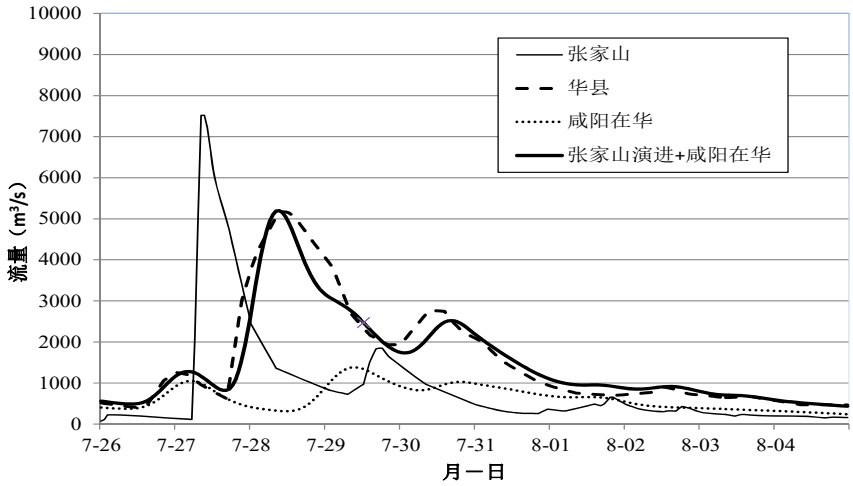


图 4.12-16　1966 年张家山～华县洪水演进变化

（4）湿地植物调查

①植物现状调查

根据泾河重要湿地分布，该区分布的主要植物及其生物量见表 4.12-21，各个调查点位空间分布见图 4.12-17。

表 4.12-21 泾河重要湿地陆生植物群落生物量

样方号	主要群落类型	生物量（g/m²）
1-01	芦苇草丛	2600
1-02	狗牙根、虎尾草草丛	2400
2-01	拂子茅草丛	2500
2-02	狗牙根草丛	1000
2-03	黄花蒿草丛	2200
2-04	水莎草草丛	1800
2-07	拂子茅、黄花蒿草丛	2600
3-01	芦苇草丛	6000

3-03	飞蓬草丛	2000
4-01	藜、早熟禾草丛	100
4-03	黄花蒿、狗牙根草丛	2600
5-01	荆条、杠柳灌丛	13000
5-04	野蔷薇灌丛	15000
5-05	野蔷薇、荆条灌丛	16000
5-06	臭椿、蔷薇灌丛	14200
6-01	柏树林	2000000
6-02	柠条锦鸡儿草地	850
6-03	野菊花、黄花蒿草丛	15000
6-04	枸子灌丛	13000
6-05	藿草、黄花蒿草丛	3000
7-01	刺槐林	25000
8-01	槐、柽柳林	32000
8-02	荆条灌丛	82000
9-01	拂子茅、芦苇丛	2300
9-02	刺槐林	100000
9-03	荆条灌丛	110000
10-01	芦苇、拂子茅草丛	2700
10-02	拂子茅、黄蒿草丛	2600
10-03	柠条灌丛	110000
11-01	芦苇、拂子茅草丛	2600
11-02	拂子茅、黄蒿草丛	1900
11-03	柠条灌丛	82000
12-01	芦苇丛	8000
12-02	大花野豌豆、芦苇草丛	9000
13-01	拂子茅草丛	3000
13-02	芦苇草丛	4000
14-01	陕甘花秋林	87000
15-01	芦苇、狗牙根草丛	1900
15-02	柽柳、拂子茅灌丛	28000
15-03	黄花蒿草丛	2200
16-01	狗牙根草丛	2000
16-02	柠条灌丛	80000
16-03	**芜青**草丛	450
16-04	狗牙根、水莎草草丛	1900
17-01	芦苇草丛	3900
17-02	狗牙根草丛	2200
17-03	柽柳灌丛	210000
18-01	芦苇丛	2600
18-02	狗牙根草丛	2300
18-03	黄花蒿、狗尾草草丛	1800

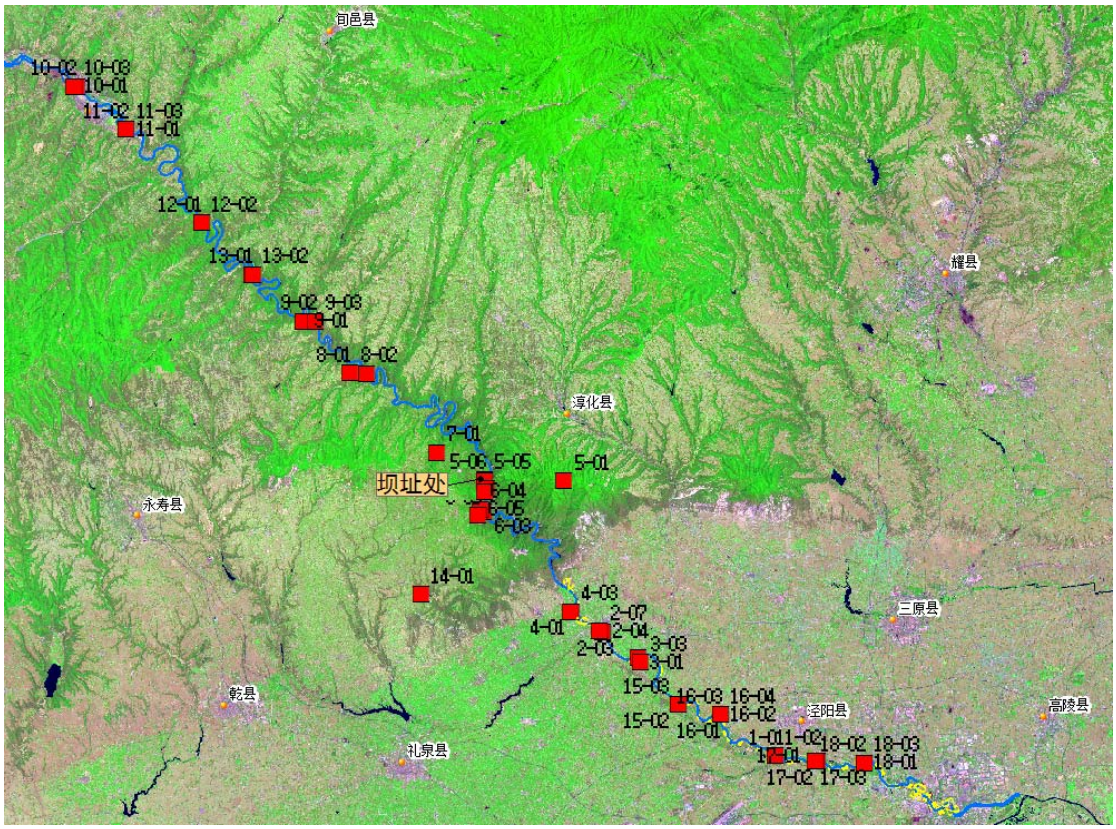


图 4.12-17　区域野外调查点位分布图

经整理，区域种子植物 21 科 53 属 57 种（表 4.12-22），裸子植物 1 科 1 属 1 种；被子植物共 20 科 52 属 57 种。裸子植物科属种分别占陕西的比例为 11.11%、4.55%、2.17%。被子植物科属种分别占陕西的比例为 11.70%、4.64%、1.70%。

表 4.12-22 泾河重要湿地植物资源统计表

项目	裸子植物			被子植物		
	科	属	种	科	属	种
评价区	1	1	1	20	52	56
陕西省	9	22	46	171	1121	3300
全国	10	34	238	291	2940	25000
占陕西比例（%）	11.11	4.55	2.17	11.70	4.64	1.70
占全国比例（%）	10.00	2.94	0.42	6.87	1.77	0.22

泾河重要湿地植物名录整理见表 4.12-23。

表 4.12-23 泾河重要湿地植物名录

科	属名	种	拉　丁　名
柏科	侧柏属	侧柏	*Platycladus orientalis*
茜草科	茜草属	茜草	*Rubia cordifolia*
萝藦科	杠柳属	杠柳	*Periploca sepium*
	鹅绒藤属	鹅绒藤	*Cynanchum chinense R. Br.*
鼠李科	枣属	酸枣	*Ziziphus jujuba var. spinosa*
蔷薇科	苹果属	苹果	*Malus pumila Mill.*
	李属	杏	Armeniaca vulgaris
	蔷薇属	野蔷薇	*Rose multiflora*
	委陵菜属	委陵菜	*Potentilla chinensis Ser*
	栒子属	陕甘花秋	Sorbus koehneana
豆科	刺槐属	刺槐	*Robinia pseudoacacia*
	锦鸡儿属	柠条	Caragana Korshinskii
	棘豆属	黄花棘豆	***Oxytropis ochrocephala***
	野豌豆属	野豌豆	*Vicia sepium*
	野豌豆属	大花野豌豆	*Vicia villosa Roth*
	苜蓿属	苜蓿	*Medicago sativa*
	槐属	槐	*Sophora japonica Linn*
	胡枝子属	胡枝子	*Lespedeza bicolor*
	黄芪属	紫云英	*Astragalus sinicus*
菊科	蒲公英属	蒲公英	*Taraxacum alatopetiolum*
	蒿属	艾草	*Artemisia argyi var. argyi*
	小苦荬属	山卖菜	*Ixeridium apiacea*
	蓟属	小蓟	*Cirsium setosum*
	蒿属	圆头蒿	*Artemisia sphaerocephala*
	飞蓬属	飞蓬	*Erigeron speciosus*
	蒿属	黄蒿	*Artemisia annua L*
	菊属	野菊花	*Chrysanthemum indicum L.*
	蓟属	马刺蓟	*Cirsium monocephalum*
	风毛菊	风毛菊	Saussurea japonica
	飞廉属	飞廉	*Carduus nutans*
禾本科	狗尾草属	狗尾草	*Setaira viridis*
	芦苇属	芦苇	*Phragmites australis*
	狗牙根属	狗牙根	*Cynodon dactylon*
	菅属	黄背草	*Themeda japonica (Willd.) Tanaka*
	虎尾草属	虎尾草	*Chloris virgata*

	拂子茅属	拂子茅	*Calamagrostis epigeios*
	早熟禾属	早熟禾	*Poa annua*
	针茅属	长芒草	*Stipa bungeana*
	荻属	荻	*Triarrhena sacchariflora*
	偃麦草属	偃麦草	*Elytrigria repens*
	鹹草属	鹹草	Phalaris ayuyldinacea
莎草科	苔草属	异穗苔草	*Care heterostachya*
	水莎草属	水莎草	*Juncellus serotinus*
玄参科	婆婆纳属	婆婆纳	*Veronica polita*
藜科	藜属	藜	*Chenopodium album*
	猪毛菜属	猪毛菜	*Salsola collina*
蓼科	酸模属	酸模	*Rumex acetosa L.*
杨柳科	杨属	杨树	*Populus tomentosa*
苦木科	臭椿属	臭椿	*Ailanthus altissima*
十字花科	荠菜属	荠菜	*Capsella bursa-pastoris*
	芸薹属	芜青	Brassica rapa
伞形科	胡萝卜属	野胡萝卜	*Cicuta virosa Linn*
麻黄科	麻黄属	草麻黄	*Ephedra sinica*
马鞭草科	牡荆属	牡荆	*Vitex negundo*
忍冬科	忍冬属	忍冬	*Lonicera trichosantha*
毛茛科	毛茛属	毛茛	*Ranunculus japonicus*
柽柳科	柽柳属	柽柳	*Tamarix chinensis*

湿地植被主要优势种为芦苇、拂子茅、狗牙根，伴生种有黄花蒿，锦鸡儿等。

①植物群落分布情况

泾河重要湿地植被主要以自然植被为主，伴有人工种植的柳树，小麦，油菜等。自然植被以草地和灌丛植被为主，草地以芦苇、拂子茅、狗牙根和黄花蒿等为主，伴生种为黄背草、委陵菜、紫云英、蒲公英、小蓟等。灌木以荆条、柠条、刺槐和柽柳为主，伴生种为艾、黎、胡枝子、苔草、黄花蒿等。

②植物区系及分布特点

1）泾河重要湿地植物不同科的区系多样性分析

泾河重要湿地植物含 1 个种的单种科有 13 个科，占植物科数 61.9%，种数占到 22.8%，分别为柏科、茜草科、鼠李科、玄参科、蓼科、杨柳科、苦木科、伞形科、麻黄科、马鞭草科、忍冬科、毛茛科、柽柳科，这些科只包含 1 个单种。

含 2～10 个种的中等科有 6 个科，占植物科数 28.6%，种数占到 38.59%，

分别为萝藦科、蔷薇科、莎草科、藜科、十字花科、豆科。

含 10～30 个种以上大科有 2 科，占植物科数 9.5%，种数占到 38.59%，为该地区较为常见的草本植被种类，分别为菊科、禾本科。植物不同科所含种数的统计见表 4.12-24。

表 4.12-24 泾河重要湿地陆生植物不同科所含种数的统计

不同种数的科	科数	百分比（%）	各类科列举	总种数	百分比（%）
区域单种科(1种）	13	61.9	柏科、茜草科、鼠李科、玄参科、蓼科、杨柳科、苦木科、伞形科、麻黄科、马鞭草科、忍冬科、毛茛科、柽柳科	13	22.8
区域寡种科（2～9 种）	6	28.6	萝藦科、蔷薇科、莎草科、藜科、十字花科、豆科、	22	38.59.
区域中等科（10～30 种）	2	9.5	菊科、禾本科	22	38.59

2）泾河重要湿地植物不同属的区系多样性分析

泾河重要湿地植物含 1 个种的区域小属有 50 个，占评价区植物总属数 94.33%，含有 50 种植物，种数占湿地植物总种数的 87.71%。湿地植物含 2～5 个种的中等属有 3 个，占评价区植物总属数 5.66%，中等属含有 7 种植物，种数占重要湿地总种数的 12.28%。泾河重要湿地植物不同属所含种数的统计结果见表 4.12-25。该区域单种属的比例是最高的，说明该地区以单种属为主要成分。

表 4.12-25 泾河重要湿地陆生植物不同属所含种数的统计

不同种数的属	属数	比例（%）	各类属列举	总种数	比例（%）
区域小属（1 种）	50	94.33	侧柏属、茜草属、杠柳属、鹅绒藤属、枣属、苹果属、李属、蔷薇属、委陵菜属属等	50	87.71
区域小属（2～5 种）	3	5.66	野豌豆属、蓟属、蒿属	7	12.28

根据吴征镒（1991）对世界植物科分布区类型划分原则和方法，对泾河重要湿地内种子植物区系进行分析（表 4.12-26），可以看出构成泾河重要湿地植物区系主要是北温带分布及其变型，世界广布属次之。

表 4.12-26 泾河重要湿地种子植物属的分布区类型

分布区类型	属数	占总属数（%）	种数	占总种数（%）	代表属
一 世界分布	9	16.98	9	15.79	芦苇属，藜属，猪毛菜属，酸模等
二 泛热带分布及其变型	6	11.32	6	10.53	狗尾草属，狗牙根属，麻黄属等
三 热带亚洲和热带美洲间断分布	0	0.00	0	0	
四 旧世界热带分布及其变型	0	0.00	0	0	
五 热带亚洲至热带大洋洲分布及其变型	1	1.89	1	1.75	臭椿属
六 热带亚洲至热带非洲分布及其变型	2	3.77	2	3.51	杠柳，菅属
七 热带亚洲分布及其变型	0	0.00	0	0	
八 北温带分布及其变型	19	35.85	22	38.60	茜草属，蒿属，蒲公英属，蓟属
九 东亚和北美洲间断分布及其变型	2	3.77	2	3.51	刺槐属，胡枝子属
十 旧世界温带分布及其变型	6	11.32	6	10.53	委陵菜属，苜蓿属，菊属
十一 温带亚洲分布	2	3.77	2	3.51	锦鸡儿属，李属
十二 地中海区、西亚至中亚分布及其变型	2	3.77	3	5.26	蔷薇属，野豌豆属
十三 中亚分布及其变型	1	1.89	1	1.75	早熟禾
十四 东亚分布及其变型	3	5.66	3	5.26	侧柏属，枣属
十五 中国特有分布	0	0.00	0	0	
总计	53	100	57	100	

泾河重要湿地河漫滩优势种植物主要有拂子茅和芦苇等禾本科水生植物，伴生植物有早熟禾、红蓼、藜等植物。河流滩地及河心洲区域分布有拂子茅、芦苇、狗牙根等禾本科水生植物，伴生植物有黄花蒿、虎尾草、水莎草、野菊花等植物。河漫滩受到河水淹没，阶地植被组成单一，植物种类以芦苇、拂子茅、狗牙根、红蓼、虎尾草等湿生植物为主。

3）评价区植物种的区系多样性分析

世界广布种是南北半球各个植物地理区广泛分布的植物种。本区植物区系和植被组成中，主要是一些河漫滩植物、湿生植物和农田杂草。芦苇、拂子茅是河漫滩植物建群种，最常见的是飞蓬、异穗苔草、水莎草，农田杂草是藜、猪毛菜，水生植物是酸模等。

北温带分布种由于本区处在北暖温带的位置上，北温带植物种分布数量也较

多，最常见的是禾本科的拂子茅、荻、长芒草等，菊科的黄蒿、小蓟等。

本区植物区系中泛热带分布和旧大陆温带分布占有一定的比重，其中许多种是河漫滩植物重要成分，还有一些是草原中旱生植物及其他植物。草甸植物种有狗牙根，狗尾草，虎尾草，中生植物有草麻黄、杜荆、柽柳、苜蓿等。

植物区系中东亚分布主要有耐旱的乔灌木，主要植物是刺槐、侧柏、酸枣。

植物区系中热带亚洲至热带亚洲分布、东亚和北美洲间断分布、温带亚洲分布、地中海区、西亚至中亚分布和热带亚洲至热带大洋洲分布包含的植物种类在2个以内。

北温带分布种、世界分布、泛热带分布和旧世界温带分布是本区主要成分，本区既有年轻和衍生的性质，具体表现在木本类型较少，多年生草本多，也证明了本区属于北暖温带植物分布区。

③植被类型及群系主要特征

根据《陕西植被》可将区内自然植被划分为4个植被型组、4种植被型、13个群系。森林植被中，代表本区的地带性原始天然落叶阔叶林植被面积甚微。评价区植被分类系统、主要植被概况及分布见表4.12-27。

表 4.12-27 工程评价区陆生植被类型及分布

	植被型组	植被型	群系及拉丁名	分布区域
自然植被	针叶林	I 温性针叶林	侧柏林 From .*Platycladus orientalis*	零星分布
	阔叶林	II 落叶阔叶林	刺槐林 From. *Robinia pseudoacacia*	带状连续分布，主要分布海拔 673-930 米以上区域
	灌丛	III 落叶阔叶灌丛	蔷薇灌丛 From. *Rose multiflora*	条块分布，主要分布在海拔 726-735 米左右的条带上，
			荆条灌丛 From. *Vitex negundo*	条块分布，主要分布在海拔 750 米左右的条带上，
			柠条灌丛 From. *Caragana korshinskii*	带状分布，主要分布在海拔 360-796 米左右干旱河滩地带
			酸枣灌丛 From. *Ziziphus jujuba*	带状分布主要分布在海拔 738-808 米左右干旱的河谷，
			柽柳灌丛 From. *Tamarix chinensis*	斑点分布，主要在河漫滩和河滩有斑点分布。
	草甸	IV草甸	芦苇草地 From. *Phragmites australis*	片状分布，在泾河重要湿地全部广泛分布，在低河滩周边大量分布。
			狗牙根草地 From. *Cynodon dactylon*	片状分布，在泾河重要湿地全部广泛分布，在低河滩周边大量分布。
			拂子茅草地 From. *Calamagrostis epigeios*	片状分布，在泾河重要湿地全部广泛分布，主要在低河漫滩和低洼地带。
			荻草地 From. *Triarrhena sacchariflora*	片状分布，在泾河重要湿地全部广泛分布，主要在河滩二级阶地。
			黄蒿草地 From. *Artemisia annua L*	片状分布，在泾河重要湿地全部广泛分布，主要在河滩二、三级阶地。
			蔓菁草地 From. Brassica rapa	偶然零星分布
人工植被	人工林	经济果木林	苹果林 From. *Malus pumila*	主要分布于礼泉，彬县丘陵地区
			枣树林 From. *Ziziphus jujuba*	主要分布于彬县的河谷地带
		用材林	杨树林 From. *Populus tomentosa*	主要分布于下游河滩地带
	农作物	粮食作为	小麦 From. *Triticum aestivum*	河谷带状分布
		经济作物	油菜 From. *Brassica campestris*	河谷带状分布

1）温性针叶林

泾河重要湿地范围内，温性针叶林的代表群系为侧柏林群系，侧柏林在湿地偶然零星分布，数量非常少。

2）落叶阔叶林

泾河重要湿地范围内，落叶阔叶林的代表群系为刺槐林群系，刺槐林在该湿地有一定的分布，数量少。

3）落叶阔叶灌丛

落叶阔叶灌丛主要包括野蔷薇灌丛、柠条锦鸡儿灌丛、荆条灌丛、酸枣灌丛和柽柳灌丛。灌丛主要分布在河岸上，结构简单，上层是灌丛，下层主要是苔草、毛茛、针茅、黄背草、委陵菜、刺儿菜、黄花蒿、拂子茅、野菊花、芦苇、狗牙根、婆婆拉等植物。落叶阔叶灌丛主要分布在泾河重要湿地边缘。

4）草甸

泾河重要湿地中广泛分布着草甸植被，草甸 5 个群系分别为芦苇草地、狗牙根草地、拂子茅草地、黄蒿草地和蔓菁草地。主要分布在泾河重要湿地的河漫滩和河滩。植物种数为 1～6 种，主要种类成分以虎尾草、酸模、婆婆拉、黄蒿、狗牙根、早熟禾、野胡萝卜、猪毛菜、委陵菜等为伴生种。

④评价区域植被分布特点

1）河滩植被分布主要以湿地植物特征为主

泾河重要湿地评价区植被分布主要以湿地植物特征为主。低河漫滩优势种植物主要有拂子茅、芦苇、狗牙根等禾本科水生植物，伴生植物有黄蒿、虎尾草、水莎草、野菊花等植物。三级阶地优势种植物有柠条、荆条、杠柳等，伴生植物有黄花蒿、风毛菊、酸枣、胡枝子、马刺蓟、飞廉、艾草等植物。泾河水位常年变动，湿地植物生长环境不稳定，尤其是河漫滩植被组成比较单一。河岸上地受到河水水位影响较小，植物比较丰富，主要中生和旱生植物为主。

2）植物区系具有明显的温带性质

从评价区主要科来看，菊科、禾本科、豆科、藜科、蓼科、玄参科、蔷薇科、毛茛科、莎草科、茜草科、十字花科、伞形科、忍冬科等既是世界性大科，又是以温带分布型为主的科。从属的分布型来看，以北温带为主，世界分布型为辅，北温带分布型占本区总属数的 35.85%以上，世界广部属为 16.98%。从种的分布型来看，温带分布的种占本区总种数的 38.6%。从本区植物科、属、种的地理成分可以明显看出，工程区种子植物区系在发生和地理分布上有明显的温带性质。

3）植物区系地理成分较复杂，具有明显的过渡性及各种区系成分相互渗透

种子植物属分布区类型 11 个，分布植物属以北温带成分占主导地位，北温

带分布属 19 个，世界广布属有 9 个，泛热带分布属有 6 个，热带亚洲至热带大洋洲分布属有 1 个，热带亚洲至热带非洲分布属有 2 个，东亚和北美洲间断分布属有 2 个，旧世界温带分布有 6 个，温带亚洲分布属有 2 个，地中海区、西亚至中亚分布布属有 2 个，中亚分布属 1 个，东亚分布布属 3 个。本区植物区系具有一定的过渡性，而且与泛热带分布和旧世界温带存在一定的联系。东亚分布属相对较少，并且全部为草本，说明本地区森林成分相对贫乏。没有中国特有属，说明本区特有属比较贫乏，特有性程度较低。

4）植物区系成分以年轻成分为主

本区没有发现特有的科和属，没有中国特有属。同时区系具体表现在木本类型少，多年生草本多，缺乏古老的和原始的类群，体现出本区具有年轻和衍生的性质。泾河重要湿地的样方调查和植被分析发现本区符合中国温带草原区暖温带森林草原地带和暖温带草原地带。

⑤评价区域珍稀保护植物及分布

据文献资料，评价区域分布有国家二级保护植物野生大豆，但实地调查未见。

⑥评价区域植物资源

评价区域分布的野生植物中有许多经济植物，其中以药用植物有麻黄；食用植物有野豌豆、苜蓿、刺槐等，其中以工业植物资源纤维植物的荻和拂子茅等，此外还有保护和改造环境植物，如禾本科的黄背草、荻、拂子茅和藾草等。

（5）泾河下游湿地植被分布特征

考虑到工程运行后主要对于库区和泾河下游的湿地带来影响，库区主要为高山峡谷区域，湿地分布相对较少，且水库建成后对其影响也相对较为简单和直接（淹没影响），因此在泾河出张家山之后的下游地区的低河漫滩湿地，属于运行后重点关注的区域。前述内容已经对于陕西泾河重要湿地景观格局、湿地植物进行了较为详细的阐述，在此对于泾河下游湿地植被分布特征进行分析和说明。坝址以下河流及周边环境的现状特征见下图（图 4.12-18、图 4.12-19）。



图 4.12-18　泾河下游泾河重要湿地考察主要位置



坝址处 1



坝址处 2



坝址下游 3km 处



文泾电站库区（坝址以下 4km）



岳家坡（张家山以上 800m）



王桥镇



大训堡-1



大训堡-2



西铜高速大桥-1



西铜高速大桥-2



泾渭湿地-1



泾渭湿地-2

图 4.12-19　泾河下游湿地现状照片特征

为进一步摸清下游重要湿地植被分布特征，环评单位联合专题单位于 2017 年 9 月份对泾河重要湿地进行了再次补充野外样方调查和无人机飞行调查，以下以 2 处典型样地的调查结果说明下游沿河主要滩地湿地植物分布情况。

20#调查样地位于泾河下游泾阳桥底镇附近泾河河滩湿地，地处泾河下游中段，湿地植被类型为芦苇-狗牙根低湿地草甸。经整理，河滩共调查到 9 种植物，其中以芦苇和狗牙根为群落的建群种，小飞蓬、灰菜、苜蓿、稗、苣荬菜、拂子茅、柽柳等为群落的伴生种。芦苇高度一般 80~170cm，平均高度 130.0cm，盖度 25%；狗牙根的高度 7~12cm，盖度 15%。该处滩地植被总体盖度较低，约 35%左右。湿地现状特征见图 4.12-20。

表 4.12-28　泾河下游 20#调查点位植物调查情况

物种	层次	高度（cm）	多度	盖度（%）	分布描述	生长状况
小飞蓬	1	49.6	2	6	均	中
柽柳	1	128.5	3	15	均	中
芦苇	1	130.0	3	25	均	好
狗牙根	1	10.0	5	15	均	好
灰菜	1	70.6	2	15	均	好
苜蓿	1	70.0	1	3	不均	好
稗	1	120.8	2	8	均	好
苣荬菜	1	42.8	1	1	不均	差
拂子茅	1	89.7	2	4	不均	差



图 4.12-20　泾河下游滩地植物现状（20#调查点位）

25#调查样地位于泾河下游泾阳咸阳公路桥附近，地处泾河下游中下段，湿地植被类型为芦苇低湿地草甸。经整理，河滩共调查到 4 种植物，其中以芦苇为群落的建群种，狗娃花、圆叶牵牛、红蓼为群落的伴生种。芦苇高度一般 85~177cm，平均高度 157.4cm，盖度 85%；狗娃花的高度 45~67cm，盖度 4%。该处滩地植被总体盖度较高，约 90%左右。湿地现状特征见图 4.12-21。

表 4.12-29　泾河下游 20#调查点位植物调查情况

物种	层次	高度（cm）	多度	盖度（%）	分布描述	生长状况
芦苇	1	157.4	5	85	均	好
狗娃花	1	55.0	2	4	均	好
圆叶牵牛	1	99.5	1	1	不均	中
红蓼	1	105.0	1	1	不均	中



图 4.12-21　泾河下游滩地植物现状（25#调查点位）

根据泾河下游河滩湿地植被现状调查结果，结合野外 GPS 的定位信息及无人机飞行调查情况，辅助以泾河下游区域高清遥感影像信息，利用 Ecognition 面向对象遥感专题解译技术，对泾河张家山以下的下游湿地植被进行了空间遥感专题解译，通过在 ArcGIS 中空间叠加和数据库查询，得到泾河下游湿地分布图（图 4.12-22）。

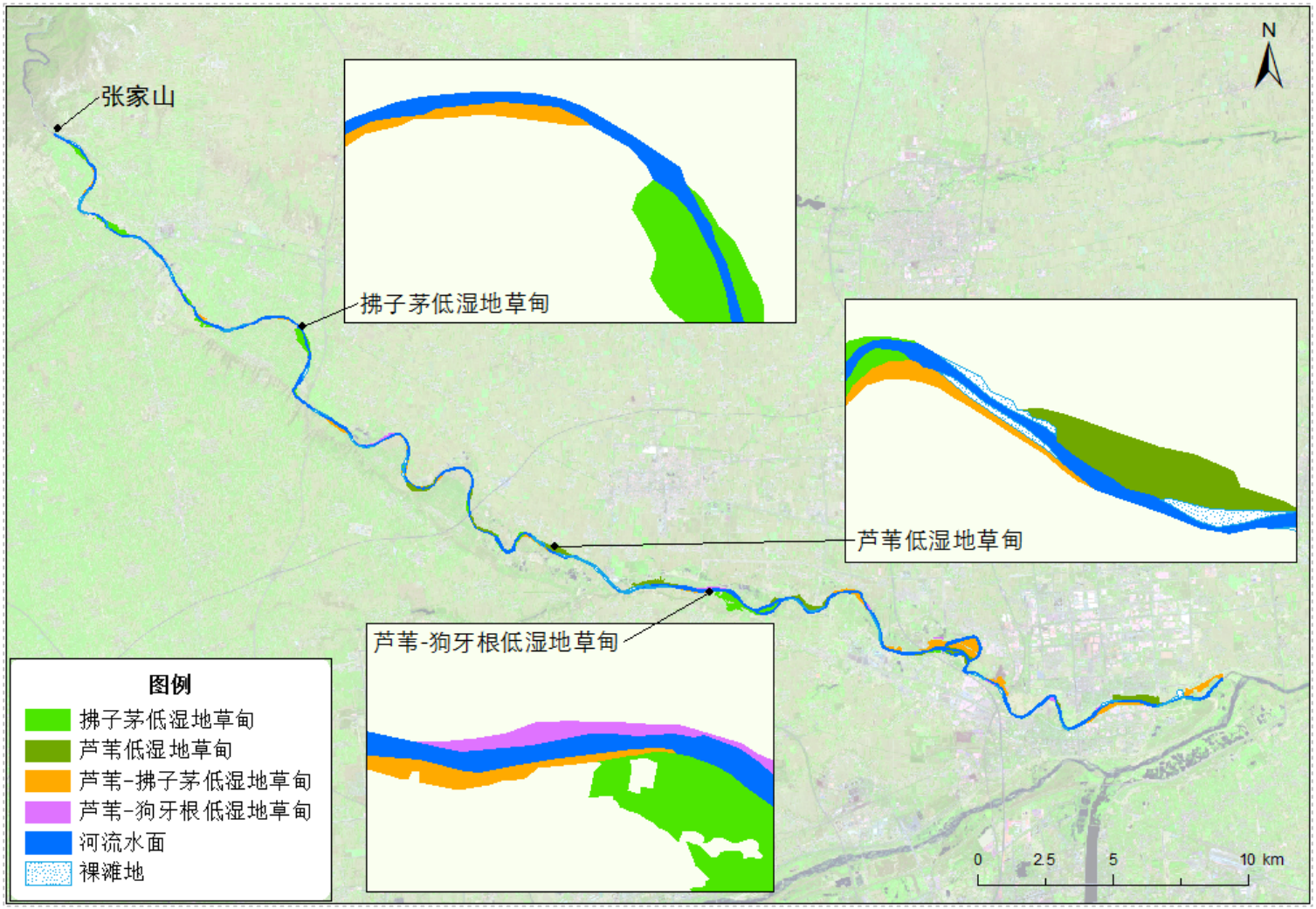


图 4.12-22　泾河下游湿地分布图

经统计，泾河张家山以下泾河河滩分布的湿地除了河流水面及裸滩（无植被）之外，主要湿地植被类型为芦苇低草甸湿地、芦苇-拂子茅低草甸湿地、芦苇-狗牙根低草甸和拂子茅低草甸湿地，主要分布在泾河沿河低河滩及河心洲区域。湿地面积 10.48km^2，其中河流水面面积最大，面积 3.87km^2（占 36.89%）；其次为芦苇-拂子茅低草甸湿地，面积 2.17km^2（占 20.74%）；面积处于第三位的是芦苇低草甸，面积 1.56km^2（占 14.86%）。

表 4.12-30　泾河下游湿地植被类型及分布面积

湿地类型	湿地植物种类	面积(km^2)	比例（%）
芦苇低草甸	以芦苇为优势种，主要伴生有虎尾草、酸模、猪毛菜、委陵菜、异穗苔草、水莎草等	1.56	14.86
芦苇-拂子茅低草甸	以芦苇-拂子茅群丛为主，伴生有狗牙根、黄花蒿、狗娃花、虎尾草等	2.17	20.74
芦苇-狗牙根低草甸	以芦苇-狗牙根群丛为主，伴生有狗尾草、黄背草、黄花蒿、小飞蓬等	0.31	2.91
拂子茅低草甸	以拂子茅为优势种，伴生有狗牙根、苣草、委陵菜等	1.62	15.45
河流水面	-	3.87	36.89
裸滩地（无植被）	-	0.96	9.15
总计		10.48	100%

（6）小结

泾河重要湿地共有植物 21 科 53 属 57 种。属的分布类型在中国 15 个植被类型中占 11 个，植物种类较多，区系成分较丰富。植物区系主要以温带分布为主，植被群落主要以湿地植物群落特征为主，植物区系地理成分较复杂，具有明显的过渡性及各种区系成分相互渗透。植物区系成分以年轻成分为主。分布的野生植物中有许多经济植物，区系生物多样性高。在泾河下游湿地的湿地中，除了河流水面面积较大以外，芦苇-拂子茅低草甸湿地、芦苇低草甸湿地是下游低河滩湿地的主要类型。

4.13 水生生态现状调查与评价

委托中国水产科学研究院黄河水产研究所（陕西水产研究所）开展东庄水利枢纽工程水生生态现状调查及影响专题，对泾河干支流进行现状水生生物调查与评价，现状调查监测内容包括浮游生物、底栖动物组成、密度及生物量等，鱼类资源及三场分布等。

现状调查监测内容主要根据《内陆水域渔业资源调查手册》（张觉敏 何志辉等主编，中国农业出版社，1991）的相关要求，重点监测浮游生物、底栖动物，调查监测水生维管束植物，调查鱼类资源现状及历史分布状况和鱼类“三场”分布状况，调查营水生生活的两栖类和爬行类、哺乳类动物资源分布状况。

现状调查监测方法主要根据《内陆水域渔业资源调查手册》、《全国淡水生物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告 2010 年 第 27 号）的相关要求，以及《内陆水域渔业资源调查技术规范》（CAF 2005 0001）（李杰人，水产种质资源共享平台技术规范，中国农业科学技术出版社，2008）等。

浮游生物、底栖动物根据评价范围，现场布设具有代表性采样点，根据规范要求采集水样和泥样，进行定量测定，主要测定浮游生物、底栖动物的区系组成、种类、生物量（密度）、个体数量等；鱼类使用不同的网具实际捕捞标本、现场走访、查阅历史资料等方法，调查鱼类的区系组成、种类；通过走访、下网捕捞、观察鱼类的生活习性等方法调查鱼类的“三场”分布等；水生维管束植物采用现场寻找、监测等方法进行调查；两栖类和爬行类、哺乳类通过现场捕捉、走访、查阅历史资料等方法进行查。

4.13.1 调查监测内容与方法

（1）调查时间

2013 年 6～7 月，对泾河干流河段及主要支流北子河、黑河、马莲河、洪河、任家河、颉河进行调查。

2014 年 6 月对调查河段进行补充调查，补充调查样点：渭河入河口、船张村、西营泾河大桥、席家乡、北屯镇、张家山、赵家沟等 7 个采样点，补充调查主要内容为鱼类资源。

（2）调查范围及断面位置

调查范围从泾河入渭河口至甘肃崆峒水库坝下，设置水生生物采样点 24 个，包括鱼类及浮游动植物采样（图 4.13-1）。

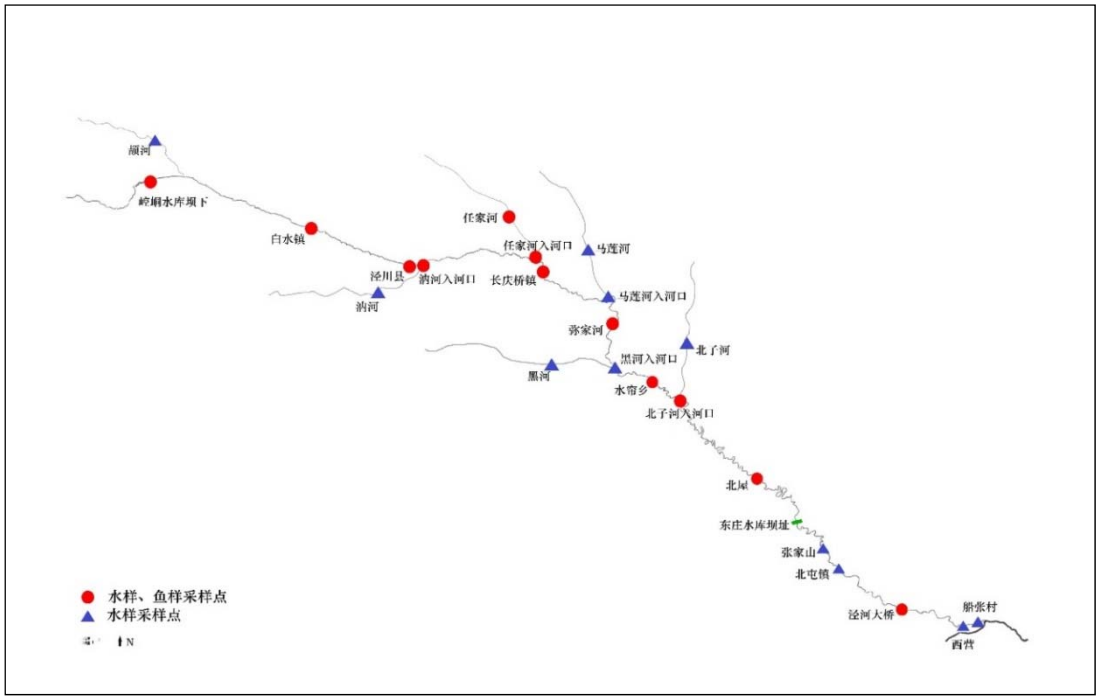


图 4.13-1 采样点布设图

（3）生境条件调查内容

水环境基本情况：监测断面的经纬度、海拔、水温、透明度、流速、底质等；

湿生植被：湿生植被种类及其分布特征，湿生植被现状；

水生生物：浮游植物、浮游动物（原生动物、轮虫、枝角类、桡足类）、底栖动物的种类、数量和时空变化分析等；

两栖类：两栖类种类组成与分布。

（4）鱼类资源调查内容

鱼类区系：种属名称、组成、分布及演变等。

鱼类资源现状：鱼类群体结构（年龄、体长、体重、种类组成），渔获物统计分析（群体结构组成，主要渔获对象年龄、体长、体重和性别）、渔业现状。

主要鱼类繁殖特性：繁殖季节、产卵类型、产卵时间、繁殖规模以及繁殖所需的环境条件。

重要鱼类生境：重要鱼类的产卵场、索饵场、越冬场以及捕捞场等生境特点（水位、水温、水深、流速、底质、水生植被及饵料资源状况等）。

（5）调查方法

①水生生物资源调查

水生生物样本的采集、定性、定量分析等，依据《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》和中国科学院水生生物研究所制定的《淡水生物资源调查方法》、《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T 9402-2010）进行。

②鱼类资源调查

鱼类资源采取实地捕捞、走访了解和查阅资料相结合方法进行。

捕捞网具：采用 1.2～4.5cm 不同规格网目的单层和三层刺网进行捕捞，诱捕采用 1.5～2.5m 长的密眼虾笼放入诱饵进行诱捕，鱼苗采用 T 型网捕捞调查。

渔获物统计：采取将所有的渔获物进行分类计数、称重。

鱼类标本：选择体表无伤的鱼类作为鉴定标本，先采用 10%的甲醛溶液进行 24 小时固定，然后转入 4%的甲醛溶液中进行长期保存、以待种类鉴定。

③产卵场、索饵场和越冬场调查

产卵场调查采用实地捕捞鱼仔和环境相分析相结合的方法进行；索饵场、越冬场，由于调查时间限制，采取了走访调查和查阅历史资料相结合的方法进行。



泾河入渭河口



西营





泾河大桥



北屯



张家山



曹家河



北屋



北子河入河口



北子河



弥家河



水帘乡

黑河



黑河入河口



马莲河入河口



任家河



任家河入河口



长庆桥



汭河



汭河入河口



泾川



崆峒坝下



颉河



白河



马莲河



坝址



渭河上游



渭河下游

图 4.13-2 水生生物调查采断面环境现状



图 4.13-3 水生生物现状调查采样

4.13.2 河流生境条件调查及评价

根据实地调查，各采样点水生生境条件详见表 4.13-1。

表 4.13-1 采样点水生生境条件情况

流域	采样断面	海拔	流速	溶氧	水温	PH	透明度	底质
		m	m/s	mg/L	℃		cm	
干流(19个)	船张村					6.5		砾石
	西营				35.5	6.3		砾石
	泾河大桥				34	5.5	80	砾石
	北屯镇	409			27.5	5.8	68	泥沙
	张家山	420			25.3	6	75	砾石
	曹家河	707				6.3		砾石
	北屋	720			26	6	65	砾石
	弥家河	865	0.48		21	5.5	2	泥沙
	水帘乡	825	0.39		23	5.5	2	泥沙、砾石
	长庆桥	933	0.55		21.5	6	2	泥沙
	泾川	1007	0.93		23	6.5	2.8	泥沙、砾石
	崆峒水库坝下		0.56		21.5	6.3	6	砾石
	白水	1169	1.26		23	6	2	砾石
	北子河入河口	812	0.42		18	6.4	3	泥沙
	黑河入河口	847	0.5		25	6.2	3	泥沙
	任家河入河口	932	0.18		20.5	6	3	泥沙
	汭河入河口	1031	0.83		22.8	6.1	3	泥沙
	颉河入河口					5.5		砾石
	坝址	774	0.56	8.46	27.5	6.0		泥沙、砾石
支流(6个)	北子河	861				6.7		泥沙
	黑河	843	0.93		25	6.2	3	泥沙
	马莲河	883	0.47		28.5	6.0	2	泥沙
	任家河	941	0.26		20.5	6.0	4	泥沙
	汭河	1043	0.83		23	5.9	3	泥沙
	颉河		0.47		21.5	5.9	清澈见底	砾石
渭河（2个）	入渭河口上游	349	0.71	6.69	27.1	6.1	5	泥沙
	入渭河口下游	352	0.47	7.31	25.7	5.9	3	泥沙

4.13.3 水生生物调查及评价

（1）泾河干流水生生物调查

1）湿生植物

共采集和记录水生植物 15 种，隶属于 3 门 10 科 11 属。

2）浮游植物

①种类组成与分布

调查到浮游植物 6 门 198 种属，其中硅藻门 128 种属，占 64.64%，绿藻门 48 种属，占 24.24%，裸藻门 11 种属，占 5.56%，黄藻门 4 种属，占 2.02%，甲藻门 1 种属，占 0.51%，蓝藻门 6 种属，占 3.03%（图 4.13-4）。

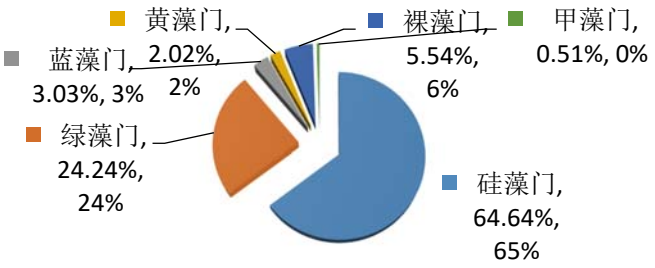


图 4.13-4 泾河干流浮游植物种类组成比例图

②密度与生物量

浮游植物平均密度 26.68×10^{4} cells/L，平均生物量 314.4×10^{-3} mg/L。

3）浮游动物

①种类组成与分布

调查到浮游动物 3 门 47 种属，其中原生动物门 28 种属，占 59.57%，轮虫类 17 种属，占 36.17%，桡足类各 2 种属，分别占 4.25%（图 4.13-6）。

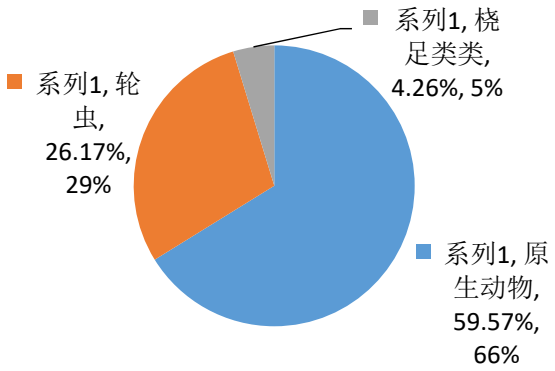


图 4.13-6 泾河干流浮游动物种类组成比例图

②密度与生物量

浮游动物平均密度 238.8 $indL^{-1}$，平均生物量 18.98×10^{-3} mg L^{-1}。

4）底栖动物

调查到底栖动物 8 种，隶属于 3 门 8 目 8 科，其中以节肢动物门为主，其中，秀丽白虾为该河段优势种。

（2）泾河支流水生生物调查

1）湿生植物

采集和记录水生植物 5 种，隶属于 2 门 4 科 5 属。

2）浮游植物

①种类组成与分布

调查到浮游植物 7 门 127 种属，其中硅藻门 91 种属，占 71.65%，绿藻门 21 种属，占 16.53%，裸藻门 7 种属，占 5.51%，黄藻门 3 种属，占 2.36%，甲藻门 1 种属，占 0.78%，金藻门 1 种属，占 0.78%（图 4.13-7）。

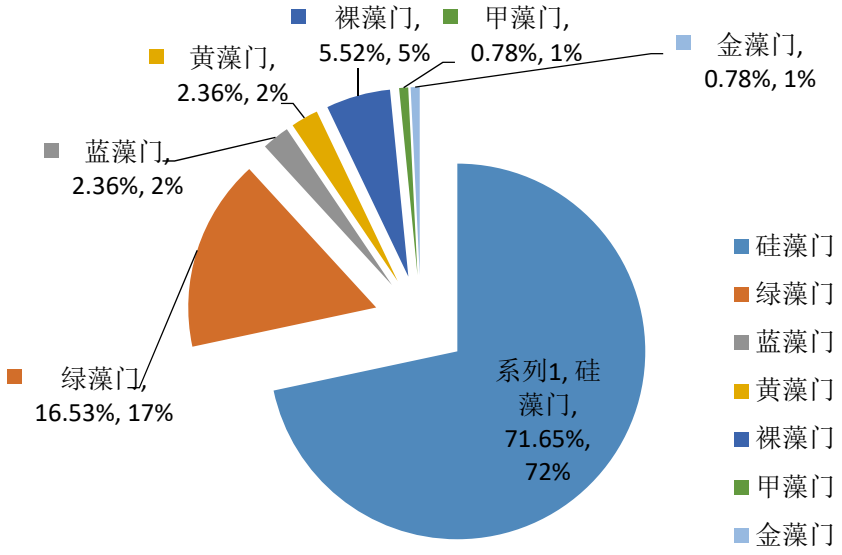


图 4.13-7 泾河支流浮游植物种类组成比例图

②密度与生物量

浮游植物平均密度 41.65×10^{4} cells/L，平均生物量 385.39×10^{-3} mg/L。

3）浮游动物

①种类组成与分布

调查到浮游动物 3 门 18 种属，其中原生动物门 15 种属，占 83.33%，轮虫类 1 种属，占 5.55%，桡足类各 2 种属，分别占 11.11%（图 4.13-8）。

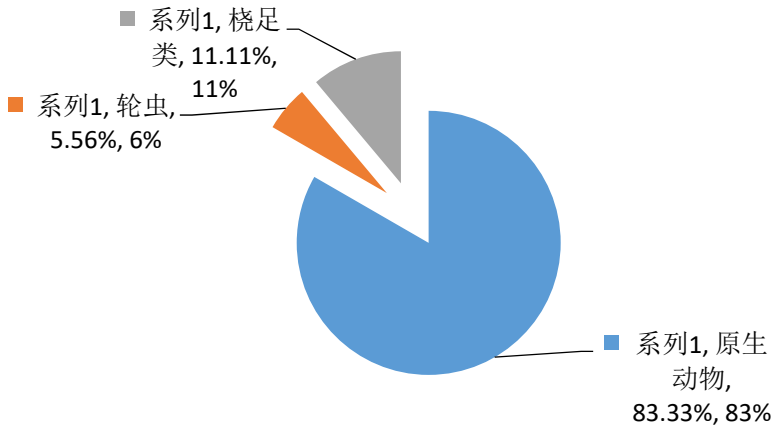


图 4.13-8 泾河支流浮游动物种类组成比例图

②密度与生物量

浮游动物平均密度 79indL^{-1}，平均生物量 5.21×10^{-3} mg L^{-1}。

4）底栖动物

调查到底栖动物 3 种，隶属于 2 门 3 目 3 科，其中以节肢动物门为主，其中，秀丽白虾为该河段优势种。

3）各个采样断面浮游动、植物多样性性指数

采用香农—威纳（Shannon—Wiener index 1949）物种多样性指数进行丰度评价，多样性指数高则表明物种种类丰富，种群结构稳定，抗干扰能力强；均匀度则反映其种类数量的分配关系，均匀度指数在 0～1，越趋近于 1 则表明样本各种类种群数量相当，越趋向于 0 则表明种群数量相差悬殊，优势种突出。表明群落中水生生物与食物链结构、水质自动调节能力和群落稳定性的关系。

多样性指数（H′）、均匀度（J）和丰富度（D）分别应用下列公式计算

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} P_i \log_2 P_i$$

$$J = H' / \log_2 n$$

$$D = （s-1）/ \log_2 n$$

式中，n 为种类数，P_i 为第 i 种个体数与总个体数的比值。

浮游植物多样性指数、均匀度指数、丰富度指数最高的断面为泾河大桥、北屯、水帘乡等，密度最大的断面为北屋，生物量最大的断面为张家山，实地调查发现张家山段流速较小，河流清澈，有利于浮游植物生长，其中裸藻门数量较大，因此导致该断面浮游植物生物量较大。

浮游动物多样性指数最高的断面为西营、崆峒坝下等，密度、生物量较大的断面为西营，主要是西营断面营养盐浓度较大利于浮游动物的繁殖。

5）干流浮游动植物变化趋势

浮游植物密度及生物量整体趋于平稳（图 4.13-9、图 4.13-10），张家山段、北屋段呈现两个高峰，可能是张家山、北屋水流速度缓慢，较适合浮游植物生长。浮游动物密度及生物量西营断面最高（图 4.13-11、图 4.13-12），主要是西营断面污染较大，河流中营养盐浓度增加，有利于浮游动物的生长。浮游动植物多样性指数无明确变化趋势。

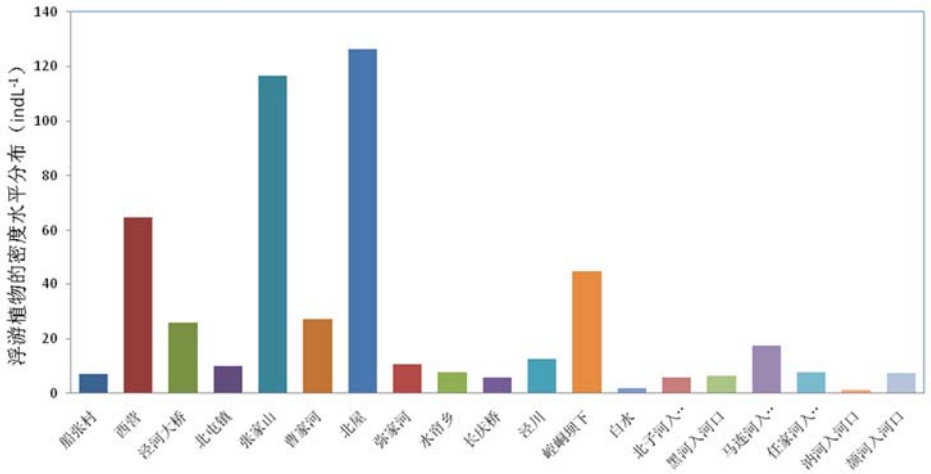


图 4.13-9 浮游生物密度变化趋势

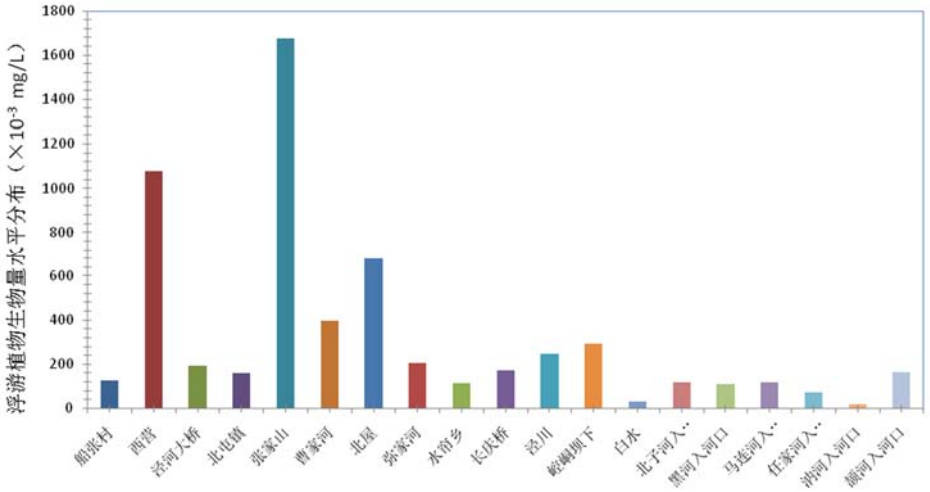


图 4.13-10 浮游植物生物量变化趋势

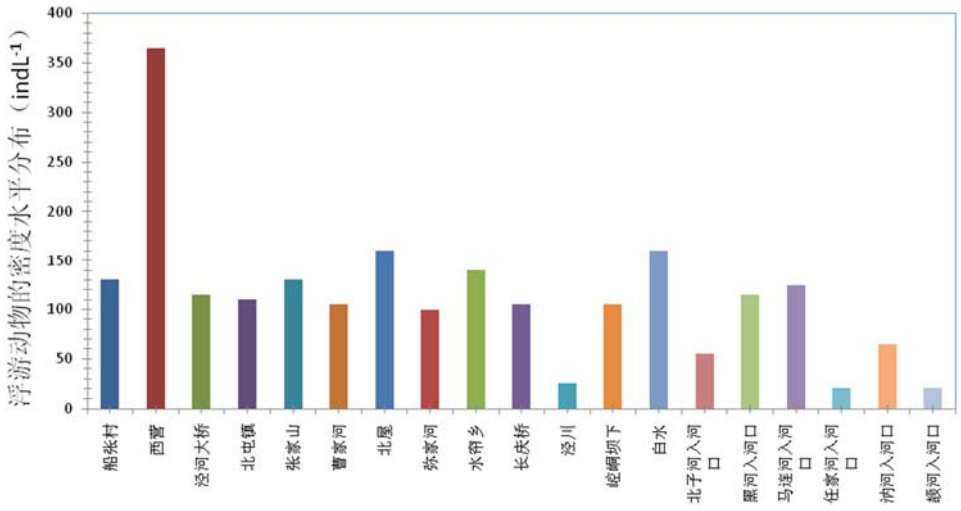


图 4.13-11 浮游动物密度变化趋势

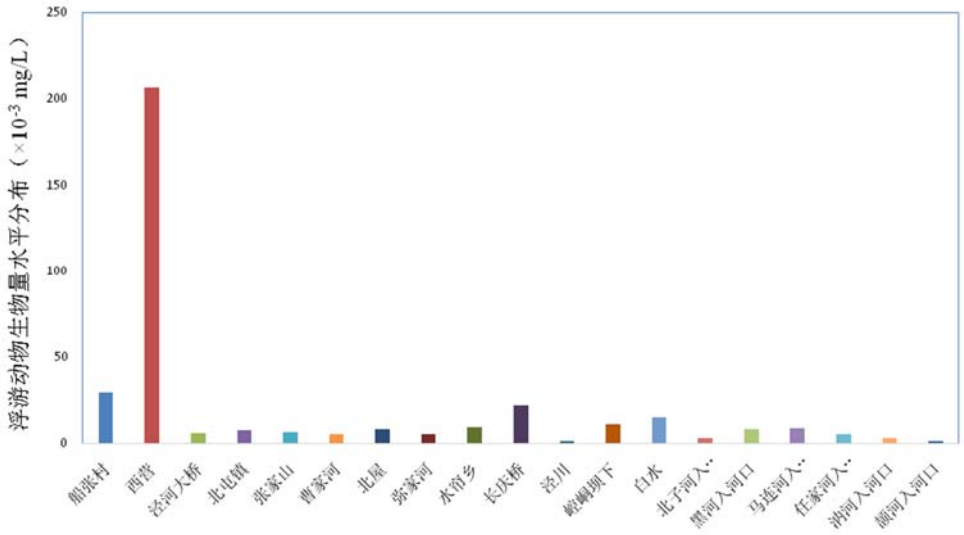


图 4.13-12 浮游动物生物量变化趋势

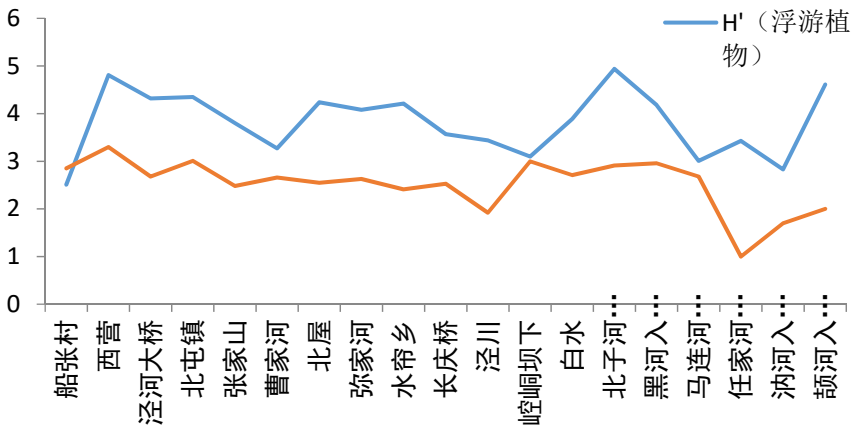


图 4.13-13 浮游生物多样性趋势图

4.13.4 鱼类资源调查及评价

（1）鱼类资源现状

①鱼类组成及分布

据资料记载泾河有鱼类 2 目 4 科 13 种，捕获鱼类 2 目 4 科 12 种，其中鲤科 8 种，鳅科 2 种，鲇科、鰕虎鱼科各 1 种。鲤科所占比例最多，其中优势种类为鲫鱼、拉氏鱲、斯氏高原鳅等小型鱼类。泾河段主要以小型鱼类为主，其中拉氏鱲、斯氏高原鳅数量较大。资料记载陕西高原鳅在长武、彬县和礼泉河段有分布，本次调查并未采集到。

注：*表示在泾河流域有分布（《陕西水生野生动植物》），但本次调查没有采集到的种类。

②渔获物组成

干支流共捕获鱼类 1215 尾，其中斯氏高原鳅 356 尾，占总尾数 29.3%，其次拉氏鱲 245 尾，占 20.16%。渔获物组成主要以小型鱼类为主。

③主要经济鱼类和珍稀濒危鱼类

调查河段无国家保护鱼类，陕西高原鳅作为陕西特有鱼类和陕西省重点水生野生动物，据文献记载陕西高原鳅仅分布于渭河下游的北岸支流（铜川、礼泉、长武、彬县、澄城等地）；拉氏鱲为地方土著鱼类，鲤鱼、鲇鱼为地方主要经济鱼类。

陕西高原鳅主要分布于陕西渭河下游及北岸支流，栖息于河流的砾石缝隙中，有一定的流速，海拔 600 米以上，具有一定流速，一般不低于 0.3m/s，ph 值 6-7.5，最高水温不超过 25℃，底质多为砾石结构，有少量泥沙。以着生藻类和底栖生物为食，每年的 4-6 月份为其繁殖期。

④调查河段现有鱼类分布水层

河段捕获渔获物按照栖息水层可分为栖息于中上层、中下层和底栖 3 种类型（图 4.13-14），其中中上层鱼类 4 种（鲿条、马口鱼、拉氏鱲、开封半鲿），占 33.33%；中下层鱼类 2 种（麦穗鱼、鲇鱼），占 16.67%；底栖鱼类 6 种（鲫鱼、鲤鱼、棒花鮈、泥鳅、斯氏高原鳅、波氏栉鰕虎），占 50%。

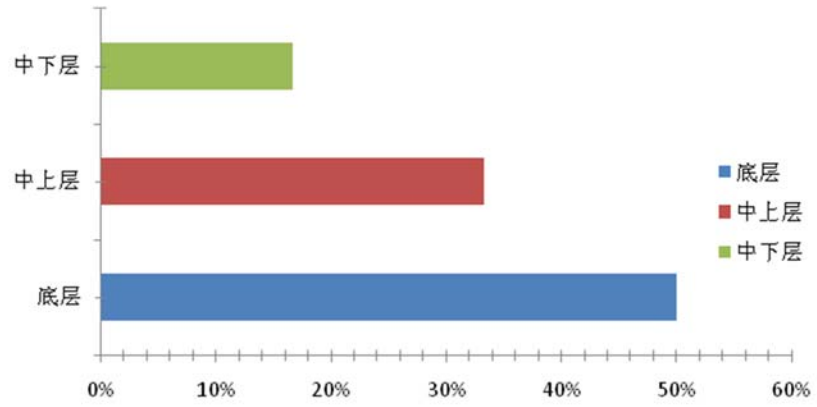


图 4.13-14 渔获物分布水层图

⑤调查河段现有鱼类产卵习性

调查河段现有鱼类产卵习性捕获渔获物按照产卵习性可分为粘性卵、沉性卵 2 种类型（图 4.13-15），其中产粘性卵鱼类 11 种（鲤、鲫、鲇鱼、开封半鳘、拉氏鱾、马口鱼、泥鳅、波氏栉鰕虎、麦穗鱼、鳘条、和斯氏高原鳅），产沉性卵鱼类 1 种（棒花鮈）。

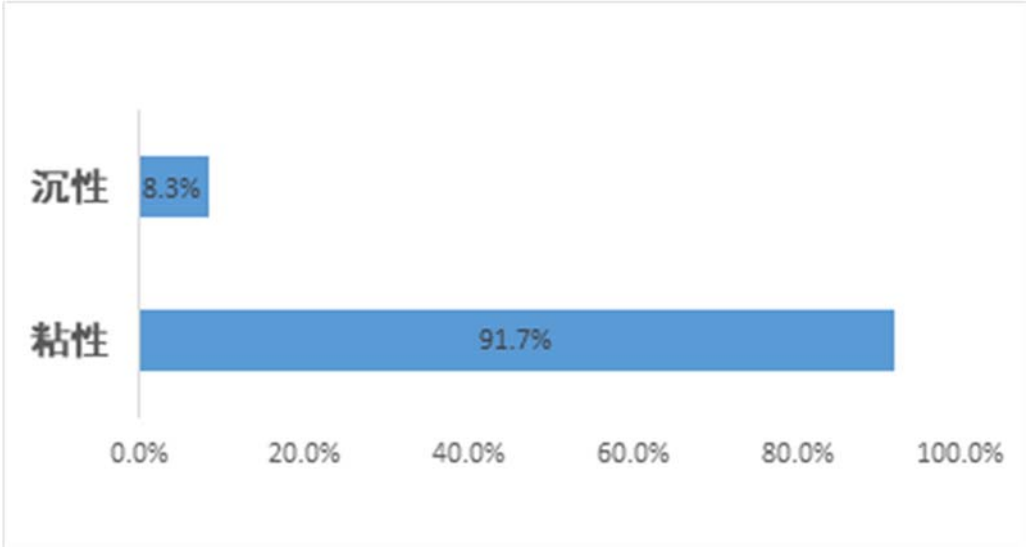


图 4.13-15 渔获物产卵类型

⑥调查河段现有鱼类体型大小

按照鱼类体型均为小型鱼类，斯氏高原鳅、拉氏鱾和马口鱼数量较大，分别占渔获物 20.16%和 29.3%，成为河段优势种。

⑦调查河段渔获物摄食类型

调查河段渔获物摄食类型渔获物按照摄食类型可分为肉食性、杂食性和植食性 3 种类型（图 4.13-16），其中本次调查鱼类中肉食性鱼类 3 种（马口鱼、波氏

栉鰕虎和鲶），占 25%；杂食性鱼类 9 种（拉氏鱥、鲤、鲫、棒花鮈、鳘条、开封半鳘、麦穗鱼、斯氏高原鳅和泥鳅），占 75%；杂食性鱼类多而缺少植食性鱼类，这与泾河泥沙含量大，植物性饵料稀少有很大关系。

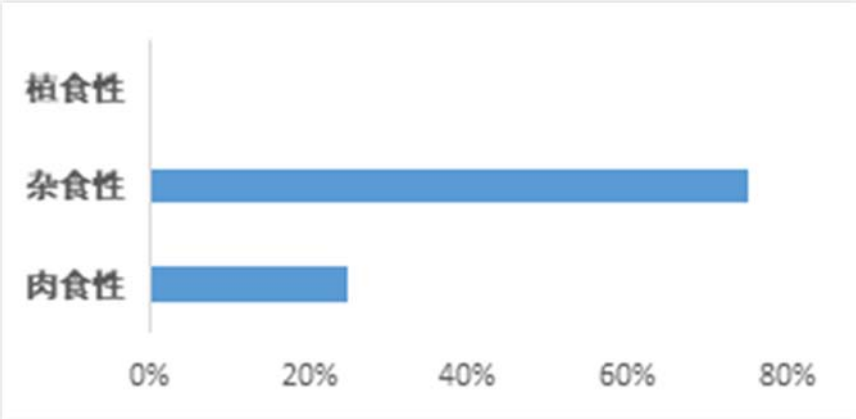


图 4.13-16 渔获物摄食类型

（2）鱼类区系情况

鱼类区系是鱼类与环境之间相互作用的综合反映，现今生存条件下存在的鱼类区系，是在历史发展过程中自然演替和鱼类发展进化、兴衰变化的结果，由于地理环境等历史上长期存在的各种难以克服的阻限，使得地区鱼类在一定程度上，在特定地理区域内相对独立的发展起来，鱼类区系的划分可以反映出不同鱼类的种类组成及鱼类与环境的关系。

表 4.13-2 鱼类区系组成表

鲤形目 Cypriniformes	鲤科 Cyprinidae	鲫 *Carassius auratus*	第三纪早期复合体
		鲤 *Cyprinus carpio*	第三纪早期复合体
		棒花鮈 *Gobio rivuloides*	第三纪早期复合体
		鳘条 *Hemiculter leuciscuus*	中国平原复合体
		马口鱼 *Opsariichthys bidens*	中国平原复合体
		拉氏鱥 *Phoxinus lagowskii*	北方山麓复合体
		麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*	第三纪早期复合体
		开封半鳘*Hemiculterella kaifenensis*	中国平原复合体
	鳅科 Cobitidae	泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*	第三纪早期复合体
		斯氏高原鳅 *Triplophysa stoliczkae*	中亚高山复合体
鲇形目 Siluriformes	鲇科 Siluridae	鲇鱼 *Silurus asotus*	第三纪早期复合体
	鰕虎鱼科 Gobiidae	波氏栉鰕虎 *Ctenogobius cliffordpopei*	印度平原复合体

（3）分布特点

调查捕获鱼类分布范围较广，并不局限分布于某个河段，调查流域内都有分布。其中鲫鱼、马口、麦穗鱼、斯氏高原鳅、拉氏鱥分布范围较广，斯氏高原鳅主要分布在崆峒坝下区域，马口鱼、拉氏鱥在全段几乎都有分布。

（4）生态习性

调查捕获鱼类资源进行生态习性描述，主要包括产卵繁殖期、产卵繁殖水文条件及受精卵孵化条件等，以明确水文条件改变对该河段鱼类造成的影响情况（表 4.13-3）。

表 4.13-3 主要鱼类生态习性

种类	繁殖特点		
	产卵时期	产卵类型	水文条件要求
泥鳅	5～6 月	多次性产卵，粘性卵	繁殖水温为 16℃，最适水温为 22～28 ℃，产卵在水深不到 30cm 的浅水草丛中
高原鳅属	4～5 月	多次性产卵，粘性卵	冰融期后产卵
马口鱼	4～6 月	1 冬龄性成熟，粘性卵	
拉氏鱥	4～6 月	多次性产卵，粘性卵	常在急流滩上产卵，
棒花鮈	4～6 月	雌鱼 3 龄成熟，雄鱼 1 龄成熟，沉性卵	
鰲条	5～6 月	1 龄性成熟，粘性卵	浅水缓流区域及静水中产卵，有逆水跳滩的习性，水深为 0.5～2m，分批产卵
开封半餐	5～6 月	多次产卵，粘性卵	
麦穗鱼	3～6 月	分批产卵，粘性卵	繁殖期间水温变幅在 12.5～27℃
鲤	5～6 月	2 龄性成熟，粘性卵	在浅水区产卵，卵粒附着在淹没的水草或树枝上，产卵水温下限为 18℃。
鲫鱼	3～6 月	1 龄性成熟，粘性卵	水温 16 时开始产卵，在岸边的浅水区产卵，卵粒附着在水草或树枝上
鲇	3～7 月	1 龄性成熟，弱粘性卵	水温 18～21 时开始产卵，受精卵粘附在水草上
波氏吻鰕虎	4～5 月	1 龄性成熟，粘性卵	

（5）主要鱼类生态习性分析

①马口鱼 *Opsariichthys uncirostris bidens* (Günther)



形态特征：体长，稍侧扁，腹部圆。头稍尖，头长大于体高。吻钝，吻长远比其宽为大。口特大，下颌前端突起，两侧面各有一凹陷，恰与上颌突出部分吻合。下咽齿 3 行。鳞圆形。背鳍条 2，7，无硬刺。臀鳍条 3，8～10。背部黑灰色，体侧下半部及腹面银白色，喉部、口唇及各鳍橙黄，背鳍上有黑色小斑点，体两侧具有浅蓝色的垂直条纹。生殖季节时，雄鱼体色更为鲜艳。

栖息习性：性凶猛，善游泳，多生活于山涧溪流中，尤以水流较急浅滩和底质为砂砾的支流常见。在静水湖泊及江河深水处皆少见。

摄食习性：肉食性，主要以昆虫、小鱼等为食，幼鱼嗜食浮游生物。

繁殖习性：1 龄鱼即有繁殖能力。生殖期多集中在 4～6 月，在较急水流中产卵，卵粘性。

经济价值：属小型鱼类，但繁殖力强，生长快，产量较高，为普遍食用杂鱼之一，在丘陵、山区是主要经济鱼类。

②拉氏鱥 *Phoxinus lagowskii Dybowski*，1869



形态特征：体长形，略侧扁，腹浑圆，无皮棱，尾柄侧扁。头长，吻略长，长短于眼间距。口弧形，亚下位，口裂较深，稍斜，其末端达眼前缘。无须。眼大，眼间距宽而平坦。背鳍短，后缘为圆形，其起点位于腹鳍之后，居眼前缘与尾基距之中央处。臀鳍后缘略平。尾鳍叉状，上下叶等长，末端近圆形。胸鳍较长，向后可超胸腹鳍间距的一半，约为其三分之二处。下咽齿主要 1 行，基部稍侧扁。鳃耙稀疏，短小。鳞小，排列紧密，胸部有鳞。侧线完全，前部略呈弧形，后延至体中轴下方，至尾柄处位中央直达尾鳍基部。

脊椎骨 39 个。体背部中央有一狭的黑纹，体侧上部深灰黑褐色，间有许多不规则的黑色小斑点，体侧中轴处有一条较宽而显著的黑色纵带。由前向后渐狭，由背侧向腹部，体色渐淡，至腹部则为乳白色。

栖息习性：栖息于山涧积水较深处，常群集，

摄食习性：以小型水生底栖动物和硅藻为饵料。

繁殖习性：生殖季节在 5～7 月，常在急流滩上产卵，卵粘性。

经济价值：为小型杂鱼，经济价值不高。

地理分布：黄河水系、渭河流域、汉水、嘉陵江均有分布。

③麦穗鱼 *Pseudorasbora parva (Temminck et Schlegel)*，1842



形态特征：体长，稍侧扁，尾柄较宽。头小，吻尖，吻长小于眼后头长。眼较大，眼间隔平宽。口小，上位，下颌长于上颌。唇薄，简单。唇后沟中断。无须。下咽齿纤细，末端钩状。鳃耙近乎退化，排列稀疏。鳞片较大。侧线完全，平直。背鳍无硬刺，起点在吻端至尾鳍基部的中点。胸鳍不达腹鳍。腹鳍起点约与背鳍相对。尾鳍分叉较浅。体背及体侧灰黑色，腹部银白色。体侧鳞片的后缘具新月形的黑斑，体侧具一纵行斑纹，幼鱼更为明显。

栖息习性：喜栖息于生活在静水和缓流水体。

摄食习性：杂食性，主要以浮游动物、水生昆虫、水生植物及藻类为食。

繁殖习性：2 龄达性成熟，繁殖期在 4～6 月份。卵椭圆形，具粘性，卵粒密集整齐地粘着在附着物上。孵化期雄鱼有守护卵的习性。产卵期持续较长。

经济价值：鱼个体虽小，但数量较多，可作为肉摄食习性鱼类的饵料。

地理分布：分布广泛，遍布全国各主要水系。

④波氏吻鰕虎鱼 *Ctenogobius cliffordpopei* (Nichols，1925)



形态特征：体长形，略侧扁，头

顶平扁。口裂大，亚下位，上颌稍长于下颌。上下颌具有多行排列成带状的细齿，齿不分叉，外行齿较大。鼻孔靠近吻端。眼侧上位，眼间距小于眼径。体被栉鳞，头后背部、胸、腹部裸露无鳞。胸鳍圆扇形，较大。腹鳍胸位，左右腹鳍愈合成吸盘状。尾鳍圆形。体背棕黑色，腹部米黄色，头部和各鳍灰褐色，带紫色。体侧有 7～8 个较大斑块。背鳍、尾鳍上有许多灰色斑点，尾鳍上大致排成 3～4 横列。

栖息习性：底栖小型鱼类，常栖息在砂石底的山溪流水，亦在江河、湖泊的浅水区生活。

摄食习性：以水生昆虫、小鱼为食。

繁殖习性：繁殖期为 5～6 月，产粘性卵。

地理分布：分布于长江和黄河等水系。

⑤泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus Cantor*，1842



形态特征：体延长，前躯圆柱形，尾柄侧扁。体表被鳞，侧线完全。口下位，弧形，上下唇均具皱折，须 5 对。口角须较长：达到或超过眼后缘。腹鳍起点在背鳍起点之后。背、尾鳍及胸鳍前面数根鳍条的背面均有不规则的斑点。尾鳍后缘圆形，其上侧具一黑斑或无。尾柄最小高度在尾柄起点处，尾柄背腹两侧均有从尾鳍基向前延伸的皮褶。背部灰黑色至灰黄色，腹部色浅，为灰黄至灰白色。背部及体侧散有不规则的黑色斑点或缺如。体两侧具两条发达的皮质稜，每侧皮质稜在背鳍之下有一中断处。体两侧无皮质稜。

栖息习性：喜生活在水流缓慢的河湾或其他静水中。

摄食习性：杂食性，幼鱼食浮游动物及底栖动物；成鱼以植物性食物为主。

繁殖习性：繁殖在 4～6 月，卵粘性，落于水底的受精卵仍能发育。

经济价值：为普通小型食用鱼类，分布广，数量大，适应性强。

地理分布：全国各地都有分布。

⑥*鲇 Parasilurus asotus Linnaeus*

形态特征：身体在腹鳍前较圆，以后渐侧扁，头部扁平，头宽大于体宽，口横宽而大，下颌突出，上、下颌及犁骨上有许多绒毛状细齿。须 2 对，上颌须长为下颌须长的 2.5～3.8 倍；体表光滑无鳞。背鳍小无硬刺，位于腹鳍之上方，胸鳍呈扇形，具有 1 根硬刺，后缘有强有力的锯齿；腹鳍也较小，臀鳍极长，尾鳍短小。体背部及侧面灰黑色或深褐色，背鳍、臀鳍和尾鳍灰黑色，胸鳍和腹鳍灰白色。



栖息习性：较大型鱼类，生长较缓慢，适应性强，是江河、湖泊、沟渠中常见鱼类，一般多栖息于水草丛生的水底层。

摄食习性：肉食性，喜夜间觅食，主要捕捉小鱼虾、河蚌类和水生昆虫为食。

繁殖习性：性成熟一般在 3～4 龄，繁殖期在 5～6 月间，水温达到 20℃时开始产卵繁殖，一般在水草较多的水域繁殖；卵大，粘性较小，草绿色，卵粘附在水草或石块上孵化，卵径 1.8mm。

经济价值：为优良贵重的食用鱼类，经济价值较高。

地理分布：除青藏高原和新疆外，遍布全国各水系。

⑦鱎 *Hemiculter leucisculus*(Basilewsky)，1855

形态特征：体侧扁，背缘平直，腹缘略呈弧形。腹棱完全，自胸部直至肛门。头略尖，呈三角形，头长短于体高。口端位，口裂倾斜，上下颌约等长。眼中等大，侧位，居头前半部。眼间宽而微凸。鳃耙短小，排列较密。咽齿稍侧扁，末端尖而弯。鳞片中等大小，薄而易脱落。侧线完全，在胸鳍上方急剧向下弯曲成一明显钝角，沿腹侧后延至尾柄呈侧中位。背鳍具硬刺，位于腹鳍之后，背鳍起点距吻端较距尾鳍基为远。尾鳍



深叉状，下叶长于上叶。鳔 2 室，后室长于前室，末端具小突。腹膜灰黑色。体背部青灰色，腹侧银白色，尾鳍边缘灰黑色。

栖息习性：为常见的小型鱼类，生活在水的中上层，冬季潜藏于深水层，喜群集于沿岸水面游泳觅食，行动迅速。

摄食习性：杂食性，主要以水生昆虫、高等植物碎片、浮游动物和藻类为食。

繁殖习性：产卵期在 5～6 月，怀卵量 0.8～1.2 万粒。卵粘性，附着在水生植物上。适应环境能力较强，不论在流水、静水中均能生长和繁殖。

经济价值：个体不大，数量较多。小型经济鱼类、大型凶猛经济鱼类的食饵。

地理分布：分布极广，遍及全国各水系。

⑧斯氏高原鳅 *Triplophysa stoliczkae*



形态特征：体前躯呈圆筒形，后躯侧扁。上唇乳突排列成流苏状；下唇薄膜而后移，后部具乳突。下颌薄而锐利，上、下颌均外露。须中等长。体表光滑无鳞。侧线完全。鳔后室退化。

栖息习性：常见小型鱼类，栖息于河流的砾石缝隙中。

摄食习性：杂食性，主要以藻类植物和底栖动物为食。

繁殖习性：为多次性产卵鱼类。

⑨棒花鮈 *Gobio rivuloides Nichols*，1925



形态特征：体长，稍侧扁，背部在背鳍前方稍隆起，腹部圆，尾柄短而较高。头较短，其长度约等于体高。吻较短，末端圆钝，吻长等于或稍小于眼后头长。眼较小，侧上位；眼间宽而平，两侧从眼下缘和鼻孔前缘向吻端各有 1 条黑纹。口下位，弧形。口角有须 1 对，较长。鳞圆形，

胸部裸露无鳞。背鳍无硬刺，其起点距吻端较距尾鳍基部为近。胸鳍圆钝，较短，末端仅达胸鳍基部和腹鳍起点间的后 1/3 处。臀鳍短，起点距腹鳍基部较距尾鳍基部为近。尾鳍叉形。头顶部稍黑，体背灰黑色，腹部白色，体侧有 1 条纵纹。背鳍和尾鳍带有由黑色小斑点组成条纹。

栖息习性：多生活在近岸浅中下层水中。

摄食习性：以水生昆虫和底栖动物为食。

繁殖习性：雄鱼一般 1 龄左右性成熟，雌鱼一般在 2 龄左右性成熟。4 月份开始产卵繁殖，在 5～6 月份较为集中，产沉性卵。

⑩鲫 *Carassius auratus*



形态特征：身体侧扁，体较厚，腹部圆，无腹棱；头较小，眼中等大；吻钝，口端位，呈弧形，下颌稍向上斜，唇较厚，无须。尾柄高大于眼后头长；下咽骨长度为宽度的 3.8 倍左右。背鳍外缘科直或微凹，胸鳍末端可达腹鳍的起点，尾鳍分叉浅，上下叶末端尖。背部为青灰色，背鳍和尾鳍与背部同色，体侧银白色，胸、腹和臀鳍灰色；鳞中等大，圆鳞，侧线完全且平直。鳃耙长，呈披针形，鳃丝细长，鳃耙长 1.5 倍左右；下咽齿侧扁，齿冠有 1 道沟纹；鳔 2 室，前室小，后室粗大；腹膜为黑色。

栖息习性：生活在江河、湖泊、池塘及沟渠等水体，对环境适应能力极强。

摄食习性：杂食性，主要摄食水草碎片及有机物碎屑等。

繁殖习性：雌鱼 3 年、雄鱼 2 年即可达性成熟；繁殖期 4～6 月，卵具粘性。

经济价值：肉嫩味美，营养价值高，为群众所喜食。分布广，产量高，适应性强，成熟早，鱼群资源恢复能力快，经济价值较高。

⑪鲤 *Cyprinus carpio*



形态特征：体侧扁，背部隆起，腹部圆，无腹棱；头较小，口下位或亚下位，呈马蹄形，吻

略钝；背鳍和臀鳍都有 1 根锯齿鳍棘；上颌包着下颌，下颚骨长度小于眼间距。须 2 对，前须长约为后须长的 1/2，眼中等大。尾柄高度大于或至稍等于眼后头长。通常体色金黄，背部略带黑灰色，腹部为白色或淡黄色。背鳍和尾鳍基部稍显黑色，尾鳍下叶呈桔红色，色泽鲜艳，有的色泽较淡；侧线完全且平直，鳞较大为圆鳞，各鳞片的后部有多数小黑点组成的新月形斑。鳃耙短，呈三角形；下咽骨短，长度为宽度的 3 倍左右，下咽齿发达，有 3 行；鳔 2 室，前室大于后室且较长，后室圆锥形，末端稍尖。

栖息习性：生活在湖泊、河流或静水塘中，对水体环境的适应力强，是一种底层性鱼类。

摄食习性：以底栖动物为食，也食水草、有机物碎屑等。

繁殖习性：一般雌鱼 3 年、雄鱼 2 年可达到性成熟，繁殖产卵期一般在每年的 4 月下旬至 5 月上旬，水温达到 18℃以上时，即进入繁殖期，卵带粘性。

⑫开封半鲨 *Hemiculterella kaifenensis*



形态特征：体背部黑褐色，体两侧色渐淡，腹部白色。背鳍、尾鳍及胸鳍前缘黑色，其它各鳍灰白色。

栖息习性：分布于陕西汉水水系支流，渭河支流也见分布；

经济价值：小型经济鱼类，产量较少，经济价值不大。

4.13.5 鱼类产卵场调查

根据资料查询、实地调查、渔获物种类组成、鱼类产卵类型和鱼苗情况推算鱼类产卵场，干流和支流河段共调查到鱼类产卵场 5 处（表 4.13-19）：东庄水库坝下泾河大桥和坝上的北屋、弥家河、水帘乡及崆峒坝下，实地捕获和发现鱼苗，体长 0.4～2.5cm。流域产卵场一般分布在水面较为宽广且水流较缓，水质相对较清澈，同时岸边区域水草较丰富，适合粘性卵黏附孵化。调查到的产卵场主要为鲫鱼、拉氏鱥和斯氏高原鳅，马口、鲇虎鱼等的产卵场未能确定。

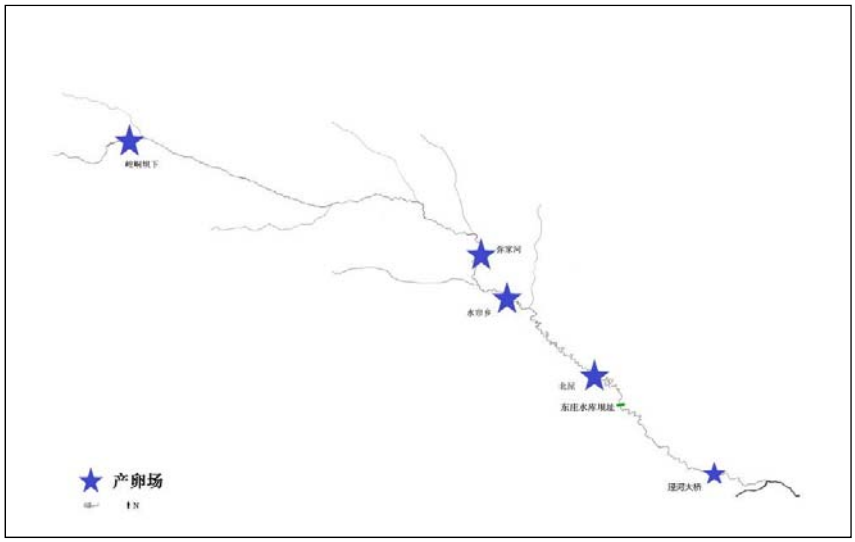


图 4.13-18 泾河流域产卵场示意图



图 4.13-19 北屋鱼类产卵场实地拍照



图 4.13-20 崆峒水库坝下鱼苗实地捕捞拍照



图 4.13-21 弥家河幼鱼实地捕捞拍照

4.13.6.历史鱼类组成

（1）历史鱼类组成

据《秦岭鱼类志》记载，泾河流域鱼类组成有三种：平鳍鳅鮀（采集自礼泉）、鳅鮀（采集自礼泉）、陕西高原鳅（采集自礼泉、彬县）。《陕西鱼类志》（1992年）未对泾河流域鱼类组成进行单独描述，仅对渭河干流及支流鱼类种类组成进行统一调查研究，渭河及支流鱼类种类组成 74 种，中游鱼类 30 余种。泾河泥沙含量多，使得泾河鱼类组成和渭河鱼类组成上有很大区别。

2011 年至 2013 年北京师范大学及大连海洋大学对泾河流域鱼类种类组成进行调查，调查显示流域分布 25 种鱼类，其中鳅科鱼类 11 种，占总种类 44%，鲤科鱼类 9 种，占 36%，鲇科 1 种，占 4%，鳜琥鱼科 2 种，占 8%。

（2）本次调查种类与历史鱼类比较

泾河流域分布鱼类以小型鱼类为主，本次调查未见国家级或省级保护鱼类。陕西高原鳅属于陕西特有鱼类和陕西重点保护鱼类。据《秦岭鱼类志》，礼泉、彬县段采集到并测量 13 尾，20 世纪 80 年代黄河水系渔业调查协作组在渭河支流没有调查到，近年调查中泾河流域调查到陕西高原鳅，但数量很少。2011 年至 2013 年北京师范大学及大连海洋大学调查范围是整个泾河流域，而本次调查范围是泾河崆峒水库坝下至入渭河口流域，因此调查种类较少。

4.13.7 主要经济鱼类和珍稀濒危鱼类

经检索相关文献，调查河段无国家保护鱼类分布，分布有陕西省重点保护鱼类-陕西高原鳅，陕西高原鳅仅分布于渭河下游的北岸支流（铜川、礼泉、彬县、澄城等地），泾河流经礼泉、彬县等地，陕西高原鳅栖息地之一；拉氏鱥为地方土著鱼类，鲤鱼、鲇鱼为地方主要经济鱼类需加以保护。

4.13.8 渭河流域鱼类种类组成

2012 年渭河陕西段共调查到鱼类 3 目 5 科 19 种，其中鲤科 11 种，鳅科 4 种，鲇科 1 种，鳜虎鱼科 2 种，鳢科 1 种。鱼类组成主要以鲤科为主，占种类数的 57.89%。

本次泾河陕西段采集到鱼类 12 种，隶属于 2 目 4 科，其中鲤科 8 种，占 66.67%%，鲤科所占比例最多，与渭河中游段鱼类组成情况相同，其中鲤、鲫、棒花鮈、餐条、马口、麦穗鱼、泥鳅、鲇、波氏栉鳜虎鱼在渭河和泾河都有分布。

4.13.9 小结

泾河干流采集水生植物 15 种，隶属于 3 门 10 科 11 属；支流记录水生植物 5 种，隶属于 2 门 4 科 5 属。

泾河干流崆峒坝下至入渭河口调查到浮游植物 6 门 198 种属，其中硅藻门 128 种属，绿藻门 48 种属，裸藻门 11 种属，黄藻门 4 种属，甲藻门 1 种属，蓝藻门 6 种属。浮游植物平均密度 26.68×10^{4} cells/L，平均生物量 314.4×10^{-3} mg/L；支流浮游植物 7 门 127 种属，其中硅藻门 91 种属，绿藻门 21 种属，裸藻门 7 种属，黄藻门 3 种属，甲藻门 1 种属，金藻门 1 种属，浮游植物平均密度 41.65×10^{4} cells/L，平均生物量 385.39×10^{-3} mg/L。

泾河干流调查到底栖动物 8 种，隶属于 3 门 8 目 8 科；支流底栖动物 3 种，隶属于 2 门 3 目 3 科，以节肢动物门为主，秀丽白虾为优势种。

泾河入渭河口至崆峒水库坝下捕获鱼类 12 种，隶属于 2 目 4 科，其中鲤科鱼类 8 种，鳅科鱼类 2 种，鲇科、鳜琥鱼科各 1 种。鲤科所占比例最多，其中优势种类为鲫鱼、拉氏鱥、斯氏高原鳅等小型鱼类，拉氏鱥、斯氏高原鳅数量较大。干流和支流河段调查到鱼类产卵场 5 处。

4.14 地下水环境现状调查与评价

4.14.1 调查与评价范围

（1）调查区范围

调查区范围：上游至彬县水帘洞；下游至泾河与渭河交汇处；泾河左岸边界为沿高陵县、三原县、蒋路乡、口镇、淳化县城、铁王乡、土桥镇、旬邑县城以南、新民镇一线西南；泾河右岸边界为南草店、马庄镇、烟霞镇以南、乾县城关镇、羊毛湾水库以南、南甘井镇至水帘洞以东一线（图 4.14-1）。

（2）评价区范围

根据水文地质条件的特征、库水与地下水的补、径、排关系，评价范围分成三个评价区，分别为I区、II区和III区，总面积约 1090km^2。I区为老龙山断层以北上游库区，地下水补给河水，评价范围以水库正常蓄水位淹没线为基准，向外延伸 3km 为评价区的边界，面积约 410km^2；II区为老龙山断层以下的碳酸盐岩库区所在的筛珠洞泉泉域，面积约 330km^2；III区位于筛珠洞泉域到泾河与渭河交汇处之间，范围是以河流轴线为基准，向两侧各延伸 3km 的条带状区域，面积约 350km^2。

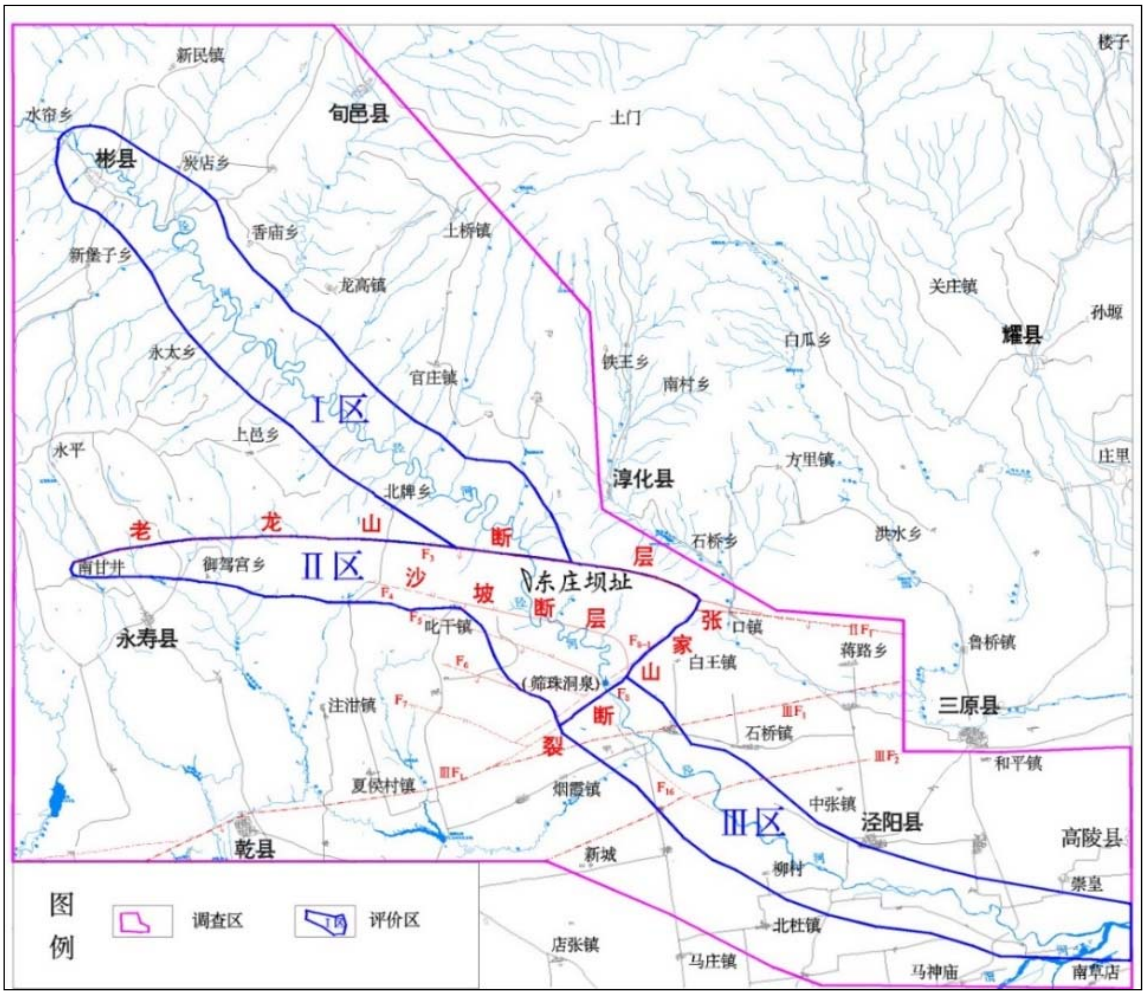


图 4.14-1 调查区和评价区平面位置图

4.14.2 区域地质与水文地质概况

（1）地形地貌

调查区分为五个地貌单元：基岩低中山区（I）、黄土丘陵区（II）、山前冲洪积倾斜平原区（III）、黄土台塬区（IV）和河谷阶地区（V），地貌形态见图 4.14-2，区内地形差异巨大，最高海拔 1599m（钻天岭），最低海拔 385m（渭河与泾河交汇处）。

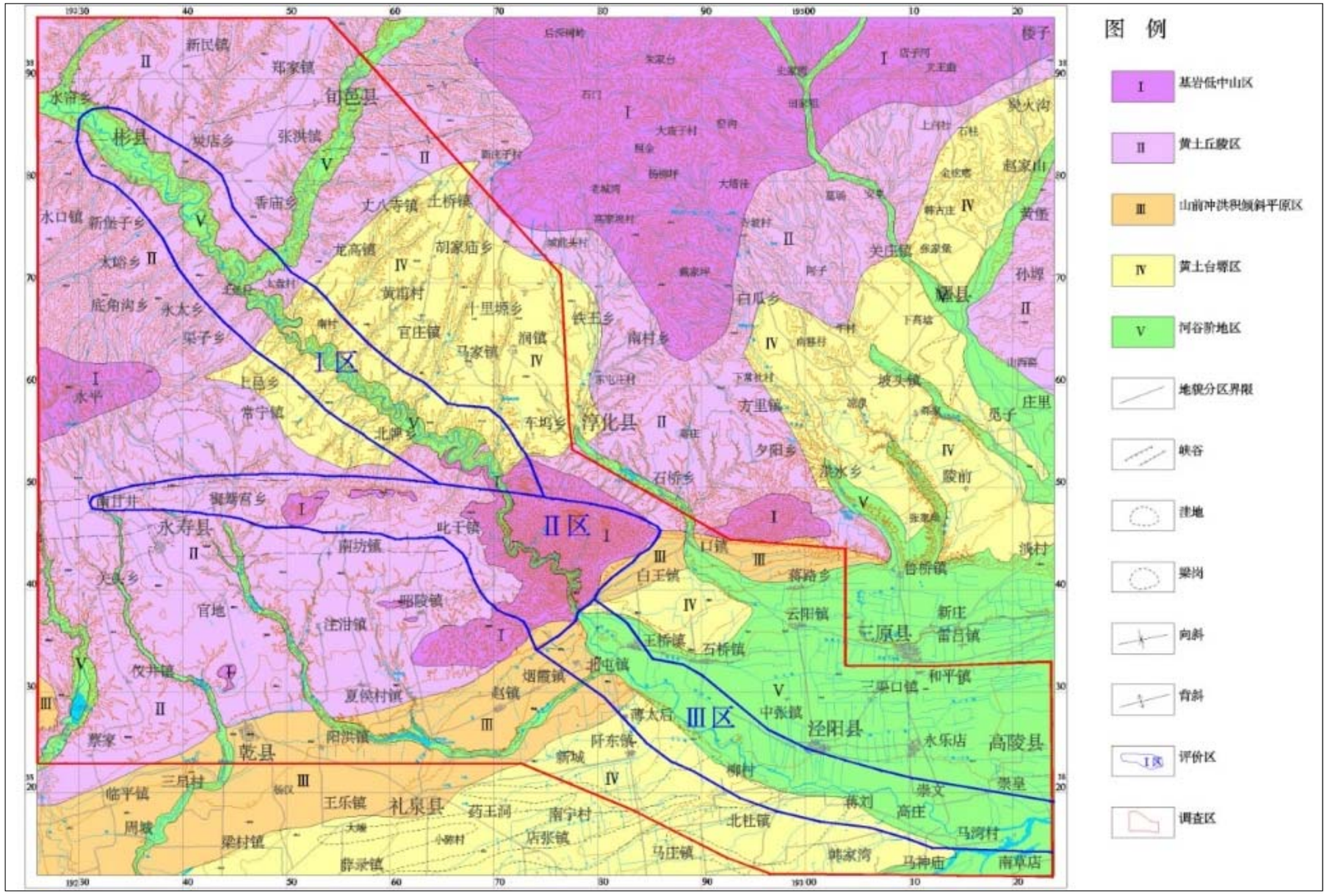

图 例
基岩低中山区
黄土丘陵区
山前冲洪积倾斜平原区
黄土台塬区
河谷阶地区
地貌分区界限
峡谷
洼地
梁岗
向斜
背斜
评价区
调查区
Ⅰ区
Ⅱ区
Ⅲ区
旬邑县
彬县
永寿县
淳化县
礼泉县
乾县
泾阳县
三原县
高陵县

图 4.14-2 区域地貌图

①基岩低中山区

根据基岩岩性不同，分为碎屑岩低中山亚区和碳酸盐岩低中山亚区。

碎屑岩组成的低中山亚区分布在东北部的石门山、老爷岭、长蛇岭和西南的永寿梁。石门山—长蛇岭走向与北东向构造线相一致，永寿梁走向与东西向构造线一致。由古生界、中生界砂岩和页岩等碎屑岩组成，基岩裸露，山体坡度较缓，地面高程 1000m～1600m。表现为一系列的棱状、锥状山峰，沟谷以“V”形谷为主，切割相对深度多在 100m 以上，沟底可见常年流水，地貌形态见图 4.14-3。



图 4.14-3 碎屑岩组成的低中山地貌图

碳酸盐岩组成的低中山亚区分布土嵯峨山、钻天岭、五峰山，山岭走向与东西向构造线相一致，岩层受强烈挤压，裂隙甚为发育。岩性以古生界碳酸盐岩为主，地面高程 1300m～1600m，地形起伏较大，相对高差 600m～700m。山体总体上沿 NEE 向雁行排列，山坡呈不对称型，南陡北缓。沟谷以“V”字型峡谷为主，切割深度几十米至数百米不等，多数呈干沟，仅在雨季可见到暂时性流水，偶见一些大的沟谷中可见常年流水，地貌形态见图 4.14-4。



图 4.14-4 碳酸盐岩组成的低中山地貌图

②黄土丘陵区

根据下伏基岩岩性不同，将其分为碎屑岩黄土丘陵区和碳酸盐岩黄土丘陵区。

下伏碎屑岩黄土丘陵区主要分布在永寿县的马坊、常宁，彬县的太峪、新民、张洪，旬邑县的赤道、土桥，淳化县的石桥、方里。因沟谷切割而呈南北向或北西—南东向延展的大小不等的条带状塬。一般长 2km～8km，最长者达 14km。碎屑岩黄土丘陵区下伏早新生界碎屑岩，上覆几米至百余米的黄土，地面高程900m～1500m，形态以梁峁状为主，沟谷发育成“U”形，切割深度几十米至百余米不等，沟谷中多见泉水汇流，其地貌形态见图 4.14-5。



图 4.14-5 下伏碎屑岩黄土丘陵地貌图

下伏碳酸盐岩黄土丘陵区主要分布在中部地区的蔡家、仪井、金家堡、铁佛寺和夏侯村一带以及北甘井、滚村、北坊、叱干镇以及东庄乡区域，地面高程700m～1200m，形态上表现为黄土残塬和黄土梁峁及树枝状冲沟和“U”型沟谷，在深切沟谷中可见到碳酸盐岩出露及零星分布的小溶洞，多数沟谷为干谷，碳酸盐岩黄土丘陵区下伏古生界碳酸盐岩，上覆几米至百余米的黄土。

③山前冲洪积倾斜平原区

广泛分布于临平、阳洪、烟霞一线，在白王镇北部和蒋路乡北部亦有分布，呈西南至东北方向展布，高程 400m～600m，属渭河盆地北部边缘，包括I级～V级洪积扇，其中II级～V级洪积扇组成物质主要为含泥砂砾石和粉质粘土，上部被几米至百余米的第四系更新统黄土覆盖，下伏碳酸盐岩埋深数百米至上千米。地面呈波状起伏，向南缓倾。地貌形态见图 4.14-6。




图 4.14-6 山前冲洪积倾斜平原地貌图

④黄土台塬区

分布于土桥镇、官庄镇、上邑乡、车坞一带以及关庄、方里镇以西，山前冲洪积倾斜平原以南也有少量分布，大体呈块状散布，塬面高程 500m～890m。上部为黄土，厚 85m～140m；中部为中下更新统冲洪积河湖相沉积物和新第三系粘土夹砂砾石胶结层，厚度较大；下伏碳酸盐岩的埋深多在千米以下。

⑤河谷阶地区

包括河漫滩以及I级～V级阶地。主要分布于较大河流如泾河、冶峪河、漆水河河谷河床、两岸阶地和河流下游的阶地区，主要组成物质为冲积砂卵石、中细砂，2 级～5 级阶地上覆更新统黄土，地貌形态见图 4.14-7。

除漫滩及I级阶地外，II级至V级阶地均被中、上更新统黄土所覆盖，并多以基座式台阶为主。

V级阶地：泾河及支流三水河发育较完整，顺河谷连续分布。上为中—上更新统黄土所覆盖，下部为中更新统下部冲积砂砾石、中细砂、粉质粘土组成。阶面高出河水面 200m～220m，宽 1km～4.5km，略向河谷及下游缓倾斜，为基座式或内迭式阶地。



图 4.14-7 河谷阶地地貌图

IV级阶地：发育不完整，沿泾河、三水河断续分布。上为中上—更系统黄土所覆盖，下部为中更新统中部冲积砂砾石、粉细砂组成。阶面高出河水面 110m～150m，宽 200m～800m，为基座式或内迭式阶地。

III级阶地：泾河及其支流三水河均有断续分布。上为中更新统上部—上更新统所黄土所覆盖，下部为中更系统上部砂砾石、粉细砂组成。阶面高出河水面 70m，宽 110m～150m，为基座式阶地。

II级阶地：仅三水河有分布。上为上更新统黄土所覆盖，下由上更系统砂砾石组成。

I级阶地及漫滩：河流均有分布，由全新统冲积砂砾卵石、粉细砂和黄土状土组成。阶面高出河水面 2m。阶面宽 1000m～2000m，为基座式阶地。

（2）地层岩性

工程区处于区域东西向构造带，祁吕贺山字型构造体系、陇西旋扭构造体系以及北西向构造带的复合部位，构造条件复杂，地层分布受到构造的控制作用明显。出露和勘探揭露的主要地层有寒武系（∈）、奥陶系（O）碳酸盐岩夹碎屑岩、二叠系（P）、三叠系（T）碎屑岩等，岩层产状总体倾向为北西，上覆新近系（N）碎屑岩和第四系（Q）松散岩类。区内地层由老到新分述如下。

①寒武系（∈）

分布有寒武系中统和上统地层，主要出露在泾河峡谷出山口附近、泾阳口镇东部以及乾县羊毛湾水库西南、鲁马—兴平断裂（F_{15}）以北地区的漆水河河谷两岸地带。

中统地层主要有毛庄组（$∈_2mz$）、徐庄组（$∈_2x$）以及张夏组（$∈_2z$），上

统地层主要有崮山组（$\in_3 g$），自下而上由页岩、灰岩、鲕状灰岩、泥灰岩和泥质白云岩组成，总厚度大于 603m。该层与奥陶系假整合接触。

②奥陶系（O）

奥陶系露头在调查区内较为发育，主要分布在泾阳钻天岭、嵯峨山、顶天寺和五峰山一带，总厚度 4600m～4700m，东厚西薄。

奥陶系分为下、中、上三统，包括四个岩组，分别为下统冶里—亮甲山组（O_1y-l），中统马家沟组（O_2m），中统平凉组（O_2p），上统唐王陵组（O_3t）。中下统为浅海相质纯的碳酸盐岩，岩性以白云岩和白云质灰岩为主；中上统为滨海相碎屑岩夹碳酸盐岩，岩性主要为粉砂岩、粗碎屑沉积物和碳酸盐岩。与下伏寒武系呈假整合接触，与上覆二叠系呈不整合接触。

③二叠系（P）

主要分布于嵯峨山至永寿梁以北和嵯峨山至寺沟以西地区，在山前及沟谷中均有出露，可分为下统山西组、下、上统石盒子组和上统石千峰组。

下统山西组岩性上部为深灰—灰黑色页岩、炭质页岩及铝土质页岩夹灰绿色中厚层状细砂岩、粉砂岩；下部为浅灰、灰白色中厚层石英砂岩，富含云母。

下、上统石盒子组为灰黄色、灰绿色细粒砂岩与紫红色、灰绿色泥岩互层。

上统石千峰组岩性主要为灰绿、灰白色、暗紫红色、鲜红色砂岩与泥岩互层，总厚约 363m。

④三叠系（T）

主要出露为三叠系中下统 T_{1+2}，分布于老龙山断层（F_3）以北的泾河河谷以及冶峪河河谷的部分地区，与二叠系（P）地层整合接触。

岩性下部为砂泥质沉积的页岩、灰绿色厚层状砂岩；中部为砂岩、泥岩、粉砂岩；上部为砂岩、泥岩、粉砂质泥岩互层，总厚度约 495m。局部地区岩层底部有一层厚 3m～5m 的砾岩。

⑤侏罗系（J）

主要出露为侏罗系中统，分布于调查区西部和北部，淳化、旬邑、彬县等地都有零星出露，总厚度小于 200m。可划分为中统延安组、直罗组和安定组。

中统延安组（J_{2Y}）岩性为灰绿色薄—中厚层中西里砂岩与灰绿、灰黑色泥岩、页岩互层，在区内分布不连续，厚度小于 30m。

中统直罗组（J_{2Zh}）为灰白色巨厚层砾状长石粗砂岩夹紫红、灰绿色泥岩，砾石成分以石英为主；下部为黄褐、棕黄色中厚层中粒砂岩与棕红色泥质粉砂岩、泥岩，砂岩泥质胶结。

中统安定组（J_{2a}）零星出露与百子沟、旬邑等地。岩性上部为紫红色砂岩、泥岩互层，砂岩以粗粒为主，含砾石；中部为紫红色、灰绿色含砾粗砂岩夹同色粉砂岩、泥岩，砾石成分以长石为主，钙质胶结；下部为杂色粉砂岩与泥岩互层；底部为两层黑色油页岩夹页岩。

⑥白垩系志丹组（K1Z）

分布广泛，彬、旬、淳等县范围内均有出露。根据岩性组合特征划分为宜君砾岩、洛河砂岩和华池环河段泥岩、砂岩互层。

宜君砾岩出露于永寿梁、彬县、旬邑以及安子哇一带。岩性为灰白色、紫灰色砾岩，砾石成分以石英岩、石灰岩为主，有少量变质岩、火成岩；砾径 3cm～10cm，钙质胶结，坚硬；厚约 30m。

洛河砂岩组成黄土塬的基底，岩性为紫红色、桔红色、灰紫色厚层状粗粒砂岩夹 2 层～3 层砾岩。泥钙质胶结，孔隙率高，胶结程度低。砾岩单层厚 5m～10m。在区内总厚约 200m。

华池环河段泥岩、砂岩互层上部为灰绿色、暗紫色泥岩、砂质泥岩、页岩与同色中细粒砂岩互层；下部为棕红、紫红色泥岩、砂质泥岩与砂岩互层，从上至下，砂岩增多，颗粒变粗。泥岩多具水平层理，厚约 200m。

⑦第三系（N）

北部山区的基岩槽谷凹地及山前地带第四系覆盖层之下分布有新第三系地层。在红岩河、百子沟等沟谷中均有连续出露。岩性较稳定，上部为浅棕色、棕红色粘土，致密，具团块结构，富含钙质结核。下部为棕红色粘土，钙质成分高，并含数层钙质结核。沿泾河两岸分布有粉砂透镜体；底部有一层 1m～3m 厚的泥质胶结的砂砾石，砾石成分为石英岩、花岗岩及砂岩等。

⑧第四系（Q）

第四系广泛分布于调查区，发育较完整，成因类型复杂，有风积，河湖相、河流冲洪积、坡积以及山麓堆积。岩性以风积黄土为主，次为砂砾石层堆积。

（3）地质构造

区域处于区域东西向构造带，祁吕贺山字型构造体系，陇西旋扭构造体系及北西向构造带的复合部位。根据区内构造形迹的展布方向将其划分为东西向构造带、北东—北东东向构造带和北西向构造带，区域地质构造纲要见图 4.14-8。

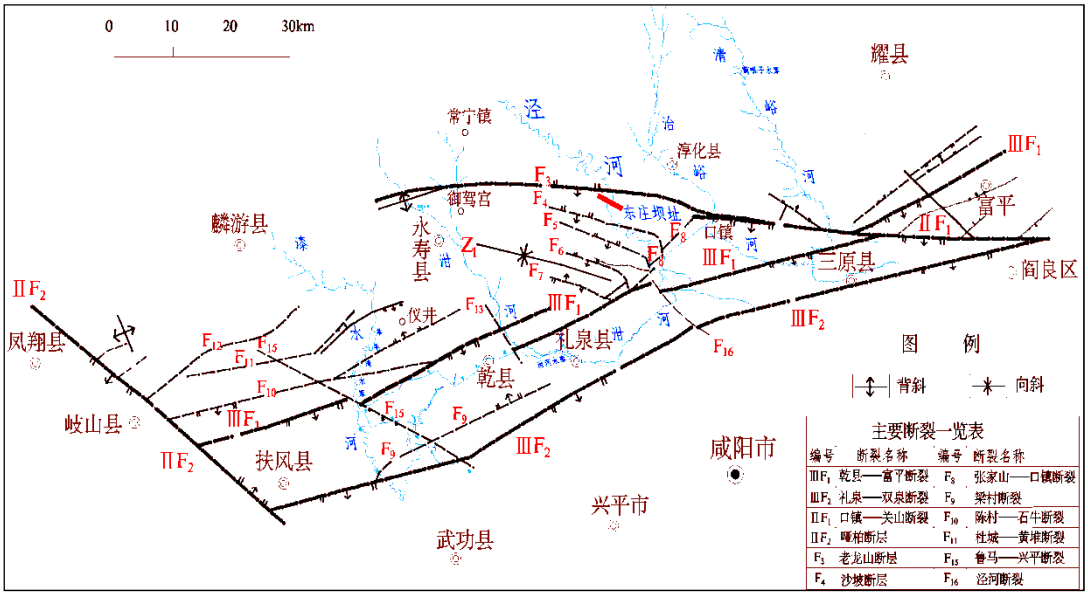


图 4.14-8 区域地质构造纲要图

①东西向构造带

分布在老龙山断裂（F_3）以南，乾县—富平断裂（$ⅢF_1$）以北的地块内，由一系列叠瓦式近东西向的断层和向斜构成。形成于古生代，现今仍有明显的活动。

②北东—北东东向构造带

位于其前弧东翼，构造线主要呈北东—北东东向弧形展布，以断裂构造为主多为隐伏断裂，由一系列向渭河地堑中心阶梯状跌落的压扭转张扭性断裂组成，具有走滑性质。

③北西向构造带

北西向构造带系一古老的构造体系，具有长期的活动历史，发生于侏罗纪—白垩纪，完成于第三纪，第四纪至今仍有活动，主要受喜山运动影响，该构造带主要位于调查区的西部外围及东北部区域，主要包括哑柏断裂（$ⅡF_2$）、鲁马—兴平断裂（F_{15}）和泾河断裂（F_{16}）。

（4）区域水文地质条件

1）地下水类型

地下水按含水介质可划分为松散岩类孔隙水、孔隙—裂隙水、碎屑岩类裂隙水和碳酸盐岩类岩溶水三种类型，根据含水层岩性和含水特征划分为 3 个含水岩组，分述如下：

①松散岩类孔隙水、孔隙—裂隙水

松散岩类孔隙、孔隙—裂隙水广泛分布于黄土丘陵地貌区，按埋藏条件和水动力特征可划分为黄土层孔隙—裂隙潜水、冲洪积层孔隙潜水和冲洪积层孔隙承压水。

黄土层孔隙—裂隙潜水含水岩组

黄土层孔隙—裂隙潜水主要分布在北部的黄土丘陵区和山区以南的黄土台塬区，是区域分布面积最大的潜水类型。含水层主要是中更新统粉砂层及黄土、古土壤层，属于以孔隙水为主的孔隙—裂隙水。黄土层中普遍分布有 3 层～4 层含砂黄土，颗粒较粗，结构疏松，较大泉水多出露于含砂黄土中；黄土及古土壤层中的地下水沿裂隙面呈脉状溢出，但其流量不如含砂黄土中泉流量大。

残塬、梁峁地段由于沟谷切割较深，松散层地下水大部分被疏干，仅塬中心地带分布有黄土层孔隙潜水，水位埋深 40m～110m，富水性受地形、地貌、岩性控制明显，水量贫乏。树枝状冲沟和“U”型沟谷区是本区地下水赋存相对丰富的地区，水位埋深小于 40m，多以“大口井”形式开采地下水，位置接近沟谷底部。

冲洪积层孔隙潜水（承压水）含水岩组

主要分布在南部山前倾斜冲洪积平原区，泾河出山口近山前的洪积扇区以黄土层之下的冲洪积层孔隙潜水为主，含水层厚度多小于 30m，岩性为第四系冲洪积砂砾卵石，水位埋深 50m～100m，同时富水性受地形、地貌、岩性控制明显，因补给量有限，一般水量贫乏，单井涌水量小于 100m^3/d。另外，在一些山前河谷区分布有冲积层孔隙潜水，水位埋深 10m～20m，水量较为丰富，单井涌水量 100m^3/d～500m^3/d，局部区域甚至更大；洪积扇以南的黄土塬区，分布有松散层孔隙潜水和承压水，含水层由第四系中、下更新统黄土层及下伏的下更新统冲洪积砂砾卵石组成，含水层厚 50m～100m，水位埋深 50m～80m，单井涌水量 500m^3/d～1000m^3/d。

②碎屑岩类裂隙水

碎屑岩类裂隙水含水岩组分布于老龙山断层以北及永寿—唐王陵一带，在渭北东部的嵯峨山以北地区亦有分布，主要含水层为二叠系（P）、三叠系（T）、侏罗系（J）、白垩系（K）砂岩、泥岩互层砂页岩及奥陶系中上统（O_2p、O_3t）页岩、角砾岩、砾岩、砂泥岩。含水岩组含水特征为裂隙含水，赋存条件主要取决于裂隙的发育程度和裂隙的张开度。基岩裂隙水具有相对成层性，富水性差异也很大。在永寿—唐王陵一带，含水岩组主要为奥陶系中上统地层，砂岩单层厚度大，裂隙较发育，且开张性和延伸性好，有利于充水，富水性相对较好，在沟谷直接出露地表时，泉水露头多，泉流量一般大于 1L/s。

淳化以西泾河及其支流沟谷和黄土梁峁区，含水层为二叠系、三叠系的砂岩和泥岩互层，砂岩单层厚度较小，裂隙发育程度较差，富水性较差，泉水露头较少，泉水流量一般小于 0.5L/s。

③碳酸盐岩类岩溶水

碳酸盐岩类岩溶水在渭北碳酸盐岩地区广泛分布，含水岩层由下古生界寒武—奥陶系碳酸盐岩地层组成，主要岩性为灰岩、白云岩夹泥质白云岩，以易溶或弱溶碳酸盐岩为主，夹有难溶或非溶岩层。碳酸盐岩地层或裸露或被黄土覆盖，储水空间主要由裂隙和经岩溶化作用改造后的溶蚀裂隙组成，属典型的岩溶裂隙含水介质。

根据区内岩性组合特征、岩溶发育程度及富水性特征，划分出两大含水岩组：即碳酸盐岩岩溶裂隙含水岩组和碎屑岩夹碳酸盐岩岩溶裂隙含水岩组。

1）碳酸盐岩岩溶裂隙含水岩组

包括寒武系中统张夏组（$\in_2z$）、奥陶系下统冶里—亮甲山组和中统马家沟组（O_{1y-l}+O_2m）及上统唐王岭组下部（O_3t）3 个含水层，含水层呈东西向条带状不连续分布，部分重复出现。

寒武系中统张夏组（$\in_2z$）呈条带状分布于岐山—乾县一带低山丘陵区，在泾河峡谷出山口处亦有少量分布，在扶风黄堆—乾县县城一带隐伏于第四系松散层之下，厚 70m～600m；碳酸盐岩较纯且分布厚度大，构造及溶蚀裂隙较发育，形成岩溶地下水的重要赋存和运移通道，强富水地段涌水量多 1000m^3/d 以上。

奥陶系中统马家沟组（O_2m）和下统冶里—亮甲山组（O_{1y-l}）从西部岐山至

泾阳呈条带状分布，被唐王陵向斜分隔成南、北两个亚区，两亚区相距 5km～10km。北亚区分布于五峰山、钻天岭、泾河峡谷一带，南亚区分布于唐王陵向斜以南、乾县—富平断裂以北。含水层分布范围广，含水层碳酸盐岩较纯，岩溶最为发育，区内溶洞大多发育在该层中，地表水流经该地层裸露区均有漏失，为区内富水性最强的含水层，筛珠洞泉即出露于该含水层中，泉群总流量 1.48m^3/s。

唐王岭组下部（O_3t）层间岩溶裂隙含水层分布于礼泉县唐王陵、建陵一带，为一套厚层状硅质白云岩，厚 100m 左右，岩溶较为发育，地下水在该层中相对富集，为一局部层间岩溶含水层，在构造有利部位，富水性较好。

2）碎屑岩夹碳酸盐岩含水岩组

包括寒武系下统辛集组（$\in_1x$）至寒武系中统徐庄组（$\in_2x$）、寒武系上统崮山组（$\in_3g$）、奥陶系中统平凉组（O_2p）三个含水层段。主要分布于关头—唐王陵以及岐山、礼泉、富平—蒲城一带，岩性为页岩、粉细砂岩、泥灰岩夹灰岩、白云岩。岩溶不发育，局部的灰岩、白云岩夹层，由于厚度小，且分布不稳定，虽发育溶隙，但延伸性较差，难以形成区域层间岩溶含水层，透水性差，层内出露一系列小泉水，泉水流量多小于 2L/s，碎屑岩夹碳酸盐岩含水岩组可看作为区内相对隔水层。

2）地下水的补给、径流、排泄条件

区内地下水主要补给源有：大气降水的垂向渗入补给、地表水的侧渗和基岩山区地下水径流的侧向补给。泉水是区内地下水主要排泄方式。不同类型地下水，因所处单元水文地质特征不同，补给、径流及排泄条件差异较大。

①松散岩类孔隙、孔隙—裂隙水的补、径、排特征

黄土塬区、黄土梁峁区及河谷高阶地的黄土层中地下水，主要靠大气降水垂直渗入补给；黄土峁梁区，地形破碎、坡降大，渗入量小。冲洪积层孔隙潜水，除接受大气降水直接渗入或通过上覆黄土层下渗补给外，河水侧向渗入是重要补给来源，来自低中山基岩裂隙水对黄土台塬下伏洪积层孔隙潜水、承压水和山前洪积扇孔隙潜水有一定补给作用，由于区内基岩裂隙水的富水性较差，补给量一般较小。

松散层地下水流向与区内地形坡度相一致，即自黄土峁梁、黄土塬流向河谷阶地，由北部山区向泾河、渭河谷地汇集。受地貌条件影响，区内地下水流向变

化大，泾河以北，总的径流方向自北向南；泾河以南，五峰山—永寿梁以北，地下水流向为南西—北东向。黄土台塬由于沟谷深切，地下水流向除遵循上述区域流向外，还由塬面中部向周边沟谷呈放射状流动，总的来看，由于地形变化大，松散层地下水具有径流途径短，水循环交替积极，矿化作用弱的特点。

调查区内松散层地下水，除河谷漫滩及一级阶地孔隙潜水以大气蒸发和以地下水径流补给地表水的方式排泄外，黄土峁梁、塬，河谷高阶地的地下水均以泉水的形式排向沟谷，部分下渗补给基岩裂隙含水层或岩溶含水层，另外，人工开采也是一种排泄方式。

②碎屑岩类孔隙水的补、径、排特征

以砂岩和泥岩互层的基岩裂隙水的补给、径流、排泄条件，受构造、岩性及地形地貌等因素所控制。黄土台塬区下伏基岩裂隙水可接受沟谷地表水渗入和上覆松散层地下水下渗补给，而基岩裸露的山区，主要靠大气降水入渗补给。

基岩裂隙水径流方向与地表水流向相一致，即由分水岭向河谷方向运动，总的径流方向为自北向南，局部受岩层产状控制，地下水顺岩层倾斜方向径流。侵蚀基准面以上，地下水坡降大，径流条件好，处于水循环的积极交替中；侵蚀基准面以下，地下水径流强度随深度增加而减弱。排泄方式主要以泉或浸溢方式排向沟谷、河流，也有部分向下伏碳酸盐岩岩溶含水层排泄。

③碳酸盐岩类岩溶水的补、径、排特征

岩溶地下水补给来源多样化，主要以降雨入渗、河流渗漏及水库渗漏补给为主，另外碎屑岩地层中地下水排出地表后进行的二次渗漏补给以及黄土浅覆盖区的间接入渗补给。

受地层、构造以及区域排泄基准面控制，地下水总体上由西北向东南径流，在山前地带因渗透性变化迫使部分岩溶地下水在山前深切沟谷附近排泄，形成诸如筛珠洞泉、龙岩寺泉、周公庙泉、烟霞泉，还有部分地下水越过山前断裂带，进入到深埋于新生界地层之下的岩溶地下水深循环系统。由于区内岩溶水的含水介质特征，地下水主要在一些断裂带富集，构造断裂带是岩溶水的主要排泄通道，如在泾河口沿张家山断裂出露的筛珠洞泉群，流量达 1.48m^3/s。

（5）地下水化学特征

枯水期采集 112 组水样进行水质分析测试和图 4.14-9 可以看出，七大常规离

子浓度与矿化度明显高于研究区内其它水体，地表水水样矿化度大部分大于1000mg/L，样点间水化学特征相近，七大离子有相同的浓度变化趋势。化学组分中阴离子以 SO_4^{2-}和 Cl^-为主，其次为 HCO_3^-；阳离子以 Na^+为主，其次为 Mg^{2+}；pH 值大都介于 7.0～8.5 之间，呈弱碱性；总硬度介于 424.0～536.5 之间，属于硬水—极硬水。

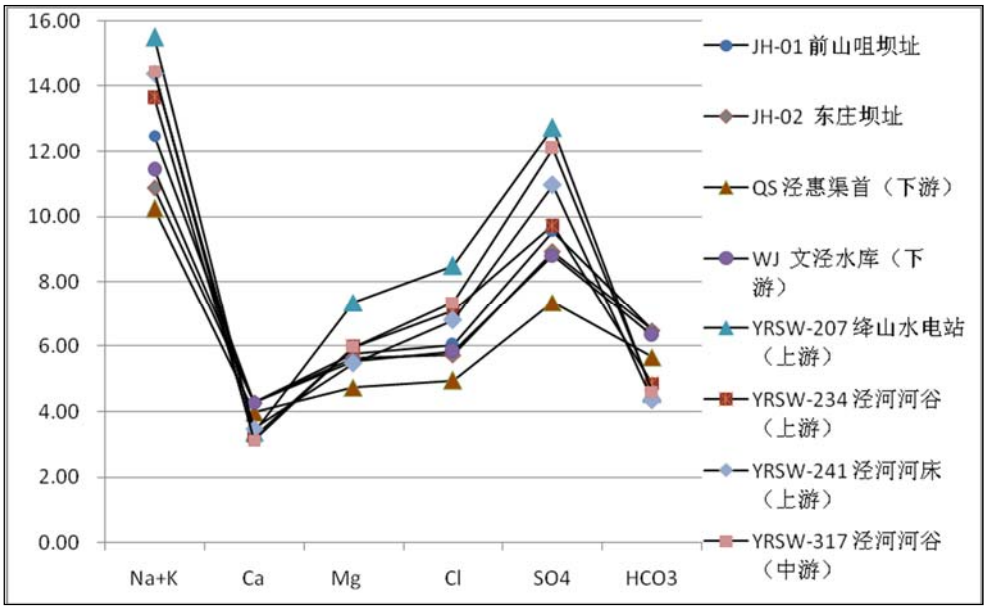


图 4.14-9 泾河河水常规离子浓度变化图

评价区咸淡水分界线见图 4.14-10，区内地下水大部分都为矿化度小于1000mg/L 的淡水，少部分地区出现矿化度大于 1000mg/L 的微咸水，主要集中在南侧及东南侧的乾县—烟霞镇—云阳镇一带。整体而言，岩溶水大致有自西北向东南排泄趋势，造成东南部地下水矿化度大于西北部及中部的现象，水化学分析结果显示高矿化度区离子浓度以 SO_4^{2-}和 Na^+浓度的增大为主。

区内地下水阴离子以 HCO_3^-为主，其次是 SO_4^{2-}和 Cl^-，阳离子无明显优势离子，Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}遍布区域地下水中。主要地下水化学类型为 HCO_3-Na·Ca·Mg 型，约占调查面积一半，该类型地下水基本都是弱碱性淡水；其次为 HCO_3-Na·Mg 型，主要分布于调查区南部的乾县、阳洪、烟霞镇以及阳峪、南坊、建陵一带，调查区北部的城关镇、炭店乡和东部的泾河李家、马家镇一带也有分布；东南部分布有一定面积的 HCO_3·SO_4·Cl- Na·Mg 型水。此外，区内还零星分布 HCO_3-Na、HCO_3-Ca、HCO_3-Ca·Mg、HCO_3·SO_4-Na·Mg、HCO_3·SO_4-Ca、 HCO_3·Cl-Na·Ca·Mg 型等类型地下水。地下水总硬度以微硬～硬水为主，个别地方出现软水和极硬水，

pH 值大都介于 7.0～8.5 之间，呈弱碱性。

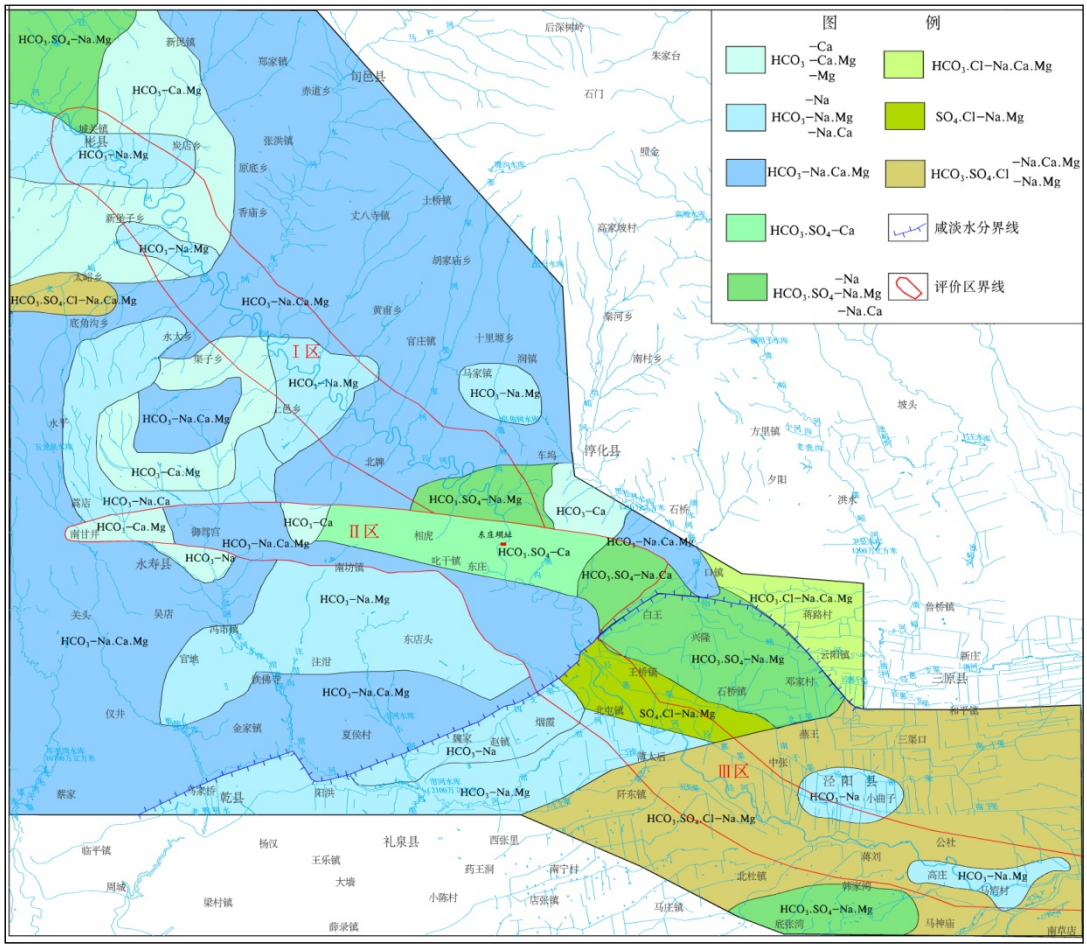


图 4.14-10 调查区水化学类型分区图

（6）地下水资源开发利用现状

地下水主要为松散岩类孔隙水、碎屑岩裂隙—裂隙水和碳酸盐岩岩溶水。调查区不同类型地下水均有开采。根据工程可能产生影响范围和调查区的水文地质条件，将调查区分为三个区域分别进行论述。

①老龙山断层以上砂页岩库区

区内开采地下水主要为松散岩类孔隙水、碎屑岩裂隙—裂隙水。当地的生活用水主要开采地下水为主，没有灌溉用水和工业用水。地下水年开采量 $470\times10^4m^3$，其中机井 264 眼，泉水泵站 28 处（表 4.14-1）。

表 4.14-1 砂页岩库段（老龙山断层以上）现状地下水利用情况

行政区划	井数（眼）	现状开采能力（m^3/d）	备注
彬县	122	5294	19 个泉水泵站
旬邑	34	1659	
淳化	79	4185	
永寿	27	1570	7 个泉水泵站
礼泉	2	170	2 个泉水泵站

②老龙山断层至张家山断裂段

该区内开采地下水主要为碳酸盐岩岩溶水，开采地段主要沿张家山断裂带。灰岩岩溶水为当地村民的主要生活用水水源。地下水年开采量 $1300.0\times10^4m^3$，其中筛珠洞泉年利用量 $946.0\times10^4m^3$。

③泾渭交汇处至张家山断裂段

区内开采地下水主要为松散岩类孔隙水，主要用于当地的生活用水和农业灌溉用水。地下水年开采量约 $3750.0\times10^4m^3$。

本区地下水动态类型主要为降水—灌溉型，局部为开采型，仅泾河阶地为降水—径流型。

降水—灌溉型分布最广，遍布黄土台塬及冲积扇地区，以水平径流排泄消耗，随着宝鸡峡水灌溉后，改变了地下水天然动态，渠道灌溉网络形成及大面积渠井漫灌，造成地下水位抬升。由于近些年来水量偏少，渠道引水也相应偏小，地下水开采随之增大，使得潜水位表现出持续下降。

开采型主要分布在赵镇、白王等山前一带，灌溉主要以开采地下水为主。受春灌和下灌的影响 ，地下水低水位期从 3 月一直延续到 9 月或 10 月，潜水水位 9 月或 10 月开始回升，比天然状态推后三个月。

降水—径流型仅分布在泾河阶地，5 月和 9 月为高水位期，均比降水高峰推后一个月。

4.14.3 评价区水文地质条件

（1）I区水文地质条件

1）基本地质条件概况

I区为三级评价区，河谷深切，冲沟众多，河曲发育，呈黄土黄土丘陵沟壑

地貌。区内泾河切割深度多大于300m，河谷呈“U”型或“V”型，河谷底宽一般50～100m，谷底高程 605～810m，平均比降为 2.17‰。库区两岸坡顶塬面较平缓，高程 1000～1300m，大部分被黄土覆盖，边缘发育深切沟谷，沟壁陡立，沟底局部见基岩，个别出露泉水。库区常年流水沟有左岸的三水河、姜源河、水井沟、通神沟、刘家河沟、王家河、灯草沟，右岸的公主川、同家河沟、马家河沟、马庄沟、咀子沟等。

表 4.14.-2I区漫滩、阶地特征表

地貌类型	阶（塬）面		阶地类型	形态及分布规律	时代成因	堆积物组成及厚度
	高程(m)	与河面高差(m)				
漫滩	600～800	＜10		呈带状分布，不对称，宽 20~150m。	Q_4^{al}	下部为漂砾块石、卵石，上部为含砾砂土。总厚 3~10m。
I级阶地	618～825	10～30	基座	呈条带状断续分布，宽 35~270m。	Q_4^{al}	下部为砂卵砾石；上部为含砾砂壤土。总厚 10~20m。
II级阶地	650～860	50～80	基座	呈带状零散分布，宽约 120~200m。	Q_3^{al}	下部为砂卵石；上部为壤土及黄土状土。总厚 5~25m。
III级阶地	780～800	170～190	基座	零星分布于碳酸盐岩库段，宽约 30~100m。	Q_2^{al}	下部为砂卵石；上部为黄土状土夹古土壤。总厚 10~110m。
IV级阶地	850～880	240～270	基座	主要分布于三河村下游河段两岸，较对称。	Q_1^{al}	底部为砂卵石，局部夹含砾壤土，上部为黄土状壤土夹古土壤。总厚 2~40m。
黄土塬	1000～1300	200～550		塬面平坦，呈条带状，宽约 3~6km。	Q_{2-3}^{eol+pl}	黄土、黄土状土夹古土壤。厚 100~150m。

①第四系松散堆积物（Q）

第四系（Q）松散堆积物主要分布于岸顶、河床两岸及斜坡地带，厚度变化较大。

全新统坡积层（Q_4^{dl}）：分别为含碎石黄土状粉质壤土及块石、碎石，分布于岸坡及砂岩层陡壁之下，厚度一般小于 20m。

全新统冲积层（Q_4^{al}）：为一级阶地堆积砂卵石及黄土粉砂质壤土，厚度小于20m。

中～上更新统风、洪积层（Q_{2+3}^{eol+pl}）：为黄土、黄土状壤土夹古土壤层。分布于岸坡顶部的梁卯、IV级阶台面及其斜坡地带，厚度一般 25～55m。

中更新统冲积层（Q_2^{al}）：主要为III级阶地冲积层，其下部为冲积砂卵石层，揭露厚度 1.0m～1.5m，上部为冲积粉砂、壤土层。

下更新统冲积层（Q_1^{al}）：主要为IV级阶地堆积卵石层，中上部松散无胶结，

含中细砂及含砾粉土层；下部泥钙质半胶结。厚度变化大，右岸厚度 2～9m，左岸厚度 10～28m。

②新近系（N）

灰黄色巨厚层状砂砾岩，厚 20m～30m，分布于近库尾的船家窑及程家川附近。

③三叠系（T）

刘家沟组（T_1l）：中细砂岩为主，夹泥岩。总厚度约 34m。

和尚沟组（T_1h）：粉砂质泥岩夹砂岩，紫红-棕红色，泥质结构，硅质胶结，具水平层理。总厚度约 62m～67m。

纸坊组（T_2z）：上部为砂岩与砂质泥岩互层，一般厚 175m；中部为粉砂质泥岩夹砂岩，紫红、棕红色，中厚层状，一般厚约 45m；下部为砂岩夹粉砂质泥岩，灰－灰绿色，一般厚 50m。总厚度约 200m～285m。

铜川组（T_2t）：上部为灰黑、灰绿色页岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩等；下部为黄绿、灰绿色、黄灰色、细砂岩夹粉砂质泥岩和粉砂岩。总厚度大于 300m。

④二叠系（P）

上石盒子组（P_2sh）：顶部为砂质泥岩夹砂岩，厚约 20m；上部为砂岩夹泥岩，厚约 185m，灰—灰绿色，中—细粒结构，局部含砾；中部为泥岩夹砂岩，厚约 40m；下部为石英砂岩夹页岩，厚约 35m。总厚度约 266m～297m。

孙家沟组（P_2s）：中细砂岩含煤线，灰—灰绿色，中细粒结构，成份以长石、石英为主，绿泥石胶结，该层上部砂岩含煤线，局部夹薄层泥岩，紫红色－棕红色，下部泥岩含煤线，粉砂含量较高，易干裂破碎，下部砂岩多含砾石。总厚度约 125m。基岩地层总体上近水平状，走向 85°，倾向 SW，倾角 1°～3°。评价区内地质构造简单，无大的断裂通过，仅局部发育小断层。

2）含水层类型划分及富水性特征

评价区内地下水主要为潜水，根据地下水的埋藏条件和赋存介质，可划分为松散岩类孔隙水和碎屑岩类裂隙水两种类型。

①松散岩类孔隙水

赋存于河漫滩、各级阶地及塬面的第四系堆积层中。

河漫滩和I级阶地地下水埋深较浅，为冲洪积砂卵石层夹粉质粘土，岩土体

结构松散，透水性强，属中等富水～富水区；

II级阶地及其以上各级阶地和黄土台塬松散堆积物主要为更新统黄土，由于该区为黄土梁峁地貌，沟谷纵横，地形破碎，不利于地下水的补给与赋存，致使黄土层含水极其微弱，仅在一些沟头掌形洼地或地形稍完整的局部地段才形成一些弱含水体。根据水文地质调查，黄土台原沟谷区含水层厚度 40~60m，地下水埋深因地貌单元而异。水位埋深一般大于 60m，根据泉水调查资料统计，黄土区80%的泉水流量均小于 0.1 升/秒，为弱富水区（表 4.14-3）。

②碎屑岩类裂隙水

广泛分布于库区，含水层为二叠系和三叠系砂岩与泥岩互层，泥岩为相对隔水层。由于构造作用相对较弱，加之砂岩单层厚度较小，裂隙发育程度较差，故富水性较弱。在沟谷中泉水露头少，泉流量一般均小于 0.5L/s。根据在该区沟谷中补给条件相对较好的 A17、A23 区域钻孔资料，基岩仅在 50m 以上发育有少量裂隙，水位降深 47.02~54.73m，涌水量为 0.218~0.448L/s，设计降深 50m，涌水量为 21.6~32.2m^3/d。为弱富水区。

表 4.14-3I区调查典型泉水特征表

泉水编号	位置	类型	出露点岩性	出露高程(m)	流量(L/s)	动态特征
S01	断泾西	松散岩类孔隙水	黄土	878	0.005	受季节影响大
S02	孙家沟	碎屑岩类裂隙水	砂岩	850	0.017	不受季节影响
S03	通庄农村	碎屑岩类裂隙水	砂岩、页岩之间	900	0.007	受季节影响小
S04	程家川东	碎屑岩类裂隙水	砂岩	850	0.002	受季节影响小
S05	刺里坡南	碎屑岩类裂隙水	砂岩、页岩之间	850	0.003	不受季节影响
S06	北家沟西	碎屑岩类裂隙水	砂岩顶板	850	0.005	不受季节影响
S07	北家沟东	碎屑岩类裂隙水	砂岩	850	0.008	不受季节影响
S08	七泉寺	松散岩类孔隙水	黄土、块石	855	0.042	受季节影响大
S09	下东邑东	碎屑岩类裂隙水	砂岩	850	0.003	不受季节影响
S10	御泉	碎屑岩类裂隙水	砂岩	840	0.010	不受季节影响
S11	南庄南	碎屑岩类裂隙水	砂岩	825	0.013	受季节影响小
S12	庄头河东南	碎屑岩类裂隙水	砂岩、页岩之间	800	0.003	受季节影响小
S13	南乡东	碎屑岩类裂隙水	砂岩、页岩之间	790	0.003	受季节影响小
S14	芦子头北	碎屑岩类裂隙水	砂岩	800	0.003	不受季节影响
S15	李梅庄西	碎屑岩类裂隙水	砂岩	775	0.008	受季节影响小
S16	李梅庄西南	碎屑岩类裂隙水	砂岩	765	0.017	受季节影响小
S17	马庄沟	碎屑岩类裂隙水	砂岩	815	0.050	不受季节影响
S18	马庄沟	碎屑岩类裂隙水	砂岩顶板	838	0.005	不受季节影响
S19	水井沟	碎屑岩类裂隙水	砂岩、页岩	800	0.005	受季节影响小
S20	李梅庄东南	松散岩类孔隙水	砂卵石、砂岩、页岩	810	0.005	受季节影响小
S21	水沟	碎屑岩类裂隙水	砂岩	800	0.033	不受季节影响
S22	刘家河沟	松散岩类孔隙水	黄土	750	0.067	受季节影响大

③地下水补径排特征

根据地下水调查成果，区内地下水位高于河水位，地下水补给河水。不同类型地下水补给、径流和排泄条件如下：

松散岩类孔隙水：

河谷底部冲洪积第四系松散岩类孔隙水主要接受大气降水、沟溪水、洪水期河水和周边基岩裂隙水补给，径流条件较好，通过蒸发或直接流入河流进行排泄；

黄土台塬区地下水主要接受大气降水补给，水位随季节变化，地下水流向与地形坡度基本一致，通过溢出地表以泉的形式进行排泄，部分下渗补给碎屑岩类裂隙水或碳酸盐岩类岩溶水。

碎屑岩类裂隙水：

主要受大气降水补给（基岩裸露区），其次受上覆松散岩类孔隙水下渗补给以及侧向径流补给，常以脉状或层状水形式存在，沿砂岩底部的泥岩和粉砂岩顶面溢出地表以泉的形式进行排泄。

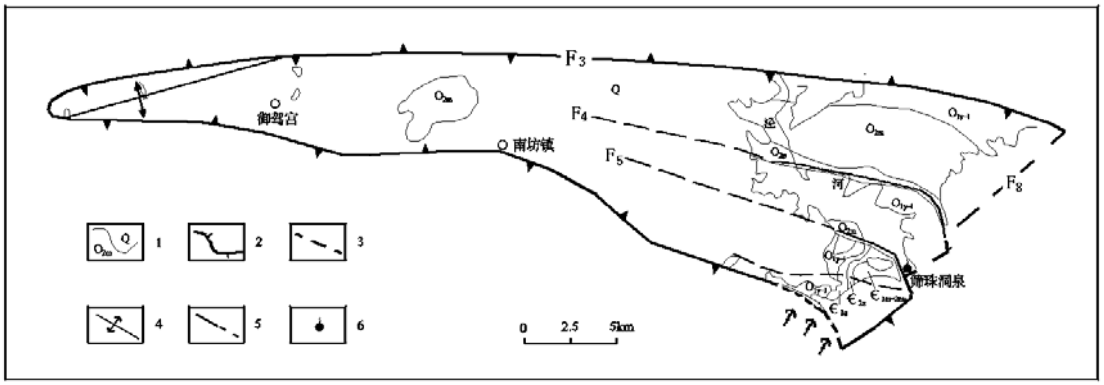
（2）II区水文地质条件

II区为碳酸盐岩分布区，其范围即为整个筛珠洞泉域。

1）水文地质边界条件

筛珠洞泉群是渭北中部地区最大的岩溶泉，以泉群形式出露于泾河出山口的河谷地段，根据泉群下游张家山水文站多年平均最枯的清水流量分析，泉群多年平均流量 1.48m^3/s。筛珠洞主泉出露于张家山断裂带上，泉水从角砾岩及灰岩裂隙中涌出，出露高程 452m，泉水温度 22℃，水化学类型为 HCO_3—Ca·Na 型，矿化度为 0.4 g/L～0.5g/L。

筛珠洞泉域子系统（I_1）呈西窄东宽的楔形展布，面积 381.85km^2。北部以老龙山断层及北侧的砂页岩为隔水边界；西南部以唐王陵向斜核部砂泥质碎屑岩为相对隔水边界；东南边界以北东走向的张家山断裂为潜流渗水排泄边界，部分地下水在此处跨越断层带向山前深部岩溶水系统潜流排泄（图 4.14-11）。系统内地下水总体上由西向东、东南径流，西部滚村地下水位 816m～818m（C04，2002 年；滚村民井，2011 年）；中部在泾河两岸，近岸区东庄坝段地下水位在 550m～560m（坝段钻孔，2011 年～2013 年）；向东在张家山断裂带附近，张宏村供水站岩溶地下水位 518m（DY2，2011 年），泾河出山口筛珠洞泉群的出露高程 452m～430m。



1、地层界线及代号　2、泉域隔水边界　3、泉域潜流边界　4、背斜　5、实测及推测断层　6、泉水

图 4.14-11 筛珠洞泉域子系统边界条件

泉域内以沙坡断层及沿其北侧分布的奥陶系中统平凉组页岩为隔水边界，筛珠洞泉域子系统分为南、北两个水文地质单元。根据断层、地层产状推算，大约在泾河河床以下 150m～250m 范围内，断层切穿了平凉组页岩，使断层北侧马家沟群含水层与南侧冶里亮甲山组含水层对接，使两盘岩溶地下水发生了水力联系。

筛珠洞泉域西南边界的东南段，唐王陵向斜的东南端轴部中、下奥陶系地层分布高程较高，受张家山断层影响，使龙岩寺泉域和筛珠洞泉域在此处产生一定的水力联系，根据水文地质调查，龙岩寺泉域东南端地下水位 480m～490m，高于筛珠洞泉群出露高程 30m～50m，从而造成龙岩寺泉域地下水向东北部径流补给筛珠洞泉域，地下水 δD、$\delta^{18}O$ 及 Sr 同位素研究均证实沿张家山断裂影响带内存在岩溶地下水由西南向东北的快速径流通道。特有的地质条件使得筛珠洞泉群不再仅仅是传统意义上的筛珠洞泉域的相对集中排泄带，而且还接受来自西南部龙岩寺泉域岩溶地下水的补给，进而成为邻区岩溶地下水的排泄通道之一。

2）地下水补给、径流与排泄

筛珠洞泉域内地下水补给来源主要有大气降水、河水（大气降水、河水转换为地下水后向筛珠洞泉群排泄）和筛珠洞泉域外的岩溶地下水。

①大气降水

碳酸盐岩裸露区，岩溶地下水直接接受降水入渗补给；黄土覆盖区，下部的岩溶地下水接受上覆第四系松散层孔隙水的下渗补给。

泉域内多年平均大气降水量约为 550mm，降水入渗系数在基岩裸露区一般 0.15～0.23，覆盖区 0.01～0.06，陕西省地质调查院 1999 年～2001 年水均衡计算得出降水综合入渗补给总量 0.41m^3/s，中国地质科学院水文地质环境地质研究所

计算结果 0.48m^3/s，二者较为接近。

②泾河河水

沙坡断层上游的碳酸盐岩库段，地下水位均不同程度低于河水位。坝址至老龙山断层之间库段，坝址上游两岸地下水位普遍低于河水位，地下水位 550m～560m，河水位 590m～600m，地下水位低于河水位 30m～50m，坝址两坝肩地下水位 570m～580m，低于河水位 10m～20m，为悬托河段。河水垂直渗漏是本区岩溶地下水的补给源之一。

此外，泾河流经筛珠洞泉域岩溶水子系统碳酸盐岩峡谷区，修建的中、小型水库如文泾水库、泾惠渠首电站，也存在库水对碳酸盐岩区岩溶水补给可能。泾河河水不是筛珠洞泉群泉水主要补给来源，原因有两个：水化学资料表明，泾河水质相对较差，矿化度大于 1100mg/L，而筛珠洞泉水矿化度 400 mg/L～500mg/L，水质相对较好，从矿化度指标分析，河水渗漏不是泉水主要补给源；其次，筛珠洞泉水温度约 22℃，清澈透明，年内流量较为稳定，与泾河河水流量动态变化特征不相符。据调查，筛珠洞泉上游约 200m 泾河渠首电站水库建成蓄水前后，筛珠洞泉水量未发生明显变化，表明河水对地下水的补给较弱。

③龙岩寺泉域岩溶地下水侧向补给

筛珠洞泉群出露岩溶地下水主要来自三个方向：西北方向（泉域内地下水径流）、东北方向（张家山断裂带汇流）和西南方向（龙岩寺泉域地下水沿张家山断层补给）。

近东西向分布的唐王陵向斜临近张家山断层处，即其轴部的东端，中奥陶统碳酸盐岩地层分布高程抬升，使龙岩寺泉域和筛珠洞泉域在此处沟通，造成龙岩寺泉域地下水补给筛珠洞泉域。

筛珠洞主泉岩溶水组成中，大气降水、泾河河水及岩溶水所占比例分别为 11%、37%和 52%，其中，52%岩溶地下水中，来自西南方向龙岩寺泉域补给量占到 77.9%，说明龙岩寺泉域对筛珠洞泉群的补给作用是明显的。

2）地下水径流特征

筛珠洞泉域内地下水总体上由西向东、东南方向径流，并向筛珠洞泉群和山前张家山断裂带排泄。库区左岸钻天岭附近地下水位动态变化为 720m 和 740m 之间，说明钻天岭附近存在地下水分水岭（图 4.14-12）。

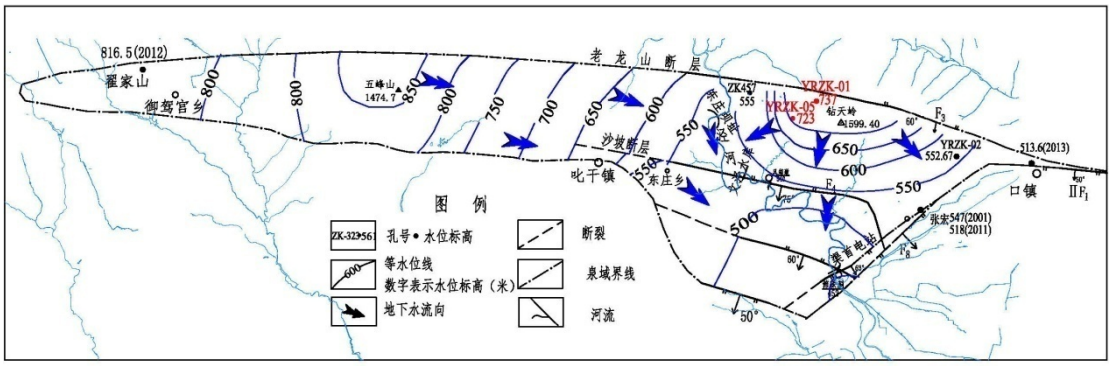


图 4.14-12 筛珠洞泉域地下水等水位线图

根据资料分析，右岸五峰山一带，存在地下水分水岭，使岩溶地下水在西部五峰山一带向东径流，东部由钻天岭一带向西径流。即泾河两岸地下水均向泾河峡谷方向径流，然后再顺河谷向下游径流，到距离坝址约 4.5km 泾河峡谷和沙坡断层交汇处，部分水流受沙坡断层下盘平凉组页岩阻隔和河谷切割控制，在风箱道以泉的形式补给泾河；另一部分水量通过地下一定深度越过沙坡断层，向下游排泄（图 4.14-13）。风箱道泉群（主泉出露高程 540m）是北部水文地质单元内地下水由五峰山和钻天岭向河谷径流后再向下游径流排泄的第一级排泄基准面。

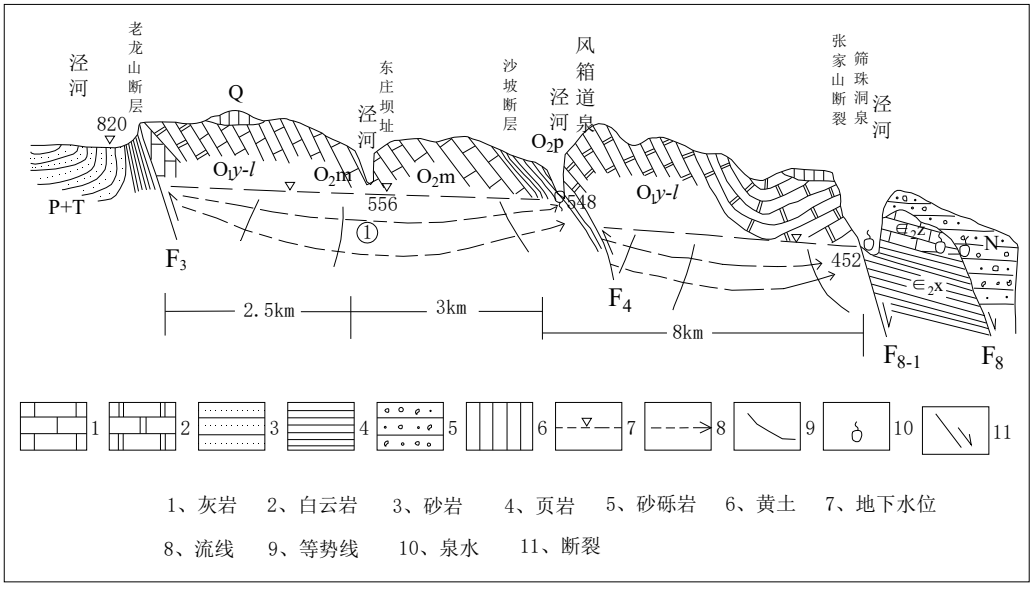


图 4.14-13 筛珠洞泉域沿河流方向水文地质剖面示意图

3）地下水排泄

地下水排泄有两种形式：泉水排泄，如下游的风箱道泉群、筛珠洞泉群；向山前张家山断裂带排泄；一少部分人工开采。

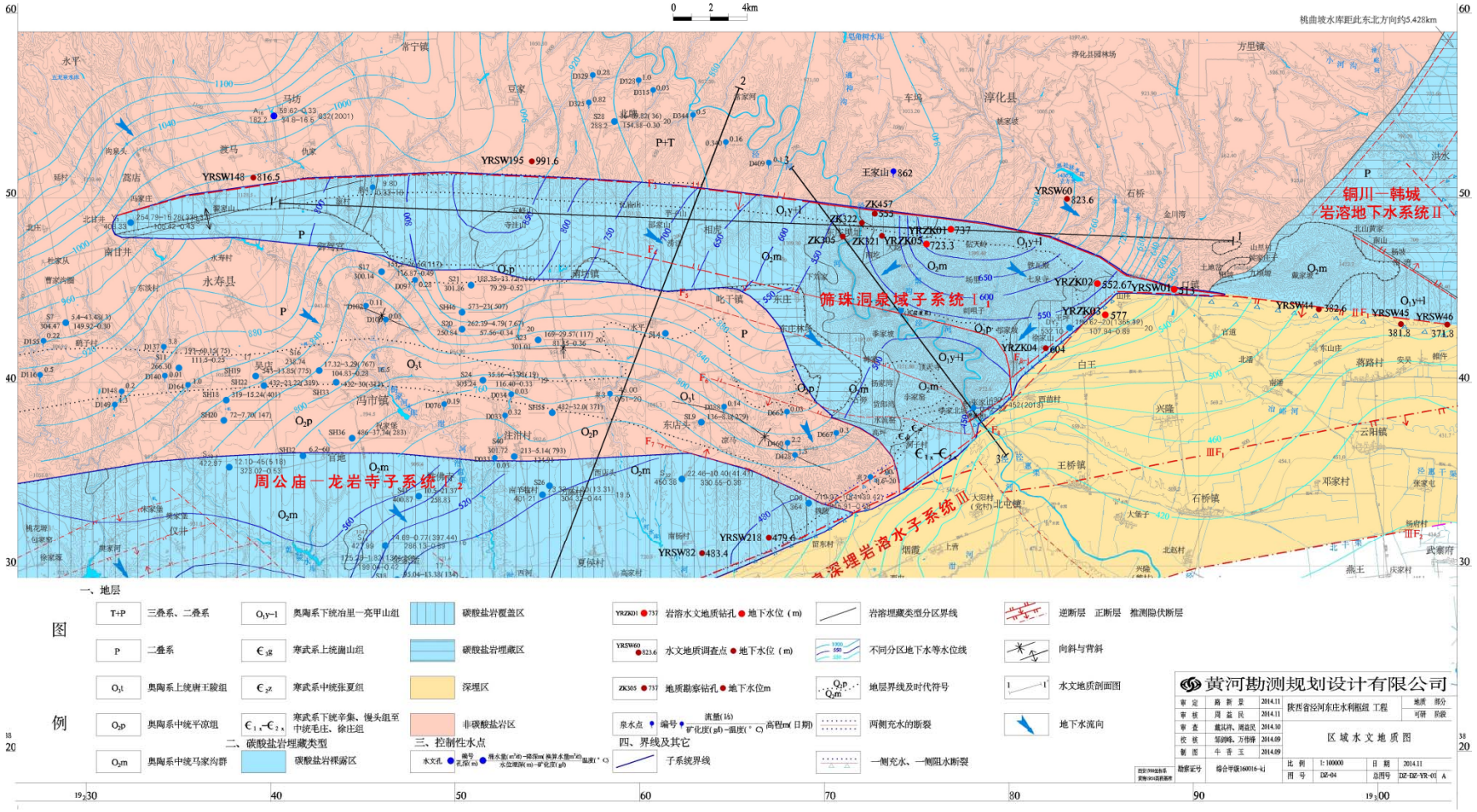


图 4.14-14II区筛珠洞泉域水文地质图

3）坝址上游碳酸盐岩库段岩溶发育特征

①基本地质条件概况

碳酸盐岩库段为老龙山断层至东庄坝址 2.7km 长河段，属于泾河深切峡谷，岸坡陡峭，河谷断面呈“V”字型，见图 4.14-15。



图 4.14-15 碳酸盐岩坝段地貌

碳酸盐岩库段出露的地层为奥陶系下统冶里—亮甲山组(O_1(y-l))白云岩夹灰岩、中统马家沟群(O_2m) 厚层灰岩及第四系松散堆积层(Q)。

地层总体走向 NWW，倾向 SW，倾角 42°～55°，呈单斜产出，区内规模最大的断层为老龙山断层(F3)，为区域逆断层，与河流方向近正交，其产状与区域地层产状基本一致，倾角达 75°～80°，上盘为 O_1(y-l) $^{2-1}$ 白云岩，断层带组成物为角砾岩，断层泥等，挤压现象明显，形成 1.0km 左右的影响带，同时伴生较多的次级小断裂，下盘为二叠系砂页岩。

②岩溶发育特征

岩溶发育程度分区

根据地表岩溶发育特征、地质构造、地层岩性、薄片鉴定和实测地质剖面资料，并结合矿物成分分析成果，依照《水利水电工程水文地质勘察规范（SL373-2007）》和《岩溶地区工程地质调查规程（DZ/T0060—1993）》中关于岩溶发育程度分级方法，将 2.7km 碳酸盐岩库坝段分为 A（中等发育区）、B（弱发育区）、C（弱发育区）三个区，并进一步细分为 6 个亚区，见图 4.14-16 及表 4.14-4。

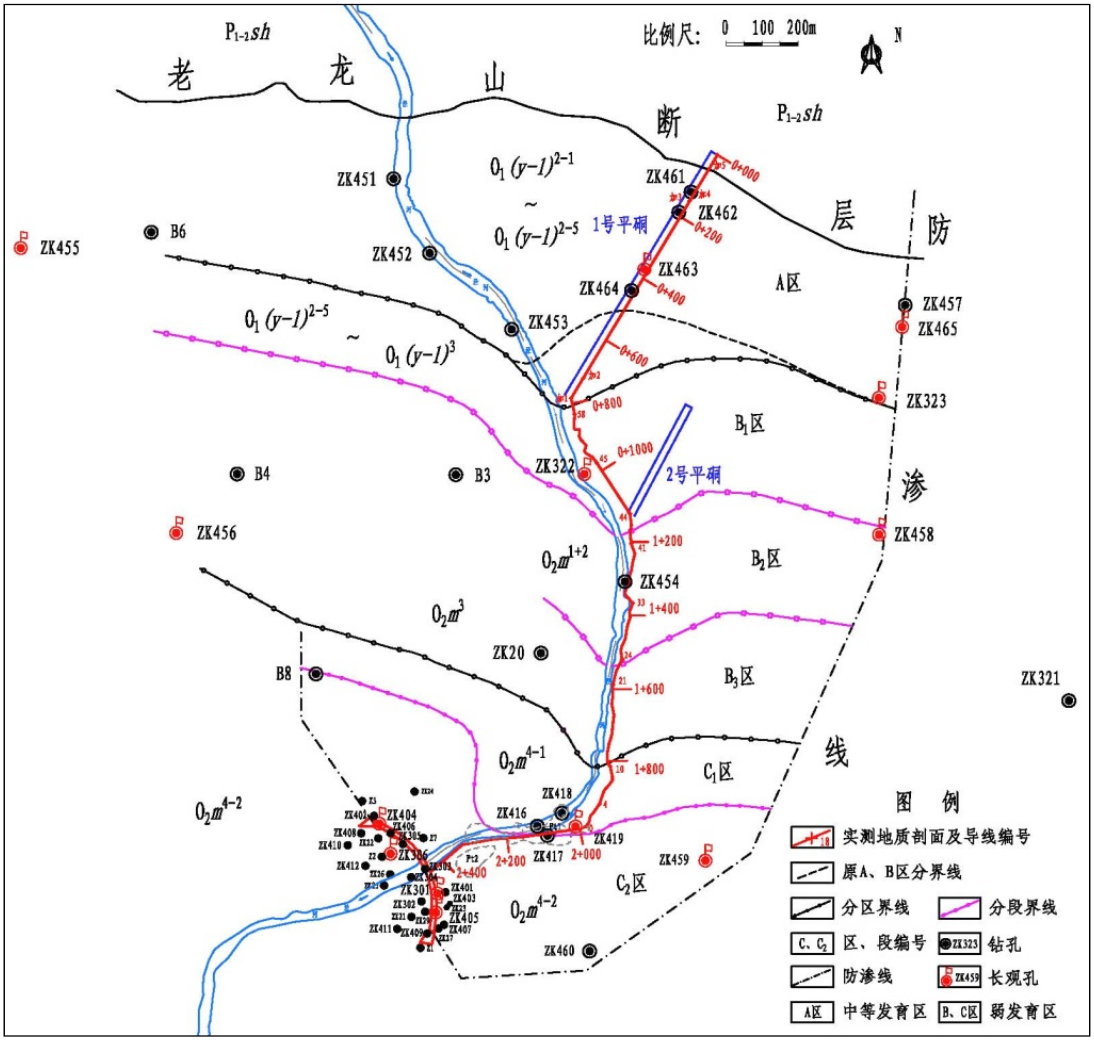


图 4.14-16 碳酸盐岩库段岩溶发育程度分区图

表 4.14-4 碳酸盐岩库坝段岩溶发育程度分区表

分区			亚区		地层代号	地质特征简述
代号	名称	岩溶发育程度	代号	名称		
A	老龙山断层及其影响带（沿河长度850m）	中等发育	—	—	O_1（y-l）$^{2\text{-}1}$～O_1（y-l）$^{2\text{-}5}$下部	灰色及灰黑色白云岩、细晶白云岩、硅质白云岩夹浅黄褐色、褐红色泥钙质白云岩及少量燧石结核，厚约490m。受老龙山断层影响，岩体破碎、岩层层面已被破坏。地表岩溶较为发育，发育溶洞45个。平硐揭露沿小断层、裂隙溶蚀现象较为普遍
B	白云岩+泥质白云岩+灰岩韵律段（沿河长度1050m）	弱发育	B_1	中厚层杂色白云岩夹薄层泥质白云岩段	O_1（y-l）$^{2\text{-}5}$上部、O_1（y-l）^{3}	下部深灰色及灰黑色细晶硅质白云岩、角砾状白云岩、褐黄色、紫红色钙泥质、硅质白云岩，厚约93m。区内岩体较为破碎，但岩层层面尚清晰。上部灰黑色～浅灰色，薄层～中厚层硅质白云岩、隐晶～微晶质白云岩，夹薄层状泥质白云岩，厚约89m。岩溶发育程度弱。地表发育溶洞1个，区内平硐揭露岩溶发育程度弱
			B_2	中厚层白云岩、灰岩相间分布段	O_2m^{1+2}（马家沟群第1+2段）	浅灰色、灰黑色厚层微晶、细晶白云岩与浅灰色中厚～厚层生物灰岩、隐晶质灰岩互层，夹灰黄色泥质、钙质白云岩，厚约138m。灰岩与白云岩界面处可见宽大裂隙，岩溶发育程度总体弱，地表仅在右岸发育1个溶洞
			B_3	厚层～巨厚层白云岩段	O_2m^{3}（马家沟群第3段）	厚层～巨厚层状微～细晶白云岩，夹少量薄层浅紫红色、黄褐色硅质、泥质白云岩，厚约307m。岩溶不发育，地表左、右岸各有1个溶洞
C	库首厚层灰岩段（沿河长度800m）	弱发育	C_1	厚层灰岩段	$O_2m^{4\text{-}1}$（马家沟群第4段第一亚段）	厚层灰岩。上部为浅灰色、灰色生物隐晶质灰岩，下部为深灰色～灰色块状白云质生物灰岩，厚约142m。溶蚀现象普遍，存在破碎堆积体，透水性较强，地表左、右岸各发育1个溶洞
			C_2	巨厚层灰岩段	$O_2m^{4\text{-}2}$（马家沟群第4第二亚段）	巨厚层灰岩。中上部灰白色隐晶质，夹含生物及白色似鲕状隐晶质灰岩，下部浅灰色、灰色灰岩、隐晶质结构，局部变质为方解石大理岩。坝段出露厚度170m。裂隙较发育、地表发育5个溶洞，其中K3和K56规模较大，发育高程约为775m。钻孔、平硐揭露岩溶发育以溶隙为主

根据对三个分区的不同岩性区段岩溶发育的调查统计，岩溶发育程度主要表现为：质纯的灰岩岩溶最易发育，白云岩次之，泥质白云岩和泥质灰岩较差，硅质碳酸盐岩、非碳酸盐岩岩溶发育极弱或基本不发育。碳酸盐岩的溶蚀强度与岩石结构的关系为：粗晶结构大于细晶结构，细晶结构大于微晶结构，微晶结构大于隐晶结构，隐晶结构大于泥晶结构，等粒结构大于不等粒结构。

岩样分析结果显示（表 4.14-5），灰岩、白云岩的 CaO 和 MgO 含量比较稳定，前者 CaO/MgO 的比值均≥10，后者为 1～10，分属强岩溶化岩组和中等岩溶化岩组。

表 4.14-5 岩石矿化分析及岩溶化岩组分类表

岩性	取样组数	CaO 含量（%）	$CaO_{平均}$（%）	MgO 含量（%）	$MgO_{平均}$（%）	CaO/MgO	岩溶化岩组类型
灰岩	11	26.47～31.42	29.42	0.11～2.30	0.99	11.50～270	强（≥10）
白云岩	24	13.26～29.35	18.08	5.56～14.48	9.65	1.10～5.30	中等（1～10）

岩溶发育现象

本区地下水主要通过基岩构造裂隙、风化裂隙和层面接受大气降水补给或河水入渗补给，岩溶发育以裸露型岩溶为主，岩溶形迹以溶隙、溶痕为主，溶孔、溶洞次之。地表调查表明，区内岩溶形迹以溶隙、溶痕为主，仅在断裂构造部位发育有溶洞、溶孔，溶洞为单个的小溶洞，溶孔多沿断层、层面及软弱结构面呈串珠状分布，无岩溶管道系统。溶洞洞向与溶洞所处的构造走向基本一致，洞口倾向河床，向深部均渐变为溶隙。

在河谷地带，两岸地表调查中共发现溶洞 63 个（包括东庄坝址下游地层中的 7 个），发育在老龙山断层破碎带及其影响带（A 区）内的数目最多，共计 45 个，占溶洞总数的 71.4%。库段左岸共发育溶洞 42 个，右岸 21 个，其中洞深大于 10m 的溶洞占溶洞总数的 12.6%，洞深 5m～10m 的溶洞占 21%，洞深小于 5m 的溶洞占 66.4%。溶洞主要沿宽大裂隙发育，口大里小，向里逐渐尖灭为裂隙，洞底倾向河床，倾角 15°～30°。溶洞发育高程在 700m 以上的有 45 个，占总溶洞数的 71.4%，除 K1 号溶洞外，规模较大的溶洞（洞深大于 10m）均发育在高程 700m 以上，为河谷型岩溶。

库坝段 33 个钻孔的孔壁光学成像及岩芯显示，区内岩溶形迹多为溶隙和溶孔（表 4.14-6），总体上左岸岩溶发育程度强于右岸，河床钻孔线性岩溶率大于岸坡钻孔，钻孔线性岩溶率随高程降低逐渐减小且随着远离河床，岩溶发育程度有减弱的趋势。

表 4.14-6 库坝段钻孔揭露岩溶现象统计表

岩性分区 发育特征	A 区（6 个钻孔）		B 区（4 个钻孔）		C 区（23 个钻孔）	
	个数	比例（%）	个数	比例（%）	个数	比例（%）
溶隙（长条形）	1865	61.4	1777	70.6	5818	70.6
溶孔（孔径<20cm）	1156	38.1	727	28.9	2360	28.7
溶洞（直径≥20cm）	16	0.5	13	0.5	58	0.7

③库坝区岩溶发育规律

库区岩溶形迹主要沿构造结构面及其影响带分布。地表调查、物探、钻孔、平硐等勘探结果表明，区内岩溶以溶隙、溶孔为主，岩溶形迹主要沿断层面、构造裂隙、结构面、软弱夹层等发育。勘探深度范围内，未发现大规模溶洞，区内岩溶以溶隙型为主，未形成洞穴系统。可研阶段委托中国地质科学院岩溶地质研究所开展的大型示踪试验成果显示，工程区内无管道型岩溶分布，地下水径流缓慢，岩溶发育以溶隙型为主。

总体上库区岩溶分布具有以下规律：

a 近代岩溶发育，古老岩溶、古岩溶不发育。

工程区在漫长的沉积建造过程中，一直处于岩溶高地，除局部被第四系地层覆盖外，碳酸盐岩地层未接受其他时期地层的沉积，即使在历史时期发育有古老岩溶、古岩溶，也被风化、剥蚀殆尽。第四纪以来，随着渭河地堑的形成，多条河流穿越本区流入渭河盆地，在河谷近岸地段，水动力作用强，交替循环积极，结合地表调查、钻孔、平硐等勘探成果，区内近代岩溶发育，古老岩溶和古岩溶不发育，而近代岩溶主要沿河谷岸坡发育。

b 岩溶形迹主要沿结构面分布

区内岩溶形迹主要沿断层、小型断裂和微裂隙构造形成的裂隙、层面、软弱夹层等结构面分布。地表调查、钻孔、平硐等手段揭露的岩溶形迹几乎都与构造有关。

对库区泾河岸坡 63 个溶洞的调查显示，区内溶洞主要沿 NW280°～320°的一组结构面分布，其数量占溶洞总数的 52.5%（表 4.14-7），该组构造与河流多呈大角度相交，主要为层面、软弱夹层、层间裂隙以及少量断层。溶洞洞向与溶洞所处的构造走向基本一致，向深部均渐变为溶隙。另外，地表溶洞多呈线性分布，主要沿冲沟两侧发育，这与冲沟附近水动力作用强有直接关系。

钻孔、平硐所揭露的岩溶形迹特征显示，区内岩溶形迹多沿结构面呈串珠状

发育，主要分布在断层破碎带及其影响带内。

表 4.14-7 溶洞与构造关系统计表

序号	溶洞所处的构造方向	溶洞个数	占总数百分比（%）		代表性溶洞	与层关系
1	NW280°～320°	31	52.5		K1、K5	顺层
2	NE45°～70°	6	10.2	47.5	K2、K4	切层
3	NE10°～40°	6	10.2		K20、K60	切层
4	其他	16	27.1		K32、K51	切层

c 岩溶发育以溶隙为主

库段 53 个钻孔的岩芯、孔壁光学成像统计结果以及钻孔电磁波跨孔 CT 测试成果显示，区内岩溶形迹多为溶隙和溶孔，揭露的溶洞较少。岩溶发育以溶隙为主，溶孔次之。

第四纪以来，库区构造运动以急剧抬升为主，间歇性不甚明显，近代岩溶发育始终处于初级阶段（即裂隙扩溶期）。随着地壳的急剧抬升，河流迅速下切，侵蚀、排泄基准面随之下降，在地下水强烈溶蚀带附近，尚未形成水平方向的岩溶平衡系统时，地下水位已经下降，强烈溶蚀带也随之下移，导致区内岩溶作用形成了以溶隙发育为主，分布较分散、程度较微弱的特征。

d. 岩溶分布与岩性相关

碳酸盐岩库段主要有三种岩性：灰岩、白云岩及少量泥质白云岩。调查和勘探成果显示灰岩和白云岩中岩溶发育差异性不是十分明显，而泥质白云岩完整性差，相对较为破碎，多发育为冲沟，影响着地表溶洞的分布与发育，地表调查显示，区内溶洞主要沿冲沟两侧呈线性发育。

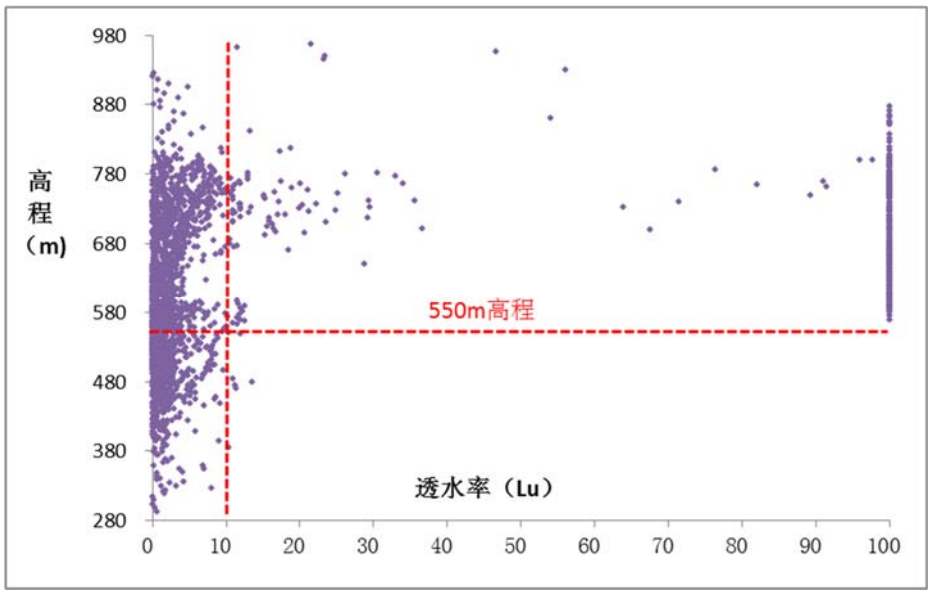
4）坝址上游碳酸盐岩库段岩体透水性特征

①岩体透水性总体规律

通过对钻孔压水试验成果统计，在试验段高程范围内（高程 290m～970m 之间），岩体的透水率整体上随高程的降低有减弱的趋势（图 4.14-17），无压漏水段主要集中在高程 550m（左岸 550m，右岸 600m）以上，到 500m 高程以下，基本都小于 10Lu，为弱～微透水。

为进一步分析岩体透水性随高程的变化趋势，对勘探深度范围内垂向上每 50m 范围内的压水试验透水率平均值进行了统计（其中无压漏水段，在计算透水率平均值时均按 100Lu 将其计入），绘制了碳酸盐库段透水率平均值随高程变化

的曲线（图 4.14-18）。从图 4.14-18 可知，岩体透水率在统计高程范围内总体上随高程降低而减小，在 525m 高程以下，岩体透水率平均值在 3Lu 以下；525m～725m 高程范围内，透水率平均值为 3Lu～20Lu；725m 高程以上，透水率平均值均大于 20Lu；其中在 600m～680m 高程范围内存在相对较强的透水段。



注：压水试验无压漏水段以及大于 100Lu 试段的试验值在图中均以 100Lu 值表示

图 4.14-17 碳酸盐库坝区透水率随高程变化散点图

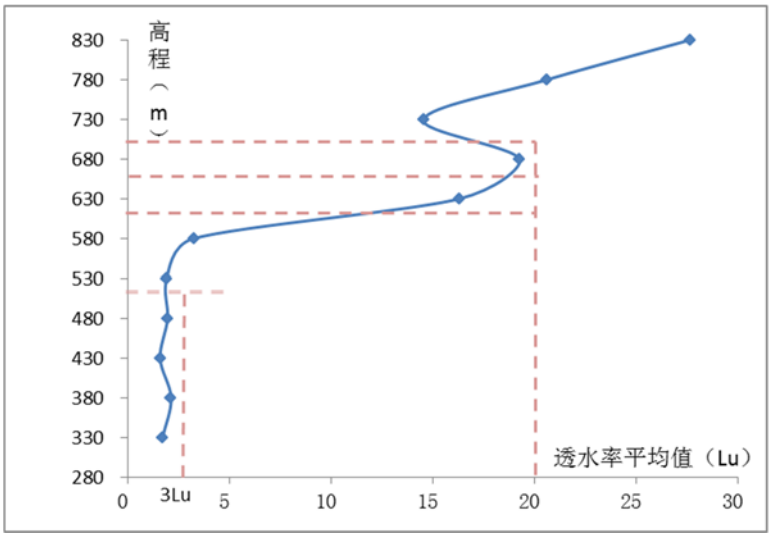


图 4.14-18　岩体透水率平均值随高程变化曲线

②左岸、右岸、河床钻孔透水性分析

左岸统计了 24 个钻孔共计 1015 段压水试验成果，岩体透水性以弱透水～微透水为主，但存在较多的强透水段（图 4.14-19）。其中，无压漏水段 167 段，占 16.5%；中等透水（10Lu～100Lu）32 段，占 3.2%；弱透水（1Lu～10Lu）506

段，占 49.8%，微透水（小于 1Lu）310 段，占 30.5%。

由图 4.14-20 可知，本区在高程 550m 以下，岩体为弱透水～微透水，在 550m 高程以上，随着高程增加，无压漏水段所占比例呈逐渐增加趋势。右岸统计了 17 个钻孔共计 706 段压水试验成果，岩体以弱透水～微透水为主，微透水（小于 1Lu）264 段，占 37.4%，弱透水（1Lu～10Lu）365 段，占 51.7%，中等透水（10Lu～100Lu）59 段，占 8.4%；无压漏水段相对于左岸分布较少，仅占总压水试验段数的 2.5%，见图 4.14-21 和图 4.14-22。

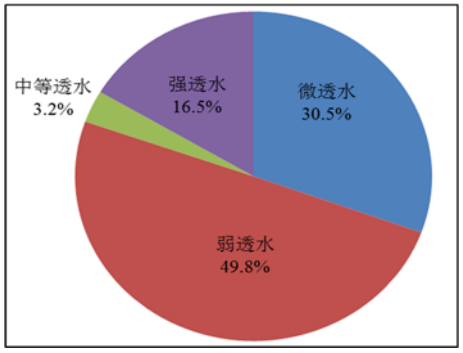


图 4.14-19 左岸岩体透水率统计图

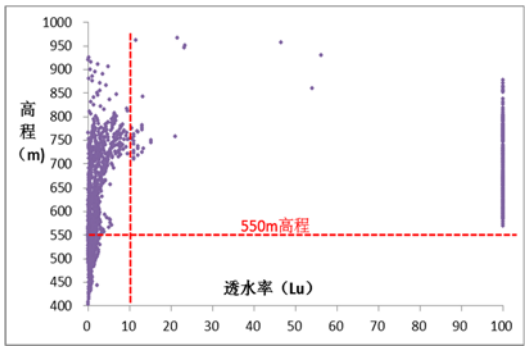


图 4.14-20 左岸岩体透水率散点图

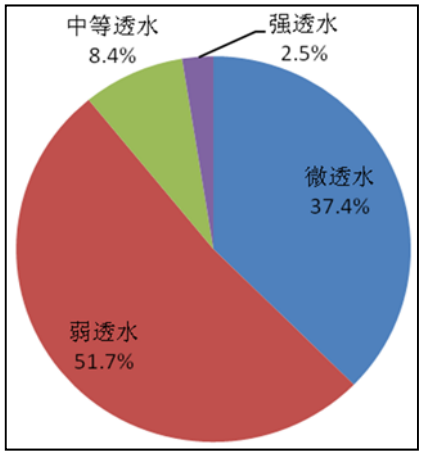


图 4.14-21 右岸岩体透水率统计图

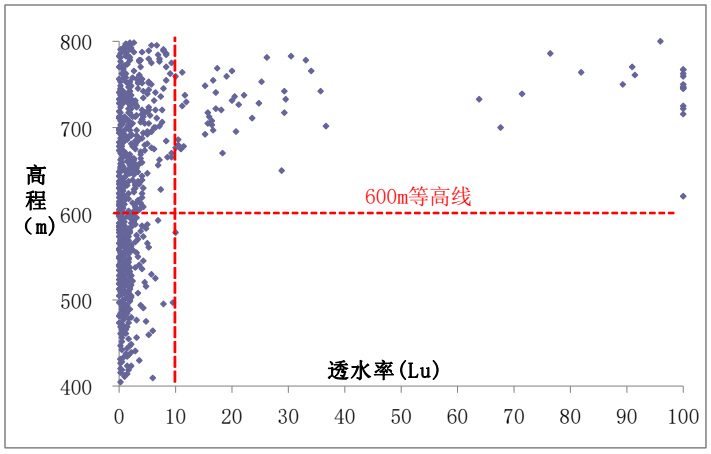


图 4.14-22 右岸岩体透水率散点图

对比图 4.14-20 和图 4.14-21，右岸岩体透水率规律和左岸基本一致，随着高程降低，透水率有减小的趋势。高程 600m 以下，岩体为弱透水～微透水，在 600m 以上，随着高程增加，中等透水和无压漏水段所占的比例呈现逐渐增多的趋势。

河床统计了 13 个钻孔共计 412 段压水试验成果。岩体透水性以弱透水和微透水为主，强透水段 1 段（ZK26 在高程 580m～585m 处单位吸水量为 80L/min），占总试验段数的 0.2%，除此以外，其余试验段的吕荣值均较小，透水率最大值为 13.6Lu。微透水（小于 1Lu）120 段，占总试验段数的 29.1%，弱透水（1Lu～

10Lu）270 段，约占 65.5%，中等透水（10Lu～100Lu）21 段，约占 5.1%（图 4.14-23）。由图 4.14-24、图 4.14-25 可知，河床岩体透水率总体上随着高程的降低有减弱的趋势。

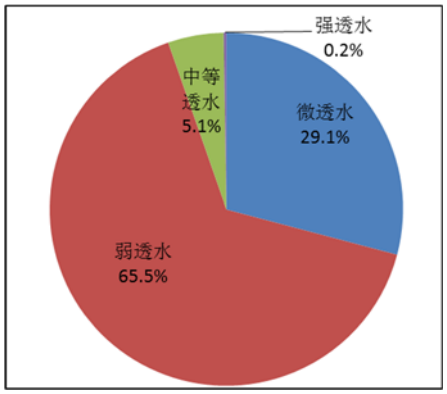


图 4.14-23 河床岩体透水率统计图

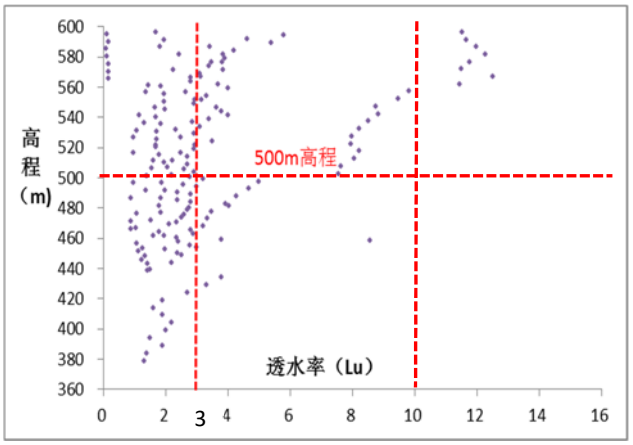


图 4.14-24　A、B 区河床岩体透水率散点图

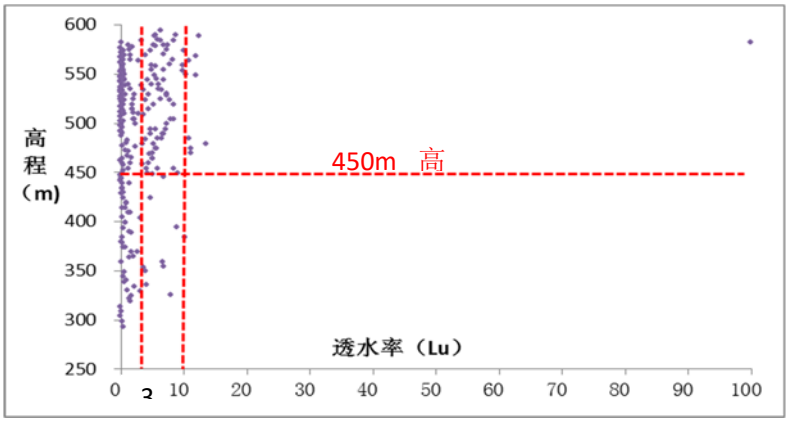


图 4.14-25　C 区河床岩体透水率散点图

（3）III区水文地质条件

1）总体水文地质条件

III区为张家山断面以下至泾河入渭河段泾河河谷及两岸区。河段河谷呈“U”字型，一般谷底宽度 200~500m，河谷两侧发育河漫滩和一、二级阶地。工程区大的地貌单元属渭河沉积盆地，次级地貌单元为泾河堆积阶地，河流漫滩及一级阶地较为开阔，高阶地分布较远，缺失程度不等。

第四系地层广泛分布，后厚度可达 400~700m，且沉积厚度及相变有自西向东、由北向南递增、颗粒由粗变细之规律，主要地层有第四系冲积层（$Q_{2\text{-}4}^{al}$）：的亚砂土、亚粘土、砂质粘土、粗、中、细砂及砂卵石与第四系上更新统风积层（Q_3^{2eol}）的黄土古土壤。

工程区地下水属于第四系孔隙潜水，主要受大气降水补给、丰水期的河道洪

水补给以及两岸的侧向径流补给，地下水径流方向和地表水体基本一致，总体上向南、东南方向径流。泾河两岸台塬地下水位高于河水位，地下水向河水排泄，在一级阶地前缘多有地下水渗出点，形成流量较小泉点，高漫滩前缘浸水现象较多。泾河近入渭口地段、下游的渭河两岸、灞河入渭口两岸，河流地下水位高于两岸地下水，河水补给地下水。人工开采和蒸发是区内地下水排泄主要途径。

2）泾渭湿地水文地质条件

泾渭湿地自然保护区地貌类型比较复杂，大地貌属渭河冲积平原，主要包括渭河、泾河和灞河的平水位河道、沿渭河两岸断续分布的一级阶地、河漫滩和渭河北岸高陵区境内的黄土台塬，海拔 358～440m，具有典型的河流地貌特征，其中河流一级阶地由全新统亚砂、亚粘土、砂砾石层等冲积物组成，约占保护区 总面积的 25%左右，河漫滩主要分布于渭河、泾河河道两侧，呈东西带状分布， 由全新统晚期冲积层和下部粘质砂土、砂、砂卵石组成，占总面积的 65%左右。

①地形地貌特征

保护区地貌属渭河冲积平原，主要包括渭河、泾河和灞河的平水位河道、沿渭河两岸断续分布的河漫滩、一级阶地和北岸高陵区境内的黄土台塬。河流一级阶地阶面平坦，一般高出水面 3～10m，由全新统亚砂、亚粘土、砂砾石层等冲积物组成，约占保护区面积 25%左右。其中渭河一级阶地呈东西向分布，宽 0.2～5km，阶面平坦，纵向坡度 0.9‰～1.0‰，横向坡度 1.3‰～1.6‰。高程 370～390 m；表层为亚沙土或亚黏土，下部 为细沙砾卵石层；灞河一级阶地呈北西向，宽 0.3～2.5 km，标高 367～372 m；泾河一级阶地近南北向分布，宽 0.2～1.5km，属关中冲积平原一部分，由全新统早期冲积层和底部粘质砂土、砂及砾石层组成。

河漫滩主要分布于泾、渭河两侧，呈东西向带状分布，约占保护区面积 65%左右。其中泾河河漫滩主要在高陵境内，地面平坦，高出河面 0.7～7 m。由全新统晚期冲积层和下部粘质砂土、砂、砂卵石组成，滩地总势低平，海拔 350～360m，由西向东比降为 0.7%～2%。渭河河漫滩主要位于渭河南岸，高出河床 2～5m，呈带状分布，西东走向，南北宽约 4～6 km。滩面齐整， 微向河床倾斜。纵向坡度 0.3‰～0.5‰，横向坡度 0.2‰～0.3‰，高程 364.3～380.0m。表层为泥质粉沙，下为细中沙含砾石，尚见薄层纺锤形淤泥，有较厚而良好的含水层。保护区内灞河河漫滩所占比例较小，不在本次影响分析范围内。

②地层岩性

保护区出露地层主要是第四纪上更新统至全新统下部冲积层，岩性为砂卵砾石为主的粗粒沉积和以黄土为主的土状堆积，来源以冲积、洪积为主，保护区渭河北岸有风积黄土沉积，早期有灰白色砂岩、粉砂岩、泥岩、午城黄土、砾石，中期有离石黄土、褐红粘土、砂质粘土、砂砾石、漂石，晚期有黄色砂砾卵石、粘质沙土、砂质粘土及马兰黄土等。

占保护区主体的全新统冲积层大面积分布于泾、渭河的河漫滩地带，岩性为冲积砂、砂砾卵石层及亚砂土、亚粘土，厚度 2～38m；下部冲积层分布于泾、渭河一级阶地冲积平原内，岩性为砂质粘土、粘质砂土、砂、砂卵石层，厚度 80m 左右。根据泾渭湿地内浅部地层钻孔资料，自上而下可分为六层：第一层为黏质沙土，土层厚度约 3m；第二层为砂砾石，土层厚度约 1.5m；第三层为砂质黏土，土层厚度约 0.8m；第四层为中细砂，土层厚度约 4m；第五层为粗砂，土层厚度约 7m；第六层为黏土，土层厚度约 4m。

③水文地质条件

地下水补给

湿地地下水和河水存在复杂的交互作用，泾渭湿地保护区内地下水补给来源有三个：大气降水、洪水期洪水对地下水的脉冲补给以及地下水侧向径流补给。平水期或者枯水期无洪水来临时，在渭河北岸和泾河入渭口上游两岸，由于地下水位略高于河水位，地下水向河流排泄，河道起到了排水作用，地下水对湿地起到了基本的维持和支撑作用，洪水期河道水位抬升，高于河边湿地的地下水位，因此河道向与之有水力联系的河边湿地进行补水。河道与河边湿地的地下水交换速度、河边湿地的水量变化过程以及一次洪水的影响范围受到湿地范围内地形、地质、植被和河流洪水过程等因素的影响。

根据西安理工大学对泾渭湿地河道与河边湿地水文联系的初步研究成果，漫滩洪水是泾渭河边湿地水文形成的主要驱动力，河道通过地下水的补给只能对距离河道不足 400m 的范围产生明显的影响；包括漫滩洪水和天然降水在内的地表补给是泾渭河边湿地主要的水源补给形式，占到了总水源 70%左右，地下水对湿地补给十分有限，只占到 30%以下。

湿地地下水位及地下水位埋深情况

根据 2016 年 6 月至 2017 年 8 月，西北大学、陕西省植物研究所、西安泾渭

湿地保护区管理中心对保护区地下水考察结果，泾渭湿地自然保护区内地下水资源较丰富，按单位涌量大小可以分为强富水区、富水区 2 个区。其中强富水区主要分布于渭河、泾河、灞河漫滩区；水位埋深 2～4 m，上部覆有小于 0.5 m 的砂土和亚砂土，下部多为粉细沙和沙砾石层，含水厚度 40～60 m，占保护区总面积 50%以上。富水区主要分布在渭河一级阶地，水位埋深 5～8 m。上部覆有亚沙土，厚度 3～5 m，下部多为沙砾卵石与薄层粘土；60 m 以内含水 3～5 层，厚度为 30～50 m。

2016 年 12 月，黄河设计公司在泾渭湿地及周边地区开展了水文地质测绘工作，共调查水点 48 处，实测井点坐标和水位 26 个，并绘制了地下水位等值线图和地下水位埋深分区图。水井测绘成果见表 4.14-8，地下水位等水位线图和地下水位埋深分区图见图 4.14-26 和图 4.14-27。

表 4.14-8　泾渭湿地地下水位等值线图

序号	点号	X(m)	Y(m)	H(m)	埋深	水位标高
1	SW01	3815492.019	594753.549	365.117	9.950	355.167
2	SW02	3815729.857	595967.207	364.421	9.630	354.791
3	SW03	3816312.042	596524.277	365.506	11.400	354.106
4	SW05	3816471.897	598251.854	383.358	29.400	353.958
5	SW06	3816575.709	598963.658	388.118	34.200	353.918
6	SW07	3816426.363	596076.047	374.251	19.400	354.851
7	SW08	3816970.106	596133.787	386.532	31.300	355.232
8	SW09	3817426.634	593976.276	383.700	26.000	357.700
9	SW10	3815218.765	591559.976	371.628	15.400	356.228
10	SW11	3813491.994	590015.925	388.831	30.400	358.431
11	SW13	3813577.130	588386.827	409.443	49.200	360.243
12	SW14	3816308.980	600661.426	375.432	22.200	353.232
13	SW15	3815382.651	600669.853	361.000	8.020	352.980
14	SW16	3814371.396	598860.802	361.612	7.640	353.972
15	SW17	3812943.589	598905.304	363.333	9.480	353.853
16	SW18	3813628.704	599201.853	364.223	10.320	353.903
17	SW19	3812513.711	595850.372	366.818	10.140	356.678
18	SW20	3810279.558	590719.087	368.105	9.360	358.745
19	SW21	3810794.956	590322.068	367.855	10.000	357.855
20	SW22	3813764.515	592847.713	374.899	19.700	355.649
21	SW24	3814122.008	594432.152	365.564	10.540	355.024
22	SW25	3815176.947	597095.923	361.334	5.600	355.734
23	SW27	3811124.946	593230.153	360.830	0.000	360.830
24	SW28	3814452.001	590876.435	368.952	11.670	357.282
25	SW29	3814616.201	591445.659	369.648	12.930	356.718
26	SW29-1	3815457.908	597168.861	354.641	0.000	354.641

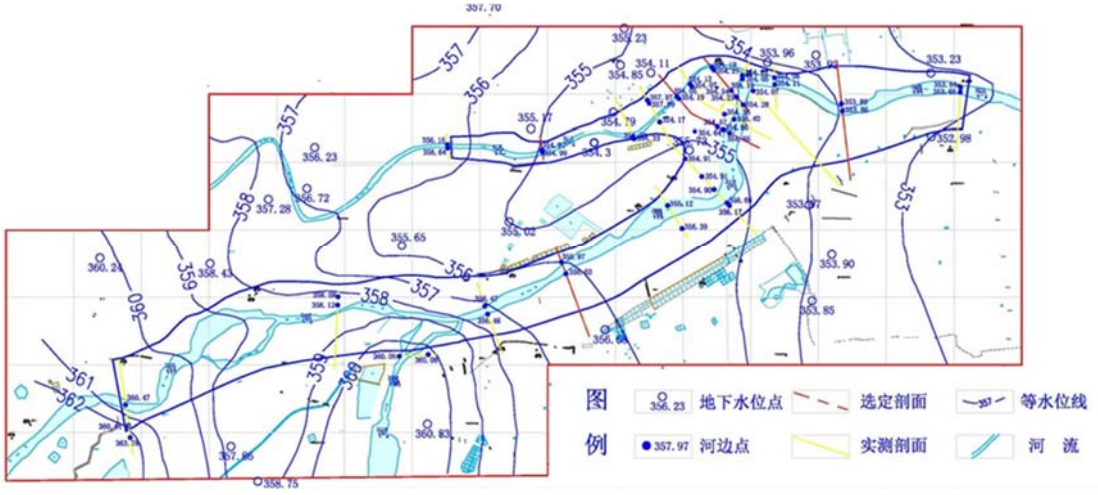


图 4.14-26　泾渭湿地地下水位等值线图

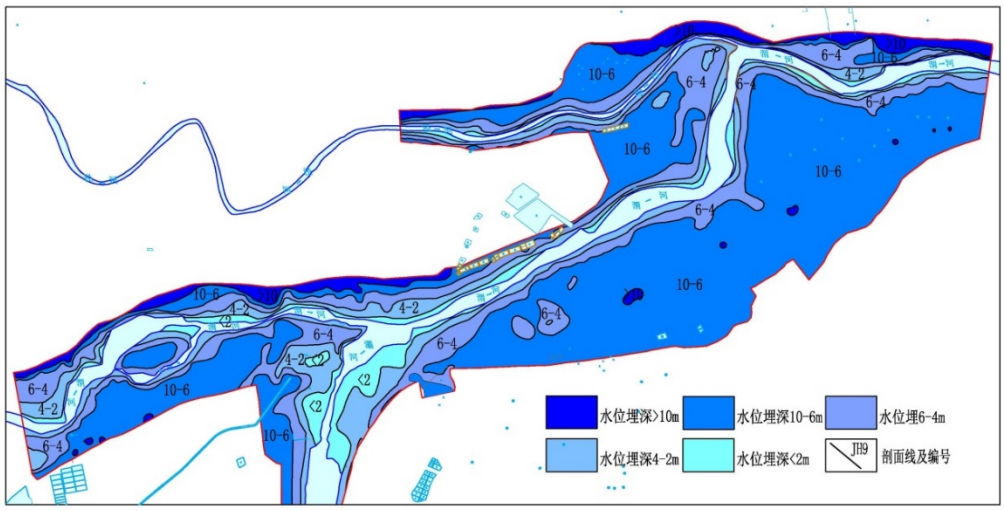


图 4.14-27　泾渭湿地地下水埋深分区图

从图 4.14-26 可以看出，在湿地保护区的泾河段，地下水位高于地表水，地下水位向河流排泄；在渭河南岸、灞河入渭处、泾渭交汇处及下游渭河两岸，地下水位低于河水位，渭河和灞河对地下水进行补给。

从表 4.14-8 和图 4.14-27 中可以看出，地下水位埋深在近岸区一般在 2-4m，并逐渐过渡到 6m，远离河床区，埋深大部分大于 6m，局部大于 10m，这与前述《西安泾渭湿地自然保护区综合科学考察报告》中的调查成果基本一致。

④植被类型及植被生长的地下水极限埋深

植被类型

西安泾渭湿地省级自然保护区内的生态系统包括了陆生环境和水生环境。按照植物对水分 的适应情况，陆生植物可进一步划分为湿生植物、中生植物、旱中生植物、中旱 生植物、旱生植物等类型。

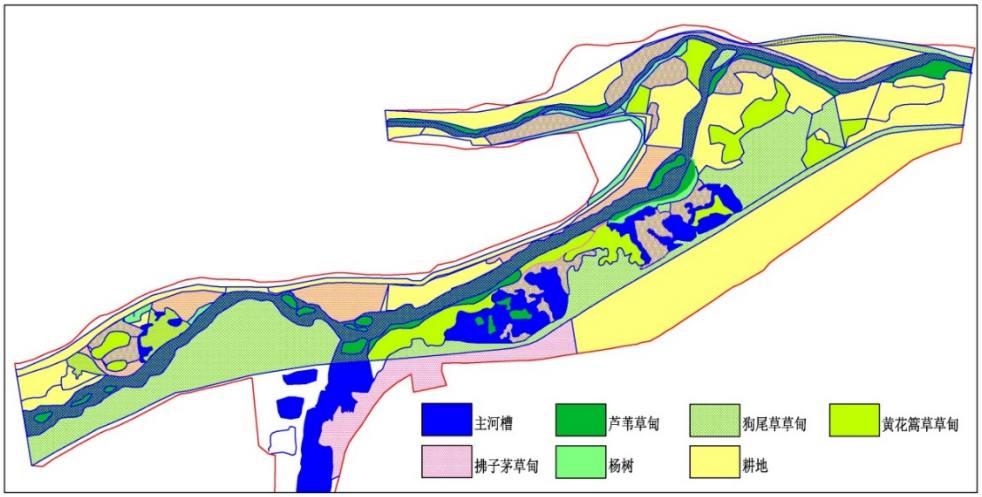


图 4.14-28　泾渭湿地植被类型分区图

湿生植物是指在潮湿环境中生长，不能忍受较长时间的水分不足的陆生植物，其抗旱能力最弱。保护区内，大多 数为阳地湿生植物。它们主要分布于水深 0.5 米以下或地下水位较浅的河滩、沟 边、堤岸、沼泽等，如芦苇、假苇拂子茅、拂子茅、水葫芦苗、 水麦冬、水芹、荭草、桃叶蓼、千屈菜等。尤其是在周 期性淹水或地下水位较高的河岸、河漫滩上，芦苇、假苇拂子茅、拂子茅、狗牙 根等生长旺盛，常常成片分布。根系发育深度一般小于 0.3m。

中生植物与旱中生植物的形态结构及其适应性介于湿生植物和旱生植物之间。它们不能耐受严重干旱或长期涝渍，通常在水分条件适中的环境中生活，主要分布于山坡、路旁、农田、荒地等陆生环境中，也见于河边地势较高的堤岸、沙地、旱坡、草地等处。与中生植物相比，旱中生植物较耐旱，通常喜生于偏干旱温暖的环境中。在保护区内，常见的中生植物有狗尾草、虎尾 草、萝藦、曼陀罗、 龙葵、旱柳等，常见的旱中生植物有角蒿、蒺藜、萹蓄、河朔荛花、刺儿菜、纤毛鹅观草、鹅绒藤等。其根系发育深度一般在 0.3~1.0m 之间。

旱生植物与中旱生植物均能适宜在干旱生境下生长，可耐受较长期或较严重干旱。保护区的渭河北岸及泾河北岸等局部地段具有数处干旱陡坡、沙质黄土及河滩沙质荒地，生长着数种旱生植物与中旱生植物。常见的种类主要有地稍瓜、披针叶黄华、沙棘、二色补血草、猪毛菜、鹤虱、黄花蒿等，其根系发育深度差异较大，从 0.4m 到 2.2m 不等。

毛细上升高度

植物需要有适宜生长的地下水位，其最低值称之为凋萎水位。地下水埋深不超过根系深度与土壤毛细上升高度之和时，植物生长良好，否则植物就发生凋萎以至死亡。因此，在考虑毛细水特性情况下，适合于地下水生植物的最佳地下水生态环境为：最佳地下水埋深=根系深度+毛细上升高度；毛细上升水量=根系提水量+土壤水分蒸发量。

根据水文地质测绘过程中对毛细水上升高度的调查，保护区内湿地范围内地层岩性为砂、砂卵石和壤土，毛细上升高度差异也较大，根据实地调查，湿地范围的毛细水上升高度一般在 1.0~1.5m。



图 4.14-29　泾渭湿地地下水毛细上升高度调查

结合评价期在野外调查资料，以及国内已有研究成果，初步分析泾渭湿地对地下水位控制的要求：

湿生植物的极限地下水位埋深为：1.3~1.8m。

中生植物与旱中生植物地下水位极限埋深：1.3m～2.5m；旱生植物与中旱生植物地下水位极限埋深最大在 3.7m；

对于湿地内的一些乔木类植被，如松树、杨树，其根系发育深度可达 4~6m，极限埋深一般在 6~7m。

需要说明的是，上述极限埋深是基于植被生长的水分全部靠地下水进行维持的基础上的，如干旱少雨地区。泾渭湿地多年平均年降水量 589.4mm，属暖温带半润大陆性季风气候，大气降水在进入到地下水之前，除形成一部分地表径流外，大部分在下渗过程中被植物根系吸收或蒸发掉，约 20%大气降水进入到地下水体中。因此大气降水入渗以及河流的洪水漫滩补给对湿地内植被的生长过程起着重要作用。

通过现场调查及图 4.14-27 泾渭湿地地下水埋深分区图可以看出，湿地内大部分区段大于 6m，超出多种植被的地下水位极限埋深，但植被生长状况良好，植被覆盖度较高，主要是依赖大气降水（包含部分凝结水）的入渗到土壤过程的补给作用来维持。

综合分析认为，湿地内不同类型植被对地下水的依赖程度不同，喜水性植被对地下水依赖性较强，地下水位埋深在 1.8m 以内时，适宜生长，当超过临界水

位埋深时，喜水性植被会退化，面积萎缩，被中生植物与旱中生植物替代；地下水对中生植物与旱中生植物起到了基本维持作用，但植物生长更多地是依靠大气降水的入渗过程得到水分补给；对于旱生类植被，由于分布的大部分地段地下水位埋深较深，主要依靠大气降水和凝结水维持生长，对地下水的依赖性弱；对于乔木类，由于其根系发育深度一般较深，极限埋深也较大，依赖地下水和大气降水入渗过程的共同补给作用。

4.14.4 地下水现状监测与评价

（1）监测范围

通过对评价区内主要污染源及污染物的调查，参照《地下水环境监测技术规范 (HJ/T 164-2004)》要求，工程蓄水后可能影响区域监测点，监测点分布见图4.14-30，调查评价区地下水水位流场见图 4.14-31。监测范围重点是库区淹没范围及其周边区域，监测面积 1090km^2（图中的I区、II区和III区）。

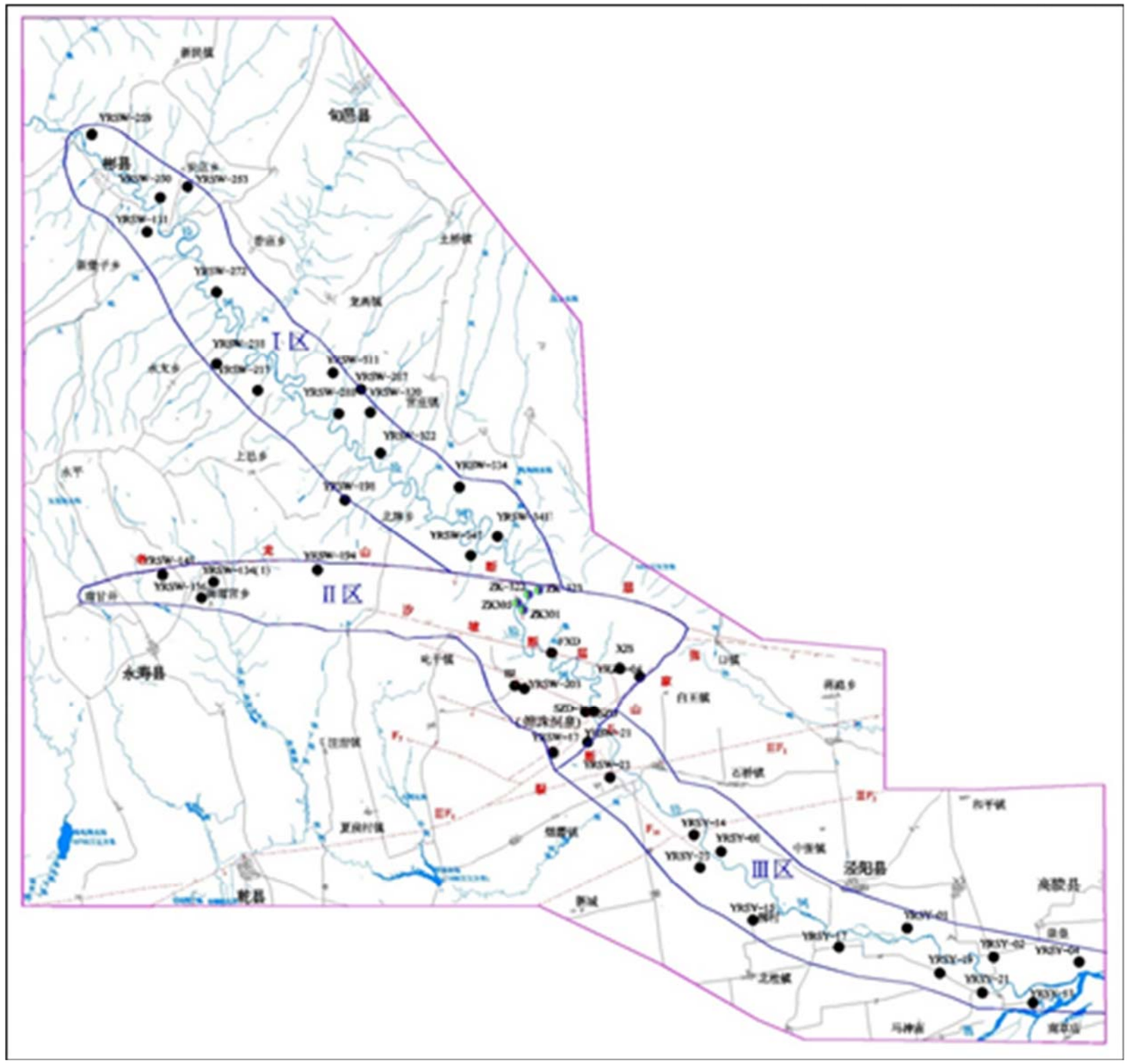


图 4.14-30 地下水现状动态点平面分布图

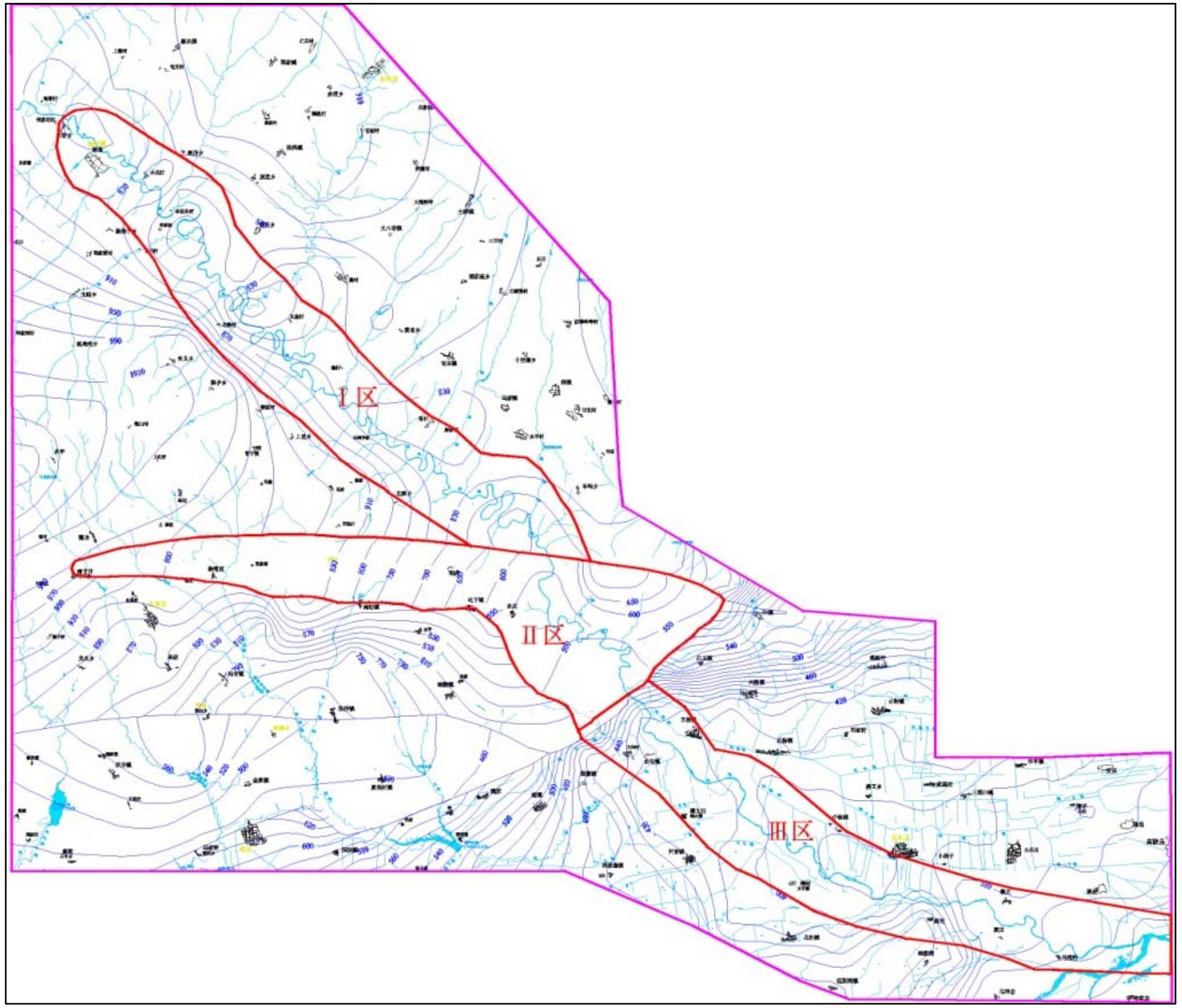


图 4.14-31 调查评价区地下水流场图

（2）地下水位监测

本次地下水位调查点在评价区内共计 112 个，其中分布在I区范围内的有 16 个，II区范围的地下水位调查点 18 个，III区范围内的地下水位调查点 12 个，其余分布在评价区的周边。

1）I区水位调查结果

I区为III级评价区，地下水位进行了一期监测。

根据地下水位调查结果，残塬、梁峁地段由于沟谷切割较深，松散层地下水大部分被疏干，仅塬中心地带分布有黄土层孔隙潜水，水位埋深 40m～110m，富水性受地形、地貌、岩性控制明显，水量贫乏。

调查区内松散层地下水，除河谷漫滩及一级阶地孔隙潜水以大气蒸发和以地下水径流补给地表水的方式排泄外，黄土峁梁、塬，河谷高阶地的地下水均以泉水的形式排向沟谷，部分下渗补给基岩裂隙含水层或岩溶含水层，另外，人工开采也是一种排泄方式。

黄土台塬区下伏基岩裂隙水则可接受沟谷地表水渗入和上覆松散层地下水下渗补给，而基岩裸露的山区，主要靠大气降水入渗补给。基岩裂隙水径流方向与地表水流向相一致，即由分水岭向河谷方向运动，总的径流方向为自北向南，局部受岩层产状控制，地下水顺岩层倾斜方向径流，最终排泄到附近沟谷和泾河中。

2）II区水位调查结果

II区为II级评价区，地下水位进行了长期监测，监测点共计 18 个。

在 II 区，除进行了地下水统测外，还对坝址区以及分布在左岸钻天岭分水岭处以及山前断裂带处的钻孔进行了地下水长期观测，观测方式采用自动地下水位计，观测频率为 1 次/天，大部分取得了较为连续的长观资料，不同位置的长观孔观测数据如图 4.14-32～图 4.14-38 所示。

①山前张家山断裂带附近 YRZK02 钻孔观测数据

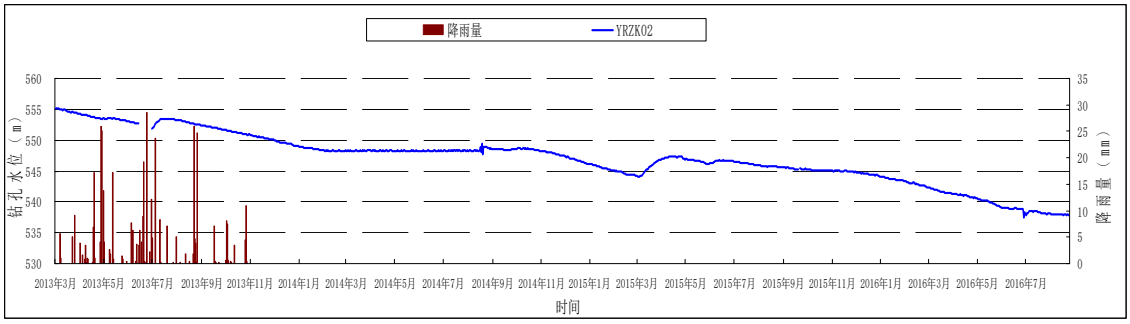


图 4.14-32 工程区外围 YRZK02 钻孔地下水位动态曲线

②钻天岭 YRZK01 钻孔观测数据

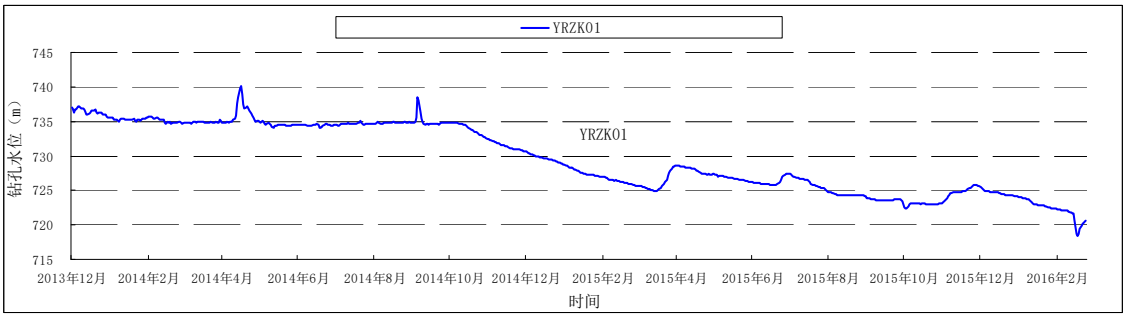


图 4.14-33 工程区钻天岭处 YRZK01 钻孔地下水位动态曲线

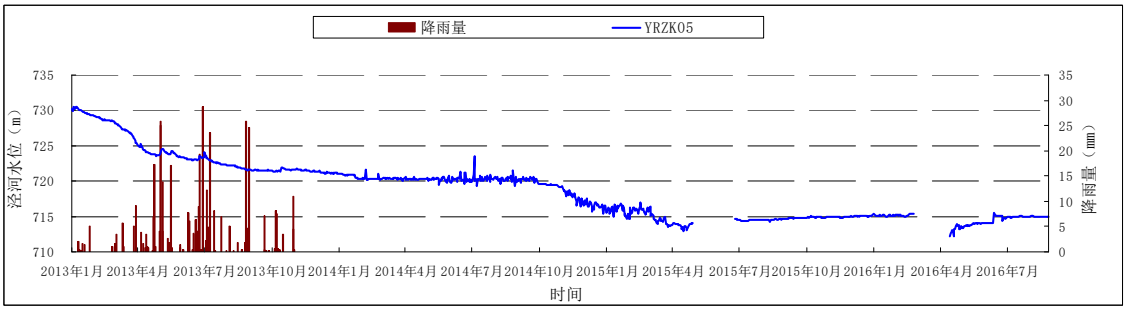


图 4.14-34 工程区钻天岭处 YRZK05 钻孔地下水位动态曲线

③库坝区钻孔地下水位长观数据

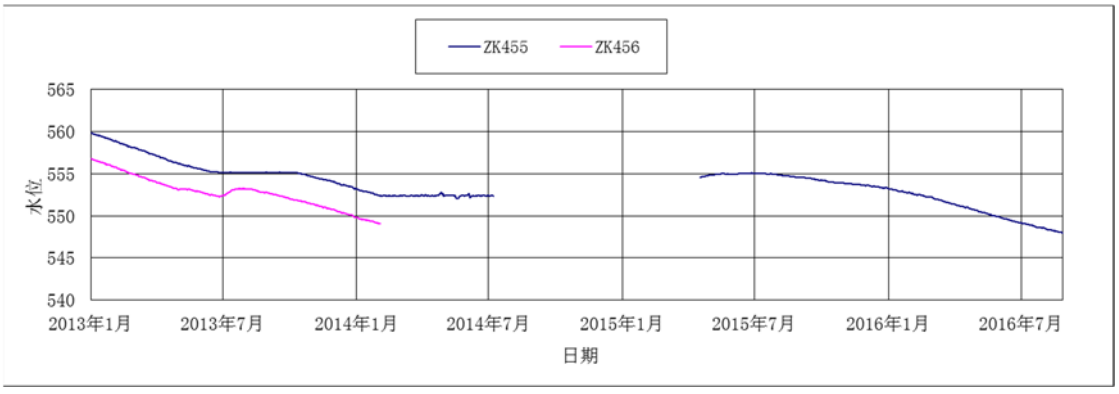


图 4.14-35 库坝区右岸 ZK455、ZK456 钻孔地下水位动态曲线

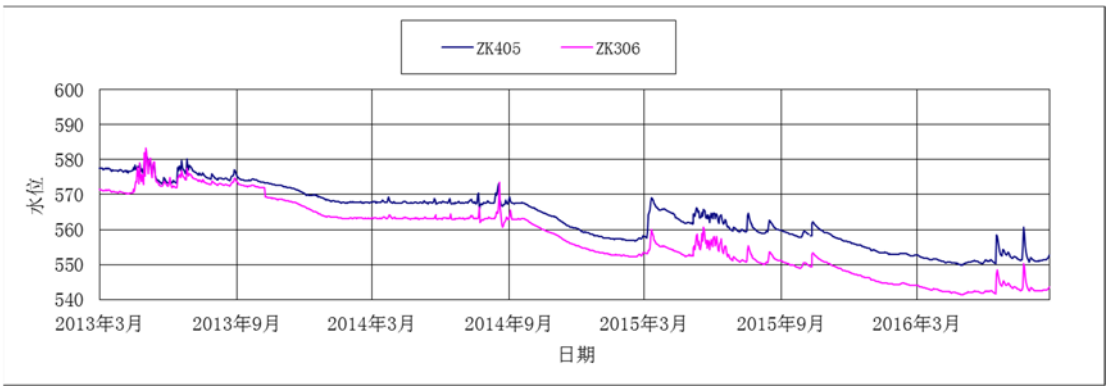


图.14-36 库坝区左右坝肩钻孔地下水位动态曲线

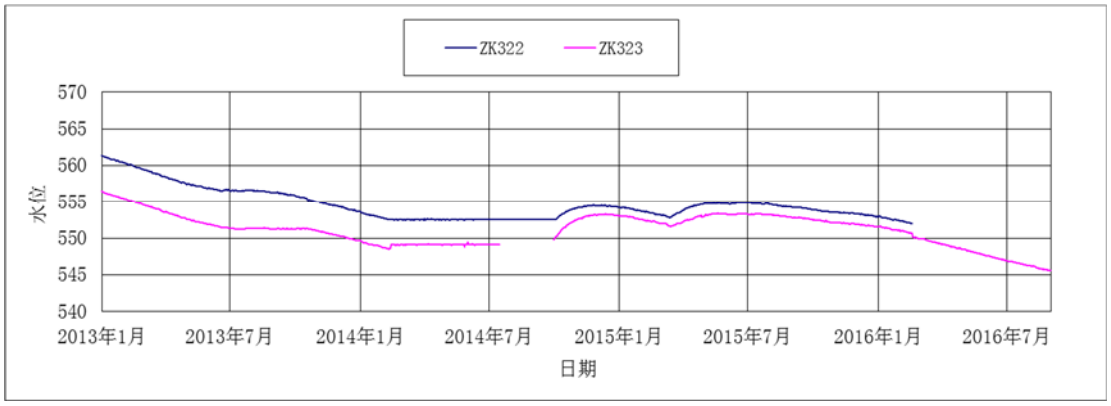


图 4.14-37 库坝区左岸 ZK322、ZK323 钻孔地下水位动态曲线

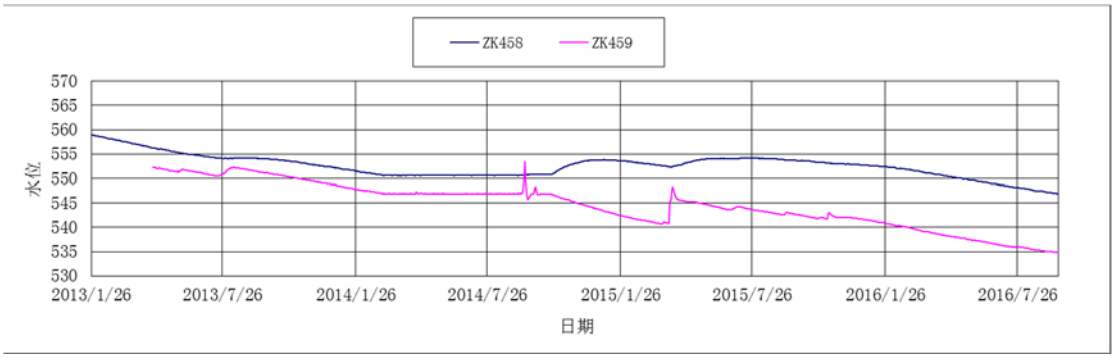


图 4.14-38 库坝区左岸 ZK458、ZK459 钻孔地下水位动态曲线

3）III区水位调查结果

III区为II级评价区，地下水位进行了一期监测。

从长期观测井的水位动态变化曲线看，评价区内地下水动态类型主要分为降水入渗型和降雨入渗与河流补给复合型两种类型。

评价区地下水位主要受两个方面的影响，一方面是河水补给；另一方面是大气降水，主要表现为在雨季水位持续升高。灰岩裂隙水水位变幅较大，主要是受该区下垫面的和构造的影响，有便于入渗的通道，长期降雨或者是大雨过后水位明显有所抬升。

（3）地下水质监测

对I区、II区和III区按照不同类别等级进行了枯水期、丰水期和平水期监测，枯水期监测时间为 2013 年 1 月～4 月，共取 112 组地下水样，包括 4 组钻孔水样、108 组泉水及井水样，其中评价区范围内共取水样 46 组，I区 16 组地下水样，II区 18 组地下水样，III区 12 组地下水样。丰水期监测时间为 2013 年 7 月，共取水样 32 组，包括 3 组钻孔水样和 29 组泉水及井水水样，其中评价区范围内共取水样 13 组，均分布在II区。平水期监测时间为 2013 年 11 月，共取地下水样 24 组，包括 3 组钻孔水样和 21 组泉水及井水水样，评价区范围内取 16 组水样，均分布在II区。

根据区域地下水水质情况和现状地下水污染源，地下水监测项目：pH 值、溶解性总固体、总硬度、总碱度、总酸度、高锰酸盐指数、硝酸根、亚硝酸根、氨氮、硫酸根、碳酸根、重碳酸根、氢氧根、磷酸根、硅酸、游离二氧化碳、氯离子、氟离子、溴离子、碘离子、钾、钠、钙、镁、铝、铜、银、二价铁、三价铁、锰、铅、锌、砷、硒、镉、锶、钼、钴、镍、钡、六价铬、汞、总磷、石油类、挥发性酚类和氰化物共 50 项。

1）I区水质监测

I区为三级评价区，根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），评价等级为三级的建设项目，应掌握近三年内至少一期的水质监测资料，因此对I区地下水质进行了枯水期一期监测，共取 16 组地下水样，水样分布位置见表 4.14-9 和图 4.14-39，地下水质监测结果如表 4.14-10 所示。

表 4.14-9Ⅰ区地下水质监测点统计表

室外编号	地点	X-坐标	Y-坐标	取样类型	取水时期
YRSW-217	八寨村东沟	247263	3865336	基岩泉水	枯水期

室外编号	地点	X-坐标	Y-坐标	取样类型	取水时期
YRSW-218	下芦堡村西沟	243544	3867525	基岩泉水	枯水期
YRSW-250	炭店乡乌苏村	238457	3881153	基岩泉水	枯水期
YRSW-253	炭店乡炭店村	241116	3882415	覆盖层泉水	枯水期
YRSW-259	彬县北芋头村	232260	3886880	基岩泉水	枯水期
YRSW-272	香庙镇康宁村	243541	3873436	基岩泉水	枯水期
YRSW-288	胡家庙乡御泉村	254572	3863445	基岩泉水	枯水期
YRSW-320	官庄镇申阳村	257434	3863554	基岩泉水	枯水期
YRSW-322	官庄镇南庄子村	258354	3860203	基岩泉水	枯水期
YRSW-334	马家镇温塘村	265469	3857405	覆盖层泉水	枯水期
YRSW-341	马家镇李木庄村	268912	3853321	基岩泉水	枯水期
YRSW-347	叱干镇湾里村	266500	3851741	基岩泉水	枯水期
YRSW-131	尹家坡	237260	3878383	基岩井水	枯水期
YRSW-198	大牌村	255141	3856367	基岩井水	枯水期
YRSW-287	胡家庙乡乡里村	256593	3865423	覆盖层井水	枯水期
YRSW-311	彬县龙高镇南村	254060	3866786	覆盖层井水	枯水期

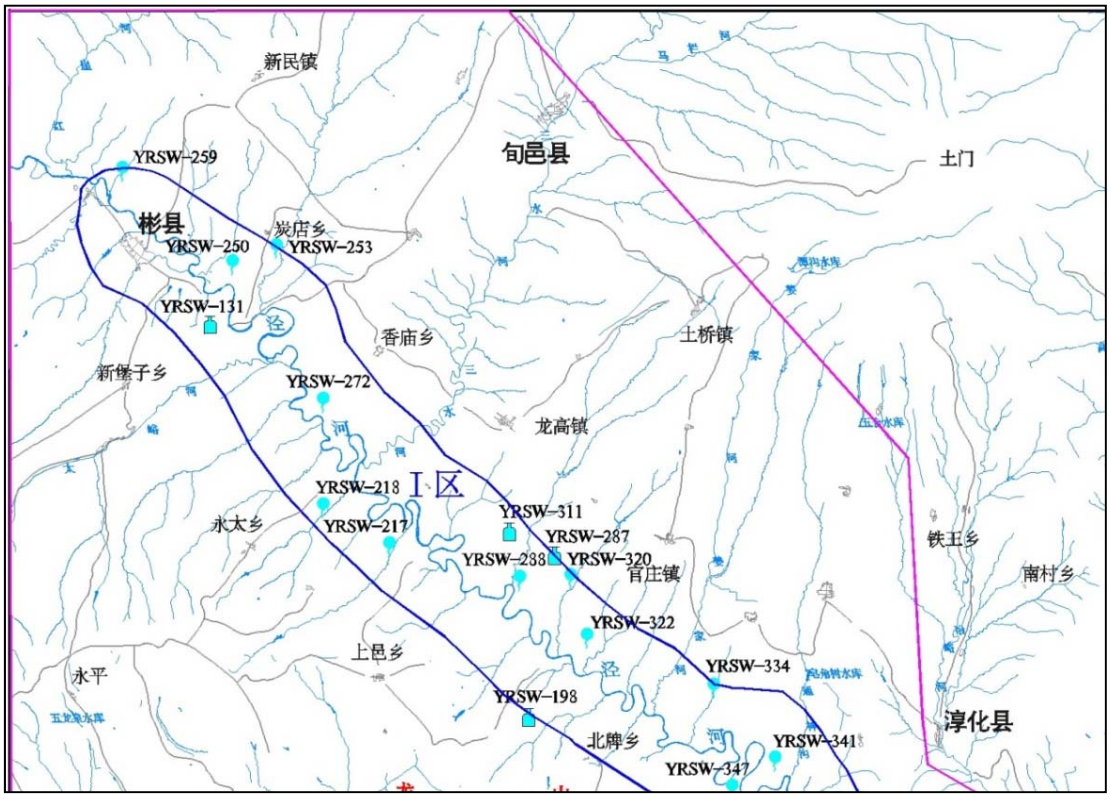


图 4.14-39 I区地下水监测点分布图

表 4.14-10 Ⅰ区地下水质监测结果

室外编号	YRSW-131	YRSW-198	YRSW-217	YRSW-218	YRSW-250	YRSW-253	YRSW-259	YRSW-272
K	0.38	0.89	1.03	1.15	1.32	1.11	1.45	1.06
Na	29.78	51.23	35.29	55.9	72.95	91.73	143.6	59.23
Ca^{2+}	45.29	32.67	42.48	35.07	25.05	22.44	37.47	30.06
Mg^{2+}	24.42	22.96	31.83	27.34	19.68	25.76	40.95	24.3
Fe^{3+}	0.01	0.08	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fe^{2+}	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Al^{3+}	0.02	0.05	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02
NH_4^+	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cl^-	7.44	7.44	9.93	9.93	9.93	21.62	60.97	9.93
SO_4^{2-}	6.24	24.02	36.02	24.02	36.02	48.03	167.62	17.77
HCO_3^-	299	307.54	313.64	325.24	292.9	322.19	349.03	301.44
CO_3^{2-}	0	0	0	0	0	0	0	0
OH^-	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_3^-	16.88	0	12.43	7.91	12.09	11.01	8.34	18.6
NO_2^-	<0.004	0.032	<0.004	0.004	<0.004	<0.004	0.008	0.012
F^-	0.3	0.3	0.36	0.5	0.5	0.64	0.5	0.5
I^-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.2	<0.05
PO_4^{3-}	<0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Sr	0.58	0.83	0.65	0.6	0.79	0.75	1.02	0.63
Zn	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cu	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cd	<0.001	0.001	0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001
Mo	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001
Se	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002
Hg	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Mn	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
As	<0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.004	0.008	0.003
Ag	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Co	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ni	<0.001	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cr^{6+}	0.01	<0.001	0.032	0.036	0.052	0.048	0.072	0.048
Ba	0.09	0.15	0.16	0.14	0.16	0.07	0.04	0.22
总硬度	213.5	176	237	200	143.5	162	262	175
永久硬度	0	0	0	0	0	0	0	0
暂时硬度	213.5	176	237	200	143.5	162	262	175
负硬度	31.5	76	20	66.5	96.5	102	24	72
总碱度	245	252	257	266.5	240	264	286	247
总酸度	7.9	7.9	5.2	5.2	5.2	2.6	7.9	7.9
H_2SiO_3	22.1	20.8	27.3	23.4	16.9	19.5	19.5	22.1
游离 CO_2	6.93	6.93	4.62	4.62	4.62	2.31	6.93	6.93
COD_{Mn}	0.17	0.09	0	0.43	0	0	0.46	0.38
石油类	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
氰化物	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
酚类	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
溶解总固体	297.27	309.46	347.26	342.5	337.02	398.47	650.68	329.21
矿化度	446.77	463.23	504.08	505.13	483.47	559.56	825.18	479.93
pH 值	7.9	7.9	8.1	8.2	7.9	8.1	7.9	7.7

续表 4.14-10 Ⅰ区地下水质监测结果

室外编号	YRSW-287	YRSW-288	YRSW-311	YRSW-320	YRSW-322	YRSW-334	YRSW-341	YRSW-347
K	0.96	1.7	0.37	1.05	1.08	0.75	1.88	1.13
Na	55.74	63.24	54.46	100.3	62.72	61.52	180.2	106.9
Ca^{2+}	30.06	32.46	27.45	30.06	32.46	32.46	50.1	45.09
Mg^{2+}	18.22	27.34	18.22	25.76	21.26	19.68	54.55	43.98
Fe^{3+}	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	<0.01
Fe^{2+}	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Al^{3+}	0.02	0.03	0.02	0.02	<0.01	0.03	0.03	0.02
NH_4^+	<0.02	0.04	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04
Cl^-	6.03	15.6	6.03	31.55	17.72	9.93	108.48	68.77
SO_4^{2-}	17.77	48.03	24.02	60.04	24.02	5.76	263.68	125.84
HCO_3^-	289.84	289.84	283.74	342.93	289.84	301.44	349.03	340.49
CO_3^{2-}	0	0	0	0	0	0	0	0
OH^-	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_3^-	11.63	21.6	10.08	12.65	14.99	16.86	15.14	10.49
NO_2^-	0.004	0.004	<0.004	0.004	0.004	0.008	<0.004	0.044
F^-	0.64	0.6	0.64	0.76	0.7	0.56	0.7	0.6
I^-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PO_4^{3-}	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Sr	0.56	0.69	0.23	0.62	0.72	0.46	1.26	0.62
Zn	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.008	0.01	<0.005
Cu	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cd	0.001	0.001	0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.001
Mo	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001
Se	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.0006
Hg	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Mn	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
As	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002
Ag	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Co	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ni	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cr^{6+}	0.036	0.036	0.026	0.052	0.04	0.026	0.1	0.032
Ba	0.23	0.12	0.15	0.07	0.14	0.16	0.03	0.03
总硬度	150	193.5	143.5	181	168.5	162	349.5	293.5
永久硬度	0	0	0	0	0	0	63.5	14.5
暂时硬度	150	193.5	143.5	181	168.5	162	286	293.5
负硬度	87.5	44	89	100	69	85	0	0
总碱度	237.5	237.5	232.5	281	237.5	247	286	293.5
总酸度	5.2	5.3	5.2	2.6	5.2	7.9	2.6	2.6
H_2SiO_3	18.2	16.9	23.4	16.9	18.2	19.5	16.9	15.6
游离 CO_2	4.62	4.62	4.62	2.31	4.62	6.93	2.31	2.31
COD_{Mn}	0.38	0.31	0	0.38	0.38	0	0	1.23
石油类	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
氰化物	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
酚类	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
溶解总固体	299.99	368.56	301.15	304.64	333.9	313.3	862.28	585.15
矿化度	444.91	513.48	443.03	618.12	478.82	464.02	1036.79	755.39
pH 值	7.9	7.9	7.9	8.1	7.9	7.9	7.9	8.1

2）II区水质监测

II区为二级评价区，根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），评价等级为二级的建设项目，应掌握至少一期的水质监测资料，本次监测对II区地下水质进行了枯水期、丰水期和平水期三期监测，枯水期共取 18 组地下水样，丰水期共取 13 组地下水样，平水期共取 16 组地下水样，水样分布位置见表 4.14-11 和图 4.14-40，地下水质监测结果如表 4.14-12～表 4.14-14 所示。

表 4.14-11 Ⅱ区地下水监测点统计表

室外编号	地点	X-坐标	Y-坐标	取样类型	取水时期
FXD	风箱道泉	273846	3843868	基岩泉水	枯水期
XJS	徐家山泉水	280010	3842780	基岩泉水	
SZD	筛珠洞主泉	277620	3838649	基岩泉水	
SZD-1	筛珠洞泉桥下	277615	3838644	基岩泉水	
BJ	比干镇白井村	270777	3841057	基岩井水	
YRSW-09	张宏村	282782	3842545	基岩井水	
YRSW-134(1)	滚村	243270	3849602	基岩井水	
YRSW-136	御驾宫	242171	3848300	基岩井水	
YRSW-148	翟家山	238666	3850173	基岩井水	
YRSW-17	上高坡村	273929	3835571	基岩井水	
YRSW-194	坡头村	252656	3850550	覆盖层井水	
YRSW-203	千家村	270826	3841017	基岩井水	
YRSW-21	王家坪村	277057	3836392	基岩井水	
YRZK-04	淙沟村	281771	3841826	基岩井水	
ZK301	东庄水库左岸	271213	3847553	基岩钻孔水	
ZK305	东庄水库右岸	271087	3847661	基岩钻孔水	
ZK-322	泾河河床	271738	3848642	基岩钻孔水	
ZK-323	左岸山坡	272658	3849022	基岩钻孔水	
YRF-01	筛珠洞主泉	277620	3838649	基岩泉水	丰水期
YRF-12	徐家山泉	280010	3842780	基岩泉水	
YRF-09	百井村	270777	3841057	基岩井水	
YRF-16	王家坪村	277057	3836392	基岩井水	
YRF-17	上高坡村	273929	3835571	基岩井水	
YRF-21	翟家山村	238666	3850173	基岩井水	
YRF-22	御驾宫村	242171	3848300	基岩井水	
YRF-23	滚村井	243270	3849602	基岩井水	
YRF-25	北坊村民井	254390	3845909	基岩井水	
YRF-06	ZK323	272658	3849022	基岩钻孔水	

室外编号	地点	X-坐标	Y-坐标	取样类型	取水时期
YRF-07	ZK322	271738	3848642	基岩钻孔水	
YRF-08	ZK301	271213	3847553	基岩钻孔水	
YRF-11	张宏村	282782	3842545	覆盖层井水	
YRP-ZK301	ZK301	271213	3847553	钻孔水	平水期
YRP-ZK322	泾河河床	271738	3848642	钻孔水	
YRP-ZK305	坝址右岸	271087	3847661	钻孔水	
YRP-ZK04	淙沟村	281823	3841781	基岩井水	
YRP-134(1)	滚村	243270	3849602	基岩井水	
YRP-136	御驾宫	242171	3848300	基岩井水	
YRP-182	北坊村	254390	3845909	基岩井水	
YRP-BJ	百井村	270777	3841057	基岩井水	
YRP-XJS	徐家山	280010	3842780	基岩泉水	
YRP-21	王家坪	277057	3836392	基岩井水	
YRP-17	上高坡村	273929	3835571	基岩井水	
YRP-SZD	筛珠洞主泉	277620	3838649	基岩泉水	
YRP-FXD	风箱道	273846	3843868	基岩泉水	
YRP-SZD-1	筛珠洞桥下	277615	3838644	基岩泉水	
YRP-148	翟家山	238666	3850173	基岩井水	
YRP-09	张宏村	282782	3842545	覆盖层井水	

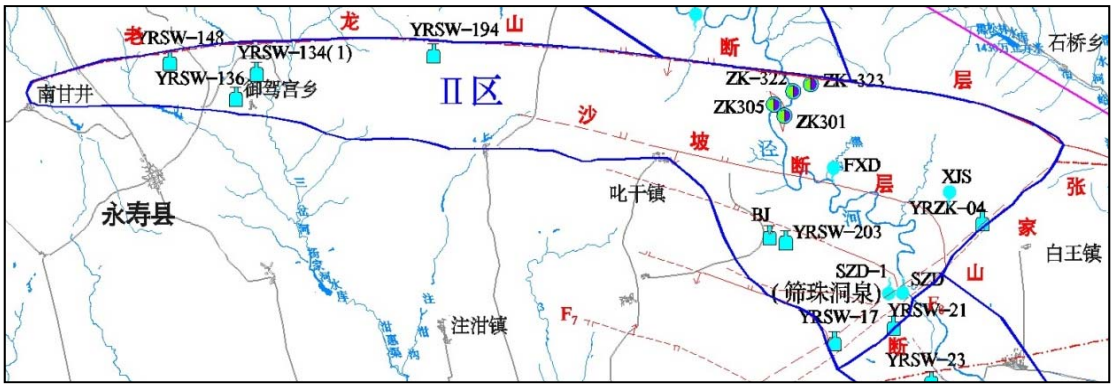


图 4.14-40 Ⅱ区枯水期地下水监测点分布图

表 4.14-12 Ⅱ区枯水期地下水质监测结果

室外编号	ZK301	ZK305	ZK322	ZK323	BJ	FXD	XJS	SZD	SZD-1
K	5.04	2.49	6.6	15.6	1.63	1.41	0.43	3.17	3.04
Na	65.06	46.17	138.5	130.9	41.34	30.46	4.6	55.6	52.95
Ca^{2+}	140.08	159.92	50.9	35.07	57.51	85.57	154.91	57.51	54.91
Mg^{2+}	27.34	15.19	39.4	12.15	24.3	16.77	21.26	31.83	25.76
Fe^{3+}	0.02	0.14	0.03	0.03	0.01	0	<0.01	<0.01	<0.01
Fe^{2+}	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Al^{3+}	0.07	0.06	0.09	1.24	0.04	0.05	0.05	0.04	0.03
NH_4^+	<0.02	<0.02	/ /	1	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cl^-	74.8	56.01	68.77	83.66	11.34	22.33	9.22	39.35	31.55
SO_4^{2-}	215.65	173.87	193.73	191.64	41.79	42.27	203.65	77.81	48.03
HCO_3^-	325.24	369.78	355.14	0	316.69	307.54	248.35	334.39	331.34
CO_3^{2-}	0	0	0	43.51	0	0	0	0	0
OH^-	0	0	0	16.5	0	0	0	0	0
NO_3^-	31.1	17.82	31.14	5.58	9.92	5.73	99.65	11.28	10.68
NO_2^-	0.008	0.028	/ /	0.18	0.004	0.004	<0.002	0.004	<0.002
F^-	0.3	0.3	/ /	1	0.36	0.16	0.14	0.5	0.56
Br^-	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
I^-	<0.05	<0.05	/ /	/ /	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PO_4^{3-}	<0.01	<0.01	/ /	/ /	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
Sr	0.7	0.35	1.46	0.34	0.87	0.86	0.28	0.81	0.82
Zn	1.32	1.75	0.96	0.007	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cu	<0.005	<0.005	0.12	0.047	0.008	<0.005	<0.005	0.007	0.008
Pb	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.007	<0.005	0.005	0.01	0.01
Cd	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Mo	0.007	0.002	0.012	0.032	0.003	0.001	0.001	0.003	0.004
Se	0.0003	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.0001	0.0004	0.0004	0.0007
Hg	0.0002	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0004	0.0001
Mn	0.01	0.03	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
As	0.001	0.001	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001
Ag	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Co	<0.001	<0.001	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ni	0.01	0.007	<0.005	<0.005	0.007	<0.005	<0.005	0.007	0.006
Cr^{6+}	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	0.006
Ba	0.06	0.08	0.1	0.03	0.09	0.05	0.03	0.09	0.09
总硬度	462	461.5	289	137.5	243	282.5	474	274.5	243
永久硬度	195.5	158.5	0	16.5	0	30.5	270.5	0.5	0
暂时硬度	266.5	303	289	121	243	252	203.5	274	243
负硬度	0	0	2	0	16	0	0	0	28.5
总碱度	266.5	303	291	121	259.5	252	203.5	274	271.5
总酸度	15.8	26.3	78.8	0	10.5	10.5	10.5	13.1	10.5
H_2SiO_3	13	14.3	13	13	14.3	10.4	9.1	14.3	15.6
游离 CO_2	13.87	23.11	69.33	0	9.24	9.24	9.24	11.55	9.24
COD_{Mn}	1.45	0.68	56.2	8.84	0.34	1.96	3.92	0.09	0.17
石油类	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
氰化物	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
酚类	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
溶解总固体	732.09	667.89	716.73	548.06	357.61	366.52	625.08	455.28	405.2
矿化度	894.71	852.78	894.3	548.06	515.95	520.29	749.26	622.48	570.88
pH 值	7.45	7.3	8.3	8.8	7.7	7.85	7.9	7.7	7.7

续表 4.14-12Ⅱ区枯水期地下水质监测结果

室外编号	YRSW-09	YRSW-134(1)	YRSW-136	YRSW-148	YRSW-17	YRSW-194	YRSW-203	YRSW-21	YRZK-04
K	1.44	0.82	1.13	0.59	2.74	0.77	0.56	2.74	10.7
Na	60.35	60.8	44.57	19.21	69.55	20.35	89.52	56.85	99.54
Ca^{2+}	74.95	30.26	27.66	47.9	50.1	80.56	25.25	52.91	25.25
Mg^{2+}	24.3	19.8	24.42	18.35	30.38	10.69	15.31	29.04	9.11
Fe^{3+}	<0.01	0.01	0.01	0.06	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.32
Fe^{2+}	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Al^{3+}	0.04	0.01	0.02	0.04	0.03	0.04	0.01	0.03	0.36
NH_4^+	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.6
Cl^-	35.45	11.34	5.67	5.67	41.12	7.44	11.34	35.45	41.12
SO_4^{2-}	101.82	12.01	6.24	6.24	60.04	12.01	36.02	24.02	96.54
HCO_3^-	325.24	310.59	289.84	263	337.44	301.44	313.64	334.39	171.47
CO_3^{2-}	0	0	0	0	0	0	0	0	20.4
OH^-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_3^-	1.56	8.11	11.03	4.41	10.09	10.17	9.45	9.79	1.39
NO_2^-	<0.002	<0.004	<0.004	<0.004	0.024	<0.004	0.008	<0.004	0.11
F^-	0.64	1	0.84	0.3	0.6	0.2	1.16	0.5	QU
Br^-	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
I^-	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PO_4^{3-}	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.08	0.02	<0.01	<0.01
Sr	0.65	0.62	0.75	0.54	0.82	0.45	0.85	0.93	0.43
Zn	<0.005	<0.005	0.021	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.26
Cu	<0.005	<0.005	0.007	<0.005	<0.005	0.006	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.006	<0.005	<0.005	<0.005	0.02
Cd	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001
Mo	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	<0.001	0.003	0.002	0.015
Se	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0036	0.0003	0.0001
Hg	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Mn	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04
As	0.001	0.002	0.003	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	<0.001
Ag	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Co	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ni	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cr^{6+}	0.008	0.02	0.016	0.004	0.006	0.02	0.004	0.006	<0.001
Ba	0.04	0.12	0.18	0.1	0.08	0.05	0.08	0.12	0.02
总硬度	287	209.5	169.5	195	250	245	126	251.5	100.5
永久硬度	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0
暂时硬度	287	209.5	169.5	195	250	245	126	251.5	100.5
负硬度	0	45	68	20.5	26.5	2	131	22.5	74
总碱度	287	254.5	237.5	215.5	276.5	247	257	274	174.5
总酸度	10.5	5.2	5.2	7.9	10.5	7.9	5.2	13.1	0
H_2SiO_3	14.3	14.3	19.5	19.5	14.3	26	14.3	18.2	5.2
游离CO_2	9.24	4.62	4.62	6.93	9.24	6.93	4.62	11.55	0
COD_{Mn}	0.51	0.34	0.43	0.34	0.51	0.09	0.26	0.6	3.06
石油类	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
氰化物	0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
酚类	0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	0.002	0.002
溶解总固体	474.19	310.5	281.54	249.34	444.41	313.03	356.49	392.53	397.1
矿化度	636.81	465.79	426.45	380.84	613.13	463.77	513.3	559.72	482.83
pH 值	7.7	7.9	7.9	7.7	7.7	7.7	7.9	7.7	8.6

表 4.14-13 Ⅱ区丰水期地下水质监测结果

室外编号	YRF-01	YRF-06	YRF-07	YRF-08	YRF-09	YRF-11	YRF-12
K	2.41	14.66		12.14	1.35	1.36	0.41
Na	66.25	137.08	116.61	104.8	38.18	64.64	4.78
Ca^{2+}	57.72	35.07	80.36	130.66	57.72	72.95	125.65
Mg^{2+}	127.46	4.62	30.5	33.53	24.42	25.88	15.19
Fe^{3+}	<0.01	0.3	0.54	0.16	<0.01	<0.01	<0.01
Fe^{2+}	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Al^{3+}	0.03	0	0	0.06	0.03	0.03	0.05
NH_4^+	<0.02	1.3	<0.02	0.16	<0.02	<0.02	<0.02
Cl^-	36.51	93.23	67.71	100.32	14.53	31.2	9.22
SO_4^{2-}	84.05	126.32	156.58	192.6	24.02	102.3	156.58
HCO_3^-	335.61	0	374.66	377.1	323.41	329.51	194.62
CO_3^{2-}	0	35.41	0	0	0	0	0
OH^-	0	26.71	0	0	0	0	0
NO_3^-	10.22	26.17	16.88	37.22	10.45	16.88	83.13
NO_2^-	0.004	0.048	0.008	2.8	<0.004	0.004	0.012
F^-	0.5	1.2	0.8	0.36	0.44	0.7	0.24
Br^-	0.16	<0.04	<0.04	0.04	0.04	0.16	0.04
I^-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PO_4^{3-}	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
Sr	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
Zn	<0.005	<0.005	<0.005	0.42	<0.005	<0.005	<0.005
Cu	<0.005	<0.005	<0.005	0.013	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.006	<0.005	<0.005
Cd	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Mo	0.002	0.027	0.008	0.002	0.002	0.002	0.001
Se	0.0008	<0.0001	0.0003	0.0005	0.0001	0.001	0.0005
Hg	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Mn	<0.01	<0.01	<0.01	0.181	<0.01	<0.01	<0.01
As	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	<0.001
Ag	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Co	0.001	<0.001	<0.001	0.006	0.001	0.001	0.002
Ni	<0.005	<0.005	<0.005	0.097	<0.005	<0.005	<0.005
Cr^{6+}	0.006	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	0.006	<0.001
Ba	0.07	0.01	0.01	0.08	0.08	0.04	0.03
总硬度	257	106.5	326	464	244.5	288.5	376
永久硬度	0	0	19	155	0	18.5	216.5
暂时硬度	257	106.5	307	309	244.5	270	159.5
负硬度	18	31	0	0	20.5	0	0
总碱度	275	137.5	307	309	265	271	159.5
总酸度	10.5	0	63	31.5	15.8	10.5	18.4
H_2SiO_3	19.5	19.5	13	23.4	15.6	14.3	9.1
游离 CO_2	9.24	0	55.46	27.73	13.87	9.24	16.18
COD_{Mn}	0.16	11.04	39.6	5.34	0.69	1.03	1.55
石油类	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
氰化物	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
酚类	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002
溶解总固体	468.12	517.08	667.32	821.41	344.88	491.85	499.62
矿化度	635.92	517.08	854.65	1009.95	506.59	656.61	596.95
pH 值	7.6	9.2	7.6	7.25	7.7	7.85	7.7

续表 4.14-13 Ⅱ区丰水期地下水质监测结果

室外编号	YRF-16	YRF-17	YRF-21	YRF-22	YRF-23	YRF-25
K	2.45	2.56	0.54	0.92	0.76	1.32
Na	58.44	75.42	40.59	49.94	46.6	96.27
Ca^{2+}	52.71	50.3	38.28	25.05	42.69	27.66
Mg^{2+}	27.46	30.5	17.01	25.88	22.84	24.42
Fe^{3+}	<0.01	<0.01	0	<0.01	<0.01	<0.01
Fe^{2+}	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Al^{3+}	0.02	0.03	0.07	0.02	0.02	0.02
NH_4^+	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cl^-	38.29	42.19	5.32	5.32	12.76	10.99
SO_4^{2-}	30.26	72.05	14.41	24.02	12.01	24.02
HCO_3^-	329.51	338.66	269.71	290.46	302.66	383.21
CO_3^{2-}	0	0	0	0	0	0
OH^-	0	0	0	0	0	0
NO_3^-	9.86	10.94	5.33	10.51	10.74	24.17
NO_2^-	<0.004	0.004	0.56	<0.004	<0.004	<0.004
F^-	0.5	0.6	0.3	0.84	0.64	0.7
Br^-	0.16	0.04	<0.04	0.04	<0.04	<0.04
I^-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PO_4^{3-}	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
Sr	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
Zn	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cu	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cd	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Mo	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002
Se	0.0004	0.0002	0.0003	0.0003	0.0001	0.0005
Hg	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Mn	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
As	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
Ag	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Co	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001
Ni	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cr^{6+}	0.004	0.006	0.006	0.016	0.012	0.024
Ba	0.06	0.06	0.09	0.16	0.07	0.09
总硬度	244.5	251	165.5	169	200.5	169.5
永久硬度	0	0	0	0	0	0
暂时硬度	244.5	251	165.5	169	200.5	169.5
负硬度	25.5	26.5	55.5	69	47.5	144.5
总碱度	270	277.5	221	238	248	314
总酸度	10.5	7.9	10.5	7.9	5.2	5.2
H_2SiO_3	15.6	15.6	26	23.4	15.6	16.9
游离 CO_2	9.24	6.93	9.24	6.93	4.62	4.62
COD_{Mn}	0.34	0.6	0.95	0.17	0.6	0.43
石油类	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
氰化物	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
酚类	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
溶解总固体	396.6	465.95	277.26	305.77	312.39	414.17
矿化度	561.66	635.29	412.12	451	463.72	605.77
pH 值	7.9	7.9	7.5	8.1	8.1	8.1

表 4.14-14Ⅱ区平水期地下水质监测结果

室外编号	YRP-ZK301	YRP-ZK322	YRP-ZK305	YRP-ZK04	YRP-134	YRP-136	YRP-182	YRP-BJ
K	14.31	0	3.3	4.63	1.04	1.06	1.72	1.59
Na	120.6	67.5	55.6	108.5	44.06	48.44	100.8	33.14
Ca^{2+}	77.96	75.35	168.34	35.07	40.28	22.65	27.66	55.31
Mg^{2+}	44.23	45.68	12.15	48.72	33.53	28.92	25.88	25.88
Fe^{3+}	0.45	0.2	0.08	0.58	<0.01	0.01	0.01	0.01
Fe^{2+}	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Al^{3+}	0.11	<0.01	0.09	0.35	0.03	0.02	0.02	0.04
NH_4^+	0.04	<0.02	0.3	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cl^-	76.57	56.72	65.94	43.96	10.99	7.44	12.76	12.76
SO_4^{2-}	180.59	144.57	150.33	126.32	60.04	24.02	36.02	30.26
HCO_3^-	346.59	314.86	355.14	369.78	303.88	286.18	378.32	314.86
CO_3^{2-}	0	0	0	0	0	0	0	0
OH^-	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_3^-	60.21	20.92	49.93	18.3	10.08	10.97	21.92	19.96
NO_2^-	0.14	0.28	0.032	0.032	<0.004	<0.004	0.004	<0.004
F^-	0.7	/ /	0.16	1.3	0.7	0.9	0.64	0.32
Br^-	0.04	/ /	0.04	0.08	0.04	<0.04	0.04	<0.04
I^-	<0.05	/ /	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PO_4^{3-}	<0.01	/ /	<0.01	<0.01	0.02	0.04	0.02	0.01
Sr	0.72	/ /	0.4	1.37	0.68	0.82	1.03	0.78
Zn	0.98	/ /	1.96	1.68	0.22	<0.005	<0.005	0.0225
Cu	<0.005	/ /	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	0.007	/ /	0.007	0.015	0.009	0.006	0.006	<0.005
Cd	<0.001	/ /	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Mo	0.001	0.007	0.001	0.009	0.003	0.003	0.003	0.003
Se	0.0008	<0.0001	0.0002	0.0013	0.0002	<0.0001	0.0002	0.0003
Hg	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Mn	0.09	/ /	0.04	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
As	0.002	/ /	<0.001	<0.001	0.001	0.003	0.001	0.001
Ag	<0.005	/ /	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Co	<0.001	/ /	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ni	0.097	</ /	0.013	<0.010	0.006	0.007	0.006	0.005
Cr^{6+}	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.012	0.02	0.024	0.004
Ba	0.06	/ /	0.11	0.05	0.12	0.21	0.14	0.11
总硬度	376.5	376	470	288	238.5	175.5	175.5	244.5
永久硬度	92.5	118	179	0	0	0	0	0
暂时硬度	284	258	291	288	238.5	175.5	175.5	244.5
负硬度	0	0	0	15	10.5	59	87.5	13.5
总碱度	284	258	291	303	249	234.5	310	258
总酸度	15.8	52.5	21	10.5	7.9	5.2	5.2	10.5
H_2SiO_3	28.6	/ /	13	19.5	23.4	26	18.2	14.3
游离 CO_2	13.87	46.22	18.49	9.24	6.93	4.62	4.62	9.24
COD_{Mn}	3.47	3.18	1.71	1.06	0.53	0.6	1.21	0.31
石油类	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
氰化物	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
酚类	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
溶解总固体	771.25	576.15	693.86	587.73	370.75	307.56	430.66	347.71
矿化度	944.54	733.58	871.43	772.62	522.69	450.65	619.81	505.14
pH 值	7.45	7.5	7.2	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9

续表 4.14-14 Ⅱ区平水期地下水质监测结果

室外编号	YRP-21	YRP-17	YRP-148	YRP-XJS	YRP-SZD	YRP-FXD	YRP-SZD-1	YRP-09
K	2.98	3.18	0.59	0.63	2.58	1.46	2.62	1.43
Na	61.5	57.28	24.9	5.34	58.57	29.22	55.99	60.65
Ca^{2+}	60.32	50.3	47.7	175.75	70.34	92.99	52.71	72.95
Mg^{2+}	27.46	30.5	18.22	21.26	21.26	12.15	27.46	27.46
Fe^{3+}	<0.01	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01
Fe^{2+}	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Al^{3+}	0.05	0.06	0.03	0.07	0.03	0.07	0.04	0.04
NH_4^+	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cl^-	36.51	40.06	5.32	9.22	36.51	23.75	32.97	38.29
SO_4^{2-}	48.03	42.27	12.01	216.62	66.28	66.28	42.27	96.54
HCO_3^-	343.54	338.05	269.1	234.93	332.56	303.88	335	326.46
CO_3^{2-}	0	0	0	0	0	0	0	0
OH^-	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_3^-	7.79	10.22	4.89	139.28	10.3	5.54	10.17	17.26
NO_2^-	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
F^-	0.46	0.56	0.3	0.24	0.4	0.16	0.32	0.6
Br^-	0.04	0.04	0.04	<0.04	0.04	0.04	<0.04	0.04
I^-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PO_4^{3-}	<0.01	<0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.02
Sr	0.81	1	0.55	0.47	0.83	0.83	0.93	0.77
Zn	<0.005	0.077	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cu	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	<0.005	0.009	0.006	0.007	0.008	0.005	<0.005	0.006
Cd	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Mo	0.003	0.002	<0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
Se	0.0006	0.0006	0.0002	0.0009	0.0003	<0.0001	0.0004	0.001
Hg	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Mn	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
As	0.001	0.001	0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.001	0.001
Ag	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Co	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ni	0.007	0.005	<0.005	0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005
Cr^{6+}	0.004	0.004	0.006	<0.001	0.006	<0.001	0.006	0.01
Ba	0.11	0.08	0.11	0.05	0.09	0.05	0.09	0.04
总硬度	263.5	251	194	526	263	282	244.5	295
永久硬度	0	0	0	333.5	0	33	0	27.5
暂时硬度	263.5	251	194	192.5	263	249	244.5	267.5
负硬度	18	26	26.5	0	9.5	0	30	0
总碱度	281.5	277	220.5	192.5	272.5	249	274.5	267.5
总酸度	10.5	13.1	7.9	10.5	15.8	15.8	18.4	15.8
H_2SiO_3	16.9	18.2	23.4	7.8	18.2	10.4	16.9	16.9
游离 CO_2	9.24	11.55	6.93	9.24	13.87	13.87	16.18	13.87
COD_{Mn}	0.47	0.39	0.08	1.71	0.08	0.31	0.16	0.16
石油类	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
氰化物	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
酚类	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
溶解总固体	429.91	417.51	266.59	691.89	446.6	391.63	405.07	491.5
矿化度	601.68	586.54	1401.15	809.36	612.88	543.57	572.56	654.74
pH 值	7.9	7.85	7.8	7.65	7.6	7.45	7.6	7.65

3）III区水质监测

III区为二级评价区，根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），评价等级为三级的建设项目，应掌握近三年内至少一期的水质监测资料，因此对

III区地下水质进行了枯水期一期监测，共取 12 组地下水样，水样分布位置见表 4.14-15 和图 4.14-41，地下水质监测结果如表 4.14-16 所示。

表 4.14-15 III区地下水监测点统计表

室外编号	地点	X-坐标	Y-坐标	取样类型	取水时期
YRSW-23	马家崖	279067	3833529	覆盖层井水	枯水期
YRSY-01	唐李村村南	305910	3821199	覆盖层井水	
YRSY-02	茹家村民井	313722	3818853	覆盖层井水	
YRSY-04	船张村	321446	3818462	覆盖层井水	
YRSY-08	刘排村南水井	289101	3827483	覆盖层井水	
YRSY-14	魏村村东	286653	3828808	覆盖层井水	
YRSY-15	太平镇柳村	291990	3821854	覆盖层井水	
YRSY-17	舒唐王村	299740	3819672	覆盖层井水	
YRSY-18	东营村北路南	317268	3815149	覆盖层井水	
YRSY-19	赵家堡子	308865	3817562	覆盖层井水	
YRSY-21	聂冯村	312705	3815963	覆盖层井水	
YRSY-23	西临泾	287195	3826169	覆盖层井水	

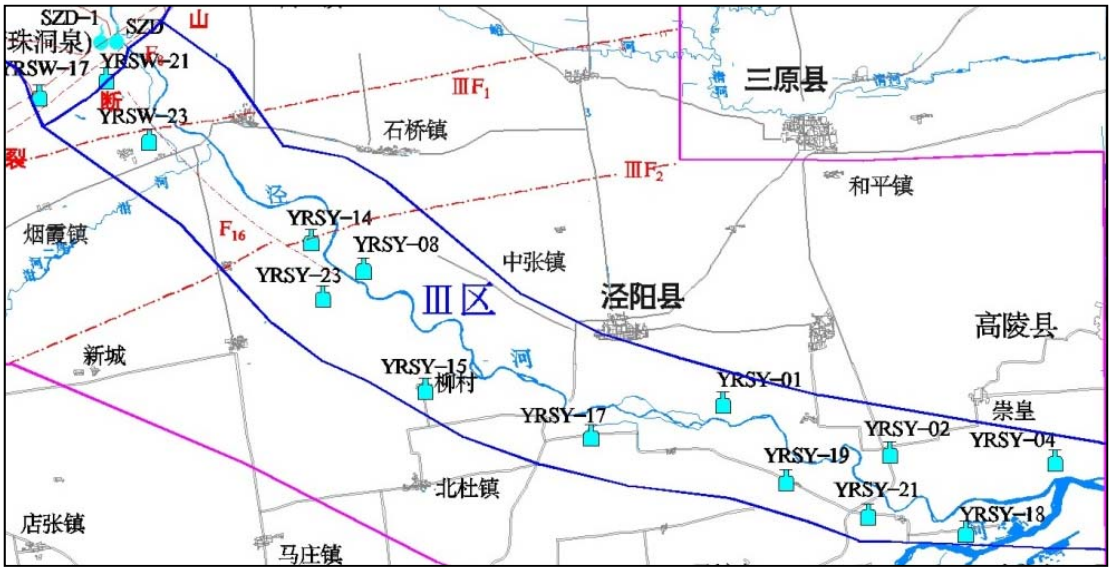


图 4.14-41 III区地下水监测点分布图

表 4.14-16 III区地下水质监测结果

室外编号	YRP-ZK301	YRP-ZK322	YRP-ZK305	YRP-ZK04	YRP-134	YRP-136	YRP-182	YRP-BJ
K	14.31	0	3.3	4.63	1.04	1.06	1.72	1.59
Na	120.6	67.5	55.6	108.5	44.06	48.44	100.8	33.14
Ca^{2+}	77.96	75.35	168.34	35.07	40.28	22.65	27.66	55.31
Mg^{2+}	44.23	45.68	12.15	48.72	33.53	28.92	25.88	25.88
Fe^{3+}	0.45	0.2	0.08	0.58	<0.01	0.01	0.01	0.01
Fe^{2+}	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Al^{3+}	0.11	<0.01	0.09	0.35	0.03	0.02	0.02	0.04
NH_4^+	0.04	<0.02	0.3	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cl^-	76.57	56.72	65.94	43.96	10.99	7.44	12.76	12.76
SO_4^{2-}	180.59	144.57	150.33	126.32	60.04	24.02	36.02	30.26
HCO_3^-	346.59	314.86	355.14	369.78	303.88	286.18	378.32	314.86
CO_3^{2-}	0	0	0	0	0	0	0	0
OH^-	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_3^-	60.21	20.92	49.93	18.3	10.08	10.97	21.92	19.96
NO_2^-	0.14	0.28	0.032	0.032	<0.004	<0.004	0.004	<0.004
F^-	0.7	/ /	0.16	1.3	0.7	0.9	0.64	0.32
Br^-	0.04	/ /	0.04	0.08	0.04	<0.04	0.04	<0.04
I^-	<0.05	/ /	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PO_4^{3-}	<0.01	/ /	<0.01	<0.01	0.02	0.04	0.02	0.01
Sr	0.72	/ /	0.4	1.37	0.68	0.82	1.03	0.78
Zn	0.98	/ /	1.96	1.68	0.22	<0.005	<0.005	0.0225
Cu	<0.005	/ /	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	0.007	/ /	0.007	0.015	0.009	0.006	0.006	<0.005
Cd	<0.001	/ /	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Mo	0.001	0.007	0.001	0.009	0.003	0.003	0.003	0.003
Se	0.0008	<0.0001	0.0002	0.0013	0.0002	<0.0001	0.0002	0.0003
Hg	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Mn	0.09	/ /	0.04	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
As	0.002	/ /	<0.001	<0.001	0.001	0.003	0.001	0.001
Ag	<0.005	/ /	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Co	<0.001	/ /	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ni	0.097	</ /	0.013	<0.010	0.006	0.007	0.006	0.005
Cr^{6+}	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.012	0.02	0.024	0.004
Ba	0.06	/ /	0.11	0.05	0.12	0.21	0.14	0.11
总硬度	376.5	376	470	288	238.5	175.5	175.5	244.5
永久硬度	92.5	118	179	0	0	0	0	0
暂时硬度	284	258	291	288	238.5	175.5	175.5	244.5
负硬度	0	0	0	15	10.5	59	87.5	13.5
总碱度	284	258	291	303	249	234.5	310	258
总酸度	15.8	52.5	21	10.5	7.9	5.2	5.2	10.5
H_2SiO_3	28.6	/ /	13	19.5	23.4	26	18.2	14.3
游离 CO_2	13.87	46.22	18.49	9.24	6.93	4.62	4.62	9.24
COD_{Mn}	3.47	3.18	1.71	1.06	0.53	0.6	1.21	0.31
石油类	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
氰化物	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
酚类	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
溶解总固体	771.25	576.15	693.86	587.73	370.75	307.56	430.66	347.71
矿化度	944.54	733.58	871.43	772.62	522.69	450.65	619.81	505.14
pH 值	7.45	7.5	7.2	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9

续表 4.14-16 Ⅲ区地下水质监测结果

室外编号	YRP-21	YRP-17	YRP-148	YRP-XJS	YRP-SZD	YRP-FXD	YRP-SZD-1	YRP-09
K	2.98	3.18	0.59	0.63	2.58	1.46	2.62	1.43
Na	61.5	57.28	24.9	5.34	58.57	29.22	55.99	60.65
Ca^{2+}	60.32	50.3	47.7	175.75	70.34	92.99	52.71	72.95
Mg^{2+}	27.46	30.5	18.22	21.26	21.26	12.15	27.46	27.46
Fe^{3+}	<0.01	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01
Fe^{2+}	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Al^{3+}	0.05	0.06	0.03	0.07	0.03	0.07	0.04	0.04
NH_4^+	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cl^-	36.51	40.06	5.32	9.22	36.51	23.75	32.97	38.29
SO_4^{2-}	48.03	42.27	12.01	216.62	66.28	66.28	42.27	96.54
HCO_3^-	343.54	338.05	269.1	234.93	332.56	303.88	335	326.46
CO_3^{2-}	0	0	0	0	0	0	0	0
OH^-	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_3^-	7.79	10.22	4.89	139.28	10.3	5.54	10.17	17.26
NO_2^-	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
F^-	0.46	0.56	0.3	0.24	0.4	0.16	0.32	0.6
Br^-	0.04	0.04	0.04	<0.04	0.04	0.04	<0.04	0.04
I^-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
PO_4^{3-}	<0.01	<0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.02
Sr	0.81	1	0.55	0.47	0.83	0.83	0.93	0.77
Zn	<0.005	0.077	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cu	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	<0.005	0.009	0.006	0.007	0.008	0.005	<0.005	0.006
Cd	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Mo	0.003	0.002	<0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
Se	0.0006	0.0006	0.0002	0.0009	0.0003	<0.0001	0.0004	0.001
Hg	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Mn	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
As	0.001	0.001	0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.001	0.001
Ag	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Co	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Ni	0.007	0.005	<0.005	0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005
Cr^{6+}	0.004	0.004	0.006	<0.001	0.006	<0.001	0.006	0.01
Ba	0.11	0.08	0.11	0.05	0.09	0.05	0.09	0.04
总硬度	263.5	251	194	526	263	282	244.5	295
永久硬度	0	0	0	333.5	0	33	0	27.5
暂时硬度	263.5	251	194	192.5	263	249	244.5	267.5
负硬度	18	26	26.5	0	9.5	0	30	0
总碱度	281.5	277	220.5	192.5	272.5	249	274.5	267.5
总酸度	10.5	13.1	7.9	10.5	15.8	15.8	18.4	15.8
H_2SiO_3	16.9	18.2	23.4	7.8	18.2	10.4	16.9	16.9
游离 CO_2	9.24	11.55	6.93	9.24	13.87	13.87	16.18	13.87
COD_{Mn}	0.47	0.39	0.08	1.71	0.08	0.31	0.16	0.16
石油类	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
氰化物	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
酚类	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
溶解总固体	429.91	417.51	266.59	691.89	446.6	391.63	405.07	491.5
矿化度	601.68	586.54	1401.15	809.36	612.88	543.57	572.56	654.74
pH 值	7.9	7.85	7.8	7.65	7.6	7.45	7.6	7.65

（4）地下水质评价

1）评价方法及标准

依据《地下水质量标准》（GB/T 14848-93），采用单因子标准指数法对地表水和地下水水质现状分别进行评价。

对于评价标准为定值的水质因子，标准指数计算公式为：

$$S_{i,j}=\frac{C_{i,j}}{C_{s,j}}$$

对于具有双向阈值的 pH 参数，其标准指数计算公式为：

当 pH≤7.0 时，

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}}$$

当 pH＞7.0 时，

$$S_{pH,j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0}$$

式中：$S_{i,j}$—单项水质参数i在监测样点 j 的标准指数值（无量纲）；$C_{i,j}$—水质参数i在监测样点 j 的监测浓度值（mg/L）；$C_{s,j}$—质量标准中规定的水质参数i的浓度限值（mg/L）；pH_j—监测样点 j 的 pH 值；pH_{sd}—质量标准中规定的 pH 值下限；pH_{su}—质量标准中规定的 pH 值上限。

水质参数的标准指数大于 1，表明该水质参数超过了规定的水质标准限值，水质参数的标准指数越大，表明该水质参数超标越严重。

根据《地下水质量标准》（GB/T 14848-93），以III类水标准限值作为评价执行标准。

2）评价结果

①I区

枯水期I区 16 个地下水样中共有 4 个水样出现超标（表 4.14-17），超标率为 25.0%，超标项目主要为六价铬，超标率 25.0%，最大超标倍数为 1.0，一个水样点（YRSW-341）硫酸盐出现轻微超标，超标倍数 0.05。

表 4.14-17 Ⅰ区地下水质评价结果

室外编号	YRSW-217	YRSW-218	YRSW-250	YRSW-253	YRSW-259	YRSW-272	YRSW-288	YRSW-320
pH 值	0.73	0.80	0.60	0.73	0.60	0.47	0.60	0.73
总硬度	0.53	0.44	0.32	0.36	0.58	0.39	0.43	0.40
溶解总固体	0.35	0.34	0.34	0.40	0.65	0.33	0.37	0.30
硫酸盐	0.14	0.10	0.14	0.19	0.67	0.07	0.19	0.24
氯化物	0.04	0.04	0.04	0.09	0.24	0.04	0.06	0.13
铁	0.03	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
铜	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
锌	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
钼	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
钴	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
酚类	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
高锰酸盐指数	0.00	0.14	0.000	0.00	0.15	0.13	0.10	0.13
硝酸盐	0.14	0.09	0.14	0.12	0.09	0.21	0.24	0.14
亚硝酸盐	<0.2	0.06	<0.2	<0.2	0.12	0.18	0.06	0.06
氨氮	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.16	<0.1
氟化物	0.36	0.50	0.50	0.64	0.50	0.50	0.60	0.76
碘化物	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	1.00	<0.25	<0.25	<0.25
氰化物	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
汞	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
砷	0.02	0.02	0.08	0.08	0.16	0.06	0.02	0.02
硒	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
镉	0.10	0.10	<0.1	<0.1	0.10	<0.1	0.10	<0.1
铬（六价）	0.64	0.72	**1.04**	0.96	**1.44**	0.96	0.72	**1.04**
铅	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
钡	0.16	0.14	0.16	0.07	0.04	0.22	0.12	0.07
镍	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

续表 4.14-17Ⅰ区地下水质评价结果

室外编号	YRSW-322	YRSW-334	YRSW-341	YRSW-347	YRSW-131	YRSW-198	YRSW-287	YRSW-311
pH 值	0.60	0.60	0.60	0.73	0.60	0.60	0.60	0.60
总硬度	0.37	0.36	0.78	0.65	0.47	0.39	0.33	0.32
溶解总固体	0.33	0.31	0.86	0.59	0.30	0.31	0.30	0.30
硫酸盐	0.10	0.02	**1.05**	0.50	0.02	0.10	0.07	0.10
氯化物	0.07	0.04	0.43	0.28	0.03	0.03	0.02	0.02
铁	0.07	0.03	<0.03	<0.03	0.03	0.27	<0.03	<0.03
锰	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.10	<0.1	<0.1
铜	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.01	<0.005
锌	<0.005	0.01	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
钼	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02
钴	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
酚类	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
高锰酸盐指数	0.13	0.00	0.00	0.41	0.06	0.03	0.13	0.00
硝酸盐	0.17	0.19	0.17	0.12	0.19	0.00	0.13	0.11
亚硝酸盐	0.06	0.12	<0.2	0.67	<0.2	0.49	0.06	<0.2
氨氮	<0.1	<0.1	<0.1	0.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
氟化物	0.70	0.56	0.70	0.60	0.30	0.30	0.64	0.64
碘化物	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
氰化物	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
汞	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
砷	0.04	0.02	0.02	0.04	<0.02	0.02	0.04	0.02
硒	<0.01	<0.01	0.02	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
镉	0.10	<0.1	<0.1	0.10	<0.1	0.10	0.10	0.10
铬（六价）	0.80	0.52	**2.00**	0.64	0.20	<0.02	0.72	0.52
铅	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
钡	0.14	0.16	0.03	0.03	0.09	0.15	0.23	0.15
镍	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

③ Ⅱ区

枯水期II区 18 个地下水样中共有 7 个水样出现超标（表 4.14-18～表 4.14-21），包括 4 个钻孔水样和 3 个泉水及井水样，超标率 38.9%，高锰酸盐指数、总硬度、亚硝酸盐、氨氮、氟化物、锌、pH 值、硝酸盐、铁，超标率分别为 22.2%、16.7%、11.1%、11.1%、11.1%、11.1%、11.1%、5.6%、5.6%。地下水样中超标较严重的是钻孔水和淙沟村井水。

丰水期II区 13 个地下水样中共有 4 个水样出现超标，超标率 30.7%，丰水期II区内钻孔水超标严重，3 个钻孔水样都出现超标，超标率 100%，超标指标包括氨氮、总硬度、氟化物、高锰酸盐指数、铁、锰、镍和 pH，亚硝酸盐最大超标倍数出现在钻孔水样。丰水期评价区内泉水及井水水质较好，仅翟家山村井水亚

硝酸盐出现超标。

平水期II区 16 个地下水样中共有 5 个水样出现超标，超标率 31.2%，平水期II区钻孔水超标严重，超标率 100%，超标指标包括高锰酸盐指数、总硬度、亚硝酸盐、氨氮、铁、锌、镍；泉水及井水样 2 个点出现超标，其中淙沟村井水超标指标有铁、锌、氟化物，徐家山泉水超标指标有硝酸盐、总硬度。

表 4.14-18 II 区枯水期地下水质评价结果

室外编号	BJ	FXD	SZD	SZD-1	XJS	YRSW-09	YRSW-134(1)	YRSW-136	YRSW-148
pH 值	0.47	0.57	0.47	0.47	0.60	0.47	0.60	0.60	0.47
总硬度	0.54	0.63	0.61	0.54	**1.05**	0.64	0.47	0.38	0.43
溶解总固体	0.36	0.37	0.46	0.41	0.63	0.47	0.31	0.28	0.25
硫酸盐	0.17	0.17	0.31	0.19	0.81	0.41	0.05	0.02	0.02
氯化物	0.05	0.09	0.16	0.13	0.04	0.14	0.05	0.02	0.02
铁	0.03	0.00	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	0.03	0.20
锰	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
铜	0.01	<0.005	0.01	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	0.01	<0.005
锌	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.02	<0.005
钼	0.03	0.01	0.03	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
钴	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
酚类	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
高锰酸盐指数	0.11	0.65	0.03	0.06	**1.31**	0.17	0.11	0.14	0.11
硝酸盐	0.11	0.06	0.13	0.12	**1.13**	0.02	0.09	0.12	0.05
亚硝酸盐	0.06	0.06	0.06	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
氨氮	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
氟化物	0.36	0.16	0.50	0.56	0.14	0.64	1.00	0.84	0.30
碘化物	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.25
氰化物	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
汞	<0.1	<0.1	0.40	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
砷	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	0.02	0.04	0.06	0.02
硒	0.03	0.01	0.04	0.07	0.04	0.04	<0.01	<0.01	<0.01
镉	<0.1	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.10
铬（六价）	<0.02	<0.02	0.08	0.12	<0.02	0.16	0.40	0.32	0.08
铅	0.14	<0.1	0.20	0.20	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
钡	0.09	0.05	0.09	0.09	0.03	0.04	0.12	0.18	0.10
镍	0.14	<0.1	0.14	0.12	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

续表 4.14-18Ⅱ区枯水期地下水质评价结果

室外编号	YRSW-17	YRSW-194	YRSW-203	YRSW-21	YRZK-04	ZK301	ZK305	ZK-322	ZK-323
pH 值	0.47	0.47	0.60	0.47	**1.07**	0.30	0.20	0.87	**1.20**
总硬度	0.56	0.54	0.28	0.56	0.22	**1.03**	**1.03**	0.64	0.31
溶解总固体	0.44	0.31	0.36	0.39	0.40	0.73	0.67	0.72	0.55
硫酸盐	0.24	0.05	0.14	0.10	0.39	0.86	0.70	0.77	0.77
氯化物	0.16	0.03	0.05	0.14	0.16	0.30	0.22	0.28	0.33
铁	<0.03	<0.03	0.03	0.03	**1.07**	0.07	0.47	0.10	0.10
锰	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.40	0.10	0.30	0.20	<0.1
铜	<0.005	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.12	0.05
锌	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.26	**1.32**	**1.75**	0.96	0.01
钼	0.03	<0.01	0.03	0.02	0.15	0.07	0.02	0.12	0.32
钴	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0.02
酚类	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
高锰酸盐指数	0.17	0.03	0.09	0.20	**1.02**	0.48	0.23	**18.73**	**2.95**
硝酸盐	0.11	0.11	0.11	0.11	0.02	0.35	0.20	0.35	0.06
亚硝酸盐	0.37	<0.2	0.12	<0.2	**1.67**	0.12	0.43	<0.2	**2.74**
氨氮	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	**2.33**	<0.1	<0.1	<0.1	**3.89**
氟化物	0.60	0.20	**1.16**	0.50	**1.92**	0.30	0.30	<1	1.00
碘化物	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
氰化物	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
汞	0.10	0.20	<0.1	<0.1	<0.1	0.20	<0.1	0.20	<0.1
砷	0.04	0.02	0.04	0.02	<0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
硒	<0.01	<0.01	0.36	0.03	0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01
镉	<0.1	<0.1	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.10	<0.1
铬（六价）	0.12	0.40	0.08	0.12	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.12
铅	0.12	<0.1	<0.1	<0.1	0.40	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
钡	0.08	0.05	0.08	0.12	0.02	0.06	0.08	0.10	0.03
镍	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.20	0.14	<0.1	<0.1

表 4.14-19Ⅱ区丰水期地下水质评价结果

室外编号	YRF-06	YRF-07	YRF-08	YRF-01	YRF-09	YRF-12	YRF-16
pH 值	**1.47**	0.40	0.17	0.40	0.47	0.47	0.60
总硬度	0.24	0.72	**1.03**	0.57	0.54	0.84	0.54
溶解总固体	0.52	0.67	0.82	0.47	0.34	0.50	0.40
硫酸盐	0.51	0.63	0.77	0.34	0.10	0.63	0.12
氯化物	0.37	0.27	0.40	0.15	0.06	0.04	0.15
铁	1.00	**1.80**	0.53	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰	<0.1	<0.1	**1.81**	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
铜	<0.005	<0.005	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
锌	<0.005	<0.005	0.42	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
钼	0.27	0.08	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
钴	<0.02	<0.02	0.12	0.02	0.02	0.04	0.02
酚类	<1	<1	1.00	<1	<1	<1	<1
高锰酸盐指数	**3.68**	**13.20**	**1.78**	0.05	0.23	0.52	0.11
硝酸盐	0.30	0.19	0.42	0.12	0.12	0.94	0.11
亚硝酸盐	0.73	0.12	**42.61**	0.06	<0.2	0.18	<0.2
氨氮	**5.06**	<0.1	0.62	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
氟化物	**1.20**	0.80	0.36	0.50	0.44	0.24	0.50
碘化物	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
氰化物	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
汞	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
砷	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	<0.02	0.02
硒	<0.01	0.03	0.05	0.08	0.01	0.05	0.04
镉	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
铬（六价）	<0.02	<0.02	<0.02	0.12	0.12	<0.02	0.08
铅	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.12	<0.1	<0.1
钡	0.01	0.01	0.08	0.07	0.08	0.03	0.06
镍	<0.1	<0.1	**1.94**	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

续表 4.14-19Ⅱ区丰水期地下水质评价结果

室外编号	YRF-17	YRF-21	YRF-22	YRF-23	YRF-25	YRF-11
pH 值	0.60	0.33	0.73	0.73	0.73	0.57
总硬度	0.56	0.37	0.38	0.45	0.38	0.64
溶解总固体	0.47	0.28	0.31	0.31	0.41	0.49
硫酸盐	0.29	0.06	0.10	0.05	0.10	0.41
氯化物	0.17	0.02	0.02	0.05	0.04	0.12
铁	<0.03	0.00	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
锰	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
铜	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
锌	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
钼	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
钴	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
酚类	<1	<1	<1	<1	<1	<1
高锰酸盐指数	0.20	0.32	0.06	0.20	0.14	0.34
硝酸盐	0.12	0.06	0.12	0.12	0.27	0.84
亚硝酸盐	0.06	**8.52**	<0.2	<0.2	<0.2	0.20
氨氮	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
氟化物	0.60	0.30	0.84	0.64	0.70	0.70
碘化物	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
氰化物	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
汞	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
砷	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02
硒	0.02	0.03	0.03	0.01	0.05	0.10
镉	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
铬（六价）	0.12	0.12	0.32	0.24	0.48	0.12
铅	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
钡	0.06	0.09	0.16	0.07	0.09	0.04
镍	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

表 4.14-20Ⅱ区平水期地下水质评价结果

室外编号	YRP-ZK04	YRP-134	YRP-136	YRP-182	YRP-BJ	YRP-21	YRP-17	YRP-148
pH 值	0.53	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.57	0.53
总硬度	0.64	0.53	0.39	0.39	0.54	0.59	0.56	0.43
溶解总固体	0.59	0.37	0.31	0.43	0.35	0.43	0.42	0.27
硫酸盐	0.51	0.24	0.10	0.14	0.12	0.19	0.17	0.05
氯化物	0.18	0.04	0.03	0.05	0.05	0.15	0.16	0.02
铁	**1.93**	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07	0.03
锰	0.90	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
铜	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
锌	**1.68**	0.22	0.01	0.01	0.02	0.01	0.08	0.01
钼	0.09	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01
钴	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
酚类	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
高锰酸盐指数	0.35	0.18	0.20	0.40	0.10	0.16	0.13	0.03
硝酸盐	0.21	0.11	0.12	0.25	0.23	0.09	0.12	0.06
亚硝酸盐	0.49	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
氨氮	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
氟化物	**1.30**	0.70	0.90	0.64	0.32	0.46	0.56	0.30
碘化物	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
氰化物	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
汞	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
砷	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
硒	0.13	0.02	0.01	0.02	0.03	0.06	0.06	0.02
镉	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
铬（六价）	0.02	0.24	0.40	0.48	0.08	0.08	0.08	0.12
铅	0.30	0.18	0.12	0.12	0.10	0.10	0.18	0.12
钡	0.05	0.12	0.21	0.14	0.11	0.11	0.08	0.11
镍	0.20	0.12	0.14	0.12	0.10	0.14	0.10	0.10

续表 4.14-20Ⅱ区平水期地下水质评价结果

室外编号	YRP-XJS	YRP-SZD	YRP-FXD	YRP-SZD-1	YRP-ZK301	YRP-ZK305	YRP-ZK322	YRP-09
pH 值	0.43	0.40	0.30	0.40	0.30	0.13	0.33	0.43
总硬度	**1.17**	0.58	0.63	0.54	0.84	**1.04**	0.84	0.66
溶解总固体	0.69	0.45	0.39	0.41	0.77	0.69	0.58	0.49
硫酸盐	0.87	0.27	0.27	0.17	0.72	0.60	0.58	0.39
氯化物	0.04	0.15	0.10	0.13	0.31	0.26	0.23	0.15
铁	0.03	0.03	0.07	0.03	**1.50**	0.27	0.67	0.03
锰	0.10	0.10	0.10	0.10	0.90	0.40	0.10	0.10
铜	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
锌	0.01	0.01	0.01	0.01	0.98	**1.96**	0.01	0.01
钼	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.07	0.02
钴	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
酚类	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	<1
高锰酸盐指数	0.57	0.03	0.10	0.05	**1.16**	0.57	**1.06**	0.05
硝酸盐	**1.57**	0.12	0.06	0.11	0.68	0.56	0.24	0.19
亚硝酸盐	0.06	0.06	0.06	0.06	**2.13**	0.49	**4.26**	<0.2
氨氮	0.08	0.08	0.08	0.08	0.16	**1.17**	0.08	<0.1
氟化物	0.24	0.40	0.16	0.32	0.70	0.16	0.10	0.60
碘化物	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
氰化物	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
汞	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
砷	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02
硒	0.09	0.03	0.01	0.04	0.08	0.02	0.01	0.10
镉	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
铬（六价）	0.02	0.12	0.02	0.12	0.02	0.02	0.02	0.20
铅	0.14	0.16	0.10	0.10	0.14	0.14	0.10	0.12
钡	0.05	0.09	0.05	0.09	0.06	0.11	0.10	0.04
镍	0.10	0.10	0.10	0.10	**1.94**	0.26	0.10	0.10

表 4.14-21 评价区Ⅱ区地下水水质超标状况

超标因子	枯水期		丰水期		平水期	
	超标率	最大超标倍数	超标率	最大超标倍数	超标率	最大超标倍数
总硬度	16.7%	0.05	8.3%	0.03	13.3%	0.17
高锰酸盐指数	22.2%	17.73	25.0%	12.2	13.3%	0.16
硝酸盐	5.6%	0.13	0.0%	-	6.7%	0.57
亚硝酸盐	11.1%	1.74	16.7%	41.61	13.3%	3.26
氨氮	11.1%	2.89	8.3%	4.06	6.7%	0.17
氟化物	11.1%	0.92	8.3%	0.20	6.7%	0.30
铁	5.6%	0.07	8.3%	0.80	13.3%	0.93
锰	0.0%	-	8.3%	0.81	0.0%	-
锌	11.1%	0.75	0.0%	-	13.3%	0.96
镍	0.0%	-	8.3%	0.94	6.7%	0.94
pH 值	11.1%	0.20	8.3%	0.47	0.0%	-

④ Ⅲ区

枯水期III区 12 个地下水样全部出现不同程度的超标（表 4.14-22、表 4.14-23），超标率 100%，溶解总固体、总硬度、氟化物、硫酸盐、氯化物、硝酸盐和六价铬超标率分别为 66.7%、66.7%、66.7%、50.0%、41.7%、33.3%、33.3%，个别水样点中的铁和碘化物出现超标。

I区、II区、III区超标因子和超标程度有所差异，总体来看，I区地下水质现状较好，超标因子较少且超标倍数不大，主要超标项目是六价铬；II区地下水样超标项目较多，超标指标主要是高锰酸盐指数；III区地下水超标较严重，超标指标主要是盐类（溶解总固体、总硬度、硫酸盐、氯化物）和氟化物。

表 4.14-22 III区地下水质评价结果

室外编号	YRSW-23	YRSY-01	YRSY-02	YRSY-04	YRSY-08	YRSY-14
pH 值	0.60	0.47	0.40	0.73	0.40	0.60
总硬度	**1.17**	**1.81**	**2.06**	**1.42**	**1.87**	0.64
溶解总固体	**1.59**	**1.81**	**1.76**	**1.01**	**1.76**	**1.33**
硫酸盐	**1.67**	**2.26**	**1.83**	0.72	**1.76**	**1.40**
氯化物	**1.87**	**1.09**	**1.04**	0.79	**1.48**	**1.08**
铁	**7.93**	<0.03	<0.03	<0.03	0.20	0.17
锰	0.70	0.10	<0.1	<0.1	0.90	<0.1
铜	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
锌	0.03	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
钼	0.09	0.08	0.04	0.03	0.04	0.26
钴	<0.02	<0.02	0.02	0.02	<0.02	<0.02
酚类	<1	<1	<1	<1	<1	<1
高锰酸盐指数	0.28	0.36	0.26	0.18	0.26	0.16
硝酸盐	0.16	0.55	**1.09**	0.29	1.00	0.53
亚硝酸盐	0.55	0.06	0.06	0.24	0.18	<0.2
氨氮	0.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
氟化物	**1.40**	**1.04**	0.76	0.76	0.40	**3.00**
碘化物	1.00	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	**1.50**
氰化物	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
汞	<0.1	0.10	0.40	<0.1	0.20	0.40
砷	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06
硒	0.20	0.58	0.28	<0.01	<0.01	0.06
镉	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
铬（六价）	<0.02	0.24	0.64	0.20	0.32	0.12
铅	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.10
钡	0.03	0.02	0.04	0.12	0.09	0.02
镍	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

续表 4.14-22 Ⅲ区地下水质评价结果

室外编号	YRSY-15	YRSY-17	YRSY-18	YRSY-19	YRSY-21	YRSY-23
pH 值	0.73	0.73	0.60	0.60	0.60	0.73
总硬度	0.50	0.40	**1.35**	**1.53**	**1.00**	0.38
溶解总固体	0.88	0.80	**1.66**	**1.63**	0.95	0.80
硫酸盐	0.63	0.31	0.91	**2.02**	0.77	0.27
氯化物	0.34	0.07	0.93	0.78	0.40	0.18
铁	<0.03	0.03	<0.03	0.03	0.13	<0.03
锰	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.10	<0.1
铜	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
锌	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
钼	0.11	0.06	0.25	0.13	0.18	0.06
钴	0.02	<0.02	<0.02	0.04	<0.02	<0.02
酚类	<1	<1	<1	<1	<1	<1
高锰酸盐指数	0.18	0.13	0.21	0.16	0.10	0.05
硝酸盐	0.59	0.29	**3.60**	**1.42**	0.38	**1.03**
亚硝酸盐	0.06	<0.2	0.12	0.06	<0.2	0.06
氨氮	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
氟化物	**1.68**	**1.10**	0.80	**1.52**	**1.10**	**1.24**
碘化物	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
氰化物	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
汞	0.10	0.20	0.20	0.10	<0.1	0.10
砷	0.04	0.08	0.02	0.02	0.02	0.08
硒	0.08	0.11	<0.01	<0.01	<0.01	0.06
镉	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
铬（六价）	**2.00**	**2.00**	0.24	**2.00**	0.16	**1.60**
铅	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.10	<0.1
钡	0.03	0.05	0.04	0.03	0.04	0.05
镍	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

表 4.14-23 枯水期评价区地下水水质超标状况

超标因子	I区		II区		III区	
	超标率	最大超标倍数	超标率	最大超标倍数	超标率	最大超标倍数
总硬度	0.0%	-	16.7%	0.05	66.7%	1.06
溶解总固体	0.0%	-	0.0%	-	66.7%	0.81
硫酸盐	6.3%	0.05	0.0%	-	50.0%	1.26
氯化物	0.0%	-	0.0%	-	41.7%	0.87
铁	0.0%	-	5.6%	0.07	8.3%	6.93
锌	0.0%	-	11.1%	0.75	0.0%	-
高锰酸盐指数	0.0%	-	22.2%	17.73	0.0%	-
硝酸盐	0.0%	-	5.6%	0.13	33.3%	14.95
亚硝酸盐	0.0%	-	11.1%	1.74	0.0%	-
氨氮	0.0%	-	11.1%	2.89	0.0%	-
氟化物	0.0%	-	11.1%	0.92	66.7%	2.00
碘化物	0.0%	-	0.0%	-	8.3%	0.50
六价铬	25.0%	1.00	0.0%	-	33.3%	1.00
pH 值	0.0%	-	11.1%	0.20	0.0%	-

3）小结

调查范围内不同类型地下水出现不同程度的超标。超标水样分布范围较广，局部地区超标较严重，主要集中在东南部农业较发达地区；超标指标种类较多，包括“三氮”（硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮）、盐类（溶解总固体、总硬度、硫酸盐、氯化物）、氟化物、六价铬、铁、高锰酸盐指数等，另外个别水样点中还出现 pH 偏碱性超标以及锰、锌、汞、镍的轻微超标。

不同区域超标指标各不相同，I区超标较普遍的是六价铬，II区超标较普遍的是高锰酸盐指数，III区地下水超标指标主要是盐类、氟化物、“三氮”和六价铬。

地下水超标区主要分布在调查区东南侧，超标区地下水类型以松散覆盖层浅层水为主，受气候条件影响蒸发浓缩作用强烈，且处于地下水排泄区，区域盐含量明显增加，形成高矿化水；此外，地区地势平坦，人口密度较大，农业活动发达，且潜水易受人类活动影响，受农业污染和生活排污的影响较大。

总的来说，调查区内地下水受人为因素影响出现一定程度超标，超标原因主要与周边居民生活及农业活动有关，部分指标如氟和六价铬超标属于原生地质环境影响。

4.15 泾渭湿地自然保护区现状评价

西安泾渭湿地自然保护区位于西安市区东北部，渭河、泾河、灞河三河交汇区域，地跨西安市未央区、灞桥区和高陵县。西安泾渭湿地自然保护区东、西分别以西韩路和西铜路渭河公路大桥为界，北至渭河、泾河北岸台塬以上200m，南至草临路灞河大桥，地理位置介于东径 108° 57′ 47″～109° 06′ 07″，北纬 34° 23′ 55″～34° 28′ 26″之间，总面积 3029.83hm^2，是以保护与恢复河流湿地为主，集湿地保护、科研、监测、宣教、示范、生态旅游等多种功能于一体的河流湿地类型自然保护区。

4.15.1 保护区现状调查

专题单位于 2015 年 9 月、2016 年 11 月联合陕西西安植物园、西北大学生命学院对泾渭湿地自然保护区湿地进行了现状调查。调查点位分布情况见图 4.15-2。

为了进一步摸清泾渭湿地保护区湿地生态现状，于 2017 年 9 月再次开展了泾渭湿地保护区湿地植物样线补充调查和无人机飞行调查等工作，样线位置及样线植物分布特征分别见图 4.15-2、图 4.15-3 及表 4.15-1。

表 4.15-1 湿地植物样线调查设置及植物群落情况

样线编号	样线位置	方向	沿线植物情况
1#	起点： 109° 05’20.72″，34° 27’21.24″ 终点： 109° 05’15.77″，34° 28’11.17″	由南向北	芦苇、委陵菜、牛膝菊、稗、反枝苋、泥胡菜、钻叶紫苑、狗尾草、曼陀罗、苘麻、荷花、菖蒲、、苜蓿、、狗尾草、葎草、灰绿藜、小红蓼、苍耳、白酒草、燕麦、狗牙根、黄花蒿、构树、苦楝、杨树、野大豆、鹅绒藤、艾蒿、达乌里胡枝子、黑三棱、柳树、高粱、荻、白茅、玉米地、酸模、空心莲子草、长芒、稗、一年蓬白茅、头状穗莎草。
2#	起点： 109° 04’17.91″，34° 28’06.61″ 终点： 109° 05’11.60″，34° 27’14.74″	由南向北	灰绿藜、拂子茅、马唐、葎草、芦苇、野大豆、黄花蒿、艾蒿、猪毛蒿、野菊花、马唐、白酒草、苜蓿、野豌豆、远志、玉米、田旋花、荻、白茅、抱茎苦荬菜、拂子茅、达乌里胡枝子、苜蓿、猪毛蒿、一年蓬、茵陈蒿、
3#	起点： 109° 03’40.06″，34° 28’10.66″ 终点： 109° 03’54.74″，34° 27’55.25″	由北向南	杨树、柳、槐、拂子茅、黄刺玫、芦苇、黄花蒿
4#	起点： 109° 03’20.06″，34° 27’58.75″ 终点： 109° 03’37.40″，34° 27’32.51″	由北向南	杨树、槐、柳、芦苇、玉米、白酒草、鹅绒藤、野大豆、葎草、博落回、小叶杨、黄刺玫、艾蒿、黄花蒿、多花
5#	起点： 109° 03’37.40″，34° 27’32.51″； 终点： 109° 04’27.11″，34° 26’51.68″	由南向北	黄花蒿、拂子茅、葎草、白茅、黄花蒿、芦苇、狗尾草、刺槐、芦苇、柳树、白酒草、杠柳、野菊花、牛筋草、荻、齿果酸模、野胡萝卜、杨树、、艾蒿、
6#	起点： 109° 01’43.50″，34° 26’27.09″ 起点： 109° 01’57.40″，34° 25’56.13″	由北向南	杨树、玉米、黄花蒿、自茅、芦苇、艾蒿、拂子茅、一年蓬、白酒草、狗牙根

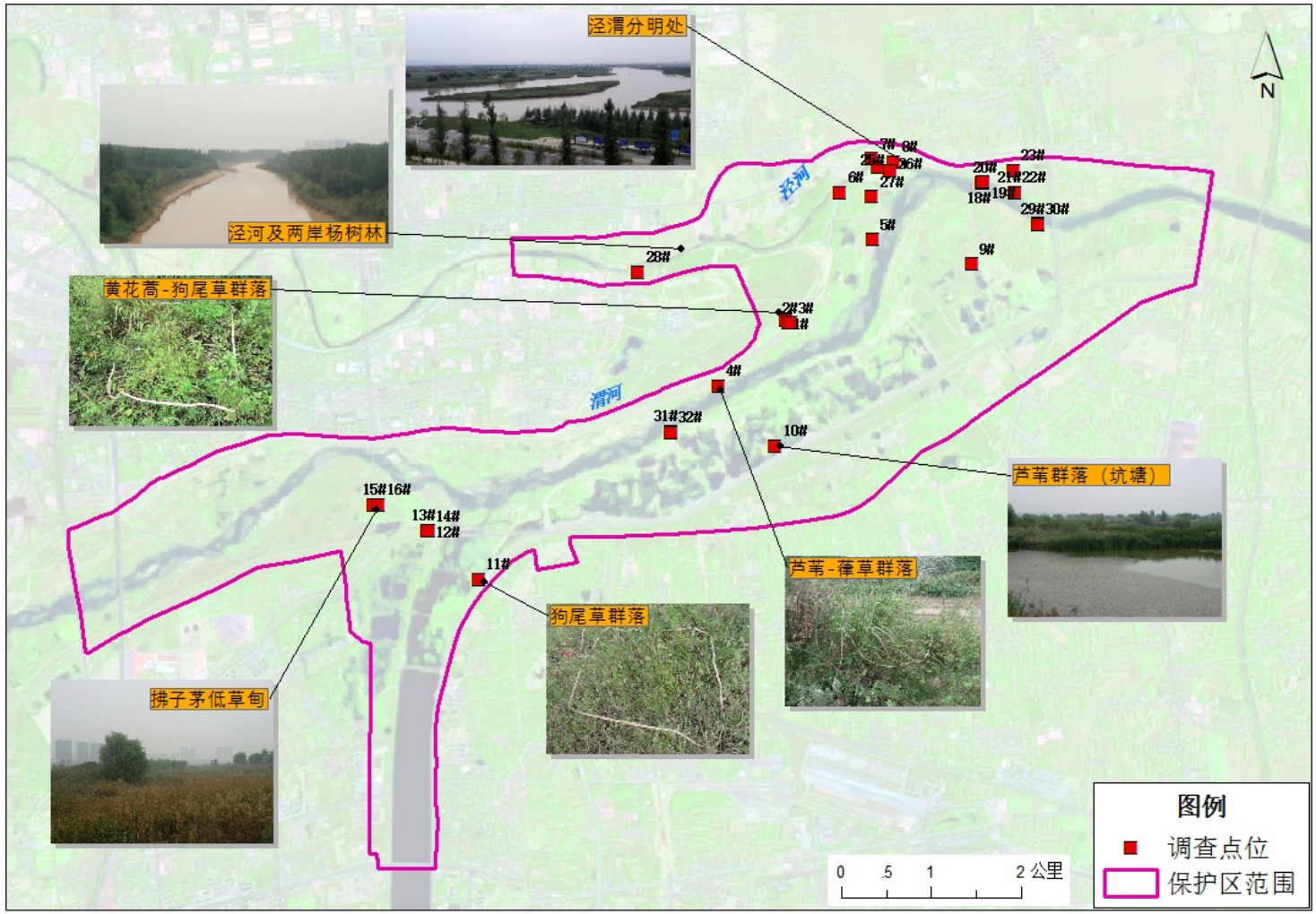


图 4.15-1 泾渭湿地保护区植物调查点位

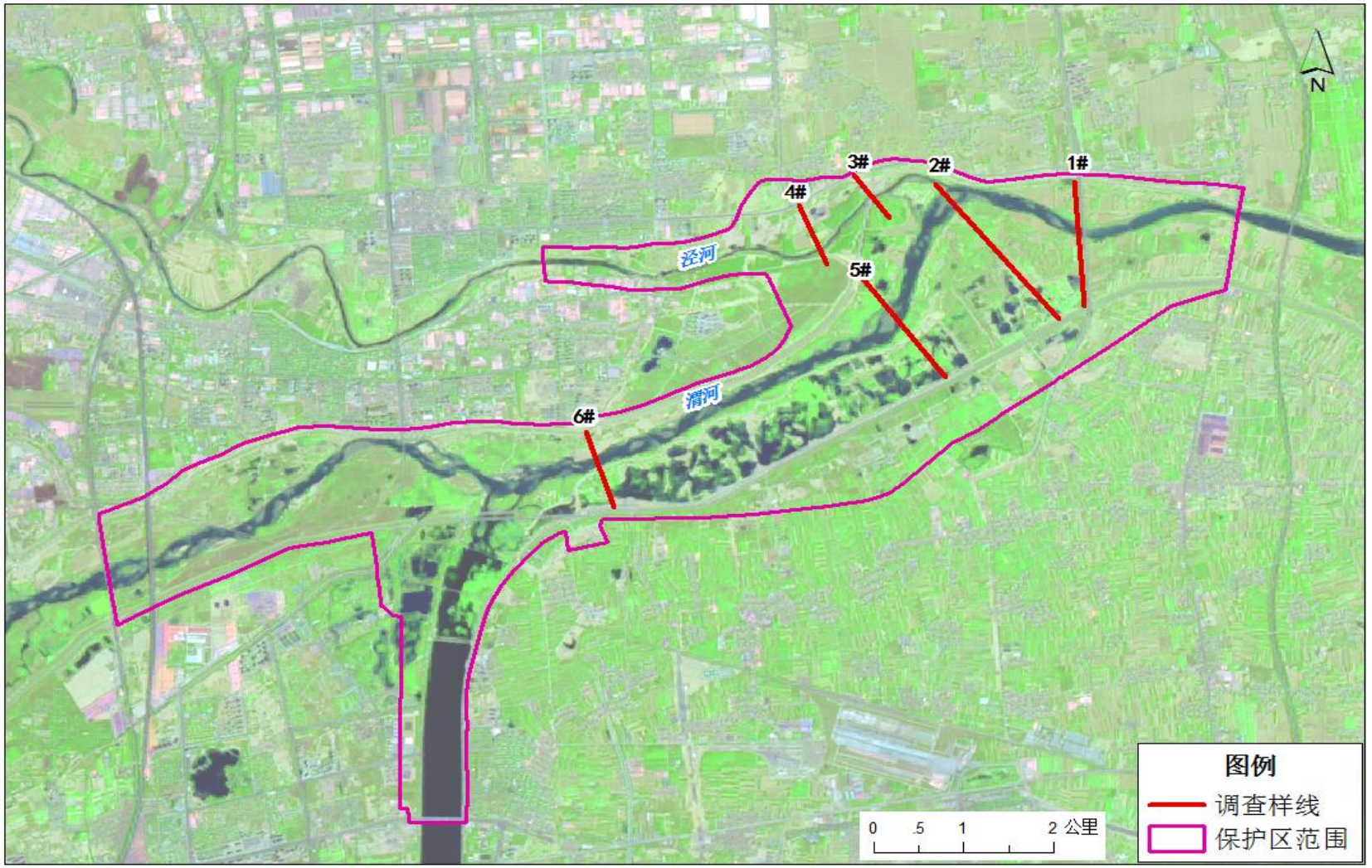


图 4.15-2 泾渭湿地保护区植物调查样线布设情况

主要样线湿地植被调查情况见如下。

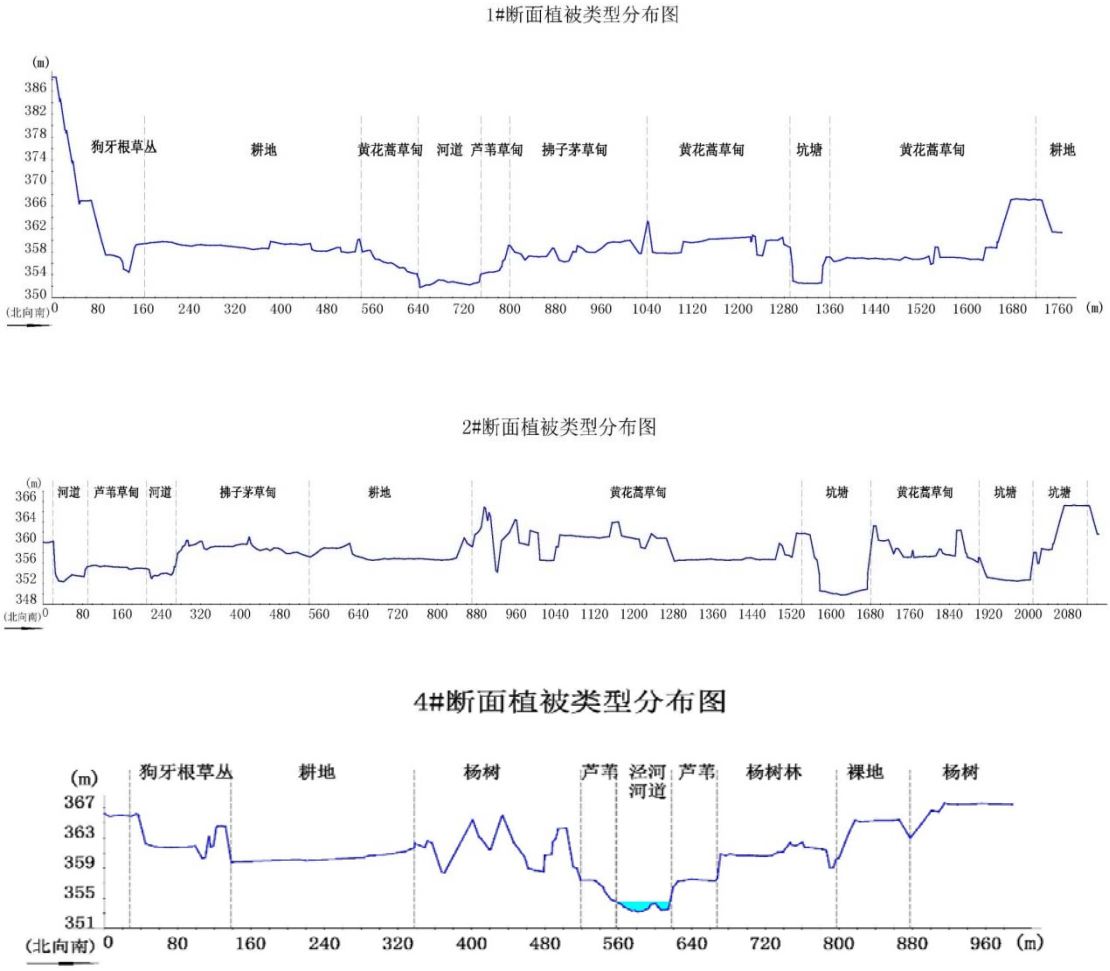


图 4.15-3 主要样线湿地植被分布特征

上述1#样为渭河上的调查样线，2#样线为泾渭交汇口处的沿线，4#样线为泾河上的样线，调查方向均为自北向南（左岸至右岸）。可以看出，临近河流的河滩分布湿地类型主要为芦苇低湿地草甸、拂子茅低湿地草甸和黄花蒿草甸，而狗尾草草甸、狗牙根草甸也分布在低海拔区域，但分布区域一般距离河道相对较远。

4.15.2 湿地景观格局特征

结合野外实地调查和区域高清遥感影像专题解译，利用面向对象解译方法，对自然保护区湿地景观进行专题分析。根据分析结果，泾渭湿地自然保护区湿地景观可划分为湿地和非湿地两大类，其中湿地景观主要为河流湿地、坑塘湿地和滩地湿地，非湿地类型主要为林地、耕地、建设用地和其它（裸地等）。通过GIS空间数据查询等分析，保护区湿地景观类型面积及比例情况见表4.15-2，湿地景观格局分布图见图4.15-4。

表 4.15-2　湿地自然保护区湿地和非湿地景观面积及比例情况

类型		面积（km^2）	比例（%）
湿地	河流湿地	5.52	18.22%
	坑塘湿地	2.28	7.52%
	滩地湿地	15.50	51.16%
非湿地	林地	1.19	3.93%
	耕地	5.13	16.93%
	建设用地	0.61	2.01%
	其它	0.07	0.23%

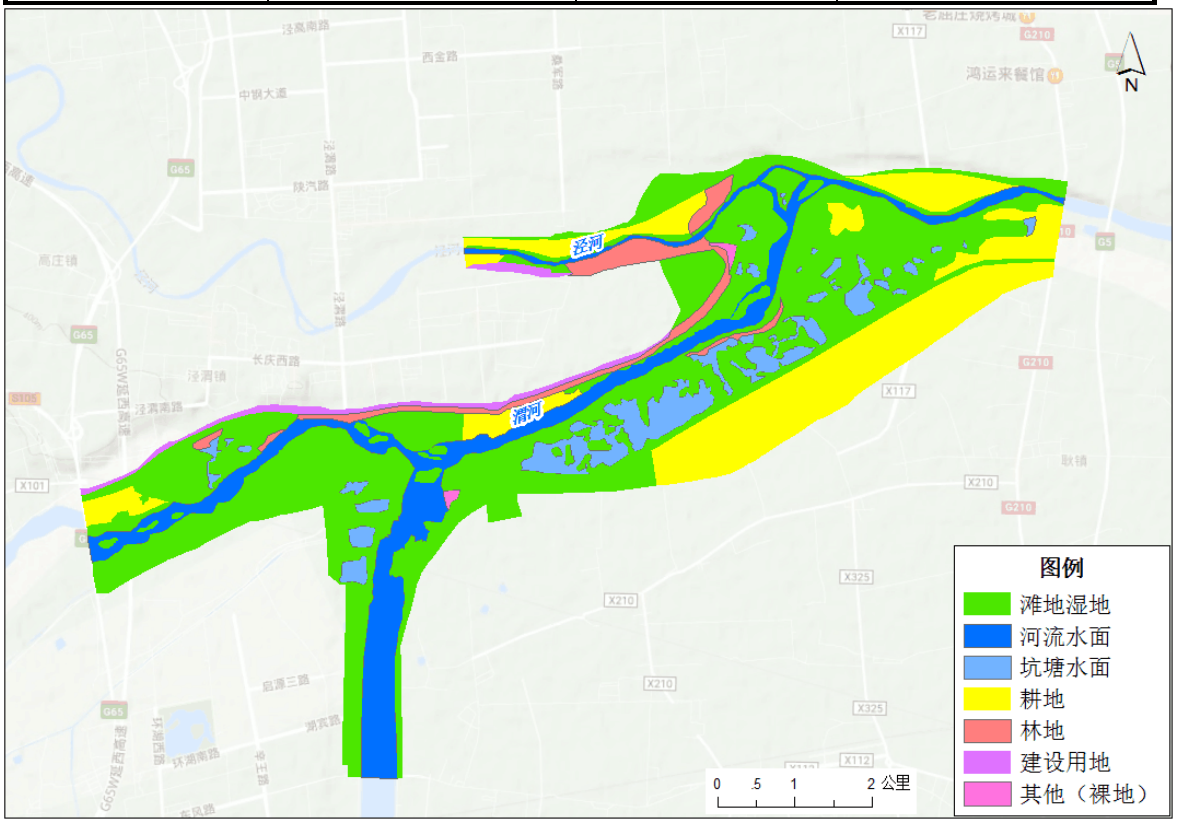


图 4.15-4　泾渭湿地保护区湿地景观格局

可以看出，自然保护区湿地以滩地湿地景观为主，面积 15.50km^2，占评价区域面积比例 51.16%，斑块数为 2 个，斑块比例 2.74%；其次为河流湿地，面积 5.52km^2，面积比例 18.22%，斑块数 8 个，斑块比例 10.96%；处于第三位的为坑塘湿地，面积 2.28km^2，面积比例 7.52%，斑块数 1 个，斑块比例 1.37%。非湿地景观中，农田面积最大（5.13km^2），是区域主要景观类型，占面积比例 16.93%，斑块数 5 个，占 6.85%。

通过处理得到景观类型拼块面积、拼块数、景观拼块频率指标，计算拼块密度、频率、景观比例，并确定拼块优势度值，优势度值（Do）由密度（R_d）、频率（R_f）和景观比例（Lp）等参数确定。表 4.15-3 为评价区域泾河重要湿地景观优势度情况。

表 4.15-3 泾渭湿地保护区生态景观优势度值

类型		Rd（%）	Lp（%）	Rf（%）	Do（%）
湿地	河流湿地	1.37	18.22	25.43	15.81
	坑塘湿地	41.10	7.52	15.81	17.99
	滩地湿地	34.25	51.15	51.07	46.90
非湿地	林地	6.85	3.93	8.33	5.76
	耕地	10.96	16.93	19.44	16.07
	建设用地	2.74	2.01	5.77	3.13
	其它	2.74	0.24	0.85	1.02

自然保护区湿地中滩地湿地景观优势度值最大（46.9%），景观密度 34.25%，景观比例 51.07%，斑块频度 51.15%；其次为坑塘湿地，景观优势度、景观比例、斑块密度和频度分别为 17.99%、7.52%、41.10%和 15.81%；景观优势度处于第三位的为河流湿地（15.81%）。非湿地景观中，农田景观优势度值最高（16.07%），景观密度、比例和频度分别为 10.96%、16.93%和 19.44%；其次为林地景观，景观优势度、景观比例、斑块密度和频度分别为 5.76%、3.93%、6.85%和 8.33%；景观优势度处于第三位的为建设用地（3.13%），景观密度、比例和频度分别为 2.74%、2.01%和 5.77%。

4.15.3 湿地类型和面积

（1）湿地类型与面积

泾渭湿地以渭河河床为主体，主要包括河流、河漫滩及河心洲，湖泊四个湿地类型，对泾渭湿地分区的湿地类型及面积统计如表 4.15-4。

泾渭交汇湿地区主要是由渭河、灞河以及泾河在此汇流而成，北边是由黄土堆积而成的白鳞塬，塬下为冲积平川及滩地，塬、川、滩层次分明。由于河流侧方侵蚀强烈，北岸所在的白鳞塬区不断后退，形成塬面高出汇水区水面 25m 以上，倾角 80° 左右的陡壁。这里植物种类多样，以水禽及其湿地生态系统为主要保护对象，是水禽重要的栖息场所。滩地宽阔，蒿草、红柳等草被滋生，并夹有莲塘等草丛，是典型的温暖半湿润区河流湿地景观。

浐灞湿地区位于西安市东郊，范围包括南至绕城高速灞河桥，北到浐灞河交汇处的浐灞河道、三角洲及两岸部分阶地平原。区内地势平坦，地面海拔介于 393.90—376.20m 之间，地貌主要为灞河一级阶地及河漫滩。土地利用有果园、村落、城镇建成区、取沙地、鱼塘、荒地等类型。

表 4.15-4 自然保护区湿地类型及面积

类型	总面积（km^2）	占该区总面积比例（%）
农田	5.13	16.93%
河流水面	5.52	18.22%
坑塘水面	2.28	7.52%
建设用地	0.61	2.01%
裸地	0.07	0.23%
芦苇低湿地草甸	2.85	9.41%
拂子茅低湿地草甸	7.23	23.86%
狗尾草草甸	0.51	1.68%
狗牙根草甸	0.78	2.57%
黄花蒿草甸	4.19	13.83%
人工杨树林	1.19	3.93%
总计	31.30	

自然保护区湿地包括河流湿地、滩地湿地、坑塘湿地等类型，湿地类型分布情况分别见图4.15-5。湿地面积23.30km^2，非湿地类型面积7.0km^2，包括农田、人工杨树林、草地、建设用地、裸地等类型。湿地类型中，滩地湿地面积最大（15.5km^2），占面积比例51.16%；其次为河流湿地（5.52km^2），占18.22%；处于第三位的为坑塘湿地，主要分布在下游地区（2.28km^2），占7.52%。

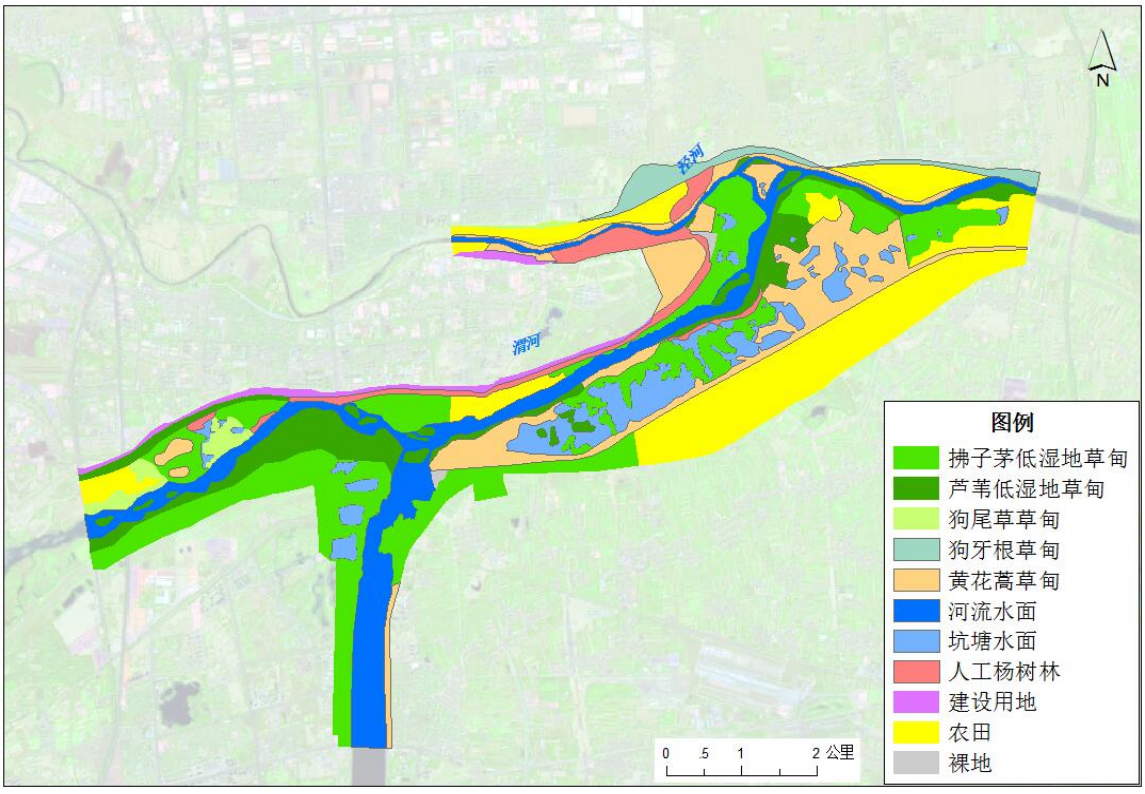


图 4.15-5 泾渭湿地保护区湿地类型分布

（2）湿地分布特征

西安泾渭湿地省级自然保护区植被可以划分为灌丛植被型、草丛植被型、沼泽植被型和水生植被型等4种植被型。草丛植被分布于不被水面所淹没或在极端水位条件下才会短暂被淹的区域，沼泽植被分布于随着周期性水位变化形成的季节性淹水区，水生植被分布于常年被水淹没的生境中。

①灌丛植被

保护区内灌丛植被分布稀少，呈点状分布，包括酸枣灌丛、荆条灌丛、白刺花灌丛、杠柳灌丛。

②草丛植被

保护区内草丛群落类型有蒿类群落、一年蓬群落、狗尾草群落、狗尾草+大狗尾草群落、草木樨群落、葎草群落、野大豆群落、苍耳群落、尾穗苋群落、鹅观草群落等，主要分布于河流岸坡、堤坝护坡、路边、沙洲顶部等旱地。群落中，主要种类为禾本科、莎草科等植物，如狗尾草、大狗尾草、牛筋草、荩草、虎尾草、马唐、披碱草、画眉草、狼尾草、白颖薹草等。人为干扰较强的区域，则分布有较多的菊科、豆科等喜阳先锋植物，主要有蒿属、苍耳、草木樨、一年蓬、旋复花、野大豆、风毛菊、千里光、泥胡菜、广布野豌豆、救荒野豌豆、刺果甘草、葎草等，多见于路旁、地畔、田埂、岸堤等处。群落内，以建群种最多，少见或稀见伴生的其他物种。

③湿生植被及水生植被

保护区内的湿生植被及水生植被主要分布在渭河、灞河交汇处渭河南岸的滩涂。主要群落有拂子茅群落、芦苇群落、狗牙根群落荻群落等，其中以芦苇群落、拂子茅群落、拂子茅黄花蒿群落为代表性群落。

拂子茅群落常呈带状延绵，群落外貌整齐，覆盖度可达60%，结构与组成比较简单，仅有建群种拂子茅，生长发育茂密，高约1.2米。伴生植物数量有限，常见种类多为中湿生或湿生植物，如稗、水蓼、两栖蓼、石龙芮、旋复花、马唐、莎草、芦苇等。保护区内还可见到，拂子茅与假苇拂子茅同为建群种。

芦苇群落在保护区内主要分布在渭河两岸河漫滩、河岸、以及南岸的沙坑水塘周边，保护区内泾河两岸河漫滩不发育，芦苇分布较少。群落建群种为芦苇（*Phragmitesaustralis*），无性繁殖能力非常强盛，可通过横走的根状茎迅速地产生新植株，快速生长成密集的片状群体，在该群落中占据绝对优势。群落的边缘有时可见到某

些禾草或葎草、鬼针草、白酒草等少数杂草。

水生植物主要分布在渭河南岸的坑塘，分布面积小。水生植物可分为挺水植物、浮水植物、沉水植物等3类。

保护区内有10种浮水植物，包括漂浮植物、浮叶植物等两类。其中，漂浮植物有欧菱（*Trapanatans*）、稀脉浮萍（*Lemnaaequinoctialis*）、品藻（*L.trisulca*）、紫萍（*Spirodelapolyrrhiza*）、苹（*Marsileaquadrifolia*）、满江红（*Azollapinnata*subsp.*asiatica*）等6种。浮叶植物有眼子菜（*Potamogetondistinctus*）、篦齿眼子菜（*P.pectinatus*）、荇菜（*Nymphoidespeltatum*）、睡莲（*Nymphaeatetragona*）等4种。

保护区沉水植物通分布于渭河南岸坑塘静水水体，包括穗状狐尾藻（*Myriophyllumspicatum*）、菹草（*Potamogetoncrispus*）、抱茎眼子菜（*P.perfoliatus*）、角果藻（*Zannichelliapalustris*）、狸藻（*Urtriculariavulgaris*）、大茨藻（*Najasmarina*）、金鱼藻（*Ceratophyllumdemersum*）、黑藻（*Hydrillaverticillata*）等8种。

4.15.4 湿地水文特征

①东庄水库下游河道特点

张家山水文站位于东庄水库坝址下游 29km，距泾河入渭口约 58km，为进入下游冲积性河道的控制站。桃园水文站位于东庄水库坝址下游约 78km，处于泾河最末端，距泾河入渭口约 9km。

泾河下游河道经张家山出峡谷后流向东南，河谷开阔，河流紧切南岸的黄土台源，南岸仅有窄长的河漫滩，北岸形成了开阔的冲洪积倾斜平原，河槽宽浅，河谷宽度 400～600m，漫滩及江心滩发育，汊道、串沟较多，为顺直分汊或微弯分汊型平原型河流。张家山至至桃园段河道比降 1.2‰，桃园以下河道平均比降 0.8‰，桃园水文站以下河段床沙表层为细沙，厚度约 1m～2m；表层细沙以下为 4 ～ 8 m厚的砂砾石层。

②现状河道冲淤分析

图 4.15-6 和图 4.15-7 给出张家山和桃园两个水文站历年实测横断面套汇图，可以看出：张家山水文站断面基本处于冲淤平衡状态。1965 年至 2000 年，张家山断面河底有冲有淤，冲淤变化幅度在 0.5m 左右；2000 年以来河底高程变化不大，基本维持在 419.5m 附近。

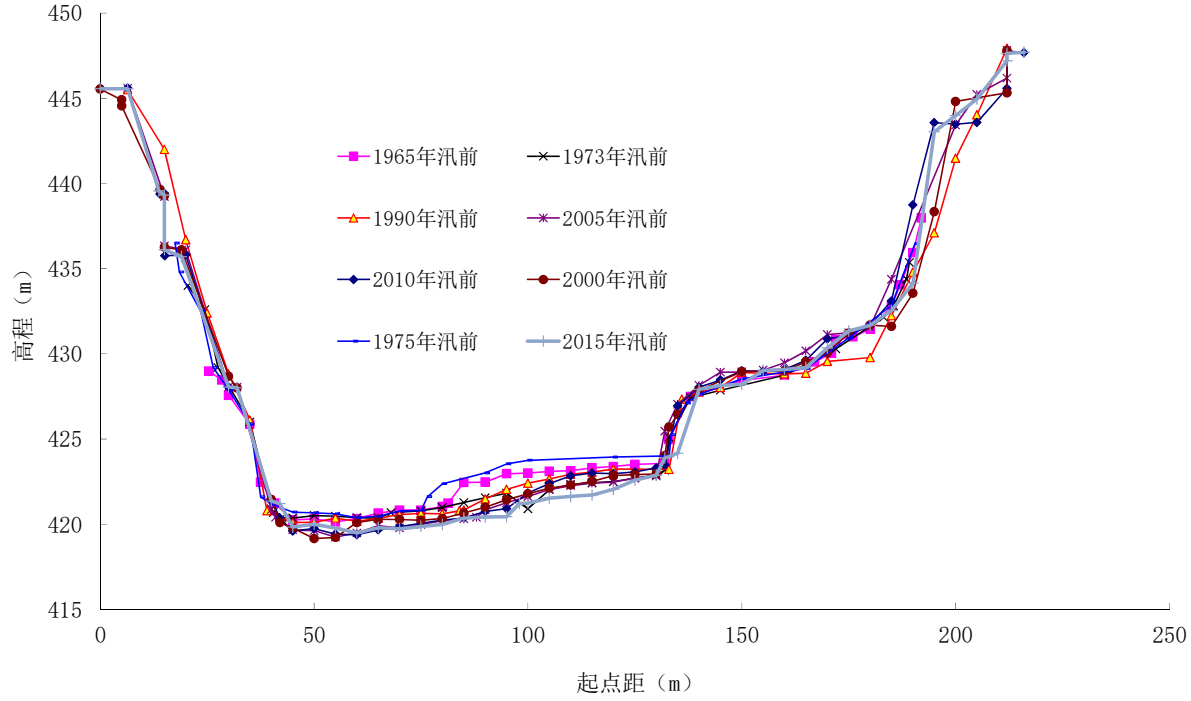


图 4.15-6 张家山水文站断面套绘图

桃园断面基本处于冲淤平衡状态。从 2003 年、2006 年、2010 年和 2015 年河道断面来看，河底略有冲刷下切，但下切幅度不大，河底平均高程基本维持在 361.3m 附近。

从主要水文站断面冲淤变化情况来看，泾河下游河道历年冲淤幅度不大。

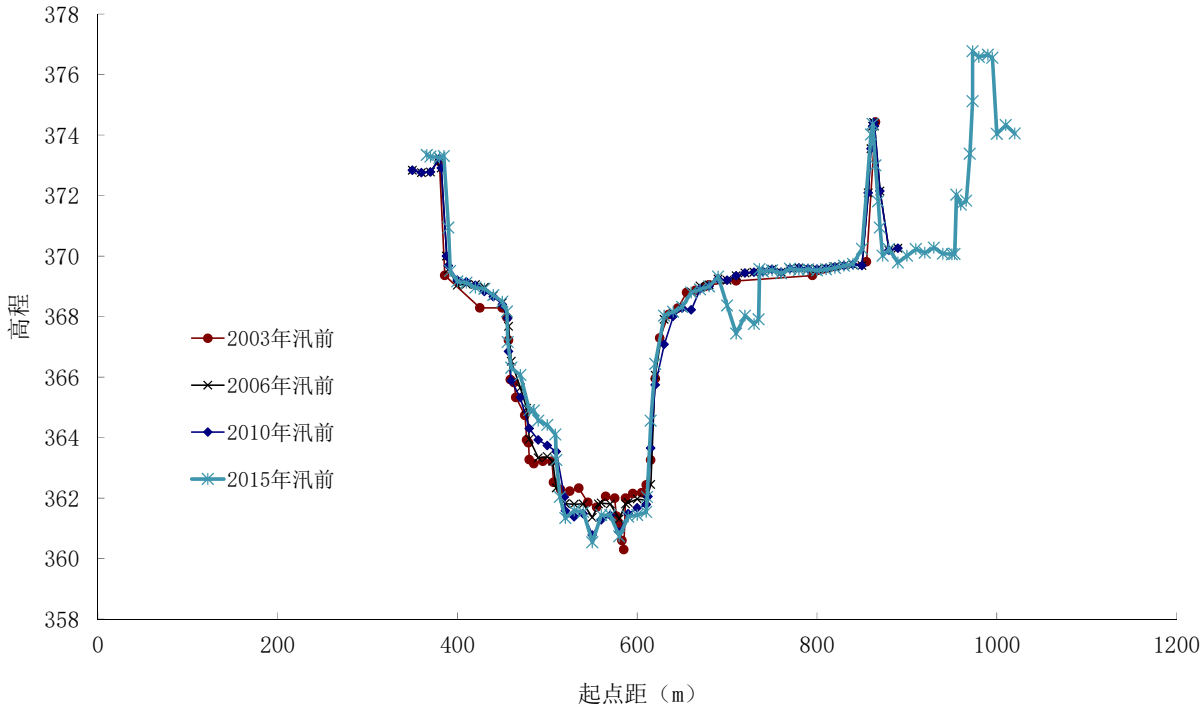


图 4.15-7 桃园水文站断面套绘图

③东庄水库投运后河道冲淤变化

东庄水库至桃园水文站河段，主要为基岩和砂砾石河床，河段长期处于次饱和输沙状态，河道冲淤变化很小，东庄水库修建不会引起该河段持续冲刷。

桃园水文站至泾河口河段，床沙表层多为不足 1m 厚的细沙，局部厚度约 2m；表层细沙以下为 4 ～ 8 m厚的砂砾石层。东庄水库拦沙初期（前 5 年），水库下泄清水，泾河口附近将发生冲刷，经分析计算，泾河口最大冲刷下切约 0.8m；拦沙初期结束后，随着东庄水库排沙和渭河回淤，该河段不会持续冲刷，将会回淤。

⑤ 自然保护区洪水特征

根据 1841 年、1898 年、1911 年及 1933 年等历史调查洪水以及张家山、华县、咸阳建站以来的实测洪水，洪水组成分析结果（表 4.15-5），渭河下游 5000m^3/s 至 10000m^3/s 洪水（5 年一遇至 50 年一遇的一般洪水至大洪水），以泾河来水为主发生几率 25%；以渭河来水为主的发生几率约 67%，泾渭河同时来水的发生几率约 8%。因此，渭河洪水是保护区漫滩洪水主要来源。

表 4.15-5　洪水组合情况统计表

华县站洪水			泾河来水为主洪水		泾渭河同时来水		渭河来水为主	
洪峰量级 (m^3/s)	重现期（年）	洪水场次	洪水场次	发生几率(%)	洪水场次	发生几率(%)	洪水场次	发生几率(%)
2000～5000	约 5 年一遇以下	63	12	19.0	15	23.8%	36	57.1
5000～10000	约 5～50 年一遇	12	3	25.0	1	8.3%	8	66.7
≥10000	约 50 年一遇以上	3	2	66.7	0	0.0%	1	33.3

4.15.5 植物区系及多样性特点

保护区植被属于暖温带落叶阔叶林带关中盆地人工植被区西安、咸阳泾、渭、灞河汇流平川水浇地栽培植被小区，以河漫滩草甸为主，辅以人工栽培植被和人工绿化植被，乔木以人工栽培为主，树种以毛白杨为主，另有槐、悬铃木、垂柳、旱柳等，灌木很少，且多为人工栽培，有柳、蔷薇等；草本以白茅、狗牙根、稗、芦苇、葎草、蒿类为主。

（1）植物区系特征

①植物区系组成

泾渭湿地自然保护区内有野生种子植物 64 科 175 属 253 种（表 4.15-6）。

从种子植物科组成分析，含 10 属以上的有 2 科 42 属，占总科数 3.1%，占总属数

24%；含有 6～9 属的有 5 科，占总科数的 7.9%，占总属数的 21.7%，以上两类仅占总科数 11%，占总属数 45.7%，但在保护区种子植物区系中占有重要的地位。如菊科（Compositae）18 属、禾本科（Gramineae）24 属、豆科（Leguminsae）9 属、蔷薇科（Rosaceae）8 属、十字花科（Cruciferae）8 属、石竹科（Caryophyllaceae）7 属、紫草科（Borraginaceae）6 属等。含有 2～5 属的有 15 科，占总科数的 23.4%，含有 50 属，占总属数的 28.6%。如毛茛科（Ranunculaceae）5 属、唇形科（Labiatae）5 属、莎草科（Cyperaceae）5 属、茄科（Solanaceae）5 属、旋花科（Convolvulaceae）3 属、玄参科（Scrophulariaceae）5 属、木樨科（Oleaceae）5 属、杨柳科（Salicaceae）2 属、蓼科（Polygonaceae）2 属、藜科（Chenopodiaceae）2 属、浮萍科（Lemnaceae）2 属等。仅含 1 属的有 42 科，占总科数的 65.6%，但只含有 45 属，占总属数的 25.7%。

表 4.15-6 泾渭湿地自然保护区种子植物科内属的组成

科内含属数	科数	占总科数（%）	属数	占总属数（%）
含 10 属以上	2	3.1	42	24.0
6～9 属	5	7.9	38	21.7
2～5 属	15	23.4	50	28.6
仅 1 属	42	65.6	45	25.7
总计	64	100	175	100

科内种组成情况与科内属组成基本相同，含种数较多的科为菊科（30 种）、禾本科（25 种）、豆科（13 种）、蔷薇科（12 种）、莎草科（10 种）、十字花科（9 种）、蓼科（9 种）、石竹科（8 种）、茄科（8 种）、木樨科（8 种）、藜科（7 种）、毛茛科（7 种）、杨柳科（7 种）、玄参科（6 种）等 14 科，占总科数 23.4%，但所含种数占到总种数的 65.2%，在种子植物区系中明显占据重要地位。含有 2～5 种的有 23 科，占总科数的 35.9%，所含种数为 62 种，占总种数的 24.5%，在该区种子植物区系中也起一定作用。仅含 1 种的有 26 科，占总科数的 40.6%，但所含种数只有 26 种，占总种数的 10.3%。

表 4.15-7 泾渭湿地自然保护区种子植物科内种的组成

科内含种数	科数	占总科数（%）	种数	占总种数（%）
含 10 种以上	5	7．8	90	35．6
6～9 种	10	15．6	75	29．6
2～5 种	23	35．9	62	24．5
1 种	26	40．6	26	10．3
总计	64	100	253	100

从属内种组成分析，与科内种组成情况不同（表 4.15-8），含有 5 种以上的属 4 个，

分别是蒿属（6 种）、菱陵菜属（6 种）、藜属（6 种）、酸模属（5 种），占总属数 2.3%，所含种数 23 种，占总种数 9.1%；含 2～4 种的有 34 属，占总属数 19.4%，如杨属、柳属、蓼属、毛茛属、莎草属、薰草属、茄属、大戟属、画眉草属、眼子菜属、紫菀属、苜蓿属等，所含种数 93 种，占 36.8%，在保护区种子植物区系中占据重要作用；含 1 种有 137 属，占总属数 78.3%，种数 137 种，占总种数 54.1%。

表 4.15-8 泾渭湿地自然保护区种子植物属内种的组成

属内含种数	属数	占总属数%	种数	占总种属%
含 5 种以上	4	2.3	23	9.1
3－4 种	12	6.9	49	19.4
2 种	22	12.5	44	17.4
1 种	137	78.3	137	54.1
总计	175	100	253	100

③ 植物地理区系分析

保护区种子植物 64 科的地理成分以世界分布类型为主，如菊科、禾本科、十字花科、蔷薇科、大戟科等，其次为温带分布类型的科，其它分布类型的科所占比例较小。保护区种子植物属分布区类型有 14 个（表 4.15-9），反映出区属地理成分有一定复杂性，与其他植物区系具有广泛的联系。

表 4.15-9 泾渭湿地自然保护区种子植物属的分布区类型

分布区类型	属数	占总属数（%）
世界分布	30	17.1
泛热带分布	25	14.3
旧大陆热带分布	1	0.6
热带亚洲至热带大洋洲分布	4	2.3
热带亚洲至热带非洲分布	2	1.1
热带亚洲分布	2	1.1
北温带分布	53	30.3
东亚和北美间断分布	10	5.7
旧大陆温带分布	30	17.1
温带亚洲分布	3	1.7
地中海区、西亚至中亚分布	6	3.4
中亚分布	1	0.6
东亚分布	6	3.4
中国特有分布	2	1.1
合计	175	100

在不同分布区类型中，温带分布区类型所含属数最多（109 属），占总属数（不含

世界分布属，下同）的 75.2%，表明区属地理成分以温带分布类型为主体。温带分布区类型属中，大部分是植被主要组成部分，如蒿属、萎陵菜属、蓟属、冰草属、画眉草属、雀麦属、胡枝子属等。温带分布区类型中，北温带分布区类型所含属最多（53 属），占总属数的 36.6%，旧大陆温带分布有 30 属，占总属数的 20.7%，上述两个分布区类型均以草本为主，反映区域北温带区系一般特征，以及兼具地中海区和中亚的植物区系特色。此外，地中海区、西亚至中亚分布类型有 6 属，主要为禾本科的小麦属、桑科的桑属、石榴科的石榴属、十字花科的离子芥属和糖芥属等，其中很多为人工引进的栽培植物。东亚分布区类型中，中国-喜马拉雅分布和中国-日本分布均有出现，反映该区东西交汇的过渡特点。

除温带分布区类型外，热带分布区类型在该区共有 34 属，占总属数 23.4%，其中以泛热带分布属为主，大多属于扩展到北温带的属，如禾本科的狗牙根属、白茅属、大戟科的大戟属、鼠李科的枣属、蒺藜科的蒺藜属、芸香科的花椒属等，热带分布属在该区并未出现，也反映该区以温带植物区系为主的特点。

泾渭湿地保护区种子植物区系组成较为丰富，以温带区系成分为主，草本植物占优势，反映出河流型湿地植物区系的一般特征。

（2）植物种类

泾渭湿地自然保护区内有野生种子植物 64 科 175 属 253 种（其中野生植物 253 种。

调查发现保护区内有重点保护植物野大豆，即是国家重点保护野生植物（Ⅱ级）1 种野大豆（Glycinesoja）。野大豆在保护区内主要分布于灞河汇入渭河的两岸、泾渭分明湿地公园、泾河汇入渭河的河岸滩地等处，多以伴生种出现，常缠绕于高大的草本植物或小灌木上，有时会在群落中形成具有明显优势。野大豆在我国分布很普遍，适应能力强，有较强的抗逆性和繁殖能力，其主要致危因素为因开荒造田、过度放牧、大型基本建设等人类经济活动，造成其生境缩小乃至消失。

4.15.6 陆生动物调查

（1）陆生动物种类

泾渭湿地自然保护区位于关中平原东段，由渭河、灞河、泾河及其沿岸河滩地组成。在中国动物地理区划上属于古北界、华北区、黄土高原亚区中的渭河谷地省。区内气候冬季干燥温和，夏季炎热多雨，周边地区是我省悠久的农业耕作区，森林资源贫乏。生

态环境的单一化导致了动物区系组成的相对简单。初步调查统计，保护区两栖爬行类 4 目 7 科 18 种，鸟类 14 目 30 科 91 种，哺乳类 5 目 7 科 20 种，其中国家 I 级重点保护物种 2 种（大鸨、金雕），国家 II 级重点保护物种 16 种，以猛禽类为主，陕西省重点和一般保护物种 56 种。鸟类中以越冬的雁鸭类、鸻形目鸟类为优势种群，鹳形目中的鹭类也常在岸边栖息。

（2）湿地鸟类及分布特征

保护区鸟类方面，通过查阅《秦岭鸟类志》等相关资料，结合陕西省动物研究多次观测资料以及西北大学2016年8月、9月、10月，2017年1月观测资料统计整理，保护区国家I级重点保护鸟类2种（大鸨、金雕），国家II级重点保护鸟类16种。鸟类中以越冬的雁鸭类、鸻形目鸟类为优势种群，鹳形目鹭类常在岸边栖息。保护区鸟类中旅鸟所占比例较高，体现保护区是关中地区鸟类迁徙的通道和候鸟重要的栖息地特征。

根据调查，保护区内栖息在水域、河滩的鸟类种类和数量最多，其次是湿地内的荒草地和农田次之，大部分鸟类栖息于渭河沿岸的滩涂和阶地，特别是渭河南岸的滩涂、洼地水塘。保护区内的渭河南岸河漫滩地区微地貌发育，洼地水塘和黄土沙丘相间分布，地表崎岖不平，沙坑水体和起伏的地表形成了多样化的湿地生境，水生植物和陆生植物相间分布，是保护区鸟类的集中分布区，大部分的鸟类分布于此。泾河在入渭口附近河道深切，河漫滩不发育，湿地植被分布很少，泾河两岸一级阶地高出河面5m至20m。分布有成片的人工杨树林、蒿类等中生植被及农田，有少量的林地鸟类分布，除了狭窄的泾河河道水面外，没有其他水面，水禽和湿地鸟类分布较少。

总体上看，保护区范围内鸟类分布呈现出以水禽和河滩草地鸣禽组成为主体的鸟类群落性质，反映出河流、库塘湿地鸟类群落的鲜明特征。

鸟类分布情况详见图4.15-8。

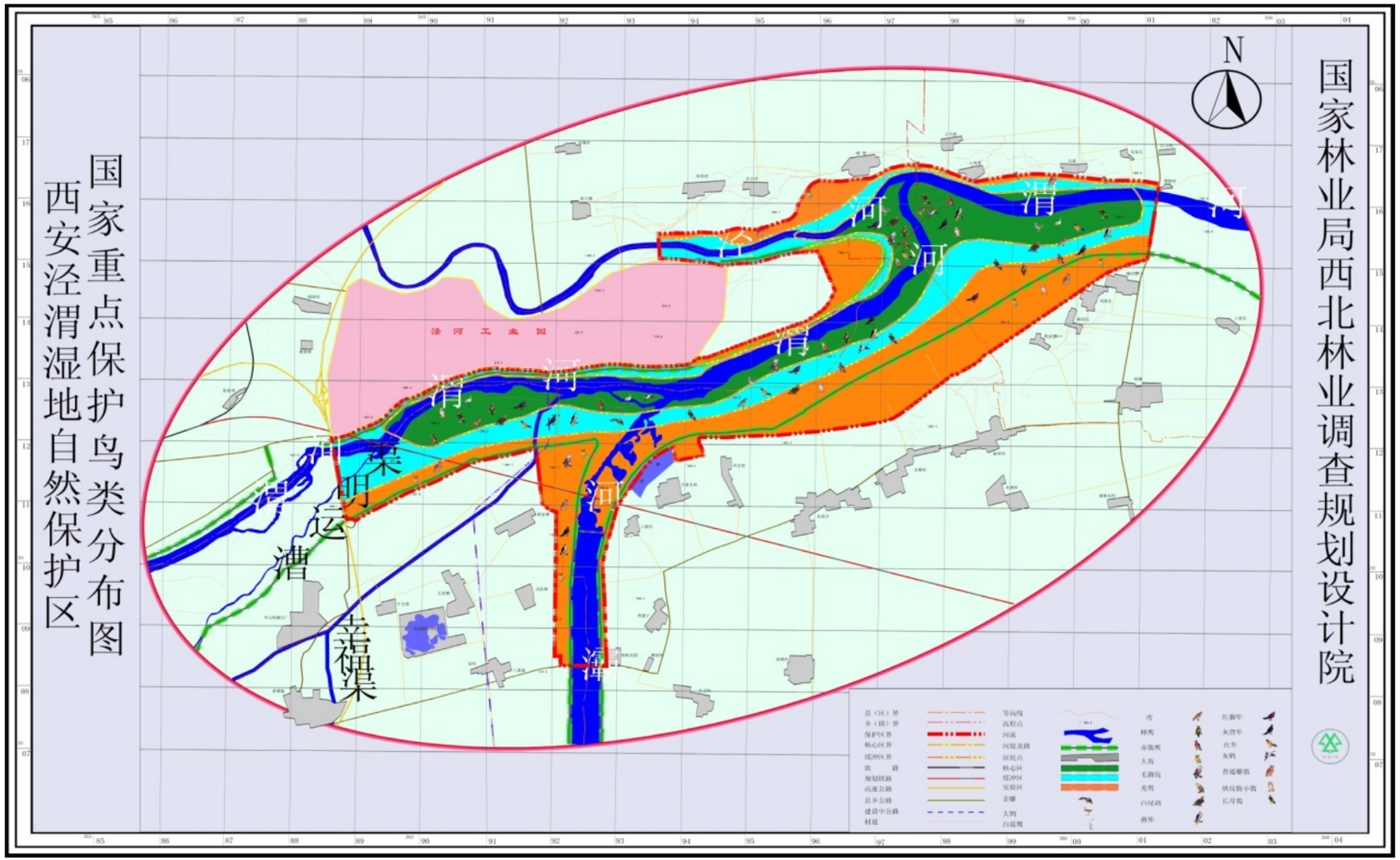


图 4.15-8 保护区鸟类分布示意图

（3）鸟类生活习性

1）国家一级保护动物

①金雕

国家一级保护鸟类。主要栖息于山地森林，主要捕食野兔、旱獭、雉鸡、鹑类、雁鸭类等。繁殖期 2～3 月，多营巢于难以攀登的悬崖峭壁的大树上。保护区内为留鸟，常年活动在保护区内，主要栖息于林地环境内，以小型动物为食。

②大鸨

国家一级保护鸟类。主要栖息于开阔的平原、干旱草原、稀树草原和半荒漠地区，也出现于河流、湖泊沿岸。主要吃植物的嫩叶、嫩芽、嫩草、种子以及昆虫、蚱蠓、蛙等动物。10 中旬开始集群迁徙，11 月底到达保护区，翌年 2 月底返回繁殖地，繁殖期 5～7 月，主要栖息于滩地内农田及荒草地内。

2）国家二级保护动物

①白琵鹭

国家二级保护鸟类。大型涉禽。我国北方繁殖种群均为夏候鸟，春季 4 月初至 4 月末从保护区迁到北方繁殖地，秋季 9 月末至 10 月末迁回。繁殖期 5～7 月，栖息于开阔平原和山地丘陵地区的河流、湖泊、水库岸边及浅水处，主要以虾、蟹、水生昆虫、昆虫幼虫、甲壳类、软体动物、小鱼等小型脊椎动物和无脊椎动物为食，偶尔也吃少量植物性食物。保护区为冬候鸟，停留时间为 10 月～翌年 3 月。主要栖息于浅水湿地环境，以昆虫为食，在保护区内无繁殖地。

②鸢

国家二级保护鸟类。栖息于林地、农田及草地，主要以鼠、兔、蛙、鸟类为食。繁殖期为 5 月至 7 月，筑巢地点位于高大乔木上。保护区为留鸟。

③蜂鹰

国家二级保护鸟类。中型猛禽，春季 4 月初至 4 月末迁来，秋季 9 月末至 10 月末迁走。栖息于不同海拔高度的阔叶林、针叶林和混交林中，尤以疏林和林缘地带较为常见。主要以黄蜂、胡蜂、蜜蜂和其他蜂类为食，也吃其他昆虫和昆虫幼虫。筑巢于高大乔木上，多以枯枝叶为巢材，有时利用鵟或苍鹰等旧巢。5 月下旬到 6 月产卵，孵卵期 30～35 天，育雏期 40～45 天。繁殖期为 4～6 月。

④赤腹鹰

国家二级保护鸟类。栖息于山地森林和林缘地带，也见于低山丘陵和山麓平原地带的小块丛林，农田地缘和村庄附近。主要以蛙、蜥蜴等动物性食物为食，也吃小型鸟类，鼠类和昆虫。5～6 月繁殖，鹰巢位于林中的树丛上。

⑤大鵟

国家二级保护鸟类，大型猛禽。主要捕食鼠类和野兔。繁殖于中国北部和东北部、青藏高原东部及南部的部分地区。保护区为冬候鸟，停留时间为每年 11 月至翌年 4 月。主要栖息于林地环境，以小型动物为食，在保护区内无繁殖地。

⑥毛脚鵟

毛脚鵟是中型猛禽。冬候鸟，冬季主要栖息于低山丘陵、林缘地带、稀疏的针阔混交林和原野、耕地等开阔地带。主要以田鼠等小型啮齿类动物和小型鸟类为食，也捕食野兔、雉鸡、石鸡等较大的动物，繁殖期 5 月末至 8 月初。

⑦秃鹫

秃鹫，主要栖息于低山丘陵和高山荒原与森林中的荒岩草地、林缘地带，留鸟，主要以大型动物的尸体和其他腐烂动物为食，偶尔主动攻击中小型兽类、两栖类、爬行类和鸟类；繁殖期 3～5 月，通常营巢于森林上部。

⑧白尾鹞

国家二级保护鸟类。中型猛禽。栖息于平原和低山丘陵地带，尤其是平原上的湖泊、沼泽、河谷、草原、荒野以及低山、林间沼泽和草地，农田耕地和芦苇塘等开阔地区，主要以鼠类及鸟类为食。繁殖于新疆西北部天山，繁殖期 4～7 月。保护区内为冬候鸟，停留时间每年 11 月至翌年 2 月。

⑨燕隼

燕隼，小型猛禽，栖息于有稀疏树木生长的开阔平原、旷野、耕地、疏林和林缘地带。营巢于疏林或林缘和田间的高大乔木树上。主要以麻雀、山雀等雀形目小鸟为食，大量捕食蜻蜓、蟋蟀、蝗虫，天牛、金电子等昆虫。繁殖期 5～7 月，春季在 4 月中下旬迁到东北繁殖地，9 月末至 10 月初离开繁殖地。

⑩红脚隼

国家二级保护鸟类。春季迁到北方繁殖地的时间大多在 4 月末至 5 月初，秋季离开繁殖地时间大多在 10 月末至 11 月初。主要栖息于低山疏林、林缘、山脚平原、丘陵地区的沼泽、草地、河流、山谷和农田耕地等开阔地区，尤其喜欢具

有稀疏树木的平原、低山和丘陵地区。主要以蝗虫、蚱蜢、蝼蛄、蟋斯、金龟子、蟋蟀、叩头虫等昆虫为食，每年 5～7 月繁殖。保护区为夏候鸟，停留时间为每年 5 月至 10 月。主要栖息于林地，以昆虫为食，在保护区内存在繁殖地。

⑪灰背隼

灰背隼，小型猛禽，栖息于开阔的低山丘陵、山脚平原、森林平原和森林苔原地带，特别是林缘、林中空地、山岩和有稀疏树木的开阔地方，冬季和迁徙季节也见于荒山河谷、平原旷野、草原灌丛和开阔的农田草坡地区。主要以小型鸟类、鼠类和昆虫等为食，也吃蜥蜴、蛙和小型蛇类，繁殖期 5～7 月，通常营巢于树上或悬崖岩石上，喜欢占用乌鸦、喜鹊和其他鸟类的旧巢。

⑫红隼

国家二级保护鸟类。小型猛禽。以猎食时有翱翔习性而著名。吃大型昆虫、鸟和小哺乳动物。红隼通常栖息在山区植物稀疏的混合林、开垦耕地及旷野灌丛草地，繁殖期为 5～7 月。保护区内为留鸟。

⑬灰鹤

国家二级保护鸟类。新疆天山、内蒙呼伦贝尔、黑龙江、吉林等地繁殖，迁徙经新疆西部、东北及华北，在长江中下游、四川西部和华南越冬。灰鹤栖息于开阔平原、草地、沼泽、旷野、湖泊以及农田地带，以水草、嫩芽、野草种子、昆虫及水生动物为食。繁殖期 4～5 月。保护区为冬候鸟，停留时间为每年 10 月至翌年 3 月。主要栖息于荒草地、农田，以植物为食，在保护区内无繁殖地。

⑭普通雕鸮

国家二级保护鸟类。栖息和繁殖於岩穴和树洞，主要以鼠类为食，也吃其他兽类、鸟类、鱼类、两栖类和爬行类等。繁殖期 4～7 月。筑巢于树洞中、悬崖峭壁下面的凹处。

⑮纵纹腹小鸮

国家二级保护鸟类。栖息于低山丘陵、林缘灌丛和平原森林地带，也出现在农田、荒漠和村庄附近树林中。食物主要是鼠类和鞘翅目昆虫，繁殖期 5～7 月。通常营巢于悬崖的缝隙、岩洞、废弃建筑物的洞穴等处。保护区内为留鸟。

⑯长耳鸮

国家二级保护鸟类。食物以各种鼠类为主，还包括小型鸟类，栖息于针叶林、针阔混交林和阔叶林等森林中，繁殖期 4～6 月。保护区停留时间为每年 10 月至

翌年 3 月，无繁殖地。

表 4.15-10 自然保护区国家重点保护鸟类生态习性

名称	级别	生态习性	居留型	生境类型	停留时间
金雕	一级	栖息于大树及河边草从，主要以小型兽类及鸟类为食	留鸟	荒滩农田 人工林	常年
大鸨	一级	栖息河边草地、农田，食性杂，以植物性食物为主	冬候鸟	荒滩农田	11 月～翌年 2 月
白琵鹭	二级	栖息于沼泽、河边，以小型水生动物为食	冬候鸟	水域	10 月～3 月
鸢	二级	栖息于林地、农田、草地 以鼠、兔、蛙、鸟类为食	留鸟	荒滩农田 人工林	常年
蜂鹰	二级	栖息于林间、农田 主要以黄蜂、胡蜂、蜜蜂和其他蜂类为食	夏候鸟	荒滩农田 人工林	5 月～10 月
赤腹鹰	二级	栖息于林间、农田 以蛙等动物性食物为食	繁殖鸟	荒滩农田 人工林	5 月～10 月
大鵟	二级	栖息于开阔草地、林地，以种小型鸟类、兽类为食	冬候鸟	人工林	11 月 4 月
毛脚鵟	二级	主要以田鼠等小型啮齿类动物和小型鸟类为食	冬候鸟	人工林及荒滩	11 月～4 月
秃鹫	二级	主要以大型动物的尸体和其他腐烂动物为食	留鸟	荒滩农田 人工林	常年
白尾鹞	二级	栖息于农田，草地，以鼠类、小鸟为食	冬候鸟	荒滩农田	11 月～2 月
燕隼	二级	栖息于耕地和疏林地及林地边缘，以小型鸟类及昆虫为食	留鸟	人工林、农田	常年
红脚隼	二级	栖息于草地、林地、农田，以昆虫为食	夏候鸟	人工林	5 月～10 月
灰背隼	二级	耕地和疏林地及林地边缘，以小型鸟类、鼠类和昆虫等为食	夏候鸟	人工林	5 月～10 月
红隼	二级	栖息于农田、疏林地，以昆虫为食	留鸟	人工林	常年
灰鹤	二级	栖息于滩涂、草地等湿地，以水草、水生生物为食	冬候鸟	荒滩农田 水域	10 月～3 月
雕鸮	二级	栖息于平原，以鼠兔为食	留鸟	人工林	常年
纵纹腹小鸮	二级	栖息于林间，以鼠虫为食	留鸟	人工林	常年
长耳鸮	二级	栖息于林缘、林地、乔木，以鼠虫为食	冬候鸟	人工林	10 月～3 月

（4）保护区水生动物

保护区范围内共鉴定出鱼类20种，隶属于4目7科19属。其中鲤科（Cyprinidae）鱼类12属12种，占鱼类物种总数的60.0%；鲿科（Bagridae）各2属2种，鰕虎鱼科（Gobiidae）1属2种，分别各占10.0%；鳅科（Cobitidae）、鲇科（Siluridae

）、鳢科（Channidae）、合鳃鱼科（Synbranchidae）各1属1种，分别各占5.0%。由此可见，鲤科（Cyprinidae）是保护区鱼类群落结构的主要组成。

根据20世纪80年代渭河鱼类调查结果，渭河鱼类共有5目9科42属58种和亚种，包括保护区范围在内的渭河下游区域（宝鸡至潼关段）共有鱼类54种（许涛清，1984）。与20世纪80年代调查结果对比，包括保护区范围在内的渭河下游区域鱼类物种数量减少，但群落结构相似，鲤科依然是西安泾渭湿地省级自然保护区鱼类的主要群落结构。

（5）小结

泾渭湿地自然保护区内有野生种子植物 64 科 175 属 253 种。保护区种子植物 64 科的地理成分以世界分布类型为主，如菊科、禾本科、十字花科、蔷薇科、大戟科等，其次为温带分布类型的科，其它分布类型的科所占比例较小。保护区种子植物属分布区类型有 14 个，反映出区属地理成分有一定复杂性，与其他植物区系具有广泛的联系。

保护区植被属于暖温带落叶阔叶林带关中盆地人工植被区西安、咸阳泾、渭、灞河汇流平川水浇地栽培植被小区，以河漫滩草甸为主，辅以人工栽培植被和人工绿化植被，乔木以人工栽培为主，树种以毛白杨为主，另有槐、悬铃木、垂柳、旱柳等，灌木很少，且多为人工栽培，有柳、蔷薇等；草本以白茅、狗牙根、稗、芦苇、葎草、蒿类为主。

5 环境影响预测与评价

5.1 水资源开发利用影响预测与评价

5.1.1 受水区水资源开发利用分析

（1）水资源开发利用现状

受水区已建成水库 57 座，现状供水能力 1.61 亿 m^3；引水工程 53 处，现状供水能力 4.6 亿 m^3；小型提水工程 454 处，现状供水能力 0.88 亿 m^3。区域水资源开发利用程度已经较高，受水区的地表水开发率为 28.8%，其中石川河为 66%，地表水开发较高；地下水开采率为 41%，其中石川河为 46%；受水区水资源利用程度 25%，其中石川河已达到 48.6%。

表 5.1-1 受水区现状水资源开发利用程度

河流	地表水			地下水			水资源利用程度		
	资源量（亿 m^3）	供水量（亿 m^3）	开发率 (%)	资源量（亿 m^3）	供水量（亿 m^3）	开采率（%）	总资源量（亿 m^3）	用水耗水量（亿 m^3）	利用率 (%)
泾河	17.36	4.32	24.88	3.77	1.43	37.93	19.31	4.03	20.87
石川河	1.8	1.19	66.11	2.75	1.27	46.18	3.54	1.72	48.59
合计	19.16	5.51	28.76	6.52	2.7	41.41	22.85	5.75	25.16

2013 年受水区综合人均用水量是黄河流域的 54%，陕西省的 83%；万元 GDP 用水量是黄河流域的 60%，陕西省的 79%，说明区域综合用水水平较高。万元工业增加值用水量是黄河流域的 61%，是陕西省的 78%；农业灌溉是黄河流域的 54%，是陕西省的 67%；城镇人均生活用水量是黄河流域的 68%，陕西省的 48%；农村人均生活用水量与黄河流域和陕西省基本持平；从各业指标比较看，基本上高于或接近区域用水水平，特别是农业灌溉用水水平较高，主要是受水区属水资源非常缺乏地区。

表 5.1-2 用水指标分析比较表

区域名称	人均(m^3/人)	GDP(m^3/万元)	工业增加值(m^3/万元)	农业灌溉(m^3/亩)	生活(L/p.d)	
					城镇	农村
受水区	187	81	30	201	110	46
陕西省	224	103	32	312	224	48
黄河流域	344	135	41	391	159	49

（2）骨干性水资源配置工程-引汉济渭工程

近年来陕西省相继完成《陕西省水资源综合规划》、《陕西省水中长期供求规划》等，全省水资源配置格局基本确定。按照近水近用、高水高用、优水优用、高效利用的配置原则，引汉济渭、泾河东庄水库、黄河古贤水库是未来关中地区的三大支撑性骨干水源，供水范围均是以关中的中、东部为主，工程任务、供水范围、供水对象各有侧重、互相补充。

①引汉济渭工程概况

按照国家发改委《关于陕西省引汉济渭工程可行性研究报告的批复》（发改农经〔2015〕2210 号），引汉济渭工程主要任务为向陕西省渭河沿岸重要城市、县城、工业园区供水。引汉济渭工程采取“一次立项、分期配水”建设方案，逐步实现 2020 年调水 5 亿 m^3，2025 年调水 10 亿 m^3，2030 年调水 15 亿 m^3。引汉济渭工程总体布置示意图见图 5.1-1。

②引汉济渭供水范围和对象

关中地区属严重资源性缺水地区，而引汉济渭工程调水量有限，在关中缺水对象中，进一步考虑缺水的紧迫性、地理位置、其他后备水源情况等因素，按照“以供定需”、“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”原则，采取突出效益、控制成本、统筹配置办法，确定 22 个城市及工业园区作为引汉济渭供水对象，包括西安、咸阳、渭南、杨凌 4 座重要城市，西咸新区沣西、沣东、**秦汉、空港、泾河** 5 座新城，兴平、武功、三原、周至、户县（鄠邑区）、长安、临潼、高陵、阎良、**富平（不含富平深陕工业区和富平庄里工业区）**、华县 11 个中小城市，及西安泾渭工业园区和渭北工业区。由于水量有限，可供水范围内西部的宝鸡一带四个工业园区、北部的卤阳湖工业区及富平县的深陕工业区和庄里工业区、南部的华阴市及罗敷工业区等均未纳入供水对象。其中渭北的咸阳以东（包括秦汉新城、空港新城，但不含咸阳）进入东庄可供水范围（泾河、石川河流域），共 9 个供水对象。

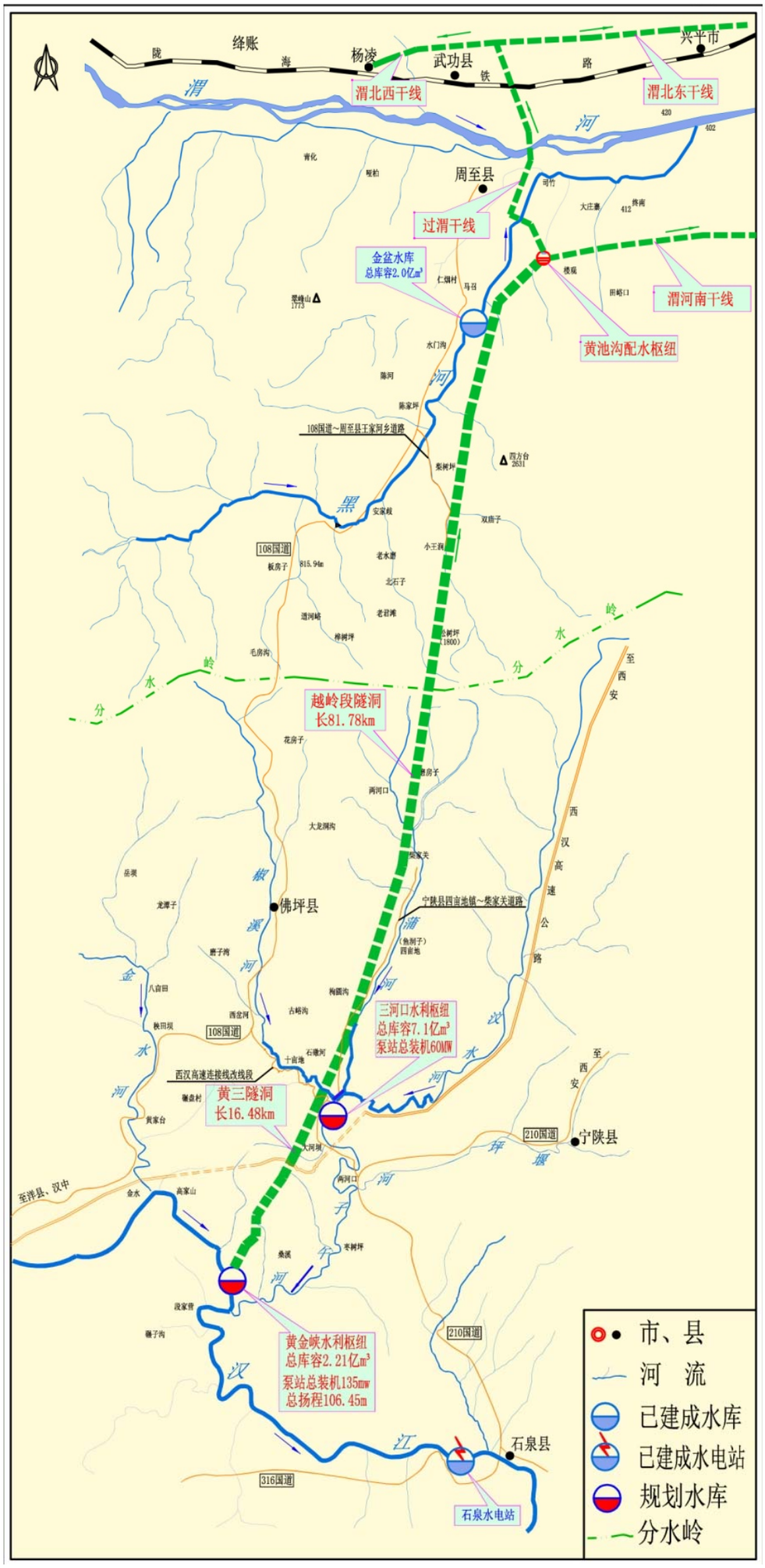


图 5.1-1 引汉济渭工程总体布置示意图

③汉济渭供水对象水量供需平衡

依据《关中-天水经济区发展规划（2009-2020）》（发改西部[2009]1500 号）、《西安国际化大都市发展战略规划》、城市总体规划及工业园区规划，对纳入的供水对象 2030 水平年进行水量平衡和配置，根据城市社会经济发展指标和拟定的不同用水部门规划水平年需水定额，采用定额法计算受水对象需水量。2030 水平年引汉济渭工程 22 个供水对象总需水量 25.44 亿 m^3，其中东庄水库供水范围内引汉济渭供水对象 9 个（西咸新区秦汉新城、空港新城、泾河新城，三原县、阎良区、高陵区、富平县，泾渭工业园区、西安渭北工业区，不含富平县的深陕工业区和庄里工业区）需水量 5.70 亿 m^3，占引汉济渭供水对象总需水量的 22.41%（表 5.1-3、表 5.1-4）。

根据《陕西省水资源综合规划》、《陕西省水利发展“十二五”规划》等，2030 水平年 22 个供水对象总供水量 11.50 亿 m^3，其中地表水可供水量 4.45 亿 m^3，地下水供水量 4.56 亿 m^3，其它工程供水量 2.49 亿 m^3。其中，东庄水库供水范围内引汉济渭 9 个供水对象总供水量 2.38 亿 m^3，占引汉济渭供水对象总需水量的 20.7%。

2030 水平年引汉济渭工程 22 个供水对象总需水量 25.44 亿 m^3，总供水量 11.50 亿 m^3，总缺水量约 13.94 亿 m^3，缺水程度 54.8%。其中，东庄水库供水范围内引汉济渭 9 个供水对象总需水量 5.70 亿 m^3，总供水量约 2.38 亿 m^3，总缺水量约 3.32 亿 m^3，缺水程度 58.25%，缺水量占引汉济渭供水对象总需水量的 23.82%。

表 5.1-3 2030 水平年引汉济渭工程全部供水对象供需平衡成果表（单位：）

供水对象	需水量	可供水量				供需平衡		缺水程度（%）
		地表水（含东庄）	地下水	其他	总供水量	余水	缺水	
合计	**25.44**	**4.45**	**4.56**	**2.49**	**11.5**		**13.94**	**54.8**
重要城市	**13.24**	**2.9**	**2.87**	**1.44**	**7.21**		**6.03**	**45.54**
西安市	9.26	2.4	1.95	1.03	5.38		3.88	41.9
咸阳市	1.71	0	0.58	0.18	0.76		0.95	55.56
渭南市	1.78	0.5	0.25	0.18	0.93		0.85	47.75
杨凌区	0.49	0	0.09	0.05	0.14		0.35	71.43
西咸新区	**3.9**	**0.5**	**0.6**	**0.43**	**1.53**		**2.37**	**60.77**
沣西新城	0.85	0	0.15	0.1	0.25		0.6	70.59
沣东新城	1.08	0	0.29	0.12	0.41		0.67	62.04
秦汉新城	0.6	0.09	0	0.06	0.15		0.45	75
空港新城	0.66	0.11	0.05	0.07	0.23		0.43	65.15
泾河新城	0.71	0.3	0.11	0.08	0.49		0.22	30.99
中小城市	**6.7**	**1.05**	**1.09**	**0.5**	**2.64**		**4.06**	**60.6**
兴平市	0.83	0	0.21	0.06	0.27		0.56	67.47
武功县	0.34	0	0.04	0.02	0.06		0.28	82.35
三原县	0.51	0.28	0.09	0.04	0.41		0.1	19.61
周至县	0.29	0.05	0.06	0.02	0.13		0.16	55.17
户县	0.8	0	0.07	0.06	0.13		0.67	83.75
长安区	0.99	0.08	0.09	0.08	0.25		0.74	74.75
临潼区	0.87	0	0.16	0.07	0.23		0.64	73.56
高陵区	0.26	0.07	0.07	0.02	0.16		0.1	38.46
阎良区	0.89	0.38	0.08	0.07	0.53		0.36	40.45
富平县	0.47	0.19	0.07	0.03	0.29		0.18	38.3
华县	0.45	0	0.15	0.03	0.18		0.27	60
工业园区	**1.6**	**0**	**0**	**0.12**	**0.12**		**1.48**	**92.5**
西安泾渭工业园区	0.64	0	0	0.05	0.05		0.59	92.19
西安渭北工业区	0.96	0	0	0.07	0.07		0.89	92.71

表 5.1-4 2030 水平年引汉济渭工程东庄水库供水范围内供水对象供需平衡成果表

供水对象	需水量	可供水量				供需平衡		缺水程度（%）
		地表水（含东庄）	地下水	其他	总供水量	余水	缺水	
合计	**5.7**	**1.42**	**0.47**	**0.49**	**2.38**		**3.32**	**58.25**
秦汉新城	0.6	0.09	0	0.06	0.15		0.45	**75.00**
空港新城	0.66	0.11	0.05	0.07	0.23		0.43	**65.15**
泾河新城	0.71	0.3	0.11	0.08	0.49		0.22	**30.99**
三原县	0.51	0.28	0.09	0.04	0.41		0.1	**19.61**
高陵区	0.26	0.07	0.07	0.02	0.16		0.1	**38.46**
阎良区	0.89	0.38	0.08	0.07	0.53		0.36	**40.45**
富平县	0.47	0.19	0.07	0.03	0.29		0.18	**38.30**
西安泾渭工业园区	0.64	0	0	0.05	0.05		0.59	**92.19**
西安渭北工业区	0.96	0	0	0.07	0.07		0.89	**92.71**

④引汉济渭水量配置

设计 2030 水平年引汉济渭工程多年平均（1954.7~2010.6）调水 15.00 亿 m^3，进入黄池沟配水枢纽水量约 13.95 亿 m^3，扣除损失后向 22 个供水对象净配水量 13.50 亿 m^3。其中，向东庄水库供水范围内 9 个供水对象净配水量 2.92 亿 m^3（表 5.1-5、表 5.1-6）。

表 5.1-5 2030 年引汉济渭工程全部供水对象水量分配成果表（单位：万 m^3）

序号	供水对象		2030 年配水量	
			进入黄池沟配水枢纽水量	进入配水系统净水量
合计			**139500**	**135000**
	重要城市	**小计**	**61758**	**60094**
1		西安市	39507	38700
2		咸阳市	9813	9494
3		渭南市	8825	8450
4		杨凌区	3613	3450
	西咸新区	**小计**	**24248**	**23380**
1		沣西新城	6178	6000
2		沣东新城	6703	6500
3		秦汉新城	4666	4470
4		空港新城	4395	4200
5		泾河新城	2306	2210
	中小城市	**小计**	**42113**	**40580**
1		兴平市	5831	5643
2		武功县	2871	2778
3		三原县	1075	1041

4		周至县	1648	1595
5		户县	6873	6800
6		长安区	7578	7333
7		临潼区	6706	6490
8		高陵区	1065	1000
9		阎良区	3812	3600
10		富平县	1854	1700
11		华县	2800	2600
	工业区小计		11381	10946
1	西安泾渭工业园区		6209	5900
2	西安渭北工业区		5172	5046

表 5.1-6 2030 年引汉济渭工程东庄水库供水范围内的供水对象水量分配成果（单位：万 m^3）

序号	供水对象		2030 年配水量	
			进入黄池沟配水枢纽水量	进入配水系统净水量
合计			30554	29167
	西咸新区	小计	11367	10880
1		秦汉新城	4666	4470
2		空港新城	4395	4200
3		泾河新城	2306	2210
	中小城市	小计	7806	7341
1		三原县	1075	1041
2		高陵区	1065	1000
3		阎良区	3812	3600
4		富平县	1854	1700
	工业区小计		11381	10946
1	西安泾渭工业园区		6209	5900
2	西安渭北工业区		5172	5046

引汉济渭向东庄可能供水的区域泾河、石川河流域供水量 2.92 亿 m^3，其中向三个新城、富平、三原等与东庄共同供水的对象供水 1.36 亿 m^3，向东庄无法供水的对象（高陵、阎良、西安两个工业区）供水 1.55 亿 m^3。

（3）骨干性水资源配置工程-古贤水库

①古贤陕西受水区总体概况

根据古贤枢纽工程项建报告，古贤水库建成后近期（2030 年）按照 “以供定需”原则向受水区供水，在改善现有引黄灌区用水条件同时，向两省供给工业和城镇用水

3.15 亿㎥，其中陕西省农业灌溉可供水量 7.06 亿 m^3，陕西省受水区总供水量 10.21 亿 m^3。近期古贤水利枢纽工程供水量按照国务院“87”分水方案细化指标以及水资源严格管理用水总量指标控制，按照以供定需原则控制，灌溉面积按已建扬黄灌区 562.2 万亩为控制，其中陕西省灌区面积为 228.5 万亩。依据《黄河古贤水利枢纽陕西受水区规划任务书》，规划受水区范围为古贤枢纽以下水库沿岸及关中泾河以东、渭河沿岸以北的广大地区。

②古贤供水范围和对象

根据陕西省黄河流域水资源配置、古贤水利枢纽陕西受水区规划及黄河干流梯级开发规划，古贤水利枢纽陕西受水区范围包延安的宜川和关中东部受水区。根据古贤水库陕西受水区近期供需平衡分析，受水区 50%代表年缺水量 11.27 亿 m^3，其中缺口最大的是渭南市，缺水量 10.69 亿 m^3，缺水率 52.4%；近期受水区内的西安、咸阳 5 个县（区）在引汉济渭调水工程和泾河东庄水利枢纽工程建成后，区内水资源供需矛盾得到极大缓解。由于古贤水利枢纽工程可供水量有限，近期给受水区配置水量按照以供定需的原则确定，灌区灌溉面积按已建扬黄灌区面积为控制，不涉及泾惠渠灌区，与东庄水库无关。向两省供给工业和城镇用水各 3.15 亿 ㎥，规划近期受水区选择首先以解决缺水最为严重的渭南市相关县（区）和延安的宜川受水区为古贤水利枢纽近期受水对象。渭南受水对象主要包括临渭区、合阳县、澄城县、大荔县、**富平县**、蒲城县、白水县、韩城市等区域的城市和工业区，仅富平县位于东庄水库供水区内，其余对象与东庄供水无关。

③古贤供水对象供需平衡及配水成果

根据陕西受水区 2030 年受水对象城镇及工业园区需、供水量预测，古贤陕西受水区渭南单元 2030 年需水量 8.29 亿 m^3，考虑当地水源及东庄水库（1.62 亿 m^3）和引汉济渭调水量（2.8 亿 m^3）后的缺水量仍然达到 3.42 亿 m^3，缺水程度 42.4%。其中 8 个县城共缺水 1.72 亿 m^3，占总缺水量的 49.0%，渭南市区缺水 0.28 亿 m^3，8 个工业园区共缺水 1.79 亿 m^3，占总缺水量的 51.0%。根据古贤水库分配给陕西省的 3.15 亿 m^3 供水量，选择受水对象进行水量分配，其中给东庄供水对象富平深陕工业区配水 0.51 亿 m^3，考虑输水损失后净供水量 0.47 亿 m^3。

表 5.1-7 古贤水库建成后城镇（工业）黄河水量配置成果（单位：万 m^3）

市、县（区）名称		受水对象	生活	工业	生态	合计
延安	宜川县	宜川县城	66	89	32	187
韩城市		韩城市区		489	929	1418
渭南市	临渭区	渭南市区	1994	552	745	3291
	合阳县	合阳县城	729	491	172	1392
	澄城县	澄城县城	1182	2288	207	3677
	大荔县	大荔县城	926	177	1391	2494
	富平县	深陕工业园区		5127	453	5580
	蒲城县	蒲城县城	121	456	247	824
	白水县	县城及工业园区		674	127	801
	小计		4952	9765	3342	18059
合计		其中枢纽以下	5018	10343	4303	19664

表 5.1-8 古贤水库建成后工业园区黄河水量配置成果（单位：万 m^3）

市、县（区）名称		受水对象	生活	工业	生态	合计
韩城市		韩城市龙门经开区		4429	179	4608
渭南市	大荔县	大荔科技产业园		554	63	617
	临渭区、富平县、蒲城县交界	卤阳湖现代产业综合开发区		3497	171	3668
	蒲城县	渭北煤化工业园区		6981	99	7080
	小计			11032	333	11365
合计			0	15461	512	15973

（4）骨干性水资源配置工程-东庄水库

①供水总体概况

根据东庄水库项建、可研成果，工程开发任务以防洪减淤为主，兼顾供水、发电和改善生态等综合利用。在保证和提高原有泾惠渠灌区农灌的前提下，可向城镇和工业供水 1.62 亿 m^3。

②供水范围和对象

根据关中地区的配水格局，确定东庄水库受水区的范围为泾河流域和石川河流域，涉及到铜川、西安、咸阳和渭南等四个地市。经过对受水区域（泾河、石川河流域四个地市部分）2030 年预测和水量平衡分析，区域总需水量 21.36 亿 m^3，当地可供水量 9.12 亿 m^3，区域水量缺口达到 12.24 亿 m^3。由于东庄可供水量不能满足区域内水量缺口，按照“以水定城、以水定地、以水定人、以水定规模”等原则对区域内用户进行筛选，在保证原有的泾惠渠灌区农业灌溉基础上，选择铜川新区、西咸新区（秦汉新城、泾河新城、空港新城）、富平、三原作为供水对象，其中西西咸新区（秦汉新城、泾河新城、

空港新城）、富平、三原是东庄与引汉济渭的共同供水对象。

③供水对象水量供需平衡

供水对象（铜川新区、秦汉新城、泾河新城、空港新城、富平及工业区、三原）2030年总需水量12.43亿m^3，其中城镇及工业园区需水量7.74亿m^3，泾惠渠灌区需水4.69亿m^3。在城镇和工业需水7.74亿m^3中，包括东庄供水对象需水量5.21亿m^3和东庄不能供水的其他对象需水量2.53亿m^3。

泾惠渠灌区农灌可供水量不再考虑（东庄水库替代泾惠渠渠首农灌）。考虑引汉济渭供水后总可供水量5.9亿m^3，其中东庄供水对象可供水量为2.59亿m^3，其余东庄非供水对象的可供水量3.31亿m^3。如果不考虑引汉济渭供水量（2.82亿m^3），当地总可供水量为3.08亿m^3。

表5.1-9 2030年供水对象供需平衡表（考虑引汉济渭）（单位：万m^3）

供水对象		需水量	可供水量				供需平衡
			地表水（含引汉济渭）	地下水	再生水	合计	余（缺—）水量
铜川新区		9318	3220	450	960	4630	-4688
富平县	庄里工业园	4979	0	354	600	954	-4025
	富平县城	4616	1700	700	341	2741	-1875
	深陕富平	8522	0	20	600	620	-7902
	小计	18117	1700	1074	1541	4315	-13802
西咸新区	空港新城	6576	4200	548	725	5473	-1103
	秦汉新城	5941	4470	0	609	5079	-862
	泾河新城	7136	2210	1118	796	4124	-3012
	小计	19653	10880	1666	2130	14676	-4977
三原县城		5052	1243	665	361	2269	-2783
泾惠渠灌区	城镇及农村	25281	14647	9500	1155	25302	21
	p=25%	27927	0	7797	0	7797	-20130
	p=50%	46864	0	7797	0	7797	-39067
	p=75%	61368	0	7797	0	7797	-53571
合计	p=25%	105348	31690	21152	6147	58989	-46359
	p=50%	124285	31690	21152	6147	58989	-65296
	p=75%	138789	31690	21152	6147	58989	-79800

考虑引汉济渭供水2.82亿m^3时，东庄供水对象缺水量6.53亿m^3，其中灌溉缺水量3.9亿m^3（东庄工程解决），引汉济渭供水后东庄供水对象的城镇和工业缺水2.62亿m^3。如果不考虑引汉济渭供水，东庄供水对象水量缺口9.35亿m^3，农业灌溉缺水量3.9亿m^3（东庄解决），城镇和工业缺水量5.44亿m^3。

④东庄水库水量配置

经过东庄水库调节，在优先满足生态用水的前提下，首先保证泾惠渠灌区农灌用水，50%保证率实际灌溉水量 2.79 亿 m^3；铜川新区、西咸新区三个新城、富平及工业区、三原的城镇和工业实际供水量为 1.62 亿 m^3，保证率 95%；其中富平深陕工业区尚有 1.0 亿 m^3 缺口无法满足，待古贤供水解决。

表 5.1-10 2030 年东庄水库水量配置表（单位：万 m^3）

供水对象		引汉济渭供水后缺水量	实际供水量		备注
			东庄	引汉济渭	
铜川新区		4688	4631	0	
富平县	庄里工业园	4025	1765	0	尚有 9804 万 m^3 缺口由古贤水库解决
	富平县城	1875	500	1700	
	深陕富平	7902	1733	0	
	小计	13802	3998	1700	
西咸新区	空港新城	1103	1089	4200	
	秦汉新城	862	851	4470	
	泾河新城	3012	2919	2210	
	小计	4977	4859	10880	
三原县城		2783	2716	968	
城镇和工业小计		**26250**	**16204**	**13548**	
泾惠渠灌区		39067	27881	14626	
合计		**65317**	**44085**	**28174**	

（5）骨干性水资源配置工程关系

①供水区域紧密衔接，供水对象互有侧重

三大骨干水源的供水区域主要以近水近用为原则划定。东庄与引汉济渭的供水区在渭北中部的西咸新区（空港新城、秦汉新城、泾河新城）、富平、三原一带衔接。受水源工程水量限制，渭北中部区域水量缺口难以由一个工程单独供水，需两个工程共同供水。引汉济渭工程供水主要集中在以西安为核心的渭河南岸区域，渭北区域水量不足；东庄供水以渭北中部为核心，向引汉济渭难以到达的铜川新区供水后，主要满足泾河下游两岸及石川河富平区域，供水范围不能到达渭河南岸。

东庄与古贤供水区在富平一带衔接。古贤供水集中在关中渭北东部的渭南一带，富平是古贤供水的最西部末端。

②供水高程互补

三大骨干水源工程分布主要以高水高用为原则划定。引汉济渭进入关中隧洞出口高程 510m，到达渭北进入泾河流域后，基本维持在 420m 左右，供水对象集中在靠近渭河沿岸的区域，包括空港新城、秦汉新城、泾河新城、富平、三原后，重点向靠近渭河、地势更低的高陵、阎良、西安两个工业区单独供水。

东庄水库死水位 567m，供水水头一般高于引汉济渭，供水对象距离渭河尚有一段距离，地势较引汉济渭稍高，未向高陵、阎良、西安两个工业区配水。

古贤供水取水高程 578m，考虑农灌需要可能需要局部加压，主要向关中东北部供水。

③供水见效先后有序

引汉济渭枢纽工程进入初设阶段，输配水工程进入可研阶段，工程建成通水时间最早，具备向渭北的西咸新区（空港新城、秦汉新城、泾河新城）、富平等急需水源的地区率先供水的条件。

东庄水库枢纽工程输配水工程正在进行工程规划，通水时间晚于引汉济渭，可作为西咸新区（空港新城、秦汉新城、泾河新城）、富平一带的后续骨干水源，其中富平一带引汉济渭只能向县城调剂少量生活用水，大量工业用水亟待东庄供水。

古贤水库受水区规划尚未编制完成，通水时间最晚，古贤水源严重滞后于西咸新区、富平等地区的发展需求。因此，将富平水量不足缺口留待古贤解决。

④规划设计深浅有别，配水结果总体一致

东庄、引汉济渭、古贤三大骨干水源工程受水区相关规划、设计均由陕西省水电设计院完成，编制过程中对三大工程水资源配置进行统筹考虑，按照陕西省及关中地区的配水格局，对各自供水区域进行统一划分，供水对象的选取明确、协调，水量平衡和配置成果一致。

东庄可研成果与引汉济渭受水区总体规划进行无缝衔接，其中引汉济渭配水量以总体规划为准；古贤受水区开展最晚，以东庄可研成果作为依据。由于三大骨干水源工程前期工作进展不一，规划、设计成果随阶段要求进行修正和深入，同时工程开发任务不同，统计和计算口径有别，计算依据新旧不同，在需水量、可供水量、水量平衡、水量分配时略有差异，但围绕着关中的配水格局开展工作，配水成果总体一致。

表 5.1-11 东庄供水区三大骨干水源工程配水成果（单位：万 m^3）

供水对象		东庄	引汉济渭	古贤
铜川新区		4631	0	0
富平县	庄里工业园	1765	0	0
	富平县城	500	1700	0
	深陕富平	1733	0	4707
	小计	3998	1700	4707
西咸新区	空港新城	1089	4200	0
	秦汉新城	851	4470	0
	泾河新城	2919	2210	0
	小计	4859	10880	0
三原县城		2716	968	0
城镇和工业小计		**16204**	**13548**	4707
泾惠渠灌区		27881	14626	0
合计		**44085**	**28174**	4707

引汉济渭、泾河东庄水库、黄河古贤水库供水线路与已成的石头河宝鸡供水线路、黑河供水线路、渭南抽黄线路以及关中当地其他水源线路，共同构成了关中供水网络体系线路框架。

5.1.2 供水对象需水量预测

（1）需水定额

①生活

根据《城市给水工程规划规范》（GB50282-98）、《城市居民生活用水量标准》（GB/T50331-2002）及现状年供水对象的生活用水水平，供水对象 2030 年城镇生活需水定额为 120～140L/人.d。

②城市生产

城市生产需水量按照一般工业、火电工业和建筑业分别预测。2030 年一般工业 12～25m^3 /万元，火电工业 2.5～3.6m^3/kw，建筑业和商饮业 3～6m^3/万元。

③农业灌溉

泾惠渠灌区以现状灌溉制度为基础，参照《陕西省行业用水定额》（DB61/T943-2014），结合灌区近年作物结构和实际泾惠渠灌溉引水情况，规划水平年灌区节水灌溉面积将达到 100%，灌溉水利用系数提高到 0.6。根据灌区灌溉制度，综合灌溉定额见表 5.1-12。

表 5.1-12 泾惠渠灌区综合灌溉定额表

水平年	净定额（m^3/亩）			灌溉水利用系数	毛定额（m^3/亩）		
	25%	50%	75%		25%	50%	75%
2030	116.08	195.06	254.19	0.60	193.47	325.10	423.65

表 5.1-13 城镇及各类园区规划水平年需水量计算定额表

受水区		城镇生活（l/p.d）	生产				生态		
			二产			三产（m^3/万元）	绿地环卫（m^3/亩）	河湖补水（m^3/人）	防护林草（m^3/亩）
			一般工业（m^3/万元）	火电（m^3/kw）	建筑业（m^3/万元）				
铜川	铜川新区	120	20.84	2.50	3.02	3.00	140	9	118
富平	庄里工业园	120	40.64	0	3.60	4.00	134	8	114
	富平县城	133	22.15	0	5.55	5.55	134	8.4	114
	深陕富平	120	12.77	0	3.60	4.00	134	8	114
西咸新区	空港新城	138	19.32		3.31	4.55	133	9.4	114
	秦汉新城	138	13.30	3.6	3.32	3.34	133	9.5	114
	泾河新城	140	21.12		3.32	3.33	133	9.4	113
三原县城		127	22.16		5.59	5.56	133	8.5	111
泾惠渠灌区		120	21.10		5	5.00	133	8	108

④生态需水

河道外生态环境需水量包括城市和农村生态，考虑城市生态包括城市绿化（含环卫）、河湖补水等用水。绿地和林草参考了当地农田灌溉定额，取值为 110～140m^3/亩；河湖补水主要考虑当地蒸发量和降雨量的差值损失，取值为 8～10m^3/人。

（2）需水量预测

①城镇和工业园区

城镇及工业园区范围依据拟定需水定额和规划水平年经济社会发展指标，2030 年供水对象中城镇及工业园区需水量 7.74 亿 m^3。需水量成果见表 5.1-14。

表 5.1-14 城镇及各类园区需水量计算成果表（单位：万 m^3）

受水区		城镇生活	生产				生态			合计
			二产			三产	绿化环卫	河湖补水	防护林草	
			火电	工业	建筑业					
铜川市	铜川新区	2102	875	5022	181	489	151	432	65	9318
富平	庄里工业园	372	0	4357	31	117	22	68	12	4979
	富平县城	1306	0	2525	111	383	46	228	17	4616
	深陕富平	1883	0	5108	212	800	112	344	62	8522
小计		3562	0	11990	355	1300	180	640	91	18117
西咸新区	空港新城	1362	0	3362	248	1242	70	255	37	6576
	秦汉新城	2019	655	1636	136	955	104	378	58	5941
	泾河新城	2449	0	2894	196	979	125	453	40	7136
小计		5830	655	7892	580	3176	299	1086	135	19653
三原县城		790	0	3412	151	517	29	144	9	5052
泾惠渠灌区		6453	0	14538	565	2035	382	1179	130	25281
合计		18737	1530	42854	1832	7517	1041	3481	430	77421

②泾惠渠灌区需水量

东庄水库建成后，泾惠渠灌区灌溉面积 145.3 万亩。根据综合灌溉定额和灌溉面积发展指标，规划水平年 2030 年 25%、50%和 75%代表年的农灌需水分别为 2.79 亿 m^3、4.69 亿 m^3 和 6.14 亿 m^3。供水对象农业灌溉需水量见下表 5.1-15。

表 5.1-15 灌区灌溉需水量计算表

灌溉面积（万亩）	毛定额（m^3/亩）			需水量（万 m^3）		
	25%	50%	75%	25%	50%	75%
145.3	193.47	325.10	423.65	27927	46864	61368

（3）需水定额合理性

1）城镇及工业园区

根据《2013 年中国水资源公报》和《2013 年陕西水资源公报》，全国、陕西省和关中地区 2013 年用水指标见表 5.1-16。

表 5.1-16 主要指标用水水平对比表

区域名称	人均用水量（m^3/人）		GDP 用水量（m^3/万元）		单位工业增加值用水（m^3/万元）		城镇综合生活定额（L/p·d）	
	现状年	2030 年	现状年	2030 年	现状年	2030 年	现状年	2030 年
东庄供水区	190.9	190.7	32.3	12.2	23.6	20.8	123.5	189.7
关中地区	221	296	53	16.6	22	11.7	160	254
陕西省	237	328	55	19.3	18	10.4	140	254
全国	456	480	109	68	67	38	212	

① 综合指标

规划水平年城市及园区人均用水量 190.7m^3/人，即为 0.52（万 m^3/(万人·d)），符合《城市给水工程规划规范》(GB 50282-98)中陕西大、中城市人均综合用水指标 0.35～0.80（万 m^3/(万人·d)）要求；指标计算不含农村部分，低于关中、陕西和全国现状，也低于全国和陕西省 2030 年预测值。单位 GDP 用水量 12.2m^3/万元，低于关中、陕西和全国现状和2030年的全国和陕西省预测值；与现状值相比，在现状基础上降低了62%。同时，根据《陕西省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的实施意见》（陕政发〔2013〕23 号）、《陕西省人民政府办公厅关于印发实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（陕政办发〔2013〕77 号）要求，2015 年单位 GDP 用水量比 2010 年降低 25%，而本工程与本省现状比，在现状基础上降低了 62%，符合国家、陕西省等相关要求。

② 生活指标

城镇综合生活用水定额为 189.7L/（p·d），符合《室外给水设计规范》(GB50013-2006)陕西大中城市人均综合生活用水指标 130～210L/（p·d）。因此，城镇生活用水大城市指标在合理范围之内。

③工业指标

一般工业增加值用水定额为 20.8m^3/万元，高于陕西省水资源综合规划中 2030 年预测用水定额，低于全国 2030 年预测用水定额，与区域工业结构有关。火电厂用水定额为 2.8m^3/kW（0.11m^3/ s·GW），符合《火力发电厂节水导则》（DL/T783-2001）空冷机组单机容量 300MW 级耗水率为 0.13 m^3/ （s·GW）～0.20 m^3/s·GW）的标准，也符合《陕西省行业用水定额》（DB61/T943-2014）空冷机组 300MW 级用水定额小于 0.13m^3/（s·GW）的要求。

④生态指标

城市公共绿地用水定额为0.2m^3/m^2（浇洒天数按年均175天计算，则用水定额为1.14 L/（m^2·d）。根据《室外给水设计规范》（GB50013-2006）规定：“浇洒绿地用水可按浇洒面积以1.0 L/m^2·d～3.0 L/（m^2·d）”，因此绿地用水定额符合相关规范要求。河湖补水定额为8.6m^3/人，根据关中目前地级市以上城市规划人均河湖补水量为10m^3/人。防护林草用水定额为0.17m^3/m^2，亩均灌溉定额为113 m^3/亩，低于《陕西省行业用水定额》关中东部林草灌溉用水定额标准。

2）农业灌溉

①灌溉水利用系数

截止2013年底，泾惠渠灌区节水灌溉面积占有效灌溉面积的62%，渠系水利用系数达到0.66，现状灌溉水利用系数为0.54。现状灌溉水利用系数低于关中地区（0.57）和陕西省平均水平（0.55），但高于全国现状0.53的平均水平。

规划到2020年灌区干、支渠渠道衬砌率达到100%，灌区渠系水利用系数达到0.67以上，田间水利用系数由现状的0.81提高到0.90以上，灌溉水利用系数达到0.60以上。与《节水灌溉技术规范》（SL207-98）中的要求，渠系水利用系数：大型灌区不应低于0.55比较，是合理的；田间水利用系数，旱作物灌区不宜低于0.90比较一致，是合理的；灌溉水利用系数，大型灌区不应低于0.50比较，高10%，是合理的。

根据《陕西省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的实施意见》（陕政发〔2013〕23号）、《陕西省人民政府办公厅关于印发 实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（陕政办发 〔2013〕77号）要求，陕西省2015年农田灌溉水有效利用系数要求达到0.55，满足相关要求。

②灌溉定额

根据可研报告和供水区规划专题报告，泾惠渠灌区主要作物2030年灌溉定额见表5.1-16，与陕西省《行业用水定额》（DB61/T943-2014）中渭北干旱缺水地区相应作物灌溉定额对比，泾惠渠灌区2030年主要作物灌溉定额符合陕西省行业用水定额标准。

表 5.1-17 2030 年泾惠渠灌区主要作物灌溉定额 （单位：m^3/亩）

分类	2030 年灌溉定额			陕西省行业用水定额标准		
降水频率	25%	50%	75%	25%	50%	75%
小麦	95	135	170	120	150	170
玉米	40	80	120	70	110	130

综上而言，工程取水量合理，符合国家相关要求。在实施过程中，需要根据国家“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的“三先三后”原则，全面落实供水区域的节水型社会建设等，建立和实行最严格水资源管理制度，严格控制用水总量，全面提高用水效率；进一步要坚持“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思想，坚守水资源开发利用控制、用水效率控制，优化水资源配置，强化取用水全过程监管，降低对区域水资源开发利用的不利影响。

5.1.3 供水对象供需平衡分析

（1）可供水量预测

①设计水平年可供水量

地表水：根据《陕西省黄河流域综合规划》、《陕西省水利发展“十二五”规划》等成果，对受水区已有水源工程进行挖潜改造，增加供水能力 576 万 m^3，向铜川新区供水。根据引汉济渭受水区规划和西咸新区配水方案，引汉济渭调水工程[2]向西咸新区渭河以北三个新城规划供水量 1.09 亿 m^3，向泾惠渠灌区内的城镇供水 1.56 亿 m^3，向富平县城供水 0.17 亿 m^3，合计供水量 2.82 亿 m^3。

地下水：泾惠渠灌区内局部地区和富平县城，地下水超采比较严重。规划水平年浅层地下水开采量控制在 1.8 亿 m^3 内。

再生水回用： 2030 年供水对象污水处理率达到 80%以上，再生水回用率达到 20%～30%，预测再生水回用量达到 0.61 亿 m^3。

2030 年东庄水库建成后，泾惠渠渠首引水需要由东庄水库调蓄后供给，可供水量不

[2] 引汉济渭工程地跨黄河、长江两大流域，穿越秦岭屏障，分为调水、输配水两大部分。调水工程主要由黄金峡水库、三河口水库、秦岭输水隧洞组成。工程调水规模 15 亿立方米。工程建成后，可满足西安、咸阳、渭南、杨凌 4 个重点城市及沿渭河两岸的 11 个县城和 6 个工业园区，总计 2348 万人的生活及工业用水，还将归还原被大量挤占的 300～500 万亩耕地的农用水。可有效改变关中超采地下水、挤占生态水的状况，实现地下水采补平衡，防止城市环境地质灾害。每年增加渭河干流水量 7～8 亿立方米，从而有效提高渭河纳污能力，维持渭河健康生命，实现人水和谐，为关中—天水经济区发展提供水源支撑。2014 年 9 月 28 日，国家发展改革委批复了引汉济渭工程可研报告，2015 年 4 月 29 日，水利部批复了引汉济渭工程初步设计报告，已经开工建设。

再计入泾惠渠渠首供水能力。供水对象中由宝鸡峡、交口、桃曲坡和东雷抽黄控制的农业灌溉面积的需水量，维持灌区水源自行解决不变。预测 2030 年供水对象 50%代表年可供水量为 5.90 亿 m^3。2030 年供水对象可供水量成果见表 5.1-18。

表 5.1-18 2030 年供水对象可供水量表（单位：万 m^3）

供水对象		地表水		地下水		再生水	合计
		当地水	引汉济渭	浅层	深层及岩溶水		
铜川新区		3220		450	0	960	4630
富平县	庄里工业园			144	210	600	954
	富平县城		1700		700	341	2741
	深陕富平			20		600	620
	小计	0	1700	164	910	1541	4315
西咸新区	空港新城		4200	548		725	5473
	秦汉新城		4470			609	5079
	泾河新城		2210	1118		796	4124
	小计	0	10880	1666	0	2130	14676
三原县城		275	968	665		361	2269
泾惠渠灌区	城镇及农村		14647	6500	3000	1155	25302
	灌溉			7797			7797
合计		3495	28195	17242	3910	6147	58989

③ 设计水平年供需平衡

2030 年供水对象 50%代表年需水量 12.43 亿 m^3，2030 年供水对象可供水量达到 5.90 亿 m^3，缺水量为 6.53 亿 m^3。2030 年供水对象供需平衡分析结果见表 5.1-19。

表 5.1-19 2030 年供水对象供需平衡表（单位：万 m^3）

供水对象		需水量	可供水量				供需平衡
			地表水	地下水	再生水	合计	余（缺—）水量
铜川新区		9318	3220	450	960	4630	-4688
富平县	庄里工业园	4979	0	354	600	954	-4025
	富平县城	4616	1700	700	341	2741	-1875
	深陕富平	8522	0	20	600	620	-7902
	小计	18117	1700	1074	1541	4315	-13802
西咸新区	空港新城	6576	4200	548	725	5473	-1103
	秦汉新城	5941	4470	0	609	5079	-862
	泾河新城	7136	2210	1118	796	4124	-3012
	小计	19653	10880	1666	2130	14676	-4977
三原县城		5052	1243	665	361	2269	-2783
泾惠渠灌区	城镇及农村	25281	14626	9500	1155	25281	0
	灌溉	46864	0	7797	0	7797	-39067
合计		124285	31669	21152	6147	58968	-65317

表 5.1-20 供水对象 2030 年需东庄水库供水量表

供水对象		50%年份缺水量（万 m^3）	需东庄水库供水量（万 m^3）	备注
铜川新区		4688	4688	
富平县	庄里工业园	4025	1765	剩余缺水古贤水库解决
	富平县城	1875	500	
	深陕富平	7902	1500	
	小计	13802	3765	
西咸新区	空港新城	1103	1103	
	秦汉新城	862	862	
	泾河新城	3012	3012	
	小计	4977	4977	
三原县城		2783	2783	
泾惠渠灌区农灌		39067	38262	多年平均
合计		65317	54475	

③供水方案

根据关中水资源总体布局及供水对象实际位置，考虑古贤水库解决富平县城及工业园区部分需水要求，深陕富平剩余缺水量 4707 万 m^3 由古贤水库[3]满足。2030 年供水对象需东庄水库供水量见表 5.1-20。

[3] 古贤水利枢纽工程是《黄河治理开发规划纲要》确定黄河干流七大骨干工程之一，是黄河水沙调控体系重要组成部分，具有防洪、减淤、供水、发电、灌溉等综合效益。枢纽最大坝高 199m，正常蓄水位 645m，总库容 165.57 亿 m^3，有效库容 47.76 亿 m^3；电站装机 2100MW，多年平均发电量 70.96 亿 kw.h。工程目前处于前期阶段。

（2）水库供水过程

①城镇生活及工业供水过程

根据供水方案，城镇和工业需要由东庄水库供水量为 1.62 亿 m^3，其中坝前供水 0.84 亿 m^3，坝后供水 0.78 亿 m^3。东庄水库城镇及工业需水过程见表 5.1-21。

表 5.1-21　城镇及工业需水库供水过程（单位：万 m^3）

月份（旬）		分配比例（%）	坝前			坝后			合计
			铜川新区	富平县城及工业园	小计	西咸新区	三原县城	小计	
1		8.5	398	320	718	423	237	660	1378
2		7.7	361	290	651	383	214	597	1248
3		8.5	398	320	718	423	237	660	1378
4		8.1	380	305	685	403	225	628	1313
5		8.5	398	320	718	423	237	660	1378
6	上旬	2.8	131	106	237	139	78	217	454
	中旬	2.8	131	106	237	139	78	217	454
	下旬	2.8	131	106	237	139	78	217	454
7	上旬	3	141	113	254	149	83	232	486
	中旬	3	141	113	254	149	83	232	486
	下旬	3	141	113	254	149	83	232	486
8	上旬	3	141	113	254	149	83	232	486
	中旬	3	141	113	254	149	83	232	486
	下旬	3	141	113	254	149	83	232	486
9		8.1	380	305	685	403	225	628	1313
10		8.2	384	309	693	408	228	636	1329
11		7.8	366	294	660	388	217	605	1265
12		8.2	384	309	693	408	228	636	1329
全年		100	4688	3766	8454	4973	2780	7753	16207

②农业灌溉供水过程

根据泾惠渠灌区 2030 年灌溉制度，扣除当地地下水灌溉后，1956 年～2000 年多年平均需东庄水库供水 3.83 亿 m^3。泾惠渠灌区历年逐月（旬）灌溉需东庄水库供水过程，见表 5.1-22。

表 5.1-22 2030 年水平泾惠渠灌区历年逐月（旬）需东庄水库供水过程表 （单位：万 m^3）

年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月			7 月			8 月			9 月			10 月	11 月	12 月	年合计
						上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬				
1956	3194	3611	6068	5531	1258	576	146	0	430	573	143	1960	1951	1659	0	817	1635	3269	802	4684	38307
1957	3194	3611	3064	753	503	729	3047	2878	430	573	143	1960	1951	1659	0	817	1635	3269	802	2103	33121
1958	2518	3087	3064	753	503	576	146	0	430	573	143	1960	1951	1659	0	0	0	0	663	2103	20129
1959	2518	3087	6068	5531	1258	729	3047	2878	560	725	165	2481	2303	1918	0	0	0	0	802	2103	36173
1960	2518	3087	3064	753	503	576	146	0	430	573	143	1960	1951	1659	0	817	1635	3269	802	5044	28930
1961	3344	3823	3064	753	503	729	3047	2878	560	725	165	2481	2303	1918	0	0	0	0	663	5044	32000
1962	3344	3823	6068	5531	1258	729	3047	2878	560	725	165	2481	2303	1918	0	0	0	0	766	4684	40280
1963	3194	3611	5710	5158	1139	828	3190	3013	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	0	0	0	766	4684	46239
1964	3194	3611	3064	753	503	729	3047	2878	560	725	165	2481	2303	1918	0	0	0	0	663	2103	28697
1965	2518	3087	6068	5531	1258	828	3190	3013	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	0	0	0	766	5044	46249
1966	3344	3823	6068	5531	1258	729	3047	2878	430	573	143	2746	2517	2009	0	0	0	0	663	5044	40803
1967	3344	3823	6068	5531	1258	828	3190	3013	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	0	0	0	663	4684	47348
1968	3194	3611	3064	753	503	828	3190	3013	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	0	0	0	663	5044	38809
1969	3344	3823	5710	5158	1139	828	3190	3013	651	3837	3186	1960	1951	1659	0	817	1635	3269	802	2103	48075
1970	3194	3611	3064	753	503	729	3047	2878	560	725	165	2481	2303	1918	0	0	0	0	766	5044	31741
1971	3344	3823	5710	5158	1139	576	146	0	560	725	165	2481	2303	1918	0	0	0	0	766	2103	30917
1972	2518	3087	5710	5158	1139	828	3190	3013	430	573	143	1960	1951	1659	0	0	0	0	802	2103	34264
1973	2518	3087	3064	753	503	576	146	0	560	725	165	2481	2303	1918	0	0	0	0	766	5044	24609
1974	3344	3823	5710	5158	1139	576	146	0	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	0	0	0	766	4684	40292
1975	2518	3087	3064	753	503	729	3047	2878	560	725	165	2481	2303	1918	0	817	1635	3269	802	4684	35938
1976	3194	3611	5710	5158	1139	828	3190	3013	651	3837	3186	1960	1951	1659	0	817	1635	3269	802	2103	47713

1977	2518	3087	5710	5158	1139	576	146	0	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	0	0	0	802	4684	38766
1978	3194	3611	5710	5158	1139	729	3047	2878	560	725	165	2481	2303	1918	0	817	1635	3269	766	4684	44789
1979	3194	3611	6068	5531	1258	828	3190	3013	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	817	1635	3269	802	2103	50265
1980	2518	3087	5710	5158	1139	828	3190	3013	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	817	1635	3269	802	5044	51156
1981	3344	3823	5710	5158	1139	828	3190	3013	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	0	0	0	663	5044	46858
1982	3344	3823	6068	5531	1258	729	3047	2873	651	3837	3186	1960	1951	1659	0	817	1635	3269	802	5044	51484
1983	3344	3823	6068	5531	1258	828	3190	3013	430	573	143	2746	2517	2009	0	817	1635	3269	663	5044	46901
1984	3344	3823	5710	5158	1139	828	3190	3013	560	725	165	2481	2303	1918	0	0	0	0	663	2103	37123
1985	2518	3087	5710	5158	1139	828	3190	3013	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	817	1635	3269	663	5044	51017
1986	3344	3823	6068	5531	1258	576	146	0	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	817	1635	3269	766	5044	47223
1987	3344	3823	3064	753	503	729	3047	2873	560	725	165	2481	2303	1918	0	817	1635	3269	802	5044	37855
1988	3344	3823	3064	753	503	576	146	0	430	573	143	1960	1951	1659	0	0	0	0	766	4684	24375
1989	3194	3611	6068	5531	1258	828	3190	3013	430	573	143	2746	2517	2009	0	817	1635	3269	802	2103	43737
1990	2518	3087	5710	5158	1139	576	146	0	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	817	1635	3269	802	2103	41906
1991	2518	3087	6068	5531	1258	828	3190	3013	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	0	0	0	663	4684	45786
1992	3194	3611	5710	5158	1139	828	3190	3013	430	573	143	1960	1951	1659	0	0	0	0	663	5044	38266
1993	3344	3823	5710	5158	1139	828	3190	3013	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	817	1635	3269	802	4684	52358
1994	3194	3611	3064	753	503	729	3047	2873	430	573	143	1960	1951	1659	0	0	0	0	663	2103	27256
1995	2518	3087	3064	753	503	576	146	0	430	573	143	1960	1951	1659	0	0	0	0	802	5044	23209
1996	3344	3823	5710	5158	1139	576	146	0	560	725	165	2481	2303	1918	0	0	0	0	663	5044	33755
1997	3344	3823	3064	753	503	576	146	0	430	573	143	1960	1951	1659	0	0	0	0	802	2103	21830
1998	2518	3087	3064	753	503	828	3190	3013	430	573	143	1960	1951	1659	0	817	1635	3269	802	5044	35239
1999	3344	3823	3064	753	503	576	146	0	651	3837	3186	2746	2517	2009	0	0	0	0	766	5044	32965
2000	3344	3823	3064	753	503	729	3047	2873	560	725	165	2481	2303	1918	0	817	1635	3269	802	4684	37495
多年平均	3047	3537	4845	3658	940	721	2202	2036	556	1923	1367	2425	2279	1874	0	345	690	1380	750	4033	38494

5.1.4 供水对象用水保障程度分析

供水对象规划水平年多年平均需水量 12.43 亿 m^3，多年平均供水量 5.90 亿 m^3，多年平均缺水量 6.53 亿 m^3，缺水率 52.5%（表 5.1-23）。规划水平年，铜川新区缺水率 50.3%，富平县缺水率 76.2%，其中庄里工业园高达 80.8%、深陕富平工业园高达 92.7%，西咸新区缺水率 25.3%，三原县城缺水率 55.1%，泾惠渠灌区灌溉缺水率 83.4%。

经东庄水库调节计算，水库可供水量 4.41 亿 m^3，其中城市和工业供水 1.62 亿 m^3，泾惠渠灌区供水 2.79 亿 m^3（表 5.1-24）。东庄水库运行后，富平区域缺水率 54.1%（缺水将有古贤水库保障），其中庄里工业园、富平县城、深陕富平工业园的缺水率分别为 45.4%、29.8%、72.4%，其他受水区域均满足需要，工业生活供水保障率达到 95%，灌溉供水保障率达到 50%。

表 5.1-23 受水区用水保障程度变化特征

供水对象		缺水率（%）	
		规划水平年	东庄水库运行
铜川新区		50.31	
富平县	庄里工业园	80.8	45.4
	富平县城	40.6	29.8
	深陕富平	92.7	72.4
	小计	76.2	54.1
西咸新区	空港新城	16.8	
	秦汉新城	14.5	
	泾河新城	42.2	
	小计	25.3	
三原县城		55.1	
泾惠渠灌区	城镇及农村		
	灌溉	83.4	23.9
合计		66.0	21.4

表 5.1-24 水库建成后供水对象水资源配置方案（单位：万 m^3）

水源 受水对象	地表水			地下水	其他	合计
	当地水	东庄供水	区外引（调）			
泾惠渠灌区		27881	14626	17297	1155	60959
西咸新区		4859	10880	1666	2130	19535
铜川新区	3220	4631		450	960	9261
富平县城及工业园区		3998	1700	1074	1541	8313
三原县城	272	2716	968	665	361	4985
合计	3495	44085	28174	21152	6147	103053

5.1.5 受水区用水总量及用水效率分析

根据《陕西省人民政府办公厅关于印发实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（陕政办发〔2013〕77 号）的相关要求，东庄水库受水区涉及铜川、咸阳、渭南 3 个地市，其中渭南市涉及富平县。根据水利部黄河水利委员会批复的《陕西省泾河东庄水利枢纽工程水资源论证报告书》（黄水调〔2016〕125 号），受水区域的相关地市仅 2015 年和 2020 年用水总量控制目标分配到县（区），2030 年受水区用水总量控制情况采用铜川、咸阳、渭南 3 个地市进行分析。2030 年铜川、咸阳、渭南 3 个地市在考虑当地新建水源工程及东庄水库、引汉济渭工程新增水量和地下水退减水量后，3 个地市用水总量可达到 1.43 亿 m^3、14.70 亿 m^3、16.50 亿 m^3，均没有超出 2030 年 3 个地市的用水总量控制目标。

根据陕政办发〔2013〕77 号文，受水区域涉及的铜川地区 2015 年万元工业增加值用水量比 2010 年降低 13%，渭南地区万元工业增加值用水量比 2010 年降低 28%，咸阳万元工业增加值用水量比 2010 年降低 28%，西安地区万元工业增加值用水量比 2010 年降低 26%。根据工程可研和水资源配置成果，受水区域规划水平年万元工业用水量明显相对于基准年有较大幅度降低，低于陕西省相关地市工业用水效率控制指标的要求。

根据泾惠渠灌区调查，田间节水工程灌溉达到标准的有 75.1 万亩，占灌区设施面积的 52%；灌区灌溉水利用系数为 0.54。2030 年拟通过灌区节水规划，2020 年干、支渠全部衬砌，灌水技术上以地面灌溉节水技术为主，农作物灌溉方式的改进，大力推广“三改两全”地面灌水技术（大畦改小畦，长畦改短畦，宽畦改窄畦，地边埂、路边埂齐全）为主，积极推广沟灌、波涌灌等节水技术，2030 年泾惠渠灌区节水灌溉面积将达到 100%，灌区渠系水利用系数达到 0.67 以上，田间水利用系数由现状的 0.81 提高到 0.90 以上，灌区灌溉水利用系数提高到 0.6，满足陕西省农业灌溉用水效率控制指标要求。

为落实最严格水资源管理制度的三条红线，陕西省已经制定《陕西省人民政府办公厅关于印发实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（陕政发〔2013〕77 号）、《渭南市实行最严格水资源管理制度考核办法》（渭政半发〔2014〕31 号）、《铜川市实行最严格水资源管理制度考核办法》（铜政办发〔2013〕88 号）、《西安市实行最严格水资源管理制度工作方案》（市政发〔2012〕109 号）、《渭河流

域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017 年)》（陕政办发〔2015〕38 号）、《西安市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017 年)》（市政办发〔2015〕40 号）、《铜川市渭河流域水污染防治巩固提高暨综合整治三年行动方案(2015-2017 年)》（铜政办发〔2015〕49 号）、《陕西省国家重要江河水功能区纳污能力核定和分阶段限排总量控制方案》、《东庄水库受水区水污染防治规划》等，要求受水区域的西安市水功能区 2015 年达标率为 75%，咸阳市水功能区 2015 年达标率为 57.1%，渭南市水功能区 2015 年达标率为 50%，铜川市水功能区 2015 年达到 100%，在落实受水区的污染源控制措施后，受水区主要水功能区的入河污染负荷均能够得到有效消减，主要水功能区 2030 年达标率能够满足《陕西省人民政府办公厅关于印发实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（陕政办发〔2013〕77 号）提出的西安、咸阳、铜川达到 100%、渭南达到 88.9%的目标要求。

5.1.6 水源区水资源配置格局及开发利用影响

（1）现状年流域水资源配置格局

本节对泾河干流坝址-泾河入渭口的关键断面水资源开发利用情况进行分析（均为多年平均流量、来水量情况下）。分析断面顺序为，以泾河干流为主线向下游依次分析，根据下游断面水量利用情况，遇水量变化时则分析河道水资源利用率情况。现状年泾河干流（坝址-泾河入渭口）水资源配置格局、主要水利工程位置、来水量、供水量、余水量、总体水量关系、主要关键断面水资源开发利用程度见图 5.1-2。

1）东庄坝址下游断面

东庄坝址库尾-坝址期间不存在水资源开发利用工程，坝址以上天然径流 16.8 亿 m^3，上游用水 2.7 亿 m^3，坝址断面来水量 14.1 亿 m^3，坝址断面地表水水资源开发利用率 16%。

2）文泾坝址下游断面

断面位于泾河干流的文泾电站坝址，文泾坝址断面来水量 14.1 亿 m^3，发电站尾水全部进入河道，断面地表水水资源开发利用率为 16%。

3）泾惠渠渠首下游断面

断面位于泾河干流的泾惠渠渠首，泾惠渠灌区利用渠系工程供水，泾惠渠渠

首断面来水量为文泾电站尾水 14.1 亿 m^3 和封箱道泉汇流 473 万 m^3，泾惠渠渠首供水量 3.85 亿 m^3，泾惠渠渠首坝下地表水水资源开发利用率为 39%。

4）张家山下游断面

断面位于泾河干流的张家山水文站，泾惠渠渠首坝址-张家山河道区间有筛珠洞泉汇入水量，断面来水量 10.73 亿 m^3，断面地表水水资源开发利用率为 38%。

5）泾河入渭口断面

断面位于泾河干流入渭口，在张家山水文站-入渭口区间，汇入水量主要包括宝鸡峡灌区退水、泾惠渠灌区退水以及张家山水文站-入渭口的汇流。张家山水文站下泄水量 10.73 亿 m^3，灌区退水量 3314 万 m^3 和张家山水文站-入渭口的汇流 1107 万，由此可知入渭口地表水水资源开发利用率为 39%。

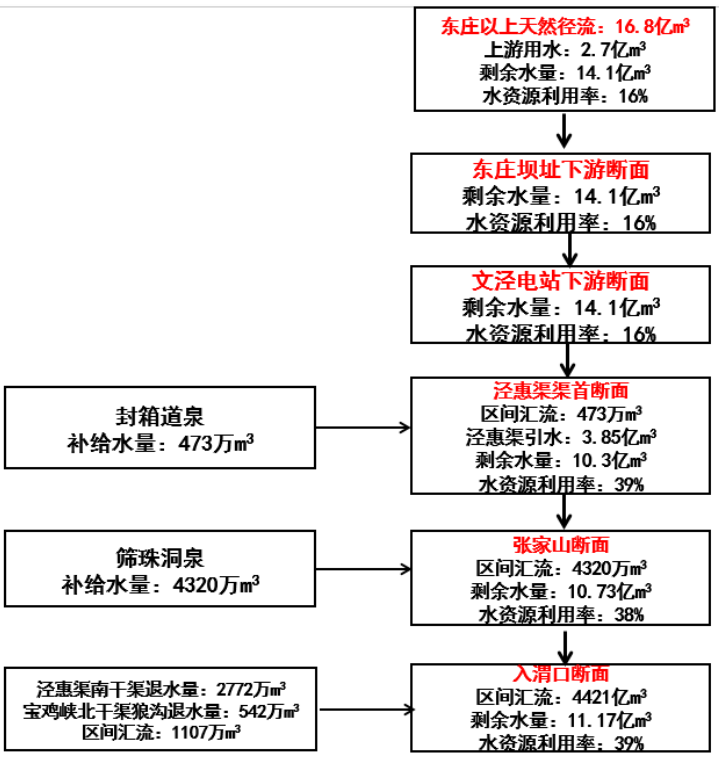


图 5.1-2 泾河东庄坝址-入渭口现状年水资源配置图

（2）规划水平年无东庄水库流域水资源配置格局

规划水平年，由于东庄水库上游区域水资源开发利用，使得水库入库径流发生变化，本节对泾河干流坝址-泾河入渭口的关键断面水资源开发利用情况进行分析（以下分析内容均为多年平均流量、来水量情况下）。

1）东庄水库坝址下游断面

东庄坝址库尾-坝址期间不存在水资源开发利用工程，东庄以上天然径流16.8 亿 m^3，上游用水 4.7 亿 m^3，水库坝址断面来水量 12.1 亿 m^3，坝址断面地表水水资源开发利用率 28%。

2）文泾坝址下游断面

断面位于泾河干流的文泾电站坝址，文泾坝址断面来水量 12.1 亿 m^3，发电站尾水全部进入河道，断面地表水水资源开发利用率为 28%。

3）泾惠渠渠首下游断面

断面位于泾河干流的泾惠渠渠首，泾惠渠灌区利用渠系工程供水，泾惠渠渠首断面来水量为文泾电站尾水 12.1 亿 m^3 和封箱道泉汇流 473 万 m^3，泾惠渠渠首供水量 3.85 亿 m^3，泾惠渠渠首坝下地表水水资源开发利用率为 51%。

4）张家山下游断面

断面位于泾河干流的张家山水文站，泾惠渠渠首坝址-张家山河道区间有筛珠洞泉汇入水量，断面来水量 8.7 亿 m^3，断面地表水水资源开发利用率为 49%。

5）泾河入渭口断面

断面位于泾河干流入渭口，在张家山水文站-入渭口区间，汇入水量主要包括宝鸡峡灌区退水、泾惠渠灌区退水以及张家山水文站-入渭口的汇流。张家山水文站下泄水量 8.7 亿 m^3，灌区退水量 3314 万 m^3 和张家山水文站-入渭口的汇流 1107 万 m^3，由此可知入渭口地表水水资源开发利用率为 50.4%。

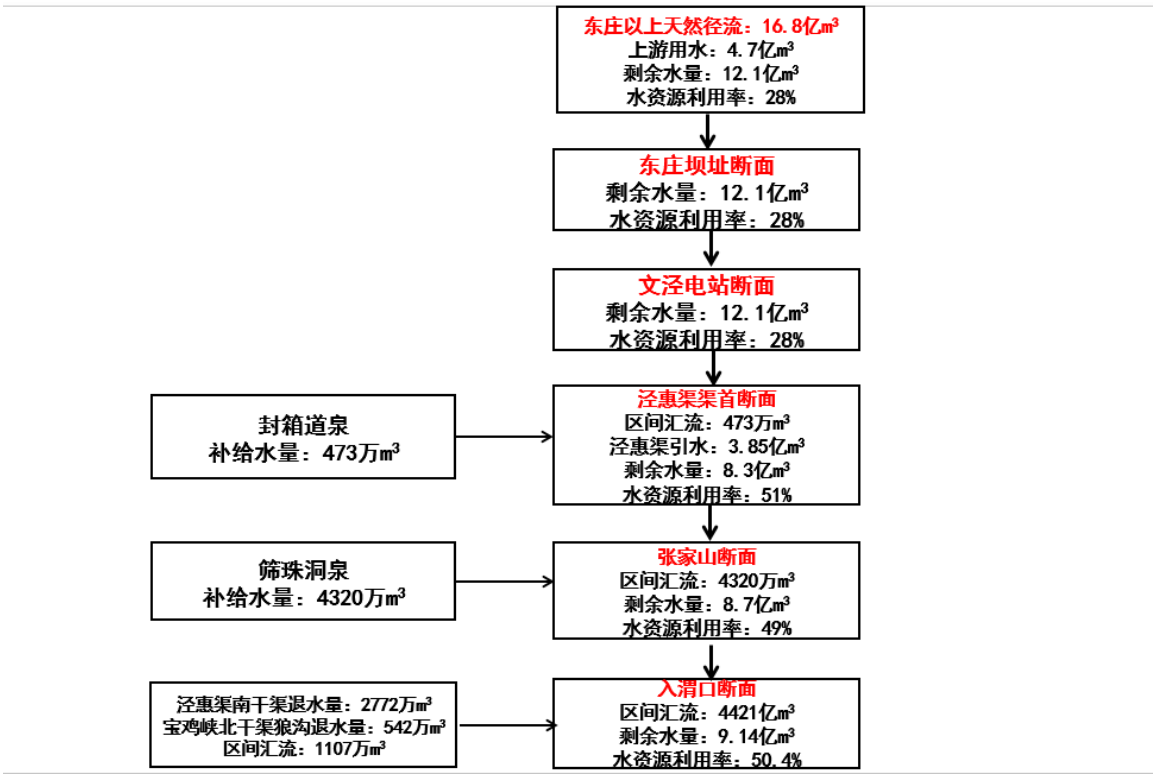


图 5.1-3 泾河东庄坝址-入渭口规划水平年水资源配置图（无东庄水库）

（3）流域规划水平年水资源配置格局及开发利用状况（有东庄水库）

1）东庄坝址下游断面

东庄坝址断面因存在北线供水工程（铜川新区、深陕（富平）新兴产业园、富平县城、庄里工业园区供水）的水资源开发利用而产生了相应变化，首先分析东庄水库坝址断面水资源变化情况。

东庄以上天然径流 16.8 亿 m^3，规划水平年库尾以上用水量 4.7 亿 m^3，库尾断面水资源开发利用率 28%；水库坝址断面来水量 12.1 亿 m^3，水库北线向铜川新区、深陕（富平）新兴产业园、富平县城、庄里工业园区供水量 8629 万 m^3，由此可知东庄水库坝下地表水水资源开发利用率为 33%。

2）文泾坝址下游断面

断面位于泾河干流的文泾电站坝址，南线在文泾电站库区取水向西咸新区的空港、秦汉新城、泾河新城供水，文泾坝址断面来水 11.12 亿 m^3，南线向西咸新区的空港、秦汉新城、泾河新城供水量 4859 万 m^3，由此可知文泾坝下地表水水资源开发利用率为 36%。

3）泾惠渠渠首下游断面

断面位于泾河干流的泾惠渠渠首，中线供水工程利用泾惠渠灌区已成渠系工

程引水向三原县城、泾惠渠供水，文泾电站下泄水量 10.7 亿 m^3，以及文泾电站-泾惠渠渠首之间有风箱道群水汇入，中线向三原县城、灌区供水 3.06 亿 m^3，由此可知泾惠渠渠首坝下断面地表水水资源开发利用率为 54%。

4）张家山下游断面

断面位于泾河干流的张家山水文站，泾惠渠渠首坝址-张家山河道区间有筛珠洞泉汇入水量，断面来水量 8.12 亿 m^3，断面地表水水资源开发利用率为 53%。

5）泾河入渭口断面

断面位于泾河干流入渭口，在泾惠渠渠首-入渭口区间，汇入水量主要包括宝鸡峡灌区退水、泾惠渠灌区退水及泾惠渠渠首-入渭口区间汇流。张家山下泄水量 8.12 亿 m^3，灌区退水量 3314 万 m^3 和张家山水文站-入渭口的汇流 1107 万 m^3，由此可知入渭口地表水水资源开发利用率为 54%。

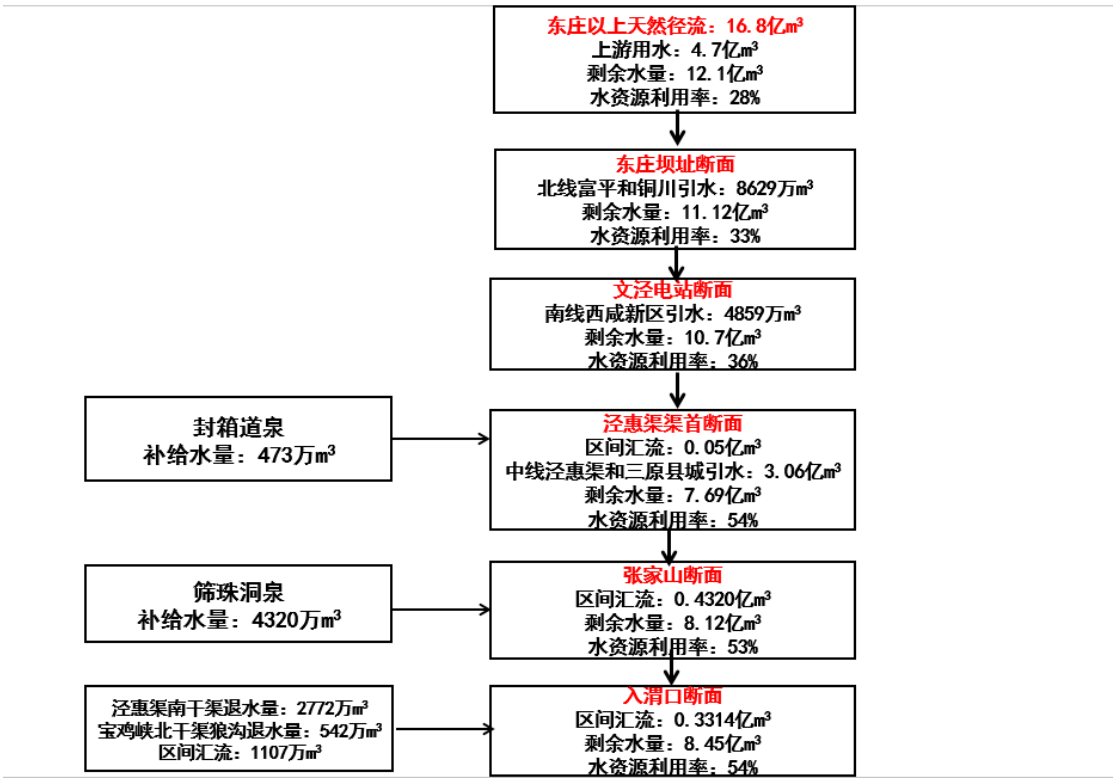


图 5.1-4 泾河东庄坝址-入渭口规划水平年水资源配置图

（4）工程运行对流域水资源开发利用的影响程度

通过以上章节分析，泾河干流的东庄坝址-入渭口在东庄水库建设运行后，流域内主要关键断面（东庄坝址、文泾电站坝址、泾惠渠渠首、张家山、入渭口）水资源开发利用程度均有不同程度增加，一方面与东庄水库上游的水资源开发利用有关，也与东庄水库的城镇和农业灌溉供水有关。

在规划水平年无东庄情境下，东庄坝址下游断面地表水水资源开发利用率由2013年的16%上升到规划水平年的28%，增加了12%；文泾坝址下游断面地表水水资源开发利用率由2013年的16%上升到规划水平年的28%，增加了12%；泾惠渠渠首下游断面地表水水资源开发利用率由2013年的39%上升到规划水平年的51%，增加了12%；张家山断面地表水水资源开发利用率由2013年的38%上升到规划水平年的49%，增加了11%；泾河入渭口断面地表水水资源开发利用率由2013年的39%上升到规划水平年的50.4%，增加了11.4%。

在规划水平年有东庄水库情境下，东庄坝址下游断面地表水水资源开发利用率由无东庄的28%上升到东庄运行后的33%，增加了5%；文泾坝址下游断面地表水水资源开发利用率由无东庄的28%上升到东庄运行后的36%，增加了8%；泾惠渠渠首下游断面地表水水资源开发利用率由无东庄的51%上升到东庄运行后的54%，增加了3%；张家山下游断面地表水水资源开发利用率由无东庄的49%上升到东庄运行后的53%，增加了4%；泾河入渭口断面地表水水资源开发利用率由无东庄的50.4%上升到东庄运行后的54%，增加了3.6%。由此可见，东庄水库运行后，导致东庄坝址、文泾电站坝址、泾惠渠渠首、张家山、泾河入渭口等关键断面的地表水水资源开发利用率分别增加5%、8%、3%、4%和3.6%。

表5.1-25 泾河干流关键断面水资源开发利用率变化

断面	现状年		规划水平年（无东庄）		规划水平年（有东庄）	
	下泄水量（亿 m^3）	开发利用率（%）	下泄水量（亿 m^3）	开发利用率（%）	下泄水量（亿 m^3）	开发利用率（%）
东庄坝址	14.1	16	12.1	28	12.1	33
文泾电站	14.1	16	12.1	28	10.7	36
泾惠渠渠首	10.3	39	8.3	51	7.69	54
张家山	10.73	38	8.7	49	8.12	53
泾河入渭口	11.17	39	9.14	50.4	8.45	54

5.1.7 供水对象水资源配置格局及开发利用影响

（1）供水对象水资源配置格局

根据供水对象的水资源配置，供水水源包括地表水、地下水和再生水，供水对象的水资源配置（城镇生活、生产、生态、农业灌溉）见表5.1-28，2013年区域供水总量8.94亿 m^3，其中地表水水源5.69m^3，地下水水源3.24亿 m^3（其中深层地下水910万 m^3，浅层地下水31520万 m^3），其他水源（再生水）55万

m^3，分别占区域用水量的 63.6%、36.2%和 0.2%。

表 5.1-26 东庄水库供水对象现状年水资源配置（单位：万 m^3）

供水对象		地表水			地下水		其他水源	合计
		蓄水	引水	提水	浅层	深层及岩溶水		
铜川新区		3245			356	93	25	3719
富平县	庄里工业园	256			129	219		604
	富平县城		43	726	420	280	30	1499
	深陕富平			867	889	58		1814
	小计	256	43	1593	1438	557	30	3917
西咸新区	空港新城	1528	1025		1974			4527
	秦汉新城	1389	1256	1375	3256			7276
	泾河新城		2224	560	1657			4441
	小计	2917	4505	1935	6887	0	0	16244
三原县城		256			1255	260		1771
泾惠渠灌区		1825	40358		21584			63767
合计		8499	44906	3528	31520	910	55	89418

规划水平年（表 5.1-29），区域供水总量为 10.31 亿 m^3，其中地表水水源供水量为 7.58 亿 m^3（其中地表水 3.17 亿 m^3，东庄水库 4.41 亿 m^3），地下水水源供水量为 2.12 亿 m^3，其他水源（再生水）6147 万 m^3，分别占区域用水量的 73.5%、20.6%和 6.0%。可以看出，水资源配置中已经考虑中水回用，及通过地表水减少深层地下水的开发利用量，有助于降低区域地下水环境问题。

表 5.1-27 东庄水库供水对象规划水平年水资源配置

供水对象		供水量					合计
		地表水	地下水	再生水	小计	东庄水库	
铜川新区		3220	450	960	4630	4631	9261
富平县	庄里工业园	0	354	600	954	1765	2719
	富平县城	1700	700	341	2741	500	3241
	深陕富平		20	600	620	1733	2353
	小计	1700	1074	1541	4315	3998	8313
西咸新区	空港新城	4200	548	725	5473	1089	6562
	秦汉新城	4470	0	609	5079	851	5930
	泾河新城	2210	1118	796	4124	2919	7043
	小计	10880	1666	2130	14676	4859	19535
三原县城		1243	665	361	2269	2716	4985
泾惠渠灌区		14626	17297	1155	33078	27881	60959
合计		31669	21152	6147	58968	44085	10305

（2）铜川新区

2013 年铜川新区供水总量 3719 万 m^3（图 5.1-5），供给水源包括地表水、地下水、再生水，其中生活 711 万 m^3（其中地表水 262 万 m^3，浅层地下水 356 万 m^3，深层地下水 93 万 m^3），生产 2836 万 m^3（地表水 2836 万 m^3），生态 172 万 m^3（其中地表水 147 万 m^3，再生水 25 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 3245 万 m^3，浅层地下水供水量 356 万 m^3，深层地下水供水量 93 万 m^3，再生水供水量 25 万 m^3，分别占供水量的 87.3%、9.6%、2.5%和 0.7%。

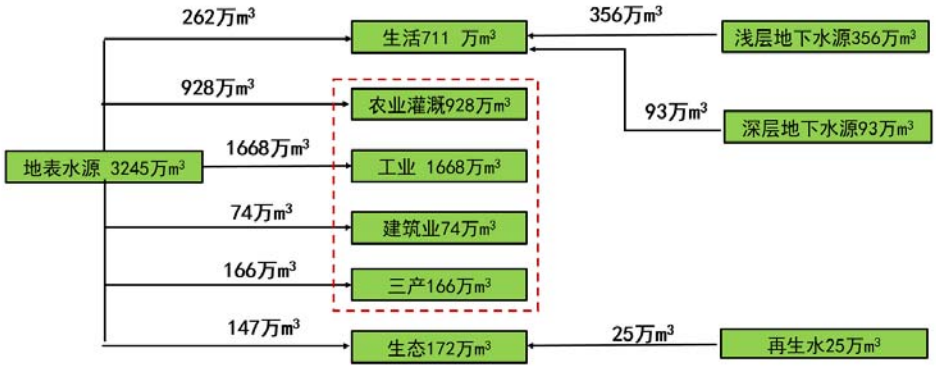


图 5.1-5 铜川新区现状年水资源配置图

规划水平年铜川新区水资源配置（图 5.1-6），区域用水总量 9261 万 m^3，供给水源包括地表水、地下水、再生水、东庄水库，其中城镇生活 2102 万 m^3（地表水 2102 万 m^3），生产 6511 万 m^3（其中地表水 1118 万 m^3，浅层地下水 450 万 m^3，东庄水库 4631 万 m^3，再生水 312 万 m^3），生态 648 万 m^3（再生水

648 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 3220 万 m^3，浅层地下水供水量 450 万 m^3，再生水供水量 960 万 m^3，东庄水库供水量 4631 万 m^3，分别占供水量的 34.8%、4.9%、10.4%和 49.9%。

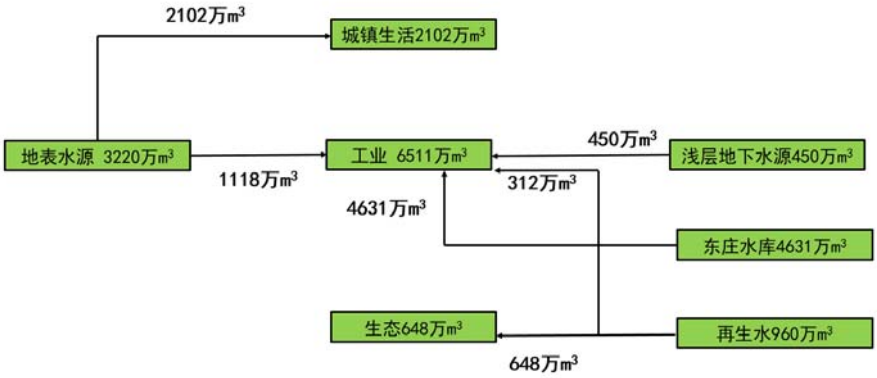


图 5.1-6 铜川新区规划年水资源配置图

工程运行后，区域地下水源得到置换，其中深层地下水由现状年的 93 万 m^3 减少到规划水平年的 0 万 m^3；再生水利用比例有现状年的 0.7%提升到规划水平年的 10.4%。上述变化有助于减少地下水开采量，改善区域地下水环境。

（3）富平庄里工业园

根据现状年富平庄里工业园区水资源配置（图 5.1-7），区域用水总量 604 万 m^3，供给水源包括地下水，其中生活 74 万 m^3（深层地下水 74 万 m^3），生产 510 万 m^3（其中浅层地下水 129 万 m^3，深层地下水 145 万 m^3，地表水 236 万 m^3），生态 20 万 m^3（地表水 20 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 256 万 m^3，浅层地下水供水量 129 万 m^3，深层地下水供水量 219 万 m^3，分别占供水量的 42.4%、21.3%和 36.3%。

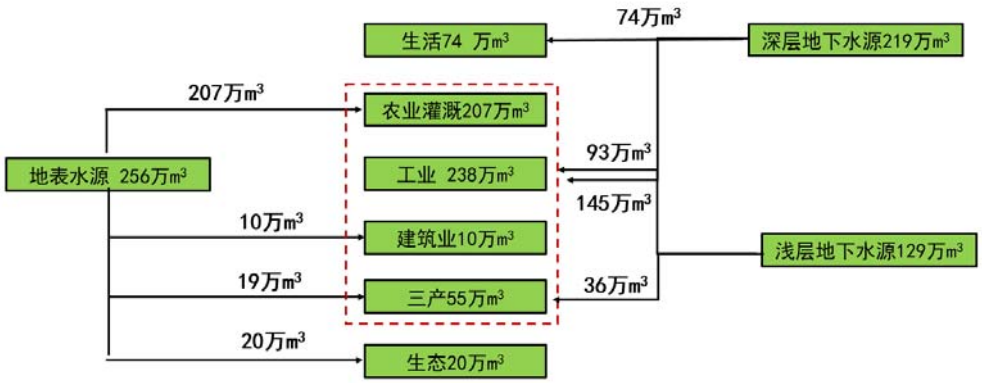


图 5.1-7 富平庄里工业园现状年水资源配置图

根据规划水平年富平庄里工业园区水资源配置（图 5.1-8），区域用水总量 2719 万 m^3，供给水源包括地下水、再生水、东庄水库，其中城镇生活 354 万 m^3（其中浅层地下水 144 万 m^3，深层地下水 210 万 m^3），生产 2263 万 m^3（其中东庄水库 1765 万 m^3，再生水 498 万 m^3），生态 102 万 m^3（再生水 102 万 m^3）。根据供水水源统计，浅层地下水供水量 144 万 m^3，深层地下水 210 万 m^3，再生水供水量 600 万 m^3，东庄水库供水量 1765 万 m^3，分别占供水量的 5.3%、7.7%、22.1%和 64.9%。

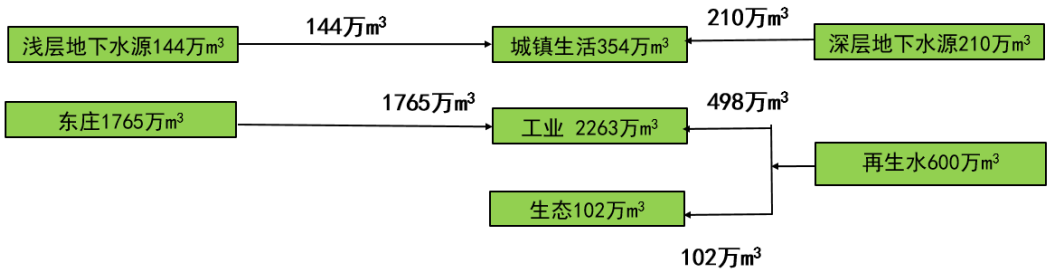


图 5.1-8 富平庄里工业园规划水平年水资源配置图

工程运行后，区域地下水源供水比例下降，由现状年的 57.6%降低到规划水平年的 13.0%；再生水利用比例有现状年的 0%提升到规划水平年的 22.1%，能够降低地下水开采的不利影响。

（4）富平县城

根据现状年富平县城水资源配置（图 5.1-9），区域用水总量 1499 万 m^3，供给水源包括地下水，其中生活 439 万 m^3（其中深层地下水 280 万 m^3，浅层地下水 159 万 m^3，），生产 992 万 m^3（其中浅层地下水 261 万 m^3，地表水 731 万 m^3），生态 68 万 m^3（其中再生水 30 万 m^3，地表水 38 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 769 万 m^3，浅层地下水供水量 420 万 m^3，深层地下水供水量 280 万 m^3，再生水 30 万 m^3，分别占供水量的 51.3%、28.0%、18.7%和 2.0%。

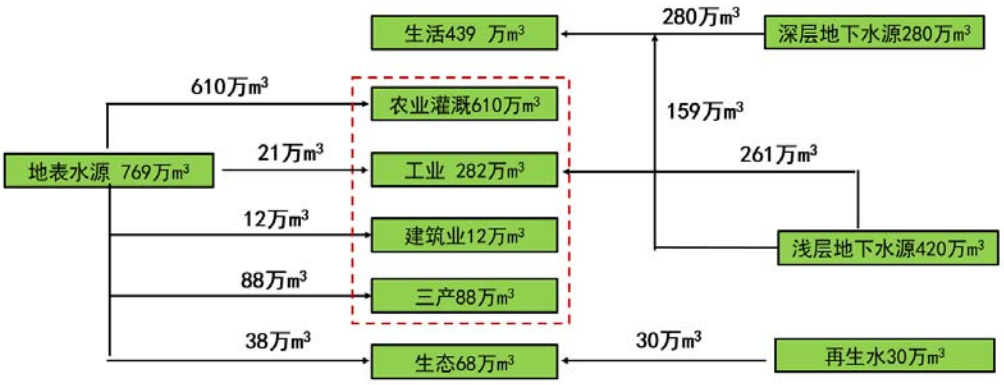


图 5.1-9 富平县城现状年水资源配置图

根据规划水平年富平县城水资源配置（图 5.1-10），区域用水总量 3241 万 m^3，供给水源包括地下水、再生水、东庄水库、引汉济渭，其中城镇生活 1306 万 m^3（其中深层地下水 700 万 m^3，引汉济渭 606 万 m^3），生产 1644 万 m^3（其中东庄水库 500 万 m^3，再生水 50 万 m^3，引汉济渭 1094 万 m^3），生态 291 万 m^3（再生水 291 万 m^3）。根据供水水源统计，深层地下水供水量 700 万 m^3，再生水供水量 341 万 m^3，东庄水库供水量 500 万 m^3，引汉济渭 1700 万 m^3，分别占供水量的 21.6%、10.5%、15.4%和 52.5%。

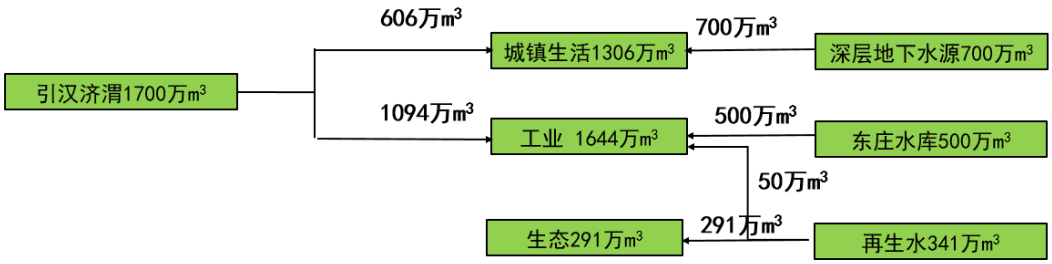


图 5.1-10 富平县城规划水平年水资源配置图

工程运行后，区域地下水源供水比例下降，有现状年的 46.7%降低到规划水平年的 21.6%；再生水利用比例有现状年的 2.0%提升到规划水平年的 10.5%。

（5）富平深陕工业园区

根据现状年富平深陕工业园区水资源配置（图 5.1-11），区域用水总量 1814 万 m^3，供给水源包括地下水、地表水，其中城镇生活 63 万 m^3（其中浅层地下水 5 万 m^3，深层地下水 58 万 m^3），生产 1749 万 m^3（其中地表水 867 万 m^3，浅层地下水 882 万 m^3），生态 2 万 m^3（浅层地下水 2 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 867 万 m^3，浅层地下水供水量 889 万 m^3，深层地下水供水

量 58 万 m^3，分别占供水量的 47.8%、49.0%和 3.2%。

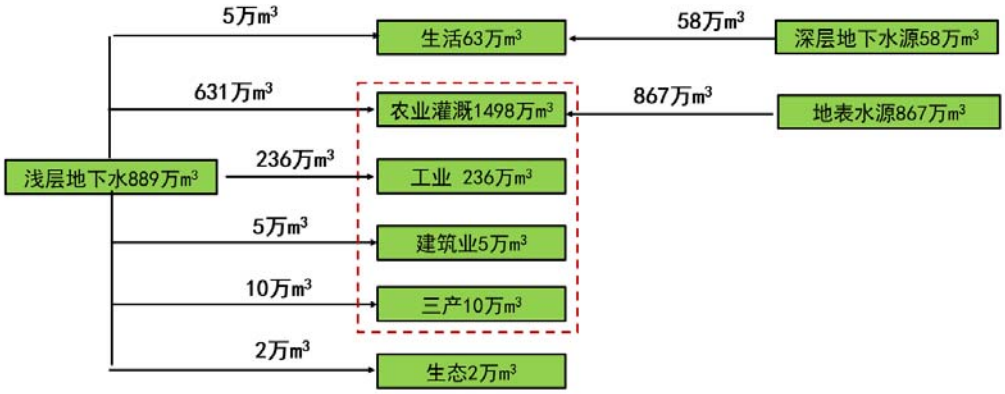


图 5.1-11 富平深陕工业园区现状年水资源配置图

根据规划水平年富平深陕工业园区水资源配置（图 5.1-12），区域用水总量 2353 万 m^3，供给水源包括地下水、再生水、东庄水库，其中城镇生活 20 万 m^3（浅层地下水 20 万 m^3），生产 1815 万 m^3（其中再生水 82 万 m^3，东庄水库 1733 万 m^3），生态 518 万 m^3（再生水 518 万 m^3）。根据供水水源统计，浅层地下水供水量 20 万 m^3，再生水供水量 600 万 m^3，东庄水库供水量 1733 万 m^3，分别占供水量的 0.8%、25.5%和 73.7%。

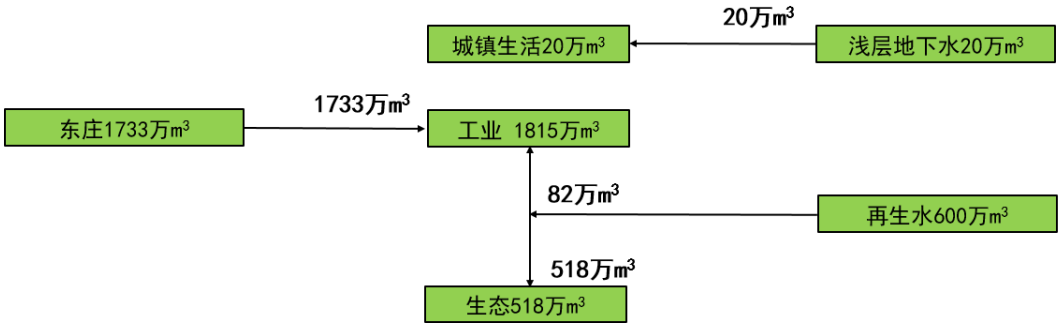


图 5.1-12 富平深陕工业园区规划水平年水资源配置图

可以看出，由于工程运行后，区域地下水源供水比例下降，有现状年的 53.2%降低到规划水平年的 0.8%，地下水供水量减少 927 万 m^3，其中深层地下水减少 58 万 m^3；再生水利用比例有现状年的 0%提升到规划水平年的 25.5%。

（6）西咸新区

①空港新城

根据现状年空港新城水资源配置（图 5.1-13），区域用水总量 4527 万 m^3，供给水源包括地表水、地下水，其中城镇生活 194 万 m^3（浅层地下水 194 万 m^3），生产 4298 万 m^3（其中浅层地下水 1745 万 m^3，地表水 2553 万 m^3），生态 35

万 m^3（浅层地下水 35 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 2553 万 m^3，浅层地下水供水量 1974 万 m^3，分别占供水量的 56.4%、43.6%。

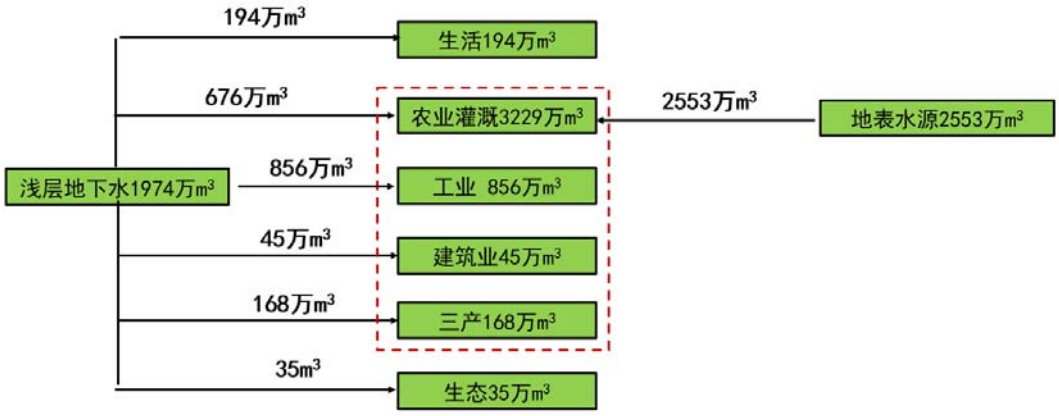


图 5.1-13 空港新城现状年水资源配置图

根据规划水平年空港新城水资源配置（图 5.1-14），区域用水总量 6562 万 m^3，供给水源包括地下水、再生水、东庄水库、引汉济渭，其中城镇生活 1362 万 m^3（引汉济渭 1362 万 m^3），生产 4838 万 m^3（其中浅层地下水 548 万 m^3，再生水 363 万 m^3，东庄水库 1089 万 m^3，引汉济渭 2838 万 m^3），生态 362 万 m^3（再生水 362 万 m^3）。根据供水水源统计，浅层地下水供水量 548 万 m^3，再生水供水量 725 万 m^3，东庄水库供水量 1089 万 m^3，引汉济渭 4200 万 m^3，分别占供水量的 8.4%、11.0%、16.6%和 64.0%。

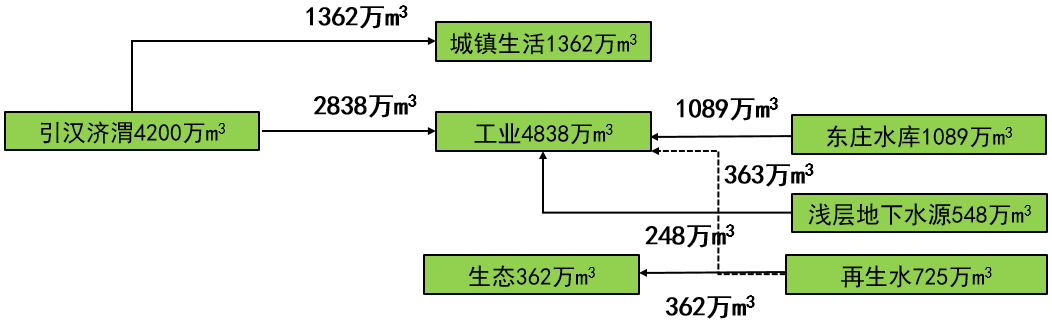


图 5.1-14 空港新城规划水平年水资源配置图

可以看出，由于工程运行后，区域地下水源供水比例下降，有现状年的 43.6%降低到规划水平年的 8.4%，地下水供水量减少 1426 万 m^3；再生水利用比例有现状年的 0%提升到规划水平年的 11.0%。

②秦汉新城

根据现状年秦汉新城水资源配置（图 5.1-15），区域用水总量 7276 万 m^3，

供给水源包括地表水、地下水，其中城镇生活 441 万 m^3（浅层地下水 441 万 m^3），生产 6815 万 m^3（浅层地下水 2795 万 m^3，地表水 4020 万 m^3），生态 20 万 m^3（浅层地下水 20 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 4020 万 m^3，浅层地下水供水量 3256 万 m^3，分别占供水量的 55.3%、44.7%。

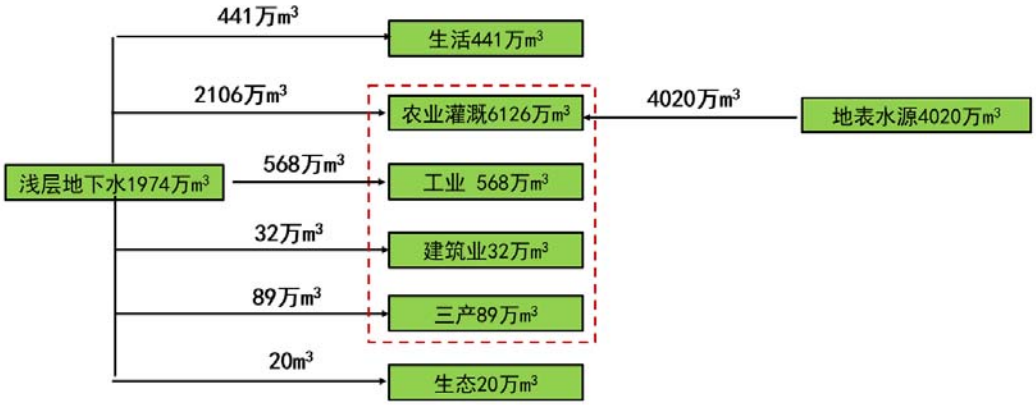


图 5.1-15 秦汉新城现状年水资源配置图

根据规划水平年秦汉新城水资源配置（图 5.1-16），区域用水总量 5930 万 m^3，供给水源包括地下水、再生水、东庄水库、引汉济渭，其中城镇生活 2019 万 m^3（引汉济渭 2019 万 m^3），生产 3371 万 m^3（再生水 69 万 m^3，东庄水库 851 万 m^3，引汉济渭 2451 万 m^3），生态 540 万 m^3（再生水 540 万 m^3）。根据供水水源统计，再生水供水量 609 万 m^3，东庄水库供水量 851 万 m^3，引汉济渭供水量 4470 万 m^3，分别占供水量的 10.3%、14.3%和 75.4%。

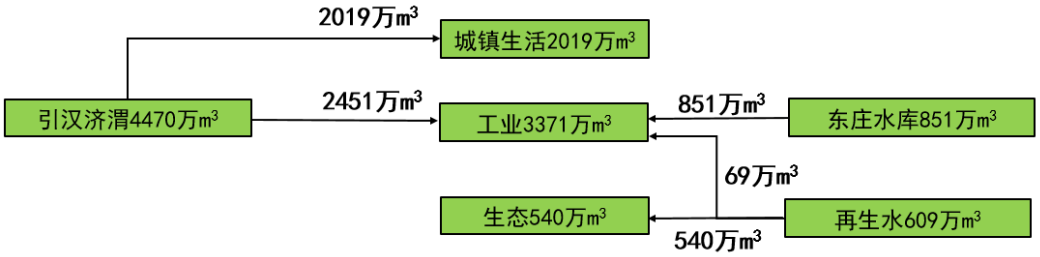


图 5.1-16 秦汉新城规划水平年水资源配置图

可以看出，由于工程运行后，区域地下水源供水比例下降，有现状年的 44.7%降低到规划水平年的 0%，地下水供水量减少 3256 万 m^3；再生水利用比例有现状年的 0%提升到规划水平年的 10.3%。

③泾河新城

根据现状年泾河新城水资源配置（图 5.1-17），区域用水总量 4441 万 m^3，

供给水源包括地表水、地下水，其中城镇生活 331 万 m^3（浅层地下水 331 万 m^3），生产 4074 万 m^3（其中浅层地下水 1290 万 m^3，地表水 2784 万 m^3），生态 36 万 m^3（浅层地下水 36 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 2784 万 m^3，浅层地下水供水量 1657 万 m^3，分别占供水量的 62.7%、37.3%。

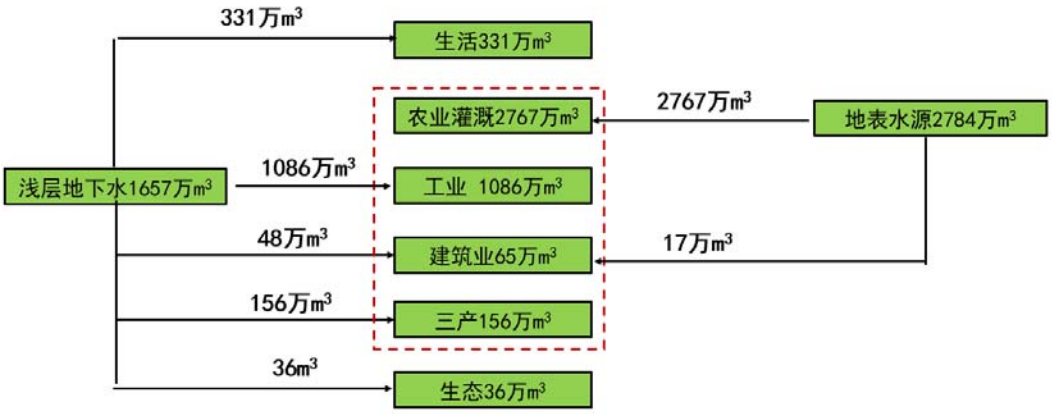


图 5.1-17 泾河新城现状年水资源配置图

根据规划水平年泾河城水资源配置（图 5.1-18），区域用水总量 7043 万 m^3，供给水源包括地下水、再生水、东庄水库、引汉济渭，其中城镇生活 2449 万 m^3（其中浅层地下水 239 万 m^3，引汉济渭 2210 万 m^3），生产 3976 万 m^3（其中浅层地下水 879 万 m^3，再生水 178 万 m^3，东庄水库 2919 万 m^3），生态 618 万 m^3（再生水 618 万 m^3）。根据供水水源统计，浅层地下水供水量 1118 万 m^3，再生水供水量 796 万 m^3，东庄水库供水量 2919 万 m^3，引汉济渭供水量 2210 万 m^3，分别占供水量的 15.9%、11.3%、41.4%和 31.4%。

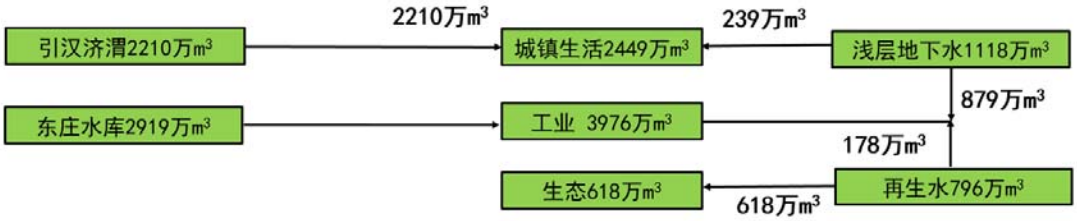


图 5.1-18 泾河新城规划水平年水资源配置图

可以看出，工程运行后，区域地下水源供水比例下降，有现状年的 37.3%降低到规划水平年的 15.9%，地下水供水量减少 539 万 m^3；再生水利用比例有现状年的 0%提升到规划水平年的 11.3%。

（7）三原县城

根据现状年三原县城水资源配置（图 5.1-19），区域用水总量 1771 万 m^3，供给水源包括地表水、浅层地下水，其中城镇生活 310 万 m^3（其中地表水 256 万 m^3，深层地下水 54 万 m^3），生产 1429 万 m^3（其中深层地下水 206 万 m^3，浅层地下水 1223 万 m^3），生态 32 万 m^3（浅层地下水 32 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 256 万 m^3，浅层地下水供水量 1255 万 m^3，深层地下水供水量 260 万 m^3，分别占占供水量的 14.5%、70.9%和 14.7%。

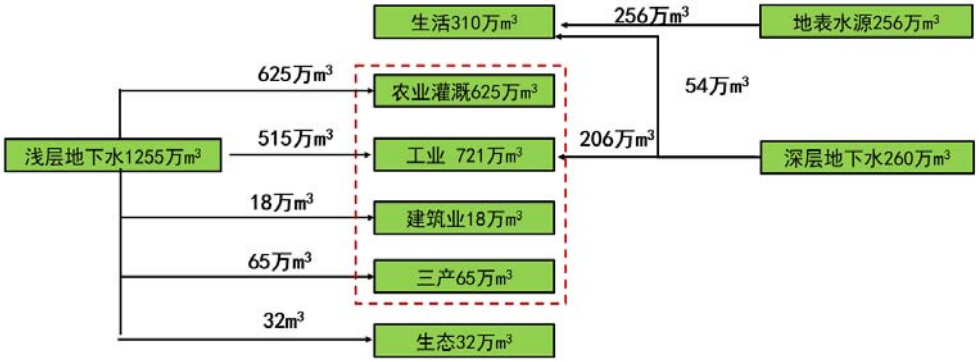


图 5.1-19 三原县城现状年水资源配置图

根据规划水平年三原县城水资源配置（图 5.1-20），区域用水总量 4985 万 m^3，供给水源包括地表水、浅层地下水、再生水、东庄水库、引汉济渭，其中城镇生活 790 万 m^3（其中地表水 275 万 m^3，引汉济渭 515 万 m^3），生产 4013 万 m^3（其中浅层地下水 665 万 m^3，再生水 179 万 m^3，东庄水库 2716 万 m^3，引汉济渭 453 万 m^3），生态 182 万 m^3（再生水 182 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 275 万 m^3，浅层地下水供水量 665 万 m^3，再生水供水量 361 万 m^3，东庄水库供水量 2716 万 m^3，引汉济渭供水量 968 万 m^3，分别占供水量的 5.5%、13.3%、7.2%、54.5%和 19.4%。

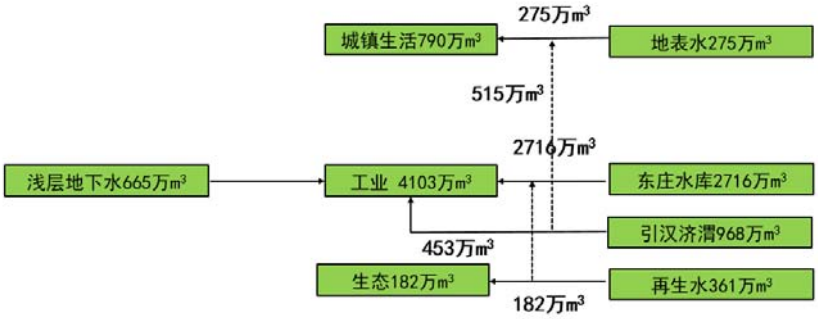


图 5.1-20 三原县城规划水平年水资源配置图

可以看出，工程运行后，区域地下水源供水比例下降，有现状年的 85.6%降低到规划水平年的 13.3%，地下水供水量减少 850 万 m^3，其中深层地下水减少 260 万 m^3，浅层地下水减少 590 万 m^3；再生水利用比例有现状年的 0%提升到规划水平年的 7.2%。

（8）泾惠渠灌区

根据现状年灌区水资源配置（图 5.1-21），区域用水总量 63767 万 m^3，供给水源包括地表水、浅层地下水、再生水，其中城镇生活 2648 万 m^3（浅层地下水 2648 万 m^3），生产 60974 万 m^3（其中地表水 42183 万 m^3，浅层地下水 18791 万 m^3），生态 145 万 m^3（浅层地下水 145 万 m^3）。根据供水水源统计，地表水供水量 42183 万 m^3，浅层地下水供水量 21584 万 m^3，再生水供水量 145 万 m^3，分别占占供水量的 66.1%、33.7%和 0.2%。

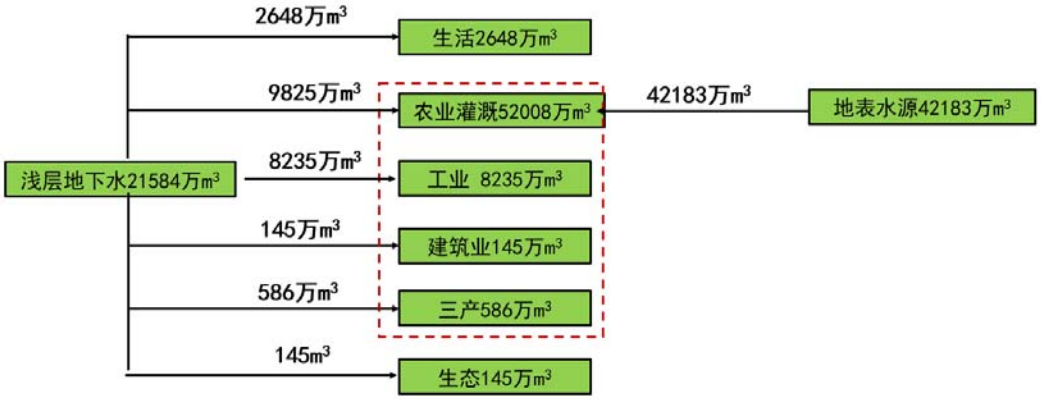


图 5.1-21 泾惠渠灌区现状年水资源配置图

根据规划水平年灌区水资源配置（图 5.1-22），区域用水总量 60959 万 m^3，供给水源包括地表水、浅层地下水、深层地下水、东庄水库、引汉济渭，其中城镇生活 25281 万 m^3（其中浅层地下水 6500 万 m^3，深层地下水 3000 万 m^3，再生水 1155 万 m^3，引汉济渭 14626 万 m^3），农业灌溉 35678 万 m^3（其中浅层地下水 7797 万 m^3，东庄水库 27881 万 m^3）。根据供水水源统计，浅层地下水供水量 14297 万 m^3，深层地下水供水量 3000 万 m^3，再生水供水量 1155 万 m^3，东庄水库供水量 27881 万 m^3，引汉济渭供水量 14626 万 m^3，分别占供水量的 23.5%、4.9%、1.9%、45.7%和 24.0%。

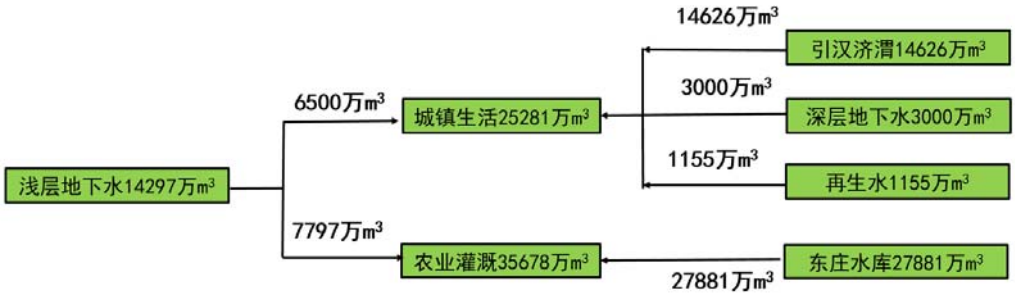


图 5.1-22 泾惠渠灌区规划水平年水资源配置图

可以看出，工程运行后，区域地下水源供水比例下降，有现状年的 33.7%降低到规划水平年的 28.4%，地下水供水量减少 4287 万 m^3，其中浅层地下水减少 7287 万 m^3，深层地下水增加 3000 万 m^3；再生水利用比例有现状年的 0.2%提升到规划水平年的 1.9%。

（9）受水区地下水置换措施

根据工程供水对象的水资源配置可以看出，通过东庄水库、引汉济渭等工程供水，减少供水对象区域的地下水开采量，主要针对超采较为严重的泾惠渠灌区内的城镇生活集中地下水源实施。主要措施通过落实陕西省和咸阳市在贯彻执行最严格水资源管理制度相关要求，以限制和控制地下水开采采取了一系列措施。其中《陕西省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的实施意见》（陕政发〔2016〕23 号）及《关于实行最严格水资源管理制度考核办法》，提出 “严格地下水管理和保护，加强地下水动态监测，实行地下水取用水总量控制和水位控制，强化地下水超采治理与保护...在地下水超采区，禁止农业、工业建设项目和服务业新增取用地下水，并逐步削减超采量”以及其他各项条款，从地下水限制开采、强化用水定额、推进水价改革、建立水资源管理责任和考核制度等贯彻最严格水资源管理制度；其中《关于实行最严格水资源管理制度考核办法》公布市级行政区用水总量、万元工业增加值用水量、重要水功能区水质达标率、饮用水水源地水质达标、重点区域地下水水位共 6 项阶段性控制目标。陕西省水利厅公布《关于印发陕西省地下水超采区划定与保护方案的通知》（陕水函〔2015〕137 号），通过优化配置多种水源，加强地下水开发利用管理；强化水价调控，积极运用经济手段配置水资源；加强节水用水，提高用水效率；拓展地下水补给途径，有效涵养地下水等为超采区治理提供依据。2017 年 7 月，《陕西省地下水取水工程管理办法》和《陕西省地下水监测工作规定》、实施，咸阳市水利局“关于下

达“十三五”水资源管理控制目标的通知”（咸水发〔2016〕162 号），对区域地下水开采总量、超采区限采提出了具体的要求。《西安市水污染防治工作方案》（市政办发〔2016〕64 号）提出“地下水超采问题较严重，且农业用水比重较大的地区，要适当减少用水量较大的农作物种植面积，改种耐旱作物和经济林。2018 年底前，对 30 万亩灌溉面积实施综合治理，退减水量 2000 万立方米以上”，“开展地下水超采区综合治理，编制地面沉降区地下水压采方案，超采区内禁止工农业生产及服务业新增取用地下水”；《渭南市水污染防治工作实施方案》（渭政办发〔2016〕135 号）提出“依法规范机井建设管理，排查登记已建机井，未经批准的和公共供水管网覆盖范围内的生产或商用水井，一律予以关闭。编制地面沉降区地下水压采方案”；《咸阳市水污染防治实施方案》（咸政发〔2016〕19 号）提出“地下水超采问题较严重，且农业用水比重较大地区，要适当减少用水量较大的农作物种植面积，改种耐旱作物和经济林。在缺水地区试行退地减水。2018 年底前，对 17 万亩灌溉面积实施综合治理，退减水量 0.05 亿立方米以上”，“开展全市地下水超采区综合治理，编制咸阳市地面沉降区和地下水禁采区限采区范围划定方案，超采区内禁止工农业生产及服务业新增取用地下水”。东庄供水区相关的西安、铜川、渭南等地市都相继出台和实施了包括地下水管理的水资源管理控制目标。上述制度、文件的实施，对包括东庄供水区内地下水有序开采、限制超采等工作提供了强有力的依据和保障措施。

（10）小结

随着东庄水库运行，供水对象的地表水、地下水、再生水的水资源配置格局发生变化，2013 年供水总量中，地表水、地下水、其他水源（再生水）的供水量分别占区域用水量的 63.6%、36.2%和 0.2%，规划水平年的地表水、地下水、其他水源（再生水）的供水量分别占区域用水量的 73.5%、20.6%和 6.0%，区域地表水、再生水的供水比例增加，地下水（包括浅层地下水、深层地下水）供水比例降低，表明东庄水利枢纽工程通过增加地表水供水量减少深层地下水开发利用量，有助于降低区域地下水环境问题。

泾河干流的东庄坝址-入渭口在东庄水库建设运行后，流域内主要关键断面（东庄坝址、文泾电站坝址、泾惠渠渠首、张家山、入渭口）水资源开发利用程度均有所不同程度增加。其中，东庄坝址、文泾电站、泾惠渠渠首、张家山、泾

河入渭口关键断面分别增加 17%、20%、15%、15%和 15%，上述断面由于东庄水库运行增加的水资源开发利用率分别为 5%、8%、3%、4%和 4%。

5.2 东庄水利枢纽工程生态流量确定及保障程度分析

5.2.1 东庄坝下河段生态保护目标

（1）陆地生态保护目标-泾河重要湿地

经陆生现场调查及遥感解译，泾河下游河道内植被组成具有一定相似性，主要由乔木林、人工植被、低湿地植被、草原、灌丛等组成（表 5.2-1），以张家山水文站下游的河道两侧 1km 范围（泾河下游重要湿地）土地利用现状进行分析，区域内的裸滩地、建设用地及水面的非植被类型面积 31.02km^2，占评价区域面积 25.29%。植被类型中，人工植被（农田）面积最大（73.38km^2），占 59.82%；其次，果树林、人工杨树林面积 9.58km^2，占 7.81%；第三位为分布在河滩上的各类低湿地草甸面积 5.65km^2，占 4.61%。泾河下游区域植被空间分布情况见图 5.2-1。

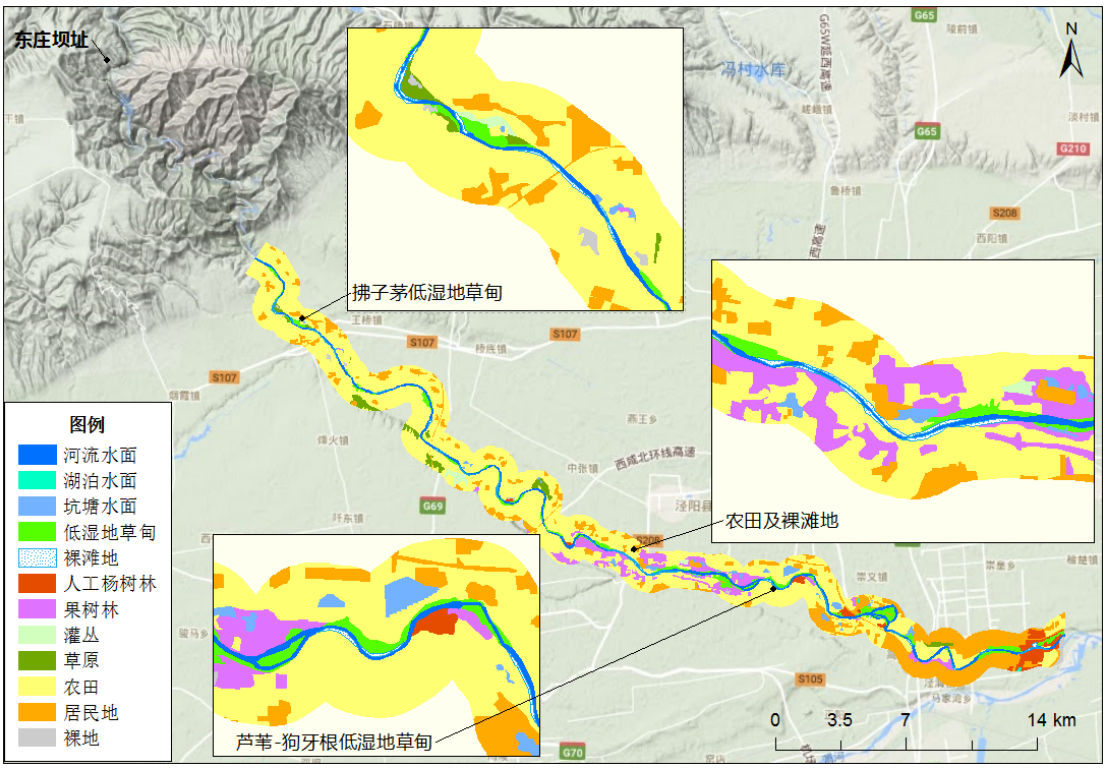


图 5.2-1　泾河下游河道两侧区域各类植被分布

表 5.2-1　泾河下游河道两侧区域植被组成

植被类型	植被面积（km^2）	比例（%）
乔木	9.58	7.81
灌丛	0.71	0.58
草原	2.32	1.89
低湿地植被	5.65	4.61
人工植被（农田）	73.38	59.82
其它（水面、裸滩地、裸地等）	31.02	25.29

东庄水库坝址以下至张家山河段为山区河道，坡度较大，河谷深切，河流水面狭窄，河道弯曲多变。泾河自张家山出山后进入平原区域，河流比降降低，河谷呈现蜿蜒型河流特征，河谷相对宽阔，主流弯曲，河道内出现较多河漫滩地、河心洲。河漫滩地、河心洲及沿河生长的低湿地草甸为主要生态保护目标。其中，泾河两侧河漫滩除无植被的裸沙滩以外，主要为芦苇-拂子茅低湿地草甸、拂子茅低湿地草甸、芦苇-狗牙根低湿地草甸、芦苇低湿地草甸湿地，其中无植被裸滩低湿地主要分布在河流水面外侧，芦苇-拂子茅低湿地草甸、拂子茅低湿地草甸、芦苇-狗牙根低湿地草甸、芦苇低湿地草甸主要分布在低河漫滩区域，主要植物种类为拂子茅、芦苇、狗牙根、狗尾草、苋草、黄花蒿等，盖度 60～85%，高度 10～50cm，面积 5.66km^2，占 15.20%。除上述低湿地草甸外，部分河段沿河分布有人工杨树林。

为进一步识别河漫滩湿地生态结构特征，选取 2 处典型大断面进行湿地植被分布特征分析。据泾河河流地形地貌和河流湿地分布情况，选取 2017 年 14#、39#断面进行典型湿地植被分布特征分析，断面所在位置见图 5.2-2，典型断面植被及低湿地草甸分布情况分别见图 5.2-3、图 5.2-3。

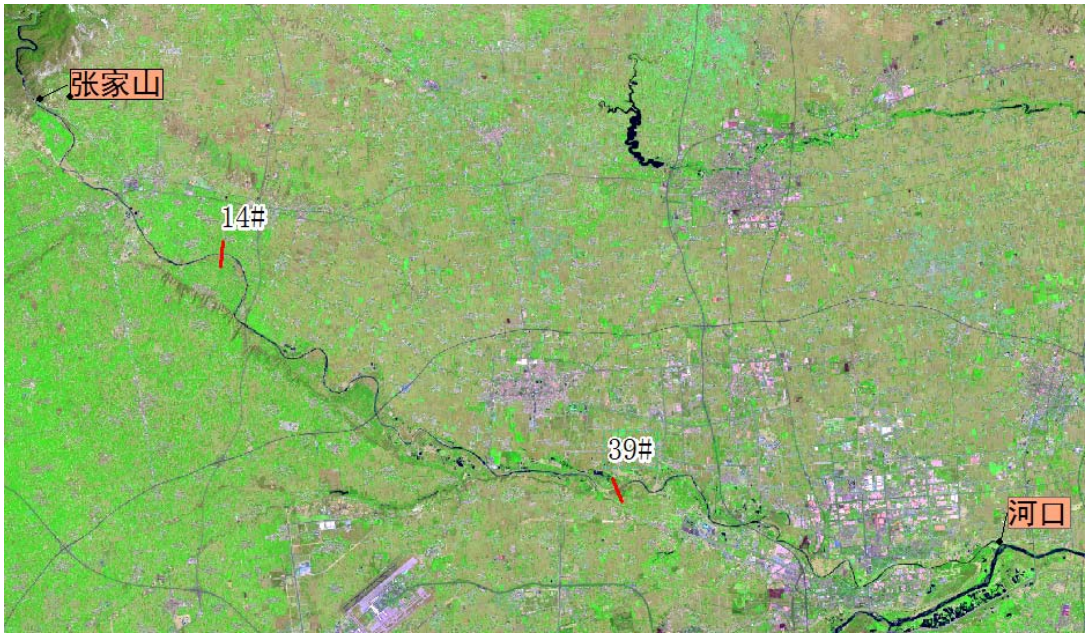


图 5.2-2 泾河张家山至河口区间河段典型断面位置

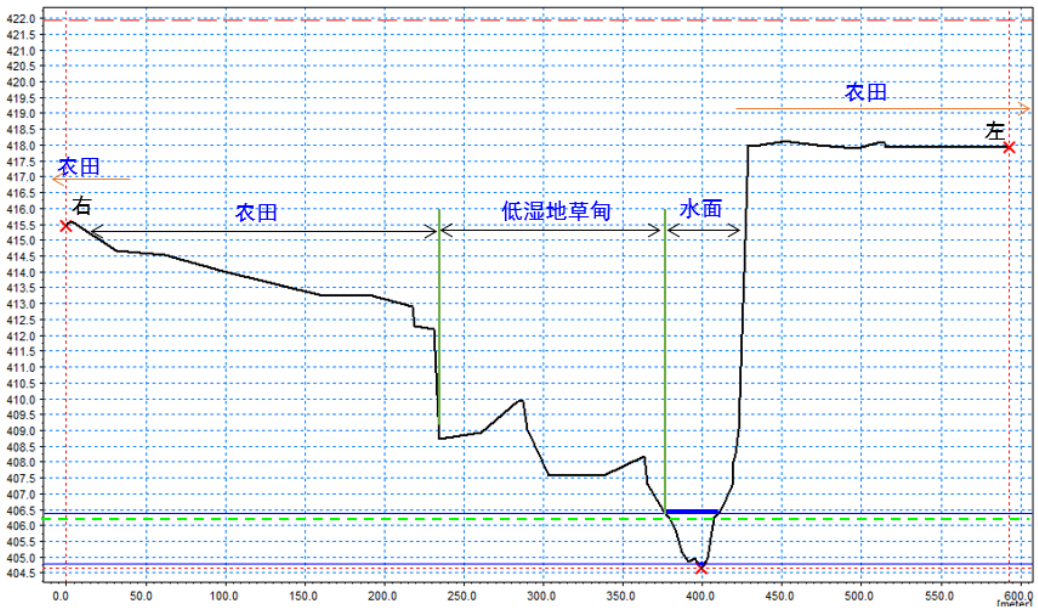


图 5.2-3 植被及低湿地草甸断面分布特征（14#断面）

可以看出，河道断面形态呈现出不规则 V 型河谷特征，宽度 195m，河道至周边河岸呈现陡坡变化，河岸两侧高出河底 8.0~13.5m。河岸外侧主要为农田，种植作物为玉米。河道内河漫滩低湿地草甸分布在河流水面外侧区域，主要湿地植物群系为芦苇群系、拂子茅群系、狗牙根群系，主要以芦苇、拂子茅、狗牙根、苔草为建群种，以小飞蓬、茵陈蒿、狗娃花、圆叶牵牛、狗尾草、节节草等为伴生种。植物盖度 45～80%，高度 10～65cm。土壤为褐土、潮土、沙质草甸土，水分条件好，河漫滩湿地植被主要受雨季河水泛滥补给为主。

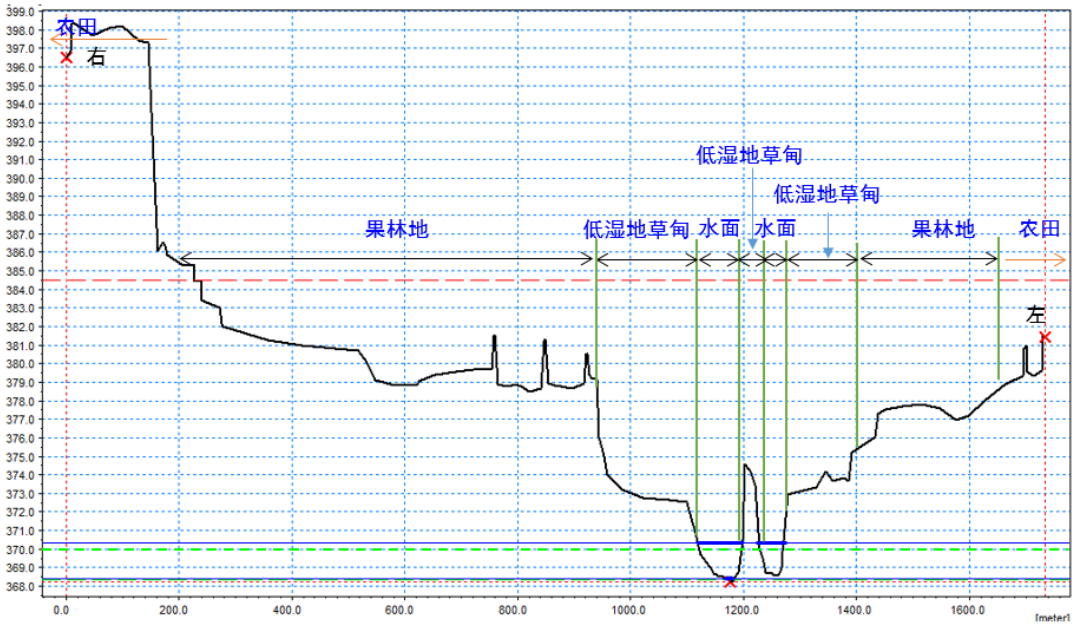


图 5.2-4　植被及低湿地草甸断面分布特征（39#断面）

39#断面所在河道断面形态呈现为不规则的 V 型河谷特征，宽度 488m，河道至周边河岸呈现陡坡变化，河岸两侧高出河底 9.5～11.0m。河岸外侧主要为果林地和农田，种植果树主要有苹果林、枣树林等，农作物主要为玉米。河道内河漫滩低湿地草甸分布在河流水面外侧区域及河心洲，主要湿地植物群系为芦苇群系、拂子茅群系、狗牙根和黄花蒿群系，主要以拂子茅、芦苇、、狗牙根、黄花蒿为建群种，以荻、小飞蓬、狗尾草、虎尾草、狗娃花、葎草等为伴生种。植物盖度 65～85%，高度 15～70cm。土壤为褐土、潮土、沙质草甸土，湿地植被主要受雨季河水泛滥补给为主。

总体上，泾河下游河段河漫滩湿地除无植被裸滩以外，主要为芦苇-拂子茅低湿地草甸、拂子茅低湿地草甸、芦苇-狗牙根低湿地草甸、芦苇低湿地草甸湿地，其中拂子茅低湿地草甸、芦苇低湿地草甸及狗牙根草甸则主要分布在低河漫滩区域。河滩低湿地空间分布情况见图 5.2-5，各类型面积及比例情况见表 5.2-2。

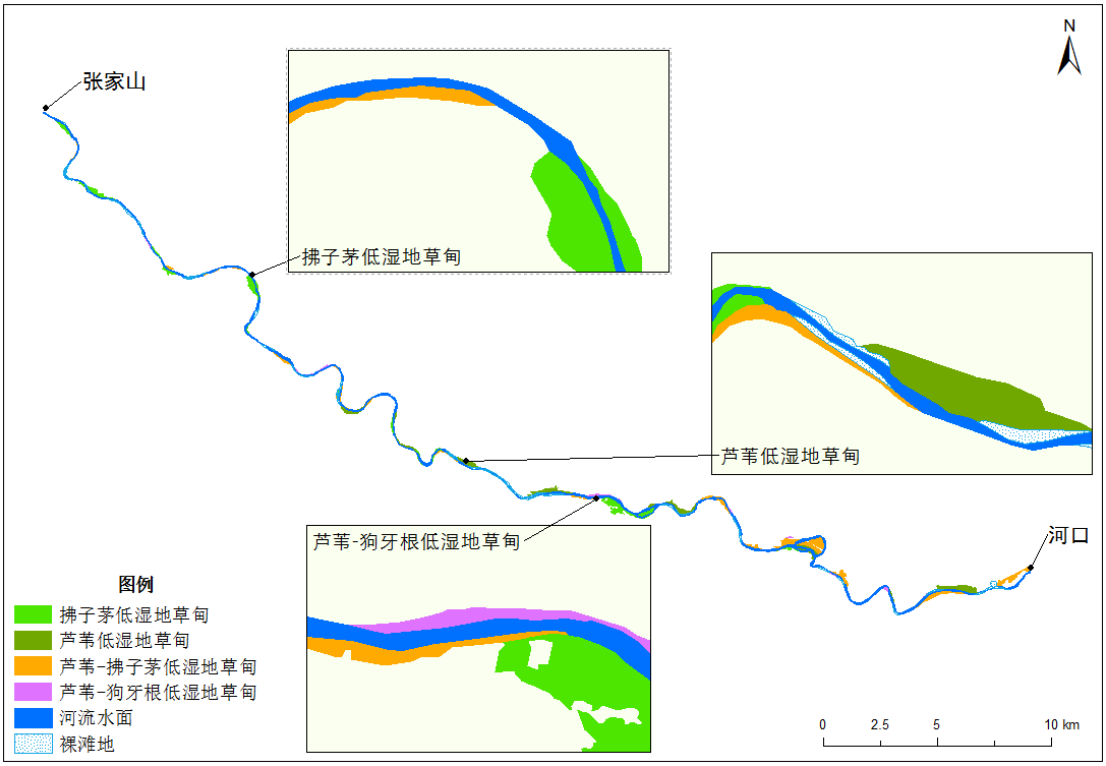


图 5.2-5　泾河下游河段河漫滩湿地分布

表 5.2-2　泾河下游河段河漫滩湿地分布面积和比例

植被类型	植被面积（km^2）	比例（%）
拂子茅低湿地草甸	1.62	15.45
芦苇低湿地草甸	1.56	14.86
芦苇-拂子茅低湿地草甸	2.17	20.74
芦苇-狗牙根低湿地草甸	0.31	2.91
河流水面	3.87	36.89
裸滩地（无植被）	0.96	9.15

泾河下游沿河区域，湿地（含水面及裸滩地）面积 10.48km^2，其中，河流水面 3.87km^2，占 36.89%；其次，芦苇-拂子茅低湿地草甸 2.17km^2，占 20.74%；第三位，拂子茅低湿地草甸 1.62km^2，占 15.45%。低湿地草甸主要分布在河道水面两侧或河心洲的河漫滩，水分来源主要为天然降水和地表径流。

（2）陆地生态保护目标-泾渭湿地保护区

西安泾渭湿地省级自然保护区位于东庄水库坝址以下约 84km 处的泾河、渭河及灞河交汇口处，是以保护与恢复河流湿地为主，其主要保护对象是河流湿地生态系统。

西安泾渭湿地自然保护区总面积 30.30km^2，其中湿地面积 23.30km^2，占保护

区面积的 76.90%，非湿地类型面积 7.0km^2，占面积比例 23.10%。保护区湿地面积中，滩地湿地面积最大（15.5km^2），占 51.16%；其次为河流湿地（5.52km^2），占 18.22%；处于第三位的为坑塘湿地，主要分布在保护区渭河区域（2.28km^2），占 7.52%。泾渭湿地自然保护区湿地类型及面积见 5.2-3，湿地分布见图 5.2-6。

表 5.2-3　湿地自然保护区湿地类型、面积

类型		面积（km^2）	比例（%）
湿地	河流湿地	5.52	18.22%
	坑塘湿地	2.28	7.52%
	滩地湿地	15.50	51.16%
非湿地	林地	1.19	3.93%
	耕地	5.13	16.93%
	建设用地	0.61	2.01%
	其它	0.07	0.23%

西安泾渭湿地省级自然保护区的植被可以划分为林地植被型、灌丛植被型、草丛植被型、沼泽植被型和水生植被型等。保护区内的湿生植被及水生植被主要分布在渭河、灞河交汇处渭河南岸的滩涂，拂子茅群落、芦苇群落是代表性群落。林地植被主要分布在泾河两岸阶地上，主要为人工种植的杨树林，以及堤防临河侧的护堤林；草丛群落类型有蒿类群落、一年蓬群落、狗尾草群落、狗牙根群落、葎草群落、野大豆群落、苍耳群落、尾穗苋群落、鹅观草群落等，以蒿类群落、狗尾草群落、狗牙根群落为主要代表群落，主要分布于河流岸坡、堤坝护坡、路边、沙洲顶部等旱地；灌丛植被稀少，呈点状分布，包括酸枣灌丛、荆条灌丛、白刺花灌丛、杠柳灌丛。沼泽植被和水生植被是保护区主要植被类型，代表性群落为拂子茅群落（分布面积 7.17km^2，占 23.86%）和芦苇群落（分布面积 2.85km^2，占 9.41%），分布情况如图 5.2-7。

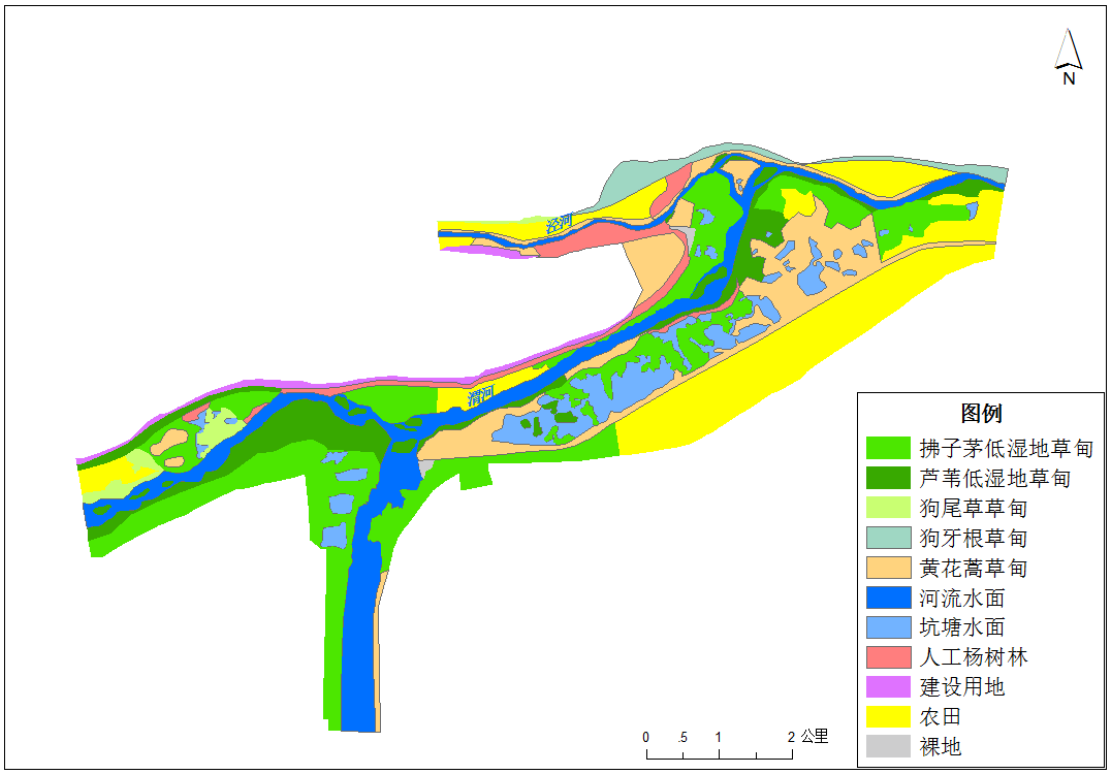


图 5.2-6　自然保护区湿地植被分布图

为进一步了解湿地植被分布特征，在原有调查基础上，2017 年 9 月选取保护区内泾河、渭河典型断面进行生态调查，调查断面位置见图 5.2-7。

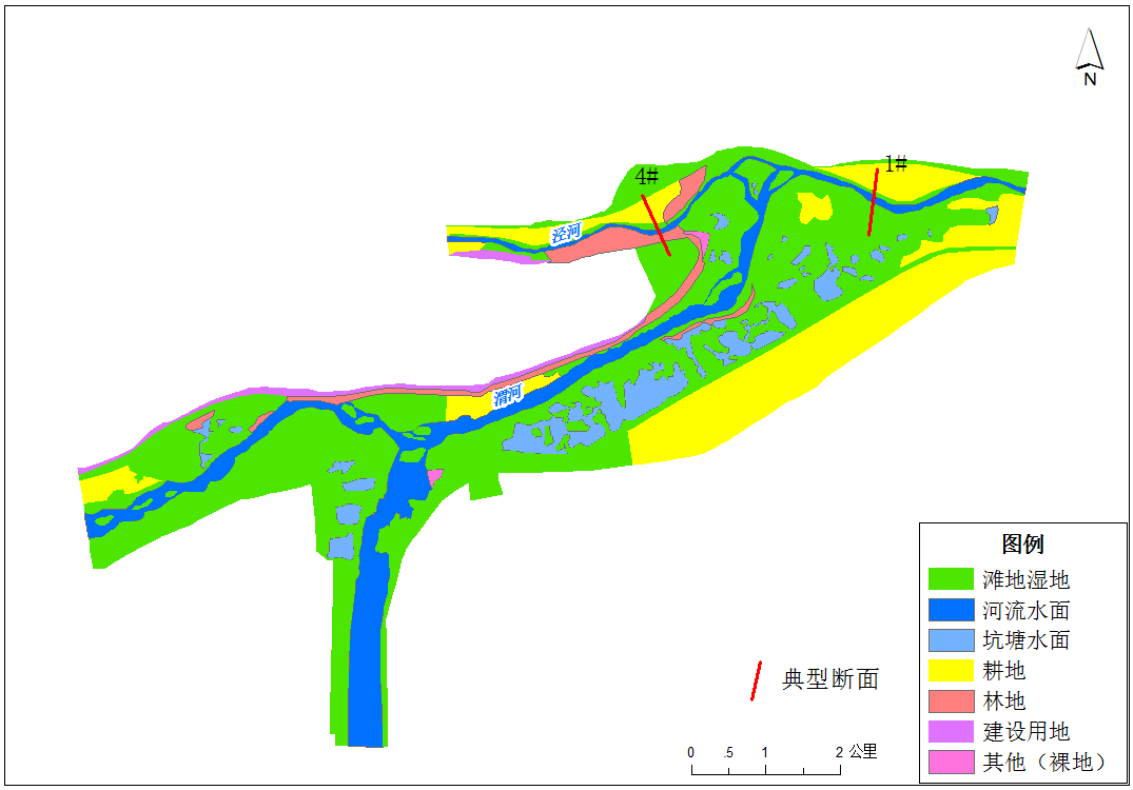


图 5.2-7 自然保护区湿地类型及典型断面位置

根据调查，自然保护区内的泾河典型断面植被分布情况见图 5.2-8，渭河典型断面植被分布情况见图 5.2-9。

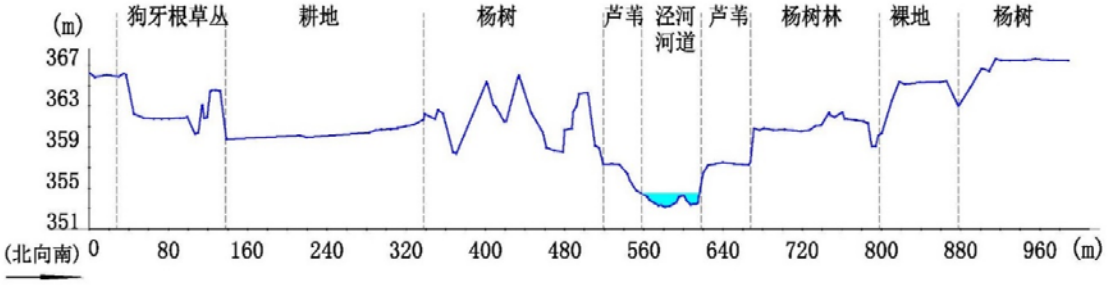


图 5.2-8　泾河典型断面植被分布特征（4#断面）

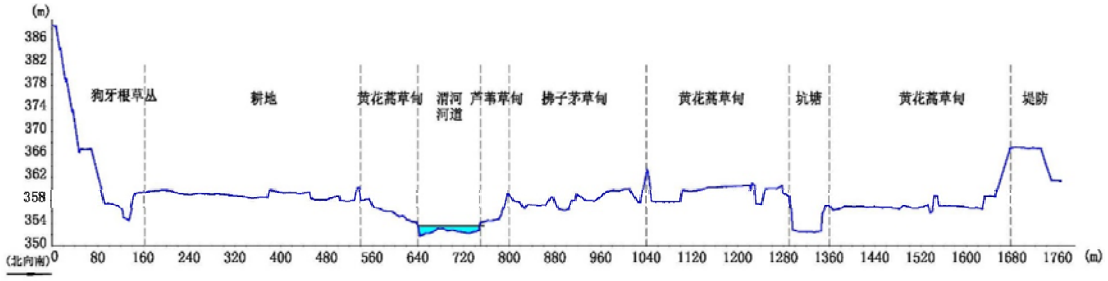


图 5.2-9 渭河典型断面植被分布特征（1#断面）

通过典型断面植被调查可以看出，自然保护区内泾河河道断面形态呈现为一定 U 型河谷特征，但河谷宽度相对较窄（150m 左右），河道至周边河岸起伏较陡，河岸两侧高出河底 7~14m 左右（尤其是左岸区域），泾河干流河岸外侧主要为农田和杨树林。泾河河道内河漫滩低湿地草甸主要分布在河流水面外侧区域，主要湿地植物群系为芦苇群系、拂子茅群系，以芦苇、鹅绒藤为建群种，以白酒草、野大豆、葎草等为伴生种。

渭河河道相对较宽（350m 左右），渭河河道两侧低漫滩坡度较缓，河道至河岸坡度变化较小，周边低漫滩湿地发育，芦苇、拂子茅等湿地植被在河漫滩及河道外侧坑塘周边广泛分布，尤其是渭河南岸区域，是泾渭湿地自然保护区中典型湿地植被集中分布区域。渭河区域滩地分布有芦苇群落、拂子茅群落、黄花蒿群落等，常见植物有芦苇、委陵菜、牛膝菊、稗、反枝苋、泥胡菜、钻叶紫苑、狗尾草、曼陀罗、苘麻、荷花、菖蒲、苜蓿、狗尾草、葎草、灰绿藜、小红蓼、苍耳、白酒草、燕麦、狗牙根、黄花蒿、构树、苦楝、杨树、野大豆、鹅绒藤、艾蒿、达乌里胡枝子、黑三棱、柳树、高粱、荻、白茅、玉米地、酸模、空心莲子草、长芒、稗、一年蓬白茅、头状穗莎草等。

（3）水生生态保护目标

根据水生生态专题调查，泾河干流泾惠渠渠首以下河段具备适应经济鱼类（鲤鱼、鲇鱼）、土著鱼类（拉氏鱥）等生长环境，有越冬场、产卵场分布。。泾河分布鱼类主要是鲤科鱼类，其中优势种类为鲫鱼、拉氏鱥、斯氏高原鳅等小型鱼类；产粘性卵鱼类 11 种（鲤、鲫、鲇鱼、开封半鳘、拉氏鱥、马口鱼、泥鳅、波氏栉鰕虎、麦穗鱼、鳘条、和斯氏高原鳅），产沉性卵鱼类 1 种（棒花鮈）。泾河主要鱼类生活习性见表 5.2-4。

表 5.2-4 泾河主要鱼类生活习性

种类	繁殖特点		
	产卵时期	产卵类型	水文条件要求
泥鳅	5～6 月	多次性产卵，粘性卵	繁殖水温 16℃，最适水温 22～28 ℃，产卵在水深不到 30cm 的浅水草丛中
高原鳅属	4～5 月	多次性产卵，粘性卵	冰融期后产卵
马口鱼	4～6 月	1 冬龄性成熟，粘性卵	
拉氏鱥	4～6 月	多次性产卵，粘性卵	常在急流滩上产卵，
棒花鮈	4～6 月	雌鱼 3 龄成熟，雄鱼 1 龄成熟，沉性卵	
鳘条	5～6 月	1 龄性成熟，粘性卵	浅水缓流区域及静水中产卵，逆水跳滩习性，水深为 0.5～2m，分批产卵，
开封半餐	5～6 月	多次产卵，粘性卵	
麦穗鱼	3～6 月	分批产卵，粘性卵	繁殖期间水温变幅在 12.5～27℃
鲤	5～6 月	2 龄性成熟，粘性卵	在浅水区产卵，卵粒附着在淹没的水草或树枝上，产卵水温下限为 18℃。
鲫鱼	3～6 月	1 龄性成熟，粘性卵	水温 16 ℃时开始产卵，岸边浅水区产卵，卵粒附着在水草或树枝上
鲇	3～7 月	1 龄性成熟，弱粘性卵	水温 18-21 ℃开始产卵，受精卵粘附在水草上
波氏吻鰕虎	4～5 月	1 龄性成熟，粘性卵	

泾河干流主要为产粘性卵的鲤科鱼类，产卵时间在每年 4～6 月（主要集中在 4 月 15～6 月 15 日），影响鱼类产卵的外界因素主要是水温、涨水。由于区域主要鱼类产卵类型为粘性卵，产卵期间需要维持河道湿润或一定程度水深，避免产卵区域河道干涸和鱼卵干涸；在合适水温条件下，江河涨水是促使区域鱼类产卵的重要因素之一。

5.2.2 生态流量确定的理论和方法

（1）国内外生态流量研究现状

1）生态流量研究的理论基础

河流生态系统是嵌布在地球表面的陆地生态系统内一种具有独特特征的生态系统，具有高度的时空异质性和动态演化特征。在物理结构上具有着立体结构，在纵向上自河源至河口依次分布着源头区、过渡段以及沉积区，横向上分布着河道、漫滩和高地边缘，垂向上则分布着河道水体、河下层，在相应的三维结构内，分布着相适应的不同生物群落。时间维度上，河流生态系统具有显著的动态变化特征，从而使得河流生态系统具有高度的时空异质性。

河流生态系统的动态变化特征与其基本生态过程的动态变化特征密不可分。河流生态系统由水文过程、地貌过程、化学过程及生物过程所驱动，其中高度动态节律变化的水文地貌过程是河流生态系统发展演化的关键驱动力，其与伴随的化学过程、生物相互作用过程的相互作用，推动着河流生态系统的动态演化，也是造成河流生态系统动态变化特征的最根本原因，而河流的自然动态变化特征是维护河流生态系统生态完整性的决定性因素。

基于以上认识，Poff 总结提出自然水流情势，为河流生态保护及恢复提供了新的范式。自然水流情势包括五个关键的组成部分：流量的幅度、发生的频率、延续的时间、出现的时机或可预测性以及流量变化的速率或闪度，这些水流情势的组成部分是对河流生态系统流量过程及特定流量组分（事件）的综合表征。在自然水流情势下，经过长期进化，水生生物形成了主要适应自然水流情势的生活史策略，自然水流情势的不同流量组分对于河流生物具有着不同的生态作用。对于许多河流物种种群的生存而言，必须维护纵向和横向连续性的天然格局。在自然水流情势发生严重变异后，扰乱了河流生物通过长期进化的适应能力，造成本地物种的退化或消失，从而造成河流生态系统的退化。

在现实社会里，河流生态系统的退化的根源即在于人类和河流生物对河流内水量过程的分配矛盾，人类对水资源的需求具有相对均衡的特征，而河流生物则适应动态变化，人类对水资源的开发是以克服自然径流过程的时空不均匀性，满足人类需求的相对均衡性的方式取得的，在此过程中造成了某些具有重要生态功能的流量组分的丧失，使得水文地貌过程受阻。水文地貌过程受阻引起的物理栖

息地胁迫，还会与社会经济发展带来的水质污染、过度捕捞、外来物种入侵等化学过程、生物过程受阻而引起的其它胁迫类型一起，对河流生态系统造成多重胁迫，进一步强化了对河流生态系统的胁迫强度，通过各种生态影响机制的传递作用，将最终作用于水生生物，对水生生物多样性造成严重破坏，表现为种群规模缩小、生物个体小型化、低龄化，甚至物种的灭绝，最终对整个河流生态系统的结构、功能造成破坏，造成河流生态系统的退化。

因此，如何识别自然水流情势中的已受破坏的关键流量组分，识别关键流量组分与特定生物组成退化状况的对应关系，并通过对流域自身特征的分析，提出具有费效比的环境流量标准及修复策略，即成为环境流量研究及管理的中心问题。

2）生态流量研究方法综述

根据相关研究成果，目前全球至少有 200 多种环境流量（生态流量）的确定方法。根据简易程度、所需资源多少以及适用规划设计的阶段，目前环境流量（生态流量）计算方法可分为四类：即水文学法、水力分级法、生境模拟法和整体分析法。

① 水文学法主要依据的是统计学原理，通过以长系列的历史监测数据为基础，采用固定流量(年平均或日平均)百分数的形式给出生态需水量推荐值，这些推荐值往往具有经验性质。水文学法的优点是简单方便，数据容易获得；但缺点是经验推荐值不具有普适性，且没有考虑环境流量的的季节变化。

水文学法通常缺乏生态学基础，在国际上主要应用与流域规划层面，或者不允许进行更详细的调研情况下。水文学法中，Tennant 法在美国应用广泛，但该方法是根据美国蒙大拿州、怀俄明州和内布拉斯加州的 11 条河流的水文、水力和生态观察的基础上建立的，并没有世界范围的普适性。在其他国家的应用，通常要根据本国的水文和生态特征进行修正。

② 水力学法主要依据栖息地面积和质量在水生态系统功能维持中的关键作用，通过水力学现场数据，分析河流流量与鱼类栖息地指示因子的关系，考虑的参数有湿周、水面宽度、流速、深度、横断面面积等。水力学法的优点是不需要详细的物种-生境关系数据，数据容易获得，能够按照研究河流甚至河段的地形特征确定环境流量的阈值，与水文学法相比更具有针对性；其缺点是忽视了水流流速的变化，未能考虑河流中具体的物种或物种各生命阶段对流量的需求。该方

法也同时假设河道是稳定的、所选择的横截面是能够确切的表征整个河道，而实际上并非如此。

水力学法中，湿周法和 R2-CROSS 方法在世界范围内应用较广。北美通常用于确定鲑鱼渔场推荐流量，或者冷水河流环境流量评价。由于水力学法对断面特征有一定的依赖性，有些情况下找不到流量的突变点，近年来水力学法本身没有得到发展，在应用上更多作为栖息地模拟法以及整体法的工具出现。

③ 应用最普遍的生境模拟法为 IFIM/PHABSIM 法。该法把大量的水文水化学现场数据与选定的水生生物种在不同生长阶段的生物学信息相结合，进行流量增加的变化对栖息地影响的评价。考虑的主要指标有流速、最小水深、底质情况、水温度、溶解氧、总碱度、浊度、透光度等。栖息地适宜度曲线是 IFIM/PHABSIM 的生物学基础。不同的季节有不同的栖息地适宜度。栖息地适宜度也可以描述游泳、徒涉、划艇及其它休闲娱乐活动所需的水深、流速和河宽。在考虑多个物种时，栖息地需求会有矛盾，当一个物种栖息地减少时，而另一个物种栖息地会增加。在这种情况下可以使用栖息地指示物的概念来解决此问题。

与前述两类方法相比，IFIM/PHABSIM 具有更大的灵活性。它有可能考虑年内许多物种及其不同生命阶段所利用栖息地的变化，从而选择能提供这种栖息地的流量。但这需要对水生态系统有很好的了解和清晰的管理目标，以便解决不同物种或不同生命阶段在栖息地需求上的矛盾。IFIM/PHABSIM 方法的缺点是需要拥有详细的生物学研究基础，适用于具备良好研究基础的河流。

栖息地模拟法的理论框架已较为成熟，但由于在流量和河道内生物交叉作用的研究仍然处于技术发展阶段，至今没有公认的关于栖息地模拟法应用的规则，该方法得出的生态流量阈值均没有生物响应的检验。因此，栖息地模拟法处在对整体拓展进行深入研究的阶段。

④ 整体分析法主要包括南非的 BBM 法和澳大利亚的整体研究法等。这种方法克服了水文～生物分析法和生境模拟法都是针对一、二种生物的缺点，强调河流是一个综合生态系统。它从生态系统整体出发，根据专家意见综合研究流量、泥沙运输、河床形状与河岸带群落之间的关系，使推荐的河道流量能够同时满足生物保护、栖息地维持、泥沙沉积、污染控制和景观维护等功能。

整体法基于天然水文过程，能够综合考虑整个生态系统包括河道、岸边带、地下水和湿地的需水。整体法的特点是从一些关键的流量组成及其生态过程之间

的联系，建立生态流量的机制。作为整体法的代表，BBM 法以低流量、河道和栖息地维持流量、鱼类产卵所需的流量，三个主要流量要素制定生态流量。整体法得出的生态流量更加接近于天然水文情势，生态学含义更强，但同时也更依赖于大量的生态调查，对研究河流生态系统特征的充分理解。整体分析法发展较快，在澳大利亚、南非以及英国均有较为广泛的应用，BBM 法在南非已应用在 15 条河流的流域规划中。

3）生态流量管理面临的困难及发展趋势

虽然国外在生态流量管理的理论及应用实践上取得了突出的发展，但环境流量管理也面临着以下需要克服的困难：

① 符合流域实际的生态保护或恢复的目标的确定

生态流量标准的确定直接取决于所要达到的流域生态环境保护或恢复目标。过高的生态环境保护目标意味着必须在河流生态系统内保持与自然水文情势相近的动态过程，这也就意味着已经形成的人类需求可能难以得到满足，从而其目标的可达性就难以保证。在澳大利亚莫累达令河生态流量管理中，管理当局制定了“健康工作流域”的总体修复或保护目标。在国外的生态流量标准制定中，也十分重视对既有水权和用水需求的考虑，同时，在制定和批准环境流量标准的整个过程中，都强调全程的公众参与，所建立的生态流量标准必须得到公众的理解与支持。另外，所要达到的流域生态环境保护目标必须具有坚实的生态学基础，流域生态环境保护目标的生态含义越具体，就越能针对具体生态问题开展深入研究，从而制定出的更具生态含义的生态流量标准。

② 水文情势与生态响应关系的建立

难以建立绝对的水文情势与生态响应关系是目前所有生态流量研究及管理面临的共同问题。对 167 篇涉及水流情势变异的生态响应关系的论文的回顾分析中，定性分析证实了水流情势变异的不利生态响应，但难以建立具有统计显著意义的定量水流情势变异的生态响应关系。但这并不意味着就无法制定出具有较强生态含义的生态流量标准。事实上，欧美国家所建立的生态流量标准，均采用了多学科交叉的研究方法，通过生态调查和专家经验，以及参考文献，可以筛选出关键种或伞护种、伞护性生态系统，识别出避难所、关键栖息地等重要栖息地，获取伞护种的生活史基本需求，同时通过水文情势变异程度分析，识别严重变异

的流量组分，从而建立基本符合实际的水文情势-生态响应关系。

总体而言，生态流量概念经历了单一的最小流量向以“自然水流情势”范式为指导的动态流量指标体系的转变过程，生态流量指标呈现出由局地个案到区域或流域整体，由静态到动态，由单准则到多准则的转变趋势，自然河流生态系统本身作为法定用水户的认识逐渐为管理部门和社会各界所接受。随着区域性生态流量管理实践的发展，整体分析法可以通过识别和保护或恢复关键流量组分而保护或恢复河流生态系统的生态完整性，不仅具有坚实的生态学理论基础，还具有现实可行性，从而获得了更多的应用和发展。

（2）国内工程实践中生态流量的应用现状

1）研究进展

我国自 20 世纪 70 年代引入最小生态流量概念以来，对生态流量的认识和研究初步经历了三个阶段：

第一阶段（1970-2000）是生态流量概念的引入及生态内涵逐步深化的阶段，早期的最小生态流量是以保护水质为目的，不包含生态含义。1988 年方精云在《水资源保护手册》中提出生态环境需水的概念，后期在水利规划中逐步得到接受和发展。1993 年提出的《河流流域规划环境影响评价规范》中正式提出了在流域规划中要考虑生态环境需水的要求。黄河断流、长江 98 大洪水、沙尘暴等事件使得生态环境需水的概念逐渐被全社会接受和认识。

第二阶段，是生态流量及环境流量概念进一步深化，并逐渐进入水资源及环境管理的阶段。该阶段大致涵盖了 2000 年至 2015 年，该期间水利管理部门分别在水资源规划中提出生态环境需水量、河湖生态需水等概念及计算规范，环境管理部门则针对大型水利水电工程提出了“最小生态流量”的概念及计算导则。其中水利部门提出了《河道内生态需水评估导则（试行）》、《河湖生态需水导则》、《建设项目水资源论证导则》等规范，环保部门提出了《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》。另外，长江、黄河、淮河等水利委员会也开始了生态流量的研究及应用。这些研究成果，均根据不同河流类型或河段分区提出分类、分区、分级的生态流量确定方法。这些成果也标志着以“自然水流情势”范式为指导的环境流量思想逐步被我国科研部门及管理部门所接纳。

第三阶段则以2015年国务院颁布《水污染防治行动计划》为起点，要求“科学确定生态流量”，标志着我国即将进入流域尺度的生态流量管理新阶段。同时，与行动计划中提出的污染防治行动一起，标志着我国即将进入大规模流域生态恢复的新阶段。

2）工程实践中生态流量计算方法汇总

目前，在国内工程实践中，水文学法、水力学法和栖息地模拟法应用较为广泛。近年来，国内较大的水利工程实践中，也主要应用了上述3种方法。

在一般的工程实践中，采用水文学法确定生态需水简单快速，易于应用；但由于缺乏生物学基础，该方法得出的结果容易受到质疑。栖息地模拟法具有更加完善的理论框架，但由于微生境研究仍处于发展阶段，例如，在建立生物-流速关系时，大多采用鱼类作为指示物种，由于缺乏实际监测数据，通常以 0.1～0.4m/s 流速作为适合于鱼类生长的普适性流速，导致栖息地模拟法的精度无法判断。

5.2.3 泾河生态流量估算及保证分析方法

（1）生态流量考虑因素

一般来说最小下泄生态流量考虑因素主要包括以下方面：①维持河流生态系统运转的基本流量，即生态基流；②维持河流水环境质量的最小稀释净化水量；③维持水生生态系统稳定的需水量；④维持下游河道外用水量；⑤维持下游河道航运、景观、水上娱乐环境用水量；⑥维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量。

①生态基流

东庄水利枢纽工程运行后，由于坝下的文泾电站回水与东庄坝址之间存在1.6km减水河段，为保障东庄坝下泾河干流、泾河重要湿地、西安泾渭湿地自然保护区生态系统基本运转需求，需泄放生态基流。

②维持河流水环境质量的最小稀释净化水量

东庄水利枢纽工程坝下涉及河段为泾河的泾河泾阳农业、工业用水区（东庄-入渭口），河段水环境功能为III类。为保障坝下干流水质净化用水需求，需要一定的流量维持河段的水环境功能要求。

③维持水生生态系统稳定需水量

泾河评价区域捕获鱼类 12 种，包括陕西省重点保护鱼类陕西高原鳅，地方土著鱼类-拉氏鱲，地方主要经济鱼类鲤鱼、鲇鱼。上述鱼类大多适应泾河原有急缓流相间的多样性生境以满足其营固着、附着、产卵繁殖、越冬等需求，要保证这些鱼类在下游河段内正常的生存、产卵繁殖、休息，须提供一定的水量。

④下游河道外用水

东庄水利枢纽工程下游分布有泾惠渠渠首，因此，东庄水利枢纽需泄放一定的流量保障泾惠渠用水安全。东庄水库建成后，泾惠渠坝址断面以下没有工农业取水口及生活用水取水口，该部分需水量不考虑。

⑤维持下游河道航运、景观、水上娱乐环境用水量。

东庄坝下-张家山河段处于河谷以峡谷为主，谷坡陡峭，河道狭窄、险滩密布，以及存在文泾水电站、泾惠渠渠首等工程设施，区域不具备划船、游泳等水上休闲娱乐的条件，也无通航条件；张家山-入渭口区域由于水量较小，不具备划船、游泳等水上休闲娱乐条件，因此不需考虑航运、景观和娱乐用水要求。

⑥维持河口泥沙冲淤平衡。

泾河下游河道输沙能力强，根据泾河张家山和桃园站年水沙量资料，泾河下游张家山～桃园区间 1960～2008 年期间累积淤积 0.03 亿 t，滩淤槽冲，多年累积冲淤量不大，基本保持冲淤平衡。东庄水利枢纽工程的开发任务是防洪减淤，调水调沙时段经水库调节以比较合适水沙关系进行下泄，泾河下游基本不会淤积，非调水调沙时段，水库下泄含沙量很小，不会造成下游淤积，因此可以不考虑下游的输沙需水量。

综上所述，东庄水利枢纽最小下泄流量除需满足生态基流外，还需考虑维持坝下河道水环境质量、水生生态系统稳定以及河道外用水安全需水量。

（2）影响时段划分

影响时段划分主要依据上述各影响要素对河道内径流过程变化的敏感程度。泾惠渠灌区取水过程年内变化比较大，同时，泾惠渠渠首断面水量计算中已经考虑泾惠渠灌区的农业取水过程，因此，河道外用水不宜作为影响时段划分的依据；根据泾河水质现状监测资料和历史监测资料，坝下区域功能区水质目前不能满足功能区水质目标要求，因此，水功能区水环境亦不宜作为影响时段划分的依据。

根据泾河区域分布调查，分布有粘性卵、沉性卵的鱼类，其中产粘性卵鱼类3种（鲤、拉氏鱲和斯氏高原鳅），产沉性卵鱼类9种（鲫、棒花鮈、鳘条、麦穗鱼、泥鳅、波氏栉鰕虎、鲇鱼、开封半鳘和马口鱼），泾惠渠渠首坝址以下区域分布有产卵场，鱼类产卵期集中在每年4～6月期间。同时，6～8月是泾河汛期。

综上所述，影响时段划分主要依据水生生态系统稳定、泾河湿地植物生长的要素。根据专题单位意见，4月15日～6月15日为泾河鱼类主要产卵繁殖期，根据鱼类不同生境需求确定最小下泄生态流量。同时，考虑到鱼类主要繁殖期4月15日前，需要持续一定时间的流量逐步增加刺激鱼类产卵和维持较大的河道水面、水深，4月10～4月20日是鱼类产卵主要流量刺激时期。6～8月是泾河汛期和鱼类主要的索饵期，为维持汛期泾河河道生态环境不发生退化，需要将其作为河道生态环境维持的敏感期。9月～翌年4月为一般用水期，一般用水期需考虑下游河道内水环境质量以及河道外用水安全。

（3）总体思路

一般来说，河流生态系统和具体的物种和种群结构，对河流水文过程的变化有不同的响应，而保持河流生态系统健康和生物物种种群结构稳定的径流过程是适宜的生态需水过程，因此生态需水过程要与天然水文过程相一致。据此，泾河生态流量的总体思路是，首先确定泾河东庄坝址以下河段的生态保护目标（陆生生态保护目标-滩地湿地植物、水生生态保护目标-鱼类），再根据各生态保护目标不同生活史阶段的生态需求，结合天然流量过程，确定满足生态保护目标不同生活史阶段的生态流量过程。

根据泾河东庄水库坝下河段生态保护目标分布情况，主要是泾河重要湿地、西安泾渭湿地保护区的河滩湿地和河道鱼类的分布情况，及自然水文情势生态功能分析，泾河泾惠渠渠首以下河段生态保护目标及需水要求具体见表5.2-4。为维持泾河重要湿地、泾渭湿地自然保护区的滩地湿地植物生长的需求，泾河重要湿地、泾渭湿地保护区河滩湿地维持需要每年产生至少1次漫滩过程，以及刺激鱼类产卵需要在4月15日以前发生明显的涨水过程1次。

根据上述基于近自然水文情势的原理，本次评价拟采用Tennant法、90%保证率最枯月流量法、湿周法和R2-CROSS法等，估算4～8月（4月15日～6月

15 日是鱼类产卵敏感期，6 月 15 日～8 月 31 日是汛期和鱼类主要索饵期）泾河东庄坝下河段的生态流量。9 月至翌年 4 月下游河道生态目标用水较少，生态流量采用 Tennant 法计算结果，水库按照不低于生态基流进行泄放，不得恶化河道流量现状。

泾河重要湿地和西安泾渭湿地保护区的湿地植被均为非地带性植被，进入生长期后除有效降雨量外，需要泾河河流额外补充部分生态水量（主要通过洪水漫滩流量实现）。这部分水量属于生态耗水量，通过洪峰一次性或数次补给。根据泾河河道滩地湿地植被的水分生理特征，以及天然流量过程，根据统计，不同典型年（丰水年、平水年、枯水年、特枯水年）中天然状态下为植被补水洪水过程发生概率为每年 1～2 次（500～700m^3/s），其中枯水年、特枯水年均没有出现日均流量范围位于 500～700m^3/s。本次评价拟通过生态调度实现为河道滩地植被补水，生态调度（包括刺激鱼类繁殖的流量、湿地漫滩流量）所须水量计入到生态需水量，在生态流量中不反映。

表 5.2-5　泾河泾惠渠渠首以下河段生态保护目标及需水要求

目标	描述	流量组分	月份
河滩湿地（泾河重要湿地、泾渭湿地保护区）	维持或增加河水平滩，为河滩湿地补充水分	洪水过程（1～2 次/年）	6～8 月
鱼类	鱼类产卵	涨水过程	4～6 月

（4）生态流量估算方法

1）针对水生生物保护目标和湿地漫滩的生态调度过程：以泾河河道主要鱼类、主要湿地滩地植物为保护对象，根据鱼类刺激产卵的时间、水量涨幅要求，以满足刺激鱼类产卵的水量、持续时间为目标，制定刺激鱼类产卵的生态调度过程。结合泾河湿地滩地植物分布及生长需求，以满足下游滩地湿地植物关键生长的流量、持续时间为目标，制定维持湿地滩地漫滩流量的生态调度过程。

2）Tennant 法：Tennant 法是目前世界上最广为使用的水文学方法，该方法是以预先确定的年平均流量的百分数作为河流推荐流量，认为多年平均流量的 10%为最小生态基流；在生态需水的敏感时段，多年平均流量 30%为生态系统退化的临界流量，多年平均流量的 40%可较好的维护敏感目标对流量的要求，多年平均流量的 60%～100%为最佳的生态基流。

3）湿周法：湿周法为水力学法代表方法，以栖息地保护类型的标准设定的

模型。通常，湿周随着河流流量增大而增大，然而当湿周超过某临界值后，河流流量的增加只能导致湿周微小变化，此临界点称作影响点。湿周法河道内流量推荐值依据湿周～流量关系图中影响点位置确定。这种方法一般适用于宽浅型河流。

湿周法采用湿周作为栖息地质量指标，通过绘制临界栖息地湿周与流量关系曲线，将湿周-流量关系曲线中的增长变化转折处所对应的流量作为推荐流量。

湿周法是一种应用较为广泛的生态需水量确定方法。采用湿周法分析时，湿周、流量一般采用相对于多年平均流量下的相对值表示，即：相对流量=100×流量/多年平均流量；相对湿周长=100×湿周长/多年平均流量下湿周长。

4）R2-CROSS 法：利用水力模拟预测水深、流速等水力参数，然后与生境适宜性标准相比较，计算适于指定水生物种的生境面积，然后据此确定适宜的河流流量。生物学家根据鱼的生物学需要和河流的季节性变化分季节研究制定相应的标准，利用标准中确定的水力学参数计算河段关键断面生态流量基准值。

5）维持河流水环境质量的最小稀释净化水量：根据《水域纳污能力计算规程》（GB/T25173-2010）、《制定地方水污染物排放标准的技术原则与方法》（GB3839-83）、《水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见》（水总环移[2010]248 号）等相关规范，对于水域纳污能力计算采用 90%保证率最枯月平均流量或近 10 年最枯月平均流量等相关规定，最小稀释净化水量采用 90%最枯月均流量法、近十年最枯月流量法进行估算维持河流水环境质量的最小稀释净化水量。本次采用 90%最枯月均流量法、近十年最枯月流量法进行计算。

6）综合分析确定生态流量过程

根据上述各月最小生态流量估算结果，结合泾河天然河道水量状况，综合分析并确定本次环评报告书要求的各月生态下泄流量过程。

5.2.4 泾河河道生态流量估算

（1）刺激鱼类产卵的生态流量调度过程

根据水生专题单位提供的鱼类相关资料，泾河河道中生长主要是鲤科主要是鲤科鱼类，优势种类为鲫鱼、拉氏鱥、斯氏高原鳅等小型鱼类。

1）刺激鱼类产卵所需水文学和环境条件

泾河分布的泥鳅、高原鳅、马口鱼、拉氏鱥、鲦条、开封半餐、麦穗鱼、鲤、鲫鱼、鲇、波氏吻鰕虎鱼等鱼类均是产粘性卵，棒花鮈产沉性卵，江河涨水是促使

鱼类产卵的重要因素之一。根据泾河鱼类产卵特性，鱼类产卵需要附着在河道水生植被或枯枝落叶上上，产卵时应维持河道一定深度水深，涨水刺激性成熟的适宜时长一般在3～5天，年内产卵时间在每年4～6月。

总结上述内容，满足鱼类产卵刺激需求的调度过程应满足如下条件：

① 适宜的河道涨水过程；

② 涨水过程维持3～5天；

③ 刺激产卵时间应在每年4～6月；

④ 涨水后产卵场区域应有满足鱼类产卵的附着物（植被、枯枝落叶）条件；

2）刺激鱼类产卵生态调度的目标区域

根据水生专题单位现场调查成果，坝下产卵场主要是位于东庄坝下的泾河大桥，区域水面较为宽广且水流较缓，水质相对较清澈，同时岸边区域具有较多沙砾石质的浅水河滩，适合粘性卵黏附孵化，上述产卵场是本次刺激鱼类产卵的关键目标区域。

3）刺激鱼类产卵的调度过程

环评单位根据上述鱼类产卵要求，结合产卵场河道及植被分布特征，向设计单位提出了相关刺激鱼类产卵的生态调度要求，主要条件包括：

① 每年4～6月鱼类产卵季节安排生态调度过程；

② 根据天然河道实际涨水过程，调度涨水量维持在每日4%，坝址下泄的生态流量有4月10日左右的5.33m^3/s逐步增加到4月15日左右的15.99m^3/s，随后在4月20日左右逐步降低到10.66m^3/s。

③ 刺激产卵涨水过程每次维持5天；

（2）维持下游泾河湿地漫滩（泾渭湿地自然保护区）的生态流量调度过程

根据泾河重要湿地（泾渭湿地自然保护区）的生态调查、遥感影像等相关资料，泾河下游滩地湿地包括芦苇-拂子茅低湿地草甸、拂子茅低湿地草甸、芦苇-狗牙根低湿地草甸、芦苇低湿地草甸湿地，其中芦苇-拂子茅低湿地草甸、拂子茅低湿地草甸、芦苇-狗牙根低湿地草甸、芦苇低湿地草甸主要分布在低河漫滩区域，主要植物种类为拂子茅、芦苇、狗牙根、狗尾草、苣草、黄花蒿等，盖度55%～85%。

1）维持漫滩流量的水文条件

根据泾河重要湿地生态需水估算成果，湿地断面漫滩流量 273～716m^3/s、平均漫滩流量为 451m^3/ s；根据泾渭湿地自然保护区湿地生态需水估算成果，保护区泾河湿地断面漫滩流量在拦沙期 512m^3/s、正常运行期 434m^3/s。

2）维持湿地漫滩流量的生态调度的目标区域

根据陆地生态单位现场调查成果，坝下区域分布的泾河重要湿地（泾渭湿地自然保护区）滩地植被分布区域，湿地植物主要为芦苇、拂子茅、狗牙根、黄蒿等，湿地植被类型主要为芦苇-狗牙根草甸、拂子茅低草甸、芦苇湿地、芦苇-拂子茅低草甸等，上述区域湿地植被生长主要季节在 6～8 月，上述湿地滩地和滩地植被是漫滩流量生态调度的关键目标区域。

3）维持湿地漫滩流量的调度过程

环评单位根据上述湿地植被要求，结合河道滩地和湿地植被分布特征，向设计单位提出了相关维持湿地漫滩流量的生态调度要求，主要条件包括：

① 每年 6～8 月湿地植物生长的关键季节安排生态调度过程；

②每年至少下泄一次流量峰值不低于 716 m^3/s 的洪水过程，且持续时间不低于 6 小时。

（3）Tennant 法

Tennant 法是一种依赖于河流流量统计的方法，建立在历史流量记录的基础上，将多年平均天然流量的百分比作为水生生态系统需水量。根据评价区域水生生态调查成果和相关资料，东庄水利枢纽工程区域分布有陕西省重点保护动物-陕西高原鳅，地方土著鱼类-拉氏鱥和小型经济鱼类鲤鱼、鲇鱼等，一般水期（10 月～翌年 4 月）利用 Tennant 法选取多年平均流量的 10%（5.33m^3/s）作为生态生态基流，这一流量是维持大多数水生生物短时间生存所推荐的最低瞬时流量，可作为最初目标管理的依据。

根据调查，泾河汛期是 6～9 月，径流主要集中在 7～8 月，为维持泾河河道生态环境不退化和自然地水文节律过程，在 6～8 月期间需要东庄水库坝址下泄多年平均流量的 30%（15.99m^3/s）作为生态基流。

表 5.2-6 Tennant 法推荐的基流标准

流量栖息地定性描述	敏感期（4～9 月）	一般水期（10～3 月）
最大	200	200
最佳流量	60～100	60～100
极好	60	40
非常好	50	30
好	40	20
开始退化	30	10
差或最小	10	10
极差	0～10	<10

（4）湿周法

湿周法采用湿周作为栖息地质量指标，通过绘制临界栖息地湿周与流量的关系曲线，将湿周-流量关系曲线中的增长变化转折处所对应的流量作为推荐流量。东庄坝址-泾惠渠渠首之间，河道位于高山峡谷之间，分布有文泾水电站；对泾惠渠渠首断面至桃园河段进行一维恒定非均匀渐变流水力学计算，选择典型断面进行湿周法分析。河流生境一般划分为深潭、浅滩等类型，河道水流类型主要受河道地形构造和水流大小影响。湿周法分析断面一般选浅滩断面上。结合河床实际断面测量和敏感目标分布，选择选择泾河下游产卵场区域（距离东庄坝址 60km）的 32#、33#、34#断面作为典型断面进行湿周法分析，断面位置、河底高程和水面线见图 5.2-10。

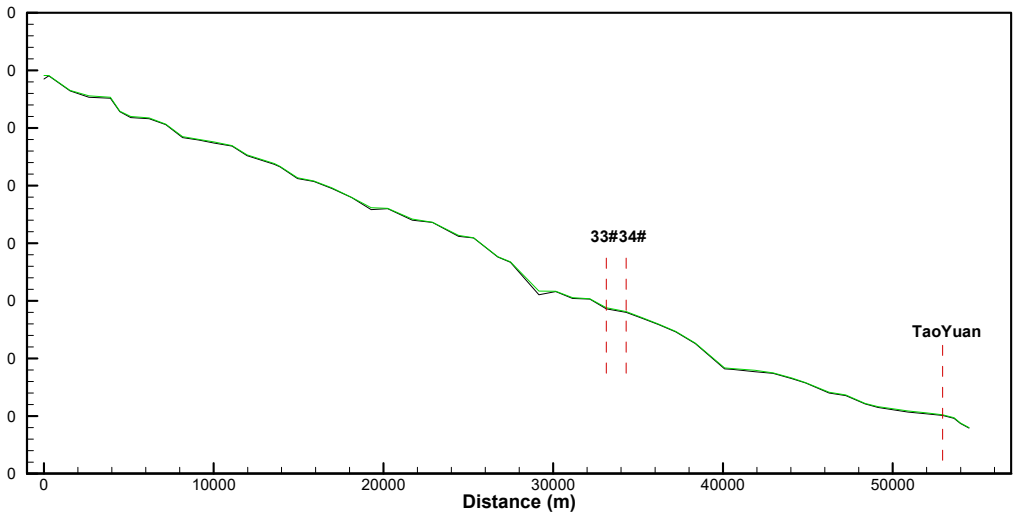
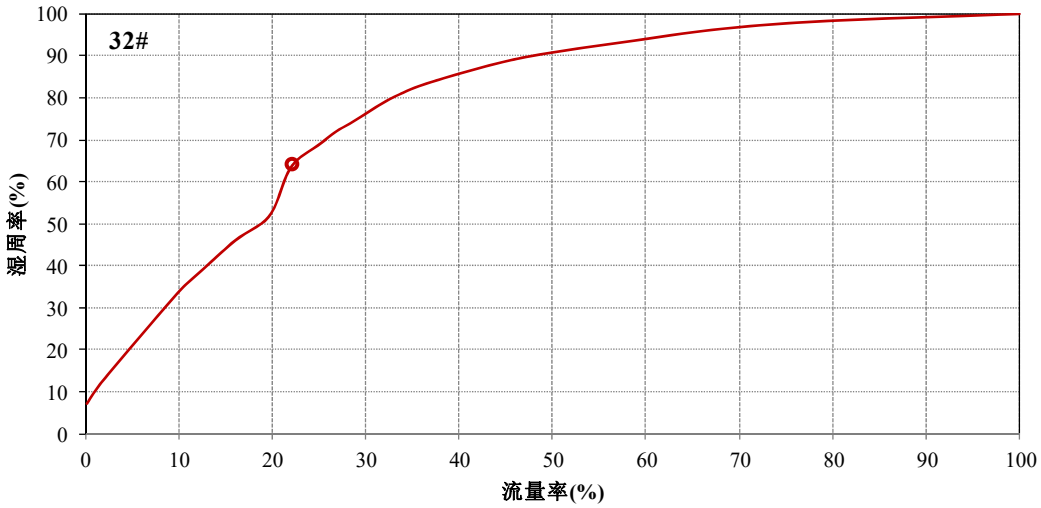


图 5.2-10 张家山至桃园河段河底高程及水面线以及典型断面位置

32#断面、33#断面、34#断面相对湿周-相对流量关系线见图 5.2-11～图 5.2-13。代表断面拐点流量的分析结果见表 5.2-7。



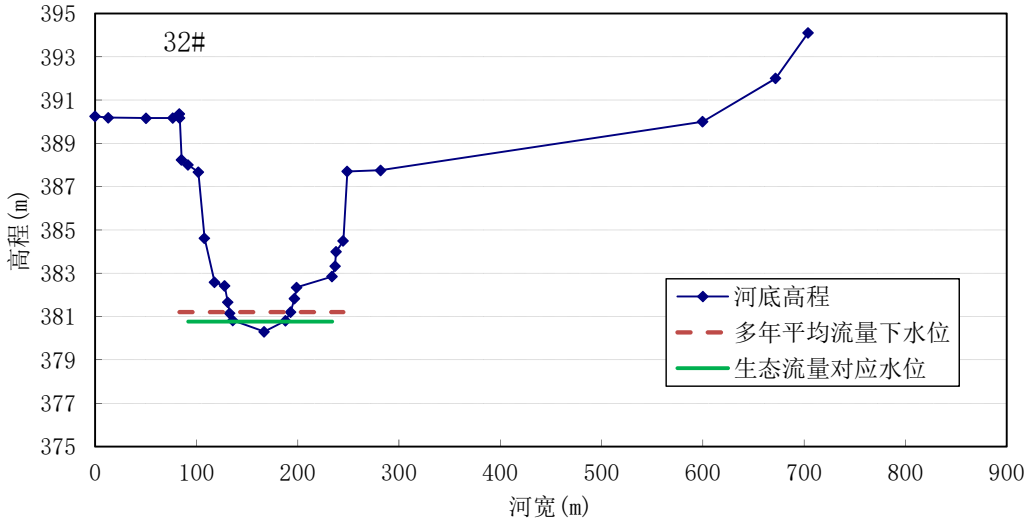
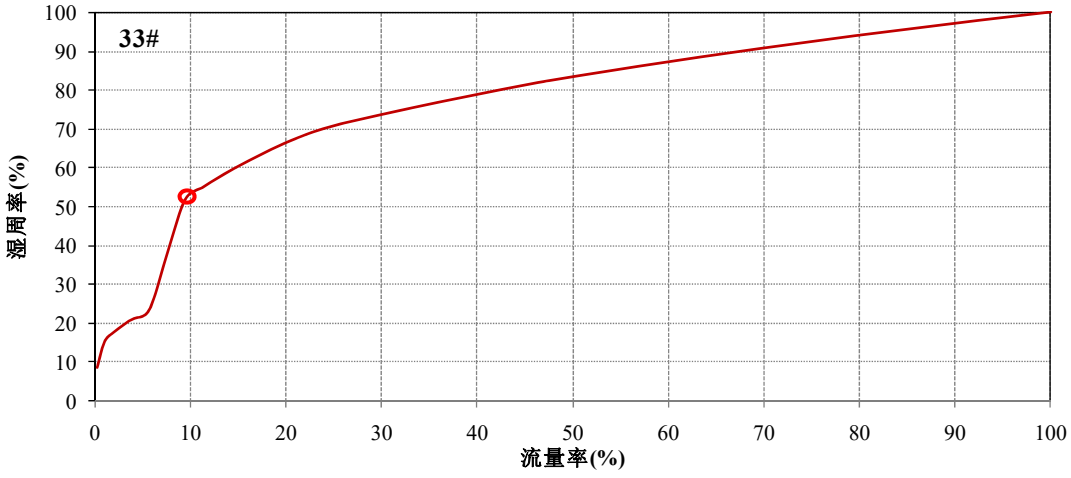


图 5.2-1132#断面湿周率-流量关系曲线及拐点对应的断面水位



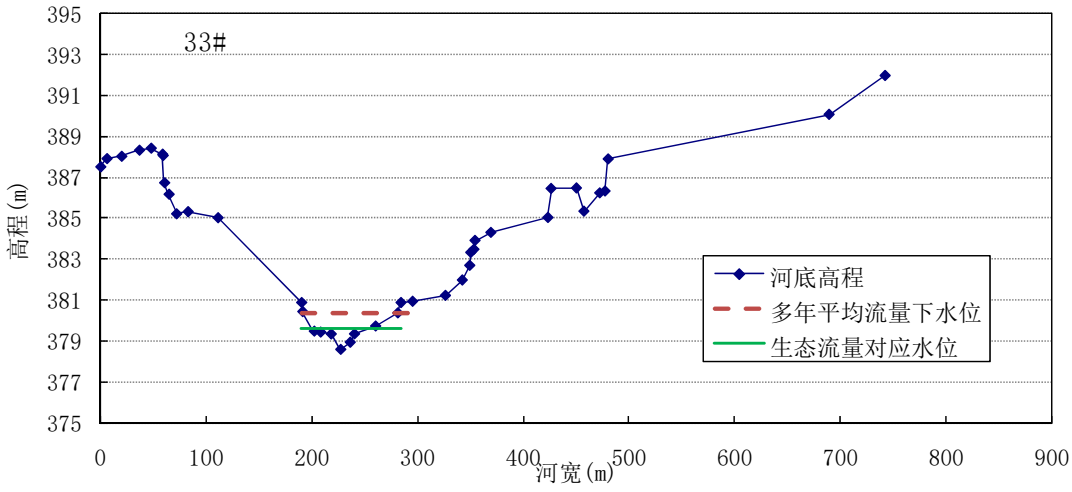
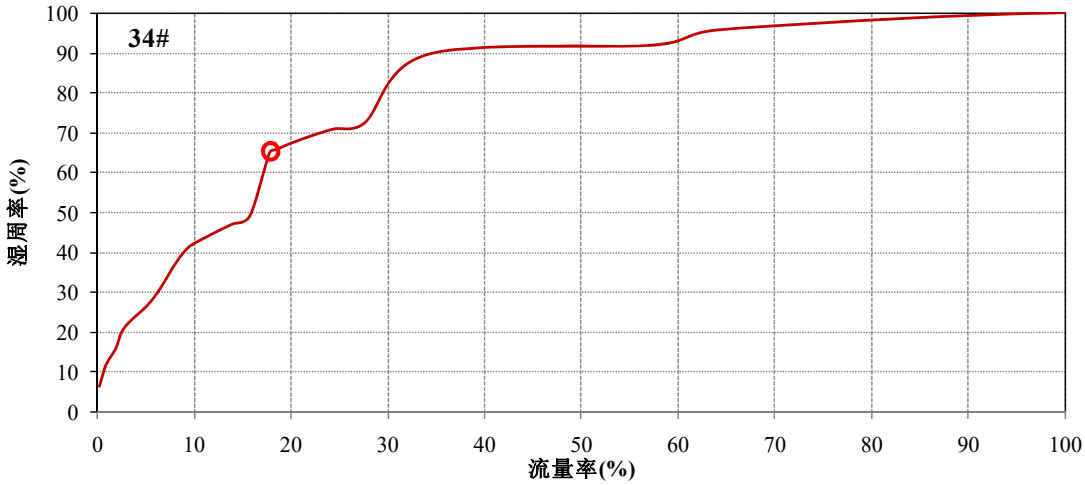


图 5.2-12 33#断面湿周率-流量关系曲线及拐点对应的断面水位



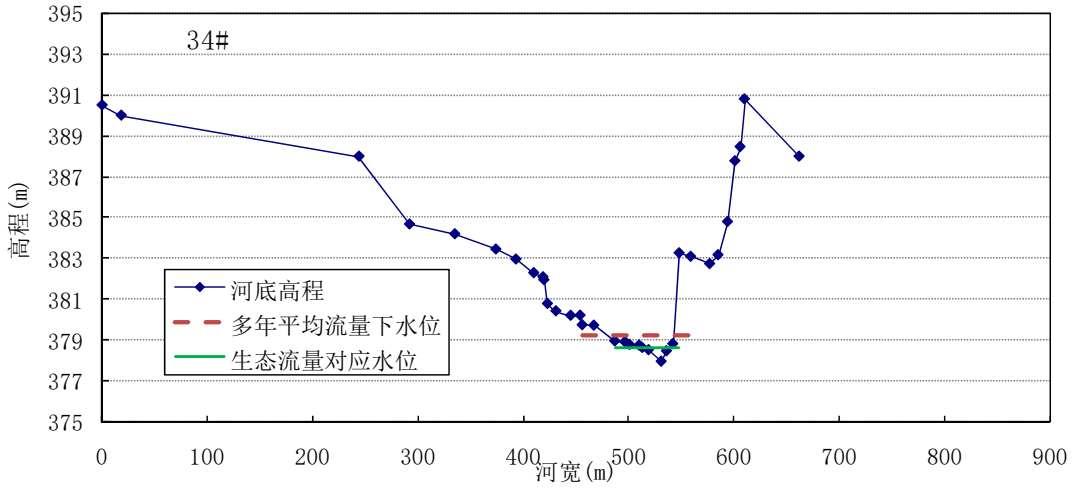


图 5.2-13 34#断面湿周率-流量关系曲线及拐点对应的断面水位

表 5.2-7　湿周率拐点计算结果表

断面	拐点对应流量(m³/s)	占东庄坝址多年平均流量的比例(%)	相对湿周(%)
32#	12.1	22.7	63.64
33#	5.87	11.01	54.6
34#	9.52	17.86	64.9

通过与水生生态专题单位沟通，首先明确东庄水利枢纽工程河段鱼类的生态习性，包括鱼类的种类、体长、食性、繁殖习性、鱼类“三场”的分布、鱼类偏爱流态等；再通过对天然状况下鱼类现有生境条件的调查，确定影响鱼类生境的主要水力学参数；最终确定鱼类生境适宜的水力学参数标准（表 5.2-8）。

表 5.2-8　东庄水利枢纽工程研究河段鱼类所需的主要水力生境参数标准

水力参数	最低标准	确定依据
最大水深	河段≥0.50m	按鱼类体长的 2 倍～3 倍确定，根据水生专题单位野外调查渔获物统计资料，捕获到鱼最大全长 15.7cm，最大水深按鱼类全长的 3 倍确定，即水深为 0.50m 就可满足鱼类生存需要。
平均流速	河段≥0.3m/s	根据水生专业野外调查分析确河段平均流速大于 0.3m/s 可以满足研究河段鱼类产卵需求。
湿周率	河段≥50%	研究河段河谷绝大部分呈 V 字形，据研究河段现有水力学条件，确定湿周率大于 50%。

从表 5.2-7 可以看出，32#、33#断面、34#断面拐点流量有较大差别，范围 5.87m³/s～12.1m³/s，相当于东庄坝址断面多年平均流量的 11.01%～22.7%，其中最大流量 12.1m³/s。取最高值 12.1m³/s 作为湿周法建议的敏感期生态流量。12.1m³/s 流量下的 33#断面、34#断面水力参数见表 5.2-9。从水深、流速、湿周率等水力参数来看，上述流量下河道具有适宜水力生境条件，能够满足鱼类的相关需求。

表 5.2-9 湿周法推荐最小生态流量时典型断面水力参数计算结果

断面	最大水深(m)	流速(m/s)	相对湿周(%)
32#	0.4	1.40	63.64
33#	1.15	0.43	68.91
34#	0.79	1.14	62.12

（5）R2-CROSS 法

利用水力模拟预测水深、流速等水力参数，然后与生境适宜性标准相比较，计算适宜水生物种的生境面积，据此确定适宜的河流流量。生物学家根据鱼的生

物学需要和河流的季节性变化分季节研究制定相应的标准（表 5.2-10）。其中湿周率指某一过水断面在某一流量时湿周占多年平均流量湿周的百分比。

表 5.2-10 R2-Cross 法确定最小流量的标准

河宽(m)	平均水深(m)	湿周率(%)	平均流速(m/s)
0.3～6.3	0.06	50	0.3
6.3～12.3	0.06～0.12	50	0.3
12.3～18.3	0.12～0.18	50～60	0.3
18.3～30.5	0.18～0.3	≥70	0.3

根据陕西省水产研究所提供的产卵场需求的湿周率、最大水深、流速等水力参数要求，R2-Cross 法确定的 32#、33#、34#断面水力计算结果如表 5.2-11。可以看出，不同断面的 R2-Cross 法确定的流量差别较大，流量范围介于 0.1～11.8 m^3/s，其中最大流量 11.8m^3/s。取最高值 11.8m^3/s 作为 R2-Cross 法建议的敏感期生态流量。

表 5.2-11 R2-Cross 法确定最小流量及水力参数（单位：m^3/s）

参数要求	32#	33#	34#
湿周率 50%	11.8	7.96	10.65
最大水深≥ 0.30m	6.6	0.40	0.90
流速 0.3m/s	0.1	1.80	0.20

（6）维持河流水环境质量的最小稀释净化水量

根据《水域纳污能力计算规程》（GB/T25173-2010）、《制定地方水污染物排放标准的技术原则与方法》（GB3839-83）等相关规范，对于水域纳污能力计算采用 90%保证率最枯月平均流量或近 10 年最枯月平均流量等相关规定，最小稀释净化水量采用 90%最枯月均流量法、近十年最枯月流量法进行估算维持河流水环境质量的最小稀释净化水量。

① 90%最枯月均流量法

通过对 1956～2010 年月均流量进行统计，90%保证率对应最枯月均流量 1.51m^3/s。

②近十年最枯月流量法

通过对 2001～2010 年水文数据进行统计，最枯月均流量 0.83m^3/s。

（7）不同方法的生态流量小结

东庄水库坝下泾河干流主要断面不同计算方法（Tennant法、湿周法、R2-Cross法、90%最枯月均流量法、近十年最枯月流量法）得到的生态流量见表5.2-12，可以看出维持水生生态系统稳定所需水量中，不同计算方法的鱼类繁殖期结果比较大，流量范围介于5.87～12.1m³/s。依据维持水生态系统稳定所需水量：鱼类繁殖敏感期（4月15日～6月15日）32#断面的生态流量12.1m³/s，湿地植被生长的主要时期（6月15日～8月31日）坝址断面的生态流量为15.99 m³/s，一般用水期坝址断面的生态流量为5.33 m³/；下游泾河重要湿地、泾渭湿地保护区的漫滩流量为273～716 m³/s、434～512 m³/s。

表5.2-12　泾河关键断面生态流量（单位：m³/s）

敏感目标	方法类型	断面	鱼类繁殖期（4.15-6.15日）	汛期（6.15-8.31日）	一般用水期
			流量（m³/s）	流量（m³/s）	流量（m³/s）
河流生态	Tennant法	坝址处	10.66	15.99	5.33
	湿周法	32#	12.1（10.58）		
		33#	5.87（4.35）		
		34#	9.52（8.0）		
	R2-CROSS法	32#	11.8（10.28）		
		33#	7.96（6.44）		
		34#	10.65（9.13）		
	90%最枯月均流量法	坝址	1.51		
	近十年最枯月流量法	坝址	0.83		
湿地生态（漫滩流量）	泾河重要湿地		273～716		
	泾渭湿地保护区		434～512		
推荐流量	生态基流		10.66	15.99	5.33
	湿地漫滩流量		716		

备注：括号中的数字表示满足该断面生态基流需求的东庄坝址需要下泄的生态流量。

根据东庄水利枢纽工程关键断面的一般水期、鱼类产卵场（泾河大桥）生态流量需求，结合东庄水利枢纽工程坝址-泾渭湿地保护区之间的主要补给水量（风箱道泉、筛珠洞泉、泾惠渠南干渠退水、宝鸡峡塬下北干渠狼沟退水）（图5.2-14）。

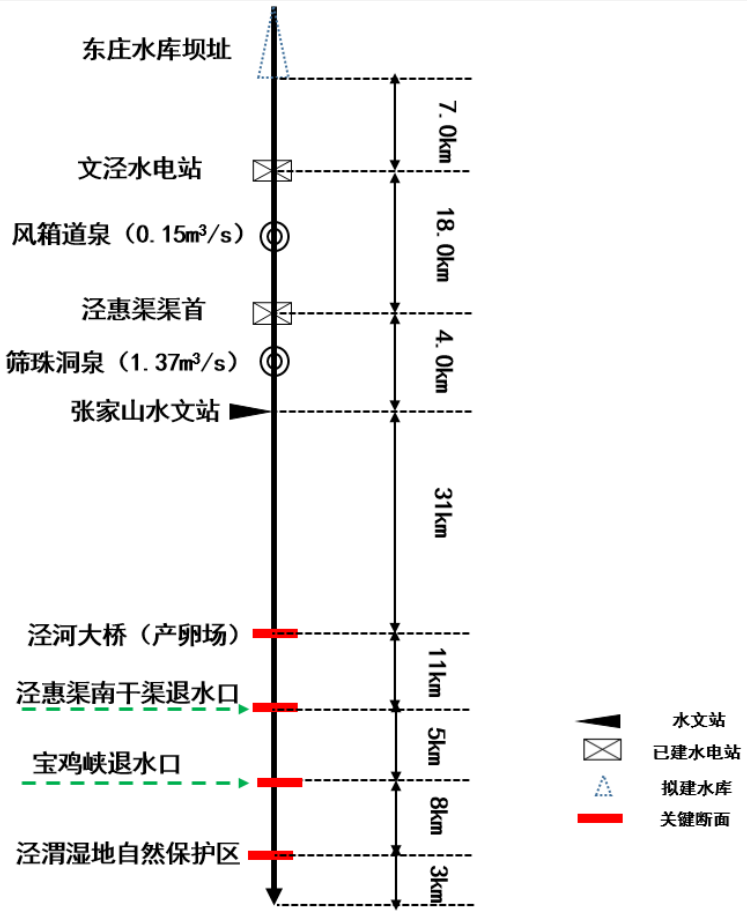


图 5.2-14 东庄坝址至泾河入渭口生态流量关键断面示意图

文泾坝址至泾惠渠渠首之间分布有风箱道泉，风箱道泉多年平均流量0.15m^3/s。泾惠渠渠首至张家山水文站之间分布有筛珠洞泉，根据张家山水文站1956年～2000年实测筛珠洞泉下游最枯清水流量，筛珠洞泉连续45年枯水期平均流量1.475m^3/s。同时，根据陕西省水利电力勘测设计研究院对筛珠洞泉群所有可见泉测流工作，三次测流结果平均值1.34m^3/s，若考虑10～20%未测得的暗流和面状渗流，泉水流量1.474～1.608 m^3/s。综合分析认为，筛珠洞泉群流量稳定，平均1.4～1.6m^3/s之间，可采用1956～2000年多年平均最枯清水流量作为泉群平均流量，即1.48m^3/s。泾北供水站引用泉域流量为0.11m^3/s，扣除泾北供水站引用流量后，筛珠洞泉群补充泾河干流水量1.37 m^3/s。

根据陕西省泾惠渠管理提供的泾惠渠南干渠2007～2016年退水资料，灌区南干渠多年平均退水量2772万m^3，最小退水量1791万m^3（2011年），最大退水量3588万m^3（2014年）。

根据陕西省宝鸡峡灌区提供的2001～2015年塬下北干渠狼沟退水渠（泾阳县

崇文镇的然家村），多年平均退水量542万m^3，最小退水量156.49万m^3（2007年），最大退水量769.39万m^3（2001年）。

根据泾河东庄坝下不同断面的生态流量计算成果，结合东庄水库坝址-泾河大桥产卵场区域的主要入流情况，得到满足32#、33#、34#生态流量需求的东庄坝址下泄流量，综合不同方法计算结果，采用外包线，确定东庄水库坝址在鱼类繁殖期（4月15日～6月15日）下泄的生态流量为10.66 m^3/s，汛期（6月15日～8月31日）下泄的生态流量为15.99m^3/s、一般用水期（9月～翌年4月15日）下泄的生态流量为5.33m^3/s（表5.2-13）。

综合上述生态流量限制估算结果及泾河河河道水量分析，环评单位最终确定如下生态流量各月最低限值方案如下：

东庄水库坝址断面，每年的 4 月 15 日～6 月 15 日（鱼类繁殖敏感期）月份生态流量不得低于多年平均流量的 20%，即不低于（10.66m^3/s）；每年的 6 月 15 日～8 月 31 日（汛期）月份生态流量不得低于多年平均流量的 30%，即不低于（15.99m^3/s）；每年 9 月至翌年 4 月 15 日，生态流量不得低于多年平均流量的 10%，即不低于（5.33m^3/s），下游河道水量条件基本保持原天然状态不降低，维持原天然河道冬季水文情势，维持鱼类越冬场功能。

表 5.2-13　东庄水库坝下断面生态基流汇总表（单位：m^3/s）

月份	东庄水库坝下	文泾坝下	泾惠渠渠首坝下	张家山断面
1 月	5.33	5.33	5.35	5.48
2 月	5.33	5.33	5.35	5.48
3 月	5.33	5.33	5.35	5.48
4 月上中旬	5.33	5.33	5.35	5.48
4 月中下旬	10.66	10.66	10.70	10.96
5 月	10.66	10.66	10.70	10.96
6 月上中旬	10.66	10.66	10.70	10.96
6 月中下旬	15.99	15.99	16.05	16.45
7 月	15.99	15.99	16.05	16.45
8 月	15.99	15.99	16.05	16.45
9 月	5.33	5.33	5.35	16.45
10 月	5.33	5.33	5.35	5.48
11 月	5.33	5.33	5.35	5.48
12 月	5.33	5.33	5.35	5.48

5.2.5 泾河重要湿地生态需水估算

根据泾河重要湿地分布，重点分析泾河泾惠渠渠首以下（张家山以下进入平原河道）泾河两岸 1km 范围的河滩低湿地植被的生态需水。泾河下游河道内滩地湿地草甸植被为隐域性植被，生态需水满足由有效降水及河流补给水量共同保障。河滩低湿地草甸植被河流补水量=生态需水量-有效降雨量。

（1）湿地生态需水

①植被生态需水

湿地植被生态需水量采用定额法计算，以某一类型植被的面积乘以其生态需水定额计算得到该类型植被的生态需水量，计算公式如下：

$$W_t = \sum_{i=1}^{m} ET_{ti} \cdot A_i \cdot 10^3$$

式中：W_t 为任意时段 t 的生态需水量(m^3)，A_i 为某种湿地植被类型 i 的面积(km^2)，ET_{ti} 为某种植被类型 i 在任意时段 t 的生态需水定额(mm)，m 是区域植被类型数目。生态需水定额是生态系统单位面积、单位时间内所需消耗的水量，根据下式进行计算：

$$ET_{ti} = ET_{0i} \cdot K_c \cdot K_s$$

式中：ET_{ti} 为某种植被类型 i 在任意时段 t 的生态需水定额(mm)；ET_{0i} 为由气象条件决定的时间段 t 的潜在蒸散定额(mm)；K_c 为植被系数，与植被种类和生长状况有关；K_s 为土壤水分系数，与土壤质地和土壤含水量有关。参数来源与遥感解译及相关研究成果，具体见表 5.2-14。

②有效降雨量估算

降水有效利用系数采用美国农业部（USDA）建立的有效降水量模型来估算泾河下游生长季月尺度有效降水量。基于土壤水分平衡原理，在 50 年气象站观测数据基础上而建立，并且考虑了土壤蒸散、深层渗漏以及地表径流。其具体计算方法如下式：

$$P_e = f\ (1.253 \times P^{0.824} - 2.935) \times 10^{0.001ET}$$

式中，P_e 为月有效降水量（mm/month），P 为月降水量（mm/month），ET

为月实际蒸散量（mm/month），f为校正因子，一般取值为1。

表 5.2-14 生态需水定额数据源

参数		需要数据	数据获取与处理
各植被类型面积（Ai）		植被类型	基于 Landsat 8 遥感图像和实地调查数据通过 Ecognition 软件解译获取
植被生态需水定额（ETti）	不同植被类型潜在蒸散定额（ET0i）	植被类型	同上
		潜在蒸散量	基于美国加州大学 Worldclimate 数据库中 50 年的月尺度平均气温数据产品（空间分辨率：1km），采用修正 Hargreaves 模型计算潜在蒸散发量（精度与 Penman-Monteith 模型相当）
	植被系数（Kc）	植被类型及参数	同上，根据植被类型的空间分布查阅相关文献确定
	土壤水分系数（Ks）	土壤类型及参数	中国 1:100 万土壤数据（南京土壤所），根据区域土壤类型空间分布查阅相关文献确定

（2）下游河漫滩湿地植被生态需水特性

植被生态需水是生态需水的重要研究内容，指保证植被能够正常生长、发育，或植被生态系统健康维持并确保其生态服务功能得到正常发挥而必须消耗的一部分水量。河漫滩湿地作为较为特殊的湿地生态类型之一，其湿地植被生态需水需要重点考虑各种不同湿地植被类型的需水特性。对于植被生态需水量的估算，需要首先明确研究区域植被类型，并在其范围和面积确定基础上，根据不同植被类型的生态需水定额来估算该区域植被总的需水量。估算方法包括直接计算法、间接计算法、植物蒸散法、遥感反演法等。目前，应用比较广泛的是直接计算法，即通过区域植被类型的面积和各类型生态需水定额进行计算。

结合区域现场调查，通过遥感专题解译，经 GIS 查询得到下游低湿地植被类型及面积。泾河下游分布低湿地草甸植被面积共计 5.66km^2，主要为芦苇-拂子茅低湿地草甸、拂子茅低湿地草甸、芦苇-狗牙根低湿地草甸、芦苇低湿地草甸湿地，其中，芦苇-拂子茅低湿地草甸面积 2.17km^2，占低湿地植被面积的 38.43%，主要分布在泾河张家山至河口区间低河漫滩，主要集中在河流中下游沿河区域，斑块较多；拂子茅低湿地草甸面积 1.62km^2，占 28.63%，主要分布在河流中上段区域及部分河漫滩区域；芦苇低湿地草甸和芦苇-狗牙根低湿地草甸面积分别为 1.56km^2、0.31km^2，分别占 27.54%、5.39%，均分布在河流中下段沿河区域地势低洼处，斑块零散分布。主要植被斑块特征见表 5.2-15。

表 5.2-15　泾河下游各类河滩湿地植被斑块特征

植被类型	编号	周长（km）	面积（hm^2）	占总面积比例（%）	位置
芦苇－拂子茅	1	5.48	31.38	14.44	泾河张家山至河口河段下段河流右岸
	2	2.10	22.05	10.14	泾河张家山至河口河段下段河流左岸
	3	2.67	19.90	9.16	泾河张家山至河口河段下段河流左岸
	4	2.83	19.34	8.90	泾河张家山至河口河段下段河流左岸
	5	3.05	18.16	8.35	泾河张家山至河口河段下段河流左岸
	6	2.23	14.44	6.64	泾河张家山至河口河段下段河流左岸
	7	2.20	12.37	5.69	泾河张家山至河口河段中段河流右岸
拂子茅	1	7.40	44.33	27.37	泾河张家山至河口河段中下段河流右岸
	2	2.62	19.94	12.31	泾河张家山至河口河段中上段河流右岸
	3	3.19	18.43	11.38	泾河张家山至河口河段中上段河流左岸
	4	2.09	13.05	8.05	泾河张家山至河口河段中下段河心洲
	5	2.17	10.40	6.42	泾河张家山至河口河段上段右岸
芦苇	1	4.26	37.38	23.99	泾河张家山至河口河段下段左岸
	2	5.20	22.74	14.60	泾河张家山至河口河段中段左岸
	3	4.12	22.48	14.43	泾河张家山至河口河段中下段左岸
	4	2.81	18.86	12.10	泾河张家山至河口河段中段左岸
芦苇－狗牙根	1	4.05	10.03	32.90	泾河张家山至河口河段中下段左岸
	2	4.03	7.16	23.49	泾河张家山至河口河段中上段左岸
	3	1.32	4.13	13.55	泾河张家山至河口河段下段右岸
	4	4.05	10.03	32.90	泾河张家山至河口河段中下段左岸

据调查，泾河流域低湿地草甸植被需水特性与湿地植物的生长特征密切相关，区域湿地植物多为一年生草本植物种子萌发及多年生草本植物，其分蘖主要在 5 月，属于湿地植被水分临界期；7 月和 8 月气温高，植物蒸腾量大，需水量也较大，是湿地植被最大需水期；9 月位于湿地植被生长季末期，营养物质向种子和根系转移，叶片开始萎缩脱落，需水量相对较小。

（3）河滩地湿地生态补水量估算

泾河湿地生态需水时段主要集中在生长季节，以生长季（4～10 月）为生态需水量计算时段，计算生长季湿地植被生态需水定额（表 5.2-16）。

表 5.2-16 泾河下游河滩低湿地生态需水定额

类型	生长季各月份生态需水定额（mm）							合计（mm）
	4	5	6	7	8	9	10	
芦苇-狗牙根	11.62	33.90	64.19	71.76	93.92	33.30	11.34	320.03
拂子茅	12.19	33.40	63.03	70.98	92.46	32.40	11.06	315.52
芦苇	13.55	33.80	64.35	71.76	93.05	33.60	11.34	321.45
芦苇-拂子茅	13.55	34.00	69.71	71.86	93.78	33.23	11.31	327.43

结合野外调查，经遥感专题解译得到的泾河下游湿地植被分布面积，按照上述生态需水量定额估算方法，对生长季各月不同类型湿地的生态需水量进行计算（表 5.2-17）。河滩湿地生态需水量 182.55 万 m^3，其中芦苇-拂子茅低湿地草甸、拂子茅低湿地草甸和芦苇湿地草甸生态需水量较大，分别为 70.05 万 m^3，51.11 万 m^3 和 50.15 万 m^3，占下游滩地湿地需水量比例分别为38.99%、28.05%和27.52%。

表 5.2-17 泾河下游河滩湿地植被生态需水量（单位：万 m^3）

类型	面积（hm^2）	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合计
芦苇-狗牙根	31.0	0.36	1.05	1.99	2.22	2.91	1.03	0.35	9.92
拂子茅	162.0	1.97	5.41	10.21	11.50	14.98	5.25	1.79	51.11
芦苇	156.0	2.11	5.27	10.04	11.19	14.52	5.24	1.77	50.15
芦苇-拂子茅	217.0	2.94	7.38	15.13	15.59	20.35	7.21	2.45	71.05
合计	566.0	7.39	19.11	37.37	40.51	52.76	18.73	6.37	182.24

泾河下游地区多年平均降水量 527.7mm，植物生长季 4～10 月天然降水及有效降水量见表 5.2-18。可以看出，4～10 月湿地生态需水可以由天然降水补给，仅 6 月天然降雨有效降水量尚不能完全满足湿地植被生态需水，需要地表径流补给。泾河下游河滩湿地草甸面积 566.0hm^2，按照不同湿地草甸面积及与有效降水的差额进行估算，6 月地表径流消耗量 23.58 万 m^3，折算成地表径流补充流量仅 0.09m^3/s。考虑到泾河下游河道湿地植被主要分布在坝址以下的下游河段，因此可由下泄生态流量补给。鉴于上述流量较小，考虑到河滩湿地主要为河漫滩湿地，应重点考虑一定洪量的洪水漫滩过程，以保障河谷河漫滩湿地生态需水。

表 5.2-18 泾河下游天然降水量及有效降水量（单位：mm）

比较	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合计
天然降水量	39.10	47.80	54.00	89.20	115.00	68.95	51.15	465.20
有效降水量	22.76	35.39	37.15	72.76	94.58	38.08	29.13	329.85

（4）河漫滩湿地漫滩流量需求

鉴于泾河下游河滩湿地主要为河漫滩湿地，河漫滩湿地作为一种特殊的湿地类型，其形成过程以及生态系统建库的维持与河流密不可分。河流的流量、水位等水文情势因子，促进河漫滩湿地生态系统中生境多样性的形成，调节并控制着湿地生物多样性的结构，是决定河漫滩湿地生态系统发展与演替的主导因子。河流通过对河漫滩的定期补给，控制湿地沉积，促进湿地系统水循环，为湿地土壤提供养分并促进土壤发育，促进湿地景观演替及生物多样性的改善。在长期的演替过程中，河漫滩湿地建立了与河流自然水文情势相适应的生态策略。

为了对泾河下游河漫滩湿地漫滩流量情况，评价单位应用 MIKE11 一维水动力学数学模型手段，根据建设单位提供的泾河下游大断面测量成果数据，对河道典型断面漫滩流量数据进行了定量计算。在泾河选取的典型为 39#断面，根据模型计算结果，该处断面所需漫滩流量 684m^3/s，河道断面上各类低湿地草甸漫滩特征见图 5.2-15。

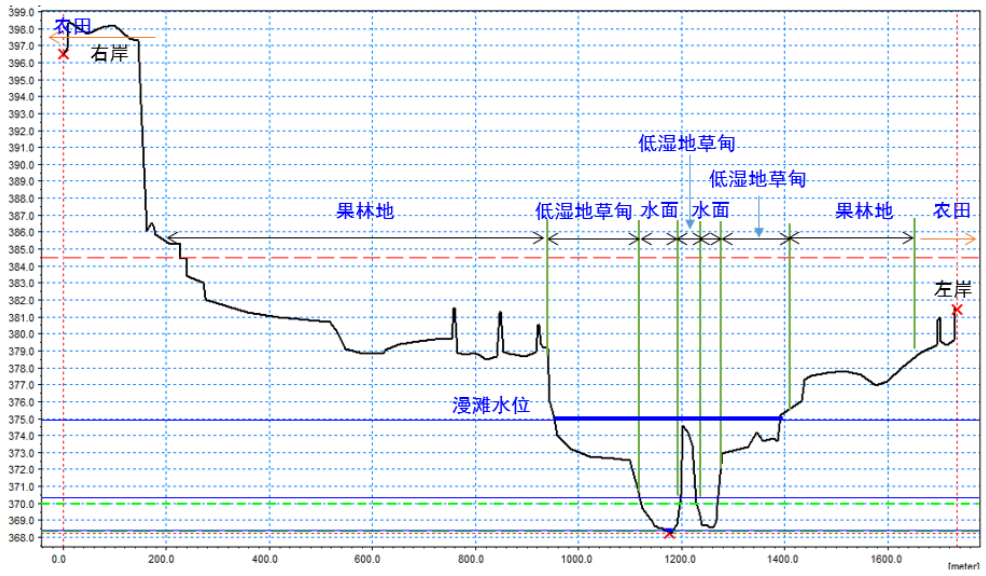


图 5.2-15　泾河下游典型断面湿地漫滩特征（39#断面）

可以看出，在上述漫滩流量下，河道内湿地漫滩水位 374.9m，漫滩后河谷内各类低湿地草甸均在漫滩水位之下，河漫滩上各类低湿地草甸的水深变化范围 0.4~2.1m，河心洲低湿地草甸水深 0.45m 左右，右岸河漫滩湿地漫滩长度约 168m，左岸漫滩长度约 120m。在该状态下，河道内河漫滩低湿地草甸植被均得到洪水脉冲洪水的水资源补给过程。

除对典型断面分析外，根据坝址以下泾河下游的河滩湿地所在的大断面漫滩

流量模型计算结果，漫滩流量中最大值 716m³/s、断面平均平滩流量 451m³/ s（表 5.2-19）。由此可知，坝址以下河流在 716m³/s 洪水漫滩流量下，各断面的河漫滩低湿地草甸植被均可符合洪水脉冲洪水的水资源补给过程的漫滩需要。

表5.2-19　泾河下游主要河道大断面的漫滩流量

断面号	滩地湿地类型	面积（hm²）	平滩流量（m³/s）
14#	芦苇-拂子茅低草甸	4.02	716
20#	芦苇-狗牙根低草甸	7.16	601
22#	芦苇-拂子茅低草甸	5.05	461
24#	芦苇	2.68	448
26#	芦苇	4.34	273
29#	拂子茅低草甸	5.01	312
31#	芦苇	18.86	431
36#	芦苇-拂子茅低草甸	7.28	279
39#	拂子茅低草甸	13.05	684
47#	芦苇-拂子茅低草甸	6.74	305

5.2.6 泾渭湿地自然保护区生态需水估算

（1）保护区河道生态基流

自然保护区生态基流采用水文学和水力学两种方法进行分析，取各种方法的外包线作为自然保护区的生态基流。

①水文学法

根据桃园水文站天然径流量的还原结果，泾河入渭口处多年平均流量 58.38m³/s，利用 Tennant 法选取多年平均流量的 10%，即 5.84m³/s 作为生态基流。

以最小月平均实测径流量的多年平均值作为河流基本生态环境需水量，即：

$$W_b = \frac{T}{n}\sum_{i=1}^{n}\min\left(Q_{ij}\right)\times 10^{-8}$$

式中：Wb 为河流基本生态需水量，10^8m³；Qij 为第 i 年 j 月的月平均流量，m³/s；n 为统计年数，T 为换算系数，值为 31.536×10^6s。

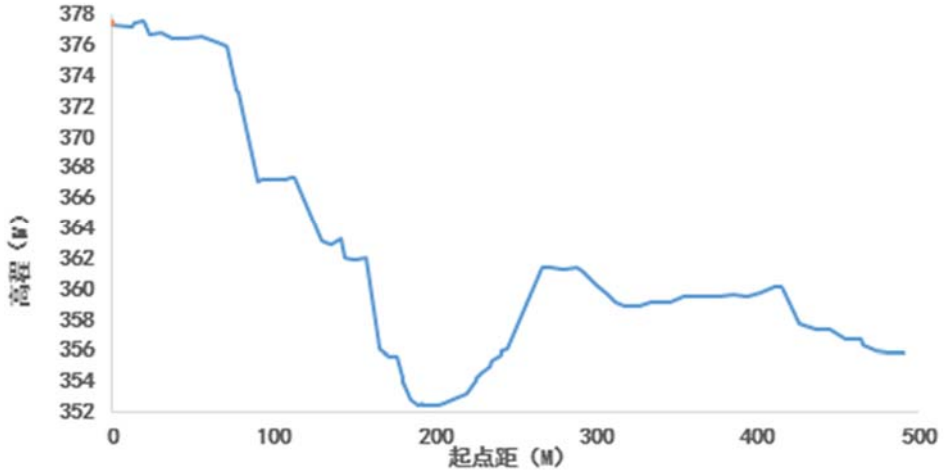
桃园水文站位于自然保护区上游 4km，桃园水文站与自然保护区之间没有支流汇入，也没有其他引水工程，桃园水文站实测流量基本反映了自然保护区内泾河流量情况，根据水文数据统计（表 5.2-20），桃园水文站断面最小月平均实测径流量的多年平均值为 4.54m³/s，确定河流基本生态流量为 4.54m³/s。

表 5.2-20 湿地自然保护区最小月均流量统计表（单位：m^3/s）

年份	最小月均流量	年份	最小月均流量	年份	最小月均流量
1968	4.37	1977	4.87	1988	4.27
1969	2.89	1978	3.27	1989	5.21
1970	4.59	1979	2.36	2006	3.24
1971	4.28	1980	3.26	2007	2.41
1972	3.07	1981	3.02	2008	1.62
1973	3.13	1982	7.94	2009	3.07
1974	3.89	1983	4.95	2010	2.15
1975	3.20	1984	12.20		
1976	8.46	1985	7.44		
最小月平均流量		4.37			

②水力学法

根据泾河自然保护区段的 JH7、JH9、WH5 大断面湿周与流量数据进行统计，绘制实测流量与湿周关系图（图 5.2-16～图 5.2-18），拐点处流量为 5.05m^3/s、5.26m^3/s、2.53m^3/s，取其做大值 5.26 m^3/s。



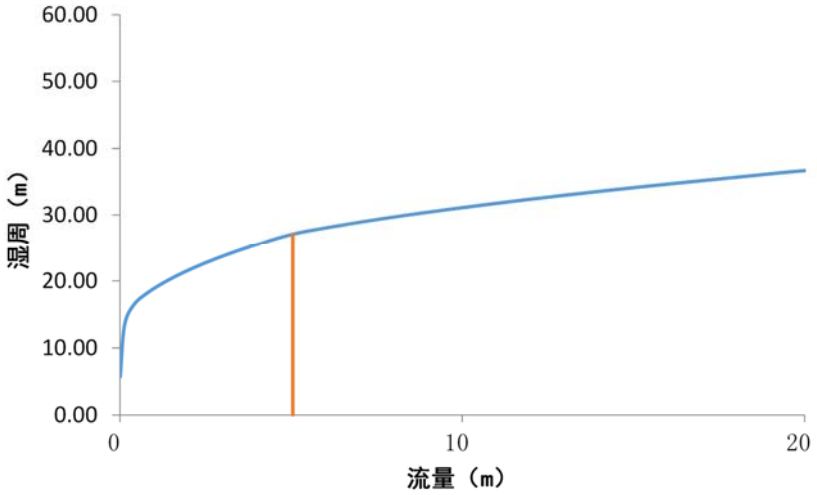
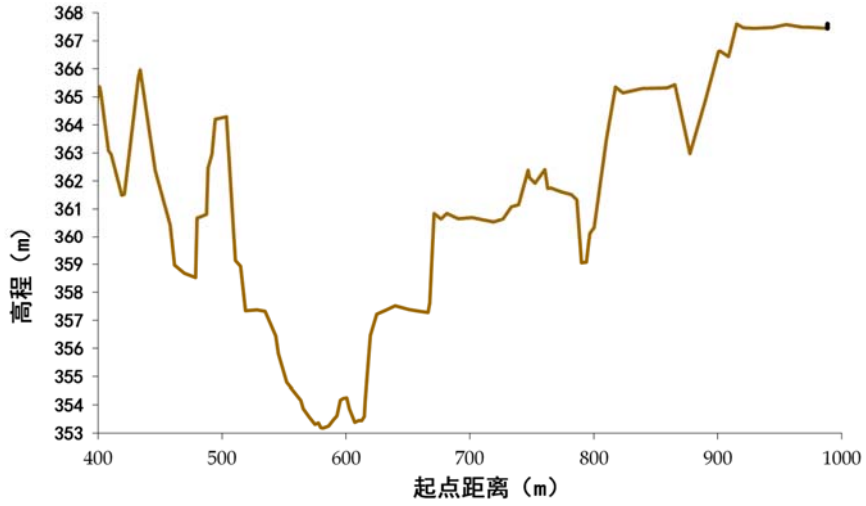


图 5.2-16 WH5#断面流量—湿周关系图



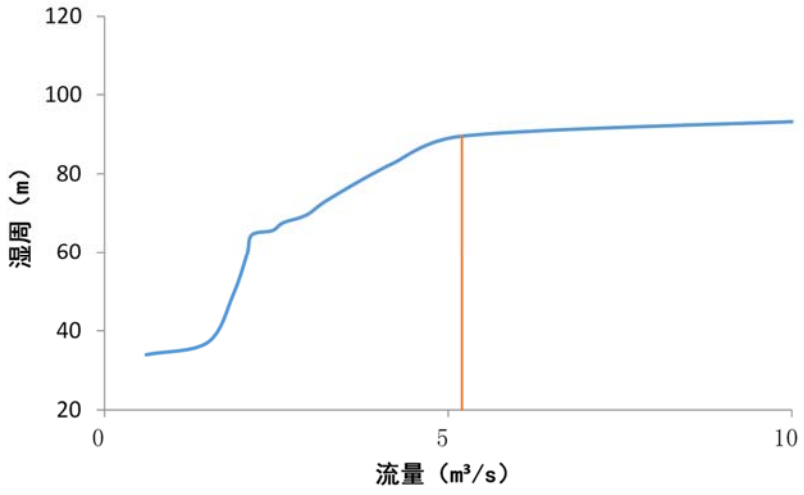


图 5. 2-17JH7 断面流量—湿周关系图

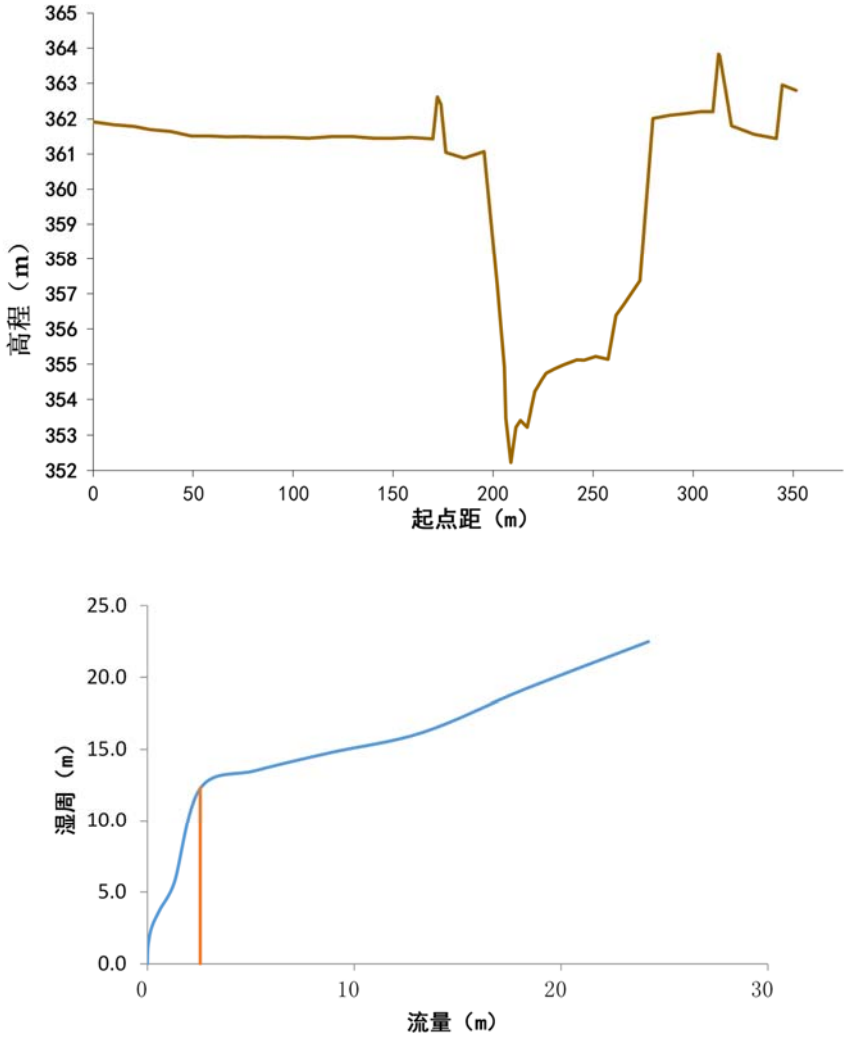


图 5.2-18 JH9#断面流量—湿周关系图

通过利用水文学和水力学方法对自然保护区生态基流的分析，取其最大值5.84m³/s 作为泾渭湿地自然保护区的生态基流。

（2）保护区湿地耗水

根据调查，保护区主要有农田生态系统、人工林生态系统以及由芦苇、拂子茅、黄花蒿以及少量挺水植物、浮水植物等组成的湿地生态系统，根据现场调查及遥感影像、无人机视频整理基础上形成植被分布图。农田生态系统主要由小麦、玉米等组成，人工林生态系统主要是人工杨树林群落，乔木以杨树为主，沙坑及河岸有少量的柳树等；湿地植物以芦苇、蒿类、拂子茅、葎草等为主，坑塘及沙坑内植被稀少，少量坑塘内有人工种植的莲、芡实。

保护区内有较大面积的的农田生态系统（5.13km^2），占保护区面积的 16.93%，

主要作物为玉米、小麦等；林地生态系统面积 1.19km^2，占保护区面积的 3.93%，主要是人工种植的杨树等。保护区植被主要分布在渭河两岸，占保护区植被面积90%以上，分布湿地植被最为集中的区域是渭河右岸，泾河两岸植被面积很小，不足保护区面积的 10%。

根据陈世鐨等（2001）[4]编著的植物根系的描述，区域内优势种根系类型及分布深度进行了统计，结果如表 5.2-21。

表 5.2-21 自然保护区优植物根系特征（单位：cm）

物种	根系深度	根系类型	水分生态型	生活型
拂子茅	30	根茎型	中生-草甸种	多年生草本
芦苇	30	根茎型	湿生-沼泽种	多年生禾本
西伯利亚蓼	20	根茎型	耐盐中生	多年生草本
芨芨草	80	密丛型	旱中生耐盐	多年生草本
稗	10	疏丛型	湿生	一年生草本
狗尾草	30	疏丛型须根	中生	一年生草本
萹蓄	20	轴根	中生	一年生草本
藜	20	轴根	中生	一年生草本
黄花蒿	80	轴根型	旱生	多年生草本
藜	20	轴根	中生	一年生草本
杨树	300	根茎型	中生	乔木

河漫滩植被以根茎型、轴根、须根为主，林地主要是杨树林，为根茎型。从根系深度看，乔木根系深度可达 3m 以上，河漫滩草甸草原、草甸植被根系深度0.1～0.8m，靠近河道区域地下水埋深浅，根系深度较小，远离河道及坑塘区域地下水埋深大，根系深度较大。

保护区植物繁殖方式，从传粉媒介角度看，为风媒、虫媒两种，没有水媒。从种子传播方式看，杨树林风力传播，辅以少量动物、掉落方式；河漫滩草甸植被以风力、炸裂为主，辅以动物传播方式；没有水媒传播的。

根据泾渭湿地保护区实际情况，湿地消耗用水考虑湿地蒸发散（植物蒸腾和水面蒸发）和补给地下水两部分。

①保护区植被生态需水

[4] 陈世鐨，张昊，王立群，等. 中国北方草地植物根系. 长春:吉林大学出版社, 2001.

湿地生态系统维持以及生态功能的正常发挥，通常是以湿地内的植被生长和发育情况来反映，需对湿地内植被生态需水进行分析计算。

湿地植被生态需水量采用定额法计算，以某一类型植被的面积乘以其生态需水定额计算得到该类型植被的生态需水量，计算公式如下：

$$W_t = \sum_{i=1}^{m} ET_{ti} \cdot A_i \cdot 10^3$$

式中：W_t 为任意时段 t 的生态需水量(m^3)，A_i 为某种湿地植被类型 i 的面积(km^2)，ET_{ti} 为某种植被类型 i 在任意时段 t 的生态需水定额(mm)，m 是区域植被类型数目。生态需水定额是生态系统单位面积、单位时间内所需消耗的水量，根据下式进行计算：

$$ET_{ti} = ET_{0i} \cdot K_c \cdot K_s$$

式中：ET_{ti} 为某种植被类型 i 在任意时段 t 的生态需水定额(mm)；ET_{0i} 为由气象条件决定的时间段 t 的潜在蒸散定额(mm)；K_c 为植被系数，与植被种类和生长状况有关；K_s 为土壤水分系数，与土壤质地和土壤含水量有关。各参数来源与遥感解译及相关研究成果，具体见表 5.2-22。

表 5.2-22 生态需水定额数据源

参数		需要数据	数据获取与处理
各植被类型面积（Ai）		植被类型	基于 Landsat 8 遥感图像和实地调查数据通过 Ecognition 软件解译获取
植被生态需水定额（ETti）	不同植被类型潜在蒸散定额（ET0i）	植被类型	同上
		潜在蒸散量	基于美国加州大学 Worldclimate 数据库中 50 年的月尺度平均气温数据产品（空间分辨率：1km），采用修正 Hargreaves 模型计算潜在蒸散发量（精度与 Penman-Monteith 模型相当）
	植被系数（Kc）	植被类型及参数	同上，根据植被类型的空间分布查阅相关文献确定
	土壤水分系数（Ks）	土壤类型及参数	中国 1:100 万土壤数据（南京土壤所），根据区域土壤类型空间分布查阅相关文献确定

泾河流域河流湿地生态需水时段主要集中在生长季节，以其生长季（4-10 月）为生态需水量计算时段，计算生长季湿地植被生态需水定额（表 5.2-23）。

表 5.2-23 自然保护区植被生态需水定额表（单位：mm）

植被类型		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合计
湿地植被	拂子茅	12.19	33.4	63.03	70.98	92.46	32.4	11.06	315.52
	芦苇	13.55	33.8	64.35	71.76	93.05	33.6	11.34	321.45
	黄花蒿	/	14.03	16.88	19.67	20.13	15.36	/	86.06
林地	杨树	/	17.93	18.26	23.54	24.78	19.19	/	103.68

根据遥感解译，并结合现场调查，大体划分出植被分布面积（表 5.2-24），根据需水定额计算出生态需水量（表 5.2-25），植被生长期总需水量 377.35 万 m^3，其中 8 月份需水量最大。

表 5.2-24 自然保护区植被面积（单位：km^2）

类型	总面积（km^2）	优势种
芦苇低湿地草甸	2.85	芦苇、狗尾草
拂子茅低湿地草甸	7.17	拂子茅、芦苇
黄花蒿草甸及其他	5.48	黄花蒿、狗尾草、狗牙根
人工杨树林	1.19	杨树

表 5.2-25 自然保护区植被生态需水量（单位：万 m^3）

植被类型		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合计
湿地植被	拂子茅	8.74	23.95	45.19	50.89	66.29	23.23	7.93	226.23
	芦苇	3.86	9.63	18.34	20.45	26.52	9.58	3.23	91.61
	黄花蒿	/	7.69	9.25	10.78	11.03	8.42	/	47.17
林地	杨树	/	2.13	2.17	2.80	2.95	2.28	/	12.34
合计		12.60	43.40	74.96	84.92	106.79	43.51	11.16	377.35

②保护区水面蒸发量

水面蒸发损失采用《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》（环评函[2006]4 号）推荐的水面蒸发需水量计算方法如下：

$$V = A(H_0 - P)$$

式中：V 为计算时段内水体的净蒸发损失量，m^3；H_0为计算时段内水面蒸发深度，m；A 为计算时段内水体平均蓄水水面面积，m^2；P 为计算时段内降雨量，m。

泾渭湿地省级自然保护区水面蒸发需水量 330.02 万 m^3。按照月蒸发量和降水量进行分析月蒸发损失量为详见表 5.2-26。

表 5.2-26 水面蒸发散失计算结果表　　（单位：万 m³）

项　目	月　份												全年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
降水量	5.30	8.80	23.30	38.40	51.70	56.20	85.10	86.50	91.20	55.50	21.40	4.30	527.70
水面蒸发量	27.60	38.90	64.80	85.60	116.50	162.60	140.90	126.50	71.70	53.90	34.80	27.00	950.80
净蒸发损失	22.30	30.10	41.50	47.20	64.80	106.40	55.80	40.00	-19.50	-1.60	13.40	22.70	423.10
净蒸发损失量	17.39	23.48	32.37	36.82	50.54	82.99	43.52	31.20	-15.21	-1.25	10.45	17.71	330.02

③自然保护区生态需水量

综合考虑自然保护区植被生态需水和水面蒸发，泾渭湿地自然保护区湿地生态需水量为 707.37 万 m³，自然保护区植被生态需水量 377.35 万 m³，水面蒸发需水量为 330.02 万 m³，自然保护区的年耗水量为 707.37 万 m³，其中 6 月最大（82.99 万 m³），最小耗水量为 11 月（10.45 万 m³）。

表 5.2-27 自然保护区湿地生态需水量计算结果表　　（单位：万 m³）

项　目	月　份												全年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
植被需水				12.60	43.40	74.96	84.92	106.79	43.51	11.16			377.35
水面蒸发量	17.39	23.48	32.37	36.82	50.54	82.99	43.52	31.20	-15.21	-1.25	10.45	17.71	330.02
净蒸发损失量	17.39	23.48	32.37	49.42	93.95	157.95	128.45	137.99	28.30	9.91	10.45	17.71	707.37

④自然保护区泾河部分生态需水量

根据泾渭湿地自然保护区的渭河、泾河补给区域，泾渭湿地自然保护区内泾河区域面积为自然保护区面积的 9.1%，据此估算，泾河区域的湿地耗水量 79.63 万 m³。根据泾河东庄水利枢纽工程一般期下泄生态基流 5.33m³/s（不考虑坝址-保护区区间的泉域、退水等），保护区泾河区域耗水量 76.6 万 m³，分别占下泄生态基流量的 0.46%，能够满足湿地生态需水要求。

表 5.2-28 泾渭湿地保护区泾河区域生态需水 （单位：万 m³）

项　目	月　份												全年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
生态需水量	1.58	2.14	2.95	4.50	8.55	14.37	11.69	12.56	2.58	0.90	0.95	1.61	64.37

泾河下游地区多年平均降水量 527.7mm，根据对植物生长季 4～10 月有效降水量及生态需水的分析结果， 4～10 月湿地生态需水可以由天然降水补给，仅 6 月天然降雨有效降水量尚不能完全满足湿地植被生态需水，需要地表径流补给。6 月份自然保护区泾河部分生态需水量为 14.37 万 m³，折合成流量为 0.02m³/s，水库下泄生态流量可以提供。

考虑到湿地植被主要分布在河漫滩，应重点考虑一定洪量的洪水漫滩过程，根据湿地植被分布情况及大断面的形态，分析其湿地植被漫滩补水需要的洪峰流

量为 434m³/s（见 5.8.4（4）工程对漫滩洪水影响小结），遭遇特殊年份，需要开展生态调度，制造洪峰流量大于 434m³/s 的洪水过程。

考虑到泾河下游河道湿地植被主要分布在坝址以下的下游河段，因此可由下泄生态流量补给。鉴于上述流量较小，考虑到河滩湿地主要为河漫滩湿地，应重点考虑一定洪量的洪水漫滩过程，以保障河谷河漫滩湿地生态需水。

泾河漫滩洪水是泾河两岸湿地植被补水的重要途径，根据对自然保护区湿地植被分布和大断面形态，分析得出其湿地漫滩流量为 434m²/s（分析过程详见 5.8.4 （4）工程对漫滩洪水的影响）。

5.2.7 东庄水库下游生态流量保证程度分析

（1）生态流量下泄需求

环评单位结合泾河干流现状情况下的实际流量情况，认为每年 4～6 为鱼类繁殖敏感期，以及 6～8 月为河道湿地植物生长的关键时期，也是泾河主汛期，应在此时段加大水库泄放流量，维持河道良好的生态环境和鱼类产卵环境，避免河道生态退化；每年 9 月至翌年 4 月为河道天然小水时期，此时泄放生态流量的主要功能为维持河道最基本的形态条件，同时保障河道鱼类冬季越冬条件。

根据泾河关键断面生态基流计算成果、主要入河径流等资料，文泾电站坝址以下关键断面天然流量为递增状态，取东庄水库坝址断面（北线供水工程）、文泾电站大坝断面（南线供水工程）、泾惠渠渠首断面（中线供水工程）、张家山断面（筛珠洞泉汇入）、泾渭湿地保护区上游（宝鸡峡灌区退水、泾惠渠灌区退水）、泾河入渭口断面作为河道下游的生态流量控制断面，在每年4月15日～6月15日按照与东庄坝址断面相同的比例，以相应断面多年平均流量的20%作为基础，控制该断面各月下泄生态流量的最低数值；每年的6月15日～8月31日按照与东庄坝址断面相同的比例，以相应断面多年平均流量的30%作为基础，控制该断面各月下泄生态流量的最低数值；每年9月至翌年4月15日按照与东庄水库坝址相同标准控制，以相应断面多年平均流量的10%作为基础，控制该断面各月下泄生态流量的最低数值。根据还原计算，文泾电站多年平均流量为53.3m³/s，泾惠渠渠首断面多年平均流量为53.45 m³/s，张家山断面多年平均流量为54.82 m³/s。其中，泾渭湿地保护区上游（宝鸡峡灌区退水、泾惠渠灌区退水）、泾河入渭口断面在泾渭湿地保护区影响中进行详细阐述。泾河东庄水库坝下、文泾电站坝下、泾惠渠渠

首坝下、张家山断面的生态流量具体成果见表5.2-33。

表 5.2-29 东庄水库坝下断面生态流量汇总表（单位：m^3/s）

月份	东庄水库坝下	文泾坝下	泾惠渠渠首坝下	张家山断面
1 月	5.33	5.33	5.35	5.48
2 月	5.33	5.33	5.35	5.48
3 月	5.33	5.33	5.35	5.48
4 月中上旬	5.33	5.33	5.35	5.48
4 月中下旬	10.66	10.66	10.70	10.96
5 月	10.66	10.66	10.70	10.96
6 月中上旬	10.66	10.66	10.70	10.96
6 月中下旬	15.99	15.99	16.05	16.45
7 月	15.99	15.99	16.05	16.45
8 月	15.99	15.99	16.05	16.45
9 月	5.33	5.33	5.35	16.45
10 月	5.33	5.33	5.35	5.48
11 月	5.33	5.33	5.35	5.48
12 月	5.33	5.33	5.35	5.48

（2）工程运行后坝下关键断面生态流量满足程度分析

根据东庄工程多年调度方案，选取工程运行后丰水年（P=25%、1984 年）、平水年（P=50%、1967 年）、枯水年（P=75%、1979 年）和特枯年（P=95%、1986 年）逐月（询）调度数据进行分析（包括拦沙期、正常运行期）。拦沙期东庄坝址断面各年下泄流量过程与生态流量最低控制标准对比见表 5.2-30，建库后各月能够达到坝址断面多年平均流量的比例见表 5.2-31。正常运行期的东庄水库坝址断面各年下泄流量过程与生态流量最低控制标准对比见表 5.2-32，建库后各月能够达到坝址断面多年平均流量的比例见表 5.2-33。

表 5.2-30 东庄水库坝址断面各年下泄流量过程（单位：m^3/s）（拦沙期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		19.03	18.53	7.20	19.03	5.33
2 月		22.02	20.68	9.23	22.02	5.33
3 月		28.18	18.09	12.89	18.09	5.33
4 月	上中旬	28.02	11.43	6.82	11.43	5.33
	中下旬	33.53	16.94	11.90	16.94	10.66
5 月		16.95	14.81	10.66	14.82	10.66
6 月	上中旬	30.00	30.00	10.66	28.81	10.66
	中下旬	50.51	50.51	18.37	35.25	15.99
7 月		133.68	111.28	97.32	140.96	15.99
8 月		139.44	172.60	34.92	43.03	15.99
9 月		18.33	17.93	19.72	17.93	5.33
10 月		18.69	18.69	19.61	18.69	5.33
11 月		10.45	9.97	10.45	10.32	5.33
12 月		24.65	23.44	9.27	24.65	5.33

表 5.2-31 东庄水库运行后坝址断面下泄流量占多年平均流量比例（%）（拦沙期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		35.70	34.76	13.50	35.70	多年平均流量 10%
2 月		41.31	38.81	17.31	41.31	多年平均流量 10%
3 月		52.88	33.94	24.19	33.94	多年平均流量 10%
4 月	上中旬	52.58	21.45	12.79	21.45	多年平均流量 10%
	中下旬	62.91	31.79	22.33	31.78	多年平均流量 20%
5 月		31.80	27.80	20.00	27.80	多年平均流量 20%
6 月	上中旬	56.28	56.28	20.00	54.06	多年平均流量 20%
	中下旬	94.77	94.77	34.47	66.13	多年平均流量 30%
7 月		250.81	208.78	182.59	264.47	多年平均流量 30%
8 月		261.62	323.82	65.52	80.74	多年平均流量 30%
9 月		34.40	33.65	37.00	33.65	多年平均流量 10%
10 月		35.06	35.06	36.79	35.06	多年平均流量 10%
11 月		19.60	18.70	19.60	19.37	多年平均流量 10%
12 月		46.25	43.98	17.40	46.25	多年平均流量 10%

表 5.2-32　东庄水库坝址断面各年下泄流量过程（单位：m3/s）（正常运行期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		19.03	18.53	7.40	8.76	5.33
2 月		22.02	20.68	9.90	14.68	5.33
3 月		28.18	18.09	13.26	14.96	5.33
4 月	上中旬	28.02	11.43	6.94	11.43	5.33
	中下旬	33.53	16.94	11.90	13.28	10.66
5 月		16.95	17.13	10.66	12.94	10.66
6 月	上中旬	30.00	30.00	10.66	19.20	10.66
	中下旬	114.92	104.44	18.40	21.05	15.99
7 月		128.37	94.58	96.24	121.37	15.99
8 月		139.88	80.77	36.46	26.12	15.99
9 月		18.21	17.93	19.86	10.59	5.33
10 月		18.69	18.69	18.69	9.92	5.33
11 月		21.77	9.97	10.45	8.49	5.33
12 月		24.65	23.44	12.54	11.24	5.33

表 5.2-33 东庄水库运行后坝址断面下泄流量占多年平均流量比例（%）（正常运行期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		35.70	34.76	13.89	16.43	多年平均流量 10%
2 月		41.31	38.81	18.58	27.54	多年平均流量 10%
3 月		52.88	33.94	24.88	28.07	多年平均流量 10%
4 月	上中旬	52.58	21.45	13.02	21.45	多年平均流量 10%
	中下旬	62.91	31.79	22.33	24.91	多年平均流量 20%
5 月		31.80	32.14	20.00	24. 28	多年平均流量 20%
6 月	上中旬	56.28	56.28	20.00	36.02	多年平均流量 20%
	中下旬	215.61	195.95	34.53	39.50	多年平均流量 30%
7 月		240.85	177.45	180.56	227.71	多年平均流量 30%
8 月		262.43	151.54	68.40	49.00	多年平均流量 30%
9 月		34.17	33.65	37.27	19.87	多年平均流量 10%
10 月		35.06	35.06	35.06	18.62	多年平均流量 10%
11 月		40.84	18.70	19.60	15.94	多年平均流量 10%
12 月		46.25	43.98	23.52	21.09	多年平均流量 10%

（3）工程运行后文泾电站关键断面生态流量满足程度分析

拦沙期东庄水库运行后文泾电站坝址断面各年下泄流量过程与生态流量最低控制标准对比见表 5.2-34，建库后各月能够达到文泾电站坝址断面多年平均流量的比例见表 5.2-35。正常运行期文泾电站坝址断面各年下泄流量过程与生态流

量最低控制标准对比见表 5.2-36，建库后各月能够达到文泾电站坝址断面多年平均流量的比例见表 5.2-37。

表 5.2-34 东庄水库文泾电站坝址断面各年下泄流量过程（单位：m^3/s）（拦沙期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		17.45	16.95	6.00	17.45	5.33
2 月		20.44	19.15	7.29	20.44	5.33
3 月		26.60	16.51	11.32	16.51	5.33
4 月	上中旬	26.47	9.88	6.55	9.88	5.33
	中下旬	31.98	15.39	11.90	15.39	10.66
5 月		15.37	13.24	10.66	13.24	10.66
6 月	上中旬	28.39	28.39	10.66	27.20	10.66
	中下旬	48.90	48.90	18.19	33.64	15.99
7 月		132.09	109.61	95.49	139.29	15.99
8 月		137.94	170.93	33.14	41.36	15.99
9 月		16.52	16.38	17.02	16.38	5.33
10 月		17.17	17.17	17.50	17.17	5.33
11 月		8.95	8.47	8.95	8.83	5.33
12 月		23.13	21.92	7.75	23.13	5.33

表 5.2-35 东庄水库运行后文泾电站坝址断面下泄流量占多年平均流量比例（%）（拦沙期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		32.74	31.80	11.26	32.74	多年平均流量 10%
2 月		38.34	35.94	13.68	38.34	多年平均流量 10%
3 月		49.92	30.98	21.23	30.98	多年平均流量 10%
4 月	上中旬	49.66	18.53	12.28	18.53	多年平均流量 10%
	中下旬	59.99	28.87	22.33	28.87	多年平均流量 20%
5 月		28.84	24.83	20.00	24.83	多年平均流量 20%
6 月	上中旬	53.26	53.26	20.00	51.03	多年平均流量 20%
	中下旬	91.74	91.74	34.13	63.11	多年平均流量 30%
7 月		247.82	205.64	179.16	261.34	多年平均流量 30%
8 月		258.80	320.69	62.17	77.60	多年平均流量 30%
9 月		31.00	30.73	31.94	30.73	多年平均流量 10%
10 月		32.21	32.21	32.83	32.21	多年平均流量 10%
11 月		16.79	15.89	16.79	16.56	多年平均流量 10%
12 月		43.40	41.13	14.54	43.40	多年平均流量 10%

表 5.2-36 东庄水库文泾电站坝址断面各年下泄流量过程（单位：m^3/s）（正常运行期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		17.45	16.95	6.07	7.18	5.33
2 月		20.44	19.15	8.11	13.09	5.33
3 月		26.60	16.51	11.68	13.38	5.33
4 月	上中旬	26.47	9.88	6.59	9.88	5.33
	中下旬	31.98	15.39	11.90	12.73	10.66
5 月		15.37	15.55	10.66	11.86	10.66
6 月	上中旬	28.39	28.39	10.66	16.29	10.66
	中下旬	113.31	102.83	18.20	19.17	15.99
7 月		126.70	92.91	94.20	119.70	15.99
8 月		138.38	79.10	34.37	25.51	15.99
9 月		16.48	16.38	17.07	8.83	5.33
10 月		17.17	17.17	17.17	7.53	5.33
11 月		20.27	8.47	8.95	7.00	5.33
12 月		23.13	21.92	11.01	9.72	5.33

表 5.2-37 东庄水库运行后文泾坝址断面下泄流量占多年平均流量比例（%）（正常运行期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		32.74	31.80	11.40	13.46	多年平均流量 10%
2 月		38.34	35.94	15.21	24.57	多年平均流量 10%
3 月		49.92	30.98	21.92	25.11	多年平均流量 10%
4 月	上中旬	49.66	18.53	12.37	18.53	多年平均流量 10%
	中下旬	59.99	28.87	22.33	23.89	多年平均流量 20%
5 月		28.84	29.18	20.00	22.26	多年平均流量 20%
6 月	上中旬	53.26	53.26	20.00	30.56	多年平均流量 20%
	中下旬	212.58	192.93	34.15	35.96	多年平均流量 30%
7 月		237.71	174.31	176.74	224.57	多年平均流量 30%
8 月		259.62	148.40	64.49	47.86	多年平均流量 30%
9 月		30.92	30.73	32.03	16.57	多年平均流量 10%
10 月		32.21	32.21	32.21	14.13	多年平均流量 10%
11 月		38.03	15.89	16.79	13.13	多年平均流量 10%
12 月		43.40	41.13	20.66	18.23	多年平均流量 10%

（4）工程运行后泾惠渠渠首关键断面生态流量满足程度分析

拦沙期东庄水库运行后泾惠渠渠首断面各年下泄流量过程与生态流量最低

控制标准对比见表 5.2-38，建库后各月能够达到泾惠渠渠首断面多年平均流量的比例见表 5.2-39。正常运行期泾惠渠渠首断面各年下泄流量过程与生态流量最低控制标准对比见表 5.2-40，建库后各月能够达到泾惠渠渠首断面多年平均流量的比例见表 5.2-41。

表 5.2-38 东庄水库运行后泾惠渠渠首断面各年下泄流量过程（单位：m^3/s）（拦沙期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		5.48	5.48	10.24	10.24	5.35
2 月		5.48	5.48	10.24	10.24	5.35
3 月		5.48	5.48	10.24	10.24	5.35
4 月	上中旬	6.55	6.55	12.24	12.24	5.35
	中下旬	12.05	12.05	22.53	22.53	10.70
5 月		10.81	10.81	20.20	20.21	10.70
6 月	上中旬	10.81	10.81	20.21	20.21	10.70
	中下旬	16.15	16.15	30.19	30.19	16.05
7 月		126.58	103.96	134.35	210.71	16.05
8 月		124.77	149.01	30.19	30.19	16.05
9 月		7.15	7.15	13.36	13.36	16.05
10 月		5.48	5.48	10.24	10.24	5.35
11 月		5.48	5.48	10.24	10.24	5.35
12 月		5.48	5.48	10.24	10.24	5.35

表 5.2-39 东庄水库运行后泾惠渠渠首断面下泄流量占多年平均流量比例（%）（拦沙期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		10.24	10.24	5.48	5.48	多年平均流量 10%
2 月		10.24	10.24	5.48	5.48	多年平均流量 10%
3 月		10.24	10.24	5.48	5.48	多年平均流量 10%
4 月	上中旬	12.24	12.24	6.55	6.55	多年平均流量 10%
	中下旬	22.53	22.53	12.05	12.05	多年平均流量 20%
5 月		20.20	20.21	10.81	10.81	多年平均流量 20%
6 月	上中旬	20.20	20.20	10.81	10.81	多年平均流量 20%
	中下旬	30.19	30.19	16.15	16.15	多年平均流量 30%
7 月		236.60	194.32	71.88	112.73	多年平均流量 30%
8 月		233.22	278.53	16.15	16.15	多年平均流量 30%
9 月		13.36	13.36	7.15	7.15	多年平均流量 10%
10 月		10.24	10.24	5.48	5.48	多年平均流量 10%
11 月		10.24	10.24	5.48	5.48	多年平均流量 10%
12 月		10.24	10.24	5.48	5.48	多年平均流量 10%

表 5.2-40 东庄水库运行后泾惠渠渠首断面各年下泄流量过程（单位：m^3/s）（正常运行期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		5.48	5.48	5.48	5.48	5.35
2 月		5.48	5.48	5.48	5.48	5.35
3 月		5.48	5.48	5.48	5.48	5.35
4 月	上中旬	6.55	6.55	6.55	6.55	5.35
	中下旬	12.05	12.05	12.05	12.05	10.70
5 月		10.81	13.13	10.81	10.81	10.70
6 月	上中旬	10.81	10.81	10.81	10.81	10.70
	中下旬	80.56	70.08	16.15	16.15	16.05
7 月		121.10	87.26	70.48	93.13	16.05
8 月		123.85	56.26	16.15	16.15	16.05
9 月		7.15	7.15	7.15	7.15	16.05
10 月		5.48	5.48	5.48	5.48	5.35
11 月		16.80	5.48	5.48	5.48	5.35
12 月		5.48	5.48	5.48	5.48	5.35

表 5.2-41 东庄水库运行后泾惠渠渠首断面下泄流量占多年平均流量比例（%）（正常运行期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		10.24	10.24	10.24	10.24	多年平均流量 10%
2 月		10.24	10.24	10.24	10.24	多年平均流量 10%
3 月		10.24	10.24	10.24	10.24	多年平均流量 10%
4 月	上中旬	12.24	12.24	12.24	12.24	多年平均流量 10%
	中下旬	22.53	22.53	22.53	22.53	多年平均流量 20%
5 月		20.20	24.54	20.20	20.21	多年平均流量 20%
6 月	上中旬	20.20	20.20	20.21	20.21	多年平均流量 20%
	中下旬	150.57	130.99	30.19	30.19	多年平均流量 30%
7 月		226.36	163.10	131.74	174.08	多年平均流量 30%
8 月		231.49	105.16	30.19	30.19	多年平均流量 30%
9 月		13.36	13.36	13.36	13.36	多年平均流量 10%
10 月		10.24	10.24	10.24	10.24	多年平均流量 10%
11 月		31.40	10.24	10.24	10.24	多年平均流量 10%
12 月		10.24	10.24	10.24	10.24	多年平均流量 10%

（5）工程运行后张家山关键断面生态流量满足程度分析

拦沙期张家山断面各年下泄流量过程与生态流量最低控制标准对比见表

5.2-42，建库后各月能够达到张家山断面多年平均流量的比例见表 5.2-43。正常运行期张家山断面各年下泄流量过程与生态流量最低控制标准对比见表 5.2-44，建库后各月能够达到张家山断面多年平均流量的比例见表 5.2-45。

表 5.2-42 东庄水库运行后张家山断面各年下泄流量过程（单位：m^3/s）（拦沙期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		6.85	12.48	12.48	6.85	5. 48
2 月		6.85	12.48	12.48	6.85	5. 48
3 月		6.85	12.48	12.48	6.85	5. 48
4 月	上中旬	7.92	14.42	14.42	7.92	5. 48
	中下旬	13.42	24.45	24.45	13.42	10. 96
5 月		12.18	22.19	22.19	12.18	10. 96
6 月	上中旬	12.18	22.19	22.19	12.18	10. 96
	中下旬	17.52	31.91	31.91	17.52	16. 45
7 月		127.95	191.86	133.42	114.10	16. 45
8 月		126.14	273.92	31.91	17.52	16. 45
9 月		8.52	15.52	15.52	8.52	5. 48
10 月		6.85	12.48	12.48	6.85	5. 48
11 月		6.85	12.48	12.48	6.85	5. 48
12 月		6.85	12.48	12.48	6.85	5. 48

表 5.2-43 东庄水库运行后张家山断面下泄流量占多年平均流量比例（%）（拦沙期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		12.48	6.85	6.85	12.48	多年平均流量 10%
2 月		12.48	6.85	6.85	12.48	多年平均流量 10%
3 月		12.48	6.85	6.85	12.48	多年平均流量 10%
4 月	上中旬	14.42	7.92	7.92	14.42	多年平均流量 10%
	中下旬	24.45	13.42	13.42	24.45	多年平均流量 20%
5 月		22.19	12.18	12.18	22. 19	多年平均流量 20%
6 月	上中旬	22.19	12.18	12.18	22.19	多年平均流量 20%
	中下旬	31.91	17.52	17.52	31.91	多年平均流量 30%
7 月		233.07	105.33	73.25	207.83	多年平均流量 30%
8 月		229.77	150.38	17.52	31.91	多年平均流量 30%
9 月		15.52	8.52	8.52	15.52	多年平均流量 10%
10 月		12.48	6.85	6.85	12.48	多年平均流量 10%
11 月		12.48	6.85	6.85	12.48	多年平均流量 10%
12 月		12.48	6.85	6.85	12.48	多年平均流量 10%

表 5.2-44 东庄水库运行后张家山断面各年下泄流量过程（单位：m^3/s）（正常运行期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		6.85	6.85	6.85	6.85	5.48
2 月		6.85	6.85	6.85	6.85	5.48
3 月		6.85	6.85	6.85	6.85	5.48
4 月	上中旬	7.92	7.92	7.92	7.92	5.48
	中下旬	13.42	13.42	13.42	13.42	10.96
5 月		12.18	14.50	12.18	12.18	10.96
6 月	上中旬	12.18	12.18	12.18	12.18	10.96
	中下旬	81.93	71.45	17.52	17.52	16.45
7 月		122.47	88.63	71.85	94.50	16.45
8 月		125.22	57.63	17.52	17.52	16.45
9 月		8.52	8.52	8.52	8.52	5.48
10 月		6.85	6.85	6.85	6.85	5.48
11 月		18.17	6.85	6.85	6.85	5.48
12 月		6.85	6.85	6.85	6.85	5.48

表 5.2-45 东庄水库运行后张家山断面下泄流量占多年平均流量比例（%）（正常运行期）

月旬		丰水年	平水年	枯水年	特枯水年	生态流量控泄标准
1 月		12.48	12.48	12.48	12.48	多年平均流量 10%
2 月		12.48	12.48	12.48	12.48	多年平均流量 10%
3 月		12.48	12.48	12.48	12.48	多年平均流量 10%
4 月	上中旬	14.42	14.42	14.42	14.42	多年平均流量 10%
	中下旬	24.45	24.45	24.45	24.45	多年平均流量 20%
5 月		22.19	26.41	22.19	22.19	多年平均流量 20%
6 月	上中旬	22.19	22.19	22.19	22.19	多年平均流量 20%
	中下旬	149.23	130.15	31.91	31.91	多年平均流量 30%
7 月		223.08	161.44	130.88	172.14	多年平均流量 30%
8 月		228.08	104.98	31.91	31.91	多年平均流量 30%
9 月		15.52	15.52	15.52	15.52	多年平均流量 10%
10 月		12.48	12.48	12.48	12.48	多年平均流量 10%
11 月		33.09	12.48	12.48	12.48	多年平均流量 10%
12 月		12.48	12.48	12.48	12.48	多年平均流量 10%

由以上数据可以看出，东庄水库运行后，坝址及坝下主要断面各典型年流量

数值均能做到不低于该断面在相应时段的最低生态流量要求；从各断面实际达到的流量比例可以看出，断面流量过程均大于相应时段的最低比例要求。各典型年年内过程均基本保持了建库前天然河道状态下的流量丰枯变化过程，可以基本满足下游河道生态保护目标的用水需求。

5.2.8 东庄水库坝下断面枯水季节水文情势变化分析

根据工程生态流量下泄调度方案，坝址断面每年 4 月 15 日～6 月 15 日期间生态流量不得低于多年平均流量的 20%，即不低于（10.66m^3/s）；每年 9 月至翌年 4 月 15 日，生态流量不得低于多年平均流量的 10%，即不低于（5.33m^3/s）。

选取坝下张家山水文站建库前水文数据为基础，对比分析工程运行后坝址下游关键断面枯水季节水文情势变化。可以看出，工程运行后（拦沙期、正常运行期）的丰水年、平水年、枯水年、特枯水年的流量不足 5.33 m^3/s 的天数分别减少 46 天、101 天、185 天和 195 天（表 5.2-46），全年的生态基流均能得到满足，有效地改善生态基流不足和断流的生态影响；对于鱼类繁殖的敏感期（4 月 15 日～6 月 15 日），工程运行后有效的减少流量不足 10.66m^3/s 的天数，其中丰水年、平水年、枯水年、特枯水年分别减少 17 天、16 天、54 天和 27 天，对于改善鱼类繁殖期间的河道生态环境具有重要作用。

表 5.2-46 工程建设前后张家山断面生态流量变化（单位：天）

水文年	建库前		建库后	
	<5.33m^3/s（全年）	<10.66 m^3/s（4.15-6.15）	<5.33m^3/s（全年）	<10.66 m^3/s（4.15-6.15）
丰水年	46	17	0	0
平水年	101	16	0	0
枯水年	185	54	0	0
特枯水年	195	27	0	0

为进一步说明工程建设对下游张家山断面的枯水期流量影响，选取不同典型年组（丰水年组：1984、1973、1990，平水年组：1967、1978、1982，枯水年组：1979、1960、1997，特枯水年组：1986、1987、1991）小于 5.33m^3/s、鱼类繁殖敏感期流量低于 10.66m^3/s 的天数，根据统计丰水年组、平水年组、枯水年组、特枯水年组的流量不足 5.33 m^3/s 的天数分别减少 288 天、408 天、466 天和 566 天（表 5.2-47），全年的生态基流均能得到满足，有效地改善生态基流不足和断

流的生态影响；对于鱼类繁殖的敏感期（4 月 15 日～6 月 15 日），工程运行后有效的减少流量不足 10.66m^3/s 的天数，其中丰水年组、平水年组、枯水年组、特枯水组年分别减少 70 天、94 天、109 天和 133 天，对于改善鱼类繁殖期间的河道生态环境具有重要作用。

表 5.2-47 工程建设前后张家山断面生态流量变化（单位：天）

水文年	建库前		建库后	
	<5.33m^3/s（全年）	<10.66 m^3/s（4.15-6.15）	<5.33m^3/s（全年）	<10.66 m^3/s（4.15-6.15）
丰水年组	288	70	0	0
平水年组	408	94	0	0
枯水年组	466	109	0	0
特枯水年组	566	133	0	0

5.3 水文情势影响预测与评价

5.3.1 东庄水利枢纽工程水文情势基本概况

东庄水库供水线路分为北线、中线和南线。北线供水工程由东庄水库库区取水；中线供水工程利用泾惠渠灌区已成渠系工程供水；南线在文泾电站库区取水。为分析东庄水利枢纽工程水文情势影响，现给出工程水文情势影响分析示意图并加以简要说明，示意图见图 5.3-1。

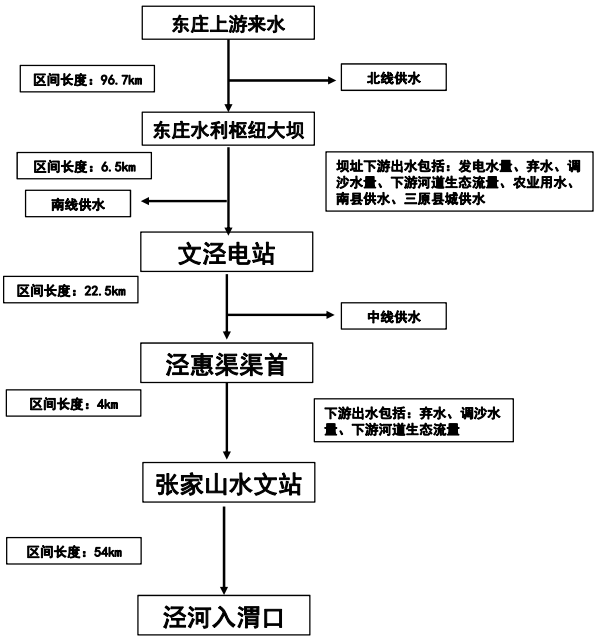


图 5.3-1 东庄水利枢纽工程水文情势影响分析示意图

根据工程总体布置方案、水库调度运行方案及工程上下游基本情况，项目水文情势变化总体格局如下：

东庄水利枢纽上游来水后，水量在东庄水库内蓄积、调度，其中北线供水水量在库区取水，由库区取水口引至供水对象，取水口起点位于东庄水库库区左岸。库区上游来水经水库调蓄后进入坝下河道的水量主要包括电站发电水量、水库弃水量、库区汛期调沙出库水量、枢纽下泄的河道生态水量、农业灌溉水量、工程北线供水水量、工程南线供水水量等。上述水量经东庄下泄至下游文泾电站，在文泾电站坝前取水供南线。下泄水量经过文泾电站后，风箱道泉水量进入河道（图5.3-2），对泾河干流水量进行一定补充，根据水文统计资料，风箱道泉水量常年稳定泄放，流量 0.15m^3/s。文泾电站水量汇合风箱道泉水后进入张家山水库（泾惠渠渠首），利用泾惠渠灌区已有引水系统引至供水对象。泾惠渠渠首下泄水量后，下游分别有筛珠洞泉（多年平均流量 1.48m^3/s）、泾惠渠南干渠退水、宝鸡峡灌区退水水量补充进入泾河河道，水量汇合后至下游桃园水文站及泾河入渭口处（泾渭湿地自然保护区上游断面），河道内剩余水量为东庄水利枢纽弃水量、汛期调沙出库水量、下游河道补充水量、工程下泄河道生态水量。

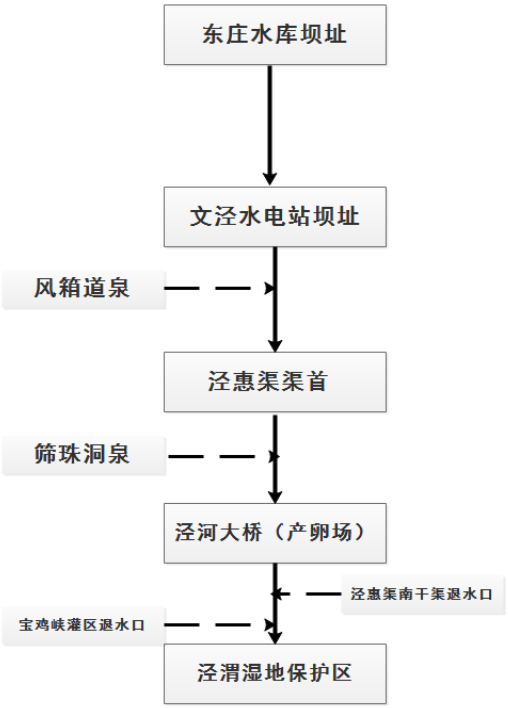


图 5.3-2 东庄坝址至桃园主要入流断面示意图

由以上分析，东庄水利枢纽工程水文情势影响分析根据影响区间分为枢纽库

区段，枢纽坝址断面、枢纽至文泾电站段、文泾电站至泾惠渠渠首段、泾惠渠渠首至泾河入渭口段，各段划分情况及主要分析内容如下。

（1）东庄水利枢纽库区段

范围为东庄水利枢纽库尾至枢纽坝址，全长约 96.67km。主要分析工程蓄水前后库区主要水文情势要素变化情况。

（2）东庄水利枢纽坝址断面

以东庄坝址断面为代表，分析工程运行前后，特别是北线供水工程引水后的坝址断面流量变化情况。

（3）文泾电站坝址下游断面

以文泾电站坝址断面为代表（距离东庄水利枢纽坝址 7km），分析工程运行前后，特别是南线引水后的河道水量变化情况。

（4）泾惠渠渠首坝址断面

以泾惠渠渠首坝址断面为代表（距离东庄水利枢纽坝址 25km），分析工程运行前后，特别是工程引水后的河道水量变化情况，期间河道补充风箱道泉水量。

（5）张家山水文站断面

以张家山水文站断面为代表（距离东庄水利枢纽坝址 29km），分析工程运行前后，工程供水造成的河道水量变化情况，期间河道补充筛珠洞泉水量。

（6）张家山至泾河入渭口段

范围为张家山水文站断面至下游泾河入渭口处，全长约 58km。该段主要敏感对象为入渭口附近的泾渭湿地自然保护区和泾河重要湿地，以泾渭湿地自然保护区上游断面为代表分析工程运行前后，特别是工程引水后的河道水量变化情况，河道补充水量主要是泾惠渠南干渠退水、宝鸡峡灌区退水。该河段主要关注湿地保护区、泾河重要湿地在东庄水利枢纽工程运行后的需水量保障问题，因此本段水文情势影响分析纳入工程对自然保护区水文情势影响分析章节中，本节不再进行重复分析。

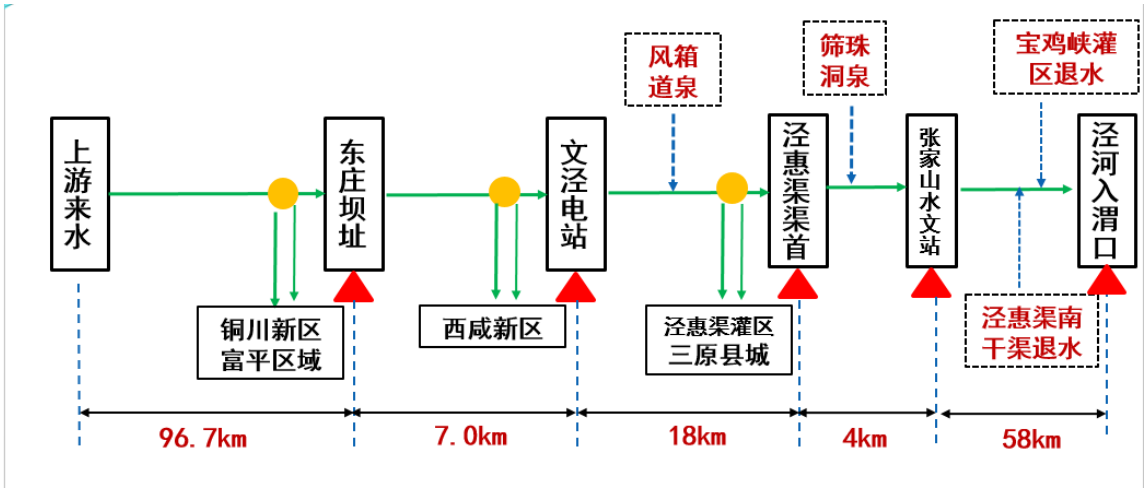


图 5.3-3 东庄水利枢纽水文情势模拟关键断面示意图

以下将根据上述区段划分情况，逐段分析工程水文情势影响。同时根据东庄水库的运行、调度特点，水库运行后分为拦沙期和正常运行期两个时期进行。正常运行期，库区淤积状况明显，库区地形与运行调度方式与拦沙期均有较大不同，因此以下分析在必要时将分为拦沙期和运行期两个主要时段进行。

5.3.2 东庄水利枢纽库区段拦沙期水文情势影响分析

东庄水库蓄水后，河谷水面变宽，水面面积增大，水流变缓。典型年内水面面积随水位变动，从图 5.3-4、图 5.3-5 可以看出，丰水年（25%频率）面积变化幅度约 13km^2，平水年（50%频率）面积变化幅度约 11km^2，枯水年（75%频率）面积变化幅度约 4km^2，特枯水年（95%频率）面积变化幅度约 4km^2。

总体来说，东庄水库蓄水后，库区水面面积较原天然河道状态由所增加，但水库总体位于泾河峡谷段，两岸边坡陡峭，库区水位抬升并未造成原天然河道水面面积的明显增大。库区蓄水较大程度上改变了原天然河道的水域形态。

枢纽运行后，库区水位较原天然河道有较为明显变化，库区水位显著抬升，水位变化幅度由坝前至库尾方向逐渐减小。工程运行对泾河年内水位状况产生较大影响。库区水体流速较原天然河道状态明显降低，且年内流速变化幅度显著减小，对泾河年内河道流速状况产生了较大影响。

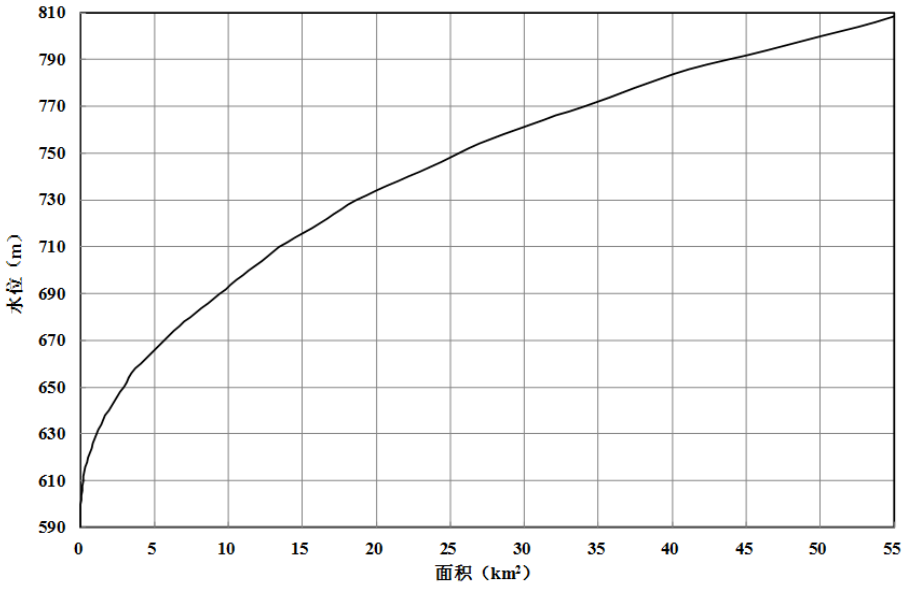


图 5.3-4 东庄水利枢纽工程水位～面积曲线

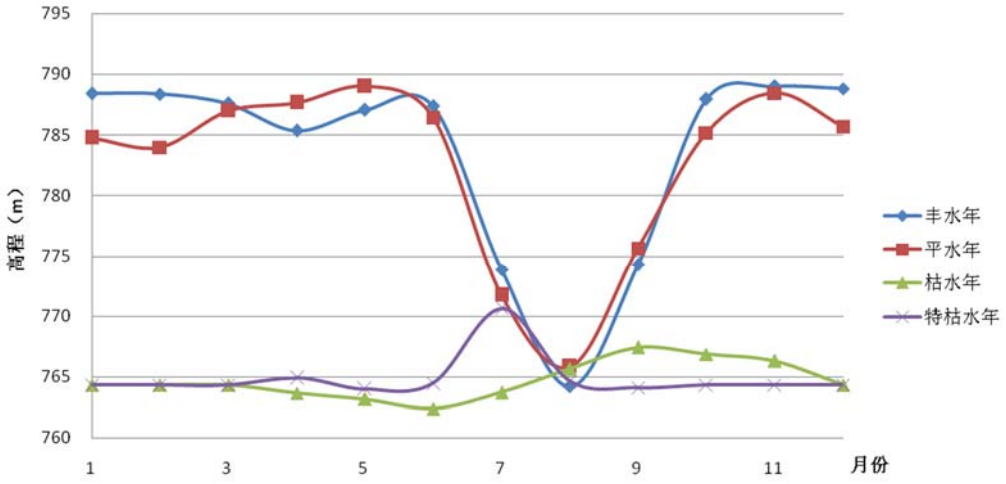


图 5.3-5 东庄水库各典型年调度运行水位

5.3.3 东庄水利枢纽坝址断面拦沙期水文情势影响分析

根据前述章节分析，东庄水利枢纽工程对坝下河道影响主要体现在对原天然河道流量年内过程。枢纽运行后由于水库调节、兴利调度等会在较大程度上影响坝下河道天然水文过程，是工程水文情势重要影响区间。坝址断面流量变化主要在水库上游来水情况下，由于水库自身调度调节和北线供水造成的年内流量过程及大小变化。

工程运行后丰水年（P=25%、1984～1985 年度）、平水年（P=50%、1967～1968 年度）、枯水年（P=75%、1979～1980 年度）、特枯水年（P=90%、1986～

1987年度）坝址下泄流量变化见图5.3-6～图5.3-9，调度数据见表5.3-1～表5.3-4。

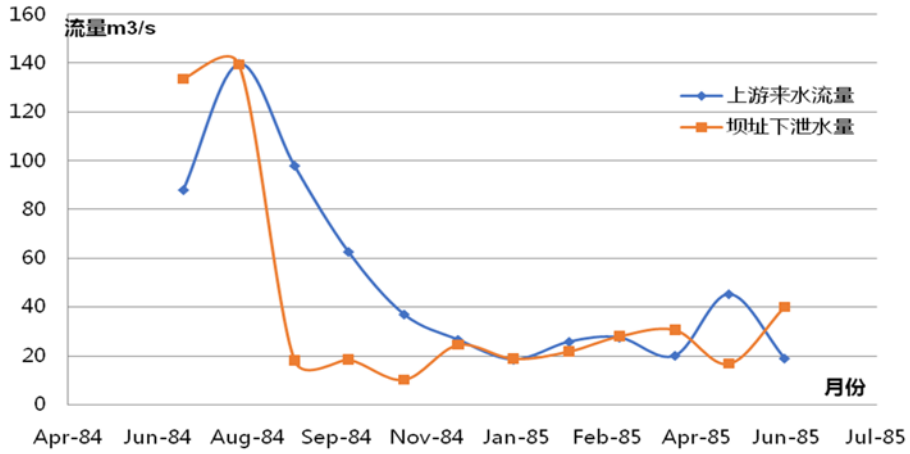


图 5.3-6 东庄水利枢纽工程丰水年坝址下泄流量过程

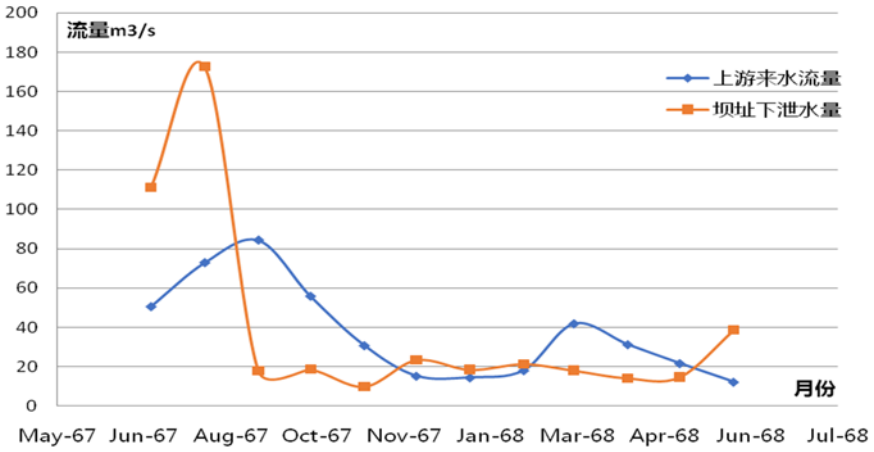


图 5.3-7 东庄水利枢纽工程平水年坝址下泄流量过程

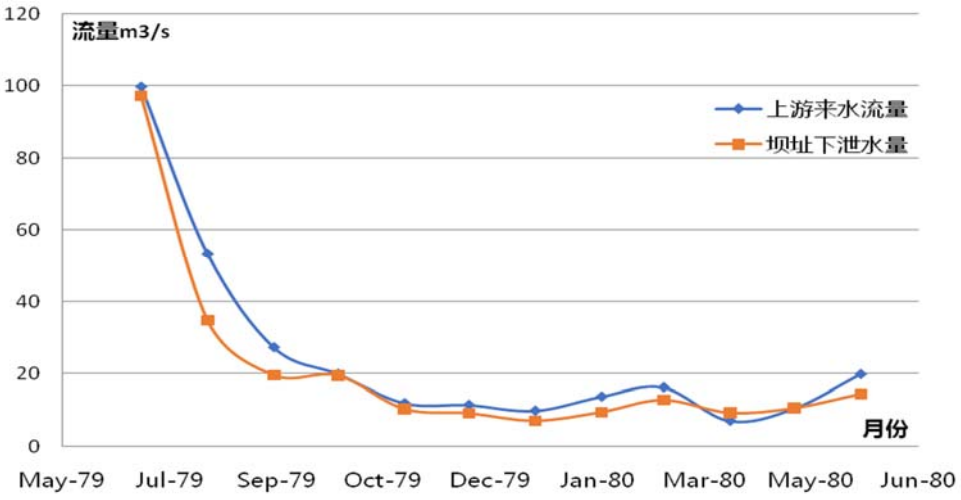


图 5.3-8 东庄水利枢纽工程枯水年坝址下泄流量过程

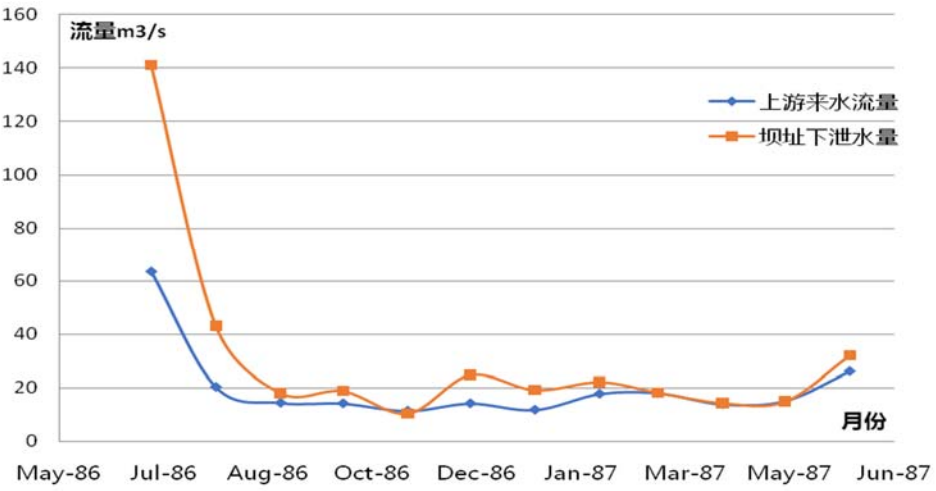


图 5.3-9 东庄水利枢纽工程特枯水年坝址下泄流量过程

表 5.3-1 丰水年（P=25%）东庄水库运行前后坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	88	139.7	97.9	62.7	37.1	26.7	18.6	25.9	27.6	20.2	45.4	19.1
建库	133.7	139.4	18.3	18.7	10.4	24.7	19	22	28.2	30.8	17	40.3
变化	45.7	-0.3	-79.6	-44	-26.7	-2	0.4	-3.9	0.6	10.6	-28.4	21.2
比例（%）	51.9	-0.2	-81.3	-70.2	-72	-7.5	2.2	-15.1	2.2	52.5	-62.6	111

表 5.3-2 平水年（P=50%）东庄水库运行前后坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	50.6	72.9	84.4	55.9	30.8	15.3	14.5	18.1	41.9	31.3	21.7	12.3
建库	111.3	172.6	17.9	18.7	10.0	23.4	18.5	21.4	18.1	14.2	14.8	38.6
变化	60.7	99.7	-66.5	-37.2	-20.8	8.1	4.0	3.3	-23.8	-17.1	-6.9	26.3
比例（%）	120.0	136.8	-78.8	-66.5	-67.5	52.9	27.6	18.2	-56.8	-54.6	-31.8	213.8

表 5.3-3 枯水年（P=75%）东庄水库运行前后坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	99.8	53.4	27.3	20.0	12.0	11.5	9.9	13.8	16.3	7.1	10.5	19.9
建库	97.3	34.9	19.7	19.6	10.4	9.3	7.2	9.6	12.9	9.4	10.7	14.5
变化	-2.5	-18.5	-7.6	-0.4	-1.6	-2.2	-2.7	-4.2	-3.4	2.3	0.2	-5.4
比例（%）	-2.5	-34.6	-27.8	-2.0	-13.3	-19.1	-27.3	-30.4	-20.9	32.4	1.9	-27.1

表 5.3-4 特枯水年（P=90%）东庄水库运行前后坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
天然	63.6	20.3	14.3	14.1	11.3	14.1	11.7	17.7	18.0	13.8	15.1	26.1
建库	141.0	43.0	17.9	18.7	10.3	24.7	19.0	22.0	18.1	14.2	14.8	32.0
变化	77.4	22.7	3.6	4.6	-1.0	10.6	7.3	4.3	0.1	0.4	-0.3	5.9
比例（%）	121.7	111.8	25.2	32.6	-8.8	75.2	62.4	24.3	0.6	2.9	-2.0	22.6

（1）丰水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，丰水年枢纽下泄流量过程基本保持了原泾河天然河道的丰枯变化特征。

从调度数据来看，8~12 月下泄流量有所减少。其中 9～10 月水量下降较明显，最大减水比例出现在 9 月（81.3%）。从 12 月开始至翌年 6 月，下泄流量数值基本与建库前处于同一水平，但 5 月水量下降比例较大（62.6%）。

总体来讲，丰水年东庄水利枢纽一定程度上改变了原泾河天然河道状态下的坝址断面流量过程，1～4 月水量过程与工程建设前相比基本没有明显变化，下泄流量曲线在汛后出现了较为明显变化，汛期及讯后水量在防洪及供水等功能的作用下，较天然来流水量有一定程度的减少。

（2）平水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，平水年枢纽运行调度方案对原泾河天然河道来流过程产生了较大影响，枢纽坝址断面流量过程因枢纽的运行产生明显的变化。

枢纽下泄流量汛期（7、8 月）在水库调蓄作用下，下泄流量明显大于建库前，最大增水比例出现在 8 月（136.8%）。汛后下泄流量迅速减小，低于原天然状态下水量状况。9~11 月下泄流量明显低于天然河道来流量，最大减水比例出现在 9 月（78.8%）。12 月开始至翌年 2 月基本保持了天然河道来流状况下的丰枯变化特征，且下泄流量大于建库前，可改善原天然河道枯期水量状况。翌年 3~5 月下泄流量低于建库前流量。

总体来讲，平水年东庄水利枢纽运行对原天然河道的径流丰枯变化特征产生了较明显的影响。夏季下泄流量明显高于上游来水流量，秋季低于上游来水流量。河道水量过程一定程度上受到了工程运行调度的影响。

（3）枯水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，枯水年枢纽下泄流量较好的保持了天然河道来流状况下的丰枯变化特征，枢纽坝下断面流量过程并未因工程运行产生明显的变化。

年内 7～9 月枢纽月均下泄流量略低于天然河道来流量，10～12 月枢纽下泄流量过程与天然河道来流丰枯变化过程基本同步，下泄流量与上游来流量基本相同。翌年 4 月枢纽月均下泄流量高于天然河道来流量。5～6 月水库下泄流量基本保持了原天然河道流量过程。

总体来讲，枯水年东庄水利枢纽在坝下断面基本保持了天然河道的来流过程特征，工程调度运行在枯水年并未对枢纽上游来水过程产生明显影响。

（4）特枯水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，特枯水年枢纽下泄流量总体保持了天然河道来流状况下的丰枯变化特征，汛期（7、8 月）在水库调蓄作用下，下泄流量明显大于建库前，最大增水比例出现在 7 月（121.7%）。12 月至翌年 2 月基本保持了天然河道来流状况下的丰枯变化特征，且下泄流量大于建库前，可改善原天然河道枯期水量状况。

总体来讲，特枯水年东庄水利枢纽坝下断面基本保持了天然河道的来流过程特征，在水库调度作用下，汛期及枯水季节下泄流量总体略大于天然流量。

5.3.4 坝下文泾电站断面拦沙期水文情势影响分析

泾河文泾水电站位于泾阳县和礼泉县交界的泾河峡谷中，工程主要任务是水力发电，兼顾旅游开发。工程枢纽主要由重力坝、泄洪冲沙（导流）洞、发电引水隧洞、调压井、压力管道、电站厂房及开关站建筑物等组成。水库正常蓄水位 580m，死水位 577.0m，最大坝高 42m，总库容 998.97 万 m^3，正常库容 436.90 万 m^3，调节库容 78.58 万 m^3，为日调节水库；发电引水隧洞长 6429m，设计引用流量 53.6m^3/s，最大水头 110.7m；安装 3 台 16.0MW 的水轮发电机组，总装机 48.0MW，保证出力 11.75MW，多年平均发电量 1.9017 亿 kW·h，年利用小时数 3962h。工程规模为Ⅳ等小（一）型工程。文泾电站位于东庄水利枢纽坝下 6.5km 处。工程基本概况见图 5.3-10 至 5.3-12。

根据东庄水利枢纽供水方案，上游来水经水库调节后，南线在文泾电站库区

取水。东庄水利枢纽下泄水量经过文泾电站断面后，水量将会进一步减少（扣除南线引水量）。由于文泾电站基本不具备调节功能，因此不考虑文泾电站对水量形态过程的影响，仅分析下泄水量经过电站后的水量数值变化。



图 5.3-10 泾河文泾电站大坝



图 5.3-11 泾河文泾电站坝下



图 5.3-12 泾河文泾电站下游发电厂房

工程运行后丰水年（P=25%、1984～1985 年度）、平水年（P=50%、1967～1968 年度）、枯水年（P=75%、1979～1980 年度）、特枯水年（P=90%、1986～1987 年度）文泾电站断面下泄流量变化见图 5.3-13 至 5.3-16，调度数据见表 5.3-5 至 5.3-8。从文泾断面数据与东庄水利枢纽坝址数据对比可以看出，文泾电站断面处水量变化主要是南线引水所致，南线引水量较小，因此文泾电站坝址断面水文情势变化趋势与东庄坝址断面基本相同，典型年年内变化过程和变化趋势基本一致，仅在绝对数值上有所差别。由于南线引水，文泾电站断面流量与原泾河天然流量过程数据差值进一步增大，水文情势影响程度进一步增强。

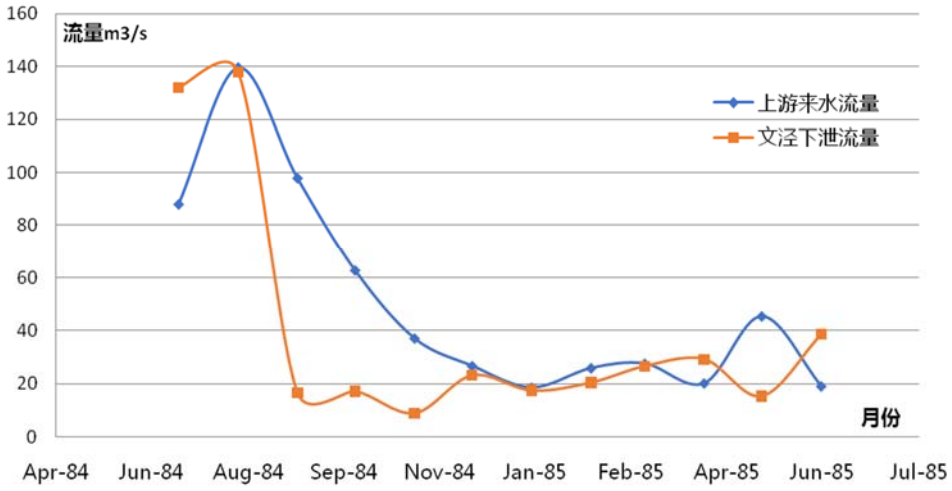


图 5.3-13 丰水年文泾电站下泄流量过程

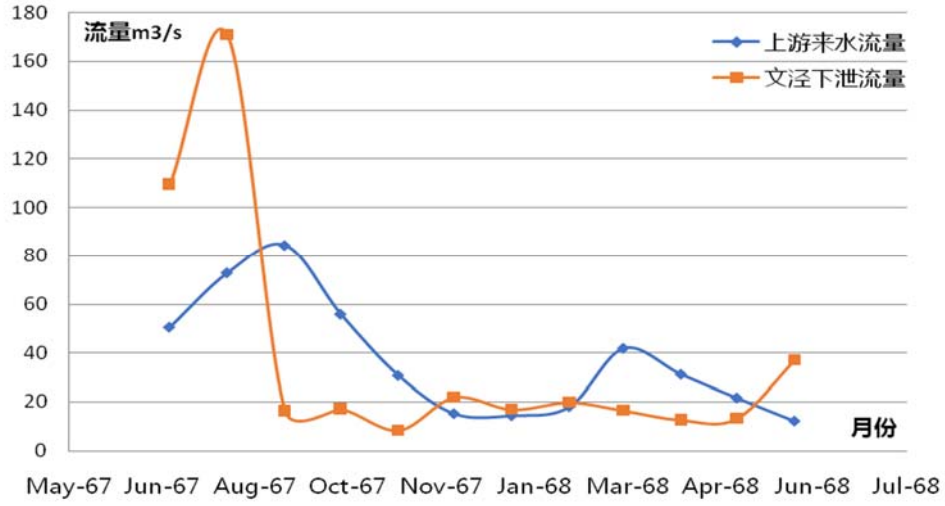


图 5.3-14 平水年文泾电站下泄流量过程

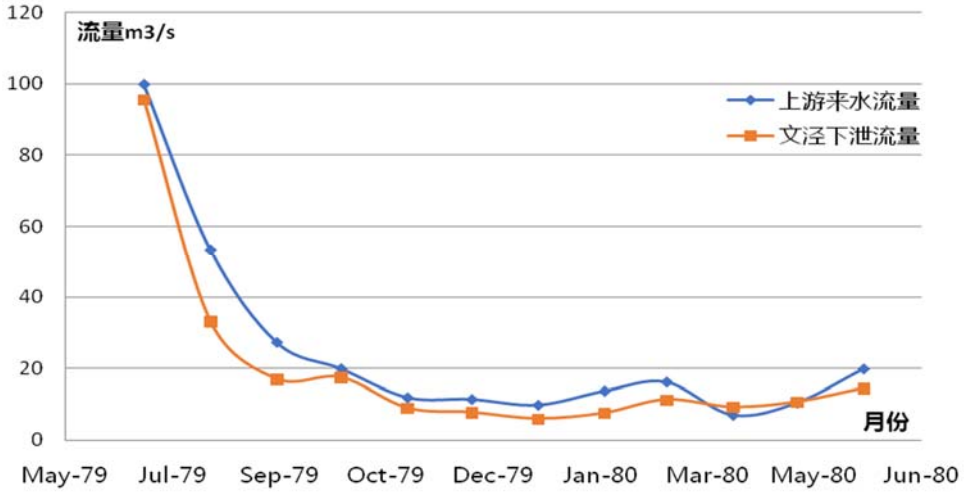


图 5.3-15 枯水年文泾电站下泄流量过程

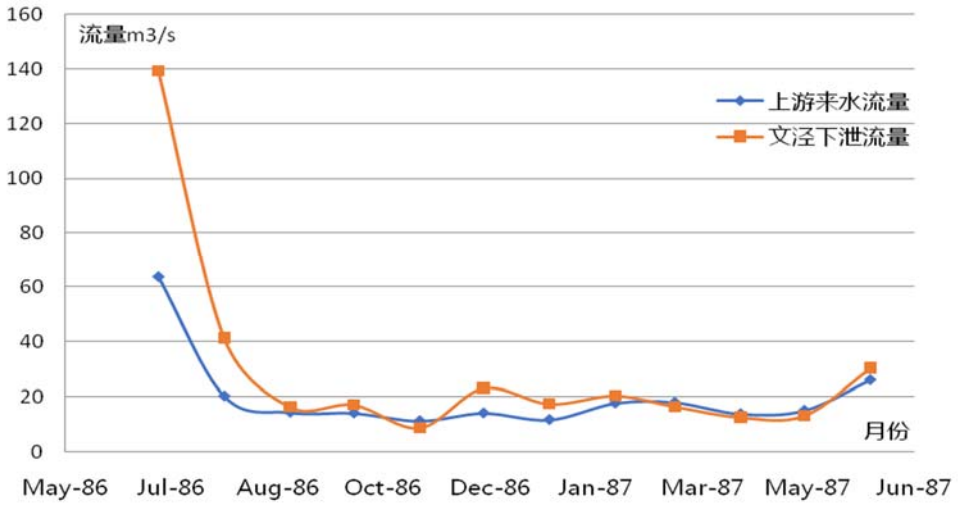


图 5.3-16 特枯水年文泾电站下泄流量过程

表 5.3-5 丰水年（P=25%）东庄水库运行前后文泾电站断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
天然	88	139.7	97.9	62.7	37.1	26.7	18.6	25.9	27.6	20.2	45.4	19.1
建库	132.1	137.9	16.5	17.2	9.0	23.1	17.5	20.4	26.6	29.2	15.4	38.6
变化	44.1	-1.8	-81.4	-45.5	-28.1	-3.6	-1.1	-5.5	-1.0	9.0	-30	19.5
比例（%）	50.1	-1.3	-83.1	-72.6	-75.7	-13.5	-5.9	-21.2	-3.6	44.6	-66.1	102.1

表 5.3-6 平水年（P=50%）东庄水库运行前后文泾电站断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	50.6	72.9	84.4	55.9	30.8	15.3	14.5	18.1	41.9	31.3	21.7	12.3
建库	109.6	170.9	16.4	17.2	8.5	21.9	16.9	19.8	16.5	12.6	13.2	37.0
变化	59.0	98.0	-68.0	-38.7	-22.3	6.6	2.4	1.7	-25.4	-18.7	-8.5	24.7
比例（%）	116.6	134.4	-80.6	-69.2	-72.4	43.1	16.6	9.4	-60.6	-59.7	-39.2	200.8

表 5.3-7 枯水年（P=75%）东庄水库运行前后文泾电站断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	99.8	53.4	27.3	20.0	12.0	11.5	9.9	13.8	16.3	7.1	10.5	19.9
建库	95.5	33.1	17.0	17.5	9.0	7.7	6.0	7.6	11.3	9.2	10.7	14.4
变化	-4.3	-20.3	-10.3	-2.5	-3.0	-3.8	-3.9	-6.2	-5.0	2.1	0.2	-5.5
比例（%）	-4.3	-38.0	-37.7	-12.5	-25.0	-33.0	-39.4	-44.9	-30.7	29.6	1.9	-27.6

表 5.3-8 特枯水年（P=90%）东庄水库运行前后文泾电站断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	63.6	20.3	14.3	14.1	11.3	14.1	11.7	17.7	18.0	13.8	15.1	26.1
建库	139.3	41.4	16.4	17.2	8.8	23.1	17.5	20.4	16.5	12.6	13.2	30.4
变化	75.7	21.1	2.1	3.1	-2.5	9.0	5.8	2.7	-1.5	-1.2	-1.9	4.3
比例（%）	119.0	103.9	14.7	22.0	-22.1	63.8	49.6	15.3	-8.3	-8.7	-12.6	16.5

5.3.5 坝下泾惠渠渠首坝址断面拦沙期水文情势影响分析

泾惠渠渠首枢纽位于泾河峡谷段出口，上距文泾电站厂房河段距离约 5km。渠首枢纽由微拱混凝土溢流坝、岸边引水洞、调压室、发电厂房、调压室后接放水洞和岸边排沙洞等组成。坝身六孔溢流坝，堰顶高程 461m，墩顶高程 482m，闸门尺寸 10.3×8.0m。设计引水流量 54m^3/s，设计排沙流量 50 m^3/s。电站单机引水流量 18m^3/s，设计引水流量 54.0m^3/s。

东庄水利枢纽工程下泄水量经过泾惠渠渠首坝址断面后，泾惠渠灌区水量及本次新增供水量被引至供水对象，河道内水量将会进一步降低，河道内剩余水量主要为东庄弃水量、调沙出库水量和预留的生态环境水量以及风箱道泉水量。

由于泾惠渠枢纽在东庄水利枢纽运行前就已经运行，因此在对泾惠渠渠首坝址断面水量变化进行分析时，原泾河河道天然水量过程采用各典型年泾惠渠坝下断面实测流量数据。泾惠渠坝址断面在东庄水利枢纽运行前后后丰水年（P=25%、1984～1985 年度）、平水年（P=50%、1967～1968 年度）、枯水年（P=75%、1979～1980 年度）、特枯水年（P=90%、1986～1987 年度）下泄流量变化见图 5.3-17 至 5.3-20，调度数据见表 5.3-9 至 5.3-12。

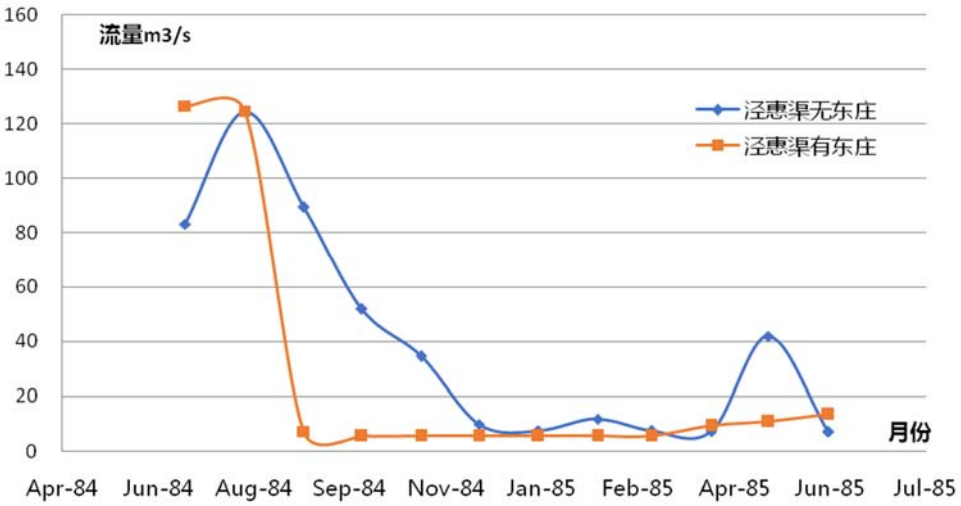


图 5.3-17 泾惠渠坝址断面丰水年流量过程对比

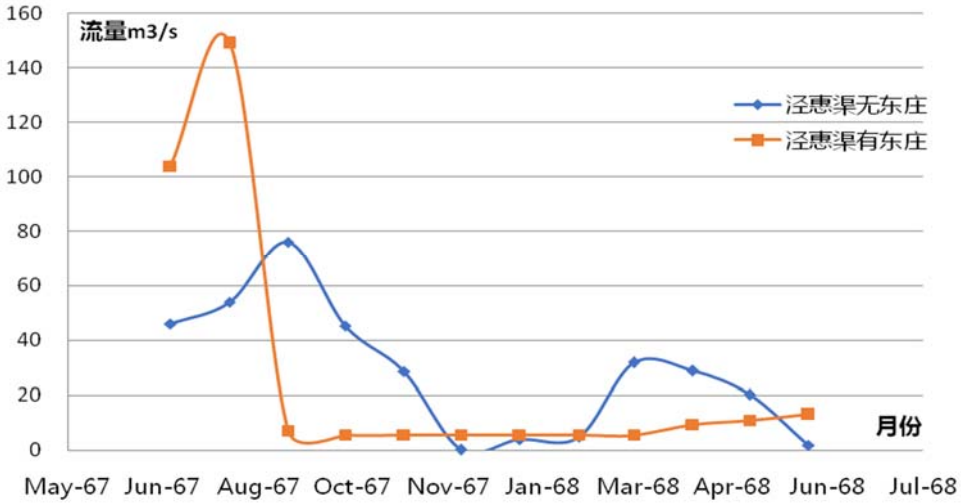


图 5.3-18 泾惠渠坝址断面平水年流量过程对比

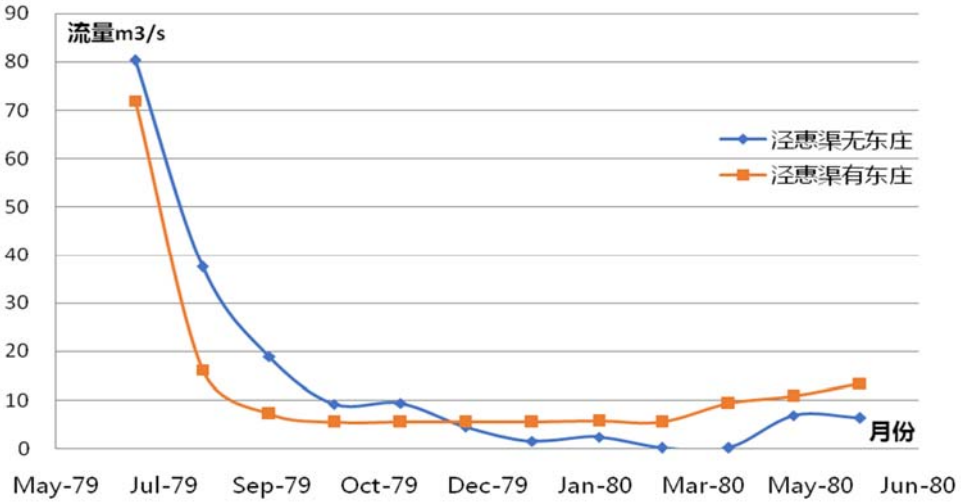


图 5.3-19 泾惠渠坝址断面枯水年流量过程对比

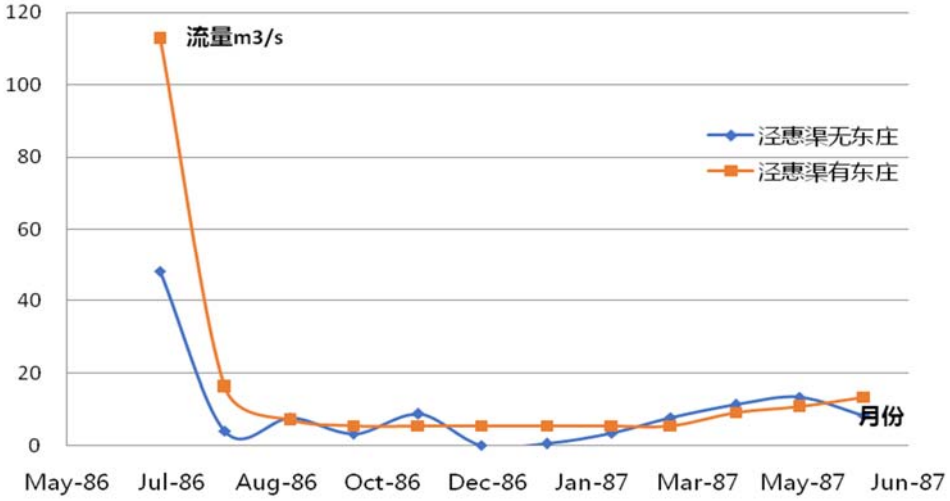


图 5.3-20 泾惠渠坝址断面特枯水年流量过程对比

表 5.3-9 丰水年（P=25%）东庄水库运行前后泾惠渠坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	83.4	124.6	89.6	51.9	34.5	9.9	7.5	11.8	7.4	7.3	42	7
建库	126.6	124.8	7.2	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	9.3	10.8	13.5
变化	43.2	0.2	-82.4	-46.4	-29	-4.4	-2	-6.3	-1.9	2.0	-31.2	6.5
比例（%）	51.8	0.2	-92	-89.4	-84.1	-44.4	-26.7	-53.4	-25.7	27.4	-74.3	92.9

表 5.3-10 平水年（P=50%）东庄水库运行前后泾惠渠坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	45.9	53.9	76.0	45.1	28.6	0.2	3.9	4.8	31.8	28.8	20.2	1.9
建库	104.0	149.0	7.1	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7	5.5	9.3	10.8	12.9
变化	58.1	95.1	-68.9	-39.6	-23.1	5.3	1.6	0.9	-26.3	-19.5	-9.4	11.0
比例（%）	126.6	176.4	-90.7	-87.8	-80.8	2650.0	41.0	18.8	-82.7	-67.7	-46.5	578.9

表 5.3-11 枯水年（P=75%）东庄水库运行前后泾惠渠坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	80.3	37.5	19.0	9.2	9.4	4.6	1.6	2.4	0.2	0.2	6.8	6.3
建库	71.9	16.2	7.1	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7	5.5	9.3	10.8	13.5
变化	-8.4	-21.3	-11.9	-3.7	-3.9	0.9	3.9	3.3	5.3	9.1	4.0	7.2
比例（%）	-10.5	-56.8	-62.6	-40.2	-41.7	19.1	242.5	137.5	2640	4550	58.8	114.3

表 5.3-12 特枯水年（P=90%）东庄水库运行前后泾惠渠坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	48.1	4.1	7.7	3.3	8.8	0.2	0.6	3.6	7.9	11.3	13.6	8.4
建库	112.7	16.1	7.1	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	9.3	10.8	13.5
变化	64.6	12.0	-0.6	2.2	-3.3	5.3	4.9	1.9	-2.4	-2.0	-2.8	5.1
比例（%）	134.3	292.7	-7.8	66.7	-37.5	2650	816.7	52.8	-30.4	-17.7	-20.6	60.7

（1）丰水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，泾惠渠渠首以下断面流量过程与原泾河天然河道流量过程对比，基本延续东庄水利枢纽坝址断面在工程建设前后的变化特点，从流量变化总体趋势来看，丰水年枢纽下泄流量过程基本保持了原泾河天然河道的丰枯变化特征。

从调度数据来看，7 月下泄水量建库后较建库前有所增加，9 月~11 月下泄流量减少明显。最大减水比例出现在 9 月（92%）。从 12 月开始至翌年 4 月，下泄流量数值基本与建库前处于同一水平。5 月水量下降比例较大（74.3%）。

总体来讲，丰水年东庄水利枢纽一定程度上改变了原泾河天然河道状态下的坝址断面流量过程，下泄流量曲线在汛后出现了较为明显变化，汛期及讯后水量在防洪及供水等功能的作用下，较天然来流水量有明显的减少。

（2）平水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，平水年泾惠渠渠首坝址以下断面流量与建库前河

道天然流量过程变化较大。

7～8 月，枢纽运行后泾惠渠渠首断面下泄流量明显高于东庄建库前流量，9~11 月，枢纽运行后泾惠渠渠首断面下泄流量均低于天然状态下河道流量，对河道水量产生了一定的影响，最大减水比例出现在 9 月（90.7%）。12～翌年 2 月，枢纽运行后泾惠渠渠首断面下泄流量略大于天然状态下河道流量，对枯水季河道起到了一定改善作用。3～5 月，下泄流量均小于天然状态，对河道水量产生了一定影响，最大减水比例出现在 3 月（82.7%）。

（3）枯水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，枯水年泾惠渠渠首坝址以下断面流量过程基本维持原天然河道状态下的水量过程特征，东庄水利枢纽运行总体上并未改变原河道状态下年内丰枯变化特点。

7～11 月，泾惠渠渠首下游断面水量在汛期小于河道天然来流水量，工程运行对河道水文情势产生一定程度影响。12～6 月，渠首坝址以下断面流量过程在工程运行前后基本相同，但总体高于建库前。经农业引水后，河道水量总体较小，农业用水对泾河河道水量影响较大。水库运行后河道水量较天然状态有稍有提高。

总体来说，泾惠渠渠首坝址断面在枯水年来水条件下，冬、春季节能够一定程度上改善原河道水量状况，年内其余时段水量有一定程度减少，对原河道水量过程产生了一定的不利影响。

（4）特枯水年水量变化分析

从年内流量变化总体趋势来看，特枯水年泾惠渠渠首坝址以下断面流量过程基本维持原天然河道状态下的水量过程特征，东庄水利枢纽运行总体上并未改变原河道状态下年内丰枯变化特点。

泾惠渠渠首坝址断面在特枯水年来水条件下，7、8 月泾惠渠渠首坝址断面流量明显大于原河道过水流量，最大增水比例出现在 8 月（292.7%）。其余时段水量并未发生明显变化，对原河道水量过程产生的影响不明显。枢纽运行后枯水季节下泄流量略大于建库前，对枯水季河道起到了一定改善作用。

5.3.6 坝下张家山断面水文情势影响分析

张家山水文站位于东庄水利枢纽坝下 29km，东庄水利枢纽工程下泄水量在

经过张家山断面后，河道内剩余水量主要为东庄弃水量、调沙出库水量和预留的生态环境水量。

张家山断面上距泾惠渠渠首断面距离约 4km。东庄水利枢纽工程下泄水量在经过泾惠渠渠首坝址断面后，汇入筛珠洞泉水量，河道水量有所增加。根据实测统计数据，筛珠洞泉水量较为稳定，常年维持在 1.48m^3/s。张家山断面在东庄水利枢纽运行前后后丰水年（P=25%、1984～1985 年度）、平水年（P=50%、1967～1968 年度）、枯水年（P=75%、1979～1980 年度）、特枯水年（P=90%、1986～1987 年度）的下泄流量变化见图 5.3-21 至 5.3-24、调度数据见表 5.3-13 至 5.3-16。

张家山断面水文情势变化趋势与泾惠渠渠首断面基本相同，典型年年内变化过程和变化趋势基本一致，仅在绝对数值上有所差别。由于筛珠洞泉水量汇入，断面水量总体有所增加，可在一定程度上缓解工程运行带来的水文情势影响。

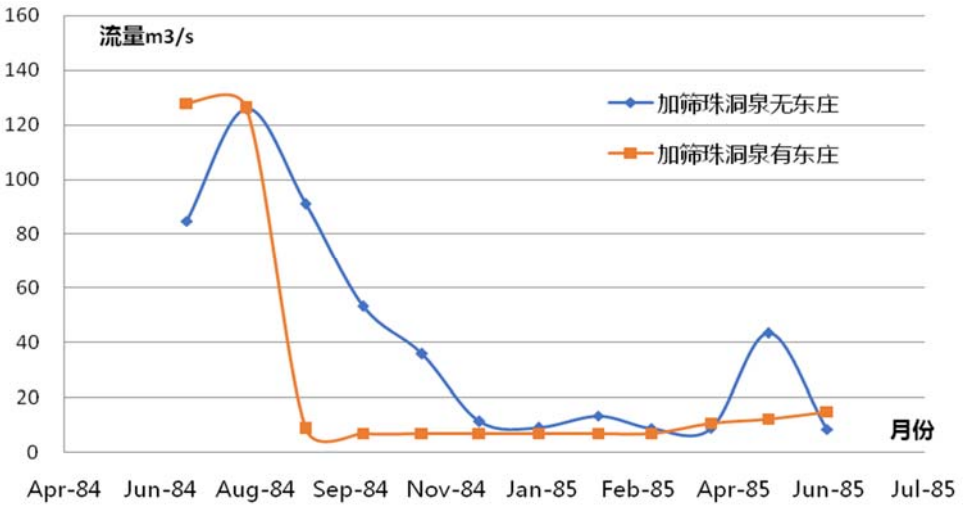


图 5.3-21 张家山断面丰水年流量过程对比

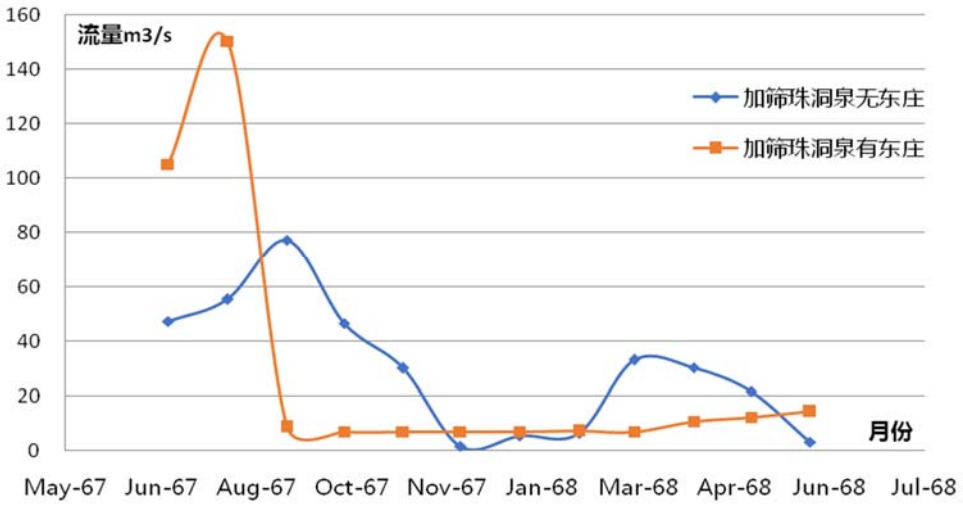


图 5.3-22 张家山断面平水年流量过程对比

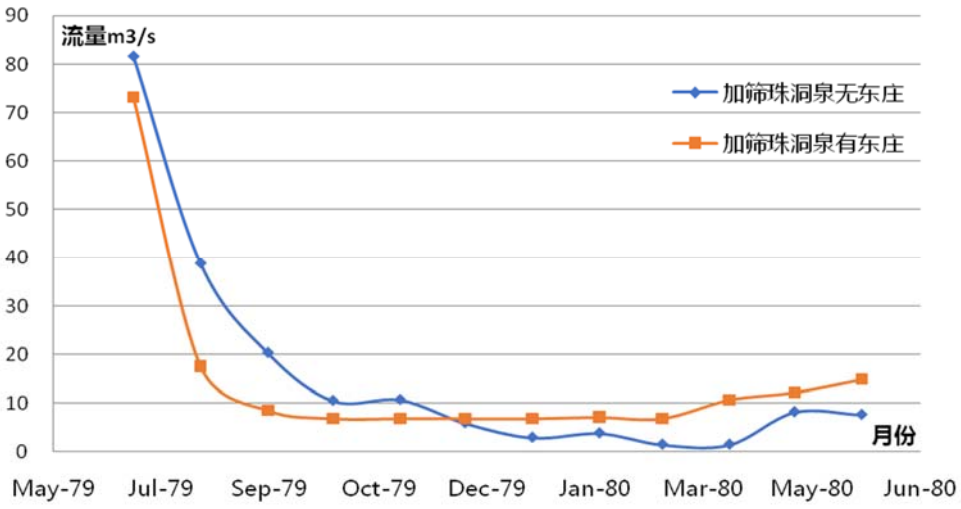


图 5.3-23 张家山断面枯水年流量过程对比

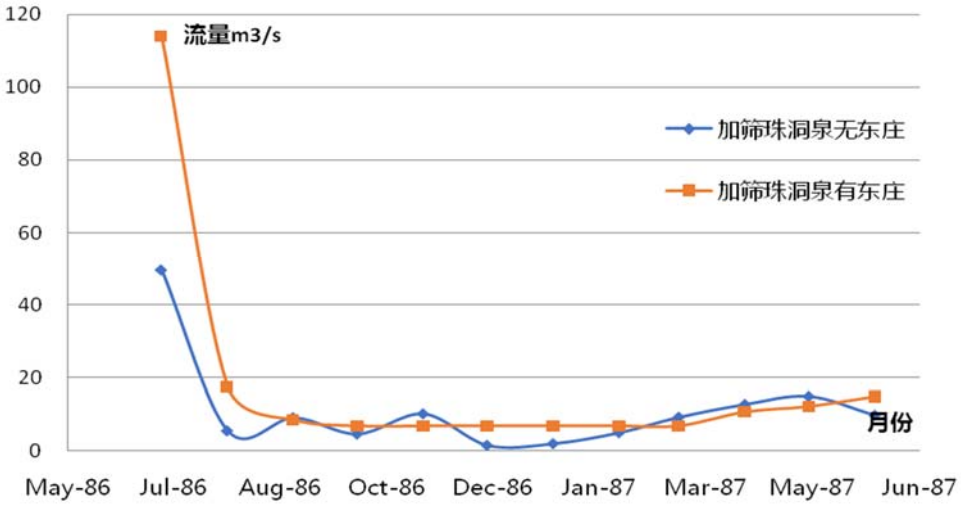


图 5.3-24 张家山断面特枯水年流量过程对比

表 5.3-13 丰水年（P=25%）东庄水库运行前后张家山断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	84.7	125.9	90.9	53.2	35.8	11.3	8.9	13.2	8.7	8.6	43.2	8.3
建库	128	126.1	8.5	6.9	6.9	6.9	6.9	6.8	6.9	10.7	12.2	14.8
变化	43.3	0.2	-82.4	-46.3	-28.9	-4.4	-2	-6.4	-1.8	2.1	-31	6.5
比例（%）	51.1	0.2	-90.6	-87	-80.7	-38.9	-22.5	-48.5	-20.7	24.4	-71.8	78.3

表 5.3-14 平水年（P=50%）东庄水库运行前后张家山断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	47.2	55.3	77.4	46.4	30.0	1.5	5.3	6.3	33.1	30.2	21.5	3.2
建库	105.3	150.4	8.5	6.9	6.9	6.9	6.9	7.1	6.9	10.7	12.2	14.3
变化	58.1	95.1	-68.9	-39.5	-23.1	5.4	1.6	0.8	-26.2	-19.5	-9.3	11.1
比例（%）	123.1	172.0	-89.0	-85.1	-77.0	360.0	30.2	12.7	-79.2	-64.6	-43.3	346.9

表 5.3-15 枯水年（P=75%）东庄水库运行前后张家山断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	81.7	38.8	20.3	10.5	10.7	6.0	3.0	3.9	1.5	1.5	8.2	7.7
建库	73.2	17.5	8.5	6.9	6.9	6.9	6.9	7.1	6.9	10.7	12.2	14.8
变化	-8.5	-21.3	-11.8	-3.6	-3.8	0.9	3.9	3.2	5.4	9.2	4.0	7.1
比例（%）	-10.4	-54.9	-58.1	-34.3	-35.5	15.0	130.0	82.1	360.0	613.3	48.8	92.2

表 5.3-16 特枯水年（P=90%）东庄水库运行前后张家山断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	49.5	5.5	9.1	4.6	10.2	1.5	2.0	5.0	9.2	12.7	14.9	9.8
建库	114.1	17.5	8.5	6.9	6.9	6.9	6.9	6.8	6.9	10.7	12.0	14.8
变化	64.6	12.0	-0.6	2.3	-3.3	5.4	4.9	1.8	-2.3	-2.0	-2.9	5.0
比例（%）	130.5	218.2	-6.6	50.0	-32.4	360.0	245.0	36.0	-25.0	-15.7	-19.5	51.0

5.3.7 拦沙期渭河水文情势影响分析

东庄水利枢纽建成运行后，对泾河下游河道水量时空过程产生较大影响，在泾河汇入渭河后，上述影响将延续至渭河干流。按照典型年对比分析枢纽建设前后泾河入渭口下游的渭河断面水量变化，并根据渭河生态流量保障要求，评价工程运行对渭河生态流量保障程度的影响。

渭河来流过程选取渭河干流临潼站与泾河张家山站实测资料的差值获取。渭河在东庄水利枢纽运行前后丰水年、平水年、枯水年、特枯水年下泄流量变化见图 5.3-25 至 5.3-28、调度数据见表 5.3-17 至 5.3-20。

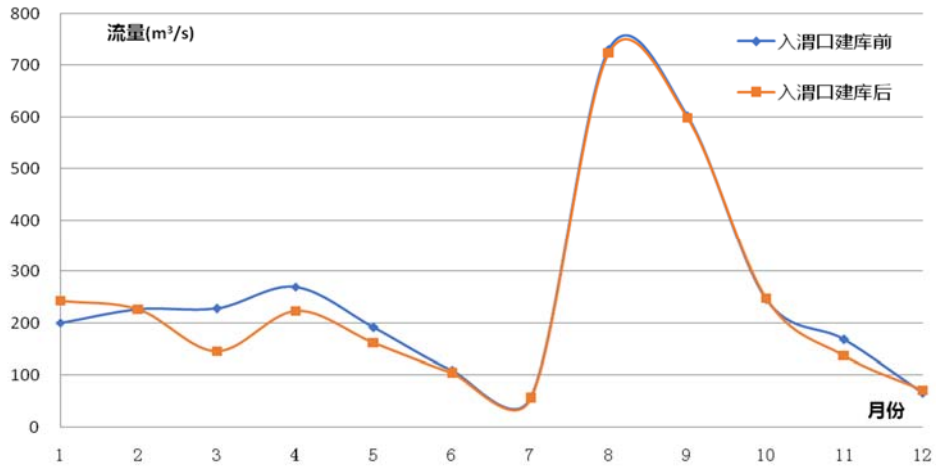


图 5.3-25 泾河入渭口下游渭河断面丰水年流量过程对比

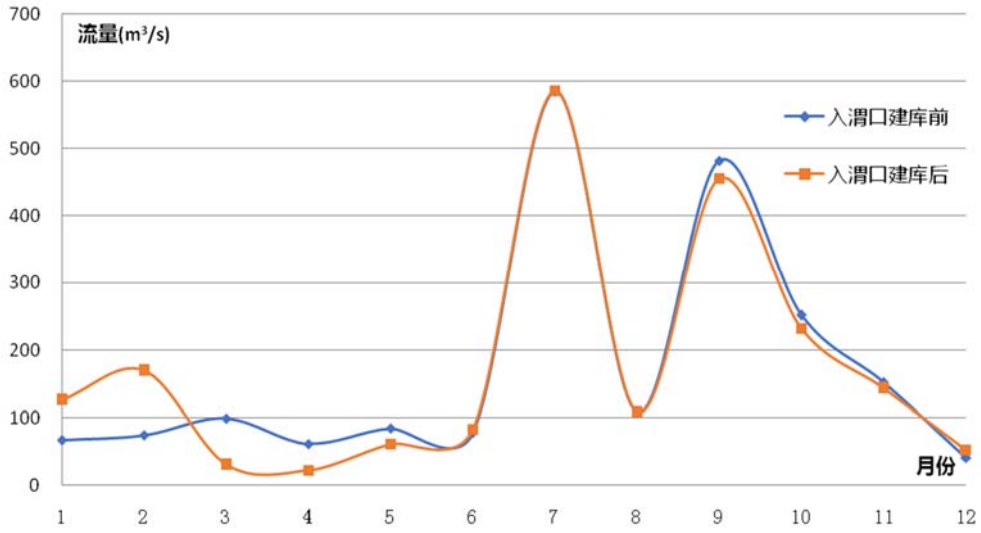


图 5.3-26 泾河入渭口下游渭河断面平水年流量过程对比

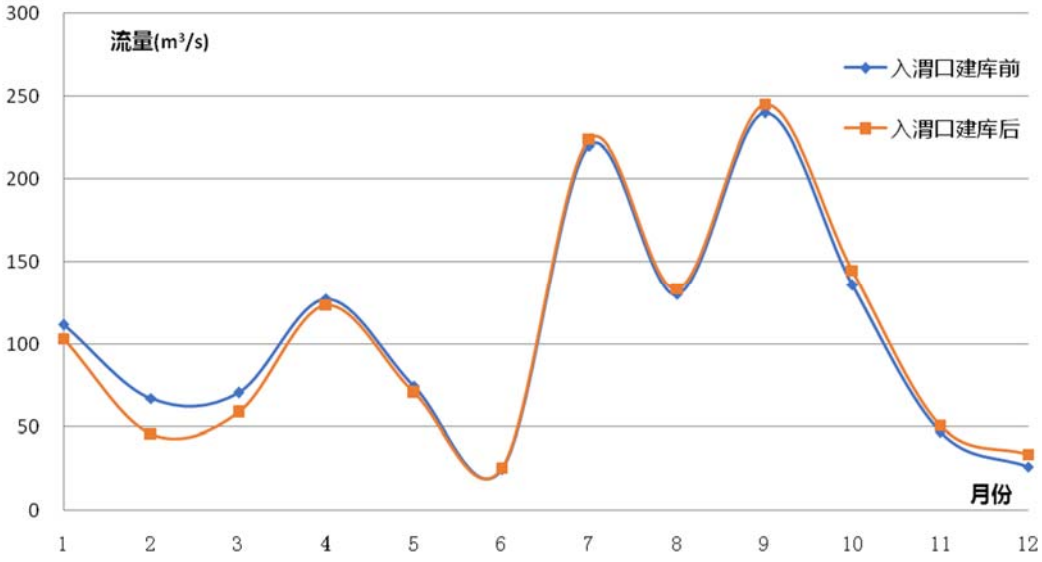


图 5.3-27 泾河入渭口下游渭河断面枯水年流量过程对比

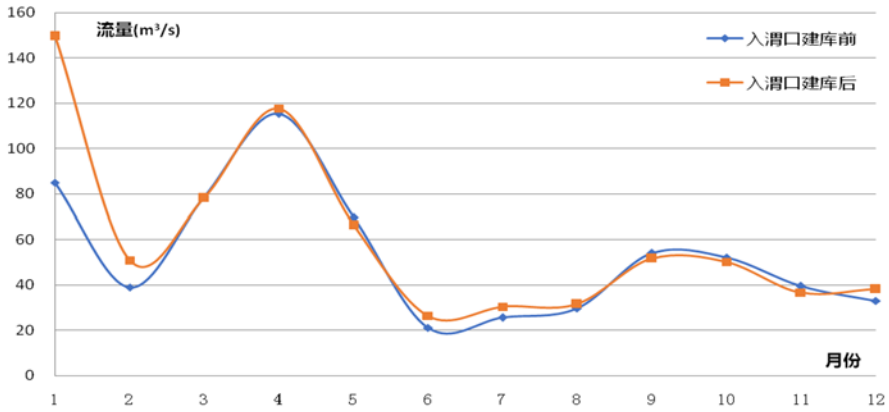


图 5.3-28 泾河入渭口下游渭河断面特枯水年流量过程对比

表 5.3-17 丰水年（P=25%）东庄水库运行前后泾河入渭口下游渭河断面流量过程对比
（单位：m^3/s）

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
天然	200.7	226.4	228.2	270.1	191.7	108.6	58.3	730.9	601.3	246.0	168.7	65.6
建库	243.9	226.6	145.8	223.7	162.7	104.1	56.3	724.6	599.4	248.1	137.5	72.1
变化	43.2	0.2	-82.4	-46.4	-29.0	-4.5	-2.0	-6.3	-1.9	2.1	-31.2	6.5
比例（%）	21.5	0.1	-36.1	-17.2	-15.1	-4.1	-3.4	-0.9	-0.3	0.9	-18.5	9.9

表 5.3-18 平水年（P=50%）东庄水库运行前后泾河入渭口下游渭河断面流量过程对比
（单位：m^3/s）

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
天然	67.3	74.2	98.8	61.7	84.3	77.7	584.7	108.1	482.2	251.2	152.1	41.3
建库	125.4	169.3	29.9	22.1	61.1	83.0	586.3	108.9	455.9	231.7	142.8	52.3
变化	58.1	95.1	-68.9	-39.6	-23.2	5.3	1.6	0.8	-26.3	-19.5	-9.3	11.0
比例（%）	86.3	128.2	-69.7	-64.2	-27.5	6.8	0.3	0.7	-5.5	-7.8	-6.1	26.8

表 5.3-19 枯水年（P=75%）东庄水库运行前后泾河入渭口下游渭河断面流量过程对比
（单位：m^3/s）

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
天然	111.6	67.4	70.7	127.2	74.6	24.7	220.1	130.2	239.8	135.7	47.0	26.3
建库	103.1	46.1	58.9	123.5	70.7	25.6	224.0	133.4	245.1	144.8	51.0	33.7
变化	-8.5	-21.3	-11.8	-3.7	-3.9	0.9	3.9	3.2	5.3	9.1	4.0	7.4
比例（%）	-7.6	-31.6	-16.7	-2.9	-5.2	3.6	1.8	2.5	2.2	6.7	8.5	28.1

表 5.3-20 特枯水年（P=90%）东庄水库运行前后泾河入渭口下游渭河断面流量过程对比
（单位：m^3/s）

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
天然	84.8	38.9	78.7	115.3	69.6	21.1	25.5	29.6	54.0	52.2	39.4	33.0
建库	149.5	50.9	78.1	117.6	66.2	26.4	30.4	31.4	51.6	50.1	36.7	38.1
变化	64.7	12.0	-0.6	2.3	-3.4	5.3	4.9	1.8	-2.4	-2.1	-2.7	5.1
比例（%）	76.3	30.8	-0.8	2.0	-4.9	25.1	19.2	6.1	-4.4	-4.0	-6.9	15.5

（1）渭河在泾河入渭口断面水量变化情况分析

从四个典型年入渭口下游渭河断面建库前后流量过程对比分析可以看出，渭河在泾河入渭口上游断面来水流量较大，使得泾河入渭流量所占比例较小，因此东庄水利枢纽建库前后，渭河断面流量变化幅度范围较泾河断面明显减小。东庄水利枢纽运行并未改变入渭口断面下游渭河年内流量过程的总体丰枯变化趋势。

总体来讲，东庄水利枢纽运行并未改变渭河干流典型年的年内水量丰枯变化特征，但部分年份的春季时段会造成渭河干流水量一定程度减少。

（2）泾河入渭口下游渭河断面生态流量保障程度分析

根据陕西省政府批复的《陕西省渭河全线整治规划及实施方案》、《陕西省渭河流域综合规划》，确定渭河干流林家村、咸阳、华县控制断面生态基流最低限制分别为 $10m^3/s$、$15m^3/s$、$20m^3/s$。泾河入渭口位于咸阳与华县控制断面之间，紧邻咸阳控制断面，由于渭河华县断面在泾河入渭口下游有浐河、北洛河等较大支流汇入，因此泾河入渭口下游渭河断面生态流量按照咸阳断面 $15m^3/s$ 进行控制。由上节相关数据可以看出，东庄水利枢纽运行后泾河入渭口下游渭河断面典型年月均下泄流量均可满足《陕西省渭河全线整治规划及实施方案》、《陕西省渭河流域综合规划》相关流量要求。

5.3.8 东庄水利枢纽坝址断面正常运行期水文情势影响分析

工程进入正常运行期，调度过程及影响程度等均与拦沙期有一定差异，对正常运行期丰水年水文情势影响进行分析。工程运行后丰水年（P=25%、1984～1985 年度）、平水年（P=50%、1967～1968 年度）、枯水年（P=75%、1979～1980 年度）、特枯水年（P=90%、1986～1987 年度）坝址下泄流量变化见图 5.3-29～图 5.3-31，调度数据见表 5.3-21～表 5.3-24。

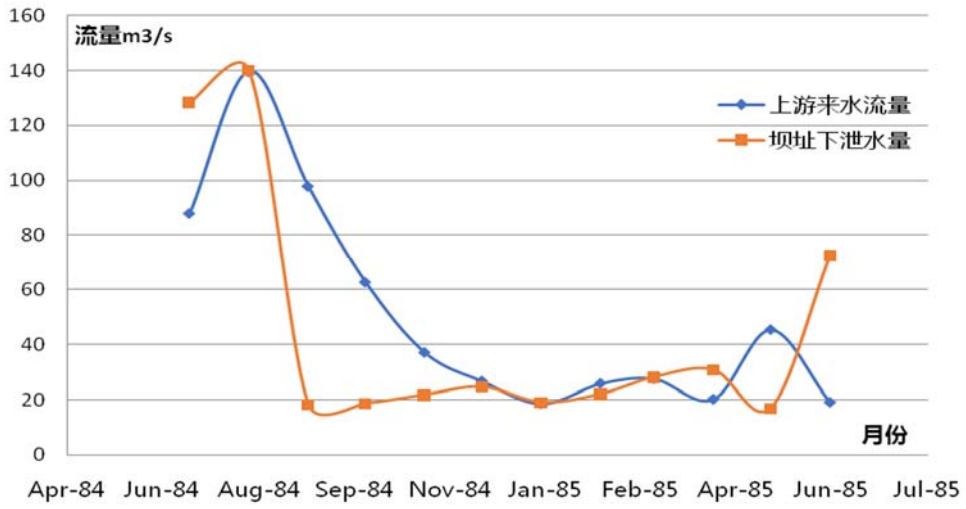


图 5.3-29 东庄水利枢纽工程丰水年坝址下泄流量过程

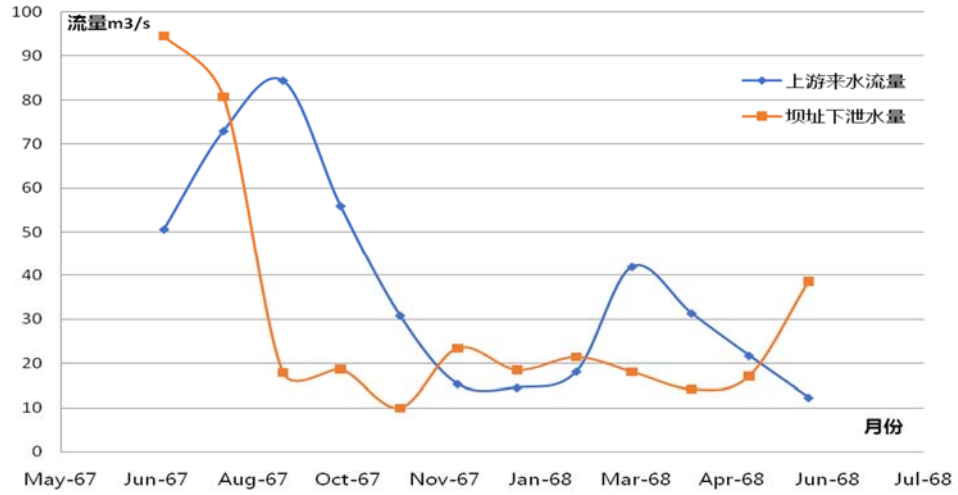


图 5.3-30 东庄水利枢纽工程平水年坝址下泄流量过程

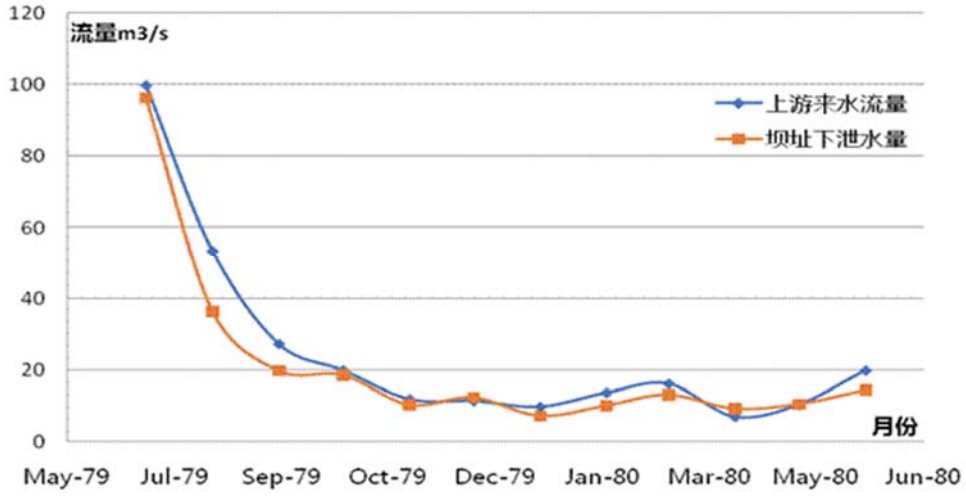


图 5.3-31 东庄水利枢纽工程枯水年坝址下泄流量过程

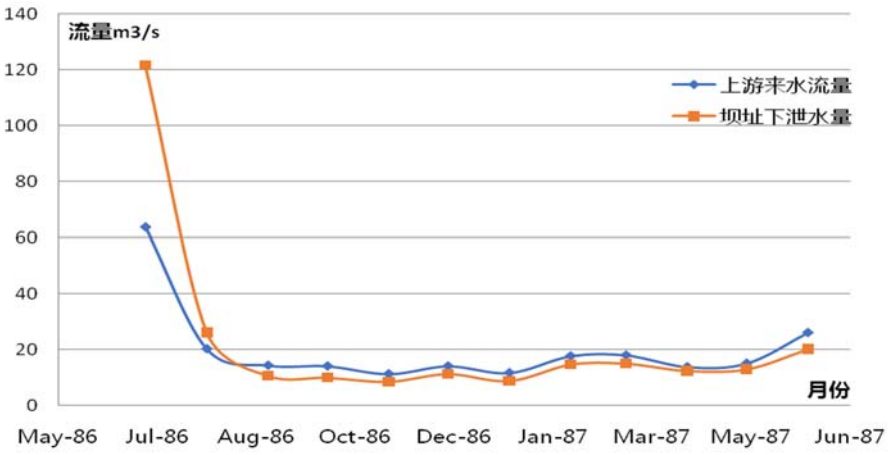


图 5.3-32 东庄水利枢纽工程特枯水年坝址下泄流量过程

表 5.3-21 丰水年（P=25%）东庄水库运行前后坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	88.0	139.7	97.9	62.7	37.1	26.7	18.6	25.9	27.6	20.2	45.4	19.1
建库	128.4	139.9	18.2	18.7	21.8	24.7	19.0	22.0	28.2	30.8	17.0	72.5
变化	40.4	0.2	-79.7	-44.0	-15.3	-2.0	0.4	-3.9	0.6	10.6	-28.4	53.4
比例（%）	45.9	0.1	-81.4	-70.2	-41.2	-7.5	2.2	-15.1	2.2	52.5	-62.6	279.6

表 5.3-22 平水年（P=50%）东庄水库运行前后坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	50.6	72.9	84.4	55.9	30.8	15.3	14.5	18.1	41.9	31.3	21.7	12.3
建库	94.6	80.8	17.9	18.7	10.0	23.4	18.5	21.4	18.1	14.2	17.1	38.6
变化	44.0	7.9	-66.5	-37.2	-20.8	8.1	4.0	3.3	-23.8	-17.1	-4.6	26.3
比例（%）	87.0	10.8	-78.8	-66.5	-67.5	52.9	27.6	18.2	-56.8	-54.6	-21.2	213.8

表 5.3-23 枯水年（P=75%）东庄水库运行前后坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	99.8	53.4	27.3	20.0	12.0	11.5	9.9	13.8	16.3	7.1	10.5	19.9
建库	96.2	36.5	19.9	18.7	10.4	12.5	7.4	10.3	13.3	9.4	10.7	14.5
变化	-3.6	-16.9	-7.4	-1.3	-1.6	1.0	-2.5	-3.5	-3.0	2.3	0.2	-5.4
比例（%）	-3.6	-31.6	-27.1	-6.5	-13.3	8.7	-25.3	-25.4	-18.4	32.4	1.9	-27.1

表 5.3-24 特枯水年（P=90%）东庄水库运行前后坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	63.6	20.3	14.3	14.1	11.3	14.1	11.7	17.7	18.0	13.8	15.1	26.1
建库	121.4	26.1	10.6	9.9	8.5	11.2	8.8	14.7	15.0	12.4	12.9	20.1
变化	57.8	5.8	-3.7	-4.2	-2.8	-2.9	-2.9	-3.0	-3.0	-1.4	-2.2	-6.0
比例（%）	90.9	28.6	-25.9	-29.8	-24.8	-20.6	-24.8	-16.9	-16.7	-10.1	-14.6	-23.0

（1）丰水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，丰水年枢纽下泄流量过程基本保持了原泾河天然河道的丰枯变化特征。

从调度数据来看，9 月~12 月下泄流量减水明显，最大减水比例出现在 9 月（81.4%）。从 12 月至翌年 3 月，下泄流量数值基本与建库前处于同一水平。5 月份水量下降比例较大（62.6%）。

总体来讲，丰水年枢纽一定程度上改变了原泾河天然河道状态下的坝址断面流量过程，下泄流量曲线在汛后出现了较为明显变化，汛期及讯后水量明显减少。

（2）平水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，平水年枢纽运行调度方案对原泾河天然河道来流过程产生了较大影响，枢纽坝址断面流量过程因枢纽的运行产生明显的变化。

汛期（7～8 月）在水库调蓄作用下，下泄流量大于建库前，最大增水比例出现在 7 月（87%）。水库调度对天然流量洪峰过程起到了一定错峰作用，建库后坝址断面洪峰出现比建库前提前约 2 个月。汛后工程错峰作用，下泄流量低于原天然状态下水量状况。9~11 月下泄流量明显低于天然河道来流量，最大减水比例出现在 9 月（78.8%）。12 月开始至翌年 2 月基本保持天然河道来流状况下的丰枯变化特征，且下泄流量大于建库前，可改善原天然河道枯期水量状况。翌年 3~5 月下泄流量明显低于建库前流量，最大减水比例出现在 3 月（56.8%）。

总体来讲，平水年东庄水利枢纽运行对原天然河道的径流丰枯变化特征产生了交明显的影响。工程运行后流量过程错峰作用明显。

（3）枯水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，枯水年枢纽下泄流量较好的保持了天然河道来流状况下的丰枯变化特征，枢纽坝下断面流量过程并未因工程运行产生明显的变化。

7～9 月枢纽月平均下泄流量略低于天然河道来流量，10～翌年 6 月，枢纽下泄流量过程与天然河道来流丰枯变化过程基本同步，下泄流量与上游来流量基本相同。

总体来讲，枯水年东庄水利枢纽在坝下断面基本保持了天然河道的来流过程特征，工程调度运行在枯水年并未对枢纽上游来水过程产生明显影响。

（4）特枯水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，特枯水年枢纽下泄流量总体保持了天然河道来流状况下的丰枯变化特征，下泄流量汛期（7 月）在水库调蓄作用下，下泄流量明显大于建库前，7 月增水比例 90.9%。12 月至翌年 2 月基本保持了天然河道来流状况下的丰枯变化特征，但下泄流量总体小于建库前。

5.3.9 坝下文泾电站断面正常运行期水文情势影响分析

工程运行后丰水年（P=25%、1984～1985 年度）、平水年（P=50%、1967～1968 年度）、枯水年（P=75%、1979～1980 年度）、特枯水年（P=90%、1986～1987 年度）文泾电站断面下泄流量变化见图 5.3-33～5.3-36，调度数据见表 5.3-25～5.3-28。文泾电站断面处引水量较小，因此文泾电站坝址断面水文情势变化趋势与东庄坝址断面基本相同，典型年内变化过程和变化趋势基本一致，仅在绝对数值上有所差别。由于南线引水，文泾电站断面流量与原泾河天然流量过程数据差值进一步增大，水文情势影响程度进一步增强。

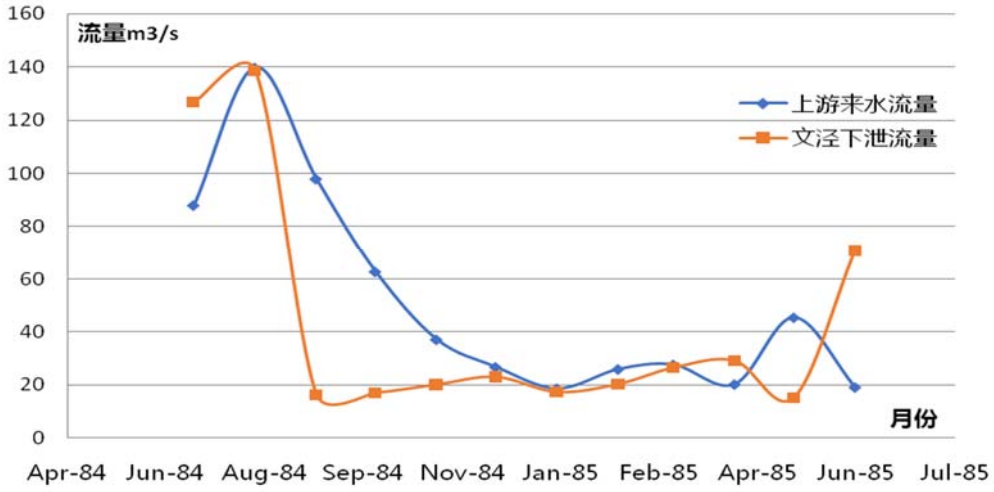


图 5.3-33 丰水年文泾电站下泄流量过程

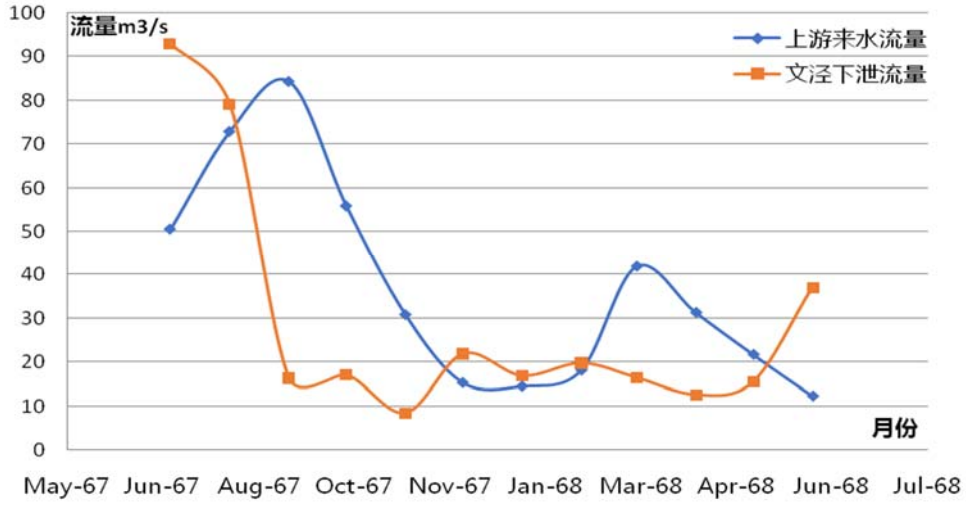


图 5.3-34 平水年文泾电站下泄流量过程

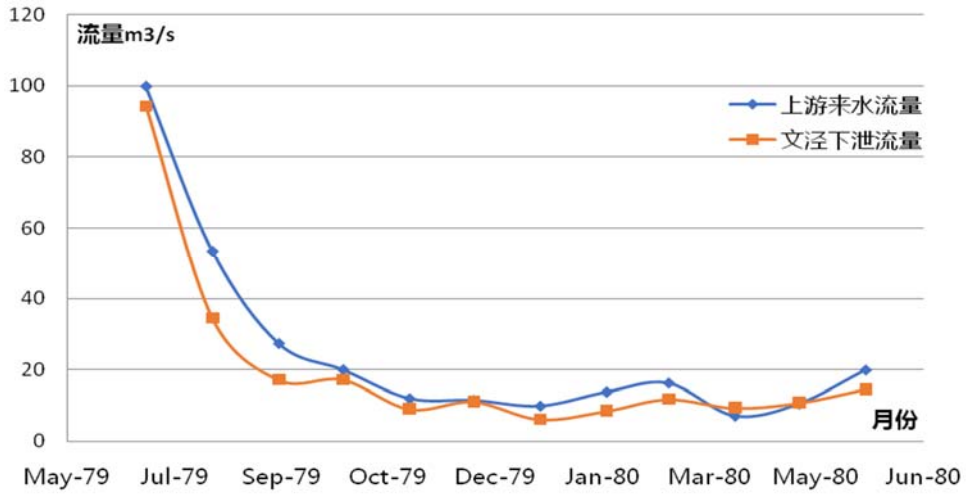


图 5.3-35 枯水年文泾电站下泄流量过程

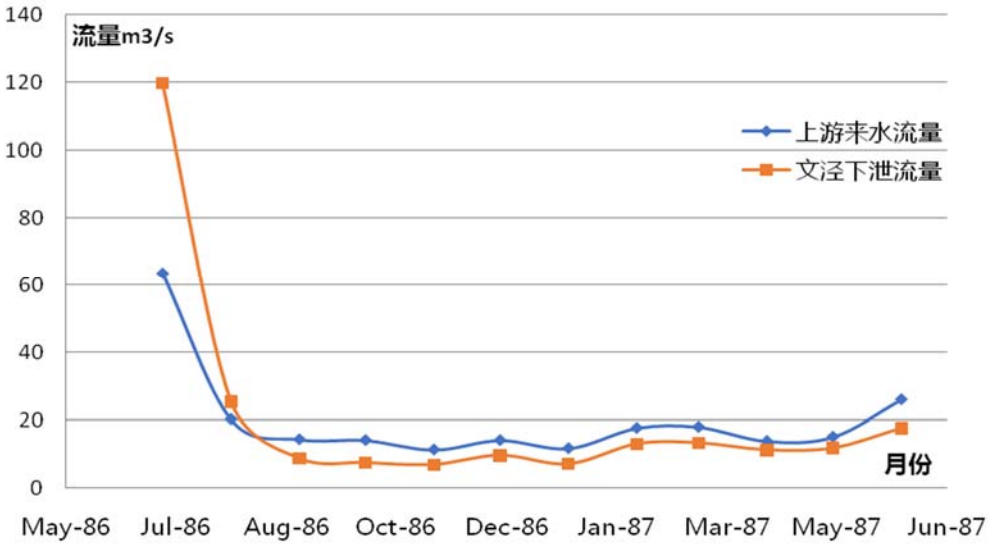


图 5.3-36 特枯水年文泾电站下泄流量过程

表 5.3-25 丰水年（P=25%）东庄水库运行前后文泾电站断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
天然	88.0	139.7	97.9	62.7	37.1	26.7	18.6	25.9	27.6	20.2	45.4	19.1
建库	126.7	138.4	16.5	17.2	20.3	23.1	17.5	20.4	26.6	29.2	15.4	70.8
变化	38.7	-1.3	-81.4	-45.5	-16.8	-3.6	-1.1	-5.5	-1.0	9.0	-30.0	51.7
比例（%）	44.0	-0.9	-83.1	-72.6	-45.3	-13.5	-5.9	-21.2	-3.6	44.6	-66.1	270.7

表 5.3-26 平水年（P=50%）东庄水库运行前后文泾电站断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
天然	50.6	72.9	84.4	55.9	30.8	15.3	14.5	18.1	41.9	31.3	21.7	12.3
建库	92.9	79.1	16.4	17.2	8.5	21.9	16.9	19.8	16.5	12.6	15.6	37.0
变化	42.3	6.2	-68.0	-38.7	-22.3	6.6	2.4	1.7	-25.4	-18.7	-6.1	24.7
比例（%）	83.6	8.5	-80.6	-69.2	-72.4	43.1	16.6	9.4	-60.6	-59.7	-28.1	200.8

表 5.3-27 枯水年（P=75%）东庄水库运行前后文泾电站断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
天然	99.8	53.4	27.3	20.0	12.0	11.5	9.9	13.8	16.3	7.1	10.5	19.9
建库	94.2	34.4	17.1	17.2	9.0	11.0	6.1	8.4	11.7	9.2	10.7	14.4
变化	-5.6	-19.0	-10.2	-2.8	-3.0	-0.5	-3.8	-5.4	-4.6	2.1	0.2	-5.5
比例（%）	-5.6	-35.6	-37.4	-14.0	-25.0	-4.3	-38.4	-39.1	-28.2	29.6	1.9	-27.6

表 5.3-28 特枯水年（P=90%）东庄水库运行前后文泾电站断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
天然	63.6	20.3	14.3	14.1	11.3	14.1	11.7	17.7	18.0	13.8	15.1	26.1
建库	119.7	25.5	8.8	7.5	7.0	9.7	7.2	13.1	13.4	11.3	11.9	17.7
变化	56.1	5.2	-5.5	-6.6	-4.3	-4.4	-4.5	-4.6	-4.6	-2.5	-3.2	-8.4
比例（%）	88.2	25.6	-38.5	-46.8	-38.1	-31.2	-38.5	-26.0	-25.6	-18.1	-21.2	-32.2

5.3.10 坝下泾惠渠渠首坝址断面正常运行期水文情势影响分析

泾惠渠坝址断面在东庄水利枢纽运行前后正常运行期丰水年（P=25%、1984～1985 年度）、平水年（P=50%、1967～1968 年度）、枯水年（P=75%、1979～1980 年度）、特枯水年（P=90%、1986～1987 年度）的下泄流量变化见图 5.3-37～5.3-40，调度数据见表 5.3-29～5.3-32。

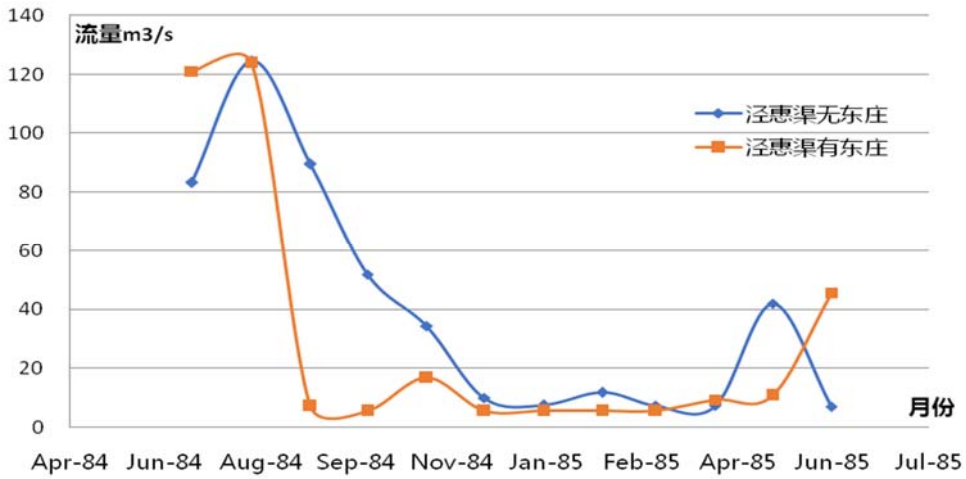


图 5.3-37 泾惠渠坝址断面丰水年流量过程对比

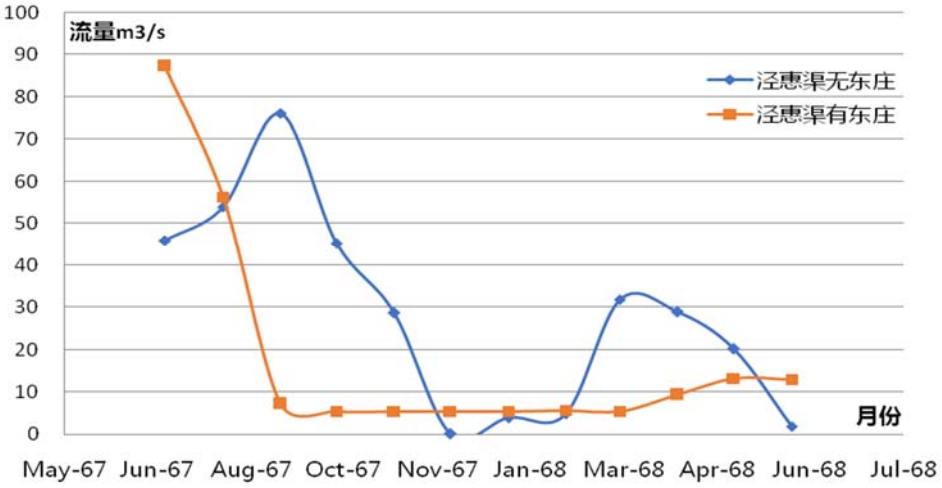


图 5.3-38 泾惠渠坝址断面平水年流量过程对比

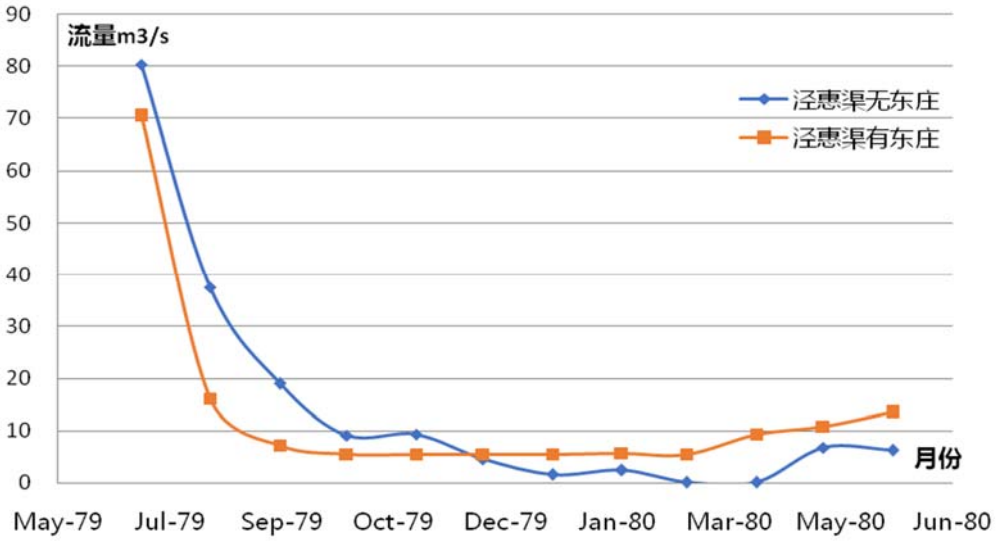


图 5.3-39 泾惠渠坝址断面枯水年流量过程对比

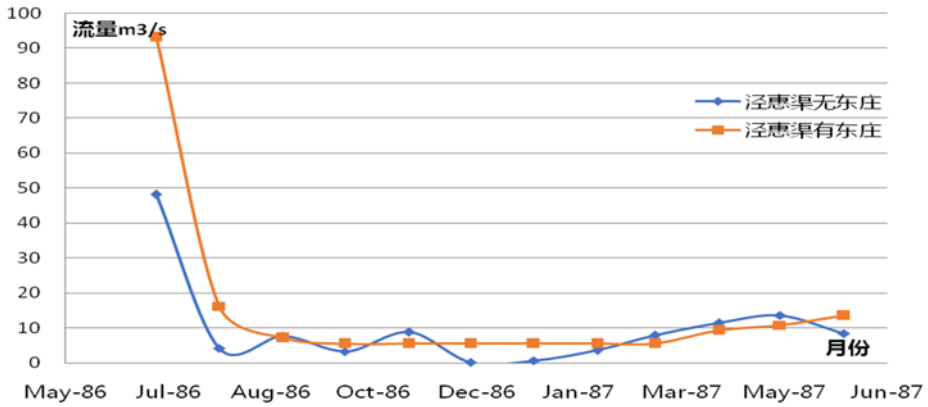


图 5.3-40 泾惠渠坝址断面特枯水年流量过程对比

表 5.3-29 丰水年（P=25%）东庄水库运行前后泾惠渠坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	83.4	124.6	89.6	51.9	34.5	9.9	7.5	11.8	7.4	7.3	42.0	7.0
建库	121.1	123.8	7.2	5.5	16.8	5.5	5.5	5.5	5.5	9.3	10.8	45.7
变化	37.7	-0.8	-82.4	-46.4	-17.7	-4.4	-2.0	-6.3	-1.9	2.0	-31.2	38.7
比例（%）	45.2	-0.6	-92.0	-89.4	-51.3	-44.4	-26.7	-53.4	-25.7	27.4	-74.3	552.9

表 5.3-30 平水年（P=50%）东庄水库运行前后泾惠渠坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	45.9	53.9	76.0	45.1	28.6	0.2	3.9	4.8	31.8	28.8	20.2	1.9
建库	87.3	56.3	7.1	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7	5.5	9.3	13.1	12.9
变化	41.4	2.4	-68.9	-39.6	-23.1	5.3	1.6	0.9	-26.3	-19.5	-7.1	11.0
比例（%）	90.2	4.5	-90.7	-87.8	-80.8	-	41.0	18.8	-82.7	-67.7	-35.1	578.9

表 5.3-31 枯水年（P=75%）东庄水库运行前后泾惠渠坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	80.3	37.5	19.0	9.2	9.4	4.6	1.6	2.4	0.2	0.2	6.8	6.3
建库	70.5	16.2	7.1	5.5	5.5	5.5	5.5	5.7	5.5	9.3	10.8	13.5
变化	-9.8	-21.3	-11.9	-3.7	-3.9	0.9	3.9	3.3	5.3	9.1	4.0	7.2
比例（%）	-12.2	-56.8	-62.6	-40.2	-41.5	19.6	243.8	137.5	-	-	58.8	114.3

表 5.3-32 特枯水年（P=90%）东庄水库运行前后泾惠渠坝址断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	48.1	4.1	7.7	3.3	8.8	0.2	0.6	3.6	7.9	11.3	13.6	8.4
建库	93.1	16.1	7.1	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	9.3	10.8	13.5
变化	45.0	12.0	-0.6	2.2	-3.3	5.3	4.9	1.9	-2.4	-2.0	-2.8	5.1
比例（%）	93.6	292.7	-7.8	66.7	-37.5	-	816.7	52.8	-30.4	-17.7	-20.6	60.7

（1）丰水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，渠首以下断面流量过程与原泾河河道流量过程对比，基本延续东庄水利枢纽坝址断面在工程建设前后变化特点，从流量变化总体趋势来看，丰水年枢纽下泄流量过程基本保持了原泾河河道的丰枯变化特征。

从调度数据来看，7 月下泄水量建库后较建库前有所增加，9 月~11 月下泄流量减少明显。最大减水比例出现在 9 月（92%）。从 12 月至翌年 4 月，下泄流量数值基本与建库前处于同一水平。5 月水量下降比例较大（74.3%）。

总体来讲，丰水年东庄水利枢纽一定程度上改变了原泾河天然河道状态下的坝址断面流量过程，下泄流量曲线在汛后出现了较为明显变化，汛期及讯后水量在防洪及供水等功能的作用下，较天然来流水量有明显的减少。

（2）平水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，平水年泾惠渠渠首坝址以下断面流量与建库前河道天然流量过程变化较大。

7 月枢纽运行后渠首断面下泄流量明显高于东庄建库前流量，9~翌年 3 月，枢纽运行后渠首断面下泄流量基本维持在同一流量水平，9～11 月下泄流量明显低于建库前，最大减水比例出现在 9 月（90.7%）。12～2 月，枢纽运行后渠首断面下泄流量略大于天然状态下河道流量，对枯水季河道起到了一定改善作用。3～5 月，下泄流量均小于天然状态，对河道水量产生一定影响，最大减水比例出现在 3 月（82.7%）。9~翌年 5 月，建库后断面水量基本消除了原天然状态下的水量丰枯变化过程。

（3）枯水年水量变化分析

从流量变化总体趋势来看，枯水年泾惠渠渠首以下断面流量过程基本维持原天然河道状态下的水量过程特征，枢纽运行总体上并未改变原河道状态下年内丰枯变化特点。

7～11 月，渠首下游断面水量在汛期小于河道天然来流水量，工程运行对河道水文情势产生一定程度影响。12～6 月，渠首以下断面流量过程在工程运行前后基本相同，但总体高于建库前。农业引水后，河道水量总体较小，对泾河河道水量影响较大。水库运行后，河道水量较天然状态有稍有提高。

总体来说，泾惠渠渠首坝址断面在枯水年来水条件下，冬、春季节能够一定程度上改善原河道水量状况，年内其余时段水量有一定程度减少，对原河道水量过程产生了一定的不利影响。

（4）特枯水年水量变化分析

从年内流量变化总体趋势来看，特枯水年泾惠渠渠首坝址以下断面流量过程基本维持原天然河道状态下的水量过程特征，东庄水利枢纽运行总体上并未改变原河道状态下年内丰枯变化特点。

泾惠渠渠首坝址断面在特枯水年来水条件下，7、8 月渠首断面流量明显大于原河道过水流量，最大增水比例出现在 8 月（292.7%）。其余时段水量并未发生明显变化，对原河道水量过程产生影响不明显。枢纽运行后枯水季节下泄流量略大于建库前，对枯水季河道起到了一定改善作用。

5.3.11 坝下张家山断面正常运行期水文情势影响分析

张家山断面在东庄水利枢纽运行前后后丰水年（P=25%、1984～1985 年度）、平水年（P=50%、1967～1968 年度）、枯水年（P=75%、1979～1980 年度）、特枯水年（P=90%、1986～1987 年度）的下泄流量变化见图 5.3-41 至 5.3-44、调度数据见表 5.3-33 至 5.3-36。张家山断面水文情势变化趋势与泾惠渠渠首断面基本相同，典型年年内变化过程和变化趋势基本一致，仅在绝对数值上有所差别。由于筛珠洞泉水量汇入，断面水量总体有所增加，可在一定程度上缓解工程运行带来的水文情势影响。

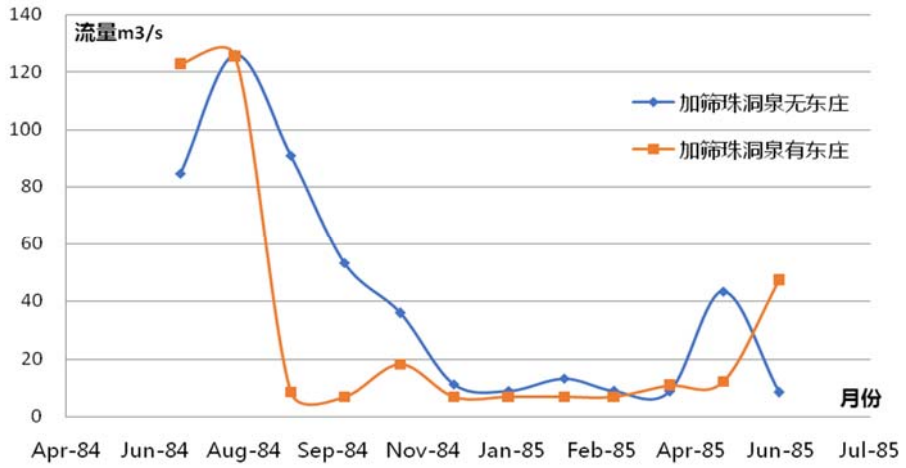


图 5.3-41 张家山断面丰水年流量过程对比

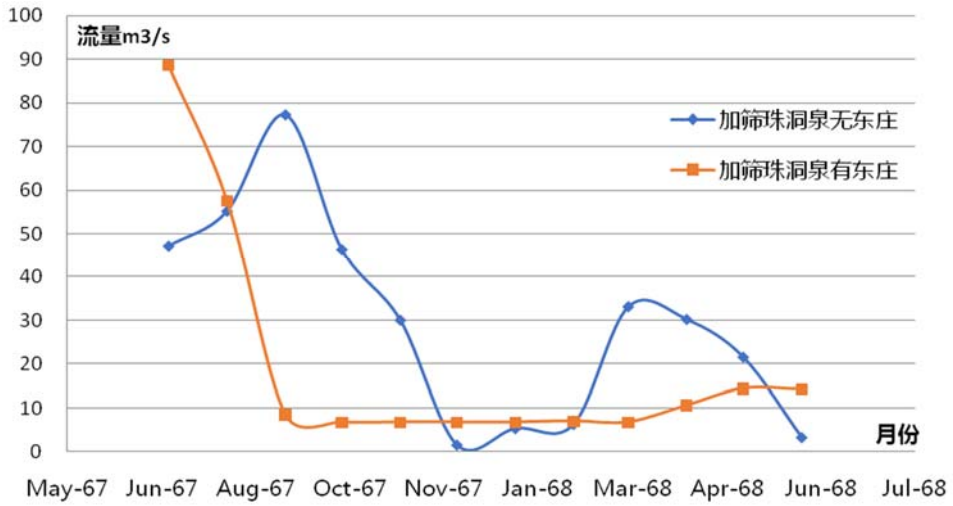


图 5.3-42 张家山断面平水年流量过程对比

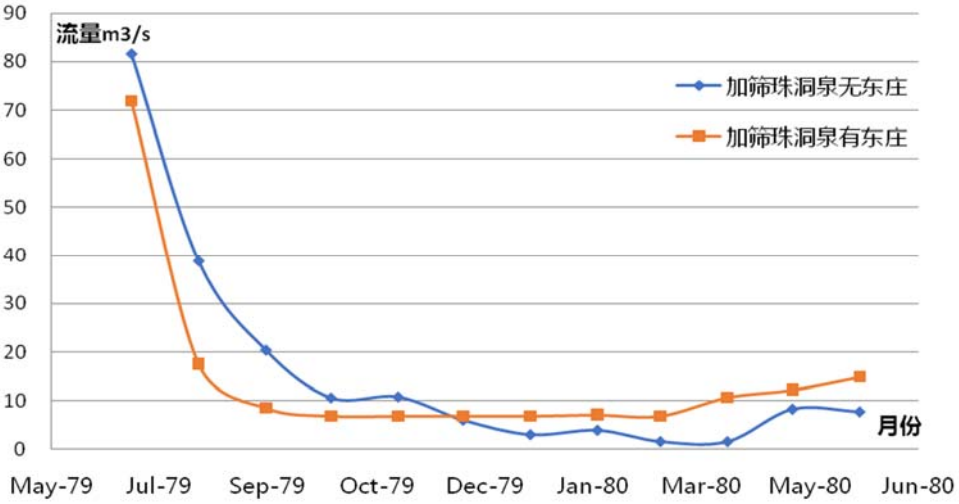


图 5.3-43 张家山断面枯水年流量过程对比

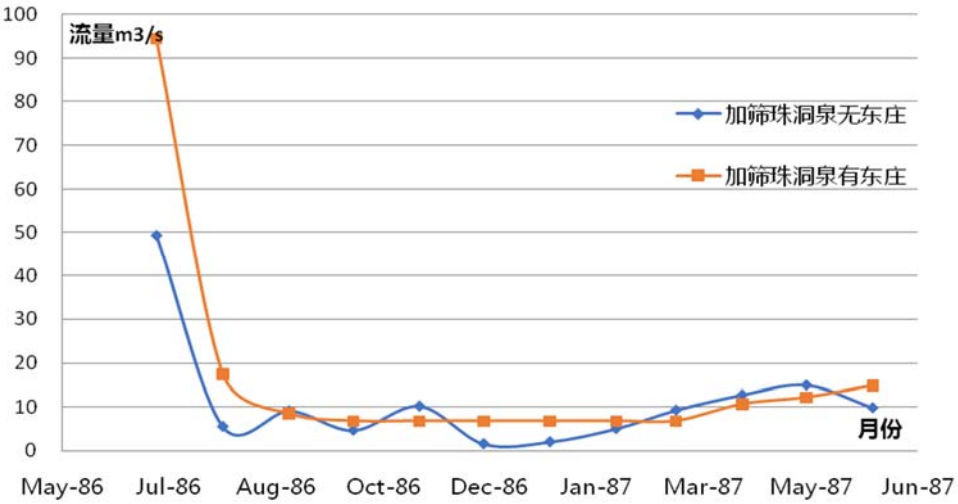


图 5.3-44 张家山断面特枯水年流量过程对比

表 5.3-33 丰水年（P=25%）东庄水库运行前后张家山断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	84.7	125.9	90.9	53.2	35.8	11.3	8.9	13.2	8.7	8.6	43.3	8.3
建库	122.5	125.2	8.5	6.9	18.2	6.9	6.9	6.8	6.9	10.7	12.2	47.1
变化	37.8	-0.7	-82.4	-46.3	-17.6	-4.4	-2.0	-6.4	-1.8	2.1	-31.1	38.8
比例（%）	44.6	-0.6	-90.6	-87.0	-49.2	-38.9	-22.5	-48.5	-20.7	24.4	-71.8	467.5

表 5.3-34 平水年（P=50%）东庄水库运行前后张家山断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	47.2	55.3	77.4	46.4	30.0	1.5	5.3	6.3	33.1	30.2	21.5	3.2
建库	88.6	57.6	8.5	6.9	6.9	6.9	6.9	7.1	6.9	10.7	14.5	14.3
变化	41.4	2.3	-68.9	-39.5	-23.1	5.4	1.6	0.8	-26.2	-19.5	-7.0	11.1
比例（%）	87.7	4.2	-89.0	-85.1	-77.0	360.0	30.2	12.7	-79.2	-64.6	-32.6	346.9

表 5.3-35 枯水年（P=75%）东庄水库运行前后张家山断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	81.7	38.8	20.3	10.5	10.7	6.0	3.0	3.9	1.5	1.5	8.2	7.7
建库	71.9	17.5	8.5	6.9	6.9	6.9	6.9	7.1	6.9	10.7	12.2	14.8
变化	-9.8	-21.3	-11.8	-3.6	-3.8	0.9	3.9	3.2	5.4	9.2	4.0	7.1
比例（%）	-12.0	-54.9	-58.1	-34.3	-35.5	15.0	130.0	82.1	360.0	613.3	48.8	92.2

表 5.3-36 特枯水年（P=90%）东庄水库运行前后张家山断面流量过程对比（单位：m^3/s）

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
天然	49.5	5.5	9.1	4.6	10.2	1.5	2.0	5.0	9.2	12.7	14.9	9.8
建库	94.5	17.5	8.5	6.9	6.9	6.9	6.9	6.8	6.9	10.7	12.2	14.8
变化	45.0	12.0	-0.6	2.3	-3.3	5.4	4.9	1.8	-2.3	-2.0	-2.7	5.0
比例（%）	90.9	218.2	-6.6	50.0	-32.4	360.0	245.0	36.0	-25.0	-15.7	-18.1	51.0

5.3.12 正常运行期渭河水文情势影响分析

渭河在东庄水利枢纽运行前后正常运行期丰水年、平水年、枯水年、特枯水年下泄流量变化见图 5.3-45～5.3-48、调度数据见表 5.3-37～5.3-40。

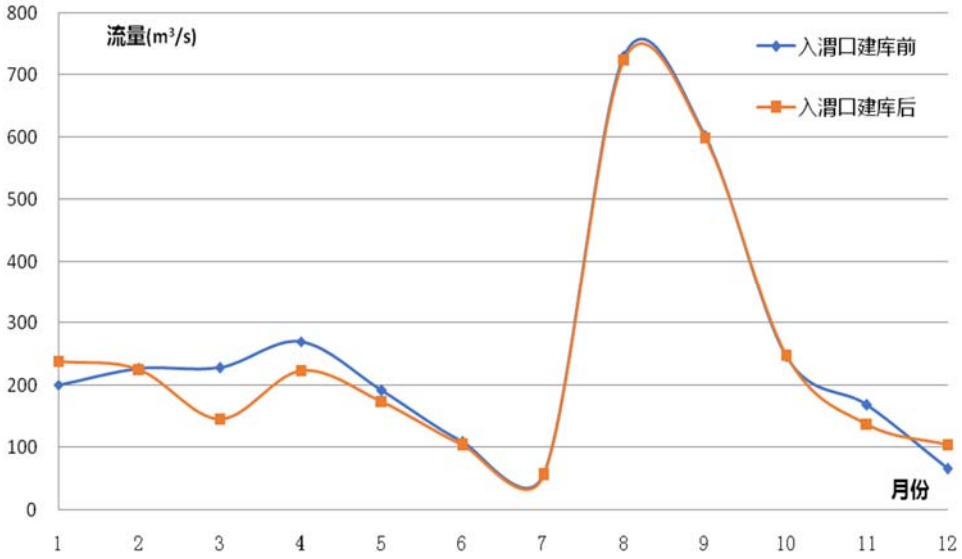


图 5.3-45 泾河入渭口下游渭河断面平水年流量过程对比

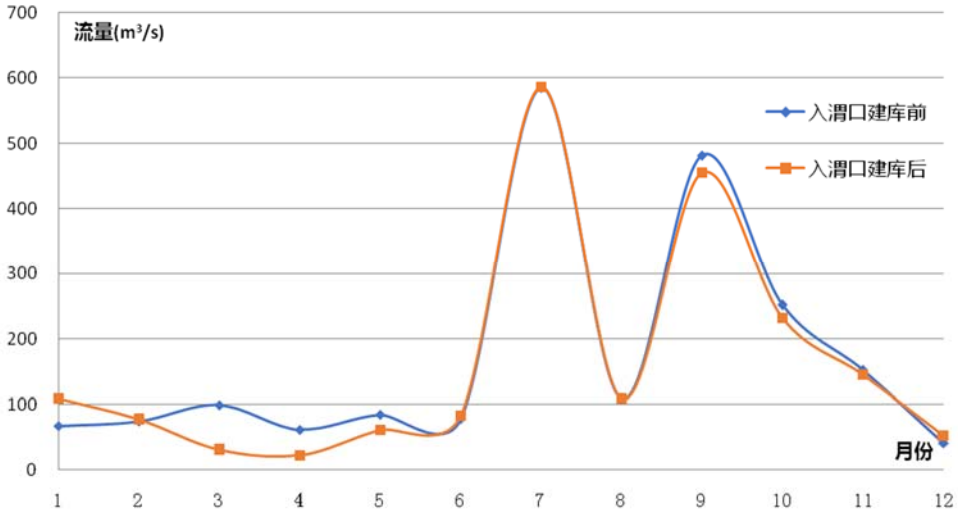


图 5.3-46 泾河入渭口下游渭河断面平水年流量过程对比

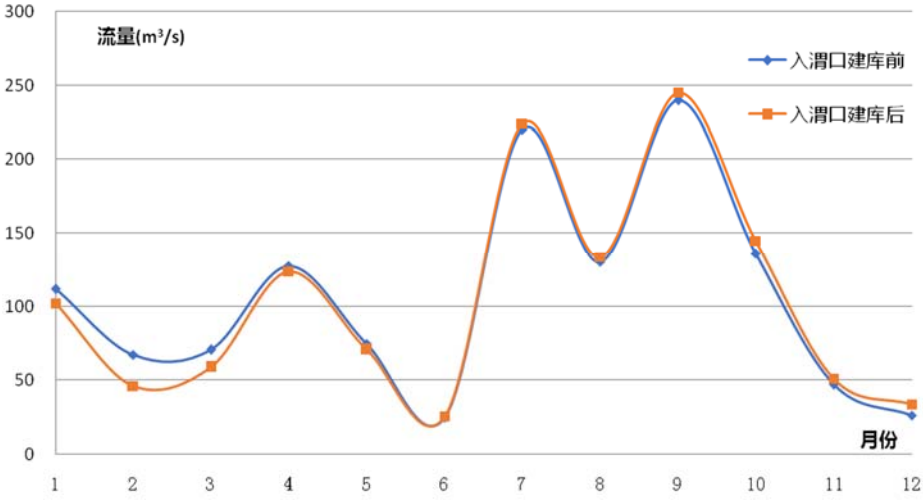


图 5.3-47 泾河入渭口下游渭河断面枯水年流量过程对比

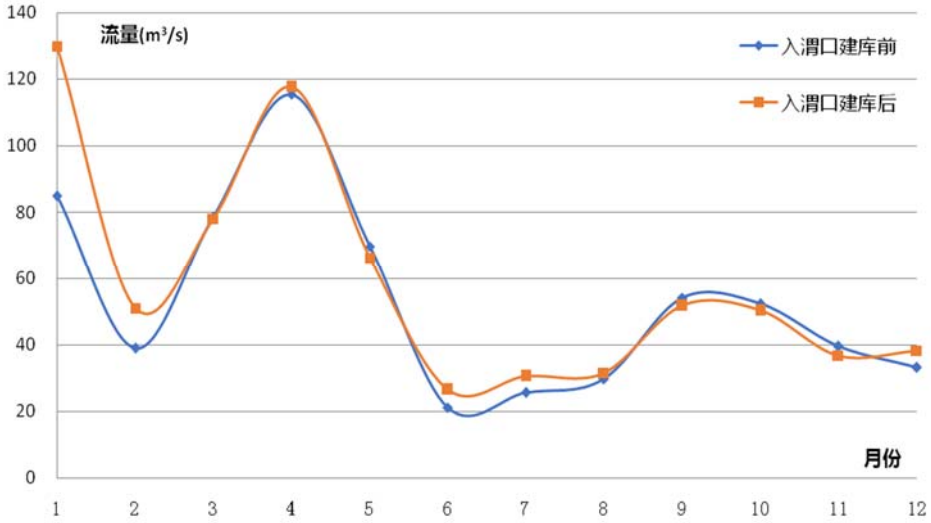


图 5.3-48 泾河入渭口下游渭河断面特枯水年流量过程对比

表 5.3-37 丰水年（P=25%）东庄水库运行前后泾河入渭口下游渭河断面流量过程对比

（单位：m^3/s）

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
天然	200.7	226.4	228.2	270.1	191.7	108.6	58.3	730.9	601.3	246.0	168.7	65.6
建库	238.4	225.7	145.8	223.7	174.0	104.1	56.3	724.6	599.4	248.1	137.5	104.3
变化	37.7	-0.7	-82.4	-46.4	-17.7	-4.5	-2.0	-6.3	-1.9	2.1	-31.2	38.7
比例（%）	18.8	-0.3	-36.1	-17.2	-9.2	-4.1	-3.4	-0.9	-0.3	0.9	-18.5	59.0

表 5.3-38 平水年（P=50%）东庄水库运行前后泾河入渭口下游渭河断面流量过程对比

（单位：m^3/s）

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
天然	67.3	74.2	98.8	61.7	84.3	77.7	584.7	108.1	482.2	251.2	152.1	41.3
建库	108.7	76.5	29.9	22.1	61.1	83.0	586.3	108.9	455.9	231.7	145.1	52.3
变化	41.4	2.3	-68.9	-39.6	-23.2	5.3	1.6	0.8	-26.3	-19.5	-7.0	11.0
比例（%）	61.5	3.1	-69.7	-64.2	-27.5	6.8	0.3	0.7	-5.5	-7.8	-4.6	26.6

表 5.3-39 枯水年（P=75%）东庄水库运行前后泾河入渭口下游渭河断面流量过程对比

（单位：m^3/s）

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
天然	111.6	67.4	70.7	127.2	74.6	24.7	220.1	130.2	239.8	135.7	47.0	26.3
建库	101.7	46.1	58.9	123.5	70.7	25.6	224.0	133.4	245.1	144.8	51.0	33.7
变化	-9.9	-21.3	-11.8	-3.7	-3.9	0.9	3.9	3.2	5.3	9.1	4.0	7.4
比例（%）	-8.9	-31.6	-16.7	-2.9	-5.2	3.6	1.8	2.5	2.2	6.7	8.5	28.1

表 5.3-40 特枯水年（P=90%）东庄水库运行前后泾河入渭口下游渭河断面流量过程对比

（单位：m^3/s）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
天然	84.8	38.9	78.7	115.3	69.6	21.1	25.5	29.6	54.0	52.2	39.4	33.0
建库	129.9	50.9	78.1	117.6	66.2	26.4	30.4	31.4	51.6	50.1	36.7	38.1
变化	45.1	12.0	-0.6	2.3	-3.4	5.3	4.9	1.8	-2.4	-2.1	-2.7	5.1
比例（%）	53.2	30.8	-0.8	2.0	-4.9	25.1	19.2	6.1	-4.4	-4.0	-6.9	15.5

（1）渭河在泾河入渭口断面水量变化情况分析

东庄水利枢纽建库前后，渭河断面流量变化幅度范围较泾河断面明显减小。从正常运行期典型年对比可以看出，枢纽运行并未改变入渭口断面下游渭河年内流量过程的总体丰枯变化趋势。总体来讲，枢纽运行并未改变渭河干流年内水量丰枯变化特征，但部分年份的春季时段会造成渭河干流水量一定程度减少。

（2）泾河入渭口下游渭河断面生态流量保障程度分析

东庄水利枢纽运行后正常运行期泾河入渭口下游渭河断面典型年月均下泄流量均可满足《陕西省渭河全线整治规划及实施方案》、《陕西省渭河流域综合规划》相关流量要求。

5.3.13 下闸蓄水生态流量影响

（1）工程保障措施

1）在导流洞封堵闸门边墩侧面设置1个1.0m直径孔口，孔口中心高程595.0m，孔口设置控制阀门。

2）第六年11月～第七年3月，将导流底孔改建为2m×2m小的导流底孔，进口设置封堵闸门，出口设置控制闸门。

（2）下闸蓄水过程

第6年11月初导流洞下闸封堵，下闸水位594.60m。

当上游库水位蓄水至602.5m高程时，历时5小时，可满足对下游生态流量5.33m^3/s要求；当上游库水位蓄水至620.5m高程时，历时6天，可满足对下游生态流量5.33m^3/s要求；当上游库水位蓄水至622.5m高程时，历时7天，此时可满足对下游供水28.03m^3/s要求；当水库水位蓄水至705.0m高程时，历时9.5

个月（11 月～翌年 8 月中旬），此时可由坝身非常排沙底孔进行下游供水，封堵改建后的 1#导流底孔。为保证 593.0~602.5m 水位区间生态基流不断流，在导流洞封堵闸门边墩侧面设置 1 个 1.0m 直径孔口，孔口中心高程 595.0m，孔口设置控制闸室，当水位蓄水至 622.5m 时，此孔口封闭。

表 5.3-41 下闸蓄水期间生态基流保证方案

水位（m）	过流建筑物	下泄流量（m^3/s）	说明
593.0-602.5m	导流洞封堵闸门边墩侧面设置 1.0m 直径孔口	5.33	历时 5 小时
602.5-620.5	导流洞封堵闸门边墩侧面设置 1.0m 直径孔口	5.33	历时 6d
620.5~622.5	$1^{\#}$ 导流底孔改建成的 2m×2m 孔口	5.33	历时 1d，旁通孔封堵
622.5~705.0	坝身非常排沙底孔	5.33~28.03	历时 9.5 月，

可以看出，在初期下闸蓄水过程中，能够保障下游生态流量需求。但是，为降低工程需水流量急剧变化对下游河流生态的不利影响，建议水库蓄水后的头三天下泄流量需要呈现梯度变化特征，避免出现直接将下泄流量降低到 5.33m^3/s 的现象出现，给下游河道的鱼类等水生动物提供一个缓冲时间。

5.3.14 初期蓄水水文情势影响

（1）初期蓄水方案

东庄水库死水位 756m，汛期限制水位 780m，正常蓄水位 789m，死库容 14.4 亿 m^3。东庄水库初期蓄水期从第 7 年 11 月开始，水库蓄至死水位 756m 时初期蓄水结束。经初步分析，初期蓄水时间超过 12 个月，选取 50%、75%典型年组进行调节计算，以典型年组 11 月份起调，计算水库蓄至死水位 756m 时间，通过东庄水库对下游供水调节，分析东庄水库初期蓄水时间。

东庄水库对下游供水进行调节，50%保证率在第 4 年末蓄至死水位，初期蓄水期 48 个月；75%保证率在第 5 年末蓄至死水位，初期蓄水期 59 个月，调节计算结果见表 5.3-42、表 5.3-43。

表 5.3-42　50%典型年组（1958～1961）蓄水过程（单位：m^3/s、万 m^3）

年	月	径流	来水量	月初库容	库损	生态用水	生态用水流量	农业用水	月末库容	坝址下泄水量
1958	11	34.5	8942	0	0	1382	5.33	597	6964	1978
	12	18.3	4901	6964	56	1428	5.51	1893	8490	3320
	1	12.9	3455	8490	68	1428	5.51	2266	8183	3694
	2	16.9	4088	8183	65	1289	4.97	2778	8138	4068
	3	16.4	4393	8138	65	1428	5.51	2758	8281	4185
	4	15.9	4121	8281	66	2372	9.15	678	9286	3049
	5	14.1	3777	9286	74	2855	11.01	453	9681	3308
	6	12	3110	9681	77	3455	13.33	650	8609	4105
	7	28.9	7741	8609	69	4285	16.53	1051	10944	5337
	8	**185.7**	**49738**	**10944**	**88**	**10472**	**40.40**	**5013**	**45109**	**15485**
	9	23.3	6039	45109	361	1934	7.46	0	48854	1934
	10	11.7	3134	48854	391	1428	5.51	0	50169	1428
1959	11	12.3	3188	50169	401	1382	5.33	597	50978	1978
	12	8.6	2303	50978	408	1428	5.51	1893	49553	3320
	1	9.1	2437	49553	396	1428	5.51	2266	47900	3694
	2	9.6	2322	47900	383	1289	4.97	2778	45772	4068
	3	9.5	2544	45772	366	1428	5.51	2758	43765	4185
	4	9.6	2488	43765	350	2372	9.15	678	42854	3049
	5	10.1	2705	42854	343	2855	11.01	453	41908	3308
	6	6.9	1788	41908	335	3455	13.33	650	39256	4105
	7	52.5	14062	39256	314	4285	16.53	1031	47687	5317
	8	**85.3**	**22847**	**47687**	**381**	**10472**	**40.40**	**5013**	**54668**	**15485**
	9	21.2	5495	54668	437	1934	7.46	2207	55584	4141
	10	23.6	6321	55584	445	1428	5.51	2942	57091	4370
1960	11	15.1	3914	57091	457	1382	5.33	722	58445	2103
	12	9.7	2598	58445	468	1428	5.51	4540	54608	5967
	1	8.9	2384	54608	437	1428	5.51	2266	52861	3694
	2	11.2	2710	52861	423	1289	4.97	2778	51080	4068
	3	22.5	6026	51080	409	1428	5.51	2758	52513	4185
	4	13.2	3421	52513	420	2372	9.15	678	52465	3049
	5	13.1	3509	52465	420	2855	11.01	453	52246	3308
	6	24.4	6324	52246	418	3455	13.33	650	54048	4105
	7	**96.3**	**25793**	**54048**	**432**	**10472**	**40.40**	**1305**	**67632**	**11777**
	8	62.1	16633	67632	541	4285	16.53	6032	73406	10317
	9	66.9	17340	73406	587	1934	7.46	0	88225	1934
	10	140.7	37685	88225	706	1428	5.51	0	123777	1428
1961	11	62.9	16304	123777	990	1382	5.33	597	137112	1978
	12	26.5	7098	137112	1097	1428	5.51	4540	137146	5967
	1	12.1	3241	137146	1097	1428	5.51	3010	134852	4437
	2	12.3	2976	134852	1079	1289	4.97	3441	132019	4730
	3	14.2	3803	132019	1056	1428	5.51	5461	127877	6889
	4	13.5	3499	127877	1023	2372	9.15	4978	123004	7349
	5	9.5	2544	123004	984	2855	11.01	1132	120577	3987
	6	9.7	2514	120577	965	3455	13.33	5989	112683	9444
	7	**90.1**	**24132**	**112683**	**901**	**10472**	**40.40**	**1305**	**124137**	**11777**
	8	43.7	11705	124137	993	4285	16.53	6032	124532	10317
	9	46.2	11975	124532	996	1934	7.46	0	133576	1934
	10	71.8	19231	133576	1069	1428	5.51	0	150311	1428

表 5.3-43 75%典型年组（1976～1980）蓄水过程（单位：m^3/s、万 m^3）

年	月	径流	来水量	月初库容	库损	生态用水	生态用水流量	农业用水	月末库容	坝址下泄水量
1976	11	20.9	5417	0	0	1382	5.33	722	3314	2103
	12	19.8	5303	3314	27	1428	5.51	1893	5270	3320
	1	10.7	2866	5270	42	1428	5.51	2266	4400	3694
	2	15.3	3701	4400	35	1289	4.97	2778	3999	4068
	3	25.6	6857	3999	32	1428	5.51	5139	4257	6567
	4	17.2	4458	4257	34	2372	9.15	4642	1667	7014
	5	17.2	4607	1667	13	2855	11.01	1025	2381	3880
	6	14.6	3784	2381	19	3455	13.33	650	2041	4105
	7	189.2	50675	2041	16	10472	40.40	6907	35322	17378
	8	80.6	21588	35322	283	4285	16.53	6545	45797	10830
	9	37.3	9668	45797	366	1934	7.46	0	53164	1934
	10	18.7	5009	53164	425	1428	5.51	0	56320	1428
1977	11	17.7	4588	56320	451	1382	5.33	722	58354	2103
	12	14.9	3991	58354	467	1428	5.51	4216	56235	5643
	1	10.5	2812	56235	450	1428	5.51	2875	54295	4302
	2	11.6	2806	54295	434	1289	4.97	3250	52128	4539
	3	16.8	4500	52128	417	1428	5.51	5139	49644	6567
	4	8	2074	49644	397	2372	9.15	4642	44306	7014
	5	12.5	3348	44306	354	2855	11.01	1025	43420	3880
	6	22.6	5858	43420	347	3455	13.33	5989	39486	9444
	7	176.4	47247	39486	316	10472	40.40	1305	74641	11777
	8	53.7	14383	74641	597	4285	16.53	6032	78110	10317
	9	52.9	13712	78110	625	1934	7.46	2207	87055	4141
	10	28.8	7714	87055	696	1428	5.51	2942	89703	4370
1978	11	20.8	5391	89703	718	1382	5.33	689	92306	2071
	12	16	4285	92306	738	1428	5.51	4216	90210	5643
	1	11.6	3107	90210	722	1428	5.51	2875	88293	4302
	2	17.5	4234	88293	706	1289	4.97	3250	87281	4539
	3	19.7	5276	87281	698	1428	5.51	5461	84970	6889
	4	14.8	3836	84970	680	2372	9.15	4978	80777	7349
	5	9.8	2625	80777	646	2855	11.01	1132	78768	3987
	6	7.1	1840	78768	630	3455	13.33	6328	70195	9783
	7	99.8	26730	70195	562	10472	40.40	6907	78986	17378
	8	53.4	14303	78986	632	4285	16.53	6545	81826	10830
	9	27.3	7076	81826	655	1934	7.46	2207	84107	4141
	10	20	5357	84107	673	1428	5.51	2942	84421	4370
1979	11	12	3110	84421	675	1382	5.33	722	84753	2103
	12	11.5	3080	84753	678	1428	5.51	1893	83835	3320
	1	9.9	2652	83835	671	1428	5.51	2266	82122	3694
	2	13.3	3218	82122	657	1289	4.97	2778	80615	4068
	3	16.3	4366	80615	645	1428	5.51	5139	77769	6567
	4	7.1	1840	77769	622	2372	9.15	4642	71974	7014
	5	10.5	2812	71974	576	2855	11.01	1025	70330	3880
	6	19.9	5158	70330	563	3455	13.33	6328	65142	9783
	7	91.4	24481	65142	521	10472	40.40	6907	71723	17378
	8	90.9	24347	71723	574	4285	16.53	6545	84666	10830
	9	28.6	7413	84666	677	1934	7.46	2207	87261	4141
	10	21.6	5785	87261	698	1428	5.51	2942	87978	4370
1980	11	17.3	4484	87978	704	1382	5.33	722	89655	2103
	12	13.2	3535	89655	717	1428	5.51	4540	86506	5967
	1	10.9	2919	86506	692	1428	5.51	3010	84297	4437
	2	16.1	3895	84297	674	1289	4.97	3441	82787	4730
	3	21.4	5732	82787	662	1428	5.51	5139	81290	6567
	4	12.7	3292	81290	650	2372	9.15	4642	76918	7014

	5	7.8	2089	76918	615	2855	11.01	1025	74511	3880
	6	24.9	6454	74511	596	3455	13.33	6328	70586	9783
	7	55.9	14972	70586	565	4285	16.53	1305	79403	5590
	8	171	45801	79403	635	10472	40.40	6545	107552	17016
	9	204.4	52980	107552	860	1934	7.46	2207	155531	4141

（2）初期蓄水生态影响

初期蓄水期间（表 5.3-42、表 5.3-43），水库供水首先满足下游生态基流（一般期下泄 5.33m³/s，鱼类繁殖敏感期 4 月 15～6 月 15 日下泄 10.66m³/s，汛期 6 月 15～8 月 31 日下泄 15.99m³/s），然后满足下游泾惠渠灌区用水，多余的水量作为水库蓄水。在水库蓄水初期，泾惠渠渠首坝址下游河道保障河道生态流量（一般期生态流量、敏感期生态流量），同时在 7 月或 8 月能够下泄维持泾河重要湿地的漫滩流量 716m³/s（表 5.3-44～表 5.3-47），减轻水库蓄水对下游湿地的不利影响，但是需要加强初期蓄水期间的湿地生态监测，根据湿地生态系统的变化特征适时调整水库初期蓄水方案，降低初期蓄水的不利影响。

表 5.3-44 50%典型年（1959）8 月造蜂（单位：m^3/s、万 m^3）

日	径流	来水量	日初库容	库损	造峰流量	生态用水	农业用水	日末库容	坝址下泄流量
1	6.2	54	10944	3	0	138	162	10695	35
2	6.2	54	10695	3	0	138	162	10445	35
3	6.7	58	10445	3	0	138	162	10201	35
4	**509.5**	**4402**	**10201**	**3**	**716**	**138**	**162**	**8114**	**751**
5	442.4	3822	8114	2	0	138	162	11634	35
6	300.9	2600	11634	3	0	138	162	13931	35
7	427.8	3696	13931	4	0	138	162	17324	35
8	141.1	1219	17324	4	0	138	162	18238	35
9	43.3	374	18238	5	0	138	162	18308	35
10	24.1	208	18308	5	0	138	162	18211	35
11	7.3	63	18211	5	0	138	162	17970	35
12	4.7	41	17970	5	0	138	162	17706	35
13	28.8	249	17706	5	0	138	162	17650	35
14	46.9	405	17650	5	0	138	162	17751	35
15	52.7	455	17751	5	0	138	162	17902	35
16	211.1	1824	17902	5	0	138	162	19421	35
17	190.8	1649	19421	5	0	138	162	20765	35
18	257.3	2223	20765	5	0	138	162	22682	35
19	281.3	2430	22682	6	0	138	162	24807	35
20	149.8	1294	24807	6	0	138	162	25795	35
21	76.7	663	25795	7	0	138	162	26151	35
22	126.7	1095	26151	7	0	138	162	26939	35
23	48.4	418	26939	7	0	138	162	27050	35
24	202.6	1750	27050	7	0	138	162	28494	35
25	215.5	1862	28494	7	0	138	162	30048	35
26	366.5	3167	30048	8	0	138	162	32907	35
27	278.7	2408	32907	8	0	138	162	35007	35
28	141.9	1226	35007	9	0	138	162	35924	35
29	270.6	2338	35924	9	0	138	162	37953	35
30	694.5	6000	37953	10	0	138	162	43643	35
31	194.4	1680	43643	11	0	138	162	45012	35

表 5.3-45 50%典型年组（1960）8 月造蜂（单位：m^3/s、万 m^3）

日	径流	来水量	日初库容	库损	造峰流量	生态用水	农业用水	日末库容	坝址下泄流量
1	65.1	562	47687	12	0	138	162	47937	35
2	2.8	24	47937	12	0	138	162	47649	35
3	**991.6**	**8567**	**47649**	**12**	**716**	**138**	**162**	**49718**	**751**
4	263.8	2279	49718	13	0	138	162	51685	35
5	90.3	780	51685	13	0	138	162	52152	35
6	38.0	328	52152	13	0	138	162	52166	35
7	25.4	219	52166	13	0	138	162	52072	35
8	22.7	196	52072	13	0	138	162	51955	35
9	42.4	366	51955	13	0	138	162	52008	35
10	17.3	149	52008	13	0	138	162	51844	35
11	9.0	78	51844	13	0	138	162	51609	35
12	19.7	170	51609	13	0	138	162	51466	35
13	31.6	273	51466	13	0	138	162	51425	35
14	46.8	404	51425	13	0	138	162	51517	35
15	66.0	570	51517	13	0	138	162	51774	35
16	54.4	470	51774	13	0	138	162	51930	35
17	41.8	361	51930	13	0	138	162	51978	35
18	27.3	236	51978	13	0	138	162	51901	35
19	20.4	176	51901	13	0	138	162	51764	35
20	40.7	352	51764	13	0	138	162	51802	35
21	57.1	493	51802	13	0	138	162	51982	35
22	65.8	569	51982	13	0	138	162	52237	35
23	52.3	452	52237	13	0	138	162	52375	35
24	62.1	537	52375	14	0	138	162	52599	35
25	52.6	454	52599	14	0	138	162	52739	35
26	57.0	492	52739	14	0	138	162	52918	35
27	114.5	989	52918	14	0	138	162	53594	35
28	99.0	855	53594	14	0	138	162	54136	35
29	56.6	489	54136	14	0	138	162	54311	35
30	49.0	423	54311	14	0	138	162	54420	35
31	60.9	526	54420	14	0	138	162	54632	35

表 5.3-46　50%典型年组（1961）7 月造蜂（单位：m^3/s、万 m^3）

日	径流	来水量	日初库容	库损	造峰流量	生态用水	农业用水	日末库容	坝址下泄流量
1	112.6	973	54048	14	0	138	42	54826	21
2	**601.8**	**5200**	**54826**	**14**	**716**	**138**	**42**	**53645**	**737**
3	171.7	1483	53645	14	0	138	42	54934	21
4	91.1	787	54934	14	0	138	42	55527	21
5	67.3	581	55527	14	0	138	42	55914	21
6	56.7	490	55914	14	0	138	42	56209	21
7	59.2	511	56209	15	0	138	42	56525	21
8	45.7	395	56525	15	0	138	42	56725	21
9	40.8	353	56725	15	0	138	42	56883	21
10	25.9	224	56883	15	0	138	42	56912	21
11	19.1	165	56912	15	0	138	42	56882	21
12	96.3	832	56882	15	0	138	42	57519	21
13	177.7	1535	57519	15	0	138	42	58859	21
14	290.2	2507	58859	15	0	138	42	61171	21
15	216.5	1871	61171	16	0	138	42	62845	21
16	253.6	2191	62845	16	0	138	42	64840	21
17	131	1132	64840	17	0	138	42	65774	21
18	83.2	719	65774	17	0	138	42	66296	21
19	59.3	512	66296	17	0	138	42	66611	21
20	43.1	372	66611	17	0	138	42	66786	21
21	85.6	740	66786	17	0	138	42	67328	21
22	65.1	562	67328	17	0	138	42	67692	21
23	36.8	318	67692	17	0	138	42	67813	21
24	26.1	226	67813	18	0	138	42	67840	21
25	37.1	321	67840	18	0	138	42	67963	21
26	27	233	67963	18	0	138	42	67998	21
27	18.9	163	67998	18	0	138	42	67964	21
28	14.4	124	67964	18	0	138	42	67890	21
29	12.3	106	67890	18	0	138	42	67799	21
30	10.3	89	67799	17	0	138	42	67690	21
31	8.5	73	67690	17	0	138	42	67566	21

表 5.3-47 50%典型年组（1962）7 月造蜂（单位：m^3/s、万 m^3）

日	径流	来水量	日初库容	库损	造峰流量	生态用水	农业用水	日末库容	坝址下泄流量
1	67.8	586	112683	29	0	138	42	113059	21
2	**44.6**	**385**	**113059**	**29**	**716**	**138**	**42**	**107049**	**737**
3	83.9	725	107049	28	0	138	42	107566	21
4	58.6	506	107566	28	0	138	42	107864	21
5	27.0	233	107864	28	0	138	42	107889	21
6	27.5	238	107889	28	0	138	42	107919	21
7	8.7	75	107919	28	0	138	42	107786	21
8	120.1	1038	107786	28	0	138	42	108615	21
9	69.7	602	108615	28	0	138	42	109009	21
10	32.6	282	109009	28	0	138	42	109082	21
11	11.1	96	109082	28	0	138	42	108970	21
12	3.9	34	108970	28	0	138	42	108795	21
13	3.5	30	108795	28	0	138	42	108617	21
14	12.5	108	108617	28	0	138	42	108516	21
15	16.3	141	108516	28	0	138	42	108449	21
16	22.9	198	108449	28	0	138	42	108438	21
17	22.0	190	108438	28	0	138	42	108420	21
18	21.0	181	108420	28	0	138	42	108393	21
19	23.5	203	108393	28	0	138	42	108388	21
20	65.4	565	108388	28	0	138	42	108745	21
21	42.6	368	108745	28	0	138	42	108904	21
22	14.7	127	108904	28	0	138	42	108823	21
23	107.9	932	108823	28	0	138	42	109547	21
24	454.2	3924	109547	28	0	138	42	113262	21
25	300.7	2598	113262	29	0	138	42	115651	21
26	142.3	1229	115651	30	0	138	42	116670	21
27	441.1	3811	116670	30	0	138	42	120271	21
28	304.5	2631	120271	31	0	138	42	122690	21
29	128.9	1114	122690	32	0	138	42	123592	21
30	66.4	574	123592	32	0	138	42	123954	21
31	47.5	410	123954	32	0	138	42	124152	21

（3）初期蓄水对下游湿地影响

为分析东庄水库初期蓄水调度下泄情形下对于泾河下游滩地湿地植被的影响，采用平面二维数学模型量预测不同保证率蓄水情景下，泾河下游湿地所在河

道漫滩范围变化情况。预测采用丹麦水利研究所(DHI)开发的 MIKE21 水动力学、水质模型，主要使用 MIKE21 中的 HD（水动力学）模块。

根据工程可研初期蓄水方案,50%保证率情形下于第 4 年 10 月份蓄至死水位，初期蓄水期 48 个月；75%保证率于第 5 年 9 月份蓄至死水位，初期蓄水期 59 个月。考虑下游湿地植被主要生长时期，对 50%保证率、75%保证率两种情形下以初期蓄水期建库前后最大的流量变化值作为模型边界条件进行模拟。经整理，共 4 种工况进行分别对比计算。模型计算具体工况见表 5.3-48。

表 5.3-48 东庄水库建设前后初期蓄水下泄流量计算工况

蓄水期	建库前	建库后	对应月份
50%保证率	185.70m^3/s	57.81m^3/s	第 1 年 8 月
75%保证率	197.80m^3/s	15.98m^3/s	第 5 年 9 月

1）泾河下游河道漫滩范围影响分析

工程建设前后不同保证率下初期蓄水期间泾河下游河道漫滩范围变化情况见表 5.2-49、图 5.2-49。

表 5.2-49 不同保证率初期蓄水方案建库前后泾河下游河道漫滩变化

蓄水期	建库前（km^2）	建库后（km^2）	变化（km^2）	变化比例（%）
50%保证率	5.86	4.31	-1.55	-26.47%
70%保证率	5.88	3.31	-2.57	-43.66%

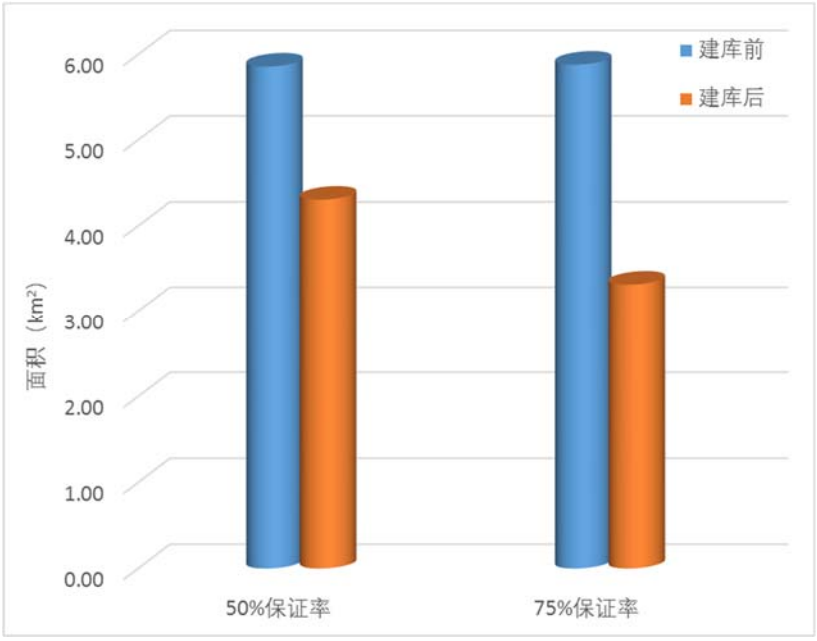


图 5.2-49 不同保证率下建库前后泾河下游河道漫滩变化

对应 50%保证率初期蓄水下泄方案，未建东庄水库前，泾河下游河道漫滩面

积 5.86km^2,初期蓄水期间，泾河下游河道流量最大变化由 185.7m^3/s 减小为57.81m^3/s，漫滩面积有所减少，下游河道漫滩面积变为 4.31km^2，减少 1.55km^2，减少面积比例 26.47%。50%保证率工程建设前后泾河下游河道漫滩变化情况分别见图 5.2-50、图 5.2-51。

对应 75%保证率初期蓄水下泄方案，未建东庄水库工程前，泾河下游河道漫滩面积 5.88km^2,初期蓄水期间，泾河下游河道流量最大变化由 197.8m^3/s 减小为15.98m^3/s，漫滩面积有所减少，下游河道漫滩面积变为 3.31km^2，减少 2.57km^2，减少面积比例 43.66%。75%保证率工程建设前后泾河下游河道漫滩变化情况分别见图 5.2-52、图 5.2-53。

可以看出，对于 50%保证率和 75%保证率的初期蓄水下泄方案，75%保证率下游河道水量减少变化相对较大，下游河道水面漫滩面积减小变化较大，减少比例为 43.66%。

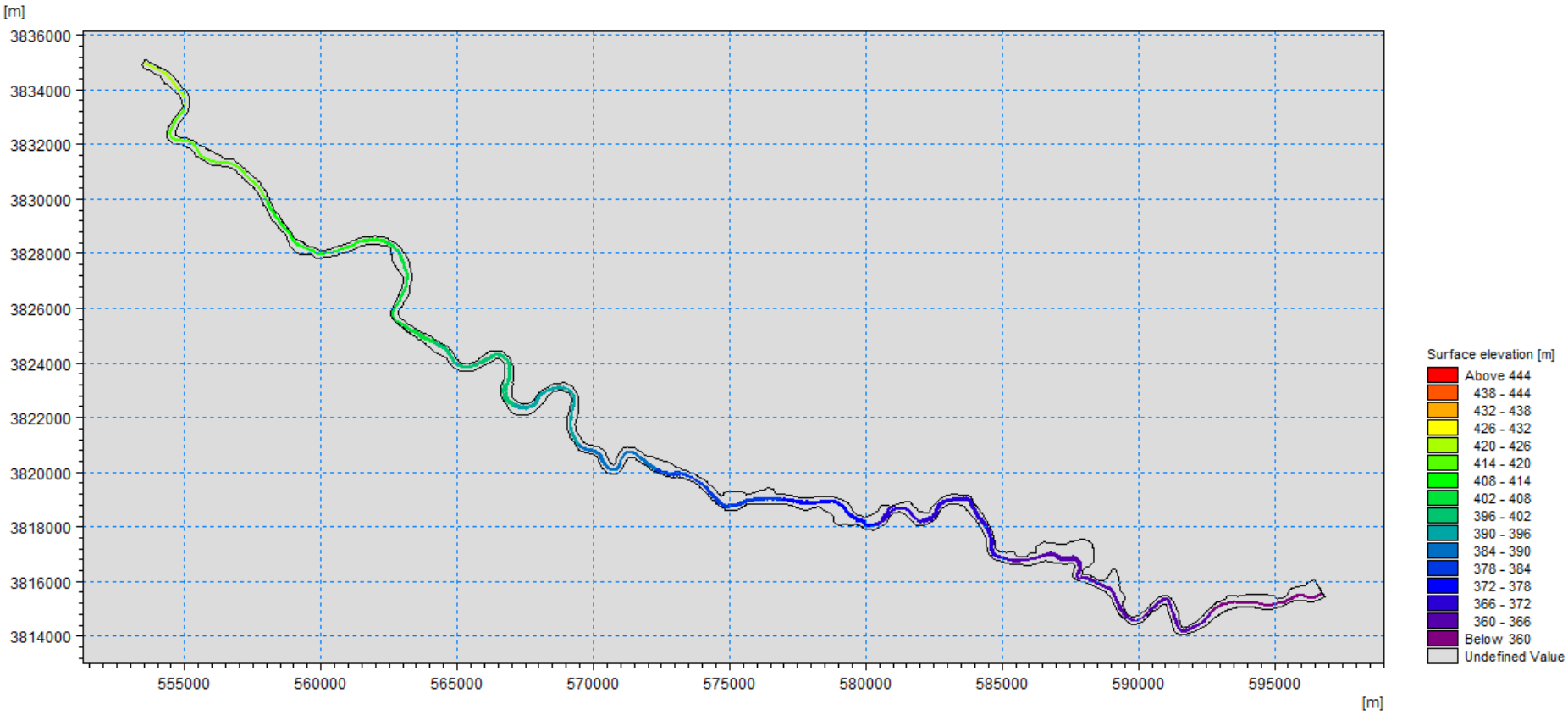


图 5.2-50 50%保证率初期蓄水前泾河下游河道漫滩范围

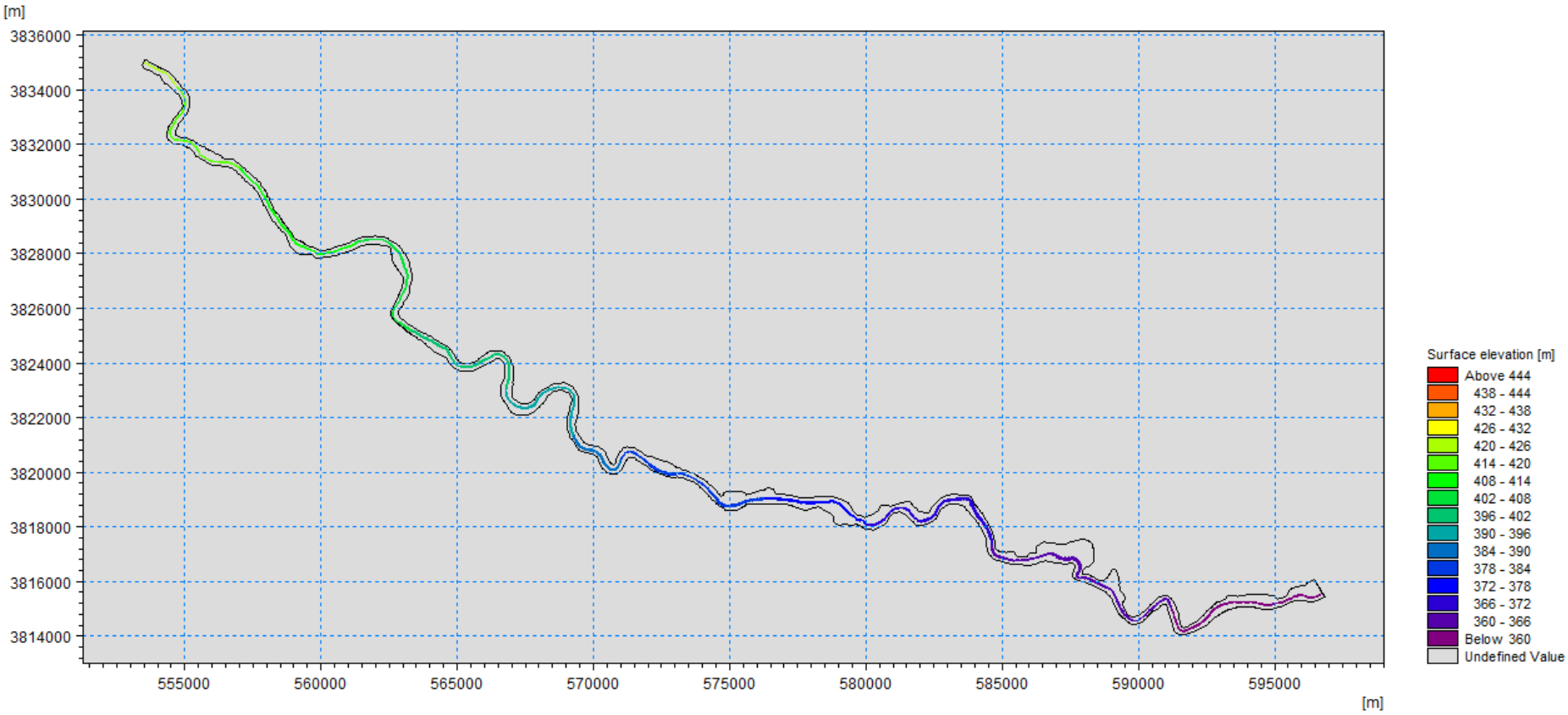


图 5.2-51 50%保证率初期蓄水后泾河下游河道漫滩范围

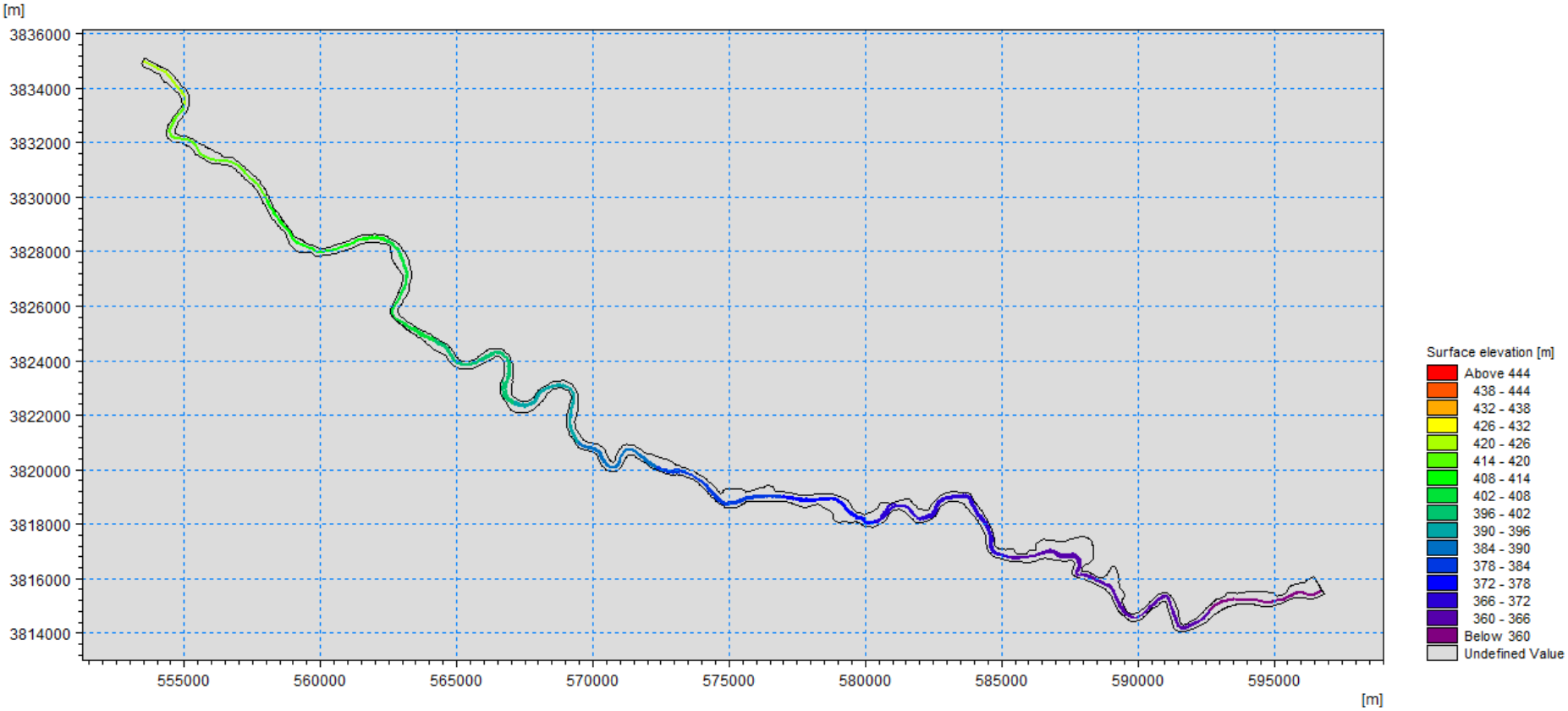


图 5.2-52　75%保证率初期蓄水前泾河下游河道漫滩范围

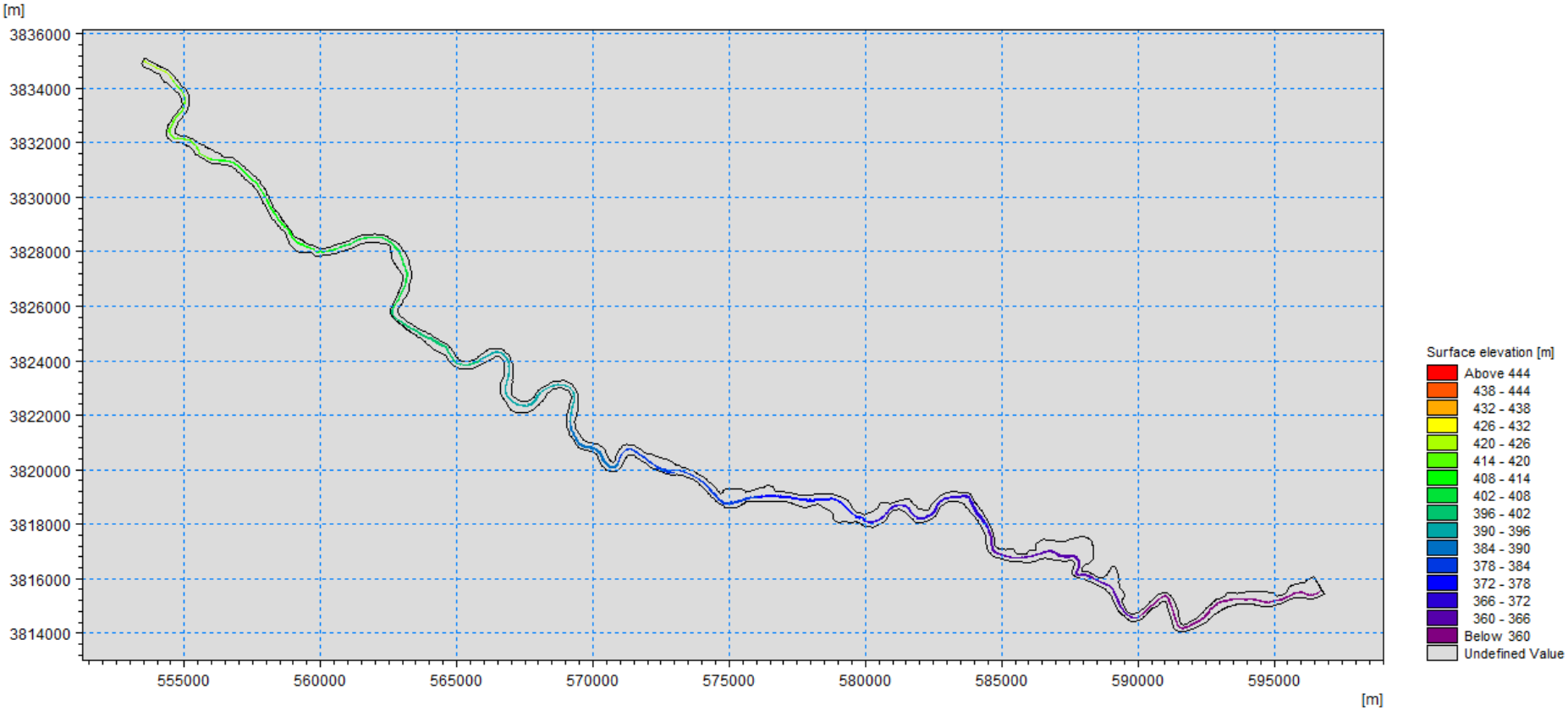


图 5.2-53　75%保证率初期蓄水后泾河下游河道漫滩范围

2）对下游各湿地类型漫滩面积的影响

将上述模型计算的初期蓄水不同保证率的水面与下游河流湿地范围进行GIS空间叠加分析，得到不同保证率下初期蓄水前后湿地类型漫滩面积变化特征。

50%保证率初期蓄水，初期蓄水期间河流水面漫滩面积有所减少，湿地面积在工程前后变化情况见表 5.2-47。可以看出，受到影响较大的湿地类型为河流水面，由蓄水前的 3.65km^2 减少为 2.81km^2，减少面积 0.84km^2，占工程前面积17.58%；其次为拂子茅低湿地草甸，由工程前的 0.42km^2 减少为 0.22km^2，减少面积 0.20km^2，占 4.13%；处于第三位的为芦苇-拂子茅低湿地草甸，减少漫滩面积0.12km^2，占 4.10%。50%保证率初期蓄水前后湿地面积变化情况见图 5.2-54、图5.5-55。

表 5.2-47　50%保证率初期蓄水前后下游各湿地类型面积及比例变化

湿地类型	工程前（km^2）	工程后（km^2）	变化（km^2）	占总面积比例
拂子茅低湿地草甸	0.42	0.22	-0.20	-4.13
芦苇低湿地草甸	0.31	0.19	-0.12	-2.51
芦苇-拂子茅低湿地草甸	0.42	0.23	-0.20	-4.10
芦苇-狗牙根低湿地草甸	0.14	0.09	-0.05	-1.02
河流水面	3.65	2.81	-0.84	-17.58
裸滩地（无植被）	0.91	0.76	-0.15	-3.12

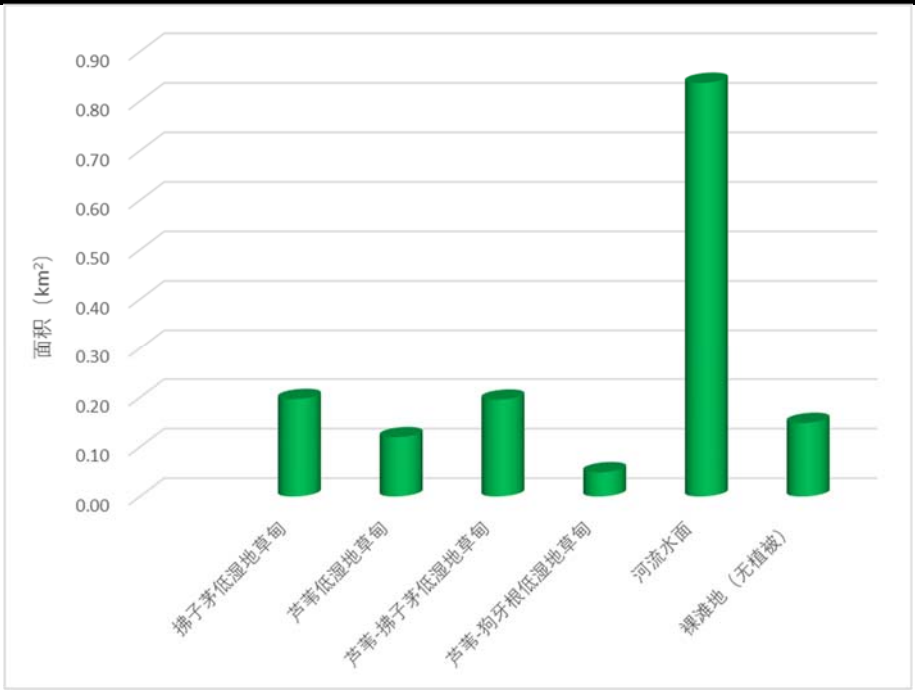


图 5.2-54　50%保证率初期蓄水前后各湿地类型面积变化

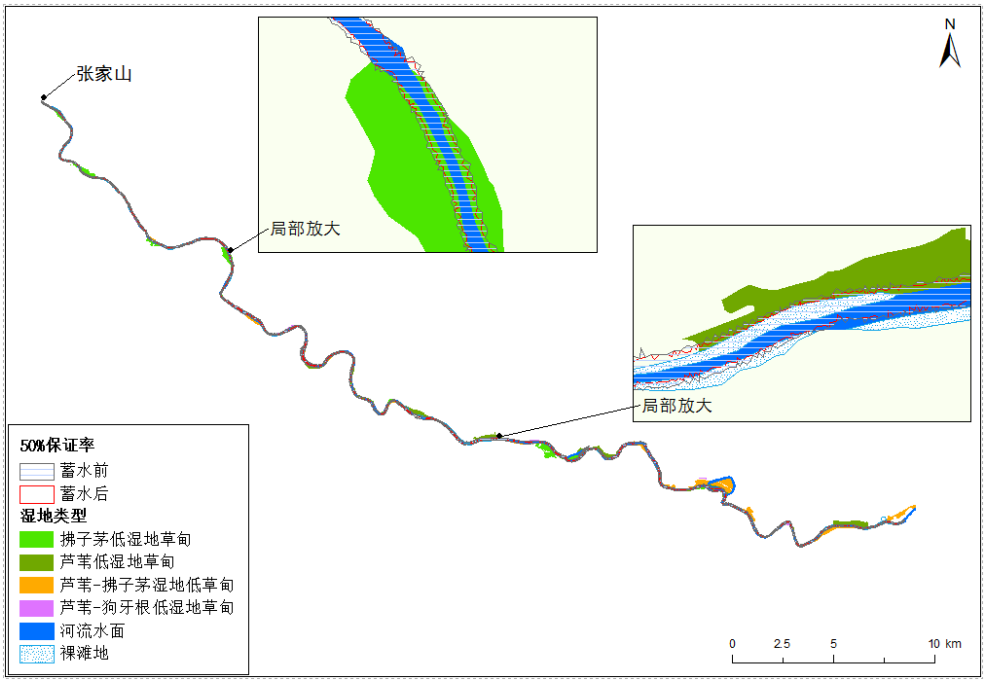


图 5.2-55　50%保证率初期蓄水前后下游各湿地类型面积空间变化

对于 75%保证率初期蓄水，由于工程调节，初期蓄水期间河流水面漫滩面积有所减少，湿地面积在工程前后变化情况见表 5.2-48。可以看出，受到影响较大湿地类型为河流水面，由蓄水前的 3.66km^{2}减少为 2.40km^2，减少面积 1.26km^2，占工程前面积 26.55%；其次为无植被的裸滩地，由工程前的 0.92km^2 减少为 0.47km^2，减少漫滩面积 0.45km^2，占 9.41%；处于第三位的为芦苇-拂子茅低湿地草甸，减少漫滩面积 0.29km^2，占 6.04%。75%保证率初期蓄水前后湿地面积变化情况见图 5.2-56、图 5.2-57。

表 5.2-48 75%保证率初期蓄水前后下游各湿地类型面积及比例变化

湿地类型	工程前（km^2）	工程后（km^2）	变化（km^2）	占总面积比例
拂子茅低湿地草甸	0.42	0.13	-0.29	-6.04%
芦苇低湿地草甸	0.31	0.11	-0.20	-4.15%
芦苇-拂子茅低湿地草甸	0.43	0.14	-0.29	-6.08%
芦苇-狗牙根低湿地草甸	0.14	0.06	-0.09	-1.81%
河流水面	3.66	2.40	-1.26	-26.55%
裸滩地（无植被）	0.92	0.47	-0.45	-9.41%

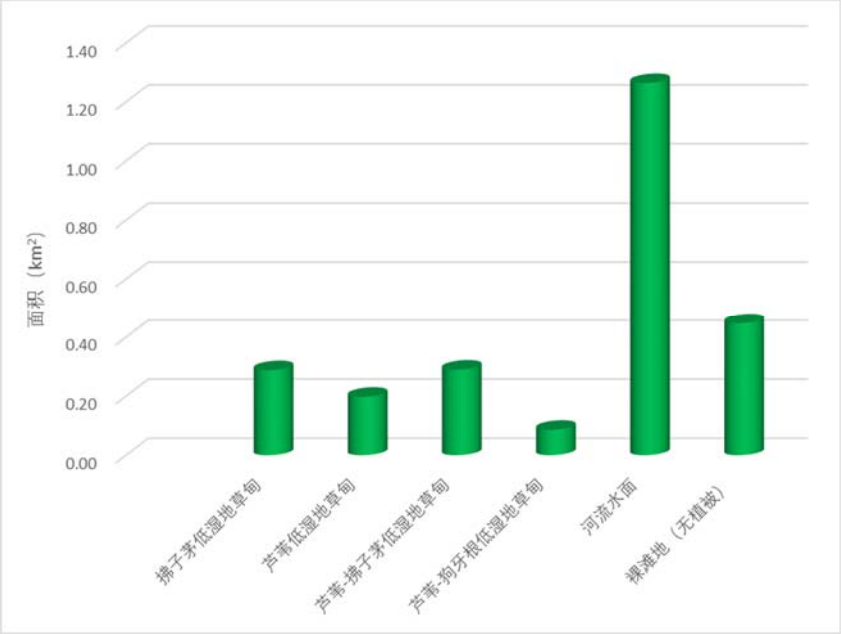


图 5.2-56 75%保证率初期蓄水前后各湿地类型面积变化

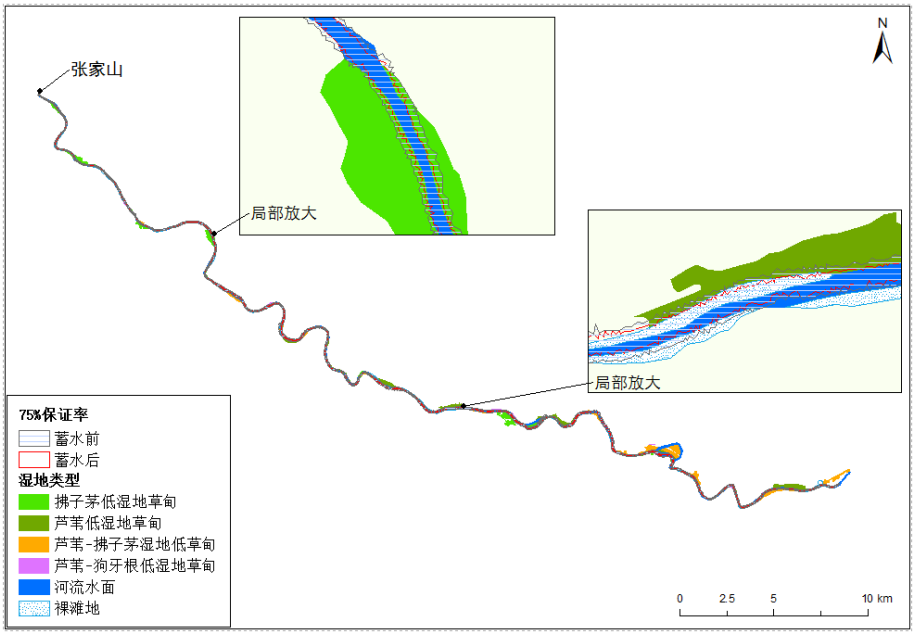


图 5.2-57　75%保证率初期蓄水前后下游各湿地类型面积空间变化

可以看出，受工程初期蓄水影响，工程蓄水前后泾河下游湿地变化较为明显湿地类型为河流水面、裸滩地和芦苇-拂子茅低湿地草甸，相对而言湿地植被面积在工程前后的面积均变化相对较小（变化幅度均小于 7%）。同时考虑到工程初期蓄水调节运用中考虑下游河道漫滩流量需求，在调节中具有超过下游湿地漫滩阈值流量（716m^3/s）的流量过程，因此工程初期蓄水不会对于下游湿地带来较大不利影响。鉴于泾河下游湿地为河道河滩湿地类型特点，需要按照河滩湿地漫

滩流量需求的生态调度洪水漫滩过程进行流量过程调节，以减缓工程初期蓄水对于下游湿地的不利影响。

5.3.15 施工期水文情势影响

（1）施工导流流量变化影响

根据工程施工安排，施工导流时段从第三年 10 月初到第七年 11 月初，上游来水从导流洞过流，围堰或大坝挡水。第三年 10 月初截流，截流标准为 10 月的 10 年一遇月平均流量，相应设计流量 115m^3/s；第四、五年汛期由全年围堰挡水，导流洞泄流，导流标准为 10 年一遇设计洪水标准，设计流量 5300 m^3/s；第六、七年汛期由大坝挡水，导流洞及导流底孔泄流，度汛标准分别为 50 年和 100 年一遇设计洪水标准，设计流量分别为 11000 m^3/s、13600 m^3/s。截流水力计算参数见表 5.3-52。

表 5.3-52 导流洞截流水力计算指标

龙口宽 B	上游水位 Hu	龙口流量 Q	泄水建筑物分流量 Q'	截流落差 Z	龙口平均流速 V	龙口单宽流量 q	龙口单宽功率 N	龙口轴线处水深 Hlk
m	m	m^3/s	m^3/s	m	(m/s	m^3/s/m	KN*m/(s*m)	m
30	593.09	113.66	1.34	1.52	4.12	11.45	170.76	2.78
28	593.4	107.45	7.55	1.83	4.33	12.98	233.36	3
26	593.74	98.03	16.97	2.17	4.53	14.69	312.42	3.24
24	594.1	84.66	30.34	2.53	4.72	16.6	411.6	3.51
22	594.43	69.69	45.31	2.86	4.52	14.78	415.15	3.27
20	594.72	54.98	60.02	3.15	4.33	12.92	399.79	2.98
18	594.98	41.02	73.98	3.41	4.1	10.94	366.33	2.67
16	595.2	28.37	86.63	3.63	3.83	8.91	317.79	2.33
14	595.39	17.39	97.61	3.82	3.51	6.88	257.63	1.96
12	595.53	8.57	106.43	3.96	3.13	4.87	189.3	1.56
10	595.63	2.2	112.8	4.06	2.66	2.98	118.79	1.12
8	595.69	1.3	113.7	4.12	2.03	1.33	53.7	0.65
6	595.71	0	115.0	4.14	0.99	0.16	6.4	0.16
4	595.71	0	115.0	4.14	0	0	0	0
2	595.71	0	115.0	4.14	0	0	0	0
0	595.71	0	115.0	4.14	0	0	0	0

从表5.3-52可知，截流期间，设计来流量115.0m^3/s，龙口宽度从30m逐渐缩小为0m，龙口分流量从113.66m^3/s减少至0m^3/s，导流洞分流量逐渐加大，从1.34m^3/s逐渐加大至115m^3/s，到导流洞出口天然河道泄流量依然为115.0m^3/s，由于围堰堰前有一定库容，对上游来流量有一定的调蓄作用，导流洞出口流量比上游来水量有所减少，但是河道不会出现断流状况，以及截流期避开鱼类繁殖敏感期，工程截流对河流自然水文情势影响轻微，以及影响时间有限，不会对下游河流和湿地生态系统造成明显的不利影响。

（2）施工导流期间天然河道水位、流量及流速变化影响

施工导流期间，围堰挡水、导流洞泄流，围堰堰前有一定库容，对上游来流量有一定调蓄作用，导流洞出口流量比上游来水量有所减少，对应出口水位有所减小，但围堰堰前水位较高，导流洞出口流速增大。通过对比导流前后的水位、流量及流速（表5.3-53），可以看出上游围堰区域水位增加，导流洞出口处流速增加，可能造成局部河床冲刷，可能对冲刷区域底栖动物、鱼类栖息造成不利影响。

表 5.3-53 截流前后水力指标变化

洪水标准	流量	天然河道		导流		
		导流洞出口水位	导流洞出口流速	围堰水位	导流洞出口水位	导流洞出口流速
10年	5300.00	614.17	5.9	638.02	611.32	12.8
50年	11000.00	624.57	8.5	661.18	619.11	15.8
100年	13600.00	628.45	9.1	682.17	616.83	21.6

5.4 水环境影响预测与评价

5.4.1 东庄水利枢纽工程水温影响预测与评价

（1）水库水温结构判断

1）径流—库容法（α—β 判别法）

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年径流量}}{\text{水库总库容}}$$

$$\beta = \frac{\text{一次供水量}}{\text{水库总库容}}$$

当 α<10 时，水库水温结构为稳定分层型；当 10<α<20 时，水库水温结构为不稳定分层型；当 α>20 时，水库水温结构为混合型。

东庄水库总库容为 32.76 亿 m^3（拦沙期），根据设计单位提供的长系列（1957～1999）调度数据，水库多年平均入库径流量 120857.7 万 m^3，由此可得 α=0.37，由此判断东庄水库水温结构为稳定分层型。

2）密度佛汝德数判别法

密度佛汝德数判别公式为

$$F_r = \frac{u}{\left(\frac{\Delta\rho}{\rho_0} gd\right)^{1/2}}$$

式中$u = \frac{Q}{bd}$，d 为水库的平均深度；b 为水库平均宽度；Q 为通过水库的流量；Δρ 为深度 d 范围的密度差；ρ_0 为参考密度。

因为资料限制，采用公式的另一种形式如下：

$$F_r = 320\frac{LQ}{HV}$$

式中：F_r为密度佛汝德数；L 为水库长度（m）；Q 为入库流量（m^3/s）；H 为平均水深（m）；V 为蓄水体的体积（m^3）；当F_r<0.1 时，水库水温结构为分层型；当 0.1<F_r<1 时，水库水温结构为过渡型；当F_r>1 时，水库水温结构为混合型。

东庄水库回水长度 96.67km，总库容 32.76 亿 m^3（拦沙期），水库平均水深 101m，坝址处多年平均流量 53.3m^3/s，计算得到F_r=0.0036<0.1，为分层型。

3）水库水温宽深比判别法

水库水温宽深比判别法公式为：

$$R = B/H$$

式中，B 为水库水面平均宽度；H 为水库平均水深。当 H>15m，R>30 时，水库水温结构为混合型；当 R<30 时，水库水温结构为分层型。

东庄水库平均水深 101m，平均水面宽度约 702m，经计算 R=6.95<30，水库水温结构为分层型。

（2）水库水温预测模型

为定量分析东庄水利枢纽运行后库区水温结构状况及水库运行对原天然河道水温的影响，采用 MIKE3 三维商业软件模型预测东庄水库水温影响。

为定量分析东庄水利枢纽运行后库区水温结构状况及水库运行对原天然河道水温的影响，采用 MIKE3 三维商业软件模型预测东庄水库水温影响。

1）基本方程

三维水温模型基本方程组由纳维—斯托克斯方程水流方程、传热方程和状态方程组成：

$$\begin{cases} \dfrac{1}{\rho c_s^2}\dfrac{\partial p}{\partial t}+\dfrac{\partial u_j}{\partial x_j}=SS \\ \dfrac{\partial u_i}{\partial t}+\dfrac{\partial (u_i u_j)}{\partial x_j}+2\Omega_{ij}u_j=-\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x_j}+g_i+\dfrac{\partial}{\partial x_j}\left[\nu_T\left\{\dfrac{\partial u_i}{\partial x_j}+\dfrac{\partial u_j}{\partial x_i}\right\}-\dfrac{2}{3}\delta_{ij}k\right]+u_i SS \\ \dfrac{\partial T}{\partial t}+\dfrac{\partial}{\partial x_j}(Tu_j)=\dfrac{\partial}{\partial x_j}(D_T\dfrac{\partial T}{\partial x_j})+SS \\ \rho=f(p,t) \end{cases}$$

式中：t 为时间；ρ 为水的密度；c_s 为水的状态系数；u_i 为 x_i 方向的速度分量；Ω_{ij} 为柯氏张量；p 为压力；g_i 为重力矢量；ν_T 为湍动粘性系数；δ 为克罗奈克函数（当 i=j 时 δ_{ij}=1；当 i≠j 时 δ_{ij}=0）；k 为湍动能；T 为温度；D_T 为温度扩散系数；Cp 为等压比热；Q_H 为水汽界面热交换方程式；SS 为源汇项。

温度是密度和压力的函数，对于不可压缩的水体来说，忽略压力对密度的影响，密度和温度的函数关系可近似为：

$$\rho = (0.102027692\times10^{-2} + 0.667737262\times10^{-7}\times T - 0.905345843\times10^{-8}\times T^2 + 0.864372185\times10^{-10}\times T^3 - 0.642266188\times10^{-12}\times T^4 + 0.105164434\times10^{-17}\times T^7 - 0.104868827\times10^{-19}\times T^8)\times9.8\times10^5$$

水温不同，水密度也不同。在密度变化较小的浮力流问题中，密度变化可以表示为温度变化的线性函数：

$$\frac{\rho-\rho_s}{\rho_s} = -\beta(T-T_s) = -\beta\Delta T$$

式中，β 为等压膨胀系数，ρ_s、Ts 为参考状态的密度和温度。MIKE 3 系统中水温与密度数学关系式按照 UNESCO 标准，温度变化范围在-2.1~ 40.0℃之间。

水温模拟中，垂向上的温度差异引起水体的密度差，导致水体在垂向上出现浮力流，改变了流场结构，反过来又影响水温分布。在密度变化不大的浮力流问题中，通常是采用 Boussinesq 假定，只在重力项中考虑密度的变化，水流控制方程的其他项中不考虑浮力作用。

温度扩散由三部分组成：分子扩散 υm、离散 υD 和紊动扩散 D_{ν_T}，所以温度扩散系数是三部分扩散系数的和：

$$DT=\upsilon m+\upsilon D+D_{\nu_T}$$

一般来说，分子扩散作用很小，可以忽略不计，而由流速分布不均引起的离散相对于紊流引起的扩散也是很小的。因此，温度扩散主要为紊动扩散引起，温度扩散系数 DT 与水流涡粘系数成比例，数学表达式为：

$$D_T = \frac{\nu_T}{\sigma_T}$$

式中，σ_T 为温度 Prandtl 数，$1/\sigma_T$ 为比例系数，称为扩散因子。

2）紊流模型

水流运动的绝大部分为紊流（或称湍流）。紊流是三维空间中的不规则、非定常、带旋转的高度复杂流体运动。大多数学者还是由纳维—斯托克斯方程出发来研究和模拟紊流。1895 年雷诺提出了著名的雷诺分解，将紊流场中某一变量的瞬时值分解为该变量的时间平均值加上一个脉动值之和，据此对 N-S 方程做时均处理，推导出紊流时均流动的基本方程—雷诺方程式。应用雷诺方程式研究和分析紊流问题也成为迄今为止主要的技术途径之一。相比 N-S 方程，雷诺方程式

中增加了雷诺应力项$-\rho\overline{u_i'u_j'}$而导致出现不封闭问题，因此应用雷诺方程研究紊流的核心任务就是寻求封闭方程组，也就是常说的建立各类紊流模型，从而确定出雷诺方程附加项的关系式或方程式，实现对紊流问题的定量分析。20 世纪 20 年代以来发展形成了多种紊流模型来封闭雷诺方程组，可基本分为两大类：一类是利用半经验理论来建立雷诺应力与时均流速的关系，而不增加基本方程的数目，主要是通过涡粘性系数概念把雷诺应力与时均速度梯度联系起来，因此也称为涡粘性系数模式；另一类是抛弃涡粘性的概念，增加方程式的数目，而使方程组封闭，通过直接推导雷诺应力的精确输运方程来求解雷诺应力，对雷诺应力的不同模化，就得到了各种各样的雷诺应力模型，也称为雷诺应力模式。

紊流模型有常涡粘系数、Smagorinsky 公式、k 模型、k- 模型、水平向二维 Smagorinsky 公式垂向一维 k- 混合模型等不同模式。

Smagorinsky 紊流模型数学方程式为：

$$\nu_T = C_{sm}\Delta s\sqrt{S_{ij}\cdot S_{ji}}$$

$$S_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)$$

k 模型数学方程式为：

$$\frac{\partial k}{\partial t}+u_i\frac{\partial k}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(\frac{\nu_T}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x_i}\right)+\nu_T\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\beta g_i\frac{\nu_T}{\sigma_T}\frac{\partial \phi}{\partial x_i}-c_D\frac{K^{3/2}}{l}$$

k- 模型数学方程式为：

$$\frac{\partial k}{\partial t}+u_i\frac{\partial k}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(\frac{\nu_T}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x_i}\right)+\nu_T\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\beta g_i\frac{V_T}{\sigma_T}\frac{\partial \phi}{\partial x_i}-\varepsilon$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t}+u_i\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(\frac{\nu_T}{\sigma_s}\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i}\right)+c_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}\left(\nu_T\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+c_{3\varepsilon}\beta g_i\frac{\nu_T}{\sigma_T}\frac{\partial \phi}{\partial x_i}\right)-c_{2\varepsilon}\frac{\varepsilon^2}{k}$$

水平向二维 Smagorinsky 公式垂向一维 k- 混合模型在水平 x 和 y 方向采用 Smagorinsky 公式，在垂向 z 方向采用一维 k- 模型，垂向一维 k- 模型数学方程式为：

$$\frac{\partial k}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\nu_T}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial z}\right)+P+G-\varepsilon$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\nu_T}{\sigma_s}\frac{\partial \varepsilon}{\partial z}\right)+c_{1s}\frac{\varepsilon}{k}(P+c_{3s}G)-c_{2s}\frac{\varepsilon^2}{k}$$

式中，P 为剪切产生项，$P = \nu_T\left\{\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2+\left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2\right\}$；

G 为浮力产生项，$G = \frac{g}{\rho}\frac{\nu_T}{\sigma_T}\frac{\partial \rho}{\partial z}$。

3）热交换方程

温度传输方程的实质是描述热量$\varphi=\rho C_p T$在水体中的传播、交换过程。除了随水流运动产生的热量对流、扩散作用影响水温分布外，外部热源主要是太阳、大气等通过水气界面与水体产生热量交换过程，这也是引起水温变化的主要因素。

水体热量交换主要是通过辐射、传导、蒸发以及外部入出流等形式，软件系统中热交换过程主要包括有太阳的短波辐射、大气和水面的长波辐射、水体蒸发潜热、感热等，热交换过程基本反应方程式为：

$$Q_H = q_{io}+q_{ss}+q_p-q_c+q_s-q_{sr}-q_{su}+q_l-q_{lr}-q_{lu}+q_g+q_{sed}-q_v$$

式中，q_{io}为入、出流带入、带出的热量；q_{ss}为源、汇项带入、带出的热量；q_p为降雨带入的热量；q_c为水气界面感热；q_s为太阳短波辐射；q_{sr}为水面反射的太阳短波辐射；q_{su}为水体散发的短波辐射；q_l为水面吸收的大气长波辐射；q_{lr}为水面反射的长波辐射；q_{lu}为水体散发的长波辐射；q_g为水体与岸壁交换热量；q_{sed}水体与泥沙交换热量；q_v为蒸发潜热。

在水库水文计算中忽略了水体与河床、泥沙的热量交换，即$q_g \quad q_{sed}$。外部入、出流产生的热量由进出流量和水温决定。短波辐射、长波辐射、感热、蒸发潜热过程的热量计算方程分述如下。

① 短波辐射

太阳的短波辐射大部分被臭氧层吸收，小部分到达地球表面。短波辐射强度与到太阳的距离、方位角、纬度、地球外的太阳辐射、云量和大气中的水汽量等有关。

地球外的太阳短波辐射热量为：

$$H_0 = \frac{24}{\pi} q_{sc}\ E_0 \cos(\phi)\cos(\delta)\ \left(\sin(\omega_{sr})-\omega_{sr}\cos(\omega_{sr})\right)$$

式中，q_{sc} 为太阳常数，E_0 为地球与太阳间的距离系数，φ 为纬度，δ 为太阳方位角，决定着日长和太阳辐射的季节变化，ω_{sr} 为日出角度。

有云条件下的太阳短波辐射热量 H 计算式为

$$\frac{H}{H_0}=a_2+b_2\frac{n}{N_d}$$

式中，n 为日照时数，N_d 为日长，$N_d=\frac{24}{\pi}\arccos(-\tan\phi\tan\delta)$。

平均每小时到达地球表面的太阳短波辐射热量为：

$$q_s=\frac{H}{H_0}q_0\{(0.409+0.5016\sin(\omega_{sr}-\frac{\pi}{3}))+(0.6609-0.4767\sin(\omega_{sr}-\frac{\pi}{3}))\cos\omega_i\}$$

式中：

$$q_0=q_{sc}E_0(\sin\phi\sin\delta+\frac{\pi}{24}\sin\frac{\pi}{24}\cos\phi\cos\delta\cos\omega_i)$$

$$\omega_i=\frac{\pi}{12}\{12+\text{夏令时调整值}\frac{E_t}{60}\frac{4}{60}(L_S-L_E)-\text{当地时间}\}$$

其中，E_t 为时间方程，L_S 为不同时区的标准经度，L_E 为当地经度。

到达水面的太阳短波辐射的一部分被水面反射回大气而分散损失掉，反射系数为 α，反射系数与入射角 i 和反射角 r 有关：

$$\alpha=\frac{1}{2}\left(\frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)}+\frac{\tan^2(i-r)}{\tan^2(i+r)}\right)$$

水面反射的太阳短波辐射为：$q_{sr}=\alpha q_s$。α 值一般在 5～40%。

太阳的短波辐射到达水体后，一部分停滞在水体表层，其余部分热量服从比尔定律在水深方向衰减：

$$I(d)=(1-\beta)I_0e^{-\lambda d}$$

式中，I(d)是水面以下 d 深处的太阳光强度，I_0 为水表面处的光强，β 为水体表层吸收的光能的比例系数，λ 为光能在水中的衰减系数。

② 长波辐射

大气和水体表面都发射长波红外线辐射，水体表面散发的长波辐射减去大气散发的长波辐射称为净长波辐射，净长波辐射与云量、大气温度、大气水汽压和相对湿度有关，净长波辐射量计算公式为：

$$q_{lr,net}=\sigma_{sb}T_{air}^{4}(0.56-0.077\sqrt{10\cdot e_d})(0.1+0.9\frac{n}{N_d})$$

式中，σ_{sb} 为 Stefan Boltzman 常数，值为 $5.6697\times10^{-8}W/(m^2\cdot K^4)$，$e_d$ 为露点温度时水汽压。

③ 感热

水气界面的感热交换主要由风速、大气与水面温差决定，计算公式为：

$$q_c=\begin{cases}\rho_{air}C_{air}C_cW_{10m}(T_{water}-T_{air}) & for \quad T_{air}>T_{water}\\ \rho_{air}C_{water}C_cW_{10m}(T_{water}-T_{air}) & for \quad T_{air}\le T_{water}\end{cases}$$

式中，T_{air} 为大气温度，T_{water} 为水面温度，ρ_{air} 为大气密度，C_{air} 为大气比热，C_{water} 为水比热，W_{10m} 为水面上空 10m 处风速，C_c 为热传导系数，取值为 1.41×10^{-3}。传导热通量数值一般为 0～100W/m^2。

④ 蒸发潜热

蒸发潜热与大气温度、水面温度、大气湿度、风速等有关，计算公式为：

$$q_v=LC_e(a_1+b_1W_{2m})(Q_{water}-Q_{air})$$

式中，L 为蒸发潜热（水的气化潜热），值为 $2.5\times10^6J/kg$，C_e 为湿度系数，值为 1.32×10^3，W_{2m} 为水面上空 2m 处风速，Q_{water} 为为靠近水面的水汽密度，Q_{air} 为大气中水汽密度。

（3）水库水温模型构建

构建 MIKE3 模型时，首先要确定模型的模拟区域，即工程及主要水系所在的大区域范围，然后根据工程坝址位置、淹没范围、回水长度等信息确定模拟的陆地、水域边界范围及高程信息，最后根据模型的实际计算范围配合相关地形、边界数据生成模拟区域地形文件，构建模型地形数据文件。

根据东庄水库运行特点，从水库的调度方案、库区形态等方面，可以把水库在运行后分为拦沙期和正常运行期两个时段。其中拦沙期库容较大，坝前水深较深（大于 150m），属于典型的峡谷型深水水库；正常运行期，库区淤积后地形变化较大，正常蓄水位情况下坝前最大水深约 30m，已不属于深水型水库。因此采用东庄水库淤积前后的地形条件分别建立两套模型进行计算，其中拦沙期建立包含水库全部回水长度的三维数学模型，正常运行期根据水库调度数据及地形数据

建立坝前 55km 长度（根据库区淤积地形条件，在正常蓄水位时，55km 以后基本为河道状态）的三维数学模型。

（4）水库水温模型基本设置情况

1）水库水温模拟工况设置

根据设计单位提供的东庄水利枢纽工程长系列（1956～2000）运行调度数据，确定拦沙期、正常期两类运行工况进行计算，拦沙期工况中确定丰水年（P=25%）、平水年（P=50%）、枯水年（P=75%）、特枯水年（P=90%）四个典型年为水温模拟的基准年份；正常运行期，根据设计单位提供的库区淤积后地形条件及正常运行期调度数据，水库在正常运行期坝前淤积明显，在丰水年、平水年，坝前水深仅 30m，在枯水年及特枯水年，坝前水深仅 10m 且回水不超过 3km，以上库区基本为河道状态，因此在正常运行期工况条件下仅对丰水年、平水年进行水温影响预测计算。

2）模型边界条件设置总体情况

根据模型计算需要，东庄水库水温模拟上边界给定典型年库区水位边界条件，模型下边界（坝址处）给定陆地边界条件，模型计算全区域给定气象边界条件。在泄水条件方面，根据工程发电、供水、弃水、调沙出库等运用方式设置出水边界条件，具体情况将在计算工况中进行详细介绍。

（5）水温模型参数率定

为保证模型计算的准确性，选取甘肃省九甸峡水利枢纽实测水温数据对模型水动力学及水温模型计算参数进行率定。

九甸峡水利枢纽工程位于甘肃省卓尼、临潭两县交界，黄河支流洮河中游的九甸峡峡谷出山口处，工程规模属于大(2)型，工程等别为Ⅱ等，最大坝高133.00m，总库容为 9.43 亿 m^3。九甸峡水利枢纽与东庄水利枢纽基本位于同一纬度，且同为峡谷型水库，在水动力学条件及水温条件方面具有一定的相似性，可以作为参数率定对象。

1）水温原型数据观测

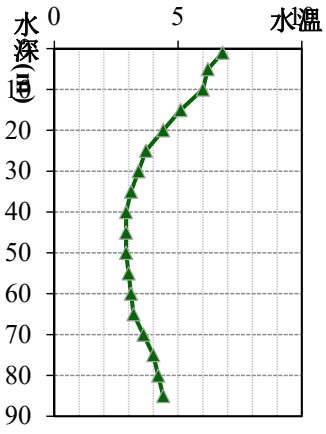
为深入了解九甸峡水利枢纽库区水温结构状况，为环评报告书水温结构模拟计算提供率定验证依据，环评单位对库区水温结构进行了现场观测。水库坝前共布设了左、中、右 3 条垂线，在水库坝前二道坝二道坝内布设了 1 条采样垂线，

具体问情况见表 5.4-1。垂线水温监测结果见图 5.4-1。

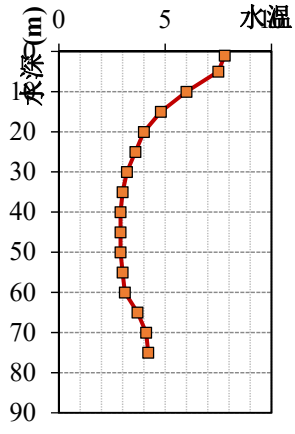
通过坝前左、中、右位置水温监测数据可以看出，九甸峡水库坝前水体水温出现了较为明显的分层现象。库区坝前水体水温较高，随着水深增加，水体温度逐渐下降，至水面以下约 10m 位置时，开始出现温跃现象。水体温跃层厚度约 15～20m，随后水体温度随水深增加的变化趋缓，最终在库底基本稳定在 4℃左右（水体密度最大）。二道坝内水体水温监测数据表明，区域内水体水库表层水翻越过二道坝，本身水体温度较高，同时经过上下掺混后，水体温度随水深变化较为均匀，因此出现了该区域总体水温较高，无水温分层的现象。

表 5.4-1 九甸峡水利枢纽坝前水温观测点位布设

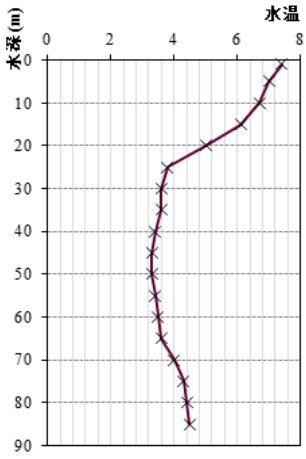
	点位	采样时间	采样深度
1 号垂线	坝前左岸	4 月 17 日	85m
2 号垂线	坝前水体中心	4 月 17 日	75m
3 号垂线	坝前右岸	4 月 18 日	85m
4 号垂线	二道坝内	4 月 18 日	55m



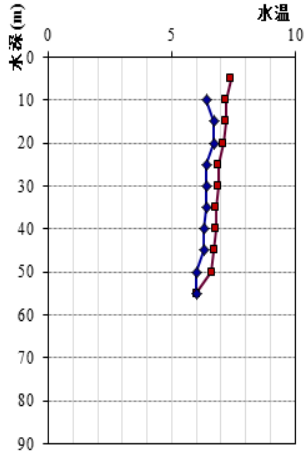
4 月 17 日坝前左岸



4 月 17 日坝前中间



4 月 18 日坝前右岸

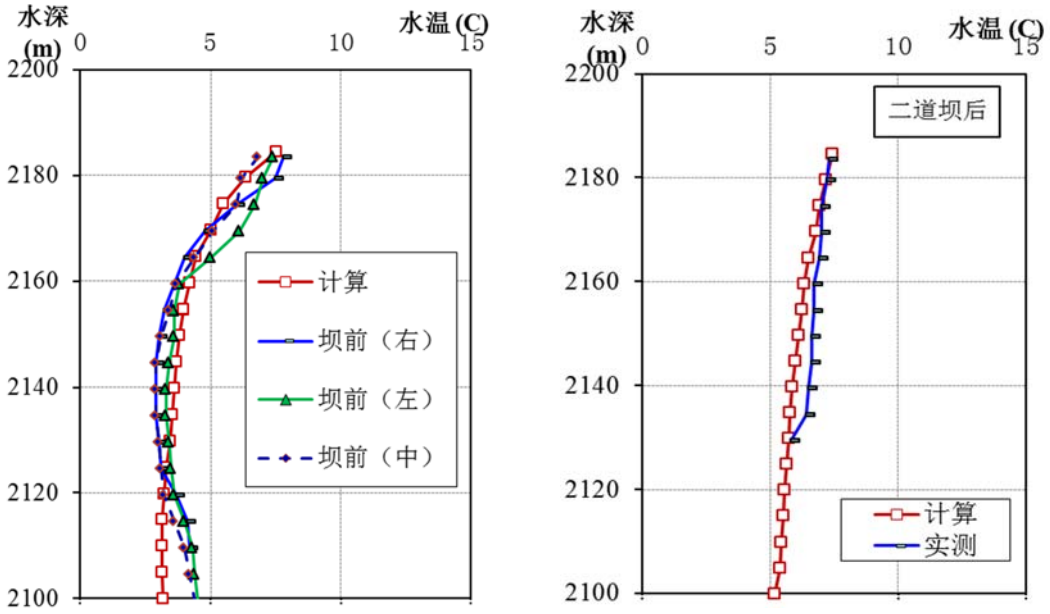


4 月 18 日二道坝内

图 5.4-1 九甸峡水利枢纽坝前水温观测结果

2）参数率定结果

本次模型率定水动力学边界条件采用九甸峡水库库区实测水位、下泄流量数据，气象边界条件采用库区周边临洮气象站、合作气象站实测日过程数据、水温边界条件采用库尾水温数据。率定结果见图 5.4-2。由率定结果可以看出，模型计算值与坝前实测水温吻合较好，模型基本能够满足相关计算要求。



4 月 17 日坝前左岸　　4 月 17 日坝前中间

图 5.4-2 九甸峡水利枢纽坝前水温率定结果

3）参数率定结果

根据模型水动力学率定结果，确定河床糙率为 0.025。水温模型率定在一维水动力学模型率定的基础上，在模型上边界加入实测的水温数据条件，并在模型计算的全区域范围内加入热平衡条件，考虑流域气象对河道及水库水温的影响。水温模拟中需要确定的参数主要有纵向和垂向热扩散系数以及热交换相关参数如太阳辐射热量、蒸发散热系数、水体中热量衰减系数等。率定参数见表 5.4-2。

表 5.4-2　水温参数数值

衰减系数 α	衰减系数 β	反射系数 A	反射系数 B	蒸发系数 A	蒸发系数 B
0.2	2	0.45	0.5	8	1

垂向热扩散比例系数为：0.1；水平热扩散比例系数为：0.1。

（6）拦沙期丰水年水温预测

1）模型上边界条件

根据模拟计算要求，模型上边界给定丰水年库区水位边界条件，具体见水文情势影响章节，模型来水水温给定水温实测边界条件，水温年内变化过程数据见图 5.4-3、表 5.4-3。

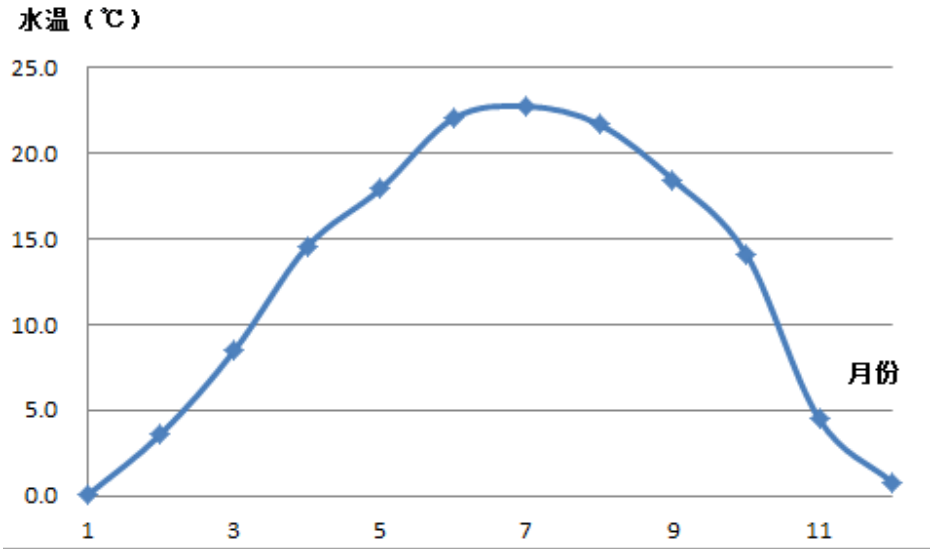


图 5.4-3 东庄水利枢纽上游来水水温过程

表 5.4-3 东庄水利枢纽上游来水水温过程（℃）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
水温	0.1	3.6	8.5	14.5	17.9	22.0	22.7	21.7	18.5	14.1	4.5	0.8

2）模型下边界条件

根据模拟计算要求，模型下边界给定丰水年枢纽泄水条件，具体泄水量数据见水文情势影响章节。

3）模型气象边界条件

气象条件按照东庄水利枢纽附近淳化气象站多年平均气象资料数据给定，在模型计算中加入气象因素为气温、日照时数、相对湿度、风速、风向，气象数据均按照月平均数据给定，数值见表 5.4-4。

表 5.4-4　淳化县多年平均气象数据

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
气温（°C）	-3.3	-0.5	4.8	11.8	16.7	21.0	23.0	21.9	16.6	10.7	3.9	-1.6
相对湿度（%）	58.0	58.0	63.0	62.0	64.0	64.0	74.0	76.0	78.0	74.0	69.0	60.0
日照时数（h）	5.4	5.1	5.0	6.4	7.1	7.1	7.1	6.9	5.3	5.1	5.3	5.6
风速（m/s）	1.6	1.9	2.2	2.1	2	2	1.9	1.9	1.5	1.6	1.7	1.7
风向	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NW	E	NNW	WNW	NNW	NNW	NNW

4）拦沙期丰水年水温预测结果

预测水库丰水年库区坝前垂向水温结构见图 5.4-4、图 5.4-5 和表 5.4-5。

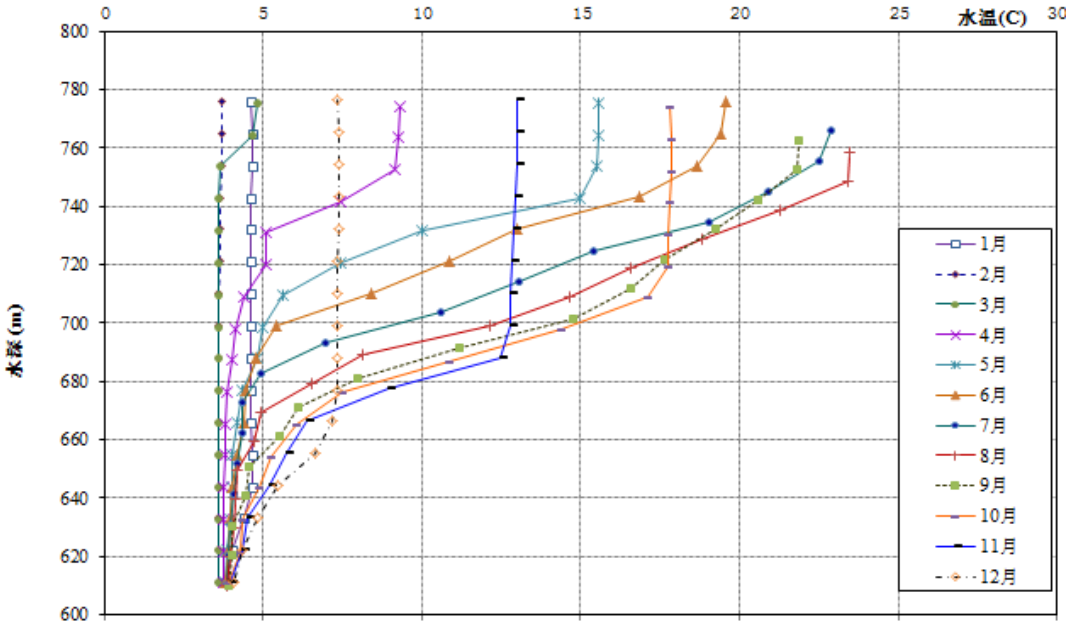


图 5.4-4 东庄水库丰水年坝前垂向水温结构

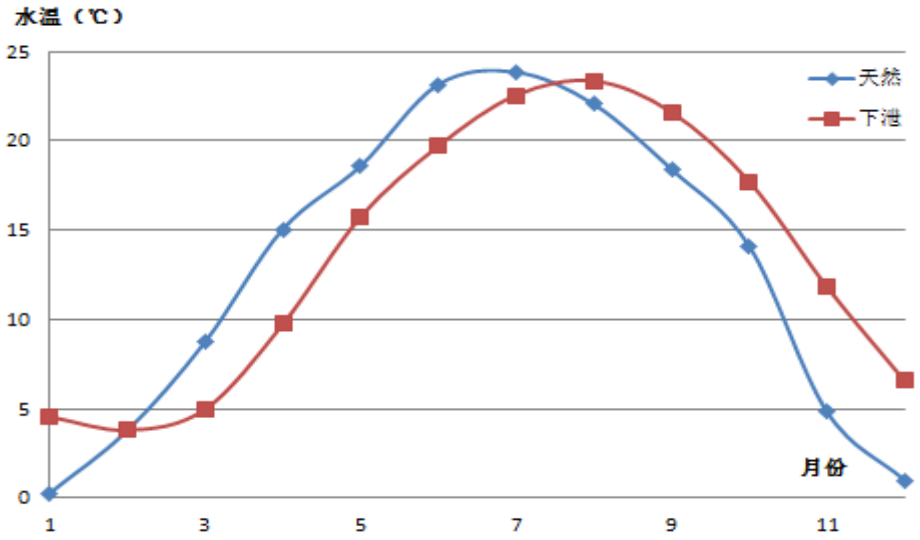


图 5.4-5 东庄水库丰水年坝址断面建库前后水温对比

表 5.4-5 东庄水库丰水年坝址处建库前后水温对比（°C）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.3	3.8	8.7	15.0	18.6	23.1	23.8	22.0	18.4	14.1	4.8	1.0
建库后	4.6	3.8	5.0	9.7	15.7	19.7	22.5	23.3	21.6	17.7	11.8	6.6
温差	4.3	0.0	-3.8	-5.3	-2.8	-3.4	-1.3	1.3	3.2	3.6	7.0	5.6

（7）拦沙期平水年水温预测

1）模型上边界条件

根据模拟计算要求，模型上边界给定平水年库区水位边界条件，具体见水文情势影响章节，模型来水水温给定水温实测边界条件，水温年内变化过程数据见图 5.4-3、表 5.4-3。

2）模型下边界条件

根据模拟计算要求，模型下边界给定平水年枢纽泄水条件，具体泄水量数据见水文情势影响章节。

3）模型气象边界条件

气象条件与丰水年相同，数值见表 5.4-4。

4）平水年水温预测结果

预测水库平水年库区坝前垂向水温结构见图 5.4-6、图 5.4-7 和表 5.4-6。

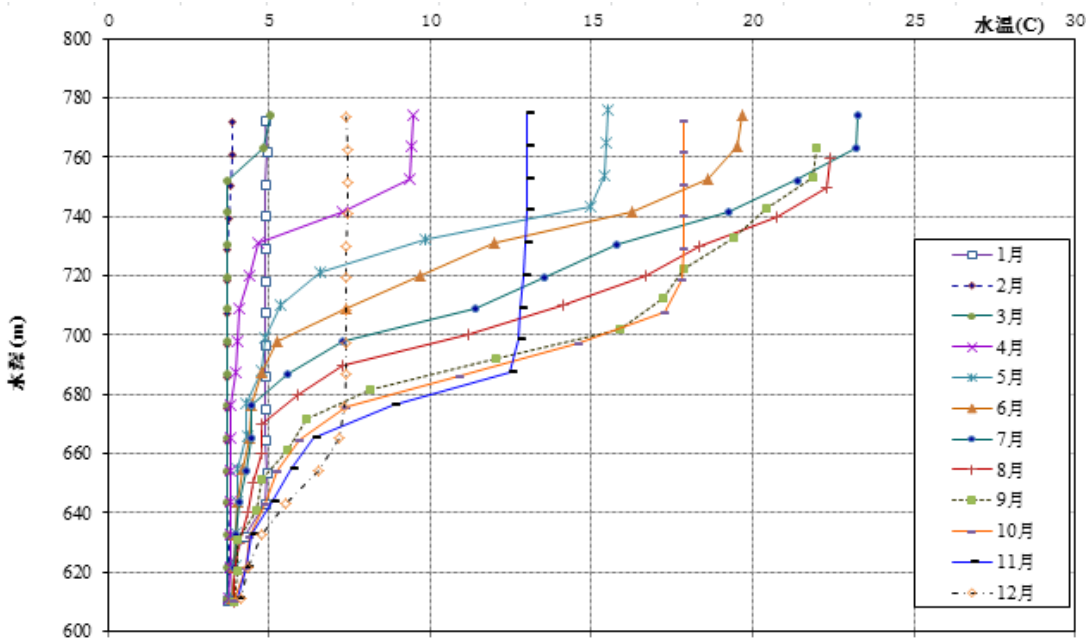


图 5.4-6 东庄水库平水年坝前垂向水温结构

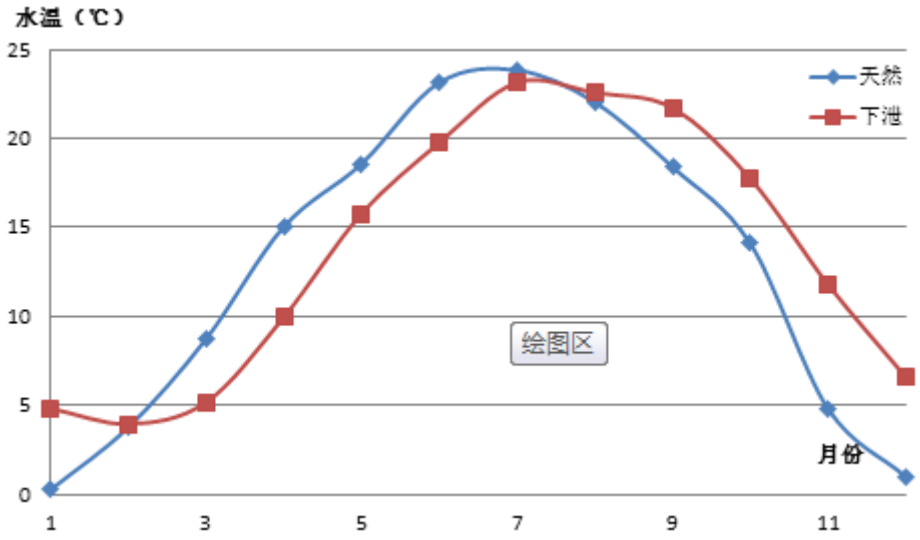


图 5.4-7 东庄水库平水年坝址断面建库前后水温对比

表 5.4-6 东庄水库平水年坝址处建库前后水温对比（°C）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.3	3.8	8.7	15.0	18.6	23.1	23.8	22.0	18.4	14.1	4.8	1.0
建库后	4.8	4.0	5.2	10.0	15.8	19.8	23.1	22.6	21.7	17.8	11.8	6.6
温差	4.6	0.2	-3.6	-5.1	-2.8	-3.4	-0.7	0.5	3.3	3.6	7.0	5.6

（8）拦沙期枯水年水温预测

1）模型上边界条件

根据模拟计算要求，模型上边界给定枯水年库区水位边界条件，具体见水文情势影响章节，模型来水水温给定水温实测边界条件，水温年内变化过程数据见图 5.4-3、表 5.4-3。

2）模型下边界条件

根据模拟计算要求，模型下边界给定枯水年枢纽泄水条件，具体泄水量数据见水文情势影响章节。

3）模型气象边界条件

气象条件与丰水年相同，数值见表 5.4-4。

4）枯水年水温预测结果

预测水库枯水年库区坝前垂向水温结构见图 5.4-8、图 5.4-9 表 5.4-7。

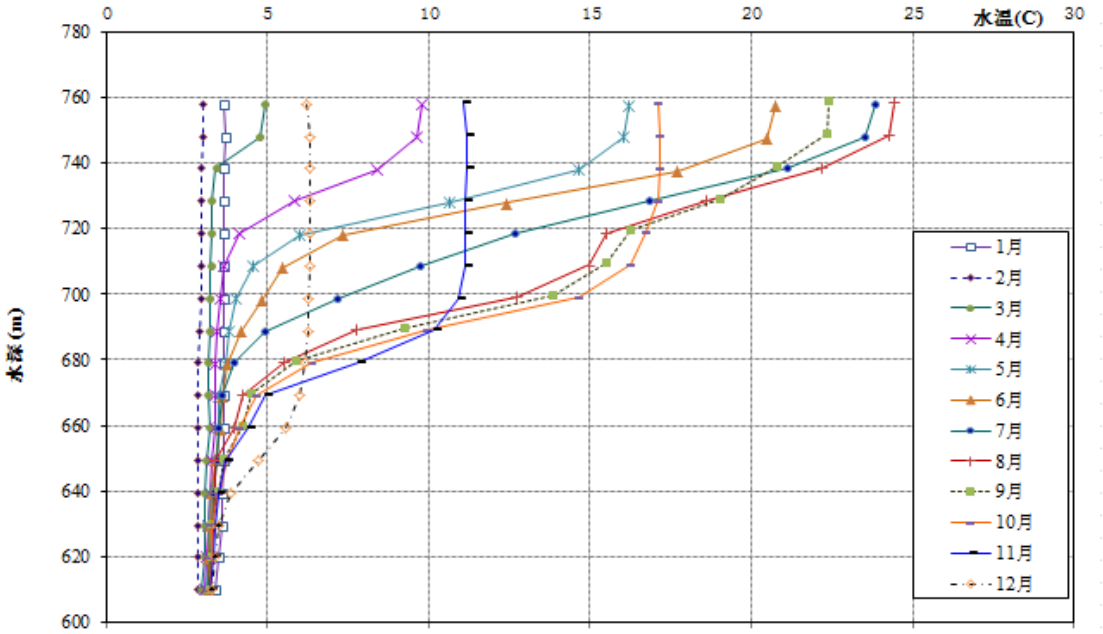


图 5.4-8 东庄水库枯水年坝前垂向水温结构

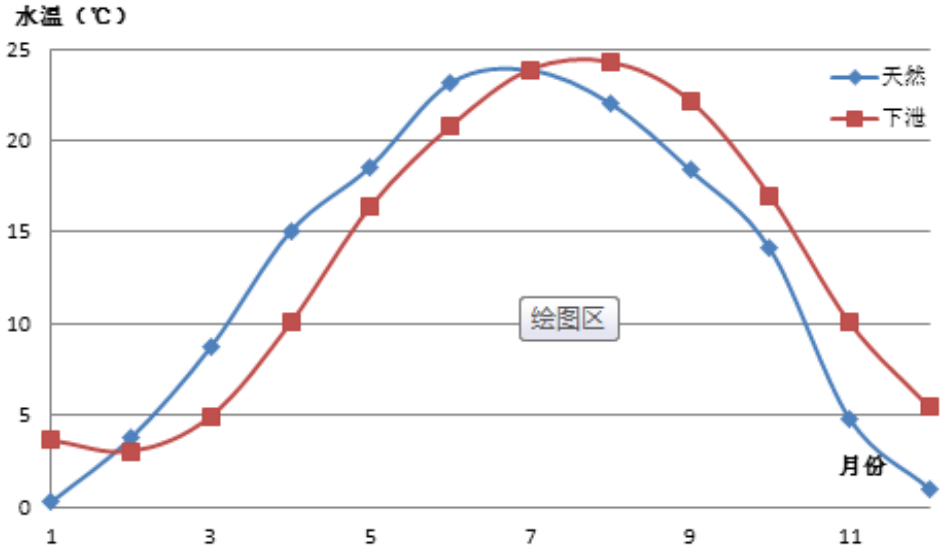


图 5.4-9 东庄水库枯水年坝址断面建库前后水温对比

表 5.4-7 东庄水库枯水年坝址处建库前后水温对比（°C）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.3	3.8	8.7	15.0	18.6	23.1	23.8	22.0	18.4	14.1	4.8	1.0
建库后	3.7	3.1	5.0	10.1	16.4	20.8	23.9	24.3	22.2	17.0	10.1	5.4
温差	3.4	-0.7	-3.8	-5.0	-2.2	-2.4	0.0	2.3	3.8	2.9	5.2	4.4

（9）拦沙期特枯水年水温预测

1）模型上边界条件

根据模拟计算要求，模型上边界给定特枯水年库区水位边界条件，具体见水文情势影响章节，模型来水水温给定水温实测边界条件，水温年内变化过程数据

见图 5.4-3、表 5.4-3。

2）模型下边界条件

根据模拟计算要求，模型下边界给定枯水年枢纽泄水条件，具体泄水量数据见水文情势影响章节。

3）模型气象边界条件

气象条件与丰水年相同，数值见表 5.4-4。

4）枯水年水温预测结果

预测水库枯水年库区坝前垂向水温结构见图 5.4-10、图 5.4-11 表 5.4-8。

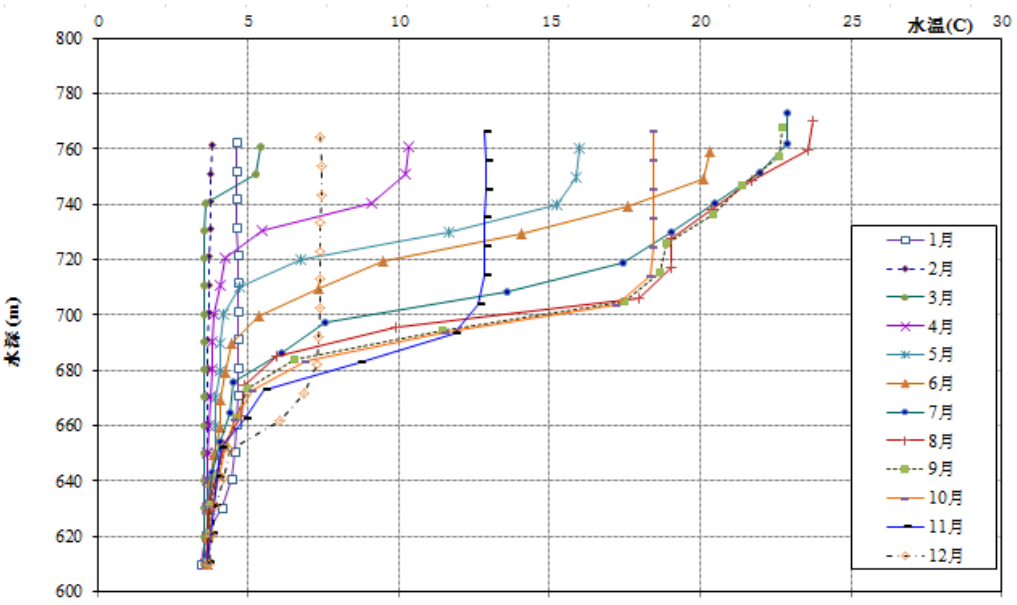


图 5.4-10 东庄水库特枯水年坝前垂向水温结构

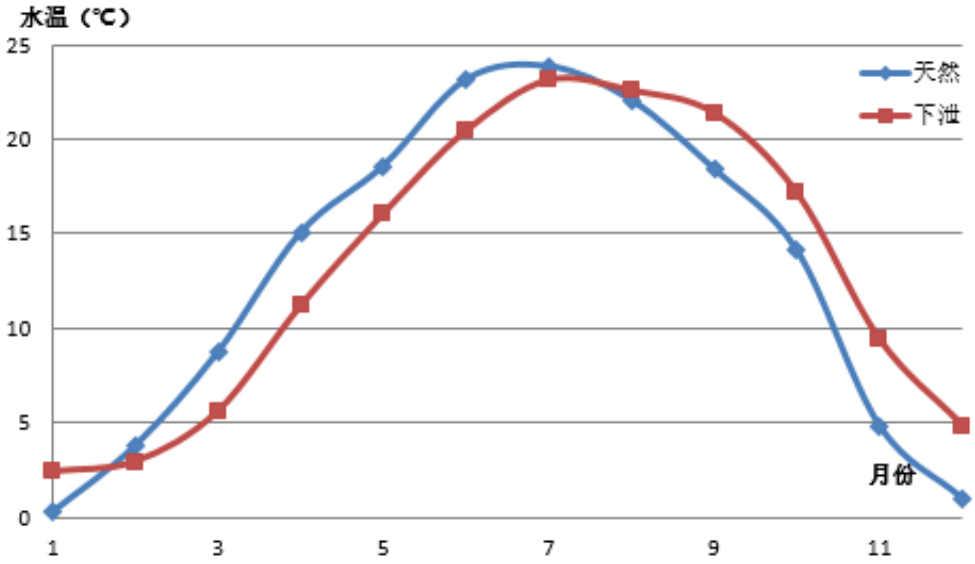


图 5.4-11 东庄水库特枯水年坝址断面建库前后水温对比

表 5.4-8 东庄水库特枯水年坝址处建库前后水温对比（°C）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.3	3.8	8.7	15.0	18.6	23.1	23.8	22.0	18.4	14.1	4.8	1.0
建库后	4.6	3.9	5.6	10.5	16.2	20.4	22.9	23.6	21.4	17.2	10.8	5.6
温差	4.3	0.1	-3.2	-4.5	-2.3	-2.7	-0.9	1.6	3.0	3.1	6.0	4.6

（10）正常运行期丰水年水温预测

1）模型上边界条件

根据模拟计算要求，模型上边界给正常运行期丰水年库区水位边界条件，具体见水文情势影响章节，模型来水水温给定水温实测边界条件，水温年内变化过程数据见图 5.4-3、表 5.4-3。

2）模型下边界条件

根据模拟计算要求，模型下边界给定正常运行期丰水年枢纽泄水条件，具体泄水量数据见水文情势影响章节。

3）模型气象边界条件

气象条件数值见表 5.4-4。

4）枯水年水温预测结果

预测水库正常运行期丰水年库区坝前垂向水温结构见图 5.4-12、图 5.4-13 和表 5.4-9。

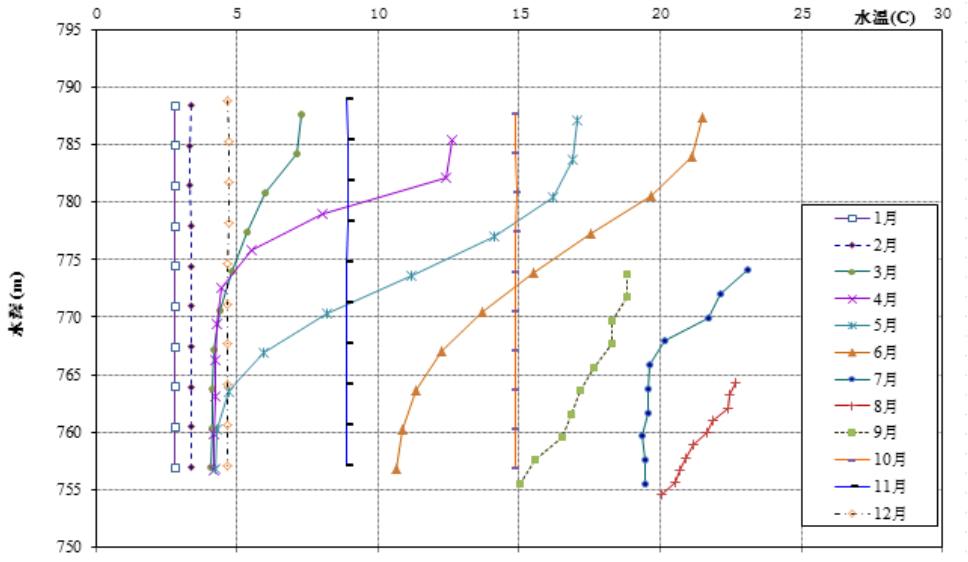


图 5.4-12 东庄水库正常运行期丰水年坝前垂向水温结构

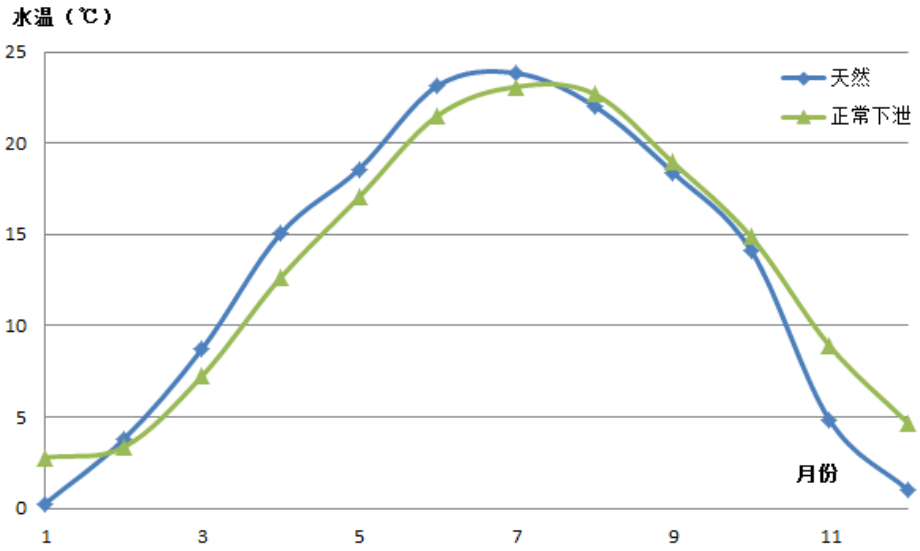


图 5.4-13 东庄水库正常运行期丰水年坝址断面建库前后水温对比

表 5.4-9 东庄水库正常运行期丰水年坝址处建库前后水温对比（°C）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.3	3.8	8.7	15.0	18.6	23.1	23.8	22.0	18.4	14.1	4.8	1.0
建库后	2.8	3.4	7.3	12.6	17.0	21.5	23.1	22.7	18.9	14.9	8.9	4.7
温差	2.5	-0.4	-1.5	-2.4	-1.5	-1.6	-0.7	0.7	0.5	0.8	4.1	3.7

（11）正常运行期平水年水温预测

1）模型上边界条件

根据模拟计算要求，模型上边界给正常运行期平水年库区水位边界条件，具体见水文情势影响章节，模型来水水温给定水温实测边界条件，水温年内变化过程数据见图 5.4-3、表 5.4-3。

2）模型下边界条件

根据模拟计算要求，模型下边界给定正常运行期平水年枢纽泄水条件，具体泄水量数据见水文情势影响章节。

3）模型气象边界条件

气象条件数值见表 5.4-4。

4）枯水年水温预测结果

预测水库正常运行期平水年库区坝前垂向水温结构见图 5.4-14、图 5.4-15 和表 5.4-10。

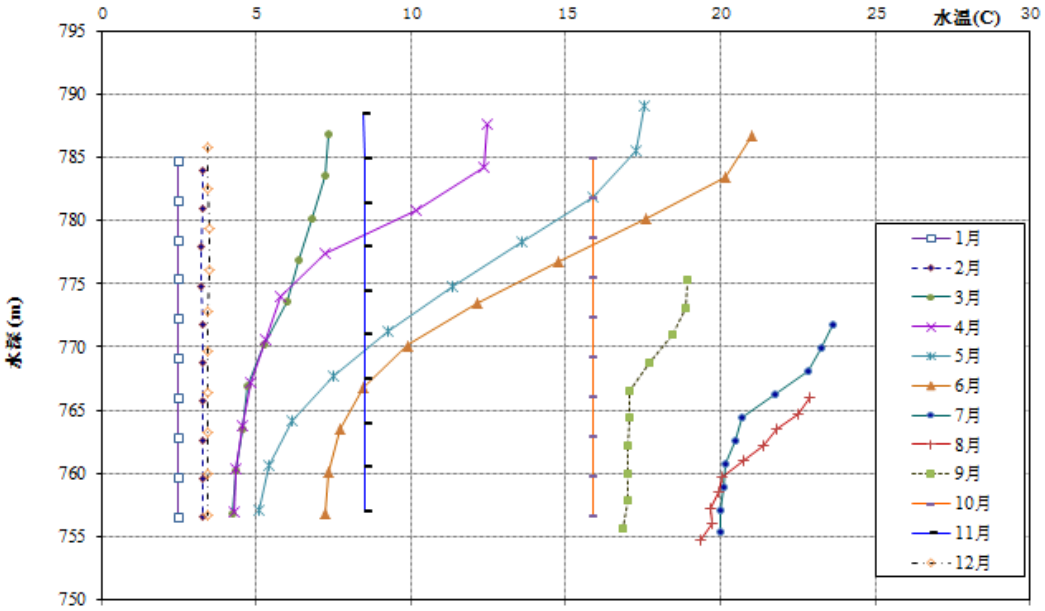


图 5.4-14 东庄水库正常运行期平水年坝前垂向水温结构

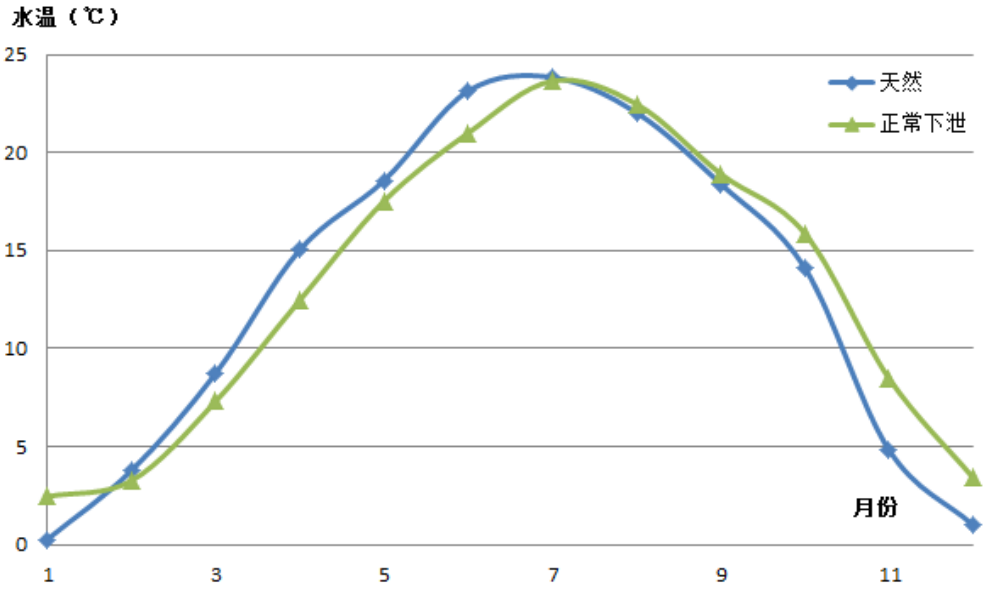


图 5.4-15 东庄水库正常运行期平水年坝址断面建库前后水温对比

表 5.4-10 东庄水库正常运行期平水年坝址处建库前后水温对比（°C）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.3	3.8	8.7	15.0	18.6	23.1	23.8	22.0	18.4	14.1	4.8	1.0
建库后	2.5	3.3	7.3	12.5	17.5	21.0	23.7	22.5	18.9	15.9	8.5	3.4
温差	2.2	-0.5	-1.4	-2.6	-1.1	-2.1	-0.2	0.4	0.5	1.8	3.6	2.4

（12）水温预测结果分析

东庄水利枢纽工程库区水温结构属于典型分层型水库，库区坝前水体水温分层具有明显的季节性特性。

拦沙期库区坝前水温结构从每年 4 月开始出现明显的分层现象，年内水库水温分层最为明显的为 5～9 月，10 月后随着上游来水水温及气温逐渐下降，库区水温分层现象逐渐减弱。春夏两季水温分层现象主要是由于来水温度以及气温的增加使得水库上层热水不能与下层冷水进行充分混合所导致的。

东庄水利枢纽库区坝前拦沙期表层水温受气温影响变化幅度较大，丰水年水温变化范围 3.7℃～23.5℃、平水年水温变化范围 3.8℃～23.3℃、枯水年水温变化范围 3.0℃～24.5℃、特枯水年水温变化范围 3.8℃～23.7℃。由于坝前水深较大，库底常年保持恒温状态，库底水温均保持在水体密度最大的 3～4℃左右。

水库下泄水温度在夏季时低于上游来水水温，秋冬季时略高于上游来水水温，符合一般大型水库下泄水“夏凉冬热”的一般特性。主要是水库取水口位于水体表面以下，水温受到外部气象条件及上游来水条件影响较小，夏季时泄水口处水体不能够像表面水体那样吸收到充分热量，温度较低；冬季时，热量散失较慢，温度较高。

拦沙期下泄水温与建库前的天然河道水温相比，有一定程度变化。典型年计算工况基本规律是一致的，春夏季时，水库下泄水温低于原天然河道水温；秋冬之际时，水库下泄水温高于原天然河道水温。主要原因是水库取水口附近的水体受到外界气象条件影响的程度要小于天然河道水体，水体对大气温度的反应时间要长于天然河道水体。年际水温变化曲线上会出现一种“错峰”的趋势。丰水年下泄低温水与天然河道水体水温最大差值出现在 4 月（-5.3℃）；平水年下泄低温水与天然河道水体水温最大差值出现在 4 月（-5.1℃）；枯水年下泄低温水与天然河道水体水温最大差值出现在 4 月（-4.9℃）；特枯水年下泄低温水与天然河道水体水温最大差值出现在 4 月（-4.5℃）；

水库在正常运行期由于库区淤积明显，坝前水深减少明显，丰水年及平水年坝前水深约 30m。东庄水库由深水型变为浅水型，库区水体依然存在一定的分层现象，但年内分层时段明显缩短，仅 4～6 月存在明显分层现象。同时坝前水深变浅，下泄低温水程度也有所降低。正常运行期丰水年下泄低温水与天然河道水体水温最大差值出现在 4 月（-2.4℃）；平水年下泄低温水与天然河道水体水温最大差值出现在 4 月（-2.6℃）；

（13）坝下河道水温预测结果分析

1）一维水动力-水温模型

采用 MIKE11 一维非恒定流水动力水温模型，对建坝前后坝址至桃园断面的水温进行预测。模型水动力计算的基本方程为圣维南方程组。

$$B_T\frac{\partial Z}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=q_L$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+2U\frac{\partial Q}{\partial x}+(gA-BU^2)\frac{\partial Z}{\partial x}-U^2\frac{\partial A}{\partial x}\Big|_Z+g\frac{n^2|Q|Q}{AR^{1.33}}=0$$

模型假定条件：不考虑降雨和径流过程，只考虑较大一级支流；忽略地表水和地下水间相互转换，将河床概化为无渗漏和无补给不透水的稳定河床；将各支流口和排水口概化为源项，而将取水口作为汇项。

水温计算中采用一维温度的

$$\begin{cases}\dfrac{\partial T}{\partial t}=D\dfrac{\partial^2 T}{\partial x^2}-v\dfrac{\partial T}{\partial x}-\dfrac{dT}{dt}+S_T\\ T(x)\big|_{\zeta}=T_1\\ T(t)\big|_{t=0}=T_0\end{cases}$$

式中：T—河道水温（℃）；D—弥散系数(m^2/s)；v —断面平均流速(m/s)；dT/dt—在水温模型中为温度随时间周期变化项；S—源、汇项；T_1、T_0—分别为边界和初始温度（℃）。

模型计算中的气象数据、及计算参数光衰减系数、反射系数、蒸发系数等，同 MIKE3 模型设定。

模型上边界为坝址断面，采用水文过程为大坝泄流过程，考虑张家山断面的取水。水温上边界条件为 MIKE3 预测得到的下泄水温，采用热力平衡的计算参数同 MIKE3 模型中设定。

2）不同典型年水温影响预测与评价

① 拦沙期丰水年水库下游水温预测

根据预测，建坝后 4 月大坝泄流水温比建坝前低 5.3℃，而 11 月水温高于建坝前 7℃。通过 MIKE11 预测建库前后水温恢复过程（图 5.4-16）。

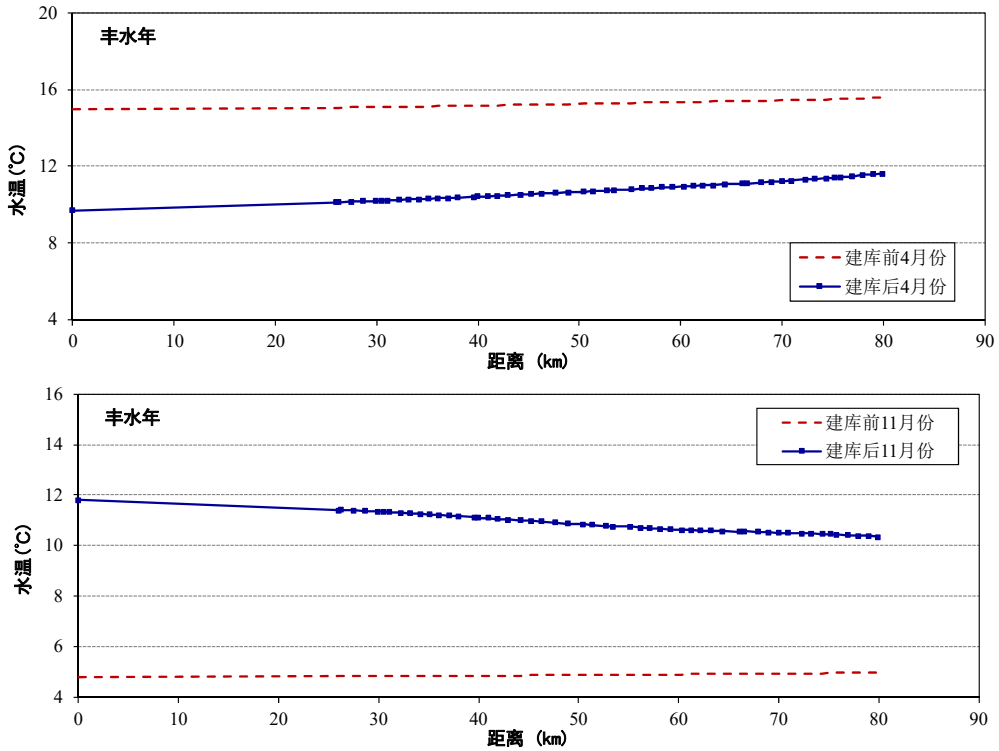


图 5.4-16 建库前后丰水年 4 月份和 11 月份的水温沿程分布

拦沙期丰水年各月份建库前后入渭口断面水温见图 5.4-17。

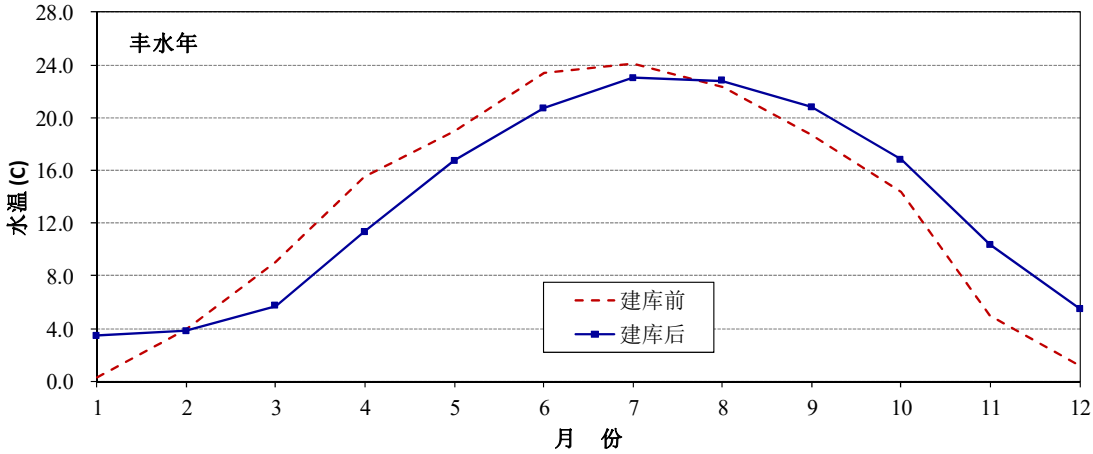


图 5.4-17 拦沙期丰水年建库前后入渭口断面水温过程

表 5.4-11 拦沙期丰水年建库前后入渭口断面水温过程

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.3	3.9	9.1	15.6	19.0	23.4	24.1	22.3	18.7	14.4	5.0	1.2
建库后	3.5	3.8	5.7	11.3	16.7	20.7	23.0	22.8	20.8	16.8	10.3	5.5
温差	3.2	-0.1	-3.4	-4.2	-2.3	-2.7	-1.1	0.5	2.1	2.4	5.4	4.3

丰水年，建库后桃园断面春季最大降温 4.2℃，秋季最大升温 5.4℃。

②拦沙期平水年水库下游水温预测

建库前后水库下游河道 4 月、11 月沿程水温分布分布见图 5.4-18。坝址处断面处，4 月建坝后水温比建库前低 5.1℃，11 月建坝后水温比建库前高 7℃。

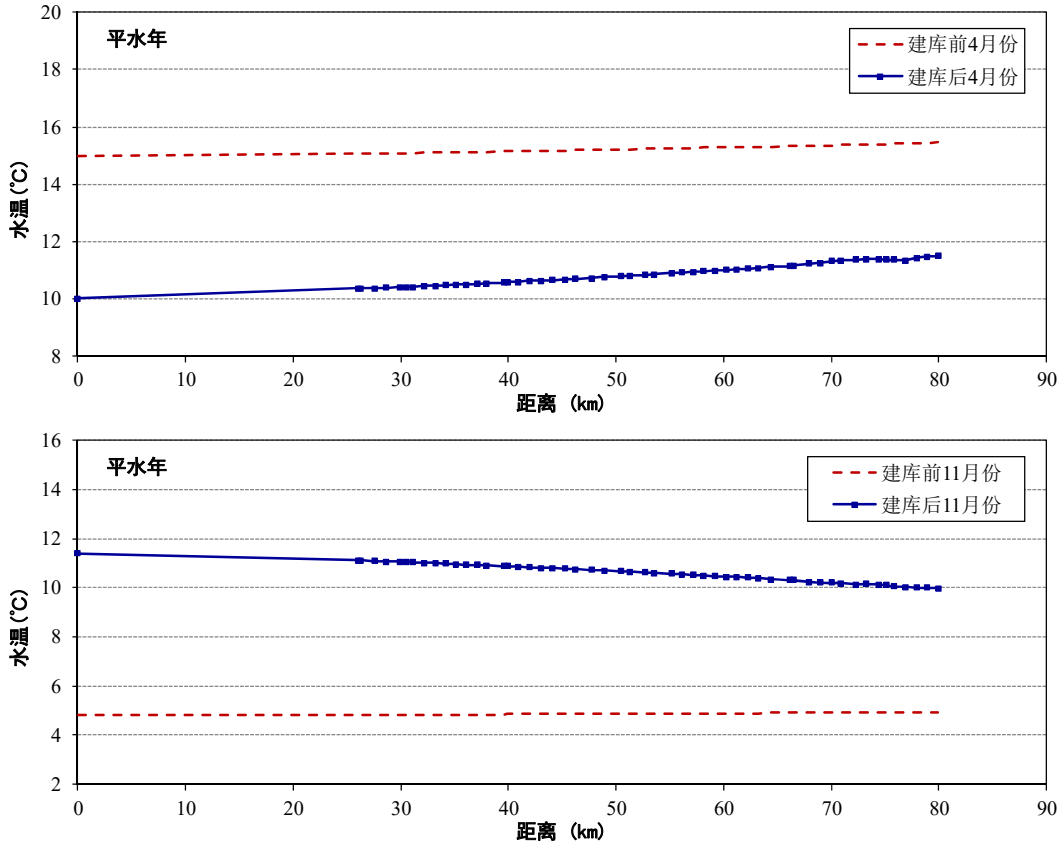


图 5.4-18 建库前后平水年 3 月份和 11 月份的水温沿程分布

平水年建库前后入渭口断面水温见图 5.4-19。

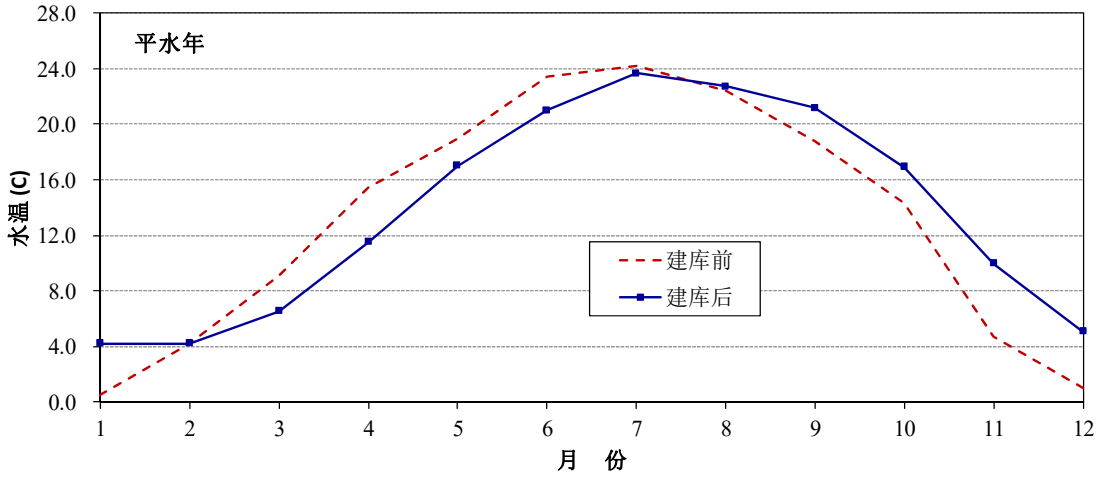


图 5.4-19 拦沙期平水年建库前后入渭口断面水温过程

表 5.4-12　拦沙期平水年建库前后入渭口断面水温过程

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.5	4.2	9.1	15.4	19.0	23.5	24.2	22.4	18.8	14.3	4.7	1.0
建库后	4.2	4.2	6.5	11.5	17.0	21.0	23.7	22.7	21.2	16.9	10.0	5.1
温差	3.7	0.0	-2.6	-4.0	-2.0	-2.5	-0.5	0.4	2.4	2.6	5.3	4.1

拦沙期平水年建库后，泾河入渭河口断面春季最大降温 4.0℃，秋季最大升温 5.3℃。

③ 拦沙期枯水年水库下游水温预测

建库前后水库下游河道 4 月、11 月沿程水温分布见图 5.4-20。坝址断面处，4 月建坝后水温比建库前低 5.0℃，11 月建坝后水温比建库前高 5.2℃。

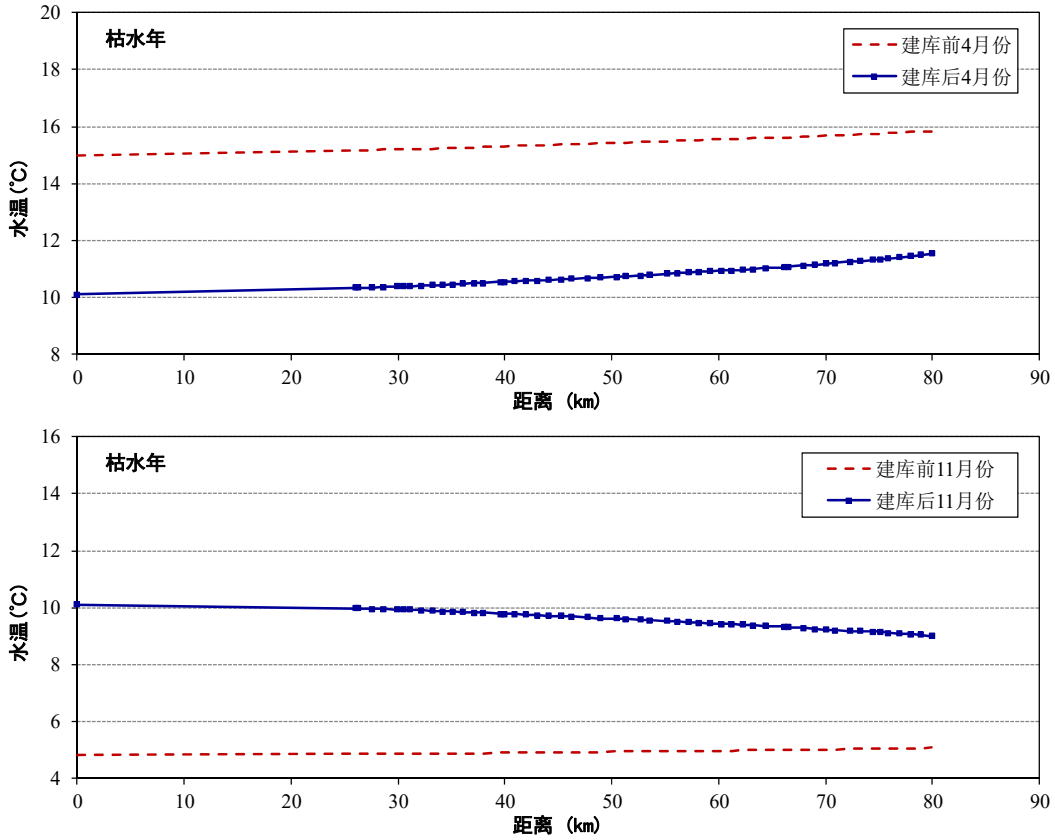


图 5.4-20 建库前后枯水年 4 月份和 11 月份的水温沿程分布

枯水年建库前后入渭口断面水温见图 5.4-21。

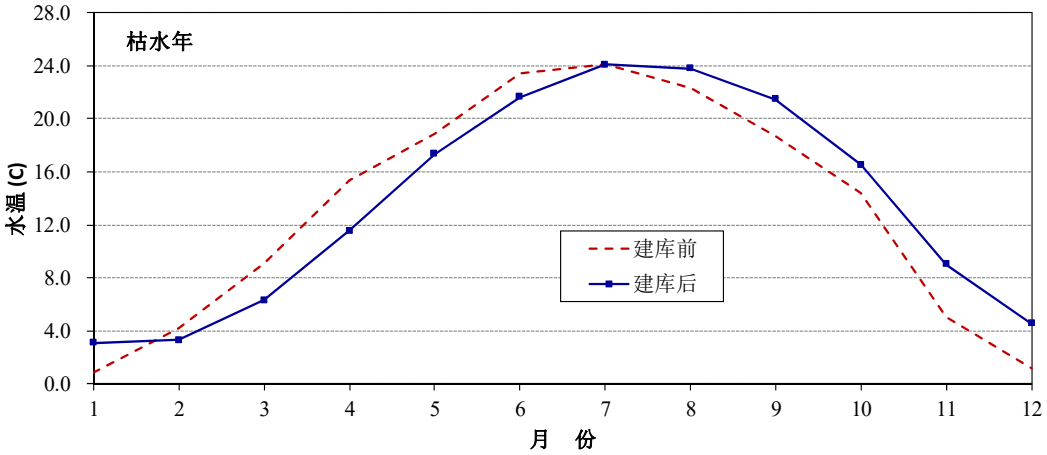


图 5.4-21 拦沙期枯水年建库前后入渭口断面水温过程

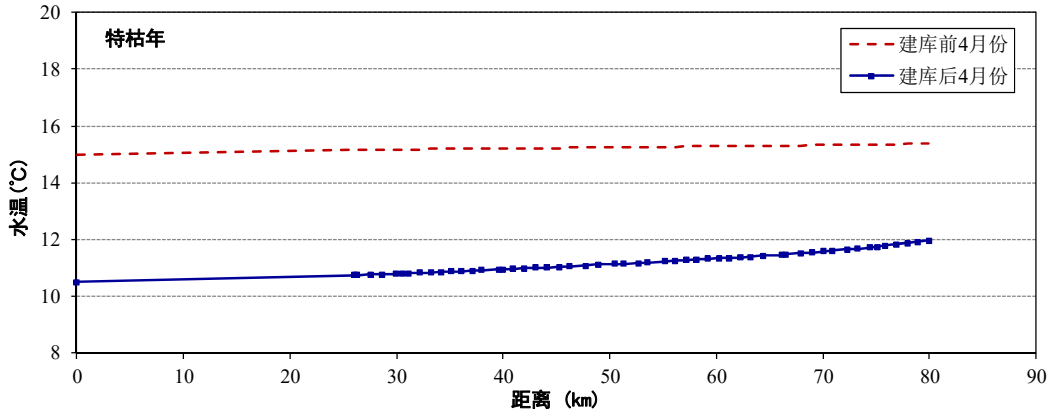
表 5.4-13　拦沙期枯水年建库前后入渭口断面水温过程

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.8	4.2	9.1	15.4	18.9	23.4	24.1	22.3	18.7	14.4	5.1	1.2
建库后	3.1	3.3	6.3	11.5	17.4	21.6	24.1	23.8	21.5	16.5	9.0	4.5
温差	2.3	-0.8	-2.7	-3.8	-1.5	-1.8	0.0	1.5	2.8	2.1	3.9	3.3

拦沙期枯水年泾河入渭口断面春季最大降温 3.8℃，秋季最大升温 3.9℃。

④ 拦沙期特枯年水库下游水温预测

拦沙期建库前后，特枯年水库下游河道 4 月、11 月沿程水温分布见图 5.4-22。坝址断面处，4 月建坝后水温比建库前低 4.5℃，11 月建坝后水温比建库前高 6.0℃。



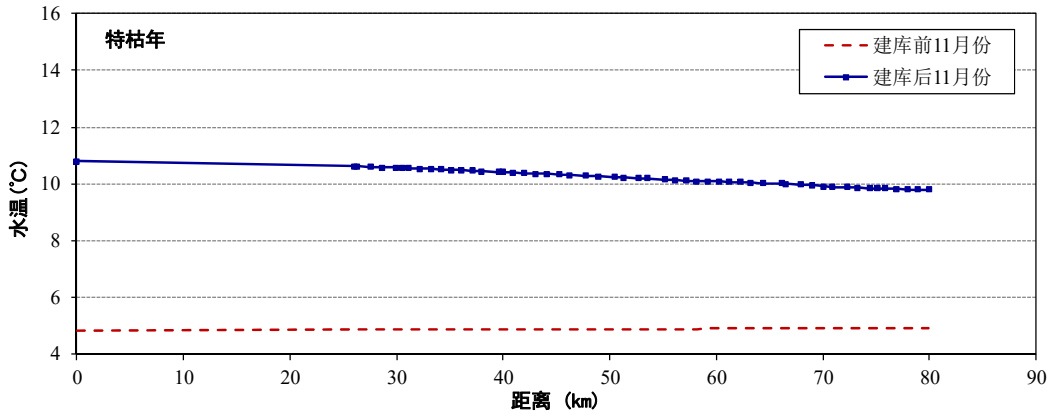


图 5.4-22 建库前后特枯年 4 月份和 11 月份的水温沿程分布

特枯年建库前后桃园断面水温见图 5.4-23。

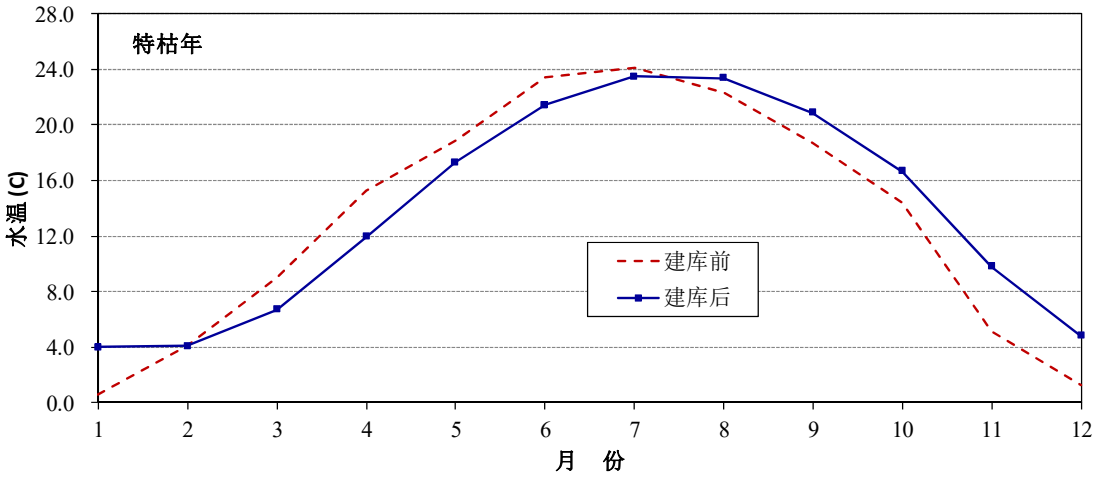


图 5.4-23 拦沙期特枯年建库前后入渭口断面水温过程

表 5.4-14 拦沙期特枯年建库前后入渭口断面水温过程

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.6	4.1	9.0	15.3	18.9	23.4	24.1	22.3	18.7	14.4	5.1	1.3
建库后	4.0	4.1	6.7	12.0	17.3	21.4	23.5	23.3	20.9	16.7	9.8	4.8
温差	3.4	0.0	-2.3	-3.3	-1.6	-2.0	-0.6	1.0	2.2	2.3	4.7	3.5

拦沙期特枯年泾河入渭口断面春季最大降温 3.3℃，秋季最大升温 4.7℃。

⑤ 正常运行期丰水年水库下游水温预测

正常运行期，建坝后 4 月大坝泄流水温比建坝前低 2.4℃，而 11 月水温高于建坝前 4.1℃。建库前后水温恢复过程见图 5.4-24。

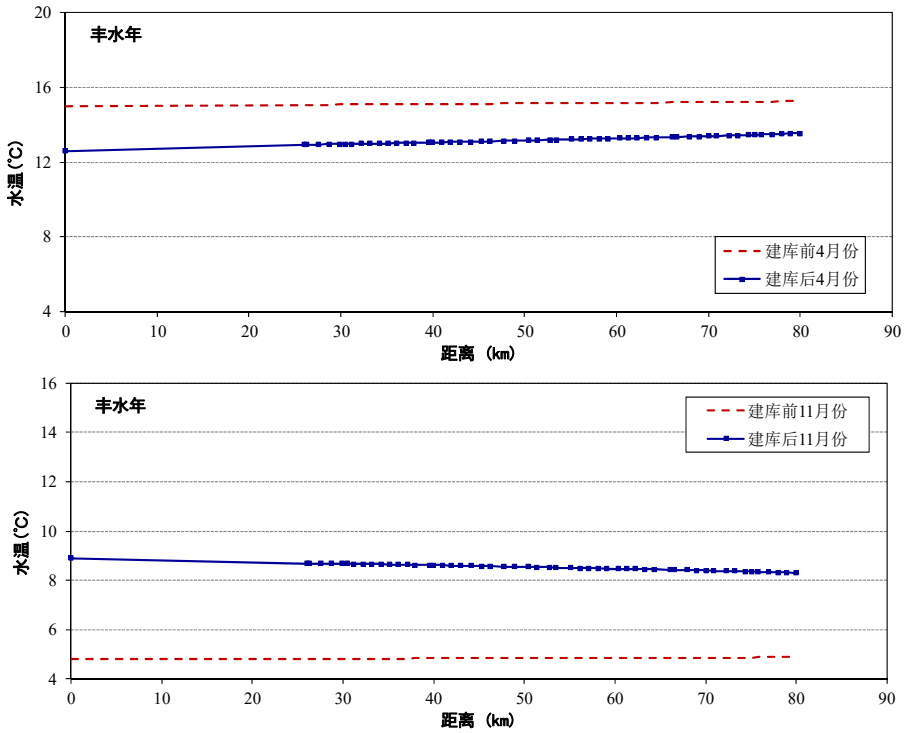


图 5.4-24 正常运行期建库前后丰水年 4 月份和 11 月份的水温沿程分布

正常运行期丰水年建库前后入渭口断面水温见图 5.4-25。

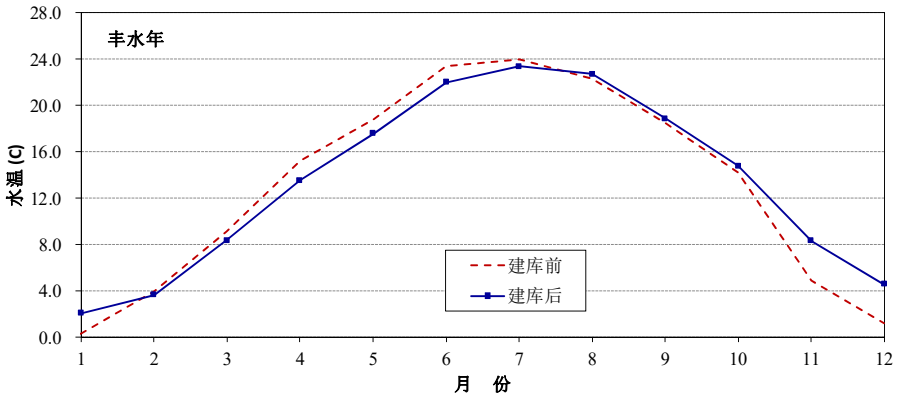


图 5.4-25 正常运行期丰水年建库前后入渭口断面水温过程

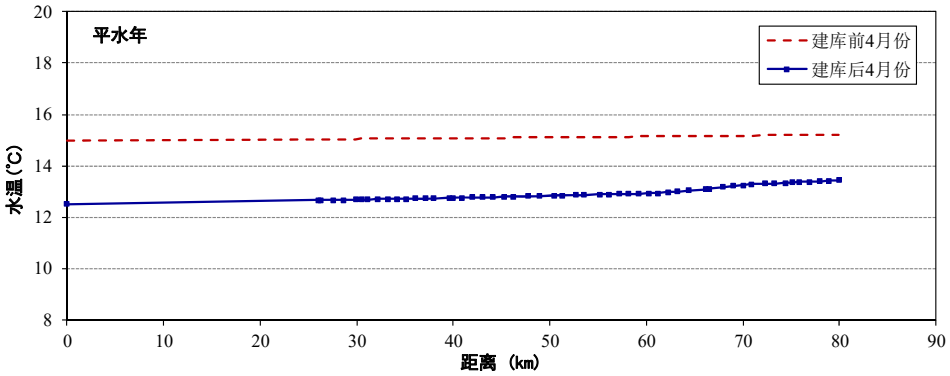
表 5.4-15 正常运行期丰水年建库前后入渭口断面水温过程

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.3	3.9	9.1	15.2	18.8	23.4	24.0	22.3	18.5	14.2	4.9	1.2
建库后	2.1	3.6	8.4	13.5	17.6	22.0	23.4	22.7	18.9	14.8	8.3	4.5
温差	1.8	-0.3	-0.8	-1.7	-1.2	-1.4	-0.6	0.4	0.4	0.6	3.4	3.3

正常运行期丰水年建库后桃园断面春季最大降温 1.7℃，秋季最大升温 3.4℃。

⑥ 正常运行期平水年水库下游水温预测

正常运行期建库前后下游河道 4 月、11 月沿程水温分布分布见图 5.4-26。坝址处断面处4月建坝后水温比建库前低2.6℃，11月建坝后水温比建库前高3.6℃。



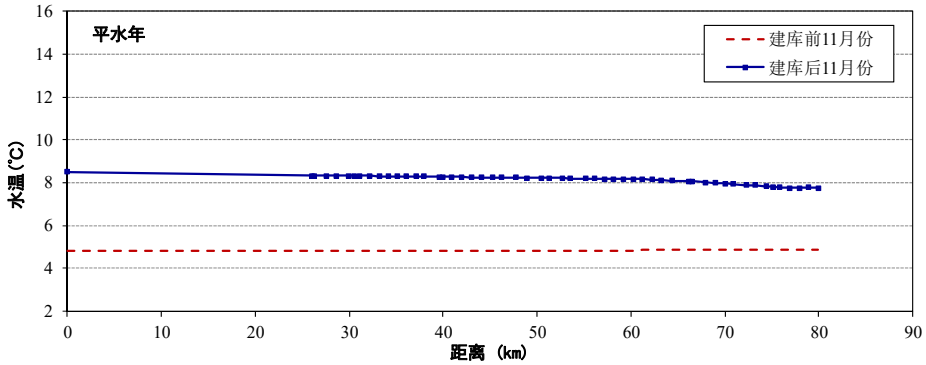


图 5.4-26 建库前后正常运行期平水年 3 月份和 11 月份的水温沿程分布

正常运行期平水年建库前后入渭口断面水温见图 5.4-27。

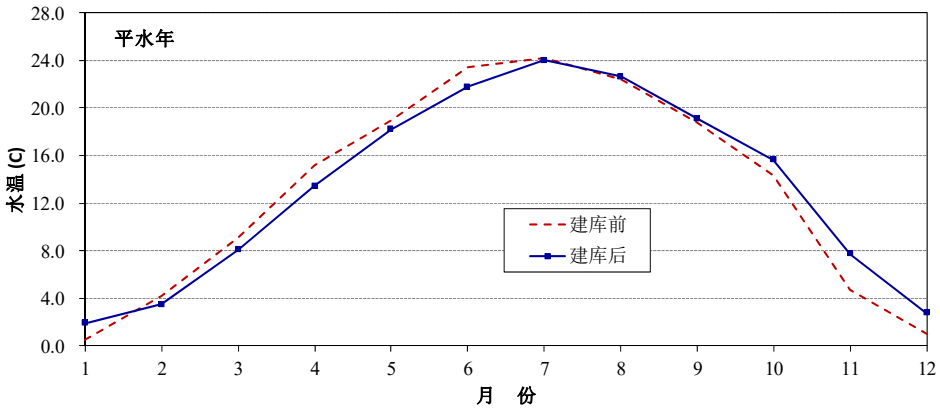


图 5.4-27 正常运行期平水年建库前后入渭口断面水温过程

表 5.4-16 正常运行期平水年建库前后入渭口断面水温过程

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
建库前	0.5	4.2	9.1	15.2	19.0	23.5	24.2	22.4	18.8	14.3	4.7	1.0
建库后	1.9	3.5	8.1	13.4	18.2	22.0	24.0	22.6	19.1	15.6	7.7	2.8
温差	1.4	-0.7	-1.0	-1.8	-0.8	-1.5	-0.1	0.3	0.4	1.3	3.0	1.8

正常运行期平水年建库后泾河入渭河口断面春季最大降温 1.8℃，秋季最大升温 3℃。

5.4.2 东庄水利枢纽工程水质影响预测与评价

根据《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-21030 年）》（国函〔2012〕167 号）及《陕西省水功能区划报告》（陕政办发〔2004〕100 号），泾河干流陕西段一级、二级水功能区除彬县工业排污控制区水质目标为Ⅳ类外，其他功能区（东庄水库所在区域）应达到Ⅲ类标准。根据历史资料及现状环境监测数据可以看出，泾河河道水体水质超标因子主要是高锰酸盐指数、COD、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮及粪大肠菌群等。需对水库建库后的水质情况进行预测分析，判断工程运行后库区水质基本情况。

（1）库区污染负荷预测

1）库周点源污染负荷预测

①城镇综合污水污染负荷预测

城镇综合污水量及污染物负荷计算公式如下：

$$Q = q \times P_1 \times 365 \times 10^{-7}$$

$$w_{1i} = \alpha_1 \times P_1 \times c_i \times 365 \times 10^{-6}$$

式中：*i*—代表某种污染物；*Q*—城镇综合污水排放量，万 t/a；*q*—人均综合污水排放量，L/人·d；P_1—集中排水区人口数，人；w_{1i}—城镇综合污水污染负荷，t/a；c_i—人均综合污染物排放量，g/人·d。α_1—城镇综合污水入河系数（取 0.8）。

依据东庄库区涉及彬县、旬邑、长武的相关规划及《陕西省用水定额》（DBDB 61/T943-2014)的不同区域人均生活用水量确定人均综合污水排放量。预测水平年依据长武、彬县、旬邑的城镇总体规划、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017年)》（陕政办发 〔2015〕38号）、《咸阳市“治污降霾•保卫蓝天碧水”行动计划》（咸政办发〔2014〕53号）、《陕西省“十二五”城镇污水处理及再生利用设施建设规划》（陕政办发〔2012〕110号）、《陕西省“十二五”环境保护规划》(陕发改规划〔2011〕1698号)、《陕西省“十三五”环境保护规划》等污水处理相关规划确定，库区建有污水处理厂的乡镇依据人均综合污水排放量和污水处理厂设计出水浓度计算人均综合污染物排放量。根据《陕西省“十二五”节能减排综合性工作方案》（陕政发 〔2012〕8号）、《陕西省“十二五”城镇污

水处理及再生利用设施建设规划》（陕政办发〔2012〕110号）要求：2015年境内县和3万人以上重点建制镇建成生活污水集中处理设施，全省新增污水日处理能力220万吨，城市和县城污水处理率达到80%，再生水回用率达到15%，因此污水处理厂处理出水标准满足《黄河流域(陕西段)污水综合排放标》(DB61/224-2011)（主要包括长武污水处理厂、彬县污水处理厂、旬邑污水处理厂、彬县新民镇污水处理厂等），未建污水处理厂的乡镇按化粪池处理后的污染物削减效率及人均综合污水排放量推算人均综合污染物排放量，依据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》,库区区域属于五区三类,生活污水经化粪池处理后COD、BOD_5、NH_3-N、TP、TN 排放浓度平均降低11.0%、20.0%、2.6%、15.3%、14.3%，城镇单位人均污染负荷排放量见表5.4-17。根据《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017年）》（陕政办发 〔2015〕38号）等相关要求，2030年流域县城区域均需要建设污水处理厂，城镇生活污水需全部收集、处理，处理排放标准达到《黄河流域(陕西段)污水综合排放标》(DB61/224-2011)一级排放标准，且污水再生利用率达到20%。

表 5.4-17 库区城镇生活污染源c_i排放量 (单位：g/人·天)

污染物排放	COD	NH_3-N	TN	TP
污染负荷	51	7.5	9.4	0.72

根据规划水平年库区人口，结合长武、彬县、旬邑等县区的人口统计资料确定人口增长率，规划水平年预测库区城镇生活点源污染负荷见表5.4-18。

表 5.4-18 规划水平年库区城镇生活污染源负荷预测（单位：t/a）

县级行政区	污水排放量（万t）	COD	NH_3-N	TN	TP
长武	184.3	73.7	17.7	29.5	1.5
彬县	524.9	209.9	50.4	84.0	4.2
旬邑	364.5	145.8	35.0	58.3	2.9
合计	1073.7	429.4	103.1	171.8	8.6

②工业污染源负荷预测

工业废水量及主要污染物的污染负荷计算公式如下：

$$w_{2i} = \alpha_2 \times \beta \times V \times C_i \times 10^{-2}$$

式中：i—代表某种水污染物；w_{2i}—工业污染负荷量，t/a；V—工业总产值，亿元；C_i—工业废水排放浓度，mg/L；β—单位工业产值废水排放量，t/万元·a；α_2—工业废水入河系数。

根据国务院印发的发改委同有关部门制定的《十二五节能减排综合性工作方案》，要求单位工业产值用水量减少30%，随着技术发展，至预测水平年，工业废水量占用水总量的比例减小；根据《陕西省“十二五”节能减排综合性工作方案》（陕政发 〔2012〕8号）强化重点流域、重点地区、重点行业污染源监管，要求咸阳市2015年工业和生活污染源排放的氨氮、化学需氧量相对于2010年排放量分别消减11.2%和8.6%；《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017年）》（陕政办发 〔2015〕38号）提出直接排入渭河干流、支流的排污口污染物浓度达到《黄河流域（陕西段）污水综合排放标准》一级标准，强化产业集聚区污染治理，保障煤化工（化肥、甲醇、焦化）、食品加工（果汁、淀粉）等重点行业达标排放等。现状万元工业增加值用水量以《2015年咸阳市水资源公报》为依据，工业用水量预测以万元工业增加值用水量结合工业增加值预测进行估算，工业污水产生量以用水量的80%计。根据各县区工业发展规划与给排水规划，库区内各乡镇的工业废水经污水处理厂或自行生化处理后达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准及各类工业废水排放水质要求后方可排放进入区域的污水处理厂，全部采用《黄河流域(陕西段)污水综合排放标》(DB61/224-2011)一级排放标准进行估算。

表 5.4-19 规划水平年库区工业污染源负荷预测（单位：t/a）

县级行政区	污水排放量（万t）	COD	NH_3-N	TN
长武	608.6	304.3	73.0	121.7
彬县	1559.8	779.9	187.2	312.0
旬邑	389.7	194.8	46.8	77.9
合计	2558.1	1279.0	307.0	511.6

2）库周面源污染负荷预测

东庄水库库周面源污染分为农村生活污水污染、养殖业畜禽粪便污染及农田径流污染三部分。

①农村生活污水污染

农村生活污水污染负荷计算公式如下：

$$w_{3i} = \alpha_3 \times P_2 \times L_3 \times 365 \times 10^{-6}$$

式中：i—代表某种污染物；w_{3i}—农村生活污水污染负荷，t/a；P_2—非集中排水区人口数，人；L_3—农村人均污染物排放量，g/人·d；α_3—农村生活污水入河系数（取0.3）。

根据调查，东庄水库库区涉及的彬县、礼泉、永寿、淳化的63个乡镇（街道办）中，有3个乡镇（街道办）建有管网系统收集污水并集中排放（彬县城关镇、旬邑县城关镇、彬县新民镇），大部分乡镇（街道办）的生活污水均为无组织排放。因此，计算中将乡镇农业人口以及无城镇污水处理厂乡镇人口产生的生活污染按面源形式计入。

根据东庄水库涉及彬县、礼泉、永寿、淳化的县区十二五规划、国民经济和社会发展统计公报等，统计县区人口自然增长率，预测规划水平年非集中排水区的人口数。参考《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》、《陕西省用水定额》（DBDB 61/T 943-2014)相关资料，结合东庄库区农村经济发展状况，确定农村人均生活污水污染排放量（表5.4-20）。规划水平年东庄库区农村生活污水污染负荷见表5.4-21。

表 5.4-20 库区农村人均生活污水污染物排放量L_3取值表（单位：g/人·d）

污染物因子	COD	NH_3-N	TP	TN
东庄库区取值	45	5.0	0.60	5.0

表 5.4-21 库区农村规划水平年污染物排放量（单位：t/a）

县级行政区	COD	NH_3-N	TP	TN
彬县	1009.8	112.2	13.5	112.2
旬邑	918.7	102.1	12.2	102.1
淳化县	281.1	31.2	3.7	31.2
永寿县	347.6	38.6	4.6	38.6
礼泉县	507.8	56.4	6.8	56.4
小计	3065.1	340.6	40.9	340.6

②养殖业畜禽粪便污染

根据调查，东庄水库库区畜禽养殖集约化程度很低，计算中未区分规模化养殖及散养，将库周畜禽养殖产生污染负荷均作为面源处理。

畜禽养殖污染负荷计算公式如下：

$$w_{4i} = \alpha_4 \times N \times L_4 \times 10^{-3}$$

式中：i—代表某种污染物；w_{4i}—畜禽养殖产生的污染负荷，t/a；N—畜禽存栏数，头或只；L_4—单位畜禽污染物排放量，kg/（头·a）；α_4—畜禽养殖污染物入河系数（取0.10）。

根据调查，库区养殖畜禽主要为牛、羊、猪、家禽、驴等，参考《第一次全

国污染源普查畜禽养殖业源产排污系数手册》、《农业经济技术手册》等资料中的单位畜禽污染物排放负荷进行估算（表5.4-22）。

表5.4-22 库区畜禽污染物排放量L_4取值表（单位：g/头·d）

畜禽名称	COD	NH_3-N	TP	TN
猪	207	5.67	2.78	21
牛	2235	68.90	10.17	104
鸡	21.69	1.39	0.23	1.12
羊	12.05	1.56	1.23	6.24

根据东庄库区涉及彬县、礼泉、永寿、淳化县区的相关规划和国民经济和社会发展统计公报等，统计彬县、礼泉、永寿、淳化县区的畜禽增长率，预测规划水平年的畜禽存栏数，估算畜禽养殖污染负荷排放量。规划水平年东庄库区养殖业畜禽粪便污染负荷见表5.4-23。

表 5.4-23 库区规划水平年畜禽污染物排放量 （单位：t/a）

县级行政区	COD	NH_3-N	TP	TN
彬县	3472.3	112.6	25.3	211.7
旬邑	18287.3	556.8	179.0	1414.8
淳化县	1653.0	58.0	17.0	125.1
永寿县	4080.7	133.6	30.0	248.7
礼泉县	823.5	27.2	8.1	62.0
合计	**28316.8**	**888.2**	**259.3**	**2062.3**

③农田径流污染

农田径流污染负荷计算公式

$$w_{Si} = \alpha_S \times A \times L_S \times 10^{-3}$$

式中：i—代表某种污染物；w_{Si}—农田径流污染负荷，t/a；A —耕地面积，hm^2；L_S单位耕地面积污染物排放量，kg/(hm^2·a)；α_S—农田径流入河系数（取0.8）。

根据《第一次全国污染源普查 农业污染源肥料流失系数手册》，农田化肥流失系数见表5.4-24。

表 5.4-24 库区农田化肥流失系数（单位：kg/亩）

污染物	TN	TP	NH_3-N
流失系数	0.30	0.04	0.085

根据东庄库区涉及彬县、礼泉、永寿、淳化的土地利用规划和社会经济统计

年鉴，确定涉及乡镇（街道办）规划水平年耕地面积和农田径流污染物流失量，规划水平年东庄库区农田径流污染负荷见表表5.4-25。

表 5.4-25 库区规划水平年农田化肥流失负荷（单位：t/a）

县级行政区	TN	TP	NH_3-N
彬县	74.86	9.98	21.21
旬邑	71.15	9.49	20.16
淳化县	9.94	1.33	2.82
永寿县	25.16	3.35	7.13
礼泉县	15.73	2.10	4.46
小计	**196.84**	**26.25**	**55.77**

④小结

根据库区的农村生活污水污染、养殖业畜禽粪便污染及农田径流污染规划水平年污染源估算（表5.4-26～表5.2-29），库区规划水平年的化学需氧量、氨氮、总磷、总氮排放量分别为31381.9吨、1284.57吨、326.45吨、2599.74吨。

表 5.4-26 库区规划水平年面源化学需氧量负荷（单位：t/a）

县级行政区	农村生活	畜禽养殖	合计
彬县	1009.8	3472.3	4482.1
旬邑	918.7	18287.3	19206
淳化县	281.1	1653.0	1934.1
永寿县	347.6	4080.7	4428.3
礼泉县	507.8	823.5	1331.3
小计	**3065.1**	**28316.8**	**31381.9**

表 5.4-27 库区规划水平年面源氨氮负荷（单位：t/a）

县级行政区	农村生活	畜禽养殖	农田面源	合计
彬县	112.2	112.6	21.21	246.01
旬邑	102.1	556.8	20.16	679.06
淳化县	31.2	58.0	2.82	92.02
永寿县	38.6	133.6	7.13	179.33
礼泉县	56.4	27.2	4.46	88.06
小计	**340.6**	**888.2**	**55.77**	**1284.57**

表 5.4-28 库区规划水平年面源总磷负荷（单位：t/a）

县级行政区	农村生活	畜禽养殖	农田径流	合计
彬县	13.5	25.3	9.98	48.78
旬邑	12.2	179.0	9.49	200.69
淳化县	3.7	17.0	1.33	22.03
永寿县	4.6	30.0	3.35	37.95
礼泉县	6.8	8.1	2.10	17
小计	**40.9**	**259.3**	**26.25**	**326.45**

表 5.4-29 库区规划水平年面源总氮负荷（单位：t/a）

县级行政区	农村生活	畜禽养殖	农田径流	合计
彬县	112.2	211.7	74.86	398.76
旬邑	102.1	1414.8	71.15	1588.05
淳化县	31.2	125.1	9.94	166.24
永寿县	38.6	248.7	25.16	312.46
礼泉县	56.4	62.0	15.73	134.13
小计	**340.6**	**2062.3**	**196.84**	**2599.74**

3）库区污染负荷预测

根据库区规划水平年的点源（包括城镇生活、工业点源）、面源污染负荷统计（表5.4-30～表5.4-33）。规划水平年的化学需氧量、氨氮、总氮、总磷排放量分别为32712.2吨、1603.88吨、3131.84吨、333.55吨。化学需氧量排放量中，城镇生活源、工业污染源、面源的贡献比例分别是1.08%、2.98%和95.9%；氨氮排放量中，城镇生活源、工业污染源、面源的贡献比例分别是5.32%、14.59%和80.09%；总氮排放量中，城镇生活源、工业污染源、面源的贡献比例分别是4.54%、12.45%和83.00%；总磷排放量中，城镇生活源、面源的贡献比例分别是2.12%和97.87%。可以看出，库区的农业面源污染是区域主要污染源，其次是工业污染源。

表 5.4-30 库区规划水平年化学需氧量负荷（单位：t/a）

县级行政区	城镇生活源	工业污染源	面源	合计
彬县	209.9	779.9	4482.1	5471.9
旬邑	145.8	194.8	19206	19546.6
淳化县			1934.1	1934.1
永寿县			4428.3	4428.3
礼泉县			1331.3	1331.3
小计	**355.7**	**974.7**	**31381.8**	32712.2

表 5.4-31 库区规划水平年氨氮负荷（单位：t/a）

县级行政区	城镇生活源	工业污染源	面源	合计
彬县	50.4	187.2	246.01	483.61
旬邑	35	46.8	679.06	760.86
淳化县			92.02	92.02
永寿县			179.33	179.33
礼泉县			88.06	88.06
小计	**85.4**	**234**	**1284.48**	1603.88

表 5.4-32 库区规划水平年总氮负荷（单位：t/a）

县级行政区	城镇生活源	工业污染源	面源	合计
彬县	84	312	398.76	794.76
旬邑	58.3	77.9	1588.05	1724.25
淳化县			166.24	166.24
永寿县			312.46	312.46
礼泉县			134.13	134.13
小计	**142.3**	**389.9**	**2599.64**	3131.84

表 5.4-33 库区规划水平年总磷负荷（单位：t/a）

县级行政区	城镇生活源	工业污染源	面源	合计
彬县	4.2		48.78	52.98
旬邑	2.9		200.69	203.59
淳化县			22.03	22.03
永寿县			37.95	37.95
礼泉县			17	17
小计	**7.1**		**326.45**	333.55

（2）库区水质预测模型

东庄水利枢纽所在泾河河道弯曲系数较大，水库成库后在沿河道方向库区流动方向较为复杂，采用与水温计算相同的三维水质数学模型模拟预测东庄水利枢纽建库后拦沙期和正常运行期库区水质基本情况。

（3）水库水质模型基本设置情况

1）水库水质模拟工况设置及预测因子

根据东庄水利枢纽工程长系列（1956～2000）运行调度数据，采用 PIII法进行适线，确定在拦沙期采用丰水年（P=25%）、平水年（P=50%）、枯水年（P=75%）、特枯年（P=90%）等四个典型代表年为水质模拟年份、在正常运行期采用丰水年

（P=25%）、平水年（P=50%）两个典型代表年为水质模拟年份。

根据东庄水利枢纽所在泾河河段水质历史资料及现状水质监测资料分析，确定高锰酸盐指数、氨氮、总磷及总氮为水质预测因子。

2）模型边界条件设置总体情况

东庄水库水质模拟上边界给定水库库尾景村水文站水质数据，根据区域经济发展及陕西省污染治理相关规划，至 2030 年工程运行时，泾河陕西段河道水质应满足相应水功能区水质要求（III类）。本次预测入库水质按照III类水质标准上限值给定，具体入库浓度数据见表 5.4-34。

表 5.4-34 东庄水库上游入库污染物浓度（单位：mg/l）

时段	CODmn	氨氮	总磷	总氮
全年	6	1	0.05	1

库区污染源方面，根据环评单位调查，库区污染主要涉及彬县、旬邑、永寿、淳化及礼泉五个县，其中彬县、旬邑规划有污水处理厂，为库区主要点源污染源，农业面源污染则上述五个县均有涉及。模型中分别根据各县及污水处理厂地理位置确定汇入区域，其中彬县、旬邑位于库尾、永寿位于库中，礼泉、淳化位于坝前。

水动力学条件根据工程入库、发电、供水、弃水、调沙出库等运用方式等，在库尾设置上游入库流量边界条件，坝前设置水库泄水流量边界条件，具体情况在计算工况中进行详细介绍。

水质降解参数方面，主要预测因子水质降解系数见表 5.4-35。

表 5.4-35 东庄水库库区主要污染物水质降解系数（单位：1/d）

水质要素	CODmn	氨氮	总磷	总氮
降解系数	0.015	0.008	0.005	0.008

（4）拦沙期丰水年水质预测

1）模型上边界条件

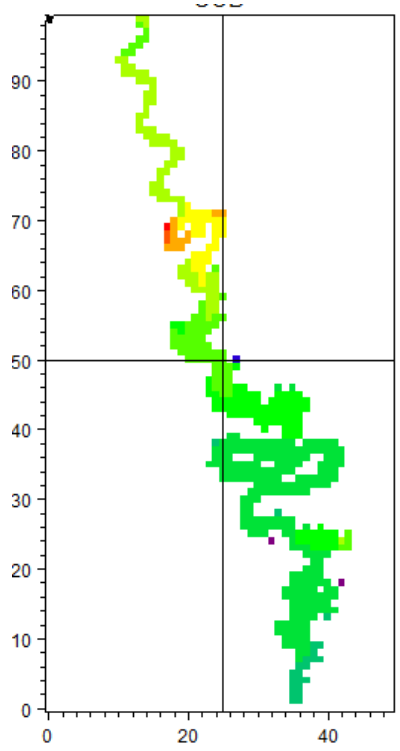
根据模拟计算要求，模型上边界给定丰水年库区入库水位边界条件。

2）模型下边界条件

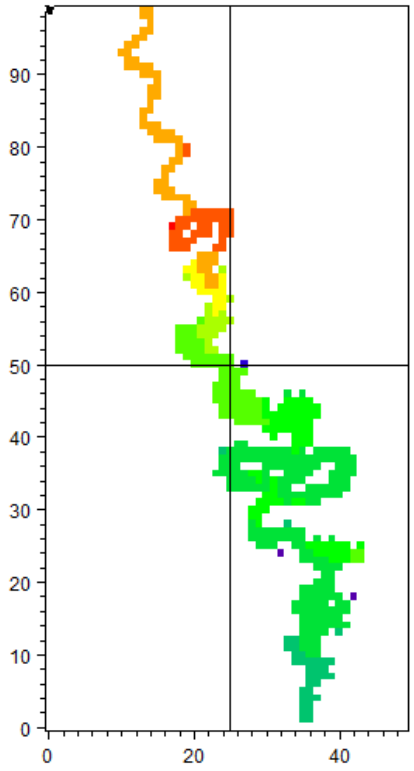
根据模拟计算要求，模型下边界给定丰水年枢纽泄水流量条件，泄水流量中包含枢纽坝前供水流量、发电流量、农业用水流量、弃水流量、调沙出库流量及生态环境流量。

3）丰水年水质预测结果

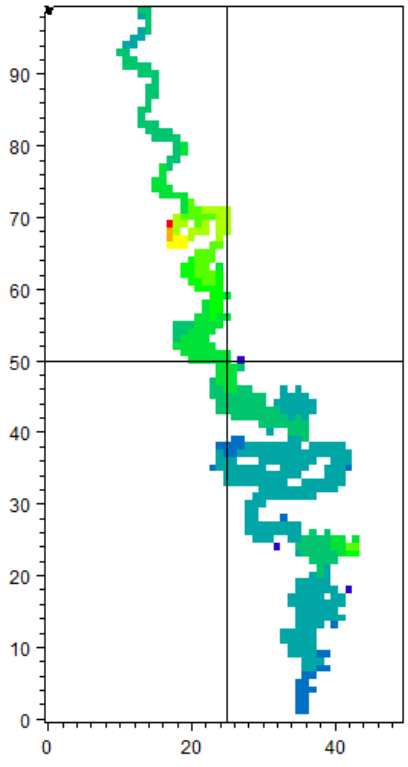
根据模型计算结果，丰水年（6 月、9 月、12 月）污染物坝前、库中、上边界代表月浓度及评价结果见表 5.4-36、表 5.4-37、、图 5.4-28。



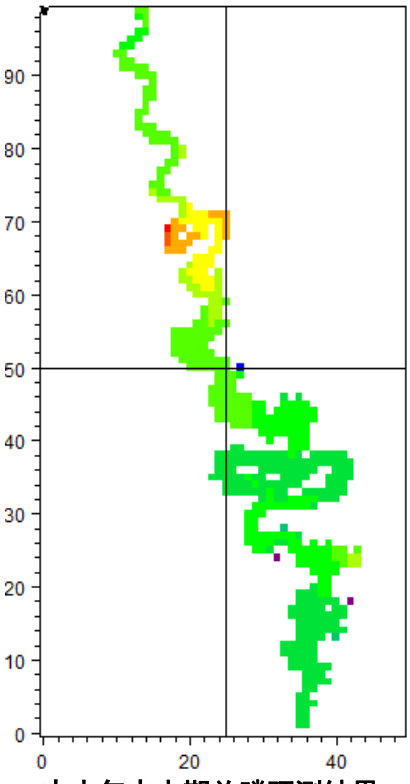
丰水年丰水期 COD 预测结果



丰水年丰水期氨氮预测结果



丰水年丰水期总氮预测结果



丰水年丰水期总磷预测结果

图 5.4-28 东庄水库拦沙期丰水年水质预测结果

表 5.4-36 东庄水利枢纽拦沙期丰水年各水期库区水质浓度分布（mg/l）

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	上边界	6 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		9 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		12 月	6.0	1.0	0.05	1.0
2	库中	6 月	4.5	0.75	0.06	1.01
		9 月	6.5	0.81	0.09	1.15
		12 月	4.6	0.53	0.05	0.89
3	坝前	6 月	4.7	0.57	0.04	0.83
		9 月	5.4	0.71	0.04	0.82
		12 月	4.5	0.52	0.03	0.76

表 5.4-37 东庄水利枢纽拦沙期丰水年各水期库区水质评价结果

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	上边界	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
2	库中	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
		9 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
3	坝前	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

（5）拦沙期平水年水质预测

1）模型上边界条件

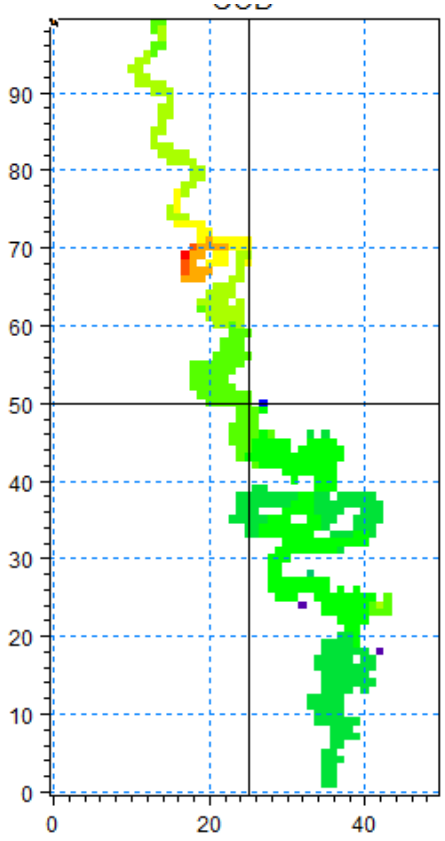
根据模拟计算要求，模型上边界给定平水年库区入库水位边界条件。

2）模型下边界条件

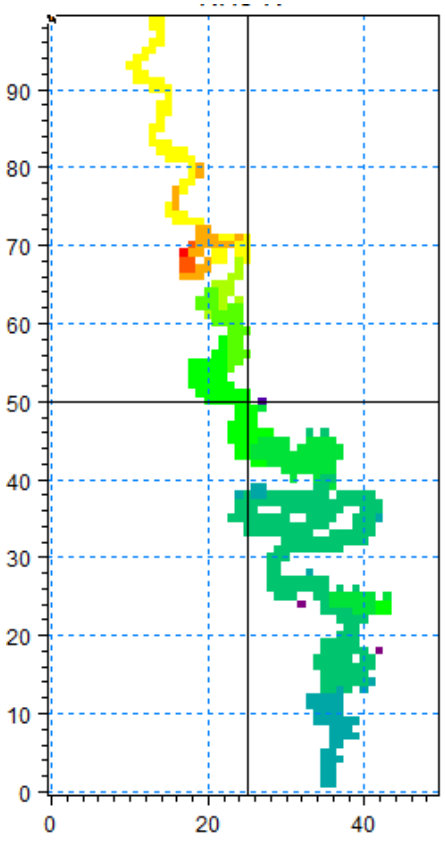
根据模拟计算要求，模型下边界给定平水年枢纽泄水流量条件，泄水流量中包含枢纽坝前供水流量、发电流量、农业用水流量、弃水流量、调沙出库流量及生态环境流量。

3）平水年水质预测结果

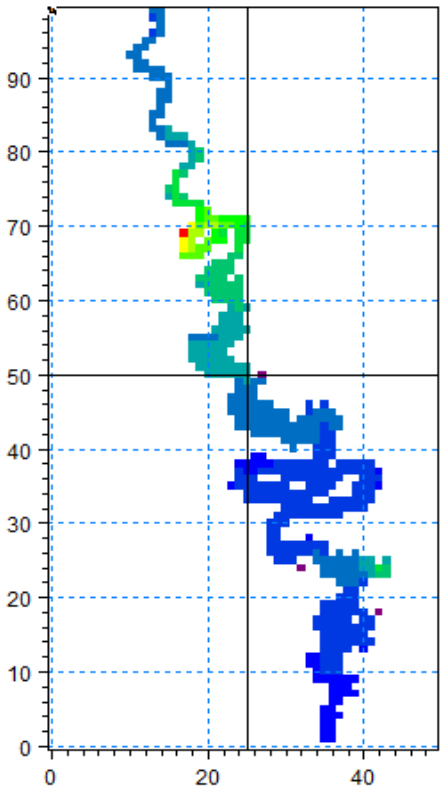
根据模型计算结果，平水年（6 月、9 月、12 月）各污染物坝前、库中、上边界各代表月浓度及评价结果(表 5.4-38、表 5.4-39、、图 5.4-29)。



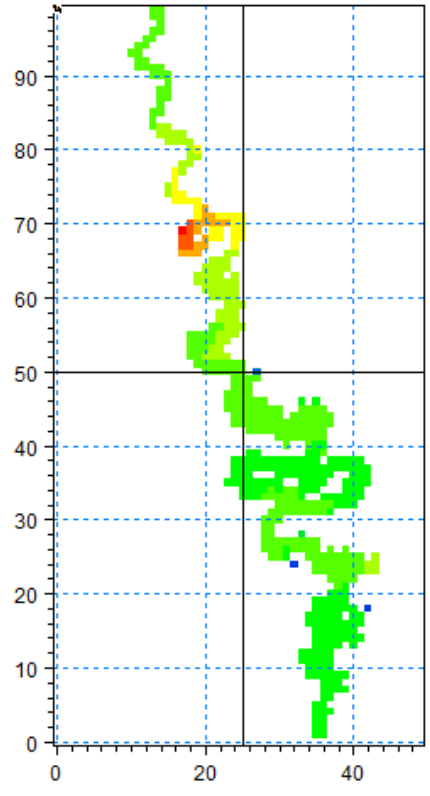
平水年丰水期 COD 预测结果



平水年丰水期氨氮预测结果



平水年丰水期总氮预测结果



平水年丰水期总磷预测结果

图 5.4-29 东庄水库拦沙期平水年水质预测结果

表 5.4-38 东庄水利枢纽拦沙期平水年各水期库区水质浓度分布（mg/l）

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	上边界	6 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		9 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		12 月	6.0	1.0	0.05	1.0
2	库中	6 月	6.1	0.88	0.07	1.13
		9 月	6.1	0.78	0.09	1.25
		12 月	4.3	0.46	0.04	0.82
3	坝前	6 月	4.5	0.52	0.04	0.79
		9 月	5.6	0.64	0.05	0.91
		12 月	3.8	0.41	0.03	0.73

表 5.4-39 东庄水利枢纽拦沙期平水年各水期库区水质评价结果

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	上边界	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
2	库中	6 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
		9 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
3	坝前	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

（6）拦沙期枯水年水质预测

1）模型上边界条件

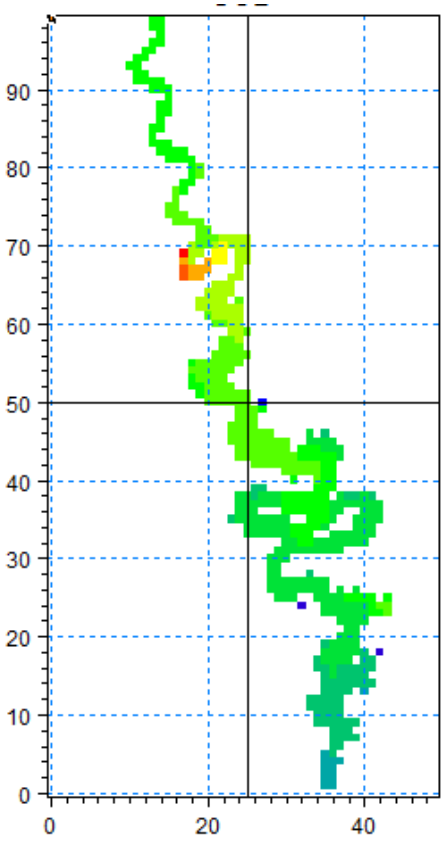
根据模拟计算要求，模型上边界给定枯水年库区入库水位边界条件。

2）模型下边界条件

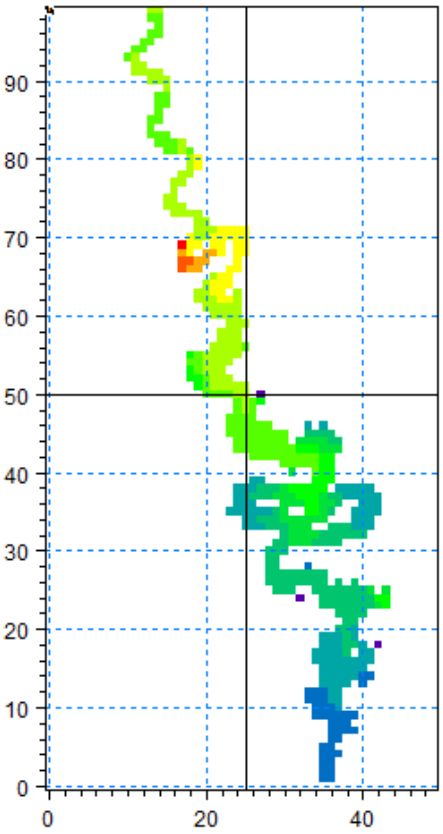
根据模拟计算要求，模型下边界给定枯水年枢纽泄水流量条件，泄水流量中包含枢纽坝前供水流量、发电流量、农业用水流量、弃水流量、调沙出库流量及生态环境流量。

3）枯水年水质预测结果

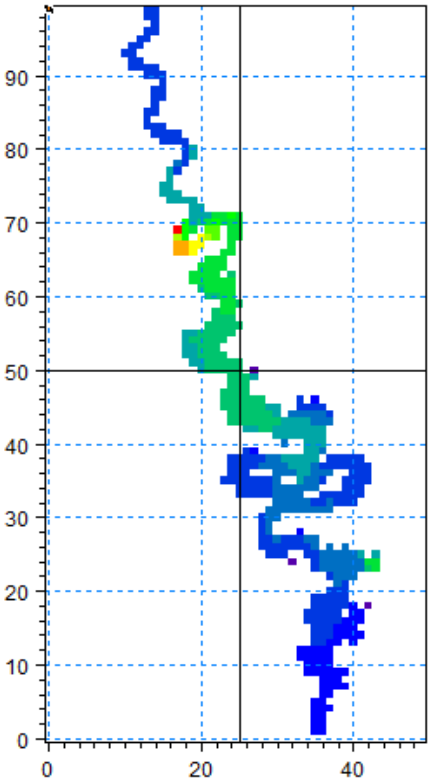
根据模型计算结果枯水年（6 月、9 月、12 月）各污染物坝前、库中、上边界各代表月浓度及评价结果（表 5.4-40、表 5.4-41、图 5.4-30）。



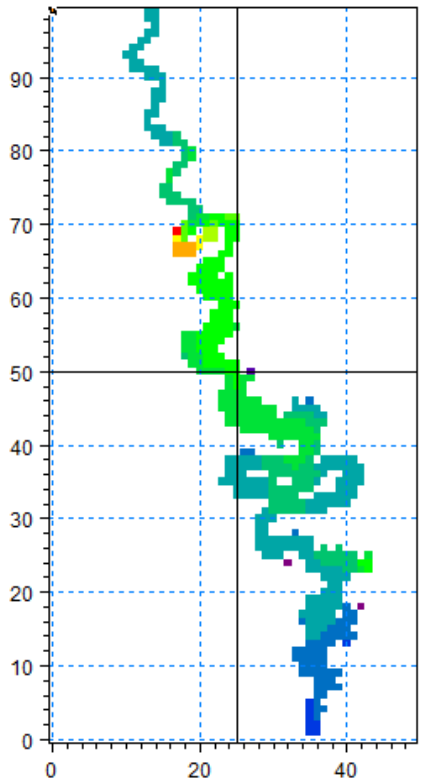
枯水年丰水期 COD 预测结果



枯水年丰水期氨氮预测结果



枯水年丰水期总氮预测结果



枯水年丰水期总磷预测结果

图 5.4-30 东庄水库拦沙期枯水年水质预测结果

表 5.4-40 东庄水利枢纽拦沙期枯水年各水期库区水质浓度分布（mg/l）

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	上边界	6 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		9 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		12 月	6.0	1.0	0.05	1.0
2	库中	6 月	6.6	0.96	0.09	0.92
		9 月	7.1	0.74	0.07	1.15
		12 月	4.4	0.46	0.03	0.74
3	坝前	6 月	4.7	0.47	0.04	0.82
		9 月	6.4	0.68	0.08	1.0
		12 月	3.3	0.26	0.03	0.72

表 5.4-41 东庄水利枢纽拦沙期枯水年各水期库区水质评价结果

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	上边界	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
2	库中	6 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
		9 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
3	坝前	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

（7）拦沙期特枯水年水质预测

1）模型上边界条件

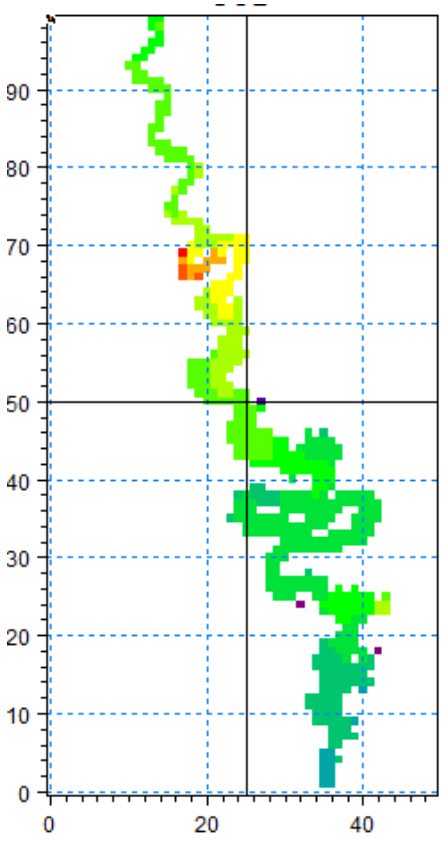
根据模拟计算要求，模型上边界给定特枯水年库区入库水位边界条件。

2）模型下边界条件

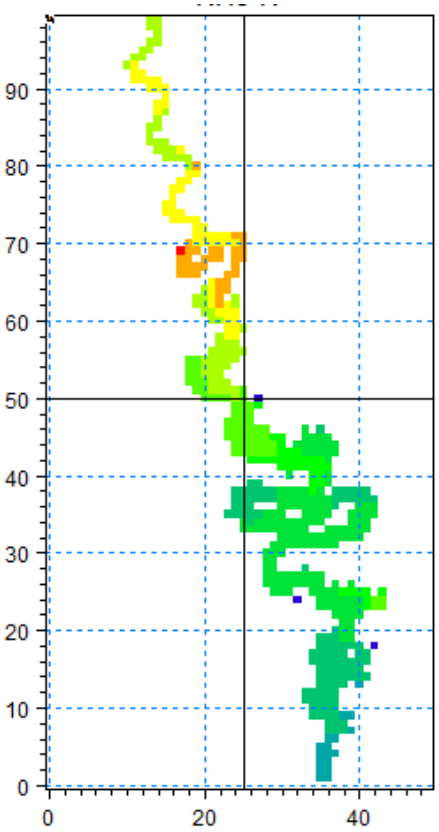
根据模拟计算要求，模型下边界给定特枯水年枢纽泄水流量条件，泄水流量中包含枢纽坝前供水流量、发电流量、农业用水流量、弃水流量、调沙出库流量及生态环境流量。

3）特枯水年水质预测结果

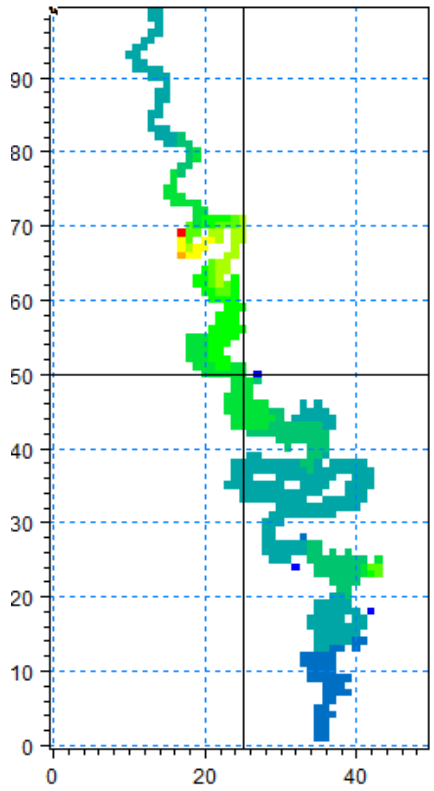
根据模型计算结果，特枯水年（6 月、9 月、12 月）预测水质因子坝前、库中、上边界各代表月浓度及评价结果（表 5.4-42、表 5.4-43、图 5.4-31）。



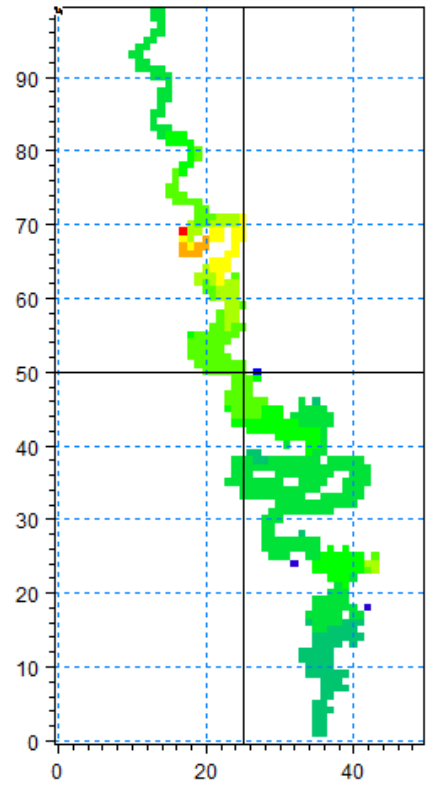
特枯水年丰水期 COD 预测结果



特枯水年丰水期氨氮预测结果



特枯水年丰水期总氮预测结果



特枯水年丰水期总磷预测结果

图 5.4-31 东庄水库拦沙期特枯水年水质预测结果

表 5.4-42 东庄水利枢纽拦沙期特枯水年各水期库区水质浓度分布（mg/l）

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	库尾	6 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		9 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		12 月	6.0	1.0	0.05	1.0
2	库中	6 月	6.3	0.89	0.07	1.19
		9 月	6.1	0.68	0.07	1.2
		12 月	4.1	0.38	0.04	0.81
3	坝前	6 月	4.4	0.49	0.04	0.83
		9 月	5.6	0.65	0.05	0.98
		12 月	3.5	0.33	0.03	0.69

表 5.4-43 东庄水利枢纽拦沙期特枯水年各水期库区水质评价结果

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	库尾	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
2	库中	6 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
		9 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
3	坝前	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

（8）正常期丰水年水质预测

1）模型上边界条件

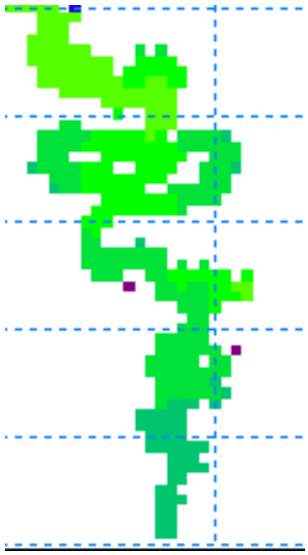
根据模拟计算要求，模型上边界给定正常期丰水年库区入库水位边界条件。

2）模型下边界条件

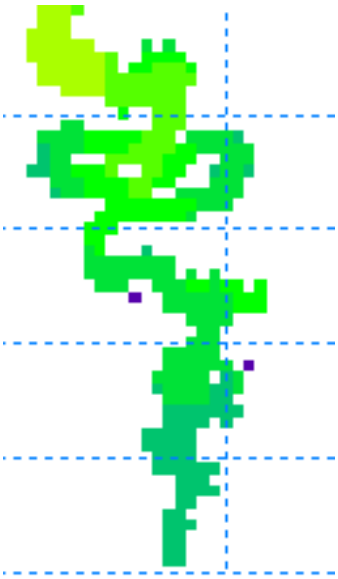
根据模拟计算要求，模型下边界给定正常期丰水年枢纽泄水流量条件，泄水流量中包含枢纽坝前供水流量、发电流量、农业用水流量、弃水流量、调沙出库流量及生态环境流量。

3）正常期丰水年水质预测结果

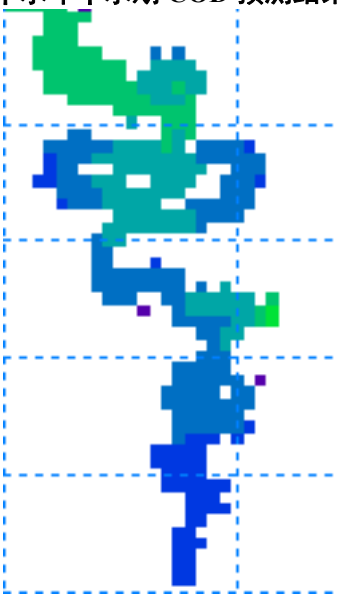
根据模型计算结果，正常期丰水年（6 月、9 月、12 月）污染物坝前、库中、上边界代表月浓度及评价结果见表 5.4-44、表 5.4-45、图 5.4-32。



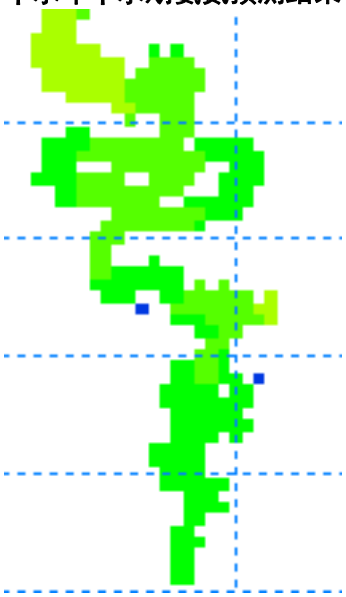
丰水年丰水期 COD 预测结果



丰水年丰水期氨氮预测结果



丰水年丰水期总氮预测结果



丰水年丰水期总磷预测结果

图 5.4-32 东庄水库正常期丰水年水质预测结果

表 5.4-44 东庄水利枢纽正常期丰水年各水期库区水质浓度分布（mg/l）

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	上边界	6 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		9 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		12 月	6.0	1.0	0.05	1.0
2	库中	6 月	6.6	1.1	0.08	1.1
		9 月	6.1	1.0	0.06	1.2
		12 月	5.9	0.64	0.04	0.92
3	坝前	6 月	5.2	0.88	0.04	0.96
		9 月	5.8	0.97	0.05	1.0
		12 月	5.4	0.62	0.03	0.9

表 5.4-45 东庄水利枢纽正常期丰水年各水期库区水质评价结果

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	上边界	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
2	库中	6 月	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ
		9 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
3	坝前	6 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
		12 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

（9）正常期平水年水质预测

1）模型上边界条件

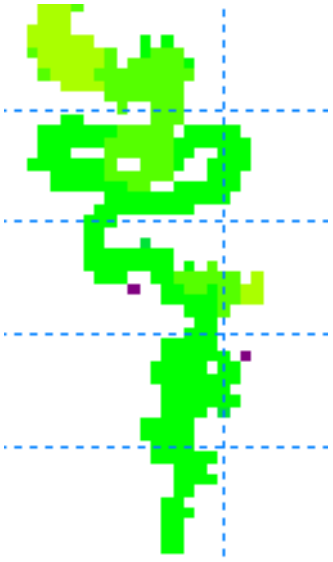
根据模拟计算要求，模型上边界给定正常期平水年库区入库水位边界条件。

2）模型下边界条件

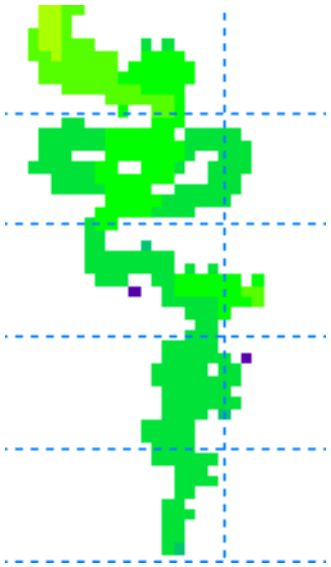
根据模拟计算要求，模型下边界给定正常期平水年枢纽泄水流量条件，泄水流量中包含枢纽坝前供水流量、发电流量、农业用水流量、弃水流量、调沙出库流量及生态环境流量。

3）正常期平水年水质预测结果

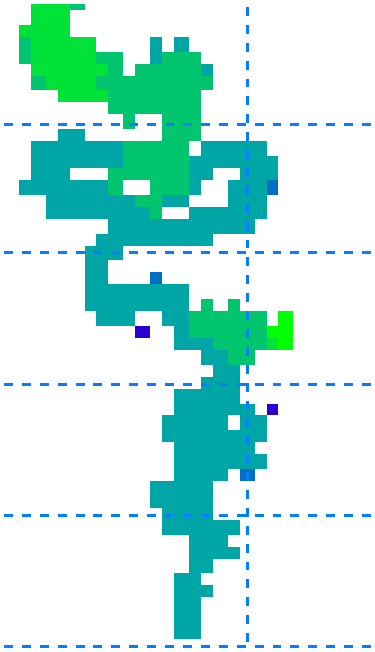
根据模型计算结果，正常期平水年（6 月、9 月、12 月）各污染物坝前、库中、上边界各代表月浓度及评价结果(表 5.4-46、表 5.4-47、图 5.4-33)。



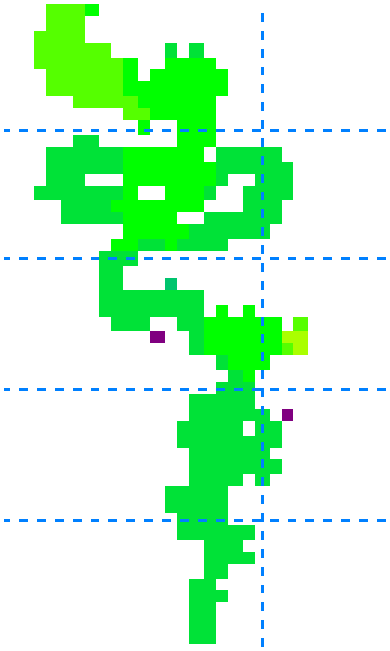
平水年丰水期 COD 预测结果



平水年丰水期氨氮预测结果



平水年丰水期总氮预测结果



平水年丰水期总磷预测结果

图 5.4-33 东庄水库正常期平水年水质预测结果

表 5.4-46 东庄水利枢纽正常期平水年各水期库区水质浓度分布（mg/l）

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	上边界	6 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		9 月	6.0	1.0	0.05	1.0
		12 月	6.0	1.0	0.05	1.0
2	库中	6 月	6.8	0.78	0.09	0.94
		9 月	7.0	1.2	0.06	1.10
		12 月	6.1	0.62	0.06	1.07
3	坝前	6 月	5.6	0.75	0.05	0.72
		9 月	6.0	0.96	0.04	1.0
		12 月	5.7	0.51	0.04	1.0

表 5.4-47 东庄水利枢纽正常期平水年各水期库区水质评价结果

序号	位置	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	上边界	6 月	III	III	III	III
		9 月	III	III	III	III
		12 月	III	III	III	III
2	库中	6 月	IV	IV	IV	III
		9 月	IV	III	IV	IV
		12 月	IV	III	IV	IV
3	坝前	6 月	III	III	III	III
		9 月	III	III	III	III
		12 月	III	III	III	III

（10）水质预测结果分析

根据东庄水利枢纽拦沙期丰水年（P=25%）、平水年（P=50%）、枯水年（P=75%，）、特枯水年（P=90%）、正常运行期丰水年（P=25%）、平水年（P=50%）水质模拟计算结果，在泾河陕西段河道水质满足水功能区水质要求（III类水）的前提下，东庄水库在蓄水后拦沙期及正常运行期库区坝前水体水质总体良好，典型年模拟指标均可满足《地表水环境质量标准》III类水标准要求。库区蓄水后在规划年污染治理措施落实条件下，水质能够满足水功能区标准要求。

水库沿线分布有多个库区污染源，污染源虽水量较小但在特定时段内，库区局部范围内依然可能造成水库部分区域短时间污染物浓度上升现象。

（11）水库富营养化趋势分析

根据《地表水资源质量评价技术规范》（SL395-2007）中“我国湖泊富营养化评分与分级标准”判断东庄水库枢纽建库后库区富营养化状况（表 5.4-48）。

综合标准数值及东庄水库预测结果，东庄水库蓄水后拦沙期及正常运行期库区水质基本处于中营养化状态至轻度富营养化状态。特别是水库库尾区域，受水库回水顶托、水体流动速度在由河道转变为水库状态时迅速降低，加之库尾大量污染物的排入氮磷浓度较高，易产生富营养化现象。

表 5.4-48 我国湖泊富营养化评分与分级标准

营养状态		指数	总磷(mg/L)	总氮(mg/L)
贫		10	0.001	0.02
		20	0.004	0.05
中		30	0.01	0.1
		40	0.025	0.3
		50	0.05	0.5
富	轻度	60	0.1	1.0
	中度	70	0.2	2.0
		80	0.6	6.0
	重度	90	0.9	9.0
		100	1.3	16

5.4.3 坝下水质影响分析

（1） 区域污染源负荷预测

根据 5.4.2 库区污染负荷预测方法，坝下区域的城镇生活、工业污染源、面源污染规划水平年污染负荷见表 5.4-49。坝下区域污水、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷排放量分别是 3429.51 万吨、5757.37 吨、632.49 吨、114.5 吨、36.29 吨。污水排放量主要集中在泾阳、礼泉区域，分别占坝下区域污水排放量的 46.7%和 30.3%；化学需氧量主要集中在在泾阳区域，占坝下区域排放量的 77.9%；氨氮主要集中在在泾阳、礼泉区域，分别占坝下区域排放量的 47.1%和 30.3%；总氮主要集中在泾阳区域，占坝下区域排放量的 87.4%；总磷主要集中在泾阳区域，占坝下区域排放量的 66.7%。

表 5.4-49 坝下区域污染负荷

县级行政区	污水排放量（万t）	COD	NH_3-N	TN	TP
泾阳	1600.82	4488.1	297.98	100.1	359.08
永寿	328.85	233.21	63.65	7.5	19.35
礼泉	1040.33	769.69	197.95	6.9	123.57
高陵	459.51	266.37	72.91		36.29
合计	3429.51	5757.37	632.49	114.5	538.29

（2） 一维水动力-水质模型

描述河道水流运动特性采用明渠一维非恒定流的 Saint-Venant 方程组：

$$B_T\frac{\partial Z}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=q_L$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+2U\frac{\partial Q}{\partial x}+(gA-BU^2)\frac{\partial Z}{\partial x}-U^2\frac{\partial A}{\partial x}\Big|_Z+g\frac{n^2|Q|Q}{AR^{1.33}}=0$$

式中：t 为时间坐标；x 为空间坐标；Q，Z 为流量及水位；B，B_T 为主河道水面宽及包括仅起调蓄作用附加宽度的水面宽；A，R，U，n 分别为过水面积、水力半径、流速及糙率；q_L 为单位河长的旁侧入流量。以上水动力模型采用 Preissmann 四点加权隐式差分格式。

河道水质求解的基本方程为：

$$\frac{\partial(AC)}{\partial t}+\frac{\partial(QC)}{\partial x}-\frac{\partial}{\partial x}(AE_x\frac{\partial C}{\partial x})+S_c-S=0$$

式中，C 为求解浓度变量，本计算中为高锰酸盐指数和氨氮的浓度，mg/L。

E_x 随水流条件而变，平原河网水流变化复杂，Ex 变化范围可达几个数量级，采用以下公式计算：

$$E_x = \alpha C_0 \zeta^2 q$$

式中：q 为断面平均单宽流量；ζ 为断面宽深比，ζ=B/h；C_0 为无因次谢才系数，$C_0 = C/\sqrt{g}$，C 为谢才系数；α 为系数，α＝0.01。

水质采用隐式差分格式对方程进行离散，如下

$$\frac{C_i^{n+1} - C_i^n}{\Delta t} + \frac{Q_i^{n+1} C_i^{n+1} - Q_{i-1}^{n+1} C_{i-1}^{n+1}}{(A\Delta x)_{i-1}^{n+1}}$$

$$-\left[\frac{(AE_x)_i^n C_{i+1}^{n+1} - (AE_x)_i^n C_i^{n+1}}{\Delta x_i} - \frac{(AE_x)_{i-1}^n C_i^{n+1} - (AE_x)_{i-1}^n C_{i-1}^{n+1}}{\Delta x_{i-1}}\right]\frac{1}{A\Delta x_{i-1}} + S_{ci} - S_i = 0$$

根据顺流和逆流情况，引入流向调节因子 r_c 和 r_d，同水流方程组，离散的水质方程统一写作以下形式

$$a_i C_{i-1}^{n+1} + b_i C_i^{n+1} + c_i C_{i+1}^{n+1} = Z_i$$

求解河道交点的浓度值，计算河道断面水质浓度。上述微分方程组采用隐式差分迎风格式离散，并考虑顺流向、逆流向、相向流、相背流四种不同情况进行数值求解。

（3）不同设计典型年水质影响预测与评价

采用一维水动力水质耦合模型对坝下到桃园断面的水质进行模拟预测。水动力模型计算上边界采用水库下泄流量，泾惠渠渠首断面考虑到农业取水。计算下游边界条件给定水位过程，由均匀流计算得到。

水质模型计算所需沿程入河污染负荷量根据污染源调查。东庄水库坝下至桃园约 80km 河段上，坝址断面到张家山断面无点面源汇入，文泾电站至泾惠渠渠首有风箱道泉水量进入河道，水量常年稳定泄放，流量为 0.15m^3/s，泾惠渠渠首下泄水量后，下游有筛珠洞泉（多年平均流量 1.48m^3/s），泉水出水水质按地下水质量标准（GB14848-93）III 类水。张家山以下至泔河入泾之前的河段，设定第一个排污口；泔河入泾作为第二个排污口，排污量采用礼泉县入河污染数据；泔河以下河段考虑泾阳县排污负荷，设定第三个排污口，泾河入渭前高陵县污染负荷，设定第四个排污口。水质模型经现状水质监测数据率定验证。

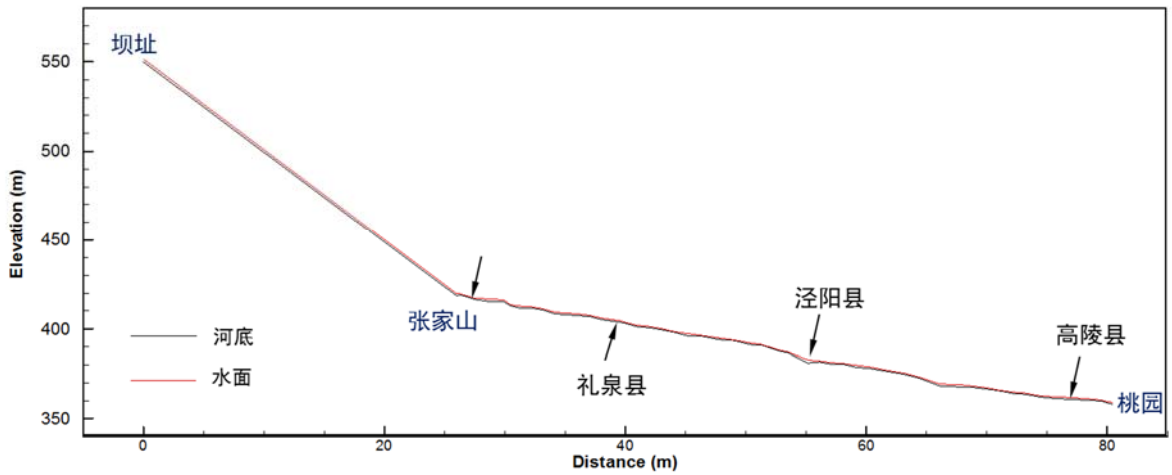


图 5.4-34 水库坝址至桃园下游河道的地形、计算水面线及入河排污口

1）拦沙期丰水年下游水质预测

拦沙期水质模型计算上边界水质由库区模型预测得到，拦沙期坝址至入渭口在典型水期沿程流量变化见图 5.4-35。丰水年丰水期建库后沿程水量增加，平水期沿程水量减小，枯水期建库后坝址处流量略高于建库前，文泾电站断面建库后水量略小于建库前。

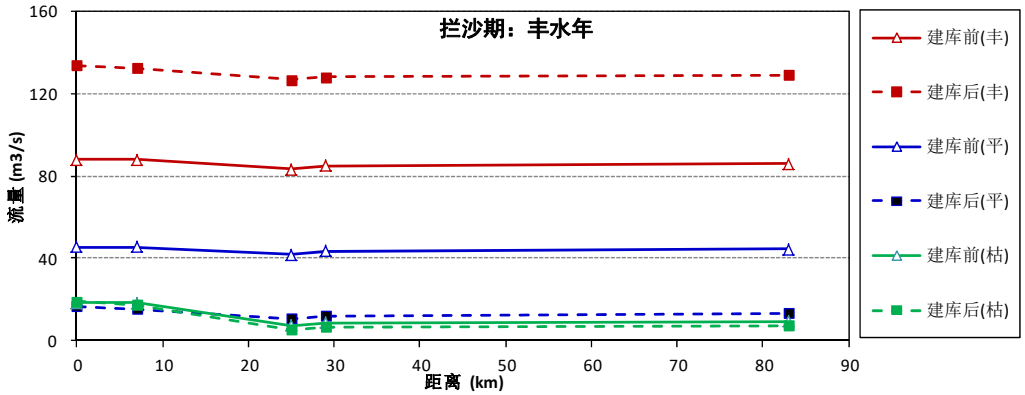


图 5.4-35 拦沙期丰水年不同水期建库前后沿程水量对比

拦沙期丰水年不同水期主要断面高锰酸盐指数和氨氮浓度见表 5.4-50。

表 5.4-50 拦沙期丰水年不同水期坝下断面水质浓度（mg/L）

序号	位置	水期	CODmn		氨氮	
			建库前	建库后	建库前	建库后
1	坝址处	丰水期	4.1	4.7	0.35	0.57
		平水期	4.4	5.4	1.00	0.71
		枯水期	4.3	4.5	1.00	0.52
2	张家山	丰水期	3.8	4.6	0.32	0.51
		平水期	4.1	5.1	0.90	0.67
		枯水期	4.0	4.2	0.90	0.49
3	桃园	丰水期	4.1	4.6	0.37	0.56
		平水期	4.3	5.7	1.68	1.59
		枯水期	4.4	4.6	1.72	1.48

拦沙期丰水年建库后，张家山断面的丰水期、平水期和枯水期的高锰酸盐指数和氨氮达到 III 类，桃园断面的丰水期、平水期和枯水期高锰酸盐指数达到 III 类，氨氮丰水期达到 III 类，平水期和枯水期分别为 V 和 IV 类。

2）拦沙期平水年下游水质预测

拦沙期坝址至入渭口在典型水期沿程流量变化见图 5.4-36。丰水期沿程水量大幅增加，平水期沿程水量略有减小，枯水期建库后坝址至入渭口沿程流量略高于建库前。

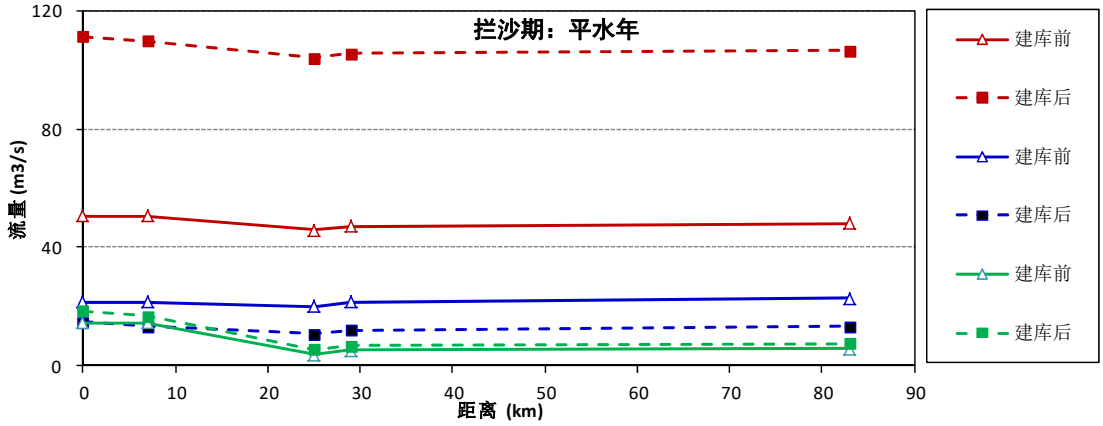


图 5.4-36 拦沙期平水年不同水期建库前后沿程水量对比

拦沙期平水年不同水期关键断面高锰酸盐指数和氨氮浓度沿程变化见表 5.4-51。

表 5.4-51 拦沙期平水年各水期坝下断面水质浓度（mg/L）

序号	位置	水期	CODmn		氨氮	
			建库前	建库后	建库前	建库后
1	坝址处	丰水期	4.2	4.5	0.42	0.52
		平水期	4.6	5.6	0.80	0.64
		枯水期	4.5	3.8	1.00	0.41
2	张家山	丰水期	3.9	4.0	0.37	0.47
		平水期	4.3	5.1	0.72	0.57
		枯水期	4.2	3.4	0.90	0.36
3	桃园	丰水期	4.0	4.1	0.48	0.54
		平水期	4.5	5.8	1.14	1.17
		枯水期	4.5	3.6	1.88	1.05

拦沙期平水年建库后，张家山断面丰水期、平水期和枯水期高锰酸盐指数和氨氮均达到 III 类，桃园断面丰水期、平水期和枯水期高锰酸盐指数达到 III 类，氨氮丰水期、平水期和枯水期分别为 III、IV 和 IV 类，氨氮平水期和枯水期超标。

3）拦沙期枯水年下游水质预测

拦沙期枯水年坝址至入渭口典型水期沿程流量变化见图 5.4-37。枯水年丰水期建库后沿程水量略有减小，平水期沿程水量略有增加，枯水期建库后坝址处流量略低于建库前，文泾电站以后建库后水量略大于建库前。

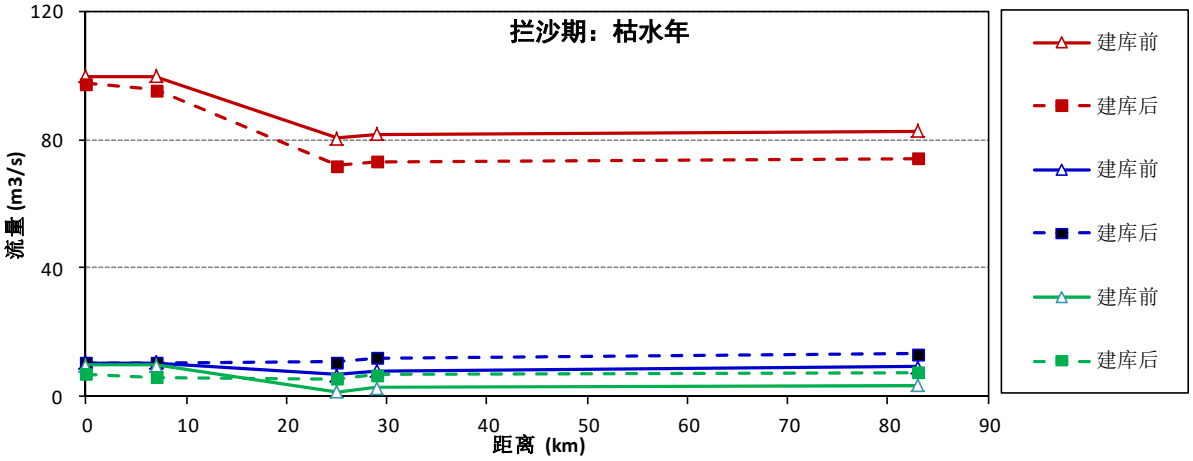


图 5.4-37 拦沙期枯水年不同水期建库前后沿程水量对比

拦沙期枯水年不同水期高锰酸盐指数和氨氮浓度沿程变化见表 5.4-52。

表 5.4-52 拦沙期枯水年各水期坝下断面水质浓度（mg/L）

序号	位置	水期	CODmn		氨氮	
			建库前	建库后	建库前	建库后
1	坝址处	丰水期	4.5	4.7	0.45	0.47
		平水期	4.8	6.4	0.90	0.68
		枯水期	4.9	3.3	1.00	0.26
2	张家山	丰水期	4.3	4.5	0.43	0.45
		平水期	4.3	5.9	0.85	0.63
		枯水期	4.6	3.0	0.98	0.24
3	桃园	丰水期	4.6	4.8	0.66	0.68
		平水期	5.0	6.6	1.66	1.53
		枯水期	5.3	3.7	1.65	0.85

拦沙期枯水年建库后，张家山断面在丰水期、平水期、枯水期水质达到 III 类；平水期氨氮浓度上升较大；桃园断面丰水期和枯水期高锰酸盐指数达到 III 类，平水期 IV 类，氨氮在丰水期、平水期、枯水期超标，其中丰水期和枯水期为 III 类，平水期为劣 V 类。

4）拦沙期特枯水年下游水质预测

拦沙期特枯年坝址至入渭口典型水期沿程流量变化见图 5.4-38。特枯年丰水期建库后沿程水量大幅增加，平水期沿程水量略有减小，枯水期建库后坝址至入渭口大于建库前。

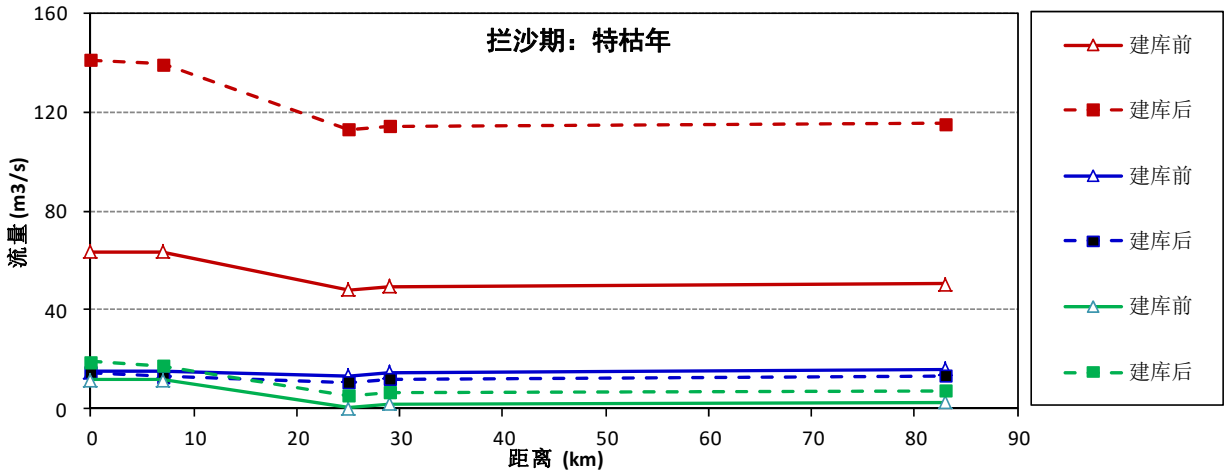


图 5.4-38 拦沙期特枯年不同水期建库前后沿程水量对比

特枯水年不同水期高锰酸盐指数和氨氮浓度沿程变化见表 5.4-53。

表 5.4-53 特枯水年各水期坝下断面水质浓度（mg/L）

序号	位置	水期	CODmn		氨氮	
			建库前	建库后	建库前	建库后
1	坝址处	丰水期	4.6	4.4	0.50	0.49
		平水期	5	5.6	0.95	0.65
		枯水期	5.2	3.5	1.00	0.33
2	张家山	丰水期	4.5	4.2	0.48	0.47
		平水期	4.6	5.2	0.90	0.60
		枯水期	4.9	3.2	0.97	0.30
3	桃园	丰水期	5.0	4.6	0.71	0.62
		平水期	5.9	6.5	1.97	1.67
		枯水期	5.6	3.9	1.55	0.88

拦沙期特枯水年建库后，特枯年张家山断面的丰水期、平水期和枯水期高锰酸盐指数、氨氮达到 III 类。桃园断面丰水期和枯水期的高锰酸盐指数达到 III 类，平水期超标；氨氮在丰水期和枯水期均为 III 类，平水期氨氮为 V 类。

5）正常运行期丰水年下游水质预测

正常运行期水质模型计算上边界水质由库区模型预测得到。坝址至入渭口典型水期沿程流量变化见图 5.4-39。丰水年丰水期建库后沿程水量增加，平水期沿程水量明显减小，枯水期建库后坝址处流量略高于建库前，文泾电站以后建库后水量略小于建库前。

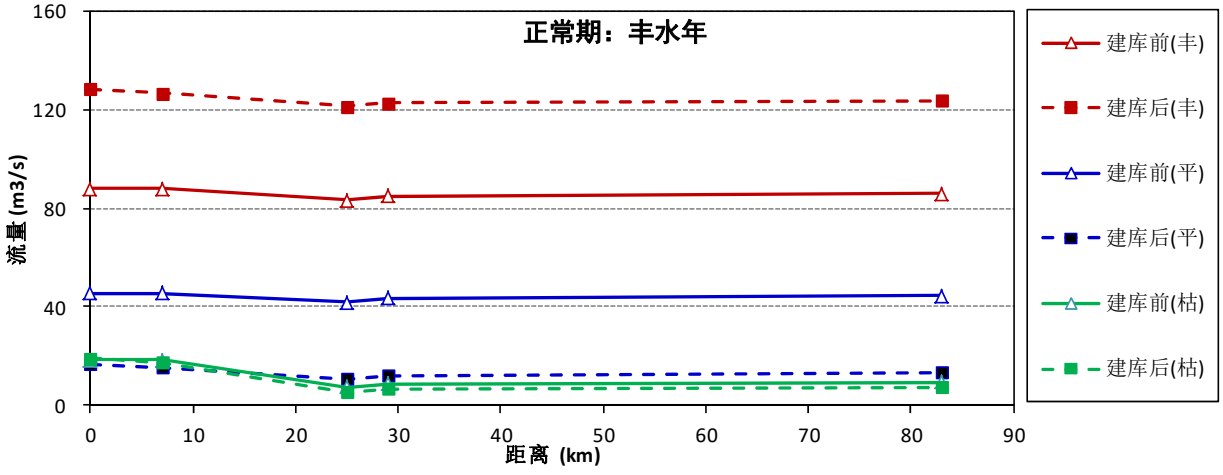


图 5.4-39 正常运行期丰水年不同水期建库前后沿程水量对比

正常运行期丰水年不同水期高锰酸盐指数和氨氮浓度沿程变化见表 5.4-54。

表 5.4-54 正常运行期丰水年不同水期坝下断面水质浓度（mg/L）

序号	位置	水期	CODmn		氨氮	
			建库前	建库后	建库前	建库后
1	坝址处	丰水期	4.1	5.2	0.35	0.88
		平水期	4.4	5.8	0.70	0.97
		枯水期	4.5	5.4	0.90	0.62
2	张家山	丰水期	3.8	5.0	0.31	0.84
		平水期	4.1	5.3	0.62	0.89
		枯水期	4.0	5.0	0.85	0.57
3	桃园	丰水期	4.1	5.2	0.32	0.88
		平水期	4.3	6.6	1.20	1.47
		枯水期	4.4	5.1	1.21	0.93

正常运行期丰水年建库前后，张家山断面的丰水期、平水期和枯水期的高锰酸盐指数和氨氮均达到 III 类，桃园断面上丰水期和枯水期高锰酸盐指数达到 III 类，平水期为 IV 类，氨氮丰水期和枯水期达到 III 类，平水期为 IV 类。

6）正常运行期平水年下游水质预测

正常运行期坝址至入渭口典型水期沿程流量变化见图 5.4-40。平水年丰水期沿程水量明显增加，平水期沿程水量略有减小，枯水期坝址至入渭口河道略大于建库前。

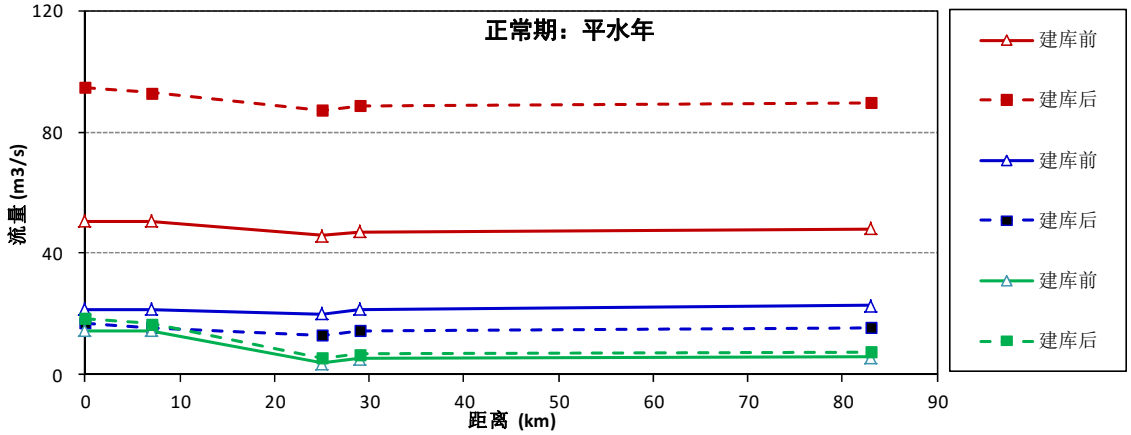


图 5.4-40 正常运行期平水年不同水期建库前后沿程水量对比

正常运行期平水年不同水期高锰酸盐指数和氨氮浓度沿程变化见表 5.4-55。

表 5.4-55 正常运行期平水年各水期坝下断面水质浓度（mg/L）

序号	位置	水期	CODmn		氨氮	
			建库前	建库后	建库前	建库后
1	坝址处	丰水期	4.2	5.6	0.42	0.75
		平水期	4.6	6	0.80	0.96
		枯水期	4.5	5.7	1.00	0.51
2	张家山	丰水期	3.9	5.2	0.37	0.68
		平水期	4.3	5.4	0.72	0.85
		枯水期	4.2	5.0	0.90	0.45
3	桃园	丰水期	4.0	5.7	0.48	0.80
		平水期	4.5	6.0	1.14	1.59
		枯水期	4.5	4.1	1.88	1.00

正常运行期平水年建库后，张家山断面丰水期、平水期和枯水期高锰酸盐指数和氨氮均达到 III 类，桃园断面丰水期和枯水期高锰酸盐指数达到 III 类，平水期为 IV 类；氨氮丰水期为 III 类水，平水期和枯水期分别 V 和 IV，氨氮平水期和枯水期超标。

根据陕西省政府批复的《泾河流域陕西段水污染防治规划》，**规划水平年坝下区域将实施工业点源、城镇生活、农业面源污染等治理措施，流域库区、坝下污染治理措施落实条件下（相关污染控制措施见 7.5 运行期水污染控制措施），在水库水质满足功能区划水质目标和坝下河段污染负荷消减情境下，坝下河段水质能够满足水功能区水质标准要求。**

5.5 泥沙淤积影响预测与评价

5.5.1 水库淤积、渭河下游减淤边界条件

（1）设计水沙条件

根据张家山站实测资料统计，1932 年 7 月～2015 年 6 月年均输沙量 2.37 亿 t，其中 1956 年 7 月～2000 年 6 月年均输沙量 2.51 亿 t。2000 年以来实测沙量明显减少，其中 2000 年 7 月～2015 年 6 月年均输沙量 0.97 亿 t，较 2000 年前减少 1.53 亿 t。水利工程、水土保持工程和降雨变化是输沙量变化重要影响因素，下文重点从以上三个方面进行分析。由于 2014 年以后的水利工程、水土保持工程和降雨资料尚不完整，以 2000 年～2013 年 14 年水利工程、水土保持工程和降雨资料代表近期，与 1956 年～1999 年 44 年长系列进行对比，分析输沙量减少的原因。

1）水利工程减沙作用分析

水利工程减沙作用主要包括水库工程拦沙和引水工程引水引沙减沙两部分。

①水库工程减沙作用

据统计，泾河流域水库总库容约 9.0 亿 m^3，其中有效调节库容 2.3 亿 m^3，拦沙库容约 6.7 亿 m^3，水库工程情况统计见表 5.5-1。

表 5.5-1 泾河流域水库工程情况统计表

水库类型	总库容（万 m^3）	有效调节库容（万 m^3）
大中型水库	67815	9661
小型水库 117 处	22184	12922
合计	89999	22583

根据黄河上中游管理局水库淤积资料，1956 年～1999 年泾河流域水库年均拦沙量 1344 万 t，2000 年～2013 年均拦沙量 1054 万 t，年均减少 290 万 t（表 5.5-2）。

表 5.5-2 泾河流域水库工程情况统计表

水库年均拦沙量（亿 t）		由水库拦沙导致的年均泥沙减少量（亿 t）
1956～1999（长系列）	2000～2013（近期）	
0.134	0.105	-0.029

②引水引沙减沙作用

2000 年～2013 年张家山站以上年均引水量 2.53 亿 m^3，较 1956 年～1999 年长系列年均引水量 1.56 亿 m^3 多 0.97 亿 m^3，按引水含沙量 50kg/m^3 计算，由于近期引水量增加导致年均泥沙减少量为 0.05 亿 t（表 5.5-3）。

表 5.5-3 引水量增加导致的泥沙减少量计算表

1956 年～1999 年（长系列）		2000 年～2013 年（近期）		近期年均引水量增加值（亿 m^3）	由于引水量增加导致的年均泥沙减少量（亿 t）
年均引水量（亿 m^3）	年均引沙量（亿 t）	年均引水量（亿 m^3）	年均引沙量（亿 t）		
1.56	0.078	2.53	0.127	0.97	0.049

由上述计算成果可知，2000 年以来与长系列相比，泾河流域水库年均拦沙量减少 0.03 亿 t，年均引沙量增加 0.05 亿 t，合计年均减沙量增加 0.02 亿 t。

2）水土保持工程减沙作用分析

①水土保持工程建设基本情况

统计泾河流域不同年份水土保持治理面积，1970 年 16.6 万 hm^2，至 2013 年

增加至 175.7 万 hm^2，增长近 10 倍，其中 2000 年～2013 年增长较快，治理面积增加 66.4 万 hm^2，年均增加 5.1 万 hm^2。各项措施中，梯田、造林面积较大，分别占治理面积的 37.7%～44.6%和 44.6%～48.2%（表 5.5-4）。

表 5.5-4 不同年份泾河流域水土保持措施治理面积统计表（单位：万 hm^2）

年份	梯田	造林	种草	封禁治理	坝地	合计
1960	1.31	1.75	0.14	0.04	0.04	3.29
1970	7.40	7.51	0.98	0.59	0.11	16.60
1980	15.91	16.70	2.33	2.08	0.18	37.20
1990	28.24	31.60	8.37	2.35	0.24	70.80
2000	41.20	52.68	11.98	3.06	0.30	109.24
2013	66.21	80.85	20.55	7.64	0.42	175.68

注：表中数据由黄河水利委员会黄河上中游管理局提供。

②水保法减沙作用

采用水保法进行减沙量计算，1956 年～1999 年长系列水土保持措施年均减沙量 0.19 亿 t，2000 年以来年均减沙 0.91 亿 t，由于近期水土保持工程建设较长系列年均多减沙 0.72 亿 t（表 5.5-5）。

表 5.5-5　水保法计算的年均泥沙减少量计算表

项目		梯田	造林	种草	封禁治理	坝地	合计
1956～1999（长系列）	平均治理面积（万 hm^2）	15.67	17.75	3.77	1.43	0.15	38.77
	年均减沙量（万 t）	0.064	0.060	0.012	0.006	0.047	0.188
2000～2013（近期）	平均治理面积（万 hm^2）	53.71	66.77	16.27	5.35	0.36	142.46
	年均减沙量（万 t）	0.344	0.365	0.085	0.028	0.088	0.910
水保法计算的年均多减沙（万 t）		0.280	0.305	0.073	0.022	0.041	0.722

③已有成果类比分析

《东庄水利枢纽工程项目建议书》对 20 世纪 70～80 年代水土保持工程减沙作用进行分析，其中梯田、造林、种草、封禁治理、坝地等措施年均减沙量 0.24 亿 t；黄河水沙变化研究基金项目对 20 世纪 90 年代水土保持工程减沙作用进行分析，其中梯田、造林、种草、封禁治理、坝地等措施年均减沙量 0.42 亿 t。20 世纪 70 年代前水土保持治理较少，减沙量可忽略不计，1956 年～1999 年水土保持措施年均减沙量 0.20 亿 t。2000 年以来水土保持措施减沙量可按治理面积比 1956 年～1999 年的增幅类比估算。经统计，1956 年～1999 年长系列水土

保持工程平均治理面积 38.77 万 hm²，2000 年～2013 年水土保持工程平均治理面积 142.46 万 hm²。以长系列水土保持措施年均减沙量 0.20 亿 t 为基础，2000 年～2013 年水土保持措施年均减沙量 0.73 亿 t。由此可知，按已有成果类比法计算的近期水土保持措施比长系列年均多减沙 0.53 亿 t（表 5.5-6）。

表 5.5-6　按已有成果类比法计算的水土保持年均多减沙量计算表

1956～1999（长系列）		2000～2013（近期）		已有成果类比法计算的年均多减沙（亿 t）
平均治理面积（万 hm²）	已有成果年均减沙量（亿 t）	平均治理面积（万 hm²）	按已有成果类比年均减沙量（亿 t）	
38.77	0.20	142.46	0.73	0.53

由上述水保法和已有成果类比计算的水土保持减沙量可知，2000 年以来与 1956～1999 年长系列相比，水土保持工程建设导致泾河年均多减沙 0.53 亿 t～0.72 亿 t。

3）已有其他研究成果

20 世纪 80 年代和 90 年代，黄河水沙变化研究基金项目对泾河流域水利水保措施减沙效果进行研究，取得成果详见表 5.5-7。

2000 年后黄河水沙发生较大变化，国内有关单位和科研院所针对近期黄河水沙变化原因进行深入研究，目前完成的主要研究成果有“十一五”国家科技支撑计划课题《黄河流域水沙变化情势分析与评价》、“十二五”国家科技支撑计划课题《黄河中游来沙锐减主要驱动力及人为调控效应研究》和《黄河水沙变化研究（白皮书）》等（表 5.5-7）。

2012 年完成的“十一五”国家科技支撑计划课题《黄河流域水沙变化情势分析与评价》成果提出，泾河张家山站 1997～2006 年水利水保措施年均减沙量 0.622 亿 t。考虑未来水库淤满后将失去拦沙作用，坝地淤满后减沙作用将会减少，扣除水库拦沙和坝地一半减沙量后，可持续年均减沙量为 0.535 亿 t。2015 年完成的“十二五”国家科技支撑计划课题《黄河中游来沙锐减主要驱动力及人为调控效应研究》成果提出，泾河张家山站 2007～2014 年水利水保措施年均减沙量 1.828 亿 t～2.045 亿 t，扣除水库拦沙和坝地一半减沙量后，泾河流域可持续的年均减沙量为 1.632 亿 t～1.849 亿 t。

2016 年黄河水利委员会和中国水利水电科学研究院完成的《黄河水沙变化研究》，提出龙门至潼关区间 2000 年～2012 年实测年均来沙量 1.48 亿 t，较 1954

年～1969 年年均来沙量 6.46 亿 t 减少了 4.98 亿 t，其中梯田、林地、草地、坝地、封禁等水利水土保持措施导致的减沙量 2.77 亿 t，占总减沙量的 56%。泾河张家山站 2000 年～2012 年实测年均输沙量为 1.03 亿 t，较 1954 年～1969 年均输沙量 2.94 亿 t 减少 1.91 亿 t，按龙门至潼关区间水利水保措施减沙量所占比例估算，则泾河张家山以上水利水保措施导致的减沙量为 1.07 亿 t。与“十一五”的处理方法相同，扣除水库拦沙和坝地一半的减沙量后，根据《黄河水沙变化研究》的研究成果分析，可持续年均减沙量 0.852 亿 t。

表 5.5-7 水利水保措施减沙作用结果统计表

成果来源	研究时段	水利工程减沙量（亿 t）		水土保持工程减沙量（亿 t）		水利水保措施合计减沙量（亿 t）	可持续的减沙量（亿 t）
		水库	引沙	淤地坝	林草、梯田等		
第一期黄河水沙变化研究基金	1970～1979	0.184	0.113	0.127	0.086	0.510	0.263
	1980～1989	0.065	0.055	0.095	0.112	0.327	0.215
第二期黄河水沙变化研究基金	1970～1979	0.167	0.136	0.049	0.151	0.503	0.312
	1980～1989	0.065	0.072	0.084	0.328	0.549	0.442
	1990～1996	0.096	0.111	0.055	0.361	0.623	0.500
“十一五”国家科技支撑计划	1997～2006	0.057	0.104	0.061	0.4	0.622	0.535
“十二五”国家科技支撑计划	2007～2014	0.129	0.005	0.135	1.559～1.776	1.828～2.045	1.632～1.849
“黄河水沙变化研究”白皮书	2000～2012	0.058	0.108	0.321	0.583	1.070	0.852

4）设计来沙量

黄河流域水沙变化一直受到比较广泛关注，各时期对泥沙减少原因及数量取得了一定的研究成果，但各家成果仍存在明显差别。东庄水利枢纽工程按照 2000 年以来水利水保措施可持续的减沙作用为依据，预估泾河设计水平年来沙量。张家山站 1956～2000 年设计代表系列天然年均输沙量 2.7 亿 t，扣除未来可持续年均减沙量 0.53 亿 t～1.85 亿 t，东庄水库设计入库沙量 0.85 亿 t～2.17 亿 t（表 5.5-8）。其中按“十一五”、《黄河流域综合规划（2012-2030 年）》及项目建议书阶段成果计算值相当，设计入库沙量 2.1 亿 t～2.17 亿 t；按“黄河水沙变化研究”白皮书和报告成果计算值相当，设计入库沙量 1.71 亿 t～1.88 亿 t；按“十二五”成果计算值偏小，设计入库沙量 0.85 亿 t～1.07 亿 t。

表 5.5-8 设计入库沙量计算表

依据成果		研究时段	可持续的减沙量（亿 t）	设计入库沙量（亿 t）
“十一五”国家科技支撑计划		1997～2006	0.535	2.166
“十二五”国家科技支撑计划		2007～2014	1.632～1.849	0.851～1.068
“黄河水沙变化研究”白皮书		2000～2012	0.852	1.848
黄河流域综合规划（2012-2030 年）		2030 年水平	0.6	2.1
项目建议书成果		2000～2008	0.6	2.1
本次补充报告	水保法	2000～2015	0.993	1.707
	已有成果类比分析	2000～2015	0.822	1.879

5） 设计水沙系列

项目建议书阶段，采用 2030 年水平 1956 年 7 月～2000 月 6 月系列作为水沙基础系列，年均径流量 12.1 亿 m^3，年均输沙量 2.1 亿 t，为分析丰枯时段在系列中出现时序不同对水库淤积和减淤作用的影响，分别选取了前期平水平沙的 1968 系列、前期水沙偏丰的 1961 系列和前期水沙偏枯的 1991 系列三个设计水沙系列用于水库和河道泥沙冲淤计算。中咨公司对项目建议书的评估意见认为，设计入库泥沙量采用 2.1 亿 t 基本合适。考虑近期来沙量减少趋势明显，建议下阶段针对不同入库沙量对水库防洪减淤作用进行敏感性分析。

可研阶段，根据中咨公司对项目建议书的评估意见，在水利部上报国家发改委的可行性研究报告中，增加了比设计来沙量 2.1 亿 t 分别偏少 20%和 30%的两个系列进行敏感性分析。一个系列为 1987 年 7 月～2012 年 6 月实测 25 年翻番系列（简称 1987 系列 1），该系列年均径流量为 12.55 亿 m^3，年均输沙量为 1.72 亿 t，平均含沙量为 137.16kg/m^3；另一个系列在 1987 系列 1 基础上考虑来沙量进一步减少，输沙量缩减至设计来沙量的 30%，得到 1987 系列 2，相应年均径流量为 12.55 亿 m^3，年均输沙量为 1.44 亿 t，平均含沙量为 113.74kg/m^3。

根据中咨公司对可研报告的评估意见，本次水沙系列组合仍采用原来的 1968 年系列、1961 年系列和 1991 系列，设计年均入库沙量由原来的 2.1 亿 t 调整为 1.7 亿 t。考虑泾河水沙问题复杂，来水来沙多变，因此采用 2000 年以来实测系列（简称 2000 系列）和设计沙量为 2.1 亿 t 的 1968 系列（简称原 1968 系列）进行敏感性分析。沙量调整前后各系列入库水沙特性值见表 5.5-9。

表 5.5-9 各系列设计水沙特征值

系列	径流量(亿 m^3)	输沙量(亿 t)
1968 系列（平水平沙）	12.21	1.68
1961 系列（前 15 年偏丰）	12.56	1.74
1991 系列（前 15 年偏枯）	12.07	1.67
2000 系列（实测系列）	10.90	0.97
原 1968 系列（平水平沙）	12.14	2.03

（2）水库及河道泥沙冲淤计算条件

①工程条件组合

本阶段仅考虑东庄水库单库运用对渭河下游减淤，计算范围包括东庄水库和渭河下游。

东庄水库除防洪减淤任务之外，还有供水任务，为了寻求科学合理的东庄水库调度方案，以实现东庄水库在首先满足防洪减淤要求的前提下尽可能发挥供水效益，水库调节计算过程中，考虑了东庄水库与供水区内其他水库联合供水运用。

②计算范围

考虑东庄水库单库运用对渭河下游减淤，计算范围包括东庄水库和渭河下游。其中渭河下游计算范围包括渭河下游（咸阳～渭河口）、小北干流（黄淤 68～潼关）、三门峡库区（潼关～黄淤 1）以及北洛河（洛淤 21～洛淤 1）。

③河道边界条件及水沙条件组合

东庄水库于 2020 年投入运用，库区泥沙冲淤计算长度按 50 年考虑（即 2020 年 7 月～2070 年 6 月）。渭河下游河道泥沙冲淤计算的边界条件采用 2010 年汛前的地形资料，数学模型计算长度为 60 年（2010 年 7 月～2070 年 6 月）。

根据中咨公司对可研报告的评估意见，水沙系列组合仍采用原来的 1968 年系列、1961 年系列和 1991 系列，设计年均入库沙量由原来的 2.1 亿 t 调整为 1.7 亿 t。考虑泾河水沙问题复杂，来水来沙多变，采用 2000 年以来实测系列（简称 2000 系列）和设计沙量为 2.1 亿 t 的 1968 系列（简称原 1968 系列）进行敏感性分析。

（3）库区水沙数学模型

①模型概况

库区冲淤计算采用水库水动力学模型进行计算。模型功能模块包括水库调度

模块、水面线计算模块、库容计算模块、泥沙冲淤计算模块、异重流计算模块、床沙级配调整模块、河床变形模块。本数学模型为一维非耦合恒定流模型，计算时将库区各断面划分为子断面，计算各子断面的平均水力、泥沙因素以及上、下断面之间的平均冲淤厚度的沿程变化及因时变化情况。

②小浪底水库验证情况

采用小浪底水库1999年11月～2015年10月实测水沙过程对模型进行验证。

表5.5-10 小浪底水库实测冲淤量与模型计算冲淤量对比表

运用年	实测冲淤量（亿t）				计算冲淤量（亿t）			
	11～6月	7～10月	11～10月	累计	11～6月	7～10月	11～10月	累计
1999-2000	0.24	3.13	3.37	3.37	0.24	3.07	3.31	3.31
2000-2001	0.00	2.71	2.71	6.08	0.00	2.88	2.88	6.19
2001-2002	0.97	2.77	3.74	9.82	0.93	2.50	3.43	9.62
2002-2003	-0.04	6.65	6.61	16.43	0.00	7.63	7.63	17.25
2003-2004	0.00	1.30	1.30	17.73	0.00	1.61	1.61	18.86
2004-2005	0.44	3.18	3.63	21.36	0.30	3.42	3.72	22.58
2005-2006	0.18	1.74	1.92	23.28	0.00	1.87	1.87	24.45
2006-2007	0.43	1.99	2.42	25.70	0.46	2.08	2.54	26.99
2007-2008	0.38	0.49	0.87	26.57	0.37	0.53	0.90	27.89
2008-2009	0.36	1.58	1.94	28.51	0.35	1.66	2.01	29.90
2009-2010	0.01	2.42	2.42	30.93	0.00	2.50	2.50	32.40
2010-2011	0.01	1.42	1.42	32.35	0.01	1.48	1.49	33.89
2011-2012	0.00	2.03	2.03	34.38	0.01	2.09	2.10	35.99
2012-2013	0.01	2.53	2.54	36.92	0.00	2.62	2.62	38.61
2013-2014	0.00	1.12	1.12	38.04	0.00	1.19	1.19	39.80
2014-2015	0.00	0.50	0.50	38.54	0.00	0.60	0.60	40.40

水库冲淤量 ：1999年11月～2015年10月，小浪底水库实测输沙率法冲淤量38.54亿t，数学模型计算冲淤量为40.4亿t，误差约5%。历年淤积量成果见表5.5-10。

数学模型计算的库区纵剖面与实测对比见图 5.5-1~图 5.5-2。由图可知，模型能够模拟小浪底水库库区冲淤变化过程，与实测资料符合良好。

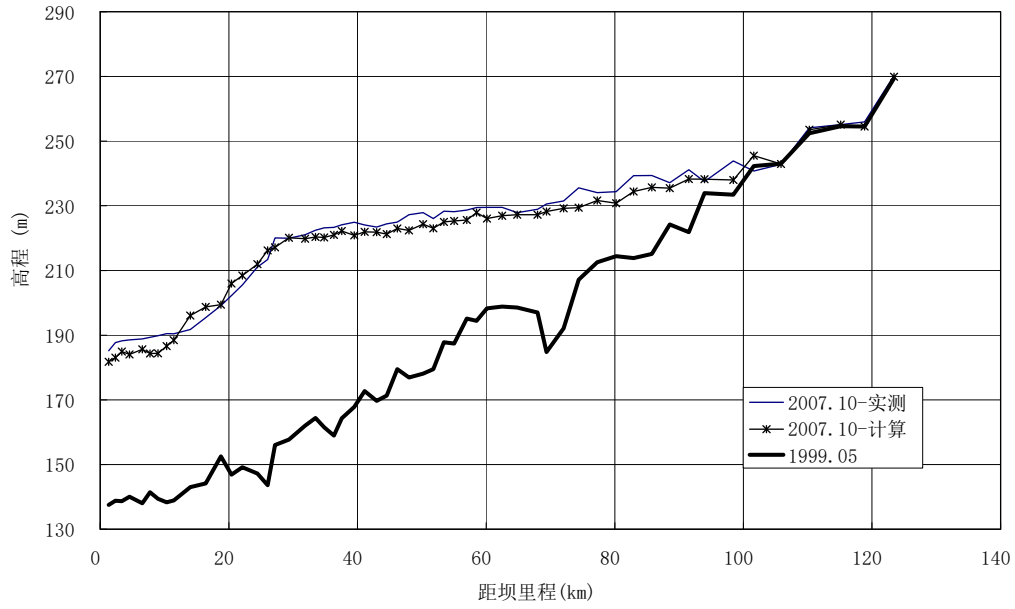


图 5.5-1 2007 年 10 月深泓点纵剖面图

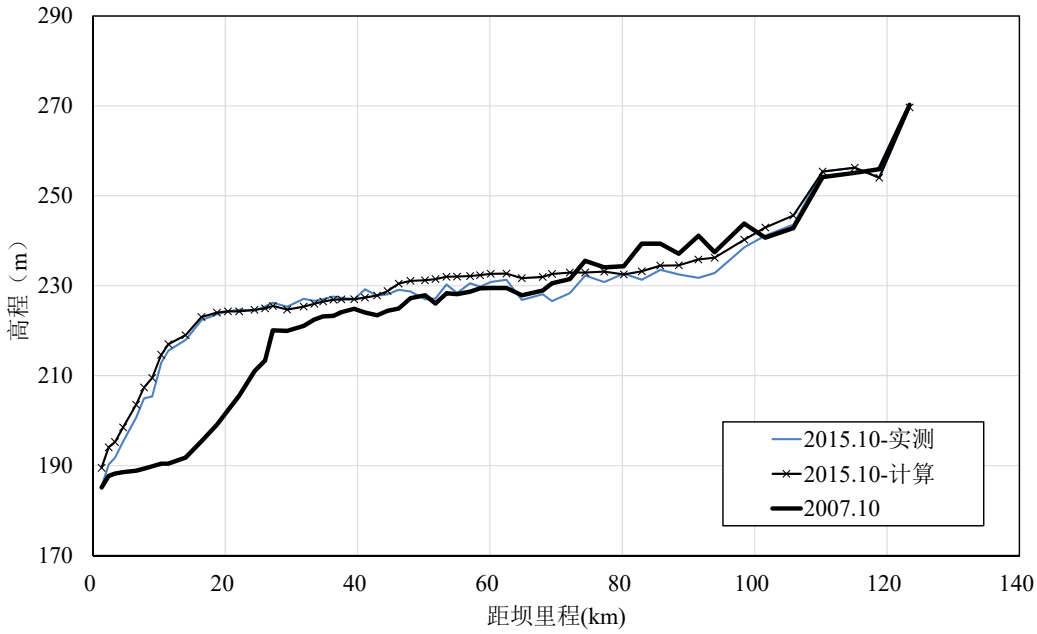


图 5.5-2 2015 年 10 月深泓点纵剖面对比图

③巴家咀水库验证情况

巴家咀水库入库水沙主要由干流蒲河和支流黑河组成，采用 1965 年～1970 年实测水沙资料进行验证计算。本次验证入库流量和输沙率采用姚新庄和兰西坡站实测资料，出库流量采用巴家咀站实测资料；初始地形采用 1965 年 5 月实测的巴家咀库区大断面。

水库冲淤量：1965 年 5 月～1970 年 5 月，巴家咀水库断面法淤积量 3070 万

m^3，数学模型计算淤积量 3240 万 m^3，计算值与实测值较接近。累计淤积量过程见图 5.5-3。

水库淤积形态：干支流蒲河和黑河淤积纵剖面均与实测情况较为接近（图 5.5-4、图 5.5-5。

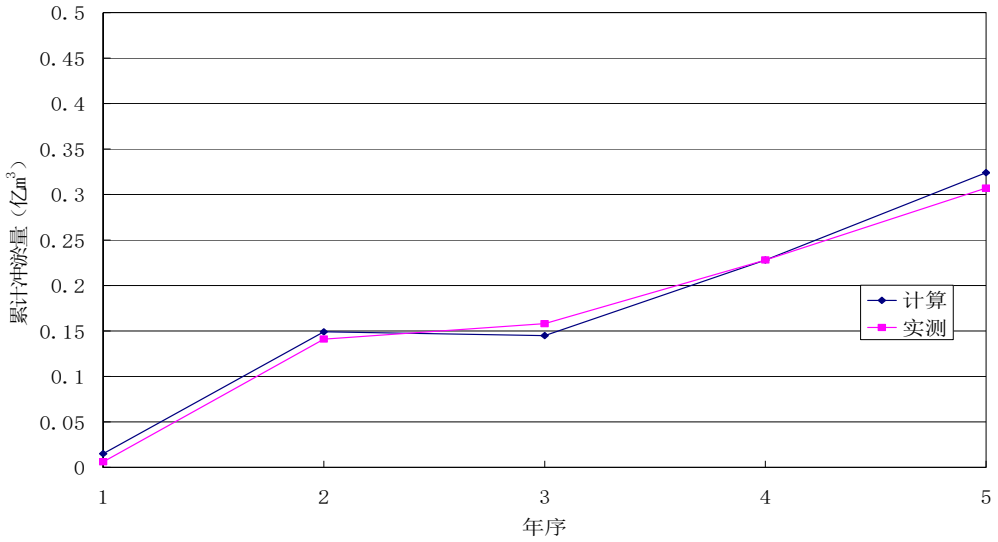


图 5.5-3 巴家咀水库 1965 年 5 月～1970 年 5 月库区累积冲淤过程

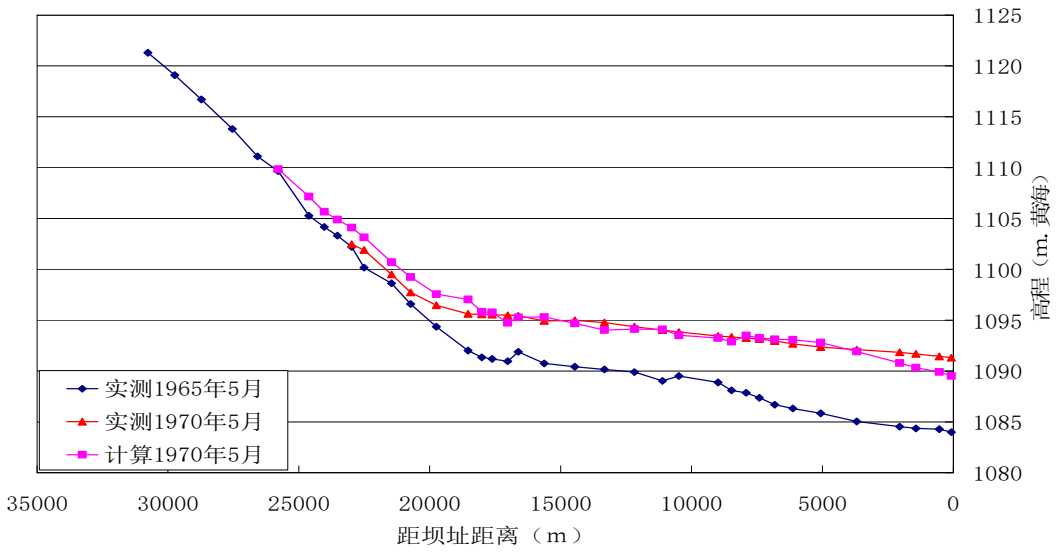


图 5.5-4 巴家咀水库干流蒲河纵剖面套绘图

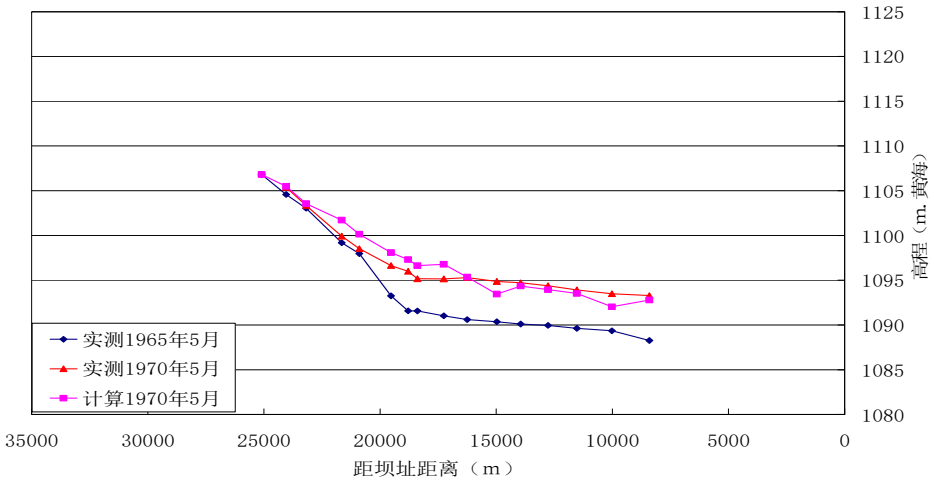


图 5.5-5　巴家咀水库支流黑河纵剖面套绘图

（4）渭河下游水沙数学模型

①基本情况介绍

构建渭河下游（咸阳～渭河口）、小北干流（黄淤 68～潼关）、三门峡库区（潼关～黄淤 1）以及北洛河（洛淤 21～洛淤 1）汇流区河段一维水动力学模型，采用计算河段的实测资料进行验证。其中三门峡大坝的边界条件是汛期水库畅泄，非汛期三门峡水库水位最高不超过 318m。

②验证资料

地形资料：采用渭河下游、小北干流以及三门峡库区 1991 年汛后实测大断面资料。

水文资料：采用 1991 年 9 月 1 日～2005 年 12 月 31 日龙门、河津、咸阳、张家山和状头站的逐日水沙资料作为验证计算的水文资料。验证计算水沙条件统计见表 5.5-11。

表 5.2-11 验证计算水沙条件统计

测站	时段	水量（亿 m^3）			沙量（亿 t）		
		7～10 月	11～6 月	7～6 月	7～10 月	11～6 月	7～6 月
咸阳	1991～1999	10.719	9.611	20.330	0.103	0.314	0.416
	1999～2005	6.047	13.042	19.088	0.039	0.320	0.359
	1991～2005	8.717	11.081	19.798	0.076	0.316	0.392
张家山	1991～1999	5.828	7.926	13.754	0.259	1.944	2.202
	1999～2005	3.651	6.702	10.353	0.180	1.267	1.447
	1991～2005	4.895	7.402	12.297	0.225	1.654	1.879
龙门	1991～1999	116.084	79.326	195.411	1.026	4.491	5.516
	1999～2005	97.471	61.693	159.165	0.532	1.882	2.414
	1991～2005	108.107	71.769	179.877	0.814	3.373	4.187
状头	1991～1999	3.908	2.808	6.716	0.850	0.018	0.868
	1999～2005	3.810	2.599	6.409	0.427	0.040	0.467
	1991～2005	3.866	2.719	6.585	0.669	0.027	0.696
河津	1991～1999	1.509	3.257	4.766	0.001	0.030	0.031
	1999～2005	1.431	2.059	3.490	0.000	0.045	0.045
	1991～2005	1.478	2.778	4.255	0.001	0.036	0.037

备注：龙门、河津是黄河干流水文站；咸阳是渭河干流水文站；张家山是泾河干流水文站；状头是北洛河干流水文站。

③验证成果

表 5.5-12、图 5.5-6～图 5.5-8 给出了冲淤量计算值与实测值的对比，数学模型计算所得的冲淤量和实测成果基本一致，除三门峡库区由于冲淤幅度较小相对误差较大外，其余两个河段累计冲淤量计算误差均不超过 15.2%。

表 5.5-12 1991～2005 年期间计算河段累计冲淤量验证成果

河段	实测值	计算值	相对误差
黄淤 68～黄淤 41	3.52	4.06	15.17
黄淤 41～坝前	-0.33	-0.68	—
渭河下游	4.46	4.60	3.18

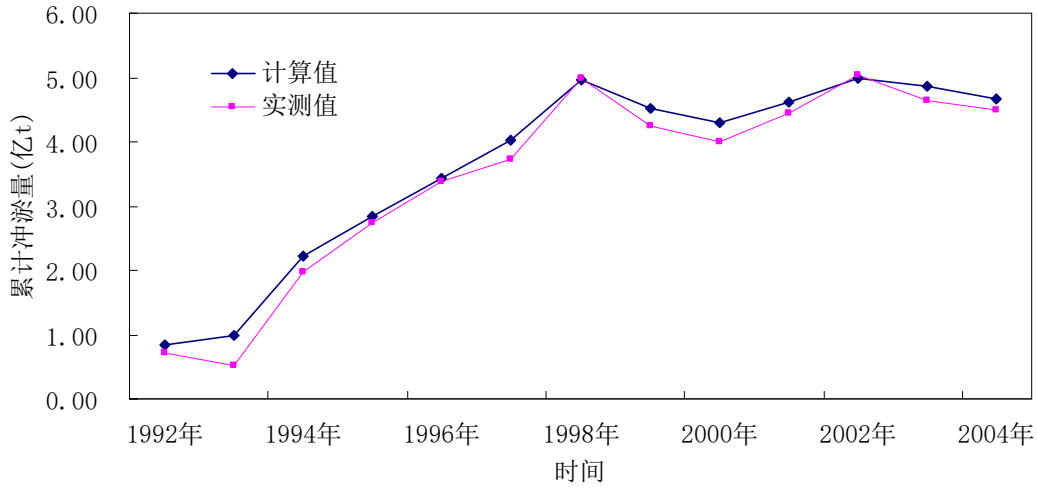


图 5.5-6 黄淤 68～黄淤 41 段冲淤验证成果

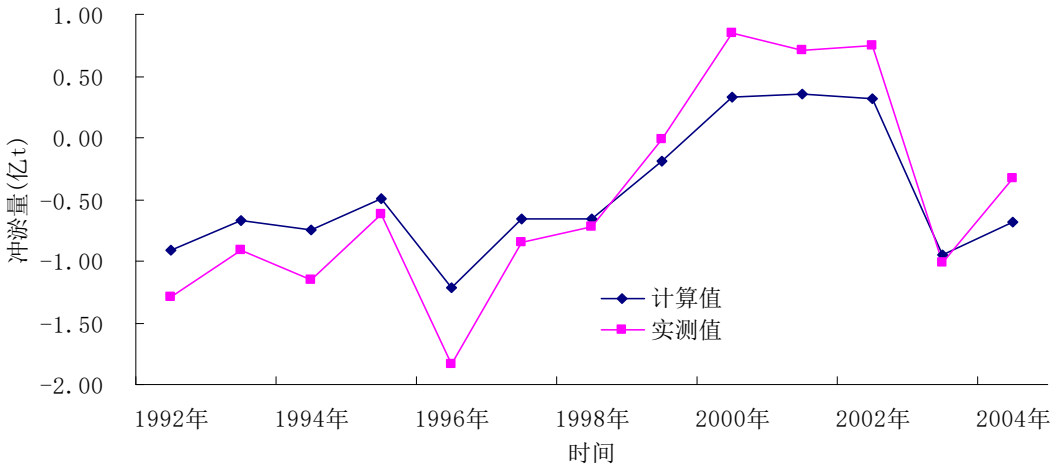


图 5.5-7 黄淤 41～坝前段冲淤验证成果

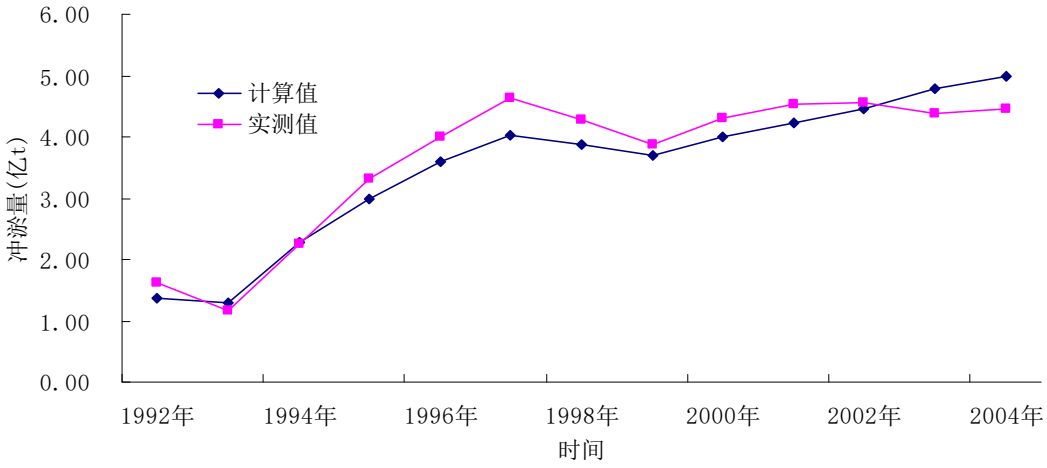


图 5.5-8 渭河下游冲淤验证成果

5.5.2 东庄水利枢纽库区淤积影响分析

东庄水库库区为峡谷河道，河床为基岩河床，天然河床比降较大，平均比降22‰，水流湍急，挟沙能力大。

（1）水库淤积形态

水库淤积形态与水库运用方式、库区地形特点、入库水沙条件等因素有关。水库淤积过程中的淤积形态与淤积平衡形态不同。按照东庄水库设计运用方式，水库正常运用期，汛期调水调沙运用，库区将最终形成锥体淤积形态，非汛期蓄水拦沙兴利运用，库区将在冲淤平衡的基础上叠加三角洲淤积。

东庄水库进入正常运用期后，主汛期一般情况下在汛限水位780m和死水位756m之间调水调沙运用，来洪水时防洪运用。水库正常运用期的冲淤平衡形态将会出现两种极端状态：一种为在水库降低水位至死水位排沙时达到平衡后形成的对应于坝前死水位756m的深槽状态；另一种为在水库调水调沙运用和防洪运用过程中平衡河槽逐渐淤高形成的对应于汛限水位780m的高槽状态。

采用东庄水库水沙数学模型进行了库区泥沙冲淤计算，平水平沙的1968系列、前期水沙偏丰的1961系列、前期水沙偏枯的1991系列、2000系列和原设计1968系列计算得到的东庄水库淤积形态见图5.5-9～图5.5-13。不同水沙系列，东庄水库淤积形态变化过程基本相同。水库运行初期为三角洲淤积形态，随着水库运用三角洲顶点逐渐向坝前推进，直至顶点达坝前后，水库为锥体淤积形态，而后淤积面继续抬升；正常运用期，水库淤积面在汛限水位至死水位之间变化。计算期内水库淤积末端均在早饭头以下。水库淤积平衡后，河槽比降在1.5‰～3.5‰之间变化。

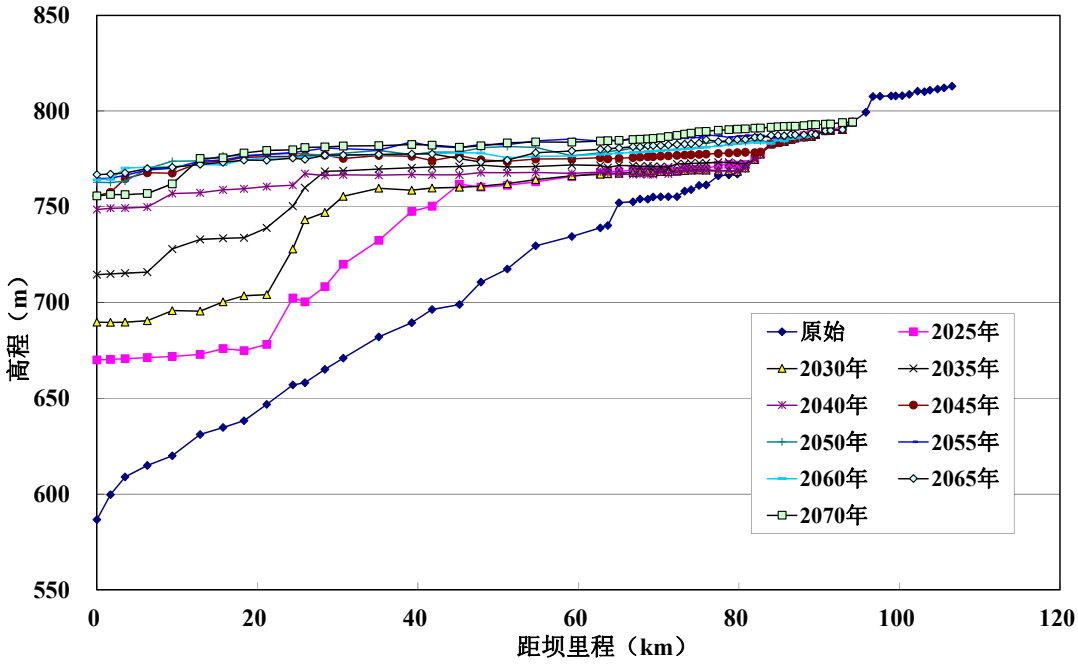


图 5.5-9 东庄水库淤积形态（1968 系列）

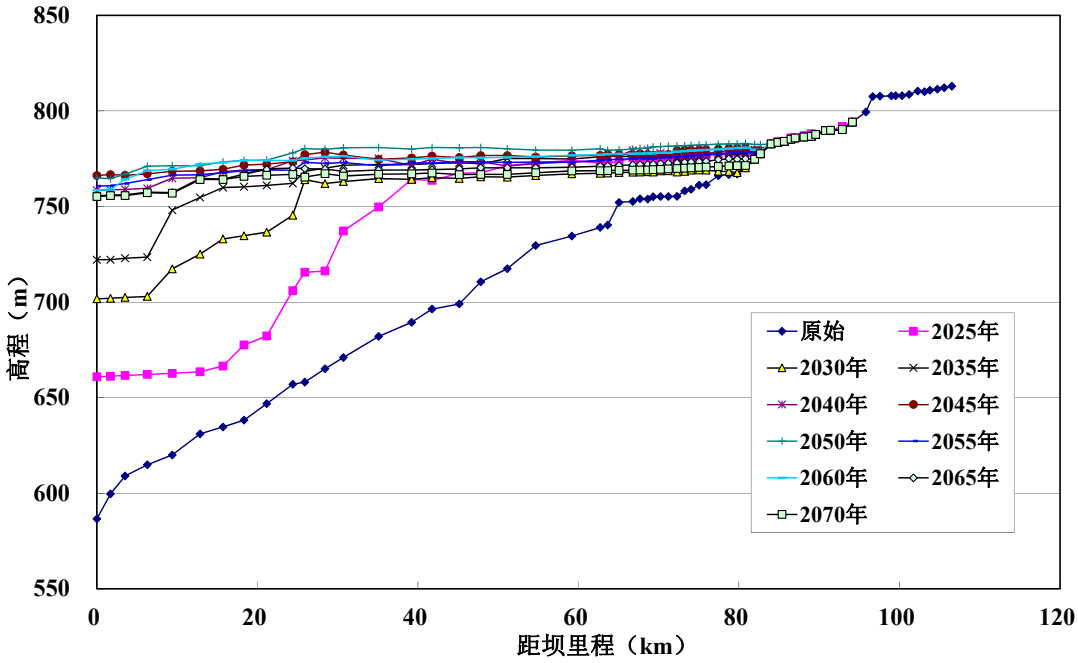


图 5.5-10 东庄水库淤积形态（1961 系列）

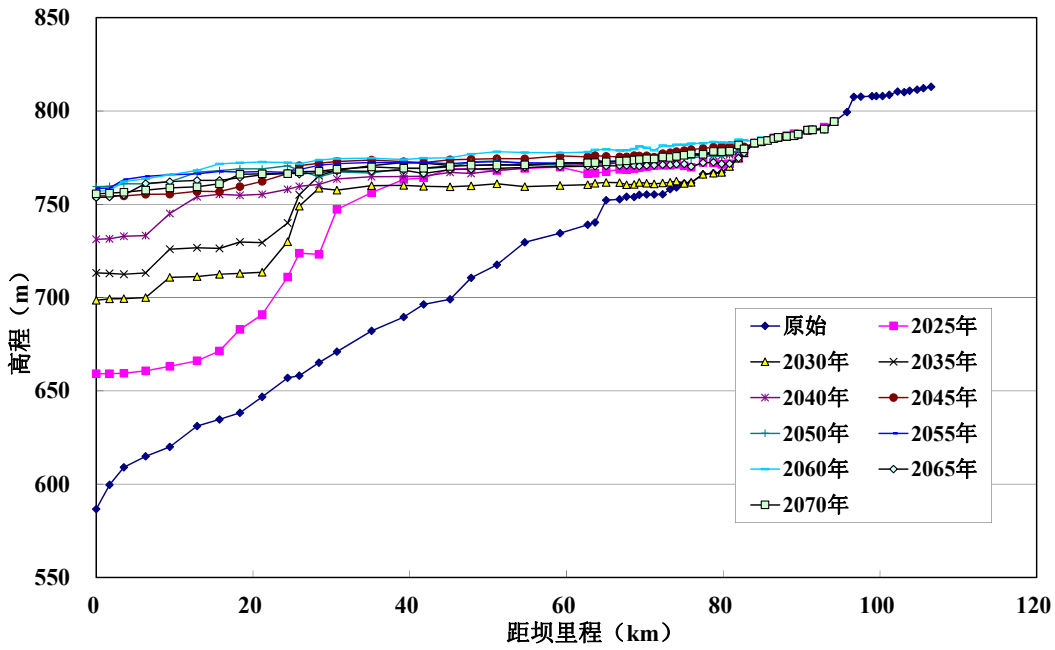


图 5.5-11 东庄水库淤积形态（1991 系列）

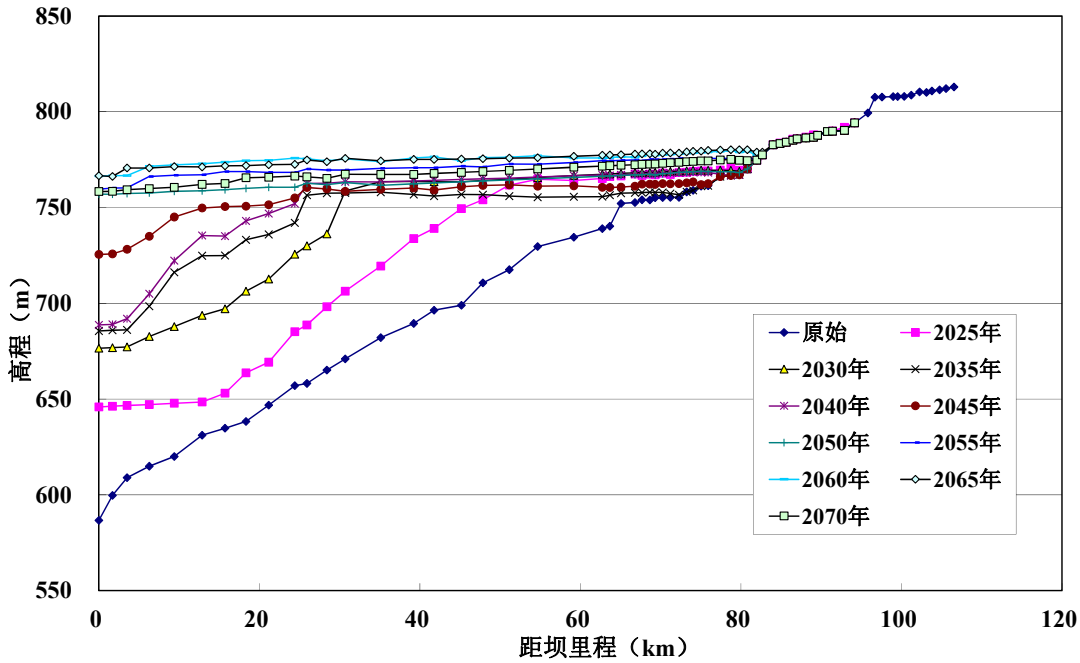


图 5.5-12 东庄水库淤积形态（2000 系列）

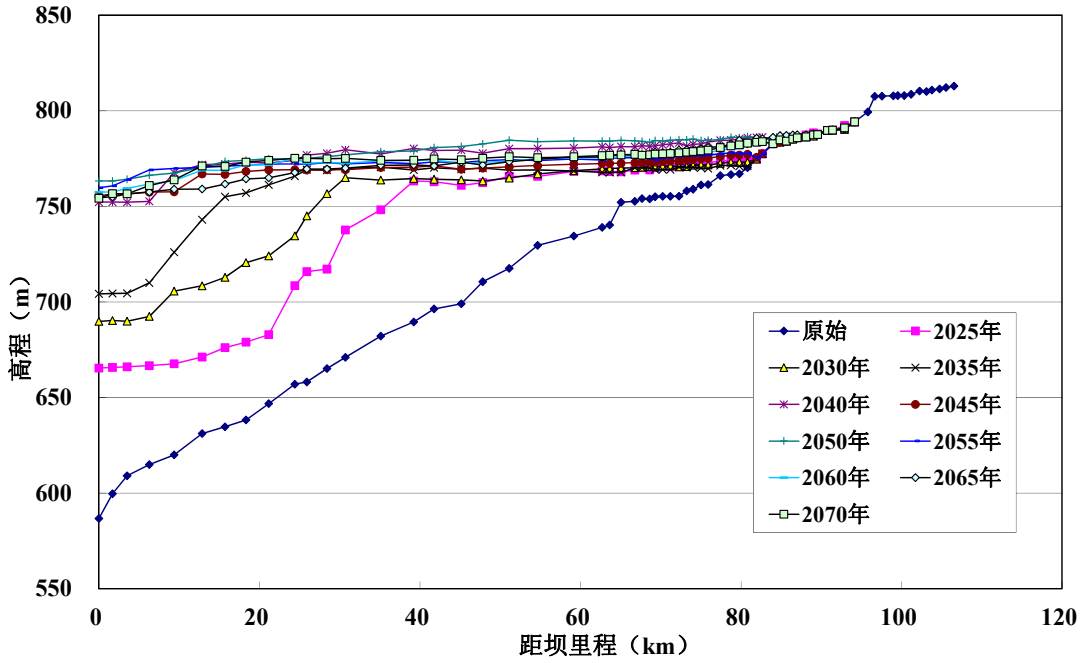


图 5.5-13 东庄水库淤积形态（原 1968 系列）

（2）水库有效库容及库容分配

东庄水库进入正常运用期后，库区可形成高滩深槽和高滩高槽两种极端状态，因此设计冲淤平衡形态，分别计算对应于坝前死水位 756m 的深槽状态的有效库容和对应于汛限水位 780m 的高槽状态的有效库容。东庄水库校核洪水位 803.29m 以下原始库容 32.76 亿 m^3，高滩深槽状态下设置拦沙库容 20.53 亿 m^3；汛限水位 780m 至死水位 756m 之间调水调沙库容 3.27 亿 m^3、正常蓄水位 789m 至死水位 756m 之间调节库容 5.78 亿 m^3 在高滩深槽泥沙淤积体以上设置；正常运行期可能出现调蓄河槽内淤满泥沙的高滩高槽状态，为确保防洪安全，防洪高水位 796.22m 至汛限水位 780m 之间防洪库容 4.30 亿 m^3、校核洪水位 803.29m 至汛限水位 780m 之间调洪库容 7.82 亿 m^3 在高滩高槽泥沙淤积体以上设置。

（3）水库有效库容保持情况

泾河来水含沙量高，东庄水库泥沙问题异常复杂，保持水库长期有效库容是防洪保坝安全、发挥综合利用效益的前提条件。

1）东庄水库库区为山区峡谷河段，具备非常优越的排沙条件。

东庄水库位于泾河干流最后一个峡谷段出口以上 29km，水面宽度一般 30～200m，两岸岸坡陡峻，天然河床比降大，平均比降约 2.2‰，为基岩河床。库区天然河道水流挟沙力大且长期处于非饱和输沙状态，受基岩河床控制，库区多年

冲淤平衡。水库蓄水后，坝前段 32km 范围内水面宽度约 400～600m，32～80km 库段河槽宽度 100～300m，库尾段河谷更为窄，水面宽不足 80m，对水库排沙非常有利，为控制淤积末端提供了有利的自然条件。

2）东庄水库入库泥沙颗粒较细，有利于水库排沙。

东庄水库入库平均悬移质颗粒中数粒径为 0.021mm，小于粒径 0.05mm 的沙重 85.3%。小浪底水库入库悬移质颗粒中数粒径为 0.026mm，巴家嘴水库入库平均悬移质中数粒径 0.022mm。东庄水库入库泥沙颗粒较细。根据挟沙能力公式，水流挟沙力与沉速成反比，即与泥沙颗粒粒径成反比。东庄水库入库泥沙颗粒较细，水流挟沙力大，对水库排沙非常有利。

3）水库坝体分层布设泄洪排沙孔，死水位相应泄流能力足够大，排沙运用灵活。

泾河流域汛期洪水含沙量大，洪峰尖瘦，历时短，要长期发挥工程的效益，必须有较大的泄流规模，以便水库在汛期降低水位排沙，长时间保持水库的冲淤平衡，水库死水位泄流规模不小于 3300m^3/s，相当于 5 年一遇洪水洪峰流量。东庄水库坝身分层布设了泄洪排沙孔，排沙运用灵活。最低排沙底孔进口高程 690m，泄空水库蓄水后具有很好排沙效果，使得汛期水库将上游来沙及时排出，并能冲刷前期淤积在槽库容内的泥沙，控制水库淤积末端，达到年内或多年库区冲淤平衡，长期保持水库有效库容。

4）正常运用期利用槽库容调节水沙，采用“泄大拦小、适时排沙”的运用方式长期保持有效库容。

东庄水库拦沙库容淤满后进入正常运用期，汛期利用槽库容调水调沙和供水运用。采用“泄大拦小、适时排沙”的运用方式，利用槽库容调节水沙。根据设计运用方式得到的 1968 系列、1961 系列、1991 系列、2000 系列和原 1968 系列库容可知，不同水沙系列，库容曲线变化过程相近。拦沙运用期，随泥沙淤积不断增多，水库库容逐渐减少，前期淤积较快的 1961 系列水库库容淤损较快；正常运用期，库区多年基本保持冲淤平衡状态，水库能够长期保持有效库容，库容变化趋于稳定。水库原始库容 32.76 亿 m^3，至水库计算期末（50 年），五个水沙系列计算的水库总库容分别为 9.29 亿 m^3、9.52 亿 m^3、9.62 亿 m^3、10.98 亿 m^3 和 9.21 亿 m^3，处于设计冲淤平衡的深槽和高槽两种状态的有效库容之间。

5.5.3 泾河及渭河下游减淤影响分析

（1）水库下游河道水沙变化

东庄水库运用后，对渭河下游冲淤不利的张家山流量小于 300m^3/s 且含沙量大于 300kg/m^3 高含沙小洪水明显减少；对渭河下游输沙有利的张家山流量大于 600m^3/s 洪水以及咸张流量大于 1000m^3/s 的洪水均明显增加（表 5.5-13）。

从不同系列的水沙关系中（表 5.5-14、表 5.5-15），可以看出，1968 年系列 300m^3/s 以下流量的水量、沙量均大幅度降低，300～700m^3/s、2500m^3/s 以上的水量增加、沙量减少；1961 年系列呈现出 300m^3/s 以下流量的水量、沙量均大幅度降低，300～700m^3/s 的水量增加、沙量减少；1991 年系列呈现出 300m^3/s 以下流量的水量、沙量均大幅度降低，300～1000m^3/s、2500m^3/s 以上的水量增加、沙量减少；2000 年系列呈现出 300m^3/s 以下流量的水量、沙量均大幅度降低，300～1000m^3/s 的水量增加、沙量减少；原 1968 系列呈现出 300m^3/s 以下流量的水量、沙量均大幅度降低，300～700m^3/s、1000m^3/s 以上水量增加、沙量减少。其中，流量小于 300m^3/s 的水量、沙量减少主要与水库调度方式有关，水库拦蓄流量低于 300m^3/s 的流量和泥沙，减少高含沙的小洪水对渭河下游河道淤积影响；300～700m^3/s 的水量增加、沙量减少，主要是通过增加下泄流量大于 300 m^3/s 用于长期保持水库有效库容，以及塑造渭河下游流量 1000m^3/s 的洪水过程，促进渭河下游减淤。

表 5.5-13 东庄水库调节效果分析（7 月 1 日～8 月 31 日）

流量级	项目	1968 系列		1961 系列		1991 系列		2000 系列		原 1968 系列	
		无水库	有水库	无水库	有水库	无水库	有水库	无水库	有水库	无水库	有水库
张家山流量小于 300m^3/s，且含沙量大于 300kg/m^3	天数（天）	9.44	2.26	9.78	2.58	9.42	2.28	6.06	1.30	8.50	2.66
	天数占主汛期（%）	15.23	3.65	15.77	4.16	15.19	3.68	9.77	2.10	13.71	4.29
	水量（亿 m^3）	0.90	0.13	0.94	0.15	0.91	0.20	0.55	0.04	1.00	0.24
	沙量（亿 t）	0.41	0.09	0.43	0.09	0.41	0.14	0.27	0.03	0.45	0.15
	沙量占主汛期（%）	29.15	9.90	30.22	10.15	29.19	15.28	32.48	9.34	27.27	12.58
张家山流量大于 600m^3/s	天数（天）	1.34	2.06	1.26	2.64	1.36	2.44	0.76	1.26	1.34	2.20
	天数占主汛期（%）	2.16	3.32	2.03	3.42	2.19	3.94	1.23	2.03	2.16	3.55
	水量（亿 m^3）	1.18	1.60	1.14	2.12	1.17	1.88	0.54	0.95	1.18	1.70
	沙量（亿 t）	0.48	0.63	0.49	0.55	0.48	0.43	0.22	0.18	0.59	0.60
	沙量占主汛期（%）	34.45	72.44	34.55	60.16	34.17	46.62	26.51	64.55	35.84	51.84
咸张流量大于 1000m^3/s	天数（天）	2.78	3.66	2.70	4.30	3.04	4.22	1.46	2.12	2.78	3.64
	天数占主汛期（%）	4.48	5.90	4.35	6.94	4.90	6.81	2.35	3.42	4.48	5.87
	水量（亿 m^3）	4.13	4.60	3.56	4.83	4.45	5.25	1.94	2.32	4.13	4.65
	沙量（亿 t）	0.87	0.84	0.72	0.76	0.85	0.83	0.20	0.16	0.99	0.93
	沙量占主汛期（%）	41.71	53.78	34.39	47.23	40.97	51.97	20.97	38.52	42.17	50.29

备注：张家山是泾河干流水文站；咸张表示渭河干流的咸阳水文站、泾河干流的张家山水文站。

表 5.5-14 东庄水库不同系列的水沙调控特征

流量区间（单位：m^3/s）	1968 系列						1961 系列						1991 系列						2000 系列						原 1968 系列					
	无东庄			有东庄			无东庄			有东庄			无东庄			有东庄			无东庄			有东庄			无东庄			有东庄		
	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m3）	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m3）	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m3）	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m3）	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m3）	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m3）	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m3）	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m3）	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m3）	水量（亿 m^3）	沙量（亿 t）	含沙量（kg/m3）
300 以下	**9.72**	**0.79**	**80.96**	**3.35**	**0.16**	**47.76**	**10.17**	**0.84**	**82.42**	**3.01**	**0.14**	**46.51**	**9.59**	**0.78**	**81.07**	**3.40**	**0.19**	**55.88**	**9.68**	**0.52**	**53.93**	**2.36**	**0.06**	**25.62**	**9.72**	**0.91**	**93.76**	**3.24**	**0.23**	**70.99**
300～700	1.42	0.46	320.09	1.56	0.33	211.26	1.33	0.45	341.19	1.52	0.32	210.15	1.44	0.46	322.93	1.59	0.33	207.08	0.96	0.23	240.87	1.09	0.06	51.39	1.42	0.55	385.74	1.62	0.41	252.43
700～1000	0.47	0.18	383.28	0.82	0.19	231.31	0.49	0.19	386.46	1.18	0.21	178.29	0.49	0.19	393.98	0.89	0.15	171.78	0.38	0.16	424.17	0.77	0.14	179.95	0.47	0.23	483.30	0.84	0.24	284.92
1000～2500	0.49	0.20	405.33	1.30	0.21	163.89	0.37	0.15	402.77	1.69	0.20	118.16	0.45	0.18	401.87	1.13	0.24	207.64	0.07	0.03	456.99	0.68	0.04	58.25	0.49	0.23	473.12	1.32	0.21	158.59
2500 以上	0.10	0.05	531.32	0.10	0.05	490.38	0.21	0.11	531.37	0.25	0.11	440.00	0.10	0.05	531.32	0.10	0.05	481.73	0.00	0.00	——	0.00	0.00	——	0.10	0.08	725.25	0.10	0.08	717.70
合计	12.21	1.68	137.33	7.14	0.94	132.27	12.56	1.74	138.39	7.66	0.98	128.06	12.07	1.67	138.42	7.12	0.96	134.57	11.10	0.95	85.36	4.89	0.29	60.12	12.21	2.00	163.41	7.13	1.16	163.21

表 5.5-15 东庄水库不同系列的水沙调控变化比例（单位：%）

流量区间（单位：m^3/s）	1968 系列			1961 系列			1991 系列			2000 系列			原 1968 系列		
	水量	沙量	含沙量	水量	沙量	含沙量	水量	沙量	含沙量	水量	沙量	含沙量	水量	沙量	含沙量
300 以下	-65.5	-79.7	-41.0	-70.4	-83.3	-43.6	-64.5	-75.6	-31.1	-75.6	-88.4	-52.5	-66.7	-74.8	-24.3
300～700	9.7	-27.6	-34.0	14.4	-29.5	-38.4	10.8	-29.0	-35.9	13.5	-75.8	-78.7	14.1	-25.4	-34.6
700～1000	73.0	4.4	-39.6	141.1	11.2	-53.9	81.9	-20.7	-56.4	102.1	-14.3	-57.6	76.6	4.1	-41.0
1000～2500	167.2	8.1	-59.6	363.1	35.9	-70.7	151.1	29.7	-48.3	864.6	23.0	-87.3	172.3	-8.7	-66.5
2500 以上	0.5	-7.2	-7.7	20.9	0.1	-17.2	0.5	-8.8	-9.3	0.0	0.0	0.0	1.0	-0.0	-1.0
合计	-41.5	-43.7	-3.7	-39.1	-43.6	-7.5	-41.0	-42.7	-2.8	-55.9	-68.9	-29.6	-41.6	-41.7	-0.1

（2）水库减淤效果分析

1）东庄水库对渭河下游的减淤量

根据黄河设计公司对渭河下游河道泥沙冲淤计算成果，无东庄水库条件下渭河下游河道将持续淤积，1968 系列、1961 系列、1991 系列、2000 系列和原 1968 系列渭河下游河道累计淤积量 10.21 亿 t、10.26 亿 t 和 10.05 亿 t、3.75 亿 t 和 12.30 亿 t（表 5.5-16）。水库运行后，1968 系列、1961 系列、1991 系列、2000 系列和原 1968 系列渭河下游河道累计淤积量 3.65 亿 t、3.10 亿 t、4.07 亿 t、-1.87 亿 t 和 5.68 亿 t，与无东庄水库相比，累计减淤量分别为 6.56 亿 t、7.16 亿 t 和 5.98 亿 t、5.62 亿 t 和 6.62 亿 t，平均减少淤积厚度 1.38m、1.51m 和 1.26m、1.19m 和 1.40m，减少淤积分别为 64.3%、69.8%、59.5%、149.9%和 53.8%，相当于无东庄条件下下游河道 38.55 年、41.87 年、35.70 年、89.92 年和 32.29 年不淤积。

表 5.5-16 有无东庄水利枢纽的渭河下游淤积成果（单位：亿 t）

系列		1968 系列	1961 系列	1991 系列	2000 系列	原 1968 系列
渭河下游河道累计淤积量	有东庄	10.21	10.26	10.05	3.75	12.30
	无东庄	3.65	3.10	4.07	-1.87	5.68
减淤量		6.56	7.16	5.98	5.62	6.62

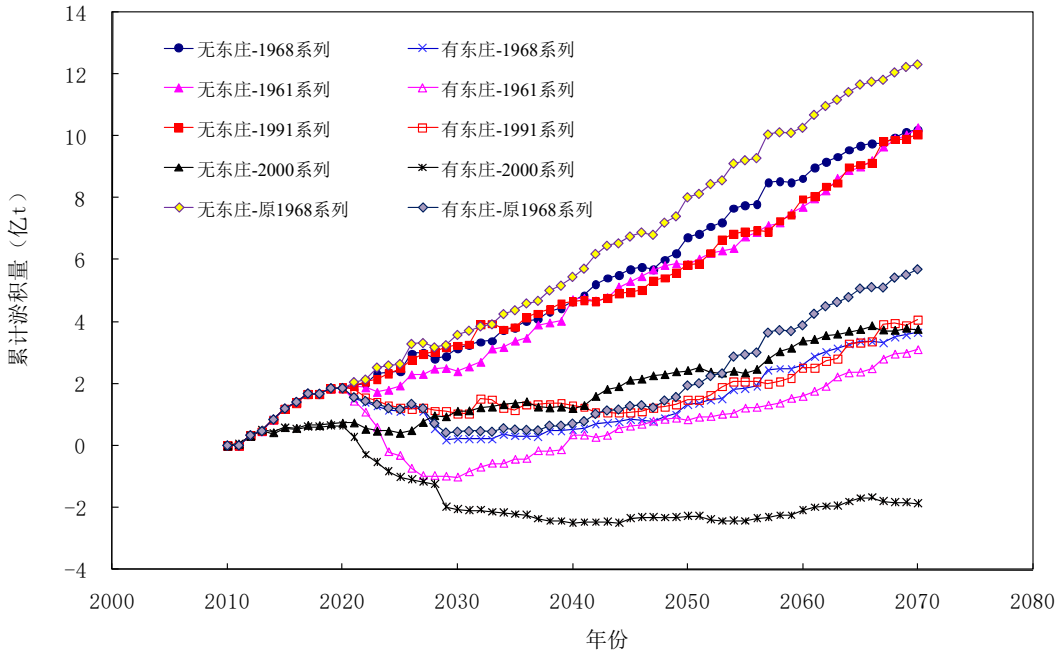


图 5.5-14 渭河下游河道累计淤积量变化过程（不同水沙系列）

2）东庄水库对恢复和维持渭河下游中水河槽的作用

根据黄河设计公司渭河下游平滩流量预测结果，无东庄水库条件下，2021年至2040年间，1968系列、1961系列、1991系列、2000系列和原1968系列条件下渭河下游临潼至华县段多年平均平滩流量分别为 2507m^3/s、2623m^3/s、2408m^3/s、2851 m^3/s和2380 m^3/s，2041年至2070年多年平均平滩流量分别为1814m^3/s、1879m^3/s 和 1794m^3/s、2241m^3/s 和 1592m^3/s；华县以下河段，2021年至2040年多年平均平滩流量分别为2177m^3/s、2223m^3/s和2124m^3/s、2485m^3/s和2174m^3/s，2041年至2070年多年平均平滩流量分别为1751m^3/s、1870m^3/s、1845m^3/s、2033m^3/s和1644m^3/s。

2020 年东庄水库投入运用后，由于水库调节作用可使渭河下游中水河槽过流能力在较长时间内维持在 2500m^3/s 以上水平，尤其是东庄水库拦沙初期，水库以异重流排沙为主，年内大部分时间基本上清水下泄，通过调水调沙运用，可使渭河下游主槽行洪能力在较短时间内恢复至3000～4000m^3/s，对渭河防洪十分有利。东庄水库2021年投入运用至2040年的20年时间内，1968系列、1961系列和1991系列、2000系列和原1968系列条件下渭河下游临潼至华县段的年均平滩流量分别为4134m^3/s、4356m^3/s、3938m^3/s、4088m^3/s和4063m^3/s（表5.5-17），较无东庄水库相应时段增加1628m^3/s、1733m^3/s 、1530m^3/s、1237m^3/s、1683m^3/s；2041 年至 2070 年多年平均平滩流量分别为 3674m^3/s、3797m^3/s、3620m^3/s、4100m^3/s和3428m^3/s，较无东庄水库相应时段增加1860m^3/s、1918m^3/s 、1826m^3/s、1858m^3/s 和1836m^3/s，平滩流量均能维持2500m^3/s以上。华县以下河段，2021年至2040年间1968系列、1961系列、1991系列、2000系列和原1968系列的年均平滩流量分别为3209m^3/s、3460m^3/s、3142m^3/s、3455m^3/s 和3176m^3/s，较无东庄水库相应时段增加1032m^3/s、1237m^3/s、1018m^3/s、970m^3/s 和1002m^3/s；2041-2070年间1968系列、1961系列、1991系列、2000系列和原1968系列的年均平滩流量分别为2944m^3/s、3027m^3/s、2945m^3/s、3239m^3/s和2859m^3/s，较无东庄水库相应时段增加1193m^3/s、1156m^3/s、1101m^3/s、1206m^3/s和1215m^3/s。

表 5.5-17 有无东庄水利枢纽的渭河下游平滩流量变化（单位：m^3/s）

项目		时间	1968 系列	1961 系列	1991 系列	2000 系列	原 1968 系列
临潼至华县段**平滩流量**	无东庄水库	2021-2040	2507	2623	2408	2851	2380
		2041-2070	1814	1879	1794	2241	1592
	有东庄水库	2021-2040	4134	4356	3938	4088	4063
		2041-2070	3674	3797	3620	4100	3428
	增值	2021-2040	1628	1733	1530	1237	1683
		2041-2070	1860	1918	1826	1858	1836
华县以下河段**平滩流量**	无东庄水库	2021-2040	2177	2223	2124	2485	2174
		2041-2070	1751	1870	1845	2033	1644
	东庄水库	2021-2040	3209	3460	3142	3455	3176
		2041-2070	2944	3027	2945	3239	2859
	增值	2021-2040	1032	1237	1018	970	1002
		2041-2070	1193	1156	1101	1206	1215

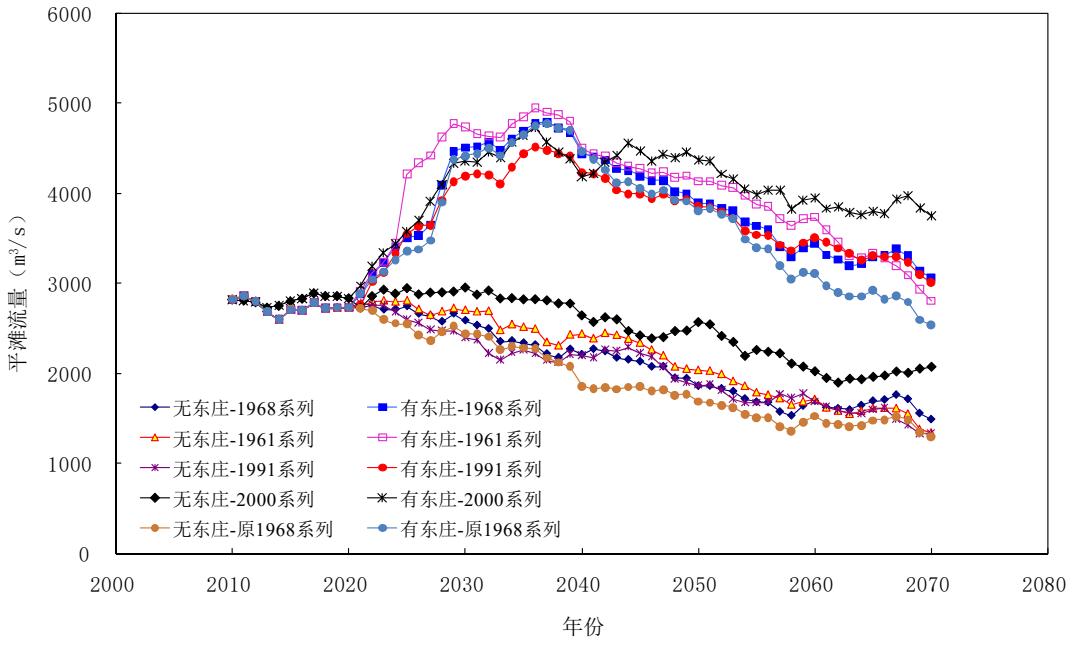


图 5.5-15 临潼至华县段平滩流量变化过程（不同水沙系列）

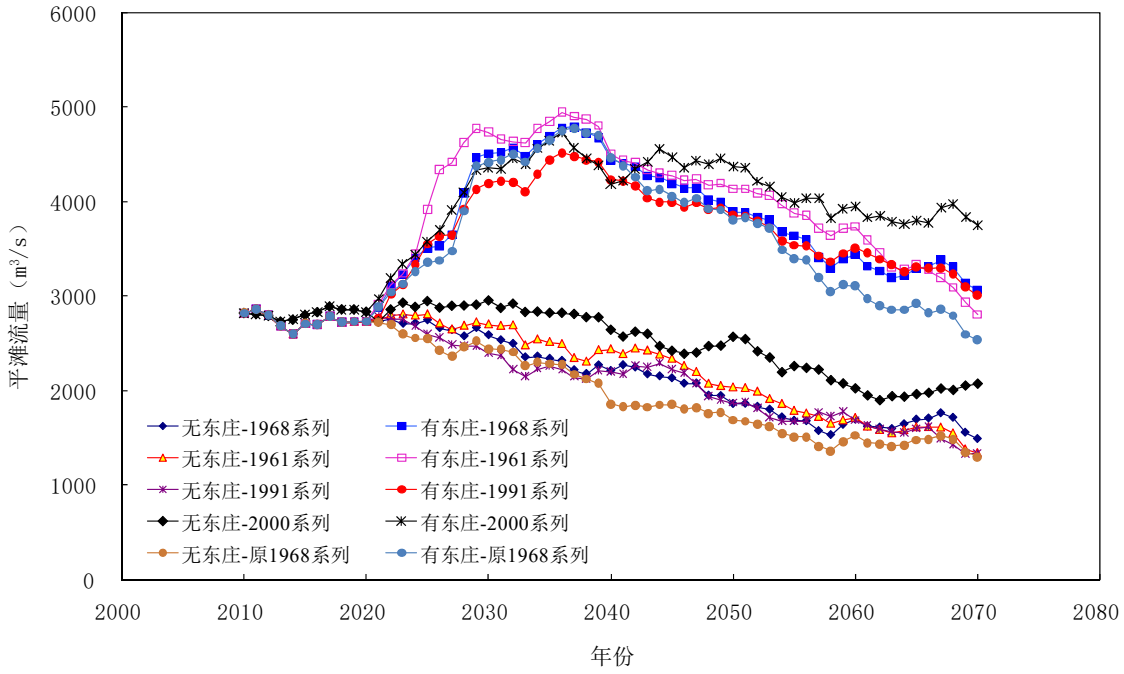


图 5.5-16 华县以下河段平滩流量变化过程（不同水沙系列）

3）对降低渭河下游河道洪水位的作用

以 1968 系列分析有无东庄水库渭河下游河道冲淤及洪水位变化情况，至 2070 年，无东庄水库渭河下游河道累计淤积泥沙 10.21 亿 t，河道平均淤高 2.15m，防洪水位平均抬高 2.29m，华县以下河段主槽过流能力降至 1500m³/s 以下。有东庄水库，河段平均累计淤积厚度由无东庄水库的 2.15m 减小到 0.77m，减小 1.38m，防洪水位由无东庄水库的 2.29m 减小到 0.83m，降低 1.46m，可使渭河下游主槽的行洪输沙能力恢复到 3000～4000m³/s，中水河槽可长期维持在 2500m³/s 以上，对渭河防洪十分有利。

2010 年华县断面 50 年一遇洪水位 343.51m。无东庄水库条件下，河道持续淤积，至 2050 年和 2070 年，华县断面 50 年一遇洪水位将分别升高 1.16m 和 1.79m，达到 344.67m 和 345.3m，2070 年洪水位低于现状堤顶高程 0.21m。有东庄水库条件下，大大减轻河道淤积，降低华县断面洪水位。2050 年和 2070 年 50 年一遇洪水位分别为 343.17m 和 343.71m，比无东庄水库条件下降低 1.50m 和 1.59m。

（3）泾河下游河道冲刷

泾河下游东庄坝址至桃园水文站河段长 78km，河段长期处于次饱和输沙状态，河床组成主要为基岩和沙砾石，多年冲淤变化幅度不大，东庄水库基本不会造成该河段冲刷。

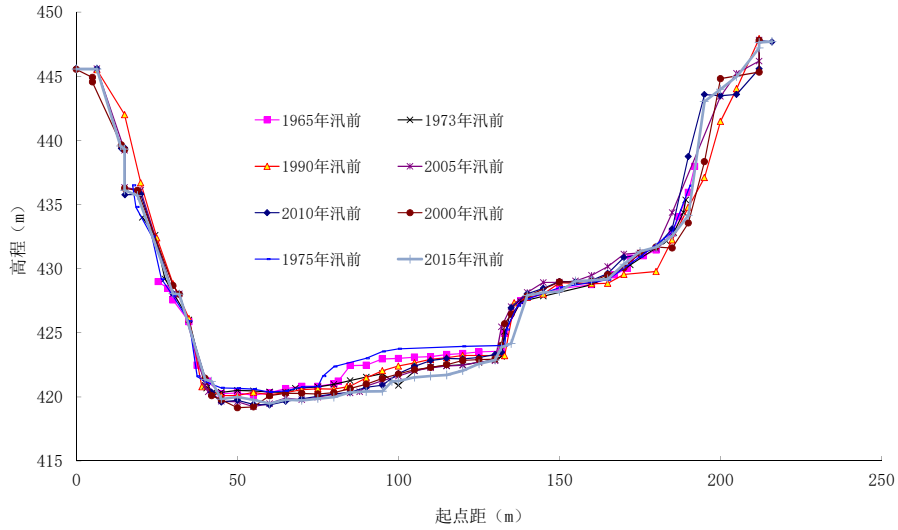


图 5.5-17 张家山水文站断面形态变化

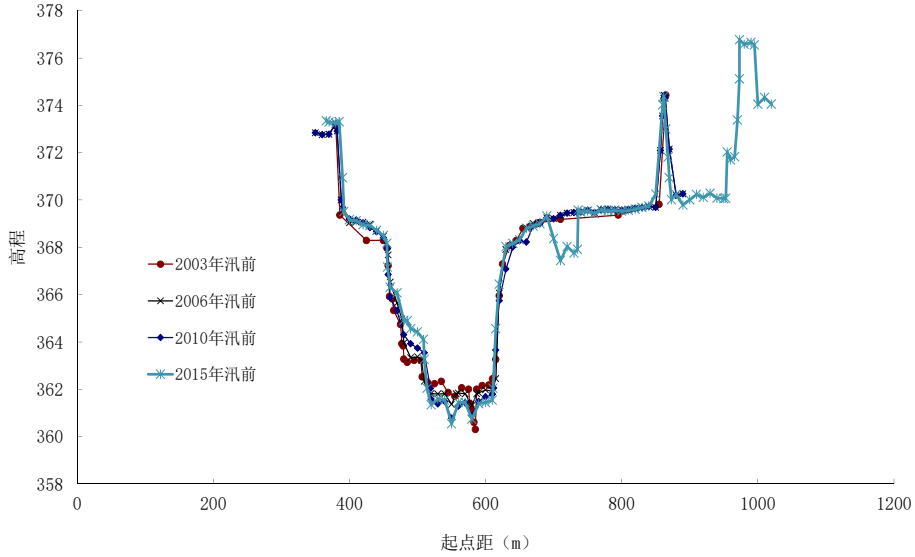


图 5.5-18 桃园水文站断面形态变化

桃园水文站至泾河口河段长 9km，河床表层为厚度约 1m～2m 的细沙，表层细沙以下为 4 ～ 8 m厚的砂砾石层。东庄水库拦沙初期 3~5 年内，水库下泄清水，泾河口附近最大冲刷下切约 0.8m；拦沙初期结束后，随着东庄水库排沙和渭河回淤，该河段开始回淤。

（4）渭河下游河道冲淤

东庄水库拦沙初期拦蓄泥沙造成清水下泄，根据泾河下游河道冲刷分析，东庄水利枢纽工程修建后不会引起东庄坝址至桃园水文站河段持续冲刷，清水下泄不会对上述河段泾河湿地的平滩流量造成明显影响，但是会对桃园水文站与泾渭

湿地保护区之间的泾河河道造成下切影响。东庄水库清水冲刷造成渭河下游河道冲刷，可扩大中水河槽，增加河道排洪输沙能力，有助于防洪安全，但增加河道湿地漫滩流量发生变化，可能影响湿地保护区局部区域的地下水、地表水补给量。3～5 年后，随着水库排沙，河道将逐步回淤，上述影响将逐渐降低。需要加强区域湿地生态监测，根据湿地变化态势优化东庄水库运用方式。

1961 系列前期水沙偏丰，水库投入运用后，渭河下游河道主槽冲刷主要发生在泾河口以下河段，2030 年渭河下游冲刷最大时，渭淤 26（临潼附近）～渭淤 18、渭淤 18～渭淤 10（华县附近）和渭淤 10 以下河段主槽冲刷量分别为 1.08 亿 t、0.85 亿 t 和 0.76 亿 t。考虑 2020 年以前渭河下游河道淤积，则渭淤 26～渭淤 18、渭淤 18～渭淤 10 和渭淤 10 以下河段与 2010 年相比，主槽冲刷下切分别为 1.37m、0.58m 和 0.43m。

2000 系列是 2000 年以来的实测系列，水沙偏少，水库投入运用后，河道下游持续冲刷，主槽冲刷主要发生在泾河口以下河段，2040 年渭河下游冲刷最大时，渭淤 26（临潼附近）～渭淤 18、渭淤 18～渭淤 10（华县附近）和渭淤 10 以下河段主槽冲刷量分别为 1.12 亿 t、0.95 亿 t 和 0.91 亿 t。考虑 2020 年以前渭河下游河道冲淤，则渭淤 26～渭淤 18、渭淤 18～渭淤 10 和渭淤 10 以下河段与 2010 年相比，主槽冲刷下切分别为 2.05m、1.24m 和 1.20m。

目前，渭河下游无涵闸取水建筑物，交口抽渭抽水泵站位于渭淤 22 断面附近，东庄水库建设引起交口抽渭取水口所在河段主槽冲刷下切，模型计算结果表明，1961 系列和 2000 系列河段主槽较现状主槽冲刷分别下切 1.37m 和 2.05m，河道水位下降对取水条件影响不大，可通过局部改造解决。

表 5.5-18 东庄运行后 1961 系列渭河下游河道冲刷变化

项 目	河段名称	渭淤 37～渭淤 26	渭淤 26～渭淤 18	渭淤 18～渭淤 10	渭淤 10～河口
水库 2020 年投入运用至渭河下游冲刷最大时	主槽冲刷量（亿 t）	0.06	1.08	0.85	0.76
	主槽冲刷深度（m）	0.12	2.46	1.61	1.39
同 2010 年相比下游河槽冲刷深度（m）		0.36	1.37	0.58	0.43

表 5.5-19 东庄运行后 2000 系列渭河下游河道冲刷变化

项 目	河段名称	渭淤 37～渭淤 26	渭淤 26～渭淤 18	渭淤 18～渭淤 10	渭淤 10～河口
水库 2020 年投入运用至渭河下游冲刷最大时	主槽冲刷量（亿 t）	0.09	1.12	0.95	0.91
	主槽冲刷深度（m）	0.17	2.55	1.81	1.68
同 2010 年相比下游河槽冲刷深度（m）		0.76	2.05	1.24	1.20

（5）东庄水库、引汉济渭和古贤水库对渭河下游冲淤的叠加影响

近期正在建设的“引汉济渭”工程运行后通过压采地下水和工业城镇生活退水等形式年均可增加渭河干流水量 5.68 亿 m^3，退水过程均匀、位置分散，仅能够增加渭河基流。渭河下游河道冲淤主要与洪水有关，一般而言，洪水流量大于 800m^3/s 才能造成渭河冲刷，引汉济渭对渭河下游河道冲淤基本没影响。

黄河古贤水库和泾河东庄水库均是《黄河流域综合规划》、《黄河流域防洪规划》明确的黄河水沙调控体系的重要组成部分。两个工程在流域综合治理开发布局中承担的任务不同，古贤水库是黄河干流的控制性骨干工程，主要任务是联合小浪底水库调控黄河干流洪水、泥沙，减缓黄河下游河道淤积。东庄水库是渭河防洪减淤的控制性工程，是黄河水沙调控体系的重要支流水库，主要任务是控制泾河洪水、泥沙，提高泾河和渭河下游防洪标准，减轻渭河下游河道淤积。古贤水库位于黄河干流，不能控制渭河洪水泥沙。当前古贤水库工程尚处于前期论证阶段，即便考虑 2020 年能够开工建设，2030 年才能投入运用，直至 2060 年方能使潼关高程降低 2m，提高渭河排洪能力需要长达 40 余年的周期，不能满足当前渭河迫切的防洪保安需求。即使 2060 年潼关高程降低 2m，仍未恢复到三门峡建库前水平，此后潼关高程将逐渐回升。同时，渭河下游河道冲淤与潼关高程升降关系未必完全相符。1963 年至 1973 年，三门峡水库经两次改建，扩大水库泄流规模，水库淤积得到控制，部分库容得以恢复，潼关高程由 328.07m 降低至 326.64m，但渭河下游河道却淤积 8.98 亿 m^3。长期来看，若泾河洪水泥沙不能得到有效控制，渭河仍将是一条水沙不协调的河流，下游河道持续淤积、洪灾频发的态势不会改变。东庄水库是渭河流域唯一具有较大库容的控制性骨干工程，控制了渭河洪水泥沙的主要来源区，与下游堤防共同组成渭河防洪工程体系，水库运用 50 年，可减少渭河下游河道泥沙淤积 6.56 亿 t，使渭河下游河道累计淤积厚度由 2.15m 减少为 0.77m，是解决渭河下游防洪减淤问题最直接最有效的首选工程措施。

古贤水库正在开展可研阶段论证工作，即便考虑 2020 年开工建设，2030 年

才能投入运用，此时东庄水库拦沙初期刚好结束，具备排沙条件，渭河下游河道开始回淤，两库同时运用，将可更好地发挥东庄水库对渭河下游河道的减淤作用。2050 年东庄水库拦沙库容基本淤满，古贤水库可继续冲刷降低潼关高程，扩大渭河下游排洪能力，增加东庄水库对渭河下游的减淤效果。

（6）水库运用对入黄河泥沙量影响分析

根据 1968 系列、1961 系列、1991 系列、2000 系列和原 1968 系列条件下入渭、入黄泥沙量数据，2020 年至 2070 年，东庄水库运用 50 年，可减少入黄泥沙 23.96 亿 t、23.05 亿 t、24.09 亿 t、22.69 亿 t 和 23.99 亿 t，初步估算可减少黄河下游河道泥沙淤积约 10 亿 t，对黄河下游河道具有巨大的减淤作用。

5.6 陆生生态影响预测与评价

5.6.1 对生态系统完整性的影响

（1）对生态系统类型的影响

①对森林/灌丛生态系统的影响

工程对森林生态系统有不利影响和有利影响两个方面，不利影响主要体现在施工占地和水库淹没引起森林植被面积减少（工程施工占用和蓄水淹没森林生态系统面积减少 349.28hm²，占评价区森林生态系统面积的 1.10%），造成植被生物量和生产力的下降，从而对生活于其中的动物产生不利影响。由于工程占地和淹没林地面积相较于整个森林生态系统所占比例较小，因此对森林生态系统的结构和功能的影响不大。后期植被恢复措施实施会减少区域内水土流失，为森林生态系统带来有利影响。

②对草地生态系统的影响

工程实施对草地生态系统有不利影响和有利影响两个方面，不利影响主要体现在施工占地和水库淹没引起灌丛及稀树草丛面积减少，造成生物量和生产力下降。工程施工及蓄水淹没造成草地生态系统面积减少 5701.97hm²，占评价区草地生态系统面积的 4.17%，并对其中活动的动物有轻微影响。后期植被恢复措施实施会减少区域内水土流失，为草地生态系统带来有利影响。

③对农业生态系统的影响

水库建设将淹没、占用耕地、园地 1331.92hm²，占评价区耕地、园地面积的 3.41%。淹没耕地占评价区农业生态系统的比例较小，对评价区农业生产和生活产生一定影响。此外，由于河谷地区灌溉条件较好的耕地都是相对高产耕地，水库建设占用耕地和淹没必然会加剧评价区内耕地的压力，影响耕地总量平衡，加剧人地矛盾，对被征占耕地的农户的生产生活造成一定程度的不利影响。

工程建设期间对农业生态系统的影响在于占用部分农田，减少农作物面积和降低农作物产量。但是工程实施对于农业生态系统也将产生多方面的正面影响，水库拦蓄洪水作用，降低洪水、干旱对于农作物生长的威胁，水土保持措施实施则减少了水土流失，为农业发展保存了重要资源。

（2）对评价区生产力和生物量的影响

①枢纽工程区

枢纽工程区植被类型损失生产力和生物量分别见表 5.6-1 和表 5.6-2。工程施工占地将压占原有的植被类型，使得压占区域植被类型改变，将由原来的落叶阔叶林（刺槐林等）、落叶阔叶灌丛（柠条灌丛、蔷薇灌丛、杠柳灌丛、酸枣灌丛、丁香灌丛等）转变为无植被的建设用地，从而对植被生产力和生物量造成损失。工程坝体、厂房尾水管理区、业主营地、对外交通道路、厂内进场永久道路、大坝管理区等永久占地造成损失的植被生产力共计 1050.07t/a，永久占地损失生物量总计 5649.18t。永久占地损失生产力中，落叶阔叶灌丛损失生产力总量最大（611.56t/a），占永久占地总生产力损失量 58.24%；其次为落叶阔叶林，损失生产力 395.71t/a，占损失量 37.68%；其它类型损失生产力相对较小。永久占地损失生物量中，落叶阔叶林损失生物量最大（3383.27t），占永久占地总生物量损失量 59.89%；其次为落叶阔叶灌丛林，损失生物量 2127.96t，占损失量 37.67%；其它类型损失的生物量均相对较小。

导流洞进口占地、砂石料加工系统、料场、渣场、施工临时道路、施工工厂、施工营地等工程临时占地造成损失植被生产力 1858.22t/a，临时占地损失生物量 9747.03t。临时占地损失生产力中，落叶阔叶灌丛损失生产力总量最大（1152.79t/a），占临时占地总生产力损失量 62.0%；其次为落叶阔叶林，损失生产力 616.05t/a，占损失量 33.20%；其它类型损失生产力相对较小。临时占地损失生物量中，落叶阔叶林损失生物量最大（5267.19t），占临时占地总生物量损失

量 54.04%；其次为落叶阔叶灌丛林，损失生物量为 4011.02t，占损失量 41.15%；其它类型损失生物量均相对较小。

随工程施工结束，由于采取相应的植被绿化、区域平整和植被恢复等措施，工程压占损失植被生产力和生物量相应地将得到一定程度的恢复。

表 5.6-1 东庄水库工程枢纽区占地损失的生产力

植被类型	永久		临时		合计		
	面积（hm^2）	生产力（t/a）	面积（hm^2）	生产力（t/a）	面积（hm^2）	生产力（t/a）	比例（%）
落叶阔叶林	30.67	395.71	47.76	616.05	78.43	1011.75	34.79
落叶阔叶灌丛	95.25	611.56	179.56	1152.79	274.81	1764.35	60.67
草甸	5.97	20.79	11.18	38.91	17.15	59.70	2.05
人工林	1.53	8.59	8.82	49.39	10.35	57.98	1.99
农田	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水域	5.17	13.43	0.41	1.07	5.58	14.51	0.50

表 5.6-2 东庄水库工程枢纽区占地损失的生物量

植被类型	永久		临时		合计		
	面积（hm^2）	生物量（t）	面积（hm^2）	生物量（t）	面积（hm^2）	生物量（t）	比例（%）
落叶阔叶林	30.67	3383.27	47.76	5267.19	78.43	8650.46	56.19
落叶阔叶灌丛	95.25	2127.96	179.56	4011.22	274.81	6139.18	39.87
草甸	5.97	74.67	11.18	139.75	17.15	214.42	1.39
人工林	1.53	57.09	8.82	328.37	10.35	385.45	2.50
农田	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水域	5.17	6.20	0.41	0.50	5.58	6.70	0.04

②水库淹没区

将东庄水库淹没区与评价区域植被类型图进行叠加，利用 GIS 进行数据查询统计，获得水库淹没区损失的各植被类型面积数据，之后根据评价区域植物生产力和生物量进行淹没损失生产力和生物量的估算，结果见表 5.6-3。

表 5.6-3 东庄水库工程淹没区植被类型生物量变化

植被类型		生产力变化（t/a）	占评价区生产力（%）	生物量变化（t）	占评价区生物量（%）
类型	面积（hm^2）				
落叶阔叶林	18.53	-239.03	0.06	-2043.80	0.16
落叶阔叶灌丛	1666.37	-10698.08	2.78	-37226.64	2.88
草甸	1549.99	-5393.95	1.40	-19374.84	1.50
人工林	129.31	-724.12	0.19	-4814.08	0.37
农田	538.75	-2612.92	0.68	-6141.71	0.47
水域	906.51	+2356.91	-0.61	+1087.81	-0.08
合计		-19.84($g/m^2.a$)	-4.50	-68513.26	-5.30

注：表中未包括住宅用地、工矿建设用地等类型。

水库蓄水使评价区植被生产力降低了 19.84g/m².a，占评价区总生产力 4.50%，其中水域面积增加将使得评价区域生产力增加 2356.91t/a。在评价区域生物量损失方面，库区淹没造成评价区域损失生物量 6.97 万 t，但水域面积增加使得河流水域生物量有所增加，增加量 0.11 万 t，因此，水库蓄水使评价区植被生物量净损失量 6.85 万 t，占评价区域植被总生物量的 5.30%。水库淹没造成生物量损失中，落叶阔叶灌木林、草甸被淹没损失生物量 5.66 万 t，占评价区总生物量 4.38%，占水库淹没损失生物量的 82.61%；其余落叶阔叶林、人工林及农田淹没损失生物量 1.30 万 t，占评价区总生物量的 1.01%，占水库淹没损失生物量的 18.97%。

总体而言，东庄水利枢纽工程建成后对于区域生产力和生物量造成的损失比例相对较小，对评价区自然体系的影响程度较小，工程建成后对于区域自然体系的影响是可以承受的。

（3）对生态系统稳定性的影响

1）自然体系的稳定状况

对自然系统稳定状况的度量以恢复稳定性和阻抗稳定性两个角度来度量。

①恢复力稳定性

自然系统的恢复力稳定性，是根据植被净生产力的多少度量的。如果植被净生产力高，则其恢复稳定性强，反之则弱。水库蓄水后，各种土地类型发生变化，林地、灌草丛等拼块类型的面积减少，水域面积增加。工程建设造成评价范围生态系统生物量减少，东庄水库工程建成后林地、灌丛面积等减少将使评价范围生

物量减少 6.97 万 t，平均生产力减少 19.84g/m².a，按照评价区自然体系生产力 472.60g/m².a，减少区域生产力占评价区总生产力的 4.20%。可以看出，工程建成后评价区域仍具有一定的生态承载力，工程引起的干扰是可以承受的，生态系统的稳定性未发生大的改变。

②阻抗力稳定性

自然系统的阻抗力稳定性是由系统中生物组分异质性的高低决定的。异质性是一个区域里（景观或生态系统）对一个种或更高级的生物组织的存在起决定作用的资源（或某种性质）在空间或时间上的变异程度（或强度）。由于异质性组分具有不同的生态位，给动物物种和植物物种的栖息、移动以及抵御内外干扰提供了复杂和微妙的相应利用关系。另一方面，异质化程度高的自然系统，当某一斑块形成干扰源时，相邻的异质性组分就成为干扰的阻断，从而达到增强生态体系抗御内外干扰的作用，有利于体系生态稳定性的提高。

评价范围内植被类型主要为农田和林地，工程建成和运行后，作为模地的农田和林地面积发生变化不大，二者面积由 576.08km^2 减少至 552.55km^2，减少 4.08%，但二者面积比例仍占区域面积的 61.93%。因此，工程建成后对区域自然体系的景观异质化程度和阻抗能力影响不大。

3）景观生态体系质量综合评价

施工区临时占地可通过生态补偿和生态恢复等措施使其景观面貌得以基本恢复或改善。永久占地区形成以人工建筑为主的异质化景观嵌入现有的自然景观体系中，对现有的自然景观体系将产生一定的影响。

水库蓄水后植被类型优势度值计算结果见表 5.6-4。水库蓄水后，淹没陆地区域将改变景观生态结构，但评价区内绝大部分区域植被类型没有发生变化，区域生态系统功能的延续和对外界干扰抵御功能并未受到较大改变。从景观要素的基本构成上看，各个景观类型并未因工程建设出现丧失或大幅减少，故区域景观格局未出现本质变化，工程实施和运行对区域自然景观体系中基质组分的异质化程度影响不大。

表 5.6-4 东庄水库工程建成后评价区域景观优势度

类型	密度 Rd（%）	频度 Rf（%）	景观比例 Lp（%）	优势度 Do（%）
温性针叶林	1.27	1.98	0.07	0.85
落叶阔叶林	1.96	4.06	0.62	1.81
落叶阔叶灌丛	4.14	57.46	22.04	26.42
草甸	13.92	71.01	17.65	30.06
人工林	8.63	22.69	2.67	9.17
农田	34.64	100.00	44.83	66.77
水域	2.19	35.46	7.03	12.93
居民点及建设用地	32.57	54.79	4.81	24.25
其它（裸地等）	0.69	2.07	0.27	0.82

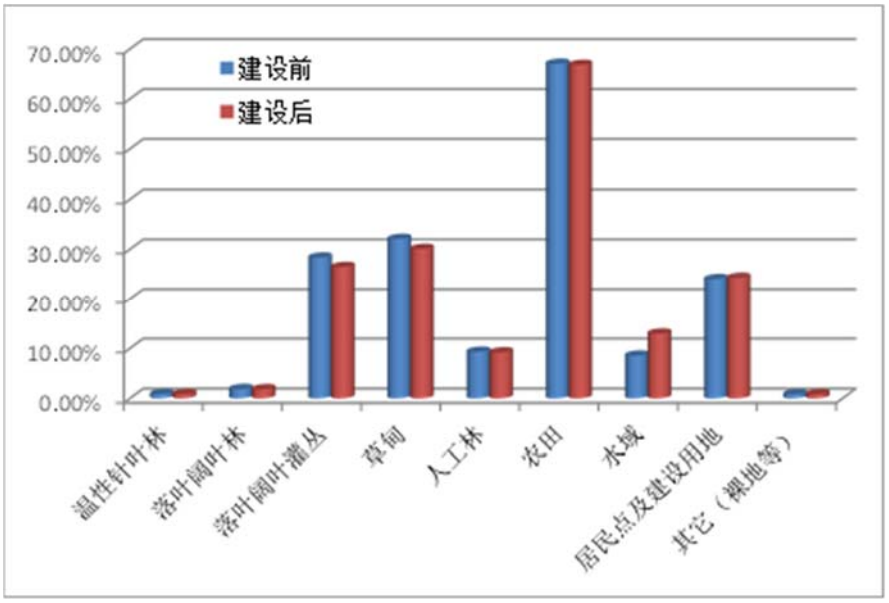


图 5.6-1 东庄水利枢纽工程建设前后景观优势度变化

表 5.6-5 东庄水库工程建设前后景观优势度排序

景观优势度排序	建设前	建设后
1	农田	农田
2	草甸	草甸
3	落叶阔叶灌丛	落叶阔叶灌丛
4	居民点及建设用地	居民点及建设用地
5	人工林	水域
6	水域	人工林
7	落叶阔叶林	落叶阔叶林
8	温性针叶林	温性针叶林
9	其它（裸地等）	其它（裸地等）

对比东庄水库工程建设前后植被类型景观优势度值排序（图 5.6-1、表 5.6-5），可以看出，区域自然植被景观优势度在工程建设前后没有发生明显变化。排序上出现变化的主要是水域景观，优势度值由工程建设前的 8.53%增加到 12.93%，增加了 4.40%，与水库蓄水后形成较大库区水面有关。另外，居民点及建设用地景观优势度略有增加，由建设前的 23.99%增加到 24.25%，景观优势度增加了 0.26%，与工程建设后管理占地、坝体占地等永久性工程设施的建设有关。其余景观类型优势度值均少许下降，但在景观结构中的地位并未发生本质性的变化。

工程建设后，农田景观、落叶阔叶灌丛和草地景观仍为评价区优势度较高的景观类型。因此，水库蓄水后，区域生态景观斑块的优势度值变化不显著，表明工程建设后对自然体系的景观质量不会产生大的影响。

5.6.2 对陆生植物的影响

（1）对植物区系的影响

水库蓄水后，处于淹没线 789m 以下区域内植被将被淹没。淹没区植被由疏林、灌丛和草地组成，主要以柠条灌丛、芦苇草丛为主。疏林以次生的刺槐林、杜梨为主，疏林中其他伴生的植物有椿树、杜梨、蔷薇、虎榛子、鹅绒藤、毛苕子、艾、茜草、远志、天蓝苜蓿、白蒿、芹、狗尾草、酸枣、芦苇、天蓝苜蓿、黄背草、委陵菜、紫菀、黄蒿、虎爪草、野草莓、悬钩子。灌丛以柠条灌丛为主，灌丛中其他伴生种为酸枣、大油芒、黄背草、白蒿、苔草。草地以芦苇草地、狼尾草为主，草地中其他伴生种为芒、鬼针草、狗尾草、艾、鹅绒藤、问荆、虎爪草、野菊花、蒲公英、红蓼、大油芒、黄蒿、紫菀、远志等。

淹没区涉及野生被子植物 9 科 17 属 18 种。海拔 789m 以下植物以草本和灌木植物为主，乔木种类较少。受淹没影响的物种以菊科、禾本科、蔷薇科、豆科等植物种数量最大，菊科 5 种、禾本科 4 种、蔷薇科 3 种、豆科 2 种。

根据陆生植物专题调查，淹没区域不涉及野生的裸子植物。淹没区主要植被类型面积 39.03km²（不含淹没区内的水域及水利设施用地、住宅用地等建设用地、未利用地等类型），其中柠条灌丛和蔷薇灌丛淹没面积较大（1666.37hm²），其次是芦苇草地、河滩草地和中覆盖度山坡草地，淹没面积 1549.99hm²。乔木种类很少，淹没区灌木和草本植物种类主要为区域广布种和常见种，在淹没线以上或

周边区域广泛分布，因此保护好淹没线以上生态环境，区域植物种类仍可得以保存和繁衍，不会导致植物物种种类的消亡和灭绝。根据调查统计，受淹没影响的植物物种以菊科（5 种）、禾本科（4 种）、蔷薇科（3 种）、豆科（2 种）等科中分布于低海拔的植物种属数量最大。

植物区系组成结构方面，水库蓄水对区域植物区系不会带来明显影响。由于植物区系成分与东庄水利枢纽工程所在地域生态背景密切相关，植物区系成分不会因为工程建设发生显著变化，水库淹没损失的主要为区域广布种和常见种，因此不会导致区域植物区系成分的丧失或者消亡。

（2）对植被类型的影响

1）施工期影响

施工活动开挖、填筑以及堆放等临时占地将破坏施工区植被，使得植被失去原有的自然性和生物生产力，降低景观质量与稳定性。施工结束后，临时占地的植被类型通过土地平整、绿化或生态恢复能够得到一定程度的恢复，生物量和生产力能够得到一定补偿。工程永久占地在工程建成后，将成为人工基底的景观类型，这一部分占压将会造成植物生物量的永久损失。

工程施工过程中施工区占地共 396.59hm^2，占评价区总面积 0.45%，其中永久占地 147.35hm^2，临时占地 249.24hm^2。利用 GIS 将施工区工程布置与评价区域植被类型图进行空间叠加，通过查询统计得到施工区压占区域植被类型情况（表 5.6-6、图 5.6-2）。

表 5.6-6 东庄水利枢纽工程施工区占用植被类型统计表

植被类型	永久		临时		合计	
	面积（hm^2）	占评价区（%）	面积（hm^2）	占评价区（%）	面积（hm^2）	比例（%）
落叶阔叶林	30.67	0.04	47.76	0.05	78.43	0.09
落叶阔叶灌丛	95.26	0.11	179.56	0.21	274.82	0.31
草甸	5.97	0.01	11.18	0.01	17.15	0.02
人工林	1.53	0.00	8.82	0.01	10.35	0.01
农田	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水域	5.17	0.01	0.41	0.00	5.58	0.01

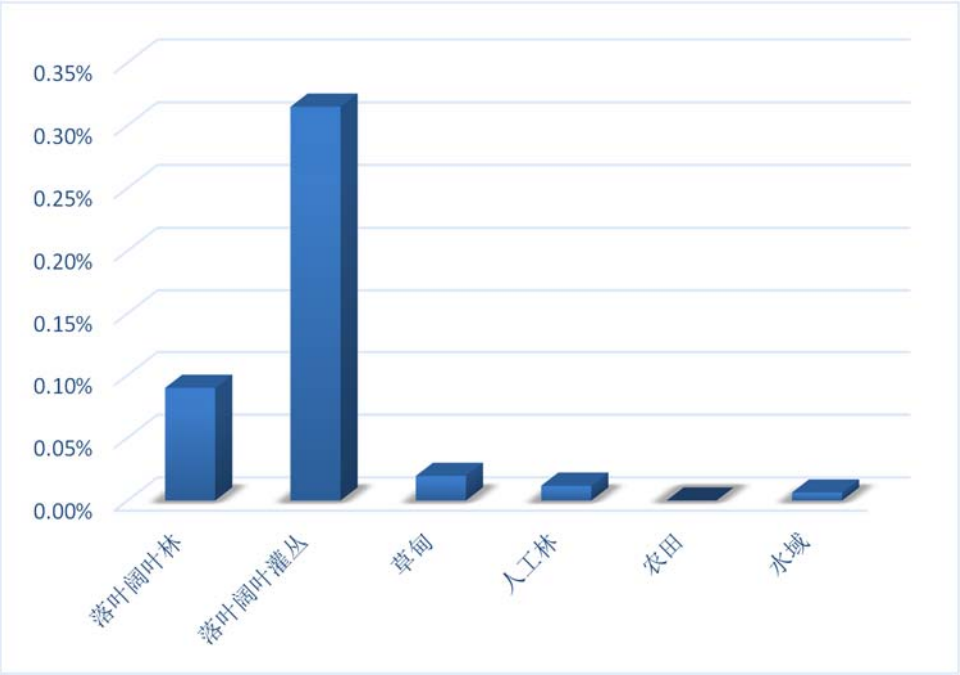


图 5.6-2 东庄水利枢纽工程施工区占压植被类型比例

工程施工占用植被类型主要为落叶阔叶灌丛林，占评价区面积的 0.31%，其中永久占地 95.26hm^2，占评价区的 0.11%；永久占地 179.56hm^2，占评价区的 0.21%。

施工区对植被影响如下：

① 枢纽工程建设对植被的影响

枢纽主体工程建设主要位于枢纽工程建筑物永久占地区。根据野外实地调查，枢纽工程区植被类型为灌木、草丛，主要受影响的植被类型为蔷薇灌丛、柠条灌丛、杠柳灌丛、苔草、紫菀草丛等，工程对上述植被的永久占用为不可逆影响。

② 场内交通建设对植被的影响

枢纽工程区共布置 8 条场内交通道路，总长度 50.3km。根据野外实地调查，场内交通工程影响植被类型主要为路边的灌丛、草地。灌丛和草地植物种类主要为柠条灌丛、蔷薇灌丛、黎、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草等（表 5.6-7）。可以看出，施工道路影响植物种类主要为区域常见种，对于区域植物区系影响不大。

表 5.6-7 东庄水利枢纽工程施工区占用植被类型表

道路名称	起止点	长度、宽度		路面结构	性质	影响植被类型
		长度(km)	宽度(m)			
1#道路	场内外道路结点至下游围堰	7.95	7.5、9	混凝土	新建、永久路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、黎、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
2#道路	现有路至施工生活2区	11.04	7	混凝土	改建、永久路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、黎、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
3#道路	施工生活2区至缆机上料平台	1.68	8.5	混凝土	新建、永久路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、黎、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
4#道路	泾河大桥右桥头至缆机上料平台	1.1	8.5	混凝土	新建、永久路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
5#道路	3#路接线至庙上灰岩料场	2.66	8.5	泥结碎石	新建、临时路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
6#道路	施工生活2区至导流进口	4.65	7	泥结碎石	新建、临时路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、黎、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
7#道路	左岸联接隧道出口接线至出线场	2.0	6.5	泥结碎石	新建、永久路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、黎、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
8#道路	左岸联接隧道出口接线至2#渣场	4.33	7.5	泥结碎石	新建、临时路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、黎、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
其他干线道路		1.0	5、8.5	泥结碎石	新建、临时路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、黎、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
坝体、料场开挖支线路		9.0	5、6.5、7.5	泥结碎石	新建、临时路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
灌浆工程等支线路		6.5	6	泥结碎石	新建、临时路	柠条灌丛、蔷薇灌丛、黎、花苜蓿、大戟、针茅、狗尾草
合计		51.91				

③ 渣场和料场对植被的影响

东庄水利枢纽工程总弃渣量1263.85万m^3，设渣场6个。弃渣场分布于泾河左右岸，坝址上游2个弃渣场、下游4个弃渣场。根据野外实地调查，渣场压占区域植被类型为灌丛和草地（表5.6-8），灌丛主要以酸枣、荆条、丁香、柠条灌丛为主。灌丛内其他伴生种为黄花蒿、画眉草、狗尾草、狗牙根、远志、黄背草、针茅、大仔蒿等。草地主要以针茅草地、芒草地为主。草地内其他伴生种为紫菀、悬钩子、艾、狗尾草、画眉草等。工程弃渣后，将会对压占区域植物生物量和生产力带来直接损失。

表 5.6-8 东庄水利枢纽工程渣场压占植被类型情况

编　号	位置	土地利用现状	影响植被类型
1#弃渣场	坝址左岸上游 3km 冲沟内	荒坡灌丛、草地	主要植物为酸枣、丁香、黄花蒿、狗哇花、狗尾草、画眉草、稗草、花苜蓿等，盖度 40%、高度 80cm。
2#弃渣场	坝址左岸上游 3km 冲沟内	荒坡灌丛、草地	主要植物为酸枣、荆条、野菊花、稗草、狗尾草、车前草等；盖度 50%、高度 70cm。
3#弃渣场	坝址右岸下游 1.6km 冲沟	荒坡灌丛、草地	主要植物为酸枣、柠条、黄花蒿、白莲蒿、狗哇花、狗尾草、画眉草、远志、稗草、野菊花、灰菜、柽柳；盖度 90%、高度 60cm。
4#弃渣场	坝址右岸下游 1.2km 冲沟	荒坡灌丛、草地	主要植物为刺槐、荆条、黄蒿；以灌丛为主；盖度 80%，高度 60-80cm。
5#弃渣场	坝址右岸下游 3.6km 冲沟	荒坡灌丛、草地	主要植物为蒿草、灰菜、白莲蒿、红花蒿、刺槐、野菊花、稗草、狗尾草、针茅、车前草、荆条等；
6#弃渣场	坝址右岸下游 4.5km 冲沟	荒坡灌丛、草地	主要植物为荆条、黄花蒿、白莲蒿、狗尾草、狗牙根、野菊花、狗哇花等；盖度 80%，高度 75-95cm。

根据可研设计，布设蔡家坡土料场和庙上灰岩料场，二者均位于水库淹没线以上区域。根据野外实地调查，料场主要植被以灌丛和草地植被为主，灌丛主要以榆树、丁香、柠条灌丛为主。灌丛内其他伴生种为艾、黎、花苜蓿、大戟、针茅、大仔蒿等。草地主要以针茅草地为主，其他伴生种为紫菀、狗尾草、狗牙根、狗娃花、车前等。料场施工期间需进行堆存等处理，施工期间将对地表植被直接产生压占影响。施工结束后，将对存料场进行平整恢复原有植被，因此存料场对植被的影响仅限于施工期。

2）运行期的影响

①水库淹没的影响

水库蓄水前，将对水库淹没区内所有植被进行清理，处于淹没线 789m 区内的植被将受到破坏，淹没区植被主要由灌丛林和草地组成（表 5.6-9，图 5.6-3），其中落叶阔叶灌丛面积最大（面积 1666.37hm^2），占淹没区面积 34.65%，其次为草甸植被（面积 1549.99hm^2），占淹没区 32.23%。淹没区植物种类主要以柠条灌丛、酸枣、狗尾草、狗尾草草丛为主。疏林以次生的刺槐林、杜梨为主，疏林中其他伴生的植物有椿树、杜梨、蔷薇、虎榛子、鹅绒藤、毛苕子、艾、茜草、远志、天蓝苜蓿、白蒿、芹、狗尾草、酸枣、芦苇、黄背草、委陵菜、紫菀、黄蒿、虎爪草、野草莓、悬钩子。灌丛以柠条、酸枣灌丛为主，灌丛中其他伴生种为大

油芒、黄背草、白蒿、苔草、狗尾草、狗娃花、画眉草等。草地以狼尾草为主，草地中其他伴生种为芒、鬼针草、狗尾草、艾、鹅绒藤、问荆、虎爪草、野菊花、蒲公英、红蓼、大油芒、黄蒿、紫菀、远志、芦苇等。水库蓄水后，库区水面增加，水面蒸发一定程度上可提高沿岸小环境空气湿度，有利于区域植被自然恢复。

表 5.6-9 东庄水利枢纽工程水库淹没区占用植被面积统计表

植被类型	淹没面积（hm^2）	占淹没区比例（%）	占评价区比例（%）
落叶阔叶林	18.53	0.39	0.02
落叶阔叶灌丛	1666.37	34.65	1.93
草甸	1549.99	32.23	1.80
人工林	129.31	2.69	0.15
农田	538.75	11.20	0.62
水域	906.51	18.85	1.05

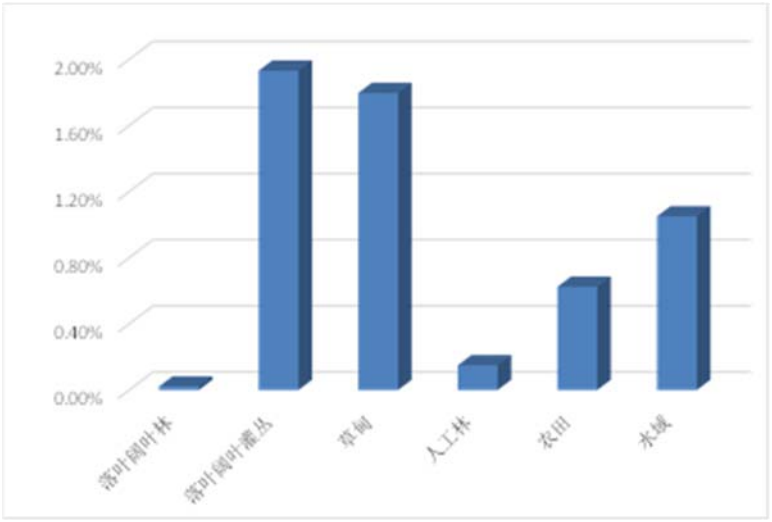


图 5.6-3 东庄水利枢纽工程水库淹没区占用植被类型比例

（3）对植物资源的影响

水库蓄水后影响较大的自然植被为落叶阔叶灌丛和草地，主要植物种类为柠条、刺槐林、杜梨、蔷薇、鹅绒藤、毛苕子、艾、茜草、远志、天蓝苜蓿、白蒿、芹、酸枣、芦苇、天蓝苜蓿、黄背草、委陵菜等。

刺槐是该区蜜源植物之。据野外调查，刺槐在评价区内外分布面积均较大，水库淹没区和工程区所占刺槐面积不大，植株分布较为零散，因此水库淹没不会对区域刺槐群落及刺槐资源造成较大影响。另外，悬钩子和野草莓是瓜果植物，由于悬钩子和野草莓是广布种，因此水库淹没区、施工活动对悬钩子和野草莓群落不会造成较大影响。

5.6.3 对陆生动物的影响

（1）施工期

工程施工期间对动物影响主要为施工噪音和人为活动对野生动物产生干扰，施工过程占用部分野生动物栖息地对其迁移活动造成阻隔，具体分述如下。

1）对两栖类的影响

根据调查结果，枢纽工程区两栖动物主要集中分布于泾河河谷两岸坡地的溪流、农田、坑塘等生境，施工对两栖动物影响主要体现在生境侵占，并且弃渣和场地施工将直接导致部分两栖动物个体伤亡，而工程区上游两栖动物因受噪声、震动以及人为活动等因素的影响，向工程干扰较小或未受影响的上游区域扩散。

综上所述，工程施工对两栖动物会造成影响，可能导致坝址工程区附近的两栖动物产生回避行为，使其向外围转移，工程范围内两栖类动物出现频率会降低。

2）对爬行类的影响

根据调查结果，枢纽工程区爬行动物分布较广泛，主要集中分布于泾河两岸坡地灌丛灌草丛、溪流等生境。与两栖动物类似，由于施工时会将部分区域作为弃渣场填平并作为工程用地，因此工程施工对爬行动物影响体现在其生境遭受侵占。由于爬行动物活动能力较强，在弃渣或其他施工活动中时能及时躲避，故不会造成较大程度的个体伤亡，但会因受生境侵占及噪声、震动、人为活动等因素的干扰向其他适宜生境扩散。此外，爬行类中喜荫种类(如蛇类)的数量及出现的频率会降低，可能导致鼠类数量的增加，而爬行类中喜阳种类(蜥蜴中的部分种)的数量会增加，但对爬行类动物的多样性没有影响。

综上所述，爬行动物受施工影响相对较小，主要影响区域为枢纽工程区，区域将会形成新的分布格局。

3）对鸟类的影响

根据调查结果，枢纽工程区鸟类相对两栖、爬行动物以及兽类种类和数量较多，由于各类鸟类主要生境不同，工程施工对其造成的影响各有不同，其主要影响分析如下：

水鸟的影响（包括普通鸬鹚、苍鹭、白鹭、赤麻鸭、绿翅鸭等）：此类鸟类主要为迁徙季节迁徙经过枢纽工程区，或偶在工程枢纽区稍作停留（白鹭为留鸟），

且种群数量较少。工程施工活动主要对其活动产生惊扰，但不会对其迁徙行为造成影响，因此工程施工对此类鸟类影响很小。

猛禽的影响（包括隼形目和鸮形目种类）：此类鸟类主要在枢纽工程区河谷两岸的坡地灌丛或崖壁筑巢、栖息，捕食时常盘旋于枢纽工程区上空。工程临时或永久占地会侵占其部分生境，工程施工活动亦会对其捕食造成一定干扰，但由于工程占地及施工活动范围相对其生境范围较小，此类鸟类受施工影响可扩散至其他适宜生境，故工程施工对其造成影响很小。

陆禽的影响（包括石鸡、雉鸡、大鸨等）：此类鸟类主要栖息生境为河谷两岸坡地灌丛、灌草丛，为枢纽工程区优势种和常见种。与猛禽影响类似，工程临时或永久占地会侵占其部分生境，工程施工活动亦会对其正常栖息造成一定干扰，驱使其避开影响区域，但其适宜生境广泛，故影响很小。由于此类鸟类食用价值较高，施工人员入场可能会造成其部分个体遭受捕捉，此种影响可以通过宣传教育等措施得到有效降低。

攀禽的影响（包括大杜鹃、小杜鹃、噪鹃、普通夜鹰、白腰雨燕、蓝翡翠、灰头绿啄木鸟、大斑啄木鸟等）：此类鸟多分布于河谷两岸及评价区外缘植被丰富的林地生境，常筑巢于河谷或支流两侧崖壁上并盘旋于上空捕食。工程临时或永久占地会侵占其部分生境，且施工活动亦会对其造成一定干扰，但其适宜生境广泛，故工程施工对其造成的影响很小。

鸣禽的影响（包括包括雀形目种类）：主要分布于枢纽工程区植被相对较好的林地、灌丛生境，尤以村落及其周边区域最为集中，工程临时或永久占地会导致其部分生境丧失，工程施工活动亦会对其正常生活造成干扰。由于工程枢纽区地处泾河周边、此类生境较多，工程占地或施工活动驱离其向其他适宜生境扩散，随工程结束后，工程占地区域植被恢复，此种影响可以得到有效缓解。

4）对兽类的影响

枢纽工程区域兽类主要适宜生境存在一定差异，故工程施工对其造成影响亦有不同，主要影响分析如下：

树栖型兽类的影响（包括岩松鼠、隐纹花松鼠、花鼠、达乌尔黄鼠）：此类兽类常见于枢纽工程区植被较丰富的村落或其他林地和灌丛生境。由于工程施工会导致树栖型部分兽类生境丧失，但枢纽工程区此种生境较少，受影响兽类外迁

至其他适宜生境时将造成种内、种间竞争加剧，故工程施工对此类兽类影响较大。

岩洞栖息型兽类的影响（包括马铁菊头蝠和白腹管鼻蝠）：此类兽类主要分布于工程影响区村落，常见于各住宅屋檐、檐缝中。工程临时或永久占地将侵占部分村落，造成其部分生境消失，但兽类活动能力强，受工程影响可外迁至其他适宜生境。此外，随着施工人员的入场后修建更多的住房，此类兽类适宜生境在总体上不会减少，故工程施工对其造成影响很小。

食肉目和兔形目兽类的影响：此类兽类活动范围广泛，各生境均可见其活动痕迹，但主要栖息于植被较为丰富的林地和灌丛生境。受工程占地影响，其部分适宜生境被侵占，加上施工活动干扰，将驱离其迁往未受影响的生境。由于此类兽类迁移能力强，受其影响后能迅速迁往枢纽工程区未受影响或枢纽工程区以外适宜生境，故工程施工对此类兽类影响不大。

鼠类的影响（包括鼠科所有种）：啮齿目鼠科种类在枢纽工程区分布范围广泛，但主要集中分布于村落、集镇及其周边区域。由于受工程建设占地影响，其部分生境遭受破坏，迫使其外迁至其他生境。随着大量施工人员迁入，亦为鼠类提供了新的栖息环境。因此工程施工对鼠类物种影响很小，主要驱使其在枢纽工程区形成新的分布格局。

（2）运行期

工程运行后会淹没周边部分土地，工程运行期的各种行为对其造成的影响各有不同，其主要影响分析如下。

1）对两栖类的影响

水库建成蓄水后，将使陆栖型两栖动物，如中华大蟾蜍、花背蟾蜍、中国林蛙等向海拔稍高处迁移，由于水面上升速度不快，且评价区中华大蟾蜍的生境广泛，故适应过程将较顺利。由于库区蓄水将淹没部分溪流生境，将使流溪型两栖动物棘腹蛙的生境减少，迫使其沿溪流上高处迁移，造成一定程度的种间竞争加剧，其种群数量可能存在一定程度的下降；水库建成后，将给静水型两栖动物 (黑斑侧褶蛙)形成更丰富的静水或缓流水环境，对其种群发展带来有利影响，蓄水后其种群数量可能存在一定上升。

综上，工程运行后水库蓄水对两栖动物的影响很小。

2）对爬行类的影响

由于爬行动物生存对水的依赖较小，生境范围广泛，库区蓄水对其影响主要是驱使其向高处迁移，并且库区蓄水对其捕食对象（如昆虫、蛙类等）种群数量不会造成太大影响，因此其种内、种间竞争压力亦不会有显著增加。此外，对于龟鳖目种类，库区蓄水将增加水域面积，其适宜生境亦会随着增加，对其造成的影响是有利的。

综上，工程运行后水库蓄水对爬行动物的影响很小。

3）对鸟类的影响

库区鸟类相对两栖、爬行动物以及兽类种类和数量较多，由于鸟类主要生境不同，工程对其造成的影响各有不同，其主要影响分析如下：

①对水鸟影响（包括鹳形目鹭科，鹤形目秧鸡科、鹤科，鸻形目鸻科、鹬科、反嘴鹬科种类）

此类鸟类主要为迁徙季节迁徙经过淹没区，或偶在淹没区稍作停留，且种群数量较少。水库蓄水后，由于水位上升且相对恒定，将造成库区岸滩、农田等生境减少、水域面积增加，对普通鸬鹚和鸭类栖息或迁徙产生一定的有利影响，但对其他涉禽类栖息或迁徙造成一定不利影响。

②对猛禽影响（包括隼形目和鸮形目种类）

此类鸟类主要在库区河谷两岸坡地灌丛或崖壁筑巢、栖息，捕食时常盘旋于库区上空。水库蓄水后将淹没部分生境，但比例很小，对其造成影响很小。

③对陆禽影响（包括石鸡、雉鸡、大鸨等）

此类鸟类主要栖息生境为河谷两岸坡地灌丛、灌草丛，为库区优势种和常见种。与猛禽影响类似，水库蓄水后将淹没其部分生境，但其适宜生境广泛且被淹没生境所占比例很小，对其影响很小。

④对其他鸟类影响（包括雀形目、包括鹃形目杜鹃科，夜鹰目夜鹰科，雨燕目雨燕科，佛法僧目翠鸟科、佛法僧科，戴胜目和鴷形目种类）

此类鸟类主要分布于库区植被相对较好的林地、灌丛生境，尤以村落及其周边区域最为集中，库区蓄水后将导致其部分生境丧失。由于枢纽区地处泾河周边，此类生境较少，库区淹没将驱离其向其他适宜生境扩散，造成种内、种间竞争加剧；此外，对于喜栖息于河谷两岸坡地灌丛灌草丛生境的鸟类，如树鹨等，影响相对较小。

4）对兽类的影响

库区兽类主要适宜生境存在一定差异，水库蓄水对其造成的影响亦有不同，主要影响分析如下：

①树栖型兽类影响（包括包括岩松鼠、隐纹花松鼠、花鼠、达乌尔黄鼠）

此类兽类常见于库区植被较丰富的村落或其他林地和灌丛生境。工程蓄水后，将导致树栖型部分兽类生境丧失，但库区此种生境较少，故受影响兽类外迁至其他适宜生境时必将造成种内、种间竞争加剧。工程对此类兽类影响较大。

②岩洞栖息型兽类影响（包括马铁菊头蝠和白腹管鼻蝠）

此类兽类主要分布于库区村落，常见于住宅屋檐、檐缝中。工程蓄水后将淹没部分村落，造成部分生境消失，但其活动能力强，受蓄水淹没影响时可外迁至其他未淹没的村落或岩洞。

③食肉目和兔形目兽类影响

此类兽类活动范围广泛，生境均可见其活动痕迹，但主要栖息于植被较为丰富的林地和灌丛生境。水库蓄水后，其部分适宜生境将被淹没消失，迫使其迁往未受影响的生境。由于其迁移能力强，受其影响后能迅速迁往淹没区外未受影响的适宜生境，故工程运行蓄水对其影响不大。

④鼠类影响（包括鼠科所有种）

啮齿目鼠科种类在库区分布范围广泛，种群数量多，但主要集中分布于村落、集镇及其周边区域。由于库区蓄水淹没影响，部分生境遭受消失，迫使其外迁至未被淹没的高海拔村落、集镇及其周边区域，造成区域鼠类种群数量和密度暂时性陡升，从而造成其种内、种间竞争加剧，但一段时间后可形成新的平衡。

（3）对野生重点保护动物的影响

评价区有重点保护动物62种，其中国家Ⅰ级重点保护野生动物3种，国家Ⅱ级重点保护野生动物14种，陕西省重点保护野生动物45 种。由于枢纽工程施工区范围较小、海拔较低、故工程对评价区内部分海拔分布较高或对生境要求相对严格的重点保护动物几无影响，如金雕、大鵟、普通鵟、秃鹫、红隼、猪獾、果子狸、豹猫等。评价区内大天鹅、灰鹤沿泾河进行迁徙，因此库区淹没对其有一定影响。

5.6.4 对旅游景点的影响

根据可研，水库淹没影响彬县程家川旅游风景区、彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区、泾河大峡谷旅游风景区、淳化龙山生态旅游渡假景区、公刘教稼苑景区等。

（1）对泾河大峡谷旅游风景区的影响

1）与工程位置关系

泾河大峡谷旅游风景区位于泾阳县西北25km的王桥镇张家山，东南距泾阳县城16km。泾河大峡谷挺拔、峻秀、群峰起伏、奇岩林立，怪石峥嵘。既有一川碧水之灵秀，又有幽谷深峡之奇观，是黄土地轰然诞生的奇石妙水景观极品，是舒展在泾阳大地的一轴绚丽的山水画卷（图5.6-4）。



图 5.6-4 泾河大峡谷旅游风景区（坝址附近）

工程坝址及库区坝前范围为泾河大峡谷旅游风景区，坝址与风景区位置关系见图5.6-5。



图 5.6-5 工程与泾河大峡谷旅游景区位置关系示意图

2）工程施工对泾河大峡谷旅游景区的影响

施工过程中，对临近施工区域的泾河大峡谷旅游景区野生动物带来一定的惊扰，尤其是栖息鸟类由于施工噪声、交通噪声等影响而远离原栖息区域。因此，需要加强施工期环境噪声管理，严格控制施工时间，严禁高噪声等施工活动，做好施工期间对区域野生动物的保护。

3）水库淹没对泾河大峡谷旅游景区的影响

东庄水利枢纽工程运行后，水库将淹没临近泾河的泾河大峡谷旅游景区区域，由临近区域的泾河断面可以看出（图 5.6-6），水库正常蓄水位 789m，蓄水位以下将形成一条淹没带。由于区域主要为泾河峡谷地带，山势陡峭，河谷幽深，山坡上生长植物受到地形条件限制，植被盖度相对较小，约 40%左右，局部较缓地形条件上植被盖度达到 70%以上，主要生长有柠条、酸枣、蔷薇、杠柳、荆条等灌丛植物，以及大戟、针茅、狗尾草等草甸植物。

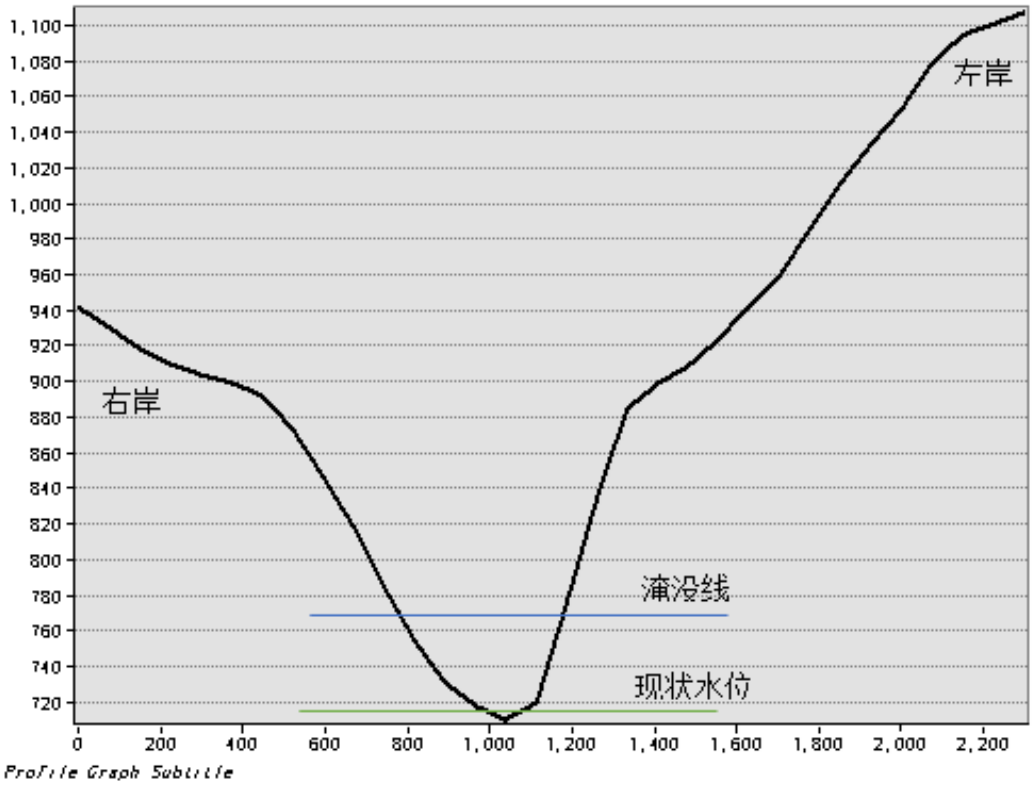


图 5.6-6 泾河大峡谷旅游景区泾河断面示意图（坝址上游约 2km）

将工程淹没区域与泾河大峡谷旅游景区进行空间叠加，得水库淹没植被面积和损失植物生物量情况（表 5.6-10）。水库淹没临近泾河的侧植被，主要淹没植被类型为落叶阔叶灌丛，主要为柠条、杠柳、蔷薇、酸枣、荆条等灌丛植物，淹没面积 186.25hm^2；其次为草甸植被，主要为针茅、狗尾草、花苜蓿、大戟、野菊花等草本植物，面积 110.84hm^2；淹没面积处于第三位的为落叶阔叶林，主要为刺槐，面积 4.02hm^2。工程建成后，原泾河峡谷河段将成为较为宽阔的水库水面，水域面积增加 319.23hm^2。淹没造成区域植物生物量损失 5589.16t，其中损失最大为落叶阔叶灌丛，损失生物量 4140.93t，占损失生物量的 71.01%；其次为草甸，损失生物量 1385.46t，占损失生物量的 23.64%；处于第三位的为落叶阔叶林，损失 443.44t，占 7.57%。水库蓄水后，由于水面的大幅增加，将有助于淡水水生植物生物量的增加（383.08t），占生物量的 6.54%。

表 5.6-10 工程运行期压淹没植被面积和损失生产力和生物量

植被类型	淹没面积				生物量	
	原面积（hm^2）	运行后面积（hm^2）	变化（hm^2）	占总面积比例（%）	生物量（t）	比例（%）
温性针叶林	67.35	67.35	0.00	0.00	0.00	0.00
落叶阔叶林	370.90	365.08	-4.02	-0.12	-443.44	-7.57
落叶阔叶灌丛	2199.32	2013.07	-186.25	-5.56	-4140.93	-71.01
草甸	336.51	225.67	-110.84	-3.31	-1385.46	-23.64
人工林	25.12	23.32	-1.80	-0.05	-67.01	-1.14
农田	345.20	328.89	-16.32	-0.49	-186.00	-3.17
水域	2.68	321.91	+319.23	+9.54	+383.08	+6.54
总计	3347.09	3347.09	319.23	9.53	-5589.76	100.00%

水库蓄水后，将对生活在临近泾河侧野生动物栖息地造成淹没，使得部分栖息于岩壁的爬行动物向周边迁徙。由于泾河峡谷比较陡峭，生活在区域野生动物相对较少，泾河少分布河滩地，多呈现急流险滩的生态景观，并非为水禽等鸟类栖息地。总体上，工程建设对于森林生态系统影响不大。

4）对旅游发展的影响

水库蓄水后，泾河大峡谷旅游景区森林生态系统景观格局并未发生较大变化，但是临近泾河侧的景观资源由原来的带状河流景观资源转化为面状湖水景观资源，增加景观资源在区域内的独特性。水位上升，淹没灌丛、林地及山坡耕地，将原来的河流+山林+坡耕地的空间形态，变成湖面与山林生态结合的空间形态，自然的生态环境特色更为突出，将形成新的景观和旅游景点。

（2）对彬县程家川旅游风景区的影响

1）与工程位置关系

程家川旅游风景区位于彬县香庙乡程家川村，村内四面环山，苍柏悬壁，奇石林立，林木秀美，泾河环绕，风光旖旎，是彬县自然风光最美村落之一（图 5.6-7）。风景区位于泾河左岸东南侧（图 5.6-8），距离坝址直线距离相对较远（约 36.5km），沿河距离坝址 80km 以上。景点距离库尾相对较近，距库尾直线距离约 5.5km。



图 5.6-7 程家川旅游风景区全貌

程家川旅游风景区距离坝址相对较远，工程施工活动不会对该景区带来影响，主要为工程蓄水对旅游景区的淹没影响。



图 5.6-8 程家川旅游风景区与泾河相对位置关系

2）水库淹没对程家川旅游风景区的影响

东庄水库运行后，将淹没临近泾河的程家川旅游风景区部分区域，由临近景区的泾河断面可以看出（图 5.6-9），水库正常蓄水位 789m，而河底高程已经接近正常蓄水位，水库蓄水淹没范围较有限。据野外实地调查，程家川旅游景区植被主要为灌草丛，灌丛植物主要为柠条、酸枣、荆条、蔷薇、杠柳、丁香等，草甸植物主要有狼尾草、长芒草、赖草、苔草、狗尾草等草本植物。

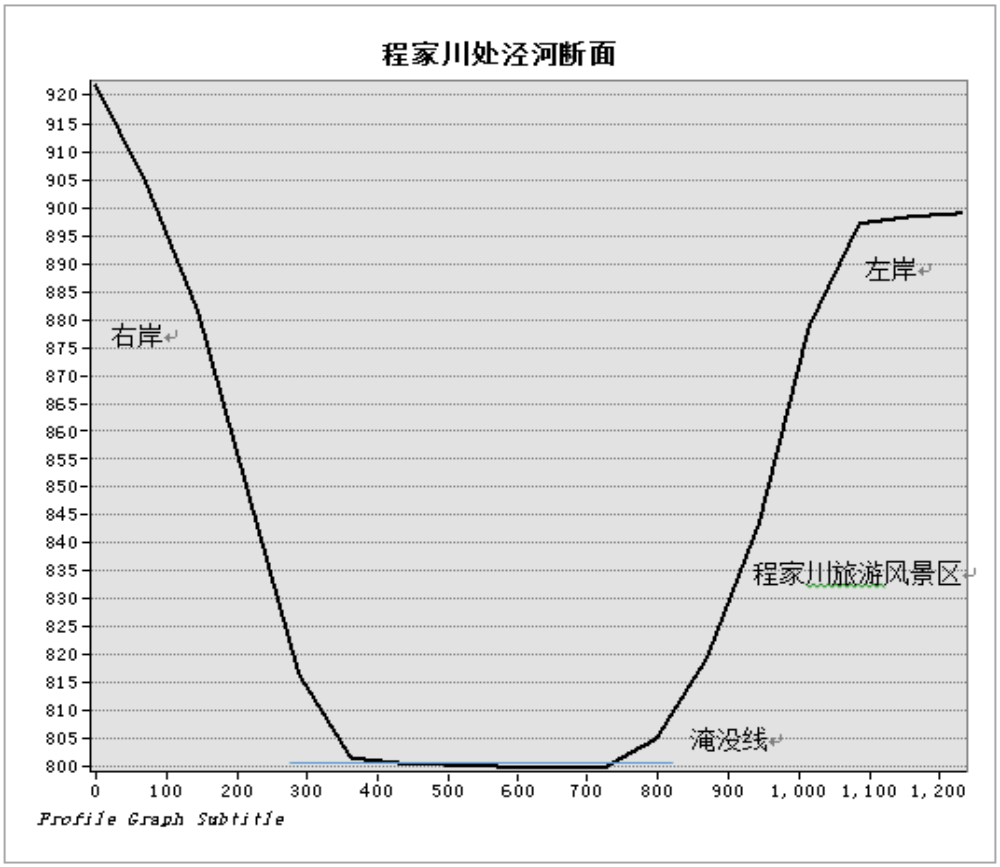


图 5.6-9 程家川旅游风景区处泾河断面示意图

将工程淹没区域与程家川旅游风景区进行空间叠加，通过数据查询获得水库淹没植被面积和损失植物生物量情况（表 5.6-11）。水库淹没临近泾河的旅游景区侧植被，主要淹没植被类型为农田，种植作物主要为小麦、玉米等，淹没农田面积 11.55hm^2，占程家川旅游景区面积 13.27%；其次为草甸，淹没面积 5.24hm^2，占 6.02%；处于第三位的为灌木林地，淹没面积 0.34hm^2，占 0.39%。主要是程家川旅游景区整体特征为以独堆山为中心，山体南侧为程家川古村落，而山体周边环绕农田种植区，形成一条较为明显的条带状农田结构。工程蓄水后主要会淹没独堆山周边临近泾河的农田，其次为草甸和灌丛林等植被景观。工程建成后，原泾河峡谷河段将成为较为宽阔的水库水面，水域面积增加 17.20hm^2。

淹没造成区域植物生物量损失共计 188.88t，其中损失最大为农田作物，损失生物量 131.62t，占损失生物量的 69.68%；其次为草甸，损失生物量 65.46t，占 34.66%；处于第三位的为落叶阔叶灌丛林，损失生物量 7.64t，占 4.04%。水库蓄水后，由于水面大幅增加，有助于淡水水生植物生物量增加，估算增加量 20.64t，占生物量的 10.93%。

表 5.6-11 工程运行期压淹没植被面积和损失生产力和生物量

植被类型	淹没面积				生物量	
	原面积（hm^2）	运行后面积（hm^2）	变化（hm^2）	占总面积比例（%）	生物量（t）	比例（%）
落叶阔叶林	1.56	1.53	-0.03	-0.03	-3.31	1.75
落叶阔叶灌丛	9.54	9.20	-0.34	-0.39	-7.64	4.04
草甸	31.24	26.00	-5.24	-6.02	-65.46	64.66
人工林	9.13	9.09	-0.04	-0.05	-1.49	0.79
农田	27.24	15.70	-11.55	-13.27	-131.62	69.68
水域	1.24	18.44	+17.20	+19.77	+20.64	10.93
总计	86.98	86.98	17.20	19.77	-188.88	100.00%

注：上述统计面积中未包括农村居民地等建设用地（不在淹没范围），共计 7.03hm^2。

水库运行后，将对生活在临近泾河侧的野生动物栖息地造成淹没，使得部分栖息于泾河岸边的爬行动物向周边迁徙，但淹没区域主要为农田生态系统，因此对于景区自然生态体系影响相对不大。

3）对程家川旅游风景区旅游发展的影响

东庄水库蓄水后，仅淹没程家川旅游景区临近泾河侧的部分农田、草甸和灌丛，程家川古村落、独堆山等旅游景区景观格局并未发生较大变化，主要是临近泾河侧的景观资源由原来的带状河流景观资源转化为面状湖水景观资源，增加了景观资源在区域内的独特性。水位上升，淹没部分农田、灌丛、林地，将原来的河流+山林+坡耕地的空间形态，变成湖面与山林生态结合的空间形态，自然的生态环境特色更为突出，将形成新的景观和旅游景区。

综上所述，东庄水库运行对程家川旅游景区主要标志性景观影响较轻，对景区的影响总体来说利大于弊。

（3）对彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区的影响

1）与工程位置关系

彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区位于彬县龙高镇富仁村泾河岸边（图 5.6-10），处于泾河龟山和蛇山大拐弯处（图 5.6-11）。该景区距离工程坝址相对较远，二者直线距离约 30.5km，沿河距离坝址则 70km 以上。



图 5.6-10 龟蛇山大峡谷漂流风景区



图 5.6-11 龟蛇山大峡谷漂流风景区与泾河位置关系

2）水库淹没对龟蛇山大峡谷漂流风景区的影响

工程运行后，水库将淹没临近泾河的龟蛇山大峡谷漂流风景区部分区域，由临近景区的泾河断面可以看出（图 5.6-12），水库正常蓄水位 789m，水库蓄水运用后将造成将形成一条淹没带。该区域主要为泾河绕蛇山和龟山的峡谷地带，山势陡峭，山坡主要生长大戟、针茅、狗尾草等草甸植物，局部区域生长有柠条、蔷薇、酸枣灌丛。

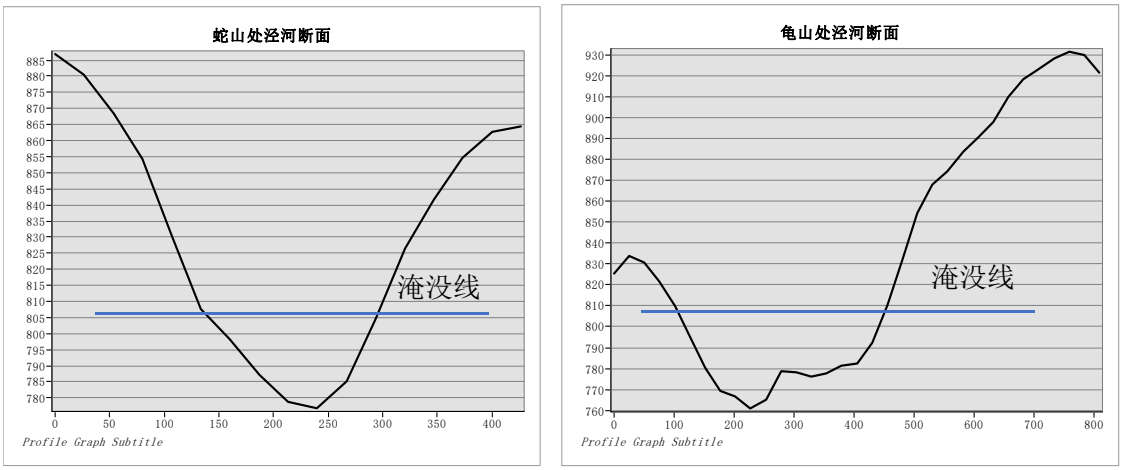


图 5.6-12 龟蛇山处泾河断面示意图（左：蛇山，右：龟山）

将工程淹没区域与龟蛇山景区进行空间叠加，通过数据查询获得水库淹没植被面积和损失植物生物量情况（表 5.6-12）。水库淹没临近泾河的龟蛇山景区侧植被，主要淹没植被类型为草地，主要为狼尾草、长芒草、赖草、苔草、狗尾草等草本植物，淹没草地面积 101.73hm^2，占龟蛇山景区面积 27.65%；其次为灌木林地，淹没面积 0.55hm^2，占 0.15%。工程建成后，原泾河峡谷河段将成为较为宽阔的水库水面，水域面积增加范围较大（102.28hm^2）。

水库淹没造成区域植物生物量损失共计 1284.00t，其中损失最大的为草地，损失生物量 131.62t，占损失生物量的 99.04%；其次为落叶阔叶灌丛林，损失生物量 12.37t，占 0.96%。水库蓄水后水面大幅增加，将有助于淡水水生植物生物量增加，估算增加 122.74t，占生物量的 9.56%。

表 5.6-12 工程运行期压淹没植被面积和损失生产力和生物量

植被类型	淹没面积				生物量	
	原面积（hm^2）	运行后面积（hm^2）	变化（hm^2）	占总面积比例（%）	生物量（t）	比例（%）
落叶阔叶灌丛	11.23	10.67	-0.55	-0.15	-12.37	0.96
草甸	265.72	163.99	-101.73	-27.65	-1271.65	99.04
农田	23.89	23.89	0.00	0.00	0.00	0.00
水域	67.05	169.34	+102.28	27.80	+122.74	9.56
总计	367.89	367.89	102.28	27.81	1284.00	100.00%

水库运行后，将对生活在临近泾河侧的野生动物栖息地造成淹没，使得部分栖息于泾河岸边的爬行动物向周边迁徙。由于淹没面积占景区面积的 30%，且淹

没区域为草甸、灌丛等自然生态体系，因此淹没对于该旅游景区影响较大。

3）对龟蛇山景区旅游发展的影响

水库蓄水后，将淹没龟蛇山景区近 1/3 区域，原泾河河道拐弯处的蛇山、龟山在海拔 789m 以下区域也将受到淹没，而依赖于龟蛇山景区及泾河峡谷河道开展的大峡谷漂流旅游失去相应功能，对龟蛇山旅游原有的峡谷漂流旅游带来直接影响。水位上升，淹没龟蛇山草地、灌丛及部分农田，将原来的河流+山林+坡耕地的空间形态，变成湖面与山林生态结合的空间形态，原有的龟蛇山景区将演变为湖中双岛新的景观和别有特色的旅游景区。

（4）对淳化龙山生态旅游度假景区的影响

1）与工程位置关系

淳化龙山生态旅游度假景区位于淳化县西南直线距离 8.6km 处，处于泾河左岸（图 5.6-13）。距离工程坝址相对较近，二者直线距离约 5.45km，沿河距离坝址 7.5km。



图 5.6-13 淳华龙山生态旅游度假景区与泾河位置关系

2）水库淹没对龙山生态旅游度假景区的影响

东庄水库工程运行后，水库将淹没临近泾河的龙山生态旅游度假景区大部分区域，由临近景区泾河断面可以看出（图 5.6-14），水库正常蓄水位 789m，水库

蓄水运用后将造成将形成一条较宽淹没带，左岸山坡主要生长生长大戟、针茅、狗尾草等草甸植物，部分区域生长有柠条、蔷薇、酸枣灌丛，另外也有人工种植的各种苗圃林木等。

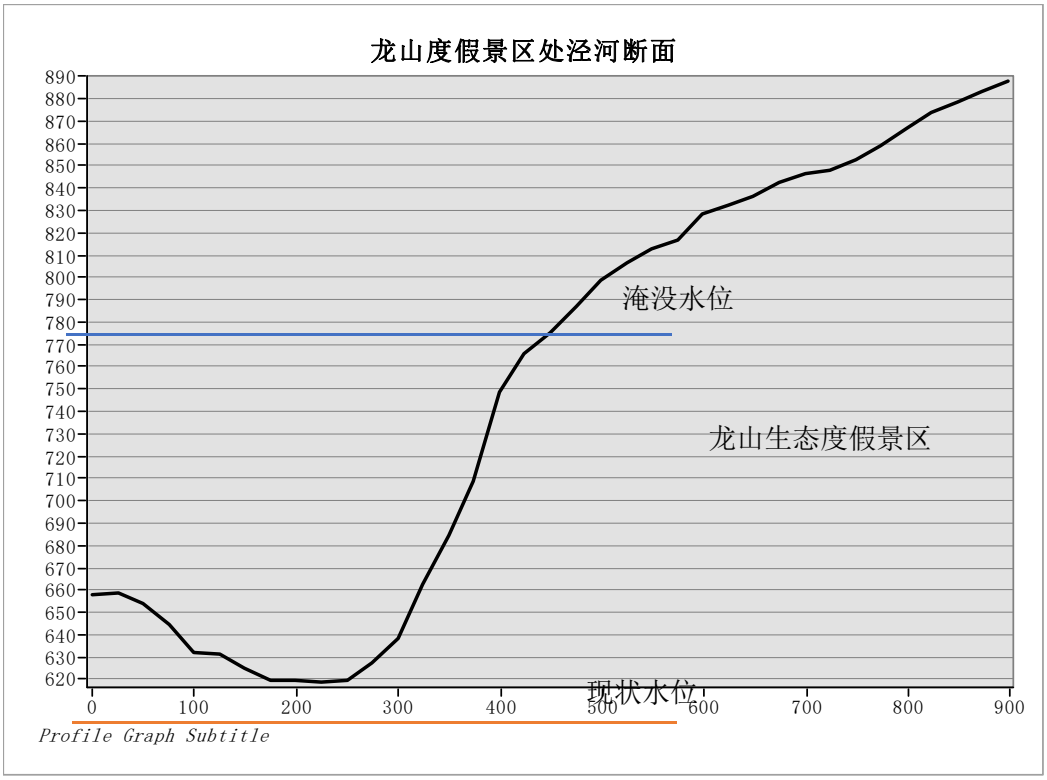


图 5.6-14 淳华龙山生态旅游度假景区处泾河断面示意图

将工程淹没区域与龟蛇山景区进行空间叠加，通过数据查询获得水库淹没植被面积和损失植物生物量情况（表 5.6-13）。水库淹没临近泾河的龙山旅游度假景区侧植被，主要淹没植被类型灌木林地，淹没面积 11.42hm^2，占景区面积 30.79%；其次为草地，主要为狼尾草、长芒草、赖草、苔草、狗尾草等草本植物，淹没面积 5.31hm^2，占景区面积 14.32%；处于第三位的为人工林，多为苹果、杜梨等果木林，面积 3.27hm^2，占景区面积 8.83%。工程建成后，原泾河峡谷河段将成为较为宽阔的水库水面，水域面积增加范围较大，为 24.93hm^2。

淹没后将造成区域植物生物量损失 476.53t，其中损失最大的落叶阔叶灌丛林，损失生物量 255.17t，占损失生物量的 53.55%；其次为人工林，损失生物量 121.89t，占 25.58%；处于第三位的是草地，损失生物量 66.39t，占 13.93%。水库蓄水后，由于水面大幅增加，将有助于淡水水生植物生物量的增加，增加 29.91t，占生物量的 6.28%。

表 5.6-13 工程运行期压淹没植被面积和损失生产力和生物量

植被类型	淹没面积				生物量	
	原面积（hm^2）	运行后面积（hm^2）	变化（hm^2）	占总面积比例（%）	生物量（t）	比例（%）
落叶阔叶灌丛	14.28	2.86	-11.42	-30.79%	-255.17	53.55%
草甸	9.77	4.46	-5.31	-14.32%	-66.39	13.93%
人工林	5.23	1.96	-3.27	-8.83	-121.89	25.58
农田	5.79	2.89	-2.90	-7.82	-33.08	6.94
水域	0.00	24.93	24.93	67.20	+29.91	6.28
其他	2.02	0.00	-2.02	-5.45	0.00	0.00
总计	37.10	37.10	24.93	67.20	-476.53	100.00%

注：其他为交通道路、住宅等建设用地，蓄水后受到淹没。

水库蓄水后，将对生活在临近泾河侧的野生动物栖息地造成淹没，使得部分栖息于泾河岸边的爬行动物向周边迁徙。水库淹没面积占到景区面积 70%，即景区大部分区域受到影响，因此工程建成后运行对于该景区影响较大。

3）对龙山生态旅游度假景区旅游发展的影响

东庄水库蓄水后，将淹没龙山生态旅游度假景区超过 2/3 的区域，原泾河河道左岸山坡在海拔 789m 以下区域将淹没，而依赖于景区开展的生态旅游度假将失去相应功能。

（5）对公刘教稼苑景区的影响

1）与工程位置关系

公刘教稼苑景区位于彬县城东 45km 处的龙高镇土陵村泾河北岸的山谷之间，为省级重点文物保护单位公刘墓所在区域。区域主要原梁沟壑地貌，土层深厚，地势由北向南倾斜。景区东侧和西南侧有沟谷，形态多呈现 V 字形。景区处于泾河左岸（图 5.6-15），距离泾河相对较远，中间间隔较高山体，泾河与景区之间直线距离约 1.5Km。公刘教稼苑景区距离工程坝址相对较远，二者直线距离 26.5km。



图 5.6-15 公刘教稼苑景区与泾河位置关系

2）工程建成后对于公刘教稼苑景区的影响

公刘教稼苑景区地区海拔 832m（公刘祠），东庄水库正常蓄水位 789m，水库不会对公刘教稼苑景区造成直接淹没影响，但由于景区东侧沟谷在蓄水后水位抬升（图 5.6-16），将会对临近的公刘墓景区造成浸没塌岸间接性影响。



图 5.6-16 公刘教稼苑景区与泾河位置关系

3）对公刘教稼苑景区旅游发展的影响

东庄水库蓄水后，将对对临近的公刘墓景区造成浸没塌岸间接性影响，工程设计单位初步考虑采取工程防护措施。目前主要对于造成影响公刘教稼苑景区除了给予一定经济补偿以外，在工程初设阶段进一步开展地质勘探工作，较准确地确定塌岸影响范围后，结合当地文物保护部门要求，提出最终处理方案。

总体上，在采取相应的工程防护措施后，公刘教稼苑景区资源不会受到工程运行的较大影响。

5.6.5 对泾河重要湿地的影响

（1）对湿地类型和面积的影响

1）施工期的影响

工程施工活动开挖、填筑以及堆放等临时占地将对工程所在区域的泾河重要湿地带来压占影响，使得湿地面积减少，损失部分湿地植物生物量和生产力，降低湿地景观质量与稳定性。施工结束后，临时占地的湿地植被通过生态恢复能够得到一定恢复，生物量和生产力得到一定补偿。永久占地在工程建成后，将成为人工基底的景观类型，这一部分占压将会造成湿地类型和湿地生物量的永久损失。

通过将施工总布置图与泾河重要湿地类型分布图进行空间叠加，得到工程施工区域影响的湿地类型和面积（表 5.6-14、图 5.6-17）。

表 5.6-14 东庄水利枢纽工程施工区占用湿地类型统计表

湿地类型		永久		临时		合计	
		面积（hm^2）	占评价区（%）	面积（hm^2）	占评价区（%）	面积（hm^2）	比例（%）
湿地	河流湿地	0.73	0.22	4.82	0.01	5.55	0.23
非湿地	农田	1.12	0.34	-	-	1.12	0.34
	林地	79.38	23.90	8.86	0.03	88.24	23.93
	草地	23.50	7.08	-	-	23.50	7.08
	建设用地	0.45	0.14	-	-	0.45	0.14
	裸地	17.92	5.39	3.74	0.01	21.66	5.41

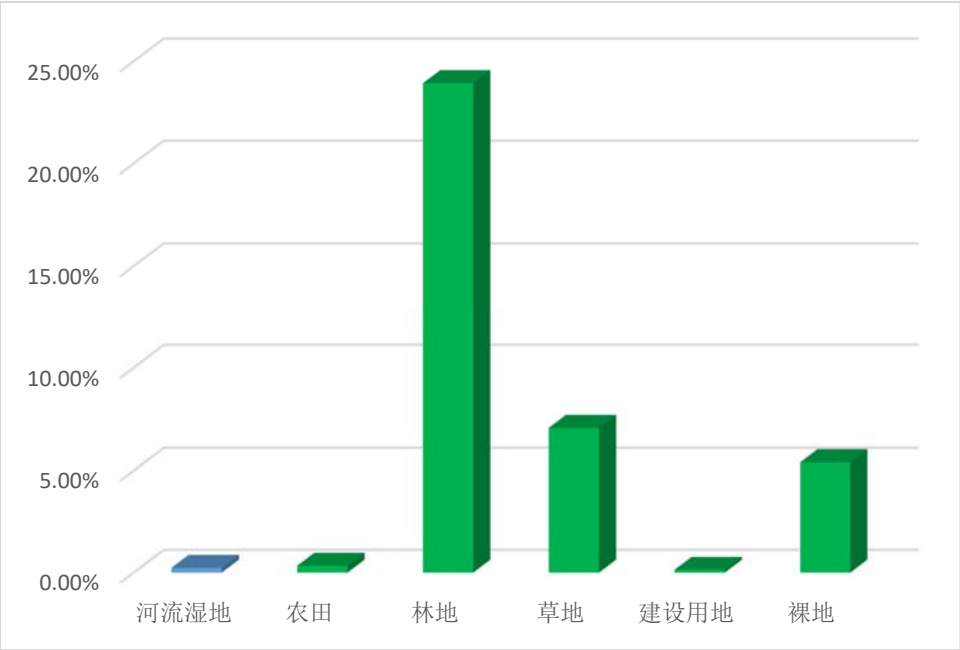


图5.6-17 东庄水利枢纽工程施工区占压湿地及非湿地类型比例

施工过程中影响泾河重要湿地的河流湿地类型，压占面积 555hm^2，其中永久占压 0.73hm^2，占评价区面积 0.22%；临时占地面积 4.82hm^2，占评价区面积 0.01%。在占压影响到的非湿地类型中，主要为林地（落叶阔叶林、落叶阔叶林灌丛），面积 88.24hm^2，占评价区面积 23.93%；其中永久占压林地面积 79.38hm^2，占 23.90%；临时占地面积 8.86hm^2，占 0.03%。

施工区对湿地植被影响方面：

① 主体枢纽工程建设对湿地的影响

主体枢纽工程建设主要为枢纽工程建筑物永久占地区。枢纽工程区直接压占泾河河流（河流湿地），工程区域为峡谷区域，沟谷深切，河道内除浮游植物外基本没有其他湿地植物。主体枢纽工程建设对于河流湿地将会造成永久占压影响，为不可逆环境影响。

② 临时工程建设对湿地的影响

临时工程中的施工桥占压造成的影响，受到影响湿地类型为河流湿地，工程区域为峡谷区域，沟谷深切，河道内基本没有湿地植物。临时工程在施工结束后，将对场地进行平整恢复原有湿地类型和湿地植物，因此对湿地影响仅限于施工期。

2）运行期的影响

①水库淹没的影响

利用 GIS 将水库淹没区与评价区域泾河重要湿地类型图进行空间叠加，得到淹没区植被类型情况（表 5.6-15，图 5.6-18）。受水库淹没影响湿地类型主要为河流湿地和滩地湿地，其中河流湿地面积最大（889.32hm^2），占淹没区面积的19.29%；滩地湿地面积 66.14hm^2，占淹没区面积 1.43%。受淹没影响的滩地湿地中，主要植物种类为芦苇、拂子茅、狗牙根、苔草、小飞蓬等。

对比工程建设前后湿地与非湿地类型面积，建设后河流湿地、滩地湿地面积减少，而水库运行后将形成较大范围的水库湿地类型。河流湿地面积由建设前的 18.90km^2 减少为 10.00km^2，滩地湿地面积由建设前的 13.17km^2 减少为12.51km^2，水库湿地面积增加至 46.54km^2。

表 5.6-15 东庄水利枢纽工程水库淹没区占用湿地面积统计表

植被类型		淹没面积（hm^2）	占淹没区比例（%）	占评价区比例（%）
湿地	河流湿地	889.32	19.29	2.68
	滩地湿地	66.14	1.43	0.20
非湿地	农田	524.45	11.38	1.58
	林地	1737.75	37.70	5.23
	草地	1384.22	30.03	4.17
	建设用地	3.45	0.07	0.01
	裸地	4.67	0.10	0.01

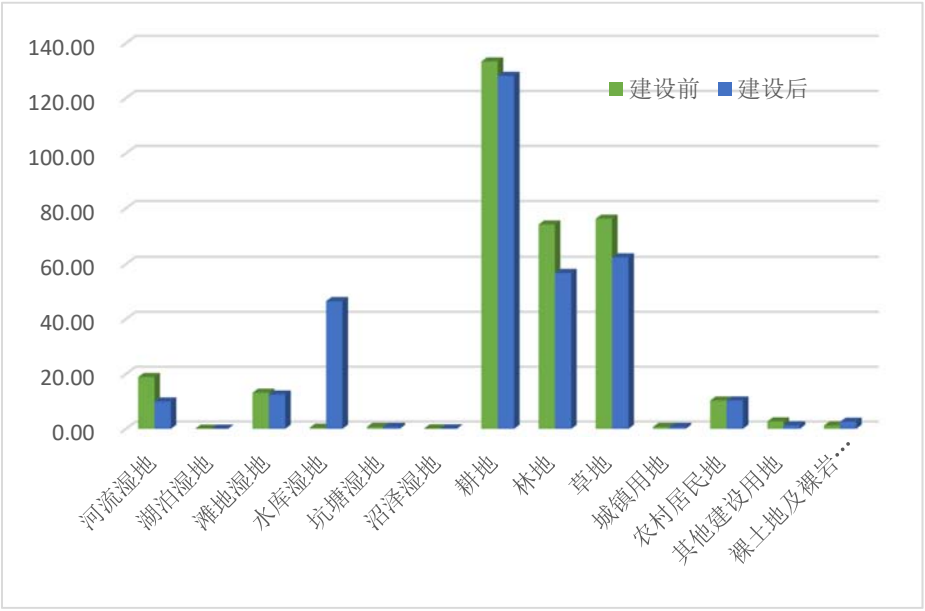


图5.6-18 东庄水利枢纽工程建设前后湿地及非湿地面积变化

②下游湿地的影响

对于下游泾河湿地而言，工程建设不会对于下游湿地带来压占等直接影响，主要是水文情势变化产生影响。水库建成后在拦沙期和正常运用期均会出现因水库供水将导致泾惠渠渠首以下泾河河流流量的减少变化，因此工程建成后运行将对泾河下游重要湿地带来一定影响。

（2）对湿地景观格局的影响

施工区临时占地可通过生态补偿和生态恢复等措施使其景观面貌得以基本恢复或改善。永久占地区形成以人工建筑为主的异质化景观嵌入现有的自然景观体系中，对现有的自然景观体系将产生一定影响，由此对于评价区泾河重要湿地景观格局带来相应影响。

利用 GIS 将水库淹没区与评价区域泾河重要湿地类型图进行空间叠加，得到水库蓄水后湿地和非湿地景观优势度值计算结果（表 5.6-16）。蓄水后，湿地景观优势度总体增大，由工程前 14.37%增加至 20.79%，主要是蓄水使得水库湿地面积大幅增加所致。对于湿地类型而言，蓄水淹没造成原有河流湿地景观优势度降低，由工程前 5.42%降低至 3.55%；滩地湿地景观优势度值由工程前 7.35%降低到 7.14%。其他湿地景观如湖泊湿地、坑塘湿地等主要分布在工程下游，未受到蓄水淹没影响，景观优势度值在工程建设前后保持不变。水库湿地景观优势度大幅增加，由建设前 0.23%增加至 8.72%。其他非湿地景观中，林地、草地和农田景观优势度由于水库蓄水影响，造成景观优势度均出现不同程度的降低。

表 5.6-16 东庄水库工程建成后评价区域泾河湿地景观优势度

类型		Rd（%）	Lp（%）	Rf（%）	Do（%）
湿地	河流湿地	1.00	3.01	7.18	3.55
	湖泊湿地	0.40	0.02	0.15	0.15
	滩地湿地	13.40	3.77	7.61	7.14
	水库湿地	0.60	14.01	6.26	8.72
	坑塘湿地	3.20	0.22	0.93	1.14
	沼泽湿地	0.20	0.04	0.08	0.09
非湿地	农田	24.20	38.57	24.41	31.44
	林地	20.00	17.09	15.57	17.44
	草地	13.40	18.80	13.98	16.24
	建设用地	21.20	3.69	8.73	9.33
	未利用地	2.40	0.77	1.82	1.44

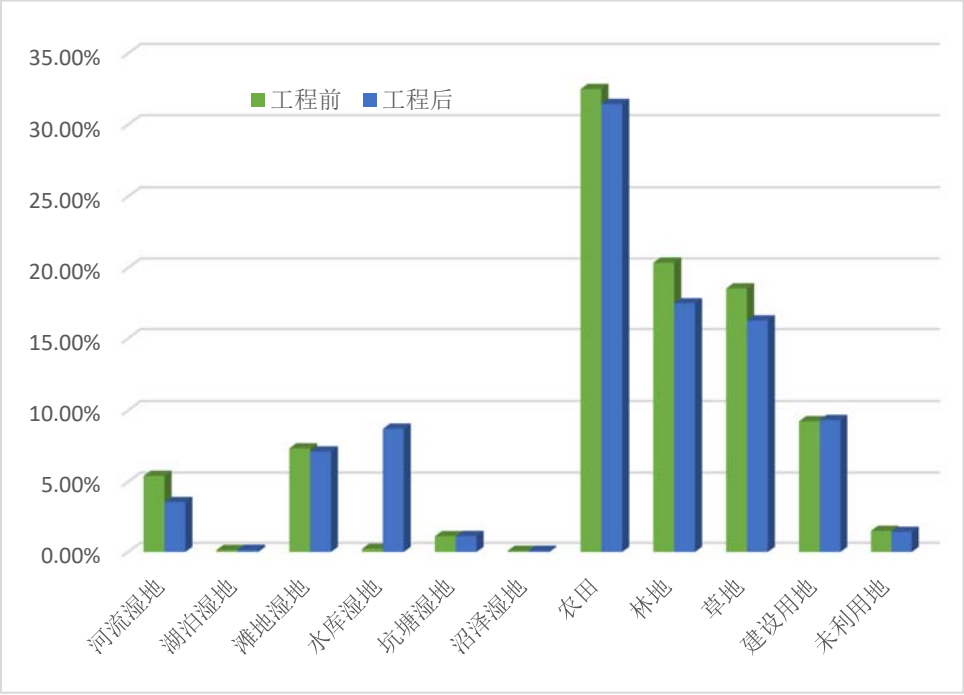


图5.6-19 东庄水利枢纽工程建设前后湿地及非湿地景观优势度变化

表 5.6-17 东庄水库工程建设前后湿地景观优势度排序

湿地景观优势度排序	建设前	建设后
1	滩地湿地	水库湿地
2	河流湿地	滩地湿地
3	坑塘湿地	河流湿地
4	水库湿地	坑塘湿地
5	湖泊湿地	湖泊湿地
6	沼泽湿地	沼泽湿地

对比东庄水库工程建设前后不同湿地景观优势度值（表 5.6-17），景观优势度在工程建设前后排序上出现变化，建设前湿地景观优势度以滩地湿地为主，其次为河流湿地，第三位为水库湿地；工程运行后形成较大水面，景观优势度排序为水库湿地>滩地湿地>河流湿地>坑塘湿地>湖泊湿地>沼泽湿地。

总体上，工程运行后，泾河重要湿地景观出现较为明显格局变化，将由原来的泾河河流、滩地为主的景观格局演变为水库湿地、滩地湿地为主的景观格局。

（3）对下游湿地水文情势的影响

对于东庄水库下游泾河重要湿地而言，工程建设不会对下游湿地带来压占等直接影响。工程建设对下游湿地影响主要是水文情势变化产生的影响，工程运行后坝址以下的泾河水量减少，对下游泾河重要湿地带来一定影响。

由湿地植被生态需水特性分析可知，流域湿地植被中一年生草本植物种子萌发及多年生草本植物分蘖主要在 5 月，是湿地植被水分临界期；7 月和 8 月气温高，植物蒸腾量大，需水量较大，是湿地植被最大需水期；9 月位于湿地植被生长季末期，营养物质向种子和根系转移，叶片开始萎缩脱落，需水量相对较小。因此，分析下游湿地水文情势变化影响中，选取 5 月、7 月和 9 月进行重点分析。

按照遥感专题解译并结合现场野外实地调查，东庄坝址以下泾河河滩湿地主要分布在张家山以下河道沿河河滩，湿地类型包括了河流水面、滩地（无植被裸滩）湿地、拂子茅低湿地草甸、芦苇低湿地草甸、芦苇-拂子茅低湿地草甸、芦苇-狗牙根低湿地草甸（图 5.6-20）。

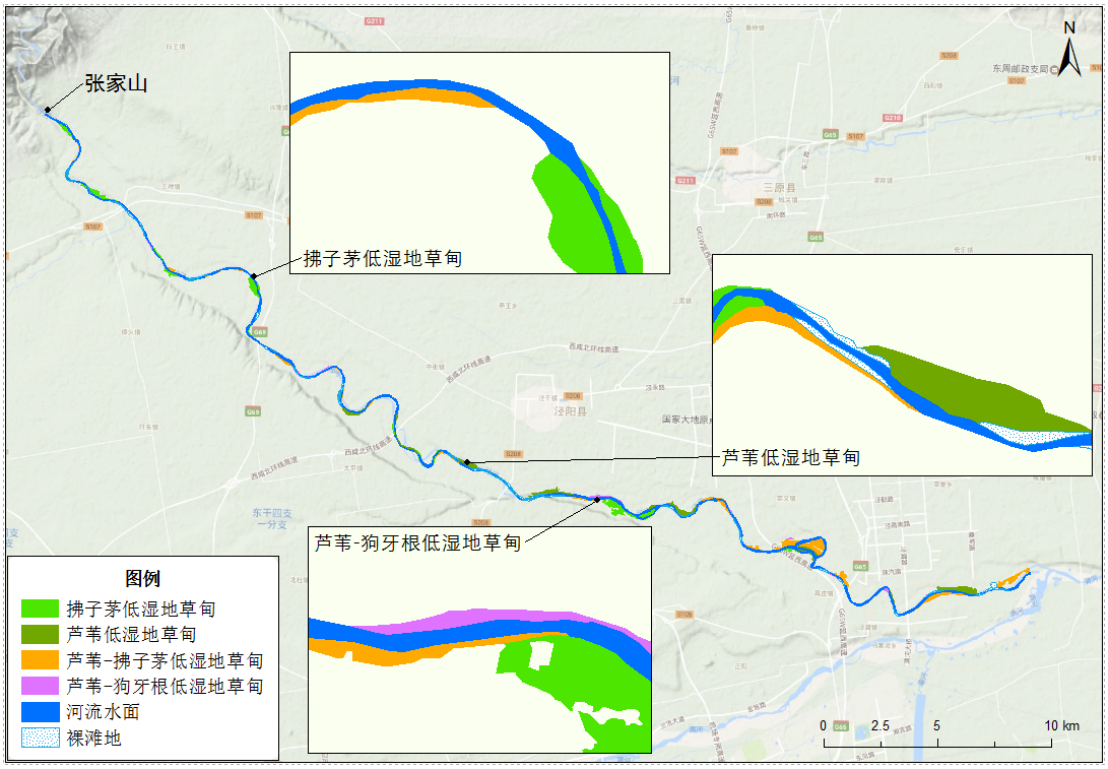


图 5.6-20 泾河下游沿河区域湿地植被类型分布

为分析工程建成运行对于下游沿河滩地湿地的影响，分拦沙期和正常运用期运行对湿地 5 月、7 月和 9 月水文情势影响，分析断面为张家山断面，典型年份为丰水年（P=25%）、平水年（P=50%）、偏枯水年（P=75%）、枯水年（P=95%）。

P=25%来水条件下，拦沙期工程运行后，泾河张家山断面 5 月、9 月流量均有所减少，分别减少 31.16m³/s、82.41m³/s，减少幅度分别为 71.90%、90.63%；7 月流量有所增加，增加 43.23m³/s，增加幅度 51.03%。正常运用期 5 月、9 月断面流量均有所减少，流量分别减少 31.16m³/s、82.41m³/s，减少幅度分别为 71.90%、90.63%；7 月流量有所增加，增加 37.75m³/s，增加幅度为 44.56%。

表5.6-18 丰水年（P=25%）工程运行前后湿地分布河段流量变化对比

阶段		5 月	7 月	9 月
拦沙期	工程前	43.34	84.72	90.93
	工程后	12.18	127.95	8.52
正常运用期	工程前	43.34	84.72	90.93
	工程后	12.18	122.47	8.52

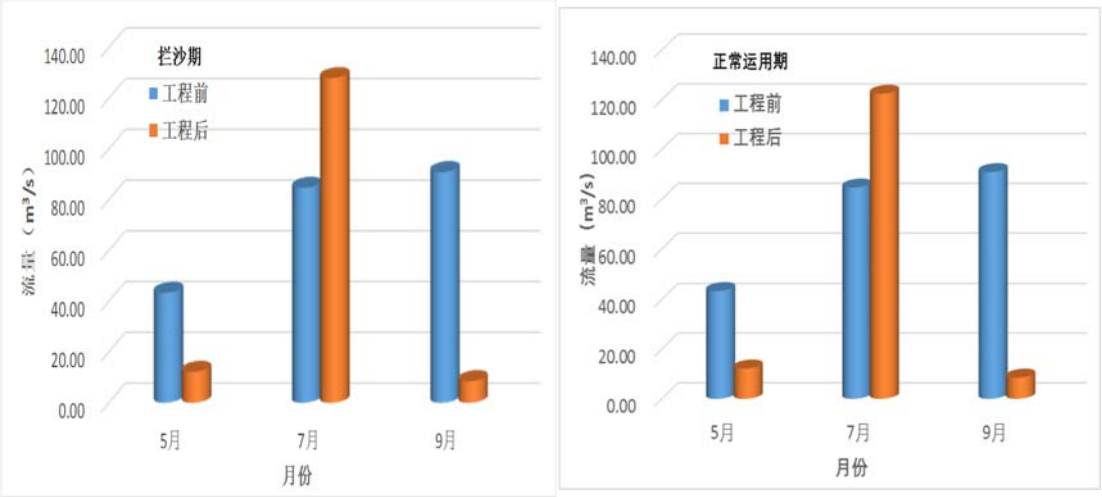


图 5. 6-21 丰水年（P=25%）工程运行前后湿地分布河段流量变化对比

P=50%来水条件下，拦沙期泾河张家山断面 5 月、9 月流量均有所减少，分别减少了 9.35m³ /s、68.87m³ /s，减少幅度分别为 43.42%、88.99%；7 月流量有所增加，增加 58.09m³ /s，增加幅度为 122.98%。正常运用期，5 月、9 月断面流量均有所减少，流量分别减少了 7.03m³ /s、68.87m³ /s，减少幅度分别为 32.66%、88.99%；7 月流量有所增加，增加了 41.39m³ /s，增加幅度为 87.63%。

表 5.6-19 平水年（P=50%）工程运行前后湿地分布河段流量变化对比

断面		5 月	7 月	9 月
拦沙期	工程前	21.53	47.24	77.39
	工程后	12.18	105.33	8.52
正常运用期	工程前	21.53	47.24	77.39
	工程后	14.50	88.63	8.52

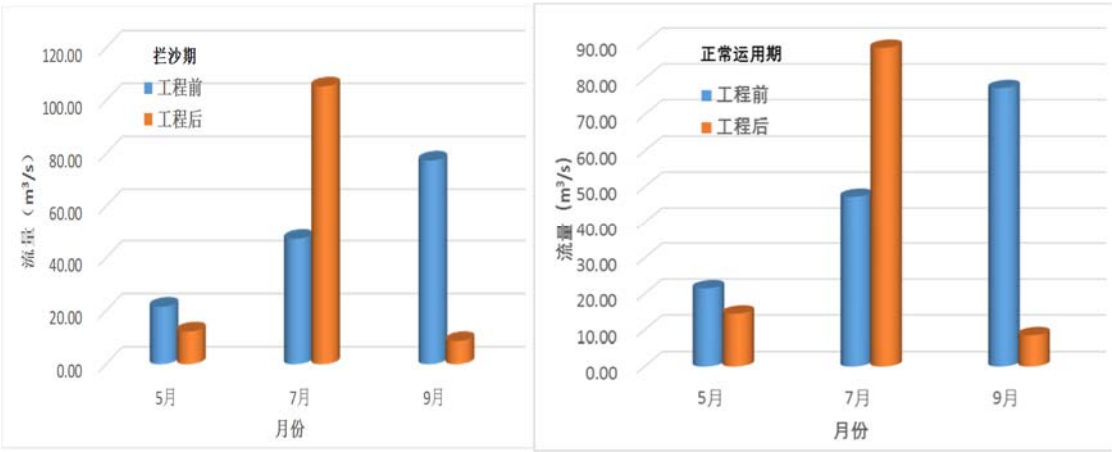


图 5.6-22 平水年（P=50%）工程运行前后湿地分布河段流量变化对比

P=75%来水条件下，拦沙期泾河张家山断面 7 月、9 月流量均有所减少，分别减少了 8.45m³ /s、11.83m³ /s，分别减少 10.34%、58.12%；5 月流量有所增加，

增加 3.97m³/s，增加 48.36%。正常运用期，7 月、9 月断面流量均有所减少，流量分别减少 9.84m³/s、11.83m³/s，减少 12.05%、58.12%；5 月流量有所增加，增加 3.97m³/s，增加 48.36%。

表 5.6-20 枯水年（P=75%）工程运行前后湿地分布河段流量变化对比

断面		5 月	7 月	9 月
拦沙期	工程前	8.21	81.70	20.35
	工程后	12.18	73.25	8.52
正常运用期	工程前	8.21	81.70	20.35
	工程后	12.18	71.85	8.52



图 5.6-23 枯水年（P=75%）工程运行前后湿地分布河段流量变化对比

P=95%来水条件下，拦沙期泾河张家山断面 5 月、9 月流量均有所减少，分别减少 2.75m³/s、0.58m³/s，分别减少 18.40%、6.36%；7 月流量有所增加，增加 64.62m³/s，增加 130.59%。正常运行期 5 月、9 月断面流量均有所减少，流量分别减少 2.75m³/s、0.58m³/s，减少 18.40%、6.36%；7 月流量有所增加，增加 45.02m³/s，增加 90.99%。

表 5.6-21 特枯水年（P=95%）工程运行前后湿地分布河段流量变化对比

断面		5 月	7 月	9 月
拦沙期	工程前	14.93	49.48	9.10
	工程后	12.18	114.10	8.52
正常运用期	工程前	14.93	49.48	9.10
	工程后	12.18	94.50	8.52

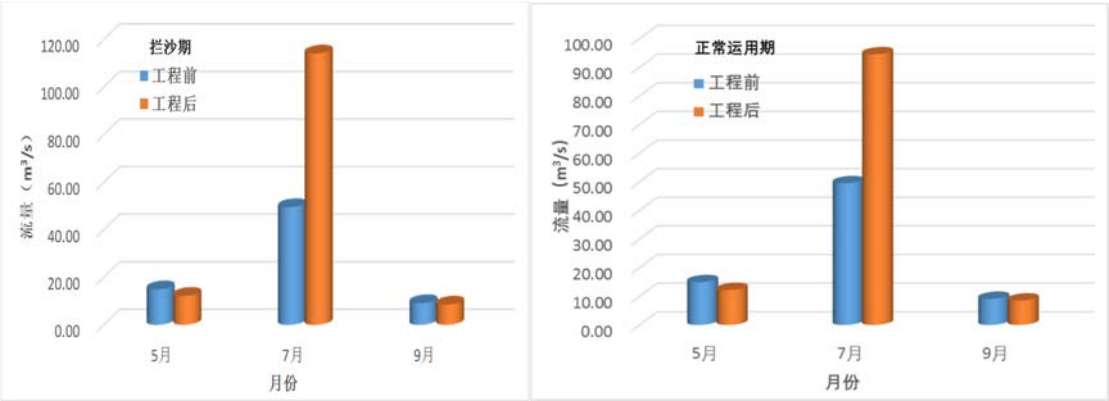


图 5.6-24 特枯水年（P=95%）工程运行前后湿地分布河段流量变化对比

综上所述，工程运行后，拦沙期和正常运用期张家山断面丰水年、平水年和特枯水年在 5 月、9 月断面流量均有所减少，而 7 月流量增加；枯水年 5 月流量大幅增加，7 月、9 月流量均呈现减少变化。

（4）对下游湿地地下水的影响

按照地下水专题相关调查研究，张家山以下泾河段河道呈不规则“V”型特征，一般河河道水面宽度 70~300m，河道两侧发育河漫滩和一、二级阶地。区域大的地貌单元属渭河沉积盆地，次级地貌单元为泾河堆积阶地，河流漫滩及一级阶地较为开阔，高阶地分布较远，缺失程度不等。

泾河张家山断面至泾河出山口河谷基岩出露，出山口至泾河入渭口间的区域第四系地层广泛分布，后厚度可达 400~700m，且沉积厚度及相变有自西向东、由北向南递增、颗粒由粗变细之规律，主要地层有：

①第四系全系统冲积层（Q_4^{1-2al}）：主要由亚砂土、亚粘土、砂质粘土、粗、中、细砂及砂卵石组成，分布于河床、漫滩及一级阶地上部。

②第四系上更新统风积层（Q_3^{2eol}）：由黄土夹 1~2 层古土壤组成，分布于泾河二、三级阶地上部。

③第四系上更新统冲积层（Q_3^{1al}）：主要由亚粘土、亚砂土、中粗砂及砂砾石组成，分布于泾河三级阶地及黄土塬中部。

④第四系中更新统冲积层（Q_2^{1al}）：为棕红色亚粘土、粘土夹半胶结的砂、砂砾石互层，分布于各阶地的底部。

⑤第四系中更新统风积层（Q_2^{1eol}）：主要为棕黄色老黄土夹 10 多层古土壤，分布于泾河右岸黄土台塬底部。

泾河湿地为河漫滩低湿地，河流两岸为阶地和黄土台地，地形抬升明显。湿地水源补给主要来自两个方面：洪水补给和地下水的侧向出渗补给。泾河湿地范围内地层岩性主要为砂、砂卵石以及亚砂土、砂砾石和亚粘土等，透水性强，洪水来临时，河水对漫滩地下水补给作用明显；非洪水期，两岸地下水向河道内排泄，对湿地起到补给作用，但其岩性主要为黄土状亚粘土，透水性较差，补给作用有限，在河道两侧的黄土陡坎下部，地下水呈不连续的面状出渗，难以明流补给，局部地段呈现流量极小的泉水。

东庄水库建成后，河水流量有一定程度减小，将对泾河下游湿地植被产生一定的影响（对下游湿地植被影响见下文），由于河漫滩透水性强，地下水位降幅接近地表水降幅，而两岸阶地和黄土台塬富水性差，透水性较弱，地下水排泄量虽增加，但排泄量增加有限，引起地下水位变幅较小（两岸阶地和黄土台塬因工程建设造成的地下水位减低一般 0~0.2m），且仅仅发生在近岸地段，对湿地地下水影响有限。总体上，漫滩洪水是湿地水文形成的主要驱动力，因此，可通过水库运行调度方式造人工洪水进行补给，适时开展人造洪水，以降低工程运行对下游湿地的不利影响。

（5）对下游湿地漫滩流量的影响

据现状调查及遥感专题解译，泾河下游河道所在区域地形较为低平，河道内湿地植被主要分布在河滩及河心洲区域，河滩生长植物主要有芦苇、拂子茅、狗牙根、黄蒿、小飞蓬、葎草等，植被盖度 55%～85%。湿地水分来源主要为天然降水和地表径流。泾河出张家山以下滩地湿地所在区域遥感影像见图 5.6-25。

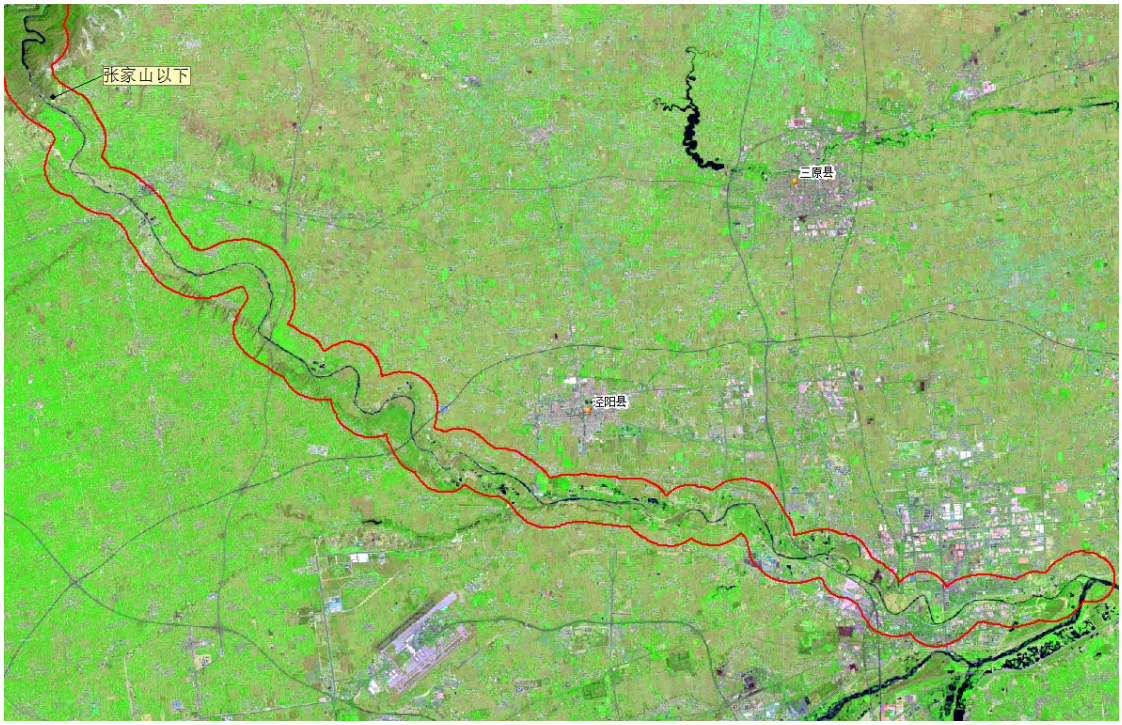


图5.6-25 泾河张家山以下泾河所在区域遥感影像（2016.6）

为分析坝址下游河道滩地漫滩流量情况，评价单位应用 MIKE11 一维水动力学数学模型手段，根据建设单位提供的坝址下游至泾河河口处共 52 个大断面测量成果数据，对下游河道断面漫滩流量数据进行了定量计算。根据计算结果，东庄坝址断面至下游河口的平滩流量最大值为 716m^3/s、断面平均平滩流量为 451m^3/s。坝下典型断面平滩流量情况示意图见图 5.6-26 至 5.6-29。

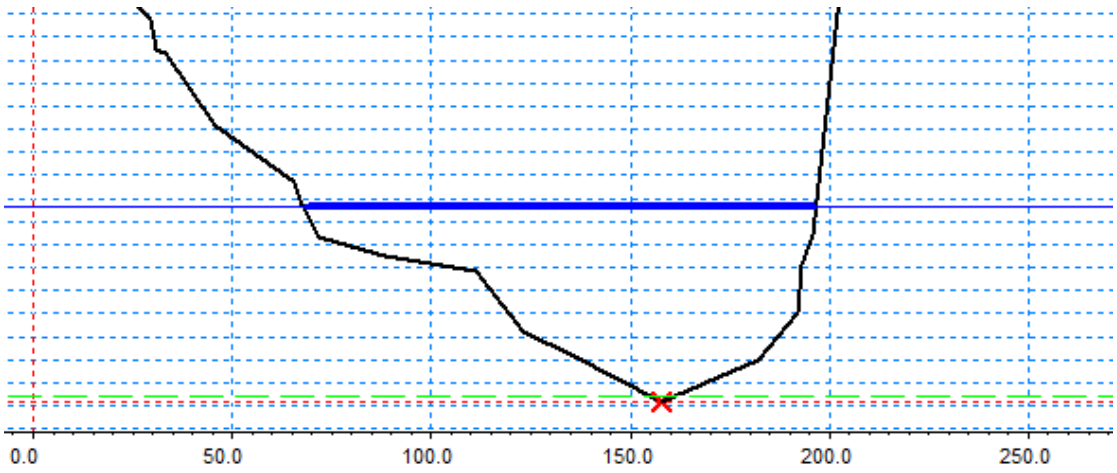


图 5.6-26 坝址下游 30km 处平滩流量状态

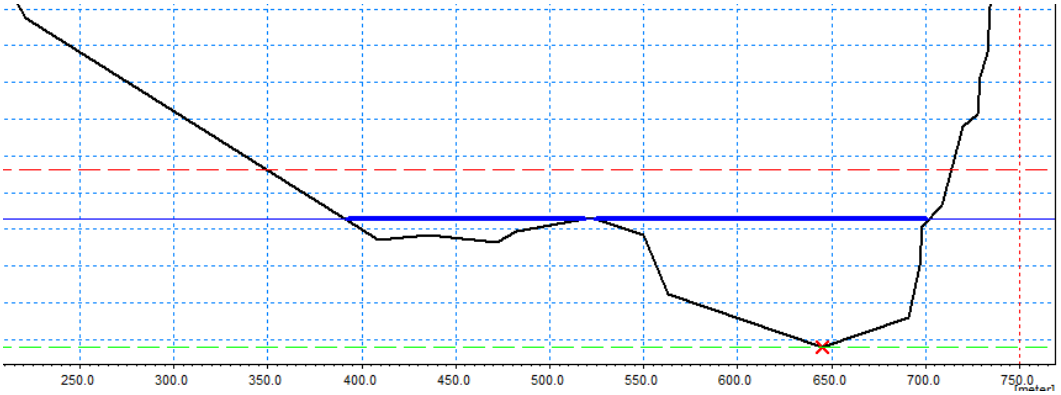


图 5.6-27 坝址下游 48km 处平滩流量状态

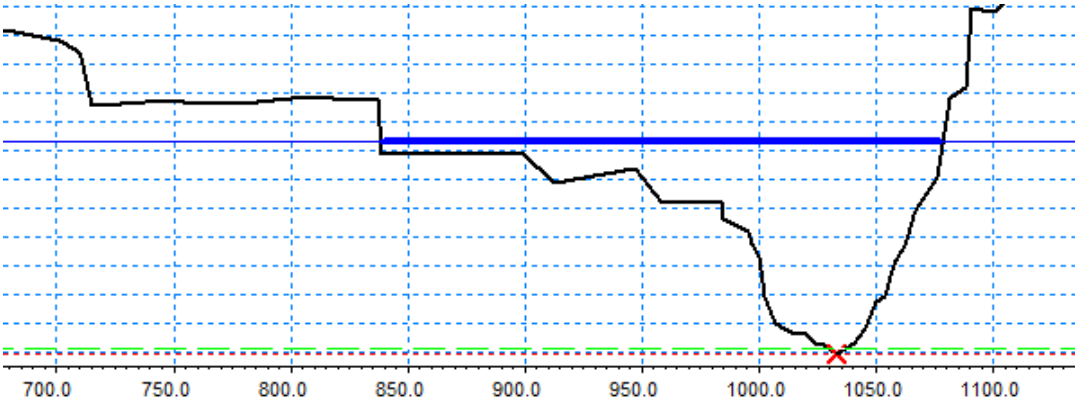


图 5.6-28 坝址下游 66km 处平滩流量状态

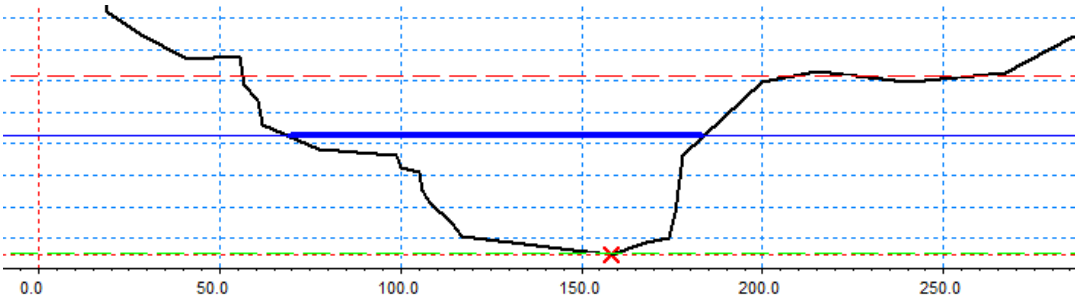


图 5.6-29 坝址下游 72km 处平滩流量状态

根据泾河干流实测流量数据，对工程建设前典型年平滩流量出现次数进行统计（主要统计站点为坝址下张家山断面），具体如下：丰水年（P=25%），超过下游河道断面最大上滩流量阈值 716m^3/s 的共 3 次；平水年（P=50%），超过下游河道断面最大上滩流量阈值 716m^3/s 的共 1 次；枯水年（P=75%），超过下游河道断面最大上滩流量阈值 716m^3/s 的共 0 次；特枯水年（P=95%），超过下游河道断面最大上滩流量阈值 716m^3/s 共 0 次。通过上述内容可以看出，目前坝址至河口区段最大上滩流量出现几率平均为 1 次/年。

经统计，建库后在拦沙期和正常运用期，丰水年、平水年在日流量过程中出现超过下游河道断面最大上滩流量阈值 716m^3/s 的次数均分别为 2 次，枯水年、特枯水年没有出现大上滩流量阈值 716m^3/s 的流量。可以看出，建库后拦沙期和正常运用期泾河下游最大上滩流量出现几率平均仍然保持为 1 次/年，拦沙期和正常运用期调度并未改变泾河下游湿地漫滩次数。所以，建库后水库运行对河漫滩湿地平滩几率不会产生明显不利影响。

按照东庄水库防洪调度方式，水库对大于 300m^3/s 和小于 5420m^3/s（十年一遇）的洪水不进行调蓄，工程运行不会对漫滩流量 300m^3/s 以上的滩地湿地造成影响，但对漫滩流量低于 300m^3/s 的滩地湿地带来一定影响。考虑到东庄水库运行后将进行调水调沙，建库后不管是拦沙期还是正常运用期的调水调沙造峰流量均会高于湿地漫滩流量，因此结合工程开展的调水调沙开展湿地漫滩生态调度，将有助于滩地湿地补水，减缓工程建设对于下游湿地漫滩流量造成的影响。

综合而言，虽然工程调度不会对天然状态下泾河下游河道滩地上滩流量出现几率产生影响，但应充分发挥东庄水库运行后的蓄峰补枯、水量调蓄作用，对于天然状态下无法满足下游河道上滩的中常洪水过程进行适当调控，使其达到上滩流量要求，为河道滩地植被创造补水条件

（6）对下游湿地漫滩天数的影响

拦沙期和正常运用期工程调度后不同量级的流量漫滩天数统计见表 5.6-22、表 5.6-23。

表 5.6-22　拦沙期不同水文年泾河下游湿地漫滩天数

流量（m^3/s）	丰水年		平水年		枯水年		特枯年	
	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后
<5.33	46	0	101	0	185	0	195	0
5.33～100	289	357	253	358	171	360	163	360
100～200	22	0	9	0	4	0	5	0
200～300	3	0	1	0	2	1	2	0
300～700	5	5	1	4	3	4	0	5
700～1000	0	0	0	1	0	0	0	0
>1000	0	3	0	2	0	0	0	0

表 5.6-23　正常运用期不同水文年泾河下游湿地漫滩天数

流量（m^3/s）	丰水年		平水年		枯水年		特枯年	
	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后
<5.33	46	0	101	0	185	0	195	0
5.33～100	289	351	253	359	171	360	163	361
100～200	22	1	9	0	4	0	5	0
200～300	3	1	1	0	2	1	2	0
300～700	5	9	1	4	3	4	0	4
700～1000	0	1	0	2	0	0	0	0
>1000	0	2	0	0	0	0	0	0

可以看出，工程建成后（拦沙期、正常运行期），300m^3/s 以下的流量天数有所减少，其中天数减少主要为小于 5.33m^3/s 及 100~300m^3/s 的流量过程，但 5.33~100m^3/s 流量出现大幅增加，增加幅度最大的年份出现枯水年和特枯水年，增加幅度分别为51.8%和54.2%。大于300m^3/s流量的天数均出现不同程度增加，其中拦沙期的丰水年、平水年、枯水年、特枯水年现对于工程建设前分别增加 3 天、6 天、1 天和 5 天，正常运用期相应增加天数分别是 7 天、5 天、1 天和 4 天。流量大于 700m^3/s 的流量出现天数中，拦沙期的丰水年、平水年分别增加 3 天、3 天，正常运用期的丰水年、平水年分别增加 3 天和 2 天。由于泾河下游湿地植被漫滩流量主要在 273~716m^3/s，而大部分泾河湿地植被漫滩流量在 300m^3/s 以上，因此，从 300m^3/s 以上和超过 700m^3/s 以上的流量变化天数统计情况来看，工程运行后对于湿地植被漫滩天数不会带来较大影响。

（7）对下游河道漫滩范围的影响

为分析东庄水库运行调度条件下，水面变化对泾河下游滩地湿地植被影响，对泾河下游河道区域应用平面二维数学模型的手段定量预测在不同典型年份调度情景下，对下游河道漫滩范围变化情况。

1）数学模型基本概况

预测采用 MIKE21 模型进行模拟计算。MIKE21 属于平面二维表面流模型。计算使用 MIKE21 中的 HD（水动力学）模块。模块模拟由于各种作用力的作用而产生的水位及水流变化，包括水力现象，可用于任何忽略分层的二维自由表面流的模拟。HD 模块是 MIKE 21 软件包中基本模块，泥沙传输和环境水文学提供了水动力学的计算基础。

2）水动力学模型控制方程

描述平面二维水流运动基本方程如下：

$$\frac{\partial \varsigma}{\partial t}+\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial q}{\partial y}=\frac{\partial d}{\partial t}$$

$$\frac{\partial p}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{p^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{pq}{h}\right)+gh\frac{\partial \varsigma}{\partial x}+\frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2\cdot h^2}-\Omega q-fVV_x+\frac{h}{\rho_w}\frac{\partial}{\partial x}(p_\alpha)-E\left[\frac{\partial^2 q}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 q}{\partial y^2}\right]=0$$

$$\frac{\partial q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{q^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{pq}{h}\right)+gh\frac{\partial \varsigma}{\partial y}+\frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2\cdot h^2}+\Omega p-fVV_y+\frac{h}{\rho_w}\frac{\partial}{\partial y}(p_\alpha)-E\left[\frac{\partial^2 q}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 q}{\partial y^2}\right]=0$$

式中：$h(x,y,t)$为水深，单位 m；$d(x,y,t)$为时变水深，单位 m；$\zeta(x,y,t)$为湖水位，单位 m；$p,q(x,y,t)$分别为 x 和 y 向通量，单位 $m^3/s/m$，$p=hu,q=hv$，u,v 分别为 x 和 y 向平均流速；$C(x,y)$为谢才系数，单位 $m^{1/2}/s$；g 为重力加速度，单位 m/s^2；$f(V)$为风阻力项；$V,V_x,V_y(x,y,t)$ 为风速、x 向风速分量及 y 向风速分量，单位 m/s；$\Omega(x,y)$为地球自转柯氏力系数，与纬度有关，单位 s-1；$P_a(x,y,t)$为大气压力，单位 $kg/m/s^2$；ρ_w为水的密度，单位 kg/m^3；x,y 为空间坐标，单位 m；t 为时间坐标，单位 s；E 为涡粘性系数，单位 m^2/s。

3）水动力学模型求解方法

采用有限差分法对上述方程进行离散，使用交错网格技术，用 ADI 逐行法对质量及动量方程分别进行时空上的积分，每个方向及每个单独的网格线产生的方程矩阵用追赶法（“DS”-Double Sweep）求解。

4）水动力学模型定解条件

① 初始条件：取给定的初始水位 H_0，流速 $u=0.0$，$v=0.0$；

② 闭边界：法向流速为 0；

③ 开边界：取给定的单位面积时间—流量过程线作为源汇项 Q 加入到边界网格上，即：

$$\frac{\partial \xi}{\partial t}+\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial q}{\partial y}=Q$$

式中：单位面积流量，($m^3/s/m^2$)，入流为“+”，出流为“-”。

5）泾河下游干流水动力学模型构建

构建 MIKE21 模型时，首先确定模拟区域，即工程及主要水系所在大区域范围，然后根据河段位置、模拟长度等信息确定模拟的陆地、水域边界范围及高程信息，最后根据模型实际计算范围配合相关地形、边界数据生成模拟区域地形文件，构建模型地形数据文件（图 5.6-30）。

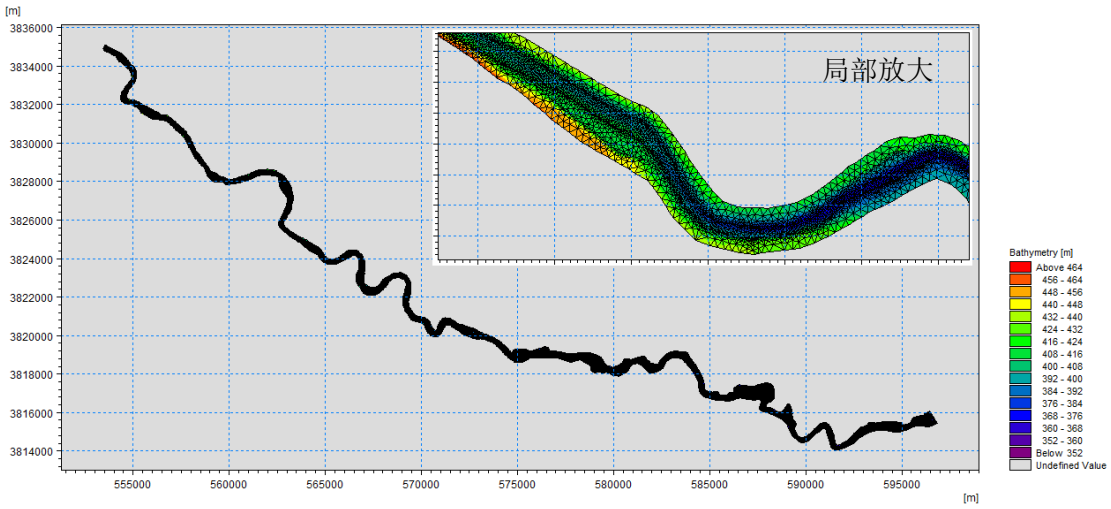


图 5.6-30 泾河下游干流断面模拟范围地形数据

6）模型边界条件设置

根据东庄水库建设前后张家山断面流量变化情况，分别对丰水年（P=25%）、平水年（P=50%）、枯水年（P=75%）及特枯水年（P=95%）的月均流量过程进行整理，以湿地植物生长季内工程建设前后变化最大的流量值作为模型上边界条件进行模拟计算。通过对于工程拦沙期和正常运行期各典型年月均流量变化的整理，共 8 种典型年工况进行分别对比计算。模型计算的具体工况见表 5.6-24。

表 5.6-24 东庄水库建设前后张家山断面流量计算工况

典型年	建库前	建库后	对应月份
丰水年（P=25%）	90.93m^3/s	8.52m^3/s	9 月
平水年（P=50%）	77.39m^3/s	8.52m^3/s	9 月
枯水年（P=75%）	38.82m^3/s	17.52m^3/s	8 月
特枯水年（P=95%）	49.48m^3/s	114.10m^3/s	7 月

7）泾河下游河道漫滩范围影响分析

经模型计算，工程建设前后不同典型年的泾河下游河道漫滩范围变化情况见表 5.6-25、图 5.6-31。

表 5.6-25　不同典型年建库前后泾河下游河道漫滩范围变化

典型年	工程前（km^2）	工程后（km^2）	变化（km^2）	变化比例（%）
丰水年 P=25%）	4.76	2.90	-1.85	-38.95%
平水年 P=50%）	4.58	2.90	-1.68	-36.58%
枯水年 P=75%）	3.97	3.38	-0.59	-14.83%
特枯水年 P=95%）	4.17	5.87	+1.70	+40.76%

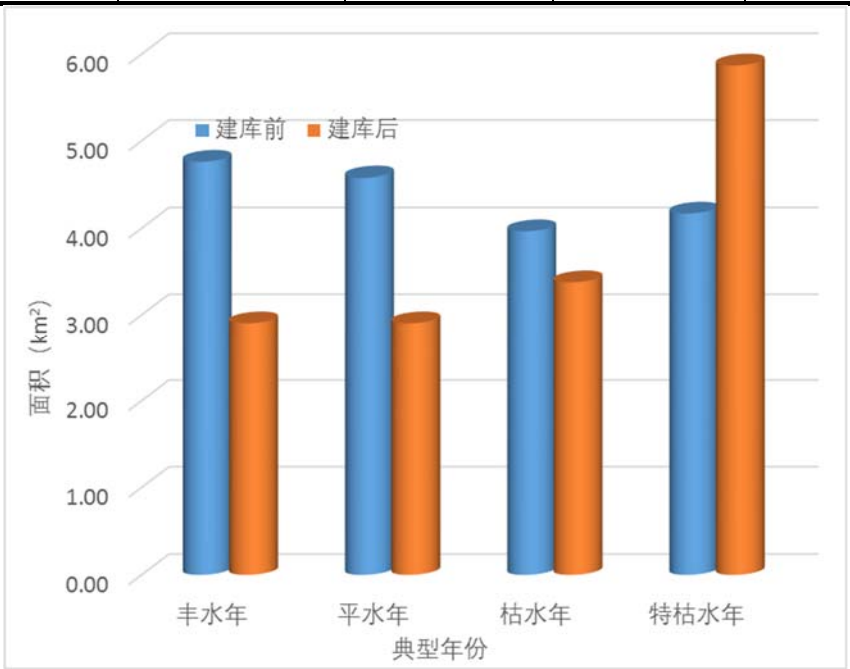


图 5.6-31 不同典型年建库前后泾河下游河到漫滩范围变化

丰水年（P=25%），东庄建设前下游河道漫滩面积 4.76km^2,运行后张家山断面河道流量最大变化由 90.93m^3/s 调控为 8.52m^3/s，下游河道漫滩面积 2.90km^2，减少 1.85km^2，减少 38.95%。丰水年（P=25%）工程建设前后泾河下游河道漫滩变化情况分别见图 5.6-32、图 5.6-33。

平水年（P=50%），东庄建设前下游河道漫滩面积 4.58km^2,运行后张家山断面河道流量最大变化由 77.39m^3/s 调控为 8.52m^3/s，下游河道漫滩面积 2.90km^2，减少 1.68km^2，减少 36.58%。平水年（P=50%）工程建设前后泾河下游河道漫滩变化情况分别见图 5.6-34、图 5.6-35。

枯水年（P=75%），东庄建设前泾河下游河道漫滩面积 3.97km^2,运行后张家山断面河道流量最大变化由 38.82m^3/s 调控为 17.52m^3/s，下游河道漫滩面积 3.38km^2，减少 0.59km^2，减少 14.83%。枯水年工程建设前后泾河下游河道漫滩变化情况分别见图 5.6-36、图 5.6-37。

特枯水年（P=95%），东庄建设前泾河下游河道漫滩面积 4.17km^2,运行后，和

其他典型年份不同是，湿地植物生长季水量变化幅度较大的是 7 月，河道水量出现较大增加，张家山断面河道流量由 19.48m^3/s 调控为 114.10m^3/s，泾河下游河道漫滩面积 5.87km^2，增加 1.70km^2，增加比例 40.76%。特枯水年（P=95%）工程建设前后泾河下游河道漫滩变化情况分别见图 5.6-38、图 5.6-39。

可以看出，对于丰水年、平水年和枯水年的不同典型年份来水情形，丰水年水量减少变化最大，对应河道漫滩面积变化最大，下游河道漫滩面积减少比例为 38.95%。特枯水年，在植物生长季节泾河下游河道内水量增加，使得下游河道水面漫滩面积相应增加，漫滩面积增加比例 59.15%。

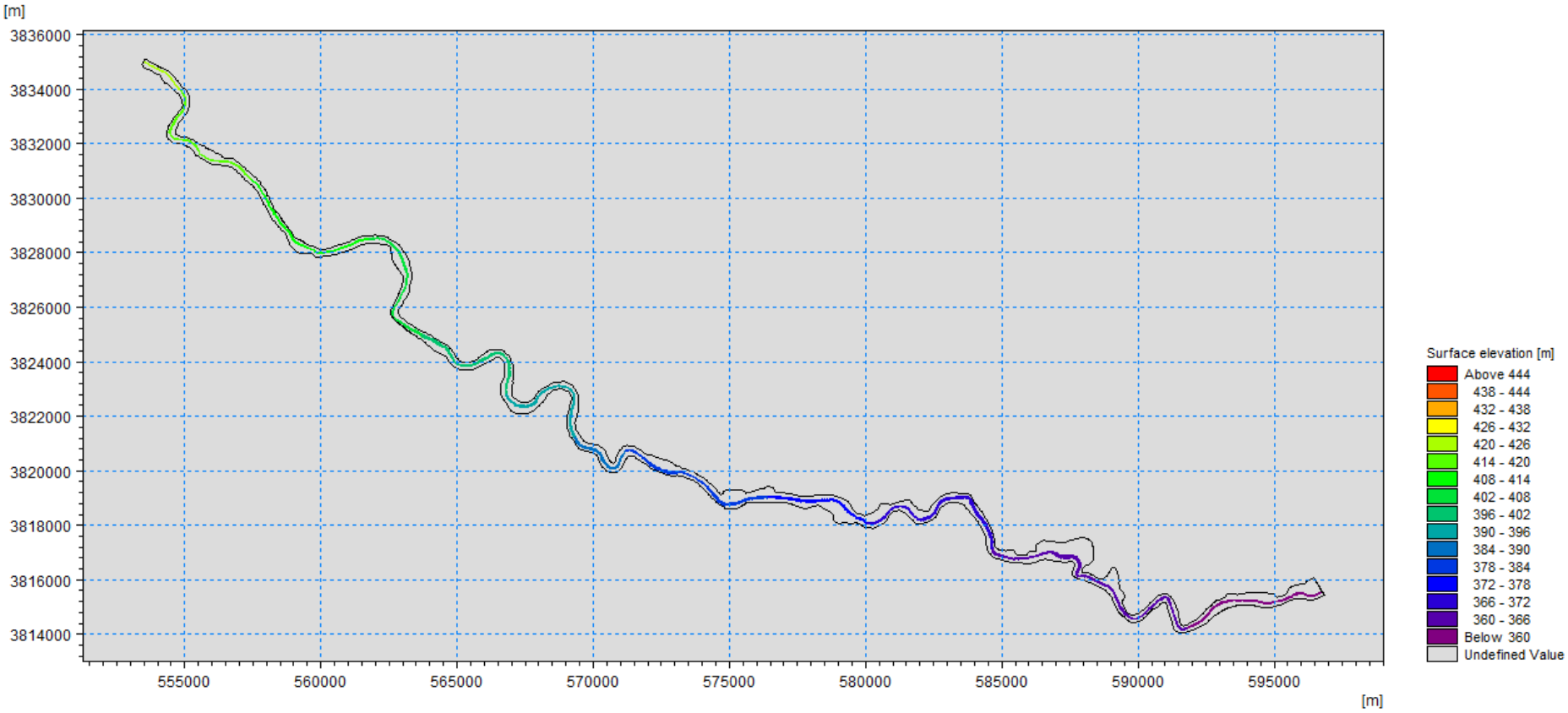


图 5.6-32 丰水年（P=25%）建库前泾河下游河道漫滩范围

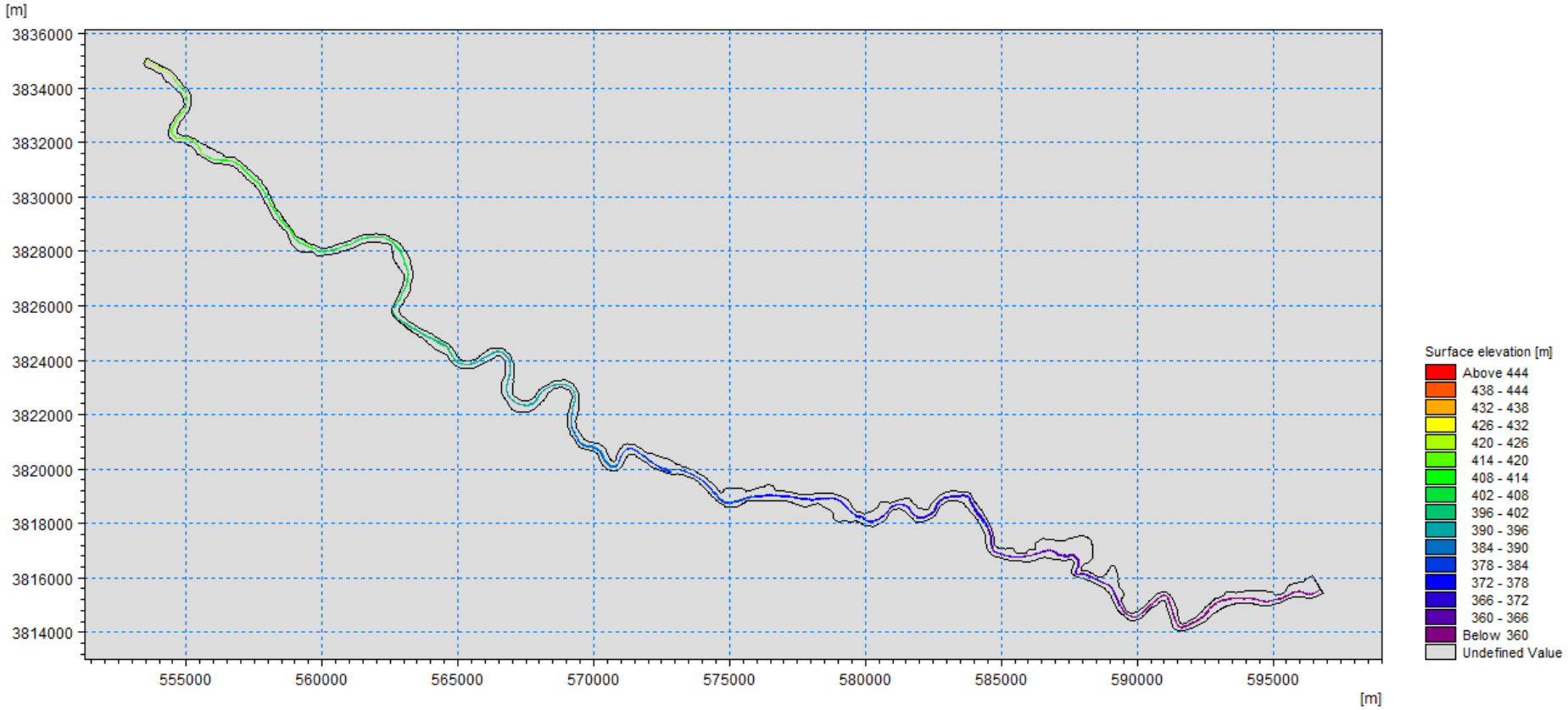


图 5.6-33 丰水年（P=25%）建库后泾河下游河道漫滩范围

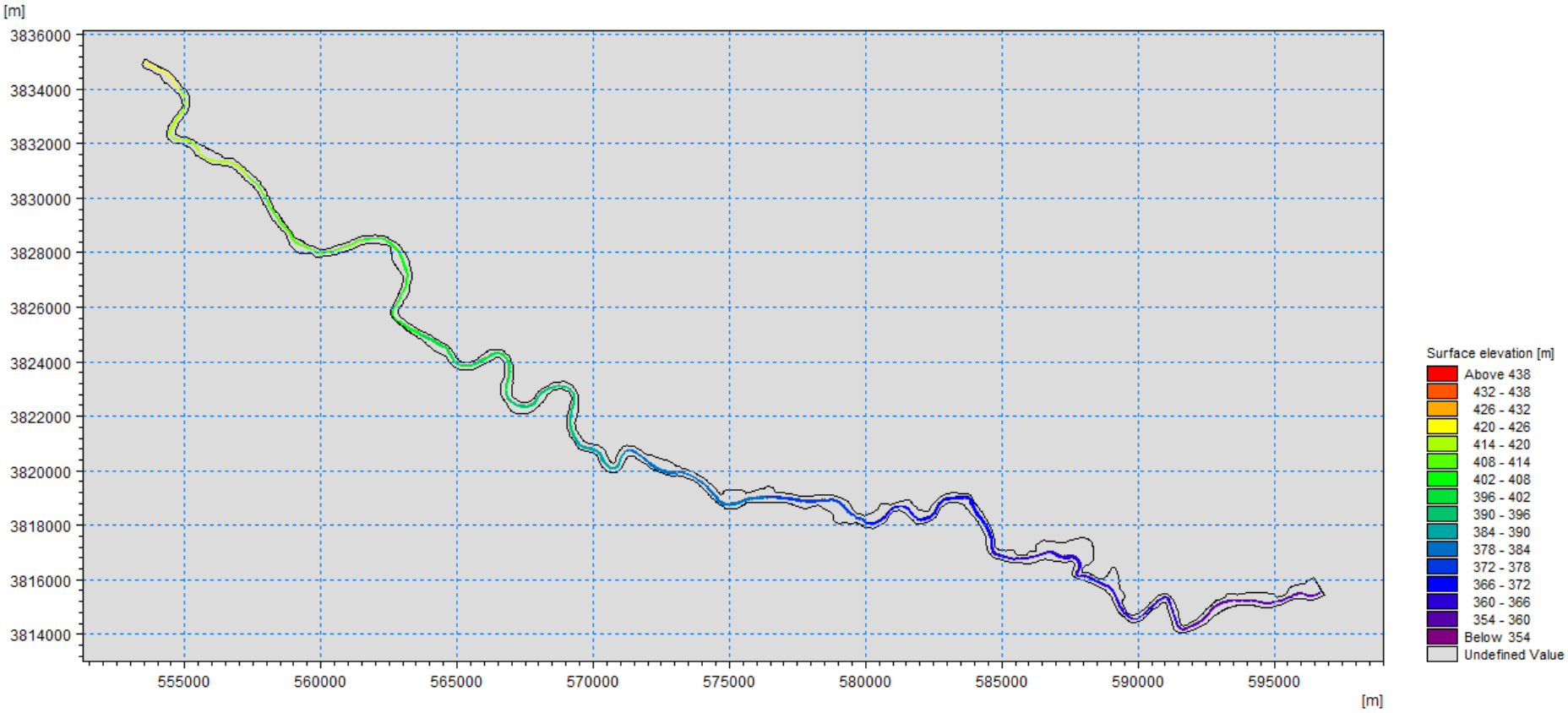


图 5.6-34　平水年（P=50%）建库前泾河下游河道漫滩范围

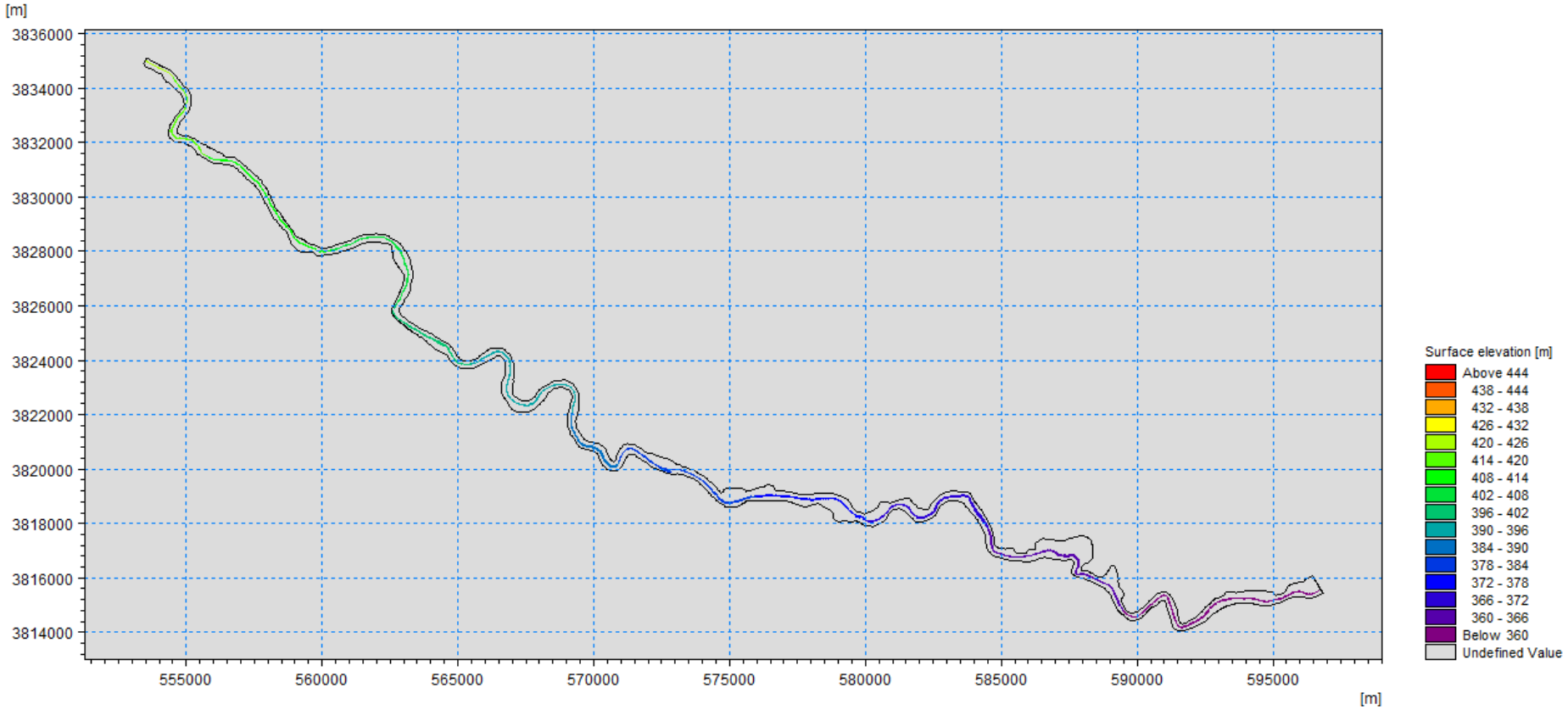


图 5.6-35　平水年（P=50%）建库后泾河下游河道漫滩范围

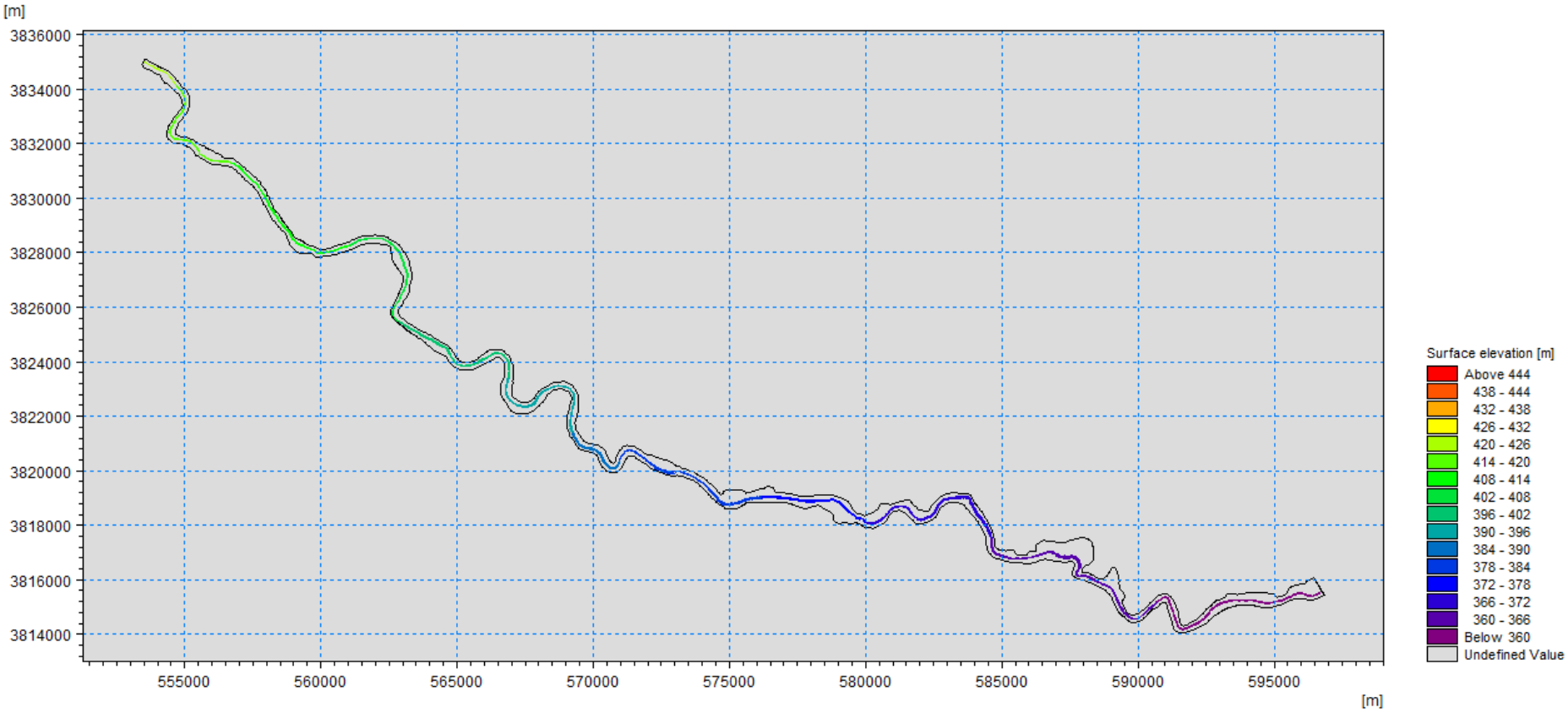


图 5.6-36　枯水年（P=75%）建库前泾河下游河道漫滩范围

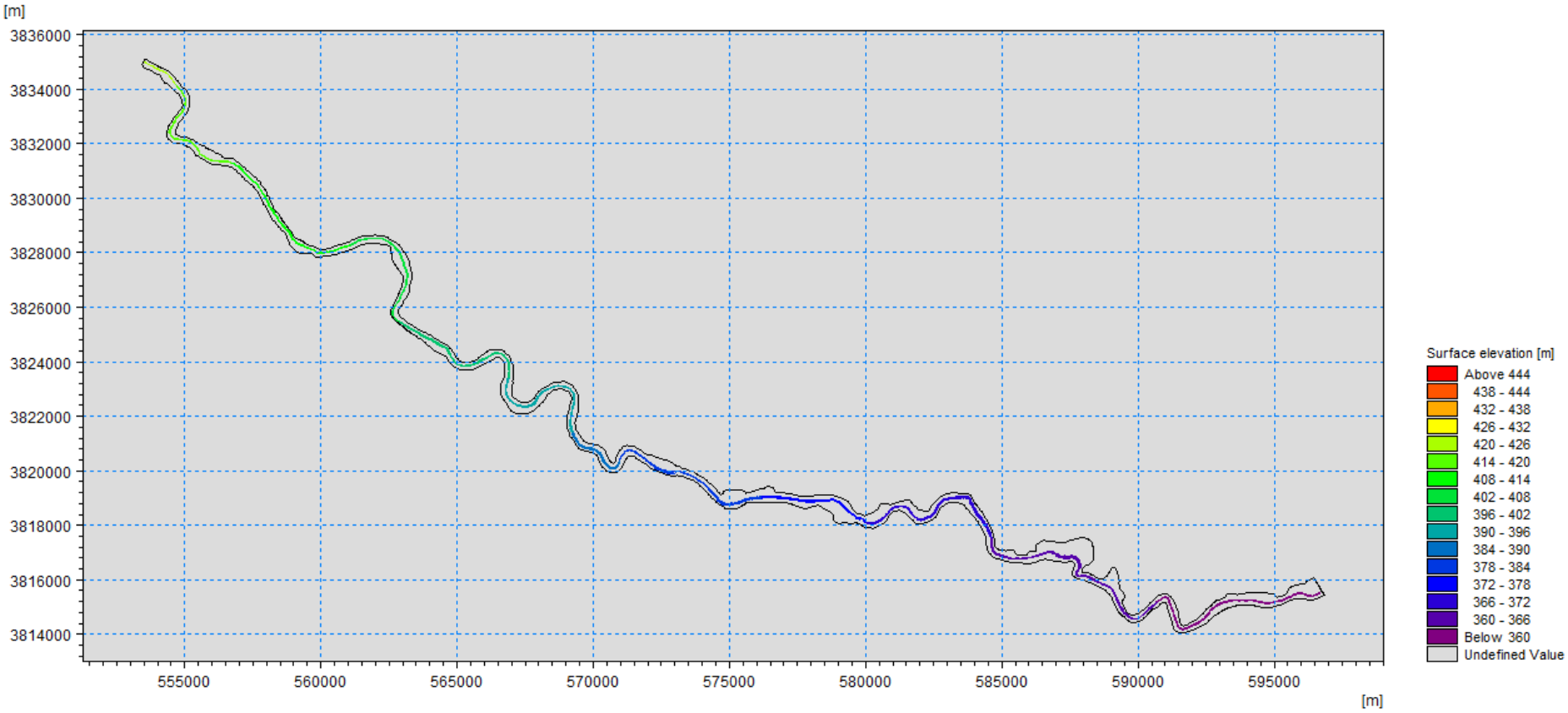


图 5.6-37　枯水年（P=75%）建后前泾河下游河道漫滩范围

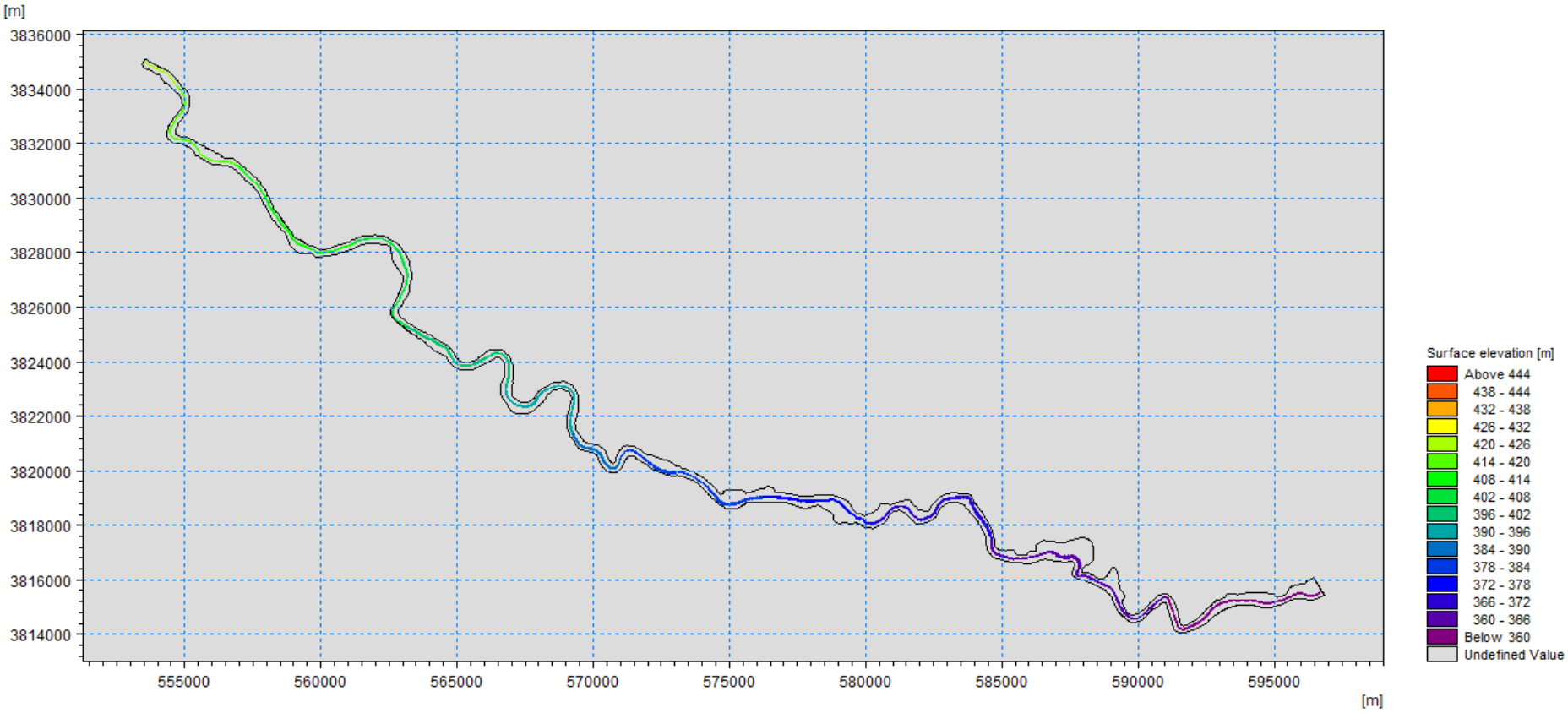


图 5.6-38　特枯水年（P=95%）建库前泾河下游河道漫滩范围

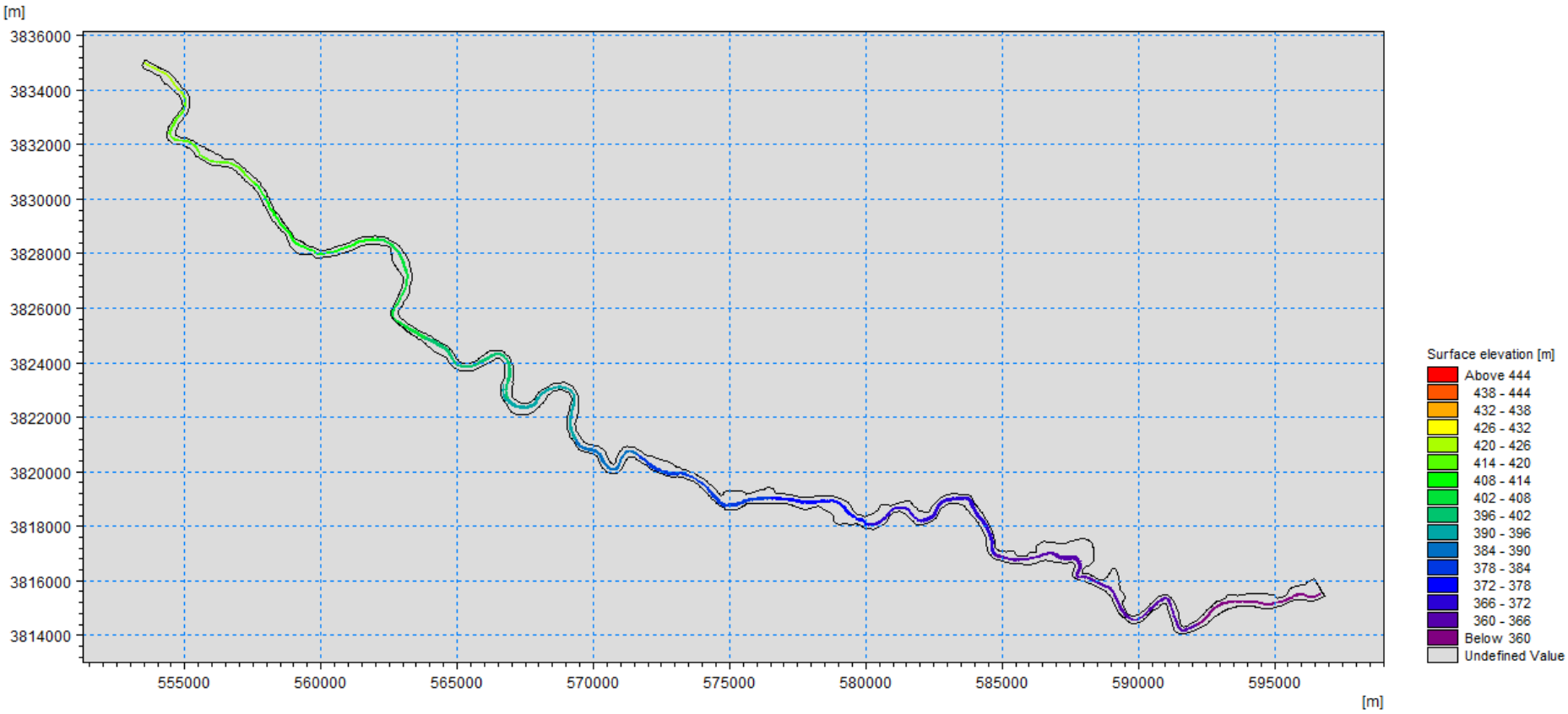


图 5.6-39　特枯水年（P=95%）建后后泾河下游河道漫滩范围

（8）对下游湿地漫滩面积的影响

将上述模型计算的不同典型年的水面与泾河张家山以下区域河流湿地进行GIS空间叠加分析，得到不同典型年工程运行前后各湿地类型漫滩面积变化特征。

丰水年（P=25%）情形下，由于工程调节作用，河流漫滩面积有所减少，湿地面积在工程前后变化情况见表 5.6-26。可以看出，受影响较大湿地类型为河流水面，由工程前的 2.95km^{2}减少为 2.18km^2，减少 0.77km^2，占工程前的 16.16%；其次为裸滩地，由工程前的 0.92km^{2}减少为 0.37km^2，减少面积 0.55km^2，占 11.47%；处于第三位的为芦苇-拂子茅低湿地草甸，减少面积 0.18km^2，占 3.74%。丰水年（P=25%）工程运行前后湿地面积变化情况见图 5.6-40、图 5.6-41。

表 5.6-26　丰水年（P=25%）工程运行前后各湿地类型面积及比例变化

湿地类型	工程前（km^2）	工程后（km^2）	变化（km^2）	占面积比例
拂子茅低湿地草甸	0.27	0.11	-0.17	-3.52
芦苇低湿地草甸	0.22	0.09	-0.14	-2.84
芦苇-拂子茅低湿地草甸	0.29	0.11	-0.18	-3.74
芦苇-狗牙根低湿地草甸	0.11	0.04	-0.06	-1.35
河流水面	2.95	2.18	-0.77	-16.16
裸滩地（无植被）	0.92	0.37	-0.55	-11.47

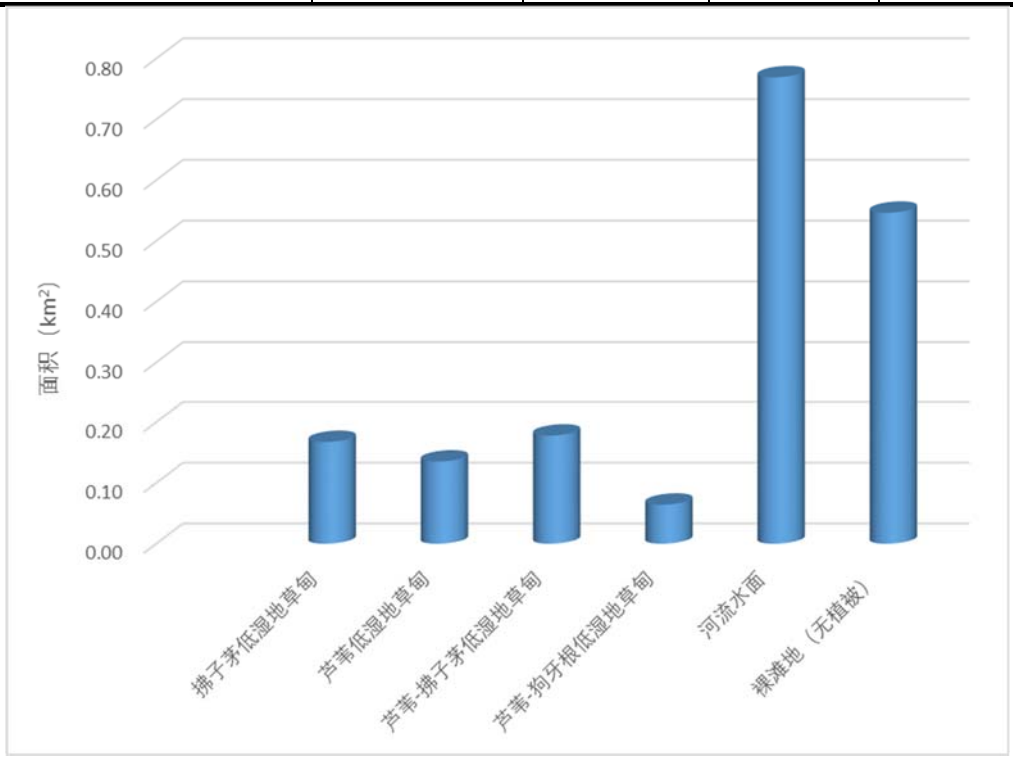


图 5.6-40　丰水年（P=25%）工程运行前后各湿地类型面积变化

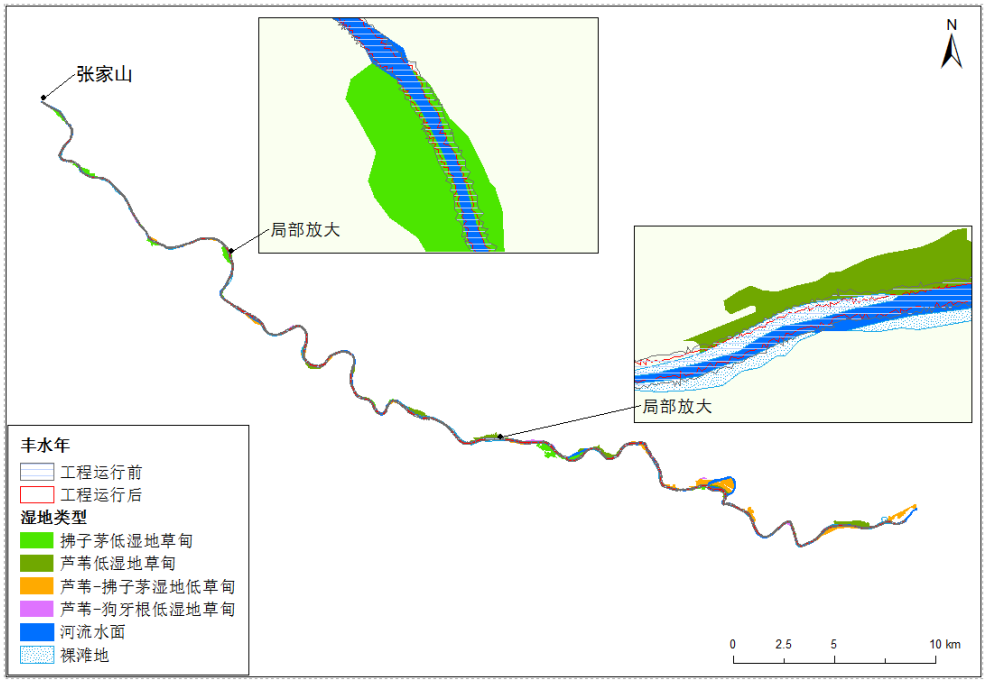


图 5.6-41　丰水年（P=25%）工程运行前后各湿地类型面积空间变化

平水年（P=50%）情形下，由于工程调节作用，工程建成后河流漫滩面积有所减少，湿地面积在工程前后的变化情况见表 5.6-27。可以看出，受影响较大湿地类型为河流水面，由工程前的 2.90km^{2}减少为 2.18km^2，减少 0.72km^2，占工程前面积 15.07%；其次为裸滩地，由工程前的 0.85km^{2}减少为 0.37km^2，减少 0.48km^2，占 10.12%；处于第三位的为芦苇-拂子茅低湿地草甸，减少 0.15km^2，占 3.24%。平水年(P=50%)工程运行前后湿地面积变化情况见图 5.6-42、图 5.6-43。

表 5.6-27　平水年（P=50%）工程运行前后各湿地类型面积及比例变化

湿地类型	工程前（km^2）	工程后（km^2）	变化(km^2)	占总面积比例
拂子茅低湿地草甸	0.25	0.11	-0.15	-3.10
芦苇低湿地草甸	0.21	0.09	-0.12	-2.54
芦苇-拂子茅低湿地草甸	0.26	0.11	-0.15	-3.24
芦苇-狗牙根低湿地草甸	0.10	0.04	-0.06	-1.23
河流水面	2.90	2.18	-0.72	-15.07
裸滩地（无植被）	0.85	0.37	-0.48	-10.12

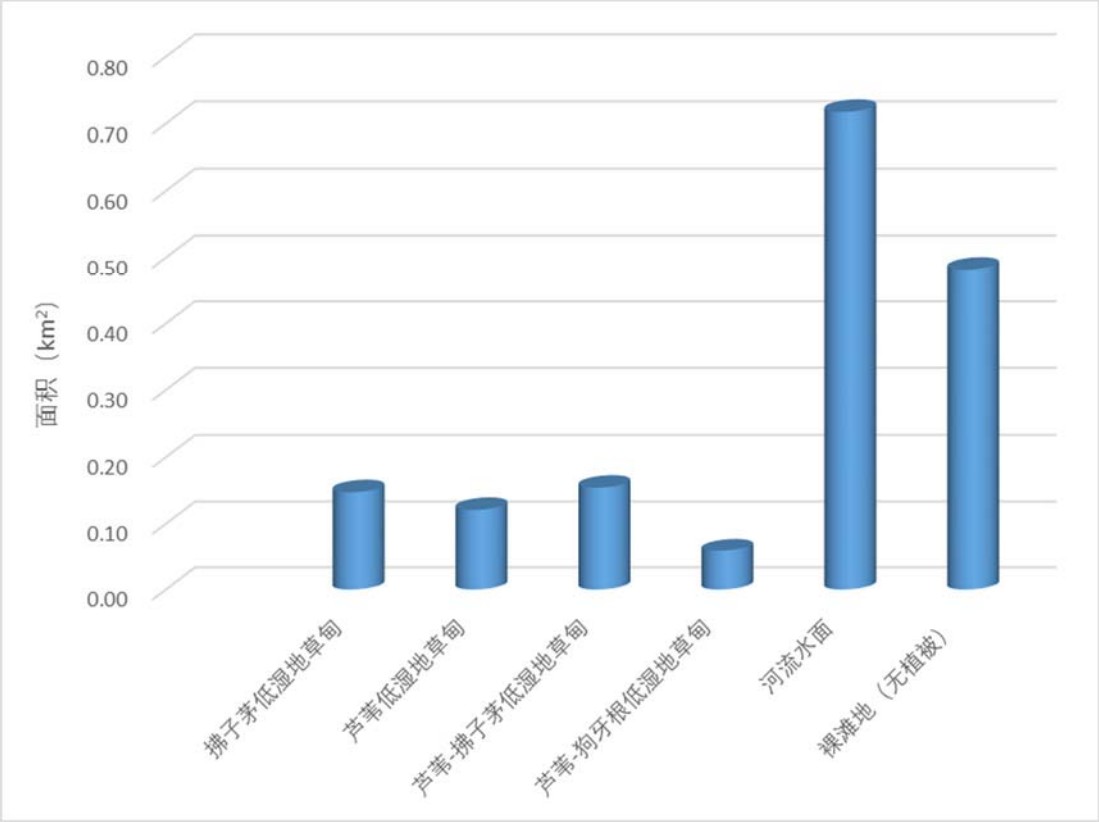


图 5.6-42　平水年（P=50%）工程运行前后各湿地类型面积变化

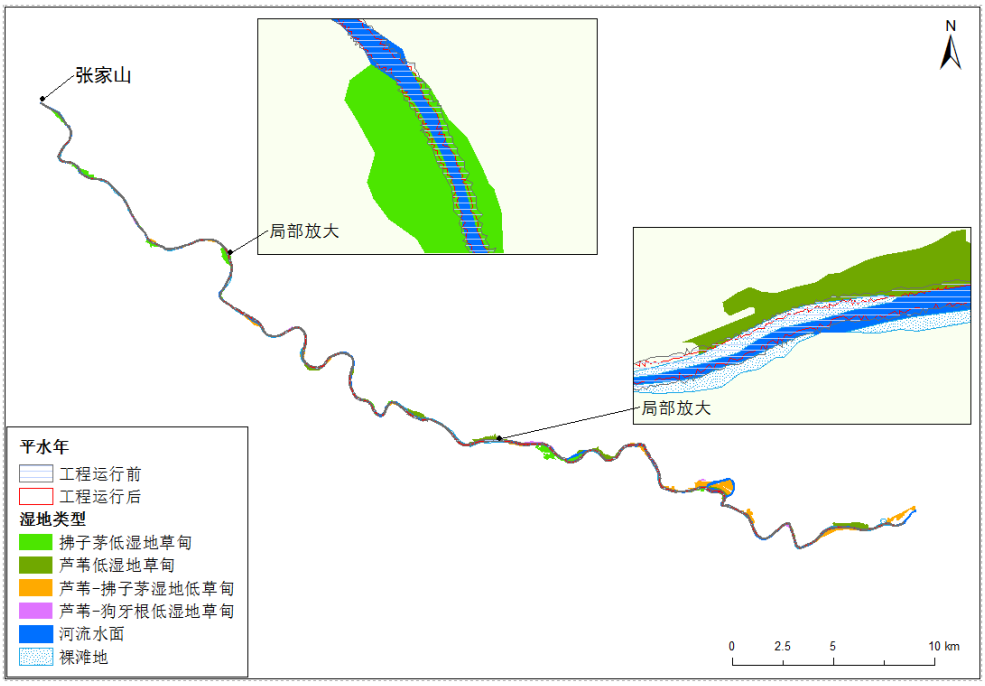


图 5.6-43　平水年（P=50%）工程运行前后各湿地类型面积空间变化

枯水年（P=75%）情形下，由于工程调节作用，工程建成后河流漫滩面积有所减少，湿地面积在工程前后变化情况见表 5.6-28。可以看出，受到影响较大湿地类型为河流水面，由工程前的 2.69km^{2}减少为 2.43km^2，减少 0.25km^2，占工

程前面积 5.33%;其次为裸滩地,由工程前的 0.56km^2 减少为 0.49km^2,减少 0.07km^2,占 1.38%；处于第三位的为芦苇-拂子茅低湿地草甸，减少 0.06km^2，占 1.18%。枯水年（P=75%）工程运行前后湿地面积变化情况见图 5.6-44、图 5.6-45。

表 5.6-28　枯水年（P=75%）工程运行前后各湿地类型面积及比例变化

湿地类型	工程前（km^2）	工程后（km^2）	变化（km^2）	占总面积比例
拂子茅低湿地草甸	0.19	0.14	-0.05	-0.98
芦苇低湿地草甸	0.16	0.12	-0.05	-0.97
芦苇-拂子茅低湿地草甸	0.20	0.14	-0.06	-1.18
芦苇-狗牙根低湿地草甸	0.08	0.06	-0.02	-0.46
河流水面	2.69	2.43	-0.25	-5.33
裸滩地（无植被）	0.56	0.49	-0.07	-1.38

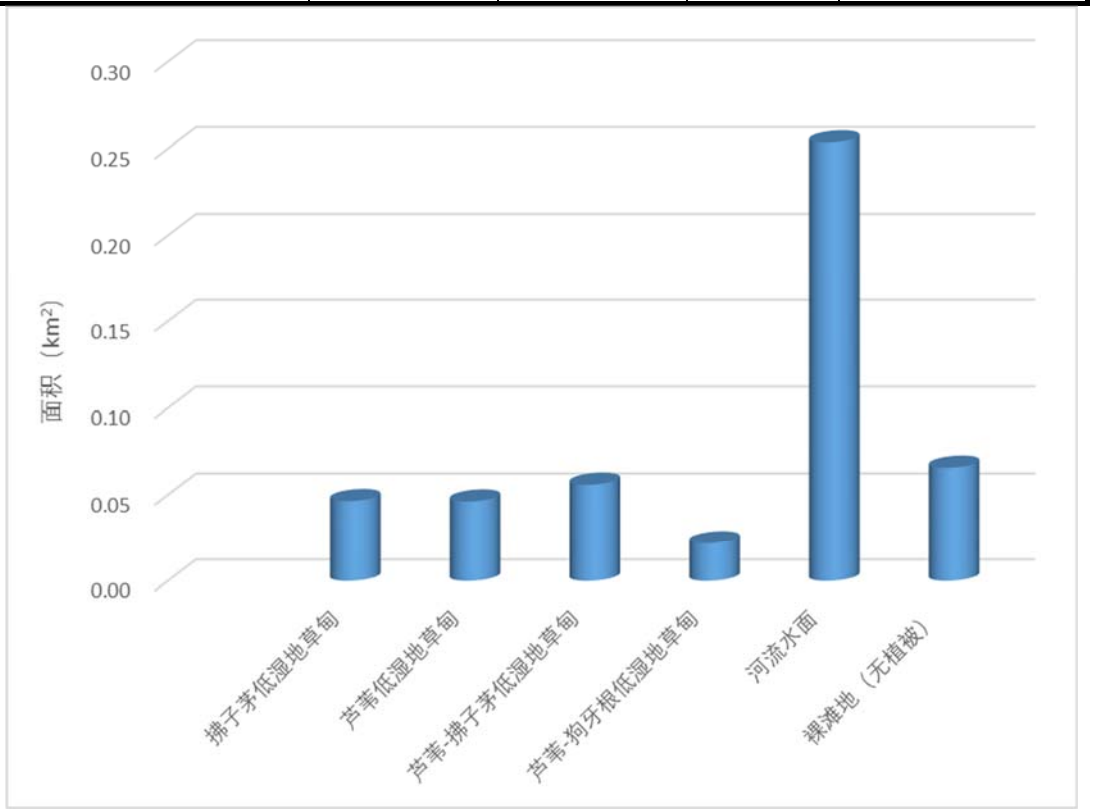


图 5.6-44　枯水年（P=75%）工程运行前后各湿地类型面积变化

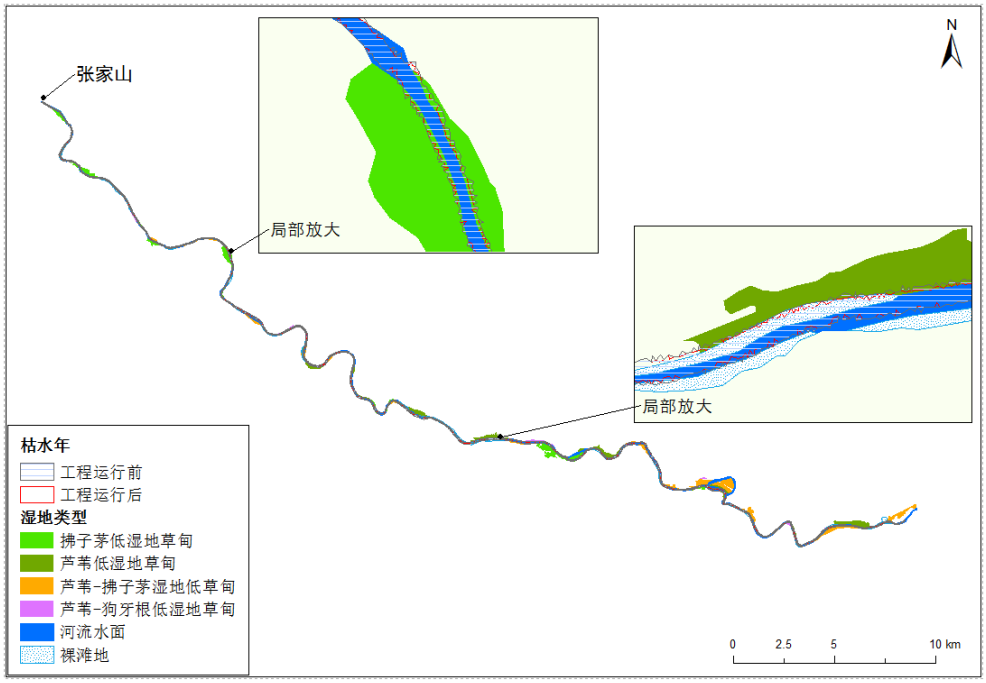


图 5.6-45　枯水年（P=75%）工程运行前后各湿地类型面积空间变化

特枯水年（P=95%）情形下，工程调节作用下河道流量有所增加，河流漫滩面积有所增大，湿地面积在工程前后变化情况见表 5.6-29。可以看出，受到影响较大湿地类型为河流水面，由工程前的 2.89km^2 增加为 3.88km^2，增加 0.99km^2，占工程前面积 20.80%；其次为裸滩地，由工程前的 0.59km^2 增加为 0.89km^2，增加 0.30km^2，占 6.30%；处于第三位的为拂子茅低湿地草甸，增加 0.15km^2，占 3.20%。特枯水年（P=95%）工程运行前后湿地面积变化情况见图 5.6-46、图 5.6-47。

表 5.6-29　特枯水年（P=95%）工程运行前后各湿地类型面积及比例变化

湿地类型	工程前（km^2）	工程后（km^2）	变化（km^2）	占总面积比例
拂子茅低湿地草甸	0.21	0.36	0.15	3.20
芦苇低湿地草甸	0.18	0.25	0.07	1.54
芦苇-拂子茅低湿地草甸	0.21	0.37	0.16	3.28
芦苇-狗牙根低湿地草甸	0.09	0.12	0.03	0.65
河流水面	2.89	3.88	0.99	20.80
裸滩地（无植被）	0.59	0.89	0.30	6.30

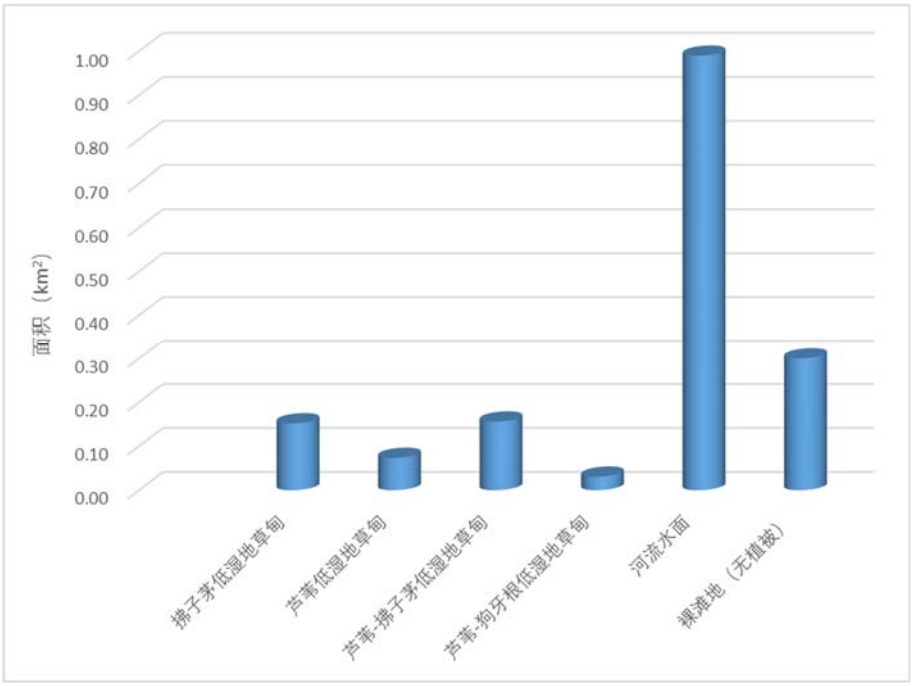


图 5.6-46　特枯水年（P=95%）工程运行前后各湿地类型面积变化

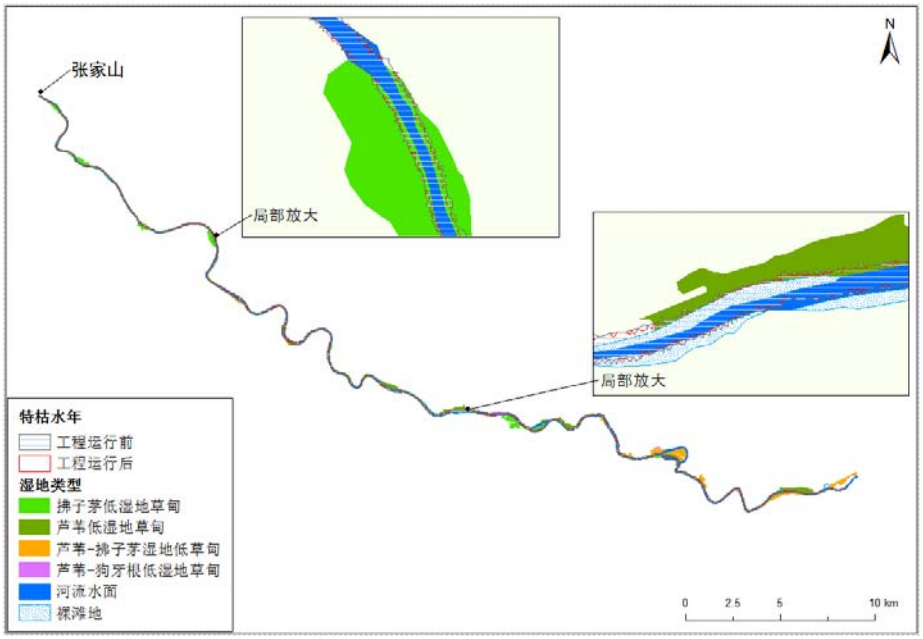


图 5.6-47　特枯水年（P=95%）工程运行前后各湿地类型面积空间变化

总体上可以看出，受工程调度影响，工程运行前后泾河下游湿地变化较为明显的为主要为河流水面和裸滩湿地，湿地植被面积变化相对较小（面积变化幅度小于 5%）。按照工程调度原则，水库对大于 300m³/s 和小于 5420m³/s（十年一遇）的洪水不进行调蓄，工程运行不会对漫滩流量 300m³/s 以上的滩地湿地造成影响，依据工程典型年工程前后各湿地类型面积变化分析结果，工程运行对于泾河下游滩地湿地影响不大。

5.7 水生生态影响

5.7.1 建设期对水生生物的影响

（1）水环境的影响

工程枢纽区主要进行坝基开挖、混凝土双曲拱坝浇筑、消力塘、引水洞、地下厂房及库区防渗等的施工会对河床产生较大扰动，由此造成大量泥沙悬浮并随河流下泄，导致区域水体浑浊、透明度下降，对河流水环境及水生生物产生一定影响；工程施工带来的生活、生产污水、机械油污及固体垃圾的污染水体，对河流水生生物产生一定的影响作用。

（2）对水生生物的影响

①对湿生植物的影响

枢纽工程建设主要在峡谷地段进行，施工期进行的导流工程、缆机平台、大坝岸坡开挖等工程会对泾河及河滩分布的湿生植物生境造成一定影响。

②对浮游生物的影响

工程施工造成施工区泾河下游水体透明度及溶解氧降低；水泥、油污、生活废水及固体污染物等会污染水质，短期内可造成施工河段部分水体和下游部分水体富氧；导致区域浮游生物种类发生变化，适应性强、耐污性及耐缺氧种类浮游生物增加，表现出种类多样性减少，种类趋向于单一化。

③对底栖生物的影响

底栖生物是鱼类最重要的饵料，枢纽工程进行的导流工程、缆机平台、大坝岸坡开挖、坝基开挖、混凝土双曲拱坝浇筑、消力塘、引水洞、地下厂房及库区防渗等工程将占用一定面积的河道区域，造成施工区段底质发生变动，破坏底栖生物原有栖息地，生境暂时性缩小，生物量减少；涉水工程（坝基开挖、边坡开挖等）导致泥沙下泄，造成下游河段底质发生变化及溶解氧下降，导致下游河段内生物量减少；施工可能产生的污染物会对底栖生物产生直接毒害作用，使底栖生物的种类和数量减少。

④对鱼类的影响

工程进行的导流工程、缆机平台、大坝岸坡开挖、坝基开挖、混凝土双曲拱坝浇筑、消力塘、引水洞、地下厂房及库区防渗及人类活动剧增，会导致施工区

域内原有鱼类栖息条件、繁殖条件、水体初级生产力等发生改变，导致施工区域鱼类种群结构发生改变，数量下降。

施工期间因混凝土拌和、砂石料加工废水 ss 含量可达 5000～15000mg/l，此部分废水采取相对集中处理，间歇排放，并经过专门处理，处理后废水悬浮物浓度小于 100mg/l 达标后才可排放。相关研究表明：大多数鱼种对浊度耐受能力很强，能在混浊度极大水体中生活。黄河鲤鱼在含沙量 3700mg/L 黄河水中能生长繁殖，含沙量达到 200000mg/L 时，泥沙堵塞鱼鳃造成鲤鱼昏迷，漂浮水面顺水而下，出现“流鱼现象”。草鱼能忍受较高混浊度，鱼苗在高达 215000mg/L 水中尚能存活，而天然水域混浊度很少超过 20000mg/L。同时，鱼皮肤分泌黏液具有凝结功能，能很快缠绕悬浮颗粒，以防鱼鳃堵塞。工程悬浮物主要来源于施工过程中的基坑开挖、围堰施工等施工活动，因此对局部区域鱼类的生长、繁殖、饵料等存在一定程度影响。由于工程施工造成的悬浮物浓度增加横向范围有限，以及分段施工，悬浮物增加影响鱼类栖息环境面积有限，时段有限，因此在工程实施过程中不会因 ss 含量的增加对鱼类造成影响。

为进一步减少对鱼类繁殖期的影响，可在 4-6 月份减少涉水作业，并可延长 4-6 月份施工间隙，适当采取休工或者停工，以减小因悬浮物对鱼类产卵的影响。

5.7.2 水库蓄水期对鱼类的影响

水库蓄水初期，由于大坝建设，鱼类活动空间进一步破碎化，库区淹没区中，水体中腐殖质等有机营养物质大量增加，浮游生物大量繁殖，为小型野杂鱼类提供了丰富的饵料资源和生长条件，使得小型鱼类得以大量繁殖，如拉氏鱥和餐条。这些小型鱼类的增多为鲇鱼等肉食性鱼类提供了充足的饵料来源，预测鲇鱼等肉食性鱼类的数量会有所提高，在库区形成新的水库型鱼类群落结构，鲇鱼将成为群落顶部的物种。蓄水期间，始终保证 4 月 15 日～6 月 15 日下泄生态流量 10.66m^3/s、6 月 15 日～8 月 31 日下泄生态流量 15.99m^3/s 和 9 月～翌年 4 月下泄生态流量 5.33 m^3/s，加之文泾水电站和泾惠渠渠首增加生态流量泄放措施，改善了河流生态流量保障程度；同时蓄水初由于下泄水泥沙含量降低，浮游生物量会增加，利于鱼类生存，因此在蓄水初期坝下鱼类的栖息环境和条件将得到改善。

5.7.3 下泄清水对鱼类的影响

根据运行方案，由于水库拦蓄泥沙，造成下泄泥沙含量降低，透明度增加，浮游生物的量会升高，鱼类饵料增多，利于鱼类生存，但是下泄水温降低会对鱼类的产卵造成一定影响。

5.7.4 对水生生境影响分析

工程建成后，大坝阻隔泾河崆峒水库坝下至入渭河口的水生生境，水库水体流速变缓，水位抬升、水深变大，水面增宽，库水滞留时间较长，沉降作用加强，水体中悬浮物和泥沙在库内沉积，溶解氧下降，表面水温有所增加。水库蓄水初期，由于库底残留有机物分解，土壤中氮、磷等有机物进入水体中，加之库区流速降低，水体交换次数少，使营养物质增加，生物过程加强，有利于浮游动植物生长繁殖，随着水库运行，下泄营养物质不断减少，对下游水生生境可能会造成不利影响。

水库运行时，下泄水水质有所改善，泥沙含量显著减少，2～7 月下泄水温下降，水温变化将对水生生物和鱼类的分布、生活产生不利影响。

（1）库区生境变化

水库蓄水运行后，库区水域生境将由河流型向湖泊型转变，影响较大的非生物生态因子主要包括：水深、流速、透明度、温度、光照、底质、溶解氧和营养盐类等。其中，水文情势变化是造成这些因子变化的主导因素。

1）水文情势

①水域面积

东庄水库库区河段长96.67km，建库后拦沙期正常蓄水位水域面积增加13km²。河谷水面变宽，水面面积增加，水流变缓，由于水位变化，不同月份水面面积仍有较大的差别。

②水位、流速

东庄水库库区段为峡谷地貌，地形起伏显著，水位落差大，河谷狭窄。库区江段主河谷呈V型，河床比降为0.86‰。由于干流河道形态特性，水库建成蓄水后，库区河段长度96.67km，东庄水利枢纽运行后，库区水位较原天然河道有较为明显变化，库区水位显著抬升，水位变化幅度由坝前至库尾方向逐渐减小。工

程运行对泾河年内水位状况产生了较大影响。库区水体流速较原天然河道状态明显降低，且年内流速变化幅度显著减小。

2）库区泥沙及透明度

东庄水库坝址多年平均输沙量2.48亿t，多年平均含沙量144kg/m^3。其中，7月和8月平均含沙量分别为316kg/m^3和303kg/m^3。悬移质颗粒中值粒径0.021mm，库区所在河段河道狭窄，水流湍急，水质较混浊，透明度15~20cm。由于水库对泥沙沉降作用，水体透明度会得到一定的改善，特别是平水期明显增大。泾河地区已建的数座水库的观测结果表明，可由10cm 提高到3.0~5.0m，对水生生物特别是浮游生物的生长繁殖是有利的。

3）水温

东庄水库库容大，正常蓄水位为789m。拦沙期水温结构属于典型分层型，坝前水温分层具有明显季节性特性。从4月开始出现明显分层现象，分层最为明显的为5～9月，库底常年保持恒温状态，丰水年、平水年、枯水年、特枯水年的下泄水温最大温差均出现在4月（温差范围-4.5℃～-5.3℃）。正常运行期依然存在一定分层现象，但年内分层时段明显缩短，仅4～6月存在明显分层现象，最大温差均出现在4月（温差范围-2.4℃～-2.6℃）。

4）水质

由库区水质浓度分布预测结果可知，典型水期水库水质因子主要受来水背景浓度、支流汇入水体和库周各污染源影响。规划水平年上游控制断面水质满足《地表水环境质量标准》（B3838-2002）Ⅲ类水质条件下，东庄水库在蓄水后库区水质满足《地表水环境质量标准》（B3838-2002）Ⅲ类水质。

（2）坝下河段生境变化

1）水文情势

由于东庄水库具有防洪减於功能作用，汛期水库调洪运行时，坝下游流量较建库前流量减少明显，水库调洪削峰作用明显。6 月份水库需腾空库容，水库水位降至汛限水位以下，下泄流量较建库前有所增加。其余月份，受水库调节能力及水电站发电影响，下泄流量较建库前有所增加或者不变。典型年汛期减水程度相对较大，但年内枯水期下游流量增加明显，年内径流分配过程坦化。就水位变化来看，坝下游水位受水库调蓄影响较大，总体趋于坦化。丰水期，受水库调洪

削峰作用，坝下游水位有一定程度降低，平水期水位较建库前变化较大，枯水期水位变化不大。流速变化来看，建库后流速较建库前有增有降，增减幅度不大。

2）下泄水温

东庄水库运行对下游水温过程有一定程度的春季低温水和冬季高温水影响。根据模拟，在采用分层取水措施下，春夏季时，水库下泄水温低于原河道水温；秋冬季时，水库下泄水温高于原河道水温。丰水年下泄低温水与天然河道水体水温最大差值出现在 4 月（-5.3℃），桃园断面处水温比建库前低 0.8℃，下泄高温水与天然河道水体水温最大差值出现在 11 月（7.0℃），桃园断面处水温比建库前高 1.2℃；平水年下泄低温水与天然河道水体水温最大差值出现在 4 月份（-5.1℃），桃园断面处水温比建库前低 0.8℃，下泄高温水与河道水体水温最大差值出现在 11 月份（7.0℃），桃园断面处水温比建库前高 1.2℃；枯水年下泄低温水与河道水体水温的最大差值出现在 4 月（-5.0℃），桃园断面处水温比建库前低 0.7℃，下泄高温水与天然河道水体水温的最大差值出现在 11 月份（5.2℃），桃园断面处水温比建库前高 1.1℃；特枯水年下泄低温水与天然河道水体水温的最大差值出现在 4 月(-4.5℃),桃园断面处水温比建库前低 0.75℃，下泄高温水与天然河道水体水温的最大差值出现在 11 月份（6.0℃），桃园断面处水温比建库前高 1.2℃。

3）气体过饱和

气体过饱和现象发生于大坝泄洪时期，由于使鱼类发生气泡病甚至死亡而受到国外有关方面重视，许多学者为此开展一些观测研究。东庄水库由于泄洪水头高，流量大，泄洪期间将出现总溶解气体过饱和现象。根据模拟，东庄水库在在25%，50%和75%水文条件调度下（下泄流量2416.99 m^3/s，1122.73 m^3/s和799.09 m^3/s），坝下TDG饱和度经过估算分别为104.62%，103.01%和101.87%，通过河道输运至下游入渭前TDG浓度分别为102.75%、101.21%和100.20%，坝下水体的TDG浓度均不超过105%。根据乌东德、白鹤滩等水电站的相关资料，气体过饱和对下游鱼类产生的不利影响有限。

5.7.5 对水生生物的影响

（1）浮游植物的影响

1）库区河段

东庄水库建成后，河段原有天然流水型河段将变成缓流型水库，库区水流速度减缓，泥沙沉降，水体透明度增大，被淹没区域土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质增加，有利于浮游生物生长繁殖，预计建成后库区段浮游植物密度及生物量会有所增加。工程运行后，库尾尚能保持一定流水条件，库尾至坝前流速趋缓，库区浮游植物种类和现存量会发生变化。硅藻门种类和细胞密度所占比例可能下降，而绿藻和蓝藻门种类和数量增多。因库区不同区域水文情势和生态环境不同，浮游植物种类变化存在一定差异。根据陕西冯家山水库建成后情况，库区水环境与自然河段相比发生了很大变化，特别是水流平缓水体中真性浮游藻类种类增加，水库浮游植物 75 种，其中小环藻、隐藻占优势；春季优势藻类硅藻，夏季优势藻类甲藻，秋季优势藻类甲藻；水库浮游植物生物量组成中硅藻占门 27.6%，绿藻占门 16.4%，金藻占门 4.3%，甲藻占门 44.8%，裸藻占门 4.3%，蓝藻占门 2.6%。

2）坝下河段

东庄水利枢纽工程下游河段受泄水泥沙含量、透明度等影响，浮游植物种类组成与坝前相似，但受下泄水水温及营养物质影响，密度和生物量比库区明显下降，且枯水期来水量少，泥沙含量低，泄水透明度较原河流要高，对浮游植物的影响相对较为明显。

坝下由于是坝前水下泄，浮游藻类种类组成与坝前较接近。坝前河段浮游藻类现存量可能会保持原自然状态或减少。坝下向下游浮游藻类现存量会较坝前有所增加。

（2）对浮游动物的影响

1）库区河段

随着浮游植物增加，以浮游植物为食的浮游动物将相应增加，变化原因与趋势与浮游植物相似。成库后，水流形态、水温、含沙量、透明度等均发生极大改变，均有利于浮游动物生长繁殖。据此分析，在种类、分布和资源量方面，由于库区水文条件改变，密度及生物量将有所上升。水库蓄水后，枝角类和桡足类的种群数量都会显著增加，可能形成优势类群。由于环境异质性降低，浮游动物物种多样性可能会有所下降。

2）坝下河段

水库下游河段受泄水泥沙含量、透明度、水温及营养物质等影响，浮游动物种类组成明显下降，且枯水期来水量少，泥沙含量低，泄水透明度较原河流要高，对浮游动物的影响相对较为明显。

由于坝下的文泾电站、泾惠渠渠首已经先后开发建设，部分区域原有的河道型急流生态变成缓流的水库生境，东庄水库坝下即为文泾电站库区，其坝下浮游动物种类与数量变化与东庄水库库尾类似，但近坝区域由于泄水冲刷作用，对浮游动物生存有不利影响。

（3）对底栖动物的影响

1）库区河段

东庄水库建成后，由于库区河段水深增大、水位变幅相对频繁，底栖生物将有所下降，适应河流的底栖动物将会因丧失原有的栖息环境，而适于静水、沙生的软体动物和摇蚊幼虫等种类将会增加，但总的多样性将减少。

2）坝下河段

水库坝下河段水位频繁涨落、清水下泄冲刷下切导致底栖动物有效栖息空间萎缩，种类数量和总生物量将显著下降。

由于东庄水库坝下的文泾电站、泾惠渠渠首已经先后开发建设，部分区域原有的河道型急流生态变成缓流的水库生境，东庄水库坝下即为文泾电站库区，其坝下底栖动物种类与数量变化与东庄水库库尾类似，但近坝区域由于泄水的冲刷作用，对底栖动物生存有不利影响。

（4）对水生维管束植物的影响

1）库区河段

目前，库区水生维管束植物较少。水库在蓄水初期会淹没原有岸边湿生植物，致使其缺氧死亡，在短时间内造成湿生植物减少，但随着水库蓄水趋于稳定，水面变得宽阔，使得湿生环境增多。水库运行后，库区水流变缓，泥沙逐渐沉积，河水透明度升高，库区淹没的部分耕地、林地、园地、库湾等可以为河漫滩湿生植被滋生提供良好的生存条件，挺水植物、沉水植物分布区域及生物量有可能增加，局部库湾（支流回水区域）也有可能出现浮叶植物和漂浮植物，但估计增加量有限。

水库水位变化对岸边水生维管束植物正常生长也会带来一定不利影响。每年

最重要的夏季生长期，库区水位保持在低水位，而且上游来水不稳定使得水位变化较大，影响水生维管束植物的生长。10 月份以后回归高水位，淹没很多夏季新生的植物。因此，由于水位不稳定消长，陡削库岸处很难形成有规模的水生维管束植物群落。与东庄水库临近的冯家山水库环境条件相近，生态环境类似，水库蓄水运营后，在其库区一直未见有规模性的水生维管束植物群落发育。

2）坝下河段

坝下河段受到水库调节影响，汛期水库调洪运行时，坝下游流量较建库前流量减少明显，水库调洪削峰作用明显；6 月份水库需腾空库容，水库水位降至汛限水位以下，下泄流量较建库前有所增加，使得部分河漫滩区域的湿地淹没周期、淹没时间发生变化。枯水期，水库下泄流量增加，但是工程取水造成泾惠渠渠首坝址以下流量降低，不利于水生维管束植物生长。

（5）对鱼类的影响

1）电站阻隔效应

工程建设将使河流连续性受到影响，不仅阻隔了洄游鱼类的通道，对半洄游性鱼类和非洄游性鱼类也有很强的阻隔效应。研究表明，由于大坝的阻隔，完整的河流环境被分割成不同的片段，鱼类生境的片段化和破碎化将导致形成大小不同的异质种群，种群间基因不能交流，将使区域内原自然分布的种群受到不同程度的影响。随着泾河干流及支流开发的实施，原自然连通的河流将被连续梯级阻隔，河流生境片段化严重。种群数量较大的种类被大坝阻隔在不同区段的群体间将出现遗传分化；种群数量较少的种类遗传多样性将逐步降低，危及物种生存，甚至导致种群灭绝的概率增加。

泾河东庄水库下游的文泾电站、泾惠渠渠首已下闸蓄水，上游的枣渠水电站、程家川水电站、绛山水电站、石桥水电站、和平水电站等均已经建设运行，中游黑河上的亭口水库正在开发建设。上述电站的建设已经阻隔了泾河中下游干流、支流及干、支流间鱼类交流，东庄水库大坝建设将进一步加剧已有的不利影响，但是水库将淹没库区的枣渠水电站、程家川水电站、绛山水电站、石桥水电站、和平水电站等，库区水电站的阻隔影响将消失。

2）水库消落区对鱼类的影响

水库建成蓄水后，由于水位变化较大，对鱼类栖息和摄食会造成一定的影响，

尤其是对鱼类繁殖影响。水位大幅度下降会使库岸边形成明显的消落带，而鱼类产卵场大多在岸边，随着水位的涨落，裸露或者被淹没，造成鱼卵的大量死亡。其中主要为粘性卵的鲇鱼、斯氏高原鳅、鲤鱼和拉氏鱥等鱼卵。因此在繁殖期间应在库区繁殖区域布置一定的人工鱼巢，使其随着水位的升降而升降，降低因水面的消落对鱼类的繁殖造成的影响。

3）对鱼类生境变化的影响

①水文情势变化影响

水库建成运行后，库区水位抬高，水深增加，水面积增加，水流变缓，河流水动力学过程发生较大变化。库区河段位于峡谷地带，库尾河道狭窄，水深较浅，仍然保持流水河段特征，特别是水库汛限水位运行时，库尾流水段会比较长。

水库建成后，坝前会呈现水深、面阔，水流缓甚至是静水环境，密度流作用明显增强，呈现湖泊水动力学特征，为水库湖泊段，水库中间水域间于河流段和湖泊段，属于过渡段。随着水文情势变化，库区鱼类种类组成将由“河流相”逐步向“湖泊相”演变。库区内小型喜静水栖息鲤科鱼类和产粘性卵鲤科鱼类种群数量将呈现上升趋势，喜激流水、大型及产粘性卵鲤科鱼类种群数量则呈现下降趋势；而其他科属鱼类种群数量则呈现下降趋势。

随着库区水体体积及水域面积增大，水生生物及鱼类栖息、活动空间也会增大，生物生产力提高，鱼类总资源量和渔获量均会升高。

②水质变化影响

东庄水库蓄水后，将使库区内流速减小，水流挟沙能力降低，预测结果表明，在水库来水满足水环境质量标准前提下，建坝后库区水质满足Ⅲ类水标准要求。未来大量泥沙、悬浮物将在库区沉积，库区水体透明度增加，库区接纳总氮、总磷等营养要素规模将显著加大，均有利于水体中藻类的生长，库区水生生物组成及种群结构将发生相应改变，浮游植物、浮游动物现存量会显著增高，着生藻类及近岸区底栖生物现存量受水位涨落影响会相对贫乏，深水区底栖生物则鱼类的可利用率低。因而，库区鱼类饵料基础将发生变化，有利于仔幼鱼的索饵和生长，会使浮游生物食性的鱼类种群数量增加。

③水温变化影响

下泄低水温可能会对坝下浮游动物群落产生不利影响，浮游动物生物量变动可能会出现不规律的情况；另外，水温变化也会影响某些底栖动物生长繁殖，低

温水会推迟这些水生动物的繁殖。有些鱼类是利用水温变化作为性腺发育的某种诱因，因此，当水库下泄冷水释放到下游时，将影响下游鱼类产卵，如延长性腺发育时间，影响卵的孵化等等

根据东庄工程建设的水温模型计算水库建设前后的温度变化可以看出，拦沙期 3～7 月份建成后的水温低于建成前，因此会使得坝下鱼类的产卵时间略有推后。根据温度的变化计算有效积温，预测鱼类因下泄低温水的影响导致鱼类产卵期推后约 20 天。大坝建成后在冬季水温高于建坝前同期水温，极值的变化在鱼类的忍受范围内，加之本身属于温水性鱼类，所以温度的升高不会对鱼类的生理造成影响，鱼类在温度低于 5℃时一般开始进入越冬状态，因此工程建设引起的水温升高对鱼类越冬可以接受。

④气体过饱和影响

气体过饱和主要是高坝泄洪导致的，采用过饱和 TDG 生成模型对东庄水库不同泄流工况下 TDG 饱和度进行预测。结果表明，东庄水库由于泄洪水头高，流量大，泄洪期间将出现总溶解气体过饱和现象，但是坝下水体的 TDG 浓度均不超过 105%。由于水库泄水持续时间较短，亭口水库、东庄水库梯级联合调度将进一步降低东庄水库的泄洪几率和单次泄洪持续时间。因此，从泄洪几率角度分析，亭口水库、东庄水库梯级建成后发生 TDG 过饱和几率较两者联合调度前前减小，持续时间缩短。

仔幼鱼由于运动能力较弱，躲避不利环境的能力较差，极易受到环境因子变化的影响。东庄水库下泄水体的气体过饱和可能对仔幼鱼易产生气泡病，应采取措施减少水体气体过饱和。根据张亦然、李克峰的研究表明，过饱和气体的含沙量对鱼类的影响受泥沙含量的影响，过饱和度为 100%时，一般不会因为泥沙含量造成鱼类死亡；130%时，含沙量为 0、20、60、80mg/l 时，半致死浓度分别为 15.2h、10.75h、8.3h、7.85h，在饱和度达到一定值时，泥沙含量越高半致死浓度时间越快。同时研究表明，大江大河由于水深大，过饱和气体释放慢，对鱼类的影响较小型河流大。过饱和气体可通过一定的调节方式降级其影响，主要是低位下泄和分层下泄，其影响仅局限于坝下短距离范围内，随着距离的增加其影响会迅速消失，泾河鱼类资源稀少，影响会小很多。

3）对不同生境鱼类的影响

对喜激流生境鱼类的影响：东庄水库蓄水致使水流减缓，对一些喜欢激流性

鱼类将产生较大影响，对于喜栖息于激流性鱼类，将会在库区上游寻找适宜的栖息地，例如马口鱼喜栖息于激流水域中，水库建成后，库区水域流速减缓，对马口鱼的生境产生了一定的影响。

对静水生境鱼类影响：水库蓄水，水流趋缓为喜静水性鱼类提供更多栖息及繁殖场所，其种群及数量将呈现上升趋势，但短时间内这种趋势不会太明显。

4）对不同产卵类型鱼类的影响

①对产沉性卵鱼类影响

产沉性卵鱼类产卵后，卵一般沉入河底的沙砾、石砾等地进行孵化，水库建成后，水域面积扩大，水流静缓，增加了产沉性卵孵化的场所。

②对产粘性卵鱼类影响

粘性卵产出遇水即有粘性，黏附在水草等水生维管束植物、树根及石块上孵化；水库淹没面积辽阔，水流静缓，增加了粘性卵孵化场所。水库运行后，由于水库调度，鱼类繁殖期的水位变化会导致受精卵和仔幼鱼的搁浅死亡，对鱼类繁殖不利。

5.7.5 对鱼类“三场一通道”的影响

（1）对鱼类产卵场影响

东庄水利枢纽运行后，河流连通性阻断。静水生境增加，流水生境减少。产沉性卵、粘性卵的鱼类产卵场由于库区水深过大也会消失。产粘性卵、沉性卵的坝上鱼类产卵场分别向库尾及其以上河流上移，坝下产粘性卵、沉性卵的鱼类产卵场由于下泄水量减少而萎缩和消失。

东庄水库在拦沙期、正常运行期属于稳定分层型水库，夏季时下泄水温低于上游来水水温，秋冬季时略高于上游来水水温；由于受减水和低温双重影响，产卵场会萎缩，产卵期会相应推迟。东庄水利枢纽回水末端为早饭头村，因此北屋断面的产卵场消失，对鱼类繁殖产生一定的影响。

（2）对鱼类越冬场影响

鱼类的越冬场大都分布在干流河谷、深潭处或岸边深水处，这些区域隐蔽条件好，食物充足，水资源量大，水温较高，是鱼类天然的越冬场。水库建成后，库区水流变缓，透明度升高，营养物质滞留，水体营养负荷增加，浮游生物会增

加。水库蓄水，库区水面积增加，深水区、缓水区及深潭在库区遍布，鱼类越冬场面积将呈上升趋势。

东庄大坝以下减水河段，由于受到大坝阻拦，水量减少，库区岸边深水区域减少，导致该区域越冬场规模萎缩，位置向下游退缩。

（3）对鱼类索饵场的影响

泾河河段鱼类由于摄食习性及各个河段环境不同，索饵场也各有差异；鱼类索饵场大都分布在河道曲流、水流冲刷、沉积自然形成的静水、缓水区域，一般靠近主流侧为卵石漫滩，对侧为岩岸，在各个支流入口处，水面宽阔，水流较缓，饵料资源丰富，是鱼类天然的索饵场。

东庄水库大坝建成后，水库水量增加，水流平缓，饵料资源增加。东庄水库坝下减水河段由于水资源量的减少，饵料资源受到一定的影响，将会向泾河下游退缩，但仍能满足鱼类索饵的需要。

总之，工程建设对鱼类索饵场影响不大。

（4）对洄游性鱼类的影响

泾河流域现状鱼类都属于淡水定居性鱼类，无长距离的溯河、降河洄游性鱼类，但存在短距离的繁殖、索饵、越冬等区域性洄游鱼类。东庄水库大坝建成后，将导致泾河干流形成人为阻隔，阻断鱼类的洄游通道，造成大坝下游河段鱼类无法洄游至上游产卵繁殖；大坝上游河段鱼类则无法通过大坝进入下游河段，基因交流受到阻碍；导致流域鱼类的种群结构改变。

因此，水库建成蓄水后，原河道型的水域生态系统逐渐成为山谷型水库生态系统。湖泊定居型鱼类数量增加，底栖无脊椎动物的种群会逐渐减少，适宜于急流的鱼类数量迅速减少，或沿库移至上游或支流。

5.8 泾渭湿地保护区影响预测与评价

5.8.1 泾渭湿地省级自然保护区的基本情况

东庄水库坝址距泾河入渭河口约 87km，西安泾渭湿地省级自然保护区位于坝址以下约 84km 处，工程施工和占压均不涉及自然保护区。泾渭湿地自然保护区是以渭河及渭河右岸滩地为主体的河流湿地自然保护区，泾河流域在自然保护区面积相对较小。工程对自然保护区的影响主要是工程供水及水库调节对泾河下游水文情势影响以及东庄水库减淤对下游河道冲刷影响。

（1）地表水源分析

泾渭湿地保护区的水源主要有渭河、泾河、灞河三条水系和漕运明渠、幸福渠两条城市排污渠系，渭河是保护区骨干河流，灞河在泾河汇入口上游 4km 汇入渭河，灞河汇入后渭河实测多年平均径流量 52.29 亿 m^3，占湿地保护区来水量的 80.4%；泾河在渭河北岸高陵县榆楚乡上马度渡村注入渭河，实测多年平均径流量 12.73 亿 m^3，泾河水量约占保护区来水量的 19.6%（表 5.8-1）。湿地自然保护区主要水源来自渭河，同时湿地水面主要分布在渭河及两岸。

表 5.8-1 湿地自然保护区水源表

河流	渭河	泾河	灞河	合计
水量（亿 m^3）	46.22	12.73	6.07	65.02
百分比	71.1%	19.6%	9.3%	100%



图 5.8-1 湿地保护区来水比例

（2）湿地类型与群落结构

从西安泾渭湿地自然保护区总体布局来看，保护区中泾河部分面积比例较小（9.1%），其中，泾河区域核心区占保护区核心区的 5.8%，泾河区域缓冲区占保护区缓冲区的 15.8%，泾河区域实验区占保护区实验区的 7.5%。可以看出，泾渭湿地自然保护区的主体是渭河及其两岸，泾河部分比例很小（表 5.8-2）。

表 5.8-2 泾渭湿地保护区泾河区域所占比例

保护分区	整体（km^2）	泾河部分（$k m^2$）	泾河部分所占比例
核心区	9.38	0.54	5.8%
缓冲区	7.91	1.25	15.8%
试验区	13.02	0.98	7.5%
合计	30.30	2.77	9.1%

泾渭湿地自然保护区分布的生态系统类型有河流、鱼塘和河漫滩组成的湿地生态系统、农田生态系统以及由人工种植的杨树为主的林地生态系统（图 5.8-2）。湿地生态系统类型、面积见表 5.8-3。

表 5.8-3　湿地自然保护区生态系统类型、面积

类型		面积（km^2）	比例（%）
湿地	河流湿地	5.52	18.22%
	坑塘湿地	2.28	7.52%
	滩地湿地	15.50	51.16%
非湿地	林地	1.19	3.93%
	耕地	5.13	16.93%
	建设用地	0.61	2.01%
	其它	0.07	0.23%

保护区内林地植被主要分布在泾河两岸的一级阶地上，以人工种植的杨树为主，河岸及水边零星分布有柳树等，堤防临河侧分布有部分护堤林。灌丛植被在保护区内呈点状分布，面积很小，主要种类为酸枣、荆条、白刺花、杠柳等。

草丛是由多年生草本植物为主体的植被类型，常见群落类型有蒿类群落、一年蓬群落、 狗尾草群落、狗尾草+大狗尾草群落、草木樨群落、葎草群落、野大豆群落、苍耳群落、尾穗苋群落、鹅观草群落等，主要分布于河流岸坡、堤坝护坡、路边、沙洲顶部等旱地，自然保护区中草丛以蒿类群落分布最广。

沼泽植被、湿生植被主要包括拂子茅群落、芦苇群落、莲群落、狗牙根群落、酸模叶蓼群落、马唐群落、荻群落、莲群落，其中以拂子茅群落、芦苇群落为主，分布范围最广，作为湿地代表性植被。

泾渭湿地自然保护区代表性群落结果及优势种情况详见表 5.8-4，湿地类型分布见图 5.8-2。

表 5.8-4　主要群落类型与优势种

类型	总面积（km^2）	占该区总面积比例（%）	优势种
芦苇低湿地草甸	2.85	8.93%	芦苇、狗尾草
拂子茅低湿地草甸	7.23	22.62%	拂子茅、芦苇
狗尾草草甸	0.51	1.58%	狗尾草
狗牙根草甸	0.78	2.43%	狗牙根
黄花蒿草甸	4.19	13.12%	黄花蒿
人工杨树林	1.19	3.74%	杨树

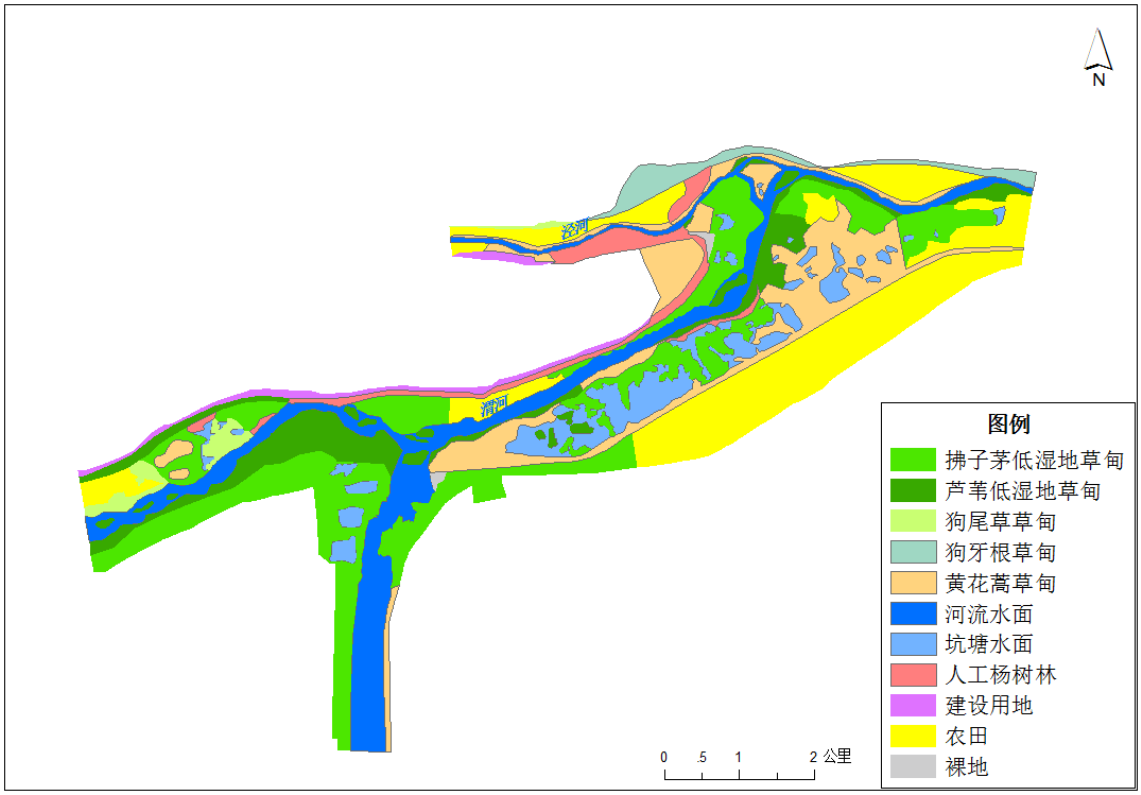


图 5.8-2 保护区湿地类型分布图

5.8.2 对自然保护区水文情势的影响

（1）对进入自然保护区水量的影响

东庄水库建设前，泾惠渠首枢纽工程已经在为泾惠渠灌区进行供水，根据泾惠渠灌区引水情况统计，灌区多年平均引泾水量 3.85 亿 m^3。根据东庄水库径流调节计算成果，从泾惠渠灌区引水现状和东庄水库正常运用期供水情况进行分析，正常运用期水库供水 4.41 亿 m^3（工业供水量 1.62 亿 m^3，农业灌溉供水 2.79 亿 m^3），较现状增加 5600 万 m^3，即正常运用期因水库供水将导致泾河进入泾渭湿地省级自然保护区的水量减少 5600 万 m^3，占泾河实测径流量 4.4%，占自然保护区水量的 0.9%，工程运行可能对自然保护区泾河区域带来一定影响，但对整个自然保护区水量影响很小。

（2）工程运行后自然保护区径流变化

工程有较大拦沙库容，拦沙期和正常运行期的水库库容变化很大，在拦沙期和运行期对径流影响程度有所不同，因此，分别分析拦沙期和正常用运行期的工程径流变化影响。

①拦沙期径流影响

自然保护区泾河水量为泾惠渠渠首枢纽下泄+筛珠洞泉域以及宝鸡峡罐区、泾惠渠灌区南干渠退水量，根据东庄水库运行后的调节计算成果，统计丰水年、平水年、丰水年、特枯水年等保护区泾河、渭河流量变化情况。

①丰水年

丰水年自然保护区河段泾河、渭河有无东庄水库月均流量变化情况详见表 5.8-5 和图 5.8-3。

表 5.8-5　丰水年工程前后自然保护区泾河流量变化情况（单位：m³/s）

月份	泾河流量			
	无东庄	有东庄	变化	变化比例
1984 年 7 月	85.70	128.93	43.23	50%
1984 年 8 月	126.82	127.02	0.20	0%
1984 年 9 月	92.26	9.85	-82.41	-89%
1984 年 10 月	54.43	8.04	-46.39	-85%
1984 年 11 月	37.31	8.32	-28.99	-78%
1984 年 12 月	12.10	7.68	-4.42	-37%
1985 年 1 月	9.52	7.49	-2.03	-21%
1985 年 2 月	13.97	7.62	-6.35	-45%
1985 年 3 月	9.85	7.97	-1.88	-19%
1985 年 4 月	9.77	11.80	2.03	21%
1985 年 5 月	44.57	13.41	-31.16	-70%
1985 年 6 月	9.31	15.82	6.51	70%
平均	42.13	29.50	-12.64	-30%

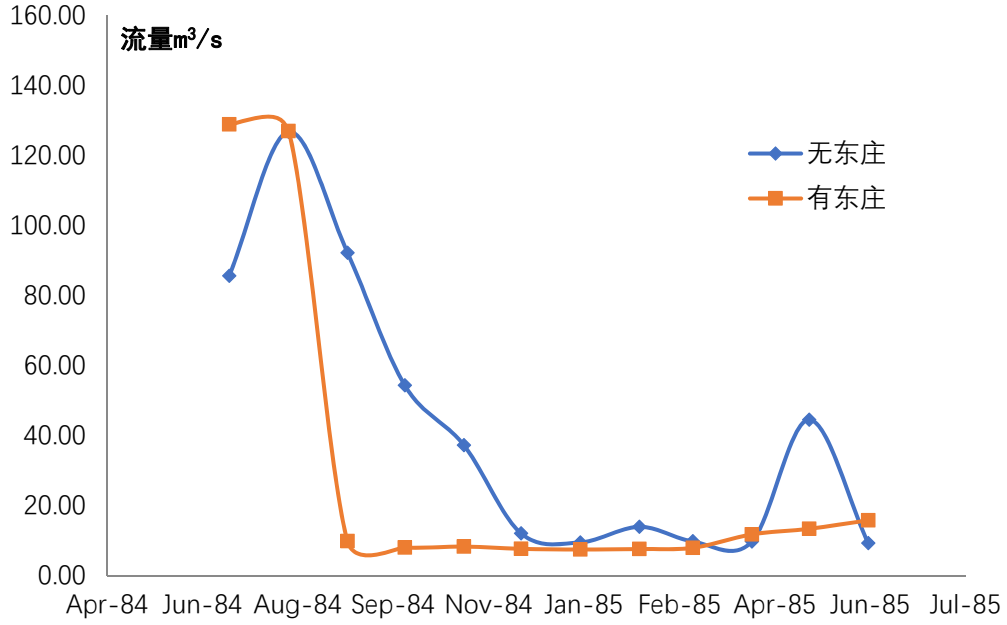


图 5.8-3 丰水年自然保护区泾河流量对比

从以上分析可知，东庄水库修建以后，拦沙期丰水年流量除 7 月、4 月、6 月份较建库前增大外，其中 7 月增加幅度较大，其他月份都比建库前小。年内变化规律整体上基本一致，9 月到翌年 6 月维持在 7～15m³/s。从年内平均状况看，建库以后，流量约减小 30%。

②平水年

东庄水库建设以后，拦沙期，7 月、8 月、12 月、1 月、2 月及 6 月增加外，其他月均减小，汛期 6 月、7 月、8 月变化最大。从年内平均情况看，建库以后，流量略微减小，幅度约 4%。建库以后，除汛期 6 月、7 月、8 月份外，其他月份流量过程趋于坦化。

表 5.8-6　平水年工程前后自然保护区泾河流量变化情况（单位：m³/s）

月份	泾河流量			
	无东庄	有东庄	变化	变化比例
1967 年 7 月	48.22	106.31	58.09	120%
1967 年 8 月	56.14	151.26	95.12	169%
1967 年 9 月	78.72	9.85	-68.87	-87%
1967 年 10 月	47.63	8.04	-39.59	-83%
1967 年 11 月	31.49	8.32	-23.17	-74%
1967 年 12 月	2.35	7.68	5.33	227%
1968 年 1 月	5.93	7.49	1.56	26%
1968 年 2 月	6.82	7.62	0.80	12%
1968 年 3 月	34.24	7.97	-26.27	-77%
1968 年 4 月	31.33	11.80	-19.53	-62%
1968 年 5 月	22.76	13.41	-9.35	-41%
1968 年 6 月	4.31	15.73	11.42	265%
平均	30.83	29.62	-1.20	-4%

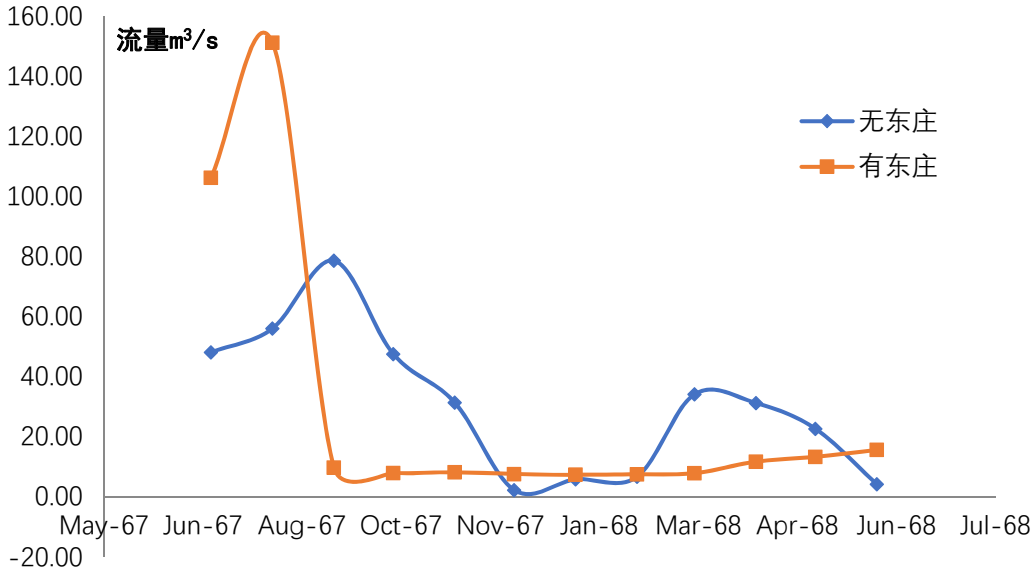


图 5.8-4 平水年自然保护区泾河流量对比

③枯水年

枯水年，7 月～11 月流量减小，其他月份均是增加，其中 4 月增加幅度最大（345%）。从整体来看，年内平均流量略微减小，约 6%，建库前后年内变化规

律基本一致，丰枯变化趋势也未发生变化。

表 5.8-7 枯水年工程前后自然保护区泾河流量变化情况（单位：m³/s）

月份	泾河流量			
	无东庄	有东庄	变化	变化比例
1979 年 7 月	82.68	74.23	-8.45	-10%
1979 年 8 月	39.70	18.40	-21.30	-54%
1979 年 9 月	21.68	9.85	-11.83	-55%
1979 年 10 月	11.73	8.04	-3.69	-31%
1979 年 11 月	12.21	8.32	-3.89	-32%
1979 年 12 月	6.78	7.68	0.90	13%
1980 年 1 月	3.60	7.49	3.89	108%
1980 年 2 月	4.50	7.62	3.12	69%
1980 年 3 月	2.64	7.97	5.33	202%
1980 年 4 月	2.65	11.80	9.15	345%
1980 年 5 月	9.44	13.41	3.97	42%
1980 年 6 月	4.65	15.73	11.08	238%
平均	16.85	15.88	-0.98	-6%

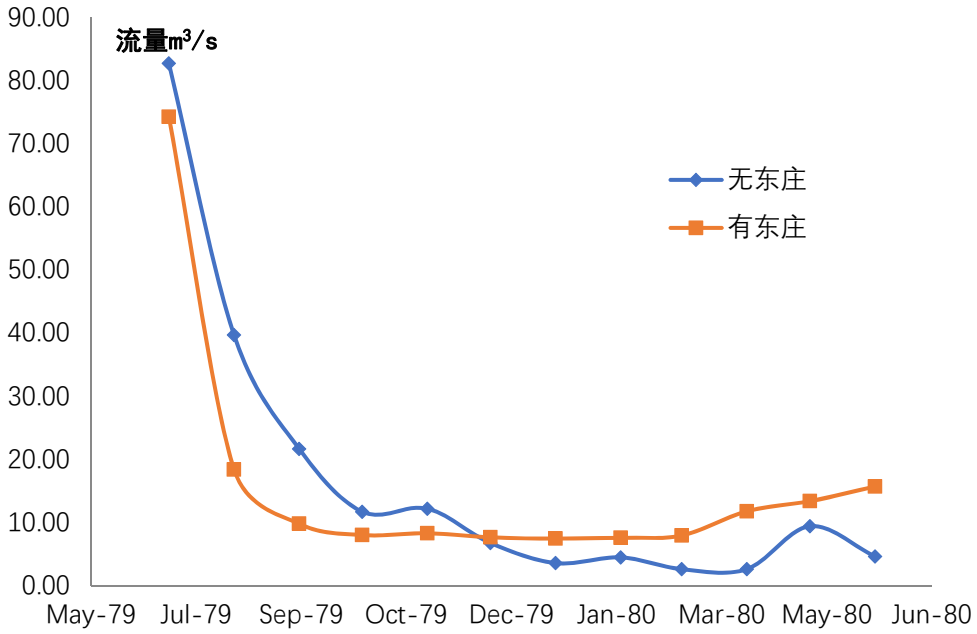


图 5.8-5 枯水年自然保护区泾河流量对比

④特枯年

特枯年份与枯水年份年内变化规律基本相似，建库前后也基本一致。12 月、1 月、2 月、6 月、7 月和 8 月增加外，其他月份减小，主要由于东庄水库调蓄作用，枯水期流量呈现增大趋势。从年内平均来看，建库以后增大约 58%，但是年

内丰枯变化规律未发生变化。

表 5.8-8 特枯水年工程前后自然保护区泾河流量变化情况（单位：m³/s）

月份	泾河流量			
	无东庄	有东庄	变化	变化比例
1986 年 7 月	50.46	115.08	64.62	128%
1986 年 8 月	6.39	18.40	12.01	188%
1986 年 9 月	10.43	9.85	-0.58	-6%
1986 年 10 月	5.83	8.04	2.21	38%
1986 年 11 月	11.63	8.32	-3.31	-28%
1986 年 12 月	2.35	7.68	5.33	227%
1987 年 1 月	2.62	7.49	4.87	186%
1987 年 2 月	5.77	7.62	1.85	32%
1987 年 3 月	10.34	7.97	-2.37	-23%
1987 年 4 月	13.84	11.80	-2.04	-15%
1987 年 5 月	16.16	13.41	-2.75	-17%
1987 年 6 月	10.74	15.82	5.08	47%
平均	12.21	19.29	7.08	58%

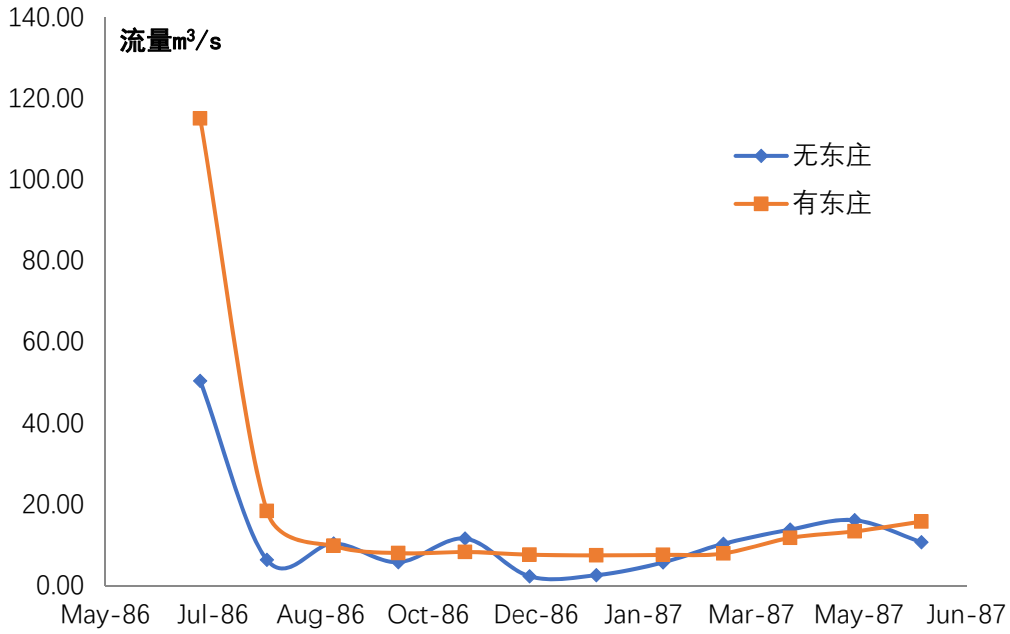


图 5.8-6 特枯水年自然保护区泾河流量对比

②正常运行期

①丰水年

丰水年，建库后，6、7 月流量增大，其中 6 月增加幅度最大，约 416%；其

他月减小，9 月和 10 月减小幅度最大（89%）。年内平均减小 23%左右，丰枯变化规律未发生变化。

表 5.8-9 丰水年工程前后自然保护区泾河流量变化情况（单位：m³/s）

月份	泾河流量			
	无东庄	有东庄	变化	变化比例
1984 年 7 月	85.70	123.45	37.75	44%
1984 年 8 月	126.82	126.10	-0.73	-1%
1984 年 9 月	92.26	9.85	-82.41	-89%
1984 年 10 月	54.43	8.04	-46.39	-85%
1984 年 11 月	37.31	19.64	-17.67	-47%
1984 年 12 月	12.10	7.68	-4.42	-37%
1985 年 1 月	9.52	7.49	-2.03	-21%
1985 年 2 月	13.97	7.62	-6.35	-45%
1985 年 3 月	9.85	7.97	-1.88	-19%
1985 年 4 月	9.77	11.80	2.03	21%
1985 年 5 月	44.57	13.41	-31.16	-70%
1985 年 6 月	9.31	48.02	38.71	416%
平均	42.13	32.59	-9.55	-23%

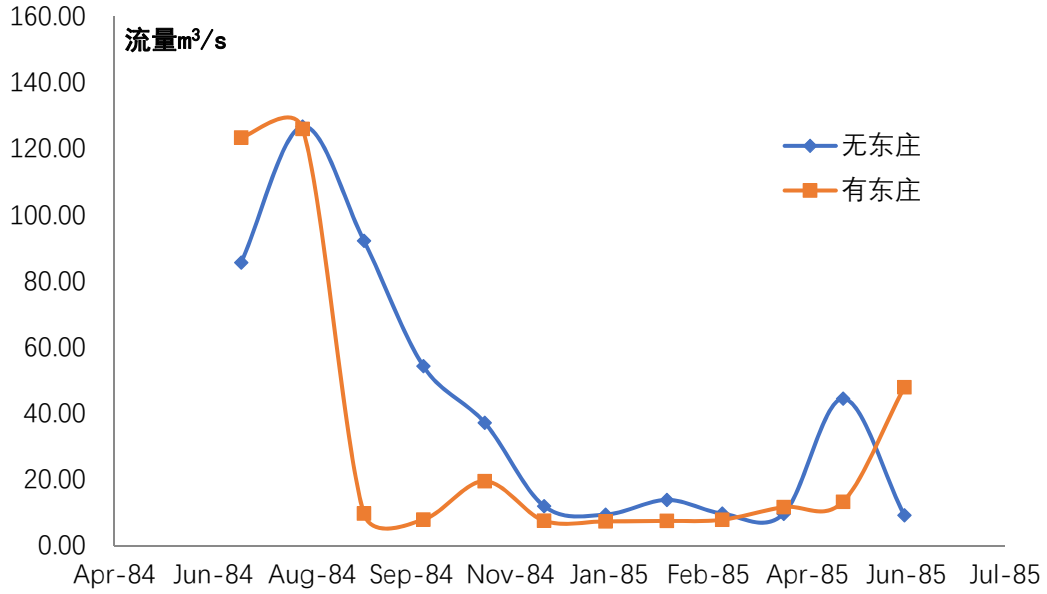


图 5.8-7 丰水年自然保护区泾河流量对比

②平水年

东庄水库建设以后，6 月、7 月、12 月、1 月、2 月及 8 月增加外，其他月份均是减小的，6 月和 12 月变化最大。从年内平均情况看，建库以后，流量减

小，减小幅度约 33%。建库以后，除汛期 7 月、8 月外，其他月份流量过程趋于坦化。

表 5.8-10 平水年工程前后自然保护区泾河流量变化情况（单位：m³/s）

月份	泾河流量			
	无东庄	有东庄	变化	变化比例
1967 年 7 月	48.22	89.61	41.39	86%
1967 年 8 月	56.14	58.51	2.37	4%
1967 年 9 月	78.72	9.85	-68.87	-87%
1967 年 10 月	47.63	8.04	-39.59	-83%
1967 年 11 月	31.49	8.32	-23.17	-74%
1967 年 12 月	2.35	7.68	5.33	227%
1968 年 1 月	5.93	7.49	1.56	26%
1968 年 2 月	6.82	7.62	0.80	12%
1968 年 3 月	34.24	7.97	-26.27	-77%
1968 年 4 月	31.33	11.80	-19.53	-62%
1968 年 5 月	22.76	15.73	-7.03	-31%
1968 年 6 月	4.31	15.73	11.42	265%
平均	30.83	20.70	-10.13	-33%

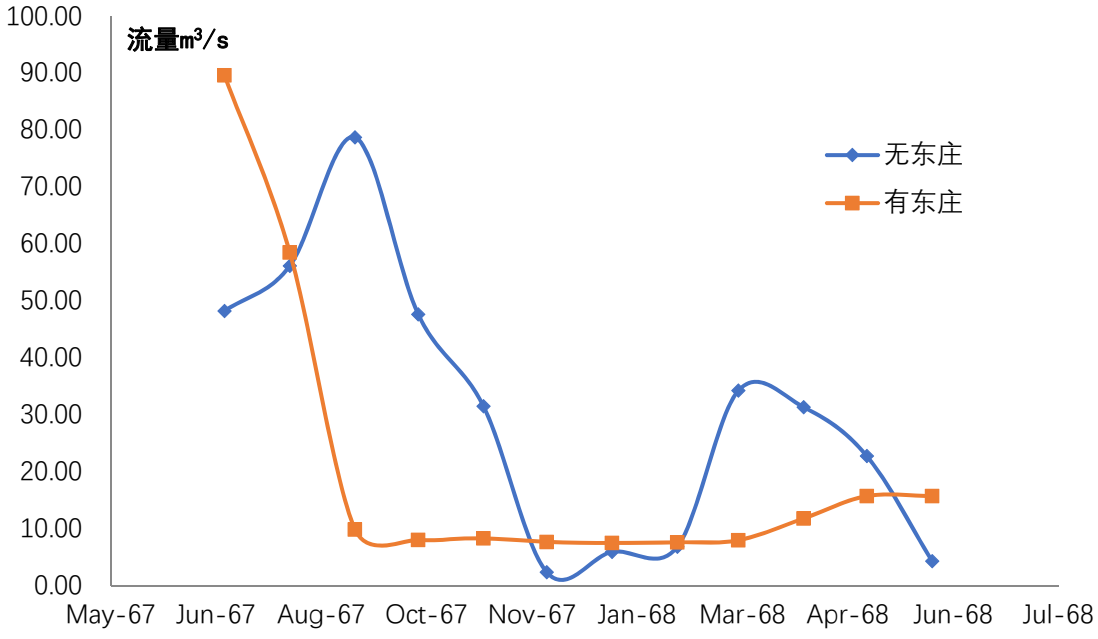


图 5.8-8 平水年自然保护区泾河流量对比

③枯水年

枯水年，7 月～11 月份是减小的，其他月份均是增加，其中 4 月增加幅度最大（345%）。从整体来看，年内平价流量略微减小，约 6%，建库前后年内变化

规律基本一致，丰枯变化趋势也未发生变化。

表 5.8-11 平水年工程前后自然保护区泾河流量变化情况（单位：m³/s）

月份	泾河流量			
	无东庄	有东庄	变化	变化比例
1979 年 7 月	82.68	72.83	-9.84	-12%
1979 年 8 月	39.70	18.40	-21.30	-54%
1979 年 9 月	21.68	9.85	-11.83	-55%
1979 年 10 月	11.73	8.04	-3.69	-31%
1979 年 11 月	12.21	8.32	-3.89	-32%
1979 年 12 月	6.78	7.68	0.90	13%
1980 年 1 月	3.60	7.49	3.89	108%
1980 年 2 月	4.50	7.62	3.12	69%
1980 年 3 月	2.64	7.97	5.33	202%
1980 年 4 月	2.65	11.80	9.15	345%
1980 年 5 月	9.44	13.41	3.97	42%
1980 年 6 月	4.65	15.73	11.08	238%
平均	16.85	15.76	-1.09	-6%

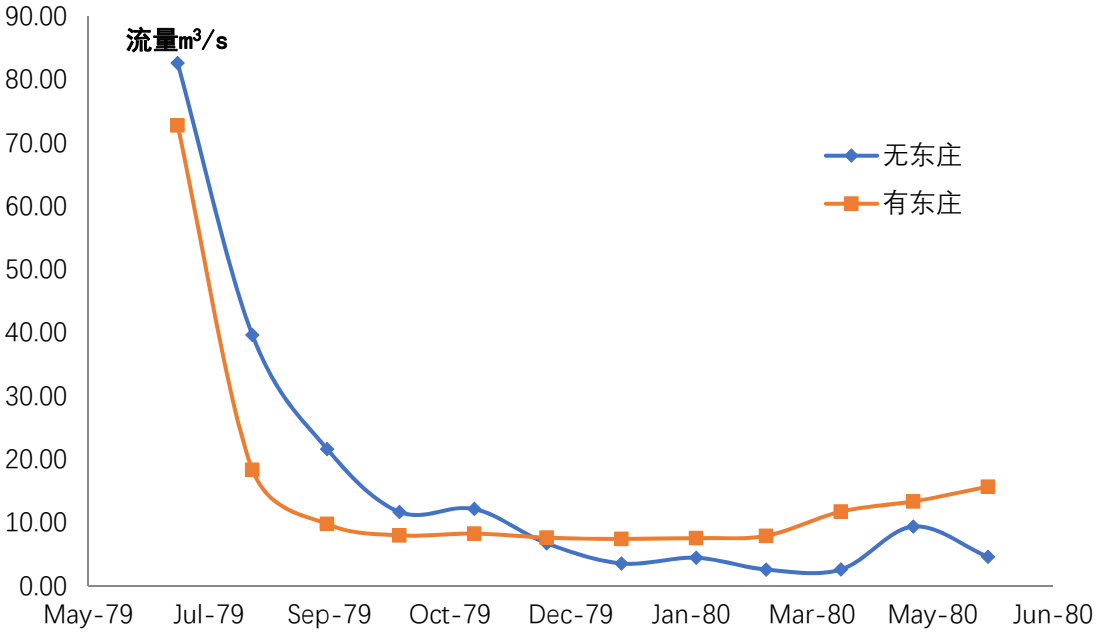


图 5.8-9 枯水年自然保护区泾河流量对比

④特枯年

特枯年份与枯水年份年内变化规律基本相似，建库前后也基本一致。9 月、11 月、3 月、4 月和 5 月减小外，其他月增大。主要是东庄水库调蓄作用，特枯年份枯水期，流量会呈现增大趋势。从年内平均来看，建库以后增大约 45%。年

内丰枯变化规律未发生变化。

表 5.8-12 平水年工程前后自然保护区泾河流量变化情况（单位：m³/s）

月份	泾河流量			
	无东庄	有东庄	变化	变化比例
1986 年 7 月	50.46	95.48	45.02	89%
1986 年 8 月	6.39	18.40	12.01	188%
1986 年 9 月	10.43	9.85	-0.58	-6%
1986 年 10 月	5.83	8.04	2.21	38%
1986 年 11 月	11.63	8.32	-3.31	-28%
1986 年 12 月	2.35	7.68	5.33	227%
1987 年 1 月	2.62	7.49	4.87	186%
1987 年 2 月	5.77	7.62	1.85	32%
1987 年 3 月	10.34	7.97	-2.37	-23%
1987 年 4 月	13.84	11.80	-2.04	-15%
1987 年 5 月	16.16	13.41	-2.75	-17%
1987 年 6 月	10.74	15.82	5.08	47%
平均	12.21	17.66	5.44	45%

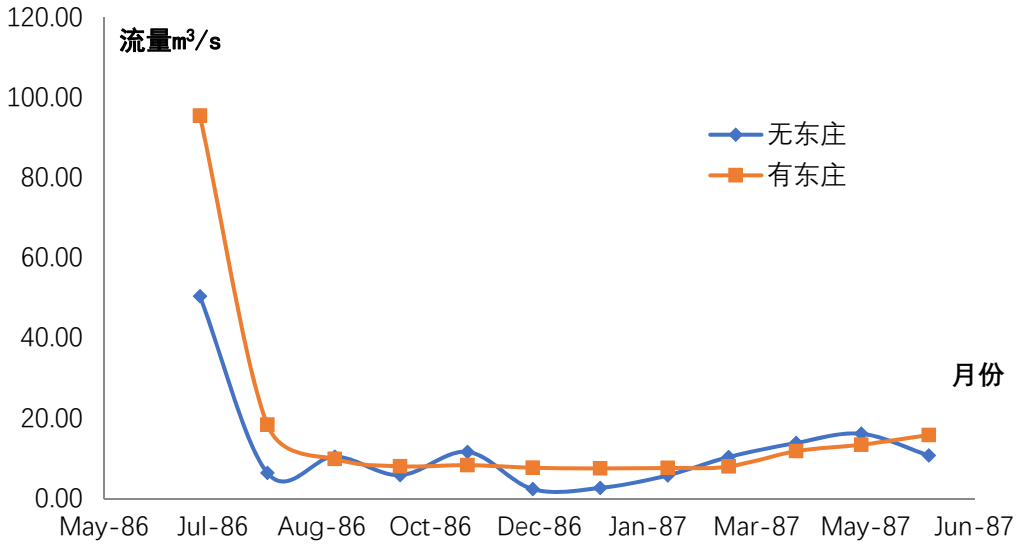


图 5.8-10 特枯水年自然保护区泾河流量对比

（3）工程前后水位变化情况分析

为研究水库对自然保护区段泾河及渭河水位影响，利用 MIKE 11 建立自然保护区段河网模型，泾河设置 8 个断面，渭河上设置 14 个断面。泾河选取 2 个断面分析水位变化情况，渭河选取 2 个断面分析水位变化情况。

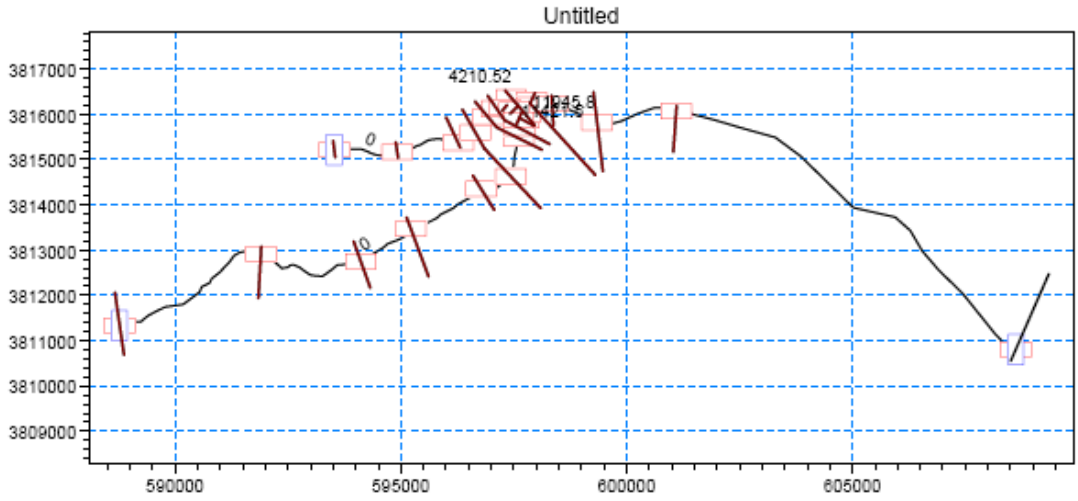


图 5.8-11 泾渭湿地保护区渭河、泾河模型典型断面位置示意图

1）拦沙期工程对水位的影响

拦沙期，东庄水库以下水体含沙量将显著减小，冲刷河床、河道下切，是水位主要影响因素。拦沙初期考虑河床达到最大冲刷深度状态下预测水位变化情况。

①丰水年对自然保护区泾、渭河水位的影响

泾河、渭河的 2 个断面水位情况见表 5.8-13、表 5.8-14、图 5.8-12、图 5.8-13。

表 5.8-13 丰水年自然保护区泾河水位对比表(拦沙期) （单位：m）

月份	JH9			JH7		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1984 年 7 月	357.93	357.74	-0.20	357.87	357.66	-0.21
1984 年 8 月	357.01	356.52	-0.50	356.73	356.32	-0.41
1984 年 9 月	358.08	357.46	-0.62	358.02	357.46	-0.56
1984 年 10 月	356.87	356.21	-0.66	356.77	356.20	-0.56
1984 年 11 月	355.81	355.02	-0.78	355.57	355.00	-0.58
1984 年 12 月	355.09	354.67	-0.42	355.00	354.62	-0.38
1985 年 1 月	354.88	354.51	-0.37	354.80	354.45	-0.35
1985 年 2 月	354.83	354.32	-0.51	354.61	354.21	-0.40
1985 年 3 月	354.54	354.19	-0.35	354.32	354.01	-0.31
1985 年 4 月	354.61	354.47	-0.15	354.50	354.25	-0.25
1985 年 5 月	356.17	355.56	-0.62	356.02	355.50	-0.51
1985 年 6 月	355.16	355.08	-0.08	355.12	354.93	-0.19
平均	355.92	355.48	-0.44	355.78	355.38	-0.39

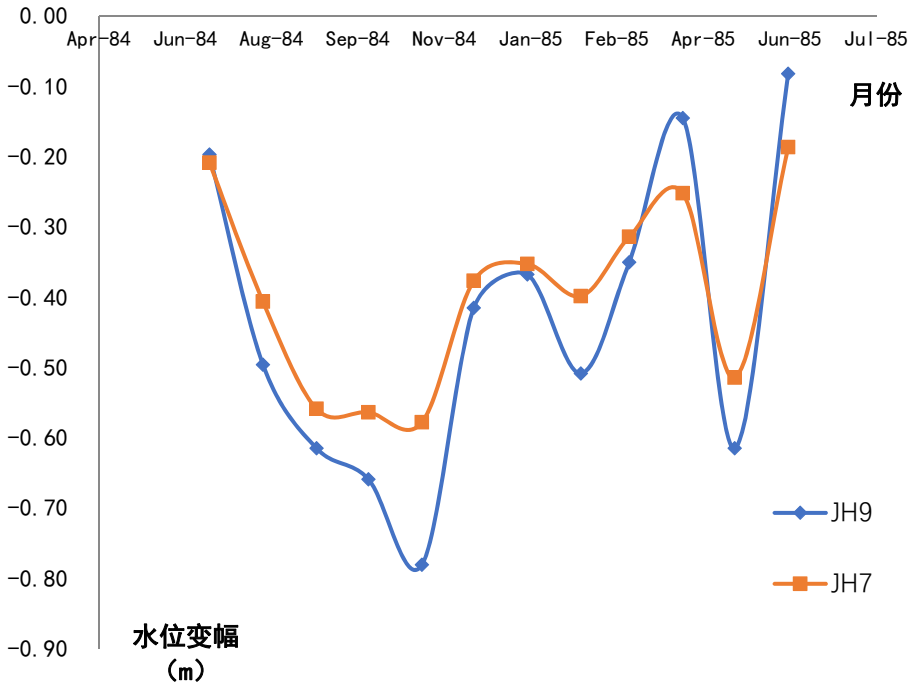


图 5.8-12 丰水年泾河不同代表断面水位变化（拦沙期）

拦沙期泾河 JH9、JH7 两个代表断面平均水位分别下降 0.44m 和 0.39m，由于渭河水位顶托，泾河由上游向入河口方向水位下降幅度逐步减小的趋势，丰水年各月水位均有下降，下降最多的月份为 11 月，两个断面分别下降 0.78m 和 0.58m。水位下降主要是河道冲刷引起的。

表 5.8-14 丰水年自然保护区渭河水位对比表(拦沙期)　　（单位：m）

月份	WH5			WH2		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1984 年 7 月	357.87	357.69	-0.19	357.60	357.35	-0.25
1984 年 8 月	356.67	356.34	-0.33	356.35	355.91	-0.44
1984 年 9 月	358.03	357.54	-0.49	357.75	357.18	-0.57
1984 年 10 月	356.79	356.31	-0.48	356.47	355.89	-0.58
1984 年 11 月	355.61	355.17	-0.44	355.23	354.62	-0.61
1984 年 12 月	355.13	354.82	-0.31	354.67	354.21	-0.46
1985 年 1 月	354.95	354.65	-0.29	354.46	354.01	-0.44
1985 年 2 月	354.73	354.44	-0.30	354.20	353.71	-0.49
1985 年 3 月	354.49	354.24	-0.25	353.86	353.42	-0.44
1985 年 4 月	354.69	354.45	-0.25	354.09	353.70	-0.38
1985 年 5 月	356.05	355.63	-0.42	355.69	355.14	-0.55
1985 年 6 月	355.26	355.07	-0.19	354.79	354.50	-0.28
平均	355.86	355.53	-0.33	355.43	354.97	-0.46

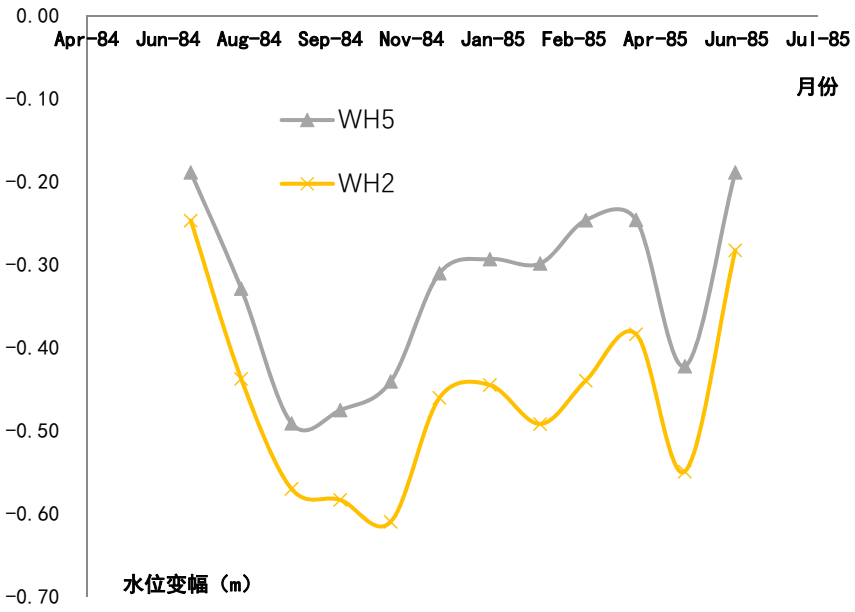


图 5.8-13 丰水年渭河不同代表断面水位变化（拦沙期）

拦沙期渭河 WH5、WH2 两个代表断面平均水位分别下降 0.33m 和 0.36m，渭河由上游向入河口方向水位下降幅度逐步增加的趋势，丰水年各月水位均有下降，下降最多的月份为 11 月，两个断面分别下降 0.44m 和 0.61m。

②平水年拦沙期对保护区泾、渭河水位的影响

工程建设前后自然保护区泾河代表断面水位情况如表 5.8-15、表 5.8-16 及图 5.8-14、图 5.8-15 所示。

表 5.8-15 平水年自然保护区泾河水位对比表(拦沙期)　　（单位：m）

月份	JH9			JH7		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1967 年 7 月	357.01	356.90	-0.11	356.96	356.80	-0.16
1967 年 8 月	355.59	355.51	-0.08	355.29	355.17	-0.11
1967 年 9 月	357.30	356.58	-0.73	357.18	356.56	-0.62
1967 年 10 月	356.83	356.23	-0.60	356.75	356.22	-0.53
1967 年 11 月	355.84	355.20	-0.64	355.69	355.18	-0.51
1967 年 12 月	354.78	354.56	-0.22	354.78	354.50	-0.28
1968 年 1 月	354.45	354.22	-0.22	354.36	354.09	-0.27
1968 年 2 月	354.46	354.22	-0.24	354.35	354.07	-0.28
1968 年 3 月	355.49	354.50	-0.98	355.06	354.42	-0.64
1968 年 4 月	355.92	355.44	-0.48	355.83	355.40	-0.43
1968 年 5 月	356.10	355.66	-0.43	356.01	355.61	-0.39
1968 年 6 月	354.03	354.45	0.41	353.87	353.90	0.03
平均	355.65	355.29	-0.36	355.51	355.16	-0.35

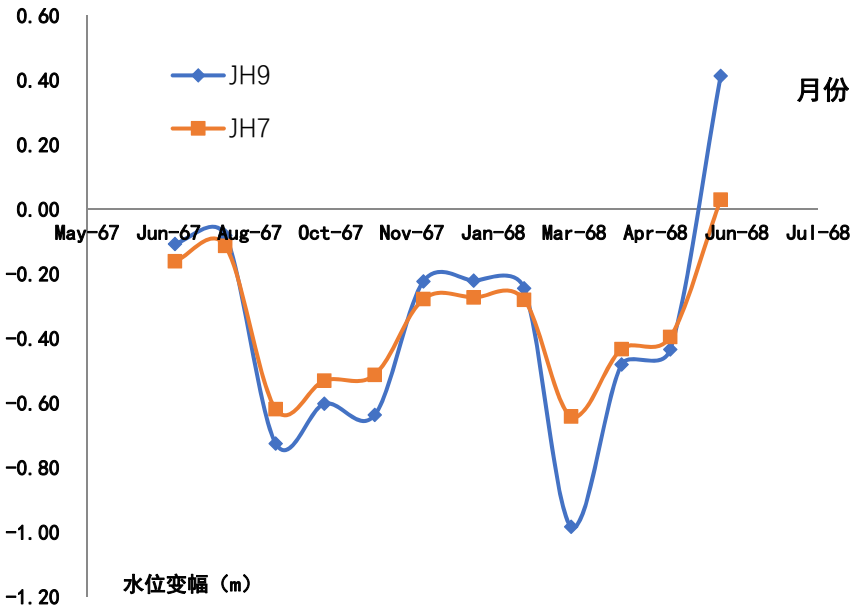


图 5.8-14 平水年泾河不同代表断面水位变化（拦沙期）

拦沙期泾河 JH9、JH7 两个代表断面平均水位分别下降 0.36m 和 0.35m，由于渭河水位顶托，泾河由上游向入河口方向水位下降幅度逐步减小的趋势，平水年各月水位均有下降，下降最多的月份为 3 月，两个断面分别下降 0.98m 和 0.64m。水位下降主要是河道冲刷引起的。

表 5.8-16 平水年自然保护区渭河水位对比表(拦沙期)　　（单位：m）

月份	WH5			WH2		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1967 年 7 月	357.01	356.86	-0.15	356.69	356.47	-0.22
1967 年 8 月	355.27	355.23	-0.05	354.81	354.65	-0.16
1967 年 9 月	357.18	356.66	-0.52	356.88	356.25	-0.62
1967 年 10 月	356.78	356.33	-0.45	356.47	355.91	-0.55
1967 年 11 月	355.74	355.34	-0.41	355.37	354.81	-0.56
1967 年 12 月	354.95	354.70	-0.25	354.44	354.07	-0.37
1968 年 1 月	354.57	354.33	-0.24	353.95	353.56	-0.40
1968 年 2 月	354.55	354.31	-0.24	353.94	353.54	-0.40
1968 年 3 月	355.06	354.63	-0.43	354.63	353.96	-0.67
1968 年 4 月	355.91	355.54	-0.37	355.52	355.03	-0.49
1968 年 5 月	356.08	355.74	-0.34	355.71	355.26	-0.45
1968 年 6 月	354.05	353.88	-0.18	353.23	352.98	-0.26
平均	355.60	355.30	-0.30	355.14	354.71	-0.43

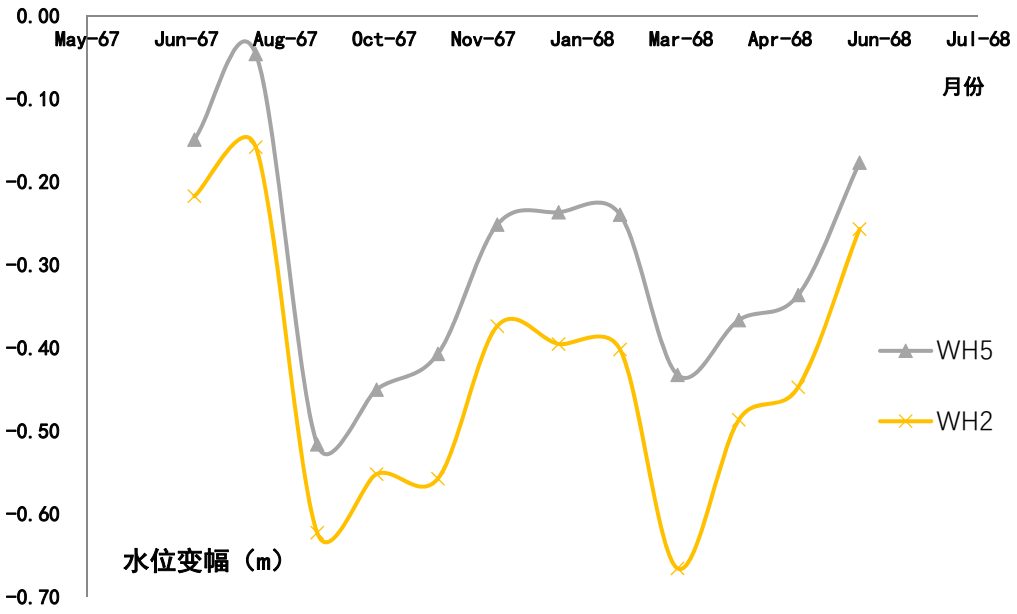


图 5.8-15 平水年渭河不同代表断面水位变化（拦沙期）

拦沙期渭河 WH5、WH2 两个代表断面平均水位分别下降 0.3m 和 0.43m，渭河由上游向入河口方向水位下降幅度逐步增加的趋势，平水年各月水位均有下降，下降最多的月份为 11 月，两个断面分别下降 0.43m 和 0.67m。

③枯水年

工程建设前后自然保护区泾河代表断面水位情况如表 5.8-17、表 5.8-18 及图 5.8-16、图 5.8-17。

表 5.8-17 枯水年自然保护区泾河水位对比表(拦沙期)　　（单位：m）

月份	JH9			JH7		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1979 年 7 月	356.83	356.31	-0.52	356.59	356.10	-0.50
1979 年 8 月	355.79	355.42	-0.36	355.66	355.28	-0.38
1979 年 9 月	356.71	356.33	-0.38	356.68	356.32	-0.36
1979 年 10 月	355.74	355.44	-0.29	355.71	355.43	-0.29
1979 年 11 月	354.96	354.59	-0.37	354.83	354.51	-0.32
1979 年 12 月	354.42	354.19	-0.23	354.30	354.05	-0.25
1980 年 1 月	354.30	354.19	-0.11	354.26	354.06	-0.20
1980 年 2 月	354.39	354.25	-0.14	354.34	354.12	-0.21
1980 年 3 月	354.22	354.19	-0.03	354.19	354.02	-0.17
1980 年 4 月	354.84	354.80	-0.04	354.82	354.70	-0.13
1980 年 5 月	355.30	355.05	-0.24	355.20	354.93	-0.26
1980 年 6 月	355.94	355.76	-0.18	355.93	355.71	-0.22
平均	355.29	355.04	-0.24	355.21	354.94	-0.27

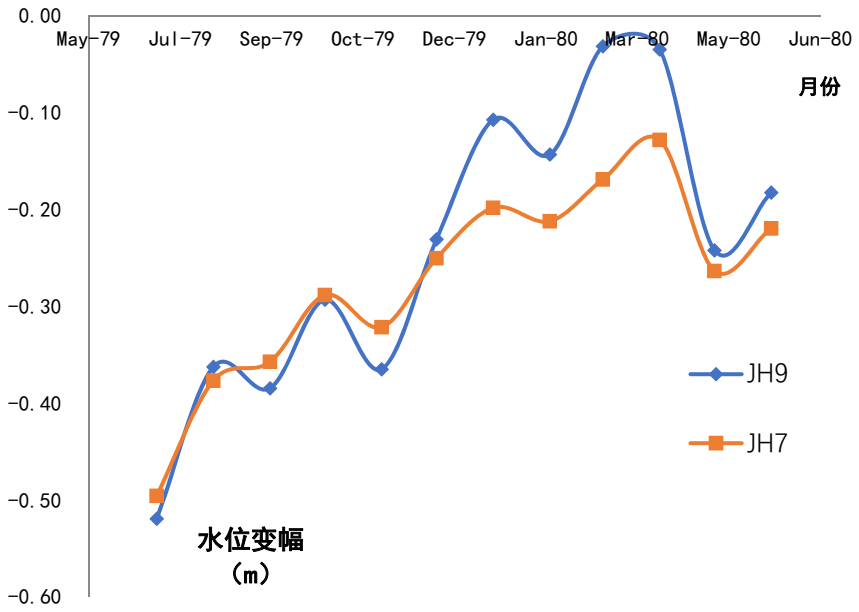


图 5.8-16 枯水年泾河不同代表断面水位变化（拦沙期）

拦沙期枯水年泾河 JH9、JH7 两个代表断面平均水位分别下降 0.24m 和 0.27m，由于渭河水位顶托，泾河由上游向入河口方向水位变化幅度逐步减小的趋势，枯水年多数月份水位下降，下降最多的月份为 7 月，两个断面分别下降 0.52m 和 0.50m。水位下降主要是河道冲刷引起的。

表 5.8-18 枯水年自然保护区渭河水位对比表(拦沙期)　　（单位：m）

月份	WH5			WH2		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1979 年 7 月	356.53	356.09	-0.44	356.18	355.62	-0.56
1979 年 8 月	355.72	355.40	-0.32	355.30	354.79	-0.51
1979 年 9 月	356.74	356.45	-0.29	356.41	355.94	-0.47
1979 年 10 月	355.81	355.57	-0.24	355.43	355.00	-0.42
1979 年 11 月	354.96	354.71	-0.26	354.48	354.00	-0.47
1979 年 12 月	354.50	354.28	-0.22	353.87	353.43	-0.44
1980 年 1 月	354.49	354.29	-0.19	353.83	353.45	-0.39
1980 年 2 月	354.55	354.35	-0.20	353.92	353.52	-0.40
1980 年 3 月	354.44	354.26	-0.18	353.75	353.41	-0.35
1980 年 4 月	355.00	354.87	-0.14	354.48	354.23	-0.25
1980 年 5 月	355.31	355.09	-0.23	354.86	354.50	-0.37
1980 年 6 月	356.04	355.83	-0.21	355.65	355.37	-0.28
平均	355.34	355.10	-0.24	354.85	354.44	-0.41

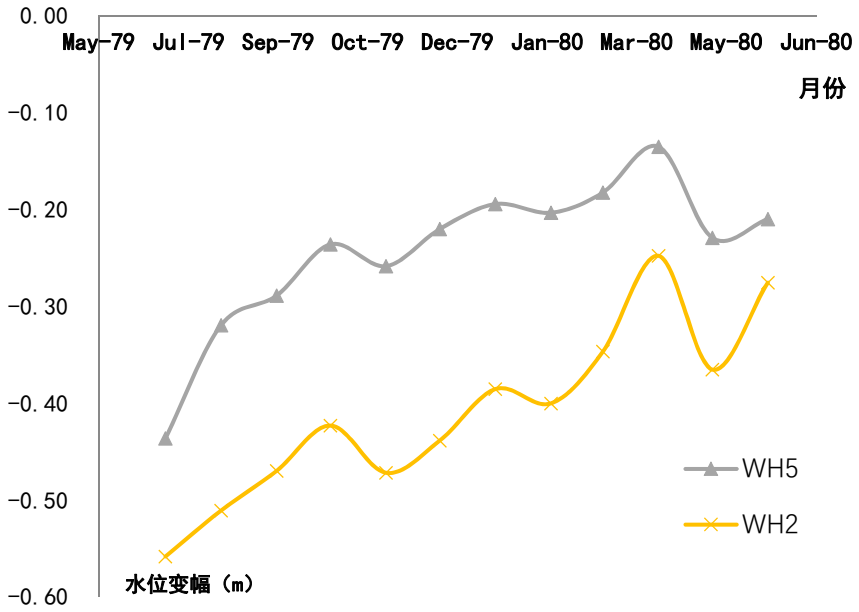


图 5.8-17 枯水年渭河不同代表断面水位变化（拦沙期）

拦沙期渭河 WH5、WH2 两个代表断面平均水位分别下降 024m 和 0.41m，保护区河段渭河由上游向下游水位下降幅度呈逐步增加的趋势，枯水年各月水位均有下降，下降最多的月份为 7 月，两个断面分别下降 0.43m 和 0.67m。

④特枯年

工程建设前后自然保护区泾河代表断面水位情况如表 5.8-19、表 5.8-20 及图图 5.8-18、图 5.8-19。

表 5.8-19 特枯水年自然保护区泾河水位对比表(拦沙期)（单位：m）

月份	JH9			JH7		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1986 年 7 月	356.15	356.47	0.31	356.10	356.18	0.08
1986 年 8 月	354.17	354.56	0.39	353.95	353.98	0.03
1986 年 9 月	354.83	354.59	-0.24	354.64	354.35	-0.29
1986 年 10 月	354.33	354.17	-0.16	354.19	353.96	-0.24
1986 年 11 月	354.56	354.13	-0.42	354.22	353.88	-0.33
1986 年 12 月	353.81	353.99	0.18	353.70	353.61	-0.08
1987 年 1 月	353.84	353.98	0.14	353.71	353.61	-0.10
1987 年 2 月	354.12	353.99	-0.12	353.82	353.62	-0.20
1987 年 3 月	354.45	354.06	-0.39	354.06	353.75	-0.32
1987 年 4 月	355.02	354.66	-0.37	354.76	354.43	-0.33
1987 年 5 月	355.52	355.12	-0.40	355.26	354.91	-0.35
1987 年 6 月	356.63	356.37	-0.26	356.63	356.35	-0.28
平均	354.79	354.67	-0.11	354.59	354.39	-0.20

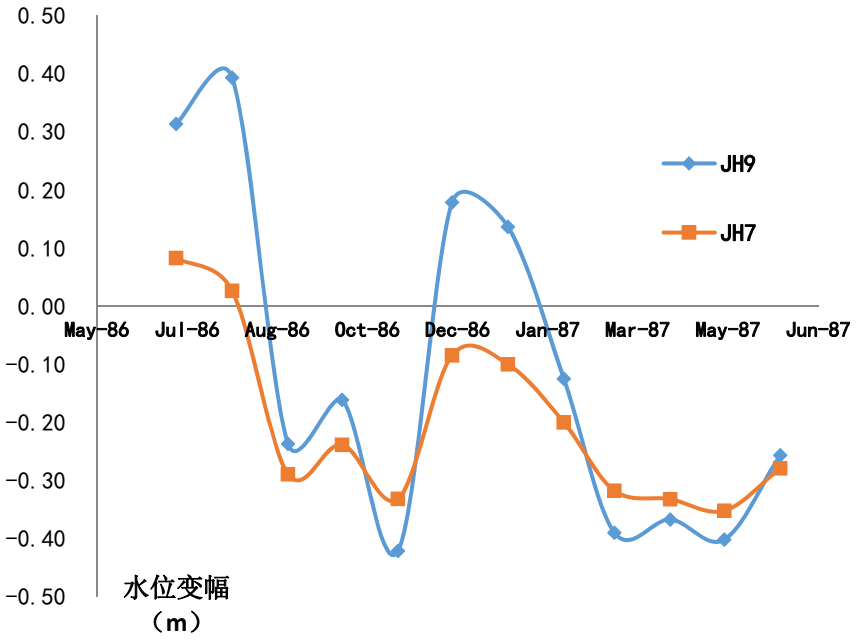


图 5.8-18 特枯水年泾河不同代表断面水位变化（拦沙期）

拦沙期特枯年泾河 JH9、JH7 两个代表断面平均水位分别下降 0.11m 和 0.20m，由于渭河水位顶托，泾河由上游向入河口方向水位变化幅度逐步减小的趋势，枯水年多数月份水位下降，下降最多的月份月，两个断面分别下降 0.42m 和 0.33m。水位下降主要是河道冲刷引起的。

表 5.8-20 特枯水年自然保护区渭河水位对比表(拦沙期) （单位：m）

月份	WH5			WH2		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1986 年 7 月	356.20	356.19	-0.01	355.75	355.69	-0.06
1986 年 8 月	354.14	353.97	-0.17	353.35	353.11	-0.24
1986 年 9 月	354.75	354.50	-0.25	354.13	353.72	-0.41
1986 年 10 月	354.41	354.18	-0.22	353.72	353.33	-0.39
1986 年 11 月	354.35	354.11	-0.24	353.68	353.22	-0.46
1986 年 12 月	353.96	353.76	-0.20	353.07	352.71	-0.36
1987 年 1 月	353.97	353.77	-0.20	353.08	352.72	-0.37
1987 年 2 月	353.98	353.77	-0.21	353.13	352.72	-0.41
1987 年 3 月	354.17	353.94	-0.23	353.42	352.96	-0.46
1987 年 4 月	354.87	354.61	-0.26	354.31	353.87	-0.44
1987 年 5 月	355.33	355.05	-0.28	354.85	354.41	-0.44
1987 年 6 月	356.71	356.45	-0.26	356.36	356.03	-0.33
平均	354.74	354.53	-0.21	354.07	353.71	-0.36

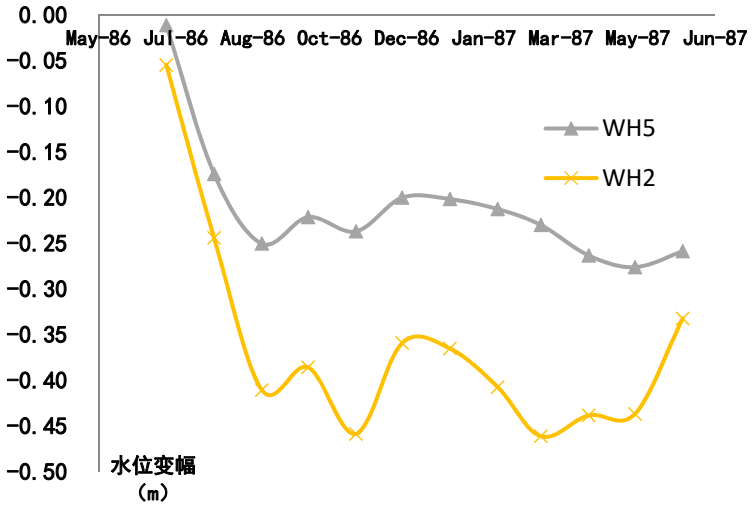


图 5.8-19 特枯水年渭河不同代表断面水位变化（拦沙期）

拦沙期渭河 WH5、WH2 两个代表断面平均水位分别下降 0.21m 和 0.36m，保护区河段渭河由上游向下游水位下降幅度呈逐步增加的趋势，特枯年多数月份水位下降，两个断面最大分别下降 0.28m 和 0.46m。

2）正常运行期工程对水位的影响

在正常运行期，由于水库排沙，河水含沙量增加，下游泾渭河河道逐渐回淤，。本工程正常运行期按照现状的河道形态进行预测。

①丰水年对自然保护区泾、渭河水位的影响

经过模型计算，泾河、渭河各选择了 2 个代表断面水位情况见表 5.8-21、表 5.8-22 和图 5.8-20、图 5.8-21。

表 5.8-21 丰水年自然保护区泾河水位对比表(正常运行期)　　（单位：m）

月份	JH9			JH7		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1984 年 7 月	357.93	358.06	0.13	357.87	357.97	0.11
1984 年 8 月	357.01	356.80	-0.21	356.73	356.63	-0.10
1984 年 9 月	358.08	357.76	-0.32	358.02	357.76	-0.26
1984 年 10 月	356.87	356.53	-0.34	356.77	356.52	-0.25
1984 年 11 月	355.81	355.52	-0.29	355.57	355.42	-0.15
1984 年 12 月	355.09	354.99	-0.09	355.00	354.95	-0.04
1985 年 1 月	354.88	354.83	-0.05	354.80	354.78	-0.02
1985 年 2 月	354.83	354.62	-0.21	354.61	354.52	-0.09
1985 年 3 月	354.54	354.46	-0.08	354.32	354.29	-0.03
1985 年 4 月	354.61	354.75	0.14	354.50	354.55	0.05
1985 年 5 月	356.17	355.88	-0.30	356.02	355.83	-0.19
1985 年 6 月	355.16	355.35	0.19	355.12	355.22	0.11
平均	355.92	355.80	-0.12	355.78	355.70	-0.07

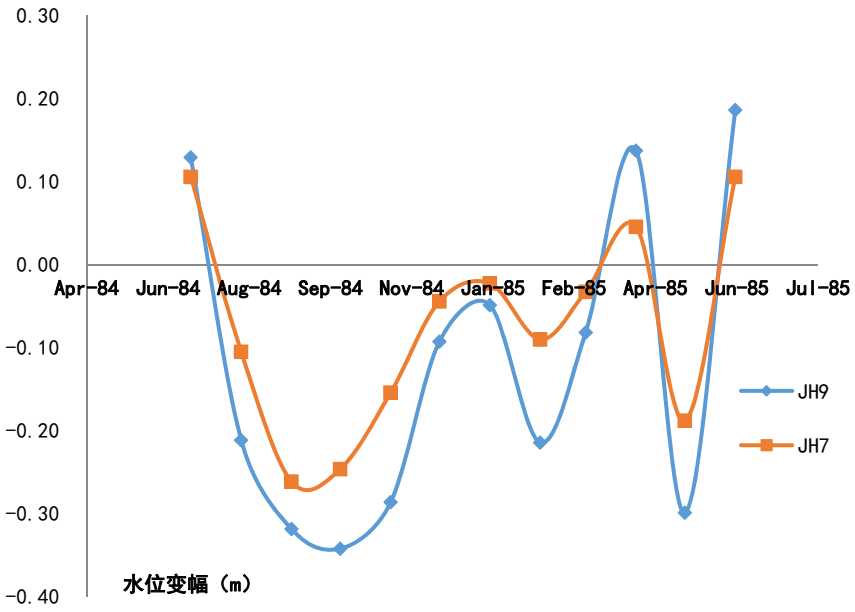


图 5.8-20 丰水年泾河不同代表断面水位变化（正常运行期）

正常运行期泾河 JH9、JH7 两个代表断面年平均水位分别下降 0.12m 和 0.07m，由于渭河水位顶托，泾河由上游向入河口方向水位下降幅度逐步减小的趋势，丰水年 4 月、6 月、7 月水位有所升高，上升最大值分别为 0.19m 和 0.11m 其余各月水位均有下降，两个断面最大分别下降 0.34m 和 0.26m。

表 5.8-22 丰水年自然保护区渭河水位对比表(正常运行期) （单位：m）

月份	WH5			WH2		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1984 年 7 月	357.87	357.97	0.10	357.60	357.69	0.10
1984 年 8 月	356.67	356.62	-0.04	356.35	356.28	-0.06
1984 年 9 月	358.03	357.81	-0.22	357.75	357.52	-0.23
1984 年 10 月	356.79	356.60	-0.18	356.47	356.26	-0.21
1984 年 11 月	355.61	355.51	-0.09	355.23	355.11	-0.12
1984 年 12 月	355.13	355.10	-0.03	354.67	354.63	-0.04
1985 年 1 月	354.95	354.93	-0.01	354.46	354.44	-0.02
1985 年 2 月	354.73	354.70	-0.04	354.20	354.13	-0.07
1985 年 3 月	354.49	354.48	-0.01	353.86	353.84	-0.02
1985 年 4 月	354.69	354.70	0.01	354.09	354.12	0.04
1985 年 5 月	356.05	355.92	-0.13	355.69	355.53	-0.16
1985 年 6 月	355.26	355.32	0.07	354.79	354.89	0.10
平均	355.86	355.81	-0.05	355.43	355.37	-0.06

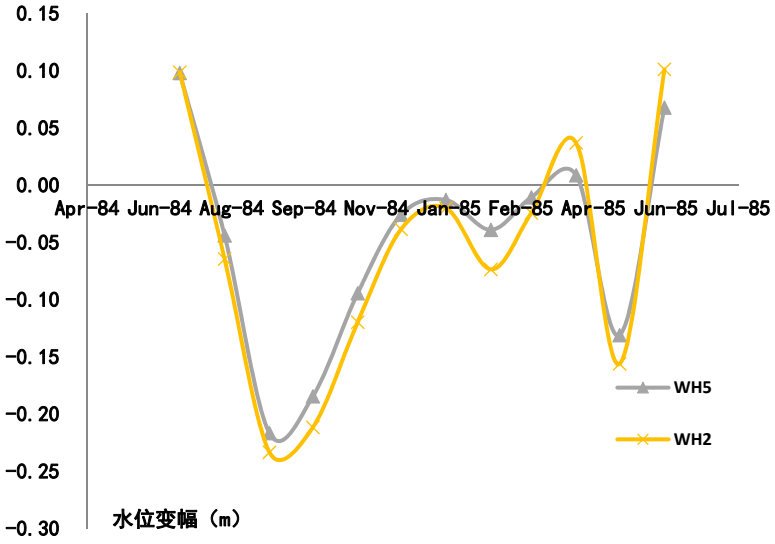


图 5.8-21 丰水年渭河不同代表断面水位变化（正常运行期）

正常运行期丰水年渭河 WH5、WH2 两个代表断面平均水位分别下降 0.05m 和 0.06m，丰水年 4 月、6 月、7 月水位有所升高，上升最大值分别为 0.10m 和 0.10m 其余各月水位均有下降，两个断面最大分别下降 0.22m 和 0.23m。

②正常运行期平水年工程对保护区泾、渭河水位的影响

工程建设前后自然保护区泾河代表断面水位情况如表 5.8-23、表 5.8-24 及图 5.8-22、图 5.8-23 所示。

表 5.8-23 平水年自然保护区泾河水位对比表(正常运行期)　　（单位：m）

月份	JH9			JH7		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1967 年 7 月	357.01	357.14	0.13	356.96	357.06	0.10
1967 年 8 月	355.59	355.56	-0.03	355.29	355.26	-0.03
1967 年 9 月	357.30	356.89	-0.41	357.18	356.87	-0.31
1967 年 10 月	356.83	356.55	-0.28	356.75	356.55	-0.21
1967 年 11 月	355.84	355.53	-0.31	355.69	355.51	-0.18
1967 年 12 月	354.78	354.88	0.10	354.78	354.83	0.05
1968 年 1 月	354.45	354.50	0.06	354.36	354.39	0.02
1968 年 2 月	354.46	354.49	0.03	354.35	354.37	0.01
1968 年 3 月	355.49	354.81	-0.67	355.06	354.74	-0.32
1968 年 4 月	355.92	355.76	-0.16	355.83	355.72	-0.11
1968 年 5 月	356.10	356.01	-0.09	356.01	355.96	-0.05
1968 年 6 月	354.03	354.88	0.85	353.87	354.31	0.44
平均	355.65	355.58	-0.07	355.51	355.46	-0.05

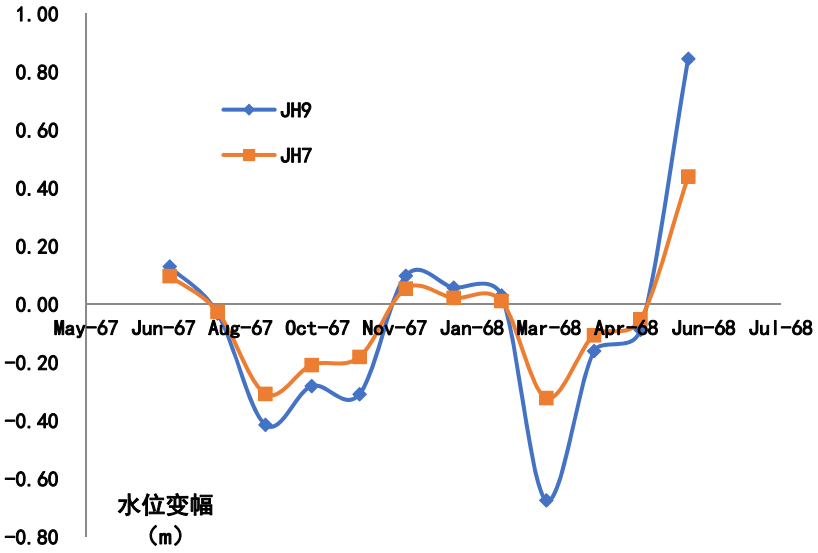


图 5.8-22 平水年泾河不同代表断面水位变化（正常运行期）

正常运行期泾河 JH9、JH7 断面年平均水位分别下降 0.07m 和 0.07m，由于渭河水位顶托，泾河由上游向入河口方向水位下降幅度逐步减小的趋势，6 月、7 月 12 月 1 月 2 月水位升高，最大升幅出现在 6 月，两断面水位分别升高 0.85m 和 0.88m；其余月份水位下降，最大降幅出现在 3 月，水位分别下降 0.41m 和 0.31m。

表 5.8-24 平水年自然保护区渭河水位对比表（正常运行期） （单位：m）

月份	WH5			WH2		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1967 年 7 月	357.01	357.10	0.09	356.69	356.78	0.09
1967 年 8 月	355.27	355.28	0.01	354.81	354.82	0.01
1967 年 9 月	357.18	356.95	-0.23	356.88	356.61	-0.26
1967 年 10 月	356.78	356.62	-0.16	356.47	356.29	-0.18
1967 年 11 月	355.74	355.63	-0.12	355.37	355.22	-0.15
1967 年 12 月	354.95	354.98	0.03	354.44	354.49	0.05
1968 年 1 月	354.57	354.58	0.01	353.95	353.97	0.02
1968 年 2 月	354.55	354.56	0.00	353.94	353.95	0.01
1968 年 3 月	355.06	354.90	-0.16	354.63	354.38	-0.24
1968 年 4 月	355.91	355.83	-0.08	355.52	355.43	-0.09
1968 年 5 月	356.08	356.04	-0.03	355.71	355.67	-0.04
1968 年 6 月	354.05	354.21	0.16	353.23	353.52	0.29
平均	355.60	355.56	-0.04	355.14	355.09	-0.04

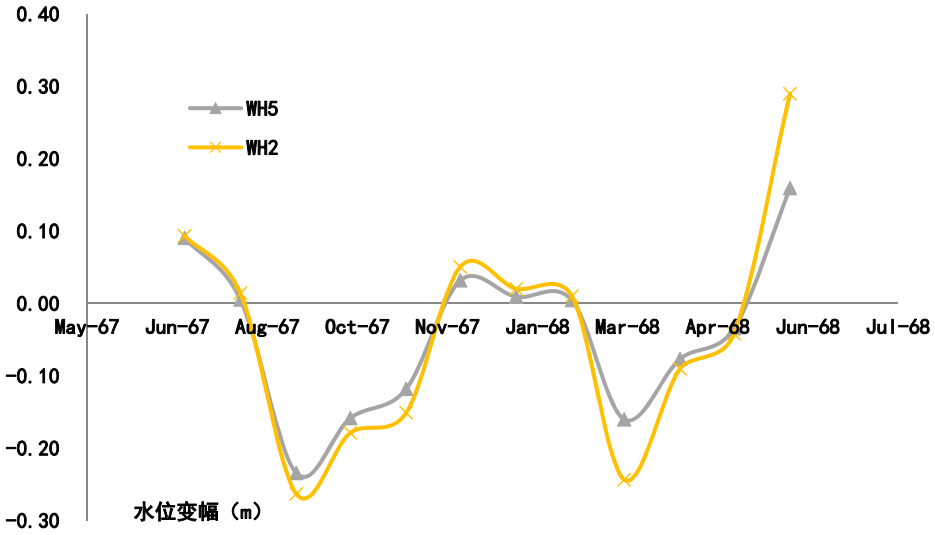


图 5.8-23 平水年渭河不同代表断面水位变化（正常运行期）

正常运行期渭河 WH5、WH2 断面平均水位下降 0.04m，渭河由上游向入河口方向水位下降幅度逐步增加的趋势，6 月、7 月 12 月 1 月 2 月水位升高，最大升幅出现在 6 月，两个断面分别下降 0.16m 和 0.29m；其余月份水位下降，最大降幅出现在 3 月，水位分别下降 0.23m 和 0.26m。

③枯水年

工程建设前后自然保护区泾河代表断面水位情况如表 5.8-25、表 5.8-26 及图 5.8-24、图 5.8-25。

表 5.8-25 枯水年自然保护区泾河水位对比表(正常运行期) （单位：m）

月份	JH9			JH7		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1979 年 7 月	356.83	356.71	-0.11	356.59	356.51	-0.08
1979 年 8 月	355.79	355.69	-0.10	355.66	355.56	-0.10
1979 年 9 月	356.71	356.62	-0.09	356.68	356.61	-0.06
1979 年 10 月	355.74	355.71	-0.03	355.71	355.70	-0.02
1979 年 11 月	354.96	354.86	-0.10	354.83	354.79	-0.04
1979 年 12 月	354.42	354.46	0.03	354.30	354.31	0.01
1980 年 1 月	354.30	354.45	0.15	354.26	354.31	0.06
1980 年 2 月	354.39	354.51	0.11	354.34	354.38	0.04
1980 年 3 月	354.22	354.44	0.22	354.19	354.27	0.08
1980 年 4 月	354.84	355.02	0.18	354.82	354.92	0.09
1980 年 5 月	355.30	355.33	0.04	355.20	355.23	0.03
1980 年 6 月	355.94	356.04	0.10	355.93	356.00	0.07
平均	355.29	355.32	0.03	355.21	355.22	0.01

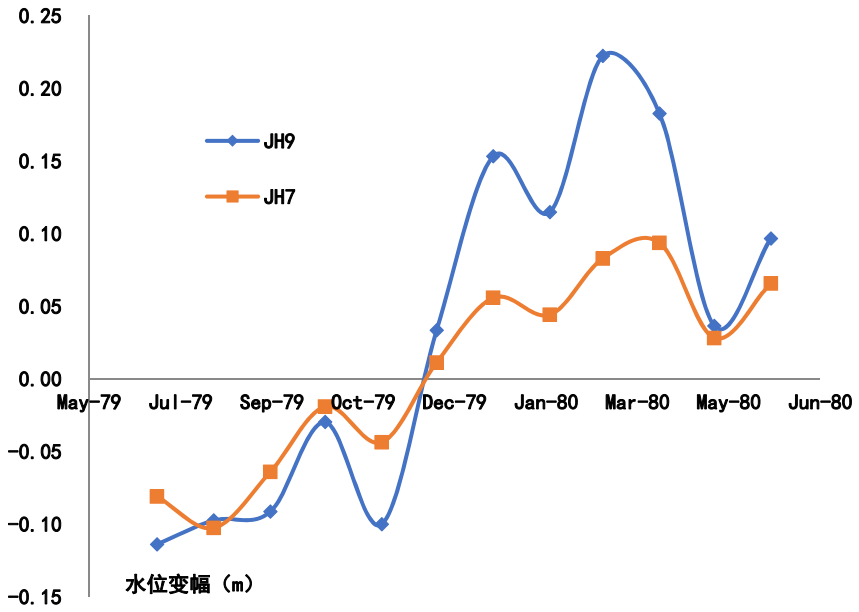


图 5.8-24 枯水年泾河不同代表断面水位变化（正常运行期）

正常运行期枯水年泾河 JH9、JH7 断面平均水位分别升高 0.03m 和 0.01m，由于渭河水位顶托，泾河由上游向入河口方向水位变化幅度逐步减小的趋势，12 月至次年 6 月，泾河水位均有所上升，最大升幅分别为 0.22m 和 0.09m，其余月份水位下降，最大降幅分别为 0.11 和 0.10m。

表 5.8-26 枯水年自然保护区渭河水位对比表(正常运行期) （单位：m）

月份	WH5			WH2		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1979 年 7 月	356.53	356.48	-0.05	356.18	356.11	-0.06
1979 年 8 月	355.72	355.64	-0.08	355.30	355.23	-0.08
1979 年 9 月	356.74	356.69	-0.05	356.41	356.35	-0.06
1979 年 10 月	355.81	355.80	-0.01	355.43	355.41	-0.02
1979 年 11 月	354.96	354.94	-0.02	354.48	354.44	-0.04
1979 年 12 月	354.50	354.51	0.01	353.87	353.88	0.01
1980 年 1 月	354.49	354.51	0.02	353.83	353.88	0.05
1980 年 2 月	354.55	354.57	0.02	353.92	353.96	0.04
1980 年 3 月	354.44	354.47	0.03	353.75	353.82	0.07
1980 年 4 月	355.00	355.05	0.05	354.48	354.56	0.08
1980 年 5 月	355.31	355.34	0.02	354.86	354.89	0.03
1980 年 6 月	356.04	356.08	0.05	355.65	355.71	0.06
平均	355.34	355.34	0.00	354.85	354.85	0.01

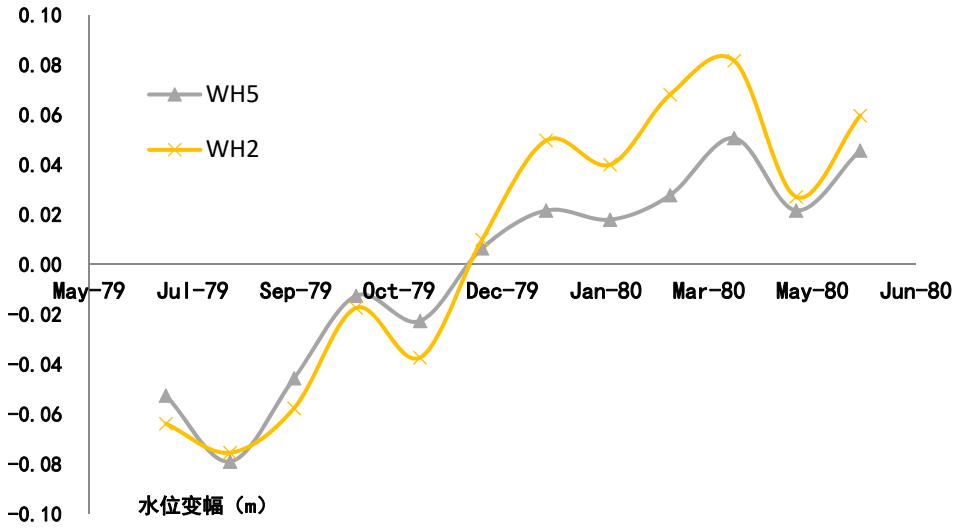


图 5.8-25 枯水年渭河不同代表断面水位变化（正常运行期）

正常运行期枯水年渭河 WH5、WH2 两个代表断面年平均水位基本没有变化，保护区河段渭河由上游向下游水位下降幅度呈逐步增加的趋势，12 月至次年 6 月水位均有所上升，最大升幅分别为 0.05m 和 0.08m，其余月份水位下降，最大降幅均为 0.08m。

④特枯年

工程建设前后自然保护区泾河代表断面水位情况如表 5.8-27、表 5.8-28 及图 5.8-26、图 5.8-27。

表 5.8-27 特枯水年自然保护区泾河水位对比表(正常运行期) （单位：m）

月份	JH9			JH7		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1986 年 7 月	356.15	356.87	0.72	356.10	356.60	0.50
1986 年 8 月	354.17	354.83	0.66	353.95	354.25	0.30
1986 年 9 月	354.83	354.89	0.06	354.64	354.64	0.00
1986 年 10 月	354.33	354.43	0.10	354.19	354.22	0.03
1986 年 11 月	354.56	354.40	-0.16	354.22	354.16	-0.05
1986 年 12 月	353.81	354.25	0.44	353.70	353.87	0.18
1987 年 1 月	353.84	354.24	0.40	353.71	353.87	0.15
1987 年 2 月	354.12	354.25	0.13	353.82	353.87	0.06
1987 年 3 月	354.45	354.32	-0.14	354.06	354.00	-0.07
1987 年 4 月	355.02	354.87	-0.15	354.76	354.65	-0.11
1987 年 5 月	355.52	355.40	-0.12	355.26	355.20	-0.06
1987 年 6 月	356.63	356.65	0.02	356.63	356.63	0.01
平均	354.79	354.95	0.16	354.59	354.66	0.08

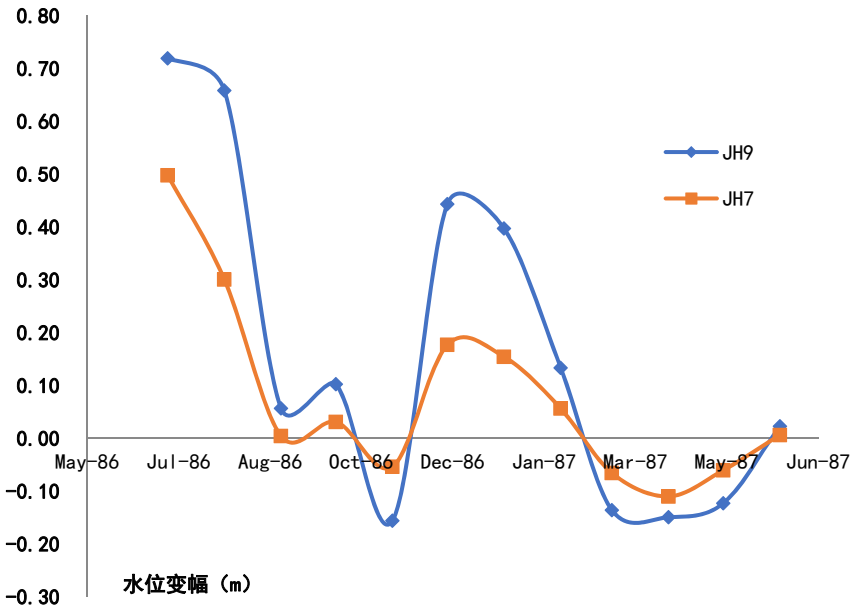


图 5.8-26 特枯水年泾河不同代表断面水位变化（正常运行期）

正常运行期特枯年泾河 JH9、JH7 两个代表断面平均水位上升，升幅分别为 0.16m 和 0.08m，泾河由上游向入河口方向水位变化幅度有逐步减小的趋势，特枯水年多数月份水位上升，最大升幅分别为 0.72m 和 0.50m，出现在 7 月。11 月、3 月、4 月、5 月水位下降，最大降幅为 0.15m 和 0.11m，出现在 4 月。

表 5.8-28 特枯水年自然保护区渭河水位对比表(正常运行期) （单位：m）

月份	WH5			WH2		
	建设前	建设后	变化	建设前	建设后	变化
1986 年 7 月	356.20	356.58	0.37	355.75	356.19	0.44
1986 年 8 月	354.14	354.21	0.07	353.35	353.54	0.19
1986 年 9 月	354.75	354.74	-0.01	354.13	354.13	0.00
1986 年 10 月	354.41	354.41	0.00	353.72	353.74	0.02
1986 年 11 月	354.35	354.35	0.00	353.68	353.66	-0.02
1986 年 12 月	353.96	353.99	0.03	353.07	353.16	0.09
1987 年 1 月	353.97	353.99	0.01	353.08	353.15	0.07
1987 年 2 月	353.98	353.99	0.01	353.13	353.16	0.03
1987 年 3 月	354.17	354.15	-0.02	353.42	353.38	-0.05
1987 年 4 月	354.87	354.79	-0.08	354.31	354.20	-0.11
1987 年 5 月	355.33	355.30	-0.03	354.85	354.80	-0.04
1987 年 6 月	356.71	356.70	0.00	356.36	356.37	0.00
平均	354.74	354.77	0.03	354.07	354.12	0.05

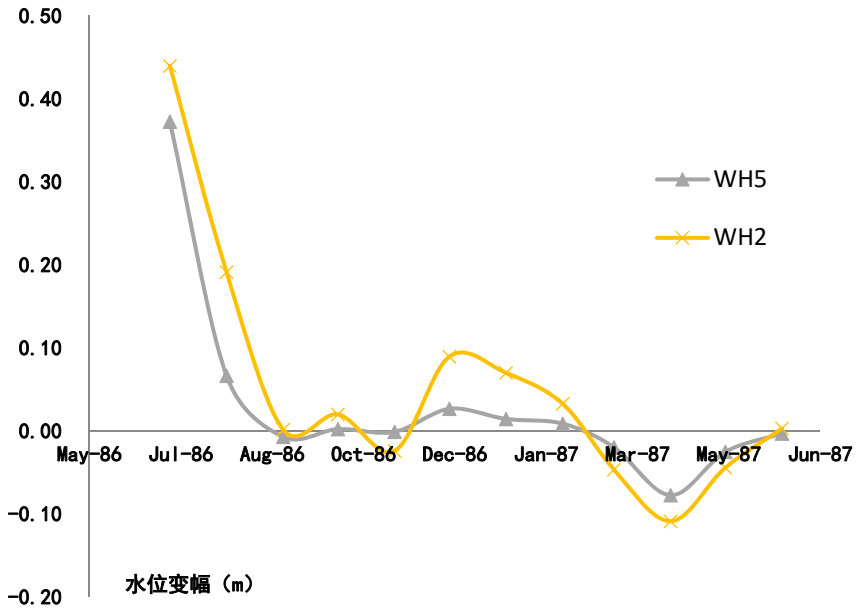


图 5.8-27 特枯水年渭河不同代表断面水位变化（正常运行期）

正常运行期特枯年渭河 WH5、WH2 两个代表断面年平均水位上升，升幅分别 0.03m 和 0.05m，特枯水年多数月份水位上升，最大升幅分别为 0.37m 和 0.44m，出现在 7 月。11 月、3 月、4 月、5 月水位下降，最大降幅为 0.08m 和 0.11m。

（4）水沙变化影响分析

1）东庄水库下游河道特点

张家山水文站位于东庄水库坝址下游 29km，距泾河入渭口约 58km，为进入下游冲积性河道的控制站。桃园水文站位于东庄水库坝址下游约 78km，处于泾河最末端，距泾河入渭口约 9km。

泾河下游河道经张家山出峡谷后流向东南，河谷开阔，河流紧切南岸的黄土台源，南岸仅有窄长的河漫滩，北岸形成了开阔的冲洪积倾斜平原，河槽宽浅，河谷宽度 400-600m，漫滩及江心滩发育，汊道、串沟较多，为顺直分汊或微弯分汊型平原型河流。张家山至至桃园段河道比降 1.2‰，桃园以下河道平均比降 0.8‰，桃园水文站以下河段床沙表层为细沙，厚度约 1m～2m；表层细沙以下为 4 ～ 8 m厚的砂砾石层。

根据监测，张家山水文站断面基本处于冲淤平衡状态。1965 年至 2000 年，张家山断面河底有冲有淤，冲淤变化幅度在 0.5m 左右；2000 年以来河底高程变化不大，基本维持在 419.5m 附近。桃园水文站断面也基本处于冲淤平衡状态。

从 2003 年、2006 年、2010 年和 2015 年河道断面来看，河底略有冲刷下切，但是下切幅度不大，河底平均高程基本维持在 361.3m 附近。从主要水文站断面冲淤变化情况来看，泾河下游河道历年冲淤幅度不大。

2）东庄水库投运后河道冲淤变化

东庄水库至桃园水文站河段，主要为基岩和砂砾石河床，该河段长期处于次饱和输沙状态，河道冲淤变化很小，东庄水库修建不会引起该河段持续冲刷。

泾河口河段，床沙表层多为不足 1m 厚的细沙，局部厚度约 2m；表层细沙以下为 4 ～ 8 m厚的砂砾石层。东庄水库拦沙初期（前 5 年），水库下泄清水，泾河口附近将发生冲刷，经分析计算，泾河口最大冲刷下切约 0.8m；拦沙初期结束后，随着东庄水库排沙和渭河回淤，河段不会持续冲刷，将会回淤。

5.8.3 对地下水的影响

（1）泾渭湿地保护区地下水补径排关系

湿地地下水和河水存在复杂交互作用，泾渭湿地保护区内地下水补给来源有三个：大气降水、洪水期洪水对地下水的脉冲补给以及地下水侧向径流补给。在不同时段、不同区段，三种补给作用呈现出不同的主导作用和相互交替作用。

平水期或者枯水期（无洪水来）临时，在渭河北岸和入渭口上游泾河两岸，地下水位略高于河水位，地下水向河流排泄，河道起到排水作用，地下水对湿地起到了基本维持和支撑作用；丰水期洪水来临时，渭河北岸和泾河入渭口上游两岸河道水位抬升，高于河边湿地地下水位，因此河道向与之有水力联系的河边湿地进行补水。河道与河边湿地的地下水交换速度、河边湿地的水量变化过程及一次洪水影响范围受到湿地范围内地形、地质、植被和河流洪水过程等因素的影响。渭河南岸、灞河入渭处、泾渭交汇处及下游渭河两岸，无论是平水、枯水和丰水期，地下水位一般均低于河水位，渭河和灞河对地下水进行补给。

根据西安理工大学对泾渭湿地河道与河边湿地水文联系的初步研究成果，漫滩洪水是泾渭河边湿地水文形成主要驱动力，河道通过地下水补给只能对距离河道不足 400m 的范围产生明显影响；包括漫滩洪水和天然降水在内的地表补给是泾渭河边湿地主要的水源补给形式，占到总水源 70％左右，地下水对湿地补给十分有限，占 30％以下。

（2）泾渭湿地自然保护区地下水位及地下水位埋深情况

2016 年 6 月至 2017 年 8 月期间，西北大学、陕西省植物研究所、西安泾渭湿地保护区管理中心对保护区进行了考察，泾渭湿地自然保护区内地下水资源较丰富，按单位涌量大小分为强富水区、富水区 。其中强富水区主要分布于渭河、泾河、灞河漫滩区；水位埋深 2～4 m，上部覆有小于 0.5 m 的砂土和亚砂土，下部多为粉细沙和沙砾石层，含水厚度 40～60 m，占保护区面积 50%以上。富水区主要分布在渭河一级阶地，水位埋深 5～8 m。上部覆有亚沙土，厚度 3～5 m，下部多为沙砾卵石与薄层粘土；60 m 以内含水 3～5 层，厚度 30～50 m。

2016 年 12 月，黄河设计公司在泾渭湿地及周边地区开展了水文地质测绘工作，调查水点 48 处，实测井点坐标和水位 26 个，并绘制地下水位等值线图和地下水位埋深分区图。水井测绘成果见表 5.8-29，地下水位等水位线图和地下水位埋深分区图见图 5.8-28 和图 5.8-29。

表 5.8-29　保护区地下水变化特征

序号	点号	X(m)	Y(m)	H(m)	埋深	水位标高
1	SW01	3815492.019	594753.549	365.117	9.950	355.167
2	SW02	3815729.857	595967.207	364.421	9.630	354.791
3	SW03	3816312.042	596524.277	365.506	11.400	354.106
4	SW05	3816471.897	598251.854	383.358	29.400	353.958
5	SW06	3816575.709	598963.658	388.118	34.200	353.918
6	SW07	3816426.363	596076.047	374.251	19.400	354.851
7	SW08	3816970.106	596133.787	386.532	31.300	355.232
8	SW09	3817426.634	593976.276	383.700	26.000	357.700
9	SW10	3815218.765	591559.976	371.628	15.400	356.228
10	SW11	3813491.994	590015.925	388.831	30.400	358.431
11	SW13	3813577.130	588386.827	409.443	49.200	360.243
12	SW14	3816308.980	600661.426	375.432	22.200	353.232
13	SW15	3815382.651	600669.853	361.000	8.020	352.980
14	SW16	3814371.396	598860.802	361.612	7.640	353.972
15	SW17	3812943.589	598905.304	363.333	9.480	353.853
16	SW18	3813628.704	599201.853	364.223	10.320	353.903
17	SW19	3812513.711	595850.372	366.818	10.140	356.678
18	SW20	3810279.558	590719.087	368.105	9.360	358.745
19	SW21	3810794.956	590322.068	367.855	10.000	357.855
20	SW22	3813764.515	592847.713	374.899	19.700	355.649
21	SW24	3814122.008	594432.152	365.564	10.540	355.024
22	SW25	3815176.947	597095.923	361.334	5.600	355.734
23	SW27	3811124.946	593230.153	360.830	0.000	360.830
24	SW28	3814452.001	590876.435	368.952	11.670	357.282
25	SW29	3814616.201	591445.659	369.648	12.930	356.718
26	SW29-1	3815457.908	597168.861	354.641	0.000	354.641

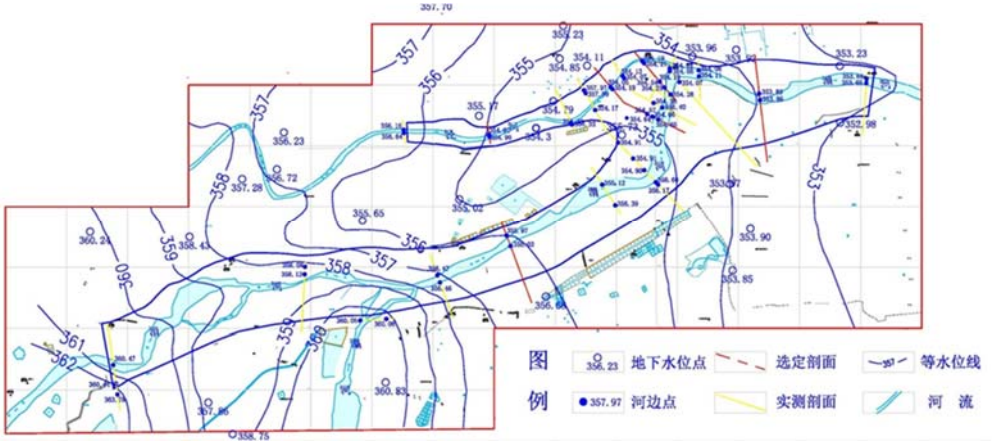


图 5.8-28 泾渭湿地地下水位等值线图

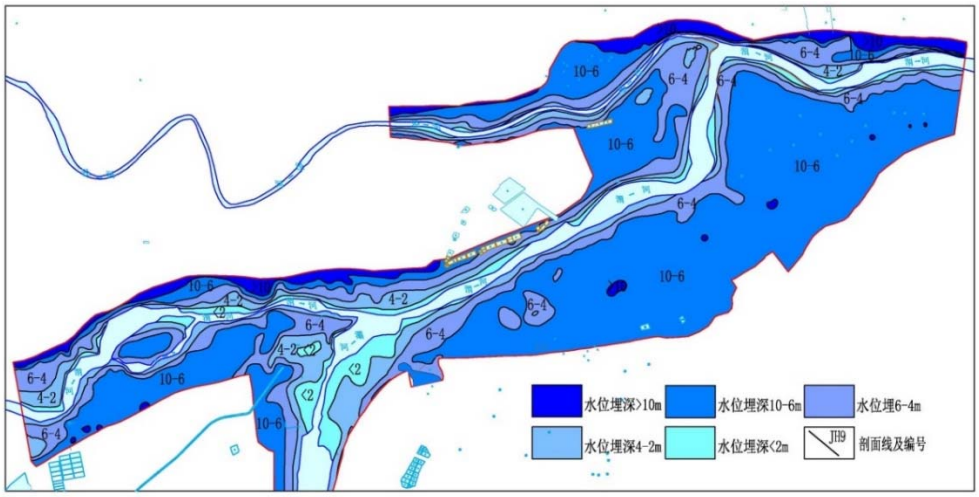


图 5.8-29 泾渭湿地地下水埋深分区图

从图 5.8-29 可以看出，泾渭湿地保护区泾河段地下水位高于地表水，地下水位向河流排泄；渭河南岸、灞河入渭处、泾渭交汇处及下游渭河两岸，地下水位低于河水位，渭河和灞河对地下水进行补给。地下水位埋深在近岸区一般在 2-4m，并逐渐过渡到 6m，远离河床区，埋深大部分大于 6m，局部大于 10m。

（3）地下水位变化情况预测

水库建成后，较现状增加供水量仅 5600 万 m^3，即正常运用期因水库供水将导致泾河进入泾渭湿地省级自然保护区的水量减少 5600 万 m^3，占泾河实测径流量 4.4%，占自然保护区水量 0.9%。总体来看，不会对自然保护区地表水位造成明显影响，但拦沙初期下泄水体含沙量显著减小，造成河道冲刷下切，引起地表水水位下降，使与之有紧密联系的地下水位下降。随着水库运行，水体含沙量的恢复和水库排沙将使河道回淤，逐步恢复到现状河道状态，地下水位影响将减弱，

并基本恢复到现状水平。因此，预测主要是预测分析拦沙初期最不利条件下的地下水位变化及环境影响。

1）模拟工况设定

根据水文情势影响预测结果，特枯水年水库上游来水较少，在水库蓄水调蓄作用下，特枯水年水库下泄水量总体低于原天然河道来水量，此时对泾渭湿地保护区影响最大，特枯年湿地范围内四条断面（JH9、JH7、WH5、WH2）的水位变化情况见表 5.8-30、表 5.8-31 和图 5.8-30。

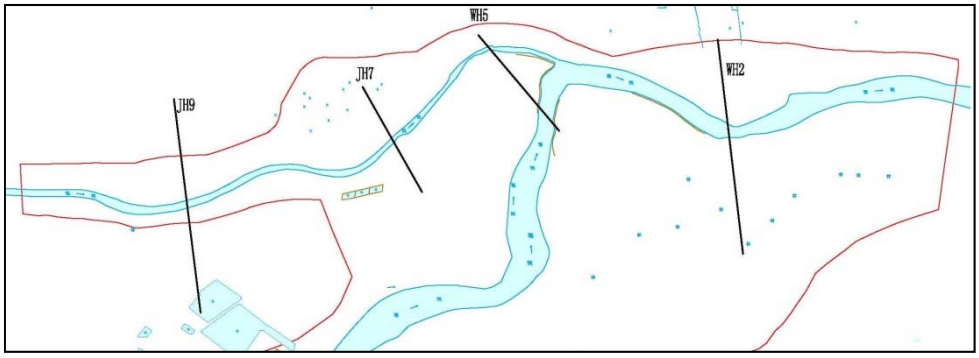


图 5.8-30 断面位置示意图

表 5.8-30 特枯年各断面河水位变化情况预测结果（单位：m）

断面	JH9		JH7		WH5		WH2	
月份	正常运行期（m）	拦沙期（m）	正常运行期（m）	拦沙期（m）	正常运行期（m）	拦沙期（m）	正常运行期（m）	拦沙期（m）
7	0.72	0.31	0.50	0.08	0.43	0.02	0.44	-0.06
8	0.66	0.39	0.30	0.03	0.19	-0.08	0.19	-0.24
9	0.06	-0.24	0.00	-0.29	0.00	-0.28	0.00	-0.41
10	0.10	-0.16	0.03	-0.24	0.02	-0.25	0.02	-0.39
11	-0.16	-0.42	-0.05	-0.33	-0.03	-0.30	-0.02	-0.46
12	0.44	0.18	0.18	-0.08	0.09	-0.15	0.09	-0.36
1	0.40	0.14	0.15	-0.10	0.07	-0.15	0.07	-0.37
2	0.13	-0.12	0.06	-0.20	0.03	-0.20	0.03	-0.41
3	-0.14	-0.39	-0.07	-0.32	-0.04	-0.28	-0.05	-0.46
4	-0.15	-0.37	-0.11	-0.33	-0.10	-0.32	-0.11	-0.44
5	-0.12	-0.40	-0.06	-0.35	-0.05	-0.34	-0.04	-0.44
6	0.02	-0.26	0.01	-0.28	0.00	-0.28	0.00	-0.33

特枯年正常运行期河水位变化较小，且大部分为水位升高，水位降低变化值在-0.02m~-0.16m 之间；拦沙期河水位变化较大，水位降低影响为主，水位变化最大值为 11 月（-0.3m~-0.46m）。为考虑最不利条件，预测将特枯年 11 月拦沙期河道水位变化对泾渭湿地地下水量影响作为模拟工况，模拟周期一个月。

表 5.8-31 特枯年各断面河水文情势预测结果

断面	JH9			JH7			WH5			WH2		
月份	天 然 条件（m）	正常运行期（m）	拦沙期（m）	天然条件（m）	正常运行期（m）	拦沙期（m）	天然条件（m）	正常运行期（m）	拦沙期（m）	天然条件（m）	正常运行期（m）	拦沙期（m）
7	356.15	356.87	356.47	356.10	356.60	356.18	356.20	356.58	356.19	355.75	356.19	355.69
8	354.17	354.83	354.56	353.95	354.25	353.98	354.14	354.21	353.97	353.35	353.54	353.11
9	354.83	354.89	354.59	354.64	354.64	354.35	354.75	354.74	354.50	354.13	354.13	353.72
10	354.33	354.43	354.17	354.19	354.22	353.96	354.41	354.41	354.18	353.72	353.74	353.33
11	354.56	354.40	354.13	354.22	354.16	353.88	354.35	354.35	354.11	353.68	353.66	353.22
12	353.81	354.25	353.99	353.70	353.87	353.61	353.96	353.99	353.76	353.07	353.16	352.71
1	353.84	354.24	353.98	353.71	353.87	353.61	353.97	353.99	353.77	353.08	353.15	352.72
2	354.12	354.25	353.99	353.82	353.87	353.62	353.98	353.99	353.77	353.13	353.16	352.72
3	354.45	354.32	354.06	354.06	354.00	353.75	354.17	354.15	353.94	353.42	353.38	352.96
4	355.02	354.87	354.66	354.76	354.65	354.43	354.87	354.79	354.61	354.31	354.20	353.87
5	355.52	355.40	355.12	355.26	355.20	354.91	355.33	355.30	355.05	354.85	354.80	354.41
6	356.63	356.65	356.37	356.63	356.63	356.35	356.71	356.70	356.45	356.36	356.37	356.03

2）数值模型的建立

①模拟软件的选择

模拟运用地下水渗流模拟软件-Visual Modflow，在对研究区水文地质条件概化基础上，建立符合泾渭湿地地下水特征的可视化计算机模型进行水位预测。

②模拟范围及边界条件

根据研究区实际地质及水文地质特征，模型平面上面积约 66.7km^2，垂向上分三层，模型顶面接受大气降雨的补给，底部边界是隔水边界，模型西部边界概化为流量边界，北部和南部均概化为流线边界，东部概化为零流量边界，边界初始水位由各含水层初始流场获得。分别调用 Visual Modflow 中的边界子程序包和补给子程序包，将边界条件输入到模型中。

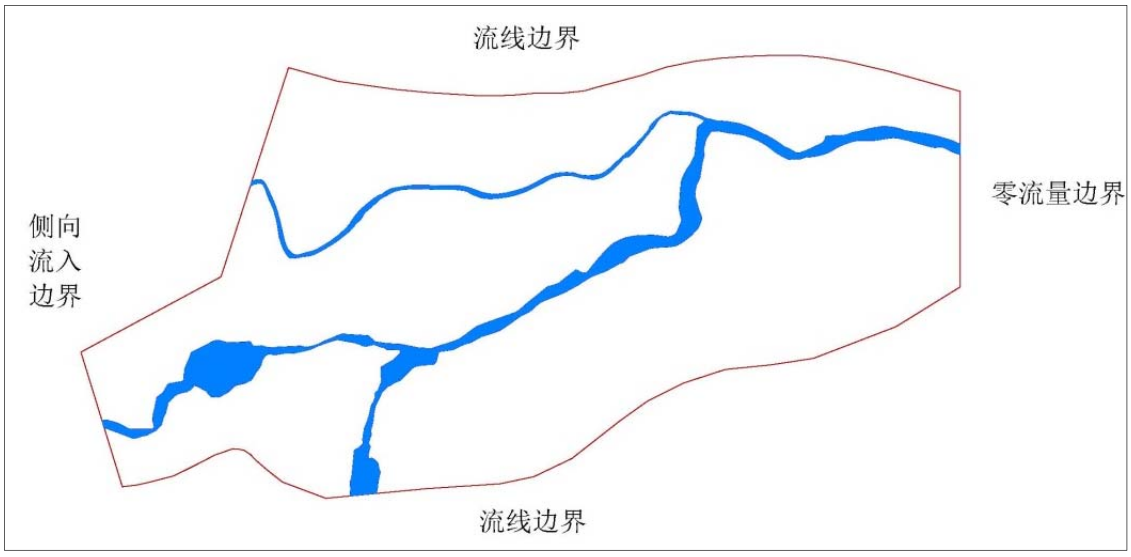


图 5.8-31 模型范围及边界条件示意图

3）初始水位

采用 2016 年 12 月泾渭湿地保护区范围内实测地下水位做为模型初始水位，借助 surfer 软件以线性插值的方式求出模型范围内同一层各单元中心点的初始水位值，然后将模拟初始时刻水位值（2016 年 12 月 01 日水位标高值）以 ASCII 文件形式赋给模型，实测泾渭湿地范围内的初始水位埋深分布情况见图 5.8-32。

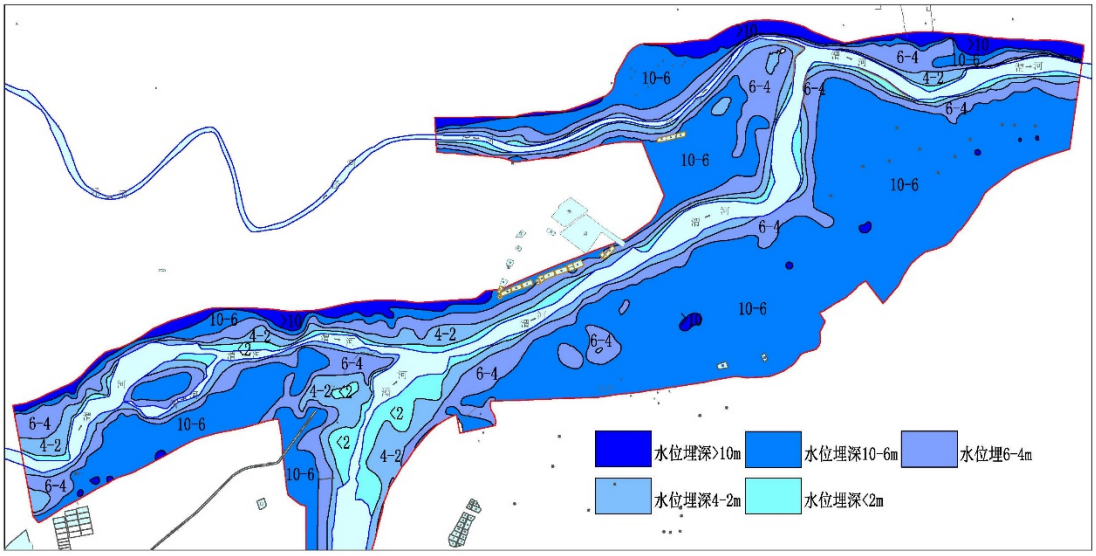


图 5.8-32 模型初始水位埋深范围图

4）参数取值与模型识别验证

为克服人为给定参数给模型计算结果带来的不确定性，模型参数取值必须经过识别和验证。模型识别验证亦称“反演”，即数学运算中的解逆问题，基本原理是在给定模型的初始条件、边界条件及各项补排量的基础上，通常要反复地调试渗透系数等参数来达到计算水位与实际观测水位能较好的拟合，这样识别验证过的模型才能用于地下水位预测。

2013 年 12 月，陕西省水环境工程勘测设计院编制了《陕西省泾河干流河道治理工程可行性研究报告》（以下简称《报告》），该报告中的下段部分治理工程与湿地重合，均分布在泾河两岸河漫滩及一级阶地。《报告》中通过野外渗透试验及室内取样分析，得出河漫滩及一级阶地不同地层的渗透系数，《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）中关于不同含水层介质也给出了相应的渗透系数经验值，如表 5.8-32 所示。

表 5.8-32 渗透系数成果统计表

岩性	时代	渗透系数（m/d）		
		《报告》试验值	《报告》建议值	《环评导则》经验值
细砂	Q_4^{1al}、Q_4^{2al}、Q_3^{1al}	1.5	1.27	5~10
粗砂	Q_3^{1al}	-	-	25~50
卵石	Q_4^{1al}	5.8~328	70	100~200
砂砾石	Q_4^{2al}	0.43~104	50	75~150
粉质粘土	Q_4^{1al}	-	0.05	0.1~0.25

计算所用初始渗透系数是在《报告》中试验值及参数建议值的基础上，参考《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）经验值给出，选取参数既考虑了地形地貌及地层岩性，又考虑含水层中充填物及透镜体对渗透系数的折减效果。将初始渗透系数代入模型，通过反演求参，不断调整模型参数，以现状地下水流场为识别标准，得出各层参数分区见图 5.8-33、图 5.8-34，各分区参数值详见表 5.8-33。

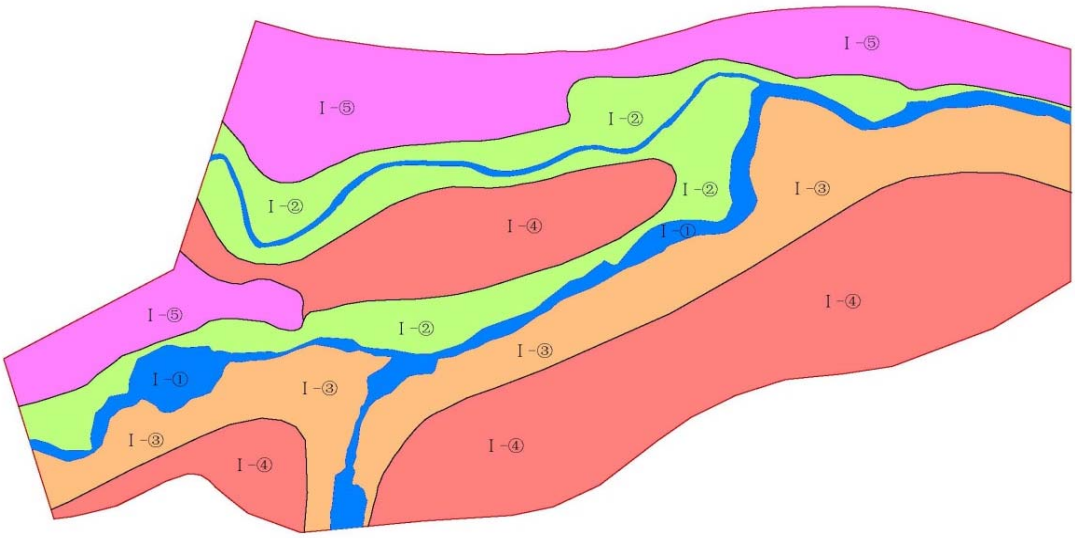


图 5.8-33　参数分区-第一层

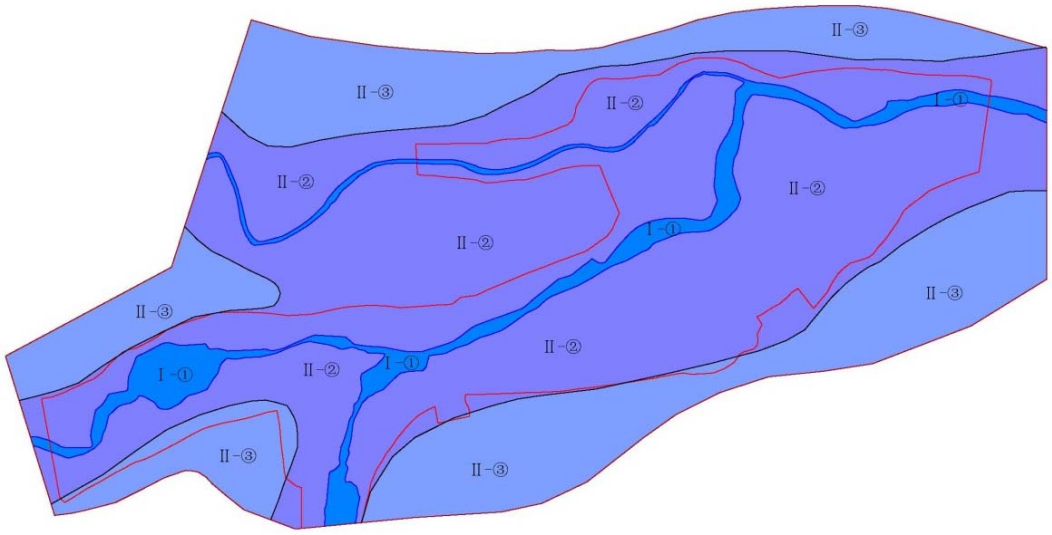


图 5.8-34　参数分区-第二层（第三层未分区）

表 5.8-33 含水层各参数分区主要水文地质参数一览表

层位	主要含水层岩性	分区号	渗透系数	给水度
			m/d	
1	粉细砂，中砂及砂砾石层等	I-①	40	0.2
		I-②	32	0.15
		I-③	25	0.13
		I-④	5	0.15
		I-⑤	0.3	0.08
2	卵石层及砂砾石层、粉细砂等	II-①	75	0.3
		II-②	13	0.17
3	粉质粘土	III	0.05	0.06

5）数值模拟预测

根据模拟工况设定，拦沙期间泾渭湿地保护区范围内河水位变化值-0.3m~-0.46m，利用识别验证模型，针对特枯年拦沙期河道水位变化对泾渭湿地地下水量的影响进行预测，湿地内地下水位变动范围及幅度见图 5.8-35，地下水位埋深预测结果见图 5.8-36。

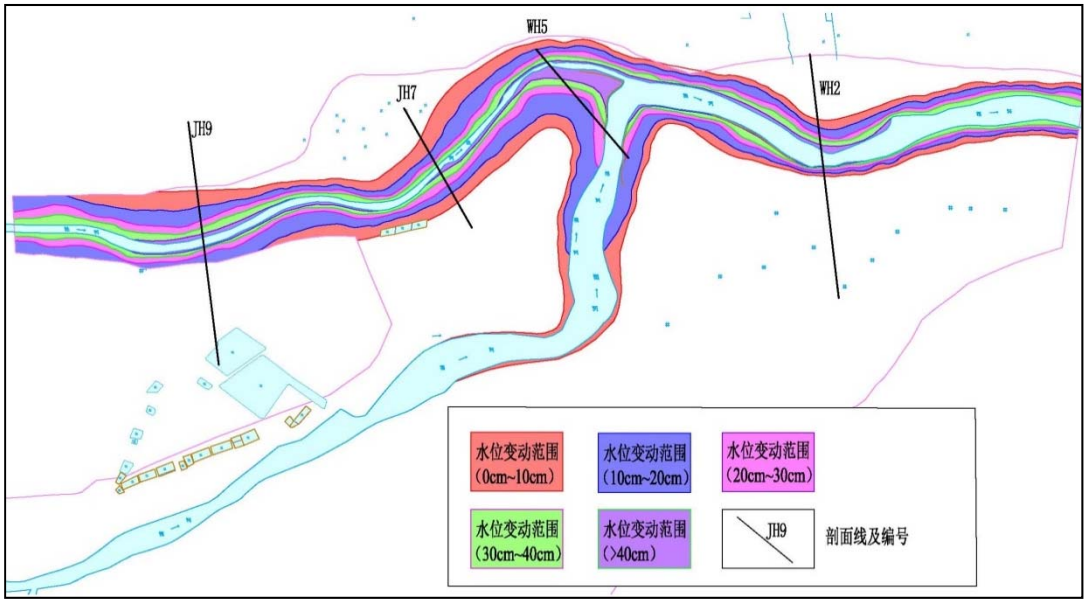


图 5.8-35 特枯年拦沙期泾渭湿地水位变动范围示意图

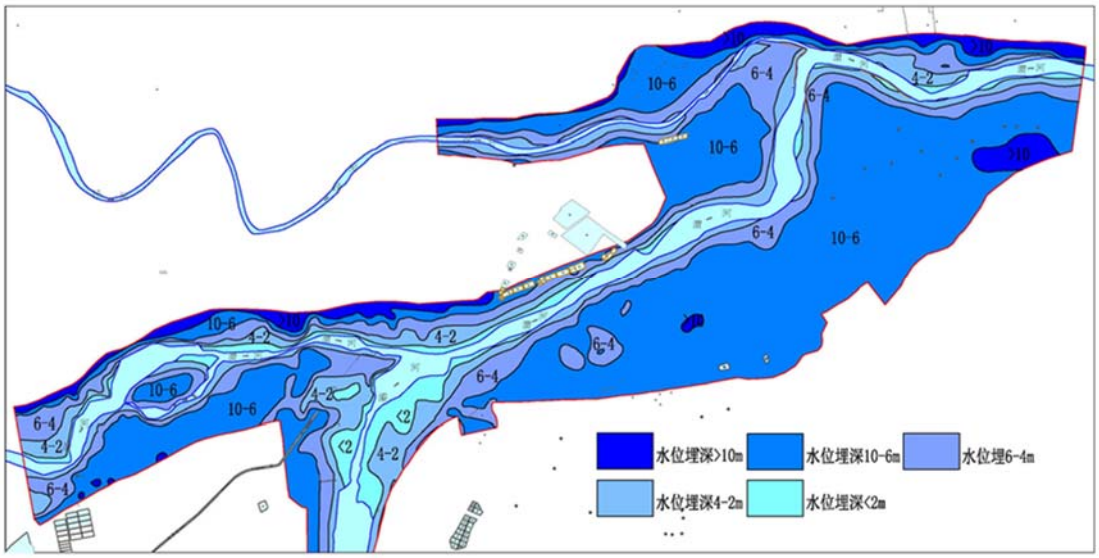


图 5.8-36　特枯年拦沙期泾渭湿地水位埋深预测成果图

6）预测结果分析

根据模拟预测结果，在模拟周期内，泾河水位降低使得泾河、渭河两岸地下水位产生一定幅度的下降，影响范围约 4.8km^2，将典型断面处河道两岸地下水下降范围进行统计(表 5.8-34)，泾河水位变化值-0.32m~-0.46m，对泾河两岸地下水位影响主要集中在距离河岸 185m~340m 范围内，地下水位降幅 0m~0.45m，对渭河两岸地下水位的影响主要集中在 WH10 断面以下距离河岸 74.5m~280m 范围内，地下水位降幅 0m~0.4m 之间。

表 5.8-34 典型断面处河道两岸地下水位下降范围统计表（单位：m）

断面编号	JH9		JH7		WH5		WH2	
水位下降值	距左岸	距右岸	距左岸	距右岸	距左岸	距右岸	距左岸	距右岸
>40cm	25.7	10.8	0	15	6	123	38.5	5.5
>30cm	69	21.3	23	63	41	195	76	15.8
>20cm	120	63	50.7	118.3	75	280	115	32
>10cm	224	121.6	110	176	125.2	-	166	51.8
0cm	340	185	237	259	181	-	223	74.5

将模拟前后水位埋深面积进行对比（表 5.8-35）。拦沙期河水位降低后，使得泾渭湿地两岸地下水位埋深增加，其中埋深小于 2m 范围减少 0.28km^2；埋深在 2m~6m 内范围增加 0.3km^2；埋深 6m~10m 面积基本不变；埋深大于 10m 的范围增加 0.21km^2。

表 5.8-35 模拟预测工程前后水位埋深面积变化表

水位埋深范围	预测前面积（km^2）	预测后面积（km^2）	面积变化（km^2）
<2m	1.57	1.29	-0.28
2-4m	3.42	3.59	0.17
4-6m	5.53	5.66	0.13
6-10m	14.43	14.37	-0.05
<10m	1.39	1.61	0.02

5.8.4 对漫滩流量的影响

（1）自然保护区洪水特点

根据 1841 年、1898 年、1911 年及 1933 年等历史调查洪水以及张家山、华县、咸阳建站的实测洪水，洪水组成分析结果（表 5.8-36），渭河下游 5000m^3/s 至 10000 m^3/s 洪水（5 年一遇至 50 年一遇的一般洪水至大洪水），以泾河来水为主发生几率 25%；以渭河来水为主的发生几率约 67%，泾渭河同时来水的发生几率约 8%。因此，渭河洪水是保护区漫滩洪水主要来源。

表 5.8-36 洪水组合情况统计表

华县站洪水			泾河来水为主洪水		泾渭河同时来水		渭河来水为主	
洪峰量级 (m^3/s)	重现期（年）	洪水场次	洪水场次	发生几率 (%)	洪水场次	发生几率 (%)	洪水场次	发生几率 (%)
2000～5000	约 5 年一遇以下	63	12	19.0	15	23.8%	36	57.1
5000～10000	约 5～50 年一遇	12	3	25.0	1	8.3%	8	66.7
≥10000	约 50 年一遇以上	3	2	66.7	0	0.0%	1	33.3

（2）运用方案对自然保护区洪水的影响

东庄水利枢纽工程防洪任务包括保护泾河下游及渭河下游大堤，防洪调度方案见表 5.8-37。防洪调度针对泾河 10 年一遇以上洪水（5420m^3/s 洪水）进行调节，防洪调度对泾河 10 年一遇以下洪水影响很小。

表 5.8-37 东庄水库防洪调度运用方式简表

判别条件			调度方式
华县流量（渭河）	坝前水位	区间流量	
＜5760m³/s			按入库流量或泾河不超过 5420m³/s 下泄
＜10300m³/s	＜20 年一遇防洪高水位	＜5760m³/s	按泾河不超 5420m³/s 及凑泄华县 5760m³/s 下泄
		≥5760m³/s	关闭闸门，停止下泄
	≥20 年一遇防洪高水位		按入库流量或泄流能力下泄
≥10300m³/s	<20 年一遇防洪高水位	＜10300m³/s	按泾河不超 5420m³/s 及凑泄华县 10300m³/s 下泄
		≥10300m³/s	关闭闸门，停止下泄
	<100 年一遇防洪高水位	＜10300m³/s	按凑泄华县 10300m³/s 下泄
		≥10300m³/s	关闭闸门，停止下泄
	≥100 年一遇防洪高水位		按入库流量或泄流能力下泄

东庄水库减淤运用方式如图 5.8-37，水库进入正常运行期，泾河小于 300m³/s 来水被水库拦蓄，对大于 300m³/s 库拦蓄的洪水影响较小。

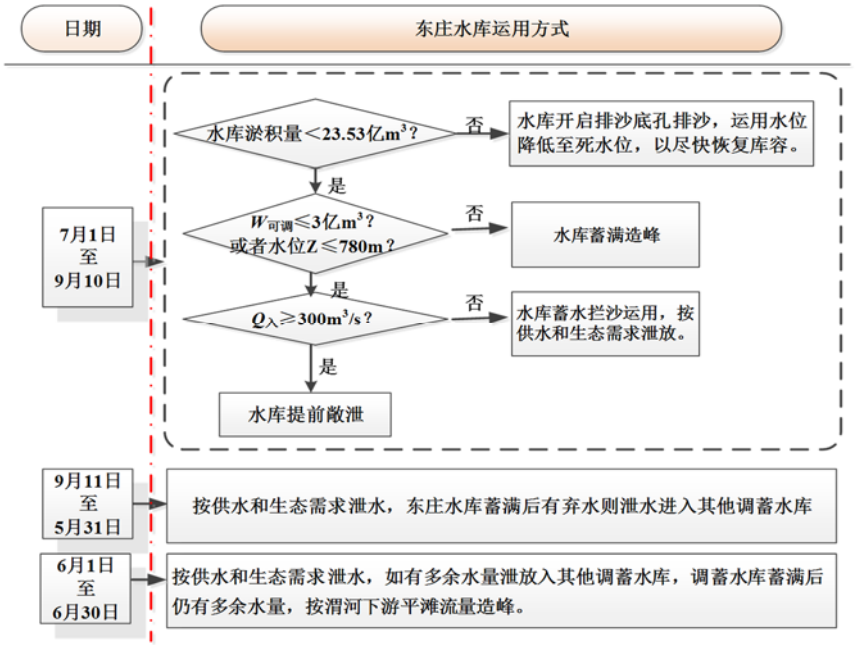


图 5.8-37 东庄水库正常运用期调水调沙运用方式

根据以上防洪和减淤运用原则，水库将拦蓄 300m³/s 以下的洪水，调节 5420m³/s 以上的来水，对 300～5420m³/s 的泾河来水影响不大。

（3）典型洪水影响

选取典型洪水，分析东庄水库对自然保护区洪水影响。

100 年一遇洪水情境下，工程建设前后自然保护区内泾河流量过程如图 5.8-40。泾河 6000m³/s 以上洪峰流量被水库调节控制在小于 5000m³/s 下泄，2000m³/s 至 6000m³/s 范围内的洪水持续时间增加。

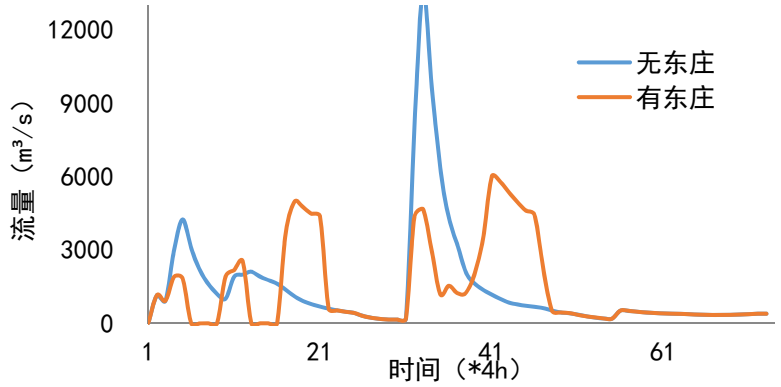


图 5.8-38 百年一遇洪水工程建设前后自然保护区泾河流量对比

20 年一遇洪水情境下，工程建设前后自然保护区内泾河流量过程如图 5.8-41。东庄水库将 20 年一遇洪水按照渭河华县断面 5760m³/s 削减，同时控制泾河下游流量不超过 5420m³/s 泾河下，自然保护区段泾河流量 1000m³/s 至 4000m³/s 的时间明显增加，5000m³/s 以上流量洪水消失。

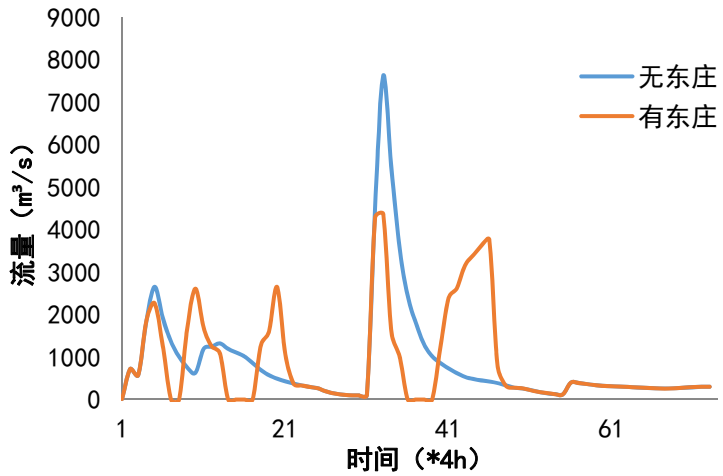


图 5.8-39 20 年一遇洪水工程建设前后自然保护区泾河流量对比

（4）工程对漫滩洪水的影响

为了进一步准确了解泾渭湿地省级自然保护区河道形态及漫滩情况，2016

年 12 月 7 日至 12 月 9 日，黄河勘测规划设计有限公司对自然保护区泾河、渭河大断面进行了测量。泾渭湿地自然保护区泾河部分河漫滩不发育，根据遥感影像及现场调查结果，泾河有小面积的滩地分布有湿生植被，选取 JH9、 JH7 和 WH5 跨泾河部分个典型断面（断面形态见图 5.8-40～图 5.8-42），根据植被分布高程重新，计算结果详见表 5.8-38。

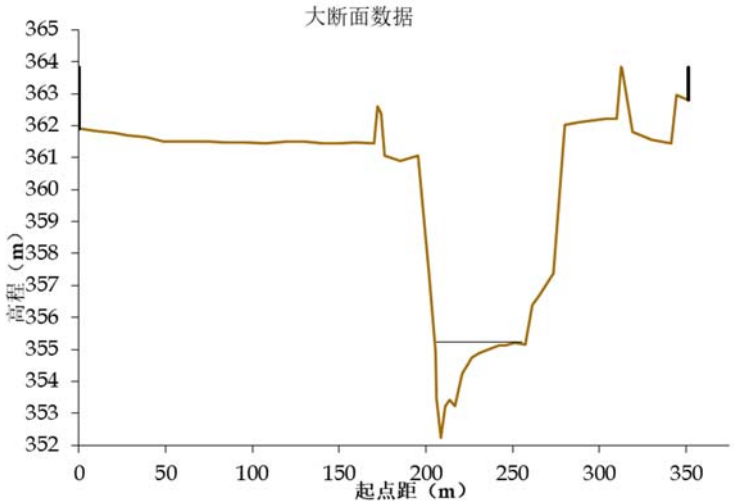


图 5.8-40 JH9 断面图

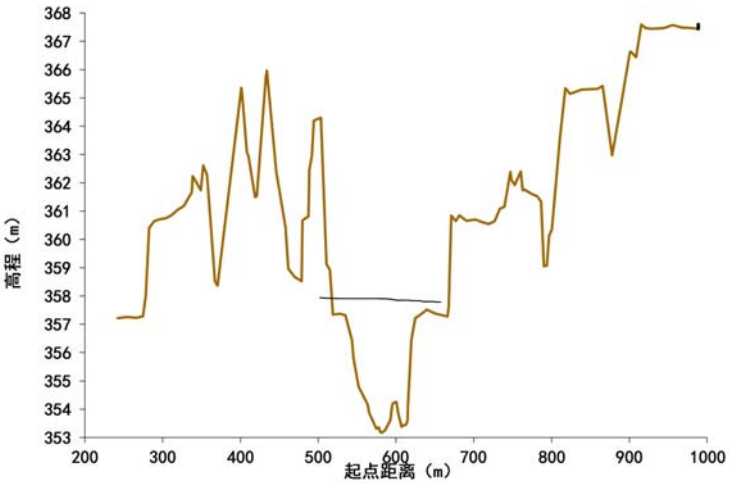


图 5.8-41 JH7 断面图

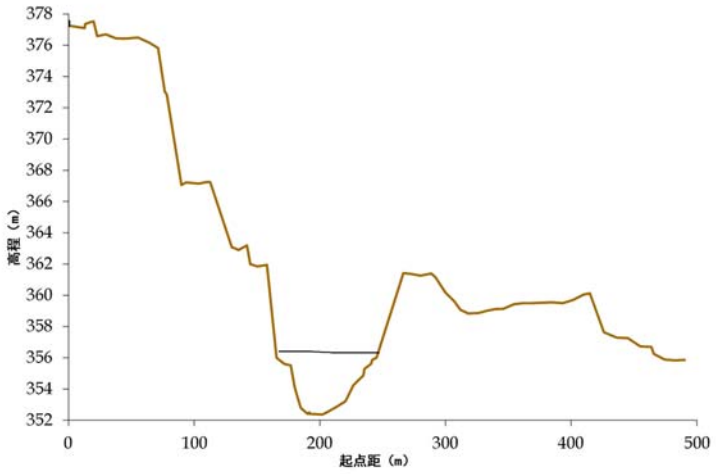


图 5.8-42 WH5 断面图

表 5.8-38 泾河代表性断面平滩流量 （单位：m^3/s）

断面	JH9	JH7	WH5（泾河部分）
平滩流量	37.4	434	403
拦沙期最大平滩流量	43.3	512	479

由表 5.8-38 可以看出，主要泾河两侧少量湿地植被需要平滩流量 434m^3/s，拦沙初期，河道冲刷使平滩流量增加到 512m^3/s，正常运行期河道回淤，其漫滩流量按照现状河道形态考虑。东庄水库对 300m^3/s 以上的中小洪水不进行拦蓄，工程不会对泾河漫滩洪水造成明显影响。拦沙期，由于水库冲刷，河槽形态变化，上滩流量增加，有可能造成漫滩次数减小。对工程前后泾河漫滩情况进行统计（表 5.8-39），工程运行后，泾河下游漫滩天数丰、平、特枯年份均明显增加，枯水年正常运行期漫滩次数增加，但拦沙期漫滩次数减少。因此枯水年来水条件情况下，需要开展生态调度，保证每年至少一次漫滩机会。

表 5.8-39 不同典型年泾河下游湿地漫滩天数统计表（单位：天）

漫滩天数	流量（m^3/s）	丰水年	平水年	枯水年	特枯年
无东庄	>434	2	1	1	0
拦沙期	>512	6	5	0	4
正常运行期	>434	8	6	2	4

（5）工程对渭河漫滩洪水的影响

渭河流域河漫滩较发育，湿地植被主要分布在渭河右岸的河漫滩及坑塘，漫滩洪水对湿地植被的生长起到非常重要的作用。

从洪水组成上说，渭河洪水是保护区漫滩洪水主要来源，以泾河来水为主发生几率25%;以渭河来水为主发生几率约67%,泾渭河同时来水发生几率约8%。东庄水库仅控制以泾河来水为主的洪水及减小泾渭河同时发生洪水带来的影响，影响相对较小。

根据水库防洪调度和减淤调度的原则分析结果来看，东庄水库防洪调度主要影响是削减 5760m^3/s 以上的洪水，对自然保护区而言，就是渭河不漫堤；东庄减淤运用，主要是拦蓄泾河 300 m^3/s 以下的高含沙量小洪水，根据泾河、渭河来水情况，凑泄人造渭河 1000 m^3/s 的洪水，运用结果是渭河超过 1000 m^3/s 的洪水频次增加。综合以上分析结果，东庄水库将增加 1000 m^3/s 至 5760 m^3/s 的洪水的频次，5760 m^3/s 以上洪水次数减小。

对无东庄、东庄水库拦沙期、东庄水库正常运行期水文系列数据进行统计（表5.8-40），东庄建设前 1000m^3/s 至 5760m^3/s 洪水发生天数为多年平均为 9.97 天，拦沙期和正常运用期分别为 9.99 天和 10.1，出现的天数有所增加；丰水年，流量区间出现的天数由建库前的24天增加至拦沙期的25天和正常运行期的28天，平水年流量区间出现的天数由建库前的10天增加至拦沙期的15天和正常运行期的14天；特枯年，流量区间出现的天数由建库前的5天增加至拦沙期的10天和正常运行期的9天。

表 5.8-40 工程运行前后渭河重要洪水变化情况统计表（单位：天）

工况	流量（m^3/s）	丰水年	平水年	枯水年	特枯年	多年平均
无东庄	1000～5760	24	10	0	5	9.97
拦沙期	1000～5760	25	15	0	10	9.99
正常运行期	1000～5760	28	14	0	9	10.1

5.8.5 对漫滩范围的影响

为分析东庄水库运行调度条件下，水面变化对自然保护区湿地植被的影响，对自然保护区应用平面二维数学模型定量预测不同典型年情景下，对下游河道漫滩范围变化情况。构建 MIKE21 模型时，首先确定模拟区域，即工程及主要水系所在大区域范围，然后根据河段位置、模拟长度等信息确定模拟的陆地、水域边界范围，最后根据模型实际计算范围配合相关地形、边界数据生成模拟区域地形文件，构建模型地形数据文件（图 5.8-43）。

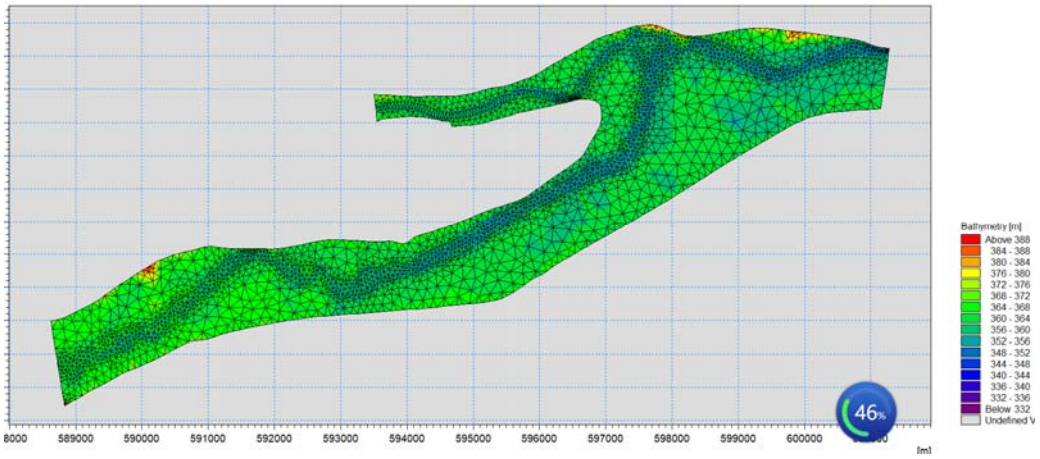


图 5.8-43　自然保护区模拟范围地形数据

根据前述东庄水库建设前后泾河入渭口断面流量变化情况，分别对于丰水年、平水年、枯水年及特枯水年的月均流量过程进行了整理，以湿地植物生长季内工程建设前后流量变化最大的流量值作为模型上边界条件进行模拟计算。通过对工程拦沙期和正常运行期典型年月均流量变化的整理，共 12 种典型年工况进行分别对比计算。模型计算工况见表 5.8-41。

表 5.8-41　东庄水库建设前后泾河入渭口断面流量计算工况

典型年	建库前	拦沙期	运行期	对应月份	对应渭河流量
丰水年	92.26m^3/s	9.85m^3/s	9.85m^3/s	9 月	860.24 m^3/s
平水年	78.72m^3/s	9.85m^3/s	9.85m^3/s	9 月	578.23 m^3/s
枯水年	39.70m^3/s	18.40m^3/s	18.40m^3/s	8 月	123.12 m^3/s
特枯水年	50.46m^3/s	115.08m^3/s	95.48m^3/s	7 月	32.31 m^3/s

工程建设前后不同典型年的泾、渭河漫滩范围详见图 5.8-44～5.8-55。

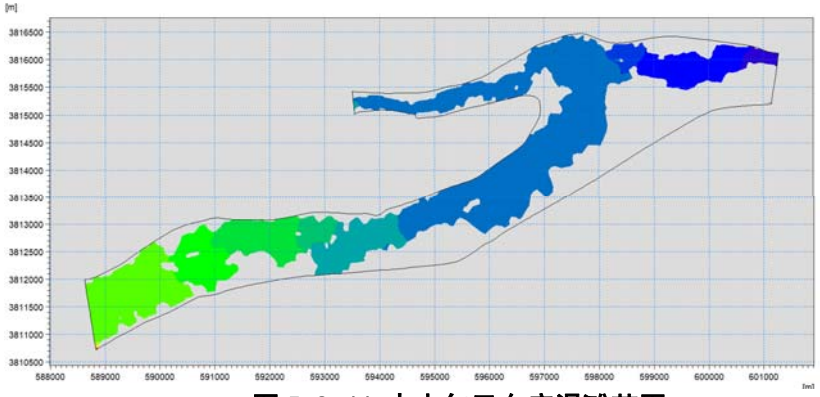


图 5.8-44 丰水年无东庄漫滩范围

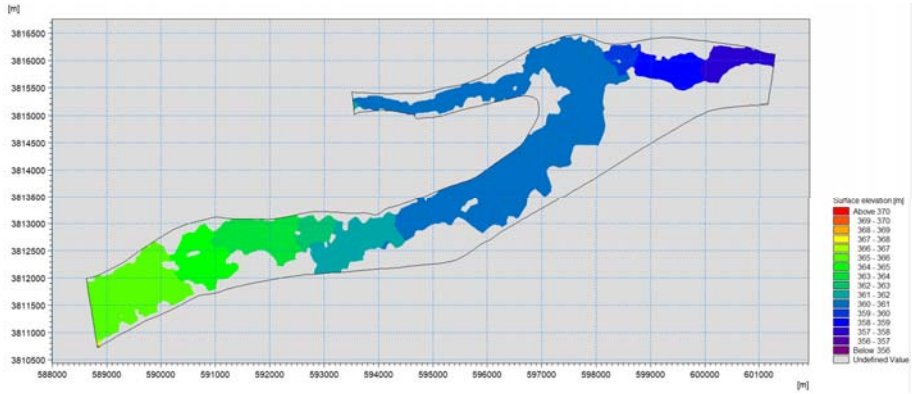


图 5.8-45 丰水年东庄拦沙期最大漫滩范围

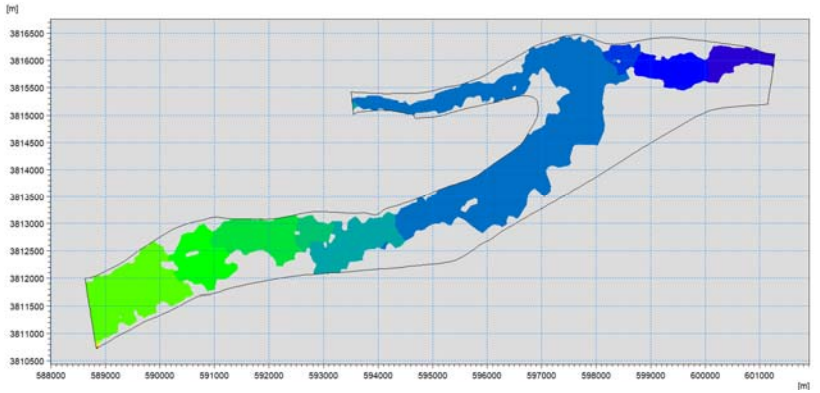


图 5.8-46 丰水年东庄水库正常运行期漫滩范围

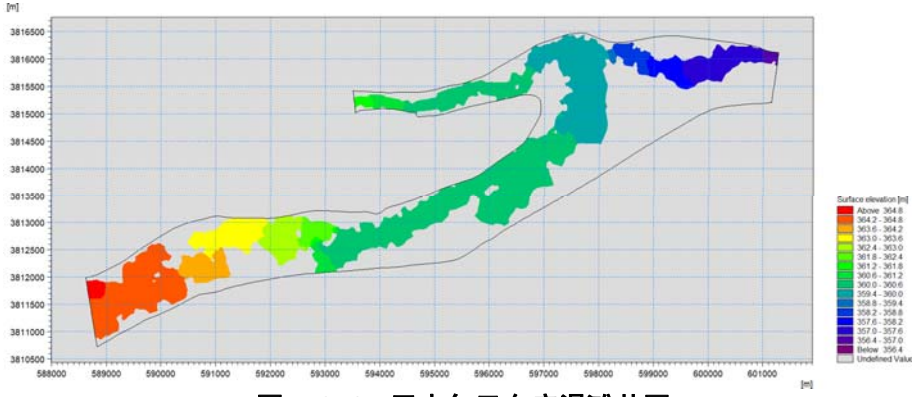


图 5.8-47 平水年无东庄漫滩范围

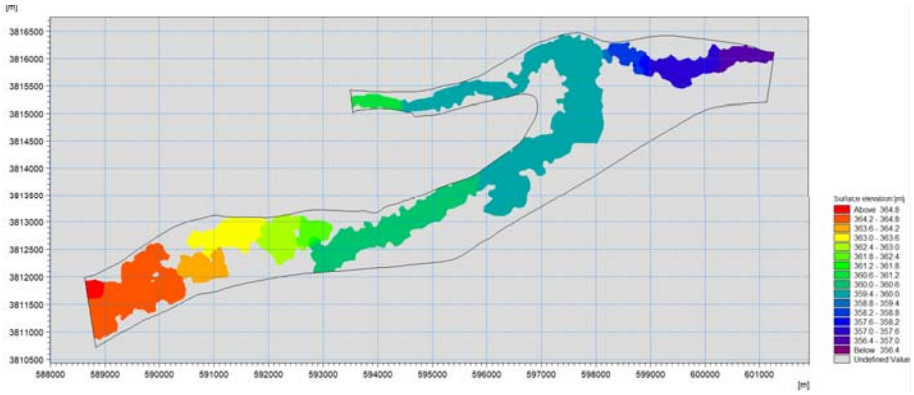


图 5.8-48 平水年拦沙期漫滩范围

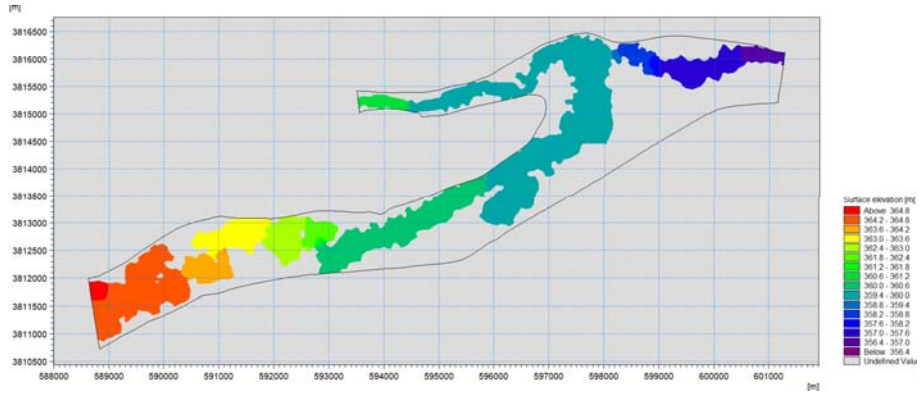


图 5.8-49 平水年正常运行期漫滩范围

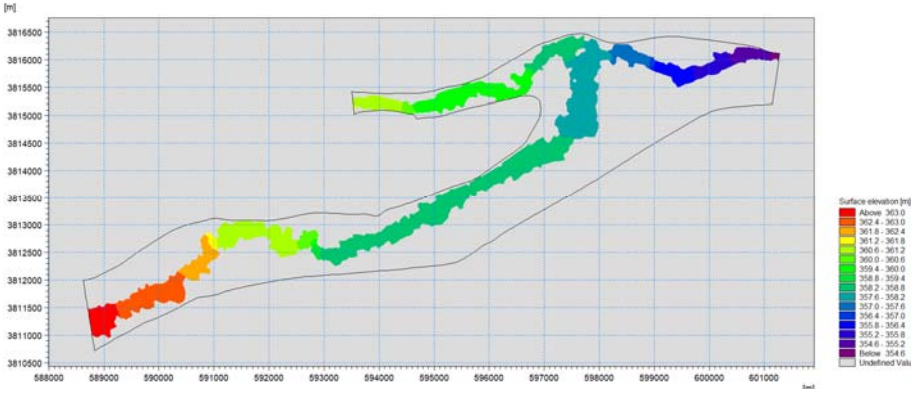


图 5.8-50 枯水年无东庄漫滩范围

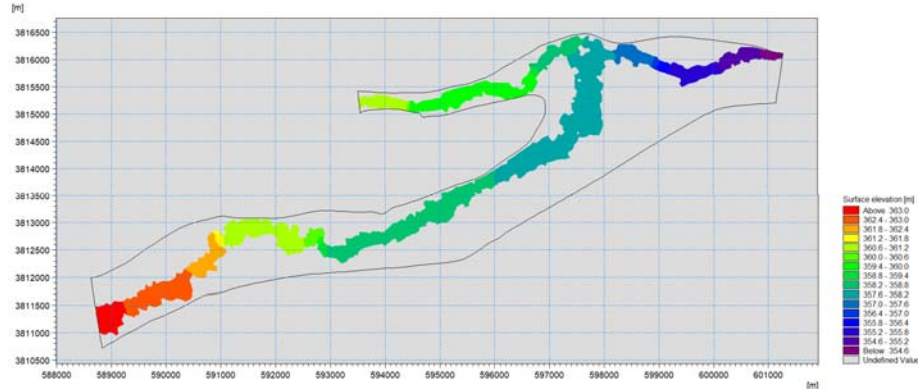


图 5.8-51 枯水年拦沙期漫滩范围

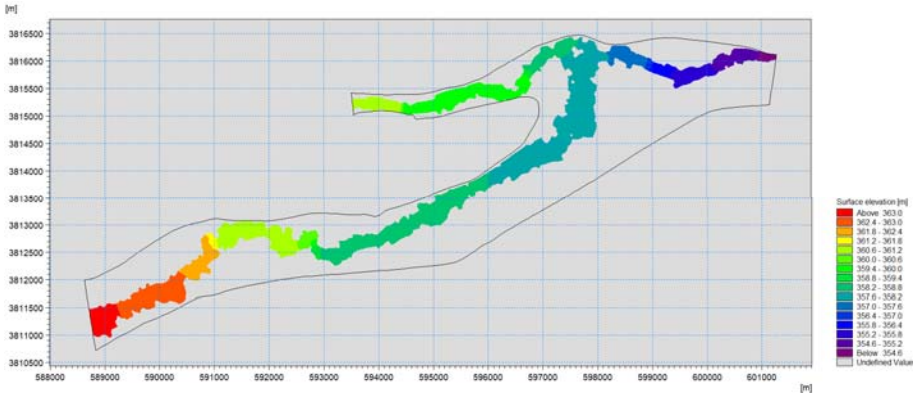


图 5.8-52 枯水年正常运行期漫滩范围

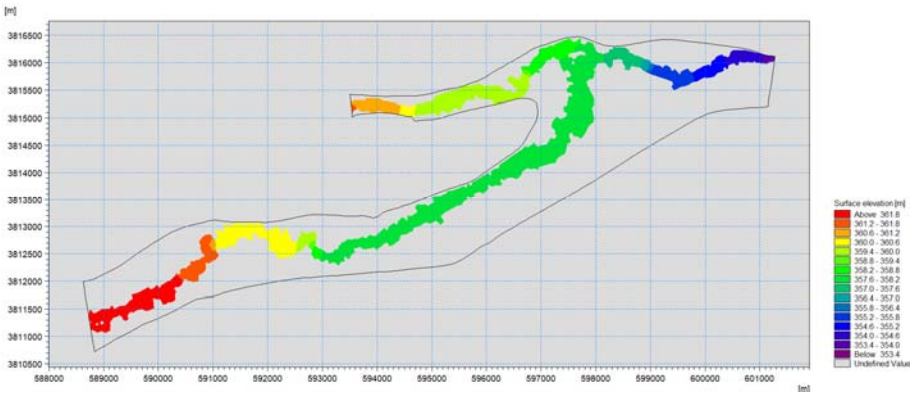


图 5.8-53 特枯年无东庄情况下漫滩范围

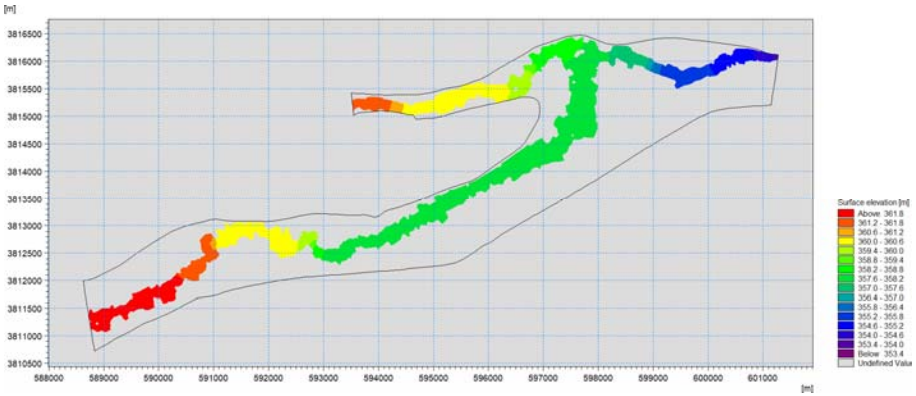


图 5.8-54 特枯年拦沙期漫滩范围

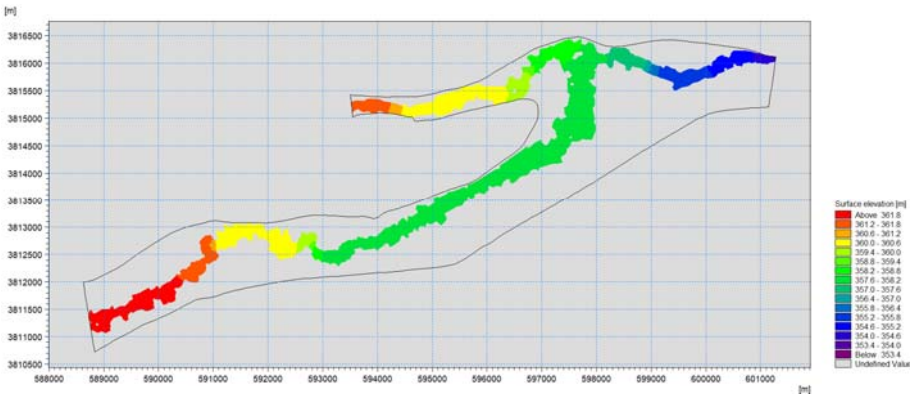


图 5.8-55 特枯年正常运行期漫滩范围

表 5.8-42 工程前后漫滩面积统计表 单位：km^2）

典型年		丰水年	平水年	枯水年	特枯年
无东庄	漫滩面积	8.5	7.1	3.52	2.16
拦沙期	淹没面积	8.43	6.33	3.47	2.93
	变化	-0.07	-0.77	-0.05	0.77
正常运行期	淹没面积	8.4	6.69	3.48	2.93
	变化	-0.1	-0.41	-0.04	0.77

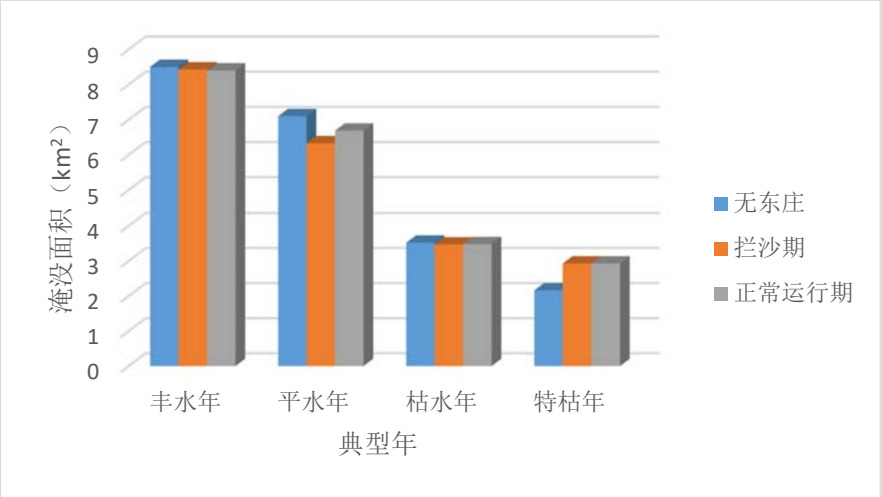


图 5.8-56 工程前后漫滩面积柱状图

对模拟计算的漫滩面积进行统计，结果见表 5.8-42 和图 5.8-46。可以看出，丰、平、枯三个典型年漫滩面积分别有不同程度减小，丰水年、枯水年漫滩面积变化不大；平水年，拦沙期受河道冲刷和水库调蓄的共同影响，漫滩面积减小 0.77km^2，正常运行期受水库调节的影响，漫滩面积减小 0.41km^2；特枯年，水库调节使漫滩面积有所增加，增加面积 0.77km^2。

将漫滩范围与自然保护区植被分布图情况进行叠加，平水年拦沙期和运行期漫滩范围分别减小 0.77km^2 和 0.41km^2，影响植被类型包括芦苇、拂子茅等。

5.8.6 对植物的影响

（1）植被类型及植被生长的地下水极限埋深

西安泾渭湿地省级自然保护区内的生态系统包括了陆生环境和水生环境。按照植物对水分适应情况，陆生植物进一步划分为湿生植物、中生植物、旱生植物等类型。

湿生植物指在潮湿环境中生长，不能忍受较长时间的水分不足的陆生植物，抗旱能力最弱。保护区内大多数为阳地湿生植物。主要分布于水深 0.5m 以下或地下水位较浅的河滩、沟 边、堤岸、沼泽等，如芦苇、假苇拂子茅、拂子茅、水葫芦苗、 水麦冬、水芹、荭草、桃叶蓼、千屈菜等。尤其是在周期性淹水或地下水位较高的河岸、河漫滩上，芦苇、假苇拂子茅、拂子茅、狗牙根等生长旺盛，常常成片分布，根系发育深度一般小于 0.3m。

中生植物与旱中生植物的形态结构及其适应性介于湿生植物和旱生植物之间。不能耐受严重干旱或长期涝渍，通常在水分条件适中的环境中生活，主要分布于山坡、路旁、农田、荒地等陆生环境中，也见于河边地势较高的堤岸、沙地、旱坡、草地等处。与中生植物相比，旱中生植物较耐旱，通常喜生于偏干旱温暖的环境中。保护区内常见中生植物有狗尾草、虎尾草、萝藦、曼陀罗、 龙葵、旱柳等，常见旱中生植物有角蒿、蒺藜、萹蓄、河朔荛花、刺儿菜、纤毛鹅观草、鹅绒藤等。根系发育深度一般在 0.3~1.0m。

旱生植物与中旱生植物均能适宜在干旱生境下生长，可耐受较长期或较严重干旱。保护区的渭河北岸及泾河北岸等局部地段具有数处陡坡、沙质黄土及河滩沙质荒地，生长着数种旱生植物与中旱生植物。常见种类主要有黄花蒿、地稍瓜、披针叶黄华、沙棘、二色补血草、猪毛菜、鹤虱等，泾河一级阶地分布有成片的杨树林，其根系发育深度差异较大，从 0.4m 到 2.2m 不等，乔木根系超过 4m。

（2）毛细上升高度

植物需要有适宜生长的地下水位，最低值称之为凋萎水位。地下水埋深不超过根系深度与土壤毛细上升高度之和时，植物生长良好，否则植物就发生凋萎以至死亡。因此，在考虑毛细水特性情况下，适合于地下水生植物的最佳地下水生态环境为：最佳地下水埋深=根系深度+毛细上升高度；毛细上升水量=根系提水量+土壤水分蒸发量

根据水文地质测绘过程中对毛细水上升高度的调查，保护区内湿地范围内地层岩性为砂、砂卵石和壤土，毛细上升高度差异也较大，根据实地调查，湿地范围的毛细水上升高度一般在 1.0~1.5m（图 5.8-57）。



图 5.8-57 泾渭湿地地下水毛细上升高度调查

结合野外调查资料及国内已有研究成果，初步分析泾渭湿地对地下水位控制的要求：

湿生植物的极限地下水位埋深为 1.3~1.8m；中生植物与旱中生植物地下水位极限埋深在 1.3m～2.5m；旱生植物与中旱生植物地下水位极限埋深最大 3.7m；对于保护区内的一些乔木类植被，如杨树和银杏等，根系发育深度可达 4~6m，极限埋深一般在 6~7m。

需要说明的是，上述极限埋深是基于植被生长的水分全部靠地下水进行维持的基础上的，如干旱少雨地区。泾渭湿地多年平均年降水量 589.4mm，属暖温带半润大陆性季风气候，大气降水在进入到地下水之前，除形成一部分地表径流外，大部分在下渗过程中被植物根系吸收或蒸发掉，约 20%大气降水进入到地下水体中。因此大气降水入渗以及河流的洪水漫滩补给对湿地内植被的生长过程起着重要作用。

通过现场调查及泾渭湿地地下水埋深分区图，湿地内大部分区段大于 6m，超出多种植被的地下水位极限埋深，但植被生长状况良好，植被覆盖度较高，主要是依赖大气降水（包含部分凝结水）的入渗到土壤过程的补给作用来维持。

综合分析认为，湿地内不同类型植被对地下水的依赖程度不同，喜水性植被对地下水依赖性较强，地下水位埋深在 1.8m 以内时适宜生长，当超过临界水位埋深时，喜水性植被会退化，面积萎缩，被中生植物与旱中生植物替代；地下水

对中生植物与旱中生植物起到了基本维持作用，但植物生长更多地是依靠大气降水的入渗过程得到水分补给；对于旱生类植被，其分布大部分地段地下水位埋深较深，主要依靠大气降水和凝结水维持生长，对地下水依赖性弱；乔木类根系发育深度一般较深，极限埋深较大，依赖地下水和大气降水入渗过程的共同补给作用。

（3）地下水变化对植被影响分析

根据现状地下水位与不同植被地下水极限埋深情况结果，保护区内不同类型植被对地下水依赖程度不同，喜水性植被对地下水的依赖性较强，地下水位埋深1.8m 以内时，适宜生长，当超过临界水位埋深时，喜水性植被会退化，面积萎缩，逐渐被中生植物与旱中生植物替代；地下水对中生植物与旱中生植物起到了基本维持作用，但植物生长更多地是依靠大气降水的入渗过程得到水分补给；对于旱生类植被，由于分布大部分地段地下水位埋深较深，主要依靠大气降水和凝结水维持生长，对地下水依赖性弱；乔木类由于其根系发育深度一般较深，极限埋深较大，依赖地下水和大气降水入渗过程的共同补给作用。

根据地下水位变化预测结果，最不利情况下，泾河水位降低使得泾河、渭河两岸地下水位产生一定幅度下降，影响范围约 4.80km^2，对泾河两岸地下水位影响主要集中在距离河岸 185m~340m 范围内，地下水位降幅 0m~0.45m；对渭河两岸地下水位的影响主要集中在 WH10 断面以下距离河岸 74.5m~280m 范围内，地下水位降幅 0m~0.4m。将工程对地下水影响范围和自然保护区植被分布图进行叠加（图 5.8-58），可以看出，地下水影响范围内，除耕地河流水面外影响湿地植被面积 1.81km^2，其中，黄花蒿草甸面积最大（0.66km^2），其次为拂子茅低湿地草甸面积（0.52km^2），芦苇低湿地草甸 0.39km^2，狗牙根草甸 0.18km^2，狗尾草草甸 0.05km^2（表 5.8-43）。

表 5.8-43 泾渭湿地保护区地下水影响植被情况

植被类型	面积(km²)	地下水影响面积(km²)	占比
黄花蒿草甸	0.66	4.80	14%
拂子茅低湿地草甸	0.52		11%
芦苇低湿地草甸	0.39		8%
狗牙根草甸	0.18		4%
狗尾草草甸	0.05		1%
合计	1.81		38%

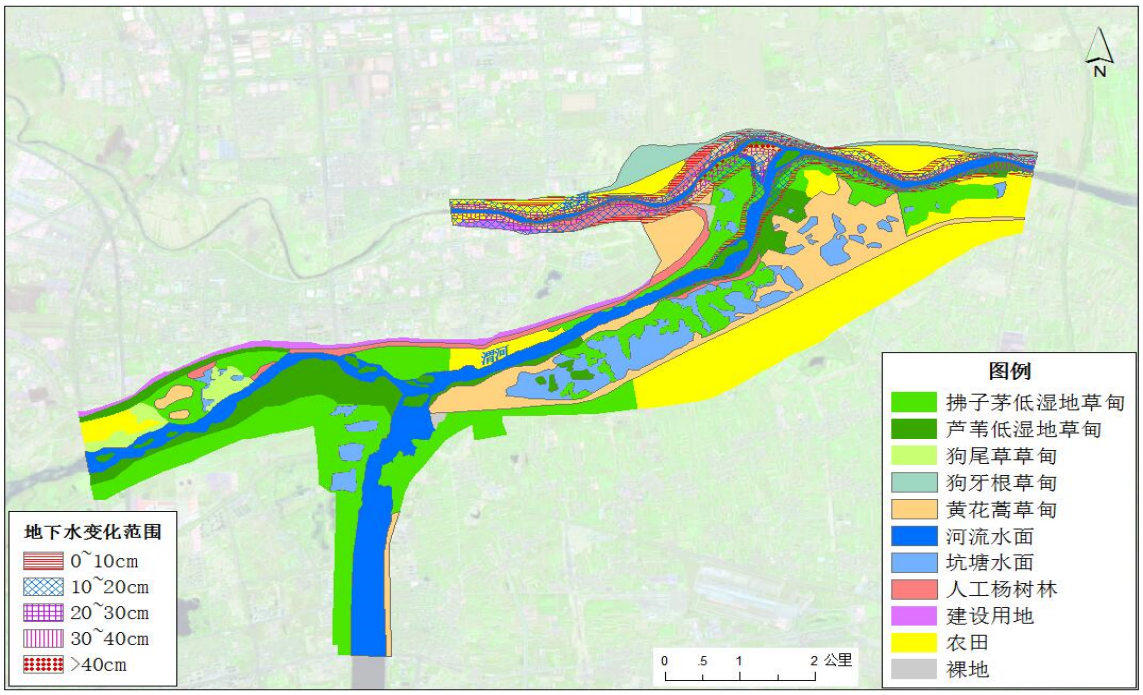


图 5.8-58 泾渭湿地自然保护区地下水影响区植被分布图

拦沙期泾河河道达到最大冲刷深度时，地下水埋深小于 2m 范围减少 0.28km²，是湿生植被的主要分布区域，意味着临河约有 0.28km² 湿生植被将可能向中生植被演替，芦苇、拂子茅等湿生植被的面积 10.08km²，拦沙期可能发生演替的湿生植被面积占比约为 2.8%，埋深在 2m~6m 内范围增加 0.3km²，区域分布主要是中生植被，也有湿生植被向中生植被过渡类型，中生植被面积有一定增加；埋深 6m~10m 内面积基本不变；埋深大于 10m 区域主要分布的旱生植被，部分植被主要依靠大气降水维持其正常生长，旱生植被面积将增加 0.21km²。因此，在拦沙期最不利条件下，将可能有约 2.8%（0.28km²）的湿地植被向中生植被演替，保护区的植被群落结构不会发生显著变化。

需要说明的是，本次影响预测的时间段为水库蓄水后拦沙期河水位降幅最大的月份，即最不利工况下的地下水位变化，同时未考虑期间洪水的脉冲补给及大

气降水补给，随着地表水位的变动和恢复，地下水位也将出现动态的变动和恢复。

（4）地下水位变化对自然保护区植被影响小结

考虑最不利情况下，拦沙期河道达到最大冲刷深度，按照地下水位降幅最大月份进行分析，泾河影响范围为河岸 185m~340m 的范围内，地下水位降幅在 0m~0.45m 之间；渭河周边地下水位影响范围为两岸 74.5m~280m 范围内，地下水位降幅 0m~0.4m 之间。地下水埋深小于 2m 的范围减少 0.28km^2，部分区域是湿生植被主要分布区域，不考虑大气降水等情况下，临河约有 0.28km^2 的湿生植被将可能有向中生植被演替的趋势。

按照漫滩面积考虑，平水年拦沙期和运行期漫滩面积分别减小 0.77km^2 和 0.41km^2，影响范围均处于近岸区域，湿地植被影响的范围基本包括了地下水影响范围，若连续遭遇此枯水年份的情况下，该部分植被主要是芦苇低湿地草甸和拂子茅低湿地草甸，将受到一定的影响。

综合考虑以上两个因素，考虑地下水和地表水最不利条件下，拦沙期和正常运行期工程对湿地植被的影响面积约为0.77km^{2}和0.41km^2，植被影响面积较小，不会给湿地生态系统结构和功能带来明显的不利影响。

随着水库进入正常运行期，泾河水体含沙量上升，再考虑水库排沙，河道回淤，对工程对自然保护区地下水及洪水漫滩影响将极为微弱，部分时段（主要包括在枯水时段保证泾河下游的生态流量和调水调沙时段增加下游漫滩几率）会对自然保护区产生积极影响。

5.8.7 对保护区鸟类及栖息环境的影响

东庄坝址位于保护区上游 84km，枢纽对自然保护区影响仅是泾河下游水文情势变化带来的湿地生态环境变化，间接对区域野生动物造成影响。

根据调查结果，保护区两栖爬行类 4 目 7 科 18 种，鸟类 14 目 30 科 91 种，哺乳类 5 目 7 科 20 种，其中国家 I 级重点保护物种 2 种（大鸨、金雕），国家 II 级重点保护物种 16 种，以猛禽类为主，陕西省重点和一般保护物种 56 种。保护区鸟类主要以留鸟为主体，旅鸟所占比例较高，说明保护区所在区域范围是关中地区鸟类迁徙的通道和候鸟重要的栖息地。因此，本次影响分析主要以鸟类作为对象进行影响分析与预测。

（1）鸟类分布情况

根据调查，西安泾渭湿地省级自然保护区生活在水域、河滩的鸟类种类和数量最多，其次是湿地内的荒草地和农田次之。其中，渭河、灞河干流及其周围的水域为游禽的重要分布区域。冬季和迁徙季节，大量的雁形目鸟类在此栖息；干流的浅水区域、滩涂，特别是冬季枯水期，河水水量较小，吸引众多的涉禽在此觅食，常见的有鹭类、鸻类、鹬类、部分佛法僧目、雀形目种类等。夏季是当地留鸟和夏候鸟的繁殖季节，此时鸟类的种群数量相对稳定。调查发现，渭河、灞河干流的浅水区、滩涂主要以白鹭、白骨顶、夜鹭为优势种，常见种为灰头麦鸡、白腰草鹬等；河道中以普通燕鸥为优势种，深水区常有小鸊鹈、凤头鸊鹈等成对活动；河岸的农田、草地里以留鸟为优势种，如环颈雉、珠颈斑鸠、树麻雀等。

可以看出，大部分鸟类栖息于渭河沿岸的滩涂和阶地，特别是渭河南岸的滩涂、洼地水塘。保护区内的渭河南岸河漫滩地区微地貌发育，洼地水塘和黄土沙丘相间分布，地表崎岖不平，沙坑水体和起伏的地表形成了多样化的湿地生境，水生植物和陆生植物相间分布，是保护区鸟类集中分布区，大部分鸟类分布于此。泾河在入渭口附近河道深切，河漫滩不发育，湿地植被分布很少，泾河两岸一级阶地高出河面 5m 至 20m。分布有成片的人工杨树林、蒿类等中生植被及农田，有少量的林地鸟类分布，除了狭窄的泾河河道水面外，没有其他水面，水鸟和湿地鸟类分布较少。鸟类分布情况详见图 5.8-59。

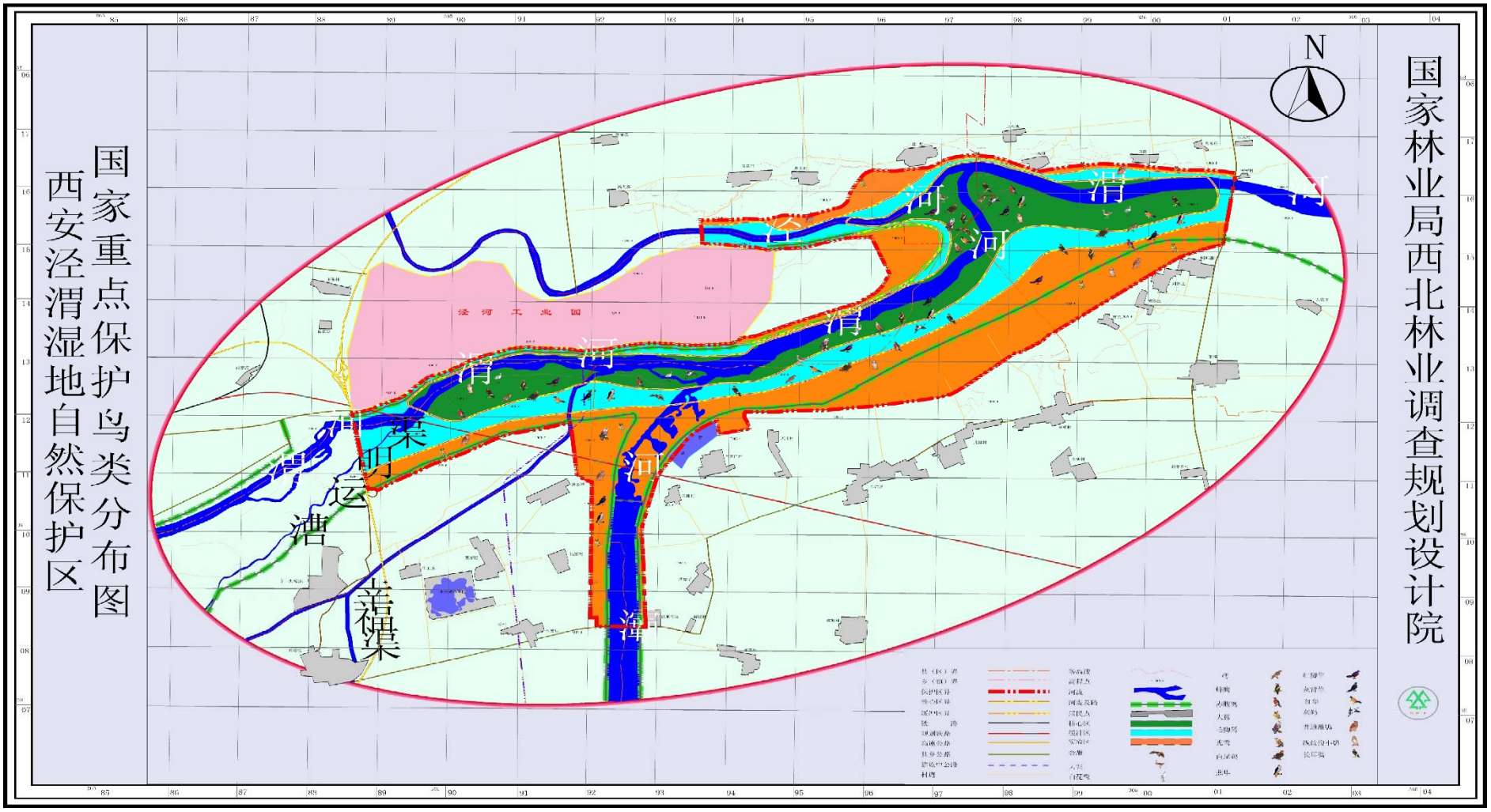


图 5.8-59 保护区保护鸟类分布图

（2）对鸟类栖息地的影响

1）总体影响

①工程影响主要集中在泾河流域，工程运行对渭河影响较小

东庄水库坝址位于自然保护区上游约 84km 的泾河上，工程建设和运行不会对自然保护区野生动物造成直接影响。运行期由于水库防洪减淤运用，对泾河水文情势带来一定影响，同时拦沙初期，清水下泄使下游河道发生冲刷，河槽形态发生变化，河道水位、水面积等也将发生变化，这些变化给自然保护区带来一定影响，影响对象主要在泾河，泾河入渭口下游渭河影响相对较小。

②湿地鸟类主要分布在灞河干流及渭河两岸，泾河水域鸟类分布很少

从自然保护区鸟类分布情况看，湿地鸟类主要分布在渭河、灞河干流及两岸滩涂和坑塘，泾河及两岸鸟类分布少，工程影响主要集中在泾河流域，就自然保护区总体而言，工程对鸟类影响有限。

根据陆生生态影响分析的结果，工程对自然保护区影响最大的时段为拦沙初期，工程带来的地下水位变化及漫滩洪水的变化影响范围和程度有限，不会引起保护区大面积的植被退化及湿地生态系统结构和功能的明显改变。因此，对栖息于陆地的野生动物和鸟类影响相对较小。拦沙初期，由于河道冲刷，引起河道水面下降，对河道水面产生一定影响，水面作水禽栖息和觅食场所，将对栖息地面积有轻微影响。

根据保护区鸟类调查的结果，数量最多的是冬候鸟，且水禽较多，工程影响的主要对象是水禽，因此首先重点分析工程建设对冬候鸟中水禽的影响。

对水禽影响而言，水域面积最小值是影响鸟类栖息重要控制性因素，本次分析对泾渭湿地自然保护区利用 MIKE 21 建立了二维模型进行模拟计算，模型构建以泾河、渭河两侧堤防为边界，选择丰水年、平水年、枯水年、特枯水年等典型年流量中最小月份流量作为模型输入条件，计算具体工况见表 5.8-44。

表 5.8-44　东庄水库建设前后自然保护区河道最小河道水面积计算工况

典型年	无东庄	对应月份	有东庄	渭河流量
丰水年	9.52m^3/s	1 月	7.49m^3/s	133.69m^3/s
平水年	2.35m^3/s	12 月	7.68m^3/s	139.22 m^3/s
枯水年	2.64m^3/s	3 月	7.97m^3/s	13.65 m^3/s
特枯水年	2.35m^3/s	12 月	7.68m^3/s	32.31 m^3/s

经模型计算，工程建设前后不同典型年候鸟越冬期自然保护区最小河道水面变化情况见表 5.8-45、图 5.8-60。

表 5.8-45　东庄水库建设前后自然保护区河道最小河道水面积

典型年	工程前（km^2）	工程后（km^2）	变化（km^2）	变化比例（%）
丰水年	3.5	3.5	0	0
平水年	3.51	3.52	0.01	0.3%
枯水年	1.46	1.48	0.02	1.4%
特枯水年	1.58	1.59	0.01	0.6%

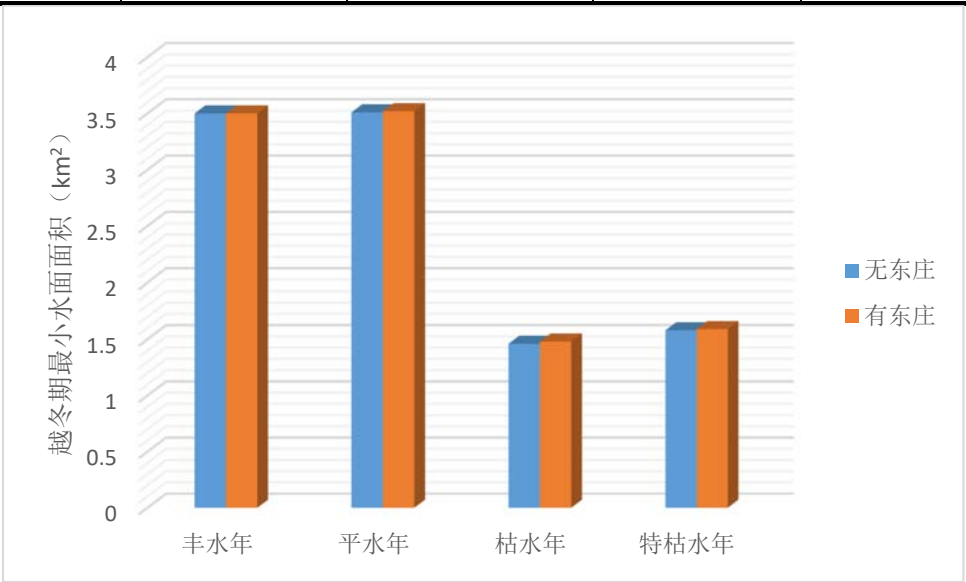


图 5.8-60 不同典型年建库前后自然保护区河道最小水面面积柱状图

丰水年，未建东庄水库前，候鸟越冬期自然保护区泾河、渭河最小水面积为 3.5km^2，工程建成运行后，水面面积基本不变（图 5.8-61、图 5.8-62）。

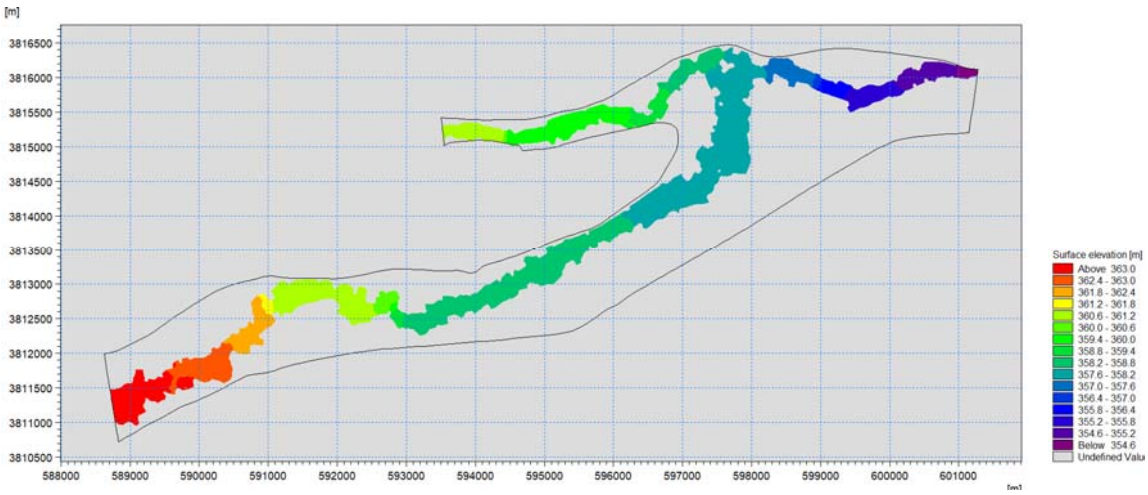


图 5.8-61 丰水年建库前自然保护区河道最小水面图

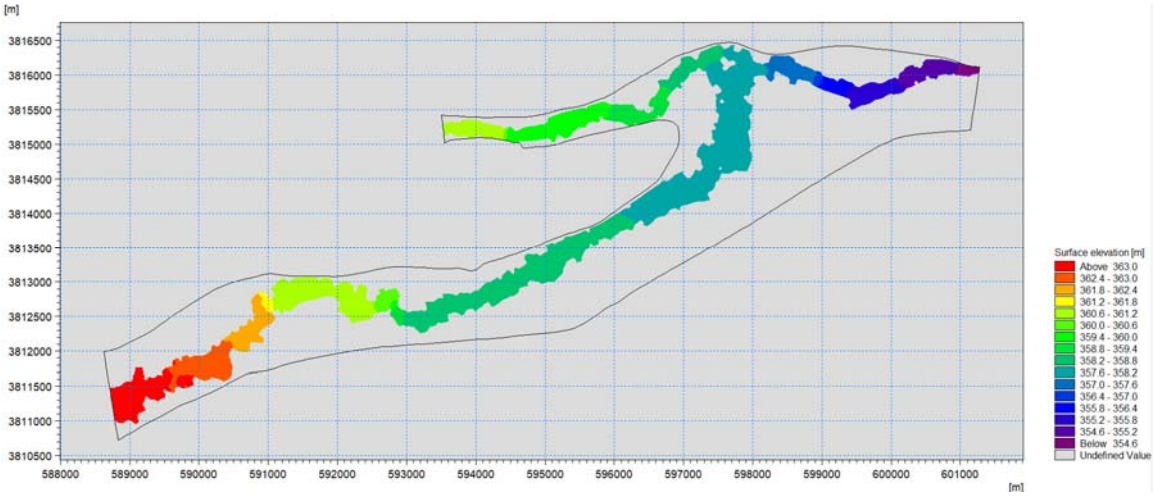


图 5.8-62 丰水年建库后自然保护区河道最小水面图

平水年，未建东庄水库工程前，候鸟越冬期自然保护区泾河、渭河最小水面积为 3.51km^2,工程运行后，最小水面积 3.52km^2,增加 0.01km^2，面积增加 0.3%，工程前后保护区最小水面详见图 5.8-63、图 5.8-64。

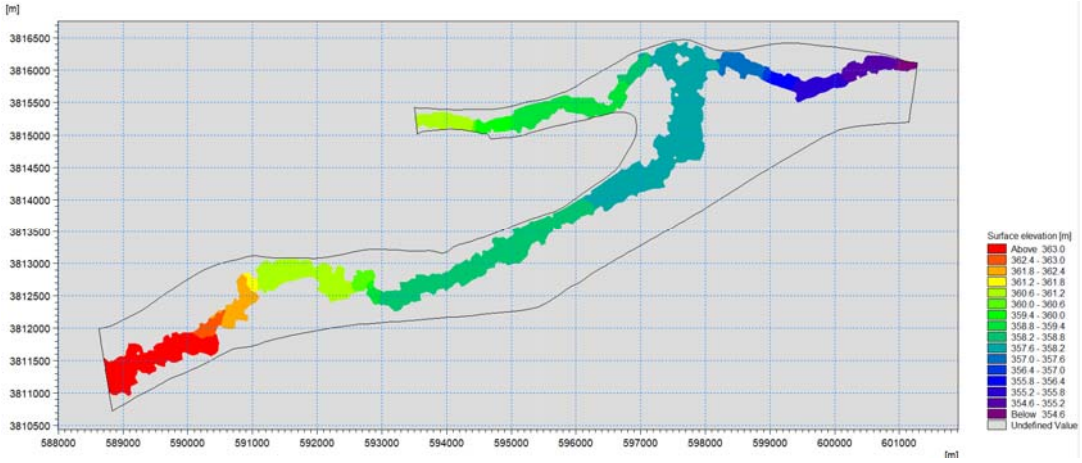


图 5.8-63 平水年建库前自然保护区河道最小水面图

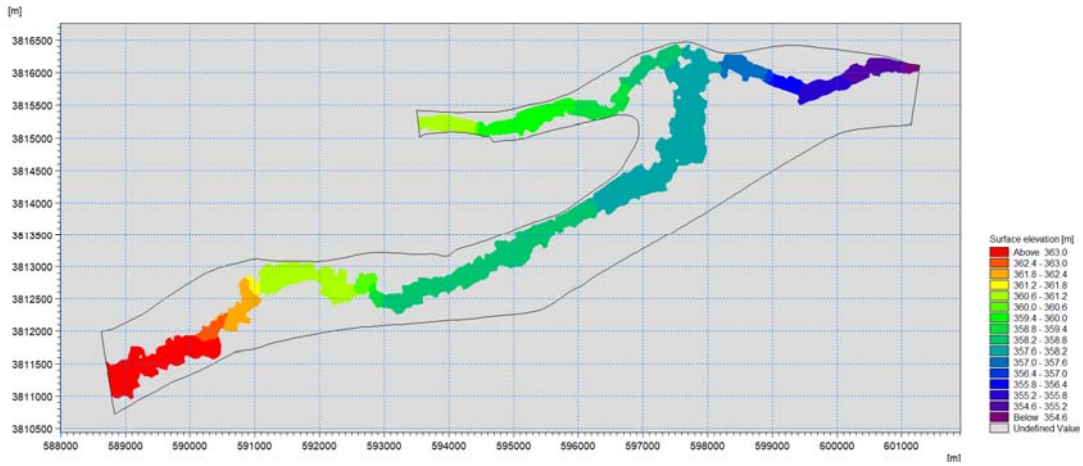


图 5.8-64 平水年建库后自然保护区河道最小水面图

枯水年，未建东庄水库前，候鸟越冬期自然保护区泾河、渭河最小水面积为

1.46km^2,工程运行后，最小水面积 1.48km^2,增加 0.02km^2，面积增加 1.4%，工程前后保护区最小水面详见图 5.8-65、图 5.8-66。

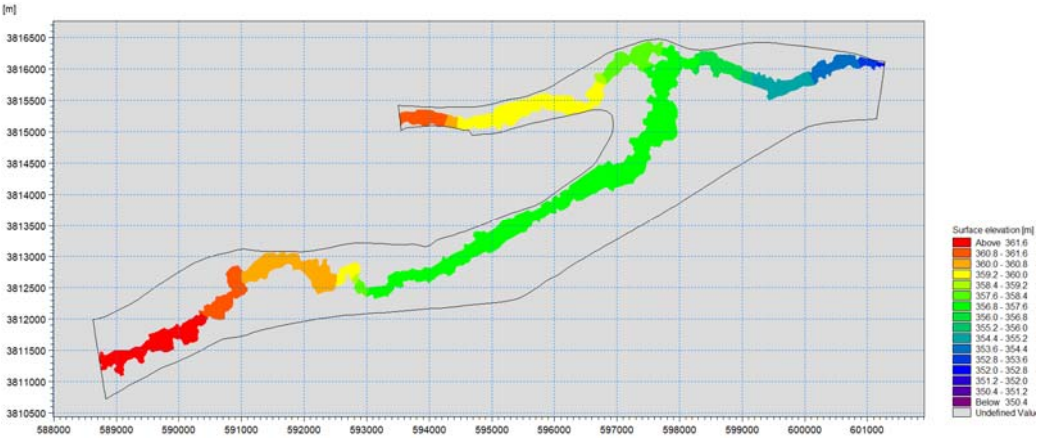


图 5.8-65 枯水年建库前自然保护区河道最小水面图

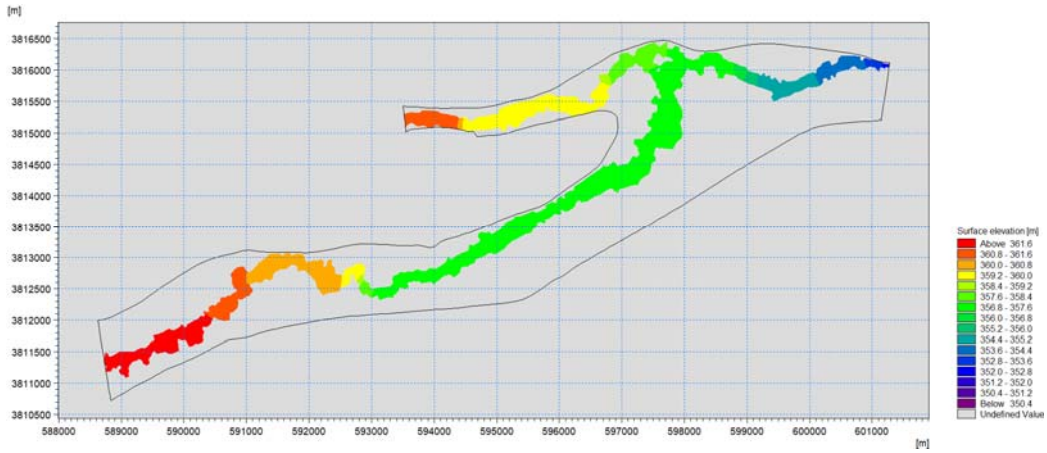


图 5.8-66 枯水年建库后自然保护区河道最小水面图

特枯水年，未建东庄水库工程前，候鸟越冬期自然保护区泾河、渭河最小水面积 1.58km^2,工程运行后，最小水面积 1.59km^2,水面积增加 0.01km^2，面积增加 0.6%，工程前后保护区最小水面详见图 5.8-67、图 5.8-68。

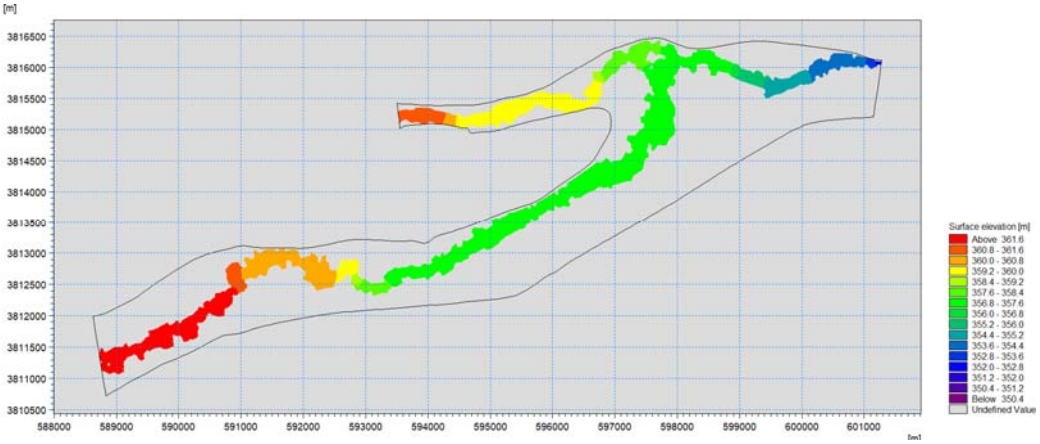


图 5.8-67 特枯水年建库前自然保护区河道最小水面图

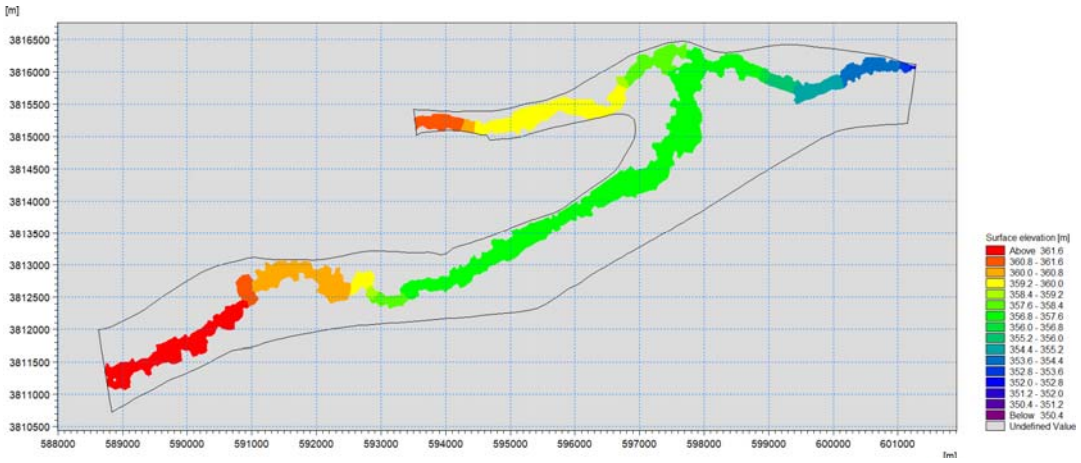


图 5.8-68 特枯水年建库后自然保护区河道最小水面图

可以看出，对于丰水年、平水年和枯水年的不同典型年份来水情形，工程建成后，泾渭湿地自然保护区泾河、渭河河道在候鸟越冬期最小水面面积除丰水年没有变化外，其余年份均有小幅度增加，其中枯水年增加 1.4%。由此可见，工程建设不会对候鸟越冬栖息地面积造成明显不利影响，工程保证下游生态流量，部分年份对冬候鸟栖息有一定积极影响。

对生活在林地、草地及农田的鸟类来说，工程对其栖息环境影响小，不会给这部分鸟类的栖息和生活带来明显影响。

（3）对保护区珍稀保护鸟类的影响

保护区内共有国家重点保护鸟类 18 中，其中国家 I 级重点保护物种 2 种，分别为大鸨、金雕，国家 II 级重点保护物种 16 种。

根据自然保护区国家重点保护鸟类的生活习性，国家 I 级重点保护动物金雕、大鸨和国家 II 级重点保护动物鸢、蜂鹰、赤腹鹰、大鵟、毛脚鵟、秃鹫、白尾鹞、燕隼、红脚隼、灰背隼、红隼、雕鸮、纵纹腹小鸮、长耳鸮分布在保护区内的耕地、林草地内，其栖息环境和觅食、繁殖等均不涉及水域及水生动物，根据前节工程对保护区植被影响分析，东庄水利枢纽运行引起的水文情势变化不会对保护区内的耕地、林草地造成明显影响，因此东庄水利枢纽运行期基本不会对这些鸟类生境造成明显影响。

国家 II 级重点保护动物白琵鹭、灰鹤两种鸟类生活在水域，均为冬候鸟，越冬季节主要为 10 月至次年 3 月，该段时间为枯水期，泾河水量较小，其生境的限制因子是最枯月份的水域面积等。根据模型计算结果，工程运行后，自然保护区典型年年内最小水面面积基本不变或略有增加，因此工程对白琵鹭、灰鹤等

保护动物影响较小，同时枯水期保证泾河生态流量，可保证稳定栖息面积，可能将对其栖息带来一定积极的影响。

东庄水利枢纽运行后，水库拦沙造成水体含沙量减小，但 10 月至次年 3 月为非汛期，泥沙含量本就较小，并且泾河水体营养物质本就不缺乏，工程运行不会引起水生动植物的显著减少，总体上不会对鸟类觅食造成明显影响。

5.8.8 初期蓄水对湿地自然保护区的影响

为分析东庄水库初期蓄水调度下泄情形下对于泾渭湿地自然保护区滩地湿地植被的影响，采用平面二维数学模型的手段定量预测不同保证率蓄水情景下，自然保护区河道漫滩范围变化情况。

（1）设计工况

预测采用丹麦水利研究所（DHI）开发的 MIKE21 水动力学、水质模型进行模拟计算，使用 MIKE21 平面二维表面流模型，计算主要使用 MIKE21 中的 HD（水动力学）模块。

根据工程可研初期蓄水方案,50%保证率情形下于第 4 年 10 月份蓄至死水位，初期蓄水期 48 个月；75%保证率于第 5 年 9 月份蓄至死水位，初期蓄水期 59 个月。考虑保护区湿地植被主要生长时期，对 50%保证率、75%保证率两种情形下以初期蓄水期内建库前后最大的流量变化值作为模型边界条件进行模拟计算。经整理，共 4 种工况进行分别对比计算。模型计算的具体工况见表 5.8-46。

表 5.8-46 东庄水库建设前后初期蓄水下泄流量计算工况

蓄水期	河流	建库前流量（m^3/s）	建库后流量（m^3/s）	对应月份
50%保证率	渭河	37.5	37.5	第一年 8 月
	泾河	186.58	58.69	
75%保证率	渭河	1001.45	1001.45	第五年 9 月
	泾河	199.13	17.3	

（2）初期蓄水保护区漫滩范围影响分析

工程建设前后不同保证率下初期蓄水期间泾河下游河道漫滩范围变化情况见表 5.8-47、图 58-69。

表 5.8-47　不同保证率初期蓄水方案建库前后泾河下游河道漫滩变化

蓄水期	建库前（km^2）	建库后（km^2）	变化（km^2）	变化比例（%）
50%保证率	3.14	2.22	-0.92	-29.30
75%保证率	9.76	9.25	-0.51	-5.23

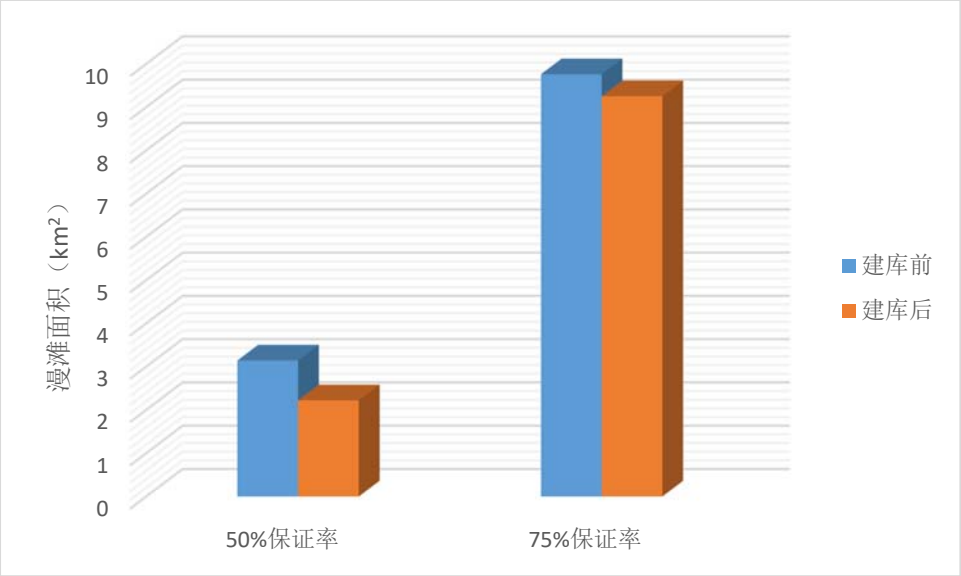


图 5.8-69　不同保证率下建库前后泾河下游河道漫滩变化

50%保证率初期蓄水下泄方案，未建东庄水库工程前，保护区漫滩面积 3.14km^2,初期蓄水期间泾河下游河道流量最大变化由 186.58m^3/s 减小为 37.5m^3/s，泾河河道及下游渭河漫滩面积有所减少，相应下游河道漫滩面积 2.22km^2，减少漫滩面积 0.92km^2，减少面积比例 29.30%。50%保证率工程建设前后泾河下游河道漫滩变化情况分别见图 5.8-70、图 5.8-71。

75%保证率初期蓄水下泄方案，未建东庄水库工程前，泾河下游河道漫滩面积 9.76km^2,初期蓄水期间泾河下游河道流量最大变化由 199.1m^3/s 减小为 17m^3/s，河道水面漫滩面积有所减少，相应地下游河道漫滩面积 9.25km^2，减少漫滩面积 0.51km^2，减少面积比例 5.23%，。75%保证率工程建设前后泾河下游河道漫滩变化情况分别见图 5.8-72、图 5.8-73。

可以看出，50%保证率和 75%保证率的初期蓄水下泄方案，泾河下游河道水量减少变化相对较大，如果渭河水量较小，自然保护区河道水面漫滩面积减小变化较大，减少比例 29.30%。

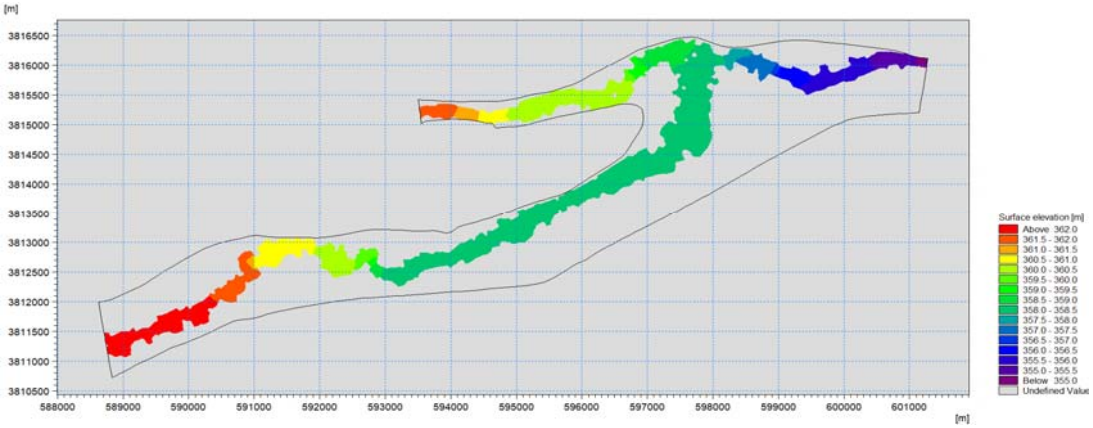


图 5.8-70　50%保证率初期蓄水前自然保护区漫滩范围

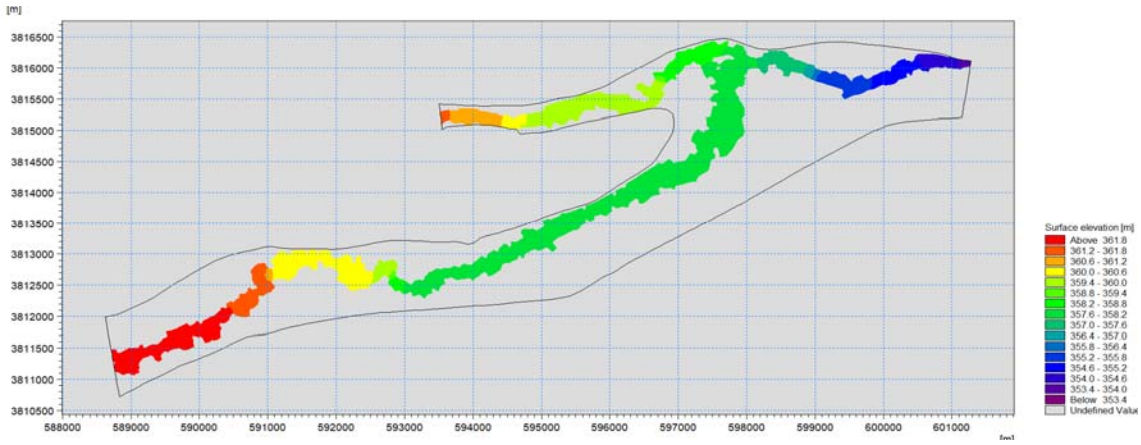


图 5.8-71　50%保证率初期蓄水后泾河下游河道漫滩范围

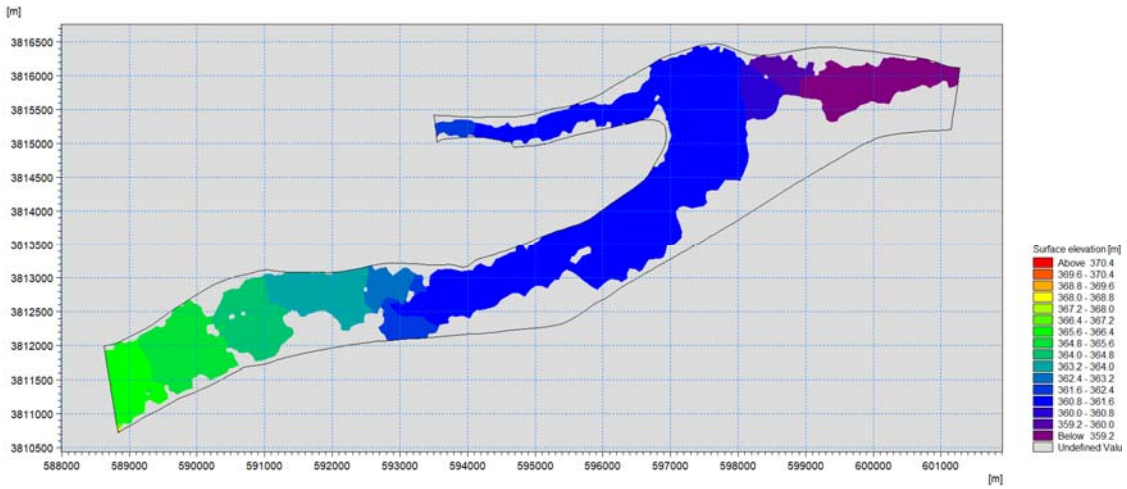


图 5.8-72　75%保证率初期蓄水前泾河下游河道漫滩范围

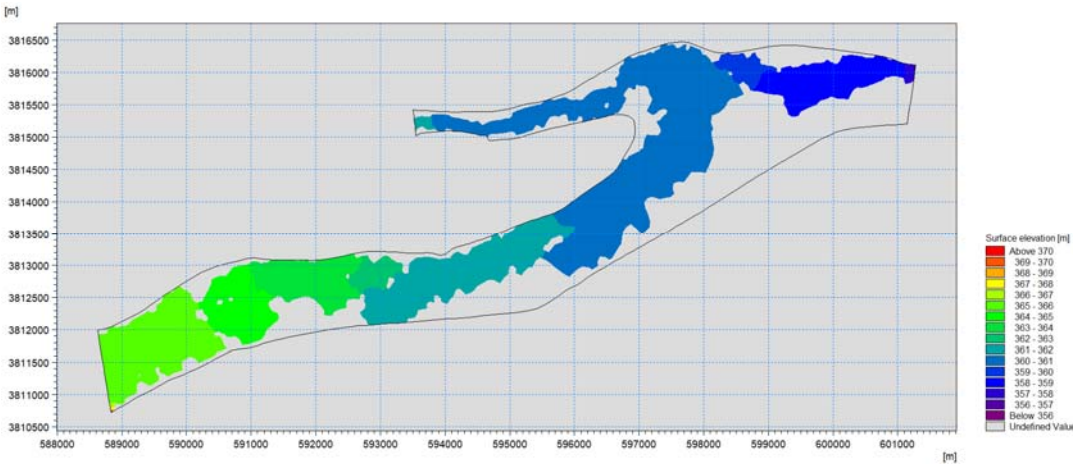


图 5.8-73　75%保证率初期蓄水后泾河下游河道漫滩范围

2）漫滩范围变化对保护区植被的影响

上述模型计算的初期蓄水不同保证率的水面变化与湿地植被分布情况进行叠加，得到不同保证率下初期蓄水前后各湿地类型漫滩面积变化特征。漫滩变化范围内的植被主要为芦苇低湿地群落、拂子茅群落，影响范围主要集中在保护区泾河两岸入渭口下游的渭河两岸。从减少面积上看，影响最大的是 50%年份，保护区内河流水面面积减少 0.92km^2。

5.8.9 保护区管理单位意见

根据西安泾渭湿地自然保护区管理中心《关于泾河东庄水利枢纽工程对泾渭湿地自然保护区影响意见的函》（西泾保函〔2016〕2 号），指出东庄水利枢纽工程建设对泾渭湿地自然保护区生态环境具有一定影响，鉴于保护区湿地主要分布在渭河区域，且湿地生态环境需水主要依靠渭河来维持，认为拟建的东庄水利枢纽对保护区影响较小，提出水库建成后，应确保枯水季节下游适量供水；建设及运行期间须保证生态流量下泄，做好生态流量监测，最大限度减小工程对自然保护区的影响。

5.8.10 小结

东庄水库坝址位于泾渭湿地省级自然保护区上游约 84km 处，工程施工和工程占压均不涉及自然保护区，工程对自然保护区影响主要表现为工程对自然保护区水文情势的影响，以及由此产生的河道冲刷和地下水位下降。

水库运用导致泾河进入自然保护区水量减少 5600 万 m^3，占保护区水量 0.9%；

工程引起的水文情势变化及河道冲刷将使泾河及入渭口附近渭河地下水位下降，拦沙初期（前 5 年），泾河口最大冲刷下切约 0.8m；拦沙初期结束后，随着东庄水库排沙和渭河回淤，河段不会持续冲刷，将会回淤，不会引起地下水与河水的补排关系发生变化。

拦沙期河水位降低后，泾渭湿地两岸地下水位埋深增加，埋深小于 2m 范围减少 0.28km^2，埋深 2m~6m 范围增加 0.3km^2，埋深 6m~10m 面积基本不变。考虑地下水和地表水最不利条件下，对湿地植被影响面积约 0.77km^2，占湿地植被面积比例小，不会造成湿地生态系统结构和功能带来明显的不利影响。

总之，水库运行对泾渭湿地自然保护区整体影响有限，对保护区泾河区域产生一定不利影响，在落实生态流量保障、湿地漫滩流量等措施后，不利影响可得到一定程度减缓。

5.9 水土流失预测评价

以下主要内容来自《陕西省泾河东庄水利枢纽工程水土保持方案报告书》（2016.3），且水利部 2016 年以《水利部关于陕西省泾河东庄水利枢纽工程水土保持方案的批复》（水保函 2016 209 号）批复了方案。

5.9.1 水土流失预测范围及时段划分

（1）预测范围

东庄拱坝方案水土流失防治责任范围总面积为 5545.36hm^2。项目建设区包括枢纽工程和移民安置及专项设施复建，其中枢纽工程包括：枢纽工程区、工程永久办公生活区、交通道路、渣场、料场、施工生产生活区和水库淹没区等，面积 5515.96hm^2；直接影响区面积为 29.41hm^2。移民安置及专项设施复建区总面积 48.79hm2，直接影响区面积 7.35hm^2。

（2）预测时段

工程预测期限为 10 年。其中第一年 1 月～第八年 11 月底为建设期（包括施工准备期 2 年 10 个月，工程完建期 6 个月），预测时段为 8 年；第八年 12 月～第 10 年 12 月为自然恢复期，预测时段为 2 年。

5.9.2 水土流失预测结果

（1）扰动原地貌、破坏植被面积

工程扰动原地貌和破坏植被面积为396.67 hm^2。

（2）弃土弃渣量预测

工程挖方总量为1102.54万m^3（自然方）；总弃渣量为1263.85万m^3（松方）。

（3）损坏水土保持设施面积

根据《陕西省水土保持设施补偿费、水土流失防治费征收和使用管理办法》有关规定，项目损坏水土保持设施的面积总计为396.67hm^2。

（4）水土流失量

工程施工准备期水土流失量为28173t，施工期水土流失量为240610t，自然恢复期水土流失量为38143t。新增水土流失总量为174497t。施工期是水土流失量最大的时段，渣场和主体工程区是新增水土流失量较大的区域。水土流失量预测结果见表5.9-1。

表5.9-1 项目区水土流失量预测结果

目		背景水土流失量（t）	施工准备期水土流失量（t）	施工期水土流失量（t）	自然恢复期水土流失量（t）	新增水土流失量（t）		
						合计	施工期	自然恢复期
纽工程区		33013	9004	63025		42017	42017	
工程永久办公生活区		317	119	238		158	158	
交通道路区		24726	7418	32144	13251	28087	22253	
渣场区	顶面	20357		39582	6786	26011	23749	2262
	坡面	8724		25446	4362	21084	18660	2423
	小计	29081		65028	11148	47095	42410	4685
料场区	底面	4608		8960	1536	5888	5376	512
	坡面	1152		3360	576	2784	2464	320
	小计	5760		12320	2112	8672	7840	832
施工生产生活区		42652	11632	67855	11632	48468	40713	3877
合计		135549	28173	240610	38143	174497	155391	9395

（5）可能造成的水土流失危害

项目区降雨量大而集中，多高山、冲沟、坡积层，潜在着产生水土流失的自

然条件。工程兴建主要在施工期通过破坏和扰动原地貌植被，以及土石方开挖引起的弃土弃渣量，如果不采取适当的措施，必然导致新增水土流失，给周边生态环境带来威胁。主要危害可能为：

①破坏植被，增加新的水土流失

工程施工区，原有地貌和植被遭受破坏，土地裸露，土地进一步砾质化，植被减少，通过土石方开挖，使原地貌边坡变陡，改变了原有边坡的稳定性，可能诱发重力侵蚀，导致新增水土流失。

②弃渣易流失，对下游带来的影响

工程施工过程中的土石方临时堆放，主要发生在河道、滩涂，弃渣过程中的松散土石方如不采取必要的防护，可能随河道洪水及坡面地表径流直接冲到下游，主要影响是淤积抬高河床，降低防洪标准。

5.10 地下水影响预测与评价

根据建设项目分类与评价等级的划分，Ⅰ区的项目类别与评价分级为“Ⅲ类三级”，Ⅱ区和Ⅲ区的项目类别和评价分级为“Ⅲ类二级”。水库蓄水后可能影响的地区主要包括库区、碳酸盐岩库段所在的筛珠洞泉泉域和泾河与渭河交汇处上游的泾河两岸地区和泾渭湿地。

根据水库蓄水前、后地下水与河水的补给、排泄关系和地貌单元类型，将整个水库影响的区域划分为老龙山断层以北的砂、页岩库段（Ⅰ区）、碳酸盐库段所在的筛珠洞泉域（Ⅱ区）和山前平原区（Ⅲ区）三个区。

（1）Ⅰ区：老龙山断层以北砂页岩库段

库盆基岩由砂、泥（页）岩相间组成，岩层厚度大，层面平缓，其中泥岩为微透水或不透水地层，岩体透水条件差，不利于地表水与地下水交换。根据库段现状地下水位调查和地下水等水位线图分析，库区两侧地下水分水岭远高于泾河正常蓄水位，地下水补给河水，水库蓄水后，地下水流场形态变化不大；近库区内泉水出露点高程均在 800m 以上，河道两岸地下水补给河水。因此，水库蓄水后将继续保持现状补给、径流和排泄条件，不会对地下水水化学场和流场产生影响。水库库区周边存在分散的民井水源地，水源地的取水层位均高于正常蓄水位，不会改变现状流场，水库蓄水后不会对分散供水民井产生影响。

（2）Ⅱ区：碳酸盐库段所在的筛珠洞泉域

在老龙山断层下游的碳酸盐岩库段，由于地下水位普遍较低，均低于现状河水位，水库蓄水后存在水库水补给地下水，将会导致地下水流场和水化学场发生变化，从而对地下水环境产生影响。

（3）Ⅲ区：山前冲洪积平原

根据现状地下水位调查和地下水等水位线图分析，泾河一级阶地两侧区域地下水分水岭高于泾河的正常水位，河道两岸地下水补给河水。因此，水库蓄水将继续保持现状的补排条件，不会对地下水水化学场和流场产生影响。泾河两岸存在分散居民用水和农业灌溉井，但取水层动水位均高于河水位，不会改变现状流场，水库蓄水后不会对分散供水民井和灌溉机井产生影响。

5.10.1 Ⅰ区地下水水量影响预测与评价

（1）施工期

Ⅰ区为老龙山断层上游为砂页岩库段，建设期本区无生产、生活用水的排放，不会引起地下水水量发生变化。

（2）运行期

水库建成蓄水后，区内库水位最大抬高近 230m，根据水文地质和现状地下水流场分析，现状第四系孔隙裂隙水和基岩裂隙水地下水位高于正常蓄水位（789m），蓄水后该区仍然是地下水补给河水，不会对区内少量分散式供水水源地产生影响，因此，水库建设对Ⅰ区水量无影响。

综上所述，东庄水库在施工期和运行期均不会对地下水环境产生不利影响。

5.10.2 II 区水环境影响预测与评价

（1）施工期

Ⅱ区位于老龙山断层至张家山断裂之间的筛珠洞泉域，是东庄水库主要施工区域，项目建设期施工与生活产生废水基本不对外排放，对地下水水环境无影响。

（2）运行期

水库渗漏将会对库区周边一定范围内地下水渗流场产生影响，采用数值法对

II区地下水水量进行预测评价，建立水文地质概念模型，并以此为基础建立地下水流数学模型，预测推荐工况下有淤泥和无淤泥引起的地下水水量变化。

1）水文地质概念模型

计算区范围：面积 1540km^2；垂向上为地面以下渗透性极弱的奥陶系碳酸盐岩层界面以上之间部分，厚约 300m～1200m。计算区平面图与模型结构立体图图 5.10-1。

模拟区北面是老龙山断层，沿断层有局部导水现象，整体上是第二类零流量边界；泾河以西区域南北均为第二类零流量边界；根据地下水水化学与同位素资料推测有来自龙岩寺泉域地下水的径流补给，岩溶区西南边界处理为定水头边界；老龙山断层与张家山断裂的交汇处有地下水沿老龙山断裂向东径流，模型区的老龙山断裂东端点设为定水头边界；礼泉—双泉断裂为研究区东南部边界，处理为第三类边界；黄土台塬区的东北边界和西南边界处理为流线边界。

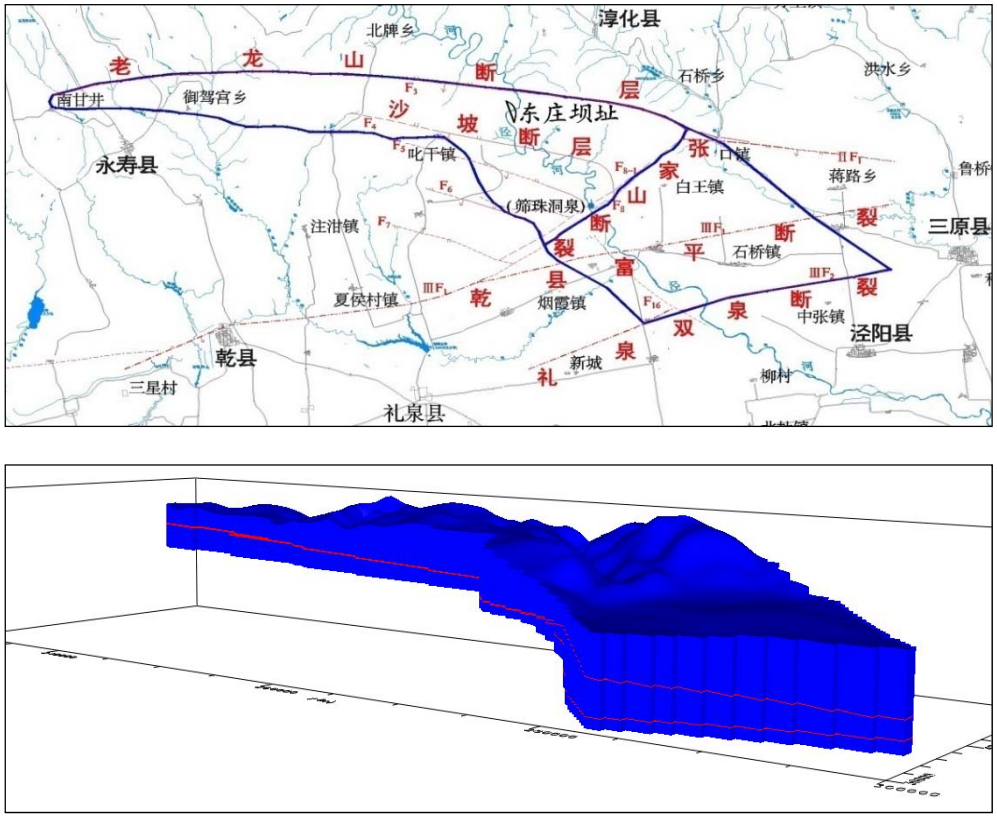


图 5.10-1 计算区平面图与模型结构立体图

顶面为潜水面，发生降水入渗、农灌水回归补给等垂向水交换作用，可概化为潜水面边界；泾河与区内地下水存在一定的联系，可概化为河流边界，地表水体与地下水间的水量交换可采用与地下水水位相关的公式进行计算；底面为渗透

性极弱的奥陶系碳酸盐岩层界面，概化为隔水边界，边界条件概化图见 5.10-2。

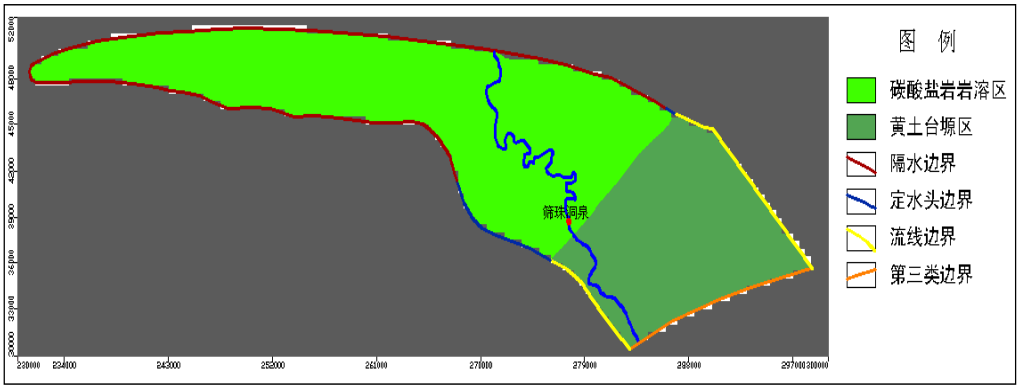


图 5.10-2 计算区边界条件概化图

计算区垂向上可分为三层：黄土台塬区第一层为第四系潜水含水层，视为均质、各向同性介质；第二层为弱透水的第三系砾岩层，视为均质、各向同性介质；第三层为中奥陶系三道沟组中厚层灰岩承压含水层。

岩溶区与黄土区交界为北东走向的张家山断裂，属内部边界。张家山断层南侧碳酸盐岩陷落并与第四系松散层对接，在宋家山以东构成地下水弱潜流边界，宋家山以西至泾河河口由第三系砾岩构成隔水边界，由泾河口向西至韩村由寒武系碎屑岩构成阻水边界。

2）地下水流数学模型

根据上述水文地质概念模型，研究区的地下水运动的三维流数学模型为：

$$
\begin{cases}
\dfrac{\partial}{\partial x}\left(K\dfrac{\partial H}{\partial x}\right)+\dfrac{\partial}{\partial y}\left(K\dfrac{\partial H}{\partial y}\right)+\dfrac{\partial}{\partial z}\left(K\dfrac{\partial H}{\partial z}\right)+Q\cdot\delta=0 & (x,y,z)\in\Omega,t>0 \quad \text{潜水}\\
\dfrac{\partial}{\partial x}\left(K\dfrac{\partial H}{\partial x}\right)+\dfrac{\partial}{\partial y}\left(K\dfrac{\partial H}{\partial y}\right)+\dfrac{\partial}{\partial z}\left(K\dfrac{\partial H}{\partial z}\right)+W\cdot\delta=\mathrm{S}_s\dfrac{\partial H}{\partial t} & (x,y,z)\in\Omega,t>0 \quad \text{承压水}\\
H(x,y,z,0)=h_0 & (x,y,z)\in\Omega \quad \text{初始条件}\\
H(x,y,z)|_{\Gamma_1}=h_1 & t>0 \quad \text{定水头边界（西南边界中段及老龙山断裂东端点）}\\
K\dfrac{\partial H}{\partial \mathbf{n}}|_{\Gamma_2}=q(t) & t>0 \quad \text{变流量边界（东南边界整段）}\\
\dfrac{\partial H}{\partial \mathbf{n}}|_{\Gamma_2}=0 & t>0 \quad \text{隔水边界（其他周界与底板）}\\
\dfrac{K_rA}{M_r}(H_r-H)=Q_r & \text{泾河河流边界}\\
\left.\begin{array}{l} H=z \\ \mu\dfrac{\partial H}{\partial t}=-(K-\varepsilon)\dfrac{\partial H}{\partial z}+\varepsilon \end{array}\right\} & \text{潜水面边界}
\end{cases}
$$

式中：

a) 、— 地下水位标高(m)，泾河水位标高(m)；

K，K_r — 含水层渗透系数(m/d)，河床淤积层垂向渗透系数(m/d)；

μ，S_s — 潜水含水层给水度，承压含水层弹性释水率(1/m)；

Q，W — 潜水、承压水水井开采量(m^3/d)；

δ — δ 函数（对应水井的位置坐标）；

h_0，h_1 — 初始水位标高(m)，定水头边界水位标高(m)；

$q(t)$，Q_r — 变流量边界流量($m^3/d\cdot m^2$) ，河水入渗量或地下水溢出量(m^3/d)；

A，M_r — 泾河入渗与地下水溢出面积(m^2)，河床淤积层厚度(m)；

ε — 潜水面垂向交换量（入为正、出为负）($m^3/d\cdot m^2$)；

x，y，z，t — 坐标变量(m)，时间变量(d)；

Γ_1，Γ_2 — 一类边界，二类边界；

$\mathbf{n}$，Ω — 二类边界外法线方向，计算区范围。

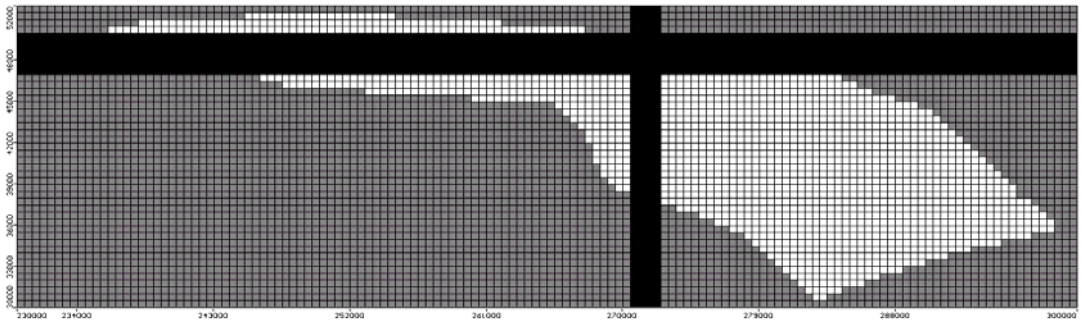
3）地下水流数值模型的建立

根据区域水文地质条件，区内含水层为多层结构的非均质各向异性介质，存在时空分配不均的面状补给源（大气降水入渗补给、农灌水回归补给等），边界形状不规则、边界性质不相同等。采用地下水三维流数值模型模拟现状地下水流运动状态，并对水库蓄水后地下水流场变化及库坝渗漏等问题进行模拟和预测分析。

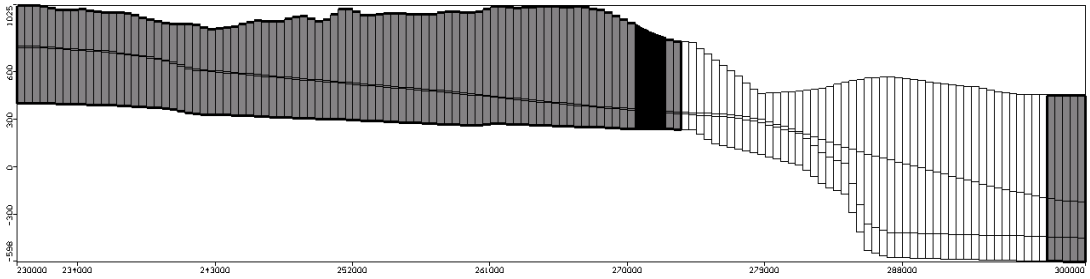
①计算域剖分

采用 Visual Modflow 软件根据三维有限差分方法对计算域采用规则网格进行剖分，根据数学模型建立三维有限差分数值模型并进行数值模拟。模型平面上网格间距为 500m×500m，库区部分局部加密 50m×50m。计算区在平面上沿南北向剖分为 98 行，沿东西向剖分为 176 列；垂向上剖分为 3 层。

岩溶区第一、二层层底根据库区压水试验确定结构层界面，第三层层底依据极弱透水岩层勾绘的界面（库区三层底板平均高程为 280m），模拟层厚度依地形高度而变化。黄土台塬区第一层层底为第四系与第三系的接触面，第二层层底为第三系与奥陶系的接触面，第三层层底定为奥陶系岩层高程 550m 的界面。评价区剖分为 98 行、176 列、3 层共 51744 个活动单元，计算有效单元格 28323 个，计算区剖分网格见图 5.10-3。



a　平面剖分图

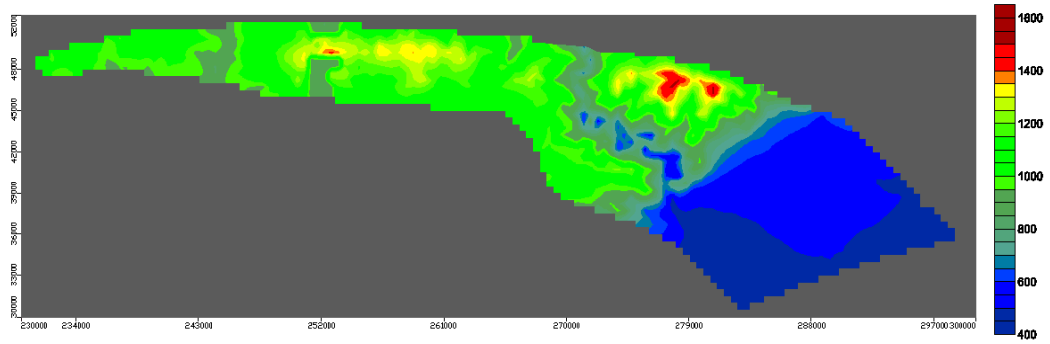


b　剖面剖分线—东西向

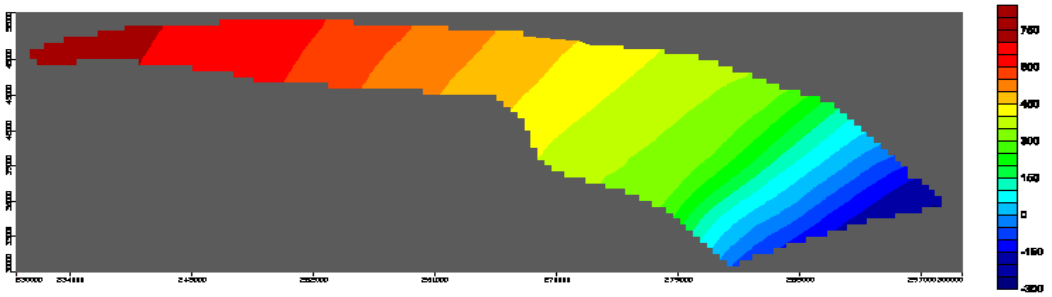
图 5.10-3 计算区剖分网格图

②各层顶底面高程等值线

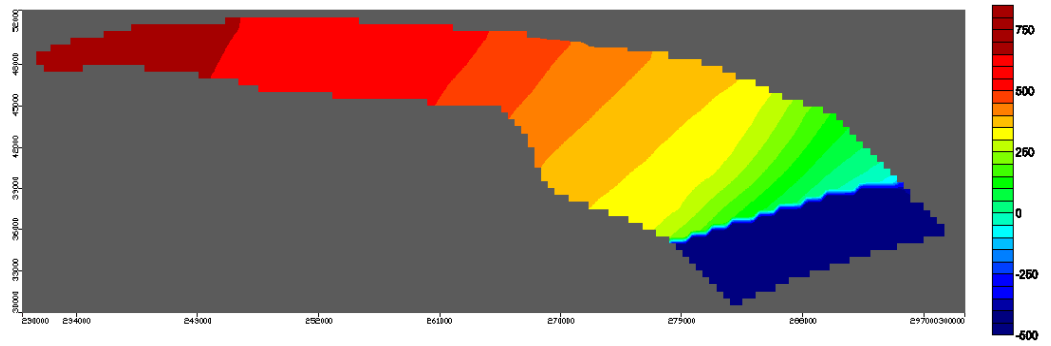
地形与各层顶底面等高线见图 5.10-4。



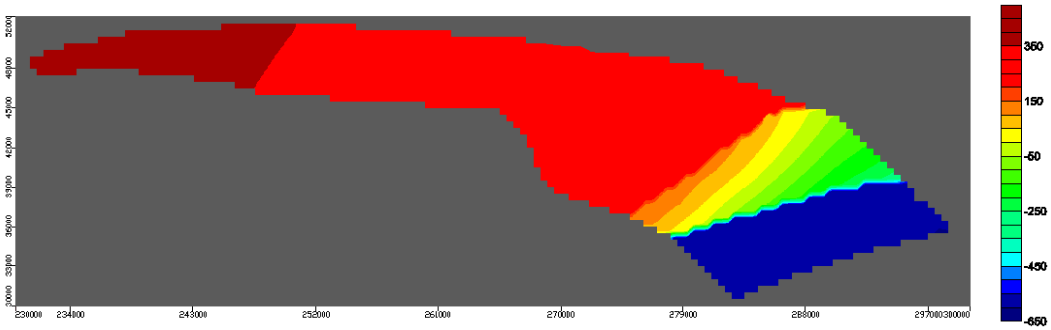
a　地形等高线



b　模型第一层底板等高线



c　模型第二层底板等高线



d　模型第三层底板等高线

图 5.10-4 计算区地形与各层顶底板等高线图

③初始流场

依据 2012 年 10 月水位统测资料，依据筛珠洞泉多年平均排泄量等源汇项数据及地下水位统测与长观资料，采用数值模拟方法对现状地下水流场进行校正，得到研究区地下水初始流场（图 5.10-5）。

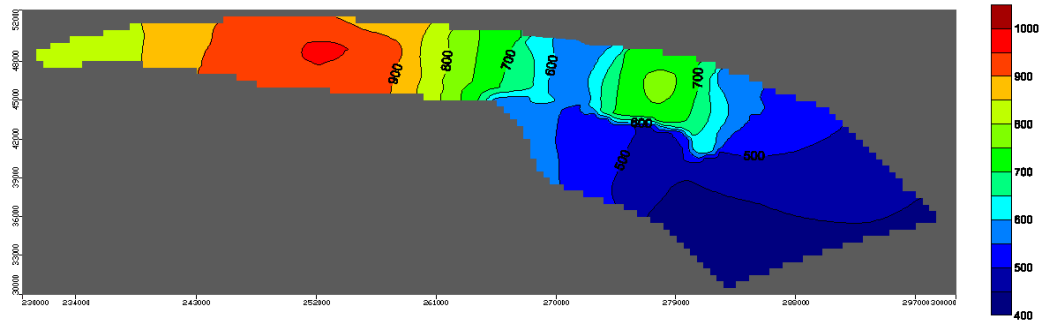


图 5. 10-5 计算区地下水初始流场图

④源汇项

源汇项有大气降水入渗补给、泾河河水入渗补给、农灌水与渠道水入渗补给、地下水溢出排泄（筛珠洞泉等）、地下水开采等。大气降水入渗分布于全区，农灌水与渠道水发生在张家山断裂以东的平原区，大气降水、农灌水均为面源入渗补给，渠道水为线源入渗补给；泾河河水入渗补给主要位于沙坡断层以北河段，地下水溢出主要位于沙坡断层以南的泾河河谷区，河水入渗与地下水溢出按线源、

线汇处理，入渗量或泄出量按照与河水-地下水水位差成正比计算，比例系数为现状地下水溢出量除以水位差；现状地下水开采包括农灌井分散开采以及生活用水井集中开采，岩溶区滚村、张宏村的生活用水开采井及其开采量按点汇处理，黄土台塬区的农灌与生活用水开采井及实际开采量按面汇处理。

⑤断层跌水

东庄水库区地质构造复杂，存在多条大断裂，断层有就处在模型区内。由于断层导水性能以及断层两侧岩性与补排条件较大差异，导致断层两侧地下水位不连续（存在断层跌水现象）。地下水数值模型在局部区段对断层跌水进行单独处理，采用了跌水模拟模块进行模拟计算与分析。

4）地下水流数值模型的识别

①识别内容与依据

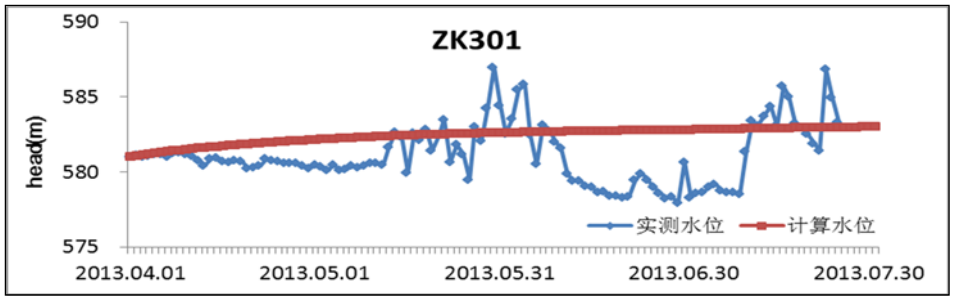
地下水流数值模型识别过程是对模型区水文地质条件再认识，识别内容主要有边界条件、源汇条件、流场特征、水文地质参数，模型识别的最终成果是确定合理的边界性质、源汇强度、流场形态的水文地质参数分区和参数值。

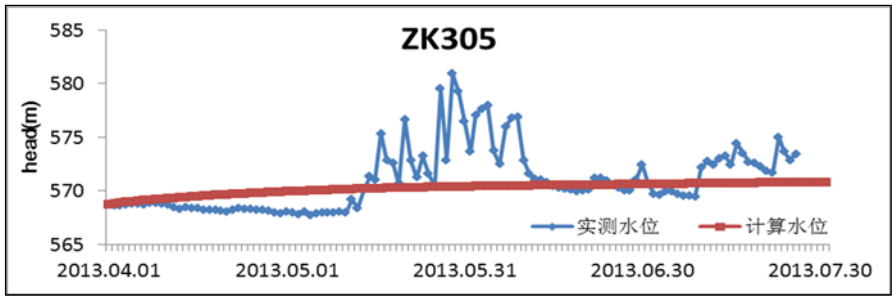
②地下水位拟合

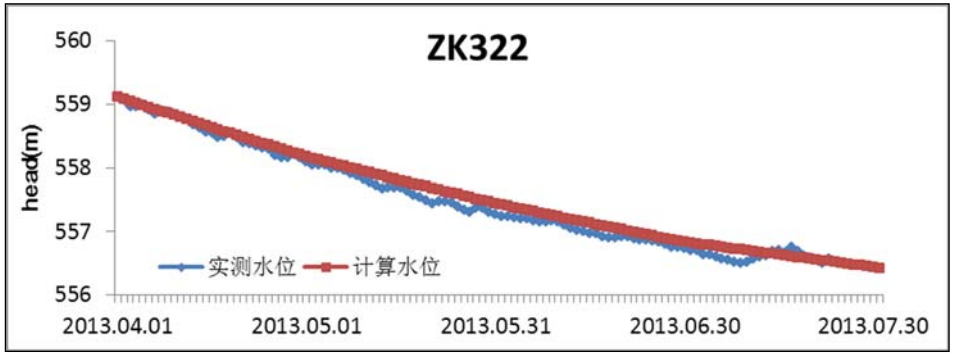
地下水位动态曲线拟合结果详见图 5.10-6，钻孔地下水实测水位（头）与计算水位（头）拟合结果详见图 5.10-7，模型拟合图表明地下水位拟合效果良好。

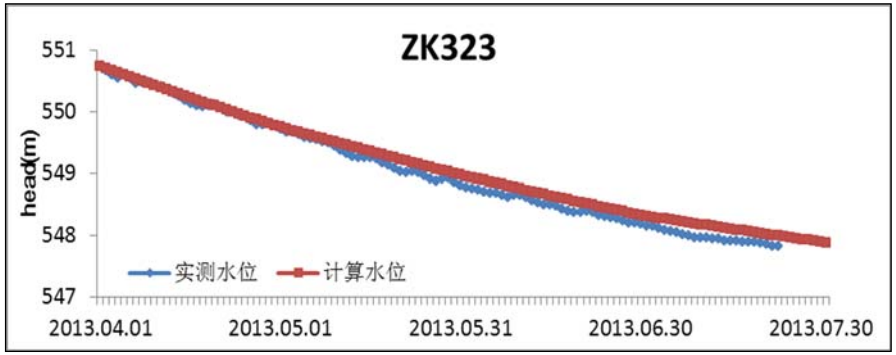
③地下水溢出量拟合

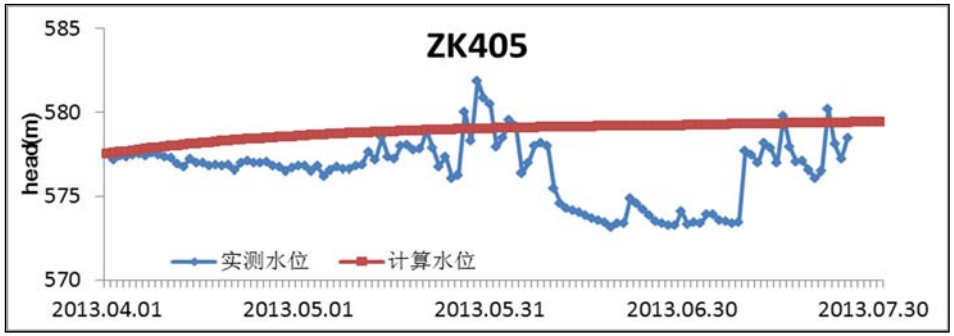
筛珠洞泉实测流量（1980 年 2.78m^3/s，1989 年～2000 年、1.4m^3/s～2.0m^3/s，1998 年～2002 年，1.20m^3/s～1.30m^3/s）近年平均值 10.97×$10^4m^3/d$（1.30m^3/s），计算流量 11.96×$10^4m^3/d$，流量拟合相对误差 9.0%，拟合效果良好。

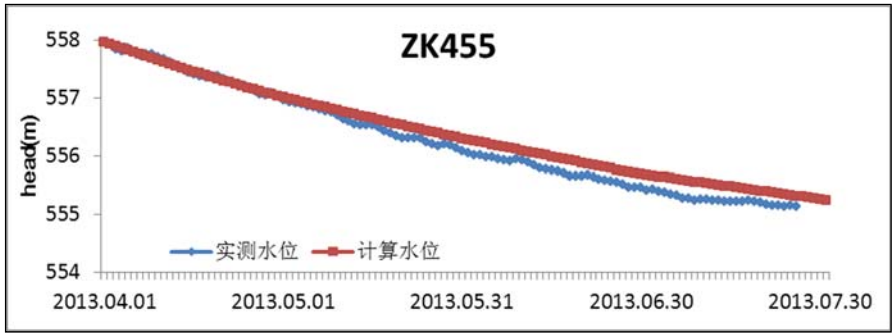

ZK301
head(m)
590
585
580
575
2013.04.01
2013.05.01
2013.05.31
2013.06.30
2013.07.30
实测水位
计算水位


ZK305
head(m)
585
580
575
570
565
2013.04.01
2013.05.01
2013.05.31
2013.06.30
2013.07.30
实测水位
计算水位


ZK322
head(m)
560
559
558
557
556
2013.04.01
2013.05.01
2013.05.31
2013.06.30
2013.07.30
实测水位
计算水位


ZK323
head(m)
551
550
549
548
547
2013.04.01
2013.05.01
2013.05.31
2013.06.30
2013.07.30
实测水位
计算水位


ZK405
head(m)
585
580
575
570
2013.04.01
2013.05.01
2013.05.31
2013.06.30
2013.07.30
实测水位
计算水位


ZK455
head(m)
558
557
556
555
554
2013.04.01
2013.05.01
2013.05.31
2013.06.30
2013.07.30
实测水位
计算水位

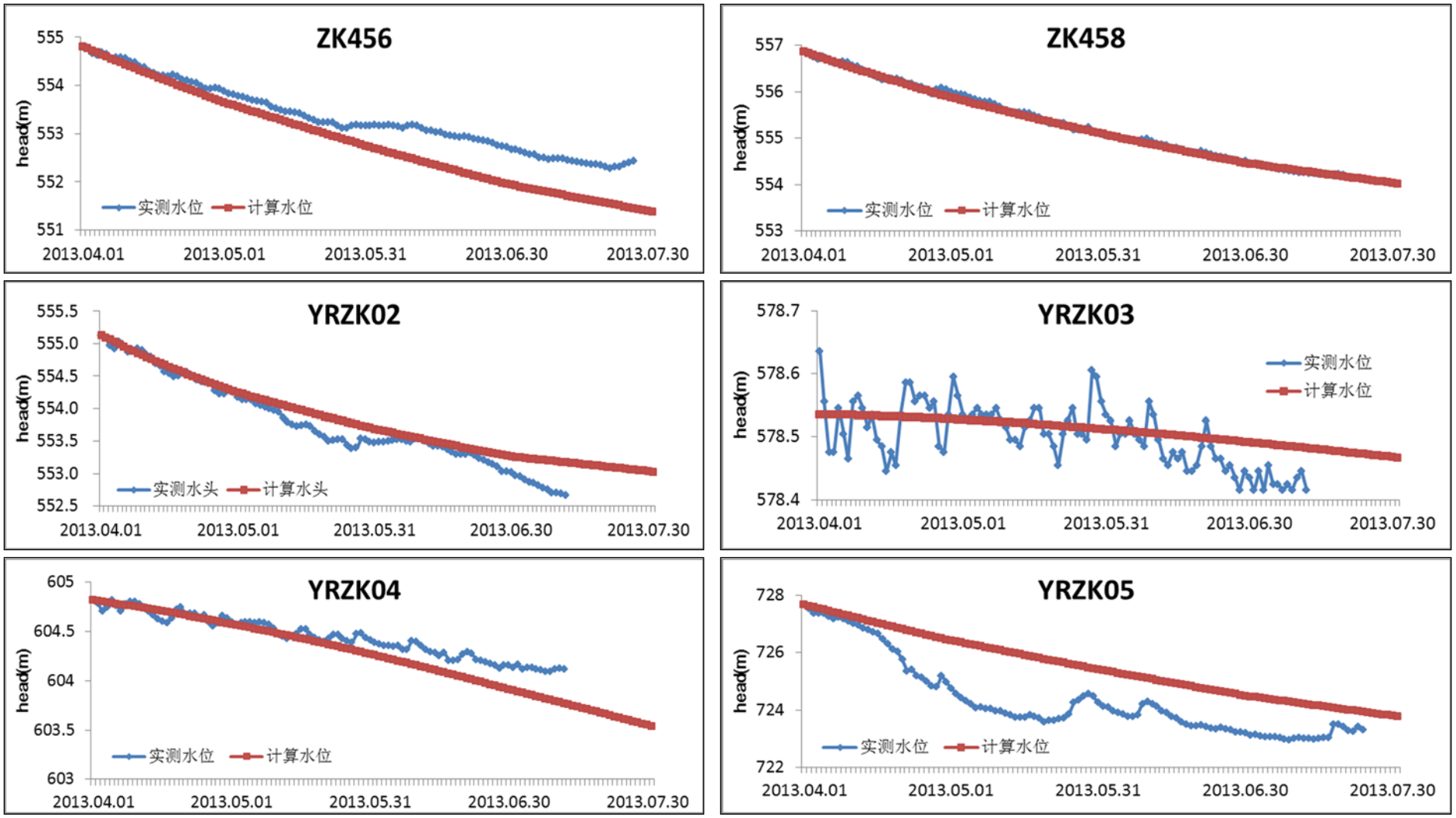
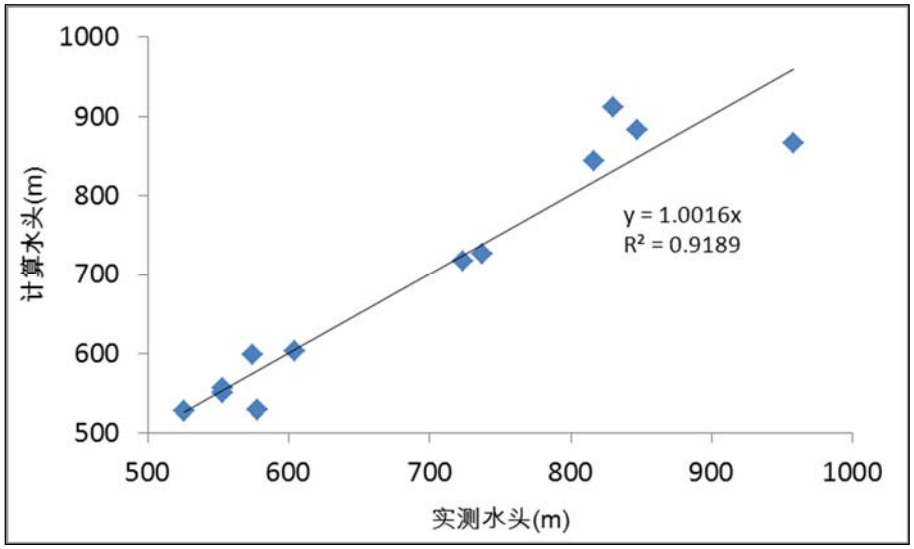
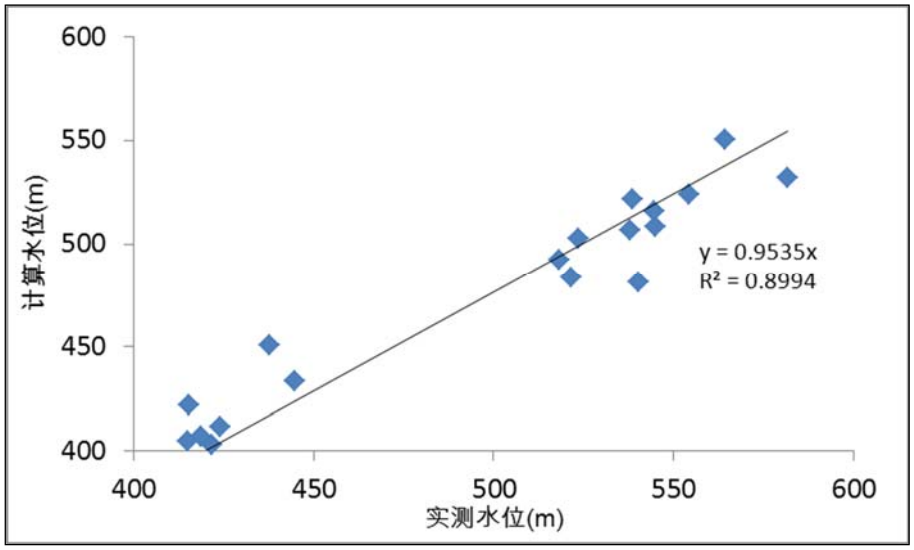


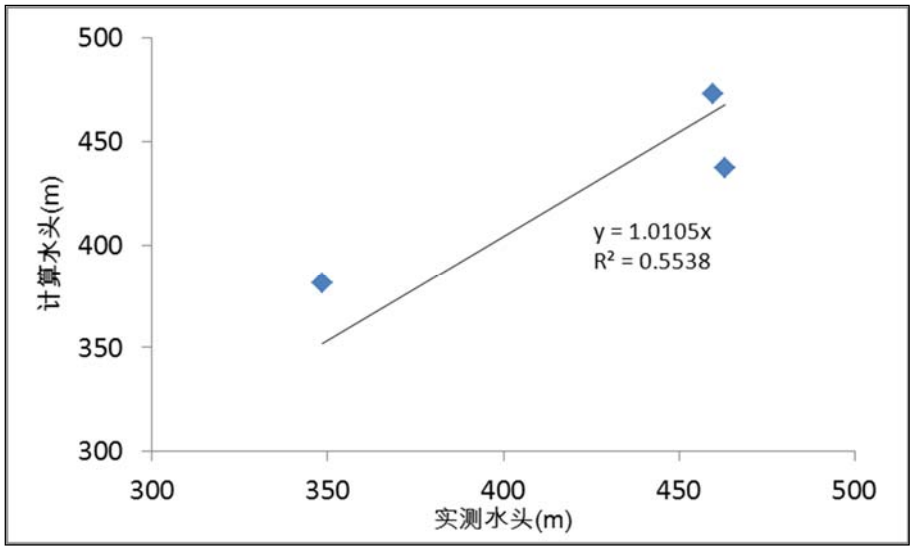
图 5.10-6 模型识别阶段观测孔地下水位曲线拟合图



a　岩溶区岩溶地下水



b　黄土台塬区第四系地下水



c　黄土台塬区隐伏岩溶地下水

图 5.10-7 钻孔实测地下水位（头）与计算水位（头）散点拟合图

④模型识别的成果

依据 2012 年 10 月的地下水位统测成果，通过模型识别，获得研究区模型识别后的地下水流场图详见图 5.10-8。

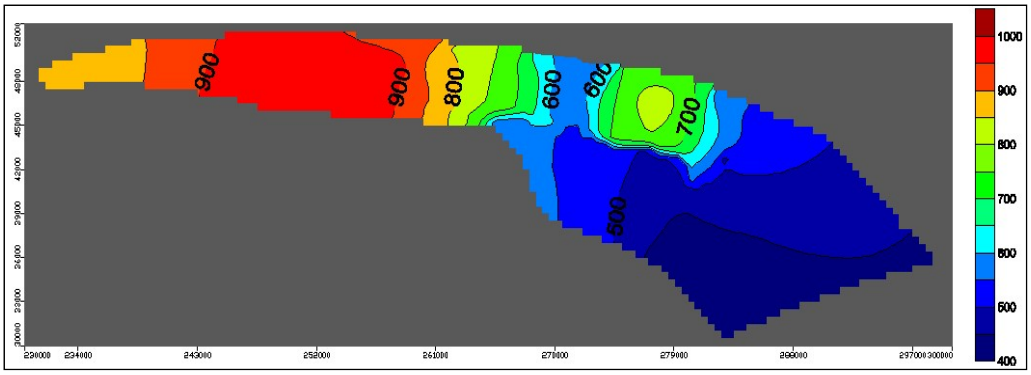


图 5.10-8 模型识别后的地下水流场图

降水入渗系数见图 5.10-9 和表 5.10-1 所示。

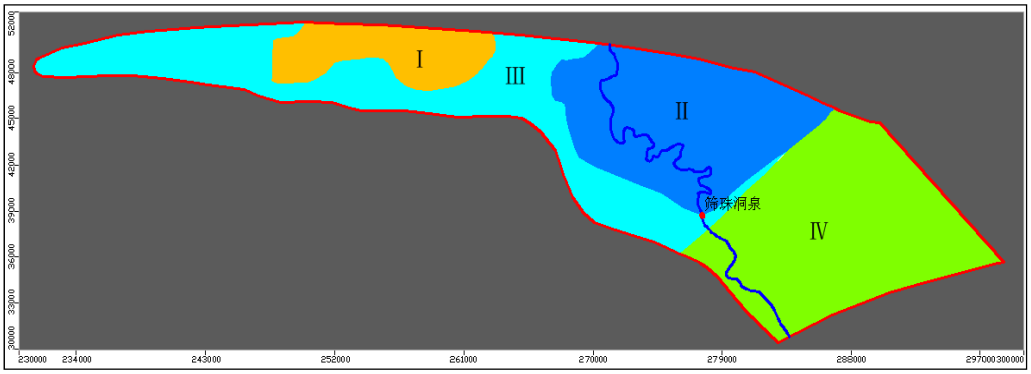


图 5.10-9 大气降水入渗系数分区

表 5.10-1 计算区大气降水入渗系数分区与参数值表

分区	I	II	III	IV
参数	0.06	0.17	0.02	0.18

渗透系数分区及参数值见图 5.10-10、表 5.10-2。

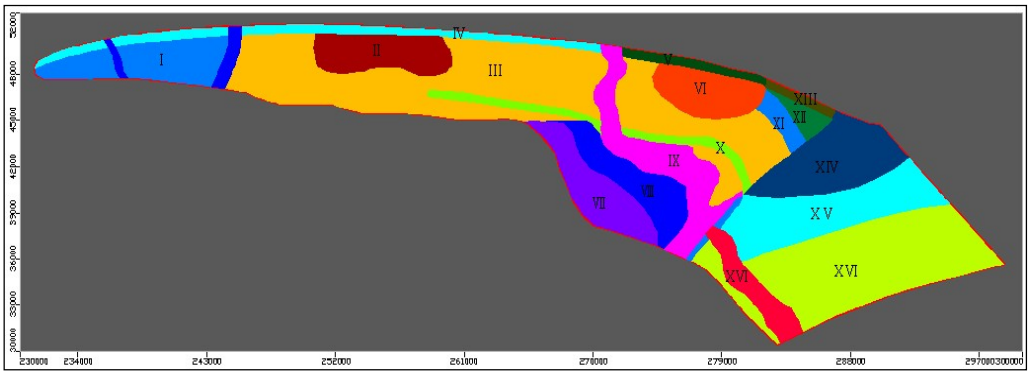


图 5.10-10 计算区渗透系数与给水度分区分区图

表 5.10-2 计算区水文地质参数分区与参数值表

分区	层号	分区号	渗透系数 K(m/d)		给水度 μ	弹性释水率 S_S(1/m)
			水平	垂直		
岩溶区	一、二层	Ⅰ	0.06	0.03	0.05	1×10^{-6}
		Ⅱ	0.004	0.002		
		Ⅲ	0.04	0.02		
		Ⅳ	10	5		
		Ⅴ	10	5		
		Ⅵ	0.02	0.01		
		Ⅶ	1.5	0.75		
		Ⅷ	5	2.5		
		Ⅸ	10	5		
		Ⅹ	0.001	0.0005		
		Ⅺ	0.06	0.03		
		Ⅻ	1.2	0.6		
		ⅩⅢ	10	5		
	三层		0.4	0.2		1×10^{-6}
黄土台塬区	一层	ⅩⅣ	0.3	0.03	0.06	
		ⅩⅤ	0.5	0.05	0.08	
		ⅩⅥ	0.8	0.08	0.10	
		ⅩⅦ	1.4	0.14	0.15	
	二层		0.001	0.0001		1×10^{-20}
	三层	ⅩⅧ	0.4	0.2		1×10^{-6}
		ⅩⅨ	0.2	0.1		

地下水均衡量：数值模型计算的地下水补给量、地下水排泄量列入表 5.10-3，表明研究区地下水处于负均衡状态。

表 5.10-3 现状条件下地下水资源均衡表

区段	补排项			补排量（$10^4m^3/d$）
岩溶区	补给	降水入渗补给		4.11
		泾河渗漏补给	老龙山断层-坝址	0.68
			坝址-沙坡断层	0.48
			沙坡断层-张家山断层	1.12
		边界径流补给（西南部龙岩寺泉域补给）		7.35
		地下水入渗（西部河流）		0.27
		合计		14.01
	排泄	地下水溢出	筛珠洞泉	11.12
		边界径流排泄（张家山断层）		2.46
		边界径流排泄（老龙山山断层）		0.21
		地下水开采		0.23
		合计		14.02
平原区	补给	降水入渗补给		3.28
		灌溉渠系渗漏补给		0.52
		田间渗漏补给		4.53
		边界径流补给（张家山断层）	上覆层	1.7
			基岩区	0.76
		合计		10.79
	排泄	河流溢出量		0.77
		地下水开采量		7.48
		边界径流排泄 (礼泉-双泉断层)	上覆层	2.44
			基岩区	0.53
		合计		11.22
全区	补给合计			24.8
	排泄合计			25.25

5）水库开发条件下地下水流数值模型预测

①模型预测环境及方案设计

根据坝址区工程实际要求，拟定库坝区推荐帷幕防渗方案（模拟工况），依据地下水流数值模型，预测水库在不同工况下对水库坝基及绕坝渗漏量、筛珠洞泉流量、地下水流场等的影响，预测时长为 50 年。

东庄水库库坝区防渗帷幕的影响预测模型按照推荐方案无淤泥工况和淤泥 2 种工况进行。即在坝址区坝基坝肩设置防渗帷幕，水库区左岸 A 区、B 区、C 区均设置防渗帷幕，右岸 C 区设置防渗帷幕（图 5.10-11）。

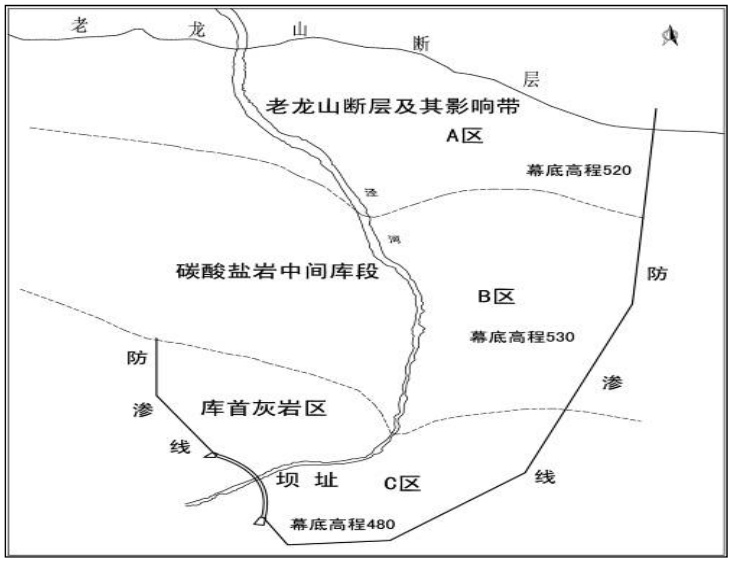


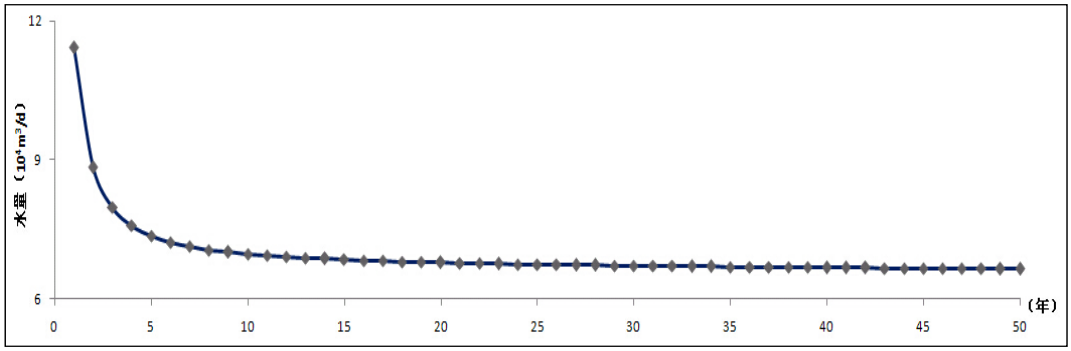
图 5.10-11 库坝区防渗帷幕平面布置图

②模型预测结果与分析

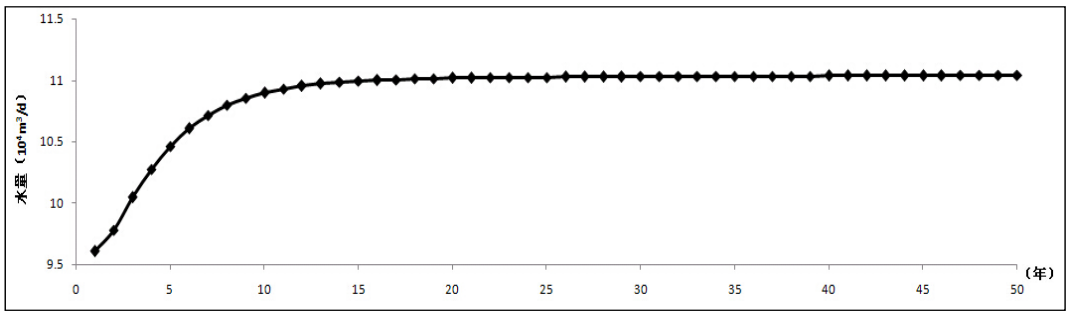
该工况下预测的坝基与绕坝渗漏量、筛珠洞泉流量历时变化曲线详见图 5.10-12～图 5.10-13，预测 50 年末地下水流场详见图 5.10-14～图 5.10-15、地下水位升幅图详见图 5.10-16～图 5.10-17，其它环境敏感点 50 年年末的预测结果见表 5.10-4。

根据以上成果进行分析，水库蓄水后库水渗漏及其绕坝侧渗，并未改变地下水径流方向，引起库区地下水位大幅上升，但地下水上升区基本上被限制在沙坡断层以北的库坝区及其附近区域。

水库蓄水后，对岩溶区地下水补排量影响较大，特别是对库区附近以及坝址到沙坡断层河段地下水补排关系及补排量影响很大，导致坝址到沙坡断层河段由现状地表水入渗改变为地下水泄出，但对黄土台塬区地下水补径排关系及补径排量几乎没有影响。

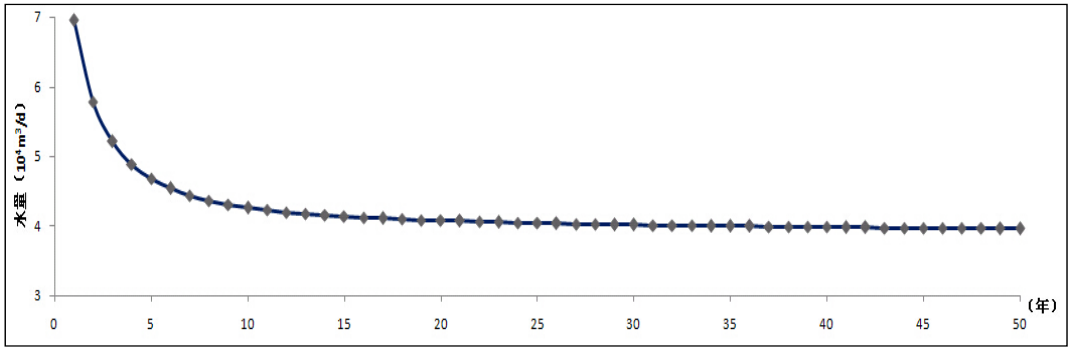


a　库区坝基及绕坝渗漏量

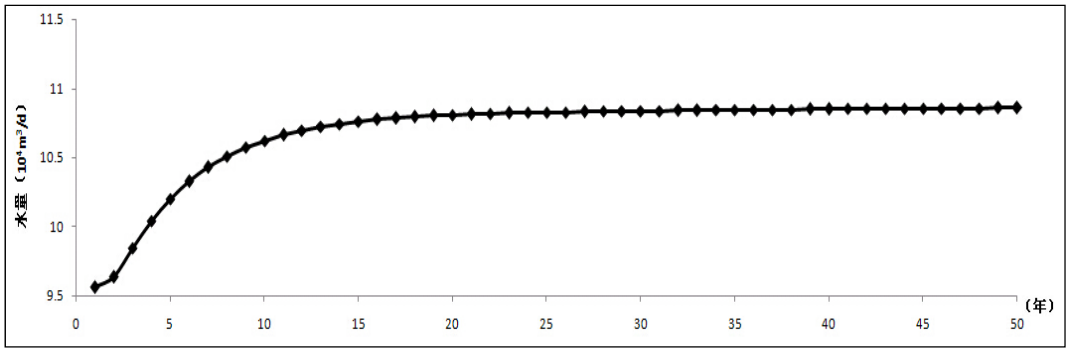


b　筛珠洞泉溢出量

图 5-12 无淤泥工况各因素的水量预测曲线



a　库区坝基及绕坝渗漏量



b　筛珠洞泉溢出量

图 5-13 淤泥工况各因素的水量预测曲线

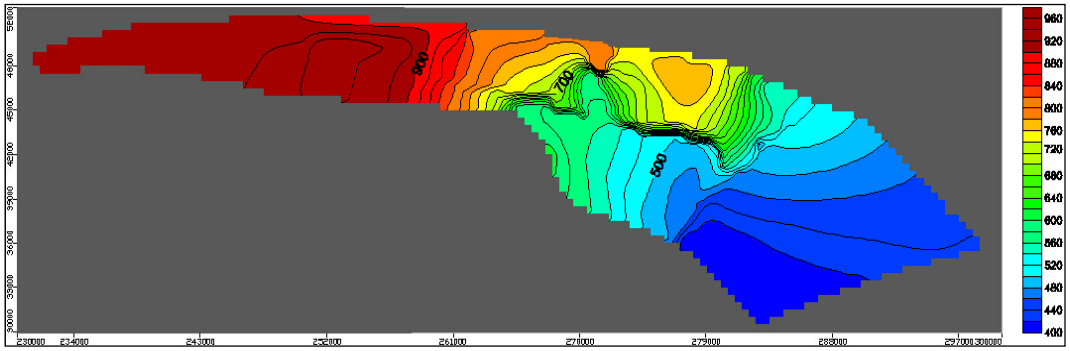


图 5-14 无淤泥工况下的 50 年末流场

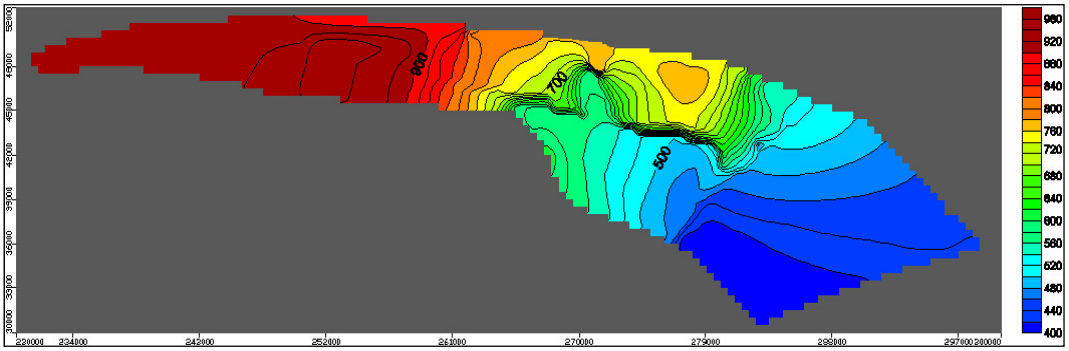


图 5-15 淤泥工况下的 50 年末流场

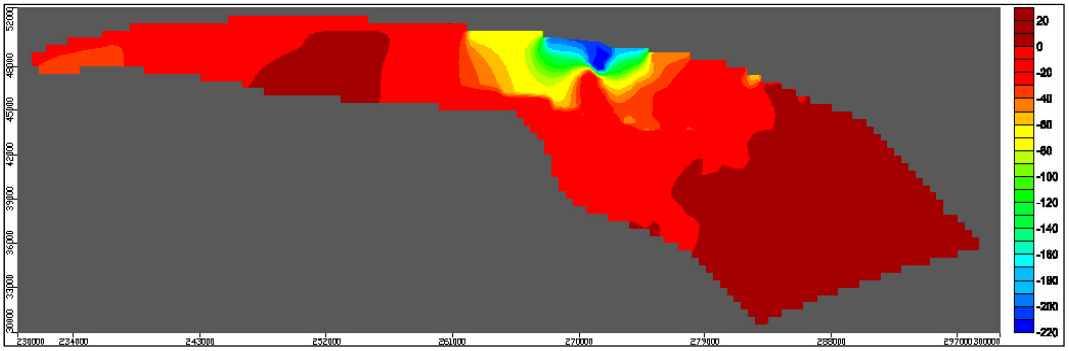


图 5-16 无淤泥工况下的 50 年末水位升幅图

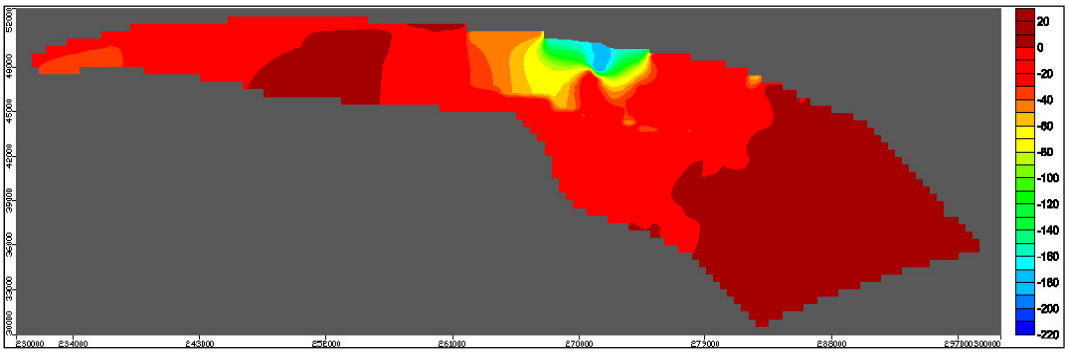


图 5-17 淤泥工况下的 50 年末水位升幅图

表 5.10-4 II 区部分地下水环境敏感点水位预测成果表单位（m）

名称	百井村供水井	张宏村供水井	王家坪供水井	白王民井	坝址右侧 1km	坝址左侧 1km	坝址下游 1km
横坐标	270777	282782	277057	282010	270025	272465	270567
纵坐标	3841057	3842545	3836392	3838180	3847780	3847082	3847086
初始	541.39	506.04	417.90	451.31	575.73	599.92	566.67
第 1 年	543.43	493.85	439.29	448.99	629.52	641.10	583.28
第 2 年	546.16	492.59	439.33	448.75	646.11	663.54	585.92
第 3 年	548.34	491.69	439.42	448.52	651.26	672.15	587.04
第 4 年	549.99	491.01	439.53	448.30	653.24	676.47	587.62
第 5 年	551.25	490.47	439.66	448.10	654.32	679.07	588.00
第 10 年	554.21	488.86	440.07	447.24	656.56	684.10	588.77
第 15 年	554.94	488.08	440.21	446.60	657.38	685.63	589.02
第 20 年	555.16	487.68	440.23	446.11	657.83	686.37	589.14
第 30 年	555.30	487.42	440.21	445.44	658.36	687.13	589.28
第 40 年	555.38	487.55	440.19	445.04	658.69	687.54	589.36
第 50 年	555.44	487.88	440.17	444.80	658.93	687.81	589.42

①对下游集中供水民井的影响

根据表 5.10-4，下游集中供水井环境敏感点张宏村供水民井和白王村供水民井水位在蓄水后第 50 年年末分别下降 18.5m 和 6.5m，其余民井水位均有不同程度的升高，其升幅为 14.1m 和 22.3m。根据调查，当地民井动水位变幅在 20m～40m，水库蓄水后会对部分民井产生轻微影响，但不影响民井的使用。

②对筛珠洞泉的影响

推荐工况 50 年年末补排量汇总于表 5.10-**5**。根据表 5.10-5，东庄水库蓄水 50 年年末筛珠泉水量有少量增加，其中无淤泥工况和淤泥工况水量分别增加了 2.9%和 1.3%。

表 5.10-5　研究区地下水补排量均衡分析表

区段	补排项			现状	无淤泥工况（$10^4m^3/d$）	淤泥工况（$10^4m^3/d$）
岩溶区	补给	降水入渗补给		4.11	4.11	4.11
		泾河渗漏补给	老龙山断层-坝址	0.68	6.64	3.96
			坝址-沙坡断层	0.48		
			沙坡断层-张家山断层	1.12	1	1.07
		地下水入渗（西部河流）		0.27	0.05	0.07
		边界径流补给（西南部龙岩寺泉域补给）		7.35	7.35	7.35
		合计		14.01	19.15	16.56
	排泄	泾河排泄	坝址-沙坡断层		5.04	2.73
		地下水溢出（主要为筛珠洞泉）		11.12	11.44	11.28
		边界径流排泄	张家山断层	2.46	2.51	2.5
			老龙山断层向口镇	0.21	0.09	0.09
		地下水开采		0.23	0.23	0.23
		合计		14.03	19.31	16.81
平原区	补给	田间渗漏补给		3.28	3.28	3.28
		灌溉渠系渗漏补给		0.52	0.53	0.53
		降水入渗补给		4.53	4.53	4.53
		边界径流补给（张家山断层）	上覆层	1.7	1.74	1.73
			基岩区	0.76	0.77	0.77
		合计		10.79	10.85	10.84
	排泄	河流溢出量		0.77	0.72	0.71
		地下水开采量		7.48	7.48	7.48
		边界径流排泄（礼泉-双泉断层）	上覆层	2.44	2.04	2.04
			基岩区	0.53	0.54	0.54
		合计		11.22	10.78	10.77
全区	补给合计			24.8	30	27.4
	排泄合计			25.25	30.09	27.62

2）II区水质影响预测与评价

建设期，施工期间施工与生活产生的废水进行集中处理，满足排放标准后进行排放，因此对II区地下水水质基本无影响。

运行期，水库蓄水后，库水物质下渗后可能会对库区及周边一定范围内地下

水水质产生影响，采用数值法对Ⅱ区地下水水质进行预测评价

①地下水溶质运移数学模型

地下水溶质运移数学模型是基于地下水流数学模型的耦合数学模型，地下水溶质运移数学模型为：

$$\begin{cases} \dfrac{\partial C}{\partial t} = div(D \cdot gradC) - div(Cu) + I & (x,y,z) \in \Omega \\ C(x,y,z,0) = C_0(x,y,z) & (x,y,z) \in \Omega \\ C\big|_{B_1} = f_1(x,y,z,t) & (x,y,z) \in B_1 \\ -D \cdot gradC \cdot \vec{n}\Big|_{B_2} = f_2(x,y,z,t) & (x,y,z) \in B_2 \\ (C\vec{u} - D \cdot gradC) \cdot \vec{n}\Big|_{B_3} = f_3(x,y,z,t) & (x,y,z) \in B_3 \end{cases}$$

式中:

— 点(x,y,z)处的溶质浓度(mg/L)；

D — 水动力弥散系数(m^2/d)；

u — 多孔介质地下水的实际平均流速(m/d)；

I — 单位液相体积单位时间内支出的溶质质量(mg)；

b) C_0 — 初始时刻已知溶质浓度分布(mg/L)；

B_1、B_2、B_3 — 一类边界，二类边界，三类边界；

f_1、f_2、f_3 — 分别为第一、二、三类边界对应的溶质浓度值(mg/L)；

$\vec{n}$ — 边界的外法线单位矢量；

x，y，z，t — 坐标变量(m)，时间变量(d)；

Ω — 计算区范围。

②地下水溶质运移数值模拟

模拟方案

地下水溶质运移数值模拟是在地下水流数值模拟基础上进行，采用地下水流数值模拟的剖分网格，针对淤泥和无淤泥工况两种情况，对枯水期地下水溶质运移因子在含水层中的运移路径、运移范围及浓度变化进行模拟预测。根据坝址区地表水水质监测数据分析，确定地表水中 NH_4^+、NO_3^-、SO_4^{2-}、TDS、COD_{Mn} 等五种物质在水库蓄水后对地下水水质影响。

坝址区地表水与地下水中五种溶质（NH_4^+、NO_3^-、SO_4^{2-}、TDS、COD_{Mn}）

运移因子浓度值（表 5.10-7）对比看出：地表水中 NO_3^-浓度值明显小于地下水中 NO_3^-浓度值，地下水溶质运移数值模拟中可以不考虑地表水中 NO_3^-对地下水影响；地下水溶质运移仅考虑四种溶质（NH_4^+、SO_4^{2-}、TDS、COD_{Mn}）的数值模拟预测。

表 5.10-7 坝址区取样点枯水期溶质运移因子浓度值单位：mg/L

取样点性质	取样点编号	NH_4^+	NO_3^-	SO_4^{2-}	TDS	COD_{Mn}
地表水	JH-02	1.8	21	428.43	1471.43	2.04
地下水	ZK301	<0.02	31.1	215.65	894.71	1.45
	ZK305	<0.02	17.8	173.87	852.78	0.68
	ZK322		31.1	193.73	894.3	56.2
	ZK323	1	5.58	191.64	548.06	8.84
浓度差		1.8	-28	234	598	1

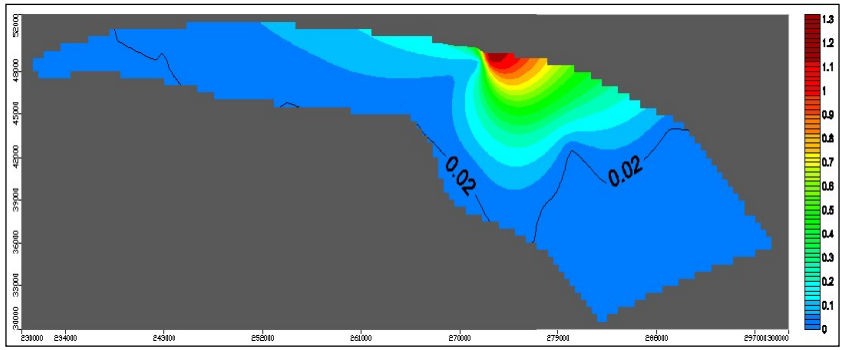
水动力弥散参数：选取纵向弥散度、横向弥散度分别为α_L=30m、α_T=3m。

地下水溶质初始浓场：丰、平、枯三期地下水中 NH_4^+、NO_3^-、SO_4^{2-}、TDS、COD_{Mn}（溶质运移因子）的初始浓度场见图 5.10-18～图 5.10-20。

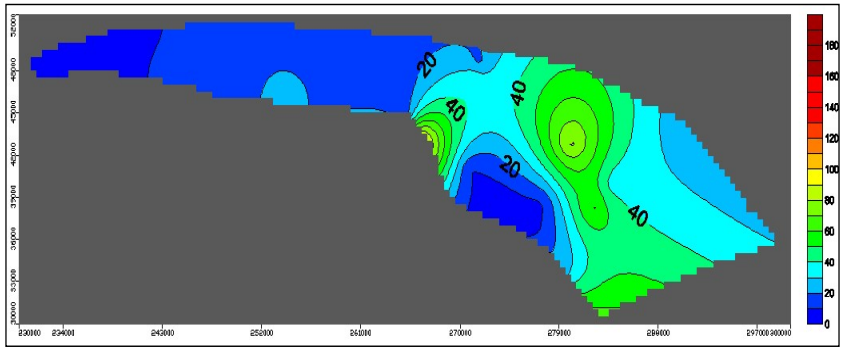
③地下水溶质数值模拟结果与分析

地下水溶质运移数值模拟基于地下水流数值模拟，针对水库蓄水后推荐帷幕防渗方案（无淤泥和淤泥工况），预测枯水期水库 NH_4^+、SO_4^{2-}、TDS、COD_{Mn}下渗后对地下水水质影响。50 年末地下水中溶质运移及其浓度场详见图 5.10-21～图 5.10-22。

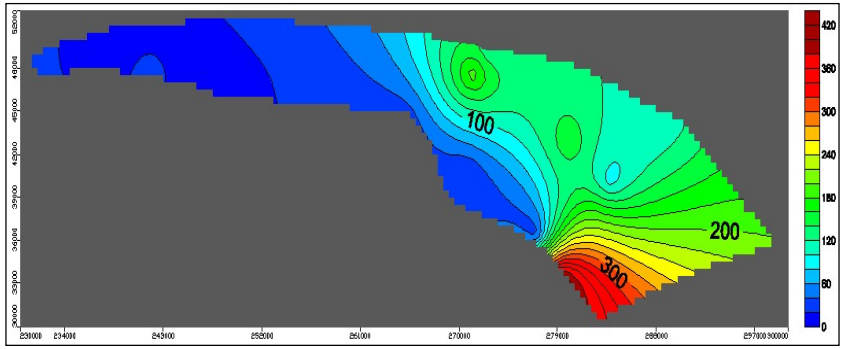
水库物质下渗后对地下水中溶质运移的影响：四种溶质（NH_4^+、SO_4^{2-}、TDS、COD_{Mn}）的影响范围大致相近，对地下水水质影响的最重区集中在库区及其附近，主要影响范围位于张家山断层以西地区，并对筛珠洞泉水质有轻微影响。



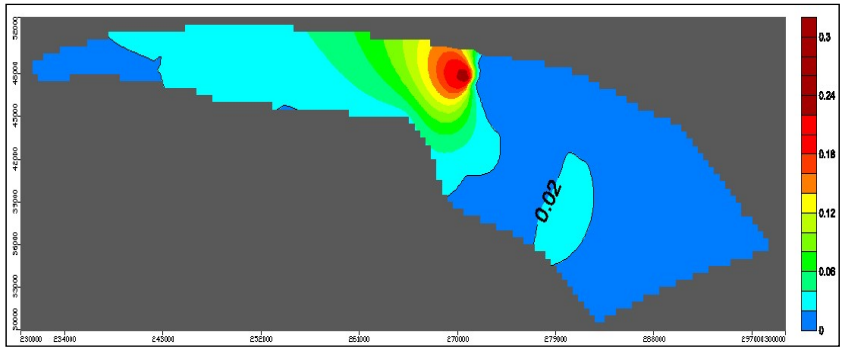
a NH_4^+初始浓度场



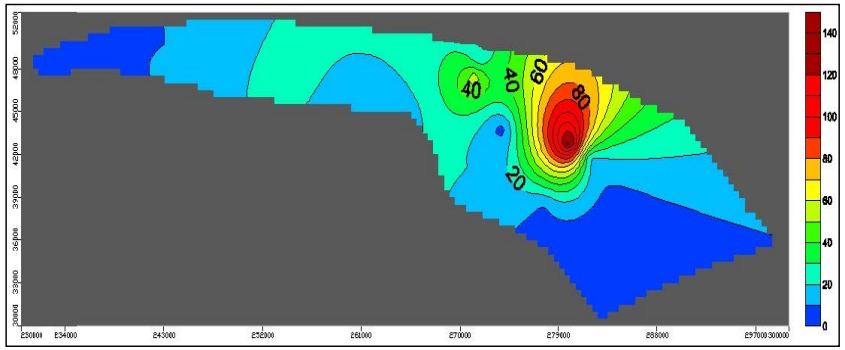
b NO_3^-初始浓度场



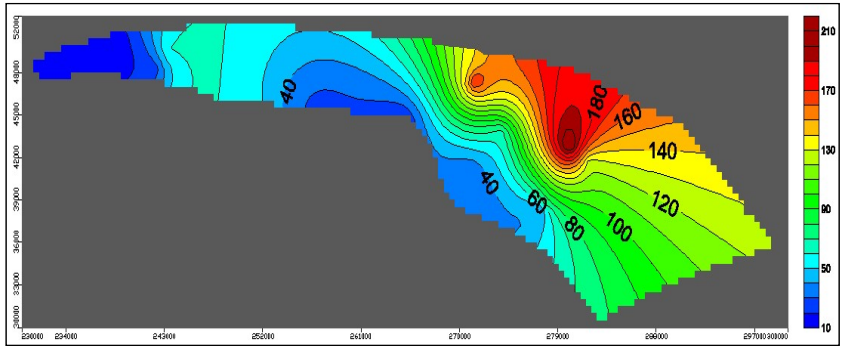
c SO_4^{2-}初始浓度场



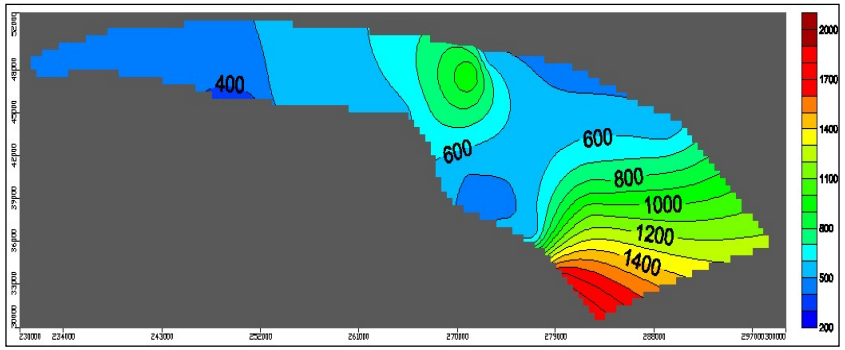
a NH_4^+初始浓度场



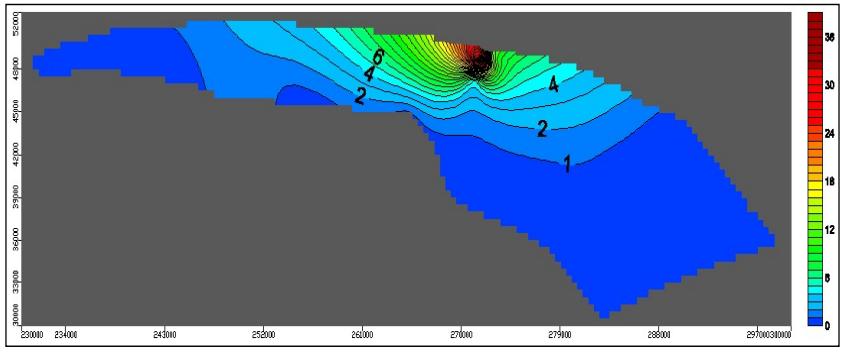
b NO_3^-初始浓度场



c SO_4^{2-}初始浓度场

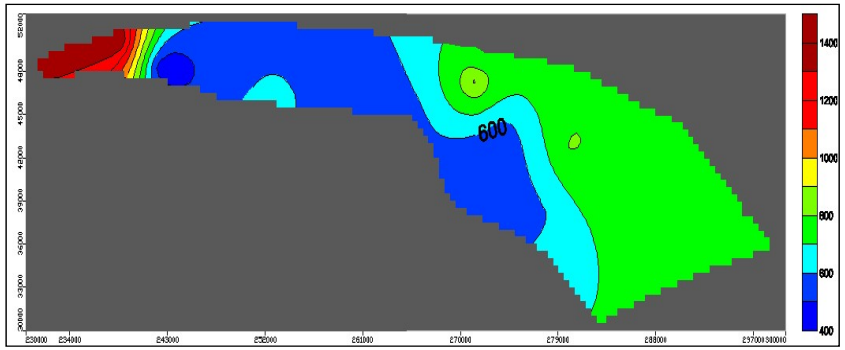


d　TDS 初始浓度场

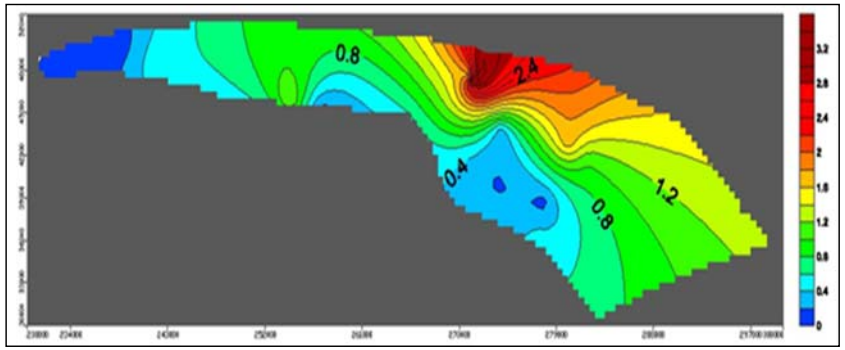


e　COD_{Mn} 初始浓度场

图 5.10-18　丰水期地下水溶质初始浓度场图

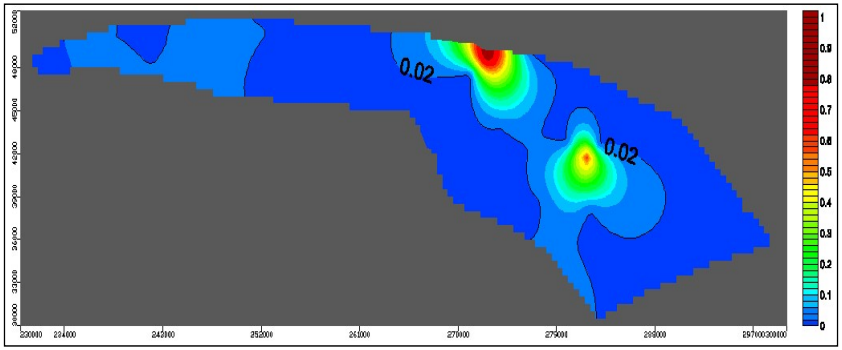


d　TDS 初始浓度场

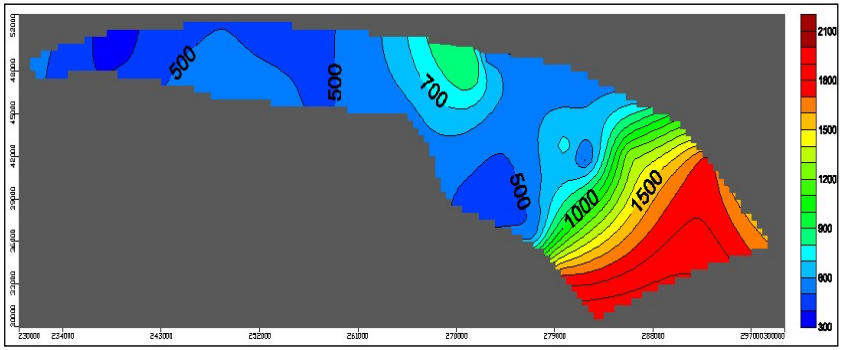


e　COD_{Mn} 初始浓度场

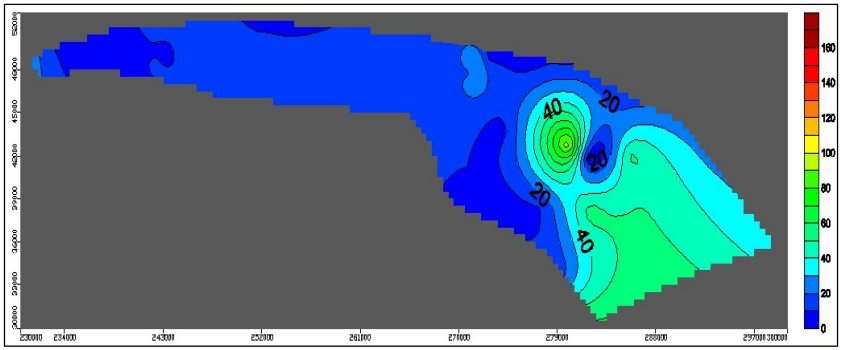
5.10-19 平水期地下水溶质初始浓度场



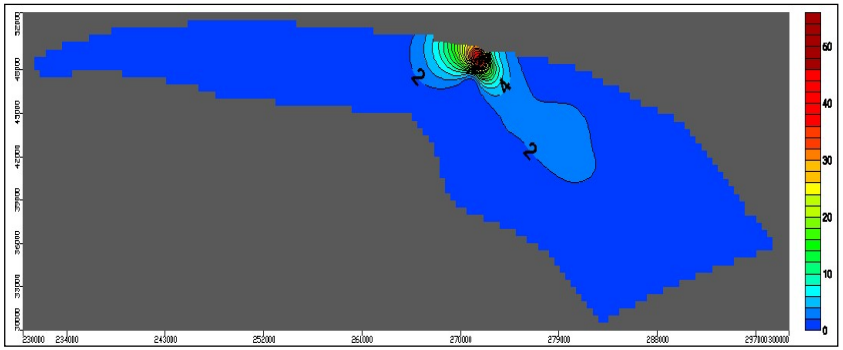
a　NH_4^+初始浓度场



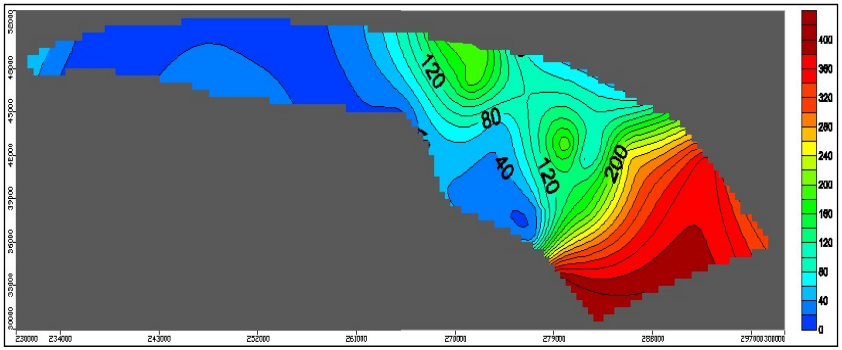
d　TDS 初始浓度场



b　NO_3^-初始浓度场

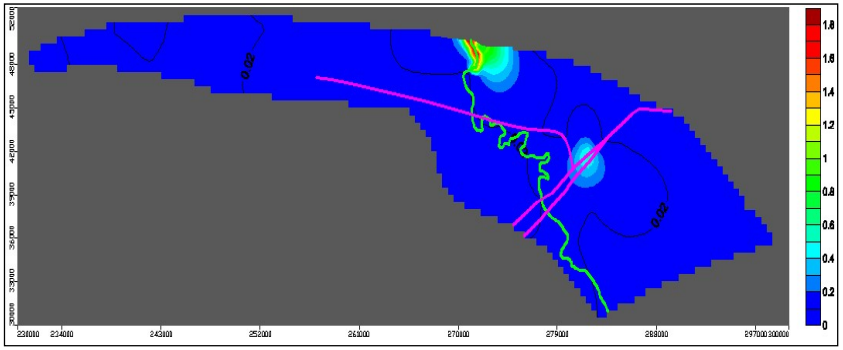


e　COD_{Mn}初始浓度场

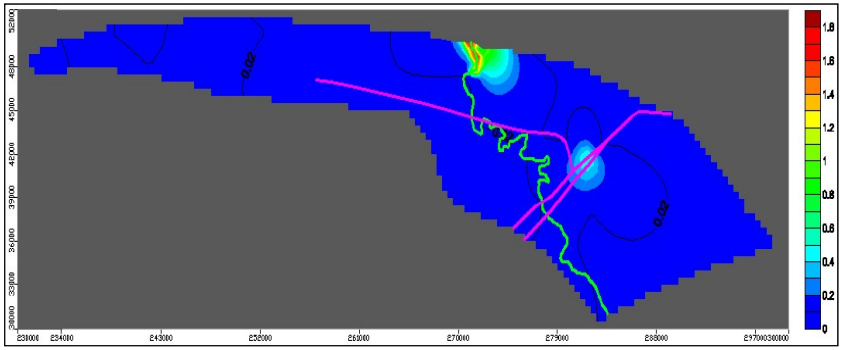


c　SO_4^{2-}初始浓度场

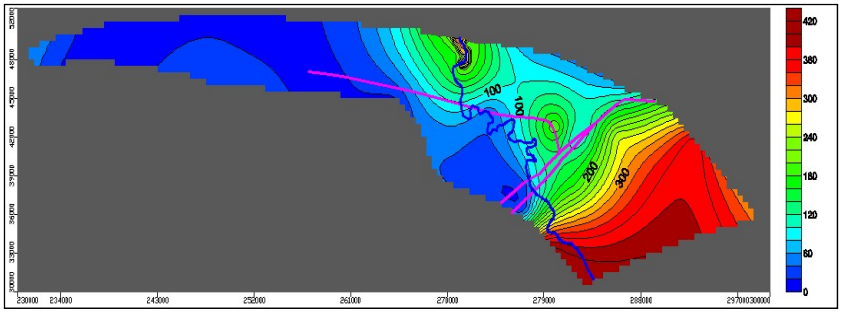
图 5.10-20 枯水期地下水溶质初始浓度场



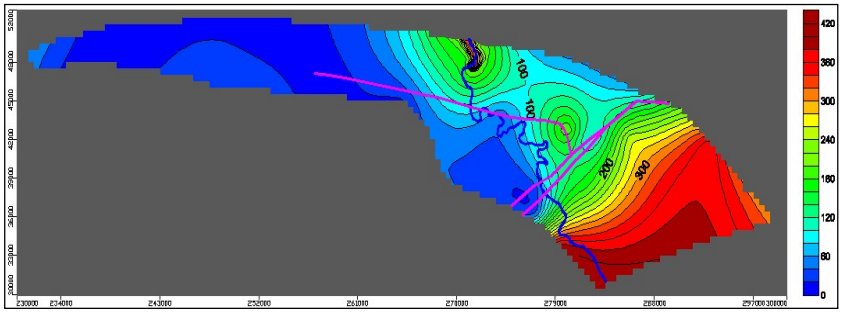
NH_4^+末始浓度场



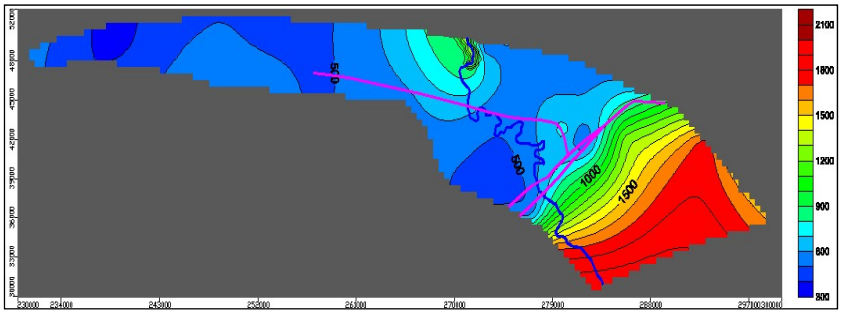
NH_4^+末浓度场



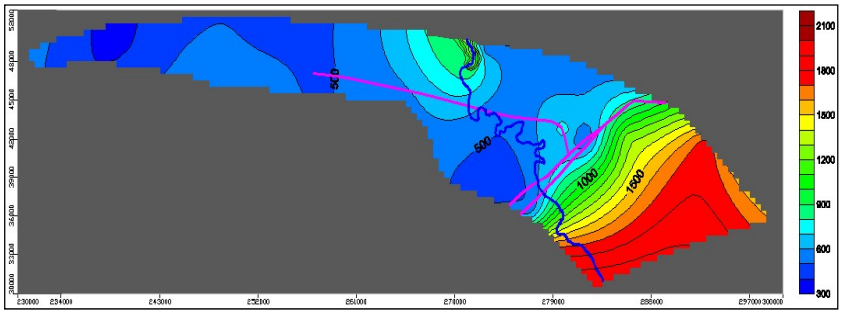
SO_4^{2-}末浓度场



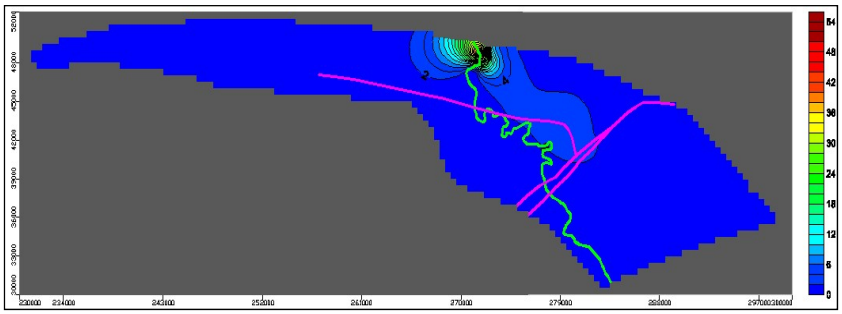
SO_4^{2-}末浓度场



TDS 末浓度场

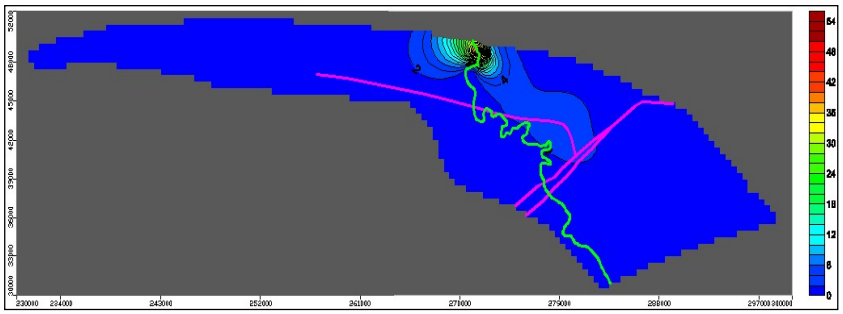


TDS 末浓度场



COD_{Mn}末浓度场

图 5.10-21 无淤泥工况下预测 50 年末的溶质运移因子浓度场



COD_{Mn}末浓度场

图 5.10-22 淤泥工况下预测 50 年末的溶质运移因子浓度场

④地下水环境敏感点水质影响预测结果分析

地下水环境敏感点的水质影响预测是基于推荐工况进行。分别预测了第 1 年年末、第 5 年年末、第 10 年年末、第 20 年年末和第 50 年年末四种溶质（NH_4^+、SO_4^{2-}、TDS、COD_{Mn}）的浓度变化情况，详见表 5.10-7～表 5.10-10。根据预测成果，分别对筛珠洞、风箱道、百井村供水井、张宏村供水井、王家坪村供水井、马家崖村供水井进行评价。

筛珠洞泉

第 50 年年末百井村供水井氨氮（NH_4^+）浓度增加 1.1×10^{-21}mg/L，硫酸盐浓度增加（SO_4^{2-}）1.5×10^{-19}mg/L，溶解性总固体（TDS）增加 3.8×10^{-18}mg/L，高锰酸钾指数（COD_{Mn}）增加 3.7×10^{-3}mg/L。

风箱道泉

到第 50 年年末百井村供水井氨氮（NH4+）浓度增加 6.7×10-3mg/L，硫酸盐浓度增加（SO42-）0.88mg/L，溶解性总固体（TDS）增加 2.20mg/L，高锰酸钾指数（CODMn）增加 6.3×10-22mg/L。

百井村供水井

到第 50 年年末百井村供水井氨氮（NH_4^+）浓度增加 5.6×10^{-8}mg/L，硫酸盐浓度增加（SO_4^{2-}）7.3×10^{-6}mg/L，溶解性总固体（TDS）增加 1.9×10^{-5}mg/L，高锰酸钾指数（COD_{Mn}）增加 3.1×10^{-8}mg/L。

张宏村供水井

到第 50 年年末张宏村供水井氨氮（NH_4^+）浓度增加 2.9×10^{-24}mg/L，硫酸盐浓度增加（SO_4^{2-}）3.7×10^{-22}mg/L，溶解性总固体（TDS）增加 9.5×10^{-22}mg/L，高锰酸钾指数（COD_{Mn}）增加 1.6×10^{-24}mg/L。

王家坪村供水井

到第 50 年年末王家坪村供水井氨氮（NH_4^+）浓度增加 1.0×10^{-11}mg/L，硫酸盐浓度增加（SO_4^{2-}）1.3×10^{-9}mg/L，溶解性总固体（TDS）增加 3.4×10^{-9}mg/L，高锰酸钾指数（COD_{Mn}）增加 5.8×10^{-12}mg/L。

马家崖村供水井

第 50 年年末马家崖村供水井氨氮（NH_4^+）浓度增加 9.4×10^{-26}mg/L，硫酸盐浓度增加（SO_4^{2-}）1.2×10^{-23}mg/L，溶解性总固体（TDS）增加 3.1×10^{-23}mg/L，

高锰酸钾指数（COD_{Mn}）增加 5.2×10^{-26}mg/L。从表 5.10-8～表 5. 10-11 可以看出，4 种溶质浓度增量与 6 个敏感点背景值相比是极其微小，对百井村供水井、张宏村、王家坪和马家崖村供水井水质影响微弱。

表 5.10-8 推荐工况下环境敏感点氨氮浓度变化历时成果统计表（单位：mg/L）

名称	位置	初始	第 1 年	第 5 年	第 10 年	第 20 年	第 50 年
筛珠洞泉	Ⅱ区	0.028	0	0	0	2.1E-31	1.1E-21
风箱道泉	Ⅱ区	0.023	1.2E-29	4.2E-15	4.0E-10	1.1E-06	0.006743
百井村供水井	Ⅱ区	0.015	1.0E-34	3.5E-20	3.3E-15	9.3E-12	5.6E-08
张宏村供水井	Ⅱ区	0.033	0	0	0	1.3E-34	2.9E-24
王家坪供水井	Ⅱ区	0.021	0	1.6E-39	3.7E-29	1.9E-20	1.0E-11
马家崖民井	Ⅲ区	0.035	0	0	0	1.8E-35	9.4E-26

表 5.10-9 推荐工况下环境敏感点硫酸盐浓度变化历时成果统计表（单位：mg/L）

名称	位置	初始	第 1 年	第 5 年	第 10 年	第 20 年	第 50 年
筛珠洞泉	Ⅱ区	59.28	0	0	0	2.7E-29	1.5E-19
风箱道泉	Ⅱ区	77.69	1.6E-27	5.4E-13	5.15E-08	0.000145	0.876558
百井供水井	Ⅱ区	42.91	1.3E-32	4.5E-18	4.3E-13	1.2E-09	7.3E-06
张宏供水井	Ⅱ区	104.48	0	0	1.61E-42	1.72E-32	3.7E-22
王家坪水井	Ⅱ区	49.67	0	2.1E-37	4.8E-27	2.4E-18	1.3E-09
马家崖民井	Ⅲ区	191.92	0	0	0	2.3E-33	1.2E-23

表 5.10-10 推荐工况下环境敏感点溶解性总固体浓度变化历时成果统计表（单位：mg/L）

名称	位置	初始	第 1 年	第 5 年	第 10 年	第 20 年	第 50 年
筛珠洞泉	Ⅱ区	605.76	0	0	0	7.0E-28	3.8E-18
风箱道泉	Ⅱ区	592.57	4.1E-27	1.4E-12	1.3E-07	0.000372	2.20081
百井供水井	Ⅱ区	520.07	3.4E-32	1.15E-17	1.1E-12	3.1E-09	1.9E-05
张宏供水井	Ⅱ区	636.47	0	0	5.5E-42	4.4E-32	9.5E-22
王家坪水井	Ⅱ区	636.29	0	5.3E-37	1.2E-26	6.2E-18	3.4E-09
马家崖民井	Ⅲ区	1098.25	0	0	0	5.8E-33	3.1E-23

表 5.10-11 推荐工况下环境敏感点高锰酸钾指数浓度变化历时成果统计表（单位：mg/L）

名称	位置	初始	第 1 年	第 5 年	第 10 年	第 20 年	第 50 年
筛珠洞泉	Ⅱ区	0.493	6.8E-30	2.3E-15	2.2E-10	6.2E-07	0.003746
风箱道泉	Ⅱ区	0.227	0	0	0	1.2E-31	6.3E-22
百井供水井	Ⅱ区	0.264	5.7E-35	1.9E-20	1.8E-15	5.2E-12	3.1E-08
张宏供水井	Ⅱ区	0.695	0	0	0	7.4E-35	1.6E-24
王家坪水井	Ⅱ区	0.592	0	8.9E-40	2.0E-29	1.0E-20	5.7E-12
马家崖民井	Ⅲ区	0.329	0	0	0	9.7E-36	5.2E-26

5.10.3 Ⅲ区水量影响预测与评价

（1）施工期

Ⅲ区位于张家山断裂至泾渭交汇处冲洪积平原区，建设期本区无生产、生活用水的排放，不会引起地下水水量发生变化。

（2）运行期

水库建成蓄水后，仅改变上游来水过程，没有改变地下水补给河水关系，基本不会对区内少量分散式供水水源地产生影响。因此，水库建设对Ⅲ区水量影响很小，基本不会引起土壤盐渍化和湿地退化等环境地质问题。由于工程供水及水库调节，位于泾河下游的泾渭湿地段河水位发生变化，可能对泾渭湿地内地下水产生影响，针对水库蓄水后河水位变化对泾渭湿地的影响进行预测及评价，具体评价内容见泾渭湿地保护区影响部分内容。

5.11 坝址下游总溶解气体过饱和（TDG）影响预测

东庄水利枢纽工程泄洪属于典型的高坝泄流。工程所在泾河干流分布有陕西省重点保护鱼类陕西高原鳅、地方土著鱼类拉氏鱥，地方主要经济鱼类-鲤鱼、鲇鱼，开展高坝泄流引起的下游溶解气体过饱和问题的评价和研究对于保护下游水生生物资源，减缓工程对生态环境的影响具有重要的实际应用价值和现实意义。

5.11.1 泄洪情况分析

目前关于气体过饱和影响的研究和评价，主要是在满足工程防洪安全条件下，针对较经常发生的洪水进行的。由于实际工程运行中，百年一遇以上等洪水发生

概率极小，因此过饱和影响预测评价中主要针对水库常遇泄洪运行情况进行。

5.11.2 过饱和 TDG 预测数学模型

（1）过饱和 TDG 生成预测模型

对于高坝下泄的高速掺气水流，在温度与含盐量相对稳定情况下，水深（代表静水压强）和水体动水压强成为影响气体溶解度即 TDG 饱和度最直接和重要的因素，因此重点考虑水垫塘内水压及水深变化两个特征物理量的作用，建立过饱和 TDG 预测模型。

$$G_k = G_{eq} + \frac{1}{2} \times \frac{\Delta P}{P_0} \times \emptyset_1 \times G_{eq} \times \exp[-k_e (\frac{h_s}{h_f})^{3/2}]$$

式中：G_k为水垫塘出口下游 TDG 饱和度(%)；G_{eq}为对应当地大气压的 TDG 平衡饱和度，取为 100%；P_0 为当地大气压(kPa)；ΔP为水垫塘底板平均相对压强(kPa)；$\emptyset_1$为水垫塘内 TDG 修正系数，与水垫塘内平均压力和掺气浓度分布有关；k_e为水流流经二道坝时的 TDG 释放系数；h_s为水垫塘内水垫厚度(m)；h_f为二道坝上水深(m)。

上式即为东庄坝身泄洪孔泄流时过饱和 TDG 的生成预测模型，采用多个国内高坝泄水原型观测资料对模型进行验证和参数率定。

当高坝泄水与厂房发电同时运行时，需要考虑发电尾水汇入对 TDG 饱和度的影响。泄洪主流与尾水混合的 TDG 饱和度计算采用加权混合公式，即：

$$G = \frac{G_x \times Q_x + \alpha G_{bq} \times Q_f}{Q_x + \alpha Q_f}$$

式中：G为厂房尾水与坝体泄水混合后的 TDG 饱和度(%)；G_x为坝体泄洪产生的 TDG 饱和度(%)；G_{bq}为坝前 TDG 饱和度(%)；α为预测点位置处的发电尾水与泄洪流量的掺混系数，全部与泄洪流量混合时，取 1.0，完全不混合时α 取 0；Q_x、Q_f ：分别为坝体泄洪流量和厂房发电流量(m^3/s)。

（2）过饱和 TDG 输移释放模型

过饱和 TDG 在河道的释放服从一阶动力学过程，方程表述为：

$$\frac{\partial G}{\partial t}+U\frac{\partial G}{\partial x}=D\frac{\partial^2 G}{\partial x^2}-K_t\times(G-G_{eq})$$

式中，G 表示 TDG 饱和度，%；G_{eq}表示 TDG 平衡饱和度，%；U表示纵向速度，m/s；K_t 表示过饱和 TDG 释放系数，s^{-1}。公式如下：

$$k_t=29.2\sqrt{\frac{\emptyset_T U}{H^3}}$$

忽略扩散项$D\frac{\partial^2 G}{\partial x^2}$，上式可以写为

$$\frac{dG}{dt}=-K_t\times(G-G_{eq})$$

上式积分得到纵向一维过饱和 TDG 释放模型的代数表达形式：

$$(G-G_{eq})=(G_0-G_{eq})\times\exp\left(\frac{-k_t x}{U}\right)$$

式中：G_0表示初始 TDG 饱和度；x 表示河段长度；U代表断面横向流速。

（3）模型参数的选取

采用国内已建高坝工程原型观测资料，选取数学模型参数。利用泄洪洞及泄洪孔泄流观测资料得到的模型参数率定结果。

在国内各高坝泄流的数学模型计算中，修正系数$\emptyset_2$的取值范围 0.4~0.7 之间，释放系数k_d的取值范围 0.04~0.2 之间。东庄水库模型参数分别设定为$\emptyset_2$为 0.5，k_d为 0.1。

5.11.3 过饱和 TDG 预测

（1）过饱和 TDG 生成预测

东庄水库物理实验模型中，设计单位计算了水库不同泄洪流量的洪水工况。通过物理模型实验数据，计算得到 TDG 饱和度。由于水库在泄洪期，发电流量为零，因此不予考虑发电尾水掺混作用，坝下过饱和气体生成量见表 5.11-1。

表 5.11-1 东庄水库丰平枯年份最大泄洪量对应坝下 TDG 生成预测结果表

工况	年份	泄洪流量（m^3/s）	发电流量（m^3/s）	TDG 饱和度（%）
1	丰水年	2416.99	---	104.62
2	平水年	1122.73	---	103.01
3	枯水年	799.09	---	101.87

在 25%，50%和 75%水文条件调度下，水库日泄洪量最大分别为 2416.99 m^3/s，1122.73 m^3/s 和 799.09 m^3/s，采用中孔泄洪，坝下 TDG 饱和度经过估算分别为 104.62%，103.01%和 101.87%。

（2）坝下过饱和气体释放预测

采用一维水动力及 TDG 饱和度耦合模型，计算 TDG 饱和度沿程衰减过程。不同下泄流量下，沿河道浓度变化见表 5.11-2。三种工况泄流条件下到桃园入渭河前，2416.99m^3/s 下泄流量下距离坝址 45km 后，TDG 饱和度小于 103%；1122.73m^3/s、799.09 m^3/s 下泄流量下，TDG 饱和度略高于 100%，入渭河后 TDG 饱和度均有所降低。最大泄流条件下的 TDG 饱和度，沿程较小，均小于 105%（图 5.11-1）。

表 5.11-2 坝址断面至桃园在不同泄流量条件下 TDG 饱和度变化（单位：%）

工况	泄洪流量（m^3/s）	坝下 TDG 饱和度	桃园 TDG 饱和度	入渭后 TDG 饱和度
1	2416.99	104.62	103.17	102.75
2	1122.73	103.01	101.61	101.21
3	799.09	101.87	100.56	100.20

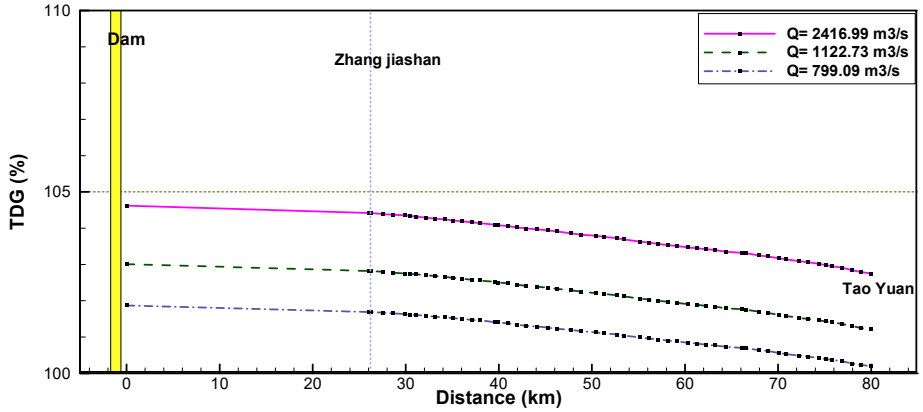


图 5.11-1 坝址断面至桃园在不同泄流量条件下 TDG 变化

5.12 施工期环境影响预测与评价

5.12.1 施工对水环境的影响分析与评价

东庄水利枢纽工程建设期间将产生一定的污废水，主要包括砂石料冲洗废水、混凝土拌和楼料罐冲洗废水、机械冲洗废水及生活污水等。其中砂石料冲洗废水以及混凝土拌和系统冲洗废水、机械冲洗废水均考虑处理后回用，不外排，在正常工况下不会对泾河水质带来不利影响，但在处理系统事故排放的情况将对泾河水质造成一定的影响。

（1）施工生活污水对水环境的影响

工程施工期间生活营地主要布置在坝体服务的施工生活 1 区、施工生活 2 区，厂房、水垫塘服务的施工生活 3 区。考虑最不利情况，以主体工程施工期生活污水为代表分析其达标排放对附近水体的影响。

1）达标排放

①生活污水源强分析

施工期间，施工高峰期人数达 7000 人，施工营地生活污水源强及位置情况见表 5.12-1。施工生活 1 区生活污水排放总计 0.0018m³/s，施工生活 2 区为 0.0015m³/s，施工生活 3 区为 0.0013m³/s。

表 5.12-1 各生活区生活污水产生情况统计表

污染源位置	污水量(m^3/s)	相对位置
施工生活1区	0.0018	坝址右岸高岭处，上游2.8km，高程1010m～1040m m
施工生活 2 区	0.0015	坝址右岸高岭处，坝址上游 1.40km，高程 870m～940m
施工生活 3 区	0.0013	坝址下游 4.5km 右岸高岭处，高程 820m～890m
合计	0.0045	

水质预测主要预测上述 3 个施工工区生活污水排放对泾河河段水质影响。达标排放情况下，COD 浓度取 50mg/L，NH_3-N 浓度取 12mg/L。

②预测因子

根据生活污水中特染物及泾河水体水质现状，选择预测因子为COD、NH_3-N。

③预测模型

预测模型采用非持久污染物岸边排放二维稳态混合衰减模式预测。

$$c(x,\ y)=\exp\left(-k_1\frac{x}{86400v}\right)\left\{C_h+\frac{C_pQ_p}{H(\pi M_p x)^{0.5}}\left[\exp\left(-\frac{q^2}{4M_q x}\right)+\exp\left(\frac{(2Q_h-q)^2}{4M_q x}\right)\right]\right\}$$

$$M_y=(0.058H+0.0065B)\times(gHI)^{0.5}$$

式中：$c(x,\ y)$—预测点污染物浓度，mg/L；x—预测点 x 方向坐标值，m；y —预测点离排放口的横向距离，m；k_1 —河流中污染物降解系数，1/d；C_p—污水中污染物的浓度，mg/ L；Q_p —污水流量，m³/s；C_h—河流上游污染物的浓度（本底浓度），mg/ L；H —河流平均水深，m；M_p —河流横向混合（弥散）系数，m²/s；v—河流流速，m/s；B—河流平均宽度，m；π —圆周率；g—9.8m²/s；I —河流比降。

④边界条件及参数

考虑最不利情况，设计流量选取排放口所在泾河河段 90%保证率下的最枯月平均流量。根据工程坝址断面的枯水期水质监测数据，COD 初始浓度 13mg/L、NH_3-N 初始浓度 1.95 mg/L。工程所在泾河水流湍急，参照类似工程，COD 降解系数k_1值取 0.3d^{-1}，NH_3-N 降解系数k_1值取 0.25d^{-1}。

表 5.12-2 水质预测分析计算参数取值表

工况	排污口位置	90%保证率最枯月平均流量 1.51 m³/s		
		流速(m/s)	COD 降解系数（d^{-1}）	NH_3-N 降解系数（d^{-1}）
天然	施工生活1区	1.00	0.3	0.25
	施工生活 2 区	0.95	0.3	0.25
	施工生活 3 区	1.03	0.3	0.25

根据预测，工程区生活污水经处理排入河道后，COD 横向、纵向影响范围主要在排污口处 1m、35m 范围内，NH_3-N 横向、纵向影响范围主要在排污口处 1m、50m 范围内。施工生活排污口所在断面岸边 COD 浓度增加量分别为施工生活 1 区 0.26mg/L、施工生活 2 区 0.22mg/L、施工生活 3 区 0.19mg/L；NH_3-N 浓度增加量分别为施工生活 1 区 0.06mg/L、施工生活 2 区 0.05mg/L、施工生活 3

区 0.04mg/L。施工营地生活污水排放口水质预测结果见表 5.12-3～表 5.12-8。由于泾河流量较大，生活污水量较小，且均处理达标后排放，因此，工程施工区生活污水排放对泾河水质影响较小，不会改变泾河水质类别。

表 5.12-3 施工生活 1 区排污口近岸水域 COD 浓度计算表（单位：mg/L）

X(m) /Y(m)	0	5	10	15
5	13.27	13.02	13.00	13.00
10	13.19	13.05	13.00	13.00
15	13.15	13.07	13.00	13.00
25	13.13	13.07	13.01	13.00
35	13.10	13.07	13.02	13.00
45	13.09	13.07	13.03	13.00
100	13.06	13.05	13.03	13.00
150	13.04	13.04	13.03	13.00
200	13.03	13.03	13.02	13.00

表 5.12-4 施工生活 1 区排污口近岸水域 NH_3-N 浓度计算表（单位：mg/L）

X(m) /Y(m)	0	5	10	15
5	2.014	1.955	1.950	1.950
25	1.979	1.967	1.954	1.950
45	1.971	1.966	1.957	1.950
65	1.967	1.964	1.958	1.950
105	1.963	1.962	1.958	1.950
125	1.962	1.961	1.958	1.950
150	1.961	1.960	1.958	1.951
175	1.960	1.959	1.957	1.951

表 5.12-5 施工生活 2 区排污口近岸水域 COD 浓度计算表（单位：mg/L）

X(m) /Y(m)	0	5	10	15
5	13.22	13.02	13.00	13.00
10	13.16	13.04	13.00	13.00
15	13.13	13.06	13.00	13.00
25	13.11	13.06	13.01	13.00
35	13.08	13.06	13.02	13.00
45	13.07	13.05	13.02	13.00
100	13.05	13.04	13.03	13.00
150	13.03	13.03	13.02	13.00
200	13.03	13.02	13.02	13.00

表 5.12-6 施工生活 2 区排污口近岸水域 NH_3-N 浓度计算表（单位：mg/L）

X(m) /Y(m)	0	5	10	15
5	2.003	1.954	1.950	1.950
25	1.974	1.964	1.953	1.950
45	1.968	1.963	1.956	1.950
65	1.964	1.962	1.957	1.950
85	1.962	1.961	1.957	1.950
105	1.961	1.960	1.957	1.950
125	1.960	1.959	1.956	1.950
150	1.959	1.958	1.956	1.950
180	1.958	1.957	1.956	1.951

表 5.12-7 施工生活 3 区排污口近岸水域 COD 浓度计算表（单位：mg/L）

X(m) /Y(m)	0	5	10	15
5	13.19	13.02	13.00	13.00
10	13.14	13.04	13.00	13.00
15	13.11	13.05	13.00	13.00
25	13.09	13.05	13.01	13.00
35	13.07	13.05	13.02	13.00
45	13.06	13.05	13.02	13.00
100	13.04	13.03	13.02	13.00
150	13.03	13.03	13.02	13.00
200	13.02	13.02	13.01	13.00

表 5.12-8 施工生活 3 区排污口近岸水域 NH_3-N 浓度计算表（单位：mg/L）

X(m) /Y(m)	0	5	10	15
5	1.996	1.954	1.950	1.950
25	1.971	1.962	1.953	1.950
45	1.965	1.961	1.955	1.950
65	1.962	1.960	1.956	1.950
85	1.961	1.959	1.956	1.950
105	1.960	1.958	1.956	1.950
125	1.959	1.958	1.956	1.950
150	1.958	1.957	1.955	1.950
180	1.957	1.956	1.955	1.950

2）事故排放

生活污水事故排放预测以排污量较大的施工生活 1 区作为典型进行计算分析。预测因子选取 COD，NH_3-N，事故排放浓度分别取 400mg/L、35mg/L。预测结果见表 5.12-9 和表 5.12-10。

根据预测，事故排放情况下，施工生活 1 区排污口排放污水对近岸水域水质影响范围相对正常工况较大。COD 污染带长度约 100m，相对正常工况下，污染范围较长，污染带最宽处超过 5m。NH_3-N 污染带长度约 200m，相对正常工况下，污染范围较长，污染带最宽处超过 5m。

综上所述，生活污水事故排放对泾河水质影响局限于局部区域，其污染带较正常排放情况下增长，距离排污口 5m 范围内 COD 浓度增量 2.14mg/L，NH_3-N 浓度增量 0.187mg/L，增加较为明显。

表 5.12-9 施工生活 1 区事故排放排污口近岸水域 COD 浓度（单位：mg/L）

X(m) /Y(m)	0	5	10	15
5	15.14	13.18	13.00	13.00
50	13.67	13.52	13.25	13.00
100	13.47	13.42	13.29	13.02
500	13.19	13.19	13.17	13.09
1000	13.11	13.10	13.10	13.07
1500	13.06	13.05	13.05	13.03
2000	13.02	13.02	13.01	13.00

表 5.12-10 施工生活 1 区事故排放排污口近岸水域 NH_3-N 浓度（单位：mg/L）

X(m) /Y(m)	0	5	10	15
5	2.137	1.965	1.950	1.950
50	2.009	1.996	1.972	1.950
100	1.991	1.986	1.975	1.951
200	1.978	1.977	1.972	1.955
300	1.972	1.971	1.969	1.957
750	1.961	1.961	1.960	1.956

（2）砂石料废水对水环境的影响

1）源强

工程布设 3 个砂石料加工系统，分别为砂石料加工系统 1、砂石料加工系统 2、砂石料加工系统 3，用水量分别为 1040m^3/h、230m^3/h 和 230m^3/h，废水产生量分别为 832m^3/h、184m^3/h 和 184m^3/h。参考《水工设计手册第三卷征地移民、环境保护与水土保持》、《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）和《水电工程砂石料加工系统设计规范》（DL/T5098-2010）等，悬浮物浓度按 45000mg/L 计算。

2）预测模型及参数

①预测因子

砂石料冲洗废水中主要污染物为 SS，以 SS 为预测因子。

②预测模型

混合过程采用导则推荐的非持久性污染物岸边排放二维稳态混合衰减模式，预测模型详见下式，其中 K_1 为沉降系数。

$$c(x,\ y)=\exp\left(-k_1\frac{x}{86400v}\right)\left\{C_h+\frac{C_pQ_p}{H(\pi M_p x)^{0.5}}\left[\exp\left(-\frac{q^2}{4M_q x}\right)+\exp\left(\frac{(2Q_h-q)^2}{4M_q x}\right)\right]\right\}$$

$$M_y=(0.058H+0.0065B)\times(gHI)^{0.5}$$

式中：$c(x,\ y)$—预测点悬浮物浓度，mg/L；x—预测点 x 方向坐标值，m；y —预测点离排放口的横向距离，m；C_p—悬浮物浓度，mg/ L；Q_p—污水流量，m^3/s；C_h—河流上游悬浮物浓度（本底浓度），mg/ L；H —河流平均水深，m；M_p —河流横向混合（弥散）系数，m^2/s；v—河流流速，m/s；B—河流平均宽度，m；π —圆周率；g—$9.8m^2/s$；I —河流比降。

③边界条件及参数

考虑最不利情况，选取工程所在泾河张家山 90%保证率最枯月均流量，作为水质预测的水文条件。水质背景浓度采用坝址断面枯水期悬浮物实测数据，初始浓度取值 35200mg/L。

④k1 值的选取

由于工程区位于泾河深切峡谷区域，水流湍急，SS 不易沉降，考虑最不利情况，SS 不沉降，即 SS 沉降系数 K_1 值取零。

表 5.12-11 水质预测分析计算参数取值表

位置	相对河岸位置	流速（m/s）	K_1（d^{-1}）	Mp（m^2/s）
砂石料加工系统1	左岸，坝址上游2.7km	1.00	0.00	0.006
砂石料加工系统2	右岸，坝址下游3.6km	1.05	0.00	0.007
砂石料加工系统3	右岸，坝址上游2.7km	0.95	0.00	0.006

3）预测结果

根据表 5.12-12~表 5.12-14 的预测结果表明，在 90%保证率最枯月平均流量条件下，砂石料加工系统 1 冲洗废水事故排放在泾河中形成污染带长度约 1.5km，砂石料加工系统 2 废水事故排放污染带长度约 0.5km，砂石料加工系统 3 冲洗废水事故排放污染带长约 0.5km。根据分析，河段水质距离排污口越近，SS 浓度增量越大，三处砂石料加工系统事故排放后，距离排放口 5m 处的 SS 增量最大分别为 30923mg/L、6824mg/L 及 6824mg/L，随着向下游的延伸，增量逐渐减小。

因此在砂石料冲洗废水事故排放的情况下，对泾河局部水域影响较大，形成较明显的污染带，与泾河完全混合后影响相对较小，但需注意安全生产，避免上下游砂石料加工系统发生事故排放时，产生叠加影响。

表 5.12-12 砂石料加工系统 1 废水事故排放近岸水域 SS 浓度（单位：mg/L）

X(m)\y（m）	0	5	10	15
5	66123	35200	35200	35200
10	57066	35200	35200	35200
25	49029	35200	35200	35200
50	44979	35219	35200	35200
100	42115	35504	35200	35200
150	40846	35903	35201	35200
200	40089	36225	35209	35200
300	39192	36609	35262	35200
500	38292	36855	35454	35211
600	38023	36877	35551	35226
800	37645	36854	35712	35273
1000	37387	36800	35826	35331
1200	37196	36738	35904	35392
1400	37048	36678	35957	35448
1600	36929	36622	35991	35498
2000	36746	36523	36028	35579

表 5.12-13 施砂石料加工系统 2 废水事故排放近岸水域 SS 浓度（单位：mg/L）

X(m)\y（m）	0	5	10	15
5	42024	35200	35200	35200
10	40025	35200	35200	35200
20	38612	35200	35200	35200
30	37986	35200	35200	35200
40	37613	35201	35200	35200
50	37358	35204	35200	35200
70	37024	35221	35200	35200
90	36808	35250	35200	35200
110	36655	35285	35200	35200
150	36467	35347	35200	35200
200	36279	35426	35202	35200
300	36081	35511	35214	35200
400	35963	35549	35234	35201
500	35882	35565	35256	35202

表 5.12-14 砂石料加工系统 3 废水事故排放近岸水域 SS 浓度 （单位：mg/L）

X(m)\y（m）	0	5	10	15
5	42024	35200	35200	35200
10	40025	35200	35200	35200
20	38612	35200	35200	35200
30	37986	35200	35200	35200
40	37613	35201	35200	35200
50	37358	35204	35200	35200
70	37024	35221	35200	35200
90	36808	35250	35200	35200
110	36655	35285	35200	35200
150	36467	35347	35200	35200
200	36279	35426	35202	35200
300	36081	35511	35214	35200
400	35963	35549	35234	35201
500	35882	35565	35256	35202

（3）施工对取水口的影响

由于东庄水库枢纽工程施工区地处泾河峡谷区域，当地居民用水主要引自山泉水或者地下水，因此施工对当地居民用水影响很小。根据施工规划，主体工程拟在坝址施工区设一水厂，工程规划在导流洞出口取水方案，岸边式取水泵站方

式，泾河水作为施工生产生活用水水源，取水口处于导流洞出口下游约 400m 处的泾河右岸，距东庄坝址约 1.0km。正常工况下，砂石料加工系统 2 施工废水对取水口基本无影响，仅上游的砂石料加工系统 1（距离取水口位置 3.7km）、砂石料加工系统 3（距离取水口位置 4.6km），一旦发生事故排放，会对取水口水质产生一定影响。根据砂石料加工废水事故排放预测，砂石料加工系统 1、砂石料加工系统 3 发生事故排放后，导流洞出口取水口附近 ss 浓度分别达到 36220 mg/L、35425mg/L，高于泾河背景值，由于规划水厂供水对象包括主体工程施工用水、施工机械用水、施工辅助企业生产用水、生活用水、消防用水等，因此需加强上游的砂石料加工系统 1、砂石料加工系统 3 管理，废水处理严格遵守《水电水利工程砂石料开采及加工系统运行规范》（DL/T 53112013）、《水电工程砂石加工系统设计规范》（DL/T 5098-2010）、《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T 5260-2011）等相关砂石料加工废水处理的相关要求，同时规划水厂需要根据泾河水沙特点，制定适宜的水质净化设施。

（4）围堰施工对水环境的影响

东庄水利枢纽工程采用全年围堰挡水导流方案。河床基础岩石裸露，上、下游围堰为碾压混凝土围堰，基础坐落在弱风化岩石上。为保证碾压混凝土围堰能够干地施工，在上游和下游分别修建土石子堰。根据施工进度安排，第三年 10 月初进行截流，10～11 月进行子堰施工，11 月～翌年 6 月进行碾压混凝土围堰施工。围堰填筑和拆除过程中会导致围堰附近区域泾河水体悬浮物浓度上升。由于悬浮物浓度经过一定时间会因自然沉降而降低，同时围堰施工在非汛期（10 月至翌年 6 月）进行，扰动水体规模相对较小。因此，围堰施工对水质影响轻微。

（5）基坑废水对水环境的影响

根据工程可研，两岸地下水位高程较高，地下水补给河水，坝址区地下水类型可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两类，其中松散岩类孔隙水主要赋存于河漫滩及Ⅰ级阶地的砂卵石层和第四系的黄土中，主要受大气降水和基岩裂隙水补给；基岩裂隙水主要分布于砂岩裂隙中，主要受大气降水的补给，以泉或地下径流的形式向沟谷和泾河排泄。基岩网状裂隙潜水，水位高程 617～685m，一般高出附近河水位，主要受泾河上游河水补给，向下游排泄，地下水径流方向与河水方向基

本一致。由于拱坝地基（开挖包括大坝基础、消力塘和二道坝基础开挖）处理，将造成大量基坑排水。基坑排水包括初期排水和经常性排水。初期排水包括基坑积水，汛后恢复基坑排水。经常性排水主要由降雨、施工弃水及基坑渗水组成。基坑排水特点是量大，污染物少，主要污染物质为悬浮颗粒物，为降低基坑排水对河流水环境的影响，鉴于截流后基坑初期排水以泾河河水为主，水质和下游水体水质基本一致，初期排水对下游水质影响较小，因此不采取处理措施。基坑经常性排水主要污染物为 SS，浓度约 2000mg/L，pH 值也会有所增加。拟采取先自然静置，再分次抽排表层清水，后在底层浊水中加入絮凝剂，静置 2 小时抽排的处理措施。

5.12.2 施工对大气环境的影响分析与评价

东庄水库枢纽工程施工区大气环境敏感目标有 47 家居民点（相家村、刘家村）。大气污染源主要包括施工作业面、施工爆破和场内交通系统。工程区内主要大气污染源与敏感保护目标之间相对位置关系见表 5.12-15。

表 5.12-15 东庄水利枢纽工程施工区大气环境敏感保护目标与施工布置位置关系表

名称	主要污染源	保护对象	保护对象与工程的关系	保护对象概况	主要污染因子
交通运输	施工道路	相家村	进场道路与村庄交叉，距离房屋距离49m，高差0m	12户居民	扬尘、NO_2
交通运输	施工道路	刘家村	进场道路与村庄交叉，距离房屋距离10m，高差0m	35户居民	扬尘、NO_2

（1）机械车辆尾气影响分析

东庄水利枢纽工程规模较大，需使用大量的运输机械和燃油机械用于施工、运输等，燃油机械和运输车辆运行中将产生废气，对周边区域大气环境产生影响，主要污染因子为一氧化碳、氮氧化物和碳氢化合物。机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物呈面源分布。根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）等资料，施工期将消耗油料 5.66 万 t，预测施工期可能产生大气污染物总量中 NO_x2731.57t、CO1661.21t、$SO_2$199.35t、碳氢化合物 273.15t。

运输车辆废气沿交通路线沿程排放，施工机械废气基本以点源形式排放，由于废气排放不连续性和工程施工期有限，并且施工区域主要位于农村地区，排放

废气中污染物能够很快扩散。但是，需要注意的是施工隧道、导流洞、交通隧道等封闭性区域，由于空气流通性较差，大量施工机械、车辆使用将使得局部区域大气污染严重，需要采取良好的通风等条件。因此，施工机械和施工车辆废气排放不会引起区域大气环境质量恶化，排放废气对区域环境空气质量影响很小。

（2）爆破及边坡开挖粉尘、废气

炸药爆破时会产生粉尘和 NO_2 等污染物，污染源主要集中在导流洞、基坑开挖等爆破施工和石料开采爆破施工部分。爆破属于瞬间源，其粉尘、废气的影响范围主要集中在爆破源附近。

工程施工炸药用量 1.41 万 t，炸药爆炸主要产生 CO、NOx、碳氢化合物等有害气体和 TSP。根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）等资料，在未采取防护措施的前提下，开挖爆破粉尘排放系数为 200kg/t 炸药，估算爆破施工期可能产生大气污染物总量中粉尘 2820t、NO_x215.3t、CO588.7t、其它有害气体 881.3t。上述污染物排放会对周边环境和施工区域产生一定影响。

施工区常年主导风向为西北风，风向将有助于坝体开挖粉尘和导流洞爆破粉尘向东南方向扩散。坝体、石料场附近 200m 范围内无敏感点分布。坝体开挖和导流洞、石料开采爆破产生的粉尘基本不存在对环境敏感点的影响。

由于主体工程施工区域处于山谷地形，受地形影响，容易使污染物滞留在大气中，而导致局部区域高浓度污染。因此，需注意山谷风转换时段，坝体开挖爆破粉尘废气对施工人员的影响。

（3）施工作业面粉尘

施工作业面对大气环境产生影响的主要是砂石加工系统和弃渣场。边坡开挖排放主要污染物为粉尘，砂石加工系统排放污染物主要是粉尘，在粗碎、中碎、细碎、筛分的运输过程中均会产生粉尘污染。弃渣场堆渣过程中易产生粉尘。砂石加工系统、弃渣场为面源污染。

根据实际调查，砂石料加工系统 1、砂石料加工系统 2、砂石料加工系统 2 周边 500m 范围内没有村庄分布，类比其他工程，即砂石料加工系统 1、砂石料加工系统 2、砂石料加工系统 2 的施工粉尘不存在环境空气敏感目标。

（4）交通扬尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。道路施工主要污染环节为灰土搅拌及混凝土拌和作业，材料的运输和堆放，土石方的开挖和回填等作业过程，上述各环节在受风力的作用下将会对施工现场及周围环境产生 TSP。

1）施工粉尘

根据类似工程实际调查资料，目前施工灰土搅拌均采用站拌形式，配有除尘设施，根据已建类似工程资料，灰土拌和站下风向50m 处为8.90mg/m³；下风向100m 处为1.65mg/m³；下风向150m 处满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准日均值0.3mg/m³的要求。其它作业环节产生的TSP 污染可控制在施工现场50～200m 范围内，在此范围以外符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求。参考《金沙江乌东德水电站工程环境影响报告书》（长江水资源保护所，2015年），根据其他工程公路施工期不同阶段扬尘监测结果可知（表5.12-16），除路面施工、桥梁浇筑、桥台修建、爆破施工外，其余各施工阶段距离公路边界20m 以外PM_{10}日均值均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；TSP 除在路面施工段有超标外，其余施工段均无超标影响。

表 5.12-16 道路施工期间扬尘监测结果

施工类型	主要施工机械	监测点与公路边界的距离（m）	PM_{10} 日均值（mg/Nm³）	TSP日均值（mg/Nm³）
路面施工	装载机3 台、推土机1 台、大型运输车辆20 台/d	20	0.12～0.24	0.27～0.53
桥梁浇筑、桥台修建、爆破	发电机2 台、搅拌机2 台、拖拉机2 台、振动器2 台、起重机1 台、运土车30～40 台/d	100	0.14～0.21	0.23～0.27
桥梁浇筑	发电机1 台、搅拌机2 台、升降机1台	20	0.09～0.11	0.17～0.28
桥台修建	运土车30～40 台/d	110	0.09～0.11	0.20～0.21
路基平整	发电机1 台、4 台压路机、运土车40～50 台/d	30	0.10～0.11	0.20～0.22
平整路面	装载机1 台、压路机2 台、推土机1台、运土车40～60 台/d	40	0.11～0.12	0.22～0.23
边坡修整、护栏施工	挖掘机1 台、装载车3 台	20	0.05～0.11	0.12～0.13
路面清理、路标施工	高压清洗车1 台、沥青铺路车1 台	20	0.10～0.12	0.18～0.19

工程施工区场内道路施工产生的 TSP 可能对靠近进场道路的相家村、刘家村带来一定影响，需要采取洒水等保护措施。

2）运输扬尘

车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥的情况下，可按下列经验公式计算：

$$Q = 0.123 \times \frac{v}{5} \times \left(\frac{W}{6.8}\right)^{0.85} \times \left(\frac{P}{0.5}\right)^{0.75}$$

式中：Q—汽车行驶的扬尘，kg/km.辆；v—汽车速度，km/h；W—汽车载重量，t；P—道路表面粉尘量，kg/m²。

根据相关资料，交通运输扬尘影响程度与路面种类、天气状况以及汽车运行速度、载重量等因素有关。参考有关露天矿山载重汽车扬尘排放数据，考虑不利情况，施工期间汽车行驶速度取 50km/h，载重取 30t，道路表面粉尘量取 0.3kg/m²，则汽车行驶产生扬尘量 2.99kg/km.辆。运行过程中采取洒水车定时洒水降尘、清扫等措施后，颗粒物去除量可达 94%，扬尘量 0.179 kg/km.辆。根据国内公路施工和环境影响评价经验，洒水可有效地抑制扬尘量。表 5.12-17 是原西安公路交通大学对西安至临潼高速公路施工期间洒水降尘的试验结果。

表 5.12-17 施工洒水降尘试验结果

距路边距离		0m	20 m	50 m	100 m	200 m
TSP（mg/Nm³）	不洒水	11.03	2.89	1.15	0.86	0.56
	洒水	2.11	1.40	0.68	0.60	0.29
降尘率（%）		81	52	41	30	48

运输车辆扬尘不会在大范围内平均分布，但小空间内浓度较高。在道路局部地段积尘较多的地方，载重车辆经过时会掀起浓密的扬尘。根据其它工程现场实测情况，类似路面交通运输产生的扬尘影响范围一般在宽 10～50m、高 4～5m 的空间内，3min 后较大颗粒即沉降至地面，微细颗粒（所占比重较小）在空中停留时间较长。据交通部公路所对京津塘高速公路施工期运输车辆扬尘的监测（表 5.12-18），下风向 150m 处，TSP 浓度 5.093mg/m³，超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，风速大时污染影响范围将增大。

表 5.12-18 京津塘高速公路施工期车辆扬尘监测结果

监测地点	尘污染源	采样点距离（m）	监测结果（mg/m³）
施工路边	铺设水泥稳定类路顶基层时运输车辆扬尘	50	11.652
		100	9.694
		150	5.093

据调查，工程进场道路的相家村首排房屋距公路中心线/红线距离（m）分别

为路左 49m/40m，刘家村首排房屋距公路中心线/红线距离（m）分别为路左10m/8m，工程施工期间将会受到交通运输扬尘的影响，尤其是在气候干燥条件下，更易引起扬尘，采取洒水等除尘措施后 TSP 含量大大降低。

（5）洞室扬尘

东庄水利枢纽工程地下建筑物多而复杂，洞室群密布且布置紧凑，洞室开挖断面大。地下洞室群（不包括交通洞）岩石开挖总量 99.01 万 m^3。洞室施工开挖粉尘排放系数 0.003kg 粉尘/m^3开挖量，共产生粉尘 2.97t。

根据施工进度和强度对地下洞室进行施工期通风散烟设计，过程分为初期、中期和后期三个阶段。初期通风散烟除部分靠进口侧的施工采用自然通风外，其余部位根据工期要求及洞室群布置特点分部位布置机械进行强制式通风散烟；中期根据工期要求及洞室群的布置特点，以系统单独开挖进度进行通风散烟，各系统应尽量使用自然通风循环与机械通风相辅助进行，并尽可能提前贯通通风机排烟竖井进行自然通风散烟；后期的通风散烟主要以自然通风散烟为主，在不能形成自然通风条件或自然通风条件差的部位使用机械通风散烟。

虽然工程考虑了通风散烟的措施和施工优化顺序，但由于限定条件，洞室开挖的粉尘将对施工人员造成一定影响，需要做好施工人员的防尘措施。

（6）沥青烟气

工程对外结合段为沥青混凝土路面，项目不设沥青拌合站，道路铺设的沥青外购，因此，项目沥青烟气主要为道路铺设过程中放散的少量沥青烟气。由于道路工程量较少，对空气造成的污染也相对较轻，主要对对外交通道路边缘的相加村、刘家村居民有轻微的影响。

5.12.3 施工对声环境的影响预测与评价

根据东庄水利枢纽工程施工总布置图和实际调查结果，东庄水利枢纽工程施工区声环境敏感目标有 2 个（相家村、刘家村）。噪声源分析包括施工机械及辅助企业噪声、交通噪声和爆破噪声分析，其中施工机械及辅助企业噪声源分析包括砂石料加工系统、弃渣场等，交通噪声为场内交通车辆运输噪声，爆破噪声为石料场开采爆破噪声。声环境敏感目标与施工布置的关系见表 5.12-19。

表 5.12-19 东庄水利枢纽工程施工区声环境敏感保护目标与施工布置位置关系表

影响源分类	主要污染源	保护对象	保护对象与工程的关系	保护对象概况
交通噪声	施工道路	相家村	进场道路与村庄交叉，距离房屋距离49m，高差0m	12户居民
交通噪声	施工道路	刘家村	进场道路与村庄交叉，距离房屋距离10m，高差0m	35户居民

（1）固定噪声影响预测

施工期噪声源主要包括运输车辆、施工机械设备，以及少量的爆破作业噪声。交通运输噪声主要来自施工过程中的运输车辆（包括材料、渣土等），噪声污染呈带状、间歇性的影响；施工期将有挖掘机、推土机、自卸汽车、搅拌机等不同机械分布在工区和施工点，使得施工区机械噪声较为集中和连续。施工区主要集中在坝址上下游，根据施工总布置，将工程施工区分为 7 个（类）施工区，各施工区的工程内容、施工方式、施工机械以及噪声源强见表 5.12-20。

表 5.12-20 工程各施工区噪声源强情况（单位：dB（A））

区域	工程内容	施工方式或施工机械	声源噪声级
坝址区	导流洞施工；围堰施工；基础开挖；引水发电洞施工；电站厂房施工等	爆破作业；钻机、推土机、装载机、挖掘机、自卸汽车等	98
坝体服务设施区	木材加工厂、混凝土预制厂、金属结构拼装场、机械修配厂、汽车停放保养厂、加油站及综合仓库等	车辆；混凝土拌和	100
水垫塘、二道坝及厂房等服务设施区	砂石料加工系统、混凝土拌和系统、综合加工厂、机电安装场、汽车停放保养厂、机械修配厂、加油站及综合仓库等	车辆；混凝土拌和；砂浆拌和	110
导流等前期工程服务设施区	砂石料加工系统、混凝土拌和系统、钢筋加工厂、木材加工厂及混凝土预制厂等	车辆；混凝土拌和；砂浆拌和	110
庙上灰岩料场	石料开采	爆破作业；钻机、推土机、装载机、挖掘机、自卸汽车	98
菜家坡土料场	土料开采	推土机、挖掘机、自卸汽车等	96
渣场	弃渣；水土保持	推土机、自卸汽车	96

1）预测模型

根据工程总体布置，施工区（包括坝体服务的施工工厂设施、水垫塘、二道坝及厂房等服务的施工工厂设施、导流等前期工程服务的施工工厂设施等）主要集中相对固定噪声源，如挖掘机、推土机、混凝土拌合系统、搅拌机、装载机等。工程施工中，机械噪声具有分散、间断性的特点，不同机械噪声源相互叠加影响并不明显。因此，按点声源处理施工噪声，使用点声源几何发散衰减模式进行噪声预测，点噪声源影响预测方程为：

$$L（r） = L（r0） - 20\lg（r） - 8$$

式中：L（r）为距声源 r 距离处 A 声级，单位 dB（A）；L（r_0）为参考位置 r_0 处 A 声级，为噪声源强值；r_0 为参考位置距声源中心点的距离，单位 m，取值为 1.0m；r 为受声点距点源中心点的距离，单位 m。

2）预测结果

固定噪声源源强均选择实测值中最大值，进行最不利情况预测，施工区的固定噪声源影响预测结果见表 5.12-21。

表 5.12-21 固定噪声源影响预测结果（单位：dB（A））

区域	源强	不同距离的噪声预测值							
		10m	20m	50m	100m	150m	200m	300m	400m
坝址区	98	70	64	56	50	46	44	40	38
坝体服务设施区	100	72	66	58	52	48	46	42	40
水垫塘、二道坝及厂房等服务设施区	110	82	76	68	62	58	56	52	50
导流等前期工程服务设施区	110	82	76	68	62	58	56	52	50
庙上灰岩料场	98	70	64	56	50	46	44	40	38
菜家坡土料场	96	68	62	54	48	44	42	38	36
渣场	96	68	62	54	48	44	42	38	36

工程影响范围为农村地区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准：昼间 60dB（A），夜间 50dB（A）。根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523－2011），施工场界噪声限值为昼间 70dB（A），夜间 55dB（A）。从预测结果可知，在施工场界 100m 范围，如果夜间不施工，昼间可以满足施工场界标准；昼间要满足声环境质量 2 类标准，基本上在距声源 300m 范围外。

根据现场调查，居住区距离工程施工区均在 300m 以外区域较远，因此施工区噪声对人们生产生活影响较小，主要影响施工场地附近的施工营地。在采取必要的噪声控制措施，包括减少夜间爆破施工、夜间施工次数、降噪措施等，施工的不利影响能够得到减免。

（2）运输交通噪声影响评价

1）预测模型

施工期间，工程所需的材料（砂石料运输任务）需要用到载重汽车。施工车辆运输形成流动噪声源，流动噪声源与车流量、车型、车速及道路状况等有关。预测流动噪声影响，可采用下列模型计算其衰减量。

①第 i 类车等效声级的预测模式

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{0E}})_i + 10\lg\left(\frac{N_i}{V_i T}\right) + 10\lg\left(\frac{7.5}{r}\right) + 10\lg\left[\frac{\Psi_1 + \Psi_2}{\pi}\right] + \Delta L - 16$$

式中：$L_{eq}(h)_i$— 第 i 类车的小时等效声级，dB（A）；$(\overline{L_{0E}})_i$— 第 i 类车速度为 Vi，km/h；水平距离为 7.5 米处的能量平均 A 声级，dB(A)；Ni— 昼间，夜间通过某个预测点的第 i 类车平均小时车流量，辆/h；r —从车道中心线到预测点的距离，m；适用于 r＞7.5m 预测点的噪声预测。Vi —第 i 类车的平均车速，km/h；T —计算等效声级的时间，1h；Ψ1、Ψ2—预测点到有限长路段两端的张角，弧度；本项目考虑声源为无线长；其中$(\overline{L_{0E}})_i$和 Vi 取值参考《公路建设项目环境影响评价规范》（JTG B03-2006）附录 C 中推荐的确定方法：

$$L_{OS} = 12.6 + 34.73\lg V_S \qquad \text{小型车}$$

$$L_{OM} = 8.80 + 40.48\lg V_M \qquad \text{中型车}$$

$$L_{OL} = 22.0 + 36.32\lg V_L \qquad \text{大型车}$$

式中：LOS、LOM、LOL— 小、中、大型车在 7.5 米处的能量平均 A 声级，dB(A)；VS、VM、VL— 小、中、大型车的平均行驶速度，km/h，按下式计算；

$$v_i = \left[k_1 \cdot u_i + k_2 + \frac{1}{k_3 \cdot u_i + k_4}\right]$$

$$u_i = vol(\eta_i + m_i(1-\eta_i))$$

式中：Vi —第 i 类车的平均车速，km/h；当设计车速小于 120km/h 时，该车型预测车速按比例降低；本工程 2 段道路设计车速分别为 40km/h、20 km/h，需按比例折算；u_i— 该车型的当量车数；η_i— 该车型的车型比；vol— 单车道车流量，辆/h；m_i— 其他两种车型的加权系数，k1、k2、k3、k4 为系数，取值见表 5.12-22。

表 5.12-22 车速计算公式系数

车型	k_1	k_2	k_3	k_4	m_i
小型车	-0.061748	149.65	-0.000023696	-0.02099	1.21020
中型车	-0.057537	149.38	-0.000016390	-0.01245	0.80440
大型车	-0.051900	149.39	-0.000014202	-0.01254	0.70957

△L —由其他因素引起的修正量，dB(A)，可按下式计算：

ΔL= ΔL1−ΔL2+ ΔL3；ΔL1 = ΔL 坡度 + ΔL 路面；ΔL2 =A atm +A gr +A bar +A misc

式中：ΔL1 —线路因素引起的修正量，dB(A)；ΔL 坡度—公路纵坡修正量，按下式计算：

小型车：ΔL 坡度=50×β；中型车：ΔL 坡度=73×β；大型车：ΔL 坡度=98×β；

β—公路纵坡坡度，%；ΔL 路面—公路路面材料引起的修正量，dB(A)；

表 5.12-23 常见路面噪声修正量（dB（A））

路面类型	不同行驶速度修正量 km/h		
	30	40	≥50
沥青混凝土	0	0	0
水泥混凝土	1.0	1.5	2.0

进场道路分 2 段，右岸对外路结合段、右岸明线段；前者设计车速 40km/h，路面为沥青路面；后者设计车速 20km/h，路面为水泥路面；因此，2 段道路 ΔL 路面修正量均取 0；ΔL2 —声波传播途径中引起的衰减量，dB(A)；ΔL3 —由反射等引起的修正量，本项目线路两侧无高大建筑物，修正量取 0；A atm—空气吸收引起的衰减，本项目主要敏感点均据道路较近，修正量取 0；A gr—地面效应引起的衰减，本项目主要敏感点均据道路较近，修正量取 0；A bar—屏障引起的衰减，项目分别为二级、三级公路，无声屏障设置，大部分为平路堤，且路边无人居住；仅有 1 处敏感点于对外连接段起始处，无高路堤或低路堑声影区存在，由于预测点位于农村建筑物前方，故也不考虑农村建筑物的障碍衰减量。

A misc—其他多方面效应引起的衰减，dB(A)，此项不考虑。

②总车流等效声级

$$L_{\mathrm{eq}(T)}=10\lg\left[10^{0.1L_{eq(h)大}}+10^{0.1L_{eq(h)中}}+10^{0.1L_{eq(h)小}}\right]$$

③环境噪声预测等效声级

$$(L_{eq})_{环}=10\lg(10^{0.1(L_{eq})_{交}}+10^{0.1(L_{eq})_{背}})$$

式中：$(L_{eq})_{环}$—预测点的环境噪声值，dB(A)；$(L_{eq})_{交}$—预测点的交通噪声值，即$L_{eq(T)}$，dB(A)；$(L_{eq})_{背}$—预测点的背景噪声值，dB(A)；

2）预测结果

工程运输交通噪声重点考虑新建对外交通道路以及场内交通道路对临近道路居民点等声环境敏感目标的影响。根据现场调查和工程场内施工道路布置，与施工道路较近的村庄为相家村、刘家村。根据 2013 年相家村交通噪声监测，敏感点环境噪声预测值由路段交通噪声预测值经考虑敏感点处声环境影响因素进行适当修整后，再与噪声本底值叠加而成（叠加背景值时取仅受其他噪声源影响时的背景噪声），修正交通噪声值时综合考虑敏感点处的建筑物、地形、地物等因素，相家村、刘家村预测结果见表 5.12-24、表 5.12-25。

表 5.12-24 项目建设前后相家村敏感点噪声变化情况

项目	最大贡献值	项目	最大贡献值
昼间背景值	60.3	夜间背景值	46.7
昼间贡献值	51.53	夜间贡献值	49.96
昼间预测值	60.84	夜间预测值	51.64
环境噪声增加量	0.54	环境噪声增加量	4.94
超标量	0.84	超标量	1.64
昼间达标情况	超标	夜间达标情况	超标

表 5.12-25 项目建设前后刘家村敏感点噪声变化情况

项目	最大贡献值	项目	最大贡献值
昼间背景值	40	夜间背景值	40
昼间贡献值	51.53	夜间贡献值	49.96
昼间预测值	51.6	夜间预测值	50.4
环境噪声增加量	11.6	环境噪声增加量	10.4
超标量		超标量	0.40
昼间达标情况	达标	夜间达标情况	超标

由变化情况可见，项目敏感点的相家村运营近期昼、夜间环境噪声最大分别增加 0.54dB(A)、4.94dB(A)；昼、夜间预测值分别为 60.84dB(A)、51.64dB(A)，昼间、夜间预测值超标。相家村昼间、夜间超标主要是由于现状背景值超标造成。

敏感点位于 X215 公路南侧 40m 处，受到现有 X215 公路噪声的影响，故背景值较高；当项目建成后，敏感点将同时受到 2 条公路影响，噪声影响加重；因此，应对敏感点第一排居民房屋增加防噪措施。项目敏感点的刘家村运营近期昼、夜间环境噪声最大分别增加 11.6dB(A)、10.4dB(A)；昼、夜间预测值分别为 51.6dB(A)、50.4dB(A)，夜间预测值超标。

根据噪声超标情况，敏感点处噪声超标值较小，昼、夜间最大超标量为 1.64dB(A)，建议制定环境噪声监测计划，监控敏感目标所受噪声影响，并对第一排房屋安装隔声窗，隔声窗对噪声的削减量可达 25dB(A)。本项目在采取措施后，对外界声环境影响很小。

（3）爆破噪声影响预测评价

1）爆破噪声预测

东庄水利枢纽工程施工期爆破噪声主要来自于石料场开采、基坑开挖等。预测公式如下：

$$L_W(r) = L_A(r_0) + \Delta L_r - 20\lg(r/r_0) - \alpha \times (r - r_0)$$

式中：$L_W(r)$—预测点的噪声 A 声压级（dB）；$L_A(r_0)$—参照基准点的噪声 A 声压级（dB）；L_r—山谷反射的叠加值（dB），L_r取 1dB；$20\lg(r/r_0)$—几何发散衰减（dB）；r—预测点到噪声源的距离（m）；r_0—参照基准点到噪声源的距离（m）；α—空气吸收附加衰减系数（取 1dB/100m）。

2）预测结果

根据相关资料，爆破噪声的声级较高，瞬时源强高达 130dB(A)左右，则石料场开采爆破噪声影响范围详见表 5.12-26。根据预测，昼间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 2 类标准距离为 1076m，夜间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 2 类标准的距离为 1700m。

表 5.12-26 爆破噪声影响范围预测结果（单位：dB（A））

声源	源强	噪声预测值							
爆破噪声	130	50m	100m	200m	300m	400m	500m	600m	1500m
		97	90	83	78	75	72	69	52

根据施工规划及实际调查，距离石料厂最近的村庄-相家村、刘家村距离分别为 3.04km、2.1km，受石料场开采爆破噪声影响，噪声预测值见表 5.12-27。

表 5.12-27 爆破噪声影响范围预测结果（单位：dB（A））

敏感点	与噪声源	贡献值	现状	叠加值	标准	达标
	距离（km）	（dB）	（dB）	（dB）	（dB）	情况
相家村	3.04	31	60.3	60.3	60	超标
刘家村	2.10	44	40	45.5	60	达标

经预测，相家村、刘家村昼间受爆破噪声影响叠加值为 60.3dB 和 45.5dB，居民点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 2 类标准，昼间噪声限值为 60dB，因此在石料场开采爆破期间，相家村昼间噪声超标，主要与区域背景值较高关系密切；刘家村昼间噪声不超标。

5.12.4 施工固体废弃物环境影响

（1）生活垃圾的环境影响

生活垃圾主要集中产生于施工人员生活区，工程高峰期施工人数 7000 人，按每人每天产生 0.8kg/d 计算，施工区高峰期生活垃圾日排放量 5.6t/d。平时平均施工人数3500人，日均生活垃圾排放量2.80t/d，施工期间生活垃圾排放量为7980t。生活垃圾在处理过程中，主要污染物有大气污染物、污水、固体废物等。

污水包括垃圾渗滤液和其他废水。其中垃圾渗滤液主要来源于两部分，一是大气降水通过垃圾表面渗透进入垃圾体，二是垃圾本身所含的水分和垃圾中有机物被微生物分解所产生的水分，主要污染物为 BOD_5、COD、氨氮。污水若不经处理，直接排放，将污染附近水体水质。

大气污染物主要是垃圾填埋后分解的填埋气体和粉尘。垃圾填埋后，其中的有机物降解后会产生一定量的气体，主要成分为 CH_4 和 CO_2，约占填埋气的 95%～99%，其对人体无害，但 CH_4 若在空气中的体积占 5%～15%时容易引起爆炸。另外填埋气体中还含有少量的 NH_3、H_2S 等，NH_3 和 H_2S 气体虽然排放量不大，但其气味较难闻，且 H_2S 对人身体有害。粉尘主要产生于车辆扬尘，土运输、装卸、压实过程中的扬尘，大风扬起路面及填埋作业面的扬尘等。生活垃圾处理过程中产生的固体废物主要为垃圾渗滤液处理产生的污泥。这些污泥若

不经处理直接外排，将会污染周围环境。为降低生活垃圾对施工区域环境影响，建议施工区生活垃圾有淳化县、礼泉县的环卫部门收集、清运，统一送到区域垃圾填埋场处理。

（2）建筑垃圾和辅助企业生产垃圾

建筑垃圾主要是弃渣、临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块等。建筑垃圾来源主要是场平、道路铺设和其它施工现场。建筑垃圾除部分回收利用外，其它如不妥善处置，会对周围环境产生环境污染。施工辅助企业生产过程中产生一定数量的废弃物，如废旧油桶、包装袋、木材、蓄电池等。废弃物若露天堆放锈蚀、腐烂后造成物资损失，也会对周围土壤、水体等造成污染，应加强管理、及时回收利用。特别是蓄电池禁止露天堆放，避免其腐蚀后造成污染影响。

（3）运输环节

工程施工对外交通主要采用公路运输的方式。在运输建筑材料和渣土过程中，装载建筑材料及渣土的运输车辆在行驶中若无遮盖措施或防护不当，易导致物料沿途散落，不仅造成经济损失还影响道路卫生，因此，在建筑材料运输过程中，应采取遮盖措施，避免砂石、土料等沿途洒落。固体废物对环境的影响主要在施工期，随着工程的建设完成，水土保持措施的逐步到位，其对环境的不利影响将逐渐消失。

5.13 工程移民安置影响

5.13.1 移民安置环境容量

移民安置区的环境容量取决于移民安置区域自然资源条件，社会经济条件和移民人口 3 个方面。其中移民安置区的自然资源条件在一定程度上决定了安置区的社会经济条件和人口规模，因此，从移民安置区的自然资源条件分析移民安置区环境容量能否满足移民的要求。移民安置区自然资源条件分析主要指水资源和土地资源环境容量分析，其中水资源容量分析主要分析水资源能否满足移民的生产生活用水，土地资源主要分析土地生产力能否满足移民生产生活要求。

（1）水资源环境容量分析

库区移民安置规划集中安置点 8 个。安置点水源选择详见表 5.13-1。根据 8 个移民居民点新址的自然条件和供水条件，供水方式规划采用机井独立供水、“溪沟打井+供水站”统一供水等方式，其中采用机井独立供水的移民点庄有 4 个，采用“溪沟打井+供水站”统一供水移民点有 3 个。移民集中安置点规划打井 7 眼（井深 3250m），水塔 4 座容量（140m^3）、新建调蓄水池 3 座（150 m^3），铺设供水钢管 13.5km、PVC 管 6.5km。可以看出，集中安置点附近均有合适的水源用于生产或生活用水。安置区内年均降水量 600mm 左右，农作物平均需降水量 800mm 要求，但降雨量分布不均，存在作物生长期季节性供水差异，仅依靠降雨量不能完全满足农作物生长需要，不足需水将依靠地表水进行补给或种植抗旱能力较强的农作物。因此，移民安置点农田灌溉用水和移民生活用水均有水源保障。

根据工程可研，移民安置点生活用水水源水质中除总氮等指标超标外，绝大多数安置点水质都能达到要求。对水质指标超标的水源，安置点规划有集中的水处理设施对其进行过滤和消毒，按照《村镇供水工程技术规范》（SL310-2004）、《村镇供水工程设计规范》（SL687-2014）等要求进行，水质达标后供给用户。

表 5.13-1 移民安置点生产生活用水设施

县域	移民安置点	生产、生活供水
礼泉县	相家社区	安置点附近有魏北水站，水井出水量约 20m^3/h，满足当地居民生产生活用水，规划打井取水保障移民的生产生活用水。
	朝阳新村	朝阳新村已提前建设，水源为不远处的魏北供水站。
	南坊社区（苏家）	安置点附近机井出水量约 5m^3/h，基本满足现有居民生产生活用水，无法满足南坊社区新增移民用水，另外打井取水
淳化县	马家社区	马家镇附近 6 个机井，单井出水量 20m3/h～30m^3/h，水质指标满足生活饮用水卫生标准，满足马家社区新增移民的生产生活用水
彬县	龙高社区	龙高镇北侧冲沟底部泉水流量约 8m^3/h～10m^3/h。龙高镇水站日供水量约 50m^3，仅满足现有居民生产生活用水，需补打深井 1 眼井深 450m，水质指标均满足生活饮用水卫生标准。
	新堡子社区	安置区紧邻原新堡子乡址，供水就近解决。
	塬边新村	安置区附近机井均为上层滞水浅井，出水量小，不能满足现有居民生产生活用水，拟从西南约 2km 泾河边冲沟底部引泉水。
永寿县	永太社区	安置区域附近冲沟底部泉水出露，流量约 5m^3/h，居民取泉水为生活用水，泉水、深井水均满足生活饮用水标准。

（2）土地资源环境容量分析

东庄库区土地资源和水资源有限，且分布不均，为妥善安置移民，现移民安置后生产和生活达到或超过原有水平，必须采取适当的生产开发措施，科学合理地利用好现有资源。土地资源容量分析主要针对农村移民安置进行。

规划设计水平年库区农村移民生产安置人口 2961 人，规划全部进行大农业安置，其中本村调地安置 799 人，外迁安置区调地安置 2162 人。移民安置区涉及 4 县 13 个镇（乡）68 个行政村、3 个镇农场。安置区地处丘陵沟壑黄土苔原区，气候环境为暖温带，属大陆性季风气候，气候温和，四季分明。无霜期 213 天；光、热、水资源丰富，利于农、林、牧、副、渔各业发展。年均降水量 537～650mm，年均温度 9.0～13.2℃，适宜种植小麦、玉米等粮食作物和苹果等经济作物，特别是选定的非受淹安置村，大部分行政村地处镇政府 5km 周围，经济发展条件相比库区较好，土地平坦，地块面积较大，耕作层较厚，种植农作物抗旱能力较强。规划设计水平年安置区土地承载人口能力 76600 人，减除安置区人口 69682 人后，可安置移民人口 6918 人，与规移民生产安置 2961 人相比多 3957 人。总体上看，移民安置区土地环境容量能满足移民安置需求。

从淹没区各村剩余土地环境容量可看出，库区 36 个淹没村剩余土地可容纳人口 2085 人，不能满足安置移民要求，彬县太峪镇的断泾、龙高镇的土陵、富仁和淳化县马家镇的罗家、礼泉县南坊镇的双咀等 17 个行政村水库淹没后剩余土地环境人口容量不足，不能容纳本村生产安置人口。从外迁安置区选定的 32 个村及 3 个镇农场土地人口环境容量分析结果看，外迁安置区规划水平年可安置移民 4833 人，可满足安置移民要求。

表 5.13-2 移民安置环境容量

县	水平年土地承载人口（人）	农业安置土地调整面积（亩）				环境容量
		总计	本村调整	防护农田	外迁村调整	
淳化县	15707	1278.9		85.6	1193.3	1522
礼泉县	30620	3278.3		775.0	2503.3	3007
彬县	21964	2329.2	356.9	940.6	1031.7	1658
永寿县	8309	273.8		175.2	98.6	731
合计	76600	7160.2	356.9	1976.4	4826.9	6918

5.13.2 移民安置环境影响

（1）水环境影响

移民安置施工期间施工人员较少，废水规模较小，一般不会对水环境产生较大不利影响，主要预测移民安置完成后居民排放污水对水环境的影响。移民安置对水环境产生影响主要来自居民点的生活污水。农村移民安置迁建人口 3310 人，生活污水排放量 162.19t/d；生活污水中的主要污染物为 COD、BOD_5、氨氮和 SS，排放浓度分别为：300mg/L、150mg/L、35mg/L、200 mg/L，主要污染物排放量分别为：COD 48.7kg/d、BOD_5 24.3kg/d，氨氮 5.68kg/d、SS32.44 kg/d。农村移民安置中，分散后靠安置的移民生活污水量较小且分散，对水环境影响很小。集中安置区生活污水量相对较大且集中，如不经处理直接排放，将影响周边水体水质。从各个安置点周边情况来看，安置点排水去向为农灌沟渠及冲沟等，水体水质要求为 III 类或以下。

（2）生态环境影响

①陆生植物影响

生产安置人主要采取调整土地生产安置方式，需要进行坡改梯、旱地平整、土壤改良以及农田水利措施等农田基本措施，对生态环境影响很小。

在生活安置方面，主要采用分散安置和集中安置两种方式。其中，分散安置主要是对淹没土地不多、搬迁人口较少的村组移民人口，选择在淹没范围外本村或本组其它居住区内分散插迁建房安置。分散建房安置的移民共计 13 人，占农村搬迁安置总人口的 0.4%，由于其比例较小，且在村内分散，不会对周边生态环境带来影响。集中安置是对淹没人口比重较大且生产开发区相对集中、耕作半径较小的村组，以及成建制外迁的移民，只要地形地貌和基础设施条件允许，一般采用集中建房的方式。项目共计选择了 8 个移民集中安置点。

集中安置的 8 个移民集中安置点均为临近现有村庄的区域，占用土地利用类型主要为耕地、园地及建设用地（表 5.13-3），其中耕地 233.86 亩，苹果园地 259.78 亩，国有建设用地 2.85 亩，分别占移民安置占地面积的 47.10%、52.32%和 0.57%。可以看出，占用土地利用类型主要为耕地和人工果林地等人工用地，由于受到农业及周边居民点活动的强烈扰动，自然植被分布较少，仅耕地或人工果园林地的

田间地头分布有零星自然植被，主要为狗牙根、猪毛菜、狗尾草、拉拉藤、委陵菜、画眉草、车前、苍耳等。图 5.13-1 为现场考察的移民安置区环境现状情况。

表 5.13-3　移民安置区压占土地利用类型

行政区域	移民安置点（区）	安置型式	建设用地规模（亩）	土地利用类型		
				耕地	园地	建设用地
1、礼泉县	相家社区	集中	87.3		87.3	
	朝阳新村	集中	14.7	14.7		
	南坊社区	集中	113.2		113.24	
2、彬县	龙高社区	集中	61.2	45.84	15.36	
	塬边新村	集中	75.6	54.82	20.78	
	新堡子社区	集中	52.5	40.5	12	
3、永寿县	永太社区	集中	16.1	13.2		2.85
	本村后靠	分散	0.8	0.75		
4、淳化县	马家社区	集中	74.0	62.85	11.1	
	本村后靠	分散	1.2	1.2		
合计			496.5	233.86	259.78	2.85



相家社区（相家村西侧）



龙高社区（龙马村北侧）

表 5.13-3　移民安置区压占区环境现状

可以看出，农村搬迁安置使安置点使得原有的耕地、林草地转变为建筑用地。农村移民安置使区域的土地利用方式发生改变，移民安置区人工植物（农田、果林地等）资源的数量减少，造成移民安置区植物生物量部分减少。由于生产安置和搬迁安置占用的植物种类多为农田作物及苹果等园林，以人工作物及果园为主，少量的灌草种类和人工林种类，这些植物种类均为移民安置区周边很常见的种类，因此移民生产安置和搬迁安置活动不会改变区域植物种类，但植物种类组成和数量将发生变化。

施工结束后应对施工迹地进行绿化，植树造林的树种应首选当地的种类，如果选用外地种类一定要慎重，要进行充分论证，避免造成新的外来种的生态入侵，主要包括施工临时占地区、新建公路两侧、办公及生产生活区等。在时间上按照

“三同时”的时限要求，同时完成各项环境保护工程的落实。

②陆生动物影响

主要受影响种类为在农田、果园林地内的两栖类的陆栖型和爬行类的灌丛型，包括中华大蟾蜍、花背蟾蜍等种类，这些种类喜在人类活动频繁的耕园地活动，移民安置施工占地可能占用这些动物的栖息环境，土石方开挖可能伤害这些部分在灌丛下面、经常活动路边石缝中的爬行类。施工生产废水和生活污水对移民安置区附近水域造成污染，从而对两栖和爬行类生活的水质造成影响。施工噪声对两栖和爬行类的驱赶作用。施工人员或移民对这些野生动物的捕杀亦会造成这些动物种类数量的减少。

主要受影响鸟类为陆禽和鸣禽等小型鸟类。由于鸟类善飞翔，移民安置活动对其影响主要是施工占地对其生境的占用，施工噪声对鸟类的驱赶作用，但不会减少鸟类的数量。施工人员或移民对野生鸟类的捕杀，将造成鸟类资源的减少。

主要受影响兽类为穴居型种类，包括草兔、长尾仓鼠、大仓鼠、中华鼢鼠、小家鼠、大林姬鼠、黑线姬鼠、黄胸鼠、褐家鼠等。这些小型兽类移动能力较强，移民安置活动主要是对这些小型兽类的栖息地占用和施工噪声的驱赶作用。另外，施工人员或移民对小型兽类的捕杀，将造成这些兽类资源的减少。

移民安置区由于人类活动强，人为干扰大，会吸引一些与人类伴生的鼠类到来，使得种种群密度增加，而它们是某些自然疫源性疾病的传播源，可能引发自然疫源性疫病的传播。

（3）环境空气影响

移民安置建设施工活动中主要机械设备和汽车大多以汽油或柴油为燃料，机械设备运行过程中将会排放NO_2、SO_2 等污染物质。对相家社区、朝阳新村、南坊社区（苏家）、马家社区、龙高社区、新堡子社区、塬边新村、永太社区等敏感点产生的环境空气影响相对较大，需加强建设阶段居民环境空气保护工作。

安置完成后，农村移民安置点环境空气的影响主要是居民燃烧燃料所产生的烟气，主要污染物为CO、SO_2 和烟尘等；即使部分居民聚居点相对集中，空气质量将会有所下降，但影响仅限于局部，影响很小。

（4）声环境影响

工程农村移民安置点建设对声环境敏感点可能产生影响的噪声源主要是固定噪声源，包括安置点建筑及道路施工噪声。

建筑施工噪声主要来自推土机、挖掘机、自卸汽车、混凝土搅拌机等施工机械。道路施工噪声主要来自推土机、挖掘机、轮式装载机、混凝土搅拌机、压路机等施工机械。主要施工机械的实测噪声值见表 5.13-3。

表 5.13-3 主要施工机械噪声源实测值

声源	测试点距离（m）	噪声级dB（A）
推土机	5	86
挖掘机	5	84
自卸汽车	5	90
混凝土搅拌机	2	90
轮式装载机	5	90
压路机	5	86

根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ/T2.4-2009）中固定点源噪声预测公式计算不同距离噪声值，并用声能迭加求出预测点的噪声级。建筑施工约 200m 处声环境可达《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类（dB）（表 5.13-4）。

表 5.13-4 主要施工机械施工噪声组合影响预测结果（单位：dB（A））

噪声源	施工机械	源强	距声源不同距离的噪声预测值							
			5m	10m	20m	50m	100m	150m	200m	300m
建筑施工	推土机	86	92.5	86.5	80.5	72.6	66.6	63.0	60.5	57.1
	挖掘机	84								
	自卸车	90								
	混凝土搅拌机	90								

（5）固体废物影响

移民安置区固体废物对环境的影响主要来自于移民安置后生活垃圾对环境的影响。安置区生活垃圾产生量按 0.8kg/d 没人计算，生活垃圾产生量 2.65t/d，以容重 0.8t/ m^3 计，垃圾产生量 3.31m^3/d。

安置点生活垃圾若随意丢弃，会对周边环境产生不利影响，需收集并定期运送至指定的垃圾填埋场等。根据调查，农村生活垃圾的来源主要包括 2 个方面：①家庭日常生活产生的垃圾；②各种农作物产生的垃圾。由于库区周边农村人口

居住分散，且大多数的农村没有固定的垃圾堆放处和专门的垃圾收集、运输、填埋和处理系统，各类垃圾未得到统一集中处理。安置点建成后，居民生活、生产产生的有机垃圾（如厨余、秸秆等）随意丢弃，使生活垃圾数量明显增加。所以，农村生活垃圾如果不进行较好的处理将影响新农村的面貌，对农民的生活环境和健康也将造成直接威胁。需要根据《陕西省农村环境整治行动计划（2014-2017）》、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017 年)》等要求进行生活垃圾的收集、无害化处理等，实现户分类、村收集、村处理模式，对生活垃圾进行收集并运至垃圾填埋场等。

（6）地质环境影响

东庄水库移民迁建安置点分布在库区两岸，均在水库回水位以上，水库运行期水位消涨不会对安置点的稳定性产生影响，安置点不受浸没影响。

工程移民安置点选址过程中，考虑了现在及以后可能发生地质灾害的因素。农村移民集中安置点总体场地稳定性较好，不良地质现象危害性小。根据可研，规划的相家社区、南坊社区、永太社区、塬边新村、龙高社区、新堡子社区、马家社区等均进行工程地质勘察和场地地质灾害评估，区域稳定性好。

5.13.3 移民安置社会环境影响

（1）移民安置的社会影响

工程移民安置以出村本乡安置为主，可基本维持其原有的居住生活体系，兼顾文化习俗和生活习惯，对移民生活习惯和风俗起到了较好的保护作用。此外，移民安置必然会作用于移民的心理环境，使其产生依靠、怀旧、攀比等心理。移民关心问题主要集中在安置中是否影响其生活水平，是否造成本地居民的贫富差距，以及是否使本地居民的生活习惯被破坏。上述移民心理变化过程与所担心的问题可能影响移民后期生活，需要在移民安置规划和实施中引起高度重视，尽可能为移民创造好的条件，最大限度地解决移民所担心的问题。

（2）移民安置对土地资源的影响

移民安置对土地资源的影响主要是为安置移民进行耕园地调整、开发整理。土地开发整理主要通过调整现有耕、园地结构，进行坡改梯、旱地平整、土壤改

良以及农田水利措施等，提高土地利用率和农业产出率，满足移民生产安置用地要求；充分挖掘土地利用潜力，提高土地质量，促进土地集约化利用。

随着移民生产安置的进行，土地资源的保肥能力将加强，随着土地开发的深入，安置区环境容量也将进一步提高。同时，随着土地开发整理的进行，有利于安置区的土地资源结构调整，促进安置区土地资源的利用优化，使其生产力逐步达到最佳水平。

（3）人群健康的影响

移民安置采取本村后靠安置或本乡镇外迁集中安置的方式。搬迁后，安置区基础设施健全，医疗和卫生条件较搬迁前将有较大改善，移民的生活环境质量也有所提高，不会对移民及安置区原居民健康产生不良影响。

移民搬迁可能会对个人心理产生一定的影响，如产生压抑感和不适感。工程移民大部分采取外迁安置方式，生产安置采取大农业安置，与其原有生活方式相同，且安置区离原住地相距不远，生活条件类似，生活习惯、卫生防疫等与原住地基本相同，适宜移民适应当地的生产生活，以消除搬迁造成的不适感。安置后移民生活环境、质量都有所提高，移民安置不会增加新的传染病种。蓄水初期，由于水库淹没使鼠类等病媒物向库周人群居住区迁移，如不加强预防和监控，有可能导致自然疫源性传染病在库周爆发流行。

移民搬迁期间，由于人口流动性大，房屋拆迁、新房、道路等设施的修建，生活、卫生设施尚未齐备，环境卫生状况较差，加之鼠类、蚊虫等病媒动物具有随人类搬迁而随迁积聚的特点，较易引起虫媒、肠道等传染性疾病的发生。同时，移民搬迁劳累加上不良卫生习惯及饮用水卫生问题，若不采取措施，将可能导致人群中痢疾、肝炎、感染性腹泻等介水传染病流行。因此，需要以家庭为单位采取适宜、有效的预防措施，防止移民传染性疾病的流行。

水库蓄水后，鼠类迁徙也会引起库周局部地区鼠密度增加，环境改变使各区存在鼠疫爆发的潜在危险，所以，农村移民安置点的库周区域应密切监测鼠密度的变化。移民安置初期，移民集中在安置点后，如果生活污水的无序排放，生活垃圾的乱堆乱放，将会使蚊蝇、老鼠等孳生，有可能使当地一些传染性疾病（如传染性肝炎、疟疾等）发病率增加。必须采取必要的措施，对生活污水、生活垃圾进行适当处理。

移民安置规划实施后，安置点环境状况将有大的改观，布局合理，对改善环境卫生、预防疾病和保护健康都将具有较大作用。

（4）其他影响

通过移民安置方案的实施，移民经济收入不会降低，住房条件可得到改善和提高，基础设施利用可以得到保证。工程规划 8 个集中安置点距移民原居住地距离约 3~10km，移民仍保持了原有的社会关系，并不会产生背井离乡、故土难离之感，移民生活社会文化环境未改变，基本不会影响移民生活质量。

5.13.4 专业项目复建环境影响分析

东庄水利枢纽工程影响专业项目类型多、范围广，其中的电路、通信及广播工程由于工程规模小，周期短，主要施工活动为架设线路，对环境影响小。水库淹没影响交通道路 52.86km，规划淳礼公路复建长 3.715km，设置淳礼公路大桥（桥长 438m），库周通村公路恢复道路 8 条总长 19.72km（其中复建中型桥 1 座长 51m）。道路复建工程建设对环境影响相对较大。

（1）生态影响

恢复公路施工期，路面、桥涵等工程建设将永久占用灌草地、荒地、林地等，对生态系统植被占用影响为不可逆影响。取土场、弃渣场、施工便道等将临时占用耕地、灌木草丛和林地，可通过后期植被恢复得到补偿。复建公路工程影响区内主要植被类型为灌丛、灌草丛、灌木丛和农业植被。路面建设、桥梁等工程建设将使植被生境破坏，生物个体失去生长环境，影响程度是不可逆的。工程临时用地在完工后可通过施水土保持措施进行植被恢复。工程结束后，评价区植被总生物量将有所减少。由于受影响植物种类为区域广泛分布类型，工程建设不会对植物物种产生大的影响。

施工期工程永久和临时占地缩小区域野生动物栖息空间，切断了部分陆生动物的活动范围，对陆生动物将产生一定的影响。施工期间，公路建设对两栖动物和爬行动物影响较其它种类大，但可迁移到非施工区，因而不会对种群生存造成影响。施工期间，临时占地区域的鸟类和兽类将被迫离开原来领域，邻近区域鸟类和兽类由于受到施工噪声的惊吓，也将远离原来的活动区域，当临时征地区域的植被恢复后，部分有可能回到原来的活动领域。

施工营地生活污水和生活垃圾、施工机械维修及工作时油污跑冒滴漏产生的含油污水等的排放，将对水质产生一定程度的污染，造成水生生境的变化。复建的淳礼公路大桥、中型桥的桥墩的施工时，其钻孔、清孔、灌注混凝土过程排出的泥浆、钻渣若不及时妥善处置，会污染水环境、破坏生态或淤塞河道，对鱼类的生境造成不利影响。施工过程中可能影响水质，浮游生物、底栖动物等饵料生物量的减少，改变了原有鱼类的生存、生长和繁衍条件，鱼类将择水而栖迁到其它地方，施工区域鱼类密度会有所降低。

道路施工过程中路基开挖、填筑、取土、弃土等活动会扰动地表植被，影响植被类型主要为灌草丛、灌木丛等，对地表植被产生一定的影响，并且工程开挖过程中产生一定的水土流失，如不采取水土保持措施，水土流失持续时间将较长，因此应及时做好道路施工迹地的植被恢复措施和施工过程的水土保持措施。

（2）环境空气

复建公路施工对环境空气的影响主要是扬尘，即 TSP 污染。公路施工活动中的扬尘主要来自于灰土拌和扬尘和施工机械车辆运输、作业扬尘。在路基、路面施工时，灰土拌和、推铺产生的扬尘将影响周围区域环境空气质量；集中灰土拌和站和灰土的运输、拌和所产生的灰尘会影响拌和站周围的环境空气的质量；筑路机械作业过程中产生的扬尘会影响施工现场及周围的空气环境质量。

（3）声环境

由于复建公路工程量总体较小，且为线性工程，分段施工，各段施工期较短，因此对噪声敏感点影响时间较短。为保护道路两侧居民及企业施工人员，在声环境敏感点路段施工时需加强其噪声防护，尽量夜间避免施工作业，白天施工尽量选择低噪声的施工机械，加强机械维护。

5.14 其他影响

5.14.1 水库运行管理处排污影响

陕西省东庄水利枢纽工程建设有限责任公司人员编制 151 人，事业编制 101 人，生产经营人员 50 人（不包括供水管理人员）。这部分人员常住管理处，在日常的生产生活过程中，会产生一定量的生活污水和生活垃圾。

按照生活用水定额 125L/人·d，排放系数 0.8 计算，运行管理人员日产生活污水总量约 15.1 吨。生活垃圾按照人均排放 0.8kg/d 计算，管理人员日产生生活垃圾总量约 0.12 吨。

对于生活污水，可以延续使用施工期设置在业主营地处的生活污水处理设施，使其由临时运行设施转为永久运行，对生活污水进行处理。处理后的污水可以用于管理场所的绿化用水或冲洗厕所水使用，基本做到生活污水零排放，不会对河道水体水质及水库水质产生不利影响。

产生的生活垃圾总量较小，在管理处设置统一的收集场所，由管理部门雇佣垃圾清运人员定期清运，运至附近垃圾处理场所，不会对周边环境和水库环境造成污染。

5.14.2 水库运行对局地气候的影响

水库蓄水后对所在地的气候产生影响已成为必然的规律。水库蓄水后对气候影响最显著的是气温、湿度和降水量的变化。一般说来会使空气湿度增大、降雨量减少、气温变化过程变均匀，形成陆－水交换体系，使得大陆性气候变成略带海洋性特征的气候。小浪底实测资料表明，小浪底工程对气温、风速、降水均产生一定影响，其影响范围随地形而变，约在库周 10～30km 的范围内。

东庄水库建成后，同样会对库区及周围的局地小气候产生不同程度影响，从现有资料分析，水库对气候产生影响的主要原因是广阔水域形成后，蒸发量明显增加，太阳辐射热得到调节，使得库区及邻近地区的温度和温度场等要素发生改变，从而引起局地小气候的变化。下面就降水量、气温、蒸发量等分别予以说明。

（1）对蒸发、降水量的影响

蓄水后，水面面积增大势必会增大局地实际蒸发损失，一定程度上提高空气湿度。综合考虑水库“冷源降温”作用、空气湿度增大及库面风增速效应，局地年蒸发能力可能不会出现大的变化，但一定程度上改变蒸发能力年内分配过程。

水库建成后，由于下垫面发生变化，会对区域降水产生影响。从库面蒸发和温度方面来看，空气中的水汽增加，相应增加了降水可能，但局部蒸发量的增大对降水量的改变影响甚微。根据小浪底实测研究[5]，全年库面降水减少，库周地

[5] 袁宝招等. 小浪底水利枢纽工程和西霞院反调节水库工程建设对局地气候变化的影响[R]. 北京: 江河水

区降水则有所增加；建库后，库区及其邻近地区风速有所增大。

水库对周围小气候的影响，主要取决于水域和陆地的辐射平衡和热平衡的差异，由于水的热容量大，水面糙度远小于陆面，水库建成后，库区周边将由大陆性的山区气候改变成带有水域性特征的气候。东庄水库对小气候影响较为明显，但范围不大，程度不稳定。

（2）对气温的影响

从国内已建成的水库来看，普遍规律是在蓄水后水库的夏季气温低于陆地，而冬季气温高于陆地，夏季降温幅度不大，但冬季升温较明显，由于气温变暖使无霜期亦相应增加。水库对库区上空气温变化的影响有两方面：水库蓄水后，水面升高，水体作为一个“储热库”，对温度具有微弱的调节作用。根据小浪底研究，水库在不同季节对温度的影响不同，一致表现为冬季升温，和年、季、日温差减小。预计东庄水库建成后，气温平均升高 0.3℃左右，夏季平均气温降低约 0.1～0.5℃，冬季平均气温升高约 0.1～0.3℃。

总的来说，东庄水库蓄水后在其周围近库一带亦会变得冬暖夏凉，年温差有所缩小，但不会给人民生活和工业生产带来危害。

（3）对湿度的影响

大面积水体替代陆地，将对区域气温产生一定的影响。总体来看，大型水库对气温的影响主要起到“缓冲”和“调节”的作用，通过升高最低气温、降低最高气温，从而在一定程度上减弱气温的日差以及年内变差和年际差异。大型水库对年均气温的影响主要取决于所在的地理位置和气候特点，一般来说，在北方寒冷地区，水库主要充当“热源缓冲”，可一定程度上提高当地的年均气温。相对湿度受温度和下垫面潮湿程度影响，根据已有水库实测资料，考虑纬度因素，预计东庄水库库区相对湿度较建库前增加 3～5%，其中夏季影响最大。由于东庄水库属狭长型，且水面不大，因此水库对局地气候影响的范围和程度非常有限，其影响范围预计为狭长水库库岸两侧 2km 范围。库区及周围局地气候不会有明显的改变。

利开发中心有限责任公司, 2007.

（4）对风速的影响

水库建成后，水面增阔、水位升高，淹没区内下垫面由陆地变为水面，原先的急流型河道变成平稳的水面，流速减缓，糙率减小，随水面增宽和风区长度加大，将使风速有所增加。冬春季节区库的大风次数也相应增加。同时，由于昼夜库内与库外气温的差别，出现湖陆风。在白天，库周升温比库面高，致使库周的气压降低比库内稍快，从库内吹向库岸的风频率较多。夜间相反，库周吹向库内的风频率增多。靠近库岸的地带，湖陆风将更明显。

对农业生产而言， 水库蓄水后，光温水等气象要素发生了改变，主要表现为降雨量的增加和气温的升高，光温生产潜力有了很大的提高。尤其是冬、春气温的升高，使作物生长期延长。降雨量增加，满足农作物生长需要，减轻干旱危害，促进了农业产量的提高，降低了种田的成本投入，对发展农业生产十分有利。

5.14.3 水库泄洪的雾化影响

泄洪雾化现象是水电工程挑流和跌流泄洪特有的物理现象，是一种复杂的水—气和气—水二相流。水电工程泄水建筑物泄洪时，下泄水流一般呈现急流或挑射流状态，水流内部紊动和周围空气阻力影响，射流水股表面产生波纹，并掺气、扩散，部分水体失稳、脱离水流主体，碎裂成水滴，其中大粒径水滴降落形成雨(抛洒降雨)，小粒径水滴漂浮在空中成为雾；随后，掺气射流落入下游河床内，与下游水体相互碰撞，产生喷溅，飞溅出的水体受到重力、空气阻力和坝后风速场的影响，斜向抛射并在射流入水点附近区域内降落，形成溅激斜抛降雨(溅雨)，喷溅过程中产生的大量小粒径水滴漂浮在空中形成浓雾，雾滴受到坝后风速场的影响，不断扩散、飘逸形成雾流，雾流向四周逐渐扩散变淡，降雨强度随之减小。一般而言，水头越高，流量越大，泄洪雾化的降雨强度与影响范围也越大。泄洪雾化可能对水电工程枢纽建筑物正常运行、枢纽下游两岸边坡稳定、交通安全以及周围环境等产生影响；与雾流影响相比较，雾化降雨影响对工程危害性更大些，如引起山体滑坡、阻断交通等。尤其是高水头、大流量的水电工程，泄洪雾化规模与危害十分惊人。

（1）主要影响因素

泄洪雾化产生与消失受水力条件(水头、流速、流量等)、边界条件(消能工体型、下游地形条件等)、气象条件(风速、风向等)、运行条件(闸门开度、孔口运用组合等)等多种因素的影响，属于复杂的水—气二相流。水雾的强弱与运动范围，取决于泄洪水力条件、边界条件，受地形条件、气象条件等因素综合影响。目前雾化问题研究大体上分为原型观测、物理模型模拟及理论分析计算等三种方法。物理模型模拟通常是在常规水工模型上量测雾化降雨空间分布，由于泄洪雾化物理过程多重复杂性，模型律如何确定始终是一个难题；理论分析计算通过对雾化现象进行概化处理，根据流体力学的理论与方法进行定量研究，而雾化降雨以及雾流漂移过程是一个具有三维特征水气两相流问题，受气象因素以及地形条件影响十分显著，对雾化现象进行概化处理具有一定主观性。根据我国部分区域开展的雾化现象监测资料（表 5.14-1）。

表 5.14-1 水电站泄洪雾化观测

序号	大坝	坝型	最大坝高/m	所属省份	观测年份	泄洪方式
1	丰满	重力坝	90.5	吉林	1953	溢流堰
2	新安江	重力坝	105	浙江	1966	高低坎
3	刘家峡	拱坝	147	甘肃	1972	右岸泄洪洞 右岸溢洪道
4	凤滩	拱坝	112.5	湖南	1981	高低坎
5	乌江渡	重力坝	165	贵州	1982	泄洪洞 溢流孔
6	葺窝	重力坝	51.5	辽宁	1982	溢流孔
7	白山	拱坝	149.5	吉林	1983～1995	高孔、深孔
8	鲁布格	堆石坝	103.8	云南	1991～1992	左岸泄洪洞 岸溢洪道
9	东江	拱坝	157	湖南	1992	左岸滑雪道 右岸溢洪道
10	隔河岩	拱坝	151	湖北	1993～1998	表孔、深孔
11	漫湾	拱坝	132	云南	1994	表孔 中孔 泄洪洞
12	东风	拱坝	163	贵州	1997	中孔 泄洪洞 左岸溢洪道
13	李家峡	拱坝	165	青海	1997	右中孔 左底孔
14	二滩	拱坝	242	四川	1998～1999	表中孔泄洪洞

（2）雾化影响

东庄水利枢纽工程泄量大、水头高、河谷狭窄、岸坡陡峭，正常蓄水位条件下坝身排沙泄洪深孔建筑物泄流能力（4 个排沙泄洪深孔和 3 个泄洪表孔）约 8619m^3/s，泄洪水头达 200m，通过水舌空中碰撞和水垫塘消能，泄洪设施在充分消能的同时也带来严重的泄洪雾化问题。

大量原型观测资料表明：河道开阔，水雾容易消散，雾雨爬高较低；河谷狭窄，水雾不易消散，雾雨爬高较高；河道转弯及岸坡山体变化时，凹岸雾化比凸岸严重。东庄坝址河谷窄深，属于不利于水雾消散地形。东庄拱坝表孔和深孔泄流均采用窄缝形式，窄缝式消能将水舌横向收缩、纵向拉开，增大水舌与空气接触表面积，使水舌在空中消能更充分，但雾化现象更严重。根据具有雨滴降落角范围宽、雨强大、雨强衰减速度快等特点，目前多将雾化分为溅水区、浓雾暴雨区、薄雾降雨区、淡雾区。各区降水强度标准及防护措施见表 5.14-2。

表 5.14-2 雾化浓度及降雨强度划分表

序号	分区	雨强 q（mm/h）	防护措施
Ⅰ	激溅区	q>40	混凝土护坡，设马道、排水沟
Ⅱ	浓雾区	40>q>10	混凝土护坡或喷混凝土护坡，设马道、排水沟
Ⅲ	薄雾区	10>q>2.1	边坡不需防护，电器需要防护
Ⅳ	飘散区	Q<2.0	不需防护

泄洪雾化受地形、气象、泄洪设施、运用方式等条件影响，工程实测差别较大，目前没有权威计算公式。根据已建工程实测资料统计，可按表 5.14-3 划分。

表 5.14-3 雾化范围估算表

项　　目	浓雾区	薄雾、淡雾区
纵向范围	2.2~3.4H	5.0~7.5H
横向范围	1.5~2.0H	2.5~4.0H
高　　度	0.8~1.4H	1.5~2.5H

注：H 表示坝高。

根据东庄水库坝高进行估算，浓雾区至少包括坝后 500m 范围之内、坝顶 804m 高度以下。水垫塘和二道坝边坡均在浓雾区内，应分别按溅水区和浓雾区进行防护，其中水垫塘边坡支护范围：边坡 635m 以下为水体淹没和波浪区，635～670m 为溅水区，其纵向范围为主坝后至二道坝后。670m 以上为浓雾和淡

雾区，纵向范围为主坝至二道坝后。

根据估算，东庄水库的坝体、电站厂房、泾河大桥等均在雾化暴雨区范围内，出线场、3#道路、7#道路、导流洞、交通洞等位于浓雾区，故泄洪雾化对上述建筑物将产生不利影响，会对部分进场交通和电站尾水产生不利影响，需要采取必要的防护措施，降低其不利影响。根据《溢洪道设计规范》（SL253-2000）、《溢洪道设计规范》（DLT 5166-2002）、《混凝土拱坝设计规范》（DLT 5346-2006）、《混凝土拱坝设计规范》（SL282-2003）等要求，做好工程防护措施，重要电气、交通通道、办公和居住点应避开泄洪雾化雨强区，避不了的应进行防护。雨区两岸山坡，大于坝址天然降雨强度以上部位采用护坡。按雨区级别由下往上，分别对待（护坡形式不同，厚度、强度等级逐步降低），重要建筑物、交通道、避不开 II、III、Ⅳ级雾化雨的区域，应设避雨设施和排水设施。

泄洪雾化毛毛雨区受当地当时的气候条件影响很大，如果遇到天气阴冷，气温较低，空气饱和度较高时，则区域可能形成较大的范围和扩散高度，且随着环境风的变化，人们会感到雨滴时有时无，飘忽不定；天气晴朗干燥，气温较高，空气饱和度较低时，则不能形成降雨，只是形成或浓或淡的雾气，在环境风的作用下沿地形向下游和两岸飘散。鉴于现有研究手段均存在一定的不足，**建议下一阶段根据建设单位委托的《东庄水利枢纽工程拱坝泄洪专题模型》研究成果进一步优化工程布置和采取必要的防护措施**。

由于水库调节性能好，为保证发电、防洪等综合效益的发挥，泾河干支流的亭口水库、东庄水库等建成后将实行梯级联合调度，因此东庄水库每年泄洪几率将很小，且每次泄洪持续时间很短。因此，水利枢纽工程泄洪产生的雾化影响发生频率很小，仅局限在汛期极短的泄洪时段内，且工程河段两岸居民均分布在雾化降雨最大影响范围外，工程泄洪雾化对周围影响总体较小，但是需要采取必要措施降低其不利影响。

5.14.4 水库运行对泾渭分明景观的影响

泾河和渭河在交汇时，由于含沙量不同，汛期泾河相对为浊而渭河相对为清，非汛期泾河相对为清而渭水相对为浊，二水清浊而并流，界线异常分明，呈现出一清一浊，清水浊水同流一河互不相融奇特景观。根据泾河张家山、渭河咸阳和

华县站的多年平均径流、泥沙等相关资料对比（表 5.14-4），可以看出，泾河径流量约占泾河、渭河汇合口（张家山+咸阳）的 27.9%，而泥沙输沙量占 67.0%；汛期泾河径流量占泾河、渭河汇合口的 28.5%，泥沙输沙量的 69.1%，同时汛期泥沙含沙量明显高于渭河（表 5.14-4），是造成汛期泾渭分明的主要原因。

表 5.14-4 泾河、渭河径流、泥沙对比

断面	年均径流量（亿 m^3）	年均输沙量(亿 t)	年均含沙量(kg/m^3)	汛期径流量（亿 m^3）	汛期输沙量(亿 t)	汛期含沙量(kg/m^3)
张家山-泾河	17.18	2.48	144	10.65	2.26	212
比例（%）				62.0	91.2	
咸阳-渭河	44.39	1.22	28	26.74	1.01	39
比例（%）				60.2	85.1	
华县-渭河	74.11	3.46	47	45.69	3.10	68
比例（%）				61.6	89.8	

随着东庄水库运行，汛期大量泥沙将淤积在水库区域，造成泥沙下泄量大幅度降低，下游河道内泥沙含量急剧降低，影响泾渭分明景观。根据泾河、渭河多年平均径流、泥沙含量对比（表 5.14-5），非汛期的 2 月、3 月、4 月、10 月、11 月，泾河含沙量均高于渭河，表明汛期、非汛期差别在逐步减小；泾河来沙量略呈阶梯递减趋势，20 世纪 50 年代前年均来沙量较丰，50 年代至 70 年代年均来沙量次之，80 年代和 90 年代年均来沙量进一步减少，2000 年以来年均沙量减少幅度更大（表 5.14-6）；渭河来沙量呈现不断降低（表 5.14-7），但降低幅度明显低于泾河，泾河泥沙含量长期高于渭河的局面不会发生根本转变，在水库泄洪调度、调水调沙等过程中，仍然有大量泥沙通过洪水下泄进入渭河。根据工程可研，东庄水库运行后，1968 系列、1961 系列和 1991 系列 50 年水库用于调水调沙蓄满造峰的水量和次数见表 5.14-8，至水库计算期末（50 年），三个系列用于调水调沙造峰的水量为 26.93～49.95 亿 m^3，次数为 12～18 次，占同期来水量的 10.94～20.51%，其中前期水沙偏丰的 1961 系列造峰水量和次数最多。综上所述，泾渭分明景观不会消失，但程度会有所减轻，可以通过泾河水库联合调度（亭口水库、东庄水库），通过汛期洪峰联合调控，增加水库泥沙下泄量，恢复河道的泄洪能力和提高平滩流量，缓解泥沙淤积造成的不利影响。

表 5.14-5 泾河、渭河年内径流、泥沙对比

月份	泾河（张家山）			渭河（咸阳）		
	水量（亿 m^3）	比例（%）	含沙量(kg/m^3)	水量（亿 m^3）	比例（%）	含沙量(kg/m^3)
1 月	0.493	2.87	0.32	1.247	2.81	0.51
2 月	0.65	3.78	0.8	1.163	2.62	0.66
3 月	1.014	5.9	3.67	1.55	3.49	2.93
4 月	0.799	4.65	13.69	2.539	5.72	8.6
5 月	0.906	5.27	67.18	3.475	7.83	14.11
6 月	0.972	5.66	143.45	2.964	6.68	32.82
7 月	2.815	16.38	316.3	5.762	12.98	60.24
8 月	3.638	21.17	303.4	6.024	13.57	69.69
9 月	2.479	14.43	96.15	8.434	19	25.57
10 月	1.722	10.02	15.51	6.517	14.68	9.05
11 月	1.049	6.1	2.63	3.095	6.97	2.1
12 月	0.647	3.76	0.43	1.619	3.65	0.85

表 5.14-6 泾河张家山站（含泾惠渠）不同时期实测水沙量特征值统计表

时段	沙量（亿 t）			含沙量（kg/m^3）		
	汛期	非汛期	全年	汛期	非汛期	全年
1932～1949	3.06	0.23	3.30	219	35	160
1950～1959	2.49	0.22	2.71	239	35	162
1960～1969	2.46	0.27	2.73	193	30	125
1970～1979	2.50	0.11	2.61	229	17	151
1980～1989	1.54	0.32	1.86	157	42	107
1990～1999	1.88	0.29	2.17	232	52	158
2000～2010	1.00	0.08	1.08	169	19	109
1932～2010	2.26	0.22	2.48	212	33	144

表 5.14-7 渭河咸阳站不同时期实测水沙量统计

时段	输沙量（亿 t）	径流量（亿 m^3）	含沙量(kg/m^3)
1960～1969	1.929	61.962	32
1970～1979	1.402	36.639	40
1980～1989	0.855	45.463	20
1990～1999	0.458	22.479	22
2000～2005	0.391	24.047	17

表 5.14-8　汛期用于调水调沙造峰水量及次数成果表（7 月 1 日~8 月 31 日）

系列年	入库水量（亿 m^3）	调水调沙造峰水量（亿 m^3）	调水调沙造峰水量占同期入库水量比例（%）	调水调沙造峰次数
1968 系列	243.70	34.01	13.96	18
1961 系列	241.99	49.91	20.62	20
1991 系列	246.91	22.73	9.21	12

5.14.5 对当地交通的影响

东庄水利枢纽工程周边城镇聚集，公路网络较为完善，有福银高速、西铜高速、咸淳高速、西安绕城高速和 G312、G211、G107、G208 等国道；工程周边铁路网路发达，南北、东西方向均有多条铁路从三原县、咸阳市及西安市经过。其余县道和乡道作为支线公路，为骨干交通网的补充和延伸。东庄水库淹没影响交通道路 52.86km，其中淹没影响三级公路 1 条长 6.2km，跨河大桥 1 座长 129.2m，淹没影响通村公路 20 条总长 46.66km。在做好复建工作和保障措施后，整体影响不大。

5.14.6 对文物古迹的影响

东庄水利枢纽工程涉及到 11 处有可能被淹没的文物古迹，上述文物古迹点多为新石器时代、西周、秦以及明清代遗址或碑记，部分遗址暴露有灰坑及文化层堆积等。各文物古迹的具体位置、年代及保护级别详见报告 4.3.5 节。

对于受到淹没影响的文物古迹，陕西省文物保护部门出具了相应的批复文件，但尚未提供影响文物保护方案，将在下一阶段根据工程详细地质勘探工作，较准确地确定淹没及塌岸影响范围后，给出相应的迁地保护或就地保护方案。

5.14.7 对矿产资源的影响

根据陕西省地质矿产勘查开发局区域地质矿产研究院的调查，东庄水利枢纽工程调查区域未压覆具有工业利用价值的重要固体矿产资源储量。

根据《陕西省泾河东庄水利枢纽工程压覆矿产资源调查报告》，调查区域有 1 个采矿权，为淳化县御泉疗养院矿泉水厂，矿泉水厂采矿权范围与东庄水库淹没区有部分重叠，重叠面积 0.0259km^2。水库建成运行后会影响矿泉水厂生产条

件。《陕西省泾河东庄水利枢纽工程压覆矿产资源调查报告》已经通过陕西省国土资源规划与评审中心的技术评审，以陕国土资评咨法发〔2015〕21 号文出具关于《陕西省泾河东庄水利枢纽工程压覆矿产资源调查报告》咨询意见的函。

5.14.8 对人群健康的影响

（1）施工期人群健康影响

施工期间，大量施工人员聚集，若不加强环境卫生、饮用水卫生、食品卫生管理，可能导致介水传染病流行。若不加强对外来施工人员的检疫工作，疟疾、肝炎等随施工人员带入，有可能在施工人群中造成疟疾发病率上升。施工人员高度密集，也增大了接触鼠类的机会。由于施工区域多处于农村地区，很多居民有养狗的习惯，且基本属于不经免疫、放养性质，具有发生狂犬病可能性。应采取必要措施，尽量减少自然疫源性传染病有暴发流行的可能。

根据工程特点和地理位置、气候及流行病学传染病发病条件，工程在施工期可能引起流行的主要传染病有细菌性痢疾、病毒性肝炎等，应提高警惕，有关部门应及早预防，防止各类传染性疾病在施工期尤其在施工前期医疗卫生条件较差的条件下蔓延，以保证人群健康。

工程规模大，施工区相对较为集中，施工人员集中，居住拥挤，生活、卫生条件相对较差，劳动强度大，使得施工人员体质相对下降，对疾病的抵抗力减弱，感染疾病的可能性会增加。生活区如不搞好环境卫生、控制好饮用水源的清洁，传染病的发病机会将相对增多。

①介水传染病

介水传染病是通过饮水或接触受病原体污染的水而传播的疾病，常见介水传染病有：病毒性肝炎、痢疾、伤寒、感染性腹泻病等。介水传染病与环境卫生和日常生活习惯特别是饮用水卫生密切相关。施工期，由于工作条件艰苦，生活条件简陋，施工人员身体抵抗力降低；加之周边环境卫生条件比较差，水源选择不当、饮用水未经妥善处理或消毒、处理后在输送过程中再次受到污染等，容易引起施工人员中介水传染病的爆发。因此，施工期要加强施工区、生活区周边的环境卫生整治，保证施工人员饮食卫生。

②虫媒传染病

工程施工期很长，且施工高峰期人员集中，密度比较大。库蚊、按蚊均为疟疾等疾病的传染媒介，施工场地周边水塘较多，给蚊繁殖提供了良好条件。人员密度大，库蚊、按蚊传染媒介的大量存在为虫媒传染病的发生创造了条件。若不采取有效防治措施，疟疾等虫媒传染病有可能发生。另外在施工区若不加强对外来施工人员的检疫工作，疟疾随施工人员带入，有可能在施工人群中造成疟疾发病及流行。

③自然疫源性疾病

水库蓄水初期随着水位的抬升，鼠类将向库周逃避，使水库周边地区鼠密度增大，人鼠接触机会增加；施工区人员高度密集，也增大了接触鼠类的机会，鼠类传播疾病的危险增大。目前库区流行性出血热等传染病已得到控制，但其病媒生物在库区仍然存在，若不采取预防措施，建库有可能造成库区局部地区流行性出血热等发生。

④呼吸道传染病

呼吸道传染病如肺结核和流行性腮腺炎疾病一般是从人体鼻腔、咽喉、气管和支气管等呼吸道感染侵入而引起的有传染性的疾病。冬春是呼吸道传染病的高发季节，天气骤变的情况下也易发病。人在营养不良或患有慢性疾病、过渡劳累或者精神高度紧张等情况均易患上此类呼吸道疾病。工程建设期间，由于人口较为密集，一旦有人患病，若不注意卫生问题，其他施工人员受传染可能性较大。所以，施工期间应加强施工人员的健康教育工作，让施工人员保持工作和生活区域的环境卫生，养成良好的卫生习惯，注意劳逸结合，提高自身抗病能力。

（2）运行期人群健康影响

①介水传染病

东庄水库枢纽工程建成后，将极大改善当地城乡居民、尤其是农村居民的饮用水卫生条件，有利于控制肝炎、痢疾等疾病的发生和传染。

如果水库库底中原有污水坑、粪坑、生活垃圾等卫生清理不彻底，水库水质受到污染，其下游居民和受水区域饮水不卫生，也容易导致介水传染病的爆发流行。因此，水库蓄水前要严格按照移民安置规划中提出的要求进行库底卫生清理，并进行验收。

②虫媒传染病

水库蓄水，水域面积随之扩大，且水体流速变缓，水库形成的库湾、库汊有利于水草生长，加上库岸潮湿的环境为蚊媒的孳生提供了条件。库区媒介蚊类的密度可能增大，会对下游居民的健康产生影响。

③自然疫源性疾病

工程区建设在一定程度上会改变当地自然生态环境，迫使病原体的储存宿主，如兽类、鸟类及其体外寄生物（如蝉、螨、蚤类）的转移，而扩大疾病流行。

自然疫源性疾病分布有明显的地区性，有一定固定自然条件。大部自然疫源性疾病是虫媒传染，每种吸血的节肢动物的活动都受气候影响，往往出现季节性特点。农作物生长旺盛，灌溉量大和生产活动繁忙的季节，往往也是虫媒繁殖最快季节，也是农事涉水人数增加，接触疫水多的时间，较易受到感染。

总体来看，由于工程区各级疾病防疫机制基本健全，只要落实有效的防疫措施，加强环境卫生管理，并注意消灭蚊蝇鼠虫，工程不会对人群健康产生明显的不利影响；从城乡及农村饮水安全角度来看，工程实施后有利于供水条件的改善，将对该区域人群健康起到积极的作用。

5.14.9 水库运行的地质环境影响

（1）塌岸

东庄水库正常蓄水位附近岩质岸坡约占库岸线总长 70%，基岩岸坡整体稳定性较好，仅局部存在小范围崩塌，对水库及周边环境基本无影响。土质岸坡约占库岸线总长 30%，由第四系冲积、风积、风洪积和坡积物组成，天然条件下稳定性较好，但水库蓄水后存在塌岸问题。

库区滑坡集中在砂页岩库段，以土质滑坡为主，发育滑坡 30 个，其中 17 个位于库水位以上，3 个淹没于正常库水位以下，10 个在水库蓄水后在正常高水位时处于涉水状态。库水位以上的 17 个滑坡中，2 个（均小于 7 万 m^3）在蓄水后前缘存在塌岸问题，其余 15 个滑坡处于稳定状态，不受水库影响。

正常蓄水位 789m 时，两岸库岸总长约 364km（考虑壅高库水位线长度）。东庄水库区稳定岸坡长约 257.6km，约占库岸总长的 70.8%；稳定岸坡与基本稳定岸坡相间段长约 40km，约占库岸总长的 11%；基本稳定岸坡长约 33km，约占库岸总长的 9%；潜在不稳定岸坡长约 33.4km，约占库岸总长 9.2%。库区潜在

不稳定岸坡主要分布在左岸的程家山水电站、船家窑南、公刘墓、王家河；右岸的断泾、焦家河、冯家北、前沟、公刘墓、李家河、同家河、马家河。潜在不稳定岸坡中，焦家河、前沟、公刘墓、李家河、程家山水电站涉及房屋及农田（或果园），其余多为荒山，部分涉及农田（或果园）。

建议在水库运行期，对重要的滑坡、塌岸段、崩塌体进行监测。

（2）浸没

东庄水库为河道型水库，河谷陕窄，岸坡陡峻，正常蓄水位附近多基岩出露，覆盖层分布范围较小，无大面积平缓台地，水库浸没问题不甚严重。库区古河槽及局部低洼平缓地段存在小范围浸没问题，主要浸没库段为断泾、程家川、马栏河等处。浸没程度轻微，部分土壤轻度盐渍化，地下水位壅高，影响农作物正常生长，并造成地窖涌水，房屋地基轻微沉陷。

表 5.14-9 水库浸没预测成果表

浸没区		回水位(m)	浸没高程(m)	浸没宽度(m)	浸没面积(亩)	浸没影响
断泾(JM01)	北区	809.5	813.5	240	192	耕地、果园、房屋
	南区	809.5	813.0	165		耕地、树苗
程家川(JM02	西区	802.0	806.0	150	226	耕地、果园
	东区	802.0	809.7或810.7	150		耕地、果园、房屋
马栏河(JM03)		800.0	804.0	300	73	耕地、果园、房屋

彬县太峪镇断泾村浸没区南片、香庙镇塬边村程家川以及龙高镇老户村浸没影响区共计 4 片土地相对集中平坦，面积较大且具备抬填条件、具有防护价值，工程拟采取抬升防护处理措施，水库浸没不会对彬县太峪镇断泾村浸没区南片、香庙镇塬边村程家川以及龙高镇老户村浸没影响区产生不利影响。

（3）水库渗漏

东庄水库为峡谷型，老龙山断层上游为砂页岩库段，下游为碳酸盐岩库段。老龙山断层下游的碳酸盐岩库段，地下水位低于现状河水位，蓄水后存在岩溶渗漏问题。推荐防渗方案下，水库年渗漏量 1094 万 m^3/a，属轻微渗漏。

坝基岩体完整，整体强度高。水库渗漏形式以溶隙、裂隙型渗透为主，局部断层破碎带可能存在沿宽大裂隙和断层的脉管型渗漏，但不存在管道流渗漏，进行防渗处理后，提高防渗性能，阻断地下水渗透通道，减少坝基与坝肩的渗漏量。

水库蓄水后存在坝基渗漏、左右坝肩绕坝侧渗以及左岸碳酸盐岩库段渗漏，导致近坝库段地下水径流场发生变化。推荐防渗方案条件下，少量渗漏库水主要沿左右岸绕渗后继续向下游近河道方向径流，主要在坝址下游至风箱道之间的河道排泄。坝下游至沙坡断层之间地下水位上升幅度 30～50m，预测风箱道泉流量较蓄水前增加约 69%；筛珠洞泉的流量较蓄水前增加约 5%。

（4）地震影响

水库砂页岩库段岩层中泥岩和页岩为相对隔水层，形成多层层间水，地下水以水平渗流为主；库区断裂不发育，岩体透水性差，基本不存在大的渗流通道。砂页岩库段水库诱发地震的可能性不大。

老龙山断裂以下为碳酸盐岩库段，且有岩溶现象发育，存在水库蓄水后因应力调整而诱发中小级别岩溶型地震的可能性。老龙山断裂可能于局部积累较高地应力，在库水附加荷载和孔隙水压力等作用下，存在水库诱发地震的可能性。

根据中国地震局地壳应力研究所完成的《陕西省泾河东庄水利枢纽工程场地地震安全性评价报告》成果，预测水库诱发地震的最大震级不大于 Ms5.2 级，最高地震烈度不会超过库区历史上遭受强震的最大影响烈度（Ⅶ度）。鉴于坝址距离老龙山断层较近，且东庄水库为高坝大库，2.7km 碳酸盐库段诱发地震问题较复杂，下阶段需进一步进行水库诱发地震危险性评价工作。

6 环境风险

环境风险是指突发性事故对环境（或健康）的危害程度。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

6.1 风险识别

根据东庄水利枢纽工程特性分析，项目在施工期和运行期均存在一定环境风险。运行期环境风险主要包括：水污染事故风险；水库环境地质风险。施工期环境风险主要包括：施工废水处理设施发生故障造成废水未处理直接排放；施工燃油存储设施发生火灾爆炸等事故；油库发生泄漏造成污染等。其中，环境地质风险主要包括水库塌岸、库区渗漏、水库诱发地震等。

（1）施工期

工程对环境的影响主要为非污染生态影响，根据工程施工特点、周围环境的关系，项目在施工期存在一定环境风险。施工期环境风险主要包括：施工废水处理设施发生故障造成大量废水直接排放；施工期非正常工况排水风险；施工燃油存储设施发生火灾爆炸等事故；油库发生泄漏造成污染和人群健康风险等；炸药库发生爆炸等危险事故；工程建设带动了大量的物流、能流、信息流的交换，特别是外地工程人员大量进驻，存在诱发传染性疾病流行、暴发的作用因素。

（2）运行期

运行期环境风险主要是：水污染事故风险；水库环境地质风险等。其中，环境地质风险主要包括水库塌岸、库区渗漏、水库诱发地震等，影响分析及保护措施详见相关的运行期环境影响分析及环保措施章节，本章不再赘述。

6.2 水库及坝下水质污染事故风险分析

东庄水库水质污染风险主要来自以下方面：1）库周汇水范围及上游附近的工矿企业突发性排污风险；2）东庄水库上游的甘肃、陕西境内水污染防治目标尚未实现的水库水质污染风险；3）水库及上游河道的跨河公路及库区沿岸公路交通事故污染风险；4）水电站油污染风险等。

6.2.1 甘肃区域及库区水污染治理污染风险分析

（1）污染风险源

东庄水库运行后的水库水质满足水功能区划目标的结论是基于泾河干流上游的陕甘断面水质达标、陕西泾河泾河水污染防治规划得到有效实施等前提下，但是水污染治理存在较大的不确定性，包括社会、经济和环境等众多因素，需要考虑泾河入库水质不达标、库区污染源尚未得到有效治理情境下的水库水质风险。

（2）甘肃庆阳长庆桥工业园

庆阳长庆桥工业集中区是国务院支持甘肃重点建设的三个工业集中区之一（《国务院办公厅关于进一步支持甘肃经济社会发展的若干意见》〔国办发〔2010〕29 号），也是甘肃省循环经济示范区和庆阳市“一区四园”发展的核心区。工业园区规划面积 195km^2，涉及长庆桥、新庄、太昌 3 个乡镇，总人口 6.8 万。2009 年 4 月甘肃省发展和改革委员会批复庆阳市长庆桥工业集中区总体规划（甘发改地区（2009）347 号），长庆桥工业集中区是《甘肃庆阳化工产业发展总体规划》和《庆阳市工业集中区发展总体规划》中确立的重点产业园区之一。2013 编制《甘肃省庆阳市长庆桥工业集中区总体规划》，2014 年甘肃省环境评估中心以《关于《甘肃省庆阳市长庆桥工业集中区总体规划环境影响报告书技术评估报告》的报告》（甘环评估发书（2014）24 号）通过总体规划环境影响报告书技术审查，庆阳市环境保护局以《关于甘肃省庆阳市长庆桥工业集中区总体规划环境影响报告书审查意见的函》（庆环函（2014）90 号）批复总体规划环境影响报告书。规划区域以长庆桥火车站周边的金融、商贸、商住为一体的长庆桥中心服务区；以野王温泉为中心的温泉度假区；生态保育区、 工业区。工业区包括四部分：长庆桥到米家沟沿川区的工业Ⅰ区；新庄煤矿副井附近区域的工业Ⅱ区；新

庄镇白店村附近的工业Ⅲ区；太昌乡朱家村的工业Ⅳ区（预留产业区）。

①规划目标

建设一批高起点、大规模、高附加值、发展前景好的大型、现代煤化工项目，形成以煤制烯烃、煤制天然气、煤制乙二醇、煤制肥料为核心，以高端化工产品和合成材料为主线，具有国际先进水平和循环经济发展理念的煤化工生产结构。

②规划规模

长庆桥工业集中区全部规划完成后，化工产品总生产能力共计 2070 万吨/年和 40 亿立方米/年天然气，主要包括煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制燃料、煤制天然气、甲醇碳一化工和大型现代化煤制肥料六大产业以及灰渣综合利用。近期内长庆桥工业集中区工业Ⅱ区、工业Ⅲ区将完成 1107 万吨/年化工产品加工能力，远期完成 963 万吨/年化工产品加工能力和 40 亿立方米/年煤制天然气。

③规划分区

工业Ⅰ区现已入住年产 60 万吨水泥粉磨生产线及年产 60 万立方混凝土搅拌生产线的宁县明峰建材有限公司、年生产 7 万立方米空心砖的庆阳市长庆桥建材股份有限责任公司、石油压裂剂、宁南煤炭物流园等多个项目。该园区主要发展建材、机械制造、物流等。

工业Ⅱ区主要发展煤制乙二醇、煤制肥料、甲醇碳一化工、配煤、热电厂等项目。同时配套建设供电、供水、污水处理等公用设施。

工业Ⅲ区主要发展现代煤炭深加工产业、煤炭分级利用、热电厂、灰渣综合利用等产业，配套建设管理服务、综合维修、供电、供水、污水处理等公用设施。

工业Ⅳ区为工业集中区的发展备用地，发展矿产资源开采、煤化工、电力产业、建材产业等的衍伸产业，定位为一类工业、二类工业。

④环境控制指标

工业废水排放达标率均为 100%；再生水资源回用率达到≥90%；工业固体废物处理率(含处置)为 100%；危险废物处理率均为 100%；环境管理的三同时执行率均为 100%。

① 工业园区现状主要水污染源

宁县明峰建材有限公司生产过程中产生的废水主要为车间清洗废水，经厂内自建沉淀池沉淀处理后，同生活污水一并排入。由于生产废水主要污染物为 SS，经

沉淀后，厂区排口水质各项指标符合《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的三级标准限值，最终排入工业I区污水处理站。

庆阳鑫海石油工程有限公司的净环水和浊环水系统全部循环使用，不排放生产废水；煤气发生的排出的水全部回用于制湿粉工艺段，生产废水不外排。生活污水主要为食堂废水、淋浴废水、洗涤废水和卫生间冲洗废水，食堂废水经隔油池、卫生间废水经化粪池后，排入工业Ⅰ区污水处理厂进行处理。

（3）预测工况

东庄水库库尾入库水质采用泾河2013-2014年现状监测资料，污染源采用陕西境内现状年污染负荷。

（4）预测指标

选取CODmn、氨氮、总磷、总氮作为水污染风险评价预测指标。

（5）预测模型

采用三维水质模型进行模拟。

（6）预测结果

根据东庄水利枢纽工程在拦沙期丰水年、平水年、枯水年、特枯水年的入库流量、出库流量等模型边界条件，现状污染源情境下水库的丰水年、平水年、枯水年、特枯水年的坝前水质预测及评价结果见表6.2-1、表6.2-2。

根据东庄水利枢纽丰水年、平水年、枯水年、特枯水年水质模拟结果，在现状入库水质、现状污染负荷情境下，东庄水库在蓄水后库区总体水质情况较差。四个典型年的三个代表水期中，由库尾至坝前区域均出现预测因子超标情况（超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准），预测四个水质因子在坝前均有一定程度超标现象。库区蓄水后在现有来水水质及库区污染源条件下，水质无法满足相应水功能区的标准要求,需要严格落实流域水污染防治措施（包括陕甘断面水质达标、陕西境内水质达标）。

表 6.2-1 东庄水利枢纽各水期坝前水质浓度分布（mg/l）

序号	年份	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	丰水年	6 月	7.4	1.1	0.09	5.2
		9 月	4.2	0.6	0.07	4.6
		12 月	4.1	1.3	0.05	3.8
2	平水年	6 月	7.2	1.0	0.09	4.8
		9 月	6.0	0.8	0.08	4.2
		12 月	4.1	1.2	0.05	3.5
3	枯水年	6 月	6.1	0.9	0.09	4.9
		9 月	5.8	0.7	0.07	4.3
		12 月	4.3	1.1	0.05	3.8
4	特枯水年	6 月	6.2	0.8	0.06	4.8
		9 月	5.6	0.8	0.11	4.1
		12 月	4.1	1.2	0.05	3.6

表 6.2-2 东庄水利枢纽各水期坝前水质评价结果

序号	年份	水期代表月	CODmn	氨氮	总磷	总氮
1	丰水年	6 月	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	劣Ⅴ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	劣Ⅴ
		12 月	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	劣Ⅴ
2	平水年	6 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	劣Ⅴ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	劣Ⅴ
		12 月	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	劣Ⅴ
3	枯水年	6 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	劣Ⅴ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	劣Ⅴ
		12 月	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	劣Ⅴ
4	特枯水年	6 月	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	劣Ⅴ
		9 月	Ⅲ	Ⅲ	Ⅴ	劣Ⅴ
		12 月	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	劣Ⅴ

随着甘肃庆阳长庆桥工业园的不断发展，工业园区的污水、污染物排放量不断增加，根据总体规划，规划区域将建设两座污水处理厂，包括工业Ⅱ区污水处理厂及工业 III 区污水处理厂，其中工业Ⅱ区污水处理厂规模 1 万 m^3/d，工业Ⅲ区污水处理厂近期处理规模 2 万 m^3/d，远期规模 8 万 m^3/d，可满足区域污水排放需求。污水处理厂均采用二级生物处理，废水经二级处理和中水系统深度处理后，达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）指标，废水尽可能实现资源化再生利用，剩余部分处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的二级标准后，排入泾河。根据《甘肃省庆阳市长庆桥工业集中区总体规划环境影响报告书》，近期进入河道水量为 109 万 m^3/y，远期进入河道水量为 292 万 m^3/y，需要严格限制高耗水、资源利用率低、污染物排放量大的项目入园建设；落实园区建设煤化工、火电厂等高耗水项目，应开展详细、科学的水资源论证工

作，严格控制废水排放量，加强生产废水的重复利用；排水系统应采用“清污分流、雨污分流、污污分流”设置，各行业（企业）生产废水经各行业（企业）预处理达到进水水质标准后，排入污水处理厂；积极做好中水回用工作，远期实现中水全部回用，污水不外排。同时，严格落实《甘肃省水污染防治工作方案（2015-2050 年）》（甘政发〔2015〕103 号）、《庆阳市水污染防治工作方案》（庆政发〔2016〕11 号）、《现代煤化工建设项目环境准入条件（试行）》（环办〔2015〕111 号）、《关于加强化工园区环境保护工作的意见》（环办〔2012〕54 号）、《关于加强工业园区环境保护工作的指导意见》等相关要求，保障陕甘断面水质满足水功能区划水质目标和降低突发性水污染事故。

6.2.2 库周及上游附近的工矿企业污染风险分析

根据调查，东庄库尾分布有彬县污水处理厂，污水处理厂废污水非正常排放会对泾河干流入库水质产生影响，可能会对水库水质产生影响。

（1）污染风险

彬县污水处理厂下游为III类水体泾河，污水处理厂运行过程中突发事故会导致处理效率下降或污水处理厂无法工作，使大量污水下泄，对水环境造成影响。

①长时间停水造成的环境危险性分析

城市污水排水干网破裂，导致污水厂废水进水量大幅减少，引起微生物死亡，在通水恢复后，细菌无法及时恢复，导致污水处理厂在一定时间内无法达到设计处理效率，从而造成污水超标排放。

②计划停电及临时停电造成的环境危险性分析

区域计划停电或临时停电导致污水处理厂设备停止运行，尤其长时间停产事故，泵机无法运行，污水在调节池内满溢后直接排放，导致废水超标排放。

③污水处理厂发生故障造成的环境危险

主要是污水处理厂设备发生故障或设备大修而无备用设备，或备用设备无法启用，将导致进场废水得不到处理从而引起超标排放，处理水池管道渗漏、堵塞也会引起污水超标排放的环境风险。

（2）预测工况

彬县污水处理厂处于非正常状况，将非正常工况下污水处理厂蓄积的 2 天污染物集中在 1 天内排放的情况作为风险状况模拟分析。

（3）预测指标

根据彬县污水处理厂特征污染物，选取氨氮和化学需氧量作为风险评价预测指标。

（4）预测模型

采用二维水质模型进行模拟。

（5）边界条件

基于构建的水质模型，研究非正常工况下的河流、库区水质响应，模拟排放时间 48 小时，污染物浓度采用彬县污水处理厂的平均入流污染物浓度。

（6）预测结果

在均匀河流状态下，污水处理厂突发事件排放的 COD 和氨氮污染带浓度稳态分布见图 6.2-1、图 6.2-2。

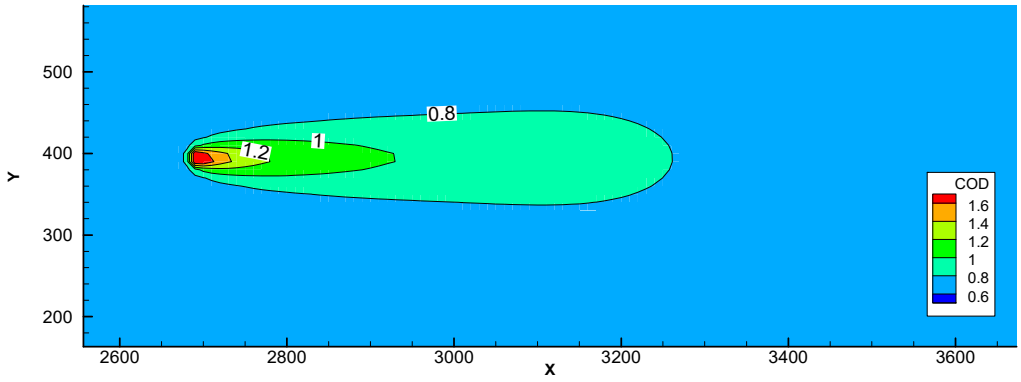


图 6.2-1 污染事故发生后稳定状态下 COD 浓度分布

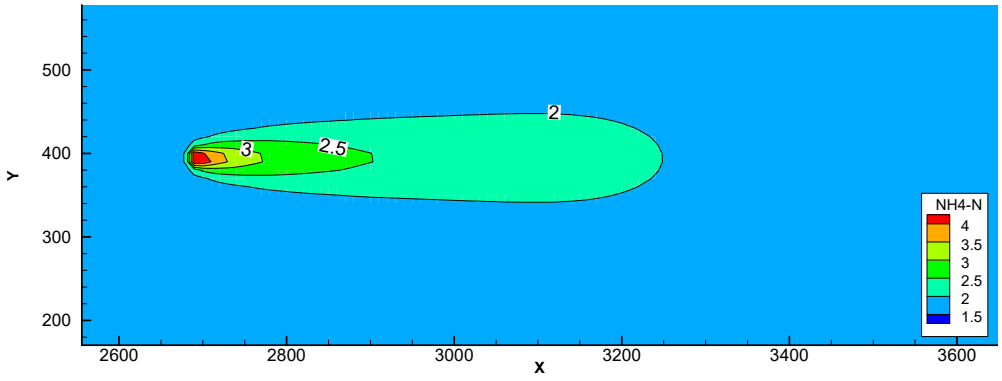


图 6.2-2 污染事故发生后稳定状态下氨氮浓度分布

模拟表明，河道水体受影响范围沿河长大约 500m，COD 及氨氮浓度上升约一倍，即浓度在 1.2mg/L 及 3mg/L 区域在事故发生地点 100m 范围内。

为降低污水处理厂突发事件对下游河道及东庄水库水质影响，需要落实彬县污水处理厂突发环境事件应急预案，且根据《城镇排水和污水处理条例》、《城镇污水处理厂运行监督管理技术规范》（HJ 2038-2014）、《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》（CJJ60-2011）、《陕西省城镇污水处理规划化管理考核办法》（陕建发〔2013〕365 号）等相关要求，做好污水处理厂的设备维护、运行管理等措施，避免出水不达标、污水处理厂停止运行等事件的发生。

6.2.3 公路交通事故污染风险分析

根据调查，东庄水利枢纽工程取水枢纽周边没有等级公路，但是库尾的福银高速两次穿越泾河干流，福银高速是陕西、甘肃区域主要通道，同时上游河段及支流沿岸附近多少都分布有一定的交通道路网，如果有运输有毒、有害物质的来往车辆，则对运行期水质安全形成一定潜在威胁，如车辆交通事故或其它原因造成的污染物泄漏事故，将会对取水枢纽的水质和周围环境造成污染，造成取水枢纽水质严重超标，甚至造成毁灭性的破坏，严重影响供水安全和水质安全。近年国内发生的一些公路交通水质污染事故，值得我们深思和借鉴，更需要长期不懈地加强安全管理措施和风险管理。

从交通事故类似案例分析来看，发生交通事故的主要原因可能来自超载、超速、疲劳驾驶、雨雪等不利天气、违章擅自运输危险品、安全监管不力等多种因素。此外，由于存在应急监测系统不健全、基础资料缺乏、事故处置缺乏实效性、应急组织机构间协调差等各种因素，致使水污染事件发生后的污染影响不能得到

有效控制。因此，加强管理、做好水污染突发事件风险防范和应急措施，是控制污染事故风险范围和程度的有效措施。同时在库区运输化学物品、农药化肥、医药及各类油品等运输车必须控制数量并登记备案以确保运输合法和安全，严格落实《关于加强危险品运输安全监督管理的若干意见》（交安监〔2014〕437 号）相关要求，把东庄水库库区交通事故污染风险降至最低，保护库区水库水质安全。

6.2.4 水电站油污染风险分析

水电站油污染风险主要指电站枢纽和发电设备的油类相关的操作造成的油泄漏后形成的溢油污染损害，会对下游河流水质安全带来风险。电站溢油源主要指储油、用油设备设施等。根据东庄水利枢纽供水规划，东庄水库上游来水经调节后，中线供水工程是利用泾惠渠灌区已成渠系工程引水向三原县城供水；南线在文泾电站库区取水向西咸新区的空港、秦汉新城、泾河新城供水，分析枢纽工程的水电站油污染风险对取水水质的影响。

根据东庄水库总体布置，东庄水电站装机容量 110MW，安装 2 大 2 小共 4 台机组，在水电机组设计选型时，对设备技术要求已考虑防漏油措施。油务系统分设透平油系统和绝缘油系统两部分。透平油系统主要用于机组轴承和调速器油压装置，透平油库设置事故排油池，主变压器设置事故排油池。事故排油池均设在安装间副厂房下层。变压器事故油坑及透平油、绝缘油罐的挡油槛内的油水，需经油水分离后，方可排入地面水体；蓄电池室、酸室排出的废水应经处理至 PH 值在 6.5～8.5 后，才允许排入地面水。

为降低水电站油污染环境风险，需要依据《国家电网公司电力安全工作规程》、《电力变压器运行规程》（DLT 572 -2010）、《电力变压器检修导则》（DLT 573-2010）、《水轮机运行规程》（DLT 710-1999）、《立式水轮发电机检修技术规程》（DLT 817-2002）、《水轮机调速器及油 压装置运行规程》（DL/T792-2001）、《水轮机控制系统技术条件》（GB/T9652.1-2007）、《水轮机调节系统及装置运行与检修规程》（DLT 792-2013）等规定运行，同时建立比较完善的应急预案，包括《发电机着火应急预案》、《大型变压器着火应急预案》、《水轮机透平油系统着火应急预案》、《突发环境事件应急预案》、《溢油应急等环境安全预案》等。根据类似工程调查，电站运行期环境事故主要来自机组检修过程中，由于检修经验不够丰富，没有及时清除聚集在尾水管内的透平油，导致尾水管充水时使透平油向

下游扩散。为保障下游用水安全，需要建立应急预案，在溢油事故发生后，如及时采取关闭取水泵站、停止取水，及时处置油污染等应急措施，则可有效避免和降低溢油风险造成的取水水质危害。

虽然上述设备均具有事故漏油的集油设施（水轮机的集油槽、主变压器的事故油池），在进行设备的维修过程中、事故中，水轮机的集油槽、主变压器的事故油池将积累一定数量的废油，根据《中华人民共和国固体废物污染防治法》和《国家危险废物名录》（2016）规定，上述废油均属于危险废物，需要有相关专业单位进行收集、处理，建议东庄水利枢纽工程按照国家有关规定制定危险废物管理计划，向所在地环境保护部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。由以上可知，在正常情况下，上述设备不会发生漏油事件，但是，对于水轮机、变压器检修过程中，有可能发生检修废油的渗漏问题，需要进一步加强环境管理措施来避免，如：对检修人员强调油料的管理，油桶由专人管理，加强责任制等，同时严格执行国家相关规定和政策。

6.3 施工期环境风险预测

（1）炸药和油料储运风险

工程建设共需油料 5.66 万 t，炸药 1.41 万 t，使用范围大，工程设置 2 处炸药库，主要用于石料场、坝址等隧洞施工作业面；工程设置 2 处加油站，坝体服务的施工工厂设施工区加油站 1#、水垫塘、二道坝及厂房设施工区加油站 2#，油料分布于则分布于各个施工区。炸药、油料的运输、储存及使用不当均可能导致火灾、爆炸等事故，因此对附近居民或现场施工人员存在一定的安全隐患。须严格遵守有关规定，确保不造成环境危害；油料储存时须严格注意防渗漏，以降低油料渗漏对土壤及河水水质造成污染的风险。

工程在施工布置设计过程中，充分考虑油库、炸药库设置远离居民点、水源地及易着火点处，并保持足够的安全距离，可一定程度上减轻火灾、爆炸带来的危害。在下阶段施工过程中，须加强安全防护宣传与监督管理，严格执行操作，并设置必要的隔离围墙，贮油池等措施。炸药和油料均属于易燃易爆物质，在运输和储运过程中，或由于操作不规范，可能引发爆炸、火灾等事故风险。

（2）施工期非正常工况排水

大坝施工区生产废水及生活污水在正常工况下处理后回用，因此生产、生活废水不会对泾河水体水质造成影响，但是在非正常工况（处理设备故障）下，这些废水将直接排入泾河，对泾河近岸水体水质造成一定影响。

① 生产废水

从工程施工布置来看，事故状态下可能入河的砂石料生产废水排放总量达1191m³/h，主要污染指标为 SS，最大排放浓度可达 45000mg/L。若生产废水全部入河，将会使河水水质进一步恶化。

②生活污水排放影响

工程全面开工建设后，施工高峰期总人数将达到7000 人左右，生活污水排放量可达392m³/d，生活污水中COD浓度400mg/L、NH_3-N浓度35 mg/L 左右。根据事故排放状态下河流水质污染预测，事故排放状态下生活污水事故排放对泾河水质影响局限于局部区域，污染带较正常排放情况下增长，距离排污口5m 范围内COD 浓度增量2.14mg/L，NH_3-N浓度增量0.187mg/L，增加较明显，污水应妥善处理，避免发生事故排放风险。

（3） 传染病风险分析

根据东庄水利枢纽工程及咸阳市环境医学背景分析，工程兴建存在传染病流行的基础条件（传播媒介、病例），如果不采取有效的预防措施，存在诱发传染病的风险。传染病流行风险可能发生在施工区施工人员之间或水库运行期的库区。

根据咸阳市近几年的疫情资料，肺结核、肝炎及痢疾等传染病在库区均有发生，其病媒生物在库区库周仍然存在。施工期间，施工区居住条件的卫生条件相对简陋，易导致肝炎、痢疾、伤寒等介水传染病流行。一旦传染性疾病流行，将对人群健康、社会经济和工程工期造成一定的影响。

工程施工区周围经济相对落后，对传染性疾病的防范意识较淡薄。传染性疾病一旦发生，施工区施工人员、施工区周围居民的身体健康将受到影响，增加家庭的医疗负担；如果处理措施不利，有可能造成传染性疾病的暴发流行，将严重影响当地的社会经济和人群健康。

6.4 环境风险管理风险防范措施

环境风险分析目的旨在对建设项目可能存在的事故隐患提出防范、应急和减缓措施或要求，为工程设计和安全生产提供依据。工程运行过程中并不使用有毒有害的化学物质，对外界没有污染性影响。因此，主要关注工程安全及突发性污染对供水水质及环境的影响。

6.4.1 编制目的

为有效应对突发性环境事件，提高应对突发性环境事件的能力，将突发环境事件对人员、财产和环境造成的损失降低到最小程度，最大限度的保障人民群众的生命财产安全及环境安全，维护社会稳定。

6.4.2 编制依据

（1）规章、制度

1）《国家突发环境事件应急预案》（国务院，2006-01-24）

2）《关于进一步加强环境监督管理严防发生污染事故的紧急通知》（国家环境保护总局，环发〔2005〕130 号）

3)《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(国家环境保护总局，环发〔2005〕152 号）

4）《国家突发环境事件应急预案》（国办函〔2014〕119 号）

5）《国家突发公共事件总体应急预案》（国发〔2005〕第 11 号）

6）《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令第 352 号）

7）《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 344 号）

8）《国家突发环境事件应急预案》（国办函〔2014〕119 号

9)《陕西省人民政府办公厅关于印发省突发事件应急预案管理办法的通知》(陕政办发〔2014〕24 号)

10）《陕西省突发环境事件应急预案管理暂行办法》（陕环发〔2011〕88 号）

11）《咸阳市突发环境污染事件应急预案》

12）《道路危险货物运输管理规定》（交运发〔1993〕1382 号）

13）《城市供水水质管理规定》((建设部令第 156 号，2007 年）

14）《城市供水条例》（国务院令第 158 号，1994 年）

15）《危险化学品登记管理办法》（中华人民共和国国家经济贸易委员会令第 35 号，2002）

16）《陕西省人民政府办公厅关于印发省突发环境事件应急预案的通知》（陕政办发 〔2015〕74 号）

17）《城镇排水与污水处理条例》（国务院令第 641 号）

18）《陕西省人民政府办公厅关于进一步加强饮用水水源环境保护工作的通知》（陕政办发 〔2013〕14 号）

19）《陕西省城市饮用水水源保护区环境保护条例》（2002）

（2）规范、导则

1）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）

2）《环境污染事故应急预案编制技术指南》（征求意见稿）

3）《危险化学品从业单位安全标准化通用规范》（AQ 3013 - 2008）

4）《常用化学危险品贮存通则》（GB 15603-1995）

5)《石油库设计规范》（GB 50074-2014）

6）《民用爆破器材工程设计安全规范》（GB50089-2007）

6.4.3 环境风险管理机构

（1）管理机构设置

依据《中华人民共和国安全生产法》、《国家安全生产事故灾难应急预案》和《城市供水条例》、《城市供水水质标准》及《陕西省突发公共事件总体应急预案》《咸阳市突发公共事件总体应急预案》、环境保护部《关于印发〈突发环境事件应急预案管理暂行办法〉的通知》（环发〔2010〕113 号）、《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4 号）、《陕西省人民政府办公厅关于印发省突发环境事件应急预案的通知》（陕政办发 〔2015〕74 号）、《陕西省突发环境事件应急预案管理暂行办法》（陕环发〔2011〕88 号）、《咸阳市突发环境污染事件应急预案》等法律法规及有关预案的规定，建议成立包括相关政府机构的东庄水利枢纽工程环境保护委员会（包括安全、水利、环保、发展改革、公安等部门），作为工程环境风险管理、风险预警、风险控制以及水污

染控制等的协调机构，明确相关各方的责任和义务、制定安全规程、事故防范措施及应急预案。管理人员应明确职责与权限，清楚风险事故发生后果，具备解除事故和减缓事故的能力。

建议管理部门设置环境风险应急管理指挥部，成员由主管安全、环保、生产、调度等部门主管人员主管组成。指挥部下设管理办公室，设专人负责日常风险防范生产管理和应急预案管理，设值班电话和日常工作联系电话。对员工进行经常性的应急处理常识教育，落实岗位责任制。

（2）管理目标

为保护东庄水利枢纽工程水质安全和供水安全，建议成立相关政府机构（包括咸阳市、彬县、礼泉、淳化、永寿等县的环境保护、水行政、政府等单位），作为环境风险管理、风险预警、风险控制以及水污染控制等协调机构。工程风险管理将由环境管理机构统一进行管理，以确保项目符合有关安全生产、环境保护法规的要求，以及环境风险防范措施和应急措施得到有效实施，各项防范和应急措施的投资得到落实，实现工程建设的环境效益、社会效益与经济效益的统一。

（3）管理内容

制订工程安全运行规程及环境风险管理制度，强化安全生产管理。

组织开展安全运行、环境保护的宣传教育、专业讲座和技术培训等。

进行运行管理、监测和总结汇报，确保工程安全运行，符合各项规定，并重视信息反馈，随时鉴别和纠正遗留问题。

发生事故时，启动应急预案，组织人员采取紧急措施妥善处理事故，进行救护和监测，按最大安全半径和最短时间疏散人群。影响较大波及周围环境时，应上报当地政府，配合政府实施应急预案；及时通知相关单位，采取相关防护措施。

掌握引发事件危险化学品的类别和特性，受污染区域及可能涉及范围等，控制污染事故现场、划定紧急隔离区域、设置警告标志；对已发生污染危害的污染源应采取一切可能措施，予以消除，并防止扩散、蔓延；指令环境应急救援队伍进入应急状态，环境监测部门立即开展应急监测，随时掌握并报告事态进展情况；调集环境应急所需物资和设备，确保应急保障工作；统一协调相关部门的联动应急，确保应急处置工作有序进行。

事故得到控制后，对事故原因进行分析、总结和评价，提出今后的工作建议，并纳入未来管理工作中。

6.4.4 水库水质风险防范措施

（1）水库水质风险防范措施

针对东庄水利枢纽工程入库水质不满足水功能区划水质目标的水质风险防范措施:1）需要进一步加大陕西境内流域水污染治理力度，严格落实《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（陕政办发〔2015〕38 号）《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）、《陕西省人民政府关于承诺开展泾河流域（陕西段）水污染防治的函》（陕政函〔2016〕45 号）、《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》（陕政函〔2016〕262 号）、《咸阳市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017 年）》（咸政办发〔2015〕87 号）、《渭河流域（泾河流域彬县段）水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017 年）》等提出的点源（工业、城镇生活）、面源（农村生活污水、畜禽养殖、生活垃圾等）污染控制措施，包括库区上游、坝下区域，消减污染负荷，在 2020 年满足水功能区划水质目标要求；2）严格落实《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17 号)、《甘肃省水污染防治工作方案（2015-2050 年）》（甘政发〔2015〕103 号）、《庆阳市水污染防治工作方案 2015-2050》（庆政发〔2016〕11 号）、《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030 年)》（国函〔2010〕39 号）、《甘肃省加快实施最严格水资源管理制度试点方案》（甘政办发〔2013〕6 号）、《甘肃省实行最严格水资源管理制度考核办法》(甘政办发〔2014〕121 号)等关于陕甘控制断面水质考核的相关要求，庆阳市需要全面落实甘肃省、庆阳市等水污染防治工作方案（包括点源、面源），消减区域污染物排放量，保障水功能区水质达标。

泾河干流库尾以上工矿企业废污水非正常排放风险防范措施：1）按照《产业结构调整指导目录》，结合《渭河流域水污染防治三年行动方案（2012— 2014 年）（陕政办发〔2011〕116 号）、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017 年）》（陕政办发〔2015〕38 号）等提出的禁止新建扩建造纸、化工、印染、果汁和淀粉加工等高耗水、高污染项目，淘汰严重污染水体的落后

产能，以及新建低污染项目全部进工业园区纳入统一环境监管，并严格落实“三同时”措施，确保污染物达标排放等要求，对流域内的工矿企业实施产业升级、节能降耗和清洁生产审核，淘汰落后产能、关停不符合环保政策企业；2）根据《城镇排水与污水处理条例》、《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》（CJJ 60-2011）、《城镇污水处理厂运行监督管理技术规范》（HJ 2038-2014）等要求，加强废污水处理设施运行的管理和监督，保障污水处理设施能正常运行。3）主要工况企业应设置满足处理标准的事故收集水池，避免事故排水对地表水体的污染，并制定全面的应急预案。4）库区的彬县污水处理厂、旬邑污水处理厂需要根据《城镇排水与污水处理条例》、《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》（CJJ 60-2011）、《城镇污水处理厂运行监督管理技术规范》（HJ 2038-2014）等要求制定污水处理厂环境风险防范措施，针对污水处理厂出水水质超标、暴极端天气因素引发的自然灾害对设备设施、构筑物破坏等造成污水厂水质超标以及化学药品泄漏等主要事件，根据污水厂生产特点，营运特性，编制应急预案，在事故中，将环境、经济以及生命损失降至最低。

同时，严格按照《关于加强化工园区环境保护工作的意见》（环发〔2012〕54）、、《现代煤化工建设项目环境准入条件（试行）》（环办〔2013〕111 号）、《陕西省加强化工园区环境保护工作实施方案》（陕环发〔2012〕83 号）等要求，基于水库上游及库区面临的主要环境风险，禁止在水库上游高污染、高风险的建设项目进入；严格管理穿越区域铁路、公路和油气管线，建立应急预案，储备必要的应急物资，有效应对突发事件对水源的威胁；咸阳、彬县、长武、淳化、旬邑等人民政府要建立完善水源环境管理档案和水源环境风险评估机制，定期排查水源周边及上游的风险隐患，特别要加强对石油化工生产、危险化学品运载、装卸和储存设施的监管，督促完善防溢、防渗漏、防污染措施。

（2）水库清库措施

鉴于东庄水利枢纽工程投入运行后，将形成一定回水区域（回水长度96.67km），为保证回水区域的水质安全，需要根据《中华人民共和国环境保护法》、《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL644-2014）、《水电工程水库库底清理设计规范》（DL/T 5381-2007）等法律、法规等规章，蓄水前对东庄水库回水淹没范围进行库底清理，包括卫生清理；建筑物和构筑物清理、林地清

理；特殊清理对象等。清理实施须强化各级政府领导、组织、监督职能，有目的、有计划的进行，清理时间过早、过晚都达不到预期的目的。

库底清理应当由当地政府及工程建设管理部门组织实施。组织由卫生、环保、市政、城建、交通、林业、水务等部门成立的库底清理小组，在专业负责与群众参与相结合的原则下，库底清理工作实行岗位责任制。明确清理责任人和专业验收责任人的岗位责任，对库底清理的工作人员进行专业培训。

卫生清理中一般污染源的工作，在卫生防疫部门指导下，由乡（镇）政府组织实施。传染性污染源清理，由卫生行政部门组织实施。农村生活垃圾清理由乡（镇）政府组织实施，环保部门负责监督。农村建筑物清理由有乡（镇）政府组织实施。库底清理过程中要符合劳动、安全、卫生的要求，应严格遵守有关法规。

水库管理部门要建立库底清理档案，记载清理项目、清理过程、清理责任人和验收责任人。为了保证清库质量，必须组织库底清理验收，通过清库验收，杜绝留下未清理的隐患。验收分为自验和终验。自验由地方人民政府组织，对已实施清理的全部项目，分组到现场逐项验收，编写库底清理验收报告。终验由政府主管部门和建设管理单位负责组织库底清理验收委员会，按照水库库底清理的技术要求及有关规定，对库底清理结果进行全面的验收，编制终验报告。经验收委员会验收合格后，方能蓄水。

从清库的管理规定、实施措施、组织方式、验收办法等可以看出，只要按规定实施清库，淹没区内原有污染物质都会得到较为彻底清除和处置，蓄水后其对水质影响将较小，对水质造成较大污染可能性是很小。

（3）公路交通事故污染防范措施

①落实水质监测措施，建立保障措施

鉴于修建后的东庄水库紧靠福银高速，福银高速是区域重要的交通要道，环境风险较大。需要在东庄水库库尾设置水质自动检测设备，福银高速运输酸液、碱液、毒性液体、有机溶剂、油类、农药、化肥以及其他可能污染水源的物质，必须采取防溢、防渗、防漏措施和事故应急措施。

有关公路管理部门应加强桥梁段附近的交通管理，尤其在雨雪灾害天气等事故易发状态下，加强巡检和管理，减少发生事故几率；地方政府应加强道路运输安全管理，尤其是危险运输品的运输安全管理，严格禁止危险运输品的无照、超

载等违规运输。

②强化管理，降低污染风险

建议地方政府加强交通、环境保护、水行政等主管部门的协调工作，全面实施水源保护区的交通保护措施，降低交通运输产生的环境污染事故。需严格遵守相关规定，尤其是危险运输品的运输安全管理，严格禁止危险运输品的无照、超载等违规运输。

③全面协调，落实相关措施职责

为预防区域交通道路的环境污染事故，主要采取的措施如下：

首先，应成立地方政府应急办建立危险化学品运输联席会议制度和通报制度。组织安监、公安、消防、交通、质监、环保、卫生等有关监管部门参加的危险化学品运输联席会议制度，定期通报危险化学品运输管理情况。同时，建立危险化学品道路运输通报制度，危险化学品道路运输转移联单由所在地和接收地的公安部门核准后，将道路运输转移联单连同详细路线图和运行时间表，移送安监、交通运管、环保部门等有关部门采取必要的防范应对措施。

其次，加强职责部门的监管职责，有效预防危化品运输事故。一是公安交警部门要严把危险化学品运输车辆的新车上户关和车辆年检审验关，严禁不合格车辆非法上路；二是质量监督部门要严把槽罐容器检验关。对于槽罐车的载质量、容积和外形尺寸按介质实际密度进行核定，坚决杜绝“大罐小标”私自改装行为；三是交通运管部门要严把运输市场准入关，进一步强化运输危险化学品企业责任，加强对挂靠经营行为的管理。

第三，交通部门在上游主要河流和人口稠密区的公路设置危险化学品运输车辆警示标志，通过的涉危车辆应由交警部门对通过时间、路线、承运的危险货物、重量等进行审批，并由交警部门通报沿线安监、公安、消防、环保等相关部门做好应对工作。

（4）水质预警监控防范措施

随着库区的社会、经济的不断发展，库区水质面临的水质风险也随之增加，为保障水质安全，需要遵循《中华人民共和水污染防治法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国传染病防治法》、《城市供水条例》和《城市供水水质管理规定》（建设部令第 156 号）、《泾河流域陕西段水污染防治规划》等相

关规定，建立完善的水质预警监控措施。首先，全面落实陕西省人民政府关于《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》的批复（陕政函〔2016〕262 号）及《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》提出的水库上游监管能力建设，包括泾河干流断面水质自动监测站（泾河入陕后面、长武断面）、黑河入陕水质自动监测站等环境监管能力建设，形成陕西比较完善的水质自动监测系统。其次，咸阳市水行政主管部门要把保障供水安全作为水资源管理和保护的首要目标，加强水利工程调度、环境治理、生态修复和水土保持等综合措施，保障水库水量和水质要求。其次，建立和完善管理和保护的组织机构，强化日常监督管理，制订和落实重要水库保护办法和各项工作制度。第三，在现有监测系统（监测网）的基础上，提出监测站网及监测能力建设方案，及监测点、监测频率、监测项目、定期公布的意见；建立健全动态监测体系，定期监测水质状况，发现重点污染物排放总量超过控制指标，或者水功能区水质尚未达到水域使用功能对水质要求的，应及时报告咸阳市人民政府采取治理措施。供水单位应按规定定期进行原水水质检测，原水水质不符合《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）、《城市供水水质标准》（CJ/T206-2005）时，应及时采取相应措施，并报告当地人民政府城市供水、水利、环保主管部门。

（5）电站溢油环境风险防范措施

为降低东庄水电站漏油污染风险，建议水电站严格按照《电力变压器运行规程》（DLT 572 ～2010）、《电力变压器检修导则》（DLT 573～2010）、《水轮机运行规程》（DLT 710～1999）、《立式水轮发电机检修技术规程》（DLT 817～2002）、《水轮机调速器及油 压装置运行规程》（DL/T792～2001）、《变压器环境意识设计导则》（GBT 28180～2011）、《油式电力变压器运行规程》（GB/T15164）、《油浸式电力变压器技术参数和要求》（GB/T 6451-2008）等规定，进行水轮机、变压器等设备检修时，做好油污废弃物的收集，在变压器维护和维修过程中，需要遵守以下规定：使用易于替换的标准零配件，以及标准化、系列化的零部件，防止有害物质泄漏等；在水轮机维修过程中，严格遵守相关规定，做好泄漏油污的防护、收集、处理措施；油色、油位不正常，变压器保护失灵，变压器大量漏油、渗油，变压器套管损坏，如有闪络痕迹、破损等不能使用变压器；需要在日常工作中加强发电机轴承油槽油位、油色正常，无渗漏等，在水轮机压油罐手动充气

时，应注意油罐油位、油压变化，充气未完，操作人员不得离开；油库内必须配备灭火器及消防栓，油库内一般不能进行明火作业，如若进行明火作业办理动火工作许可，并作好灭火措施；油库内严禁吸烟；库内应使用防爆灯及防爆电器；油库是电站重点防火部位应悬挂“严禁烟火”安全警示牌。

同时，为防范溢油环境风险事故造成的影响，并有效降低污染事故对取水水质的危害，应制定环境风险应急预案，并需成立风险应急组织指挥系统，统一组织协调和指挥溢油等环境风险事故的应急反应和处置，溢油应急指挥系统可由溢油应急指挥部（可由东庄水利枢纽建设有限责任公司和咸阳水务局组成）、溢油应急技术保障组（可由咸阳环境保护局和公安局组成）、溢油应急反应组（可由咸阳水电局、环境保护局、公安局和工程运行管理单位组成）、溢油应急后勤保障组（可由咸阳环保局和工程运行管理单位组成）。其中，应急技术保障组对溢油应急反应行动及时提供专业咨询，对溢油事故处理总结提供参考意见，对未来的河面上溢油应急行动提出改进措施和方案；应急反应组将根据溢油应急反应指挥部的决策，具体组织溢油应急反应行动，包括取水水质监测、油污染拦截处理等；后勤保障组则安排好溢油应急行动的车船服务、物资供应、医疗救助等事项。

（6）水质风险预警监控监测方案

为应对突发性环境污染事件的影响，避免或减轻水库遭受污染而影响水质，提高突发污染事件的应对能力，及时、有效地处置各种环境污染事件，保障供水安全，维护政治、经济和社会稳定，制定水库水质预警监控监测方案。

监测点位：监测内容有东庄水库水质、库尾泾河入流水质、库区三水河入库水质、附近污染源排污情况、东庄水库下泄水质等。

检测指标：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的 24 项常规水质检测指标，以及叶绿素 A、藻类总密度。

监测频次：根据事件级别确定监测频次，水环境预警分为特别重大（I 级）、重大（II 级）、较大（III 级）和一般（Ⅳ）四级，事件分级规定参见《国家突发环境事件应急预案》。

表 6.4-1 水质常规监测频次

事件级别	监测频次
Ⅳ级（一般）	每月 1 次，（其中取水口 4 月起每天一次）
Ⅲ级（较大）	每月 2 次，（其中取水口 4 月起每天一次）
Ⅱ级（重大）	每周 1-2 次，其中取水口 4 月起每天一次
Ⅰ级（特别重大）	每天 1 次，可根据事态加密监测

入湖河流监测项目和频次：原则上监测频次为每月监测一次，如发生预警时，相关区域入湖河流进行加密监测。

自动监测项目和频次：根据自动监测仪器的实际状况确定。

（7）水库水质风险的应急水源替代措施

鉴于水库上游水质达标存在不确定性和上游的主要污染源风险，结合东庄水利枢纽工程向供水对象（西咸新区、富平区域、铜川区域、三原县城）均需要利用区域已有的水库进行必要的调蓄，在东庄水库来水水质不满足水质标准时，需要停止向供水对象的工业供水，利用供水对象区域已有的水库进行应急供水；供水对象区域的水库水量难以满足需求时，需要利用供水对象的其他水源（引汉济渭、地下水、地表水）进行应急替代，降低水库水质不达标对供水区域的供水安全影响。供水区域人民政府制定城市供水安全保障应急预案，形成有效的预警和应急机制，在紧急情况下，开展地表水与地下水联合调度，合理调度应急储备水源；制定特殊情况下的区域水资源配置和供水联合调度方案。

6.4.5 施工期环境风险防范措施

（1）油库、炸药库管理措施

对于工程使用的易燃易爆危险品（包括油库、炸药储存仓库），除应按照国家关于易燃易爆危险品管理规定做好管理以外，还需加强危险品、易燃易爆物品运输管理等规定。运输必须严格履行审批登记手续，符合安全管理规定要求，运输中必须认真执行有关安全规定。

装卸爆炸物品、油料应当在白天进行，要有专人负责组织指挥。装卸人员必须懂得装卸爆炸物品、油料安全常识；装卸现场应设置警戒，禁止无关人员进入。装卸时严禁摩擦、撞击、抛掷、拖拽。装载高度不得超过车厢，车厢与爆炸物品之间必须辅设软垫。包装要牢固、严密，车辆要有帆布覆盖并设有明显标志。

设计中针对油库、炸药库在生产中各种不安全因素，采取必要的措施，平面布置距离符合现行规范的要求，在油库罐区周围设防火堤，在罐区设有控制系统、消防监控系统、火灾报警系统统。防爆区内电气设备严格按防爆等级选型，建筑防火按规范要求设计。油库及炸药仓库的布置应满足《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）、《水利水电工程施工总布置设计规范》（SL 487-2010）等相关安全生产规范要求，与居民点和施工生活区保持必要的安全防护距离，并严防闲杂人员进入或在周围活动。油库、炸药仓库必须严格管理制度，设立醒目的物品存放标志和禁烟、禁火标志，其建筑结构应隔热防潮并设有安全警报系统。同时，发放炸药雷管、导爆管等爆破器材时应轻拿轻放，分别发放，应按爆破器材出厂时间和有效期先后顺序发放使用。在指定或允许的地点加工爆破器材时，严禁挤压、撞击、磨擦、抛扔及混装。机械设备必须防爆，并有导除静电的接地装置。装卸和搬运中，严禁滚动、摩擦、拖拉等危及安全的操作。作业时禁止使用易发生火花的铁制工具及穿带铁钉的鞋。

油库油罐，应按设计规定装油，不能混装。油库必须至少有如下制度：油库安全管理制度、用火管理制度、外来人员登记制度。油库油罐区域设置防火堤，一旦发生事故，油料外泄，泄漏油料和含油消防水可有效控制在储存区域内，不会外排到环境中，同时在雨水排放口、大门等位置设置应急拦截的沙袋等设施，一旦发现有油料溢出可以进行阻截，有效地防止其流入周边水体。少量油料泄漏情况下，通过及时现场清理。为阻断事故泄漏油料和消防水进入环境，收集事故泄漏油料和事故消防水，设置防控措施防范事故泄漏原油和污水进入外环境。当储罐区发生泄漏事故时，应立即启动相应应急处理措施：在泄漏储罐区外围设置隔离警戒线；坚决杜绝外部火源进入警戒区；调集收集器材和设备；佩戴防护器具的专业抢维修人员进入泄漏罐区，实施泄漏封堵和泄漏物质收集；泄漏罐区的善后清理。冲洗受污染的泄漏罐区围堰内地面，开启连通泄漏事故罐区的污水管网阀门，将冲洗污水输送到污水处理场；在泄漏事故时，采取以上措施，避免泄漏介质排入水环境，产生次生环境污染事故。

建立出入库检查、登记制度，收存和发放民用爆炸物品必须进行登记，做到账目清楚，账物相符；仓库应当指定专人管理、看护，严禁无关人员进入仓库区内，严禁在仓库区内吸烟和用火，严禁把其他容易引起燃烧、爆炸的物品带入仓

库区内，严禁在库房内住宿和进行其他活动；库内必须整洁、防潮和通风良好，要杜绝鼠害；库内严禁烟火和明火照明，严禁用灯泡烘烤爆破器材；做好防火、防盗、防爆炸工作，配备好消防器材。

（2）施工管理措施

制定严格的施工爆破作业安全操作程序，定期培训施工人员，严格按照规程操作，加强施工安全的宣传教育。爆破前应有明显的警示音，并确定爆破影响区内无人员，方可爆破。加强施工设备维护，配备备用电源，一旦发生事故，废水处理设施不能正常运转时，应立即停止施工，进行设备修理，待设备恢复正常后，方可开始施工。施工期间注意水情预报与当地气象预报，要发生强暴雨时，不能麻痹大意，必须做好预防工作。

炸药库、油库区域要悬挂或张帖相应的安全标志和警示牌。地面爆破器材仓库（工棚）、油库应有防雷措施。露天存放的桶装油料，要尽量隐蔽、遮盖，垛位四周应设排水沟。油罐装至安全容量，油罐内壁涂防锈漆，定期清洗；夏季露天装轻质油料的油罐要设法降温；油罐、复土卧式油罐在油温基本稳定后，应采用密封储油等措施，改善保管条件，减少自然损耗，延缓质量变化。

炸药库、油库区域要配备相应的消防器材，消防设备属于灭火专用，不准移作它用。

工程施工安全方面，应加强施工安全管理，严格遵守《水利水电工程施工通用安全技术规程》（SL398-2007）、《水利水电工程土建施工安全技术规程》（SL399-2007）、《水利工程建设安全生产管理规定》（水利部令第 26 号）等相关规定，施工单位、业主、监理单位等在施工过程安全管理中，需统筹兼顾，不留死角，集中力量抓好重点；工程监理单位和施工单位做好现场施工技术管理工作，确保现场建立起正常的安全文明施工秩序，并协调解决工程建设中有关安全文明施工的重大问题；重视施工高峰期的施工安全，注意其它施工期间各个安全环节；严格控制关键工序安全操作规程，全面抓好一般工序施工的安全要求；抓好关键部位施工对象的施工安全，保证全部施工对象的安全生产，通过要求施工单位实行标准化作业，规范施工行为，以及建立安全监理日常巡视、例会等制度，落实安全生产管理。只要严格做好施工安全管理，施工事故风险是可以防范和避免的。

工程施工爆破中，严格遵守《爆破安全规程》（GB6722-2011）、《爆炸危险

场所安全规定》（劳部发〔1995〕）、《水电水利工程爆破施工技术规范》（DL/T5135-2013）、《土方与爆破工程施工及验收规范》（GB 50201-2012）等相关规定，爆破施工前，应通告全体施工人员和附近居民，告知警戒范围、警戒标志和声响信号的意义，以及发出信号的方法和时间。爆破工作开始前，必须确定警戒区的边界，并设置明显的标志；施工单位在进行爆破施工前，应制定爆破施工安全事故紧急预案。

（3）生产废水、生活污水风险防范措施

对生产废水处理系统进行有效的管理，可最大程度地避免事故的发生及可能带来的各种不利影响。为保证废水处理系统各设施正常稳定运行，操作人员应严格按照操作技术规程，进行正确的操作和定期的维护。

1） 按照“三同时”要求，为保证废水处理系统的有效运行，建设单位应把废水处理系统的建设与有效运行作为合同的条款之一纳入工程承包合同。

2）环境监理单位应定期对废水处理系统的管理运行进行监督检查，及时掌握废水处理系统的运行情况，对不良情况提出口头或书面的整改意见。

3）组织废水处理站的管理维护人员在上岗前接受专项技术操作培训，以保证各项废水处理设施的良好运行。

4）在正式运行前进行调试，确定混凝剂的最佳投加量，确保出水水质达标和运行费用的优化。

5）沉砂和污泥的及时处理是废水处理系统正常运行的关键。因此在运行管理中一定要特别重视泥渣的及时清运。

6）废水处理系统的运行、管理费应专款专用，以保证废水处理系统的正常运行。

7）一旦发生事故，应立即停止砂石料加工系统的施工生产，从源头上控制污废水的产生，待环保设施恢复正常后才可进行施工。

8）施工生存过程中，若出现施工废水事故排放，应立即停止生产，停止废水的排放，尽快找出事故原因，使处理设施正常运转。

（4）传染病风险防范措施

根据《突发公共卫生事件应急条例》及东庄水利枢纽工程可能暴发的传染病

情况提出预防措施和应急预案。

东庄水利枢纽工程传染病应急预案应该包括以下内容：

1）传染疾病发生后，立即向当地县级以上（包括县级）卫生行政主管部门报告，组织专家对其进行综合评估，初步判定突发事件的类型。

2）对传染病病人和疑似传染病病人，采取就地隔离、就地观察、就地治疗的措施；对于需要治疗和转诊的，送到当地行政主管理部门指定的医院进行治疗。

3）对传染病病人、病原携带者、疑似传染病病人污染的场所、物品，应当实施必要的卫生处理。

4）加强施工区及施工区下游的泾河河段水质监测，实时了解泾河水质变化情况。

5）根据传染性疾病种类、可控制程度，提出是否停工，并且加强施工区环境消毒管理。

总之，在工程建设过程中，施工区及周围地区存在传染病发生、流行风险的发生概率主要受自然因素和人为因素影响，只要采取有效的卫生防疫措施、加强施工区管理；一旦出现传染病暴发，立即启动应急预案，将有效地控制传染病发生风险。

6.4.6 湿地生态风险防范措施

生态风险是生态系统及其组分所能承受的风险，它指在一定区域内,具有不确定性的事故或灾害对生态系统及其组分可能产生的作用，这些作用的结果可能导致生态系统结构和功能的损伤，从而危及生态系统的安全和健康。生态风险评价的关键是调查生态系统及其组分的风险源，预测风险出现的概率及其可能的负面效果。湿地生态风险评价研究侧重于研究湿地主要风险源(自然和人为等因素)可能对湿地造成的危害,提出解决措施，如针对泾河重要湿地、泾渭湿地保护区主要生态风险源，即洪涝、干旱、污染事故对区域生态风险进行分级评价，分析风险源的危害作用，提出湿地生态风险管理对策，等。

为了保护泾河重要湿地及泾渭河湿地自然保护区，依据《湿地生态风险评价技术规范》（GB/T27647-2011）等相关技术规范，及时做好湿地生态风险评估。依据《环境影响评价技术导则　生态影响》（HJ 19-2011）、《环境影响评价技术导则　总纲》（HJ2.1-2011）等技术规范，开展泾惠渠渠首-泾河入渭口的湿地生

态系统的监测和跟踪评价（包括泾河重要湿地、泾渭湿地自然保护区），及时开展工程环境影响后评估工作，重点关注湿地生态系统自然环境要素（水环境、土壤环境、水文情势）、重要湿地植被、珍稀保护鸟类以及湿地自然保护区的不同功能区保护要求等。根据水环境、土壤环境、植被、动物、生物入侵等提出明确生态风险防范和应急处理预案。

尤其在工程运行后 3~5 年内，通过实地监测工程运行带来的湿地生态系统变化，与前期开展的湿地现状调查资料做好对比分析，评估湿地生态系统的变化，重点评估东庄水库工程下泄生态水量及洪水漫滩对于泾河下游湿地生态系统的影响，对于下泄生态水量和洪水漫滩对于湿地动植物的建群种、优势种、标志种等影响，若出现湿地动植物种类较大的变化，应及时召开水库工程调度运行方式专项论证，实施生态适应性调度，增大生态流量下泄量，以防范下游泾河重要湿地和泾渭河湿地自然保护区湿地退化的生态风险。

6.4.7 小结

东庄水利枢纽工程运行期环境风险主要是水污染事故风险（包括库区入库水质不满足水功能区划、工矿企业污染风险、交通事故污染、水电站油污染风险等），施工期环境风险主要是施工生产生活废水直接排放、施工燃油存储设施发生火灾爆炸、油库发生泄漏等造成的水污染风险。

在 2030 年入库水质不能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类情景下，东庄水库水质难以满足水功能区划水质目标，存在较大的水质污染环境风险，需要全面落实陕西境内泾河水污染防治规划提出的相关措施和进一步加大陕西境内流域水污染治理力度，落实国家关于陕甘控制断面水质考核相关要求，上游要全面落实甘肃省、庆阳市等水污染防治工作方案，消减污染物排放量，保障水功能区水质达标；建立比较完善的水环境监测体系，提高水质风险预警能力。

为了防范下游泾河湿地和泾渭河湿地自然保护区生态退化的风险，及时开展下游湿地生态系统的监测和跟踪评价，及时开展工程环境影响后评估工作，若出现湿地动植物种类较大的变化，应及时召开水库工程调度运行方式专项论证，实施生态适应性调度，增大生态流量下泄量，以防范下游泾河湿地和泾渭河湿地自然保护区湿地退化的生态风险。

7 水源区、受水区水污染控制措施

7.1 水源区水污染防治规划

7.1.1 编制需求及基本思路

（1）编制需求

泾河是渭河第一大支流，水质好坏直接关系到渭河，泾河水质改善也是《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》目标实现的重要保障。依据国家“水十条”、陕西省“水十条”及渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案等的要求，泾河入渭断面水质 2020 年前达到功能区要求，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。考虑东庄水库建成后可能对库区水质及下游入渭水质的影响，有必要对泾河流域陕西段水污染防治工作进行安排布署，开展泾河流域陕西段水污染防治规划。

（2）编制基本思路

泾河流域陕西段水污染防治规划编制中充分考虑到与陕西省水污染防治规划、渭河流域水污染防治以及市县水污染防治工作的一致性，在系统梳理《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017 年）》（陕政办发〔2015〕38 号）、《咸阳市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案》（咸政办发〔2015〕87 号）、《西安市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（市政办发〔2015〕40 号）》及流域内彬县、长武、旬邑、礼泉、乾县、泾阳、高陵等县区水污染防治方案及咸阳市、礼泉县、泾阳县等环境保护“十三五”规划、泾河流域综合规划等基础上，对省、市、县（区）水污染防治方案中的规划目标、规划内容进行整理，省市县水污染方案中对泾河水质控制目标：泾河长武段、彬县段、泾阳段水质均达到水功能区划要求的Ⅲ类水质，主要支流黑河、三水河达到 III 类水质、泔河达到 IV 类水质；排污口水质控制要求：直接排入渭河干流、支流的排污口污染物浓度达到《黄河流域（陕西段）污水综合排放标准》一级标准。

泾河流域陕西段水污染防治规划的关键控制断面：亭口镇断面、香庙乡断面

分别为泾河干流长武、彬县县界控制断面及彬县、淳化县界控制断面，马东村断面为泾河干流入渭口断面，其中泾河干流东庄水库上游控制单元（控制断面包括亭口镇、香庙乡断面）水质目标为III类，东庄水库下游控制单元（控制断面为马东村断面）水质目标为III类，省、市、县水质目标以及水污染防治管理的控制断面一致、水质目标一致，水环境容量均是在上述控制断面水质目标要求下进行。

泾河流域陕西段水污染防治规划的近期为2020年，远期为2025年。近期污染防治任务与省水十条及市县区水污染防治工作任务相一致，近期水污染防治工程项目来源为流域相关市县“国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要”、“渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017年）”、“‘十三五’环境保护规划”，相关县区陕西省环保厅《2016年度陕西省水污染防治工作方案项目库》、《咸阳市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017年）》及相关县区水污染防治巩固提高三年行动方案及陕西省水利厅《关中水系规划报告》（2015年）中泾河流域相关污染治理及生态修复工程，规划近期工程建设内容已经将市县区水污染方案的相关内容纳入，没有规划新增的水污染防治措施。泾河流域陕西段水污染防治规划中近期规划任务与省市县区水污染防治方案中措施任务一致，目前部分项目已经进入实质性阶段，随着水污染防治方案的实施，规划确定的近期污染防治任务的落实都是有保障的。

环评报告书中泾河流域陕西段水污染防治规划的相关内容来自《泾河流域陕西段水污染防治规划》（陕西省环境科学研究院 陕西省污染减排工程技术研究中心，2016），且《泾河流域陕西段水污染防治规划》已经陕西省政府以陕政函〔2016〕262号文进行批复。

7.1.2 编制思想、原则

（1）指导思想

以国务院印发的“水污染防治行动计划”为技术纲领，遵循“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的原则，按照“水系统筹、集中连片；防治并举、保护优先；目标导向、四效统一；综合施策、持续发展”的思想，以流域为单元，以流域生态安全为目标，解决流域水环境及水生态问题，以水环境质量改善为核心，加强流域协同治理，上游甘肃来水应保证入境断面水质达到《地表水环境质

量标准》（GB3838-2002）III 类标准，深化流域水污染防治。统筹采取饮用水水源地保护、污染治理和水生态修复等措施，逐步实现流域生态系统完整性、改善河流生态功能、保证水质良好、保护生物多样性，维护河库健康。

规划全面落实《陕西省水污染防治工作方案》及相关县区泾河流域水污染防治工作方案，也是水污染防治工作方案在泾河流域的具体体现。结合东庄水利枢纽工程建设，泾河流域陕西段水污染防治工作将以保障水库生态功能、泾河流域陕西段及入渭水质为核心，以控制水污染为重点，采取预防为主、防治结合、污染治理和生态保护并重，突出重点、远近结合的方针，加强流域水环境保护和水生态建设，通过综合协调、分类指导，统筹安排流域水污染防治任务，合理布局各类工程项目，实现流域社会经济和环境的协调发展，实现流域水资源、水环境、水生态综合管理，促进区域科学发展。

（2）基本原则

坚持科学发展，人水和谐。坚持以经济和生态平衡发展为导向的协调发展模式，坚持经济社会的发展与水资源、水环境、水生态承载能力相适应，统筹考虑流域突出水问题，明确整治与保护目标任务，系统谋划整治重点，科学设计治理方案，合理、有序、科学地开发利用和保护流域生态环境。

坚持综合施策、协调发展。统筹考虑水资源节约保护与合理配置、防洪减灾、水源地保护、水污染防治和生态修复等治理内容，综合实施山水林田库整治与保护工程，注重流域管理能力和制度建设，积极创新流域市场管理模式，推进流域水生态补偿，探索流域综合整治与保护的新模式。统筹协调上下游、左右岸、干支流、流域内外、开发与保护、建设与管理等关系，促进流域经济社会协调发展。

坚持因地制宜、突出重点。以实地调研为基础，科学评估诊断流域上、中、下游特点及现状存在的主要水问题，确定流域水污染防治的重点和目标，并依据治理措施的重要性、前期工作基础、资金筹措情况等，合理分解治理目标，分步安排治理措施，稳步推进综合整治与保护。

部门协作、形成合力。泾河流域（陕西段）水污染防治项目由陕西省财政厅陕西省水利厅及陕西省环保厅组织，咸阳市政府具体负责，建立水利、环保、林业、农业等多部门协作机制，各级部门在实施区域、实施重点、项目实施与保护

措施上协同配合，通力合作，形成合力，既分工负责又协作推进，充分发挥综合效力。

7.1.3 规划范围、指标

（1）规划范围和时限

规划范围：泾河流域陕西段，流域面积 9246km^2。

规划时限：基准年 2014 年；

规划近期 2020 年，规划远期 2025 年

（2）规划目标和指标

2020 年，泾河入渭水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。东庄水库建成后，库区及供水水质达到Ⅲ类标准。

7.1.4 水污染防治单元

（1）陕西境内流域水污染防治单元

以保障泾河东庄水库水质、水库下游泾河入渭水质达标，将泾河流域陕西段划分为两大分区，即Ⅰ区泾河东庄水库上游污染防控区、Ⅱ区水库以下泾河入渭前污染治理区。分区特征详见表 7.1-1。

按照控制单元污染源分布及功能区划，采取不同水污染治理：水库上游为污染防控区，以生态保护及修复的预防为主；东庄水库保护区主要为峡谷地带，基本无工业污染源，主要考虑植被恢复及限制开发为主；水库下游泾河入渭区为平原地带，人口密集，工业企业较多，主要以水污染治理为主。

以保障泾河东庄水库水质、水库下游泾河入渭水质达标，将泾河流域陕西段划分为两大分区：Ⅰ区泾河东庄水库上游污染防控区，Ⅱ区水库以下泾河入渭前污染治理区。东庄水库上游的Ⅰ区划分为 3 个控制单元，水库下游的Ⅱ区为 1 个控制单元。陆域水污染控制单元范围及控制断面见表 7.1-2。

表 7.1-1 泾河流域陕西段水污染防治规划分区

分区编号	分区名称	分区范围	主导功能和发展方向
Ⅰ	泾河东庄水库上游污染防控区	泾河干流入境断面-东庄水库 171km；汇入支流：黑河、三水河	水库水质达标保障区：水源涵养、水土保持及生态建设、污染防控
Ⅱ	水库以下泾河入渭前污染治理区	泾河干流东庄水库断面-马东村断面约 87.5km；汇入支流：泔河	入渭水质达标保障区：污染治理

表 7.1-2 流域陕西段水污染防治规划控制单元划分

控制单元	控制单元名称	控制断面	断面类型	涉及的行政区范围
Ⅰ-1	长武县控制单元	干流：亭口断面	县界（长武-彬县）	长武县
Ⅰ-2	彬县控制单元	干流：香庙乡断面	县界（彬县-淳化）	彬县
Ⅰ-3	旬邑、淳化县控制单元	干流：东庄水库库区断面	淳化-东庄水库	旬邑县；淳化县；彬县；永寿县
Ⅱ	泾阳、礼泉控制单元	干流：马东村断面	泾河入渭口	泾阳县；高陵县；礼泉县；永寿县

根据预测规划近、远期控制单元用水和污水量结果见表 7.1-3 至表 7.1-4。

表 7.1-3 2020 年各控制单元城镇生活及工业用水和排水量

控制单元	用水量（万 m^3/a）			排水量（万 m^3/a）		
	工业	生活	合计	工业	生活	合计
Ⅰ-1	745.02	383.25	1128.27	596.02	325.76	921.78
Ⅰ-2	1257.98	821.25	2079.23	1006.38	698.06	1704.45
Ⅰ-3	314.26	547.50	861.76	251.40	465.38	716.78
Ⅰ区小计	**2317.26**	**1752**	**4069.26**	**1853.8**	**1489.2**	**3343.01**
Ⅱ区	**2632.42**	**3697.45**	**6329.87**	**2105.94**	**3142.84**	**5248.76**
合计	**4949.68**	**5449.45**	**10399.13**	**3959.74**	**4632.03**	**8591.77**

表 7.1-4 2025 年各控制单元城镇生活及工业用水和排水量

控制单元	用水量（万 m^3/a）			排水量（万 m^3/a）		
	工业	生活	合计	工业	生活	合计
Ⅰ-1	924.57	550.06	1474.63	739.66	467.55	1207.21
Ⅰ-2	1561.15	1003.75	2564.90	1248.92	853.19	2102.11
Ⅰ-3	389.99	803.00	1192.99	311.99	682.55	994.54
Ⅰ区小计	**2875.71**	**2356.81**	**5232.52**	**2300.57**	**2003.29**	**4303.86**
Ⅱ区	**3266.83**	**4874.22**	**8141.04**	**2613.46**	**4143.08**	**6756.54**
合计	**6142.55**	**7231.02**	**13373.57**	**4914.04**	**6146.36**	**11060.40**

控制单元现状、规划近、远期主要污染物排放统计见表 7.1-5 至表 7.1-6。

表 7.1-5 2020 年各控制单元污染物汇总（单位：t/a）

控制单元	COD				NH_3-N				TP			
	工业	生活	农业面源	合计	工业	生活	农业面源	合计	工业	生活	农业面源	合计
Ⅰ-1	298.01	660.49	31.48	989.98	71.52	74.94	33.32	179.78	2.98	3.08	43.4	49.46
Ⅰ-2	503.19	1202.2	19.44	1724.83	120.77	140.41	23.22	284.4	5.03	10.15	26.07	41.25
Ⅰ-3	125.7	916.49	59.65	1101.84	30.17	92.85	44.88	167.9	1.26	7.98	52.64	61.88
Ⅰ区小计	**926.9**	**2779.18**	**110.57**	**3816.65**	**222.46**	**308.2**	**101.42**	**632.08**	**9.27**	**21.21**	**122.11**	**152.59**
Ⅱ区	**1052.96**	**5026.49**	**4978.21**	**11057.66**	**252.71**	**392.84**	**341.94**	**987.49**	**10.53**	**40.26**	**697.23**	**748.02**
合计	**1979.86**	**7805.67**	**5088.78**	**14874.31**	**475.17**	**701.04**	**443.36**	**1619.57**	**19.80**	**61.47**	**819.34**	**900.61**

注：城镇生活源污染物量为未经处理的产生量；工业源为达到《黄河流域（陕西段）污水综合排放标准》（DB61/224-2011）一级标准的预测量。

表 7.1-6　2025 年各控制单元污染物汇总（单位：t/a）

控制单元	COD				NH_3-N				TP			
	工业	生活	农业面源	合计	工业	生活	农业面源	合计	工业	生活	农业面源	合计
Ⅰ-1	369.83	1085.84	31.48	1487.15	88.76	124.56	33.32	246.64	3.70	7.34	43.4	54.44
Ⅰ-2	624.46	1667.57	19.44	2311.47	149.87	194.71	23.22	367.8	6.24	14.82	26.07	47.13
Ⅰ-3	156	1568.01	59.65	1783.66	37.44	168.86	44.88	251.18	1.56	14.49	52.64	68.69
Ⅰ区小计	**1150.29**	**4321.42**	**110.57**	**5582.28**	**276.07**	**488.13**	**101.42**	**865.62**	**11.51**	**36.65**	**122.11**	**170.27**
Ⅱ区	**1306.73**	**8027.22**	**4978.21**	**14312.16**	**313.62**	**742.93**	**341.94**	**1398.49**	**13.06**	**70.28**	**697.23**	**780.57**
合计	**2457.02**	**12348.64**	**5088.78**	**19894.44**	**589.69**	**1231.06**	**443.36**	**2264.11**	**24.57**	**106.93**	**819.34**	**950.84**

注：城镇生活源污染物量为未经处理的产生量；工业源为达到《黄河流域（陕西段）污水综合排放标准》（DB61/224-2011）一级标准的预测量。

（2）控制单元污染负荷及水环境容量

根据泾河流域计算单元、水质目标、设计水文条件、综合衰减系数等，规划实施后的泾河流域 COD、氨氮环境容量、计算单元及水质目标。 河流控制单元 COD 降解系数 K 取 0.2d^{-1}，氨氮 K 值取 0.3~0.4d^{-1}。

规划水平年泾河流域化学需氧量的环境容量分别为 10152.82 t（2020 年），7339.40 t（2025 年）；氨氮的环境容量容量分别为 1002.13t（2020 年），704.12 t（2025 年）（表 7.1-7～表 7.1-8）。其中泾河干流容量占流域总量的 85%以上。

表 7.1-7 泾河流域 COD 容量计算结果（单位：t/a）

河流名称	起始断面	终止断面	2020 年	2025 年
泾河干流	杨家沟	亭口镇	800.80	800.80
	亭口镇	香庙乡	1317.42	1328.16
	香庙乡	东庄水库	2284.36	2324.57
	东庄水库	马东村（泾河入渭）	4794.77	1921.51
泾河干流小计			**9197.36**	**6375.05**
三水河	马栏镇	旬邑县	148.47	148.47
	旬邑县	甘峪	35.86	37.06
	甘峪	入泾河口	190.13	197.74
三水河小计			**374.37**	**383.27**
泔河	源头	泔河水库大坝	439.66	439.66
	泔河水库大坝	入泾口	141.43	141.43
泔河小计			**581.09**	**581.09**
总计			**10152.82**	**7339.40**

表 7.1-8 泾河流域 NH3-N 容量计算结果（单位：t/a）

河流名称	起始断面	终止断面	2020 年	2025 年
泾河干流	杨家沟	亭口镇	85.15	85.15
	亭口镇	香庙乡	144.21	145.38
	香庙乡	东庄水库	183.20	186.42
	东庄水库	马东村（泾河入渭）	505.80	202.70
泾河干流小计			**918.35**	**619.65**
三水河	马栏镇	旬邑县	12.36	12.36
	旬邑县	甘峪	2.72	2.81
	甘峪	入泾河口	15.09	15.69
三水河小计			**30.17**	**30.86**
泔河	源头	泔河水库大坝	42.24	42.24
	泔河水库大坝	入泾口	11.36	11.36
泔河小计			**53.61**	**53.61**
总计			**1002.13**	**704.12**

水库建成运行前（2020 年），坝址以上、坝址以下化学需氧量的环境容量分

别为 4776.96t，5375.85t，氨氮的环境容量分别为 442.72 t，559.41 t（表 7.1-10）。水库运行后（2025 年），坝址下游天然径流量受水利工程影响明显降低，坝址下游环境容量进而出现明显的下降趋势。

表 7.1-9 泾河流域控制分区容量计算结果（单位：t）

控制分区	化学需氧量		氨氮	
	2020 年	2025 年	2020 年	2025 年
I-1	800.80	800.80	85.15	85.15
I-2	1317.42	1328.16	144.21	145.38
I-3	2658.73	2707.84	213.36	217.28
Ⅰ区小计	**4776.96**	**4836.81**	**442.72**	**447.81**
Ⅱ-1	4794.77	1921.51	505.80	202.70
Ⅱ-2	581.09	581.09	53.61	53.61
Ⅱ区小计	**5375.85**	**2502.60**	**559.41**	**256.31**
总计	**10152.82**	**7339.40**	**1002.13**	**704.12**

规划对东庄水库坝址上游分区段按照河流、湖库模型分别对 TP 环境容量进行估算。若满足库区富营养化库区 TP 浓度阈值要求（0.1mg/L）的情况下，泾河流域坝址上游 TP 环境容量为 36.68 t，若按照库区水质达标（Ⅲ类）要求，泾河上游 TP 的环境容量为 48.44 t（表 7.1-10）。

表 7.1-10 泾河流域东庄水库上游 TP 容量计算结果（单位：t）

控制分区	情景 1	情景 2
I-1	9.46	9.46
I-2	15.46	15.46
I-3	11.76	23.52
合计	**36.68**	**48.44**

注： I-1,I-2 控制单元按照河流模型计算，I-3 按照湖库模型计算；情景 1：河流、东庄水库水质目标要求均为Ⅲ类，即 TP 浓度要求分别为 0.2mg/L，0.05mg/L；情景 2：河流水质目标要求为Ⅲ类，东庄水库 TP 浓度取富营养化发生阈值浓度，即 TP 浓度要求分别为分别为 0.2mg/L，0.1mg/L。

基于环境容量，泾河流域点源、非点源入河系数分别为 0.8，0.2，确定流域主要水污染物总量控制指标：2020 年，泾河流域 COD 排放量 16265.47 t，NH_3-N 排放量 1748.30 t；2025 年，泾河流域 COD 排放量 12990.84 t，NH_3-N 排放量 1322.57 t。控制单元总量控制目标详见表 7.1-11、表 7.1-12。

表 7.1-11 2020 年泾河流域主要污染物总量控制目标（单位：t）

序号	COD 环境容量	总量控制目标	NH_3-N 环境容量	总量控制目标
Ⅰ-1	800.80	**1024.61**	85.15	**145.44**
Ⅰ-2	1317.42	**1661.36**	144.21	**222.60**
Ⅰ-3	2658.73	**3368.15**	213.36	**336.86**
Ⅰ区	**4776.96**	**6054.12**	**442.72**	**704.90**
Ⅱ区	**5375.85**	**10211.36**	**559.41**	**1043.40**
合计	**10152.82**	**16265.47**	**1002.13**	**1748.30**

表 7.1-12 2025 年泾河流域主要污染物总量控制目标（单位：t）

序号	COD 环境容量	总量控制目标	NH_3-N 环境容量	总量控制目标
Ⅰ-1	800.80	**1024.62**	85.15	**145.45**
Ⅰ-2	1328.16	**1674.79**	145.38	**224.27**
Ⅰ-3	2707.84	**3429.54**	217.28	**342.46**
Ⅰ区	**4836.81**	**6128.94**	**447.81**	**712.18**
Ⅱ区	**2502.60**	**6861.90**	**256.31**	**610.40**
合计	**7339.40**	**12990.84**	**704.12**	**1322.57**

库区水体富营养化将成为东庄水库坝址以上河段水污染防治需重点关注问题，TP 将成为水污染控制主要指标之一。选取泾河流域点源、面源排放 TP 入河系数分别为0.7、0.15，确定2025年水库坝址以上区域TP总量控制目标为148.35t（其中 I-1 单元：47.62t，I-2 单元：42.57 t，I-3 单元：58.16 t）。

7.1.5 流域水污染防治

（1）东庄水库上游污染防控区水污染防治

东庄水库上游污染防控区范围为泾河干流入境断面至东庄水库断面约171km，汇入支流包含黑河和三水河等河流。涵盖长武县控制单元、彬县控制单元和旬邑县—淳化县控制单元。功能定位为水源涵养、水土保持、生态建设及污染防控。

上游污染防控区安排工业点源治理工程6项，城镇生活污水处理工程11项，农村面源治理工程 7 项，生态修复工程 13 项，监管能力建设工程 9 项。

① 工业点源污染治理工程

规划安排工业点源污染防治项目 6 项。新增工业废水处理能力 2.24 万 t/d。

② 城镇生活污染治理工程

规划城镇生活污染治理工程 11 项。建设城镇生活污水处理厂 10 座，建设中

水回用工程 1 处，新增生活污水处理能力 3.08 万 t/d，中水利用能力 1.8 万 t/d。

③农村面源污染治理工程

规划安排面源污染治理工程 7 项。建设农村生活污水处理厂 3 座，新增污水处理能力 740 吨/天。建设垃圾填埋场 1 座，库容 10.3 万 m^3，建设垃圾转运工程 1 项。畜禽养殖治理工程 2 项。

③ 水生态保护工程

规划安排水生态保护工程 13 项，其中湿地建设 11 项，河道清淤 1 项，生态护堤 1 项。

（2）东庄水库下游污染防控区水污染防治

水库下游污染治理区范围为泾河干流东庄水库断面-马东村断面，汇入支流为泔河。涵盖泾阳县控制单元和泔河礼泉乾县控制单元，功能定位为入渭前水质达标保障区。东庄水库下游污染治理区安排工业点源治理工程 2 项，城镇生活污水处理工程 10 项，农村面源治理工程 2 项，生态修复工程 12 项，监管能力建设工程 4 项。

① 工业点源污染治理工程

规划安排工业点源污染防治项目 2 项。新增工业废水处理能力 5500t/d。

② 城镇生活污染治理工程

规划安排城镇生活污染治理工程 10 项。建设城镇生活污水处理厂 9 座，中水回用工程 1 项。新增生活污水处理能力 10.54 万 t/d，中水回用 6000t/d。

③ 面源污染治理工程

规划安排面源污染治理工程 2 项。建设沼气工程 2 项。

④ 水生态保护工程

规划安排水生态保护工程 12 项。包含建设湿地 5997 亩，生态浮岛 95 亩，增氧工程 1587 亩。

⑤ 污染负荷消减

规划实施后可削减 COD 12215.44 吨/a，NH_3-N 1437.92 吨/a，TP 115.82 吨/a。其中城镇污水处理及配套设施项目 21 项，可削减 COD 9720.37 吨/a，NH_3-N 1183.85 吨/a，TP 95.90 吨/a；工业污染防治工程项目 8 项，可削减 COD 2409.86 吨/a、NH_3-N 244.27 吨/a，TP 19.07 吨/a；农业面源污染治理工程项目共 9 项，可削减 COD 85.21 吨/a、NH_3-N 9.80 吨/a，TP 0.85 吨/a（表 7.1-13）。主要控制单元治污效益见表 7.1-13，城镇污水处理及配套设施项目为本次污染防治的主要治污措施，其污染削减量占全部项目主要污染物削减量的 80%左右。

表 7.1-13 泾河流域污染负荷消减（单位：吨/年）

污染物类别	控制单元	工业 污染防治项目	城镇污水处理 及配套设施项目	农业面源 污染治理工程项目	小计
COD	Ⅰ区	1907.99	2479.18	85.21	**4472.38**
	Ⅱ区	501.88	7241.19	0.00	**7743.06**
	合计	**2409.86**	**9720.37**	**85.21**	**12215.44**
氨氮	Ⅰ区	181.57	286.29	9.80	**477.06**
	Ⅱ区	62.7	897.56	0.00	**960.26**
	合计	**244.27**	**1183.85**	**9.80**	**1437.92**
TP	Ⅰ区	14.05	24.18	0.85	**39.08**
	Ⅱ区	5.02	71.72	0.00	**76.74**
	合计	**19.07**	**95.90**	**0.85**	**115.82**

7.1.6 水质目标可达性

在规划工程得到全面落实前提下，流域控制单元 COD、氨氮排放量及控制目标可达性分析。近期及远期 COD、氨氮排放量均满足总量控制目标要求，与现状排量比较，COD 近期、远期的静态削减率分别为 8.1%和 14.0%，氨氮近期、远期的静态削减率分别为 1.65%和 3.28%。考虑到 2025 年东庄水库已经建成，TP 控制是防止其水质富营养化的重要指标之一，2025 年泾河 TP 排放量和总量控制目标可达性分析结果见 7.1-27，分析结果表明 TP 总量控制目标可达。“十三五”期间泾河流域水质达到地表水功能区水质目标，即单元控制断面亭口断面、香庙乡断面、泾河桥、马东村断面综合水质达III类。依据控制单元水文、水质及排污等相关数据资料，基于水质模拟，2020 年、2025 年控制单元 COD、NH3-N 排放均满足总量控制目标要求，可以达到控制单元水质目标要求。

7.1.7 规划投资及实施主体

（1）规划投资

根据《陕西省人民政府关于《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》的批复（陕政函〔2016〕262 号）》、《陕西省人民政府关于承诺开展泾河流域（陕西段）水污染防治的函》（陕政函〔2016〕45 号）》等，泾河流域陕西段水污染防治规划项目总投资 246715.08 万元。

按项目类别：工业点源治理项目投资 47099 万元，城镇生活污水处理厂建设项目投资 83075 万元，农村面源污染治理项目投资 3133.03 万元，水生态系统修复与保护项目投资 104448.05 万元，水环境监管能力建设项目投资 8960 万元。

按规划分区：泾河东庄水库上游污染防控区项目投资 126857.52 万元，水库以下泾河入渭前污染治理区投资 119857.56 万元。

（2）实施主体

《陕西省人民政府关于《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》的批复（陕政函〔2016〕262 号）》指出规划是泾河流域水污染防治工作的重要依据，区域内要制定泾河流域水污染防治规划及实施计划，逐项落实，统筹实施，全面抓好水污染防治各项工作。

7.1.8 其他

鉴于目前泾河干流总氮超标，可能成为东庄水库运行后的主要水质污染风险指标，需要采取总氮控制措施，而《泾河流域陕西段水污染防治规划》没有考虑泾河总氮控制指标要求，需要在落实以下措施的基础上，进一步完善《泾河流域陕西段水污染防治规划》。

陕西境内的城镇污水处理厂、工业园区污水处理厂需要根据《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》（发改环资〔2016〕2849 号）、《陕西省水污染防治工作方案》等相关要求，首先根据污水进水特点、排放和再生利用要求，选择提标改造工艺，着力提高设施脱氮除磷能力，提标改造后出水水质，以及结合人工湿地等措施，进一步提高出水水质；其次，提高再生水利用比例，结合再生水用途，选择成熟合理的再生水生产工艺，将污水处理厂尾水经人工湿地等生态处理达标后作为生态和景观用水；第三，区域实行测土配方施肥，推广

精准施肥技；大中型灌区要利用现有沟、塘、窖等，配置水生植物群落、格栅和透水坝，建设生态沟渠、污水净化塘、地表径流集蓄池等设施，净化农田排水及地表径流。到 2020 年，测土配方施肥技术推广覆盖率达到 90%以上，化肥利用率提高到 40%以上，农作物病虫害统防统治覆盖率达到 40%以上；第四，强化农村服务业污水治理，重点加强对“农家乐”的污水治理监管力度，连片开发的“农家乐”实行沼气池建设与改厕、改厨、改圈相结合的“一池三改”的治理措施；规模化畜禽养殖场（小区）应根据污染防治需要，配套建设粪便污水贮存、处理、利用设施等；第五，化对煤化工（化肥、甲醇、焦化）、食品加工（果汁）、电镀、制药（原料药制造）等重点行业的监管，提高稳定达标率。通过对区域的点源、面源污染综合治理，减少总氮排放量。第五，需要强化泾河陕甘断面的水质考核，将总氮指标作为水质评价指标，甘肃方面落实《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》（发改环资〔2016〕2849 号）、《甘肃省水污染防治工作方案》等相关要求，控制区域总氮污染，保障陕甘控制断面水质满足要求。

7.2 受水区水污染防治规划

东庄水库建成之后对受水区有两大影响：首先，下游河道径流受到控制，减少年内丰枯水期水量的悬殊，增加了枯水期的河道水量；平抑了汛期河道洪峰流量，对改善河流全年水质有利。其次，增加了受水区水资源，增加了区域的发展条件和机会，给环境也带来了利和弊。根据国家环境保护部《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》、“三先三后”等相关要求，陕西中圣环境科技有限公司编制了《东庄水库受水区水污染防治规划》（2017），且陕西省水利厅 环保厅以陕水发〔2017〕21 号进行了批复。

7.2.1 编制需求及基本思路

（1）编制需求

结合关中地区水资源条件，陕西省制定了“西水东引，南水北补，东水西进，北部高水高用，积极进行跨流域区外调水”的水资源配置总体布局。根据水资源配置格局，东庄水利枢纽工程是泾河干流唯一可开发利用、具有较大调节库容的控制性工程，其供水范围主要涉及渭北地区的铜川、咸阳、富平等地，供水对象

包括农业灌溉、城市及工业园区生产用水。近期，东庄水利枢纽通过开发利用泾河水资源，在关中北部地区实现高水高用，构建成为渭北地区水资源配置网络中的关键工程，满足渭北旱腰带区域灌溉、工业园区用水需求。远期，将与黄河干流古贤水库一起共同组成泾东渭北地区完善的水资源配置网络系统，共同保障关中渭河以北、黄河以西地区经济社会用水安全。

东庄水库多年平均可供水量 4.41 亿 m^3，其中工业供水量 1.62 亿 m^3，工业供水保证率达 95%，灌溉供水量 2.79 亿 m^3，供水保证率达到 50%。有东庄情况下，除富平县城及工业园 2030 年缺水外，其他各供水对象在供水保证率的情况下，基本达到平衡。

为了贯彻和落实环境保护部《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评〔2016〕114 号）中关于“受水区水污染治理以改善水环境质量为目标，遵循“增水不增污”或“增水减污”原则”，同时根据《陕西省水污染防治工作方案》，到 2030 年全省水环境质量总体改善，渭河水生态系统功能全面恢复，受水区内涉及的河流水环境质量应总体改善同时达到相应地表水环境质量标准的要求，因此有必要开展受水区域水污染防治工作，编制《陕西省东庄水利枢纽工程受水区水污染防治规划》。

（2）编制目的

陕西省东庄水利枢纽工程受水区污染防治规划，以满足陕西省东庄水利枢纽工程受水区域涉及的各水体功能区水质保护要求为规划目标；以西安市、咸阳市、渭南市、铜川市的“十三五”国民经济发展计划、“十三五”环境保护计划和水资源开发利用规划为基础；围绕国务院《水污染防治行动计划》、《陕西省水污染防治工作方案》、《陕西省渭河流域管理条例》、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》的贯彻和实施，立足于解决受水区的水环境问题，并充分考虑各受水区经济发展带来的用水量增加、排污量增加对受水地区水环境质量的潜在影响，加强城市基础设施建设，提高城市污水处理率和生活垃圾处理率，提高水土流失治理率，确保工程建成后受水区内各水体按功能区能够长期、稳定达标。

7.2.2 编制思想、指导原则

（1）指导思想

按照“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的要求，以改善水环境质量、维护人民群众身体健康、保障水环境安全为目标，以流域—控制区—控制单元三级分区体系为框架，以水功能区的限制纳污红线（环境容量）为依据，以污染物总量减排为抓手，以规划项目为依托，以政策措施为保障，综合运用工程、技术、生态的方法，实施受水区水污染综合防治，努力保持和恢复河流、水库的生机与活力，节约水资源，保护和改善水生态环境，促进受水区域经济社会的可持续发展。

（2）基本思路

根据《陕西省水污染防治工作方案》和《陕西省泾河东庄水利枢纽工程供水规划专题报告》的总体要求，通过现场踏勘、资料收集与调查、环境质量现状补充监测等工作，分析工程受水区域内的水环境质量变化趋势，识别区域水环境功能要求及存在的主要环境问题；针对控制流域水环境质量现状和控制区、控制对象的环境污染物排放现状核定控制流域内水体的自净能力；根据水体的最大纳污能力系统评价并确定控制对象的减排任务；针对陕西省泾河东庄水利枢纽工程供水规划实施中存在的问题，对控制区及控制单元新出现的环境问题补充新的规划项目；制定保障措施并提出机制创新建议。

（3）基本原则

分区控制，突出重点。根据流域、控制区、控制对象经济社会发展水平和水环境问题，提出不同的防治要求。突出饮用水源地优先保护原则，对于水环境问题突出、环境风险防范能力薄弱、水体功能高、经济社会发展压力大的控制对象，加强分类指导，确定优先顺序，优先落实防治措施，加大资金投入力度。

统筹规划、综合防治。坚持污染源综合统一控制，以水污染特征和水功能需求为依据，综合运用多种污染防治手段，推进污染负荷削减，不断加强环境风险防范，逐步改善重点区域的水环境质量。

污染防治和生态保护并重的原则。将城市生活及工业污染源控制、农业面源控制、水土保持等措施有机结合起来，强化受水区综合整治。

基于水质、落实管理。以流域水体水质监测为出发点，基于影响控制断面的河流控制单元，核定控制单元的水量、水质、污染源，推行主要污染物总量控制，分解总量控制指标，落实流域、控制区、控制对象的管理措施。

政府引导、明确责任。地方人民政府对辖区内水环境质量负责，是规划实施的责任主体，相关工业园区、企业要切实承担污染治理责任、削减任务，确保稳定达标排放。

“三先三后”原则。严格遵循“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”原则。先考虑节水措施和对节水潜力挖掘，后实施引水；逐年加大治污力度、完善治污措施，后通水；加强流域生态修复工程建设和引水区环境保护，以确保引水水质满足引水要求，后用水。

7.2.3 规划范围、指标

（1）规划范围和时限

规划基准年 2015 年，规划水平年 2030 年。

规划范围：铜川市的铜川新区，渭南市的富平县城、庄里工业园、深陕（富平）新兴产业园，西咸新区的泾河、空港、秦汉新城，咸阳市的三原县城以及泾惠渠灌区，规划区涉及总面积约 2154km^2。

（2）规划目标

立足于解决受水区的水环境问题，并充分考虑受水区经济发展带来的用水量增加、排污量增加对供水地区水环境质量的潜在影响，加强城市基础设施建设，提高城市污水处理率和生活垃圾处理率，提高水土流失治理率，确保工程建成后受水区内各水体按功能区能够长期、稳定达标。

7.2.4 受水区域污染负荷

（1）城镇生活

东庄水库供水对象包括泾惠渠灌区、西咸新区（泾河、秦汉、空港新城）、铜川新区、富平县城及工业园区和三原县城，其中泾惠渠灌区主要是提高供水保障率；西咸新区（泾河、秦汉、空港新城）、铜川新区、富平县城及工业园区和三原县城属于区域新增供水，将会增加区域污染物排放量。

生活用水量以规划水平年各县区城镇人口发展预测结果和用水定额计算，参考咸阳市、渭南市、铜川市、西安市水资源公报中生活用水有关数据，并考虑发展因素，规划水平年城镇用水定额取 120L/人•d，生活污水排放系数取 0.8。根据《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）等相关规划的要求，城镇生活污水收集处理后按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》（18918-2002）一级 A 标准后达标排放。根据《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）和各地市的水污染防治工作方案：“加强工业水循环利用。2020 年底前，经济技术开发区、高新技术产业开发区、出口加工区等工业聚集区铺设再生水利用管网，再生水回用率不低于 30%”。“促进再生水利用：到 2020 年，陕北、关中城市再生水利用率大 20%以上”考虑工业聚集区再生水回用率 30%，其他地区再生水回用率 20%。根据《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）、等相关规划的要求，城镇生活污水收集处理后按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》（18918-2002）一级 A 标准后达标排放进行计算；铜川新区由于已规划实施深度治理，污水厂处理后的尾水 COD、NH_3-N 指标达到 30mg/L、1.5mg/L。

根据西咸新区（泾河、秦汉、空港新城）、铜川新区、富平县城及工业园区和三原县城的规划水平年供水量、平均污水排放系数、化学需氧量和氨氮的平均排放浓度，估算受水区新增污水、化学需氧量和氨氮排放量。根据规划，西咸新区的泾河新城规划建设 3 座污水处理厂，污水处理厂近期处理规模 10 万 m^3/d，远期处理规模 19 万 m^3/d，经过三级处理的污水（中水）作为城市杂用水供水水源，用于景观用水、工业冷却、冲洗用水、市政绿化用水等；近期中水规模 5 万 m^3/d，远期中水规模 9.5 万 m^3/d。秦汉新城规划建设 2 座污水处理厂：空港南区、秦汉西区污水处理厂处理规模 10 万 m^3/d，秦汉东区污水处理厂处理规模 5 万 m^3/d；空港新城规划新建 2 座污水处理厂，污水处理量 11.5 万 m^3/d，处理回用规模 3.5 万万 m^3/d。三原县城现状污水处理厂设计处理能力一期 2 万 m^3/d， 远期规划处理能力 3.4 万 m^3/d，远期规划第二污水处理厂，采用二级生化处理，处理能力 3 万 m^3/d。富平县城现有污水处理厂 1 座，设计规模 1.5 万吨/日，规划建设第二污水处理厂，处理规模 1.0 万吨/日。富平县庄里工业园区污水处理再生水厂建设污水处理厂 1 座，近期新建 1 座污水处理厂，近期处理能力 2.4 万 m^3/d，远期处理能力 9.4 万 m^3/d。通过实施现有、规划的污水处理厂项目，受水区域污水能够得到有效收集、处理。

规划水平年受水区域的城镇生活污水、污染物排放量见表 7.2-1. 规划水平年生活源污染物 COD、NH_3-N 量分别为 8744.07t/a、874.42t/a。

表 7.2-1 规划水平年受水区城镇污染物排放量

流域	行政区	规划水平年污染物量(t/a)			
		用水量（万吨）	污水（万吨）	COD	NH_3-N
泾河流域	泾阳县	2716.55	1521.27	760.63	76.06
	高陵县	1450.26	812.15	406.07	40.61
	渭城区（机场）	347.14	166.63	83.31	8.33
	渭城区[1]	1014.86	487.13	243.57	24.36
	小计	**5528.81**	**2987.18**	**1493.58**	**149.36**
石川河流域	铜川新区	2102.0	1008.96	504.48	50.45
	富平县	4488.25	2513.42	1256.71	125.67
	三原县	1394.11	780.70	390.35	39.04
	阎良区	1163.54	651.58	325.79	32.58
	小计	**9147.9**	**4954.66**	**2477.33**	**247.74**
渭河流域	西安市区	2346.93	1314.28	657.14	65.71
	秦都区	5434.40	3043.26	2422.9	242.29
	渭城区[2]	4669.83	2615.10	1307.55	130.76
	临潼区	1377.04	771.14	385.57	38.56
	小计	**13828.2**	**7743.78**	**4773.16**	**477.32**
合计		**28504.91**	**15685.62**	**8744.07**	**874.42**

（2）工业

工业用水量预测以万元工业增加值用水量结合工业增加值预测进行估算，工业废水产生量按用水量的 80%计，根据《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）和各地市的水污染防治工作方案：“加强工业水循环利用。2020 年底前，经济技术开发区、高新技术产业开发区、出口加工区等工业集聚区铺设再生水利用管网，再生水回用率不低于 30%”。“促进再生水利用：到 2020 年，陕北、关中城市再生水利用率大 20%以上”考虑工业聚集区再生水回用率 30%，其他地区再生水回用率 20%。根据《陕西省人民政府关于印发陕西省水污染防治工作方案的通知》（陕政发〔2015〕60 号）和各地市水污染防治工作方案的相关要求：“工业集聚区工业废水经预处理达到集中处理要求，方可进入污水集中处理设施”。规划水平年（2030 年）再生水回用率考虑在 2020 年基础上分别提高 10%，即工业集聚区再生水回用率 40%，其他地区再生水回用率 30%。按照规划水平年受水区涉及流域内各县区工业污水集中进入污水处理厂处理，处理后水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（18918-2002）一级 A 标准估算，其中

铜川新区由于已规划实施深度治理，污水厂处理后的尾水 COD、NH_3-N 指标达到 30mg/L、1.5mg/L。规划水平年受水区域的工业污水、污染物排放量见表 7.2-2.

表 7.2-2 规划水平年受水区域工业污染物排放量

流域	行政区	规划水平年污染物量(t/a)			
		用水量（万吨）	污水（万吨）	COD	NH_3-H
泾河流域	泾阳县	4242.27	890.88	445.44	44.54
	高陵县	1946.44	408.75	204.38	20.44
	渭城区[1]	4838.00	870.84	435.42	43.54
	小计	**11026.71**	**2170.47**	**1085.24**	**108.52**
石川河流域	铜川新区	6511	468.79	234.40	23.44
	富平县	14565.7	3364.68	1682.24	168.23
	三原县	6668.24	1400.33	700.17	70.02
	阎良区	4556.33	733.57	366.79	36.68
	小计	**32301.27**	**5967.37**	**2983.6**	**298.37**
渭河流域	西安市区	22409.47	3607.92	1803.96	180.40
	户县	11101.34	1787.32	893.66	89.37
	秦都区	17934.85	3766.32	1883.16	188.32
	渭城区[2]	21053.96	4421.33	2210.67	221.07
	临潼区	20753.35	3341.29	1670.64	167.06
	小计	**93252.97**	**16924.18**	**8462.09**	**846.22**
合计		**136580.95**	**25062.02**	**12530.93**	**1253.11**

规划水平年污染负荷见表 7.2-3~表 7.2-4。规划水平年 COD、NH_3-N 污染负荷分别为 21275.00t/a、2127.53t/a，工业源的 COD、NH_3-N 污染负荷占总污染负荷的 58.89%。工业源 COD、NH_3-N 污染负荷主要集中在渭河流域。

表 7.2-3　规划水平年 COD 排放统计（单位：t/a）

流域	行政区	规划水平年（2030 年）			占受水区涉及流域内污染源比例（%）		
		工业源	生活源	合计	工业	生活	合计
泾河流域	泾阳县	445.44	760.63	1206.07	41.05	50.93	46.77
	高陵县	204.38	406.07	610.45	18.83	27.19	23.67
	渭城区	435.42	326.88	761.73	40.12	21.89	29.56
	小计	**1085.24**	**1493.58**	**2578.25**	/	/	/
石川河流域	铜川新区	234.40	504.48	738.88	7.86	20.36	13.53
	富平县	1682.24	1256.71	2938.95	56.38	50.73	53.82
	三原县	700.17	390.35	1090.52	23.47	15.76	19.97
	阎良区	366.79	325.79	692.58	12.29	13.15	12.68
	小计	**2983.6**	**2477.33**	**5460.93**	/	/	/
渭河流域	西安市区	1803.96	0	1803.96	21.32	0.00	13.63
	户县	893.66	0	893.66	10.56	0.00	6.75
	秦都区	1883.16	657.14	2540.30	22.25	13.77	19.19
	渭城区	2210.67	2422.9	4633.57	26.12	50.76	35.01
	临潼区	1670.64	1307.55	2978.19	19.74	27.39	22.50
	渭南市区	0	385.57	385.57			
	小计	**8462.09**	**4773.16**	**13235.25**	/	/	/
合计		**12530.93**	**8744.07**	**21275.00**		/	/

表 7.2-4 规划水平年 NH_3-N 排放统计（单位：t/a）

流域	行政区	规划水平年（2030 年）			占受水区涉及流域内污染源比例（%）		
		工业源	生活源	合计	工业	生活	合计
泾河流域	泾阳县	44.54	76.06	120.6	41.04	50.92	46.77
	高陵县	20.44	40.61	61.05	18.84	27.19	23.67
	渭城区	43.54	32.69	76.23	40.12	21.89	29.56
	小计	**108.52**	**149.36**	**257.88**	/	/	/
石川河流域	铜川新区	23.44	50.45	73.89	7.86	20.36	13.53
	富平县	168.23	125.67	293.9	56.38	50.73	53.82
	三原县	70.02	39.04	109.06	23.47	15.76	19.97
	阎良区	36.68	32.58	69.26	12.29	13.15	12.68
	小计	**298.37**	**247.74**	**546.11**	/	/	/
渭河流域	西安市区	180.4	0	180.4	21.32	0.00	13.63
	户县	89.37	0	89.37	10.56	0.00	6.75
	秦都区	188.32	65.71	254.03	22.25	13.77	19.19
	渭城区[2]	221.07	242.29	463.36	26.12	50.76	35.01
	临潼区	167.06	130.76	297.82	19.74	27.39	22.50
	渭南市区	0	38.56	38.56			
	小计	**846.22**	**477.32**	**1323.54**	/	/	/
合计		**1253.11**	**874.42**	**2127.53**			/

（3）供水对象污染物排放量预测

规划水平年供水对象用水量根据水资源配置进行。工业污水及生活产生量

以用水量的 80%计，根据《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）和各地市的水污染防治工作方案：“加强工业水循环利用。2020 年底前，经济技术开发区、高新技术产业开发区、出口加工区等工业集聚区铺设再生水利用管网，再生水回用率不低于 30%”。“促进再生水利用：到 2020 年，陕北、关中城市再生水利用率达到 20%以上”。规划水平年（2030 年）再生水回用率考虑在 2020 年基础上分别提高 10%，即经济技术开发区、工业集聚区再生水回用率 40%，县城考虑再生水回用率 30%。规划水平年工业、生活用水、污水排放量见表 5.3-70。规划水平年受水对象废水总排放量为 12336.37 万 m^3/a，其中工业为 6281.97 万 m^3/a，生活为 6054.4 万 m^3/a。东庄水库供水排水量为 2586.52 万 m^3/a，占排水总量的 20.97%。

结合《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）等相关规划的要求，城镇工业、生活污水收集处理后排放标准按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》（18918-2002）一级 A 标准后达标排放。规划水平年工业、生活污染物排放量见表 7.2-5，规划水平年供水对象的 COD、NH_3-N 排放量分别为 6168.19t/a、616.82t/a，东庄水库供水新增的 COD、NH_3-N 排放量分别为 1293.26t/a、129.32t/a。

表 7.2-5 规划水平年供水对象排水量预测

受水对象		总用水量（万 m^3/a）			东庄水库供水量（万 m^3）			总排水量（万 m^3/a）			东庄水库排水量（万 m^3/a）			东庄排水占比例（%）		
		工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计
铜川新区		6511	2102	8613	4631	0	4631	468.79	1008.96	1477.75	333.43	0.00	333.43	71.13	0.00	22.56
富平县	庄里工业园	4472	354	4826	1765	0	1765	885.46	169.92	1055.38	349.47	0.00	349.47	39.47	0.00	33.11
	深陕产业园	6061	1882	7943	1733	0	1733	1200.08	903.36	2103.44	343.13	0.00	343.13	28.59	0.00	16.31
	富平县城	2994	1306	4300	500	0	500	691.61	731.36	1422.97	115.50	0.00	115.50	16.70	0.00	8.12
	小计	**13527**	**3542**	**17069**	**3998**	**0**	**3998**	**2777.15**	**1804.64**	**4581.79**	**808.10**	**0.00**	**808.10**	29.10	0.00	17.64
西咸新区	泾河新城	3976	2449	**29312**	2919	0	2919	715.68	1175.52	1891.20	525.42	0.00	525.42	73.42	0.00	27.78
	空港新城	4838	1362	**50681**	1089	0	1089	870.84	653.76	1524.60	196.02	0.00	196.02	22.51	0.00	12.86
	秦汉新城	3371	2019	**97062**	851	0	851	606.78	969.12	1575.90	153.18	0.00	153.18	25.24	0.00	9.72
	小计	**12185**	**5830**	**177055**	**4859**	**0**	**4859**	**2193.30**	**2798.40**	4991.70	**874.62**	**0.00**	**874.62**	39.88	0.00	17.52
三原县城		4013	790	**324798**	2716	0	2716	842.73	442.40	1285.13	570.36	0.00	570.36	67.68	0.00	44.38
合计		**36236**	**12264**	**527535**	**16204**	**0**	**16204**	**6281.97**	**6054.40**	**12336.37**	**2586.52**	**0.00**	**2586.52**	41.17	0.00	20.97

表 7.2-6 规划水平年供水对象污染物排放量预测

受水对象		总污染物量（t/a）				东庄水库污染物量（t/a）			
		COD		NH_3-N		COD		NH_3-N	
		工业	生活	工业	生活	工业	生活	工业	生活
铜川新区		234.40	504.48	23.44	50.45	166.72	0.00	16.67	0.00
富平县	庄里工业园	442.73	84.96	44.27	8.50	174.74	0.00	17.47	0.00
	深陕产业园	600.04	451.68	60.00	45.17	171.57	0.00	17.16	0.00
	富平县城	345.81	365.68	34.58	36.57	57.75	0.00	5.78	0.00
	小计	1388.57	902.32	138.86	90.23	404.05	0.00	40.41	0.00
西咸新区	泾河新城	357.84	587.76	35.78	58.78	262.71	0.00	26.27	0.00
	空港新城	435.42	326.88	43.54	32.69	98.01	0.00	9.80	0.00
	秦汉新城	303.39	484.56	30.34	48.46	76.59	0.00	7.66	0.00
	小计	1096.65	1399.20	109.67	139.92	437.31	0.00	43.73	0.00
三原县城		421.37	221.20	42.14	22.12	285.18	0.00	28.52	0.00
合计		**3140.99**	**3027.20**	**314.10**	**302.72**	**1293.26**	**0.00**	**129.32**	**0.00**
		6168.19		**616.82**		**1293.26**		**129.32**	

鉴于目前的渭河、泾河、石川河水质没有达到现状水质，同时富平区域石川河长期处于断流状态，需要根据《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017 年)》（陕政办发 〔2015〕38 号）、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发 〔2015〕60 号）、《泾河流域陕西段水污染防治规划》、《铜川市渭河流域水污染防治巩固提高暨综合整治三年行动方案（2015－2017 年）》（铜政办发〔2015〕49 号）、《渭南市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015－2017 年）》（渭政办发〔2015〕106 号）、《咸阳市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015—2017 年)〉的通知》(咸政办发〔2015〕87 号)、《西安市水污染防治工作方案》（市政办发〔2016〕64 号）、《西安市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017 年）》（市政办发〔2015〕40 号）等相关要求，进一步采取水污染控制措施（提高污水收集率、处理率、利用率）和保障河流生态流量（加强湖库水量调度管理，完善水量调度方案，采取闸坝联合调度、生态补水等措施，合理安排闸坝下泄水量和泄流时段，维持河湖基本生态用水需求，重点保障枯水期生态基流），降低污染物入河量和增加水体自净能力。同时，对于庄里工业园、深陕富平工业园区需要根据《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发 〔2015〕60 号），集中治理工业集聚区水污染，工业废水必须经预处理达到集中处理要求，方可进入污水集中处理设施，工业集聚区应建成污水集中处理设施，并安装自动在线监控装置；工业园区的钢铁、纺织印染、石油石化、化工、制革等高耗水企业废水深度处理回用。

（4）泾惠渠灌区退水

根据泾惠渠管理局在灌区内主要退水口的水量监测，退水河流主要为泾河、清峪河、石川河、渭河，根据 2010-2015 年灌区的一支、二支、四支、四支、五支、六支、七支、九支等主要渠道的退水量统计，2010-2015 年多年平均退水量为 8267.47 万 m^3。

根据《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17 号）（水十条）、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017 年)》（陕政办发 〔2015〕38 号）、《泾河流域陕西段水污染防治规划》、《陕西省人民政府办公厅关于印发实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（陕政办发〔2013〕77 号）以及各地市水污染防治工作方案、各地市贯彻最严格水资源管理制度考核办法中明确提到：西安市 2020 年农田灌溉水有效利用系数达到 0.710，咸阳 2020 年农田灌溉水有效利用系数达到 0.581、铜川 2020 年农田灌溉水有效利用系数达到 0.570、渭南市 2020 年农田灌溉水有效利用系数达到 0.565。规划年泾惠渠灌区灌溉水利用系数

0.6 估算。规划年退水量占供水量比例按现状年 16.88%。根据关中区域的宝鸡峡灌区、交口灌区等大型灌区的退水水质监测，规划水平年退水污染物 COD、氨氮的排放量分别为 2068.73t、265.7t。

表 7.2-7 泾惠渠灌区规划水平年退水污染物排放量（单位：吨）

河流	退水量（万 m^3）	氨氮	化学需氧量
清峪河	462.01	20.4	158.6
石川河	2663	117.3	914.2
渭河	1450.5	64	497.95
泾河	1450.5	64	497.95
合计	**6026.01**	**265.7**	**2068.73**

鉴于目前的渭河、泾河、石川河水质没有达到现状水质，同时富平区域石川河长期处于断流状态，需要根据《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015-2017 年)》（陕政办发 〔2015〕38 号）、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发 〔2015〕60 号）、《泾河流域陕西段水污染防治规划》、《铜川市渭河流域水污染防治巩固提高暨综合整治三年行动方案（2015－2017 年）》（铜政办发〔2015〕49 号）、《渭南市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015－2017 年）》（渭政办发〔2015〕106 号）、《咸阳市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015—2017 年)〉的通知》(咸政办发〔2015〕87 号)、《西安市水污染防治工作方案》（市政办发〔2016〕64 号）、《西安市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017 年）》（市政办发〔2015〕40 号）等相关要求，需要进一步加大灌区面源污染控制，灌区要利用现有沟、塘、窖等，配置水生植物群落、格栅和透水坝，建设生态沟渠、污水净化塘、地表径流集蓄池等设施，净化农田排水及地表径流；2020 年，测土配方施肥技术推广覆盖率达到 90%以上，化肥利用率提高到 40%以上；开展灌区内的农村环境连片整治，统筹规划农村污水、垃圾治理。加快推广经济实用、简便易行的小型污水处理技术与垃圾处理模式，生活污水处理率≥60%；连片整治示范村庄垃圾定点存放清运率达 100%，生活垃圾无害化处理率≥70%；连片整治示范村庄畜禽粪便得到有效处理且综合利用率≥70％等，减少灌区的污染物排放量。

7.2.5 水污染防治单元

（1）水污染防治单元划分

以泾河、石川河、渭河干流所经受水区县域（区）行政区边界为主，综合考虑支流流域完整性，对接水系的陆域范围，通过空间叠置，以县区界及水系划定一级分区。一

级区划分，可确定分区主导功能和发展方向，有利于因地制宜制定水环境保护和污染防治措施，引导各分区内的社会经济与水环境的协调发展。

依据行政区界及排污去向，按照流域—控制区—控制单元之间的对应关系，以泾河、石川河、清峪河、渭河为干流，各支流入干控制断面为节点，结合水系、县区行政区划、水质断面位置、土地利用、排污特征等诸多因素，以受水对象为最小控制单元，控制单元具体实施水污染防治任务措施，是落实流域及控制区水环境管理政策的基本单元。

（2）水污染防治单元

将受水区包含流域划分为三大分区：Ⅰ区-泾河污染防治区、Ⅱ区-石川河污染防治区，Ⅲ区-渭河污染防治区。依据各分区自然环境、污染特征，确定各分区主导功能和发展方向，分区特征详见表 7.2-8。

表 7.2-8 东庄水利枢纽工程受水区水污染防治规划控制分区

分区编号	控制区名称	控制河流	分区范围	控制单元	涉及行政区范围
Ⅰ	泾河污染防治区	泾河	东庄水库断面-马东村断面；约 87.5km；汇入支流：泔河	泾河新城、空港新城	泾阳县、高陵县、渭城区
Ⅱ	石川河污染防治区	石川河	桃曲坡水库下游断面-石川河岔口断面；约 15.6km；汇入支流：漆水河	铜川新区	铜川新区
		石川河	石川河岔口断面-石川河入渭断面；约 65.1km；汇入支流：、赵氏河、温泉河、清峪河	富平县城、庄里工业园、富平高新开发区	富平县、阎良区
		清峪河	西郊水库下游断面-清峪河入石川河断面；约 51.7km；汇入支流：浊峪河	三原县城	三原县、阎良区
Ⅲ	渭河污染防治区	渭河	兴平断面-天江人渡断面；约 50.5km；汇入支流：涝河、新河、沣河、皂河。	秦汉新城	西安市区、户县、秦都区、渭城区
		渭河	新丰镇大桥断面-沙王渡断面；约 38.1km；汇入支流：戏河、石川河。	泾惠渠灌区	西安市临潼区

在一级分区的基础上，根据干、支流水污染防治工作需要，将泾河流域划分为 2 个控制单元，石川河流域划分为 3 个控制单元，渭河流域划分为 2 个控制单元。受水区水污染防治控制单元划分结果及控制断面见表 7.2-9、图 7.2-1。

表 7.2-9 受水区水污染防治规划控制单元划分

分区编号	控制区名称	控制单元	控制河流	控制断面	控制对象	涉及行政区范围
Ⅰ	泾河污染防治区	泾河、空港控制单元（Ⅰ-1）	泾河	泾河桥断面	泾河新城、空港新城	泾阳县、高陵县、渭城区为北杜镇、底张街办和周陵街办福银高速以北的区域
		泾阳县控制单元（Ⅰ-2）	泾河	马东村断面	泾惠渠灌区	泾阳县、高陵县
Ⅱ	石川河污染防治区	铜川新区控制单元（Ⅱ-1）	石川河	岔口断面	铜川新区	铜川新区
		富平县控制单元（Ⅱ-2）	石川河	石川河入渭断面	富平县城、庄里工业园、富平高新开发区、泾惠渠灌区	富平县、阎良区
		三原县控制单元（Ⅱ-3）	清峪河	清峪河入石断面	三原县城、泾惠渠灌区	三原县、阎良区
Ⅲ	渭河污染防治区	秦汉新城控制单元（Ⅲ-1）	渭河	天江人渡断面	秦汉新城	西安市区、户县、秦都区、渭城区正阳、窑店、渭城、周陵镇福银高速以南的区域
		泾惠渠控制单元（Ⅲ-2）	渭河	沙王渡断面	泾惠渠灌区	西安市临潼

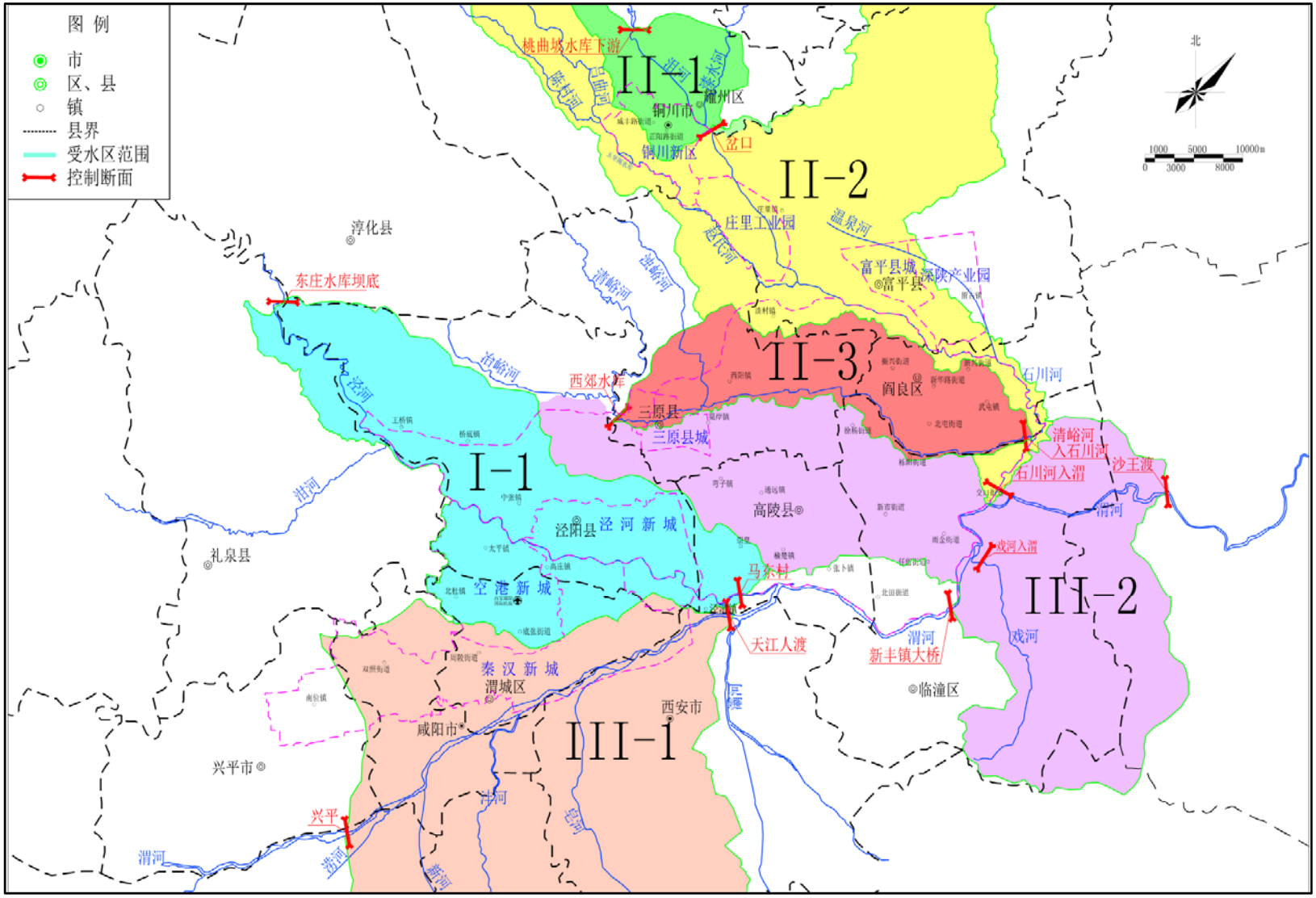


图 7.2-1 东庄水库水污染防治控制单元划分图

（3）受水区退水水环境影响

《东庄水库受水区水污染防治规划（报批稿）》（陕西中圣环境科技有限公司，2017）依据行政区界及排污去向，按照流域—控制区—控制单元之间的对应关系，以泾河、石川河、清峪河、渭河为干流，各支流入干控制断面为节点，结合水系、县区行政区划、水质断面位置、土地利用、排污特征等诸多因素，以受水对象为最小控制单元。将受水区包含流域划分为三大分区，即Ⅰ区泾河污染防治区、II区石川河污染防治区，III区渭河污染防治区，受水区水污染防治控制单元划分结果及控制断面见表 7.2-10。

表 7.2-10 受水区水污染防治规划控制单元划分

分区	控制区名称	控制单元	控制河流	控制断面	控制对象
Ⅰ	泾河污染防治区	泾河、空港控制单元（Ⅰ-1）	泾河	泾河桥断面	泾河新城、空港新城
		泾阳县控制单元（Ⅰ-2）	泾河	马东村断面	泾惠渠灌区
Ⅱ	石川河污染防治区	铜川新区控制单元（Ⅱ-1）	石川河	岔口断面	铜川新区
		富平县控制单元（Ⅱ-2）	石川河	石川河入渭断面	富平县城、庄里工业园、富平高新开发区、泾惠渠灌区
		三原县控制单元（Ⅱ-3）	清峪河	清峪河入石断面	三原县城、泾惠渠灌区
III	渭河污染防治区	秦汉新城控制单元（III-1）	渭河	天江人渡断面	秦汉新城
		泾惠渠控制单元（III-2）	渭河	沙王渡断面	泾惠渠灌区

以受水区所在流域规划年水质目标为基础，结合泾河干流入渭口、石川河干流入渭口、渭河天江人渡、沙王渡断面及相关国控及省控断面水质达标要求，同时确定以下控制断面作为水质要求达标断面（表 7.2-11）。

表 7.2-11 受水区所在流域（干流）控制断面及水质目标

所属流域	断面名称	断面属性	水质目标
泾河	东庄水库断面	/	III
	泾河桥断面	国控	III
	马东村断面	省控	III
石川河	桃曲坡水库断面	/	IV
	岔口断面	省控	IV
	石川入渭断面	省控	IV
渭河	兴平	国控	III
	南营	省控	III
	咸阳铁桥	国控	III
	天江人渡	省控	III
	沙王渡	国控	III

现状年取 2015 年最枯月流量，规划年取近十年最枯月均流量，规划年东庄水库、三原西郊水库、桃曲坡水库大坝下泄流量取生态基流量为设计流量，规划范围内关键断面 2006 年-2015 年月均流量见表 7.2-12。

表 7.2-12 关键断面最枯月均流量（m^3/s）

河流	断面	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	平均
渭河	临潼	67.5	46.3	45	78.7	53.6	47.3	48.4	55.3	50.2	25.9	51.82
	咸阳	25.5	16.4	39.2	46.4	41.1	16.1	13.7	33.2	13.5	10.5	25.56
沣河	秦渡镇	1.86	1.08	1.81	2.96	2.33	2.57	1.95	1.1	1.3	1.15	1.81
漆水河	耀县站	0.29	0.23	0.20	0.30	0.17	0.24	0.14	0.18	0.47	0.28	0.25
涝河	涝峪口站	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.14	0.04	0.17	0.08	0.08	0.09
泾河	张家山	2.01	2.31	1.22	1.97	0.79	0.83	1.21	1.26	2.37	1.73	1.57

根据受水区受纳水体的实际情况，在对计算单元划分、水质目标、设计水文条件、河道自净系数基础上，采用一维模型，计算受水区各排污口对受纳水体的贡献量和贡献率。

表 7.2-13 受水区河流测计算单元划分情况及水质目标要求

河流名称	起始断面	终止断面
泾河	东庄水库断面	泾河桥断面
	泾河桥断面	马东村断面
石川河	桃曲坡水库断面	岔口断面
	岔口断面	石川入渭断面
	三原西郊水库坝址	清峪河入石川河断面
渭河	兴平	南营
	南营	咸阳铁桥
	咸阳铁桥	天江人渡
	新丰镇大桥	沙王渡

根据统计，规划水平年受水区控制单元的污染物入河量见表 7.2-14、表 7.2-15.

表 7.2-14 控制单元规划年入河废水量表

控制单元	规划年入河废水量（万 m^3/a）			
	工业	生活	农业	合计
泾河、空港控制单元（Ⅰ-1）	3119.07	1608.04	0	4727.11
泾阳县控制单元（Ⅰ-2）	872.01	649.71	836.35	2358.07
泾河污染防治区（Ⅰ区）小计	**3991.08**	**2257.75**	**836.35**	**7085.18**
铜川新区控制单元（Ⅱ-1）	2505.22	807.17	0	3312.38
富平县控制单元（Ⅱ-2）	4802.71	1626.14	4396.03	10824.88
三原县控制单元（Ⅱ-3）	5012.48	1145.83	264.38	6422.69
石川河污染防治区（Ⅱ区）小计	**12320.41**	**3579.14**	**4660.41**	**20559.95**
秦汉新城控制单元（Ⅲ-1）	14485.85	21344.66	0	35830.51
泾惠渠控制单元（Ⅲ-2）	4323.12	440.14	836.35	5599.61
渭河污染防治区（Ⅲ区）小计	**18808.97**	**21784.80**	**836.35**	**41430.12**

泾河流域段、清峪河段、石川河流域段、渭河流域段规划年水质见表 7.2-16，可以看出氨氮超标断面包括泾河的泾河桥断面、马东村断面和石川河的岔口断面，及渭河的南营、咸阳铁桥断面仅氨氮超标，COD 超标断面包括石川河的石川河入渭断面、清峪河的清峪河入石断面、渭河的天江人渡断面。

鉴于受水区水资源匮乏、规划水平年水质较差，需要根据《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（陕政办发〔2015〕38 号）、《咸阳市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案》（咸政办发〔2015〕87 号）、区域十三五节水规划等相

关要求，进一步加大区域污水再生回用，减少污水排放量和新增用水量，降低对区域水环境、水生态的不利影响.

表 7.2-15 受水区规划水平年入河污染负荷（单位：t）

控制单元	COD				NH_3-N			
	工业	生活	农业	合计	工业	生活	农业	合计
泾河、空港控制单元（Ⅰ-1）	1559.58	804.02	0	2363.60	155.95	80.40	0	236.35
泾阳县控制单元（Ⅰ-2）	436.00	324.86	287.10	1047.96	43.60	32.49	36.90	112.99
泾河污染防治区（Ⅰ区）小计	**1995.58**	**1128.87**	**287.10**	**3411.56**	**199.55**	**112.89**	**36.90**	**349.34**
铜川新区控制单元（Ⅱ-1）	751.57	242.15	0	993.72	37.58	12.10	0	49.68
富平县控制单元（Ⅱ-2）	2401.36	813.06	1509.20	4723.62	240.14	81.30	193.90	515.34
三原县控制单元（Ⅱ-3）	2506.24	572.91	90.80	3169.95	250.62	57.29	11.70	319.61
石川河污染防治区（Ⅱ区）小计	**5659.17**	**1628.13**	**1600**	**8887.30**	**528.34**	**150.70**	**205.60**	**884.63**
秦汉新城控制单元（Ⅲ-1）	7242.92	10672.32	0	17915.24	724.30	1067.23	0	1791.54
泾惠渠控制单元（Ⅲ-2）	2161.56	220.06	287.10	2668.72	216.16	22.01	36.90	275.07
渭河污染防治区（Ⅲ区）小计	**9404.48**	**10892.38**	**287.10**	**20583.96**	**940.46**	**1089.24**	**36.90**	**2066.60**

表 7.2-16 受水区河流关键断面预测水质 （单位：mg/l）

控制区	控制单元	控制河流	控制断面	规划年目标水质		规划年断面预测水质		是否达标
				COD	氨氮	COD	氨氮	
泾河污染防治区	泾河控制单元（Ⅰ-1）	泾河	泾河桥断面	20	1	16.82	1.08	COD 达标，氨氮超标
	空港控制单元（Ⅰ-2）	泾河	马东村断面	20	1	18.04	1.06	COD 达标，氨氮超标
石川河污染防治区	铜川新区控制单元（Ⅱ-1）	石川河	岔口断面	30	1.5	29.97	1.47	COD 达标，氨氮达标
	富平县控制单元（Ⅱ-2）	石川河	石川河入渭断面	30	1.5	32.93	2.28	COD 超标，氨氮超标
	三原县控制单元（Ⅱ-3）	清峪河	清峪河入石断面	20	1	34.42	2.66	COD 超标，氨氮超标
渭河污染防治区	秦汉新城控制单元（Ⅲ-1）	渭河	南营	20	1	17.74	0.95	COD 达标，氨氮达标
			咸阳铁桥	20	1	16.22	0.93	COD 达标，氨氮达标
			天江人渡断面	20	1	22.48	1.76	COD 超标，氨氮超标
	泾惠渠控制单元（Ⅲ-2）	渭河	沙王渡断面	20	1	16.89	0.81	COD 达标，氨氮达标

（3）控制单元污染负荷及水环境容量

①计算单元划分及水质目标要求

表 7.2-17 受水区河流总量预测计算单元划分情况及水质目标要求

河流名称	起始断面	终止断面	水质目标	河段长度（km）
泾河	东庄水库断面	泾河桥断面	III	56.2
	泾河桥断面	马东村断面	III	28.5
石川河	桃曲坡水库断面	岔口断面	IV	15.6
	岔口断面	石川入渭断面	IV	65.1
	三原西郊水库坝址	清峪河入石川河断面	IV	51.7
渭河	兴平	南营	III	11.1
	南营	咸阳铁桥	III	13.3
	咸阳铁桥	天江人渡	III	26.1
	新丰镇大桥	沙王渡	III	38.1

②污染负荷消减量

。

受水区及排污口 COD、氨氮削减量，规划水平年泾河流域Ⅰ-1 段泾河桥断面水质 COD 达标，氨氮超标，氨氮区域削减量为 8.51t，受水对象氨氮削减量为 7.39t，受水对象占比为 86.8%；Ⅰ-2 段马东村断面 COD 达标、氨氮超标，区域氨氮削减量为 11.5t，受水对象泾惠渠灌区氨氮削减量为 6.15t，占比为 53.5%。

规划水平年石川河流域Ⅱ-1 段岔口断面水质 COD、氨氮均达标；规划水平年Ⅱ-2 段石川河入渭断面水质 COD 达标、氨氮超标，氨氮区域削减量为 147.71t，受水对象削减量为氮 94.47t，占比为 64%。Ⅱ-3 段清峪河入石断面水质 COD、氨氮均不达标，区域削减量分别为 COD620.23t，氨氮 86.63t，受水对象削减量分别为 COD230.07t，氨氮 34.72t，占比分别为 37.1%、40%。

规划水平年渭河流域III-1 段南营断面 COD 和氨氮均达标，无需削减。咸阳铁桥断面水质 COD 达标，氨氮超标，氨氮区域削减量为 24.33t，受水对象氨氮削减量为 2.89t，受水对象占比为 12%；天江人渡断面水质不达标，区域削减量为 COD344.26t，氨氮 87.77t。受水对象削减量分别为 COD51.66t，氨氮 8.23t，占比分别为 15%、9.4%。III-2 段沙王渡断面水质不达标，区域削减量为 COD0.61t，氨氮 3.53。受水对象削减量分别为 COD0.61t，氨氮 3.53t，占比分别为 100%、

100%。

泾河污染防治区（Ⅰ区）消减氨氮 13.54t，石川河污染防治区（Ⅱ区）消减 COD230.07t，氨氮 129.19t，渭河污染防治区（Ⅲ区）消减 COD52.27t，氨氮 14.65t。

7.2.5 水污染防治

根据《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）、《西安市水污染防治工作方案》（市政办发〔2016〕64 号）、《西安市渭河水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017 年）》（市政办发〔2015〕40 号）、《咸阳市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案(2015—2017 年)〉的通知》(咸政办发〔2015〕87 号)、《泾河流域陕西段水污染防治规划》、《铜川市渭河流域水污染防治巩固提高暨综合整治三年行动方案（2015－2017 年）》（铜政办发〔2015〕49 号）、《渭南市渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015－2017 年）》（渭政办发〔2015〕106 号）、《西咸新区水污染防治工作方案》等相关要求，到 2030 年，受水区渭河干流达到Ⅲ类水质，渭河一级支流石川河等达到Ⅳ类水质，泾河达到Ⅲ类水质；泾河一级支流泔河（马栏镇-入泾口）达到Ⅲ类水质，石川河一级支流清峪河、沮河、赵氏河、温泉河入石川河口达到Ⅳ类水质。以“改善质量-消减总量-防范风险”为主线，提出提高工业污染防治水平、提升城镇污水处理水平、加强农村面源污染综合整治、推进水生生态保护工程和加强监管能力建设等 5 项主要任务。

（1）渭河流域供水对象重点工程

东庄水库在渭河流域的供水对象是秦汉新城，工业废水和生活污水最终排入渭河南营-咸阳铁桥以及咸阳铁桥-天江人渡河段内。

①已建和已规划污水处理工程

根据《西咸新区-秦汉新城分区规划（2010-2020）》及其他规划情况，到 2020 年，秦汉新城将建成污水处理厂 2 座（秦汉朝阳污水处理厂和秦汉东区污水处理厂），污水处理规模达到 15 万 m^3/d，再生水处理设施 4 万 m^3/d。

注：秦汉朝阳污水处理厂接收空港新城 3.5 万 m^3/d 的污水。

②新增污水处理工程

根据渭河流域总量计算结果，污水出水一级 A，再生水回用率 40%（回用规

模 404.48 万 m^3/a）条件下，秦汉新城在渭河南营-咸阳铁桥段需削减氨氮 2.89t/a。南营-咸阳铁桥段秦汉新城再生水回用规模 465.15 万 m^3/a，氨氮削减量达 3.03t/a，满足削减任务要求。污水出水一级 A、再生水回用率为 40%（回用规模 646.12 万 m^3/a）条件下，秦汉新城在咸阳铁桥-天江人渡段还需削减 COD51.59t/a、氨氮 8.23t/a。咸阳铁桥-天江人渡段秦汉新城再生水回用规模达到 823.80 万 m^3/a，COD 和氨氮削减量分别达 88.84t/a 和 8.88t/a，满足削减任务要求。

南营-咸阳铁桥段秦汉新城再生水回用规模达 1.3 万 m^3/d，满足削减任务，南营-咸阳铁桥段秦汉新城已规划秦汉朝阳污水处理厂，再生水回用规模达到 2 万 m^3/d，满足要求。当咸阳铁桥-天江人渡秦汉新城的再生水回用规模达 2.3 万 m^3/d，满足削减任务，咸阳铁桥-天江人渡秦汉新城已规划秦汉东区污水处理厂，再生水回用规模达到达 2 万 m^3/d，需新增再生水回用工程的规模为 0.3 万 m^3/d。根据引汉济渭对秦汉新城的供水量占秦汉新城总用水量的比例，因引汉济渭供水导致新增的再生水回用工程规模为 0.04 万 m^3/d。

（2）泾河流域供水对象重点工程

东庄水库在泾河流域供水对象是泾河新城和空港新城，其工业废水和生活污水最终排入泾河的东庄水库-泾河桥河段内。

①已建和已规划污水处理工程

根据《西咸新区—泾河新城分区规划（2010-2020）》，2020 年新城将建成污水处理厂 3 座（泾河新城第一污水处理厂、泾河新城第二污水处理厂和泾河新城第三污水处理厂），污水处理设计规模 19 万 m^3/d，再生水处理设施 9.5 万 m^3/d，再生水处理规模达到污水处理总设计规模的 50%。

根据《西咸新区—空港新城分区规划（2010-2020）》及其他规划，2020 年空港新城将建成污水处理厂 3 座：咸阳机场污水处理厂（已建成），太平湿地污水处理系统和空港新城北区污水处理厂，污水处理设计规模 8 万 m^3/d。咸阳机场污水处理厂处理咸阳国际机场生活污水，现状污水处理设计规模 1 万 m^3/d，扩建后设计规模 1.5 万 m^3/d，再生水处理规模 1 万 m^3/d，满足规划水平年需求。太平湿地污水处理系统和空港新城北区污水处理厂设计规模 6.5 万 m^3/d、配套再生水 2 万 m^3/d，处理除咸阳国际机场之外的空港新城产生的污水。

②新增污水处理工程

污水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准，再生水回用率为 40%（规模 1260.80 万 $m^{3/}a$）的条件下，泾河新城需削减氨氮 4.05t/a。再生水回用规模达到 1355.36 万 $m^{3/}a$ 时，氨氮削减量 4.73 t/a，能满足削减任务要求。

根据泾河流域总量，污水出水满足 GB 18918-2002 一级 A 标准，再生水回用率为 40%（规模为 1016.40 万 $m^{3/}a$）条件下，空港新城需削减氨氮 3.34t/a，再生水回用规模达到 1092.63 万 $m^{3/}a$ 时，氨氮削减量达 3.81t/a，满足削减任务要求。

当泾河新城再生水回用规模达 3.7 万 m^3/d，满足削减任务，泾河新城已规划再生水回用规模达到 9.5 万 m^3/d，满足要求。当空港新城再生水回用规模达 3 万 m^3/d，能满足要求

（3）石川河流域供水对象重点工程

东庄水库在石川河流域供水对象是铜川新区、富平县城、富平庄里工业区、深陕工业园区。其中，铜川新区工业废水和生活污水排入石川河干流的桃曲坡水库-岔口河段；富平县城、富平庄里工业区、富平深陕工业园区工业废水和生活污水最终排入石川河干流岔口至石川河入渭河段。

①已建和已规划污水处理工程

铜川新区已建成新耀污水处理厂，设计处理规模 2.3 万 m^3/d，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18919-2002）一级 A 标准，规划增设深度处理设施使出水标准由一级 A 提升至地表水Ⅳ类标准。

富平县城已建富平县再回首污水处理厂，设计污水规模 2.5 万 m^3/d，配套 1.5 万 m^3/d 再生水处理设施；近期规划新建富平城南污水处理厂，污水处理设计规模 3 万 m^3/d。

富平庄里工业区已建庄里镇污水处理厂，设计污水规模 0.8 万 m^3/d，规划建设庄里镇污水处理厂二期工程，扩建污水规模 1 万 m^3/d，规模达到 1.8 万 m^3/d。规划再生水回用规模 1.5 万 m^3/d，作为园区补充用水。

富平深陕工业园区规划建设富平县城第二污水处理厂，设计规模 9.4 万 m^3/d，配套再生水处理规模 3 万 m^3/d。

②新增污水处理工程

铜川新区：铜川新区无 COD 和氨氮的削减任务，无需新增污水处理工程。

富平县城和富平深陕工业园区：污水出水满足 GB 18918-2002 一级 A 标准，富平县城再生水利用率达到 30%（规模 609.85 万 m^3/a）、富平高新开发区再生水回用率达到 40%（规模 1402.29 万 m^3/a）条件下，富平县城和富平深陕工业园区需削减氨氮 26.58t/a。富平县城再生水回用规模达到 813.13 万 m^3/a，深陕工业园区再生水回用规模达到 1752.87 万 m^3/a，削减氨氮 27.69t/a，满足削减任务要求。

富平庄里工业区：污水出水满足 GB 18918-2002 中一级 A 标准，再生水回用率 40%（规模 703.58 万 m^3/a）条件下，富平庄里工业区需削减氨氮 16.55t/a。再生水回用规模达到 1037.79 万 m^3/a 时，消减氨氮 16.71 t/a，满足削减任务要求。

富平县城再生水回用规模达 2.2 万 m^3/d，满足削减任务，富平县城已规划再生水回用规模达到 1.5 万 m^3/d，计算情景再生水回用规模 1.6 万 m^3/d，需新增规模 0.6 万 m^3/d 的再生水回用工程，其中，因引汉济渭供水导致增加的再生水回用工程规模 0.1 万 m^3/d。富平深陕工业园区再生水回用规模达 4.8 万 m^3/d；满足削减任务，已规划再生水回用规模达到 3 万 m^3/d，再生水回用规模为 3.8 万 m^3/d，需新增规模为 1 万 m^3/d 的再生水回用工程，其中，因引汉济渭供水导致增加的再生水回用工程规模为 0.2 万 m^3/d。

富平县城再生水回用规模达 2.8 万 m^3/d，满足削减任务，富平庄里工业园已规划再生水回用规模达到 1.5 万 m^3/d，再生水回用规模 1.9 万 m^3/d，需新增规模为 0.9 万 m^3/d 的再生水回用工程，其中，因引汉济渭供水导致增加的再生水回用工程规模为 0.3 万 m^3/d。

（4）清峪河流域供水对象重点工程

①已建和已规划污水处理工程

三原县城已建成 1 座污水处理厂，设计污水处理规模 5 万 m^3/d，污水出水水质标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准。近期规划在三原县城污水处理厂排污口处增设人工湿地，使出水标准提升至地表水Ⅳ类标准。

②新增污水处理工程

污水出水满足 GB 18918-2002 中一级 A 标准，再生水回用率为 30%（规模 550.77 万 m^3/a）的条件下，三原县城需削减 COD170.92t/a、氨氮 23.61t/a。根据“三原县十三五水资源开发利用保护规划-水系规划方案”，近期规划在三原县城

污水处理厂排放口建设人工湿地，排水通过人工湿地处理后削减 CO542.42t/a、氨氮 94.92t/a，满足削减任务，三原县城不需新增污水处理工程。

（5）小结

根据《陕西省人民政府关于印发陕西省水污染防治工作方案的通知》（陕政发〔2015〕60 号），规划水平年受水对象应建设规模与污水产生量相匹配的污水处理工程，东庄水库受水对象秦汉新城、泾河新城、空港新城、富平庄里工业园、富平高新开发区和铜川新区再生水回用率取 40%，富平县城和三原县城的再生水利用率取 30%。污水出水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准，秦汉新城、泾河新城、空港新城、富平庄里工业园、富平高新开发区和铜川新区再生水回用率取 40%，富平县城和三原县城的再生水利用率取 30%时，受水对象需进一步削减 COD 和氨氮。污水处理厂实际建设规模可根据污水排放情况进行调整。

7.1.5 水质目标可达性

（1）总量控制目标可达性

以各受水区所涉及流域的主要污染物 COD 和氨氮的总量计算结果为基础，综合考虑到各流域内社会经济发展水平与已规划主要治污工程污染物削减能力，确定 2030 年各受水区主要污染物总量控制指标：泾河新城 COD 排放量 945.6t/a、NH_3-N 排放量 94.56t/a；空港新城 COD 排放量 762.3t/a、NH_3-N 排放量 76.23t/a；三原县城 COD 排放量 642.57t/a、NH_3-N 排放量 64.26t/a；铜川新区 COD 排放量 738.88t/a、NH_3-N 排放量 73.89t/a；庄里工业园 COD 排放量 527.69t/a、NH_3-N 排放量 52.77t/a；富平县城和富平高新开发区 COD 排放量 1763.21t/a、NH_3-N 排放量 176.32t/a；秦汉新城 COD 排放量 787.95t/a、NH_3-N 排放量 78.8t/a，泾惠渠灌区 COD 排放量 2068.73t/a、NH_3-N 排放量 265.7t/a。

结合主要治污工程污染物削减能力分析结果，在各项已规划和新增工程得到全面落实的前提下，2030 年各受水区主要污染物排放量分别为：泾河新城 COD 排放量 898.32t/a、NH_3-N 排放量 89.83t/a；空港新城 COD 排放量 724.18t/a、NH_3-N 排放量 72.42t/a；三原县城 COD 排放量 385.54t/a、NH_3-N 排放量 19.28t/a；铜川新区 COD 排放量 738.88t/a、NH_3-N 排放量 73.89t/a；庄里工业园 COD 排放量

360.59t/a、NH_3-N 排放量 36.06t/a；富平县城和富平高新开发区 COD 排放量 1486.28t/a、NH_3-N 排放量 148.63t/a；秦汉新城 COD 排放量 668.77t/a、NH_3-N 排放量 66.89t/a，泾惠渠灌区 COD 排放量 1695.73t/a、NH_3-N 排放量 179.1t/a。

根据《陕西省高标准农田建设规划》、《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》，泾惠渠灌区现状测土配方覆盖率为 66%，规划年测土配方覆盖率达到 95%以上。现状亩均化肥用量 21.2kg，化肥平均利用率 30%，预计规划年化肥平均利用率达到 40%，化肥平均利用率将大大提高。化肥平均利用率由 30%提高至 40%时，以化肥使用总量和 COD、氨氮总量的对应关系推算，规划年化肥使用率提高后化学需氧量将削减 373 吨，氨氮将削减 86.6 吨。

（2）水质目标可达性

2030 年受水区污染物总量均满足相应控制单元总量目标要求。以受水区已规划和新增治污工程量进行分析，泾河、空港控制单元（Ⅰ-1）、泾阳县控制单元（Ⅰ-2）、秦汉新城控制单元（Ⅲ-1）、三原县控制单元（Ⅱ-3）、泾惠渠控制单元（Ⅲ-2）相应的控制断面能够实现水质Ⅲ类目标要求；铜川新区控制单元（Ⅱ-1）、富平县控制单元（Ⅱ-2）能够实现水质Ⅳ类目标要求。

7.1.6 规划投资及实施主体

（1）供水对象已规划工程

根据受水区十三五规划纲要、水污染防治工作计划、水利发展“十三五”规划、水资源开发利用规划及《西咸新区—泾河新城分区规划（2010-2020）》、《西咸新区—空港新城分区规划（2010-2020）》、《西咸新区—秦汉新城分区规划（2010-2020）》等规划，供水对象已规划水污染防治项目 15 项，其中富平深陕工业园区、庄里工业园实施工业点源治理项目 3 项，泾河新城、空港新城、秦汉新城、铜川新区、三原县城和富平县城实施城镇生活污水处理厂建设项目 12 项。

（2）规划新增工程

以满足受水区规划水平年污水处理需要，同时满足流域水环境功能区划和水质目标、实现污染物总量控制要求，规划水平年供水对象应建设规模与污水产生

量相匹配的污水处理工程。新增污水治理工程共 4 项，总投资约 3360 万元，工程费用建议由供水对象政府部门承担。污水处理厂实际建设规模可根据污水排放情况进行调整。

（3）消减污染负荷

规划水平年通过提高再生水回用规模，可削减 COD914.42t/a，氨氮 110.72t/a，能满足削减任务。综合考虑各受水对象已有和已规划的再生水回用工程规模，秦汉新城、富平县城、富平高新开发区和富平庄里工业园需新增再生水回用工程，，可削减 COD529.25 t/a，氨氮 52.93t/a。同时在泾惠渠灌区采取有效的节水措施和技术，减少化肥使用量，各受水区预计可削减 COD 373t/a，NH_3-N86.6t/a。各受水区污染防治工程治污效益分析见表 7.2-40。

表 7.2-40 各受区治污效益分析表

序　号	受水对象	污染物削减量（t/a）	
		COD	氨氮
1	秦汉新城	54.75	5.48
2	富平县城	109.50	10.95
3	富平高新开发区	182.50	18.25
4	富平庄里工业区	182.50	18.25
5	泾惠渠灌区	373	86.6
合　计		902.25	139.53

东庄水库总配水量为44085万m^3（其中农业用水27881万m^3，工业用水16204万 m^3），配水量占受水对象用水量的 39.11%，一定程度上解决了受水区的用水缺水问题。东庄水库工程运行后，受水区水资源量得以置换，受水区内地下水源供水比例由现状的 36%下降至 34%，减少地下水资源开采量 2.08 亿 m^3，再生水资源利用率有所提高，地下水环境得以改善，同时有效的释放了当地挤占的生态用水，改善了当地的生态水环境。

8 环境保护及影响减缓措施

8.1 环境保护措施设计原则和依据

8.1.1 设计原则

（1）“预防为主、防治结合”原则

环境保护设计要遵循预防为主、防治结合原则，合理布局，减少二次污染。

（2）“全局观、协调性及生态优先”原则

工程景观恢复措施应当与工程区的生态建设紧密协调，切实做到生态优先。

（3）“科学、针对性”原则

环保设计应当结合工程对环境影响特点，对产生的水土流失、景观生态、水生及水环境、交通等方面的影响采取科学、有效的环保措施。

（4）“三同时”原则

各项环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

（5）“经济性与有效性相结合”原则

各项环境保护措施都必须做到投资省、效益性好、可操作性强。

8.1.2 设计任务

根据上层规划、项目环境影响评价及水土保持方案的要求，针对工程建设带来的不利环境影响，工程环境保护与水土保持措施设计任务包括：水环境保护措施、陆生生物保护措施及水土流失防治措施、水生生态保护措施、声环境保护措施、环境空气保护措施、固体废物处理措施、移民安置区环境保护措施及其它环境保护措施等。

8.1.3 设计依据

（1）《室外排水设计规范》（GB50014-2006）

（2）《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL44-2006）

（3）《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL328-2005）

（4）《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2004）

（5）《造林技术规程》（GB/T15776-2006）

（6）《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2000）

（7）《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）

（8）《水电站分层取水进水口设计规范》（NB/T 35053-2015）

（9）《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》（NB/T35037-2014）

（10）《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）

（11）《水电工程环境保护专项投资编制细则》（NB/T35033-2014）

（12）《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）

（13）《农村生活污染控制技术规范》（HJ574-2010）

（14）《沼气池标准图集》（GBT4750-2002）

（15）《生活污水净化沼气池标准图集》（NY/T2597-2014）

（16）《水电工程砂石加工系统设计规范》（DL/T 5098-2010）

（17）《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DLT 5260-2011）

（18）《水电水利工程施工基坑排水技术规范》（DL/T 5719-2015）

8.2 环保措施总体布局

陕西泾河东庄水利枢纽工程环境保护措施内容详见表 8.2-1。

表 8.2-1 东庄水利枢纽工程环境保护措施一览表

项目		措施	
水环境保护措施	施工期	砂石加工系统废水	采用絮凝沉淀法处理，出水循环利用。构筑物和设施有调节池、细砂回收处理设备、污泥池、清水池等。
		混凝土拌和废水	混凝土拌和系统修建 2 个沉淀池（1 用 1 备） 和一个蓄水池，出水循环利用。
		含油废水	采用含油污水成套处理设备，机械修配厂建一个矩形隔油沉淀池和一个蓄水池，出水用于洒水降尘。
		基坑废水	絮凝沉淀处理，处理后达标排放
		生活污水	施工营地各建一套一体化污水处理系统，处理后达标排放；在施工区设置环保厕所、旱厕。
	运行期	水库库底卫生清理	开展水库库底清理，并经验收后方可蓄水。
		库区水质保护	工业点源、生活点源、农业面源等治理、划定饮用水水源保护区。
		下游水质保护	污染源治理；提高受水区污水处理厂污水排放标准和水资源利用率，削减污水排放总量
		生活污水	业主营地生活污水经成套污水处理设备处理后综合利用。
		低温水减缓	推荐采用分层取水方案减缓鱼类繁殖期、农业灌溉下泄低温水影响
		受水区水质	城镇生活污染源、工业污染源等治理，提高受水区污水处理厂污水排放标准，提高水资源利用率，削减污水排放总量。
旅游风景区		施工区景观保护	限制施工区域，旅游风景区附近区域施工的废水、废气及噪声处理，植树种草，恢复植被
		景观和旅游发展	下泄流量、合理调度
泾河重要湿地保护措施		工程设计优化	优化施工布置，减少泾河重要湿地区域临时堆渣和临时工程措施
		施工区湿地保护	优化施工布置，废水、废气及噪声处理，湿地恢复
		生态水量	下泄生态流量、调水调沙等减缓坝下重要湿地影响
生态流量保证措施		初期蓄水阶段	导流洞下闸封堵期间，利用导流洞封堵闸门边墩的旁通孔和二道坝消力塘蓄水保证下游生态流量 5.33m^3/s.
		运行期	采用发电机组下放；机组检修期，通过生态机组下放生态流量
		生态流量在线监测系统	新增文泾电站、泾惠渠渠首的生态流量泄放措施，文泾电站坝下、泾惠渠渠首坝下建设生态流量在线监测系统。
水生生态保护措施		栖息地保护	保护河段：将泾河长武区域的弥家河段（长约 10km）作为栖息地保护河段，禁止进行拦河设施开发活动；划定禁渔区，加强渔政管理，定期开展水生生态监测；设立人工鱼巢。

	人工增殖放流	建鱼类增殖放流站，放流对象为鲤鱼、鲇鱼、拉氏鱥。放流数量107.6万尾/a，其中近期放流29.05万尾/a，远期增加放流78.55万尾/a 。
	低温水减缓措施	三层分层取水（取水口高程分别为745m、757m、769m）
	集运鱼系统	建设集运鱼系统，采用集鱼平台集鱼，运鱼车进行运鱼，主要设施包括集鱼平台、运鱼车等。
	渔业管理	建议渔政主管部门加强管理机构建设；建立良好的渔业捕捞制度。
	鱼类救护	加强宣传、设置警示牌、建立鱼类及时救护机制等措施
	科学研究	增殖放流鱼类繁殖研究
陆生生态保护措施	植被保护措施	加强施工占地管理；永久占地区采取不同的防护及植被恢复方式。
	陆生动物保护	加强动物生境建设；蓄水前进行搜救。
环境空气保护措施		1）开挖现场的多粉尘作业面以及堆料场，采用人工控制定期洒水。 2）砂石料加工系统的粗碎车间采用湿法破碎的低尘工艺。中细碎及超细碎车间考虑设置集尘罩、排风道和引风机，通过除尘器对粉尘进行过滤处理。 3）场内道路养护、洒水降尘。
噪声控制措施		1）枢纽和施工道路工程施工区：合理安排施工时间，避免高噪声施工活动夜间进行。 2）砂石系统：避免夜间生产，对强噪声车间设置隔声罩、减振装置。 3）弃渣场：合理安排作业时间和夜间停止作业。 4）交通噪声防治：设立限速标志，禁止鸣号。 5）石料场：禁止夜间作业。 6）加工厂、修配厂：合理安排施工时间，尽可能安排在昼间进行。 7）受影响居民：设置声屏障和隔声窗。
生活垃圾处理		施工区布置垃圾桶，统一收集后外运至淳化县、礼泉县垃圾填埋场；运行期业主营地生活垃圾处理纳入淳化县垃圾处理体系。
移民安置区环境保护措施		生活污水：集中安置点采取化粪池收集，污水处理站收集处理；分散安置移民建设沼气池。
		生活垃圾：集中安置点生活垃圾依托安置区域的垃圾收运设施，统一收集后运至垃圾填埋场；分散安置点垃圾分类收集，依托当地现有设施处理。 生态保护：合理规划移民安置用地，尽量避免征用耕地。开展生态保护宣传教育。
地下水保护措施		生活污水和生产废水收集、处理；水位、水质监测；

8.3 生态流量保证措施

鉴于东庄坝下的文泾水电站、泾惠渠渠首目前尚未设置生态流量下泄措施，

根据泾河流域综合规划环评及审查意见中的生态流量下泄要求及《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》（环办〔2012〕4 号）、《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发〔2014〕65 号）、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案 (2015—2017 年)》（陕政办发〔2015〕38 号）、《关于保证水电站最小下泄流量有关问题的通知》（陕水电发〔2006〕7 号）、《关于加强水电资源开发管理维护生态环境安全有关问题的通知》（陕水电发〔2010〕11 号）等相关要求，在东庄水库初期蓄水前，改建东庄水库坝下的文泾水电站、泾惠渠渠首的生态流量泄放措施；东庄水库坝下、泾惠渠渠首坝下应建设生态流量在线监测系统，并与水利、环境保护等相关监管部门联网，实时了解蓄水期和运行期坝址下游河道的流量情况。初步设计阶段结合工程水文自动测报系统，进行生态流量在线监测系统设计。

8.3.1 东庄水利枢纽工程生态流量泄放措施

（1）水利枢纽工程生态流量泄放措施

东庄水利枢纽主要泄水建筑物包括：坝身布置的 3 个溢流表孔、4 个排沙泄洪深孔和 2 个非常排沙底孔及其配套设置的坝下消能防冲水垫塘和二道坝；安装 2 大 2 小共 4 台机组、装机规模 110MW 的发电系统。考虑生态基流设施管理运用及水能利用要求，工程生态流量设施结合电站布置，生态流量参与发电，电站装设 2 大（单机容量 45MW）2 小（单机容量 10MW）4 台水轮发电机组，小机组单机额定流量 6.3m^3/s（考虑生态基流及下游部分工业供水流量）。

生态流量通过电站小机组泄放，两台小机组互为备用，具备较高的运用可靠性，考虑电站停用期间的生态流量泄放要求，利用坝身排沙泄洪设施、水垫塘及二道坝和二道坝内埋设的水垫塘放水管泄放生态流量，作为东庄水利枢纽泄放生态流量的备用辅助设施。

二道坝内埋设的水垫塘放水管直径 1.0m，管底高程 584m，上游进口设置检修阀门，下游出口设置工作阀门，阀门室与坝内廊道系统连通。放水管采用压力管道型式，放水管泄流能力计算成果见表 8.3-1。

表 8.3-1 水垫塘二道坝生态放水管泄流能力计算成果

水位（m）	流量（m^3/s）
590	4.73
592	5.53
594	6.22
596	6.84
598	7.41
600	7.94
605	9.14
610	10.19
615	11.14
618	11.68

坝身生态基流设施通过坝身设置的排沙泄洪深孔或表孔短时集中泄水入水垫塘，通过水垫塘调节作用，利用二道坝内设置放水管控制泄放生态基流，水垫塘内水位 594m～618m 间水体容量能够满足下游河道 1 天的生态基流泄放要求。

（2）大坝至电站尾水的生态流量保障措施

为保障河段生态流量，调整地下厂房位置，向上游移动 213m，四台发电机组尾水管经尾水扩大洞室后拐向二道坝附近，出口设在二道坝下游，尾水洞长度增加 74m，使得大坝与发电尾水之间不存在脱水河段。坝身排沙泄洪设施、水垫塘及二道坝和二道坝内埋设的水垫塘放水管泄放生态流量，作为东庄水利枢纽泄放生态流量的备用辅助设施。

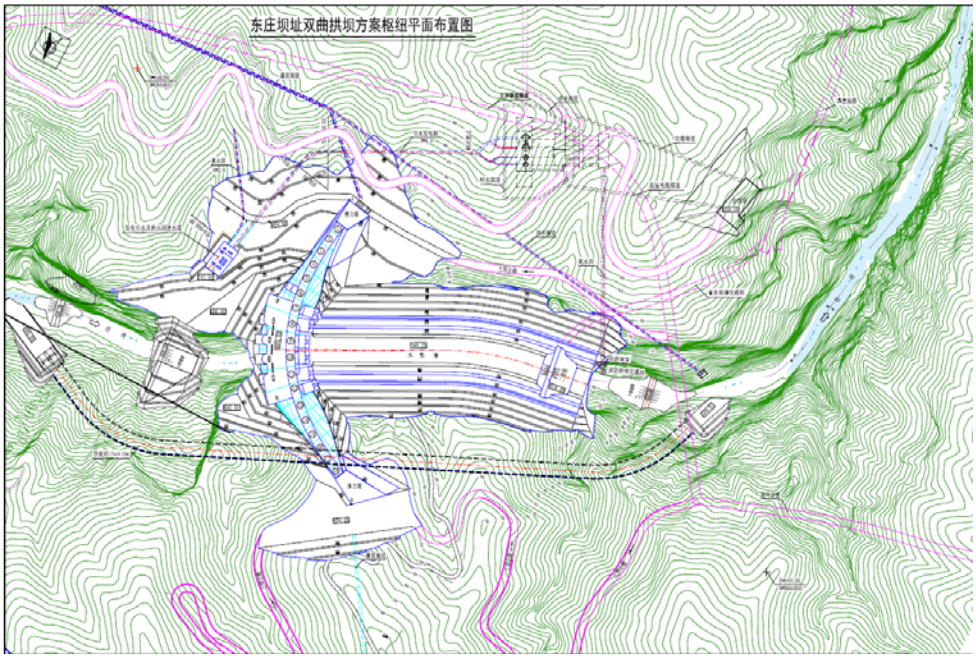


图 8.3-1 电站尾水与大坝位置关系平面示意图

8.3.2 文泾水电站生态流量泄放措施

文泾电站由首部拦河坝及冲沙洞、发电引水隧洞及电站厂房等组成。水库正常蓄水位 580.00m，死水位 577.00m，库容 436.90 万 m^3，调节库容 78.58 万 m^3，为日调节水库。拦河坝上距东庄坝址河道长度约 7km，坝型为溢流重力坝，最大坝高 42m；冲沙洞进水口位于大坝左岸，进口底高程为 550.00m，出口底板高程为 541.40m，最大泄水能力为 200m^3/s。左岸引水隧洞全长 6317m，电站设计引水流量 53.6m^3/s。文泾电站大坝与厂房之间泾河河段为电站脱流段，文泾电站应采取生态放流措施。鉴于已建冲沙洞进口高程低，洞泾及闸门尺寸大，利用冲沙洞泄放生态流量，闸门小开度运用困难，同时也易造成冲沙洞淤积堵塞。因此文泾电站应增设生态放水设施。

（1）方案比选

①方案 1：岸边增设生态放水洞

由于文泾电站的排沙洞、引水发电洞均布置于坝体的左岸，生态放水洞若放在左岸，与现有建筑物布置干扰较大，选择将生态放水洞放在右岸。生态放水洞位于挡水坝右岸坝肩，进口位于大坝上游约 40m 处，进口高程 570m，出口位于大坝下游约 150m 处，出口高程 566m，防水洞长度约 200m，洞身断面采用城门洞型，为满足施工要求，洞身断面为 2.5m×3m。洞内埋置有闸门控制的生态放水钢管，钢管直径 1.2m，进口设置检修阀，出口设置调节阀。

②方案 2：坝身埋设生态放水管方案

根据坝身结构条件，考虑生态基流设施运行管理需要，拟将生态基流设施结合坝内交通廊道布置在坝身右侧，临近岸坡坝段坝体开槽，槽内埋置生态基流设施。坝身右侧开槽底高程 568.9m，开槽底宽 5.5m，开槽右侧开挖至原岸坡坝基基岩面，左侧以 1:0.3 放坡开挖至坝面，槽内埋设生态基流放水钢管直径 1.2m，管底高程 569.7m，管道中部设置检修闸阀和工作闸阀各一道。

③方案比选结论

生态放水洞设置在右岸，但现有的交通道路在左岸，生态放水洞的施工条件和运行管理条件相对较差。坝身埋设生态放水管方案，可以利用坝顶作为施工阶段的交通，后期的运行管理可以利用坝体现有的交通廊道，施工条件和运行管理条件相对较好。综合考虑选择坝身埋置生态放水管方案。

（2）生态基流设施设计

根据坝身结构条件，考虑生态基流设施运行管理需要，拟将生态基流设施结合坝内交通廊道布置在坝身右侧，临近岸坡坝段坝体开槽，槽内埋置生态基流设施。坝身右侧开槽底高程为 568.9m，开槽底宽 5.5m，开槽右侧开挖至原岸坡坝基基岩面，左侧以 1:0.3 放坡开挖至坝面，槽内埋设生态基流放水钢管直径 1.2m，管底高程 569.7m，管道中部设置检修闸阀和工作闸阀各一道，工作闸阀后接钢管连接坝身泄水孔道，孔身断面尺寸 1.5m×2.0m，泄水孔道出口与坝体溢流坝面平顺衔接。闸阀室平面尺寸 4.0 m×4.0 m，与坝内交通廊道连通，满足生态基流设施运行管理需要。

文泾电站坝身生态放水管按短压力管流泄放，泄流能力计算成果见表 8.3-2。

表 8.3-2 文泾电站大坝生态放水管泄流能力计算成果

水位（m）	流量（m^3/s）
575	7.65
576	8.43
577	9.13
578	9.79
579	10.35
580	10.79

坝身生态基流设施布置及计算成果表明，坝前死水位 577m 时，闸阀全开条件下生态基流放水管泄流量 $9.13m^3/s$，满足生态基流泄放要求，实际运用条件下，生态放水流量可根据坝前运行水位及阀门开度控制泄放，满足生态基流泄放要求。

文泾电站坝身凿槽埋置生态放水管方案主要工程量见表 8.3-3，估算投资约 508 万元。

表 8.3-3 坝身埋置生态放水管方案主要工程量表

序号	项目名称	单位	数量
1	坝体混凝土开槽凿除	m^3	1914.8
2	溢流面及孔口 C30W8F200（二）	m^3	415.2
3	坝体回填混凝土 C20W8F100（三）	m^3	1366.4
4	回填接触面处理（刷界面剂）	m^2	632.5
5	钢筋	t	30.4
6	接触灌浆	m^2	236.3
7	钢管（Φ=1.2m）	m	7.3
8	检修阀（Φ=1.2m）	套	1
8	闸阀（Φ=1.2m）	套	1
估算投资		万元	508

8.3.3 泾惠渠渠首生态流量泄放措施

泾惠渠渠首枢纽位于泾河峡谷段出口，上距文泾电站厂房河段距离约 5km。渠首枢纽由微拱混凝土溢流坝、岸边引水洞、调压室、发电厂房、调压室后接放水洞和岸边排沙洞等组成。坝身六孔溢流坝，堰顶高程 461m，墩顶高程 482m，闸门尺寸 10.3×8.0m。岸边引水洞洞身直径 4.5m，设计引水流量 54m^3/s，调压室后接城门洞型放水洞断面尺寸 2m×3m，进口工作门尺寸 2.0m×2.5m；岸边排沙洞进口平板工作闸门尺寸 1.8 m×1.8m，明流洞身断面尺寸 4.0m×3.5m，设计排沙流量 50 m^3/s。正常发电尾水位 448.61m（Q=54m^3/s），最低尾水位 443.36m（Q=9m^3/s）；灌溉引水洞洞身断面直径 4.5m，设计引水流量 54m^3/s。放水洞中部设有弧形工作门，和渠首电站共同保障泾惠渠供水任务。岸边排沙洞泄水、电站尾水及调压室后接放水洞出水均汇流入泾惠渠，汇入点下游泾惠渠右侧设有干渠冲沙闸排沙至泾惠渠首枢纽坝下泾河河道，冲沙闸闸室底板高程 439.95m，闸室布置平板检修门和弧形工作门各 1 道，弧形工作门闸孔尺寸 5.0m×1.95m。

（1）生态基流设施比选方案

①方案 1：利用坝身溢流坝闸门

泾惠渠渠首坝身布置了 6 孔溢流坝，堰顶高程 461m，与死水位齐平，墩顶高程 482m，闸门尺寸 10.3m×8.0m（宽×高），当坝前水位高于死水位时可利用坝身溢流坝闸门控制泄放，但闸门小开度对应的闸门操作及闸孔运用条件较差，

且不能保证死水位时下泄足够的生态流量。因此利用坝身溢流坝闸门方案不满足生态基流设施的运用条件。

②方案 2：利用已建冲沙闸

目前，在泾惠渠渠首电站的尾水渠下游设置了一个冲沙闸，该闸近期进行过改造，运行状态良好。冲沙闸闸室底板高程 439.95m，闸室布置平板检修门和弧形工作门各 1 道，弧形工作门闸孔尺寸 5.0m×1.95m。

利用岸边排沙洞泄水及引水洞引水发电的电站尾水和放水洞放水，通过泾惠渠右侧冲沙闸向泾惠渠首枢纽坝下泾河河道泄水，可有效满足泾惠渠首枢纽坝下生态基流泄放要求，按闸前最低水位 443.36m 计算，工作闸门全开条件下的下泄流量为 30.44m^3/s，实际运行时可根据渠道水位情况，按不同开度控制闸门高度，满足河道生态基流流量泄放要求。

③方案 3：新建生态基流闸

新建生态基流闸位于泾惠渠排沙闸的下游，靠泾河河道侧，生态基流闸宽度初定为 5m，设有平板门工作门和相应的闸门启闭设置，闸后设有渠道将水流引入泾河河床，渠道上设置流量监测系统。为保证生态流量全部由生态基流闸下泄到河道，需要在泾惠渠渠道底部设置混凝土潜坝，潜坝高度为 0.8m。估算投资约 300 万元。

④方案比选

方案 1（利用坝身溢流坝闸门）闸门小开度操作及闸孔运用条件较差，且死水位时下泄流量不满足生态基流要求；方案 2（利用已建冲沙闸）能满足生态基流的要求，且不需要增加对现有闸室做进一步的改造，技术可行、费用最低；方案 3（新建生态基流闸）运行上较为便利，与枢纽其他建设任务不干扰，但新建生态闸费用较高，且施工期对泾惠渠供水及渠首枢纽交通影响较大。

通过三种方案分析，现有电站尾水渠下游冲沙闸能满足下泄生态基流的运行条件，且近期已经改造，运行状态良好，初步选择利用冲沙闸作为生态基流设施。

（2）生态基流设施设计

泾惠渠渠首枢纽的生态基流设施为电站尾水渠下游的冲沙闸，不需增加闸门及启闭设施的改建费用。生态基流设施改建主要包括：泾惠渠干渠底部设置混凝土潜坝、在排沙闸工作弧门底部设置混凝土底坎和增设流量监控系统。

1）泾惠渠干渠底部设置混凝土潜坝

根据泾惠渠渠首电站的运行方式，电站发电流量根据泾惠灌区的供水需求而定，当泾惠灌区不需要供水时，泾惠渠渠道流量仅为生态流量，为保证生态流量全部由冲沙闸下泄到河道，在泾惠渠干渠底部设置混凝土潜坝。潜坝高度由闸前水深确定，按照开敞式闸门的水力学计算，下泄最小生态流量 5.33 m^3/s 时，闸前水深为 0.8m，由此确定潜坝高度为 0.8m，混凝土方量为 2.8 m^3。潜坝断面见图 8.3-2。

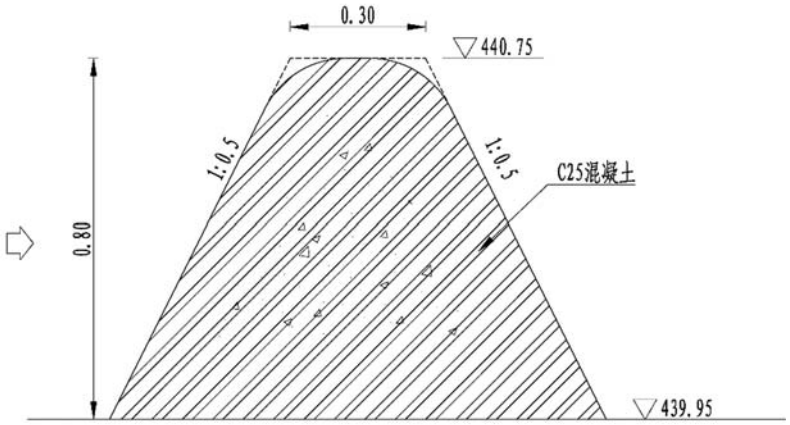


图 8.3-2 新增混凝土潜坝横断面图

泾惠渠渠道设置潜坝后，按照淹没宽顶堰溢流公式计算潜坝壅水高度，渠道设计流量 54m^3/s，对应渠道水位 448.61m，设置潜坝后对泾惠渠渠道的水位影响不大，泾惠渠渠顶不需要加高。

2）设置混凝土底坎

为进一步提高生态基流下泄的可靠度，在排沙闸工作门底部两侧增设混凝土底坎，底坎高度 0.30m，宽 0.8m，顶部长度 1.5m，为保证新增底坎的稳定及与原有混凝土连接，在底坎底部设置锚筋。底坎断面图见图 8.3-3。

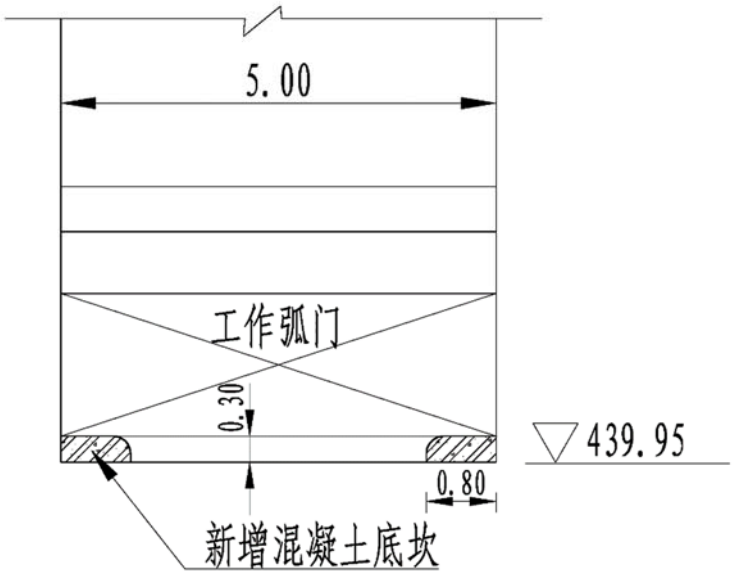


图 8.3-3 新增混凝土底坎横断面图

3）增设流量监控系统

为确保生态流量能够泄放，在冲沙闸下游泾河干流上增设流量监控系统，加强监测和监督。

4）生态闸泄流能力复核

经复核生态闸的泄流能力初步复核如下，满足各种情况下生态流量的泄放。

表 8.3-4 底坎断面过流能力

水位（m）	闸门状态	闸门泄流能力 Q（m^3/s）
448.619（最高水位）	全开	48.9
	关闭（底部缺口过流）	9.3
443.36（最低水位）	全开	15.5
	关闭（底部缺口过流）	5.6

5）改造费用

泾惠渠渠首生态基流设施暂列潜坝及闸后渠道改造费用共计 50 万元。

泾惠渠渠首枢纽的管理单位泾惠渠管理局同意泾惠渠渠首枢纽生态基流改建措施建设。

8.3.4 生态调度

《中华人民共和国水法》第四条“开发、利用、节约、保护水资源和防治水害，应当全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合利用、讲求效益，发挥水资源的

多种功能，协调好生活、生产经营和生态环境用水”，第二十六条“国家鼓励开发、利用水能资源。在水能丰富的河流，应当有计划地进行多目标梯级开发。建设水力发电站，应当保护生态环境，兼顾防洪、供水、灌溉、航运、竹木流放和渔业等方面的需要”。2006 年 1 月 9 日国家环境保护总局办公厅下发了《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函〔2006〕11 号），提出为维护河流的基本生态需求，水电水利工程必须下泄一定的生态流量，将其纳入工程水资源配置中统筹考虑，使河流水电动能经济规模和水资源配置向“绿色”方向发展；在水电水利工程建立下泄流量自动测报和远程传输系统，确保生态流量数据获取的真实性和完整性，便于工程生态流量泄放调度管理和环保主管部门监督。同时可以在下泄生态流量测报的基础上，根据河道生态保护情况的监测结果，适时优化泄水调度。2014 年，环境保护部、国家能源局《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发〔2014〕65 号），明确提出“根据规划河段生态用水需求，初拟相关电站生态流量泄放要求。

为了满足下游鱼类产卵需求，本工程需要在 4 月～6 月下泄流量符合刺激鱼类产卵需求的生态调度，需要针对下游河漫滩湿地漫滩需求进行漫滩生态调度。

（1）生态调度的原则

东庄水库生态调度需坚持以下基本原则：

1）安全第一、统筹兼顾原则。生态调度须在保证东庄水库工程安全、服从防洪总体安排的前提下，协调防洪、兴利等任务及社会经济各用水部门的关系，发挥综合利用效益。

2）可操作原则。生态调度方案以现有的工程设计能够实现并保证枢纽建筑物安全为前提，具有可操作性，并且具备技术经济可行性。

3）综合效益原则。在保障河流生态需水前提下，应综合考虑工程防洪、减淤、供水、发电等调度目标，协调好其他目标同生态调度目标之间的关系，争取防洪、兴利、生态目标效益的最大化。

（2）刺激鱼类产卵的生态调度方案

东庄水库在运行期，需每年进行刺激鱼类产卵的生态调度，调度过程需满足以下条件要求，

① 每年 4～6 月鱼类产卵季节择机安排生态调度过程；

② 根据天然河道涨水过程，调度期涨水幅度不低于每日 4%

③ 刺激产卵涨水过程每次维持 5 天；

④ 调度期终点流量不得低于 10.66m^3/s。

（3）下游河滩湿地漫滩的生态调度方案

1）湿地补水的生态调度需求

根据泾河下游湿地植被生态需水特征，下游湿地植物的生长为雨热同期，植物生长最旺盛时期也是 6～8 月，亦为湿地植被的最大需水期；9～10 月生态需水量相对较小。泾河下游湿地主要分布于张家山以下河段，通过对于泾河张家山断面流量年内过程进行分析，从 4 月初开始，上游来水增多使河道内流量缓慢增加，整个 4 月泾河流量呈缓慢增加趋势，4 月中旬流量增加幅度略有增大，至 5 月达到峰值；5 中下旬流量开始缓慢下降，直至雨季到来。可以判断，5 月下旬湿地植被萌发和生长所需水分来自于土壤水分中的积累，一般情况下，该期间主要为地下水为湿地补充水分。

6 月末至 8 月，为汛期涨水期，随着降水量增加，洪峰出现的频率和峰值明显加大。大多数年份，6 月末、7 月上中旬或 8 月上旬出现平滩洪水，为湿地补充水分。到 9 月之后，随着雨季结束，河道内流量逐渐减少，部分年份在 9 月末发生一次小洪水过程，但峰值一般达不到平滩流量。

研究表明，洪水是水资源的一种表现形式，也是水的一种运动方式，尤其在干旱、半干旱地区，是重要的洪泛湿地生态水源。洪泛湿地特征表现是洪水的季节性干扰，洪水干扰是洪泛区发展演化的一个主要控制因素。洪水脉冲对植物种子的传播和定居、营养元素的循环、植物有机残体的迁移、悬浮颗粒物质的沉积以及维持洪泛湿地的生物多样性等方面起至关重要的作用。此外，洪水控制着洪泛湿地的空间模式和布局，许多大的洪泛湿地的空间异质性就是由洪水模式决定的。总之，洪泛是河流与洪泛区的天然属性，是联系洪泛湿地与河流系统的重要营力，影响洪泛区过程演进，洪水的定期泛滥即洪泛作用，对湿地形成和发展、物种生存与繁衍及洪泛区湿地景观与功能的维系起着重要的作用。

根据西北大学生物系朱志诚等研究，拂子茅低湿地草甸 7 月、8 月地上生物量分别占到全年总生物量的 82.77%、70.83%，其他禾本类、杂草类植物生物量

6~8 月相对较高，说明 6~8 月为湿地低草甸植物生长季节中的最旺盛期，为其物候期的花期末期及结果期。由此，考虑到湿地植物生长季生长过程的需求，泾河下游湿地植被生长中 6 月末、7 月和 8 月的平滩洪水尤为重要。为此本次评价将在 6~8 月开展为湿地补水的漫滩洪水生态调度。

2）下游湿地漫滩的生态调度方案

根据报告前述章节分析，泾河下游湿地代表断面的漫滩流量 273~716m^3/s，大部分泾河下游的河流湿地漫滩流量大于 300m^3/s，根据工程调度设计，东庄水库调度中对于来水流量大于 300m^3/s 时不拦蓄（来水流量超过下游堤防设防标准 5420m^3/s 时水库需要防洪运用除外），尽量维持泾河下游湿地漫滩流量。由拦沙期、正常运行期的丰水年、平水年、枯水年和特枯水年不同流量下的漫滩天数统计（表 8.3-5），可以看出，工程在正常来水调度情况下，能够维持或增加 300～1000m^3/s 出现次数，尤其是 300~700m^3/s 出现天数，在一定程度上将有利于泾河下游河流湿地水量的洪泛补给。

表 8.3-5 泾河张家山断面不同分级流量的天数统计

典型年份	有无东庄	300～700m^3/s	700～1000m^3/s
丰水年	工程前	5	0
	工程后（拦沙期）	5	0
	工程后（正常运行期）	9	1
平水年	工程前	1	0
	工程后（拦沙期）	4	1
	工程后（正常运行期）	4	2
枯水年	工程前	3	0
	工程后（拦沙期）	4	0
	工程后（正常运行期）	4	0
特枯水年	工程前	0	0
	工程后（拦沙期）	5	0
	工程后（正常运行期）	4	0

考虑到泾河下游湿地最大漫滩流量 716m^3/s 的需要（流量可满足泾河下游绝大多数河流湿地的洪泛漫滩过程），目前坝址至泾河入渭口河段最大上滩流量出现几率平均 1 次/年，工程基本不会影响典型年下游滩地的上滩次数。

评价单位认为应充分发挥东庄水库运行后的蓄峰补枯、水量调蓄作用，对于

天然状态下无法满足下游河道上滩的大水过程进行适当调控，使其达到上滩流量要求，为河道滩地植被创造补水条件。工程在每年 6～8 月（汛期），应结合流域洪水预报成果，当中常、中小洪水过程无法满足下游滩地最大平滩流量（716m^3/s）时，择机对对入库洪水进行采用集中凑泄的方式，使其满足下游滩地上滩流量条件，为湿地进行生态补水。通过生态调度，使年内河道下游平滩最大流量出现次数不低于 1～2 次，以满足下游湿地对于洪水脉冲的漫滩需要。

现以工程建库前平水年两场中常、中小洪水过程为例，对工程生态调度方式和效果进行说明。根据工程设计单位统计，以 50%平水年建库前有两场中常、中小洪水过程为例，峰值流量分别为 478m^3/s 和 613m^3/s，生态流量通过水库调度使其满足下游最大上滩流量标准，过程见图 8.3-4、图 8.3-5。

原峰值流量 478m^3/s 和 613m^3/s 的中常、中小洪水过程无法满足下游滩地平滩流量最大值条件，经过水库生态调度后，可以在下游滩地产生 6 小时、7.5 小时的上滩流量过程，为下游滩地植被创造补水条件。

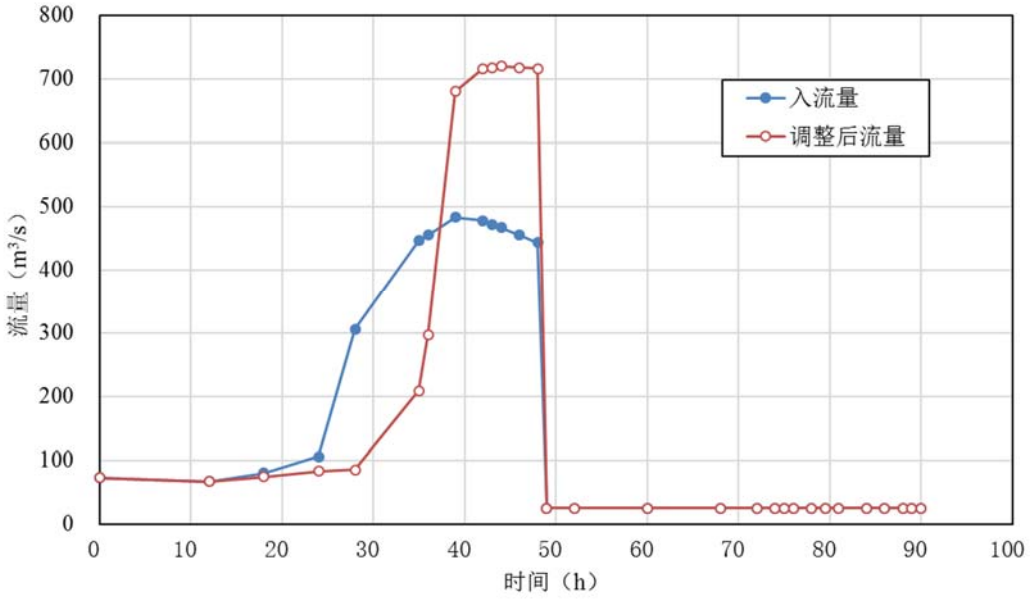


图 8.3-4　原 478m^3/s 峰值流量过程生态调度后过程线

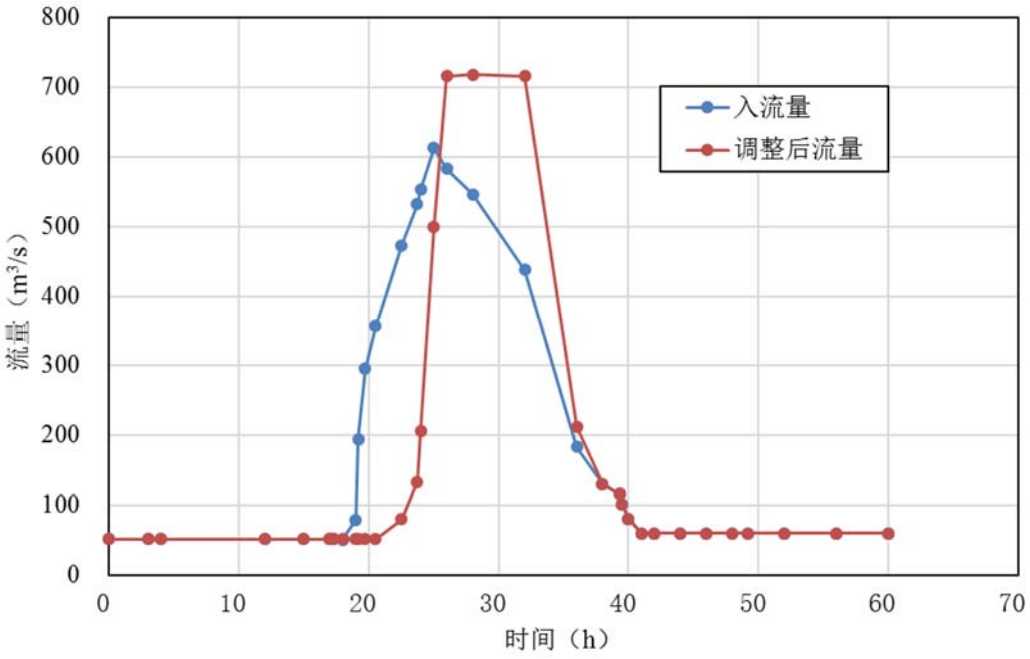


图 8.3-5 原 613m³/s 峰值流量过程生态调度后过程线

方案具体思路为，当泾河上游来水频率偏枯、来水条件无法满足下游湿地生态需求时，选取适当年份破坏部分农业用水需求，将该部分农业用水量采取集中下泄的方式放至坝下河岸，形成人造洪峰，满足湿地漫滩需求。

结合东庄水库的调水调沙运用，水库生态调度具体要求为：

6 月汛期到来之前，结合流域洪水预报，在满足生态基流和工农业用水的前提下，在入库流量较大时段，择机下泄人造洪水，洪峰流量不低于 716m³/s，且峰值流量持续时长不少于 6 小时，每年调度不少于 1 至 2 次，以满足汛期湿地补水需求。

（4）生态调度适应性管理及效果评估

生态调度中，要强化水文过程的适应性调度管理：补充水文自动监测站点，特别是鱼类产卵场、重要湿地分布河段，在调度期间实时、灵活地反馈关键断面流量、水位数据，及时调整工程调度运行方式，保障下游适宜生态需水；补充完善水文过程与敏感保护目标适宜度的量化关系；建立水文信息应用服务平台，以直观的形式展现敏感目标河段水量、水位、生态状况等，为下游水库泄放方案提供决策依据，实现是适应型调度管理。

在实施生态调度时，同步开鱼类产卵情况和湿地资源监测，以评估生态调度

实施效果；对于泾河下游重要湿地及泾渭湿地自然保护区，根据生态调度实施情况，做好调查分析工作，评估其实施效果。

（5）生态调度的责任主体

工程生态调度方案涉及流域防洪、供水和环保等多个部门，为提高工作效率，明确各方权责关系，对相关单位及其工作职责明确如下：东庄水库生态调度的责任主体为陕西省水利厅，重点负责生态调度的总体组织、协调和调度方案的批准，并负责对调度方案实施后的各种评估进行监督。陕西省水利厅、环保厅、林业厅组织专业技术专家组，指导监督生态调度的实施过程，并及时评估生态调度效果。

8.4 废污水环境保护措施

8.4.1 施工期废污水处理措施

（1）混凝土拌和系统废水处理措施

①混凝土拌和系统废水指标

混凝土拌和系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗过程，该部分废水相对较集中，且为间歇排放，含有较高的悬浮物，浓度一般高达 5000mg/L 以上，pH 值为 9～12。

② 处理目标

混凝土拌合系统废水处理后优先回用，多余部分达到《黄河流域(陕西段)污水综合排放标准》(DB61/224-2011)一级标准后达标回用，处理目标为 SS≤70mg/L。

③ 方案比较

针对废水悬浮物浓度高，处理后需要循环利用的特点，混凝土拌和系统废水采用加絮凝剂沉淀的方法达到《混凝土拌和用水标准》（JGJ63-2006）后回用于混凝土拌和系统的冲洗。工程设置 6 个混凝土拌和系统，混凝土拌合楼混凝土拌和系统废水由于水量相对较大，可采用“絮凝+沉淀”工艺进行处理。左右两岸各设置一处。处理流程见图 8.4-1。

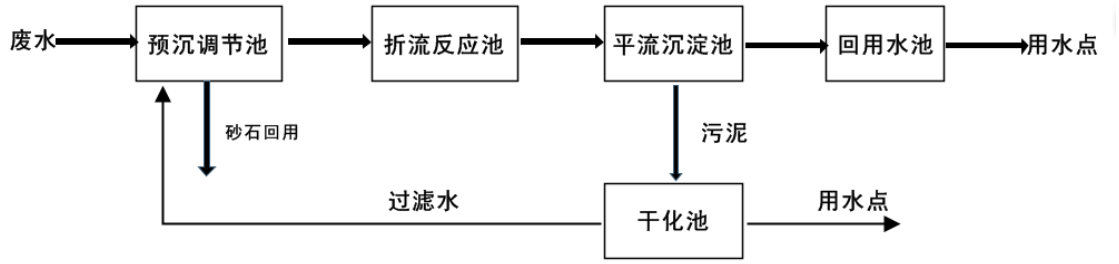


图 8.4-1　混凝土拌和系统废水处理流程图

废水先流进调节池储存和均量均质，再通过提升泵进入折流反应池。在提升泵后管道里加混凝剂聚合氯化铝或者聚丙烯酰胺，经过混合后到反应池中，混凝剂作用下，废水中悬浮颗粒形成比较大的颗粒体。反应池出水流进沉淀池，在沉淀池中实现固液的高效分离。沉淀池出水到回用水池，为砂石场提供回用循环水；底部的污泥排到干化池脱水，过滤水回到调节池处理，干泥可作为回填土用于各施工场所。

根据工艺需要，每套处理设施需要配备一下构筑物和主要设备：

①调节池 1 座

废水量小，调节池主要起均衡水量和初步沉淀的作用。当池子储存一定的水量时再进行处理。配置两台提升泵一用一备。

②折流反应池

起混凝作用，使废水中的悬浮物能形成大的固体颗粒团，容易与废水分离。

③沉淀池

反应混合物在此实现固液分离，普通沉淀池。配置刮泥机、排泥泵各一台。

④回用水池 1 座

储存沉淀池出水用于混凝土搅拌和系统冲洗用水，配置清水泵两台。

⑤干化池 2 座

干化池主要用途为污泥干化。由于沉淀池排出来的污泥含水率很高，不易作回填等用途。通过干化池的脱水后含水率可达 50%左右，可以填埋于弃渣场等。干化池设置两座，轮流使用。

⑥事故水池 1 座

为避免处理系统发生事故时废水外溢，需设置事故水池 1 座，要求其可容纳 8 小时废水量，该水池在平时兼作为回用水池用。

根据混凝土拌合系统分布情况分布情况，各布设一套废水处理系统。

⑦废水循环利用可行性分析

混凝土拌和系统废水高峰期日产废水产生量远小于系统用水量。根据水利枢纽施工经验，废水经处理后，悬浮物浓度小于 70mg/L，满足《混凝土用水标准》（JGJ63-2006）的要求，可回用于混凝土搅拌。施工过程中可利用水泵从蓄水池抽取废水和新鲜水混合，用于混凝土搅拌。

（2）砂石料加工系统废水处理措施

①砂石料加工废水指标

砂石料加工废水具有废水量大，SS 浓度高的特点，一般 SS 浓度高达 15000mg/L 以上。部分废水经过处理达到《水电工程砂石加工系统设计规范》(DL/T5098-2010)的砂石加工系统回用水水质要求（SS≤100mg/L）后，实现废水循环利用。

②方案选择与设计

工程施工布设 3 个砂石料加工系统，分别为砂石料加工系统 1、砂石料加工系统 2、砂石料加工系统 3，施工过程中砂石料冲洗废水比较集中，在施工过程中容易进行处理和控制，施工期废水拟经过沉淀处理后回用于砂石料冲洗工艺中。一方面节约了水资源，另一方面减少了水环境污染。

拟定了 3 个废水处理方案，进行综合比选。

方案一：自然沉淀法

废水进入沉淀池，不使用絮凝剂，在沉淀池中进行自然沉淀，上清液回用。自然沉淀法方案的特点是处理流程简单，基建建设技术和费用相对较低，运行操作简单，运行费用少，但是要达到较好的处理效果，沉淀池的规模要求较大。

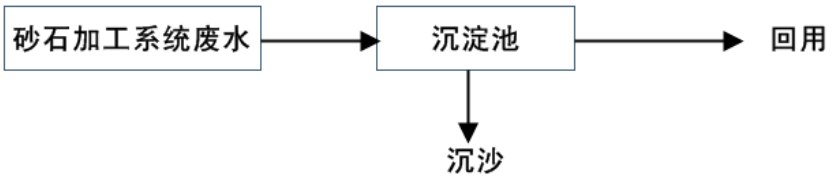


图 8.4-2 砂石料加工系统废水自然沉淀法示意图

方案二：絮凝沉淀法

废水先经过沉砂处理单元把粗砂去除后，再进入絮凝沉淀单元，由于絮凝剂投加，使小于 0.035mm 的悬浮物得到快速、有效的去除，上清液回用。本方案与方案一相比，增加了机械设备和运行费用，但占地面积小，废水处理效果较好，并且可以回收细砂。

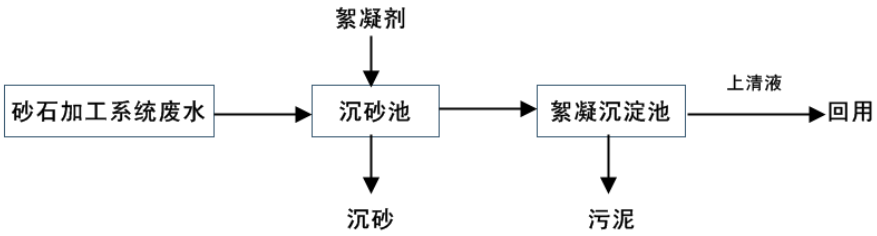


图 8.4-3 砂石料加工系统废水絮凝沉淀法示意图

方案三：机械加速澄清法

本方案与以上两个方案不同之处就是将混合反应池和沉淀池合二为一体，即机械加速澄清池具有混合和沉淀双重功能，节约了处理设施占地面积、减少了絮凝剂用量；该工艺处理效果好，占地面积少，但机械加速澄清池结构复杂，设计难度和基建技术要求比较高，设备费、运行费和维护费都较高。

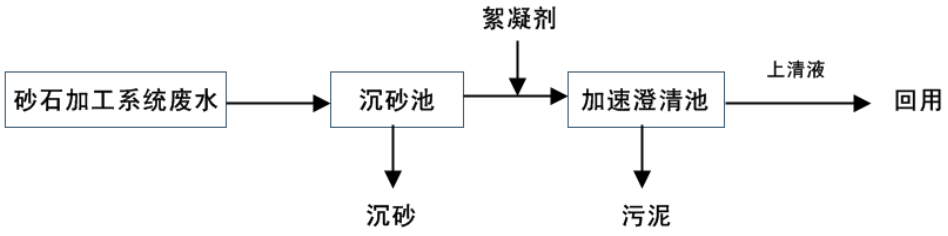


图 8.4-4 砂石料加工系统废水机械加速澄清法示意图

方案比选结果：根据砂石系统废水处理方案，从维护管理、运行费用来看，方案一具有较大优势，就去除悬浮物的工艺效果和占地面积而言，方案三最好，方案二次之；方案三虽然占地最小，但工程设计、施工及管理水平要求较高，不太适合于水电工程的临时项目。本工程砂石加工系统废水中绝大部分是无机颗粒，沉降性能良好，加之施工用地较为紧张特点，方案一不能满足该工程的要求，经过三个方案比较，推荐方案二—絮凝沉淀法进行处理。

工艺流程具体见图 8.4-5。

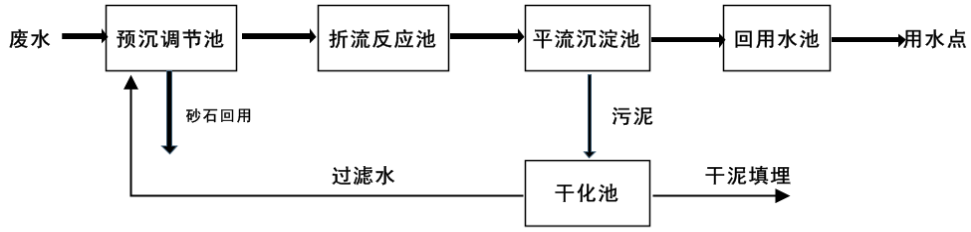


图 8.4-5　砂石料加工系统废水处理流程图

根据工艺需要，每套处理设施需要配备的构筑物和主要设备如下：

①预沉调节池 1 座

预沉调节池作为废水的收集池，同时兼初沉池的作用。在其前端为沉淀区，砂石微粒和其他大悬浮物在此沉淀。配置一台排砂泵，两台提升泵。

②折流反应池 1 座

主要为废水与混凝剂和助凝剂反应提供充分的混合，利用管道和水力来达到搅拌的目的。

③平流沉淀池 1 座

反应混合物在此实现固液分离。配置刮泥机，无堵塞自吸式污泥泵。

④回用水池 1 座

储存沉淀池出水用于料场用水，配置两台泵，规格同调节池提升泵。

⑤干化池 2 座

干化池主要用途为污泥干化。由于沉淀池排出来的污泥含水率很高，不易作回填等用途。通过干化池的脱水后含水率可达 50%左右，用于施工回填等。两个池子轮流使用。

⑥事故水池 1 座

为避免处理系统发生事故时废水外溢，需设置事故水池 1 座，要求其可容纳 2.5 小时废水量，该水池在平时也可以兼作为回用水池用。

根据施工区分布情况，共布设 3 套砂石料加工废水处理系统。

③废水循环利用可行性分析

砂石加工系统废水污染物主要是 SS，根据砂石废水处理设备性能，废水经过处理后，SS 浓度能够降低到 200mg/L 以下；经过处理的砂石加工系统废水完全满足砂石加工系统冲洗用水循环利用要求；废水 SS 与砂石骨料属于同一岩性，

不含有影响混凝土质量的物质，并且 SS 浓度也满足混凝土拌和系统用水水质要求。鉴于以上分析，废水经处理后，水质满足循环利用和综合利用要求。

工程砂石加工系统 1 施工高峰期最大废水产生量 832m³/h，废水容纳空间必须大于 832m³/h，容纳空间越大、循环利用和综合利用的可行性越高。根据处理后的废水水质、水量及废水容纳空间分析，砂石加工系统废水循环利用和综合利用是可行的，但应该加强废水处理和程序管理，增强废水处理、循环（综合）利用过程的抗冲击能力。

（3）基坑废水处理措施

①基坑废水特点

基坑排水分两个阶段，在围堰合拢初期围堰内水为河水，水质与现状河流水质基本一致，可通过泵直接抽排至下游，对河流水质基本没有不利影响。施工过程中由于基坑开挖和混凝土浇筑、冲浇、养护及水泥灌浆，产生一定量的废水，该部分废水悬浮物含量和 pH 值增高。根据估算，坝址施工高峰期上游基坑经常性排水强度为 380m³/h，下游基坑经常性排水强度为 1500m³/h，悬浮物浓度可以达到 2000mg/L 以上。

②处理方案

本工程基坑废水主要由降水、渗水汇集而成，主要污染物为悬浮物，其 SS 浓度一般在 2000mg/L 左右。根据水利枢纽及其他大量水电项目对基坑废水的处理经验，基坑废水经混凝沉淀后可使 SS 浓度可降至 70mg/L 以下。

因此，对基坑废水不采用另外的处理设施，在基坑开挖集水坑，收集基坑排水。向基坑内投加絮凝剂（可采用聚合氯化铝或者聚丙烯酰胺），排水静置 2h 后抽出，剩余污泥定时人工清理干化后填埋处置即可。排出的水优先用于混凝土养护等对水质要求不高用水，多余部分可排放至下游河道。根据工程需要，需配备排水泵、加药系统一套（含混合池、加药泵）、控制柜一套，管阀一批。

（4）含油废水处理措施

①含油废水水质特点

施工期坝体施工工区、水垫塘二道坝及厂房施工工区均设置有机械修配厂、汽车停放保养厂，施工期间设置机械修配厂 2 个、汽车停放保养厂 2 个。机械维

护及汽车冲洗废水中悬浮物（SS）、石油类、化学需氧量（COD）的浓度分别为500～4000mg/l、10～30mg/l、25～200mg/l，高峰期冲洗废水排放强度为15.6m^3/d。

②处理目标

为减轻施工过程中对水环境的影响，要求含油废水经过处理达到《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）（其中石油类浓度小于5.0mg/L）后回用于汽车冲洗用水及道路降尘洒水。

③处理方案及处理工艺选择

废水采用成套油水分离器来处理。特点是油水分离效果好，油分回收率和去除率高，但设备投资相对较高，修理保养要求高。综合考虑，建议采用SFY-3含油污水成套处理设备，设备设计处理能力为5m^3/h，坝体施工工区、水垫塘二道坝及厂房施工工区各1套，能满足工程废水处理要求。

含油废水处理工艺流程见图 8.4-6。废水经过油水分离器处理后，石油类浓度≤5mg/L，排放到回用水池储存，按需要用于车辆冲洗、场地道路抑尘或绿化用水。油水分离器分离出来的高浓度含油水委托有资质的单位外运处置。

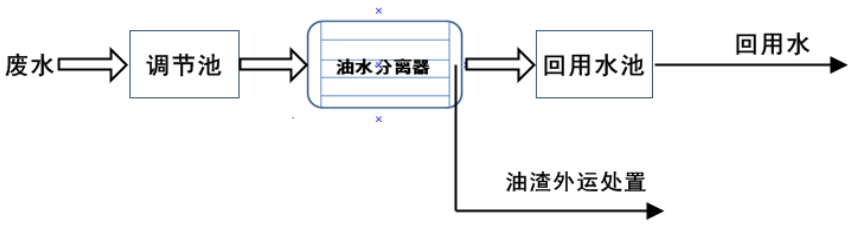


图 8.4-6 含油废水处理流程图

具体构筑物包括：

①集水沟，设置于机修场四周和冲洗场地四周，断面可采用300mm×300mm，砖混结构，并加格网盖板。

②调节池1座，规格为：5000mm×4000mm×2500mm。

均衡水量水质，同时可沉淀部分细砂等杂物。配置提升泵两台，一用一备，定量抽水到油水分离器。

③油水分离器1套。

处理能力都为5 m^3/h，废水在此实现油水分离，废油定期委外处置。

④回用水池1座，两格，规格为：4000mm×4000mm×2500mm，两格可以交

替使用，同时可兼做事故水池。

⑤废水回用于机械的冲洗配置提升泵两台，一用一备。

⑥废油箱 2 个，容积为 5m^3，用于临时贮存油水分离器分离出来的浓油水。

表 8.4-1 主要机械设备一览表

序号	名称	单位	数量	备注
1	污水提升泵	台	2	一用一备
2	油水分离器	套	1	
3	清水泵	台	2	一用一备
4	废油桶	个	2	
5	配电控制柜	套	1	
6	其他管阀配件	批	1	

③废水循环利用可行性分析

施工期含油废水经过油水分离器后可大幅降低废水含油浓度，一般情况下出水石油类浓度可达 5mg/L 以下，其余指标符合《城市杂用水水质标准》，可就近回用于车辆冲洗、场地道路抑尘洒水。

（5）生活污水处理措施

①施工生活污水产生情况

施工期设置 3 处施工营地（坝体服务的施工生活 1 区、施工生活 2 区分和为厂房、水垫塘服务的施工生活 3 区），施工生活 1 区、2 区、3 区高峰期生活污水产生量分别为 216 m^3/d、184 m^3/d 和 160m^3/d。生活污水水质为 COD 浓度一般为 400mg/L，NH_3-N 浓度一般为 35mg/L。

②处理目标

施工期生活污水处理目标依照《黄河流域(陕西段)污水综合排放标准》(DB61/224-2011)一级标准后，COD、NH_3-N 排放浓度分别控制在 50mg/L、12mg/L 以下，施工营地生活污水处理后排放至泾河。

③污水处理工艺选择

方案 1：采用化粪池。

工程施工期生活污水经化粪池初步处理后排放，该方案具有造价低，运行费用低等优点，但污染物去除率低，仅适用于污水量小、排放标准要求不高的工程。

方案 2：采用成套生活污水处理设备。

成套生活污水处理设备对生活污水处理效果好、运行稳定，但由于相关设备较多、自动化程度较高，需要操作人员具有较高的技术水平，并且生活污水处理费用相对较高。

方案 3：一体化地埋式生活污水处理设备

该处理方式是目前国内较为成熟、可靠、技术先进的处理工艺。全套设备均可埋于地下，工程投资省，处理效果较好，占地面积少，运行能耗低，管理维护方便，并可根据施工区地理位置的特殊性合理利用有限场地；根据生活污水污染物组成及浓度，可以增加脱磷、脱氮工艺，保证处理后的水质。

通过以上 3 个方案的比选，方案 1 的建设投资和运行费用最低，其次为方案 3，最高的为方案 2；方案 1 和方案 3 管理方便，方案 2 的管理相对较为复杂复杂；方案 1 的出水水质较差，而方案 2 和方案 3 的出水水质均能够满足《黄河流域(陕西段)污水综合排放标准》(DB61/224-2011)一级标准，并且具有较好的脱磷除氮效果。工程所在的泾河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准，而且工程施工占地较为紧张，综合考虑生活污水处理设施的建设成本和管理方便性，以及生活污水处理后达到的标准，施工营地和业主营地生活污水处理采用地埋式一体化生活污水处理设备。

④推荐方案

选择采用 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备，设备采用接触氧化工艺，可埋入地表以下，地表可作为绿化或广场用地，也可以设置于地面。流程见图 8.4-7。

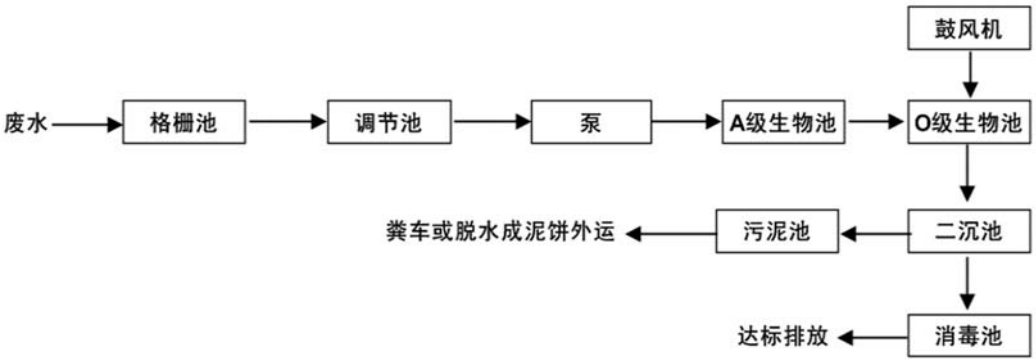


图 8.4-7 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备工艺流程图

WSZ-AO 系列一体化污水处理设备中的 AO 生物处理工艺采用推流式生物

接触氧化池，处理优于完全混合式或二、三级串联完全混合式生物接触氧化池。并且它比活性污泥池体积小，对水质适应性强，耐冲击性能好，出水水质稳定，不会产生污泥膨胀。同时在生物接触氧化池中采用了新型弹性立体填料，具有实际比表面积大，微生物挂膜、脱膜方便，在同样有机负荷条件下，比其它填料对有机物的去除率高，能提高空气中的氧在水中溶解度。由于在 AO 生物处理工艺中采用了生物接触氧化池，其填料的体积负荷比较低，微生物处于自身氧化阶段，因此产泥量较少。此外，生物接触氧化池所产生污泥的含水率远远低于活性污泥池所产生污泥的含水率。因此，污水经 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备后所产生的污泥量较少。

⑤设计参数

调节池：WSZ-AO 系列调节时间为 8 小时。

初沉池：WSZ-AO 系列初沉池为平式沉淀池，表面负荷为 1.5$m^3/m^2.h$。

A 级生物池：WSZ-AO 系列 A 级生物池为推流式厌氧生化池，污水在池内的停留时间为 3 小时，填料为弹性立体填料，填料比表面积为 200m^2/m^3。

O 级生物池：WSZ-AO 系列 O 级生物池为推动式生物接触氧化他，污水在池内的停留时间为 5-6 小时，填料为弹性立体填料，填料比表面积为 200m^2/m^3。

二沉池：WSZ-AO 系列二沉池为旋流式沉淀池，表面负荷为 1.0$m^3/m^2.h$ 沉淀时间为 2.1 小时。

消毒池：WSZ-AO 系列消毒池为旋流反应池，污水在池内总停留时间为 300 分钟左右。

污泥池：WSZ-AO 系列污泥池中的污泥可用吸粪车从入孔伸入污泥池底部进行抽吸后外运即可。

事故水池：为避免污水处处理系统发生事故时污水外溢，在营地设置事故水池，事故水池的按照一天污水量确定规模。

⑥处理规模及设备选型

根据施工营地布设情况，在为坝体服务的施工生活 1 区、施工生活 2 区分和为厂房、水垫塘服务的施工生活 3 区各布设一套生活污水处理设施。单套污水处理设施主要机械设备配置情况见表 8.4-2。

表 8.4-2 施工营地污水处理设施设备选型

项目	污水量（m^3/d）	设备选型
施工生活 1 区	216	WSZ-AO-20
施工生活 2 区	184	WSZ-AO-15
施工生活 3 区	160	WSZ-AO-10

⑦污水循环利用可行性分析

WSZ-AO 系列污水处理设施运行稳定，技术成熟，广泛应用于生活污水处理中，处理出水经过消毒处理后一般可以达到《黄河流域(陕西段)污水综合排放标准》(DB61/224-2011)一级标准要求，营地污水经过处理后优先用于施工营地、施工场区、道路降尘或绿化用水。

表 8.4-3 单套生活污水处理主要机械设备表

序号	名称	单位	数量	备注
1	金属格栅	台	1	
2	污水提升泵	台	2	一用一备
	WSZ-AO 一体化设备	台	1	含风机、污泥泵
3	氯气发生器	台	1	
4	清水泵	台	1	回用水泵
5	配电控制柜	套	1	
6	其他管阀配件	批	1	

⑧其他施工现场生活污水处理

鉴于工程施工现场作业区范围较大，为了充分收集生活污水及粪便，防止分散污水对环境的不利影响，规划在砂石加工系统区、混凝土拌合系统区、大坝施工区修建 4 座公厕，公厕修建只考虑干粪池，处理后用于农田或林草灌溉。

⑨运行管理与维护

生活污水处理设施进行统一管理、统一维护。

设立一名专业管理人员，在上岗前由一体化地埋式生活污水处理设施生产厂家进行技术管理培训。

操作人员应严格按照操作技术规程，进行正确的操作和定期的维护，发现问题及时向环境管理部门汇报解决。

加强环境保护宣传，食堂产生的泔水优先供给当地居民，进行综合利用，减少污水产生量；经过处理后的生活污水，优先用于农田、绿化灌溉。

8.4.2 运行期废污水处理措施

（1）业主营地生活污水处理措施

运行期管理机构编制人员为 151 人，其中现场管理区 50 人。生活污水产生量为 5.0m^3/d。污水处理设施采用施工期成套污水处理设施（WSZ-AO-1 型），污水经过处理并消毒后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）的城市绿化水质标准后暂存于清水池，回用于营地绿化用水和抑尘洒水。

东庄水利枢纽建设和管理机构机关位于西安区，其生活污水排入城市污水管网，纳入城市污水处理系统。

根据可研阶段对业主营地规划，营地绿化面积约 1.5 公顷。生活污水经过处理后优先用于绿化用水，根据《室外给水设计规范》（GB50013-2006），绿化用水按照 1.5L/m^2.d 计，则用水量约 22.5m^3/d，可见业主营地绿化用水可完全消纳营地处理后的尾水。

（2）鱼类增殖站污废水处理措施

鱼类增殖站在运行过程中需要对亲鱼池、苗种池池底进行清洗，每半年清洗一次，运行过程中对亲鱼池、种苗池分批次进行，平均每月一个批次，每次清洗废水量约 50m^3。增殖站设置废水收集池，然后均匀泵入管理区生活污水处理系统一并处理。根据一次水量规模，拟建废水收集池有效容积为 60 m^3，可采用混凝土结构。

（3）发电机组检修废水处理措施

发电机组在检修过程中会产生少量的废水和含油废水，但废水产生量较小。发电机厂房设置集水沟和废水收集井，用于收集含油废水。一旦产生这部分废水，委托具有含油废水处理资质的单位进行处置。

8.5 运行期水环境保护措施

东庄水利枢纽工程运行后，工程所在区域的泾河流域水污染防治相关内容见《泾河流域陕西段水污染防治规划》（7.1 水源区水污染防治规划），受水区的流

域水污染防治相关内容见《东庄水库受水区水污染防治规划》（7.2 受水区水污染防治规划），下文重点是对泾河甘肃区域水污染、地下水污染等提出相应的防治对策和措施。

8.5.1 甘肃区域水污染防治

鉴于东庄水库上游部分污染负荷来源于甘肃的庆阳市，庆阳市是甘肃省规划的煤炭、煤电、煤化工基地，石油炼化、精细化工、医药和农副产品加工基地等，针对区域工业产业定位和现状污染源，需要严格落实《甘肃省水污染防治工作方案（2015-2050 年）》（甘政发〔2015〕103 号）、《庆阳市水污染防治工作方案》（庆政发〔2016〕11 号）、《甘肃省“十三五”环境保护规划》（甘政办发〔2016〕70 号）的相关措施，对区域水污染实施分流域、分区域、分阶段治理，系统推进区域水污染防治、水生态保护和水资源管理，推动以控制单元为基础的水环境质量管理，实行流域水生态环境功能分区管理和综合治理，加大对化学需氧量、氨氮、总磷、重金属及其他影响人体健康污染物的控制力度，强化化学需氧量和氨氮排放总量的控制，未达目标控制要求的单元要制定达标方案。首先，泾河水系的平镇桥、长庆桥、八里桥、拦洪坝断面的水质 2020 年要满足Ⅲ类水质要求。其次，根据流域断面水质考核目标和主体功能区规划要求，明确区域环境准入条件，细化功能分区，实施差别化环境准入政策；其次，落实石油、化工、农副食品加工、制药等重点行业专项治理方案，区域新建、改建、扩建水污染重点行业建设项目实行主要污染物排放等量或减量置换；第三，工业聚集区内企业工业废水必须经预处理达到集中处理要求，现有工业集中区按规定建成污水集中处理设施，并安装自动在线监控装置；第四，因地制宜对现有城镇污水处理设施进行改造，2020 年底前达到相应排放标准或再生利用要求；推动畜禽规模养殖废弃物资源化利用，现有规模化畜禽养殖场（小区）要配套建设粪便污水贮存、处理、利用设施；第五，实行测土配方施肥，推广以秸秆还田为主的耕地质量提升综合技术和精准施肥技术；加快农村生活污水集中处理设施的建设，推动城镇污水处理设施和服务向农村延伸，有效解决农村污水问题。

同时，严格落实 2011 年 6 月陕甘两省签订的《陕西省人民政府甘肃省人民政府关于推进关中—天水经济区发展战略合作框架协议》、《关于共同推进关中—

天水经济区环境保护的战略合作协议》和《渭河流域环境保护城市联盟框架协议》、《甘肃省省政府关于贯彻落实《关中—天水经济区发展规划》的意见》（甘政办发〔2010〕10 号）、《重点流域水污染防治规划(2016-2020 年)》（环水体〔2017〕142 号）等，以经济结构调整、产业布局调整和经济增长方式转变为核心，加强现有企业污染防治设施运行监管，开展跨区域污染治理，加强农业面源污染控制，落实泾河流域水环境污染治理是甘肃省的相关责任，促进流域水环境改善。根据《关于健全生态保护补偿机制的意见》（国办发〔2016〕31 号）、《陕西省人民政府办公厅关于印发健全生态保护补偿机制实施意见的通知》（陕政办发〔2017〕71 号）、《甘肃省贯彻落实〈国务院办公厅关于健全生态保护补偿机制的意见〉实施意见》（甘政办发〔2017〕127 号），构建流域生态补偿机制，开展流域生态保护补偿试点工作，通过生态补偿促进泾河流域上下游的水环境保护协作机制。

8.5.2 水库水质保护措施

（1）蓄水前库底清理

根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）、《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL 644-2014）等规定，细化库底环境清理方案，确保水库运行安全和水库水质不受影响，经环保验收后方可蓄水。为了防止淹没于水库内的树木、杂物等对水体水质和水库运行造成影响，在水库蓄水前必须对库底进行清理，具体操作主要由各县移民局（办公室）组织进行，清理工作完成后，由省移民办公室、建设单位、设计单位、各淹没涉及县政府和移民局（办公室）以及其他相关单位的领导与专家组成验收工作组对库区进行验收，验收合格后方能进行水库蓄水。东庄水库库底清理无特殊清理，仅有一般清理。

1）清理对象

①正常蓄水位（789m 高程）以下的林木砍伐与迹地清理，防止水质污染的卫生防疫清理。

②正常蓄水位（789m 高程）以下 2m 范围内大体积建筑物、构筑物残留体和林地等清理。

③正常蓄水位（789m 高程）以下的生活垃圾和固体废物。

2）清理要求

①卫生清理

清理现场表面用农田土或建筑渣土填平压实。粪便消毒处理后要达到《粪便无害化卫生标准》的指标要求，由县级疾病预防控制中心提供检测报告，粪便大肠菌按照《粪便无害化卫生标准》检测。

鼠密度按照《动物鼠疫监测标准》（GB16882）检查，不得超过 1%。

卫生清理验收应由县以上卫生防疫部门提供检测报告。

②建（构）筑物的拆除与清理

建筑物、构筑物残留高度不得超过地面 0.5m，拆除的线材、铁制品、木杆不得残留库区。

建筑物、构筑物清理后的易漂浮材料，不得堆放在库区移民迁移线以下，且需有固定措施。

田间和农舍旁堆置的柴草、秸杆等，残留量不应大于清理量的百分之一。

对库岸稳定性有利的建筑物基础、挡土墙等可不予拆除，对确难清理的较大障碍物，应设置蓄水后可见标志，并在地形图上注明其位置与标高。

③林木清理

林木砍伐并清理运库检，残留树桩高度不得超过地面 0.3m。

④库底清理去向

需要清理的房屋、桥梁、水利设施就地推到、推平；线路、林木及林地灌木、田间和农舍旁堆置的柴草、秸杆等易漂物全部清理出库外，且需有固定措施，处理处置场地的选择必须满足相应选址的环境保护要求。坟墓清理应在卫生部门指导下进行卫生防疫清理，将其污物运出库外，处置场地选择应符合卫生、环保要求，残留于地面的要进行曝晒消毒，并且对其坑穴应进行消毒，污水坑用净土填塞。

⑤危险废物

水库蓄水前，按照《危险废物处置工程技术导则》(HJ2042-2014)、《医疗废物集中处置技术规范》等相关要求，对水库淹没区范围的工矿企业（6 个水电站）、有关单位等遗留的建筑物、生产设施、固体废弃物及受影响场地等可能存在危险废物的区域进行核查，并对周边是否受到污染进行调查评估，对发现的危险废物及受污染土壤等应委托有资质的单位进行处理。

（2）库区面源污染控制措施

1）水土流失治理。针对库区区域水土流失严重，应根据《陕西省水土保持规划（2016—2030）》和《陕西省“十三五”水土保持规划》等要求，在库周、水库上游地区及主要支流加强水土保持工作，落实水土保持规划，加大植树种草、退耕还林、封山育林等水土流失防治措施，同时结合《关于开展防治面源污染水土保持试点工程建设的通知》（办水保〔2005〕99 号）、《陕西省生态保护与建设规划（2014～2020 年）》等，充分利用河边绿化带作为土地利用和水系间的缓冲地带和过滤带，以及实施封山禁牧、封育保护，加强现有林草植被的保护，防止人为破坏，改善生态环境，涵养水源，保护水资源。

2）加强地力培肥体系建设，大力发展生态农业。农业污染源控制通过建设生态农业工程、大力推广农业新技术来实现。结合《农业部关于打好农业面源污染防治攻坚战的实施意见》（农科教发〔2015〕1 号）、《农业部办公厅关于进一步加强重点流域农业面源污染防治工作的意见》（农办科〔2010〕13 号）、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（陕政办发 〔2015〕38 号）、《陕西省农村环境整治行动计划(2014-2017)》、《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》（农农发〔2015〕2 号）、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发 〔2015〕60 号）等要求，改进施肥方式和农药使用方式，如限制肥料的施入以及施肥时间，避免氮肥的过量供应。制定合理的灌溉制度以及合理种植农作物、推广新型复合肥和缓效肥料等措施可控制肥料的使用量，减少农业面源污染。保土耕种、作物轮植、节水灌溉等措施可减少农业径流的氮磷损失。

3）农村畜禽养殖污染控制。针对库区部分县养殖较多，结合《畜禽规模养殖污染防治条例》、《农业部关于打好农业面源污染防治攻坚战的实施意见》（农科教发〔2015〕1 号）、《陕西省人民政府办公厅关于进一步加强农村环境保护工作的通知》（陕政办发〔2008〕49 号）、《咸阳市“治污降霾·保卫蓝天碧水”行动计划（2014 年）》（咸政办发〔2014〕53 号）、《陕西省农村环境整治行动计划(2014-2017)》、《农业部办公厅关于进一步加强重点流域农业面源污染防治工作的意见》（农办科〔2010〕13 号）、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（陕政办发 〔2015〕38 号）、《陕西省农村环境整治行动计划

(2014-2017)》、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发 〔2015〕60 号）等，做好畜禽养殖污染防治设施建设和废物综合利用，督促畜禽养殖进一步推行规范管理、改进清粪方式、实行雨污分流、推行沼气生产和制作有机肥，引导畜禽养殖产业发展模式向生态化转型，推动种养结合、废弃物循环利用、无公害畜禽产品生产等农业清洁生产和循环经济模式。发展生态养殖，推广干清粪、有机肥生产、沼气化处理、农牧林种养结合等多种形式的畜禽养殖污染防治实用技术和生态养殖模式，杜绝随意外排粪便的现象。

4）严格控制发展网箱养鱼。严格控制发展网箱养鱼等水上养殖业，避免水库发生富营养化几率增加。同时制定科学的渔业发展规划，引进先进技术，因地制宜，引种驯化，加强管理。

（3）库区点源污染控制措施

根据《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（陕政办发〔2015〕38 号）、《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）、《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》（（陕政函〔2016〕262 号）、《陕西省加强化工园区环境保护工作实施方案》（陕环发〔2012〕83 号）等相关要求，库区需要进一步优化产业结构，禁止新建扩建造纸、化工、印染、果汁和淀粉加工等高耗水、高污染项目，新建低污染项目全部进工业园区，纳入统一环境监管，并严格落实“三同时”措施，确保污染物达标排放。同时，加大治理产业聚集区水污染，强化产业集聚区污染治理，健全污水集中处理设施。对于库区上游已经建设的彬长煤矿规划区、长武县煤电工业园、长武县煤化工业园、彬县新民塬煤化工业园、彬县循环工业集中区、彬县农产品加工集中区、彬县建材工业园区、旬邑县太村产业园等，首先要落实工业园区规划环境影响报告书及批复的环境保护措施；其次，遵循“清洁生产、源头控制”的理念，入园项目的清洁生产水平应至少达到国内先进水平，并应采取节水新技术、新措施和水资源综合利用措施，减少新鲜水消耗，提高废水回用率；第三，根据清污分流、污污分治、深度处理、分质回用的原则设计废水处理处置方案，污水应全部综合利用，生活垃圾应进行集中无害化处理；第四，根据区域环境承载力、污染物总量控制指标、资源能源禀赋、产业基础、市场空间、物流运输等条件，制定园区新建项目的环境准入条件；库区现有污染源的治理，库区内污染企业如果现状超标排放的，必须在水库

蓄水前进行治理，以防止造成库区水质污染。

为保护库周环境及水库水质，库区应禁止发展污染企业，严禁设置各类排污口，禁止人畜粪便和垃圾直接入河。

进一步强化污水处理厂建设，严格落实库区的彬县、旬邑、淳化、礼泉等规划的污水处理厂建设，全面落实《陕西省农村环境整治行动计划(2014-2017)》、《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案〔2015-2017 年〕》〔陕政办发〔2015〕38 号〕、《陕西省水污染防治工作方案》〔陕政发〔2015〕60 号〕等提出的加快推进农村集镇生活污水处理设施建设，重点加强流域乡镇生活污水治理设施建设，加大生活污水收集管网建设，将城镇周边村庄纳入城镇污水集中处理系统，2017 年底前，渭河干流沿线镇及省级重点镇全部建成生活污水处理设施，削减城镇生活污染物的入河量，保证库区水体水质。

按照《陕西省农村环境整治行动计划(2014-2017)》、《陕西省人民政府办公厅关于推进全省农村环境综合整治示范工作的通知》等要求，因地制宜推进村级污水处理，以集中处理和分散处理相结合的方式，优先推进位于环境敏感区域、规模较大的规划布点村庄和新建村庄生活污水治理，因地制宜建设污水处理设施。对于城镇周边的村庄，建设生活污水收集管网，纳入城镇污水集中处理系统；对人口数量大、密度相对集中的村庄，建设微动力等处理设施进行处理；对于居住分散且常年降雨量较少的地区，采用小型人工湿地、无(微)动力处理设施、氧化塘等分散式污水处理设施或自然处理方式进行处理。

（4）库区水质隔离防护措施

为减少面源汇入库区而对水质带来不利影响，应加强对库周植被的保护。根据《渭河近堤绿化林带工程建设规划》〔陕政办发〔2008〕120 号〕、《陕西省渭河全线整治规划及实施方案》等要求对重点河段，建设生态隔离带，可结合库周道路走向，在道路两侧结合地形及绿化林带建设生态隔离带。特别是在水库区域河段，应重视隔离带的建设。

隔离带可以起到东庄水库库区的防护作用，防止人类活动等的干扰，拦截部分污染物直接进库区。

（5）水质及污染源监控措施

①水质监测措施

为掌握工程的水质状况，结合《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（陕政办发 〔2015〕38 号）的水质监控网络要求，需进一步完善水质监测体系，在工程范围内水域布设常规水质监测断面。建议在东庄水库坝前建设水质监测站，并列入省（市）控断面，进行常规水质监测。

②污染源监控措施

贯彻落实库区流域工业废水的“达标排放”与“总量控制”制度，中远期发展规划应注重优化工业企业布局，合理调整产业结构，尤其是上游工业园区需要全面落实《关于加强化工园区环境保护工作的意见》（环发〔2012〕54 号）、《关于加强工业园区环境保护工作的指导意见》、《现代煤化工建设项目环境准入条件（试行）》（环〔2015〕111 号）、《彬长矿区总体规划（修改）环境影响报告书》和《彬县新民塬现代煤化工园区总体规划环境影响报告书》及批复意见中关于水污染防治、控制的相关要求，以及其他工业园区规划环境影响报告提出的水污染控制措施。为防止新的污染源破坏水库水质，地方政府应重点选择无污染或轻污染、高效益产业，严格控制新增污染物排放量，不允许突破总量控制指标。同时有关环境主管部门应严格管理和执法，对污染大的工程要切实把关，污染大的企业要求建设污水处理设施，废水必须达标排放，并在安装排水水质自动监测设施，通过加强企业排污监测，提高对排污企业的环境监管效能，严控企业超标排污行为，减少污染物入河(库)量。

（6）环境监督管理

近年来，陕西省、咸阳市政府及各级管理部门对泾河流域水环境污染防治高度重视，编制和出台了一系列流域治理文件。2011 年陕西省人民政府印发《渭河流域水污染防治三年行动方案（2012-2014 年）》（陕政办发〔2011〕116 号），咸阳市、西安等会市县制定本辖区的水污染防治三年行动方案（2012-2014 年）实施方案，主要任务和内容包括：①控制农村农业面源污染，包括优化农业种植结构和布局、流域畜禽养殖污染防治、实施绿化工程，流域生态走廊建设、流域农特产品加工业的污染防治。②工业污染源染源的淘汰关闭和治理，按照污染物

总量控制要求，淘汰关闭渭河流域内不符合产业政策的高污染企业。③生活污染治理，包括建成城镇污水处理厂、提升污水厂的处理能力、农村生活污水处理、统筹城乡垃圾收运及处理。④重点工业污染源及河流水质监测。

2015 年，陕西省人民政府实施《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）》（陕政办发 〔2015〕38 号），2012-2014 年流域新建扩建污水处理厂 49 座，对 45 座污水处理厂进行了提标改造，新增污水处理能力 146 万吨/日；淘汰关闭重污染、高排放企业 33 家，推进工业污染治理，强化对国控、省控污染源的日常监督；大力推进农村环境连片整治，农村面源污染和畜禽养殖污染得到有效控制；突出重点污染支流的治理，促进了渭河干流水质的改善，要求继续实施流域点源、面源污染控制，咸阳市泾河、三水河，铜川市石川河等 12 条渭河一级支流入渭断面水质全部达到功能区要求。咸阳市、西安等制定区域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015—2017 年）实施方案。

根据上述泾河流域水环境保护方案，本次评价提出如下补充措施：

1）鉴于泾河彬县、长武区域分布有彬长矿区和工业园区（包括煤化工园区），为降低煤矿排水和工业园区的影响，需要**根据环境保护部、陕西省环境保护厅等对区域煤矿、工业园区提出的建成运行矿井水和生活污水处理设施，矿井水、生活污水处理达标后全部综合利用；选煤厂煤泥水实现一级闭路循环等相关要求；彬县新民塬现代煤化工园区主要污染物 COD、氨氮、挥发酚、石油类、氰化物和硫化物排放浓度分别不得超过 50mg/L、5mg/L、0.2mg/L、0.5mg/L、0.2mg/L 和 0.5mg/L，且回用水量不应小于规划排放量的 30%，并将上述措施纳入区域流域水污染防治规划中**。

2）针对坝址上游长武及彬县的一些煤矿和产业园区废污水对库区水质潜在的风险，区域地方政府部门应督促工矿企业根据废水情况，在水处理设施周围设置足够大事故水池，并编制风险防范应急预案，确保废污水不经处理或不达标排入泾河及东庄水库。

3）严格实施《彬长旬能源化工基地长武综合开发规划》（咸政办函〔2008〕110 号文》、《彬县循环经济工业园区规划环境影响评价》、《彬县化工园区总体规划环境影响评价》、《彬县新民塬现代煤化工园区总体规划环境影响评价》等主要工业园区的环境保护要求，落实**环境保护部 2015 年《现代煤化工建设项目环境**

准入条件》（环办〔2015〕111 号）强化工矿企业环境准入条件和落实国家能源局《关于规范煤制燃料示范工作的指导意见（征求意见稿）》((国能综科技〔2015〕69 号）要求，不符合环保要求的工矿企业禁止引入，同时全面落实相关环境保护措施，控制上游区域煤化工发展规模；园区应制定环境风险应急预案，建立企业、园区和周边水系（泾河、东庄水库等）环境风险三级防控体系。

4）建立完善的东庄水库坝址上游及下游河段水环境监测网，设置水质实时在线监控系统，并根据水质定期实际监测数据对在线监控系统进行校正。

5）水库蓄水前，库区的长武、彬县、旬邑等主要城镇、工业园区污水处理厂出水水质应执行《黄河流域（陕西段）污水综合排放标准》（DB61 224-2011）中一级 A 标准；同时，建设再生水处理设施和管网，加大向工业企业、景观水体、市政杂用和农业灌溉供水，到 2017 年各市（区）、县城和工业集中区再生水利用率分别达到 25%、15%和 30%，减少废污水排放量，明确具体的考核目标和落实责任单位，相关要求纳入水污染行动实施方案考核体系中。

8.5.3 地下水保护措施

（1） 施工期水质保护措施

1）生活污水处理

为防止生活污水污染周围环境，在施工生活区采用《水电水利工程环境保护设计规范》（DL5402-2007）中推荐的成套生活污水处理设备对生活污水进行处理，生活污水进行处理后达标排放。在施工区以及料场和其它零星居住点设立卫生厕所，粪便定期清运，由附近农民进行堆肥。

2）生产废水处理

东庄水利枢纽工程作为大型水利水电工程，施工时机械设备较多，一般情况下，都会产生含油冲洗废水，含油废水一旦进入地下水中也会使其受到污染。即使含油冲洗废水产生量小，但因其在自然条件下不易降解，进而对土壤和水体造成影响。

水电站施工过程中需采用化学灌浆来实施加速护壁措施或堵漏处理，会对地下水水质造成一定影响。施工过程中应尽可能降低对地下水环境的影响，采取以下措施：砂石料冲洗废水收集后经沉淀处理达标后、回用，混凝土养护碱性水经

收集和中和、沉淀后排放，沉渣定期清挖；为防止废油对周围土壤环境的影响，应将场地进行硬化、设置排水渠，对机械车辆检修废水进行收集，经沉淀池和隔油装置处理达标后回用，废油应及时清理和回收。

3）强化管理和监测

要加强施工队伍的管理，制定并严格执行各项规章制度，教育施工人员注意保护环境、提高环保意识，禁止随意向河流中倾倒废水及残渣废物。

（2） 运行期水质保护措施

1）蓄水前库底清理

根据《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL 644-2014）等规定，为了防止淹没于水库内的树木、杂物等对水体水质和水库运行造成影响，在水库蓄水前必须对库底进行清理，并组织相关单位验收，验收合格后方能进行水库蓄水。东庄水库库底清理无特殊清理，仅有一般清理。

清理内容为正常蓄水位（789m 高程）以下的林木砍伐与迹地清理，大体积建筑物、构筑物残留体\林地等，生活垃圾和固体废物。

需要清理的建筑物等设施就地推到、推平；线路、林木及林地灌木、田间和农舍旁堆置的柴草、秸杆等易漂物全部清理出库外，且需有固定措施；对水库淹没区范围的 6 个水电站等有关单位等遗留的建筑物、生产设施、固体废弃物及受影响场地等可能存在危险废物的区域进行核查，并委托有资质的单位进行处理。

2）工程措施

可研报告中对坝址区（坝基坝肩）和左岸 A、B、C 区以及右岸 C 区（右岸接弱透水岩体）进行防渗，防渗帷幕底高程坝址区河床坝基为 360m～380m。两岸坝基及坝肩（坝址左右岸 500m 范围内）幕底高程 380m～550m（1Lu 线）。库岸防渗底界按 3Lu 线考虑，其中左岸 A 区幕底高程适当低于 585m 一定深度，B 区适当低于 550m 一定深度，C 区适当低于 637m 一定深度，并与左坝肩帷幕相接；右岸幕底高程根据 3Lu 界线按 680m 或适当低于 680m 控制，并与右坝肩帷幕相接。其它部位建议暂不做防渗处理。通过防渗帷幕阻止库水向周边渗漏，减轻对周边地下水水质和水位的影响。

3）监测措施

在水库补给径流区和湿地上游及两岸建立完善水环境监测网，设置水质实时

在线监控系统，并根据水质定期实际监测数据对在线监控系统进行校正。

（3）泾渭湿地和筛珠洞泉水源保护区保护措施

1）泾渭湿地保护措施

①明确泾渭湿地保护管理机构，配备相应的管理人员、管理设备和监测仪器。

②在泾渭湿地上游及湿地范围内建立地下水水环境监测网，在湿地的上游增加一个水质监测点，在湿地的两岸各布置两个监测点，监测频率为次/5 天。

③制定相应的保护预案，根据监测结果，结合水库调度运行方式对湿地进行补水，保证地下水水位保持在合理的范围内，保证湿地的结构和功能不发生变化。

2）筛珠洞泉保护措施

①划分筛珠洞泉水源地保护区

筛珠洞泉水源地属大型地下水水源地，按照《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2007）可将出水点半径 50m 范围划定为一级保护区；一级保护区外不小于 200m 的范围划定为二级保护区；二级保护区以外的补给径流区域可根据库周污染源的情况划定为准保护区。

②设置水源地保护标志牌

根据筛珠洞泉水源地保护区的划定情况，明确功能区地理界线，并在功能区边界设立界桩、界碑、公示牌、警戒线等标志，在保护区内设置有明显标志的警示牌。标志牌上应包括东庄水库的地理位置，各级保护区边界的示意图；保护水库水质的意义，以及与广大公众的紧密利益；明确筛珠洞水源地保护区各功能区的禁止行为，以及相关的惩罚规定。

③加强水源地保护法律法规的宣传和执行

禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目，已建成的排放污染物的建设项目，由当地人民政府责令拆除或者关闭；禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目，改建建设项目，不得增加排污量；对位于水源保护区范围内的村庄，应做好水源保护宣传教育工作，禁止在泉域附近的粪便污水用于浇灌农田。

8.6 环境空气保护措施

8.6.1 施工期环境空气保护措施

施工过程中各种燃油机械排放的废气和施工车辆、开挖爆破、骨料粉碎等产生的粉尘，对空气环境的影响范围主要是在施工区及运输公路两侧，如不采取任何处理措施，遇到不良天气条件，施工作业场所及公路旁空气中的废气及粉尘含量会较高，区域空气环境质量变差会对施工人员产生一定不利影响。为预防废气及粉尘对环境空气及人群健康的影响，拟采取下列措施。

（1）爆破、开挖的防尘降尘

结合优化施工方法、施工技术等采取减粉降尘措施，优化开挖爆破方法；工程爆破方式应优先选择凿裂爆破、预裂爆破和缓冲爆破等技术，以减少粉尘产生量；爆破钻孔设备选用带除尘器的钻机，减少粉尘的排放量；采用湿式作业，爆破前对预爆体表面洒水，湿润表面，以便减少爆破时产生的粉尘，爆破后马上进行洒水喷雾，控制粉尘蔓延，最大限度地减少粉尘的产生量。

（2）施工机械设备控制

工程使用多为大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量均较轻型车辆高，按照国家有关规定，施工运输车辆必须安装尾气净化器，保证尾气达标排放，降低废气污染程度；执行《机动车强制报废标准规定》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，要及时更新；燃油机械设备应选用符合国家有关环保标准的施工机械，使其排放的废气符合国家有关标准。

（3）施工设施工艺选择

砂石骨料加工优先采用湿法破碎的低尘工艺，如在破碎机上设置喷水设施，对受料口均匀喷洒水雾，降低粗破生产时产生的粉尘；混凝土拌和应采用成套封闭式拌和楼进行生产，水泥和粉煤灰运输采用封闭运输，以避免运输、进料及拌和过程中的扬尘，要保证拌和楼和运输容器处于良好的密闭状态；对混凝土拌和楼和砂石料加工系统及其周围进行洒水降尘，根据天气状况确定洒水频率，一般

以场地不起尘为标准。

（4）个人防护

施工过程中受空气污染影响严重的是施工人员，应着重对施工人员采取防护措施，如佩戴防尘口罩、防尘眼镜和防尘帽等。

（5）运输扬尘控制

为减少运输过程中的粉尘产生量，粉状物料采用密闭式自卸运输车辆，粉状原料和生产成品运输实行口对口密闭传递；左、右岸施工区各配备洒水车 2 辆，对施工运输道路经常洒水降尘，以道路无明显扬尘为准，一般非雨天每天洒水不少于 6 次，确保扬尘消减到最低程度。

（6）砂石料堆场扬尘控制

对砂石料堆场进行洒水抑尘，一般非雨天每天洒水不少于 6 次，确保扬尘消减到最低程度。同时采取草苫对堆场进行覆盖，减少扬尘的产生。

（7）施工开挖扬尘控制

因施工开挖面积较大，风力作用下起尘量较大，施工应采用采用喷淋洒水进行降尘，一般情况下可使起尘量降低 95%，大幅度减少对周围环境和敏感点影响。

（8）植树造林，加强绿化。

建议在施工生活区周围及道路两旁栽种树草，进行绿化，降低粉尘污染。

8.6.2 运行期环境空气保护措施

工程为生态影响性项目，本身不产生废气，但设立的 3 个施工生活区设置有食堂，会产生油烟废气，需要采取措施进行处理，达标后排放。管理区食堂采用“机械(动态离心式)式油烟净化设备”油烟处理系统，油烟废气由炉灶上方集气罩收集后汇入烟管，由“机械(动态离心式)式油烟净化设备”处理，处理后的烟气在食堂楼顶排放。

8.7 声环境保护措施

工程声环境影响主要集中在施工期，噪声源主要是机械设备运行、爆破作业、砂石加工中的破碎、车辆运行等。噪声的危害可通过声源、传播途径、受体三个环节进行控制，其中对声源的控制是最根本的措施。

8.7.1 施工噪声控制

（1）声源控制

①采购符合环保要求的施工机械

施工单位必须选用符合国家有关环保标准的施工机械，如运输车辆噪声应符合《汽车定置噪声限值》（GB16170-1996）和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB 1495-2002），其它施工机械符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。在满足上述标准情况下尽量选用低噪声设备和施工工艺。

②采取设备降噪措施

缩短高噪声机械设备的使用时间，振动大的设备应配备、使用减振坐垫和隔声装置以降低噪声源的声级强度。

施工中加强各种机械设备的维修和保养，如使用润滑油等；做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声。

③合理安排作业时间

敏感点附近夜间（22:00～6:00）及午休时间（12:00～14:00）禁止启用高噪声设备，如果需要在该时段施工，需在施工前通知当地居民，并张贴安民告示。

（2）传播途径控制

机械噪声传播途径控制：对破碎机、筛分楼、拌和楼、空压机等高噪声设备尽量安装消声器或采用局部消声罩，为骨料破碎机械、混凝土拌和楼等处的施工操作人员修建多孔吸声材料建成的隔声屏障或隔声间等，使受体和声源之间起到一定的隔离作用，以控制噪声的传播途径，减小噪声对敏感受体的影响。

（3）对敏感点的防护措施

①敏感点超标分析

枢纽工区只有进场道路的相家村、刘家村敏感点超标。根据交通道路施工噪声影响预测结果，相家村、刘家村超标敏感点主要受交通噪声源影响较大。因此，该处敏感目标主要考虑对交通噪声源进行防护降噪。

②敏感点防护措施

考虑到相家村、刘家村敏感点所处位置的环境声环境特征，其中相家村同时也位于 X215 县道南侧，当项目建成后会受到 2 条公路交通噪声影响，建议制定环境噪声监测计划，监控敏感目标所受噪声影响，适时调整或增加防噪措施；并对相家村、刘家村第一排房屋安装隔声窗，隔声窗对噪声的削减量可达 25dB(A)。

8.7.2 交通噪声控制

为了降低交通噪声对环境的影响，也为了保证施工中运输车辆的行驶安全，主要采取以下措施：经过施工生活区和居民区路段时，车辆应适当减速行驶，限速 40km/h，并禁鸣高音喇叭；晚上 22:00~凌晨 6:00 不安排车辆运输；加强道路养护和车辆的维修保养，降低机动车身松动、老化发出的噪声。

8.7.3 爆破噪声控制

严格控制爆破时间。爆破作业时间应避开夜间爆破，以保障施工区及其周围人员有良好的生活和工作环境，建议晚上 22:00~凌晨 6:00 避免施工爆破。

采用先进爆破技术，如采用微差松动爆破可降低噪声 3dB（A）~10dB（A）。尽量减少预裂或光面爆破导爆索的用量；尽量减少单孔炸药量，把最大单响量控制在 150～500kg；推荐采用无声爆破剂。

爆破噪声的声压级较高，但具有瞬时性和间歇性特点，且爆破作业仅在土石方开挖时才需要，在爆破时需应张贴公告并向附近居民进行通告。

8.7.4 对施工生活区和施工人员的噪声防控

为减小噪声对施工生活区的影响，其建筑物应选择具有较强吸声、隔声性能的材料，并搞好办公生活区周围的绿化，栽种常绿树等；对于强噪声源，如混凝土拌和、骨料破碎、砂石料筛分等作业区，尽量提高作业的自动化程度，实现远距离的监视操作，减少施工现场受噪声影响的人数；施工过程中，当施工人员进

入强噪声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修等，应配戴耳塞、耳罩、耳棉等个人防声用具，耳塞一般平均隔声可达 20dB（A）以上。合理控制施工人员每天连续接触噪声的工作时间，不宜过长，实行定时轮换岗制度。

8.7.5 爆破影响保护措施

根据施工期影响预测结果，石料场等爆破施工区域无环境敏感点分布，爆破震动造成影响相对较小。

8.8 固体废弃物控制措施

8.8.1 施工期固废处置措施

（1）施工弃渣处理

工程挖方总量 1102.54 万 m^3（自然方），总弃渣量 1263.85 万 m^3。工程设置 6 个弃渣场。为减免因弃渣堆置不当而造成水土流失，工程出渣必须及时运输至指定渣场集中堆放，不得沿途随意倾倒，更不能将弃渣向河道内倾倒，运输车辆在运渣过程中不得让弃渣随意散落。渣场弃渣处理、水土保持措施已在施工组织设计中采取浆砌石挡渣墙、浆砌石排水沟等永久性工程措施。

（2）废水处理系统污泥处理措施

施工期间砂石料加工系统、混凝土拌合系统废水处理产生的沉泥采用反铲挖砂机定期清理，在干化场干化后运往弃渣场处置。

（3）生活垃圾处理

工程高峰期人数为 7000 人/天，施工区高峰期生活垃圾总计日排放量 5.6t/d。拟在各施工区营地放置塑料桶收集垃圾，附近建垃圾收集池，配置垃圾手推车，每天将垃圾桶内的垃圾清运至垃圾池，采用垃圾运输车定期将垃圾运送至礼泉、淳化县生活垃圾填埋场处置，建议建设单位在开工前与礼泉、淳化县等环卫部门签订相关合同。

根据施工营地布置情况，施工期营地生活区（施工生活1区、施工生活2区、施工生活3区）共设置垃圾桶150个，施工生活1区、施工生活2区和施工生活3区

各建设垃圾收集池一座，有效容积20m^3。垃圾收集池采用砖混结构围墙，混凝土防渗基底，采用彩钢瓦遮盖防雨，并做好日常灭蝇消毒工作。建设单位与淳化县、礼泉县环境卫生部门签订处置运输、处置合同，统一运至淳化县、礼泉县垃圾处理场进行处置。

（4）施工期危险废物处置

施工期间，机械维护会产生少量的含油抹布，含油废水处理系统也会产生少量的含油污泥。根据《国家危险废物名录》（2016）上述物质都属于危险废物。应采用专用容器临时存放，交由具有相应类别危险废物处理处置的单位处置。在每个工区设置一座危险废物临时贮存室，建筑面积40m^2，并配备0.5m^{3}暂存铁桶2个。每个危险品贮存室应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001/XG1-2013）要求进行建设，做好防雨、防渗等措施，避免产生二次污染。

8.8.2 运行期固废处置措施

运行期主要固体废弃物为枢纽管理人员的生活垃圾、机械维修产生的废旧机械零件。

（1）生活垃圾

管理区设置垃圾桶进行垃圾收集，生活垃圾清运至管理区的垃圾池暂存，定期清运至附近的垃圾填埋场处置。同时对垃圾池及时清理，经常喷洒灭害灵等药水，以防止苍蝇等害虫的滋生。根据生活垃圾产生量，设置容积 5m^3 的垃圾收集池，并配备 3 辆手推垃圾清运车、15 个垃圾桶。

（2）废旧机修零部件

废旧机修零部件大多为废旧金属配件和塑料配件，这部分固废可以回收利用，在管理设置专门的临时对存点，统一出售给废旧物质回收站。

（3）机组维修产生的含油抹布

机组检修过程中会产生少量含油抹布，属于危险废物，应按照危险废物管理的相关规定进行贮存、处置管理。管理区设置一处危险品贮存室，临时贮存生产

过程中产生的含油抹布、废油等危险废物。定期交由具有该项危险废物处置资质的单位清运处置。危险品贮存室应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001/XG1-2013）的要求进行建设，做好防雨、防渗等措施，避免产生二次污染。

同时，水轮机的集油槽、主变压器的事故油池等在进行设备维修过程中、事故中，集油槽、事故油池将积累一定数量的废油，根据《中华人民共和国固体废物污染防治法》和《国家危险废物名录》（2016）规定，上述废油均属于危险废物，需要有相关专业单位进行收集、处理，建议按照国家有关规定制定危险废物管理计划，向所在地环境保护部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。

根据可能产生危废情况，危废贮存室建筑面积 50m^2，配备 6 个 1m^3 的贮存桶，同时配备相应的消防措施。

8.9 人群健康保护措施

施工期间，施工人员在短时间内大量进入施工区，民工及其他人员来自各地，施工人员临时居住地拥挤狭窄、劳动强度大，若不加强卫生防疫工作，搞好环境卫生和施工人员自身的保护工作等，极易造成传染病在工地流行。参照陕西同类已建工程及在建工程施工期疫情控制经验，对施工区人群采取如下保护措施：

（1）施工区卫生清理

工程准备期，结合场地平整工作，对施工营地、施工人员集中活动场所和近十年内新埋的坟地进行一次性清理和消毒。选用石碳酸药物用机动喷雾器按照《消毒技术规范》的要求进行消毒，消毒的同时注意对废弃物进行清理。对施工临时用地范围及其重点污染源旧址进行一次清理和消毒。

（2）病媒生物消杀

在施工人员临时居住范围和生产生活区开展灭鼠、灭蚊和灭蝇活动，加强施工区卫生管理，以控制各种传染性疾病的传染源和切断传播途径。

灭鼠采用鼠夹法和毒饵法；灭蚊、灭蝇选用灭害灵。在卫生防疫人员的指导下，将药物和工具分发给施工人群投放或使用。施工期内，每年定期在春秋两季

对生活区进行统一消杀灭工作。

（3）施工人员卫生防疫

施工区各施工单位和工程管理部门应明确卫生防疫责任人，负责管理范围内的卫生防疫工作，并通过广播、墙报、印发宣传手册等多种形式对施工人员进行饮食卫生宣传教育，提高施工人员自我预防疾病的健康意识。

施工人员进场前必须进行卫生检疫，根据施工人员来源地的疾病构成和流行状况，拟定检查项目进行抽检，抽检比例为30%。患有传染病的人不得进入施工队伍，防止在施工人群中造成相互传染和流行。若发现新入境传染病，必须对患者隔离治疗，切断传播途径，同时建立施工人员健康档案。

每年定期对施工人员健康情况进行一次抽检，抽检比例为20%。检查内容包括：一般健康体格检查常规、疟疾、乙肝和传染性肝炎等专项检查，对特殊人群可作相应的特殊检查。若发现病种出现流行趋势，应扩大检查人数，并采取相应治疗措施。对于在施工区危害较大且易流行的疾病，可采用预防性服药，免疫接种等方法进行防治，以提高施工人员对该种疾病的抵抗力，预防疾病蔓延。

（4）施工区卫生设施设置

施工单位应在枢纽施工生活区设医疗卫生急救站一处，其他各施工区配备医疗救护点，配备常用的治疗药品，开展简单治疗和工伤事故紧急处理，负责施工期卫生防疫工作。

施工区厕所、食堂的设置应满足卫生标准要求，采取有效措施对粪便废水、生活污水等进行处理，派专人负责消毒、打扫，委托当地环卫部门定期清理。施工结束后，进行消毒处理与填埋。

（5）生活饮用水保护

鉴于工程施工期生活供水利用泾河水源，为保证生活饮用水水质，建设单位在落实生活用水净水厂的水处理设施及水质安全保障措施基础上，应加强对施工生活的用水取水、净化、蓄水、输水等设备的管理，建立行之有效的放水、清洗、消毒和检修等制度及操作规程，并按规定对水源水、饮用水定期监测，供水水质需符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）要求。同时，按照国家有关规

范要求，定期对生活饮用水取水区、水厂、供水管道末端进行水质监测。

（6）食品卫生管理与监督

对施工区各类饮食行业进行经常性的食品卫生检查与监督，从事餐饮人员必须取得卫生许可证方可上岗作业，接触食品的操作人员实行“健康证”制度，发现食物中毒应立即采取有效控制措施，防止病源扩大。

（7）卫生宣传与管理

加强施工区卫生宣传与管理工作，承包商及建设管理单位应实行专人负责，利用黑板报、墙报、宣传画报等形式，宣传肺结核、乙肝、流行性腮腺炎、痢疾和流行性感冒等传染病防治知识和计划免疫预防接种知识，同时发放有关鼠疫的预防知识和注意事项，提高施工区人群卫生知识水平和健康保护意识。

8.10 陆生生态环境保护措施

8.10.1 陆生植物保护措施

（1）生态影响的避免措施

生态影响的避免与消减措施是通过采取适当的措施，尽可能在最大程度上避免或减少不利的生态影响。一般通过工程设计、施工方案、变更项目内容或规模、适当防护等手段避免或减少项目造成难以挽回的环境损失，根据工程特点，建议以下措施降低对植物植被影响：

工程施工过程中应该避免造成大量的水土流失。料场开挖、公路新建和改建、弃渣堆放等工程施工活动易产生水土流失，因此，应做好公路修建时的挖填方平衡、边坡开挖和防护等，渣场堆放应设置挡渣设施、修建排水沟等措施，减免对生态环境产生的不利影响。

工程淹没造成生态损失是不可避免的，在工程建设中应该高度重视对森林植被保护，加强对库区、库周现有森林的有效保护，充分发挥这部分林地的生态效应，而且也将成为扩大森林的基础。为此有必要采取以下措施：

①坚决制止库区、库周的森林资源滥砍乱伐、过量采伐等不良经营方式，保护和培育现有森林，特别要防止趁工程建设之机大肆砍伐林木事件的发生，在工

程施工、移民搬迁、公路修建和房屋建筑等活动中，重视对现有森林植被的保护。

②严禁山火，加强森林病虫害的防治，强化对现有森林的管理。

③对淹没区分布的乔木，结合库底清理，尽可能移植用于库区库周的植被恢复。

（2）生态影响的消减措施

工程在施工过程中不可避免对生态环境造成一定的不利影响，主要表现在水土流失及陆生植物的影响方面，为了将施工活动的生态影响削减至合理的程度，拟采取措施如下：1）根据施工总平面布置图，确定施工用地范围，进行标桩划界，禁止施工人员进入非施工占地区域；2）非施工区严禁烟火、狩猎等活动；3）为削减施工造成的水土流失进入水体，要对施工机械运行方式和施工季节等进行严格设计；4）施工区表层土壤应单独堆于表土临时堆存场，并且进行防护，以便用于临时占地的回填覆盖；5）在工程建设过程中，对于施工占压区域应做好生态保护工作，一旦发现占压影响的珍稀保护植物，应停止施工活动并及时报告环境监理负责人员，及时做好珍稀保护植物的移栽或异地保护等措施。

（3）生态影响的补偿与恢复措施

工程建设施工占地范围内大部分地区的原生地貌将遭到不同程度开挖、占压等破坏，对此需要进行相应补偿，将工程占地范围分为弃渣场、料场、公路、施工营地等进行分区水土流失防治，并进行相应的投资概算，为施工区生态环境保护提供资金保障。该方面的内容主要依据东庄水库水土保持方案，具体措施如下：

1）枢纽工程防治区

根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）要求，根据植被恢复和建设工程设计标准，植物措施为 1 级标准。根据主体工程设计，枢纽建筑物裸露边坡主要是大坝坝肩、水垫塘、发电引水及供水进水口以及电站出线场等边坡。设计中出于对工程稳定、施工和运行安全考虑，经与主体设计专业协调，各建筑物开挖边坡采取锚固支护、锚索加固等工程措施，该措施对稳定边坡起到良好的作用。为达到防治边坡风化、剥落掉块造成不安全隐患，本方案结合边坡绿化，对不临水裸露边坡采取喷植被混凝土的方式进行绿化。本区新增水土保持措施主要为不临水开挖边坡绿化。植被混凝土喷植厚度约 12cm，分为两层喷播，

基层厚 10cm 左右，表层平均厚度 2cm，表层含有灌草种。主要材料配比（质量比）为黄土：水泥：有机质：添加剂=100：7.5：5：5。草种以本地草为主，结合先锋草种，并且冷暖季搭配，适当采用当地灌木，灌草种配比为狗牙根 3g/㎡，羊草 7g/㎡，锦鸡儿 4g/㎡，白刺 4g/㎡，合计为 18g/㎡。

2）永久办公生活区

枢纽修建后期对办公生活区进行景观，植物措施为植被恢复和建设工程 1 级标准。景观绿化采用一级标准，绿化面积按 30%估算。面积为 0.6hm^2。为改善工程永久办公生活区生态环境，在工程永久办公生活区围墙周边种植常绿乔木进行绿化，树种选用侧柏、刺槐。院内绿化的特点是以实用美观为原则，绿地内铺设羊草草坪，并种植杜鹃花、黄刺玫等加以点缀。同时，在办公房周边种植低矮灌木进行美化，选用黄杨、紫穗槐等。经计算，需要种植侧柏 705 株，刺槐 705 株，黄杨 4230 株、紫穗槐 4230 株，黄刺玫 1410 株，杜鹃花 1410 株，白羊草皮 0.6hm^2。

3）弃渣场防治区

1#弃渣场完后临时绿化，顶面种草 10.91hm^2。以白羊草为主。2#弃渣场植物措施为 3 级标准。渣场完后绿化，顶面种植灌木和草，种植灌木 194958 株，种草 9.75hm^2。灌木以紫穗槐、黄杨为主，草以白羊草为主。3$^{\#}$弃渣场植物措施为 3 级标准。渣场完后绿化，顶面种植灌木和草，坡面网格护坡种草，种植灌木 135400 株，种草 10.07hm^2。灌木以紫穗槐、黄杨为主，草以白羊草为主。4#弃渣场植物措施为 3 级标准。渣场完后绿化，顶面种植灌木和草，坡面网格护坡种草，种植灌木 99255 株，种草 6.02hm^2。灌木以紫穗槐、黄杨为主，草以白羊草为主。5$^{\#}$弃渣场完工后绿化，顶面种植灌木和草，坡面网格护坡种草，种植灌木 119589 株，种草 11.62hm^2。灌木以紫穗槐、黄杨为主，草以白羊草为主。6$^{\#}$弃渣场完工后绿化，顶面种植灌木和草，坡面网格护坡种草，经计算，种植灌木 181610 株，种草 12.28hm^2。灌木以紫穗槐、黄杨为主。

4）施工生产生活区

植物措施为 3 级标准。经计算，空闲地种草 17.69hm^2，种植灌木 51500 株。灌木以紫穗槐、黄杨为主，草以白羊草为主。

5）移民安置区

安置区空闲地绿化，施工结束后，绿化区域采取恢复绿化的措施，采用乔灌草结合的方式，乔木选择侧柏，株行距为 3m×3m；灌木选择紫穗槐，株行距为 2m×2m，草种选择白羊草，撒播密度为 80kg/hm^2。

同时，为了做好生态保护，还应做好以下工作：

1）充分考虑库区、库周自然环境条件的差异性，在树种选择、林种配置时，做到因地制宜，适地适树。针对各类施工迹地恢复和绿化、美化，推荐了一些具有经济价值、美观、速生、防冲、固土作用强且为当地土著植物，为植被恢复、水土保持方案编制提供参考。

2）充分考虑“绿色工程”的生态学目标，以保护水库库周生态环境、提高环境质量，实现水库的可持续利用为重要目标。坚持生态目标与经济目标协调一致，兼顾生态、经济、社会三大效益的原则，不可偏废，力争在取得明显生态效益的同时，还获得明显的经济效益和社会效益，使库区、库周人民群众得到实惠。

3）坚持“绿色工程”规划与区域经济建设规划的整体性与同步性原则，使“绿色工程”与库周开发建设同步规划、同步实施，做到项目集成，资金捆绑，效益倍增。

4）如果占地区域本身为耕地，占用前应将表层耕作土剥离集中堆放，施工结束后，将场地平整，用剥离的表层耕作土覆盖后复耕。

5）如果占地区域本身为林地的则恢复为林地。首先，也是对临时占地区内地表剥离表层和土壤，专门堆放于一隅，用草袋覆盖遮护，以备临时占地进行植被恢复时作表层覆盖，尽快使植被恢复原貌。表土中富含植物根系及微生物，对植物生长极为有力，是边坡植物防护绿化以及生态景观环境保护和恢复的保障。

6）在施工期间，对不再作为工程利用的裸露区和施工迹地应立即组织进行植被恢复，包括开挖的坡面、道路边坡、临时道路等区域，尽量减少裸露区和施工迹地存在的时间。而不必要等待所有工程完工后才开展植被恢复工作。在进行生态恢复时，还要特别注意尽量利用现有的生物资源，恢复物种应是在施工区域及周边常见的优势乔木、灌木及草本物种。

8.10.2 陆生动物保护措施

（1）广泛开展宣传和教育

在认真做好库区库周生态环境建设和对动物栖息地保护的同时，还需通过多种途径广泛开展保护野生动物的宣传和法制教育。充分利用当地赶集机会，采用广播、电视、墙报和黑板报、张贴标语、散发宣传单、出动宣传车、印制动物保护小册子等多种形式，开展 5 年的媒体宣传教育，在库区库周涉及乡镇宣传有关野生动物的知识及保护的意义，保护野生动物的栖息环境，禁止非法狩猎、诱捕、毒杀野生动物，有效控制其它威胁野生动物生息繁衍的活动，使当地的居民能够自觉地保护当地的重点保护动物。

根据工程施工人员数量、移民安置人口，印发环境保护宣传手册 3000 本，分发给施工人员、部分移民及移民安置区的居民，具体内容包括：①有关环境保护法律法规；②库区库周可能存在的需要保护的动植物，并且附加彩色图片；③介绍相关的保护措施，包括动植物保护措施、鱼类保护措施、水土保持措施、传染性疾病预防措施、文物保护措施等；④明确当地环境保护、林业、农业、渔业等相关主管部门和工程环境保护部门的负责人，并且注明联系电话。

（2）加强动物的生境建设

加强库区库周的护岸林、经济林的建设，为野生动物营造良好的栖息环境，使越来越多的野生动物于此生存繁衍，不仅保护原有生活于该区的动物，也为异地动物迁入提供了好的环境。

（3）蓄水前搜救措施

由于水库蓄水历时较长，根据库周重点保护动物分布情况，对由于水库蓄水造成人为活动的干扰而受伤或食物暂时性短缺受影响的重点保护动物采取统一搜救措施。

1）搜救原则

工程库区、库周国家、省级重点保护动物救护应遵循以下原则：

①以国家、省级重点保护动物为主，兼顾其余野生动物救护的原则。

②科学救护原则。救护野生动物的目的是使野生动物资源得到最大限度保护，

从救治、饲养、放归环节采取科学措施，减少对野生动物的人为干扰和伤害。

③统一协调原则。成立专业的野生动物救护队伍，统一协调库区、库周涉及区域的搜救任务，各单位及人员服从统一协调安排，充分发挥单位及人员的优势。

④属地管理和就近、及时救护相结合的原则。野生动物救护原则上实行属地管理原则，特殊情况可遵循就近、及时救护原则。

2）搜救目标

根据国家、省级重点保护动物的繁殖期，结合水库蓄水规划，确定搜救目标。主要为国家、省级重点保护动物，兼顾其余受伤或年幼野生动物的搜救。

3）动物搜救方案

①组织及成员组成

鉴于国家、省级重点保护动物搜救的繁杂性，本项任务主要依托水库库底清理计划，由建设单位委托具有相关资质及技术水平的单位（例如林业主管部门）开展工作；在水库库底清理人员组成中，由当地林业部门负责动物搜救，还应该包括环保部门、动物专家、兽医人员、设计单位及其它单位或人员。

②搜救人员技术培训

Ⅰ国家、省级重点保护动物识别

采取集中培训或编写、发放保护动物（国家、省级重点保护动物）图册方式，介绍国家、省级重点保护动物的特征，能够识别国家、省级重点保护动物。

Ⅱ国家、省级重点保护动物的应急救治方法

Ⅲ对讲机等通讯设备的使用

Ⅳ搜救人员的安全培训

③搜救时间安排

野生动物的搜救工作时间结合水库库底清理随时启动进行。水库库底清理时，砍伐正常水位线下的林木对野生动物的干扰较大，部分动物可能会因受惊吓慌不择路而受伤。

④搜救动物的管理

在野外搜到的动物应及时、就近交给当地林业主管部门进行治疗养护和放归。

8.10.3 对景观的保护措施

工程施工对区域景观影响主要是对植被破坏，鉴于工程施工河段区域分布有陕西仲山森林公园、陕西泾河重要湿地等环境敏感目标，在施工过程中需尽量保护好原有的景观资源，严格杜绝暴力施工，以防对自然景观造成不可恢复性破坏。对于施工区周围林区，应在易入区域设置围栏和警示牌，并加强对施工人员的宣传教育，同时出台相关纪律防止施工人员进入森林公园、湿地区域破坏森林和湿地植被，惊扰野生动物。

弃渣场下部均设挡渣坝，施工完毕后在弃渣上覆土植树、种草，以恢复植被，坡面应种植根系发达的草本和灌木，以防止水土流失。3#、4#、5#、6#渣场顶部的绿化树种建议选择具有一定观赏价值的树种，或种植一些经济果木。工程完工后，蓄水后水库将成为新的人造自然景观，通过一系列的生态恢复措施及复绿植物工程，施工区内的自然风光将得到一定程度的恢复，其景观观赏性还会在一定程度上得到加强。

8.10.4 集约节约使用土地措施

（1）集约节约土地资源，加强土地保护

开展评价范围土地资源的调查研究，结合评价范围土地利用规划，合理开发闲散废弃地和复垦，以补偿因工程施工和运营淹没而损失的耕地和林地数量，提高耕地质量，实施相应的植被恢复措施。

1）施工时临时占地应避开占用生产力较高的天然林地区域，施工便道尽量不要从成片的林地、农田中穿过，应尽量选择荒地、滩地和蓄水淹没土地。

2）施工便道及临时用地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对林地和农田的占用。

3）严格控制施工面积，及时清运施工废物，尽量保护周围植被。施工期要注意保护动植物，不允许随意破坏和占用土地。工程完成后，临时占地应尽早进行植被及耕地的恢复。

4）临时用地尽量避免占用耕地，并减少临时用地征地数量。

5）临时建筑尽可能采用成品拼装方式，尽量减轻对土壤及植被的破坏。

6）临时用地在开工前场地清场时，保存永久占地和临时占地的表层土，为植被恢复提供土壤，以及做好施工期与运营期水土保持措施。

7）施工期所有临时用地在施工结束后应及时清理，将收集的耕作土覆盖复耕，不能用作耕地的土地种草或植树绿化恢复植被。

（2）表土收集、剥离措施

依据东庄水利枢纽工程可行性研究水土保持章节相关内容，在土方开挖过程中，施工单位按照水土保持的相关要求，将表土和生土分开堆放，进行临时防护，并将土堆表面进行人工简易密实。

工程占地分为永久用地和临时用地，其中永久用地在施工结束后改变了原土地功能，在建筑永久设施并采取防护措施后，可减少该区域的水土流失；工程施工结束后，所有临时占地面积将进行迹地恢复及绿化美化，原则上迹地恢复为原有占地类型。为保证施工结束后迹地恢复的可行性，对有条件剥离表土的临时占地范围进行表土剥离及表土的临时防护，施工结束后对需恢复植草或复垦的占地范围进行表土回覆。表土临时堆存场地均位于施工临时占地范围内，不需要增加工程征占地。

工程区可剥离表土的施工占地主要是渣场和施工生产生活设施，其中料场表土剥离工程量计入料场无用层剥离中，渣场的堆高较高，表土剥离堆存困难，此区域黄土表土与深层土有机质含量差距不大，渣场恢复土大多拟采用业主营地附近外借土。以下分别对枢纽工程防治区、工程永久办公生活区、弃渣场区、料场区、施工生产生活区和交通道路区的表土剥离和保护措施分别进行说明。

1）枢纽工程防治区

主要补充排水、绿化措施和施工过程中的临时防护措施，施工中临时堆土土方的临时拦挡措施。该区临时措施主要有堆土区外侧设临时拦挡和临时覆盖措施。① 临时拦挡：对临时堆存土采取临时拦挡措施，临时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土的四周。袋装土土源直接取用开挖土方，单个装土袋长 0.8m、宽 0.5m、高 0.25m，拦挡高度按照三层摆放，摆放后拦挡断面面积为 0.45m^2。临时拦挡编织袋装土 300m^3。② 临时覆盖：对临时堆存土进行临时覆盖，临时覆盖防尘网 200m^2。

2）工程永久办公生活区

工程永久生产生活区即业主营地，设在水库枢纽附近，8 号道路旁，距坝址

约 1.5km，管理区占地面积 1.97 万 m^2。补充排水、绿化措施和施工过程中的临时防护措施。临时措施主要有堆土区外侧设临时拦挡和临时覆盖措施。① 临时拦挡，对临时堆存的表土采取临时拦挡措施，临时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土的四周。袋装土土源直接取用开挖土方，单个装土袋长 0.8m、宽 0.5m、高 0.25m，拦挡高度按照三层摆放，摆放后拦挡断面面积为 $0.45m^2$。临时拦挡编织袋装土 $100m^3$。② 临时覆盖，对临时堆存表土进行临时覆盖，临时覆盖防尘网 $100m^2$。

3）弃渣场区

弃渣场施工前对表土剥离，就近堆放；施工过程中对临时堆存表土采取临时拦挡措施；施工结束后，对弃渣场边坡进行护坡，原地貌恢复。

1#渣场占地类型为林草地，在弃渣场堆放前，须对占用林地范围内的 0.3m 表层腐殖土进行部分剥离，将其集中堆放在渣场顶端靠近砂石料加工系统 3 的位置，并进行临时防护，以便后期用作覆土绿化之用。需剥离表土 $34309m^3$。堆渣结束后，将原收集的表层土覆于渣面，厚度 0.5m，进行场地平整，在此基础上，对表层土进行土壤改良，并进行松土和增施有机肥等土壤改良措施，以提高土壤保水保肥能力。

2#渣场占地类型为主要林草地，在弃渣场堆放前，须对占用地范围内的 0.3m 表层腐殖土进行部分剥离，将其集中堆放在渣场中部空闲地并进行临时防护，以便后期用作覆土绿化之用。需剥离表土 $32627m^3$。堆渣结束后，将收集的表层土覆于渣面，进行场地平整，对表层土进行土壤改良，并进行松土和增施有机肥等土壤改良措施，以提高土壤保水保肥能力。土地整治面积为 $10.22hm^2$。

3#堆渣结束后，将原收集的表层土覆于渣面，厚度 0.5m，进行场地平整，对表层土进行土壤改良，并进行松土和增施有机肥等土壤改良措施，以提高土壤保水保肥能力。土地整治面积为 $7.10hm^2$。

4#堆渣结束后，将原收集的表层土覆于渣面，厚度 0.5m，进行场地平整，对表层土进行土壤改良，并进行松土和增施有机肥等土壤改良措施，以提高土壤保水保肥能力土地整治面积为 $5.20hm^2$。

5#堆渣结束后，将原收集的表层土覆于渣面，厚度 0.5m，进行场地平整，对表层土进行土壤改良，并进行松土和增施有机肥等土壤改良措施，以提高土壤保水保肥能力。土地整治面积为 $6.27hm^2$。

6#堆渣结束后，将原收集的表层土覆于渣面，厚度 0.5m，进行场地平整，对表层土进行土壤改良，并进行松土和增施有机肥等土壤改良措施，以提高土壤保水保肥能力。土地整治面积为 9.52hm^2。

4）料场区

料场基岩出露较好，仅局部坡地带分布残坡积层，厚度一般为 1～3m，主要为残坡积碎石土。料场全部为临时占地，料场占地为荒草地，水土保持措施布局如下：

工程措施：料场在施工过程中还需要设置浆砌石排水沟措施，施工结束后修筑种植槽。植物措施：取料平台取料完后在种植槽覆土绿化，平面客土绿化。

5）施工生产生活区

该区对地表扰动主要在建设期间，随着工程的结束，人为对区域扰动减少区域水土流失将逐渐恢复原状。该区域为临时占地，施工前表土剥离，表土剥离 38206m^3，剥离厚度为 30cm，剥离后就近集中存放。堆存的表土采取临时拦挡措施，临时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土的四周。

6）交通道路区

施工结束后，占用林地的新建施工道路进行迹地绿化。由于工程区施工道路经挖填施工形成，路基范围在施工期经施工机械辗压后，地表板结，不具备直接采取植物措施的条件，因此须对路面客土绿化，改善立地条件后恢复植被。挖填边坡除主体工程路基路堑挡护措施外，对其余裸露边坡采取种植爬山虎，撒播灌草进行绿化。结合区域自然条件，路面覆土厚度按 20cm 考虑，边坡覆土厚度 10cm，绿化覆土来自集中堆放的表土。路面迹地客土后，采用撒播草种的方式进行绿化，选用狗牙根和羊草混播。同时，在内边坡下边缘栽种爬山虎，在挖填方边坡采取撒播锦鸡儿、狗牙根等灌草种进行绿化。经估算临时道路绿化需要栽植爬山虎 26780 株，灌木种 1205.10kg，草种 602.55kg。

通过上述工程区域表土剥离、收集及回覆保护措施，效果主要体现在：①将会有效保护地表熟土资源不流失、不浪费；②减少复垦造地时外调土产生的额外资金投入；③剥离的表土进行造地复垦，土壤肥力充足，作物产量高；④减少造地外调土的熟化费用和时间，增效显著；⑤保证了建设使用土地面积。将建设所占优质耕地的表土有计划的剥离，用于土地复垦、土壤改良、造地等用途，无疑

是保护耕地数量、提高耕地质量，实现耕地保护的有效途径之一。

8.10.5 生态影响的管理措施

（1）优化工程设计，预防或减少水土流失

工程规划中，要结合生态水利的理念，综合考虑地形地貌。工程地质、水文地质等条件及自然环境，合理选定工程建设方案，尽量减少工程建设对自然地貌破坏。通过不断优化工程设计，把对区域景观及生态的破坏降到最低水平。合理调配土石方，尽量做到填挖平衡，减少弃渣量。结合工程及当地环境制定合理的水土保持规划，与植树造林相结合，减少水土流失损失。

（2）要采取有效措施预防森林火灾

建设期应加强防护，在施工区及周围山上竖立防火警示牌，划出可生火范围、巡回检查、做好消防队伍及设施的建设工作等，以预防和杜绝森林火灾发生。

（3）做好工程建设涉及的生物多样性保护工作及保护生物群落的完整性

对于受影响的珍稀濒危动植物，要根据其生存的自然环境状况和分布情况，采取迁地保护措施。尽量减少对陆生脊椎动物、植物群落的破坏，对工程建设区域内生物群落予以保护。工程修建后，将使重点保护动物觅食范围有所缩小，应保护好栖息地，减少人为的干扰。工程建设区域是多种群落的交汇处，加强保护陆生脊椎动物赖以生存的植物群落。

（4）保护保存下来的生境

大坝建成后河面上涨，评价区原有林地和耕地将减少，在此生境中生存动物生境会有所缩减，要保护好栖息地，降低工程影响。尽快恢复地面植被，维持野生动物原有生境。

（5）防治疫源疫病，加强工程安全管理

自然疫源性疾病传播者（部分鼠类），在水库蓄水后，将向非淹没区转移，密度将有所增加，既要维护自然生态系统食物链关系，又要重视对非淹没区的人、畜和工程施工人员防疫工作，要处理好多样性保护与安全防疫的关系。

（6）优化枢纽的运行管理

根据用水和生态环境等方面的要求，研究制定枢纽优化运行方式，最大限度地减轻对水环境影响。根据当地生产、生活及生态需水的要求，统筹考虑经济、社会和环境效益，确定适当的径流量和泄放模式。

（7）开展生态监测和管理

开发建设中，应对建坝所引起的自然生态，社会生态和环境的价值变化进行评判和预计评价，把对环境不利影响减少到最低程度，最大限度地发挥工程整体效益。工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。施工期，主要对坝址等与该枢纽建设施工有关的区域进行监测；运行期主要监测生境变化，植被变化。通过监测，加强对生态的管理，工程管理机构应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员、移民和管理人员环境意识。实施传授科学的种植及水土保持方法。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

8.10.6 旅游景点影响的减缓措施

（1）施工期的减缓措施

施工营地、弃渣场等都应在陕西泾河重要湿地范围等敏感区域范围外隐蔽性较好的荒地或旱地区域内修建，不得随处搭建和设置，工程施工便道应尽可能的在原有道路上进行改造，尽量不占用自然植被、自然环境好的地方，尽量减少对自然环境的破坏；取土场平整后，种草籽、植树绿化或为复耕创造条件。工程建设期应强调植被及生态景观恢复按照“同时设计、同步施工、同期验收”的原则控制实施期限。

施工人员的生活垃圾应集中收集，再清运至指定的垃圾填埋厂进行集中处理。做好施工场地排水工作，防止雨水夹带泥沙排入泾河。运输车辆要保持清洁，同时对运输道路必须经常洒水，定期清扫，避免运输过程中产生较大的扬尘。

（2）运行期的减缓措施

东庄水利枢纽工程建成运行后，暴露于地表的工程构筑物应作好绿化、美化

工作，让水库工程成为新的人工景观和宣传现代供水理念的科普教育场所。根据工程设计，下放生态流量，建立用水调节监管机制，确保水库下泄生态流量，避免断流现象出现给下游水体景观和生态环境带来的影响。

（3）开展景观专项设计

根据东庄水利枢纽工程枢纽建设物的组成和布局设计，结合枢纽区的地形地貌和生态景观特点，特别是结合泾河大峡谷的旅游景观和保护设计要求，控制和恢复工程建设对自然景观的不利影响，并且将景观设计融入工程建设中，实现水利、人、环境和景观的和谐发展。

建议下阶段，结合水土保持措施、植被恢复措施，开展枢纽区景观专项设计工作。

（4）其他风景旅游区补偿措施

水库淹没影响淳化泾河大峡谷风景区、彬县程家川旅游风景区、彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区、淳化龙山生态旅游渡假景区、公刘教稼苑景区等。上述旅游景点通过经济措施进行补偿，列入主体工程投资。

8.10.7 泾河重要湿地影响的减缓措施

（1）施工期的减缓措施

施工期主体工程、部分辅助工程占用泾河重要湿地，根据《陕西省湿地保护条例》要求，临时占用湿地建设单位应当提出湿地恢复方案，并经县级以上林业行政部门核准；占用期限届满后，占用单位应当按照湿地恢复方案及时恢复。

首先，划定施工区域，项目结束后临时措施采取迹地清理措施，恢复原地貌和植被；禁止施工弃渣、临时营地等占用泾河重要湿地。

其次，设置生态保护警示牌和环境保护宣传栏，在施工人员中加强生态保护宣传教育工作，保护湿地生态系统。

第三，加强施工期间的环境管理，合理安排施工用地，尽可能少的破坏湿地土壤环境，防止碾压和破坏施工范围之外的植被，减少人为因素对植被的破坏。

第四，落实施工期的水污染、大气环境、声环境污染防治措施，优化施工时间，降低施工对湿地水质、动物等不利影响。

第五，编制湿地恢复方案，经县级以上林业行政部门核准和实施。

（2）运行期的减缓措施

《中华人民共和国水法》第四条“开发、利用、节约、保护水资源和防治水害，应当全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合利用、讲求效益，发挥水资源的多种功能，协调好生活、生产经营和生态环境用水”，第二十六条“国家鼓励开发、利用水能资源。在水能丰富的河流，应当有计划地进行多目标梯级开发。建设水力发电站，应当保护生态环境，兼顾防洪、供水、灌溉、航运、竹木流放和渔业等方面的需要”。2006 年 1 月 9 日国家环境保护总局办公厅下发了《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函〔2006〕11 号），提出为维护河流的基本生态需求，水电水利工程必须下泄一定的生态流量，将其纳入工程水资源配置中统筹考虑，使河流水电动能经济规模和水资源配置向“绿色”方向发展；建立下泄流量自动测报和远程传输系统，确保生态流量数据获取的真实性和完整性，便于工程生态流量泄放调度管理和环保主管部门监督。同时在下泄生态流量测报的基础上，根据河道生态保护情况的监测结果，适时优化泄水调度。2014 年，环境保护部、国家能源局《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发〔2014〕65 号），明确提出“根据规划河段生态用水需求，初拟相关电站生态流量泄放要求；根据电站坝址下游河道水生生态、水环境、景观等生态用水需求，结合水力学、水文学等方法，按生态流量设计技术规范及有关导则规定，编制生态流量泄放方案。方案中应明确电站最小下泄生态流量和下泄生态流量过程。此外，还需确定蓄水期及运行期生态流量泄放设施及保障措施。在国家和地方重点保护、珍稀濒危或开发区域河段特有水生生物栖息地的鱼类产卵季节，经论证确有需要，应进一步加大下泄生态流量”。为减少工程运行对东庄水库坝址以下区域的泾河重要湿地的不利影响，首先，落实生态流量泄放措施；其次，根据水库来水情况，结合泾渭湿地保护区、泾河重要湿地的整体需求，结合调水调沙进行生态调度，以维持泾渭湿地保护区、泾河重要湿地需水量需求，具体要求见 8.3.4 生态调度；第三，依据《环境影响评价技术导则　生态影响》（HJ 19-2011）、《环境影响评价技术导则　总纲》（HJ2.1-2011）等技术规范，开展下游湿地生态系统的监测和跟踪评价，及时开展工程环境影响后评估工作。尤其在工程运行后 3~5 年内，通过实地监测工程运

行带来的湿地生态系统变化，与前期开展的湿地现状调查资料做好对比分析，评估湿地生态系统的变化，重点评估东庄水库工程下泄生态水量及洪水漫滩对于泾河下游湿地生态系统的影响，对于下泄生态水量和洪水漫滩对于湿地动植物的建群种、优势种、标志种等影响，若出现湿地动植物种类较大的变化，应及时召开水库工程调度运行方式专项论证，实施生态适应性调度，增大生态流量下泄量，以防范下游泾河湿地和泾渭河湿地自然保护区湿地退化的生态风险；第四，严格按照陕西省林业厅印发的《关于在陕西泾河重要湿地建设东庄水利枢纽工程的复函》（陕林函〔2017〕413 号）文件的要求，在项目建设过程中加强监督管理，切实落实湿地生态环境管护责任。禁止向泾河湿地倾倒弃渣，禁止将施工废水和生活污水未经处理直接排放入泾河湿地。在工程建成后运行后，项目单位通过生态流量保障措施，降低对坝址下游河道湿地的影响。

8.10.8 湿地自然保护区生态保护措施

（1）保障生态流量下泄

1）加强东庄水库和泾惠渠首枢纽的运行管理工作，严格按照既定的调度运行方式下泄的生态流量，减小工程对自然保护区的影响。

2）严格落实东庄坝址下游及泾惠渠首枢纽下游设置生态流量监控措施。

（2）开展生态调度

东庄水库运行初期，由于清水下泄造成河道冲刷，泾河入渭口附近的漫滩流量增加，漫滩洪水发生频率有小幅度下降，可能对部分湿地植被生长带来一定的不利影响，需要开展生态调度。

根据模拟计算及分析论证结果，工程建成后泾渭湿地保护区中泾河下游漫滩流量为 434m^3/s（拦沙期为 512 m^3/s），结合调水调沙进行生态调度，以维持泾渭湿地保护区需水量需求，具体要求见 8.3.4 生态调度。

（3）湿地保护区生态监测与跟踪评价

依据《环境影响评价技术导则　生态影响》（HJ 19-2011）、《环境影响评价技术导则　总纲》（HJ2.1-2011）等技术规范，开展下游湿地生态系统的监测和跟踪评价，及时开展工程环境影响后评估工作。尤其在工程运行后 3~5 年内，通

过实地监测工程运行带来的湿地生态系统变化，与前期开展的湿地现状调查资料做好对比分析，评估湿地生态系统的变化，重点评估东庄水库工程下泄生态水量及洪水漫滩对于泾河下游湿地生态系统的影响，对于下泄生态水量和洪水漫滩对于湿地动植物的建群种、优势种、标志种等影响，若出现湿地动植物种类较大的变化，应及时召开水库工程调度运行方式专项论证，实施生态适应性调度，增大生态流量下泄量，以防范下游泾河湿地和泾渭河湿地自然保护区湿地退化的生态风险。

8.11 水生生态环境保护措施

8.11.1 鱼类保护总体方案

泾河入渭河口至马莲河捕获鱼类 10 种，隶属于 2 目 4 科，其中鲤科鱼类 7 种，占鳅科、鲇科、鳜琥鱼科各 1 种。鲤科鱼类所占比例最多，其中优势种类为鲫鱼等小型鱼类。泾河段主要以小型鱼类为主，其中拉氏鱲数量较大。鲫鱼、马口、麦穗鱼、拉氏鱲分布范围较广；马口鱼、拉氏鱲在全段几乎都有分布。

鱼类保护总体思路：1）保证水库坝下下游河流生态需水；2）增殖放流、过鱼设施、栖息地保护等工程化设施建设工作，采用人工措施，恢复种质资源。

8.11.2 保护目标及总体思路

（1）保护目标

东庄水利枢纽库尾至河口段分布有陕西省重点保护动物陕西高原鳅、地方土著鱼类拉氏鱲、小型经济鱼类鲤鱼、鲇鱼需要保护。因此，河段主要保护要求为维持或改善该河段地方土著鱼类和经济鱼类的种类和种群数量。

（2）总体思路

根据泾河流域综合规划环评及审查意见的鱼类保护要求以及《关于加强水电建设环境保护工作的通知》（环发〔2005〕13 号）、《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》（环办〔2012〕4 号）、《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发〔2014〕65 号）、《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评〔2014〕114 号）等相关要求，鉴于东庄

水利枢纽工程建设对鱼类短距离洄游、产卵以及鱼类资源产生一定影响，从水生生态环境保护角度出发，河段保护目标为实现鱼类种群交流、维持一定种群数量。

结合东庄水利枢纽工程评价河段鱼类生物学及生态学特性，针对工程建设影响，提出包括栖息地保护、集运鱼系统、增殖放流、生态流量、低温水减缓设施、气体过饱和减缓措施、科学研究、渔政管理、施工期鱼类保护及水生生态监测等鱼类保护措施体系。

表 8.11-1 鱼类保护措施体系一览表

保护方案	具体采取的措施	保护对象	主要作用
栖息地保护	干流河段、设置人工鱼巢、湿地生态恢复	马口鱼、拉氏鱥、陕西高原鳅等喜流水性种类	提供自然的生境
过鱼设施	集运鱼系统	评价河段全部鱼类，特别是陕西省重点保护动物陕西高原鳅、地方土著鱼类拉氏鱥	保持洄游通道畅通；加强上下游种群基因交流，保持生物多样性
增殖放流站	鱼类增殖放流站	陕西省重点保护动物陕西高原鳅、地方土著鱼类拉氏鱥、小型经济鱼类鲤鱼	补偿鱼类资源量
生态流量	生态流量及泄放设施	坝下鱼类和生境	维持水生生态系统稳定
水温减缓措施	采取分层取水措施	下游河道鱼类的正常产卵繁殖	为鱼类繁殖提供适宜的水温
气体过饱和减缓措施	控制泄洪发生频率机组尽量满发减小泄洪流量	坝下游河段鱼类	减缓过饱和气体对鱼类的影响
鱼类救护	加强宣传、设置警示牌、建立鱼类救护机制等	河段内所有鱼类	保护鱼类资源
科学研究	增殖放流鱼类繁殖研究	主要为陕西高原鳅	增殖放流提供支撑
渔政管理	健全管理机构，加强渔政管理	河段内所有鱼类	保护鱼类资源及其重要生境
水生生态监测	栖息地生境、产卵场、过鱼效果、增殖放流监测	河段内所有鱼类	保护鱼类资源及其重要生境

8.11.2 施工期保护措施

根据工程特点，采取以下减免措施：

1）从生物学方面考虑采取的措施，包括施工时尽量避开鱼类的主要产卵季节，避开产卵区域或鱼类幼鱼生长区域。评价河段鱼类繁殖期主要集中在 4～6 月，为减少对鱼类产卵繁殖影响，应优化施工进度，4～6 月尽量避免在河道及周边进行爆破、截流等施工作业，以减少对鱼类繁殖的影响。

2）为避免工程弃渣对水环境和水生生物的影响，弃渣场周围应设置挡渣墙、截水沟和排水沟，以避免水土流失造成水质污染和影响水生生物栖息环境。尤其应注意保护工程影响河段深潭的原生自然状态，不能作为施工行为的弃渣场填埋。

3）为避免人为活动干扰生态环境，应加强施工人员的卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），避免生活污水的直接排放，尤其禁止抛弃有毒有害物质，减少水体污染。加强施工及管理人员水生生态保护宣传，制作相关环境保护手册、警示牌、管理制度等，严禁施工人员捕捉河道鱼类等。

4）建立鱼类救护机制。对截流时围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养或放归；需要进行水下爆破的，事先需对影响水域采用声、电或网具等手段驱赶鱼类，以免受到爆破的波及；初期蓄水时，坝下河段水量明显减少，出现减水情况，鱼类会较集中搁浅，应事先安排人员巡查，禁止初期蓄水期坝下减水河段捕鱼，对搁浅的鱼类及时采取救护措施，以保护鱼类资源。

8.11.3 运营期保护措施

（1）鱼类保护措施体系

《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。根据“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”的原则，对东庄水利枢纽影响范围内的鱼类资源采取针对性的保护措施。2014 年，环境保护部、国家能源局《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发〔2014〕65 号）提出：“结合流域生态保护要求、河流开发规划、梯级开发时序、开发主体以及生态环境敏感保护对象情况，统筹梯级电站调度、过鱼设施、鱼类增殖放流和栖息地保护等工程补偿措施的布局和功能定位；应结合栖息地生境本底、替代生境相似度和种群相似度，编制栖息地保护方案，明确栖息地保护目标、具体范围及采取工程措施。”

工程影响范围内无长距离的溯河、降河洄游性鱼类，但存在短距离的繁殖、索饵、越冬等区域性洄游鱼类。东庄水利枢纽工程下游已经修建有文泾水电站、泾惠渠渠首水库，上游建设有永寿县的石桥水电站、绛山水电站、和平水电站；淳化县的茨坪水电站，彬县的程家川水电站和枣渠水电站，均为筑坝引水式水电

站，已经对鱼类洄游形成阻隔，东庄水库大坝建成后，由于库区的石桥水电站、绛山水电站、和平水电站、茨坪水电站、程家川水电站和枣渠水电站均淹没，工程主要加剧泾河张家山河段的人为阻隔，阻断鱼类的洄游通道，造成大坝下游河段鱼类无法洄游至上游产卵繁殖，大坝上游河段鱼类则无法通过大坝进入下游河段，基因交流受到阻碍，导致泾河流域鱼类的种群结构改变。同时，库区生境的变化及产卵场功能的下降，将会造成区域资源量下降。应考虑区域主要鱼类的人工增殖技术发展现状，采取增殖放流措施，以补充其在工程影响范围内的种群数量。

工程建设完成后，库区形成减少了马口鱼等鱼类急流性的栖息地生境；应对库区范围内尚存的流水生境加以保护，加强渔业管理。

因此，应建立以增殖放流、过鱼设施、渔政管理、监测与保护效果评价、水库生态及鱼类保护技术研究等多种保护措施为辅的综合保护措施体系。

表 8.11-2 东庄水利枢纽鱼类保护措施体系

措施名称	保护对象	主要作用
过鱼设施	评价河段全部鱼类，特别是陕西省重点保护动物陕西高原鳅、地方土著鱼类拉氏鱥	保持通道畅通；库区上下游种群基因交流，保持生物多样性
增殖放流	陕西省重点保护动物陕西高原鳅、地方土著鱼类拉氏鱥、小型经济鱼类鲤鱼、鲇鱼	补充鱼类种群规模，恢复鱼类资源
栖息地保护	马口鱼、拉氏鱥、陕西高原鳅等喜流水性种类	保护鱼类栖息生境，维持鱼类资源
渔政管理	评价河段全部鱼类	加强渔政管理，保护鱼类资源及其生境
生态监测与研究	评价河段全部鱼类	鱼类种群的形态学、生物学、遗传生物学等监测

（2）过鱼设施比选

①过鱼设施必要性

东庄水利枢纽工程所处河段不存在长距离洄游的鱼类，但区域有一定的短距离洄游的倾向。工程建设对河段鱼类造成阻隔影响，将东庄大坝上下游鱼类分隔成坝上、坝下两个种群，鱼类种群个体及其遗传交流受阻，同时阻断了鱼类上溯洄游。为减少大坝对河流生态系统尤其是鱼类种群的干扰，维持河流生态系统的连通性、维持河流的遗传及生物多样性，东庄水利枢纽工程有必要设置过鱼设施。

根据《中华人民共和国水法》第三章第二十七条规定“在水生生物洄游通道

修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼设施，或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施。”《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。2006 年 1 月 9 日国家环境保护总局办公厅下发了《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函〔2006〕11 号），会议纪要要求“在珍稀保护、特有、具有重要经济价值的鱼类洄游通道建闸、筑坝，须采取过鱼措施。对于拦河闸和水头较低的大坝，宜修建鱼道、鱼闸等永久性的过鱼建筑物；对于高坝大库，宜设置升鱼机，配备鱼泵、过鱼船，以及采取人工网捕过坝措施。同时重视掌握各种鱼类生态习性和水电水利工程对鱼类影响的研究，加强过鱼措施实际效果的监测，并据此不断修改过鱼设施设计，调整改建过鱼设施，优化运行管理。”2014 年，环境保护部、国家能源局《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发〔2014〕65 号）提出“水电工程采取过鱼措施应深入研究有关鱼类生态习性和种群分布，综合考虑地形地质、水文、泥沙、气候以及水工建筑物型式等因素，与栖息地、增殖放流站等鱼类保护措施进行统筹协调，按过鱼设计技术规范要求，经过技术经济、过鱼效果等综合比较后确定过鱼设施型式。对水头较高的水电建设项目，应结合场地条件和枢纽布置特性，研究采取鱼道、升鱼机、集运鱼系统或不同组合方式的过鱼措施”。《陕西陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书》提出生态流量保障、增殖放流、过鱼设施等，规划环评审查意见（陕环函〔2016〕147 号）要求：《规划》中所包含的建设项目采取严格的生态保护措施，有效预防和减轻规划实施可能带来的不良环境影响。

根据国家有关法律法规的规定，东庄水利枢纽工程采取适当过鱼措施是非常必要的。大坝过鱼措施较多，主要包括仿自然旁通式鱼道、技术型鱼道、鱼闸、升鱼机、集运鱼系统等，过鱼措施方式选择需对工程区地形条件、工程特性(枢纽布置、坝型、坝高)、鱼类生物学特性等方面进行综合比选。增殖放流无法达到促进上下游鱼类基因和种质资源交流的目的，且放流种类有限，因此以增殖放流替代过鱼措施不适宜。东庄水利枢纽工程过鱼设施类型比选见表 8.11-3。

①鱼道和仿自然旁通道

鱼道和仿自然旁通道需要开阔的地形以满足长度需要，但东庄水利枢纽工程

上下游水头差近 200m，两岸地形陡峻，不具备绕坝布置的地形条件。因此，枢纽区没有合适的地形条件修建鱼道和仿自然旁通道。

②鱼闸和升鱼机

鱼闸和升鱼机均为诱鱼后通过人工辅助措施进行过鱼，需建设构筑物，下游需设置诱鱼收集装置，过坝后在大坝上游设置放鱼设施。从东庄枢纽型式看，混凝土抛物线双曲拱坝设置鱼闸和升鱼机难度较大。

③集运鱼系统

集运鱼系统为下游集鱼后通过车船进行转运至大坝上游进行放鱼，与枢纽布置干扰较小，可单独运行。由于坝下附近没有过鱼建筑物，工程泄洪和水位消落对集运鱼系统基本上不会构成影响，可在工程较为理想的集、放鱼地点进行过鱼。水电站运行时下游鱼类聚集位置随发电流量和坝下水位变化而呈现不同区域的变动，东庄枢纽方案为固定式集鱼设施，需针对性设计以适应水头的水位变动，以及不同工况下鱼类集群位置变动，如针对性设计可实现在较为理想的放鱼地点进行过鱼。

因此，经方案比较，东庄水利枢纽工程可考虑集运鱼系统，采用集鱼平台集鱼，运鱼车进行运鱼，主要设施包括集鱼平台、运鱼车等。

表 8.11-3 各种过鱼措施应用范围、效果以及本工程适应性

类型	原理	应用范围	优缺点	效果	本工程适应性
仿自然旁通式鱼道	绕过大坝并呈模仿自然外观，呈现自然形式的鱼道。	适合于所有具有足够空间的障碍，对于现存的坝堰改善特别有用，在上游设计蓄水水位变化较大时不适用。	占地面积大，枢纽区两侧以及上游具备布置空间，在地面设置深沟，需结合技术型鱼道构造。	可使所有水生动物种类通过(鱼类、饵料生物等)，为流水性水生生物提供栖息空间，是唯一能够绕过大坝且能很好与当地环境结合的鱼道。	坝区河谷狭窄，两岸无漫滩、阶地分布，左右岸地势陡峭，两侧均不具备建设仿自然旁通式鱼道的地形条件。
技术型鱼道(狭槽鱼道、水池鱼道、丹尼尔鱼道等)	采用混凝土式通道，内部设有隔板、狭槽等，将水槽分隔成一系列互相沟通的水池，有时成阶梯式	采用型式较多，适合于中、低水头大坝，或用于大坝改造增设过鱼设施	不适合于高坝(坝高不宜超过70m) 水利水电工程	鱼道型式多样，狭槽型鱼道可通过较大水流便于形成较好的吸引水流，一般不易堵塞；水池型鱼道所需流量较低，易堵塞；丹尼尔鱼道需较大流量，不适宜上游水位变化频繁的区域。	工程最大水头200m，左右岸地势陡峭，基本为陡坡和悬崖，两侧均不具备建设技术型鱼道的地形条件。
鱼闸	凹形通道，上下游两端都有可控制的闸门，通过控制闸门开关或往通道注水来形成吸引流。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域。	较高的设计和建造技术要求，需要频繁地维护和运行，建造和维修费用高，但对水消耗较低，适用于需要考虑鱼类休息的地方	主要适用于鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类，对中、底层以及小型鱼类不适用。	大坝布置鱼闸较为困难，较为理想集鱼地点距离大坝有一定距离，过鱼设施不宜用鱼闸。
升鱼机	配置有运送水槽和机械装置的升降机，把鱼从下游吊起送到上游，通	适用于高水头或空间及水流量有限区域，通常是上下游落差在10m 以上高度的情况下唯一可能建造的鱼道类	需要空间不大，在设计和建造上对技术要求较高，需频繁地维护和运行，建造和维修费用	对鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类效果较好	工程水头较高，且枢纽区空间狭窄，受坝型制约布置建设难度大，较为理想的集鱼地点距离大坝有一

	过渠道连通上游。	型，如高坝。	高。		定的距离。
集运鱼系统	与升鱼机作用原理基本相同，通过坝下集鱼设施（集鱼船或固定式集鱼设施） 把鱼收集后，利用陆域运鱼系统将坝下鱼类运至库区放流，达到坝下、坝上鱼类繁殖交流。	适用于高水头或空间及水流量有限区域，如高坝，通常与枢纽工程区地形、枢纽工程布置无关联。	需要空间不大，设施布置灵活，但集鱼、运鱼设施要求相对较高，投资相对较高，缺点是运行费用大，受诱鱼效果制约较大，特别是诱集底层鱼类较困难，噪音、振动及油污也影响集鱼效果。	应用范围较广，针对鱼类生物学特征设计集运鱼系统，过鱼效果较好。	集放鱼位置灵活，具备固定式集鱼设施布置条件。
初步比选意见	综合枢纽工程区地形条件、工程特性以及河段鱼类生物学特性，工程区不具备建设仿自然旁通式鱼道、技术型鱼道、升鱼机以及鱼闸的基本地形条件，集运鱼系统受地形条件、工程区枢纽布置以及鱼类生物学特性影响较小，具备建设的基本条件。				

8.11.4 鱼类增殖放流

《陕西陕西省泾河流域综合规划环境影响报告书》提出生态流量保障、增殖放流、过鱼设施等，规划环评审查意见（陕环函〔2016〕147 号）要求：建设项目严格落实生态保护措施，有效预防和减轻规划实施可能带来的不良环境影响。

针对泾河流域鱼类组成特点及分布状况，建议修建鱼类增殖放流站，增殖站通过放流增殖鱼类补偿流域受影响鱼类的资源量，但是需要掌握增殖鱼类的繁殖习性，资源恢复效果非常明显，针对性也非常的强，完全受到人为控制。目前，增殖放流站拟建设在业主营地范围内。

（1）增殖放流方案

增殖放流主要针对工程影响的重要鱼类以及具有人工增殖技术可行性的鱼类开展。

①放流任务

鱼类增殖放流站主要任务是完成增殖放流鱼类亲本的驯养和培育、人工繁殖、苗种培育，完成放流目标，并对放流效果进行监测评估，建立鱼类资源评估档案，实现增殖放流鱼类资源的补偿和保护工作。

②放流种类

增殖放流对象选择主要遵循以下原则：列入国家级或省级保护动物名录的鱼类；列入濒危动物红皮书的鱼类；地域性特有鱼类，种群数量少、繁殖力低、抗逆能力差的鱼类，与产区生境高度适应的鱼类；地方保护性种类；重要经济鱼类。

工程主要影响河段分布有鱼类 12 种，其中省级保护鱼类-陕西高原鳅，拉氏鱥作为土著鱼类需要加以保护，鲤鱼、鲇鱼作为地方主要经济鱼类需要加以保护。通过调查结果和历史资料对比，发现经济鱼类减少比例远远高于土著的小型鱼类，因此在确定增殖放流种类和比例时，调高经济鱼类的量，使其趋于历史上的比例成分；加之有些土著鱼类的近期操作性不强，不具备近期放流的条件（如陕西高原鳅），应该积极开展相关的基础研究和技术储备，为今后的人工放流及资源恢复创造条件；鲇鱼在泾河鱼类组成中处于食物链的顶端，因此对于鲇鱼的增殖应根据其在库区的鱼类资源调查结果研判其自然恢复情况再进行科学确定，暂不作为近期放流的目标。现有技术条件难以对所有种类进行人工繁殖和放流，结合项目建设影响河段生境状况，**放流种类分为近期和远期，近期放流的种类为：拉氏**

鱊、鲤鱼；远期放流对象为：陕西高原鳅、斯氏高原鳅、拉氏鱊。

③放流标准

放流苗种必须是由野生亲本人工繁殖的子一代。放流苗种必须是无伤残和病害、体格健壮。供应商水产苗种生产和管理符合农业部颁发的《水产苗种管理办法》(2005 年 4 月 1 日)，并有省级水产管理部门核发的《水产苗种生产许可证》。

④放流苗种数量和规格

1）放流数量

项目天然水域鲤鱼相对繁殖力平均按 1234 粒/g 估算，平均怀卵量为 24 万粒/尾，自然产卵率按 60%、受精率按 30%估算，调查河段鲤鱼年产受精卵 91460 万粒；鲶鱼相对繁殖力平均按 1000 粒/g，平均怀卵量为 2 万粒/尾估算，自然产卵率按 60%、受精率按 30%估算，调查河段鲤鱼年产受精卵 16545 万粒 。鳅科鱼类平均怀卵量为 2 万粒/尾，自然产卵率按 60%、受精率按 30%估算，调查河段鲤鱼年产受精卵 25279.5 万粒；拉氏鱊平均怀卵量为 1477 粒/尾，自然产卵率按 60%、受精率按 30%估算，调查河段拉氏鱊年产受精卵 1284.8 万粒。参照《建设项目对国家级水产种质资源保护区（淡水）影响专题论证报告编制指南（试行）》（农业部，2014），鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，库区淹没河段年产各种鱼苗种 1345.7 万尾。按水库淹没造成天然鱼苗数量减少 80% 计算，则运行期资源量减少约 1076.6 万尾/年。此外，考虑库区支流水域的淹没对鱼类繁殖的影响，以及下泄水水温、流量、气体过饱和、鱼类繁殖期洪水过程的变化等坝下河段等对鱼类繁殖的影响，工程造成鱼苗数量减少数量应更多。建议东庄水库增殖站放流数量为 120.65 万尾/a，其中近期放流 42.1 万尾/a，远期增加放流 78.55 万尾/a（表 8.11-4）。

表 8.11-4 东庄水库增殖放流鱼类的规格和数量

放流时段	种类	体长（cm）	尾数（万尾）
近期	鲤鱼	9～15cm	19.05
	拉氏鱥	2～4 cm	23.05
远期	陕西高原鳅	3～5 cm	40.5
	拉氏鱥	2～4 cm	23.05
	斯氏高原鳅	3～5 cm	25

2）放流苗种规格

一般放流鱼种以鳞被形成期为标准，此阶段鱼种的眼、鳍、口和消化道功能完全形成，已经从内源性营养转化为主动从外界摄取食物，并形成了自己固有生活方式。鱼类在水体环境中能够更好的隐藏自己，从而可以更有效的捕食和避其它鱼类的捕食。

放流苗种必须是泾河及其支流野生亲本人工繁殖的子一代，放流苗种参照《水产苗种管理办法》（农业部，2005 年），应为无伤残和疾病、体格健壮的个体。放苗种规格越大，其适应环境和躲避敌害的能力越强，成活率越高，但培育成本，在保持较高成活率前提下，建议增殖站主要放流苗种规格见表 8.11-4。

增殖放流实际操作中，规格确定宜根据苗种生长、苗种来源、水域生态境状况以及凶猛性鱼类资源等灵活掌握。一般放流苗种规格以当年可培育成的小为准。

3）放流周期和地点

放流周期：从水库建成蓄水后连续每年放流，同时根据放流效果监测决定是否需要调整放流数量。严格按水产苗种生产规范生产放流苗种的要求，鱼类增殖放流时间选在每年 10 月份，主要依据是在 10 月份所有放流鱼种均可达到 5~12cm。

放流地点主要为东庄库区和坝下游的干、支流河段，应选择在缓流区放流。

4）增殖放流站运行时间

增殖放流站需要在工程下闸蓄水前建设完毕，且投入运行。

（2）科研课题

①标志与放流效果评价

为了使增殖放流达到预期效果，必须进行放流效果评价，工作应由具有相当资质的科研单位承担。主要工作内容包括：研究鱼类的标志放流技术，建立与放

流品种生物学习性相适应的高效标记技术和方法；开展标志放流技术研究，获得具有最佳生物学效果的人工放流方法，包括适宜的放流规格、数量、地点和时机等；开展人工放流增殖效果监测，建立样本回收及监测网络，通过研究人工增殖种群的行为生态学差异、对自然种群的贡献率等，评估增殖放流效果，为物种保护决策提供科学依据。研究年限 5-10 年。

②人工增殖放流技术研究

从工程施工期开始，需要开展泾河土著鱼类人工增殖放流技术研究，设立相关研究课题，针对本工程中远期放流对象陕西高原鳅等种类，采捕捞亲鱼，人工驯化培育、规模化繁育，解决人工增殖放流、回捕关键技术，为实施人工资源恢复奠定基础。研究年限 3-5 年，研究经费 30 万/年。

③水库鱼类群落结构和资源量的演变情况

分析水库运行后鱼类群落的建立、演替过程，对天然条件下由河道转变为水库鱼类资源的适应和形成进行调查和科学观测，了解水体发生变化鱼类的演替过程，为保护天然河道鱼类资源提供技术支撑。研究年限 5-8 年，研究经费 20 万/年。

（3）增殖放流工艺

鱼类增殖放流站生产工艺流程包括苗种生产和放流。苗种生产包括亲鱼收集及检疫、亲鱼驯养培育、人工催产和授精、人工孵化、鱼苗培育，工艺流程见图 8.11-1。

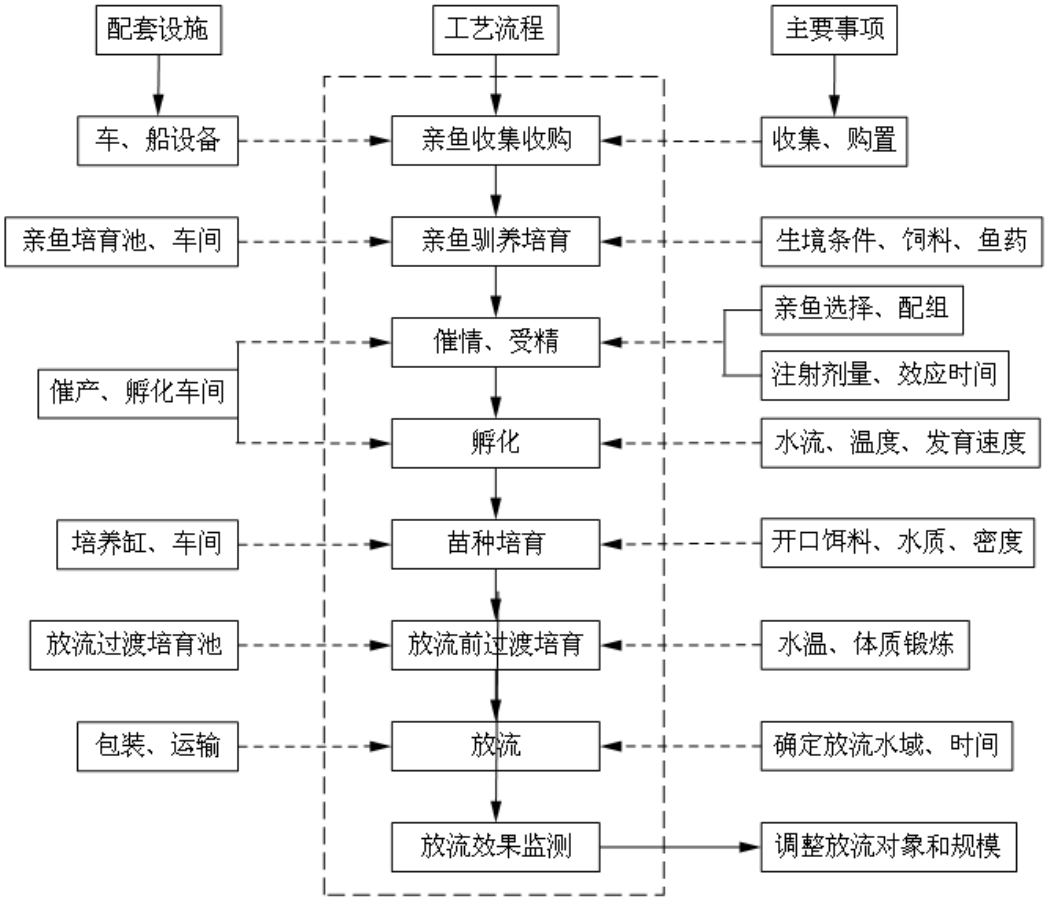


图 8.11-1 鱼类增殖放流站生产工艺流程

（4）增殖放流站建设

1）站址选择

增殖放流站拟设定修建在业主营地区域内。水源采用东庄水库库区和业主营区供水系统双水源，日补充系统水量的 10%，使质达到了地表水III类水标准以上，确保繁殖用水质量。拟修建增殖站面积约 10 亩，鱼类养殖采用室内养殖模式进行。

2）场地布置及主要建筑物

建筑物主要包括催产孵化和开口苗培育车间、苗种培育车间、室外苗种培育池、室外亲鱼培育池和配套设施。

表 8.11-5 鱼类增殖放流站构筑物规格

鱼池名称	养殖水体规格			个数	面积（m^2）	布置地点
	长（m）	宽（m）	深（m）			
催产池	1.5	1.5	1.3	2	4.5	催产孵化车间
玻璃钢孵化槽	2	0.8	0.6	2	3.2	催产孵化车间
尤先科孵化槽	3.26	0.85	0.89	3	8.31	催产孵化车间
圆锥形孵化桶	0.43	0.43	1.1	6	1.10	催产孵化车间
圆形开口苗培养缸	1	1	1	32	32.00	催产孵化车间
苗种培育缸	1	1	1.5	22	22	苗种培育车间
室外鱼苗培育池	22.5	20	1.5	2	900	室外
室外亲鱼培育池	20	10	1.5	2	400	室外
催产孵化车间	28	14		1	392	
苗种培育车间	25.2	15		1	378	

3）水源

催产孵化和开口苗培育车间、苗种培育车间采用循环水养殖，水源采用东庄水库库区和业主营区供水系统双水源，一方面采用东庄营地的生活供水系统作为主要水源，另一方面，在东庄水库库区设泵站为增殖站供水，扬程 75m，日补充系统水量的 10%，使质达到了地表水III类水标准以上，确保繁殖用水质量。

4）增殖放流站建构筑物工艺

①催产孵化及开口苗培育车间

催产孵化及开口苗培育车间 1 栋，长 28m，宽 14m，面积 392m^2。车间内设催产池 2 个，3 个改进型尤先科孵化器、6 个孵化桶、32 个开口苗培育缸和循环水处理系统。车间内催产池所需用水由蓄水池直接供应；孵化设施和开口苗培养缸用水采用循环水系统供水。

催产池：性腺发育成熟的亲鱼注射催情激素后等待产卵的场所。亲鱼经激素催情后需要一定的水流刺激，圆形催产池进水沿池壁冲入，池中心排水，池中水体可以沿池壁转动。中心排水口要求水能排出、鱼不能逃逸。车间内布设 2 个催产池，为直径各 3m 的圆形钢筋混凝土水泥池，池壁高为 1.3m，其中地面 1.3m。进水管用球阀控制，以控制流速，进水口水平切入，进水管中心线高程 831.75m（高度：离池壁底 0.75m），进水管采用 DN100 的 UPVC 管。催产池池底均匀向中心倾斜，一般中心较四周低 10～15cm。池底中心设圆形排水口 1 个，排水管采用 DN200 的 UPVC 管。排水口上方设置内 R200mm 拦鱼栅凹槽，用于安置拦鱼栅（拦鱼栅外径 R200mm），凹槽深 50mm。排水口在池壁外接控制球阀，球阀控制排水大小。

玻璃钢孵化槽：孵化未脱粘的粘性受精卵。玻璃钢孵化槽共设置 2 个，净尺寸为 2.0m×0.8m×0.6m，有效水深 0.4m，用于粘性卵孵化。进水管设在孵化槽一端，进水用 DN20 的 PVC 管和球阀控制。出水在一端的底部接 DN32 的 PVC 管，球阀控制，球阀前 2cm 设置 1 个三通，上接 1 根 DN32 的 PVC 溢水管，溢水管高控制孵化槽水位，控制水位 0.4m；排水孔前 100mm 两边设置拦鱼苗槽，用于插拦鱼苗栅。

尤先科孵化器：孵化沉性受精卵和脱粘后的粘性受精卵。将装有受精卵的孵化筛设置在孵化水槽中，水流从上往下喷淋，孵化水槽水体定时由划水板划动使脱粘的受精卵在孵化过程中不粘结、沉性受精卵不缺氧。设置尤先科孵化器 3 个，净尺寸为 3.26m×0.85m×0.89m，有效水深 0.6m。主要结构组成为：孵化筛，孵化水槽，轨道式划水板，三角水斗，复位重力砣，进水花洒，支架。整个设备外接 DN20 的进水管，设备安置地面需有地漏，经地漏接 DN100 的排水管。

孵化桶：设置 6 个，直径 0.86m，高 1.15m，为孵化漂流性卵设备。孵化桶孵化漂流性受精卵，要求孵化桶中的水体产生由下而上均匀的水流，使受精卵在孵化桶中均匀翻滚。出水处要求水能流出，而受精卵和刚孵化的鱼苗不能随着水流流出。孵化桶可用白铁皮、玻璃钢等材料制造，上面纱窗可用铜丝布、筛绢制成，规格为 46-55 目/吋。进水管为 φ20mm 的 PVC 管，从底部圆锥形顶端进水，进水量由球阀控制；出水经上部纱窗溢出。

开口苗培育缸：苗种培育成活率的高低与开口摄食密切相关，只有适时开口摄食了饵料的鱼苗才能成活。鱼苗开口期的合理放养密度、饵料大小和密度、水质条件等直接影响鱼苗能否及时开口摄食。为了提高鱼苗培育的成活率一般采用鱼苗培养缸，培养缸为直径 1.0m 的玻璃钢圆形缸，缸深 1.0m，控制水位 0.7m。根据放流量宜设置 32 个培养缸。进水管设在缸顶，进水管管径为 φ32mm 的 PVC 管，采用球阀控制流速。排水经培育缸中心鱼苗防逃器过滤网至底部排水管，排水管在培育缸外接三通，三通一端接水位控制溢流管，溢出的水经回水管到达循环水处理设；另一端接球阀后接排污管，排污管回合到主排污管直接接中水处理处。回水管和排污管管径为 φ110mm 的 PVC 管。

②苗种培育车间

设置鱼种生产车间 1 间，规格分别为 33m×15m，布设直径为 2 米的鱼缸 36 个，苗种培育车间和催产孵化车间共用一套循环水处理系统。

③室外亲鱼培育池

亲鱼对养殖水体要求：亲鱼培育是鱼类繁殖关键，性腺发育良好的雌雄亲鱼是鱼类人工繁殖的物质基础。亲鱼培育要求水体大，溶氧充足。

亲鱼培育池：设室外长方形亲鱼培育池 2 个，长为 20 米，宽 10 米，池深 1.5m，有效水深 1.3 米，单个面积 200m^2。长方形亲鱼培育池建在地面上，池子地面以上高度为 1.5m。池底呈微倾斜状，进水口与出水口呈对角线布置，为利于排水和排污，池底向出水口倾斜，出水口设置在亲鱼培育池一侧。

进出水管道布置：亲鱼池进水口设置在培育池一侧，进水管采用 DN40 的 UPVC 管，采用球阀（球阀型号同进水管管径）控制流速，进水管口位于亲鱼池上部，进水管中心线高程为相对池底高程 1.2m。鱼池排水口设置同环形亲鱼池。排水口和楼梯在鱼池一角，每 2 相邻鱼池出水口设计在一起，鱼池废水一起汇合后排入排水沟或管。鱼池确定排水口后再确定进水口，进水口与排水口成对角线。

④室外苗种培育池

室外苗种培育池 1 规格为 30m×15m×1.5m，2 口，面积 900m^2。

排水口和楼梯在池的一角，确定排水口后再确定进水口，进水口与排水口成对角线，排水口具体结构同长方形亲鱼池。

5）建设时间和管理要求

鱼类增殖站应在大坝截流前建成，截流后即实施放流工作，并考虑长期运行。

鱼类增殖站建成后纳入枢纽管理范围内，由业主负责统一管理和运行。

6）仪器设备购置

多参数水质分析仪、便携式水质检测仪、电子天平、三目生物显微镜、体视显微镜、多功能体视显微镜、紫外可见分光光度计、离心风机、潜水泵等。

表 8.11-6 东庄水库鱼类增殖放流站主要设备

编 号	项目名称	单位	数量
1	**培育车间仪器设备**		
1.1	养殖水循环处理系统		
	全不锈钢微孔过滤器	台	1
	湿式生物球过滤器	台	2
	自动雨淋曝气式生物球过滤器	套	1
	紫外线水消毒系统(进口)	套	1
	水循环电器控制系统(变频控制)	套	1
	压力传感器	套	5
	YC-3×4＋2 控制电缆	m	600
	YC-3×2.5＋2 控制电缆	m	500
1.2	孵化养殖设备		
	玻璃钢培养缸（1m）	个	22
	玻璃钢培养缸（2m）	个	33
	玻璃钢孵化槽	个	3
	尤先科孵化器	个	2
	孵化桶	个	6
1.3	辅助设施		
	增氧系统	套	1
	管道离心泵（变频）	台	2
	管道离心泵	台	2
	进水管道	套	1
	回水管道	套	1
	排污管道	套	1
	备品备件	套	1
2	**养殖辅助设备**		
	水质在线监控系统	套	1
	增氧机	套	2
	各类网具、网箱	套	1
	临时用潜水泵	套	1
3	**实验设施**		
	显微镜	台	1
	解剖镜	台	1
	天平	台	1
4	**办公设备**		
	办公桌(椅)	套	2
	计算机	台	2
	打印机	台	1
5	**展示厅设备**		
	鱼类标本	件	10
	宣传画板	个	10
	水族箱	个	3
	其它设备	项	1
6	**交通运输设备**		
	运输车	辆	1
	运输船	艘	1

8.11.5 集运鱼系统

（1）过鱼对象

选择过鱼对象时满足以下基本条件：1）工程上游及下游均有分布或工程运行后有潜在分布可能的鱼类；2）工程上游或下游存在其重要生境的鱼类；3）洄游或迁徙路线经过工程断面的鱼类

过鱼设施需要考虑鱼类不仅仅是洄游鱼类，空间迁徙受工程影响的所有鱼类都应是过鱼设施需要考虑的过鱼对象。但一定的过鱼设施的结构和布置很难做到同时对所有鱼类都有很好的过鱼效果，设计过鱼设施时有些鱼类需要优先考虑：具有洄游及半洄游特性的鱼类；受到保护的鱼类；珍稀、特有、土著、濒危鱼类。

综合考虑东庄水利枢纽工程鱼类的过鱼需求、过鱼有效性、保护价值，并结合鱼类资源量现状，优化和确定工程主要过鱼对象是评价河段的全部鱼类，特别是陕西省重点保护鱼类-陕西高原鳅、地方土著鱼类-拉氏鱲。

（2）主要过鱼季节

过鱼设施主要目的是促进坝上坝下鱼类遗传交流及下游鱼类洄游至上游产卵繁殖，因此，重点应考虑保证主要过鱼对象在繁殖季节的过坝需求，过鱼季节主要根据过鱼对象的繁殖和敏感时期确定。过鱼季节拟定为每年的 4 月～10，遇洪水不集鱼。因泾河鱼类资源量较少，需要长时间作业，根据实际集鱼的情况和鱼的状况确定转运频次，但保证一天转运一次，具体频次可根据集鱼数量进行调整；另外考虑到工程采用坝身泄洪，汛期泄洪时段坝下集鱼设施附近会有较大水流，流场紊乱等情况，在遇有洪水时不进行集鱼过鱼。

（3）主要过鱼规格与数量

工程影响河段主要鱼类规格见表 8.11-7。依据现状调查数据，确定最大过鱼对象个体为鲤鱼和鲇鱼个体为标准（体长 50cm），最小过鱼对象拉氏鱲（体长 45mm）。

表 8.11-7 主要过鱼规格与数量

种类	数量（尾）	最小体长（cm）	最大体长（cm）	最小体重（g）	最大体重(g)
鲫鱼	125	8.2	15.7	3.8	22.3
鲤鱼	23	9.8	13.1	4.6	24.5
棒花鮈	67	6.2	7.2	4.4	10.1
餐条	113	3.2	5.2	2.2	6.5
马口	45	8.6	12.2	5.1	22.6
拉氏鱥	245	5.2	12.3	3.5	9.7
麦穗	45	6.1	8.7	2.2	10.4
开封半餐	65	10.1	11.7	7.4	15.9
泥鳅	89	6.1	11.2	5.8	14.9
斯氏高原鳅	356	8.1	10.6	4	6.9
鲇鱼	35	7.8	12.5	8.1	12.2
波氏吻鮈琥	7	2.5	3.4	2.1	2.9

（4）集鱼位置选择

对于东庄水利枢纽为双曲拱坝地下厂房引水发电型式，发电尾水洞在左岸，发电尾水出水对下游鱼类具有强烈的吸引效应，从电站坝下可能的鱼类聚集区域初步分析，工程较为理想的集鱼地点可能是位于发电尾水洞下游，如能尽可能靠近发电尾水则收集效果更加有效。由于东庄大坝坝址-泾惠渠渠首峡谷地带河面较窄，同时下游的文泾电站大坝、泾惠渠渠首大坝已经阻隔鱼类。根据东庄水库坝下存在文泾水电站、泾惠渠渠首等拦河工程，放置地点设置在下游泾惠渠电站冲沙闸（生态流量泄放口）下游。

考虑到泾惠渠渠首下泄生态流量为 5.33m³/s，下游水深较浅，不具备通航条件，因此选择固定集鱼平台。

（5）放鱼位置选择

过鱼对象主要为喜急流性鱼类，从鱼类的习性和生境条件分析，东庄水利枢纽的坝前区域水深较深，平均流速较缓，其生境较利于喜缓流的鱼类，而喜急流鱼类主要分布在库尾河段及支流。

因此，东庄水利枢纽较优的放鱼位置为坝上放鱼地点，初步定为水库库尾的早饭头村区域。

（6）集运鱼工作流程

泾惠渠渠首下游设置集运鱼设施和码头，过鱼对象被集运鱼槽、深水网箔诱集后，经码头由活鱼车转运至库尾早饭头附近泾河，解决鱼类上行问题。

集运鱼设施过鱼流程分为定位、诱集鱼、水路转运、陆路转运及放流五大步骤。首先，集鱼平台在确定的集鱼地点定位，然后打开集诱鱼系统，在将目标鱼类诱集至集鱼平台上的运鱼箱之后，通过集鱼平台上的吊机将运鱼箱转运至运鱼船，运鱼船将鱼运至码头，再通过活鱼运输车运送至放流地点，将鱼类放流。

（7）集运鱼措施初步方案

根据泾河泾惠渠渠首下游干流水深，确定采用集鱼槽结构，集鱼槽通过吸引水流与各种拦诱措施吸引鱼类进入。鱼道进口采用的设计原则均适用于集鱼槽，集鱼槽长度决定于下游水位的变幅，并根据不同水位设置不同的进口。集鱼槽通常配有取水泵站及配电房等辅助设施。其中集鱼槽包括诱鱼口、集鱼槽池室(集鱼槽)及补水槽。诱鱼口通常布置于坝下尾水出口附近，利用泾惠渠渠首下泄的生态流量诱鱼，在诱鱼口入口补水形成诱鱼条件，诱鱼流速一般高于鱼类感应流速，而低于突进游速，入口与河床斜坡衔接，入口处水深大于 1.0m。

①集鱼槽平面布置

根据《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T350584-2015），鱼道进口位置应满足以下要求：经常有水流下泄的地方，紧靠在主流的两侧；位于闸坝下游鱼类能上溯的最上游处（流速屏障或上行界限）及其两侧角隅；水流平稳顺直，水质新鲜的水域闸坝下游两侧岸坡处；能适应下游水位的涨落，保证在过鱼季节中进鱼口有一定水深。

集鱼系统拟布置于紧邻泾惠渠渠首电站冲沙闸下游侧的左岸。集鱼设施主要包括集鱼槽、提升排架、转运平台等。其中集鱼槽包括进鱼口、集鱼槽、集鱼池(提升仓池)以及引渠。集鱼槽顺河布置于左岸尾水渠下游侧的河滩地位置，集鱼槽进鱼口与河床斜坡衔接。转运平台紧邻集鱼槽顺河布置，平台高程 452.20m。

②集鱼设施工作流程

集鱼设施主要包括集鱼槽、补水泵房、提升排架、转运平台等。其中集鱼槽包括进鱼口、集鱼槽、集鱼池(提升仓池)以及引渠。集鱼槽顺河布置于左岸下游侧的河滩地位置，集鱼槽进鱼口与河床斜坡衔接。补水管道布置于下游临河侧，

转运平台紧邻集鱼槽顺河布置。鱼群沿着河逆流而上，游至集鱼槽下游，在集鱼槽与左岸之间设置一道拦鱼格栅阻止鱼类进入生态基流区域，集鱼槽成为鱼类上溯的唯一通道。利用集鱼槽的水流和布置在边墙中的喷头制造一个适合鱼类上溯的诱鱼流场，辅以灯光诱鱼，使鱼类沿着集鱼槽进口上溯。集鱼槽中布置有区域格栅和鱼类观察设施，鱼类游至驱鱼格栅上游时，鱼类观察设施统计鱼类的数量，达到一定数量后启动驱鱼格栅，将鱼驱赶至集鱼池；集鱼池上游侧设置拦鱼栅防止鱼类上游，集鱼池内布置提升舱，当鱼类进入集鱼池后，起吊排架开始提升，提升至转运平台；将提升舱内的鱼分类，转运至集鱼箱。

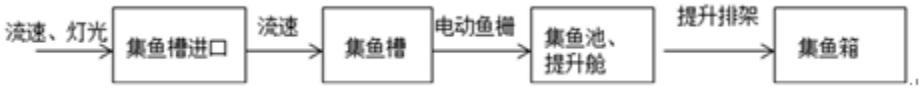


图 8.11-2 集鱼设施工作流程图

1）集鱼槽进口

集鱼槽进口高程：对泾惠渠首电站排沙闸进行改造，泄放生态流量，生态流量为 5.48m³/s～16.14m³/s，正常工况下，流量比较稳定，在排沙闸下游设置一个消力池，并在消力池南侧设闸门，闸后与引渠相连。集运鱼系统在大坝泄洪及排沙时不运行，因此集鱼系统运行时段的进鱼口处水位基本恒定，集鱼槽进口处底板高程 435.26m，进口处水深 0.80～1.20m，满足规范要求。

集鱼槽进口流速：一般过鱼设施诱鱼流速取鱼类 60%-80%临界游速(Polov，1989)，在保证流速条件下可设置大的进口或多进口，保证足够吸引力与影响范围的同时也不会形成对鱼类的流速屏障及对鱼类产生疲劳效应。根据相关文献资料调研以及鱼类游泳能力测试结果，进鱼口流速暂按 0.5m/s～0.8m/s 考虑。

进口个数及尺寸：为了保证集鱼效果，拟在主河床中设置一个拦鱼格栅，集鱼槽将是鱼类上溯的唯一通道，集鱼槽进口呈喇叭形，最宽处约 6.00m，最窄处 2.40m，导墙高 2.20m，长 16.0m。

2）集鱼槽

流速及水深：集鱼通道内的流速应高于鱼类的感应流速，这样鱼类不易掉转方向，游出通道，同时也不可大于鱼类的临界游速，集鱼槽流速暂按 0.4m/s～0.8m/s 考虑，水深 0.80m～1.20m。

集鱼槽段尺寸：集鱼槽上游段采用平坡，底高程 435.26m，经 i=0.002 的坡降至 435.24m，宽度取 2.4m，边墙高 2.2m，总长度 31.0m。

3）集鱼池

流速及水深：集鱼池内的流速与集鱼通道内流速一致。

尺寸：宽度 2.4m，长度 2.0m。集鱼池内设置提升舱，集鱼池底板高程较集鱼通道低 1.8m，高程为 435.24m。

4）引渠段

引渠段上接消力池，下接集鱼池，为集鱼槽提供水流，进口处宽 2.4m，底板高程 435.20m，扩散至 8.0m 与集鱼池连接，底板高程 435.20m，底坡 i=0.002，边墙顶部高程 436.45m，总长 8.0m。

5）转运平台

转运平台紧邻集鱼槽布置，与与生态电站回车场相接。初拟平面尺寸 20m×12m，平台高程 452.20m。转运平台布置管理房、配电室、鱼类分检室、提升排架等。平台对外交通使用泾惠渠电站现有公路，无需新增对外连接道路。

6）金属结构设计

引水段上游与消力池链接处设置一个闸门，闸门尺寸为 2.4m×1.0m，集鱼池上游侧和集鱼槽出口处设置两道闸门，尺寸为 2.4m×1.0m，为平板式闸门，采用不锈钢制作，通过集成式 50kN 电动启闭机开关闸门。

集鱼槽内的驱赶设施为拖拽格栅。拖拽格栅布置于防逃笼前方，尺寸与通鱼通道尺寸相适应，H×B=2.4m×1.2m。拖拽格栅采用对开门形式，平时集鱼时段，拖拽格栅开启，目标鱼类可以通过过鱼通道。在收集到一定数量的鱼类后，拖拽格栅的对开门关闭。通过系统控制设置在集鱼通道端部的电动葫芦及滑轮装置牵引拖曳格栅系向前平行移动，将目标鱼类驱赶入集鱼池中。等待集鱼池内的提升舱将鱼提升后。系统控制拖拽格栅沿通鱼通道向后平行移动，回到原位置后，对开门开启。集鱼池上游侧设置一道拦鱼格栅，防止上溯进入消力池，格栅采用不锈钢网状结构，网格焊接时应无梭角，以防止鱼类通过时对目标鱼类造成伤害，网格空隙以满足鱼类不能逃脱为原则，本阶段网格空隙暂按不大于 1.0cm×1.0cm 考虑。

7）电气设计

下游集鱼设施及升鱼装置配电系统采用 0.4kV 供电，电源引自泾惠渠渠首电站。主要负荷为桥式起重机等，设 1 面低压配电盘和 1 面检修动力箱。

8）提升系统设计

提升转运系统主要构筑物包括提升排架、提升仓、集鱼箱。

提升舱内容纳鱼类的部分长度应大于过鱼对象最大体长的 2～3 倍，宽度应大于过鱼对象最大体长的 1.5～2 倍，斗内最小水深为最大体高的 3 倍，选择提升舱尺寸规格为 2.0m×1.5m×0.5m(长×宽×高)，但考虑到提升舱提升和转运过程中可能产生晃动，鱼类应激反应在提升舱中跳动，上部 0.5m 采用网状结构防逃，因此提升仓高度加大至 1.0m，在舱底设有阀门，根据需要设定提升舱内水的深度。

④ 陆路运鱼

集运鱼系统陆路运输利用现有道路，路线为省道 S108（旧）S107、咸旬高速、S306 运往彬县早饭头村附近泾河，线路全长约 110km。运输路线见图 8.11-3。



图 8.11-3 集鱼运输路线图

活鱼运输车：活鱼车主要由活鱼箱、增氧系统、水泵和动力系统三部分组成。活鱼车在运输途中不换水也不加水，利用淋水增氧系统，使活鱼箱内原水循环使用。运鱼系统需配备载重量 3t 的东风 EQ1071G2ADJ3 活鱼运输车 2 辆。

吊车：吊车是将活鱼箱吊运至集鱼平台、运鱼车的工具。

⑤放鱼码头

码头是集运鱼设施停靠的主要场所，根据集运鱼系统运行的需要，需在库尾河岸设置一处码头。

选址原则：码头位置选择在地质条件好、岸坡稳定的河段或库岸；水域水流平顺、流速较缓、有足够水深，不受泄洪、尾水影响；陆域有足够的岸线长度与纵深，留有足够空间以布置吊车等作业区域；应选在交通比较便利的地方。

位置选择：根据放流要求，综合考虑上述选址原则，上游放流码头布置在省道 S306 路与 G70 交叉位置附近，交通便利。

上游放流码头顶部高程 821.0m 与省道 S306 相接，高于泾河高水位 815.2m；下部高程取为 814.00m，可满足不同季节运行要求。码头混凝土板厚度为 1.0m，斜坡段的坡比为 1：1.2，踏步 30cm×25cm（宽×高），两侧设防护栏杆。在码头顶部 821.0m 高程布置活鱼车回车场，尺寸约 15m×15m，并设置 4m 宽道路与省道 S306 约 100m 衔接。

⑤集运鱼系统运行工况

冲沙闸流量过程，4 月 16 日～6 月-15 日 ，冲沙闸下泄流量为 10.81m^3/s，通过控制闸门开启度，进入集鱼系统水量约 1.5m^3/s，维持集鱼槽水深约 0.6ｍ ～0.8m，流速 0.8m/s，其余流量通过消力池及闸坝泄流，进入河道；6 月-16 日～8 月 31 日，冲沙闸下泄流量为 16.14m^3/s，通过控制闸门开启度，进入集鱼系统水量约 2.3m^3/s，维持集鱼槽水深约 1.0～1.2m，流速约 0.8m/s，其余流量通过消力池及闸坝泄流，进入河道；9 月 1 日～来年 4 月 15 日，冲沙闸下泄流量为 5.48m^3/s，进入集鱼系统约 2.0m^3/s，维持集鱼槽水深约 0.8～1.0m，流速 0.8m/s，其余流量通过消力池及闸坝泄流，进入河道。

（8）集运槽入口区域流场

①模型构建

根据《东庄水利枢纽工程集运鱼措施设计方案》，在泾惠渠电站排沙闸（生态流量泄放口）下游设置集运鱼设施和码头，过鱼对象被集运鱼箱诱集后，经码头由活鱼车转运至库尾早饭头附近泾河上的放流码头。根据设计坝下集运鱼设施设计包括闸门和鱼类上溯通道，主要鱼类的感应流速和克流流速阈值，集鱼槽流速需要在 0.2~0.8m/s 之间，能满足集鱼要求。

采用 MIKE21 三角形网格模型对河道及集鱼系统进行模拟。计算区域为坝下 200m 河段，为确保计算结果的精度，计算网格尺寸最小为 0.2~0.5m，包括集鱼系统（图 8.11-4） 。

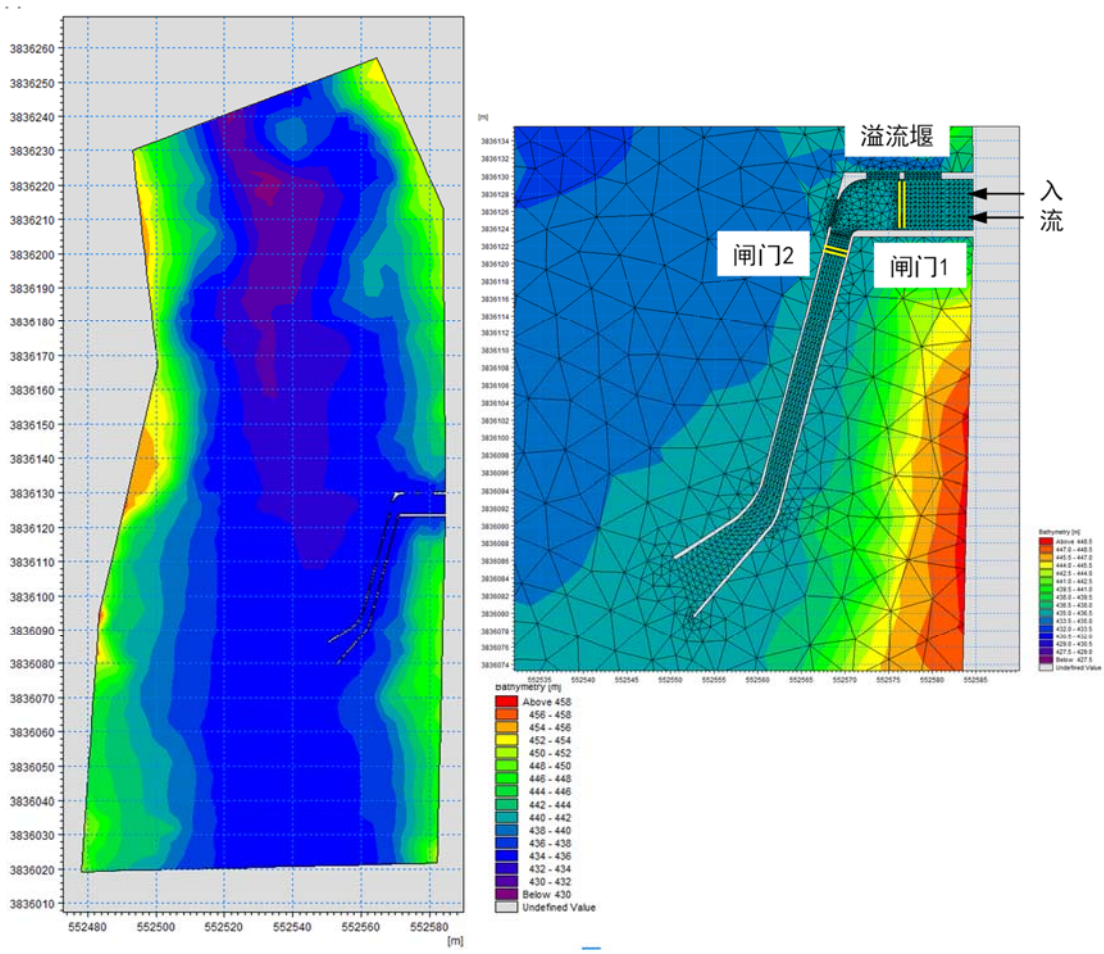


图 8.11-4　计算区域和局部网格划分及闸门位置

模型边界条件，集鱼系统下游通过工程调控维持一定水位，河流中采用水位边界，集鱼系统出流采用泾惠渠渠首下泄生态流量。计算模型中曼宁系数分区域设定，天然河道中采用 0.027~0.03，工程建设的水流通道采用 0.014~0.03，曼宁数（1/n）分布见图 8.11-5。

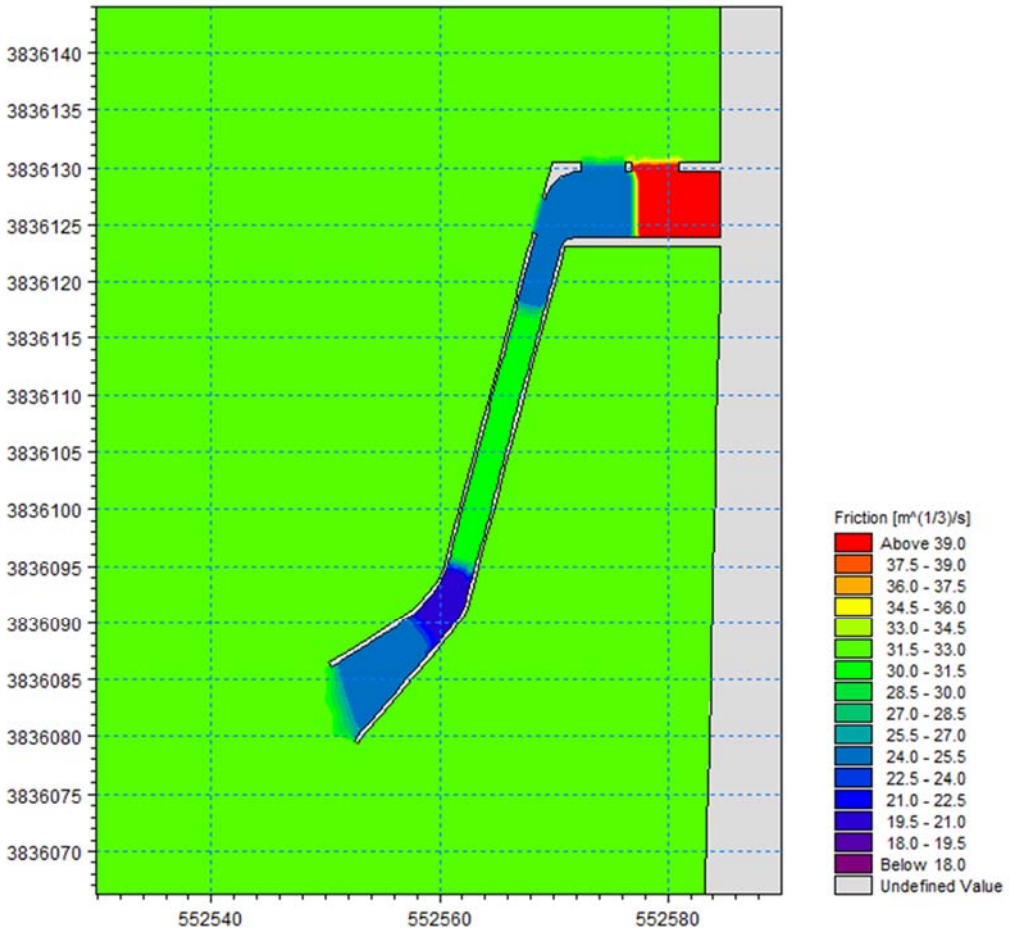


图 8.11-6 计算区域曼宁数(1/n) 分布

根据设计集运鱼系统的槽宽 2.4m，有一定坡降，运行方式和原则，集运鱼入口出流量条件见表 8.11-8。

表 8.11-8 集鱼槽运行水动力特征表时间	冲沙闸流量 (m^3/s)	水深 (m)	断面面积 (m^2)	集鱼箱处流速 (m/s)	槽内流量 (m^3/s)
4 月 15 日～6 月 15 日	10.81	0.8～1.2	1.92～2.88	0.6～0.8	1.15～2.3
6 月 16 日～8 月 31 日	16.14	0.8～1.2	1.92～2.88	0.6～0.8	1.15～2.3
9 月 1 日～翌年 4 月 15 日	5.48	0.8～1.0	1.92～2.40	0.6～0.8	1.15～1.92

②模拟计算结果

4 月 16 日~6 月 15 日坝下生态流量下泄中，河道下泄流量 10.81m^3/s 河流的生态流量由水库坝下左侧流入，流量通过闸门进行分流，大部分流量由左侧的闸门二进入河道。。计算的河道及集鱼系统的流速分布见图 8.11-7。

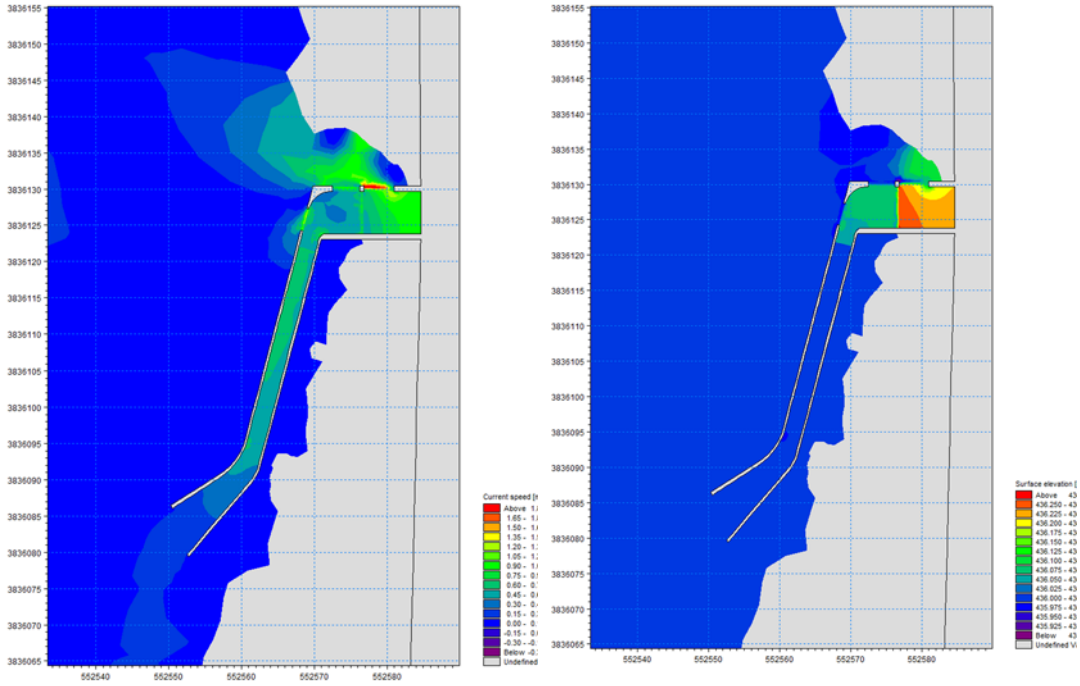


图 8.11-7 入口流量为 10.81m³/s 时集鱼系统中流速及水位分布

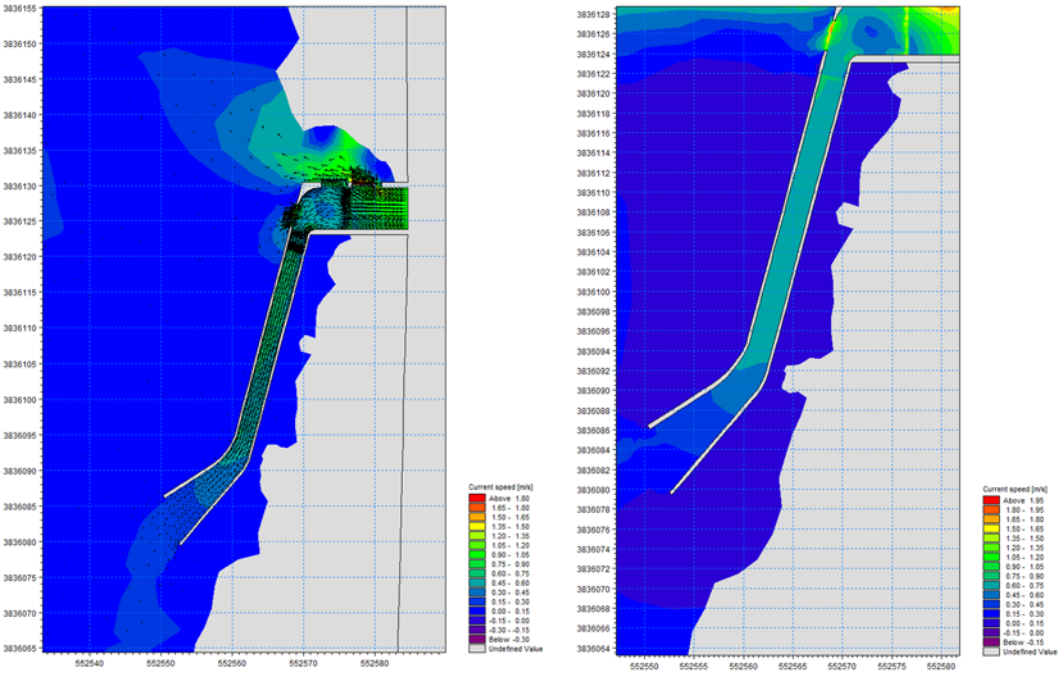


图 8.11-8 入口流量为 10.81m³/s 时集鱼系统中流场及水深分布

计算区域中，集鱼槽及下泄水量部分区域有 0.2m/s 左右流速，河道其他区域中的流速基本为零，集鱼系统适宜鱼类感应流速。通过闸门调控，集运鱼系统的流速及水深达到集运鱼系统要求，闸门 1 开度为 0.4，闸门 2 开度为 0.6。出口处流场见图 8.11-9。

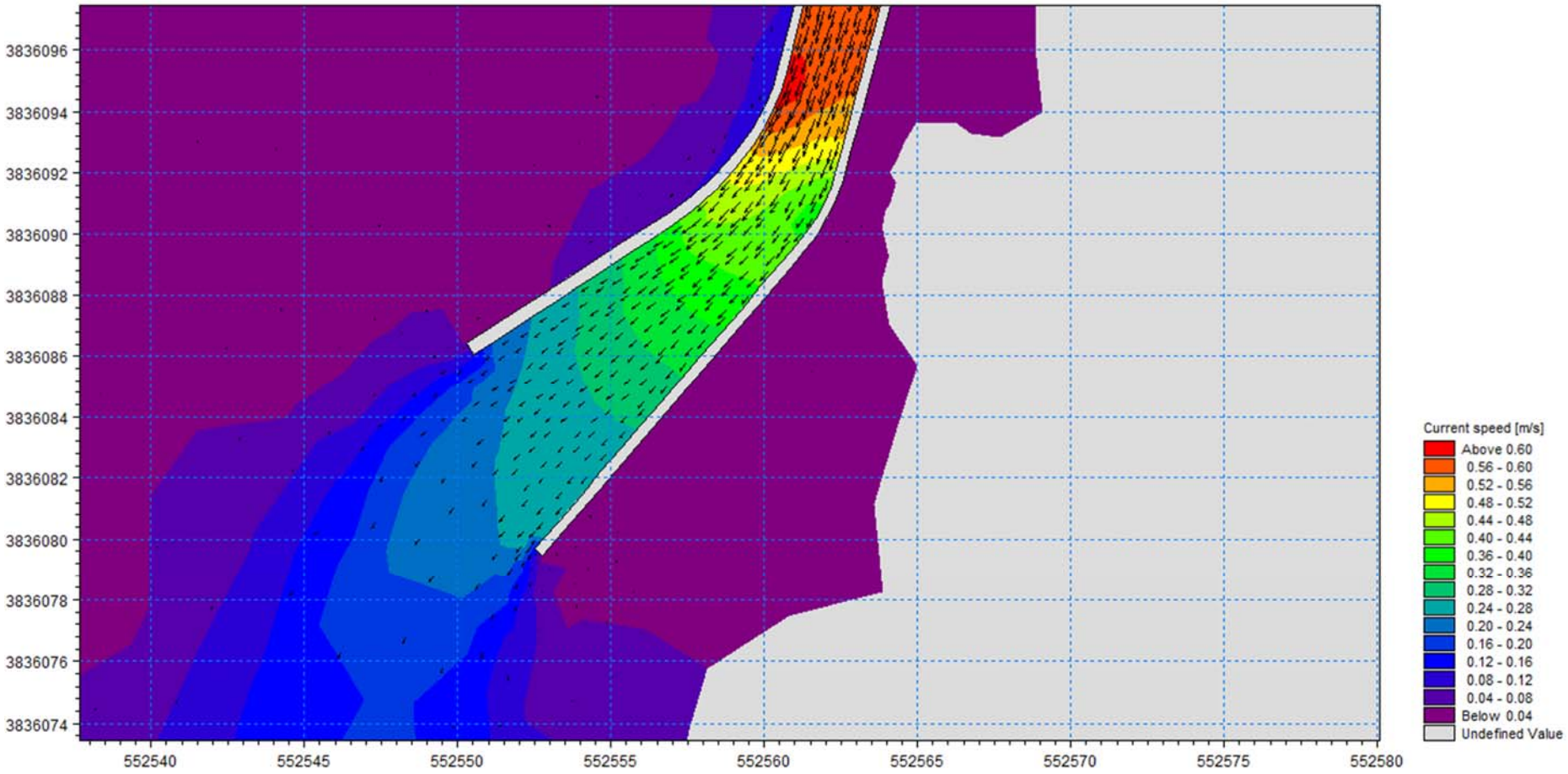


图 8.11-9 入口流量为 10.81m³/s 时集鱼系统出口流场分布

6 月 16 日~8 月 31 日生态流量下泄中，河道下泄流量 16.14m^3/s，河流的生态流量由水库坝下左侧流入，流量通过闸门进行分流，大部分流量由左侧的闸门二进入河道。计算的河道及集鱼系统的流速及水位分布见图 8.11-10 和图 8.11- 11。

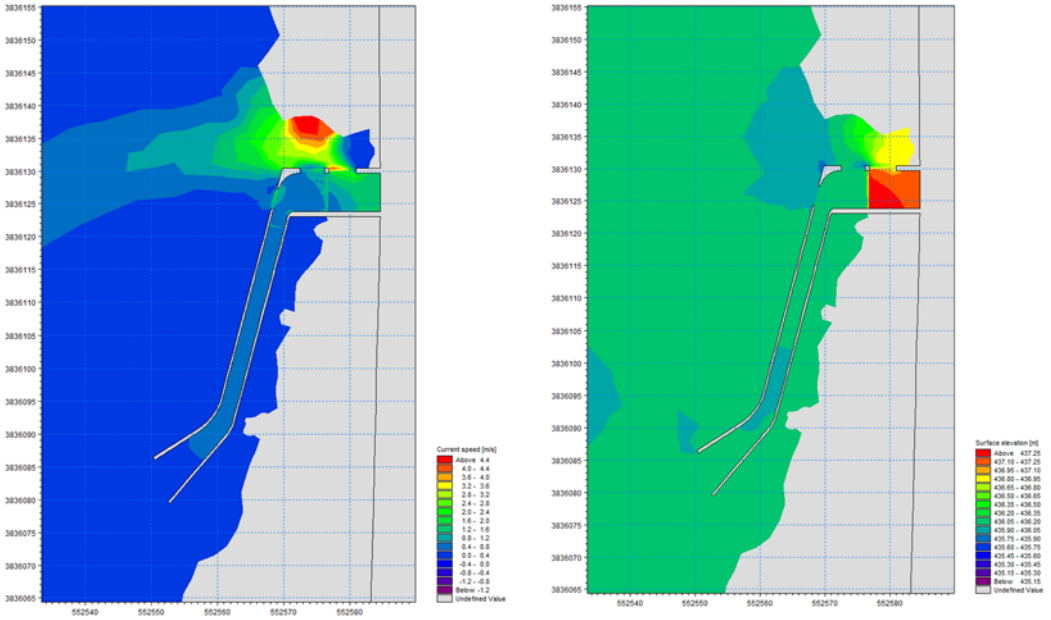


图 8.11-10 入口流量为 16.14m^3/s 时集鱼系统中流速及水位分布

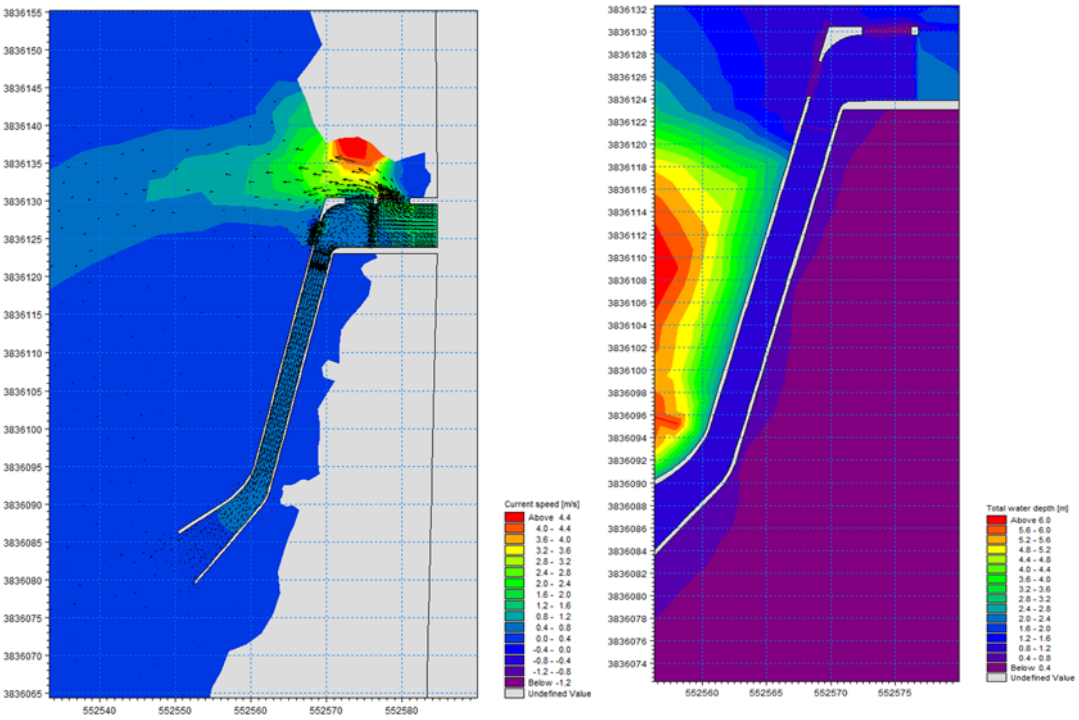


图 8.11-11 入口流量为 16.14m^3/s 时集鱼系统中流场及水深分布

通过闸门调控，集运鱼系统流速及水深达到集运鱼系统要求，闸门 1 开度 0.18，闸门 2 开度 0.6。出口处流场见图 8.11-12。

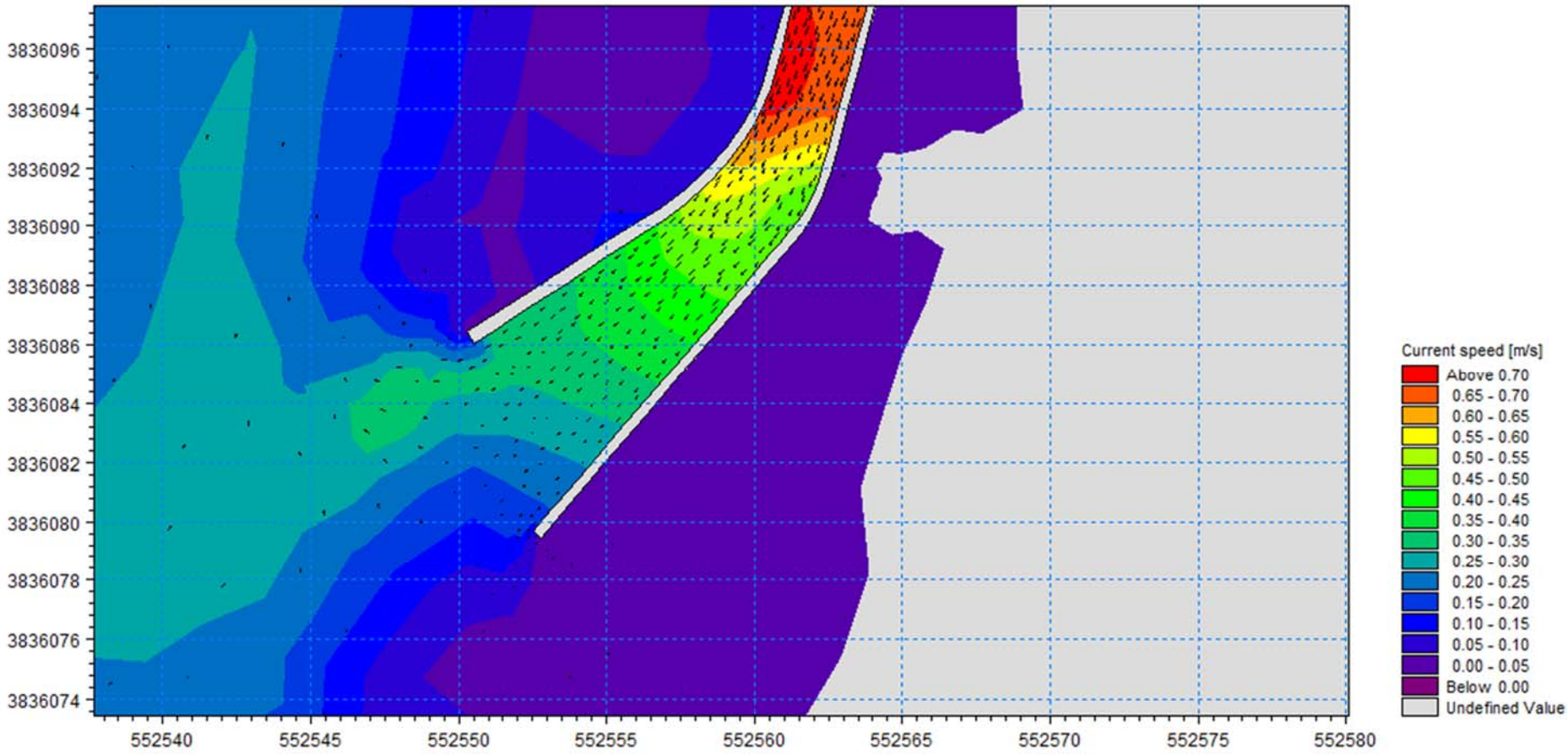


图 8.11-12 入口流量为 16.14m³/s 时集鱼系统出口流场分布

9 月 1 日~来年 4 月 15 日生态流量下泄中，河道下泄流量 5.48m^3/s，生态流量由水库坝下左侧流入，流量通过闸门进行分流，大部分流量由左侧的闸门二进入河道。计算的河道及集鱼系统的流速及水位分布见图 8.11-13 和 8.11-14。

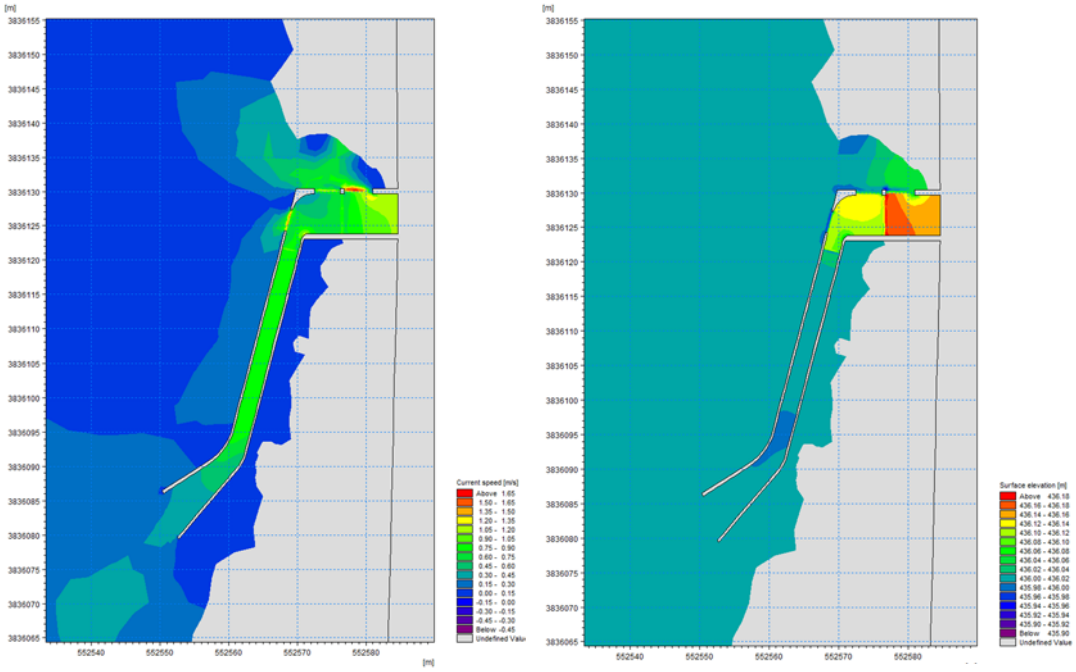


图 8.11-13 入口流量为 5.48m^3/s 时集鱼系统中流速及水位分布

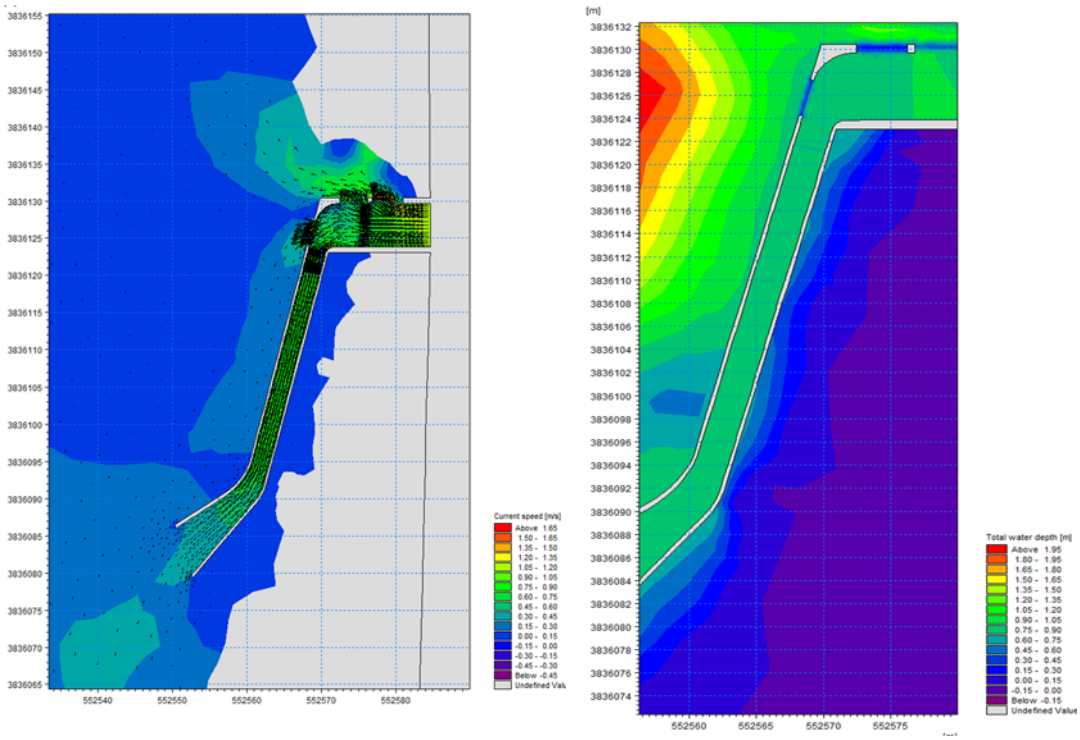


图 8.11-14 入口流量为 5.48m^3/s 时集鱼系统中流场及水深分布

通过闸门调控，集运鱼系统的流速及水深达到集运鱼系统要求，闸门 1 开度 0.6，闸门 2 开度 0.6。出口处流场见图 8.11-15。

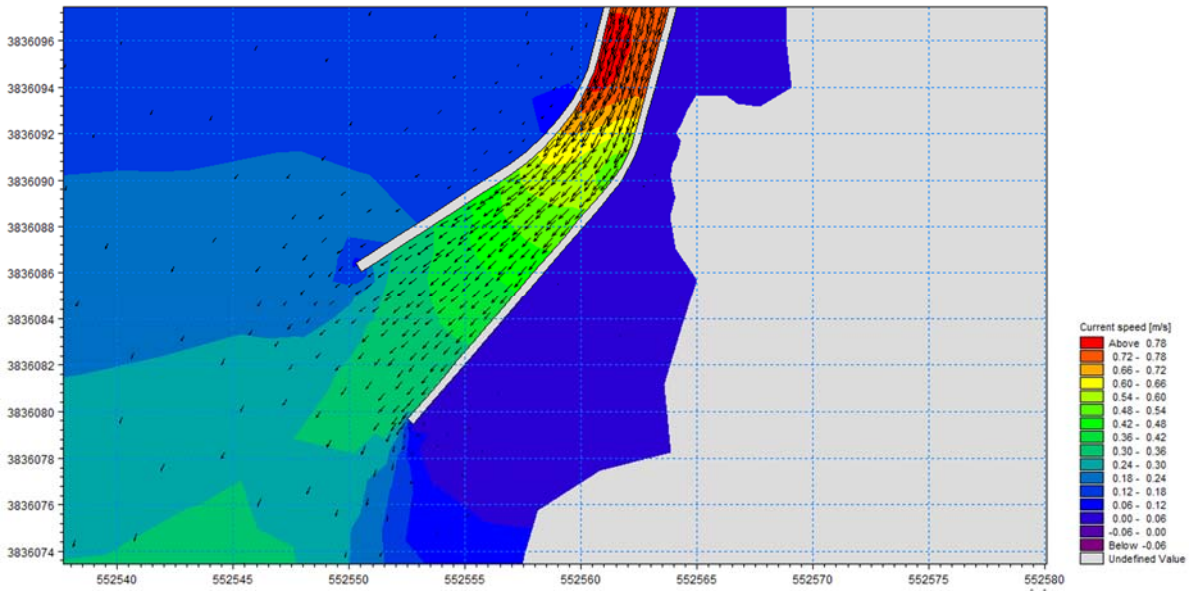


图 8.11-15 入口流量为 5.48m³/s 时集鱼系统出口流场分布

在不同生态流量下泄时段，根据模型的预测研究，通过闸门的调节，集运鱼系统的流速和水深均能满足鱼类的上行需求。。

（9）运行管理机制

①运行时间

集运鱼系统需在水库蓄水前建成投运，集鱼时间与河段的鱼类产卵季节相对应，主要集鱼时间为 4 月～5 月、9 月～10 月，其余时间根据鱼类洄游情况适当调整。

① 运行方式

1） 试运行

在设施和设备投入正式运行前，必须对过鱼设施及配套设备进行试验，以便及时发现在实际使用中可能出现的问题，并提出解决和改进方案，提高工程正式运行的工作效率。

设备调试：试运行阶段，需要对工程主要结构与相关设备的运行情况进行仔细检测，保证各项设施的正常运行状态。

进口及进鱼条件的观测：在试运行阶段需要对集鱼槽进口处的水动力学条件进行实测，监测进口的位置是否合适，进口的光、色、水流条件是否利于鱼类进入，下游水位涨落对集鱼槽进口水流条件的影响，比较设置光源对进鱼的影响，

探明鱼对光源的位置、光色、光强和波长的反应。发现过鱼设施运行中存在的问题，提出改进措施。

过鱼设施内部水流条件和过鱼情况的观测：测定集鱼槽、集鱼池内流速、流速分布情况等重要指标是否达到设计标准。观测鱼在上溯路线以及局部水流现象对鱼上溯的影响。

过鱼效果观测：试运行期应对其投入运行后的实际效果进行跟踪监测，监测内容应包括：过鱼种类；过鱼数量；过鱼规格；鱼类发育情况；昼夜过鱼规律；不同进口进鱼情况；不同工况进鱼情况等；坝下鱼类集群及分布。

编制运行管理手册：在试运行期内应编制过鱼设施运行管理手册，明确运行方式、优化进口诱鱼补水流量方案，运鱼车调度以及其他相关制度，维护过鱼设施的正常运行，充分发挥过鱼设施的效益。

2）正式运行

定期开展过鱼设施过鱼效果观测和统计，分析过鱼效果，积累基础资料，建立监测评估数据库。定期对过鱼设施及附属设备进行维护、保养及检修，在过鱼季节来临前进行全面整修，保证过鱼设施功能的正常发挥。日常监测过鱼系统的机械设备是否正常运行，是否有出现漩涡、急流等不利的水流状况，是否有堵塞、淤积等，确保结构和流态符合设计标准，以及根据观测结果及时调整运行工况。

③保养维修

过鱼设施投入运行后，必须加强保养和维修，保证正常运行。经常检查各闸门、设备以及运鱼车，经常清理泥沙、漂浮物和垃圾等。

④监测评估

过鱼设施设计是个复杂过程，难以做到一次设计完全满足所有鱼类长期过坝需求，若要发挥其最佳效果，必须对其投入运行后的实际效果进行跟踪监测，并根据监测结果对过鱼设施的运行方式进行优化。监测评估内容包括以下方面。

工程过鱼效果监测：包括过鱼数量统计、过鱼种类统计、过鱼效率计算等。

鱼类资源变动监测：包括坝下鱼类资源量变化情况、坝上鱼类资源量变化情况、主要过鱼种类资源量变化情况等。

鱼类种类组成变动监测：包括坝下鱼类种类组成变化、坝下鱼类种类组成变化等监测。

工程过鱼效果评价：过鱼效率评价与对鱼类资源保护效果评价。

⑤优化改进

运行后根据观测评估及调查研究结果，结合过鱼设施运行情况、过鱼对象的洄游和上溯要求、水力条件现场实测结果，进一步对过鱼设施进行优化调整和改进；根据鱼类行为学监测结果及诱鱼能力的分析，对过鱼设施进口的设计方案进行修改和完善；根据运行情况对过鱼设施的运行、管理和维护规程进行完善。

⑥机构构设置

东庄水利枢纽建成后需设置专门的过鱼设施运行管理部门，配置专职和兼职人员，负责日常运行和管理，包括设备保养和观测统计以及相关资料的研究发布等，其主要职责包括：

1）制定过鱼设施运行方式和操作规程，结合工程水库运行方式，开展过鱼设施和水库调度研究；

2）负责过鱼设施正常运行和管理，做好日常观测和过鱼资料的统计和信息处理；

3）协调处理过鱼设施运行与工程枢纽的关系，确保过鱼季节的过鱼设施正常有效运行；

4）做好过鱼设施运行与鱼类特性的研究，协助做好科普宣传工作，提高水生生态保护意识。

（10）集运鱼系统建设与运行

集运鱼系统与主体工程主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产，在水库下闸蓄水前应该投入运行。

8.11.6 栖息地保护

（1）保护目标

泾河河分布有 12 种鱼类，隶属于 2 目 4 科，工程河段分布有省级保护鱼类-陕西高原鳅。水库影响河段没有比较集中、规模较大的产卵场、索饵场和越冬场。因此，河段主要保护要求为维持或改善该河段鱼类种类和种群数量。

（2）保护范围

栖息地保护是保护鱼类自然资源的有效措施。基于泾河干流梯级规划和鱼类资源的现状，建议采用干流与支流相结合的保护措施。通过对河段的划区保护，

为鱼类提供足够的摄食场地、繁殖场、生长空间和庇护所。

陕西高原鳅作为陕西特有鱼类和陕西省重点保护水生野生动物，分布于彬县、礼泉等地，位于坝址上游，但东庄水库形成后，坝上蓄水对栖息地造成大面积淹没，为更好保护陕西高原鳅栖息地，需要选则具有代表作用的区域作为栖息地保护区，保护受影响鱼类，减缓工程对鱼类的影响。鉴于陕西高原鳅分布在礼泉、彬县段，其它地方暂未发现其分布，对该种保护采取就地保护的原则；陕西高原鳅属高原鳅属，高原鳅属一般产粘性卵，水温在 16-25℃左右时，可完成鱼类早期生活史；陕西高原鳅属底层鱼类，没有长距离洄游习性，因此在该段可以完成其全部生活史。

泾河支流黑河海拔 843m，流速约 0.53m/s，6 月水温 25℃，泾河干流水帘乡海拔 825m，流速约 0.55m/s，6 月水温 23℃，黑河饵料与泾河干流相差不大，水文情势与泾河相当，但黑河临近煤矿及城镇，城镇生活污水大多排放至黑河，以及上游开发建设亭口水库，黑河不适合作为陕西高原鳅的保护地。通过对泾河干流实地多次调查，泾河干流在长武境内河道蜿蜒曲折，弯曲系数 1.6，泾河干流弥家河段水面宽阔，水流较缓，远离人类生活区，周边没有工业设施及生活污水排放，河流人工扰动较小，河流栖息环境没有受到破坏。弥家河段海拔 865m，流速约 0.48m/s，6 月水温 21℃，浮游植物密度 10.55 ind/l，生物量 206.9 mg/l，选择弥家河段作为陕西高原鳅栖息地。弥家河下游 8 公里左右是煤矿工业区，污染较重，不适合作为栖息地保护区；上游 10 公里左右为甘肃庆阳市长庆工业园区，不适合作为保护区域，选择栖息地保护范围为弥家河流域向下游延伸 5 公里，向泾河上游延伸 5 公里，地理坐标为东经东经 107° 54'34.812" 北纬 35°15'16.416" 至东经 107° 56′ 35″，北纬 35° 8′ 8″。

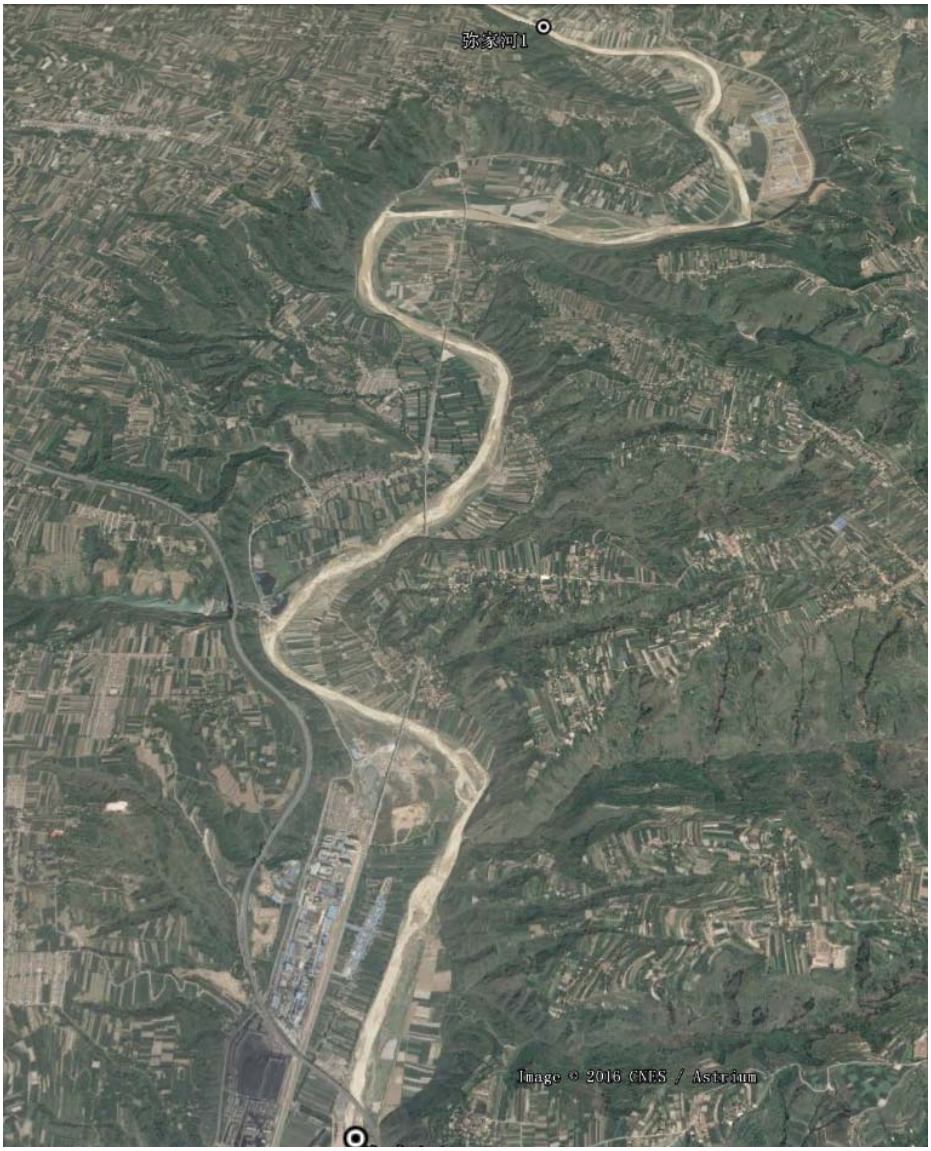


图 8.11-16 泾河弥家河河段位置





图 8.11-17 泾河弥家河河段现状

（3）人工鱼巢实验

为提高产粘性卵鱼类的受精率与孵化率，根据陕西水产所 2016 年 4 月～5 月在黄河干流设置人工鱼巢试验，芝川段铺设了 2 个人工鱼巢，放置于利于鱼类产卵的河道中，水温 16.5～17.1，放置鱼巢上收集到鱼卵；大荔段放置了 1 个人工鱼巢，水温在 19.8～20.4 度，收集到了近 2000 枚鱼卵，发现刚孵化出的小鱼面；合阳段放置 6 个人工鱼巢，水温 17.9～22 度，收集到近 3000 枚鱼卵；潼关段放置了 2 个鱼巢，收集到大部分为鲤鱼卵。根据上述实验，表明人工鱼巢对于产粘性卵的鱼类效果较明显，对产粘性鱼类受精率及孵化率将会有较大的提高。在泾河弥家河段栖息地保护区设置人工鱼巢和挺水湿地植物恢复，收集陕西高原鳅产粘性卵，为产卵提供有利条件，促进陕西高原鳅种群恢复。

（4）其它生境保护

鉴于河段鱼类主要以产粘沉性卵的鱼类为主，水库形成后，流水生境萎缩较为严重，库尾、坝下流水河段以及支流汇口，都有可能成为鱼类重要产卵场所，只要能繁殖，很多流水性鱼类仍可适宜水库缓流生境，这些河流汇口在水库形成后仍具有一定的流水生境，这些河口区域仍具有很大的保护价值。

（5）栖息地保护要求

1）严格实行禁渔期制度，减少对天然鱼类资源的捕捞。

2）加强对鱼类产卵场等重要水域保护，设立醒目标示牌或浮标。

3）保护栖息地的自然河段现状，严禁梯级开发及其他影响河流水文情势的项目的开发活动。

4）营造替代生境，为鱼类栖息、产卵及索饵提供适宜生存环境。

（6）其他

为有效的保护泾河弥家河河段鱼类栖息地，咸阳市水利局公布《关于泾河弥家河段鱼类栖息地保护范围划定的通知》（咸水函〔2017〕14 号），停止泾河弥家河划定的鱼类栖息地河段涉河建设项目、排污口等审批工作，且要求按照各自的职能做好弥家河鱼类栖息地河段的保护工作。

8.11.7 低温水减缓措施

根据下泄水温预测结果可知，东庄水利枢纽工程 4 月份开始出现明显水温分层现象，年内水库水温分层最为明显的为 6～8 月份，期间下泄水温较坝址天然水温有一定下降，从而可能对河段内的水生生态环境带来不利影响，为减缓该不利影响，工程拟采取分层取水措施以提高水库下泄水温。

枢纽工程北线供水取水口位于坝上，取水高程 745m，水库弃水量、枢纽调沙出库水量由坝身的排沙泄洪深孔下泄，深孔高程 708m，发电水量、预留的河道生态水量、南线供水水量、农业用水量、中线供水水量均由电站取水口下泄，为缓解工程运行期下泄低温水状况，设计为分层取水形式，取水高程分别设置为 745m、757m、769m。根据模拟，库区坝前水温结构出现明显分层现象，水库表层与底层水温温差较大（库表与库底温差接近 20℃），但水库下泄水温与原天然河道水温差值并非十分明显，四个典型年下泄低温水最大值为-5.3℃。

8.11.8 进水口拦鱼设施

水库、河道取水时，误入输水管道的鱼可能发生机械损伤和死亡，针对此种情况，可在进水口处设置细目拦鱼栅网，防止鱼类误入。

结合工程拦污栅的设计，细目拦鱼栅网安装在进水口，大小尺寸与进水口的尺寸相同，结构要求易安装、控制和维修，拦鱼栅网的网目目大小可设置为 4cm，以拦截 13cm 以上的鱼为主。

8.11.9 加强渔政管理

地方政府部门应重视渔政执法机构的建设，加强各级渔政站的管理工作。根据国家水生野生动物保护法，结合当地具体情况制定切实可行的珍稀、特有鱼类的管理办法，并大力开展《中华人民共和国渔业法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》等一系列保护渔业资源的法律、法规的学习、宣传工作，增强广大人民群众的生态环境、野生水生动、植物保护意识，使广大人民群众积极参与野生动物的管理工作，实行专业和群众相结合的管理办法，将保护任务、责任落实到人。防止周边环境污染对当地鱼类造成灭绝性危害。并对肆意捕捞珍稀、特有鱼类者进行严肃处理。

水库建成后，除依靠生态系统自身的恢复功能外，加强库区资源的保护，有利于降低项目建设对鱼类资源的影响。要加强渔政管理，严格执行禁渔期和禁渔区管理，防止电、毒、炸鱼事件的发生，对渔业生产过程中网具种类和网目大小都要严格规定；对水产养殖要合理规划开发，加强管理，防止过度开发利用造成资源破坏，影响资源的可持续利用。

8.11.10 过饱和 TDG 减缓措施

（1）泄洪发生频率控制

东庄水利枢纽工程泄洪时段主要在 7 月～9 月。若考虑上游黑河在建的亭口水库，两水库联合调度将能对洪水起到较强的调控作用，东庄水利枢纽泄洪时段将缩短。因此，从减缓 TDG 过饱和影响，保护水生生物角度，应统筹研究亭口水库、东庄水库的联合调度运行，在提高水量利用率的同时达到减小东庄水库泄洪频率的目的。此外，由于过饱和 TDG 对鱼类的影响与鱼类在过饱和环境中的滞留时间有关，因此减小每次的泄洪持续时间也可以从一定程度上减轻过饱和

TDG 对鱼类的影响。

（2）泄洪期间机组尽量满发，减小泄洪流量

发电尾水对总溶解气体过饱和没有显著影响，因此，建议泄洪期间尽可能地保证机组满发，减小泄洪建筑物的泄洪流量，降低 TDG 饱和度。

（3）开展气体过饱和减缓措施的观测与研究工作

加强气体过饱和监测技术；气体过饱和对鱼类等水生生物的生理学效应监测；气体对区域土著鱼类、珍稀保护鱼类繁殖行为和幼鱼的影响、水生态补偿机制等研究。

8.11.11 其他保护措施

为了进一步降低工程对鱼类资源的影响，还需采取下列措施：

（1）加强宣传和管理，增强环保意识

施工期大量施工人员入住大坝沿岸，将带来鱼类消费需求量的增加，可能使施工期对鱼类的捕捞量有所增加。因此，施工期应加强施工及管理人员的水生生态保护宣传，树立良好生态保护意识，制作相关环境保护手册、警示牌、管理制度等，严禁施工人员捕捉河道鱼类等事件发生。

（2）优化工艺设计，确保相关环保措施的落实

对施工期间的生产废水、生活污水等严格监管，采取集中收集、回收利用，固体废弃物弃于指定渣场，禁止排入河道。工程设计尽量减少对河道、河床及植被的破坏，杜绝影响水生生境的污染事故发生。尽量减少和避免在河道中挖沙、取石、改变水流流向，引起下游河道严重缺水甚至断流等行为和事件的发生，水下施工、爆破时应提前驱赶相关水域鱼类，避免造成直接伤害。同时，科学调度，确保下游保持一定生态流量。对破坏的植被要尽快恢复，建立生态防护林和防护体系，防止水土流失，应尽量避免和减少泥沙和有害物质进入河道。

（3）优化施工组织设计，减少对鱼类资源的影响

泾河鱼类繁殖期主要集中在 4～6 月，为减少对鱼类的影响，应调整施工进度，在 4～6 月尽量避免在河道及周边进行爆破、截流等施工作业，以减少对鱼

类繁殖的影响。

（4）建立鱼类保护应急机制

对施工围堰内的鱼类要及时捕捞、暂养、救治，并放归河道。截流、蓄水期间下游出现减水情况前，要通知并配合渔业主管部门启动应急保护机制，禁止在减水河段捕捞或限捕，对搁浅、受伤的鱼类及时救护，最大限度降低相关影响。对于调水调沙期间由于泥沙含量大、水体溶解氧不足等导致鱼类翻出水面、顺流而下等现象，需要与渔政管理部门、泾惠渠管理局等进行有效协调，期间做好泾惠渠渠首运用方式调整，以及禁止村民在泄洪河道进行捕鱼等活动，制定相应的鱼类保护措施应急预案，降低蓄水、调水调沙对库区、坝下河段鱼类的不利影响。

8.12 社会环境保护措施

8.12.1 文物保护措施

根据《东庄水利枢纽工程建设项目文物影响评估报告》，东庄水利枢纽工程可能受淹没的文物点有11处。需要针对工程涉及淹没影响的文物保护单位和文物点制订具体的文物保护方案；工程施工前，应组织考古勘探单位和考古发掘单位进行考古勘探和必要的考古发掘，以确保文物安全。

8.12.2 交通运输影响减缓措施

减免工程建设对该区段公路交通的影响，保证施工期和运行期道路畅通，坝址及库区公路均将提前进行修建，针对工程建设期因施工交通量增加对工程区公路交通可能造成的不利影响制定以下对策措施：

1）施工期间，尤其是施工高峰期，作好与外界道路的衔接工作，在合理安排施工时序的基础上，疏导交通，避免对公路交通的影响。

2）设立交通标志，加强工程区交通运输的管理，及时疏导拥挤路段。

3）在工程进场公路以及集中居民点附近等主要路段配备交通管理人员，对施工期间的车辆进行疏导，保证施工道路的畅通。

4）针对可能出现的交通拥堵情况，制定应急措施，保证交通畅通与安全。

8.13 移民安置及专项复建环境保护措施

8.13.1 移民安置环境保护措施

（1）水土保持措施

①分散后靠安置

水土保持措施主要是对施工期提出水土保持要求，施工过程中对临时堆放开挖土石采取临时挡护措施，施工结束后栽植四旁树进行绿化。

水土保持要求：建房区选择地势相对平缓地段，开挖土石优先用于房屋地基回填，减少弃渣量，剩余土石应弃往具备防护设施的渣场或堆渣点，避免乱堆乱弃。房屋建设尽量避开雨季，避免雨水冲刷开挖面造成水土流失，影响人居环境。

施工临时工程：开挖土石方就近临时堆放以便回采，堆放期采用装土袋进行临时拦挡。

植物措施：房屋建成原地表硬化，从环境美化、绿化角度，在移民建房点周围及附近空地栽植经济林木（如花椒、苹果等）进行绿化。

（2）集中安置点

①表土剥离

安置点现状以耕地、园地为主，少量灌木地草，为保护表土资源，场平进行剥离，剥离厚度30～40cm，剥离表土集中堆置在安置点用地红线内的公共绿地和空地区域，后期用于绿化覆土、敷设回填，利用后对临时堆土区域恢复植被。

临时堆土场四周用填土编织袋围护，土源为剥离的表土。由于施工期较长，临时堆存的表土采取撒播草籽临时防护，撒播密度30kg/hm^2。

②拦挡措施

场地外侧填方边坡采用浆砌石挡墙拦挡，挡墙最大高度8m。挡墙采用重力式浆砌石挡墙，挡墙高度为2.0～15.0m。

③护坡措施

场地后边坡防护：覆盖层边坡采用挡土墙支挡处理。

④垃圾处置措施

拆迁过程中，拆除的废弃材料运至规划的渣场进行堆放，严禁任意倾倒；对可利用材料尽可能利用，并采取临时防护措施，若需临时堆放在征地范围以外的，

待施工结束后，恢复原有土地利用，并应及时做好场地周边的临时排水措施。

8.13.2 水环境保护措施

（1）移民安置实施过程中的水环境保护措施

拟在马家社区、相家社区、南坊社区（苏家）、龙高社区、龙高土陵新村、新堡子社区、塬边新村、城关社区等施工建设过程中分别设置2 座小型沉淀池（2.0m×1.0m×1.5m）交替使用，废水处理后回用，不外排。

（2）移民安置规划实施后水环境保护措施

1）饮用水源保护措施

相家社区集中安置点水源由魏北水站引入，南坊社区（苏家）需要打井取水，烟霞、城关社区采用安置区水源，永太社区采用泉水水源，塬边新村从西南约2km泾河边冲沟底部引泉水，龙高社区水源有龙高镇水站提供，龙高土陵社区水源有镇水站引水，新堡子社区有区域水源提供，马家社区有马家镇附近机井提供。后靠分散安置移民的水源与原居住地一致，多为井水和山泉水，需要根据《村镇集中饮用水源保护区划分技术规范》（DB61/335-2003）、《农村饮用水水源地环境保护技术指南》（HJ 2032-2013）等要求，在饮用水源取水口设置100m 范围的取水点卫生防护带，禁止堆放垃圾、粪便、废渣，不准修建渗水坑、渗水厕所，不准铺设污水管道等；高位集水池池周围10m 以内不得有渗水坑和堆放和垃圾等污染源；取水点和高位集水池设置警示标志。

2）生活污水处理措施

①集中安置点

马家社区、相家社区、南坊社区（苏家）、龙高社区、龙高土陵新村、新堡子社区、塬边新村、城关社区分别建设一座污水处理站，采用一体化污水处理设备，生活污水先进入化粪池处理，上清液经污水网管系统收集后进入生活污水处理站进行集中处理，处理后达标排放或回用。

②分散安置点

Ⅰ方案设计

工程涉及分散安置点位于农村地区，生活污水简单，主要为粪便，当地有用作肥料的传统，加上其耕地距离安置点不远。从既有利于降低处理费用又能提高

土壤肥力等多方面考虑，对安置点生活污水拟采取沼气池处理后，用于农田灌溉的方式。

每个移民家庭修建一个6m³厌氧式沼气池，沼气池选址要靠近畜圈和厕所，沼气池、畜圈和厕所相连通，使人畜粪便随时自流入沼气池，以达到平时进料的目的。6m³沼气池产生沼气基本满足一户4~6口家庭的日常燃料；人畜粪便、农作物秸杆和其它辅料直接进入沼气池；生活污水则进入沉淀池，沉淀池也作为生活污水蓄水池，其设计规模2m³，生活污水经过初步深沉处理后，综合利用于堆肥或作为沼气池的补充水源，剩余少量上清水的悬浮物＜100mg/L、COD＜200mg/L、BOD_5＜100mg/L，满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）旱作标准，用于农田或林草灌溉，而不直接进入泾河流域地表水体。

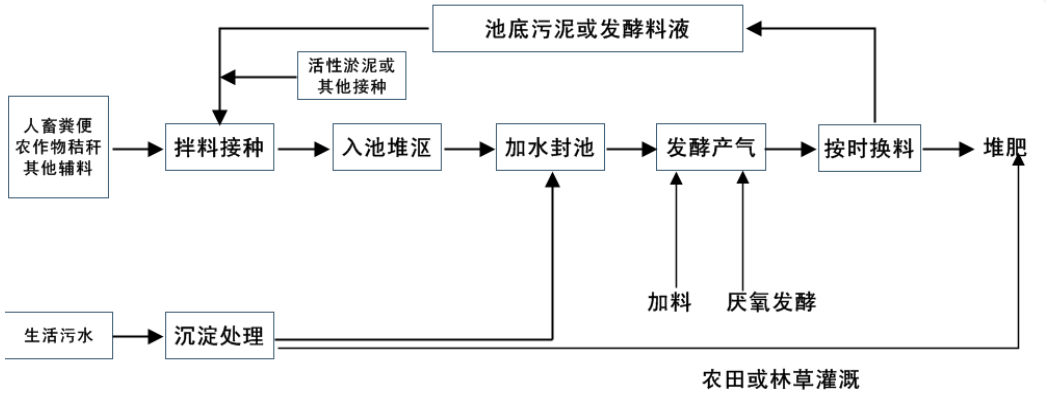


图8.13-1 农村家庭水压式沼气池发酵工艺流程图

沼气池设计参数：水压间产气率0.20m³/（m²•d），活载荷200kg/m²，池内正常工作气压≤800mm 水柱，池内最大气压限值1200mm 水柱，最大投料量沼气池溶积90%，水压间有效容积为日产气量50%，池盖覆土厚度≥250mm，地基允许承载力≥5t/m^2。

沼气池结构设计及质量保证：选用适应性广、施工简单的圆筒形沼气池；并请有相应资质的施工队伍进行统一规划、统一修建，确保沼气池质量。

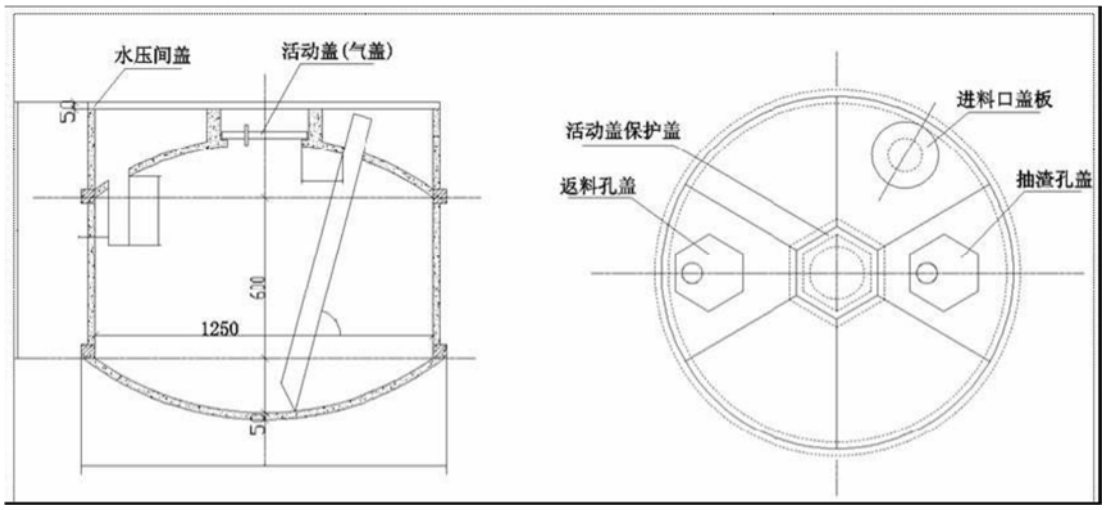


图8.13-2 农村家庭水压式沼气池发酵结构图

③运行管理

参照《城镇生活污水净化沼气池管理规范》、《生活污水净化沼气池运行管理规程》(NY/T 26020-2014)进行。配料是沼气发酵科学管理重要步骤，在沼气池大换料时，应该准备好充足的发酵原料，6m³沼气池应该至少准备400kg以上作物秸秆，同人畜粪便和其它辅料一同装入沼气池。配料必须有充足的适合于沼气菌生活的原料，主要是人畜粪便等含氮量高原料，以及作物秸秆等含碳量高原料。

沼气净化池投入使用前，制定严格的操作规程，组织专业人员对安置点居民进行常规操作和维护的培训，确保沼气池能正常运行。

加强对沼气池运行的日常管理，陕西省环境保护厅和咸阳市、彬县、礼泉等环境保护局应定期对安置点沼气池进行监督检查，及时掌握沼气池处理设施的运行情况和污水处理效果情况，对出现的问题提出行之有效的整改意见。

Ⅱ冬季维护要求

考虑到工程地区冬季气温低的特点，对沼气池冬季维护提出了以下要求：

当室外温度低于零度时，沼气池处于半生产或停止生产状态，打开顶盖，拨下导气管，以防止冬季缓慢产气胀坏池体，或沼气外漏，造成室内窒息和燃烧事故。

严禁老池空腹过冬，一般取出三分之二的料液用于冬季施肥，然后加三分之一的新鲜原料，起到池内发酵增温保湿作用。

年底新建沼气池，不进料启动，避免风裂现象。冬季应加强池内保湿保温措施，通常是在顶盖口和进出料口覆盖塑料薄膜。冬季注意沼气池顶部保温，根据

农村实际情况，采取有效措施确保沼气池安全越冬。

8.13.3 生活垃圾处理措施

（1）集中安置点

1）垃圾产生量及特点

淳化县马家社区、礼泉县相家社区、礼泉县朝阳新村、礼泉县南坊社区（苏家）、彬县龙高社区、彬县新堡子社区、永寿县永太社区、彬县塬边新村集中安置点生活垃圾产生量 2.56t/d，生活垃圾以无机成分为主。

2）生活垃圾分类

移民安置点每年进行一次生活垃圾分类宣传培训，设立宣传展板，发放宣传材料，在每户居民家配备 2 个垃圾桶，用于盛放有机垃圾和不可回收垃圾。将新鲜的厨余及菜叶、果皮等用做家畜饲料，不可回收的无机垃圾送到公用垃圾桶。

3）垃圾收运

每个安置点内设置公用垃圾桶 20 个，不可回收无机垃圾由居民自行放入安置点的公用垃圾桶内，由专人负责清理，定期清运至安置区域垃圾收集点，而后运至垃圾填埋场。

4）运行管理

对各个垃圾桶存放处及垃圾收集点经常喷洒灭害灵等药水，以防止蚊蝇等孳生，垃圾清运依托安置区域垃圾清运系统。

（2）分散安置点

各户居民的生活垃圾分类收集，将新鲜的厨余及菜叶、果皮等用作家畜饲料，对变质及未能利用的其它有机可降解成份放入沼气池厌氧降解处理，剩余无机垃圾送到当地的垃圾收集点。

8.13.4 陆生生态保护措施

加强监督管理，尽量减少耕地占用，减轻对植被破坏，做好原址拆除后的清理工作；在移民安置点建设过程中、移民迁入后，大力开展生态环境保护宣传活动；严格在安置点建设征地范围内施工，禁止占用、破坏施工征地红线外植被。安置点建设过程中充分利用淹没区建筑、木材等资源和原有旧料，对淹没区木材资源按归属进行合理调配，减轻由于移民建房和能源需要而产生的对森林资源的

压力。

根据场地布置，在集中安置点内的空地、道路两侧、房前屋后进行绿化。植物群落结构以乔木、灌木、草坪相结合为主，街道两侧宜种植行道树，行道树以乡土乔木树种为主。

8.13.5 环境空气保护措施

安置点建设过程中要做好洒水降尘，以减轻对附近居民的影响；运输泥土及建筑材料的车辆应配置防散落装备，并规划好运输路线与时间；对运输过程中散落在路面上的泥土要及时清扫。

8.13.6 声环境保护措施

建设期间采用低噪声设备；在居民密集的路段设置限速、限鸣笛的标志牌；为施工人员佩戴防噪声耳塞、耳罩或防噪声头盔。

8.13.7 人群健康保护措施

（1）环境卫生清理

制定和实施安置区的卫生管理工作，搞好移民安置区卫生管理，铲除病媒生物孳生环境。移民迁入新居前应先进行1 次卫生大扫除，清运建筑垃圾，填平水沟，喷洒灭蚊药物，彻底消灭蚊虫孳生地。

（2）病媒生物的控制

组织库区周围居民开展有计划、大规模的灭鼠活动，使鼠密度降至无危害水平，控制鼠传疾病的发生。可采用简便、高效的毒饵法，在移民安置区内同时投放毒饵，每年进行2 次，按时按量向移民分发低毒高效鼠药。

（3）虫媒和自然疫源性疾病控制与预防接种

为预防传染病，应在移民安置区开展灭蚊、灭虫，消灭蚊虫孳生地的活动。移民的新建房屋要通风、透光，避免潮湿黑暗，减少蚊虫躲藏场所。在夏、秋蚊虫活动频繁的季节，积极动员移民挂蚊帐，不露宿，减少蚊虫叮咬机会，以达到控制虫媒传染病流行的目的。

（4）加强管理和宣传

在人群集中的地方采用办墙报和张贴宣传画等方式，在人群分散的地方以发放卫生宣传小手册为主，同时通过通过广播、电视等媒体进行广泛的卫生宣传。做好移民区人畜饮水规划，选择清洁水源，定期对饮用水水源进行监测，保证饮用水卫生，此外还应加强建筑、生活垃圾和粪便的管理，防止疾病传播，把移民区卫生规划与环境结合起来，为移民创造卫生的环境，减免疾病对安置区居民健康的威胁。

8.13.8 专项复建环境保护措施

工程专项设施复建项目大多由建设单位出资由权属单位建设，其环境保护措施由权属单位负责。

工程需要对交通道路51.61km进行复建，其三级公路6.2km，跨河大桥1 座长129.2m，通村公路45.41km，可采取如下环保措施：

1）加强对施工设备的管理与维修保养，杜绝泄漏石油类物质的跑、冒、滴、漏；严禁向沿线水体倾倒残余燃油和机油；严禁向沿线水体抛弃生活垃圾、建材废料和建筑垃圾。

2）施工废水处理后回用不外排。

3）合理规划施工布置，减少临时占地；加强施工管理，做好土石方的纵向调运，弃渣运至指定渣场，做好渣场堆渣管理。

4）施工期间配备洒水车，对施工区非雨日洒水，保持路面湿润，抑制扬尘。

8.13.9 建议

鉴于东庄水利枢纽工程集中移民安置点及移民人数较多，以及复建工程类型复杂、数量较多，在落实上述环境保护措施基础上，**建议下一阶段编制东庄水利枢纽工程移民安置及复建工程环境影响报告书**，报送陕西省相关环境保护行政主管部门审批，进一步细化移民安置、复建工程对项目区可能造成的环境影响，提出预防或减轻不良环境影响的对策和措施，降低移民安置和复建工程的环境不利影响。

8.14 水土流失防治措施

8.14.1 水土流失防治措施体系

报告书以下内容主要来之《陕西省泾河东庄水利枢纽工程水土保持方案》，根据工程建设和运行中产生的新增水土流失特点，在水土流失预测的基础上，进行主体工程设计分析评价，综合分析评价主体工程设计中具有水土保持功能的工程项目，将主体工程区和弃渣场区作为水土流失防治的重点区域。水土流失防治措施体系设立拟在原有主体工程防护设计基础上，进行水土保持工程的措施布局，形成完整的水土保持防护体系。在防治措施布局中，以工程措施与植物措施相结合，辅助以土地整治。

（1）预防措施

结合水土保持对工程设计以及施工中影响水土流失的环节提出适合水土保持的要求和建议，进一步优化主体工程设计，提出规范施工的要求，特别是减少占地，优化挖填工序，尽量做到以挖就填，避免大量弃土乱堆乱放，减少开挖量，采取行之有效的水土流失预防和治理措施，尽量避免或减少破坏生态环境的行为。

施工过程中应边开挖、边回填、边碾压、边采取护坡措施；尽量缩短施工工期，减少疏松地面的裸露时间，合理安排施工时间，尽量避开雨季和汛期。

工地临时堆存的土料应注意防护，料堆边坡采取临时拦挡措施和排水设施。

施工机械和施工人员按照规划进行操作，不得乱占土地，施工机械、土石及其它建筑物材料不能乱停乱放，施工活动严格控制在征地范围内，防止破坏植被加剧水土流失。

工程所在地的水行政主管部门加强协调和监督，贯彻“预防为主，防治并重”的方针，对水土保持方案的实施加强技术指导，严格监督执法，防止边治理、边破坏的现象发生。

（2）治理措施

根据水土流失预测结果和水土保持防治分区结果，结合主体工程已有水土保持功能的工程布局，按照与主体工程相衔接的原则，对不同区域新增水土流失部位进行治理。建立起工程防治措施、植物防治措施与临时防护措施相结合的综合防治措施体系，有效制止工程建设新增水土流失，恢复和改善工程建设区生态环

境。工程水土保持防治措施体系框图见图8.14-1。

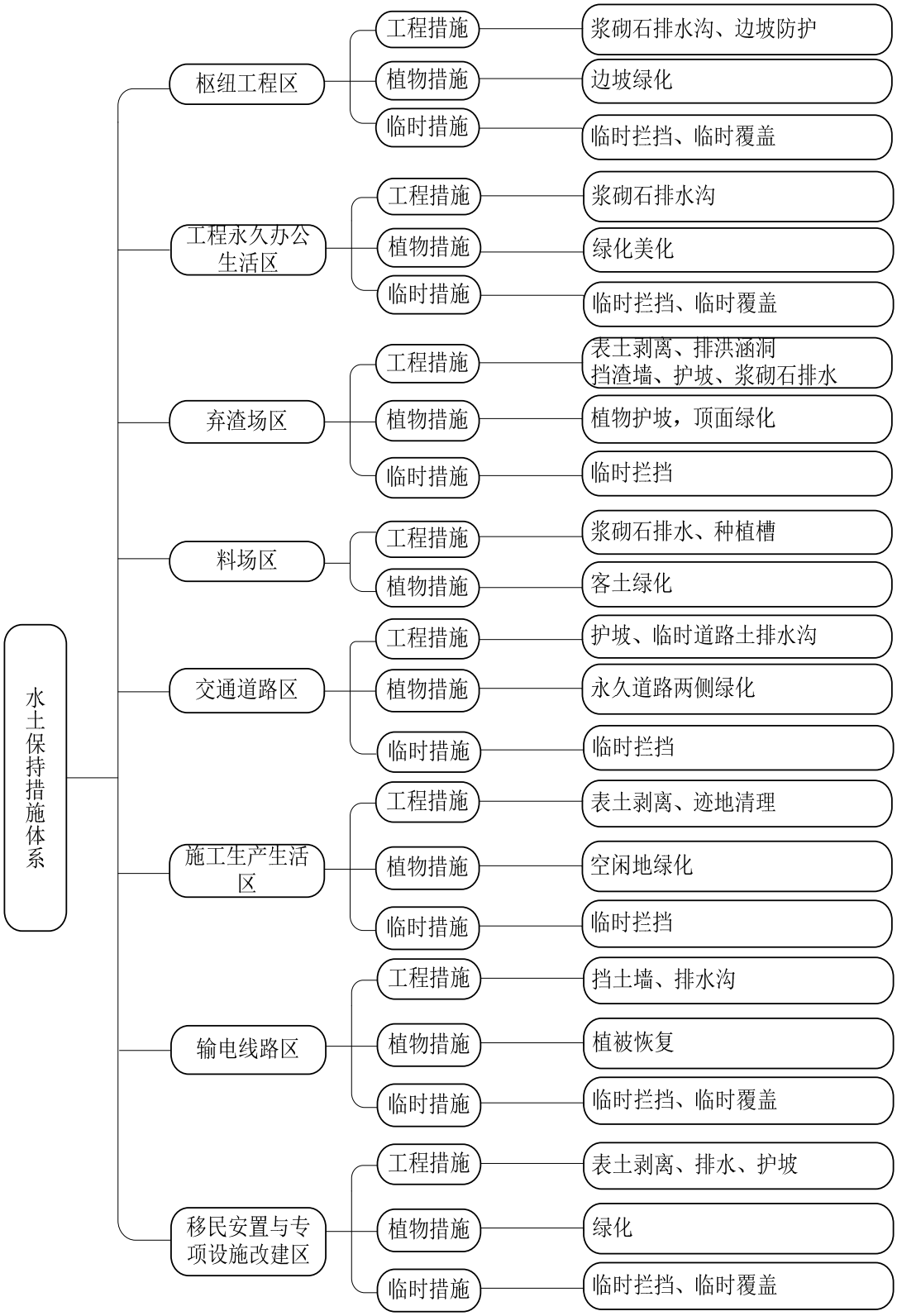


图 8.14-1 水土保持措施体系图

8.14.2 水土流失防治措施总体布局

（1）主体工程防治区

主要补充排水、绿化措施和施工过程中的临时防护措施，施工中临时堆土土方的临时拦挡措施。

工程措施：导流洞、尾水洞上边坡设置浆砌石排水沟。

植物措施：对坝体管理区、业主营地空闲地布置乔灌草相结合的绿化措施。

临时措施：主要是施工中的临时拦挡措施，为防止降雨使临时堆土造成较大的水土流失，在堆土区外侧设临时挡土设施和覆盖措施排水措施。

（2）弃渣场区

弃渣场下游设浆砌石挡墙防护，上游设截、排水沟措施；施工结束后，对弃渣场边坡进行护坡，原地貌恢复措施。对临时堆存表土采取临时拦挡措施。

工程措施：挡渣墙、混凝土框格护坡、浆砌石排水。

植物措施：渣场完后绿化，顶面种植灌木和草，坡面网格护坡种草。

临时措施：主要是表土临时堆放、临时挡土措施，在主体工程设计中已考虑表土的临时堆放措施，其它措施未考虑。临时挡土措施为新增措施。

为防止降雨使临时堆土造成较大的水土流失，在堆土区外侧设临时挡土设施。

（3）料场区

料场全部为临时占地，料场占地为荒草地，本区水土保持措施布局如下。

工程措施：工程占用的土料场占地类型为荒草地，施工结束后需进行绿化，所以需考虑表土的剥离和回覆措施，取土场应剥离表土30cm，并且将剥离的表土集中堆放；料场在在施工过程中还需要设置周边的浆砌石排水沟措施。

植物措施：取料完后覆土绿化，种植灌木和草。

临时措施：主要有表土临时堆放、临时挡土措施，在主体工程设计中已考虑表土的临时堆放措施，其它措施未考虑。

为防止降雨使临时堆土造成较大的水土流失，在堆土区外侧设临时挡土设施。

（4）施工生产生活区

该区对地表扰动主要在建设期间，随着工程的结束，人为对区域扰动减少区域水土流失将逐渐恢复原状。该区域为临时占地，因此本方案新增水保措施主要如下。

工程措施：施工前表土剥离，施工结束后迹地清理措施。

植物措施：空闲地绿化措施。

（5）交通道路区

施工道路均采取矿三标准，碎石路面。碎石路面为透水路面，具有水保功能，除此以外，没有布设排水措施、植物措施以及施工中的临时措施，新增永久道路区的道路两侧的植物措施，排水措施；临时道路的排水措施。

工程措施：在开挖大的路旁布置浆砌石护坡，永久道路两侧布设浆砌石排水措施，临时道路两侧应该布置土排水沟。

植物措施：永久道路在施工完毕后没有布设植物措施，道路两旁栽植行道树，以乔木为主。

（6）输电线路区

植物措施：占用地的植被恢复措施。

（7）移民安置区

移民安置区不再设置防治措施，仅提出水土保持防治措施要求：空闲地必须绿化，路基边坡、路堑需采取防护措施，区域内做好排水措施，对施工过程中动土工程必须有防尘、防水土流失的临时措施。

（8）水库淹没区

做好库底清理、消毒工作，做好监督工作，防止乱砍乱伐，破坏植被，造成行的水土流失。

8.14.3 水土保持措施典型设计

（1）枢纽工程防治区

①工程措施

排水沟过水断面尺寸设计为上宽为 1.3m，下宽为.3m，高 0.5m，水深 0.3m，安全超高 0.2m，边坡 1:1，过水断面面积 0.18㎡，排水沟浆砌石厚度为 30cm，单位长度浆砌石方量 0.72㎥，单位长度开挖量 1.12㎥。修建排水沟 30m。

②植物措施

植被混凝土喷植厚度约 12cm，分为两层喷播，基层厚 10cm 左右，表层平均厚度 2cm，表层含有灌草种。主要材料配比（质量比）为黄土：水泥：有机质：添加剂=100：7.5：5：5。草种以本地草为主，结合先锋草种，并且冷暖季搭配，适当采用当地灌木，灌草种配比为狗牙根 3g/㎡，羊草 7g/㎡，锦鸡儿 4g/㎡，白刺 4g/㎡，合计为 18g/㎡。。

③临时措施

对临时堆存土采取临时拦挡措施，临时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土的四周。袋装土土源直接取用开挖土方，单个装土袋长 0.8m、宽 0.5m、高 0.25m，拦挡高度按照三层摆放，摆放后拦挡断面面积为 0.45㎡。临时拦挡编织袋装土 300㎥。对临时堆存土进行临时覆盖，临时覆盖防尘网 200㎡。

（2）工程永久办公生活区

① 工程措施

排水沟过水断面尺寸设计为上宽为 1.3m，下宽为 0.3m，高为 0.5m，水深 0.3m，安全超高 0.2m，边坡 1:1，过水断面面积为 0.18㎡，排水沟浆砌石厚度 30cm，单位长度浆砌石方量 0.72㎥，单位长度开挖量 1.12㎥。修建排水沟 1500m。

② 植物措施

植物措施为植被恢复和建设工程 1 级标准。景观绿化采用一级标准，绿化面积 0.6hm²。种植侧柏 705 株，刺槐 705 株，黄杨 4230 株、紫穗槐 4230 株，黄刺玫 1410 株，杜鹃花 1410 株，白羊草皮 0.6hm²。

③临时措施

施工前对表层熟土进行剥离保存。对临时堆存的表土采取临时拦挡措施，临

时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土四周。袋装土土源直接取用开挖土方，单个装土袋长 0.8m、宽 0.5m、高 0.25m，拦挡高度按照三层摆放，摆放后拦挡断面面积为 0.45㎡。临时拦挡编织袋装土 100㎥。

对临时堆存表土进行临时覆盖，临时覆盖防尘网 100㎡。

（3）弃渣场区

渣场防护工程洪水标准按照《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575－2012）要求确定，4#渣场级别为 3 级，防洪设计水标准为 30 年一遇，校核洪水标准为 50 年一遇。1、2、3、5#渣场级别为 2 级，防洪设计标准按 50 年一遇设计，100 年一遇校核，6#渣场级别为 1 级，防洪设计标准按 100 年一遇计，200 年一遇校核，坡面截排水工程措施按照 5 年一遇洪水标准设计；弃渣场以修建挡渣墙，排洪设施，恢复植被为主，布设表土收集拦挡等临时防治措施。

①工程措施设计

1）拦挡工程

1#弃渣场拦挡措施设置在渣场边坡跋脚处和临沟口，浆砌石挡渣墙拦渣。结构型式采用直立式重力挡渣墙，墙顶宽为 0.5m，墙高为 5.0m，底宽为 3.5m；4#渣场挡渣墙长度为 22m，浆砌石 220㎥，反滤体 14㎥，沥青砂板条 16m2，PVC 排水管 209m；

2）防洪排水沟

1#弃渣场排水沟排水沟过水断面尺寸设计为上宽为 4.0m，下宽为 1.0m，高为 1.5m，水深 1.4m，安全超高 0.1m，边坡 1:1，过水断面面积为 3.36㎡，排水沟浆砌石厚度为 30cm，单位长度浆砌石方量 1.83 ㎥。

3）渣体坡面防护设计

1#弃渣场为库区型弃渣场，正常蓄水位下，坡面设置干砌石护坡，防止弃渣流失对库区造成危害，护坡干砌石 29874㎥；4 号弃渣场渣场坡面设置菱形混凝土网格，网格中间撒播草籽，菱形网格修筑混凝土 1531㎥；

4）表土剥离

1#弃渣场渣场占地类型为林草地，弃渣场堆放前，须对占用林地范围内的 0.3m 表层腐殖土进行剥离，将其集中堆放在就近的表土堆存场并进行临时防护，以便后期用作覆土绿化之用，剥离表土 52229㎥。

5）土地整治工程

1#弃渣场堆渣结束后，将原收集的表层土覆于渣面，厚度 0.5m，土地整治面积为 11.44hm^2。4#弃渣场堆渣结束后，将原收集表层土覆于渣面，厚度 0.5m，进行场地平整，对表层土进行土壤改良，并进行松土和增施有机肥等土壤改良措施，以提高土壤保水保肥能力，土地整治面积为 5.20hm^2。

6）临时措施

1#弃渣场表土集中堆置在渣场上端，对临时堆存的表土采取临时拦挡措施，临时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土的四周，临时拦挡编织袋装土 4500m^3；4#弃渣场临时拦挡编织袋装土 1760m^3。

②植物措施设计

1#弃渣场完后绿化，顶面种草 10.91hm^2，以白羊草为主。4#弃渣场顶面种植灌木和草，坡面网格护坡种草，种植灌木 99255 株，种草 6.02hm^2。灌木以紫穗槐、黄杨为主，草以白羊草为主。

（4）料场区

①工程措施设计

1）浆砌石挡坎

料场开采形成平台和边坡，边坡每 12～15m 设一马道，马道宽度不低于 2m。对料场开挖边坡马道上设置种植槽，槽内客土种植爬藤植物对边坡进行覆盖，开采平台覆土撒播灌草进行绿化。种植槽挡墙高度 0.50m，矩形断面，浆砌块石，顶宽 0.30m，在墙底设排水孔，挡墙内填土厚度 0.45m。并在种植槽内客土。浆砌石挡坎约 7900m。需浆砌石 11850m，客土 5332.5m^3。

2）排水沟

石料场上坡面及两侧布设浆砌石排水沟，过水断面尺寸设计为上宽为 1.3m，下宽为 0.3m，边坡 1:1，需修建排水沟 1800m。排水沟需土方开挖 2177m^3，M7.5 浆砌石 1400m^3。

②植物措施

料场边坡攀缘植物选用爬山虎，种植槽内按株距 1.0m 种植爬山虎，并布置攀缘支架。平台绿化客土后采取撒播灌草方式绿化，灌木选用紫穗槐、黄杨混合种籽，草种选用白羊草；灌草中混播比例是 2:1。播种密度 45kg/hm^2。需要灌木种子 494.4kg，草籽 247.2kg，爬山虎 8137 株。

（5）施工生产生活区

①工程措施

1）迹地清理

施工结束后迹地清理，迹地清理面积 63.68hm^2。

2）表土剥离及回覆

施工前进行表土剥离，剥离厚度为 30cm，剥离后集中存放，表土剥离 38206m^3。

3)支洞口截排水沟

排水沟过水断面尺寸设计为上宽为 1.3m，下宽为 0.3m，高为 0.5m，边坡 1:1，需修建排水沟 3600m。

②植物措施

施工场地占用土地类型主要为草地和林地，空闲地种草 17.69hm^2，种植灌木 51500 株，灌木以紫穗槐、黄杨为主，草以白羊草为主。

③临时措施

1）临时排水沟

施工场地周围开挖素土临时排水沟，过水断面尺寸设计为上宽为 1.3m，下宽为 0.3m，高为 0.5m，边坡 1:1，修建排水沟 10000m。

2）临时拦挡

对临时堆存的表土采取临时拦挡措施，临时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土的四周。临时拦挡编织袋装土 15000m^3。

（6）交通道路区

①工程措施

1）护坡

道路两侧坡面采取浆砌石护坡措施，需浆砌石 12700m^3。

2）排水沟

临时道路需修建排水沟 79000m。

②植物措施

临时道路绿化需要栽植爬山虎 26780 株，灌木种 1205.10kg，草种 602.55kg。

③ 临时措施

在公路外侧红线附近设置桩钉及拦挡板，桩钉选用角钢，挡板选用竹编挡板。桩钉长 1.50m 左右，钉入征地红线边缘，距离 2.0m，施工时用细铁丝将竹板和桩钉固定。需要竹挡板 46931m2，桩钉 23465 根。

（7）输电线路区

①工程措施

1）塔基挡土墙

采用重力式挡墙，单位长度挡墙断面为 $2m^2$，挡墙防护 800m。

2）塔基排水沟

塔坡位上坡侧设置排水沟，拦截周边山坡地表水。设置排水沟约 500m，浆砌石断面为宽 1m，深 1m，浆砌石厚度 50cm。

②植物措施

塔基除硬化外区域和牵张场等区域的植被恢复措施。需要种植灌木 10850 株，种草 $4.34hm^2$。

③临时措施

1）临时覆盖

临时堆土区临时覆盖，防尘网重复使用。经估算，需要防尘网 $100m^2$。

2）临时拦挡

公路外侧红线附近设置桩钉及拦挡板，桩钉选用角钢，挡板选用竹编挡板，挡板高 1.0m，长 5～6m，将竹子破开编制而成。桩钉长 1.50m 左右，钉入征地红线边缘，距离 2.0m，施工时用细铁丝将竹板和桩钉固定。

（八）移民安置与专项设施改建区

①工程措施

1）表土剥离

对硬化区域采取表土剥离的措施，作为施工结束后绿化区域的覆土，表土剥离工程量 $348336m^3$。

2）浆砌石排水沟

安置区周边补充设计浆砌石排水沟，长度为 572m。

3）淳礼公路浆砌石护脚

边坡底部采用浆砌石挡墙护脚，浆砌石断面为上 50cm，下 100cm，高 100cm，浆砌石断面面积 0.75m^2。

②植物措施

1）安置区空闲地绿化

绿化区域采取恢复绿化的措施，采用乔灌草结合的方式，乔木选择侧柏，株行距为 3m×3m；灌木选择紫穗槐，株行距为 2m×2m，草种选择白羊草，撒播密度为 80kg/hm2。种植侧柏 15450 株，紫穗槐 41200 株，羊草 1.40hm^2。

2）淳礼公路上边坡喷植被混凝土绿化

植被混凝土喷植厚度约 12cm，基层厚 10cm 左右，表层平均厚度 2cm，表层含有灌草种。草种以本地草为主，结合先锋草种，适当采用当地灌木，灌草种 18 g/㎡。灌木种 10.57kg，草种 13.12kg。

3）行道树

淳礼公路两侧种侧柏 1100 株。栽植株距 3m，采用穴状方式整地。

③临时措施

1）淳礼公路下边坡竹挡板拦挡

公路外侧红线附近设置桩钉及拦挡板，桩钉选用角钢，挡板选用竹编挡板，挡板高 1.0m，长 5～6m，桩钉长 1.50m 左右，钉入征地红线边缘，距离 2.0m，施工时用细铁丝将竹板和桩钉固定。需要竹挡板 660m^2，桩钉 330 根。

2）临时拦挡

临时拦挡采用填筑袋装土摆放在堆土四周。拦挡高度按照三层摆放，摆放后拦挡断面面积 0.45m^2。

3）临时覆盖

临时堆土区临时覆盖，防尘网重复使用。需要防尘网 2000m^2。

9 环境管理及监测计划

9.1 环境监测计划

环境监测是环境管理部门获取工程区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据，为做好东庄水利枢纽工程的环境保护工作，验证环境影响预测评价结果，预防突发性事故对环境危害，有必要开展施工期和运行期的环境监测工作。建设单位应根据环境监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家所确定的标准和省、地市确定的功能区划要求。

9.1.1 监测目的

根据东庄水利枢纽工程特点和建设进行安排，结合工程周围环境现状，提出环境监测规划，监测目的是：

1)掌握施工区和淹没区环境的动态变化，为施工期和运行期环境污染控制、环境管理以及环境保护工作提供科学依据。

2）及时掌握环保措施的实施效果，根据监测结果调整环保措施，预防突发性事故对环境的危害。

3）验证环境影响评价和水土保持方案影响评价结果的正确性和可靠性。

4）为库区环境建设、监督管理和工程竣工验收提供依据，也为区域可持续发展提供科学依据。

9.1.2 监测原则

（1）与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应紧密结合工程施工、运行特点及周围环境敏感对象的分布情况，及时反映工程施工、运行对环境的影响。

（2）针对性和代表性原则

根据环境现状、环境影响预测评价结果及环保措施的需要，选取影响显著、有控制性和代表性的主要因子进行监测，合理布设监测点位。

（3）经济型与可操作性原则

按相关技术规范，确定监测项目、频次、时段和方法，监测计划可操作性强。

（4）统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，分期分布建立，逐步实施和完善。

9.1.3 监测总体布局

工程生态与环境监测由库区、施工区、坝址下游区和移民安置区组成，包括5个专业监测子系统：水环境、环境空气、声环境、生态、人群健康。环境监测总体布局见图9.1.1-1。

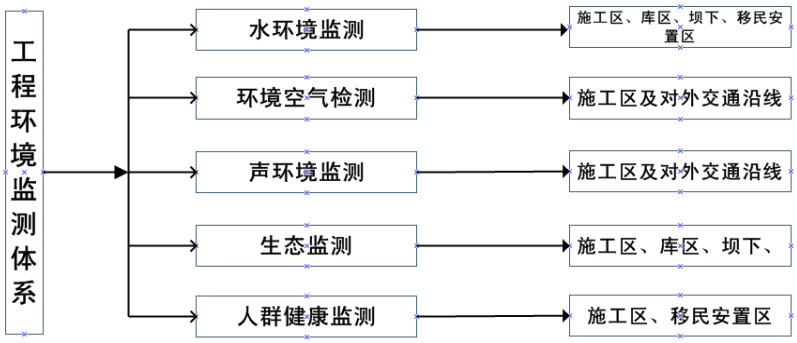


图9.1-1 东庄水利枢纽工程环境监测项目组成图

9.1.4 施工期环境监测计划

根据东庄水利枢纽工程施工布置及可能对周围环境的影响，其监测内容包括水环境监测、环境空气监测、声环境监测、生态调查等部分。

（1）地表水质监测

东庄水利枢纽工程施工期地表水监测内容包括砂石料加工系统废水、含油废水、生活污水、生活饮用水等。

监测项目、监测点布设和监测频次详见表9.1-1。

监测方法：根据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)和《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)规定的方法进行水质监测和分析。

表 9.1-1　施工期水质监测计划

监测类型	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
地表水监测	泾河干流三水河入口断面（施工区背景断面）	水温、PH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰共 29 项	施工期 95 个月，每季监测 1 次，每次 1 天	24
	旬邑县泾河三水河监测断面（三水河入泾河口处）			24
	淳化县泾河姜家河监测断面（姜家河入泾河口处）			24
	泾河干流东庄水库坝址（兼施工区生活饮用水水源监测断面）			24
	泾河干流张家山断面（施工区下游控制断面）			24
	净化水厂出水断面	水温、PH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰共 29 项	施工期 95 个月，每季监测 1 次，每次 1 天	32 次
污废水水质监测	施工生活区生活污水处理系统末端(3 处)	pH、化学需氧量、五日生化需氧量、石油类、悬浮物、氨氮、总磷、粪大肠菌群	施工期 95 个月，冬、夏各一期，每期监测 1 天	48
	砂石料加工系统废水处理系统末端（3 处）	pH、化学需氧量、石油类、悬浮物、废水流量	主体施工期 48 个月，每年三期(选择高、中、低三种负荷工况)，每期监测 1 天	36
	坝体施工工区含油废水处理系统末端（1 处）			12
	水垫塘二道坝工工区含油废水处理系统末端（1 处）			12
	厂房施工工区含油废水处理系统末端（1 处）			12

（2）环境空气和噪声监测

环境空气和噪声进行施工期的监测，监测项目、监测点布设和监测频次分别见表 9.1-2 和表 9.1-3。

监测分析方法：采用《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T194-2005)、《声环境质量标准》(GB3096-2008)和《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中的测量方法。

表 9.1-2　施工期环境空气监测计划

监测对象	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
营地	施工生活区（3 处）	TSP、PM_{10}、NO_2、SO_2	施工期 95 个月，春季和冬季监测 1 天，昼夜间连续监测	48
施工道路边界外敏感点	相家村、刘家村		施工期 95 个月，春季、夏季、秋季、冬季监测 1 天，昼夜间连续监测	64
作业区	大坝作业区、石料场、砂石料加工系统（3 处）		主体施工期 48 个月，春季和冬季监测 1 天，昼夜间连续监测	24

表 9.1-3　施工期环境噪声监测计划

监测对象	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
营地	施工生活区（3 处）	等效连续 A 声级	施工期 95 个月，每季监测 1 天，昼夜间监测	96
施工道路边界外敏感点	相家村、刘家村		施工期 95 个月，每季监测 1 天，昼夜间监测	64
作业区	大坝作业区、石料场、砂石料加工系统（3 处）		施工期 48 个月，每季监测 1 天，昼夜间监测	48

（3）生态监测

监测项目、监测点布设和监测频次见表 9.1-4。

监测方法：根据《水库渔业资源调查规范》(SL167-96)规定方法进行监测和分析。

监测要求：详细记录每次采样的时间、水生生物和鱼类种类、数量、优势种，并定期分析变化趋势及时作出效果评价。

表 9.1-4　施工期生态监测计划

监测项目		监测断面	监测时间与频率	监测周期	监测点次
水生生态	鱼类	①泾河库尾河段 ②泾河北屋河段 ③泾河坝址河段 ④泾河坝址下游张家山河段 ⑤北子河入河口	4 月、10 月各监测一次	施工期第 1、3、5、7 年进行监测	40
	浮游植物				
	浮游动物				
	底栖动物				
陆生生态	植物	坝址枢纽区（2 处）、淹没区（3 处）	夏季监测一次	施工期第 1 年、施工期第 5 年	10 次
	动物	坝址枢纽区（2 处）、淹没区（3 处）	夏季监测一次	施工期第 1 年、施工期第 5 年	10 次

9.1.5 运行期环境保护监测

（1）地表水质监测

①监测断面、参数、频率及时间

运行期监测断面、参数、频率及时间见表 9.1-5。

表 9.1-5　运行期水质监测计划一览表

监测类型	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
地表水监测	泾河彬县城关镇下游入库断面	水温、PH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等 29 项。	在水库蓄水后 5 年内，每年丰、平、枯水期各 1 期，每次 1 天。	15
	泾河干流三水河入泾河干流断面			15
	泾河干流东庄水库坝址断面			15
	泾河干流张家山断面			15
	泾河干流入渭口断面			15
污废水水质监测	枢纽管理区污水排放口	pH、化学需氧量、五日生化需氧量、石油类、悬浮物、氨氮、总磷、粪大肠菌群	工程完工后，正常工况下监测 5 次，1 次 1 天。	5
水质在线监测	坝前 100m	水温、pH 值、电导率、溶解氧、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、总有机碳、镉、铅、铜、汞、砷等 15 项。	实时监测	

②监测方法

水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》规定执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》规定的方法执行。

（2）地下水监测

①监测断面、参数、频率及时间

运行期监测断面、参数、频率及时间见表 9.1-6。

表 9.1-6　运行期地下水监测计划一览表

监测类型	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
地下水监测	尹家坡、乌苏村、八寨村、龙高镇南村、大牌村、堡子村、RZK-01、YRZK-02、YRZK-03、YRZK-04、YRZK-05、上高村、下韩村、上韩村、筛珠洞主泉、风箱道泉、百井村、张宏村、马家崖、下然村、邹范村、关庙村、高庄村、茹家村	地下水水位、水质	水库蓄水后 5 年内，水质丰、平、枯各监测一次；水位监测点每月监测 6 次，水质监测指标包括 pH 值、总硬度、溶解性总固体（TDS）、氨氮（NH_4^+）、硝酸盐氮（NO_3^-）、亚硝酸盐氮（NO_2^-）、挥发性酚、总氰化物、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）、氟化物（F^-）、氯化物（Cl^-）、硫酸盐（SO_4^{2-}）、重碳酸盐（HCO_3^-）、砷（S）、汞（Hg）、镉（Cd）、六价铬（Cr^{6+}）、铁（Fe）、锰（Mn）和大肠菌群	水位：8640 次；水质：360 次

②监测方法

样品的采集、保存、分析与质量控制均按《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）进行。沼泽化监测可结合地下水水位变化情况，调查沼泽化面积、条件、趋势等。

（3）生态监测

通过对鱼类、浮游植物、浮游动物、底栖动物等的进行监测，及时反映陕西泾河东庄水利枢纽运行后生态环境变化趋势，为水库生态研究、鱼类和水生生物多样性的保护、水库生态管理，提供科学的依据。

①水生态监测内容与监测要素

1）水生生态要素监测

水文、水动力学特征，水体理化性质（主要为 N、P 形式组分动态及浓度场分布）；浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、

生物量与水温及流态、溶解气体过饱和等的变化关系。

2）鱼类种群动态及群落组成变化

鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测目前在评价区干流和具有重要生境的支流分布的鱼类种群动态及群落构成的变化趋势，分析具有重要生境支流与干流鱼类种类的重现度变化趋势。

3）鱼类产卵场监测

早期资源种类组成与比例、时空分布、早期资源量、水文要素（温度、流速、水位）、产卵场的分布与规模变化、繁殖时间和繁殖种群的规模。

3）增殖放流效果监测

鱼类增殖放流效果监测评价单位应主要具备以下条件：具有一定资质的渔业或水生生物科研单位；独立于增殖站管理、运行主体单位以外；对于流域鱼类资源有着较为长期、深入的了解。

监测评价主要内容：

开展与放流品种生物学习性相适应的监测标记；标记鱼类数量占放流鱼类总数的 1%～5%。

开展人工放流增殖效果监测，建立样本回收及监测网络，通过研究人工增殖种群的行为生态学差异、对自然种群的贡献率等，评估增殖放流效果，为物种保护决策提供科学依据。对放流鱼类的重要生境进行调查、监测。

监测评价时限、频次：与增殖放流时限同步，每年现场调查监测 1 次，主要调查种群变化及资源量情况等。每年提交 1 次监测评价结果，提出相应建议。

4）气体过饱和监测

监测布点：东庄水库坝前 200m、泾惠渠渠首下游 500m、桃园水文站、泾河入渭口共布设 4 个监测断面。

监测项目：溶解氧(含量、饱和度)、溶解氮(含量、饱和度)、总溶解性气体(TDG)、溶解性气体压、水温、大气压、流量。

监测时间及频次：水库正常运行后，每年大坝泄洪期间进行 3 次监测，分别安排在泄洪初期、中期和末期。具体观测时间根据水库调度运行工况，提前通知监测单位观测时段。根据实际泄洪情况进行观测，但观测年限不少于 5 年。

监测方法：目前尚缺乏关于过饱和 TDG 的监测技术规范，因此监测中 DO 的

监测分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定的选配方法执行，TDG的观测参照相应 TDG 测定仪的技术要求执行。

5）监测时段及周期

施工期监测应涵盖整个施工期的主要阶段。

运营期监测应涵盖鱼类繁殖期、越冬期、育肥期和仔幼鱼庇护生产期，监测年限根据建设项目对水生态的影响程度综合确定，监测和工程科研同步开展。

②陆生生态监测

1）监测内容：库坝区植被类型、植物区系、分布规律、森林覆盖率和演潜规律、水土流失等，统计森林覆盖率、优势树种、分布情况等，珍稀植物种类、数量及分布等，同时对库坝区的野生动物状况进行调查。

2）监测方法：采用面上调查与定位监测相结合的方法进行，建立相关的植被分布档案，以便跟踪监测；野生动物采取察访和定点观测。

3）监测范围：同现状调查的路线和范围。

4）监测频次：分两次监测，运行后的第 1 年和第 5 年各一次。

监测断面及内容见表 9.1-7。

③湿地生态监测

东庄坝下河段分布有陕西西安泾渭湿地自然保护区及泾河重要湿地，需要监测水库运行后对泾渭湿地自然保护区、泾河湿地演变态势，为水库优化调度提供基础。建议委托有湿地生态系统研究和工作基础的单位开展相关监测工作，监测内容、监测方法和监测频次分述如下。

1）监测内容：

①湿地动植物：湿地植被类型、植物区系、分布规律、覆盖率和演潜规律、地下水和地表水位等，优势物种、分布情况等，珍稀动植物种类、数量及分布等。

②湿地水位要素：地表积水深度、淹水历时、地下水位等指标。

③湿地景观格局：采用遥感影像专题解译分析方法，对于湿地面积、水域面积、湿地植被类型及面积、湿地景观格局进行宏观监测。

2）监测和调查方法：采用面上调查与定位监测相结合的方法进行，建立相关的植物档案，以便跟踪监测；野生动物采取察访和定点观测。同时，需要结合遥感影像，对泾河湿地及泾渭湿地保护区进行宏观湿地生态景观格局变化监测。

在调查依据方面，应根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）、《重要湿地监测指标体系》（GB/T 27648-2011）、《全国湿地资源调查技术规程》、《湿地生态系统观测方法》等技术规范和技术要求，开展泾河湿地的监测与调查工作。

①湿地生态系统调查监测（样地样方调查法）。按照典型性、代表性的原则选择湿地植物调查样地，应在有限的调查面积中能够较好的反映出湿地植物群落的基本特征，同时样地地形进行选择在相对平坦、地势开阔、土壤、植被分布相对均质的区域。在样地上设置相应的湿地调查样方或者样带，开展湿地植物样方调查。同时，利用 GPS 做好相应的调查点位、调查轨迹的记录。

对于湿地动物调查方面，野外调查方法分为常规调查和专项调查。常规调查适合于大部分调查种类的直接计数法、样方调查法、样带调查法和样线调查法，对那些分布区狭窄而集中、习性特殊、数量稀少，难于用常规调查方法调查的种类，应进行专项调查。其中，湿地鸟类调查采用直接计数法和样方法进行调查，借助于单筒或双筒望远镜进行；两栖、爬行动物调查采用野外踏查、走访和利用近期的野生动物调查资料相结合的方法。

②湿地遥感专题解译（遥感调查法）。根据野外建立湿地专题解译标志，按照湿地分类标准，开展泾河湿地生态专题解译。利用 Erdas、ENVI 等遥感影像处理系统，开展湿地专题解译，为湿地宏观变化、湿地景观格局评价提供基础数据。

3）监测范围：同现状调查的路线和范围，重点对于泾河重要湿地和泾渭河湿地保护区进行监测。

4）监测频次：

为了体现泾河水文情势变化后湿地生态系统的变化，需要开展较长时间系列的生态监测，以根据湿地生态系统的响应特征及时反馈给调度，为湿地补水和水量调度提供改进和优化依据，并据此提供严格的生态保护措施和目标要求。

监测调查的季节需避开汛期，根据植物的生活史（生命周期）确定调查季节，其中生活史为一年的植物群落：应选择在生物量最高和（或）开花结实的时期进行调查；一年内完成多次生活史的植物群落：根据生物量最高和（或）开花结实的情况，选择最具有代表性的一个时期；多年完成一个生活史的植物群落：选择开花结实的季节；对具有复层结构的群落，主林层植物用来确定调查季节的依据。

监测时间定为工程运行后 10 年内进行监测，分别于第 1 年、第 3 年、第 5 年、第 8 年、第 10 年进行监测，每年在植物生长季的 5 月、7 月和 9 月监测 3 次。监测的频次和周期见表 9.1-7。

表 9.1-7　运行期生态监测断面和监测内容

监测项目	监测断面	监测时间与频率	监测周期	监测点次
鱼类	泾河入渭口、文景电站坝下、泾河大桥、库区、尾水处、弥家河	春秋（4 月、10 月）各监测一次	工程蓄水后 20 年内监测 7 年，即第 1、3、5、7、10、15、20 进行监测。	84
浮游植物				
浮游动物				
底栖动物				
鱼类产卵情况	早期资源监测设置在泾河库尾河段、泾河大桥河段	4～7 月，每月 20 天		21
增殖放流效果监测	坝址下游文泾水电站库区河段、泾河船张村河段、泾河入渭口河段、库尾河段、弥家河河段	10～11 月	增殖放流实施后 10 年内监测 6 年，即第 1、2、3、5、7、9	30
气体过饱和监测	东庄水库坝前 200m、泾惠渠渠首下游 500m、桃园水文站、泾河入渭口	大坝泄洪期间泄洪初期、中期和末期 3 次检测	连续监测 5 年	60
陆生生态	同现状监测	夏季监测一次	运行后的第 1 年和、第 3 年、第 5 年各一次	15
湿地生态	①泾渭湿地自然保护区-泾河区域入口处 ②泾渭湿地自然保护区-泾河区域 1/3 处 ③泾渭湿地自然保护区-泾河区域中间区域 ④泾渭湿地自然保护区-泾河入渭口 ⑤泾渭湿地自然保护区-渭河区域	15 次	运行后的第 1 年（3 次）、第 3 年（3 次）、第 5 年（3 次）、第 8 年（3 次）、第 10 年（3 次）	75
	①泾河重要湿地-入库口 ②泾河重要湿地-三水河入河口 ③泾河重要湿地-泾惠渠坝下	15 次	运行后的第 1 年（3 次）、第 3 年（3 次）、第 5 年（3 次）、第 8 年（3 次）、第 10 年（3 次）	45 次

（4）生态流量监控

①监控目的

为确保生态流量泄放措施的有效运行，需对工程在不同阶段下泄流量进行实时监控，同时为流量变化对下游水环境、水生态及河道景观的影响研究提供基础资料。

②监控断面布设

考虑到工程规划建设有水情自动测报系统对施工期和运行期的坝下水位、流量进行观测，因此，根据东庄水利枢纽工程施工期和运行期的生态流量泄放方案，结合水情自动测报系统中水文站和水位站的规划布设情况，生态流量监控断面拟设在文泾水电站坝下、泾惠渠渠首坝址下游的集运鱼系统下游 100m。

③监控方案与技术要求

综合比较目前常用流量测量方法，初拟采用缆道流速仪和 H-ADCP 测流仪相结合的测量方式进行生态流量的自动监控，数据传输与终端接收纳入水情自动测报系统。

④监控时间

为满足初期蓄水阶段生态流量泄放的监控要求，生态流量自动监控系统需在枢纽蓄水前安装完成。在蓄水初期及运行期逐日监测生态流量。

（5）水温监测

①库区水温观测

观测目的：通过监测库区水温情况，为研究水库热效应和水库水温结构变化以及对水环、水生生态及保护鱼类的影响提供基础资料。

断面布置：库中以及坝前布设 3 个水温观测断面。水库蓄水前，河道水温无分层现象，各断面均在中泓处设置 1 条观测垂线；水库蓄水后，库尾断面在中泓处设 1 条观测垂线，库中和坝前断面则分别设左中、右 3 条观测垂线。

库区水温观测采取人工定期观测和在线连续观测相结合的方式。其中，坝前水温采用在线实时观测方式，与主体工程环境监测结合开展；蓄水前各断面及蓄水后的库尾和库中断面则采用人工定期观测的方式。

②分层取水措施水温恢复效果观测

观测目的：通过观测水库来水天然水温与下泄水温及其对比情况，分析分层取水措施对提升下泄水温的效果，为优化分层取水方案及运行方式提供基础数据。

观测断面及垂线布设：分层取水水温影响减缓效果观测需观测天然来流水温、坝前库表水温、发电取水口水温以及下泄水温。其中，天然来流水温和坝前库表水温可直接采用库区水温观测结果，无需另行观测；取水口水温结合坝前水温在线观测系统，根据分层取水方案的各运行取水高程，对发电取水口水温观测垂线

的垂向水温观测布点提出相关要求；下泄水温结合水情测报系统在电站厂房尾水出口下游布设在线观测设施。

③观测技术要求

下泄水温在线观测从水库蓄水后开始观测，水温观测设备的观测精度应达到0.1℃。数据采集为实时采集，通过建设单位和主管部门的数据接收终端收集观测数据。

人工定期观测技术要求：水库蓄水前各断面及水库蓄水后的库尾断面，均在中泓线水面下 0.5m 设 1 个观测点。水库蓄水后的库中断面各观测垂线，分别在水面下 0.5m 处测表层水温；以下每隔 2m 水深测一个水温值，直至等温层，在等温层处可加大测距；距底 0.5m 处测库底水温。

水温观测周期为水库蓄水前 2 年和蓄水后 2 年进行连续观测，分别在低温期(1～3 月)、升温期(4～6 月)、高温期(7～9 月)和降温期(10～12 月)分别观测 1 次。

坝前水温在线连续观测技术要求：拟在水面下 0.5m 处测表层水温，距底 0.5m 处测库底水温；温跃层每隔 2～5m 水深测 1 个水温值，等温层每隔 10～20m 水深测 1 个水温值。坝前水温在线观测从水库蓄水后开始观测，各观测点的数据采集为实时数据采集；

水温恢复效果观测技术要求：结合水情自动测报系统，在发电厂房尾水出口下游布设一个水温在线监测点，测点的数据采集为实时数据采集。

（6）水库地质环境监测

东庄水利枢纽工程水库区现有滑坡 30 处，崩塌 3 处以及主要塌岸库段 68 处。库区滑坡集中在砂页岩库段，其中 17 个位于库水位以上，不受库水影响；3 个淹没于正常库水位以下；10 个在水库蓄水后在正常高水位时处于涉水状态，有可能失稳产生滑动，需进行动态监测。库区主要塌岸库段 68 处，塌岸总体积约 8000 万 m^3，其中程家川电站（T11）、焦家河（T12）、前沟（T47）、李家河（T53）等塌岸段涉及较多房屋及农田（或果园），应在蓄水期对重点塌岸段进行监测。水库蓄水后，部分涉水滑坡可能产生滑动，黄土岸坡受库水影响可能产生坍岸。库岸失稳将造成水库区地质环境破坏，因此，建立一套高效的地质环境监测系统非常必要。

利用遥感和 GIS 技术，以 SAR 数据源为基础，利用 D-InSAR、PS- InSAR 技术，通过移动区域的识别与检测、变化区域的识别与检测，监测发现库区构筑物和库岸地质环境的动态移动趋势，重点监测可能产生地质灾害库段，开展趋势分析及早期预警。

9.1.6 水土保持监测

（1）监测范围及单元

水土保持监测范围为建设区和直接影响区，监测范围面积 5324.86hm^2.

监测分区包括主体工程区、水库淹没防治区、交通道路区、施工生产生活区、料场区、弃渣场区，水土保持重点监测区域为主体工程区、料场、弃渣场、交通道路区。弃渣堆放区域、交通道路内外侧坡面、主体建设大型开挖面为水土保持监测的重点部位。

施工过程中水土流失进行监测，重点是弃渣场、料场、大型开挖破坏面，监测项目包括水土流失因子监测、水土流失状况监测和水土流失防治效果监测。

（2）监测时段与内容

水土保持重点监测项目为水土流失量和水土流失危害。分工程建设施工期和恢复期两个阶段，监测时段第 1 年 1 月施工准备开始，至第 9 年 12 月结束。大部分监测工作主要在施工期，在工程施工前进行一次观测。监测内容包括：

①水土保持生态环境监测

包括工程建设对土地的扰动面积、土石方挖方、填方数量及占地面积，弃渣量及占地面积，区域林草覆盖度等；水土保持措施防治面积、防治责任范围绿化面积、已采取的植物措施面积等。

②水土流失量监测

包括工程建设过程中和自然恢复过程中的水土流失面积、分布、流失量和水土流失强度变化等，以及对周边地区及下游河道、沟道生态环境的危害情况等。

③水土保持防治措施效果监测

包括水土保持防治措施的数量和质量：林草措施成活率、保存率、生长情况及覆盖率；防护工程的稳定性、完好程度和运行情况；防治措施的拦渣弃土效果。

④水土流失防治目标监测

监测工程扰动土地整治率、水土流失治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率等 6 项指标的达到值。

（3）监测点布置、方法及频次

施工前对项目区进行一次全面本底调查；分部工程建设生产水土流失量的动态监测在每年汛前 1 次，汛后 1 次，雨季（6-10 月）每月 1 次。植物成活率、生长状况及防治水土流失效果等监测，每年春季、秋季各 1 次。监测点、监测项目、方法、频次见表 9.1-8。

表 9.1-8 水土保持监测计划一览表

监测时段	监测分区	监测点位	监测项目	监测点布置	监测指标	监测时段及频次	监测方法
施工前期	整个项目区	枢纽工程区和移民安置及专项设施改建区	植被状况、水土流失现状	以调查、巡查为主，无监测点	水土流失背景值、地表植被情况	1 次	巡查、调查监测法
施工期	主体工程区	工程区排水沟沉砂池、开挖坡面	边坡治理情况、植被生长状况	设置 3 个监测点	植被成活率、覆盖度	水土流失量每年汛前 1 次，汛后 1 次，雨季（6-10 月）每月 1 次；植物成活率、生长状况及防治水土流失效果等监测，每年春季、秋季各 1 次	影像对比法、调查法
	交通道路区	开挖填筑处	边坡治理情况、植被生长状况	设置 4 个监测点	植被成活率、覆盖度	水土流失量每年汛前 1 次，汛后 1 次，雨季（6-10 月）每月 1 次；植物成活率、生长状况及防治水土流失效果等监测，每年春季、秋季各 1 次	影像对比法、调查法
	料场区	开采量大的石料场	水土流失状况林草生长状况	设置 4 个监测点	水土流失量；植被成活率、覆盖度	水土流失量每年汛前 1 次，汛后 1 次，雨季（6-10 月）每月 1 次；植物成活率、生长状况及防治水土流失效果等监测，每年春季、秋季各 1 次	桩钉法、侵蚀沟法、影像对比法
	弃渣场区	弃渣量较大，地形较复杂的渣场	工程措施效果、水土流失状况、林草生长状况	设置 12 个监测点	坡面冲刷侵蚀厚度、冲沟深度、水土流失量；林草措施生长和覆盖度	水土流失量每年汛前 1 次，汛后 1 次，雨季（6-10 月）每月 1 次；植物成活率、生长状况及防治水土流失效果等监测，每年春季、秋季各 1 次	桩钉法、侵蚀沟法、影像对比法
自然恢复期	整个项目区		工程措施防护、保持情况、植被恢复状况	以调查、巡查为主，无固定监测点位	扰动土地整治率、水土流失总治理度、拦渣率、水土流失控制比、林草覆盖度、林草植被恢复率	施工结束后 1 次，之后至设计水平年至少监测 1 次	调查、巡查

（4）水土保持监测管理

对水土保持措施要经常定点、定时进行长期监测，水土流失监测由具有相应水土保持监测资质的单位进行，监测单位按方案中的监测要求编制监测计划并实施监测工作，监测成果定期向水行政主管部门报送，年度监测报告由建设单位向水行政主管部门报送。同时应分析水土保持措施的防治效果，对需补充水保措施的制定相应的治理方案。

9.1.7 移民安置环境监测计划

（1）生活污水监测断面、参数、频率及时间

移民安置区水环境监测断面、参数、频率及时间见表 9.1-9。

表 9.1-9　移民安置区水环境监测计划一览表

监测断面	监测项目	监测时间与频率	监测周期	监测次数
相家社区、朝阳新村、南坊社区（苏家）、马家社区、龙高社区、新堡子社区、塬边新村、永太社区等 8 个集中移民安置点	pH、COD、BOD_5、氨氮、SS、动植物油、粪大肠菌群、LAS 等项目	每年监测 3 次，每次监测 1 天，上下午各取样 1 次	移民搬迁安置开始，连续 3 年	72 次
相家社区、朝阳新村、南坊社区（苏家）、马家社区、龙高社区、新堡子社区、塬边新村、永太社区等 8 个集中移民安置点	水温、PH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰共 29 项	每年监测 2 次，每次监测 1 天，上下午各取样 1 次	移民搬迁安置开始，连续 3 年	48 次

（2）监测方法

水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》规定执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》规定的方法执行。

9.1.8 人群健康调查

人群健康监测工作由有关卫生防疫部门承担，重点是：①工程施工引发的各种流行性疾病；②库区蓄水流行的痢疾、肝炎、乙型脑炎疾病和其行疾病；③移民安置可能会引起的多种传染病传播，如肝炎、痢疾、肺结核等常见传染病，对移民的健康带来不利影响。

卫生防疫部门主要负责工程施工、库区蓄水、移民安置所产生的痢疾、肝炎、乙型脑炎等病原体处理和控制，并负责水库蓄水软体动物和疟蚊灭杀计划。此外，卫生防疫部门在水库蓄水后对工程区进行监测。

9.1.9 环境监测费用估算

根据以上监测计划，施工期环境监测费用合计 475.20 万元，运行期环境监测费用合计 511.8 万元，移民安置环境监测费用合计 28.80 万元。项目环境监测费用总计 1015.8 万元，环境监测费用估算详见表 9.1-10。

表 9.1-10　环境监测费用估算表

监测时间	分类	项目	检测项目	标准收费	点次	小计(万元）
施工期监测	废污水及水环境监测	地表水	水温、PH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰	3000	144	43.2
		生活饮用水监测	水温、PH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰	3000	32	9.6
		废水	生产废水：pH、化学需氧量、石油类、悬浮物、废水流量	3000	120	36
			生活污水：化学需氧量、五日生化需氧量、石油类、悬浮物、氨氮、总磷、粪大肠菌群、废水流量	3000	120	36
	环境空气监测	大气环境敏感点	NO_2、SO_2、TSP、PM_{10}	8000	136	108.8
	声环境监测	声环境敏感点	噪声	2000	208	41.6
	水生生态监测	生物监测	浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类	30000	40	120
	陆地生态监测		动物、植物	40000	20	80
	合计					475.2
运行期初期监测	水环境监测	地表水	水温、PH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等 29 项。	3000	75	22.5
		地下水	pH 值、总硬度、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚、总氰化物、高锰酸盐指数、氟化物、氯化物、硫酸盐、重碳酸盐、砷(S)、汞(Hg)、镉(Cd)、六价铬(Cr^{6+})、铁(Fe)、锰(Mn)和大肠菌群	3000	360	108

		枢纽管理区污水排放口	pH、化学需氧量、五日生化需氧量、石油类、悬浮物、氨氮、总磷、粪大肠菌群	3000	5	1.5
	水生生态监测	生物监测	浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类	12000	84	100.8
		鱼类产卵情况	鱼类早期资源	10000	21	21
		增殖放流效果监测	增殖放流效果监测	20000	30	60
		气体过饱和监测	溶解氧(含量、饱和度)、溶解氮(含量、饱和度)、总溶解性气体(TDG)、溶解性气体压、水温、大气压、流量	3000	60	18
	陆地生态监测		动物、植物	40000	15	60
	湿地生态	湿地生态	湿地植被类型、植物区系、分布规律、覆盖率和演潜规律、地下水和地表水位等，优势物种、分布情况等，珍稀动植物种类、数量及分布	10000	120	120
	合计					511.8
移民安置环境监测	移民安置区	生活污水	pH、COD、BOD_5、氨氮、SS、动植物油、粪大肠菌群、LAS	2000	72	14.4
		饮用水	水温、PH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰共 29 项	3000	48	14.4
	合计					28.8
总计						1015.8

9.2 环境管理计划

环境管理是建设项目环境保护工作有效实施的重要环节。建设项目环境管理的目的在于保证工程环境保护措施的顺利实施，使工程兴建对环境的不利影响得以减免，保证工程区及移民安置区环保工作的顺利进行，维护景观生态稳定性，促进工程地区与移民安置区社会、经济、生态的协调良性发展。

9.2.1 环境管理原则

（1）预防为主、防治结合的原则

在施工和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境污染和生态破坏的现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

（2）分级管理原则

工程建设和运行应接受各级环境保护行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

（3） 相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

（4） 针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理结构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

9.2.2 环境管理目标

（1）总体目标

根据有关的环保法规及水库的特点，拟建项目环境管理总目标：

1）确保本工程符合环境保护法规的要求；

2）以适当的环境保护投资充分发挥本工程潜在的效益；

3）环境影响报告书中所确认的不利影响应得到有效缓解或消除；

4）实现工程建设的环境效益、社会效益与经济效益的统一。

（2）具体目标

保护陕西泾河东庄水利枢纽库区及坝下游水质，使其在施工期及运行期的水质不低于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类标准。

施工期间，施工区生产、生活废污水全部得到有效处理，生产废水、生活污水处理后满足《黄河流域（陕西段）污水综合排放标准》(DB61/224－2011) 一级标准。

施工期间，按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）控制施工场地作业噪声，并将施工生活区噪声控制在《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准范围内。

按照《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放监控浓度限值，控制施工区大气环境质量，特别是做好施工作业点粉尘污染治理和防护工作。

加强施工人员管理与宣传教育，不故意驱赶、捕获野生动物，尽量避免对野生动物的惊扰。

控制施工区、移民安置区引起的植被破坏活动，认真监督落实工程水土保持方案。

工程管理人员严格按设计调度过程控制水库调度，保障生态下泄流量的释放，避免出现下游断流事故。

控制施工区和移民安置区与工程建设有关的传染病发病率，做好施工人员和移民卫生防疫工作，避免某些传染病出现爆发式流行和蔓延。

消除工程施工期间可能出现的交通、爆破等各种意外事故对人身安全的威胁隐患。

（3）相关依据

《水电工程环境监理规范》（NB/T 35063-2015）

《河流水电开发环境影响后评价规范》（NB/T 35059-2015）

《陕西省建设项目环境监理暂行规定》（陕环发〔2011〕93 号）

《建设项目环境监理规范》（DB61/T571-2013）

《水利建设项目环境影响后评价导则》（SL/Z 705-2015）

《水利工程施工监理规范》（SL 288-2014）

9.2.3 环境管理体系

陕西泾河东庄水利枢纽工程环境管理分为外部管理和内部管理两部分：

（1） 外部管理

由各级环境保护行政部门实施，以国家相关法律、法规为依据，确定建设项目环境保护工作需达到的相应标准与要求，负责对各阶段工作不定期监督、检查及环境保护工程竣工验收等。

（2） 内部管理

工作由建设单位负责组织实施，对工程环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家建设项目环境保护与地方环保部门的要求。工程的内部环境管理体系由建设单位和施工单位分级管理，分别成立专职环境管理机构。

9.2.4 环境保护管理机构及职责

根据国家环境保护管理的规定和工程管理设计，东庄水利枢纽工程建设有限责任公司全面负责工程建设期各项管理工作，考虑到环境管理与工程管理的协调性和可操作性，在建设有限责任公司下增设由建设单位环境管理办公室、环境监理机构、承包商环境管理办公室组成的环境保护专业部门。环境保护管理机构是工程管理机构的重要组成部分，在业务上接受当地环境保护部门的指导。

（1）管理机构的组织方式

为保证各项措施的有效实施，环境保护管理机构应在枢纽筹建期开始组建，作为东庄水利枢纽工程建设有限责任公司的职能部门。

（2）环境管理职责

贯彻工程环境保护的有关法律、法规，组织拟订工程环境保护的规定、办法、细则等，并处理环境法规执行中的有关事宜。

组织编制工程环境保护总体规划和年度规划，组织规划和计划的全面实施。组织有关部门制定工程环境保护的各项专题规划和实施计划与措施，保证将各种环保措施纳入各项目的最终设计中，并得到落实。

依法对工程环境进行执法监督、检查，检查工程环境保护设施的运行。环境保护措施的执行情况应作为检查、验收工程质量的一项重要内容。

组织编写工程环境保护月、季及年度报告，实施进度评估报告，并向领导小组和有关主管部门进行工作汇报。定期组织编写环境保护简报，即时公布环境保护动态和环境监测结果。

组织环境管理技术培训，开展技术交流和研讨。组织开展工程环境保护专业培训，提高人员素质水平。完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，做好档案、资料收集、整理等工作。

搞好环境保护宣传工作，组织必要的普及教育，提高有关人员的环境保护意识。

9.2.5 环境管理任务

（1）筹建期

筹建环境管理机构，组织环境管理人员培训。

根据环境影响报告书和环境保护设计要求，落实制订工程招、投标文件及合同文件中相关环境保护条款，保证环境影响报告书和环境保护设计中环境保护措施纳入工程施工文件。

（2）施工期

①移民环境管理

环境管理办公室协同环境监理单位共同负责监督移民实施规划中环保措施的实施，定期对安置区移民及当地居民的环境质量状况进行调查、监测、评价、报告，防止各种环境问题的产生。

②施工区环境管理

贯彻执行国家有关环境保护方针、政策及法规，制订工程施工期环境保护管理规定与管理办法。按照国家有关环保法规和工程环保规定，对施工区环境保护

工作实施统一管理。

编制环境管理工作计划，整编监测资料，建立工程生态与环境保护信息库。

定期编制环境质量报告，报送上级主管部门和地方环保部门。

加强施工期生态保护和污染防治管理工作。制订施工期生态保护和污染防治管理规定，提出控制施工污染源排放的具体措施和要求，提出施工期水质保护、水土保持、土地资源保护、水生物保护、植物保护和生态景观保护的具体要求，以及施工期生态环境保护措施和环保设施建设的实施进度和要求。

加强环境监理工作，委托具有相应资质等级的环境工程监理部门，开展施工期环境监理工作。加强环境监测管理，制订环境监测计划，委托具有相应资质等级的环境、卫生和林业等单位，开展环境监测工作。会同地方环保部门环境监督与检查，监督施工合同环境保护条款的执行情况。负责协调处理施工过程中的环境纠纷和环境污染事故。

加强环境保护宣传教育，提高工程环境管理人员的技术水平。

③水土保持管理

建设单位成立水土保持管理机构，严格按照水土保持方案的治理措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量地实施水土保持方案；预防监督部门要定期对本水土保持方案的实施进度、质量和资金落实情况等进行实时监督。

（3）运行期

运行阶段环境管理的主要任务是保护地表水水质和生态环境，加强管理，预防水污染和生态环境破坏、环境地质灾害事故的发生。

环境保护管理是工程管理的重要组成部分，是工程环境保护工作能够有效实施的关键。运行期工程环境保护管理的主要内容包括制订环境管理目标、设置环境保护机构、制定环境管理任务、确定并执行环境管理计划等。

运行期设立环境保护办公室，负责水质及生态监测工作的外委，以及监测资料的整编与报送，保证监测成果质量。同时，应密切注意水质及生态环境的变化动态，防止水污染、生态环境破坏、环境地质灾害等事故的发生。

9.2.6 环境管理制度

（1）环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确环境管理机构的环保责任。

（2）分级管理制度

在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施。工程环保管理机构负责定期检查，并将检查结果上报。

环境监理单位受业主委托，在受权范围内实施环境管理，监督施工承包单位的各项环境保护工作。

（3）“三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行，防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

（4）书面制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等，均采取书面文件或函件形式。

（5）报告制度

施工承包商定期向工程建设有限责任公司环保管理机构和环境监理部提交环境月、半年及年报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况及所发生问题的改正方案和处理结果，阶段性总结。环境监理部定期向建设有限责任公司环保管理机构报告施工区环境保护状况和监理工作进展，提交监理月、半年及年报。环境监测单位定期向工程建设有限责任公司环保管理机构提交环境监测报告，环保管理机构应委托有关技术单位对工程施工期进行环境评估，提出评估季报和年报。

（6）污染事故预防和处理措施

工程施工期间，如发生污染事故或其它突发性事件，造成污染事故的单位除立即采取补救措施外，要及时通报可能受到污染的地区和居民，并报告建设单位与当地环境保护行政主管部门接受调查处理。建设单位接到事故通报后，会同地方环保部门采取应急措施，及时组织对污染事故的处理。与此同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予经济处罚。

9.3 工程建设环境监理

9.3.1 环境监理组织机构

陕西泾河东庄水利枢纽工程环境监理应由建设单位通过招标议标的方式，委托专业的工程环境监理单位对工程的环境质量、环保工程进度和环保投资进行综合管理的模式。承担工程环境监理业务的单位，须具有水利（环保）主管部门批准的相应的工程监理资格和工商行政部门颁发的营业执照、具有法人资格的专业水利（环保）工程监理单位。承担工程环境监理的主要技术人员，须持有国家相应主管部门颁发的环境监理工程师证书。

在工程环境监理的体制中，建设单位与监理单位是委托与被委托的合同关系，监理单位与施工单位是监理与被监理关系。监理单位应在合同确定的职责范围内，独立、公正、科学地开展工作。建设单位应充分信任、全面支持监理；施工单位应设计接受、积极配合监理。

9.3.2 环境监理的确定和监理方案内容

工程施工期间实施环境监理。在实行环境监理前，监理单位应根据与工程有关的环保规范和标准、工程设计图纸、设计说明及其它设计文件、工程施工合同及招标文件、工程环境监理合同及招标文件等编制工程监理方案，编制内容包括工程概况、监理依据以及下述主要内容。

（1）环境监理范围、阶段、期限

环境监理范围：工程所在区域与工程影响区域。主要包括施工现场、生活营地、施工便道、附属设施等以及上述范围内施工对周边造成环境污染和生态破坏

的区域；工程运营造成环境影响所采取环保措施的区域。

工作阶段：施工准备阶段、施工阶段、工程质保阶段。

监理服务期限：从工程施工准备阶段开始至工程施工质保期满，质保阶段服务期限为自竣工之日起 2 年。

（2）工作目标

环境监理工作目标：环境监理依据国家和相关主管部门制定、颁发的有关法律、法规、政策、技术标准，以及经批准的设计文件、投标文件和依法签订的监理、施工承包合同。按环境监理服务的范围和内容，履行环境监理义务，独立、公正、科学、有效地服务于本工程，实施全面环境监理，使工程在设计、施工、营运等方面达到环境保护要求。

（3）环境监理任务

1）对主体工程和临时工程造成水土流失破坏进行监理，对水土保持设施的内容检查是否达到设计规定的要求，弃土按程序和位置进行作业；重点监督施工弃土石方不能抛向山体边坡和河道，避免景观破坏；施工中建造临时沉淀池；暴雨来临前在动土点或其它易于发生水土流失的地点用草垫等加以防护；河流、沟渠和排水系统通畅，具备良好的工况；杜绝泥土和石块堵塞河流；对可能出现的山体不稳定情况要作出评价和提出建议。

2）施工废水和生活污水的处理措施环境监理：对施工和生活污水的来源、排放量、水质指标，处理设施的建设过程和处理效果等进行监理，检查和监测是否达到了批准的排放要求。

3）大气污染防治措施环境监理：施工区大气污染主要来源于施工和生产过程中的废气和粉尘。为防治运输扬尘污染，环境监理工程师监督检查承包商及各施工单位在装运水泥、石灰、垃圾等一切易产生扬尘的车辆时，必须覆盖封闭；对道路产生的扬尘，监督检查路面保护及定期洒水措施落实情况；各种燃油机械、运输车辆配备消烟设备，混凝土拌和系统配备除尘设备；监督检查主体工程边坡开挖爆破等一切露天爆破，采取提前洒水、草袋覆盖等降尘措施；严禁在施工区焚烧会产生有毒有害或恶臭气体的物质。同时，环境监理工程师应监督检查针对受环境空气污染影响的敏感点污染防治措施的落实情况。

4）噪声控制措施环境监理：为防止噪声危害，对产生强烈噪声或振动的施工单位，监理工程师必须要求采取减噪降振措施，选用低噪弱振设备和工艺。对固定噪声源须安装消音器，设置隔音间或隔音罩；对接触移动噪声源生活营地和居民区的单位必须合理安排作业时间，减少和避免噪声扰民，并妥善解决由此而产生的纠纷，负担相应的责任。同时，环境监理工程师应监督检查针对受噪声污染影响的敏感点污染防治措施的落实情况。。

5）固体废物处理措施环境监理：固体废弃物包括土石弃渣、生活垃圾和建筑废料。对于固体废弃物的处理，环境监理工程师监督检查承包商处置好承包商的任何设备和废弃材料，竣工时监督检查承包商从现场清除运走所有废料、垃圾，拆除和清理不再需要的临时工程，保持移民工程及工程所在现场的清洁整齐。

6）野生动植物保护措施环境监理：严格控制施工范围，严禁施工人员到施工区外活动，禁止捕食鱼类、蛇、蛙等，减少对植被的扰动、降低对陆生动物和水生生物（尤其是重点保护物种）的影响，加强水土保持；施工结束时恢复当地植被，恢复生态环境。

7）人群健康及安全措施环境监理：人群健康及安全是环境监理工程师最关注的环境因素。在工程建设过程中，监理工程师应重点检查以下内容：施工中承包商是否按操作要求提供了有益于身心健康和有安全保障的生产条件；在承包商安全管理体系中是否在工地设有一名或多名专门负责有关安全和防止事故人员，并且这些人员应该能胜任此工作，有权为预防事故而发布指令和采取保护措施；承包商应采取预防措施保护其职员与工人安全，并应与当地卫生部门协作，按其要求在整个合同执行期间自始至终在营地住房区和工地确保配医务人员、急救设备、备用品、病房及适用的救护设施，并采取适当预防传染病措施，提供必要的福利及卫生条件；承包商应自始至终采取必要的预防措施，保护在现场所雇用的职员和工人免受昆虫、老鼠及其它害虫的侵害，以免影响健康和患寄生虫病；承包商应遵守当地卫生部门一切有关规定，特别是安排使用经过批准的杀虫剂对所有房屋、营地进行彻底喷洒，这一处理至少应每年进行一次或根据监理工程师批示进行；为了有效地对付和克服传染病和职业病，承包商应遵守并执行国家或当地医疗卫生部门制定的有关规定、条例和要求。

8）生活供水：施工期生活饮用水源为泾河水源，为了保证饮用水源不受污

染，应该加强对水源及水源周围环境的保护，设置明显的卫生防护带，并且加强维护。

（4）监理组织机构和人员职责

根据工程环境监理工作计划文件，明确工程环境监理工作领导小组，领导环境监理工作。实行工程总监理工程师负责制，由环境工程监理部独立主持本项目的环境监理工作，直接对领导小组和工程总监负责。

按照环境监理工作的有关文件，环境监理工程师被赋予了参与工程管理的相关权力，具体包括：

1）受业主委托，环境监理工程师全面负责监督、检查工程施工区的环境保护工作；

2）环境监理人员有参加审查会议资格，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出环保方面改进意见，以保证环保措施的落实和工程顺利进行；

3）审查承包商提出的可能造成污染的材料和设备清单及其所列的环保指标，审查承包商提交的环境月报告；

4）协调业主和承包商的关系，处理合同中有关环保部分的违约事件；

5）同工程监理一道参加工程的验收，对承包商施工过程及竣工后的现场就环境保护内容进行监督与检查，工程质量认可包括环境质量认可，单元工程的验收凡与环保有关的必须有环境监理工程师签字；

6）对检查中发现的环境问题以问题通知单的形式下发给承包商，要求限期处理；

7）环境监理工程师每月向业主提交一份月报告，半年提交一份进度评估报告，并整理归档有关资料；

8）环境监理工程师有权反对，并要求承包商立即更换由承包商提供的而被环境监理工程师认为是不能胜任环保工作或玩忽职守的环境管理工作人员。

（4）工作制度

包括工作记录制度、人员培训制度、报告制度、函件来往制度、环境例会制度（每月一次环保监理会议）。在环境例会期间，承包商对近段时间的环境保护

工作进行回顾性总结，环境监理工程师对该月各标的环境保护工作进行全面评议，肯定工作中的成绩，提出存在的问题及整改要求。每次会议都要形成会议纪要。

（5）人员设备进出场计划和准备

结合项目的工期、计划进度及技术特点等实际需要，对投入项目的人力资源进行合理配置，确定派驻施工现场监理人员（技术人员），承担工程施工环境监理任务。派驻现场的监理人员应具备丰富的工程环保管理的实践经验及理论知识。监理工程师具有环境工程专业的工程师技术职称，监测、试验及现场旁站等监理员应具有（环境工程专业）助理工程师（及以上）职称，并经过专业技术培训和监理业务培训。

环境监理部所涉及到办公、试验、生活用房及相关的设施及设备计划安排：办公室、试验室、生活用房在工程建设指挥部所在地附近。项目所需的常用试验用具、用品进场，组建环境监理工程师工地试验室，安排环境监理用车，办公室设备、生活设施进场。

编制环境监理工作规划，组建项目环境监理部，在进驻现场前向领导小组、业主提交环境监理机构组成，环境监理人员名单，明确岗位职责，定时定岗；建立健全严格的监理规章制度，组织全体环境监理人员熟悉合同条款及相应技术规范；进行现场调查，对现场地形、地物、水文地质、环境概况全面掌握。

在环境监理方案的基础上，根据施工图设计，在环境监理进场前提交环境监理工作规划，并编制环境监理工作实施细则。

环境监理工作规划、工作实施细则由监理工程师编制，报业主审批。

（6）质量控制

①质量监控的原则

对施工进行全过程、全方位的检查、监督和管理。重视事前控制，及时预防和制止可能产生环境影响的各种不利因素，防患于未然；严格事中控制，随时消除可能产生环境影响的各种隐患；完善事后控制，使承包人提交的工程项目符合设计图纸、技术规范、满足合同的各项环保要求。

②质量控制的主要方法与措施

环境监理部建立以总工程师为主的完善的质量监控体系，对承包人的施工方

法和施工工艺等进行全方位的监督与检查。

（7）组织协调、信息汇总、传输及管理

环境监理部主要将以会议的形式来做好协调管理工作。

信息汇总、归档和管理将根据业主要求，参照国家和地方有关部门的规定，结合工程特点进行整理、分类、造册、归档，并经常召开专题会议，检查、督促承包人及时整理合同文件和技术档案资料，确保工程信息、档案分类清楚、完整、技术档案、图纸资料与实物同步。

9.3.3 环境监理的工作内容和方法

（1）监理工作内容

①施工前期环境监理

1）污染防治方案审核：根据项目的施工设计，审核施工工艺中的“三废”排放环节，排放主要污染物及设计中采用的治理技术是否先进，治理措施是否可行。污染物的最终处置方法和去向，应在工程前期按有关文件规定和处理要求，做好计划，并向环保主管部门申报后具体落实，审核整个施工工艺是否具有清洁施工的的特点，并提出合理建议。

2）审核施工承包合同中的环境保护专项条款：施工承包单位必须遵循环境保护有关要求，以专项条款的方式在施工承包合同中体现，施工过程中据此加强监督管理、检查、监测，减少施工期对环境的污染影响，同时对施工单位的文明施工素质及施工环境管理水平进行审核。

②施工期环境监理

1）主体工程施工区

生产废水和生活污水的处理：对生产废水和生活污水进行收集处理，达标后回用于砂石料加工系统和场区降尘、绿化。

大气污染防治：施工区大气污染主要来源于施工和生产过程中产生的废气和粉尘。对开挖和爆破的施工方式、拌和楼的除尘设施、废渣的封闭运输、施工区道路洒水等内容进行监理，要求污染源达标排放，施工影响区应达到规定的环境空气质量标准。

噪声控制：为防治噪声危害，对产生强烈噪声和振动的设备，应按设计要求进行噪声防治，要求施工影响区的声环境质量达到规定标准，重点注意在靠近生活营地和居民区的施工单位，必须避免噪声扰民。

固体废弃物处理：包括施工废渣、污泥、生活垃圾处理，应分类收集、贮存并处理妥当，保持工程现场清洁整齐，弃渣场污染治理达到设计要求。

人群健康：保证生活饮用水洁净与安全可靠，做好环境卫生清理，预防病媒滋生，为劳动者提供必要的劳动保护及卫生条件。

场内各区施工时严禁弃渣下河、下沟，按设计要求完善弃渣场的排水设施，保证水土保持措施的落实情况及效果，及时进行施工区内排水渠的清淤和疏通。

采取工程措施和生物措施相结合的方式，进行施工场区内的绿化、植被恢复和施工迹地的恢复。

检查水库清库是否严格依据环境保护设计执行，如拆除各类建筑物等，尤其是对库底卫生清理工作进行重点监督检查，防止库区水质污染。

施工期间对施工人员做好环境保护方面的培训工作，培养大家爱护环境、保护野生动物、防治污染的意识。

收集施工单位承担的环境监测数据以及建设单位委托相关单位完成的环境监测结果，并进行整理分析，提出意见。

参与调查处理施工期的环境污染事故和环境污染纠纷。

监督检查主体工程施工区的环保投资是否按年度计划下拨。

2）移民施工安置区

检查移民安置区的选择是否符合《农村住宅卫生规范》（GB 9981-2012）。调查居民点是否布置在大气污染源的上风向和水污染源的上游水域，是否与工业用地有一定的卫生防护距离，厕所、畜圈以及堆肥场等是否对饮用水源地造成污染。

检查移民安置点的污水处理及排放是否达到规定的要求。

检查移民安置点的固体废弃物，如移民在生产、生活中产生的垃圾、粪便等是否按规定要求的方法处理。

检查在移民兴建住宅时的弃渣是否进行防护处理，避免新增水土流失。移民恢复生产时，严禁陡坡开荒，乱砍滥伐森林等。

检查移民安置区内是否存在文物古迹，应采取回避或发掘保护等措施。

检查移民生产安置区的年度环境保护费用是否按计划下拨。

3）其它项目

监督检查鱼类增殖放流站、集运鱼系统的建设是否按工程环保设计的要求进行。

监督库区人群健康保护和卫生防护措施是否按工程环保要求进行。

监督检查库区的环境监测计划是否按工程环保设计的要求进行。

监督检查年度环保投资是否按计划下拨。

③竣工后的环境恢复监理

工程竣工后，要监督管理环境恢复监测和环境恢复计划的落实情况及环保处理设施运行情况。监督竣工文件的编制。组织初验。协助业主组织竣工验收。编制工程环境监理总结报告。整理环境监理竣工资料。

④现场监理

分项工程施工期间，环境监理工程师将对承包商环保方面施工及可能产生污染的环节应进行全方位巡视，对主要污染工序进行全过程的旁站、全环节的监测与检查。工作内容主要有：

协调现场施工环境监理工作，重点巡视施工现场，掌握现场污染动态，督促承包商和监理双方执行环境监理细则，及时发现和处理较重大的环保污染问题。

监理工程师对各项工程部位的施工工艺进行全过程的旁站监理，现场监测、检查承包人的施工记录。

监理工程师应指导监理员并示范如何进行现场监测与检查，注意事项和记录工程的环保状况。

现场检查监测的内容：施工是否按环境保护条款进行，有无擅自改变；通过监测的方式检查施工过程中是否满足环保要求；施工作业是否符合环保规范，是否按环保设计要求进行；施工过程中是否执行了保证环保要求的各项环保措施。

监理员应将每天现场监测和检查情况予以记录并报告环境监理工程师，环境监理工程师应对监理员的工作情况予以督促检查，及时发现处理存在的问题。

表 9.3-1 施工环境监理内容一览表

项　目	内　容
监理目的与任务	根据环境保护设计要求，开展施工期环境监理，受业主委托，在业主授权范围内，开展环境监理，全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件。

监理机构设置	委托具有相关资质的第三方成立环境监理项目部，承担本项目的日常环境监理工作
监理达到的效果	根据《中华人民共和国环境保护法》及相关法律法规、监理合同的有关条款、项目环境评价的内容及相关批复，对工程建设中污染环境、生态破坏防治及恢复的措施进行监督管理，对建设项目配套的环保工程进行施工监理，确保环境保护“三同时”制度的实施，使项目建设与环境保护协调发展。
环境监理范围	大坝、厂房、砂石料加工系统、混凝土拌和系统、施工机械修配厂等各标承包商及其分包商施工现场、作业区域、生活营地；场内外交通道路；渣场、料场、业主办公及生活区等。
监理内容	（1）编制环境监理计划，拟定环境监理项目和内容。 （2）对承包商进行监理，防止和减轻施工作业引起的环境污染和对植被、野生动植物的破坏行为和森林火灾的发生。 （3）全面监督和检查合施工单位各项环境保护措施实施情况和实际效果，监测单位的监测成果。 ①污（废）水处理砂石系统废水处理情况、混凝土废水处理情况、含油废水处理情况、生活污水处理情况、基坑废水处理情况 ②水土保持 枢纽工程区—局部边坡绿化； 施工辅助设施及生活营地区— 临时拦挡、排水沟、迹地恢复； 料场— 临时拦挡、排水沟、边坡绿化； 渣场— 表土堆放、排水沟、钢筋笼护脚、护坡、渣顶绿化； 交通运输系统区— 边坡绿化、迹地恢复、复垦； ③环境空气保护 洒水车、施工人员劳动保护、施工区绿化情况 ④噪声污染防治措施 警示牌、砂石噪声源隔声设施、施工人员劳动保护、施工时间 ⑤生活垃圾处理措施 垃圾桶设置、垃圾分类收集、垃圾外运处理措施实施情况 ⑥人群健康措施 检查各单位生活营地、职工食堂、厕所等的环境卫生。 ⑦环境监测 对环境监测单位进行的环境监测（ 污水、噪声、空气、河流水质等） 实施全过程旁站式监理。 ⑧生态保护 施工人员活动区域限定、表土保护等。 （4） 在日常工作中做好监理记录和监理报告，组织质量评定，参与竣工验收。
监理工作制度	工作记录制度、监理报告制度、函件往来制度、环境例会和会议纪要签发制度

（2）监理工作方法

现场监理采取巡视、旁站的方式。

1）提示定期对施工现场水、气、声进行现场监测。

2）环境监理人员检查发现环保污染问题时，应立即通知承包商现场负责人员进行纠正。通知同时抄送监理部和业主代表。承包商接到环境监理工程师通知后，应对存在的问题进行整改。

9.3.4 环境监理工作报告

环境监理部要定期编制环境工作报告及工作简报。具体内容为：

（1）环境监理季报年报

环境监理季报在当季下月中旬前报出，年报于翌年 1 月下旬报出。内容包括监理报告、计划任务、环保工程实施情况及分析、主要存在问题及监理意见等。

（2）监理工作简报

监理工作简报要求每月出版一期，内容包括环境保护工程实施月进度情况、监理动态、简讯等。

9.4 环境保护阶段与竣工环保验收

为切实落实环境保护“三同时”要求，减缓项目建设及运行带来的环境影响，应做好工程的阶段环境保护验收及竣工环保验收。

9.4.1 阶段环保验收

（1）验收时间

阶段验收时间建议在大坝即将下闸蓄水前进行。

（2）验收方式

建设单位组织编制《陕西泾河东庄水利枢纽工程蓄水阶段环境保护阶段验收调查报告》。

（3）验收重点内容

验收重点内容包括：工程组成及变更情况、环境敏感目标基本情况及变更、实际工程内容及方案设计变更造成的环境影响变化情况、阶段环境保护措施落实情况（特别是初期蓄水生态流量下放措施和库底清理措施、鱼类增殖放流站、集运鱼系统）、移民安置落实情况、公众意见调查及阶段环境监测计划落实情况等。

9.4.2 竣工环保验收

（1）验收时间

竣工环境保护验收时间应在工程正常运行的情况下开展。

（2）验收单位

环保部。

（3）验收方式

建设单位组织编制《陕西泾河东庄水利枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》。

（4）验收重点内容

验收重点内容包括：

①核查实际工程内容及方案设计变更情况；

②环境敏感目标基本情况及变更；

③实际工程内容及方案设计变更造成的环境影响变化情况；

④环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况；

⑤环境影响评价文件及环境影响审批文件中提出的主要环境影响；

⑥环境质量及主要环境污染因子达标情况；

⑦环境保护设计文件、环境影响评价文件及环境影响评价审批文件中提出环境保护措施落实情况及其效果、环境风险防范与应急措施落实情况及有效性；

⑧工程施工期及试运行期实际存在的及公众反映强烈的环境问题；

⑨验证环境影响评价文件对污染因子达标情况的预测结果；

⑩工程环境保护投资落实情况。

表9.4-1 竣工环境保护验收重点内容一览表

阶段	重点位置	重点内容
筹建期	砂石料加工系统	废水处理和回用设施是否同时建成，能否正常运行；
	混凝土拌合系统	是否采用低噪声设备和其他降噪设施； 是否采用低尘工艺和洒水措施。
	施工营地	生活污水处理设施是否同时建成，能否正常运行； 是否配备生活垃圾收集措施。
	料场	是否采取水土保持措施。
		是否洒水降尘；
	弃渣场	表土是否单独集中堆放；
		是否采取水土保持措施。
	场内交通	绿化带、限速禁鸣标志是否建成； 是否洒水降尘。
施工期	砂石料加工系统	废水处理和回用设施运行状况，废水处理效果，是否循环利用洒水降尘频率、大气环境质量；声环境质量；
	混凝土拌合系统	
	机械修配厂	废水处理回用设施运行状况，废水处理效果，废水去向。
	业主营地、施工营地	生活污水处理设施运行状况，处理效果，污水去向；生活垃圾是否外运。
	坝下河段	水环境质量； 下泄生态流量措施及在线监测系统。
	库区	库底清理，是否通过专项验收。
	料场	是否采取水土保持措施。
	弃渣场	洒水降尘频率； 大气环境和声环境质量。
	场内交通	绿化带、限速禁鸣措施的效果，声环境质量；
		洒水降尘频率，大气环境质量； 道路维护状况。
	其他	环境保护管理规章制度、机构，环境监理制度、环境监测和生态调查工作是否落实。
试运行期	业主营地	生活污水和生活垃圾处理情况。
	工程所在河段	水环境质量； 坝下河道流量、下泄生态流量； 鱼类增殖放流站、过鱼设施建设及运行情况； 水温减缓效果分析； 栖息地保护和生态修复措施落实情况。
	弃渣场	土地复垦和植被恢复状况
	混凝土系统等施工企业	植被恢复状况
	场内交通	声环境质量、大气环境质量

9.4.3 环境影响后评价

建设单位根据枢纽实际运行情况和需要，针对工程运行中出现的问题，按照《建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）》（环发〔2015〕163 号）、《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环办〔2014〕54 号）、《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》等要求及时委托具有相关资质的环境影响评价机构开展环境影响后评价工作。

10 环境保护投资估算与环境经济损益分析

10.1 环境保护投资估算

10.1.1 编制原则

环境保护投资概算遵循以下原则：

1）环境保护投资不包括水土保持投资、不包括泾河流域（陕西段）水污染防治规划及东庄水库受水区水污染防治规划的相关投资；

2）按照“谁污染、谁治理，谁开发、谁保护”原则，确定环境保护投资项目，指导投资分摊；

3）“功能恢复”原则，环保投资以保护或恢复工程建设前生态环境功能为下限。

4）工程措施投资概算编制的依据、方法与主体工程一致，生物措施参照地方有关的标准。

10.1.2 编制依据

（1）《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006）

（2）《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总〔2014〕429 号）

（3）《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）

（4）《水电水利工程环境保护设计规范》（DL/T 5402-2007）

（5）《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T 35037-2014)

（6）《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）

（7）《水电站分层取水进水口设计规范》（NB/T 35053-2015）

（8）《水电工程环境保护专项投资编制细则》（NB/T 35033-2014）

（9）《农村生活污水处理项目建设与投资指南》（环发〔2013〕130 号）

（10）《农村生活垃圾分类、收运和处理项目建设与投资指南》（环发〔2013〕130 号）

（11）《农村饮用水水源地环境保护项目建设与投资指南》（环发〔2013〕130

号）

（12）农村移民安置区参照水库概算相关标准及定额进行编制。

（13）《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299 号）；

（14）陕西省及咸阳市颁发的现行有关定额和费用标准及当地询价。

（15）价格水平年及人工单价等与主体工程保持一致。

10.1.3 环境保护投资估算项目划分

依据《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006），根据工程实际情况，工程环境保护投资估算项目划分为环境保护措施费、环境监测措施费、环境保护临时措施费、独立费用、基本预备费。

（1）环境保护措施费

1）施工踏压范围、施工生产生活设施区、土料场等的植被恢复和绿化措施投资，该项投资已计列入水土保持投资、主体工程投资中，环境保护投资中只计列说明，不计入环境保护投资总数中。

2）鱼类增殖放流费用；

3）过鱼设施费用；

4）鱼类栖息地费用；

5）水库水质保护措施费用等。

（2）环境监测措施费

主要包括陆生生态监测、水生生态监测及施工期水环境、大气环境、噪声等环境监测费用。

（3）环境保护临时措施费

主要包括施工期采取的生产生活废水处理，大气、声环境处理投资及对生态敏感区、水环境敏感区采取的保护措施投资。

（4）独立费用

主要包括项目建设管理、环境监理、环境保护科研勘测设计等投资。

（5）基本预备费

该项费用在（1）～（5）项投资总费用的10%～12%内选取，本次取10%。

10.1.4 环境保护投资估算

根据工程特点和当地物价，按2015年物价水平，对工程环境保护投资进行估算。工程环境保护总投资估算16318.75万元，其中环境保护措施投资7136.75万元，环境监测投资1015.8万元，仪器设备及安装927.00万元，环境保护临时措施投资 1765.10 万元，环境保护独立费用 3990.58 万元，约占工程总投资的1.12%。环保投资见表10.1-1～表10.1-5 。

表10.1-1 东庄水利枢纽工程建设环境保护投资估算表（单位：万元）

工程和费用名称	建筑	植物	仪器	非工程	独立	合计
			设备			
	工程费	工程费	安装费	措施费	费用	
第一部分　环境保护措施	4639.00			3275.05		**7136.75**
一、生态保护措施	3700.00			1056.30		4756.30
二、水源水质保护	50.00			1332.5		1382.5
三、固体废物处理处置	5.00			3.45		8.45
四、移民安置环境保护	880.00			11.50		891.5
五、卫生防疫				98.00		98.00
第二部分　环境监测措施				1015.8		**1015.8**
一、施工期环境监测				475.20		475.20
二、运行期环境监测				511.8		511.8
三、移民安置区环境监测				28.80		28.80
第三部分　仪器设备及安装	558.00		369.00			**927.00**
一、环境保护设备			114.00			114.00
二、水环境在线监测设备			180.00			180.00
三、流量在线监测设备			75.00			75.00
四、生态流量泄放改建措施	558.00					558.00
第四部分　临时措施	1124.00			641.10		**1765.10**
一、施工期废污水处理	1104.00					1104.00
二、施工期噪声防治				44.10		44.10
三、固体废弃物处理	20.00			158.00		178.00
四、环境空气质量控制				285.00		285.00
五、人群健康保护				148.00		148.00
六、施工期生态保护措施				6.00		6.00
第一至四部分合计						**10844.65**

第五部分　独立费用					**3990.58**	**3990.58**
一、建设管理费					1210.58	**1210.58**
二、环境监理费					480.00	480.00
三、科研勘测设计咨询费					2300.00	2300.00
基本预备费						**1483.52**
环境保护静态总投资						**16318.75**

表 10.1-2 第一部分环境保护措施投资表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	**水质保护**				**1382.50**	
1	运行期枢纽区管理机构污水处理设施	套	1.00	500000.00	50.00	WSZ 成套污水处理设备
2	水库水质保护设施				1332.5	
2.1	水质保护宣传警示牌制作及安装	个	100.00	2000.00	20.00	
2.2	水库库区生物隔离带	m	35000.00	375000.00	1312.50	
3	库底清理					纳入主体工程投资
二	**生态保护**				**4756.30**	
1	陆生植物保护				10.50	
1.1	宣传册	本	3000.00	10.00	3.00	
1.2	陆生生态保护标牌制作与安装	个	50.00	1500.00	7.50	
2	陆生动物保护				50.00	
2.1	蓄水前搜救	次	1.00	500000.00	50.00	
3	水生生物保护				4695.80	
3.1	集运鱼系统过鱼设施	套	1.00	22000000.00	2200.00	
3.2	增殖放流站	座	1.00	15000000.00	1500.00	
3.3	人工放流	次	3.00	1452500.00	435.80	
3.4	鱼类栖息地保护补偿			5000000.00	500.00	
3.5	低温水减缓措施（采用多层进水口分层取水）					纳入主体工程投资
3.6	进水口拦鱼设施	套	4.00	150000.00	60.00	
三	**固体废弃物**				**8.45**	
1	垃圾收集池	座	1.00	50000.00	5.00	
2	垃圾清运三轮车	辆	3.00	10000.00	3.00	
3	垃圾桶	个	15.00	300.00	0.45	
四	**移民安置区环境保护措施**				**891.50**	
1	沼气池	个	5.00	5000.00	2.50	
2	化粪池	个	550.00	1000.00	55.00	

3	垃圾中转站	个	8.00	30000.00	24.00	
4	集中式污水处理站		8.00	1000000.00	800.00	
5	垃圾桶				10.00	
五	**卫生防疫措施**				**98.00**	
1	库周灭鼠	平方公里	192.00	2500.00	48.00	
2	接种疫苗	次	2500.00	200.00	50.00	

表 10.1-3 第二部分环境监测措施费用表

序号	工程或费用名称	单位	数量（次）	单价（元）	合计（万元）	备注
一	**施工期监测**				**475.2**	
1	水环境监测				124.8	
1.1	地表水	点次	144	3000	43.2	
1.2	施工生活饮用水	点次	32	3000	9.6	
1.3	生产废水	点次	120	3000	36	
1.4	生活污水	点次	120	3000	36	
2	大气监测	点次	136	8000	108.8	
3	噪声监测	点次	208	2000	41.6	
4	水生生态监测	次	40	30000	120	
5	陆生生态监测	次	20	40000	80	
二	**运行初期监测**				**511.8**	
1	水环境监测				132	
1.1	地表水	点次	75	3000	22.5	
1.2	地下水	点次	360	3000	108	
1. 3	**生活废水**	点次	5	3000	1.5	
2	水生生态监测				199.8	
2.1	生物监测	点次	84	12000	100.8	
2.2	鱼类产卵情况	点次	21	10000	21	
2.3	增殖放流效果监测	次	30	20000	60	
2.4	气体过饱和监测	次	60	3000	18	
3	陆生生态监测	次	15	40000	60	
4	湿地生态系统监测	次	120	10000	120	
三	**移民安置区监测**				28.8	
1	生活污水监测	点次	72	2000	14.4	
2	饮用水监测	点次	48	3000	14.4	

表 10.1-4 第三部分环仪器设备及安装工程费

序号	设备名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	**环境保护设备**				**114.00**	
1	食堂污水油水分离器	套	3	80000	24.00	
2	施工区成套生活污水处理设施（WSZ-AO）	套	3	300000	90.00	
二	**水环境自动监测设备**				**180.00**	
1	地表水水环境动态监测系统	套	3	600000	180.00	
三	**生态流量在线监测设备**				**75.00**	
1	生态流量在线监测仪及摄像设施	套	3	250000	75.00	
四	**生态流量泄放改建措施**				**558.00**	
1	文泾水电站新增生态流量泄放措施		1	5080000	508.00	
2	泾惠渠渠首生态流量措施改建		1	500000	50.00	

表 10.1-5 第四部分环境保护临时措施

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	**施工期废污水处理**				**1104.00**	
1	砂石料加工废水处理系统	套	6.00	930000.00	558.00	含运行费
2	混凝土拌和废水沉淀池	套	6.00	330000.00	198.00	含运行费
3	机械车辆冲洗、维修废水处	套	3.00	800000.00	240.00	含运行费
4	基坑废水处理池	个	3.00	120000.00	36.00	
5	移动环保厕所	个	30.00	20000.00	60.00	
6	化粪池	个	15.00	8000.00	12.00	
二	**施工期噪声防治**				**44.10**	
1	施工人员防噪用品	套	1000.00	300.00	30.00	
2	隔声窗等		47.00	3000.00	14.10	
三	**固体废弃物处理**				**178.00**	
1	垃圾清运	月	95.00	10000.00	95.00	
2	垃圾桶	个	150.00	200.00	3.00	
3	垃圾运输车	辆	3.00	200000.00	60.00	
4	生活垃圾转运站				20.00	
四	**环境空气质量控制**				**285.00**	
1	施工人员防护措施	套	7000.00	150.00	105.00	
2	洒水车	辆	4.00	150000.00	60.00	
3	洒水降尘人工费	人年	20.00	60000.00	120.00	
五	**人群健康保护**				**148.00**	
1	进场消毒	次	3.00	100000.00	30.00	
2	灭鼠灭蚊	次	30.00	30000.00	90.00	
3	施工人员进场体检	人次	1400.00	200.00	28.00	
六	**施工期生态保护措施**				**6.00**	
1	工程区绿化					**已纳入水保投资**
2	警示牌、宣传牌	个	50.00	1000.00	5.00	
3	宣传册	册	1000.00	10.00	1.00	含运行费

表 10.1-5 第五部分环境保护独立费用估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计	备注
				（元）	（万元）	
一	**建设管理费**				**1210.58**	
1	环境管理人员经常费				433.79	按 1-4 项投资的 4%计
2	环境保护设施竣工验收费				260.00	
3	工程环境影响回顾性评价				300.00	
3	环保宣传教育				216.90	按 1-4 项投资的 2%计
二	**环境监理费**	**人·年**	**40.00**	**120000.00**	**480**	**5 人，8 年**
三	**科研勘测设计咨询费**				**2300**	
1	科研试验费				500	
1.1	鱼类资源后评估以及陕西高原鲅增殖放流技术研究				250	
1.2	水库鱼类群落结构和资源量的演变情况				150	
1.3	土著鱼类游泳能力试验及数学模型、物理模型试验研究				100	
2	环境影响评价				900	
3	前期工作及环保勘测设计费				900	

10.2 环境影响经济损益分析

从保护工程建设区域生态环境、促进区域社会经济发展的角度，泾河东庄水利枢纽工程枢纽工程建设的环境效益由经济效益、社会效益和生态效益构成。其中，经济效益主要表现为防洪减淤效益、电站发电效益、灌溉和供水效益；社会效益为工程建设对当地社会经济的贡献；生态效益包括枢纽工程替代燃煤和替代工程、生态水量保障所需的环境保护投资。

10.2.1 环境影响经济损益分析原则

东庄水利枢纽工程的环境影响经济损益分析依照以下原则：

（1）终极影响原则

鉴于生态与环境因子之间的关系十分复杂，在进行经济损益分析，重点考虑

与人类经济活动或生态环境直接相关的最终影响后果。

（2）重点突出，兼顾一般原则

由于东庄水利枢纽工程对生态与环境的影响复杂，涉及面广，因此需突出对环境影响较大的影响因素，对一般影响因素进行了适当归并综合。

（3）一次性估价原则

为使进行经济损益分析的各环境因子的经济量之间有可比性，统一以 2015 年第 1 季度现价为计算标准，不考虑价格上涨因素，进行一次性估价。

（4）减免不利影响的补偿投资原则

对生态与环境的不利影响，着眼于预防、保护和挽救，以减免不利影响。在环境经济损益分析中，尽量采用补救措施和防护措施的费用，作为反映工程环境影响效应大小的尺度，而不是消极地计算损失值（生物资源有时是不能用价值来衡量的）。

10.2.2 环境影响经济损益分析方法

东庄水利枢纽工程环境经济损益分析的目的是运用环境经济学原理，在考虑工程建设与生态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下，运用费用～效益分析方法对工程的环境效益和损失进行分析。按照等效、替代原则，采用“影子工程法”计算环境效益，以相同规模的火电为替代方案，参与环境影响损益的比较分析。环境损失采用“恢复费用法”，以减缓不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需费用进行计算。项目经济评价的计算期包括工程建设期和运行期，东庄水利枢纽工程建设期为 7 年 11 个月，运行期统一取 50 年。采用按效益/费用比值大小，从环保角度评判工程建设的合理性。

10.2.3 环境效益分析

（1）防洪效益

东庄水库对下游防洪作用主要是通过水库调蓄，提高下游堤防设防标准，保护区范围主要包括三部分：泾河下游张家山至泾河口段、渭河下游干流大堤保护

区（泾河入渭口以下）、三门峡库区移民围堤保护区。东庄水库的防洪经济效益是有东庄水库情况下，与无东庄水库相比减免的洪灾经济损失，采用频率法计算。

根据预测，现状东庄水库多年平均防洪效益共为 19082 万元，其中泾河下游张家山至泾河口段保护区 5097 万元、渭河下游干流大堤保护区（泾河入渭口以下）8076 万元、三门峡库区移民围堤保护区 5909 万元；东庄水库生效年防洪效益为 24897 万元，防洪效益现值为 225814 万元。

（2）减淤效益

根据可研，东庄水库运行期 50 年共淤积泥沙 23.73 亿 m^3，可减少渭河下游河道淤积 6.49 亿 t，相当于河道 33 年不淤积，同时减少进入黄河干流泥沙 24.12 亿 t。此外，东庄水库建成后，前 24 年水库拦蓄泾河大部分的来沙，极大改善了引水条件，并减少进入下游河道沙量，减少输沙用水量。根据估算，东庄水库每年减少渭河下游河道泥沙淤积的效益为 72251 万元~1236 万元，效益现值为 220563 万元。东庄水库减少进入黄河干流泥沙的效益现值为 323222 万元。

（3）供水及灌溉效益

东庄水库城镇生活和工业供水范围主要涉及铜川新区、富平县城及工业园区、西咸新区及三原县城等。正常运行期东庄水库城镇生活及工业供水效益为 67077 万元，计算期效益现值为 355406 万元。

东庄水库灌溉范围为泾惠渠灌区，有东庄水库调节后，供水保证率由 30% 提高到 50%。东庄水库灌溉效益为 7047 万元，计算期效益现值为 43126 万元。东庄水电站多年平均年发电效益为 12394 万元，计算期效益现值为 81552 万元。

10.3 环境影响损益分析

工程环境损失包括水库淹没、永久占地和工程建设对区域环境影响所造成的损失，为恢复当地的社会环境、生态，工程分别进行了移民安置规划和环境保护措施规划，并列出了相应投资，可采用“恢复费用法”将其投资估算为环境损失。

10.3.1 环境影响损失分析

工程的环境损失包括水库淹没和工程建设对区域环境影响所造成的损失，为

恢当地的社会环境、生态环境，工程分别进行了水库移民安置规划和环境保护措施规划，并列出了相应的投资，采用恢复费用法将其投资估算为环境损失的依据。

（1）建设征地和移民安置投资

根据东庄水利枢纽工程可行性研究报告，工程建设征地及移民安置总投资420863万元，其中水库淹没区403337万元，工程建设区17527万元。

（2）环境保护投资

以减缓工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响损失大小的尺度，计算其损失值。采用“恢复费用法”，以减缓不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需费用进行计算。

根据东庄水利枢纽工程及工程区域环境特点，为减缓、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容：水环境保护措施；噪声与环境空气质量保护措施；鱼类影响减缓措施；陆生生物保护措施及水土流失防治方案；社会环境保护措施；环境监测规划、环境管理及环境监理规划。在进行技术经济分析或多方案比选基础上，提出了各项措施推荐方案及相应费用概算。

10.3.2 环境影响损益分析

本工程可货币化的环境效益为1249683万元，为避免因不利环境影响造成的潜在经济损失或恢复、补偿环境效果，所采取的措施总费用为1.63亿元，总的益损比为76.7:1。

从经济评价指标值看，东庄水利枢纽工程的环境效益明显大于环境损失，说明工程建设在环境经济上是可行的。本工程环保措施实施后，可最大限度地减少工程兴建对环境的不利影响，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。此外，工程的建设对促进当地经济社会发展有很重要的积极作用。

因此，从环境影响经济损益的角度分析，本工程具有较为优越的环境经济指标。本工程环保措施实施后，可最大限度地减少工程兴建对环境的不利影响，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。从环境经济损益分析角度，本工程的建设是合理可行的。

10.3.3 环境经济损益分析小结

1）工程完建后，结合下游堤防建设可将泾河下游防洪标准由10年一遇提高到20年一遇，有助于增强防洪工程抗风险能力，对下游地区的社会安定、经济可持续发展具有积极的、深远的影响和作用，其社会效益和环境效益大。

2）项目经济效益分析表明：经济内部收益率为9.62%，大于6%的社会折现率，效益费用比1.54，大于1。因此工程的综合效益明显。

3）按照经济损益分析，工程总的益损比为76.7，工程的环境效益明显大于环境损失，说明工程建设在环境经济上是可行的。

11 公众参与调查

11.1 工作方案

11.1.1 调查目的

公众参与是环境影响评价的重要组成部分，主要目的是使公众能够及时、准确地了解项目建设意义，以及项目建设给当地居民带来的有利和不利、直接和间接影响，同时了解公众对建设项目的态度及所关心的主要问题，从公众利益出发，共同找出解决问题的办法，使工程设计更加合理，实施方案更加完善。

为了更好的让公众了解工程建设情况、运行特点和工程有关的环境问题，听取公众对拟建工程的看法和建议；同时提高工程环境影响评价质量，最大限度地减少工程施工对环境的影响，使工程的规划设计更加合理完善，最大限度地发挥工程的综合效益，需要开展公众参与调查。

11.1.2 调查依据

根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院第 253 号令）、《中华人民共和国环境影响评价法》以及《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发〔2006〕28 号）、《国家环境保护标准<环境影响评价技术导则公众参与>》（征求意见稿）等法律及法规有关规定，在编制建设项目环境影响报告书时需征求直接受工程影响的公众意见。

本次评价依据上述规定，本着公开性、相关性和有效性的原则开展公众参与调查工作。

11.1.3 公众参与的范围与对象

为了客观地实事求是地反映工程所在地公众和社会团体对工程建设的意见，了解工程建设对他们的生产生活产生的有利与不利影响。环评单位分别于第一次信息公示及第二次信息公示后，组织有关专业人员对工程所涉及的影响区域进行了广泛的现场公众参与调查工作，从调查目标的代表性和需要性出发，在征求县

政府相关部门意见基础上，调查范围包括移民、移民安置受纳区、施工区周围地市乡镇等。

为了能够了解到社会各阶层人士对工程建设的态度和看法，公众参与对象主要包含以下两大部分：

社会团体：社会团体包括政府管理部门和企事业单位，主要是指工程涉及地区的人民政府、村委会、移民管理办公室、环保局、林业局、旅游局、水务局、国土资源局以及旅游开发公司、水电公司等。

公众个人：包括施工区附近居民及移民包括，乡村干部、农民、工人等，年龄构成包括青年、中年和老年。

表 11.1-1 陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价公众参与主要时间节点一览表

序号	公众参与时间	公众参与形式	主要内容
1	2013 年 10 月 14 日起	网络公示	陕西水利厅网站发布“陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价工作第一次信息公示”
2	2015 年 05 月 05 日起	网络公示	陕西省水利厅网站上发布“陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价公众参与第二次信息及简本公示”。
3	2015 年 6 月 26 日	报纸公示	三秦都市报进行了信息公示，并提供了相关联系人的联系方式，收集群众对工程建设及工程环境保护的意见和建议。
4	2015 年 6 月 27 日	座谈会	由陕西省水利厅东庄办组织在彬县水利局召开了陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价座谈会，参会单位包括：咸阳东庄办、彬县水利局、彬县渔政管理站、彬县水利管理站、彬县环保局、彬县发改委、彬县规划局、彬县旅游局等相关单位；
5	2015 年 6 月 28 日	座谈会	由陕西省水利厅东庄办组织在礼泉县水利局会议室召开了陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价座谈会，参会单位包括：礼泉县发展改革局、礼泉县林业局、礼泉县环境保护局、礼泉县水利局、礼泉县移民办、礼泉县国土资源局等相关单位；
6	2015 年 6 月 29 日至 7 月 4 日	问卷调查	环评单位组织有关专业人员对工程所涉及的影响区域进行了广泛的现场公众参与调查工作；调查采用实地抽样调查、召开村民代表会、现场调查、入户访谈式调查等多种方式。
7	2015 年 6 月 29 日起	现场公示	在项目涉及的淳化、礼泉、永寿、彬县及其下面 14 个乡镇展开，布告张贴具体到行政村村委和有关政府所在地公告栏进行，布告张贴 21 张。
8	2016 年 12 月 1 日起	网络公示	陕西水利厅网站进行陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响报告书全本公示

11.1.4 公众参与方式与过程

（1）信息公示

第一次网站信息公示：为使公众能够充分获取本工程基本情况及环境信息，建设单位于 2013 年 10 月 14 日至 2013 年 10 月 29 日在陕西水利厅网站（http://www.sxmwr.gov.cn/sxmwr-xxgk-dfkj-3-show-38530）发布“陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价工作第一次信息公示”（见图 11.1-1）。上述情况公示后，没有收到反对本工程建设的相关信息。



图 11.1-1 陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价工作第一次信息公示截图-1

二、项目建设单位的名称和联系方式

建设单位：陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室

联系地址：陕西省西安市兴庆北路100号

联 系 人：张正社

联系电话：029-82486282

三、项目环境影响评价机构的名称和联系方式

名称：中国水利水电科学研究院（国环评证甲字第1024号）

联系地址：北京市海淀区玉渊潭科技园　　邮编：100038

联 系 人：吴佳鹏、王世岩

联系电话：010-68781861

联系传真：010-68522778

电子邮箱：wujp0121@iwhr.com；wangsy@iwhr.com

四、环境影响评价的工作程序和主要工作内容

本次环境影响评价工作主要包括以下程序和内容

1.准备阶段：收集资料及初步现场调查，编制工作方案，设置委托专题；

2.正式工作阶段：开展工程分析和环境现状调查，进行环境影响预测和评价；

3.报告书编制阶段：汇总和分析相关资料和数据，给出结论，完成环境影响报告书的编制。主要工作内容包括：总则（确定评价等级、标准、范围及环境保护目标等）、工程环境影响分析、环境现状调查与评价、工程环境影响预测、环境保护措施、环境影响经济损益分析、环境管理与监测计划、公众参与意见调查等。

五、征求公众意见的主要事项

征求公众意见的范围为枢纽周边居民、库区居民、项目移民、枢纽工程建设和管理工作人员、与本项目相关的专家及地方行政人员等、其他对项目关注的普通公众。征求意见的内容事项是本项目产生的环境影响、项目建设管理单位环境保护工作情况、污染防治措施等环境保护方面的意见和建议。

六、公众提出意见的主要方式及起止时间

公众可通过电话、传真、信件、电子邮件等方式与建设单位或环境影响评价机构联系，提交书面意见或口头意见等。公示期限为自本信息公示日之后的10日内。

Tags:　　编辑：李惠　责任编辑：　审核：

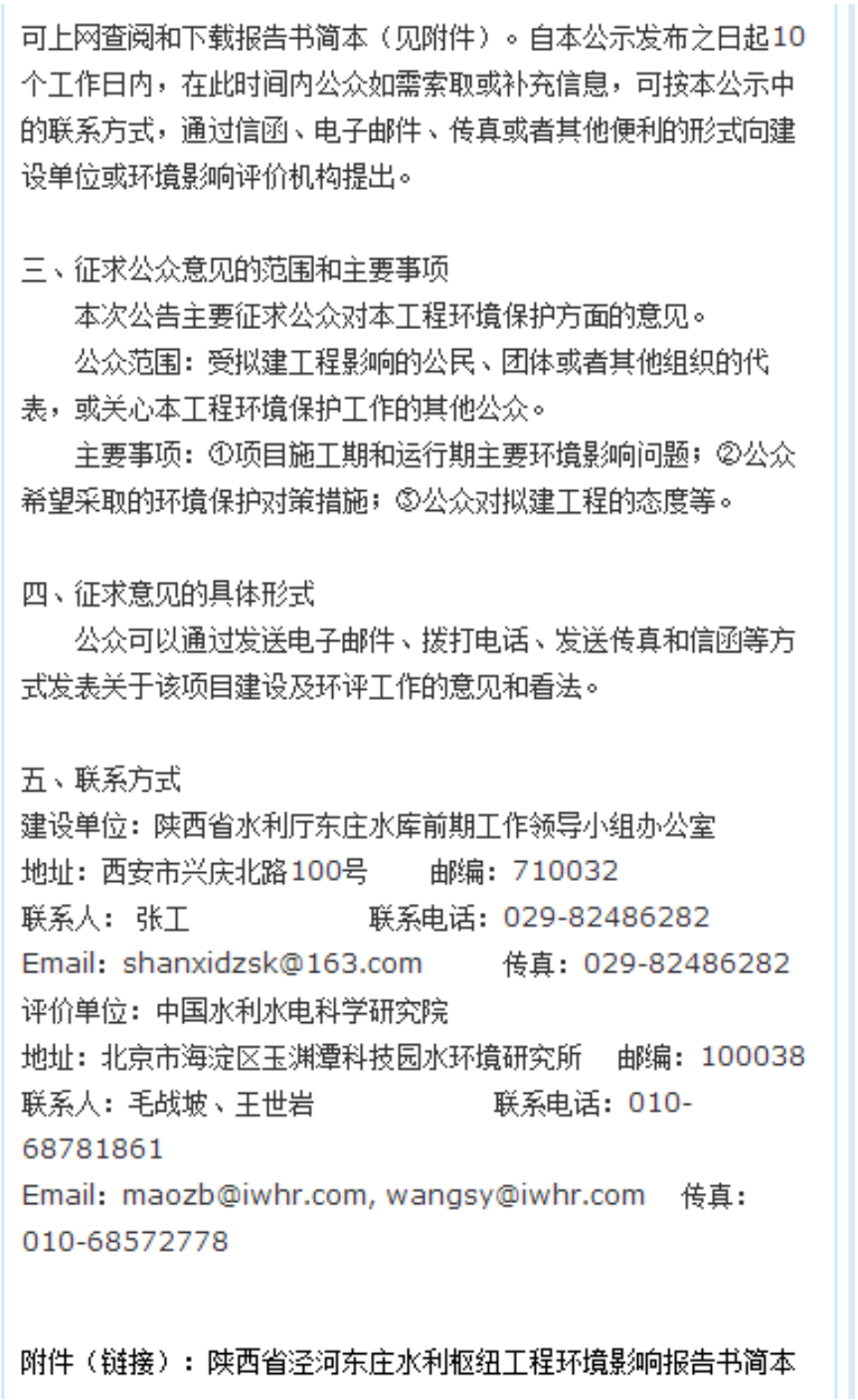
图 11.1-1 陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价工作第一次信息公示截图-2

第二次信息公示：根据《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28号）中对于公众参与的一般要求及环保部环发[2012]98号文《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，2015年5月5日在陕西省水利厅网站上发布了“陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价公众参与第二次信息及简本公示”（图11.1-2）（http://www.sxmwr.gov.cn/sxmwr-xxgk-dfkj-3-show-62044），并提供了《陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响报告书简本》的链接，广泛收集对工程建设及工程环境保护的意见和建议。

根据环境保护部公告《关于发布“建设项目环境影响报告书简本编制要求”的公告》（公告2012年第51号）要求，报告书简本主要内容包括：建设项目概况、建设项目周围环境现状、建设项目环境影响预测、采取的主要措施与效果、公众参与及评价结论及建议、环境影响评价结论、联系方式等内容。



图 11.1-2 陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价第二次公示截图-1



可上网查阅和下载报告书简本（见附件）。自本公示发布之日起10个工作日内，在此时间内公众如需索取或补充信息，可按本公示中的联系方式，通过信函、电子邮件、传真或者其他便利的形式向建设单位或环境影响评价机构提出。

三、征求公众意见的范围和主要事项

本次公告主要征求公众对本工程环境保护方面的意见。

公众范围：受拟建工程影响的公民、团体或者其他组织的代表，或关心本工程环境保护工作的其他公众。

主要事项：①项目施工期和运行期主要环境影响问题；②公众希望采取的环境保护对策措施；③公众对拟建工程的态度等。

四、征求意见的具体形式

公众可以通过发送电子邮件、拨打电话、发送传真和信函等方式发表关于该项目建设及环评工作的意见和看法。

五、联系方式

建设单位：陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室

地址：西安市兴庆北路100号　　邮编：710032

联系人：张工　　联系电话：029-82486282

Email：shanxidzsk@163.com　　传真：029-82486282

评价单位：中国水利水电科学研究院

地址：北京市海淀区玉渊潭科技园水环境研究所　邮编：100038

联系人：毛战坡、王世岩　　联系电话：010-68781861

Email：maozb@iwhr.com, wangsy@iwhr.com　传真：010-68572778

附件（链接）：陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响报告书简本

图 11.1-3 陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价第二次公示截图-2

在报告书编制完成后，建设单位于 2016 年 12 月 1 日在陕西省水利厅网站（http://www.sxmwr.gov.cn/sxmwr-xxgk-dfkj-3-show-76547）进行了报告书全本公开。全本公开网络截图见图 11.1-3.

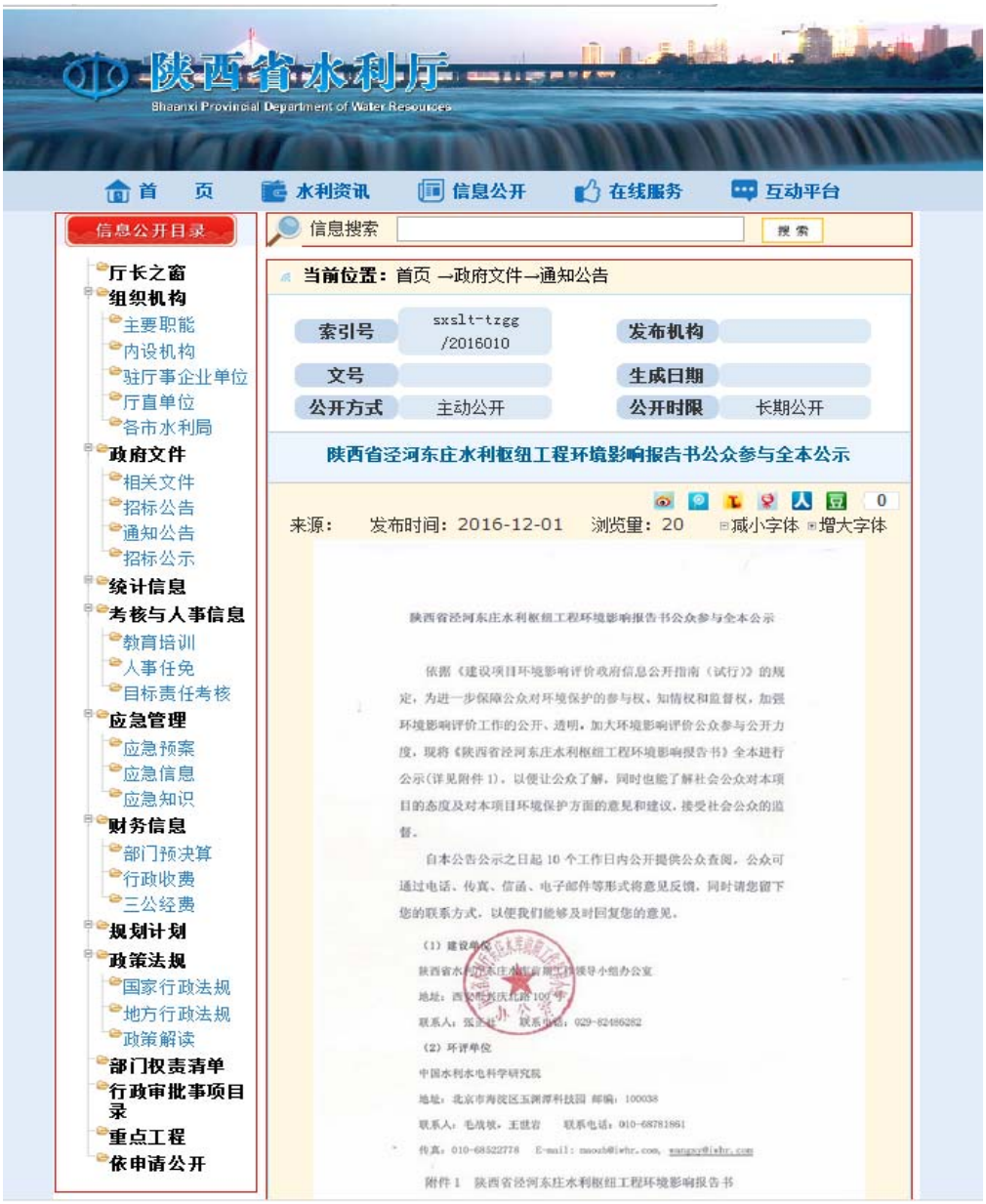


图 11.1-4 陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价全本公示截图

同时根据《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28 号）中对于公众参与的一般要求及环保部环发[2012]98 号文《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，为了进一步扩大其影响，更加广泛收集公众对工程建设及环境保护的意见和建议，在三秦都市报进行了信息公示，并提供了相关联系人的联系方式，收集群众对工程建设及工程环境保护的意见和建议。上述情况公示后，没有收到反对本工程建设的相关信息。



环境影响评价信息公告

东庄水利枢纽工程坝址位于泾河干流最后一个峡谷段出口（张家山水文站）以上29km，左岸为陕西省淳化县王家山林场，右岸为陕西省礼泉县叱干镇，距西安市约90km。东庄水利枢纽工程开发任务为以防洪减淤为主，兼顾供水、发电及改善生态。建设内容包括拦河坝、泄洪排沙设施、引水发电系统、供水建筑物等，工程总投资约为130亿元。工程建成后，将和其它防洪工程配合初步形成泾河、渭河流域防洪工程体系，有效的缓解渭河下游淤积，降低洪水威胁，对防洪保护区人民生命财产安全和社会经济可持续发展具有积极而重要的意义。工程的建设及运行会对当地陆生生态、水生生态、河道水文情势、水环境质量等产生一定不利影响，上述影响可以通过加强施工期管理、设置污水处理设施、开展鱼类增殖放流、进行施工迹地恢复、下放生态基流等工程及管理措施得到有效减缓。现根据《环境影响评价法》，征求公众和单位对项目在环境保护方面的意见和建议，联系方式：建设单位：陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室，张工，029-82486282，shanxidzsk@163.com；环境影响评价单位：中国水利水电科学研究院，王工，010-68781861，E-mail：wangsy@iwhr.com。

图 11.1-5 陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价报纸公示截图

（2）问卷调查

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28 号）中对于公众参与的一般要求，及环保部环发[2012]98 号文《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，环评单位组织有关专业人员对工程所涉及的影响区域进行了广泛的现场公众参与调查工作；调查采用实地抽样调查、召开村民代表会、现场调查、入户访谈式调查等方式；问卷调查对象包括工程建设区、影响区、生产安置区的居民以及有关团体，范围涉及沿线相关村庄。

问卷调查发放个人调查表 258 份，收回有效调查表 258 份，反馈率 100%；发放移民调查表 183 份，收回有效调查表 183 份，反馈率 100%；发放团体调查问卷 37 份，收回有效调查表 37 份，反馈率 100%。根据问卷调查结果，进行归纳分析，总结出不同意见的比例和代表性意见的要点。公众参与调查问卷样表见附件 2。

（3）座谈会

2015 年 6 月 27 日，由陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室组织在彬县水利局召开了陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价座谈会，参会单位包括：咸阳东庄办、宾县水利局、彬县渔政管理站、彬县水利管理站、宾县环保局、彬县发改委、彬县规划局、彬县旅游局、彬县林业局、彬县太峪镇政府 彬县龙高镇政府、彬县香庙镇政府、黄河设计公司、中国水利水电科学研究院；2015 年 6 月 28 日，由陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室组织在礼泉县水利局会议室召开了陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价座谈会，参会单位包括：礼泉县发展改革局、礼泉县林业局、礼泉县环境保护局、礼泉县水利局、礼泉县移民办、礼泉县国土资源局、黄河设计公司、陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室（陕西省东庄办）、咸阳市东庄水库前期工作领导小组办公室（咸阳市东庄办）、中国水利水电科学研究院等（图 11.1-4）；会议围绕陕西省泾河东庄水利枢纽工程的环境影响、保护措施展开座谈，根据座谈会结果，进行归纳分析，总结出相关部门代表意见及要点。

11.2 调查内容与结果

11.2.1 个人调查

（1）被调查者基本情况

在收回的 258 份调查表中：

① 性别分布情况

男性 202 人，占 78.29%；女性 56 人，占 21.72%。

② 年龄分布情况

30 岁以下 27 人，31～60 岁 164 人，60 岁以上 14 人。其中 30～60 岁人数最多 217 人，占 84.11%。

③ 职业分布情况

干部 38 人，工人 66 人，农民 147 人，其他 7 人。其中农民最多，占 56.98%。

④ 文化程度分布情况

大专及以上 61 人，高中及中专 82 人，初中 90 人，小学及其他 25 人。其中初中人数最多，占 34.88%。

（2）公众意见归纳

工程公众参与调查统计结果见表 11.2-1。

表 11.2-1 公众意见归纳一览表

项目	指标	份数	比例
1. 您对本工程的了解程度。	很熟悉	31	12.02%
	了解	181	70.16%
	不了解	46	17.83%
2.您认为本工程建设施工期主要不利环境影响是（可多选）。	施工生产、生活废水排放	62	24.03%
	施工扬尘、废气排放	108	41.86%
	施工噪声排放	82	31.78%
	固体废弃物影响	46	17.83%
	施工临时占地影响生产、生活	94	36.43%
	施工期间扰动水体引起水体中悬浮物增加	34	13.18%
	施工期间扰动水体对鱼类等水生生物造成惊扰	36	13.95%

	施工活动对野生动物的惊扰	73	28.29%
	其它	0	0.00%
3．您认为本工程运行期主要不利环境影响是（可多选）	工程永久占地、库区淹没引起的植物资源损失	181	70.16%
	工程永久占地、库区淹没引起的土地资源损失，影响农业生产	179	69.38%
	工程运行对鱼类影响（阻隔、洄游、栖息地等）	56	21.71%
	水库运行后下游河道水量减少	61	23.64%
	其它	0	0.00%
4．您认为本工程会对区域环境及社会发展带来的有利影响是（可多选）	提高防洪标准，保障区域防洪安全	158	61.24%
	提高区域供水能力（供水保障率、供水量）	163	63.18%
	增加供电保障、改变能源结构	145	56.20%
	改善河道生态基流	133	51.55%
	带动地方经济发展、增加收入	113	43.80%
	其它	0	0.00%
5.您对于本工程的总体态度	支持	233	90.31%
	无所谓	8	3.10%
	不支持	17	6.59%

调查结果表明：

①在对本工程的了解程度方面，12.02%被调查人员很熟悉项目，70.16%被调查人员了解项目，17.83%被调查人员不了解项目。

②在工程建设施工期主要不利环境影响方面，公众较关心的不利影响依次为施工扬尘、废气排放（41.86%）、施工临时占地影响生产、生活（36.43%）、施工噪声排放（31.78%）、施工活动对野生动物的惊扰（28.29%）、施工生产、生活废水排放（24.03%）、固体废弃物影响（17.83%）、施工期间扰动水体对鱼类等水生生物造成惊扰（13.95%）、施工期间扰动水体引起水体悬浮物增加（13.18%）。

③工程运行期主要不利环境影响方面，公众较关心不利影响的依次为工程永久占地、库区淹没引起的植物资源损失（70.16%）、工程永久占地、库区淹没引起的土地资源损失，影响农业生产（69.38%）、水库运行后下游河道水量减少（23.64%）、工程运行对鱼类影响（阻隔、洄游、栖息地等）（21.71%）。

④工程对区域环境及社会发展带来的有利影响方面，公众认为工程主要有利方面包括：提高区域供水能力（供水保障率、供水量）（63.18%）、提高防洪标准，保障区域防洪安全（61.24%）、增加供电保障、改变能源结构（56.20%）、改善

河道生态基流（51.55%）、带动地方经济发展、增加收入（43.80%）。

⑤被调查人群中支持工程建设 233 人（90.31%），8 人（3.10%）认为无所谓，17 人（6.59%）不支持该工程。

（3）不支持工程建设个人分析

个人调查过程中共有 17 名群众不同意工程建设，其中 8 名来自彬县程家川水电有限责任公司，1 名来自茨坪水电站，8 名来自彬县枣渠水电公司，通过电话回访及现场咨询，17 名群众的反对意见均为水库建设造成库区电站的停运而导致的职工失业问题，上述相关问题不属于环境问题。

11.2.2 移民调查

（1）被调查者基本情况

在收回的 183 份调查表中：

① 性别分布情况

男性 141 人，占 77%；女性 42 人，占 23%。

② 年龄分布情况

30 岁以下 10 人，31～60 岁 132 人，60 岁以上 41 人，其中 30～60 岁人数最多，占 72.13%。

③ 职业分布情况

干部 2 人，工人 5 人，农民 172 人，其他 4 人。其中农民最多，占 93.89%。

④ 文化程度分布情况

大专及以上 6 人，高中 23 人，初中 122 人，小学及其他 32 人。其中初中人数最多，占 66.67%。

（2）公众意见归纳

工程公众参与调查统计结果见表 11.2-2。

表 11.2-2 公众意见归纳一览表

项目	指标	份数	比例
1.您对本工程的了解程度	很熟悉	21	11.48%
	了解	151	82.51%
	不了解	11	6.01%
2.您认为本工程建设施工期主要不利环境影响是（可多选）	施工生产、生活废水排放	46	25.14%
	施工扬尘、废气排放	67	36.61%
	施工噪声排放	72	39.34%
	固体废弃物排放	25	13.66%
	施工临时占地影响生产、生活	104	56.83%
	施工期间扰动水体引起水体中悬浮物增加	33	18.03%
	施工期间扰动水体对鱼类等水生生物造成惊扰	23	12.57%
	施工活动对野生动物的惊扰	59	32.24%
	其它	1	0.55%
3.您认为本工程运行期主要不利环境影响是（可多选）	工程永久占地、库区淹没引起的植物资源损失	131	71.58%
	工程永久占地、库区淹没引起的土地资源损失，影响农业生产	134	73.22%
	工程运行对鱼类影响（阻隔、洄游、栖息地）	30	16.39%
	水库运行后下游河道水量减少	39	21.31%
	其它	3	1.64%
4.您认为本工程会对区域环境及社会发展带来的有利环境影响是（可多选）	提供防洪标准，保障区域防洪安全	144	78.69%
	提高区域供水能力（供水保障率、供水量）	118	64.48%
	增加供电保障、改变能源结构	115	62.84%
	改善河道生态基流	111	60.66%
	带动地方经济发展、增加收入	119	65.03%
	其它（可填写）	6	3.28%
5.您认为移民安置中主要的不利环境影响是（可多选）	饮水安全保障程度降低	47	25.68%
	生活污水、生活垃圾随意排放	45	24.59%
	土地面积减少	139	75.96%
	生活质量下降	40	21.86%
	其它（可填写）	1	0.55%
6.您对于本工程的总体态度如何？	支持	180	98.36%
	无所谓	3	1.64%
	不支持（说明原因）	0	0.00%

调查结果表明：

①在对本工程的了解程度方面，21 名被调查人员很熟悉项目占 11.48%，151 名被调查人员了解项目占 82.51%，11 名被调查人员不了解项目占 6.01%。

②在工程建设施工期主要不利环境影响方面，公众较关心的不利影响依次为施工临时占地影响生产、生活（56.83%）施工噪声排放（39.34%）、施工扬尘、废气排放（36.61%）、施工活动对野生动物的惊扰（32.24%）、施工生产、生活

废水排放（25.14%）、施工期间扰动水体引起水体中悬浮物增加（18.03%）、固体废弃物排放（13.66%）、施工期间扰动水体对鱼类等水生生物造成惊扰（12.57%）。

③工程运行期主要不利环境影响方面，公众较关心不利影响的依次为工程永久占地、库区淹没引起的土地资源损失，影响农业生产（73.22%）、工程永久占地、库区淹没引起的植物资源损失（71.58%）、水库运行后下游河道水量减少（21.31%）、工程运行对鱼类影响（阻隔、洄游、栖息地）（16.39%）。

④工程会对区域环境及社会发展带来的有利影响方面，公众认为工程主要有利方面包括：提供防洪标准，保障区域防洪安全（78.69%）、带动地方经济发展、增加收入（65.03%）、提高区域供水能力（供水保障率、供水量）（64.48%）、增加供电保障、改变能源结构（62.84%）、改善河道生态基流（60.66%）。

⑤移民安置中主要的不利环境影响方面，公众较关心不利影响的依次为土地面积减少（75.96%）、饮水安全保障程度降低（25.68%）、生活污水、生活垃圾随意排放（24.59%）、生活质量下降（21.86%）。

⑥被调查人群中支持工程建设 180 人（98.36%），3 人（1.64%）认为无所谓、无不支持者。

11.2.3 社会团体调查

（1）被调团体基本情况

本次问卷调查发放团体调查问卷 37 份，收回有效调查表 37 份。调查涉及单位包括咸阳市水库移民管理办公室、彬县发改局、彬县林业局、礼泉县环境保护局、礼泉县发展和改革局、礼泉县国土资源局、礼泉县林业局、礼泉县水利局、礼泉县移民办公室、彬县文物旅游局、彬县环保局、彬县水生动物防疫检疫站、彬县水利管理站、彬县国土资源局等相关政府单位；永寿县石桥水电有限责任公司、淳化县茨坪水电站、彬县程家川水电有限责任公司、彬县枣渠水电有限责任公司、陕西旺家旺林业有限公司、淳化海华旅游开发有限公司等相关企业；宁镇政府、永太镇、永寿县常宁镇草德村、焦家河村、塬边村、礼泉县叱干镇湾里村、后哇村村委会、车坞镇南胡同村村委会等相关村镇。根据问卷调查的结果，进行归纳分析，总结出不同意见的比例和代表性意见的要点。

调查团体信息见表 11.2-3。

表 11.2-3 调查团体信息一览表

编号	单位名称
1	咸阳市永寿县常宁镇石桥头村
2	咸阳市水库移民管理办公室
3	咸阳市永寿县常宁镇草德村
4	陕西旺家旺林业有限公司
5	永寿县石桥水电有限责任公司
6	常宁镇政府
7	后哇村村委会
8	车坞镇南胡同村村委会
9	淳化县茨坪水电站
10	淳化海华旅游开发有限公司
11	彬县程家川水电有限责任公司
12	彬县文物旅游局
13	彬县环保局
14	彬县水生动物防疫检疫站
15	彬县枣渠水电有限责任公司
16	彬县香庙镇政府
17	彬县水利管理站
18	彬县国土资源局
19	彬县太峪镇断泾村委会
20	彬县龙高镇人民政府
21	彬县太峪镇政府
22	彬县发改局
23	彬县林业局
24	永太镇人民政府
25	焦家河村
26	塬边村
27	礼泉县南坊镇人民政府
28	礼泉县叱干镇人民政府
29	礼泉县南坊镇庄头河村
30	礼泉县环境保护局
31	礼泉县发展和改革局
32	礼泉县国土资源局
33	礼泉县林业局
34	礼泉县水利局
35	礼泉县移民办公室
36	礼泉县叱干镇相家村村委会
37	礼泉县叱干镇湾里村

（2）公众意见归纳

本工程公众团体参与调查统计结果见表 11.2-4。

表 11.2-4 公众团体归纳一览表

项目	指标	份数	比例
1.贵单位对本工程的了解程度	很熟悉	16	43.24%
	了解	20	54.05%
	不了解	1	2.70%
2.贵单位认为本工程建设施工期主要不利环境影响是（可多选）	施工生产、生活废水排放	16	43.24%
	施工扬尘、废气排放	15	40.54%
	施工噪声排放	13	35.14%
	固体废弃物排放	19	51.35%
	施工临时占地影响生产、生活	15	40.54%
	施工期间扰动水体引起水体中悬浮物增加	13	35.14%
	施工期间扰动水体对鱼类等水生生物造成惊扰	9	24.32%
	施工活动对野生动物的惊扰	13	35.14%
3.贵单位认为本工程运行期主要不利环境影响是（可多选）	工程永久占地、库区淹没引起的植物资源损失	20	54.05%
	工程永久占地、库区淹没引起的土地资源损失，影响农业生产	24	64.86%
	工程运行对鱼类影响（阻隔、洄游、栖息地）	10	27.03%
	水库运行后下游河道水量减少	16	43.24%
4.贵单位认为本工程会对区域环境及社会发展带来的有利影响是（可多选）	提供防洪标准，保障区域防洪安全	29	78.38%
	提高区域供水能力（供水保障率、供水量）	23	62.16%
	增加供电保障、改变能源结构	21	56.76%
	改善河道生态基流	21	56.76%
	带动地方经济发展、增加收入	12	32.43%
5.贵单位对于本工程的总体态度如何？	支持	34	91.89%
	无所谓	1	2.70%
	不支持（说明原因）	2	5.41%

调查结果表明：

①被调查单位对本工程很熟悉及了解的占 97.30%，不了解的占 2.70%。

②被调查单位认为本工程建设施工期主要不利环境影响依次是固体废弃物排放（51.35%）、施工生产、生活废水排放（43.24%）、施工扬尘、废气排放（40.54%）、施工临时占地影响生产、生活（40.54%）、施工噪声排放（35.14%）、施工期间

扰动水体引起水体中悬浮物增加（35.14%）、施工活动对野生动物的惊扰（35.14%）施工期间扰动水体对鱼类等水生生物造成惊扰（24.32%）；

③被调查单位认为本工程运行期主要不利环境影响依次是工程永久占地、库区淹没引起的土地资源损失，影响农业生产（64.86%）、工程永久占地、库区淹没引起的植物资源损失（54.05%）、水库运行后下游河道水量减少（43.24%）、工程运行对鱼类影响（阻隔、洄游、栖息地）（27.03%）；

④被调查单位认为工程会对区域环境及社会发展带来的有利影响依次是提供防洪标准，保障区域防洪安全（78.38%）、提高区域供水能力（供水保障率、供水量）（62.16%）、增加供电保障、改变能源结构（56.76%）、改善河道生态基流（56.76%）、带动地方经济发展、增加收入（32.43%）。

⑤被调查单位中，34 家单位支持工程开展（91.89%），无所谓 1 家（2.70%），不支持 2 家（5.41%）。

相关单位的其它意见主要集中在，水土保持，施工过程管理，减少污水、防尘、环境噪音，重点区域的保护，以及移民安置等相关内容。

表 11.2-5 公众意见归纳一览表

编号	单位名称	联系方式	其他意见与建议
1	咸阳市水库移民管理办公室	02938135049	1）工期间做好水土保持工作，防止水土流失；2）注意库区清理及措施保障；3）考虑蓄水后塌岸影响
2	车坞镇南胡同村村委会	13892927731	1）加强工程管理
3	淳化海华旅游开发有限公司	02932963789	1）施工会损毁路面并对游客出游安全存在隐患。注意施工车辆对环境的影响（扬尘、噪声）
4	咸阳市永寿县常宁镇草德村	18991052332	1）加大对水土流失的防护。
5	彬县程家川水电有限责任公司	02934771074	1）造成职工下岗、失业，造成社会不稳定
6	彬县文物旅游局	02934923228	1）施工期间水体悬浮物的增加会对水生生物造成影响，应采取措施。 2）工程建设对公刘墓景区造成影响，应加强保护。
7	彬县环保局	02934925522	1）加强管理，污水处理达标后排放； 2）注意防尘、防噪； 3）垃圾定期清运； 4）注意生态保护，进行必要的生态补偿。
8	彬县水生动物防疫检疫站	彬县姜塬街12号	1）加强对库区水质的检测工作
10	彬县香庙镇政府	0293471117	1）对本镇涉及景区采取保护措施，继续发挥其效益；2）与水库工程建设同步实施污水排放、水土保持等治理措施和地质调查工作。
11	彬县水利管理站	彬县姜塬街12号	1）做好库底清理
12	彬县国土资源局	02934922475	1）做好淹没区地质调查，防治山体滑坡、地面塌陷等；2）妥善安置移民，保障其生产用地，改善移民生活水平。
13	彬县龙高镇人民政府	02934771541	1）希望移民与扶贫开发相结合，提高移民生活水平；2）加大生态保护，减少泾河泥沙含量，确保沿线饮用水安全。
14	彬县太峪镇政府	02934841046	1）确保饮水安全；2）施工不影响群众生产生活；3）确保移民正常安置。
15	彬县发改局	02934922724	1）做好水土保持工作，防止地质灾害发生；2）做好移民安置工作，提高移民生活质量。

（3）不支持工程建设社会团体分析

社会团体的调查结果中不支持工程建设的共有 2 家，分别为彬县程家川水电有限责任公司、永寿县石桥水电有限责任公司，**不支持的主要原因依然为由于水库建设造成的库区水电公司的停运，从而导致员工失业问题，上述相关问题不属于环境问题**。

11.2.4 座谈会

（1）众座谈会基本情况

2015 年 6 月 27 日，根据环评法以及《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发〔2006〕28 号）等要求，由陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室组织在咸阳市彬县水利局组织召开陕西泾河东庄水利枢纽工程环境影响公众座谈会，到会单位有：陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室、咸阳水利管理站、彬县水利局、彬县渔政管理站、彬县水利管理站、彬县环保局、彬县发改委、彬县文物旅游局、彬县林业局、彬县国土局、彬县太峪镇政府 彬县龙高镇政府、彬县香庙镇政府、黄河勘测规划设计公司、中国水利水电科学研究院等；2015 年 6 月 28 日，由陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室组织在咸阳市礼泉县水利局组织召开陕西泾河东庄水利枢纽工程环境影响礼泉县公众座谈会，参加单位有礼泉县发展改革局、礼泉县林业局、礼泉县环境保护局、礼泉县水利局、礼泉县移民办、礼泉县国土资源局、黄河勘测规划设计有限公司、陕西省水利厅东庄水库前期工作领导小组办公室（陕西省东庄办）、咸阳市东庄水库前期工作领导小组办公室（咸阳市东庄办）、中国水利水电科学研究院等；两次座谈会上设计单位及环评单位听取了有关单位对于东庄水利枢纽工程建设建设中的环境影响、环境保护的建议和意见，以进一步完善环境影响报告书。

（2）公众意见归纳

就东庄水利枢纽工程的建设范围、主要影响、污染源、水环境等问题进行充分的交流和沟通，环评单位介绍工程主要项目组成、占地范围、面积、主要影响等；听取相关单位关于农业面源、地下水水质、生态、污染源等情况介绍。参加单位认为工程建设具有必要性，对于保障区域工农业发展，促进社会经济发展有很大作用，但是需要处理好工程施工期间对植被、噪声、水污染、固体废弃物、水生态保护等环境问题。

表 11.2-6 座谈会意见表

参加单位	主要意见
一、彬县水利局	1）同意水库的建设；2）注重工程建设对水电站、旅游景区、塌岸区域、公刘墓等重点区域的影响，并采取必要的措施；
二、彬县环境保护局	1）支持工程建设；2）注重施工过程中的水环境保护等相关工作。
三、彬县发展改革局	1）东庄水库在环境保护方面、水土保持方面采取的措施，非常有效，需要注意工程运行中的滑坡等防治措施；2）做好移民安置工作，避免产生一系列其他环境问题。
四、彬县国土局	1）根据东庄水库淹没调查，彬县属于淹没区、塌陷区，区域存在原有煤矿滑坡、塌陷问题，水库运行后可能进一步加剧上述问题，需要加强水土流失防治措施；2）全面落实移民工作，安置搬迁的移民生活质量不要下降。
五、彬县香庙镇政府	1）支持水库建设；2）程家川旅游景区建设时期较短，整体效益较好，建议采取工程措施进行保护。
六、彬县文物旅游局	1）公刘墓是彬县主要文物单位，对于彬县旅游具有重要作用。公刘墓区域属于东庄水利枢纽工程塌陷范围，需要关注工程排水问题影响，采取工程措施保护好公刘墓。
七、彬县林业局	1）工程属于国家重大工程项目，支持工程建设。 2）公刘墓作为彬县旅游重要景区，建议对其采取工程保护措施。
八、彬县太峪镇政府	1）水库影响枣渠水电站正常运行，需要关注水库水质，间接影响周边区域地下水水源地水质，以及关注工程、煤矿塌陷区双重作用下的水质问题。
九、彬县龙高镇政府	1）支持工程建设；2）注重工程涉及的移民村庄并改善群众生活；3）关注工程建设、运行对区域水土流失影响，需要进一步采取必要的水土保持措施提高库区植被覆盖等。
十、彬县渔政管理站（水管站）	1）工程建设是有利的，彬县位于库区末端，水位变化引起面积变化较大，滩地淤积等问题需要高度关注；2）工程应采取鱼类保护措施。
十一、咸阳东庄办（水利管理站）	1）工程得到陕西省、咸阳市、县级等政府的高度关注，相关工作得到大力支持，环境影响等前期工作需要得到大力支持，促进工程早期建设、发展开展工作。
十二、礼泉县水利局	1）工程建设是必要的；2）注重工程施工过程中的扬尘等环境问题；3）工程建设过程中系统考虑污水处理设施、固体垃圾处理设施与区域农村环境保护措施的结合，需要结合区域相关规划进行。
十三、礼泉县林业局	1）工程建设是必要的，不会对区域生态造成较大的不利影响；2）由于工程永久占地已经采取相关措施，需要关注临时占地中的林地占用、恢复措施，林地占用需要遵循国家相关程序。
十四、礼泉县环保局	1）严格按照相关要求需要开展环境监理工作，落实环境保护措施；2）需要注意临时占地中的生态保护措施；3）工程实施过程中应与环保局进行密切沟通、协调，强化属地管理，保障环境保护措施全面落实和环境监管到位；4）强化固体废弃物的处理措施，严格执行废渣管理，避免弃渣乱排现象。
十五、礼泉县国土局	工程占地中应该落实节约原则，临时占地中尽量少用农田、耕地，严禁占用基本农田。
十六、礼泉县发改局	1）工程总体建设符合相关规划，支持工程建设；2）工程环境保护措施中应该解决区域垃圾填埋场设置，避免生活垃圾随意排放，以及采取优化措施节约占地，降低工程的不利环境影响。

11.2.5 公众意见采纳与否的建议

问卷调查中，公众对施工期噪声、扬尘、植被和固体废弃物等问题比较关注。

建议建设单位采纳公众意见，加强施工高峰期噪声、扬尘的防治，尽量减少植被扰动和破坏及时清理固体废弃物，具体降低影响的措施见表 11.2-7。

表 11.2-7 公众关注问题的环保对策建议

公众关注的问题	对应防治措施
施工期噪声影响	1）施工车辆、机械设备的噪声排放指标须符合相关环保标准； 2）施工过程中尽量选用低噪声设备，保持设备良好运行工况； 3）对受噪声影响较大的相家村安装噪声防治措施；
施工扬尘	1）选用低能耗、低污染排放施工机械； 2）加强施工机械、车辆管理和维修保养； 3）控制扬尘，大风天气时尽量避免土料开挖； 4）物料运输时加强防护，适当加湿或盖上蓬布，避免漏撒； 5）配置洒水车，对施工道路、取土场、施工场进行洒水降尘； 6）对土料场、弃渣场临时堆放土进行防尘网覆盖。
施工期植被破坏	1）根据建设对植物资源影响因素、方式，从减缓、恢复、管理提出保护措施； 2）施工过程中，加强环境监理职能作用，对保护措施实施监督和检查，对出现的环境问题及时处理； 3）施工结束后及时恢复等措施。
固体废弃物	1）弃渣填埋后应做好水保措施，植树种草，防止水土流失。 2）生活垃圾集中选点收集堆放，定期清运。
污水排放	1）混凝土拌和系统冲洗废水中和处理后回用。 2）机械车辆冲洗废水 设置集水沟对检修废水进行收集，设置隔油沉淀处理系统，处理后废水用于喷洒施工道路，不外排。 3）生活污水 施工现场设简易旱厕及化粪池，收集施工人员粪便污水，定期清掏旱厕，施与农田。 4）砂石料冲洗废水沉淀处理后回用； 5）基坑排水沉淀处理；
生态环境	1）悬浮物防治措施； 2）施工期噪声及振动控制； 3）鱼类繁殖期避让措施； 4）增殖放流措施和集运鱼系统； 5）生态流量泄放设施； 6）生态补偿措施等； 7）划定施工区域、宣传教育等管理措施； 8）珍稀动物保护应急预案等。

11.3 公众调查结论

本工程在环境影响评价过程中，进行第一次信息公示（2013 年 10 月 14 日至 2013 年 10 月 29 日）和第二次信息公示（2015 年 05 月 05 日至 2015 年 05 月

20 日），公示期均不少于 10 个工作日。公众参与合计发放调查问卷 441 份收回 441 份，团体问卷 37 份收回 37 份，征询工程周边公众对工程建设的具体意见。两次网上公示、报纸公示期间，没有收到反馈意见，没有人反对该工程建设。

调查问卷结果表明：被调查人群中支持工程建设 233 人（90.31%），8 人（3.10%）认为无所谓，17 人（6.59%）不支持该工程。被调查移民人群中支持工程建设 180 人（98.36%），3 人（1.64%）认为无所谓、无不支持者。调查单位中，34 家单位支持工程开展（91.89%），无所谓 1 家（2.70%），不支持 2 家（5.41%）。

建设单位已经知晓公众对本工程的意见，对容易造成噪声污染、大气污染、交通影响、植被破坏等问题，表示会按规定采取相应的防护及缓解措施，减少施工期对周边环境的影响。

综上所述，本工程公众参与符合相关规定要求，统计结果表明绝大多数被调查者支持该工程建设，因此，采纳公众的意见，赞成本工程建设。

11.4 公众参与结果评价

11.4.1 程序合法性

公众参与程序符合《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发〔2006〕28 号）、《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98 号）等有关规定要求。接受委托后进行首次信息公示；在环境影响报告书编制完成后进行了二次信息公示，同时公开报告书简本，并进行公众意见调查；最终将公众意见汇总分析，并向提出意见的公众反馈了意见处理情况。

11.4.2 形式有效性

公众参与形式有效可行，包括信息公示、问卷调查、座谈会等。信息公示考虑到不同地区群众获取信息的途径不同，分别在陕西省水利厅网站、三秦都市报等方式发布信息，并公开建设单位及环评单位的联系方式，便于群众提出意见。问卷调查采用实地抽样调查、入户访谈式调查等多种方式，问题设置简单明确、通俗易懂。调查内容包括公众对项目的了解程度，对项目所在地环境现状的看法，对项目建设的环境影响以及环保措施的意见和建议，同时允许公众就其关心的个别问题发表看法。

11.4.3 对象代表性

本次公众参与调查对象力求做到了具有广泛的代表性，选择的对象综合考虑地域、职业、年龄、性别、文化水平及受影响程度等因素。

社会团体包括咸阳市水库移民管理办公室、彬县发改局、彬县林业局、礼泉县环境保护局、礼泉县发展和改革局、礼泉县国土资源局、礼泉县林业局、礼泉县水利局、礼泉县移民办公室、彬县文物旅游局、彬县环保局、彬县水生动物防疫检疫站、彬县水利管理站、彬县国土资源局等相关政府单位；永寿县石桥水电有限责任公司、淳化县茨坪水电站、彬县程家川水电有限责任公司、彬县枣渠水电有限责任公司、陕西旺家旺林业有限公司、淳化海华旅游开发有限公司等相关企业；宁镇政府、永太镇、永寿县常宁镇草德村、焦家河村、塬边村、礼泉县叱干镇湾里村、后哇村村委会、车坞镇南胡同村村委会等相关村镇，充分代表了不同群体的意见。

公众个人涉及移民、移民安置迁建区居民、施工区附近居民以及其他受间接影响的居民。

调查对象包括妇女和弱势群体，职业有农民、工人、个体经营者及国家干部等，年龄构成包括青年、中年和老年。

11.4.4 结果真实性

公众参与结果真实可信，信息公示内容真实客观地反映工程情况及环境影响评价工作情况，问卷调查均采取自愿原则，不存在对公众具有诱导性的问题，并对公众提出的意见和建议的处理结果及时反馈。团体调查表均加盖单位公章。

座谈会真实记录了会议主要内容，并由主办单位形成会议纪要。

11.5 小结

本项目环评过程中的历次公众参与调查工作都是在地方政府的配合下，建设单位和评价单位现场全程参与完成的，尤其是评价单位工作人员在现场与地方群众进行了多次的、多种形式的解释和沟通工作，调查对象在填写公众参与调查表前，充分了解清楚了调查表信息，调查成果满足结果真实性的要求。环评信息公示、公众意见调查表的发放均严格按照相关要求进行，公示内容准确反应建设项

目相关信息，工作过程透明有效，调查结果真实可靠。

综上，东庄水利枢纽工程的公众参与严格遵循了《环境影响评价公众参与暂行办法》和《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发[2012]98号)等有关要求，其成果符合程序合法性、形式有效性、对象代表性、结果真实性等要求。

12 环境影响评价结论

12.1 工程概况

东庄水利枢纽工程坝址位于泾河干流最后一个峡谷段出口（张家山水文站）以上 29km，左岸为淳化县车坞乡，右岸为礼泉县叱干镇，距西安市约 90km。东庄水利枢纽工程开发任务以防洪减淤为主，兼顾供水、发电和改善生态等综合利用，枢纽建筑物包括混凝土拱坝、坝身排沙泄洪孔、水垫塘及二道坝和岸边供水取水口及发电引水进口、发电引水洞、地下厂房和库区防渗工程等，水库总库容 32.76 亿 m^3，电站装机规模 110MW。

东庄水库控制泾河洪水，与河防工程相结合，减少泾、渭河下游的灾害损失，减轻对三门峡库区 335m 高程以下返库移民区的洪水灾害。东庄水库拦沙和调水调沙运用，长期保持水库有效库容；塑造渭河下游有利的水沙关系，有效减少渭河下游河道淤积，扩大和维持中水河槽规模；同时拦减进入黄河泥沙量，减少黄河下游河道淤积。多年平均供水量 4.41 亿 m^3，其中供给泾惠渠灌区水量 2.79 亿 m^3，铜川新区、富平县城及工业园区、西咸新区及三原县城城镇生活和工业水量 1.62 亿 m^3。

工程总投资 1506892 万元。

12.2 工程分析结论

12.2.1 工程与产业政策及相关规划协调性分析结论

工程符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》等相关要求，工程是《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年 2 月 16 日国家发展改革委第 21 号令修订）中的水利类鼓励类项目。

工程建设与《国务院关于进一步推进西部大开发的若干意见》（国发〔2004〕6 号）、《中共中央国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》（中发〔2010〕11 号）、《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1 号）、《西部大开发“十三五”规划》（发改西部〔2017〕89 号)等政策相协调。

工程建设符合《黄河流域综合规划》（国函〔2013〕34 号）、《黄河流域防洪规划》（国函〔2008〕63 号）、《渭河流域重点治理规划》（国函〔2005〕99 号）、《水利改革发展“十三五”规划》及《渭河流域水污染防治巩固提高三年行动方案（2015-2017 年）（陕政办发 〔2015〕38 号）、《陕西省泾河流域综合规划》（陕政函〔2017〕242 号）等相关规划。

工程与《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕46 号）、《全国生态功能区划》（环境保护部公告 2008 年第 35 号）、《陕西省主体功能区规划（2009-2020 年）》（陕政发〔2013〕15 号）、《陕西省生态功能区划》（陕政办发〔2004〕115 号）、《重点流域水污染防治规划(2011-2015 年)》（环水体〔2017〕142 号）、《陕西省“十三五”环境保护规划》（陕环发〔2016〕39 号）等协调一致。

综上，工程建设符合国家相关政策要求，同时与相关规划相协调。

12.2.2 工程方案环境合理性

前山嘴、东庄坝址方案在水环境、生态、淹没与移民方面影响差别不大，两者均不存在重大环境制约因素，从环境角度分析，两坝址建设均可行。综合考虑社会、经济及环境，建议推荐东庄坝址方案。

双曲拱坝相对于混凝土面板堆石坝、混凝土重力坝具有取土和弃渣影响相对较小，坝型方案均不存在环境制约因素。从环境角度分析，拱坝方案为环境较优方案。

东庄水库正常蓄水位 787m、789m 和 791m 方案下总库容没有变化，但 791m 方案淹没影响较大。正常蓄水位 787m、789m 方案均不存在重大环境制约因素，防洪效益和减淤效益相同，在满足防洪减淤任务的前提下，充分发挥供水、发电及改善生态的效益，推荐 789m 方案作为正常蓄水位是合理的。

12.2.3 工程施工布置环境合理性

施工布置原则考虑问题相对较为全面，枢纽施工区域距离环境敏感点较远，土地利用类型主要为林地、草地，施工对周围环境影响较小，从环境保护角度讲，工程的选址、施工工艺以及工程布置相对较为合理。

12.3 环境现状调查与评价结论

12.3.1 陆地生态系统

(1)植物资源

东庄水库评价区域内主要植被类型以乔木植被类型、灌丛植被类型和草地植被类型为主，主要野生植物有刺槐、油松、蔷薇、杠柳、丁香、柠条、酸枣、苔草、紫菀、长芒草、狼尾草、芦苇等；经济林和粮食作物主要有苹果、枣树、梨、桃树、小麦、油菜等。

枢纽区主要植被类型以灌丛、草丛为主。淹没区植被由疏林、灌丛和草地组成，主要以柠条灌丛、芦苇草丛为主；疏林以次生的刺槐林、杜梨为主；灌丛以柠条灌丛为主；草地以芦苇草地、狼尾草为主。

评价区域未调查到珍稀保护植物。

（2）动物资源

评价区域有哺乳动物 6 目 12 科 28 种，其中国家Ⅱ级保护动物 1 种，陕西省级保护动物 6 种，古北种 14 种，广布种 9 种，东洋种 6 种，无特有种。

鸟类 17 目 43 科 154 种，其中国家Ⅰ级保护鸟类 2 种，Ⅱ级重点保护鸟类 13 种，省级保护鸟类 32 种，古北种 71 种，广布种 42 种，东洋种 41 种，特有种 5 种；按照居留类型划分，留鸟 71 种，夏候鸟 28 种，冬候鸟 25 种，旅鸟 30 种。

爬行动物 3 目 6 科 16 种，无国家保护物种，省级保护动物 5 种，古北种 11 种；广布种 4 种；东洋界 1 种；无特有种类分布。

两栖类 1 目 4 科 7 种，无国家珍稀保护种类，省级保护动物 2 种，古北种 4 种，广布种 3 种，无特有种分布。

（3）土地利用

区域主要土地利用类型为耕地，占评价面积 43.94%，主要分布在泾河张家山以下区域；林地占 22.08%，主要类型为灌木林地，主要为柠条锦鸡儿、杠柳、酸枣、荆条、丁香等灌丛；草地占 18.09%，主要以中覆盖度草地为主，主要为

长芒草、狼尾草、虎尾草、赖草、芒草、苔草、狗尾草等；此外，园地、水域和住宅用地在评价区域分布相对较大。区域土地利用格局分异较明显，耕地、林地、草地、水域和住宅用地是主要土地利用类型，耕地是区域面积最大土地利用类型。

（4）生态完整性

农田和林地是区域生态景观格局中的景观模地，农田、林地、水域、草地等多种景观共存，呈现多样景观格局特征，区域景观具有一定的异质性，说明人为扰动特征在区域生态景观中表现相对较为明显。

12.3.2 水生生态系统

（1）浮游植物

浮游植物 7 门 127 种属，其中硅藻门 91 种属，绿藻门 21 种属，裸藻门 7 种属，黄藻门 3 种属，甲藻门 1 种属，金藻门 1 种属。浮游植物平均密度 41.65×10^{4} cells/L，平均生物量 385.39×10^{-3} mg/L。

（2）浮游动物

浮游动物 3 门 18 种属，其中原生动物门 15 种属，轮虫类 1 种属，桡足类各 2 种属。浮游动物平均密度 79indL^{-1}，平均生物量 5.21×10^{-3} mg L^{-1}。

（3）底栖动物

底栖动物 8 种，隶属于 3 门 8 目 8 科，其中以节肢动物门为主。

（4）鱼类

泾河入渭河口至崆峒水库坝下捕获鱼类 12 种，隶属于 2 目 4 科，其中鲤科鱼类 8 种，鳅科鱼类 2 种，鲇科、鰕虎鱼科各 1 种。鲤科鱼类所占比例最多，优势种类为鲫鱼、拉氏鱥、斯氏高原鳅等小型鱼类。调查河段分布有陕西省重点保护鱼类陕西高原鳅，地方土著鱼类拉氏鱥，主要经济鱼类鲤鱼、鲇鱼等。

干流和支流河段调查到鱼类产卵场 5 处，分别为东庄水库坝下泾河大桥和坝上北屋、弥家河、水帘乡及崆峒坝下断面。

12.3.2 自然保护区现状调查与评价

陕西西安泾渭湿地自然保护区位于西安市城北的渭河、泾河、灞河交汇区域，地跨西安市未央区、灞桥区和高陵县。自然保护区面积3029.83 hm^2，其中核心区面积936.89hm^2，缓冲区面积796.29 hm^2，实验区面积1296.25 hm^2。

泾渭湿地自然保护区内有野生种子植物 64 科 175 属 253 种。两栖爬行类 4 目 7 科 18 种，鸟类 14 目 30 科 91 种，哺乳类 5 目 7 科 20 种，其中国家 I 级重点保护物种 2 种（大鸨、金雕），国家 II 级重点保护物种 16 种，以猛禽类为主，陕西省重点和一般保护物种 56 种。鸟类以越冬的雁鸭类、鸻形目为优势种群。

12.3.3 水环境质量现状评价

（1）地表水环境

现状水质评价表明，水源区泾河干流现状水质没有满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准。

枯水期1#断面～7#断面水质指标中BOD_5、总氮、粪大肠菌群超标，1#断面～4#断面、7#断面水质指标中氨氮超标，1#断面总磷超标，7#断面硫酸盐超标。

平水期 1#断面～7#断面水质指标中 BOD_5、总氮、粪大肠菌群超标；1#断面～4#断面、6#断面～7#断面氨氮超标；4#断面硫酸盐超标。

丰水期 1#断面～7#断面水质指标中总氮、粪大肠菌群超标；1#断面高锰酸盐指数、BOD_5超标。

受水区的石川河（铜川至西安段）主要超标指标为氨氮、总磷、化学需氧量；沮河桃曲坡水库下游主要超标指标为六价铬；清峪河入石川河断面超标指标为生化需氧量、总氮、氨氮；渭河主要超标指标为总磷、氨氮。

综合泾河干流2006～2016年水质监测资料，2006～2014年主要超标指标包括BOD_5、总氮、石油类、TP等，2015年主要超标指标为总氮，BOD_5，2016年主要超标指标是总氮，泾河干流的BOD_5、石油类、TP整体呈现不断降低态势，基本满足水质目标要求，但总氮呈现增加态势，需要全面落实甘肃、陕西区域的水污染防治措施，以及强化区域总氮污染源控制措施的前提下，综合采取措施保障2030年泾河干流水质满足水功能区划水质目标要求。

（2）地下水环境

枯水期水样超标率 44.6%，超标指标主要包括氟化物、六价铬、溶解总固体、总硬度、硫酸盐、硝酸盐、氯化物、亚硝酸盐、高锰酸盐指数、铁、氨氮、pH 值、锌、碘，超标率分别为 24.1%、18.8%、16.1%、16.1%、12.5%、8.0%、6.3%、4.5%、 3.6%、3.6%、1.8%、1.8%、0.9%。

丰水期水样超标率 40.6%，超标指标主要包括氟化物、六价铬、高锰酸盐指数、溶解总固体，个别水样亚硝酸盐、总硬度、硫酸盐、氯化物、氨氮、铁、锰、汞、镍和 pH 值超标。泉水及井水超标指标一般不超过 3 项。

平水期水样超标率 37.5%，主要超标指标包括氟化物、总硬度、高锰酸盐指数、亚硝酸盐、铁、锌等。

12.3.4 大气环境与声环境质量现状评价

工程涉及区域处于农村地区，大气与声环境总体质量较好。

12.4 环境影响预测与评价结论

12.4.1 水文情势影响

（1）水文情势

水库拦沙运行期，坝址断面丰水年、平水年汛后下泄水量低于原天然河道来水量，枯水季节与天然来水状况基本相同，部分时段大于建库前。枯水年及特枯水年下泄水量基本保持了天然河道来流状况下的丰枯变化特征，坝下断面流量过程并未因工程运行产生明显变化；文泾电站断面水文情势变化趋势与东庄坝址断面基本相同，年内变化过程和变化趋势基本一致。由于南线引水，文泾电站断面流量与泾河天然流量过程数据差值进一步增大，水文情势影响程度进一步增强；泾惠渠渠首断面在丰水年、平水年在汛前及汛后下泄水量低于天然河道来水量，枯水季节水量状况总体与建库前基本相同；张家山断面水文情势变化趋势与泾惠渠渠首断面基本相同，典型年年内变化过程和变化趋势基本一致。由于筛珠洞泉水量汇入，断面水量总体有所增加，可在一定程度上缓解工程运行带来的水文情势影响；东庄水库在拦沙期并未改变渭河干流典型年的年内水量丰枯变化特征，

但部分年份春季时段造成渭河干流水量减少。正常运行期坝址、文泾电站坝址、泾惠渠渠首、张家山等断面水文情势影响趋势与拦沙运行期基本相同。

（2）水温

拦沙期库区水温结构属于典型分层型，坝前水温分层具有明显季节性特性。坝前水温结构从 4 月份开始出现明显分层现象，分层最为明显为 5～9 月。丰水年库表水温变化范围 3.7℃～23.5℃、平水年水温变化范围 3.8℃～23.3℃、枯水年水温变化范围 3.0℃～24.5℃、特枯水年水温变化范围 3.8℃～23.7℃。东庄坝前库底常年保持恒温状态，水温保持在 3～4℃。丰水年下泄低温水与河道水温最大差值出现在 4 月（-5.3℃）；平水年下泄低温水与河道水温最大差值出现在 4 月（-5.1℃）；枯水年下泄低温水与河道水温最大差值出现在 4 月（-4.9℃）；特枯水年下泄低温水与河道水温最大差值出现在 4 月（-4.5℃）。

正常运行期水库由深水型变为浅水型，库区水体依然存在一定分层现象，但年内分层时段明显缩短，仅 4～6 月存在明显分层现象。由于坝前水深变浅，下泄低温水程度有所降低：丰水年下泄低温水与河道水温最大差值出现在 4 月（-2.4℃）；平水年下泄低温水与河道水温最大差值出现在 4 月（-2.6℃）。

（3）水质

根据丰水年、平水年、枯水年、特枯水年水质模拟结果，**在泾河陕西段河道水质满足水功能区水质要求（Ⅲ类水）的前提下，**东庄水库在蓄水后库区水体水质总体良好，模拟指标均可满足《地表水环境质量标准》Ⅲ类水标准要求。**在规划水平年污染治理措施得到有效落实条件下，库区水质能够满足水功能区标准要求。**

（4）泥沙淤积及冲刷

不同水沙系列，东庄水库淤积形态变化过程基本相同。运行初期为三角洲淤积形态，三角洲顶点逐渐向坝前推进，直至顶点达坝前后，水库为锥体淤积形态，而后淤积面继续抬升；正常运用期，淤积面在汛限水位至死水位之间变化。水库淤积末端均在早饭头以下。

不同水沙系列，东庄水库库容曲线变化过程相近。水库拦沙运用期内，水库

库容逐渐减少；正常运用期，库区多年基本保持冲淤平衡状态，水库能够长期保持有效库容，库容变化趋于稳定。

东庄水库投入运行后，渭河下游河道累计淤积量为 5.98～7.16 亿 t，平均减少淤积厚度 1.26m～1.51m，减少淤积 53.8%～86.0%。水库调节作用可使渭河下游中水河槽过流能力在较长时间内维持在 2500m^3/s 以上水平，东庄水库拦沙初期通过调水调沙运用，可使渭河下游主槽行洪能力在较短时间内恢复至 3000～4000m^3/s。

东庄水库运行后初期，清水下泄，东庄水库坝址至桃园水文站河段主要为基岩和砂砾石河床，河道冲淤变化很小，清水下泄不会对坝下泾河重要湿地的平摊流量造成明显影响，但是会对桃园水文站与泾渭湿地保护区之间的泾河河道造成下切影响。3～5 年后，随着水库排沙，河道将逐步回淤，上述不利影响将逐渐降低。

12.4.2 地下水环境影响预测与评价

（1）对地下水环境影响

Ⅰ区、Ⅲ区在建设期和运行期均不会对地下水产生不利影响，不会引起水质变差、土壤盐渍、沼泽化和湿地退化等环境地质问题。

建设期，Ⅱ区生产和生活废水经处理后回收利用，不进行排放，不会对库区周边地下水水质产生影响。水库蓄水后，四种溶质（NH_4^+、SO_4^{2-}、TDS、COD_{Mn}）影响范围大致相近，对地下水水质影响区主要集中在库区及其附近，对筛珠洞泉等环境敏感点水质有轻微影响。

（2）对环境敏感点影响

水库蓄水后，地下水溶质中 NH_4^+、SO_4^{2-}、TDS、COD_{Mn} 浓度增量与环境敏感点的背景值相比是极其微小的，对水质的影响微弱。

水库运行后，当泾渭湿地保护区泾河水位下降，地下水与河水补排关系不会发生变化，但会造成近河岸带水位下降。邻近河岸 74.5m~340m 带状范围内地下水位降幅 0~40cm，可能会造成部分根系发育较浅的植被萎缩，但不会产生湿地退化。

12.4.3 陆地生态环境影响预测与评价

（1）对植物资源影响

工程建设区域内植物种类均为常见广布种，建设期间扰动地表、水库淹没等破坏植物种类是局部的，不会造成植物区系组成发生变化。

坝体、业主营地、对外交通道路、厂内进场永久道路、大坝管理区等永久占地造成损失生物量 5649.18t；导流洞进口占地、砂石料加工系统、料场、渣场、施工临时道路、施工工厂、施工营地等临时占地造成损失生物量 9747.03t；库区淹没造成评价区生物量净损失量 6.85 万 t。

（2）对动物资源影响

工程施工噪声和渣料场开采，将会导致周边野生动物栖息环境的变化，对区域野生动物将产生不利影响，但不会对其生存造成威胁。运行期，岸边、河谷地带现有的部分野生动物生境将被淹没，将使得其栖息地和觅食范围相对缩小，但不会构成严重威胁，淹没区对其不利影响甚微。

工程建成后，由于水位上升和库容增大，为静水型两栖动物提供了适宜的栖息环境，资源量会有所上升；蓄水不会造成鸟类个体死亡，水面积增加，可能会扩大湿地鸟类生境，导致种类及个体数增加。

（3）生态完整性影响

工程运行后，评价区域景观优势度基本变化不大，水域景观、居民点及建设用地景观优势度略有增加，农田、草甸、落叶阔叶灌丛、人工林、落叶阔叶林、温性针叶林、其它（裸地等）景观类型优势度稍微下降。

施工结束后，通过土地平整、植被恢复等措施，农田景观、落叶阔叶灌丛和草地景观仍为评价区优势度较高景观类型，表明工程运行对区域生态完整性影响较轻微，区域生态景观格局不会因工程建设而改变。

（4）湿地影响

漫滩洪水是泾河湿地水文形成的主要驱动力，水库调度能够维持增加湿地滩地植被漫滩流量出现天数，但是需要结合水库运行调度方式在湿地植被生长关

键期开展人造洪水进行补给，降低工程建设对下游湿地不利影响。

12.4.4 水生态系统影响预测与评价

（1）对水生生物影响

工程建设期导流工程、缆机平台、大坝岸坡开挖、坝基开挖、混凝土双曲拱坝浇筑、消力塘、引水洞、地下厂房及库区防渗等主要施工活动将导致施工区域泾河水体浑浊，透明度下降，对河流水环境及水生生物产生一定影响，施工引起的浮游生物结构变化不会改变区域浮游生物多样性下降；施工区段底质发生变动，底栖生物原有栖息地破坏，生境暂时性缩小，生物量减少。上述影响局部的、暂时的，施工结束后，浮游生物群落将会恢复至原有特征。

工程建设将使库区中下游从河流生态系统向湖泊生态系统转变，浮游生物群落发生变化。底栖生物优势种类不会发生太大变化，总生物量有所上升。

（2）对鱼类影响

工程建设造成施工区域水质下降、水体浑浊，影响坝址水域鱼类的生存。在施工机械扰动下，区域鱼类将会被驱赶远离施工水域，待施工结束后，鱼类会重新适应新环境。施工期对鱼类及其生境影响仅仅是局部的、暂时的。

水库建成后，库区内小型喜静水栖息鲤科鱼类和产粘性卵鲤科鱼类种群数量呈现上升趋势，喜激流水、大型及产粘性卵鲤科鱼类种群数量呈现下降趋势；其他科属鱼类种群数量呈现下降趋势。坝下泾河鱼类栖息地萎缩，栖息地面积减少。

工程运行后，河流连通性阻断。产沉性卵、粘性卵鱼类产卵场由于库区水深过大消失，产粘性卵、沉性卵的坝上鱼类产卵场向库区库尾及其以上河流上移，坝下产粘性卵、沉性卵的鱼类产卵场由于下泄水量减少而萎缩和消失。

水库建成后，导致泾河干流形成人为阻隔，阻断鱼类洄游通道，造成大坝下游河段鱼类无法洄游至上游产卵繁殖；大坝上游河段鱼类则无法通过大坝进入下游河段，基因交流受到阻碍；导致泾河流域内鱼类的种群结构改变。

拟采取过鱼设施、增殖放流、栖息地保护、渔政管理和生态监测与研究等措施降低工程施工、运行等产生的不利影响。

12.4.5 环境敏感区环境影响预测与评价

（1）自然保护区影响

东庄水库坝址位于泾渭湿地省级自然保护区上游约 84km 处，工程对自然保护区影响主要表现为工程对自然保护区水文情势的影响，以及由此产生的河道冲刷和地下水位下降，受影响主要区域为保护区的泾河区域。水库运行将对泾渭湿地自然保护区产生一定影响，在落实生态流量保障、漫滩流量保障等措施后，不利影响能够得到一定程度的减缓。

（2）风景旅游区影响

水库淹没影响彬县程家川旅游风景区、彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区、淳化龙山生态旅游度假景区、公刘教稼苑景区等。

工程施工活动不会对程家川旅游风景区带来影响，主要为工程蓄水对旅游景区造成淹没影响，但淹没范围较为有限，对景区自然生态体系影响相对不大。

工程运行后，将淹没临近泾河的程家川旅游风景区部分区域，主要淹没植被类型为草地；对龟蛇山旅游原有的峡谷漂流旅游带来直接的影响；淹没临近泾河的龙山生态旅游度假景区大部分区域，导致依赖于景区开展的生态旅游度假失去相应功能；工程不会对公刘教稼苑景区造成直接淹没影响，但对景区造成浸没塌岸间接影响。

（3）泾河重要湿地影响及泾渭湿地保护区

工程施工对泾河重要湿地产生一定影响；水库将淹没坝址-库尾河段的泾河及其支流湿地，改变库区泾河重要湿地水文情势；工程运行造成坝下泾河重要湿地径流减少，影响湿地动物栖息环境，对湿地区域植被产生一定不利影响。

工程对泾渭湿地自然保护区影响主要为对保护区水文情势的影响，运行后泾渭湿地段近河岸部位地下水位埋深未超过临界水位埋深，不会产生湿地的退化或萎缩。水库运行对入渭口处渭河湿地会产生一定影响，但对保护区整体影响有限，在落实生态流量保障、漫滩流量保障等措施后，不利影响可得到一定程度减缓。

12.4.6 施工期环境影响预测与评价

（1）地表水环境影响

工程施工中的基坑排水、砂石料加工系统冲洗废水、砼搅拌系统冲洗碱性废水、施工车辆含油冲洗水以及施工人员生活污水等如果不采取措施会对局部环境造成污染，废水收集、处理后回用；生活污水收集、清运不排放。采取上述措施后，生产生活污水不会对周围地表水体造成影响。

（2）大气环境影响

工程施工期对环境空气质量产生影响的污染源主要有燃油机械设备、道路开挖、坝基爆破开挖、填筑、炸药爆破作业、砂石加工系统、交通运输系统、作业面扬尘等，排放的主要污染物为粉尘、废气和扬尘。

工程施工场地点状分布，排放源密度不大，施工废气不会对周边环境带来较大影响。施工区扬尘影响范围主要是施工区下风向 150～200m 的范围内。

（3）噪声环境影响

施工期，道路施工周边昼夜均出现噪声超标现象，对附近村庄敏感点产生一定影响。施工期采取夜间不施工、隔声窗等措施，降低或避免噪声的影响。

（4）固体废弃物影响

工程挖方总量 1102.54 万 m^3（自然方），总弃渣量 1263.85 万 m^3。施工生活垃圾主要为施工人员粪便、饭渣等。生活垃圾在经过集中收集、集中清运等措施后，不会对周边环境产生大的影响。

12.4.7 移民安置环境影响预测与评价

（1）地表水环境影响

移民集中安置对水环境影响主要是生活污水，如不经处理直接排放，将影响周边水体水质。分散后靠安置的移民生活污水对水环境影响很小。

（2）生态环境影响

生产安置主要采取调整土地生产安置方式，主要进行坡改梯、旱地平整、土壤改良以及农田水利措施等，对生态环境影响很小。

搬迁安置改变安置点原有土地利用类型，使得区域植物资源数量减少，但不会改变区域植物种类，不会对区域生态环境造成明显的不利影响。

（2）噪声、大气环境影响

移民安置点建设产生影响的主要是固定噪声源，包括安置点建筑及道路施工噪声。

移民安置施工活动中使用的主要机械设备和汽车等将会排放NO_2、SO_2 等污染物质，部分敏感点产生环境空气影响相对较大。

（3）固体废弃物影响

移民安置区固体废物对环境的影响主要来自于生活垃圾的影响，若安置点垃圾得不到有效收集、处理，将导致居民生活、生产产生的有机垃圾（如厨余、秸秆等）随意丢弃，污染区域环境。

12.4.8 水土保持

工程施工建设扰动占地分为永久性占地和临时占地。施工准备期水土流失量28173t，施工期水土流失量 240610t，自然恢复期水土流失量 38143t。采取措施后，新增水土流失总量 174497t。

12.5 环保效益评价结论

工程完建后，结合泾河、渭河堤防建设，可将泾河下游的防洪标准从目前的10 年一遇提高到 20 年一遇；当渭河下游遭遇以泾河来水为主的洪水时，可有效消减洪峰流量，减轻洪水灾害；通过水库拦沙和调水调沙运用，减少入渭沙量、维持渭河中水河槽平滩流量的行洪输沙能力，减轻渭河下游河道淤积；为泾惠渠灌区、铜川新区、富平县城及工业区、西咸新区（泾河、空港、秦汉新城）、三原县城等新增城镇工业及农业供水。对泾河、渭河下游及陕西关中地区社会安定、经济可持续发展具有积极的、深远的影响和作用，其社会效益显著。

12.6 公众参与调查结论

本项目环境影响评价公众参与工作按照《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发〔2006〕28 号）要求，采取信息公示、问卷调查、座谈会等形式，向社会各界征求意见和建议。

公众参与合计发放调查问卷 441 份，团体问卷 37 份，征询工程周边公众对工程建设的具体意见。公众参与调查结果表明：绝大多数公众对工程建设表示支持。公众对施工期噪声、扬尘、植被和固体废弃物等问题比较关注。

12.7 综合评论

东庄水利枢纽工程开发任务为“以防洪减淤为主，兼顾供水、发电和改善生态等综合利用”，项目建设内容包括拦河坝、泄洪排沙设施、发电引水系统、供水建筑物、生态基流设施及消能设施等，符合渭河防洪减淤工程体系建设和黄河水沙调控体系建设的总体要求，符合工程开发条件和经济社会发展需求。

工程建设对环境的不利影响主要是水库淹没影响，大坝阻隔鱼类影响，工程实施对河流水文情势、水环境和水生态的影响，以及对泾河重要湿地、泾渭湿地保护区的生态影响；施工期“三废”、噪声及水土流失对周边环境的影响，以及移民安置对生态环境、水环境、土地资源、社会环境的影响等。

总体上，东庄水利枢纽工程是提高渭河下游、泾河防洪能力的重要工程措施，有助于进一步完善河段防洪体系和保障区域水资源安全，工程建设是必要的。综合考虑工程建设的重大意义和工程的环境影响，**在环境影响报告书提出的相关环境保护措施及生态保护和补偿措施及建议得到有效落实的基础上**，从环境保护的角度说，工程是可行的。

12.8 建议

（1）鉴于东庄水利枢纽工程评价河段现状水质及历史水质均存在不达标问题，需要相关部门全面**落实《泾河流域（陕西段）水污染防治规划》及批复要求**，进一步加大流域水污染治理力度（点源、面源），在东庄水库下闸蓄水前，泾河水质应满足水功能区划水质目标要求，总氮污染得到有效控制。

（2）鉴于东庄水利枢纽工程所在河段分布有陕西省重点保护鱼类-陕西高原

鳅，地方土著鱼类-拉氏鱥，地方主要经济鱼类鲤鱼、鲇鱼，以及西安泾渭湿地自然保护区、泾河重要湿地等生态敏感目标，建议建立**泾河流域水库水资源统一调度管理和东庄水库人造洪水等管理模式**。

（3）鉴于东庄水库受水区域存在退水河流水质不达标、河道断流等环境问题，建议受水区相关地方政府在落实省市水污染防治规划基础上，**全面落实、实施受水区水污染防治规划**，实现受水区的水环境质量改善和达到“增水不增污”的目标。

附件1

委 托 函

中国水利水电科学研究院:

陕西省泾河东庄水利枢纽工程位于泾河干流最后一个峡谷段出口（张家山水文站）以上29km，距西安市约90km。东庄水利枢纽工程开发任务为以防洪减淤为主，兼顾供水、发电及改善生态。工程建成后，将和其它防洪工程初步形成泾河、渭河流域防洪工程体系，有效缓解渭河下游的淤积，降低洪水威胁，对防洪保护区人民生命财产安全和社会经济可持续发展具有积极而重要的意义。

依据《中华人民共和国环境影响评价法》和国务院《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，兹委托贵单位承担陕西省泾河东庄水利枢纽工程环境影响评价工作，请按照国家有关法律法规、技术规范要求开展环境影响评价工作，编制环境影响报告书。

黄河勘测规划设计有限公司

二〇一三年十月九日

东庄水利枢纽工程环境影响

公众意见调查问卷（政府部门/社会团体）

本调查问卷目的是为了征求公众对于东庄水利枢纽工程环境影响的意见，不涉及任何其他方面。您的意见和建议对于我们更好地理解该建设项目的环境影响、促进科学和民主决策具有非常积极的意义。感谢贵单位的参与！

一、工程情况

东庄水利枢纽工程坝址位于泾河干流最后一个峡谷段出口（张家山水文站）以上29km，左岸为陕西省淳化县王家山林场，右岸为陕西省礼泉县叱干镇，距西安市约90km。东庄水利枢纽工程开发任务为以防洪减淤为主，兼顾供水、发电及改善生态。建设内容包括拦河坝、泄洪排沙设施、引水发电系统、供水建筑物等。工程总投资约为130亿元。工程建成后，将和其它防洪工程初步形成泾河、渭河流域防洪工程体系，有效缓解渭河下游的淤积，降低洪水威胁，对防洪保护区人民生命财产安全和社会经济可持续发展具有积极而重要的意义。

工程建设过程及运行过程中产生的污染物会对当地陆生生态、水生生态、环境质量、河道水文情势、人群健康等产生一些不利影响，可以通过加强施工期管理、设置污水处理设施、鱼类增殖放流、施工迹地恢复措施、下放生态基流等工程及管理措施使上述问题得到减缓。

二、被调查单位信息（调查单位需要加盖公章）

单位名称	礼泉县环境保护局 （盖章）
单位地址及联系电话	礼泉县长庆路2号 029-38920500

三、调查内容（除说明外，每一项均需选择或填写）

1. 贵单位对本工程的了解程度。	□很熟悉 ☑了解 □不了解
2. 贵单位认为本工程建设施工期主要不利环境影响是（可多选）	□施工生产、生活废水排放 ☑施工扬尘、废气排放 □施工噪声排放 ☑固体废弃物排放 □施工临时占地影响生产、生活 □施工期间扰动水体引起水体中悬浮物增加 □施工期间扰动水体对鱼类等水生生物造成惊扰 □施工活动对野生动物的惊扰 □其他（可填写）：施工过程中对生态环境的影响
3. 贵单位认为本工程运行期主要不利环境影响是（可多选）	□工程永久占地，库区淹没引起的植物资源损失 □工程永久占地，库区淹没引起的土地资源损失，影响农业生产 □工程运行对鱼类影响（阻隔、洄游、栖息地等） □水库运行后下游河道水量减少 □其他（可填写）：_____

3

4. 贵单位认为本工程会对区域环境及社会发展带来的有利影响是（可多选）	□提高防洪标准，保障区域防洪安全 ☑提高区域供水能力（供水保障率、供水量） □增加供电保障、改变能源结构 □改善河道生态基流 □带动地方经济发展，增加收入 □其他（可填写）：_____
5. 贵单位对于本工程的总体态度如何？	☑支持 □无所谓 □不支持（如选择不支持，请说明原因） 理由：_____。
6. 贵单位对工程在环境保护方面还有哪些意见和建议？（如污水处理、生活垃圾处理、水土保持等）	一、施工过程中应重点加强水土保持及水土流失防治工作。 二、加强施工扬生大气污染物的防治工作。 三、强化施工期水污染防治措施。 四、工程施工应严格按照环境影响评价文件及批复的内容实施。

东庄水利枢纽工程环境影响

公众意见调查问卷（个人）

本调查问卷目的是为了征求公众对于东庄水利枢纽工程环境影响的意见，不涉及任何其他方面。您的意见和建议对于我们更好地理解该建设项目的环境影响、促进科学和民主决策具有非常积极的意义。感谢您的参与！

一、工程情况

东庄水利枢纽工程坝址位于泾河干流最后一个峡谷段出口（张家山水文站）以上29km，左岸为陕西省淳化县王家山林场，右岸为陕西省礼泉县叱干镇，距西安市约90km。东庄水利枢纽工程开发任务为以防洪减淤为主，兼顾供水、发电及改善生态。建设内容包括拦河坝、泄洪排沙设施、引水发电系统、供水建筑物等。工程总投资约为130亿元。工程建成后，将和其它防洪工程初步形成泾河、渭河流域防洪工程体系，有效缓解渭河下游的淤积，降低洪水威胁，对防洪保护区人民生命财产安全和社会经济可持续发展具有积极而重要的意义。

工程建设过程及运行过程中产生的污染物会对当地陆生生态、水生生态、环境质量、河道水文情势、人群健康等产生一些不利影响，可以通过加强施工期管理、设置污水处理设施、鱼类增殖放流、施工迹地恢复措施、下放生态基流等工程及管理措施使上述问题得到减缓。

二、被咨询人员情况（每一项均需要填写）

姓名	李行	年龄	28	性别	☑男 ☐女
文化程度	☑ 大专以上 ☐ 高中 ☐ 初中 ☐ 小学及其他	职业	☑ 干部 ☐ 工人 ☐ 农民 ☐ 其他	民族	☑ 汉族 ☐ _____
家庭住址	咸阳 市 彬 县 北极镇 七甲 村 二 组				
工作单位	彬县文物旅游局				
联系电话	15191061860				

注：此表为必填项，请在您选中的答案☐中打√。

三、调查内容（除说明外，每一项均需选择或填写）

1. 您对本工程的了解程度。	☐很熟悉 ☑了解 ☐不了解
2. 您认为本工程建设施工期主要不利环境影响是（可多选）。	☐施工生产、生活废水排放 ☐施工扬尘、废气排放 ☐施工噪声排放 ☑固体废弃物排放 ☐施工临时占地影响生产、生活 ☑施工期间扰动水体引起水体中悬浮物增加 ☐施工期间扰动水体对鱼类等水生生物造成惊扰 ☐施工活动对野生动物的惊扰 ☐其他（可填写）：_____

三、调查内容（除说明外，每一项均需选择或填写）

3. 您认为本工程运行期主要不利环境影响是（可多选）	☑工程永久占地、库区淹没引起的植物资源损失 ☑工程永久占地、库区淹没引起的土地资源损失，影响农业生产 ☑工程运行对鱼类影响（阻隔、洄游、栖息地等） □水库运行后下游河道水量减少 □其他（可填写）：_____
4. 您认为本工程会对区域环境及社会发展带来的有利影响是（可多选）	☑提高防洪标准，保障区域防洪安全 □提高区域供水能力（供水保障率、供水量） □增加供电保障，改变能源结构 ☑改善河道生态基流 □带动地方经济发展、增加收入 □其他（可填写）：_____
5.您对于本工程的总体态度如何？	☑支持 □无所谓 □不支持（如选择不支持，请说明原因） 理由： _____。
6. 您对工程在环境保护方面还有哪些意见和建议？（如污水处理、生活垃圾处理、水土保持等）	1. 施工固体废弃物排放应采取合理科学措施，减少对当地环境影响。 2. 施工期间水体中悬浮物增加，对水质影响，应采取科学合理措施，减少对水生生物造成的影响。

172

东庄水利枢纽工程环境影响

公众意见调查问卷（移民）

本调查问卷目的是为了征求公众对于东庄水利枢纽工程环境影响的意见，不涉及任何其他方面。您的意见和建议对于我们更好地理解该建设项目的环境影响，促进科学和民主决策具有非常积极的意义。感谢您的参与！

一、工程情况

东庄水利枢纽工程坝址位于泾河干流最后一个峡谷段出口（张家山水文站）以上29km，左岸为陕西省淳化县王家山林场，右岸为陕西省礼泉县叱干镇，距西安市约90km。东庄水利枢纽工程开发任务为以防洪减淤为主，兼顾供水、发电及改善生态。建设内容包括拦河坝、泄洪排沙设施、引水发电系统、供水建筑物等。工程总投资约为130亿元。工程建成后，将和其它防洪工程初步形成泾河、渭河流域防洪工程体系，有效缓解渭河下游的淤积，降低洪水威胁，对防洪保护区人民生命财产安全和社会经济可持续发展具有积极而重要的意义。

工程建设过程及运行过程中产生的污染物会对当地陆生生态、水生生态、环境质量、河道水文情势、人群健康等产生一些不利影响，可以通过加强施工期管理、设置污水处理设施、鱼类增殖放流、施工迹地恢复措施、下放生态基流等工程及管理措施使上述问题得到减缓。

二、被咨询人员情况（每一项均需要填写）

姓名	李卫娟	年龄	36	性别	□男 ☑女
文化程度	□ 大专以上 □ 高中 ☑ 初中 □ 小学及其他	职业	□ 干部 □ 工人 ☑ 农民 □ 其他	民族	☑ 汉族 □ _____
家庭住址	咸阳 市 永寿 县 永太 乡 北堡 村 3 组				
工作单位					
联系电话	15002926141				

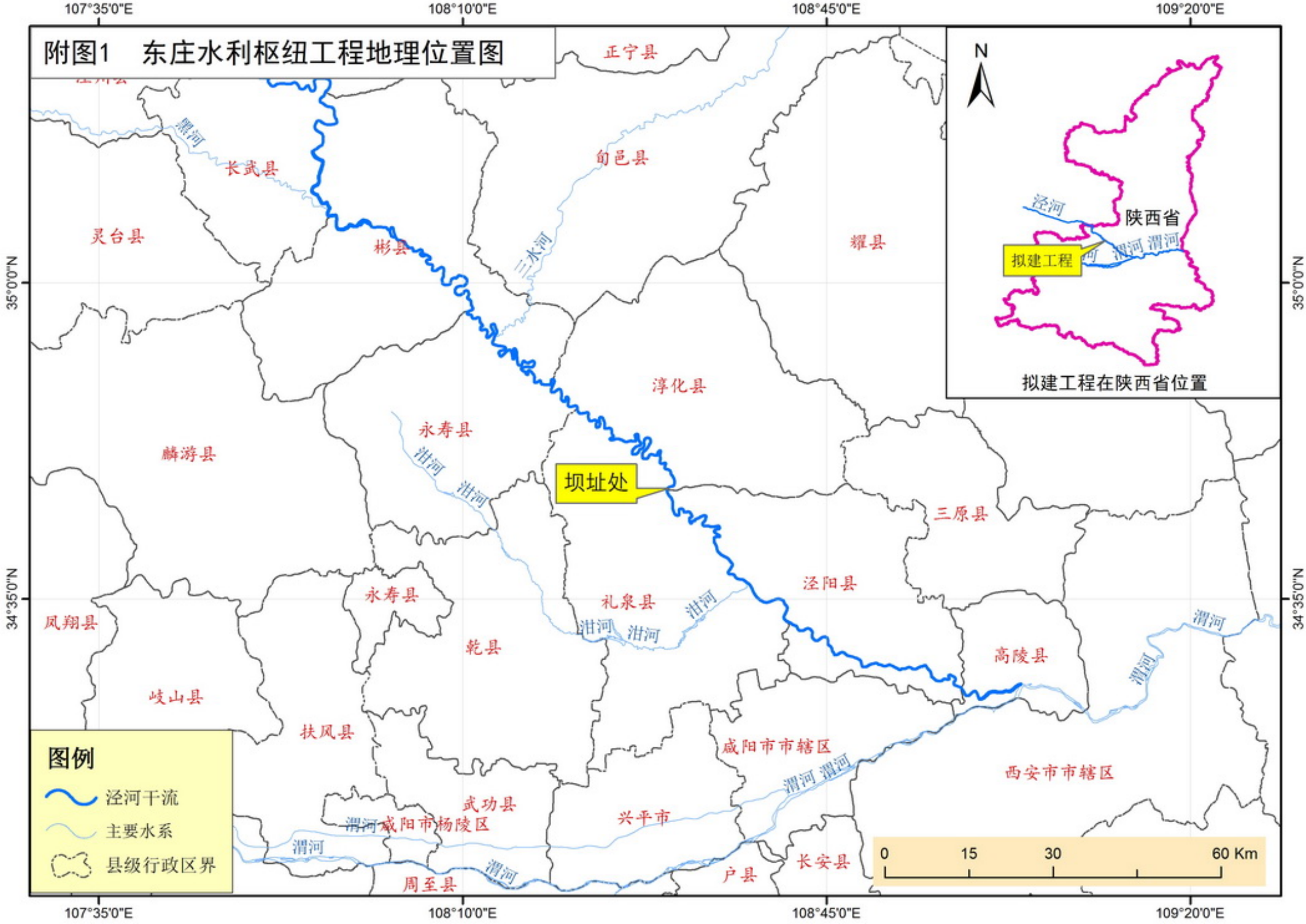
注：此表为必填项，请在您选中的答案□中打√。

三、调查内容（除说明外，每一项均需选择或填写）

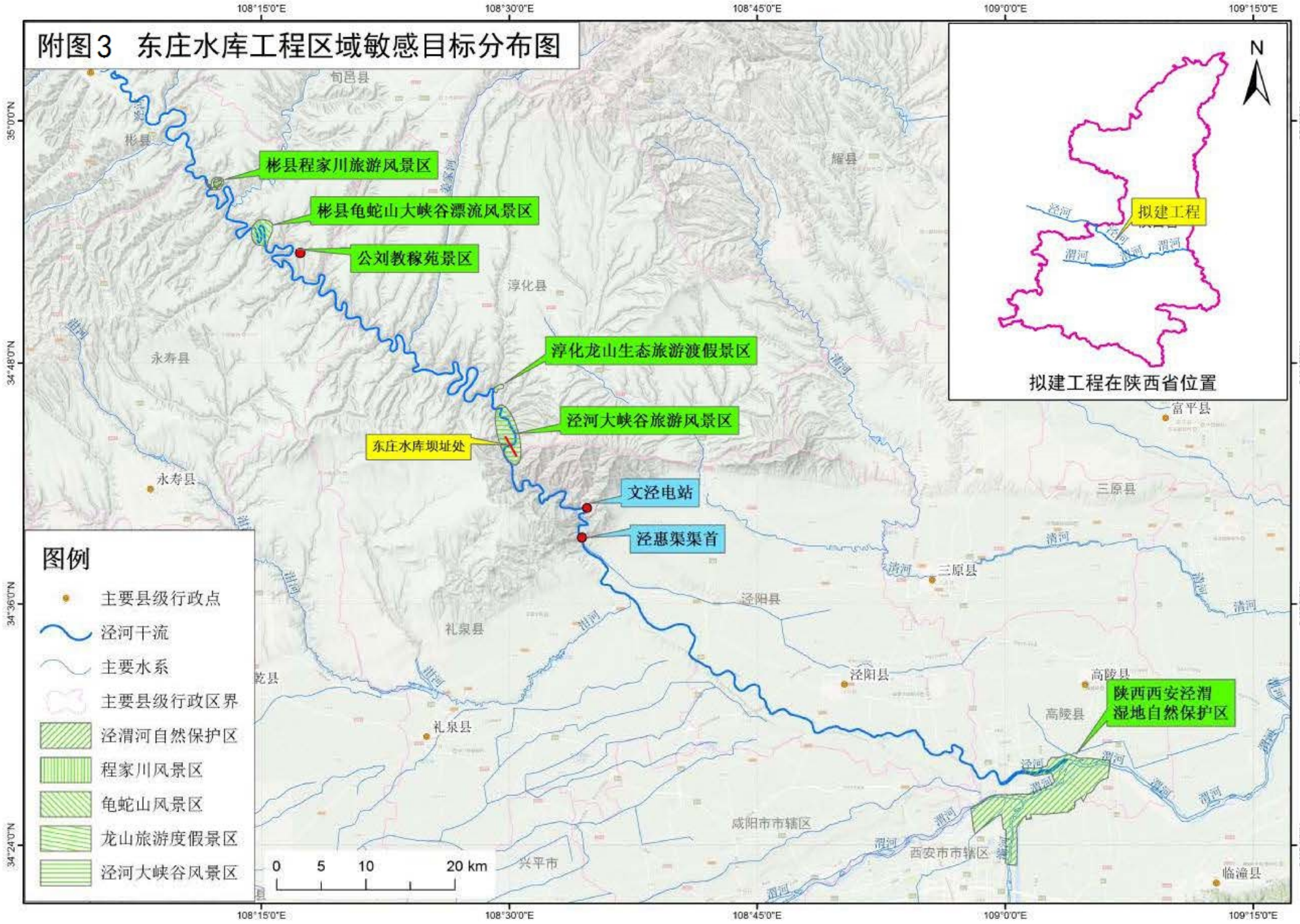
1. 您对本工程的了解程度。	☑很熟悉 □了解 □不了解
2. 您认为本工程建设施工期主要不利环境影响是（可多选）	□施工生产、生活废水排放 ☑施工扬尘、废气排放 □施工噪声排放 □固体废弃物排放 ☑施工临时占地影响生产、生活 ☑施工期间扰动水体引起水体中悬浮物增加 ☑施工期间扰动水体对鱼类等水生生物造成惊扰 ☑施工活动对野生动物的惊扰 ☑其他（可填写）：_____

三、调查内容（除说明外，每一项均需选择或填写）

3. 您认为本工程运行期主要不利环境影响是（可多选）	☑工程永久占地、库区淹没引起的植物资源损失 ☑工程永久占地、库区淹没引起的土地资源损失，影响农业生产 ☑工程运行对鱼类影响（阻隔、洄游、栖息地等） ☑水库运行后下游河道水量减少 ☑其他（可填写）：_____
4. 您认为本工程会对区域环境及社会发展带来的有利影响是（可多选）	☑提高防洪标准，保障区域防洪安全 ☑提高区域供水能力（供水保障率、供水量） ☑增加供电保障、改变能源结构 ☑改善河道生态基流 ☑带动地方经济发展、增加收入 ☑其他（可填写）：_____
5.您认为移民安置中主要的不利环境影响是（可多选）	□饮水安全保障程度降低 □生活污水、生活垃圾随意排放 □土地面积减少 □生活质量下降 □其他（可填写）：_____
6.您对于本工程的总体态度如何？	☑支持 □无所谓 □不支持（如选择不支持，请说明原因） 理由：_____
7. 您对工程在移民安置环境保护方面还有哪些意见和建议？（如污水处理、生活垃圾处理、水土保持等）	在施工期间，要对环境、农作物、垃圾处理等作好规划处理。


附图1　东庄水利枢纽工程地理位置图
107°35'0"E
108°10'0"E
108°45'0"E
109°20'0"E
35°0'0"N
34°35'0"N
正宁县
旬邑县
长武县
黑河
灵台县
彬县
三水河
耀县
淳化县
永寿县
泔河
麟游县
坝址处
三原县
泾阳县
礼泉县
永寿县
凤翔县
乾县
高陵县
渭河
岐山县
扶风县
咸阳市市辖区
西安市市辖区
武功县
兴平市
咸阳市杨陵区
长安县
户县
周至县
N
泾河
陕西省
渭河
拟建工程
拟建工程在陕西省位置
图例
泾河干流
主要水系
县级行政区界
0
15
30
60 Km

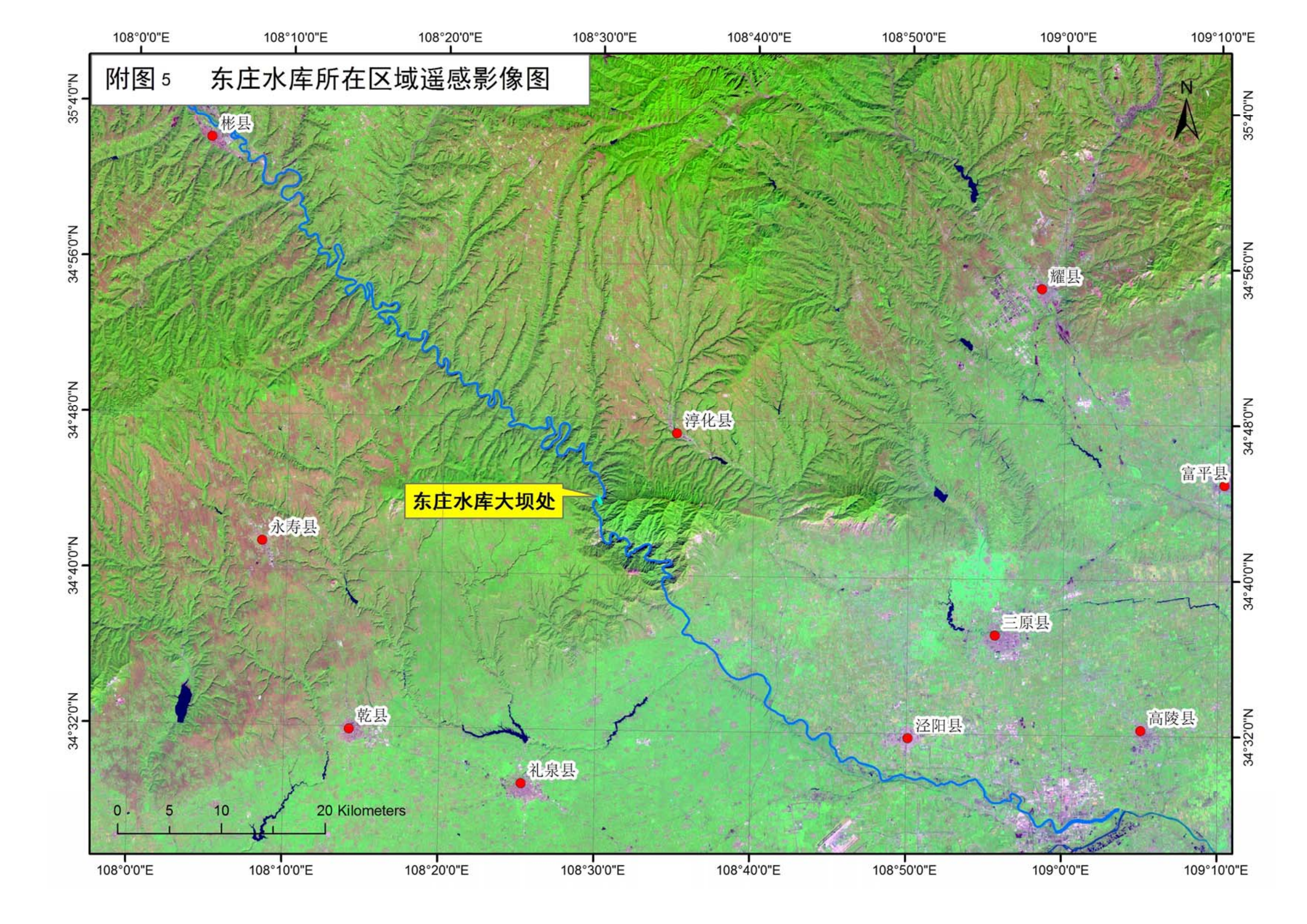

附图2　东庄水库所在区域水系分布图
图　例
省　会
地　级　市
县　市
省、自治区界
流　域　界
已建大中型水库
规划大中型水库
已建小型水库
规划小型水库
水　文　站
兰州市
西安市
庆阳市
平凉市
天水市
宝鸡市
咸阳市
铜川市
渭南市
延安市
榆林市
延安
榆林
宁
甘
夏
陕
西
肃
南
山
河
东庄水库
巴家咀水库
三关口水库
胜利塬水库
毛家河水库
杨家坪水库
阳洛水库
崇信水库
袁家庵水库
张家沟水库
刘家河水库
东庄水库
张家山水库
魏家堡水库
林家村水库
南湫川水库


附图3 东庄水库工程区域敏感目标分布图
彬县程家川旅游风景区
彬县龟蛇山大峡谷漂流风景区
公刘教稼苑景区
淳化龙山生态旅游渡假景区
泾河大峡谷旅游风景区
东庄水库坝址处
文泾电站
泾惠渠渠首
拟建工程
拟建工程在陕西省位置
陕西西安泾渭湿地自然保护区
图例
主要县级行政点
泾河干流
主要水系
主要县级行政区界
泾渭河自然保护区
程家川风景区
龟蛇山风景区
龙山旅游度假景区
泾河大峡谷风景区
0 5 10 20 km
N
108°15'0"E
108°30'0"E
108°45'0"E
109°0'0"E
109°15'0"E
35°0'0"N
34°48'0"N
34°36'0"N
34°24'0"N
旬邑县
彬县
耀县
淳化县
永寿县
富平县
三原县
泾阳县
礼泉县
乾县
高陵县
咸阳市市辖区
西安市市辖区
兴平市
临潼县

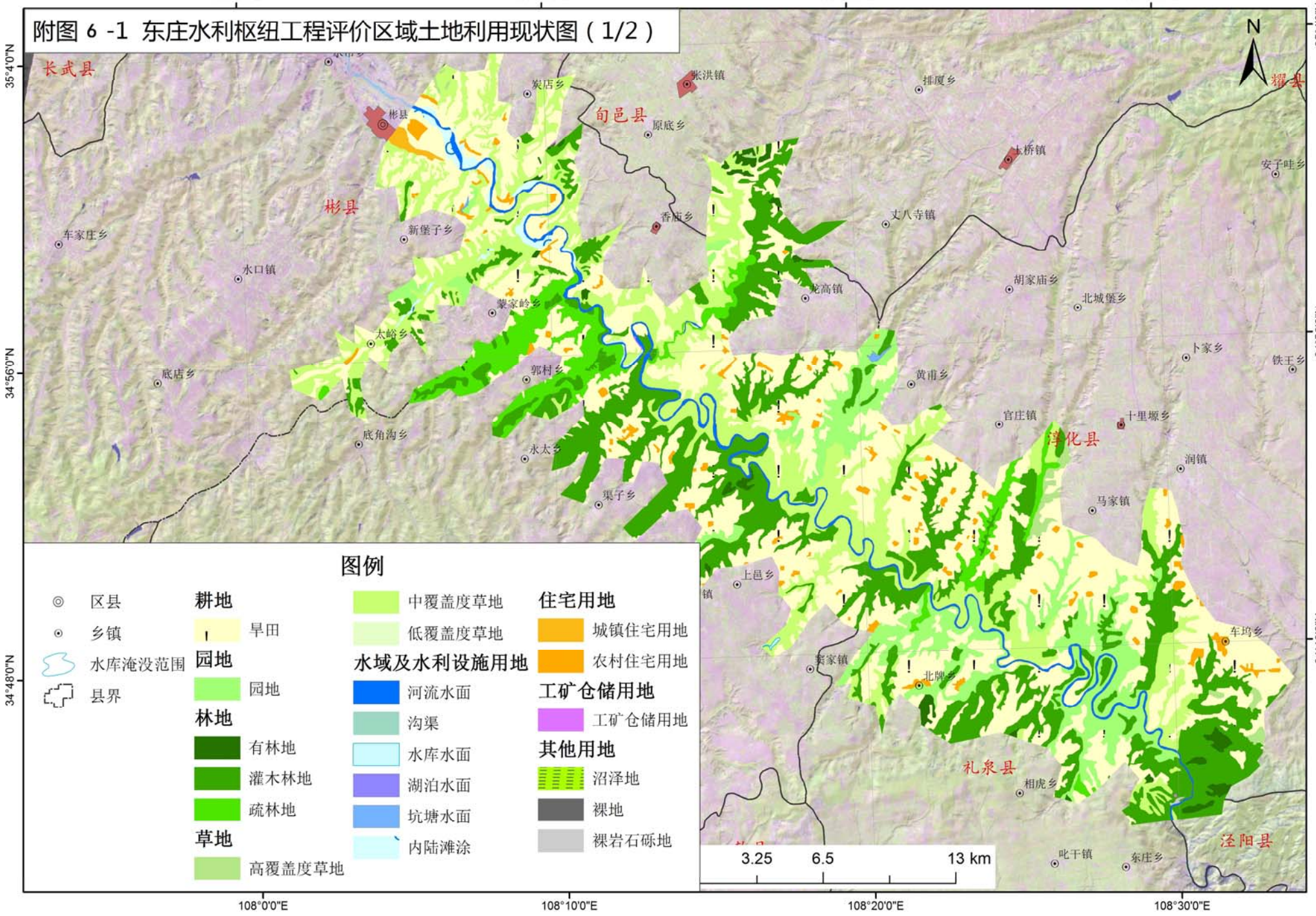
附图4 土壤侵蚀强度分布图

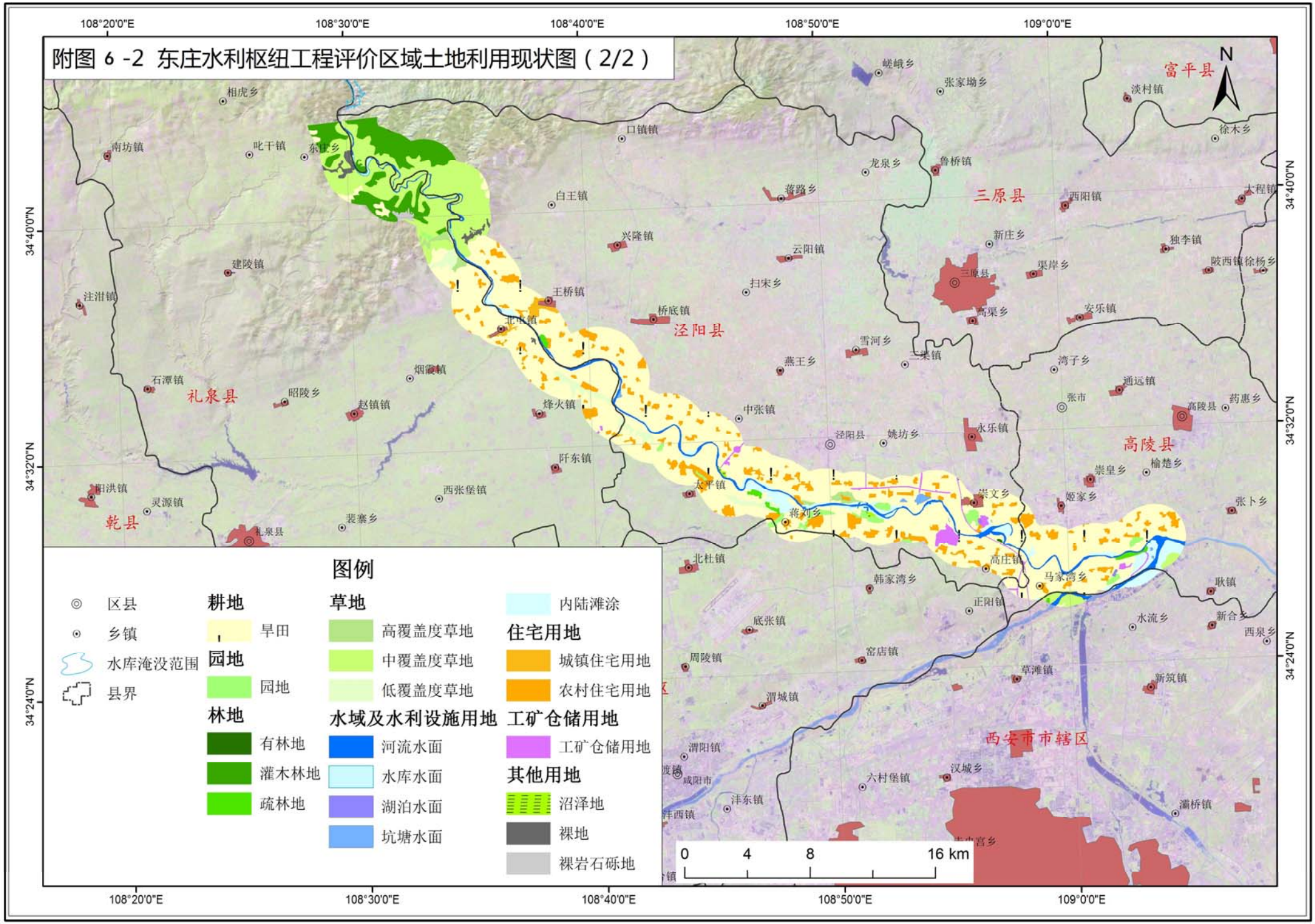


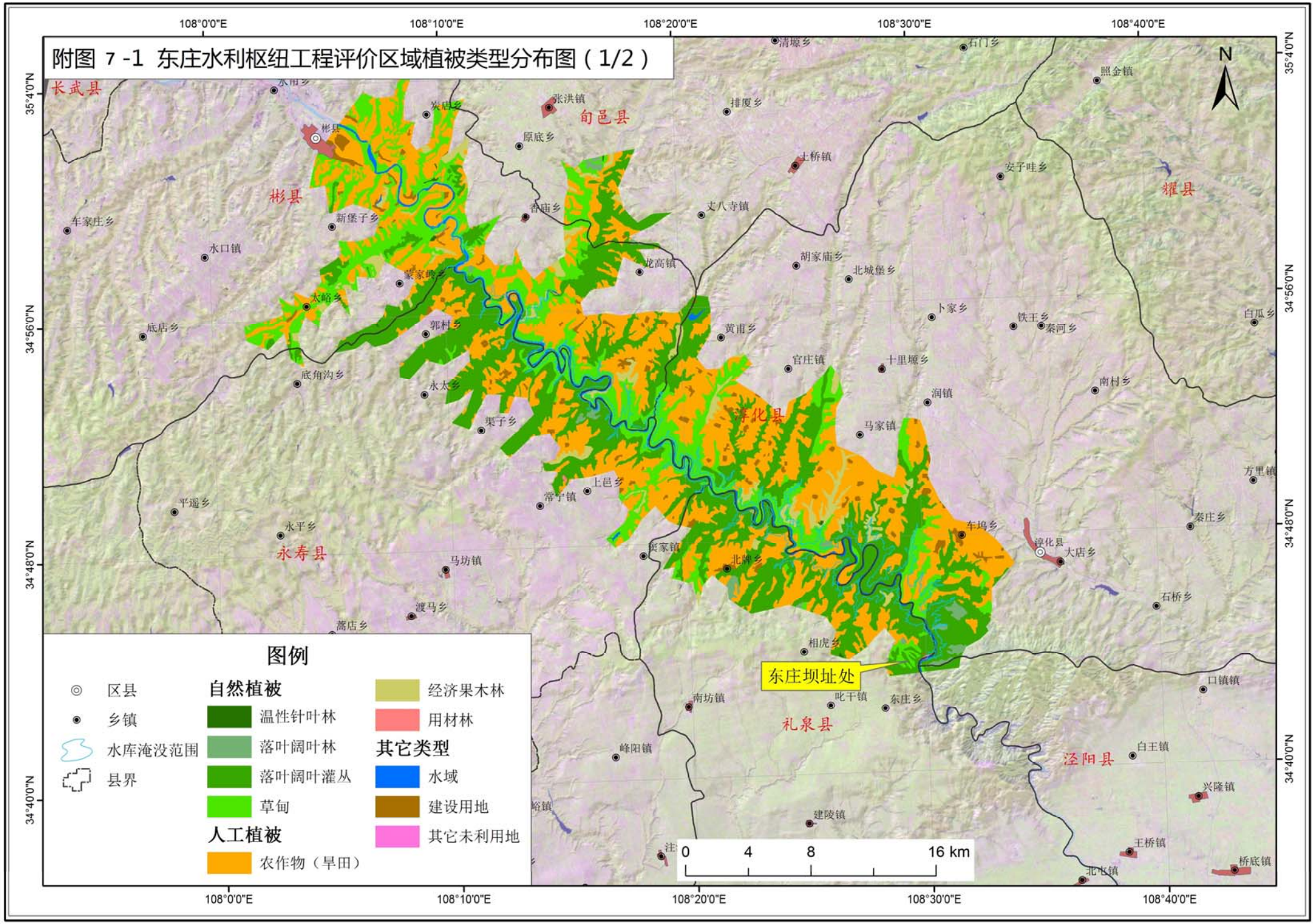
黄河勘测规划设计有限公司					
审 核			陕西省泾河东庄水利枢纽工程	可研	阶段
审 查				水保	部分
校 核			项目区土壤侵蚀强度分布图		
设 计					
制 图					
设计证号	工程设计综合甲级A141002608		比 例	见 图	日 期 2015年03月
资质证号	水保资证甲字第004号		图 号	DZ-DZ-SB-05	

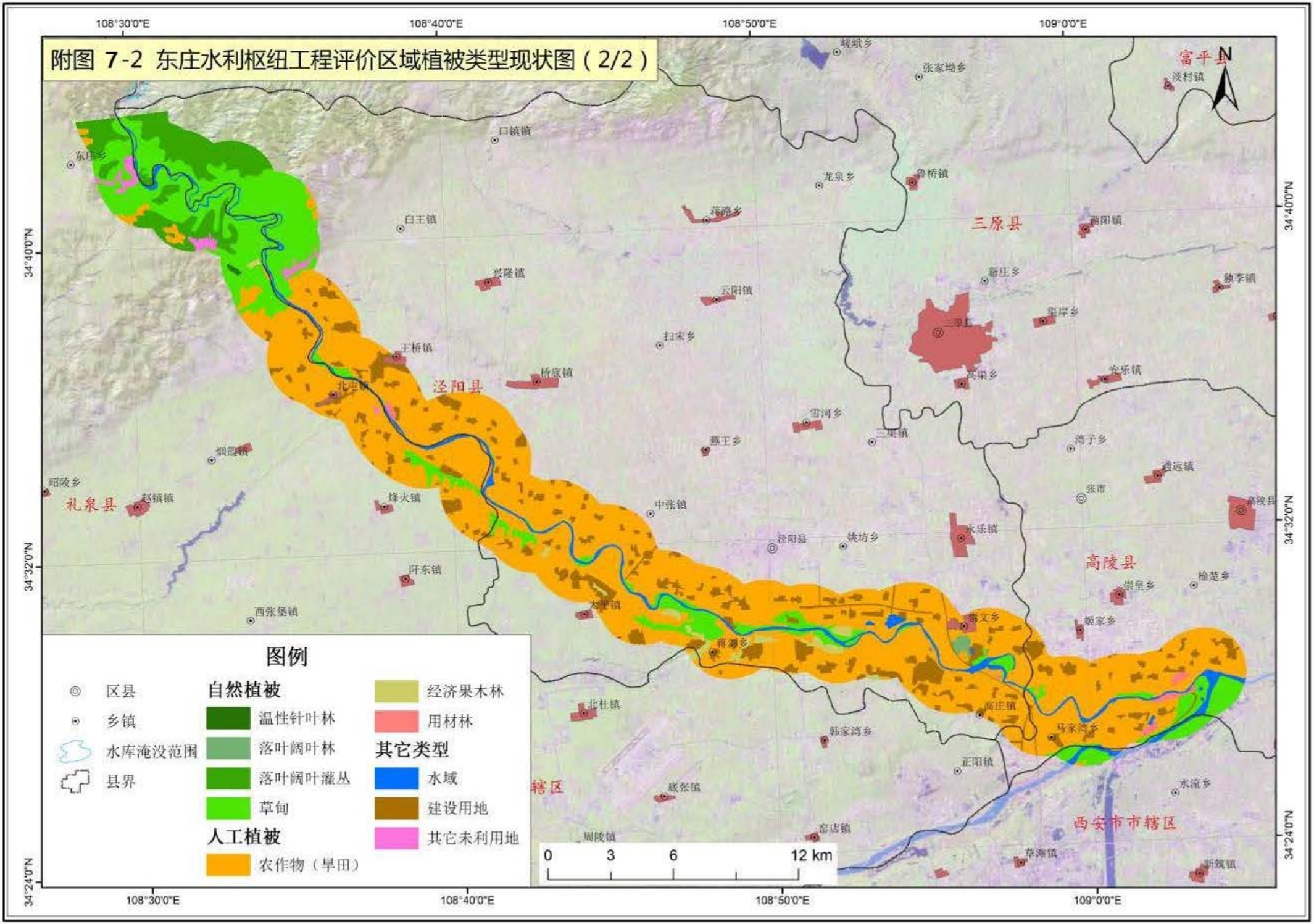

附图 5 东庄水库所在区域遥感影像图
108°0'0"E
108°10'0"E
108°20'0"E
108°30'0"E
108°40'0"E
108°50'0"E
109°0'0"E
109°10'0"E
35°4'0"N
34°56'0"N
34°48'0"N
34°40'0"N
34°32'0"N
N
彬县
耀县
淳化县
富平县
东庄水库大坝处
永寿县
三原县
乾县
泾阳县
高陵县
礼泉县
0 5 10 20 Kilometers

附图 6 -1 东庄水利枢纽工程评价区域土地利用现状图（1/2）




附图 6 -2 东庄水利枢纽工程评价区域土地利用现状图（2/2）
108°20'0"E
108°30'0"E
108°40'0"E
108°50'0"E
109°0'0"E
34°40'0"N
34°32'0"N
34°24'0"N
N
图例
区县
乡镇
水库淹没范围
县界
耕地
旱田
园地
园地
林地
有林地
灌木林地
疏林地
草地
高覆盖度草地
中覆盖度草地
低覆盖度草地
水域及水利设施用地
河流水面
水库水面
湖泊水面
坑塘水面
内陆滩涂
住宅用地
城镇住宅用地
农村住宅用地
工矿仓储用地
工矿仓储用地
其他用地
沼泽地
裸地
裸岩石砾地
0
4
8
16 km
礼泉县
乾县
泾阳县
三原县
高陵县
富平县
西安市市辖区
相虎乡
南坊镇
叱干镇
东里乡
口镇镇
白王镇
蒋路乡
龙泉乡
鲁桥镇
嵯峨乡
张家坳乡
淡村镇
徐木乡
兴隆镇
云阳镇
新庄乡
西阳镇
太程镇
独李镇
陵西镇徐杨乡
渠岸乡
建陵镇
注泔镇
王桥镇
北中镇
桥底镇
扫宋乡
三原县
高渠乡
安乐镇
雪河乡
二渠镇
燕王乡
湾子乡
通远镇
张市
药惠乡
高陵县
水乐镇
泾阳县
姚坊乡
崇皇乡
榆楚乡
崇文乡
姬家乡
张卜乡
石潭镇
昭陵乡
烟霞镇
赵镇镇
烽火镇
中张镇
阡东镇
太平镇
蒋刘乡
北杜镇
高庄镇
韩家湾乡
马家湾乡
耿镇
正阳镇
水流乡
新合乡
西泉乡
底张镇
窑店镇
周陵镇
草滩镇
新筑镇
渭城镇
渭阳镇
咸阳市
六村堡镇
汉城乡
沣东镇
沣西镇
灞桥镇
阳洪镇
灵源镇
西张堡镇
裴寨乡
礼泉县


附图 7-1 东庄水利枢纽工程评价区域植被类型分布图（1/2）
N
108°0'0"E
108°10'0"E
108°20'0"E
108°30'0"E
108°40'0"E
35°40'0"N
34°56'0"N
34°48'0"N
34°40'0"N
长武县
彬县
旬邑县
淳化县
永寿县
礼泉县
泾阳县
耀县
东庄坝址处
图例
区县
乡镇
水库淹没范围
县界
自然植被
温性针叶林
落叶阔叶林
落叶阔叶灌丛
草甸
人工植被
农作物（旱田）
经济果木林
用材林
其它类型
水域
建设用地
其它未利用地
0
4
8
16 km


附图 7-2 东庄水利枢纽工程评价区域植被类型现状图（2/2）
108°30'0"E
108°40'0"E
108°50'0"E
109°0'0"E
34°40'0"N
34°32'0"N
34°24'0"N
N
富平县
三原县
泾阳县
礼泉县
高陵县
西安市市辖区
图例
区县
乡镇
水库淹没范围
县界
自然植被
温性针叶林
落叶阔叶林
落叶阔叶灌丛
草甸
人工植被
农作物（旱田）
经济果木林
用材林
其它类型
水域
建设用地
其它未利用地
0 3 6 12 km