贵阳勘测设计研究院有限公司
中国电建 POWERCHINA GUIYANG ENGINEERING CORPORATION LIMITED
国环评证甲字第 3301 号
水保资证甲字第 83 号
工程设计综合资质甲级 A152000318 号

贵州省黔南州凤山水库工程

环境影响报告书

委托单位：贵州省水利投资（集团）有限责任公司

编制单位：中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

2018 年 7 月



仅供“贵州省黔南州凤山水库工程环境影响报告书”编制用

项目名称：贵州省黔南州凤山水库工程

环境影响评价文件类型：环境影响报告书

评价单位：中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

法定代表人：潘继录

项目负责人：陈国柱

项目联系人：陈　豪

贵州省黔南州凤山水库工程环境影响报告书项目编制人员名单

编制主持人		姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	专业类别	本人签名
		陈国柱	0005086	A330103305	农林水利	
主要编制人员情况表	序号	姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	编制内容	本人签名
	1	陈国柱	0005086	A330103305	总则、工程概况与工程分析	
	2	唐忠波	00014930	A33010220700	水环境影响相关章节	
	3	王志光	0006193	A330104107	水生生态相关章节	
	4	张义安	0010092	A330103608	陆生生态相关章节	
	5	杨杰	0011252	A330102506	大气、声、固废相关章节、环境风险分析	
	6	郭艳娜	0009591	A330104405	环境管理、环保投资估算	

概 述

贵州省黔南州凤山水库工程位于贵州省黔南布依族苗族自治州福泉市重安江上游河段，重安江属长江流域沅江水系清水江一级支流，发源于黔东南州麻江县坝芒乡黄家冲，先由西南向东北流经福泉市黄丝、鱼酉、马场坪、凤山，与支流浪波河、翁马河汇合后折向东南，经过黄平县重安镇，最后于凯里市桐木寨乡汇入清水江。重安江流域面积为2774km^2，主河道全长141km，河道平均坡降4.48‰，河口处多年平均流量48.70m^3/s，多年平均年径流量13.65亿m^3。重安江源头至翁马河汇合口为中上游河段，又称为鱼梁江，翁马河汇口以下至清水江汇口为下游河段。

2015年8月贵州省水利水电勘测设计研究院编制完成了《清水江（重安江汇口以上）流域规划》，2017年3月贵州省人民政府以“黔府函[2017]46号”印发了《省人民政府关于清水江流域综合规划的批复》。综合规划报告提出：重安江凤山水库以上主要开发任务为水源涵养及饮用水源保护，凤山水库至凤山镇河段主要为城市防洪和水污染防治，凤山镇至重安镇河段主要以发电为主兼顾航运；重安镇以下至汇口河段以发电为主兼顾航运，与清水江航运相衔接。凤山水库坝址上游已建有黑塘桥水库工程，凤山坝址至石厂河段已建有跨岩电站、烂木桥电站、鸭爪坝电站、鱼洞河电站、苦竹塘电站、龙吃水电站、桥边电站、大石板电站、团滩河电站以及手爬岩电站等10座水利水电工程。规划对重安江上游福泉境内河段初步规划凤山、羊昌河、龙洞河、小岩4级开发；下游黄平境内规划5级开发方案，即手爬岩、石厂（低坝）、漩水湾、马田、湾水，远期建设石厂高坝方案，目前除手爬岩、漩水湾已建成外，其余梯级均未建成。2016年1月贵州省水利水电勘测设计研究院编制完成了《清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响报告书》，2016年9月贵州省环境保护厅以“黔环函[2016]371号”印发《贵州省环境保护厅关于清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响报告书的审查意见》。2018年2月，贵州省水利水电勘测设计研究院编制完成了《清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响跟踪评价报告书》，2018年6月贵州省环境保护厅以“黔环函[2018]216号”印发《贵州省环境保护厅关于清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响跟踪评价报告书建议的函》，提出了规划后续实施的意见与建议。

贵州省黔南州凤山水库工程坝址位于福泉市马场坪办事处黑塘桥水库坝址下游约 120m 处，距离福泉市中心城区约 10km，距离贵阳市约 116km。工程任务是以城乡生活、工业供水为主，兼顾发电等综合利用。水库正常蓄水位 909m，相应库容 0.91 亿 m^3，正常蓄水位对应的回水长度 17.4km，水库总库容 1.04 亿 m^3，调节性能为多年调节，设计水平年 2030 年多年平均供水量为 7310 万 m^3。本工程包括水源枢纽和输水工程两个部分。水源枢纽由挡水建筑物、泄水建筑物和发电引水取水工程（坝后式发电厂房、发电引水取水系统）等组成；输水工程由压力隧洞、输水干管、蓄水调节池、泵站、管桥等组成。其中，挡水建筑物为碾压混凝土重力坝，坝顶高程 912m，最大坝高 90m；泄水建筑物包括 2 个表孔；电站装机总容量 5.0MW（左岸发电厂房装机 1 台 2.0MW+2 台 1.0MW，右岸发电厂房装机 2 台 0.5 MW），多年平均发电量为 1871 万 kW ħ；输水工程包括隧洞 11.39km，输水管道 41.89km，加压泵站 3 座，跨河管桥 1 座、跨河埋管 20 处、过路结构 55 处等，总投资 42.78 亿元，其中环境保护投资 1.17 亿元。

2016 年 3 月，受贵州省水利投资（集团）有限责任公司委托，中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司（以下简称“贵阳院”）承担贵州省黔南州凤山水库工程环境影响评价工作。接受工作任务委托后，贵阳院先后委托了贵州开磷质量检测中心有限责任公司开展评价区环境质量监测工作，委托华中师范大学开展工程评价区陆生生态调查与评价工作，委托贵州省水产研究所开展评价区水生生态调查与评价工作，委托四川大学开展水质水温专题影响评价研究，委托贵州大学开展区域地下水环境调查研究报告，委托河海大学开展地下水环境影响专题评价研究，委托贵州省城乡规划设计研究院开展风景名胜区影响专题研究。

此外，由于贵州省黔南州凤山水库水环境影响较为敏感，我院于 2017 年 12 月编制完成《贵州省黔南州凤山水库工程水环境影响报告》，主要针对凤山水库工程建设、运行对水环境的影响、保护措施等进行专题评价。2018 年 1 月，由环境保护部环境工程评估中心在北京召开了水环境影响专题报告咨询会，会后我院根据专题咨询会的专家组审查意见对报告进行了进一步的修改完善。

在以上工作的基础上，本次评价对建设项目的工程概况、环境质量现状、环境问题等进行了调查，预测了工程施工、工程运行、建设征地和移民安置对自然环境、生态环境和社会环境的影响，结合区域水污染防治规划及环境质量目标要求，针对不利影响特别是对水环境影响制定相应的环境保护对策措施，拟定环境管理和环境监测方案，进行环保投资概算和环境影响经济损益分析，开展环境风险评价，对公众意见采纳分析，于 2018 年 7 月编制完成了《贵州省黔南州凤山水库工程环境影响报告书（送审本）》。

在开展《贵州省黔南州凤山水库工程环境影响报告书》编制工作过程中，得到了生态环境保护部、水利部、环境保护部环境工程评估中心、水利部水利水电规划设计总院、贵州省环境保护厅、贵州省水利厅、黔南州人民政府、福泉市人民政府以及贵州省水利投资（集团）有限责任公司的大力支持和帮助；项目所在市（县）政府、水利（务）局、环保局、林业局、农业局、统计局等单位也提供了多方面的支持和帮助。在此，对上述指导、关心、帮助和支持本项工作的单位、专家致以诚挚的谢意！

目 录

1 总 则 1

1.1 任务由来 1
1.2 评价目的及原则 1
1.2.1 评价目的 1
1.2.2 评价原则 1
1.3 编制依据 2
1.3.1 法律 2
1.3.2 行政法规 3
1.3.3 部门规章 3
1.3.4 地方性法规 5
1.3.5 技术规范 7
1.3.6 技术文件 7
1.4 评价标准 10
1.5 评价工作等级 12
1.5.1 地表水环境 12
1.5.2 地下水环境 13
1.5.3 生态环境 13
1.5.4 大气环境 13
1.5.5 声环境 13
1.5.6 环境风险 14
1.6 评价范围和水平年 14
1.6.1 评价范围 14
1.6.2 评价水平年 15
1.7 环境保护目标 15
1.7.1 环境敏感保护目标 15
1.7.2 污染与生态破坏预防控制、保护目标 17
1.8 评价工作重点 18
1.9 评价程序 18

2 工程概况 21

2.1 流域概况 21
2.2 流域规划概况 21
2.2.1 干流水资源规划及开发现状 21
2.2.2 支流水资源规划及开发现状 28
2.2.3 清水江（重安江汇口以上）流域规划环评及跟踪环评 34
2.3 工程建设必要性 43
2.4 地理位置 44
2.5 工程任务、建设规模 44
2.5.1 工程任务 44
2.5.2 工程规模 45
2.5.3 工程组成和特性 45
2.6 枢纽布置及主要建筑物 50

2.6.1 水源枢纽工程.....50
2.6.2 输水系统工程.....51
2.7 施工布置及进度安排.....56
2.7.1 水源枢纽区.....56
2.7.2 输水系统工程.....61
2.7.3 施工进度及人数.....64
2.8 建设征地与移民安置规划.....64
2.8.1 建设征地实物指标.....64
2.8.2 移民安置规划.....66
2.8.3 专项设施改建规划.....71
2.9 工程运行.....72
2.9.1 初期蓄水.....72
2.9.2 水库运行.....73
2.9.3 电站运行方式.....74
2.9.4 工程管理.....75
3 工程分析.....76
3.1 符合性和协调性分析.....76
3.1.1 与法律法规符合性分析.....76
3.1.2 与国家相关政策的符合性分析.....78
3.1.3 与相关规划的符合性和协调性分析.....82
3.2 水资源配置合理性分析.....91
3.2.1 用水总量、用水效率和水功能区限制纳污三条红线分析.....91
3.2.2 水资源配置“三先三后”原则符合性分析.....93
3.2.3 取水规模及水资源开发利用程度的合理性.....98
3.3 工程方案的环境合理性分析.....99
3.3.1 坝址比选环境合理性分析.....99
3.3.2 正常蓄水位比选环境合理性分析.....102
3.3.3 施工布置方案合理性分析.....103
3.3.4 供水主输水线路选择环境合理性分析.....107
3.3.5 移民安置环境合理性分析.....108
3.3.6 主要专项设施复建方案环境合理性分析.....108
3.4 影响源分析.....109
3.4.1 工程施工.....109
3.4.2 水库淹没与工程占地.....117
3.4.3 移民安置及专项复建工程.....117
3.4.4 工程运行.....118
4 环境现状调查与评价.....124
4.1 流域环境概况.....124
4.2 自然环境.....124
4.2.1 气候气象.....125
4.2.2 地形地貌.....125
4.2.3 环境地质.....126
4.2.4 土壤.....127

4.2.5 地表水.....127
4.2.6 地下水.....134
4.3 水生生态.....141
4.3.1 历史研究及调查成果.....141
4.3.2 调查时间、方法和断面.....141
4.3.3 水生生境.....142
4.3.4 浮游植物.....145
4.3.5 浮游动物.....151
4.3.6 底栖动物.....156
4.3.7 鱼类.....161
4.4 陆生生态.....167
4.4.1 调查方法.....167
4.4.2 植被.....170
4.4.3 陆生植物.....191
4.4.4 陆生动物.....198
4.4.5 生态体系组成与特征.....209
4.4.6 生产力和生物量.....210
4.4.7 生态系统稳定性.....213
4.5 社会环境.....232
4.5.1 行政区划及人口.....232
4.5.2 社会经济.....233
4.5.3 土地利用.....233
4.5.4 文物古迹.....235
4.5.5 矿产资源.....235
4.5.6 取水、用水口.....235
4.5.7 人群健康.....235
4.6 洒金谷省级风景名胜区.....236
4.6.1 地理位置、级别及范围.....236
4.6.2 功能分区及保护要求.....236
4.6.3 景点资源.....237
4.6.4 水上游览河段.....241
4.6.5 本工程与风景名胜区区位关系.....241
4.7 水源保护区.....241
4.7.1 黑塘桥水源保护区.....241
4.7.2 平堡河饮用水水源保护区.....242
4.8 环境质量现状评价.....243
4.8.1 地表水环境.....243
4.8.2 环境空气.....285
4.8.3 声环境.....288
4.8.4 河床底泥.....289
4.8.5 地下水水质.....272
4.9 黑塘桥水库环境影响回顾性评价.....290
4.9.1 水文情势.....290
4.9.2 水温.....291

4.9.3 水质 294
4.9.4 水生生态 295
4.9.5 陆生生态 297
4.10 主要环境问题 297

5 环境影响预测评价 299

5.1 区域水环境配置 299
5.1.1 重安江流域水资源状况 299
5.1.2 水资源供需平衡分析 300
5.1.3 对水资源配置的影响 315
5.2 水文情势影响 329
5.2.1 下泄流量论证 329
5.2.2 水文情势影响评价 342
5.2.3 泥沙情势影响评价 361
5.3 地表水环境影响 361
5.3.1 水质影响预测评价 361
5.3.2 水温影响 427
5.4 地下水环境影响 462
5.4.1 地下工程概况 462
5.4.2 预测模型 465
5.4.3 水文地质参数确定 466
5.4.4 水源枢纽工程区地下水环境影响 466
5.4.5 输水工程区地下水环境影响分析与评价 468
5.4.6 瓮福磷石膏堆场地下水环境预测与评价 471
5.5 陆生生态影响 491
5.5.1 陆生生态影响 491
5.5.2 对生态系统完整性的影响 500
5.6 水生生态影响 504
5.6.1 对水生生境的影响 504
5.6.2 对浮游生物的影响 506
5.6.3 对底栖动物的影响 507
5.6.4 对水生维管束植物的影响 508
5.6.5 对鱼类资源的影响 508
5.7 环境地质影响 512
5.7.1 水库渗漏 512
5.7.2 库岸稳定 512
5.7.3 水库浸（淹）没 512
5.7.4 诱发地震 512
5.8 社会环境影响 512
5.8.1 社会经济影响 512
5.8.2 对矿产资源和文物古迹的影响 513
5.8.3 人群健康影响 513
5.9 对洒金谷省级风景名胜区的影响 514
5.9.1 对景区的影响 514
5.9.2 对主要景点的影响 516

5.9.3 对水上游览线路的影响.....518
5.10 对水源保护区的影响.....518
5.11 移民安置环境影响分析.....519
5.11.1 移民安置环境容量分析.....519
5.11.2 移民安置对环境影响分析.....520
5.11.3 专项设施复建的环境影响分析.....523
5.12 施工期环境影响.....526
5.12.1 水环境.....526
5.12.2 声环境.....532
5.12.3 环境空气.....536
5.12.4 固体废物.....538
5.13 水土流失预测.....539
5.13.1 新增水土流失分析与预测.....539
5.13.2 水土流失危害分析与评价.....539
6 环境保护对策措施及经济技术论证.....541
6.1 环保措施设计体系布局.....541
6.1.1 环保措施设计原则.....541
6.1.2 环保措施总体布局.....541
6.2 水环境保护措施.....544
6.2.1 生态流量保障措施.....544
6.2.2 地表水水质保护措施.....546
6.2.3 水温影响减缓措施.....558
6.2.4 地下水环境保护.....560
6.3 水生生态保护措施.....564
6.3.1 保护目标及总体思路.....564
6.3.2 栖息地保护和修复.....564
6.3.3 过鱼措施.....588
6.3.4 鱼类增殖放流.....608
6.3.5 生态调度措施.....615
6.3.6 进水口拦鱼设施.....616
6.3.7 加强渔政管理.....616
6.3.8 其他保护措施.....616
6.4 陆生生态保护措施.....617
6.4.1 陆生植物保护措施.....617
6.4.2 陆生动物保护措施.....626
6.5 水土流失防治措施.....632
6.5.1 水土流失防治措施体系及总体布局.....632
6.5.2 水土流失防治措施.....633
6.6 环境敏感区保护措施和要求.....643
6.6.1 洒金谷省级风景名胜区.....643
6.6.2 水源保护区.....644
6.7 社会环境保护.....644
6.8 工程施工期环境保护对策措施.....645
6.8.1 废（污）水处理措施.....645

6.8.2 环境空气保护措施.....654
6.8.3 声环境保护措施.....656
6.8.4 固体废物处理.....657
6.9 移民安置环境保护.....658
6.9.1 水环境保护措施.....658
6.9.2 生活垃圾处理措施.....659
6.9.3 陆生动植物保护措施.....660
6.9.4 人群健康保护措施.....660
6.9.5 移民安置专项复建工程环评要求.....661
7 环境风险评价.....662
7.1 风险识别.....662
7.1.1 施工期.....662
7.1.2 运行期.....662
7.2 环境风险分析.....662
7.2.1 施工期环境风险影响分析.....662
7.2.2 运行期环境风险分析.....664
7.2.3 退水区域污染防治风险分析.....665
7.3 环境风险防范措施.....668
7.3.1 施工期环境风险防范措施.....668
7.3.2 运行期环境风险防范措施.....669
7.3.3 退水区域环境风险防范措施.....671
7.4 环境风险应急预案.....672
8 环境管理与监测.....677
8.1 环境管理.....677
8.1.1 环境管理目标.....677
8.1.2 环境管理机构的设置及任务.....677
8.1.3 环境管理制度.....679
8.2 环境监理.....679
8.2.1 环境监理范围.....679
8.2.2 岗位职责.....679
8.2.3 环境监理组织方式.....680
8.2.4 环境监理工作内容.....681
8.2.5 环境监理工作制度.....682
8.2.6 环境监理机构和工作方式.....684
8.2.7 环境监理组织保障体系.....684
8.3 环境监测.....684
8.3.1 环境监测目的和原则.....684
8.3.2 施工期环境监测计划.....685
8.3.3 运行期环境监测计划.....693
8.3.4 移民安置区环境监测计划.....699
8.4 竣工环保验收.....700
9 环保投资估算及环境影响经济损益分析.....703

9.1 环境保护投资估算 703
9.1.1 编制原则 703
9.1.2 编制依据 703
9.1.3 费用构成 703
9.1.4 费用估算 704
9.2 环境影响经济损益分析 711
9.2.1 环境效益分析 711
9.3.2 环境影响损失分析 712
9.3.3 环境损益分析 712
10 评价结论与建议 713
10.1 评价结论 713
10.1.1 工程概况 713
10.1.2 环境准入评价 716
10.1.3 环境影响评价 717
10.1.4 结论 728
10.2 评价建议 728

1 总 则

1.1 任务由来

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》、《建设项目环境保护管理条例》和《贵州省环境保护条例》等有关规定，受建设单位—贵州省水利投资（集团）有限责任公司的委托，贵阳院承担贵州省黔南州凤山水库工程环境影响评价工作。

1.2 评价目的及原则

1.2.1 评价目的

根据凤山水库工程特征和评价区环境特点，确定评价目的：

（1）根据工程涉及区域环境现状调查，明确工程建设及其影响区域环境现状及发展趋势，提出存在的主要环境问题和明确环境保护目标。

（2）分析工程建设方案与流域综合规划及规划环评的符合性，结合环境保护目标特点及保护要求，从预防保护角度提出环境优化调整要求及限制条件。

（3）依据相关环境保护法律、法规和技术规范的要求，结合工程施工和运行情况，全面系统地开展工程施工、工程运行和建设征地移民安置对自然环境、生态环境和社会环境的有利影响和不利影响评价。

（4）针对工程施工期、运行期给区域环境带来的不利影响，提出预防或减轻不良环境影响的对策和措施，提出环境监测、施工期环境监理和环境管理规划，使工程建设、运行尽量不降低所在地区及其影响区域的环境质量，保证工程顺利施工和正常运行，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程所在区域生态环境的良性发展。

（5）从环境方面论证工程建设的可行性，为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学的依据。

1.2.2 评价原则

（1）依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服务环境管理。

（2）科学、客观、公正原则

环境影响预测、评价必须科学、客观、公正，综合考虑建设项目在施工期、运行期对各种环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响，为决策提供科学依据。

（3）整体性和突出重点原则

环境影响评价应该与水利行业相关政策、法律法规、流域综合规划及上下游水利水电工程相互联系，做统筹整体性考虑。充分利用符合时效的数据资料及成果，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

（4）一致性原则

根据各项环境要素的评价等级，开展相应深度的环境现状调查、影响预测分析，并提出针对性的环境保护措施。

（5）可操作性原则

在环境影响评价过程中，采用成熟、简单、实用且满足精度要求的评价方法，提出技术、经济合理的环境保护措施，评价结论应该具有可操作性。

（6）全过程介入原则

环境影响评价在可行性研究阶段全程介入，并将环境影响评价充分融入到设计中。

1.3 编制依据

1.3.1 法律

（1）《中华人民共和国环境保护法（修订）》（2015.1.1）

（2）《中华人民共和国环境影响评价法（修正）》（2016.9.1）

（3）《中华人民共和国水法（修正）》（2016.9.1）

（4）《中华人民共和国水污染防治法（修订）》（2018.1.1）

（5）《中华人民共和国大气污染防治法（修订）》（2016.1.1）

（6）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1997.3.1）

（7）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（修正）》（2016.11.7）

（8）《中华人民共和国森林法（修正）》（2009.8.27）

（9）《中华人民共和国野生动物保护法（修正）》（2017.1.1）

（10）《中华人民共和国渔业法（修正）》（2014.3.1）

（11）《中华人民共和国水土保持法（修订）》（2011.3.1）

（12）《中华人民共和国土地管理法（修正）》（2004.8.28）

（13）《中华人民共和国防洪法（修正）》（2016.9.1）

（14）《中华人民共和国文物保护法（修正）》（2015.4.24）

（15）《中华人民共和国矿产资源法（修正）》（2009.8.27）

（16）《中华人民共和国传染病防治法（修正）》（2013.6.29）

（17）《中华人民共和国城乡规划法（修正）》（2015.4.24）

（18）《中华人民共和国节约能源法（修正）》（2016.7.2）

（19）《中华人民共和国可再生能源法（修正）》（2010.4.1）

（20）《中华人民共和国清洁生产促进法（修正）》（2012.7.1）

1.3.2 行政法规

（1）《建设项目环境保护管理条例（修订）》（国务院令第 682 号，2017.7.16）

（2）《中华人民共和国河道管理条例（修正）》（国务院令第 676 号，2017.3.1）

（3）《中华人民共和国野生植物保护实施条例（修正）》（国务院令第 204 号，1997.1.1）

（4）《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例（修正）》（国务院令第 666 号，2016.2.6）

（5）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例（修正）》（国务院令第 645 号，2013.12.7）

（6）《风景名胜区管理条例》（国务院令第 474 号，2006.12.1）

（7）《中华人民共和国森林法实施条例（修正）》（国务院令第 666 号，2016.2.6）

（8）《中华人民共和国文物保护法实施条例（修正）》（国务院令第 666 号，2016.2.6）

（9）《中华人民共和国水土保持法实施条例（修正）》（国务院令第 588 号,2011.1.8）

（10）《土地复垦条例》（国务院令 2011 年第 592 号，2011.3.5）

（11）《中华人民共和国土地管理法实施条例（修正）》（国务院令第 653 号，2014.7.29）

1.3.3 部门规章

（1）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号，

2017.9.1）

（2）《关于西部大开发加强建设项目环境保护管理的若干意见》（环发[2001]4 号，2001.1.8）

（3）《国家重点保护野生动物名录》（林业部、农业部令第 1 号，1989.1.14）

（4）《国家重点保护野生动物名录（调整）》（国家林业局令第 7 号，2003.2.21）

（5）《国家重点保护野生植物名录（第一批）》（国家林业局农业部令第 4 号，1999.9.9）

（6）《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28 号，2006.2.24）

（7）《环境保护公众参与办法》（环保部令第 35 号，2015.9.1）

（8）《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部公告 2015 年第 61 号，2015.11.23）

（9）《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，2012.7.3）

（10）《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，2012.8.7）

（11）《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发[2013]86 号，2013.8.5）

（12）《全国生态脆弱区保护规划纲要》（环发[2008]92 号，2008.9.27）

（13）《全国生态保护与建设规划（2013-2020）年》（发改农经[2014]226 号，2014.2.8）

（14）《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，2012.1.12）

（15）《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发[2010]46 号，2010.12.21）

（16）《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发[2005]39 号，2005.12.3）

（17）《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发[2013]37 号，2013.9.10）

（18）《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发[2015]17 号，

2015.4.2）

（19）《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35 号，2011.10.17）

（20）《国务院关于进一步促进贵州经济社会又好又快发展的若干意见》（国发[2012]2 号，2012.1.12）

（21）《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38 号，2000.11.26）

（22）《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，2006.1.16）

（23）《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，2006.1.9）

（24）《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅，2017.2.7）

（25）《关于发布〈农村生活污染防治技术政策〉的通知》（环发[2010]20 号，2010.2.8）

（26）《饮用水水源保护区污染防治管理规定（修正）》（环境保护部令第 16 号，2010 年 12 月 22 日）

（27）《水生生物增殖放流管理规定》（农业部令第 20 号，2009.5.1）

（28）《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环办环评[2016]150 号，2016.10.26）

（29）《关于印发水泥制造等七个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》（环评[2016]114 号，2016.12.24）

（30）《关于印发重点流域水污染防治规划（2016-2020 年）的通知》（环水体[2017]142 号，2017.10）

（31）《关于印发长江经济带生态环境保护规划的通知》（环规财[2017]88 号，2017.7）

1.3.4 地方性法规

（1）《贵州省环境保护条例》（2009.6.1）

（2）《贵州省大气污染防治条例》（2016.9.1）

（3）《贵州省林地管理条例》（2004.1.1）

（4）《贵州省风景名胜区条例》（2007.12.1）

（5）《贵州省渔业条例（修正）》（2015.8.24）

（6）《贵州省文物保护条例（修正）》（2015.7.13）

（7）《贵州省河道管理条例（修正）》（2004.5.28）

（8）《贵州省基本农田保护条例（修正）》（2010.9.17）

（9）《贵州省土地管理条例（修正）》（2015.7.13）

（10）《贵州省节约能源条例》（2013.11.1）

（11）《贵州省生态文明建设促进条例》（2014.5.17）

（12）《关于进一步加强规划环境影响评价工作的意见》（黔环通[2016]128 号）

（13）《省人民政府办公厅转发省环境保护厅关于全面深化环评审批制度改革工作意见的通知》（黔府办发[2016]19 号）

（14）《省人民政府关于印发贵州省主体功能区规划的通知》（黔府发[2013]12 号，2013.5.27）

（15）《省人民政府关于印发贵州省生态保护红线管理暂行办法的通知》（黔府发[2016]32 号，2016.12.31）

（16）《省人民政府关于发布贵州省生态保护红线的通知》（黔府发[2018]16 号，2018.6.27）

（17）《省人民政府关于贵州省水功能区划有关问题的批复》（黔府函[2015]30 号，2015.2.10）

（18）《贵州省人民政府关于进一步加强林地保护管理工作的通知》（黔府发[2009]7 号，2009.3.20）

（19）《省人民政府关于印发贵州省饮用水水源环境保护办法（试行）的通知》（黔府发[2013]17 号，2013.8.9）

（20）《省人民政府办公厅关于印发贵州省进一步加强城乡集中式饮用水水源地保护管理工作方案的通知》（黔府办发〔2017〕20 号，2017.6.19）

（21）《省人民政府办公厅关于转发省国土资源厅省农委贵州省非农业建设占用耕地耕作层剥离利用试点工作实施方案的通知》（黔府办发[2012]22 号，2012.6.8）

（22）《省人民政府关于加快磷石膏资源综合利用的意见》（黔府发[2018]10

号，2018.4.4）

1.3.5 技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）

（2）《建设项目环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T 2.3-93）

（3）《建设项目环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）

（4）《建设项目环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2008）

（5）《建设项目环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）

（6）《建设项目环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）

（7）《建设项目环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88-2003）

（8）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2004）

（9）《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）

（10）《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）

（11）《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）

（12）《声环境质量标准》（GB 3096-2008）

（13）《水利水电工程环境保护设计规范》（SL 492-2011）

（14）《水域纳污能力计算规程》（GB/T 25173-2010）

（15）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2004）

（16）《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）

（17）《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ/T 338-2007）

（18）《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）

（19）《水库渔业资源调查规范》（SL 167-2014）

（20）《内陆水域渔业自然资源调查手册》（张觉民、何志辉，农业出版社，1991）

（21）《水利水电工程水文计算规范》（SL 278-2002）

（22）《水利水电工程环境保护设计概(估)算编制规程》(SL 359-2006)

1.3.6 技术文件

（1）《清水江（重安江汇口以上）流域规划报告》（贵州省水利水电勘测设计研究院，2016.5）

（2）《贵州省人民政府关于清水江（重安江汇口以上）流域综合规划的批复》

（黔府函[2017]46 号，2017.3.2）

（3）《清水江（重安江汇口以上）流域规划报告环境影响报告书》（贵州省水利水电勘测设计研究院，2016.6）

（4）《贵州省环境保护厅关于清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响报告书的审查意见》（黔环函[2016]371 号，2016.9.21）

（5）《清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响跟踪评价报告》（贵州省水利水电勘测设计研究院，2018.6）

（6）《贵州省环境保护厅关于清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响跟踪评价报告书建议的函》（黔环函[2018]216 号，2018.6.25）

（7）《贵州省清水江流域水环境保护规划（2015 年—2020 年）》（贵州省环保厅，2015.1）

（8）《省人民政府关于贵州省清水江流域水环境保护规划(2015-2020 年)的批复》（黔府函[2015]192 号，2015.8.21）

（9）《贵州省乌江流域水环境保护规划（2015 年—2020 年）》（贵州省环保厅，2015.1）

（10）《省人民政府关于贵州省乌江流域水环境保护规划(2015-2020 年)的批复》（黔府函[2015]193 号，2015.8.21）

（11）《清水江流域水体达标方案》（贵州省环保厅，2017.4）

（12）《省人民政府关于清水江流域水体达标方案的批复》（黔府函[2017]82 号，2017.4.19）

（13）《乌江流域水体达标方案》（贵州省环保厅，2017.4）

（14）《省人民政府关于乌江流域水体达标方案的批复》（黔府函[2017]83 号，2017.4.19）

（15）《黔南州清水江流域水体达标方案（2017—2020）》（黔南州环境保护局，2017.6）

（16）《黔南州人民政府关于清水江流域水体达标方案（2017—2020）的批复》（黔府函（2017）106 号，2017.6）

（17）《黔南州乌江流域水体达标方案（2017—2020）》（黔南州环境保护局，2017.6）

（18）《黔南州人民政府关于乌江流域水体达标方案（2017—2020）》（黔南府函（2017）107 号，2017.6）

（19）《清水江流域（黔南州境内）水污染防治规划（2017-2030）》（贵州大学，2018.6）

（20）《黔南州人民政府关于清水江流域（黔南州境内）水污染防治规划（2017-2030）的批复》（黔南府函（2017）158 号，2017.9）

（21）《瓮安河流域水污染防治规划（2017-2030）》（贵州大学，2018.6）

（22）《黔南州人民政府关于瓮安河流域水污染防治规划（2017-2030）的批复》（黔南府函（2017）159 号，2017.9）

（23）《福泉市城市总体规划修编（2011—2030）》（重庆大学城市规划与设计研究院，2012.7）

（24）《福泉酒金谷风景名胜区总体规划（2017~2030）（修编）》（贵州省城乡规划设计研究院，2017.7）

（25）《福泉市凤山镇总体规划（2015—2030）》（云南西部智库规划研究院有限公司，2012.7）

（26）《福泉市国家新型工业化产业示范基地马场坪工业园区发展规划环境影响报告书》（总装备部工程设计研究总院，2012.11）

（27）《瓮（安）福（泉）一体化园区发展规划（2013—2020）》（黔南州工业和信息化委员会，2014.1）

（28）《关于瓮（安）福（泉）一体化园区发展规划（2013~2020）的批复》(黔经信园区（2014）19 号，2014.12)

（29）《瓮（安）福（泉）一体化园区发展规划（2013—2020）环境影响报告书》（山西大学，2015.12）

（30）《贵州省环境保护厅关于瓮（安）福（泉）一体化发展规划（2013~2020）环境影响报告书的审查意见的函》（黔环函[2016]191 号，2016.5.18）

（31）《贵州福泉工业园区产业发展规划（2020-2030）》（云南省化工设计研究院，2018.6）

（32）《贵州省黔南州凤山水库可行性研究报告》（中水北方勘测设计研究有限责任公司，2017.9）

（33）《贵州省黔南州凤山水库工程水土保持方案报告书》（中水北方勘测设计研究有限责任公司，2017.6）

（34）《贵州省凤山水库工程环境现状质量监测报告》（贵州开磷质量检测中心有限责任公司，2016.11）

（35）《贵州省黔南州凤山水库工程水生生物现状调查及影响评价专题评价报告》（贵州省水产研究所，2017.9）

（36）《贵州省黔南州凤山水库工程环境影响评价陆生生态专题》（华中师范大学，2017.6）

（37）《贵州省黔南州凤山水库工程水环境影响预测研究》（四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室，2018.6）

（38）《贵州省黔南州凤山水库工程水温影响研究》（四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室，2017.6）

（39）《贵州省凤山水库工程地下水环境影响评价报告》（河海大学，2018.6）

（40）《贵州省凤山水库所在区域地下水环境现状调查报告》（贵州大学，2018.7）

（41）工程可行性研究阶段其他设计资料

1.4 评价标准

根据《贵州省环境保护厅关于对贵州省黔南州凤山水库工程环境影响评价执行标准的复函》（黔环函[2016]486 号），采用的评价标准如下：

一、环境质量标准

（1）地表水环境

水库枢纽工程区及输水工程区涉及地表水体中：

重安江（坝芒乡岔河至黄丝镇罗家岔段）、浪波河（高石乡黄家湾至牛场镇花桥段）执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类水域标准。

重安江（黄丝镇罗家岔至坝芒乡岔河段）、浪波河（牛场镇花桥至陆坪镇高梁营段）、平堡河、皮陇河、翁溪河（浪波河支流）、石板河（浪波河支流）执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水域标准。

供水退水受纳地表水体中：

重安江支流阿里堡河、后河、洗布河，瓮安河支流雍阳河执行《地表水环境

质量标准》（GB3838-2002）III 类水域标准。

（2）地下水环境

执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）Ⅲ类标准。

（3）环境空气

洒金谷省级风景名胜区内执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准，其余区域执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（4）声环境

本工程评价区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。公路两侧红线外 35m 内区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准。

表 1.4-1　　环境影响评价执行环境质量标准表（摘录）

地表水		地下水		环境空气		声环境	
GB3838-2002 II 类、III 类（mg/L）		GB/T14848-93 Ⅲ类（mg/L）		GB3095-2012 一级、二级（μg/m³）		GB3096-2008 [dB(A)]	
项目	Ⅱ（Ⅲ）	项目	标准值	项目	标准值	项目	标准值
pH	6～9（6~9）	pH	6.5~8.5	TSP 日平均	120（300）	2 类昼间	60
DO	≥6（≥5）	氯化物	≤250	NO_x 日平均	100（100）	2 类夜间	50
COD_{Mn}	≤4（≤6）	NH_3-N	≤0.2	NO_x 小时平均	250（250）	4a 类昼间	70
COD	≤15（≤20）	挥发酚	≤0.002	PM_{10} 日平均	50（150）	4a 类夜间	55
BOD_5	≤3（≤4）	氰化物	≤0.05				
NH_3-N	≤0.5（≤1.0）	氟化物	≤1.0				
总磷	≤0.1（≤0.2）	总大肠菌群	≤3.0（个/L）				
石油类	≤0.05（≤0.05）	COD_{Mn}	≤3.0				
粪大肠菌群	≤2000（≤10000）	总硬度	≤450				
阴离子表面活性剂	≤0.2（≤0.2）	溶解性总固体	≤1000				

二、污染物排放标准

（1）废（污）水

地表水 II 类功能区禁止新建排污口，地表水 III 类功能区废（污）水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。

（2）废气、扬尘

洒金谷景区内禁止新、扩建污染源，执行《大气污染物综合排放标准》（GB16927-1996）一级标准，其余区域执行《大气污染物综合排放标准》（GB16927-1996）中表 2 无组织排放监控浓度限值。

（3）噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准。

（4）固体废物

执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改单（环境保护部 2013 年公告第 36 号）。

表 1.4-2　　环境影响评价执行污染物排放标准（摘录）

《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准		《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)		《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)		《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类	
项目	标准值 (mg/L)	项目	无组织排放监控浓度限值 (mg/m^3)	施工期等效声级 Leq[dB(A)]		运行期等效声级 Leq[dB(A)]	
pH	6~9	TSP	1.0	昼间	70	昼间	60
SS	70	NO_2	0.12	夜间	55	夜间	50
COD	100	PM_{10}	5.0				
NH_3-N	15						

1.5 评价工作等级

1.5.1 地表水环境

凤山水库工程施工高峰期废（污）水最大产生量 3253.9m^3/d（水源枢纽工程区 1812.9m^3/d、输水系统工程区 1441m^3/d），运行期管理营地废（污）水产生量为 2.88 m^3/d，污水水质复杂程度为简单；坝址区域重安江干流地表水域规模为小型，所在河段水环境功能为 III 类，受水区涉及重安江干流、阿里堡河、后河以及瓮安河流域雍阳河水系，其水域规模为小型，所在河段水环境功能为III类。根据《环境影响评价技术导则地面水环境》(HJ/T2.3-93)评价等级分级原则，本工程水环境评价工作等级为三级。鉴于凤山水库工程为多年调节水库，在正常蓄水位时，回水长度为 17.4km，α 值为 1.88，水库水温结构为分层型，大坝上下游河道水文情势发生较大的变化；由于坝址下游重安江干流水质长期磷和氟化物超标且为减水、退水受纳河段，凤山水库建成运行后对坝址下游河段水环境影响较为敏感，因此，确定地表水环境评价等级为一级。

1.5.2 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）评价等级分级原则，凤山水库工程属于 III 类建设项目，水库淹没及隧洞开挖涉及马场坪、牛场等区域地下水泉点，属较敏感。鉴于凤山水库坝址下游隧洞、管线穿越及受水区域存在地下溶泉受渣场渗漏影响的情况，因此，确定地下水水源枢纽区环境评价工作等级为三级，输水管线区首部无压隧洞区域环境评价工作等级为二级，其余区域为三级。

1.5.3 生态环境

凤山水库工程建设征地总面积 7.97km^2，大于 2km^2 且小于 20km^2，输水线路水平投影总长度 53.28km，库区回水长度 17.5km，工程线路总长度大于 50km 小于 100km；工程建设征地范围不涉及特殊生态敏感区，输水管线涉及重要生态敏感区—洒金谷省级风景名胜区，本工程生态环境评价工作等级为二级，根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2011）“拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价工作等级应上调一级”，因此，确定本工程生态环境评价工作等级为一级。

1.5.4 大气环境

本工程运行期无大气污染物产生，对环境空气的影响仅限于施工期的施工作业区，本工程施工期的大气污染物主要为 TSP 和氮氧化物。类比国内水利水电施工期大气污染物的经验，TSP 和氮氧化物产生量相对较小，且排放量和排放浓度均具有不稳定性，本工程施工作业面分散、地形相对开阔，影响范围主要在施工场界内，按照《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2008)，本工程环境空气评价等级确定为三级。

1.5.5 声环境

凤山水库工程施工期噪声主要来自施工爆破、砂石料加工系统和机械车辆运行等，运行期主要来自于泵站运行噪声。本工程水源枢纽工程区的声环境功能区为 GB3096 规定的 2 类地区和 4a 类地区，项目建设前后评价范围内环境目标噪声级增高量小于 3dB（A），受影响人口数量变化不大。输水系统工程区的声环境功能区为 GB3096 规定的 1、2 类地区，项目建设前后评价范围内环境目标噪声级增高量小于 3dB（A），受影响人口数量变化不大。根据《环境影响评价技术导

则声环境》（HJ2.4-2009）有关规定，声环境评价等级确定为二级。

1.5.6 环境风险

本工程距离福泉市马场坪办事处中心区域仅 3km，可直接利用福泉市现有油料、炸药存储设施，因此不在施工区域单独设置油品、炸药存储设施。本工程建设可能产生的环境风险包括施工期生产生活废水事故排放风险、黑塘桥集中水源保护区水质污染风险以及炸药、油品运输泄露风险，运行期主要为上游乡镇生活污水事故排放风险以及水库范围内铁路、高速公路运输过程中水质污染风险。类比国内相关水利工程，工程爆破及车辆运输所需炸药、油品用量较小，一般不会超过生产场所临界量，为非重大危险源，因此，所在区域根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）确定涉及黑塘桥水源保护区环境风险做一级评价，其余区域环境风险作二级评价。

1.6 评价范围和水平年

1.6.1 评价范围

本工程的评价范围见表 1.6.1-1。

表 1.6.1-1　　评价范围一览表

评价因子	评价范围
地表水	水源枢纽工程区：重安江源头至重安江汇入清水江汇口区间 141km 干流河段，重点为凤山水库库尾至支流洗布河汇口区间 45.74km 干流河段及其区间平堡河、阿里堡河、后河、洗布河等支流。 供水及退水区：受纳水体为重安江干流平堡河汇口以下河段，支流阿里堡河、后河等主要支流；瓮安河流域支流雍阳河。
地下水	本工程水源枢纽工程区和库区所在的水文地质单元以及输水线路两侧各 1km 范围，涵盖地下水与地表水存在水力联系的区域，涉及环境敏感区域如地下泉眼、溶泉等时可扩展至完整的水文地质单元。
环境空气	以水源枢纽区砂石加工厂为中心，边长为 5km 的矩形区域以及包括工程各施工区、场内公路外 200m 范围，输水系统工程区管线边界外 200m 范围，移民安置区外 200m 范围。
声环境	工程各施工工区边界以外 200m 范围，公路、管线边界外 200m 范围，重点是周围居民点等。
生态环境	陆生生态：水库库尾至坝址下游 5km 之间重安江及支流回水区的两岸第一山脊线以下区域范围，以及水源枢纽工程建设区、移民安置区，输水系统工程管线两侧 300m、各施工区边界以外 300m、生态敏感区范围。评价区面积约 9124.38hm^2。 本工程输水系统涉及福泉市洒金谷风景名胜区，对敏感区结构及功能进行评价时，将景区作为整体评价；对敏感区生态现状进行评价时，重点评价穿越敏感区段输水管道两侧 300m 的范围。

评价因子	评价范围
	水生生态：重安江源头至重安江汇入清水江汇口区间 141km 干流河段，重点为凤山水库库尾至支流洗布河汇口区间 45.74km 干流河段及其区间平堡河、阿里堡河、后河、洗布河等支流。
社会环境	工程涉及的福泉市马场坪办事处、凤山镇、龙昌镇、牛场镇，瓮安县平定营镇、翁水办，麻江县谷硐镇等乡（镇），

1.6.2 评价水平年

本工程现状水平年为 2014~2018 年；施工期环境影响评价水平年为施工高峰年；运行期环境影响评价水平年为工程设计水平年 2025 年、2030 年。

1.7 环境保护目标

1.7.1 环境敏感保护目标

根据工程及评价区环境特点，确定本工程的环境敏感目标详见表 1.7.1-1。

表 1.7.1-1　　环境敏感保护目标一览表

环境要素	保护目标名称			与工程关系	保护要求
地表水	水源枢纽区	库区河段水质		库区河段 17.4km 河段	满足 III 类水域标准
		坝下减水河段		重安江坝址下游至洗布河汇口 30km 河段	近期 2020 年干流水质逐步达到 III 类水域标准、远期 2030 年凤山新桥、重安江大桥控制断面稳定满足 III 类水域标准
	受水区	重安江		福泉市供水受纳水体，主要为干流阿里堡河汇口至洗布河汇口 25km 干流河段	
		雍阳河		瓮安县城供水受纳水体，主要为瓮安县城段至白水河汇口 15.58km 干流河段	近期 2020 年水质达到 III 类水域标准，远期 2030 年白水河汇口断面稳定满足 III 类水域标准
地下水	地下泉点			枢纽区、隧洞及输水管线附近 19 处泉点	保持现状的水质，满足地下水 III 类标准
环境空气和声环境	水源枢纽工程施工区		桐油坪居民点 40 户 160 人	距离大坝施工区 247m	《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准、《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）和《声环境质量标准》（GB3096-2008）
			月亮坡居民点 5 户 15 人	渣场进场公路两侧约 20m	
			猫猫营居民点 10 户 40 人	砂石加工系统进厂公路路口两侧约 10m	
			小寨居民点 26 户 100 人	弃渣场附近约 100m	
			桐子树居民点 19 户 60 人	渣场进场公路约 15m、弃渣场附近约 300m	
	一级泵站施工区		山郎卜居民点 8 户 25 人	一级泵站东侧 200m	
			艳山红居民点	一级泵站北侧 250m	

环境要素	保护目标名称		与工程关系	保护要求
		6 户 25 人		
	无压输水隧洞	沙子坎居民点 30 户 120 人	无压隧洞入口西侧 200m	
		岚家院居民点 5 户 20 人	无压隧洞入口东侧 200m	
	输水管线区	天生桥居民点 5 户 20 人	输水线管路两侧约 50m	
生态环境	重要经济鱼类黄颡鱼、白甲鱼、泉水鱼、大眼鳜等		重安江干流上游河段及部分支流如满溪河	拟采取栖息地保护、增殖放流、过鱼措施、科学研究、渔政管理等措施
	1 处鱼类产卵场		坝址下游支流满溪河	
	国家Ⅱ级重点保护野生植物 2 种：香果树、金荞麦		位于水库枢纽区施工区附近，水库淹没不涉及	施工期保护采取保护措施保护其不受影响
	31 株古大树：木犀、朴树、银杏、皂荚等		淹没区有古树 2 种 2 株，施工区域附近有 1 种 1 株，其余位于评价区但工程不涉及	对淹没区古树采取移栽保护措施，对受施工影响的古树采取预防保护措施
	国家Ⅱ级重点保护野生鸟类 8 种：黑鸢、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、红隼、领角鸮、灰林鸮、斑头鸺鹠；兽类 2 种：大灵猫和小灵猫		评价区内广泛分布	采取预防保护措施，使其生境及个体不受损害
	贵州省省级保护动物：蛙类 16 种、蛇类 22 种、鸟类 11 种		评价区内广泛分布	
敏感保护区域	洒金谷省级风景名胜区		凤山水库坝下 3km 起至 15km 河段及沿岸部分区域属于景区范围，输水系统工程中约 1.2km 管线位于景区范围内，不涉及核心景区	保证下泄流量满足景观用水，严格控制施工扰动范围，保护其景观功能、环境不受工程影响。
	黑塘桥水源保护区		凤山水库建成后将替代黑塘桥水库现有供水功能，坝址及进场公路位于水源保护区一级保护区内；砂石加工系统位于其准保护区内	严格控制施工扰动影响，采取严格的污染防治措施，制定施工期应急预案，保护水源保护区供水水质、水量不受工程施工影响；水库建成后划定新的水源保护区
	平堡河饮用水源保护区		输水隧洞下穿平堡河饮用水水源保护区，距离平堡河河床底部约 56m	严格控制施工扰动影响，保证饮用水源保护区供水水质、水量不受影响
社会环境	移民安置及高速公路、铁路、G210 国道专项复建		水库涉及搬迁人口 2146 人，规划黄丝、猫猫营、	移民安置区、复建交通工程的影响区环境质量总体满足

环境要素	保护目标名称	与工程关系	保护要求
及移民安置环境		马场坪 3 个集中安置点。专项复建工程主要为高速公路、铁路、国道线复建等	功能要求。

1.7.2 污染与生态破坏预防控制、保护目标

污染与生态破坏预防控制、保护目标分为预防保护目标、控制目标、恢复治理目标三类，具体情况见表 1.7.2-1。

表 1.7.2-1　　污染与生态破坏预防控制、保护目标

保护项目		保护内容及原因	相应要求
一、预防保护目标		优化施工布置，严格控制施工占地，尽量减少工程建设对工程地区现有耕地、林地的占压、破坏；加强施工管理，优化施工工艺，减轻工程对当地动、植物造成的不利影响，维护工程及周边区域的生态完整性和生物多样性。	
		根据区域内珍稀保护动植物的分布情况，结合施工布置采取有效的预防保护措施，尽量减免工程建设对珍稀物种的影响。	
		优化工程枢纽、管线与施工场地布置，避让、减少对风景名胜区的影响；严格控制施工范围，优化施工工艺，制定施工期水源保护区应急预案，减少对水源保护区的影响。	
		合理确定下泄生态流量，拟定水库初期蓄水和水库运行调度方式，保证下游水环境容量、生态用水、景观用水等需求。	
		合理规划移民安置方案，保证不降低移民的生活水平。	
二、控制目标			
水环境	施工期	减少施工生产废水和生活污水排放对工程河段水域功能的影响	地表水Ⅱ类功能区禁止排放污水；地表水Ⅲ类功能区废（污）水经处理后优先回用，不能回用的部分污水达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放。
	运行期	保障库区水质满足供水功能，恢复、改善水库下游及受水区河段水质状况并稳定满足其水环境功能	凤山水库库区水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准；受水区重安江、雍阳河应保证 2020 年水质达到Ⅲ类标准要求，规划远期 2030 年控制断面（重安江凤山新桥断面、雍阳河白水江汇口断面）稳定达到Ⅲ类标准要求。
			削减流域污染负荷，控制渣场渗漏污染源、现有排污口达标或减量排放、提高受水区工业及城镇污水的处理水平；保障满足下游水环境容量需求的生态水量。
水文情势		保证坝址下游环境、生态、景观用水	采取工程措施和水库调度措施，保证下游满足水环境容量、生态用水、景观用水需求。
大气环境		减少施工粉尘和交通扬尘对敏感点的影响	大气环境质量应达到《环境空气质量标准》（GB3095）一、二级标准，施工期废气排放达到《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。

保护项目	保护内容及原因	相应要求
声环境	减少噪声对周围村民等敏感点的影响	声环境达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准；施工区噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），运行期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准。
生态环境	减免和控制水土流失，改善当地的生态环境	控制工程建设对生态环境的影响，不得降低生态系统等级，不得超过现有生态系统的承载能力。
三、恢复治理目标	减小项目建设对地表植被的破坏、防治人为造成的水土流失，合理利用水土资源，保护和改善生态环境，促进生态环境的良性发展。	
	采取工程及植物措施防治移民安置区水土流失与植被破坏，安置区采取切实有效的生活垃圾和生活污水处理措施，为移民营造良好的生产、生活环境。	
	结合水生生态保护要求，改善水库存在的下泄低温水影响。	
	采取有效影响减缓与补救措施保护、维护、恢复河段水生生境及生物多样性。	

1.8 评价工作重点

（1）工程重大方案的环境合理性优化论证，包括工程建设对水资源利用的影响及配置方案的环境合理性论证，对水文情势、下游用水的影响以及生态流量、调度方案的论证，下泄低温水的影响以及减缓措施论证；

（2）在全面掌握水库坝址下游河道环境现状和用水要求及其发展趋势的基础上，分析和确定生态流量及下泄方式。

（3）工程建成运行后，库区、坝下河段水质及受水区退水受纳水体的影响和保护措施；

（4）工程建设对生态环境的影响以及减缓措施，进一步推动区域水生生态环境修复；

（5）分析工程与洒金谷风景名胜区等敏感目标的区位关系，预测、评价工程建设、运行对其影响，拟定避让、减缓、补偿措施。

（6）施工期环境影响及污染防治与生态修复措施；

1.9 评价程序

按照《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《环境影响评价技术导则》的要求，环境影响评价工作分以下三个阶段。

（1）调查分析和制定工作方案阶段

研究国家和地方相关环境保护文件，征求环境保护主管部门及建设主管部门

对凤山水库工程环评工作的意见和要求；收集福泉市、瓮安县的自然环境、生态环境和社会环境资料，对工程现场进行初步调查。通过初步工程分析，确定评价因子、评价等级、评价重点和评价方法，拟定工作计划。

（2）分析论证和预测评价阶段

在建设项目工程分析的基础上，开展详细的调查和监测工作，全面了解和评价工程地区环境现状和发展趋势，对主要环境影响和相应评价因子进行现状调查和监测。根据工作计划，贵阳院委托了华中师范大学、贵州省水产研究所对评价区域陆生生物、水生生物情况进行了相应的专项调查，委托了贵州开磷质量检测中心有限责任公司对评价区域水环境、环境空气、声环境的质量现状进行相应的监测调查，委托贵州省城乡规划设计研究院开展风景名胜区影响专题研究，委托了四川大学、河海大学分别开展了水质水温和地下水环境的专题工作。同时，贵阳院工作人员也多次深入现场和项目建设涉及的行政主管部门，收集工程涉及地区社会、环境及监测资料，对工程区环境情况进行详细的调查。在上述调查和测试工作的基础上，预测评价工程占地、施工、移民安置和工程运行对评价范围内自然环境、生态环境和社会环境的影响。

（3）报告书编制阶段

在以上 2 个阶段工作的基础上，根据预测评价结果，针对不利影响制定相应的环境保护对策措施并进行技术经济论证，初步提出开展环境监测、环境管理和环境监理工作的计划、方案与要求，进行环保投资概算和环境影响经济损益分析，给出建设项目环境影响评价结论，编制完成《贵州省黔南州凤山水库工程环境影响报告书》。本工程环境影响评价程序见图 1.9-1。

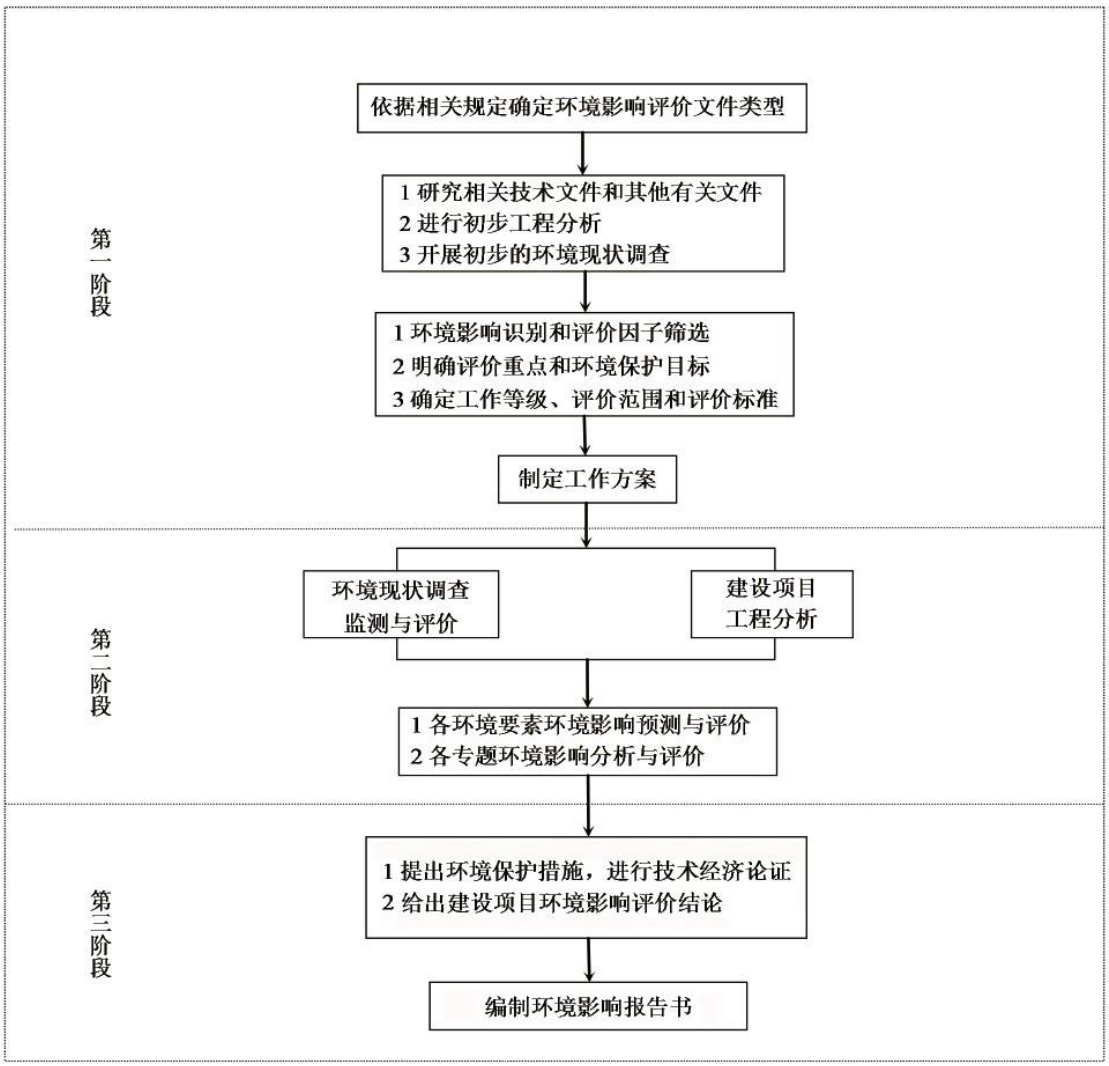


图 1.9-1 凤山水库工程环境影响评价程序图

2 工程概况

2.1 流域概况

重安江为长江流域沅江水系清水江上游左岸一级支流，位于东经 107°35′～108°27′，北纬 26°40′～27°47′之间，发源于麻江县坝芒乡黄家冲，于西南向东北流经麻江县、贵定县、福泉市、黄平县、凯里市等，至凯里市桐木寨乡注入清水江。重安江河源高程 1190m，汇口高程 546m，河长 141km，落差 644m，河道平均坡降 4.57‰，流域面积 2774km^2，汇口处多年平均流量 48.70m^3/s。重安江翁马河汇口以上为中上游河段，又称鱼梁江，翁马河汇入口以下至清水江汇入口处为下游河段。

重安江地处云贵高原向湘西丘陵过渡的斜坡地带，流域地势西南高，东北低。流域最高点为海拔 1617m 的黄龙山，最低点为重安江汇入清水江汇口处，高程 546m。区域内以溶蚀－侵蚀、剥蚀地貌为主，发育众多残丘波地、溶丘槽谷、峰丛槽谷、峰丛峡谷等组合类型，侵蚀地貌多成条带状分布，局部较集中；河谷切深较大，如重安江的陆坪-崇安峡谷。重安江流域涉及黔南布依族苗族自治州贵定县、福泉市、瓮安县，以及黔东南布依族苗族自治州的麻江县、黄平县、凯里市等 6 个县（市）。

重安江的主要支流有平堡河、阿里堡河、围阻河、后河、皮陇河、洗布河、浪波河、翁马河。

2.2 流域规划概况

2.2.1 干流水资源规划及开发现状

（1）干流水资源规划

重安江流域未单独开展过水资源综合利用规划和水电专项规划。重安江流域的水资源规划与开发主要依据清水江流域的相关规划。

1986 年中南勘测设计研究院完成了《清水江流域(施洞至托口段)规划报告》，1989 年 6 月贵州省人民政府以“黔府通[1989]109 号”文批复了《清水江流域(施洞至托口段)规划报告》，规划报告在清水江干流规划了宣威、旁海、平寨、革东、三板溪、挂治、远口、白市、托口九个梯级，其中在支流重安江上规划了石厂一级电站。

2015 年 8 月贵州省水利水电勘测设计研究院完成了《清水江（重安江汇口以上）流域规划》，2017 年 3 月 2 日贵州省人民政府以“黔府函[2017]46 号”印发了《省人民政府关于清水江（重安江汇口以上）流域综合规划的批复》。清水江（重安江汇口以上）规划的范围包括重安江汇口以上的清水江的干支流，开发任务为水源涵养、饮用水源保护、防洪、供水、灌溉、发电等。规划主要包括防洪治涝规划（防洪规划、涝区治规划）、水资源开发利用规划（水资源规划、节约用水规划、城乡供水规划、灌溉规划、水力发电规划、航运规划）、重大水工程规划、流域综合管理规划。

重安江凤山水库以上河段开发任务为水源涵养和饮用水水源保护，凤山水库至凤山镇河段主要任务为城市防洪和水污染防治，凤山镇以下至重安镇河段主要任务是以发电为主，兼顾航运，重安镇以下至汇口处开发任务以发电为主，兼顾航运。流域规划未对重安江干支流进行系统的水资源和水电规划，干流上多个已建电站均未纳入流域规划，对重安江上游福泉境内河段初步规划凤山水库（910m）+羊昌河（783m）+龙洞河（747m）+小岩（720m），对下游河段提出了水电开发初步方案，推荐开发方案为：手爬岩（630m）+石厂（619m）+漩水湾（594m）+马田（590m）+湾水（577m）五级开发方案，其中手爬岩、漩水湾梯级已经建成，此外，针对石厂（720m）提出远期建设高坝方案，高坝方案将淹没手爬岩、小岩梯级。

流域规划提出凤山水库开发任务主要为供水、灌溉，兼顾发电等综合利用。水库正常蓄水位 910m、对应库容 1.02 亿 m^3，死水位 862m，死库容 278 万 m^3，调节库容 0.977 亿 m^3，总库容 1.14 亿 m^3，总供水量 10809 万 m^3，电站总装机 2.4MW，多年平均发电量 690 万 kWh。

表 2.2.1-1　　重安江干流梯级开发规划方案主要技术经济指标

梯级	单位	凤山	羊昌河	龙洞河	小岩	手爬岩	石厂（低坝方案）	石厂（高坝方案）	漩水湾	马田	湾水
建设地点		福泉市	福泉市	福泉市	福泉市	凯里市	黄平县	黄平县	黄平县	黄平县	凯里市
坝址位置		马场坪	凤山镇	凤山镇	陆坪镇	大风洞	重安镇	重安镇	重安镇	重安镇	湾水镇
集雨面积	km^2	347	846	1298	1350	2000	2246	2246	2342	2415	2589
多年平均流量	m^3/s	6.74	14.4	23.1	24.3	37.2	41	41	40.4	41.7	44.7
正常蓄水位	m	910	783	747	720	630	619	720	594	590	577
总库容	亿 m^3	1.14	0.11	0.01	-	-	0.052	1.43	0.02	-	-
调节性能		年调节	日调节	无调节	无调节	无调节	无调节	年调节	无调节	无调节	无调节
多年平均发电量	万 kW h	643	2252	1226	-	-	5490	12250	715	2835	2410
装机引用流量	m^3/s	-	22.9	33.2	-	-	79.37	41	79.37	79.37	92.59
开发方式		坝后式	坝后式	坝后式	-	引水式	坝后式	坝后式	河床式	坝后式	坝后式
装机容量	MW	2.4	6.4	4.0	40	0.75	16	35	2	8	7
坝型		重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	砼重力坝	砼重力坝	砼重力坝	砼重力坝	砼重力坝
最大坝高	m	91	-	-		12	39	125	4	24.86	28.82
开发建设情况		规划	规划	规划	规划	已建（1980）	规划	规划	已建（2007）	规划	规划

（2）重安江流域水资源开发利用现状

重安江流域水资源总量 13.65 亿 m^3，其中地表水 13.65 亿 m^3，地下水 3.8 亿 m^3，重复量 3.8 亿 m^3，水资源可利用量 4.5 亿 m^3。

重安江流域现有中型水库 1 座—高车水库，黑塘桥水库、陡河水库等小（1）型水库 10 座，翁羊水库、三岔塘水库等小（2）型水库 17 座，引提水工程 401 处，地下水 547 眼，现有水利蓄水工程总库容 5985 万 m^3，兴利库容 4497 万 m^3，设计供水能力 8492 万 m^3，现状供水量为 6143 万 m^3，流域内有效灌溉面积 6.92 万亩。

2014 年流域实际用水量 1.94 亿 m^3，其中总用水量中城镇生活用水量为 0.08 亿 m^3，三产及建筑用水量为 0.07 亿 m^3，工业用水量为 0.65 亿 m^3，灌溉用水量 1.04 亿 m^3，农村生活用水量为 0.06 亿 m^3，畜牧业用水量 0.03 亿 m^3，生态用水量 0.01 亿 m^3。

重安江干流已建成黑塘桥水库、跨岩电站、烂木桥电站、鸭草坝电站、鱼洞河电站、苦竹塘电站、龙吃水电站、桥边电站、大石板电站、团滩河电站、手爬岩电站、漩水湾电站等 12 座水利水电工程，总装机容量 9.77MW，多年平均发电量 1949 万 kW·h。

表 2.2.1-2　　重安江干流已建水利水电工程主要技术经济指标

名称	单位	黑塘桥	跨岩	烂木桥	鸭爪坝	鱼洞河	苦竹塘	龙吃水	桥边	大石板	团滩河	手爬岩	漩水湾
建设地点		福泉市	福泉市	福泉市	福泉市	福泉市	福泉市	福泉市	福泉市	福泉市	福泉市	凯里市	黄平县
坝址位置		马场坪	马场坪	马场坪	金山	金山	凤山镇	凤山镇	凤山镇	凤山镇	凤山镇	大风洞	重安镇
集雨面积	km^2	346	398	452	746	761	831	851	862	873	1350	2000	2342
多年平均流量	m^3/s	6.8	6.9	7.6	13.1	13.3	14.0	14.8	14.9	20.1	24.3	37.2	40.4
正常蓄水位	m	862.5	845	811	783	779	778	772	-	745	721	630	594
总库容	万 m^3	660	-	-	-	121	-	53.1	-	137	-	-	-
调节性能		季调节	无调节	无调节	无调节	无调节	无调节	无调节	无调节	无调节	无调节	无调节	无调节
利用落差	m	3.5	1.5	6	6.5	-	-	3.6	3	5	35	11	3.2
开发方式		坝后式	坝后式	坝后式	坝后式	坝后式	坝后式	坝后式	坝后式	坝后式	引水式	引水式	河床式
装机容量	MW	1	0.4	0.15	0.32	0.2	0.4	0.15	0.2	0.2	4	0.75	2
坝型		重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	重力坝	-	重力坝	重力坝
最大坝高	m	32.5	4.5	5	4	3	5	4.5	3	4	-	12	-
开发建设情况		已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建
建成时间		1998	-	1969	1971	1979	1978	1979	-	1980	1998	1980	2007

（3）主要梯级概况

1）黑塘桥水库

黑塘桥水库位于马场坪黑塘桥上游700m处，距拟建凤山水库坝址上游120m，开发任务为向瓮福磷肥厂供水，兼顾发电，水库于1998年建成。由于开发较早，黑塘桥水库未开展环境影响评价工作。

黑塘桥水库正常蓄水位862.5m，相应的回水长度4.3km，相应库容660万m^3，死水位855m，死库容120万m^3，水库具有季调节性能。枢纽建筑物包括大坝、泄洪、冲沙闸、取水口、发电厂房等，大坝为浆砌石外包混凝土重力坝，最大坝高32.5m，坝顶高程869.5m，坝顶全长141.0m；泄洪采用坝顶自由溢流，溢流段沿主河槽坝段布置，前沿净宽50m，溢流堰面采用WES实用曲线，消能型式为底流消能；供水取水口设在右岸挡水坝段，采用喇叭形进口，中心线高程852.0m，通过直径1.5m引水主管，在坝内分叉为两根直径1.0m的支管后连接坝下游泵站；发电厂房为坝后式厂房，发电取水口中心高程为857.0m，进水管直径1.2m，设置两台500kW发电机组，设计引用流量为3.56m^3/s。

根据黑塘桥水库的调度方案，其优先保障下游不低于0.05m^3/s的生产生活用水量，供水保证率97%情况下满足瓮福磷肥厂生产生活用水量1m^3/s，其余余水兼顾发电或直接通过溢流堰溢流，汛期控制水库水位低于863.5m。下游生产生活用水流量通过位于坝址下游的供水管线设置的DN300岔管下泄水量。



黑塘桥水库



电站尾水

2）跨岩电站

跨岩电站位于马场坪小河口，距离上游的凤山坝址约3km，主要利用两岸垮塌至重安江的岩壁，修建挡水建筑物和引水渠道进行发电灌溉，电站于1967年建成。

主要构筑物包括重力坝、发电厂房、引水渠、水轮泵、灌溉渠等。拦河坝为浆砌石重力坝，长 58.4m，宽 5m，高 4.5m；发电厂房装机容量 400kW，引水渠顺拦河坝右岸引水，长 50m；设计采用 5 台水轮泵串联，提水扬程 104m；灌溉渠道长 3.5km，设计引水流量 0.03m^3/s，设计灌溉面积约 432 亩，现状灌溉功能基本已废弃，主要为发电。



跨岩厂房



垮塌至河道的岩壁

3）烂木桥电站

烂木桥水电站位于凤山水库坝址下游 7.78km，工程建设于 1969 年，工程任务为发电，为无调节径流式电站。主要枢纽建筑物包括大坝、引水渠、发电厂房等，挡水建筑物为浆砌石重力坝，最大坝高 5m，坝宽 1.5m；引水渠长 78m，设计流量 4.5m^3/s，落差 6m；发电厂房装机容量 2×75kW，保证出力 50kW。



烂木桥电站厂房



拦河坝、引水渠

4）鸭爪坝电站

鸭爪坝电站位于凤山水库坝址下游 15.1km，工程建设于 1971 年，电站为径流式电站，采用低坝引水，坝顶高程 785m，设计水头 6.5m。枢纽建筑物包括大坝、引水渠、压力前池和厂房等。大坝为浆砌石重力坝，坝高 4m；引水渠 2 道总长 67m，设计引水流量 9m^3/s；压力前池容水量为 100m^3；厂房内机组装机容量为 2×160kW，保证出力 110kW，年发电量 80 万 kW•h，年利用小时 3200h。

鸭爪坝正常蓄水位回水至洒金桥省级风景名胜区内葛静桥处，回水长度约2.52km。



鸭爪坝电站

5）鱼洞河电站

鱼洞河水电站位于鸭爪坝电站下游 1km 处，工程建设于 1979 年，为径流式电站。枢纽建筑物包括大坝、引水渠和厂房等，大坝为梯形重力坝，最大坝高 7m，长 50m；引水渠长 20m，深 3m，设计流量 5.44m^3/s；厂房内设两台机组，装机容量为 2×100kW。鱼洞河电站回水与鸭爪坝电站衔接。

2.2.2 支流水资源规划及开发现状

重安江主要支流有平堡河、阿里堡河、围阻河、后河、皮陇河、洗布河、浪波河、翁马河等，除浪波河开展了浪波河水能开发规划外，其余河流均未开展水资源利用规划，统一纳入《清水江（重安江汇口以上）流域规划》。

各支流及其水资源开发情况见表 2.2.2-1。

表 2.2.2-1　　重安江主要支流及其水资源开发状况

支流名称	左岸/右岸	与凤山坝址区位关系	河长（km）	流域面积(km^2)	流量(m^3/s)	已建或在建电站
平堡河	右岸	下游 1.65km	20.4	72.5	1.44	已建成 10 余处滚水坝
阿里堡河	右岸	下游 5.75km	14.9	33.2	0.29	已建翁羊小（1）型水库，坝址距河口 11.27km
围阻河	左岸	下游 11.11km 的三江口汇入重安江	24	196	3.34	已建高车中型水库、洒金桥电站，其中洒金桥电站距离河口 3.25km
后河	左岸	下游 11.11km 的三江口汇入重安江	25.4	72.9	1.23	上游源头处已建成有陡河水库小（1）型水库

支流名称	左岸/右岸	与凤山坝址区位关系	河长（km）	流域面积(km^2)	流量(m^3/s)	已建或在建电站
皮陇河	左岸	下游 14.28km	27.2	71.5	1.5	现状已建成十余处滚水坝，尚未规划水利水电工程
洗布河	右岸	下游 28.34km	63	348	6.12	已建成有水冲水库小（1）型水库，坝寨水库、虎拜石、蚂蚁塘、棉花冲、又诗河等 4 座小（2）型水库，规划有龙口水库、西牛滩水库
浪波河	左岸	下游 39.89km	51.9	344	5.5	已建成马岩、虾子、下翁溪等小（1）型水库 3 座，三江口、双龙、浪波河、蹬边、大飞水等电站 5 座，规划建设卡龙桥中型水库 1 座，麻圆等电站 5 座
翁马河	左岸	下游 55.01km	43.9	242	3.52	已建有马头岩、西苗重、稀饭冲等小（2）型水库，规划建设老院水库小（1）型水库

（1）平堡河

平堡河为凤山坝址下游 1.65km 重安江右岸的一级支流，发源于麻江县景阳乡，在平堡进入福泉市境内，流经下堡、螺丝冲后，在凤山水库下游小河口汇入重安江。全流域集水面积为 72.5km^2，主河道全长 20.4km，多年平均流量 1.44m^3/s，河床平均比降 4.31‰。

平堡河干流上已建有 10 余处滚水坝，主要功能多为交通、灌溉、供水、景观等。其中下游滚水坝 2 处，3#滚水坝在下游距离汇口 2.43km 处，通过在滚水坝（坝高 3m）雍高水位并设置平堡河水源保护区取水口，取水量 1.5 万 t/a，是福泉市供水水源地之一。1#、2#号滚水坝在下游距离汇口 1.58km、1.78km 处，滚水坝功能主要为连接两岸交通。



渠道化河段



1#号滚水坝



3#号滚水坝



螺丝冲取水泵站

（2）阿里堡河

阿里堡河为凤山坝址下游 5.75km 的重安江右岸一级支流。发源于麻江县，在麦冲进入福泉市境，流经阿里堡、马场坪后，在沙锅厂汇入重安江。全流域集水面积为 33.2km^2，主河道全长 14.9km，河床平均比降 3.46‰，多年平均流量 0.29m^3/s。

阿里堡河上游已建有翁羊水库，为小（1）型水库，工程任务为灌溉，水库总库容 73.6 万 m^3，兴利库容 45 万 m^3，设计灌溉面积 2300 亩。阿里堡河下游约 5km 流经马场坪城镇区域，约 0.7km 河段沿岸已渠道化，下游已建有 2 处小型滚水坝及 3 处桥涵。



阿里堡河城区段



阿里堡河汇口段

（3）围阻河

围阻河为凤山坝址下游 11.11km 的重安江左岸一级支流，发源于贵定县纱帽山北和仙桥乡干坝巴巴箐南，于岔河乡处汇合平寨河、马曲河、关庄河，流经洒金桥至三江口汇入重安江。全流域面积 196km^2，干流全长 24km，平均比降 6.76‰，多年平均流量 3.34m^3/s，上游属丘陵区，河两岸地势平缓，下游两岸为峡谷地带。

围阻河干流上已建有 2 处水利水电工程，分别为高车水库和洒金桥电站，其中下游建有洒金桥电站，距离汇口处约 3.25km，电站采用引水式开发，坝长 25m，

坝高 3.5m，引水渠道长 3.72km，引水流量 2m³/s，装机容量 3×320kW。洒金桥电站下游建有 1 处滚水坝，主要功能为景观等，滚水坝距离汇口处约 2km。另外根据流域规划，围阻河上游建设翁偿、孙家田等 2 座小（1）型水库。



洒金桥电站



滚水坝

（4）后河

后河为凤山坝址下游 11.11km 处重安江左岸一级支流，发源于福泉市牛场镇云雾山，流经龙昌、太平、福泉市区后，在三江口汇入重安江。全流域集水面积为 72.9km²，主河道全长 25.4km，平均比降 5.34‰，多年平均流量为 1.23m³ /s。

后河干流在汇入口处河床高于重安江水面约 10m，通过瀑布跌水汇入重安江中。上游已建有陡河水库，主要工程任务为灌溉、供水，总库容 547 万 m³，兴利库容 448 万 m³ 。另外在上游拟建设土库槽小（1）型水库。



跌水处



城区段

（5）皮陇河

皮陇河为凤山坝下游 14.28km 处重安江左岸一级支流，发源于福泉市牛场镇云雾山，流经黑龙门、皮陇后，在五里桥汇入重安江。全流域集水面积为 71.5km²，主河道全长 27.2km，平均比降 5.31‰，多年平均流量为 1.5m³ /s。

干流上已建有十余处滚水坝，主要用于灌溉、交通及景观，下游的距河口约 0.6km、1.4km 处分别有 2 处滚水坝，主要功能为周边农田灌溉。



皮陇河



皮陇河两岸农田

（6）洗布河

洗布河为凤山坝址下游 28.34km 处重安江右岸一级支流，发源于麻江县贤昌乡高坡山，流经麻江县县城，之后进入福泉市境内，经过小堡、冬青、杨老村后，于凤山镇马蹄坡汇入重安江。全流域面积 348km^2，干流河长 63km，平均比降 3.55‰，多年平均流量 6.12m^3/s。

洗布河干流上已建有二十余处滚水坝，主要用于灌溉、交通及景观，距河口约 500m，600m，800m 处为 1#号滚水坝、2#滚水坝、3#滚水坝，1#号滚水坝主要功能为交通，2#、3#号滚水坝主要功能为灌溉。

洗布河上游已建成有小（1）型水库 1 座，为水冲水库。坝寨水库、虎拜石、蚂蚁塘、棉花冲、又诗河等 4 座小（2）型水库，总库容约 247 万 m^3，兴利库容 189.29 万 m^3。规划有中型水库龙口水库 1 座、小（1）型水库西牛滩水库 1 座，总库容约 1604 万 m^3，兴利库容约 1386 万 m^3。



汇口段



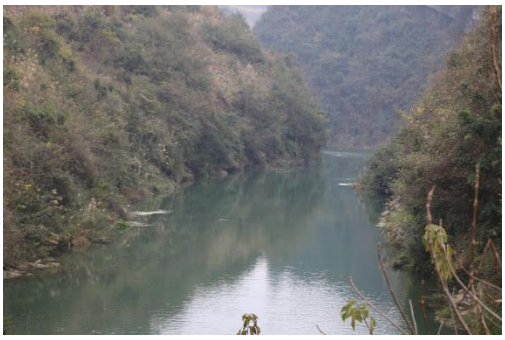
下游河段滚水坝

（7）浪波河

浪波河为凤山坝址下游 39.89km 的重安江右岸一级支流，发源于福泉市牛场镇云雾山，于高梁营处汇入重安江，汇河口高程为 652m。全流域集水面积为 344km^2，主河道全长 51.9km，平均坡降 13.3‰，多年平均流量为 5.5m^3/s。

2007 年黔南州水利水电勘测设计院完成了浪波河水能开发规划报告，黔南州人民政府对规划报告进行了批复。根据浪波河水能开发规划报告，推荐开发方案为三江口（1084.5）+双龙（1069.5）+麻圆（1044.5）+天生桥（1010）+浪波河（955）+白秧坪（902.5）+大坪（879.7）+下坝（873）+蹬边（855.56）+大飞水（818.04）等十级开发方案，规划总装机容量约 8MW。其中三江口、双龙、浪波河、蹬边、大飞水电站均已建成。另外，浪波河在上游已经建成了马岩、虾子、下翁溪小（1）型水库，规划了卡龙桥中型水库和官阳冲小（1）型水库。

大飞水电站为浪波河水能开发规划的最后一级梯级电站，距离浪波河汇口约 3.83km，于 1993 年建成发电，电站采用引水式发电，调节性能为径流式，坝高 2m，引水渠长 30m，利用水头 107m，装机容量 2.5MW，多年平均发电量 1300 万 kW·h。



汇口段



下游滚水坝

（8）翁马河

翁马河为凤山坝址下游 55.01km 处重安江左岸一级支流，发源于福泉市，流经福泉市、黄平县，在翁马河村汇入重安江。全流域集水面积为 242km^2，主河道全长 43.9km，平均坡降 6.3‰，多年平均流量为 3.52m^3/s。

翁马河干流上游已建有 3 处滚水坝，主要用于灌溉、交通，距河口约 13.2km 处为 1#号滚水坝，1#号滚水坝主要功能为灌溉；干流下游主要为野洞河风景区漂流河段，漂流河段全长约 8.5km，穿越上野洞、下野洞两处溶洞。



汇口段



漂流河段

2.2.3 清水江（重安江汇口以上）流域规划环评及跟踪环评

2.2.3.1 流域规划环评主要结论

2016 年 1 月，贵州省水利水电勘测设计研究院编制完成了《清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响报告书》；2016 年 9 月，贵州省环境保护厅以“黔环函[2016]371 号”印发《贵州省环境保护厅关于清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响报告书的审查意见》。

（1）主要结论

贵州省清水江（重安江汇口以上）流域规划实施后，将为规划涉及区域的经济发展夯实基础平台，提供用水保障，减少旱涝灾害，提高当地耕地产出能力，从而推进稳产高产农田建设，增加当地农民收入和减少贫困。规划实施后，还将对流域水资源进行保护，推进流域生态建设工作。

在流域规划实施中，将对流域内的水环境、生态环境、生态敏感区和社会环境造成一定不利影响，特别是水库工程造成的淹没、移民安置、水资源调配、挡水坝阻隔河道等，以及对环境敏感区造成一定影响。在采取本报告提出的环境保护措施，特别是采纳规划优化调整建议后，清水江（重安江汇口以上）流域规划造成的不利影响可以得到有效避免或减缓，其不利环境的影响范围和程度是可以接受的。

综上所述，从环境影响评价角度而言，贵州省清水江（重安江汇口以上）流域规划可行。

（2）主要环境影响的减缓措施

1）水环境

对具有人饮供水功能的水库划定水源保护区，严格实施《清水江流域水环境

保护规划（2015 年-2020 年）》；加强工业、农业、生活污染治理，尤其应注重重安江上游磷化工企业的整治，磷石膏弃渣堆场必须完善好防渗措施，加大对重安江总磷污染治理力度，实现总磷排放量削减；在移民安置规划中，充分考虑饮用水水源保护区范围和保护要求，优先将移民安置在水库流域范围之外，落实生活污水和生活垃圾处理措施，禁止将移民安置在水源保护区一、二级保护区范围内；流域内各产业园区应严格按照《水污染防治行动计划》要求采取水环境保护措施，必须按照《贵州省产业园区污水集中处理设施五年建设规划》要求，建设和完善工业、生活污水处理设施。

根据《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）》要求，维持水生生态系统稳定，水库初期蓄水和运行期应采取工程措施或优化水库调度，保证坝址下游的生态流量；并且根据规划的各大中型水库水温预测结果，落实低温水控制措施。根据区域生态环境特点，发挥水土保持工程的水源涵养和固沙的功能，改善水库的水资源和水质。

2）生态环境

建议保留清水江（重安江汇口以上）干流旁海库尾至清新电站坝址河段，清水江中游河段支流羊昌河及重安江支流浪波河卡龙桥水库以下河段作为保留河段，作为鱼类栖息的重要生境进行保护。开展下放生态流量的研究和论证，保证水库初期蓄水和运行期坝址下游的生态流量。

拟在宣威水库坝址新建鱼类增殖站，承担清水江上游鱼类增殖任务，在凤山水库坝址、石厂电站坝址新建鱼类增殖站，承担主要支流重安江鱼类增殖任务，下一阶段根据项目专题研究报告确定放流数量、放流方案、放流地点等。

拟在清水江干流宣威水库、凤山水库、石厂电站修建过鱼设施，下一阶段开展过鱼设施专项比选。大中型水库特别是高坝水利工程枢纽宣威水库、凤山水库，应考虑消减气体过饱和的问题，优先采用底流消能方式。

2.2.3.2 流域规划环评主要审查意见及跟踪环评主要论证意见

2016 年 9 月 21 日贵州省环境保护厅印发“黔环函[2016]371 号”《贵州省环境保护厅关于清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响报告书的审查意见》。审查意见中对规划优化调整和实施的意见：

（1）重安江流域受上游和周边涉磷企业的影响，总磷和氟化物指标长期不

能稳定达到水质要求，如果再在重安江汇河口以上兴建水库工程，不利于总磷的污染治理，同时易引起水体富营养化。因此在重安江水质不能稳定达到水环境功能要求前，建议暂不建设水库工程。

（2）涉及相关环境敏感区的规划项目，应按照相关法律法规开展相关的专题论证，根据建设任务和环境影响实际情况优化调整建设时序，制定切实可行的生态环境和环境敏感区的保护措施。

（3)处理好上下游的水资源供需关系，水资源开发须优先满足流域内生活、工农业用水及河道生态用水。各梯级水利水电工程应按照《报告书》要求，严格实施生态用水的下放和保证措施。

（4）加强流域污染源和水环境风险治理，开展流域水污染防治规划，严格污染物总量控制和达标排放管理，完善拟定为水源地水库安全保障机制，加强水源地水质监测、监控，水利风景区的设置应符合水源保护要求。对流域建设的工业园区污水厂等执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918）一级 A 标。

（5）落实《报告书》提出的鱼类栖息地、过鱼设施以及增殖放流站等鱼类保护措施。鱼类栖息地保护河段原则上不再进行梯级开发，保持原有天然河流形态；结合保护鱼类的重要性、受影响程度和过鱼效果等，综合分析论证采取过鱼设施的必要性和过鱼方式，深入开展过鱼设施的技术方案研究，落实过鱼设施建设，保证过鱼设施按照设计方案运行；依托宣威水库、凤山水库，结合放流水域生境适宜性和现有栖息空间的环境容量明确增殖站放流目标、规模和规格，做好鱼类增殖站设计、建设和运行，放流对象和规模应根据逐年放流跟踪结果进行调整。

（6）下阶段充分论证最小下泄生态流量和下泄生态流量过程，落实蓄水期及运行期生态流量泄放设施及保障措施。在珍稀濒危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。规划大中型水库下一步充分论证水库下泄低温水影响，落实下泄低温水减缓措施。

（7）总结流域内环境保护方面的历史经验和教训，流域内已建水利水电项目应进行环境影响后评价，研究论证采取环境保护补救性措施的必要性。基于综合规划的深度，在规划环评时，存在诸多不确定因素，在单项工程环评中，需重点落实解决。

（8）对近期建设项目环境保护管理的要求。规划中所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价工作时，应重视对水文情势、陆生生态、水生生态和环境敏感区的综合论证和环境风险评价，严格落实《报告书》提出环境保护措施，特别是生态流量、鱼类保护和水环境保护措施，并且充分论证生态恢复和污染防治措施的可行性和可靠性。

在《清水江（重安江汇口以上）流域规划》实施过程中，区域水污染防治规划措施逐步得到具体落实，水质现状逐步改善，控制断面部分时段监测指标已能达到水环境功能区划要求，鉴于区域水环境较为敏感，同时也为进一步落实“共抓大保护，不搞大开发”及上层流域规划及规划环评审查意见，规划实施单位贵州省发改委委托贵州省水利水电勘测设计研究院开展流域综合规划跟踪环境影响评价工作，对规划实施情况进行梳理，分析流域水环境、生态环境变化趋势，对规划的进一步开发进行环境影响预测评价，2018 年 4 月，贵州省水利水电勘测设计研究院编制完成了《清水江（重安江汇口以上）流域规划跟踪环境影响报告书》；2018 年 6 月，贵州省环境保护厅以“黔环函[2018]216”印发《贵州省环境保护厅关于清水江（重安江汇口以上）流域规划跟踪环境影响报告书建议的函》。

论证意见中提出：《报告书》在梳理《规划》实施进展、调查分析区城环境质量变化及成因的基础上，对《规划》中环境治理对策措施的有效性进行了分析。从加强空间管制、总量管控和环境准入等方面提出了《规划》实施的优化调整建议和“三线一单”。随着《贵州省清水江流域水环境保护规划（2015 年 2020 年）》、《清水江流域水体达标方案》以及《清水江流域（黔南州境内）水体达标方案（2017-2020）》、《清水江流城（黔南州境内）水污染防治规划（2017-2030）》等方案的有效实施，即通过实施工业集聚区污染集中治理项目、城镇污水处理及管网建设项目、农业农村环境综合整治项目及水环境污染整治与生态修复项目等骨干工程，污染物入河量得到较大幅度削减，清水江（重安江汇口以上）流城水质逐年变好，截至目前，水体总磷浓度已从 2015 年的 2.91mg/L 下降为 0.098mg/L，在继续实施一系列污染防治措施后，根据《报告书》预测结果，凤山水库、宣威水库建成投运，不影响重安江水质达到水功能区 III 类水质要求，同意开展具体项目的可行性研究、环境影响评价等前期工作；若重安江水质未能实现稳定达标，建议暂不蓄水。

2.2.3.3 流域规划环评及跟踪环评对本工程的要求及落实情况

（1）生态流量要求

规划环评提出，工程需考虑下放生态流量满足减脱水河段生活用水、生态景观用水、环境用水、维持河流最小稀释能力用水，开展下放生态流量的研究和论证，最低需水量取河流多年平均流量的 10%和 P=90%最小月平均径流量中最大值。

跟踪环评建议，针对本规划内容、环境现状和资源环境承载力，明确土地资源、水资源和景观资源的约束性指标，处理好上下游的水资源供需关系，合理水资源开发和控制水电梯级，按照“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”原则，水资源开发须优先满足流域内生活、工农业用水及河道生态用水。严格实施生态用水的下放和保证措施。

本项目环评对凤山水库下泄生态水量结合该河段生态、环境稀释、景观旅游用水需求进行了复核，提出了枯水期（10 月~3 月）按水库坝址 P=90%最小月平均流量 1.43m^3/s 下放，约占多年平均流量的 21%；丰水期（4 月~9 月）按水库坝址多年平均流量的 30%考虑，即为 2.04m^3/s，以满足坝下河段内的生态、环境稀释、景观旅游的生态基本用水需求，同时根据下游鱼类产卵需求，在 4~5 月份开展生态调度。

（2）对水温要求

规划环评提出，为了避免低温水对农作物、下游鱼类产生不利影响，应采取如分层取水、设置前置挡墙或优化水库调度等低温水减缓措施。

跟踪环评建议，对规划大中型水库要充分论证水库下泄低温水影响，落实下泄低温水减缓措施。

本项目环评开展了水温水质专题研究，经多方案比选，且对叠梁门及黑塘桥水库大坝保留方案下泄水温进行了分析，确定采用叠梁门取水口和保留黑塘桥水库大坝作为前置挡墙来减缓低温水下泄影响。

（3）对水质要求

A、规划环评提出，重安江流域受上游和周边涉磷企业的影响，总磷和氟化物指标长期不能稳定达到水质要求，如果再在重安江汇河口以上兴建水库工程，不利于总磷的污染治理，同时易引起水体富营养化。因此在重安江水质不能稳定

达到水环境功能要求前，建议暂不建设水库工程。

跟踪环评论证意见中提出，随着《贵州省清水江流域水环境保护规划（2015年-2020年）》、《清水江流域水体达标方案》以及《清水江流域（黔南州境内）水体达标方案（2017-2020）》、《清水江流城（黔南州境内）水污染防治规划（2017-2030）》等方案的有效实施，即通过实施工业集聚区污染集中治理项目、城镇污水处理及管网建设项目、农业农村环境综合整治项目及水环境污染整治与生态修复项目等骨干工程，污染物入河量得到较大幅度削减，清水江（重安江汇口以上）流城水质逐年变好，截至目前，水体总磷浓度已从 2015 年的 2.91mg/L 下降为0.098mg/L，在继续实施一系列污染防治措施后，根据《报告书》预测结果，凤山水库、宣威水库建成投运，不影响重安江水质达到水功能区 III 类水质要求，同意开展具体项目的可行性研究、环境影响评价等前期工作；若重安江水质未能实现稳定达标，建议暂不蓄水。

跟踪环评建议中提出，要求强化污染控制，保证质量底线。根据区域环境质量和生态环境现状，保证生态流量和改善水文情势，坚守水资源“三条红线”和“三先三后”原则，加强流域污染源治理，严格污染物总量控制和达标排放管理，落实受水区水处理设施和流域污染削减对策措施。

加强流域污染源治理，开展流域水污染防治规划，严格污染物总量控制和达标排放管理，规划流域内的各产业园区，严格按照相关要求采取水环境保护措施，建设和完善各园区工业废水及生活处理设施，并执行严格的排放标准。完善拟定为水源地水库的水质安全保障机制，加强水源地水质监测、监控，复核水源保护要求。

本项目环评针对库区及上游集水区域水质保护，提出了划定水源保护区建议方案，对移民安置集中安置点环境合理性及废污水处理措施进行了环境合理性分析，保障来水水质稳定达标，同时，结合流域水污染防治规划及流域水质监测体系，拟定了水质稳定达标与水库蓄水联动，水库运行应急流量与区域限产限供水联动调度方案，拟定开展了下游水生生态连通性设计等保障措施，保障重安江中下游水质稳定达标。

B、规划环评提出，工程运行前划定饮用水源保护区，对库区及上游集水区域内现有农业、生活污染源进行治理。加强坝址下游减水河段工业、农业、生活

污染治理，尤其应注重磷化工企业的整治，保证磷化工企业回用率，加强环境管理，磷石膏弃渣堆场必须完善好防渗措施，加大对重安江总磷污染治理力度，实现总磷排放量削减；在移民安置规划中，充分考虑饮用水水源保护区范围和保护要求，优先将移民安置在水库流域范围之外，落实生活污水和生活垃圾处理措施，禁止将移民安置在水源保护区一、二级保护区范围内；流域内各产业园区应严格按照《瓮（安）福（泉）一体化园区发展规划（2013-2020 年）环境影响报告书》的要求采取水环境保护措施，必须按照《贵州省产业园区污水集中处理设施五年建设规划》要求，建设和完善工业、生活污水处理设施。

跟踪环评中提出，坚持有序利用资源，控制资源上线。针对本规划内容、环境现状和资源环境承载力，明确土地资源、水资源和景观资源的约束性指标，处理好上下游的水资源供需关系，合理水资源开发和控制水电梯级，按照“生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线”原则，水资源开发须优先满足流域内生活、工农业用水及河道生态用水。严格实施生态用水的下放和保证措施。

本工程在水资源配置中坚持“以供定需”和“以水定产”原则，充分考虑区域水环境容量，加大项目受水区工业、农业节水力度，通过优化受水区工业产业结构，限制发展涉磷涉氟化工，有条件发展精细磷化工，重点发展新型建材、新材料、新能源、轻化工、装备制造、物流、医药产业、林业初加工产业等，进一步减少磷石膏产生量，削减污染负荷。同时考虑调减项目工业供水量，在水环境容量不足时候，采取应急调度方式，停止新增工业供水，将调配处的水量优先用于下游河道生态环境用水需求，保证生态环境用水。

本项目环评针对库区及上游集水区域水质保护，提出了划定水源保护区建议方案，对移民安置集中安置点环境合理性及废污水处理措施进行了环境合理性分析。本次环评开展了规划水平年 2030 年凤山水库水质的影响预测，丰平枯水年汛期、枯水期各典型时段，全库区均达到III类水质，丰、平、枯各典型年断面 TP 平均浓度均低于 0.01mg/L，水质条件较好，因此全库区发生富营养化的风险不大。

对于坝址下游及退水河段，由于坝址下游退水区受纳河段由于受涉磷企业及渣场渗漏点的影响，总磷和氟化物指标长期为劣Ⅴ类，贵州省政府高度重视重安江水质保护工作，先后印发了《省人民政府关于清水江流域水体达标方案的批复》

（黔府函[2017]82 号）、《省人民政府关于贵州省清水江流域水环境保护规划(2015-2020 年)的批复》（黔府函[2015]192 号），拟通过产业结构调整、控制污染物排放、水生态环境综合治理与保护、加强环境执法与管理等措施，规划实施 155 个重点工程，总投资 489039.55 万元，至 2017 年，已实施重点项目 98 项，投入资金 129336.35 万元，规划至 2020 年，重安江考核断面水质及干支流均能稳定达到水环境功能区的 III 类目标。

针对凤山水库建成后“减水增污”的情况，黔南州人民政府组织编制《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划（2017-2030）》、《瓮安河流域水污染防治规划（2017-2030）》，同时进一步细化修订了《清水江（黔南境内）水污染防治规划》，考虑区域水污染现状，按照建库后最不利的水文条件下制定污染物削减方案，同时细化至丰平枯水期不同超标情况下的水污染防治及应急措施，对规划水平年 2020、2030 年，凤山水库受水区即坝址下游、雍阳河流域工业污染源、渣场渗漏源、城镇污水排放源提出水污染防治措施，重点针对瓮福区域工业园区工业废水、企业及渣场渗漏源、城镇污水处理排放源提出削减量以及提高排放标准，规划 2020 年至 2030 年重安江、瓮安河各考核断面能稳定达标。

凤山水库施工期，为保障施工导流期间黑塘桥水源保护区 95%以上保证率 2200 万 m^3/a 的供水量，控制水位保持为 862.5m，通过导流隧洞和黑塘桥水库取水口直径 1.5m 的供水钢管保障供水和下泄流量，控制施工导流期间库容，运行水位在 862.5m 与死水位 855m 之间变动，施工期期间与黑塘桥水库现状运行情况一致，对下游的水量和水质影响维持现状。

凤山水库运行期，至规划水平年 2030 年，在严格实施水污染防治规划前提下，以受水区规划水平年水资源配置退水量，坝址下游凤山新桥考核断面 COD、NH_3-N、TP、氟化物在丰平枯典型年均达到 III 类水质标准；雍阳河退水区域通过《瓮安河流域水污染防治规划》实施中水回用、人工湿地系统等削减污染负荷后，至规划水平年 2030 年，雍阳河白水河汇口断面、天文断面能满足 III 类水要求。

因此，根据对退水及坝下减水河段的污染源治理提出严格按照相关水污染防治规划实施，加强环境管理要求，保证工业园区工业废水回用，发展节水工艺，落实磷石膏“以渣定产”“以用定产”，限制基础磷化工产业发展，有条件的发展

精细磷化工，落实污染处理设施，磷石膏弃渣堆场必须完善好防渗措施，加大对重安江总磷污染治理力度，实现总磷排放量削减；进行总量控制和污染源削减，严格执行《清水江流域水环境保护规划（2015 年-2020 年）》、《乌江流域水环境保护规划（2015 年-2020 年）》、《清水江流域水体达标方案》、《乌江流域水体达标方案》及地方政府制定的《清水江流域（黔南州境内）水污染防治规划（2017-2030 年）》、《瓮安河流域水污染防治规划 2017-2030 年》的要求，完善流域内工业园区集中污水处理厂及收集管网的建设，提高污废水回用率，削减重安江坝址下游、雍阳河水污染负荷，进行总量控制和污染源削减，提高流域建设的污水厂等执行排放标准。

根据省政府及地方政府要求，通过一系列的污染源治理，使得重安江水质在 2020 年重安江凤山新桥、重安江大桥，瓮安河天文考核断面达到 III 类目标，规划水平年 2030 的重安江、瓮安河水功能稳定维持 III 类水功能水质要求。

（4）风景名胜区保护

规划环评提出，分析工程建设对环境敏感区如风景名胜区、森林公园等影响，开展专题论证并通过行政主管部门同意，同时在建设项目实施过程中，必须严格执行和落实环境敏感区如风景名胜区、森林公园等管理规定和环境保护要求，确定相应的保护措施。

本项目由贵州省城乡规划设计研究院编制完成了《贵州省黔南州凤山水库工程建设对洒金谷省级风景名胜区影响专题研究报告》，2017年12月，贵州省住建厅对专题报告审查并出具意见，原则同意专题报告。

（5）鱼类保护

规划环评针对流域水资源开发提出，建议保留重安江支流浪波河卡龙桥水库以下河段河段作为保留河段，作为鱼类栖息的重要生境。建议在凤山水库坝址附近选择适宜场址建设鱼类增殖放流站，开展人工增殖放流。

跟踪环评中提出建议，严格实施鱼类栖息地、过鱼设施、增殖放流站等鱼类保护措施。或者依托大型水库建设鱼类增殖站，针对规划项目采取适宜的过鱼措施，鱼类栖息地保护河段原则上不再进行梯级开发，保持原有天然河流形态。

本工程根据凤山水库工程的影响范围和干支流生境特点，进一步细化和核实鱼类栖息地保护分析内容，由于重安江支流浪波河现状水质较差，远期根据重安江下游电站开发并结合水质情况作为栖息地一并保护，本工程对凤山水库周边水

生生境进行调查，拟定修复及保护方案，确定凤山水库栖息地保护范围为坝址至鸭爪坝之间15.76km 干流河段，库尾以上6.1km 干流河段，支流平堡河汇口以上8.78 km 河段，围阻河汇口以上5.32km 河段，近期在坝址下游干支流已建水电站、滚水坝处开展连通性设计及连通性改造。

本工程对增殖放流站建设方案进行研究，提出了在凤山水库工程坝下左岸业主营地附近建设1座鱼类增殖放流站，占地面积约1公顷，近期放流对象为白甲鱼、云南光唇鱼、华鲮、黄颡鱼等，年放流规模8万尾，放流地点为库尾和坝下游的干、支流河段。

2.3 工程建设必要性

（1）解决瓮安县城镇生活供水需要

2014 年瓮安县供水水源主要是落马塘水库、水冲河水库、梅花堰水库、朵云水库、下司水库 5 个小型水库和西门河花桥提水站供水，乡镇采取泉水自压式取水，农村多以引水、水井等方式。考虑已建、在建和列入现有规划的供水工程，综合杜仲河水库、朵云水库、梅花堰水库、下司水库、花桥提水站等由于供水水质问题开展供水功能调整后，瓮安县城 2030 年生活需水量 3173 万 m^3，P=95%供水量合计 1542 万 m^3，缺水量 1631 万 m^3。可见，供水水源不足以满足瓮安县城镇生活用水，凤山水库建设是解决瓮安县城镇生活供水需要。

（2）解决福泉市区城镇生活供水需要

根据《福泉市总体规划修编（2015-2030 年）》，2030 年福泉市总人口为 50 万人，其中福泉市区（包括主城区、龙昌镇镇区和凤山镇镇区）人口为 26.4 万人。福泉市区 2030 年生活需水量 2528 万 m^3，供水水源为现有的高车水库、平堡河螺丝冲引水工程、凤山镇泉水工程和在建的瓮偿水库，P=95%年供水量分别为 1200 万 m^3、382 万 m^3、37 万 m^3 和 114 万 m^3，可供水量合计 1733 万 m^3，生活缺水量 795 万 m^3。可见，规划水平年供水水源不足以满足福泉市区城镇生活用水，凤山水库建设是解决福泉市区城镇生活供水需要。

（3）福泉市经济社会发展的需求

贵州省规划以绿色经济理念发展绿色生态磷化工，重点培育国家级和省级循环经济重点示范项目，福泉市作为黔中经济区重要一环，根据国家实施西部大开发战略和国家关于促进贵州经济社会又好又快发的意见，着力建设织金-息烽-开

阳-瓮安-福泉磷煤化工产业带，现状情况下，瓮福区域磷矿储量和产量在全国的占有较大的比重,是我国出产磷矿的重要基地，是国家新型工业化产业示范基地（磷化工）、国家外贸转型升级专业型示范基地。但重安江由于特殊的地理气候条件，水资源的时空分布极不均匀，工程性缺水较为突出，现状缺乏统一的工业供水系统，难以提高城乡供水保证率，目前除瓮福集团和国电福泉火电厂自备水源高车水库和黑塘桥水库外，马场坪工业园和龙昌工业园区其他工业用水大多从重安江及其支流河道取水，沿河提水保证率低，并且沿河提水水质无法保证，根据预测，福泉市马场坪工业园和龙昌工业园区 2030 年工业总需水量 7509 万 m^3，考虑已建、在建和列入现有规划的供水工程后，2030 年 P=95%年供水量供水量 2443 万 m^3，工业缺水量 5066 万 m^3。可见，现有供水水源远远不足以满足福泉市经济社会发展用水，凤山水库建设是满足福泉市经济社会发展的需要。

（4）退还灌溉用水作用

瓮福区域由于城镇化和工业园区发展，缺水问题日趋严重，导致城镇周边的小水库灌溉用水和生态用水被挤占，受水区现状挤占的落马塘水库、陡河水库等小水库均为上世纪六七十年代建设，灌溉面积集中、均具备自流供水条件，灌溉条件优越，而被城镇和工业园供水挤占后耕地将处于望天田状态，用水矛盾突出。当地农民经常向村委会、乡镇政府申请下放农田灌溉用水。凤山水库供水后，将保证区域城镇和工业用水，区域挤占生态用水、灌溉用水得到缓解，满足区域灌溉、环境用水的需求。

2.4 地理位置

凤山水库位于贵州省黔南布依族苗族自治州福泉市境内重安江干流上游段，坝址经纬度坐标为 N26°36'54.53"、E107°29'59.32"，位于已建的黑塘桥水库坝址下游约 120m、国道 G210 黑塘桥上游约 500m，距福泉市马场坪办事处西南约 3km，距福泉市市区约 10km。供水工程区范围主要分布在库区下游北向马场坪办事处、龙昌镇和瓮安县。

2.5 工程任务、建设规模

2.5.1 工程任务

凤山水库工程是综合利用的水利工程，主要任务是以城乡生活和工业供水为主，兼顾发电。

2.5.2 工程规模

凤山水库正常蓄水位 909m，正常蓄水位库容 0.91 亿 m^3，坝后电站装机 5.0MW，泵站总装机容量 6.97MW。

2.5.2.1 设计水平年与设计保证率

设计水平年：现状基准年为 2014 年，远期设计水平年为 2030 年。

设计保证率：供水保证率 P=95%。

2.5.2.2 供水及发电规模

（1）城乡生活和工业供水

至设计水平年 2030 年，水库多年平均供水量 7310 万 m^3/a，其中，向马场坪工业园新增供水量 2030 万 m^3/a，替代原黑塘桥水库工业供水量 2200 万 m^3/a，福泉市区生活供水量 790 万 m^3，龙昌工业园工业供水量 820 万 m^3，向瓮安县城生活供水量 1470 万 m^3。

（2）发电规模

工程设置发电机组装机容量 5.0MW，左岸/右岸水电站年平均利用小时为 3043/6540h，多年平均发电量为 1871 万 kW·h。

2.5.2.3 主要建筑物规模及等别

根据《水利水电工程等级划分及防洪标准》（SL252-2000）规定，凤山水库的工程等别为Ⅱ等，工程规模为大（2）型。

水源枢纽工程拦河坝、取水口、生态基流电站和永久道路为 2 级建筑物，次要建筑物包括进场公路、管理用房等为 3 级建筑物。输水系统工程的输水隧洞、输水管道、泵站、管桥等为 3 级建筑物，进场公路、管理用房等次要建筑物为 4 级建筑物。

2.5.3 工程组成和特性

凤山水库工程由主体工程、辅助工程、建设征地移民安置以及环境保护和水土保持工程等 4 部分组成。项目组成见表 2.5.3-1，工程特性见表 2.5.3-2。

表 2.5.3-1　　工程项目组成表

工程项目		项目组成	
主体工程	水源枢纽工程	挡水建筑物	碾压混凝土重力坝
		泄水建筑物	2 个溢流表孔
		引水发电进水口	拦污栅、分层取水叠梁闸门、事故检修闸门、坝上进水口、坝内引水主管、右岸供水干管及调节池

工程项目		项目组成	
		发电建筑物	坝后左右岸发电厂房
	输水系统工程	无压隧洞	8963m 无压隧洞、施工支洞、2432m 无压隧洞、调节池
		交叉建筑物	埋管、桥下埋管、跨河埋管、跨河管桥、跨沟埋管
		输水管道工程	钢管、埋地钢管、阀门、阀井、镇墩、调节池
		泵站工程	一级泵站、二级泵站、三级泵站
辅助工程	水源枢纽工程	施工导流	导流洞、上游围堰（原黑塘桥水库加高）、下游围堰
		施工辅助企业	1 处砂石加工系统
			1 处混凝土拌和站
			钢木加工厂、混凝土预制厂、综合保修厂
			水、电、风系统
		施工交通工程	15.2km 施工道路
		渣、料场	1 个石料场、6 个弃渣场
		生活营地	1 处管理用房、2 处生活区、仓库
	输水系统工程	施工导流	明渠、围堰
		施工辅助企业	14 处生活区、仓库
			3 处混凝土拌和站、11 混凝土拌和机
			钢木加工厂、混凝土预制场、综合保修厂
		交通设施	80.4km 临时施工道路，5 座漫水桥
		渣、料场	12 个弃渣场
建设征地与移民安置		库底清理	建筑物拆除与清理、卫生清理、林木砍伐与迹地清理等
		建设征地	淹没及建设征地面积 12383.84 亩，其中永久征收 8683.34 亩，临时征收 3700.5 亩
		移民安置	生产安置 2413 人、搬迁安置 2146 人，采用 3 处集中安置点，其余采用分散搬迁安置
		专项设施复建	对受影响的乡村公路 27.07km，210 国道 3.62km、四级公路 18.38km、乡村公路 8.69km 采用水位线以上恢复处理，受影响的贵新高速公路 5.64km 采用局部改线，受影响沪昆高铁桥墩采用加固的方式进行处理，株六铁路、湘黔铁路拟采用局部改线处理
环境保护和水土保持工程		水环境保护工程	主要包括砂石料废水处理设施、混凝土拌合系统废水处理设施、含油废水处理设施、基坑废水处理设施、生活污水处理设施、生态流量下放措施
		水生生态保护工程	栖息地修复与保护、鱼类增殖站、叠梁门取水、过鱼设施、科学研究
		水土保持工程	工程措施、植物措施、临时措施

表 2.5.3-2　　工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1.坝址控制流域面积	km^2	347	
2.径流量			

序号及名称	单位	数量	备注
多年平均径流量	亿 m^3	2.15	
3.代表性流量			
多年平均流量	m^3/s	6.81	
设计洪水标准相应流量	m^3/s	1674	P=0.1%
校核洪水标准相应流量	m^3/s	2074	P=1%
4.洪量			
设计洪水洪量（3d）	亿 m^3	1.08	P=0.1%
校核洪水洪量（3d）	亿 m^3	1.29	P=1%
5.多年平均水库下泄水量	亿 m^3	1.10	含生态水量
6.下泄生态水量	亿 m^3	0.55	
7.多年平均输沙量	万 t	9.01	
二、工程规模			
1.水库			
校核洪水位	m	910.45	
设计洪水位	m	909.12	
正常蓄水位	m	909	
死水位	m	868	
总库容	亿 m^3	1.04	
供水调节库容	亿 m^3	0.898	淤积 20 年
正常蓄水位以下库容	亿 m^3	1.04	原始
死库容	万 m^3	582	原始
坝前淤积高程	m	861.1	淤积 50 年
正常蓄水位时水库面积	km^2	5.12	
回水长度	km	17.4	
库容系数		0.45	
调节性能		多年调节	
校核洪水位时最大泄量 相应下游水位	m^3/s m	1468 863.03	P=0.1%
设计洪水位时最大泄量 相应下游水位	m^3/s m	1143 860.14	P=1%
2.多年平均供水量	万 m^3	7310	
马场坪工业园	万 m^3	4230	
福泉市区	万 m^3	790	
龙昌工业园	万 m^3	820	
瓮安县城	万 m^3	1470	
3.供水工程			
设计引水流量	m^3/s	2.0	不含瓮福集团供水流量
泵站总装机容量	MW	6.97	龙昌、瓮安
总扬程	m	367	
年抽水用电量	万 kW·h	3115	
4.水力发电工程			
装机容量	MW	4.0/1.0	左/右岸

序号及名称	单位	数量	备注
额定水头	m	55/39	左/右岸
单机额定出力	MW	2.15/1.075/0.532	2/1/0.5
多年平均年发电量	万 kW ｈ	1217/654	左/右岸
装机年利用小时数	h	3043/6540	左/右岸
发电引用流量	m^3/s	8.73/3.1	左/右岸
三、淹没损失及建设征地			
1.淹没及建设征地面积	亩	12384	
永久征收	亩	8683	
临时征用	亩	3700	
2.淹没及搬迁总人口	人	2146	
3.淹没区房屋	万 m^2	16.08	
四、主要建筑物及设备			
1.拦河坝			
坝型		碾压混凝土重力坝	
坝顶高程	m	912.00	
最大坝高	m	90.0	
坝顶长度	m	273.0	
2.泄水建筑物			
泄流表孔		实用堰	开敞式 WES 型
堰顶高程	m	901.00	
孔口尺寸（宽×高）/孔数	m×m/孔	12.5×8.0/2	
消能方式		底流消能	
3.输水系统			
输水线路水平投影总长度	km	53.22	
取水口		坝上取水口	
进口无压隧洞长度	m	8963	
进口无压隧洞段设计流量	m^3/s	2.0	
无压隧洞至胜土水库	m	2431.8	城门洞型 2.0×2.5
跨浪波河 2#管桥	座	1	管道内径 φ0.8m
4.一级泵站			
设计引水流量	m^3/s	0.89	
总装机台数	台	4	3 台工作 1 台备用
总装机容量	kW	2240	
主厂房尺寸（长×宽）	m	36.0×14.0	
5.二级泵站			
设计引水流量	m^3/s	0.89	
总装机台数	台	4	3 台工作 1 台备用
总装机容量	kW	2840	
主厂房尺寸（长×宽）	m	34.0×14.0	
6.三级泵站			
设计引水流量	m^3/s	0.57	
总装机台数	台	3	2 台工作 1 台备用

序号及名称	单位	数量	备注
总装机容量	kW	1890	
主厂房尺寸（长×宽）	m	30.5×14.0	
7.导流洞			
条数	条	1	
型式		城门洞	
进口底高程	m	848.0	
出口底高程	m	846.0	
长度	m	365.34	
最大泄流量	m^3/s	420.0	
五、施工			
1.主体工程主要工程量			
土方明挖	万 m^3	36.88	
石方开挖	万 m^3	137.74	
石方洞挖	万 m^3	14.24	
土石方回填	万 m^3	70.10	
2.施工导流			
导流方式		隧洞导流	
导流标准		五年一遇	
洪峰流量	m^3/s	420	
3.施工占地			
弃渣场占地	亩	506/500	
施工总占地	亩	4003	
4.施工期限			
主体工程施工期	月	35.5	
总工期	月	48	
六、环境保护工程			
1.水环境保护工程			
砂石加工废水处理设施	处	1	采用高效净化器处理法
混凝土拌合废水处理设施	处	15	其中水源枢纽区 1 处、输水系统区 14 处，采用间歇式自然沉淀
生活污水处理设施	处	16	其中水源枢纽区 2 处、输水系统区 14 处，采用一体化污水处理设备
含油废水处理设施	处	2	其中水源枢纽区 1 处、输水系统区 1 处，采用隔油沉淀池处理
2.生态流量下放保证措施			
发电机组	MW	4.0	左岸发电系统
生态岔管	处	1	施工期在黑塘桥原供水管道处设临时生态岔管、运行期在 1#、2#号发电机组旁设 1

序号及名称	单位	数量	备注
			条生态流量岔管
3.水温减缓措施			
分层取水措施	层	10	发电引水进水口采用 9×4.6m 叠梁门分层取水
4.水生态保护工程			
鱼类栖息地保护工程	段	4	
鱼类增殖站	处	1	放流规模 8 万尾/年，放流对象为白甲鱼、云南光唇鱼、华鲮、黄颡鱼
过鱼设施	处	1	采用集运鱼系统，包括固定集鱼平台、活鱼车等
5.陆生生态保护工程			
古大树保护工程	株	2	
植被恢复			
七、经济指标			
总投资	万元	427784	
静态总投资	万元	420112	
环境保护工程	万元	11738.22	

2.6 枢纽布置及主要建筑物

本工程主体工程包括水源枢纽工程和输水系统工程两部分，其中水源枢纽工程包括挡水建筑物、泄水建筑物、引水建筑物和发电厂房；输水工程包括无压隧洞、末端无压隧洞、3 座泵站、明管、埋管、管桥等组成。

2.6.1 水源枢纽工程

（1）挡水建筑物

挡水建筑物为碾压混凝土重力坝，大坝轴线方位角 NE86.1°，坝顶全长 273.0m，坝顶高程 912.00m，最大坝高 90.0m。

大坝从左到右由左岸非溢流坝段、泄流坝段、右岸非溢流坝段等 13 个坝段组成，编号为 1#～13#。左岸 1#～6#共 6 个坝段为非溢流坝段，总长 134m。5#坝段为取水口坝段，长度 21m，6#坝段长度为 21m。泄流坝段总长 36m，其中 7#、8#号坝段为两孔表孔泄流坝段，每坝段长度 18m，布置两表孔。右岸非溢流坝段长 103m，共分 5 个坝段，编号为 9#~13#，发电主厂房、副厂房及安装间等厂区建筑物布置于 5#、6#坝段坝后侧，与坝体连接形成整体。

（2）泄水建筑物

泄水建筑物由 2 个泄流表孔组成。

表孔每孔净宽为 12.5m，堰顶高程为 901.00m，相应溢流段溢流前缘总净宽为 25.0m，溢流堰面为开敞式 WES 堰面曲线，末端堰底高程 840.00m。堰上安装弧形工作闸门，由坝顶下游侧启闭机房内的液压启闭机启闭。

本工程采用底流消能，消力池池深 4.0m，池长 70m。下游分别设长 20m 海漫和 20m 长块石防护段。

（3）引水发电建筑物

引水发电进水口共设 1 孔，沿水流方向依次设有拦污栅、分层取水叠梁闸门、事故检修闸门。引水发电进水口进口底坎高程 863.00m，拦污栅孔口尺寸 4.0×53.34m。叠梁闸门最大挡水水位 904.4m，闸门的规格为 4.0×41.0m，1 套叠梁闸门由 10 节组成，每节高度 4.1m。当库水位变化时，通过启闭叠梁闸门的节数控制取水水位。

电站厂房分为左岸发电厂房和右岸发电厂房，其中左岸发电厂房为坝后式，包括主、副厂房等。主厂房内共布置 3 台卧式水轮发电机组，其中 2 台小机组单机容量 1.0MW，1 台大机组单机容量 2.0MW，总装机容量 4.0MW，机组设计引用流量 8.73m^3/s，小机组最小发电流量为 1.0m^3/s，大机组最小发电流量为 2.6m^3/s。主管在厂房上游通过岔管一分四后接支管。主厂房主机间总长度 42.0m，安装间总净宽 12.0m，长度 10.7m。尾水闸门尺寸 5.0×2.8m，尾水平台高程 861.80m。副厂房位于主厂房上游侧，紧靠主厂房布置，外轮廓尺寸 42×7.8m。在 1#进水支管处分 DN800 钢管作为生态放水管，当机组全部停机或检修时下泄生态流量，生态放水管在主厂房安装间设置放水阀，生态放水管最小过流能力为 3.56m^3 /s，。

右岸发电厂房包括主厂房、出水池和回车场等。电站采用正向进水，正向出水的布置型式，厂房内布置 2 台卧式水轮发电机组，单机容量 0.5MW，总装机容量 1.0MW。电站设计引水流量 2.90$m^{3/}$s，最小发电流量为 1.1$m^{3/}$s，主厂房主机间总长度 24.3m，安装间总净宽 9.5m，长度 9.0m。在出水池左侧布置尾水平台，尾水闸门孔口尺寸 2.52×1.5m。

2.6.2 输水系统工程

输水工程建筑物由引水发电进水口、无压隧洞（长 8963m）、末端无压隧洞（长 2432m）、加压泵站 3 座、输水埋管、输水明管、跨河管桥 1 座、跨河埋管 20 处、过路结构 55 处（其中穿越乡村道路 38 处）和管道附属建筑物等组成。

输水线路水平投影总长度 53.28km。

管道附属建筑物包括排水（清淤）阀井 40 座、进气排气阀井 59 座、浮球式水位控制阀井 3 座、检修阀井 11 座。

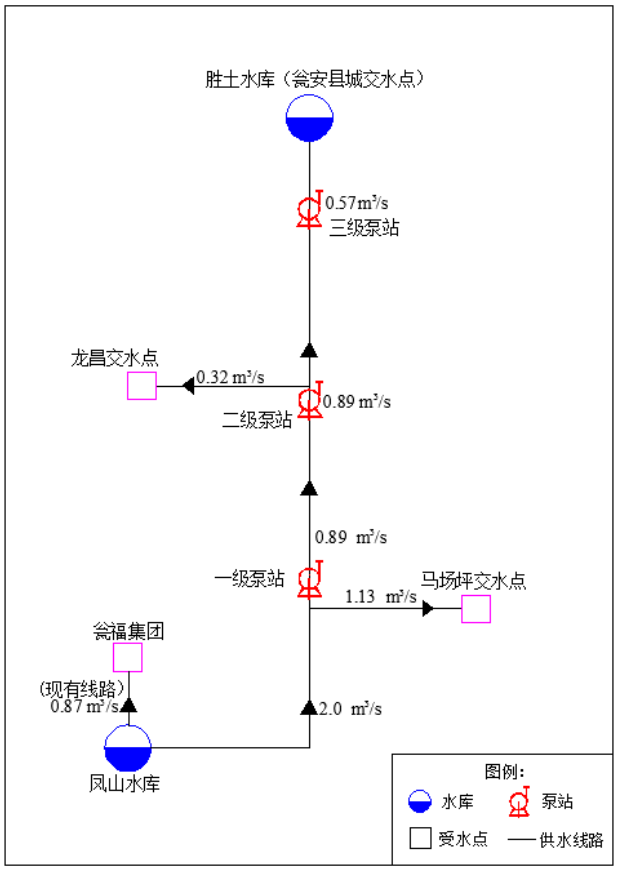


图 2.6.2-1　输水工程节点图

（1）输水系统取水口与无压隧洞

输水工程取水口设在大坝左岸进水口坝段，由引水发电进水口、坝内引水总管、右岸供水干管、调节池及阀室、瓮福泵站供水支管等组成。

输水系统取水口采用引水发电进水口（详见 2.6.1 水源枢纽工程中引水发电建筑物中引水发电进水口），引水口连接坝内引水总管内径 φ2.5m，总管出坝体碾压区后布置垂直方向“卜”型主岔管，一支沿主管方向连接右岸供水干管，管道内径 φ1.5m；一支沿坝坡向下连接电站及生态基流供水，管道内径 φ2.2m。

右岸供水干管在通过管桥方式跨过表孔后一分为三，三根分水支均为 φ1.2m，均连接调节池进行分水。左支管经过“卜”型岔管分水后，分别为机组和分水支管供水，中间支管沿干管方向为机组供水，右支管为分水支管供水。

调水池后无压隧洞长 8963m，隧洞断面为城门洞型，洞径 2.0×2.5m。沿

1/4000 纵坡至一级泵站，隧洞洞底高程由 861.695m 降至 859.425m，洞内水深 1.31m。采用 91m 长埋涵接泵站前池。埋涵底高程由 859.4m 降低至 854.0m。

（2）泵站工程

本工程输水线路共设置 3 座泵站，其中一级、二级泵站向龙昌工业园和瓮安县城供水，三级泵站向瓮安县城供水。各级泵站主要设计参数见表 2.6.2-1。

表 2.6.2-1　　泵站设计参数统计表

项目		单位	指标	备注
一级泵站	设计流量	m^3/s	0.89	供水对象为龙昌工业园和瓮安县城
	泵站前池水位	m	860.73	
	出水池水位	m	968.00	
	泵站设计扬程	m	108.3	净扬程 107.3m
二级泵站	设计流量	m^3/s	0.89	供水对象为龙昌工业园和瓮安县城
	进水池水位	m	949.50	
	出水池水位	m	1076.00	
	泵站设计扬程	m	127.78	净扬程 126.5m
三级泵站	设计流量	m^3/s	0.57	供水对象为瓮安县城
	进水池水位	m	1045.00	
	泵站设计扬程	m	132.34	净扬程 131.00m
	出水池水位	m	1176.00	
泵站设计总扬程		m	368.43	其中净扬程 313.0m

一级泵站位于马场坪办事处东北 6km 处的高寨坪村西北。厂区主要建筑物包括进水埋涵、泵站前池、进水支管、主厂房、出水管和出水池等。厂区地面高程定为 863.80m，厂区尺寸为 82.0×72.0m。厂房内布置 4 台单级卧式双吸离心泵，设计工况下 3 台工作，1 台备用，总装机容量 2.24MW。水泵安装高程 855.40m，进出水管中心线 855.00m。

二级泵站位于贵州省烟科所东侧河道右岸缓坡上，小寨村上游约 600m 处。厂区主要建筑物包括进水池、进水管、主厂房、出水管和出水池。厂区地面高程定为 948.30m，泵站厂区尺寸为 100.0×65.0m。

三级泵站位于大洞村和天生桥村之间的山谷中，距天生桥村约 450m。三级泵站厂区主要建筑物包括进水池、主厂房、出水池、副厂房、值班宿舍、水处理室等。厂区地面高程定为 1036.80m，泵站厂区尺寸为 80.0×65.0m。

（3）马场坪工业园区输水系统

马场坪工业园区输水线路为无压隧洞后接 91.0m 的埋涵，连接在一级泵站，

在一级泵站溢流池预留马场坪分水口，连接马场坪蓄水调节池，通过马场坪蓄水池现有的供水管网供给马场坪工业园区，设计流量 1.13m^3/s。马场坪放空池与泵站前池并排布置，净尺寸为 14.2×9.0×9.5m，水池底高程 854.00m，正常蓄水位 860.73m，底部布置放空管坑。

一级泵站出水池后采用 DN1000 埋管向二级泵站处输水，输水方式采用有压管道重力输水，输水设计流量 0.89m^3/s，在桩号 Y11+720m 处，需要横穿瓮马高速，采用桥梁下埋管穿过高速公路；在桩号 Y4+702.92m 处，需要跨越鱼梁江，输水管道采用跨河埋管。

（4）龙昌工业园区输水系统

二级泵站出水池后采用埋管，龙昌工业园分水口位于桩号 Y25+503.93m 处，分水口至蓄水调节池之间的管道预留 DN400 的接头，设计流量 0.32m^3/s。管道首部设检修阀及流量计，阀井净尺寸 5.0×4.0m。

二级泵站出水池后采用埋管向三级泵站处输水，管径为 DN800，输水设计流量 0.57m^3/s，在桩号 Y27+200m 处，需要横穿道新高速的匝道，为保证交通顺畅，采用顶管穿过公路；在桩号 Y32+420m 和桩号 Y33+500m 处，需要两次横穿瓮马高速，采用桥梁下埋管穿过高速公路；在桩号 Y36+650m 处，需要跨越浪波河，输水管道采用管桥过河。

（6）瓮安县城输水系统与无压隧洞

三级泵站出水池后采用 DN800 的埋管有压重力输水至无压隧洞进口，后采用无压隧洞输水至胜土水库，最后利用规划的胜土水库的输水系统向瓮安县城输水。无压隧洞进口底高程 1145.00m，出口底高程 1143.00m，总长 2431.80m，纵坡 1/1216，隧洞断面采用城门洞型式，尺寸为 2.0×2.5m。输水设计流量 0.57m^3/s。

在桩号 Y46+450m 和桩号 Y48+480m 处，需要两次横穿道新高速，采用桥梁下埋管穿过高速公路。

（7）受水区的配套工程

凤山水库向瓮安县城供水工程末端为在建的胜土水库，胜土水库通过管道自流向瓮安县城供水。

1）工程建设进展

2013 年 7 月湖北长江工程设计有限公司编制完成《瓮安县胜土水库工程可

行性研究报告》，2014 年 12 月黔南州发展和改革委员会以“黔南发改农经[2014]508 号”文印发《关于瓮安县胜土水库工程可行性研究报告的批复》。2015 年 5 月湖北长江工程设计有限公司编制完成《瓮安县胜土水库工程初步设计研究报告》。2015 年 5 月，黔南州发展和改革委员会以“黔南发改投资[2015]228 号”文印发《关于瓮安县胜土水库初步设计的批复》。

2014 年 6 月九江市环境科学研究所编制完成《瓮安县胜土水库工程项目环境影响报告表》，2014 年 7 月瓮安县环境保护局以“瓮环审[2014]87 号”印发了《关于对瓮安县胜土水库工程项目环境影响报告表的批复》。本项目已于 2015 年 7 月进入施工阶段，2018 年 6 月大坝主体工程已基本完工。

2）工程概况

胜土水库工程位于贵州省瓮安县平定营境内，坝址距瓮安县城 12km。工程任务为供水和灌溉，水库正常蓄水位 1143.00m，相应库容为 442 万 m^3，死水位 1113.00m，相应库容为 19.3 万 m^3，兴利库容 422.7 万 m^3，总库容 515 万 m^3，水库规模为小（1）型，调节性能为多年调节。设计水平年 2020 年供水量 570.4 万 m^3，其中城乡供水量为 341.9 万 m^3，工业供水量为 37.1 万 m^3，灌溉供水量为 191.4 万 m^3。

工程主要包括水库枢纽工程和输水管道工程。水库枢纽工程主要由挡水建筑物（混凝土面板堆石坝）、泄水建筑物、取水建筑物组成，输水管道工程主要由供水主管、供水支管和泵站组成。其中混凝土面板堆石坝坝顶高程 1145.50m，最大坝高 45.5m；泄洪建筑物为开敞式泄洪道，净宽 15m，堰顶高程 1143.00m，进口底板高程为 1141.00m；取水建筑物包括取水塔、导流兼取水隧洞。取水钢管直径 1.0m，取水口进口底板高程为 1111.00m。

工程总投资 23479.17 万元，环保投资 194.99 万元，施工总工期为 30 个月。

3）水库运行

胜土水库正常蓄水位为 1143.00m，死水位 1113.00m，兴利库容 422.7 万 m^3，库容系数 49.79%，为多年调节水库，水库水位在正常蓄水位为 1143.00m 和死水位 1113.00m 之间运行。

胜土水库在兴利调度原则为：首先满足基本生产生活以及下放生态环境水，然后再保障灌溉用水。调度运用在来水不足的特枯水年份，必须首先满足具有用

水优先权的环境用水和基本生产生活用水要求，水库全年下泄流量不低于0.0269m^3/s，当特枯年份来流量低于0.0269m^3/s时按来流量下泄。对于用水优先权排在最后的灌溉用水，当水位降低至P=95%降低供水线以下时，灌溉用水量相应折减。

2.7 施工布置及进度安排

2.7.1 水源枢纽区

2.7.1.1 施工导流

（1）导流标准

利用现有黑塘桥水库混凝土重力坝为上游围堰，不足部分在溢流堰上加高，在下游修建全断面横向围堰，导流洞过流的方式。

导流设计标准上游、下游围堰采用5年一遇，相应洪峰流量为420m^3/s。

（2）导流方式

第一年2月初～第一年10月：原河床过水，导流隧洞闸室和导流隧洞施工。

第一年11月～第三年3月：上游围堰加高1.5m。围堰挡水，隧洞导流，导流标准为5年一遇洪水，相应洪峰流量为420m^3/s，对应上游水位为858.70m。

第三年4月～第三年9月：汛期导流隧洞过流，坝体挡水度汛，坝体临时度汛标准为20年一遇，相应洪峰流量为773m^3/s，相应上游水位为865.33m。

第三年10月～第四年3月：导流隧洞过流，继续进行大坝混凝土浇筑。第四年3月底前完成下游围堰拆除。

（3）水位及流量控制

为保障施工导流期间黑塘桥水库95%以上保证率2200万m^3/a的供水量，在导流隧洞进口设置弧形闸门维持上游水位在 862.50m（黑塘桥正常蓄水位），通过导流隧洞和黑塘桥水库现有供水管道下游设置直径0.8m的生态岔管和控制阀泄流至下游围堰下游处，控制施工导流期间库容，使上游围堰水位基本维持在862.5m与死水位855m之间运行，与黑塘桥水库现状水库运行情况基本一致。

下泄流量采用导流隧洞和黑塘桥水库原供水管道旁设直径0.8m的生态岔管和控制阀下泄，施工导流期间维持黑塘桥水库正常蓄水位862.50m，在保证供水的情况下，多余水量通过导流隧洞和生态岔管全部下泄。

（4）导流建筑物

导流建筑物包括导流隧洞、导流隧洞进口弧形闸门、上游围堰、下游围堰、导流隧洞进、出口围堰等。

导流隧洞位于右岸，包括进口段、闸室段、洞身段和出口段。导流隧洞长365.34m，进口底高程848.0m，出口底高程846.0m，纵坡0.55％。断面采用城门洞型断面，衬砌后隧洞为8×9m。

导流隧洞进口采用弧形闸门，维持上游水位保持在862.50m。

上游围堰利用现有黑塘桥水库混凝土重力坝，不足部分在溢流堰上加高。溢流堰顶部高程为862.5m，需在黑塘桥溢流堰上加安全超高1.5m。

下游围堰为土石围堰，距坝轴线约205m，堰顶部高程为857.0m，堰顶长度109m，最大堰高13.5m。

导流隧洞进出口围堰采用双排拉森钢板桩型式，设计洪水标准选择 5 年一遇，相应洪峰流量为420m^3/s。进口围堰堰顶宽18.0m，全长120.0m，堰顶高程864.00m；出口围堰堰顶宽2.0m，全长113.7.0m，堰顶高程853.0m。

2.7.1.2 施工交通

（1）对外交通

凤山水库所在的马场坪有湘黔铁路、株（洲）六（盘水）铁路复线、沪昆高速、兰海高速、贵新高速、武马高速、210国道、205省道、306省道，距离坝址均在10km以内，交通十分便利。马场坪经瓮安、遵义至四川泸州的铁路贯穿市境南北，并在沿线设有福泉北站、龙昌、牛场等3个车站。施工期外来物资运输采用现有铁路、公路联合运输方案。

（2）场内交通

枢纽工程区场内交通由永久公路和临时公路组成，道路总长 15.2km，其中永久2.6km，临时12.6km。

表 2.7.1-1 **场内交通一览表**

道路编号		起止位置	长度(km)	属性	路面宽(m)	路基宽(m)	说明
左右岸及施工营地区	1#	210国道（黑塘桥处）-坝后厂房	0.5	永久	6.5	7.5	混凝土路面
	2#	210国道-左坝顶	0.9	永久	6.5	7.5	
	3#	左岸上坝公路-管理营地	0.3	永久	6.5	7.5	
	4#	007省道-右坝顶	0.9	永久	6.5	7.5	

道路编号		起止位置	长度(km)	属性	路面宽(m)	路基宽(m)	说明
	5#	007 省道-右坝肩	0.7	临时	6.5	7.5	泥结碎石
	6#	210 国道-导流洞进口-导流洞出口	0.7	临时	6.5	7.5	
	7#	进厂公路-左坝肩	0.5	临时	6.5	7.5	
	8#	左岸上坝公路-金属结构拼装厂	0.4	临时	6.5	7.5	
	9#	左岸上坝公路-钢木加工厂-B3 弃渣场	0.7	临时	6.5	7.5	
	10#	左岸上坝公路-综合保修厂	0.3	临时	6.5	7.5	
料场区	1#	210 国道-料场-1 号料场弃渣场	2.2	临时	6.5	7.5	
	2#	综合保修厂-2 号料场弃渣场	0.2	临时	6.5	7.5	
弃渣场	1#	综合保修厂-B4 弃渣场	0.6	临时	6.5	7.5	
	2#	210 国道-B1 弃渣场	3.3	临时	6.5	7.5	
	3#	综合保修厂-料场弃渣场	3	临时	6.5	7.5	
	合计		15.2				

2.7.1.3 料场

本工程规划了 1 处石料场，位于鱼梁江左岸，紧邻 G210 国道，距离坝址区约 3km，交通便利。料场占地面积约 12hm^2，占地类型大部分为耕地、灌草丛和林地。料场南北长 1100m，东西宽 400~800m，山顶最高高程 1145m，山谷最低高程 1120m，相对高差大于 100m，料场规划开采量 100 万 m^3。质量及储量均满足设计要求。

2.7.1.4 土石方平衡和弃渣场规划

（1）土石方平衡

水源枢纽工程土石方开挖 87.46 万 m³（自然方），回填了 6.76 万 m^3（自然方），弃渣总量为 80.7 万 m^3（自然方）。

表 2.7.1-2　　水源枢纽工程土石方平衡表　　单位：万 m^3

工程部位	项目	开挖	电站厂房	坝后供水	管理区	大坝导流工程	弃渣（松）	总弃渣（松）

			开挖料回填	开挖料回填	开挖料回填	开挖料回填		
	填筑（实方）		12500	4140	30512	7409		
水库	土方开挖	34000	14706	731	15228	3335		889125
	石方明（洞）挖	583000			1873		889125	
消能防冲	土方开挖	13000			13000			211140
	石方明挖	138000					211140	
坝后供水	土方开挖	4140		4140				1584
	石方明挖	1035					1584	
管理区	土方开挖	4782			4782			3135
	石方明挖	2049					3135	
大坝导流	土方开挖	5381				5381		130336
	石方明挖	58320					89230	
	围堰拆除	30907					41106	
合计		874614						1235320

（2）弃渣场规划

水源枢纽工程区共规划 6 个弃渣场，位置相对集中，均位于坝址荒沟凹地，弃渣场总占地面积 39.97hm^2，弃渣高度 6～10m 不等，弃渣容量为 322.32 万 m^3。

其中料场弃渣场 1、料场弃渣场 2、料场弃渣场 3 集中位于料场开采区附近，距离坝址区约 3~5km，主要用于堆存料场弃渣，占地类型主要为灌草丛、耕地和林地；B1 弃渣场位于砂石加工系统紧邻乡村公路上方 4km 处山坳内，距离坝址区约 8km，主要用于堆存大坝开挖弃渣，占地类型主要为耕地、林地和草地；B2 弃渣场位于混凝土系统旁，距离坝址区约 1km，主要用于堆存大坝开挖弃渣，占地类型主要为耕地和林地，B3 弃渣场位于料场开采区附近，距离坝址区约 2km，主要用于堆存大坝开挖弃渣，占地类型主要为灌草丛、耕地和林地。

水源枢纽区各弃渣场见表 2.7.1-3。

表 2.7.1-3　　枢纽工程区弃渣场特性表

序号	名称	占地面积（m2）	平均堆高（m）	弃渣场容量（m^3）	堆渣量（m^3）	弃渣来源	占地类型
1	B1 弃渣场	78900	6.0	473400	457068	大坝开挖弃渣	耕地、林草地
2	B2 弃渣场	26100	7.5	195750	184200	大坝开挖弃渣	耕地、林地和草地

序号	名称	占地面积（m2）	平均堆高（m）	弃渣场容量（m^3）	堆渣量（m^3）	弃渣来源	占地类型
3	B3 弃渣场	62000	10.0	620000	617660	大坝开挖弃渣	耕地和林地
4	料场弃渣场 1	79000	10.0	790000	780000	料场弃渣	灌草丛、耕地和林地
5	料场弃渣场 2	55100	6.8	374680	370000	料场弃渣	灌草丛、耕地和林地
6	料场弃渣场 3	98635	7.8	769353	763000	料场弃渣	灌草丛、耕地和林地
合　计		399735		3223183	3171928		

2.7.1.5 施工辅助设施

（1）人工砂石加工系统和混凝土生产系统

枢纽工程区设置 1 座砂石加工系统，位于坝址下游左岸，距石料场约 0.6km，距混凝土生产系统约 3.2km，设计生产能力 260t/h，占地面积约 3.6hm^2、占地类型主要为耕地、灌木林地。砂石加工系统由粗碎车间、预筛车间、筛分车间、中细碎车间、制砂车间、半成品料堆、成品料堆以及胶带输送机等组成。粗碎采用 PE600×900 型颚式破碎机 2 台，中细碎采用 PF1210 及 PF1008 型反击式破碎机各 1 台，制砂采用 MBZ2136 型棒磨机 2 台。另在筛分车间下部设 FC-15 螺旋分级机 1 台。预筛设 YAH1536 型重型振动筛 1 台，筛分设 2YAH1536 型重型振动筛及 2YA1536 型振动筛各 2 台。砂石系统高峰期用水量 300m^3/h。砂石骨料加工后通过汽车运输至混凝土拌和系统。

枢纽工程区设置 1 座混凝土生产系统，设计生产规模 159m^3/h，占地面积约 1.5hm^2，占地类型主要为林地、耕地。其中碾压混凝土系统设计规模 136m^3/h，选用 1 座 2×3m^3 强制式拌和楼，铭牌生产能力 200m^3/h；常态混凝土生产系统设计生产规模为 23 m^3 /h，选用 1 座 2×0.75m^3 拌和站，铭牌生产能力 30m^3/h。

（2）综合保修场、钢木加工厂和混凝土预制厂

枢纽工程区设置 1 个综合保修场，占地面积 0.5hm^2，占地类型主要为林地、灌木丛等，主要负责施工期施工机械和运输车辆的保修及保养任务的维修和保养，并兼作车辆停放场。

枢纽工程区设置 1 个钢木加工厂，占地面积 0.9hm^2，占地类型主要为林地、灌木丛等，承担工程中钢木加工任务，主要设备有圆盘锯、刨木机、电焊机、切

割机和调直机。

枢纽施工区设混凝土预制厂 1 座，占地面积 0.2hm^2，占地类型主要为林地、灌木丛等，主要承担工程混凝土预制任务。

（3）风、水、电系统

施工供风采取固定式与移动式空压机结合布置。其中固定供风系统主要承担枢纽施工区石方开挖任务，供风规模 130m^3/min；移动式施工供风分散在石料厂、混凝土生产系统布置。

枢纽工程区布置 1 处供水系统，设计供水能力 410m^3/h。其中枢纽工程区生产及生活设计供水能力 110m^3/h，人工砂石加工系统设计供水能力为 300m^3/h。取水口设置在黑塘桥水库上游左岸，通过离心水泵将重安江水提升至大坝南侧一级水池后，自流供给枢纽工程区生产及生活用水；在一级水池边设置加压泵站，将水提升至人工砂石加工系统附近的高位水池后，自流供砂石加工系统生产用水。

施工用电由马场坪办事处接入，由向家桥 110kV 变电站接 35kV 输电线路至枢纽工程区砂石加工厂和坝址区，设置变电所供电至大坝施工区和生活区。枢纽工程区用电系统的高峰负荷为 2780kW。

（4）施工生活营地

枢纽工程区布置 2 个施工生活营地，均位于坝址下游 500m，总占地面积约 2.1hm^2，占地类型为灌木林地等。主要包括管理用房、生活区、仓库，营地施工人员高峰期 1560 人。

（5）油料库和炸药库

工程区对外交通便利，距离马场坪办事处中心区域仅 3km 左右，工程可直接利用现有加油、炸药存储设施，工程不设置油料库和炸药库，均采用现用现购的方式。

2.7.2 输水系统工程

2.7.2.1 施工导流

输水工程沿线主要跨河建筑物为管桥、埋管等。其中跨河管桥有一处，为跨浪波河管桥。跨浪波河管桥为灌注桩，施工采用筑岛方式施工。

其余输水线路工程的倒虹管、埋管所涉及河段流量小、水浅，输水线路埋管共 19 处，主要采用明渠分期导流方式，分河床段进行施工。

2.7.2.2 施工交通

输水线路区新建主要施工道路总长约 80.4km，其中永久道路 12.3km，临时道路 72.4km，此外，沿线共需要建设 5 座各长约 50m 的漫水桥。

表 2.7.2-1　　输水工程场内交通一览表

道路类别	输水线路部位	公路名称	长度(km)	路面宽(m)	路基宽(m)	属性	路面形式
施工道路	坝址至一级泵站段	永久公路	4.2	6.5	7.5	永久	混凝土路面
		施工临时公路	8.4	6.5	7.5	临时	泥结碎石
	一级泵站至二级泵站段	永久公路	3.2	6.5	7.5	永久	混凝土路面
		施工临时公路	4.1	6.5	7.5	临时	泥结碎石
	二级泵站至三级泵站段	永久公路	5	6.5	7.5	永久	混凝土路面
		施工临时公路	5.5	6.5	7.5	临时	泥结碎石
	三级泵站至无压隧洞段	施工临时公路	8.4	6.5	7.5	临时	泥结碎石
施工便道	输水线路全段	施工辅路	41.6	3.5	4.5	临时	泥结碎石
合计			80.4				

2.7.2.3 料场

输水工程石料需求量少，不设料场，所需混凝土骨料主要来自坝址区砂石生产系统厂，不足部分采用福泉市砂石加工生产企业外购解决，输水线路沿线的分布四个成品料场：马场坪甘塘砂石场、龙昌镇仓盈湾砂石场、牛场镇三角坡砂石场和瓮安县永超建筑材料有限公司，合计粗骨料生产能力 1200m^3/d，细骨料 2100m^3/d，回填料拟利用开挖料，能满足输水工程所需。

2.7.2.4 施工辅助设施

输水线路工程划分为 14 个施工区，各工区布置混凝土拌合系统、钢筋木材加工系统、仓库和生活区等。

（1）混凝土拌合系统

输水线路拌合系统设计生产能力为 79.4m^3/h，其中在一级泵站、二级泵站及三级泵站 3 个施工工区各设 25m^3/h 的混凝土拌合站 1 座，其余 11 个施工工区各设 0.4m^3 的混凝土拌和机 1 台，总占地面积 8.4hm^2，占地类型主要为灌木丛、耕地、林地等。

（2）钢筋木材加工系统

输水线路工程在隧洞出口、支洞、一级泵站、龙昌线路、二级泵站、瓮安支管等工区设置小型综合加工厂，综合加工厂内布置施工钢筋加工、木材加工厂等，

兼顾相邻管道施工，总占地面积 3.5hm^2，占地类型主要为耕地、灌木丛、林地等。

（3）混凝土预制厂

输水线路工程在一级泵站、二级泵站及三级泵站施工工区各设混凝土预制厂 1 座，总占地面积为 0.3hm^2，占地类型主要为耕地、灌木丛、林地等。

（4）风、水、电系统

输水线路工程在 14 个工区各设 1 台移动式空压机，单台空压机供风量 10m^3/min。

输水系统工程区因施工工区较为分散，不再设置集中供水系统，施工用水可直接就近从河里取水或就近拉水购水解决。

输水线路工程区各工区用电主要为构筑物、机械设备及生活用电，主要由工区附近变电站接引。

（5）仓库

输水工程区仓库分别布置于 14 个工作区，总占地面积约 0.8hm^2，占地类型主要为灌木丛、耕地、林地等。仓库以主要建筑施工工作面为主，兼顾管道的施工管理。

（6）施工营地

输水系统设置相对集中的生活区 14 处，占地面积合计 2.75hm^2，占地类型主要为耕地、林地、灌木丛等。高峰期施工人员总数 1600 人，一级、二级和三级泵站高峰施工人员约 160 人，其余工区高峰期施工人数约 100 人。

2.7.2.5 土石方平衡及弃渣场规划

（1）土石方平衡

输水工程土石方开挖 111.85 万 m³（自然方），利用料 50.83 万 m³（自然方），弃方 61.02 万 m³（自然方）。

（2）弃渣场规划

输水系统工程区共设置 12 个弃渣场，占地面积为 27.83hm²，堆渣高度大多控制在 6m 以内，占地类型主要为灌木丛、耕地和林地。

各弃渣场情况见下表：

表 2.7.2-3　　输水系统工程弃渣场统计表

序号	名称	占地面积（m^2）	平均堆高（m）	最大容量（m^3）	堆渣量（m^3）	弃渣来源

1	1#弃渣场	11000	4.4	48400	47218	1#支洞
2	2#弃渣场	10500	4.6	48300	47218	2#支洞
3	3#弃渣场	9400	5.2	48880	47218	3#支洞
4	4#弃渣场	23500	7.2	169200	164411	输水隧洞、一级泵站、龙昌段线路弃渣
5	5#弃渣场	24000	3.8	91200	87253	龙昌段线路弃渣
6	6#弃渣场	39000	4.2	163800	160365	龙昌段线路弃渣、二级泵站
7	7#弃渣场	29000	3.2	92800	88014	瓮安线路弃渣
8	8#弃渣场	52000	2.6	135200	132020	瓮安线路弃渣
9	9#弃渣场	14000	2.5	35000	31630	三级泵站
10	10#弃渣场	36000	3	108000	106487	瓮安线路弃渣
11	11#弃渣场	27300	3.2	87360	84078	瓮安线路弃渣
12	12#弃渣场	5100	5.5	28050	26739	无压隧洞出口弃渣
	合　计	280800		1056190	1022649	

2.7.3 施工进度及人数

水源枢纽工程总工期为 48 个月，其中工程准备期 6 个月，主体工程施工期 35.5 个月，工程完建期 6.5 个月。平均施工人数 575 人，高峰施工人数 1560 人。

输水系统工程总工期为 35 个月。平均施工人数 600 人，高峰施工人数 1600 人。

2.8 建设征地与移民安置规划

2.8.1 建设征地实物指标

凤山水库工程建设征地涉及黔南州福泉市 4 个乡镇 13 个行政村、瓮安县 1 个镇 1 个行政村和黔东南州麻江县 1 个镇，建设征地总面积 12383.84 亩，其中永久征地 8683.34 亩，临时征地 3700.50 亩。

（1）水库淹没影响区：正常蓄水位 909m 时淹没涉及黔南州福泉市 1 个街道办事处 1 个乡镇 4 个行政村、黔东南州麻江县 1 个乡镇 2 个行政村，水库淹没各类土地 7863.22 亩。其中耕地面积 3825.69 亩，园地面积 2.22 亩，林地面积 2380.28 亩，草地 42.20 亩，住宅用地 218.42 亩，交通运地 138.9 亩，水域用地 1186.91 亩，其他土地 29.61 亩。淹没影响涉及人口为 2060 人。

淹没影响涉及高速公路 5.64km，G210 公路 3.62km，四级公路 18.38km，乡村公路 8.69km，交通桥 16 座；铁路桥墩 41 个；220kV 高压塔 2 座，输电线路共 96.33km；通讯光缆共 39.89km，其中贵州广电光缆 7km，贵州移动公司光缆

10.7km，贵州联通公司 10km，贵州电信公司 10.2km，国防军事光缆 1.99km。

（2）枢纽工程坝区：涉及黔南州福泉市 1 个街道办事处 2 个行政村，共涉及各类土地面积 1527.14 亩。永久征地总面积 373.73 亩，其中耕地 200.33 亩；临时征用各类土地 1153.40 亩，其中耕地 749.71 亩。影响涉及人口为 12 人。

（3）输配水区：供水区建设征地主要涉及黔南州福泉市 2 个乡镇 6 个行政村和瓮安县 1 个镇 1 个行政村，共涉及各类土地面积 2993.48 亩。永久征收各类土地 446.38 亩，其中耕地 291.28 亩；临时征用各类土地 2547.10 亩，其中耕地 1662.32 亩。

建设征地区分区各项实物详见表2.8.1-1。

表2.8.1-1　　凤山水库建设征地实物汇总表

序号	项目	计量单位	水库淹没区	枢纽工程坝区	输配水区	合计
一	建设征地总面积	亩	7863.23	1527.14	2993.48	12383.85
1	陆地面积	亩	6622.25	1503.92	2993.48	11119.65
2	水域面积	亩	1240.98	23.22		1264.2
二	涉及行政区					
1	乡（镇）	个	2	1	5	6
2	行政村	个	5	2	6	12
三	永久征收土地面积	亩	7863.23	373.73	446.37	8683.33
1	耕地	亩	3825.69	200.33	291.28	4317.3
	(1).水田	亩	2677.97	140.48	206.3	3024.75
	(2).旱地	亩	765.13	39.56	54.15	858.84
	(3).25°以上旱地	亩	382.59	20.29	30.83	433.71
2	园地	亩	2.22			2.22
3	草地	亩	42.2	4.23		46.43
4	鱼塘	亩	76.11			76.11
5	林地	亩	2380.28	118.59	155.09	2653.96
6	水域	亩	1164.87	23.22		1188.09
7	住宅用地	亩	218.42	18.02		236.44
8	交通用地	亩	138.11	9.34		147.45
9	其他土地	亩	15.33			15.33
四	临时征用土地面积	亩		1153.4	2547.1	3700.5
1	耕地	亩		749.71	1662.32	2412.03
	(1).水田	亩		530.57	1177.5	1708.07
	(2).旱地	亩		138.41	308.94	447.35
	(3).退耕还林地	亩		80.74	175.88	256.62

2	园地	亩				
3	草地	亩				
4	鱼塘	亩				
5	林地	亩		403.69	884.78	1288.47
6	水域	亩				
7	住宅用地	亩				
8	交通用地	亩				
9	其他土地	亩				
五	人口					
1	户数	户	710	5		715
2	人口	人	2060	12		2072
六	房屋	m^2	159475.47	1356.48		160831.95
七	附属建筑物	m^2	145737.94	958.76		146696.7
八	零星树	株	156038			156038
九	专项设施					
1	交通工程	km	36.62			36.62
	高速公路	km	5.64			5.64
	G210	km	3.62			3.62
	四级公路	km	18.38			18.38
	乡村公路	km	8.69			8.69
	桥	座/km	16/0.29			16/0.29
2	电力设施	km	96.33			96.33
	10kV 线路	km	35.32			35.32
	0.4kV 线路	km	24.04			24.04
	0.22kV 线路	km	36.97			36.97
	220kV 高压塔	座	2			2
3	通信设施	km	39.89			39.89
	广电	km	7			7
	移动	km	10.7			10.7
	联通	km	10			10
	电信	km	10.2			10.2
	国防军事光缆	km	1.99			1.99
4	铁路桥墩	个	41			41
	沪昆高速桥墩	个	20			20
	株六铁路桥墩	个	11			11
	湘黔铁路桥墩	个	10			10

2.8.2 移民安置规划

2.8.2.1 生产安置

至规划设计水平年，本工程生产安置人口共计 2413 人，其中水库淹没影响

区 2145 人，枢纽建设区 134 人，输配水区 134 人。根据环境容量分析，对需要进行生产安置的人口采取四种方式进行安置，其中：一次性补偿安置 293 人，调剂耕地安置 1311 人，养老保障安置 431 人，出组工业园区就业安置 378 人。

2.8.2.2 搬迁安置

至规划设计水平年，本工程搬迁安置人口 2146 人，其中水库淹没区 2033 人，枢纽工程区 12 人，淹没影响区 101 人。输配水工程无迁移人口。搬迁人口中自主安置 93 人，集中安置 2053 人，规划 3 处集中安置点。

2.8.2.3 集中安置点规划

根据移民安置规划，本工程规划 3 处集中安置点，分别是马场坪、猫猫营、黄丝移民集中安置点，共安置人口 2053 人，重点对猫猫营、黄丝安置点进行了典型设计，马场坪安置点结合马场坪乐岗新区总体规划考虑设计。

表 2.8.2-1　　集中安置点情况一览表

序号	居民点名称	地理位置	场地高程(m)	所处水系	规划人口(人)	户数(户)	建设用地面积(hm^2)
1	马场坪	马场坪办事处马场坪与上乐岗村之间	921.0～942.9	位于凤山水库下游重安江流域范围，其周边无地表水系及冲沟等汇入重安江。	280	110	1.36
2	猫猫营	马场坪办事处猫猫营村	959.4～982.2	位于凤山水库上游板当河流域范围，其周边有小冲沟汇入坝址下游冲沟。	858	322	6.63
3	黄丝	黄丝镇的东北角	955～1025	位于凤山水库上游克卜河流域范围，其周边有小冲沟汇入汇入库尾。	915	304	6.52

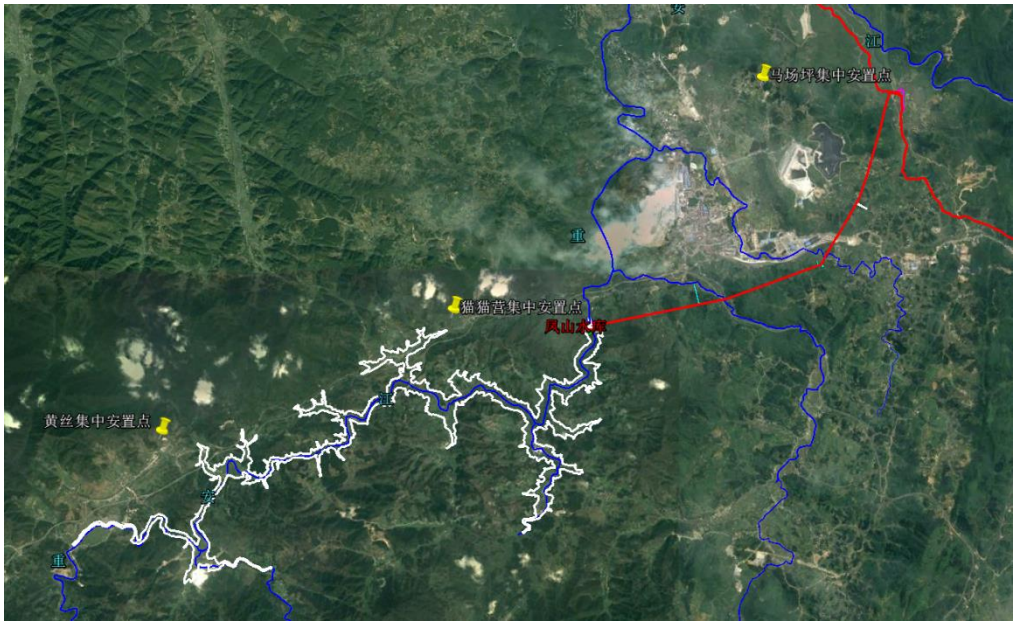


图2.8.2-1 集中移民安置点与凤山水库区位关系图

（1）马场坪移民集中安置点

马场坪安置点位于福泉市马场坪办事处上乐岗村，位于马场坪新规划乐岗新区中，马场坪安置点纳入乐岗新区总体规划中统一考虑，周边有乡村公路连接省道 S205。安置点所选地块长度135m 左右，宽度在100m 之间的类正方形坡地。坡度在0.03~3.0%之间，整个场地总体呈北面高，南面的低的地貌布局。

安置点内安置人口280人，安置110户，占地总面积约1.36hm^2，其中宅基地面积0.25hm^2，占地类型以耕地、灌木林地为主。安置点采取集中供水和供电，水源及电源均取自马场坪办事处市政管网及市政电网，排水采用雨污分流。生活污水在处理达标后统一纳入乐岗新区市政管网运送至城镇污水厂集中处理。安置点配置公共设施包括公厕、停车位、垃圾收集池等。安置点产生的垃圾纳污乐岗新区生活垃圾收集系统，定时定点由专人负责搜集，并由马场坪办事处环卫站运送至福泉市垃圾填埋场。

安置点位于凤山水库坝址下游支流阿里堡河流域范围，其周边无地表水系及冲沟等汇入坝址下游。

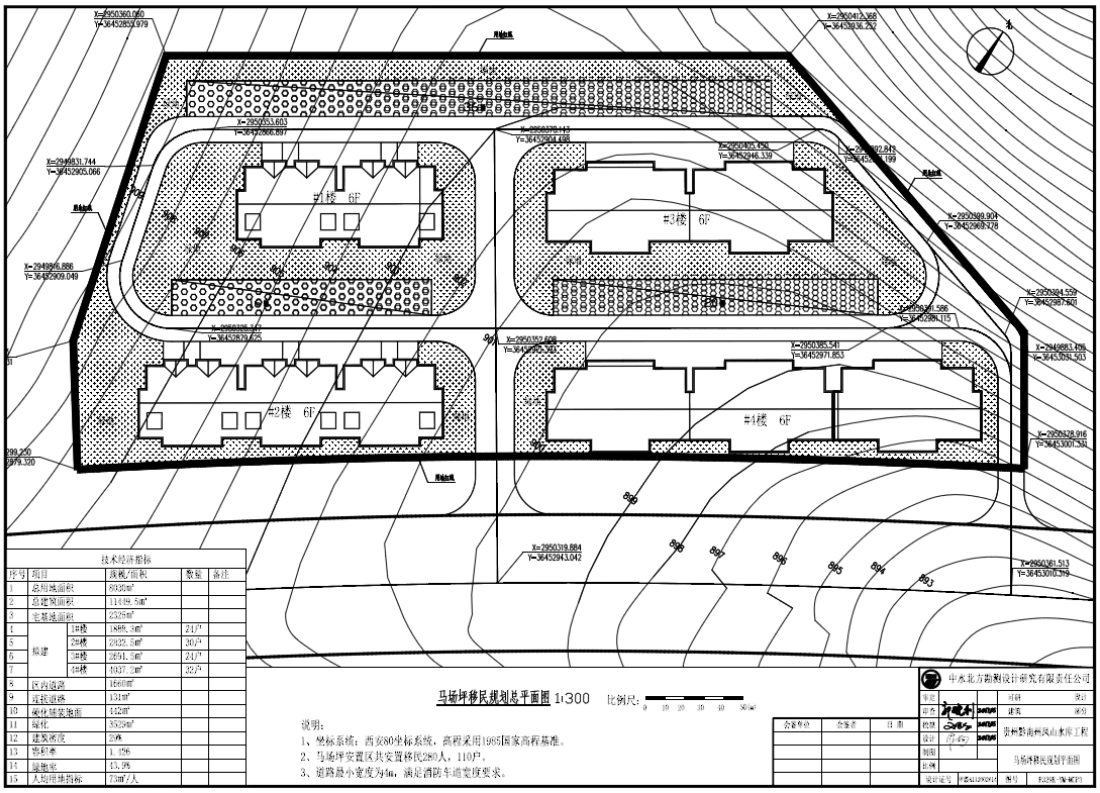


图2.8.2-2 猫猫营集中安置点典型设计及污水处理站

（2）猫猫营移民集中安置点

猫猫营安置点紧邻福泉市马场坪办事处猫猫营村，南侧紧邻 G210国道，所选地块为长度在325m 左右，宽度在180m~200m 之间的条带状坡地。坡度在0.03~27%之间，整个场地总体呈南面低，北面高的地貌布局。

安置点安置人口858人，安置322户，占地总面积约6.63hm^2，其中宅基地面积1.68hm^2，占地类型以耕地、灌木林地为主。安置点采取集中供水和供电，水源及电源均取自马场坪办事处市政管网及市政电网，排水采用雨污分流。生活污水经一体化污水处理设施集中处理后达标排放。安置点配置公共设施包括公厕、绿地公园、居委会及文化娱乐设施、垃圾收集池等。安置点产生的垃圾定时定点由专人负责搜集，并由马场坪办事处环卫站运送至福泉市垃圾填埋场。

安置点位于凤山水库库周流域范围，距离库区直线距离0.4km，西南方向直线距离1.3km 有一处冲沟等汇入库区。

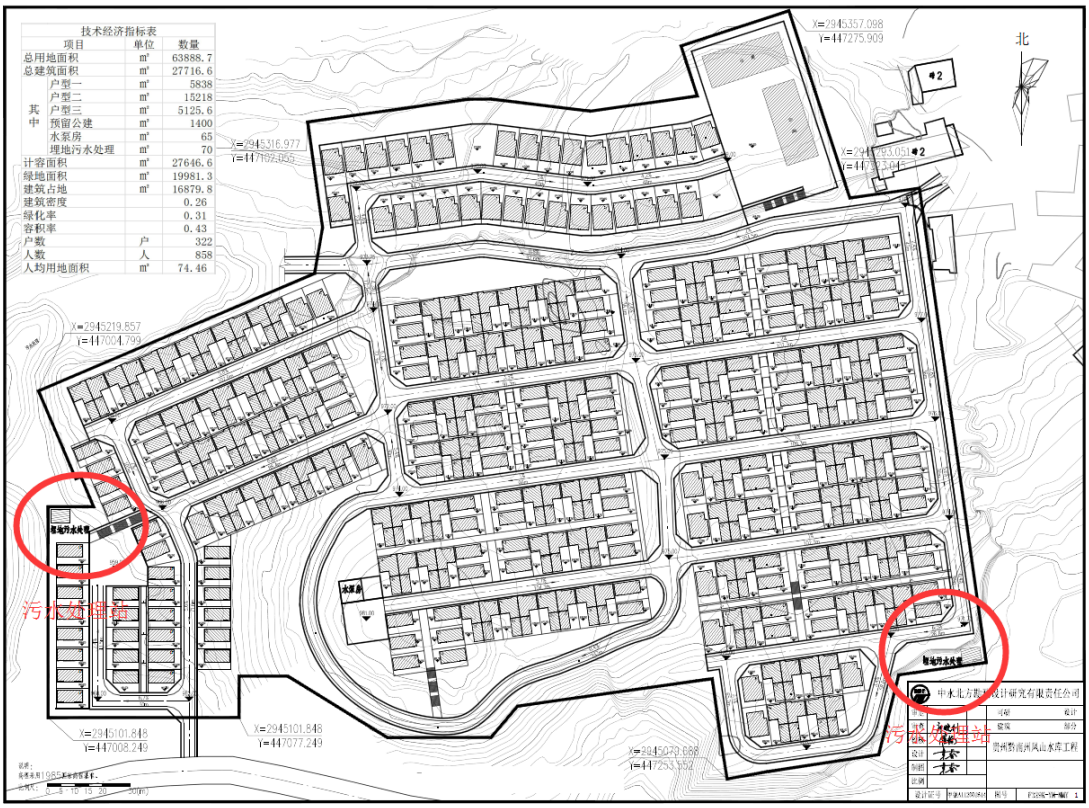


图2.8.2-3 猫猫营集中安置点典型设计及污水处理站

（3）黄丝移民集中安置点

黄丝集中移民安置点位于福泉市黄丝社区黄丝镇的东北角，南侧紧邻 G210 国道，其西侧、北侧、东侧均为山体，所选地块为长度在280m 左右，进深在150m~240m 之间的条带状坡地。坡度在3.5~20%之间，整个场地总体呈南面低，北面高的地貌布局。

安置点内安置人口915人，安置304户，占地总面积约6.86hm^2，其中宅基地面积1.67hm^2，占地类型以耕地、灌木林地为主。安置点采取集中供水和供电，水源及电源均取自马场坪办事处市政管网及市政电网，排水采用雨污分流。生活污水经一体化污水处理设施集中处理后达标排放。安置点配置公共设施包括公厕、绿地公园、居委会及文化娱乐设施、垃圾收集池等。安置点产生的垃圾定时定点由专人负责搜集，并由马场坪办事处环卫站运送至福泉市垃圾填埋场。

安置点位于凤山水库库周流域范围，距离库区直线距离1.0km，东北方向直线距离1.4km 处有一条小支流汇入库区。

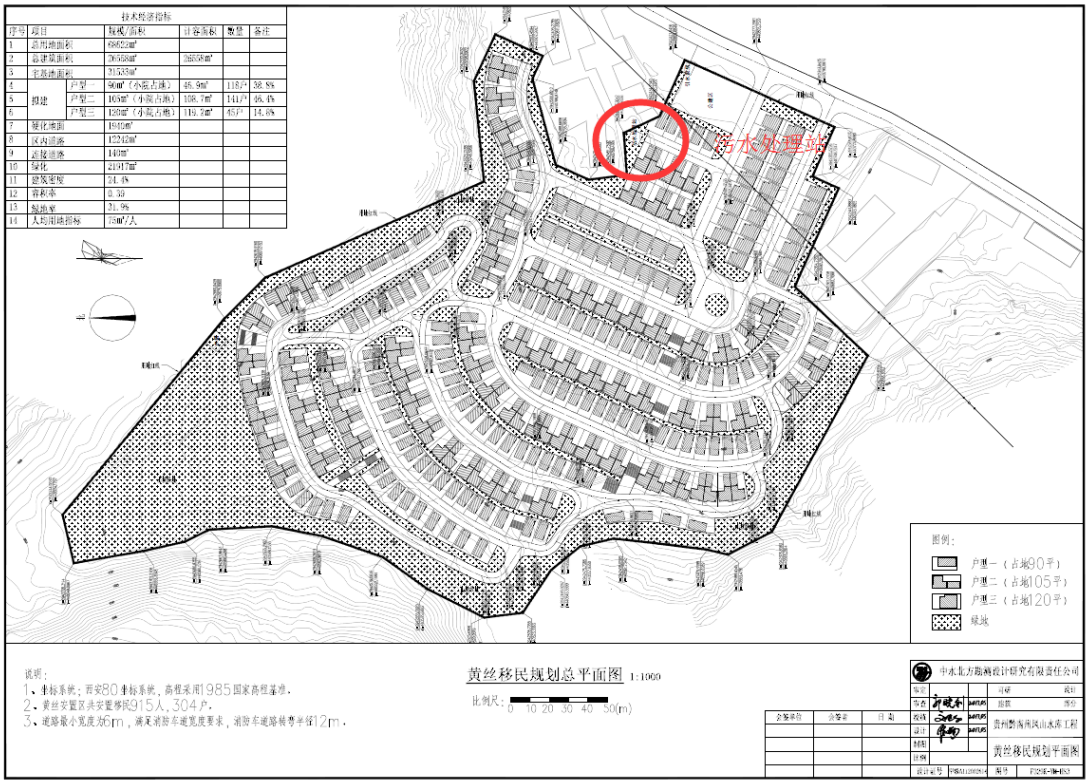


图2.8.2-4 黄丝集中安置点典型设计及污水处理站

2.8.3 专项设施改建规划

（1）交通工程设施

凤山库区路桥复建项目涉及乡村公路 8.69km、210 国道 3.62km（其中桥梁 48.8m）、贵新高速公路 5.64km（其中桥梁 718m）、四级公路 18.38km、沪昆高铁桥墩 20 个、株六铁路桥墩 11 个、湘黔铁路桥墩 10 个。其中复建 210 国道 3.42km，复建高速公路 7.256km，其余乡村公路及四级公路采取提高到相应洪水标准水位线进行恢复处理；加固沪昆高铁桥墩 20 个，复建株六铁路、湘黔铁路采取局部改线处理，改线长度约 1.549km。

（2）电力设施

对 35kV 输电线、10kV 输电线进行复建处理。

（3）水利水电设施

对影响的鱼酉水电站、黑塘桥水库等 2 座小型水利水电工程采取一次性补偿处理。

（4）其他专项设施

对影响的电信设施进行复建，复建长度约 35.75km。

2.9 工程运行

2.9.1 初期蓄水

根据施工进度安排，导流隧洞于第四年 4 月 1 日下闸封堵，导流洞进口闸门采用弧形闸门。

选取凤山水库坝址 P=50%、P=75%典型年旬径流系列，水库蒸发损失按月平均库面面积乘以相应月份的蒸发增损量计算，蒸发增损量为水面蒸发与陆面蒸发的差值，年蒸发增损量为 173mm。水库渗漏损失按照水库月均蓄水量的 1.5%计算。

计算中考虑瓮福集团用水量 0.70m^3/s；下放生态基流枯期（10-3 月）1.43m^3/s、汛期（4-9 月）2.04m^3/s，以施工期最不利情况下黑塘桥水库为保证供水的最低死水位 855m 作为初始蓄水水位，经计算，4 月 1 日下闸后，平水年 4 月 16 日可蓄至发电取水口进口底板 863m，5 月 1 日可蓄至死水位 868m，10 月 30 日可蓄至正常蓄水位 909m；偏枯水年 5 月 5 日可蓄至发电取水口进口底板 863m，5 月 12 日可蓄至死水位 868m，第二年 7 月 24 日可蓄至正常蓄水位 909m。

不同来水条件下考虑下泄生态流量后水库蓄至各控制高程所需的时间见表 2.7.1-3~5。

表 2.7.1-3 下闸蓄水至各控制高程蓄水时间成果表（考虑下泄环境水的情况下）

来水保证率	下闸时上游水位(m)	至引水发电进水口底板 863m（库容 326 万 m³）（d）	至死水位 868m（库容 582 万 m³）（d）	至正常蓄水位 909m（库容 9655 万 m³）（d）
丰水年（P=10%）	855	4	9	99
平水年（P=50%）	855	16	31	213
偏枯水年（P=75%）	855	35	42	450

表 2.7.1-4 偏枯水年初期蓄水蓄水量计算表（考虑下泄环境水的情况下）

水位	水库库容(万 m³)	蓄水水量(万 m³)	期间平均入库流量(m³/s)	期间平均下泄流量(m³/s)	期间平均蓄水流量(m³/s)	蓄水时间(d)	累计时间(d)	泄流设施
起蓄水位 855m	97	——	——	——	——	——	——	——

至 863m	326	229	2.61	1.33	0.14	35	35	黑塘桥供水管道旁设生态岔管
至 868m	582	256	3.57	1.71	1.34	8	42	引水发电取水口
至 880m	1672	1090	5.71	2.04	2.80	24	65	引水发电取水口
至 909m	9655	7983	5.34	2.03	2.46	386	450	引水发电取水口

2.9.2 水库运行

（1）防洪调度

凤山水库不承担下游防洪任务，水库起调水位为正常蓄水位 909m。库水位 909m 时水库最大泄流能力为 1114m^3/s，当入库洪水流量小于 1114m^3/s 时，按入库流量控泄，库水位保持 909m；当入库洪水流量大于 1114m^3/s 时，水库全部敞泄，水库滞洪，库水位上升。退水期入库流量小于水库泄流能力，水库又转入控泄阶段，库水位逐步降至 909m。

（2）排沙调度

凤山水库不考虑排沙运行方式，根据计算，水库正常运行 50 年的泥沙淤积量为 449 万 m^3，坝前淤积高程为 861.1m；由于泥沙淤积高程较低，且黑塘桥水库被淹没后有一定的挡沙墙功能，能满足取水口布置要求。

（3）水库运行

水库蓄水期一般在 5 月～10 月份，供水期一般为 11 月～次年 4 月。水库在 5 月初开始蓄水，至 8 月底前蓄水至正常蓄水位。

凤山水库兴利调度原则为：优先满足下游河道生态用水和生活用水，再满足工业用水要求，最后多余水量经过电站机组发电下放。调度运用在来水不足的特枯水年份，必须首先满足具有用水优先权的水环境用水和基本生活用水要求，在水位超过保证供水线后，多余水量下放至下游河道作为生态环境水量，水库全年下泄流量不低于 1.43m^3/s，4~9 月下泄流量不低于 2.04m^3/s。对于用水优先权排在最后的发电用水，当下放流量小于相应水头机组最大过流能力时，下泄水量在满足下游生态用水要求的前提下全部通过坝后机组发电；当坝后机组全部检修时候，通过生态放水管保证生态基流；当水库蓄满且来水流量大于机组过机能力时，多余水量通过开启泄洪表孔下泄弃水；汛期水量较大时，加大发电效益。

（4）向胜土水库供水调度

凤山水库向瓮安县城供水工程末端位于瓮安县的胜土水库，胜土水库可以自流向瓮安县城供水。考虑到凤山水库向瓮安县城生活供水距离长、扬程高，为充分发挥胜土水库的调节能力、利用当地水资源、减少抽水电费，优先从胜土水库向瓮安县城生活供水，当胜土水库不能满足瓮安县城生活用水要求时，由凤山水库供水。

表 2.9.1-1　　建库后坝前水位和下泄流量情况一览表

时段	建库后月平均水位（m）					建库后厂房尾水流量（m^3/s）				
	丰水年（P=10%）	平水年（P=50%）	偏枯年（P=75%）	枯水年（P=90%）	特枯年（P=95%）	丰水年（P=10%）	平水年（P=50%）	偏枯年（P=75%）	枯水年（P=90%）	特枯年（P=95%）
5 月	886.30	908.44	907.76	907.75	905.74	2.04	6.93	2.04	2.04	2.04
6 月	885.79	907.33	906.56	906.19	904.08	13.12	11.37	8.74	6.89	2.04
7 月	887.46	906.51	905.13	904.88	902.57	8.39	2.54	4.62	5.58	2.04
8 月	896.16	906.42	904.31	905.65	901.04	14.8	4.13	2.04	2.04	2.04
9 月	905.55	907.80	905.47	907.61	899.67	5.11	2.04	2.18	2.04	2.04
10 月	908.49	909.00	907.78	908.63	899.44	6.69	6.52	1.43	1.43	1.43
11 月	909.00	909.00	909.00	909.00	898.76	4.36	2.12	1.43	1.43	1.43
12 月	909.00	909.00	908.45	908.05	896.34	1.47	1.43	1.43	1.43	1.43
1 月	909.00	908.41	908.45	906.27	895.72	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
2 月	909.00	908.41	908.43	904.52	895.62	1.43	2.11	1.43	1.43	1.43
3 月	909.00	909.00	907.16	902.54	893.41	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
4 月	909.00	908.60	905.43	900.28	890.61	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04

2.9.3 电站运行方式

当水库水位达到 909m 时，水库利用弃水和生态流量发电，当水库低于 909m 高于 880m 时，水库利用生态流量发电，当水库水位低于最低发电运行水位 880m 时（水位低于 880m 占统计 53 年系列长度的频率为 3.8%，出现在 3 月份），电站不具备发电条件，通过 1#号机组边的生态流量管下放生态流量。电站承担基荷任务，不承担调峰，主要利用汛期弃水和生态流量发电，电站出力过程见表 2.9.2-1。

表 2.9.2-1　　电站出力过程一览表

月份	电站发电出力（单位：KW）				
	丰水年 (P=10%)	平水年 (P=50%)	偏枯水年 (P=75%)	枯水年 (P=90%)	特枯水年 (P=95%)
5 月	1023	4000	905	977	924

6 月	4000	4000	965	1011	920
7 月	4000	1077	1953	1039	908
8 月	4000	1056	1961	1019	867
9 月	2693	1044	1081	982	857
10 月	3506	735	755	690	602
11 月	2296	1385	744	698	576
12 月	784	756	729	688	542
1 月	754	744	709	672	508
2 月	485	753	689	731	702
3 月	505	743	670	715	684
4 月	864	1056	923	988	947

2.9.4 工程管理

凤山水库工程运行期管理人员定额101人，其中管理人员17人，大坝及电站运行人员27人，供水运行57人。

3 工程分析

3.1 符合性和协调性分析

3.1.1 与法律法规符合性分析

（1）与《中华人民共和国水法》符合性分析

《中华人民共和国水法》第四条规定：“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。”；第二十一条规定：“开发利用水资源，应当首先满足城乡居民生活用水，并兼顾农业、工业、生态环境用水及航运的要求”；第二十七条规定：“国家鼓励开发、利用水运资源。在水生生物洄游通道、通航或者竹木流放的河流上修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼、过船、过木设施，或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施，并妥善安排施工和蓄水期间的水生生物保护、航运和竹木流放，所需费用由建设单位承担。”；第五十四条规定：“各级人民政府应当积极采取措施，改善城乡居民的饮用水条件”。

本工程的开发任务以城乡生活和工业供水为主，并结合发电；工程建设考虑了满足下游生态、环境、景观等用水需求的最小下泄流量；此外，为减缓工程建设对鱼类的影响，采取了集运鱼系统实施过鱼。

综上，工程的建设可解决地区严重工程型缺水的问题，工程建设与《中华人民共和国水法》是相符合的。

（2）与饮用水水源保护区相关法律法规的符合性

《中华人民共和国水污染防治法》规定：“在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。”、“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”；“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。”

《饮用水水源保护区污染防治管理规定》中十二条规定：“一级保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；不得设置与供水需要无关的码头，禁止停靠船舶；禁止堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物；禁止设置油库；禁止从事

种植、放养畜禽和网箱养殖活动；禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动”；“二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头。”；“准保护区禁止新建、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。”

本工程坝址位于黑塘桥水库下游 120m 处，水库淹没涉及黑塘桥水源保护区一级保护区、二级保护区以及准保护区；大坝、导流洞、输水隧洞及进坝公路等必要设施位于一级保护区内，除导流洞入口外，均位于黑塘桥水库大坝以下，占地面积约 3.6hm^2，占一级保护区总面积的 1.2%，砂石加工系统位于黑塘桥水源保护区准保护区，其余施工布置均位于保护区外，砂石加工系统占地面积约 3hm^2，占准保护区总面积的 0.03%。砂石加工系统冲洗废水经处理后全部回用，不外排。输水系统工程中引水隧洞从平堡河饮用水水源保护区一级保护区和准保护区下穿。2016 年 9 月，贵州省环境保护厅以“黔环水表[2016]129 号”出具了意见，原则上同意凤山水库的选址意见。

凤山水库的开发任务主要为供水，供水范围涵盖了现有黑塘桥水库供水任务，属于替换现有供水设施的新建供水设施，在落实施工期供水保障及污染应急预案的前提下，本工程建设符合饮用水水源保护区的相关要求。

（3）与《风景名胜区条例》的符合性

《风景名胜区条例》第二十六条规定：“在风景名胜区内禁止进行下列活动：（一）开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；（二）修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；（三）在景物或者设施上刻划、涂污；（四）乱扔垃圾。”；第二十七条规定：“禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区规划，逐步迁出”；第二十八条规定：“在风景名胜区内从事本条例第二十六条、第二十七条禁止范围以外的建设活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定办理审批手续”。

本工程水源枢纽工程不涉及景区，仅输水系统工程在景区范围内有长约 1km 的管道，本工程在景区范围内未设置渣场、料场及施工营地等，不在景区范围内修建储存爆炸性、易燃性物品等设施，不在景区范围内开山取石、开矿等活动，

工程对景区的主要影响来自输水系统工程施工期影响及水库建设后对下游流经景区的重安江水文情势的影响、进而影响景区的涉水景观和游览活动。工程根据景区的景观用水需要，提出了景观流量下泄方案。2017 年 9 月，贵州省城乡规划设计研究院完成《贵州省凤山水库工程建设对洒金谷省级风景名胜区影响专题研究报告》；2017 年 12 月，贵州省住房和城乡建设厅出具审查意见，原则同意专题报告。

因此，本工程建设总体上符合《风景名胜区条例》要求。

3.1.2 与国家相关政策的符合性分析

（1）工程建设与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 修正版），“城乡供水水源工程、农村饮水安全工程、综合利用水利枢纽工程”都属于鼓励类项目，本工程开发任务以城乡生活和工业供水为主，并结合发电，因此工程属于国家现行产业政策中的鼓励类项目。因此，工程建设符合国家产业政策。

（2）与最严格的水资源管理政策的符合性分析

《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》中提出，确立水资源开发利用控制红线，到 2030 年全国用水总量控制在 7000 亿立方米以内；确立用水效率控制红线，到 2030 年用水效率达到或接近世界先进水平，万元工业增加值用水量（以 2000 年不变价计，下同）降低到 40 立方米以下，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.6 以上；确立水功能区限制纳污红线，到 2030 年主要污染物入河湖总量控制在水功能区纳污能力范围之内，水功能区水质达标率提高到 95%以上。为实现上述目标，到 2015 年，全国用水总量力争控制在 6350 亿立方米以内；万元工业增加值用水量比 2010 年下降 30%以上，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.53 以上；重要江河湖泊水功能区水质达标率提高到 60%以上。到 2020 年，全国用水总量力争控制在 6700 亿立方米以内；万元工业增加值用水量降低到 65 立方米以下，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.55 以上；重要江河湖泊水功能区水质达标率提高到 80%以上，城镇供水水源地水质全面达标。

本工程在规划阶段相关需水预测中充分考虑区域用水总量红线，相关供水量满足各级政府用水总量控制指标要求，优先考虑节水，要求工业用水指标规划水平年 2030 万元工业增加值控制在 40 立方米以下，倒逼区域工业发展淘汰、耗水

量高的用水工艺、设备和产品。地方政府编制并落实区域水污染防治规划，建库后主要污染物入河量控制在水功能区纳污能力范围之内，限期要求控制断面水质达到水功能区划目标要求，充分考虑下游基本生态用水需求，开展栖息地修复工作，维护河湖健康生态。

因此，本工程建设符合最严格水资源管理政策。

（3）与国家水利发展改革政策的符合性

《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》中提出，力争通过 5 年到 10 年努力，从根本上扭转水利建设明显滞后的局面。到 2020 年，基本建成防洪抗旱减灾体系，重点城市和防洪保护区防洪能力明显提高，抗旱能力显著增强，“十二五”期间基本完成重点中小河流（包括大江大河支流、独流入海河流和内陆河流）重要河段治理、全面完成小型水库除险加固和山洪灾害易发区预警预报系统建设；基本建成水资源合理配置和高效利用体系，全国年用水总量力争控制在 6700 亿立方米以内，城乡供水保证率显著提高，城乡居民饮水安全得到全面保障，万元国内生产总值和万元工业增加值用水量明显降低，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.55 以上，“十二五”期间新增农田有效灌溉面积 4000 万亩；基本建成水资源保护和河湖健康保障体系，主要江河湖泊水功能区水质明显改善，城镇供水水源地水质全面达标，重点区域水土流失得到有效治理，地下水超采基本遏制；基本建成有利于水利科学发展的制度体系，最严格的水资源管理制度基本建立，水利投入稳定增长机制进一步完善，有利于水资源节约和合理配置的水价形成机制基本建立，水利工程良性运行机制基本形成。

本工程在规划阶段统筹区域用水指标、用水总量和万元工业增加值用水指标，优先保障城乡生活供水和生态环境用水，提高了城乡供水保证率，因此，本工程建设符合国家水利发展改革政策。

（4）与水污染防治行动计划符合性分析

《水污染防治行动计划》中提出，到 2020 年，全国水环境质量得到阶段性改善，污染严重水体较大幅度减少，饮用水安全保障水平持续提升，地下水超采得到严格控制，地下水污染加剧趋势得到初步遏制，近岸海域环境质量稳中趋好，京津冀、长三角、珠三角等区域水生态环境状况有所好转。到 2030 年，力争全国水环境质量总体改善，水生态系统功能初步恢复。到本世纪中叶，生态环境质

量全面改善，生态系统实现良性循环。其中主要从全面控制污染物排放、推动经济结构转型升级、着力节约保护水资源、强化科技支撑、充分发挥市场机制作用、严格环境执法监管、切实加强水环境管理、全力保障水生态环境安全、明确和落实各方责任、强化公众参与和社会监督等十方面落实。

本工程受水退水区域地方政府针对工程退水所在流域制定了水体达标方案、水污染防治规划，针对工业园区废水处理、面源污染处理、城镇污水提标改造、再生水回用、强化环境执法及监测、加强资金保障等方面制定了相应措施，落实规划目标及技术路线；工程前期规划中结合区域环境容量及工业产业发展，不断削减工业园区用水定额，节水优先，优化调整区域水资源配置，倒逼区域产业升级；同时，在工程调度中也考虑结合水质开展坝址下泄流量调度，配合区域限产限供水，全力保障区域水环境质量稳定向好。

工程建设带动区域环境治理不断加强，推动区域磷化工结构转型发展，开展联合调度加强水环境管理，开展生态修复保障水生态环境安全。因此，工程建设整体符合水污染防治行动计划。

（5）工业供水对象产业政策符合性分析

国家发展改革委于 2011 年 3 月 27 日以 2011 第 9 号令发布了《产业结构调整指导目录（2011 年本）》，2013 年 2 月 16 日以第 21 号令公布了《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2011 年本）>有关条款的的决定》，分鼓励类、限制类和淘汰类对行业准入条件进行了规范。

本工程工业供水对象包括纳入《福泉市国家新型工业化产业示范基础产业发展规划（2011-2020）》、《瓮（安）福（泉）一体化工业园区发展规划（2013-2020）》中的福泉市马场工业园区、龙昌工业园两个园区。

2012 年 2 月黔南州工业园区产业发展规划委员会以“黔南园审[2012]1 号”文对《福泉市国家新型工业化产业示范基础产业发展规划（2011-2020）》进行了批复，2013 年 3 月贵州省环境保护厅以“黔环函[2013]81 号”文对《福泉市国家新型工业化产业示范基地马场坪工业园区发展规划环境影响报告书》出具了审查意见。2014 年 12 月贵州省经济和信息化委员会以“黔经信园区[2014]19 号”文对《瓮（安）福（泉）一体化园区发展规划（2013-2020）》进行了批复，2016 年 5 月贵州省环境保护厅以“黔环函[2016]191 号”文对《瓮（安）福（泉）一体化

园区发展规划（2013-2020）环境影响报告书》出具了审查意见。

《瓮（安）福（泉）一体化园区发展规划（2013-2020）环境影响报告书》及审查意见中提出，严格环境准入，规划入驻建设项目应符合国家产业政策、行业准入和总体规划要求，严格入区项目的选择以及结构布局，禁止新建或扩建限制类、淘汰类及高污染、高耗能的建设项目，禁止发展污染严重、破坏自然生态环境和损害人群健康又无有效治理技术或难以治理的建设项目。福泉马场坪地区大气环境容量有限，煤电铝产业禁止布局在福泉，限制在马场坪工业园、龙昌、双龙工业园发展基础磷化工，禁止发展氯碱工业等高污染、高风险产业，福泉地区重点发展磷石膏综合利用等产业，控制电厂、黄磷行业、磷铵的生产规模。严格控制增量，强化消减存量，按照“总量控制”的要求，应优先落实好区域大气环境、水环境污染减少污染替代方案和综合整治工作，确保园区建设能满足区域环境特征、承载能力和环境容量的要求，马场坪园区主要纳污地表水体鱼梁江和浪波河总磷、氟化物等指标长期超标，亟需开展区域污染源综合治理并进行区域污染物削减，在未解决磷和氟化物超标问题前，各级环保部门将暂停受理和审批新增涉磷涉氟排放企业的建设项目环评文件，同时加快推动现有企业的产业优化和布局调整，加强对现有企业的污染治理和环境监管。统筹考虑、充分论证、合理方案，确保开发区应建或依托的污（废）水收集处理、固废收集处置等环保基础设施建设的可行性，并确保同步建设和正常运行，按照“清污分流、雨污分流”和“分流处理、分级回用”的要求，通过加强园区建设项目厂区防渗、污（废）水收集处理、初期雨水收集利用和中水系统回用等有效措施，加强园区的水污染防治工作，并建立最为严格的事故风险防范措施和预防预警机制。

同时进一步优化规划布局及总图布置，合理调整能源结构，完善水资源承载力分析内容，强化环境风险防范措施等。建议对园区已投产企业，加强环境监管，确保环保设施正常运行，对上游水环境、园区内外环境和原有企业进行治理，减少排放，获得余量，在此之前，园区污水不外排，全部回用。制定淘汰落后产能计划和区域削减计划，根据水环境容量、大气环境容量和资源环境承载力，进一步降低能耗物耗，加大节能减排力度，加快产业升级，实现集约化发展。

在以上规划及规划环评中已针对区域水质保护、区域总量控制等环境问题，提出了相应的要求，在结合《关于加快磷石膏资源综合利用的意见》（黔府发

[2018]10 号）的相关要求的基础上，对园区规划及产业发展方向进行了优化，在园区产业布局上马场坪工业园区不再增加基础磷煤化工产业（如黄磷、湿法磷酸等），在现有的磷煤化工基础上进行产业升级，延长产业链，去肥料产能、增加工业级、食品级产品品种并扩大其产能，升级精细化工以调结构。重点培育精细化工、新型建材（以消化磷石膏为主）、高新材料产业、轻工业、装备制造、大宗物料等产业。不再发展环境要求较高的食品加工及医药制造产业。严格按照环境准入负面清单中的环境准入条件进行项目引进，不满足其限制条件和禁止条件要求的项目不引进。针对龙昌工业园区提出，龙昌工业园区已不适宜再发展重化工及污染严重的产业，龙昌工业园区逐步退出川恒等污染较大的磷酸前端重化工产能，对园区环境总量进行控制，选择低污染、低排放的项目。调整产业结构，以发展林木深加工、农特产品加工、中药药剂等产业为主的绿色产业园区。

从以上分析看出，工业园区在规划发展过程中不断结合最新国家产业政策、环保要求，不断落实工业园区规划环评的意见，严格环境准入，加大基础前端磷化工淘汰力度，优化产业结构，最终进入园区的项目将属于鼓励类和允许类范围，无限制类和淘汰类的项目。因此，本项目工业供水对象符合国家产业政策。

3.1.3 与相关规划的符合性和协调性分析

3.1.3.1 与水利建设发展规划符合性分析

（1）与全国水利改革发展“十三五”规划符合性分析

2016 年 12 月，国务院批复《水利改革发展“十三五”规划》，规划中提出，以完善江河流域防洪体系、优化水资源配置格局为重点，按照“确有需要、生态安全、可以持续”的原则，在科学论证的前提下，集中力量建设一批打基础、管长远、促发展、惠民生的重大水利工程，加强突出薄弱环节建设，完善水利基础设施网络。凤山水库为列入规划项目表中项目，本工程符合水利改革发展规划。

（2）与贵州省“十三五”水利发展规划符合性分析

2017 年贵州省政府以“黔府函[2017]40 号”批复了《贵州省“十三五”水利发展规划》，规划主要以解决工程性缺水和为扶贫攻坚提供水利保障为目标，围绕构建全省城乡和重点经济区域供水保障体系，实行最严格水资源管理，加大水行政执法力度，注重水利大数据运用，着力提升水治理能力水平，为我省“守底线、走新路、奔小康”提供坚强的水利支撑。

凤山水库列入新增的大型水库项目，作为规划项目重要组成部分，本工程符合贵州省水利建设发展规划。

3.1.3.2 与流域相关规划符合性分析

（1）与沅江流域综合规划符合性分析

2016 年 9 月，水利部长江水利委员会编制完成《沅江流域综合规划》，沅江主要任务是防洪治涝、供水与灌溉、水资源与水生态保护、水土保持、水利血防、水力发电、航运和流域综合管理等。在已形成的治理开发与保护格局的基础上，逐步完善防洪减灾、水资源综合利用、水资源与水生态环境保护、流域水利管理等四大体系。

沅江流域综合规划未对沅江二三级支流进行专项规划，但规划中提出新（扩）建凤山、车坝河等一批大中型水库，切实解决干旱缺水问题的要求，凤山水库作为供水规划中规划项目，开发任务是供水、兼顾发电，本工程符合沅江流域规划。

（2）与清水江（重安江汇口以上）流域综合规划符合性分析

2017 年 3 月贵州省人民政府批复的《清水江（重安江汇口以上）流域综合规划》中提出：重安江开发任务为凤山水库以上主要为水源涵养区及饮用水水源保护区，中游主要以城市防洪、水污染防治为主，下游主要以发电为主，兼顾航运。

凤山水库工程是流域规划中重点开发水库工程，是解决城乡生活生产用水、支持流域内社会经济发展的重要保障。《清水江（重安江汇口以上）流域规划》中凤山水库开发任务是供水、灌溉、兼顾发电等综合利用，水库多年平均供水量为 10815 万 m^3，灌溉面积 3.75 万亩，水库正常蓄水位 909m，死水位 862m，总库容 1.14 亿 m^3。

表 3.1.3-1　　流域规划与可研阶段工程主要特性指标对照表

序号	指标	单位	数量	
			可研阶段	规划阶段
1	正常蓄水位	m	909	910
2	死水位	m	868	862
3	总库容	亿 m^3	1.04	1.14
4	正常蓄水位以下库容	亿 m^3	0.91	1.02
5	死库容	万 m^3	582	0.028
6	调节库容	亿 m^3	0.898	0.98
7	灌溉面积	万亩	—	3.75

序号	指标	单位	数量	
			可研阶段	规划阶段
8	灌溉供水量	亿 m^3	—	0.103
9	福泉市区供水水量	亿 m^3	0.079	—
10	工业园区供水水量	亿 m^3	0.50	0.75
11	瓮安县城供水水量	亿 m^3	0.14	—
12	替代黑塘桥水库供水水量	亿 m^3	0.06	0.22
13	下泄生态水量	亿 m^3	0.55	0.426
14	总装机容量	kW	4.0/1.0（左/右岸）	2.4
15	多年平均发电量	万 kW ħ	1217/654（左/右岸）	690

在凤山水库工程可研设计阶段，随着设计工作和用水需求调查的深入，设计根据《贵州省黔南州瓮福区域水资源配置规划报告》、《贵州省瓮安县城市总体规划修编（2013-2030）》，提出增加了向瓮安县城供水任务，向其供水 1466 万 m^3/a。其次，原规划方案提出全年生态流量下泄不低于 $0.68m^3/s$，本次环评和可研提出水库全年下泄流量不低于 $1.43m^3/s$，4~9 月下泄流量不低于 $2.04m^3/s$，同时开展生态调度，因此调整了电站及装机容量并增加了下泄生态流量 1240 万 m^3。

为保证瓮安县城供水水量、生态用水量及保证率，取消了原有的灌溉供水任务，分别减少灌溉供水量、工业园区供水量为 1030 万 m^3 和 2550 万 m^3，同时复核原黑塘桥水库供水水量。原规划灌区灌溉面积 3.75 万亩，分布高程 720~950m，经过综合比较，推荐采用洗布河提水灌溉方案，不纳入本项目开发任务。

可研阶段总供水量与规划阶段减少了约 3424 万 m^3，主要是复核黑塘桥水库供水量任务，核减约 1590 万 m^3 的工业供水水量；同时相比规划阶段加大了环境生态流量，增加了 1240 万 m^3 生态流量。

综合以上分析，凤山水库可研设计阶段正常蓄水位、工程任务、死水位、总供水量与流域规划有一些的差异，属于设计阶段工作深度的差异、正常的设计优化调整以及环境保护要求，因此项目建设总体符合《清水江（重安江汇口以上）流域综合规划》。

3.1.3.3 与全国和贵州省主体功能区规划的符合性分析

根据《全国主体功能区规划》，凤山水库工程位于国家级重点开发区域黔中地区，属于优先进行工业化城镇化开发的城市化地区，主体功能是提供工业品和服务产品，集聚人口和经济，但也必须保护好区域内的基本农田等农业空间，保

护好森林、草原、水面、湿地等生态空间，也要提供一定数量的农产品和生态产品。该区域属于喀斯特地貌，大部分地区都处在石漠化敏感地区，生态系统脆弱性较高，同时部分山区水源涵养、土壤保持、生物多样性等方面也具有一定程度的重要意义，需要加以保护。该区域自然灾害威胁较小。

根据《贵州省主体功能区规划》，凤山水库工程位于国家级重点开发区域黔中地区，该区域的功能定位是：统筹区域资源开发和产业布局，提升产业集聚能力。加快建设织金—息烽—开阳—瓮安—福泉磷化工产业带，加强与珠三角和成渝地区的融合与互补，建设贵阳、遵义、黔东南等承接产业转移基地，优化提升国家级和省级经济开发区，合理布局建设一批现代产业园区，形成黔中产业集群。同时需要统筹区域生态建设和环境保护，强化石漠化防治和大江大河防护林建设，推进乌江、赤水河等重要流域水环境综合治理，保护长江上游重要河段水域生态及红枫湖、阿哈水库等重要水源地，大力发展循环经济和绿色经济，重点加强城市、工业和农村面源污染防治，构建长江和珠江上游地区生态屏障。

福泉市、瓮安县属于贵州省经济快速发展地区，近年来随着社会经济不断发展，水资源供需矛盾日益突出，水资源已成为制约瓮福地区经济社会发展的最主要因素。凤山水库工程任务以城乡供水、工业供水为主，水库建成后对缓解福泉市、瓮安县城城乡居民用水及福泉市工业园区的供水压力、保障瓮福地区乃至贵州省社会经济稳定发展具有重要作用，是一项重要的基础设施工程，有利于瓮福地区城市化和工业化进程，加快形成瓮安-福泉磷化工产业带。

工程施工期有一定的水土流失影响，但可以通过采取相应的水土保持措施予以减缓，工程建设后，通过改善供水条件，提高供水保障率，有利于黔中地区磷化工产业带的建设发展，有利于区域工业化城镇化开发，因此工程建设符合全国和贵州省主体功能区规划的要求。

3.1.3.4 与全国生态功能区划的符合性分析

根据《全国生态功能区划》（修编版），本工程位于土壤保持生态功能区内土壤保持功能区中的黔中喀斯特土壤保持功能区。该区的主要生态问题为不合理的土地利用，特别是陡坡开垦、森林破坏、草原过度放牧，以及交通建设、矿产开发等人为活动，导致地表植被退化、水土流失加剧和石漠化危害严重。生态保护主要方向调整产业结构，加速城镇化和新农村建设的进程，加快农业人口的转移，

降低人口对生态系统的压力。全面实施保护天然林、退耕还林、退牧还草工程，严禁陡坡垦殖和过度放牧。开展石漠化区域和小流域综合治理，协调农村经济发展与生态保护的关系，恢复和重建退化植被。在水土流失严重并可能对当地或下游造成严重危害的区域实施水土保持工程，进行重点治理。严格资源开发和建设项目的生态监管，控制新的人为水土流失。发展农村新能源，保护自然植被。

本工程属于非污染类项目，工程输水线路为主要为地下隧洞和埋管形式，临时占地在施工结束后进行植被恢复，对土地资源、地表环境影响很小；水库成库后将划分水源保护区并对库周污染源进行综合治理；因此本工程符合《全国生态功能区划》（修编版）的相关要求。

3.1.3.5 与长江经济带生态环境保护规划的符合性分析

2017 年 7 月，原环境保护部、国家发改委、水利部联合印发《长江经济带生态环境保护规划》，规划中主要目标要求生态环境明显改善，生态系统稳定性全面提升，河湖、湿地生态系统功能基本恢复，生态环境保护体制机制进一步完善。

上游区域贵州地区保护重点为加强水源涵养、水土保持、生物多样性维护和高原湖泊湿地保护，强化自然保护区建设和管护，合理开发利用水资源，禁止煤炭、有色金属、磷矿等资源的无序开展，加大湖库、湿地等敏感区的保护力度。

此外，对统筹流域水资源开发利用中水利基础设施建设要与生态环境保护相协调，落实生态环境保护措施，加快水资源配置工程建设，解决部分地区工程型缺水问题，提升城乡供水保障。优化水资源配置，优先保障生活用水，切实保障基本生态用水需求，合理配置生产用水。建立水环境质量底线管理制度，坚持点源、面源和流动源综合防治策略，突出抓好良好水体保护和严重污染水体治理，强化总磷污染控制，解决长江经济带突出水环境问题，切实维护和改善长江水质。重点治理劣 V 类水体，开展劣 V 类断面（点位）所在控制单元的水域纳污能力和环境容量测算，制定控制单元水质达标方案，开展水环境污染综合治理，自 2016 年起，定期向社会公布达标方案实施情况，对水质不达标的区域实施挂牌督办，必要时采取区域限批等措施，对于枯水期等易发生水质超标的时段，实施排污大户企业限产限排等应急措施，进一步减少污染物排放，保证水质稳定达标。治理乌江、清水江流域总磷污染，开展总磷污染防治，提升区域内磷矿企业的开采和选矿技术水平，提高磷过滤效率和回收率，规划建设渣场和尾矿库并严格监

管。

本工程属于水利基础设施建设，主要工程任务为城乡供水，提高供水保障，在项目规划过程中，工程调度中充分考虑优先满足生活供水、生态环境用水，结合区域水环境质量底线管理制度，对不达标的区域的企业实行限产限水等应急工况，确保水质稳定达标。

此外，区域地方各级政府针对水库受水区所在流域开展水环境容量分析，制定水体达标方案，开展水环境污染综合治理，统筹形成了清水江、瓮安河水污染防治规划，拟定水质达标目标及期限，制定了提标改造、中水回用、渣场综合利用、水环境综合治理等相关项目。

因此本工程符合《长江经济带生态环境保护规划》的相关要求。

3.1.3.6 与重点流域水污染防治规划（2016-2020 年）的符合性分析

2017 年 10 月，原环境保护部、国家发改委、水利部联合印发《重点流域水污染防治规划（2016-2020 年）》，规划中对重安江流域黔东南州控制单位提出要求，明确该区域重安江大桥断面 2020 年水质目标为总磷≤2mg/L，其它指标主要指标为 V 类，主要任务为推进城镇污水处理设施除磷改造工作，提高污水处理负荷及管网覆盖率，持续开展农村环境综合整治，提高黄平县、凯里市、福泉市环境监测、环境执法能力。

对羊昌河黔东南州控制单元凤山桥边提出要求，明确该区域凤山新桥断面 2020 年水质目标为总磷≤3mg/L，其它指标主要指标为 V 类，主要任务为建设发财洞污水应急处理装置（三期扩能）工程；实施瓮福集团厂区水环境综合治理整治工程；提高摆纪、独田渣场磷石膏综合利用率，2020 年新排磷石膏量综合利用率力争达到 100%；规范龙井湾污水处理设施建设及监管；加强控制单元内磷矿开采企业、磷化工企业废水治理，已有及新建涉磷企业全面建设污水处理设施、自动在线监测系统；以流域内摆纪、独田渣场、白岩尾矿库为重点开展地下水磷污染排查工作；加强涉磷开发项目的工业渣场和尾矿库建设，设计、施工实行全过程环境监理；实施城镇污水处理设施除磷改造，提高污水处理负荷及管网覆盖率；提高流域内基层环境监测、环境执法能力。

本工程所在重安江流域，根据监测数据，2017-2018 年重安江大桥、凤山新桥总磷已稳定≤1mg/L，其余指标均已稳定满足 III 类标准，提前完成了水污染防

治规划目标。此外，工程所在区域配套了清水江、乌江达标方案以及水污染防治规划，明确了发财洞、瓮福厂区、龙井湾等相关污水处理设施排放标准以及达标时限，确定了磷石膏综合利用率达到 100%，开展了区域地下水磷污染排查工作，实施了城镇污水处理厂提标改造等相关措施，进一步落实了重点流域水污染防治规划要求。

本工程在规划中结合区域水污染防治规划及效果，在工程水库调度、下泄水量中考虑了下游污染治理实施情况，制定区域限产限水的应急措施，推动地方工业园区产业发展转型，提高工业园区准入条件，倒逼工业园区产业升级，城镇污水处理厂进一步提标改造，加强中水回用措施等，依据水库建设，地方政府出台了相关水污染防治规划，对区域水污染防治、水源保护区、水生态修复以及产业升级具有进一步的推动作用。

因此本工程符合《重点流域水污染防治规划（2016-2020 年）》的相关要求。

3.1.3.7 与生态保护红线的符合性分析

根据中共中央办公厅、国务院办公厅《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》的相关意见，贵州省人民政府以“黔府发[2016]32 号”印发《贵州省生态保护红线管理暂行办法》的通知，提出了生态保护红线方案。2017 年 3 月全面启动的优化调整工作，经多轮修改完善形成《贵州省生态保护红线划定方案》，2018 年 6 月 27 日，贵州省人民政府以“黔府发〔2018〕16 号”发布该划定方案，根据划定结果，贵州省生态保护红线划定面积为 4.59 万平方公里，占全省国土面积的 26.06%，包括 5 大类共 14 个生态保护红线片区，主要分布在武陵山水源涵养与生物多样性维护片区、月亮山水源涵养与生物多样性维护片区和大娄山—赤水河水源涵养片区；南、北盘江—红水河流域水土保持与水土流失控制片区、乌江中下游水土保持片区和沅江—柳江流域水土保持与水土流失控制片区；苗岭东南部生物多样性维护片区、南盘江流域生物多样性维护与石漠化控制片区和赤水河生物多样性维护与水源涵养片区；沅江上游—黔南水土流失控制片区和芙蓉江小流域水土流失与石漠化控制片区；乌蒙山—北盘江流域石漠化控制片区、红水河流域石漠化控制与水土保持片区和乌江中上游石漠化控制片区。

其中，凤山水库主要位于沅江上游—黔南水土流失控制生态保护红线，该区域主要位于黔南岩溶石漠化国家级水土流失重点治理区的惠水县、龙里县、贵定

县，以及黔中低山省级水土流失重点预防区中的福泉市、麻江县等地。大部分区水土流失为强度敏感，局部地区为中轻度敏感，水土流失、石漠化问题较突出，局部地区生态系统退化。区域应以水土流失、石漠治理和天然林保护作为目标，广泛开展小流域生态环境综合治理，对于大于 25 度坡耕地实行退耕还林，一般坡耕地实行梯化，石山地区推行封育林，促进植被自然恢复，减少水土流失。

生态红线总体管控要求为生态保护红线原则上按照禁止开发区域的要求进行管理。严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途，确保生态功能不降低，面积不减少、性质不改变。生态保护红线内的自然保护区、风景名胜区、世界遗产地、森林公园、地质公园、湿地公园、饮用水水水源保护区等各类保护地，按照现有法律法规进行管理。

分类管理要求为生态保护红线内除各类保护地以外区域，禁止大规模城镇化和工业活动，根据主体功能定位实施差别化管控。建立环境准入正面清单制度，可以开展的活动主要包括：生态保护修复、原住民生产活设施、自然观光、科研、教育、旅游、扶贫、攻坚、国防、重大战略资源勘查、不损害主体功能的基础设施建等。

本工程属于基础设施建设，水库工程修建有利于区域水资源有效配置，有利于水土流失、石漠化的治理，不损害该区域主体功能。根据比对分析，本工程主要涉及黑塘桥水源保护区、平堡河集中饮用水水源保护区一级水源保护区等纳入生态保护红线范围。

其中凤山水库坝址、导流隧洞及进场公路涉及黑塘桥集中水源保护区，输水隧洞下穿平堡河集中饮用水水源保护区，隧洞距离水源保护区河道河床约 56m。凤山水库的主要开发任务为城乡供水及工业供水，涵盖现黑塘桥水源保护区的供水任务，属于替换现有供水设施的新建供水设施，同时采取水位监测、重新划定水源保护区等相关措施，保障水源保护区供水功能，基本符合国家饮用水水源保护区、贵州省饮用水水源环境保护办法等相关法律法规要求；2016 年 9 月，贵州省环境保护厅以“黔环水表[2016]129 号”出具了意见，原则上同意凤山水库的选址意见。

本工程属于国家和贵州省的重大工程项目，涉及相关生态保护红线区，按照法律法规要求进行专题论证，取得相关政府部门批准的前提下，符合《贵州省生

态保护红线管理暂行办法》中的“国家和省重大工程确需占用或穿越生态保护红线区，按照国家有关法律、法规规定办理”要求。符合《贵州省生态保护红线划定方案》中“生态保护红线内的自然保护区、风景名胜、世界遗产地、森林公园、地质公园、湿地公园、饮用水水源保护区等各类保护地，按照现有法律法规进行管理。”的管控要求。

3.1.3.8 与贵州省生态功能区划符合性分析

根据《贵州省生态功能区划》，凤山水库工程所在地主要属于“II 中部湿润亚热带喀斯特脆弱生态区—II3 黔南山地盆谷常绿阔叶林与石漠化重点治理生态亚区—II3-3 贵定—麻江土壤保持与石漠化敏感生态功能区”，本区的生态环境问题为石漠化和水土流失较突出，局部地区（螺丝壳、斗篷山）生态系统退化。生态系统服务功能以土壤保持中等及较重要，局部地区营养保持较重要，水源涵养重要。保护措施与发展方向为以以水土保持和石漠化治理为目标；加强防护林体系建设，大于 25 度坡耕地实行退耕还林、还草工程，加强螺丝壳、斗篷山等水源保护区的管理；部分喀斯特强度石漠化区采取综合措施进行治理。

凤山水库项目占地及淹没影响的植被主要为小果蔷薇群系、火棘群系、白茅群系为主的灌木草丛及少量以柏木、马尾松、香叶树、枫香树为代表的针叶阔叶林群系，植被次生化现象突出；受损的森林植被可采取人工抚育、异地恢复等措施补偿生态影响，不会对本生态功能区的生态环境与功能发挥造成明显不利影响，不存在工程建设导致土地退化问题；水库建成后，库区划定水源保护区后，通过生态恢复，还可实现封山育林、提高森林覆盖的目的。此外，凤山水库工程城乡供水、工业供水有利于提高城乡供水安全，提高区域城乡、工业供水保障率，增强了区域防灾减灾能力，有效促进当地社会经济发展。

因此，凤山水库工程与该区域的生态功能定位以及发展与保护要求是相协调的。

3.1.3.9 与福泉洒金谷省级风景名胜区总体规划协调性分析

1990 年贵州省政府审定发布首批省级风景名胜区名单，福泉洒金谷风景名胜区位列其中。根据正在修编的《洒金谷省级风景名胜区总体规划修编（2015—2030 年）》（2016 年），洒金谷风景名胜区由洒金谷景区、蛤蚌河景区和 21 个独立景点组成，总面积为 56.8km²，其中洒金谷景区面积约 7.43km²，蛤蚌河景区

面积约 15.81km² 。洒金谷景区以三江交汇处为峡谷景观中心，古桥、古驿道、古摩崖石刻散布景区，有国宝葛镜桥、古城墙、将军石、涌雪瀑、金龟戏瀑、一线天、仙影岩、仙人洞等景物。景区性质定位以三江口为依托，以鱼梁江为纽带，以峡谷景观为特色，融历史人文景观和自然景观为一体，是开展观光、探险等活动景区。

本工程在景区范围内有埋管等工程内容，同时工程运行调度对下游的景区河道内的水文情势有一定的影响，贵州省城乡规划设计研究院编制了《贵州省黔南州凤山水库工程建设对洒金谷省级风景名胜区影响专题研究报告》对凤山水库建设对下游景区的影响进行了评价分析，工程将保证下放生态景观用水来满足景区景观旅游用水需要，2017 年 12 月，贵州省住房和城乡建设厅对该报告进行了审查，原则同意通过该报告。

3.2 水资源配置合理性分析

3.2.1 用水总量、用水效率和水功能区限制纳污三条红线分析

《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）提出实行严格的水资源管理制度，建立用水总量控制、用水效率控制和水功能区限制纳污“三项制度”，相应地划定用水总量、用水效率和和水功能区限制纳污“三条红线”。

3.2.1.1 用水总量控制红线

重安江流域尚无“三条红线”控制指标，由于凤山水库工程受水区在福泉市和瓮安县境内，可使用福泉市和瓮安县的“三条红线”用水总量控制指标。

根据《省人民政府办公厅关于印发贵州省水资源管理控制目标分解表的通知》（黔府办函［2013］84 号）、《黔南州人民政府办公室关于印发黔南州水资源管理控制目标分解表的通知》（黔南府办函[2013]130 号）以及《州人民政府办公室关于印发黔东南州水资源管理控制目标分解表的通知》（黔东南府办函[2013]175 号），福泉市 2020 年用水总量控制目标为 1.90 亿 m^3、2030 年用水总量控制目标为 2.01 亿 m^3，瓮安县 2020 年用水总量控制目标为 1.61 亿 m^3、2030 年用水总量控制目标为 1.72 亿 m^3。

从表 3.2.1-1 看，用水总量控制制度已基本建立。

表 3.2.1-1　　流域内县市区用水量控制目标　　单位：亿 m^3

水平年	福泉市	瓮安县
2015	1.62	1.33
2020	1.9	1.61
2030	2.01	1.72

根据《黔南州水资源公报 2014 年》，黔南州 2014 年总供水量 10.07 亿 m^3，其中福泉市 2014 年现状供水量 1.19 亿 m^3，瓮安县 2014 年现状供水量 1.02 亿 m^3。现状水利工程供水能力不能满足规划区需水要求。

根据贵州黔南州瓮福区域水资源配置规划，福泉市规划的项目有凤山水库工程、卡龙桥水库工程等，瓮安县规划有桐木水库、胜土水库、察耳岩水库工程等。同时通过复核原有水库供水能力、灌溉节水量、工业节水量后，设计水平年 2030 年，福泉市用水总量为 2.0 亿 m^3，瓮安县用水总量为 2.0 亿 m^3。

瓮安县规划水平年需水量及设计供水量均超过地方供水总量控制指标，需要黔南州地方政府进行总量控制指标调配，2017 年 3 月 10 日，黔南州政府以“黔南府办函[2017]17 号”文对福泉市及瓮安县总量指标进行调整，调整方案见表 3.2.1-2。经过调配后，凤山水库工程供水量符合用水总量控制红线。

表 3.2.1-2　　流域内县市区用水量调整后控制目标　　单位：亿 m^3

水平年	福泉市	瓮安县
2015	1.62	1.33
2020	1.46	1.43
2030	2.01	2.00

3.2.1.2 用水效率控制红线

根据一号文件的要求，结合贵州水资源管理，2015 年以后，万元增加值用水量明显下降，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.446 以上。根据“黔南府办函[2017]17 号”文，受水区域涉及的福泉市、瓮安县城 2020 年万元工业增加值用水量比 2015 年下降 30%，万元国内生产总值用水量比 2015 年下降 30%，农田灌溉有效利用系数分别要提高至 0.486、0.491 以上。

根据预测成果，2030 年瓮安县城和福泉市区需水量分别为 3540 万 m^3 和 2664 万 m^3，2030 年瓮安县城和福泉市城区人口分别为 35.0 万人和 26.4 万人，由此计算 2030 年人均综合需水量分别为 248L/(人 d)和 251L/(人 d)，年人均需水量为 90.52m^3 和 91.6m^3，该指标略低于《城市综合用水量标准》（SL367-2006）给定的 110～150m^3/（人.a）范围内。

设计水平年 2030 年马场坪工业园区和龙昌工业园区年工业需水量为 6398

万 m^3 和 1111 万 m^3。马场坪工业园区、龙昌工业园区从 2014 年至 2030 年万元工业增加值需水量从 116m^3/万元、100m^3/万元降至 45m^3/万元、40m^3/万元，2030 年万元工业增加值用水净定额比 2014 年降低 60%，符合用水效率控制的精神及黔南州相关控制指标要求。

3.2.1.3 水功能区限制纳污红线

根据水环境影响预测结果（详见 5.3.1 节），库尾来流满足 II 类水质要求，库区 COD、NH_3-N、BOD_5 均满足III类水质要求，满足重安江干流相应水域功能要求。

在丰水年、枯水年、平水年坝址下游 28km 河段，在严格实施《贵州省清水江流域环境保护规划（2015~2020 年）》、《清水江流域水体达标方案（2015~2020 年）》《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划（2017~2030 年）》、《瓮安河流域水污染防治规划（2017~2030 年）》后，2020 年、2030 年重安江坝址下游凤山新桥、重安江断面及瓮安河天文断面达到水功能区规划要求的 III 类水质要求。

为维持坝址下游干流及退水区水域功能要求，本报告提出严格实施《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划（2017~2030 年）》、《瓮安河流域水污染防治规划（2017~2030 年）》，削减福泉市金山、新金山、马场坪、龙昌，瓮安县城镇污水处理厂水污染负荷量，提高污水处理厂出水标准，配套建设中水回用工程，对纳污河流后河、阿里堡河、雍阳河进行综合水环境整治，进一步消减污染物；加强马场坪、龙昌工业园区环境管理，优化产业结构，严格执行工业园区规划环评及跟踪环评审查意见，限制现有基础磷酸化工产业发展，“以渣定产”、“以水定产”原则，削减现有基础磷酸化工产值以及磷石膏存量，不向现有基础磷酸前端化工新增供水，优先发展磷石膏综合回用、精细磷化工、物流等相关产业。在严格落实以上环保措施的条件下，本工程水资源配置方案可以满足水功能区限制纳污红线要求。

3.2.2 水资源配置“三先三后”原则符合性分析

国家要求引调水工程遵守“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。在调水之前，首先应做好工程区的节水、治污和环保规划。“三先三后”原则将节约用水放在第一位，强调大力推行各种节水措施，发展节水型农业、工业和服务业，建立节水型社会。调水区水源水质和输水线路区污染

情况，关系到受水区水质是否满足供水、灌溉等功能，关系到引调水工程能否发挥效益、实现既定目标，因此要求事先做好水源地和输水线路区的水环境保护措施。调水后将增加受水区污水量和污染物排放总量，因此需要事先做好受水区的农田灌溉回归水和生活污水退水、工业用水退水处理措施，解决因退水增加可能导致的水质污染，再输水至用水户。“三先三后”是实现水资源可持续利用的根本保障。

3.2.2.1 用水及节水分析

（1）用水指标合理性分析

1）福泉市、瓮安县用水指标合理性分析

2014 年贵州省综合用水量（居民生活和城镇公共用水量）为 225 L /（人•d）。随着人民生活条件的提高、社会的发展、节水意识的提高，凤山水库工程供水范围内福泉市、瓮安县 2030 年人均综合用水定额分别取 248L/（人•d），251L/（人•d）计算，在南方地区中等城市是属于合理水平。其中，福泉市区包括现有凤山镇，凤山水库 2030 年供水范围内乡村用水定额以 120L/（人•d）计算，符合《村镇供水设计规范》中最高日居民生活用水定额取值范围为 95.0～130L/（人•d），农村居民及牲畜用水定额属于合理水平。

2）工业园区用水合理性分析

设计中采用用地指标法、行业用水定额法和工业产值法三种方法预测工业园区需水量，在预测过程中考虑了《贵州省福泉市总体规划修编（2014-2030 年）》、《贵州省瓮（安）福（泉）一体化园区发展规划（2013-2020 年）》、《全国水资源综合规划》等规划资料，最终采用万元增加值用水量法进行预测，作为设计工业园区需水量预测的最终成果。其中万元增加值用水量法中参照国内先进城市工业用水指标及国外发达国家工业用水指标，结合福泉市工业用水的实际情况，最终确定的 2014 年马场坪工业园和龙昌工业园万元工业增加值用水量分别为 116m^3/万元、100m^3/万元，2030 年马场坪工业园和龙昌工业园万元工业增加值用水量分别为 45m^3/万元、40m^3/万元，用水定额相比较 2014 年下降了 60%，供水范围内工业园区的用水量定额指标是合理的。

综上分析，凤山水库工程供水范围内（市）县城用水指标、村镇用水指标、工业用水指标均是合理的。

表 3.2.2-1　　流域内不同水平年主要用效率指标　　单位：亿 m^3

受水对象	水平年	城镇居民生活用水指标（L/(人·d)）	综合生活用水指标（L/(人·d)）	万元工业增加值用水量（m3/万元）
马场坪工业园区	2014	—	—	116
	2030	—	—	45
龙昌工业园区	2014	—	—	100
	2030	—	—	40
福泉市	2014	122	242	—
	2030	130	251	—
瓮安县	2014	89	124	—
	2030	130	248	—

（2）受水区节水措施分析

凤山水库工程设计中考虑了城市中水回用，中水回用计划用作市区绿化用水以及消防、市政，规划进一步利用中水替代部分中、小型水库灌溉、景观用水等，同时按照天然来水量 10%的河道生态流量用水要求，归还挤占的生态用水。工业园区开展磷化工矿肥用水封闭大循环技术，提高工业用水重复利用率，进一步减少工业园区污废水排放量，同时引入磷石膏综合利用、新材料、新能源等用水定额较小产业，降低园区用水定额。

此外，《贵州省黔南州瓮福区域水资源配置规划》还提出了严格限制耗水量大的工业项目的建设，有计划、有重点地将区内高耗水工业转移到区外水资源比较丰富的地区。结合工业产品升级换代，抓好工业内部循环用水，提高水的重复利用率，搞好节水器具的研制、生产和推广使用，减少城市管网漏损率等一系列节水措施。

综上所述，凤山水库工程在设计阶段各项指标均满足相关规定及节水指标要求，并提出了进一步的节水措施要求，符合“先节水后调水”的原则。

3.2.2.2 受水区治污措施分析

（1）已建设和规划的水污染防治措施

目前福泉市在马场坪建设运行有 1 座污水处理厂，设计处理能力为 0.6 万 m^3/d；在金山建设运行有 2 座污水处理厂，设计处理能力为 0.9 万 m^3/d 和 0.5 万 m^3/d；在龙昌镇建设运行有 1 座污水处理厂，设计处理能力为 0.15 万 m^3/d。

根据《贵州省福泉市总体规划修编（2015—2030 年）》，规划对现有的福泉市生活污水处理厂、金山污水处理厂、金山新区污水处理厂、龙昌污水处理厂实施扩建，扩建后规模将达到 1.2 万 m^3/d、2.0 万 m^3/d、2.0 万 m^3/d、1.5 万 m^3/d、，处理标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 B 标，

同时在金山新区污水处理厂配套新建一座 1.5 万 m^3/d 的回用水厂。

根据《贵州省福泉市总体规划修编（2015—2030 年）》、《贵州省瓮安县总体规划修编（2015—2030 年）》以及各乡镇总体规划，规划远期在黄丝社区、凤山镇、平定营镇分别新（扩建）建设规模为 0.04 万 m^3/d、0.04 万 m^3/d、0.03 万 m^3/d 的污水处理厂各 1 座并配套建设污水管网，处理标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918－2002)中二级标准。

根据《贵州省清水江流域环境保护规划（2015~2020 年）》、《贵州省乌江流域水环境保护规划（2015~2020 年）》，规划对重安江、乌江流域污染源进行综合治理，包括工业污染源治理项目、生活污水处理及配套设施项目、集中水源地治理项目、磷石膏综合利用项目、畜禽养殖污染治理项目、区域水环境综合整治规划项目，至 2020 年，清水江流域总体规划项目氨氮削减量 5855t，COD 削减量为 21650t，氟化物削减量 1718t，总磷削减量 8031t；乌江流域氨氮削减量 7291.81t，COD 削减量为 80950.91t，氟化物削减量 126t，总磷削减量 2458t；规划至 2020 年，清水江、乌江干支流断面水质全部稳定达标。

根据《清水江流域水体达标方案》，规划对重安江流域内 I 福泉-凤山新桥、III 凤山新桥-湾水两个一级控制单元内内磷化工企业及其磷石膏渣场渗漏（发财洞、吴家桥和龙井湾），城镇污水处理厂、农村生活垃圾、规模化养殖排污、农业面源污染和湖库潜在内源等环境问题进行治理，开展工业集聚区污染集中治理、城镇污水处理及管网建设、水环境污染整治与生态修复等项目，I、III 一级控制单元累积总磷削减量为 2337t、4032t，其中要求重点污染源发财洞丰水期总磷的排放浓度限值为 1.37mg/L，平水期总磷的排放浓度限值为 0.75mg/L，枯水期总磷的排放浓度限值为 2.23mg/L。

根据《乌江流域水体达标方案》，规划对乌江干流控制单元瓮安河天文断面进行达标控制，规划工业污染治理、城镇污水处理及管网建设、农业农村环境综合整治、水环境污染整治与生态修复等项目，规划实施后，天文断面实现总磷削减 305t。

（2）受水区新增的水污染防治措施

为进一步保护受水区水环境，地方政府制定了《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划（2017~2030）》、《瓮安河流域水污染防治规划（2017~2030）》，通

过工业集聚区污染集中治理项目、城镇污水处理及管网建设项目、农业农村环境综合整治项目及水环境污染整治与生态修复项目等重点工程的实施，削减总磷污染物 5800.35t、氨氮污染物 298.78t、氟化物污染物 518t，2020 年可基本满足坝址下游达到水功能区划的水质目标要求。

本环评报告根据水质预测及相关水污染防治规划提出了将福泉市金山、金山新区、马场坪、龙昌，瓮安县城镇处理厂处理出水标准应逐步提高至四类水标准，配套污水湿地处理系统、生物滤池等进行进一步深度处理，进一步削减重安江、雍阳河各控制单元 COD、氨氮、TP 负荷，配套中水回用工程，降低园区用水定额，配套工业园区集中污水处理厂及污水深度处理设施，出水标准提高至一级 A 标准，工业园区生产废水应由各企业处理达标后集中排放至工业园区污水处理厂或城镇污水处理厂，污水受纳河流重安江干流福泉段、阿里堡河、后河、雍阳河等开展水环境综合整治工程，进一步削减污染负荷，加强企业及渣场渗漏处理及收集设施管理，加强应急环境风险处理能力，提高渗漏处理设施排放限值，加强区域地表水及地下水监测，加强工矿企业及渣场防渗，逐步削减渣场堆渣量，排查主要渗漏通道附近区域地下水污染源，通过综合处理手段进一步治理渣场及企业渗漏，削减污染负荷。

表 3.2.2-2　　受水区不同水平年主要水污染防治措施实施进度

供水对象	规划水平年	主要水污染防治措施
福泉市区	2020	逐步完善黄丝镇、金山新区、金山、马场坪、龙昌、小河口城镇污水处理厂建设提一级 A 标改造及处理规模扩容，开展中水回用并配套相关工程建设。
	2030	金山、金山新区、马场坪、龙昌城镇污水处理厂分阶段提高排放标准至地表水四类水，扩容中水回用工程，部分中水回用至灌溉。
瓮安县城	2020	配套污水处理厂规模升级及管道建设
	2030	瓮安县县城城镇污水处理厂分阶段后接人工湿地等后续处理措施，部分提标至四类水，开展中水回用工程，部分中水回用至生态景观用水、灌溉等。
马场坪工业园区	2020	重安江水环境综合治理、磷石膏综合利用、磷化工水污染控制、双膜防渗、雨污分流、发财洞应急事故池、烂木桥治理工程、发财洞渗漏点引流工程、渗漏通道边渗漏点查找，工业园区污水处理厂建设及提标工程
	2030	优化产业结构，“以渣定产”“以水定产”，限制现有产业发展磷酸等基础磷化工，逐步减少基础磷化工生产渣场渣量以及用水量，减少园区用水定额，引入用水定额及

		污染较少的产业。工业园区污水处理厂建设及提标工程。
龙昌工业园区	2020	川恒化工水污染治理工程、渣场标准化减少、水污染深度处理工程，龙昌工业园区污水处理厂建设及提至一级A标改造。
	2030	逐步退出川恒化工等前端磷化工产业，发展林木加工、农产品加工等。

3.2.2.3 生态与环境用水保障分析

针对凤山坝址下游河段的景观、环境稀释、生态用水要求，本次环评提出凤山水库在枯水期（10月~3月）最低下泄流量1.43m³/s，丰水期（4月~9月）最低下泄流量 2.04m³/s 的生态流量下泄方案，可有效保证下游河段的生态用水需求，根据鱼类产卵期产卵需求在4~5月份开展1次生态调度过程，维持并恢复区域生态系统稳定性。同时，工程通过生态机组、生态流量管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。水库调度在鱼类产卵期减少水量减少量，结合坝址下游连通性改造、小水电退出机制，有助于恢复、改善下游河流生态。

此外，考虑坝址下游水污染防治压力较大，环评考虑根据下游水质情况，开展下泄流量与工业园区限产限排联动机制，在应急工况下停止向工业园区新增工业供水量，相关水量通过生态放流下泄至坝址下游，有助于减少工程建设对下游的生态及环境影响。

综上所述，凤山水库工程引调水符合“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。

3.2.3 取水规模及水资源开发利用程度的合理性

重安江水资源丰富，流域内现状总需水量为19486万 m³/a，占分析范围多年平均水资源量13.65亿 m³的14.3%。至规划水平年2030年，工程设计取用水量7310万 m³，占坝址处多年平均来水量21466万 m³的34.04%，占重安江流域多年平均水资源总量 13.65 亿 m³的 5.37%，重安江流域水资源开发利用率将由现状的14.28%提高到19.53%，开发强度适中。

自规划阶段开始，随着工程设计的逐步深入，进一步统筹区域水环境容量、水环境需水量等，协调区域水资源利用与水污染防治，体现“生态优先”、“以水

定产、以水定地、以水定人、以水定规模”等原则，进一步优化工程，主要在以下方面开展了优化工作。

（1）流域规划方案中，规划向工业园区供水约 9700 万 m^3，其中替代现有黑塘桥水库供水水量 2200 万 m^3，新增工业供水约 7500 万 m^3，但由于工业园区所在区域水污染防治压力较大，工程方案采取优化后的产业发展规划，限制向现状污染较大的磷酸等基础磷化工新增工业供水，优先向磷石膏综合利用、精细化工、新材料、装备制造、新能源等产业供水，调整了工业供水结构，核减相关用水定额及用水量，倒逼产业升级转型，削减新增工业供水量约 4300 万 m^3。

（2）流域规划方案中，规划灌溉供水约 1030 万 m^3，但由于区域灌溉挤占生态水比较严重，本工程统筹区域水资源配置及水污染防治，在加快灌溉节水力度的前提下，规划近期采用洗布河提水，远期优先利用城镇污水处理厂再生水，取消原设计方案中灌溉任务，核减灌溉水量 1030 万方。

（3）流域规划方案中，未考虑向福泉市市区、瓮安县县城城乡供水，在综合考虑现状部分城乡供水水库挤占生态用水的情况下，优先采取保证率和调节性能较大的凤山水库保障民生用水，新增向城乡居民供水约 2000 万方，同时对其余不能保障水量或者挤占生态用水的高车水库、朵云水库、梅花堰水库、下司水库等进行核减供水量，替换出的水量下泄至下游河道中，恢复河道挤占生态水量。

本工程设计中是以供水为主，结合发电，工程开发建设主要是为了满足城乡生产生活、工业供水需求，工程方案在综合考虑节水、降低额定指标、恢复挤占生态用水等基础上，以区域可承受水资源开发量来来确定供水规模，未随意提高供水规模，各供水需求定额指标均符合水资源管理要求；同时本工程考虑了坝址下游生态流量需求，在调度中考虑联动区域水污染治理、下游水质变化以及区域产业发展，在合理开发流域水资源的同时避免和减轻了对下游河道的水资源状况的不利影响，因此本工程取水规模是合理的。

3.3 工程方案的环境合理性分析

3.3.1 坝址比选环境合理性分析

水源枢纽工程选择了两个坝址进行比选，即上坝址和下坝址，上坝址位于黑塘桥水库坝址上游约 660m 处，下坝址位于黑塘桥水库坝址下游约 120m 处，两坝址相距约 780m，主体设计推荐下坝址方案。上坝址采用沥青混凝土心墙堆石

坝，右岸布置有溢洪道、泄洪（兼导流）洞、输水系统取水口，下坝址采用碾压混凝土重力坝，泄流表孔、发电引水系统均布置在坝上，首部枢纽建筑物布置相对紧凑。上、下坝址大坝枢纽布置详见图 3.3.1-1。

上、下坝址方案在水库淹没范围、面积、运行特征等方面差别甚小。因此由于水库淹没和水库运行带来的对水文情势、局地气候、水温、水质、环境地质、陆生生物、鱼类和人群健康等方面环境影响基本相当。

上、下坝址方案施工布置、施工规模大体相似且两个方案周边的居民点均较少，由于施工对周边水环境、环境空气、声环境和陆生植物等方面影响的差异不大。

本工程上、下坝址均位于黑塘桥水源保护区内，下坝址位于黑塘桥水源保护区黑塘桥水库取水口下游，施工期间对水源保护区取水口影响相对较小；除此之外，两个坝址方案均不涉及自然保护区、风景名胜区等其它环境敏感区域，影响程度大致相当；本工程属于替代水源保护区原有供水设施的供水项目，工程建设不存在重大环境制约因素；环境保护不制约坝址选择，从环境影响角度来看，下坝址施工期对水源保护区影响相对较小，下坝址方案略优。

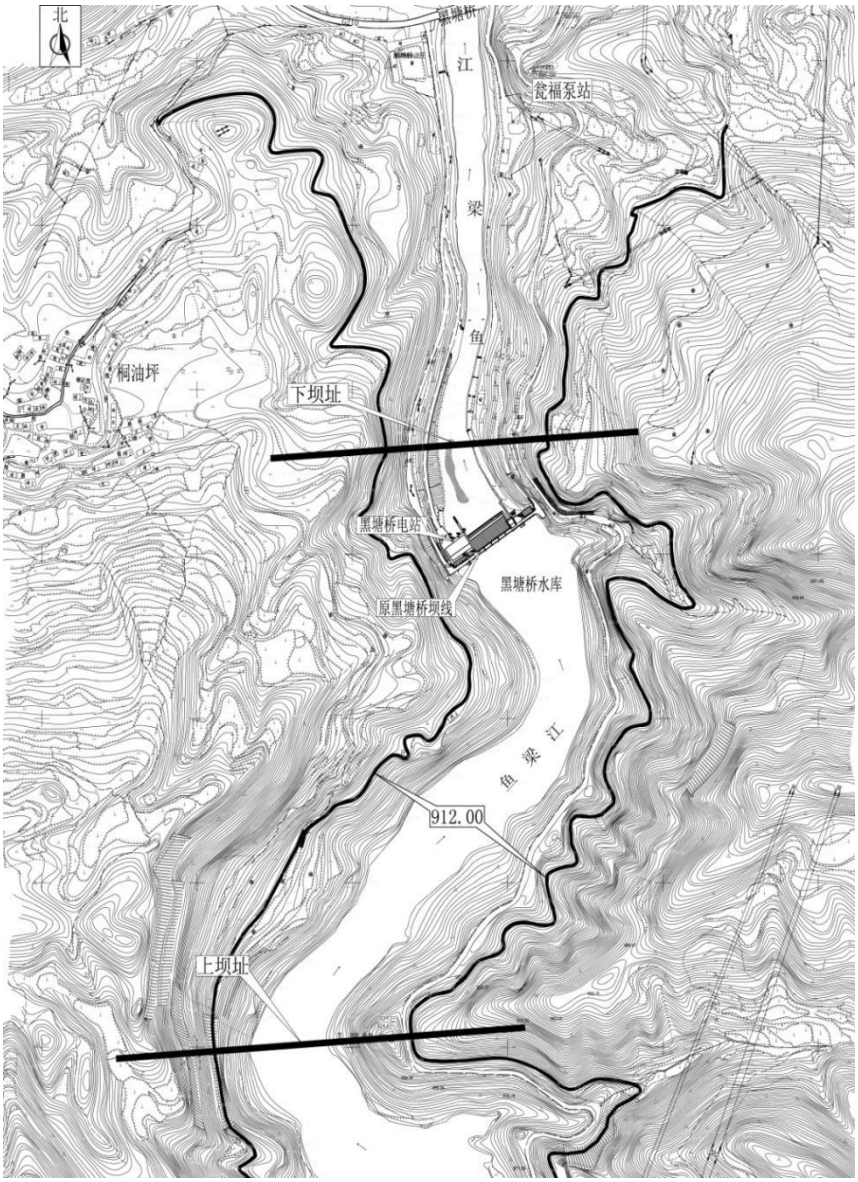


图 3.3.1-1 上、下坝址位置图

上、下坝址的环境比较见表3.3.1-1。

表 3.3.1-1 上、下坝址环境比较表

项目	上坝址	下坝址（主体推荐方案）	比选结果
水库淹没	在满足同等效益的情况下，上坝址正常蓄水位为 911m，下坝址正常蓄水位 909m，上坝址淹没面积较下坝址淹没面积增加 0.42km^2，且上坝址将淹没影响库尾江边寨，下坝址总体淹没损失少于上坝址		下坝址较优
水土流失	主体土石方开挖 100.74 万 m^3	主体土石方开挖 80.07 万 m^3	下坝址优
水环境影响	上下坝址距离相对较近，上坝址正常蓄水位较下坝址抬高 2m，对库区水质、水文情势影响略大；上坝址位于黑塘桥水库库区，黑塘桥水库仍保留运行，水库运行对坝址下游水文情势、水温影响略大		下坝址优

项目	上坝址	下坝址（主体推荐方案）	比选结果
生态影响	上坝址水库淹没面积 5.54km^2；淹没区涉及 2 处古树；对鱼类形成阻隔影响；坝址下游减水河段黑塘桥水库有供水、发电流量需求，景区有景观用水需求以及下游生态需水。	下坝址水库淹没面积 5.12km^2，陆生生态影响及生物量损失较上坝址略小；淹没区涉及 2 处古树；对鱼类的阻隔影响与上坝址基本一致；减水河段内主要为下游景观用水需求、生态需水。	下坝址较优
环境空气和声环境影响	上坝址附近居民点均稀少，施工道路涉及桐油坪约 30 户 120 人，枢纽区场内施工道路约 10km	下坝址施工设施布置周边涉及桐油坪约 40 户 160 人，下坝址枢纽区场内施工道路约 5km	基本相当
社会影响	上坝址将对库尾“贵州省新农村建设示范点”黄丝江边布依寨产生浸没影响，淹没江边寨约 0.2km^2 的耕地和约 150 户居民	下坝址回水将不会影响库尾江边寨，将淹没现有黑塘桥水库，水库建成后将取代原黑塘桥水库供水功能	下坝址优
环境敏感区	上坝址涉及黑塘桥水源保护区一级、二级保护区，坝址位于黑塘桥水库库区取水口上方 500m	下坝址涉及黑塘桥水源保护区一级保护区，坝址位于黑塘桥水库取水口下方 120m，施工期对取水口影响较小，影响相对较小	下坝址较优
环境比选结果	上坝址方案总体淹没损失略大、土石方开挖工程量较大，下坝址方案淹没损失小、土石方工程量小，下坝址对陆生生态影响较小。两坝址方案距离仅有 780m，空间距离有限，对水生生态影响基本相当，下坝址淹没影响相对较小，上下坝址方案均属于新建替换原有供水设施的建设项目，坝址选择不存在重大环境制约性因素		下坝址优

3.3.2 正常蓄水位比选环境合理性分析

本工程首先进行了死水位选择，拟定了死水位 868m、875m 共 2 个组合方案，随着死水位的增加，在满足同样供水任务的情况下，水库正常蓄水位相应增加，水源工程投资、水库淹没投资均增加，在正常蓄水位超过 909m 后由于对库尾黄丝江边寨产生浸没影响，淹没补偿大幅增加。因此主体设计推荐死水位为 868m。

在死水位确定后，根据兴利调节计算，本工程为满足供水、环境用水所需的最小兴利库容对应的水库水位为 909m。本阶段选择 909m、911m 共 2 个正常蓄水位方案进行比较。

两个方案在水文情势、水温、水质、水生生态方面的影响大致相当。两个方案均涉及黑塘桥水源保护区，不涉及自然保护区、风景名胜区等其它环境敏感区，无重大环境制约性因素。高水位方案（911m）将淹没江边寨民族风情园，移民安置规模和投资增加较多，主体工程推荐正常蓄水位 909m 方案，从环境保护方面

来看是合理的。

表 3.3.2-1　　正常蓄水位环境比选表

项目		单位	方案		方案间差值
			方案一（909 m）	方案二（911 m）	方案二与方案一
水文情势	水库面积	km^2	5.12	5.41	基本相当
	环境影响		方案二水库面积较方案一增加 0.29km^2，回水较方案一增加 1.6km，对水文情势影响略大		方案二影响略大
水环境（水温、水质）			各方案水库水温均为稳定分层型，上游来水水质差别不大，对水温、水质影响基本无差别		基本无差别
陆生生态	林地	亩	2892	3056	方案二影响略大
	影响植物种类和生物量损失		各方案主要影响植被均为柏木、麻栎、马尾松等，可能涉及的植物种类基本一致且均为个体损失；随着水位的抬高，生物量损失有所增加		方案二影响略大
	影响保护植物和古树名木		淹没涉及古大树 2 株：木犀 1 株、朴树 1 株	淹没涉及古大树 2 株：木犀 1 株、朴树 1 株	基本无差别
	影响保护动物		各方案影响凤头鹰、松雀鹰、大灵猫、小灵猫等保护动物活动区域，但均不涉及主要繁殖和栖息地，各方案差别不大		差别不大
水生生态			各方案均不涉及鱼类产卵场等环境敏感区域，高水位方案水库水位抬高，对水生生态的影响略大		差别不大
江边寨民族村			至江边寨下游翻板坝处，不会对江边寨产生影响	会淹没库尾的江边寨部分耕地及房屋，对江边寨产生浸没影响	方案二影响略大
其　它			各蓄水位方案均属于在水源保护区内新建替换原有供水设施的建设项目，均涉及黑塘桥水源保护区及取水口，除此之外，不涉及其它环境敏感区、文物等		无重大制约因素

3.3.3 施工布置方案合理性分析

（1）渣场

水源枢纽区设置 6 处弃渣场，均位于坝址下游北面荒沟凹地、主要堆放大坝枢纽开挖弃渣和料场弃渣。输水工程规划了 12 个弃渣场，主要分布在管线和隧洞沿线。

表 3.3.3-1　　弃渣场主要环境特征一览表

部位	渣场名称	位置	占地面积（万 m^2）	最大容量（万 m^3）	平均堆高（m）	居民点分布	地形地貌	植被特征
水源枢	B1 弃渣渣场	坝址下游左岸 4.2km 处的斜坡地及	7.89	47.34	6.0	渣场设计中已考虑渣场范围附近居	渣体位于冲沟和斜坡地，集雨面积很小	耕地、灌木林地

部位	渣场名称	位置	占地面积(万 m^2)	最大容量(万 m^3)	平均堆高（m）	居民点分布	地形地貌	植被特征
纽区		冲沟内				民点安全性		
	B2 弃渣渣场	坝址下游左岸 1.2km 处的斜坡地及冲沟内	2.61	19.57	7.5	渣场设计中已考虑渣场范围附近居民点安全性	渣体位于冲沟和斜坡地，集雨面积很小	耕地、灌木林地、灌木丛地
	B3 弃渣渣场	坝址下游左岸 2.1km 处的斜坡地及冲沟内	6.2	62.00	10.0	渣场范围内附近无居民点分布	渣体位于冲沟和斜坡地，集雨面积很小	耕地、灌木林地、灌木丛地
	料场弃渣渣场 1	坝址下游左岸 1.9km 处的斜坡地及冲沟内	7.9	79.00	10.0	渣场范围内附近无居民点分布	渣体位于冲沟和斜坡地，集雨面积很小	耕地、灌木林地、灌木丛地
	料场弃渣渣场 2	坝址下游左岸 2.2km 处的斜坡地内	5.51	37.46	6.8	渣场范围内附近无居民点分布	渣体位于冲沟和斜坡地，集雨面积很小	耕地、灌木林地、灌木丛地
	料场弃渣场 3	坝址下游左岸 3.5km 处的斜坡地内	9.86	76.30	7.8	渣场设计中已考虑渣场范围附近居民点安全性	渣体位于冲沟和斜坡地，集雨面积很小	耕地、灌木林地
输水工程区	1#弃渣场	输水隧洞施工支洞附近	1.1	4.84	4.4	渣场面积较小，范围内附近无集中居民点分布	渣场分散布置，选址位于冲沟和斜坡地，集雨面积很小	主要占地类型为耕地、灌木林地、灌木丛地
	2#弃渣场		1.05	4.83	4.6			
	3#弃渣场		0.94	4.88	5.2			
	4#弃渣场	输水隧洞出口附近	2.35	16.92	7.2			
	5#弃渣场	一级至二级泵站线路	2.4	9.12	3.8			
	6#弃渣场	二级泵站附近	3.9	16.38	4.2			
	7#弃渣场	二级至三级泵站线路	2.9	9.28	3.2			
	8#弃渣场		5.2	13.52	2.6			
	9#弃渣场	三级泵站附近	1.4	3.5	2.5			
	10#弃渣场	瓮安线路附近	3.6	10.8	3			

部位	渣场名称	位置	占地面积(万 m^2)	最大容量(万 m^3)	平均堆高（m）	居民点分布	地形地貌	植被特征
	11#弃渣场		2.73	8.74	3.2			
	12#弃渣场	无压隧洞出口附近	0.51	2.81	5.5			

根据表 3.3.3-1 给出的弃渣场主要环境特征，分析其环境合理性。

1）居民点安全

各渣场地形坡度约 10°~30°，场地及周边未见明显不良地质现象，其稳定性较好。渣场选址区域不属于泥石流易发区、崩塌滑坡危险区，且 B1、B2 弃渣场、料场弃渣场 3 设计中已考虑周边居民点安全性，、B3 弃渣场、料场弃渣场 1、料场弃渣场 2 无居民点分布，不会对居民点安全构成危险；输水管线 1#~12#渣场沿管线分散布置，占地面积较小，渣场附近均无集中居民点分布。

2）占用土地

枢纽区渣场位于库区北面，占地多为耕地、灌木林地和灌木从地，后期堆渣平台经治理后也可使用，因此，弃渣场土地利用较合理。输水管线 1#~12#沿管线分散分布，占地面积约 33.38hm^2，主要占地类为耕地、灌木丛、灌木林地等，渣场施工完成后采用植物恢复等措施，部分渣场用于造田复耕。

3）行洪

工程设计已考虑采取修建挡渣墙、截排水沟等工程措施来引排弃渣场上游汇水，以避免对弃渣场稳定构成危险。

4）压占环境敏感目标

各个弃渣场占地均不涉及水源保护区、风景名胜区、文物和珍稀动植物集中分布区等环境敏感区。

5）弃渣运输与利用

根据施工布置，B1、B2、B3 渣场承担大坝枢纽区弃渣，料场弃渣场 1、料场弃渣场 2、料场弃渣场 3 承担料场弃渣，输水管线 1#~12#渣场承担隧洞开挖、埋管弃渣，渣场设置均为就近弃渣，减少弃渣运输距离和渣料倒运。

从运距和交通条件看，弃渣场均位于施工区 6.0km 范围内，运距适中；各弃渣场均规划有场内交通道路连通出渣点和弃渣场，施工交通便利。

由以上分析可知，工程设置的弃渣场在选址时，结合出渣点位置、现场地形和交通情况，综合考虑开挖、弃渣的时空平衡，并尽量减少运距，使弃渣最大运距控制在 6.0km 以内，弃渣场均有场内交通道路运渣，施工交通便利。因此，工程弃渣场的设置与主体工程施工组织紧密结合、统筹合理。

综上所述，从环境保护的角度分析各弃渣场选址较为合理。

（2）石料场选址及运输方案合理性分析

水源枢纽工程区选定了 1 个石料场，为鱼梁江石料场，规划为Ⅰ（北部）、Ⅱ（南部）两个区域。鱼梁江料场位于大坝正北向 3km 处，该料场运输石料经场内公路至砂石加工系统，运输距离约 2km 左右，沿线居民点较少，对沿线干扰影响小。

鱼梁江料场不涉及水源保护区、风景名胜区、文物和珍稀动植物集中分布区等环境敏感目标，占地面积约 12hm^2，占地类型主要为耕地、灌木丛地和灌木林地，未发现珍稀保护植物；料场开挖结束后将进行迹地恢复。

综上所述，从环境保护的角度分析，鱼梁江料场选址较为合理。

鱼梁江石料场拟开采Ⅰ（北部）区，采用公路运输成品骨料，新建和改扩建骨料运输道路，至砂石加工系统运距在 2km 以内，运输距离较短，Ⅰ（北部）区远离周边鱼梁江村居民点，运输道路沿线居民点较少，不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感目标。

综上所述，从环境保护的角度分析，公路运输方案较为合理。

（3）场内施工道路布置的合理性分析

本工程新建道路 95.6km，其中永久道路 15.0km，临时道路、临时施工便道 80.6km；枢纽工程区场内道路总长约 15.2km，输水管线区道路总长约 80.4km。

场内道路主要为大坝枢纽区施工道路、输水管线区、至石料场和至弃渣场公路、施工便道等，场内交通主要布置于施工区内，交通主干线主要利用现有道路布置。从环境保护角度分析，道路工程布置较为合理。

（4）施工工厂布置环境合理性

水源枢纽工程区施工场地主要布置于大坝下游左岸区域。坝址下游左岸沿桐油坪布置有施工营地、混凝土生产系统、设备堆放场和综合加工场，占地主要为耕地、林地和灌木丛。砂石加工系统布置在石料场附近，占地主要为灌木丛和灌

木林地。施工区主要噪声源混凝土生产系统、砂石加工系统以及综合加工厂远离周边居民点，对当地居民的生产、生活影响影响甚微。输水系统施工中心主要沿线布置，充分考虑利用荒坡地、堆渣场地等有限土地资源，尽量少占耕地，施工区实施封闭管理，主要噪声源均远离居民点布置。

受施工区环境条件限制和人类活动影响，施工场地占地主要为耕地和林地，短期影响当地居民的农业生产，但工程结束后，将对临时占地进行土地复垦。施工场地的布置，根据工程分布和施工需要，布置紧凑，便于管理，从环境保护角度而言，工程施工场地布置是合理的。

3.3.4 供水主输水线路选择环境合理性分析

主输水线路为：凤山水库→马场坪工业园→龙昌工业园→瓮安县城（胜土水库）。通过对马场坪输水线路的比选，为避开马场坪办事处复杂的地形地貌、重要厂矿、繁华城镇以及公路、铁路大动脉，采用了隧洞自流引水+泵站提水方案，主体拟定了东、西两条输水线路进行比较，主体设计推荐方案 2。

方案 1：西线主输水线路采用三处加压方案，坝上取水口与电站进水口共用，接输水隧洞，在一级泵站高寨坪附近分水，一部分进入马场坪工业园区蓄水池，之后一路向北在三江口跨越鱼梁江，从福泉市区西侧穿过市区后，基本沿省道 S205 布置管道，途径龙昌镇、牛场镇，最后抵达胜土水库。

方案 2：东线主输水线路采用三处加压方案，一级泵站之前输水线路布置与西线布置相同，在高寨坪修建泵站，一路分水至马场坪工业园区蓄水池，一路继续北上，在重安江与后河汇合口处穿重安江及皮陇河，至小寨村二级泵站分水，一路供给龙昌工业园区蓄水池，另一路北上经过卡龙桥三级泵站提水，通过无压隧洞进入胜土水库。

方案 1 输水路线水平投影总长约 57.5km，建筑物主要有取水口、2 处隧洞、调压井、3 处泵站、3 处跨河管桥等；方案 2 输水路线水平投影总长约 53.3km，建筑物主要有取水口、2 处隧洞、3 处泵站、1 处跨河管桥、1 处跨河埋管等。

两方案线路走向基本相同，输水隧洞工程量基本一致，两方案线路占地面积和扰动范围基本一致，均涉及洒金谷省级风景名胜区，其中方案 1 有约 7km 管道及一座管桥涉及洒金谷省级风景名胜区核心景区-三江口，由于方案 1 沿途经福泉市区、龙昌镇、牛场镇；涉及居民点人数众多，施工期间噪声、扬尘等对周

边居民环境影响较大，还需要协调当地城乡建设总体规划；方案 2 远离福泉市区，居民点及环境敏感点相对较少，仅有约 2km 管道及 1 座管桥涉及洒金谷省级风景名胜区规划景区边缘，不涉及核心景区及景点。

综上所述，方案 2 东线方案环境相对合理，对周边环境影响相对较小。

3.3.5 移民安置环境合理性分析

本工程搬迁人口大部分在水库淹没区，合计有 95.67%的人口采用集中搬迁安置，其余为自主安置。集中安置点选择过程中，主体设计单位协同当地政府各部门在深入了解群众意愿，认真分析当地的供水供电及地质条件后，最终确定了黄丝、猫猫营、马场坪乐岗新区 3 个适宜作为集中安置点的选址。

黄丝、猫猫营、马场坪乐岗新区集中安置点均位于重安江流域范围，国道 321 边上，安置点占地多为耕地、灌木林地等，其天然排水经过小支流，最终猫猫营、马场坪乐岗新区汇入凤山水库坝址下游所在重安江流域内，黄丝安置点汇入凤山水库库尾所在重安江流域内，安置点均不在工程建库后根据《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2018）划定的一级和二级水源保护区内。

另外，原移民的生活污水主要为无组织排放，主体工程在集中安置点规划选址及设计时，在黄丝、猫猫营安置点内配套有一体化污水处理设施和生活垃圾储运设施，马场坪乐岗新区接入福泉市市政污水处理及生活垃圾收集系统，一定程度上也减少了入库的面源污染。

从环境保护角度，各集中安置点周边地表水系不发育，避开今后建库后库区可能划定的水源保护区一级、二级保护区范围，同时也不涉及风景名胜区等环境敏感区，且集中安置点均配套生活污水和生活垃圾处理设施，因此工程移民安置方案是合理的。

3.3.6 主要专项设施复建方案环境合理性分析

沪昆线鱼酉至贵定段福泉凤山水库改线工程项目起点位于沪昆线鱼酉站昆明端鱼酉大桥东面，线路沿新鱼酉大桥北侧设鱼酉双线大桥，讫于沪昆线鱼酉大桥西面的路基段落，既有线改线范围为下行线：K1879+200.00~K1880+614.00，长度 1.414km，上行线：YK1893+281.33~YK1894+834.93，长度 1.5536km。

贵新高速（G60）迁改工程位于黄丝至马场坪段，影响线路 7.4km，其中涉及大水河大桥、南坳田大桥、酉阳大桥、下寨中桥，推荐改建方案布设在贵新公

路左侧，从廖高山南侧山坡至下寨，设桥跨下寨村库区淹没段，经保坝至清水塘，设保坝大桥与清水塘大桥跨越库区，之后设 700m 清水塘隧道穿越山体，至酉阳镇后设鱼酉大桥跨越看马坡，之后连接现有贵新高速。

本工程专项复建设施方案均沿着现有交通路线进行复建，复建线路选线与原设施基本一致，原铁路、高速公路复建方案线路均位于黑塘桥水源保护区准保护区内，避开建库后库区可能划定的水源保护区一级、二级保护区范围。

专项设施复建工程建设及运行过程中不可避免会对周边环境、环境敏感区域造成一定不利影响，尤其是对水源的环境风险不可忽视，需要采取风险防范措施，但主要专项复建工程均以线性工程为主，占地相对较少，通过采取合理有效的环境保护措施后可以得到减免。

因此，在按照国家及地方相关法律法规等规定对专项复建工程进行规划设计，开展相应的专项环境影响评价，通过采取合理有效的环境保护措施和风险防范措施后，专项设施复建工程对周边环境、黑塘桥水源保护区、凤山水库水源保护区的环境影响可以得到减免。从环境保护角度，本工程主要专项设施复建方案基本合理。

3.4 影响源分析

3.4.1 工程施工

3.4.1.1 水文情势影响

为保障施工导流期间黑塘桥水库 95%以上保证率 2200 万 m^3/a 的供水量，在导流隧洞进口设置弧形闸门控泄，控制水位保持为 862.5m，通过导流隧洞和黑塘桥水库取水口直径 1.5m 的供水钢管保障供水和下泄流量，控制施工导流期间库容，运行水位在 862.5m 与死水位 855m 之间变动，施工期期间与黑塘桥水库现状运行情况基本一致。

下泄流量采用在黑塘桥水库下游供水钢管边上设置生态岔管及导流隧洞，下放至下游围堰处，生态岔管和结合黑塘桥水库供水管道一起考虑，即在瓮福下游直径 1.0m 的供水管上设置直径 0.8m 的生态基流岔管和控制阀，生态基流在保证供水的情况下，维持黑塘桥正常运行水位，剩余水量来多少，泄多少，坝址下游水文情势基本维持现有黑塘桥水库运行时期状况。

3.4.1.2 水温影响

工程施工期间，上游围堰黑塘桥水库运行水位在 862.5m 与死水位 855m 之间变动，基本与黑塘桥水库现状运行情况一致。采用 α - β 法来初步判别，α 值为 31.4，黑塘桥水库水温初步判断为混合型，β 值为 4.5，一次洪水对水库的水温结构有影响。此外，根据 2016 年 11 月垂向水温监测，未发现黑塘桥水库明显水温分层现象，坝下水温在 8.2℃-22.8℃之间变动（2016 年 11 月-2017 年 7 月）。

3.4.1.3 水环境

施工期间，水环境污染源主要包括生产废水和生活污水两部分。生产废水主要来源于砂石骨料加工废水、混凝土拌和冲洗废水、机械修理系统含油污水、隧洞开挖废水及基坑废水；生活污水来源于施工人员生活用水。

（1）砂石料加工冲洗废水

水源枢纽区砂石系统生产能力 260t/h，施工高峰期用水量为 250m³ /h，废水产生量按照用水量的 80%计约 200m^3/h，冲洗废水主要污染物质为悬浮物，浓度可高达 50000mg/L。

输水系统区不设砂石加工系统。

（2）混凝土拌和冲洗废水

水源枢纽区混凝土拌和楼冲洗废水为间歇式排放，拌和楼废水产生量约 3m^3/次，9m^3/d。废水主要污染物为 pH 和悬浮物，pH 一般为 11～12，悬浮物浓度一般为 5000mg/L。

输水工程区由于线路长，施工点多、分散，混凝土浇筑工程量较小，其中一级泵站、二级泵站、三级泵站工区采用混凝土拌合楼，每次冲洗用水量约 2m³，4m^3/d，其余 11 处工区均采用移动式混凝土拌和机，每次冲洗用水量约 0.5m³，冲洗废水产生量很小。

（3）含油废水

含油废水主要来自水源枢纽工程区设备检修停放场施工机械车辆保养、清洗过程，含油废水产生量为 20m³/d，废水主要污染物为石油类和 SS，根据类似工程实测结果，其浓度分别约为 100mg/L 和 1000mg/L。

（4）基坑废水

基坑废水分初期废水和经常性废水。初期废水由降水、渗水和施工用水组成，由于基坑开挖和混凝土浇筑养护，基坑水的悬浮物含量和 pH 值较高。基坑经常

性废水主要由混凝土养护用水、灌浆用水、坝体填筑用水，围堰渗水及雨水，本工程基坑经常性废水量为 6m³ /h，根据其它水利工程监测数据，基坑经常废水的悬浮物浓度为 2000mg/L 左右，pH 值约为 9～11。

（5）生活污水

水源枢纽工程施工区高峰施工人员数为 1560 人，按人均用水量 0.12m³ /d，污水产生系数取 0.8，日小时变化系数 2.5，则生活污水最大产生量为 15.6m³ /h，日产生量 149.76m³ /d。主要污染物为 COD 和 BOD_5，浓度一般为 400mg/L 和 200mg/L。共布置 2 处施工生活区，最大产生量为 7.8m^3/h。

输水系统工程施工期平均施工人数约 600 人，高峰约 1600 人，按 70%施工人员集中在 14 处施工营地，则单个施工营地高峰期人员约 100 人，污水最大产生量为 1m^3/h，日产生量 24m³ /d。

（6）隧洞开挖废水

隧洞开挖废水主要为导流洞、有压隧洞及无压隧洞施工涌水，废水量与隧洞区水文地质条件有关，主要污染物为 SS，浓度约 500mg/L，以及油类和炸药残留物等。

隧洞施工的抽排水造成隧洞所在山体地下水位下降、地下水资源的流失，特别是在隧洞穿越岩溶区时，一旦挖断地下水的连通管道，或穿越岩溶区强含水层及地下水暗河，施工过程中则易引起大量涌水，从而导致隧洞所在山体地下水漏失。

（6）地下水

工程施工期间，对各类污废水均进行处理后回用，不外排，但施工污废水在产生、收集或处理过程中可能会有少量污废水渗入地下，从而造成地下水污染，特别是在事故条件下，主要影响区域为局部浅层地下水。

上述各类废（污）水的排放情况见表 3.4.1-1。

表 3.4.1-1　　施工期水污染源表

污染源类型	产污特性	排放点位置	排放强度	主要污染物排放浓度
砂石料冲洗废水	连续	坝址左岸下游	200m^3/h	SS：50000mg/L
混凝土拌和冲洗废水	间歇	坝址施工区	3m^3/次	SS：5000mg/L
		泵站工区	2m^3/次	
		输水管线区	0.5m^3/次	

机修含油废水	间歇	坝下设备检修停放场	20m^3/d	石油类：100mg/L SS：1000mg/L
生活污水	连续	枢纽工区坝址下游生活营地，共 2 处	7.8m^3/h	BOD_5：200mg/L COD：400mg/L
		输水工程区集中生活区，共 14 处	1.0m^3/h	
隧洞开挖涌水	—	导流洞	21.5m^3/d	SS：500mg/L
		至一级泵站无压隧洞	1127.1m^3/d	
		至胜土水库无压隧洞	51.9m^3/d	
基坑废水	连续	基坑	6m^3/h	SS：2000mg/L

3.4.1.4 环境空气

本工程大气污染物主要来源于料场和主体工程开挖爆破及砂石料加工系统产生的粉尘和废气、施工机械和车辆等燃油机械产生的废气等。交通扬尘是工程施工公路沿线主要的大气污染源，会对沿线居民的生产生活带来一定影响。

（1）施工爆破产生的废气及粉尘

根据工程施工进度及料场和主体工程开挖爆破强度，类比同类工程，本工程炸药爆破产生的污染物见表 3.4.1-2。

（2）燃油机械产生的废气

施工期使用的机械设备较多（挖掘机、推土机和破碎机等），运输设备大多是大中型车辆，燃油产生的主要污染物为 CO、NO_2、SO_2。根据同类工程的统计资料，本工程施工期油料使用产生的污染物排放情况见表 3.4.1-2。

表 3.4.1-2　　施工期炸药、机械燃油产生的污染物统计表

类别	项目	消耗量（t）	CO（t）	NO_2（t）	SO_2（t）
炸药	总用量	1148	47.93	17.53	-
	高峰年用量	591	24.65	9.01	-
燃油	总用量	2636	237.22	144.97	9.21
	高峰年用量	846.3	76.17	517.15	54.03

（3）砂石加工系统产生的粉尘

砂石加工系统在运行过程中将产生粉尘，属于连续性点源，其粉尘产生强度根据《三废处理工程技术手册》中的参数、并且类比同类工程统计资料，同时考虑本工程砂石加工原料岩性特点，确定砂石加工系统粉尘排放系数为 0.3kg 粉尘/t 骨料，本工程水源枢纽区砂石加工系统设计生产能力为 260t/h，推算出砂石加工系统粉尘最大排放强度为 78kg/h。在采取半干法、闭路破碎技术工艺和环境保

护措施的条件下，除尘率将达到 99.9%以上，则 TSP 排放强度为 0.078 kg/h。

（4）交通运输产生的扬尘

施工区交通扬尘主要来源于进场公路和场内公路，在干燥天气情况下，车辆行驶容易产生扬尘。车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥情况下，可按下列经验公式计算：

$$Q = 0.123(V/5)(W/6.8)^{0.85}(P/0.5)^{0.75}$$

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。

施工区载重汽车主要为 15~25t，本次源强预测按 25t 计算，场内公路设计时速 20 km/h，计算结果见表 3.4.1-3。

表 3.4.1-3　　不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘　　单位：kg/辆 km

车速 \ P	0.1（kg/m²）	0.2（kg/m²）	0.3（kg/m²）	0.4（kg/m²）	0.5（kg/m²）	1（kg/m²）
5（km/h）	0.111248	0.187097	0.253592	0.314658	0.371982	0.625596
10（km/h）	0.222497	0.374194	0.507183	0.629316	0.743963	1.251192
15（km/h）	0.333745	0.561291	0.760775	0.943975	1.115945	1.876788
20（km/h）	0.444994	0.748388	1.014367	1.258633	1.487927	0.625596

3.4.1.5 噪声

根据工程施工组织设计，施工噪声主要来源于施工开挖、钻孔爆破、砂石料破碎、混凝土拌和、机械运行和车辆运输，噪声源主要为破碎机、风钻、挖掘机、搅拌机，其中流动噪声源为载重汽车和推土机。

（1）交通噪声

交通噪声源强与运输车辆载重类型、汽车流量和行驶速度密切相关，本工程场内交通公路等级为三级和四级，主要采用中型运输车辆，施工高峰期主干道车流量 20 辆/h、运行速度 20~30km/h，噪声强度为 70~90dB（A）。

（2）爆破噪声

本工程需要进行大规模爆破作业的有枢纽施工区和料场，爆破噪声强度与爆破点岩性、爆破方法及单孔装药量密切相关，最高爆破噪声强度可达到 125~132dB（A）。类比同类工程，工程爆破噪声源强将达到 125dB（A）。

（3）砂石料加工系统噪声

根据凤山水库工程砂石加工系统设备组成，类比已建砂石加工系统设备运行噪声源强，各类噪声均大于 90dB（A）。结合本工程砂石加工系统主要机械设备及生产能力特点，预测本工程砂石加工系统最大叠加噪声源强为 105dB（A）。

表 3.4.1-4　　砂石加工系统主要高噪声设备及源强表

序号	机械设备	设备型号	实测值 dB(A)	来源
1	鄂式破碎机	C105	95	葛洲坝
2	液压破碎锤	WY60－IA	95	葛洲坝
3	重型振动筛	2YKR1637	115	湖南东江
4	槽式洗泥机	CXK8524	80	铜街子
5	螺旋分级机	FC－12、FC－15、FG15	80	铜街子
6	旋风分离器	CLP/B－5.4	85	湖南东江
7	棒磨机	MBZ2100×3600	115	葛洲坝
3	粗碎机		94～98	湖南东江
4	吊筛		106	铜街子
5	座筛		108	铜街子
6	筛分楼		114	湖南东江

（4）混凝土拌和系统及辅助企业噪声

混凝土拌和系统噪声主要来源于混凝土拌和楼的拌和作业，骨料的制冷系统、冲洗、脱水、运输过程也将产生一定强度的噪声。参照已建工程混凝土系统噪声源强，拌和楼在未采取隔音降噪措施时搅拌层噪声与出料口噪声实测值均大于 90dB(A)；出料口不出料时噪声值仅为 77dB(A)，据拌和层和出料口噪声值计算，拌和楼作业时的叠加声级为 90~92dB(A)。本工程混凝土生产系统叠加噪声级按 92dB(A)考虑。

（5）主体工程施工

主体工程施工噪声主要来自钻孔、开挖与出渣、大坝浇筑等，根据已建工程实测资料表明，施工主要的噪声设备的噪声级较高，源强均大于 90dB。类比同类，结合水源枢纽工程施工噪声特点，主体工程施工噪声源强将达到 95dB（A）。

（6）其他辅助企业生产

根据施工布置，布置有综合加工厂，参照同类工程实测资料，声源源强可达 90dB(A)。

输水系统工程范围大，施工活动相对分散，施工噪声影响强度和时段均较水源枢纽施工区要小。

3.4.1.6 固体废物

（1）土石弃渣

根据土石方平衡，水源枢纽工程弃渣量 123.53 万 m^3（松方），输水系统工程弃渣量 124.63 万 m^3（松方）。土石方开挖及弃渣将造成局部范围内的植被破坏，加重工程区域的水土流失，对工程区的生态环境产生一定的影响。

（2）生活垃圾

水源枢纽区和输水系统工程区平均施工人数分别是 575 人和 600 人，以每人每天产生生活垃圾 1.0kg 计算，则日产生活垃圾量分别为 0.58t 和 0.6t，施工期合计垃圾产生量分别为 1044t、1080t。生活垃圾乱堆乱放对周围居民居住环境、身体健康产生不利影响。

（3）建筑垃圾

建筑垃圾主要包括渣土、废石料、散落的砂浆和混凝土、碎金属、废弃的装饰材料、各种包装材料及其他废弃物。

（4）危险废物

危险废物主要包括机械修理废油、变压器检修废油以及相应废油的包装材料及其他废弃物。

3.4.1.7 陆生生态

本工程施工对陆生生态环境的影响表现在工程占地对土地资源的影响，施工活动对植被、野生动物的影响。

水源枢纽工程施工总占地面积 1527.14 亩，永久占地 373.73 亩，临时占地 1153.40 亩；总占地面积中耕地 950.04 亩，林地 522.29 亩。输水系统工程区施工总占地面积 2993.48 亩，永久占地 446.38 亩，临时占地 2547.10 亩；其中耕地 1933.6 亩，林地 1019.87 亩。

工程占地将造成一定的土地资源和生物量损失。工程永久占地将对原地表植被造成一次性永久破坏；施工临时占地在施工结束后，通过采取一定的整治恢复措施，植被可以逐步得到恢复。

工程施工对野生动物的影响表现为：工程施工活动可能干扰工程区内野生动物的正常栖息觅食，施工噪声会对其产生惊扰。

3.4.1.8 水生生态

在施工期，施工人员集中在水源枢纽区和部分跨河管桥施工区，可能会发生施工人员捕鱼等活动，使施工区局部河段鱼类资源受到人为影响。施工导流改变上下游局部河段水文情势，从而影响局部河段的水生生境。枢纽区临近现有黑塘桥水库，挡水建筑物、施工布置、机械加工以及施工作业干扰、废污水事故排放影响，对现有黑塘桥水库库区段及坝址下游河段水生生物和水生生境产生一定影响。

3.4.1.9 水土流失

根据本工程水土保持方案，工程建设共扰动原地貌总面积 349.23hm²，产生弃土和弃渣总量 419.46 万 m^3（松方）。工程基础开挖、施工道路修建、施工场地平整、料场开挖、弃渣处置等各项施工活动都将破坏、扰动地表和原有植被，使其失去固土防冲的能力，从而加剧水土流失，对生态环境造成不利影响。

3.4.1.10 环境敏感区

（1）水源保护区

黑塘桥水源保护区主要依托黑塘桥水库取水口设立，范围覆盖黑塘桥水库库区及周边一定范围陆域。本项目坝址及其进场公路、导流隧洞、输水隧洞、砂石加工场区域包含在上述敏感区域内。工程施工期间大坝施工、导流隧洞、有压隧洞等产生生产废水会对水源保护区水质产生污染，但由于大坝、有压隧洞均位于黑塘桥水库大坝以下，取水口上游不设置施工设施及排放口，对黑塘桥水库取水口影响不大，仅导流隧洞施工时对水库取水口水质产生一定影响，废水产生量小于 $50m^3/d$ 且导流洞外围堰施工时间较短，污染因子多为 SS，在采用排至取水口下游处理达标后回用措施情况下对黑塘桥水库取水口水质影响不大；砂石料加工厂位于黑塘桥水库准保护区，在采取生产废水全部回用措施后对水源保护区基本没有影响，但在事故情况下会对黑塘桥水库下游水质产生一定影响。

平堡河集中饮用水水源保护区主要依托螺丝冲取水口而设立，范围覆盖取水口上游一定范围陆域，工程施工隧洞会下穿取水口，隧洞位于取水口下方约 60m 处，隧洞对周边地表水影响范围在 60m~230m 左右，凤山水库工程施工布置不涉及平堡河集中饮用水源保护区，对水源保护区地表水水质基本没有影响，但隧洞施工期间产生的地下水水位变化可能会对平堡河产生一定的影响。

（2）风景名胜区

本工程水源枢纽区不涉及洒金谷省级风景名胜区景区范围，输水工程区有约1.2km管道及进场临时道路在景区范围内，本工程风景名胜区内未设置生产设施、渣场及料场，工程施工期间埋管、管桥及进场道路临时占地会对区域内植被、景区的景观造成一定的影响，施工期间施工作业产生的废水、扬尘以及土石方临时堆放对风景名胜区的生态环境及景观有一定的影响。

3.4.2 水库淹没与工程占地

（1）水库淹没影响区

水库淹没影响区总面积7863.22亩，其中陆域6622.25亩，涉及2个镇5个村，涉及耕地3825.69亩，林地及灌木林地2380.28亩。

水库淹没将使部分土地资源永久性丧失，造成一定生物量和动物栖息地的损失，并产生移民，占压部分专项设施。水库淹没及工程占地对当地土地资源造成一定的压力，影响当地居民的交通出行、生活质量和生活方式。水库蓄水后会淹没现有黑塘桥水库及其取水设施，影响当地居民的生产生活。

（2）枢纽工程建设区

枢纽工程建设区占地总面积1527.14亩，其中永久占地373.73亩，临时占地1153.40亩，涉及1个街道办事处2个村，涉及耕地950.04亩，林地522.29亩。

永久占地将使局部范围内的原有植被和土壤环境彻底丧失或严重受损，受损数量相对较少。临时占地在停止使用后，可逐步得到恢复。

（3）输水系统工程

输水系统工程占地区总面积2993.48亩，其中永久占地446.38亩，临时占地2547.10亩，涉及4个乡镇7个行政村，涉及耕地1933.6亩，林地1019.87亩。供水建筑物为线性工程，涉及区域广，但永久占地和临时占地区较为分散且各个工区占地较小。

3.4.3 移民安置及专项复建工程

（1）移民安置

据工程移民安置规划，本工程生产安置人口2413人，其中一次性补偿安置293人，养老保障431人，农业安置1311人，园区安置378人；搬迁安置人口2146人，其中集中安置2053人，自主安置93人，规划马场坪乐岗新区、猫猫营、黄丝3个集中安置点，集中安置人口均为水库淹没区和枢纽工程占地区影响

人口。

工程移民安置活动产生环境影响的主要为集中安置点建设和专项设施复建，集中安置点建设包括场平、建房、基础设施建设等，后期移民搬迁后生活污水和生活垃圾处理应考虑处理措施。专项设施复建工程包括交通设施、输变电设施改建，主要产生的影响为专项复建选线、施工、运行对工程河段水质的影响及环境风险，应考虑选线的环境合理性并开展专项环评。

马场坪乐岗新区、猫猫营、黄丝 3 个安置点均位于马场坪办事处，人口规模分别为 280 人、858 人和 915 人。其用水量按供水定额 120L/人 d 计，污水排放系数取 0.8，则各安置点生活污水的产生量分别为 26.88 m^3 /d、82.37m^3 /d 和 87.84m^3 /d。农村居民生活垃圾按人均产量约 1kg/人•d 计算，则各安置点垃圾日产生量在 0.28-0.92t 之间。

（2）专项复建工程

本工程的专项设施复建工程包括公路交通设施复建、铁路交通设施复建、电信设施复建、输变电设施复建。

本工程交通设施复建项目涉及乡村公路 8.69km、210 国道 3.62km（其中桥梁 48.8m）、贵新高速公路 5.64km（其中桥梁 718m）、四级公路 18.38km、沪昆高铁桥墩 20 个、株六铁路桥墩 11 个、湘黔铁路桥墩 10 个。其中复建 210 国道 3.42km，复建高速公路 7.256km，其余乡村公路及四级公路采取提高到相应洪水标准水位线进行恢复处理；加固沪昆高铁桥墩 20 个，复建株六铁路、湘黔铁路采取局部改线处理，改线长度约 1.549km。同时，对受淹没影响的通信工程、输变电设施进行复建，满足库周及周边居民生产、生活需要。

专项复建工程以线性工程为主，占地相对较少。专业复建过程中，将产生污废水、扬尘、固废等污染物，并不可避免地扰动地表，对周边生态环境产生一定影响。此外，对于这些复建项目，需关注选址的环境适宜性、由复建引起的生态破坏、对水库库区水质安全、对当地出行、用电等的影响问题。

3.4.4 工程运行

3.4.4.1 区域水资源配置

凤山水库工程建成后，多年平均可向受水区总供水 7310 万 m^3，除替代原黑塘桥水库瓮福集团供水任务 2200 万 m^3 外，还将新增提供城镇生活多年平均供水

量为 2260 万 m^3 、新增工业多年平均供水量为 2850 万 m^3 。至规划水平年 2030 年，工程设计取用水量 7310 万 m^3 ，占坝址处多年平均来水量 2.14 亿 m^3 的 34.39%，占重安江流域多年平均水资源总量 13.65 亿 m^3 的 5.35%，重安江流域水资源开发利用率将由现状的 14.28%提高到 19.63%，对区域内的水资源配置产生影响。

凤山水库工程总调节库容 0.97 亿 m^3 ，较原来黑塘桥水库 667 万 m^3 库容增加约 14.54 倍，工程实施将进一步改变对重安江水资源的时空分布。在汛期，水库充分利用调节库容对洪水实施拦蓄、削减洪峰，增加水资源在水库的滞留时间，改变天然河道的洪水暴涨、暴落现象；在枯期，除根据供水任务蓄积坝址上游来水外，利用调节库容满足坝址下游生态用水量。

3.4.4.2 水文情势

（1）水库库区水文情势

黑塘桥水库具有季调节性能，水库正常蓄水位 862.5m，相应的回水长度 4.3km，相应库容 660 万 m^3。施工期间黑塘桥大坝作为上游围堰不拆除，凤山水库建成后，水库将淹没黑塘桥大坝及其库区，凤山水库正常蓄水位达到 909m，水库面积 5.12km^2，水库回水长 17.4km，凤山水库库区的形成将使原黑塘桥水库库区河段的水深进一步增加、水域面积进一步增大、流速进一步减缓，同时原黑塘桥水库库尾以上约 13.1km 河段由天然流水河段变为静缓流河段。

（2）下游河段水文情势

水库建成后将比现状黑塘桥水库引水量增加 5106 万 m^3，占坝址多年平均径流量的 23.86%，将进一步减少坝址下游河段水量，改变坝下游水文情势。

凤山水库建成后具有多年调节性能，工程枯水期（10 月~3 月）下泄不小于 1.43m^3 /s 流量（坝址 P=90%最小月均流量，占多年平均流量的 21.00%），丰水期（4 月~9 月）下泄不小于 2.04m^3 /s 流量（占坝址多年平均流量的 30.0%），较黑塘桥水库运行比较，坝址下游水位、水量分布年内会更加均匀。

（3）初期蓄水期水文情势

根据凤山水库工程初期蓄水方案，工程保留现有黑塘桥大坝作为上游围堰，初期蓄水直接淹没黑塘桥大坝，通过黑塘桥水库现有 1.5m 的供水管道旁设直径 0.8m 的生态岔管，下放至下游围堰处保证下游生态环境用水要求。工程枯水期（10 月~3 月）下泄不小于 1.43m^3 /s 流量，丰水期（4 月~9 月）下泄不小于 2.04m

^{3}/s 流量。

偏枯水年水库蓄水至死水位 868m 需 42d，将对下游河段水文情势产生影响。

3.4.4.3 水温影响

根据 2016 年 11 月至 2017 年 7 月黑塘桥水温监测资料，初步判断黑塘桥水库为混合型。

凤山水库建成后，具有多年调节性能，采用 α-β 法来初步判别水库水温结构。判别指标计算式为：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年径流量}}{\text{水库总库容}}$$

当 α<10 时，水库水温为分层型；当 10<α<20 时，水库水温为过渡型；当 α>20 时，水库水温为混合型。

凤山水库总库容为 1.14 亿 m^3；多年平均年入库径流量为 2.14 亿 m^3。经计算 α 值为 1.88，初步判定水库水温结构为稳定分层型。另外，水库淹没现有黑塘桥大坝，一定程度上起到前置挡墙的作用，可能对水温结构有一定的影响。

汛期洪水对水温结构会带来不同程度的影响，当洪水条件不同时，对水温结构产生不同程度的影响。

β=一次洪水总量/水库总库容

当 β<0.5 时，洪水对水温结构无影响；

当 0.5≤β≤1.0 时，呈过渡型；

当 β>1.0 时，洪水对水温结构有影响。

不同洪水条件下 β 值计算成果见表 3.4.4-1。

表 3.4.4-1 不同洪水条件下水库 β 值计算成果一览表

频率	P=1%	P=10%	P=20%
洪水总量（万 m^3）	8492	5011	3901
β 值	0.74	0.44	0.34

从表 3.4.4-1 可知，当发生十年一遇以下洪水时（P=10%），β<0.5，洪水对水温结构无影响，当发生（P=1%）洪水时，0.5≤β≤1.0，水库水温结构为过渡型，洪水对水温结构影响小，基本维持原结构。

3.4.4.4 地表水环境

（1）水库蓄水对库区水质的影响

黑塘桥水库现在已划定黑塘桥集中水源保护区，水源保护区内现状污染源较少，主要为城镇、农村生产和生活污染源，现状水质较好，富营养化水平为中营养化水平。

设计水平年凤山水库库尾以上污染源主要包括城镇居民生活集中排放污染源、农村散排生活污染源、畜禽养殖污染源、农田径流污染源等。水库蓄水后，水库将淹没现有黑塘桥水库库区，库区面积进一步扩大，凤山水库库尾及库区污染源的存在对库区水质可能会产生一定的影响；由于水库库容进一步扩大，使水流流速减缓，水动力条件发生变化，水体在水库的滞留时间将会延长，从而可能影响到水体的水质；水库蓄水将淹没正常蓄水位以下的植被、土地，植物腐烂等将释放出有机物质，土地浸泡而使化肥和农药流失，增加水库 N、P 等有机污染物。由于大坝阻隔，河流的漂浮物、悬浮物等积存在水库内或沉入库底，物质腐烂将释放出有机物质。水库营养物质的增加，对水体水质将产生影响。

（2）对坝下河段水质的影响

凤山水库坝址下游河段及其支流两岸分布有磷化工企业，主要由于磷化工企业及其磷石膏渣场渗漏（发财洞、吴家桥和龙井湾渗漏点），下游现状水质总磷、总氟超标，达不到水功能区划要求的III类水质标准，坝下河段区间流域范围污染源主要为各支流流域范围的工业及工业园区污染源、城镇生活污染源、面源污染源。凤山水库向下游增加供水量后，增加了坝下河段区间流域范围的水污染负荷，坝下河段新增退水量 1782 万 m^3/a。

（3）受水区退水

至规划水平年 2030 年，新增污水量 3086 万 m^3/a（其中马场坪工业园区 816 万 m^3/a、龙昌工业园 330 万 m^3/a、福泉市区 636 万 m^3/a、瓮安县城 1304 万 m^3/a），占凤山坝址处多年平均径流量的 14.02%，占凤山水库工程供水量的 42.24%，占凤山水库工程新增供水量的 60.39%。重安江流域按退水区域划分，凤山水库库尾以上没有退水，坝下新增退水量 1782 万 m^3/a；雍阳河流域退水 1304 万 m^3/a。

3.4.4.5 地下水环境

凤山水库正常蓄水位为 909m，黑塘桥水库坝址在凤山坝址上游 120m 处，正常蓄水位 862.5m，坝址处水位比蓄水前抬升约 63m，水库蓄水后将淹没正常

蓄水位以下的泉水出露点，利用这些泉水的村庄也处于淹没线以下将实施搬迁，不会对这些村庄居民生产、生活产生影响；水库区域现状水质较好，由于两岸地下水位的抬升，有利于正常蓄水位以上泉水水资源的补给，基本不会对出露泉水资源量和水质产生不利影响。由于库区两岸地下水位的抬升，将对两岸较宽缓的平台位置可能产生浸没影响。此外，凤山水库输水隧洞总长 11.43km，地下工程开挖将会对开挖区及周边一定范围的地下水产生一定影响。

3.4.4.6 管理营地生活污水和生活垃圾

水源枢纽工程区管理营地位于坝址下游左岸约 400m 处，管理人员约 30 人，按生活用水每人每天 120L、排放系数 0.8 计，则污水产生量为 2.88m^3/d，生活垃圾产生量按 1kg/人·d 考虑，则垃圾产生量为 30kg/d。

3.4.4.7 陆生生态

水库蓄水后，凤山水库正常蓄水位与原黑塘桥水库正常蓄水位之间的土地被淹没而变为水域，造成淹没范围的陆生植物、植被损失，同时也导致动物栖息地的损失，枢纽工程占地和输水管道占地也会导致植被植物的损失。区域生态系统生物生产力、恢复稳定性、阻抗稳定性会发生相应的变化，从而对区域生态完整性产生一定影响。

3.4.4.8 水生生态

凤山水库正常蓄水位比原黑塘桥水库高，水库蓄水使原黑塘桥水库库尾以上的流水生境进一步压缩，将引起水生生物及鱼类资源种类和分布的进一步的变化。工程运行后，坝址下泄水量较原黑塘桥水库进一步在年内均衡下泄，水库下游水文情势的变化、水温变化会对水生生物、鱼类资源等产生一定影响。通过栖息地保护、过鱼设施、鱼类增殖站、叠梁门取水等工程实施后可大大减缓现有不利环境影响。

3.4.4.9 环境敏感区

（1）风景名胜区

凤山水库建成后，具有年调节能力，对坝址下游洒金谷省级风景名胜区范围内的减水河段的水位、水量在年内具有调节能力，对下游减水河段部分涉水景点、游览路线有一定的影响。管道采取埋管穿越景区范围，主要是施工期间对河道两岸景观产生了一定影响。

（2）水源保护区

凤山水库建成后，将会淹没原黑塘桥水库水源保护区取水口、一级、二级以及准保护部分区域，凤山水库供水任务包含现有黑塘桥水库供水任务，在凤山水库建成后，通过划定水源保护区取代现黑塘桥集中水源保护区，可保证黑塘桥集中水源保护区现有功能得以替代。

本工程输水隧洞下穿平堡河集中饮用水源保护区，隧洞在采取防渗措施后，基本对平堡河集中饮用水源保护区水位水质没有影响。

4 环境现状调查与评价

4.1 流域环境概况

重安江流域位于贵州省东部，北纬 26°40′～27°47′与东经 107°35′～108°27′之间，处于云贵高原东侧向湘西丘陵过渡的梯级状大斜坡地带，地貌分区主要由黔南山原中山低山盆谷区与黔中丘原盆地区组成，二者分界线大致位于宣威-麻江-福泉一线，该线以左为前区、以右为后区。流域呈东西向不规则形状，北临乌江流域瓮安河水系、东临沅江水系、南临清水江水系、西临乌江流域清水河水系。

流域地势总体南西高北东低，地貌类型较为齐全，溶蚀地貌是主体，发育众多残丘地、溶丘槽谷（盆地）、峰丛槽谷（谷地）、峰丛峡谷等组合类型，诸多城镇、耕地都集中在该区的大型波地、槽谷、洼地、盆地内。地貌受构造控制明显，山脉、沟谷走向多近 SN 向、近 EW 向及 NE 向，地形总体起伏较小，河谷浅切，多宽谷，局部集中蚀-溶蚀峡谷，河谷切深较大，如重安江的陆坪-崇安峡谷。地下水主要靠大气降雨的垂直补给，次为地表水的侧向补给。碎屑岩地区的地下水沿裂隙渗流，排泄于沟谷之中。岩溶地区的地下水多在管道暗河中运移。重安江是流域内最低排泄基准面，两岸地表、地下水流均向河谷汇集。

重安江流域沟谷纵横、山高坡陡，降水集中坡面径流冲刷强，加上人类活动影响，导致流域水土流失问题较为突出。水土流失主要发生在陡坡耕地、荒山荒坡、疏幼林和部分灌木林等地类上，水土流失以水力侵蚀为主。

流域涉及贵州省 2 州 6 县市，包括黔南自治州的福泉市、贵定县、瓮安县 3 县市和黔东南自治州的凯里市、麻江县和黄平县 3 县市，流域面积约 2774km^2，2015 年流域范围内总人口 45.8 万人、农业人口占 83.1%、少数民族人口占 31.03%，国民生产总值 158.1 亿元，农民人均纯收入 5384 元。流域主要景观旅游资源有福泉洒金谷省级风景名胜区、福泉云雾山省级森林公园、麻江老蛇冲州级自然保护区、斗蓬山-剑江国家级风景名胜区。

重安江流域的瓮安县、福泉市有中国的大型磷矿和磷化工基地，已探明具有开采价值的矿产达 20 余种，其中以磷矿为优势矿种，储量超过 20 亿吨以上，重晶石、金矿和石灰石也极具优势。由于二十世纪末区域经济的高速发展和城镇化进程的加快，重安江流域河流水质污染日益加剧，对生态环境产生一定的影响。

4.2 自然环境

4.2.1 气候气象

重安江流域属湿润地区的北亚热带季风气候，具有山岳型气候特点。气候温和，降水量充沛，云多雾重。

根据福泉市气象站（距坝址直线距离 8km）统计，多年平均气温 15.0℃，极端最高气温 36.4℃（1997 年 7 月 22 日），极端最低气温-8.8℃（1977 年 1 月 30 日）；年平均相对湿度 81%，年平均日照时数 1152.6h，全年无霜期 284 天。年平均风速 2.1m/s，以 SE 风为主，多年平均最大风速 24.0m/s；多年平均降水量 1146.9mm，最多年降水量为 1498mm（2002 年），最少年降水量 793.5mm（1989 年），年平均蒸发量 1193.2mm。

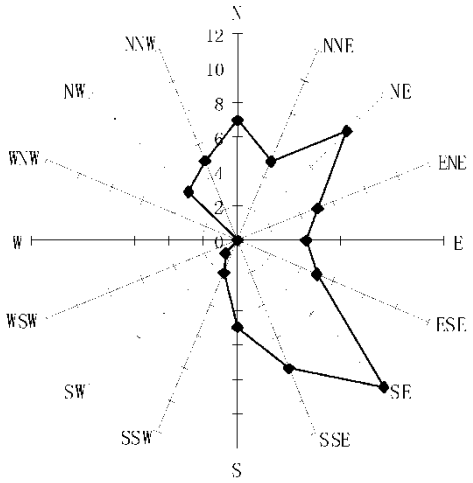


图 4.2.1 福泉市 1971 年-2010 年风向玫瑰图

4.2.2 地形地貌

工程区地处黔南山原中山低山盆谷区，大体北高南低，西高东低，西北部海拔多在 1200~1600m，东南部 800~1000m。比高一般 100~400m，局部达 500~600m。山岳与谷地多为南北向排列，与区域构造线一致。山脉以横亘南部的苗岭为主，其主峰云雾山、斗篷山海拔均在 1300m 以上，最高达 1949m，为长江和珠江两大水系的分水岭。

库区枯水期河宽 25~50m，平均比降 3.5‰，河谷多呈“V”型，两岸坡度一般 25°~35°，部分 40°~60°。两岸零星发育一级阶地，阶面高程 870~917m，一般宽 10~20m，在江边寨、新庄和老院坝等部位宽度可达 100~300m。库区多属溶蚀构造峰脊、谷地地貌。河流切割深度 50~150m，临河岸顶高程一般 850~1050m，岸坡多为陡坡、悬崖，坡度一般 30°~70°。顶面地形较平缓，山坡坡度一般 15°~35°，

相对高差 30~100m。溶槽、溶沟遍布，局部洼地发育。

坝址处河谷为深切“V”字型横向河谷，河流方向 NW320°，河床高程 845m，两岸山头高程 950～1250m，高于河床 100～400m。坝轴线下游 200m 起，河床变窄，宽约 30m，水深 0.5～3.5m。

4.2.3 环境地质

4.2.3.1 地层岩性

（1）水库库区

库区主要出露古生界寒武系、志留系、奥陶系及第四系地层，岩性主要有白云岩、灰岩和砂岩等。库区主要分布碳酸盐岩地层，库首主要分布碎屑岩地层。

（2）坝址区

坝基主要为志留系翁项组 S_2w^{1-2} 中厚层角砾岩、砂岩、砂质灰岩夹角砾状灰岩、泥灰岩，两岸中上部为 S_2w^2 薄~中厚层状砂岩、泥灰岩、泥质粉砂岩夹粉砂质泥岩等，属较坚硬岩~坚硬岩，夹较软岩。

（3）输水系统工程区

输水线路工程区主要出露古生界寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、二叠系及中生界三叠系地层，第四系地层零星分布。

隧洞沿线地质构造较复杂，隧洞围岩类别主要为Ⅲ类、Ⅳ类，部分浅埋段、岩溶发育段及推测断层发育段围岩类别为Ⅴ类，稳定性差，结构面集中部位可能存在滴水、局部可能出现线状流水现象，隧洞大部分洞段位于地下水位以下。

管线地基大部分为强风化白云岩、页岩，地基条件较好，岩土交接处和软硬岩接触部位存在不均匀沉降问题。

4.2.3.2 地质构造

本工程评价区域主要涉及扬子准地台和华南褶皱系两大地构造单元，工程场地位于扬子准台地中的二级构造单元江南台隆中三级构造单元锦屏褶断中。区域有南北向和北东向构造体系，南北向构造纵贯全区，由一系列箱状背斜、紧密向斜和同向的压性断层组成，为典型的隔槽式褶皱。主要褶皱自西向东有贵定向斜、黄丝背斜和都匀向斜；主要压性断层有贵定断层、都匀断层和麻江断层。

库区位于黄丝背斜与都匀向斜的共同翼的北段，分布于左岸的黄丝断层（F10）为库区的主要断裂构造，库区酉阳下游段以压扭性为主。库区除库尾江边寨附近

受黄丝断层影响产状较为变化且陡倾外，库区中下游基本为一平缓的单料构造，代表性岩层产状：NE 25°SE∠10°～25°。

坝址位于黄丝背斜东翼向北倾伏的部位，坝址岩层产状：右岸 NW 272°～300°NE∠14°～26°；左岸 NE 60°～85°NW∠17°～28°。坝址区左、右岸主要发育四组构造裂隙。

4.2.3.3 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），工程区地震动反应谱特征周期0.35s，相应地震基本烈度为Ⅶ度。根据贵州省地震局“黔震评函[2014]16号”文批复的《贵州省福泉凤山水库工程场地地震安全性评价报告》，工程场地 50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 109.5cm/s^2（0.10g）。

4.2.4 土壤

本工程评价区主要有非地带性石灰土和地带性黄壤、水稻土及少量的潮土、山地黄棕壤、紫色土、红壤，共 7 个土类，90 个土种。土壤类型的分布与地质及地貌有着密切的关系，主要表现为垂直分布规律和区域性分布规律。随着海拔的高低自上而下形成土壤地带；海拔低于 750m 以下的丘陵地区主要分布有红壤，海拔 750~1600m 低中山山地为黄壤分布。

4.2.5 地表水

4.2.5.1 河流水系

本工程评价区涉及的地表水体包括重安江水系和瓮安河水系，水源枢纽工程区、马场坪工业园受水区、龙昌工业园区受水区均位于重安江流域；瓮安县城供水受水区位于瓮安河水系雍阳河流域。

马场坪工业园区受水区主要位于重安江支流阿里堡河两岸，龙昌工业园区受水区位于重安江支流后河两岸。

瓮安县城受水区位于瓮安河上游支流雍阳河两岸，雍阳河发源于茅坡乡花坡，自南向北流经茅坡、平定营、城关、银盏，在银盏乡岩脚桥注入瓮安河，河长 23.9km，流域面积 122km^2，平均坡降 5.31‰，多年平均流量 1.93m^3/s。

重安江集水面积在 100km^{2}以上的支流有围阻河、洗布河、浪波河、翁马河等。重安江主要河流概况见章节 2.2.2，河流基本特征见表 4.2.5-1。

表 4.2.5-1 重安江主要支流基本特征表

河流	集水面积（km^2）	河长（km）	平均比降（‰）	多年平均流量（m^3/s）
平堡河	72.5	20.4	4.31	1.44
阿里堡河	33.2	14.9	3.46	0.29
围阻河	196	24.0	6.76	3.34
后河	72.9	25.4	5.34	1.23
皮陇河	71.5	27.2	5.31	1.50
洗布河	348	63.0	3.55	6.12
浪波河	344	51.9	13.3	5.50
翁马河	242	43.9	6.3	3.52

4.2.5.2 径流

重安江流域径流由降水补给，径流特性与降水特性一致，即年际变化小而年内分配不均，径流主要集中在 4～10 月，其径流量占全年的 80.5%，汛期 4~9 月径流量占年径流总量的 73.7%，枯季径流相对平稳。根据湾水水文站 57 年径流系列统计数据比拟计算，天然情况下凤山水库坝址处多年平均流量 6.81m^3/s，10 月~次年 3 月多年平均流量 2.64m^3/s，多年平均最小月平均流量 2.12m^3/s，历年最小月流量为 1.45m^3/s。

现状坝址处流量受上游 120m 处黑塘桥水库运行调度影响，对凤山水库坝址处天然状态下的径流和黑塘桥水库运行影响后的径流成果进行比较，年内分配变化情况见表 4.2.5-2，汛枯期变化见表 4.2.5-3。

表 4.2.5-2　　黑塘桥水库运行后对天然径流年内分配影响比较表

项目	频率	月份												
		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	年
天然径流	平均流量（m^3/s）	10.5	15.6	14.1	8.2	6.1	5.4	4.5	3.1	2.6	2.8	3.3	5.3	6.8
	径流量（万 m^3）	2802	4036	3787	2188	1591	1457	1169	822	694	665	870	1384	21470
	占全年（%）	13.0	18.8	17.6	10.2	7.4	6.8	5.4	3.8	3.2	3.1	4.1	6.4	100.0
黑塘桥运行后	平均流量（m^3/s）	9.1	14.1	12.1	6.3	5.3	4.6	3.6	2.0	1.6	1.8	2.1	4.5	5.6
	径流量（万 m^3）	2427	3644	3244	1679	1379	1237	936	546	421	426	573	1166	17678
	占全年（%）	13.7	20.6	18.3	9.5	7.8	7.0	5.3	3.1	2.4	2.4	3.2	6.6	100.0
流量变化比例		-13.4	-9.7	-14.4	-23.3	-13.4	-15.1	-20.0	-33.6	-39.4	-36.0	-34.2	-15.7	-17.7

表 4.2.5-3　　黑塘桥水库运行后对径流汛枯期变化影响比较表

项目	天然状态		黑塘桥水库运行后		变化	
	4 月-9 月	10 月-3 月	4 月-9 月	10 月-3 月	4 月-9 月	10 月-3 月
流量（m^3/s）	10	3.6	8.6	2.6	-1.4	-1
径流量(万 m^3)	15792	5678	13539	4139	-2253	-1539
占全年（%）	73.6	26.4	76.6	23.4	3.0	-3.0

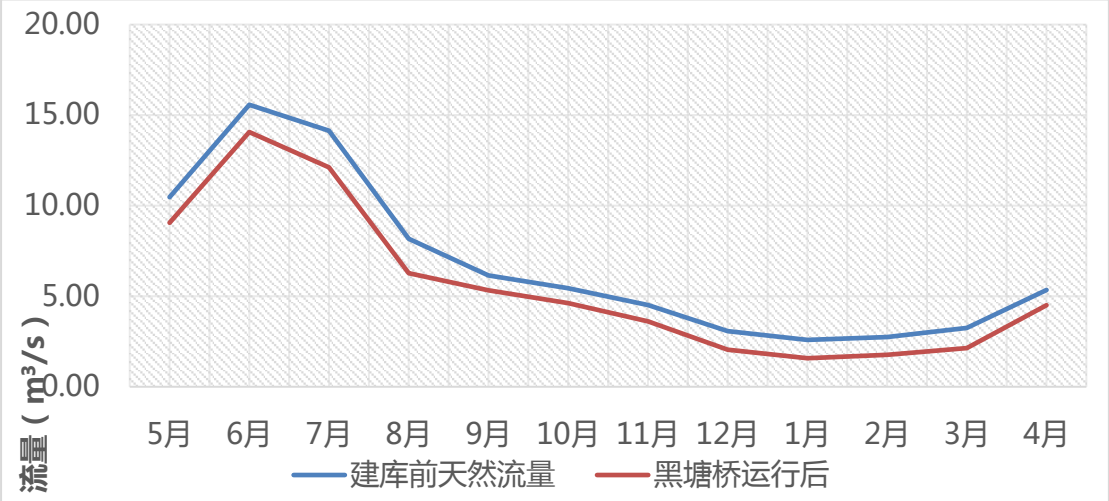


图 4.2.5-3　黑塘桥水库运行后对天然状态下年径流的影响对比图

从以上图表可知，黑塘桥水库的运行改变了河流天然状态年内径流量和径流分布，但由于黑塘桥水库取水量、库容及调节能力较小，坝址基本维持了河流天然状态径流年内分布。

4.2.5.3 洪水

重安江流域洪水主要为山区雨源型洪水，汛期每年 4 月份开始，10 月份结束。年最大洪水多发生在 6～7 月，约占历年实测最大洪水的 68%左右。洪水过程多为单峰，偶有双峰或复峰，这多为暴雨时程分配造成。大洪水主要由一日暴雨形成，一次洪水过程在 3 日内基本退完。

黑塘桥水库调节库容 540 万 m^3，汛期仅控制水库水位低于 863.5m 以保证大坝安全，黑塘桥水库自身防洪条件较差，水库对下游的削峰作用不明显，基本维持坝址天然洪水过程。

表 4.2.5-4　　凤山水库坝址设计洪水成果表

项目	设计频率						
	P=0.02%	P=0.05%	P=0.1%	P=0.2%	P=1%	P=10%	P=20%
W_{24h}(万 m^3)	9839	8792	8017	7256	5452	2863	2104
W_{72h}(万 m^3)	14089	12860	11890	10823	8492	5011	3901

4.2.5.4 泥沙

重安江流域上游为溶蚀、丘陵地貌，以种植水稻为主，岩溶发育，溶洞、洼地密布。上游河流泥沙含量较小，汛期泥沙含量大，未涨水时一般水色较清，特别是枯季，水质清澈见底。黑塘桥水库运行 20 年，库内淤积高程约 848m，对上

游泥沙有一定的拦蓄作用。

由于凤山坝址处未有水文监测资料，综合下游湾水水文站及黑塘桥水库运行现状复核，取凤山水库多年平均悬移质输沙模数为 220t/km^2，多年平均悬移质含沙量为 0.36kg/m^3，坝址年总输沙量 9.01 万 t，其中悬移质输沙量 7.51 万 t，推移质输沙量 1.5 万 t。

4.2.5.5 水功能区划

2015 年 2 月贵州省人民政府以“黔府函[2015]30 号”文下发《省人民政府关于贵州省水功能区划有关问题的批复》。评价范围内相关河流水功能区划见表 4.2.5-5 和表 4.2.5-6。

表 4.2.5-5 贵州省水功能一级区划登记表

序号	水功能一级区名称	所在			河流湖库	范围		长度（km）	水质目标
		流域	水系	地级行政区		起始范围	终止范围		
106	瓮安河瓮安开发利用区	长江	乌江	黔南州	瓮安河	福泉市高坪乡拦坳田	瓮安县江界河	70	按二级区划 67、68 执行
151	重安江麻江源头保护区	长江	洞庭湖	黔东南州、黔南州	重安江	坝芒乡岔河	黄丝镇罗家岔	10.9	II
152	重安江福泉开发利用区	长江	洞庭湖	黔南州	重安江	黄丝镇罗家岔	高梁营	59.7	按二级区划 82、83 执行
153	重安江福泉、凯里、黄平保留区	长江	洞庭湖	黔东南州、黔南州	重安江	高梁营	平良	42.3	III
154	重安江黄平开发利用区	长江	洞庭湖	黔东南州	重安江	平良	黄平县重安镇茅坪	9.3	按二级区划 84 执行
155	重安江凯里保留区	长江	洞庭湖	黔东南州	重安江	重安镇茅坪	岔河	18.8	III
156	洗布河麻江县福泉保留区	长江	洞庭湖	黔东南州	洗布河	麻江县新场乡打河	福泉市凤山镇	53	III
157	浪波河开发利用区	长江	洞庭湖	黔南州	浪波河	福泉市高石乡黄家湾	福泉市陆坪镇高梁营	51	按二级区划 85、86 执行

表 4.2.5-6 贵州省水功能二级区划登记表

序号	水功能二级区名称	所在水功能一级区	流域	水系	河流湖库	范围		长度（km）	水质目标
						起始范围	终止范围		
67	瓮安河瓮安饮用水源区	瓮安河瓮安开发利用区	长江	乌江	瓮安河	福泉市拦坳田	瓮安县杜仲河水库坝址	32	II
68	瓮安河瓮安工业、农业用水区	瓮安河瓮安开发利用区	长江	乌江	瓮安河	瓮安杜仲河水库坝址	瓮安县江界河	38	III
82	重安江福泉饮用水源区	重安江福泉开发利用区	长江	洞庭湖	重安江	黄丝镇罗家岔	马场坪黑塘桥	29.6	III
83	重安江福泉工业农业景观用水区	重安江福泉开发利用区	长江	洞庭湖	重安江	马场坪黑塘桥	高梁营	30.1	III
84	重安江黄平工业用水区	重安江黄平开发利用区	长江	洞庭湖	重安江	凯里市大风洞乡平良	重安镇茅坪	9.3	III
85	浪波河福泉饮用水源区	浪波河开发利用区	长江	洞庭湖	重安江	高石乡黄家湾	牛场镇花桥	11.4	II
86	浪波河工业、农业用水区	浪波河开发利用区	长江	洞庭湖	重安江	牛场镇花桥	陆坪镇高梁营	39.6	III

4.2.6 地下水

4.2.6.1 水文地质条件

（1）区域水文地质条件

区内地下水以碳酸盐岩类岩溶水为主，主要为大气降水补给，地下水类型多为 HCO_3—Ca·Mg 型水。

根据区域水文地质资料和水文地质调查，区域水文地质单元可划分为三级。

I 级单元位于重安江上游福泉境内河段，北以浪波河北部瓮安县与福泉市交界附近为界；西以浪波河、围阻河、鱼梁江西部边缘福泉与贵定交界附近为界；南以规忙—谷洞一线以南长江与珠江水系分水岭为界；东以麻江县以东为界。

Ⅱ级单元有三处分水岭，分别位于东南部谷洞—新寨以东一线；西部谷洞—鸡冠岭一线；北部杀牛坪—五朵梅花—吴家庄一线。该单元受河流控制不封闭。

Ⅲ级单元有两处分水岭，分别位于库区右岸的谷洞—笔架山—窝山—大坡一线；左库五朵梅花—猫猫营—道高楼—桐油坪一线。该单元与 I、II 级及重安江福泉境内段并同组成与工程区关系最密切的水文地质单元。

工程区右岸位于 III 级单元分水岭谷洞—笔架山—窝山—大坡一线以北，左岸位于 II、III 级单元分水岭杀牛坪—五朵梅花—猫猫营—望高楼—桐油坪—线以南。

北部 II 级单元分水岭杀牛坪—五朵梅花—吴家庄一线，根据地表水流向及泉水的分布特点判断，该界线既是围阻河与重安江的地表分水岭，又是地下水分水岭；该分水岭以东为碳酸盐岩岩溶水。界线南部地下水总体向南和东方向径流，最终汇入重安江。发育于其内的 III 级单元分水岭五朵梅花—猫猫营—望高楼—桐油坪一线，西部经酉阳等地汇入工程区上游；东部汇入工程区下游，该区域主要为二叠系及泥盆系质纯层厚灰岩、白云岩地层，发育有 19 号地下暗河系、新庄—燕子洞岩溶通道、猫猫营—鱼梁江岩溶通道。

南部 II 级单元分水岭谷洞—新寨以东一线，界线以北汇入重安江和重安江支流平堡河。发育于其内的 III 级单元分水岭谷洞—笔架山—窝山—大坡一线，根据地表水流向及泉水的分布特点判断，该界线既是平堡河与重安江的地表分水岭，又是地下水分水岭，界线西部汇入重安江，东部汇入平堡河，平堡河于黑塘桥下游汇入重安江。

（2）库区水文地质条件

库区地下水可划分为基岩裂隙水和碳酸盐岩岩溶水，库区为地下水补给河水，主要接受大气降雨补给，重安江及其支流平堡河为最低的排泄基准面。

基岩裂隙水主要赋存于奥陶系大湾组及志留系翁项组碎屑岩地层中，接受大气降水补给，通过岩体中的裂隙径流，以泉的形式排泄，泉水流量小且不稳定，雨季流量相对较大，枯季流量减小，甚至枯竭。

库区碳酸盐岩岩溶水分布不均一，主要赋存于岩溶管道中。补给径流区位于从地形分水岭至河谷的斜坡或缓坡地带，大气降水为地下水主要补给来源，降水通过直接入渗或汇集于洼地、再经落水洞、漏斗等垂直岩溶管道迅速转入地下，汇集于地下河，以泉、暗河的形式直接或间接向河谷排泄。地下水动态变化大，降雨后泉水流量比平时增大数倍甚至数十倍，且地下水位随降水量大小相应升降。

（3）坝址区水文地质条件

坝址区主要为基岩裂隙潜水，局部存在基岩裂隙承压水，赋存于志留系翁项组 1 段中、上部砂岩与角砾岩互层的基岩裂隙中，补给源主要是大气降水，富水性随季节变动明显，顺地势向重安江排泄，为地下水补给河水。

坝址区河床部位弱风化岩体呈中等～弱透水性，弱风化下部及微新岩体透水率均小于 5Lu；坝基部位不存在集中渗漏。两岸远端泉水出露高程均在 950m 以上，地下水位高于水库正常蓄水位；左、右岸地下水水位均低于水库正常蓄水位高程。

（4）输水线路区水文地质条件

输水线路区地下水划分为碳酸盐岩类岩溶水、碎屑岩类裂隙水、松散层孔隙水及碎屑岩类风化带裂隙水等四种类型。其中碳酸盐岩类岩溶水主要赋存于寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系及二叠系、三叠系的碳酸盐地层中，主要受大气降水补给，以暗河或泉的形式排泄于当地侵蚀基准面；碎屑岩类裂隙水赋存于志留系、泥盆系及二叠系、三叠系碎屑岩中；松散层孔隙水主要赋存于河漫滩、阶地等松散堆积物中，富水性差，水量小，地下水受大气降水与地表水的补给，向江河排泄，地下水动态随季节变化大；风化带裂隙水赋存于岩体表部风化裂隙中的潜水，水量贫乏，接受大气降水与地表水体的垂直补给，于地势低洼处汇集、排出地表。

（5）岩体透水性分析

岩体的透水性主要受风化及裂隙切割控制，坝区钻孔共进行了 191 段压水试验，各岩层不同风化程度的透水性详见表 4.2.6-1。

表 4.2.6-1　　坝址区基岩压水试验成果统计

位置	孔号	段数	风化程度	试验深度(m)	透水率平均值(Lu)	备注
左岸	FXZK1	11	弱风化	20~75	8.5	弱透水
		15	微新~新鲜	75~150	2.9	弱透水
	FXZK4	2	强风化	5~15	32.5	中等透水
		3	弱风化	15~30	31.4	中等透水
	FXZK7	3	强风化	10~25	11	中等透水
		4	弱风化	25~45	2.3	弱透水
		21	微新~新鲜	45~150	1.3	弱透水
	FXZK8	3	弱风化	30~45	18.5	中等透水
		13	微新~新鲜	45~110	3.1	弱透水
河床	FXZK2	9	微新~新鲜	47~92	1.5	弱透水
	FXZK6	3	弱风化	10~25	17.8	中等透水
		13	微新~新鲜	25~90	4.8	弱透水
右岸	FXZK3	4	弱风化	30~45	1.3	弱透水
		19	微新~新鲜	45~145	2.0	弱透水
	FXZK5	5	弱风化	5~30	24.2	中等透水
		4	微新~新鲜	30~50	4.3	弱透水
	FXZK9	1	强风化	20~25	3.3	弱透水
		8	弱风化	25~65	5.0	弱透水
		13	微新~新鲜	65~130	2.8	弱透水
	FXZK10	6	弱风化	15~45	5.2	弱透水
		31	微新~新鲜	45~200	1.5	弱透水

强风化岩体钻孔压水试验成果较少，从已取得的压水试验成果来看，透水率平均值存在一定的差异，最大为 36Lu，属于中等透水。

弱风化岩体不同部位钻孔压水试验结果差异较大，总体属于弱透水～中等透水范围，河床以弱透水性为主，左岸和右岸则多具弱～中等透水性。微新～新鲜岩体钻透水率多小于 3Lu，总体属于微透水～弱透水，透水率随深度增加有减小趋势。局部破碎带位置透水率较大，具中等透水性。

坝址左岸岸坡段 FXZK1 附近以及河床钻孔 FXZK6 附近存在透水率较大（>10Lu）的条带，不连续分布，左坝肩附近条带向坝肩外侧延伸长度约 50~60m；河床部位存在 2 条不连续分布透水率较大（>10Lu）的条带，推测该条带向坝肩外侧延伸长度约 60~70m；厚度一般为 3~5m，右坝肩底部存在着一条厚 5~10m，渗透性中等（3Lu≤q<10Lu），呈条带状展布，推测向外延伸约 150m。

综合判断坝肩岩体强风化岩体透水性应较强，坝基以弱风化中下部～微新～新鲜岩体为主，岩溶不发育，渗漏问题应不大。

（6）地下水动态分析

工程区内地下水以碳酸盐岩类岩溶水为主，主要为大气降水补给。坝址区地下水位受降雨影响较大，含水岩层富水性随季节变动明显。

工程坝址区两岸地下水位高于河水位，为地下水补给河水，对现场进行了水文地质条件调查，获得了钻孔的地下水位，见表 4.2.6-2。

表 4.2.6-2　　评价区地下水水位统计信息

位置	钻孔编号	孔口高程(m)	地下水水位埋深(m)	地下水高程(m)	观测日期
左坝肩	FSZK1	1008.17	118.22	889.95	2014.11.02
	FXZK1	942.36	62.59	879.54	2014.11.26
	FXZK7	950.14	78.9	871.24	2015.12.20
	FXZK8	869.47	23.16	846.31	2015.12.04
河床	FSZK2	862.35(水面)	-	-	水上孔
	FXZK2	846.96	1.25	845.71	2014.11.04
	FXZK6	845.78	0.23	845.55	2014.11.24
右坝肩	FSZK3	920.35	56.80	863.55	2014.11.11
	FXZK3	942.09	75.30	866.79	2014.11.17
	FXZK9	919.25	49.22	870.03	2015.12.06
	FXZK10	986.69	108.9	877.79	2016.01.20
下坝址坝轴线河水水位				845.55	2014.11.01

2016 年 5 月 13 日~14 日，河海大学委托贵州益源心承环境检测有限公司对评价区内的主要泉点进行了地下水位监测，监测结果见表 4.2.6-3。

表 4.2.6-3　　评价区地下水水位监测结果

位置	编号	地理位置	取水口位置		地下水位（m）
			E	N	
库区及枢纽区	FS 03	碓桠坡	107°30′6.40"	26°36′28.87"	899
	FS 04	古旺村	107°29′45.33"	26°36′8.31"	911
	FS 05	锥娅坡	107°30′4.20"	26°36′17.75"	905
	FS 06	桐油坪	107°29′41.79"	26°36′54.10"	932
	FS 07	上甲	107°28′35.54"	26°36′27.62"	950
	FS 08	鱼酉村	107°27′21.35"	26°36′30.53"	911
	FS 09	大冲	107°23′13.39"	26°35′1.54"	1042
	FS 10	下院组	107°25′46.41"	26°35′50.85"	935
	FS 11	下甲沙	107°28′8.92"	26°36′20.68"	929
	FS 21	枢纽区	107°34′56"	26°35′32"	913

位置	编号	地理位置	取水口位置		地下水位（m）
			E	N	
	FS 22		107°33′33"	26°36′4"	920
	FS 23		107°33′26"	26°35′2"	916
	FS 24		107°31′43"	26°36′49"	931
	FS 25		107°31′8"	26°36′54"	908
	FS 26		107°30′58"	26°37′7"	940
输水线路区	FS 01	平堡村	107°31′45.46"	26°37′12.26"	920
	FS 02	老沙田	107°31′23.52"	26°36′11.88"	1156
	FS 12	都田村	107°32′42.86"	26°39′21.79"	948
	FS 13	金竹坪	107°32′51.52"	26°37′18.63"	945
	FS 14	高寨坪	107°34′15.93"	26°39′11.42"	915
	FS 15	红岩村	107°37′7.47"	26°39′18.94"	855
	FS 16	腊田坝	107°36′48.88"	26°38′28.53"	790
	FS 17	东南街村	107°27′23.65"	26°53′34.86"	1110
	FS 18	章阁村	107°33′40.65"	26°55′59.69"	1180
	FS 19	班鸠寨	107°25′39.09"	26°59′16.86"	1093
	FS 20	罗家营村	107°25′36.95"	26°58′1.00"	1145
	FS 27	发财洞	107°33′52.64"	26°40′7.53"	740

4.2.6.2 主要井（泉）分布

区域主要井、泉点的分布及利用统计情况可见表 4.2.6-4。

表 4.2.6-4　　区域主要泉点分布及利用统计情况

工程部位	序号	地理位置	高程（m）	取水口位置		距离线路的距离(m)		开发利用状况
				X	Y	水平距离	垂直距离	
库区及枢纽区	1	大冲村	1042	107°23′13.39"	26°35′1.54"	库区		泉口建有政府监管的饮用水源保护站，抽水供给附近村民饮用，流量约 1-10L/s
	2	永安村下院	935	107°25′46.41"	26°35′50.85"			泉口修葺，作为下院组村民主要的生产、生活水源
	3	鱼酉村	911	107°27′21.35"	26°36′30.53"			共有三个泉点，总流量约 100 L/s，泉口修葺，作为鱼酉村村民主要的生产、生活水源
	4		881	107°27′21.35"	26°36′30.53"			
	5		890	107°27′36.86"	26°36′34.28"			
	6	下甲沙	929	107°28′8.92"	26°36′20.68"			泉口修葺，作为下甲沙组村民主要的生产、生活水源，泉水清澈，常年不断流，流量约 1-10L/s
	7	上甲村	950	107°28′35.54"	26°36′27.62"			泉口经修葺、建有水井，作为上甲村村民组主要的生产、生活水源
	8	古旺村	911	107°29′45.33"	26°36′8.31"			泉口修葺，作为古旺村附近村民的生活水源，约 1L/s
	9	碓桠坡	899	107°30′6.40"	26°36′28.87"			作为碓桠坡附近村民的生活水源，流量约 1L/s
	10	桐油坪	932	107°29′41.79"	26°36′54.10"	近枢纽区		泉口修葺，作为桐油坪村民组附近村民的生活水源，村里有两口井，下雨水源充沛，不下雨较缺水，约 1-10L/s
输水线路区	11	老沙田	1156	107°31′23.52"	26°36′11.88"	1207	299	泉口修葺、建有水井，作为老沙田村民组主要的生产、生活水源，约 10L/s
	12	金竹村	945	107°32′51.52"	26°37′18.63"	406	88	泉口修葺，作为附近金竹坪等村民的生活用水，约 1-10L/s
	13	都田村	948	107°32′42.86"	26°39′21.79"	1642	91	泉口修葺，作为都田村民组主要的生产、生活水源，靠近瓮福渣场，但水源未被渣场水污染，约 10-20L/s
	14	高寨村	915	107°34′15.93"	26°39′11.42"	912	58	泉口修葺，作为附近高寨坪村民组等村民的生活用水，约 1-10L/s

工程部位	序号	地理位置	高程（m）	取水口位置		距离线路的距离(m)		开发利用状况
				X	Y	水平距离	垂直距离	
	15	平堡村	986	107°32'29.8"	26°36'37.9"	1065	129	在隧洞附近已建水厂及供水设施，抽平堡河水（应急用），泉水下雨变浑浊，作为附近平堡村民组等村民的生活、生产和饮用水源，约 20-50L/s
	16	东南街村	1110	107°27′23.65"	26°53′34.86"	1339	管线区	泉口经修葺、建有水渠，泉水没断过，作为东南街村村民的生产和生活水源，约 1L/s
	17	杨柳坝村	1093	107°26'30.6"	26°57'08.5"	200		泉口修葺，属于清泉井，在水田中，水田中有污染，附近村民的生产、生活水源
	18	沙子坎村	1170	107°25′38"	26°58′32"	100	10	瓮安无压隧洞隧洞入口处，约 1L/s
	19	小溪村	1145	107°26'19.8"	26°55'54.6"	100		作为小溪村附近村民的生活水源

4.3 水生生态

我院委托贵州省水产研究所开展本工程水生生态影响专题研究，对评价河段进行了水生生态现状调查，于 2017 年 7 月编制完成了贵州省黔南州凤山水库工程水生生物专题调查研究报告。

4.3.1 历史研究及调查成果

重安江规模较小，历史上重安江流域基本未开展过系统的水生生态调查。结合现场访问、历史资料等收集分析，历史上在上世纪 50 年代，重安江尚未开发、水利水电工程尚未建设的时候，重安江鱼类资源较为丰富，其中清水江上游及其支流以泥鳅、鲫、鲤、麦穗鱼、蛇鮈、马口鱼、宽鳍鱲、大眼华鳊、瓣结鱼、棒花鱼、唇鲮、斑鳠、粗唇鮠为广泛分布鱼类。

4.3.2 调查时间、方法和断面

（1）调查时间和方法

贵州省水产研究所于 2016 年 3 月和 7 月对评价河段进行了 2 期水生生态现状调查。水生生态的调查方法按照《水库渔业资源调查规范》（SL 167-2014）、《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》、《河流水生生物调查指南》、《内陆水域渔业自然资源调查手册》和《淡水浮游生物研究方法》等进行现场调查、采样和检测。

（2）调查断面

水生生物调查布设 10 个断面，各采样断面的理化条件见表 4.3.2-1。鱼类调查范围为重安江流域。

表 4.3.2-1　　各采样断面理化性质一览表

采样断面		位置 GPS		水温℃	透明度	流速 m/s	底质	生境
W1	干流库尾以上	E107°22′20	N26°32′58	17.8	1.0	0.30	卵石、岩石	流水
W2	黑塘桥坝前库区内	E107°30′7	N26°36′18	19.1	1.4	0.15	泥、沙	缓流
W3	黑塘桥坝址下游 500m	E107°30′31	N26°36′41	18.8	1.2	0.25	卵石、岩石	流水
W4	鸭爪坝坝址上游	E107°34′20	N26°40′26	20.3	0.3	0.20	砾石	流水
W5	漩水湾坝址上游	E107°53′39	N26°46′20	19.6	0.8	0.25	卵石、岩石	流水
W6	湾水水文站流水河段	E107°59′49	N26°44′39	18.5	1.6	0.30	卵石、泥	流水
W7	支流黄丝	E107°31′6	N26°42′4	19.4	0.8	0.25	卵石	流水
W8	支流洗布河上游 2km	E107°38′49	N26°40′48	19.7	1.5	0.40	岩石、卵石	流水

采样断面		位置 GPS		水温℃	透明度	流速m/s	底质	生境
W9	支流浪波河上游2km	E107°41′1	N26°48′2	18.5	1.4	0.20	砾石泥、沙	流水
W10	清水江旁海镇断面	E107°43′43	N26°44′12	20.2	2.0	0.35	卵石、岩石	流水

4.3.3 水生生境

4.3.3.1 生境概况

重安江主河道全长 141km，河道平均比降 4.48‰，河口处多年平均流量 48.70m³/s。主要支流有平堡河、阿里堡河、后河、围阻河、皮陇河、浪波河等，支流的生境情况主要见章节 2.2.2 支流水资源规划及现状。重安江从上游至下游干流水生生境特征情况如下：

（1）黑塘桥水库库尾以上河段

黑塘桥水库库尾以上全长 36km，区间河段呈“S”型弯曲，地形起伏缓和，总体为西南往东北流，河床宽 20～90m，平均比降 3.91‰，区间没有较大支流汇入。

自黑塘桥库尾以上 13km 处（即规划的凤山水库库尾）至坝芒镇约 23km 干流河段已建了 26 座滚水坝，各滚水坝建设年代较早，功能主要为灌溉、景观、交通，各滚水坝间距离多在 2km 以内，坝高多为 2m 以下。黑塘桥水库库尾以上河段滚水坝密度很大，生境已破碎化。

表 4.3.3-1　　黑塘桥水库库尾以上河段已建滚水坝概况

序号	滚水坝	与黑塘桥库尾距离（km）	与凤山库尾距离（km）	坝高（m）	功能
1	上游1#坝	13.0	0	3	景观
2	上游2#坝	13.75	0.75	2.5	景观
3	上游3#坝	14.75	1.75	2	交通
4	上游4#坝	15.5	2.5	2	灌溉、交通
5	上游5#坝	15.7	2.7	3	灌溉
6	上游6#坝	16.7	3.7	2	灌溉
7	上游7#坝	19.2	6.2	1	灌溉、交通
8	……				



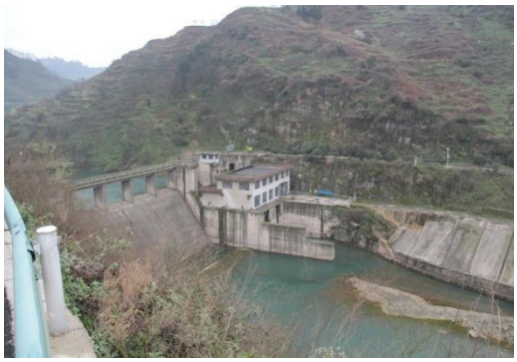
重安江上游1#坝（库尾）



重安江上游2#坝

（2）黑塘桥水库库区

黑塘桥水库正常蓄水位回水长度约 4.3km，河床平均宽 60m，河谷为深切“U”字型横向河谷。由于大坝拦河蓄水，库区已呈静缓流水体，平均水深 14m，水体透明度 2.0～3.0m。



黑塘桥水库坝址下游



黑塘桥水库坝址及库区

（3）黑塘桥水库坝址～跨岩电站坝址

黑塘桥坝址至下游跨岩电站坝址处区间河段长 3km，平均河宽 20～50m，河道平均比降 3.42‰，平均水深 1m~2m。河流两岸多为悬崖峭壁，沿河有漫滩、河心洲分布，河流底质主要为卵、砾石，水质较好，受外源污染物影响较少，区间有平堡河汇入。

跨岩电站利用高差 1.5m，回水长度约 700m，无调节性能。跨岩库尾至黑塘桥坝址河段保留有约 2.3km 天然流水河段。

（4）跨岩电站至河口段

跨岩坝址至河口段全长 98km，区间分布的支流有阿里堡河、围阻河、后河、皮陇河、洗布河、浪波河、翁马河等。该河段自南向北流经三江口后转向东，经君田坝、羊昌河村后与洗布河汇合，转向东北流经龙洞、高粱营，再与翁马河汇合转向东南，流经重安镇和湾水镇，至凯里市桐木乡汇入清水江干流。

自跨岩坝址至大石板电站河段两岸为悬崖峭壁，山谷狭窄呈“V”型，河流湍急，底质以砾石为主，河道多为 20～50m 之间，水深较深；大石板电站以下河段地形逐渐平缓，区间河段地形较重安江干流中上游平缓，平均比降 4.74‰，水面宽窄不一，各电站库尾以上的流水河段较长，河流漫滩多见、河心洲零星分布，底质以卵、砾石为主。受福泉市上游生活生产废水以及磷化工企业渣场渗漏的影响，该段大部分河段总磷、氟化物超标严重，近几年监测结果表明，水质总体为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）劣Ⅴ类水质标准。

表 4.3.3-2　　跨岩坝址至河口干流天然流水生境保留概况

序号	电站/滚水坝	建成运行年代	回水长度（km）	库尾以上保留天然流水河段（km）
1	1#滚水坝	-	-	1.0
2	烂木桥	1969年	1.0	1.0
3	2#滚水坝	-	-	1.2
4	鸭爪坝	1971年	2.6	1.4
5	鱼洞河	1979年	1.6	0
6	苦竹塘	1978年	1	5
7	龙吃水	1979年	2	1.2
8	桥边	-	0.2	1.4
9	大石板	1980年	1	1.17
10	团滩河	1998年	2.6	4.9
11	手爬岩	1980年	8.09	16.91
12	漩水湾	2007年	2.6	9



跨岩电站下游 1km 处生境



三江汇口



麻哈峡谷河段



重安镇河段

4.3.3.2 流域生态功能区定位

清水江是沅江水系重要支流，受三板溪、卦治等水电梯级影响，清水江中上游鱼类与沅水水系其他水域鱼类遗传交流、迁移受阻。重安江作为清水江上游一级支流，为清水江上游鱼类的重要栖息水域。

重安江现状已建成黑塘桥、跨岩、烂木桥、鸭爪坝、鱼洞河等 12 级水利水电工程，主要集中在重安江上中游，重安江下游尚仍存在流水生境，但由于重安江中下游水质较差，总体为劣 V 类，受梯级水利水电开发和水质等方面的影响，鱼类栖息繁衍受到较大影响，资源数量已明显减少；重安江与清水江干流分布的鱼类类群交流是有限的。此外，根据现场调查，重安江干流没有发现产漂流性卵鱼类分布，鱼类主要产粘沉性卵，尤其粘砾石、砂石等基质种类较多，适宜产卵生境分布广泛，主要分布于支流，但没有较大规模的产卵场。

因此，鉴于现状重安江流域水生生态系统所具备的功能有限，流域有关规划及规划环评在水生生态保护方面对重安江流域提出加强流域生态保护和修复，确保水生生物重要生态通道的连通性、流域生态环境质量不断改善，对存在流水生境的河段应作为优先保护水域，予以重点保护，禁止开发活动。

4.3.4 浮游植物

4.3.4.1 种类组成

本工程评价河段共检出浮游植物 7 门 106 种，种类数目隶属门类由多到少的排列顺序为：硅藻门 > 绿藻门 > 蓝藻门 > 裸藻门 > 隐藻门 > 甲藻门 > 金藻门。其中硅藻门 58 种，占检出总数的 54.72%；绿藻门 19 种，占检出总数的 17.92%；蓝藻门 14 种，占 13.21%；裸藻门 6 种，占 5.66%。

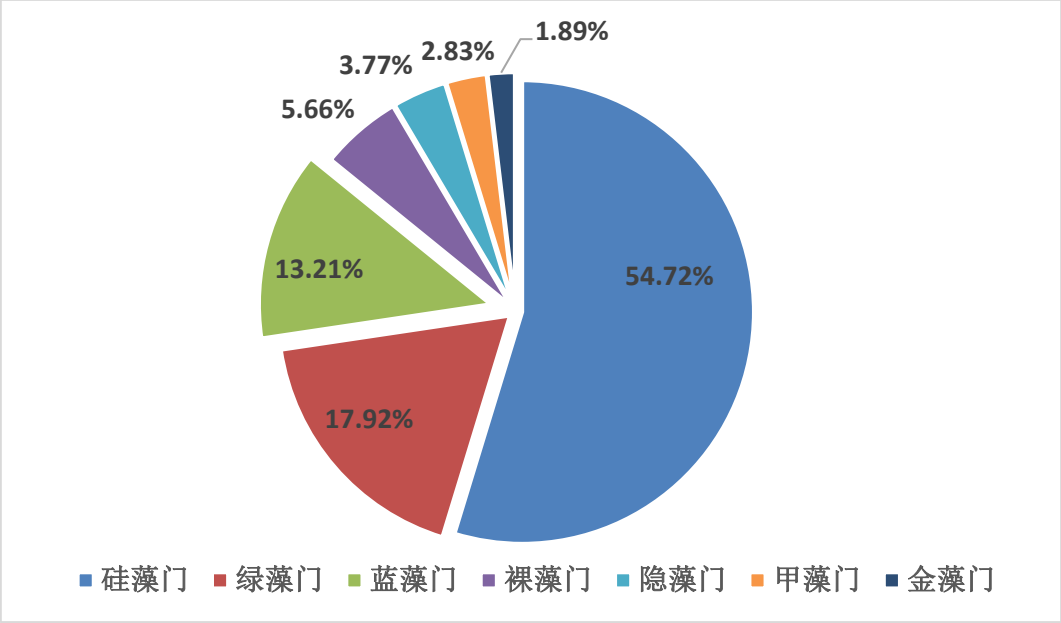


图 4.3.4-1　浮游植物种类组成比例图

评价河段浮游植物种类存在一定的空间差异，浮游植物种类在 48～87 种之间。黑塘桥库区、鸭爪坝坝址上游及漩水湾坝址上游河段浮游植物种类分别为 87 种、76 种及 67 种，明显多于其余河段，其中黑塘桥库区浮游植物最为丰富，硅藻门 49 种，占评价河段硅藻门总种数的 84.48%；绿藻门 16 种，占评价河段绿藻门总种数的 84.21%；蓝藻门 12 种，占评价河段蓝藻门总种数的 85.71%。各断面浮游植物种组成见表 4.3.4-1。浮游植物名录见附录。

表 4.3.4-1　　各断面浮游植物种类组成

采样断面	蓝藻门	隐藻门	甲藻门	金藻门	硅藻门	裸藻门	绿藻门	合计
W1 干流库尾以上	8	2	2	0	36	2	11	61
W2 黑塘桥库区	12	3	2	1	49	4	16	87
W3 黑塘桥坝址下游 500m	8	2	1	0	32	1	10	54
W4 鸭爪坝坝址上游	9	2	2	1	44	3	15	76
W5 漩水湾坝址上游	9	2	1	2	36	3	14	67
W6 湾水水文站段	6	1	1	0	29	2	9	48
W7 支流后河	8	2	1	0	34	1	9	55
W8 浪波河上	7	1	1	0	30	2	9	50

采样断面	蓝藻门	隐藻门	甲藻门	金藻门	硅藻门	裸藻门	绿藻门	合计
游 2km								
W9 翁马河上游 2km	4	1	1	0	42	2	8	58
W10 清水江旁海镇	7	3	1	0	37	2	9	59
种类合计	14	4	3	2	58	6	19	106

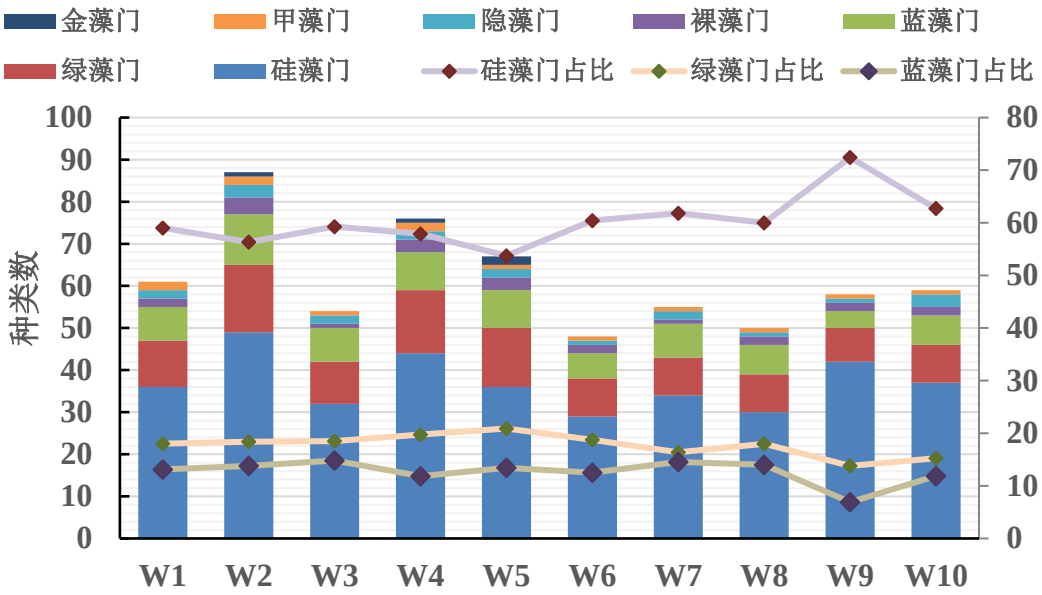


图 4.3.4-2　评价河段各断面浮游植物种类分布图

4.3.4.2 现存量

（1）密度

评价河段浮游植物密度为 3.056～5.307×10^{4}cells/L，平均密度为 4.304×10^{4}cells/L。其中硅藻门平均密度为 2.480×10^{4}cells/L，占浮游植物总密度的 57.61%；绿藻门平均密度为 0.923×10^{4}cells/L，占 21.43%；蓝藻门平均密度为 0.653×10^{4}cells/L，占 15.17%。评价河段浮游植物平均密度排序为：硅藻门＞绿藻门＞蓝藻门＞裸藻门＞甲藻门＞隐藻门＞金藻门。

6 个干流断面浮游植物平均密度为 4.842×10^{4}cells/L，干流各断面除湾水水文站较小外（3.822×10^{4}cells/L），其余重安江干流浮游植物平均密度均显著大于支流河段。3 条支流浮游植物平均密度为 3.307×10^{4}cells/L，其中支流后河浮游植物密度最小。清水江干流浮游植物密度介于重安江干流和重安江支流之间。在浮游植物密度组成上，黑塘桥库区、鸭爪坝坝址上游及漩水湾坝址上游河段的蓝藻门密度占比大于支流。各断面浮游植物的密度见表 4.3.4-2 及图 4.3.4-3。

表 4.3.4-2　　各断面浮游植物密度组成　　单位：10^4cells/L

采样断面	采样时间	蓝藻门	隐藻门	甲藻门	金藻门	硅藻门	裸藻门	绿藻门	合计	平均
W1 干流库尾以上	3 月	0.6813	0.023	0.0284	0	2.6791	0.1078	0.9276	4.4472	5.06
	7 月	0.9427	0.033	0.0421	0	3.1687	0.31	1.1762	5.6727	
W2 黑塘桥坝库区	3 月	0.7245	0.0086	0.0416	0.0074	2.4738	0.3157	0.9473	4.5189	5.1658
	7 月	0.9903	0.0174	0.053	0.0092	3.2278	0.3781	1.1369	5.8127	
W3 黑塘桥坝址下游 500m	3 月	0.5128	0.0084	0.089	0	2.6834	0.0318	0.0918	3.4172	4.4834
	7 月	0.634	0.0102	0.097	0	2.9252	0.0334	1.8497	5.5495	
W4 鸭爪坝坝址上游	3 月	0.9782	0.0219	0.0473	0.0107	2.4789	0.1498	1.0924	4.7792	5.2136
	7 月	1.2094	0.0259	0.0511	0.0123	2.8255	0.1978	1.326	5.648	
W5 漩水湾坝址上游	3 月	0.9023	0.0106	0.0299	0.0102	2.6013	0.1509	1.0829	4.7881	5.3074
	7 月	1.0963	0.0138	0.0377	0.0008	3.1391	0.2059	1.3347	5.8283	
W6 湾水水文站段	3 月	0.4892	0.0087	0.0812	0	1.9962	0.0297	0.9123	3.5173	3.8218
	7 月	0.5544	0.0099	0.094	0	2.4032	0.0355	1.0293	4.1263	
W7 支流后河	3 月	0.2891	0.0091	0.0339	0	1.5827	0.2581	0.7168	2.8897	3.0557
	7 月	0.3269	0.0101	0.0389	0	1.6593	0.3271	0.8594	3.2217	
W8 支流浪波河上游 2km	3 月	0.326	0.0082	0.0364	0	1.968	0.1499	0.6214	3.1099	3.3483
	7 月	0.31	0.0114	0.0424	0	2.4314	0.1607	0.6308	3.5867	
W9 支流翁马河上游 2km	3 月	0.4378	0.0032	0.0812	0	2.0347	0.1124	0.6109	3.2802	3.5169
	7 月	0.5294	0.0038	0.094	0	2.3647	0.0882	0.6735	3.7536	
W10 清水江旁海镇	3 月	0.527	0.007	0.0912	0	2.168	0.206	0.6813	3.6805	4.0714
	7 月	0.594	0.0086	0.1062	0	2.7832	0.2194	0.7509	4.4623	
平均		0.6528	0.0126	0.0608	0.0025	2.4797	0.1734	0.9226	4.3044	
所占比例（%）		15.17	0.29	1.41	0.06	57.61	4.03	21.43	100	

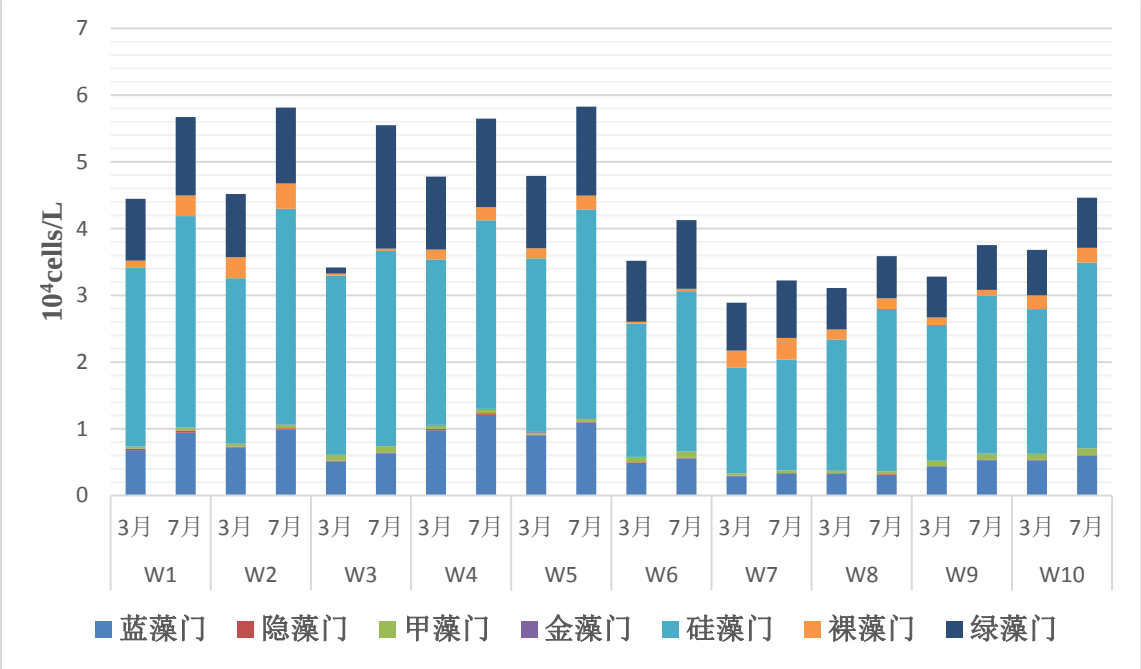


图 4.3.4-3　评价河段各断面浮游植物密度分布图

（2）生物量

评价河段浮游植物平均生物量为 1.8605mg/L，生物量组成以硅藻门、绿藻门和甲藻门为主，其中硅藻门平均生物量为 1.049 mg/L，占总生物量的 56.40%；绿藻门平均生物量为 0.277mg/L，占 14.88%；蓝藻门平均生物量为 0.307mg/L，占 16.49%，其余门类所占比例较小。评价河段浮游植物生物量排序为：硅藻门＞蓝藻门＞绿藻门＞甲藻门 > 裸藻门 > 隐藻门 > 金藻门。

评价河段干流浮游植物生物量明显高于支流河段，其中干流平均生物量为 2.090mg/L，干流不同河段间的浮游植物生物量存在一定差异，黑塘桥库区、鸭爪坝坝址上游及漩水湾坝址上游河段生物量较高，黑塘桥坝下、湾水水文站河段生物量较低。支流平均生物量为 1.427mg/L，后河生物量最低（1.305mg/L）。在浮游植物生物量组成上，黑塘桥库区、鸭爪坝坝址上游及漩水湾坝址上游河段的蓝藻门密度占比大于支流。各断面浮游植物生物量组成对比见表 4.3.4-3 及图 4.3.4-4。

表 4.3.4-3　　各断面浮游植物生物量组成　　单位： mg/L

采样断面	采样时间	蓝藻门	隐藻门	甲藻门	金藻门	硅藻门	裸藻门	绿藻门	合计	平均
W1 干流库	3 月	0.3203	0.0606	0.0451	0	1.1337	0.0557	0.2783	1.8937	2.1475

尾以上	7 月	0.4432	0.0869	0.0669	0	1.3409	0.1602	0.3032	2.4013	
W2 黑塘桥坝库区	3 月	0.3406	0.0227	0.0661	0.0237	1.0468	0.1631	0.2842	1.9472	2.2379
	7 月	0.4656	0.0458	0.0842	0.0294	1.3659	0.1954	0.3411	2.5274	
W3 黑塘桥坝址下游500m	3 月	0.2411	0.0221	0.1414	0	1.1355	0.0164	0.0275	1.584	1.9072
	7 月	0.2964	0.0269	0.1541	0	1.2308	0.0173	0.5049	2.2304	
W4 鸭爪坝坝址上游	3 月	0.4599	0.0577	0.0752	0.0342	1.049	0.0774	0.3277	2.0811	2.2164
	7 月	0.4686	0.0682	0.0812	0.0394	1.1956	0.1029	0.3958	2.3517	
W5 漩水湾坝址上游	3 月	0.4242	0.0279	0.0475	0.0326	1.1008	0.078	0.3249	2.0359	2.2161
	7 月	0.5154	0.0364	0.0599	0.0026	1.2753	0.1064	0.4003	2.3963	
W6 湾水水文站段	3 月	0.23	0.0229	0.129	0	0.8447	0.0153	0.2737	1.5156	1.8125
	7 月	0.2606	0.0261	0.1497	0	1.3369	0.0183	0.3178	2.1094	
W7 支流后河	3 月	0.1359	0.024	0.0539	0	0.6697	0.1334	0.215	1.2319	1.3047
	7 月	0.1537	0.0266	0.0618	0	0.7021	0.169	0.2578	1.371	
W8 支流浪波河上游2km	3 月	0.1533	0.0216	0.0578	0	0.8328	0.0775	0.1864	1.3294	1.4491
	7 月	0.1457	0.03	0.0674	0	1.0289	0.083	0.1892	1.5442	
W9 支流翁马河上游2km	3 月	0.2058	0.0084	0.129	0	0.861	0.0581	0.1833	1.4456	1.5266
	7 月	0.2489	0.01	0.1493	0	1.0006	0.0456	0.202	1.6564	
W10 清水江旁海镇	3 月	0.2478	0.0184	0.1449	0	0.9174	0.1064	0.2044	1.6393	1.7869
	7 月	0.2793	0.0227	0.1687	0	1.1242	0.1143	0.2253	1.9345	
平均		0.3069	0.0332	0.0966	0.008	1.0493	0.0896	0.2768	1.8604	
所占比例（%）		16.49	1.79	5.19	0.43	56.40	4.82	14.88	100.00	

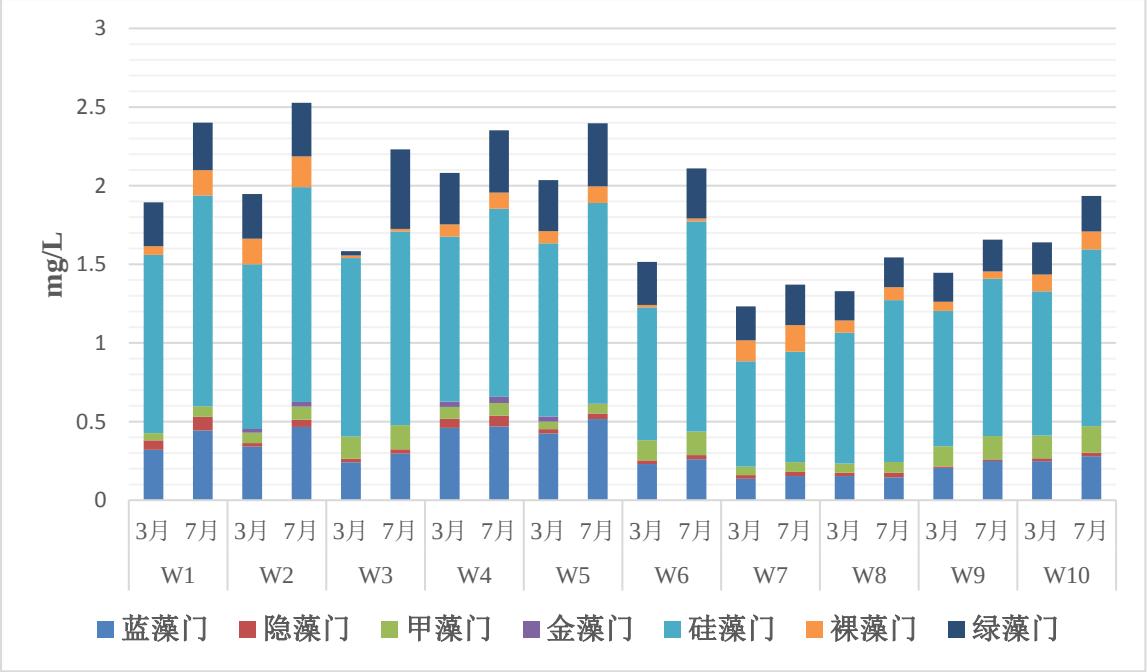


图4.3.4-4　评价河段各断面浮游植物生物量分布图

4.3.4.3 浮游植物现状评价

评价河段共检出浮游植物7门106种。浮游植物的种类、密度及生物量在评价河段呈现一定的空间差异。由于重安江干流已建12级水利水电梯级，库区流水较缓、营养盐含量更高，为浮游植物提供了较为适宜的生境条件，浮游植物分布上以重安江干流的黑塘桥库区、鸭爪坝坝址上游及漩水湾坝址上游河段较为丰富，在浮游植物组成上蓝藻门占比也较天然流水河段高，而支流河段浮游植物种类及现存量较贫乏。受生活污染源及上游来流营养物质的输入影响，各支流浮游植物组成及分布随着沿程汇入逐渐增大。

4.3.5 浮游动物

4.3.5.1 种类组成

调查区域共检出浮游动物 4 门 78 种。其中，原生动物 36 种，占检出总数的 46.15%；轮虫 31 种，占检出总数的 39.74%；枝角类 7 种，占检出总数的 8.97%；桡足类 4 种，占检出总数的 5.13%。浮游动物中原生动物比例最大，其次是轮虫，枝角类和桡足类较少。检出浮游动物的种类数的顺序排列为原生动物＞轮虫＞枝角类＞桡足类。

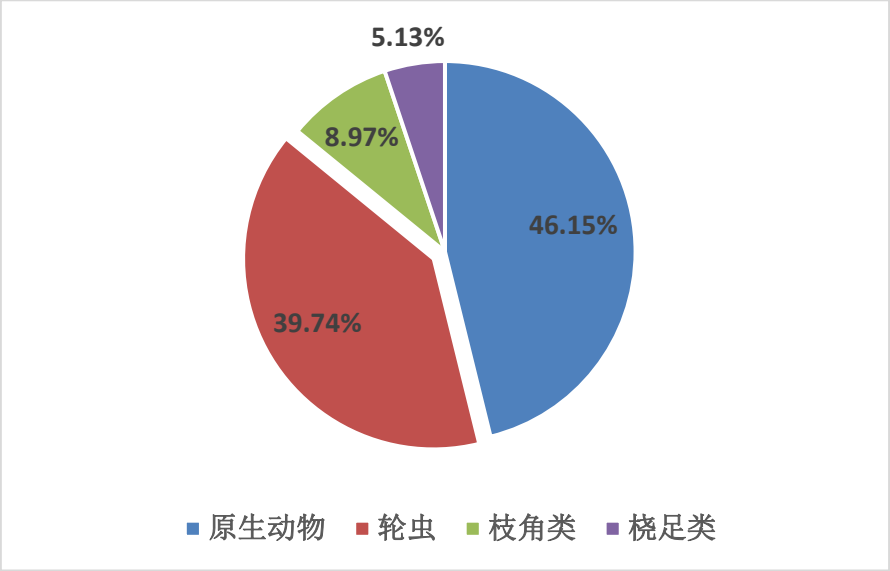


图 4.3.5-1　评价河段浮游动物种类组成比例图

评价河段浮游植物种类存在一定的空间差异，浮游动物种类在 31～44 种之间。黑塘桥库区、鸭爪坝坝址上游及漩水湾坝址上游河段浮游动物种类分别为 44 种、54 种及 67 种，明显多于其余河段，其中漩水湾坝址上游河段浮游动物最为丰富，原生动物 25 种，占评价河段原生动物总种数的 69.44%；轮虫 23 种，占评价河段轮虫总种数的 74.19%。各断面浮游动物种类组成见表 4.1.5-1。

表 4.3.5-1　　各断面浮游动物种类组成

采样断面	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
W1 干流库尾以上	15	12	2	2	31
W2 黑塘桥坝库区	21	16	5	2	44
W3 黑塘桥坝址下游 500m	17	13	4	2	36
W4 鸭爪坝坝址上游	26	21	5	2	54
W5 漩水湾坝址上游	25	23	4	3	55
W6 湾水水文站段	17	14	3	2	36
W7 支流后河	19	17	4	2	42
W8 支流浪波河上游 2km	19	15	4	2	40
W9 支流翁马河上游 2km	18	19	4	2	43
W10 清水江旁海镇	19	15	4	2	40
种类合计	36	31	7	4	78

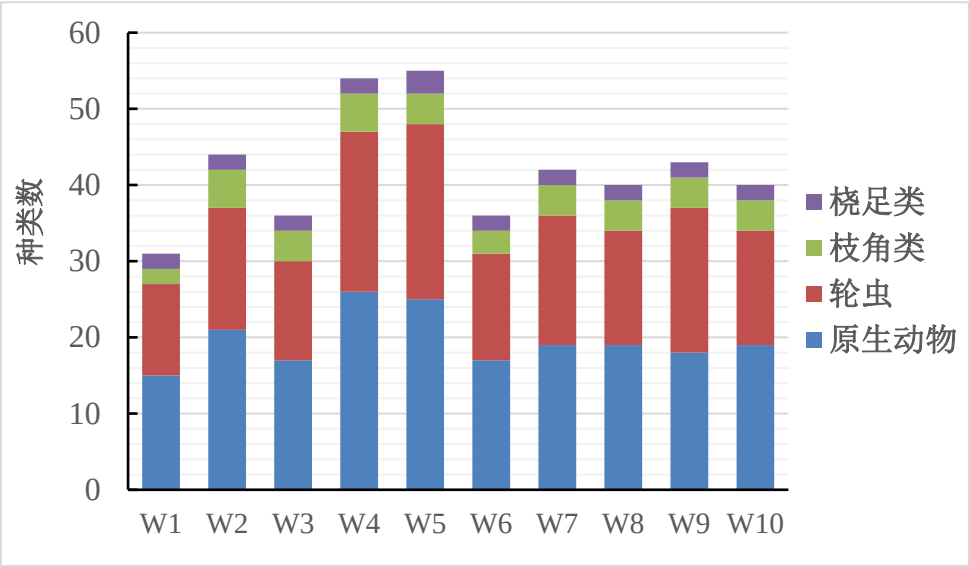


图 4.3.5-2　评价河段各断面浮游动物种类分布图

4.3.5.2 现存量

（1）密度

各断面浮游动物密度为 699.52～2348.81ind./L，平均密度为 1419.91ind./L。其中原生动物平均密度为 1394.7ind./L，占浮游动物总密度的 98.22%,；轮虫平均密度为 23.7ind./L，占 1.67%；枝角类平均密度为 1.05ind./L，占 0.07%；桡足类平均密度为 0.45ind./L，占 0.03%。评价河段浮游动物平均密度排序为：原生动物＞轮虫＞枝角类＞桡足类。

干流浮游动物平均密度（1604.93ind./L）明显大于支流河段（947.48ind./L），干流中又以黑塘桥库区、鸭爪坝坝址上游及漩水湾坝址上游河段浮游动物较大（平均密度 2098.50ind./L），清水江干流浮游动物密度介于重安江干流和重安江支流之间。各断面浮游动物的密度见表 4.3.5-2。

表 4.3.5-2　　各断面浮游动物密度组成　　单位：ind./L

采样断面	采样时间	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计	平均
W1 干流库尾以上	3 月	824	16	0.83	0.19	841.02	1005.2
	7 月	1146	22	1.07	0.31	1169.38	
W2 黑塘桥坝库区	3 月	1786	39	0.78	0.63	1826.41	1872.49
	7 月	1872	45	0.9	0.67	1918.57	
W3 黑塘桥坝址下游 500m	3 月	975	14	0.63	0.42	990.05	1043.13
	7 月	1077	18	0.73	0.48	1096.21	
W4 鸭爪坝坝址上游	3 月	1998	34	1.59	0.51	2034.1	2074.21
	7 月	2072	40	1.73	0.59	2114.32	
W5 漩水湾坝	3 月	2216	25	1.92	0.67	2243.59	2348.81

址上游	7 月	2420	31	2.28	0.75	2454.03	
W6 湾水水文站段	3 月	1165	14	0.38	0.23	1179.61	1285.71
	7 月	1371	20	0.52	0.29	1391.81	
W7 支流后河	3 月	997	17	0.71	0.28	1014.99	1042.09
	7 月	1049	19	0.85	0.34	1069.19	
W8 支流浪波河上游 2km	3 月	1024	12	1.02	0.58	1037.6	1100.84
	7 月	1144	18	1.28	0.8	1164.08	
W9 支流翁马河上游 2km	3 月	643	9	0.62	0.15	652.77	699.52
	7 月	731	15	0.06	0.21	746.27	
W10 清水江旁海镇	3 月	1624	29	1.49	0.42	1654.91	1727.05
	7 月	1760	37	1.67	0.52	1799.19	
平均		1394.7	23.7	1.05	0.45	1419.9	
所占比例		98.22	1.67	0.07	0.03	100	

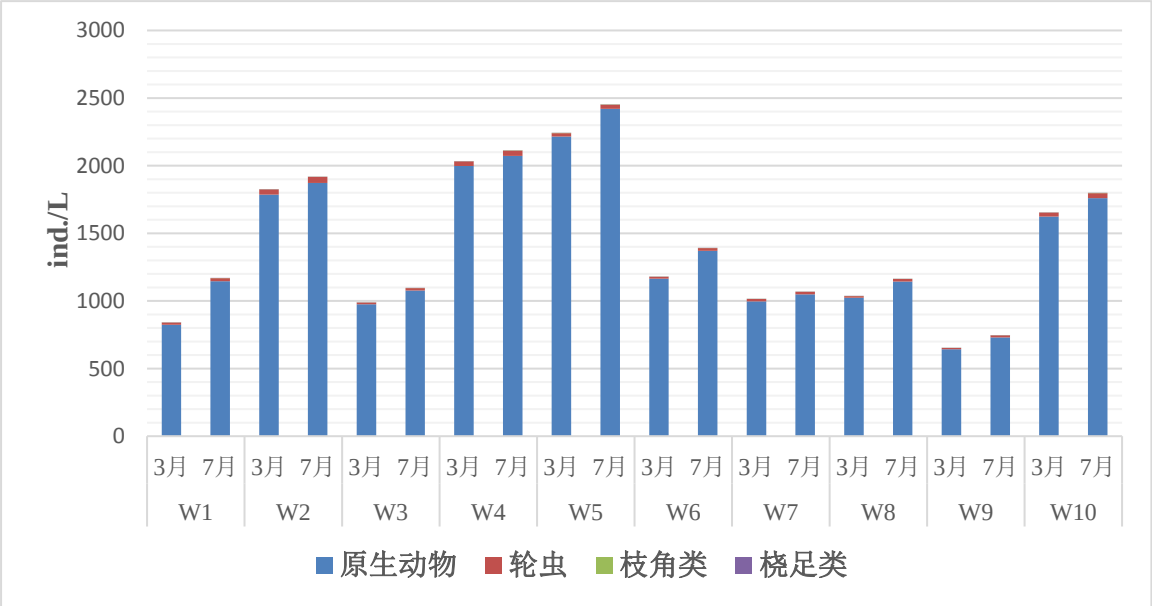


图 4.3.5-3　评价河段各断面浮游动物密度分布图

（2）生物量

评价河段浮游动物平均生物量为 0.1361mg/L，生物量组成以原生动物为主。其中原生动物平均生物量为 0.0722mg/L，占总生物量的 53.05%；轮虫平均生物量为 0.0308mg/L，占总生物量的 22.63%；枝角类平均生物量为 0.0221mg/L，占总生物量的 16.24%；桡足类平均生物量为 0.011mg/L，占总生物量的 8.08%。评价河段浮游动物生物量排序为：原生动物＞轮虫＞枝角类＞桡足类。

评价河段干流浮游动物生物量明显高于支流河段，其中干流平均生物量为 0.158mg/L，干流不同河段间的浮游动物生物量存在一定差异，黑塘桥库区、鸭爪坝坝址上游及漩水湾坝址上游河段生物量较高，黑塘桥坝下、干流黑塘桥库尾

生物量较低。支流平均生物量为 0.093mg/L，翁马河段生物量最低（0.0024mg/L）。各断面浮游动物生物量组成对比见图 4.3.5-4。

表 4.3.5-3　　各断面浮游动物生物量组成　　单位： mg/L

采样断面	采样时间	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计	平均
W1 干流库尾以上	3 月	0.0427	0.0208	0.0175	0.0046	0.0856	0.1018
	7 月	0.0593	0.0286	0.0225	0.0076	0.118	
W2 黑塘桥坝库区	3 月	0.0925	0.0507	0.0164	0.015	0.1746	0.1827
	7 月	0.0969	0.0585	0.0189	0.0164	0.1907	
W3 黑塘桥坝址下游 500m	3 月	0.0504	0.0182	0.0133	0.0103	0.0922	0.0993
	7 月	0.0558	0.0234	0.0154	0.0117	0.1063	
W4 鸭爪坝坝址上游	3 月	0.1034	0.0442	0.0335	0.0125	0.1936	0.2019
	7 月	0.1073	0.052	0.0364	0.0144	0.2101	
W5 漩水湾坝址上游	3 月	0.1147	0.0325	0.0404	0.0164	0.204	0.218
	7 月	0.1253	0.0403	0.048	0.0183	0.2319	
W6 湾水水文站段	3 月	0.0603	0.0182	0.008	0.0056	0.0921	0.1036
	7 月	0.071	0.026	0.0109	0.0071	0.115	
W7 支流后河	3 月	0.0516	0.0221	0.0149	0.0068	0.0954	0.1003
	7 月	0.0543	0.0247	0.0179	0.0083	0.1052	
W8 支流浪波河上游 2km	3 月	0.053	0.0156	0.0215	0.0142	0.1043	0.1167
	7 月	0.0592	0.0234	0.0269	0.0196	0.1291	
W9 支流翁马河上游 2km	3 月	0.0333	0.0117	0.0131	0.0037	0.0618	0.0628
	7 月	0.0378	0.0195	0.0013	0.0051	0.0637	
W10 清水江旁海镇	3 月	0.0841	0.0377	0.0314	0.0103	0.1635	0.1573
	7 月	0.0911	0.0481	0.0351	0.0127	0.187	
平均		0.0722	0.0308	0.0221	0.011	0.1361	
所占比例（%）		53.06	22.60	16.26	8.08	100	

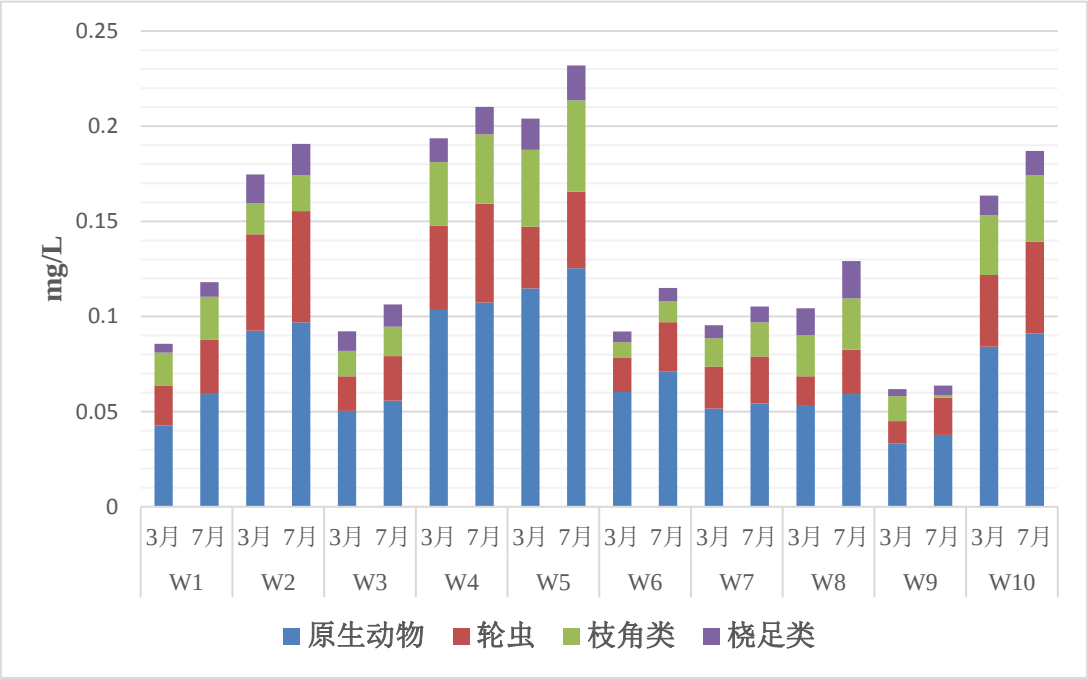


图4.3.5-4　评价河段各断面浮游动物生物量分布图

4.3.5.3 浮游动物现状评价

评价河段共检出浮游动物 4 门 78 种。浮游动物的种类、密度及生物量在评价河段呈现一定的空间差异，与浮游植物相似。干流河段浮游动物组成及现存量平均水平较高于支流河段。

4.3.6 **底栖动物**

4.3.6.1 种类组成

评价河段共检出底栖动物 3 门 33 种。其中，软体动物 8 种，占总种数的 24.2%；节肢动物 11 种，占 33.3%；环节动物各 14 种，分别占总数的 42.4%。底栖动物的种类数由高到低排序为：环节动物＞节肢动物＞软体动物。评价河段底栖动物种类组成见图 4.3.6-1。底栖动物种类组成见图 4.3.6-1。

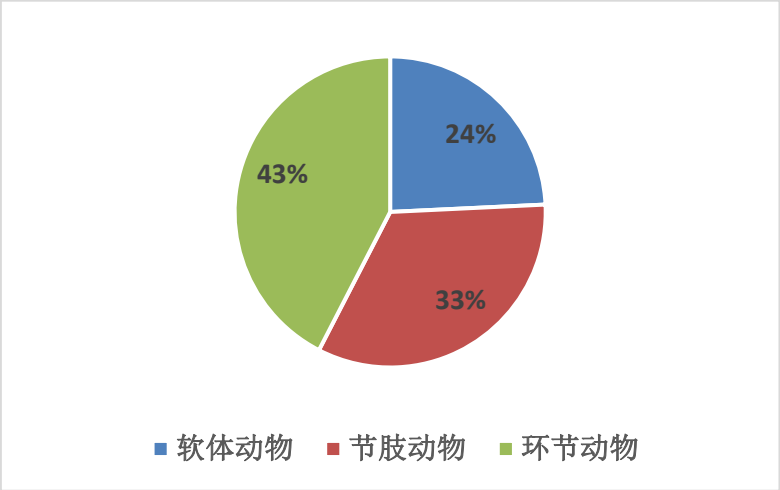


图 4.3.6-1　底栖动物种类组成

评价河段干流中不同河段间的底栖动物种类分布不均衡，各断面底栖动物种类在 11～19 种之间；干支流间的底栖动物种类组成存在一定差异，3 个支流断面底栖动物种类在 12～23 种之间，除 W7 外，其余支流底栖动物多于重安江干流。代表清水江干流的 W10 断面底栖动物种类为 18 种，也较重安江干流平均种类多。各断面底栖动物均以节肢动物为主，占总种数比例为 34.78%～57.14%；其次为环节动物，占总种数比例为 14.29%～39.13%。各断面底栖动物种组成见表 4.3.6-1。

表 4.3.6-1　　各断面底栖动物种类组成

采样断面	软体动物	节枝动物	环节动物	合计
W1 干流库尾以上	4	8	2	14
W2 黑塘桥坝库区	2	5	4	11
W3 黑塘桥坝址下游 500m	4	9	4	17
W4 鸭爪坝坝址上游	3	7	3	13
W5 漩水湾坝址上游	4	8	6	18
W6 湾水水文站段	4	8	7	19
W7 支流后河	2	6	4	12
W8 支流浪波河上游 2km	6	8	9	23
W9 支流翁马河上游 2km	4	10	8	22
W10 清水江旁海镇	4	8	6	18
种类合计	8	11	14	33

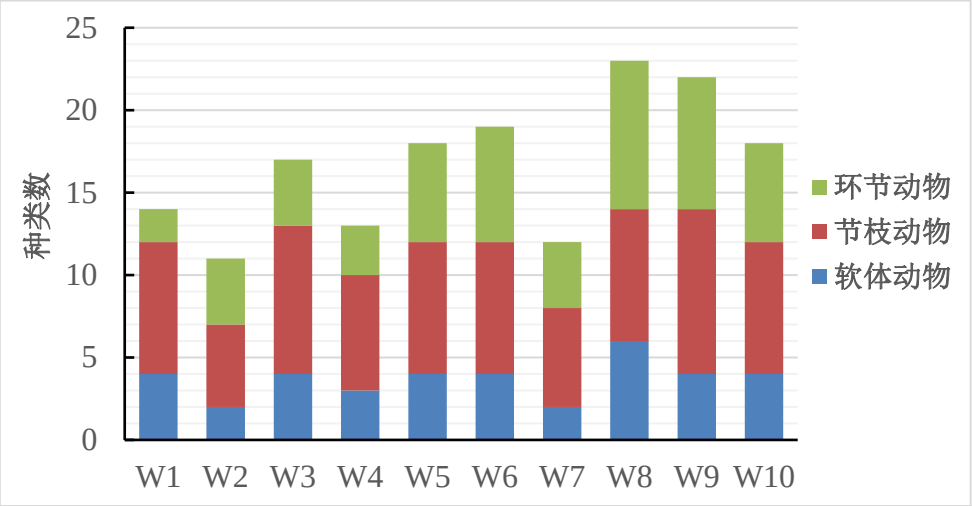


图 4.3.6-2　评价河段各断面底栖动物种类分布图

4.3.6.2 现存量

（1）密度

各断面底栖动物密度为 19～43ind/m²，平均密度为 30.75ind./m²。其中软体动物平均密度为 6ind./m²，占底栖动物总密度的 15.38%；节肢动物平均密度为 11.5ind./m²，占 29.49%；环节动物平均密度为 12.5ind./m²，占 32.05%。评价河段底栖动物平均密度排序为：环节动物＞节肢动物＞软体动物。

6 个干流底栖动物平均密度为 29.17ind./m²，鸭爪坝河段底栖动物密度最低（19ind./m²），自鸭爪坝至干流下游河段密度呈递增趋势，湾水水文站河段底栖动物密度最高（43ind./m²）。支流底栖动物平均密度为 36.33ind./m²，各支流间底栖动物密度存在一定差异，其中翁马河底栖动物密度最低（33ind./m²），浪波河最高（41ind./m²），支流间底栖动物密度高于干流。各断面底栖动物的密度见表 4.3.6-2 和图 4.3.6-3。

表 4.3.6-2　　各断面底栖动物密度组成　　单位：ind./ m²

采样点	采样时间	软体动物	节肢动物	环节动物	合计	平均
W1 干流库尾以上	3 月	4	8	9	21	30
	7 月	10	14	15	39	
W2 黑塘桥坝库区	3 月	6	6	8	20	24
	7 月	6	10	12	28	
W3 黑塘桥坝址下游 500m	3 月	7	9	7	23	29
	7 月	9	15	11	35	
W4 鸭爪坝坝址上游	3 月	4	10	5	19	19
	7 月	4	8	7	19	

W5 漩水湾坝址上游	3 月	9	10	12	31	30
	7 月	7	14	8	29	
W6 湾水水文站段	3 月	5	16	19	40	43
	7 月	9	12	25	46	
W7 支流后河	3 月	6	14	8	28	35
	7 月	12	20	10	42	
W8 支流浪波河上游 2km	3 月	7	15	16	38	41
	7 月	7	19	18	44	
W9 支流翁马河上游 2km	3 月	9	11	15	35	33
	7 月	7	11	13	31	
W10 清水江旁海镇	3 月	9	12	20	41	39
	7 月	5	16	16	37	
平均		7.1	12.5	12.7	32.3	32.3
所占比例（%）		21.98	38.7	39.32	100	

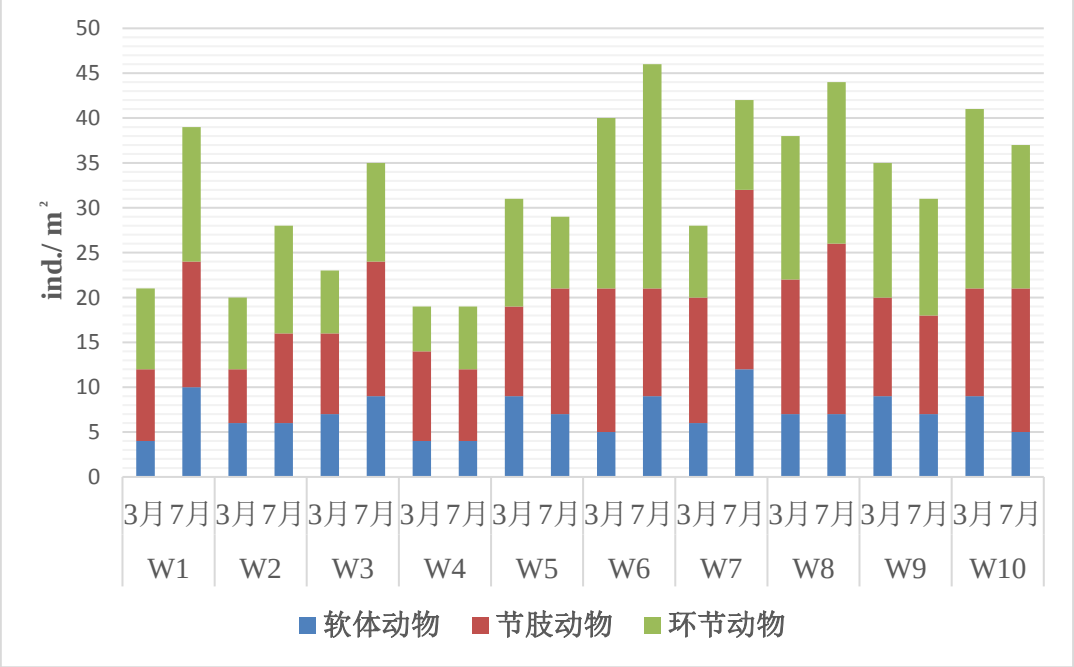


图 4.3.6-3　评价河段底栖动物密度分布图

（2）生物量

评价河段底栖动物平均生物量为 0.93g./m²，生物量组成以软体动物为主。其中软体动物平均生物量为 0.729g./m²，占总生物量的 86.25%；节肢动物平均生物量为 0.094g./m²，占 11.06%；环节动物平均生物量 0.023g./m²，占 2.70%。评价河段底栖动物生物量排序为：软体动物＞节肢动物＞环节动物。

评价河段干、支流间底栖动物生物量空间分布规律不明显，除翁马河段生物量较大（1.628g/m ²），其余河段底栖动物差异较小。各断面底栖动物生物量组成

对比见表 4.3.6-3 及图 4.3.6-4。

表 4.3.6-3　　各断面底栖动物生物量组成　　单位：g./m²

采样点	采样时间	软体动物	节肢动物	环节动物	合计	平均
W1 干流库尾以上	3 月	0.411	0.114	0.016	0.541	0.897
	7 月	1.027	0.199	0.027	1.253	
W2 黑塘桥坝库区	3 月	0.616	0.085	0.014	0.715	0.748
	7 月	0.616	0.142	0.022	0.78	
W3 黑塘桥坝址下游 500m	3 月	0.719	0.128	0.013	0.86	1.009
	7 月	0.924	0.214	0.02	1.158	
W4 鸭爪坝坝址上游	3 月	0.411	0.142	0.009	0.562	0.55
	7 月	0.411	0.114	0.013	0.538	
W5 漩水湾坝址上游	3 月	0.924	0.142	0.022	1.088	1.01
	7 月	0.719	0.199	0.014	0.932	
W6 湾水水文站段	3 月	0.513	0.228	0.034	0.775	0.958
	7 月	0.924	0.171	0.045	1.14	
W7 支流后河	3 月	0.616	0.199	0.014	0.829	1.182
	7 月	1.232	0.285	0.018	1.535	
W8 支流浪波河上游 2km	3 月	0.719	0.214	0.029	0.962	0.993
	7 月	0.719	0.271	0.033	1.023	
W9 支流翁马河上游 2km	3 月	0.924	0.157	0.027	1.108	1.004
	7 月	0.719	0.157	0.024	0.9	
W10 清水江旁海镇	3 月	0.924	0.171	0.036	1.131	0.951
	7 月	0.513	0.228	0.029	0.77	
平均		0.729	0.178	0.023	0.93	0.93
所占比例		78.39	19.14	2.47	100	

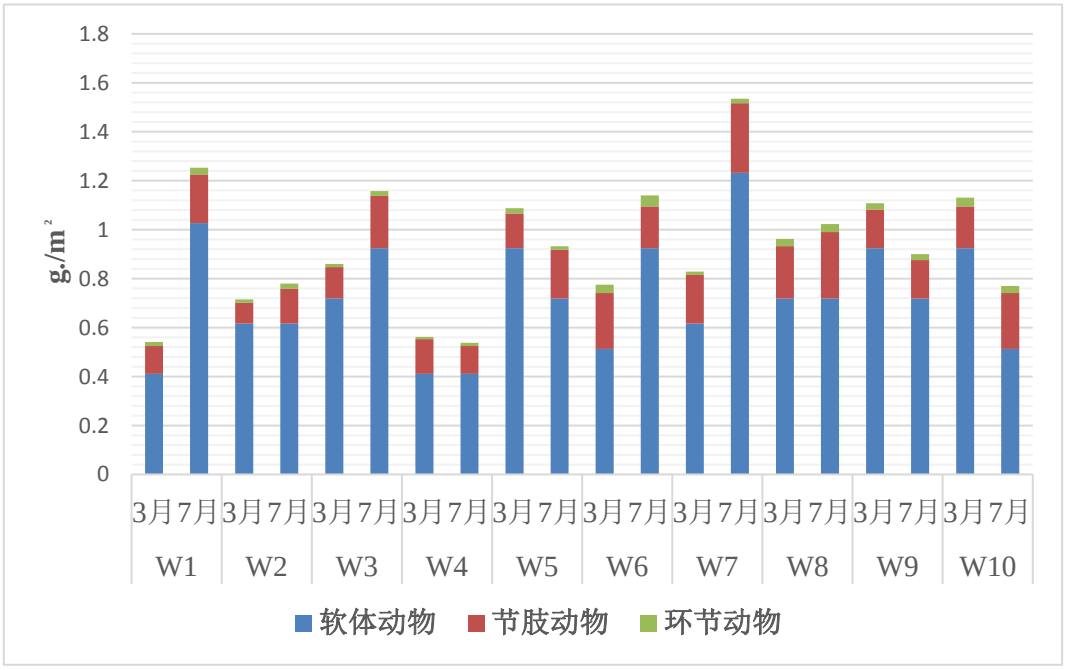


图 4.3.6-4　评价河段各断面底栖动物生物量分布图

4.3.6.3 底栖动物现状评价

评价河段底栖动物现存种类 3 门 33 种。底栖动物的种类、密度在评价河段呈现一定的空间差异。干支流间的底栖动物种类组成及密度分布存在一定差异，但生物量无显著差异。支流底栖动物种类及密度整体水平较干流高，主要原因是干流库区河段较多，河水较深，不适宜底栖动物栖息。

4.3.7 鱼类

4.3.7.1 种类组成及习性

（1）种类组成

根据调查结果，评价河段有 34 种鱼类隶属于 4 目 8 科 27 属，其中鲤形目有 3 科 21 属 25 种，鲇形目有 2 科 3 属 5 种，鲈形目有 2 科 2 属 3 种，合鳃目有 1 科 1 属 1 种。分布于评价河段的 34 种鱼类中，以鲤形目为主，其次为鲇形目。鱼类种类组成见表 4.3.7-1。

表 4.3.7-1　　评价河段鱼类种类组成表

目	鲤形目			鲇形目		鲈形目		合鳃目
科	鳅科	平鳍鳅科	鲤科	鲇科	鲿科	鰕虎科	鮨科	合鳃科
属	2	1	18	1	2	1	1	1
种	2	2	21	2	3	1	2	1

（2）区系组成

根据鱼类起源地理分布和生态特征，评价河段鱼类区系包括以下 4 个鱼类区系复合体。

1）热带平原鱼类区系复合体

该复合体的鱼类起源于南岭以南的南亚热带地区鱼类，包括鲤科中的鲃亚科、合鳃科和鲿科等鱼类，有 11 种，占总数的 32.35%。

2）江河平原鱼类区系复合体

该复合体的鱼类自第三纪由南亚热带迁入我国长江、黄河流域为主的平原区形成，包括鲤科中的大部分鱼类和鮨科部分鱼类，共有 17 种，占总数的 50.00%。

3）第三纪早期鱼类区系复合体

该复合体鱼类为第三纪早期在北半球北温带地区形成的鱼类，并且在第四纪冰川后期残留下来的鱼类，包括鲤亚科、鮈亚科、鲇科等，共有 4 种，占总数的

11.76%。

4）中亚高原山区鱼类区系复合体

近于西北区的特有类型，兼有华南和西北区的一些特点，主要有鳅科的一些种类，共有 2 种，占总数的 5.88%。

（3）生态习性

1）栖息习性

①流水类群

流水类群主要或完全生活在江河流水环境中，体形较长，略侧扁或棍棒形，游泳能力强，或有吸盘等器官，适应于流水或急流生活。以水底砾石等物体表面附着藻类为食，或以鱼虾类、有机碎屑、底栖无脊椎动物，或主要以水草为食，或为杂食性。流水类群是评价河段的主要类群，包括宽鳍鱲、马口鱼、唇鲭、白甲鱼等。

②静缓流类群

静缓流类群适宜生活于静缓流水水体中，以浮游动植物为食，或杂食，或动物性食性。主要种类有鲴、麦穗鱼、高体鳑鲏、鲫、鲇、黄颡鱼、子陵栉鰕虎鱼。

2）繁殖习性

评价河段调查未发现产漂流性卵的鱼类，同时由于区域开发较早，70 年代初已建有多座拦河坝，已不具备产漂流性卵的产卵条件。

①产粘性卵类群

评价河段绝大多数鱼类为产粘沉性卵类群，包括白甲鱼、鲇等，产卵季节多为春夏间，多在卵石、砾石、砂质或岩缝间隙等底质中产卵，部分喜在水生植物上产粘性卵（如鲤、鲫等），有的则在砂质底质中“筑窝”产卵（如黄颡鱼等），多数种类都需要一定的流水刺激。产出的卵或粘附于石砾、岩石、水草等基质发育，或落于石缝间在激流冲击下发育。

②特异性产卵种类

鳑鲏类多产卵于蚌类的鳃瓣类发育。

3）食性

评价河段鱼类以食性可划分为以下几个类群。

①以着生藻类为食的类群

此类群均为口下位，具有发达的触须及锋利的下颌或肥厚的唇，用以感触刮取吸摄食物，食物中包括有机碎屑。有白甲鱼、子陵栉鰕虎鱼、鲿鲅等。

②以水生昆虫等无脊椎动物为食的类群

此类群以摄食水生昆虫的成虫或幼虫为主，有的种类也摄食着生藻类和植物碎屑。有麦穗鱼、泥鳅等。

③杂食性类群

此类群部分种类摄食水生昆虫、虾类、软体动物等动物性饵料，也摄食藻类及植物的碎片、种子，有时还吞食其它鱼类的鱼卵、鱼苗，随所处水域环境的食物组成不同有差异，包括鲤、鲫、唇鲷等。

④肉食性类群

此类群部分巡游于水体上层，部分潜伏水底或岸边，以其它鱼类或小型动物为食，包括马口鱼、鲇、鳜类等。

⑤以浮游生物为食的类群

大多数鱼类在幼鱼阶段都以浮游生物为食，少数鱼类却终身以浮游生物为食。包括棒花鱼、鲿鲅、鲚等。

4.3.7.2 渔获物调查

现场调查共采集鱼类标本 10 种、106 尾。渔获物测量统计情况见表 4.3.8-4。经统计分析，尾数超过总数 10%的优势种有云南光唇鱼、宽鳍鱲、白甲鱼、鲫、黄颡鱼 5 种，占渔获物总尾数的 78.30%；按生物量计，云南光唇鱼、白甲鱼、宽鳍鱲、黄颡鱼、鲫分别占渔获物重量的 36.70%、20.64%、11.55%、9.38%、8.39%，共占渔获物重量的 86.66%，是渔获物的主要组成。

采集到的 10 种鱼类分别属于 2 目 2 科 10 属，其中鲤形目 9 种，占 90%；鲇形目 1 种，占 10%。种类组成上，鲤形目鱼类占绝对多数。在捕获的 106 尾鱼类标本中，鲤科鱼类有 94 尾，占 88.68%。可见，鲤科是调查水域的主要组成鱼类。

采集的 10 种鱼类中，喜流水生境种类（如云南光唇鱼、宽鳍鱲、白甲鱼、华鲮等）与喜静缓流种类（如鲤、黄颡鱼、麦穗鱼、鲫等）均占有一定比例，与调查水域天然河段与水库生境并存有关。其中喜流水性种类主要分布于翁马河和围阻河等，喜静缓流种类主要分布于黑塘桥库区、黑塘桥库尾以上及坝下河段，这与评价河段流水和静水生境并存直接相关。

现场采集确定的鱼类情况见表 4.3.7-2、表 4.3.7-3 和表 4.3.7-4。

表 4.3.7-2　　现场采集鱼类情况表

种类	栖息类型	采集河段							合计
		黑塘桥库尾以上	黑塘桥库区	坝下河段	浪波河	洗布河	翁马河	围阻河	
宽鳍鱲	流水	5		3		3	6	4	21
马口鱼	流水				1	1	1	1	4
鲴	静缓流	2	3						5
麦穗鱼	静缓流	1	2	1		2	1		7
白甲鱼	流水				1	4	7	3	15
云南光唇鱼	流水	5		3	2	4	6	2	22
华鲮	流水						2	1	3
鲤	静缓流、流水	2	1	1					4
鲫	静缓流、流水	1	6	2				4	13
黄颡鱼	静缓流、流水	3	5	4					12
合计		19	17	14	4	14	23	15	106

表 4.3.7-3　　渔获物种类数量统计表

序号	种类	数量	调查方式
1	宽鳍鱲	21	调查收集
2	马口鱼	4	
3	鲴	5	
4	麦穗鱼	7	
5	白甲鱼	15	
6	云南光唇鱼	22	
7	华鲮	3	
8	鲤	4	
9	鲫	13	
10	黄颡鱼	12	
11	南方白甲鱼	——	访问确定
12	高体鳑鲏		
13	鲇		
14	鳜		
	合计	106	

表 4.3.7-4　　渔获物测量统计表

种类	体长（mm）		体重（g）		尾数		重量合计	
	范围	平均	范围	平均	尾	%	克	%

宽鳍鱲	74-136	114	10.4-39.0	23.5	21	19.81	493.5	11.55
马口鱼	95-108	101	13.2-20.1	16.5	4	3.77	66.0	1.54
鰲	64-123	94	6.0-17.5	11.8	5	4.72	59.0	1.38
麦穗鱼	82-105	96	13.1-19.2	15.4	7	6.60	107.8	2.52
白甲鱼	97-201	171	7.8-113.4	58.8	15	14.15	882.0	20.64
云南光唇鱼	141-362	225	56.0-90.8	71.3	22	20.75	1568.6	36.70
华鲮	112-186	149	74.2-98.4	85.3	3	2.83	255.9	5.99
鲤	76-108	92	8.1-27.3	20.4	4	3.78	81.6	1.91
鲫	68-135	98	9.1-39.7	27.6	13	12.27	358.8	8.39
黄颡鱼	81—163	117	13.7－68.0	33.4	12	11.32	400.8	9.38

4.3.7.3 重要鱼类

评价河段除鲤、鲫、泥鳅、黄鳝等常规经济鱼类外，鲇、黄颡鱼、白甲鱼、泉水鱼和大眼鳜等也具有重要种质资源价值、科学研究价值和渔业开发价值。

（1）黄颡鱼 *Peleobagrus fulvidraco* (Richardson)

地方名：肥坨、黄姑、黄甲

分类地位：鲇形目；鲿科；黄颡鱼属

生活习性：小型底栖鱼类，栖息于多岩石或泥沙底质的江河。觅食一般在夜间进行，以水生昆虫、小鱼虾、小型软体动物等为食。

繁殖习性：2 冬龄达性成熟，4-6 月常在流水浅滩或岸边草丛中砂质底质产卵，卵粘性，产出后附着在石头上孵化，有群体营巢产卵习性。

（2）白甲鱼 V．*(onychostoma) Simus*(Sauvage *et* Dadry)

地方名：白甲、沙鱼

分类地位：鲤形目；鲤科；鲃亚科

食性：主食藻类，尤其以硅藻为主，兼食底栖小型的水生动物及少量植物碎片。

繁殖习性：繁殖季节为 4～6 月，产卵温度为 18℃～28℃，适宜水温为 22℃～26℃。

生活习性：生活于水流较湍急、底层多砾石的水体中，常栖息江河底层，每年 2～4 月，集群溯河而上至浅滩处产卵，立秋前后则顺水而下，冬季到干流深处越冬。

（3）泉水鱼 *Pseudogyrincheilus procheilus* (Sauvage et Dabry)

地方名：猪嘴鱼

分类地位：鲤形目；鲤科；唇鲮属

食性：杂食性，以水草及丝状藻类为主。

繁殖习性：产卵时间约在 3 月~4 月，卵产于石缝或石洞中。

生活习性：口下位，以岩石上的附着生物及其它有机物质为食，喜将卵产于急流、砾石底质的河段，栖息于水体中下层和底层，活动于急流或有流水的水域中，常逆流而上。

（4）大眼鳜 *Siniperca kneri Garman*

地方名：母猪壳、刺薄鱼、羊眼桂鱼

分类地位：鲈形目；鮨科；鳜属

食性：以鱼虾为食。

繁殖习性：3～4 月在流水中产卵。

生活习性：常见于中上游，栖息于水的中下层。

4.3.7.4 鱼类重要生境

（1）产卵场

评价河段鱼类主要产粘性卵，云南光唇鱼在水草较多的河段产卵，黄颡鱼等则喜在泥沙底质生境中“筑窝”产卵。调查水域河流比降较大，除库区外的河段以流水、急流生境为主，底质以砂石、泥沙、岩石为主，部分水域有少量水生植物或挺水植物，已建水库、拦河坝等河段，成为静、缓流生境，适宜鱼类产粘性卵的生境广泛分布，但面积较小，比较零星，不具规模。

重安江干流已建黑塘桥、烂木桥、漩水湾、手爬岩、团滩河等多个梯级，干流生境已明显片断化，现状没有发现大型的鱼类产卵场。据访问了解及生境调查，围阻河、浪波河、翁马河、篆水河、满溪河等支流汇口段，以及浪波河中游地松段是鱼类产卵相对集中水域，但产卵规模均不大，产卵河段长度一般只有数十～数百米，产卵鱼类主要有云南光唇鱼、鲤、白甲鱼等。重安江干流主要受福泉市区附近城镇生活、工矿企业影响，河流底质、水质等受到污染，适宜鱼类繁殖生境则更为稀少。

（2）索饵场和越冬场

评价河段没有发现有一定规模的鱼类索饵场。

评价河段在入冬以后，水温下降，黑塘桥水库坝址以上大多数鱼类在水库库区或深水区、水底的石隙中越冬，黑塘桥坝址下游无集中越冬场。

4.3.7.5 渔业现状

评价河段现状无专业渔民，几乎没有天然捕捞的渔业生产。据了解，偶尔会有人会进行捕捞，黑塘桥水库库区有少量渔获物，黑塘桥水库坝址下游渔获物甚少。

4.4 陆生生态

2016 年 3 月～5 月，华中师范大学对评价区开展了陆生生态环境现状调查，2017 年 6 月完成《贵州省黔南州凤山水库工程环境影响评价陆生生态专题》。报告内容主要引自专题报告。

4.4.1 调查方法

调查方法主要包括资料收集法、现场调查法和 3S 调查法。

4.4.1.1 资料收集

收集整理黔南州及各县林业、环保、水利、农业、国土等部门的相关生态资料，并且参考《贵州植被》（黄威廉、屠玉麟、杨龙等，1988）、《贵州植物志》（陈谦海、李永康等，1982）、《贵州树木手册》（李永康等，1995）、《贵州森林》（贵州森林编委会，1992）、《贵州植物彩色图鉴 珍稀濒危及特有植物卷》（宋培浪、韩国营、朱虹等，2014）、《论贵州植物区系的基本特征》（屠玉麟，1984）、《贵州农田植被的主要类型及分区》（屠玉麟，1983）、《贵州珍稀濒危植物种类资源研究》（张华海，2009）、《黔南和黔中喀斯特天然林植物区系研究》（张喜、李克之、连宾，2009）、《黔中喀斯特山地森林乔灌层植物区系研究》（张喜、薛建辉、李克之，2007）、《中国动物志》、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》、《中国鸟类分类与分布名录（第 2 版）》、《中国鸟类图鉴》和《中国兽类野外手册》等。

4.4.1.2 现场调查

（1）GPS 地面类型及植被调查取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读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：1）读出测点的海拔值和经纬度；2）记录样点植被类型，以群系为单位，同时记

录坡向、坡度；3）记录样点优势植物以及观察动物活动的情况；4）拍摄典型植被外貌与结构特征。

（2）植被植物调查

在对评价区陆生生物资源分析的基础上，根据工程方案确定调查路线及考察时间，进行现场调查。实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法，确定评价区的植物种类、植被类型等，对珍稀濒危植物调查采取野外调查、民间访问相结合的方法进行。对有疑问植物采集标本并拍摄照片。

1）调查路线

枢纽区调查：调查时以枢纽区为中心，向四周辐射调查，重点调查枢纽建设区、淹没区及坝下减水河段两岸生境。

输水区调查：针对输水区特点及沿线生境状况，对输水区隧洞、管道、临时施工生产生活区、弃渣场、泵站、进水池、出水池等地进行重点调查。

移民安置区调查：重点调查黄丝、猫猫营、马场坪 3 个集中安置点。

针对以上区域采取线路调查与样方调查的方式进行，即按不同方向沿山路、平地、河流等区域选择几条具有代表性的线路进行调查，山区内也在林中穿行，沿途记载植物种类、采集标本、观察生境等；对集中分布的植物群落及重点调查区域进行样方调查。

2）样方布点原则

①尽量在枢纽区、管道区、渣料场、淹没线以下等区域以及植被良好的区域设置样方点，并考虑评价区样方布点的均匀性、代表性。

②所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

③样点的设置避免对同一种植被进行重复设点，对特别重要植被受工程影响而产生植物变化较大的情况，可进行增加设点。

④尽量避免非取样误差：避免选择路边易到之处；两人以上进行观察记录，消除主观因素。

3）植物种类调查

植物种类调查采取路线调查与重点调查相结合的方法，对一般区域采取路线调查，在重点工程区及植被状况良好的区域进行重点调查；重点保护野生植物及古树名木调查中，首先向福泉市和瓮安县林业部门查询线路沿线是否有分布，然

后对工程可能影响到的重点保护植物及古树名木进行现场实地访问调查及复核调查。通过调查，明确评价区内的植物种类、重点保护野生植物及古树名木种类、数量、分布、生存状况、与工程区位关系、工程影响方式等。

4）样方调查内容

样方调查采用典型样方记录法，乔木群落样方面积为 20m×20m，灌木样方为 5m×5m，草本样方为 1m×1m，记录样方内的所有植物种类，并利用 GPS 确定样方位置。实地考察在评价区内共设 68 个样方。

（3）陆生动物调查

在调查过程中，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。调查方法主要有实地考察、访问调查和资料查询。

1）实地考察

2016 年 3~5 月，评价区相关专业技术人员到场进行实地考察，考察工程评价区的各种主要生境，主要以样线法和样点法对各种生境中的动物进行统计调查。根据动物物种资源调查科学性原则、可操作性原则、保护性原则以及安全性原则，对于不同的陆生脊椎动物，采用不同的调查方法：

两栖类、爬行类主要以样线法为主，辅以样方法对区域内两栖、爬行类动物类群进行调查；鸟类主要采用样线法与样点法；兽类的调查方法主要为总体计数法和样方法，以样方法为主。

2）访问调查

通过对项目评价区及其周边地区有野外经验的农民访问和座谈，与当地林业部门的相关人员进行交谈，了解当地动物的分布及数量情况。

4.4.1.3 3S 调查法

采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图和土地利用类型图，进行景观质量和生态质量的定性和定量评价。

从遥感信息获取的地面覆盖类型，在地面影像数据和历史植被基础上进行综合判读，采用监督分类的方法最终赋予生态学的含义。数据源采用 LandSat8 OLI-TIRS 卫星影像，卫星轨道号 126/42，成像时间 2016 年 8 月，地面分辨率 15m，对监督分类产生的植被初图，结合地面的 GPS 样点和等高线、坡度、坡向等信

息，对植被图进行目视解译校正，得到符合精度要求的植被图。在植被图的基础上，进一步合并有关地面类型，得到土地利用类型图。

4.4.2 植被

4.4.2.1 植被区划

根据《贵州植被》（黄威廉，1988），评价区属于亚热带常绿阔叶林带——中亚热带常绿阔叶林亚带——贵州高原湿润性常绿阔叶林地带——黔中山原灰岩常绿栎林常绿落叶阔叶混交林与马尾松林地区——贵阳安顺灰岩山原常绿栎林常绿落叶混交林及石灰岩植被小区。本小区位于贵州省中部，区域气候温和，人为活动频繁，地带性植被退化严重，现状植被多为以马尾松、柏木、枫香树、响叶杨等为主的乔木林及以皱叶雀梅藤、火棘、小果蔷薇等为主的藤刺灌丛。

4.4.2.2 植被分布规律

评价区位于贵州省中部，为典型的高原面地形，由于评价区面积较大，区域内植被分布具有异质性特点。结合工程组成，将评价区植被分为 2 个区进行描述。

（1）枢纽工程区

枢纽工程区位于马场坪街道鱼梁江村至黄丝镇老罗庙村一带，海拔870~1145m，回水长度为 17.4km，该工程段地貌类型多样，自然条件较好，植被发育良好。

垂直分布特征：在河流周边平缓区域，植被以农作物（小麦、油菜、水稻等）为主，自然植被零星分布，主要有水麻群系、窄叶蚊母树群系等；在河谷两岸山腰地带，植被以阔叶林为主，常见有化香树群系、黄连木群系等；在河谷两岸陡坡地带，植被以针叶林、针阔叶混交林、阔叶林为主，常见的群系有马尾松群系、枫香树群系、响叶杨群系等。

水平分布特征：在坝址左岸以马尾松群系、响叶杨群系等植被为主，在坝址右岸以杉木群系、枫香树群系、化香树群系等为主。

（2）输水线路区

本工程输水线路区主要为坝址下游至胜土水库一带，区间海拔 750~1300m，该区域农耕历史较长，植被受人为活动干扰强烈，自然植被覆盖度不高。

垂直分布特征：在低山缓坡区域，植被以农作物（小麦、玉米、土豆等）为

主，自然植被零星分布，以灌草丛为主，常见有白茅群系等；在河谷两岸，植被以灌丛及阔叶林为主，灌丛有火棘群系、小果蔷薇群系等，阔叶林有香叶树群系、黄连木群系、响叶杨群系等。在山脊上部，植被以针叶林为主，常见有柏木群系、马尾松群系等。

水平分布：在向阳山坡，植被以针叶林、阔叶林为主，常见的群系有响叶杨群系、马尾松群系、柏木群系等；在阴坡，植被以阔叶林为主，常见的群系有香叶树群系、黄连木群系、枫香树群系等。

4.4.2.3 植被类型分类

（1）自然植被

经过实地考察与参考《中国植被》（1980）、《贵州植被》及相关林业调查资料，将评价区自然植被初步划分为 3 个系列、8 个植被型组、13 个植被型、39 个群系。

表 4.4.2-1　　评价范围内主要自然植被类型及分布

系列	植被型组	植被型	群系	分布	
				枢纽工程区	输水线路区
酸性土植被	I. 针叶林	一、亚热带山地暖性针叶林	1. 马尾松群系（Form. *Pinus massoniana*）	桐油坪、谷顶、上院、新庄、寨顶、棉花土、下甲撒等	毛栗树村、甘巴哨村、毛沟堡村等
			2. 杉木群系（Form. *Cunninghamia lanceolata*）	导流隧洞附近、黄丝镇、红寨	毛栗树村等地
	II. 阔叶林	二、中亚热带落叶阔叶林	3. 枫香群系（Form. *Liquidambar formosana*）	谷顶河、棉花土、下甲撒等地	甘巴哨村等地
			4. 白栎群系（Form. *Quercus fabri*）	下甲撒、砂石加工场等地	\
			5. 响叶杨群系（Form. *Populus adenopoda*）	黄丝镇、磴边、下院、下甲撒等地	毛沟堡村等地
			6. 构树群系（Form. *Broussonetia papyrifera*）	坝址右岸、鱼梁江村等地	毛沟堡村等地
	III. 竹林	三、亚热带低山丘陵河谷竹林	7. 毛竹群系（Form. *Phyllostachys edulis*）	\	新寨等地
			8. 水竹群系（Form. *Phyllostachys heteroclada*）	江边寨、老院坝等地	13#弃渣场等地
	IV. 灌丛及灌草丛	四、灌丛	9. 窄叶蚊母树群系（Form. *Distylium dunnianum*）	上院村、江边寨、比纪等地	\
			10. 山胡椒群系（Form. *Lindera glauca*）	谷顶河、下院等地	\
			11. 八角枫群系（Form. *Alangium chinense*）	老院坝、料场弃渣场等地	\
			12. 粗叶悬钩子群系（Form. *Rubus alceifolius*）	老院坝、下甲撒、弃渣等地	\
			13. 山莓群系（Form. *Rubus corchorifolius*）	砂石加工场、石料厂附近	\
			14. 楤木群系（Form. *Aralia chinensis*）	砂石加工场附近	\

系列	植被型组	植被型	群系	分布	
				枢纽工程区	输水线路区
		五、灌草丛	15. 白茅群系（Form. *Imperata cylindrica*）	谷顶村等地	泽塘等地
			16. 狗牙根群系（Form. *Cynodon dactylon*）	黄丝镇、江边寨等地	君田坝附近
			17. 五节芒群系（Form. *Miscanthus floridulus*）	弃渣场附近	L2 工区等地
			18. 斑茅群系（Form. *Saccharum arundinaceum*）	黄丝镇附近	\
			19. 蕨群系（Form. *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*）	石料厂、混凝土预制厂附近、砂石加工系统等地	\
钙质土植被	V. 钙质土针叶林	六、亚热带石灰岩山地暖型针叶林	20. 柏木群系（Form. *Cupressus funebris*）	老院坝等地	2#弃渣场、毛沟堡村、七星矣村等
	VI. 钙质土阔叶林	七、中亚热带石灰岩山地常绿阔叶林	21. 青冈群系（Form. *Cyclobalanopsis glauca*）	比纪等地	\
			22. 香叶树群系（Form. *Lindera communis*）	下甲撒等地	小寨等地
		八、中亚热带石灰岩山地落叶阔叶林	23. 云贵鹅耳枥群系（Form. *Carpinus pubescens*）	干溪、江边寨等地	\
			24. 朴树群系（Form. *Celtis sinensis*）	下甲撒等地	半边街等地
			25. 化香树群系（Form. *Platycarya strobilacea*）	江边寨、老院坝、下院、下甲撒等地	二级加压泵站等地
			26. 黄连木群系（Form. *Pistacia chinensis*）	黄丝村等地	二级加压泵站等地
	VII. 钙质土灌丛及灌草丛	九、石灰岩山地常绿藤刺灌丛	27. 皱叶雀梅藤群系（Form. *Sageretia rugosa*）	比纪等地	柏秧林段鱼梁江边
			28. 火棘群系（Form. *Pyracantha fortuneana*）	上游围堰、黄丝村等地	毛沟堡村等地
			29. 小果蔷薇群系（Form. *Rosa cymosa*）	黄丝村、下院、老院坝等地	毛沟堡村、君田坝等地
		十、石灰岩山地落叶藤刺灌丛	30. 马桑群系（Form. *Coriaria nepalensis*）	上游围堰、上院村、下院等地	毛沟堡村、君田坝等地
			31. 黄荆群系（Form. *Vitex negundo*）		君田坝等地
			32. 水麻群系（Form. *Debregeasia orientalis*）	坝址右岸、比纪、黄丝村等地	洒金谷风景名胜区段
			33. 扁核木群系（Form. *Prinsepia utilis*）	上院村、比纪等地	毛沟堡村等地
沼泽及水生植被	VIII. 水生植被	十一、挺水水生植被	34. 水芹群系（Form. *Oenanthe javanica*）	黄丝村、下院等地	君田坝附近河边
			35. 豆瓣菜群系（Form. *Nasturtium officinale*）	下院、老院坝、大水桥等地	毛沟堡等地等地水田边
			36. 水蓼群系（Form. *Polygonum hydropiper*）	老院坝、谷顶河、下院等地	君田坝、皮拢河边
		十二、浮水水生植被	37. 浮萍群系（Form. *Lemna minor*）	老院坝、下甲撒等地	\
		十三、沉水水生植被	38. 眼子菜群系（Form. *Potamogeton distinctus*）	下甲撒等地	\
			39. 菹草群系（Form. *Potamogeton crispus*）	谷顶河附近	\

评价区自然环境优越，土壤类型多样，植被类型较丰富。自然植被以酸性土植被为主，主要为灌丛和灌草丛；钙质土植被、水生植被是评价区植被的重要组成部分。根据现场调查，本工程沿线村落分布较多，区域人为活动频繁，现状植被多以次生林、灌丛和灌草丛为主，地带性植被多零散分布于交通不便的沟谷区，其种类和面积较小。

（2）人工植被

评价区内人工植被主要为经济林和农作物，区域广泛分布。详见表 4.4.2-2。

表 4.4.2-2　　评价范围内主要农业植被类型及分布

农业植被	经济林	经济果木林	沙梨、李、桃、油桐等	村落附近、低山缓坡区分布广泛
		用材林	马尾松、杉木、柏木、梓、泡桐等	低山岗地区分布广泛
	农作物	粮食作物	水稻、玉米、小麦、土豆、薯类等	鱼梁江沿岸、低山缓坡区分布广泛
		经济作物	烟草、花生、油菜、蔬菜等	村落附近分布广泛

4.4.2.4 自然植被特征描述

根据现场对评价区内植被的实地考察，利用典型样方法，参照《中国植被》、《贵州植被》的分类原则对评价区主要植物群落的分布及特征进行简要的描述。

甲. 酸性土植被

酸性土植被是指在地带性气候条件影响下，发育在由砂岩、页岩、砂页岩等形成的酸性土上的植物群落。评价区内的酸性土主要分布于枢纽区鱼梁江沿岸，区域环境复杂，植被类型及群系组成较丰富。

I. 针叶林

评价区位于贵州省中部，区域自然环境优越，气候适宜，有利于针叶林发育。根据现场调查，评价区酸性土植被系列中的针叶林为亚热带山地暖性针叶林，该植被类型分布广泛，面积较大。

（1） 亚热带山地暖性针叶林

评价区常见的亚热带山地暖性针叶林有以下几个群系。

1) 马尾松群系（Form. *Pinus massoniana*）

马尾松为阳性树种，在评价区内酸性土上分布广泛。马尾松群系为评价区内分布最为广泛、最为重要的针叶林之一，主要分布在山脊及向阳缓坡区域，在桐

油坪、谷顶、上院、新庄、寨顶、甘巴哨村、毛沟堡村等地分布面积较大，群落外貌深绿色，林下土壤为黄壤，林冠整齐，群落结构及物种组成较简单。

乔木层郁闭度 0.6~0.8，层均高 8~12m，优势种为马尾松（*Pinus massoniana*），树高 8~15m，胸径 12~20cm，盖度 70%，主要伴生种有枫香树（*Liquidambar formosana*）、麻栎（*Quercus acutissima*）、异叶梁王茶（*Metapanax davidii*）、化香树（*Platycarya strobilacea*）、油桐（*Vernicia fordii*）等；灌木层盖度 20%，层均高 1~2m，优势种为山胡椒（*Lindera glauca*）、白栎（*Quercus fabri*），主要伴生种有茅栗（*Castanea seguinii*）、小果蔷薇（*Rosa cymosa*）、盐肤木（*Rhus chinensis*）、白檀（*Symplocos paniculata*）、大叶胡枝子（*Lespedeza davidii*）、山矾（*Symplocos sumuntia*）、杜鹃（*Rhododendron sp.*）、薄叶鼠李（*Rhamnus leptophylla*）、崖花子（*Pittosporum truncatum*）、冬青叶鼠刺（*Itea ilicifolia*）、来江藤（*Brandisia hancei*）等；草本层盖度 10~15%，层均高 0.5~1.5m，优势种为五节芒（*Miscanthus floridulus*）、蕨（*Pteridium aquilinum var. latiusculum*），主要伴生种有野菊（*Chrysanthemum indicum*）、白茅（*Imperata cylindrica*）、淡竹叶（*Lophatherum gracile*）、皱叶狗尾草（*Setaria plicata*）、龙芽草（*Agrimonia pilosa*）、铁芒萁（*Dicranopteris linearis*）、三脉紫菀（*Aster ageratoides*）等。

样方地点：坝址左岸淹没区段（107 左岸淹没区段（risl，267 左岸淹没区段（ri，H：821m）；浪坝山段（107 段（淹没区段（risl，267 段（淹没区段（ri ，H：945m）；安谷村附近淹没区段（107 附近淹没区段（risl，267 附近淹没区段（ri，H：886m）；上院村段（107°27'33.7"E，26°36'01.1"N ，H：988m）；寨顶附近（107°25'02.0"E，26°34'17.2"N ，H：920m）。

2) 杉木群系（Form. *Cunninghamia lanceolata*）

杉木为亚热带树种，在评价区主要分布在导流隧洞附近、黄丝镇附近尾水段、毛栗树村等区域，分布于较和缓的阴坡或半阴坡，群落外貌深绿色，林下土壤多为黄壤，林冠较整齐，群系内物种组成简单。

乔木层郁闭度 0.7~0.75，层均高 6~10m，优势种为杉木（*Cunninghamia lanceolata*），高约 5~12m，胸径 8~20cm，盖度 50~65%，主要伴生种有油桐、马尾松、枫香树、响叶杨（*Populus adenopoda*）等；灌木层盖度 10~35%，层均高 1.5m，优势种为山胡椒，高约 1~2m，盖度 5~30%，主要伴生种有茅栗、小

果蔷薇、杜鹃、白栎、算盘子（*Glochidion puberum*）、青灰叶下珠（*Phyllanthus glaucus*）等；草本层盖度 25%，层均高 1m，优势种为五节芒，高约 1~2m，盖度 10~20%，主要伴生种有白茅、芒萁、蕨、狗脊（*Woodwardia japonica*）、千里光（*Senecio scandens*）、贯众（*Cyrtomium fortunei*）等。

样方地点：黄丝镇附近尾水段（107 附近尾水段（ajapo，267 附近尾水段（ajap ，H：933m）；下院附近（107 近（尾水段（ajapo，267 近（尾水段（aja，H：913m）。

II. 阔叶林

评价区人为活动频繁，区域植被受人为干扰严重，地带性植多已退化。通过现场调查，酸性土区阔叶林以落叶阔叶林为主，其在评价区分布广泛，面积较大。

（2） 中亚热带落叶阔叶林

3) 枫香树群系（Form. *Liquidambar formosana*）

枫香树适应性强，萌生力强，常为评价区次生林的优势种，在评价区常呈片状分布于谷顶河、棉花土、下甲撒、甘巴哨村等地。

乔木层郁闭度 0.75，层均高 8~12m，优势种为枫香树，高 8~15m，胸径 10~20cm，盖度 40~60%，主要伴生种有马尾松、灯台树（*Cornus controversa*）、刺楸（*Kalopanax septemlobus*）、朴树（*Celtis sinensis*）、化香树、麻栎等；灌木层盖度 20~40%，层均高 1~2m，优势种为白栎、茅栗，高约 1~2m，主要伴生种有黄连木、盐肤木、山胡椒、香叶树（*Lindera communis*）、山莓、胡枝子（*Lespedeza bicolor*）、算盘子、扁担杆（*Grewia biloba*）、小果蔷薇等；草本层盖度 10~15%，层均高 0.2~0.3m，优势种为薹草（*Carex* sp.）、显子草（*Phaenosperma globosa*），主要伴生种有蕨、龙牙草、蛇莓（*Duchesnea indica*）、蕨、芒、皱叶狗尾草、野菊、过路黄（*Lysimachia christiniae*）等。

样方地点：安谷村附近（107°29'50.6" E，26°35'20.3" N，H：962m）；下甲撒附近（107°28'37.6"E、26°35'55.0" N，H：891m）；棉花土附近（107 附近（55.0" NE，267 附近（55.0" N，H：924m）。

4) 白栎群系（Form. *Quercus fabri*）

白栎喜光，耐干旱、瘠薄环境，适应性强，萌生力强，竞争力强，为评价区低山丘陵区最为常见的落叶阔叶树种之一，在枢纽区下甲撒、砂石加工场等地常

有较大片分布，群落外貌绿色，林冠整齐，林下土壤为黄壤，群落结构及物种组成较简单。

乔木层郁闭度 0.7，层均高 8m，优势种为白栎，高 7~9.5m，盖度 40%，主要伴生种有麻栎、枫香树、青榨槭（*Acer davidii*）、石灰花楸（*Sorbus folgneri*）、化香树等；灌木层盖度 35%，层均高 2m，优势种为山胡椒，高 1.5~3m，盖度 25%，主要伴生种有山莓、榆树（*Ulmus pumila*）、算盘子、八角枫、异叶榕（*Ficus heteromorpha*）等；草本层盖度 15%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高 0.2~0.5m，盖度 10%，主要伴生种有薹草、野菊、蕨、千里光等。

样方地点：下甲撒附近（107 点：下甲撒附近（菊、、267 点：下甲撒附近（菊、，H：891m）。

5) 响叶杨群系（Form. *Populus adenopoda*）

响叶杨为强阳性树种，常见于山脊、向阳山坡或河谷地。响叶杨群系主要分布在枢纽工程区黄丝镇、磴边、下院、下甲撒等地及输水线路区毛沟堡村等地。群落外貌绿色，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.7~0.75，层均高 6m，优势种为响叶杨，高约 4~7，胸径 5~10cm，盖度 60~65%，主要伴生种有亮叶桦（*Betula luminifera*）、黄连木、细齿樱桃（*Cerasus serrula*）、黄连木、化香树、香叶树等；灌木层盖度 30~35%，层均高 1.5m，优势种为小果蔷薇，高约 1~2m，盖度 20~30%%，主要伴生种有山胡椒、盐肤木、檵木（*Loropetalum chinense*）、金樱子（*Rosa laevigata*）等；草本层盖度 15%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高约 0.2~0.5m，盖度 15%，主要伴生种有五节芒、红根草（*Lysimachia fortunei*）、野菊等。

样方地点：黄丝镇磴边段附近（107 °24'39.7" E，26 °34'38.0" N，H：934m）；小寨段输水管道附近（107 输水管道附近（" N，267 输水管道附近（" N，H：945m）。

6) 构树群系（Form. *Broussonetia papyrifera*）

构树为强阳性树种，生长快，萌芽力和分蘖力强，常为造林先锋树种，在评价区其常呈片状分布于枢纽区坝址右岸、鱼梁江村等地，输水区毛沟堡村等地，群落外貌绿色，林冠不整齐，林下土壤为黄壤，群落结构及物种组成较简单。

乔木层郁闭度 0.7~0.75，层均高 5~7m，优势种为构树（*Broussonetia*

papyrifera），高 5~8m，胸径 6~12cm，盖度 65~70%，主要伴生种有君迁子（*Diospyros lotus*）、栗（*Castanea mollissima*）、亮叶桦、响叶杨等；灌木层盖度 20~40%，层均高 1m，优势种为粗叶悬钩子，高约 1~1.5m，盖度 15%，主要伴生种为竹叶花椒（*Zanthoxylum armatum*）、柘（*Cudrania tricuspidata*）、盐肤木、火棘、冻绿（*Rhamnus utilis*）等；草本层盖度 20~30%，优势种为五节芒、白茅，盖度 15~25%，主要伴生种有野菊、野艾蒿（*Artemisia lavandulaefolia*）、千里光、龙芽草等。

样方地点：坝址右岸（107 岸（龙芽草等。lava，267 岸（龙芽草等。lN，H：876m）；鱼梁江村附近（107°28'45.9" E，26°36'59.6" N，H：1059m）；龙昌镇段输水管道附近（107°29'50.2" E，26°45'40.9"N，H：1022m）。

III. 竹林

评价区位于黔中地区鱼梁江上游区域，区域地貌以河谷、低山丘陵地貌为主，竹林主要为亚热带低山丘陵河谷竹林。

（3） 亚热带低山丘陵河谷竹林

竹林是由单优势种组成的群系。评价区内竹林多呈小片状分布，常镶嵌于针叶林或阔叶林边缘，是自然植被最重要的组成部分。

7) 毛竹群系（Form. *Phyllostachys edulis*）

毛竹群系为评价区竹林的重要组成部分，毛竹适应性，抗逆性强，无性繁殖力强，常呈小斑块状分布村落附近，在新寨附近有较大片分布，群落外貌翠绿色，林下土壤为黄壤，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.7，层均高 6m，优势种为毛竹，高 5~7m，胸径 4~8cm，盖度 55%，主要伴生种有杉木、灯台树、青榨槭等；灌木层盖度 20%，层均高 1.5m，优势种为山莓（*Rubus corchorifolius*），高约 1~2m，盖度 15%，主要伴生种有插田泡（*Rubus coreanus*）、算盘子、白花龙（*Styrax faberi*）、小果珍珠花（*Lyonia ovalifolia* var. *elliptica*）等；草本层盖度 30%，层均高 0.2m，优势种为求米草（*Oplismenus undulatifolius*），高约 0.1~0.2m，盖度 20%，主要伴生种有苔草（*Arthraxon hispidus*）、变豆菜（*Sanicula chinensis*）、败酱（*Patrinia scabiosaefolia*）、龙芽草等。

样方地点：新寨附近（107°29'39.0" E，26°37'19.9" N，H：1037m）。

8) 水竹群系（Form. *Phyllostachys heteroclada*）

水竹适应性强，是评价区最为常见的小径竹之一，常呈小片状镶嵌于阔叶林植被带内，在枢纽区江边寨、老院坝等地，输水区 13#弃渣场等地常有较大片分布，群落外貌翠绿色，林冠整齐，林下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.7~0.75，层均高 2.5~3m，优势种为水竹（*Phyllostachys heteroclada*），高 1~4m，胸径 1~3cm，盖度 60~70%，主要伴生种有构树、榆树、鼠李（*Rhamnus davurica*）、楝（*Melia azedarach*）、枫杨（*Pterocarya stenoptera*）等；灌木层盖度 15~25%，层均高 1m，优势种为茅莓（*Rubus parvifolius*），高约 1~1.5m，盖度 10~20%，主要伴生种有桑（*Morus alba*）、苎麻（*Boehmeria nivea*）、水麻（*Debregeasia orientalis*）、柘等；草本层盖度 10~15%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高约 0.2~0.35m，盖度 5~10%，主要伴生种有野艾蒿、渐尖毛蕨（*Cyclosorus acuminatus*）、狗脊（*Woodwardia japonica*）等。

样方地点：江边寨尾水附近（107°24'29.7" E，26°34'18.1"N，H：915m）；老院坝附近（107°25'44.0"E，26°35'03.8"N，H：898m）。

IV. 灌丛及灌草丛

评价区人为活动频繁，森林植被破坏严重，但由于区域优越的自然环境等，较有利于灌丛和灌草丛的发育。根据现场调查，评价区灌丛和灌草丛分布广泛，其是评价区自然植被的重要组成部分。

（4） 灌丛

灌丛为评价区最为常见的植被类型之一，其广泛分布于评价区各地，由于本工程线路较长，区域环境多样，灌丛群系组成较多样。

9) 窄叶蚊母树群系（Form. *Distylium dunnianum*）

窄叶蚊母树喜温湿环境，其适应性强、抗逆性强，为鱼梁江沿岸滩涂区最为常见的灌木之一，在枢纽区上院村、江边寨、比纪等地河滩上常有较大片分布，群落外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 70~75%，层均高 1.5m，优势种为窄叶蚊母树（*Distylium dunnianum*），高约 1~2m，盖度 60~65%，主要伴生种为竹叶榕（*Ficus stenophylla*）、蕊帽忍冬、长叶水麻（*Debregeasia longifolia*）、小梾木（*Cornus quinquenervis*）等；草本层盖度 30%，层均高 0.2m，优势种为条穗薹草（*Carex nemostachys*），

高约 0.2~0.5m，盖度 25%，主要伴生种有五节芒、野艾蒿、糯米团（*Gonostegia hirta*）、千里光、豆瓣菜（*Nasturtium officinale*）等。

样方地点：上院村附近淹没区（107°27'47.1" E，26°36'01.8" N，H：890m）；江边寨尾水附近（107°24'28.6" E，26°34'23.1" N，H：928m）。

10) 山胡椒群系（Form. *Lindera glauca*）

山胡椒为阳性树种，其适应性强，在评价区分布广泛，常见于山坡、林缘、路边，在枢纽区谷顶河、下院等地常有较大面积分布，群落外貌绿色，群落下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 70~75%，层均高 2~3m，优势种为山胡椒，高约 1.5~3m，盖度 60~70%，主要伴生种有黄檀（*Dalbergia hupeana*）、白栎、盐肤木、异叶梁王茶、细枝柃（*Eurya loquaiana*）、朴树、杜鹃、油茶(*Camellia oleifera*)、算盘子等；草本层盖度 30%，层均高 0.5m，优势种为蕨，高约 0.3~0.5m，盖度 25%，主要伴生种有白茅、野老鹳草（*Geranium carolinianum*）、芒、铁芒萁、三脉紫菀、车前（*Plantago asiatica*）、狗尾草等。

样方地点：下院附近（107°25'50.3" E，26°34'59.9" N，H：913m）；谷顶河附近（107°29'46.9" E，26°35'16.7"N，H：908m）。

11) 八角枫群系（Form. *Alangium chinense*）

八角枫适应性强，在评价区内分布广泛，常生于河谷两岸、山坡或林下，在老院坝、料场弃渣场等地常有较大片分布，群落外貌绿色，群系下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 70~75%，层均高 2~4m，优势种为八角枫，高约 2~5m，盖度 50~65%，主要伴生种为扁核木、粗叶悬钩子、火棘、野蔷薇、插田泡、竹叶花椒、茅莓等；草本层盖度 25~40%，层均高 0.5m，优势种为蕨，高约 0.2~0.5m，盖度 20~30%，主要伴生种有尼泊尔老鹳草（*Geranium nepalense*）、黄果茄（*Solanum xanthocarpum*）、蛇莓、野菊、渐尖毛蕨、龙葵（*Solanum nigrum*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）等。

样方地点：料场弃渣场附近（107°29'05.5" E，26°37'24.5" N，H：1078m）；老院坝附近淹没区段（107°25'57.0" E，26°34'58.8" N，H：901m）。

12) 粗叶悬钩子群系（Form. *Rubus alceaefolius* ）

粗叶悬钩子适应性强、抗逆性强，萌芽力强，生长快，其为评价区最为常见的灌木之一，在枢纽区老院坝、下甲撒、弃渣等地常有较大片，群落外貌绿色，群系下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 75%，层均高 1~2m，优势种为粗叶悬钩子，高约 1~2m，盖度 65%，主要伴生种为八角枫、五加（*Acanthopanax gracilistylus*）、朴树、盐肤木、野蔷薇、竹叶花椒、寒莓（*Rubus buergeri*）、火棘、牡荆（*Vitex negundo var. cannabifolia*）、构树等；草本层盖度 20~30%，层均高 0.25m，优势种为白茅，高约 0.2~0.3m，盖度 15~25%，主要伴生种有蕨、野菊、升马唐（*Digitaria ciliaris*）、三脉紫菀、贯众、天名精（*Carpesium abrotanoides*）、老鹳草（*Geranium wilfordii*）等。

样方地点：下甲撒附近（107°28'30.7" E，26°35'55.5" N，H：911m）；老院坝附近（107 院坝附近（.5" N，267 院坝附近（.5" ，H：913m）；鱼梁江村附近弃渣场（107°29'04.9"E、26°37'26.5"N，H：1077m）。

13) 山莓群系（Form. *Rubus corchorifolius*）

山莓适应性强、繁殖力强，常为荒地的先锋植物，其在评价区分布广泛，常见于枢纽区砂石加工场、石料厂附近阳山坡、溪边、山谷、荒地和疏密灌丛中，群落外貌绿色，群系下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 75%，层均高 1.5m，优势种为山莓，高约 1.5~2m，盖度 70%，主要伴生种有山胡椒、楤木（*Aralia chinensis*）、寒莓（*Rubus buergeri*）等；草本层盖度 35%，层均高 0.5m，优势种为蕨，高约 0.2~0.5m，盖度 15%，主要伴生种有紫萁（*Osmunda japonica*）、渐尖毛蕨、五节芒、红根草、毛轴蕨（*Pteridium revolutum*）等。

样方地点：料场弃渣场 2 附近（107°29'37.1" E，26°37'19.9" N，H：1038m）。

14) 楤木群系（Form. *Aralia chinensis*）

楤木适应性强，常见于枢纽区鱼梁江沿岸和山谷区，在评价区砂石加工场附近，其常有较大片状分布，群落外貌绿色，群落下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 70%，层均高 2.5m，优势种为楤木（*Aralia chinensis*），高约 2~3m，盖度 50%，主要伴生种有山莓、白栎、野桐（*Mallotus tenuifolius*）、山胡椒、寒

莓等；草本层盖度 15%，层均高 0.5m，优势种为蕨，高约 0.3~0.5m，盖度 15%，主要伴生种有紫萁、五节芒、红根草、毛轴蕨等。

样方地点：料场弃渣场 2 附近（107°29'38.2"E、26°37'20.0"N，H：1037m）。

（5） 灌草丛

评价区人为活动频繁，灌草丛分布广泛，灌草丛是评价区植被的重要组成部分，其常呈小片状分布于村落附近低山丘陵区。

15) 白茅群系（Form. *Imperata cylindrica*）

白茅适应性强，抗逆性强，繁殖力强，具有强的竞争力，为评价区最为常见的草本植物之一，常呈片状分布于枢纽区谷顶村等地和输水区泽塘等地，群落外貌黄绿色，群落下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

草本层盖度 75%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高约 0.3~0.5m，盖度 70%，主要伴生种有渐尖毛蕨、千里光、野艾蒿、地锦（*Euphorbia humifusa*）、黄苞大戟（*Euphorbia sikkimensis*）等。

样方地点：泽塘段输水管道附近（107°33'38.7"E、26°37'11.9"N，H：890m）；

16) 狗牙根群系（Form. *Cynodon dactylon*）

狗牙根适应性强，抗逆性强，繁殖迅速，是良好的水土保持植物，为评价区水湿地最为常见的草本植物之一，在枢纽区黄丝镇、江边寨等地，输水区君田坝附近滩涂区常有较大面积分布，群落外貌绿色，群落下土壤为潮土，群落结构及种类组成较简单。

草本层盖度 70~80%，层均高 0.1m，优势种为狗牙根（*Cynodon dactylon*），高 0.05~0.1m，盖度 65~70%，主要伴生种有益母草（*Leonurus japonicus*）、水蓼（*Polygonum hydropiper*）、荔枝草（*Salvia plebeia*）、马兰（*Kalimeris indica*）等。

样方地点：黄丝镇附近尾水段（107°24'28.7" E、26°34'16.1" N，H：912m）；老院坝附近淹没区段（107°25'48.0"E、26°35'00.4" N，H：904m）。

17) 五节芒群系（Form. *Miscanthus floridulus*）

五节芒适应性强、繁殖力强，常分布于荒地、河谷、山坡及草地，在评价区内主要分布于枢纽区弃渣场附近及输水区 L2 工区等地，群落外貌绿色，群落下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

草本层盖度 70~80%，层均高 1.5m，优势种为五节芒，高约 1~2m，盖度 60~70%，

主要伴生种有芒、白茅、蕨、菅（*Themeda villosa*）、龙芽草、琉璃草（*Cynoglossum zeylanicum*）、川续断（*Dipsacus asperoides*）、紫萁、石松（*Lycopodium japonicum*）等。

样方地点：L2 工区附近（107°33'17.5" E，26°40'09.1" N，H：917m）；鱼梁江村附近石料厂（107 村附近石料厂（" N，267 村附近石料厂（" N，H：1065m）。

18) 斑茅群系（Form. *Saccharum arundinaceum*）

斑茅适应性强，抗逆性强，繁殖力强，在枢纽区黄丝镇附近滩涂区常有较大面积分布，群落外貌绿色，群落下土壤为潮土，群落结构及物种组成较简单。

草本层盖度 75%，层均高 1.5m，优势种为斑茅（*Saccharum arundinaceum*），高 1~2m，盖度 70%，主要伴生种有野艾蒿、狗牙根、千里光、泥胡菜（*Hemisteptia lyrata*）、刺儿菜（*Cirsium segetum*）等。

样方地点：黄丝镇附近尾水段（107°24'27.9" E、26°34'15.7" N，H：913m）。

19) 蕨群系（Form. *Pteridium aquilinum var. latiusculum*）

蕨适应性强，抗逆性强，为评价区分布最广泛、最常见的蕨类植物之一，常呈片状分布于枢纽区石料厂、混凝土预制厂附近、砂石加工系统等地阳坡及林缘地区，群系外貌绿色，群系下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

草本层盖度 75%，层均高 0.5m，优势种为蕨，高约 0.5~1m，盖度 70%，主要伴生种有紫萁、渐尖毛蕨、苎草、牛膝（*Achyranthes bidentata*）、问荆（*Equisetum arvense*）、狗尾草等。

样方地点：鱼梁江石料厂附近（107°29'23.5" E，26°37'18.4" N，H：1065m）。

乙. 钙质土植被

评价区位于黔中石灰岩区，区域钙质土分布广泛，钙质土植被分布广泛，面积较大，其为评价区植被的重要组成部分。

v. 钙质土针叶林

评价区针叶林以亚热带石灰岩山地暖型针叶林为主，其常呈小片状分布于输水区。

（6） 亚热带石灰岩山地暖型针叶林

20) 柏木群系（Form. *Cupressus funebris*）

柏木适应性强，抗逆性强，耐干旱瘠薄环境，在评价区多分布于老院坝、2#

弃渣场、毛沟堡村、七星矣村等地，主要为柏木疏林，常呈小片状分布于灌丛植被带内。

乔木层郁闭度 0.55~0.75，层均高 6~7m，优势种为柏木，高 5~10m，胸径 5~15cm，盖度 50%~60%，主要伴生种有响叶杨、黄连木、化香树等；灌木层盖度 30~60%，层均高 1.5~2m，优势种为火棘、马桑，主要伴生种有扁核木、中华绣线菊（*Spiraea chinensis*）、单瓣缫丝花（*Rosa roxburghii f. normalis*）、小果蔷薇、盐肤木、黄荆（*Vitex negundo*）、铁仔、楤木、八角枫等；草本层盖度 10~20%，层均高 0.3m，优势种为白茅、茎草，主要伴生种有野菊、艾（*Artemisia argyi*）、假俭草（*Eremochloa ophiuroides*）、蒲公英（*Taraxacum mongolicum*）、白车轴草（*Trifolium repens*）、五节芒、千里光、菅、细柄草（*Capillipedium parviflorum*）等。

样方地点：龙昌工业园蓄水池附近（107°29'50.2"E，26°45'40.9"N，H：1022m）；老院坝附近（107°25'39.5" E，26°35'22.1" N，H：949m）；2#弃渣场附近（107°33'37.7" E，26°36'58.2" N，H：898m）。

VI. 钙质土阔叶林

评价区位于我国亚热带常绿阔叶林区，区域自然环境优越，阔叶林分布广泛。根据现场调查，评价区钙质土阔叶林主要有中亚热带石灰岩山地常绿阔叶林及中亚热带石灰岩山地落叶阔叶林等 2 大类，其中常绿阔叶林为区域地带性植被，是区域植被的基带。

（7） 中亚热带石灰岩山地常绿阔叶林

21) 青冈群系（Form. *Cyclobalanopsis glauca*）

青冈群系为评价区最重要的群系之一，在评价区枢纽工程区比纪等地沟谷边有小片分布，群落外貌深绿色，林下土壤为石灰土，林冠不整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.6，层均高 5m，优势种为青冈（*Cyclobalanopsis glauca*），高 4~6m，胸径 5~12cm，盖度 55%，主要伴生种有云贵鹅耳枥、水青冈（*Faguslongipetiolata*）等；灌木层盖度 35%，层均高 2m，优势种为石岩枫（*Mallotusrepandus*），高约 1~2m，盖度 30%，主要伴生种有皱叶雀梅藤（*Sageretiarugosa*）、铁仔、小果蔷薇、火棘等；草本层盖度 10%，层均高 0.3m，

优势种为野青茅（*Deyeuxiapyramidalis*），高约 0.3~0.5m，盖度 5%，主要伴生种有苎草、、野菊、千里光、艾、酢浆草等。

样方地点：比纪段（107 点：比纪段（、酢浆草，267 点：比纪段（、酢浆，H：912m）

22) 香叶树群系（Form. *Lindera communis*）

香叶树适应性强，抗逆性强，萌芽力强，其为评价区最为常见的常绿阔叶树种之一，常零散分布于沟谷区，在枢纽区下甲撒等地，输水区小寨等地常有小片状分布，群落外貌深绿色，林下土壤为石灰土，林冠不整齐，群落结构及种类组成相对简单。

乔木层郁闭度 0.7，层均高 5m，优势种为香叶树（*Lindera communis*），高 4~7m，胸径 5~10cm，盖度 65%，主要伴生种有青冈、亮叶桦（*Betula luminifera*）、响叶杨、杜梨（*Pyrus betulifolia*）、朴树等；灌木层盖度 45%，层均高 3m，优势种为冻绿，高约 1.5~3m，盖度 30%，主要伴生种有小果蔷薇、火棘、野鸦椿（*Euscaphis japonica*）、山胡椒、青麸杨（*Rhus potaninii*）、白簕（*Acanthopanax trifoliatus*）等；草本层盖度 15%，层均高 0.3m，优势种为野菊，高约 0.2~0.5m，盖度 10%，主要伴生种有苎草、贯众（*Cyrtomium fortunei*）、菅、野青茅等。

样方地点：小寨段输水管道附近（107°31'06.4"E、26°44'32.3" N，H：945m）

（8） 中亚热带石灰岩山地落叶阔叶林

评价区自然环境优越，较利于阔叶林植被发育，但由于评价区人为活动频繁，阔叶林多分布于鱼梁江沿岸或山坡上部。

23) 云贵鹅耳枥群系（Form. *Carpinus pubescens*）

云贵鹅耳枥适应性强，在评价区分布广泛，常见于山谷或山坡中上部，在枢纽区干溪、江边寨等地常有小片状分布，群落外貌绿色，林下土壤为石灰土，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.75，层均高 7m，优势种为云贵鹅耳枥，高 4~8m，胸径 4~12cm，盖度 60%，主要伴生种有化香树、朴树等；灌木层盖度 20%，层均高 1.5m，优势种为火棘，高约 1~2m，盖度 15%，主要伴生种有马桑、冬青叶鼠刺（*Itea ilicifolia*）、南天竹（*Nandina domestica*）等；草本层盖度 10%，层均高 0.05m，优势种为苎

草，高约 0.02~0.1m，盖度 5%，主要伴生种有蜈蚣草（*Pteris vittata*）、薹草（*Carex* sp.）等。

样方地点：上院村干溪段附近（107°28'15.9" E，26°35'58.1" N，H：902m）。

24) 朴树群系（Form. *Celtis sinensis*）

朴树适应性强，抗逆性强，其在评价区分布广泛，常见于低山区或村落附近，在枢纽区下甲撒等地，输水区半边街等地常见有小片分布，群落外貌绿色，群落下土壤为石灰土，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.6，层均高 6m，优势种为朴树（*Celtis sinensis*），高 5~7m，胸径 8~15cm，盖度 55%，主要伴生种有枫香树、黄连木、香叶树等；灌木层盖度 35%，层均高 1.5m，优势种为火棘，高 1~1.5m，盖度 30%，主要伴生种有山胡椒、苎麻、粗野悬钩子等；草本层盖度 15%，层均高 0.3m，优势种为野菊，高 0.3~0.5m，盖度 10%，主要伴生种有白茅、野艾蒿、野老鹳草、蛇莓等。

样方地点：比纪段淹没区（107°27'10.3"E、26°35'21.6"N，H：912m）。

25) 化香树群系（Form. *Platycarya strobilacea*）

化香树适应性强，抗逆性强，萌芽力强，生长快，其为评价区最为常见的落叶阔叶树种之一，在枢纽区江边寨、老院坝、下院、下甲撒等地，输水区二级加压泵站等地常有较广泛分布，群落外貌绿色，林冠整齐，林下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.75，层均高 6~7m，优势种为化香树，高约 4~9，胸径 5~12cm，盖度 65%，主要伴生种有朴树、黄连木、响叶杨、黄檀等；灌木层盖度 30%，层均高 1.5m，优势种为马桑，高约 1~2m，盖度 20%，主要伴生种有薄叶鼠李、铁仔、香叶树、飞龙掌血（*Toddalia asiatica*）、野扇花（*Sarcococca ruscifolia*）、扁核木、盐肤木、水麻、细枝柃等；草本层盖度 10~15%，层均高 0.2m，优势种为穹隆薹草（*Carex gibba*）或野青茅，高约 0.2~0.5m，盖度 5~10%，主要伴生种有蜈蚣草、细柄草、苎草、艾等。

样方地点：老院坝附近（107°25'55.5" E，26°34'59.5" N，H：905m）；江边寨尾水附近（107°24'29.3"E，26°34'21.3"N，H：928m）。

26) 黄连木群系（Form. *Pistacia chinensis*）

黄连木适应性强、抗逆性强、萌芽力强，常见于沟谷两岸、山坡上，在枢纽

区黄丝村等地，输水区二级加压泵站等地常有较大片分布，群落外貌绿色，林下土壤为石灰土，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.75，层均高 9m，优势种为黄连木，高约 6~10，胸径 5~15cm，盖度 70%，主要伴生种有响叶杨、化香树、山槐（*Albizia kalkora*）等；灌木层盖度 25%，层均高 1.5m，优势种为小果蔷薇，高约 1~2m，盖度 20%，主要伴生种有竹叶花椒、铁仔、马桑、野扇花（*Sarcococca ruscifolia*）等；草本层盖度 10%，层均高 0.2m，优势种为薹草，高约 0.1~0.3m，盖度 5%，主要伴生种有野菊等。

样方地点：黄丝村附近尾水段（107°24'33.1" E，26°34'20.3" N，H：928m）。

VII. 钙质土灌丛及灌草丛

评价区灌丛和灌草丛多由森林植被退化或生境条件恶劣而形成。由于评价区生境多样，区域钙质土灌丛和灌草丛群系较多样。

（9） 石灰岩山地常绿藤刺灌丛

27) 皱叶雀梅藤群系（Form. *Sageretia rugosa*）

皱叶雀梅藤适应性强，抗逆性强，耐干旱瘠薄环境，其为评价区最为常见的藤刺灌木之一，河谷、山坡、平地均有分布，在枢纽区比纪段和输水区柏秧林段鱼梁江边常有较大片分布，群系外貌灰绿色，群系下土壤为石灰土，群系结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 70~80%，层均高 1.5m，优势种为皱叶雀梅藤（*Sageretia rugosa*），高约 1~2m，盖度 60~65%，主要伴生种有构树、朴树、榆树、小果蔷薇、皱叶荚蒾（*Viburnum rhytidophyllum*）、火棘、水麻等；草本层盖度 10~30%，层均高 0.2~0.3m，优势种为野青茅，高约 0.2~0.5m，盖度 5~20%，主要伴生种有野菊、石韦（*Pyrrosia lingua*）、黄茅（*Heteropogon contortus*）、细柄草、柔枝莠竹（*Microstegium vimineum*）、渐尖毛蕨、蜈蚣草、苎草等。

样方地点：比纪段淹没区（107°27'12.4" E，26°35'24.9" N，H：905m）；柏秧林段鱼梁江边（107 段鱼梁江边（9" N，267 段鱼梁江边（9" N，H：831m）。

28) 火棘群系（Form. *Pyracantha fortuneana*）

火棘为强阳性灌木，适应性强，在枢纽区上游围堰、黄丝村等地及输水区毛沟堡村等地有较大面积分布，群系外貌深绿色，群系下土壤为石灰土，群系结构及种类组成较简单。

灌木层盖度60~75%，层均高1.5m，优势种为火棘，高约1~2m，盖度55~70%，主要伴生种有马桑、化香树、香叶树、野蔷薇、构树等；草本层盖度 20~30%，层均高 0.1m，优势种为苎草，高约 0.05~0.1m，盖度 15~20%，主要伴生种有黄鹌菜（*Youngia japonica*）、狗牙根、野艾蒿、五节芒、酸模叶蓼（*Polygonum lapathifolium*）、千里光等。

样方地点：黄丝镇附近尾水段（107°24'32.6" E，26°34'16.3" N，H：913m）；上游围堰附近（107°30'19.2" E，26°36'38.7" N，H：883m）。

29) 小果蔷薇群系（Form. *Rosa cymosa*）

小果蔷薇为阳性灌木，其适应性强，抗逆性强，常见于向阳山坡、路旁、沟谷或林缘。小果蔷薇灌丛为评价区分布最广泛、最重要的灌丛植被之一，在枢纽区黄丝村、下院、老院坝等地及输水区毛沟堡村、君田坝等地有较大面积分布，群落外貌绿色，群系下土壤为石灰土，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 70~80%，层均高 1~1.5m，优势种为小果蔷薇，高约 1~2m，盖度 60~70%，主要伴生种为水麻、山麻杆（*Alchornea davidii*）、皱叶雀梅藤、珊瑚朴（*Celtis julianae*）、胡颓子（*Elaeagnus pungens*）、马桑、构树、扁核木等；草本层盖度 10~30%，层均高 0.2m，优势种为苎草、活血丹（*Glechoma longituba*），盖度 5~20%，主要伴生种有求米草、蜈蚣草、白茅、野艾蒿、酸模叶蓼、鹅观草（*Roegneria kamoji*）等。

样方地点：比纪段（107°27'12.0" E，26°35'26.6" N，H：898m）；黄丝镇附近尾水段（107°24'32.6" E，26°34'16.3" N，H：913m）。

（10） 石灰岩山地落叶藤刺灌丛

30) 马桑群系（Form. *Coriaria nepalensis*）

马桑适应性强，抗逆性强，萌芽力强，为评价区内最为常见的落叶灌木之一，在枢纽区上游围堰、上院村、下院等地及输水区毛沟堡村、君田坝等地有较大面积分布，群落外貌绿色，群系下土壤为石灰土，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 60~75%，层均高 1.5~2m，优势种为马桑，高约 1~3m，盖度 50~65%，主要伴生种有盐肤木、插田泡、水麻、扁核木、火棘、构树、黄连木、野扇花、溲疏（*Deutzia sp.*）等；草本层盖度 20~35%，优势种为五节芒、苎草，盖度 15~30%，主要伴生种有野菊、求米草、白茅、野菊、龙芽草、显子草、柄

果薹草（*Carex stipitinux*）、野古草、蜈蚣草等。

样方地点：江边寨尾水附近（107 尾水附近（等。itin、267 尾水附近（等。it，H：932m）；上游围堰附近（107°30'18.8" E，26°36'39.4" N，H：884m）；上院村附近淹没区（107°27'47.1" E，26°36'01.8" N，H：890m）。

31) 黄荆群系（Form. *Vitex negundo*）

黄荆适应性强，萌芽力强，生长快，常为荒山荒地区先锋植物，在君田坝段常有较大片分布，群落外貌绿色，群落下土壤为石灰土，群落结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 75%，层均高 1.5m，优势种为黄荆，高 1.5~2m，盖度 65%，主要伴生种有构树、八角枫、柘、小果蔷薇、马桑、球核荚蒾（*Viburnum propinquum*）等；草本层盖度 40%，层均高 0.25m，优势种为白茅，高 0.2~0.3m，盖度 25%，主要伴生种有蜈蚣草、千里光、细柄草、黄茅（*Heteropogon contortus*）等。

样方地点：君田坝段输水管道附近（107°32'37.8" E、26°41'01.9" N，H：848m）。

32) 水麻群系（Form. *Debregeasia orientalis*）

水麻喜温湿环境，适应性强，在评价区溪谷、河流两岸潮湿地区分布广泛，在枢纽区坝址右岸、比纪、黄丝村等地及输水区君田坝等地有较大片分布，群落外貌绿色，群系下土壤为石灰土，群系结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 70~80%，层均高 1.5~2m，优势种为水麻，高约 1.5~3m，盖度 60~70%，主要伴生种有山鸡椒（*Litsea cubeba*）、苎麻、旱柳（*Salix matsudana*）、紫麻（*Oreocnide frutescens*）、大叶醉鱼草（*Buddleja davidii*）、野蔷薇、粗叶悬钩子、蕊帽忍冬（*Lonicera pileata*）等；草本层盖度 15~35%，层均高 0.2~0.5m，优势种为糯米团等，高约 0.2~0.5m，盖度 10~30%，主要伴生种有贯众、酸模叶蓼、狗牙根、渐尖毛蕨、窃衣（*Torilis scabra*）、节节草（*Equisetum ramosissimum*）等。

样方地点：坝址右岸淹没区（107°30'20.2" E，26°36'38.0" N，H：889m）；黄丝镇附近尾水段（107°25'21.1" E，26°35'17.7" N，H：910m）；凤山镇段输水管道附近（107 山镇段输水管道附近（E、267 山镇段输水管道附近（，H：893m）。

33) 扁核木群系（Form. *Prinsepia utilis*）

扁核木在评价区分布广泛，常生于山坡、荒地、山谷或路旁，在枢纽区上院村、比纪等地及输水区毛沟堡村等地有较大片分布，群落外貌绿色，群系下土壤

为石灰土，群系结构及种类组成较简单。

灌木层盖度 70~75%，层均高 1.5~2m，优势种为扁核木，高约 1~2m，盖度 60~65%，主要伴生种为野蔷薇、马桑、水麻、构树、茅莓、粗叶悬钩子、八角枫等；草本层盖度 20~35%，层均高 0.3m，优势种为野艾蒿、蕨等，高 0.2~0.5m，盖度 20~30%，主要伴生种有水蓼、狗尾草、毛茛（*Ranunculus japonicus*）、狗牙根、羊蹄、棒头草、一年蓬、千里光、苍耳（*Xanthium sibiricum*）、牛膝等。

样方地点：上院村附近（107°27'48.6" E，26°36'05.4" N，H：889m）；比纪段（107°27'07.4" E，26°35'39.7" N，H：893m）；鱼梁江村附近（107 村附近（9.7" N、267 村附近（9.7" ，H：1041m）。

丙.水生植被及沼泽植被

VIII. 水生植被

（11） 挺水水生植被

34) 水芹群系（Form. *Oenanthe javanica*）

水芹适应性强，为评价区最为常见的水生植物之一，常见于浅水低洼区域或池沼、水沟旁，在枢纽区黄丝村、下院等地及输水区君田坝附近河边有较大面积分布，群落外貌绿色，群落下土壤为潮土，群落结构及种类组成较简单。

草本层层盖度 75%，层均高 0.3m，优势种为水芹（*Oenanthe javanica*），高约 0.2~0.5m，盖度 70%，主要伴生种有窃衣、狗牙根、长刺酸模（*Rumex trisetifer*）等。

样方地点：黄丝镇附近尾水段（107°24'29.4" E，26°34'16.5" N，H：913m）。

35) 豆瓣菜群系（Form. *Nasturtium officinale*）

豆瓣菜适应性强，抗逆性强，常见于水沟边、山涧河边、沼泽地或水田中，在枢纽区下院、老院坝、大水桥等地及输水区毛沟堡等地等地水田边有较大片分布，群系外貌绿色，群落下土壤为潮土、水稻土或沼泽土，群系结构及种类组成较简单。

草本层盖度 80%，层均高 0.3m，优势种为豆瓣菜（*Nasturtium officinale*），高约 0.2~0.5m，盖度 70%，主要伴生种有棒头草（*Polypogon fugax*）、火炭母（*Polygonum chinense*）、毛茛（*Ranunculus japonicus*）、水蓼（*Polygonum hydropiper*）等。

样方地点：下院附近（107°25'53.8" E，26°35'21.0" N，H：918m）。

36) 水蓼群系（Form. *Polygonum hydropiper*）

水蓼适应性强，在评价区分布广泛，常见于河滩、水沟边、山谷湿地，在枢纽区老院坝、混凝土预制厂附近、混凝土系统等地及输水区君田坝附近河边有较大片分布，群系外貌绿色，群系结构及种类组成较简单。

草本层盖度 80%，层均高 0.3m，优势种为水蓼，高约 0.2~0.3m，盖度 70%，主要伴生种有狗尾草、酸模叶蓼、早熟禾（*Poa annua*）、香附子（*Cyperus rotundus*）等。

样方地点：管理营地附近（107°30'04.2" E，26°36'50.2" N，H：928m）；淹没区段（107 段（'50.2" NE、267 段（'50.2" N，H：897）。

（12） 浮水水生植被

37) 浮萍群系（Form. *Lemna minor*）

浮萍适应性强，常生于水田、池沼或其它静水水域，在枢纽区老院坝、下甲撒等地有较大片分布，群系外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

草本层盖度 70%，优势种为浮萍（*Lemna minor*），盖度 65%，主要伴生种有紫萍（*Spirodela polyrrhiza*）、满江红（*Azolla imbricata*）等。

样方地点：老院坝附近淹没区段（107°25'45.3" E，26°35'02.1" N，H：900m）；下甲撒附近（107°28'25.2"E、26°36'08.7"N，H：927m）。

（13） 沉水水生植被

38) 眼子菜群系（Form. *Potamogeton distinctus*）

眼子菜适应性强，抗逆性强，为评价区分布最为常见的沉水水生植物之一，常见于池塘、水沟、水稻田及缓流河水中，在枢纽区下甲撒附近常见有较大片分布，群系外貌暗绿色，群系结构及种类组成较简单。

草本层盖度 70%，优势种为眼子菜（*Potamogeton distinctus*），盖度 60%，主要伴生种有菹草（*Potamogeton crispus*）、大茨藻（*Najas marina*）、黑藻（*Hydrilla verticillata*）等。

样方地点：下甲撒附近（107°28'39.2"E、26°35'57.9"N，H：893m）。

39) 菹草群系（Form. *Potamogeton crispus*）

菹草适应性强，抗逆性强，为评价区分布最为常见的沉水水生植物之一，常

见于池塘、水沟、水稻田及缓流河水中，在枢纽区谷顶河附近有较大片分布，群系外貌暗绿色，群系结构及种类组成较简单。

草本层盖度 70%，优势种为菹草，盖度 65%，主要伴生种有眼子菜等。

样方地点：谷顶河附近（107°29'45.6" E，26°35'14.3" N，H：887m）。

4.4.3 陆生植物

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011 年），评价区属于东亚植物区—中国-日本森林植物亚区—华中地区—川、鄂、湘亚地区。本区植物种类丰富，植物区系以北温带成分为主。

4.4.3.1 种类组成

通过对现场调查采集的植物标本鉴定，以及对评价区历年积累的植物区系资料系统的整理，凤山水库工程评价区内有维管植物 150 科，427 属，665 种，其中野生维管植物 595 种，隶属于 137 科，378 属，评价区野生维管植物科、属、种数量分别占贵州省维管植物总科数、总属数和总种数的 53.73%、23.23%和 8.56%，占全国维管植物总科数、总属数和总种数的 32.62%、10.98%、1.90%，详见表 4.4.3-1。

表 4.4.3-1　　评价区主要维管植物统计表

项目	蕨类植物			种子植物						维管植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	25	32	46	3	3	3	109	343	546	137	378	595
贵州省	53	151	808	10	31	56	192	1445	6088	255	1627	6952
全 国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占贵州省（%）	47.17	21.19	5.69	30.00	9.68	5.36	56.77	23.74	8.97	53.73	23.23	8.56
占全国（%）	39.68	14.29	1.77	27.27	8.33	1.58	31.50	10.77	1.92	32.62	10.98	1.90

注：数据来源，贵州蕨类植物（王培善，王筱英，2001），贵州种子植物（董泽琴，2010），中国蕨类植物（吴兆洪，1991），中国种子植物（吴征镒，2011）

4.4.3.2 区系分析

通过对评价区内野生维管植物统计分析，评价区植物区系具有组成成分较丰富，具有较多古老和原始的植物区系成分，地理成分复杂、地理联系广泛，植物区系为温带性质，以北温带成分为主，具有过渡性等特点。

表 4.4.3-2　　评价区野生维管植物属的分布区类型

属的分布区类型	评级区内属数	占评价区非世界分布总属数比例（%）	常见、代表属
1.世界分布	52	--	卷柏属、木贼属、蕨属、鳞毛蕨属、蓼属、酸模属、藜属、苋属、老鹳草属等
2.泛热带分布	61	18.71%	海金沙属、金星蕨属、马齿苋属、牛膝属、青葙属、大戟属、算盘子属等
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	8	2.45%	木姜子属、过江藤属、青葙属、柃属等
4.旧世界热带分布	21	6.44%	苎萁属、千金藤属、海桐属、扁担杆属、野桐属、地榆属、合欢属、楝属等
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	15	4.60%	蜈蚣草属、紫薇属、柘树属、瑞香属、兰属、臭椿属、通泉草属等
6.热带亚洲至热带非洲分布	12	3.68%	贯众属、水麻属、飞龙掌血属、常春藤属、水团花属、苎草属、芒属等
7.热带亚洲分布	35	10.74%	南五味子属、山胡椒属、蛇莓属、葛属、青冈属、构属、鸡矢藤属、河八王属等
第 2-7 项热带分布	152	46.63%	
8.北温带分布	76	23.31%	松属、柏木属、山楂属、委陵菜属、蔷薇属、绣线菊属、车轴草属、杨属、柳属等
9.东亚和北美洲间断分布	32	9.82%	栲属、蛇葡萄属、菖蒲属、石栎属、八角属、五味子属、檫木属、十大功劳属、鼠刺属等
10.旧世界温带分布	17	5.21%	天名精属、菊属、益母草属、鹅观草属、火棘属、窃衣属等
11.温带亚洲分布	2	0.61%	马兰属、附地菜属
12.地中海、西亚至中亚分布	1	0.31%	牻牛儿苗属、常春藤属、黄连木属
13.中亚分布	0	0.00%	-
14.东亚分布	43	13.19%	猕猴桃属、榉木属、败酱属、紫苏属、山麦冬属、沿阶草属、石蒜属、刚竹属等
第 8-14 项温带分布	171	52.45%	
15.中国特有分布	3	0.92%	杉木属、香果树属、通脱木属等
合　　计	378	100.00%	

从上表可知：评价区野生维管植物包含有世界分布属、热带分布属（第 2～7 类）、温带分布属（第 8～14 类）和中国特有分布属 4 个大类，其中热带分布属、温带分布属及中国特有分布属分别占评价区野生维管植物非世界分布总属数

的 46.63%、52.45%、0.92%。在热带分布属中，以泛热带分布属最多，其次是热带亚洲分布属和旧世界热带分布属，其他的热带分布属所含比例相对较少；在温带分布属中，北温带分布属居首位，其次是东亚分布属、东亚和北美间断分布属，其他的温带分布属所含比例相对较少。

4.4.3.3 国家重点保护野生植物

根据访问调查及现场实地调查，在评价区内调查到分布的国家重点保护野生植物有香果树、金荞麦等 2 种，在评价内有 7 个分布点，其中香果树有 2 个分布点，金荞麦有 5 个分布点，均不在淹没区及施工占地区内，评价区国家重点保护植物种类及分布情况详见表 4.4.3-3。

表 4.4.3-3　　评价区国家重点保护野生植物种类及分布情况表

编号	种名	保护等级	分布	面积/株数	生长状态	与工程区位关系
1	香果树 *Emmenopterys henryi*	Ⅱ级	黄丝村附近山坡	3 株	良好	距离淹没区最近水平距离约 10m，高差约 22m
2	香果树 *Emmenopterys henryi*	Ⅱ级	毛沟堡村附近山坡	1 株	良好	距离供水线路最近水平距离约 150m，高差约 20m
3	金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*	Ⅱ级	黄丝村附近路边	5m^2	良好	距离淹没区最近距离约 7m，高差约 16m
4	金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*	Ⅱ级	桐油坪附近耕地边	15m^2	良好	距离管理营地最近水平距离约 50m，高差约 5m
5	金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*	Ⅱ级	桐油坪附近耕地边	5m^2	良好	距离仓库最近水平距离约 60m，高差约 15m
6	金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*	Ⅱ级	桐油坪附近耕地边	15m^2	良好	距离金属结构拼装厂最近水平距离约 150m，高差约 30m
7	金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*	Ⅱ级	桐油坪附近耕地边	20m^2	良好	距离 B2 弃渣场最近水平距离约 70m，高差约 20m



黄丝村附近山坡
（107°24'27.6"E，26°34'25.1"N，H：932m）



毛沟堡村附近山坡
（107°30'05.6"E，26°45'17.2"N，H：1025m）

图 4.4.3-1 香果树（*Emmenopterys henryi*）



黄丝村附近山坡
（107°24'24.7"E，26°34'26.2"N，H：926m）



桐油坪附近耕地边
（107°30'04.1"E，26°36'49.8"N，H：929m）



桐油坪附近耕地边
（107°30'03.1"E，26°36'42.8"N，H：951m）



桐油坪附近耕地边
（107°24'27.6"E，26°34'25.1"N，H：932m）

图 4.4.3-2 金荞麦（*Fagopyrum dibotrys*）

4.4.3.4 名木古树

通过野外实地调查并结合走访当地群众，按照现行的《中华人民共和国野生植物保护条例（1999）》、《全国古树名木普查建档技术规定》以及其它相关规定，在评价区发现古树 10 种 31 株，其中有 2 种 2 株位于淹没区，为木犀及朴树；1 种 1 株位于输水隧洞附近，为银杏；10 种 28 株位于评价区内但工程占地及淹没不涉及。

表 4.4.3-4　　评价范围内涉及古树资源分布

序号	种名	分布位置	生长状况	GPS点位	树龄（年）	保护级别	与工程区位关系
1.	木犀 *Osmanthus fragrans*	谷顶村安谷小学	树高 12m，胸径 74cm，冠幅 14m×14m，长势良好，已挂牌	107°29'26.68" E，26°35'31.58"N，H：907m	170	三级	水库蓄水后淹没，位于淹没线以下3m
2.	朴树 *Celtis sinensis*	黄丝村瓦窑缸组	树高 17m，胸径 68，冠幅 14×10，长势良好，已挂牌	107°25'30.6" E，26°35'03.2" N，H：907 m	130	三级	
3.	银杏 *Ginkgo biloba*	马场坪村关口	树高 18m，胸径 230cm，冠幅 16m×16m，长势良好，已挂牌	107°30'15.84"E，26°37'0.01"N，H：980 m	1300	一级	位于输水主洞附近 50m
4.	银杏 *Ginkgo biloba*	甘巴哨村关庄	树高 25m，胸径 95cm，冠幅 13m×14m，长势良好，已挂牌	107°34'18.84" E，26°38'20.00"N，H：913 m	170	三级	位于评价区范围内，工程建设占地及淹没均不涉及
5.	皂荚 *Gleditsia sinensis*	黄丝村下院组寨子	树高 16m，胸径 73cm，冠幅 10m×14m，长势良好，已挂牌	107°25'45.9" E，26°34'58.8" N，H：916m	150	三级	
6.	柏木 *Cupressus funebris*	黄丝村下院组寨子	树高 18m，胸径 77cm，冠幅 6m×6m，长势良好，已挂牌	107°25'44.4" E，26°34'58.9" N，H：918 m	280	三级	
7.	朴树 *Celtis sinensis*	鱼酉村干溪	树高 20m，胸径 83cm，冠幅 9m×9m，长势良好，已挂牌	107°28'8.04" E，26°35'35.02"N，H：955 m	130	三级	
8.	皂荚 *Gleditsia sinensis*	鱼酉村下甲撒	树高 25m，胸径 96cm，冠幅 14m×14m，长势良好，已挂牌	107°28'8.15" E，26°36'20.38" N，H：935 m	150	三级	
9.	银杏 *Ginkgo biloba*	鱼酉村下甲撒	树高 23m，胸径 65cm，冠幅 9m×8m，长势良好，已挂牌	107°28'8.24" E，26°36'20.21" N，H：936 m	100	三级	
10.	银杏 *Ginkgo biloba*	鱼酉村下甲撒	树高 16m，胸径 75cm，冠幅 8m×8m，长势良好，已挂牌	107°28'9.06" E，26°36'17.05" N，H：930 m	120	三级	
11.	银杏 *Ginkgo biloba*	鱼酉村下甲撒	树高 17m，胸径 53cm，冠幅 8m×4m，长势良好，已挂牌	107°28'9.15" E，26°36'17.17" N，H：929 m	100	三级	
12.	银杏 *Ginkgo biloba*	鱼酉村上甲撒	树高 30m，胸径 240cm，冠幅 16m×18m，长势良好，已挂牌	107°28'35.75"E，26°36'27.65"N，H：970 m	1800	一级	
13.	银杏 *Ginkgo biloba*	鱼酉村长塘	树高 11m，胸径 120cm，冠幅 2m×2m，长势良好，已挂牌	107°27'37"E，26°37'37" N，H：1126m	180	三级	
14.	沙梨 *Pyrus pyrifolia*	鱼酉村三堡营	树高 20m，胸径 105cm，冠幅 6m×6m，长势良好，已挂牌	107°26′28″E，26°35′02″N，H：950m	180	三级	
15.	木犀 *Osmanthus fragrans*	鱼酉村三堡营	树高 12m，胸径 47cm，冠幅 8m×8m，长势良好，已挂牌	107°26′28″E，26°35′02″N，H：950m	110	三级	

序号	种名	分布位置	生长状况	GPS点位	树龄（年）	保护级别	与工程区位关系
16.	银杏 *Ginkgo biloba*	鱼酉村三堡营	树高28m，胸径86cm，冠幅16m×8m，长势良好，已挂牌	107°26′29″E，26°35′02″N，H：950m	100	三级	
17.	朴树 *Celtis sinensis*	安谷村王家坡	树高40m，胸径112cm，冠幅18m×18m，长势良好，已挂牌	107°28′48″E，26°35′46″N，H：1041m	150	三级	
18.	枫香树 *Liquidambar formosana*	安谷村王家坡	树高28m，胸径117cm，冠幅8m×8m，长势良好，已挂牌	107°28′44″E，26°35′50″N，H：1066m	150	三级	
19.	樟 *Cinnamomum camphora*	安谷村王家坡	树高17m，胸径79cm，冠幅12m×10m，长势良好，已挂牌	107°28′43″E，26°35′51″N，H：1066m	170	三级	
20.	枫香树 *Liquidambar formosana*	安谷村王家坡	树高27m，胸径110cm，冠幅10m×12m，长势良好，已挂牌	107°28′42″E，26°35′52″N，H：1069m	150	三级	
21.	枫香树 *Liquidambar formosana*	安谷村王家坡	树高25m，胸径68cm，冠幅6m×6m，长势良好，已挂牌	107°28′42″E，26°35′52″N，H：1069m	110	三级	
22.	枫香树 *Liquidambar formosana*	安谷村王家坡	树高25m，胸径65cm，冠幅6m×6m，长势良好，已挂牌	107°28′42″E，26°35′52″N，H：1069m	100	三级	
23.	枫香树 *Liquidambar formosana*	安谷村王家坡	树高28m，胸径84cm，冠幅6m×6m，长势良好，已挂牌	107°28′42″E，26°35′51″N，H：1069m	130	三级	
24.	枫香树 *Liquidambar formosana*	安谷村王家坡	树高26m，胸径76cm，冠幅6m×6m，长势良好，已挂牌	107°28′42″E，26°35′51″N，H：1069m	120	三级	
25.	枫香树 *Liquidambar formosana*	安谷村王家坡	树高29m，胸径90cm，冠幅10m×10m，长势良好，已挂牌	107°28′47″E，26°35′49″N，H：1049m	140	三级	
26.	枫香树 *Liquidambar formosana*	安谷村王家坡	树高28m，胸径85cm，冠幅10m×8m，长势良好，已挂牌	107°28′47″E，26°35′49″N，H：1049m	130	三级	
27.	木犀 *Osmanthus fragrans*	安谷村青沙田	树高18m，胸径71cm，冠幅8m×8m，长势良好，已挂牌	107°29′08″E，26°35′13″N，H：1002m	220	三级	
28.	木犀 *Osmanthus fragrans*	安谷村青沙田	树高15m，胸径44cm，冠幅8m×8m，长势良好，已挂牌	107°28′55″E，26°35′06″N，H：1019m	130	三级	
29.	拐枣 *Hovenia dulcis*	安谷村棉花土	树高30m，胸径73cm，冠幅10m×10m，长势良好，已挂牌	107°29′34″E，26°34′56″N，H：941m	120	三级	
30.	女贞 *Ligustrum lucidum*	安谷村棉花土	树高25m，胸径86cm，冠幅16m×14m，长势良好，已挂牌	107°29′34″E，26°34′56″N，H：941m	150	三级	

序号	种名	分布位置	生长状况	GPS点位	树龄（年）	保护级别	与工程区位关系
31.	皂荚 *Gleditsia sinensis*	安谷村棉花土	树高 23m，胸径 106cm，冠幅 12m×10m，长势良好，已挂牌	107°29′34″E，26°34′56″N，H：941m	130	三级	



木犀（*Osmanthus fragrans*）



朴树（*eltis sinensis*）

图 4.4.3-3 淹没区涉及古树资源



皂荚（*Gleditsia sinensis*）



柏木（*Cupressus funebris*）



银杏（*Ginkgo biloba*）



朴树（*Celtis sinensis*）

图 4.4.3-4 评价范围区古树资源

4.4.4 陆生动物

4.4.4.1 陆生脊椎动物的种类组成

根据现场实地调查及项目所在区域的林业部门座谈访问，查阅并参考《中国动物志》（两栖纲）（科学出版社，2009 年）、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》（赵尔宓，张学文等，2000 年）、《中国鸟类分类与分布名录（第 2 版）》（郑光美，2011 年）、《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》（王应祥 著，2003 年）、《中国鸟类图鉴》（钱燕文，1995 年）、《中国脊椎动物大全》（刘明玉，

解玉浩等，2000 年)、《中国兽类野外手册》(湖南教育出版社，2009 年）以及关于本地区脊椎动物类的相关文献资料《贵州各动物地理省爬行动物分布聚类探讨》（魏刚，徐宁，生物学杂志，2002 年)、《贵州鸟类资源现状》(王虹，王有辉等，2011 年)、《贵州省两栖爬行动物资源现状及保护利用对策》(李川，姚俊杰等，2008）以及《福泉岔河国家湿地公园动物资源》(2015 年）等，对评价区的动物资源现状得出综合结论。

评价区共有陆生脊椎动物 4 纲 24 目 63 科 167 种；无国家Ⅰ级重点保护野生动物；国家Ⅱ级重点保护野生动物 10 种，贵州省级重点保护野生动物 49 种。评价区两栖类、爬行类、鸟类、兽类各纲的种类组成、区系、保护等级参见表 4.4.4-1。

表 4.4.4-1　　评价范围内陆生脊椎动物数量、区系及保护情况

种类组成（枢纽工程区/输水线路区/合计）				动物区系（枢纽工程区/输水线路区/合计）			保护动物（枢纽工程区/输水线路区/合计）		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家级		贵州省级
							Ⅰ级	Ⅱ级	
两栖纲	1/1/1	5/3/5	15/7/16	12/5/13	0/0/0	3/2/3	0/0/0	0/0/0	15/7/16
爬行纲	2/1/2	7/6/7	25/20/28	21/18/24	0/0/0	4/2/4	0/0/0	0/0/0	19/15/22
鸟纲	14/15/16	33/34/36	71/80/90	31/44/46	17/19/20	23/17/24	0/0/0	8/8/8	6/11/11
兽纲	4/6/6	9/13/15	22/31/33	11/18/20	2/2/2	9/11/11	0/0/0	0/2/2	0/0/0
合计	21/23/25	54/56/63	133/138/167	75/85/103	19/21/22	39/32/42	0/0/0	8/10/11	40/33/49

4.4.4.2 两栖类

（1）种类

评价范围内两栖动物有1目5科16种，无国家重点保护两栖动物，有贵州省级重点保护动物16种，包括黑眶蟾蜍、中华蟾蜍、无斑雨蛙、华西雨蛙、斑腿泛树蛙、无声囊泛树蛙、粗皮姬蛙、小弧斑姬蛙（*Microhyla heymonisi*）、饰纹姬蛙（*Microhyla ornata*）等。其中，黑眶蟾蜍、中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙等为评价范围常见种。

（2）生态类型

根据两栖动物生活习性的不同，可将评价范围内的两栖动物分为以下4种生

态类型：

静水型（在静水或缓流中觅食）：黑斑侧褶蛙、沼水蛙 2 种，主要在评价区内的池塘、湖泊及稻田等静水水域中分布，与人类活动关系较密切。

溪流型（在流水中活动觅食）：华南湍蛙（*Amolops ricketti*）、棘胸蛙、无指盘臭蛙 3 种，主要分布在评价范围内的山涧溪流。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：黑眶蟾蜍、中华蟾蜍、粗皮姬蛙、小弧斑姬蛙、饰纹姬蛙、绿臭蛙、泽陆蛙共 7 种，它们主要在评价区内离水源不远的陆地上如草地，石下，田埂间等生境内活动，与人类活动关系较密切。

树栖型（在树上活动觅食，离水源较近的林子）：包括无斑雨蛙、华西雨蛙、斑腿泛树蛙、无声囊泛树蛙 4 种，他们主要在评价范围内离水源不远的树上生活。

4.4.4.3 爬行类

（1）种类

评价范围内爬行类共有2目7科28种，其中游蛇科的种类最多，有17种，占评价区内爬行动物总数的60.71%。未发现国家重点保护爬行动物；有贵州省级重点保护爬行类22种：锈链腹链蛇（*Amphiesma craspedogaster*）、草腹链蛇（*Amphiesma stolata*）、钝尾两头蛇（*Calamaria septentrionalis*）、翠青蛇、赤链蛇、王锦蛇、黑眉锦蛇等。其中，北草蜥、中国石龙子、黑眉锦蛇、乌梢蛇（*Zaocys dhumnades*）等为评价范围内的优势种，数量较多。

（2）生态类型

根据评价范围内爬行动物生活习性的不同，可以将评价范围内爬行动物分为以下5种生态类型：

住宅型（在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：包括多疣壁虎（*Gekko subpalmatus*）1 种，主要在评价区中的建筑物如居民区附近活动。

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：北草蜥、中国石龙子、蓝尾石龙子、铜蜓蜥、尖吻蝮、短尾蝮、原矛头蝮7种。它们主要在评价范围内的山林灌丛中活动中，与人类活动关系较密切。

林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：包括绣链腹链蛇、草腹链蛇、翠青蛇、赤链蛇、王锦蛇、玉斑锦蛇（*Elaphe mandarina*）、黑眉锦蛇、钝头蛇（*Pareas*

chinensis）、斜鳞蛇（*Pseudoxenodon macrops*）、灰鼠蛇、滑鼠蛇、红脖颈槽蛇（*Rhabdophis subminiatus*）、虎斑颈槽蛇（*Rhabdophis tigrinus*）、华游蛇、渔游蛇、乌梢蛇、舟山眼镜蛇和竹叶青蛇等 18 种。它们主要在评价区内水域附近的山间林地活动。评价区中林栖傍水型爬行类种类数量最多，此种生态类型构成了评价区爬行类的主体。

水栖型（在水中生活、觅食的爬行类）：包括鳖 1 种。主要在评价区内河流中活动，由于近年来过度抓捕，全国范围内数量很少。

土栖型（在土中活动、觅食的爬行类）：钝尾两头蛇（*Calamaria septentrionalis*）1 种，它们主要在评价范围内的泥土中活动。

4.4.4.4 鸟类

（1）种类

评价范围内鸟类有 90 种，隶属于 16 目 36 科，其中雀形目鸟类最多，共 50 种，占评价范围内鸟类总数的 55.56%。评价范围内未发现国家Ⅰ级重点保护鸟类；有国家Ⅱ级重点保护鸟类 8 种，即黑鸢、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、红隼、领角鸮、灰林鸮和斑头鸺鹠，贵州省级重点保护鸟类 11 种，包括普通鹰鹃、四声杜鹃、大杜鹃、中杜鹃、噪鹃、斑姬啄木鸟、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟等。

其中，珠颈斑鸠、家燕、金腰燕、大山雀、白头鹎、白鹡鸰等为评价范围里的优势种，数量较多。

（2）居留型

在评价范围内的鸟类中，留鸟54种，占评价区鸟类总数的60.00%；夏候鸟20种，占评价区鸟类总数的22.22%；冬候鸟15种，占评价区鸟类总数的16.67%；旅鸟1种，占评价区鸟类总数的1.11%。评价区内繁殖鸟（留鸟和夏候鸟）有74种，占评价区鸟类总数的82.22%，非繁殖鸟（冬候鸟和旅鸟）16种，占评价区鸟类总数的17.78%，说明评价区分布的鸟类多为繁殖鸟类，大多数的鸟类在评价区繁殖。

（3）生态类型

按生活习性的不同，可以将评价范围内的鸟类分为以下六类：

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）：包括鹳鹳目、鹈形目和雁形目的种类的小鹳鹳、普通鸬鹚（*Phalacrocorax carbo*）、绿头鸭（*Anas platyrhynchos*）3种，它们在评价范围内主要在河岸边活

动、捕食，主要分布于水流较缓水深较深的水域中，如水库、河面、鱼塘等。

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、鹤形目和鸻形目的苍鹭、白鹭、池鹭、绿鹭、夜鹭（*Nycticorax nycticorax*）、黑苇鳽（*Dupetor flavicollis*）、白胸苦恶鸟、红胸田鸡（*Porzana fusca*）、凤头麦鸡（*Vanellus vanellus*）、丘鹬（*Scolopax rusticola*）共 10 种，它们在评价区内主要分布于河流两岸、水库岸边的滩涂，以及沼泽，水田等处。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：包括鸡形目和鸽形目的日本鹌鹑、灰胸竹鸡、环颈雉、山斑鸠、珠颈斑鸠、火斑鸠 6 种，它们在评价区内主要分布于林地及林缘地带或农田区域。

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）：包括隼形目和鴞形目的黑鸢、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、红隼、领角鸮、灰林鸮和斑头鸺鹠共 8 种，猛禽处于食物链顶端，在生态系统中占有重要地位。它们在控制啮齿类动物的数量，维持环境健康和生态平衡方面具有不可替代的作用。由于数量稀少，我国将所有猛禽都列为国家重点保护鸟类。它们在评价区内主要分布于树林或林缘，活动范围较广。

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、夜鹰目、雨燕目、佛法僧目和鴷形目的普通鹰鹃、四声杜鹃、大杜鹃、中杜鹃、噪鹃、普通夜鹰（*Caprimulgus indicus*）、白腰雨燕、普通翠鸟、冠鱼狗、斑姬啄木鸟（*Picumnus innominatus*）、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟和星头啄木鸟共13种，在评价区内除了佛法僧目翠鸟科的种类主要分布于水域附近外，其他种类主要分布于各种树林中，有部分也在林缘村庄内活动。

鸣禽（鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：雀形目的所有鸟类都为鸣禽，共有 50 种，它们在评价区内广泛分布，主要生境为树林或灌丛。

4.4.4.5 兽类

（1）种类

评价区内兽类共有 6 目 15 科 33 种，评价区内兽类以啮齿目最多，共有 14 种，占评价区内兽类总数的 42.42%，其次为翼手目，共有 8 种，占评价区内兽

类总数的24.24%。评价区内有国家Ⅱ级重点保护兽类2种：大灵猫（*Viverra zibetha*）和小灵猫（*Viverricula indica*）；无贵州省级重点保护兽类。

其中，小菊头蝠（*Phinolophus pusillus*）、黄鼬、小家鼠、黄毛鼠等为评价范围内的优势种，数量较多。

（2）区系组成

按区系类型划分，可将评价区内的兽类分为以下 3 类：东洋种 20 种，占评价区内兽类总数的 60.61%；广布种 11 种，占评价区内兽类总数的 33.33%；古北种 2 种，占评价区内兽类总数的 6.06%。可见评价区兽类以东洋界成分占绝对优势，这与评价区域地处东洋界相符。

（3）生态类型

根据评价范围兽类生活习性的不同，可以将上述种类分为以下 5 种生态类型：

半地下生活型（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）：此种类型的有滇戎鼠（*Eothenomys eleusis*）、巢鼠、黑线姬鼠（*Asidaagrarius*）、小家鼠、黄毛鼠、黄胸鼠、褐家鼠、大足鼠、社鼠、猪獾、狗獾、黄鼬、草兔共 13 种，它们在评价区内主要分布在树林和农田中，其中小家鼠、褐家鼠等与人类关系密切。

地下生活型（主要在地下活动、觅食，很少到地面活动，无毛相）：仅有银星竹鼠（*Rhizomys pruinosus*）1 种，它们在评价区主要分布于树林、灌丛和竹林等。

地面生活型（主要在地面上活动、觅食）：华南缺齿鼹（*Mogera insularis*）、灰麝鼩（*Crocidura attenuata*）、野猪、大灵猫、小灵猫和豪猪 6 种，在评价范围内的山体林中分布，与人类关系较密切。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型兽类）：有马铁菊头蝠（*Rhinolophus ferrumequinum*）、托氏菊头蝠（*Rhinolophus thomasi*）、小菊头蝠、皮氏菊头蝠（*Rhinolophus pearsoni*）、大马蹄蝠（*Hipposideros armiger*）、普氏蹄蝠、西南鼠耳蝠（*Myotis altarium*）和东亚伏翼 8 种，它们在评价范围内主要分布于岩洞和居民点附近，傍晚接近天黑时出来活动。

树栖型（主要在树上栖息、觅食）：该类型有花面狸、豹猫、赤腹松鼠、隐纹花松鼠和珀氏长吻松鼠（*Dremomys pernyi*）共 5 种，在评价范围内分布在各水源区两岸的树林中。

4.4.4.6 国家及省级重点保护陆生野生动物

（1）国家重点保护野生动物

根据国家在 1990 年 8 月颁布的《野生动物保护法》中附录“国家重点保护野生动物名录”的规定，国家林业局 2003 年 2 月发布的《野生动物保护令》，贵州省人民政府 1992 年 7 月发布《贵州省重点保护野生动物名录的通知》中附录“贵州省重点保护野生动物名录”的规定，国家林业局 2000 年 8 月发布的《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录令》，在凤山水库工程评价区域范围内分布的陆生脊椎动物中，未发现国家Ⅰ级重点保护野生动物；有国家Ⅱ级重点保护动物 10 种分布：黑鸢、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、红隼、领角鸮、灰林鸮、斑头鸺鹠、大灵猫和小灵猫，其数量及分布见表 4.4.4-2。

表 4.4.4-2　　评价区国家重点保护野生动物名录

中文名、拉丁名	分布	居留型（鸟类）	区系类型	数量	保护等级
1. 黑鸢 *Milvusmigrans*	活动范围广，主要在评价区开阔的山体及水域边	留鸟	古北种	+	国家Ⅱ级
2. 凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*	活动范围广，主要在评价区开阔的山体及水域边	留鸟	东洋种	+	国家Ⅱ级
3. 普通鵟 *Buteo buteo*	活动范围广，主要在评价区开阔的山体及水域边	冬候鸟	古北种	+	国家Ⅱ级
4. 松雀鹰 *Accipitervirgatus*	活动范围广，主要在评价区开阔的山体及水域边	留鸟	东洋种	+	国家Ⅱ级
5. 红隼 *Falcotinnunculus*	活动范围广，分布于林缘开阔地带，也常见于农田与灌丛	留鸟	广布种	+	国家Ⅱ级
6. 领角鸮 *Otusbakkamoena*	评价区山林中	留鸟	东洋种	+	国家Ⅱ级
7. 灰林鸮 *Strix aluco*	评价区山林中	留鸟	广布种	+	国家Ⅱ级
8. 斑头鸺鹠 *Glaucidiumcuculoides*	评价区山林中	留鸟	东洋种	+	国家Ⅱ级
9. 大灵猫 *Viverra zibetha*	靠近水源的山林中	—	东洋种	+	国家Ⅱ级
10. 小灵猫 *Viverricula indica*	靠近水源的山林中	—	东洋种	+	国家Ⅱ级

（2）省级重点保护野生动物

评价区内陆生脊椎动物中，有贵州省级重点保护动物 49 种：黑框蟾蜍、中

华蟾蜍、斑腿泛树蛙、泽陆蛙、锈链腹链蛇、草腹链蛇、钝尾两头蛇、翠青蛇、普通鹰鹃、四声杜鹃、大杜鹃、中杜鹃等。详见表 4.4.4-3。

表 4.4.4-3　　评价区贵州省级重点保护野生动物名录

中文名、拉丁名	分布	居留型（鸟类）	区系类型	数量	保护等级
1. 黑框蟾蜍 *Bufo melanostictus*	评价区广泛分布	—	东洋种	+++	省级
2. 中华蟾蜍 *Bufo gargarizans*	评价区广泛分布	—	广布种	+++	省级
3. 无斑雨蛙 *Hyla immaculata*	评价区近水山林中	—	广布种	++	省级
4. 华西雨蛙 *Hyla annectans*	评价区近水山林中	—	东洋种	+	省级
5. 斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus*	评价区近水山林中	—	东洋种	++	省级
6. 无声囊泛树蛙 *Polypedates mutus*	评价区近水山林中	—	东洋种	++	省级
7. 粗皮姬蛙 *Microhyla butleri*	评价区灌草丛、林地附近广泛分布	—	东洋种	+	省级
8. 小弧斑姬蛙 *Microhyla heymonsi*	评价区灌草丛、林地附近广泛分布	—	东洋种	++	省级
9. 饰纹姬蛙 *Microhyla ornata*	评价区灌草丛、林地附近广泛分布	—	东洋种	++	省级
10. 黑斑侧褶蛙 *Pelophylax nigromaculata*	广泛分布于评价区水域及农田附近	—	广布种	+++	省级
11. 沼水蛙 *Hylarana guentheri*	评价区水域及农田附近广泛分布	—	东洋种	++	省级
12. 绿臭蛙 *Odorrana margaretae*	评价区近水灌草丛、林地附近	—	东洋种	+	省级
13. 华南湍蛙 *Amolops ricketti*	评价区近水灌草丛、林地附近	—	东洋种	+	省级
14. 泽陆蛙 *Fejervarya limnocharis*	评价区广泛分布	—	东洋种	+++	省级
15. 棘胸蛙 *Paa spinosa*	评价区近水灌草丛、林地附近	—	东洋种	+	省级
16. 无指盘臭蛙 *Odorrana grahami*	评价区近水灌草丛、林地附近	—	东洋种	+	省级
17. 锈链腹链蛇 *Amphiesma craspedogaster*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	+	省级
18. 草腹链蛇 *Amphiesma stolata*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	++	省级
19. 钝尾两头蛇 *Calamaria septentrionalis*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	+	省级
20. 翠青蛇 *Eutechinus major*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	++	省级
21. 赤链蛇 *Dinodon rufozonatum*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	广布种	++	省级

中文名、拉丁名	分布	居留型（鸟类）	区系类型	数量	保护等级
22. 王锦蛇 *Elaphe carinata*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	++	省级
23. 玉斑锦蛇 *Elaphe mandarina*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	+	省级
24. 黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	+++	省级
25. 钝头蛇 *Pareas chinensis*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	+	省级
26. 斜鳞蛇 *Pseudoxenodon macrops*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	+	省级
27. 灰鼠蛇 *Ptyas korros*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	+	省级
28. 滑鼠蛇 *Ptyas mucosus*	评价区靠近水源的山林中	—	东洋种	++	省级
29. 红脖颈槽蛇 *Rhabdophis subminiatus*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	+	省级
30. 虎斑颈槽蛇 *Rhabdophis tigrinus*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	广布种	++	省级
31. 华游蛇 *Sinonatrix percarinata*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	++	省级
32. 渔游蛇 *Xenochrophis piscator*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	++	省级
33. 乌梢蛇 *Zaocys dhumnades*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	++	省级
34. 舟山眼镜蛇 *Naja atra*	评价区近水林中	—	东洋种	+	省级
35. 尖吻蝮 *Deinagkistrodon acutus*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	+	省级
36. 短尾蝮 *Gloydius brevicaudus*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	广布种	+	省级
37. 原矛头蝮 *Protobothrops mucrosquamatus*	评价区靠近水源的灌林、草丛中	—	东洋种	+	省级
38. 竹叶青蛇 *Trimeresurus stejnegeri*	评价区近水山林中	—	东洋种	++	省级
39. 普通鹰鹃 *Cuculus varius*	评价区各近水山林、灌丛地	夏候鸟	东洋种	+	省级
40. 四声杜鹃 *Cuculus micropterus*	评价区各近水山林、灌丛地	夏候鸟	东洋种	++	省级
41. 大杜鹃 *Cuculus canorus*	评价区各近水山林、灌丛地	夏候鸟	广布种	+	省级
42. 中杜鹃 *Cuculus saturatus*	评价区各近水山林、灌丛地	夏候鸟	广布种	+	省级
43. 噪鹃 *Eudynamys scolopacea*	评价区各近水山林、灌丛地	夏候鸟	东洋种	+	省级
44. 斑姬啄木鸟 *Picumnus innominatus*	评价区低海拔近水山林中，也到居民区活动	留鸟	东洋种	+	省级
45. 大斑啄木鸟 *Dendrocopos major*	评价区低海拔近水山林中，也到居民区活动	留鸟	东洋种	+	省级
46. 灰头绿啄木鸟 *Picus canus*	评价区低海拔近水山林中，也到居民区活动	留鸟	广布种	+	省级

中文名、拉丁名	分布	居留型（鸟类）	区系类型	数量	保护等级
47. 星头啄木鸟 *Picoides canicapillus*	评价区低海拔近水山林中，也到居民区活动	留鸟	东洋种	+	省级
48. 黑枕黄鹂 *Oriolus chinensis*	评价区山林中，也到居民区活动	夏候鸟	东洋种	+	省级
49. 大山雀 *Parus major*	广泛分布于评价区低海拔林中	留鸟	广布种	+++	省级

4.4.5 土地利用现状

本项目主要包括水源枢纽区和输水系统工程区，其中水源枢纽区涉及麻江县谷硐镇、福泉市马场坪办事处；输水区涉及福泉市马场坪办事处、龙昌镇、牛场镇、凤山镇及瓮安县平定营镇。评价范围内土地利用现状统计结果见表 4.4.5-1。根据统计结果，区域内由于人为活动频繁，区域林地覆盖率较低，土壤垦殖率较高，草地分布广泛。

表 4.4.5-1　　评价区土地利用现状统计表

斑块类型	面积（hm^2）	占评价范围（%）	数目（块）	比例（%）
林地	3023.01	33.13	8540	43.54
草地	1440.45	15.79	6555	33.42
耕地	4109.49	45.04	2701	13.77
水域	378.81	4.15	955	4.87
建设用地	172.62	1.89	864	4.40
合计	9124.38	100	19615	100

4.4.5.1 水源枢纽区土地利用现状

本工程水源枢纽区包括库区、坝区、枢纽建设区、施工道路、渣料场等，枢纽区土地利用现状见表 4.4.5-2。由统计表可知，水源枢纽区土地利用类型以耕地为主，面积为 1601.44hm^2，占总面积的 42.5%；其次为林地，面积为 1375.12hm^2，占总面积的 36.49%；水域、建设用地等面积相对较小。根据现场调查，水源枢纽区耕地主要分布于坝址右岸~上院村、永安村~新庄村、坝址左岸~酉阳村、永安村~磴边、江边寨等地平缓区，林地多分布于坝址左岸桐油坪~上甲撒、酉阳村~永安村及坝址右岸谷顶村、上院村~永安村、新庄村~江边寨等地。

表 4.4.5-2　　水源枢纽区土地利用现状统计表

斑块类型	面积（hm^2）	比例（%）	数目（块）	比例（%）
林地	1375.12	36.49	3710.00	47.47
草地	469.74	12.47	2590	33.14
耕地	1601.44	42.50	881	11.27

水域	264.89	7.03	425	5.44
建设用地	56.83	1.51	209	2.67
合计	3768.02	100.00	7815.00	100.00



黄丝村段淹没区



坝址段淹没区



桐油坪附近枢纽建设区



鱼梁江村段枢纽建设区

4.4.5.1 输水系统工程区土地利用现状

输水系统工程区包括输水系统、隧洞、泵站、管道及附属建筑物等，土地利用现状见表 4.4.5-3。由表可知，输水系统工程区土地类型以耕地为主，面积为2508.05hm^2，占输水区总面积的 46.82%；其次为林地，面积为 1647.89hm^2，占输水区总面积的 30.77%；水域、建设用地面积相对较小。根据现场调查，输水区耕地多分布于柏秧坪村~凤山镇段、输水隧洞段、毛沟堡村、大水沟村、堡子村~沙子坎村段，林地多分布于输水隧洞~甘巴哨村段、七星矣村~毛沟堡村段。

表 4.4.5-3 输水系统工程区土地利用现状统计表

斑块类型	面积（hm^2）	比例（%）	数目（块）	比例（%）
林地	1647.89	30.77	4830.00	40.93
草地	970.71	18.12	3965	33.60
耕地	2508.05	46.82	1820	15.42
水域	113.92	2.13	530	4.49
建设用地	115.79	2.16	655	5.55
合计	5356.36	100.00	11800.00	100.00



毛沟堡村段输水区



福泉市段输水区



输水区七星矣村段输水区



大石马村段输水区

4.4.6 生态体系组成与特征

根据景观生态学概念，景观生态体系的组成即生态系统或土地利用类型结构，本报告用评价区内主要的土地利用类型等作为景观体系的基本单元拼块来进行景观特征分析。

4.4.6.1 水源枢纽区景观生态体系组成

凤山水库工程水源枢纽区以马尾松、杉木等为主的针叶林；以响叶杨、化香树、枫香树等为主的阔叶林；以梓、梨等为主的经济林；以小果蔷薇、火棘、白茅等为主的灌丛及灌草丛；以油菜、小麦等为主的农业植被；以交通、居住区用地为主的城镇/村落生态系统；以河流、水库、坑塘为主的水生生态系统。详见表4.4.6-1，由表可知，水源枢纽区人为活动强烈，景观生态体系组成以油菜、小麦等为主的农业植被为主，其次为以马尾松、杉木等为主的针叶林，其它拼块面积相对较小。

表 4.4.6-1　　水源枢纽区主要景观生态体系组成表

斑块类型	面积（hm^2）	所占比例（%）
1.以马尾松、杉木等为主的针叶林	1008.70	26.77
2.以响叶杨、化香树、枫香树等为主的阔叶林	297.93	7.91
3.以梓、梨等为主的经济林	68.49	1.82
4.以小果蔷薇、白茅等为主的灌丛及灌草丛	469.74	12.47
5.以油菜、小麦等为主的农业植被	1601.44	42.50

6.以居住区用地为主的城镇/村落生态系统	56.83	1.51
7.以河流、水库、坑塘为主的水生生态系统	264.89	7.03
合计	3768.02	100

4.4.6.2 输水系统工程区景观生态体系组成

凤山水库工程输水系统工程区以柏木等为主的针叶林；以响叶杨等为主的阔叶林；以梓、银杏、梨等为主的经济林；以小果蔷薇、火棘、五节芒等为主的灌丛及灌草丛；以油菜、玉米、土豆等为主的农业植被；以交通、居住区用地为主的城镇/村落生态系统；以河流、水库、坑塘为主的水生生态系统。详见表 4.4.6-2，由表可知，输水系统工程区受人为干扰较严重，景观生态体系组成以油菜、玉米、土豆等为主的农业植被为主，其次为以柏木等为主的针叶林，其它拼块面积相对较小。

表 4.4.6-2　　输水系统工程区主要景观生态体系组成表

斑块类型	面积（hm^2）	所占比例（%）
1.以柏木等为主的针叶林	1169.93	21.84
2.以响叶杨等为主的阔叶林	437.01	8.16
3.以梓、银杏、梨等为主的经济林	40.95	0.76
4.以小果蔷薇、五节芒等为主的灌丛及灌草丛	970.71	18.12
5.以油菜、玉米、土豆等为主的农业植被	2508.05	46.82
6.以居住区用地为主的城镇/村落生态系统	115.79	2.16
7.以河流、水库、坑塘为主的水生生态系统	113.92	2.13
合计	5356.36	100

4.4.7 生产力和生物量

植被的生物量是指一定地段面积内植物群落在某一时期生存着的活有机体重量（以 t / hm^2 表示），群落类型不同，其生物量测定方法也有所不同。

（1）森林群落生物量：森林生物量目前常用材积推算法来估算，用此方法估算出的生物量称为材积源生物量。由于在作材积分析时需要对森林群落样地的林木进行砍伐取样，在实际操作中要涉及到取样木砍伐的审批手续及样木赔偿付费等问题，在本次调研的短期内无法妥善办理有关手续。

本次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，并以其对贵州森林推算的平均生物量作为本次森林生物量估算的基础。

（2）灌丛和灌草生物量：灌丛和灌草生物量采用收获法测定。本次野外实地调查时，选择不同灌丛和灌草丛类型，进行了典型样方生物量测定。考虑到不同灌丛类型其生物量有很大的差异，故分别对本区内两种类型的灌丛进行生物量测定，并将部分鲜样称重后带回实验室内于恒温箱中 80℃烘干至恒重，计算含水量及干物质重量，将生物量鲜重换算成干重，得到灌丛及灌草丛平均生物量。

4.4.7.1 水源枢纽区植被生产力及生物量现状

根据水源枢纽区各类土地的现状调查数据，以针叶林、阔叶林、经济林、灌丛及灌草丛等的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生产力及生物量。水源枢纽区自然体系生产力和生物量现状见表 4.4.7-1 和图 4.4.7-1。根据表可知，水源枢纽区总生物量 7.59×10^4t，每公顷的生物量为 20.15t，平均生产力 809.42gC/（m^2.a）。水源枢纽区植被以农作物、针叶林为主，各植被生物量以阔叶林及针叶林为主，枢纽区针叶林、阔叶林等森林植被生产力及生物生物量较高，从自然体系生产力数值看，针叶林、阔叶林、经济林为枢纽区的主要生态类型，对生态系统的稳定和变化起到重要的作用。

表 4.4.7-1　　水源枢纽区自然体系生产力及生物量

生态类型	代表植物	面积（hm^2）	占总面积（%）	平均生产力[gC/（m^2.a）]	平均生物量（t/hm^2）	生物量（t）	占总生物量（%）
针叶林	马尾松	1008.70	26.77	973.5	26.34	26569.16	34.99
阔叶林	化香树	297.93	7.91	1043	90.47	26953.73	35.49
灌丛及灌草丛	小果蔷薇、白茅	68.49	1.82	816	19.8	1356.10	1.79
经济林	梓、梨	469.74	12.47	920	23.7	11132.84	14.66
农作物	油菜、小麦	1601.44	42.50	804	6	9608.64	12.65
河流水域	水芹、豆瓣菜	264.89	7.03	300	1.2	317.87	0.42
总计		3711.19	98.49	——	——	75938.33	100.00

注：各植被类型平均生物量数据来源于：①《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；②《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999）；③《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005）；④《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014）；⑤《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012）等文献。

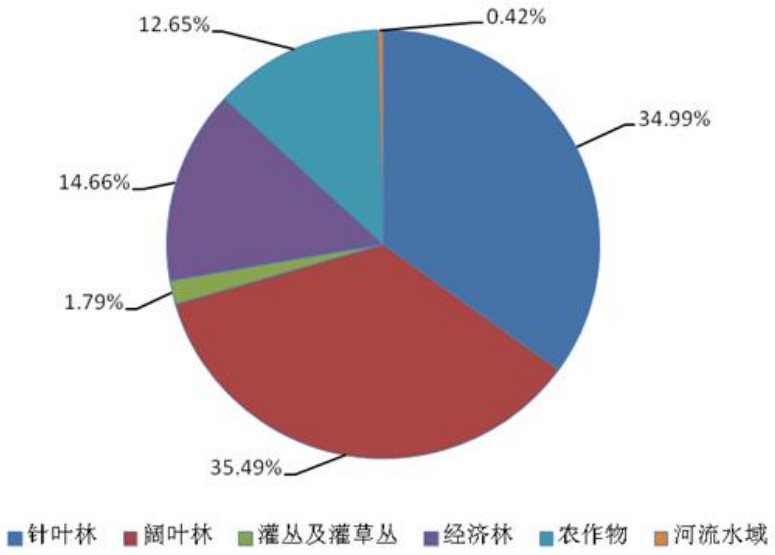


图 4.4.7-1　水源枢纽区各生态类型生物量所占比重

4.4.7.2 输水系统工程区植被生产力及生物量现状

输水系统工程区自然体系生产力和生物量现状见表 4.4.7-2 和图 4.4.7-2。根据表可知，输水系统工程区总生物量 1.07×10^5t，每公顷的生物量为 19.96t。输水区植被类型以农业植被为主，其次是针叶林，但由于阔叶林的平均生物量较大，虽然阔叶林面积仅占评价区总面积的 8.16%，但其生物量占总生物量的 33.74%。从自然体系生产力数值看，针叶林、阔叶林为输水区的主要类型，对生态系统的稳定和变化起到很重要的作用。

表 4.4.7-2　　输水系统工程区自然体系生产力及生物量

生态类型	代表植物	面积（hm^2）	占评价区总面积（%）	平均生产力[gC/（m^2.a）]	平均生物量（t/hm^2）	生物量（t）	占总生物量（%）
针叶林	柏木	1169.93	21.84	852.5	30.26	35402.08	33.11
阔叶林	响叶杨	437.01	8.16	953	82.55	36075.18	33.74
灌丛及灌草丛	小果蔷薇、五节芒	40.95	0.76	756	25.27	1034.81	0.97
经济林	银杏、梨	970.71	18.12	855	19.8	19220.06	17.98
农作物	玉米、土豆	2508.05	46.82	804	6	15048.30	14.07
河流水域	豆瓣菜、假稻	113.92	2.13	300	1.2	136.70	0.13
总计		5240.57	97.84	——	——	106917.13	100.00

注：各植被类型平均生物量数据来源于：①《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；②《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999）；③《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005）；④《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014）；⑤《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012）等文献。

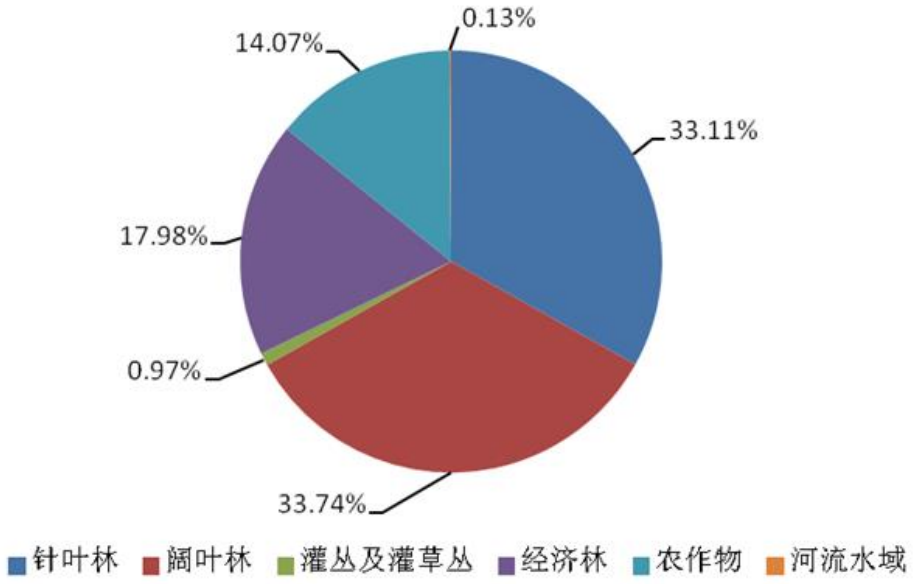


图 4.4.7-2　输水系统工程区各生态类型生物量所占比重

综上，评价区平均生产力 784.48gC/（m^2.a），高于全球平均生产力 720gC/（m^2.a），表明评价区自然环境良好，区域森林生态系统对生态系统的稳定起到重要的作用。

4.4.8 生态系统稳定性

景观生态系统的质量现状由评价范围内自然环境，各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。模地采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类斑块的优势度值（Do），优势度值大的就是模地。

优势度值（D_o）=$\{(R_d+R_f)/2+L_p\}/2\times100$

密度（R_d）＝嵌块 i 的数目/嵌块总数×100

频率（R_f）＝嵌块 i 出现的样方数/总样方数×100

景观比例（L_p）=嵌块 i 的面积/样地总面积×100

4.4.8.1 枢纽区自然体系生态稳定性分析

运用上述参数计算水源枢纽区各类斑块优势度值，其结果具体见表 4.4.8-1。由表可知，水源枢纽区各斑块类型中，林地是环境资源斑块中对生态质量调控能

力最强的高亚稳定性元素类型。林地的优势度 Do 最高，达 42.80%，说明林地是该地区的模地，是本区域内对景观具有控制作用的生态体系部分，所以区域景观生态体系具有较强的生产能力和抗干扰能力，系统调控环境质量能力较强。

表 4.4.8-1　　枢纽工程区各类斑块优势度值表

斑块类型	密度 R_d（%）	频率 R_f（%）	景观比例 L_p（%）	优势度值 D_o（%）
林地	47.47	50.73	36.49	42.80
草地	33.14	32.03	12.47	22.53
耕地	11.27	9.84	42.50	26.53
水域	5.44	5.65	7.03	6.29
建设用地	2.67	1.75	1.51	1.86

4.4.8.2 输水系统工程区自然体系生态稳定性分析

运用上述参数计算输水区各类斑块优势度值，结果见表 4.4.8-2，由上表可知，输水系统工程区各斑块的优势度值中，林地、耕地的优势度 Do 最高，说明林地、耕地是输水区内的模地。根据现场调查可知，输水系统工程区林地多呈小片状于山坡上部，其密度及频度均较高，耕地多集中分布于山坡下部，其景观比例较高，而密度比例相对较低。

表 4.4.8-2　　输水系统工程区各类斑块优势度值表

斑块类型	密度 R_d（%）	频率 R_f（%）	景观比例 L_p（%）	优势度值 D_o（%）
林地	40.93	41.15	30.77	35.90
草地	33.60	32.25	18.12	25.52
耕地	15.42	20.68	46.82	32.44
水域	4.49	4.05	2.13	3.20
建设用地	5.55	1.87	2.16	2.94

综上，评价区林地、草地、耕地等景观类型均有分布，各类斑块的优势度值差异较大，连通程度较低，斑块多数都较为破碎，但它们之间都存在一定差异；林地对景观具有控制作用，对生态环境质量有重要影响；耕地的优势度仅次于林地，说明了评价区环境受人为干扰较严重。

4.4.9 典型区域生态环境现状

4.4.9.1 水源枢纽区生态环境现状

（1）坝址区

坝址附近地貌以沟谷坡地为主，地势陡峭，土壤层薄，植被受人为干扰较严重，该区域土地利用类型以耕地、林地及草地为主，植被以农作物、经济林、阔

叶林及灌丛为主，常见的农作物有小麦、油菜等，常见的经济树种有杉木、梓、杜仲、油桐、旱柳等，常见的阔叶林有构树群系等，常见的灌丛有马桑群系、火棘群系、水麻群系等，常见的植物有枫杨、樟、楝、女贞、粗叶悬钩子、竹叶花椒、小叶女贞、求米草、益母草、黑麦草、水蓼、牛膝、鹅观草、苋草、野菊、野艾蒿、千里光等。分布于此区域的陆生动物主要有爬行类的中国石龙子、草腹链蛇、赤链蛇等；鸟类主要有陆禽、攀禽和常见鸣禽，如珠颈斑鸠、四声杜鹃、普通翠鸟、麻雀、大山雀等；兽类主要有黄鼬、黄胸鼠、小家鼠等。



坝址左侧生境状况



坝址右侧生境状况

（2）施工辅助设施区

本工程混凝土预制厂、混凝土系统区、钢木加工厂区位于 G60 右侧地势低凹处。生活区、管理营地、仓库与施工道路多位于桐油坪附近乡村公路右侧地势平缓处。辅助设施区域布置较为紧凑，距离较近。根据现场调查，该区域地貌以平缓坡地为主，土地利用类型以耕地为主，主要为旱地，植被以农作物、经济林、灌草丛为主，常见的农作物有小麦、玉米、番薯、土豆、蔬菜等，常见的经济树种有刺槐、沙梨、李、梓、杉木、香椿、油茶等，常见的灌草丛群系有酸模群系等，常见的植物有栗、构树、盐肤木、杉木、柿、白茅、千里光、山莓、白茅、蕨、苍耳、繁缕、早熟禾、野艾蒿、紫花地丁、粗叶悬钩子、小叶女贞、酸模、野菊、苋草、狗尾草等。陆生动物包括两栖类的中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、饰纹姬蛙和少量树栖型的无斑雨蛙、斑腿泛树蛙等；爬行类有多疣壁虎、北草蜥、铜蜓蜥、短尾蝮、北草蜥、中国石龙子、锈链腹链蛇、黑眉锦蛇等；鸟类主要是山斑鸠、珠颈斑鸠、白臀鹎、白鹡鸰、四声杜鹃、大杜鹃、金腰燕、家燕等；兽类主要是黑线姬鼠、小家鼠、褐家鼠、赤腹松鼠等以及少量的蝙蝠类，如小菊头蝠和东亚伏翼出现。



混凝土系统区生境状况



砂石加工厂区生境状况



钢木加工厂区生境状况



混凝土预制厂生境状况



混凝土预制厂区生境状况



生活区生境状况



管理营地附近生境状况



施工道路区生境状况





综合保修厂区生境状况　　金属结构拼装厂区生境状况

（3）渣场、料场区

水源枢纽区布置有弃渣场 6 处，水源枢纽区弃渣相对集中，弃渣选择在远离村庄的荒沟凹地集中堆放，弃渣场占地面积 33.72 万 m^2，均为临时占地。弃渣高度 5～12m 不等，弃渣场弃渣容量为 243.36 万 m^3。根据现场调查可知：弃渣场 1 处地貌以平地、平缓坡地为主，土地利用类型以耕地、林地为主，常见的农作物有玉米、油菜、土豆、水稻等，植被以经济林、灌丛及灌草丛为主，常见的经济树种有杉木、李、沙梨、木犀等，常见的灌丛群系有火棘群系、八角枫群系、构树群系、粗叶悬钩子群系等，常见的灌草丛群系有五节芒群系、蕨群系等，常见的植物有柏木、亮叶桦、山橿、山胡椒、扁核木、小果蔷薇、山莓、插田泡、渐尖毛蕨、紫萁、狗尾草、野艾蒿等。区域分布的常见的动物有中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、北草蜥、中国石龙子、大山雀、白颊噪鹛、小家鼠、草兔等。

水源枢纽区布置有石料开采区 1 处，位于鱼梁江村附近，紧邻 G210 国道，距离坝址区约 3km，石均为临时占地。根据现场调查，枢纽区石料开采区地貌以平缓坡地为主，土地利用类型以耕地、林地为主，植被以农作物、经济林、灌草丛为主，常见的作物有小麦、玉米、土豆等，常见的经济树种有柳杉、杉木、梓、刺槐、喜树、樟、油茶等，常见的灌丛群系有寒莓群系等，常见的灌草丛群系有蕨群系等，常见的植物有柏木、响叶杨、亮叶桦、山橿、八角枫、野蔷薇、插田泡、火棘、山胡椒、渐尖毛蕨等。常见的动物有多疣壁虎、铜蜓蜥、大杜鹃、黄臀鹎、黄毛鼠、社鼠、草兔等。



B1 弃渣场生境状况



B3 弃渣场生境状况



料场弃渣场 1 生境状况



料场弃渣场 2 生境状况



石料开采区生境状况



猫猫营附近施工道路生境状况



料厂弃渣场区生境状况



石料厂附近施工道路生境状况

（4）淹没区

水库淹没区总占地面积 524.22 hm^2，均为永久占地，占地类型以耕地为主，面积 255.05hm^2，占淹没区总占地面积的 48.65%，其次为林地及水域。根据现场调查，淹没区植被在垂直分布上依次为：水生植被区、农业植被区、灌丛植被区、阔叶林植被区、针阔混交林植被区、针叶林植被区；在植被水平分布带上为：左岸植被以阳性树种为建群种组成的植被带，右岸植被为以耐荫树种为建群种组成的植被带。根据淹没区生境特点、植被分布情况等，在淹没区选择 8 个断面对区域生态环境进行分段描述。

1）黄丝村磴边附近沿岸

根据现场调查，磴边段沿岸地形以河滩地、平地、沟谷坡地为主，植被在垂

直分布上依次为水生植被区、农业植被区、灌丛植被区、阔叶林植被区、针叶林植被区。在淹没区左岸，常见的水生植物群系有水芹群系、羊蹄群系等，常见的灌丛群系有窄叶蚊母树群系、构树群系、火棘群系、马桑群系等，常见的阔叶林群系有化香树群系、响叶杨群系等，常见的针叶林群系有马尾松群系等，磴边段沿岸常见的植物有茅栗、山胡椒、水麻、小果蔷薇、斑茅、狗牙根、活血丹、荔枝草、长刺酸模等。

在淹没区右岸，常见的水生植物群系有水蓼群系、水芹群系等，常见的农作物有水稻、油菜等，常见的灌丛群系有小果蔷薇群系等，常见的阔叶林群系有黄连木林、枫香树林等，常见的针叶林有杉木群系、马尾松群系等，常见的植物有灯台树、刺楸、构树、棒头草、酸模叶蓼、萹蓄等。

生活于本区域的陆生动物有两栖类的沼水蛙、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙等；爬行类的灰鼠蛇、滑鼠蛇、华游蛇等，还包括水栖型的鳖；鸟类中的小鹡鸰、普通鸬鹚等一类的游禽，偶尔也会有黑鸢、凤头鹰、红隼等猛禽飞过；兽类中的灰麝鼩、豹猫、野猪、黄鼬等常到河边饮水。

2）新庄村附近沿岸

根据现场调查，新庄村段沿岸地形以河滩地、平地、沟谷坡地为主，植被在垂直分布上依次为水生植被区、农业植被区、灌丛植被区、阔叶林植被区、针叶林植被区。在淹没区左岸，常见的水生植物群系有假稻群系、水芹群系等，常见的农作物有水稻、油菜等，常见的针叶林群系有马尾松群系等，新庄村段沿岸常见的植物有樟、梓、杜仲、灰白毛莓、蕊帽忍冬、白茅、酸模等。

在淹没区右岸，常见的水生植物群系有水蓼群系等，常见的灌丛群系有小果蔷薇群系、马桑群系等，常见的阔叶林群系有黄连木林、朴树林等，常见的针叶林群系有马尾松群系等，常见的植物有枫香树、化香树、火棘、水麻、苎麻、狗牙根等。

生活于本区域的陆生动物有两栖类的沼水蛙、黑斑侧褶蛙、斑腿泛树蛙等；爬行类中的林栖傍水型，如黑眉锦蛇、王锦蛇、赤链蛇等；鸟类中的大山雀、白鹡鸰、棕背伯劳等；兽类中的灰麝鼩、豹猫、野猪、黄鼬等常到河边饮水。

3）老院坝段沿岸

根据现场调查，老院坝段沿岸地形以河滩地、平地、沟谷坡地为主，植被在

垂直分布上依次为水生植被区、农业植被区、灌丛植被区、阔叶林植被区、针叶林植被区。在淹没区左岸，常见的水生植物群系有豆瓣菜群系、棒头草群系等，常见的农作物有水稻、油菜等，常见的灌丛有小果蔷薇群系、马桑群系，常见的阔叶林群系有化香树群系、茅栗群系、枫香树群系等，常见的针叶林群系有马尾松群系、杉木群系等。老院坝段淹没区左岸常见的植物有柏木、黄连木、异叶梁王茶、白栎、冻绿、山胡椒、水麻、杜鹃、蕨、五节芒等。

在淹没区右岸，常见的水生植物群系有水蓼群系、浮萍群系等，常见的灌丛群系有扁核木群系、八角枫群系等，常见的阔叶林群系有化香树群系、朴树群系、枫香树群系等，常见的针叶林群系有马尾松群系等。老院坝段淹没区右岸常见的植物有杉木、油桐、野扇花、盐肤木、水麻、细枝柃、显子草、铁芒萁等。

生活于本区域的陆生动物有两栖类的泽陆蛙、黑斑侧褶蛙、斑腿泛树蛙等；爬行类中的林栖傍水型，如黑眉锦蛇、王锦蛇、赤链蛇等；鸟类中的大山雀、白鹡鸰、红嘴蓝鹊等；兽类中的灰麝鼩、豹猫、花面狸、黄鼬等常到河边饮水。

4）比纪段沿岸

根据现场调查，比纪段沿岸地形以河滩地、平地、沟谷坡地为主，植被在垂直分布上依次为水生植被区、农业植被区、灌丛植被区、阔叶林植被区、针阔叶混交林植被区、针叶林植被区。在淹没区左岸，常见的水生植物群系有水蓼群系等，常见的农作物有水稻、油菜、小麦等，常见的灌丛群系有皱叶雀梅藤群系、小果蔷薇群系、火棘群系等，常见的阔叶林群系有化香树群系、云贵鹅耳枥群系、青冈群系等，常见的针叶林群系有马尾松群系等。比纪段淹没区左岸常见的植物有构树、枫香树、榆树、黄连木、马桑、铁仔、野青茅、苎草等。

在淹没区右岸，常见的水生植物群系有水蓼群系、水蓼群系等，常见的灌丛群系有窄叶蚊母树群系、扁核木群系、马桑群系等，常见的阔叶林群系有化香树群系、黄连木群系、响叶杨群系等，常见的针阔叶混交林有马尾松＋枫香树群系等，常见的针叶林群系有马尾松群系等。比纪段淹没区右岸常见的植物有杉木、亮叶桦、水青冈、细圆齿火棘、茅栗、杜鹃、李叶绣线菊、小梾木、野古草、韩信草、野菊等。

生活于本区域的陆生动物有两栖类的沼水蛙、黑斑侧褶蛙、斑腿泛树蛙等；爬行类中的林栖傍水型，如黑眉锦蛇、王锦蛇、赤链蛇等；鸟类中的大山雀、喜

鹊、画眉等；兽类中的赤腹松鼠、隐纹花松鼠、小菊头蝠等。

5）下甲撒段沿岸

根据现场调查，下甲撒段沿岸地形以河滩地、平缓坡地、沟谷坡地为主，植被在垂直分布上依次为水生植被区、农业植被区、灌丛植被区、阔叶林植被区、针叶林植被区。在淹没区左岸，常见的水生植物群系有水蓼群系、眼子菜群系等，常见的农作物有油菜、小麦等，常见的灌丛群系有小果蔷薇群系、灰白毛莓群系等，常见的阔叶林群系有枫香树群系、麻栎群系、朴树群系等，常见的针叶林群系有马尾松群系等。下甲撒段淹没区左岸常见的植物有黄连木、盐肤木、火棘、山胡椒、竹叶花椒、苎麻、白茅、野老鹳草等。

在淹没区右岸，常见的水生植物群系有水蓼群系、浮萍群系等，常见的农作物有小麦、油菜等，常见的灌丛群系有窄叶蚊母树群系、马桑群系等，常见的阔叶林群系有枫香树群系、响叶杨群系等，常见的针叶林群系有马尾松群系等。下甲撒段淹没区右岸常见的植物有化香树、珊瑚朴、黄连木、八角枫、扁核木、胡颓子、小果蔷薇、野菊、野艾蒿、显子草等。

栖息于本区域的陆生动物有两栖类的沼水蛙、黑斑侧褶蛙、斑腿泛树蛙等；爬行类中的林栖傍水型，如黑眉锦蛇、王锦蛇、赤链蛇等；鸟类中的大山雀、喜鹊、画眉等；兽类中的华南缺齿鼹、豹猫、野猪等。

（6）谷顶河段沿岸

根据现场调查，谷顶河段沿岸地形以河滩地、平地、坡地为主，植被在垂直分布上依次为水生植被区、农业植被区、灌丛植被区、阔叶林植被区、针叶林植被区。在淹没区左岸，常见的水生植物群系有豆瓣菜群系、水蓼群系、假稻群系等，常见的农作物有水稻、油菜、小麦等，常见的灌丛群系有山胡椒群系等，常见的针叶林群系有马尾松群系、杉木群系等。谷顶河段淹没区左岸常见的植物有枫香树、麻栎、油桐、黄檀、盐肤木、芒、野艾蒿等。

在淹没区右岸，常见的水生植物群系有棒头草群系、水蓼群系、满江红群系、菹草群系等，常见的农作物有油菜、水稻等，常见的灌丛群系有单瓣缫丝花群系、山胡椒群系、灰白毛莓群系等，常见的阔叶林群系有枫香树群系、朴树群系等，常见的针叶林群系有马尾松群系等。谷顶河段淹没区右岸常见的植物有刺楸、灯台树、化香树、黄连木、朴树、麻栎、茅栗、胡枝子、算盘子、小果蔷薇、显子

草、龙芽草、蛇莓等。

生活于本区域的陆生动物有两栖类的沼水蛙、华西雨蛙、斑腿泛树蛙等；爬行类中的林栖傍水型，如黑眉锦蛇、王锦蛇、赤链蛇等；鸟类中的大山雀、喜鹊、画眉等；兽类中的赤腹松鼠、隐纹花松鼠、小菊头蝠等。



黄丝村磴边附近沿岸生境状况



新庄村附近沿岸生境状况



老院坝段沿岸生境状况



比纪段沿岸生境状况



下甲撒段沿岸生境状况



谷顶河段沿岸生境状况

4.4.9.2 输水系统工程区生态环境现状

输水系统工程主要通过隧洞、钢管、泵站等向马场坪工业园、龙昌工业园、瓮安县供水，输水线路水平投影总长约 53.28km，输水区总占地面积 199.56hm^2，其中永久占地面积 29.76hm^2，所占比例为 14.91%，永久占地工程主要有输水管道、出水池、进水池、泵站等，永久占地区土地利用类型以耕地、林地为主，临时占地面积 169.81hm^2，所占比例为 85.09%，临时占地工程包括弃渣场、临时施

工道路、临时施工生产生活区等，临时占地区土地利用类型以耕地、林地为主，输水系统工程区地貌以低山、丘陵为主，土地类型以耕地、林地为主。

（1）输水管道沿线

根据工程布置，输水工程由首端无压隧洞、埋涵、末端无压隧洞、3 座加压泵站、输水埋管、输水明管、1 座跨河管桥、19 处跨河埋管、55 处过路结构和管道附属建筑物等组成。输水线路水平投影总长度 53.28km。根据现场调查可知，输水系统工程区输水管道占地以耕地、林地为主。

表 4.4.9-1　　输水系统工程区生态环境现状一览表

输水系统	土地类型	植物及植被现状	陆生动物现状	现场照片
输水隧洞入口	草地	常见的群系有小叶女贞群系、酸模群系，常见的植物有樟、梓、构树、水麻、水蓼、野菊、野艾蒿等	常见的动物有斑腿泛树蛙、沼水蛙、竹叶青蛇、大山雀、大杜鹃、花面狸等	
关口段输水隧洞上方	耕地、林地	常见的农作物有油菜、小麦等，常见的经济树种有沙梨、杉木、梓等，常见植物有马尾松、枫香树、山胡椒、五节芒等	常见的动物有中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、泽陆蛙、草腹链蛇、翠青蛇、棕背伯劳、白鹡鸰、黄鼬、狗獾等	
窝田段输水隧洞上方	耕地、林地	常见的农作物有油菜、土豆、小麦等，常见的群系有枫香树林、马尾松林等，常见的植物有黄连木、山胡椒、白茅等	常见的动物有白颊噪鹛、黄臀鹎、普通翠鸟、珀氏长吻松鼠、大灵猫、小灵猫等	
梅子坳段输水隧洞上方	耕地、林地	常见的农作物有土豆、小麦等，常见的经济树种有梓等，常见的群系有构树群系等，常见的植物有女贞、小果蔷薇、野艾蒿、白茅、蛇莓等	常见的动物有北草蜥黑卷尾、红嘴蓝鹊、白鹡鸰、画眉、猪獾、狗獾、草兔等	

马颈坳段输水隧洞上方	耕地、林地	常见的农作物有小麦、玉米等，常见的经济树种有杉木、木犀等，常见的植物有马尾松、枫香树、响叶杨、五节芒等	常见的动物中华蟾蜍、铜蜓蜥、多疣壁虎、喜鹊、麻雀、大山雀、灰麝鼩、草兔等	
输水隧洞出口附近	林地	常见的群系有枫香树群系、响叶杨群系等，常见的植物有马尾松、麻栎、朴树、黄连木、茅栗、山胡椒、金樱子、火棘、杜鹃、五节芒、白茅等	常见的动物有中国石龙子、蓝尾石龙子、棕背伯劳、白鹡鸰、豹猫、花面狸、大灵猫、小灵猫等	
波寨附近管道	耕地、林地、草地	常见的农作物有水稻、小麦、油菜等，常见的经济树种有柏木、楸等，常见的群系有白茅群系等，常见的植物有构树、野蔷薇、小果蔷薇、野艾蒿、蛇莓等	常见的动物有中国石龙子、北草蜥、大山雀、黄臀鹎、白鹡鸰、草兔等	
柏秧坪村附近	耕地	常见的农作物有水稻、油菜、蚕豆等，常见的植物有水蓼、棒头草等	常见的动物有北草蜥、中国石龙子、蓝尾石龙子、铜蜓蜥、大山雀、棕背伯劳、黄臀鹎、白头鹎、黄胸鼠、褐家鼠	
龙昌镇段	耕地、草地	常见的农作物有土豆、番薯等，常见的群系有构树群系、火棘群系、白茅群系等，常见的植物有黄连木、朴树、扁核木、小果蔷薇、黄连木、八角枫、五节芒等	常见的动物有铜蜓蜥、多疣壁虎、喜鹊、麻雀、大山雀、猪獾、狗獾、草兔等	

毛沟堡村段	草地、林地	常见的群系有柏木+响叶杨群系、小果蔷薇群系、假俭草群系等，常见的植物有黄连木、细圆齿火棘、扁核木、李叶绣线菊、单瓣缫丝花等	常见的动物有中国石龙子、铜蜓蜥、北草蜥、喜鹊、麻雀、大山雀、灰麝鼩、草兔等	
吉田段	林地	常见的群系有柏木群系、黄连木群系、香叶树群系、白茅群系等，常见的植物有响叶杨、化香树、竹叶花椒、蝴蝶花、假俭草、蒲公英等	常见的动物有北草蜥、铜蜓蜥、多疣壁虎、喜鹊、麻雀、大山雀、灰麝鼩、花面狸、豹猫等	
七星关村段	耕地	常见的群系有棒头草群系、水蓼群系、浮萍群系等，常见的植物有白茅、酸膜、狗牙根、水芹、酸膜、豆瓣菜等	常见的动物有泽陆蛙、黑斑侧褶蛙、草腹链蛇、锈链腹链蛇、乌梢蛇、喜鹊、麻雀、家燕、黄鼬、小家鼠、社鼠等	
燕子塘段	耕地、林地	常见的农作物有小麦、油菜、蚕豆等，常见的经济树种有楸、李等，常见的植物有马尾松、柏木、山胡椒、小果蔷薇、水麻、白茅等	常见的动物有中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、草腹链蛇、锈链腹链蛇、乌梢蛇、喜鹊、麻雀、家燕、小家鼠等	
君田坝段	耕地、草地	常见的农作物有小麦、玉米等，常见的群系有马桑群系、火棘群系、黄荆群系等，常见的扁核木、皱叶荚蒾、黄连木、黄连木、柘树、五节芒等	常见的动物有中国石龙子、蓝尾石龙子、北草蜥、大山雀、黄臀鹎、白鹡鸰、黄鼬、草兔等	

毛栗树村段	耕地、草地	常见的农作物有玉米、土豆等，常见的群系有小果蔷薇群系、火棘群系等，常见的植物有响叶杨、竹叶花椒、马桑、白茅、五节芒、艾蒿等	常见的动物有中国石龙子、蓝尾石龙子、北草蜥、大山雀、黄臀鹎、白鹡鸰、大山雀、黄鼬、猪獾等	

（2）泵站、出进水池等区

泵站工程区土地类型以耕地为主，出水池区土地类型以草地为主，进水池区土地类型以耕地为主，蓄水池区土地类型以草地为主。

表 4.4.9-2　　泵站、蓄水池等区域生态环境现状一览表

泵站	土地类型	植物及植被现状	陆生动物现状	现场照片
一级	耕地	常见的农作物有水稻、油菜等，常见的群系有水蓼群系、棒头草群系等，常见的植物有酸模叶蓼、羊蹄、假稻、水芹、豆瓣菜、稗、浮萍等	常见的动物有泽陆蛙、中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、铜蜓蜥、黑眉锦蛇、王锦蛇、山斑鸠、珠颈斑鸠、麻雀、草兔、豹猫等	
二级	耕地	常见的农作物有小麦、玉米、土豆等，常见的群系有白茅群系等，常见的植物有火棘、扁核木、黄连木、香叶树、小果蔷薇、渐尖毛蕨等	常见的动物有中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、铜蜓蜥、赤链蛇、王锦蛇、家燕、白头鹎、麻雀、猪獾、狗獾等	
出水池	**土地类型**	**植物及植被现状**	**陆生动物现状**	**现场照片**
一级	耕地、草地	常见的农作物有玉米、土豆等，常见的群系有火棘群系、小果蔷薇群系等，常见的植物有响叶杨、黄连木、马桑、飞龙掌血、云实、黄荆等	常见的动物有中国石龙子、铜蜓蜥、赤链蛇、草腹链蛇、山斑鸠、珠颈斑鸠、麻雀、华南缺齿鼹等	

二级	林地、草地	常见的群系有柏木群系、火棘群系、小果蔷薇群系等，常见的植物有响叶杨、化香树、黄连木、冻绿、竹叶花椒、五节芒、白茅等	常见的动物有铜蜓蜥、多疣壁虎、喜鹊、麻雀、大山雀、猪獾、狗獾、草兔等	
进水池	**土地类型**	**植物及植被现状**	**陆生动物现状**	**现场照片**
二级	耕地、草地	常见的农作物有玉米、土豆等，常见的群系有小果蔷薇群系、火棘群系、白茅群系等，常见的植物有黄连木、香叶树、冻绿、飞龙掌血、白茅、野艾蒿等	常见的动物有中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、铜蜓蜥、赤链蛇、王锦蛇、家燕、白头鹎、麻雀、猪獾、狗獾等	
蓄水池	**土地类型**	**植物及植被现状**	**陆生动物现状**	**现场照片**
龙昌工业园蓄水池	草地、林地	植被以灌丛及灌草丛为主，常见的群系有小果蔷薇群系、马桑群系、假俭草群系等，此外还有小片柏木疏林，常见的植物有响叶杨、扁核木、白茅、五节芒、蒲公英等	常见的动物有中国石龙子、蓝尾石龙子、北草蜥、大山雀、黄臀鹎、白鹡鸰、黄鼬、草兔等	
工区	**土地类型**	**植物及植被现状**	**陆生动物现状**	**现场照片**
D1	耕地	常见的农作物有小麦、油菜、蔬菜等，常见的植物有枫香树、楸、樟、杉木、麻栎、白栎、算盘子、李叶绣线菊、白茅、五节芒等	常见的动物有铜蜓蜥、尖吻蝮、短尾蝮、山斑鸠、珠颈斑鸠、草兔、黄鼬等	

D2	耕地	常见的农作物有水稻、蚕豆、蔬菜等，常见的植物有马尾松、白茅、杉木、八角枫、野蔷薇、牡荆、野山楂、野菊、野艾蒿、蛇莓等	常见的动物有泽陆蛙、铜蜓蜥、尖吻蝮、短尾蝮、山斑鸠、珠颈斑鸠、麻雀、草兔、黄鼬等	
F1	草地	常见的群系有马桑群系、五节芒群系等，常见的植物有水竹、盐肤木、火棘、小果蔷薇、水蓼、灯心草、野菊等	常见的动物有泽陆蛙、沼水蛙、锈链腹链蛇、乌梢蛇、喜鹊、麻雀、家燕、黄鼬、小家鼠、社鼠等	
F2	耕地	常见的农作物有水稻、油菜等，常见的群系有水蓼群系、假稻群系等，常见的植物有构树、刺槐、水蓼、浮萍、紫萍等	常见的动物有泽陆蛙、黑斑侧褶蛙、草腹链蛇、锈链腹链蛇、乌梢蛇、喜鹊、麻雀、家燕、黄鼬、小家鼠、社鼠等	
D5	耕地、林地	常见的农作物有小麦、玉米等，常见的群系有马尾松群系等，常见的植物有枫香树、油桐、刺槐、白栎、化香树、水竹、蕨、狗脊等	常见的动物有北草蜥、铜蜓蜥、尖吻蝮、短尾蝮、山斑鸠、珠颈斑鸠、大山雀、麻雀、草兔、黄鼬等	
F3	耕地、林地	常见的农作物有水稻、油菜等，常见的群系有构树群系等，常见的植物有刺槐、苎麻、野艾蒿、棒头草、水蓼、羊蹄等	常见的动物有泽陆蛙、中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、铜蜓蜥、赤链蛇、王锦蛇、山斑鸠、珠颈斑鸠、麻雀、草兔、猪獾、狗獾等	

L1	耕地	常见的农作物有水稻、油菜等，常见的植物有柏木、构树、刺槐、梓、苎麻、野艾蒿、棒头草、水蓼、羊蹄、白车轴草等	常见的动物有泽陆蛙、黑斑侧褶蛙、草腹链蛇、锈链腹链蛇、乌梢蛇、喜鹊、麻雀、家燕、黄鼬、小家鼠、褐家鼠等	
L2	草地	主要为灌草丛，常见的群系有白茅群系、五节芒群系等，常见的植物有八角枫、茅莓、山莓、楤木、黄连木、龙芽草等	常见的动物有多疣壁虎、北草蜥、白鹡鸰、棕背伯劳、草兔、黄毛鼠、黄胸鼠等	
L3	耕地	常见的农作物有水稻、油菜等，常见的经济树种有柑橘、核桃、桃等，常见的植物有油桐、白茅、五节芒、野艾蒿等	常见的动物有泽陆蛙、中国石龙子、钝头蛇、王锦蛇、喜鹊、麻雀、大杜鹃、小菊头蝠、草兔等	
L4	耕地	常见的农作物有小麦、油菜、玉米、番薯等，常见的植物有梓、油桐、火棘、水麻、白茅、五节芒、野艾蒿、狗牙根等	常见的动物有铜蜓蜥、草腹链蛇、喜鹊、麻雀、家燕、金腰燕、黄鼬、小家鼠、黑线姬鼠等	

（3）渣场区生态现状

渣场区占地类型以耕地为主，输水系统工程区弃渣场区生态环境现状见表4.4.9-3。

表 4.4.9-3　　泵站、蓄水池等区域生态环境现状一览表

弃渣场区	土地类型	植物及植被现状	陆生动物现状	现场照片

1#	耕地、林地	常见的农作物有小麦、油菜等，常见的群系有枫香树群系，常见的植物有马尾松、杉木、朴树、油桐、灯台树、插田泡、小果蔷薇、五节芒等	常见的动物有中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、铜蜓蜥、赤链蛇、王锦蛇、家燕、白头鹎、麻雀、猪獾、狗獾等	
2#	耕地、林地	常见的农作物有水稻、油菜、蚕豆、蔬菜等，常见的群系有柏木群系、毛竹群系等，常见的植物有杉木、柳杉、灯台树、牡荆、苎草等	常见的动物有中国石龙子、蓝尾石龙子、乌梢蛇、赤链蛇、草腹链蛇、喜鹊、麻雀、四声杜鹃、黄鼬、草兔、隐纹花松鼠等	
3#	耕地	常见的农作物有番薯、土豆等，常见的经济树种有楸、李、杉木、木犀等，常见的群系有构树群系等，常见的植物有白茅、鹅观草、蛇莓等	常见的动物有中国石龙子、铜蜓蜥、赤链蛇、草腹链蛇、山斑鸠、珠颈斑鸠、麻雀、华南缺齿鼹等	
4#	耕地	常见的农作物有水稻、油菜等，常见的植物有苎麻、马桑、构树、野艾蒿、酢浆草、千里光、白茅、鹅观草等	常见的动物有沼水蛙、中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、华游蛇、赤链蛇、喜鹊、麻雀、家燕、黄鼬、小家鼠、黄毛鼠等	
13#	林地	常见的经济树种有樱桃、李、沙梨、桃、柑橘、红花檵木等，常见的植物有柏木、杉木、枫香树、响叶杨、云实、小果蔷薇、五节芒、白茅等	常见的动物有中国石龙子、铜蜓蜥、乌梢蛇、喜鹊、麻雀、大杜鹃、黄鼬、猪獾、华南兔等	

11#	耕地	常见的农作物有水稻、油菜、蚕豆等，常见的植物有柏木、楸、水蓼、假稻、水芹、豆瓣菜、浮萍等	常见的动物有沼水蛙、中华蟾蜍、黑眶蟾蜍、渔游蛇、喜鹊、麻雀、家燕、黄鼬、小家鼠、褐家鼠等	
5#	耕地	常见的农作物有水稻、油菜等，常见的植物有狗牙根、石龙芮、羊蹄、白茅、水蓼、假稻、水芹、浮萍等	常见的动物有泽陆蛙、沼水蛙、中华蟾蜍、中国石龙子、华游蛇、渔游蛇、麻雀、家燕、黄鼬、草兔等	
6#	耕地	常见的农作物有玉米、土豆、番薯等，常见的经济树种有樟树、木犀、杉木等，常见的植物有响叶杨、扁核木、小果蔷薇、火棘、白茅等	常见的动物有中国石龙子、蓝尾石龙子、乌梢蛇、喜鹊、麻雀、大杜鹃、黄鼬、猪獾、狗獾等	

（4）施工道路区

输水系统工程区施道路多根据现有小路进行改扩建，临时道路区地貌以平地、平缓坡地为主，土地利用类型以耕地、林地、草地为主，植被以经济林、农作物、灌丛及灌草丛为主，常见的经济树种有桃、李、杉木、梓等，常见的农作物有水稻、小麦、玉米、番薯、蔬菜等，常见的灌丛群系有小果蔷薇群系、马桑群系等，常见的灌草丛群系有五节芒群系等，施工道路区常见的植物有柏木、构树、响叶杨、亮叶桦、朴树、八角枫、牡荆、山胡椒、粗叶悬钩子、火棘、苎麻、盐肤木、五节芒、野艾蒿、野菊、白茅、千里光、蒲公英、狗尾草、忍冬等。本区域常见的动物有北草蜥、中国石龙子、蓝尾石龙子、铜蜓蜥、大山雀、棕背伯劳、黄臀鹎、家燕、白头鹎、黄胸鼠、褐家鼠等。



D1 工区附近道路区生境状况



甘巴哨村段施工道路区生境状况



七星矣村段施工道路区生境状况



毛沟堡村段施工道路区生境状况

4.4.9.3 移民安置区生态环境现状

搬迁安置主要有黄丝、猫猫营、马场坪 3 个集中安置点。根据现场调查，集中安置点区土地类型多以耕地为主，植被多为农作物为主，常见的农作物有玉米、油菜、蔬菜等，自然植被多零星分布，主要为针叶林、灌丛和灌草丛，常见的群系有杉木林、黄荆灌丛、白茅灌草丛等，常见的植物有盐肤木、火棘、小果蔷薇、构树、五节芒、蕨等，常见的两栖类动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、黑斑侧褶蛙，爬行类多有中国石龙子、铜蜓蜥、黑眉锦蛇、乌梢蛇等，常见的鸟类有麻雀、喜鹊、白鹡鸰、黑卷尾、鹊鸲、乌鸫、白鹭、牛背鹭、普通秧鸡等，常见的兽类有啮齿目的鼠科，如黑线姬鼠、小家鼠、褐家鼠、黄胸鼠等。

4.5 社会环境

凤山水库涉及黔南州福泉市 2 个街道办事处 4 个乡（镇）、13 个行政村，瓮安县 1 个镇 1 个行政村以及黔东南州麻江县 1 个镇 2 个行政村。工程主要占地及淹没均在福泉市。

4.5.1 行政区划及人口

福泉市国土面积 1688km^2，2015 年全市人口 33.20 万人，其中农业人口 26.36 万人，少数民族常驻人口 9.18 万人、占总人口 28.1%，主要为苗族、布依族等。

瓮安县国土面积 1974km^2，2015 年全县人口 46.96 万人，其中农业人口 41.61 万人，少数民族常驻人口 3.09 万人、占总人口 6.6%，主要为苗族等。麻江县国土面积 1222.2km^2，2015 年全县总人口 24.01 万，少数民族 17.9 万人。

表 4.5.1-1　　工程涉及乡镇社会环境情况

所在市	乡（镇）名称	土地面积（km^2）	总人口（人）	农业人口（人）
福泉市	马场坪办事处	206.5	24744	12170
	龙昌镇	131.3	22648	20019
	牛场镇	245.5	35945	29417
	凤山镇	126	23876	22526
瓮安县	平定营镇	80	25293	24480
麻江县	谷硐镇	116	17408	15718
合计		915.3	149914	124330

4.5.2 社会经济

2015 年福泉市实现生产总值（GDP）124.43 亿元，同比增长 15.5%。其中：第一产业的增加值为 12.99 亿元，同比增长 6.5%；第二产业增加值为 55.78 亿元，同比增长 13.6%；第三产业增加值为 55.66 亿元，同比增长 18.6%。人均地区生产总值 42521 元。2015 年，全市完成全社会固定资产投资 118.34 亿元，比上年增长 37.1%。全年实现财政总收入 22.02 亿元，同比增长 9.91%。农民人均纯收入 7695 元。

2015 年瓮安县实现生产总值（GDP）97.19 亿元，同比增长 14.6%。其中：第一产业的增加值为 18.38 亿元，同比增长 6.5%；第二产业增加值为 36.35 亿元，同比增长 14.2%；第三产业增加值为 42.46 亿元，同比增长 17.4%。全县人均地区生产总值 24997 元。2015 年，全县完成全社会固定资产投资 147.56 亿元，比上年增长 24.7%。全年实现财政总收入 20.15 亿元，同比增长 14.7%。农民人均纯收入 7719 元。

2015 年麻江县实现生产总值（GDP）26.53 亿元，同比增长 14.4%。其中，第一产业增加值 7.66 亿元，增长 6.5%；第二产业增加值 6.86 亿元，增长 10.9%；第三产业增加值 12.02 亿元，增长 19.8%。人均生产总值 21728 元，同比增长 14.35%。

4.5.3 土地利用

福泉市全市土地总面积为 169236.9hm^2。其中，耕地占土地总面积的 23.94%，

林地占土地总面积的 47.36%，草地占土地总面积的 11.88%，水域占土地总面积的 1.11%，建设用地占土地总面积的 6.37%。

瓮安县土地总面积 196273.5hm^2，其中，农用地 162345.03hm^2，占土地总面积 82.71%；建设用地 13399.41hm^2，占 6.83%；其它土地 20529.06hm^2，占 10.46%。详见表 4.5.3-1。

表 4.5.3-1　　福泉市、瓮安县土地利用现状统计

行政区域			福泉市		瓮安县	
土地用途分类			面积（hm^2）	比重（%）	面积（hm^2）	比重（%）
农用地	耕地		40507.92	23.94	58919.54	30.02
	园地		1741.78	1.03	2523.92	1.29
	林地		80146.8	47.36	90433.42	46.08
	牧草地		20106.45	11.88	10468.15	5.33
	农用地合计		142502.96	84.20	162345.03	82.71
建设用地	城乡建设用地	城镇用地	1556.98	0.92	964.32	0.49
		农村居民点用地	3723.21	2.20	5342.08	2.72
		采矿用地	1506.21	0.89	656.78	0.33
		风景名胜及特殊用地	84.62	0.05	52.13	0.03
		小计	6871.02	4.06	7015.31	3.57
	交通运输用地	铁路用地	169.24	0.10		
		公路用地	795.41	0.47	993.22	0.51
		农村道路	1066.19	0.63	1402.92	0.71
		其他	0	0.00	0	0.00
		小计	2030.84	1.20	2396.14	1.22
	水域及水利设施用地	河流水面	1320.05	0.78	3222.87	1.64
		水库水面	203.08	0.12	290.98	0.15
		坑塘水面	135.39	0.08	271.33	0.14
		内陆滩涂	16.92	0.01	0	0.00
		沟渠	203.08	0.12	167.08	0.09
		水工建筑用地	16.92	0.01	35.7	0.02
		小计	1878.53	1.11	3987.96	2.03
	建设用地合计		10776.48	6.37	13399.41	6.83
其他土地	设施农用地		55.6	0.03	40.7	0.02
	田坎		14967.79	8.84	16586.91	8.45
	裸地		934.02	0.55	3901.45	1.99
	其他土地合计		15957.41	9.43	20529.06	10.46

4.5.4 文物古迹

贵州省文物考古研究所 2017 年 4 月完成的《贵州省凤山水库工程文物考古调查勘探评估及保护规划报告》，2017 年 5 月贵州省文物局印发《关于凤山水库工程建设用地范围内文物保护的函》，根据文物专题报告，凤山水库工程库区和输水系统工程沿线影响范围内无文物古迹分布。

4.5.5 矿产资源

工程主要涉及福泉市、瓮安县矿产资源丰富。福泉市矿产资源主要分布于福泉市中部、中南部及西北部，已发现矿产有磷、铁、煤、高岭土、硫铁矿、砷、碘等，其中磷、煤、铝矿资源储量最大，福泉市享有“亚洲磷都”之称，全国最大磷化工业基地-瓮福（集团）公司就在福泉市马场坪办事处。瓮安县的主要矿产资源有磁铁矿、铅锌矿、粘土矿、磷矿、铌钽矿等，其中磷、煤储量最为丰富。

根据现有《贵州省凤山水库工程建设项目用地压覆矿产资源评估报告》，凤山水库工程建设项目用地评估区范围不涉及压覆矿产资源。

4.5.6 取水、用水口

由于重安江水位较低，江水难以利用，并且由于受福泉市生活、生产污水影响，重安江跨岩电站以下河段水质较差，工程干流江段各类生活、农业、工业取水口分布较少，沿岸城镇、乡镇村庄的生活和工农用水主要取自支流如围阻河、平堡河上及其他支沟水、泉水等。据调查，目前仅工程涉及重安江河段主要有 3 个工业取水口、1 个灌溉取水口，详见表 4.5.7-1。

表 4.5.7-1　　工程所在重安江河段取水口

取水口名称	距离	设计取水流量	取水方式	用途
黑塘桥水库	凤山坝址上游 120m 处	1.00m^3/s	拦河取水	工业、生活
跨岩电站	距凤山坝址 3km	0.03m^3/s	拦河取水	灌溉
清河化工	距凤山坝址 7.25km	0.05m^3/s	泵站取水	工业
贵信黄磷厂	距凤山坝址 8.11km	0.04m^3/s	泵站取水	工业

4.5.7 人群健康

（1）地方病及流行病

福泉市、瓮安县、麻江县近年来的主要传染性疾病有甲型肝炎、细菌性痢疾、传染性腹泻、流行性腮腺炎等常见的呼吸道、消化道及肠道传染病，均无甲类传染病鼠疫、霍乱以及按甲类管理的传染病发生。区域传染病处于有效控制范围，

发病率和死亡率均逐年下降，近年区域已无与水媒介有关的地方病和流行病流行。

（2）卫生医疗设施

工程区各市县医疗机构较为健全，每个乡镇均有乡镇卫生院，部分村组也建有村医疗卫生保健室。工程区各市县区主要卫生医疗指标见表 4.5.8-1。

表 4.5.8-1　　工程区涉及市县主要卫生医疗指标一览表

卫生医疗设施	卫生医疗机构数(个)	卫生机构病床数	卫生技术人员(人)
福泉市	198	1533	1068
瓮安县	388	1954	1891
麻江县	84	472	709

4.6 洒金谷省级风景名胜区

4.6.1 地理位置、级别及范围

洒金谷省级风景名胜区于 1990 年由省人民政府以“黔府通[1990]57 号”文批准成立。2016 年贵州省城乡规划设计研究院编制了《贵州省洒金谷省级风景名胜区总体规划（2015-2030 年）（修编版）》。

洒金谷省级风景名胜区主要位于福泉市马场坪办事处、金山办事处和仙桥乡。根据《贵州省洒金谷省级风景名胜区总体规划（2015-2030 年）（修编版）》，洒金谷风景名胜区由洒金谷景区、蛤蚌河景区和 21 个独立景点组成，总面积为 31.04km²，其中洒金谷景区面积约 11.35km²，蛤蚌河景区面积约 19.69km²。范围主要分布在福泉市的高坪镇、仙桥乡、城厢镇。北至斗龙河，东至萱化，南至小河口，西至水洞坡，地理坐标东经 107°15′30″-107°31′26″，北纬 26°37′28″-26°49′11″。

4.6.2 功能分区及保护要求

洒金谷省级风景名胜区分为一级、二级、三级保护区。

（1）一级保护区（核心景区）

将景点较为集中一定范围与空间划为一级保护区。以一级景点的游览及视域范围为主要划分依据，以自然地形地物为分界线，其外围有良好的缓冲条件，面积 10.50km²，占总面积的 33.8%。

严禁建设与风景保护无关的设施，属于严格建设范围；对不符合规划、未经批准及与核心景区资源保护无关的各项建筑物、构筑物，要求搬迁、拆除或改做它用；仅允许绿色环保机动交通工具入内；禁止畜禽养殖。

（2）二级保护区

把在一级保护区外围或非一级景点和景物周围划为二级保护区，面积约10.64km^2，占总面积的34.3%。

区内应对开发建设活动严格限制，可以配置必要的游览道路、水上路线、游憩亭台和安全防护等设施；根据游览需要，配置适量的旅服务设施；不得在该区域内安排与风景游赏和资源保护无关的人工设施；保持原生自然地貌、植被水体等，严禁开山采石以及破坏保持原生自然地貌、植被水体等建设行为。

（3）三级保护区

在风景区范围内，除一、二级保护区以外的区域，划为三级保护区。面积为9.90km^2，占总面积的31.9%。

在其范围内，可以有序安排同风景区性质与容量相一致的各项旅游服务设施基地，并与风景环境相协调；可以安排有序的生产生活、经营管理等设施；严格执行居民点规划中人口控制，加快协调经济发展方向；加强植树造林和养护管理，25度以上坡耕地应退还林。

4.6.3 景点资源

洒金谷省级风景名胜区的景观资源丰富，主要以奇特的岩溶裂谷；险峻的悬壁栈道、古桥、古驿道、幽深的洒金古巷、暗河为特色，景色“古、幽、奇、险、峻、秀”。

风景名胜区整理筛选出具有代表性的景源64处，分为自然景源和人文景源2个大类；地景、水景、生景、园景、建筑、胜迹、风物等7个中类及山景、奇峰、峡谷、洞府、石林石景、溪流、江河、潭池、瀑布跌水、沼泽滩涂、草地草原、古树名木、珍稀生物、其他生物景观、专类游园、其他园景、民居宗祠、纪念建筑、工程构筑物、遗址遗迹、摩崖题刻、纪念地、民族民俗等23个小类。其中自然景源共44处，占69%，人文景源共20处，占31%。

表4.6.3-1　　福泉市洒金谷省级风景名胜景源一览表

类型			景点名称	数目
自然景源44处	地景25处（占39%）	山景	将军坡、山石闸、迭翠山、纱帽山、董炳天生桥	5
		奇峰	三女峰、猴子岩、独秀峰、将军沉船、海狮戏水	5
		峡谷	一线天峡谷、黑巷、麻哈峡谷、响琴峡	4
		洞府	麻秧洞、朝阳洞	2
		石林石景	楼梯岩、蛤蚌望天、刀削岩、将军岩、	8

类型			景点名称	数目
			钟乳奇崖、仙桥、石林、将军过河、	
	水景 14 处（占 22%）	溪流	阴阳河、乱石滩	2
		江河	鸭爪坝、小岩	2
		潭池	银练潭、美女潭	2
		瀑布跌水	孔雀开屏、犀牛潭瀑布、珍珠水帘、三跃泉、涌雪瀑、金龟戏瀑、大小白水瀑布、飞水岩瀑布	8
		沼泽滩涂	白云滩	1
	生景 5 处（占 8%）	草地草原	青杠坡草场	1
		古树名木	龙井双奇、银杏王	2
		珍稀生物	山茶王	1
		其他生物景观	神奇力量	1
人文景源 20 处	园景 2 处（占 3%）	专类游园	十里荷花长廊	1
		其他园景	双谷万亩果园	1
	建筑 6 处（占 9%）	民居宗祠	大夫第	1
		纪念建筑	翰林书院	1
		工程构筑物	三江口大桥、葛镜桥、昇仙桥、通远桥	4
	胜迹 9 处（占 14%）	遗址遗迹	福泉城墙、竹王城、福泉山、仙人洞、武胜夜雨	5
		摩崖题刻	仙影岩、垮岩摩崖、高石头摩崖	3
		纪念地	清水江渡口	1
	风物 3 处（占 5%）	民族民俗	江边寨、王卡苗寨、麒麟山苗寨	3

根据景点特征，风景名胜区内仅有水景 14 处，其中仅金龟戏瀑、鸭爪坝位于洒金谷景区。另外，重安江干流河道两侧所涉及的景点有昇仙桥、垮岩摩崖、三江口、三江口大桥、葛镜桥、麻哈峡谷等 6 处。这些景点类型为峡谷河流、峡谷崖壁、洲岛屿礁、峡谷桥梁，主要由河道水面、两岸雄壮山体、峡谷为景点构成要素。

（1）金龟戏瀑

主要位于后河支流汇入重安江河口处。后河通过有一道 10 余米高的断岩，飞流直下汇入重安江，迭入一个深潭，形成瀑布。潭上横坐一石，宛如一个巨龟。石名金龟石，瀑名戏龟瀑，潭则因石瀑得名金龟戏瀑潭。

（2）鸭爪坝

穿出麻哈峡谷后，眼前豁然开朗，只见一弯碧流，江天一色，两岸柳枝轻拂，町畦相连，一派田园风光，而坡上便是石壁连延，落日映照，余晕数里，一向有

“七盘晚照”之称的七盘坡。

（3）昇仙桥

位于县城南 12 公里马场坪镇小河口村响琴峡，横跨鱼梁江，为三孔石拱桥，长 38.5 米，宽 6.2 米，高约 8 米。该桥为清乾隆初里人王庭荣、刘致中捐资所建。桥头修三官庙，庙已毁，现桥仍坚固完好。

（4）垮岩摩崖

位于西南 12 公里马场坪镇小河口村垮岩绝壁上，离地面约 7 米。摩面长 3.9 米，宽约 2 米。竖排 7 行，楷书。阴刻：“此岩崩于道光二十九年四月十日，石塞河干，遇水壅涨，秋益漫桥。于道光二十四年春二月，炸石开河，十月竣工”。落款“贵州口平越直隶州正堂瞿；协修特担平越营游府刘”。另有凿工等名单。此摩崖记述了垮岩崩塌，河道受阻和疏通河道史实。

（5）三江口

三江汇流是重安江、围阻河、后河三江汇流处，称“三江口”。江心有一石笋高数丈，名“将军石”，站在将军石旁，环顾左右，六岸高岩，直插云霄。飞架南北的三江口大桥如彩虹凌空，雄伟壮观。可谓“一桥锁三江，三江竞相来，黔中有胜景，洒金谷异彩”。

（6）三江口大桥

有“一桥飞架南北，天堑变通途”之称的三江口大桥，建成于 1980 年 6 月，为钢筋混凝土双曲拱桥，桥长 87.5 米，高 61 米，净跨 55.5 米，气势恢宏。其立于三江之上，如长虹卧涧，与洒金谷构成一副“一桥锁三江，三江竞相来”的壮景；而与下游的葛镜桥，一今一古，相映成趣，各显风采。

（7）葛镜桥（豆腐桥）

位于福泉东南 3km，是平越（今福泉）明代人葛镜耗时 30 年之功修建而成，为 3 孔石拱桥，桥面长 51.44m，宽 8.5m，高约 30m。3 孔跨径分别为 25.62m、12.3m、6.26m、拱高分别为 9.61m、9.9m、5.02m，工程艰巨，雄伟壮观。该桥两岸，岩峡壁，江水湍急，是滇黔通往湖广古必经之地。民国二十九年（1940 年）中国桥梁专家茅以升带唐山工程学院学生测绘，该桥各孔净重对称荷载 10t 重型汽车安全，此桥载入《中国桥梁技术史》，为著名石拱桥。1985 年经省人民政府批准列为省级文物保护单位，2005 年 5 月被列为国家级文物保护单位。

（8）麻哈峡谷

鱼梁江、围阻江、后河汇于三江口后，三水直奔麻哈峡谷，此谷较为开阔，宽约 40 米，高约 80 米，两岸高耸却不陡峭，植被较好，与岩壁上的岩溶地貌结合，形成道道景物景观。



昇仙桥



三江口



垮岩摩崖



三江口大桥



葛静桥



鸭爪坝



麻哈峡谷谷底



麻哈峡谷

图 4.6.3-1 洒金谷省级风景名胜区景点

4.6.4 水上游览河段

景区内目前尚未建设有水上游览线路，现状整体未开发且也不具备组织水上游览活动的航道条件，根据总体规划，远期对对洒金谷景区麻哈峡谷内（重安江干流三江口至鸭爪坝河段）3.17km 河段进行整治后，开通水上游览路线，该河段分布景点为麻哈峡谷、葛镜桥、鸭爪坝等景点。为了保证该河段远期具备水上游览条件，景区总体规划提出远期对该河段整治后开通水上游线。

4.6.5 本工程与风景名胜区区位关系

凤山水库水库淹没、枢纽工程以及主体工程施工布置均不涉及风景名胜区范围，凤山水库坝址距离风景名胜区上游边界 3km，但水库运行调度使下游水文情势发生变化，对景区沿河景观产生一定的间接影响。

输水系统工程约 1.2km 管线在洒金谷省级风景名胜区三级保护区范围内。

4.7 水源保护区

4.7.1 黑塘桥水源保护区

（1）地理位置及范围

黑塘桥水源保护区于 2007 年 6 月由省人民政府以“黔府函[2007]117 号”文《省人民政府关于划定黔南自治州福泉等 9 县（市）集中式饮用水源保护区的批复》批准成立。

黑塘桥水源地保护区总面积约 52.5km^2。保护区划分为一级保护区、二级保护区和准保护区。其中，一、二级保护区面积分别为 0.22km^2、13.75km^2，准保护区 38.53km^2。黑塘桥取水口位于黑塘桥水库右坝肩，坐标为东经 107°

30'14"、北纬 26° 36'48"。黑塘桥水源保护区主要为瓮福磷矿生活生产取水水源，由瓮福磷矿负责黑塘桥水库的运行维护。现状水质基本能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准。

（2）功能分区

一级保护区范围为黑塘桥水库取水口上游 1000 米至下游 100 米的水域和两岸纵深约 100 米的陆域，水质保护目标为 II 类；

二级保护区的范围为除一级保护区以外黑塘桥取水点以下 150 米至取水点以上 5000 米的水域和两岸至山脊分水岭的陆域，水质保护目标为 III 类；

准保护区的范围为除二级保护区至黑塘桥取水点上游 5000 米和取水点下游 150 米至 200 米的河流流域，以及水域两岸纵深 500 米的陆域。

（3）本工程与保护区区位关系

凤山水库工程中水源枢纽工程区坝址、导流隧洞及进场公路在黑塘桥水源保护区一级保护区内；砂石加工系统在黑塘桥水源保护区准保护区内，位于坝址下游。

4.7.2 平堡河饮用水水源保护区

（1）地理位置及范围

平堡河饮用水水源保护区于 2007 年 6 月由省人民政府以“黔府函[2007]117 号”文《省人民政府关于划定黔南自治州福泉等 9 县（市）集中式饮用水源保护区的批复》批准成立。

平堡河饮用水源地保护区总面积约 17.25km^2，划分为一级保护区、二级保护区和准保护区。其中，一、二级保护区面积分别为 0.66km^2、3.44km^2。准保护区面积为 15.1km^2，取水口位于螺丝冲，坐标为东经 107° 33'12"，北纬 26° 37'55"。平堡河饮用水水源保护区主要为福泉市马场坪水厂取水水源，供给福泉市生产生活用水。现状水质基本能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准。

（2）功能分区

一级保护区的范围包括螺丝冲取水点以下 100 米至取水点以上约 1000 米的水域及沿岸纵深约 300 米的陆域，水质保护目标为 II 类；

二级保护区的范围包括除一级保护区以外取水点以下 200 米至取水点以上 3500 米的水域，以及沿岸纵深约 200-2500 米至麻江县交界的陆域，水质保护目

标为 III 类；

准保护区的范围包括平堡河福泉市与麻江县交界处至取水点下游 200 米，除一、二级保护区以外的集雨区。

（3）本工程与保护区区位关系

凤山水库工程中水源枢纽工程区不涉及平堡河饮用水水源保护区，输水系统工程中输水隧洞下穿平堡河饮用水水源保护区一级保护区和准保护区，隧洞距离水源保护区河道河床约 60m，不涉及平堡河河床，其余施工设施布置均不涉及平堡河饮用水源保护区。

4.8 环境质量现状评价

4.8.1 地表水环境

4.8.1.1 污染源

本次污染源调查范围包括库区库周、坝址下游、雍阳河流域，包括主要城镇生活污染源、农村散排生活污染源、畜禽养殖污染源、农田径流污染源以及工业污染源。分区域各类污染源主要情况如下：

（1）库区库周污染源

凤山水库库周主要涉及马场坪办事处黄丝社区，现状大部分位于黑塘桥水源保护区内，根据《福泉市饮用水水源地环境保护规划》，结合现场调查，该区域无工矿企业和集中废污水处理设施等点污染源，主要为分布的无组织排放的农村生活污染源、畜禽养殖污染源和农田径流污染源，为面污染源。凤山水库工程淹没区无工矿企业分布，未发现集中分布的危险废物。

4.8.1-1 现状年（2014 年）凤山水库库周污染负荷汇总

河流	污染物类别		污染负荷(t/a)				
			COD	BOD_5	NH_3-N	TP	TN
重安江	面源	农村生活污水	52.10	21.06	7.76	0.78	9.98
		畜禽粪便	53.62	30.23	1.96	0.63	5.97
		农田径流	10.17	3.16	1.14	0.17	1.78
	小计		115.89	54.46	10.86	1.57	17.74

（2）坝下游河段污染源调查

凤山水库下游为马场坪办事处城区段，该区域磷化工企业、生活污水集中废污水处理设施等点污染源较为集中，主要污染源为马场坪工业园区工矿企业生产

废水、城镇生活污水、农村散排生活污染源、畜禽养殖污染源以及农田径流污染源。自 2000 年以来，坝址下游河段马场坪、金山、龙昌等区域磷化工产业迅速发展，水质发生磷、氟污染，主要污染来源是重安江后河龙井湾溶泉、发财洞等受渣场污染的地下水的汇入，沿河企业也存在一定的跑冒滴漏现象。

1）污水处理厂污染源

现状年凤山水库坝下游共有龙昌镇污水处理厂、金山污水处理厂、金山新区污水处理厂及马场坪污水处理厂运行，日处理规模分别为 0.15 万 t、0.9 万 t、0.5 万 t、0.6 万 t，目前主要处理龙昌镇、福泉市、马场坪办事处生活生产废水，金山、马场坪污水处理厂污水经处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 B 标准后外排，金山新区污水处理厂、龙昌污水处理厂污水经处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标准后外排，目前运行正常。计算现状水平年凤山水库坝址下游污水处理厂污染源负荷 COD、BOD_5、NH_3-N、TP 分别为 473.25t/a、143.58t/a、59.37t/a、7.06t/a。

2）工业园区污染源

凤山水库坝下供水对象主要为马场坪工业园区、龙昌工业园区。

2016 年，马场坪工业园有约 81 家企业入驻，主要企业为瓮福（集团）有限责任公司、贵州天福化工有限责任公司、贵州省福泉市红星化肥厂、贵州福泉市凯立德化工厂、贵州福泉化工有限责任公司、福泉市金盛化工有限责任公司、福泉市都福肥业有限责任公司、福泉市东鑫化肥厂、福泉市磷兴化肥厂，大多数均为磷化工及其延伸产业。龙昌工业园区有约 12 家企业入驻，主要有福泉磷肥厂、川恒化工、福达磷业化工等，工业园区尚处在规划建设阶段，目前规划引入企业 9 家，主要为食品深加工、物流配送、有机肥产业园、磷石膏综合利用等项目。据《瓮（安）福（泉）一体化园区发展规划（2013~2020）环境影响报告书》及审查意见要求、走访当地环保局以及现场抽样核实，园区涉磷涉氟企业生产废水要求回用，不能回用的其他企业生活生产废水经处理达标后排放或者进入马场坪、金山或龙昌污水处理厂集中处理。

龙昌工业园区不考虑新增产能，在现有磷酸生产能力的基础上根据市场情况调整下游产品，并进行资源综合利用。重点发展循环高效农业、林木种植加工、田园观光旅游、农副产品加工、精细磷化工。

但由于福泉市内化工企业起步较早，上世纪 90 年代已建有部分磷化工厂及弃渣场，由于建设年代较早，环境保护意识较弱，磷化工厂及渣场环保设计规范尚不完善，部分企业及渣场存在跑冒滴漏的情况，2005 年以来，由于重安江水质急剧恶化，引起社会各界的强烈关注，地方政府、环保部门及相关企业积极治理，通过采取长期断面跟踪监测、沿河排查污染源等手段，具有针对性的调查污染源，指定污染处理措施，同时累计已投入约 2 亿元对磷化工企业废水闭路循环及防渗处理、磷矿渣综合利用、修建污水处理装置等进行处理，此外，贵州省环保厅也针对流域污染特点制定《清水江流域水环境保护规划》、《清水江流域水体达标方案》等规划并报省政府批复，规划至 2020 年重安江流域断面水质能稳定达标。

根据 2005 年开始相关前期沿河污染源调查成果、断面监测资料、治理成效及区域保护规划，同时走访环保局及现场调查，目前，工业园区主要污染源为磷石膏渣场地下溶洞渗漏（发财洞、龙井湾渗漏点）以及部分磷化工企业跑冒滴漏现象（吴家桥、烂木桥）。

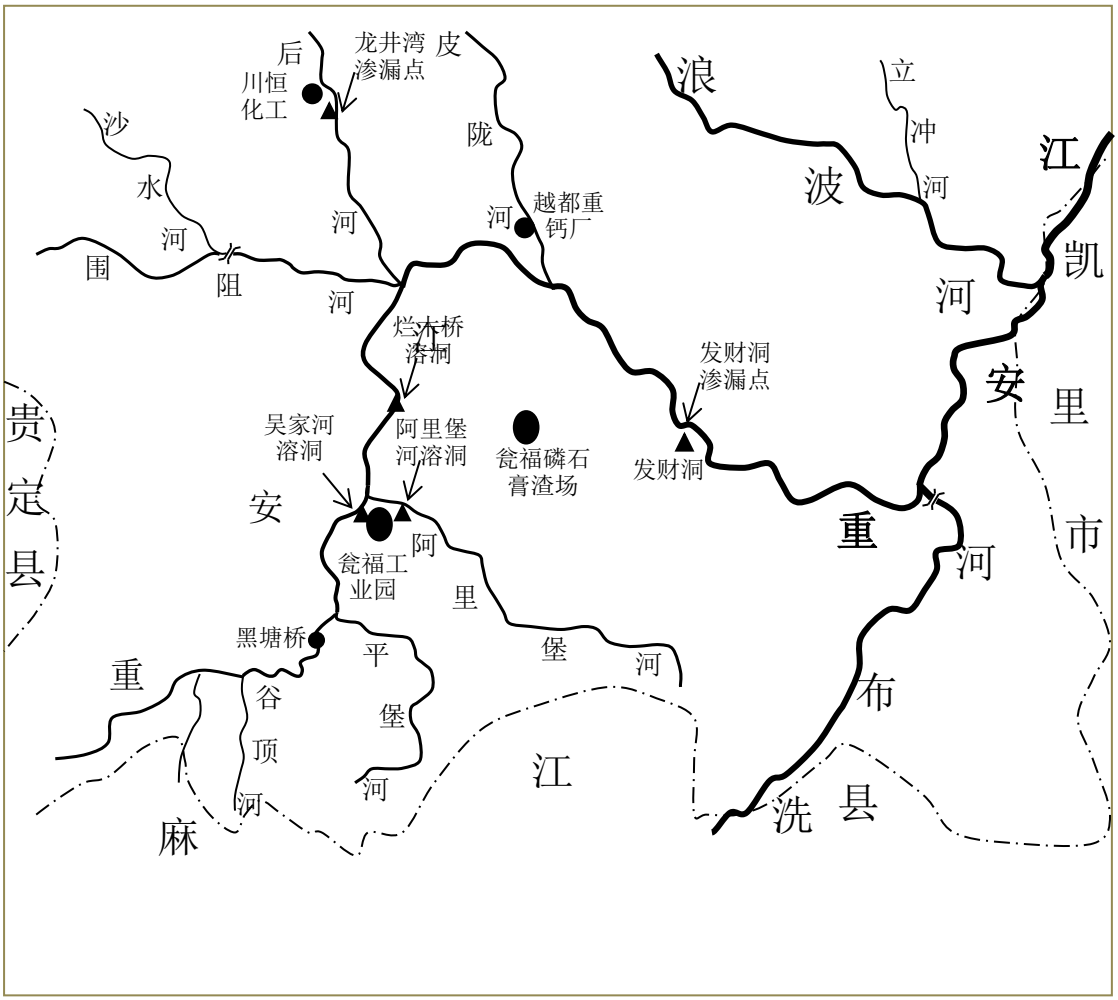


图 4.8.1 重安江流域现状主要渗漏点分布图

A、发财洞渗漏点

发财洞渗漏点位于重安江鸭爪坝电站下游约 3km 处，主要是由于瓮福集团的磷石膏渣场建设时尚未有磷石膏渣场防渗标准，渣场投用后，出现渣场废水渗漏，主要集中通过发财洞岩溶管道在发财洞渗漏。

瓮福集团先后在发财洞渗漏处分三期建成总处理能力 1050m^3/h 污水应急处理系统并投入运行，主要采用石灰法处理工艺，通过抽取渗漏点污水投加石灰，通过絮凝沉淀后废渣压滤后回收利用，处理后的排水排入重安江中，由于渗漏点涌水量丰平枯期差异较大。

2016 年污水处理站处理统计数据表明平均涌水量在 4156~10072m^3/d 之间，涌水中总磷浓度一般为 300~700mg/L 之间，处理后排水水质按照地方环保部门及水体达标方案要求排放，总磷排放指标在 0.27~2.6mg/L 之间变化，氟化物指标在 0.08~0.87mg/L 之间变化，由于汛期发财洞涌水较多，前两期处理能力 450m^3/h 的污水处理系统不能有效收集完全处理涌水，2016 年启动第三期污水处理装置建设，2016 年未处理涌入重安江总磷初步估计约 913t/a，氟化物 55t/a。

2017 年共三期污水处理装置处理能力 1050m^3/h 污水处理系统投入运行，污水处理站处理统计数据表明平均涌水量在 6651~17361m^3/d 之间，涌水中总磷浓度一般为 200~600mg/L 之间，处理后排水水质按照地方环保部门及水体达标方案要求排放，总磷排放指标在 0.12~7.71mg/L 之间变化，氟化物排放指标在 0.79~5.3mg/L，2017 年启动发财洞 3 万方应急事故池建设工程，发财洞汛期暴雨剧涨的涌水量储存在应急池，待暴雨过后，通过水处理装置逐一处理达标排放。未处理涌入重安江总磷初步估计约 92t/a，氟化物 10t/a。

2018 年启动发财洞上下游污染源排查，通过加密监测方式进一步排查周边渗漏情况，排查发现周边发财洞副洞有一处渗漏情况，未处理涌入重安江总磷初步估计每月约 3.6t，氟化物 1.2t。



图 4.8.1-1 发财洞渗漏点

B、吴家桥渗漏点

吴家桥渗漏点位于阿里堡河汇入重安江干流处，主要由于瓮福工业园区建厂较早，设计时相关环境保护规范尚未完善，运行后厂区生产废水渗漏导致，集中在重安江干流吴家河溶洞渗漏点和阿里堡河溶洞渗漏点排放。

瓮福公司对吴家桥、阿里堡河渗漏泉眼设置围堰将污染泉水抽回厂区处理后回用，已建设处理能力 600m^3/h 溶洞废水回收处理设施并投入运行，2016 年抽回处理水量在 250~450m^3/h 左右，因部分时间段如汛期渗漏点涌水量较大，不能回用的涌水经过处理达标后排放入阿里堡河，致使重安江吴家桥断面部分时段水质超标。2016 年未处理涌入重安江总磷初步估计约 130t/a，氟化物 15t/a。2017 年增加抽水设备，增加吴家桥新增渗漏泉点的抽回处理，加强对抽回泵站的设备的维护及检修，降低汛期涌水量外排。2017 年未处理涌入重安江总磷初步估计约 11t/a，氟化物 1t/a。



图 4.8.1-2 吴家桥渗漏点

C、烂木桥渗漏点

2017 年年底，地方环保局启动新一轮污染源排查工作，在重安江干流烂木桥电站下游右侧河岸发现一处较大泉眼，渗漏点水量约为 200m^3/h，降雨后水量会迅猛上升，总磷 13~68.2mg/L，氟化物 1.81~6.21mg/L，初步分析该泉眼是马场

坪厂区渗漏造成，初步估计未处理涌入重安江总磷约 67t/a，氟化物 5t/a。为尽快解决该泉眼带来的磷氟污染，瓮福（集团）有限责任公司和政府于 2017 年 11 月实施了“烂木桥溶洞污染水临时处理方案”——在清和化肥厂内修建了一套简易污水处理装置，后期拟修建一套处理规模达到 600m^3/h 的污水处理装置，采用“一级石灰乳中和法”处理工艺，排放指标总磷控制在 1mg/L 以内。



图 4.8.1-3 烂木桥渗漏点

D、龙井湾渗漏点

龙井湾渗漏点位于后河川恒化工渣场旁，主要由于川恒化工磷石膏渣场建设时期较早，渣场投用后，出现渣场废水渗漏，集中于龙井湾泉眼排放。

川恒化工采用集中收集龙井湾渗漏点废水抽回处理后作为厂区循环用水，目前已建成 750m^3/h 渗漏废水抽回回收处理系统，2016 年据估计涌水量在 300~600m^3/h 左右，但由于厂区用水量小于废水渗漏量，部分涌水不能稳定处理回用，导致废水部分外排致后河下游水质超标。2016 年未处理涌入重安江总磷初步估计约 288t/a，氟化物 29t/a。2017 年，川恒化工采取污水处理系统升级工程，加强处理并提升渗漏水回用，仅提升后污水排放指标总磷控制在 1mg/L 以内。



图 4.8.1-4 龙井湾渗漏点

3）农村生活污染源

综合坝址下游马场坪办事处、金山办事处、凤山镇人口、经济情况，根据《动态更新调查生活污水产污系数（修订版 201101）》黔南布依族苗族自治州，计算现状水平年凤山水库坝址下游农村生活污染源负荷 COD、BOD_5、NH_3-N 分别为 47.68t/a、19.28t/a、7.10t/a。

4）畜禽养殖污染源

凤山水库下游畜禽养殖集约化程度很低。根据《畜禽养殖业污染物排放标准》（GB18596-2001）中相关折算方法以及《2010 年度普查动态更新》（贵州黔南布依族苗族自治州），结合各村 2014 年畜禽存栏数统计数据，计算现状水平年凤山坝址下游畜禽养殖污染源负荷 COD、BOD_5、NH_3-N 分别为 83.40t/a、47.02t/a、3.05t/a。

5）农业污染源

参考《全国水环境容量核定技术指南》、《不同降雨条件下非点源污染氮负荷入河系数研究》、《贵州省主要粮食作物综合增产潜力》以及《第一次全国污染源普查——农业污染源》确定坝址下游旱地、水田单位耕地面积污染物排放量，根据各村 2014 年耕地统计数据，计算现状水平年凤山坝址下游农田径流污染源负荷 COD、BOD_5、NH_3-N 分别为 9.4t/a、2.91t/a、1.04t/a。

表错误!文档中没有指定样式的文字。.8.1-2　　现状年（2014 年）凤山水库坝址下游污染负荷汇总

地点	污染物类别		污染负荷			
			COD	BOD_5	NH_3-N	TP
重安江	点源	集中排放污水	473.25	143.58	59.37	7.06
	面源	农村生活污水	47.68	19.28	7.10	0.71
		畜禽粪便	83.40	47.02	3.05	0.98
		农田径流	9.40	2.91	1.04	0.16
	小计		613.73	212.79	70.56	8.91

备注：由于渣场渗漏水量水质不能稳定，点源污染未统计发财洞、吴家桥及龙井湾渣场渗漏污染负荷。

（3）雍阳河（白水河汇口以上）河段污染源调查

雍阳河（白水河汇口以上）河段主要涉及平定营镇、瓮安县城，结合现场调

查，该区域主要农村及城镇居民分布区，主要为分布的集中城镇污水处理厂、无组织排放的农村生活污染源、畜禽养殖污染源和农田径流污染源，为面污染源。

4.8.1.2 地表水水质取样监测

贵阳院委托贵州开磷质量检测中心有限责任公司于2016年3月（枯水期）、2016年7月（丰水期）和2016年10月（平水期）在黄丝断面、黑塘桥、君田坝、杨家磴、黄丝支流、洗布河支流、后河支流、雍阳河、阿里堡河支流等共9个断面进行了水质现状监测，本次具体断面布设情况见表4.8.1-3。

表 4.8.1-3　　凤山水库工程地表水监测断面一览表

序号	监测断面	具体位置	代表性
DB1	黄丝断面	干流库尾	入库断面
DB2	黑塘桥断面	干流黑塘桥水库坝址下游 100m	坝址断面
DB3	黄丝支流断面	黄丝支流河口上游 500m	库区主要支流水质
DB4	洗布河支流断面	洗布河支流河口上游 500m	坝下支流断面
DB5	后河支流断面	后河支流河口上游 500m	坝下支流断面
DB6	干流君田坝断面	干流君田坝断面	坝下退水受纳干流段
DB7	干流杨家磴断面	干流杨家磴河口汇入口下游 500m 处	坝下退水受纳干流段
DB8	雍阳河断面	雍阳河与水冲河汇入口下游 500m 处	瓮安退水受纳干流段
DB9	支流阿里堡河断面	阿里堡河汇入口上游 500m 处	坝下退水受纳干流段

2）监测项目

凤山水库坝址以上 DB1~DB3 断面监测项目：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、总氮、总磷、氟化物、铜、锌、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、悬浮物、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰，共 30 项。

凤山水库供水退水区 DB4~DB7、DB9 断面以及雍阳河 DB8 处断面监测项目：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、总氮、总磷、氟化物、砷、铅、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、磷酸盐，共 19 项。

3）监测结果

重安江干流监测断面均执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准，后河、皮陇河、洗布河、黄丝支流、阿里堡河支流以及乌江流域的雍阳河等执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准。根据该标准采用单项水质参数标准指数法进行评价，监测结果详见表4.8.1-4和表4.8.1-5。

（2）水质现状评价

根据《地表水环境质量评价办法（试行）》及贵州省相关要求，总氮、粪大肠菌群不作为评价指标。评价结果显示，凤山水库工程涉及的重安江凤山库区上游干支流、雍阳河总体水质较好，均满足相应功能区标准要求。凤山坝址下游水质总体较差，不满足相应功能区标准要求，超标因子为氨氮、总磷、总氟等。

丰、平和枯水期重安江干流凤山水库库尾断面 DB1、黑塘桥坝址断面 DB2、坝上黄丝支流 DB3和坝下洗布河支流 DB4断面各评价因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水域标准，其中 DB1、DB2、DB3丰、平和枯水期基本均能达到（GB3838-2002）II 类水域标准；丰、平和枯水期后河 DB5、干流君田坝 DB6、干流杨家磴 DB7断面水质监测结果不能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水域标准，主要超标因子为氨氮、总磷、总氟；丰水期、平水期雍阳河 DB8断面水质监测结果能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准，平水期阿里堡河支流 DB9断面水质监测结果能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准。

表 4.8.1-4　　凤山水库坝址以上断面地表水现状评价结果表

取样位置		项目	监测项目																										
			pH	溶解氧	高锰酸盐指数	COD	BOD_5	氨氮	总磷	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	硫酸盐	氯化物	硝酸盐	铁	锰
枯水期	DB1	标准指数	0.055	0.37	0.15	0.125	0.06	0.116	0.025	0.00004	0.0003	0.1	0.02	0.07	0.05	0.005	0.04	0.0009	0.01	0.03	0.1	0.125	0.0125	0.0043	0.092	0.004	0.056	0.079	0.0253
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标
	DB2	标准指数	0.09	0.4	0.23	0.125	0.2	0.14	0.025	0.00004	0.0003	0.08	0.02	0.07	0.05	0.005	0.04	0.0009	0.02	0.06	0.2	0.55	0.025	0.0047	0.1	0.008	0.055	0.108	0.0385
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标
	DB3	标准指数	0.005	0.45	0.17	0.3	0.06	0.087	0.025	0.00004	0.0003	0.1	0.02	0.07	0.05	0.005	0.04	0.0009	0.01	0.03	0.1	0.125	0.0125	0.0027	0.096	0.004	0.061	0.069	0.0476
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标
丰水期	DB1	标准指数	0.08	0.67	0.17	0.125	0.2	0.04	0.025	0.00004	0.0003	0.1	0.02	0.07	0.05	0.005	0.04	0.0009	0.01	0.03	0.1	0.125	0.0125	0.1433	0.076	0.004	0.186	0.099	0.0307
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标
	DB2	标准指数	0.115	0.6	0.18	0.125	0.2	0.0125	0.025	0.00004	0.0003	0.06	0.02	0.07	0.05	0.005	0.04	0.0009	0.01	0.03	0.1	0.45	0.0125	0.12	0.08	0.004	0.177	0.086	0.0385
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标
	DB3	标准指数	0.055	0.35	0.17	0.125	0.2	0.05	0.1	0.00004	0.0003	0.05	0.02	0.07	0.05	0.005	0.04	0.0009	0.01	0.03	0.1	0.125	0.0125	0.3667	0.076	0.004	0.176	0.166	0.0499
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标
平水期	DB1	标准指数	0.003	0.57	0.2	0.125	0.17	0.025	0.13	0.00004	0.000335	0.5	0.0205	0.07	0.05	0.005	0.4	0.0009	0.01	0.03	0.1	0.125	0.0125	0.006	0.035	0.004	0.1	0.114	0.1
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标
	DB2	标准指数	0.13	0.6	0.24	0.125	0.22	0.069	0.316	0.0004	0.000335	0.5	0.0205	0.07	0.05	0.005	0.4	0.0009	0.01	0.03	0.1	0.125	0.0125	0.006	0.035	0.004	0.1	0.114	0.1
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标
	DB3	标准指数	0.037	0.6	0.2	0.125	0.175	0.044	0.25	0.0004	0.000335	0.5	0.0205	0.07	0.05	0.005	0.4	0.0009	0.01	0.03	0.1	0.125	0.0125	0.011	0.028	0.004	0.156	0.1	0.069
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标

表 4.8.1-5　　凤山水库退水区断面地表水现状评价结果表

取样位置		项目	监测项目														
			pH	溶解氧	COD	高锰酸盐指数	BOD_5	氨氮	总磷	氟化物	砷	铅	挥发酚	石油类	硫化物	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群（个/L）
枯水期	DB4	标准指数	0.04	0.47	0.2	0.2	0.2	0.5	0.1	0.13	0.7	0.009	0.03	0.1	0.0125	0.3	0.44
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB5	标准指数	0.05	0.46	0.3	0.7	0.7	***1.1***	***3.3***	***14.6***	0.7	0.009	0.03	0.1	0.0125	0.2	0.81
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	***不达标***	***不达标***	***不达标***	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB6	标准指数	0.095	0.43	0.3	0.8	0.8	0.5	***3.4***	0.07	0.009	0.03	0.03	0.1	0.0125	0.2	0.29
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	***不达标***	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB7	标准指数	0.05	0.49	0.2	0.5	0.5	0.3	***4.8***	0.39	0.7	0.009	0.03	0.1	0.0125	0.2	0.27
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	***不达标***	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
丰水期	DB4	标准指数	0.06	1	0.2	0.3	0.4	0.2	0.6	0.8	0.7	0.009	0.03	0.1	0.0125	0.175	***1.63***
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB5	标准指数	0.085	0.98	0.3	0.3	0.5	***4.8***	***2.7***	0.86	0.7	0.009	0.03	0.1	0.0125	0.475	***4.13***
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	***不达标***	***不达标***	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB6	标准指数	0.11	0.81	0.4	0.6	0.6	0.6	***1.7***	0.41	0.7	0.009	0.03	0.1	0.0125	0.225	***2.9***
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	***不达标***	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB7	标准指数	0.075	0.84	0.3	0.5	0.4	0.1	***11.6***	0.82	0.7	0.009	0.03	0.1	0.0125	0.2	***1.9***
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	***不达标***	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB8	标准指数	0.065	0.55	0.2	0.3	0.3	0.1	0.3	0.22	0.7	0.009	0.03	0.1	0.0125	0.2	0.093
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
平水期	DB4	标准指数	0.1	0.45	0.125	0.2	0.2	0.124	0.32	0.06	0.07	0.009	0.003	0.1	0.0125	0.34	0.03
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB5	标准指数	0.04	0.88	0.133	0.37	0.325	0.087	***4.22***	***1.02***	0.07	0.009	0.009	0.1	0.0125	0.23	0.022
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	***不达标***	***不达标***	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB6	标准指数	0.15	0.82	0.158	0.38	0.37	***1.09***	***8.28***	0.71	0.07	0.009	0.009	0.1	0.0125	0.28	0.03
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	***不达标***	***不达标***	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB7	标准指数	0.05	0.58	0.133	0.37	0.36	0.176	***7.8***	0.84	0.07	0.009	0.009	0.1	0.0125	0.5	0.008
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	***不达标***	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB8	标准指数	0.002	0.37	0.065	0.43	0.33	0.074	0.4	0.22	0.07	0.009	0.009	0.1	0.0125	0.225	0.123
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—
	DB9	标准指数	0.04	0.86	0.133	0.31	0.325	0.118	0.77	0.38	0.07	0.009	0.009	0.1	0.0125	0.24	0.13
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—

4.8.1.3 地表水水质常规监测

（1）重安江流域

鉴于目前重安江干流部分河段水质不能满足《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重安江水质演变特征，分析其水质变化的趋势。

2011~2018年黔南州、福泉市环保局分别于重安江干流黑塘桥、吴家桥、鸭草坝、羊昌河断面，重安江支流后河市化肥厂、奚家湾断面，重安江支流皮陇河越都取水口、五里桥、凤山新桥断面等共9个断面进行了水质监测。地表水监测项目为：pH 值、氟化物、总磷、氨氮、化学需氧量、高锰酸指数，监测频次：每月1次。

表4.8.1-6　　监测断面一览表

序号	断面名称	断面设置位置	断面功能	经纬度
1	黑塘桥	重安江干流，凤山坝址以下 510m 处黑塘桥桥头	黑塘桥水库坝址下游清洁对照断面	N：26°36.985′ E：107°32.212′
2	吴家桥	重安江干流，凤山坝址以下 5.1km 处，瓮福集团化肥厂处	监控瓮福集团化肥厂污染排放情况	N：26°38.720′ E：107°30.025′
3	鸭草坝	重安江干流，凤山坝址以下 15.09km 处	监控重安江发财洞段上游水质情况	N：26°41′43.1″ E：107°31′46.3″
4	羊昌河	重安江干流，凤山坝址以下 18.18km 处	监控瓮福集团渣场污染物渗漏情况	N：26°38.988′ E：107°36.996′
5	市化肥厂	重安江支流后河，汇口以上 17km 处福泉市化肥厂处	监控福泉市化肥厂污染物排放情况	N：26°47′34.2″ E：107°27′38.7″
6	川恒公司下游	重安江支流后河，汇口以上 8.1km 川恒公司渣场处	监控川恒公司渣场渗漏情况	N：26°42′52.6″ E：107°30′32.2″
7	越都取水口	重安江支流皮陇河，汇口以上 3.79km	监控越都公司皮陇河河前水质情况	N：26°41.709′ E：107°32.007′
8	五里桥	重安江支流皮陇河，汇口以上 1.19km，越都公司排口处	监控越都公司废水污染源情况	N：26°41′05.2″ E：107°32′23.7″
9	凤山新桥	重安江干流，凤山坝址以下 28km 处	监控发财洞及以上污染源污染情况	N：26°39′24″ E：107°37′43″

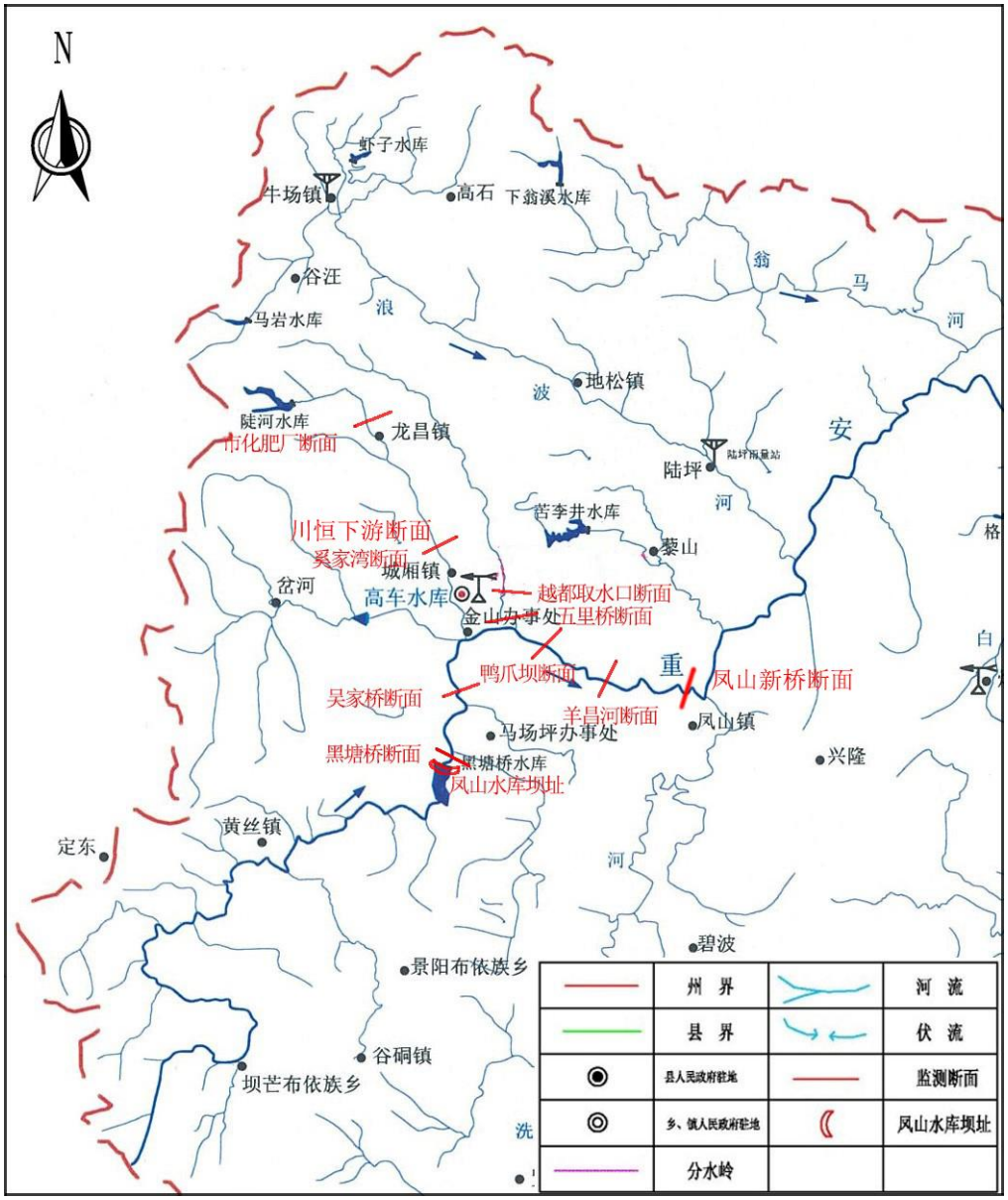
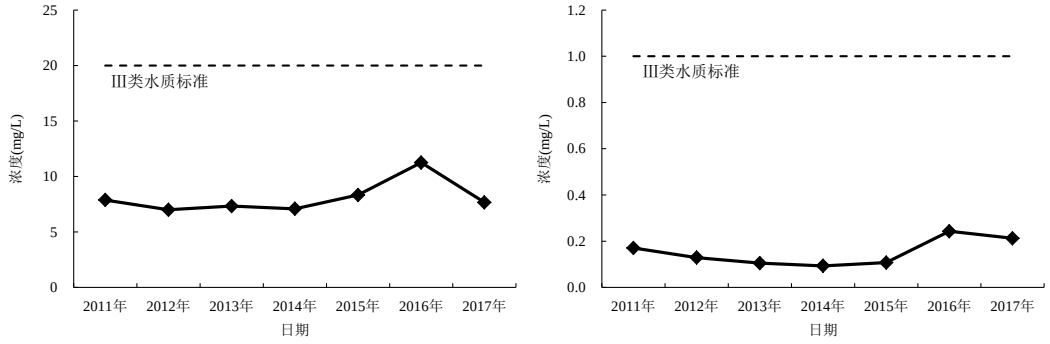


图4.8.1-4 黑塘桥坝址下游监测断面布置图

1）2011~2017 年黑塘桥坝址下游逐年监测数据

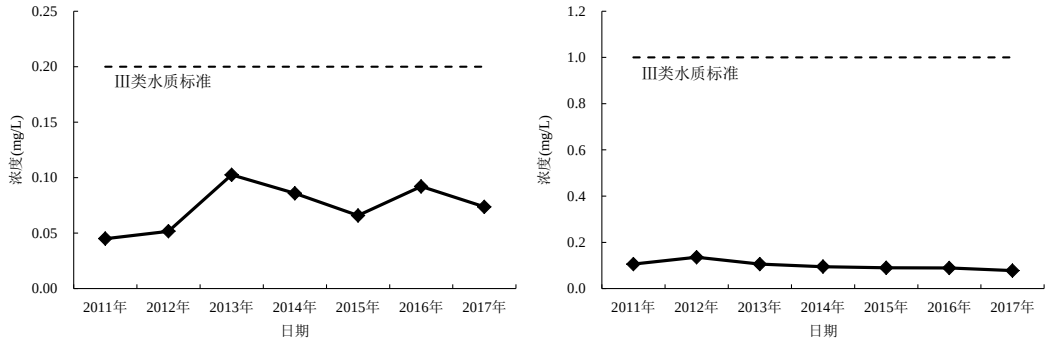
A、黑塘桥断面（坝址下游 600m）

2011~2017 年被监测指标基本达到水功能区划要求的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准。



COD

NH_3-N



TP

氟化物

图4.8.1-5 2011~2017年黑塘桥断面部分监测数据变化趋势图

B、吴家桥断面（坝址下游 5km）

2011～2017 年水质监测结果可以看出，吴家桥断面 COD 较为稳定，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准；NH_3-N 指标在 2011~2013 年逐步升高，超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，2014 年~2017 年逐步波动降低，但仍超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准；总磷指标由 2011 年~2012 年逐步升高，并于 2012 年达到最高值，从 2012 年到 2017 年逐步波动降低，但仍超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准；氟化物指标从 2011 年到 2012 年逐步升高，超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，从 2012 年到 2016 年指标降低，在 2015～2017 年氟化物指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。主要超标污染物为总磷、氟化物、氨氮，主要超标原因为马场坪污水处理厂污水及工矿企业渗漏点。

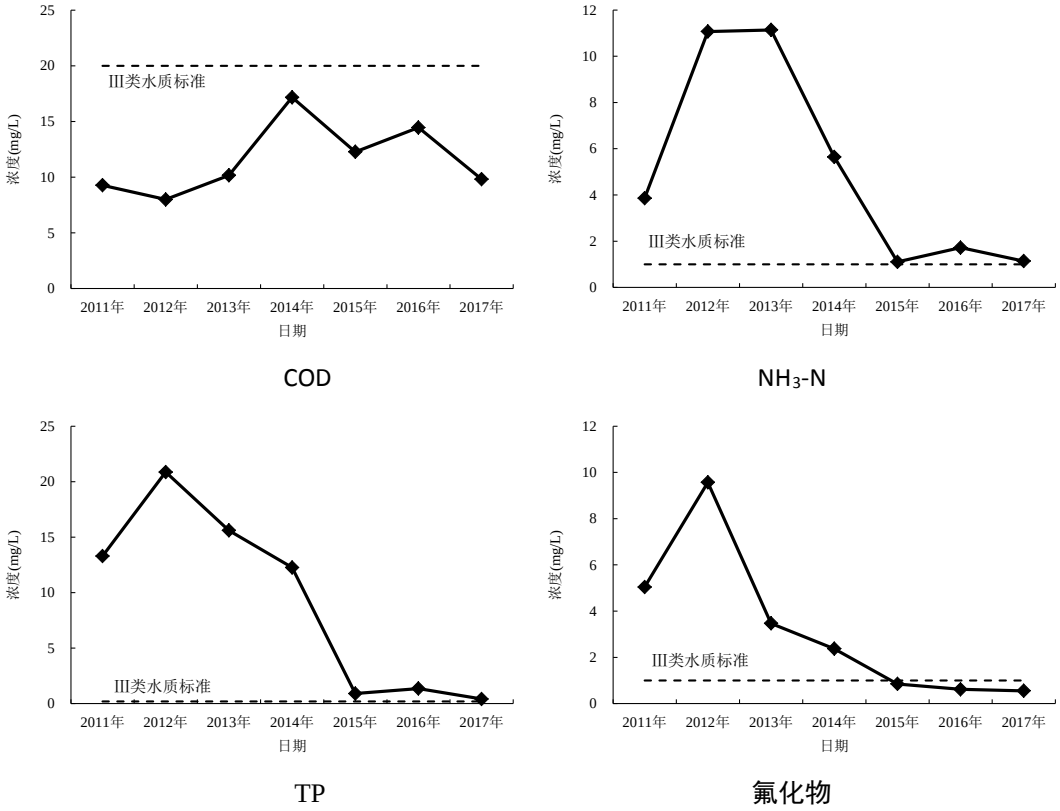


图4.8.1-6 2011~2017年吴家桥断面部分监测数据变化趋势图

C、鸭草坝断面（坝址下游 15.09km）

2011～2017 年水质监测结果可以看出，鸭草坝断面 COD 较为稳定，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；NH_3-N 由 2011 年超标严重，至 2017 年逐步降低，2015~2017 年满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；总磷指标从 2011 年到 2012 年逐步升高，自 2012 年到 2017 年逐步波动降低，但指标均超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；氟化物指标从 2011 年到 2012 年逐步升高，超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，自 2012 年到 2017 年指标降低，2015 年~2017 年基本满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准。主要超标污染物为总磷、氟化物、氨氮，主要超标原因为福泉市区污水处理厂污水及后河龙井湾渣场渗漏点。

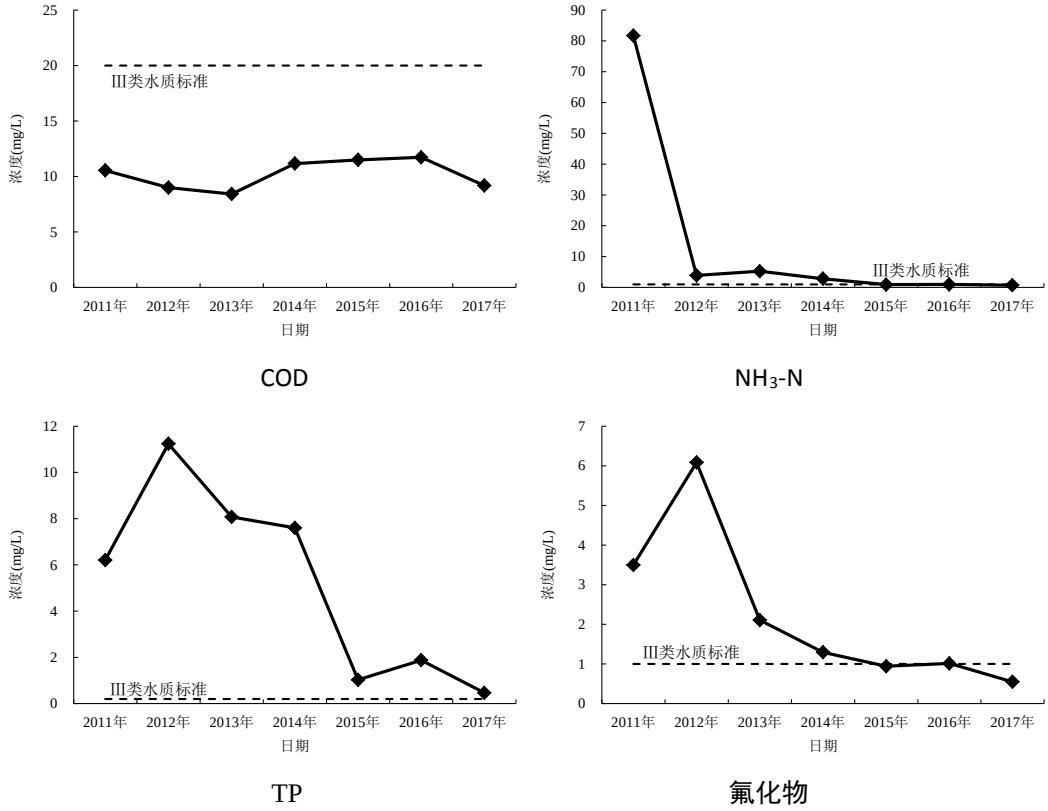
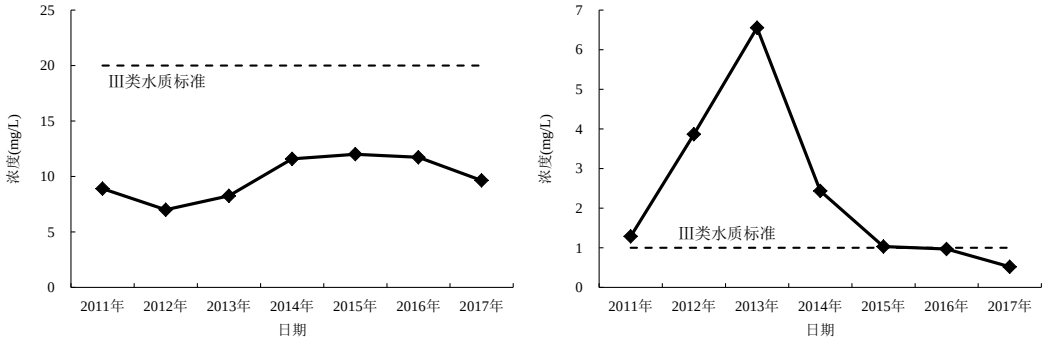


图4.8.1-7 2011~2017年鸭草坝断面部分监测数据变化趋势图

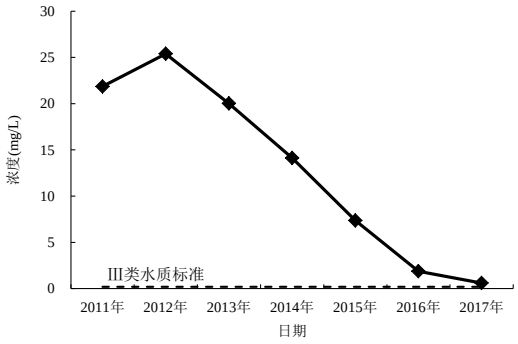
D、羊昌河断面（坝址下游 18.18km）

2011～2017 年水质监测结果可以看出，羊昌河断面 COD 较为稳定，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；NH_3-N 由 2011 年至 2013 年逐步升高，至 2016 年逐步降低，2016~2017 年满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；总磷指标从 2011 年到 2012 年逐步升高，自 2012 年到 2017 年逐步降低，但指标均超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；氟化物指标从 2011 年到 2012 年逐步升高，超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，自 2012 年到 2016 年指标降低，但仍高于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，2017 年满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；主要超标污染物为总磷、氟化物、氨氮，主要超标原因为上游来水较差以及发财洞渣场渗漏点。

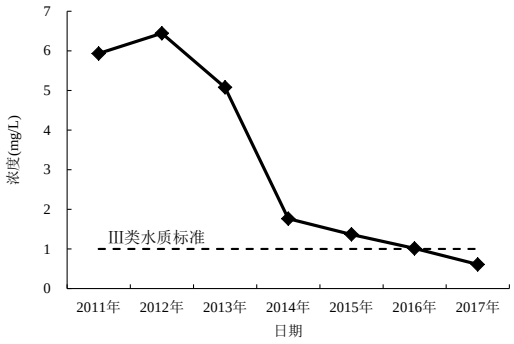


COD

NH_3-N



TP

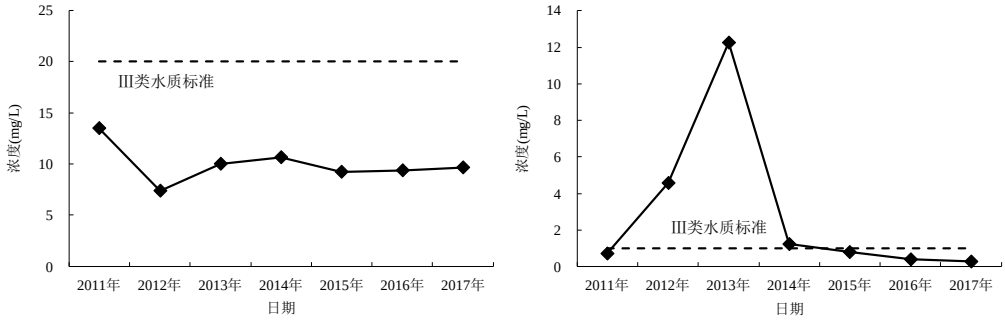


氟化物

图4.8.1-8 2011~2017年羊昌河断面部分监测数据变化趋势图

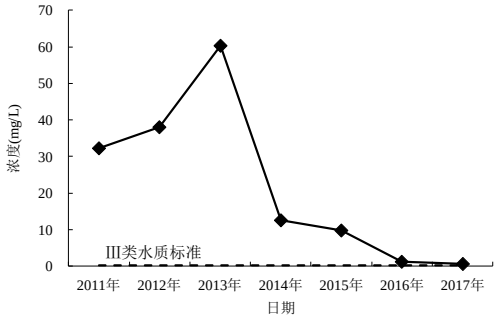
E、凤山新桥断面（坝址下游 24km）

2011～2017 年水质监测结果可以看出，凤山新桥断面 COD 一直较为稳定，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；NH_3-N 由 2011 年至 2013 年逐步升高，随着治理的加强，2013 至 2014 年急剧降低，2014 年后 NH_3-N 满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，并能稳定维持在Ⅲ类水质标准内。总磷指标从 2011 年到 2013 年逐步震荡升高，经过不断治理后，总磷自 2013 年到 2017 年逐步降低，并有进一步降低的趋势；氟化物指标从 2011 年到 2013 年逐步震荡升高，但自 2013 年到 2016 年逐步降低，2016 年之后都满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，并有稳定降低的趋势。总体来讲，凤山新桥断面主要超标因子为总磷，主要超标原因为上游来水较差以及渣场渗漏点。但经过近几年治理，各项指标逐步向好，总磷指标大幅下降，有倾向于稳定向好的趋势。

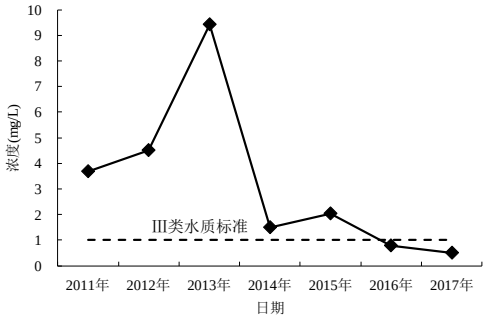


COD

NH_3-N



TP

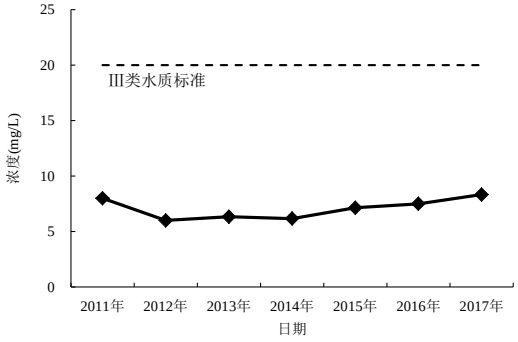


氟化物

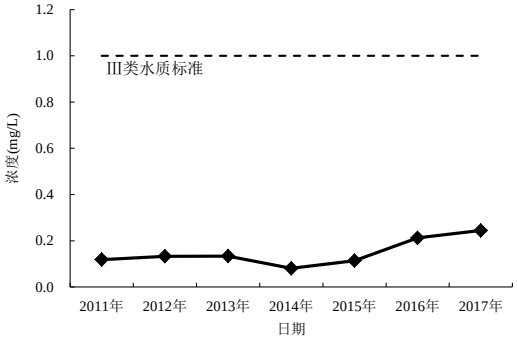
图4.8.1-9 2011~2017年凤山新桥断面部分监测数据变化趋势图

F、市化肥厂断面（支流后河，坝址下游 11km 处汇入）

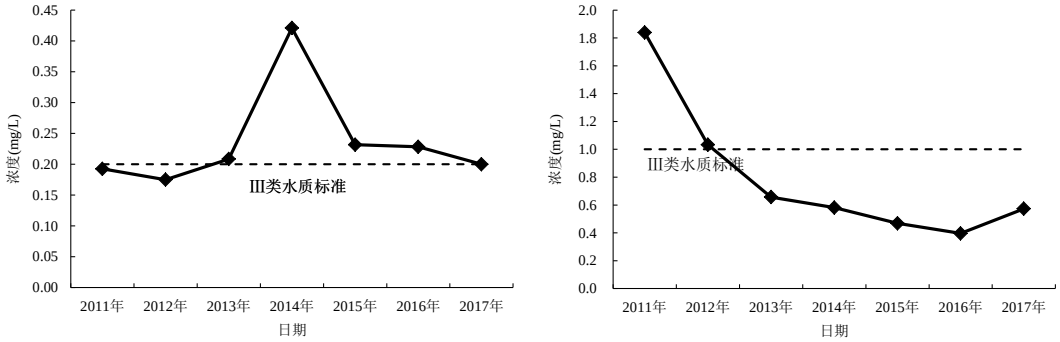
2011～2017 年水质监测结果可以看出，市化肥厂断面 COD、氨氮较为稳定，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；总磷 2013 年~2017 年高于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，氟化物 2013 年~2017 年满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准。主要超标原因为工矿企业排放。



COD



NH_3-N

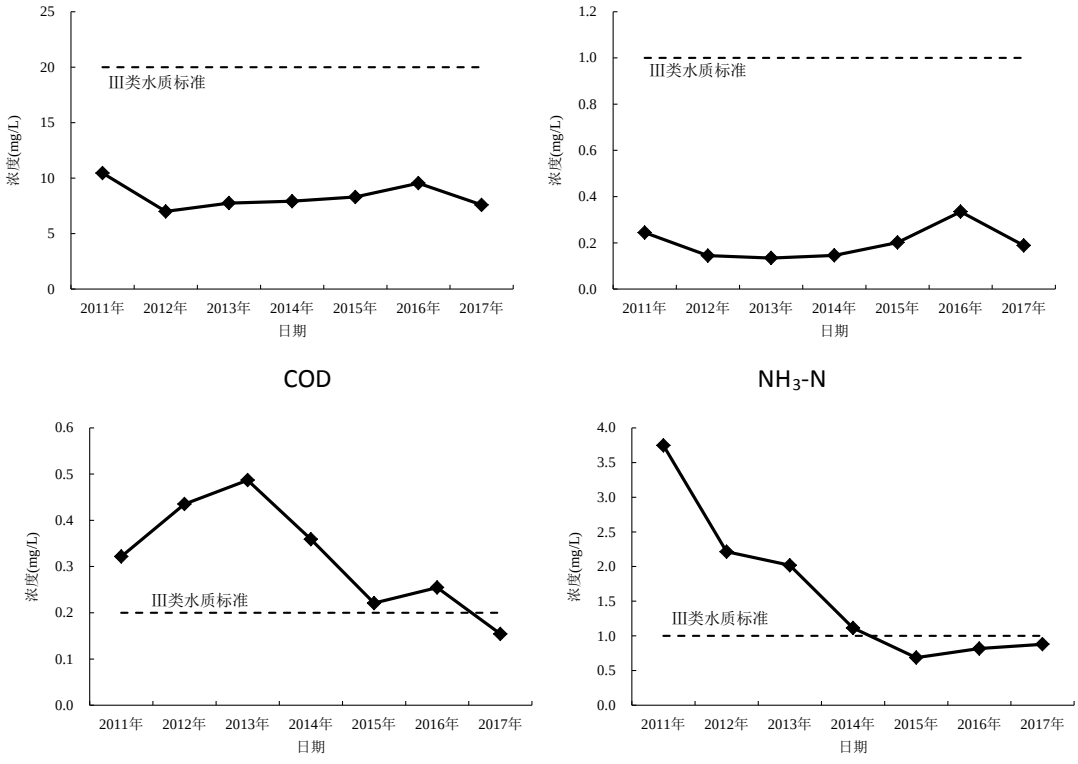


TP　　氟化物

图4.8.1-10 2011~2017年市化肥厂断面部分监测数据变化趋势图

G、川恒排水口上游（支流后河，坝址下游 11km 处汇入）

2011～2017 年水质监测结果可以看出，川恒排水口上游断面 COD、氨氮较为稳定，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；总磷 2013 年~2016 年高于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，2017 年满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，氟化物 2015 年~2017 年满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准。主要超标原因为工矿企业排放。



COD　　NH_3-N

TP　　氟化物

图4.8.1-11 2011~2017年川恒排水口上游断面部分监测数据变化趋势图

H、川恒排水口下游（支流后河，坝址下游 11km 处汇入）

2011～2017 年水质监测结果可以看出，川恒排水口下游断面 COD 较为稳定，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准；氨氮指标不能稳定达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，、总磷和氟化物指标大幅度降低，但仍不满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准。主要超标原因为工矿企业排放。

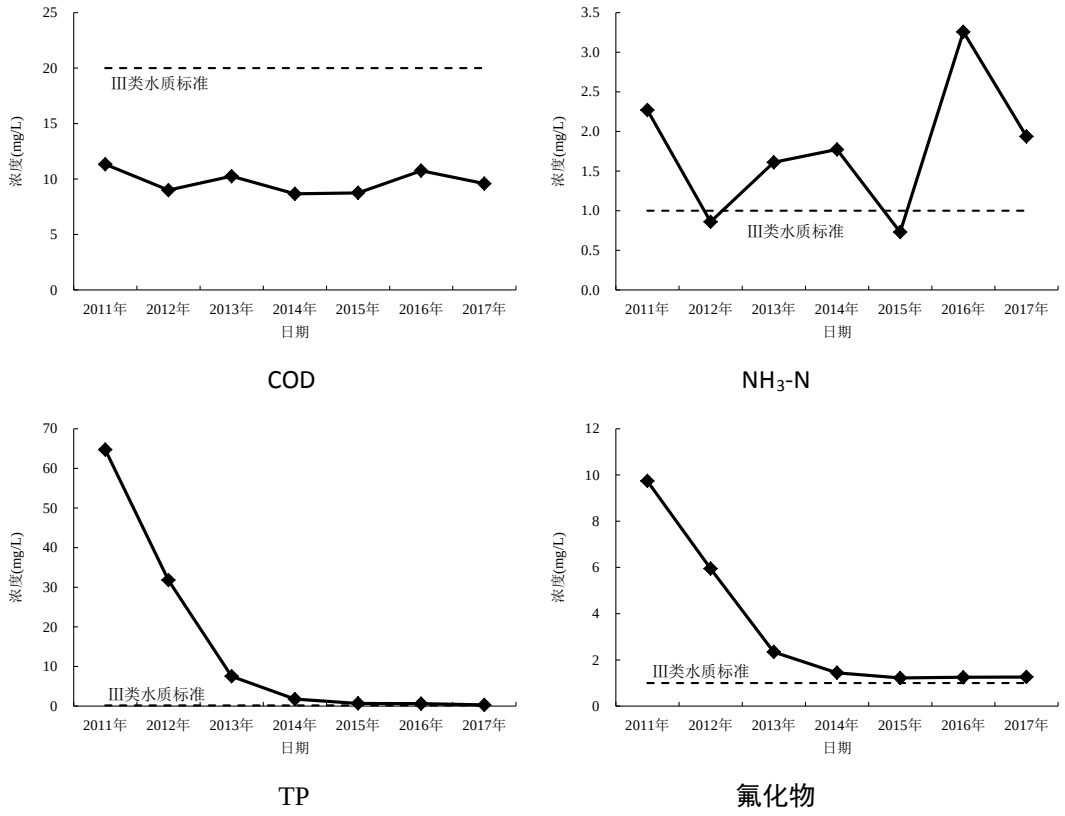
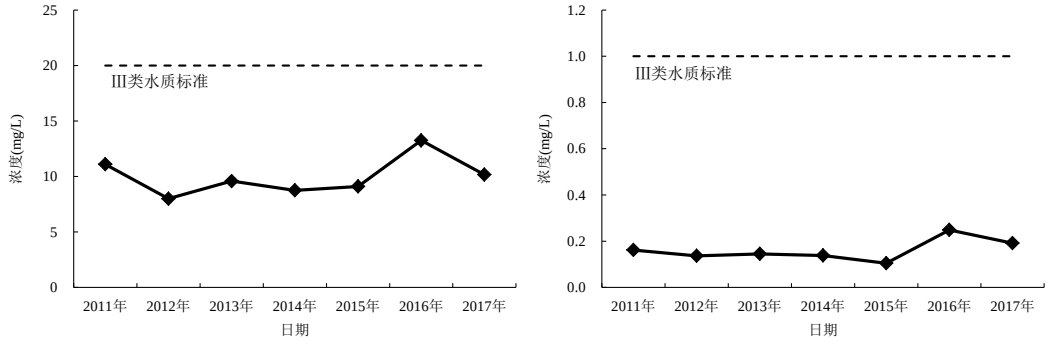


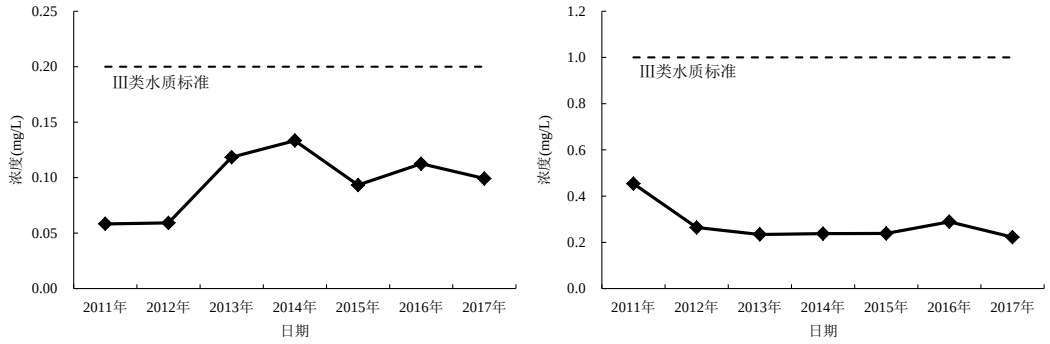
图4.8.1-12 2011~2017年川恒排水口下游断面部分监测数据变化趋势图

I、越都取水口断面（支流皮陇河，坝址下游 14km 处汇入）

2011～2017 年水质监测结果可以看出，越都取水口断面 COD、氨氮、总磷、氟化物均较为稳定，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准。



COD　　NH_3-N

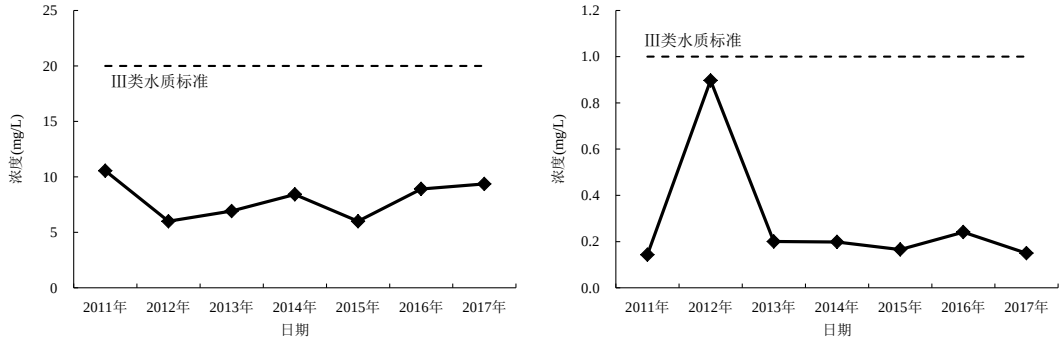


TP　　氟化物

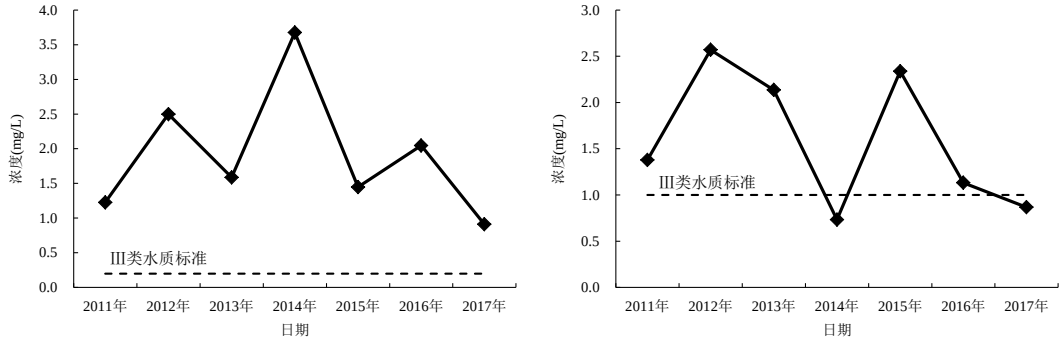
图4.8.1-13 2011~2017年越都取水口断面部分监测数据变化趋势图

J、五里桥断面（支流皮陇河，坝址下游 14km 处汇入）

2011～2017 年水质监测结果可以看出，五里桥断面 COD、氨氮较为稳定，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。总磷指标不满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，氟化物指标除 2017 年外均不满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。主要超标原因为工矿企业排放。



COD　　NH_3-N



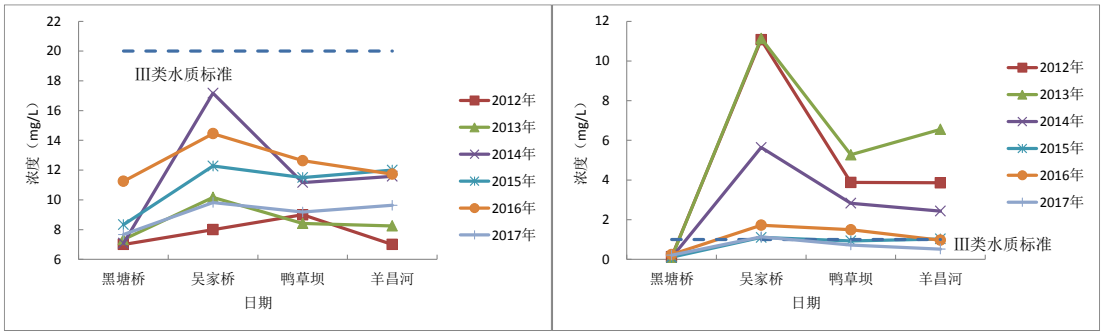
TP　　氟化物

图4.8.1-14 2011~2017年五里桥断面部分监测数据变化趋势图

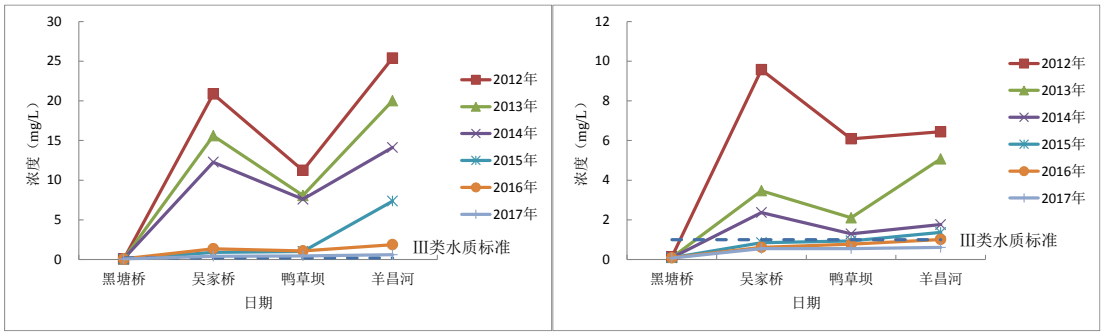
K、干流水质延程变化分析

重安江干流自上而下上分布有黑塘桥、吴家桥、鸭草坝、羊昌河断面，COD、NH_3-N、总磷、氟化物水质浓度总体上在黑塘桥处最低，受马场坪污水处理厂、工矿企业渗漏以及瓮福工业园污水排放影响，在吴家桥处升高，吴家桥以下区间有福泉市生活生产废水以及后河龙井湾渗漏源排入，污染负荷加大，但由于围阻河水质较好，加上污染物的沿程沉降、降解，在鸭草坝断面处水质浓度逐步降低，鸭草坝下游为发财洞渗漏点，有相应的处理渣场废水排污，位于其下游的羊昌河断面水质浓度增加。

总体来说，重安江干流 COD 指标沿程较为稳定，满足III类水质标准；其余NH_3-N、TP、氟化物指标在黑塘桥断面满足III类水质标准，其余断面均高于III类水质标准，近年来通过不断加强水环境污染防治，各项指标均呈大幅度降低的趋势，其中氨氮、氟化物指标已基本稳定满足III类水质标准，2018 年除吴家桥断面外，鸭草坝、羊昌河断面均有部分月份出现总磷满足III类水质指标。



COD　　NH_3-N



总磷　　氟化物

图4.8.1-15 重安江干流部分指标沿程变化趋势图

L、干流延程污染防治效果分析

自 2004 年开始，省人民政府陆续出台了相关文件，全面开展清水江流域污染整治工作检查，调整增加水质监测断面，定期开展了清水江流域水环境监测工作，不断排查重安江各干支流区域环境污染源。主要针对重安江干流各个监测断面涉及污染源拟定措施。

1）黑塘桥断面（坝址下游 600m）

黑塘桥断面上游为黑塘桥水源保护区，黑塘桥水源保护区根据《福泉市饮用水水源地保护规划（2005-2020）》，规划了农业面源污染治理、生活污染治理、生态修复与建设工程、水源地一二级保护区移民，水源地应急预警监测体系工程，总投资 3164 万元。断面上游污染源较少，黑塘桥断面水质基本保持 II 类至 III 类水质标准。

2）吴家桥断面（坝址下游 5km，吴家桥渗漏点）

吴家桥断面周边分布有马场坪工业园区，周边多处磷化工企业，由于部分厂区建设较早，防渗工作较为薄弱，同时区域存在部分小磷化工企业，自 2011 年，黔南州及福泉市政府对清水江流域水环境的全面综合整治和大力度强化环境管理，对重安江磷和磷化工企业等污染项目进行限期治理，拟定了“一厂一策”整治计划。实施了重污染企业的关停搬迁工作，投入大量资金开展贵州越都化工有限公司、福泉华鑫化工有限公司、贵州省福泉磷肥厂、贵州省福泉市红星化肥厂、贵州福泉市凯立德化工厂、贵州福泉化工有限责任公司、福泉市金盛化工有限责任公司、福泉市都福肥业有限责任公司、福泉市东鑫化肥厂、福泉市磷兴化肥厂、福泉市英杰化工有限责任公司、福泉市恒兴建材有限责任公司、福泉市振华矿物饲料有限公司和贵州博田实业有限公司福泉磷化厂等涉磷企业的关停搬迁工作，

关闭了 60 余家环境治理投入不足，环境管理水平低，对生态环境产生污染的问题小企业，有效缓减区域水污染情况。有效地改善了清水江流域水环境质量，清水江干流水中主要污染物总磷、氟化物、氨氮的浓度逐年降低，水环境质量不断好转。针对吴家桥断面周边的瓮福集团，瓮福（集团）先后开展了磷石膏废水回用管线建设及厂区防渗等治理工程，投入 2000 余万元开展厂区中水深度处理回用，辖区其它磷化工企业投入 800 余万元实施了厂区防渗、硬化及雨污分流工作。

该区域内排查发现吴家桥渗漏点，瓮福集团在 2012 年初在围堰外围进行了水泥帷幕灌浆，但由于帷幕灌浆围后水量增加，原有抽水站不能满足要求，为此应尽快更新抽水泵，确保水泵抽水能力满足要求，2016 年瓮福集团为彻底消除场区渗漏污染，尽快使吴家桥断面恢复到地表水三类水质，8 月份制定并实施瓮福集团场区废水治理项目，项目位于福泉市马场坪街道瓮福磷肥厂厂区类（原污水处理站旁），项目主要工程内容是修建 600m^3/h 污水处理设施及配套设施，进行石灰乳配置系统改造，将吴家桥溶洞和石板河溶洞受污染的地下水全部回收利用，采用“高浓度池水采用二级中和沉淀反应，低浓度水采用一级中和沉淀反应处理工艺”进行废水处理。项目于 2017 年 3 月建成投运，严格按照超低排放运行管理，处理后出水总磷浓度小于 1mg/L。

项目实施后，场区下游水环境治理后明显改善，下游控制断面吴家桥断面 2017 年的总磷浓度为 0.42mg/L，相较于 2011 年，总磷浓度降低了 96.84%，2018 年 1~6 月监测数据显示，总磷平均浓度为 0.26mg/L，2、4、6 月份均能达到Ⅲ类水体标准，总磷治理效果明显但仍不稳定。2011 年总磷通量为 3987t，2012 年有所上升，之后逐年大幅度削减，除了 2016 年有小幅上涨外，基本呈下降趋势，2017 年为 125t，减少了 3862t。吴家桥断面污染物通量变化情况见图 4.8.1-15。

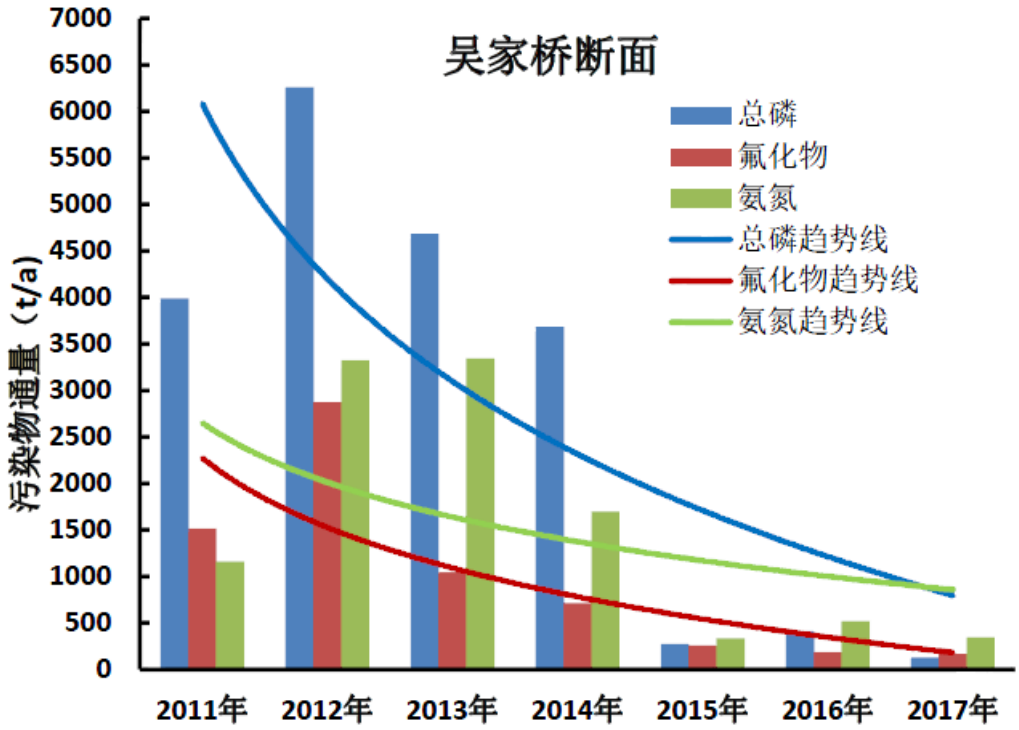


图4.8.1-16 2011-2017年吴家桥断面污染物通量变化图

3）鸭爪坝断面（坝址下游 15.09km）

鸭爪坝断面主要受汇入支流后河、皮陇河影响，其中，在后河龙昌断面处有一处渣场，渣场于 2008 年进行封场，对渗漏液进行回抽利用。2011 年发现龙井湾泉水污染，并按照福泉市环保局综合治理要求建设了抽水泵站，2012 年泵站投入运行，龙井湾污染泉水水量较大，基本接近或超过川恒公司使用的新鲜水量，全部抽水回厂区后，进行处理后用作生产用水，抽回废水若使用不完，则处理达标后排放。

2017 年 4 月，为了降低和消除龙井湾区域水污染风险，贵州川恒化工股份有限公司开始准备建设“龙井湾区域水治理提标升级项目”。项目主体工程 300m³/h 污水处理装置、6000m³ 应急水池及其它附属设施于 2017 年 12 月竣工，经过相关调试运行正常，处理后的产水水质符合设计要求，达到企业水污染物排放限值标准（P≤1mg/L，F≤10mg/L）。川恒公司于 300m³/h 污水处理装置排口增设相关废水污染源自动监控设施，可同时监控总磷、氟化物、流量、PH、COD、SS、总氮、氨氮、总砷共 9 个水污染因子，目前相关监控设备的调试运行已基本完成。

另外，2008 年开工建设的磷石膏厂南渣场，库容量约 283 万 m³，服务年限

6.5 年，该工程已于 2008 年 8 月竣工，并于 2009 年 4 月通过黔南布依族苗族自治州环境保护局验收。企业实施 20 万吨/年饲料级磷酸二氢钙生产装置技术改造项目后，目前公司副产磷石膏废渣约 70 万吨/年，即将无法继续在目前条件下的厂南渣场堆放。由于磷石膏具有一定的污染性，须有渣场妥善堆存，川恒公司拟对已建的磷石膏厂南渣场进行扩容，以满足目前的磷石膏的堆放需求，扩容工程于 2017 年 7 月开工建设，于 2017 年 11 月竣工投入试生产。厂南渣场扩容后，总库容达到 511 万 m^3，尾矿堆高上升到 1039m，堆存总高度达 59m。

各类项目实施后，后河下游水质明显改善，2017 年川恒公司下游排口断面的总磷浓度为 0.31mg/L，较 2011 年总磷浓度下降了 99.52%，2018 年 1~6 月份监测数据显示，总磷月平均浓度为 0.24mg/L，其中 5、6 月份达到III类水体标准，水质改善明显。其总磷通量从 2011 年开始逐年下降，其中 2014 年下降幅度最大，到 2017 年总磷通量为 14t，7 年间减少了 2955t。川恒下游断面排口断面污染物通量变化情况见图 4.8.1-16

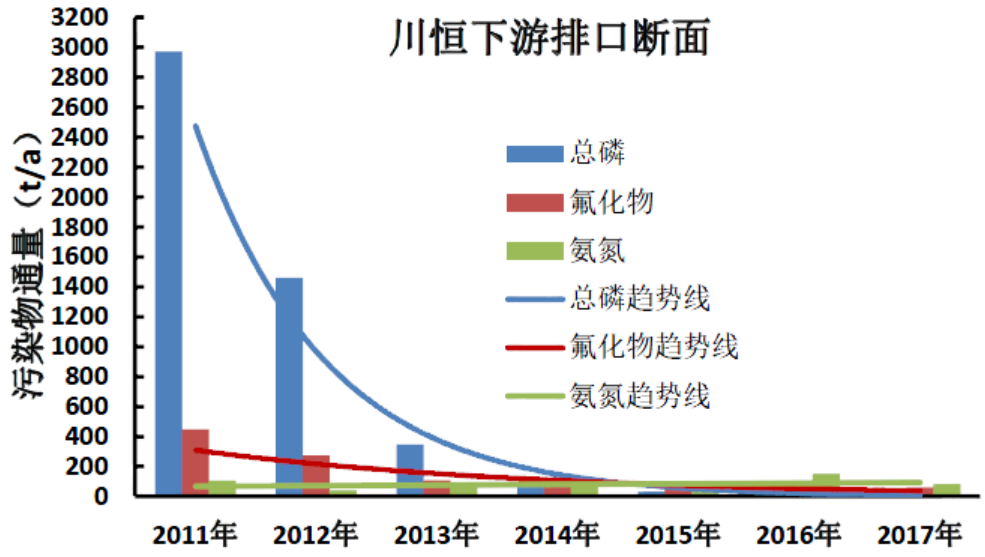


图4.8.1-17 2011-2017年川恒下游断面污染物通量变化图

3）羊昌河断面（坝址下游 18km，发财洞渗漏点）

自 2010 年左右，在排查污染源时发现发财洞渗漏点，为解决由于渗漏污染下游水质磷氟超标问题，瓮福集团于发财洞处建成了三期污水处理设施。2014 年 3 月建成第一期污水处理装置，设计处理能力为 150m^3/h，污水处理装置工艺为：

采用“一级石灰乳过量＋混凝沉淀（澄清池）+硫酸回调”的工艺，处理后的出水水质达到《磷肥工业水污染物排放标准》（GB15580-2011）表 2（直接排放限值）“磷酸铵”的排放限值标准。

2015 年 6 月建成第二期污水处理装置，设计处理能力为 300m^3/h。处理工艺与第一期相同，但增加了围堰工程建设内容。因为在一期装置的运行过程中发现发财洞污水渗漏点较多，不能全部进入装置内处理，故对发财洞污水渗漏点采取围堰的方式，将发财洞污水收集至围堰内，不外溢造成浪坝河的污染。围堰施工选择在浪坝河枯水期，故该装置于 2015 年 11 月建成并投入运行。

2016 年 6 月建成第三期污水应急处理装置，6 月 30 日完工投入试运行，设计处理能力为 600m^3/h，采用石灰乳中和沉淀的处理工艺，经处理后出水水质为：pH 在 6~9，总磷平均浓度在 1mg/L 以下。

发财洞渗漏点下游的控制断面——羊昌河断面，2017 年总磷浓度为 0.6mg/L，相较 2011 年，总磷浓度降低了 97.26%，2018 年 1~6 月监测数据显示，总磷月平均浓度为 0.4mg/L，其中 6 月总磷浓度下降明显，达到III类水体标准。断面总磷通量 2011 年为 11542 t/a，2012 年达到峰值，之后开始逐渐降低，2011 年到 2017 年间，总磷的削减量为 13090t。从图 4-16 中可以看出，2014 年后总磷通量急剧下降，为由此可见发财洞三期污水处理设施的治理成效极其显著。

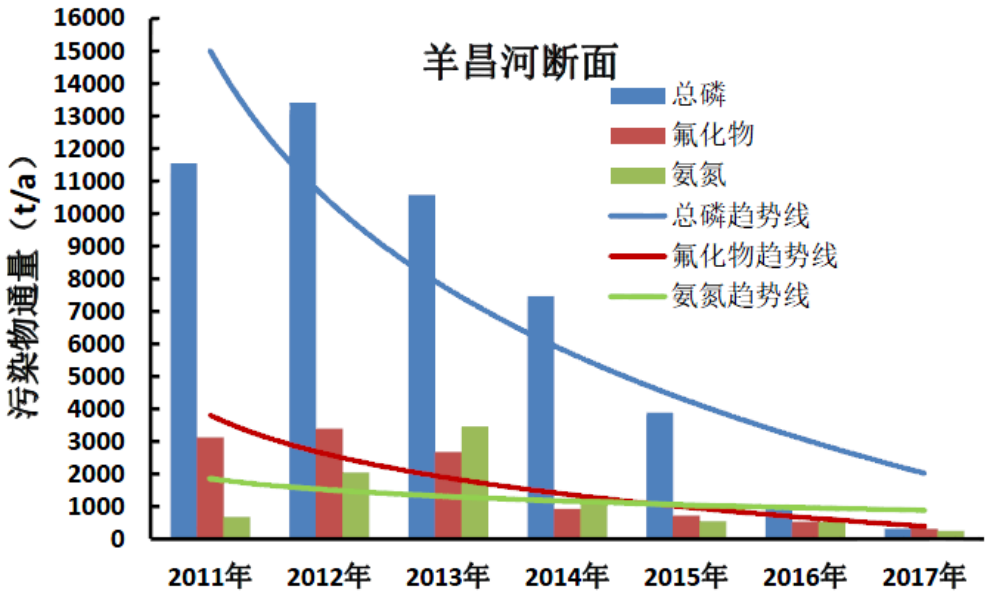


图4.8.1-18 2011-2017年发财洞断面污染物通量变化图

M、水质指标变化分析

2017年至2018年，为弄清水江福泉市境内污染源负荷，福泉市环保局开展新一轮渗漏污染源排查工作，重安江干流区域目前主要新增烂木桥渗漏点，地方环保局采取应急处理措施削减污染物排放。

1）烂木桥溶洞渗漏点

渗漏点位于烂木桥处右侧河岸一不明异常泉眼处，渗漏点水量约为140m^3/h，但由于该地形较低，降雨后水量会迅猛上升，pH 为6.57，总磷38.23mg/L，氟化物2.87mg/L，磷氟浓度超标，初步分析该泉眼是造成该河段磷氟超标的主要污染源。为尽快解决不明异常泉眼带来的磷氟污染，使该河段恢复到三类水体，瓮福（集团）有限责任公司和政府于2017年11月实施了“烂木桥溶洞污染水临时处理方案”——在清和化肥厂内修建了一套简易污水处理装置，装置运行后，流域治理取得了明显的效果，但因装置为临时性措施，处理能力难以进一步提升，雨季时溶洞暴涨的污染水难以得到全部有效处理。为此，拟修建一套处理规模达到600m3/h 的污水处理装置，采用“一级石灰乳中和法”处理工艺，经此工艺处理后，排放清水总磷可控制在1mg/L 以内，以此达到较为彻底的解决雨季时烂木桥溶洞出水污染问题。

综上，为有效控制重安江流域水污染，贵州省、黔南州等地方政府先后制定、实施一系列水污染防治规划，用于指导、监督流域水污染防治措施的落实和流域断面的达标目标的实现，主要包括《清水江水体达标方案》《清水江流域水污染防治规划》《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划》，自2014年实施以来，各个断面各监测指标年平均值大幅度减少，近两年来，主要开展了渗漏点排查、企业污染监控，明确并治理两处较大渗漏点，监控重点企业污染排放情况，进一步巩固重安江流域水污染防治成效，各个支流仍然存在一定的超标现象，但其中重安江干流羊昌河、凤山新桥等控制断面部分月份已达标。此外，福泉市继续加强排查工作及水质监测，有序推进治理工作，实施精准治污。

（2）雍阳河流域

2017年黔南州环保局分别于雍阳河干流自来水厂、农机厂、银盏桥断面等共3个断面进行了水质监测。地表水监测项目为：pH 值、氟化物、总磷、氨氮、化学需氧量、高锰酸指数，监测频次：每季度1次。

表4.8.1-6　　监测断面一览表

序号	断面名称	断面设置位置	断面功能	经纬度
1	自来水厂	雍阳河干流，雍阳河上游	雍阳河上游对照断面	N：27°01'38" E：107°26'47.29"
2	农机厂	雍阳河干流，雍阳河穿现县城段	监控过县城段水质情况	N：27°4'32.24" E：107°28'0.06"
3	银盏桥	雍阳河干流，雍阳河污水处理厂排放口	监控污水处理厂处理排放情况	N：27°6'30.56" E：107°28'12.78"

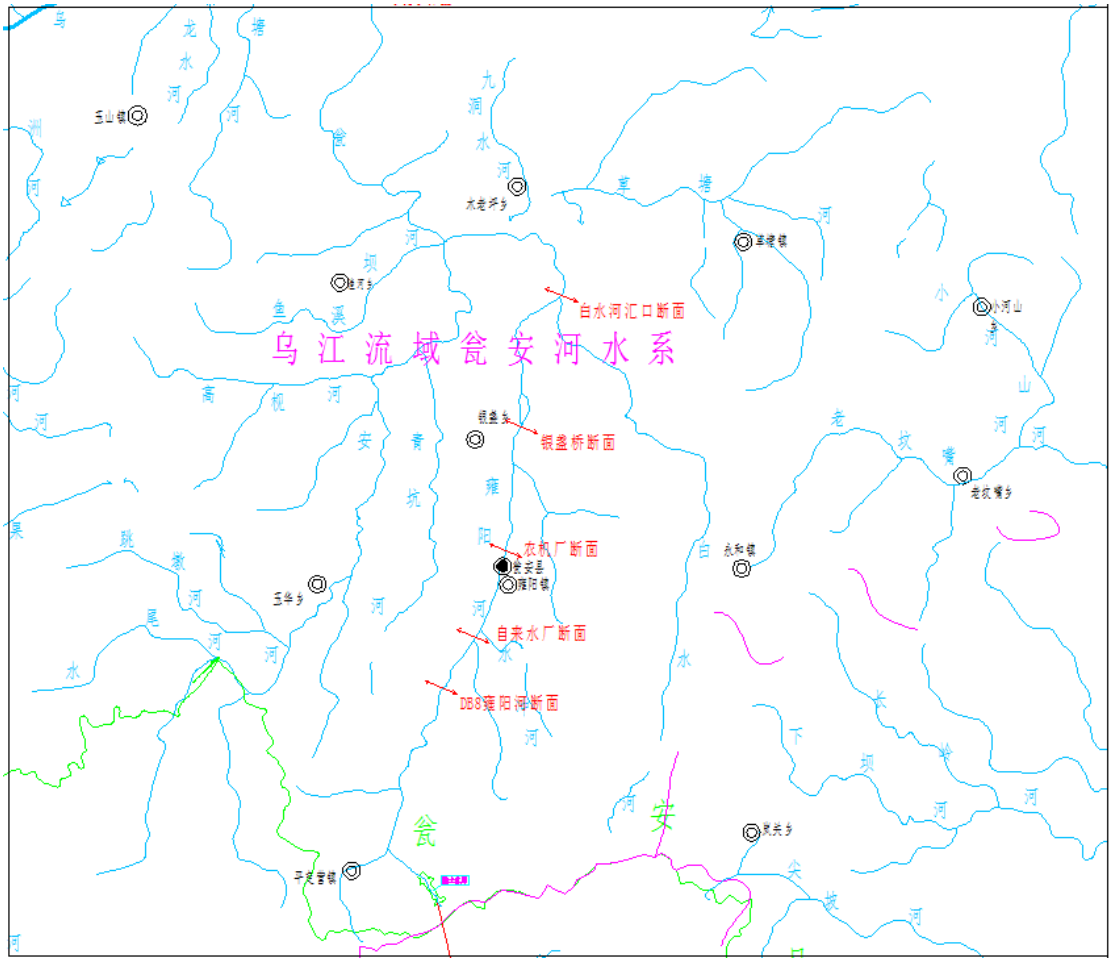


图4.9.3-19 雍阳河断面位置示意图

A、自来水厂断面（雍阳河上游）

2017年被监测指标基本达到水功能区划要求的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准。

B、农机厂断面（雍阳河中游）

2017水质监测结果除2017年一季度、二季度外，其余季度不能满足水功能区划中要求的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准，主要超标污染物为总磷、氨氮，主要超标原因为瓮安县城未收集污水处理直排河道等。

C、银盏桥断面（雍阳河下游）

2017水质监测结果除四季度外，其余季度不能满足水功能区划中要求的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，主要超标污染物为总磷、氨氮，主要超标原因为位于污水处理厂污水排放影响。

综上，雍阳河上游水质较好，经过瓮安县城段后，受瓮安县城污水排放等影响，下游水质逐步变差，主要是总磷和氨氮超标。地方政府依据《乌江水体达标方案》《乌江流域水污染防治规划》等，逐步对瓮安县城城镇生活污水加大收集及处理力度，有序推进治理工作。

4.8.2 地下水环境

4.8.2.1 区域地下水环境现状调查

坝址下游由于企业生产、农业面源、渣场渗漏等污染导致部分泉眼污染，我院联合贵州大学对凤山水库受水区区域地下水环境现状进行补充调查，重点对坝址下游受渗漏、污染影响较为严重区域的地下水系统补径排特征、污染源及污染途径等进行了调查。

（1）地下水系统划分及补径排特征

调查区域最终地下水排泄基准面为浪坝河—羊昌河，受排泄基准面影响，研究区地下水系统可分为浪坝河—羊昌河右岸排泄区（Ⅰ）和浪坝河—羊昌河左岸排泄区（Ⅱ）。研究区的地下水在浪坝河—羊昌河左岸以由北向南径流为主，右岸以由南向北径流为主，局部受地形地貌、地质构造及水文网的影响，径流方向有所偏移，但总体方向影响不大。区域上，潜水的补径排系统受地表分水岭控制，地表与地下分水岭一致；半承压—承压水的补径排系统受区域地层岩性、地质构造控制，地表地表与地下分水岭有所不一致。

1）浪坝河—羊昌河右岸排泄区（Ⅰ）

浪坝河—羊昌河右岸排泄区（Ⅰ）位于围阻河—浪坝河—羊昌河一线以南，面积约 114km^2，鱼梁江由南向北穿过该区，受鱼梁江排泄面影响，可分为鱼梁江左岸及右岸 2 个排泄区。

鱼梁江左岸排泄区（$Ⅰ_1$）：该分区西边界为二叠系梁山组砂页岩隔水层，南边界为志留系翁项组砂页岩隔水层，东边界及北边界分别为鱼梁江及围阻河排泄基准面。面积约 38km^2。分区内地貌类型为峰丛沟谷及侵蚀—溶蚀沟谷为主。区内主要发育有走向为 45～55°、60～70°、310～330°三组节理裂隙（照片 1）。

该分区地下水以大气降水为主要补给来源。区内出露地层为志留系翁项组、二叠系龙潭组、栖霞组、茅口组、吴家坪组及长兴组地层。其中栖霞-茅口组、吴家坪组地层出露面积占90%以上，洼地、落水洞等地表岩溶现象发育强烈，大气降水形成的地表散流及常年性、季节性地表溪流，以灌入式补给地下径流系统。具有补给量大但不均匀，补给速度快但不连续的特点。其径流方向以北东方向为主，在纯碳酸盐岩地层，地下水以裂隙管道流为主，在碳酸盐岩夹碎屑岩及碎屑岩地层，地下水以裂隙流为主，最终以泄流形式排泄于围阻河、鱼梁江。



图 4.8.2-3　鱼梁江左岸峡谷地带岩溶裂隙

鱼梁江右岸排泄区（I_2）：该分区东边界为二叠系梁山组砂页岩隔水层，南边界为研究区边界，西边界及北边界分别为鱼梁江及浪坝河排泄基准面。面积约86km^2。受系统内地层岩性、地质构造的影响，该系统又可分为谷顶—烂木桥排泄区（I_2^1）、三江—豆腐桥排泄区（I_2^2）及五里桥—发财洞排泄区（I_2^3）。

A、谷顶—烂木桥排泄区（I_2^1）：该分区东边界为三叠系青岩组一段砂页岩隔水层，南边界为研究区边界，西边界为鱼梁江，北边界为地表分水岭。面积约47km^2。分区内地貌类型为溶蚀谷地为主。区内主要发育有走向为0～10°、70～90°两组节理裂隙。该分区地下水以大气降水、地表水为主要补给来源。区内出

露地层为志留系翁项组—三叠系青岩组一段地层。其中碳酸盐岩及碳酸盐岩夹碎屑岩地层出露面积占 60%以上，洼地、落水洞等地表岩溶现象较为发育，特别是鱼梁江与阿里堡河交汇处的峡谷地带，岩溶裂隙发育强烈。区内大气降水补给地下水的方式大体有灌入型和渗入型两种。其径流方向在阿里堡河以南以北西方向为主，阿里堡河以北以南西向为主，地下水以管道裂隙流为主，最终以岩溶泉、泄流形式排泄于阿里堡河、鱼梁江交汇处峡谷地带，雨季时，峡谷地带岩溶裂隙多有地下水排泄。区内调查泉点 14 处，其中出露于碎屑岩及第四系松散岩层的有 4 处，泉流量一般小于 0.1L/s；出露于碳酸盐岩地层的有 10 处，集中于阿里堡河及鱼梁江两岸有 7 处，出水口为峡谷地带的岩溶裂隙或溶洞，泉流量一般为 5～40L/s，其流量受大气降水影响大，动态变化明显。



图 4.8.2-4　阿里堡河峡谷地带裂隙（交汇口上游 1000m 左右）

B、三江—豆腐桥排泄区（I_2^2）：该分区南、东边界为地表分水岭，北、西边界为浪坝河、鱼梁江。面积约 3km^2。分区内地貌类型为溶蚀谷地及河谷为主。区内主要发育有走向为 0～10°、60～70°两组节理裂隙。

该分区地下水以大气降水为主要补给来源。区内出露地层为三叠系关岭组一段地层，岩性为白云岩及泥质白云岩。洼地、落水洞等地表岩溶现象较为发育，区内大气降水补给地下水的方式以灌入型为主。其径流方向由南向北为主，地下水以裂隙管道流为主，最终以岩溶泉、泄流形式排泄于浪坝河。区内调查泉点 3 处，均出露于浪坝河沿岸，出水口为峡谷地带的岩溶裂隙或溶洞，泉流量一般为 10～20L/s，其流量受大气降水影响大，动态变化明显，如 S34 为季节性泉，枯季时一般无水，雨季时流量达 50L/s 以上。

C、五里桥—发财洞排泄区（I_2^3），该分区西边界为三叠系青岩组一段、新苑组泥页岩地层以及地表分水岭，东边界为二叠系梁山组地层，北边界为浪坝河，

南边界为研究区边界。面积约 16km^2。分区内地貌类型为侵蚀—溶蚀沟谷及峡谷为主。区内主要发育有走向为 30～40°、70～90°、320～330°、350～360°四组节理裂隙。该分区受三叠系关岭组二段页岩或泥质页岩隔水层影响，又可分为向斜散流型潜水排泄区（I_2^{3-1}）和向斜汇流型承压半承压水排泄区（I_2^{3-2}）

向斜散流型潜水排泄区（I_2^{3-1}）该分区西、南以三叠系关岭组二段泥页岩隔水层为边界，东边界为 F3 断层，北边界为浪坝河，面积约 9km^2。该分区地下水以大气降水及摆纪磷石膏堆场渗滤水为主要补给来源。区内出露地层为三叠系关岭组二、三段，岩性为泥页岩、灰岩、白云岩、泥质白云岩。碳酸盐岩地层中洼地、落水洞等地表岩溶现象发育强烈，特别是在碳酸盐岩与碎屑岩地层接触地带。区内大气降水补给地下水的方式在碳酸盐岩区以灌入型为主，在碎屑岩区以渗入式为主。其径流以向斜核部为轴线向两翼及倾覆端流动，地下水以基岩裂隙及风化裂隙流为主，最终受隔水边界及 F3 断层影响，以泉形式排泄于地表。区内调查泉点 9 处，一般流量为 0.05～5L/s。

向斜汇流型承压半承压水排泄区（I_2^{3-2}），该分区西边界为三叠系青岩组一段、新苑组泥页岩地层以及地表分水岭，东边界为二叠系梁山组地层，北边界为浪坝河，南边界为研究区边界。面积约 16km2。向斜散流型潜水排泄区（I_2^{3-1}）位于其上部地层中。该分区地下水以大气降水及摆纪磷石膏堆场渗滤水为主要补给来源。区内出露地层为三叠系青岩组二段、关岭组二、三段，岩性为泥页岩、灰岩、白云岩、泥质白云岩。碳酸盐岩地层中洼地、落水洞等地表岩溶现象发育强烈，特别是在碳酸盐岩与碎屑岩地层接触地带。区内大气降水补给地下水的方式在碳酸盐岩区以灌入型为主，在碎屑岩区以渗入式为主。其主径流受向斜构造裂隙影响，由翼部向向斜核部由西向东运移，受 F3 断裂带影响转向北，地下水以裂隙溶洞流为主，最终以泉（S23 发财洞）及泄流形式排泄于浪坝河。另外，受排泄基准面及南北向节理裂隙影响，分区内部分地下水由南向北径流，最终以泉的形式排泄于浪坝河沿岸沟谷地带。区内调查泉点 8 处，其中分布于碎屑岩及第四系松散岩层中的泉点 5 处，一般流量小于 0.5L/s；分布于碳酸盐岩地层中的泉点 3 处，一般流量 20～50l/s，其流量受大气降水影响大，动态变化明显，如 S31（周家湾泉），最小流量 3.4l/s，最大流量可达 220l/s，S23（发财洞）涌水量一般 50L/s 左右，最大大于 1500L/s。



图 4.8.2-5　发财洞裂隙

2）浪坝河—羊昌河左岸排泄区（Ⅱ）

浪坝河—羊昌河左岸排泄区（Ⅱ）位于围阻河—浪坝河—羊昌河一线以北，面积约 157km^2。该分区内有后河、浪波河由北向南穿过，为峰丛沟谷地貌类型，相对标高 50～150m 左右。分区内主要发育有走向为 310～320°、355～5°、85～95°三组节理裂隙，地下水以岩溶裂隙水为主，总体径流方向为由北向南。区内地下水径流受地形地貌影响明显，由河流两侧地形高处向河谷径流，受地形地貌及岩性影响，大多以泉点形式排泄于河谷中；另外，受断层 F4、F2 影响，部分泉点沿断层带排泄。该区地下水分水岭与地表水分水岭基本一致，且受区内岩性及 F4 断层影响，可分为 5 个次一级排泄区。

后河上游排泄区（Ⅱ$_1$）：该分区西边界为二叠系梁山组砂页岩隔水层，南边界为 F4 断层，东边界为三叠系大冶组一段页岩、薄层灰岩相对隔水层，北边界为调查区边界。面积约 19km^2。分区内地貌类型为峰丛为主。该分区地下水以大气降水为主要补给来源。区内出露地层为二叠系龙潭组、栖霞组、峨眉山玄武岩组、茅口组、吴家坪组及长兴组地层。其中栖霞-茅口组、吴家坪组地层出露面积占 90%以上，洼地、落水洞等地表岩溶现象发育强烈，大气降水以灌入式和渗入式补给地下水。其径流方向以由北向南为主，在后河右岸局部由南向北径流。在纯碳酸盐岩地层，地下水以裂隙管道流为主，在碳酸盐岩夹碎屑岩及碎屑岩地层，地下水以裂隙流为主。地下水受二叠系峨眉山玄武岩组、三叠系大冶组一段隔水层影响，于后河河谷地带以泉点形式排泄。区内调查泉点 2 处，其出露于碳酸盐岩与碎屑岩地层接触带后河河谷地带，其流量受大气降水影响大，动态变化明显。

团阳—龙昌排泄区（Ⅱ$_2$）：该分区西边界为三叠系大冶组一段页岩、薄层灰岩相对隔水层，东边界、被边界为地表分水岭，南边界为 F4 断层。面积约 13km^2。

分区内地貌以峰丛谷地为主。该分区地下水以大气降水为主要补给来源。区内出露地层为三叠系大冶组、关岭组地层，岩性为泥页岩、灰岩、白云岩、泥质白云岩。碳酸盐岩地层中洼地、落水洞等地表岩溶现象发育较强烈，特别是在碳酸盐岩与碎屑岩地层接触地带。区内大气降水补给地下水的方式以灌入型为主。其主径流地形地貌及构造裂隙影响，地下水接受大气降水补给后由地势高处向河谷径流，地下水以裂隙溶洞流及裂隙流为主，最终以泉及泄流形式排泄于后河河谷。区内调查泉点 4 处，均处于河谷地带，一般流量 5～10L/s，其流量受大气降水影响大，动态变化明显。

后河下游排泄区（Ⅱ$_3$）：该分区西边界为二叠系梁山组砂页岩隔水层，北边界为 F4 断层，东边界为后河、皮陇河分水岭，南边界为卫祖河。面积约 39km^2。分区内地貌类型为峰丛沟谷为主。该分区地下水以大气降水为主要补给来源。区内出露地层为二叠系栖霞+茅口组、吴家坪组及长兴组及三叠系大冶组地层。洼地、落水洞等地表岩溶现象发育较强烈，大气降水以灌入式和渗入式补给地下水。其主径流地形地貌及构造裂隙影响，地下水接受大气降水补给后由地势高处向河谷径流，地下水以裂隙溶洞流及裂隙流为主，最终以泉及泄流形式排泄于后河河谷。区内调查泉点 4 处，均处于河谷地带，一般流量 5～25L/s，其流量受大气降水影响大，动态变化明显。

皮陇河向斜汇流型排泄区（Ⅱ$_4$）：该分区西边界为后河、皮陇河分水岭，东边界为二叠系梁山组砂页岩隔水层，北边界为 F4 断层，南边界为浪坝河。面积约 86km^2。分区内地貌类型为峰丛沟谷、峡谷为主。该分区地下水以大气降水为主要补给来源。区内出露地层主要为寒武系娄山关组、奥陶系桐梓组、三叠系大冶组、关岭组地层。洼地、落水洞等地表岩溶现象发育较强烈，大气降水以灌入式和渗入式补给地下水。其主径流地形地貌及向斜构造裂隙影响，地下水接受大气降水补给后由地势高处向向斜谷地径流，地下水以裂隙溶洞流及裂隙流为主，最终以泉及泄流形式排泄于后河河谷。

（3）调查区域内涉及地下水污染源

1）面源污染

区域面状污染源主要为农业污染源。沿河周边沿山分布有大量的水田，主要分布于向斜汇流型承压半承压水排泄区（Ⅰ$_2^{3-2}$）约 1050 亩、后河上游排泄区（Ⅱ

$_1$）约 1950 亩、团阳—龙昌排泄区（Ⅱ$_2$）约 3000 亩，水田施肥致使总 P 明显超标，本次调查取水田内水样 1 个，总 P 浓度为 0.41mg/L，总 P 随灌溉水形成地表径流直接进入河流或者渗入地下，补给周边地下水，并由河岸处以泉点形式或散流渗出进入河流。

2）点源污染

调查区内主要点源污染为磷化工及其伴生产业、生活污染、渣场等污染物。

A、磷化工及其伴生产业主要分布在马场坪工业园区沿河，这类企业均分布于河流两岸，特别是鱼梁江两岸尤为集中，企业取用水量大，部分企业生产废水因处理设施老化损坏、管理不善导致运行不正常等，致使出现跑冒滴漏现象，部分废水渗入地下，对周边地下水造成污染，部分废水未经有效处理就流入外环境，使周边水环境中总磷和氟化物严重超标。

B、生活污染源主要分布在福泉市区、各乡镇点，主要分布于谷顶—烂木桥排泄区（Ⅰ$_2^1$）、团阳—龙昌排泄区（Ⅱ$_2$）、后河下游排泄区（Ⅱ$_3$），主要是未处理的生活污水直接进入排放，下渗导致地下水受到污染；

C、渣场渗漏点主要分布在马场坪工业园区、龙昌工业园区附近的摆纪—独田磷石膏堆场、川恒弃渣场，两处主要是由于建设年代较早，渣场建设为设置防渗，水下渗至地下污染周边地下水。

摆纪—独田磷石膏堆场：贵州宏福实业总公司瓮福磷肥厂磷石膏渣场位于马场坪镇北东向约 2km 处的摆纪(独田)。该渣场由原化工部第四设计院于 1992 年初选址，1997 年经水电九局、铁十三局、贵州省化建公司等联合施工，于 1999 年 10 月交瓮福磷肥厂投入使用。该堆场为一岩溶沟谷型尾矿库，地处三叠系青岩组、关岭组碳酸盐岩夹碎屑岩地层中，地质构造较为复杂，溶洞、溶槽、落水洞、泉等较发育，且很多溶洞为隐蔽性溶洞，很难发现。投入使用后，堆场产生渗漏，造成周边地下水体及地表水体污染严重。之后曾采用多种方式对堆场污染进行治理，如铺防渗膜、灌浆、粘土回填碾压、钢筋混凝土面板等，随取得了一定的效果，但污染仍存在。另外针对于其主要的污染物出口发财洞建立了污水处理设施，污染物排放得到了较为有效的控制。

川恒弃渣场：川恒公司 2002 年在福泉市建厂，川恒弃渣场位于川恒公司南部，为一干堆型弃渣场，地处三叠系大冶组地层中，岩溶裂隙发育，大气降水淋

滤弃渣渗入地下水体，并与后河左岸排出，造成后河污染。2009 年由福泉市环保局发现龙井湾涌泉污染问题，经排查，确定为川恒公司渗漏造成的污染。2010 年川恒公司在龙井湾修建了泵房，将受污染的泉水抽回厂区回用，2012 年对其进行升级改造，2013 年实施龙井湾废水第三期工程建设。2013 年 12 月川恒公司完成龙井湾扩容技改工程后，后河川恒下游断面水质有所改善。

（4）污染途径识别

1）面源污染

区内面源污染主要为农业污染，区内田高水低，污染物主要来源于农业施肥及农药等，在大气降水、灌溉用水淋滤作用下，经水田渗入地下，对地下水造成污染。下雨时，田内水量大过大形成地表径流直接排入周边河道，造成河道污染。

2）点源污染

磷化工及其伴生企业及生活污染源主要分布在后河、重安江马场坪段，根据在该企业或生活污染源上下游布设监测断面，经过相关企业或生活污染源，水质总磷、氟化物、氨氮等指标均有所增加，主要由于厂区渗漏或者生活污水直排等，在大气降水、淋滤作用下，对地下水造成污染。下雨时，形成地表径流直接排入周边河道，造成河道污染。其中主要典型渗漏点吴家桥渗漏点。

吴家桥渗漏点：吴家桥渗漏点主要是瓮福厂区初始建设时为考虑防渗所致，瓮福厂区所处地下水排泄分区单元为 I_2^1 区，周边出露二叠系吴家坪组、长兴组、三叠系大冶组碳酸盐岩夹碎屑岩地层，其西、北紧靠鱼梁江、阿里堡河峡谷，厂区边界至峡谷水平距离不超过 100m，峡谷两岸岩溶裂隙，溶洞发育，为地下水运移及排泄提供了有利通道，厂区生产污水的跑冒滴漏渗入地下后，经裂隙、管道以泉 S19、S15、S18、季节性泉和泄流的形式排入阿里堡河及鱼梁江，造成两河污染。

C、渣场污染源

区域内渣场为摆纪—独田磷石膏渣场、川恒弃渣场，两处渣场均为上世纪建设，由于建设时间较早，当时未有防渗标准，建成后出现渗漏情况，污染周边地下水，以下对两处渣场渗漏途径做详细说明：

摆纪—独田磷石膏堆场：摆纪—独田磷石膏堆场地处侵蚀—溶蚀沟谷地貌中，隶属于地下水排泄分区的 I_2^{3-1} 和 I_2^{3-2} 区，其初始坝区及库尾区均为较纯的碳酸

盐岩地层，根据以往调查，初始坝区及库尾区洼地、落水洞、溶洞、竖井岩溶发育，为堆场污染物渗滤液进入地下水体提供了突破口。磷石膏堆场内大量堆积的磷石膏及由于长期渗滤残存在岩溶裂隙、管道内的磷石膏为污染提供了大量的污染物源。磷石膏堆场在投入使用后，进行了多期治理，特别是 940m 高程左右对新堆磷石膏底部进行了铺膜水平防渗，磷石膏堆场分为膜上、膜下两个相对独立的水循环系统，膜上水基本被隔绝，不在渗入地下污染地下水，而膜下水也不能接受大气降水补给，致使膜下水总体渗滤量减小，但由于膜下磷石膏本身采用湿法堆积，含有大量水分，另外，膜下磷石膏堆积于谷地中，相对标高较低，接受地下水的侧向补给，为其淋滤提供了充足水源，故其污染将长期存在。

根据以往资料及现场调查情况，摆纪—独田磷石膏堆场污染途径主要为渣场～发财洞渗漏带及渣场～周家湾方向渗漏带两个方向，渣场～发财洞渗漏带其污染物突破口位于堆场初始坝附近三叠系青岩组二段纯碳酸盐岩地层中的岩溶裂隙、落水洞、竖井等，受上覆三叠系关岭组二段泥页岩相对隔水层及浪坝河排泄基准面约束以承压水形式运移。其运移途径可能存在两个方向，一为沿近东西向裂隙马场坪向斜核部运移、在 F3 断层附近转向北方向于发财洞附近出露；二为沿北东向裂隙运移于发财洞附近出露。渣场～周家湾方向渗漏带其污染物突破口于渣场～发财洞渗漏带一致，受下伏三叠系青岩组一段泥页岩相对隔水层及浪坝河排泄基准面约束地下水以非承压形式沿近南北向裂隙向北运移，于周家湾方向排泄。

川恒弃渣场：川恒公司及弃渣场区域所处地下水排泄分区单元为II_3区，属于低中山区，主要由岩溶峰丛洼地、侵蚀—溶蚀河谷地貌组成，山势呈近南向北展布与构造线基本一致。川恒弃渣场位于后河左岸，其西部边界至后河最小水平距离约 350m，区内总体地形由东向西倾斜，远离河谷地带地形相对比较平缓，相对高差一般小于 50m，坡度小于 25°，靠近河谷地带地形陡峭相对高差 60～80m，坡度一般在 60～80°。

整个区域唯一单斜构造，地层走向南北，与构造线基本一致，倾向东，出露地层为三叠系大冶组一至三段，泥页岩、灰岩、白云岩，区内调查岩溶点、裂隙点 10 处，洼地和落水洞发育，岩溶及裂隙的主发育方向为相互直交的近南北和近东西两个方向。区内地下水受地形地貌及岩溶裂隙影响，地下水为由东向西和

由北向南径流，受三叠系大冶组一段泥页岩相对隔水层影响，最终区内地下水总体由北向南径流。区内大气降水为地下水的主要补给来源，大气降水淋滤川恒弃渣渗入地下补给地下水，受三叠系大冶组一段泥页岩相对隔水层影响，地下水与大冶组一段和大冶组二段接触面顺层向南径流，最终以泉（S40）的形式排泄于地表。

4.8.2.2 地下水水质

河海大学委托贵州益源心承环境检测有限公司于 2016 年 5 月 8 日~5 月 23 日对工程评价区内出露的 20 处井（泉）水进行监测。

（1）监测点位

20 个监测点位详见表 4.8.2-1。

表 4.8.2-1　　地下水监测点位布设

工程部位	地理位置	取水口位置	
		E	N
库区及枢纽工程区	碓桠坡	107°30′6.40"	26°36′28.87"
	古旺村	107°29′45.33"	26°36′8.31"
	锥娅坡	107°30′4.20"	26°36′17.75"
	桐油坪	107°29′41.79"	26°36′54.10"
	上甲	107°28′35.54"	26°36′27.62"
	鱼酉村	107°27′21.35"	26°36′30.53"
	大冲	107°23′13.39"	26°35′1.54"
	下院组	107°25′46.41"	26°35′50.85"
	下甲沙	107°28′8.92"	26°36′20.68"
输水系统线路区	平堡村	107°31′45.46"	26°37′12.26"
	老沙田	107°31′23.52"	26°36′11.88"
	都田村	107°32′42.86"	26°39′21.79"
	金竹坪	107°32′51.52"	26°37′18.63"
	高寨坪	107°34′15.93"	26°39′11.42"
	红岩村	107°37′7.47"	26°39′18.94"
	腊田坝	107°36′48.88"	26°38′28.53"
	东南街村	107°27′23.65"	26°53′34.86"
	章阁村	107°33′40.65"	26°55′59.69"
	班鸠寨	107°25′39.09"	26°59′16.86"
	罗家营村	107°25′36.95"	26°58′1.00"

（2）监测项目

监测项目包括 pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬(六价)、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指

数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数、总磷（以 P 计）共 22 项。

（3）地下水水质现状评价

地下水监测评价结果见表 4.8.2-2。根据评价结果，各监测点位总大肠菌群、细菌总数超标率均为 95%，超标原因主要为泉水出露地表后受到农村生活、牲畜粪便污染。FS02（老沙田）pH 值超标，超标原因主要为周围的磷矿物导致；FS09（大冲）挥发酚超标，主要原因为泉点周围有人为活动及施工导致；FS12（都田村）和 FS19（斑鸠寨）亚硝酸盐氮超标，主要原因为受人类活动及生活垃圾影响；FS09（大冲）氨氮超标，超标原因主要为泉点周围有村庄居住及人为活动垃圾影响；FS16（腊田坝）氟化物超标，超标原因主要为受渣场堆放的影响；FS05（锥娅坡）和 FS08（鱼酉村）镉超标，超标原因主要为受人类垃圾堆放的影响。其余指标满足《地下水质量标准》(GB/T14848-1993)Ⅲ类要求。

表 4.8.5-2　　地下水水质现状监测及评价结果　　单位：mg/L

取样位置	项目	pH	总硬度	溶解性总固体	硫酸盐	氯化物	铁	锰	挥发酚	高锰酸盐指数	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	总磷（以P计）	氟化物	氰化物	汞	砷	镉	六价铬	铅	总大肠菌群个/L	细菌总数个/mL
	标准值	6.5~8.5	450	1000	250	250	0.3	0.1	0.002	3	20	0.02	0.2	—	1	0.05	0.001	0.05	0.01	0.05	0.05	3	100
FS01	监测值	7.92	189	221	20	2.2	0.079	0.02	0.002	0.42	2.39	ND	0.04	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	20	5600
	标准指数	0.61	0.42	0.22	0.08	0.009	0.26	0.20	1	0.14	0.12	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	**6.67**	**56**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS02	监测值	5.76	19	31	ND	0.9	ND	ND	ND	0.92	2.63	ND	ND	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	＜2	155
	标准指数	***2.48***	0.04	0.03	—	0.004	—	—	—	0.31	0.13	—		—	—	—	—	—	—	—	—		**1.55**
	评价结果	超标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标
FS03	监测值	7.13	82	108	39	0.8	ND	ND	0.001	1.01	2.89	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70	161
	标准指数	0.09	0.18	0.11	0.16	0.003	—	—	0.5	0.34	0.14	—		—	—	—	—	—	—	—	—	**23.33**	**1.61**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS04	监测值	7.34	167	196	41	1	0.08	ND	ND	0.59	1.85	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.015	60	500
	标准指数	0.23	0.37	0.20	0.16	0.004	0.27	—	—	0.20	0.09	—		—	—	—	—	—	—	—	—	**20.00**	**5**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS05	监测值	7.67	148	170	50	5.8	0.067	ND	0.001	0.98	6.04	ND	0.05	0.07	ND	ND	ND	ND	0.014	ND	ND	80	79
	标准指数	0.45	0.33	0.17	0.20	0.023	0.22	—	0.5	0.33	0.30	—		—	—	—	—	—	**1.4**	—	—	**26.67**	0.79
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标	超标	达标
FS06	监测值	7.38	133	161	33	3.9	0.066	ND	ND	0.52	7.67	ND	ND	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	210	18000
	标准指数	0.25	0.30	0.16	0.13	0.016	0.22	—	—	0.17	0.38	—		—	—	—	—	—	—	—	—	**70.00**	**180**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS07	监测值	7.55	135	164	24	1.6	0.067	0.02	ND	0.53	6.7	ND	0.03	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	80	18900
	标准指数	0.37	0.30	0.16	0.10	0.006	0.22	0.20	—	0.18	0.34	—	0.15	—	—	—	—	—	—	—	—	**26.67**	**189**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS08	监测值	7.74	257	273	25	1.8	0.055	0.02	0.002	0.5	2.46	ND	0.05	0.02	ND	ND	ND	ND	0.021	ND	ND	20	795
	标准指数	0.49	0.57	0.27	0.10	0.007	0.18	0.20	1	0.17	0.12	—	0.25	—	—	—	—	—	**2.1**	—	—	**6.67**	**7.95**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标	超标	超标
FS09	监测值	8.05	191	212	34	1.3	0.049	0.02	0.003	1.16	1.55	ND	0.91	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.047	330	2780
	标准指数	0.70	0.42	0.21	0.14	0.005	0.16	0.20	**1.5**	0.39	0.08	—	**4.55**	—	—	—	—	—	—	—	0.94	**110.00**	**27.8**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标	达标	超标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS10	监测值	8.36	245	267	52	1.5	0.065	ND	ND	0.79	0.89	ND	0.16	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70	2760
	标准指数	0.91	0.54	0.27	0.21	0.006	0.22			0.26	0.04	—	0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	**23.33**	**27.6**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS11	监测值	7.26	341	369	110	3	0.039	ND	ND	0.93	5.77	ND	ND	0.03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.011	1400	7900
	标准指数	0.17	0.76	0.37	0.44	0.012	0.13			0.31	0.29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.22	**466.67**	**79**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS12	监测值	7.45	262	287	97	3.3	0.078	0.03	0.001	1.11	4.9	0.033	ND	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	20	279
	标准指数	0.30	0.58	0.29	0.39	0.013	0.26	0.30	0.5	0.37	0.25	**1.65**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**6.67**	**2.79**

取样位置	项目	pH	总硬度	溶解性总固体	硫酸盐	氯化物	铁	锰	挥发酚	高锰酸盐指数	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	总磷（以P计）	氟化物	氰化物	汞	砷	镉	六价铬	铅	总大肠菌群个/L	细菌总数个/mL
	标准值	6.5~8.5	450	1000	250	250	0.3	0.1	0.002	3	20	0.02	0.2	—	1	0.05	0.001	0.05	0.01	0.05	0.05	3	100
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS13	监测值	7.85	139	171	12	0.9	0.081	0.04	0.002	0.49	0.61	ND	0.03	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	20	785
	标准指数	0.57	0.31	0.17	0.05	0.004	0.27	0.40	1	0.16	0.03	—	0.15	—	—	—	—	—	—	—	—	**6.67**	**7.85**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS14	监测值	7.49	283	309	19	1.9	0.058	ND	ND	0.51	2.72	ND	0.12	0.03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.013	5400	5050
	标准指数	0.33	0.63	0.31	0.08	0.008	0.19	—	—	0.17	0.14	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	0.26	**1800.00**	**50.5**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS15	监测值	7.51	226	278	30	5.4	0.061	ND	ND	0.76	3.05	0.011	ND	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70	1470
	标准指数	0.34	0.50	0.28	0.12	0.022	0.20			0.25	0.15	0.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**23.33**	**14.7**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS16	监测值	7.28	430	473	123	9	0.041	ND	0.001	0.53	5.34	ND	0.06	0.03	1.39	ND	ND	ND	ND	ND	ND	790	4910
	标准指数	0.19	0.96	0.47	0.49	0.036	0.14	—	0.5	0.18	0.27	—	0.3	—	**1.39**	—	—	—	—	—	—	**263.33**	**49.1**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	超标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS17	监测值	7.27	395	427	77	11.9	0.064	0.03	ND	1.25	4.76	ND	0.03	0.04	0.24	ND	ND	ND	ND	ND	ND	50	2290
	标准指数	0.18	0.88	0.43	0.31	0.048	0.21	0.30	—	0.42	0.24	—	0.15	—	0.24	—	—	—	—	—	—	**16.67**	**22.9**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS18	监测值	7.56	283	328	39	0.8	0.086	0.04	0.002	0.93	2.12	0.015	0.07	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70	920
	标准指数	0.37	0.63	0.33	0.16	0.003	0.29	0.40	1	0.31	0.11	0.75	0.35	—	—	—	—	—	—	—	—	**23.33**	**9.2**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS19	监测值	7.28	294	347	85	11.6	0.071	ND	ND	2.4	8.42	0.022	0.1	0.24	0.23	ND	ND	ND	ND	ND	ND	940	9750
	标准指数	0.19	0.65	0.35	0.34	0.046	0.24	—	—	0.80	0.42	**1.1**	0.5	—	0.23	—	—	—	—	—	—	**313.33**	**97.5**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标
FS20	监测值	7.57	181	237	72	2.7	0.098	0.02	0.001	1.07	3.42	ND	0.04	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	260	47600
	标准指数	0.38	0.40	0.24	0.29	0.011	0.33	0.20	0.5	0.36	0.17	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	**86.67**	**476**
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	—	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	超标

4.8.3 环境空气

4.8.3.1 污染源

凤山水库现状水源枢纽区及输水管线区均位于福泉市中心城区郊外，现状多为农村生活环境，周边污染源多为农村生活、公路沿线汽车废气排放，工程评价区域基本未发现大规模工矿企业及排放口，水源枢纽区距离马场坪工业园区直线距离约 3km。

4.8.3.2 环境空气质量

（1）监测点位

贵州开磷质量检测中心有限责任公司于 2016 年 6 月对评价区 Q1 月亮坡居民点、Q2 桐油坪居民点、Q3 一级提水泵站毛栗坪居民点、Q4 三级提水泵站天生桥居民点进行了环境空气监测。

（2）监测项目和频率

SO_2、NO_2 小时平均浓度：每次采样 60 分钟，连续监测 7 天，每天 4 次，时间为：2:00、8:00、14:00、20:00。PM10、TSP 日平均浓度：每天 24 小时，连续监测 7 天；SO_2、NO_2 日平均浓度：每天 24 小时，连续监测 7 天。

（3）环境空气质量评价

各监测点 SO_2、NO_2 及 TSP、PM_{10} 指标均符合《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准要求。

表 4.8.3-1　　环境空气质量现状监测及评价结果（日均值）　　单位：μg/m³

项目		SO_2	NO_2	TSP	PM_{10}
监测点	监测日期	2016.6.22~28			
月亮坡居民点（Q1）	第一天	10	14	49	36
	第二天	7	15	51	40
	第三天	13	18	62	38
	第四天	11	15	60	44
	第五天	13	17	54	47
	第六天	9	17	65	42
	第七天	9	15	48	39
	最大值	13	18	65	47
	最小值	7	14	48	36
	七日均值	10	16	56	41
	达标情况	达标	达标	达标	达标

项目		SO_2	NO_2	TSP	PM_{10}
监测点	监测日期	2016.6.22~28			
桐油坪居民点（Q2）	第一天	8	15	54	41
	第二天	12	17	68	43
	第三天	10	18	59	39
	第四天	10	14	62	46
	第五天	8	18	51	51
	第六天	13	18	59	44
	第七天	11	18	63	40
	最大值	13	18	68	51
	最小值	8	14	51	39
	七日均值	10	17	59	44
	达标情况	达标	达标	达标	达标
一级提水泵站毛栗坪居民点（Q3）	第一天	9	15	53	39
	第二天	10	16	64	42
	第三天	9	18	53	45
	第四天	12	16	62	37
	第五天	14	18	58	49
	第六天	16	21	64	40
	第七天	10	17	49	44
	最大值	16	21	64	49
	最小值	9	15	49	37
	七日均值	12	17	57	42
	达标情况	达标	达标	达标	达标
三级提水泵站天生桥居民点（Q4）	第一天	11	18	60	38
	第二天	9	16	64	45
	第三天	11	18	55	40
	第四天	10	16	58	43
	第五天	14	18	63	53
	第六天	18	22	66	39
	第七天	14	15	57	46
	最大值	18	22	66	46
	最小值	9	15	55	38
	七日均值	12	18	60	43
	达标情况	达标	达标	达标	达标
	一级	≤50	≤80	≤120	≤50

项目		SO_2	NO_2	TSP	PM_{10}
监测点	监测日期	2016.6.22~28			
《环境空气质量标准》日均值标准	二级	≤150	≤80	≤300	≤150

表 4.8.3-2　　环境空气质量现状监测及评价结果（小时均值）　单位：μg/m^3

项目		Q1		Q2		Q3		Q4	
监测日期	监测时段	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2
6 月 22 日	02:00—03:00	8	12	7	16	8	12	9	14
	08:00—09:00	11	16	12	18	10	16	14	19
	14:00—15:00	9	14	10	14	12	18	16	20
	20:00—21:00	14	19	9	13	9	14	10	15
6 月 23 日	02:00—03:00	9	14	10	14	9	13	7	13
	08:00—09:00	13	17	16	20	14	18	11	15
	14:00—15:00	11	15	13	17	16	20	14	18
	20:00—21:00	8	13	11	15	11	15	10	14
6 月 24 日	02:00—03:00	11	15	13	17	11	15	12	14
	08:00—09:00	14	19	17	21	16	21	17	21
	14:00—15:00	12	17	11	15	13	17	15	19
	20:00—21:00	7	13	14	19	10	14	13	18
6 月 25 日	02:00—03:00	8	12	9	13	7	14	9	15
	08:00—09:00	10	14	11	15	11	15	13	18
	14:00—15:00	15	19	8	12	14	19	11	16
	20:00—21:00	12	16	12	16	10	14	9	14
6 月 26 日	02:00—03:00	10	15	11	16	12	17	10	15
	08:00—09:00	12	18	14	19	17	22	15	19
	14:00—15:00	17	21	10	15	20	24	18	18
	20:00—21:00	14	19	9	15	15	19	12	16
6 月 27 日	02:00—03:00	12	17	8	13	10	15	12	17
	08:00—09:00	15	20	12	16	15	20	18	23
	14:00—15:00	10	15	15	19	18	23	21	26
	20:00—21:00	13	18	11	16	12	18	14	19
6 月 28 日	02:00—03:00	7	14	12	18	9	14	8	13
	08:00—09:00	11	16	15	20	12	16	10	15
	14:00—15:00	8	12	10	14	15	19	13	17
	20:00—21:00	10	14	13	17	13	14	11	16

项目		Q1		Q2		Q3		Q4	
监测日期	监测时段	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2
最大值		17	21	17	21	20	24	21	26
最小值		7	12	7	12	7	12	7	13
七日平均		11	16	12	16	13	17	13	17
达标情况		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
《环境空气质量标准》（GB3095-2012）小时均值		一级标准：SO_2 ≤150　NO_2≤200							
		二级标准：SO_2 ≤500　NO_2≤200							

4.8.4 声环境

4.8.4.1 污染源

凤山水库水源枢纽区及输水管线区现状多为农村生活环境，周边声环境污染源多为农村生活、交通等噪声源。

4.8.4.2 声环境质量

（1）监测点布设

贵州开磷质量检测中心有限责任公司 2016 年 6 月对评价区鱼梁江村居民点（S1）、月亮坡居民点（S2）、混凝土生产系统（S3）、砂石加工生产系统（S4）、石料开采场（S5）、坝址（S6）、桐油坪居民点（S7）、一级提水泵站毛栗坪居民点（S8）、二级提水泵站（S9）、三级提水泵站天生桥居民点（S10）进行声环境现状监测。

（2）监测及评价结果

监测结果表明，各监测点均满足《声环境质量标准》（GB3096－2008）2 类声环境功能区的要求。

表 4.8.4-1　　声环境监测结果　　单位：dB（A）

监测地点	监测日期	监测值		评价标准
		昼间	夜间	
		L_{eq}	L_{eq}	
鱼梁江村居民（S1）	6 月 24 日	50.4	43.7	2 类
	6 月 25 日	50.8	44.2	
月亮坡居民点（S2）	6 月 24 日	50.2	44.5	2 类
	6 月 25 日	50.4	43.8	
混凝土系统（S3）	6 月 24 日	49.7	43.3	2 类
	6 月 25 日	49.1	42.9	

监测地点	监测日期	监测值		评价标准
		昼间	夜间	
		L_{eq}	L_{eq}	
砂石加工厂（S4）	6 月 24 日	49.5	43.0	2 类
	6 月 25 日	50.0	41.9	
石料开采场（S5）	6 月 24 日	50.1	42.9	2 类
	6 月 25 日	49.5	40.9	
坝址（S6）	6 月 24 日	50.9	44.4	2 类
	6 月 25 日	51.7	41.9	
桐油坪居民点（S7）	6 月 24 日	51.6	44.9	2 类
	6 月 25 日	52.1	44.8	
一级提水泵站毛栗坪居民点（S8）	6 月 24 日	50.3	44.4	2 类
	6 月 25 日	51.1	43.8	
二级提水泵站噪声现状（S9）	6 月 24 日	49.2	42.9	2 类
	6 月 25 日	50.0	42.9	
三级提水泵站天生桥居民点（S10）	6 月 24 日	51.1	44.2	2 类
	6 月 25 日	51.2	41.8	
《声环境质量标准》（GB3096－2008）2 类声环境功能区噪声限值要求		60	50	

4.8.5 河床底泥

（1）监测点布置

2016 年 6 月贵州开磷质量检测中心有限责任公司对干流库尾上游 DN1、坝址 DN2 共 2 处河床处底泥进行了采样监测。

（2）监测及评价结果

根据监测结果，河床底泥监测因子均可满足《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准。

表 4.8.5-1　　河床底泥监测结果　　单位：mg/kg

项目 / 地点	pH	总氮	总磷	镉	汞	砷	铜	铅	铬	锌	镍
干流库尾	6.66	1500	652	0.128	0.005ND	0.5ND	19.8	50.23	22.4	5.22	30.1
干流坝址	7.81	1400	730	0.121	0.005ND	0.5ND	18.3	46.04	18.9	3.20	21.8
二级标准	5~7.5	—	—	0.30	0.50	25	100	300	300	250	50

限值	>7.5	—	—	0.60	1.0	20	100	350	350	300	60

4.9 黑塘桥水库环境影响回顾性评价

黑塘桥水库于 1998 年建成，未开展环境影响评价、环境保护验收调查等相关工作，缺乏较为系统的历史资料。本次通过资料收集、访问调查、径流还原等方法对水环境、水生生态、陆生生态的环境影响进行回顾性评价。

4.9.1 水文情势

黑塘桥水库主要为瓮福集团生活生产供水水源，由瓮福集团负责水库的运行。一般情况下库区水位在死水位（855m）~正常蓄水位（862.5m）之间运行，水位变幅 7.5m，水位达到正常蓄水位后，在保证供水量后，其余水量均通过坝顶溢流堰和电站下泄，电站运行不参与调峰。

坝址附近没有水文站，水库也未统计库区水位、下泄流量等数据，本次环评采用重安江下游清水江汇口处的湾水水文站，经还原后湾水站水文资料，应用水文比拟法将湾水水文站实测径流移至凤山坝址，即为黑塘桥入库流量，利用现状水库运行的情况分析下泄流量。

表 4.9.1-1　　黑塘桥水库运行后对天然径流年内分配影响比较表　　单位:m^3/s

项目	频率	月份											
		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
天然状态流量（m^3/s）	丰水年	13.35	18.71	13.00	18.10	8.01	9.50	7.36	4.60	2.72	2.57	3.65	5.69
	平水年	14.49	15.33	7.15	8.24	3.06	11.39	4.96	3.25	3.75	3.45	2.63	3.97
	枯水年	7.82	11.73	9.95	3.14	2.18	1.71	1.49	1.46	2.21	2.07	2.15	3.62
	多年平均	10.46	15.57	14.14	8.17	6.14	5.44	4.51	3.07	2.59	2.75	3.25	5.34
黑塘桥运行后下泄流量（m^3/s）	丰水年	11.84	16.95	10.58	16.58	7.18	8.68	6.46	3.66	1.74	1.65	2.65	4.87
	平水年	13.13	13.99	4.80	6.38	2.23	10.56	4.10	2.29	2.73	2.49	1.47	3.15
	枯水年	6.42	10.28	7.84	1.06	1.35	0.88	0.46	0.39	1.09	0.93	0.93	2.80
	多年平均	9.06	14.06	12.11	6.27	5.32	4.62	3.61	2.04	1.57	1.76	2.14	4.50
较天然流量减少（%）	丰水年	-11.31	-9.41	-18.62	-8.40	-10.36	-8.63	-12.23	-20.43	-36.03	-35.80	-27.40	-14.41
	平水年	-9.39	-8.74	-32.87	-22.57	-27.12	-7.29	-17.34	-29.54	-27.20	-27.83	-44.11	-20.65
	枯水年	-17.90	-12.36	-21.21	-66.24	-38.07	-48.54	-69.13	-73.29	-50.68	-55.07	-56.74	-22.65
	多年平均	-13.38	-9.70	-14.36	-23.26	-13.36	-15.07	-19.96	-33.55	-39.38	-36.00	-34.15	-15.73

黑塘桥水库多年平均供水量占多年平均径流量的 10.24%，对黑塘桥水库下游水文情势的年内分配起到了一定影响。由上表可知，黑塘桥水库运行减少了天然状态下下泄流量，其中丰水年较天然流量降低了 8.40%（8 月）~36.03%（1 月），

平水年较天然流量降低了 8.74%（6 月）~44.11%（3 月），枯水年较天然流量降低了 12.36%（6 月）~73.29%（12 月），多年平均较天然流量降低了 9.70%（6 月）~39.38%（1 月）。

4.9.2 水温

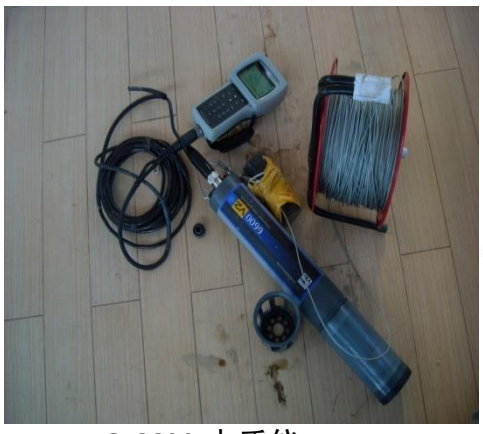
黑塘桥水库为季调节水库，水温呈混合型水温结构。一年中库内水温分布比较均匀，库底水温随库表水温而变化，黑塘桥水库运行未对坝前库区水体进行过常规水温观测，为掌握黑塘桥水库库区水温分布以及入出库水温过程，我院委托四川大学与 2016 年 11 月~2017 年 7 月对黑塘桥水库垂向水温、库区及坝前水温进行了监测。

（1）监测时间

2016 年 11 月 15 日对库区进行了垂向水温观测，垂向测点至于坝前，基本能够反映黑塘桥水库坝前水温分布；2016 年 11 月~2017 年 7 月对入库水温、坝前库区水体进行了常规水温观测，基本能够反映黑塘桥水库入库及下泄水温过程及变化规律。

（2）观测技术与方法

垂线水温观测采用美国 YSI 公司生产的 YSI 6600 多参数水质仪，精度为 0.1℃。库区在水深方向每 1.0~2.0m 布置一个测点。库区、库尾及坝下河道水温观测采用泽大仪器设备厂生产的 ZDR 自记式温度仪，该仪器可连续记录水温过程并储存于主机中，测量精度为 0.1℃。观测期内，记录仪每 1 小时记录 1 个水温数据。



YSI6600 水质仪



ZDR 自记式温度仪

（3）水库垂向分布分析

2016 年 11 月 15 日坝前垂向水温结构见图 4.9.2-1。由图可见，观测期间黑

塘桥水库坝前水温未发现明显的水温分层现象。水库垂向存在 2.1℃的温差，但不存在温跃层。2016 年 11 月 15 日福泉市日均气温 13.9℃，最低气温 13.0℃，最高气温 15.0℃。观测时气温 14.0℃，略低于表层水温，说明黑塘桥水库存在微弱的冬季高温水现象。

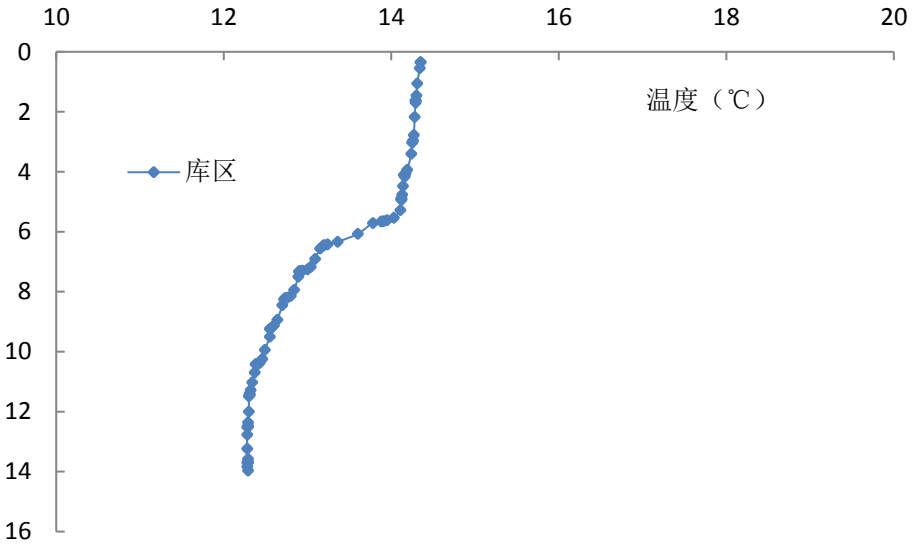


图 4.9.2-1 黑塘桥水库坝前水温垂向分布（2016.11）

（4）库区及坝下水温回顾分析

A、入库水温

黑塘桥水库入库水温年内数据见图 4.9.2-2，由图可知，在监测时段内，入库水温实测月均最低水温为 9.2℃（2 月），月均最高水温为 22.7℃（6 月），研究时段内，变幅为 13.4℃。实测最低日水温为 3.21℃（2017 年 2 月 2 日），与该日气温 1℃相比，入库水温略高于气温。实测最高日水温为 24.1℃（2017 年 6 月 3 日），与该日气温 25.0℃相比，入库水温略低于气温。

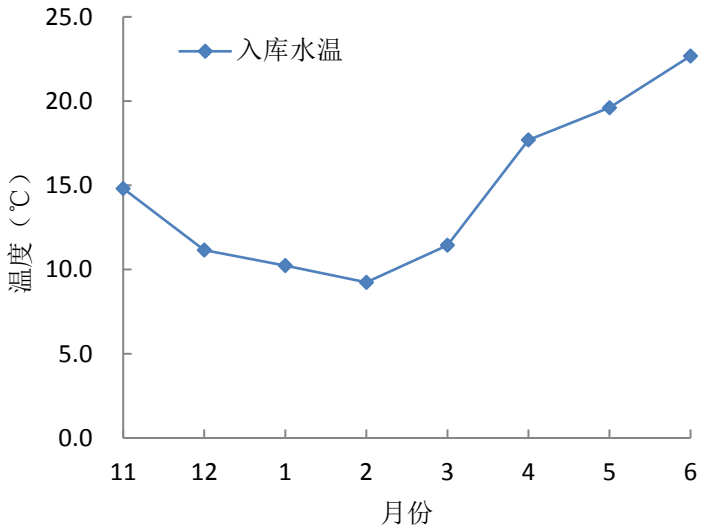


图 4.9.2-2 黑塘桥水库入库水温年内变化过程

B、库区坝前水温

黑塘桥水库库区坝前水温年内数据见图 4.9.2-3，在监测时段内就表层水温而言，实测月均最低水温为 9.7℃（1 月），实测月均最高水温为 20.6℃（6 月），水温变幅为 10.9℃。实测最低日水温为 8.1℃（2017 年 1 月 21 日），与该日气温 4.5℃相比，库区坝前水温高于气温。实测最高日水温为 22.5℃（2017 年 6 月 11 日），与该日气温 26.0℃相比，库区坝前水温低于气温。

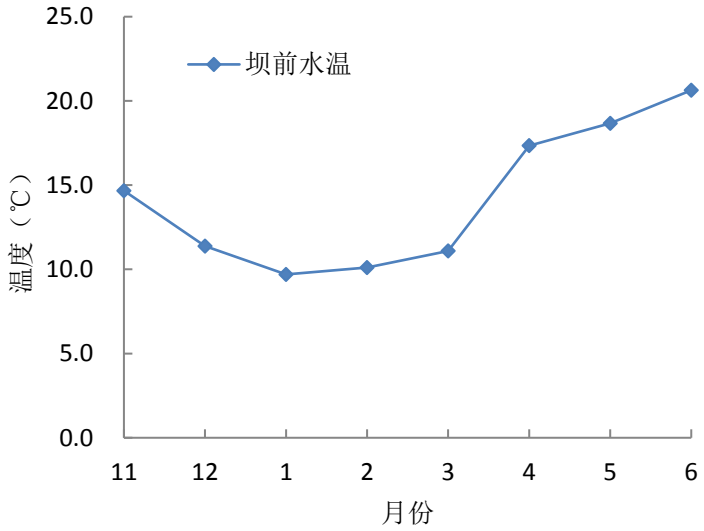


图 4.9.2-3 黑塘桥水库坝前水温年内变化过程

C、坝下水温

黑塘桥水库坝下水温年内数据见图 4.9.4，在监测时段内就表层水温而言，

实测月均最低水温为 9.9℃（1 月），实测月均最高水温为 21.2℃（6 月），水温变幅为 11.3℃。实测最低日水温为 8.2℃（2017 年 1 月 22 日），与该日气温 6.1℃相比，坝下水温高于气温。实测最高日水温为 22.8℃（2017 年 6 月 12 日），与该日气温 24℃相比，库区坝下水温低于气温。

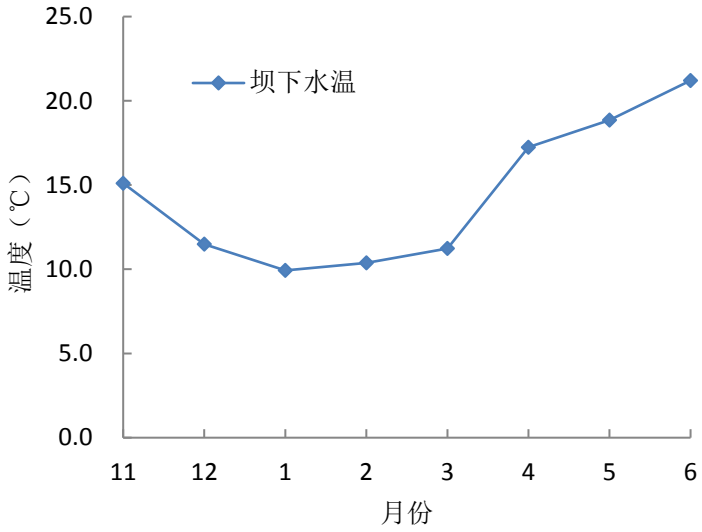


图 4.9.2-4 黑塘桥水库坝下水温年内变化过程

综上，结合入库水温、坝前水温逐月水温分布情况看，坝下水温与入库天然来流水温差距不大，水温基本都在 10℃以上，不存在低温水下泄问题。

4.9.3 水质

重安江干流建国后新建了具有现代产业性质的以机器为主的厂矿，主要为卷烟、丝织、磷肥、化肥等行业，但总体水质较好；至 80 年代，地方政府对河流水质开展监测工作，部分支流如后河沿岸工矿企业较多，氟化物已有超标现象发生。2000 年以来，重安江流域上游磷化工产业迅速发展，主要集中在黑塘桥水库坝址下游的马场坪、金山、龙昌等区域，水质屡次发生磷、氟污染，主要污染来源是重安江后河龙井湾溶泉、马场坪发财洞等受污染的地下水的汇入，此外，沿河企业也存在一定的违规超排现象。

本次水环境现状评价收集 2009~2015 黑塘桥库区逐年、2011~2017 年黑塘桥坝址下游逐年、2017~2018 年黑塘桥坝址下游逐月常规监测断面部分监测指标对近年水质变化进行对比分析。

（1）库区水质

自2009~2015年以来，福泉市环保局开始每年都定期对黑塘桥水库进行了水环境质量监测工作。监测指标主要为 pH、总磷、氨氮。监测结果表明，黑塘桥水库坝址断面监测指标水质均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，总磷基本维持在0.1mg/L 以下，随时间变化近年来略有升高；氨氮基本维持在0.2mg/L 以下，随时间变化近年略有降低。详见图4.9.3-1。

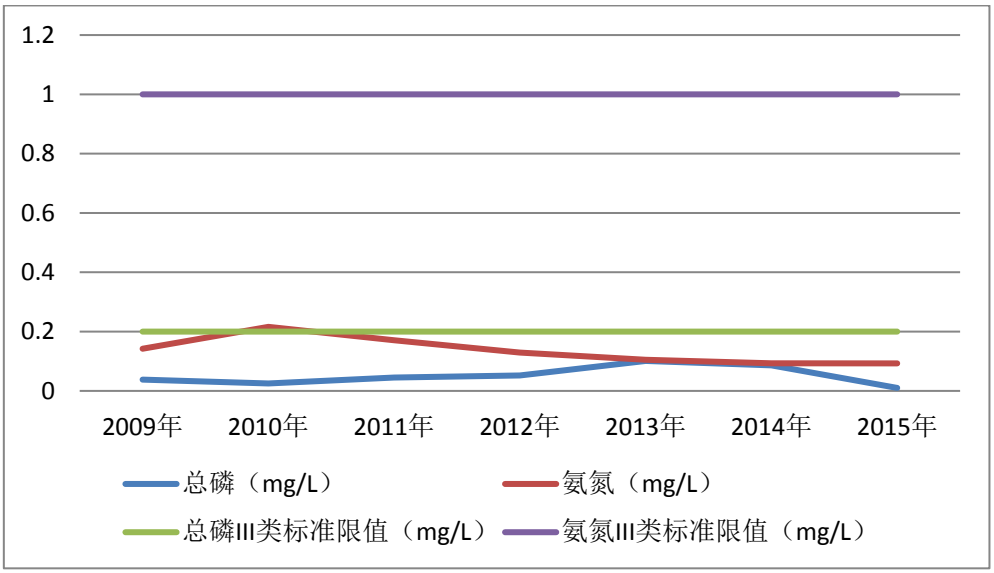


图4.9.3-1 2009~2015年黑塘桥库区部分监测指标变化趋势图

（2）坝址下游水质

本次水环境现状评价通过收集 2011~2017 逐年、2017~2018 年逐月的坝址下游水质监测成果，说明黑塘桥水库坝址下游现状水质情况。相应分析及结果见4.8.1.3 地表水水质常规监测。

综上，黑塘桥水库建成后改变了原有河段库区的环境水力学特性，由于库区划为水源保护区，水库周边各类污染源得到较好的控制，黑塘桥库区总体水质较好且稳定。坝址下游由于多年工业化发展，生活生产污染源汇入较多，再加上区域磷化工企业排放及溶泉渗漏等事故，坝址下游水质整体较差，部分月份由于未处理涌水量较大水质严重超标，主要超标因子为总磷、氟化物及氨氮。

4.9.4 水生生态

黑塘桥水库建成运行已约 18 年，由于水库蓄水、大坝的阻隔作用等影响，对重安江上游干流河段的水生生态系统产生了一定的影响。

（1）饵料生物的变化

由于建设前缺乏浮游生物和底栖动物的本底资料，无法进行建设前后的对比

分析，本次回顾性评价采用黑塘桥库区调查断面与上下游天然河段断面成果进行对比分析，说明对浮游生物和底栖动物的影响。

现状库区浮游植物种类分布较库尾、坝址下游增加 42.6%、61.1%，主要增加浮游植物种类为蓝藻、硅藻、绿藻；库区浮游植物生物量分别较库尾、坝址下游增加 4.2%、17.34%；库区浮游植物密度分别较库尾、坝址下游增加 2.1%、15.22%；以上现象说明水库的建成后营养物质富集在库区，有利于浮游动、植物的生长繁衍，对蓝藻、硅藻等浮游生物为生长、生存有利。

现状库区底栖动物种类分布较库尾、坝址下游减少 21.4%、35.3%，主要减少种类为节肢动物、软体动物，以上变化原因主要是水库建成后库区河段水深较大，不利于适宜流水生境的摇蚊、小头虫等节肢动物生存。

（2）鱼类分布的变化

黑塘桥水库已建成运行 18 年，由于建库较早，黑塘桥水库早期尚未开展系统的鱼类调查，在开发的同时缺乏对水生生态系统保护体系，无保留的支流鱼类栖息地，未建过鱼设施。大坝阻隔作用影响了坝址上下游鱼类等水生生物的物种交流，库尾、库区和坝址下游鱼类种类组成发生相应变化。

根据本次水生调查报告，现状黑塘桥库尾、库区及坝下河段调查共采到鱼类 7 种，属于 2 目 3 科 10 属，其中鲤形目 9 种，鲇形目 1 种，鲤形目鱼类占比最大（详见“4.3.8 鱼类”中表 4.3.8-2~4）。黑塘桥库尾以上主要渔获物种类为宽鳍鱲、鲤等流水类鱼类，黑塘桥库区主要渔获物种类为麦穗鱼、鲫等静缓流鱼类，黑塘桥坝下河段主要渔获物种类为云南光唇鱼、黄颡鱼为主的流水类鱼类。

这说明水库建成后，喜流水性鱼类如宽鳍鱲等由于生境压缩，逐步退缩至库区上游河道及坝址下游河段，基本在库区消失，库区喜缓流鱼类如麦穗鱼、鲫等开始增加，随着时间的推移，坝址上下游鱼类已适应这种改变了的环境，并能完成其繁殖、摄食、生长和越冬等生命周期的各个环节，并维持一定的种群。

（3）鱼类重要生境的变化

重安江历史上鱼类产卵场分布较为广泛，本世纪初，受磷化工企业及渣场渗漏污染事件等影响，重安江干流自吴家桥以下水体总磷、氟化物等超标，鱼类栖息环境迅速恶化，已有发生多起重安江死鱼事件，其中罗永成等（重安江、清水江水污染事故调查分析报告，贵州省水产技术推广站，2012，中国南方渔业论坛

论文集）组成农业调查组，对 2007 年 8 月 7 日重安江污染事故进行调查，统计污染造成鱼类虾类死亡量约 20 万 kg，严重破坏重安江水生生态系统稳定性；加上重安江上游流域水生生境破碎化，重安江干流产卵场逐渐萎缩，部分鱼类退缩至重安江支流产卵，鱼类资源量总体呈下降趋势。

现阶段调查未在重安江上游河段发现较大规模产卵场，仅在重安江支流围阻河、浪波河、翁马河、篆水河、满溪河等支流下游汇口河段发现零星产卵场及适宜产卵生境，未发现较大规模的索饵场和越冬场。

4.9.5 陆生生态

黑塘桥库周受人口增长压力，农业生产等人为因素影响，周边森林植被在经历滥采滥伐及毁林开荒等一系列破坏之后，地带性原生植被逐渐被次生植被和人工植被如农田等所取代，现存库区森林植被、灌丛及灌草丛植被面积均较少，库区周边生态系统组成较少，结构简单和服务功能相对较弱，水源涵养能力较弱。

库区的周边由于人类活动频繁，基本没有重要的动物栖息地，主要动物种类均为周边广域分布动物，周边栖息地广泛分布。库周现存无受大坝运行影响的陆生生态环境问题，生态环境主要为受到人为干扰日益强烈。

4.10 主要环境问题

（1）工程性缺水严重

瓮福区域境内年降雨分配极不均匀，丰枯流量变化大，水资源年际分配也不均匀；由于地处喀斯特岩溶发育地区，河流深切，工程性缺水问题十分突出，导致城镇周边的小水库灌溉用水和生态用水被挤占；此外，水资源调配能力不足，供水保障程度低，抗御自然灾害特别是特大重旱灾害的能力弱，不能保障城乡供水安全。

（2）受水区水污染防治压力较大

黑塘桥水库下游河段为全国新型工业化（磷及磷化工）示范基地，沿河分布有 50 余家磷及磷化工企业，由于历史原因，部分企业渣场渗漏及厂区跑冒滴漏等，导致下游部分河段水质为劣 V 类，总磷、氟化物超标严重，区域内河流主要污染源包括城镇生产生活污染、磷化工企业及渣场渗漏等。近年来，在省政府及地方政府严格制定并执行水污染防治规划、水体达标方案的情况下，区域水质指标逐步好转，部分月份已有达标情况出现，但由于区域水污染防治任务较为复杂，

水质指标达标仍然有所反复。

（3）水生生境条件较差，鱼类资源量较低

重安江干流 141km 的河段已建成 12 座水利水电工程，重安江主要支流洗布河、浪波河等均已建成多处水利水电工程及滚水坝，多种原因使得重安江水生生境片段化严重，再加上区域中游工矿企业、城镇生活生产废水排放，部分河段水质较差，水生生境逐步恶化，导致重安江干流鱼类数量减少，鱼类栖息繁殖生境逐步萎缩。

（4）已建水利水电工程生态保护措施不足

重安江干流开发较早，已建成的水利水电工程基本未考虑分层取水、栖息地保护、过鱼设施、增殖放流、下泄生态流量等生态保护措施；未统筹考虑流域生态保护，生态环境存在恶化的风险。

5 环境影响预测评价

5.1 区域水资源配置

5.1.1 重安江流域水资源状况

5.1.1.1 水资源量

重安江流域面积 2774km^2，年平均径流深为 568.7mm，多年平均径流量为 13.65 亿 m^3。重安江流域地表水资源总量成果见表 5.1.1-1。

表 5.1.1-1　　重安江流域地表水资源成果表

流域	水资源量（亿 m³）	Cv	Cs/Cv	不同频率设计值 Wp（亿 m³）			
				P=20%	P=50%	P=80%	P=95%
重安江流域	13.65	0.29	2.0	17.57	14.20	11.29	8.92

5.1.1.2 水资源开发利用状况

现状水平年 2014 年，经统计分析，流域内现状总取用水量为 19486 万 m^3/a，占重安江流域多年平均水资源量 13.65 亿 m^3 的 14.3%。

表 5.1.1-2　　重安江流域内现状各行业用水量成果表　　单位：万 m³/a

分区	城镇生活	三产	建筑	工业	生态	农村生活	畜牧	灌溉	合计
福泉市	539	510	95	5954	53	274	130	3246	10801
麻江县	150	78	10	523	20	126	60	2314	3281
黄平县	67	29	2	35	4	147	44	3687	4016
凯里市	82	13	8	20	5	81	21	1158	1388
重安江流域	838	630	115	6532	82	628	255	10405	19486

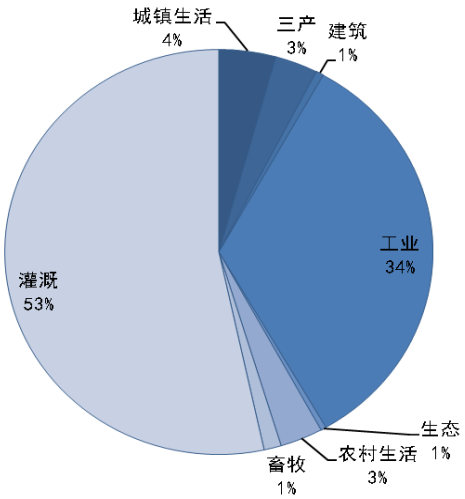


图 5.1.1-1　重安江流域现状用水量比例示意图

5.1.2 水资源供需平衡分析

凤山水库工程供水对象主要涉及福泉市区、瓮安县，其中福泉市供水对象为福泉市区、马场坪工业园区、龙昌工业园区，瓮安县供水对象为瓮安县县城。

5.1.2.1 现状基准年水资源利用情况

（1）福泉市受水区水资源利用情况

2014 年福泉市受水区供水水源有平堡河螺丝冲泵站提水供水、陡河水库、黑塘桥水库、高车水库和企业自备河道提水泵站。福泉市受水区 2014 年总用水量 5680 万 m^3，其中城镇用水量 1134 万 m^3，工业用水量 4456 万 m^3，凤山镇农村生活用水量 90 万 m^3。

（2）瓮安县县城受水区水资源利用情况

2014 年瓮安县县城供水水源包括落马塘水库、水冲河水库、梅花堰水库、朵云水库、下司水库 5 个小型水库和西门河花桥提水站。瓮安县县城受水区 2014 年城镇用水量 1039 万 m^3，其中城镇居民生活用水量 748 万 m^3、建筑业 98 万 m^3、第三产业 171 万 m^3。

（3）受水区水资源利用情况

受水区 2014 年总用水量 6719 万 m^3，其中城区城镇用水 2172 万 m^3，工业园区工业用水 4456 万 m^3，农村生活用水量 90 万 m^3，分别占用水总量的 32.3%、66.3%和 1.3%。

表 5.1.2-1　　现状水平年受水区现状用水量

指标 / 供水对象	城镇用水				用水	农村	合计
	城镇居民生活	建筑业	第三产业	生态环境	工业用水	农村生活	
瓮安县城	748	98	171	21	—	—	1039
福泉市区	573	61	367	132	—	90	1224
马场坪工业园	—	—	—	—	3757	—	3757
龙昌工业园	—	—	—	—	699	—	699
合计	1321	159	539	153	4456	90	6719

表 5.1.2-2　　现状水平年受水区供水水源和受水区对象表

水源工程 / 供水对象		瓮安县城	福泉市区	马场坪工业园	龙昌工业园	合计
水库	高车水库	—	501	1501	81	2083
	黑塘桥水库	—	251	1949	—	2200
	陡河水库	—	—	—	332	332
	落马塘水库	290	—	—	—	290

	下司水库	80	—	—	—	80
	朵云水库	73	—	—	—	73
	梅花堰水库	110	—	—	—	110
	水冲河水库	73	—	—	—	73
引提水	壅阳河花桥提水泵站	365	—	—	—	365
	平堡河螺丝冲引水工程	—	382	—	—	382
	马场坪工业园企业自备泵站	—	—	307	—	307
	龙昌工业园企业自备泵站	—	—	—	286	286
地下水	瓮安县城平定营片区泉水	48	—	—	—	48
	凤山镇泉水	—	90	—	—	90
合计		1039	1224	3757	699	6719

5.1.2.2 供水范围设计水平年需水量预测

需水量预测一般包括居民生活、工业、建筑业、第三产业和河道外生态环境用水量。由于瓮福区域 2030 年城区将基本建成，建筑业增加值较小，同时结合城市节水要求，河道外生态环境用水考虑全部由回用水或者再生水供水，因此仅对居民生活和第三产业、工业园区工业、生态环境需水量进行预测。

（1）福泉市区需水量

1）城镇居民生活需水量

根据《贵州省福泉市总体规划修编（2015-2030 年）》，至设计水平年 2025、2030 年福泉市区（包括金山办事处、马场坪办事处、龙昌镇镇区和凤山镇镇区）人口为 20.4、26.4 万人，预测 2025 年、2030 年福泉市区一级城镇（金山办事处、马场坪办事处）城镇居民生活用水净定额为 120、130L/（人•d），考虑城镇水厂及管网漏损率 14%后，预测 2025、2030 年福泉市区城镇居民生活需水量为 1139、1562 万 m^3，其中凤山镇生活需水量为 100、105 万 m^3。

2）第三产业需水量

根据《贵州省行业用水定额》及第三产业发展现状，结合城市总体规划及相关产业规划，考虑城镇水厂及管网漏损率 12%后，预测 2025、2030 年福泉市市区受水区第三产业需水量为 677、967 万 m^3。

3）河道外生态环境需水量

根据《贵州省行业用水定额》，结合城市总体规划及生态环境需水量，绿地

灌溉和道路浇洒定额分别为 1.3m^3/m^2 和 2.5m^3/m^2，预测 2025、2030 年福泉市市区受水区河道外生态环境需水量为 193、241 万 m^3。

4）总需水量预测

综上，至设计水平年 2025、2030 年福泉市区需水量 2009、2769 万 m^3。

（2）瓮安县县城需水量

1）城镇居民生活需水量

根据《贵州省瓮安县总体规划修编（2013-2030 年）》，至设计水平年 2025、2030 年瓮安县县城人口为 35 万人，预测 2025、2030 年城镇居民生活用水净定额为 110、120L/（人•d），考虑城镇水厂及管网漏损率 12%后，预测 2025、2030 年瓮安县县城城镇居民生活需水量为 1528、1931 万 m^3。

2）第三产业需水量

根据《贵州省行业用水定额》及第三产业发展现状，结合城市总体规划及相关产业规划，考虑城镇水厂及管网漏损率 12%后，预测 2025、2030 年瓮安县城受水区第三产业需水量为 869、1242 万 m^3。

3）河道外生态环境需水量

根据《贵州省行业用水定额》，结合城市总体规划及生态环境需水量，绿地灌溉和道路浇洒定额分别为 1.3m^3/m^2 和 2.5m^3/m^2，预测 2025、2030 年瓮安县县城受水区河道外生态环境需水量为 310、368 万 m^3。

3）总需水量预测

综上，至设计水平年 2025、2030 年瓮安县县城需水量 2707、3540 万 m^3。

（3）马场坪工业园区需水量

1）火电工业需水量

2013 年建成的国电福泉火电厂位于福泉市马场坪工业园，年需水量为 1813 万 m^3，现状取水水源为高车水库，考虑 2%输水损失，高车水库向火电厂年供水量为 1850 万 m^3，根据福泉市马场坪工业园区规划，至设计水平年 2030 年福泉市境内不再发展火电工业。因此，规划水平年 2025、2030 年火电工业需水量为 1850 万 m^3。

2）一般工业需水量

马场坪工业园现状以磷化工企业为主，近年来采取了大量的技术改进和环保措施，提高工业用水重复利用率，同时，考虑区域水环境容量以及规划环评对基

础磷化工政策的调整，预测工业园区在限制基础磷化工发展，有条件发展精细磷化工等主导产业，不断通过技术进步节水的同时，引进一部分节水类型的产业如新材料、能源化工、煤化工、热电、新兴行业等，逐步降低园区工业用水定额指标，以达到节水要求。预测 2030 年万元工业增加值用水净定额比 2014 年降低 60%，由 113m^3/万元降低到 45m^3/万元，考虑水厂损失及管网漏损率 15%后，预测 2025、2030 年马场坪工业园工业需水量为 3533、4547 万 m^3。同时也根据工业园区产品进行了复核，详细见表 5.1.2-3。

表 5.1.2-3　　马场坪工业园工业需水量复核表（产品产量法）

项目名称		2014 年							2020 年					2030 年				
		产量规模		实际产量		用水定额		用水量	产量规模		用水定额		需水量	产量		用水定额		需水量
		数值	单位	数值	单位	数值	单位	(万 m^3)	数值	单位	数值	单位	(万 m^3)	数值	单位	数值	单位	(万 m^3)
现状主要产品	磷酸（降低产值规模，转为工业级、食品级电子级产品）	90	万 t	45	万 t	4	m^3/t	158	45	万 t	2	m^3/t	90	45	万 t	1.34	m^3/t	60
	磷酸一铵（降低产值规模）	120	万 t	40	万 t	5	m^3/t	200	40	万 t	4	m^3/t	160	40	万 t	2.68	m^3/t	107
	磷酸二铵（降低产值规模）	48	万 t	50	万 t	5	m^3/t	250	50	万 t	4	m^3/t	200	50	万 t	2.68	m^3/t	134
	食品级磷酸盐	3	万 t	3	万 t	8	m^3/t	24	3	万 t	6	m^3/t	18	3	万 t	4.02	m^3/t	12
	三聚磷酸钠	15	万 t	15	万 t	5	m^3/t	75	15	万 t	3	m^3/t	45	15	万 t	2.01	m^3/t	30
	硫酸（降低产值规模）	80	万 t	80	万 t	4.5	m^3/t	360	40	万 t	4	m^3/t	160	40	万 t	2.68	m^3/t	107
	合成氨（降低产值规模）	30	万 t	15	万 t	30	m^3/t	450	15	万 t	28	m^3/t	420	15	万 t	18.76	m^3/t	281
	二甲醚（降低产值规模）	15	万 t	10	万 t	15	m^3/t	150	10	万 t	11	m^3/t	110	10	万 t	7.37	m^3/t	73.7
	精甲醇	20	万 t	12	万 t	11	m^3/t	132	20	万 t	10	m^3/t	200	20	万 t	6.7	m^3/t	134
	石膏板	150	万 t	150	万 t	1	m^3/t	150	150	万 t	0.6	m^3/t	90	150	万 t	0.402	m^3/t	60.3
	磷酸二氢钙	3	万 t	3	万 t	5	m^3/t	15	3	万 t	3	m^3/t	9	3	万 t	2.01	m^3/t	6.03
	普钙	8	万 t	8	万 t	5	m^3/t	40	8	万 t	3	m^3/t	24	8	万 t	2.01	m^3/t	16
	氟化氢铵	2	万 t	1.5	万 t	10	m^3/t	15	2	万 t	4.5	m^3/t	7	2	万 t	3.015	m^3/t	4
	水泥	150	万 t	130	万 t	0.9	m^3/t	117	150	万 t	0.6	m^3/t	90	150	万 t	0.402	m^3/t	60.3
	混凝土	185	万 t	185	万 t	1	m^3/t	185	185	万 t	0.6	m^3/t	111	185	万 t	0.402	m^3/t	74
	火电	72	亿 kW•h	52	亿 kW•h	2.5	$m^3/MW•h$	1336	72	亿 kW•h	2.5	$m^3/MW•h$	1850	72	亿 kW•h	2.5	$m^3/MW•h$	1850
	现状小计							3657					3584					3012
部分规	重油								350	万 t	1.5	m^3/t	525	700	万 t	1.005	m^3/t	704
	食品级磷酸（限制发展）								20	万 t	2	m^3/t	40	40	万 t	1.34	m^3/t	54
	工业级磷酸（限制发展）								20	万 t	2	m^3/t	40	40	万 t	1.34	m^3/t	54

划	电子级磷酸（限制发展）								2	万 t	2	m^3/t	4	4	万 t	1.34	m^3/t	5
产	半水湿法磷酸（不再考虑）								110	万 t		m^3/t	0	220	万 t		m^3/t	0
品	食品级酸式焦磷酸钾								6	万 t	3	m^3/t	18	12	万 t	2.01	m^3/t	24
	聚磷酸铵								2	万 t	6	m^3/t	12	4	万 t	4.02	m^3/t	16
	磷酸二氢钾								18	万 t	3	m^3/t	54	36	万 t	2.01	m^3/t	72
	焦磷酸钾								2	万 t	3	m^3/t	6	4	万 t	2.01	m^3/t	8
	工业级磷酸一铵								40	万 t	6	m^3/t	240	80	万 t	4.02	m^3/t	322
	缓控复合肥								120	万 t	3	m^3/t	360	240	万 t	2.01	m^3/t	482
	缓控释肥								60	万 t	3	m^3/t	180	120	万 t	2.01	m^3/t	241
	硫磺制酸（不再考虑）								260	万 t		m^3/t	0	520	万 t		m^3/t	0
	粗碘回收（不再考虑）								100	万 t		m^3/t	0	200	万 t		m^3/t	0
	氟化氢								4	万 t	7	m^3/t	28	8	万 t	4.69	m^3/t	38
	甲醇制汽油								20	万 t	9	m^3/t	180	40	万 t	6.03	m^3/t	241
	碳酸二甲脂								5	万 t	5	m^3/t	25	10	万 t	3.35	m^3/t	34
	醋酸								10	万 t	6	m^3/t	60	20	万 t	4.02	m^3/t	80
	磷石膏产石膏砌块								1000	万 m^2	0.045	m^3/m^2	45	2000	万 m^2	0.03015	m^3/m^2	60
	磷石膏转化产氯化铵								80	万 t	4.5	m^3/t	360	160	万 t	3.015	m^3/t	482
	PVC 糊树脂								7.5	万 t	10.3	m^3/t	77	15	万 t	6.901	m^3/t	104
	氢氧化钾								10	万 t	23.5	m^3/t	235	20	万 t	15.745	m^3/t	315
	磷系水处理剂								5	万 t	4.7	m^3/t	24	10	万 t	3.149	m^3/t	31
	磷系阻燃剂								20	万 t	20	m^3/t	400	40	万 t	13.4	m^3/t	536
	电石								20	万 t		m^3/t	0	40	万 t		m^3/t	0
	蛋氨酸								1	万 t		m^3/t	0	2	万 t		m^3/t	0
	有机胺								8	万 t		m^3/t	0	16	万 t		m^3/t	0
	氟乙烯								2	万 t	9.7	m^3/t	19	4	万 t	6.499	m^3/t	26

	二氟乙烷								2.5	万 t		m^3/t	0	5	万 t		m^3/t	0
	三氯甲烷								3.5	万 t		m^3/t	0	7	万 t		m^3/t	0
	二氯甲烷								2	万 t		m^3/t	0	4	万 t		m^3/t	0
	陶瓷								100	万 m^2	0.6	m^3/m^2	60	200	万 m^2	0.402	m^3/m^2	80
	CO2 回收项目								2	万 t	10.26	m^3/t	20	4	万 t	6.8742	m^3/t	27
	磷系新材料磷酸铁锂								0.2	万 t	18.2	m^3/t	4	0.4	万 t	12.194	m^3/t	5
	磷系新材料磷酸铁								5	万 t	18	m^3/t	90	10	万 t	12.06	m^3/t	121
	磷系新材料六氟磷酸锂								0.08	万 t	18.2	m^3/t	1	0.16	万 t	12.194	m^3/t	2
	标准免蒸免烧砖								10	亿块	3	m^3/块	30	20	亿块	2.01	m^3/块	40
	彩色人行道砖和路侧缘石的生产线								5	万 t	0.6	m^3/t	3	10	万 t	0.402	m^3/t	4
	磷石膏综合利用制硫酸								60	万 t	4	m^3/t	240	120	万 t	2.68	m^3/t	322
	磷石膏利用联产水泥								150	万 t	0.6	m^3/t	90	300	万 t	0.402	m^3/t	121
	磷石膏综合利用制石膏粉及装饰材料								150	万 t	0.6	m^3/t	90	300	万 t	0.402	m^3/t	121
	磷石膏综合利用制石膏粉								60	万 t	0.6	m^3/t	36	120	万 t	0.402	m^3/t	48
	磷石膏综合利用制石膏砌块								250	万 m3	0.045	m^3/m^2	11	500	万 m3	0.03015	m^3/m^2	15
	磷石膏综合利用制空间模腔楼板								100	万套		m^3/套	0	200	万套		m^3/套	0
	磷石膏综合利用制干粉砂浆								10	万 t	0.6	m^3/t	6	20	万 t	0.402	m^3/t	8
	磷石膏综合利用制抹灰石膏生产线								20	万 t	0.6	m^3/t	12	40	万 t	0.402	m^3/t	16
	小计												3456					4859
	总计												7040					7871

本次采用万元增加值用水量法预测的 2030 年需水量为 6397 万 m^3。从表 5.1.2-3 可以看出，马场坪工业园 2030 年磷化工、热电、新材料、能源化工、新兴行业主要产品设计产值规模相应需水量为 7871 万 m^3，计入其他产品用水量，按设计产值规模复核的 2030 年总需水量超出万元增加值用水量法预测的 2030 年需水量。考虑到实际各年不一定能达到设计产值规模，同时受区域用水总量和用水效率控制指标的限制，受水区考虑“以供定需”确定规模。本次采用的万元增加值用水量法预测的 2030 年需水量成果相对较小，万元工业增加值用水定额降低 60%左右，节水力度较大。

3）总需水量预测

综上，至设计水平年 2025、2030 年马场坪工业园区总需水量 5383、6397 万 m^3。

（4）龙昌工业园区需水量

1）一般工业需水量

现状水平年龙昌工业园主要是以饲料级磷酸钙盐和磷肥为主，根据工业园区规划，规划水平年 2030 年调整为主要发展磷石膏综合利用的新型建材、林产加工业、农特产品加工为主的轻工业等，逐步退出川恒等基础磷化工产业，2030 年预测工业增加值为 23.88 亿元，2030 年万元工业增加值用水净定额比 2014 年降低 60%，由 98m^3/万元降低到 40m^3/万元，考虑水厂损失及管网漏损率取 15%，预测 2025、2030 年龙昌工业园工业需水量为 935、1111 万 m^3。

3）总需水量预测

综上，至设计水平年 2025、2030 年龙昌工业园区需水量为 935、1111 万 m^3。

（5）受水区规划水平年总需水量

凤山水库受水区规划水平年 2025、2030 年总需水量别为 11034、13209 万 m^3/a。设计水平年总需水量见表 5.1.2-2

表 5.1.2-2　　设计水平年需水量统计表　　单位：万 m^3/a

设计水平年	受水区	城镇						农村	总计
		居民生活	三产	生活小计	工业	环境	合计	农村生活生产	
2025 年	福泉市区	1039	677	1716	—	193	1909	100	2009
	瓮安县	1528	869	2397	—	310	2707	—	2707
	马场坪工业园	—	—	—	5383	—	5383	—	5383

	龙昌工业园	—	—	—	935	—	935	—	935
	总计	2567	1546	4113				100	11034
2030 年	福泉市区	1457	967	2423	—	241	2664	105	2769
	瓮安县	1931	1242	3173	—	368	3541	—	3541
	马场坪工业园	—	—	—	6398	—	6398	—	6398
	龙昌工业园	—	—	—	1111	—	1111	—	1111
	总计	3388	2209	5596	7509	609	13714	105	13819

5.1.2.3 供水范围设计水平年水利设施可供水量

根据受水区已建及规划建设水利设施年供水工程基本资料及相关生态用水等要求，对设计水平年已建及规划水利设施参照河道生态用水优先、生活供水优先、退还挤占灌溉用水的原则进行复核，进行供水范围设计水平年水利设施可供水量计算。

（1）福泉市区可供水量

1）已建水库工程供水能力调整

2014 年福泉市市区主要供水为高车水库、平堡河螺丝冲引水工程、凤山镇泉水，其中高车水库由于灌溉功能取消，相关灌溉现状由洗布河提水，远期考虑利用城镇再生水，进行复核后向福泉市区 P=95%可供水量为 1200 万 m^3，较原供水量增加 699 万 m^3，其余平堡河螺丝冲引水工程、凤山镇泉水设计水平年 2025、2030 年维持供水规模不变。

2）在建和规划水库工程

至规划水平年 2025、2030 年，规划建设瓮偿水库向福泉市市区供水，可供水量为 114 万 m^3。

3）设计水平年福泉市区可供水量

综上以上，设计水平年 2025、2030 年福泉市市市区供水主要为高车水库、瓮偿水库、平堡河螺丝冲引水工程、凤山镇泉水及再生水利用，2025、2030 年福泉市区 P=95%可供水量为 1936、1974 万 m^3，其中高车供水量为 1200 万 m^3，瓮偿水库供水量为 114 万 m^3，平堡河螺丝冲引水工程供水量为 382 万 m^3，凤山镇供水泉水 37 万 m^3，2025 年、2030 年再生水利用为 193、241 万 m^3。

（2）瓮安县可供水量

1）已建供水工程供水调整

2014 年瓮安县现状供水水源主要为落马塘水库、桐木水库、梅花堰水库、朵云水库、下司水库等 5 个小型水库、西门河花桥提水站和平定营泉水。

根据《瓮安县城市总体规划（2012-2030）》，朵云、梅花堰、下司 3 座水库由向县城供水功能转换为下泄生态流量或生态景观用水功能；雍阳河花桥提水站由于水质不适宜作为生活供水水源，予以取缔。落马塘水库、水冲河水库（桐木水库改建）考虑生态流量后复核水库 P=95%可供水量 240 万 m^3、153 万 m^3，落马塘水库较原来供水量减少 50 万 m^3，水冲河水库由于由桐木水库改建，较原来供水量增加 80 万 m^3，平定营泉水由于建设胜土水库被淹没，取消供水功能。

2）在建和规划水库工程

至规划水平年 2025、2030 年，在建和规划水库工程为杜仲河水库、胜土水库、察耳岩水库。杜仲河水库规划向瓮安县城区设计供水 1539 万 m^3，但由于杜仲河水库上游磷矿资源丰富，磷矿长期以来的露天开采，库区水质较差，规划将杜仲河水库供水对象由县城生活供水调整为工业园工业供水。

胜土水库取代现有平定营泉水向瓮安县城供水，向瓮安县城供水 119 万 m^3，新建察耳岩水库向瓮安县城供水量 1030 万 m^3。

3）设计水平年瓮安县城可供水量

综合以上，2025 年、2030 年瓮安县县城生活供水主要为落马塘水库、水冲河水库（桐木水库改建）、胜土水库、察耳岩水库，2025、2030 年向瓮安县城生活 P=95%可供水量为 1909 万 m^3，其中落马塘供水量为 240 万 m^3，水冲河水库（桐木水库改建）供水量为 153 万 m^3，胜土水库供水量为 119 万 m^3，察耳岩水库供水量 1030 万 m^3。

（3）马场坪工业园区可供水量

1）已建供水工程供水调整

2014 年向马场坪工业园供水的工程包括高车水库、黑塘桥水库和园区企业自备河道提水泵站。

高车水库在由于灌溉功能取消，经复核后高车水库继续向马场坪工业园区国电福泉火电厂年供水 1850 万 m^3，较现状供水增加 349 万 m^3。黑塘桥水库在凤山水库建成后被淹没，取消供水功能。园区企业自备提水泵站保持现有供水规模。

2）在建和规划水库工程

马场坪工业园区没有在建供水水源工程，

3）设计水平年工业园区可供水量

综上，2025、2030 年马场坪工业园区供水水源主要为高车水库、企业自备取

水泵站。2025、2030 年向马场坪工业园 P=95%可供水量为 2157 万 m^3。其中高车水库供水量为 1850 万 m^3，企业自备河道取水泵站供水量为 307 万 m^3。

（4）龙昌工业园区可供水量

1）已建供水工程供水调整

2014 年向龙昌工业园供水的工程包括陡河水库、高车水库和园区企业自备河道提水泵站。

陡河水库现状供水挤占了灌溉用水，经过复核后不再向龙昌工业园区供水，高车水库经过复核后，主要向马场坪工业园区供水，不再向龙昌工业园区供水，龙昌工业园企业自备水源工程设计水平年 2025、2030 年维持现状供水规模不变。

2）在建和规划水库工程

龙昌工业园区没有在建及规划供水工程。

3）设计水平年可供水量

2030 年龙昌工业园区供水水源主要为企业自备泵站，2025、2030 年龙昌工业园企业自备河道取水泵站供水量为 286 万 m^3。

（5）设计水平年总供水量

通过对当地水利设施及规划水源工程可供水量分析、供水原则复核分析后，可得到受水区可供水量。规划水平年 2025 年福泉市区、瓮安县城、马场坪工业园和龙昌工业园 P=95%可供水量分别为 1936 万 m^3、1909 万 m^3、2157 万 m^3、286 万 m^3，合计受水区 P=95%供水量为 6288 万 m^3。规划水平年 2030 年福泉市区、瓮安县城、马场坪工业园和龙昌工业园 P=95%可供水量分别为 1974 万 m^3、1909 万 m^3、2157 万 m^3、286 万 m^3，合计受水区 P=95%供水量为 6326 万 m^3。

5.1.2.4 设计水平年水资源供需平衡分析

（1）福泉市区供需平衡分析

2025 年福泉市区供水水源为已建的高车水库、平堡河螺丝冲引水工程、在建的瓮偿水库、凤山镇泉水和再生水，P=95%年供水量分别为 1200 万 m^3、382 万 m^3、114 万 m^3、37 万 m^3 和 193 万 m^3，可供水量合计 1926 万 m^3，2025 年福泉市区需水量 2009 万 m^3，缺水量 83 万 m^3。凤山水库配置后，2025 年凤山水库 P=95%对福泉市区可供水量为 83 万 m^3，福泉市区需水基本得到满足。

2030 年福泉市区供水水源为已建的高车水库、平堡河螺丝冲引水工程、在

建的瓮偿水库、凤山镇泉水和再生水，P=95%年供水量分别为 1200 万 m^3、382 万 m^3、114 万 m^3、37 万 m^3 和 241 万 m^3，可供水量合计 1974 万 m^3，2030 年福泉市区需水量 2769 万 m^3，缺水量 795 万 m^3。凤山水库配置后，2030 年凤山水库 P=95%对福泉市区可供水量为 795 万 m^3，福泉市区需水基本得到满足。

（2）瓮安县城供需平衡分析

2025 年瓮安县供水水源为落马塘水库、水冲河水库，在建的胜土水库、规划的察耳岩水库和再生水，P=95%年供水量分别为 240 万 m^3、153 万 m^3、119 万 m^3、1030 万 m^3 和 310 万 m^3，可供水量合计 1852 万 m^3，2025 年瓮安县城区需水量 2979 万 m^3，缺水量 1127 万 m^3。凤山水库配置后，2025 年凤山水库 P=95%对瓮安县城可供水量为 1127 万 m^3，瓮安县需水基本得到满足。

2030 年瓮安县供水水源为落马塘水库、水冲河水库，在建的胜土水库、规划的察耳岩水库和再生水，P=95%年供水量分别为 240 万 m^3、153 万 m^3、119 万 m^3、1030 万 m^3 和 368 万 m^3，可供水量合计 1909 万 m^3，2030 年瓮安县城区需水量 3540 万 m^3，缺水量 1631 万 m^3。凤山水库配置后，2030 年凤山水库 P=95%对瓮安县城可供水量为 1631 万 m^3，瓮安县需水基本得到满足。

（3）马场坪工业园区供需平衡分析

2025 年马场坪工程园区供水水源为已建的高车水库、企业自备河道提水泵站，P=95%年供水量分别为 1850 万 m^3、307 万 m^3，可供水量合计 2157 万 m^3，2025 年马场坪工业园区需水量 5383 万 m^3，缺水量 3226 万 m^3。凤山水库配置后，2025 年凤山水库 P=95%对马场坪工业园区可供水量为 3226 万 m^3，马场坪工业园区需水基本得到满足。

2030 年马场坪工程园区供水水源为已建的高车水库、企业自备河道提水泵站，P=95%年供水量分别为 1850 万 m^3、307 万 m^3，可供水量合计 2157 万 m^3，2030 年马场坪工业园区需水量 6398 万 m^3，缺水量 4241 万 m^3。凤山水库配置后，2030 年凤山水库 P=95%对马场坪工业园区可供水量为 4241 万 m^3，马场坪工业园区需水基本得到满足。

（4）龙昌工业园区供需平衡分析

2025 年龙昌工业园供水水源为已建的企业自备河道提水泵站，P=95%年供水量 286 万 m^3，2025 年龙昌工业园区需水量 935 万 m^3，缺水量 649 万 m^3。凤

山水库配置后，2030 年凤山水库 P=95%对龙昌工业园区可供水量为 649 万 m^3，龙昌工业园区需水基本得到满足。

2030 年龙昌工业园供水水源为已建的企业自备河道提水泵站，P=95%年供水量 286 万 m^3，2030 年龙昌工业园区需水量 1111 万 m^3，缺水量 825 万 m^3。凤山水库配置后，2030 年凤山水库 P=95%对龙昌工业园区可供水量为 825 万 m^3，龙昌工业园区需水基本得到满足。

（5）受水区水资源供需平衡

受水区 2025 年 P=95%年需水量 11034 万 m^3，当地水源工程可供水量（已考虑再生水水量）6326 万 m^3，缺水量 7492 万 m^3，缺水率 54.22%。凤山水库配置后，各受水区需水基本得到满足。具体受水对象设计水平年供需分析见表 5.1.2-3。

表 5.1.2-3　　设计水平年受水区水资源供需分析成果表　　单位：万 m^3

受水区	需水量	其他水源可供水量	缺水量	凤山水库配置前缺水率	凤山水库可供水量
福泉市区	2009	1926	83	-4%	83
瓮安县城	2707	1852	855	-32%	855
马场坪工业园	5383	2157	3226	-60%	3226
龙昌工业园	935	286	649	-69%	649
受水区合计	11034	6221	4813	-44%	4813

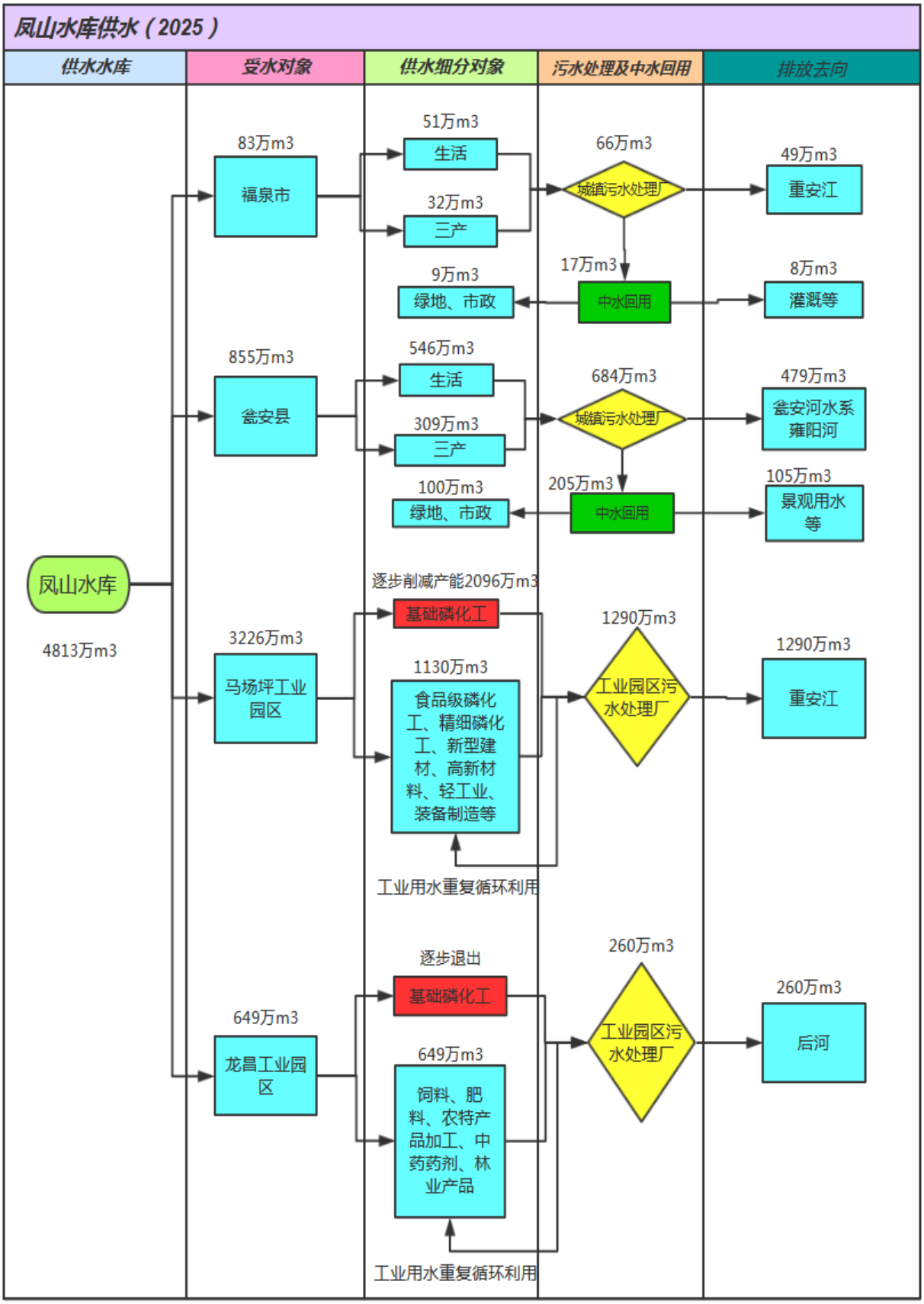


图 5.1.2-1　2025 年凤山水库供水去向示意图

受水区 2030 年 P=95%年需水量 13818 万 m^3，当地水源工程可供水量 6326 万 m^3，缺水量 7492 万 m^3，缺水率 54.22%。凤山水库配置后，各受水区需水基本得到满足。具体受水对象设计水平年供需分析见表 5.1.2-3。

表 5.1.2-3　　设计水平年受水区水资源供需分析成果表　　单位：万 m^3

受水区	需水量	其他水源可供水量	缺水量	凤山水库配置前缺水率	凤山水库可供水量
福泉市区	2769	1974	795	-29%	795
瓮安县城	3541	1909	1631	-46%	1631
马场坪工业园	6398	2157	4241	-66%	4241
龙昌工业园	1111	286	825	-74%	825
受水区合计	13818	6326	7492	-54%	7492

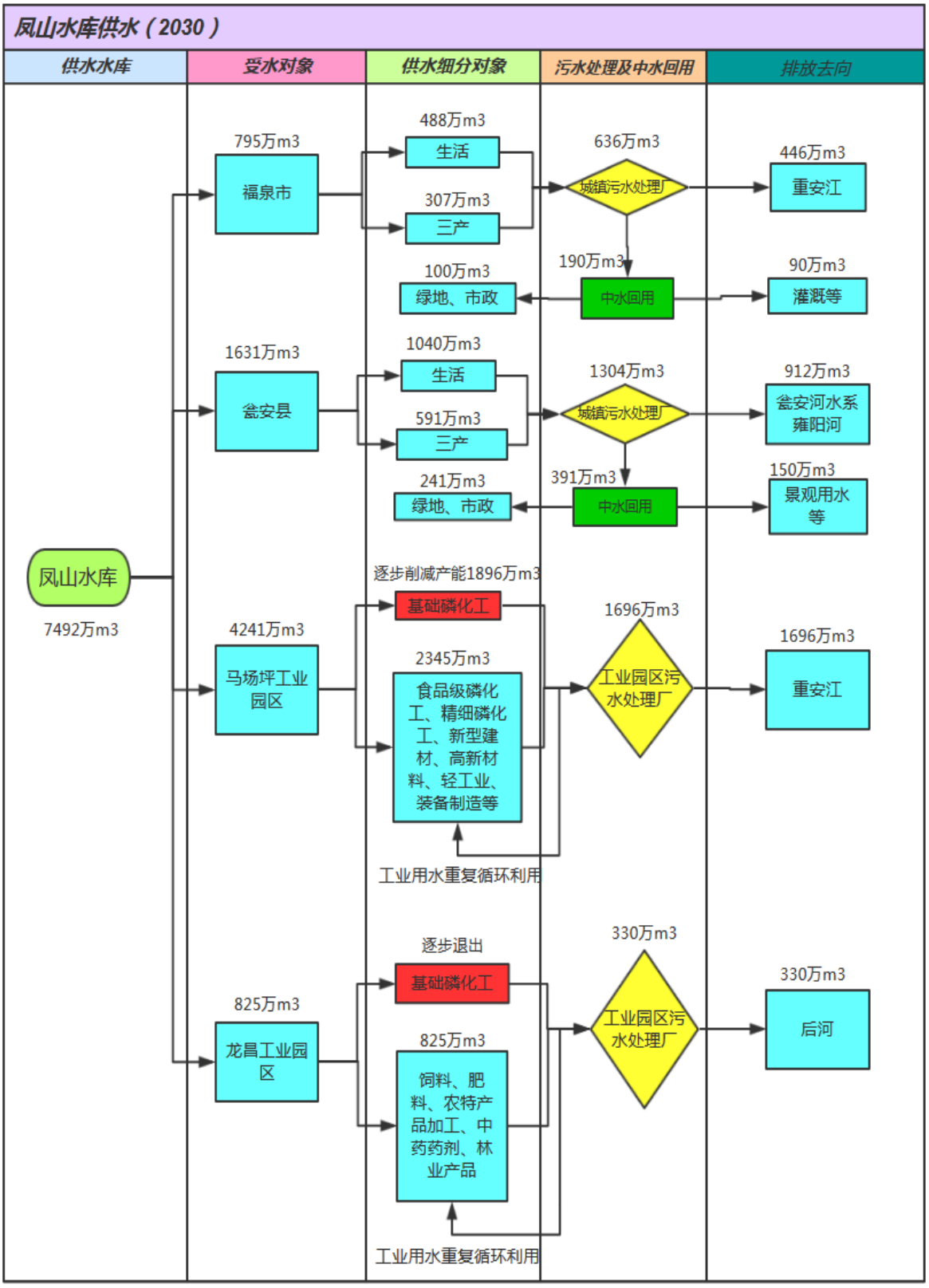


图 5.1.2-2　2030 年凤山水库供水去向示意图

5.1.3 对水资源配置的影响

5.1.3.1 水资源配置方案

凤山水库工程建成后，多年平均可向受水区配水量 7310 万 m^3。至 2030 年

受水区 P=95%总供水量 13818 万 m^3，其中水库工程供水量 12198 万 m^3，占 88.3%，受水区供水水源以调节能力较高的水库为主，水库供水调节能力强，供水保障程度较高。凤山水库工程配水后，受水区将不再缺水。凤山水库工程受水区水量分配情况见表 5.1.3-1。

表 5.1.3-1　　设计水平年受水区配水量表　　单位：万 m^3/a

供水对象	总供水量	
	P=95%	多年平均
瓮安县城	1630	1470
福泉市区	795	790
马场坪工业园	4240	4230
龙昌工业园	825	820
合计	7490	7310

5.1.3.2 对流域水资源开发利用率的影响

本节对重安江干流坝址下游受减水影响较大的 30km 的关键断面水资源开发利用情况进行分析，顺序以重安江干流为主线依次向下，主要分析内容各位各断面来水量、余水量、总体水量关系、水资源开发利用程度

1）坝址断面

至规划水平年 2030 年，坝址断面工程设计取用水量 7310 万 m^3，占坝址处天然多年平均来水量 2.14 亿 m^3 的 34.14%，占重安江流域多年平均水资源总量 13.65 亿 m^3 的 5.35%，至规划水平年 2030 年，坝址断面剩余水量 1.2 亿 m^3，占坝址天然多年平均来水量 2.18 亿 m^3 的 55.05%。

2）三江口断面（坝址下游 11km）

坝址至三江口断面区间汇入平堡河、阿里堡河、围阻河、后河等支流，由于该河段重安江干流两岸均为峡谷，水低山高，不便于取水，主要由各支流取水，供给马场坪工业园区、福泉市区及周边乡镇，退水也主要汇入阿里堡河、后河等支流，仅考虑取水量，不考虑退水汇入水量情况下，至规划水平年 2030 年，三江口断面剩余水量 3.3 亿 m^3，占三江口天然多年平均来水量 4.69 亿 m^3 的 70.36%，

3）鸭爪坝断面（坝址下游 13km）

三江口至鸭爪坝断面区间汇入皮陇河等支流，区间取水较少，主要供给周边少量企业、乡镇，仅考虑取水量，不考虑退水汇入水量情况下，至规划水平年 2030 年，鸭爪坝断面剩余水量 3.77 亿 m^3，占鸭爪坝天然多年平均来水量 5.18 亿 m^3

的 72.78%，

4）凤山新桥断面（坝址下游 26km）

鸭爪坝至凤山新桥断面两面城镇及企业较少，区间基本没有取水，至规划水平年 2030 年，凤山新桥断面剩余水量 3.95 亿 m^3，占凤山新桥天然多年平均来水量 5.36 亿 m^3 的 73.69%，

5）洗布河汇口下游断面（坝址下游 30km）

凤山新桥至洗布河汇口下游断面主要是洗布河汇入，扣除相关周边灌溉、城镇取水，不考虑退水的情况下，至规划水平年 2030 年，洗布河汇口下游断面剩余水量 5.72 亿 m^3，占该断面天然多年平均来水量 7.31 亿 m^3 的 76.88%。

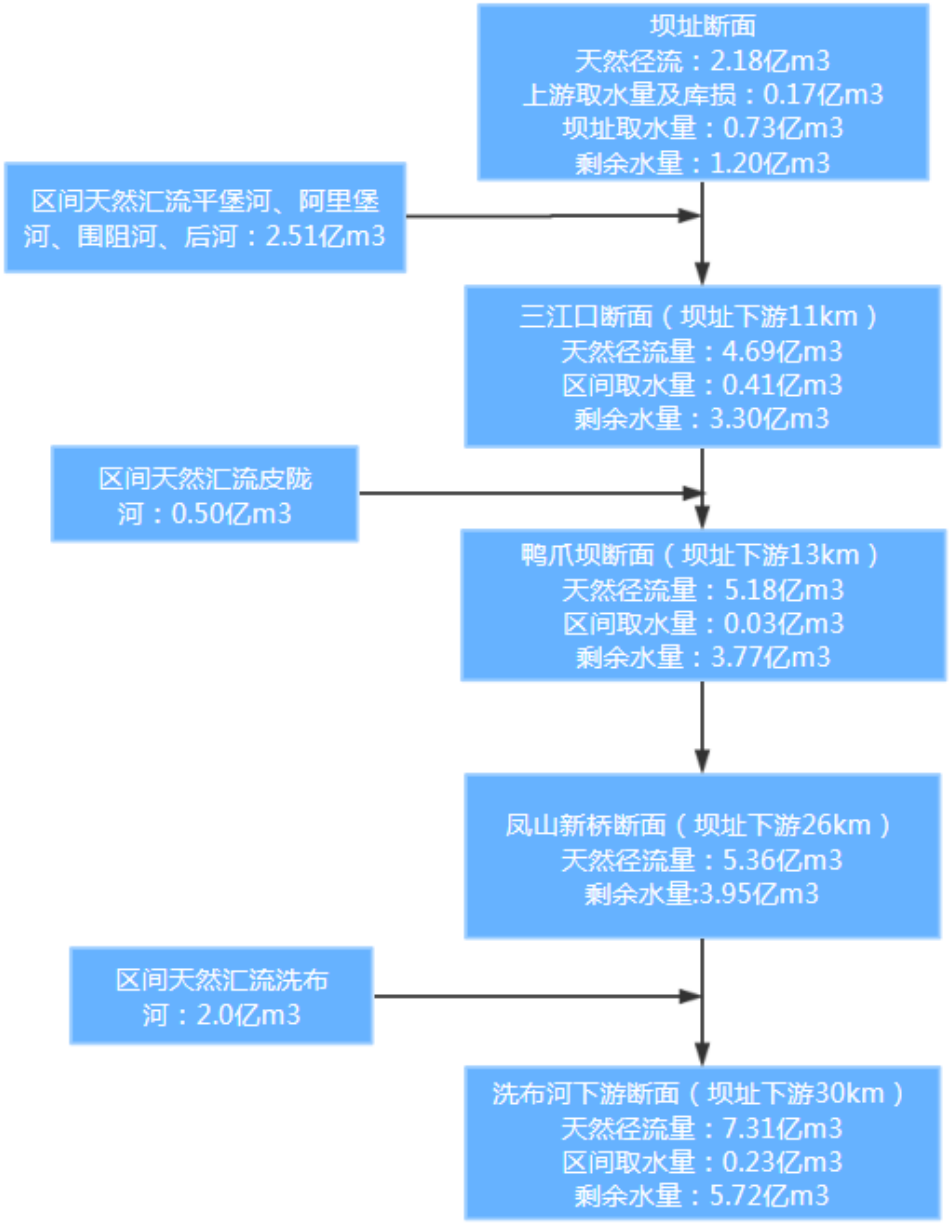


图 5.1.3-1　设计水平年坝址下游各断面水资源配置图

5.1.3.3 对水资源量时空分配的影响

凤山水库调节库容 0.97 亿 m^3，工程实施将进一步改变对重安江水资源的时空分布。在汛期，水库充分利用调节库容对洪水实施拦蓄、削减洪峰，增加水资源在水库的滞留时间，改变天然河道的洪水暴涨、暴落现象；在枯期，除根据供水任务蓄积坝址上游来水外，利用调节库容满足坝址下游生态用水量。

（1）相对天然径流量的影响

在丰水年（P=10%），4 月、5 月份为蓄水期，坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 16%（5 月）~86%（8 月），全年下泄径流量为入库径流量的 62%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量占入库径流量的 63%，水生生态敏感期（4 月-7 月）下泄径流量占入库径流量的 53.97%。

在平水年（P=50%），坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 40%（12 月）~82%（7 月），全年下泄径流量为入库径流量的 58%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量占入库径流量的 61.33%，水生生态敏感期（4 月-7 月）下泄径流量占入库径流量的 64.49%。

在偏枯水年（P=75%），坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 24%（5 月）~189%（次年 3 月），全年下泄径流量为入库径流量的 52%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量占入库径流量的 43.88%，水生生态敏感期（4 月-7 月）下泄径流量占入库径流量的 44.43%。

在枯水年（P=90%），坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 29%（5 月）~131%（12 月），全年下泄径流量为入库径流量的 68%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量占入库流量的 60.75%，水生生态敏感期（4 月-7 月）下泄径流量占入库径流量的 54.83%。

在特枯年（P=95%），4 月~9 月为蓄水期，坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 31%（9 月）~140%（8 月），全年下泄径流量为入库径流量的 51%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量占入库径流量的 46.32%，水生生态敏感期（4 月-7 月）下泄径流量占入库径流量的 38.64%。

在多年平均条件下，4 月下旬~9 月为蓄水期，坝址断面各月下泄径流量占天然入库径流量的比例为 39%（5 月）~72%（8 月），全年下泄径流量为天然入库

径流量的 56%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量为入库径流量的 56%，水生生态敏感期（4 月-7 月）下泄径流量占入库径流量的 44.68%。

（2）相对黑塘桥水库运行的影响

在丰水年（P=10%），坝址断面下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 30%，各月份坝址断面各月下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 9%（2 月）~78%（5 月）。

在平水年（P=50%），坝址断面下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 30%，各月坝址断面各月下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 1%（4 月）~45%（2 月）。

在偏枯水年（P=75%），坝址断面下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 33%，其中 11 月、12 月、次年 1 月~3 月坝址断面各月下泄径流量较黑塘桥下泄径流量增加 14%（11 月）~141%（3 月），其余月份坝址断面各月下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 12%（11 月）~67%（5 月）。

在枯水年（P=90%），坝址断面下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 12%，其中 8 月~12 月、次年 1 月~3 月坝址断面各月下泄径流量较黑塘桥下泄径流量增加 32%（次年 2 月）~97%（12 月），其余月份坝址断面各月下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 21%（4 月）~61%（5 月）。

在特枯水年（P=90%），坝址断面下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 28%，其中 10 月~12 月、7 月、8 月坝址断面各月下泄径流量较黑塘桥下泄径流量增加 1%（7）~90%（8 月），其余各月坝址断面各月下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 2%（次年 1 月）~66%（次年 3 月）。

在多年平均条件下，坝址断面下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 33%，各月坝址断面各月下泄径流量较黑塘桥下泄径流量减少 5%（次年 1 月）~54%（5 月）。

（3）小结

总的说来，凤山水库的建设整体使得下泄径流量较入库流量和黑塘桥水库运行下泄径流量有不同程度的降低，使得下泄径流过程更加均匀，但部分月份对下游河段起到补水作用。

在偏枯水年 12 月、1~3 月和特枯年份（P=95%）8 月、9 月、11 月、12 月，下泄流量超过入库流量，对下游河道起到补水作用。

在偏枯年（P=75%）11 月、12 月、次年 1 月~3 月，枯水年（P=90%）8 月~12 月、次年 1 月~3 月和特枯年份（P=95%）10 月~12 月、7 月、8 月下泄流量超过黑塘桥水库原下泄流量，对现状下游河道水环境起到改善作用。

凤山水库各来水保证率下供水过程及出入库径流量变化情况见表 5.1.3-2~表 5.1.3-7 及图 5.1.3-1~图 5.1.3-6。

表 5.1.3-2　　凤山水库丰水年（P=10%）供水过程及出入库径流量变化表　　单位：万 m^3

月份		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	合计
入库径流量		3359	4574	3020	4628	2043	2511	1854	1167	652	569	898	1442	26717
库损		111	144	154	154	151	148	146	145	145	137	132	130	1696
黑塘桥水库供水量		187	181	187	187	181	187	181	187	187	169	187	181	2200
黑塘桥水库运行下泄水量		3166	4388	2827	4436	1857	2320	1668	976	460	395	706	1256	24456
新增供水量	马场坪供水量	173	168	173	173	168	173	168	173	173	157	173	168	2041
	龙昌供水量	70	68	70	70	68	70	68	70	70	63	70	68	825
	福泉市区供水量	68	65	68	68	65	68	65	68	68	61	68	65	795
	瓮安供水量	139	89	122	14	87	74	96	130	139	125	139	134	1286
	合计	449	390	432	325	388	385	397	441	449	406	449	435	4947
坝址下泄水量		537	3385	2235	3980	1328	1783	1131	397	385	347	386	534	16438
凤山水库下泄水量占入库径流量比例(%)		16%	74%	74%	86%	65%	71%	61%	34%	59%	61%	43%	37%	62%
黑塘桥下泄水量占入库径流量比例（%）		94%	96%	94%	96%	91%	92%	90%	84%	71%	69%	79%	87%	92%
相比较黑塘桥水库下泄水量变化情况（%）		-78%	-22%	-19%	-10%	-26%	-21%	-29%	-50%	-12%	-9%	-36%	-50%	-30%

表 5.1.3-3　　凤山水库平水年（P=50%）供水过程及出入库径流量变化表　　单位：万 m^3

月份		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	合计
入库径流量		3704	3806	1471	1896	760	3016	1243	801	918	771	580	996	19963
库损		134	151	154	154	151	139	146	145	139	136	133	126	1709
黑塘桥水库供水量		187	181	187	187	181	187	181	187	187	169	187	181	2200
黑塘桥水库运行下泄水量		3512	3620	1278	1704	574	2824	1057	609	727	598	388	810	17701
新增供水量	马场坪供水量	173	168	173	173	168	173	168	173	173	157	173	168	2041
	龙昌供水量	70	68	70	70	68	70	68	70	70	63	70	68	825

	福泉市区供水量	68	65	68	68	65	68	65	68	68	61	68	65	795
	瓮安供水量	72	49	139	139	134	95	119	139	139	125	139	134	1421
	合计	382	350	449	449	435	406	420	449	449	406	449	435	5082
坝址下泄水量		2593	1979	1206	872	441	2111	721	320	441	324	261	657	11621
凤山水库下泄水量占入库径流量比例(%)		70%	52%	82%	46%	58%	70%	58%	40%	48%	42%	45%	66%	58%
黑塘桥下泄水量占入库径流量比例（%）		95%	95%	95%	87%	90%	76%	94%	85%	76%	79%	78%	67%	89%
相比较黑塘桥水库下泄水量变化情况（%）		-25%	-43%	-13%	-41%	-32%	-6%	-36%	-45%	-28%	-37%	-33%	-1%	-30%

表 5.1.3-4　　凤山水库偏枯水年（P=75%）供水过程及出入库径流量变化表　　单位：万 m^3

月份		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	合计
入库径流量		2244	4078	2022	841	1820	651	487	267	350	286	203	1995	15242
库损		119	134	154	154	143	148	138	128	114	102	92	79	1504
黑塘桥水库供水量		187	181	187	187	181	187	181	187	187	169	187	181	2200
黑塘桥水库运行下泄水量		2052	3892	1830	649	1633	459	301	98	136	112	98	1724	12983
新增供水量	马场坪供水量	173	168	173	173	168	173	168	173	173	157	173	168	2041
	龙昌供水量	70	68	70	70	68	70	68	70	70	63	70	68	825
	福泉市区供水量	68	65	68	68	65	68	65	68	68	61	68	65	795
	瓮安供水量	139	134	122	124	119	139	134	139	139	125	139	134	1585
	合计	449	435	432	435	420	449	435	449	449	406	449	435	5246
坝址下泄水量		539	2284	1233	547	564	384	370	384	382	346	384	539	7926
凤山水库下泄水量占入库径流量比例(%)		24%	56%	61%	65%	31%	59%	76%	144%	109%	121%	189%	27%	52%
黑塘桥下泄水量占入库径流量比例（%）		91%	95%	90%	77%	90%	71%	62%	37%	39%	39%	48%	86%	85%
相比较黑塘桥水库下泄水量变化情况（%）		-67%	-40%	-29%	-12%	-59%	-12%	14%	107%	70%	82%	141%	-60%	-33%

表 5.1.3-5　　凤山水库枯水年（P=90%）供水过程及出入库径流量变化表　　单位：万 m^3

月份		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	合计
入库径流量		1906	2845	2286	472	532	424	300	292	477	394	436	905	11268
库损		137	146	154	154	137	123	110	97	84	75	67	58	1341
黑塘桥水库供水量		187	181	187	187	181	187	181	187	187	169	187	181	2200
黑塘桥水库运行下泄水量		1714	2659	2093	279	346	232	114	100	286	220	244	720	9007
新增供水量	马场坪供水量	173	168	173	173	168	173	168	173	173	157	173	168	2041
	龙昌供水量	70	68	70	70	68	70	68	70	70	63	70	68	825
	福泉市区供水量	68	65	68	68	65	68	65	68	68	61	68	65	795
	瓮安供水量	139	95	139	139	134	139	134	139	139	125	139	134	1592
	合计	449	396	449	449	435	449	435	449	449	406	449	435	5253
坝址下泄水量		553	1792	1486	548	532	382	372	383	382	347	384	525	7662
凤山水库下泄水量占入库径流量比例(%)		29%	63%	65%	116%	100%	90%	124%	131%	80%	88%	88%	58%	68%
黑塘桥下泄水量占入库径流量比例（%）		90%	93%	92%	59%	65%	55%	38%	34%	60%	56%	56%	79%	80%
相比较黑塘桥水库下泄水量变化情况（%）		-61%	-31%	-26%	57%	35%	36%	86%	97%	20%	32%	32%	-21%	-12%

表 5.1.3-6　　凤山水库多年平均供水过程及出入库径流量变化表　　单位：万 m^3

月份		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	合计
入库径流量		2611	3824	3430	1864	1559	1423	1116	732	607	594	757	1347	19863
库损		103	117	137	143	137	132	129	125	118	110	105	101	1457
黑塘桥水库供水量		186	180	186	186	180	186	180	186	186	168	186	180	2192
黑塘桥水库运行下泄水量		2417	3641	3235	1672	1373	1232	931	543	417	424	572	1153	17610
新增供水量	马场坪供水量	173	167	173	173	167	173	167	173	173	156	173	167	2033
	龙昌供水量	70	68	70	70	68	70	68	70	70	63	70	68	822

	福泉市区供水量	67	65	67	67	65	67	65	67	67	61	67	65	792
	瓮安供水量	119	96	107	118	115	123	123	136	138	124	137	129	1466
	合计	429	396	416	428	415	433	423	446	447	404	447	429	5114
坝址下泄水量		1018	2027	2332	1342	951	740	580	403	388	356	394	593	11123
凤山水库下泄水量占入库径流量比例(%)		39%	53%	68%	72%	61%	52%	52%	55%	64%	60%	52%	44%	56%
黑塘桥下泄水量占入库径流量比例（%）		93%	95%	94%	90%	88%	87%	83%	74%	69%	71%	76%	86%	89%
相比较黑塘桥水库下泄水量变化情况（%）		-54%	-43%	-27%	-18%	-27%	-34%	-31%	-19%	-5%	-11%	-24%	-42%	-33%

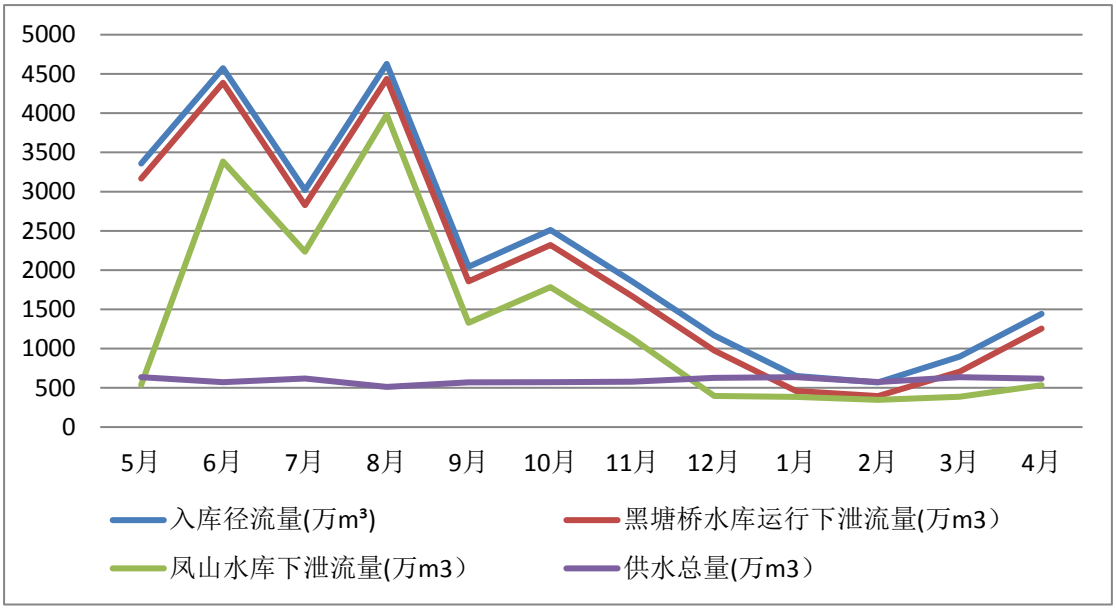


图 5.1.3-1 凤山水库丰水年（P=10%）供水过程及出入库径流量变化图

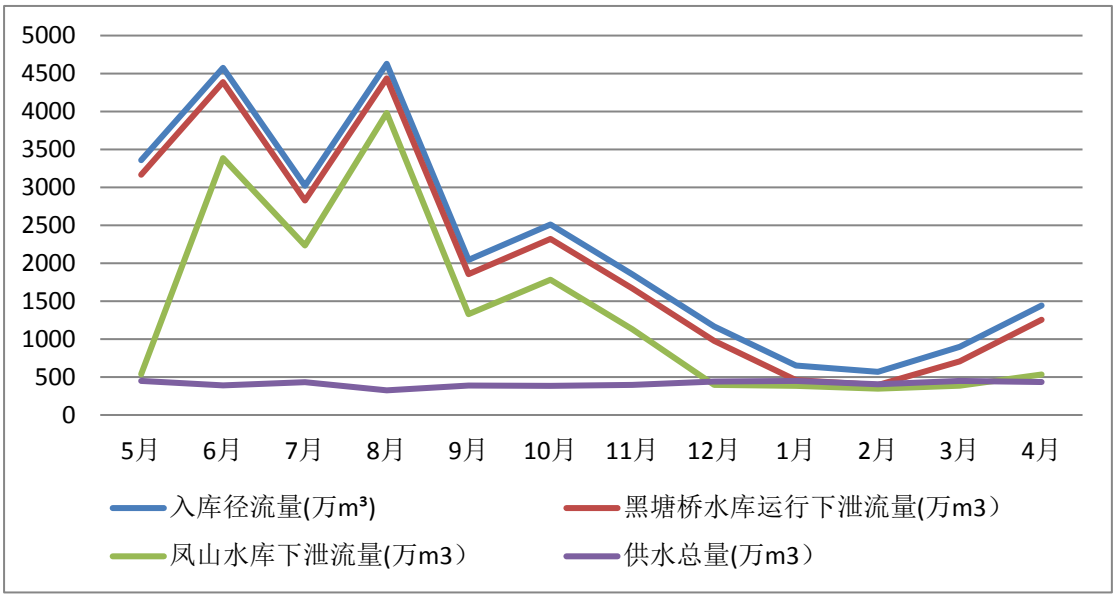


图 5.1.3-2 凤山水库平水年（P=50%）供水过程及出入库径流量变化图

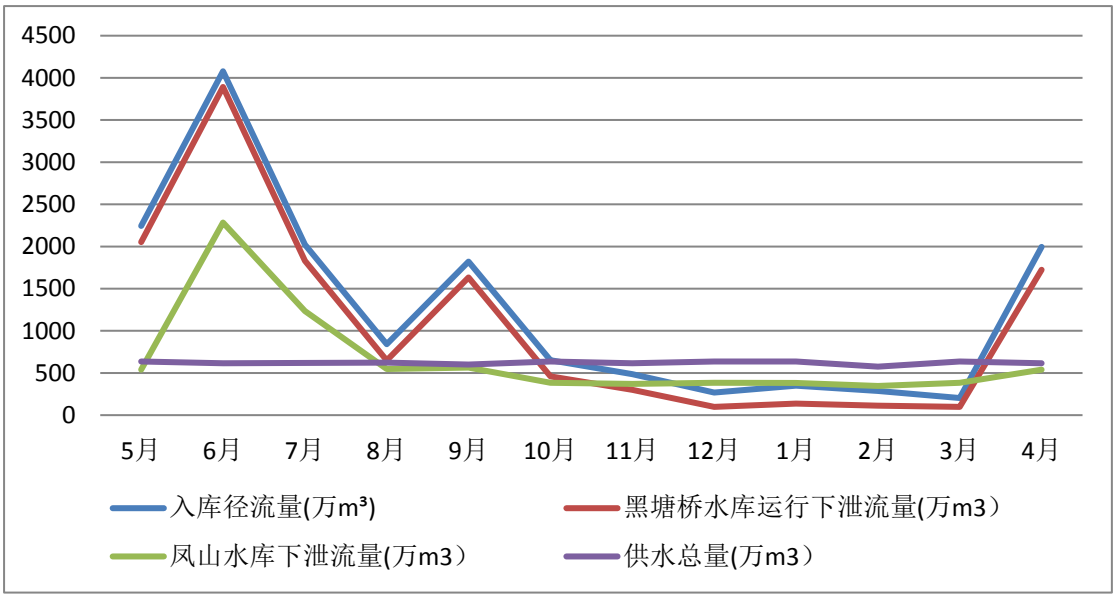


图 5.1.3-3 凤山水库偏枯水年（P=75%）供水过程及出入库径流量变化图

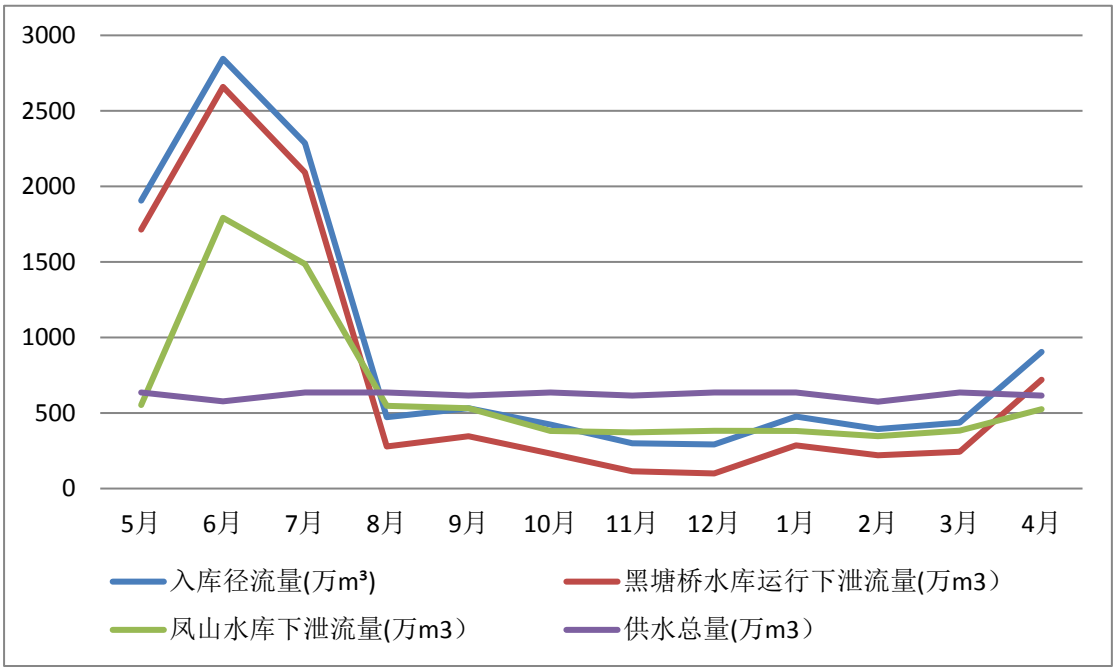


图 5.1.3-4 凤山水库枯水年（P=90%）供水过程及出入库径流量变化图

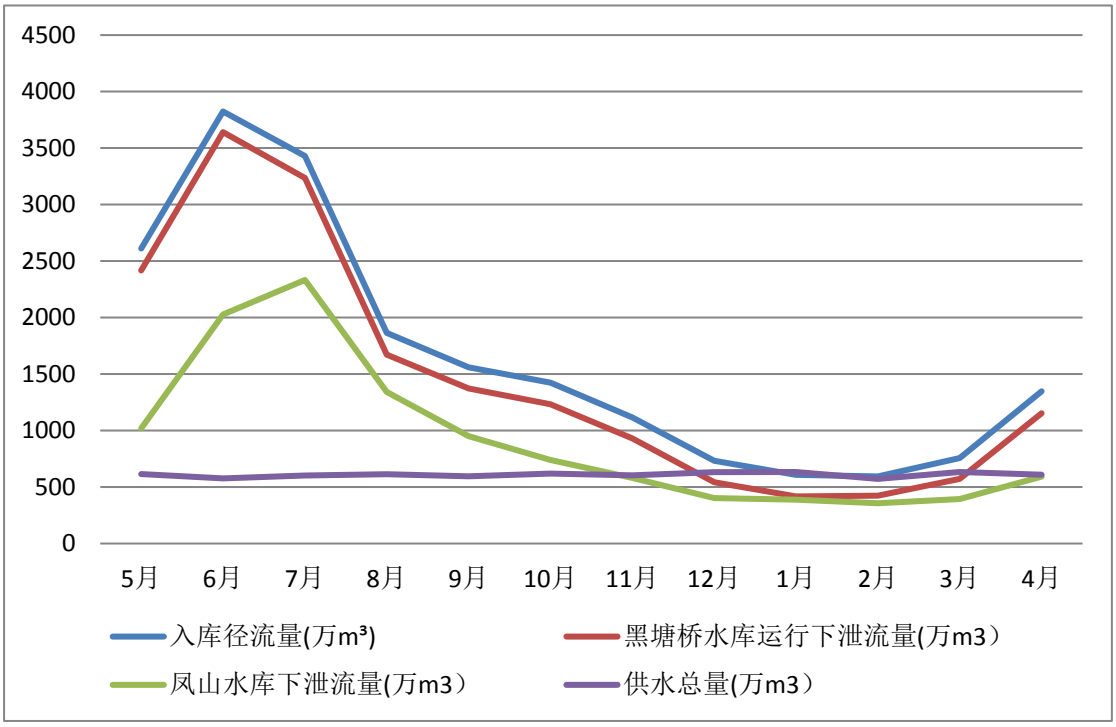


图 5.1.3-5 凤山水库多年平均供水过程及出入库径流量变化图

由于凤山水库坝址下游存在一定的水生生态需求，本工程具有多年调节性能，工程考虑生态优先的调度原则，优化生态调度，设置了加大生态泄水区，在水位位于该区域时候，维持该水位，多余水量均用于加大生态流量下泄，根据调度原则，水库在丰平枯水年能优化调度，减缓 4-5 月水库下泄水量变化幅度，而在特枯水年，由于来流较少，为确保全年生态流量基流，优化相关生态调度效果不大。

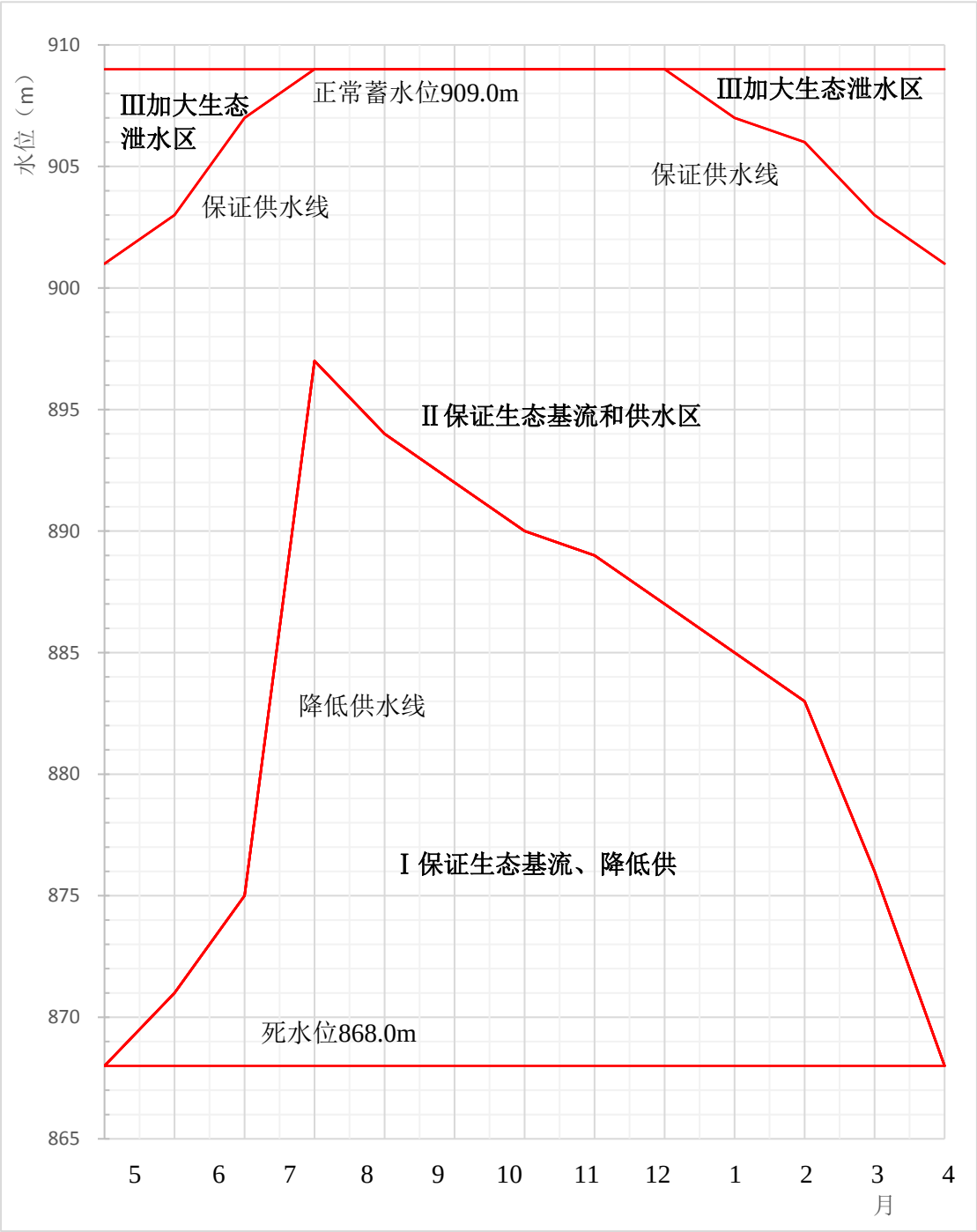


图 5.1.3-7 凤山水库生态优化后的供水调度图

5.1.3.4 供水退水对流域水资源量的影响

至规划水平年 2030 年，新增污水量 3086 万 m^3/a（其中马场坪工业园区 816 万 m^3/a、龙昌工业园 330 万 m^3/a、福泉市区 636 万 m^3/a、瓮安县城 1304 万 m^3/a，替代黑塘桥现状供水的退水 880 万 m^3/a 不计入新增退水中），占凤山坝址处多年平均径流量的 14.02%，占凤山水库工程供水量的 42.24%，占凤山水库工程新增供水量的 60.39%。

重安江流域按退水区域划分，凤山水库库尾以上没有退水，坝下新增退水量1782 万 m^3/a；雍阳河流域退水 1304 万 m^3/a。受水区中瓮安县城、福泉市区、工业园区的退水为集中退水。

凤山水库退水去向详见表5.1.3-8、表5.1.3-9。

表 5.1.3-8　　设计水平年供水区工业用水退水量及去向表　　单位：万 m^3/a

供水对象	供水量(毛)	供水量(净)	退水量(毛)	退水量（净）	退水去向（天然径流量）
马场坪工业园区	2041	1755	816	702	阿里堡河（987 万 m^3）、后河（4653 万 m^3）
	2200	1892	880	757	
龙昌工业园区	825	709	330	284	
合计	5066	4356	2026	1742	

表 5.1.3-9　　设计水平年供水区城乡生活用水退水量及去向表　　单位：万 m^3

供水对象	供水量(毛)	供水量(净)	退水量(毛)	退水量（净）	退水去向（天然径流量）
福泉市区	795	684	636	546	支流阿里堡河（987 万 m^3）、洗布河（21358 万 m^3）
瓮安县城	1631	1403	1304	1122	重安江支流后河（4653 万 m^3）
合计	2358	2086	1940	1669	

5.2 水文情势影响

5.2.1 下泄流量论证

5.2.1.1 坝址下游河段用水需求

（1）生产、生活用水

由于重安江水位较低，两岸多为峭壁，并且由于受福泉市生活、生产污水排放影响，水质较差，凤山水库坝址下游至重安江汇口河段沿岸居民生活用水主要取自沿岸溪沟或山泉水，没有从河道里取水的生活用水设施。

各类农业、工业取水口分布较少，生产用水主要取自支流如围阻河、平堡河、阿里堡河及其他支沟水、泉水等。据调查，目前坝址下游至翁马河汇口处约55.01km 河段主要涉及有 2 个工业取水口、1 个灌溉取水口；翁马河汇口处至重安江汇口处约 38.29km 河段由于区间汇流（$30.7m^3/s$）为凤山坝址处流量（$6.81m^3/s$）的 4.51 倍，区间汇流能保证该河段流量和水位，暂不考虑该河段生产需水要求。坝址下游涉及生产取水口详见表 5.2.1-1。

表 5.2.1-1　　坝址下游重安江河段涉及生产取水口

取水口名称	距离	设计取水流量	取水方式	用途
跨岩水电站	距凤山坝址 3km	0.03m^3/s	拦河取水	设计灌面 432 亩
清河化工	距凤山坝址 7.25km	0.05m^3/s	泵站提水	工业用水 170 万 m^3/a
贵信黄磷厂	距凤山坝址 8.11km	0.04m^3/s	泵站提水	工业用水 136 万 m^3/a

由上表可知，坝址下游河段生产用水设计需水量合计 0.12m^3/s，分别采用拦河取水和泵站提水，泵站取水是从重安江岸边地下泉眼涌出点设置围堰或重安江干流滚水坝回水段设置，对水位没有要求，坝址下游 8.11km 区间汇流约 0.3m^3/s，区间汇流流量能满足下游取水量要求。

此外，凤山水库工程设计水平年已将坝址下游马场坪工业园、瓮福集团及河道两岸工业用水纳入供水任务中，坝下游河段规划设计年无工业生产用水需求。

（2）维持水生生态系统稳定所需要的水量

根据《凤山水库工程水生生物现状调查及影响评价专题评价报告》调查结果，在凤山水库坝址至重安江河口区间干流现状基本无集中的产卵场分布，坝址下游有黄颡鱼、白甲鱼等经济鱼类等。要保证鱼类在该河段内正常的生存、产卵繁殖、休息，就必须保证一定的流量，因此，需考虑水生生态基本需水要求。

（3）维持河流水环境功能的用水量

坝下重安江干流水功能区划为 III 类水域，但由于凤山水库坝址下游有工业、生活污水源排入，部分渣场出现事故渗漏情况，现状坝址下游水质已不满足水功能区划要求，超标项目主要为总磷、氟化物、氨氮。根据《贵州省清水江流域环境保护规划（2015~2020 年）》，要求 2020 年重安江干支流达到 III 类水水质标准，为保证水库建成运行后下游水质不恶化，需考虑水量用于稀释坝址下游水污染物。

（4）地下水补给水量

工程坝址以下重安江干流地下水与地表水的关系为地下水单向补给地表水，因此，不存在维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

（5）风景名胜区水上游览航道需水量

根据景区总体规划，洒金谷景区远期规划水上游览线路 1 段，位于三江口至鸭爪坝景点之间 3.65km 河段，现状整体未开发且也不具备组织水上游览活动的航道条件，远期该河段如开展水上游船活动，则需要开展航道整治工程，通过河

道中建坝抬升水位等措施来使河道能满足行船要求，因此可暂不考虑水上游览航道需水要求，即使远期通过建坝抬升水位，凤山水库坝址以下（不考虑生态流量的情况下）区间干支流汇流多年平均 6.3m^3/s 也可满足其要求。

（6）风景名胜区景观需水量

根据景区总体规划，重安江干流河道两侧分布有昇仙桥、垮岩摩崖、三江口、三江口大桥、葛镜桥、麻哈峡谷、鸭爪坝等 7 处景点，其中仅鸭爪坝景点为水景。

鸭爪坝景点已位于鸭爪坝水电站水库库区，回水范围内不需要考虑景观需水。因此，鸭爪坝景点不需考虑景观需水量。

昇仙桥景点：为桥梁工程构筑物类型，该景点没有特殊流量要求，但不能出现脱水河段。

垮岩摩崖：为摩崖题刻类型，该景点没有特殊流量要求。

三江口：为峡谷河流类型，该景点没有特殊流量要求，但需避免剧烈水位变化，不能出现脱水河段。三江口景点所在河段下游建有 1 处滚水坝，滚水坝壅水长度约 1km，涵盖三江口景点，因此不需考虑景观需水。

三江口大桥：为桥梁工程构筑物类型，该景点没有特殊流量要求。

麻哈峡谷：为峡谷型河流类型，没有特殊流量要求，但不能出现脱水河段，

葛静桥景点：为桥梁工程构筑物类型，该景点没有特殊流量要求，但不能出现脱水河段。

根据风景名胜区影响专题研究报告，结合以上沿河景点的重要性及景观特点，进行了分析，其中由于洒金谷景区主要打造峡谷沿河景观，沿岸景点大部分只是作为远距离观赏，同时需要有水面作为峡谷景观的映衬，由于两岸峡谷较高，水面宽度、水面高度小幅度变化等对景点影响不大，再加上区间滚水坝、小电站较多，峡谷沿河大多均为滚水坝雍高水位，区间支流多年平均汇流 6.3m^3/s 基本可满足现状雍高水位的要求，因此，坝址下游景观需水量没有特殊流量要求，但需要变动范围维持在建库前天然流量变动范围内，严禁出现脱水河段。

（7）河道外植被需水量

根据水文地质查勘结果，重安江为工程区地下水最低排泄基准面，地下水接受大气降水补给，向河床排泄，不存在河道补给山体坡面的情况。因此，河谷两岸的植被需水主要由大气降水补给和岸坡地下水补给，河道减水不会危及两岸植

被的生存。

综上，重安江下游减水河段的用水需求主要为下游维持水生生态系统稳定及污染物稀释所需要的水量。本次评价根据《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），采用水文学法、水力学法分别计算水生生态需水量，根据坝址下游水质预测模型计算污染物稀释所需水量。

5.2.1.2 坝址下游支流汇入情况

凤山水库工程坝址下游至翁马河汇入口区间有平堡河、阿里堡河、围阻河、后河、皮陇河、洗布河、浪波河、翁马河，支流的汇入对坝址下游流量有一定的补给，坝址下游支流情况见表 5.2.1-1。

表 5.2.1-1　　坝址下游支流汇入一览表

河流	距离坝址（km）	集水面积(km²)	河长(km)	平均比降(‰)	多年平均流量(m³/s)	年径流量（亿 m³）	枯期流量(m³/s)	汛期流量(m³/s)
平堡河	1.65	72.5	20.4	4.31	1.44	0.46	0.54	3.34
阿里堡河	5.75	33.2	14.9	3.46	0.29	0.09	0.11	0.67
围阻河	11.11	196	15	6.76	3.34	1.06	1.26	7.74
后河	11.11	72.9	25.4	5.34	1.45	0.46	0.54	3.36
皮陇河	14.28	71.5	27.2	5.31	1.50	0.47	0.56	3.47
洗布河	28.34	348	63	3.55	6.12	2.10	2.31	14.20
浪波河	39.89	344	51.9	13.3	5.50	1.83	2.08	12.76
翁马河	55.01	242	43.9	6.3	3.52	1.23	1.33	8.16

5.2.1.3 一般时段维持水生生态系统所需水量研究方法及计算结果

根据《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）》推荐的维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法，结合重安江河流特征，采用水文学法中的 Tennant 法和最小月平均径流法、水力学法中的 R2-Cross 法等 3 种方法论证下游河段所需的生态需水量，见表 5.2.1-2。

表 5.2.1-2　　技术指南推荐水生生态系统稳定所需水量方法一览表

方法名称		计算方法	适用或限制条件
水文学法	Tennant 法	根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。最小生态用水量不应小于工程所在河流控制断面多年平均流量的 10%	作为河流进行最初目标管理、战略性管理方法使用

方法名称		计算方法	适用或限制条件
	最小月平均径流法	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	适合于干旱、半干旱区域，生态环境目标复杂的河流。对生态目标相对单一的地区，计算结果偏大
水力学法	R2-Cross 法	采用河流宽度、平均水深、平均流速及湿周率指标来评估河流栖息地的保护水平	适用于非季节性中小型河流

（1）水文学法

1）Tennant 法计算结果

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，根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。以预先确定的年平均河流流量的百分数为基础估算河流不同流量对生态的影响。Tennant 法计算标准见表5.2.1-3。

表 5.2.1-3　　**保护鱼类和有关资源的河流流量状况**

流量状况描述	推荐的基流（平均流量的分数）（10 月~次年 3 月）/%	推荐的基流（平均流量的分数）（4 月~9 月）/%
泛滥或最大		200（48~72/h）
最佳范围	60~100	60~100
很好	40	60
好	30	50
良好	20	40
一般或较差	10	30
差或最小	10	10
极差	0~10	0~10

根据Tennant法，所需下泄的最小流量为多年平均流量的10%，即0.681m^3/s。Tennant 法方法简单易操作，比较适合河流进行最初的目标管理和河流的战略性管理，该计算结果可作为其它方法的一种检验。

2）最小月平均径流法计算结果

以凤山水库坝址处90%保证率最枯月平均流量作为减水河段基本生态需水量。

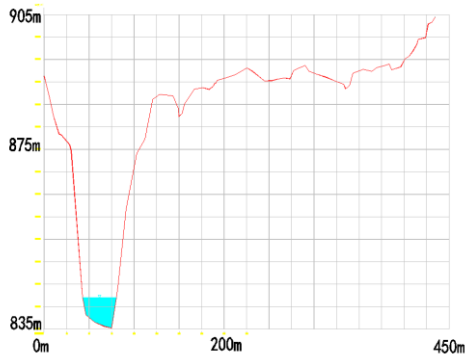
根据1958年1月至2012年12月53个水文年的径流系列资料统计，凤山水库坝址处90%保证率下最枯月均流量为1.43m^3/s。

（2）水力学法

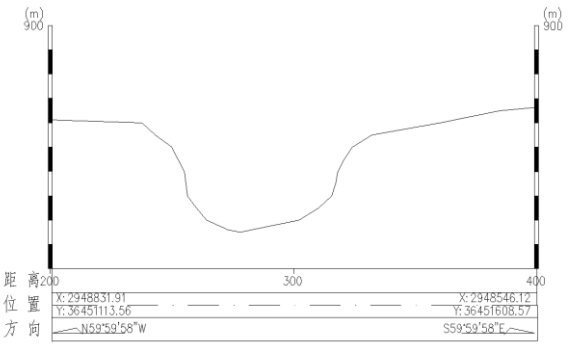
水力学法分湿周法和 R2-Cross 法两种。其中湿周法适用于河床形状稳定的宽浅矩形和抛物线形河道，而评价河段河段河道形态变化较大，根据实测地形数据无稳定的湿周流量关系，不适用于本项目。

R2-Cross 法分单断面法和多断面法，单断面法以一个代表性断面为研究对象，代表一条河的特征，而多断面法认为一个断面代表整条河流的特征信息容易产生误差，故选用多断面的平均值，其计算结果更接近河流的真实情况。

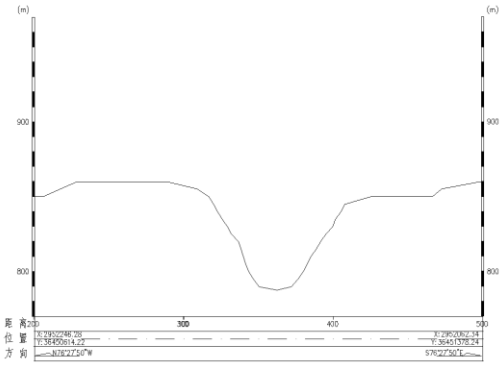
本次评价在选择了下游平堡河汇口断面（坝址下游 3km）、阿里堡河汇口上游断面（坝址下游 6km）、三江口上游断面（坝址下游 10km）、麻哈峡谷断面（坝址下游 11km）、豆腐桥断面（坝址下游 14km）、鸭爪坝断面（坝址下游 15km）、羊昌河断面（坝址下游 22km）共 7 个代表断面（断面地形及位置示意图见 5.2.1-1、图 5.2.1-2，通过这 7 个断面特征水文参数的变化来分析论证减水河段所需的最小生态流量。



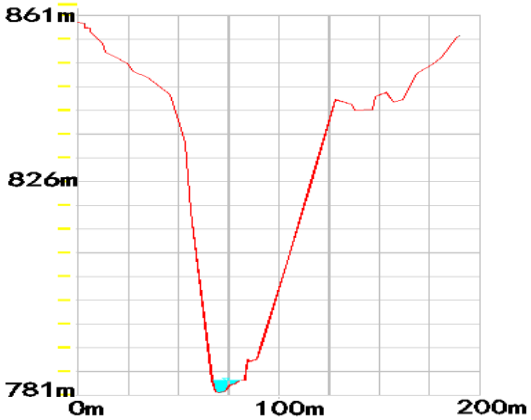
平堡河汇口断面 1



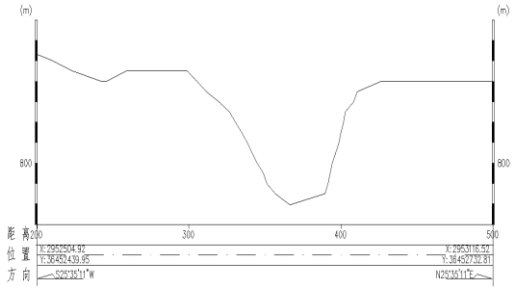
阿里堡河汇口上游断面 2



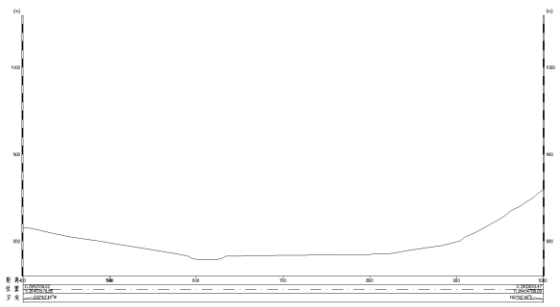
三江口上游断面 3



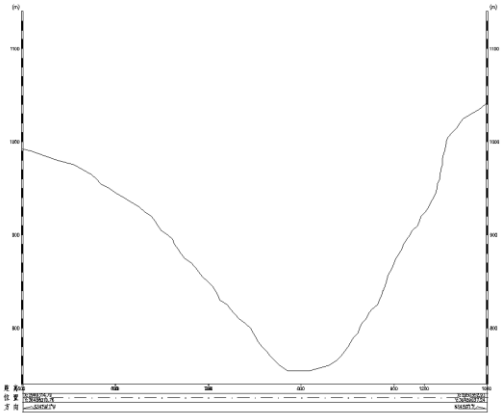
麻哈峡谷断面 4



豆腐桥断面 5



鸭爪坝断面 6



羊昌河断面 7

图 5.2.1-1 断面示意图

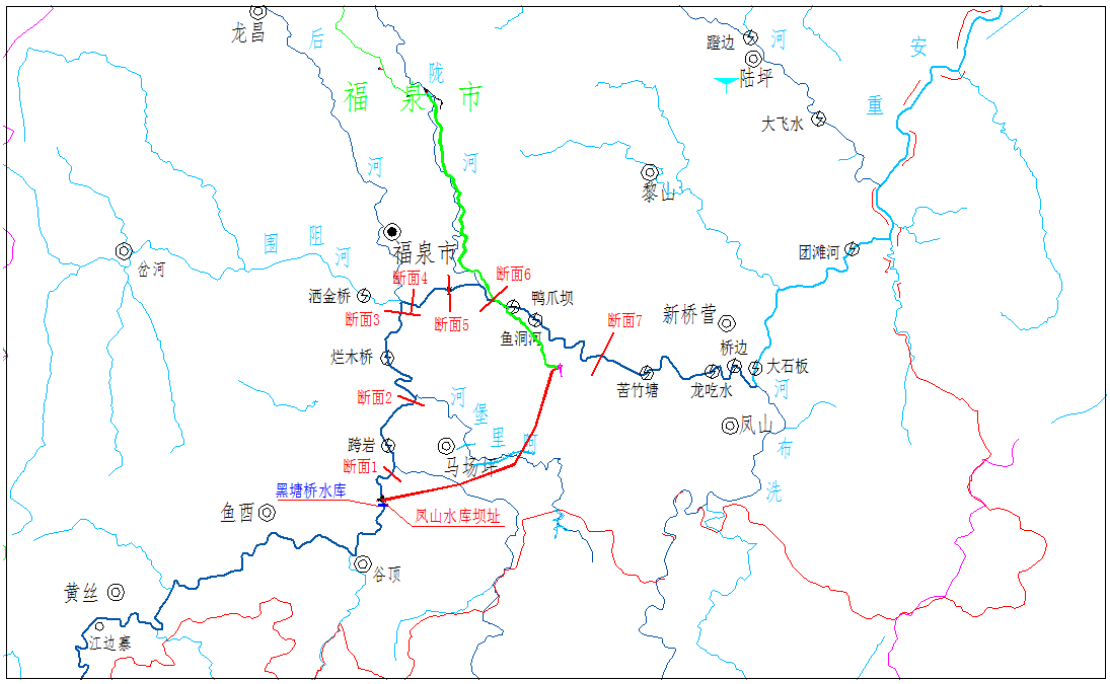


图 5.2.1-2 断面位置示意图

考虑多年平均流量条件下的坝下区间支流汇入，以坝址下泄多年平均流量的

10%、15%、20%、30%、35%、50%、100%以及 90%最枯月平均流量的生态基流计算水力参数，结合水位流量关系曲线确定断面相应的水面宽度、平均流速、平均水深、湿周率等，然后与标准进行对比分析。R2-Cross 法确定最小流量的标准见表 5.2.1-4。

表 5.2.1-4　　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

经采用 HEC-RAS 模型进行一维水力计算，得到凤山水库坝址下泄不同流量工况时各断面湿周、断面面积、水深、流速等水力学参数，计算结果见表 5.2.1-5。

表 5.2.1-5　　坝下游减水河段生态水力学参数计算成果表

断面	凤山水库下泄流量(m^3/s)	断面流量(m^3/s)	水位(m)	断面面积(m^2)	水面宽(m)	湿周(m)	湿周率(%)	水力半径(m)	最大水深(m)	平均水深(m)	平均流速(m/s)
平堡河汇口断面1（坝址下游3km）	10%坝址多年平均流量（0.68）	0.64	837.06	25.51	23.15	24.15	80	1.06	1.82	1.10	0.03
	15%坝址多年平均流量（1.02）	1.01	837.12	27.11	23.63	24.67	82	1.10	1.89	1.15	0.04
	20%坝址多年平均流量（1.36）	1.38	837.19	28.74	24.10	25.18	84	1.14	1.95	1.19	0.05
	90%最枯月平均流量（1.43）	1.47	837.21	29.15	24.22	25.30	84	1.15	1.97	1.20	0.05
	30%坝址多年平均流量（2.04）	2.97	837.49	36.14	26.14	27.38	91	1.32	2.25	1.38	0.08
	35%坝址多年平均流量（2.38）	3.32	837.53	37.40	26.47	27.74	92	1.35	2.30	1.41	0.09
	50%坝址多年平均流量（3.40）	4.24	837.59	38.87	26.85	28.16	93	1.38	2.35	1.45	0.11
	100%坝址多年平均流量（6.81）	8.69	837.86	46.26	28.69	30.15	100	1.53	2.62	1.61	0.19
阿里堡断面2	10%坝址多年平均流量（0.68）	0.82	815.50	1.30	5.00	5.10	41	0.25	0.50	0.25	0.60
	15%坝址多年平均流量（1.02）	1.27	815.61	1.84	6.06	6.18	49	0.30	0.61	0.30	0.68
	20%坝址多年平均流量（1.36）	1.71	815.67	2.28	6.69	6.83	54	0.33	0.67	0.33	0.73
	90%最枯月平均	3.19	815.85	3.67	8.52	8.69	69	0.42	0.85	0.42	0.86

断面	凤山水库下泄流量(m³/s)	断面流量(m³/s)	水位(m)	断面面积(m²)	水面宽(m)	湿周(m)	湿周率(%)	水力半径(m)	最大水深(m)	平均水深(m)	平均流速(m/s)
（坝址下游6km）	流量（1.43）										
	30%坝址多年平均流量（2.04）	3.45	815.88	3.88	8.76	8.93	71	0.43	0.88	0.43	0.87
	35%坝址多年平均流量（2.38）	3.89	815.92	4.26	9.18	9.36	75	0.45	0.92	0.45	0.90
	50%坝址多年平均流量（3.40）	5.05	816.02	5.19	10.12	10.33	82	0.50	1.02	0.50	0.97
	100%坝址多年平均流量（6.81）	10.33	816.32	8.61	12.24	12.54	100	0.68	1.32	0.68	1.19
三江口断面3（坝址下游10km）	10%坝址多年平均流量（0.68）	0.95	787.97	0.99	4.03	4.14	36	0.23	0.47	0.23	0.91
	15%坝址多年平均流量（1.02）	1.49	788.07	1.41	4.88	5.01	43	0.28	0.57	0.28	1.03
	20%坝址多年平均流量（1.36）	2.03	788.14	1.78	5.48	5.63	49	0.31	0.64	0.31	1.12
	90%最枯月平均流量（1.43）	4.78	788.38	3.39	7.57	7.78	67	0.43	0.88	0.43	1.39
	30%坝址多年平均流量（2.04）	4.72	788.38	3.36	7.54	7.74	67	0.43	0.88	0.43	1.38
	35%坝址多年平均流量（2.38）	5.26	788.42	3.65	7.86	8.07	70	0.45	0.92	0.45	1.42
	50%坝址多年平均流量（3.40）	6.55	788.50	4.33	8.60	8.84	77	0.49	1.00	0.49	1.51
	100%坝址多年平均流量（6.81）	13.51	788.81	7.42	11.24	11.55	100	0.64	1.31	0.64	1.81
麻哈峡谷断面4(坝址下游11km)	10%坝址多年平均流量（0.68）	1.04	782.99	8.48	7.81	8.85	45	0.96	1.51	1.09	0.12
	15%坝址多年平均流量（1.02）	1.66	783.10	9.37	8.09	9.22	53	1.02	1.62	1.16	0.18
	20%坝址多年平均流量（1.36）	2.27	783.21	10.28	8.99	10.20	60	1.01	1.73	1.14	0.22
	90%最枯月平均流量（1.43）	5.97	783.87	17.95	13.03	14.69	61	1.22	2.40	1.38	0.33
	30%坝址多年平均流量（2.04）	5.67	783.82	17.25	12.80	14.41	93	1.20	2.34	1.35	0.33
	35%坝址多年平均流量（2.38）	6.29	783.93	18.70	13.29	14.98	93	1.25	2.46	1.41	0.34
	50%坝址多年平均流量（3.40）	7.67	784.18	22.29	16.53	18.43	94	1.21	2.70	1.35	0.34
	100%坝址多年平均流量（6.81）	15.90	784.72	31.22	16.80	19.53	100	1.60	3.24	1.86	0.51
豆腐桥断	10%坝址多年平均流量（0.68）	1.09	780.32	2.02	4.89	5.21	36	0.39	0.82	0.39	0.54
	15%坝址多年平均流量（1.02）	1.74	780.48	2.87	5.84	6.21	43	0.46	0.98	0.46	0.60

断面	凤山水库下泄流量(m³/s)	断面流量(m³/s)	水位(m)	断面面积(m²)	水面宽(m)	湿周(m)	湿周率(%)	水力半径(m)	最大水深(m)	平均水深(m)	平均流速(m/s)
面5（13km）	20%坝址多年平均流量（1.36）	2.39	780.60	3.63	6.55	6.97	49	0.52	1.10	0.52	0.65
	90%最枯月平均流量（1.43）	6.57	781.12	7.80	9.63	10.25	67	0.76	1.62	0.76	0.84
	30%坝址多年平均流量（2.04）	6.15	781.08	7.42	9.40	10.00	67	0.74	1.58	0.74	0.83
	35%坝址多年平均流量（2.38）	6.80	781.14	7.99	9.75	10.37	70	0.77	1.64	0.77	0.85
	50%坝址多年平均流量（3.40）	8.23	781.26	9.23	10.48	11.14	77	0.83	1.76	0.83	0.89
	100%坝址多年平均流量（6.81）	17.09	781.81	15.96	13.78	14.66	100	1.09	2.31	1.09	1.07
鸭爪坝断面6（坝址下游15km）	10%坝址多年平均流量（0.68）	1.15	770.50	3.92	31.50	31.63	86	0.12	0.33	0.12	0.24
	15%坝址多年平均流量（1.02）	1.84	770.54	5.26	32.26	32.41	88	0.16	0.37	0.16	0.28
	20%坝址多年平均流量（1.36）	2.52	770.58	6.60	33.02	33.19	90	0.19	0.41	0.19	0.33
	90%最枯月平均流量（1.43）	7.25	770.78	13.31	35.10	35.36	96	0.38	0.61	0.38	0.52
	30%坝址多年平均流量（2.04）	6.70	770.76	12.65	35.02	35.27	96	0.36	0.59	0.36	0.50
	35%坝址多年平均流量（2.38）	7.39	770.78	13.47	35.12	35.39	96	0.38	0.62	0.38	0.53
	50%坝址多年平均流量（3.40）	8.88	770.83	15.24	35.34	35.63	97	0.43	0.67	0.43	0.57
	100%坝址多年平均流量（6.81）	18.46	771.08	24.14	36.41	36.83	100	0.66	0.91	0.66	0.76
羊昌河断面7（坝址下游17km）	10%坝址多年平均流量（0.68）	1.16	754.12	2.72	23.49	23.54	89	0.12	0.12	0.12	0.40
	15%坝址多年平均流量（1.02）	1.85	754.15	3.61	23.68	23.75	90	0.15	0.15	0.15	0.48
	20%坝址多年平均流量（1.36）	2.55	754.19	4.51	23.87	23.95	91	0.19	0.19	0.19	0.56
	90%最枯月平均流量（1.43）	7.38	754.36	8.67	24.73	24.89	94	0.35	0.36	0.35	0.84
	30%坝址多年平均流量（2.04）	6.80	754.35	8.23	24.64	24.80	94	0.33	0.35	0.33	0.81
	35%坝址多年平均流量（2.38）	7.50	754.37	8.76	24.75	24.91	94	0.35	0.37	0.35	0.85
	50%坝址多年平均流量（3.40）	9.00	754.41	9.84	24.97	25.15	95	0.39	0.41	0.39	0.91
	100%坝址多年平均流量（6.81）	18.72	754.64	15.57	26.10	26.38	100	0.59	0.64	0.59	1.20

由于凤山水库坝址下游河段河道形态各异，天然流速缓急相间，景区上边界部断面多年平均流量下天然流速小于 0.3m/s，因此不把平均流速做为该断面的判别指标。

根据断面计算结果，当凤山坝址下泄 90%最枯月平均流量时，景区上边界断面处多年平均流量为 1.97m³/s，水面宽度 25.21m，平均水深 1.26m，湿周率 84%，其余指标均满足 R2-Cross 法的标准；

阿里堡河断面多年平均流量 3.19m³/s，水面宽 8.52m，平均水深 0.42m，湿周率 69%，平均流速 0.86m/s，满足 R2-Cross 法的标准。

三江口上游断面多年平均流量 4.72m³/s，水面宽 7.57m，平均水深 0.43m，湿周率 67%，平均流速 1.39m/s，满足 R2-Cross 法的标准。

景区中部断面多年平均流量 3.58m³/s，水面宽 10.86m，平均水深 1.12m，湿周率 61%，平均流速 0.33m/s，满足 R2-Cross 法的标准。

豆腐桥断面多年平均流量 6.57m³/s，水面宽 9.63m，平均水深 0.74m，湿周率 67%，平均流速 0.83m/s，满足 R2-Cross 法的标准。

鸭爪坝断面多年平均流量 7.25m³/s，水面宽 35.10m，平均水深 0.38m，湿周率 96%，平均流速 0.50m/s，满足 R2-Cross 法的标准。

羊昌河断面多年平均流量 7.38m³/s，水面宽 24.73m，平均水深 0.35m，湿周率 94%，平均流速 0.84m/s，满足 R2-Cross 法的标准。

综上所述，采用 R2-Cross 法确定的维持水生生态系统基本稳定所需的流量为 90%最枯月平均流量，即 1.43m³/s。

（3）水生生态需水量确定

综合以上 2 种计算方法，维持凤山水库下游减水河段生态系统基本稳定所需的最低流量均为坝址断面 90%保证率下最枯月平均流量，即 1.43m³/s。同时根据水利部水利水电规划设计总院《关于印发<水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见>的通知》(水总环移[2010]248 号)，我国南方河流，生态基流应不小于 90%最枯月平均流量和多年平均天然径流量的 10%两者之间的大值，也可采用 Tennant 法取多年平均天然径流量的 20~30%以上。为更好地维护下游河段生态环境，确定在枯水期（10 月~3 月）最低下泄流量为坝址断面 90%保证率下最枯月平均流量，即 1.43m³/s，在丰水期（4 月~9 月）最低下泄流量为 30%坝址多年

平均流量，即为 2.04m³/s。

5.2.1.4 坝址下游污染物稀释研究方法及验算结果

由于坝址下游现状水质较差，贵州省及地方政府制定了《贵州省清水江流域水环境保护规划（2015-2020 年）》《清水江流域水体达标方案（2017-2020）》《清水江流域（黔南州境内）水体达标方案（2017-2020）》《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划（2017-2030）》。

在以上规划中，《贵州省清水江流域水环境保护规划（2015-2020 年）》《清水江流域水体达标方案（2017-2020）》《清水江流域（黔南州境内）水体达标方案（2017-2020）》等规划编制时间较早，未考虑凤山水库建设及运行过程中相关影响及要求。

由于凤山水库建成后，对坝址下游水文情势及退水有所影响，地方政府进一步修订了《清水江流域（黔南州境内）水体达标方案（2017-2020）》，编制了《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划（2017-2030）》，规划依据《水域纳污能力计算规程》（GBT25173-2010）中流量采用 90%保证率最枯月平均流量的要求，采用 90%保证率最枯月平均流量 1.43m^3/s 作为区域最小环境容量，根据该环境容量制定污染物削减方案。

在规划修订过程中，针对区域现状水质污染较为复杂，部分河段由于渣场渗漏导致的环境污染问题，水污染防治规划进一步将污染防治方案细化至各个控制单元污染，根据各控制单元丰平枯水期污染特点，进一步复核丰平枯水期的污染物削减量，拟定各时期污染物削减措施或者应急措施，从而叠加得到全年污染削减量，进一步保障区域水环境质量全年稳定达标。

根据以上水污染防治规划成果及规划目标，

总体来看，在规划及规划目标得到落实后，凤山水库建成后坝址下泄 1.43m^3/s 流量下可维持区间河道水质的最小稀释净化水量，各控制断面规划水平年均满足相关水功能区划要求，但当出现极端情况坝址下游部分渗漏点下游局部河段 TP 出现超标现象。

从污染源控制角度看，在水库建成前，要求《贵州省清水江流域环境保护规划（2015~2020）》《清水江流域水体达标方案（2017~2020）》《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划（2017~2030）》的规划目标实现，水库建成后沿河城镇污

水处理厂逐步实现提至四类水标准改造，城镇污水采用中水处理系统处理后回用，减少废水排放量，开展水环境综合治理工程，严格工业园区环境管理及相关规划环评审查意见，削减磷石膏渣场堆存量，提高工业用水重复利用率，按照规划要求降低园区用水定额，工业污水处理厂提标至一级 A 标，加强环境应急管理，制定渗漏处理设施事故池及应急预案工作，维护渗漏点污染物有效稳定处理。对主要渗漏通道周边渗漏点进行查找，保证渣场渗漏处理问题得到有效落实。

5.2.1.5 下泄流量综合分析

凤山水库坝下重安江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 5.3.1-14。

表 5.3.1-14　　重安江下游关键断面生态基本流量　　单位：m^3/s

敏感目标	方法类型	断面	鱼类繁殖敏感期（4 月至 7 月）	汛期（8 月至 9 月）	一般时段（10 月至 3 月）
河流生态	Tennant 法	坝址处	2.04		0.68
	最小月平均径流法	坝址处	1.43		
	R2-CROSS 法	坝址下游 3km 处	0.68	—	—-
		坝址下游 6km 处	1.02		
		坝址下游 10km 处	1.36		
		坝址下游 11km 处	1.43		
		坝址下游 13km 处	1.36		
		坝址下游 15km 处	1.36		
		坝址下游 22km	0.68	—	—
最小稀释流量	90%最枯月均流量法	坝址处	1.43		
推荐基流	生态基流		2.04	2.04	1.43

1）综合水文学法、水力学法，维持凤山水库下游减水河段生态系统基本稳定所需的最低流量为枯水期（10 月~3 月）最低下泄流量为坝址断面 90%保证率下最枯月平均流量，即 1.43m^3/s，占多年平均流量的 21%，在丰水期（4 月~9 月）最低下泄流量为 30%坝址多年平均流量，即为 2.04m^3/s；在 4~5 月，根据下游鱼类产卵需求进行生态调度过程。

2）在《贵州省清水江流域环境保护规划（2015~2020）》《清水江流域水体达

标方案（2017~2020）》《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划（2017~2030）》的规划目标实现的前提下，凤山水库建库后下泄 1.43m^3/s 流量可维持区间河道水质的最小稀释净化水量。

5.2.2 水文情势影响评价

5.2.2.1 施工期水文情势影响评价

凤山水库大坝采用利用黑塘桥水库大坝作为上游围堰，采取隧洞导流的施工方式，截流后第四年 3 月底下闸封堵导流洞。导流隧洞设在右岸，隧洞总长 365.34m，进口底板高程 848.00m，出口底板高程为 846.0m，进口设检修门兼导流隧洞封堵闸门进行下闸封堵。

由于上游围堰采用现有黑塘桥水库坝体，施工期间为保障黑塘桥水库供水任务，在导流隧洞进口设置弧形闸门，控制施工导流期间黑塘桥水库水位保持正常蓄水位 862.5m，通过黑塘桥原有供水管道保证瓮福集团 0.7m^3/s 的供水任务，其余水量通过导流隧洞和黑塘桥水库供水管道下游 DN800 的生态岔管下泄，施工期水位运行在 862.5m 与死水位 855m 之间，与黑塘桥水库现状运行方式基本一致。

因此，相对于黑塘桥水库现状运行情况下，下泄流量基本不发生变化。截流后上游来水经导流隧洞或供水管道下游生态岔管流下放至下游围堰处河道，下游水文情势基本维持现有黑塘桥水库运行下泄状态。

5.2.2.2 初期蓄水期水文情势影响评价

根据施工进度安排，导流隧洞于第四年 3 月底下闸封堵，导流洞进口闸门采用双孔整体刚闸门下闸。

在蓄水初期，上游黑塘桥库区河段水位逐渐抬高，最后淹没黑塘桥水库，水面受河床断面的控制也将逐步增宽，坝前水位将由黑塘桥水库正常运行水位逐步抬高到正常蓄水位 909m。

选取 P=50%平水年和 P=75%偏枯年，按典型年月径流系列进行水量调节计算，水库蒸发按月平均库面面积乘以相应月份的蒸发增损量计算，渗漏损失按照水库月均蓄水量的 1.5%计算。考虑上游围堰利用黑塘桥水库，施工导流期间基本维持黑塘桥水库运行水位以保障供水，以最不利情况工况 855m（黑塘桥水库死水位）为起蓄水位计算初期蓄水。

初期蓄水通过黑塘桥水库原供水管道下游 DN800 的生态岔管保证下放生态流量，计算中考虑下放生态基流枯期（10 月-3 月）1.43m³/s 后，丰水期 2.04m³/s(4 月-9 月)后，经计算，平水年 4 月 1 日下闸后，5 月 1 日可蓄至死水位，10 月 29 日蓄至正常蓄水位；偏枯水年 5 月 11 日蓄至死水位，第二年 6 月 25 日蓄至正常蓄水位。

在初期蓄水阶段水位蓄至高于死水位 868m 时，导流隧洞浇筑一期堵头，在封堵后仍可继续通过黑塘桥水库原供水管道下游 DN800 的生态岔管下放生态流量，至水库蓄水至发电水位 880m 后，通过引水发电取水口以发电方式或厂房内备用永久生态放水管下放生态流量，同时将将原供水双管道切换至永久供水管道系统，在管道切换过程中对其中一根管的上下游管道阀进行关闭，利用另一根管道进行供水，实现管道切换过程中下游供水的连续性。

5.2.2.3 运行期水文情势影响评价

凤山水库具有多年调节性能，水库投入运行后，将改变工程所在河段的水文情势，表现在库区和大坝下游水位、流速、流量、水深、水面宽等水力要素的变化。

（1）库区水文情势影响评价

现状情况下，凤山水库坝址以上 17.4km 河段中，4.3km 为黑塘桥水库库区，其余 13.1km 原为天然河段，水域面积约 0.37km²，凤山水库蓄水后，凤山库区回水增加至 17.4km，水域面积增加至 5.12km²。

库区河段水深、水面面积、流速等水文情势较原黑塘桥库区及天然河道发生变化。凤山水库具有年调节性能，兴利调节时水位在 868m（死水位）～909m（正常蓄水位）之间变动，水位变幅 41m，水库消落带深 41m。

凤山水库建设后，库区河段水位均较原水位有不同程度的抬升，越靠近坝址抬升越明显。在多年平均条件下，由于干流库尾设置有翻板坝，现状断面已有壅水，凤山水库蓄水后，干流库尾断面平均水深由 1.19m 降低到 1.15m，降低了 0.04m；平均水面宽度由 24.68m 减少至 22.64m，减少了 2.04m；流速由 0.31m/s 增加至 0.55m/s，增加了 0.24m/s。库中断面（坝址上游 8.0km 处）平均水深由 0.25m 提高到 27.76m，提高了 27.51m；平均水面宽度由 4.23m 增加到 124.56m，增加了 120.34m；流速由 0.37m/s 降低到 0.002m/s。坝前断面由于为黑塘桥水库

库区，黑塘桥水库正常运行对库区水文情势已有一定的影响，丰、平、枯年坝前水位基本维持为 862.50m~861.77m，坝前水深 16.50m~15.77m，水面宽 91.03m~89.41m，坝前流速基本为静止。凤山水库修建后，坝前断面多年平均水深由 16.22m 提高到 51.66m，提高了 35.44m；平均水面宽度由 90.34m 增加到 190.83m，增加了 100.49m，坝前流速基本维持原静水状态。

因水位抬升，坝前水深增加、水面变宽，库区河段的水域面积由原河道的 0.37km^2，增加至正常蓄水位时的 5.12km^2，是天然状态下的 13.84 倍。大坝阻隔导致库区河段流速均较原天然流速有不同程度的减缓，越靠近坝址河段减缓越明显，至坝前接近为 0。

多年平均条件下从干流库尾、库中、坝前 3 个断面各月水位、水深、流速、水面宽度变化情况见表 5.2.2-1~表 5.2.2-6 及图 5.2.2-1。

表 5.2.2-1　凤山水库干流库尾断面多年平均水深、水面宽度变化表

月份	水位(m)			水深(m)			流速(m/s)			水面宽(m)		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
5	906.25	906.17	-0.08	1.39	1.31	-0.08	0.42	0.43	0.01	26.40	25.83	-0.57
6	906.45	905.60	-0.85	1.59	0.74	-0.85	0.52	1.56	1.04	27.54	20.85	-6.68
7	906.40	906.80	0.40	1.54	1.94	0.40	0.49	0.32	-0.17	27.24	29.17	1.93
8	906.13	907.02	0.89	1.27	2.16	0.89	0.37	0.15	-0.23	25.52	30.21	4.69
9	906.03	906.57	0.54	1.16	1.71	0.54	0.32	0.18	-0.14	24.57	28.11	3.54
10	905.99	906.26	0.27	1.13	1.40	0.27	0.30	0.21	-0.09	24.29	26.45	2.16
11	905.95	905.90	-0.05	1.09	1.04	-0.05	0.26	0.27	0.01	23.91	23.50	-0.41
12	905.87	905.26	-0.61	1.01	0.40	-0.61	0.20	0.77	0.57	23.23	13.23	-10.00
1	905.84	905.07	-0.77	0.98	0.21	-0.77	0.17	1.64	1.46	22.98	10.40	-12.59
2	905.85	905.25	-0.60	0.99	0.39	-0.60	0.18	0.71	0.53	23.04	13.10	-9.95
3	905.87	906.09	0.22	1.01	1.23	0.22	0.21	0.14	-0.07	23.24	25.16	1.92
4	905.98	906.15	0.17	1.12	1.29	0.17	0.29	0.23	-0.06	24.21	25.70	1.48
均值	906.05	906.01	-0.04	1.19	1.15	-0.04	0.31	0.55	0.24	24.68	22.64	-2.04

表 5.2.2-2　凤山水库库中断面多年平均水深、水面宽度变化表

月份	水位(m)			水深(m)			流速(m/s)			水面宽(m)		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
5	876.89	901.85	24.96	0.31	25.27	24.96	0.43	0.005	-0.42	5.35	118.15	112.80
6	877.01	904.68	27.67	0.43	28.09	27.67	0.59	0.006	-0.59	7.47	124.25	116.78
7	876.97	906.78	29.81	0.39	30.20	29.81	0.54	0.005	-0.54	6.73	132.04	125.31
8	876.85	907.02	30.17	0.27	30.44	30.17	0.42	0.003	-0.42	4.65	133.26	128.61
9	876.85	906.56	29.71	0.27	29.98	29.71	0.44	0.002	-0.44	4.52	130.90	126.38
10	876.81	906.25	29.45	0.22	29.67	29.45	0.34	0.002	-0.34	3.77	129.33	125.56

11	876.76	905.89	29.13	0.17	29.31	29.13	0.24	0.002	-0.23	2.85	127.72	124.87
12	876.72	905.09	28.37	0.14	28.51	28.37	0.20	0.001	-0.20	2.23	125.44	123.22
1	876.71	903.80	27.09	0.13	27.22	27.09	0.20	0.001	-0.20	2.00	121.93	119.93
2	876.74	902.41	25.68	0.16	25.83	25.68	0.28	0.001	-0.28	2.52	119.24	116.72
3	876.83	901.16	24.33	0.25	24.57	24.33	0.28	0.001	-0.28	4.16	116.80	112.65
4	876.84	900.58	23.74	0.26	24.00	23.74	0.47	0.003	-0.47	4.45	115.70	111.24
均值	876.83	904.34	27.51	0.25	27.76	27.51	0.37	0.002	-0.37	4.23	124.56	120.34

表 5.2.2-3　　凤山水库坝前断面多年平均水深、水面宽度变化表

月份	水位(m)			水深(m)			流速(m/s)			水面宽(m)		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
5	862.50	901.85	39.35	16.50	49.17	32.67	0.009	0.001	-0.008	91.03	182.89	91.86
6	862.45	904.67	42.23	16.45	51.99	35.55	0.013	0.002	-0.011	90.90	189.88	98.98
7	862.45	906.78	44.33	16.45	54.10	37.65	0.012	0.002	-0.01	90.90	199.50	108.60
8	862.24	907.02	44.78	16.24	54.34	38.10	0.007	0.001	-0.006	90.40	200.05	109.65
9	862.13	906.56	44.42	16.13	53.88	37.74	0.005	0.001	-0.004	90.13	198.99	108.86
10	862.24	906.25	44.02	16.24	53.57	37.34	0.005	0.001	-0.004	90.38	198.28	107.90
11	862.41	905.89	43.48	16.41	53.21	36.80	0.004	0.001	-0.003	90.79	197.03	106.24
12	862.21	905.09	42.88	16.21	52.41	36.20	0.003	0.0001	-0.0029	90.31	192.34	102.03
1	862.14	903.80	41.66	16.14	51.12	34.98	0.002	0.0001	-0.0019	90.15	185.63	95.48
2	862.02	902.41	40.39	16.02	49.73	33.71	0.002	0.0001	-0.0019	89.86	183.76	93.90
3	861.77	901.15	39.39	15.77	48.47	32.71	0.003	0.0001	-0.0029	89.41	181.43	92.01
4	862.03	900.58	38.55	16.03	47.90	31.87	0.005	0.001	-0.004	89.87	180.22	90.35
均值	862.22	904.34	42.12	16.22	51.66	35.44	0.01	0.001	-0.005	90.34	190.83	100.49

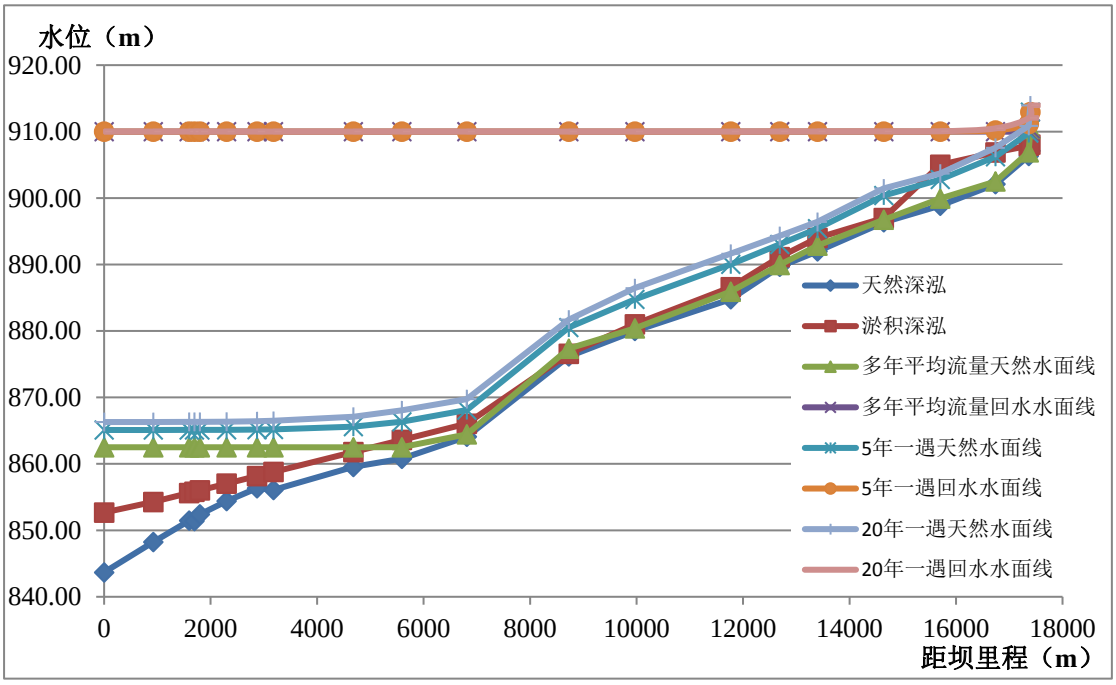


图 5.2.2-1　凤山水库库区干流回水曲线图

（2）坝址下游水文情势影响分析

1）典型年水文情势变化分析

凤山水库具有年调节性能，受工程运行期水库供水调度影响，坝址下游河段径流量较现状黑塘桥水库运行减少，河段径流过程将会发生变化。坝址下游有平堡河、阿里堡河、围阻河、后河、皮陇河等支流汇入，对减水河段流量有一定的补给。为分析工程建设对下游河段水文情势的影响，选择 4 个断面，即坝址下断面、平堡河汇口断面（坝址下游 3km）、麻哈峡谷断面（坝址下游 11km）、鸭爪坝断面（坝址下游 15km）进行水文情势影响分析。

根据工程建设前后不同来水保证率下各典型年逐月的下泄流量变化比较，坝下断面丰水年（P=10%）各月流量变化幅度在-83%（5 月）~-12%（次年 1 月）之间，水位变幅为-0.82m（5 月）~-0.03m（次年 1 月）；平水年（P=50%）各月流量变幅为-53%（11 月）~-1%（次年 3 月），水位变幅为-0.44m（5 月）~0.01m（次年 3 月）；偏枯水年（P=75%）各月流量变幅为-73%（5 月）~292%（次年 3 月），水位变幅为-0.50m（5 月）~0.09m（次年 3 月）；枯水年（P=90%）各月流量变幅为-68%（6 月）~283%（12 月），水位变幅为-0.39m（5 月）~0.09m（11 月）；多年平均条件下各月流量变幅为-58%（5 月）~-7%（次年 1 月），水位变幅为-0.46m（5 月）~-0.01m（次年 1 月）。该断面不同典型年各月的流量、水位变化见表 5.2.2-7。

平堡河汇口断面（坝址下游 3km）丰水年（P=10%）各月流量变化幅度在-65%（5 月）~-8%（次年 2 月）之间，水位变幅为-0.72m（5 月）~-0.02m（次年 2 月）；平水年（P=50%）各月流量变幅为-39%（11 月）~-1%（次年 3 月），水位变幅为-0.36m（5 月）~0.01m（次年 3 月）；偏枯水年（P=75%）各月流量变幅为-52%（5 月）~144%（次年 3 月），水位变幅为-0.48m（5 月）~0.09m（次年 3 月）；枯水年（P=90%）各月流量变幅为-50%（5 月）~133%（12 月），水位变幅为-0.39m（5 月）~0.09m（12 月）；多年平均条件下各月流量变幅为-44%（5 月）~-5%（次年 1 月），水位变幅为-0.41m（5 月）~-0.01m（次年 1 月）。该断面不同典型年各月的流量、水位变化见表 5.2.2-8。

麻哈峡谷断面（坝址下游 11km）丰水年（P=10%）各月流量变化幅度在-41%（5 月）~-5%（8 月）之间；平水年（P=50%）各月流量变幅为-24%（次年 1 月）

~-1%（次年 3 月）；枯水年（P=90%）各月流量变幅为-25%（5 月）~47%（12 月）；多年平均条件下各月流量变幅为-27%（5 月）~-9%（8 月）。该断面不同典型年各月的流量、水位变化见表 5.2.2-9。

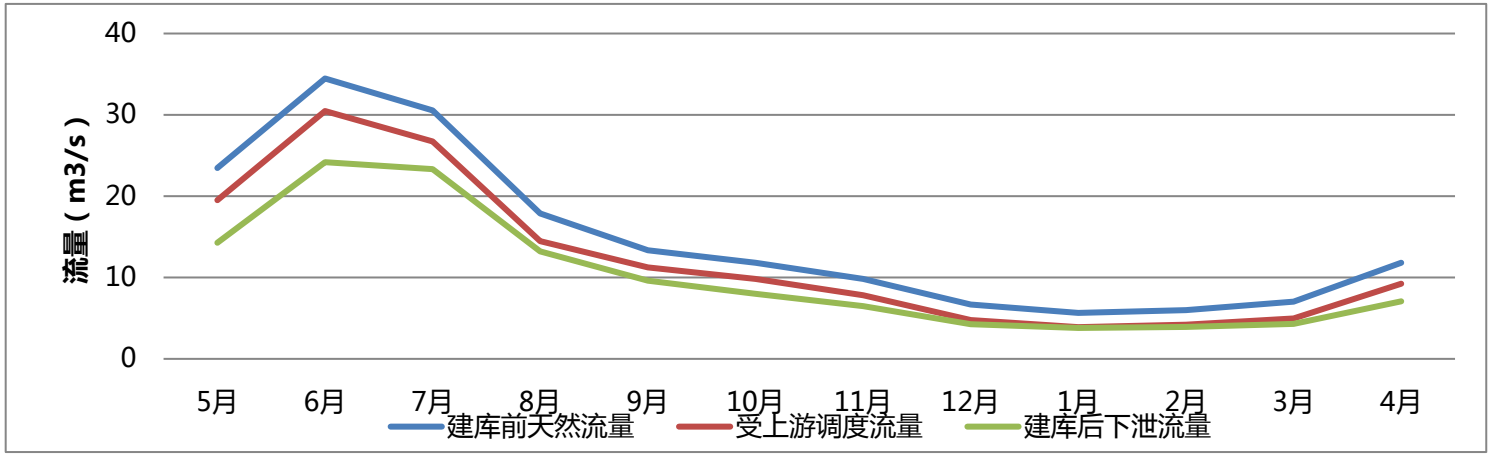
鸭爪坝断面（坝址下游 15km）丰水年（P=10%）各月流量变化幅度在-41%（5 月）~-5%（8 月）之间；平水年（P=50%）各月流量变幅为-24%（次年 1 月）~-1%（次年 3 月)；枯水年（P=90%）各月流量变幅为-25%（5 月）~47%（12 月）；多年平均条件下各月流量变幅为-27%（5 月）~-3%（1 月）。该断面不同典型年各月的流量变化见表 5.2.2-10。

从上述分析可以看出，凤山水库建成后，丰水年、平水年、偏枯水年各月下泄流量较天然流量均降低，由于现状来流受上游供水调度影响，现状来流较天然流量减少，凤山水库建设后，由于凤山水库替代黑塘桥水库供水任务，并具有年调节作用，多年平均情况下较现状来流量减少，但随着延程支流汇入，流量变化幅度逐渐减少，此外，偏枯年 11、12 月~次年 1、2、3 月，枯水年 8 月~12 月、次年 1 月~3 月，凤山水库建成后下泄流量较现状水量有所增加，对下游起到补水作用。

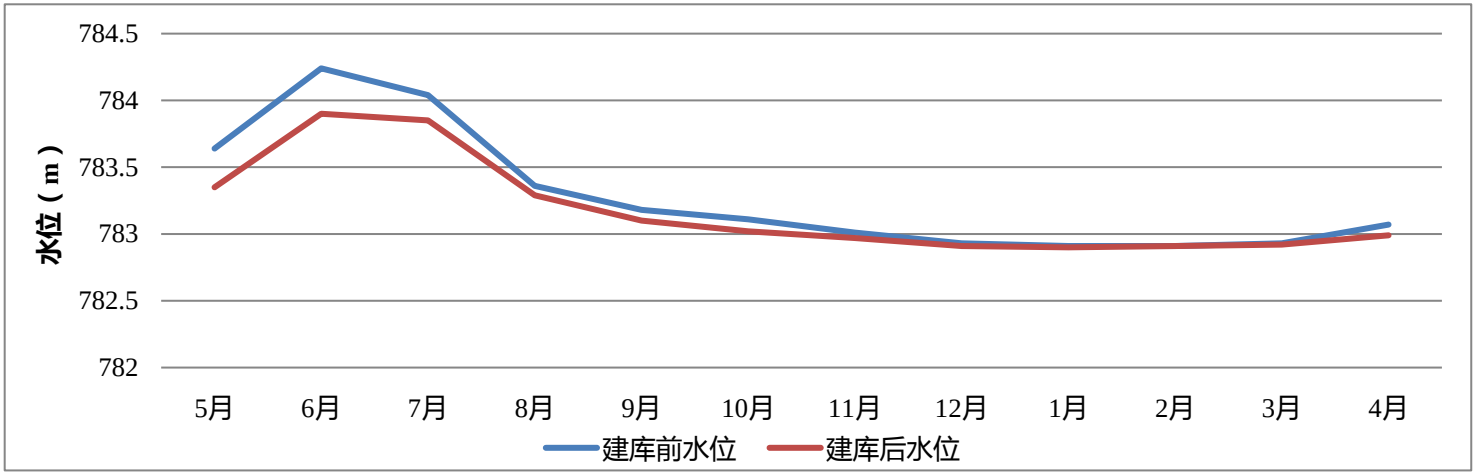
表 5.2.2-7　　各来水保证率下坝址下游断面逐月流量、水位变化情况表

项目	频率	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
建库前天然流量(m³/s)	丰(P=10%)	13.35	18.71	13.00	18.10	8.01	9.50	7.36	4.60	2.72	2.57	3.65	5.69
	平(P=50%)	14.49	15.33	7.15	8.24	3.06	11.39	4.96	3.25	3.75	3.45	2.63	3.97
	偏枯(P=75%)	9.18	16.47	8.52	4.27	7.15	2.56	2.04	1.45	1.56	1.59	1.31	7.82
	枯(P=90%)	7.82	11.73	9.95	3.14	2.18	1.71	1.49	1.46	2.21	2.07	2.15	3.62
	多年平均	10.46	15.57	14.14	8.17	6.14	5.44	4.51	3.07	2.59	2.75	3.25	5.34
建库前受上游调度影响下泄流量(m³/s)	丰(P=10%)	11.82	16.93	10.56	16.56	7.16	8.66	6.44	3.64	1.72	1.63	2.64	4.85
	平(P=50%)	13.11	13.97	4.77	6.36	2.21	10.54	4.08	2.28	2.71	2.47	1.45	3.13
	偏枯(P=75%)	7.66	15.01	6.83	2.42	6.30	1.71	1.16	0.37	0.51	0.46	0.37	6.65
	枯(P=90%)	6.40	10.26	7.82	1.04	1.33	0.87	0.44	0.37	1.07	0.91	0.91	2.78
	多年平均	9.02	14.05	12.08	6.24	5.30	4.60	3.59	2.03	1.56	1.75	2.14	4.45
建库后下泄流量(m³/s)	丰(P=10%)	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
	平(P=50%)	6.93	11.37	2.54	4.13	2.04	6.52	2.12	1.43	1.43	2.11	1.43	2.04
	偏枯(P=75%)	2.04	8.74	4.62	2.04	2.18	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
	枯(P=90%)	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
	多年平均	3.79	7.77	8.67	4.98	3.68	2.78	2.25	1.52	1.45	1.47	1.47	2.28
建库前水位(m)	丰(P=10%)	845.61	845.92	845.53	845.89	845.25	845.38	845.18	844.93	844.76	844.76	844.85	845.04
	平(P=50%)	845.69	845.74	845.04	845.18	844.81	845.53	844.97	844.81	844.85	844.83	844.74	844.89
	偏枯(P=75%)	845.29	845.80	845.22	844.83	845.17	844.76	844.71	844.64	844.66	844.65	844.64	845.20
	枯(P=90%)	845.18	845.52	845.31	844.70	844.73	844.69	844.65	844.64	844.71	844.69	844.69	844.86
	多年平均	845.41	845.74	845.62	845.17	845.08	845.02	844.93	844.79	844.75	844.77	844.80	845.01
建库后水位(m)	丰(P=10%)	844.79	845.29	845.35	845.76	845.05	845.18	844.98	844.78	844.78	844.78	844.78	844.79
	平(P=50%)	845.23	845.58	844.84	844.98	844.79	845.19	844.80	844.74	844.74	844.80	844.74	844.79
	偏枯(P=75%)	844.79	845.39	845.02	844.79	844.81	844.74	844.74	844.74	844.74	844.74	844.74	844.79

	枯(P=90%)	844.79	845.22	845.11	844.79	844.79	844.74	844.74	844.74	844.74	844.74	844.74	844.79
	多年平均	844.90	845.21	845.32	845.04	844.93	844.88	844.83	844.79	844.79	844.79	844.79	844.80
流量变化比例(%)	丰(P=10%)	-83%	-23%	-21%	-11%	-29%	-23%	-32%	-60%	-17%	-12%	-46%	-58%
	平(P=50%)	-46%	-14%	-47%	-35%	-8%	-38%	-53%	-37%	-47%	-42%	-1%	-35%
	偏枯(P=75%)	-73%	-42%	-32%	-16%	-65%	-17%	23%	292%	181%	208%	292%	-69%
	枯(P=90%)	-68%	-33%	-29%	96%	53%	65%	225%	283%	34%	57%	57%	-26%
	多年平均	-58%	-45%	-28%	-20%	-31%	-40%	-37%	-25%	-7%	-16%	-31%	-49%
水位变幅(m)	丰(P=10%)	-0.82	-0.23	-0.18	-0.11	-0.18	-0.17	-0.18	-0.19	-0.03	-0.02	-0.11	-0.25
	平(P=50%)	-0.44	-0.11	-0.20	-0.20	-0.02	-0.34	-0.19	-0.08	-0.11	-0.09	0.00	-0.10
	偏枯(P=75%)	-0.50	-0.41	-0.20	-0.03	-0.37	-0.03	0.02	0.09	0.08	0.09	0.09	-0.41
	枯(P=90%)	-0.39	-0.29	-0.20	0.09	0.06	0.05	0.09	0.09	0.03	0.05	0.05	-0.07
	多年平均	-0.46	-0.44	-0.24	-0.11	-0.14	-0.16	-0.12	-0.05	-0.01	-0.02	-0.06	-0.19



坝址下游断面逐月流量变化图（多年平均）



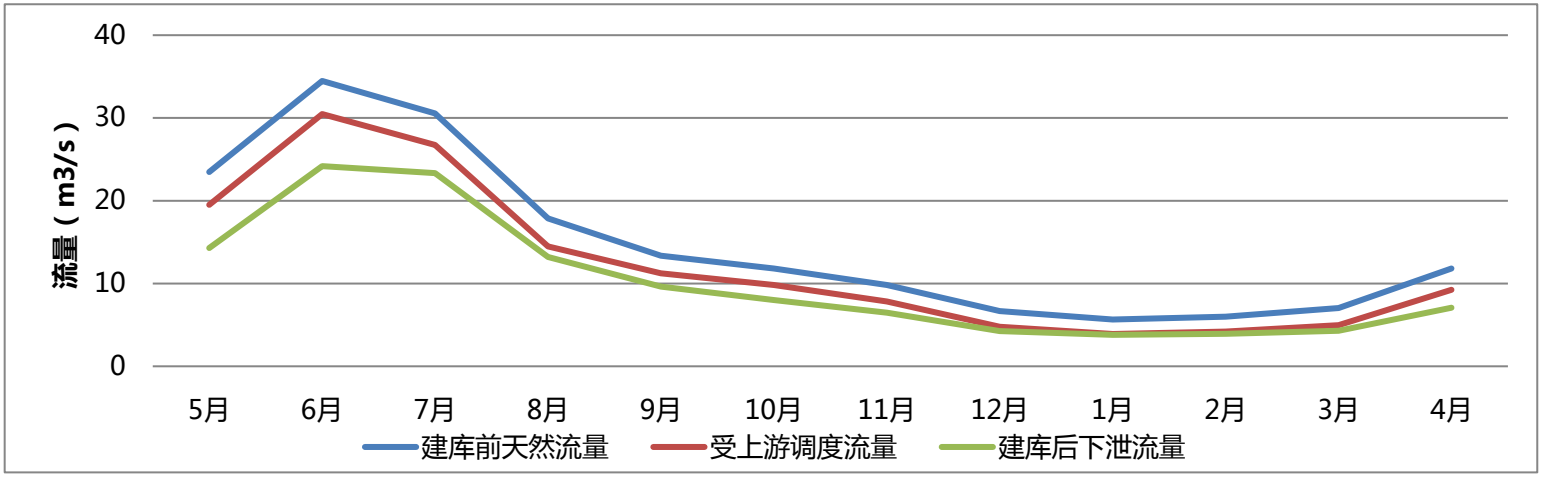
坝址下游断面逐月水位变化图（多年平均）

表 5.2.2-8　　各来水保证率下平堡河汇口断面（坝址下游 3km）逐月流量、水位变化情况表

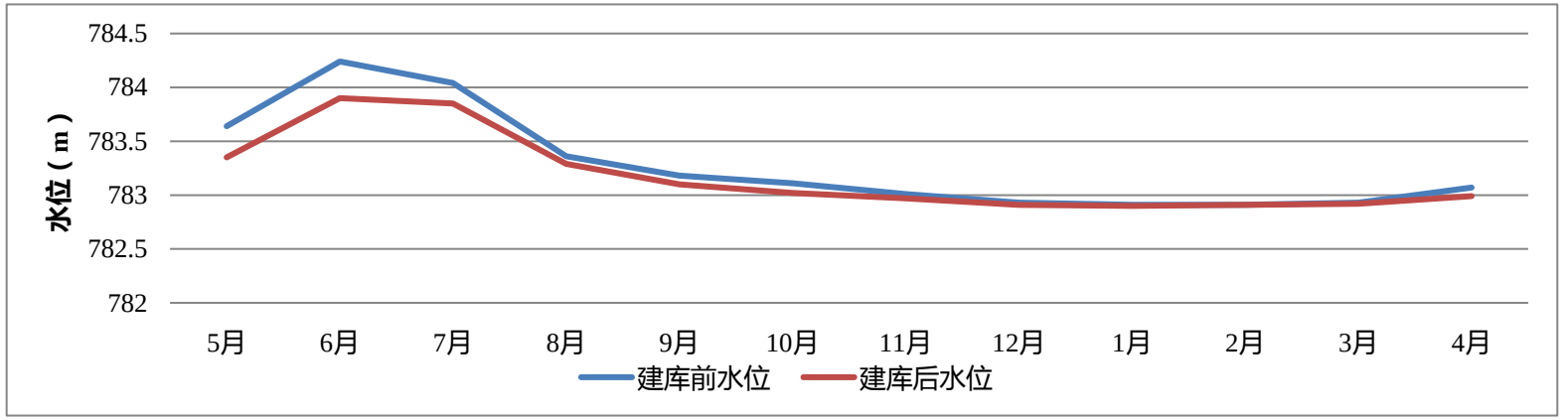
项目	频率	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
建库前天然流量(m³/s)	丰(P=10%)	15.72	22.03	15.30	21.32	9.43	11.19	8.67	5.41	4.13	3.90	5.54	8.64
	平(P=50%)	21.99	23.27	10.85	12.50	4.64	17.28	7.52	4.93	4.40	4.05	3.09	4.66
	偏枯(P=75%)	14.65	26.28	13.60	6.82	11.40	4.08	3.26	2.32	2.33	2.38	1.96	11.68
	枯(P=90%)	11.62	17.44	14.80	4.67	3.24	2.54	2.22	2.16	2.59	2.42	2.51	4.24
	多年平均	13.54	20.06	17.95	10.47	7.83	6.94	5.76	3.91	3.30	3.50	4.13	6.88
建库前受上游调度影响下泄流量(m³/s)	丰(P=10%)	15.07	21.49	13.68	20.99	9.12	10.98	8.23	4.75	2.55	2.42	3.76	6.62
	平(P=50%)	17.66	18.78	6.96	8.91	3.16	14.13	5.62	3.27	3.61	3.29	2.06	4.08
	偏枯(P=75%)	10.73	20.55	9.67	3.81	8.70	2.56	1.83	0.82	0.98	0.93	0.74	9.12

	枯(P=90%)	8.79	13.86	10.84	1.95	1.99	1.37	0.87	0.79	1.56	1.37	1.38	3.61
	多年平均	11.84	18.23	15.80	8.40	6.93	6.04	4.78	2.82	2.22	2.46	2.97	5.87
建库后下泄流量(m³/s)	丰(P=10%)	5.29	17.68	11.52	19.22	7.06	9.02	6.15	2.58	2.26	2.21	2.56	3.82
	平(P=50%)	11.69	16.87	4.73	6.68	2.99	10.11	3.46	2.43	2.33	2.25	2.04	3.00
	偏枯(P=75%)	5.11	14.27	7.45	3.43	4.58	2.27	2.10	1.88	1.90	1.90	1.80	4.51
	枯(P=90%)	4.43	10.49	8.61	2.95	2.70	1.94	1.86	1.85	1.92	1.88	1.90	2.88
	多年平均	6.61	11.95	12.39	7.13	5.31	4.22	3.44	2.31	2.12	2.18	2.31	3.70
建库前水位(m)	丰(P=10%)	845.80	846.14	845.72	846.13	845.42	845.56	845.34	845.03	844.84	844.83	844.95	845.20
	平(P=50%)	845.96	846.03	845.23	845.40	844.89	845.75	845.11	844.90	844.93	844.90	844.79	844.97
	偏枯(P=75%)	845.54	846.12	845.47	844.95	845.38	844.84	844.77	844.68	844.70	844.69	844.68	845.42
	枯(P=90%)	845.39	845.73	845.55	844.78	844.79	844.73	844.69	844.68	844.75	844.73	844.73	844.93
	多年平均	845.61	845.99	845.85	845.36	845.23	845.15	845.04	844.86	844.81	844.83	844.88	845.13
建库后水位(m)	丰(P=10%)	845.08	845.96	845.59	846.05	845.24	845.41	845.16	844.84	844.81	844.81	844.84	844.95
	平(P=50%)	845.60	845.91	845.03	845.20	844.88	845.51	844.92	844.83	844.82	844.81	844.79	844.88
	偏枯(P=75%)	845.07	845.76	845.27	844.92	845.02	844.81	844.80	844.78	844.78	844.78	844.77	845.01
	枯(P=90%)	845.00	845.53	845.38	844.87	844.85	844.78	844.78	844.78	844.78	844.78	844.78	844.87
	多年平均	845.20	845.62	845.64	845.25	845.08	844.99	844.92	844.82	844.80	844.80	844.82	844.94
流量变化比例(%)	丰(P=10%)	-65%	-18%	-16%	-8%	-23%	-18%	-25%	-46%	-11%	-8%	-32%	-42%
	平(P=50%)	-34%	-10%	-32%	-25%	-5%	-28%	-39%	-26%	-36%	-32%	-1%	-27%
	偏枯(P=75%)	-52%	-31%	-23%	-10%	-47%	-11%	15%	130%	94%	104%	144%	-51%
	枯(P=90%)	-50%	-24%	-21%	51%	36%	41%	114%	133%	23%	38%	37%	-20%
	多年平均	-44%	-34%	-22%	-15%	-23%	-30%	-28%	-18%	-5%	-11%	-22%	-37%
水位变幅(m)	丰(P=10%)	-0.72	-0.18	-0.13	-0.08	-0.18	-0.15	-0.18	-0.19	-0.03	-0.02	-0.11	-0.25
	平(P=50%)	-0.36	-0.11	-0.20	-0.20	-0.02	-0.24	-0.19	-0.08	-0.11	-0.09	0.00	-0.10
	偏枯(P=75%)	-0.48	-0.36	-0.20	-0.03	-0.37	-0.03	0.02	0.09	0.08	0.09	0.09	-0.41

	枯(P=90%)	-0.39	-0.20	-0.17	0.09	0.06	0.05	0.09	0.09	0.03	0.05	0.05	-0.07
	多年平均	-0.41	-0.38	-0.20	-0.11	-0.14	-0.16	-0.12	-0.05	-0.01	-0.02	-0.06	-0.19



平堡河汇口断面（坝址以下 3km）逐月流量变化图（多年平均）

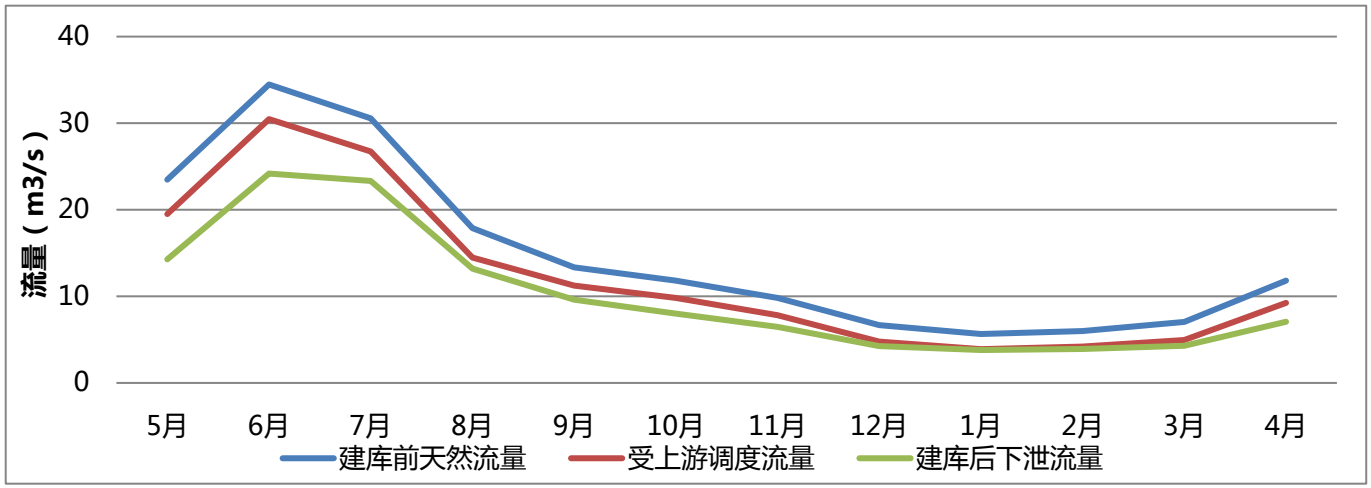


平堡河汇口断面（坝址以下 3km）逐月水位变化图（多年平均）

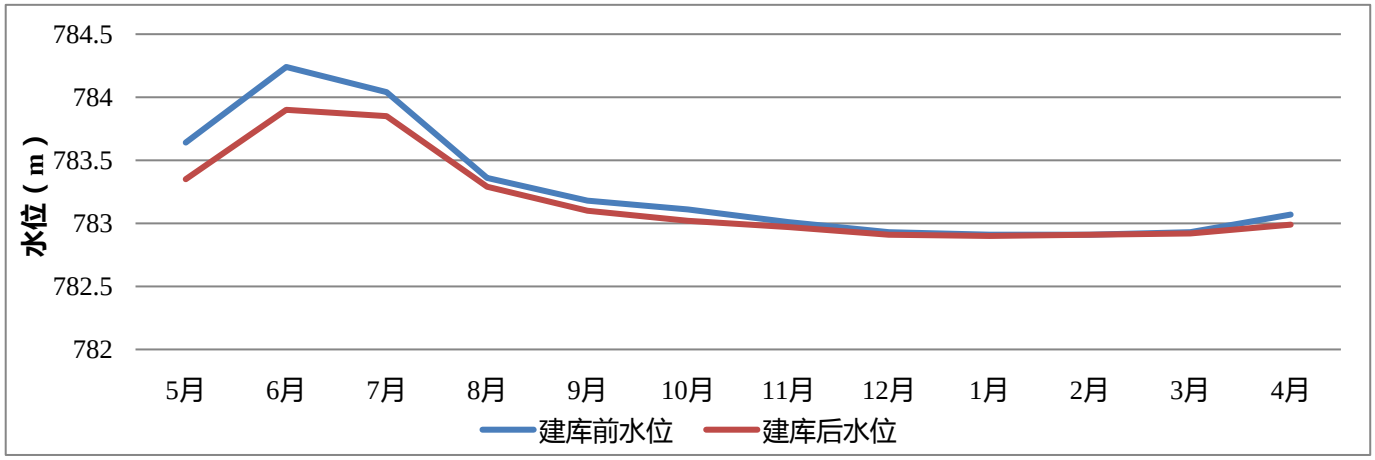
表 5.2.2-9　　各来水保证率下麻哈峡谷断面（坝址下游 11km）逐月流量、水位变化情况表

项目	频率	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
建库前天然流量(m³/s)	丰(P=10%)	25.69	36.01	25.01	34.84	15.41	18.29	14.17	8.84	7.37	6.96	9.90	15.42
	平(P=50%)	39.27	41.55	19.37	22.32	8.29	30.85	13.43	8.80	7.05	6.48	4.94	7.47
	偏枯(P=75%)	28.34	50.83	26.31	13.19	22.06	7.89	6.30	4.48	4.32	4.41	3.63	21.70
	枯(P=90%)	21.48	32.24	27.35	8.63	5.99	4.70	4.11	4.00	4.25	3.96	4.12	6.94
	多年平均	23.35	34.47	30.55	17.87	13.35	11.82	9.82	6.67	5.65	5.99	7.04	11.81
建库前受上游调度影响下泄流量(m³/s)	丰(P=10%)	23.58	33.86	21.47	33.07	13.95	16.94	12.52	6.96	4.64	4.41	6.74	12.34
	平(P=50%)	33.81	35.89	13.69	17.25	5.69	26.76	10.43	5.96	5.32	4.89	3.58	5.72
	偏枯(P=75%)	23.25	44.18	21.07	8.70	18.43	5.28	3.84	2.50	2.46	2.53	2.30	14.37
	枯(P=90%)	17.36	27.38	21.79	4.70	3.64	2.82	2.35	2.27	3.00	2.77	2.86	5.23
	多年平均	19.43	30.47	26.74	14.48	11.24	9.82	7.82	4.77	3.90	4.20	4.96	9.24
建库后下泄流量(m³/s)	丰(P=10%)	13.80	30.05	19.30	31.31	11.89	14.97	10.44	4.79	4.36	4.21	5.53	9.54
	平(P=50%)	27.84	33.98	11.46	15.01	5.52	22.74	8.26	5.12	4.0	3.85	3.56	4.64
	偏枯(P=75%)	17.63	37.90	18.86	8.31	14.32	5.00	4.11	3.56	3.4	3.50	3.36	9.76
	枯(P=90%)	13.00	24.02	19.56	5.70	4.35	3.38	3.34	3.33	3.4	3.29	3.38	4.50
	多年平均	14.20	24.18	23.33	13.21	9.62	8.00	6.48	4.26	3.80	3.92	4.30	7.07
建库前水位(m)	丰(P=10%)	785.14	785.70	785.02	785.66	784.61	784.77	784.53	784.05	783.64	783.59	784.01	784.52
	平(P=50%)	785.70	785.81	784.59	784.79	783.82	785.31	784.42	783.87	783.76	783.68	783.44	783.83
	偏枯(P=75%)	785.12	786.14	785.00	784.32	784.85	783.75	783.49	783.25	783.24	783.26	783.21	784.63
	枯(P=90%)	784.80	785.35	785.04	783.65	783.46	783.31	783.22	783.21	783.34	783.30	783.32	783.74
	多年平均	784.91	785.52	785.31	784.64	784.46	784.38	784.21	783.66	783.50	783.55	783.69	784.35
建库后水位(m)	丰(P=10%)	784.60	785.49	784.90	785.56	784.50	784.66	784.42	783.66	783.58	783.56	783.79	784.37

	平(P=50%)	785.37	785.71	784.47	784.67	783.79	785.09	784.29	783.72	783.53	783.49	783.44	783.63
	偏枯(P=75%)	784.81	785.89	784.88	784.30	784.63	783.70	783.54	783.44	783.41	783.43	783.40	784.38
	枯(P=90%)	784.56	785.16	784.92	783.83	783.58	783.41	783.40	783.40	783.40	783.39	783.41	783.61
	多年平均	784.62	785.17	785.12	784.57	784.37	784.24	783.97	783.57	783.48	783.50	783.57	784.07
流量变化比例(%)	丰(P=10%)	-41%	-11%	-10%	-5%	-15%	-12%	-17%	-31%	-6%	-5%	-18%	-23%
	平(P=50%)	-18%	-5%	-16%	-13%	-3%	-15%	-21%	-14%	-24%	-21%	-1%	-19%
	偏枯(P=75%)	-24%	-14%	-11%	-4%	-22%	-5%	7%	43%	37%	38%	46%	-32%
	枯(P=90%)	-25%	-12%	-10%	21%	19%	20%	42%	47%	12%	19%	18%	-14%
	多年平均	-27%	-21%	-13%	-9%	-14%	-19%	-17%	-11%	-3%	-7%	-13%	-24%
水位变幅(m)	丰(P=10%)	-0.54	-0.21	-0.12	-0.10	-0.11	-0.11	-0.11	-0.39	-0.05	-0.04	-0.22	-0.15
	平(P=50%)	-0.33	-0.10	-0.12	-0.12	-0.03	-0.22	-0.13	-0.15	-0.23	-0.19	0.00	-0.20
	偏枯(P=75%)	-0.31	-0.25	-0.12	-0.02	-0.23	-0.05	0.05	0.19	0.17	0.17	0.19	-0.25
	枯(P=90%)	-0.24	-0.18	-0.12	0.18	0.13	0.10	0.18	0.19	0.07	0.09	0.09	-0.13
	多年平均	-0.29	-0.35	-0.19	-0.07	-0.09	-0.14	-0.24	-0.09	-0.02	-0.05	-0.12	-0.28



麻哈峡谷断面（坝址下游 11km）逐月流量变化图（多年平均）

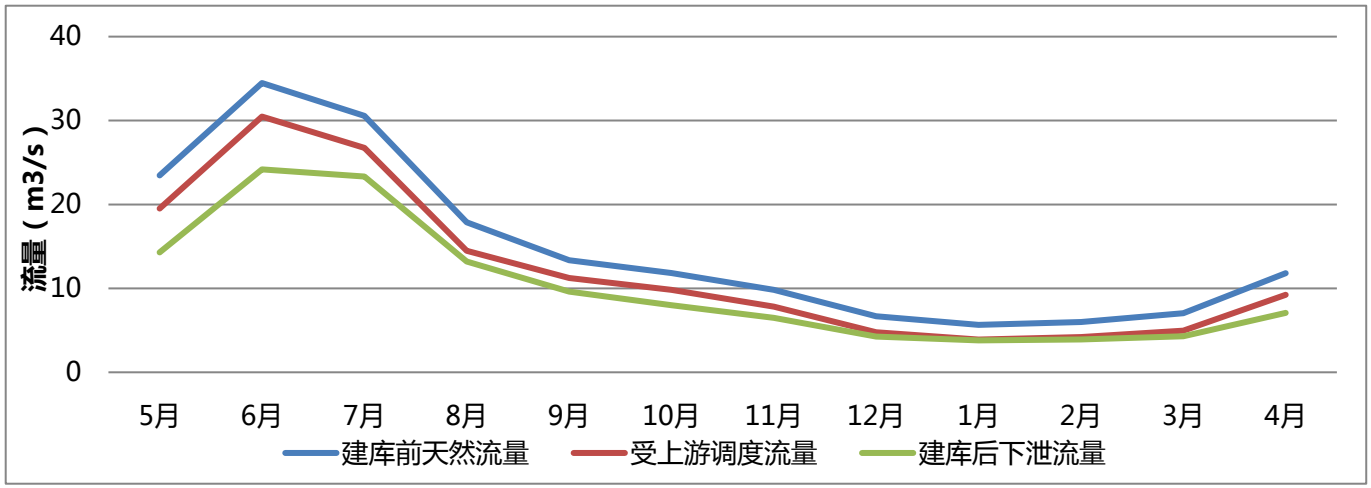


麻哈峡谷断面（坝址下游 11km）逐月水位变化图（多年平均）

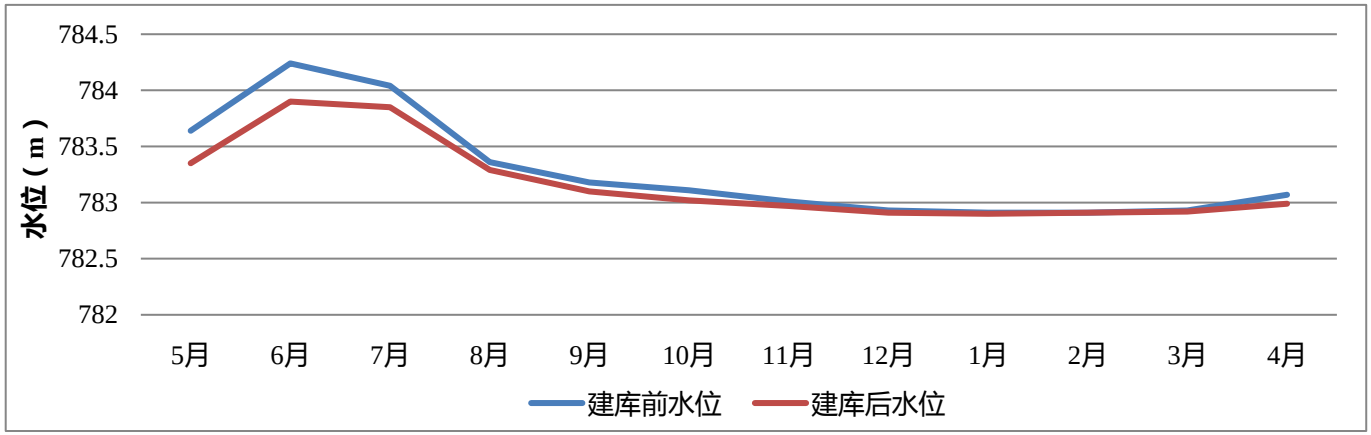
表 5.2.2-10　　各来水保证率下鸭爪坝断面（坝址下游 15km）逐月流量、水位变化情况表

项目	频率	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
建库前天然流量 (m^3/s)	丰(P=10%)	25.80	36.01	25.01	34.84	15.41	18.29	14.17	8.84	7.37	6.96	9.90	15.42
	平(P=50%)	39.48	41.55	19.37	22.32	8.29	30.85	13.43	8.80	7.05	6.48	4.94	7.47
	偏枯(P=75%)	28.51	50.83	26.31	13.19	22.06	7.89	6.30	4.48	4.32	4.41	3.63	21.70
	枯(P=90%)	21.60	32.24	27.35	8.63	5.99	4.70	4.11	4.00	4.25	3.96	4.12	6.94
	多年平均	23.47	34.47	30.55	17.87	13.35	11.82	9.82	6.67	5.65	5.99	7.04	11.81
建库前受上游调度影响下泄流量 (m^3/s)	丰(P=10%)	23.66	33.86	21.47	33.07	13.95	16.94	12.52	6.96	4.64	4.41	6.74	12.34
	平(P=50%)	33.96	35.89	13.69	17.25	5.69	26.76	10.43	5.96	5.32	4.89	3.58	5.72
	偏枯(P=75%)	23.37	44.18	21.07	8.70	18.43	5.28	3.84	2.50	2.46	2.53	2.30	14.37
	枯(P=90%)	17.44	27.38	21.79	4.70	3.64	2.82	2.35	2.27	3.00	2.77	2.86	5.23
	多年平均	19.51	30.47	26.74	14.48	11.24	9.82	7.82	4.77	3.90	4.20	4.96	9.24
建库后下泄流量 (m^3/s)	丰(P=10%)	13.88	30.05	19.30	31.31	11.89	14.97	10.44	4.79	4.36	4.21	5.53	9.54
	平(P=50%)	27.99	33.98	11.46	15.01	5.52	22.74	8.26	5.12	4.04	3.85	3.56	4.64
	偏枯(P=75%)	17.75	37.90	18.86	8.31	14.32	5.00	4.11	3.56	3.38	3.50	3.36	9.76
	枯(P=90%)	13.09	24.02	19.56	5.70	4.35	3.38	3.34	3.33	3.36	3.29	3.38	4.50
	多年平均	14.28	24.18	23.33	13.21	9.62	8.00	6.48	4.26	3.80	3.92	4.30	7.07
建库前水位(m)	丰(P=10%)	783.87	784.43	783.75	784.38	783.33	783.50	783.25	782.99	782.93	782.92	782.98	783.25
	平(P=50%)	784.43	784.54	783.32	783.51	782.95	784.04	783.14	782.96	782.94	782.93	782.90	782.95
	偏枯(P=75%)	783.85	784.86	783.72	783.04	783.58	782.94	782.90	782.87	782.87	782.87	782.86	783.36
	枯(P=90%)	783.53	784.07	783.76	782.93	782.90	782.88	782.86	782.86	782.88	782.87	782.88	782.94
	多年平均	783.64	784.24	784.04	783.36	783.18	783.11	783.01	782.93	782.91	782.91	782.93	783.07
建库后水位(m)	丰(P=10%)	783.33	784.22	783.63	784.29	783.22	783.39	783.14	782.93	782.92	782.91	782.95	783.09
	平(P=50%)	784.11	784.43	783.20	783.39	782.95	783.82	783.02	782.94	782.91	782.90	782.90	782.93
	偏枯(P=75%)	783.54	784.61	783.60	783.02	783.35	782.93	782.91	782.90	782.89	782.89	782.89	783.10

	枯(P=90%)	783.29	783.89	783.64	782.95	782.92	782.89	782.89	782.89	782.89	782.89	782.89	782.92
	多年平均	783.35	783.90	783.85	783.29	783.10	783.02	782.97	782.91	782.90	782.91	782.92	782.99
流量变化比例(%)	丰(P=10%)	-41%	-11%	-10%	-5%	-15%	-12%	-17%	-31%	-6%	-5%	-18%	-23%
	平(P=50%)	-18%	-5%	-16%	-13%	-3%	-15%	-21%	-14%	-24%	-21%	-1%	-19%
	偏枯(P=75%)	-24%	-14%	-11%	-4%	-22%	-5%	7%	43%	37%	38%	46%	-32%
	枯(P=90%)	-25%	-12%	-10%	21%	19%	20%	42%	47%	12%	19%	18%	-14%
	多年平均	-27%	-21%	-13%	-9%	-14%	-19%	-17%	-11%	-3%	-7%	-13%	-24%
水位变幅(m)	丰(P=10%)	-0.54	-0.21	-0.12	-0.10	-0.11	-0.11	-0.11	-0.06	-0.01	-0.01	-0.03	-0.15
	平(P=50%)	-0.33	-0.10	-0.12	-0.12	0.00	-0.22	-0.12	-0.02	-0.03	-0.03	0.00	-0.03
	偏枯(P=75%)	-0.31	-0.25	-0.12	-0.02	-0.23	-0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	-0.25
	枯(P=90%)	-0.24	-0.18	-0.12	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	-0.02
	多年平均	-0.29	-0.35	-0.19	-0.07	-0.09	-0.09	-0.04	-0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.08



鸭爪坝断面（坝址下游 15km）逐月流量变化图（多年平均）



鸭爪坝断面（坝址下游 15km）逐月水位变化图（多年平均）

2）典型日水文情势变化分析

凤山水库电站主要利用生态流量及汛期弃水发电，不承担调峰任务，工程建成后坝址下游断面各典型年各月典型日均按照当月平均流量控制下泄，坝址下游断面各典型日流量变化见表 5.2.2-12~表 5.2.2-14。

表 5.2.2-12　　建库后坝址下游断面典型日流量过程　　丰水年（P=10%）

时段	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
1:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
2:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
3:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
4:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
5:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
6:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
7:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
8:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
9:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
10:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
11:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
12:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
13:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
14:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
15:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
16:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
17:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
18:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
19:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
20:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
21:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
22:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
23:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04
24:00	2.04	13.12	8.39	14.80	5.11	6.69	4.36	1.47	1.43	1.43	1.43	2.04

表 5.2.2-13　　建库后坝址下游断面典型日流量过程　　平水年（P=50%）

时段	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
1:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
2:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04

时段	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
3:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
4:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
5:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
6:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
7:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
8:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
9:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
10:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
11:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
12:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
13:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
14:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
15:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
16:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
17:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
18:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
19:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
20:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
21:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
22:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
23:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
24:00	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04

表 5.2.2-14　　建库后坝址下游断面典型日流量过程　枯水年（P=90%）

时段	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
1:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
2:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
3:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
4:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
5:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
6:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
7:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
8:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
9:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
10:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
11:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04

12:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
13:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
14:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
15:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
16:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
17:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
18:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
19:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
20:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
21:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
22:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
23:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
24:00	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04

5.2.3 泥沙情势影响评价

凤山水库悬移质多年平均输沙模数 G_0=220t/km²，泥沙容重 1.3t/m²。水库正常蓄水位 909m 时，库沙比远大于 100，泥沙问题不严重。经计算水库 50 年淤积量为 449 万 m³，坝前淤积高程为 861.1m，50 年泥沙淤积纵向分布近似于三角洲淤积，此外，由于黑塘桥水库被淹没，未被拆除，黑塘桥水库大坝具有一定的挡沙墙的作用，水库泥沙淤积对水库运行影响不严重，因此，水库运行后，泥沙淤积对水库运行不会有明显不利影响。

凤山水库不同年限泥沙淤积量和坝前淤沙高程成果见表 5.2.3-1。

表 5.2.3-1　　凤山水库泥沙淤积量成果计算表

淤积年限(年)	淤积量(万 m³)	淤积深泓(m)
20	246	857.0
50	449	861.1

5.3 地表水环境影响

贵阳院联合四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室对工程评价区的地表水环境进行了专题调查和影响预测评价，2018 年 6 月完成《贵州省黔南州凤山水库水环境影响预测研究报告》。

5.3.1 水质影响预测评价

5.3.1.1 污染源负荷预测

（1）库周污染负荷预测

根据现场调查，凤山水库库周评价范围内无工矿企业或工业园区，乡镇集约程度较低，无污水处理厂，凤山水库库周污染负荷均以于面源散排污染计入。按照预测水平年 2025 年、2030 年统计。具体来说包括农村散排污水、畜禽养殖、农田径流三方面。

表 5.3.1-1　　预测年凤山水库库周面源污染统计表　　单位：t/a

污染物类别		污染负荷(t/a)				
		COD	BOD_5	NH_3-N	TP	TN
2025年面源	农村生活污水	49.85	20.15	7.42	0.74	9.55
	畜禽粪便	51.30	28.93	1.88	0.61	5.72
	农田径流	4.43	1.35	0.46	0.08	0.84
	小计	105.58	50.43	9.76	1.43	16.11
2030年面源	农村生活污水	48.54	19.62	7.23	0.72	9.30
	畜禽粪便	49.96	28.17	1.83	0.59	5.57
	农田径流	4.43	1.35	0.46	0.08	0.84
小计		102.93	49.14	9.52	1.38	15.70

（2）坝址下游河段污染负荷预测

1）乡镇集中排放生活污水污染负荷预测

乡镇集中污水在现状年的基础上，结合污水处理厂的建设规划情况，从最不利角度考虑，均按照规划水平年 2025 年、2030 年受水区设计最大供水能力，参考区域水污染防治规划制定排放指标，考虑预测水平年供水管道渗漏率为 14%，城镇退水率按 80%考虑，中水回用率仅考虑用作城市绿地浇灌及市政冲洗约 12%，工业退水率按照 40%考虑，计算得到预测年污水集中退水量，城镇污水经污水处理厂集中处理回用后排放，各工业园区污水经过工业污水处理厂收集处理达标后再排入河流。

预测水平年（2025 年与 2030 年）共有马场坪污水处理厂、马场坪工业污水处理厂、龙昌工业污水处理厂、金山污水处理厂、以及新金山污水处理厂收集处理厂瓮福区域内工业及城镇生活污水。根据水污染防治规划，工业污水处理厂执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一类 A 标准，城镇污水处理厂处理标准由《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一类 A 标准分期逐步提升至四类水标准，同时城镇污水处理厂配套中水回用系统。

表 5.3.1-3　　预测年凤山水库受水区点源污染负荷统计　　单位：t/a

设计水平年	污水处理厂	COD	BOD_5	NH_3-N	TP
2025 年	马场坪污水处理厂	188.5	37.7	18.85	1.885
	小河口等污水处理厂	50	10	5	0.5
	马场坪工业污水处理厂	707	141.4	70.7	7.07
	金山污水处理厂	212	42.4	21.2	2.12
	新金山污水处理厂	263.5	52.7	26.35	2.635
	龙昌工业污水处理厂	187	37.4	18.7	1.87
	小计	1608	321.6	160.8	16.08
2030 年	马场坪污水处理厂	210.5	42.1	21.05	2.105
	小河口等污水处理厂	85	17	8.5	0.85
	马场坪工业污水处理厂	909.5	181.9	90.95	9.095
	金山污水处理厂	237.5	47.5	23.75	2.375
	新金山污水处理厂	343	68.6	34.3	3.43
	龙昌工业污水处理厂	222	44.4	22.2	2.22
	小计	2007.5	401.5	200.75	20.07

2）面源污染负荷预测

各面源污染负荷在现状年的基础之上，结合农村人口和畜禽养殖的增长情况，以及库周涉及区域土地利用规划计算得出。按照预测水平年 2025 年、2030 年统计。具体来说包括农村散排污水、畜禽养殖、农田径流三方面。

表 5.3.1-4　　预测年凤山水库坝址下游面源污染统计表　　单位：t/a

污染物类别		污染负荷(t/a)			
		COD	BOD_5	NH_3-N	TP
2025 年	农村生活污水	42.51	17.19	6.33	0.63
	畜禽粪便	72.05	40.62	2.63	0.85
	农田径流	9.40	2.91	1.04	0.16
	小计	123.96	60.72	10	1.64
2030 年	农村生活污水	44.43	17.96	6.62	0.66
	畜禽粪便	75.31	42.46	2.75	0.88
	农田径流	9.40	2.91	1.04	0.16
	小计	129.14	63.33	10.41	1.7

3）渣场渗漏污染负荷分析

根据《清水江流域水环境保护规划》、《清水江水体达标方案》、《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划》，现状发财洞渣场已分三期建成总处理能力 1050m^3/h 污水应急处理系统并投入运行，主要采用石灰法处理工艺，通过抽取渗漏点污水投加石灰，通过絮凝沉淀后废渣压滤后回收利用，处理后的排水排入重安江中，吴家桥、龙井湾、烂木桥渗漏点已建成处理能力 600m^3/h、750m^3/h、150m^3/h 的回用处理系统，主要设置围堰将污染泉水抽回厂区，采用石灰法处理后回用于生产用水，部分不能回用的外排。

根据规划，预测水平年 2020 年各渣场渗漏点得到有效处理，涌水得到全部处理，至规划水平年 2019 年，发财洞、吴家桥、烂木桥应急处理污染设施总磷的排放浓度限值小于 1.00mg/L，氟化物小于 3.00mg/L，龙井垮渗漏点将全部抽回回用，因此，预测水平年 2025 年、2030 年渣场渗漏特征污染物总磷、氟化物污染负荷预测根据 2016 年涌水量及此排放指标计算计入。

表 5.3.1-5　预测年坝址下游渣场渗漏全部处理后排放污染统计表　　单位：t/a

污染物类别		污染负荷(t/a)	
		TP	F
2025 年	发财洞	2.16	7.08
	吴家桥	1.26	3.78
	烂木桥	0.71	5.03
	小计	4.13	15.89
2030 年	发财洞	2.16	7.08
	吴家桥	1.26	3.78
	烂木桥	0.71	5.03
	小计	4.13	15.89

（3）瓮安县城供水退水区污染负荷

1）乡镇集中排放生活污水污染负荷预测

乡镇集中污水在现状年的基础上，结合污水处理厂的建设规划情况，从最不利角度考虑，均按照规划水平年 2025 年、2030 年受水区设计最大供水能力，参考区域水污染防治规划制定排放指标，考虑预测水平年城镇污水退水率按 80%考虑，中水回用率 30%考虑，计算得到预测年污水集中退水量，污水经污水处理厂集中处理回用后排放。

瓮安县城目前有已有两座污水处理厂运行，处理瓮安县城生活生产污水，均位于银盏乡，总处理规模 1.2 万 t/d，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918－2002)中一级 B 标准排放。根据《瓮安河流域水污染防治规划》，预测水平年 2025 年、2030 年瓮安县污水处理厂处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918－2002)中一级 A 标准排放，总处理规模为 3.7 万 t/d。根据预测水平年 2025 年、2030 年瓮安县城受水区最大供水量拟定瓮安县城集中最大退水量为 2135 万 m^3/a、2538 万 m^3/a。

表 5.3.1-7　　预测年凤山水库受水区点源污染负荷统计　　单位：t/a

设计水平年	污水处理厂	COD	BOD_5	NH_3-N	TP
2025 年	瓮安县污水处理厂	97.5	19.5	9.75	0.975

	瓮安县第二污水处理厂	161	32.2	16.1	1.61
	瓮安县（二期）污水处理厂	654	130.8	65.4	6.54
	小计	912.5	182.5	91.25	9.125
2030 年	瓮安县污水处理厂	278	55.6	27.8	2.78
	瓮安县第二污水处理厂	170	34	17	1.7
	瓮安县（二期）污水处理厂	637	127.4	63.7	6.37
	小计	1269	253.8	126.9	12.69

2）面源污染负荷预测

各面源污染负荷在现状年的基础之上，结合农村人口和畜禽养殖的增长情况，以及雍阳河涉及区域土地利用规划计算得出。按照预测水平年 2025 年、2030 年统计。具体来说包括农村散排污水、畜禽养殖、农田径流三方面。

表 5.3.1-8　　预测年雍阳河区域面源污染统计表　　单位：t/a

污染物类别		污染负荷(t/a)			
		COD	BOD_5	NH_3-N	TP
2025 年	农村生活污水	22.55	9.12	3.36	0.33
	畜禽粪便	38.22	21.55	1.40	0.45
	农田径流	1.60	0.49	0.18	0.03
	小计	62.37	31.16	4.93	0.81
2030 年	农村生活污水	23.57	9.53	3.51	0.35
	畜禽粪便	39.95	22.53	1.46	0.47
	农田径流	1.60	0.49	0.18	0.03
	小计	65.12	32.55	5.15	0.84

5.3.1.2 水质预测数学模型及验证

（1）立面二维水质数学模型

库区水质预测采用立面二维水质数学模型。考虑到库区温度场对水动力学与水质的影响，建立与水温耦合求解的宽度平均立面二维水质模型。在水动力学和水温求解基础上，增加水质模拟。

1）预测模型

① 水动力学方程组

由于河宽变化对水面热量交换和热量向水下的传递都具有一定的影响，因此采用宽度平均的 k-ε紊流模型，在笛卡儿直角坐标系下水动力学方程分别为：

$$\frac{\partial}{\partial x}(Bu)+\frac{\partial}{\partial z}(Bw)=0 \quad (5.3.1\text{-}1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(Bu)+u\frac{\partial}{\partial x}(Bu)+w\frac{\partial}{\partial z}(Bu)=\frac{\partial}{\partial x}(B\ \nu_e\frac{\partial u}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial z}(B\ \nu_e\frac{\partial u}{\partial z})$$
$$-\frac{B}{\rho_s}\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}(B\ \nu_e\frac{\partial u}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial z}(B\ \nu_e\frac{\partial w}{\partial x}) \quad (5.3.1\text{-}2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(Bw)+u\frac{\partial}{\partial x}(Bw)+w\frac{\partial}{\partial z}(Bw)=\frac{\partial}{\partial x}(B\ \nu_e\frac{\partial w}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial z}(B\ \nu_e\frac{\partial w}{\partial z})$$
$$-\frac{B}{\rho_s}\frac{\partial p}{\partial z}+\beta B\Delta Tg+\frac{\partial}{\partial z}(B\ \nu_e\frac{\partial w}{\partial z})+\frac{\partial}{\partial x}(B\ \nu_e\frac{\partial u}{\partial z}) \quad (5.3.1\text{-}3)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(Bk)+u\frac{\partial}{\partial x}(Bk)+w\frac{\partial}{\partial z}(Bk)=\frac{\partial}{\partial x}\left(B\frac{\nu_e}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(B\frac{\nu_e}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial z}\right)+B(G_k+G_b-\varepsilon) \quad (5.3.1\text{-}4)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(B\varepsilon)+u\frac{\partial}{\partial x}(B\varepsilon)+w\frac{\partial B\varepsilon}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(B\frac{\nu_e}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(B\frac{\nu_e}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial \varepsilon}{\partial z}\right)+BC_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}G_k-BC_{2\varepsilon}\frac{\varepsilon^2}{k} \quad (5.3.1\text{-}5)$$

式中：$G_k=\nu_t\left[2\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2+2\left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2+\left(\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2\right]$——紊动动能生成项；

$G_b=-\beta g\frac{\nu_t}{\sigma_T}\frac{\partial T}{\partial z}$——浮力生成项，该浮力项在稳定分层时可抑制紊动动能的生成，削弱热量向下的传递，是水库能保持稳定分层的重要因素；

ν_e——分子粘性系数 ν 与紊动涡粘系数 ν_t 之和，m^2/s，$\nu_t=\rho C_\mu\frac{k^2}{\varepsilon}$；

u、w——纵向和垂向流速，m/s；

p——压强，Pa；

B——水体宽度，为高程的函数，m；

K——紊动动能，m^2/s^2；

E——紊动动能耗散率，m^2/s^3；

σ_k、σ_ε——分别为紊动动能和耗散率的普朗特数，一般取1.0和1.3。

C_μ、$C_{1\varepsilon}$、$C_{2\varepsilon}$——模型常数，取值分别为0.09、1.44、1.92。水动力学模型方程组中的常数为通用常数，其取值由基本实验确定，不因具体问题而改变。

② 温度方程

$$\frac{\partial}{\partial t}(BT)+u\frac{\partial}{\partial x}(BT)+w\frac{\partial}{\partial z}(BT)=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{B\nu_e}{\sigma_T}\frac{\partial T}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{B\nu_e}{\sigma_T}\frac{\partial T}{\partial z}\right)+\frac{1}{\rho C_p}\frac{\partial B\varphi_z}{\partial z} \quad (5.3.1\text{-}6)$$

式中：σ_T——温度普朗特数，与密度梯度和流速梯度有关，可采用 Munk-A0erson 公式修正温度普朗特数，$\frac{\sigma_T}{\sigma_{T0}}=\frac{(1+3.33R_i)^{1.5}}{(1+10R_i)^{0.5}}$，其中$\sigma_{T0}$为无温度梯度环境下的紊动普朗特数，通常取为0.85，R_i 为密度梯度 Richardson 数，$R_i=-\frac{g}{\rho}\frac{\frac{\partial\rho}{\partial z}}{\left(\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2}$；$C_p$[J/kg·℃]为水的比热；

φ_z——穿过 z 平面的太阳辐射通量，W/m^2。

③ 水质方程

$$\frac{\partial B\phi}{\partial t}+\frac{\partial uB\phi}{\partial x}+\frac{\partial wB\phi}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(BD_x\frac{\partial\phi}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(BD_z\frac{\partial\phi}{\partial z}\right)+q_\phi B+BS_\phi \quad (5.3.1\text{-}7)$$

式中：B 为水体宽度，m；u、w 分别为纵向和垂向流速，m/s；ϕ 为水质要素浓度，mg/L；D_x、D_z 分别为纵向和垂向的扩散系数，m^2/s；q_Φ 为单元控制体侧向水质出入流的速率，mg/L s；S_ϕ 为源汇项，mg/L s。

2）水质方程源汇项表达式及其参数选取

本研究水质因子主要有 DO、BOD_5、COD、NH3-N、TP 和 TN。DO 方程源汇项包括水面复氧和 BOD_5 降解耗氧两部分，其余水质因子源汇项则只包括水体自净作用下的衰减过程。各方程源汇项表达式具体形式如下：

① DO 方程源汇项

对于表层水体，包括水面复氧和 BOD_5 降解耗氧两部分：

$$S_\phi=k_{2(T)}\left(C_s-C_{\mathrm{DO}}\right)-k_1 L_{\mathrm{B}}$$

而对于下层水体，只有 BOD_5 降解耗氧：

$$S_\phi=-k_{1(T)}\theta^{\mathrm{T-20}}L_{\mathrm{B}}$$

式中：$k_{2(T)}$为水面复氧系数，1/s；C_s 为饱和 DO 浓度，为温度的函数；C_{DO} 为水体 DO 浓度，mg/L；$k_{1(T)}$为 20℃时 BOD_5 的降解系数，θ 为 BOD_5 温度修正系数，L_{B} 为 BOD_5 浓度，mg/L；

$k_{2(T)}$在水库中可以用下式（Broecker 等，1978）表示：

$$k_{2(T)}=\frac{0.864W}{H}$$

式中，W 为水面上 10m 处风速，m/s；H 为表层水体厚度，m。

C_s 在淡水中主要与海拔高度 h(km)和水温 T(℃)有关：

$$C_s=\left(1-\frac{h}{44.3}\right)^{5.25}\exp\left[7.7117-1.31403*\ln\left(T+45.93\right)\right]$$

② 其他水质标量方程源汇项

BOD_5、COD、NH_3-N、TP 和 TN 等水质组分输运方程的源汇项具有如下相同的形式：

$$S_\phi=-k_{(20°)}\theta^{T-20}C$$

式中，$k_{(20℃)}$是水温为20℃时各水质组分的降解系数，θ 为各水质组分的温度修正系数，C 为相应水质组分的浓度，mg/L。

本次计算各水质要素降解系数（20℃）取值见表5.3.1-3。

表 5.3.1-3　各水质要素温度修正系数及降解系数（20℃）取值表

水质要素	BOD_5	COD	NH_3-N	TP	TN
$k_{(20℃)}$ (1/d)	0.0078	0.0078	0.0032	0.0018	0.0018

（2）纵向一维水质水质数学模型

采用纵向一维水质模型对坝址下游35km 河道及供水退水区河流水质进行预测，预测因子 COD、NH_3-N、TP、氟化物，其中氟化物由于尚未有较为明确的降解机理研究，本次氟化物预测仅考虑稀释作用。

1）纵向一维水动力学方程

$$Z_i-Z_{i+1}=\frac{Q^2}{2g}\left(\frac{1}{A_{i+1}^{\ 2}}-\frac{1}{A_i^{\ 2}}\right)+\frac{\Delta sQ^2}{2}\left(\frac{1}{K_i^{\ 2}}+\frac{1}{K_{i+1}^{\ 2}}\right)$$

$$K_i=\frac{1}{n}R_i^{\frac{2}{3}}A_i$$

式中，Zi、Zi+1分别为流段上游、下游水位（m）；Q 为流量(m^3/s)；A 为过水断面面积（m^2）；K 为断面平均流量模数；n 为糙率；R 为水力半径（m）；若已知下游断面的水位 Zi+1，通过迭代可求出上游水位 Zi。

2）纵向一维水质方程

水质模型方程为：

$$\frac{\partial C}{\partial t}=-\frac{1}{A}\frac{\partial}{\partial x}(QC)+\frac{1}{A}\frac{\partial}{\partial x}(DA\frac{\partial C}{\partial x})+S_C+F_C$$

式中，C (mg/L)为水质浓度；Q(m³/s)为流量；A(m²)为过流断面面积；S_C (mg/s)为单位水体内的水质源/汇项，包括干支流汇入、污染源加入以及引水工程引水；D (m²/s)为分子扩散系数；

F_C 只考虑污染物的自净衰减过程，可表示为：

$$F_C=-k_C C \quad (5.3.1\text{-}12)$$

式中，k_c (s-1)为温度 T(℃)时各水质要素的降解系数。

不同水质因子的源汇项分别叙述如下：

① DO 方程源项

DO 方程源项包括表面复氧和降解项两部分，源项表达式：

$$F_C=k_{2(T)}(C_s-C_{DO})-k_{B(T)}L_c$$

式中：

$k_{B(T)}$ 为 BOD_5 的降解系数，L_C 为 BOD_5 的浓度，C_s [mg/L]为饱和溶解氧浓度。标准大气压下饱和溶解氧与温度的函数关系可表示为：

$$C_s=14.54-0.39T+0.01T^2$$

$k_{2(T)}$ 为温度 T(℃)时复氧系数[s-1]，$k_{2(T)}$ 随温度变化的关系式 $k_{2(T)}=k_{2(20)}1.047^{T-20}$，其中，$k_{2(20)}$ 为温度在20℃时复氧系数[s-1]，T 为水温

② BOD_5 方程源项

BOD_5 方程源项表示为：

$$F_C=-k_{B(T)}C$$

BOD_5 降解系数 $k_{B(T)}$ 随温度和 DO 浓度变化的关系式为：

$$k_{B(T)}=k_{B(20)}1.047^{T-20}\frac{C_{DO}}{C_{s(DO)}}$$

其中，$k_{B(20)}$ 为温度在 20℃时 BOD_5 的降解系数值，温度 T 采用相应河段水温预测结果。

③ CODcr 方程源项

CODcr 方程源项表示为：

$$F_C = -k_{C(T)}C$$

CODcr 降解系数$k_{C(T)}$随温度变化的关系式为：

$$k_{C(T)} = k_{C(20)}1.047^{T-20}$$

其中，$k_{c(20)}$为温度在20℃时 CODcr 的降解系数值，温度 T 采用相应河段水温预测结果。

④ NH_3-N 方程源项

NH_3-N 方程源项表示为：

$$F_C = -k_{NH(T)}C$$

NH_3-N 降解系数$k_{NH(T)}$随温度变化的关系式为：

$$k_{NH(T)} = k_{NH(20)}1.083^{T-20}$$

其中，$k_{NH(20)}$为温度在20℃时 NH_3-N 的降解系数值，温度 T 采用相应河段水温预测结果。

⑤ TP 方程源项

TP方程源项表示为：

$$F_C = -k_{TP(T)}C$$

TP降解系数$k_{TP(T)}$随温度变化的关系式为：

$$k_{TP(T)} = k_{TP(20)}1.083^{T-20}$$

其中，$k_{TP(20)}$为温度在20℃时TP的降解系数值，温度T采用相应河段水温预测结果。

3）模型参数选取

凤山水库坝址下游与受水区河段 COD、NH_3-N、TP 水质因子 20℃的降解系数$k_{(20°)}$取值为 K_{COD}=0.1 1/d、K_{NH}=0.08 1/d、K_{TP}=0.04 1/d。坝下游河道糙率 n 与库区河道糙率一致，为 0.04。

5.3.1.3 库区水质预测

（1）预测因子及工况

根据凤山水库工程河段水质与污染源现状分析，库区现状水质较好，周边没

有大型工矿企业分布，水库库区预测因子选择 COD、NH_3-N、TP、BOD_5，未考虑氟化物作为预测因子主要因为库区现状水质指标氟化物达到 I 类水质标准，且库区未分布氟化物排放源。

由于库区污染源较少，水质较好，预测工况主要考虑设计水平年 2030 年丰、平、枯水年汛期、枯期，评价水平年库周污染源正常排放情况下的库区水质变化。

（2）计算边界条件

1）计算区域与网格划分

根据实测大断面地形资料构建库区二维计算区域。库区计算区域上游起自水库水位对应的回水末端，下游至坝前。凤山库区被划分为 49×38（纵向×垂向）个矩形单元网格，单元纵向尺寸为 400m，垂向尺寸为 2m。

2）污染源处理

凤山库区计算区域内的无点污染源。库区面源主要包括农村散排生活污水、畜禽养殖污染及农田径流污染三方面。根据降雨量年内分配过程，对库区面污染源进行年内过程分配，年内分配详见表 5.3.1-4。

表 5.3.1-4　　凤山水库面源污染负荷年内分配

类别	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
COD	2.80	3.02	4.90	8.89	15.23	18.59	15.19	11.91	8.60	7.22	4.38	2.21	102.93
BOD_5	0.52	0.56	0.91	1.65	2.83	3.46	2.82	2.21	1.60	1.34	0.81	0.41	49.14
NH_3-N	0.26	0.28	0.45	0.82	1.41	1.72	1.40	1.10	0.80	0.67	0.41	0.20	9.52
TP	0.04	0.04	0.07	0.12	0.20	0.25	0.20	0.16	0.12	0.10	0.06	0.03	1.38

3）边界条件

各水文代表年的入库水质均采用汛期和枯水期的现状监测水质。入流水质边界条件采用我院委托贵州开磷质量检测中心有限责任公司对凤山河段水质监测结果，年内分配详见表 5.3.1-5。

表 5.3.1-5　　凤山水库入库水质浓度　　单位：mg/L

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
COD	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
NH_3-N	0.116	0.116	0.116	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.03	0.03	0.03
TP	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.03	0.03	0.03
BOD_5	0.25	0.25	0.25	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70

（3）库区水质预测结果分析

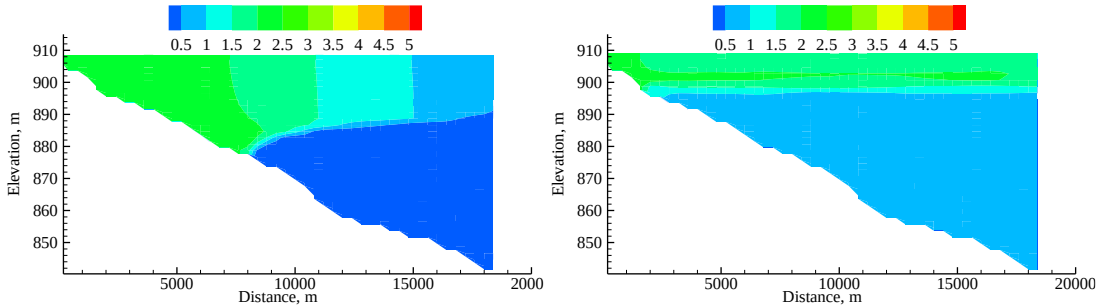
1）平水年库区水质预测结果分析

① 枯期

平水年枯期水质浓度沿程分布图 5.3.1-1 至图 5.3.1-4 显示了凤山水库库区水质较好，COD、NH_3-N、TP、BOD_5 皆达到了Ⅰ类水质，远高于要求的Ⅲ类水质。由于来流量小，枯期来流对库区水质的影响主要集中在库尾。

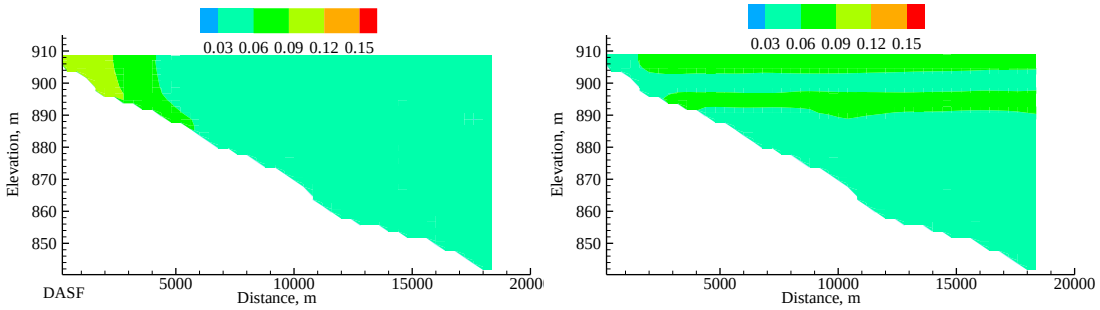
② 汛期

平水年汛期水质浓度沿程分布图 5.3.1-1 至图 5.3.1-4 显示了汛期凤山水库库区 COD、NH_3-N、TP、BOD_5 皆满足Ⅲ类水质要求。



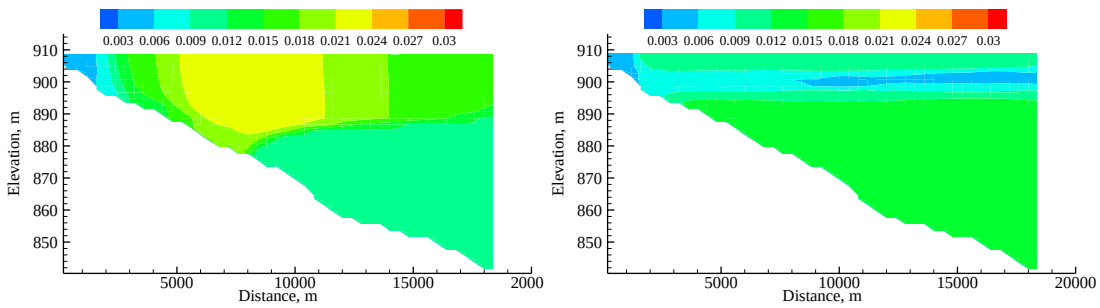
枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-1 凤山水库平水年典型水期 COD 立面二维分布　(单位：mg/L)



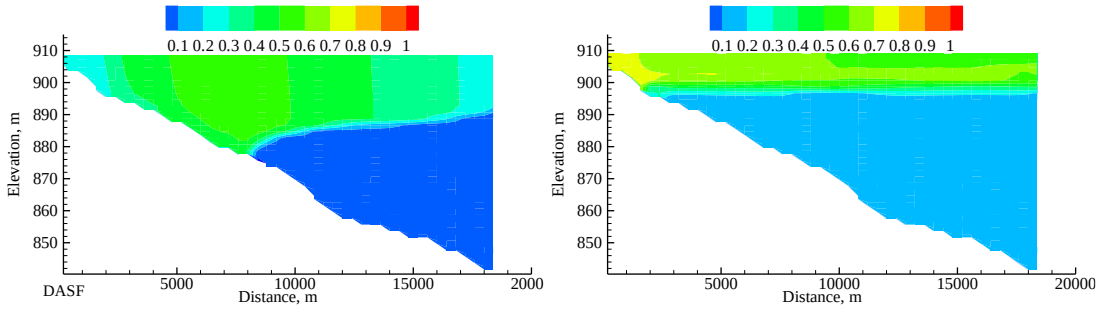
枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-2 凤山水库平水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布　(单位：mg/L)



枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-3 凤山水库平水年典型水期 TP 立面二维分布　(单位：mg/L)



枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-4 凤山水库平水年典型水期 BOD_5 立面二维分布　(单位：mg/L)

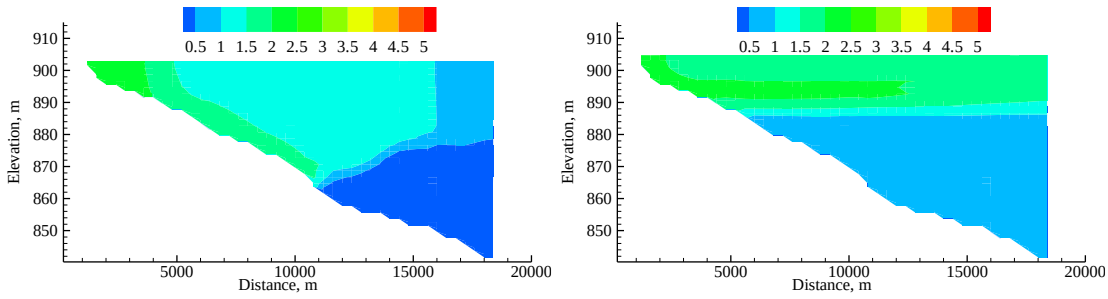
2）枯水年库区水质预测结果分析

① 枯期

枯水年枯期水质浓度沿程分布图 5.3.1-5 至图 5.3.1-8 显示了凤山水库库区水质较好，枯水年枯期凤山水库水质分布规律与平水年相似，水质主要受到来流污染负荷的影响，且枯期来流对库区水质的影响主要集中在库尾。总的来讲，凤山水库各水质因子在全库区均达到III类水质要求，水体水质总体较好。

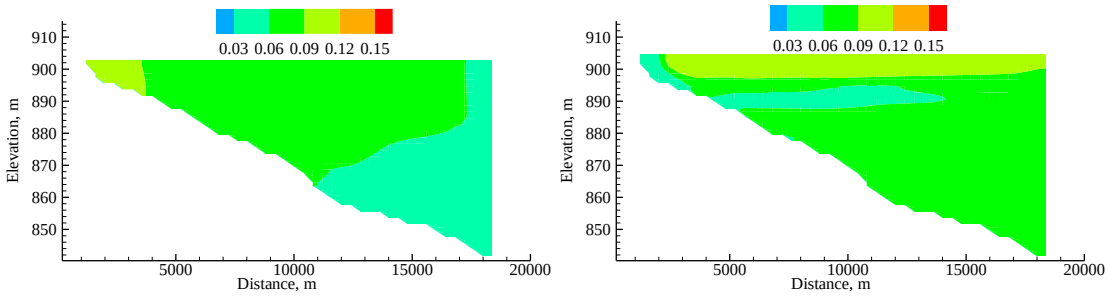
② 汛期

枯水年汛期水质浓度沿程分布图 5.3.1-5 至图 5.3.1-8 显示了汛期凤山水库库区 COD、NH_3-N、TP、BOD_5 皆满足III类水质要求。



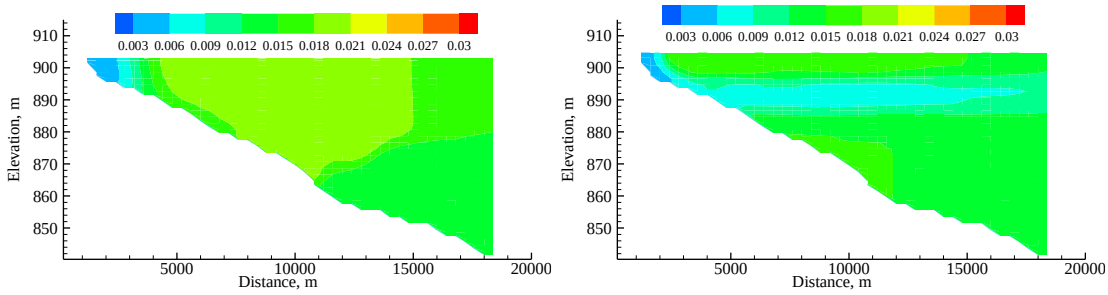
枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-5 凤山水库枯水年典型水期 COD 立面二维分布　(单位：mg/L)



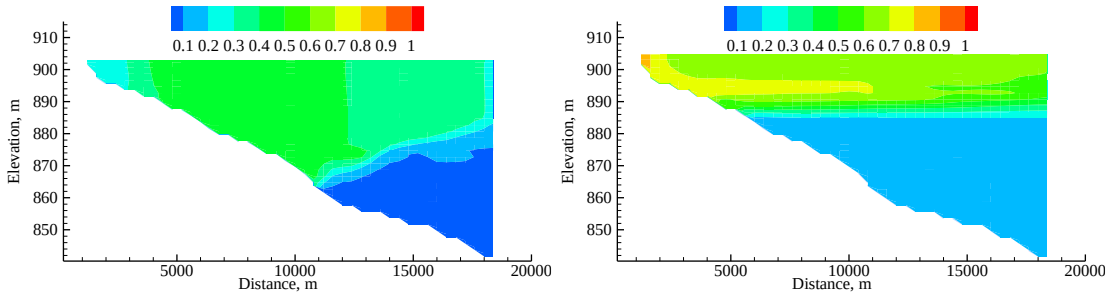
枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-6 凤山水库枯水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布　(单位：mg/L)



枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-7 凤山水库枯水年典型水期 TP 立面二维分布　(单位：mg/L)



枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-8 凤山水库枯水年典型水期 BOD_5 立面二维分布　(单位：mg/L)

2）丰水年库区水质预测结果分析

① 枯期

丰水年枯期水质浓度沿程分布图 5.3.1-9 至图 5.3.1-12 显示了凤山水库库区水质主要受到来流污染负荷的影响，且枯期来流对库区水质的影响主要集中在库尾。受来流污染物的影响，枯期库区 COD 在库尾处较高，库尾来流运行 2~3km 后，与库区 COD 完全混合均匀；NH_3-N、BOD_5 分布规律与 COD 相似，TP 则在全库区分布较为均匀，浓度变化不大。

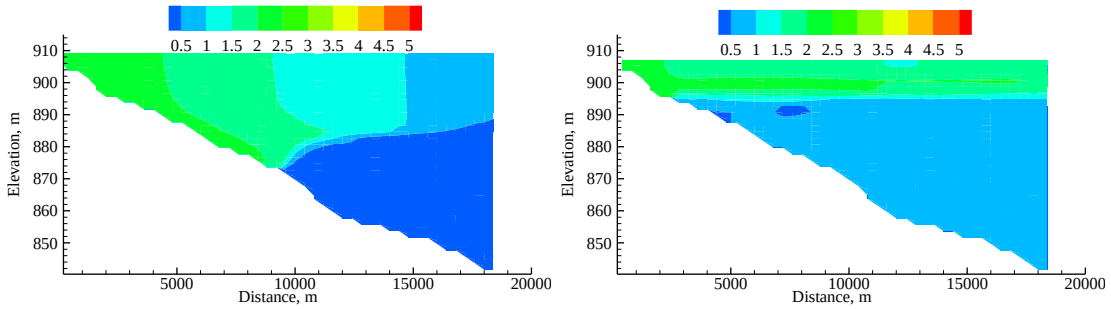
总体而言，在丰水年枯期，凤山水库各水质因子在全库区均达到III类水质要求，水体水质总体较好。

② 汛期

丰水年枯期水质浓度沿程分布图 5.3.1-9 至图 5.3.1-12 显示了凤山水库库区水质分布与枯期相比有较大变化。其中，高浓度的 COD、BOD_5 主要集中在取水口以上的中下层，表层和底层水质相对较好；NH_3-N、TP 由于来流污染负荷较

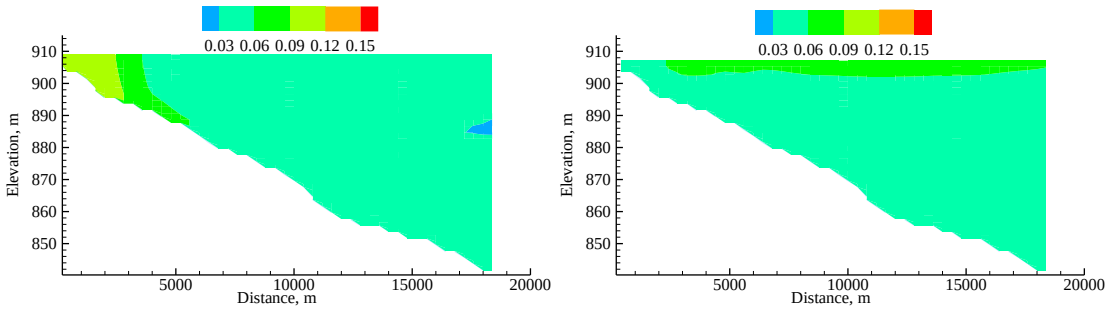
小，水流又主要沿着中下层迁移，故库区中下层水体水质较低，表层受面源影响水质浓度较高。

总的来讲，汛期凤山水库库区 COD、NH_3-N、TP、BOD_5 皆满足Ⅲ类水质要求。



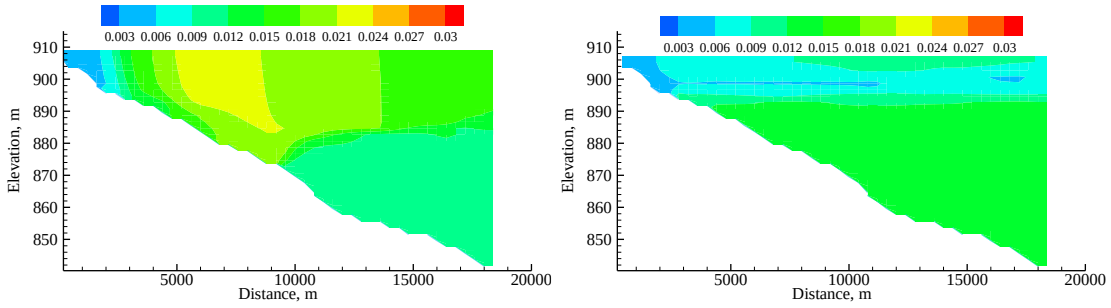
枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-9 凤山水库丰水年典型水期 COD 立面二维分布　(单位：mg/L)



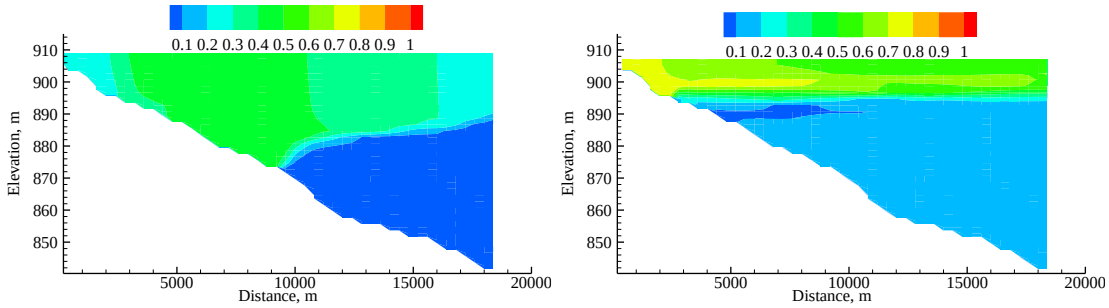
枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-10 凤山水库丰水年典型水期 NH_3-N 立面二维分布　(单位：mg/L)



枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-11　凤山水库丰水年典型水期 TP 立面二维分布　(单位：mg/L)



枯期（12 月月中）　　汛期（6 月月中）

图 5.3.1-12 凤山水库丰水年典型水期 BOD_5 立面二维分布　(单位：mg/L)

（3）库区水质沿程分布规律分析

1）平水年

图 5.3.1-13~图 5.3.1-16 显示了凤山库区平水年各水质因子断面平均浓度纵向沿程变化情况。可以看出，各水质因子断面平均浓度皆远远满足III类水质要求，其中枯期与汛期的 COD、枯期的 NH_3-N、汛期的 BOD_5 沿程浓度略有降低，汛期的 NH_3-N 以及枯期的 BOD_5 沿程变化不大，TP 由于来流水质浓度较好，加上库区面源污染的影响，沿程有略微升高趋势。

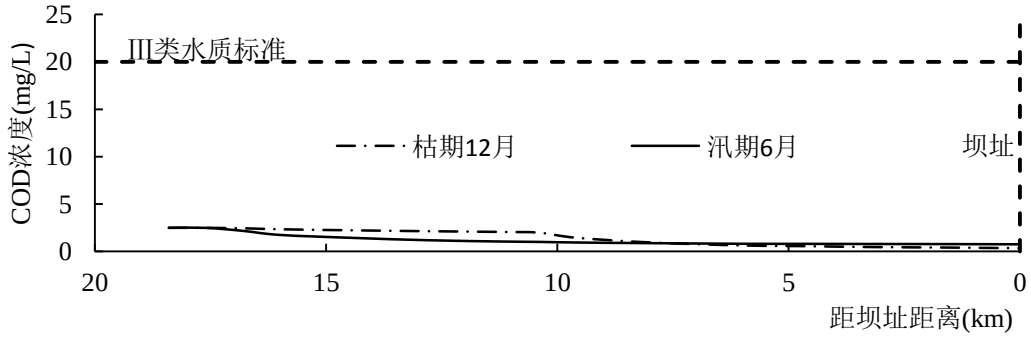


图 5.3.1-13 平水年库区 COD 浓度纵向沿程变化图

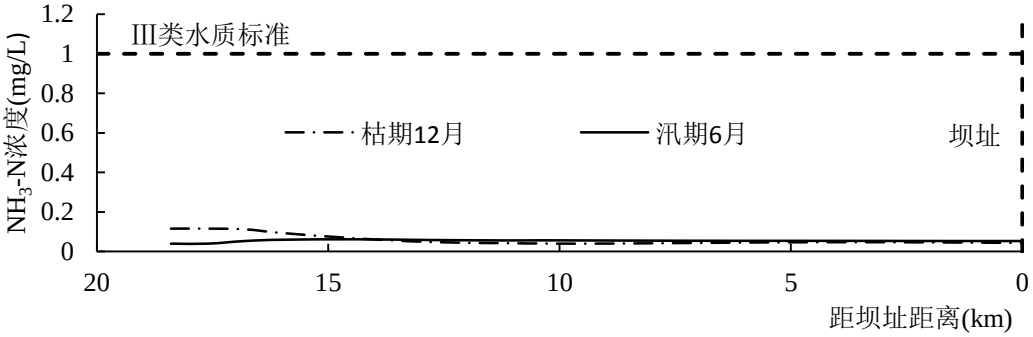


图 5.3.1-14 平水年库区 NH_3-N 浓度纵向沿程变化图

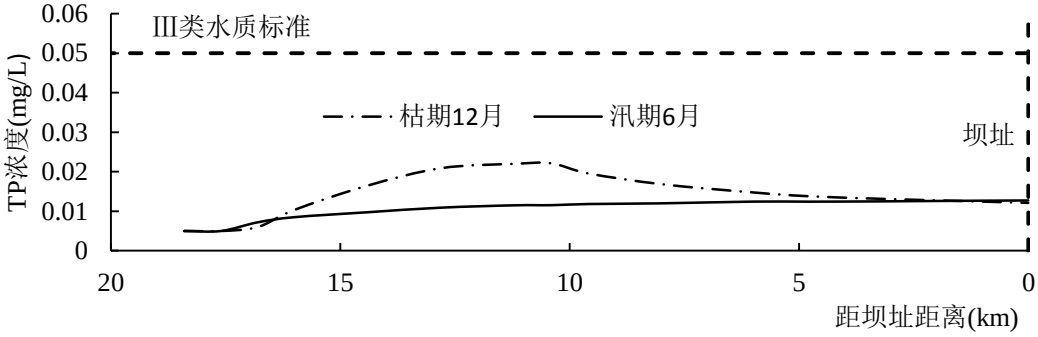


图 5.3.1-15 平水年库区 TP 浓度纵向沿程变化图

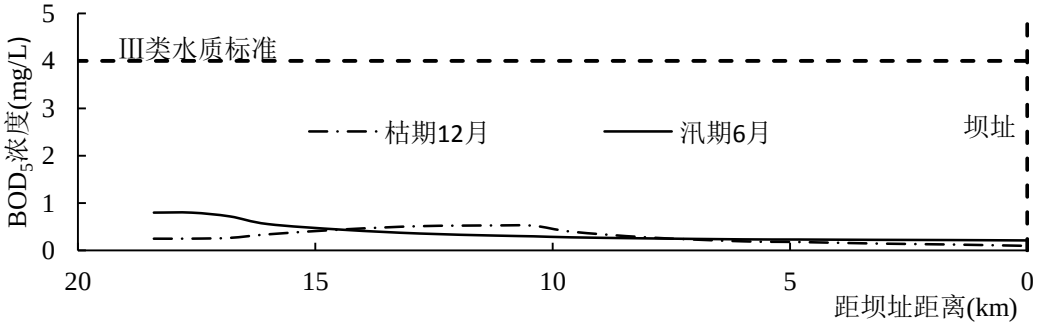


图 5.3.1-16 平水年库区 BOD_5 浓度纵向沿程变化图

2）枯水年

图 5.3.1-17~图 5.3.1-20 显示了凤山库区枯水年各水质因子断面平均浓度纵向沿程变化情况。与平水年相似，在枯水年，各水质因子断面平均浓度满足Ⅲ类水质要求。

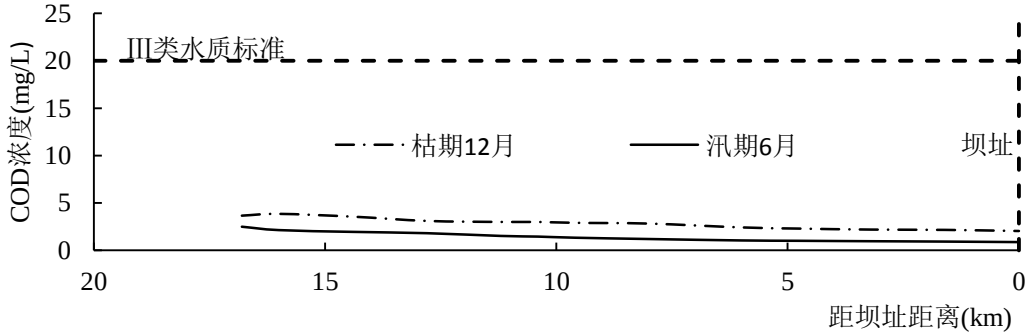


图 5.3.1-17 枯水年库区 COD 浓度纵向沿程变化图

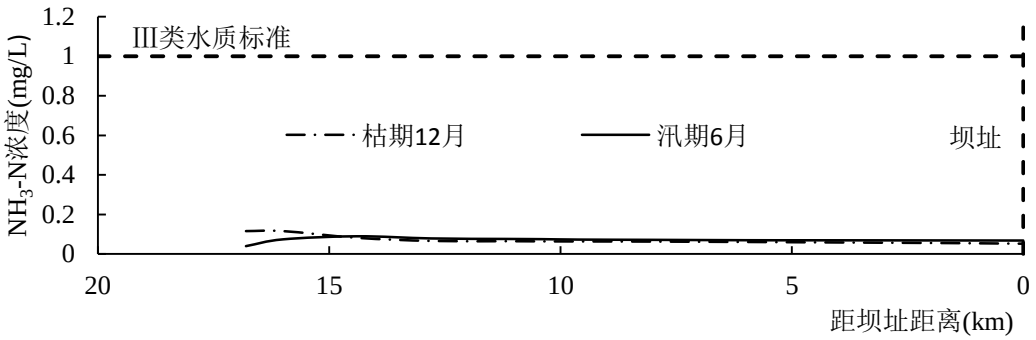


图 5.3.1-18 枯水年库区 NH_3-N 浓度纵向沿程变化图

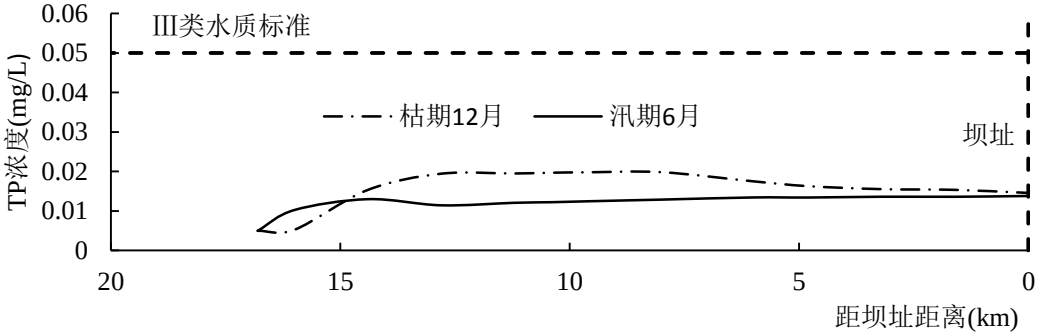


图 5.3.1-19 枯水年库区 TP 浓度纵向沿程变化图

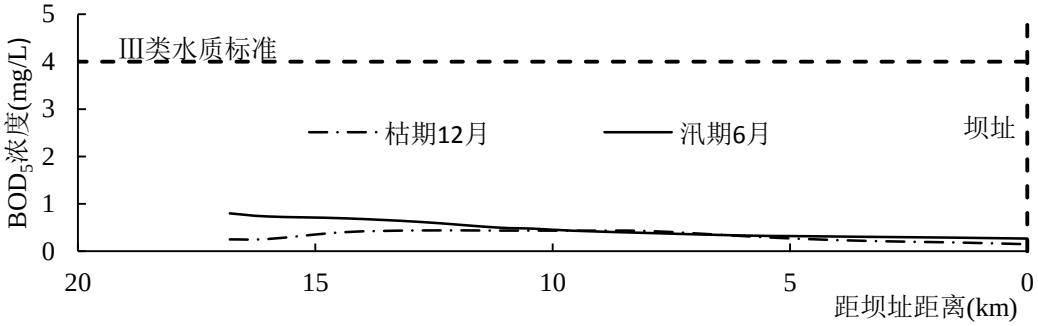


图 5.3.1-20 枯水年库区 BOD_5 浓度纵向沿程变化图

3）丰水年

图 5.3.1-21~图 5.3.1-24 显示了凤山库区丰水年各水质因子断面平均浓度纵向沿程变化情况。与平水年相沿程分布规律相似，丰水年，各水质因子断面平均浓度皆远远满足Ⅲ类水质要求。

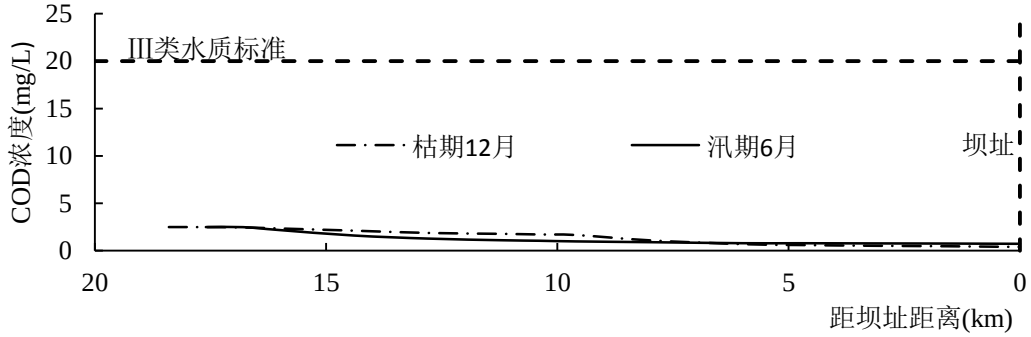


图 5.3.1-21 丰水年库区 COD 浓度纵向沿程变化图

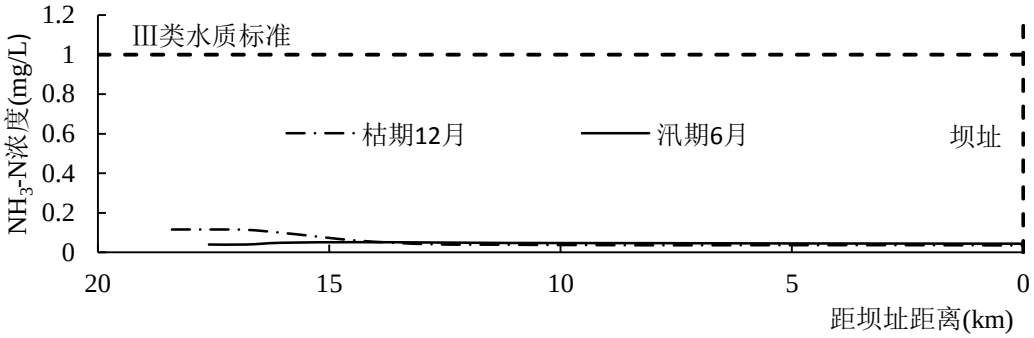


图 5.3.1-22 丰水年库区 NH_3-N 浓度纵向沿程变化图

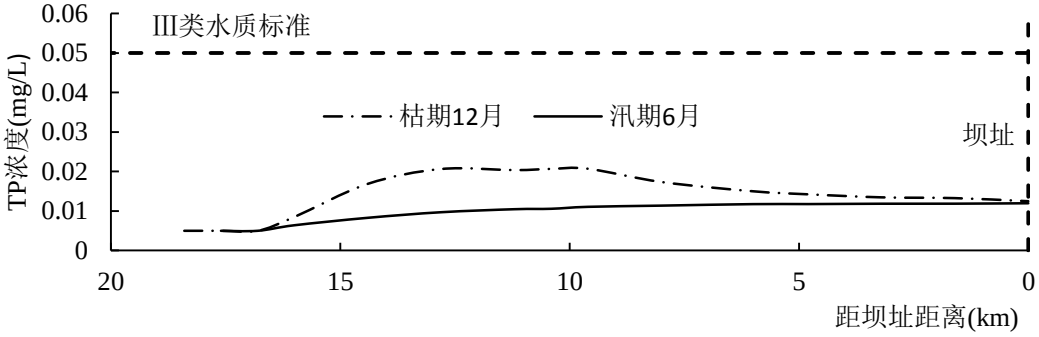


图 5.3.1-23 丰水年库区 TP 浓度纵向沿程变化图

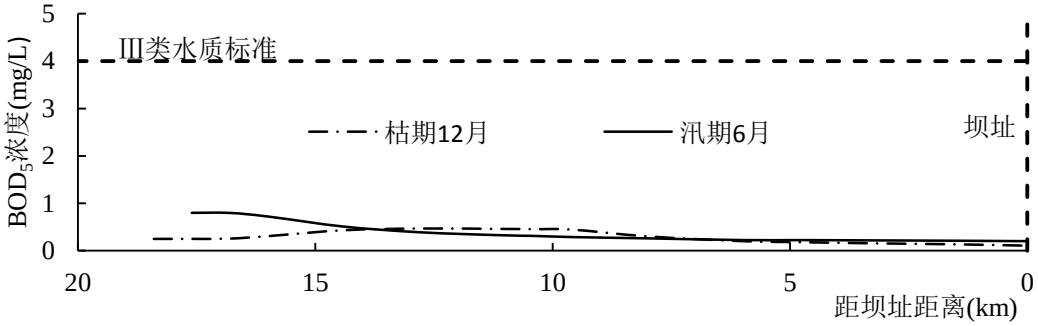


图 5.3.1-24 丰水年库区 BOD_5 浓度纵向沿程变化图

5.3.1.4 出库与入库水质比较分析

表 5.3.1-6 给出了丰、平、枯水年凤山水库库区下泄水质与入流水质的比较结果，COD、NH_3-N、TP、BOD_5 全年出库水质均达标，满足Ⅲ类水质要求。

表 5.3.1-6　　平水年、枯水年、丰水年出库与入库水质对比结果表

月份	水质	单位	平水年				枯水年				丰水年			
			COD	NH_3-N	TP	BOD_5	COD	NH_3-N	TP	BOD_5	COD	NH_3-N	TP	BOD_5
1 月	入库	mg/L	2.50	0.12	0.01	0.25	2.50	0.12	0.01	0.25	2.50	0.12	0.01	0.25
	出库	mg/L	1.11	0.052	0.016	0.30	1.06	0.069	0.017	0.31	1.11	0.048	0.016	0.28
	变化率		-56%	-55%	220%	18%	-58%	-41%	240%	23%	-55%	-59%	220%	12%
2 月	入库	mg/L	2.50	0.12	0.01	0.25	2.50	0.12	0.01	0.25	2.50	0.12	0.01	0.25
	出库	mg/L	0.88	0.055	0.015	0.24	0.95	0.070	0.016	0.28	0.90	0.048	0.015	0.23
	变化率		-65%	-53%	200%	-4%	-62%	-40%	220%	11%	-64%	-59%	200%	-10%
3 月	入库	mg/L	2.50	0.116	0.005	0.25	2.50	0.116	0.005	0.25	2.50	0.116	0.005	0.25
	出库	mg/L	0.83	0.06	0.02	0.24	0.93	0.08	0.02	0.28	0.81	0.05	0.01	0.21
	变化率		-67%	-49%	200%	-2%	-63%	-34%	220%	12%	-68%	-59%	180%	-16%
4 月	入库	mg/L	2.50	0.04	0.01	0.80	2.50	0.04	0.01	0.80	2.50	0.04	0.01	0.80
	出库	mg/L	1.18	0.084	0.012	0.26	1.22	0.097	0.015	0.32	0.96	0.064	0.012	0.22
	变化率		-53%	110%	140%	-67%	-51%	143%	200%	-60%	-61%	60%	140%	-73%
5 月	入库	mg/L	2.50	0.04	0.01	0.80	2.50	0.04	0.01	0.80	2.50	0.04	0.01	0.80
	出库	mg/L	1.57	0.078	0.011	0.51	1.45	0.102	0.014	0.45	1.36	0.063	0.010	0.42
	变化率		-37%	95%	120%	-37%	-42%	155%	180%	-44%	-46%	58%	100%	-48%
6 月	入库	mg/L	2.50	0.04	0.01	0.80	2.50	0.04	0.01	0.80	2.50	0.04	0.01	0.80
	出库	mg/L	1.69	0.072	0.010	0.60	1.72	0.094	0.014	0.62	1.63	0.061	0.009	0.57
	变化率		-32%	80%	100%	-25%	-31%	135%	180%	-23%	-35%	53%	80%	-29%
7 月	入库	mg/L	2.50	0.04	0.01	0.80	2.50	0.04	0.01	0.80	2.50	0.04	0.01	0.80
	出库	mg/L	1.54	0.065	0.009	0.54	1.67	0.092	0.014	0.62	1.58	0.058	0.008	0.56
	变化率		-39%	63%	80%	-32%	-33%	130%	180%	-22%	-37%	45%	60%	-31%
8 月	入库	mg/L	2.50	0.01	0.03	0.67	2.50	0.01	0.03	0.67	2.50	0.01	0.03	0.67

月份	水质	单位	平水年				枯水年				丰水年			
			COD	NH_3-N	TP	BOD_5	COD	NH_3-N	TP	BOD_5	COD	NH_3-N	TP	BOD_5
	出库	mg/L	1.38	0.052	0.009	0.47	1.49	0.074	0.013	0.54	1.55	0.051	0.013	0.52
	变化率		-45%	300%	-67%	-30%	-40%	469%	-52%	-19%	-38%	292%	-52%	-22%
9 月	入库	mg/L	2.50	0.01	0.03	0.67	2.50	0.01	0.03	0.67	2.50	0.01	0.03	0.67
	出库	mg/L	1.21	0.049	0.013	0.40	1.18	0.055	0.012	0.40	1.57	0.032	0.018	0.47
	变化率		-51%	277%	-52%	-41%	-53%	323%	-56%	-41%	-37%	146%	-33%	-29%
10 月	入库	mg/L	2.50	0.01	0.03	0.67	2.50	0.01	0.03	0.67	2.50	0.01	0.03	0.67
	出库	mg/L	1.18	0.042	0.016	0.36	1.12	0.059	0.015	0.38	1.24	0.038	0.017	0.39
	变化率		-53%	223%	-41%	-46%	-55%	354%	-44%	-44%	-50%	192%	-37%	-42%
11 月	入库	mg/L	2.50	0.01	0.03	0.67	2.50	0.01	0.03	0.67	2.50	0.01	0.03	0.67
	出库	mg/L	0.93	0.052	0.015	0.31	1.12	0.063	0.017	0.38	1.08	0.041	0.017	0.34
	变化率		-63%	300%	-44%	-54%	-55%	385%	-37%	-43%	-57%	215%	-37%	-49%
12 月	入库	mg/L	2.50	0.12	0.01	0.25	2.50	0.12	0.01	0.25	2.50	0.12	0.01	0.25
	出库	mg/L	0.78	0.050	0.015	0.26	0.90	0.057	0.017	0.29	0.83	0.038	0.016	0.25
	变化率		-69%	-57%	200%	3%	-64%	-51%	240%	16%	-67%	-67%	220%	0%

5.3.1.5 水库富营养化趋势分析

（1）预测方法

根据《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办[2011]22 号），湖库营养状态评价采用综合营养指数法（*TLI*（∑），采用 0～100 的一系列连续数字对湖泊（水库）营养状态进行分级：

TLI（∑）＜30	贫营养
30≤*TLI*（∑）≤50	中营养
TLI（∑）＞50	富营养
50＜*TLI*（∑）≤60	轻度富营养
60＜*TLI*（∑）≤70	中度富营养
TLI（∑）＞70	重度富营养

综合营养状态指数计算公式如下：

$$TLI(\sum) = \sum_{j=1}^{m} W_j \cdot TLI(j)$$

式中：

TLI（∑）：综合营养状态指数；

W_j：第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

$TLI(j)$：代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 *chla* 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^{m} r_{ij}^2}$$

式中：

r_{ij}——第 *j* 种参数与基准参数 *chla* 的相关系数；

m——评价参数的个数。

中国湖泊（水库）的 *chla* 与其他参数之间的相关关系及见表。

表 5.3.1-7　　中国湖泊（水库）部分参数与 *chla* 的相关关系及值

参数	*chla*	TP	TN	SD	COD_{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

（2）各项目营养状态指数计算

$$TLI（chla）=10（2.5+1.086lnchla）$$

$$TLI（TP）=10（9.436+1.624lnTP）$$

$$TLI（TN）=10（5.453+1.694lnTN）$$

$$TLI（SD）=10（5.118-1.94lnSD）$$

$$TLI（COD_{Mn}）=10（0.109+2.661lnCOD_{Mn}）$$

式中：*chla* 单位为 mg/m^3，SD 单位为 m；其他指标单位均为 mg/L。

（3）预测结果

依据富营养化评价标准，结合库区水质、水温预测结果，分别对丰、平、枯水年汛期代表月 6 月的营养状况进行评价。丰、平、枯各典型年库区综合营养指数（*TLI*（Σ）分别为 63.07、62.98 和 64.21，属于中度富营养状态。丰、平、枯各典型年断面 TP 平均浓度均低于 0.01mg/L，水质条件较好，因此全库区发生富营养化的风险不大。但由于库区 TN 入流浓度很高，且考虑到汛期 6 月水温较高，因此不排除库区部分区域发生富营养化的可能。

5.3.1.6 坝下游及受水区河流水质预测

凤山水库坝址下游河段为重安江河段，受水区涉及河段为重安江、雍阳河河段。其中重安江河段既受河道减水影响，又受供水退水影响。

（1）预测因子及工况

采用纵向一维水质模型对凤山水库坝址下游 30km 河道及水库受水区水质过程进行模拟预测，预测工况考虑坝下游及受水区河段丰、平、枯水年，以及每个水期的汛期和枯期水质的变化过程。预测水平年考虑 2025 年、2030 年，预测因子选择 COD、NH_3-N、TP、氟化物，其中氟化物主要为渣场渗漏排放，由于现有氟化物降解机制尚未定论，初步只考虑稀释作用。

其中重安江段由于受上游水库供水后减水影响，上游来流根据凤山水库工程长系列（1958～2014）运行调度数据，采用丰水年（P=25%）、平水年（P=50%）、枯水年（P=75%）等三个典型水库运行调度代表年为上游来流条件。

雍阳河流域根据设计水平年瓮安县城区域水资源配置条件确定来流条件。

表 5.3.1-8　　坝址下游河段及受水区河流水质预测工况一览表

河流名称	影响类型	预测水平年	典型年	污染源
重　安江	减水、退水影	2022 年	设计水平年 2022 年供水年情况	城镇和工业污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率

	响		下，上游断面受凤山水库水库调度影响的丰水年、平水年、枯水年	40%，城镇中水回用仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水（工况 1）
				部分城镇污水处理厂（金山）采取氨氮提标高于 A 标的排放标准（氨氮限值 3），工业污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回用仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水（工况 2）
		2025 年	设计水平年 2025 年供水年情况下，上游断面受凤山水库水库调度影响的丰水年、平水年、枯水年	工业和城镇污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回用仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水（工况 3）
				部分城镇污水处理厂（金山和新金山）采取氨氮提标高于 A 标的排放（氨氮限值 3），工业污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回用仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水（工况 4）
		2030 年	设计水平年 2030 年情况下，上游断面受凤山水库水库调度影响的丰水年、平水年、枯水年	城镇和城镇污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回用仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水（工况 5）
				全部城镇污水处理厂按照氨氮限值排放（氨氮限值 3），工业园区污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回用仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水（工况 6）
				城镇污水处理厂按照氨氮限值排放（氨氮限值 1.5），工业园区污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回用仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水（工况 7）
			设计水平年 2030 年应急工况下停止凤山水库新增工业供水，该水量下放至下游河道，在该调度情况下影响的丰平枯水年	城镇污水处理厂按照一级 A 标排放，工业园区污水处理厂按照一级 B 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回用仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水（工况 8）
雍阳河	退水影响	2025 年	根据设计水平年 2025 年瓮安县城水资源配置情	城镇污水处理厂按照一级 A 标排放，参考区域水污染防治规划制定排放指标排放，城镇退水率按 80%，城镇中水回用

			况，计算丰水年、平水年、枯水年	率为 30%，用作城镇绿化、市政冲洗及景观用水等
			根据设计水平年 2025 年瓮安县城水资源配置情况，计算枯水年	城镇污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，污水处理厂出水后配套湿地处理系统，城镇中水回用率为 30%，用作城镇绿化、市政冲洗及景观用水等
		2030 年	根据设计水平年 2030 年瓮安县城水资源配置情况，计算丰水年、平水年、枯水年	城镇污水处理厂按照一级 A 标排放，后续增加人工湿地系统深度处理，城镇退水率按 80%，城镇中水回用率为 30%，用作城镇绿化、市政冲洗及景观用水等
			根据设计水平年 2030 年瓮安县城水资源配置情况，计算枯水年	城镇污水处理厂按照一级 A 标排放，后续增加人工湿地系统等深度处理，城镇退水率按 80%，，城镇中水回用率为 30%，用作城镇绿化、市政冲洗及景观用水等

（2）边界条件

经过水库调节后，凤山坝址处下泄流量见表 5.3.1-8，凤山水库坝下游各主要汇入支流流量见表。凤山坝下游及受水区计算区域内的点污染源为污水处理厂集中排污与乡镇集中生活污水排放、渗漏点集中处理排放，面源主要为农村散排生活污水污染、禽畜养殖污染、农田径流污染。沿线渣场渗漏点如发财洞污染源规划水平年 2020 年按照《清水江水体达标方案》、《清水江（黔南境内）流域水污染防治规划》在考核断面治理达标，预测水平年 2025 年、2030 年按照该标准向重安江排放污染负荷，凤山坝址丰、平、枯水年坝址下泄水质浓度见表 5.3.1-10，考虑污水处理厂分别处理达标后汇入支流，完全混合后再以点源形式汇入坝下，平堡河和围阻河根据《福泉市水源保护区区规划》按照现状监测值水质浓度标准，预测水平年水质不会恶化考虑，其余支流水质按 III 类水质浓度标准限值来流考虑，叠加上预测水平年支流上所产生的全部污染负荷的不利情况考虑。

表 5.3.1-9　　凤山水库坝址下泄一览表　　单位：m^3/s

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	年均
丰水	1.43	1.43	1.43	2.04	2.04	13.12	8.39	14.8	5.11	6.69	4.36	1.47	5.19

年													
平水年	1.43	1.43	1.43	2.04	7.14	12.05	2.54	4.13	2.04	6.52	1.91	1.43	3.13
枯水年	1.43	1.43	1.43	2.04	2.04	6.89	5.58	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.74

表 5.3.1-10　　凤山水库坝下游各汇入支流典型年流量　　单位：m^3/s

河流		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年均
丰水年	平堡河	0.56	0.48	0.57	1.04	1.47	3.00	9.27	3.60	3.95	1.03	1.32	0.73	2.25
	阿里堡河	0.19	0.16	0.19	0.35	0.49	1.00	3.09	1.20	1.32	0.34	0.44	0.24	0.75
	后河	0.50	0.43	0.51	0.93	1.31	2.67	8.24	3.20	3.51	0.91	1.17	0.65	2.00
	围阻河	1.14	0.98	1.16	2.13	3.01	6.14	18.97	7.37	8.08	2.11	2.70	1.49	4.61
	皮陇河	0.51	0.44	0.52	0.96	1.35	2.76	8.52	3.31	3.63	0.95	1.21	0.67	2.07
	洗布河	2.28	1.96	2.33	4.26	6.01	12.28	37.92	14.74	16.15	4.21	5.40	2.98	9.21
平水年	平堡河	0.53	0.51	0.53	0.56	1.63	4.83	3.82	4.10	1.71	1.00	0.78	0.65	1.72
	阿里堡河	0.17	0.16	0.16	0.18	0.51	1.51	1.20	1.28	0.54	0.31	0.25	0.20	0.54
	后河	0.44	0.42	0.44	0.47	1.35	4.00	3.16	3.40	1.42	0.83	0.65	0.54	1.43
	围阻河	1.04	1.00	1.03	1.10	3.21	9.50	7.51	8.06	3.37	1.98	1.54	1.28	3.39
	皮陇河	0.45	0.44	0.45	0.48	1.40	4.14	3.27	3.51	1.47	0.86	0.67	0.56	1.48
	洗布河	2.05	1.97	2.04	2.18	6.32	18.73	14.80	15.89	6.65	3.90	3.04	2.52	6.67
枯水年	平堡河	0.72	0.60	0.51	0.74	1.52	2.24	4.01	0.73	0.56	0.58	0.41	0.41	1.09
	阿里堡河	0.25	0.21	0.18	0.26	0.53	0.78	1.41	0.25	0.20	0.20	0.14	0.14	0.38
	后河	0.68	0.56	0.47	0.69	1.42	2.10	3.76	0.68	0.52	0.54	0.39	0.38	1.02
	围阻河	1.55	1.29	1.09	1.59	3.26	4.80	8.61	1.56	1.20	1.25	0.88	0.87	2.33
	皮陇河	0.70	0.58	0.49	0.72	1.47	2.17	3.88	0.70	0.54	0.56	0.40	0.39	1.05
	洗布河	2.90	2.41	2.03	2.97	6.09	8.97	16.09	2.91	2.24	2.33	1.65	1.63	4.35

表 5.3.1-11　　凤山水库典型水平年坝址下泄水质　　单位：mg/L

时间	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
丰水年	COD	1.11	0.90	0.81	0.96	1.36	1.63	1.58	1.55	1.57	1.24	1.08	0.83
	NH_3-N	0.048	0.048	0.048	0.064	0.063	0.061	0.058	0.051	0.032	0.038	0.041	0.038

时间	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
	TP	0.016	0.015	0.014	0.012	0.01	0.009	0.008	0.013	0.018	0.017	0.017	0.016
	氟化物	0.08	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
平水年	COD	1.11	0.88	0.83	1.18	1.57	1.69	1.54	1.38	1.21	1.18	0.93	0.78
	NH_3-N	0.052	0.055	0.059	0.084	0.078	0.072	0.065	0.052	0.049	0.042	0.052	0.05
	TP	0.016	0.015	0.015	0.012	0.011	0.01	0.009	0.009	0.013	0.016	0.015	0.015
	氟化物	0.08	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
枯水年	COD	1.06	0.95	0.93	1.22	1.45	1.72	1.67	1.49	1.18	1.12	1.12	0.90
	NH_3-N	0.069	0.07	0.076	0.097	0.102	0.094	0.092	0.074	0.055	0.059	0.063	0.057
	TP	0.017	0.016	0.016	0.015	0.014	0.014	0.014	0.013	0.012	0.015	0.017	0.017
	氟化物	0.08	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08

（3）坝下游河段水质预测

凤山水库选取 COD、NH3-N、TP、氟化物四个水质因子进行评价，坝下下泄水质因子均可以达到 I 类水质要求，但支流汇入流量超过下泄流量的 2 倍，所以坝下水质主要受支流汇入影响，水质沿程变化中每次支流汇入都对水质有较大的改变。

坝下游有 6 条支流汇入，分别是平堡河、阿里堡河、围阻河、后河、皮陇河和洗布河。其中马场坪城镇污水处理厂污水、马场坪工业园区污水处理厂通过阿里堡河汇入，金山新区、金山和龙昌镇城镇污水处理厂、龙昌镇工业污水处理厂污水通过后河汇入。由于下泄水质较好，所以平堡河汇入断面水质有较大改变，再经过阿里堡河时水质变化幅度减小。在后河汇入断面，因为其一共接受了四个污水处理厂的汇入，水质急剧恶化。皮陇河断面无污水处理厂，加上沿程降解，水质有所好转，至发财洞渗漏点时，由于汇入较高的含磷排水，总磷指标上升，至凤山新桥断面又有所好转。

1）2022 年一级 A 类标准下水质影响（工况 1）

表 5.3.1-11~表 5.3.1-13 及图 5.3.1-31~图 5.3.1-34 显示了 2022 年坝下游污水处理厂一级 A 标排放下 COD、NH_3-N、TP 和氟化物的变化规律。整体来讲 COD、NH_3-N、TP 和氟化物均达到 III 类水质标准。其中，坝址处下泄水质较好，达到Ⅱ类水质标准，沿程经平堡河、阿里堡河、后河汇入后，COD、NH_3-N、TP 和氟化物逐渐升高，尤其阿里堡河、后河挟区间污水的汇入，使得水质的升高较为明显，以枯水年枯期（12 月）为例，至后河汇入后，COD、NH_3-N、TP 和氟化物分别达到 15.08mg/L、1.207mg/L、0.145mg/L、0.55mg/L。凤山新桥断面 COD、NH_3-N、TP 和氟化物浓度分别为 14.29mg/L、1.067mg/L、0.147mg/L、0.61mg/L。

表 5.3.1-11　　2022 年丰水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.90	0.041	0.016	0.08	1.61	0.060	0.009	0.06
平堡河汇入断面	1.38	0.060	0.018	0.17	1.90	0.060	0.013	0.06
阿里堡河汇入断面	10.65	0.913	0.121	0.25	5.14	0.081	0.049	0.17
围阻河汇入断面	13.85	1.053	0.137	0.59	8.48	0.314	0.069	0.27
皮龙河汇入断面	13.54	0.948	0.132	0.63	8.75	0.425	0.068	0.58
发财洞断面	13.54	0.946	0.142	0.66	8.71	0.382	0.068	0.63

凤山新桥断面	13.25	0.927	0.141	0.66	8.58	0.376	0.070	0.63
洗布河汇入断面	11.34	0.704	0.132	0.63	8.00	0.309	0.085	0.42
坝址 30KM	11.34	0.703	0.132	0.49	8.00	0.309	0.085	0.42

表 5.3.1-12　　2022 年平水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.87	0.051	0.015	0.08	1.64	0.070	0.010	0.06
平堡河汇入断面	1.33	0.066	0.017	0.17	2.01	0.085	0.015	0.21
阿里堡河汇入断面	10.80	0.944	0.123	0.24	6.14	0.391	0.060	0.31
围阻河汇入断面	14.18	1.108	0.142	0.57	9.15	0.471	0.075	0.66
皮陇河汇入断面	13.85	1.004	0.136	0.60	9.37	0.412	0.073	0.69
发财洞断面	13.84	1.001	0.148	0.63	9.35	0.414	0.076	0.69
凤山新桥断面	13.53	0.981	0.146	0.63	9.14	0.405	0.075	0.68
洗布河汇入断面	11.03	0.731	0.121	0.48	7.55	0.296	0.070	0.45
坝址下游 30km	11.03	0.731	0.121	0.48	7.55	0.296	0.070	0.45

表 5.3.1-13　　2022 年枯水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.94	0.060	0.017	0.08	1.70	0.093	0.014	0.06
平堡河汇入断面	1.36	0.072	0.018	0.16	2.15	0.099	0.019	0.26
阿里堡河汇入断面	11.25	0.996	0.116	0.24	8.49	0.599	0.083	0.37
围阻河汇入断面	15.08	1.207	0.145	0.55	10.88	0.611	0.091	0.71
皮陇河汇入断面	14.64	1.089	0.139	0.59	10.92	0.526	0.087	0.75
发财洞断面	14.61	1.085	0.148	0.62	10.91	0.529	0.091	0.75
凤山新桥断面	14.29	1.067	0.147	0.61	10.70	0.524	0.089	0.75
洗布河汇入断面	11.97	0.925	0.108	0.47	8.83	0.533	0.058	0.48
坝址下游 30km	11.97	0.925	0.108	0.47	8.83	0.533	0.058	0.48

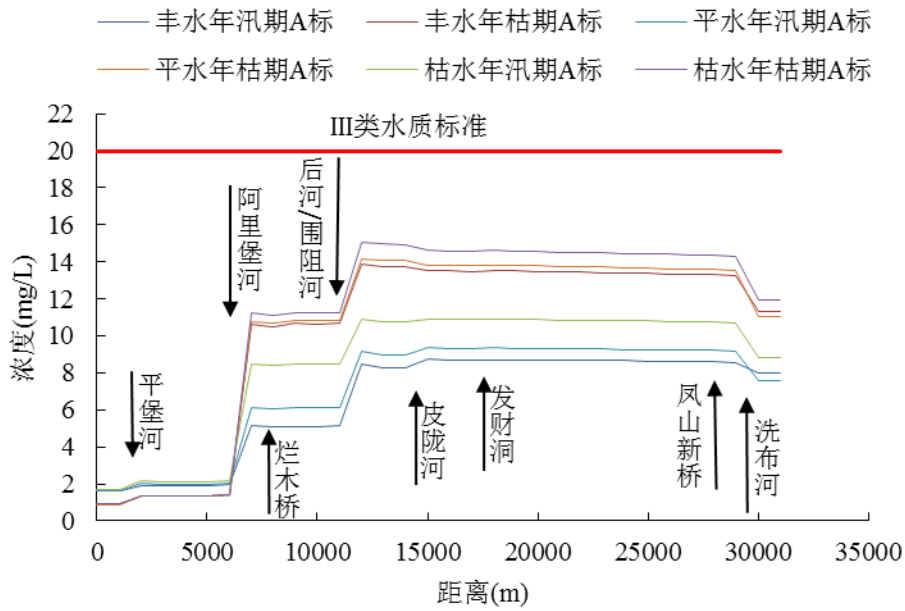


图 5.3.1-31 2022 年坝下游 COD 沿程变化

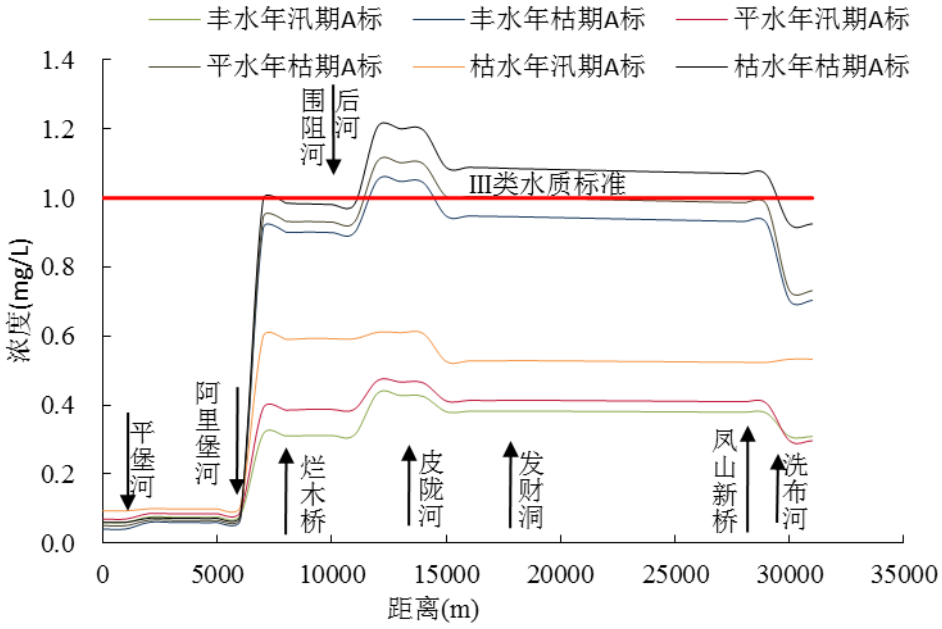


图 5.3.1-32 2022 年坝下游 NH_3-N 沿程变化

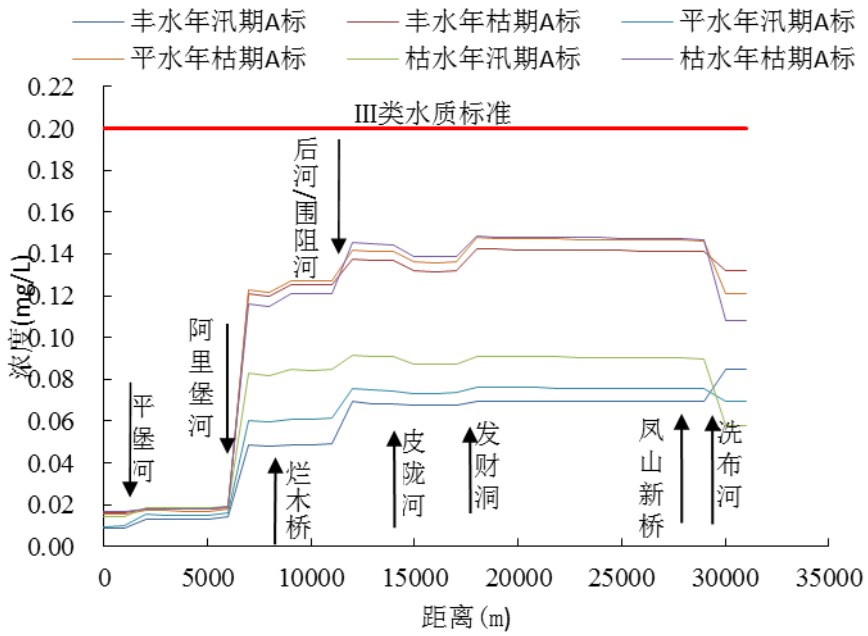


图 5.3.1-33 2022 年坝下游 TP 沿程变化

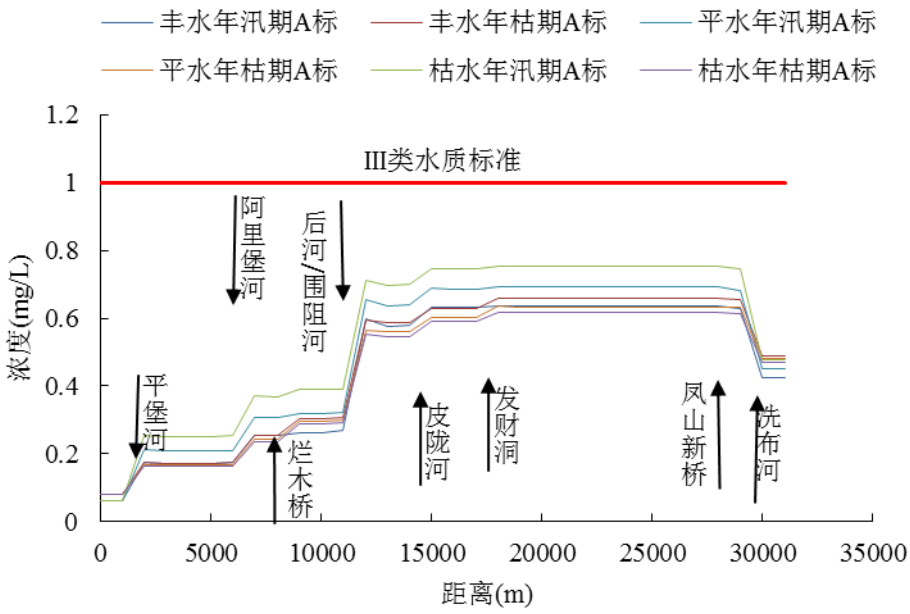


图 5.3.1-34 2022 年坝下游氟化物沿程变化

2）2022 年部分提标下的水质影响（工况 2）

表 5.3.1-14~表 5.3.1-16 及图 5.3.1-35~图 5.3.1-37 显示了 2022 年部分城镇污水处理厂（金山）采取氨氮提标高于 A 标的排放标准（氨氮限值 3），工业污水处理厂按照一级 A 标排放下 COD、NH_3-N 和 TP 的变化规律。整体来讲 COD、NH_3-N、TP 及氟化物均达到 III 类水质标准。其中，坝址处下泄水质较

好，达到Ⅱ类水质标准，沿程经平堡河、阿里堡河、后河汇入后，COD、NH_3-N 和 TP 逐渐升高，尤其阿里堡河、后河挟区间污水的汇入，使得水质的升高较为明显，以枯水年枯期（12 月）为例，至后河汇入后，COD、NH_3-N、TP 和氟化物分别达到 15.08mg/L、0.999mg/L、0.145mg/L、0.55mg/L。凤山新桥断面 COD、NH_3-N、TP 和氟化物浓度分别为 14.29mg/L、0.891mg/L、0.147mg/L、0.61mg/L。

表 5.3.1-14　　2022 年丰水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.90	0.041	0.016	0.08	1.61	0.060	0.009	0.06
平堡河汇入断面	1.38	0.060	0.018	0.17	1.90	0.075	0.013	0.06
阿里堡河汇入断面	10.65	0.887	0.121	0.25	5.14	0.314	0.049	0.17
围阻河汇入断面	13.85	0.869	0.137	0.59	8.48	0.396	0.069	0.27
皮龙河汇入断面	13.54	0.787	0.132	0.63	8.75	0.349	0.068	0.58
发财洞断面	13.54	0.788	0.142	0.66	8.71	0.351	0.068	0.63
凤山新桥断面	13.25	0.772	0.141	0.66	8.58	0.345	0.070	0.63
洗布河汇入断面	11.34	0.597	0.132	0.63	8.00	0.290	0.085	0.42
坝址 30KM	11.34	0.597	0.132	0.49	8.00	0.290	0.085	0.42

表 5.3.1-15　　2022 年平水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.87	0.051	0.015	0.08	1.64	0.070	0.010	0.06
平堡河汇入断面	1.33	0.066	0.017	0.17	2.01	0.085	0.015	0.21
阿里堡河汇入断面	10.80	0.944	0.123	0.24	6.14	0.391	0.060	0.31
围阻河汇入断面	14.18	0.924	0.142	0.57	9.15	0.432	0.075	0.66
皮陇河汇入断面	13.85	0.843	0.136	0.60	9.37	0.380	0.073	0.69
发财洞断面	13.84	0.842	0.148	0.63	9.35	0.383	0.076	0.69
凤山新桥断面	13.53	0.826	0.146	0.63	9.14	0.374	0.075	0.68
洗布河汇入断面	11.03	0.623	0.121	0.48	7.55	0.278	0.070	0.45
坝址下游 30km	11.03	0.623	0.121	0.48	7.55	0.278	0.070	0.45

表 5.3.1-16　　2022 年枯水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.94	0.060	0.017	0.08	1.70	0.093	0.014	0.06
平堡河汇入断面	1.36	0.072	0.018	0.16	2.15	0.099	0.019	0.26
阿里堡河汇入断面	11.25	1.011	0.116	0.24	8.49	0.602	0.083	0.37
围阻河汇入断面	15.08	0.999	0.145	0.55	10.88	0.548	0.091	0.71

皮陇河汇入断面	14.64	0.907	0.139	0.59	10.92	0.476	0.087	0.75
发财洞断面	14.61	0.906	0.148	0.62	10.91	0.478	0.091	0.75
凤山新桥断面	14.29	0.891	0.147	0.61	10.70	0.474	0.089	0.75
洗布河汇入断面	11.97	0.801	0.108	0.47	8.83	0.503	0.058	0.48
坝址下游 30km	11.97	0.801	0.108	0.47	8.83	0.503	0.058	0.48

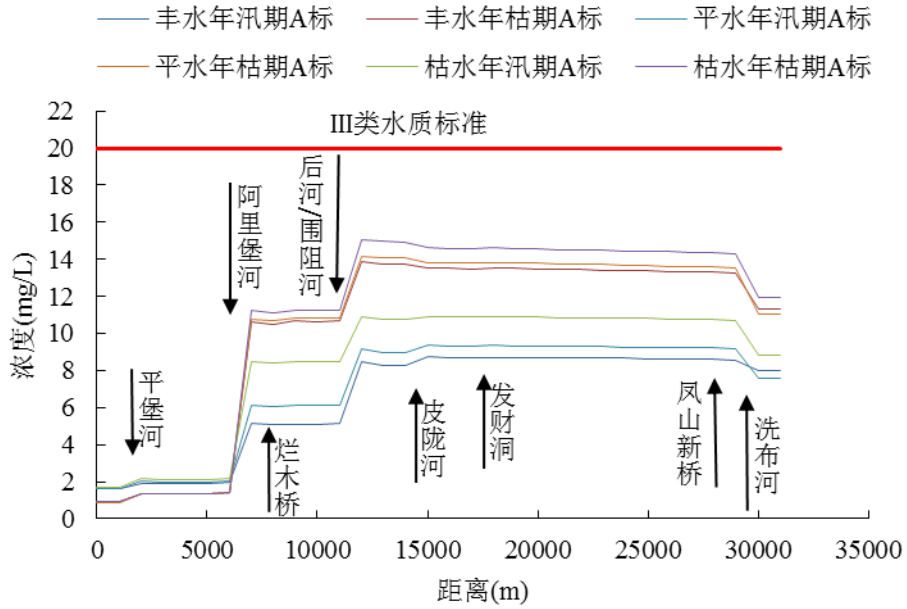


图 5.3.1-35 2022 年坝下游 COD 沿程变化

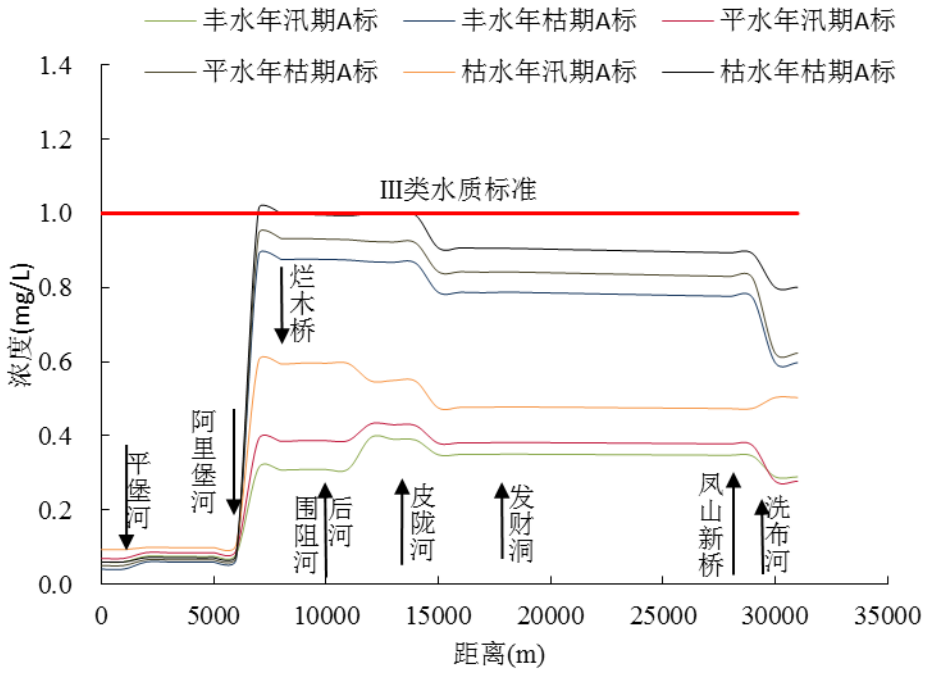


图 5.3.1-36 2022 年坝下游 NH_3-N 沿程变化

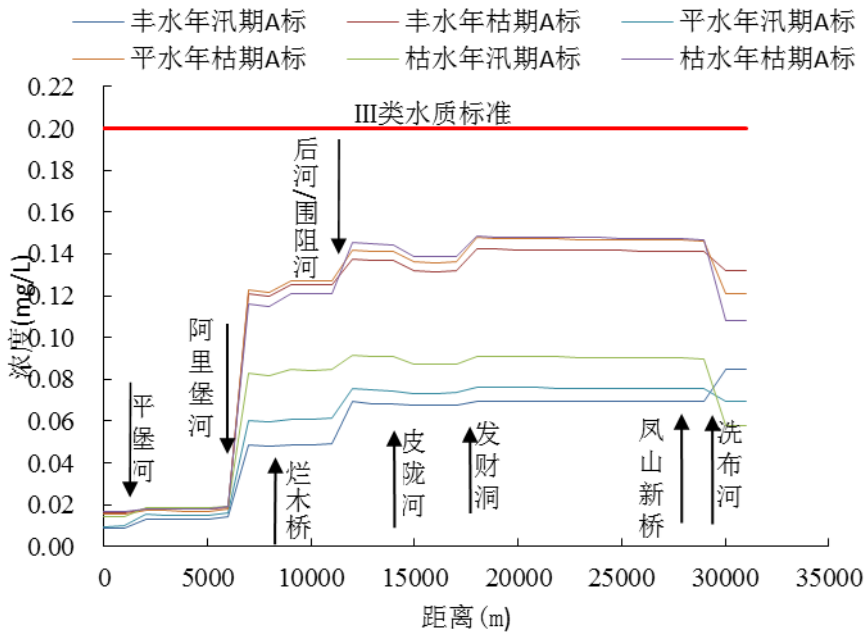


图 5.3.1-37 2022 年坝下游 TP 沿程变化

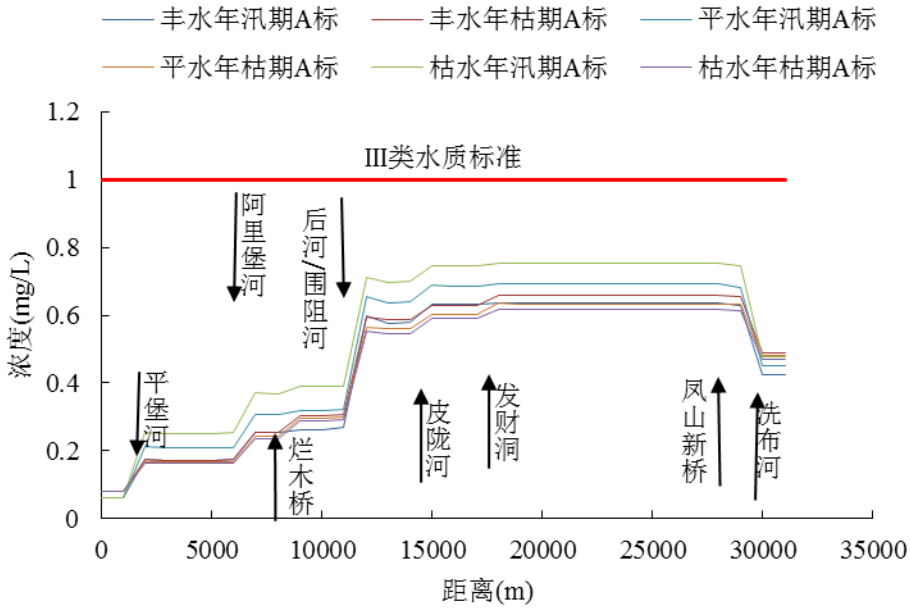


图 5.3.1-38 2022 年坝下游氟化物沿程变化

3）2025 年一级 A 标下的水质影响（工况 3）

表 5.3.1-17~表 5.3.1-19 及图 5.3.1-39~图 5.3.1-42 显示了考虑工业和城镇污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，仅考虑凤山水库水资源配置中城市绿化及市政清洗城镇中水回用，整体来讲 COD、NH3-N、TP 和氟化物均达到 III 类水质标准。其中，坝址处下泄水质较好，达到Ⅱ类水质标准，沿程经平堡河、阿里堡河、后河汇入后，COD、NH_3-N、TP 和氟化物逐渐升高，尤其阿里堡河、后河挟区间污水的汇入，使得水质的升高

较为明显，以枯水年枯期（12 月）为例，至后河汇入后，COD、NH_3-N、TP 和氟化物分别达到 14.76mg/L、1.151mg/L、0.146mg/L、0.27mg/L。凤山新桥断面 COD、NH_3-N 和 TP 浓度分别为 14.03mg/L、1.015mg/L、0.149mg/L、0.64mg/L。

表 5.3.1-17　　2025 年丰水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.90	0.041	0.016	0.06	1.61	0.060	0.009	0.06
平堡河汇入断面	1.38	0.060	0.018	0.06	1.90	0.075	0.013	0.06
阿里堡河汇入断面	11.82	1.034	0.132	0.17	5.37	0.340	0.051	0.17
围阻河汇入断面	14.76	1.151	0.146	0.27	8.67	0.455	0.051	0.27
皮龙河汇入断面	14.36	1.038	0.140	0.58	8.91	0.399	0.070	0.58
发财洞断面	14.34	1.035	0.150	0.63	8.88	0.401	0.071	0.63
凤山新桥断面	14.03	1.015	0.149	0.64	8.74	0.395	0.071	0.62
洗布河汇入断面	11.92	0.768	0.138	0.48	8.11	0.321	0.086	0.42
坝址 30KM	11.92	0.768	0.138	0.42	8.11	0.321	0.086	0.42

表 5.3.1-18　　2025 年平水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.87	0.051	0.015	0.08	1.64	0.070	0.010	0.06
平堡河汇入断面	1.33	0.066	0.017	0.17	2.01	0.085	0.015	0.21
阿里堡河汇入断面	12.01	1.069	0.135	0.24	6.47	0.426	0.064	0.31
围阻河汇入断面	15.14	1.015	0.152	0.55	9.38	0.453	0.078	0.65
皮陇河汇入断面	14.73	0.925	0.145	0.59	9.57	0.399	0.075	0.69
发财洞断面	14.70	0.923	0.156	0.62	9.54	0.401	0.078	0.69
凤山新桥断面	14.36	0.905	0.154	0.62	9.33	0.392	0.077	0.68
洗布河汇入断面	11.68	0.684	0.127	0.47	7.67	0.289	0.071	0.45
坝址下游 30km	11.68	0.684	0.127	0.47	7.67	0.289	0.071	0.45

表 5.3.1-19　　2025 年枯水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.94	0.060	0.017	0.08	1.70	0.093	0.014	0.06
平堡河汇入断面	1.36	0.072	0.018	0.16	2.15	0.099	0.019	0.26
阿里堡河汇入断面	12.48	1.124	0.128	0.23	9.04	0.657	0.088	0.36
围阻河汇入断面	16.07	1.315	0.155	0.53	11.22	0.649	0.095	0.70
皮陇河汇入断面	15.55	1.189	0.148	0.58	11.21	0.559	0.090	0.74
发财洞断面	15.50	1.185	0.157	0.60	11.19	0.562	0.094	0.75
凤山新桥断面	15.17	1.165	0.156	0.60	10.98	0.556	0.092	0.74

洗布河汇入断面	12.65	0.998	0.115	0.46	9.01	0.553	0.060	0.48
坝址下游 30km	12.65	0.998	0.115	0.46	9.01	0.553	0.060	0.48

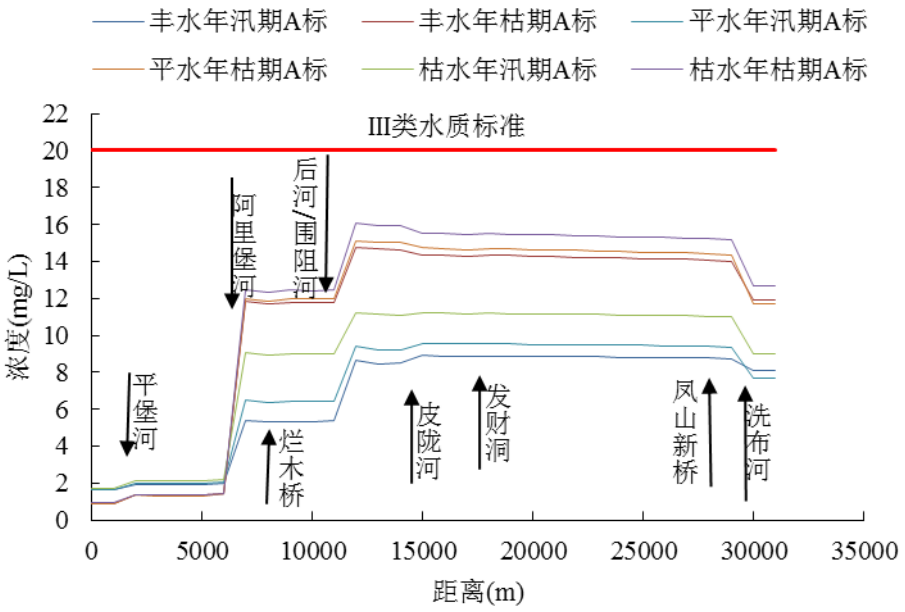


图 5.3.1-39 2025 年坝下游 COD 沿程变化

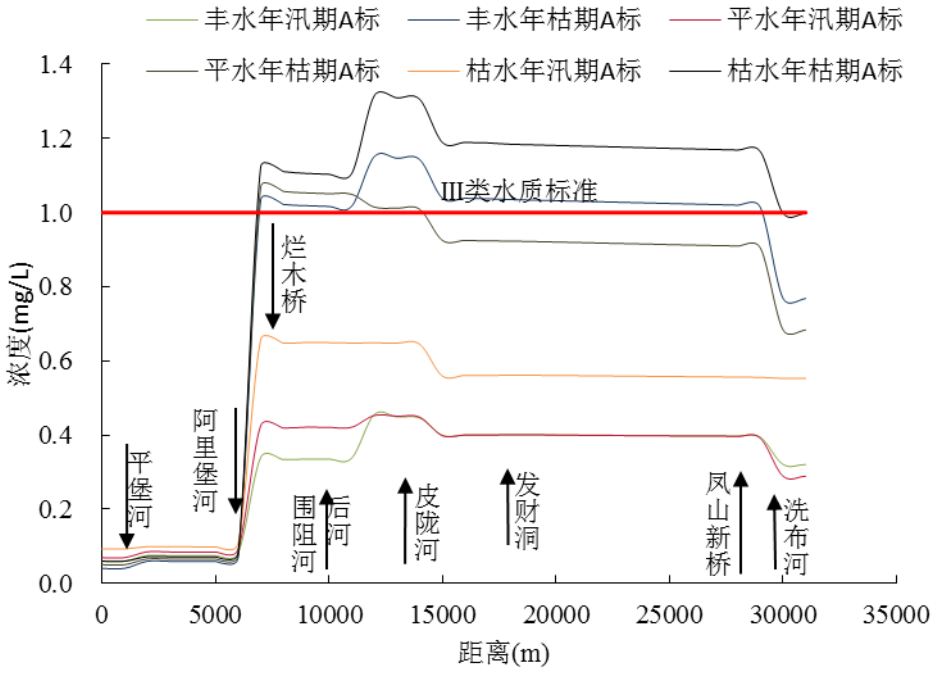


图 5.3.1-40 2025 年坝下游 NH_3-N 沿程变化

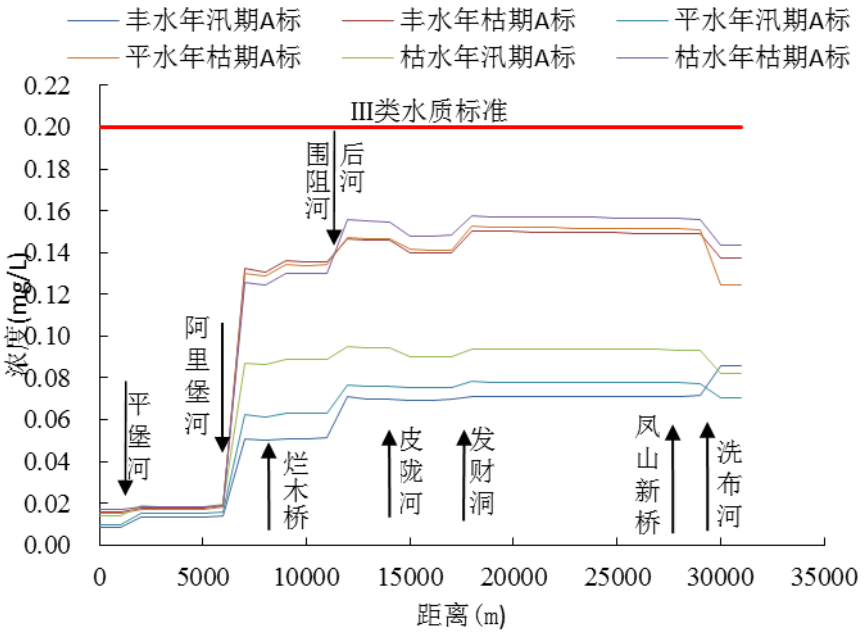


图 5.3.1-41 2025 年坝下游 TP 沿程变化

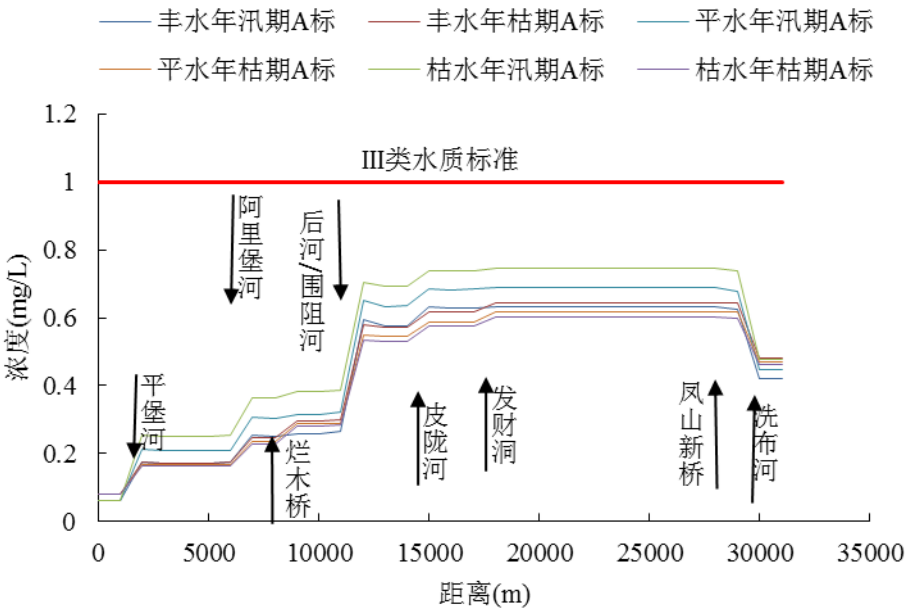


图 5.3.1-42 2025 年坝下游氟化物沿程变化

3）2025 年部分提标下的水质影响（工况 4）

表 5.3.1-20~表 5.3.1-22 及图 5.3.1-43~图 5.3.1-45 显示了部分城镇污水处理厂（金山和新金山）采取氨氮提标高于 A 标的排放（氨氮限值 3），工业污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，仅考虑凤山水库水资源配置中城市绿化及市政清洗城镇中水回用。整体来讲 COD、NH_3-N、TP 和氟化物均达到 III 类水质标准。其中，坝址处下泄水质较好，达到 II 类水质标准，沿程经平堡河、阿里堡河、后河汇入后，COD、NH_3-N、TP 和氟化物

逐渐升高，尤其阿里堡河、后河挟区间污水的汇入，使得水质的升高较为明显，以枯水年枯期（12 月）为例，至后河汇入后，COD、NH_3-N、TP 和氟化物分别达到 14.76mg/L、1.084mg/L、0.146mg/L、0.27mg/L。凤山新桥断面 COD、NH_3-N、TP 和氟化物浓度分别为 14.03mg/L、0.966mg/L、0.149mg/L、0.64mg/L。

表 5.3.1-20　　2025 年丰水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.90	0.041	0.016	0.06	1.61	0.060	0.009	0.06
平堡河汇入断面	1.38	0.060	0.018	0.06	1.90	0.075	0.013	0.06
阿里堡河汇入断面	11.82	1.034	0.132	0.17	5.37	0.340	0.051	0.17
围阻河汇入断面	14.76	1.151	0.146	0.27	8.67	0.455	0.051	0.27
皮龙河汇入断面	14.36	1.038	0.140	0.58	8.91	0.399	0.070	0.58
发财洞断面	14.34	1.035	0.150	0.63	8.88	0.401	0.071	0.63
凤山新桥断面	14.03	1.015	0.149	0.64	8.74	0.395	0.071	0.62
洗布河汇入断面	11.92	0.768	0.138	0.48	8.11	0.321	0.086	0.42
坝址 30KM	11.92	0.768	0.138	0.42	8.11	0.321	0.086	0.42

表 5.3.1-21　　2025 年平水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.87	0.051	0.015	0.08	1.64	0.070	0.010	0.06
平堡河汇入断面	1.33	0.066	0.017	0.17	2.01	0.085	0.015	0.21
阿里堡河汇入断面	12.01	1.069	0.135	0.24	6.47	0.426	0.064	0.31
围阻河汇入断面	15.14	1.015	0.152	0.55	9.38	0.453	0.078	0.65
皮龙河汇入断面	14.73	0.925	0.145	0.59	9.57	0.399	0.075	0.69
发财洞断面	14.70	0.923	0.156	0.62	9.54	0.401	0.078	0.69
凤山新桥断面	14.36	0.905	0.154	0.62	9.33	0.392	0.077	0.68
洗布河汇入断面	11.68	0.684	0.127	0.47	7.67	0.289	0.071	0.45
坝址 30KM	11.68	0.684	0.127	0.47	7.67	0.289	0.071	0.45

表 5.3.1-22　　2025 年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.94	0.060	0.017	0.08	1.70	0.093	0.014	0.06
平堡河汇入断面	1.36	0.072	0.018	0.16	2.15	0.099	0.019	0.26
阿里堡河汇入断面	12.48	1.124	0.128	0.23	9.04	0.657	0.088	0.36
围阻河汇入断面	16.07	1.315	0.155	0.53	11.22	0.649	0.095	0.70
皮龙河汇入断面	15.55	1.189	0.148	0.58	11.21	0.559	0.090	0.74

发财洞断面	15.50	1.185	0.157	0.60	11.19	0.562	0.094	0.75
凤山新桥断面	15.17	1.165	0.156	0.60	10.98	0.556	0.092	0.74
洗布河汇入断面	12.65	0.998	0.115	0.46	9.01	0.553	0.060	0.48
坝址 30KM	12.65	0.998	0.115	0.46	9.01	0.553	0.060	0.48

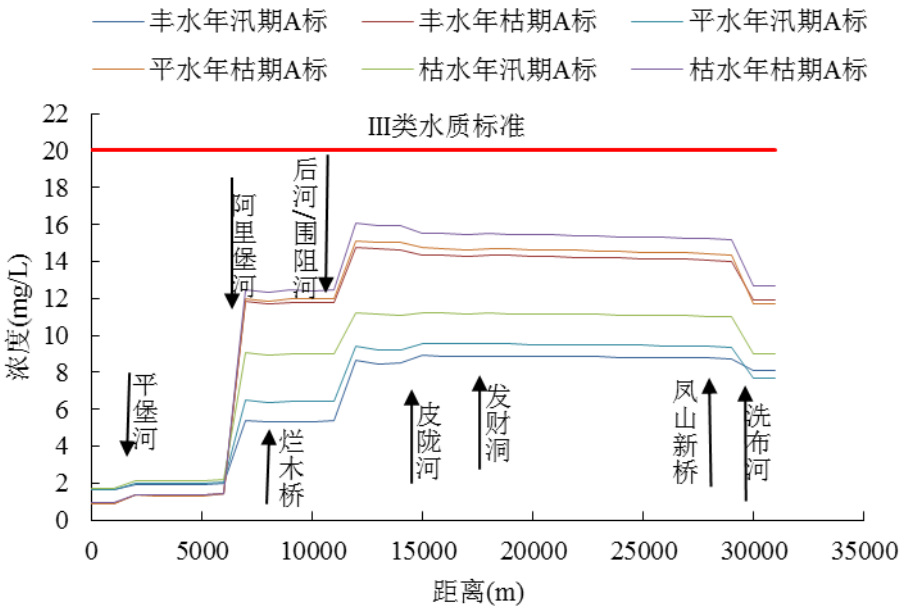


图 5.3.1-43 2025 年坝下游 COD 沿程变化

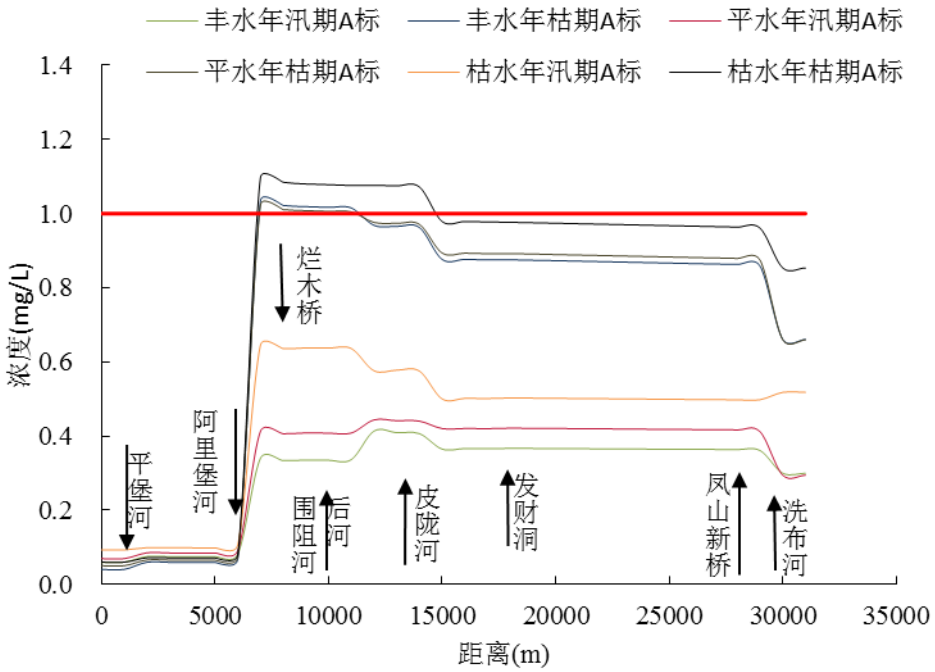


图 5.3.1-44 2025 年坝下游 NH_3-N 沿程变化

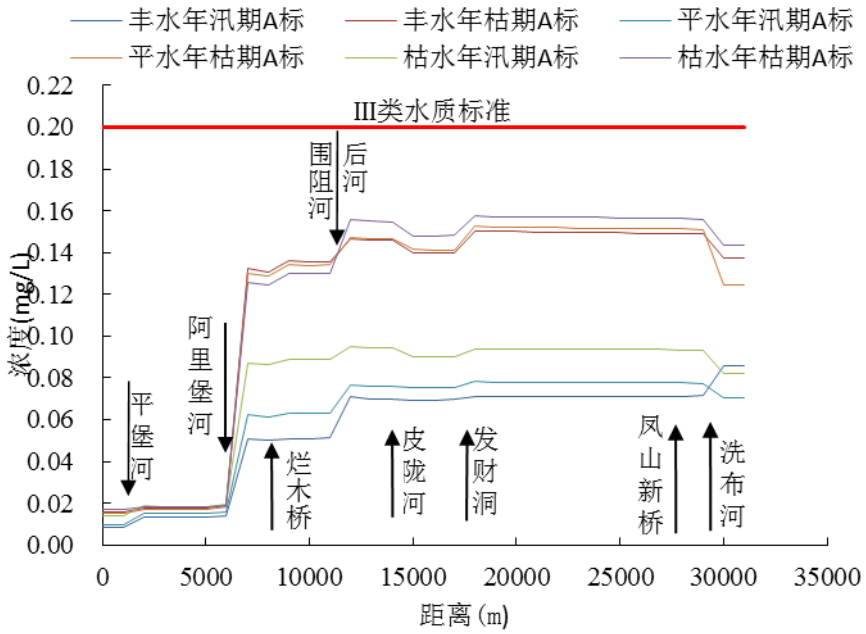


图 5.3.1-45 2025 年坝下游 TP 沿程变化

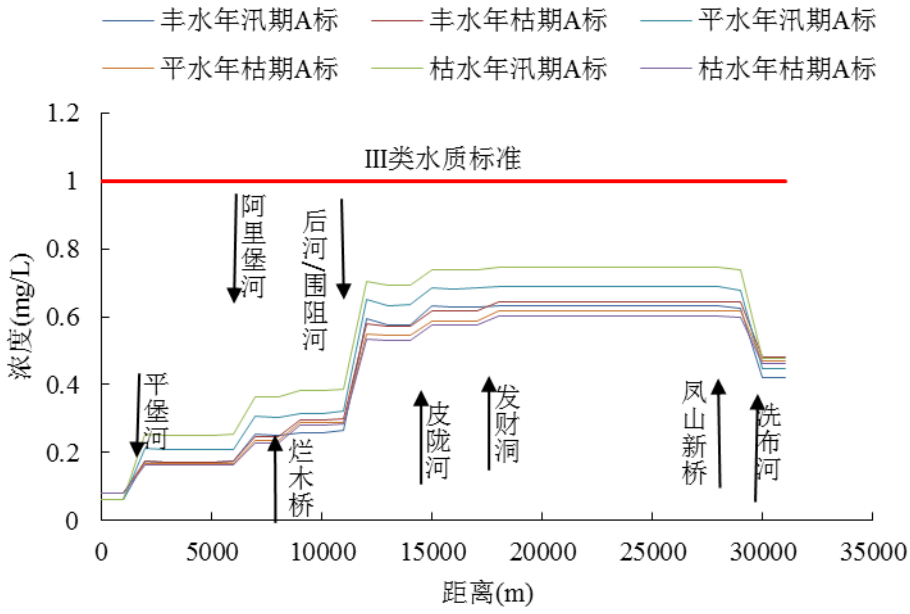


图 5.3.1-46 2025 年坝下游氟化物沿程变化

4）2030 年一级 A 标重安江干流沿程水质变化（工况 5）

考虑城镇和城镇污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水，坝址下游 COD、NH3-N、TP 和氟化物的变化规律。整体来讲 COD、TP 和氟化物均达到 III 类水质标准。其中，坝址处下泄水质较好，达到 II 类水质标准，沿程经平堡河、阿里堡河、后河汇入后，COD、NH_3-N 和 TP 逐渐升高，以枯水年枯期（12 月）为例，至后河汇入后，COD、NH_3-N、TP 和氟化物分别达到 17.66mg/L、1.489mg/L、

0.172mg/L、0.51mg/L。凤山新桥断面 COD、NH_3-N、TP 和氟化物浓度分别为 16.56mg/L、1.321mg/L、0.17mg/L、0.57mg/L。

表 5.3.1-26　　2030 年丰水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.90	0.041	0.016	0.08	1.61	0.060	0.009	0.06
平堡河汇入断面	1.38	0.060	0.018	0.17	1.90	0.075	0.013	0.06
阿里堡河汇入断面	13.64	1.223	0.150	0.23	5.74	0.380	0.055	0.17
围阻河汇入断面	16.21	1.310	0.161	0.56	8.99	0.491	0.055	0.26
皮龙河汇入断面	15.69	1.185	0.153	0.59	9.18	0.431	0.072	0.57
发财洞断面	15.63	1.180	0.163	0.62	9.16	0.433	0.074	0.62
凤山新桥断面	15.29	1.157	0.162	0.62	9.01	0.425	0.074	0.62
洗布河汇入断面	12.87	0.875	0.147	0.47	8.28	0.341	0.088	0.42
坝址 30KM	12.87	0.875	0.147	0.47	8.28	0.341	0.088	0.42

表 5.3.1-27　　2030 年平水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.87	0.051	0.015	0.08	1.64	0.070	0.010	0.06
平堡河汇入断面	1.33	0.066	0.017	0.17	2.01	0.085	0.015	0.21
阿里堡河汇入断面	13.89	1.264	0.153	0.22	7.01	0.483	0.069	0.30
围阻河汇入断面	16.68	1.380	0.167	0.53	9.76	0.539	0.082	0.65
皮陇河汇入断面	16.14	1.257	0.159	0.56	9.90	0.471	0.079	0.68
发财洞断面	16.08	1.251	0.170	0.59	9.87	0.474	0.082	0.68
凤山新桥断面	15.72	1.226	0.168	0.59	9.65	0.462	0.081	0.67
洗布河汇入断面	12.73	0.920	0.138	0.46	7.88	0.334	0.073	0.45
坝址下游 30km	12.73	0.920	0.138	0.46	7.88	0.334	0.073	0.45

表 5.3.1-28　　2030 年枯水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.94	0.060	0.017	0.08	1.70	0.093	0.014	0.06
平堡河汇入断面	1.36	0.072	0.018	0.16	2.15	0.099	0.019	0.26
阿里堡河汇入断面	14.38	1.320	0.147	0.22	9.93	0.752	0.097	0.36
围阻河汇入断面	17.66	1.489	0.172	0.51	11.78	0.712	0.101	0.69
皮陇河汇入断面	17.01	1.350	0.163	0.55	11.69	0.615	0.095	0.73
发财洞断面	16.92	1.344	0.172	0.58	11.68	0.618	0.099	0.74
凤山新桥断面	16.56	1.321	0.170	0.57	11.45	0.611	0.097	0.73
洗布河汇入断面	13.75	1.118	0.127	0.45	9.32	0.586	0.063	0.47
坝址下游 30km	13.75	1.118	0.127	0.45	9.32	0.586	0.063	0.47

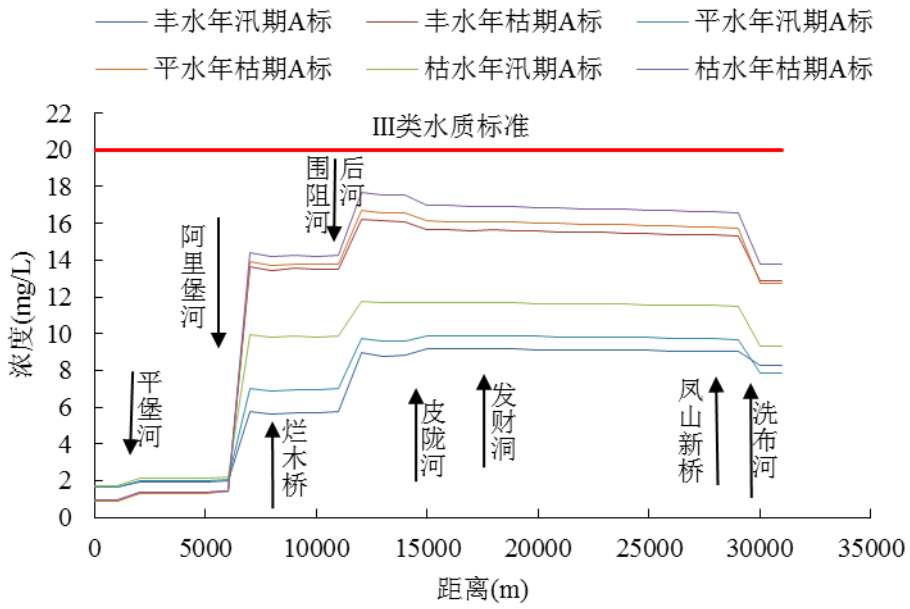


图 5.3.1-47 2030 年坝下游 COD 沿程变化

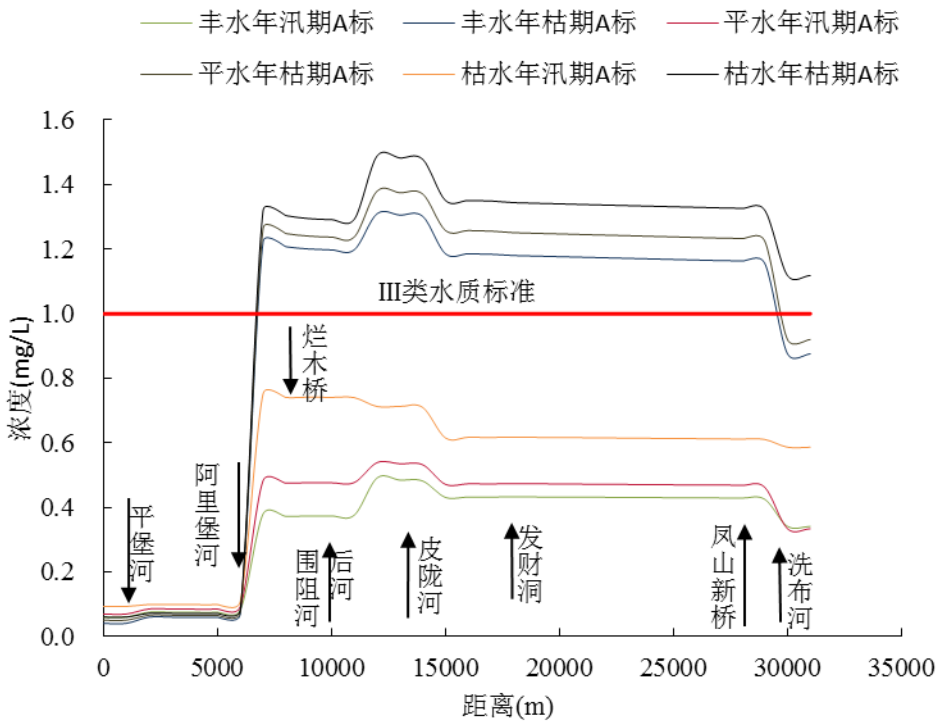


图 5.3.1-48 2030 年坝下游 NH_3-N 沿程变化

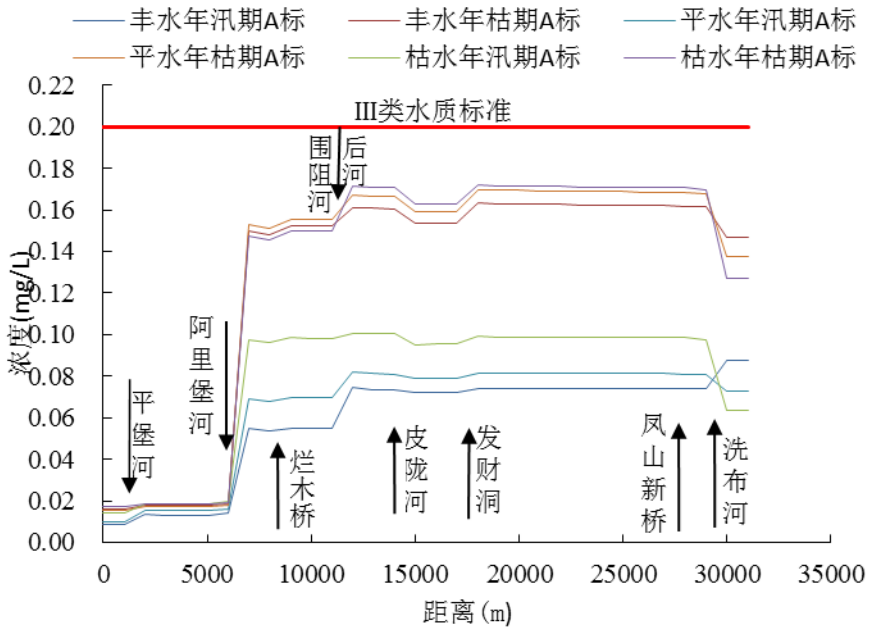


图 5.3.1-49 2030 年坝下游 TP 沿程变化

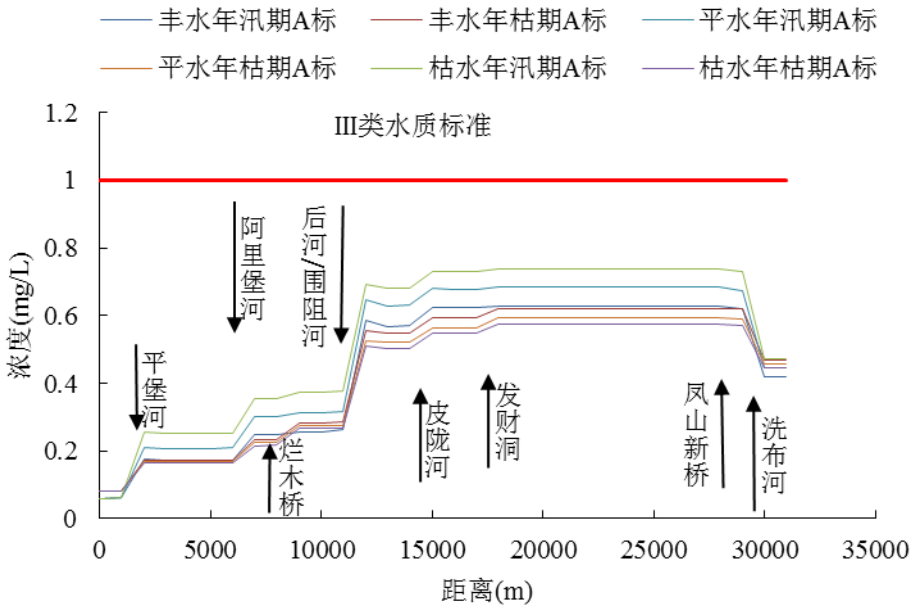


图 5.3.1-50 2030 年坝下游 F 沿程变化

5）2030 年部分提标情况下重安江干流沿程水质变化（工况 6）

城镇污水处理厂按照氨氮限值排放（氨氮限值 3），工业园区污水处理厂按照一级 A 标排放，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水情况下 COD、NH_3-N 和 TP 的变化规律。整体来讲 COD、TP 均达到 III 类水质标准。其中，坝址处下泄水质较好，达到 II 类水质标准，沿程经平堡河、阿里堡河、后河汇入后，COD、NH_3-N 和 TP 逐渐升高，以

枯水年枯期（12 月）为例，至后河汇入后，COD、NH_3-N、TP 和氟化物分别达到 17.66mg/L、1.227mg/L、0.172mg/L、0.51mg/L。凤山新桥断面 COD、NH_3-N、TP 和氟化物浓度分别为 16.56mg/L、1.097mg/L、0.17mg/L、0.57mg/L。

表 5.3.1-29　　2030 年丰水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.90	0.041	0.016	0.08	1.61	0.060	0.009	0.06
平堡河汇入断面	1.38	0.060	0.018	0.17	1.90	0.075	0.013	0.06
阿里堡河汇入断面	13.64	1.223	0.150	0.23	5.74	0.380	0.055	0.17
围阻河汇入断面	16.21	1.098	0.161	0.56	8.99	0.442	0.055	0.26
皮陇河汇入断面	15.69	1.000	0.153	0.59	9.18	0.390	0.072	0.57
发财洞断面	15.63	0.997	0.163	0.62	9.16	0.392	0.074	0.62
凤山新桥断面	15.29	0.978	0.162	0.62	9.01	0.386	0.074	0.62
洗布河汇入断面	12.87	0.751	0.147	0.47	8.28	0.316	0.088	0.42
坝址下游 30km	12.87	0.751	0.147	0.47	8.28	0.316	0.088	0.42

表 5.3.1-30　　2030 年平水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.87	0.051	0.015	0.08	1.64	0.070	0.010	0.06
平堡河汇入断面	1.33	0.066	0.017	0.17	2.01	0.085	0.015	0.21
阿里堡河汇入断面	13.89	1.264	0.153	0.22	7.01	0.483	0.069	0.30
围阻河汇入断面	16.68	1.153	0.167	0.53	9.76	0.488	0.082	0.65
皮陇河汇入断面	16.14	1.057	0.159	0.56	9.90	0.430	0.079	0.68
发财洞断面	16.08	1.053	0.170	0.59	9.87	0.432	0.082	0.68
凤山新桥断面	15.72	1.032	0.168	0.59	9.65	0.422	0.081	0.67
洗布河汇入断面	12.73	0.782	0.138	0.46	7.88	0.309	0.073	0.45
坝址下游 30km	12.73	0.782	0.138	0.46	7.88	0.309	0.073	0.45

表 5.3.1-31　　2030 年枯水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.94	0.060	0.017	0.08	1.70	0.0933	0.014	0.06
平堡河汇入断面	1.36	0.072	0.018	0.16	2.15	0.0993	0.019	0.26
阿里堡河汇入断面	14.38	1.320	0.147	0.22	9.93	0.7517	0.097	0.36
围阻河汇入断面	17.66	1.227	0.172	0.51	11.78	0.6292	0.101	0.69
皮陇河汇入断面	17.01	1.119	0.163	0.55	11.69	0.5475	0.095	0.73
发财洞断面	16.92	1.115	0.172	0.58	11.68	0.5502	0.099	0.74
凤山新桥断面	16.56	1.097	0.170	0.57	11.45	0.5443	0.097	0.73
洗布河汇入断面	13.75	0.957	0.127	0.45	9.32	0.5466	0.063	0.47
坝址下游 30km	13.75	0.957	0.127	0.45	9.32	0.5466	0.063	0.47

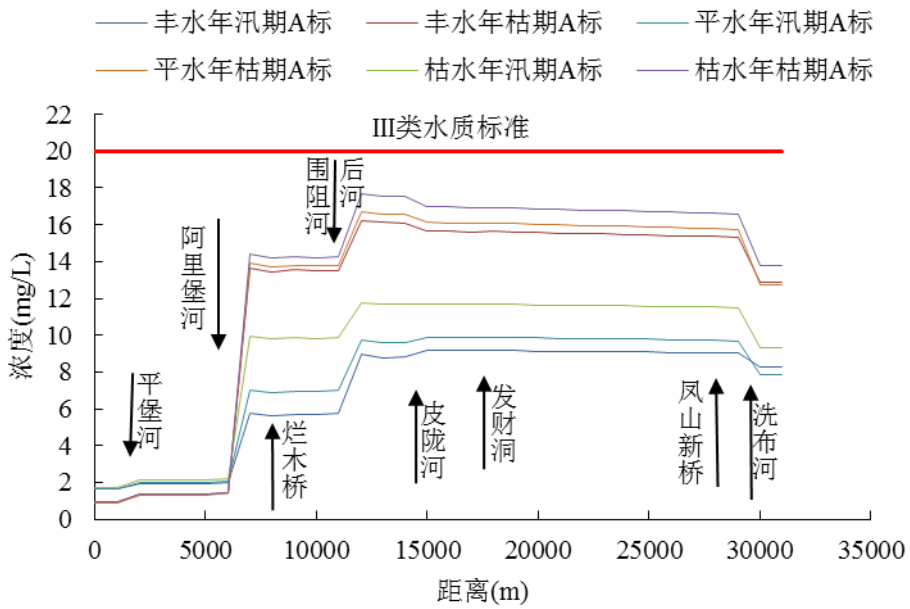


图 5.3.1-51 2030 年坝下游 COD 沿程变化

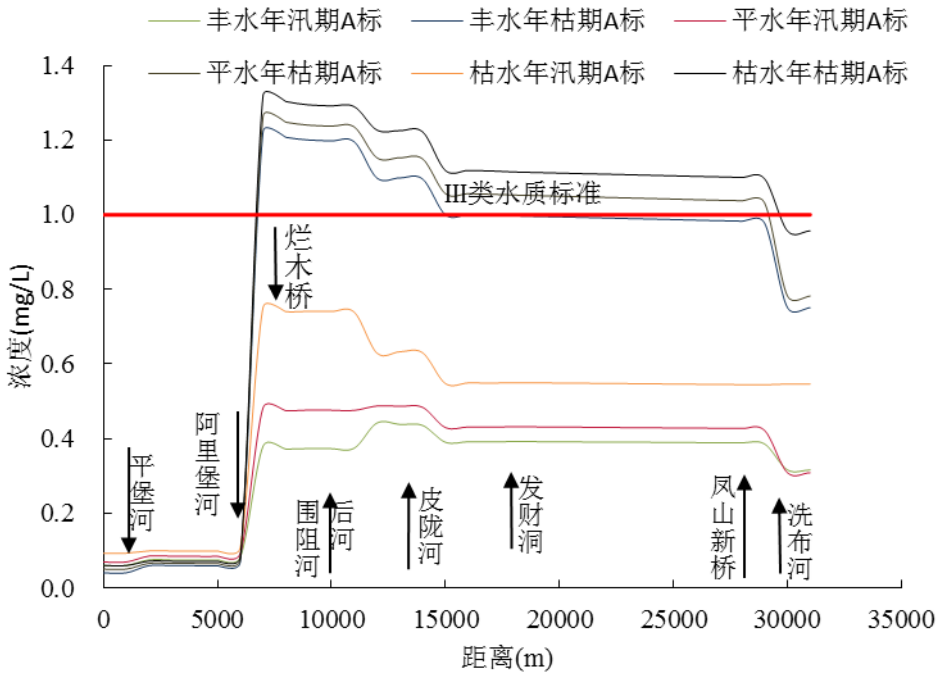


图 5.3.1-52 2030 年坝下游 NH_3-N 沿程变化

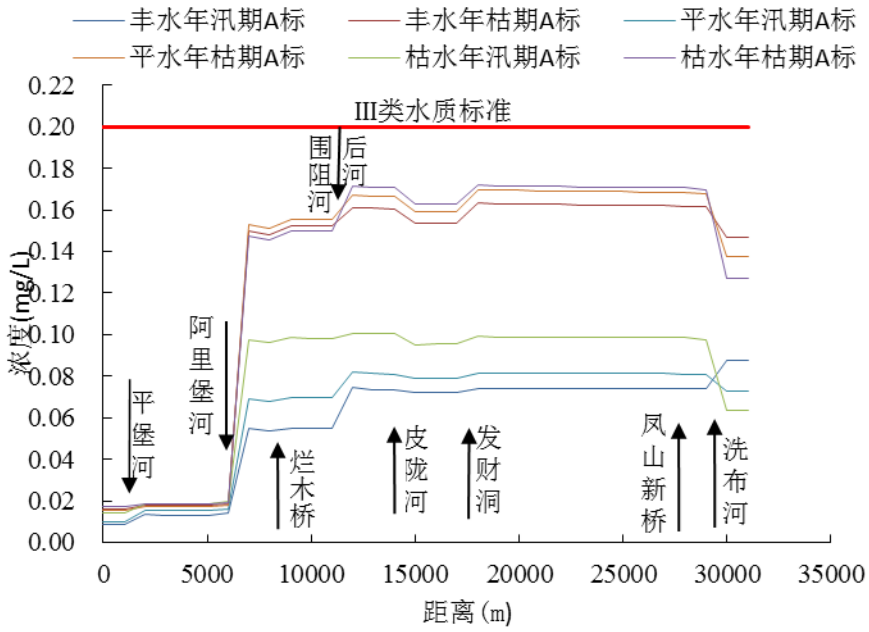


图 5.3.1-53 2030 年坝下游 TP 沿程变化

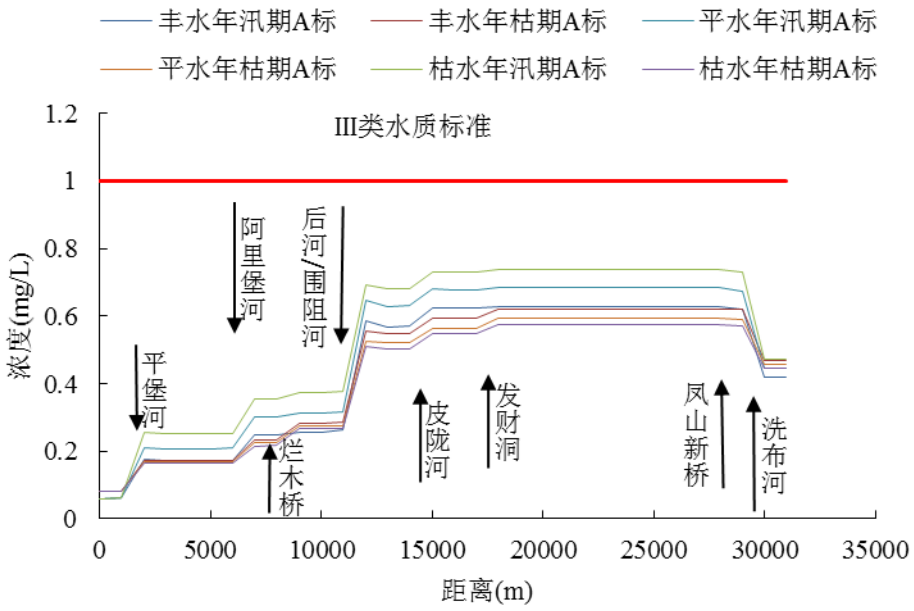


图 5.3.1-54 2030 年坝下游氟化物沿程变化

6）2030 年提标后重安江干流沿程水质变化（工况 7）

坝下游城镇污水处理厂采用一级 A 标氨氮限值排放（氨氮限值 1.5）下，同时考虑坝址下游工业园区污水处理达到一级 A 标后排放的情况，其中考虑城镇污水处理厂，城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水情况下表 5.3.1-32~表 5.3.1-34 及图 5.3.1-55~图 5.3.1-58 显示了坝下游污水处理厂 COD、NH_3-N、TP 的变化规律。

表 5.3.1-34　　2030 年丰水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.90	0.041	0.016	0.08	1.61	0.060	0.009	0.06
平堡河汇入断面	1.38	0.060	0.018	0.17	1.90	0.075	0.013	0.06
阿里堡河汇入断面	13.64	1.223	0.150	0.23	5.74	0.380	0.055	0.17
围阻河汇入断面	16.21	0.940	0.161	0.56	8.99	0.405	0.055	0.26
皮陇河汇入断面	15.69	0.861	0.153	0.59	9.18	0.360	0.072	0.57
发财洞断面	15.63	0.860	0.163	0.62	9.16	0.362	0.074	0.62
凤山新桥断面	15.29	0.844	0.162	0.62	9.01	0.356	0.074	0.62
洗布河汇入断面	12.87	0.658	0.147	0.47	8.28	0.298	0.088	0.42
坝址下游 30km	12.87	0.658	0.147	0.47	8.28	0.298	0.088	0.42

表 5.3.1-35　　2030 年平水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.87	0.050	0.015	0.08	1.64	0.070	0.010	0.06
平堡河汇入断面	1.33	0.066	0.017	0.17	2.01	0.085	0.015	0.21
阿里堡河汇入断面	13.89	1.213	0.153	0.22	7.01	0.468	0.069	0.30
围阻河汇入断面	16.68	0.956	0.167	0.53	9.76	0.443	0.082	0.65
皮陇河汇入断面	16.14	0.884	0.159	0.56	9.90	0.422	0.079	0.68
发财洞断面	16.08	0.883	0.170	0.59	9.87	0.424	0.082	0.68
凤山新桥断面	15.72	0.866	0.168	0.59	9.65	0.414	0.081	0.67
洗布河汇入断面	12.73	0.662	0.138	0.46	7.88	0.297	0.073	0.45
坝址下游 30km	12.73	0.662	0.138	0.46	7.88	0.297	0.073	0.45

表 5.3.1-34　　2030 年枯水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.94	0.060	0.017	0.08	1.70	0.093	0.014	0.06
平堡河汇入断面	1.36	0.072	0.018	0.16	2.15	0.099	0.019	0.26
阿里堡河汇入断面	14.38	1.232	0.147	0.22	9.93	0.709	0.097	0.36
围阻河汇入断面	17.66	0.987	0.172	0.51	11.78	0.555	0.101	0.69
皮陇河汇入断面	17.01	0.906	0.163	0.55	11.69	0.486	0.095	0.73
发财洞断面	16.92	0.905	0.172	0.58	11.68	0.488	0.099	0.74
凤山新桥断面	16.56	0.891	0.170	0.57	11.45	0.484	0.097	0.73
洗布河汇入断面	13.75	0.809	0.127	0.45	9.32	0.510	0.063	0.47
坝址下游 30km	13.75	0.809	0.127	0.45	9.32	0.510	0.063	0.47

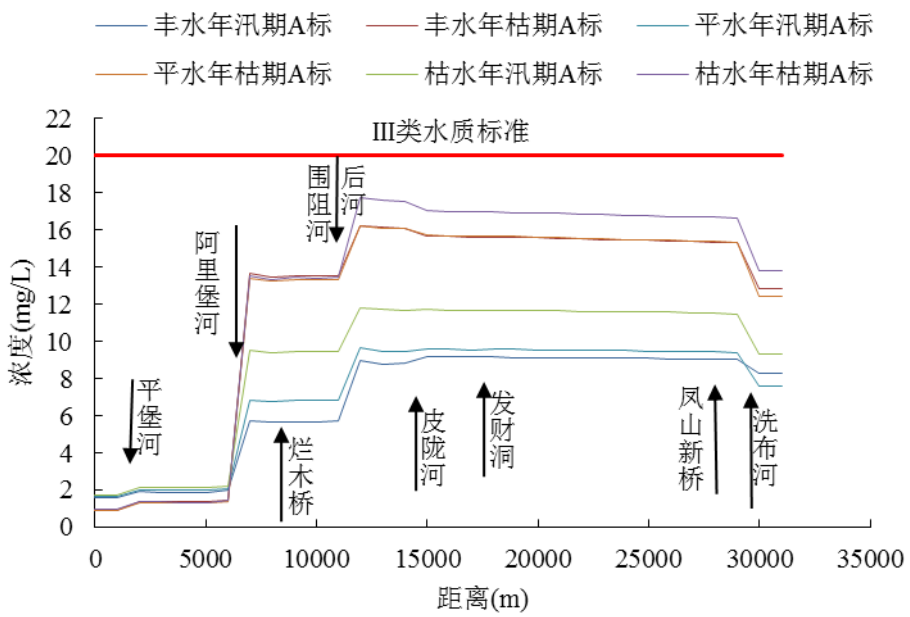


图 5.3.1-55 2030 年坝下游 COD 沿程变化

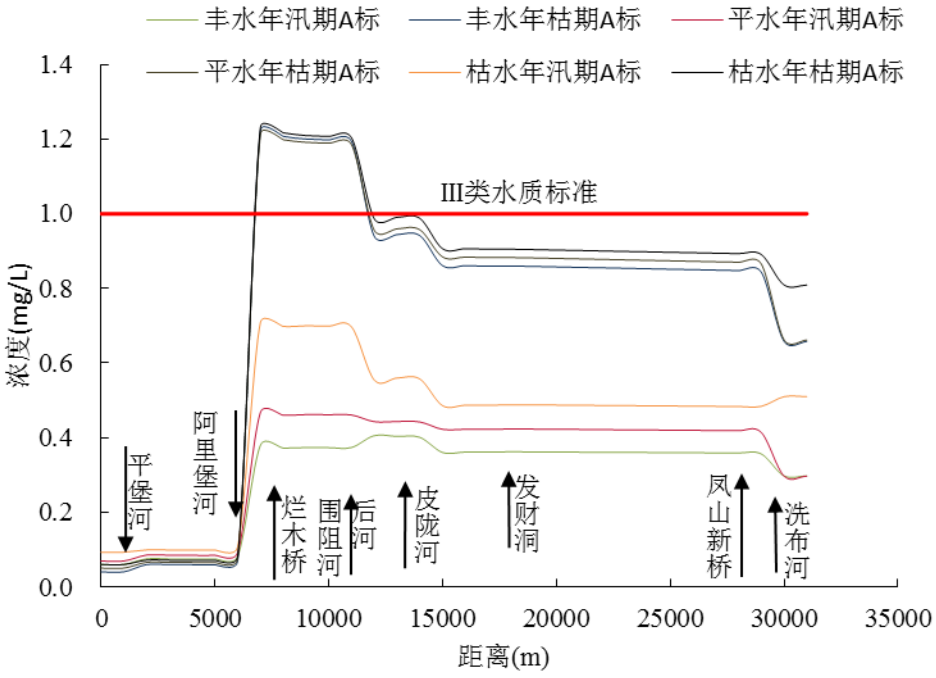


图 5.3.1-56 2030 年坝下游 NH_3-N 沿程变化

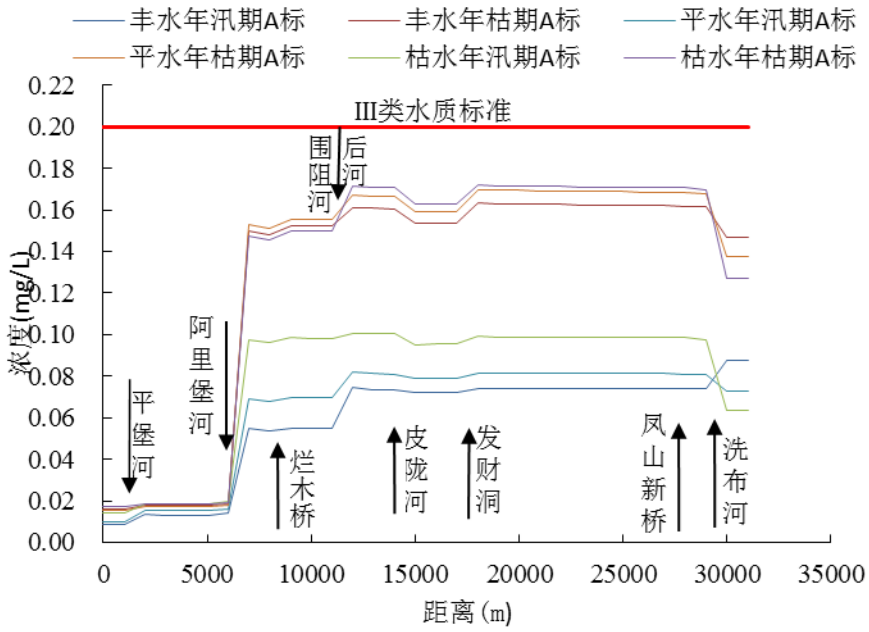


图 5.3.1-57 2030 年坝下游 TP 沿程变化

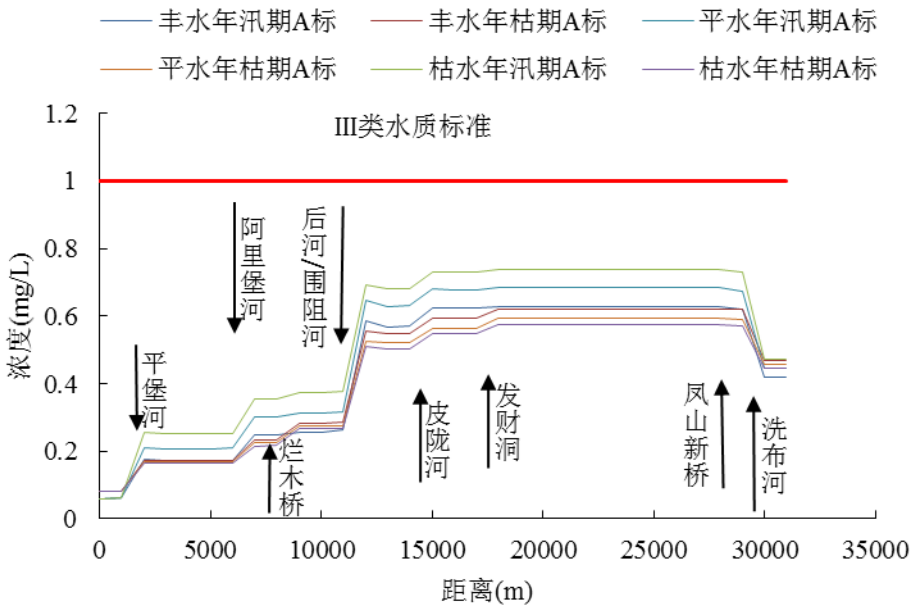


图 5.3.1-58 2030 年坝下游氟化物沿程变化

9）2030 年应急工况下重安江干流沿程水质变化（工况 8）

坝下游城镇污水处理厂和工业园区污水处理厂按照一级 A 标排放，其中考虑城镇退水率按 80%，工业退水率 40%，城镇中水回仅考虑用作城镇绿化及市政冲洗用水情况下，表 5.3.1-38~表 5.3.1-40 及图 5.3.1-59~表 5.3.1-62 显示了坝下游污水处理厂一级 A 标排放下 COD、NH_3-N、TP 和氟化物的变化规律。当污水处理厂以一级 A 类水质标准、工业园区污水不排放的情况下，坝址下游 30km 河段整体均达到 III 类水质标准。

表 5.3.1-38　　2030 年丰水年一级 A 标排放坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.90	0.041	0.016	0.08	1.61	0.060	0.009	0.06
平堡河汇入断面	1.24	0.054	0.017	0.15	1.89	0.075	0.013	0.06
阿里堡河汇入断面	7.83	0.654	0.091	0.21	4.88	0.293	0.046	0.17
围阻河汇入断面	12.63	0.976	0.126	0.51	8.51	0.447	0.046	0.26
皮陇河汇入断面	12.42	0.889	0.122	0.55	8.75	0.391	0.068	0.57
发财洞断面	12.43	0.888	0.131	0.57	8.72	0.393	0.070	0.62
凤山新桥断面	12.17	0.871	0.130	0.57	8.59	0.387	0.070	0.61
洗布河汇入断面	10.80	0.690	0.125	0.45	8.02	0.317	0.085	0.42
坝址下游 30km	10.80	0.690	0.125	0.45	8.02	0.317	0.085	0.42

表 5.3.1-39　　2030 年平水年一级 A 标排放坝下游水质变化规律　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.87	0.051	0.015	0.08	1.64	0.070	0.010	0.06
平堡河汇入断面	1.18	0.061	0.017	0.14	1.85	0.079	0.013	0.15
阿里堡河汇入断面	7.80	0.668	0.091	0.20	4.35	0.261	0.040	0.22
围阻河汇入断面	12.77	1.015	0.129	0.48	7.72	0.404	0.063	0.53
皮陇河汇入断面	12.55	0.932	0.125	0.52	7.99	0.359	0.062	0.56
发财洞断面	12.57	0.930	0.134	0.55	7.97	0.361	0.064	0.57
凤山新桥断面	12.30	0.912	0.133	0.54	7.82	0.354	0.064	0.56
洗布河汇入断面	10.46	0.713	0.115	0.43	6.89	0.278	0.063	0.40
坝址下游 30km	10.46	0.713	0.115	0.43	6.89	0.278	0.063	0.40

表 5.3.1-40　　2030 年枯水年一级 A 标排放坝下游水质变化规律　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.94	0.060	0.017	0.08	1.70	0.093	0.014	0.06
平堡河汇入断面	1.22	0.068	0.018	0.14	1.85	0.095	0.016	0.13
阿里堡河汇入断面	8.12	0.706	0.086	0.20	4.34	0.287	0.041	0.19
围阻河汇入断面	13.63	1.111	0.133	0.47	7.78	0.448	0.066	0.47
皮陇河汇入断面	13.33	1.015	0.128	0.51	8.03	0.401	0.065	0.52
发财洞断面	13.32	1.012	0.136	0.53	8.01	0.403	0.067	0.52
凤山新桥断面	13.04	0.996	0.135	0.53	7.86	0.401	0.066	0.52
洗布河汇入断面	11.36	0.893	0.104	0.46	7.33	0.445	0.050	0.64
坝址下游 30km	12.41	0.952	0.1244	0.46	7.68	0.4098	0.0610	0.64

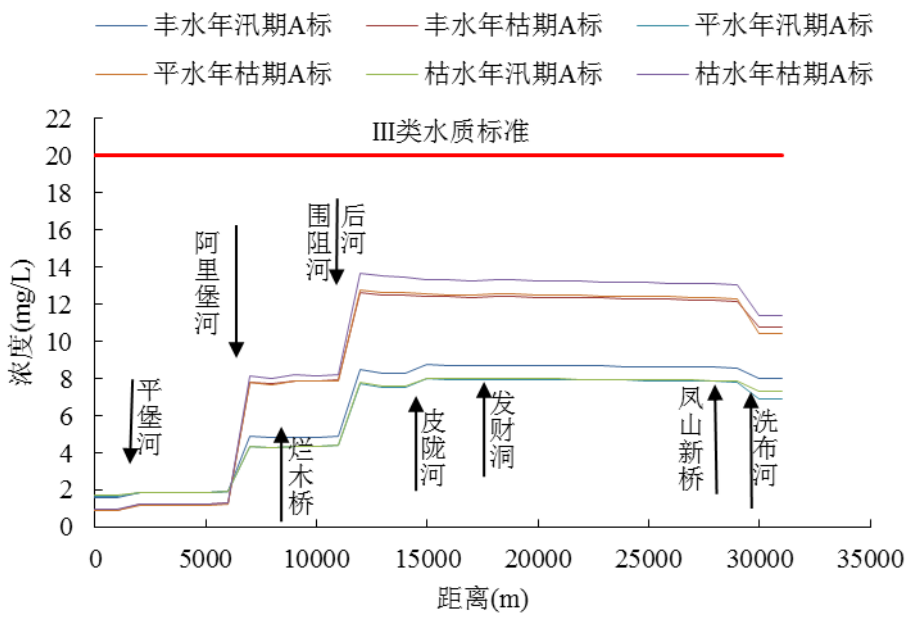


图 5.3.1-59 2030 年坝下游 COD 沿程变化

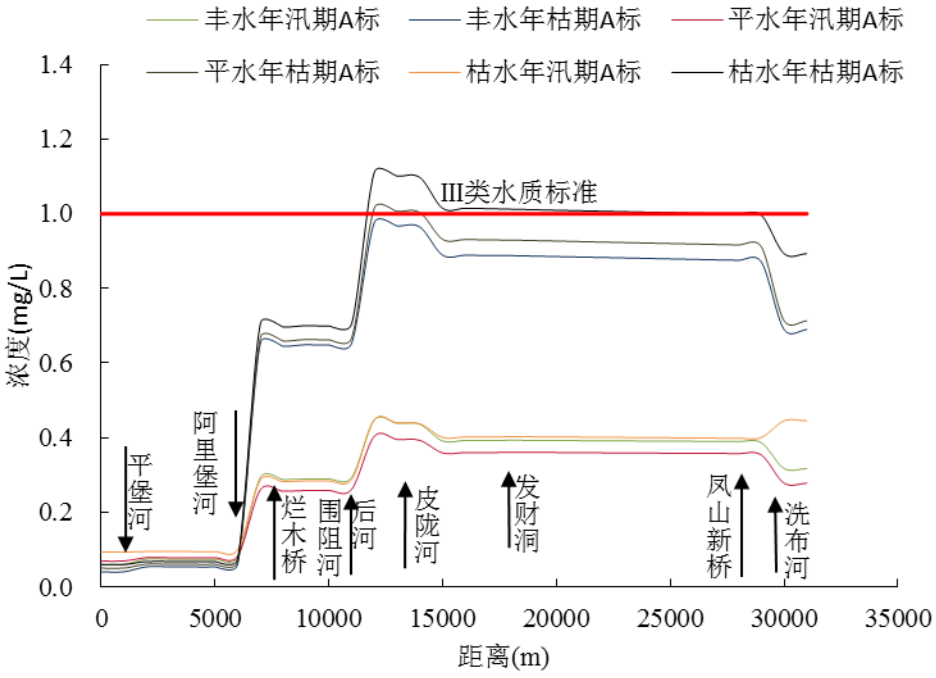


图 5.3.1-60 2030 年坝下游 NH_3-N 沿程变化

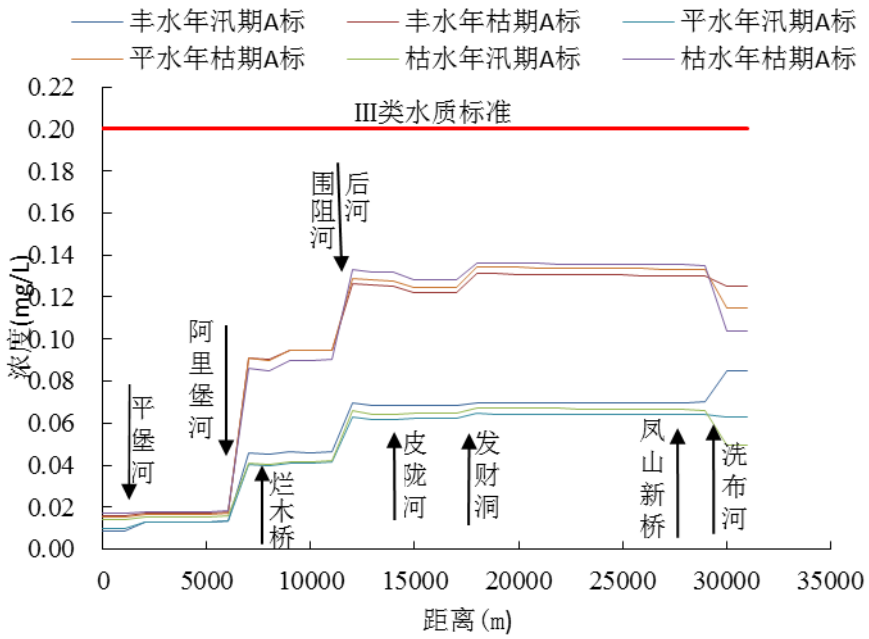


图 5.3.1-61 2030 年坝下游 TP 沿程变化

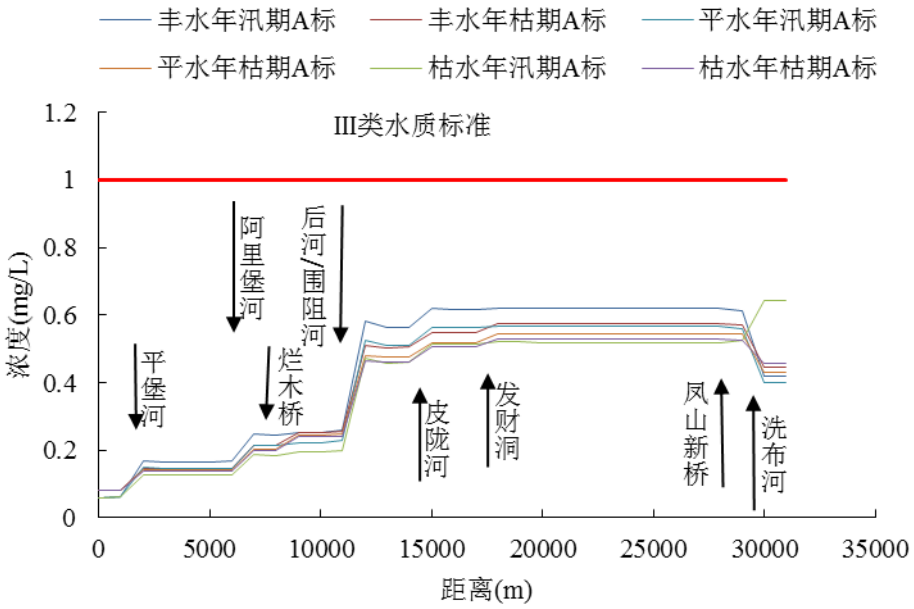


图 5.3.1-62 2030 年坝下游 F 沿程变化

（3）雍阳河流域受水区退水影响预测

1）胜土水库水质影响预测

长江流域乌江水系胜土水库坝址位于白岩河下游，河段根据水功能区划，该流域属于III类水体，水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准。预测年凤山水库向瓮安供水先经胜土水库囤蓄，供水量为 1466t/a，供水水质见表 5.3.1-38，凤山水库供水水质较好，对胜土水库没有不良影响。

表 5.3.1-38　　凤山水库向瓮安胜土水库逐月供水水质　　单位：mg/L

时间	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
丰水年	COD	1.11	0.90	0.81	0.96	1.36	1.63	1.58	1.55	1.57	1.24	1.08	0.83
	NH3-N	0.048	0.048	0.048	0.064	0.063	0.061	0.058	0.051	0.032	0.038	0.041	0.038
	TP	0.016	0.015	0.014	0.012	0.01	0.009	0.008	0.013	0.018	0.017	0.017	0.016
平水年	COD	1.11	0.88	0.83	1.18	1.57	1.69	1.54	1.38	1.21	1.18	0.93	0.78
	NH3-N	0.052	0.055	0.059	0.084	0.078	0.072	0.065	0.052	0.049	0.042	0.052	0.05
	TP	0.016	0.015	0.015	0.012	0.011	0.01	0.009	0.009	0.013	0.016	0.015	0.015
枯水年	COD	1.06	0.95	0.93	1.22	1.45	1.72	1.67	1.49	1.18	1.12	1.12	0.90
	NH3-N	0.069	0.07	0.076	0.097	0.102	0.094	0.092	0.074	0.055	0.059	0.063	0.057
	TP	0.017	0.016	0.016	0.015	0.014	0.014	0.014	0.013	0.012	0.015	0.017	0.017

2）2025 年雍阳河退水影响预测

预测年 2025 年凤山水库向瓮安县城供水，根据受水区瓮安县城最大供水能力能力，计算出排放至雍阳河的污水量。选取雍阳河上游水口河汇入点至下游白水河汇口断面为计算河段，采用与坝下河段水质预测相同模型，预测沿程水质变化规律，预测退水对雍阳河水质变化的影响，分别考虑污水处理厂后接湿地处理系统及未采取湿地处理系统两种工况进行计算，结果表明，其退水使得雍阳河水质浓度出现陡增现象。

A、2025 年雍阳河退水沿程水质（未考虑湿地处理系统）

丰水年：丰水年一级 A 标排放下，瓮安县城生活污水退水使得雍阳河水质浓度出现陡增现象。在汛期，雍阳河 COD 浓度满足Ⅲ类水质要求，而在枯期，雍阳河 COD 浓度接近Ⅲ类水质标准，随着沿程的降解，COD 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 18.01mg/L。退水水质对雍阳河 NH3-N 的影响较大，其使得雍阳河坝下游白水河断面在枯期浓度为 1.37mg/L，超出Ⅲ类水质标准，在汛期白水河断面 NH3-N 浓度为 0.308mg/L，满足Ⅲ类水质标准要求。在汛期，雍阳河 TP 浓度满足Ⅲ类水质要求，而在枯期，退水使得雍阳河 TP 超过Ⅲ类水质标准，随着沿程的降解，TP 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 0.219mg/L。

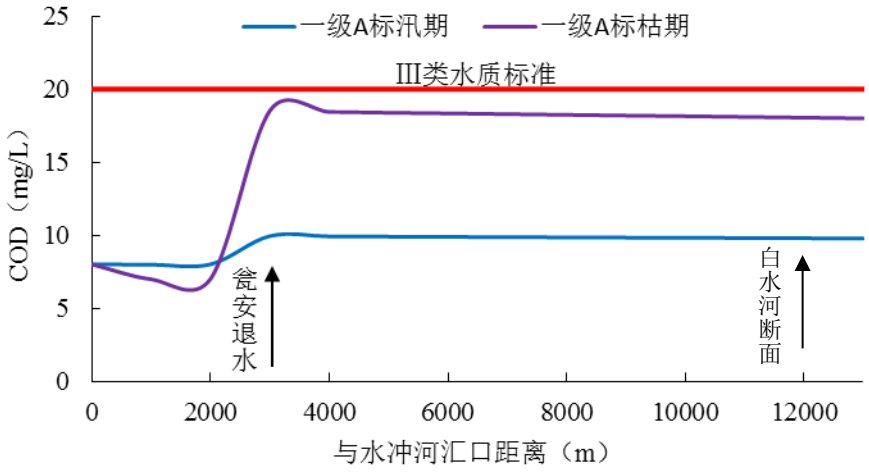


图 5.3.1-59 2025 年雍阳河 COD 沿程变化

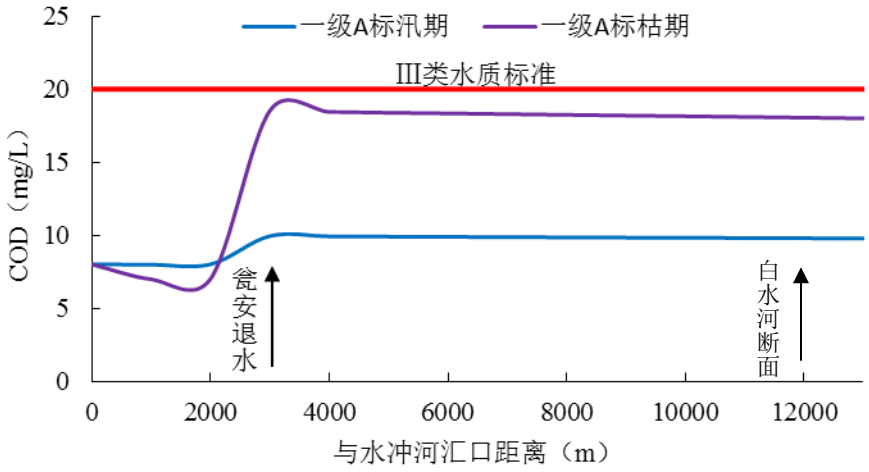


图 5.3.1-60 2025 年雍阳河 NH3-N 沿程变化

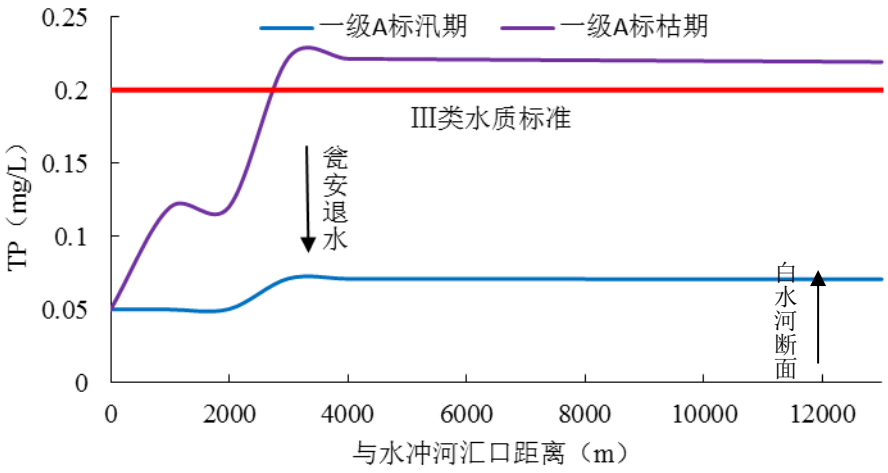


图 5.3.1-61 2025 年雍阳河 TP 沿程变化

平水年：平水年污水处理厂一级 A 标排放下，瓮安县城生活污水退水使得雍阳河水质浓度出现陡增现象。在汛期，雍阳河 COD 浓度满足III类水质要求，而在枯期，退水使得雍阳河 COD 接近III类水质标准，随着沿程的降解，COD 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 18.56mg/L。退水水质对雍阳河 NH3-N 的影响较大，其使得雍阳河坝下游白水河断面在枯期浓度为 1.43mg/L，超出III类水质标准，在汛期白水河断面 NH3-N 浓度为 0.378mg/L，满足III类水质标准要求。在汛期，雍阳河 TP 浓度满足III类水质要求，而在枯期，退水使得雍阳河 TP 超过III类水质标准，随着沿程的降解以及支流的汇入，TP 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 0.224mg/L。

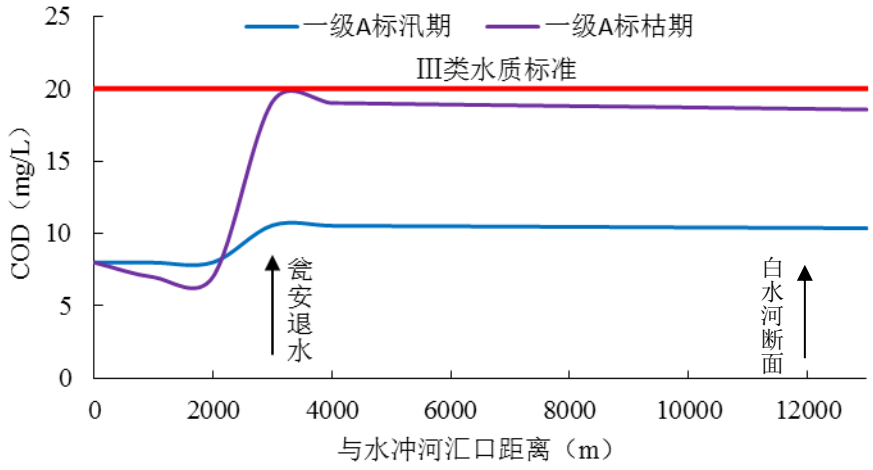


图 5.3.1-62 2025 年雍阳河 COD 沿程变化

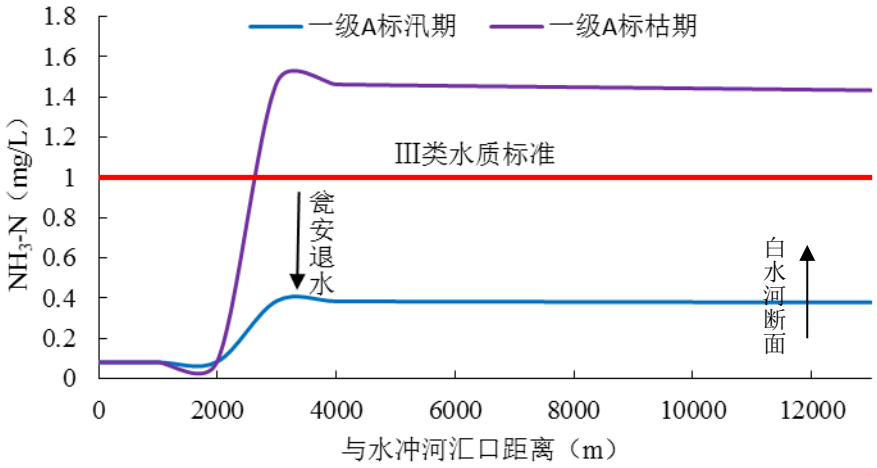


图 5.3.1-63 2025 年雍阳河 NH3-N 沿程变化

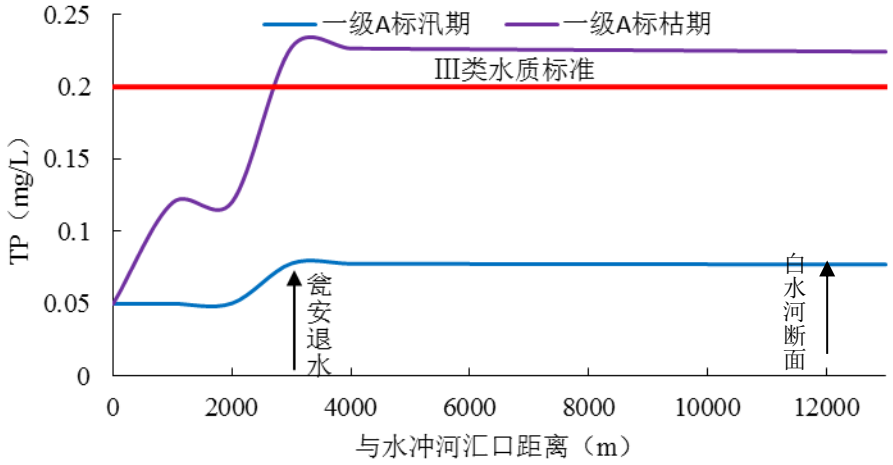


图 5.3.1-64 2025 年雍阳河 TP 沿程变化

枯水年：枯水年污水处理厂一级 A 标排放下，瓮安县城城镇生活污水退水使得雍阳河水质浓度出现陡增现象。在汛期，雍阳河 COD 浓度满足Ⅲ类水质要求，而在枯期，退水使得雍阳河 COD 接近Ⅲ类水质标准，随着沿程的降解，COD 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 18.46mg/L。退水水质对雍阳河 NH3-N 的影响较大，其使得雍阳河坝下游白水河断面在枯期浓度为 1.42mg/L，超出Ⅲ类水质标准，在汛期白水河断面 NH3-N 浓度为 0.45mg/L，满足Ⅲ类水质标准要求。在汛期，雍阳河 TP 浓度满足Ⅲ类水质要求，而在枯期，

退水使得雍阳河 TP 超过III类水质标准，随着沿程的降解，TP 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 0.223mg/L。

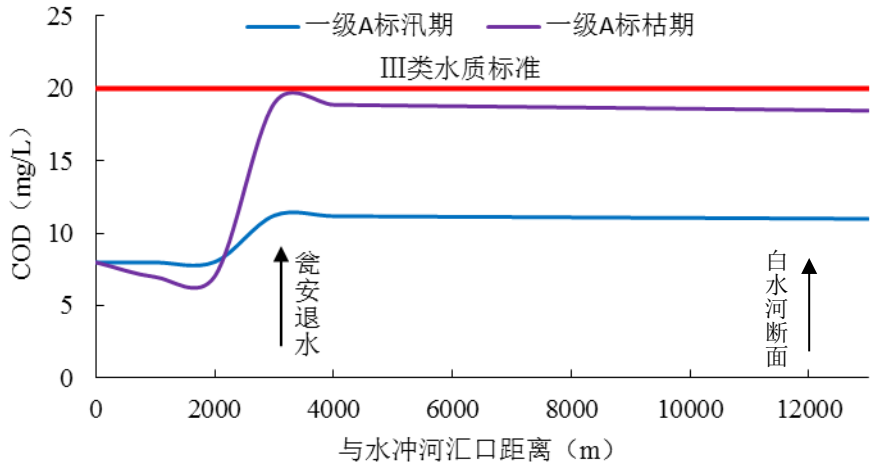


图 5.3.1-65 2025 年雍阳河 COD 沿程变化

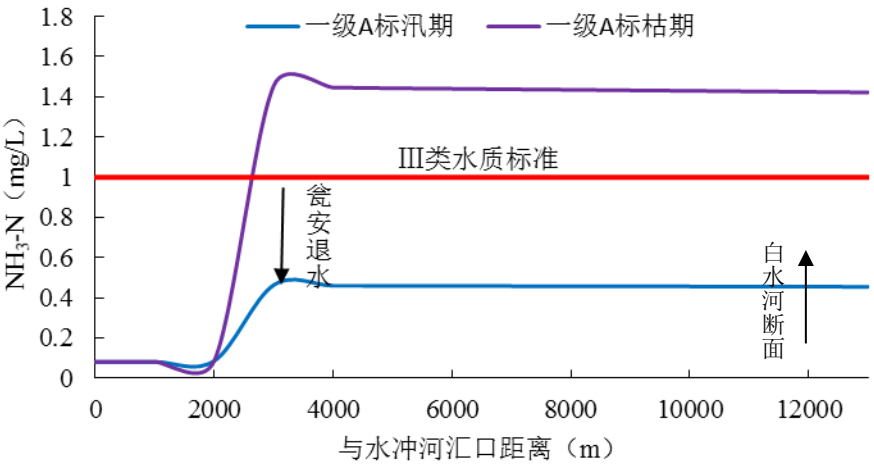


图 5.3.1-66 2025 年雍阳河 NH_3-N 沿程变化

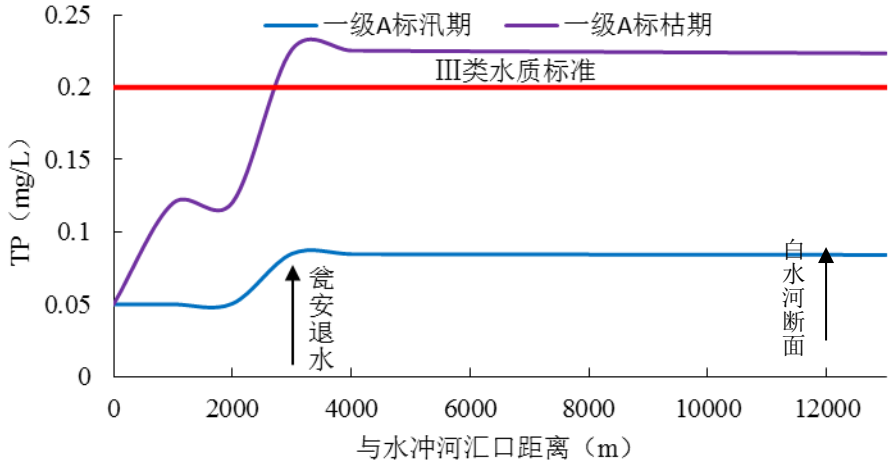


图 5.3.1-67 2025 年雍阳河 TP 沿程变化

综上，雍阳河部分河段超标的原因主要为污水处理厂退水量相比较雍阳河较大，退水使得雍阳河水质浓度出现陡增现象。枯水年一级 A 标情况下 NH_3-N 需要削减量为 18t，TP 需要削减量为 1.08t。该部分削减量拟采用湿地处理系统等措施处理，纳入《瓮安河流域水污染防治规划》中。

B、2025 年雍阳河退水沿程水质（考虑湿地处理系统）

在考虑采用湿地处理系统削减污染负荷后。丰、平、枯水年在白水河断面基本能达到III类水质要求，其中枯水年枯期，下游白水河断面 COD 浓度为 11.67mg/L，NH_3-N 浓度为 0.74mg/L，TP 浓度为 0.168mg/L，基本满足 III 类水质标准。

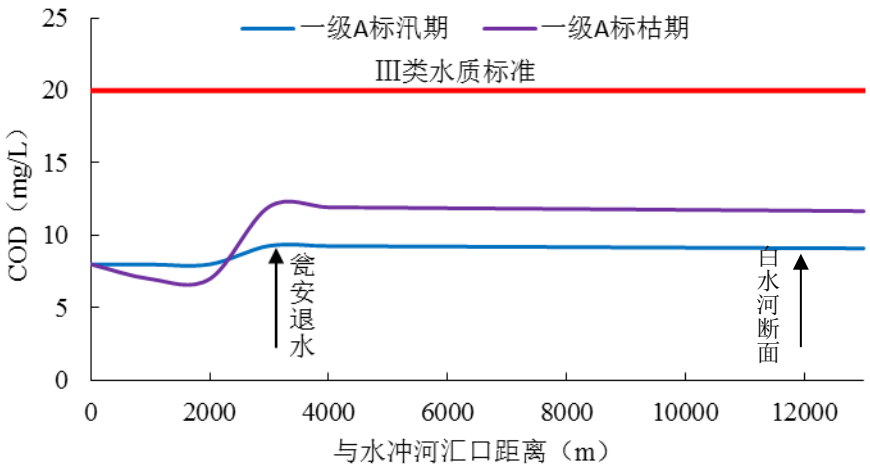


图 5.3.1-68 2025 年枯水年采取湿地处理后雍阳河 COD 沿程变化

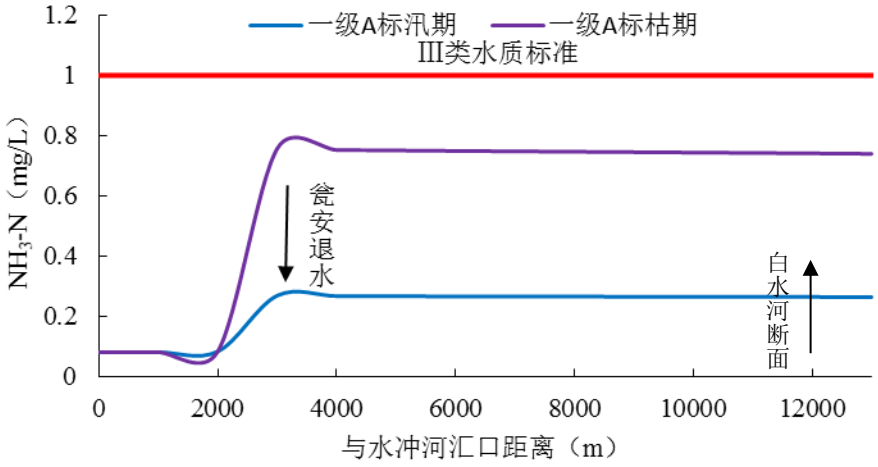


图 5.3.1-69 2025 年枯水年采取湿地系统处理后雍阳河 NH_3-N 沿程变化

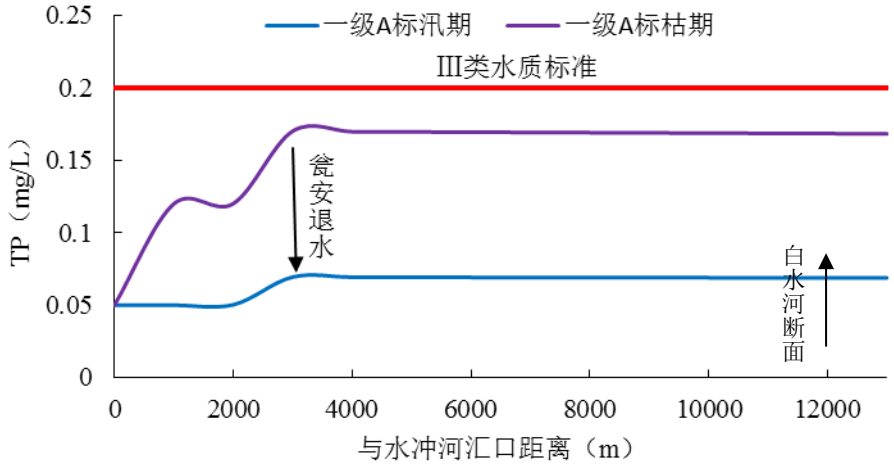


图 5.3.1-70 2025 年枯水年采取湿地系统处理后雍阳河 TP 沿程变化

3）2030 年雍阳河退水影响预测

A、2030 年雍阳河退水沿程水质（不考虑湿地处理系统）

预测年 2030 年凤山水库向瓮安县城供水，根据受水区瓮安县城最大供水能力能力，计算出排放至雍阳河的污水量。选取雍阳河上游水口河汇入点至下游白水河断面为计算河段，采用与坝下河段水质预测相同模型，预测沿程水质变化规律，预测退水对雍阳河水质变化的影响。结果表明，其退水使得雍阳河水质浓度出现陡增现象。

丰水年：丰水年一级 A 标排放下，瓮安县城生活污水退水使得雍阳河水质

浓度出现陡增现象。在汛期，雍阳河 COD 浓度满足III类水质要求，而在枯期，退水使得雍阳河 COD 超过III类水质标准，随着沿程的降解，COD 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 20.41mg/L。退水水质对雍阳河 NH3-N 的影响较大，其使得雍阳河坝下游白水河断面在枯期浓度为 1.65mg/L，超出III类水质标准，在汛期白水河断面 NH3-N 浓度为 0.376mg/L，满足III类水质标准要求。在汛期，雍阳河 TP 浓度满足III类水质要求，而在枯期，退水使得雍阳河 TP 超过III类水质标准，随着沿程的降解，TP 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 0.241mg/L。

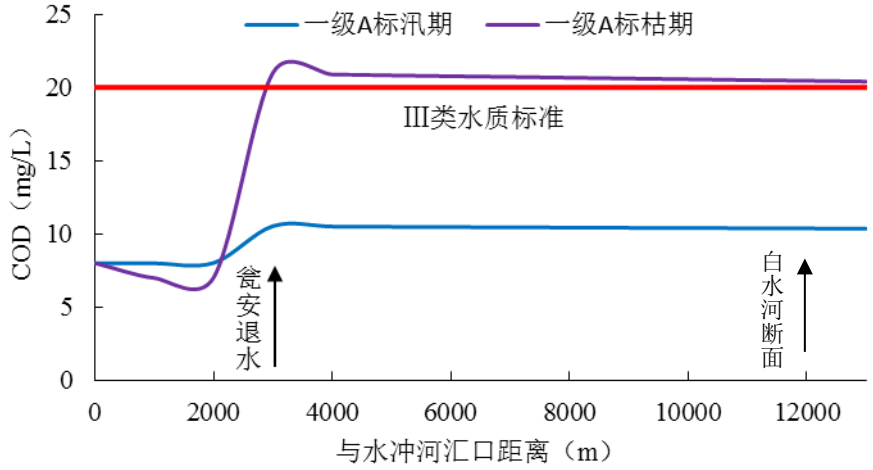


图 5.3.1-71 2030 年雍阳河 COD 沿程变化

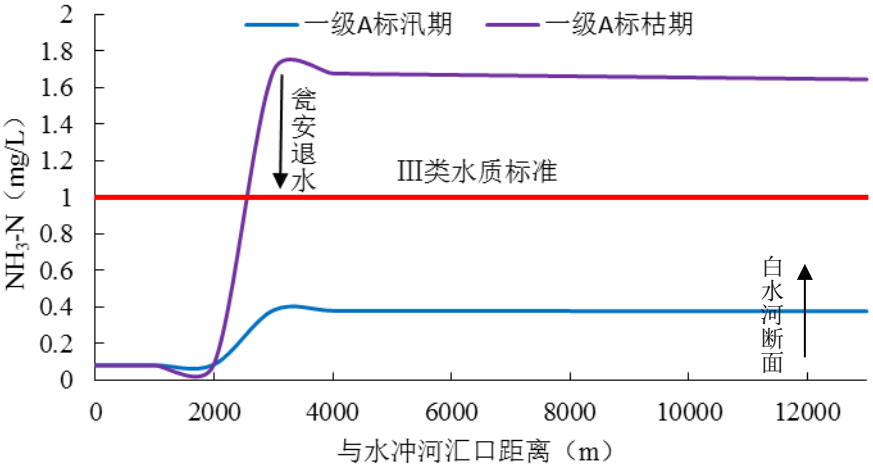


图 5.3.1-72 2030 年雍阳河 NH3-N 沿程变化

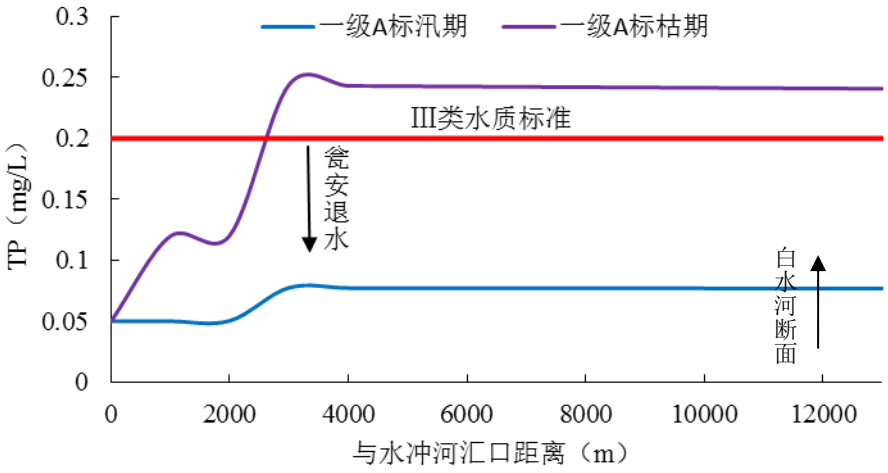


图 5.3.1-73 2030 年雍阳河 TP 沿程变化

平水年：平水年污水处理厂一级 A 标排放下，瓮安县城生活污水退水使得雍阳河水质浓度出现陡增现象。在汛期，雍阳河 COD 浓度满足III类水质要求，而在枯期，退水使得雍阳河 COD 超过III类水质标准，随着沿程的降解，COD 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 21.02mg/L。退水水质对雍阳河 NH3-N 的影响较大，其使得雍阳河坝下游白水河断面在枯期浓度为 1.72mg/L，超出III类水质标准，在汛期白水河断面 NH3-N 浓度为 0.465mg/L，满足III类水质标准要求。在汛期，雍阳河 TP 浓度满足III类水质要求，而在枯期，退水使得雍阳河 TP 超过III类水质标准，随着沿程的降解以及支流的汇入，TP 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 0.246mg/L。

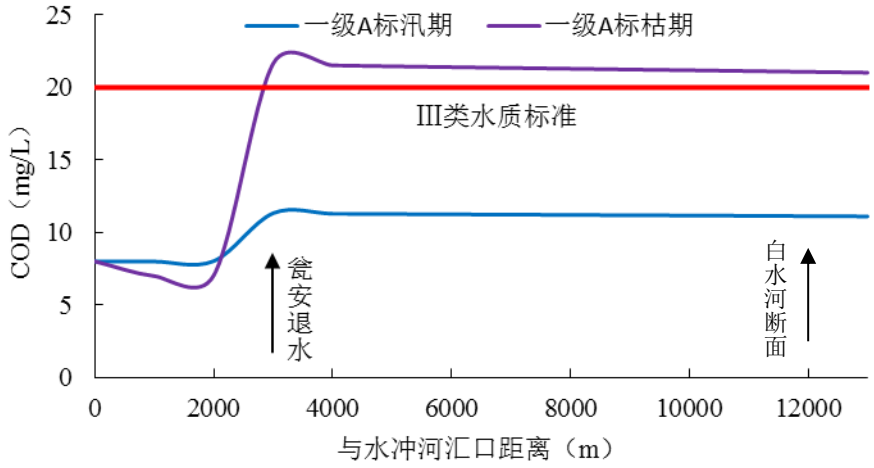


图 5.3.1-74 2030 年雍阳河 COD 沿程变化

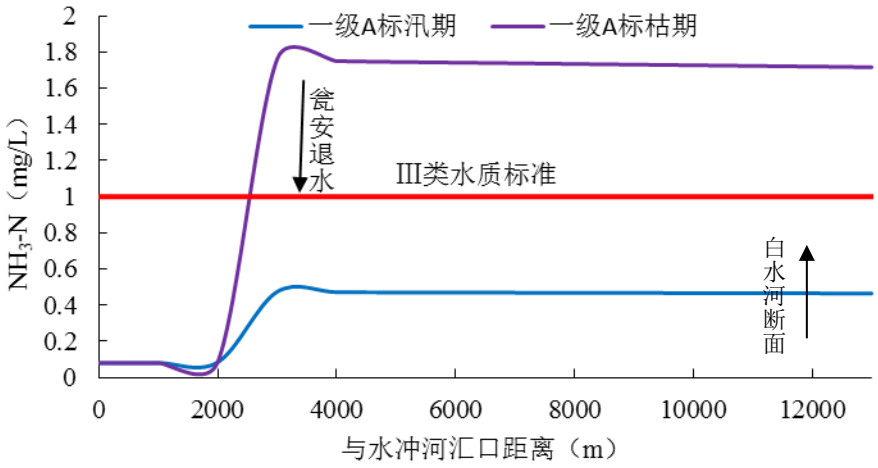


图 5.3.1-75 2030 年雍阳河 NH3-N 沿程变化

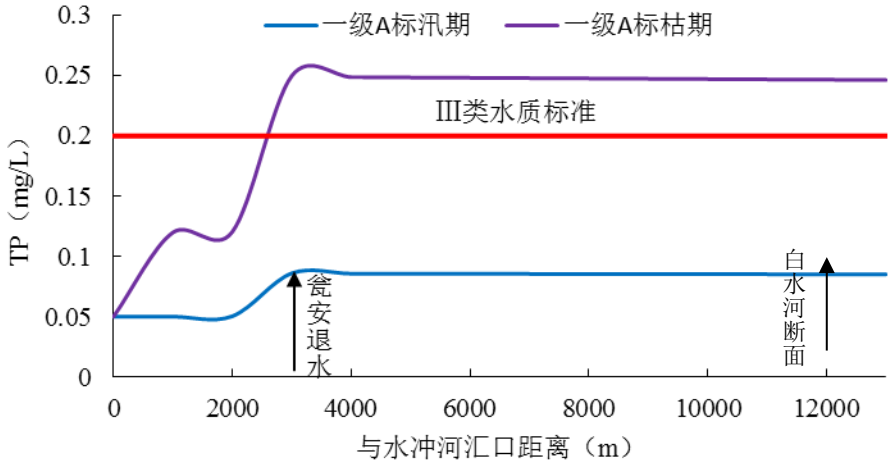


图 5.3.1-76 2030 年雍阳河 TP 沿程变化

枯水年：枯水年污水处理厂一级 A 标排放下，瓮安县城城镇生活污水退水使得雍阳河水质浓度出现陡增现象。在汛期，雍阳河 COD 浓度满足III类水质要求，而在枯期，退水使得雍阳河 COD 超过III类水质标准，随着沿程的降解，COD 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 20.92mg/L。退水水质对雍阳河 NH3-N 的影响较大，其使得雍阳河坝下游白水河断面在枯期浓度为 1.70mg/L，超出III类水质标准，在汛期白水河断面 NH3-N 浓度为 0.56mg/L，满足III类水质标准要求。在汛期，雍阳河 TP 浓度满足III类水质要求，而在枯期，

退水使得雍阳河 TP 超过III类水质标准，随着沿程的降解，TP 浓度有所降低，处理达到一级 A 标的退水在下游白水河断面浓度为 0.245mg/L。

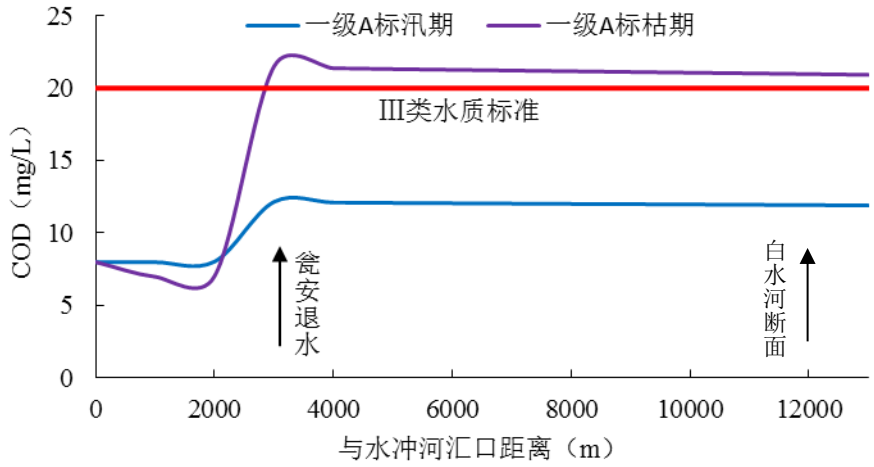


图 5.3.1-77 2030 年雍阳河 COD 沿程变化

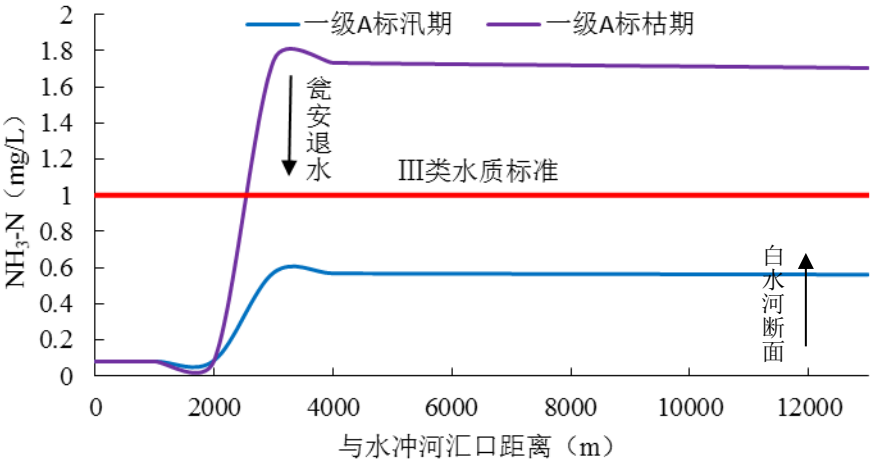


图 5.3.1-78 2030 年雍阳河 NH_3-N 沿程变化

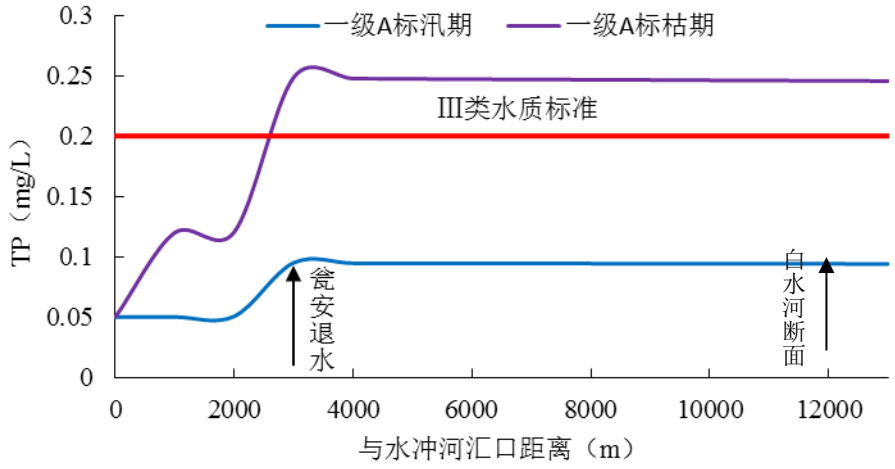


图 5.3.1-79 2030 年雍阳河 TP 沿程变化

综上，雍阳河部分河段超标的原因主要为污水处理厂退水量相比较雍阳河较大，退水使得雍阳河水质浓度出现陡增现象。枯水年一级 A 标情况下 COD 需要削减量为 19.2t，NH_3-N 需要削减量为 31.2t，TP 需要削减量为 2.04t。该部分削减量拟采用中水回用、提标改造、湿地处理系统等措施处理，纳入《瓮安河流域水污染防治规划》。

B、2030 年雍阳河退水沿程水质（考虑湿地处理系统）

在考虑采用湿地处理系统削减污染负荷后。丰、平、枯水年在白水河断面基本能达到III类水质要求，其中枯水年枯期，下游白水河断面 COD 浓度为 12.71mg/L，NH3-N 浓度为 0.88mg/L，TP 浓度为 0.179mg/L，基本满足 III 类水质标准。

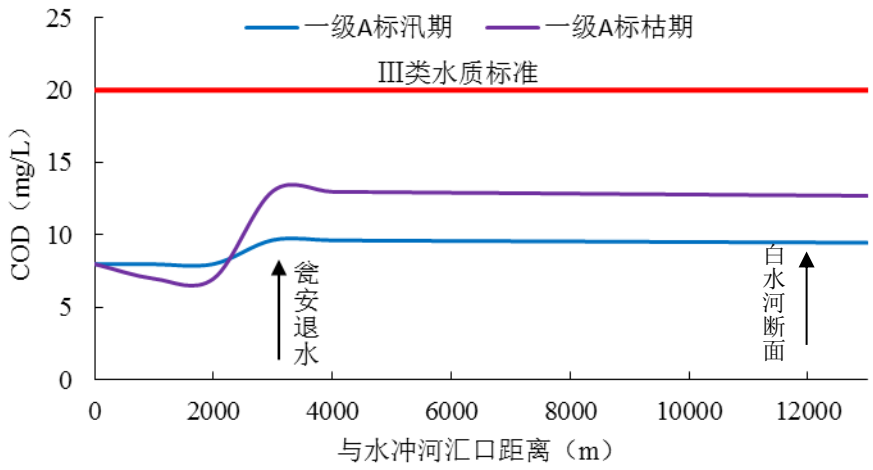


图 5.3.1-80 2030 年枯水年采取湿地处理后雍阳河 COD 沿程变化

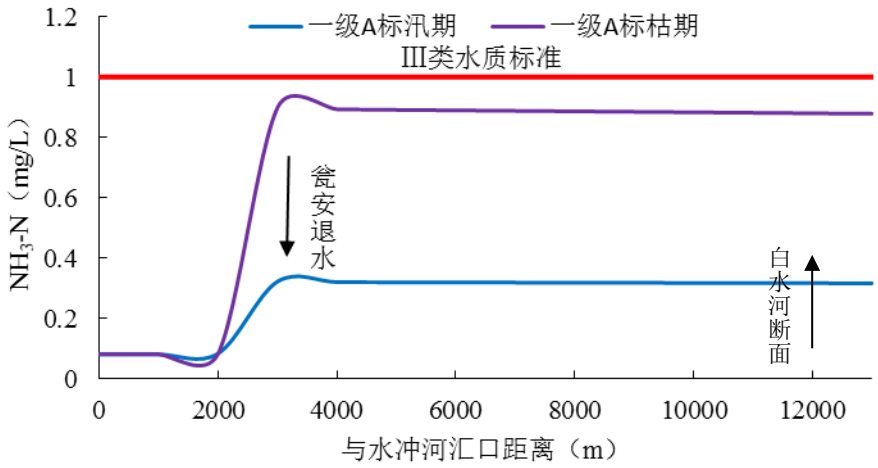


图 5.3.1-81 2030 年枯水年采取湿地系统处理后雍阳河 NH_3-N 沿程变化

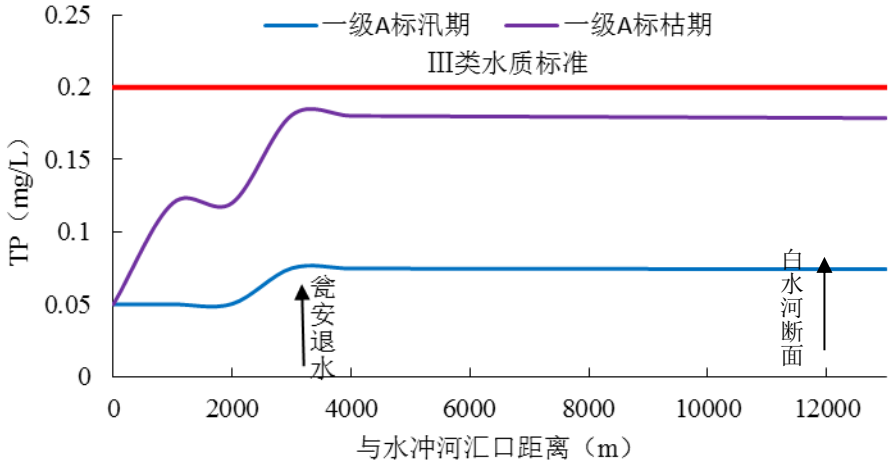


图 5.3.1-82 2030 年枯水年采取湿地系统处理后雍阳河 TP 沿程变化

5.3.2 水温影响

贵阳院联合四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室对开展本工程水温影响研究，2018 年 6 月完成《贵州省黔南州凤山水库工程水温影响研究报告》。

5.3.2.1 水温结构经验判别

凤山水库总库容为 1.04 亿 m^3，多年平均年入库径流量为 2.14 亿 m^3。经计算 α 值为 2.059，初步判定水库水温结构为稳定分层型。当发生五年一遇以下洪

水时（P=20%），β<0.5，洪水对水温结构无影响，当发生（P=2%～20%）洪水时，0.5≤β≤1.0，水库水温结构为过渡型，洪水对水温结构影响小，基本维持原结构；当发生（P=1%）洪水时，β>1.0，洪水对水库水温结构产生影响。

5.3.2.2 水库水温预测

凤山水库工程水库库区设置 1 个取水口。取水口位于大坝左肩，对水温没有要求。城乡及工业用水对水温基本无要求，供水取水取水口底板高程 863m，低于死水位 5m，低于正常蓄水位 46m，可能存在取用低温水的情况。

（1）预测模型

凤山水库坝前最大水深 90.0m，库区形状狭长，为典型的河道型水库，宽度平均的立面二维模型可较好地模拟出水库在纵向和垂向上的水温时空分布。《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）》亦推荐采用二维水库水温模型，本专题采用二维水温模型对凤山水库库区水温进行预测，采用纵向一维河道水温模型预测坝下水温。

1）状态方程

对于常态下的水体，可忽略压力变化对密度的影响，密度与温度的关系可表示为：

$$\frac{\rho-\rho_s}{\rho_s}=-\beta(T-T_s)=-\beta\Delta T$$

式中：β[1/℃]为等压膨胀系数；ρ[kg/m³]为密度；T[℃]为温度；ρs[kg/m³]、Ts[℃]为参考状态的密度和温度。对于天然水体，该函数关系可近似为：

$$\begin{aligned}\rho=(&0.102027692\times10^{-2}+0.677737262\times10^{-7}\times T-0.905345843\times10^{-8}\times T^2\\&+0.864372185\times10^{-10}\times T^3-0.642266188\times10^{-12}\times T^4\\&+0.105164434\times10^{-17}\times T^7-0.104868827\times10^{-19}\times T^8)\times9.8\times10^5\end{aligned}$$

根据 Boussinesq 假定，在密度变化不大的浮力流问题中，只在重力项中考虑密度的变化，而控制方程的其它项中不考虑浮力作用。

2）水动力学及温度方程组

湍浮力流的时均连续方程、动量方程及热量输运方程：

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i}=0$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t}+u_j\frac{\partial u_i}{\partial x_j}=-\frac{1}{\rho_a}\frac{\partial p}{\partial x_i}+\nu\frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j\partial x_j}+\frac{\partial}{\partial x_j}(-\overline{u_i'u_j'})+\beta\Delta Tg_i$$

$$\frac{\partial T}{\partial t}+u_i\frac{\partial T}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_i}(D_T\frac{\partial T}{\partial x_i}-\overline{u_i'T'})+\frac{q}{C_p}$$

紊动动能 k 输运方程模化为

$$\frac{\partial k}{\partial t}+u_j\frac{\partial k}{\partial x_j}=-\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\frac{\nu_t}{\sigma_k}+\nu\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right]+G_k-\varepsilon+G_b$$

湍动能耗散率的模型方程为：

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t}+u_j\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\nu+\frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right]+C_{\varepsilon 1}\frac{\varepsilon}{k}(G_k+C_{\varepsilon 3}G_b)-C_{\varepsilon 2}\frac{\varepsilon^2}{k}$$

由于河宽变化对水面热量交换和热量向水下的传递都具有一定的影响，将三维湍浮力流的时均连续方程、动量方程及热量方程组及 k 和 ε 方程沿河宽方向积分，就可得到水动力学和温度的立面二维方程组，在笛卡儿直角坐标系下水动力学方程分别为：

$$\frac{\partial}{\partial x}(Bu)+\frac{\partial}{\partial z}(Bw)=0$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(Bu)+u\frac{\partial}{\partial x}(Bu)+w\frac{\partial}{\partial z}(Bu)=\frac{\partial}{\partial x}(B\nu_e\frac{\partial u}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial z}(B\nu_e\frac{\partial u}{\partial z})\ -\frac{B}{\rho_s}\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}(B\nu_t\frac{\partial u}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial z}(B\nu_t\frac{\partial w}{\partial x})$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(Bw)+u\frac{\partial}{\partial x}(Bw)+w\frac{\partial}{\partial z}(Bw)=\frac{\partial}{\partial x}(B\ \nu_e\frac{\partial w}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial z}(B\ \nu_e\frac{\partial w}{\partial z})$$
$$-\frac{B}{\rho_s}\frac{\partial p}{\partial z}-\beta B\Delta Tg+\frac{\partial}{\partial z}(B\ \nu_e\frac{\partial w}{\partial z})+\frac{\partial}{\partial x}(B\ \nu_e\frac{\partial u}{\partial z})$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(Bk)+u\frac{\partial}{\partial x}(Bk)+w\frac{\partial}{\partial z}(Bk)=\frac{\partial}{\partial x}\left(B\frac{\nu_e}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(B\frac{\nu_e}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial z}\right)+B(G_k+G_b-\varepsilon)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(B\varepsilon)+u\frac{\partial}{\partial x}(B\varepsilon)+w\frac{\partial B\varepsilon}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(B\frac{\nu_e}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(B\frac{\nu_e}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial \varepsilon}{\partial z}\right)+BC_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}G_k-BC_{2\varepsilon}\frac{\varepsilon^2}{k}$$

式中：$G_k=\nu_e\left[2\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2+2\left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2+\left(\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2\right]$；$G_b=-\beta g\frac{\nu_e}{\sigma_T}\frac{\partial T}{\partial z}$ 为浮力项，该浮力项在稳定分层时可抑制紊动动能的生成，削弱热量向下的传递，是水库能保持稳定分层的重要因素；ν_e[m2/s]是分子粘性系数 ν 与紊动涡粘系数 ν_t 之和，$\nu_t=C_\mu\frac{k^2}{\varepsilon}$；u、w[m/s]为纵向和垂向流速；p[Pa]为压强；T[℃]为水温；B[m]为河宽； k 为紊动动能；ε 为紊动动能耗散率； σ_k 、 σ_ε 分别为紊动动能和耗散率

的普朗特数，一般取1.0和1.3。其它模型常数C_μ、$C_{\varepsilon 1}$、$C_{\varepsilon 2}$的取值分别为0.09、1.44、1.92。

$$\frac{\partial}{\partial t}(BT)+u\frac{\partial}{\partial x}(BT)+w\frac{\partial}{\partial z}(BT)=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{B\nu_e}{\sigma_T}\frac{\partial T}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{B\nu_e}{\sigma_T}\frac{\partial T}{\partial z}\right)+\frac{1}{\rho C_p}\frac{\partial B\varphi_z}{\partial z}$$

式中σ_T是温度普朗特数，取0.9；Cp[J/kg·℃]为水的比热；φ_z[W/m^2]为穿过 z 平面的太阳辐射通量。

3）水面热交换

水面热交换包括净太阳短波辐射、净长波辐射、蒸发和传导四个方面。通过水面进入水体的热通量为：

$$\varphi_n=\varphi_{sn}+\varphi_{an}-\varphi_{br}-\varphi_e-\varphi_c$$

① 净吸收的太阳短波辐射

一般来说，太阳的红外辐射（一般亦称长波辐射）大部分都被表层1m 内的水体所吸收；水体对太阳辐射的反辐射随着太阳辐射的入射角的增大而增加。当太阳高度较低时，水库水体所反射的太阳辐射能量增加，而水体所吸收的太阳辐射能量减少；当太阳高度较大时，反射与吸收情况与上面情况相反。

水体表面净吸收的太阳短波辐射通量为

$$\varphi_{sn}=\beta\varphi_s(1-\gamma)$$

其中φ_s[W/m^2]是到达地面的总太阳辐射量；γ(=0.1)是水面反射率，它与太阳角度和云层覆盖率相关；β(=0.65)是太阳辐射的表面吸收系数。进入水体的太阳辐射部分在水面被吸收，穿过水体的太阳辐射沿深度方向以指数函数衰减：

$$\varphi_z=(1-\gamma)(1-\beta)\varphi_s\exp(-\eta\cdot H)$$

其中η（=0.5）为太阳辐射在水体中的衰减系数，与水体的透明度和水质相关；H[m]为水深。

② 大气长波辐射

大气所吸收的太阳能以长波形式向地面发射，其长波辐射强度取决于气温和云量：

$$\varphi_{an}=\sigma\cdot\varepsilon_a(273+T_a)^4$$

式中，σ 是 Stefan-Boltaman 常数，等于5.67×10-8[W/m2·K4]；ε_a 为大气发射率：

$$\varepsilon_{ac}=1.24\cdot(\frac{e_a}{T_a+273})^{\frac{1}{7}}\cdot(1+0.17\cdot C_r{}^2)$$

其中T_a[℃]为水面上2m 处的气温；C_r 为云层覆盖率；e_a [hPa]为水面上空气蒸发压力。

③ 水体长波的返回辐射φ_{br}

水体吸收的大气长波辐射会向大气进行返回辐射，其强度可用 Stefan-Boltzman 定律计算：

$$\varphi_{br}=\sigma\cdot\varepsilon_w\cdot(273+T_s)^4$$

式中T_s[℃]为水体表面温度，ε_w (=0.965) 为水体的长波发射率。

④ 水面蒸发热损失φ_e

水在从液体转变为气体的蒸发过程中需要吸收热量，水体由于蒸发损失的热量大多根据空气与水面的蒸发压力计算，本次计算采用了《工业循环水冷却设计规范》推荐的计算公式：

$$\varphi_e=f(W)(e_s-e_a)$$

式中$f(W)$[W/(m^2 ћPa)]是风函数，反映了自由对流和强迫对流对蒸发的影响，计算为：

$$f(W)=\sqrt{22.0+12.5W^2+2.0(\Delta T)}$$

式中：*W*[m/s]是水面上10m 处的风速；ΔT [℃]为水气温差；e_s[hPa]是相应于水面温度T_s 的紧靠水面的空气饱和蒸发压力，e_a[hPa]为水面上空气的蒸发压力，可由水面温度T_s [℃]计算：

$$e_s=6.11\times10^{\frac{7.5T_s}{(T_s+237.3)}}$$

$$e_a=6.11\times hum\times10^{\frac{7.5T_a}{(T_a+237.3)}}$$

式中：*hum* 为相对湿度。

⑤ 热传导通量φ_c

当水温与气温有温差时，水气界面上会通过传导进行热交换，热传导通量正比于温差：

$$\varphi_c = 0.627 f(W) \cdot (T_s - T_a)$$

4）边界条件及求解方法

进口边界的水温采用库尾实测水温，速度假定为均匀流速，k、ε 可分别由入流速度近似计算：

$$k = 0.00375u^2,\ \varepsilon = k^{1.5}/(0.4H_0)$$

其中 $H_0[m]$为进口断面水深。

假定出口断面为充分发展的湍流，有 $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial k}{\partial x} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial x} = 0$，$W = 0$。

水面表层单元计入水气热交换。库底和坝体表面采用无滑移边界条件，且为绝热边界。

水面采用浮动平面。考虑到水库水面除库尾部分河段外基本为水平面，而库尾均匀混合段对整个水库水温分布影响有限，水位是根据计算时间步长 Δt 内入库和出库水量的差 ΔV，通过库容曲线得到该时段内的水位变化 ΔZ，则该时段末的水位则为 $Z + \Delta Z$。

采用有限体积法和混合格式对微分方程进行离散。采用 SIMPLE 算法求解差分方程，并采用交错网格避免出现棋盘式不均匀压力场。相对于联立求解方程组的耦合式解法，SIMPLE 算法顺序地、逐个地求解各变量代数方程组：在每一时间步长的运算中，先给出压力场的初始猜测值，据此求出猜测的速度场，再求解根据连续方程导出的压力修正方程，对猜测的压力场和速度场进行修正。如此循环往复，可得出压力场和速度场的收敛解。

具体求解时，水动力方程与温度方程相耦合，计算中首先根据入、出库流量差计算该时刻运行水位，依次求解 u、w 动量方程和 k、ε 方程，再求解温度方程，然后用新的温度值修正 w 和 k 方程的源项，重新计算水动力学方程，直到各方程的误差余量小于容许值。对于水库年过程的模拟，模型可选择一年中的任意一个时刻作为起始计算时间，计算365天之后，与一年前的当前时刻水温、流场进行对比，如果水温、流场的误差值大于设定误差，继续进行迭代计算；如果小于设定误差，则认为迭代收敛，取最近一年的下泄水温、温度场与流场作为预测结果。

（2）模型参数分析

标准 k-ε 模型中的参数对各种形态的流体具有普遍适用性。温度普朗特数取固定值 0.85。

除水库入、出库流动导致库区热量变化外，水气热交换是影响库区水温结构的另一主要热源项。各水气热交换项的经验公式均较多，其中不同蒸发公式的差异性较大，本次研究采用了《工业循环水冷却设计规范》推荐的计算公式。

在热通量计算方法确定的条件下，模型中需要率定的参数只有热通量计算中的太阳辐射表面吸收系数 β_1 和太阳辐射在水体中的衰减系数 η，它们与水体的色度和浊度有关。一般 β_1 的取值范围为 0.4～0.7，η 为 0～1。经多次试算，均为 0.65 和 0.5。

为了分析参数对计算结果的影响程度即参数的灵敏度，我们进行了数值计算试验。假定当穿过水下某一断面的辐射通量小于总量的 5%，则认为该断面没有受到辐射。先取 β_1=0.5，然后分别取 η 为 0.1、0.5 和 1.0，计算结果显示，当 η=0.1 时辐射可达水下 30m，其中 80%的辐射量被水面 16 m 的水体吸收，而 η=1.0 时辐射仅达水下 3m，η=0.5 时辐射穿透了 6m 水深。

（3）模型验证

四川大学于 2009 年 11 月 6 日、2010 年 7 月 6 日进行了紫坪铺水库全库区水温观测工作，并于 2009 年 10 月 20 日至 2010 年 7 月 15 日期间对水库入库水温、下泄水温进行了逐时连续观测。本项目拟利用实测资料对立面二维水库水温模型进行验证，并为模型参数取值的合理性提供依据。

① 泄流孔口（表 5.3.2-1）

电站引水口底板高程与泄洪洞高程相同，冲砂放空洞低于电站进水口 30m，观测期内泄洪及冲砂洞均有使用，计算中各下泄流量按其实际高程出流。

表 5.3.2-1　　紫坪铺电站发电引水口及泄洪孔口高程及尺寸统计表

泄洪建筑物	底板高程	尺寸（宽*高）	备注
冲砂放空洞	770	4.4m	圆形
1#泄洪排砂洞	800	6.2×14.7～15.9/10.7×10.7	龙抬头城门洞型/结合段马蹄形
2#泄洪排砂洞	800	6.2×14.7～15.9/10.7×10.7	龙抬头城门洞型/结合段马蹄形
引水建筑物	底板高程	尺寸（宽*高）	
进水口	800	8m，圆形	

② 水库调度

大坝上游 12km 处有支流寿溪河汇入，寿溪河多年平均流量与岷江干流紫坪铺水文站多年平均流量相比低于 5%，且寿溪河支库不具备水温连续观测条件，因此本测验证将全部来流均作为干流流量，不考虑寿溪河来流对紫坪铺水温的影响。

收集到观测期水库的逐日入出库流量、电站发电引用和泄洪流量、坝前水位，计算中亦采用逐日调度资料。下表列出了观测期间的水库调度月均值（表 5.3.2-2）。

表 5.3.2-2　　紫坪铺水库 2009.11~2010.7 水库调度月均值

日期	坝前水位(m)	入库流量 (m^3/s)	发电引用流量 (m^3/s)	泄洪流量 (m^3/s)	冲砂流量 (m^3/s)
2009 年 11 月	854.37	320.0	297.2	0.0	0.0
2009 年 12 月	858.16	219.3	213.9	0.0	0.0
2010 年 1 月	851.59	160.9	218.8	0.0	0.0
2010 年 2 月	845.76	140.3	149.8	0.0	0.0
2010 年 3 月	843.06	150.9	174.4	0.0	0.0
2010 年 4 月	831.85	227.2	298.9	0.0	0.0
2010 年 5 月	837.68	605.9	451.1	18.9	0.0
2010 年 6 月	853.76	1010.7	674.3	332.2	59.1
2010 年 7 月	852.66	881.7	626.4	267.7	55.0

③ 入库水温

入库水温采用紫坪铺库尾映秀电站的水温连续监测值，其月均值见下表（表 5.3.2-3），逐日曲线见图 5.3.2-4。09 年 11 月和 10 年 7 月的均值为该月监测日的均值，非完整月均值。

表 5.3.2-3　　紫坪铺水库 2009.11~2010.7 库尾水温监测值

09 年 11 月	09 年 12 月	10 年 1 月	10 年 2 月	10 年 3 月	10 年 4 月	10 年 5 月	10 年 6 月	10 年 7 月
8.1	6.0	5.4	6.4	8.8	11.0	13.5	13.7	15.9

④ 初始流场及温度场

以 2009 年 11 月 6 日测量的全库区水温分布作为计算初始水温（图 5.3.2-1），图中蓝色散点为温度测点位置；流场的计算，先据库尾入流水温进行多年循环计算，待库区水温稳定收敛后以 11 月 6 日的流场分布作为初始流场。

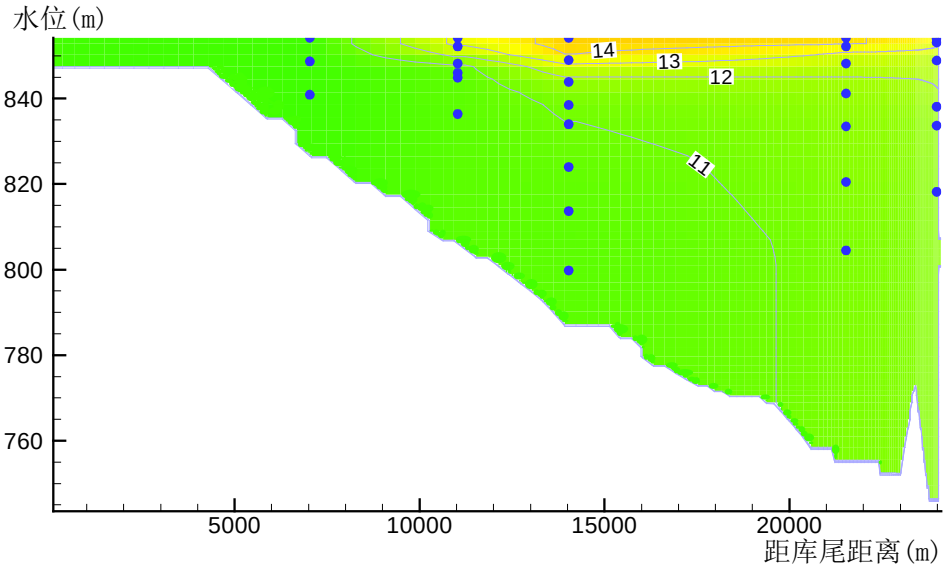


图 5.3.2-1 2009 年 11 月 6 日紫坪铺库区温度分布

⑤ 气象条件

都江堰气象站（幸福镇莲花村）位于水库大坝东南 8.7km 处，计算采用的太阳辐射、云量、气温、风速、相对湿度等各气象要素均为该站在水温观测对应时间的逐日资料。

⑥ 结果与分析

图 5.3.2-2 比较了 2010 年 7 月 6 日计算与实测的库区内水温分布，颜色代表温度值，相同位置处实测点与计算等温线颜色越一致则计算与实测值吻合得越好。图 5.3.2-3 提取了计算的垂线数据，与实测数据进行了单线对比。

距库尾 18.2km 处的实测与计算水温仍存在温跃层，实测表层水温比计算值低 1.2℃，与距库尾 14.3km 处垂向水温相比已较为接近，主要是由于随着水流向大坝前行，水面逐渐开阔，两侧山体对水面上气象条件的影响逐渐减弱。

距库尾 21.5km 和 23.6km 处的表层之下的实测与计算水温较接近。实测的表层水温已比计算水温高，一方面是由于坝前水面开阔山体影响减弱，另一方面，实测水温所测的是一条垂线，而计算值是一个宽度平均的数值，不能充分反映河宽方向的表层水温变化。

从水温结构上看，模型较好地模拟了库尾无分层结构到坝前分层结构的发展过程；模拟出在入、出流和水气界面热交换影响下垂向斜温层的形成和发展。

由于实测值垂线选择的限制，实测处的库底高程与计算值（深弘线值）并不

一致，但从坝前（距库尾 23.6km 处）垂线来看，二者高程接近，水温数值接近，因此水库坝前的低温水（13.3℃）是稳定存在的，模型也准确地进行了模拟。

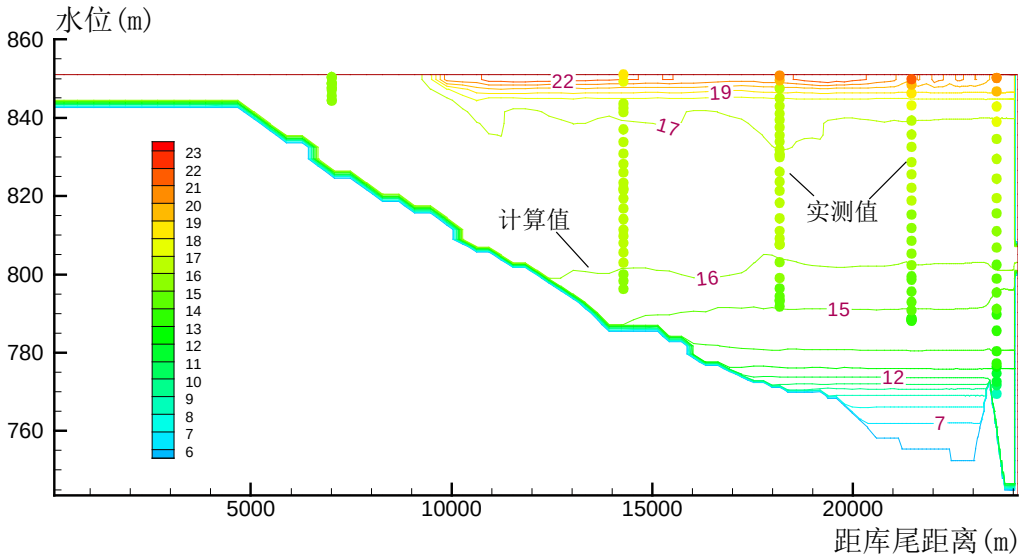


图 5.3.2-2 紫坪铺库区 2010 年 7 月 6 计算与实测的水温分布比较（——计算值，●测值）

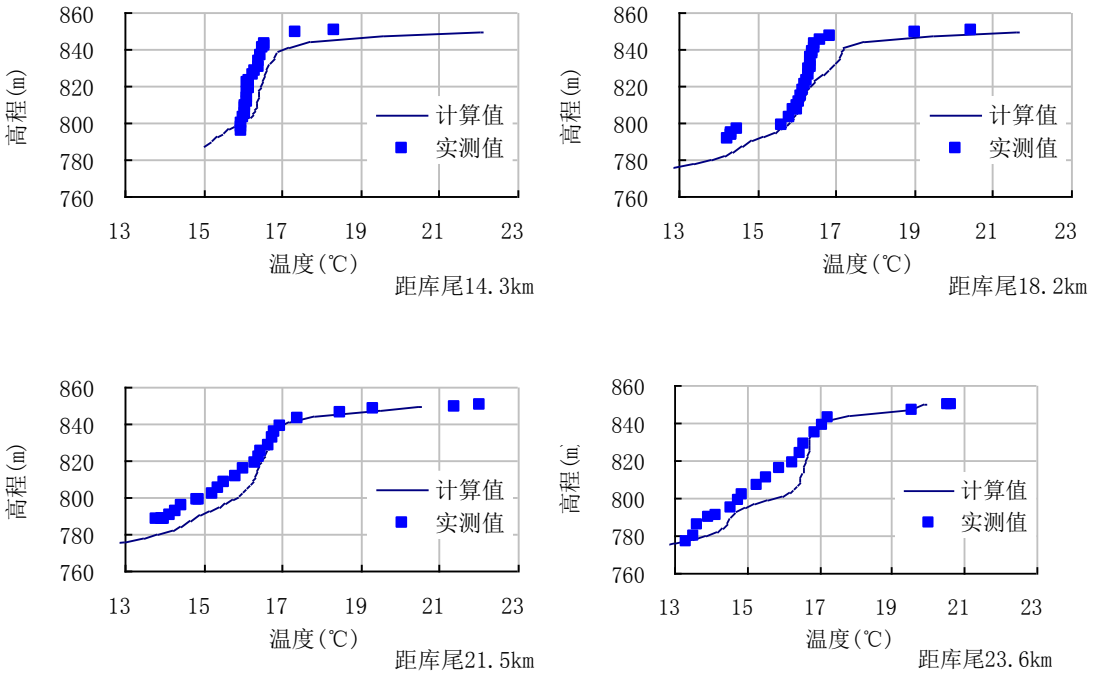


图 5.3.2-3 紫坪铺库区 2010 年 7 月 6 日计算与实测的垂线水温比较

图 5.3.2-4 和表 5.3.2-4 比较了水库出流计算水温和坝址下游实测水温过程。计算下泄水温过程与紫坪铺坝下水温过程总体吻合较好，2009 年 11 月 6 日~2010 年 4 月 5 日间计算水温略有偏低，最大低 1.2℃。2010 年 5 月 9 日~7 月 15 日的

实测水温与计算水温较为接近。

2010 年 2 月中旬~2010 年 3 月底计算水温比实测水温系统偏低，说明在升温期由于温跃层的逐渐形成，进水口附近三维流场效应导致上层温度较高的水被吸入进水口造成的实测下泄水温偏高。而目前二维水温模型尚不能模拟出进水口局部的三维效应，因此应进一步研究下泄水温偏低的影响因素以对模型作针对性的改进。

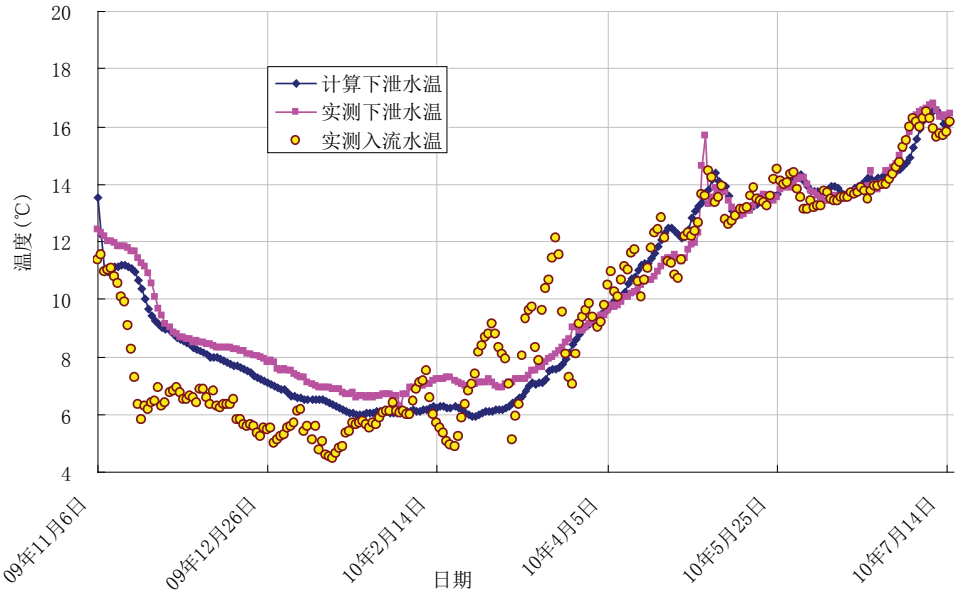


图 5.3.2-4　2009 年 11 月 6 日~2010 年 7 月 15 日紫坪铺坝下温度比较

表 5.3.2-4　　紫坪铺水库月均下泄水温实测值与计算值比较

项目	月份	09 年 11 月	09 年 12 月	10 年 1 月	10 年 2 月	10 年 3 月	10 年 4 月	10 年 5 月	10 年 6 月	10 年 7 月
a	实测入流水温	8.2	6.0	5.4	8.7	9.8	11.0	13.5	13.7	15.9
b	实测坝下水温	10.9	8.2	6.9	7.0	7.8	10.5	13.5	13.9	16.3
c	计算坝下水温	10.3	7.7	6.3	6.1	7.3	11.1	13.6	14.0	15.9
d	c-b	-0.6	-0.5	-0.6	-0.9	-0.5	0.6	0.1	0.1	-0.4

（4）天然水温推求

重安江干流无水温监测资料，但清水江源头马尾河文峰水文站有多年水温监测资料，距离凤山水库坝址 40km，该站集水面积 448km^2，与凤山坝址集水面积 347km^2 较为接近。文峰水文站位于贵州省都匀市文峰塔附近，通过建立文峰水文站水温、都匀气温相关关系，将福泉、贵定气象站气温换算到凤山库尾和坝址

高程，采用该相关关系计算得到凤山的入库水温、坝址天然水温。

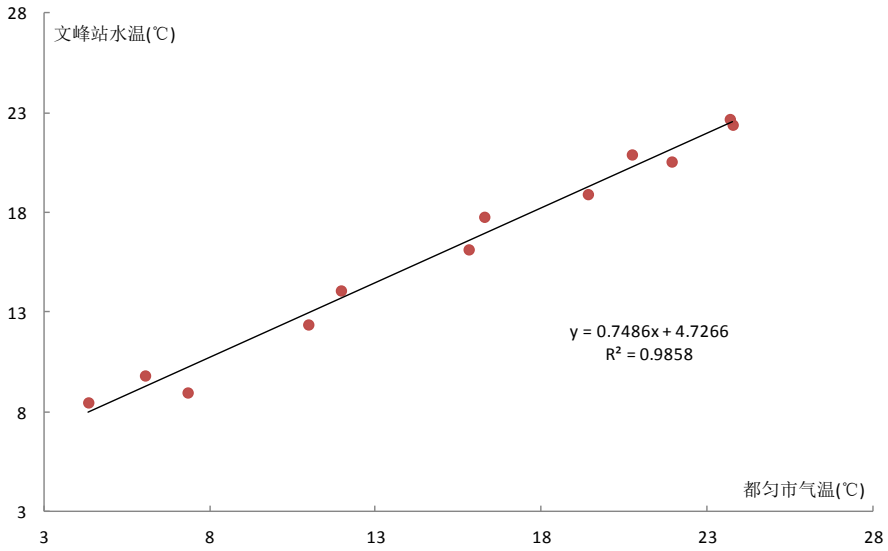


图 5.3.2-5　文峰水文站水温-气温相关关系

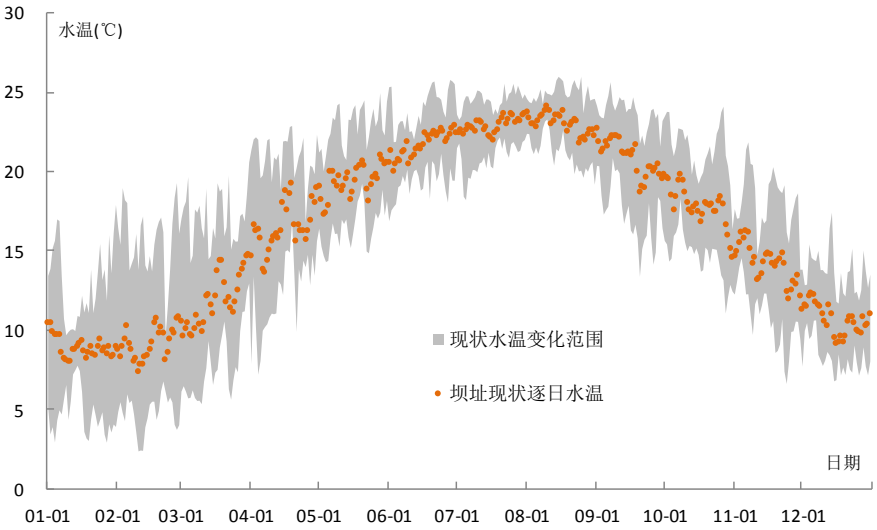


图 5.3.2-6　凤山水库的坝址水温

表 5.3.2-5　　凤山水库入库与坝址水温　　单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
都匀气温	4.3	7.3	11.0	15.8	19.4	21.9	23.8	23.7	20.8	16.3	12.0	6.0
文峰水温	8.5	9.0	12.4	16.1	18.9	20.6	22.4	22.7	20.9	17.8	14.1	9.8
入库水温	8.6	8.9	11.6	16.2	19.1	21.3	22.5	22.7	20.6	17.6	13.9	10.4
坝址水温	8.9	9.1	11.9	16.5	19.4	21.7	22.9	23.0	20.9	17.9	14.2	10.7

（5）计算工况及网格划分

采用宽度平均的立面二维水温模型预测在丰、平、枯水年条件下的库区及下

泄水温，分别考虑单层取水口、叠梁门取水两种方案。入库断面的水温采用前述推求得到的平均天然逐月水温，各气象要素采用库周气象参证站的逐月多年平均值。

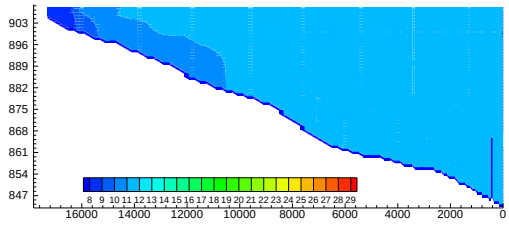
计算网格单元在主流方向上尺寸为 10～200m，在水深方向上为 0.3～1.5m，在正常蓄水位下，凤山库区离散为 129×93 个矩形网格。各工况采用的水文、入库水温和气象资料参见基础资料章节。

（6）单层取水口方案水温预测

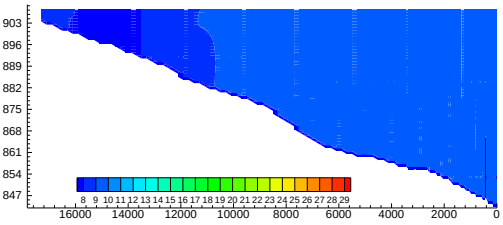
1）平水年条件下

总体来看，平水年水库呈季节性分层水温结构特征。水库 10 月到翌年 2 月的坝前垂向基本同温，从 4 月开始库区垂向水温分层逐渐明显，至 6 月汛期来临逐渐减弱。

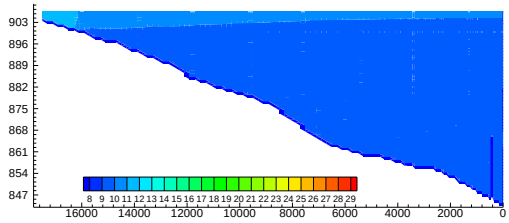
平水年库区月均水温在 3 月最低，坝前平均水温为 9.3℃，表底温差仅 1.0℃。进入 4 月，入流水温、气温、太阳辐射开始大幅上升，表层水温升高至 15.3℃，库底水温不变，坝前垂向月均温差 6.2℃。5 月太阳辐射、气温、入流水温持续快速上升，受气象条件和来流水温影响库区水温继续快速上升。表层 2m 以下形成厚度 22m 梯度为 0.29℃/m 的温跃层，库底水温为 9.5℃，表层与底层温差升至接近全年最高的 10.9℃。天然来流温度接近表层水温，来流在表层缓慢流动，库底水温由于热量的向下传递有升高趋势。6 月~8 月，太阳辐射、来流水温、气温处于全年最高水平，库表水温持续上升，使表层水温在 8 月到达全年最高的 28.0℃。6 月来流量大幅增加至 14.7m^3/s，月径流量到达正常蓄水位库容的 37%，大流量使库区水体掺混和紊动增强，库底低温水层被彻底破坏，库底水温升至 12.7℃。7、8 月气温、太阳辐射达到全年最高值，随着流量降低，表层热量的蓄积使表层水温在 8 月达到年内最高。9 月气温、太阳辐射、来流均开始下降，来流沿库底进入库区，上层水体失温明显，库底水温升高至全年最高温 23.4℃。10 月以后来流水温、气温快速降低，库区水温整体下降，来流从库尾开始下潜向坝前爬行，至 3 月库区水温降至全年最低。



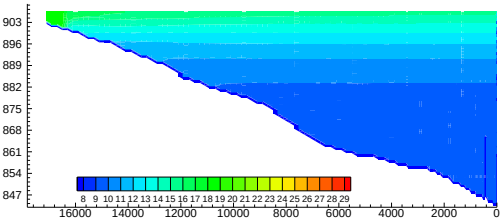
1 月



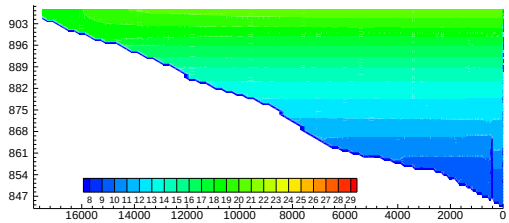
2 月



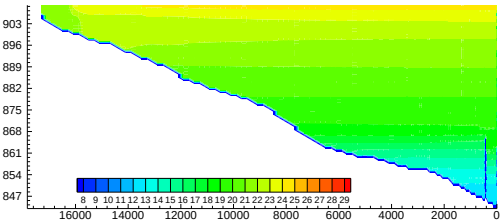
3 月



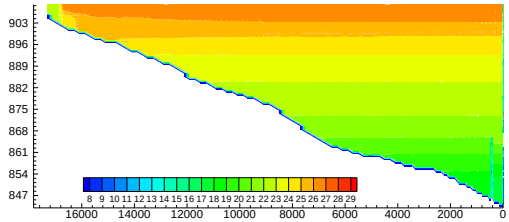
4 月



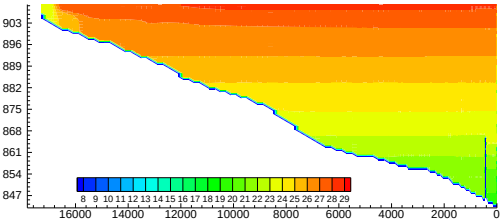
5 月



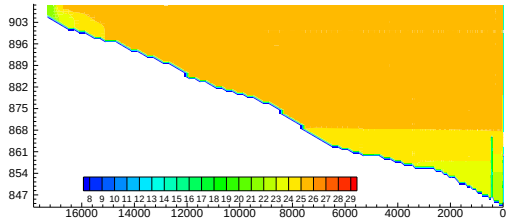
6 月



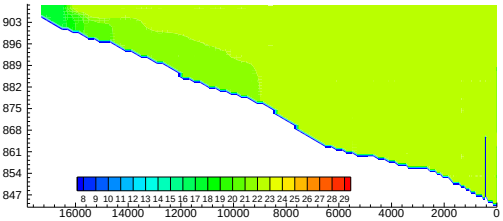
7 月



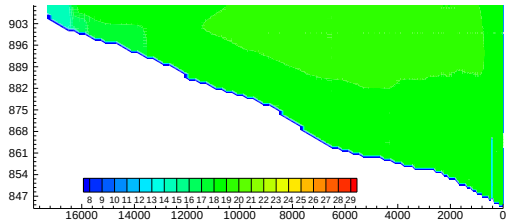
8 月



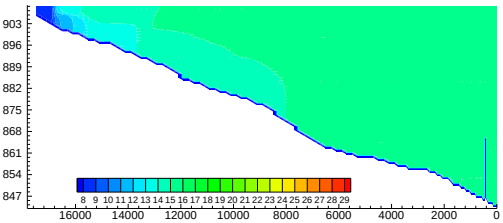
9 月



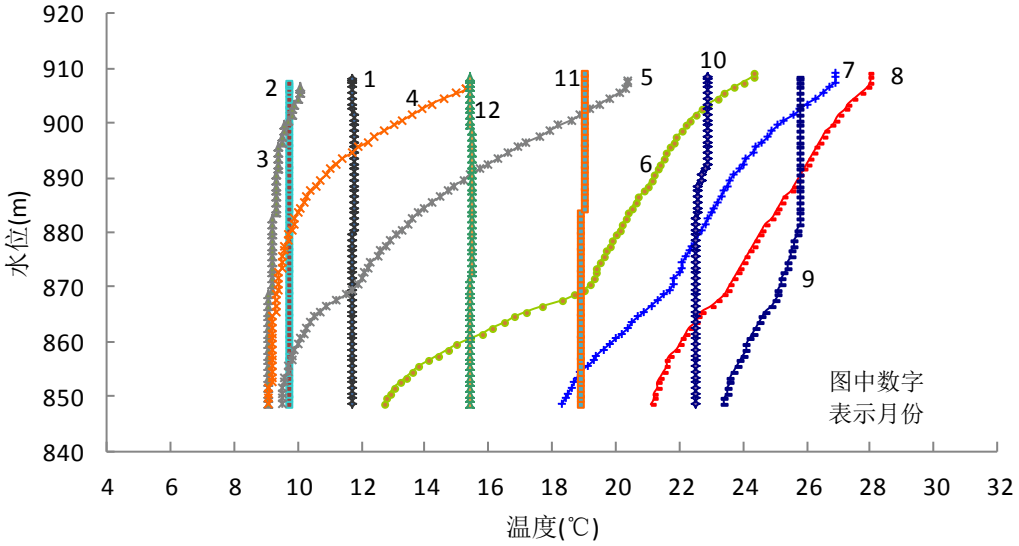
10 月



11 月



12 月



（工况 1：平水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水）

图 5.3.2-5 单层取水口方案平水年的二维水温及坝前水温分布

表 5.3.2-7 和图 5.3.2-6 比较了平水年的月均下泄水温、坝前表层水温、库底水温、坝址处天然水温及气温年内过程。

由于河段丰枯期来流量差异极大，年径流主要由 5 月~9 月的来流构成，因而库区水温在 2 月~5 月分层现象较为稳定，进入汛期且采用单层取水口情况下库底水温容易受到来流扰动而升高，不易形成稳定分层现象。水库 10 月到翌年 2 月的坝前垂向基本同温，但是 6 月表层和底层温差最大达到 11.6℃，库底在 2 月~5 月存在低温水区域，4 月~8 月存在明显的温度分层现象。库区内保留的黑塘桥大坝顶高程 866.2m，仅比发电引水底板高程 863.0m 高 3.2m，对库区水温结构和下泄水温无明显影响。

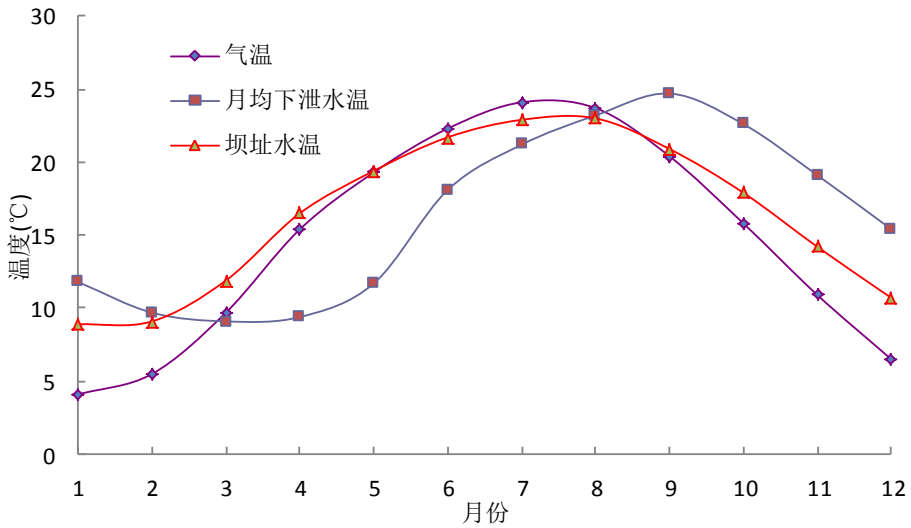
与坝址现状水温相比，水库对下游水温有较大影响。水库年均下泄水温比建坝前降低 0.1℃。下泄水温在 3 月~7 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 4.6℃，5 月份降低最多，达 7.7℃。8 月~翌年 2 月，下泄水温平均上升 3.1℃，11 月温升幅度最大，为 4.9℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前为 8 月，建坝后为 9 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 3 月；月均最高温度从建坝前的 23.0℃升为建坝后的 24.7℃，月均最低温度从建坝前的 8.9℃升为建坝后的 9.1℃，温差扩大了 1.5℃。

以 4 月坝址天然水温 16.5℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 15 日到达 16.5℃，建坝后下泄水温在 6 月 7 日到达 16.5℃，延迟了 53 天；

以 5 月坝址天然水温 19.4℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 5 月 7 日到达 19.4℃，建坝后下泄水温在 6 月 22 日到达 19.4℃，延迟了 46 天。

表 5.3.2-7 平水年月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温（℃）

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
1 月	4.1	11.7	11.7	8.9	11.8	2.9	0.0
2 月	5.5	9.7	9.7	9.1	9.7	0.6	0.0
3 月	9.7	10.1	9.1	11.9	9.1	-2.8	1.0
4 月	15.4	15.3	9.1	16.5	9.4	-7.1	6.2
5 月	19.3	20.4	9.5	19.4	11.7	-7.7	10.9
6 月	22.3	24.3	12.7	21.7	18.1	-3.6	11.6
7 月	24.1	26.9	18.3	22.9	21.2	-1.7	8.6
8 月	23.7	28.0	21.1	23.0	23.2	0.2	6.9
9 月	20.4	25.8	23.4	20.9	24.7	3.8	2.4
10 月	15.8	22.9	22.5	17.9	22.6	4.7	0.4
11 月	10.9	19.0	18.9	14.2	19.1	4.9	0.1
12 月	6.5	15.4	15.4	10.7	15.4	4.7	0.0
年均	14.8	19.1	15.1	16.4	16.3	-0.1	4.0
最大值	24.1	28.0	23.4	23.0	24.7	4.9	11.6
最小值	4.1	9.7	9.1	8.9	9.1	-7.7	0.0
年内变幅	20.0	18.3	14.3	14.1	15.6	-	-



（工况 1：平水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水）

图 5.3.2-6 工况 1 条件下月均下泄水温、坝址处天然水温比较

表 5.3.2-8、图 5.3.2-7 为旬均下泄水温与坝址天然水温的对比，由图表可知，凤山水库在 5 月上旬对低温水降幅贡献最大，为 8.7℃；在 12 月中旬对高温水升幅贡献最大，为 5.5℃，

全年出现旬均最高温度的月份建坝前为 7 月下旬、8 月上旬，建坝后为 9 月中下旬；全年出现旬均最低温度的月份建坝前为 1 月中旬~2 月上旬，建坝后为 2 月下旬~3 月中旬；旬均最高温度从建坝前的 23.4℃升为建坝后的 24.8℃，旬均最低温度从建坝前的 8.7℃升为建坝后的 9.1℃，温差扩大了 1.0℃。

表 5.3.2-8　　平水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比　　单位：℃

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
1 月上旬	9.3	13.0	3.7
1 月中旬	8.7	11.8	3.1
1 月下旬	8.7	10.9	2.2
2 月上旬	8.7	10.1	1.4
2 月中旬	9.2	9.6	0.4
2 月下旬	9.6	9.1	-0.5
3 月上旬	10.1	9.1	-1.0
3 月中旬	12.5	9.1	-3.4
3 月下旬	12.8	9.2	-3.6
4 月上旬	15.2	9.2	-6.0
4 月中旬	17.3	9.3	-8.0
4 月下旬	16.9	9.6	-7.3
5 月上旬	18.8	10.1	-8.7
5 月中旬	19.5	11.3	-8.2
5 月下旬	19.8	13.4	-6.4
6 月上旬	20.9	16.1	-4.8
6 月中旬	21.7	18.4	-3.3
6 月下旬	22.4	19.9	-2.5
7 月上旬	22.6	20.7	-1.9
7 月中旬	22.6	21.2	-1.4
7 月下旬	23.4	21.6	-1.8
8 月上旬	23.4	22.3	-1.1
8 月中旬	23.3	23.1	-0.2
8 月下旬	22.5	24.0	1.5
9 月上旬	21.9	24.5	2.6
9 月中旬	21.0	24.8	3.8
9 月下旬	19.8	24.8	5.0
10 月上旬	19.1	23.9	4.8
10 月中旬	17.6	22.6	5.0
10 月下旬	17.1	21.4	4.3
11 月上旬	15.3	20.1	4.8
11 月中旬	14.1	19.1	5.0
11 月下旬	13.2	18.1	4.9
12 月上旬	11.7	16.8	5.1

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
12 月中旬	10.0	15.5	5.5
12 月下旬	10.4	14.1	3.7
平均	16.4	16.3	-0.1
最大值	23.4	24.8	5.5
最小值	8.7	9.1	-8.7
变幅	14.7	15.7	14.2

表 5.3.2-9 比较了凤山水库典型平水年全年的逐日下泄水温过程与坝址处天然水温。与坝址现状逐日水温相比，凤山下泄水温最大降幅为 9.9℃（5 月 6 日等多日）、最大升幅为 6.4℃（11 月 11 日等多日）。

图 5.3.2-7 比较了凤山水库典型平水年全年的逐日下泄水温过程与坝址处天然水温。与坝址现状逐日水温相比，凤山下泄水温最大降幅为 9.9℃（5 月 6 日等多日）、最大升幅为 6.4℃（11 月 11 日等多日）。

表 5.3.2-9　　平水年 5 月逐日下泄水温与坝址现状水温　　单位：℃

日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值
5 月 1 日	19.0	9.8	-9.2	5 月 16 日	18.6	11.4	-7.2
5 月 2 日	18.2	9.8	-8.4	5 月 17 日	19.5	11.5	-8.0
5 月 3 日	17.2	9.9	-7.3	5 月 18 日	20.2	11.7	-8.5
5 月 4 日	17.4	10.0	-7.4	5 月 19 日	20.3	11.9	-8.4
5 月 5 日	17.9	10.1	-7.8	5 月 20 日	20.7	12.1	-8.6
5 月 6 日	20.0	10.1	-9.9	5 月 21 日	20.3	12.3	-8.0
5 月 7 日	20.0	10.2	-9.8	5 月 22 日	18.9	12.5	-6.4
5 月 8 日	19.3	10.3	-9.0	5 月 23 日	18.1	12.7	-5.4
5 月 9 日	19.0	10.4	-8.6	5 月 24 日	19.1	12.9	-6.2
5 月 10 日	19.7	10.5	-9.2	5 月 25 日	19.6	13.2	-6.4
5 月 11 日	18.8	10.7	-8.1	5 月 26 日	19.8	13.4	-6.4
5 月 12 日	19.1	10.8	-8.3	5 月 27 日	19.6	13.6	-6.0
5 月 13 日	19.6	10.9	-8.7	5 月 28 日	21.0	13.9	-7.1
5 月 14 日	19.9	11.1	-8.8	5 月 29 日	20.7	14.1	-6.6
5 月 15 日	18.2	11.2	-7.0	5 月 30 日	20.5	14.4	-6.1
				5 月 31 日	20.6	14.6	-6.0

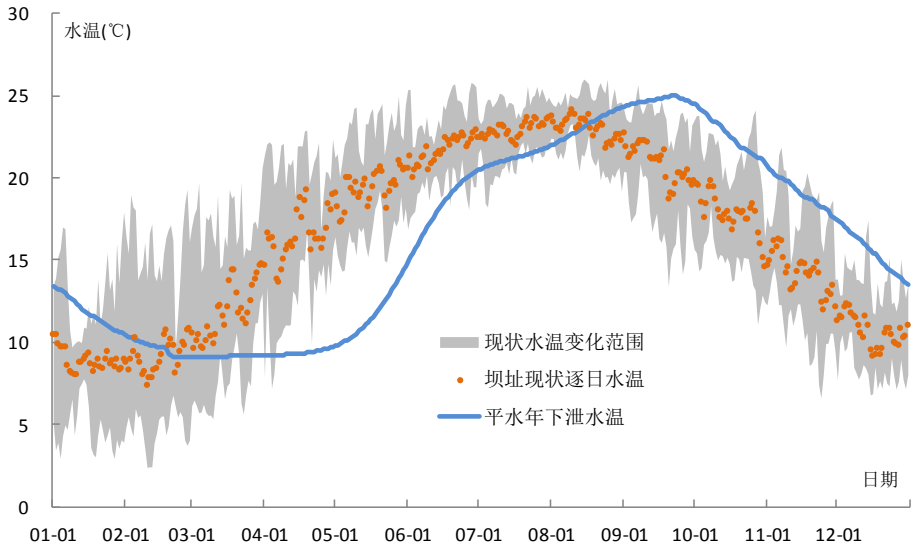
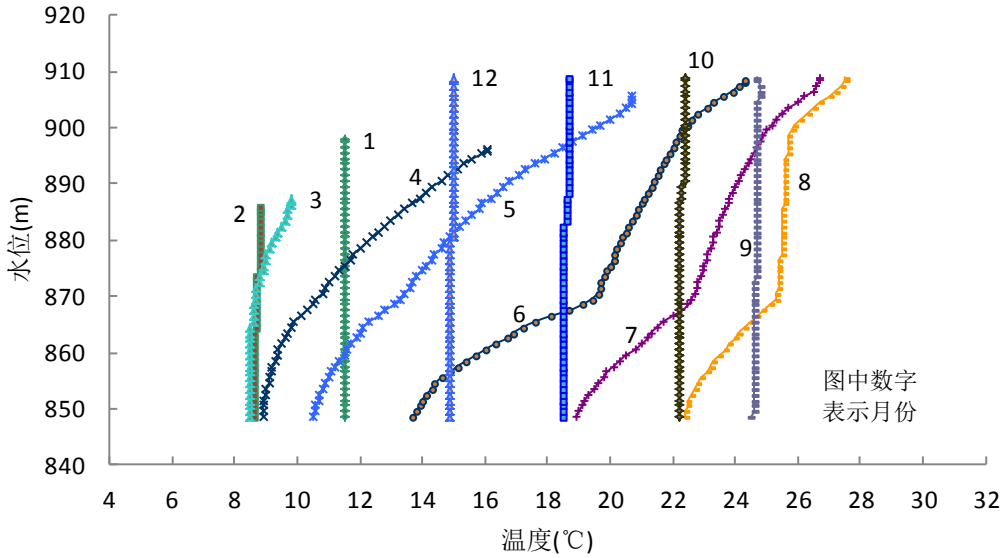


图 5.3.2-7　凤山水库典型平水年逐日下泄水温与现状水温的比较

2）丰水年条件下

总体看丰水年水库呈季节性分层水温结构特征。水库 9 月到翌年 2 月的坝前垂向基本同温，从 3 月开始库区垂向水温分层逐渐明显，至 6 月汛期来临垂向温差逐渐减小。



（工况 2：丰水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水）

图 5.3.2-8 工况 2 的坝前水温分布

表 5.3.2-9 和图 5.3.2-9 比较了工况 2 的月均下泄水温、坝前表层水温、库底水温、坝址处天然水温及气温年内过程。丰水年水库总体分层水温结构特征与平水年相近，总体呈季节性分层水温结构特征。水库 9 月到翌年 2 月坝前垂向基本同温，但是 6 月表层和底层温差最大达到 10.6℃，库底在 2 月~4 月存在低温水

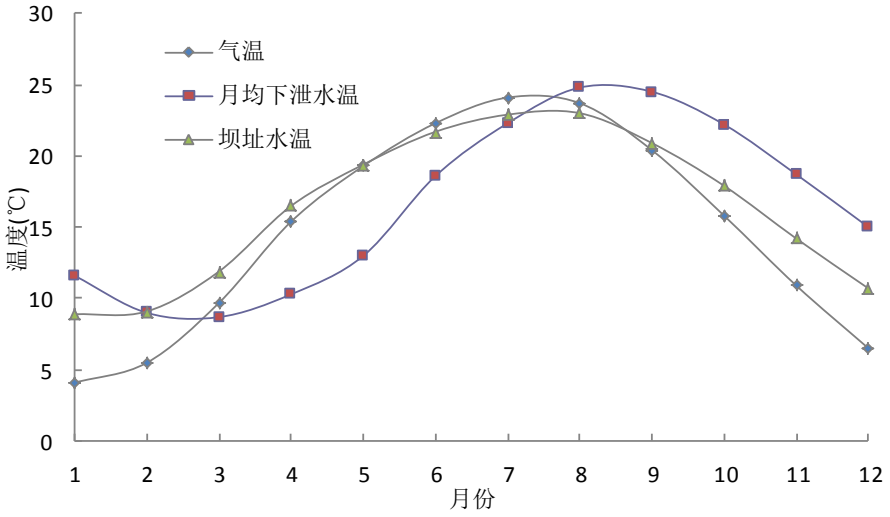
区域，4 月~8 月存在明显的温度分层现象。库区内保留的黑塘桥大坝顶高程 866.2m，仅比发电引水底板高程 863m 高 3.2m，对库区水温结构和下泄水温无明显影响。

与坝址现状水温相比，水库对下游水温有较大影响。水库年均下泄水温比建坝前升高 0.2℃。下泄水温在 2 月~7 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 3.3℃，5 月份降低最多，达 6.4℃。8 月~翌年 1 月，下泄水温平均上升 3.5℃，11 月温升幅度最大，为 4.5℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前后均为 8 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 3 月；月均最高温度从建坝前的 23.0℃升为建坝后的 24.8℃，月均最低温度从建坝前的 8.9℃降为建坝后的 8.7℃，温差扩大了 2.0℃。

以 4 月坝址天然水温 16.5℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 15 日到达 16.5℃，建坝后下泄水温在 6 月 6 日到达 16.5℃，延迟了 52 天；以 5 月坝址天然水温 19.4℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 5 月 7 日到达 19.4℃，建坝后下泄水温在 6 月 19 日到达 19.4℃，延迟了 43 天。

表 5.3.2-9 工况 2 下月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温（℃）

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
1 月	4.1	11.5	11.5	8.9	11.6	2.7	0.0
2 月	5.5	8.8	8.6	9.1	9.0	-0.1	0.2
3 月	9.7	9.8	8.5	11.9	8.7	-3.2	1.3
4 月	15.4	16.1	8.9	16.5	10.3	-6.2	7.2
5 月	19.3	20.7	10.5	19.4	13.0	-6.4	10.2
6 月	22.3	24.3	13.7	21.7	18.6	-3.1	10.6
7 月	24.1	26.7	18.9	22.9	22.3	-0.6	7.8
8 月	23.7	27.5	22.4	23.0	24.8	1.8	5.1
9 月	20.4	24.7	24.5	20.9	24.5	3.6	0.2
10 月	15.8	22.4	22.2	17.9	22.2	4.3	0.2
11 月	10.9	18.7	18.5	14.2	18.7	4.5	0.2
12 月	6.5	15.0	14.9	10.7	15.0	4.3	0.1
年均	14.8	18.9	15.3	16.4	16.6	0.2	3.6
最大值	24.1	27.5	24.5	23.0	24.8	4.5	10.6
最小值	4.1	8.8	8.5	8.9	8.7	-6.4	0.0
年内变幅	20.0	18.7	16.0	14.1	16.1	-	-



（工况 2：丰水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水）

图 5.3.2-9　工况 2 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

表 5.3.2-10、图 5.3.2-10 为坝址旬均水温比较，由表可知，凤山水库在 4 月下旬对低温水降幅贡献最大，为 7.1℃；在 12 月中旬对高温水升幅贡献最大，为 5.0℃

全年出现旬均最高温度的月份建坝前为 7 月下旬、8 月上旬，建坝后为 8 月下旬；全年出现旬均最低温度的月份建坝前为 1 月中旬~2 月上旬，建坝后为 2 月下旬~3 月上旬；旬均最高温度从建坝前的 23.4℃升为建坝后的 25.2℃，旬均最低温度从建坝前的 8.7℃降为建坝后的 8.5℃，温差扩大了 2.0℃。

表 5.3.2-10　　丰水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比　　单位：℃

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
1 月上旬	9.3	12.7	3.4
1 月中旬	8.7	11.6	2.9
1 月下旬	8.7	10.6	1.9
2 月上旬	8.7	9.6	0.9
2 月中旬	9.2	8.8	-0.4
2 月下旬	9.6	8.5	-1.1
3 月上旬	10.1	8.5	-1.6
3 月中旬	12.5	8.6	-3.9
3 月下旬	12.8	8.9	-3.9
4 月上旬	15.2	9.5	-5.7
4 月中旬	17.3	10.2	-7.1
4 月下旬	16.9	11.0	-5.9
5 月上旬	18.8	11.8	-7.0
5 月中旬	19.5	12.8	-6.7
5 月下旬	19.8	14.3	-5.5

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
6 月上旬	20.9	16.5	-4.4
6 月中旬	21.7	18.8	-2.9
6 月下旬	22.4	20.5	-1.9
7 月上旬	22.6	21.5	-1.1
7 月中旬	22.6	22.3	-0.3
7 月下旬	23.4	23.1	-0.3
8 月上旬	23.4	24.1	0.7
8 月中旬	23.3	25.0	1.7
8 月下旬	22.5	25.2	2.7
9 月上旬	21.9	24.9	3.0
9 月中旬	21.0	24.6	3.6
9 月下旬	19.8	24.0	4.2
10 月上旬	19.1	23.3	4.2
10 月中旬	17.6	22.3	4.7
10 月下旬	17.1	21.2	4.1
11 月上旬	15.3	19.9	4.6
11 月中旬	14.1	18.7	4.6
11 月下旬	13.2	17.5	4.3
12 月上旬	11.7	16.3	4.6
12 月中旬	10.0	15.0	5.0
12 月下旬	10.4	13.7	3.3
平均	16.4	16.6	0.1
最大值	23.4	25.2	5.0
最小值	8.7	8.5	-7.1
变幅	14.7	16.7	12.1

表 5.3.2-11 凤山水库典型丰水年 5 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，5 月凤山下泄水温整体偏低，最大降幅为 8.1℃（5 月 6 日），最小降幅为 4.3℃（5 月 23 日）。

图 5.3.2-10 比较了凤山水库典型丰水年全年的逐日下泄水温过程与坝址处天然水温。与坝址现状逐日水温相比，凤山下泄水温最大降幅为 8.8℃（4 月 19 日）、最大升幅为 6.1℃（11 月 11 日等多日）。

表 5.3.2-10　　丰水年 5 月逐日下泄水温与坝址现状水温　　单位：℃

日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值
5 月 1 日	19.0	11.5	-7.5	5 月 16 日	18.6	12.9	-5.7
5 月 2 日	18.2	11.5	-6.7	5 月 17 日	19.5	13.0	-6.5

日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值
5 月 3 日	17.2	11.6	-5.6	5 月 18 日	20.2	13.1	-7.1
5 月 4 日	17.4	11.7	-5.7	5 月 19 日	20.3	13.2	-7.1
5 月 5 日	17.9	11.8	-6.1	5 月 20 日	20.7	13.3	-7.4
5 月 6 日	20.0	11.9	-8.1	5 月 21 日	20.3	13.5	-6.8
5 月 7 日	20.0	12.0	-8.0	5 月 22 日	18.9	13.6	-5.3
5 月 8 日	19.3	12.1	-7.2	5 月 23 日	18.1	13.8	-4.3
5 月 9 日	19.0	12.1	-6.9	5 月 24 日	19.1	13.9	-5.2
5 月 10 日	19.7	12.2	-7.5	5 月 25 日	19.6	14.1	-5.5
5 月 11 日	18.8	12.3	-6.5	5 月 26 日	19.8	14.3	-5.5
5 月 12 日	19.1	12.4	-6.7	5 月 27 日	19.6	14.4	-5.2
5 月 13 日	19.6	12.5	-7.1	5 月 28 日	21.0	14.6	-6.4
5 月 14 日	19.9	12.6	-7.3	5 月 29 日	20.7	14.8	-5.9
5 月 15 日	18.2	12.8	-5.4	5 月 30 日	20.5	15.0	-5.5
				5 月 31 日	20.6	15.2	-5.4

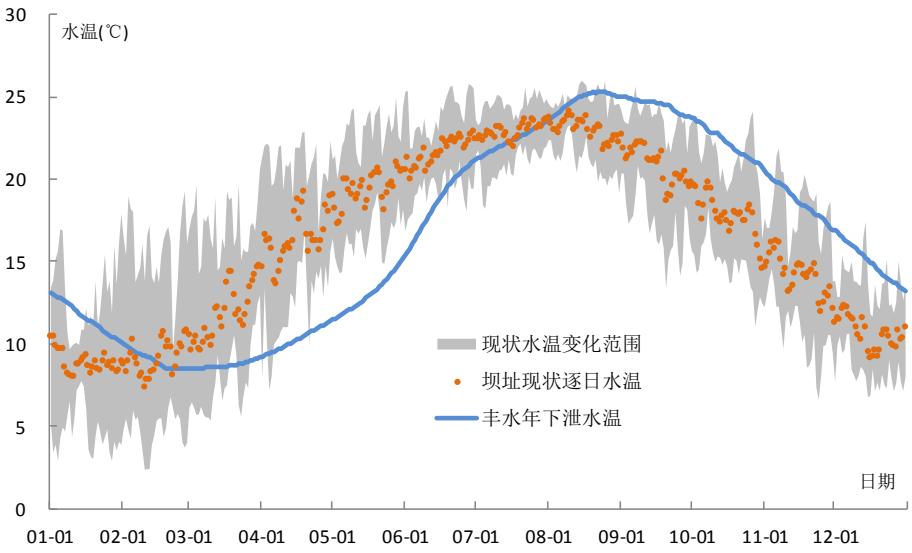
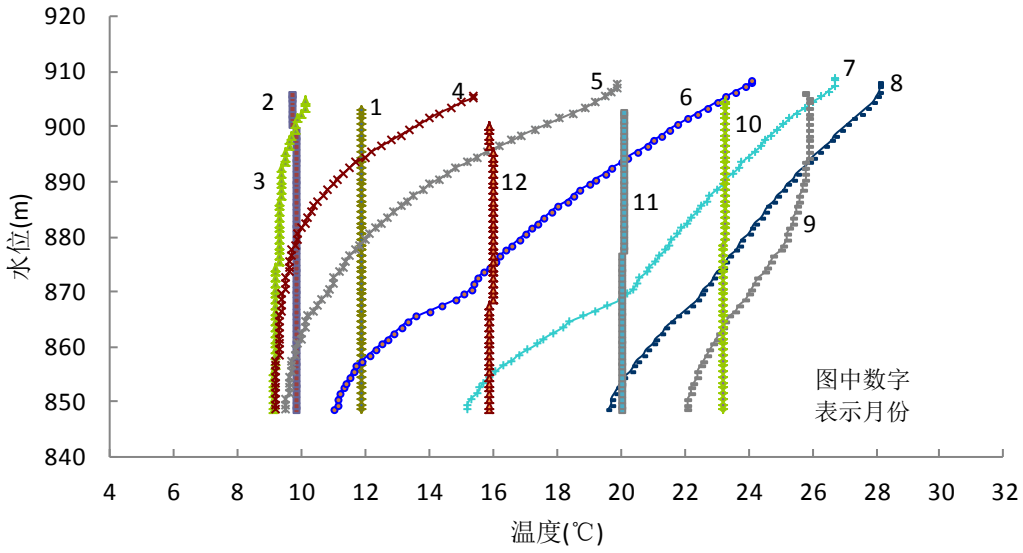


图 5.3.2-10　典型丰水年逐日下泄水温与现状水温比较

3）枯水年条件下

总体看枯水年水库呈季节性分层水温结构特征。水库 10 月到翌年 2 月的坝前垂向基本同温，从 3 月开始库区垂向水温分层逐渐明显，至 5 月汛期来临逐渐减弱。



（工况 3：枯水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水）

图 5.3.2-11 工况 3 的坝前水温分布

表 5.3.2-11 和图 5.3.2-12 比较了工况 3 的月均下泄水温、坝前表层水温、库底水温、坝址处天然水温及气温年内过程。总体呈季节性分层水温结构特征。由于河段丰枯期来流量差异极大，年径流主要由 5-9 月的来流构成，因而库区水温在 3-5 月分层现象相对稳定，进入汛期且采用单层取水口情况下库底水温容易受到来流扰动而升高，不易形成稳定分层现象。水库 10 月到翌年 2 月的坝前垂向基本同温，但是 6 月表层和底层温差最大达到 13.1℃，库底在 2 月~5 月存在低温水区域，4 月~8 月存在明显的温度分层现象。库区内保留的黑塘桥大坝顶高程 866.2m，仅比发电引水底板高程 863m 高 3.2m，对库区水温结构和下泄水温无明显影响。

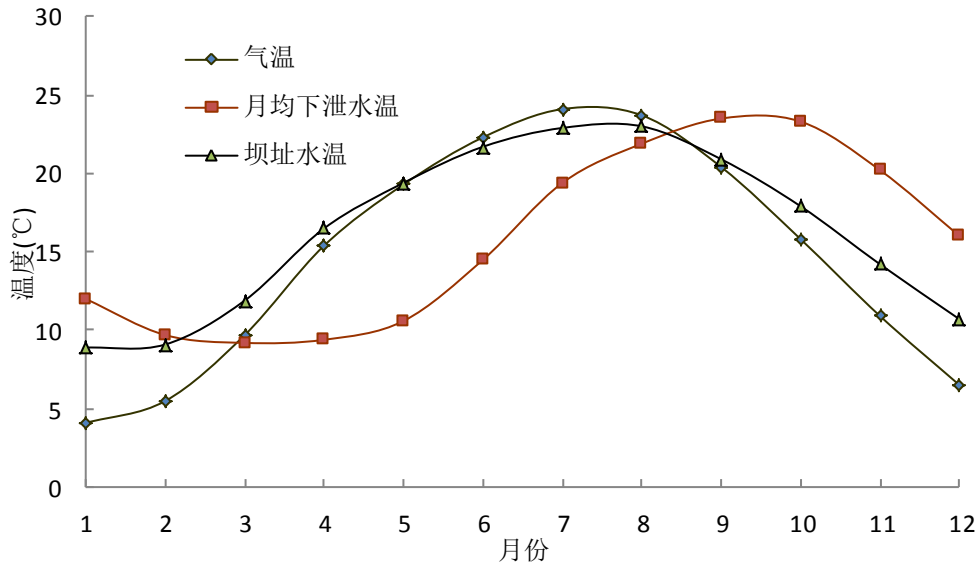
与坝址现状水温相比，水库对下游水温有较大影响。水库年均下泄水温比建坝前降低 0.6℃。下泄水温在 3 月~8 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 5.1℃，5 月份降低最多，达 8.8℃。9 月~翌年 2 月，下泄水温平均上升 3.8℃，11 月温升幅度最大，为 6.0℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前为 8 月，建坝后为 9 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 3 月；月均最高温度从建坝前的 23.0℃升为建坝后的 23.5℃，月均最低温度从建坝前的 8.9℃

升为建坝后的 9.2℃，温差扩大了 0.2℃。

以 4 月坝址天然水温 16.5℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 15 日到达 16.5℃，建坝后下泄水温在 6 月 27 日到达 16.5℃，延迟了 73 天；以 5 月坝址天然水温 19.4℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 5 月 7 日到达 19.4℃，建坝后下泄水温在 7 月 15 日到达 19.4℃，延迟了 69 天。

表 5.3.2-11　工况 3 下月均下泄水温、表层水温、库底水温、坝址天然水温及气温（℃）

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值	表底温差
1 月	4.1	11.9	11.9	8.9	12.0	3.1	0.0
2 月	5.5	9.7	9.8	9.1	9.7	0.6	-0.1
3 月	9.7	10.1	9.1	11.9	9.2	-2.7	1.0
4 月	15.4	15.4	9.2	16.5	9.4	-7.1	6.2
5 月	19.3	19.9	9.5	19.4	10.6	-8.8	10.4
6 月	22.3	24.1	11.0	21.7	14.5	-7.2	13.1
7 月	24.1	26.7	15.2	22.9	19.4	-3.5	11.5
8 月	23.7	28.1	19.6	23.0	21.9	-1.1	8.5
9 月	20.4	25.8	22.1	20.9	23.5	2.6	3.7
10 月	15.8	23.3	23.2	17.9	23.3	5.4	0.1
11 月	10.9	20.1	20.0	14.2	20.2	6.0	0.1
12 月	6.5	15.9	15.9	10.7	16.0	5.3	0.0
年均	14.8	19.3	14.7	16.4	15.8	-0.6	4.6
最大值	24.1	28.1	23.2	23.0	23.5	6.0	13.1
最小值	4.1	9.7	9.1	8.9	9.2	-8.8	-0.1
年内变幅	20.0	18.4	14.1	14.1	14.3	-	-



（工况 3：枯水年、天然入流、多年平均入库水温、多年平均气象条件、单层取水）

图 5.3.2-12 工况 3 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

表 5.3.2-12、图 5.3.2-13 为枯水期坝址旬均水温比较，有图表可知凤山水库在 5 月中旬对低温水降幅贡献最大，为 9.0℃；在 11 月上旬对高温水升幅贡献最大，为 6.2℃。

全年出现旬均最高温度的月份建坝前为 7 月下旬、8 月上旬，建坝后为 9 月下旬；全年出现旬均最低温度的月份建坝前为 1 月中旬~2 月上旬，建坝后为 2 月下旬~3 月下旬；旬均最高温度从建坝前的 23.4℃升为建坝后的 24.1℃，旬均最低温度从建坝前的 8.7℃升为建坝后的 9.2℃，温差扩大了 0.2℃。

表 5.3.2-12　　枯水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比　　单位：℃

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
1 月上旬	9.3	13.3	4.0
1 月中旬	8.7	12.0	3.3
1 月下旬	8.7	10.9	2.2
2 月上旬	8.7	10.2	1.5
2 月中旬	9.2	9.8	0.6
2 月下旬	9.6	9.2	-0.4
3 月上旬	10.1	9.2	-0.9
3 月中旬	12.5	9.2	-3.3
3 月下旬	12.8	9.2	-3.6
4 月上旬	15.2	9.3	-5.9
4 月中旬	17.3	9.4	-7.9
4 月下旬	16.9	9.6	-7.3
5 月上旬	18.8	10.0	-8.8
5 月中旬	19.5	10.5	-9.0
5 月下旬	19.8	11.3	-8.5
6 月上旬	20.9	12.7	-8.2
6 月中旬	21.7	14.4	-7.3
6 月下旬	22.4	16.3	-6.1
7 月上旬	22.6	18.0	-4.6
7 月中旬	22.6	19.5	-3.1
7 月下旬	23.4	20.6	-2.8
8 月上旬	23.4	21.4	-2.0
8 月中旬	23.3	21.9	-1.4
8 月下旬	22.5	22.4	-0.1
9 月上旬	21.9	23.0	1.1
9 月中旬	21.0	23.6	2.6
9 月下旬	19.8	24.1	4.3
10 月上旬	19.1	24.0	4.9

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
10 月中旬	17.6	23.3	5.7
10 月下旬	17.1	22.6	5.5
11 月上旬	15.3	21.5	6.2
11 月中旬	14.1	20.2	6.1
11 月下旬	13.2	19.0	5.8
12 月上旬	11.7	17.6	5.9
12 月中旬	10.0	16.1	6.1
12 月下旬	10.4	14.6	4.2
平均	16.4	15.8	-0.6
最大值	23.4	24.1	6.2
最小值	8.7	9.2	-9.0
变幅	14.7	14.9	15.2

表 5.3.2-13 比较了凤山水库典型枯水年 5 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，5 月凤山下泄水温整体偏低，最大降幅为 10.0℃（5 月 6、7 日），最小降幅为 4.3℃（5 月 23 日）。

图 5.3.2-13 比较了凤山水库典型枯水年全年的逐日下泄水温过程与坝址处天然水温。与坝址现状逐日水温相比，凤山下泄水温最大降幅为 10.0℃（5 月 6、7 日）、最大升幅为 7.7℃（11 月 11 日）。

表 5.3.2-13　　枯水年 5 月逐日下泄水温与坝址现状水温　　单位：℃

日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值
5 月 1 日	19.0	9.8	-9.2	5 月 16 日	18.6	10.5	-8.1
5 月 2 日	18.2	9.8	-8.4	5 月 17 日	19.5	10.6	-8.9
5 月 3 日	17.2	9.8	-7.4	5 月 18 日	20.2	10.6	-9.6
5 月 4 日	17.4	9.9	-7.5	5 月 19 日	20.3	10.7	-9.6
5 月 5 日	17.9	9.9	-8.0	5 月 20 日	20.7	10.8	-9.9
5 月 6 日	20.0	10.0	-10.0	5 月 21 日	20.3	10.9	-9.4
5 月 7 日	20.0	10.0	-10.0	5 月 22 日	18.9	11.0	-7.9
5 月 8 日	19.3	10.1	-9.2	5 月 23 日	18.1	11.0	-7.1
5 月 9 日	19.0	10.1	-8.9	5 月 24 日	19.1	11.1	-8.0
5 月 10 日	19.7	10.2	-9.5	5 月 25 日	19.6	11.2	-8.4
5 月 11 日	18.8	10.2	-8.6	5 月 26 日	19.8	11.3	-8.5
5 月 12 日	19.1	10.3	-8.8	5 月 27 日	19.6	11.4	-8.2

日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值
5 月 13 日	19.6	10.3	-9.3	5 月 28 日	21.0	11.5	-9.5
5 月 14 日	19.9	10.4	-9.5	5 月 29 日	20.7	11.6	-9.1
5 月 15 日	18.2	10.4	-7.8	5 月 30 日	20.5	11.8	-8.7
				5 月 31 日	20.6	11.9	-8.7

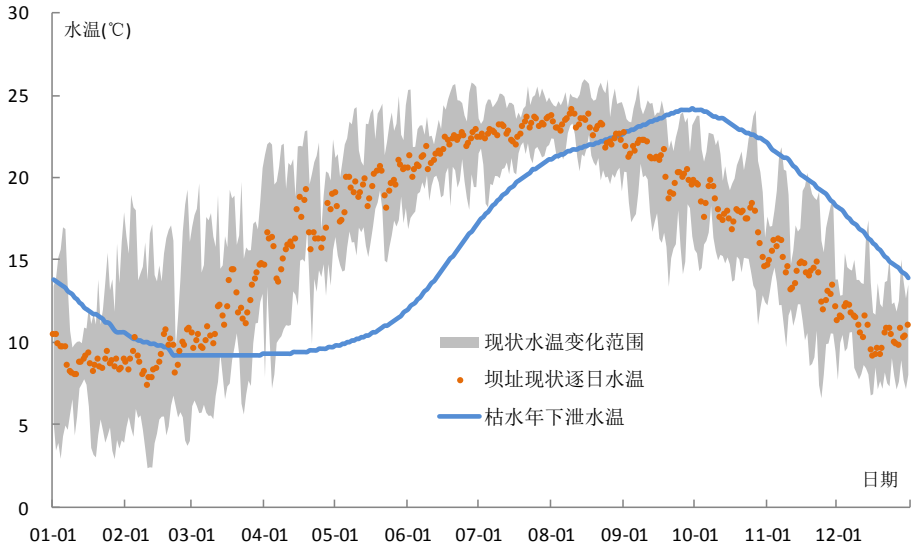


图 5.3.2-13 典型枯水年逐日下泄水温与现状水温比较

5.3.2.3 流场分析

为说明库区垂向水温变化与流动的关系，图 5.3.2-14~19 分别绘出了各典型年单层取水口取水时下泄水温降幅、升幅偏大月份的温度场叠加流场。

5 月来流水温为 16.2℃，而库内已形成较大的垂向温差，库表水温为低于来流水温，所以来流沿库表向坝前流动，不能和库底水体进行掺混。在坝前 6km 附近主流动层逐渐下潜到黑塘桥坝顶高程附近，运动至坝前翻越黑塘桥坝形成出库流动。可见黑塘桥坝前的低温水区，而黑塘桥与凤山大坝之间的区域则受底孔出流影响温度高于黑塘桥坝前。

11 月来流水温 13.9℃明显低于库区水温，因而来流从库尾开始即沿库底下潜，沿库底前行至黑塘桥坝前，翻越之后一部分形成出库流量，另一部分受大坝阻挡形成回流。

叠梁门取水方式下的坝前流场。由于叠梁门抬高了取水高程，库尾来流高温水沿表层运行至坝前翻越叠梁门直接出库。表层以下基本为静水。四层孔口取水

方式下的坝前流场。由于四层孔口的取水高程低于叠梁门，直接影响到了水库坝前住流动层的高程。来流沿表层流动，在坝前 4km 逐渐下潜至最上层孔口 896m 高程直至出库。

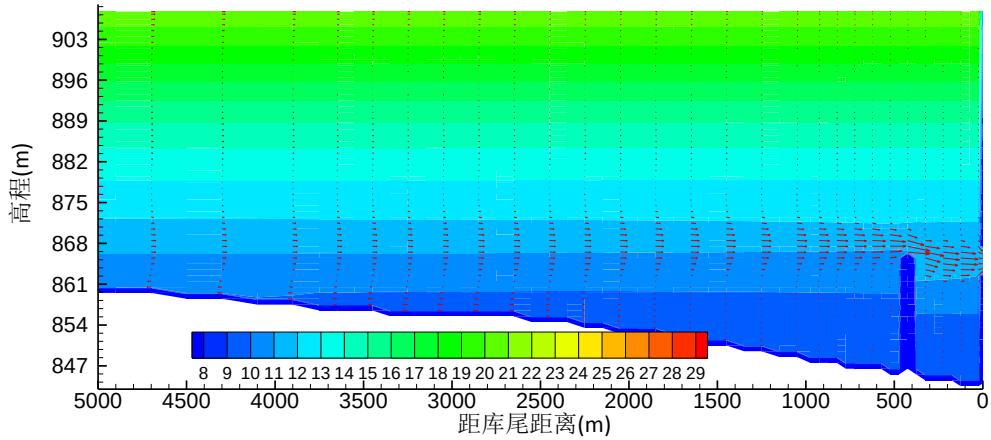


图 5.3.2-14　凤山水库典型平水年 5 月坝前 3km 流场（单层取水）

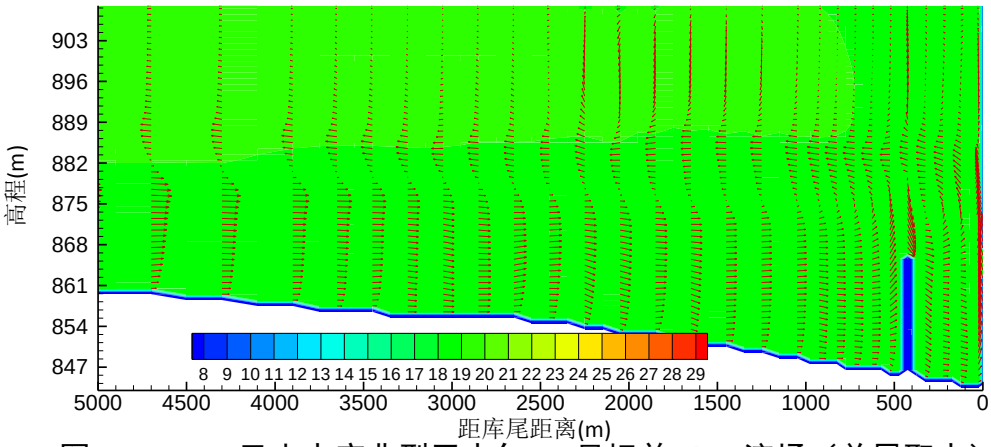


图 5.3.2-15　凤山水库典型平水年 12 月坝前 3km 流场（单层取水）

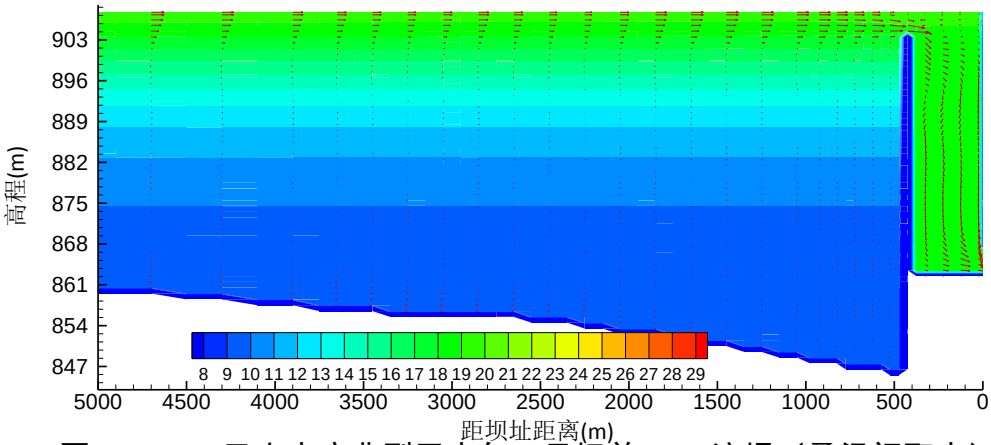


图 5.3.2-16 凤山水库典型平水年 5 月坝前 3km 流场（叠梁门取水）

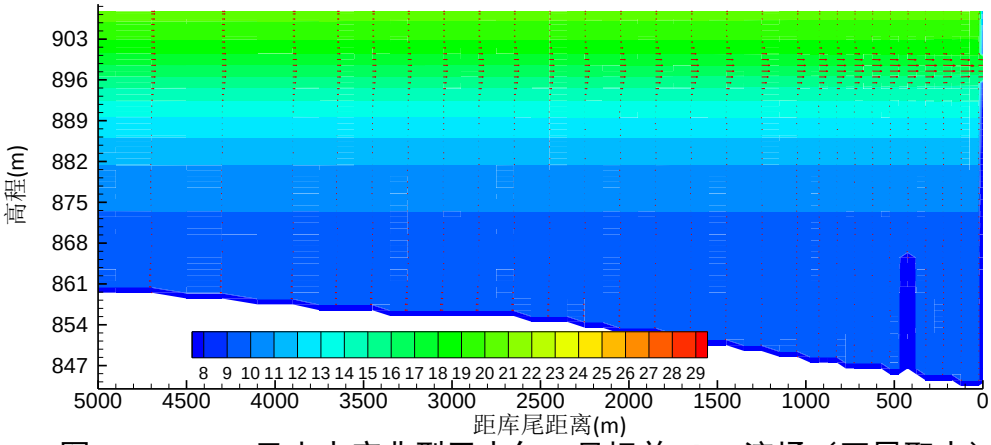


图 5.3.2-17　凤山水库典型平水年 5 月坝前 3km 流场（四层取水）

5.3.2.4 不同工况下泄水温叠梁门、四层取水口取水方案比选

（1）叠梁门方案

由于凤山水库在丰、平、枯典型水文年运行时均对下游造成低温水效应，本工程考虑采用叠梁门分层取水措施来减缓下泄低温水的影响。

据下游水温需求调查，水稻从 4 月开始要求合适的灌溉水温，鱼类产卵期在 3 月~7 月，因此综合水库水温分布状况与下游水温需求，确定在 3 月~7 月采用分层取水措施改善下泄低温水的影响。

根据主体工程的初步设计，通过在生态基流发电进水口前门槽中放置不同数目的叠梁门，在满足最小淹没深度的情况下尽量采用最多的叠梁门层数以取得表层温水。叠梁闸门最大挡水水位 904.4m，闸门的规格为 4.0×41.0m，1 套叠梁闸门由 9 节组成，每节高度 4.6m。当库水位变化时，通过启闭叠梁闸门的节数控制取水水位。拦污栅、清污抓斗及叠梁闸门均通过安装于坝顶启闭机房内的自动抓梁与双向台车共同操作。

表 5.3.2-15 对比了不同淹没水深下各典型年的分层取水效果。采用叠梁门方案取水后，下泄水流的春季低温水现象得到了有效缓解。平水年采用叠梁门后，3-7 月下泄水温提高 0.5-6.7℃，6 月及以后已不存在低温水现象，但 3 月、4 月的低温水降幅仍有 2.3℃、3.3℃；丰水年采用叠梁门后，3-7 月下泄水温提高 0.9-5.8℃，6 月及以后已不存在低温水现象，但 3 月、4 月的低温水降幅仍有 2.3℃、2.3℃；枯水年采用叠梁门后，3-7 月下泄水温提高 0.3-7.3℃，6 月及以后已不存在低温水现象，3 月、4 月的低温水降幅仍有 2.4℃、3.4℃。

表 5.3.2-15 对比了叠梁门取水时下泄水温到达特征水温 16.5℃和 19.4℃的延

迟时间。各工况下泄水温到达 16.5℃的延迟时间在 19-22 天，比单层取水时提前了 34-51 天；到达 19.4℃的延迟时间在 12-19 天，比单层取水时提前了 30-50 天；有效减缓了下泄水温的延迟效应。

表 5.3.2-15　　叠梁门分层取水效果对比　　单位：℃

月份	坝址现状水温	平水年下泄水温				丰水年下泄水温				枯水年下泄水温			
		单层取水	叠梁门	c-b	c-a	单层取水	叠梁门	g-f	g-a	单层取水	叠梁门	k-j	k-a
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
3 月	11.9	9.1	9.6	0.5	-2.3	8.7	9.6	0.9	-2.3	9.2	9.5	0.3	-2.4
4 月	16.5	9.4	13.2	3.8	-3.3	10.3	14.2	3.9	-2.3	9.4	13.1	3.7	-3.4
5 月	19.4	11.7	18.4	6.7	-1.0	13.0	18.8	5.8	-0.6	10.6	17.9	7.3	-1.5
6 月	21.7	18.1	21.7	3.6	0.0	18.6	22.1	3.5	0.4	14.5	21.6	7.1	-0.1
7 月	22.9	21.2	24.1	2.9	1.2	22.3	24.4	2.1	1.5	19.4	24.3	4.9	1.4

表 5.3.2-16　　叠梁门取水时下泄水温延迟时间对比　　单位：℃

项目	特征水温 16.5℃			特征水温 19.4℃		
	到达 16.5℃的时间	延迟时间	比单层取水提前时间	到达 19.4℃的时间	延迟时间	比单层取水提前时间
天然水温	4 月 15 日	-	-	5 月 7 日	-	-
平水年	5 月 4 日	19 天	34 天	5 月 23 日	16 天	30 天
丰水年	4 月 30 日	15 天	37 天	5 月 19 日	12 天	31 天
枯水年	5 月 7 日	22 天	51 天	5 月 26 日	19 天	50 天

（3）多层孔口方案

选用四层孔口方案的水温变化作为对比。四层孔口的底板高程为 863m、874m、885m、896m，表孔与中孔在平面位于同一位置，其中表孔为开敞无闸布置。中、低、底孔孔口尺寸均为 3.0×4.0m，最小淹没水深 2m。确定在 3 月~7 月采用分层取水措施改善下泄低温水的影响。

表 5.3.2-16 对比了不同淹没水深下各典型年的分层取水效果。平水年采用四层孔口后，3-7 月下泄水温提高 0.4-5.1℃，7 月已不存在低温水现象，但 3-6 月低温水降幅仍有 1.2-4.0℃；丰水年采用四层孔口后，3-7 月下泄水温提高 0.5-5.6℃，6 月以后已不存在明显的低温水现象，但 3-5 月的低温水降幅仍有 0.8-2.7℃；枯水年采用四层孔口后，3-7 月下泄水温提高 0.2-5.6℃，7 月已不存在明显的低温水现象，3-6 月的低温水降幅仍有 1.8-3.7℃。

表 5.3.2-17 对比了四层孔口取水时下泄水温到达特征水温 16.5℃和 19.4℃的延迟时间。各工况下泄水温到达 16.5℃的延迟时间在 19-34 天，比叠梁门推迟了 4-12 天；到达 19.4℃的延迟时间在 15-34 天，比叠梁门推迟了 3-15 天。

表 5.3.2-16　　四层孔口分层取水效果对比　　单位：℃

月份	坝址现状水温	平水年下泄水温				丰水年下泄水温				枯水年下泄水温			
		单层取水	三层孔	c-b	c-a	单层取水	三层孔	g-f	g-a	单层取水	三层孔	k-j	k-a
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
3 月	11.9	9.1	9.5	0.4	-2.4	8.7	9.2	0.5	-2.7	9.2	9.4	0.2	-2.5
4 月	16.5	9.4	12.5	3.1	-4.0	10.3	13.8	3.5	-2.7	9.4	12.8	3.4	-3.7
5 月	19.4	11.7	16.8	5.1	-2.6	13.0	18.6	5.6	-0.8	10.6	16.2	5.6	-3.2
6 月	21.7	18.1	20.5	2.4	-1.2	18.6	21.3	2.7	-0.4	14.5	19.9	5.4	-1.8
7 月	22.9	21.2	22.9	1.7	0.0	22.3	23.4	1.1	0.5	19.4	22.7	3.3	-0.2

表 5.3.2-17　　凤山水库四层孔口取水时下泄水温延迟时间对比

项目	特征水温 16.5℃			特征水温 19.4℃		
	到达 16.5℃的时间	延迟时间	比叠梁门推迟时间	到达 19.4℃的时间	延迟时间	比叠梁门推迟时间
天然水温	4 月 15 日	-	-	5 月 7 日	-	-
平水年	5 月 14 日	29 天	10 天	6 月 5 日	29 天	13 天
丰水年	5 月 4 日	19 天	4 天	5 月 22 日	15 天	3 天
枯水年	5 月 19 日	34 天	12 天	6 月 10 日	34 天	15 天

（4）综合对比

表 5.3.2-17 对比了叠梁门和四层取水孔各典型年的分层取水效果。由于叠梁门的取水高程更为灵活，因而在各典型水文年运行条件下，叠梁门的取水效果均优于四层孔口方案，平、丰、枯水文年的下泄水温分别比四层孔口偏高 0.1-1.6℃、0.2-1.0℃、0.1-1.7℃。

表 5.3.2-17　　叠梁门和四层孔口分层取水效果对比　　单位：℃

月份	坝址现状水温	平水年下泄水温			丰水年下泄水温			枯水年下泄水温		
		四层取水	叠梁门	c-b	四层取水	叠梁门	g-f	四层取水	叠梁门	k-j
	a	b	c	d	f	g	h	j	k	l
3 月	11.9	9.5	9.6	0.1	9.2	9.6	0.4	9.4	9.5	0.1
4 月	16.5	12.5	13.2	0.7	13.8	14.2	0.4	12.8	13.1	0.3
5 月	19.4	16.8	18.4	1.6	18.6	18.8	0.2	16.2	17.9	1.7
6 月	21.7	20.5	21.7	1.2	21.3	22.1	0.8	19.9	21.6	1.7

月份	坝址现状水温	平水年下泄水温			丰水年下泄水温			枯水年下泄水温		
		四层取水	叠梁门	c-b	四层取水	叠梁门	g-f	四层取水	叠梁门	k-j
	a	b	c	d	f	g	h	j	k	l
7月	22.9	22.9	24.1	1.2	23.4	24.4	1.0	22.7	24.3	1.6

因城乡及工业供水水温不需特殊考虑，低温水减缓措施主要考虑是发电尾水下泄水温。由于下游对灌溉水温有需求的作物主要为水稻，水稻灌溉时期为 6 月至 8 月，根据贵州的气候土壤特征，一般认为水温不高于 30℃，不低于 14℃即可用于灌溉。采用单层取水、四层孔口、叠梁门方案均能保证水稻灌溉水温要求。

从对鱼类影响程度看，由于叠梁门的取水高程更为灵活，因而在各典型水文年运行条件下，叠梁门的取水效果均优于四层孔口方案，平、丰、枯水文年的下泄水温分别比四层孔口偏高 0.1-1.6℃、0.2-1.0℃、0.1-1.7℃。其改善效果较好，本次评价推荐叠梁门取水作为本工程低温水影响减缓措施。

5.3.2.4 坝下河道水温沿程变化

由表 5.3.1-11 可知，坝下 28.3km 范围内有 6 条支流及区间流量汇入，区间汇流与凤山水库的出库流量之比在 50%~1680%，区间流量的汇入对水库下泄水温的恢复有明显效果。

因此，本次计算以凤山水库下泄水温作为坝下研究河段的上游边界，采用纵向一维数学计算并计入支流汇入影响可以得到凤山坝下的沿程水温，计算坝址下游 28.3km 至洗布河汇口处干流河段。表 5.3.2-16 对丰平枯年下泄水温在坝下 28.3km 处的恢复情况进行了对比。

单层取水时，与建坝前坝下 28.3km 处的天然水温相比，河流春季低温水降幅最大为 2.6℃(平水年 4 月)，冬季高温水最大升幅 2.6℃(枯水年 12 月)；叠梁门取水时，由于 3-7 月的出库水温得到了明显改善，因而各典型水文年最大低温水降幅减小为 1.2℃(平)、0.4℃(丰)、1.1℃(枯)。四层孔口取水时，3-7 月的大坝下泄水温改善幅度要弱于叠梁门，因而下游的低温水改善效果相应较弱，各典型水文年最大低温水降幅为 1.4℃(平)、0.5℃(丰)、1.2℃(枯)。

表 5.3.2-16　　坝下 28.3km 处各方案水温恢复情况对比　　单位：℃

月份		2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	年均
天然水温		9.5	12.3	16.9	19.8	22.0	23.4	23.4	16.8
单层取水	平水年	9.8	11.0	14.3	18.2	21.3	23.1	23.5	16.8
	丰水年	9.5	11.6	16.2	19.5	21.7	23.2	24.1	17.2

	枯水年	9.9	11.0	15.9	19.0	19.1	21.2	22.9	16.9
叠梁门取水	平水年	9.8	11.3	15.7	19.6	22.0	23.6	23.5	17.1
	丰水年	9.5	11.8	16.6	19.8	22.1	23.8	24.1	17.3
	枯水年	9.9	11.2	16.4	19.7	22.0	24.3	22.9	17.6
四层取水	平水年	9.8	11.2	15.4	19.3	21.8	23.4	23.5	17.0
	丰水年	9.5	11.7	16.6	19.8	22.0	23.5	24.1	17.3
	枯水年	9.9	11.1	16.3	19.5	21.3	23.3	22.9	17.4
单层取水与天然水温差值	平水年	0.2	-1.2	-2.6	-1.6	-0.8	-0.2	0.0	-0.1
	丰水年	0.0	-0.6	-0.6	-0.3	-0.3	-0.2	0.6	0.3
	枯水年	0.3	-1.2	-1.0	-0.9	-2.9	-2.2	-0.5	0.1
叠梁门取水与天然水温差值	平水年	0.2	-1.0	-1.2	-0.2	0.0	0.2	0.0	0.3
	丰水年	0.0	-0.4	-0.2	0.0	0.1	0.4	0.6	0.5
	枯水年	0.3	-1.1	-0.5	-0.2	0.0	0.9	-0.5	0.7
四层取水与天然水温差值	平水年	0.2	-1.0	-1.4	-0.6	-0.3	0.0	0.0	0.2
	丰水年	0.0	-0.5	-0.3	0.0	0.0	0.1	0.6	0.5
	枯水年	0.3	-1.2	-0.5	-0.3	-0.7	-0.1	-0.5	0.6

5.3.2.5 胜土水库水温变化影响分析

（1）胜土水库水温变化

胜土水库正常蓄水位库容 442 万 m^3，坝址流量为 1.126m^3/s，水温结构初步判断为分层型，但由于水库供水口位于水库的最底部（供水底板高程为 1111m，正常水位为 1143m），供水时引起的垂向对流会破坏分层结构，初步判断胜土水库主要在 3 月~6 月存在由于表层受热引起的分层现象，其它月份以混合状态为主。由于白岩河及其周边未监测河流水温，且胜土水库来流以闭流为主，采用气温估算，在接受凤山水库供水前的库区水温及下泄水温应比凤山水库低 3℃以上。

凤山水库引水发电系统共用取水口，取水口前设置有叠梁门取水，供水底板高程为 863m，在不采用叠梁门的情况下，存在比较严重的低温水现象，沿程采用管道和隧洞输水，本次预测以最不利情况计，不考虑凤山水库沿程增温，胜土水库的供水低温水过程与凤山水库不采用叠梁门时的水温过程一致，计算得出 5 月~8 月丰水年低温水降幅在 0.6℃~6.4℃，平水年低温水降幅在 1.7℃~7.7℃，枯水年低温水降幅在 1.1℃~8.8℃。对胜土水库是存在明显影响的。凤山水库不采用叠梁门水温过程详见表 5.3.2-17。

表 5.3.2-17　　各水平年 5~8 月凤山水库不采用叠梁门水温过程　　单位：℃

月份	丰水年	平水年	枯水年
5 月	18.6	11.7	10.6
6 月	21.3	18.1	14.5

7 月	23.4	21.2	19.4
8 月	24.8	23.2	21.9

在采用叠梁门的情况下，凤山水库供水水温过程与采用叠梁门的下泄水温过程是一样的，计算得出 3 月~5 月低温水降幅在 0.6℃~3.4℃，5 月份没有低温水现象，采用叠梁门水温过程详见表 5.3.2-18。

表 5.3.2-18　　各水平年 3~7 月凤山水库采用叠梁门水温过程　　单位：℃

月份	丰水年	平水年	枯水年
3 月	9.6	9.6	9.5
4 月	14.2	13.2	13.1
5 月	18.8	18.4	17.9
6 月	22.1	21.7	21.6
7 月	24.4	24.1	24.3

（2）胜土水库水温影响分析

胜土水库承担瓮安县 5883 亩耕地的灌溉任务，其中水田 4428 亩，旱地 1455 亩。P=80%的灌溉需水量为 191.4 万 m^3/a，灌区主要种植作物类型为水稻、玉米、小麦、油菜。根据贵州的气候土壤特征，一般认为水温不高于 30℃，不低于 14℃即可用于灌溉。胜土水库典型年灌溉供水情况见表 5.3.2-19。

1）当采取单层取水口情况下

根据凤山水库供水取水水温预测成果，在 5 月~8 月胜土水库灌溉用水时段，丰、平、枯水年最低供水水温为 10.6~18.6℃，最高灌溉水温为 21.9~24.8℃，除 5 月份枯水年和平水年外，其余温度均在农作物适宜的水温范围内。

5 月份胜土水库灌溉主要为水稻灌溉，由于灌溉流量较小（$0.14m^3/s$）且 5 月 21 日～6 月 5 日之间有一个较长的泡田期，根据瓮安县气温数据及相关资料，田间水温经过晾晒基本能够达到 14℃以上的水温要求，因此 5 月份泡田阶段可直接引水灌溉。

2）采用叠梁门取水情况下

根据凤山水库供水取水水温预测成果，在 5 月~7 月胜土水库灌溉用水时段，丰、平、枯水年最低供水水温为 17.9~18.8℃，最高灌溉水温为 24.1~24.4℃，均在农作物适宜的水温范围内。

因此，综合以上，采用叠梁门方案更有利于提高供水水温，其改善效果较好，本次评价推荐叠梁门取水作为本工程低温水影响减缓措施。

表 5.3.2-19　　胜土水库典型年灌溉供水过程表

月份	来水	灌溉用水	供水	生态用水	蒸发渗漏
	(万m^3)	(万m^3)	(万m^3)	(万m^3)	(万m^3)
5	106.7	38.2	32.19	7.21	3.75
6	148.6	37.3	31.15	6.98	3.63
7	85.62	54.8	32.19	7.21	3.75
8	102.81	23.2	32.19	7.21	3.75

此外，由于凤山水库工程经过 63.57km 至胜土水库，其中输水管道长度 53.30km，输水隧洞长度 11.62km，中间设置有三级泵站且均设有进出水水池，胜土水库至灌区长度为 0.5km~6.98km，且在管线沿途设置有 3 处高位水池，灌区水体沿程水温有一定的复温效应，灌区实际水温要高于凤山水库取水口水温，对水稻生长发育造成影响较小。

5.4 地下水环境影响

5.4.1 地下工程概况

凤山水库水源枢纽区地下工程主要为导流洞、厂房基础段，输水工程区地下工程主要为起始段无压输水隧洞及末段无压输水隧洞。各地下工程断面尺寸及与地下水关系见表 5.4.1-1。

表 5.4.1-1　　主要地下工程断面尺寸及与地下水关系表

工程形式		起止桩号	隧洞长度（m）	埋深（m）	线路穿越地层	与地下水位关系	地下水影响程度及特点预判
水源枢纽区	导流洞	0+000~0+036.0	36.0	32～85	瓮项组（S2w1-2）中下部砂岩、角砾岩夹泥灰岩为主，局部砂质泥岩、砂质灰岩	位于地下水位以下	可能出现滴水或局部涌水
		0+036.0～0+305.0	269	43～85	瓮项组（S2w1-2）中上部砂岩、角砾岩与砂质灰岩互层状		局部可能出现滴水和线状流水
		0+305.0～0+0+343.33	38.33	28～43	基岩地层瓮项组（S2w2）中上部砂岩、泥质粉砂岩为主，局部夹粉砂质泥岩		可能出现滴水或局部涌水
	厂房基础段	桩号引 0+761.7～引 0+775.5	厂房基础段	建基面高程约 845m	瓮项组（S2w2）中上部粉砂质泥岩，砂质灰岩夹泥灰岩	部分位于地下水位以下	岩溶不发育，总体呈弱风化状，岩体较破碎，且建基面以下为 F10 断层破碎带
输水隧洞	坝后出水调节池至一级泵站无压隧洞	Y0+000~Y0+067	67	12~44	S2w 瓮项组砂岩、角砾岩夹砂质灰岩及粉砂质泥岩、泥盆系中统上邦寨组（D2b）石英砂岩夹页岩	位于地下水位以下	结构面集中部位可能存在滴水、局部可能出现线状流水现象
		Y0+0+067~Y1+755	1688	44~246			隧洞出现大面积涌水现象的可能性较小，结构面集中部位可能存在滴水；岩性分界面处存在层面裂隙，可能出现涌水现象
		Y1+755~Y2+657	902	81~202	白云岩、灰岩、砂岩及页岩		白云岩、灰岩洞段可能出现涌水（泥）现象，岩性分界面处存在层面裂隙，可能出现突水（涌水）现象
		Y2+657~Y2+820	163	44-82	P1q 栖霞组灰岩夹页岩、局部含煤层、Y2+856~Y2+876 为河床段，Y2+888~Y2+905 为断层 F34 破碎带及影响带段		隧洞岩溶发育，可能会出现岩溶塌陷、涌水（泥）等不良地质现象。局部发育有煤层，可能存在有害气体
		Y2+820~ Y2+925	105	24~72			
		Y2+925~Y3+863	938	56~230	P1m 茅口组灰岩、局部夹白云岩、页岩		隧洞岩溶发育，可能会出现涌水（泥）等不良地质现象

		Y3+863~Y4+407	544	133~188	灰岩、粘土页岩、硅质岩		灰岩洞段可能会出现涌水（泥）等不良地质现象。岩性分界面处存在层面裂隙，可能出现突水现象
		Y4+407~Y4+869	462	71~133			隧洞可能会出现坍塌、涌水（泥）等不良地质现象
		Y4+869~Y5+139	270	30~71	T1d 大冶群白云岩、泥灰岩		隧洞岩溶发育，可能会出现涌水（泥）等不良地质现象
		Y5+139~Y5+336	197	12~34	T1d 大冶群白云岩、泥灰岩		
		Y5+336~Y5+913	577	25~111	T2q 青岩组页岩		灰岩段以及岩性分界面可能会出现涌水（泥）等不良地质现象
		Y5+913~Y7+323	1410	78~212	T_2q 青岩组泥质灰岩、页岩		
		Y7+323~Y8+562	1239	45~210	T2f 法郎组灰岩夹泥质灰岩、白云岩及页岩		
		Y8+562~Y8+784	222	43~48			隧洞岩溶发育，可能会出现岩溶塌陷、涌水（泥）等不良地质现象
		Y8+784~Y8+992	208	43~75			灰岩段以及岩性分界面可能会出现涌水（泥）等不良地质现象
	三级泵站至瓮安段无压隧洞	S12+931~S15+353.15	2422.15	12~171	三叠系下统大冶群(T1d)白云岩、灰岩、页岩	大部分洞段位于地下水位以下	可能会出现涌水（泥）等不良地质现象。可能会造成泉水水量减小、枯竭、水质污染等环境水文地质问题，影响附近居民的生产、生活

5.4.2 预测模型

（1）水流模型

采用三维地下水流非稳定运动的数学模型，如下：

$$\begin{cases} \mu\dfrac{\partial h}{\partial t}=\dfrac{\partial}{\partial x}\left(K_x\dfrac{\partial h}{\partial x}\right)+\dfrac{\partial}{\partial y}\left(K_y\dfrac{\partial h}{\partial y}\right)+\dfrac{\partial}{\partial z}\left(K_z\dfrac{\partial h}{\partial z}\right)+\varepsilon,\ x,y,z\in\Omega,\ t\geq 0, \\ h\left(x,y,z,t\right)\big|_{t=0}=h_0,\ x,y,z\in\Omega,\ t\geq 0, \\ K_n\dfrac{\partial h}{\partial \vec{n}}\Big|_{\Gamma_1}=q\left(x,y,z,t\right),\ x,y,z\in\Gamma_1,\ t\geq 0 \end{cases} \quad (5.4.2\text{-}1)$$

式中：Ω为渗流区域；h为含水层的水位标高(m)；K_x、K_y、K_z分别为x、y、z方向的渗透系数(m/d)；μ为潜水含水层中潜水面上的重力给水度，对于承压含水层为贮水率；ε为含水层的源汇项(1/d)；p为潜水面的蒸发和降水补给等(1/d)；h_0为含水层的初始水位分布(m)；Γ_1为渗流区域的二类边界，包括承压含水层底部隔水边界和渗流区域的侧向流量或隔水边界；n为边界面的法向方向；K_n为边界面法向方向的渗透系数(m/d)；$q(x,y,z,t)$为定义为二类边界的单位面积流量($m^3/d.m^2$)，流入为正、流出为负、隔水边界为0；Γ_1为定流量边界。

（2）污染物运移模型

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）导则要求，对于二级评价，污染物对地下水的影响可以通过解析法预测，计算时不考虑水流的源汇项目，且对污染物在含水层中的吸附、挥发、生物化学反应等不做考虑，将被当作保守性污染物考虑，从而可简化地下水水流及水质模型。

本次地下水环境影响预测采用一维稳定流动一维水动力弥散问题，概化条件为一维半无限长多孔介质柱体，一端为定浓度边界，则一维连续污染物运移预测方程为：

$$\frac{C}{C_0}=\frac{1}{2}erfc\left(\frac{x-ut}{2\sqrt{D_Lt}}\right)+\frac{1}{2}e^{\frac{ux}{D_L}}erfc\left(\frac{x+ut}{2\sqrt{D_Lt}}\right)$$

$$u=K\times I$$

$$D_L=a_L\times u$$

式中：x 为预测点距污染源强的距离(m)；t 为预测时间(d)；C 为 t 时刻 x 处的污染物浓度(mg/L)；C_0 为地下水污染源强浓度(mg/L)；u 为水流速度(m/d)；D_L 为纵向弥散系数(m^2/d)；erfc( )为余误差函数；K 为渗透系数(m/d)；I 为水力坡度；a_L 为纵向弥散度。

5.4.3 水文地质参数确定

（1）渗透系数

结合工程区地形地貌、地层岩性、地质构造、岩溶发育程度等，以及工程区的钻孔资料，渗透系数取值见表 5.4.3-1。

表 5.4.3-1　　工程区岩体渗透系数取值表

岩性	渗透系数 K(m/d)
泥岩、页岩	0.001-0.002
砂岩、砾岩	0.002-0.5
砂泥岩（页岩）互层	0.002-0.025
纯碳酸盐岩或夹少量非碳酸盐岩	0.1-0.9
纯碳酸盐岩与非碳酸盐岩互层	0.05-0.113
纯碳酸盐岩与非碳酸盐岩夹层	0.05-0.5

（2）降雨入渗系数

工程区降雨入渗系数取值见表 5.4.3-2。

表 5.4.3-2　　不同岩性对应平均降雨入渗系数

岩性	第四系	砂岩	灰岩	泥灰岩	页岩
入渗系数	0.35	0.2	0.6	0.5	0.10

5.4.4 水源枢纽工程区地下水环境影响

5.4.4.1 施工期影响分析

（1）地下水位影响

凤山水库水源枢纽区主要地下工程有导流洞、厂房，由表 5.4.1-1 可知，导流洞及厂房开挖长度较短，最长 343.33m，埋深较小，约为 30~130m。工程施工过程中可能会导致部分工程段出现滴水或局部涌水的现象，地下水位局部、短期的下降不会对周围地下水含水系统造成很大影响。

（2）地下水质影响

凤山水库施工期废污水包括生产废水和生活污水，经处理后回用，不外排，在做好污废水处理并减少和杜绝处理设施的跑冒滴漏现象后，对周边地下水的影

响很小。本次评价对废水处理设施防渗不到位或防渗失效的情况下，预测废污水渗漏对地下水水质的影响，污染因子为高锰酸盐指数（COD 浓度为高锰酸盐指数浓度的 3~5 倍）、石油类，各计算参数见表 5.4.4-1，计算成果见表 5.4.4-2。

表 5.4.4-1　　计算参数一览表

渗透系数 K(m/d)	水力坡度 I	水流速度 u(m/d)	纵向弥散系数 D_L (m^2/d)	污染源强 C_0(mg/L)	
				高锰酸盐指数	石油类
0.1	0.15	0.015	20	130	100

表 5.4.4-2　　污染物在非正常工况下运移的超标扩散距离预测结果表

污染物种类	标准值	时间					
		100 天	1 年	3 年	5 年	10 年	20 年
高锰酸盐指数	超标最远距离(m)	区内	36	91.8	153.0	309.6	520.2
	污染物运移最大浓度（mg/L）	9.6	20.1	48.0	33.3	12.3	9.0
石油类	超标距离(m)	区内	62	129	212	416	733
	污染物运移最大浓度（mg/L）	7.2	13.6	33.6	22.4	13.5	8.8

由计算结果，非正常状况下，污染物扩散距离随时间增加而增加，1 年后，高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 36m，石油类在纵向方向上运移的最大超标扩散距离约为 62m；20 年后，高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 520.2m，石油类在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 733m。根据结果，施工区下游 1000m 处及渗漏 20 年内污染物不超标。这表明污染物的持续渗漏会在施工区局部造成地下水水质超标，但是其影响范围较小。

5.4.4.2 运行期影响分析

水库蓄水后，水库库区水位抬升、水体规模扩大，增加了水库库底的压力，可能影响水库库区范围内局部区域的地表水～地下水补给关系。

根据“5.7.1 水库渗漏”章节影响分析，水库库区地形封闭条件较好，左岸无低邻谷分布，右岸地下水分水岭远高于水库正常蓄水位，建库蓄水后不存在邻谷渗漏问题。水库左岸溶槽谷地地块存在向下游渗漏带，可能的渗漏形式以溶隙式渗漏为主，在采取防渗处理后，将有效避免或控制水库渗漏问题。因此，本工程运行期水库蓄水对地下水的影响限于水库库区内，且影响程度有限。

5.4.4.3 对泉点的影响分析

凤山水库水源枢纽区主要分布有 10 个泉点，分布情况见图 5.4.4-1，均为当地村民生活饮用水源。根据施工布置与泉点的位置关系，工程施工区对水源枢纽工程区主要泉点无影响，运行期蓄水淹没鱼酉村 3 个泉点和碓桠坡 1 处泉点，因饮用这 4 处泉点的附近居民属于移民安置范围内，已提前搬迁，因此蓄水淹没泉点对其生产生活用水无影响。

表 5.4.4-3　　水源枢纽工程区主要泉点的环境影响预测

工程形式	序号	地理位置	坐标		与工程区位关系	影响
			E	N		
库区及枢纽区	1	大冲村	107°23′13.39"	26°35′1.54"	库区库尾	无影响
	2	下院组	107°25′46.41"	26°35′50.85"	库区库尾	
	3	鱼酉村	107°27′21.35"	26°36′30.53"	库区	施工期无影响，运行期淹没
	4		107°27′21.35"	26°36′30.53"	库区	
	5		107°27′36.86"	26°36′34.28"	库区	
	6	下甲沙	107°28′8.92"	26°36′20.68"	库区	无影响
	7	上甲村	107°28′35.54"	26°36′27.62"	库区	
	8	古旺村	107°29′45.33"	26°36′8.31"	库区	
	9	碓桠坡	107°30′6.40"	26°36′28.87"	库区	施工期无影响，运行期淹没
	10	桐油坪	107°29′41.79"	26°36′54.10"	近枢纽区	无影响

5.4.5 输水工程区地下水环境影响分析与评价

5.4.5.1 施工期影响分析

（1）地下水位影响

根据隧洞不同工程段施工可能造成的地下水量及涌水量，采用水均衡法和解析法分别计算了不同段位的影响半径及涌水量，并综合几种方法给出了最终影响半径及涌水量的建议值，见表 5.4.5-1。

表 5.4.5-1　　输水隧洞影响半径及单位涌水量建议值

工程形式		起止桩号	隧洞长度（m）	埋深（m）	线路穿越地层	渗透系数(m/d)	影响半径（m）	涌水量	
								总涌水量(m^3/d)	单位涌水量(m^3/d/m)
输水隧洞	坝后出水调节池至	Y0+000~Y0+067	67	12~44	S2w、D2b	0.005	35.2	28.2	0.42
		Y0+0+067~Y1+755	1688	44~246		0.003	96.4	11.5	0.01
		Y1+755~Y2+657	902	81~202		0.043	366.0	193.5	0.21

工程形式		起止桩号	隧洞长度（m）	埋深（m）	线路穿越地层	渗透系数(m/d)	影响半径（m）	涌水量	
								总涌水量(m^3/d)	单位涌水量(m^3/d/m)
	一级泵站无压隧洞	Y2+657~Y2+820	163	44-82	P1q	0.043	212.4	146.4	0.90
		Y2+820~Y2+925	105	24~72		0.043	175.4	132.4	1.26
		Y2+925~Y3+863	938	56~230	P1m	0.004	160.8	26.6	0.03
		Y3+863~Y4+407	544	133~188	P1m	0.021	257.0	121.0	0.22
		Y4+407~Y4+869	462	71~133		0.043	288.0	164.6	0.36
		Y4+869~Y5+139	270	30~71	T1d	0.043	103.4	57.7	0.21
		Y5+139~Y5+336	197	12~34	T1d	0.043	68.3	38.0	0.19
		Y5+336~Y5+913	577	25~111	T2q	0.036	62.1	29.4	0.05
		Y5+913~Y7+323	1410	78~212		0.043	175.4	88.8	0.06
		Y7+323~Y8+562	1239	45~210	T2f	0.043	103.4	52.6	0.04
		Y8+562~ Y8+784	222	43~48		0.043	54.4	29.5	0.13
		Y8+784~Y8+992	208	43~75		0.043	26.7	3.4	0.02
	三级泵站至瓮安段无压隧洞	S12+931~S15+353.15	2422.15	12~171	T1d	0.043	99.6	51.9	0.02

由计算结果，隧洞施工造成的影响较小，影响半径为 26.7m~366.0m，影响半径最大值出现在 Y1+755~Y2+657 段，该段的涌水量亦为最大值，为 193.5m^3/d，单位涌水量为 0.21m^3/d/m。

（2）地下水质影响

工程含油废水主要来自坝下设备检修停放场，输水工程区含油废水产生量较小，因此对输水工程区生活污水非正常工况下进行预测计算，选择废水渗漏对地下水影响较大的岩溶地层和孔隙介质地层施工工区 D3 工区（3#支洞，灰岩）和 L1 工区（一级泵站、调压井、隧洞出口，砂砾石），计算参数见表 5.4.5-2，计算成果见表 5.4.5-3。

表 5.4.5-2　　计算参数一览表

工区	渗透系数 *K*(m/d)	水力坡度 *I*	水流速度 *u*(m/d)	纵向弥散系数 D_L(m^2/d)	污染源强 C_0(mg/L)
					高锰酸盐指数
D3 工区	0.5	0.05	0.025	30	130
L1 工区	0.5	0.1	0.05	20	130

表 5.4.5-3 D3、L1 工区污染物在非正常工况下运移的超标扩散距离预测结果表

污染物		项目	时间					
			100 天	1 年	3 年	5 年	10 年	20 年
D3 工区	高锰酸盐指数	超标扩散距离（m）	区内	34	159	255	510	880
		污染物运移的最大浓度（mg/L）	10.4	18.9	35.9	10.2	12.3	5.2
L1 工区	高锰酸盐指数	超标扩散距离（m）	区内	42	128	255	478	890
		污染物运移的最大浓度（mg/L）	10.6	19.8	38.8	25.7	14.1	7.5

由表 5.4.5-3 可知，在非正常状况下，随着时间的增加，污染物的超标扩散距离越来越大。1 年后，D3 工区高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 34m，L1 工区高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 42m；20 年后，高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 880m，L1 工区高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 890m。说明污染物的持续渗漏会在施工区局部造成地下水水质超标，但是其影响范围较小。

5.4.5.2 运行期影响分析

运行期间的污染源主要为煤层地层段位对输水水质的影响以及固体废弃物堆放场地的淋滤液对输水水质的影响。

煤系地层的隧洞位于库首至一级调压井段有压输水隧洞 Y2+657~Y2+820 段，围岩为 P1q 栖霞组灰岩夹页岩、局部含煤层。该段需注意衬砌和防渗，建议采用先灌浆后施工，及时衬砌，防止地层中的特征离子影响输水水质。固体废弃物堆放场地的淋滤液对输水水质的影响详见“5.4.6 章节”。

5.4.5.3 对泉点的影响

凤山水库输水工程区主要分布有 9 个泉点，分布情况见图 5.4-2，均为当地村民生活饮用水源。输水隧洞施工期间，地下水影响半径最大值为 366m，根据施工布置与泉点的位置关系，输水隧洞施工对周围泉点产生影响较小。工程输水工程除隧洞外为浅埋管，对管线周边泉点基本无影响。沙子坎村泉点因瓮马铁路施工已被掩埋，目前沙子坎村居民饮用水主要由政府送水。

表 5.4.5-4 输水工程区主要泉点的环境影响预测

工程形式	序号	地理位置	坐标		与线路位置	影响
			E	N		
输水工程区	11	老沙田	107°31′47.02"	26°36′33.10"	距隧洞水平距离1027m，垂直距离 299m	无影响
	12	金竹村	107°32′51.52"	26°37′18.63"	距隧洞水平距离406m，垂直距离 88m	
	13	都田村	107°32′42.86"	26°39′21.79"	距隧洞水平距离1642m，垂直距离 91m	
	14	高寨村	107°34′15.93"	26°39′11.42"	距隧洞水平距离912m，垂直距离 58m	
	15	平堡村	107°32'29.8"	26°36′37.9"	距隧洞水平距离1065m，垂直距离 129m	无影响
	16	东南街村	107°27′23.65"	26°53′34.86"	距输水管线水平距离1339m	
	17	杨柳坝村	107°26'30.6"	26°57'08.5"	距输水管线水平距离200m	
	18	沙子坎村	107°25′38"	26°58′32"	距隧洞水平距离100m，垂直距离 10m	因瓮马铁路施工已被掩埋，无影响。
	19	小溪村	107°26'19.8"	26°55'54.6"	距输水管线水平距离100m	无影响

5.4.6 瓮福磷石膏堆场渗漏污染对输水隧洞区地下水环境影响预测与评价

5.4.6.1 瓮福磷石膏堆场概况

瓮福（集团）磷肥厂位于福泉市马场坪镇，距马场坪镇约 2km。磷石膏堆场位于瓮福化工公司东部，距离厂区 3km，分为摆纪堆场和独田磷石膏综合利用堆场，由堆场、防洪排水系统、防渗系统、导渗系统、观测系统、周边安保系统组成，属国家三类尾矿库。

摆纪堆场位于摆纪村山谷，1995 年由化四院设计，1999 年 10 月建成投入使用，有效库容 3500 万 m^3，设计最终标高 985m，最大堆积高度 98m。2006 年，根据美国 ARDAMAN 公司设计的防渗方案，在 940m 标高铺设了 2.0mm 高密度聚乙烯防渗膜，对全库盆进行防渗处理。2008 年底，由中国五邦公司设计安装重大危险源远程在线监测预警系统。

独田磷石膏综合利用堆场位于摆纪堆场东北部，2009 年由贵阳院选址设计，2013 年 10 月建成投入使用。库区汇水面积 59.6 万 m^2，有效库容 1875 万 m^3，设计最终标高 1030m，最大堆积高度 70m，由 9 个初期坝围建而成，全库盆铺设 1.5mm 高密度聚乙烯防渗膜进行防渗处理。

5.4.6.2 瓮福磷石膏堆场与工程区位关系

瓮福磷石膏堆场与工程区位关系见图 5.4.6-1。凤山水库输水隧洞位于瓮福磷石膏堆场东侧，距独田磷石膏综合利用堆场最近距离约 500m，距摆纪堆场最近距离约 1km。输水隧洞开挖高程 857m，磷石膏堆场的底部高程为 960m，低于磷石膏堆场 103m。

5.4.6.3 瓮福磷石膏地质条件概况

（1）地形地貌

工程区属中低山区，主要由岩溶峰丛洼地、溶丘地貌、侵蚀谷地等多种地貌组成，伴有溶沟、溶槽、落水洞、漏斗等，山势主要呈近南北向展布，与构造线基本一致，工程区最高点为渣场西北的金鸡山山顶，高程 1089m，最低点为东北浪坝河出口处，高程 768m，阿里堡河、鱼梁河、浪坝河依次从拟建场地的南、西、北（北东）侧流过，呈环状绕过场区外围。在上述河流的围限范围内，工程区总体呈一略西斜的菱型地块，除场址区南西侧的摆纪渣场一带为大型的岩溶槽谷地形外，由拟建场地往北、北东，地形总体向北、北东方向浪坝河倾斜下降。

（2）地层岩性

工程区出露的地层有第四系覆盖层（Q）；三叠系中统法郎组（T_2f）、青岩组（T_2q）、关岭组（T_2g）地层，下统安顺组（T_1a）、大冶组（T_1d）地层；二叠系上统长兴组（P_2c）地层；寒武系中上统娄山关群（$Є_{2-3}ls$）地层。工程区工程地质柱状图及水文地质特征可见图 5.4.6-2，除寒武系、二叠系及三叠系地层为断层接触外，其余三叠系中各组、段、层均为整合接触。

（3）地质构造

工程区地层总体上呈 SN 向展布，与山势方向一致，地质构造总体上比较简单，中部安甲坪一带为马场坪向斜核部，东侧大坪一带发育 F_1 断层（都匀断裂带）及 F_2 断层，西侧鱼梁河一带发育近 SN 向的 F_3 断层。工程区处在都匀向斜上，主要构造形迹为马场坪向斜，其为都匀向斜在工程区内的反映。上述规模较

大的断裂均由堆场区外侧通过，未直接通过场址区。

马场坪向斜：轴线走向 NNE，两翼开阔对称，岩层缓倾，岩层倾角一般为 20°～30°，向斜 W 翼较完整，E 翼受 F1 切割且大部分延出图外，核部位于安甲坪、鸭子塘、W_9、W_{17} 号洼地一线，出露地层以法郎组第二段（T_2f^2）地层为主，北端至 W_{23} 号洼地 NW 端交汇在 F_2 断层带上。该向斜向北端倾伏，倾伏向 N15°E，倾伏角 5°～15°，南端安甲坪一带向斜翘起，在翘起端部位地层形成一向南西凸出的弯曲弧形。

系	统	地方性地层名称			地层代号	柱状图 1：50000	厚度（米）	岩性及水文地质特征	
第四系					Q		0-10	上部为灰黑色耕植土，下部为砖红色粘土。	
三叠系	中统	法朗组	二段		T_2f^2		＞100	灰、浅灰色厚层块状夹中厚层灰岩，基岩裸露岩石坚硬，溶蚀裂隙，落水洞，地下岩溶管道较为发育，为强含水层，地貌多表现为高台地。	
			一段	上亚段	T_2f^{1-2}		103	上部为灰色薄层瘤状灰岩，中下部为灰色、黄灰色薄层灰岩，泥质灰岩，基岩裸露，落水洞发育，含丰富的岩溶管道水，为区域含水层。地貌上表现为陡坡和斜坡。	
				下亚段	T_2f^{1-1}		73	中上部为紫红色薄层粉砂岩夹紫红色泥岩、页岩，下底为黄褐色中厚层砂岩，泉水稀少，基岩半裸露。地貌上表现为斜坡，为裂隙水弱含水岩组。	
		青岩组	三段		T_2q^3		97	紫红色薄层页岩、泥岩，局部夹紫红色薄层砂岩，泥质灰岩，基岩半裸露，为渣场库区内的上隔水层。构成分隔地下水的边界。	
			二段	关岭组	T_2q^2	T_2g	151	灰色厚层块状夹中厚层薄层灰岩，基岩裸露，石芽岩溶洼地，落水洞发育，是渣场库区内裂隙一管道岩溶含水岩组。	灰色厚层块状灰岩，基岩裸露、岩石坚硬、溶蚀裂隙、岩溶洼地，落水洞较发育，为强含水层。
			一段		T_2q^1		498	灰绿、黄灰色页岩、泥岩，局部夹灰色薄层，中厚层泥质灰岩。为渣场外围的良好隔水层。构成分隔地下水的边界。	
	下统	安顺组			T_1a		50～100	灰、浅灰色厚层、中厚层白云岩、局部夹薄层泥质白云岩。溶沟溶槽发育。局部发育落水洞，为岩溶裂隙水中等含水岩组。	
		大冶组			T_1d		＞100	浅灰、灰色极薄层、薄层状灰岩，基岩裸露，局部发育落水洞。为岩溶裂隙水中等含水岩组。	
二叠系	上统	长兴组			P_2c		＞100	深灰色中厚层、厚层含燧石结核细晶灰岩，顶部夹劣质煤层。为岩溶裂隙水中等含水岩组。	
寒武系	中上统	娄山关群			$\in_{2-3}ls$		＞750	上部为浅灰色、灰色厚层中粒白云岩，风化后多呈褐红色；下部为灰色中厚层微至细粒白云岩，夹角砾状白云岩及泥质白云岩。为岩溶裂隙水中等含水岩组。	

图 5.4.6-2　工程区工程地质柱状图及水文地质特征

F_1 断层：为都匀断裂带，在工程区从南而北沿老街、高寨坪、艳山红、发财洞一线穿过，该断裂带在测区延伸长 6km 以上，断层面走向近南北，倾向东，倾角 80°左右，平面展布呈明显的舒缓波状，断层破碎带宽 5~10m，为白云岩碎块，影响带宽 20~30m，影响带范围内岩层多陡立。断层上盘为寒武系（Є）地层，下盘为三叠系（T）地层，断距约 2000m。

F_2 断层：为逆断层，产状 N10°W，NE∠82°，断层破碎带宽 10～20m，以破碎母岩为主，影响带宽 50m 以上，断层上盘岩层陡倾（70°～80°），下盘岩层产状较平缓（20°）。

F_3 断层（洒金桥断层）：为正断层，产状 N10°～25°W，NE∠80°，断层破碎带 30～50m，以破碎母岩为主，影响带宽 200m 以上，该断层北起杨柳坪、北石坡，三度切过鱼梁河，经兴山坪切过围阻河延出图外，测区内长约 7.5km。断层上盘地层为三叠系下统大冶组（T_1d）灰岩及安顺组（T_1a）白云岩，下盘地层为二叠系中统长兴组（P_2c）灰岩，断层上盘三叠系下统（T_1d）大冶组灰岩岩层牵引揉皱明显。

（4）岩溶水文地质单元的划分

工程区含水岩组与隔水岩组相间分布，西侧深切的鱼梁河与北（北东）侧深切的浪坝河构成该区岩溶管道裂隙水排泄基准面，因此，工程区岩溶水文地质单元主要分为三个单元。详见图元主要分为三个单元。详见图元主要分为三个单元。详见图元主要分为三个单元。详见图 5.4.6-1。

1）独田岩溶水文地质单元

位于工程区东部，面积 10.2km^2；主要发育于法郎组第二段（T_2f^2）强岩溶含水岩组中，受岩层层面、马场坪向斜、都匀断层（F_1）等地质构造控制，地下水沿层面近 SN 向、向斜轴部 NNE 向及都匀断层近 N 向汇流，主要岩溶管道水系统有六股井—鸭草坝 S29 号泉水的鸭草坝岩溶管道水系统、老落凼—W_{21} 号洼地—浪坝河坎 S21、S22 号泉水的老落函岩溶管道水系统、摆郎—大坪—发财洞 S19 号泉水的摆郎发财洞岩溶管道水系统，以及原料堆场场址区的双眼井 S4 号泉岩溶地下水系统。

该岩溶水文地质单元与西侧的摆纪豆腐桥岩溶水文地质单元间的隔水边界为青岩组第三段（T2q3）隔水岩组。拟建的原料堆场即处于该岩溶水文地质单元

的南西角的分水岭地区。

2）摆纪豆腐桥岩溶水文地质单元

位于工程区中部，面积 10.5km^2；主要发育于青岩组第二段（T2q2）、关岭组（T2g）强岩溶含水岩组中，地下水基本沿层面向 NNW 方向迳流，沿途经摆纪渣场—小板机—大路坪 K70 号落水洞—K83 号落水洞后分为两支，一支从 S30、S31 泉群出口补给浪坝河，另一支经豆腐桥 K89 号落水洞至 S33、S34 泉群出口补给浪坝河。两侧隔水边界是青岩组第一段（T2q1）、青岩组第三段（T2q3）隔水岩组及水文地质边界。

该岩溶水文地质单元内，主要发育有摆纪豆腐桥岩溶管道水系统；原摆纪渣场即处于该岩溶水文地质单元内，摆纪豆腐桥岩溶管道水的上游补给区。

3）龙井岩溶水文地质单元

位于工程区西部，主要发育于关岭组（T2g）强岩溶含水岩组、安顺组（T1a）及大冶组（T1d）岩溶裂隙水中等含水岩组地层中，与中部摆纪豆腐桥岩溶水文地质单元隔水边界为青岩组第三段（T2q1）隔水岩组，该岩溶水文地质单元远离工程区，与拟建原料堆场间无直接联系。

（5）主要岩溶管道水系统及含水系统

工程区碳酸盐岩分布面积较广，占70%以上，是主要的含水透水岩组，岩溶蓄水空间有三种，即管道洞穴、裂隙及孔隙。其中管道洞穴与裂隙间常常相互转化，岩溶水由小的贮水空间，逐渐向大的贮水空间汇集。

根据《瓮福（集团）有限责任公司磷石膏综合利用工业场地原料堆场设计可行性研究报告》中现场地质测绘及岩溶水文地质分析、连通试验论证、物探及钻探揭示资料，综合分析，与工程有直接或较近联系的独田岩溶水文地质单元、摆纪豆腐桥岩溶水文地质单元内，主要发育有4个岩溶管道水系统和1个岩溶裂隙含水系统，除双眼井S4、S5岩溶裂隙含水系统外，4条岩溶管道水系统的出口均分布在北侧、北东侧的浪坝河沿线。详见图5.3-2所示。各岩溶管道水受构造、地层岩性等控制较为明显，工程区岩溶管道均发育在灰岩（少量白云岩）透水岩组地层中，岩溶管道水的走向与透水岩组的走向及向斜轴向基本一致。

以下主要对出口位于重安江河岸的4条较大岩溶管道水进行描述。

1）摆郎发财洞岩溶管道水系统

摆郎发财洞岩溶管道水系统属独田岩溶水文地质单元，发源于上摆郎，上游补给区为安甲坪、小冲、摆郎、鸭子塘一带，该岩溶管道水基本沿法郎组第一段第二层（T_2f^{1-2}）灰岩地层走向发育，至大坪槽谷于S16、S17号泉水点排出，再沿该槽谷至大坪K_{31}号落水洞进入地下，沿都匀断裂带向北经大坪、艳山红至发财洞呈线状迳流，至S19号泉水点（发财洞）排泄于浪坝河内，出口地层为寒武系娄山关群（$Є_{2-3}ls$）白云岩。全长3.5km，汇水面积约4km^2，埋深在50～100m之间，平均坡降约为6%，出口高程740m，估测出口处（河水面以下）枯季地下水流量40L/s。

该管道上游补给区多为槽谷地貌，泉水较多，并发育少量洼地、落水洞，下游迳流区地形相对平缓，洼地、落水洞较发育，上游补给区在大坪槽谷一带接受来自青岩组第二段、第三段（T_2q^{2+3}）及娄山关群（$Є_{2-3}ls$）地表水及地下水补给。

2）老落凼岩溶管道水系统

老落凼岩溶管道水系统属独田岩溶水文地质单元，发源于独田东部老落凼及鸭子塘后坡K_9落水洞一带。

该岩溶管道水基本沿马场坪向斜轴部附近发育，径流方向NNE，于浪坝河河坎S21、S22号泉水点排泄至浪坝河内。该管道水系统全部位于法郎组第二段（T_2f^2）灰岩地层中，全长约2km，汇水面积约2.7km^2，埋深在20～80m之间，平均坡降约为10%，出口高程765m，出口处雨季地下水总流量约45L/s。

该岩溶管道水系统范围内洼地、落水洞密集发育，且自SW方向向NE方向多呈串珠状分布。岩溶地下水迳流方向受控于马场坪向斜，该向斜核部岩溶地下水具有向轴部汇流的特点，并沿纵张裂隙向NNE方向迳流，最终补给S21、S22号泉水，此2泉水点为该带岩溶管道水系统的总出口。

3）鸭草坝岩溶管道水系统

鸭草坝岩溶管道水系统属独田岩溶水文地质单元，发源于独田洼地，该岩溶管道水系统位于法郎组第一段第二层（T_2f^{1-2}）灰岩地层内，基本沿该地层走向发育，方向由南至北，至鸭草坝电站S29号泉水点处排泄至浪坝河内。全长约2.4km，汇水面积约1.3km^2，由南至北呈狭长的条带状，埋深在30～100m之间，平均坡降约为13%，出口高程785m，出口处枯季地下水流量4.75L/s。

管道沿线地表显示不甚明显，除发源地发育有独田洼地（W_4）及K_4落水洞

外，沿线未见落水洞及洼地发育，近浪坝河岸坡后表现为一较深的槽谷，在槽谷中部895m高程处出露S28号泉水点，流量4.5L/s。该岩溶管道水系统西侧受青岩组第三段（T_2q^3）隔水岩组及法郎组第一段第一层（T_2f^{1-1}）弱透水岩组阻隔，且隔水岩组岩层产状较缓（20°），地下水补给范围较小。

4）摆纪豆腐桥岩溶管道水系统

摆纪豆腐桥岩溶管道水系统属摆纪豆腐桥岩溶水文地质单元，发源于安甲坪南西侧W_{39}、W_{40}号洼地一带，沿途经摆纪坡后缘、大坡坪、小板机、大路坪K_{70}号落水洞，在关田营东部K_{83}号落水洞一带分为两支，主管道经K_{88}号落水洞、豆腐桥K_{89}号落水洞至S33、S34泉群，支管道经小山至S30、S31泉群。该岩溶管道水系统在大路坪以上位于青岩组第二段（T_2q^2）灰岩地层中，过大路坪以后穿过相变线进入关岭组（T_2g）灰岩地层中，总汇水面积约7km^2。

主管道长约5.4km，发育方向N27°W，埋深在50～120m之间，平均坡降约为3～5%，出口为S33、S34泉群，出口高程780m，出口处枯季地下水流量75L/s；支管道长约0.9km，发育方向N30°W。埋深约80m，平均坡降约12%，出口高程793m，出口处枯季地下水流量75L/s。

摆纪豆腐桥岩溶管道水系统两侧为青岩组第一段（T2q1）及青岩组第三段（T2q3）隔水岩组，系统发育于强透水岩组关岭组（T2g）及青岩组第二段（T2q2）灰岩地层中，管道沿线多发育岩溶洼地及落水洞，由于隔水岩组岩层产状较缓（20°～30°），所以地下水循环深度不大，迳流方向明显。

5.4.6.4 施工期对隧洞周边地下水质影响预测

（1）预测模型介绍

根据项目设计要求，研究区的三维水文地质结构模型和三维地下水渗流模型采用 GMS 10.2 软件进行建模。GMS 软件模块多，功能全，可以用来模拟与地下水相关的所有水流和溶质运移问题。它集成了 MODFLOW、MT3D、MODPATH、ART3D、FEMWATER、SEEP2D 等程序包。同其它类软件相比，GMS 软件除模块更多之外，各模块的功能也更趋完善。现将本研究需要用到的模块简介如下。

1）MODFLOW 模块

程序结构的模块化：MODFLOW 包括一个主程序和若干个相对独立的子程序包（Package）。每个子程序中有数个模块，每个模块用以完成数值模拟的一部

分。例如河流子程序包用来模拟河流与含水层之间水力联系；井流子程序包用来模拟抽水井和注水井对含水层的影响。

离散方法的简单化：MODFLOW 采用有限差分法对地下水流进行数值模拟。差分法易于程序的普及和数据文件的规范。其主要缺点是当对某些单元网格加密时，会增加许多额外不必要的计算单元，延长程序的运行时间，随着计算机速度的迅速提高，计算机受网格数量的限制越来越小，差分法的优势越来越大，MODFLOW 解决地下水流运动问题已经将含水层剖分到多达 360×360×18 个网格单元。

MODFLOW 引进了应力期（Stress Period）概念：它将整个模拟时间分为若干个应力期，每个应力期又可再分为若干个时间段。在同一应力期，各时间段既可以按等步长，也可以按一个规定的几何序列逐渐增长。而在每个应力期内，所有的外部源汇项的强度应保持不变。这样就简化、规范了数据文件的输入，而且使得物理概念更为明确。

求解方法的多样化：迄今为止，MODFLOW 已经含有强隐式法、逐次超松弛迭代法、预调共轭梯度法等子程序包。MODFLOW 的求解子程序包多样化，应用范围也更为广泛。大量实际工作表明，只要恰当使用，MODFLOW 也可以用来解决裂隙介质中的地下水流动问题。

2）MT3D 模块

MT3D 可以用来模拟可溶性污染物在地下水中的对流、弥散、扩散作用和一些基本的化学反应过程，能够有效处理各种边界条件和外部源汇项。模型中的化学反应主要是一些比较简单的单组分反应，包括平衡或非平衡状态的线性或非线性吸附作用、一阶不可逆反应（如生物降解等）和可逆的动态反应等。MT3D 能够适用于各种水文地质条件，包括：①承压、无压或承压-无压含水层；②倾斜或厚度变化的含水层；③指定浓度或通量边界条件；④蒸发、抽水井、河流等多种外部源汇项。

MT3D 采用块中心的有限差分网格来对评价区进行离散，其节点位于每个网格的中心。在计算时，首先采用 MODFLOW 模型确定评价区各节点上的水头，然后将水头作为 MT3D 的输入数据，通过求解对流-弥散方程即可得到污染物浓度在这些节点上随时间的变化规律。

（2）模型参数选择

参数确定是建立数值模型的关键。一般来说，模型参数与实际参数有一定的区别，这种区别表现在：（1）由于模型结构与实际地下水系统结构不一致，只能在一定精度下建立等效模型，因此，用模型识别方法得到的参数，只能是等效参数；（2）用抽水试验、土工试验等方法确定的参数具有局部性，是不能够满足区域范围的参数要求。为此，确定模型参数时，以岩性分布为基础，以抽水试验和土工试验参数为约束，以水位动态观测资料为拟合要素，应用数值模拟模型识别方法来确定模型参数。

1）渗透系数

岩体渗透性参数目前主要通过压水试验、注水试验等现场原位获得，此外还可通过取样进行室内试验的方式获得。前者尺度大，对于工程有直接应用的价值，后者尺度较小，可作为参考。本项目结合钻孔压水试验，并对比了同类型的工程实例，进行了渗透系数的选取。

考虑岩体各向异性，其渗透系数按照三维取值，各岩性的渗透系数见表 5.4.6-1。

表 5.4.6-1　　岩体的渗透系数

地层代号	岩性描述	渗透系数（m/d）	
		$K_x=K_y$	K_z
Q	第四系沉积物	0.864	0.0864
T_2g、T_2q^2、T_2f^2	灰岩，落水洞发育，强含水层	4.32	0.432
T_2f^{1-2}	薄层灰岩、泥质灰岩，落水洞发育，含水岩组	1.728	0.1728
$Є_{2-3}ls$、P_2c、T_1d、T_1a	薄层灰岩、白云岩，裂隙水，中等含水岩组	0.1728	0.0864
T_2f^{1-1}	薄层粉砂岩、紫红色泥岩、页岩，裂隙水，弱含水层组	0.00432	0.000432
T_2q^1、T_2q^3	页岩、泥岩，隔水层	0.001728	0.0001728

2）降雨入渗系数

降雨入渗补给系数，受多种因素影响。不同的区域，对应着不同的结果，即使同一区域由于地下水位的埋深变化降雨入渗补给系数也在变化。在中国的北方，由于降雨较少，当地下水位埋深较大（一般大于 7m）的时候，地下水获得的降雨补给较少，甚至多年没有补给。地下水位并不像我们传统意义上的随季节明显变化。大埋深的地下水补给表现出来的滞后性通常并没有什么明显的规律。况且

开采的影响也可能导致地下水位的变化不遵循传统的随季节波动的观念。因此在地下水数值模拟的观测孔动态拟合中片面的追求降雨与地下水位的波动相一致是没有必要的。

模型输入时的参数 Rechargerate 项等于降水强度与降雨入渗系数的积，降雨入渗系数在枯水年平均有效降雨入渗系数为 0.35，丰水年为 0.57，参考其他文献和区域的地形和岩性特征，区域的降入入渗分区及参数取值可见表 5.4.6-2。

表 5.4.6-2　　不同岩性对应平均降雨入渗系数

岩性	第四系	砂岩	灰岩	泥灰岩	页岩
入渗系数	0.35	0.2	0.6	0.5	0.10

注：表中有效降雨入渗系数值是地形比较平坦的区域。针对不同地形，按照高程等高线进行分区，岩溶洼地汇水范围以及山谷、洼地等地区，降雨入渗系数调整为0.8，其他地形较陡的斜坡区域降雨入渗系数减小为0.1。

3）弥散系数

水动力弥散系数是表征在一定流速下，多孔介质对某种污染物质弥散能力的参数，它在宏观上反映了多孔介质中地下水流动过程和空隙结构特征对溶质运移过程的影响，单位常用 m^2/s。水动力弥散系数是一个与流速及多孔介质有关的张量，即使几何上均质，且有均匀的水力传导系数的多孔介质，就弥散而论，仍然是有方向性的，即使在各向同性介质中，沿水流方向的纵向弥散和与水流方向垂直的横向弥散不同。一般地说，水动力弥散系数包括机械弥散系数与分子扩散系数。当地下水流速较大以致于可以忽略分子扩散系数，同时假设弥散系数与孔隙平均流速呈线性关系，这样可先求出弥散系数再除以孔隙平均流速便可获取弥散度。弥散度只与介质本身特征有关。

弥散系数或弥散度的确定常用室内试验和野外试验法，常用方法有单井注-抽试验、双井抽-注试验或者多井试验、双排井试验和物探技术法。其原理是根据实验结果与相关解析解的拟合来确定弥散系数值。

研究发现，弥散度具有尺度效应，弥散度随测量尺度的增大而增大。另外，在实验室内测得的弥散度比同类介质在野外条件下所求得的结果相差几个数量级，见表 5.4.6-3 和图 5.4.6-3。

表 5.4.6-3　　野外弥散试验方法及弥散系数值域统计

	示踪剂平均传播距离（m）	方法	纵向弥散度 α_L（m）	横向弥散度 α_T（m）
野外试验区	局部规模（2~4）	单井注-抽试验	0.001~0.7	

	整体规模Ⅰ（4~20）	双井抽-注试验或者多井试验	0.3~15.2	
	整体规模Ⅱ（20~100）	双排井试验	15.2~38.1	10.4
	区域规模（大于100）	借助物探技术	5~200	0.6~138

Xu 和 Eckstein（1995）将所有数据进行回归分析，得到一非线性关系，为：

$$\alpha_L = 0.83(\log L_s)^{2.414} \qquad （5.4.6\text{-}1）$$

式中：α_L 为纵向弥散系数；Ls 为观测尺度。

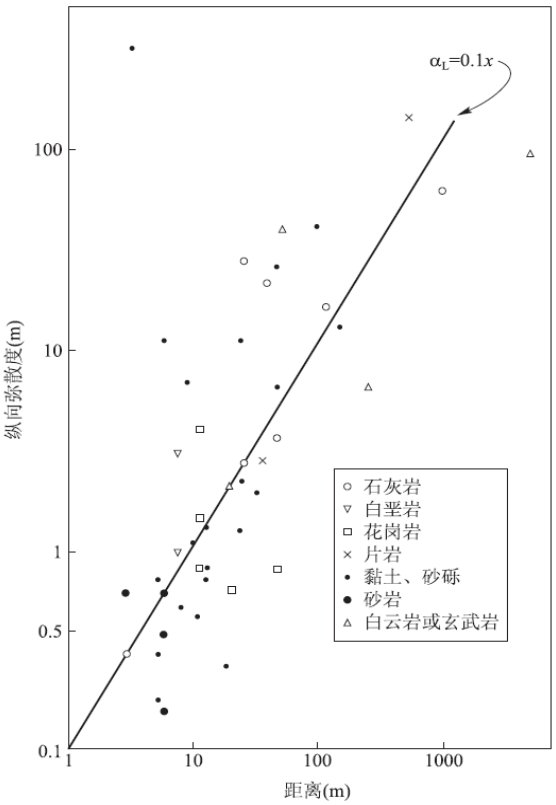


图 5.4.6-3　纵向弥散度野外测量值为测量尺度的函数

通常情况下，随着野外尺度的增大，弥散度的变化速率相应减小。在大于几千米的野外尺度下，表现弥散度距离随着距离变化非常小。模型的弥散度计算按照 5.4.6-1 式完成，弥散系数的计算等于弥散系数乘以水流平均流速。纵向弥散系数为横向及垂向弥散系数的十倍。

（3）模型建立

1）概念模型

根据渣场区域的水文地质结构和相应的边界，工程区含水岩组与隔水岩组相间分布，西侧深切的鱼梁河、南部的阿里堡河与北（北东）侧深切的浪坝河构成该区岩溶管道裂隙水排泄基准面，模型的边界见图 5.4.6-4。

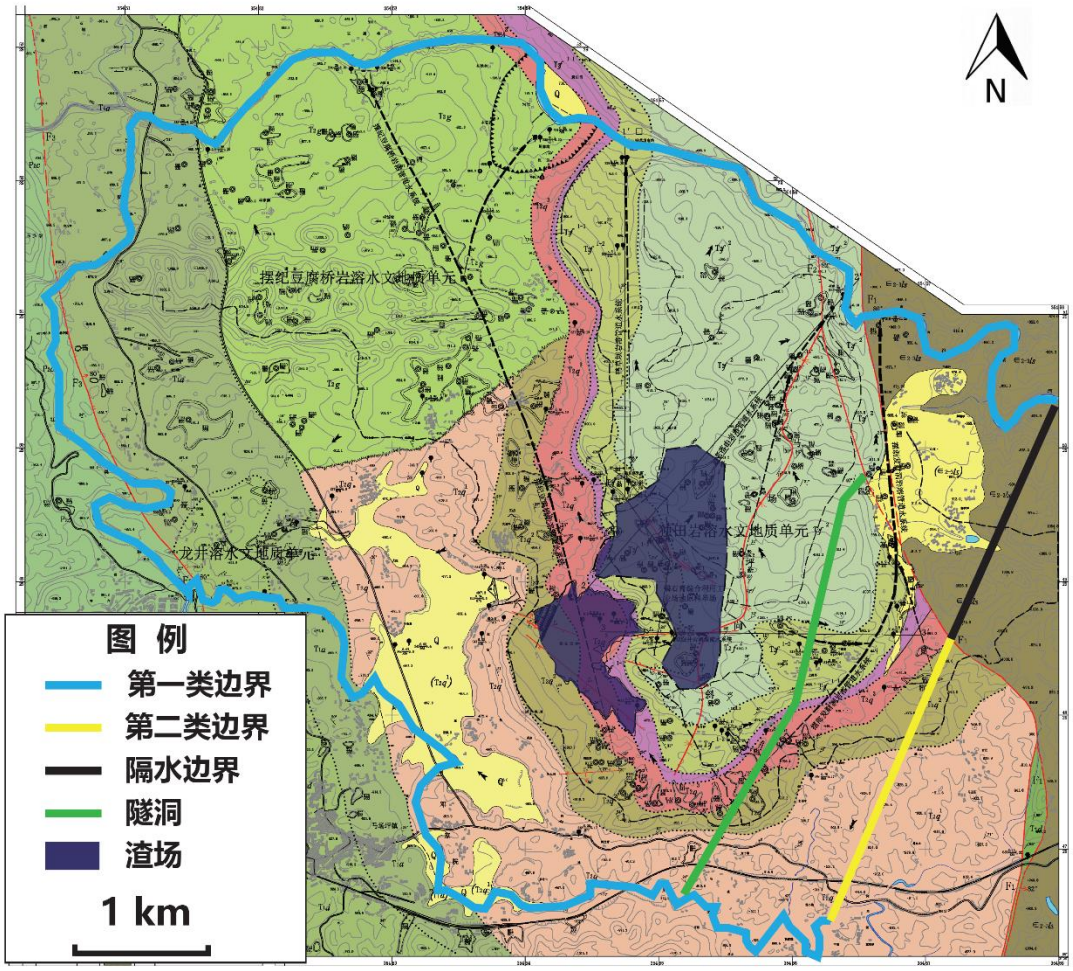


图 5.4.6-4 模型边界区域及边界类型

评价区面积约为 30km^2，区域内地下水大体分为 3 个水文地质单元，即独田岩溶水文地质单元、摆纪豆腐桥岩溶水文地质单元和龙井岩溶水文地质单元。其中，隧洞工程密切相关的田岩溶水文地质单元发育的主要岩溶管道水系统有：六股井—鸭草坝 S29 号泉水的鸭草坝岩溶管道水系统、老落凼—W21 号洼地—浪坝河坎 S21、S22 号泉水的老落函岩溶管道水系统、摆郎—大坪—发财洞 S19 号泉水的摆郎发财洞岩溶管道水系统，以及原料堆场场址区的双眼井 S4 号泉岩溶地下水系统。

地下水主要赋存为灰岩和局部的第四系中，导水通道主要为导水性断层和岩溶管道。浅层水的补给来源主要为降水，开采、蒸发、泉为主要排泄途径。深层水补给来源主要来自上层下渗、区域地下水的循环，开采、泉和侧向排泄为主要

排泄途径。区域内的断层、天窗使得上下含水层相互串通，成为统一的混合含水层。将评价区地下水水流系统概化为非均值各项异性三维流动系统。主要边界的设置如下：

①第一类边界条件（已知水头边界条件）

西侧深切的鱼梁河、南部的阿里堡河与北（北东）侧深切的浪坝河为已知边界条件，其水位根据地表水水位确定。

②第二类边界条件（已知流量边界条件）

东北侧一线为断层隔水边界，即垂直于该边界方向流量为 0。东南段取流量边界。其他位置的边界根据泉流量大小，为已知流量边界条件，上部潜水面边界接受大气降水入渗补给，为补给边界，如图 5.4.6-4 所示。

底部边界定为第二类边界条件，根据钻孔资料，高程在 600m 左右，在局部导水断层和灰岩段会有垂向渗流，但渗流量很小。因此高程 600m 的底部边界定为隔水边界。

2）概念模型

①水流模型

通过概化得到的非均值各向异性等效连续介质模型，地下水非稳定运动数学模型可见 5.4.2-1。

A、溶质运移模型

溶质运移控制方程为

$$R\theta\frac{\partial C}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x_i}\left(\theta D_{ij}\frac{\partial C}{\partial x_j}\right)-\frac{\partial}{\partial x_i}(\theta C v_i)-WC_s-WC-\lambda_1\theta C-\lambda_2\rho_b\overline{C} \qquad (5.4.6\text{-}2)$$

式中：R-阻滞系数；ρ_b-介质密度；θ-介质孔隙度；C-地下水中组分质量浓度；$\overline{C}$-介质骨架吸附的溶质质量浓度；t-时间；D_{ij}-水动力弥散系数张量；v_i-地下水渗流速度；W-水流的源和汇；C_s-源中组分的质量浓度；λ_1-溶解相一级反应速率；λ_2-吸附相反应速率。

初始条件

初始条件是指在初始时刻t=0时评价区域Ω内各点上的浓度分布

$$C(x,y,z,t)=C_0(x,y,z) \qquad t=0,(x,y,)\in\Omega \qquad (5.4.6\text{-}3)$$

式中：$C_0(x,y,z)$-评价区内已知浓度分布。

边界条件通常是指在评价区域的边界线上溶质浓度或浓度通量的变化情况。通常以第一类边界条件为常见。

在边界Γ_1处，溶质浓度已知为$f(x,y,z,t)$，则边界条件称为已知浓度边界或称第一类类边界，可表示为：

$$C(x,y,z,t)=f(x,y,z,t) \qquad (x,y,z)\in\Gamma_1 \tag{5.4.6-4}$$

对于边界流速比较大的已知浓度的入渗问题，经常可以表达为这类边界条件。

边界Γ_2处，已知浓度梯度，称为第二类边界，即：

$$\left(D_{ij}\frac{\partial C}{\partial X_j}\right)n_i=q(x,y,z,t) \qquad (x,y,z)\in\Gamma_2 \tag{5.4.6-5}$$

式中：q是已知函数，n_i是方向余弦，当多孔介质的外界为隔水、隔溶质的不透水岩体时，通过边界的流量与溶质通量都为0。此时q=0。

3）数值模型

根据项目要求，评价区地地下水数值模型采用GMS10.2软件进行数值离散。

① 网格剖分

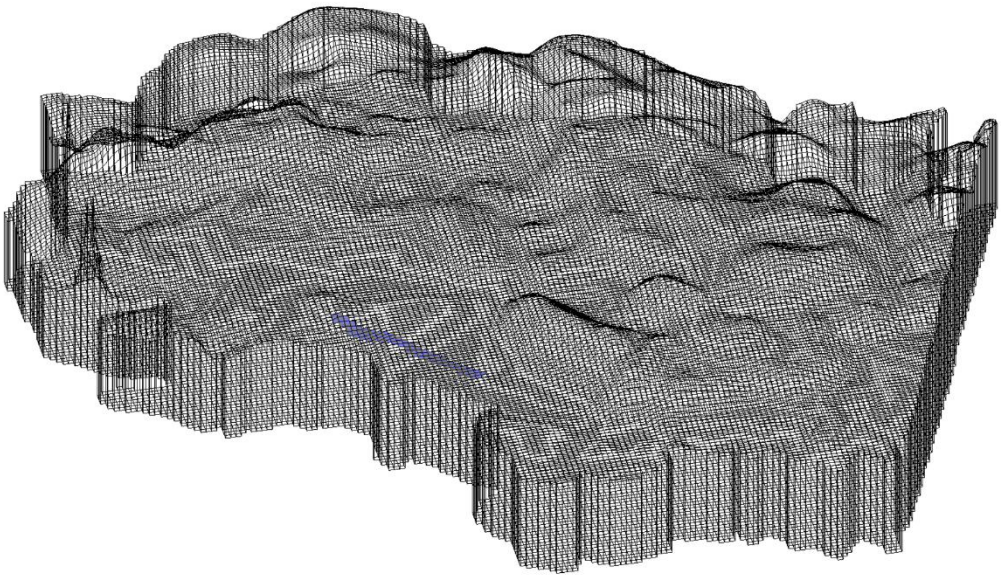
建立了地下水渗流的概念模型和数学模型之后，要对渗流区进行离散化（剖分）。将复杂的渗流问题处理成在剖分单元内简单的规则的渗流问题。无论是用有限元法或是用有限差分法进行数值计算。计算结果的精度和可靠性、收敛性及稳定性在很大程度上取决于单元的剖分方法及单元剖分程度，在离散化时遵循两条基本原则。

几何相似。要求物理模拟模型从几何形状方面接近真实被模拟体。

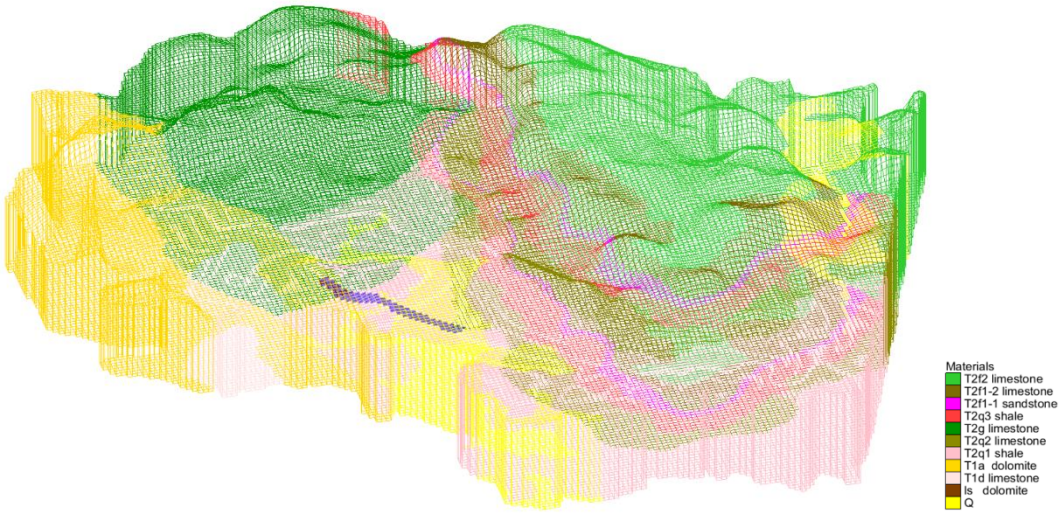
物理相似。要求离散单元的特性从物理性质方面(含水层结构、水流状态)近似于真实结构在这个区域的物理性质。

网格剖分对计算的精度，及计算的效率有很重要的影响。区域的三维尺度在X方向上长度为为8349.66m，Y方向上长度为7492.21m，Z方向的长度为500m。由于本研究是区域模拟，因此对模拟区域水平网格和Y方向网格均为200个网格单元m。据钻孔三维地质可视化模型获得的地层岩性，模拟区域在垂向上共分为5层。其它层位z方向上的标高根据顶板标高的差异平均其在垂向上的差异。

因此模型模拟区平面上分为 40000 多个网格，节点 80802 个。其中，整个模拟区约被分为 19717 多个有效单元。模拟区域剖分图如图 5.4.6-5。



（a）网格剖分



（b）岩性三维分区

图 5.4.6-5 评价区网格剖分及岩性分区三维示意图

②初始条件

故模型应用现场统计的水位为初始水头。

A、边界条件

根据上节讨论，边界类型为第一和第二类边界，主要由以下三部分组成：

侧向边界

基岩地下水侧向补给量计算公式

$$Q_{侧}=I \cdot L \cdot T/86400 \quad (5.4.6\text{-}6)$$

式中：$Q_{侧}$为侧向补给量（m^3/s）；I 为水力坡度；L 为过水断面长度（m）；T 为导水系数（m^2/d）而边界补给各含水层的情况通过钻孔资料确定。把侧向补给量分配到相应的层面上。

分配原则

$$Q_1/Q_2=T_1/T_2 \quad (5.4.6\text{-}7)$$

式中：Q_1、Q_2 为补给量，T_1、T_2 为层 1、2 的导水系数。

在模拟过程中有小部分的流量边界，利用水均衡原理进行适当的分配。

底部边界:定为第二类边界条件，根据钻孔资料深度在 600m 左右，在局部导水断层和灰岩段会有垂向渗流，但渗流量很小，因此本次模拟中定为隔水边界。

上部边界:上部边界为自由潜水面，作为潜水面边界，其边界条件由大气降水入渗、蒸发排泄等因素确定，这些参数已在上节内容讨论。

（4）模型识别校正

1）识别方法

拟合在地下水流数值模拟中占有很重要的地位，正确理解和进行拟合对于提高数值模拟的质量是至关重要的。地下水流数值模型是人们对地下水流客观认识的一种表达形式。具体的地下水流是模型的原型。拟合则是要求数学模型与流场原型达到科学的相似，即达到与原型等效。进行拟合的过程就是不断改正错误认识，不断修正数学模型。对于地下水流问题，要使模型和原型拟合很好，必须对原型有足够的认识，即对含水层的结构、边界条件、地下水的形成机制以及运动规律等有全面了解，这样才容易拟合。

模型识别是一个参数调节的过程，大多采用间接法反求水文地质参数，用尽可能多且分布比较均匀的观测孔进行水位拟合。一般在资料充足的条件下：

①根据评价区内尽可能多的观测孔进行拟合，作为对模型的识别；

②绘出模型运行过程中某些时刻的实测水头等值线图，将其与模拟得出的相应时刻的水头等值线图进行对比，即流场对比；

③对区域内水均衡进行对比，从而确定模型参数。

本区域的面积很大，钻孔水位资料缺乏，因此无法绘制区域的地下水等水位线图。因此，本区域模型的拟合将结合现场勘查所得的水位资料进行。

2）识别资料

利用掌握的泉口标高定为校正水位。通过数值模型计算出水头分布值并与观测水头值进行对比。如果计算水位与实际水位相差较大，则需先分析出现误差的原因，然后根据参数的变化范围进行调整，也可调整部分补排项（实测资料也可能存在误差），直到水位拟合较好为止。从而最终确定地下水系统的空间参数分布及补排关系。

3）拟合

拟合程度的优劣是检验模拟模型能否充分反映水文地质实体模型的重要依据，它是确定地下水数值模拟模型的关键。由于地下水水位的时空变化规律能充分反映地下水系统的结构及各种输入信息（排水量、降水量等）的特征，所以数值法是以水位观测数据为准，以使计算水位与其误差最小为目的，对模型及参数进行调整。

长期以来，对在计算区内选取多少水位观测孔做拟合孔，各观测孔的间距是多少也没有一个量的标准，致使不少建模者片面的追求拟合效果而任意调整模型参数，甚至改变含水层的边界条件及源（汇）项等原始数据。这种做法不仅容易使模型脱离实际的水文地质条件，而且还造成模型的多解性。

校正模型应以调整含水层的水文地质参数为主，水文地质参数虽可调整，但有一定的范围，应以不脱离实际的水文地质条件为准。更不能改变参数的数量级。计算区应选有足够数量且有一定代表性的长期观测孔（或抽水试验水位观测孔）做为水位拟合时的拟合孔。不同的含水层、不同的水文地质分区及边界上都应布置有一定的观测孔做为拟合孔。

通过适当地调整模型参数，使拟合孔实际水位与计算水位相吻合。判断拟合效果好坏，要计算水位与观测水位特征是否一致；拟合后反求出的模型参数是否与实际的水文地质条件匹配。区域内计算值与观测值的误差可见图 5.4.6-6。

由图可知，拟合后的水位误差值均应小于 3m。

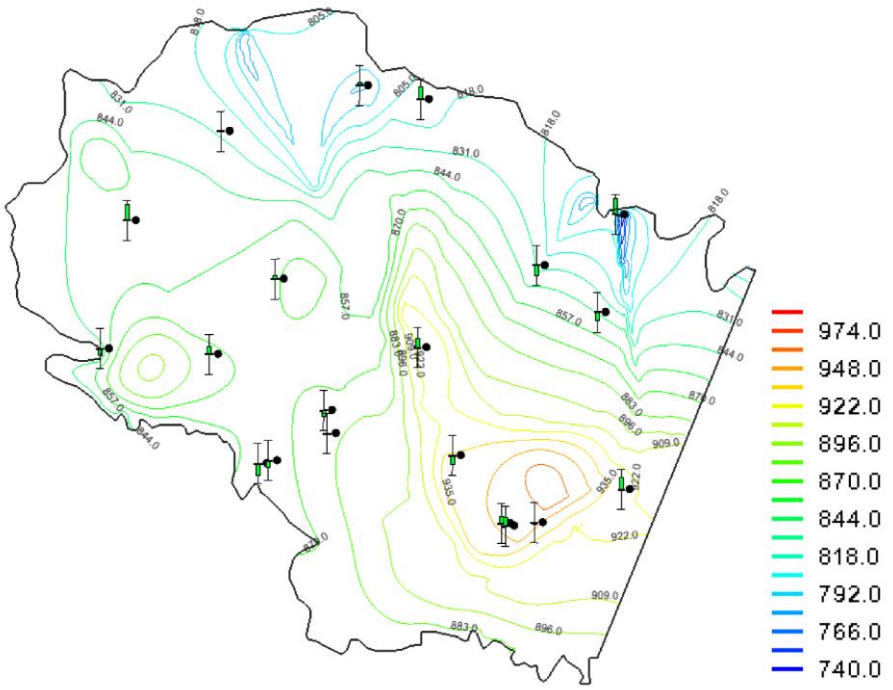


图 5.4.6-6　评价区内不同钻孔长观水位变化情况及地下水渗流场模拟图

（注：绿色代表误差小于2m，黄色代表误差小于3m）

（5）隧洞施工地下水影响预测

① 地下水渗流场分布

隧洞施工开挖后的地下水渗流场模拟情况可见图 5.4.6-7。本报告的施工工况为全段开挖且不衬砌、不灌浆。

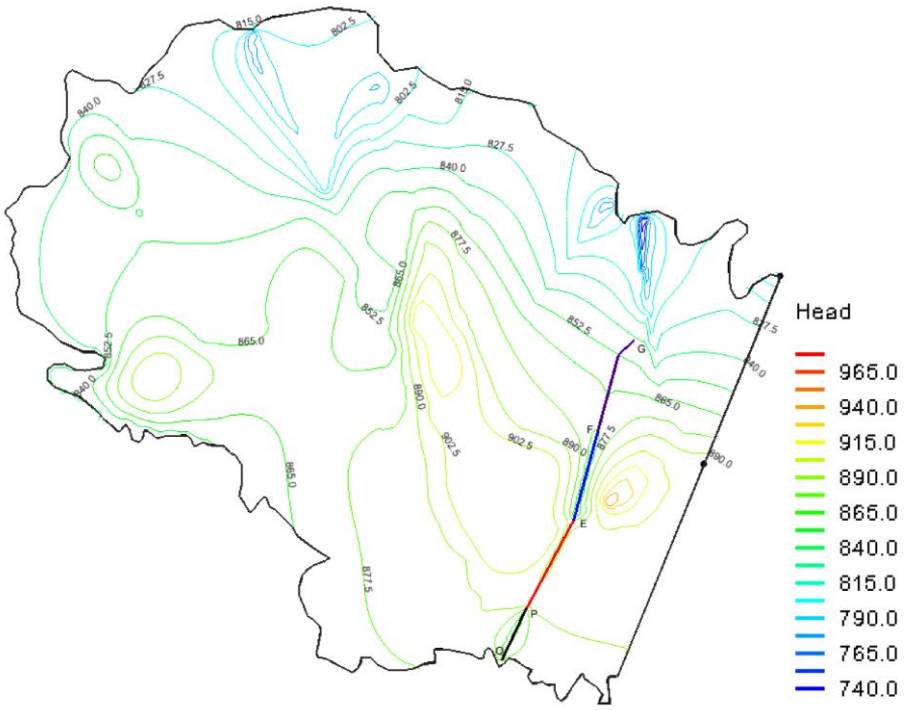


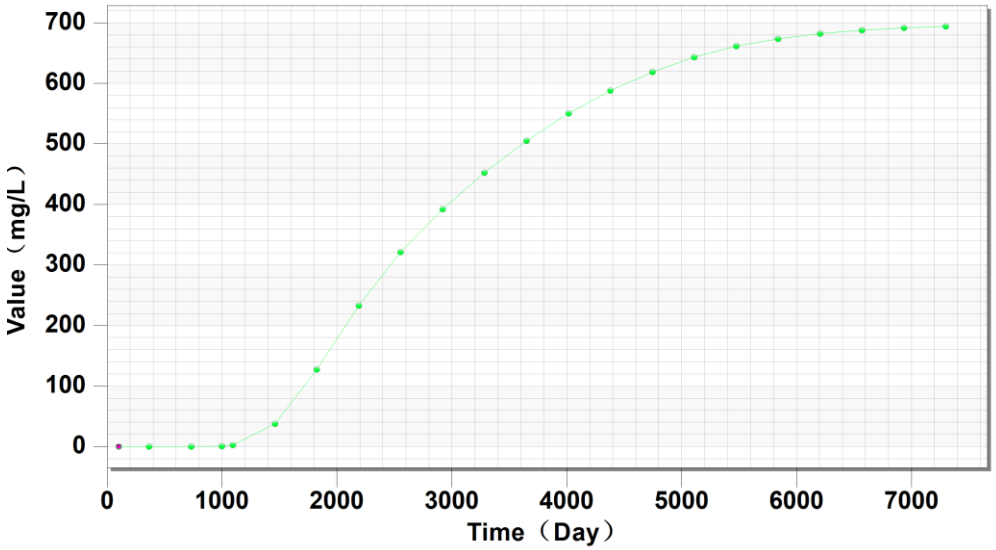
图 5.4.6-7　评价区内地下水渗流场模拟图（隧洞施工条件下）

由结果可知，在施工后形成了新的地下水渗流场，隧洞的开挖面形成了新的地下水排泄通道，地下水的渗流方向亦发生改变。由模拟可知，隧洞开挖的涌水量预测为 1722.8m^3/d。由于实际施工时会及时灌浆、衬砌，因此，实际的涌水量会小于预测值。本报告按照最不利工况预测。

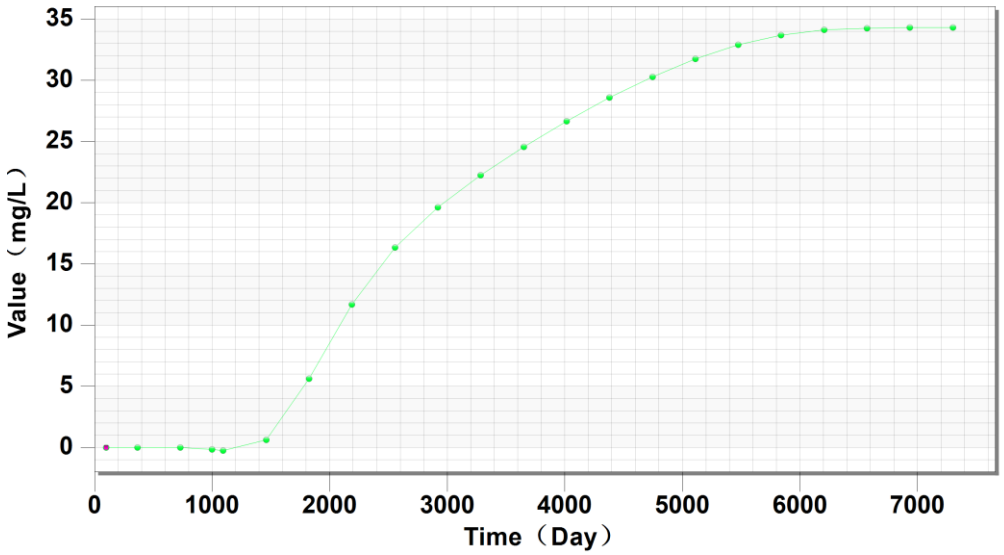
② 地下水水质影响预测

由现场调查和已有研究成果可知，摆纪渣场投入使用后，2002 年出现渗漏，2006 年瓮福集团引进美国先进的磷石膏渣场铺膜防渗及堆存技术，虽阻断铺膜防渗后固结水的渗漏，但原 1500 万吨渣所含固结水仍有部分要释放到环境中，目前瓮福集团已在发财洞处设置污水处理站，处理发财洞流出的污水。

根据已有文献和资料，摆纪渣场的渗漏量约为 300m^3/d，渗漏液中磷的浓度约为 3000mg/L，本次渗漏量取渗漏液的 10%，按摆纪和独田渣场均渗漏的情况预测隧洞开挖下地下水中磷迁移情况，预测结果见表 5.4.6-4。



（1）隧洞终点处水质预测（桩号 Y8+999）



（2）隧洞影响末端处水质预测（桩号 Y8+300）

图 5.4.6-10 隧洞开挖下隧洞不同影响点位磷渗漏预测

表 5.4.6-4 隧洞开挖下摆纪和独田渣场磷渗漏预测统计

地点	参数	100 天	1000 天	10 年	20 年
摆纪渣场	中心点浓度（mg/L）	3000			
	最大超标距离（m）	603	812	1425	1612
	超标范围（km^2）	0.15	0.22	0.42	0.67
独田渣场	中心点浓度（mg/L）	3000			
	最大超标距离（m）	562	1917	2676	2785
	超标范围（km^2）	0.23	1.03	2.08	2.42

由预测可知，隧洞开挖（裸洞开挖）时，污染羽的整体运移方向仍是向浪坝河方向，但是隧洞开挖会造成污染物向隧洞方向偏移，并在 750 天时污染物会到达隧洞处，在预测期间内，桩号 Y8+300~Y8+999 段的隧洞开挖（或者运营期不衬砌）会受到磷污染的影响，最大污染浓度可达到 700mg/L。

如果施工期对隧洞洞壁进行衬砌（设置衬砌的渗透系数为 1.0×10^{-7}cm/s 的情况），预测衬砌工况下渣场渗漏对隧洞水质的影响。由预测可知，衬砌工况下污染羽的整体运移方向仍是向浪坝河方向，但是不会造成污染物向隧洞方向偏移，污染物不会进入到隧洞当中。

5.4.6.5 运行期对隧洞周边地下水质影响预测

运行期对隧洞周边地下水环境影响预测按照隧洞完成衬砌后的情况进行，预测最有可能受到影响的隧洞终点处磷浓度的变化趋势，预测结果见图 5.4.6-12。

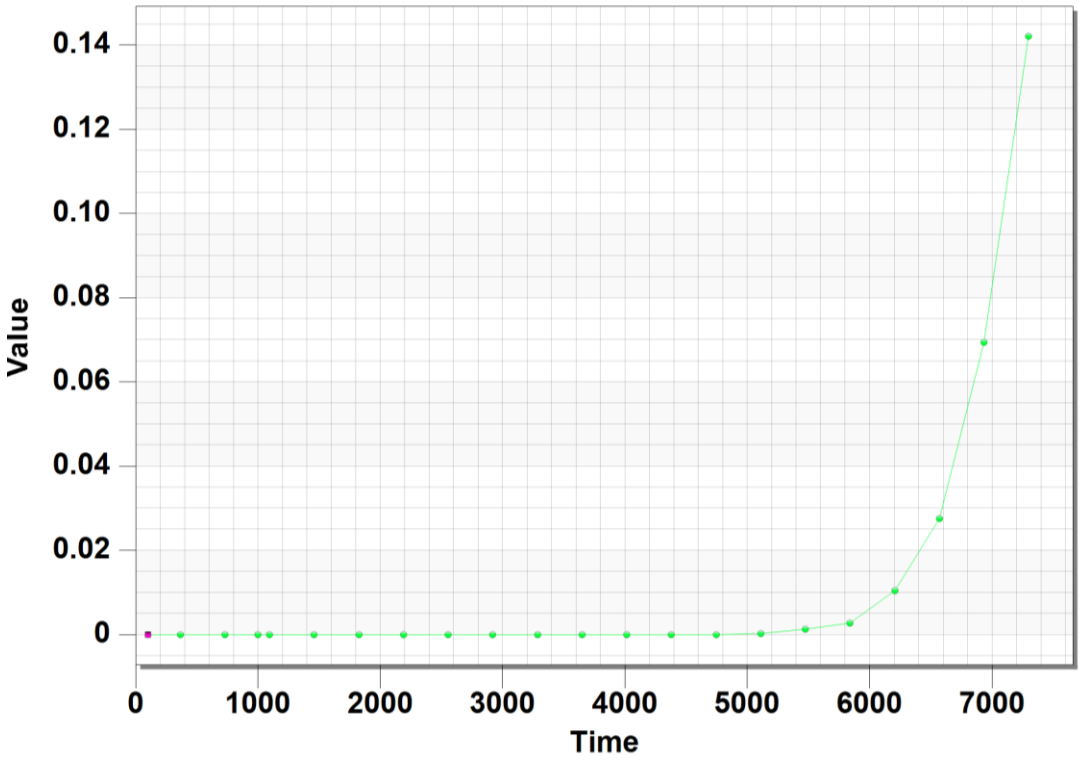


图 5.4.6-12　运行期对隧洞终点处磷浓度预测

由预测可知，运行期（衬砌工况下）隧洞终点处磷浓度一直上升，但是最大值未超过 0.2mg/L（标准值），因此，运行期对隧洞周边地下水环境影响较小。

5.5 陆生生态影响

5.5.1 陆生生态影响

5.5.1.1 施工期影响

（1）对陆生植物的影响

1）工程占地对植物植被的影响

A、水源枢纽区

水源枢纽区占地总面积 101.81hm^2，其中永久占地面积 24.92hm^2，永久占地区土地利用类型以耕地为主；临时占地面积 76.89hm^2，临时占地区土地利用类型以耕地为主。枢纽建设区占地对耕地影响较大。

表 5.5.1-1　　水源枢纽区土地利用现状

类别	耕地	园地	林地	草地	水域	其它土地
临时占地面积（hm^2）	49.98	0.00	26.91	0.00	0.00	0.00
占临时占地总面积比例（%）	65.00	0.00	35.00	0.00	0.00	0.00
永久占地（hm^2）	13.36	0.00	7.91	0.28	1.55	1.82
占永久占地总面积比例（%）	53.60	0.00	31.73	1.13	6.21	7.32

总占地面积（hm^2）	63.34	0.00	34.82	0.28	1.55	1.82
占枢纽建设区总面积比例（%）	62.21	0.00	34.20	0.28	1.52	1.79

永久占地区施工将使区域内土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。水源枢纽区临时占地对占地区植物及植被的影响是暂时的、可恢复的。根据现场调查，永久占地区耕地上植被以栽培植物为主，主要为农作物，常见的农作物有玉米、小麦、油菜等；林地上植被以人工林为主，主要为杉木、楸、杜仲、油桐、梨、杉木、木犀等，自然植被多零星分布，常见的群系有构树群系、马桑群系、粗叶悬钩子群系、蕨群系等，常见的植物有柏木、亮叶桦、刺槐、火棘、扁核木、小果蔷薇、响叶杨、山莓、水麻、楝、女贞、粗叶悬钩子、竹叶花椒、小叶女贞、求米草、益母草、牛膝等；水源枢纽区占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此水源枢纽区占地对植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量，水源枢纽区永久占地区植被损失的生物量约为 520.14t，占评价区总生物量的 0.27%，变化幅度不大，且施工结束后植被恢复措施的会在一定程度上缓解其影响。临时占地区植被损失的生物量约 1549.33t，占评价区总生物量的 0.85%，变化幅度不大，随着施工结束，临时施工区植物及植被在适宜条件下可迅速得到恢复，此外，工程施工结束后，对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复，可使得临时占地区植物种类多样性、植被类型均有所增加。

B、输水系统工程区

输水系统工程区占地面积 199.56hm^2，其中永久占地面积 29.76hm^2，永久占地区土地利用类型以耕地为主；临时占地面积 169.81hm^2，临时占地区土地利用类型以耕地为主。输水区占地对耕地影响较大。

表 5.5.1-2　　输水系统工程区土地利用现状

类别	耕地	园地	林地	草地	水域	其它土地
临时占地面积（hm^2）	110.82	0.00	58.99	0.00	0.00	0.00
占临时占地总面积比例（%）	65.26	0.00	34.74	0.00	0.00	0.00
永久占地（hm^2）	19.42	0.00	10.34	0.00	0.00	0.00
占永久占地总面积比例（%）	65.26	0.00	34.74	0.00	0.00	0.00
总占地面积（hm^2）	130.24	0.00	69.32	0.00	0.00	0.00
占枢纽建设区总面积比例（%）	65.26	0.00	34.74	0.00	0.00	0.00

结合具体工程布置，根据现场调查，输水区耕地上植被多以农业植物为主，

常见的农作物有小麦、油菜、蚕豆、土豆等；林地上植被以经济林、针叶林、灌丛为主，主要为梨、杉木、桃、银杏、杉木、楸等，常见的群系有柏木群系、响叶杨群系、马桑群系、火棘群系等，常见的植物有黄连木、化香树、黄荆、小果蔷薇、皱叶荚蒾、扁核木、李叶绣线菊、单瓣缫丝花、苎麻、野艾蒿、白茅、五节芒等。受输水区占地影响的植物均为常见种，受输水区占地影响的植被均为常见类型，因此输水区占地对区域植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量，输水区植被损失的生物量约780.80t，占评价区总生物量的0.43%，占用的比例较小。因此，输水区占地对区域植物及植被的影响较小。工程结束后将采取恢复措施，因此其影响只是在施工期间，由于工程施工时间较短，采取适当的措施后，其施工期的影响较小，工程完工后可以得到较快的恢复，故本工程建设过程中，对当地植物被影响较轻。

2）隧洞工程施工对植物及植被的影响

根据工程布置，本工程输水线路区布置有隧洞2座，隧洞长分别为为8.99km、2.43km，隧洞内径2.5m、2.0m。隧洞工程采掘强度不大，隧洞主体工程与地表距离平均在150m左右，隧洞工程区出现采空塌陷的可能性较小，但可能会导致隧洞上方局部地表水漏失及地下水的径流改变，影响植物的生命活动及其生长环境。

通过现场调查，隧洞上方主要的农作物有小麦、油菜、土豆等，主要的经济树种有梨、楸、杉木等，主要的群系有马尾松群系、枫香树群系等，常见的植物有麻栎、白栎、茅栗、黄连木、山胡椒、火棘、杜鹃、五节芒等，隧道上方植物均为中生植物，在形态结构上既有旱生结构，同时又具有湿生结构，其生理特性也是介于旱生植物和湿生植物之间，所以对生境的适应能力强，另一方面该地区气候温暖湿润，冬暖春长，秋短夏长、初夏多雨、盛夏炎热、多伏旱、秋多阴雨、湿度大、风力小、云雾多、日照少、春早的气候特点，既减缓了植物的蒸腾作用，水分又可以以露和雾的形式进入植物体内，维持植物体内水分平衡。而且在植物生长期内雨量多，因此本工程隧道施工引起的地表水漏失及地下水径流的改变对隧道上方植物及植被的影响较小。

（2）对陆生动物的影响

1）两栖动物

水源枢纽区的两栖动物物种较为丰富，且主要分布在淹没区黄丝村磴边附近

沿岸、新庄村附近沿岸、老院坝段沿岸、比纪段沿岸以及下甲撒段沿岸。施工期，水源枢纽区工程的主坝建设、生活设施的建设占地会占用部分两栖类的生境，导致其生境范围有所缩小。水源枢纽工程施工期的围堰废水、机械含油废水、生产废水及生活污染等事故排放至坝区周边河流，对枢纽区的两栖类栖息活动生境造成污染。水质的破坏，如一些含铝酸盐、磷酸盐的水泥渣土溶于水会造成水体的pH 值和无机盐浓度的改变，将破坏两栖类体内的水盐平衡，可能会导致其因为失水和积累盐分而死亡。另外，沼水蛙、泽陆蛙等两栖类肉味鲜美，有一定经济价值，施工人员进驻，人为干扰增多，如不加强对施工人员管理，某些蛙类可能会遭到捕食。此外，爆破、施工人员活动等噪音会对两栖类造成惊吓，驱赶这些这两栖类暂时离开栖息地。

输水系统工程区分布的的两栖类主要有中华蟾蜍、黑框蟾蜍、泽陆蛙、沼水蛙等当地常见种，主要为静水型和陆栖型，多分布于供水管道沿线的农田附近。输水区内的泵站、进水池、出水池建设会永久占用部分两栖动物的生境，渣料场等也会临时占用两栖类的部分生境，但由于输水线路工程内的永久占地和临时占地面积较小，且该区域分布的两栖类较少，因此，占地对两栖类影响较小。此外，施工期间的机械噪声、人为活动噪声以及隧洞的爆破噪声等都会对两栖类造成惊吓，驱赶这些两栖类暂时离开栖息地，但由于输水线路附近水源少，两栖类分布较少，而且噪声在施工结束后就停止，因此影响小且短暂。

2）爬行动物

水源枢纽区的爬行类多为灌丛石隙型和林栖傍水型种类，如王锦蛇、黑眉锦蛇和中国石龙子等，它们在各施工道路两边的林地灌丛中栖息活动，在修筑大坝、厂房、整修施工道路期间，其生境会被占用或污染，个体也会被噪声驱赶，因此，施工期间，它们将远离工程影响区，在枢纽区受影响以外的区域寻找相似生境，由于水源枢纽区周围相似生境丰富，因此，生境破坏及噪声驱赶对其影响较小。

输水系统工程区有爬行动物 20 种，分布的主要是灌丛石隙型和林栖傍水型的中国石龙子、北草蜥、草腹链蛇、赤链蛇、乌梢蛇等。输水线路施工期对爬行类的影响主要为生境占用和施工噪声驱赶，但由于周边替代生境较多，且工程占地面积小，因此对其影响不大。

施工期间，由于人口增多，人类活动范围及频率增大，工地、住宅区、仓库

等的建设，将使工地周边的灌草丛覆盖度降低，地面的光照度更加充足，干燥度也会增大，蜥蜴类动物种群数量将可能增加，以建筑物为依存环境的壁虎类的种群数量可能会有一定的增长。根据以往工程施工情况，施工车辆和机械压死一定数量的穿越道路和施工作业区的爬行动物，施工期间应注意对这些爬行动物的保护。整个施工期间施工人员捕食蛇类的不良行为可能会兴起和蔓延，导致施工区附近大中型蛇类（如乌梢蛇、黑眉锦蛇等）种群数量有所减少。

3）鸟类

水源枢纽工程区的鸟类分游禽、陆禽、猛禽、攀禽和鸣禽，其中游禽主要分布在淹没区各河段及其支流，水源枢纽区的游禽较少，工程施工对其影响主要是噪声的驱赶。陆禽主要有灰胸竹鸡、环颈雉、山斑鸠、珠颈斑鸠等，主要活动在灌丛林地中，较惧生，对噪声敏感，且味道鲜美，经济价值较高，施工对其影响主要是占用生境，噪声驱赶及人为猎捕。猛禽主要有黑鸢、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、红隼、领角鸮、灰林鸮和斑头鸺鹠，数量少，飞行能力强，活动范围广，工程施工对猛禽的直接影响主要是噪声驱赶，此外，施工对其他动物，如两栖类、爬行类、小型鸟类的影响，将对猛禽捕食产生间接影响，但由于枢纽工程施工区域周围相似生境较多，且猛禽活动范围大，因此这种影响甚微。

输水系统工程施工期对鸟类的影响主要有爆破、机械噪声及施工人群的活动，会对鸟类产生明显的驱赶作用，使其原栖息地在工程施工期有所缩减，尤其对陆禽、攀禽和鸣禽鸟类的驱赶作用较大，使原栖息地面积暂时缩小，但输水沿线周边存在着大量的替代生境，它们可以迁移到替代生境中继续生活。工程完工后，该影响可通过对施工周边的绿化而得到恢复，因此，这类影响在实施期对鸟类甚小。

4）兽类动物

工程施工对兽类的影响主要是栖息生境占用、干扰和破坏，噪声的干扰以及施工人员的捕杀等，受工程影响的兽类会迁移至远离工程影响区的相似生境中，但不会导致工程区物种种类及数量的变化。

水源枢纽区的兽类以半地下生活型和地面生活型兽类为主，多分布在淹没区河流沿岸两侧的灌丛和森林中。枢纽工程施工期永久及临时占地可能会占用其局部生境，施工开挖破坏其巢穴，施工人员噪声、机械设备噪声等也会惊扰其正常

活动，对其栖息活动觅食产生不利影响。此外，像小家鼠、黄胸鼠等与人类关系密切，集中在居民点附近的啮齿类也会因施工人员的进驻、生活垃圾的堆放而引起部分种类种群密度上升，特别是那些作为自然疫源性疾病传播源的鼠类，将增加与人类及其生活物的接触。水源枢纽区地面生活型兽类种类主要有豹猫、野猪、大灵猫、小灵猫等，但由于水源枢纽区内人类活动频繁，长期以来大量的人为干扰，已经使大型兽类的栖息生境不复存在。施工过程对中小型兽类造成的影响相对较大。水源枢纽工程区施工期间对它们的影响主要来自于施工爆破和机械噪声对它们的驱赶作用，一般动物都具有主动避害的能力，为避免施工期间的噪声和其他危害，这些兽类将被迫向工程影响区以外的适宜生境中迁移。当工程完工后，它们仍可以回到原来的栖息地。因此这种不利影响只是暂时的，等施工结束影响即可消失。

输水系统工程区分布的兽类有 31 种，受工程影响主要是半地下生活型和地下生活型的种类，隧洞、输水埋管和输水明管施工时的开挖会对这些种类造成伤害，同时隧洞建设中爆破和机械噪声的影响，野生兽类会被驱赶到其它地方，从而影响其分布格局。另外明管和跨路结构施工会占用其部分生境，主要是农田，这将对其造成驱赶，但输水区的管道沿线周边农田范围非常大，且占地所占的比例很小，动物可以迁移其中继续生存，因此对其影响有限，且这种影响在工程结束后可得到恢复。

5.5.1.2 运营期影响

（1）对陆生植物植被的影响

1）水源枢纽区

运营期水源枢纽区对植物及植被的影响因素主要有库区蓄水、坝址下游河段减水等。本工程淹没区占地面积 524.22hm^2，均为永久占地，占地类型以占用耕地为主，其次为林地及水域，根据现场调查，淹没区耕地农作物有水稻、油菜、小麦、蔬菜等；林地上植被有樟、楸、杜仲、油桐等，常见的群系有枫香树群系、化香树群系、响叶杨群系、马桑群系、火棘群系等，常见的植物有马尾松、灯台树、构树、茅栗、山胡椒等。受工程淹没影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，工程蓄水对淹没区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量，淹没区植被损失的生物量约为

11885.96t，占评价区总生物量的 6.5%，变化幅度不大。因此，淹没区占地对区域植物及植被的影响较小。此外，坝址下游减水河段重安江两岸坡度陡峭，水位较深，滩涂面积较小，区域内人为活动干扰强烈，湿地植物种类较少，湿地植被类型单一，受减水影响的植物及植被在评价区内具有广泛分布，多为抗逆性较强的种类，其对水分变化不敏感，下游水分减少对其群系产生的影响较小。

2）输水系统工程

运营期输水系统工程区对植物及植被的影响因素主要有输水管道阻隔等。输水管道的布置会改变区域地表结构，阻断区域内物质、能量的流动和基因流，造成对植物群落的切割，使其破碎化和趋于岛屿化，进而使区域内植物的物种交流受到影响，但由于本工程输水管道内径不大，输水管道两侧土地利用类型以耕地、林地为主，受影响的植物及植被多为常见种，且以风媒传粉为主，因此本工程输水区管道阻隔对植物及植被影响较小。

（2）对陆生动物的影响

水库建成蓄水后，库区水域面积增加较大，为静水型两栖动物如沼水蛙等提供了适宜的生境。库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的动物摄食有利，可能导致库区周边一定范围动物种类和数量增加。水库建成蓄水后，库区水域面积的增大，对游禽、涉禽等类型的鸟类，如鹬鹬目、雁形目、鹤形目和鸻形目的部分种类有一定的吸引作用，这些类型鸟类的种类和数量将会明显增加。爬行类和小型哺乳动物，受水库淹没影响，在蓄水初期会向库周合适的生境中迁移，使这些地区的动物种群密度相应的有所上升，经过一段时间的调节后，其种群密度将达到新的平衡状态。

输水系统工程运营期对陆生野生动物的影响主要表现为，管道对动物活动的阻隔，受阻隔影响较为明显主要是爬行能力较差的两栖、爬行和小型兽类。对区域生态环境产生分割作用，使生境更加片段化，影响生态系统的有机联系。但由管桥等建筑物也可以作为动物迁移的通道阻，且周边适宜生境丰富，这在一定程度上减轻了工程的阻隔影响，因此对动物的阻隔影响较小。

5.5.1.3 对国家重点保护陆生动植物的影响

（1）对国家重点保护陆生植物的影响

根据现场调查，评价区有国家Ⅱ级重点保护野生植物 2 种，其中香果树 4 株，

金荞麦分布有 5 处约 60m^2。评价区内发现的香果树、金荞麦均不在本工程占地区及淹没区内，工程建设对其直接影响较小，但其与工程区距离较近，在采取隔离人员干扰和施工活动后，本工程建设会对其生命活动产生不利影响较小。

（2）对古树名木影响

结合资料和现场调查，在评价区调查到古树 10 种 31 株，其中位于正常蓄水以下的古树有 2 种 2 株，分别为谷顶村谷顶组安谷小学内的木犀、黄丝村瓦窑缸组的朴树；输水隧洞附近分布有银杏 1 株，其与隧洞主体工程最近水平距离为 50m，根据《银杏根系分布及生长动态研究》（门秀元，1986 年）银杏根系的垂直分布一般不超过 5m，多集中分布于 80cm 以上的土层中，结合输水隧洞工程地质图可知，银杏古树段隧洞主体与地表距离远大于 5m，因此浅埋隧洞区施工对银杏的影响较小；位于工程评价区域但工程占地及淹没不涉及的古树有 10 种 28 株，均位于正常蓄水位上，本工程施工运营对其影响较小。

（3）对重点保护野生动物的影响

1）对国家重点保护野生动物的影响

评价范围内陆生脊椎动物中，未发现国家Ⅰ级重点保护野生动物；有国家Ⅱ级重点保护野生动物 10 种：黑鸢、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、红隼、领角鸮、灰林鸮、斑头鸺鹠、大灵猫和小灵猫。其中，黑鸢、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、红隼、领角鸮、灰林鸮、斑头鸺鹠等 8 种鸟类均为猛禽类，飞翔能力较强，在评价区较为常见，活动范围较大，在评价区主要分布在山地森林、林缘地带和灌草丛，偶见于村落、农田附近，水库淹没、坝址建设施工等对其影响极小。大灵猫和小灵猫为兽类，主要分布在人为干扰小的山地较茂密的林中，喜欢居住在岩穴、土洞或树洞中，昼伏夜出，远离施工区和库区，项目建设对其影响不大。

2）对贵州省省级重点保护野生动物的影响

评价区范围内有贵州省级重点保护野生动物有 49 种，其中两栖类 16 种，爬行类 22 种，鸟类 11 种。工程的施工和运营会带来一定程度的生态环境的扰动和生境的占用，从而对这些省级重点保护野生动物产生一定的影响。

贵州省省级保护动物中蛙类在水库蓄水后，水库水位抬升可为其提供更适宜的繁殖和觅食等环境，对其有一定的有利影响，其数量的增加还可以为蛇类提供更充足的食物，因此水库水位的抬升对蛇类也会有一定的有利影响；但是在工程

建设施工期间，人类的活动和机械的扰动会对蛙类、蛇类及鸟类产生驱赶到作用，但是这些物种大多数数量较多，在评价区范围内分布较为广泛，在施工期间会迁移到邻近适宜场所，因此影响很小。

5.5.2 对土地利用变化影响

5.5.2.1 水源枢纽区土地利用变化分析

本工程建设前后枢纽区各类拼块数量以及面积的变化见表 5.5.2-1，由表可知，工程建后枢纽区各土地利用类型面积及斑块数发生了变化，其中林地、草地和耕地的面积及斑块数目均有所减少，减少幅度最大的是耕地；水域面积增加，而建设用地面积减少。水源枢纽区各土地利用类型面积及斑块数目变化主要是由于枢纽区建设和库区蓄水淹没了林地、草地、耕地、建设用地和未利用地引起的，由于水源枢纽建设区建设用地面积小于淹没区建设用地，其面积减少，由于坝址上游河流、坑塘、沟渠等水域汇集，水域斑块数目减少。

表 5.5.2-1　　水源枢纽区工程建设前后各斑块变化情况

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）
林地	3710	1375.12	3635	1208.37	-75	-166.75
草地	2590	469.74	2578	466.65	-12	-3.09
耕地	881	1601.44	774	1333.03	-107	-268.41
水域	425	264.89	410	704.83	-15	439.94
建设用地	209	56.83	229	55.14	20	-1.69
合计	7815	3768.02	7626	3768.02	-189	0.00

5.5.2.2 输水系统工程区土地利用变化分析

本工程建设前后输水区各类拼块数量以及面积的变化见表，由上表可知，本工程建设后输水区土地利用类型面积及斑块数发生了变化，其中林地、耕地面积及斑块数目均有所减少，建设用地面积及斑块数目有所增加，但变化的幅度均较小。

表 5.5.2-2　　输水系统工程区工程建设前后各斑块变化情况

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）
林地	4830	1647.89	4815	1637.55	-15	-10.34
草地	3965	970.71	3965	970.71	0	0

耕地	1820	2508.05	1798	2488.63	-22	-19.42
水域	530	113.92	530	113.92	0	0
建设用地	655	115.79	685	145.55	30	29.76
合计	11800	5356.36	11793	5356.36	-7	0

5.5.3 对生态系统完整性的影响

5.5.3.1 对生产力的影响

工程施工建设及库区蓄水等会破坏区域植物及植被，会对区域自然体系生产力产生不利影响。由于临时占地区植被在施工结束后将得到恢复，其对区域自然体系生产力的影响是暂时的，可恢复的，但施工区的物种组成会有所变化。而永久占地区、水库淹没区对地表植被的破坏是永久的、不可恢复的，由于自然植被的减少，将导致自然体系生产力降低。

本工程水源枢纽区永久占地和水库淹没的面积为549.14hm^2，水源枢纽区各生态类型的生产力变化情况见表5.5.3-1。由表可知，工程建设后，评价区植被的平均生产力由809.42gC/（m^2.a）减少到748.06gC/（m^2.a），平均生产力减少61.36gC/（m^2.a），减少幅度较小，工程建设后植被生产力仍高于全球平均生产力 720gC/（m^2.a），因此工程建设对水源枢纽区植被平均生产力的影响较小。

表5.5.3-1　　水源枢纽工程区工程实施后评价区生产力变化情况表

生态类型变化		平均生产力[gC/（m^2.a）]
类型	面积（hm^2）	
针叶林	-57.59	970
阔叶林	-106.94	1037
灌丛及灌草丛	-3.09	852
经济林	-2.22	790
农作物	-268.41	740
河流水域	439.94	315
现状生产力[gC/（m^2.a）]		809.42
平均生产力减少[gC/（m^2.a）]		61.36
评价标准[gC/（m^2.a）]		720

注：表中未包括减少的建筑用地和其他用地1.69hm^2.

本工程输水系统区永久占地 29.76hm^2，输水系统工程区各生态类型的生产力变化情况见表5.5.3-2。由表可知，工程建设后，输水系统工程区植被的平均生产力由753.42gC/（m^2.a）减少到740.65gC/（m^2.a），平均生产力减少2.77gC/（m^2.a），减少幅度较小，工程建设后植被生产力仍高于全球平均生产力 720gC/（m^2.a），因此工程建设对输水系统工程植被平均生产力的影响较小。

表 5.5.3-2　　输水系统工程区生产力变化情况表

生态类型变化		平均生产力[gC/（m^2.a）]
类型	面积（hm^2）	
针叶林	-3.62	820.55
阔叶林	-6.72	913.7
农作物	-19.42	765
现状生产力[gC/（m^2.a）]		753.42
平均生产力减少[gC/（m^2.a）]		2.77
评价标准[gC/（m^2.a）]		720

注：表中未包括减少的建筑用地和其他用地 29.77hm^2.

5.5.3.2 对生物量的影响

水源枢纽区各植被类型损失的生物量见表 5.5.3-3，由表可知，工程建设后，水源枢纽区生物量总损失为 12388.1t，占评价区总生物量的 6.77%，所占比例不大。各植被类型中阔叶林植被损失的生物量所占比例最大，占枢纽区损失生物量的 78.10%，其余植被生物量损失均较小。

表 5.5.3-3　　水源枢纽区各植被类型损失的生物量

植被类型	面积变化（hm^2）	平均生物量（t/hm^2）	生物量变化（t）
针叶林	-57.59	26.34	-1516.92
阔叶林	-106.94	90.47	-9674.86
灌丛及灌草丛	-3.09	19.8	-61.18
经济林	-2.22	23.7	-52.61
农作物	-268.41	6	-1610.46
水域	439.94	1.2	527.93
合计	—	—	-12388.1

输水系统工程区各植被类型损失的生物量见表 5.5.3-4，由表可知，工程建设后，输水系统工程区生物量总损失为 780.80t，占评价区总生物量的 0.43%，所占比例不大。各植被类型中阔叶林植被损失的生物量所占比例最大，占输水系统工程区损失生物量的 71.05%，其余植被生物量损失均较小。

表 5.5.3-4　　输水系统工程区各植被类型损失的生物量

植被类型	面积变化（hm^2）	平均生物量（t/hm^2）	生物量变化（t）
针叶林	-3.62	30.26	-109.54
阔叶林	-6.72	82.55	-554.74
农作物	-19.42	6	-116.52
合计	—	—	-780.80

5.5.3.3 对生态体系稳定性的影响

水利工程对自然生态体系稳定状况的影响可以从恢复稳定性和阻抗稳定性两方面进行分析。

（1）对恢复稳定性的影响

工程实施后，水源枢纽区土地利用类型发生变化，林地、草地和耕地面积减少，水域面积增加。水域面积增加以及水文条件的改善将使水库湿地生态系统的生物量有所增加，但由于陆地生物量的减少量远大于水域生物量的增加量，从而使区域自然体系的生物量减少了 12388.1t，占评价区总生物量的 6.77%，减少量较小；工程实施后，平均生产力减少了 61.36gC/（m^2.a），仍高于全球平均生产力标准值 720gC/（m^2.a），因此，本工程建设对评价区自然体系恢复稳定性影响较小，在区域自然系统可以承受的范围之内。

输水系统工程建成后，各土地类型发生变化，林地、草地和耕地面积减少。本工程建成后输水线路区输水区自然体系的生物量减少了 780.80t，占评价区总生物量的 0.43%，所占比例较小；平均生产力减少了 2.77gC/（m^2.a），减少的幅度较小，仍高于全球平均生产力标准值 720gC/（m^2.a），减少的幅度不大，因此其对自然体系恢复稳定性影响不大，在区域自然系统可以承受的范围之内。

（2）对阻抗稳定性的影响

从水源枢纽区的斑块类型数目和面积分析，工程实施后土地利用格局发生了变化。大坝主体工程区建设用地的斑块面积增加，库区水域的斑块面积增加，其它斑块类型均有所减少，增加的水域由自然的生态系统变为受人工调控的半自然生态系统，因此，大坝主体工程区的建设用地斑块和库区的水域斑块均属于干扰斑块，这种干扰斑块的增加不利于自然系统生态平衡的维护。林地、草地面积分别减少了 166.75hm^2、3.09hm^2，这种变化影响了该区域抗御干扰的能力，影响了局部景观的稳定性，阻抗稳定性有所降低。从整个枢纽区来看，林地面积减少了 4.43%，减少后的林地在该区域仍占优势，说明景观的多样性、异质性变化不大。因此枢纽工程建成后对景观自然体系的生产能力和稳定状况及组分异质化程度影响不大，区域自然体系抗干扰能力仍较强，阻抗稳定性仍较好。

从输水系统工程区的斑块类型数目和面积分析，工程实施后土地利用格局发生了变化。林地、耕地的面积和斑块数目有所减少，建设用地的面积和斑块数目有所增加。输水系统工程区输水区对区域自然体系生态完整性的影响主要由输水

管道、出水池、进水池、泵站等建筑景观的变化引起的，由于输水线路区输水区永久占地面积较小不大，为 24.92hm^2，输水线路区输水区村落、道路等建筑用地分布较多，输水线路区输水区工程建设和运行不会改变各类斑块总体异质化程度，对评价范围内生态体系的阻抗稳定性影响不大。

5.5.2.4 对景观生态体系质量的影响

本评价区域的各类斑块在水利工程建设后所发生的变化主要是斑块面积的变化较大，而在斑块数量（密度）、斑块频率等要素特征上发生变化较小。根据对区内各景观类型的优势度值进行计算，凤山水库工程实施和运行后，各斑块的优势度值的变幅不大。

根据对水源枢纽区内项目实施后各景观类型的优势度值进行计算，结果见表 5.5.3-5。由表可知，水源枢纽工程区实施和运行后，水源枢纽工程区土地利用格局发生了变化，其中水域斑块因库区蓄水，其优势度值由蓄水前的 6.29%上升到 11.98%，耕地优势度值由蓄水前的 26.53%减少到 22.49%，其他斑块优势度变化的幅度不大。作为模地的林地，其优势度值减少了 2.79%，优势度值变化不大，仍占绝对优势。由此可以判定工程建成后林地仍然是该地区的模地，对生态环境质量仍将具有较强的调控能力，表明景观生态体系的生产能力和受干扰以后的恢复能力仍较强。因此，工程实施和运行不会改变区域的模地地位，对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

表 5.5.3-5　　水源枢纽区工程实施前后评价区主要斑块类型优势度值

斑块类型	R_d（%）		R_f（%）		L_p（%）		D_o（%）	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地	47.47	47.67	50.73	48.22	36.49	32.07	42.8	40.01
草地	33.14	33.81	32.03	31.57	12.47	12.38	22.53	22.54
耕地	11.27	10.15	9.84	9.06	42.5	35.38	26.53	22.49
水域	5.44	5.38	5.65	5.15	7.03	18.71	6.29	11.98
建设用地	2.67	3.00	1.75	6	1.51	1.46	1.86	2.98

根据对输水系统工程区内项目实施后各景观类型的优势度值进行计算，结果见表 5.5.3-6。由表数据可知，工程实施后林地、耕地因输水管道等建筑物的占用，优势度值减少，减小幅度分别为 0.03%、0.57%，而建筑用地的优势度值增加，增加的幅度为 0.59%，输水系统工程区工程实施后土地利用格局发生了变化，但变化的幅度均较小，评价区针叶林优势度值仍然最高，依然是输水区

内的模地。因此，工程实施和运行对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

表 5.5.3-6　输水系统工程区工程实施前后评价区主要斑块类型优势度值

斑块类型	R_d（%）		R_f（%）		L_p（%）		D_o（%）	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地	40.93	40.83	41.15	41.5	30.77	30.57	35.9	35.87
草地	33.6	33.62	32.25	32.25	18.12	18.12	25.52	25.52
耕地	15.42	15.25	20.68	19.33	46.82	46.46	32.44	31.87
水域	4.49	4.49	4.05	4.05	2.13	2.13	3.2	3.20
建设用地	5.55	5.81	1.87	2.87	2.16	2.72	2.94	3.53

5.6 水生生态影响

5.6.1 对水生生境的影响

5.6.1.1 库区河段

（1）水文情势变化

凤山水库建成后，干流水库回水 17.4km，将淹没原黑塘桥库区 4.6km，上游急流生境的河段将成为水库区，水面面积由 0.37km^2 增加至 5.12km^2，增加了 13.84 倍，河流的水动力学形态总体上将发生较大变化。

坝前断面平均水深由 16.22m 提高到 51.66m，提高了 35.44m；平均水面宽度由 90.34m 增加到 190.83m，增加了 100.49m；坝前流速基本维持近静水状态；

库中断面（坝址上游 8.0km 处）平均水深由 0.25m 提高到 27.76m，提高了 27.51m；平均水面宽度由 4.23m 增加到 124.56m，增加了 120.34m；流速由 0.37m/s 降低到 0.002m/s。

凤山水库建成运行后，水位在 868m（死水位）～909m（正常蓄水位）之间变动，水位变幅 41m，水库消落带深 41m。

（2）透明度

现状重安江上游黑塘桥库区水体透明度较好，黑塘桥水库已建成运行约 18 年，库区泥沙情势已呈现基本稳定的状态。目前黑塘桥库区水体透明度为 1.0m~3.0m。凤山水库建成后，库区回水、面积进一步增加，上游流水河段流速减缓，泥沙的沉降作用增强，水体透明度会得到一定的改善，特别是平水期明显增大。随着水库使用年限的继续增加，出入本水库的泥沙特性趋于稳定，库区泥沙情势将呈现基本稳定的状态。类比我国西南地区已建的数座水库的观测成果，

水体透明度可由建库前坝前的 1.0~3.0m 提高到建库后 3.0~5.0m。

（3）水质

根据水质预测结果，凤山水库建成后，库区水质满足Ⅲ类水质要求，库区不易发生富营养化。

（4）水温变化

黑塘桥水库现状为混合型水库，16 年 11 月监测结果表明，库区水温表层和底层温差最大为 2.1℃；凤山水库为大型水库，正常蓄水位为 909m，相应库容为 1.04 亿 m^3，总体呈稳定型水温结构特征。根据凤山水库水温影响预测成果库区水温在全年均出现不同程度的分层现象。采用单层取水口情况下，平水年水库 10 月到翌年 2 月的坝前垂向基本同温，从 3 月开始库区垂向水温分层逐渐明显，至 9 月逐渐减弱，5 月表层和底层温差最大达到 11.6℃，库底在 1 月~6 月存在较为稳定的低温水区域。库区内保留的黑塘桥大坝顶高程 869.5m，仅比发电引水底板高程 863m 高 6.5m，对库区水温结构和下泄水温无明显影响。

5.6.1.2 坝下河段

（1）水文情势变化

凤山水库建成后，多年平均情况下流量较天然流量降低幅度最大的月份是 5 月，较天然流量变化幅度在-39%（7 月）~-64%（5 月）之间。由于现状凤山坝址以上已有黑塘桥水库运行，凤山水库建成后，多年平均情况下流量较现状黑塘桥水库运行下泄流量降低幅度最大的月份是 5 月，较现状下泄流量变化幅度在-58%（5 月）~-7%（1 月）之间，选取丰平枯典型年进行分析，偏枯年 11、12 月~次年 1、2、3 月，枯水年 8 月~12 月、次年 1 月~3 月，特枯年 7 月、8 月、10 月~12 月由于来流量较小，凤山水库建成后下泄流量较现状水量有所增加，对下游起到补水作用，增加幅度在 1%（特枯水年 7 月）~292%（偏枯水年 12 月）之间。

坝址下游有平堡河、阿里堡河、围阻河、后河、洗布河汇入，凤山水库坝址下游最长形成约 28.7km 的消落河段，该消落河段沿程支流汇入多年平均流量为 13.92m^3/s，为坝址多年平均径流量的 2.04 倍，因此消落河段水文情势与天然河段变化趋势基本一致，沿程各断面平均流速受凤山坝址下泄流量影响。

工程在日调节运行过程中，坝址下游水位日内将出现一定的变幅，但主要影响范围为坝下 9km 河段。

（2）水温变化

采用叠梁门取水口方案后，丰、平、枯年下泄水温 5 月及以后已不存在低温水现象，平水年 3-7 月下泄水温提高 0.5-6.7℃，3 月、4 月的低温水降幅仍有 2.3℃、3.3℃；丰水年 3-7 月下泄水温提高 0.9-5.8℃，3 月、4 月的低温水降幅仍有 2.3℃、2.3℃；枯水年 3-7 月下泄水温提高 0.3-7.3℃，3 月、4 月的低温水降幅仍有 2.4℃、3.4℃。

（3）水质

凤山水库坝址下游水质受涉磷企业的影响，总磷和氟化物指标长期为劣Ⅴ类，贵州省政府高度重视重安江水质保护工作，先后印发了《省人民政府关于清水江流域水体达标方案的批复》（黔府函[2017]82 号）、《省人民政府关于贵州省清水江流域水环境保护规划(2015-2020 年)的批复》（黔府函[2015]192 号），拟通过一系列的污染源治理措施，在规划水平年 2020 年，重安江考核断面水质能稳定达到水环境功能区的 III 类目标。凤山水库建成运行后，在严格执行受水区水污染防治规划后，坝址下游河段水质，在考核断面满足 III 类水质标准。

总体来说，坝址下游水质在采取水污染防治措施有效治理的情况下，坝址下游水质基本能满足水功能区划水质要求，大部分河段基本能满足鱼类繁殖生长。

5.6.2 对浮游生物的影响

（1）库区河段

凤山大坝建成后，黑塘桥水库库区上游原有的河流将变成河道型水库。黑塘桥库区段基本维持现有静水性为主的种类，同时由于水面、水流进一步变宽、变缓，上游来流营养物质增加，浮游生物量会进一步增加；黑塘桥库区上游流水河段水面变宽，水流速度减缓，来水营养物质滞留，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，这些条件的变化均有利于浮游生物的生长繁殖。

预计建库后库区浮游生物种类数量和生物量均会有所增加，黑塘桥库区段群落结构基本维持现状，库区上游流水段群落结构也会相应发生变化。对于浮游植物，绿藻和蓝藻种类和数量会有所增加，但硅藻仍将是水库的主要优势种类。对于浮游动物，原生动物、轮虫的数量所占的比例可能较大，而枝角类、桡足类的生物量可能占优。总之，水库形成后水面大大增加，库区水体浮游生物总量会有

较大增加。

（2）坝下河段

水库建成后，下泄水量较天然状态和黑塘桥水库运行情况下均有一定减少，凤山水库建成后，对下游河道冲刷作用，河道下切，并滩归槽，下游河道水面积有一定萎缩。发电泄水使坝下浮游生物来源增加，单位水体浮游动物数量和生物量有所增加，但水体浮游生物总生物量会减少。从种类组成上预测，坝下仍将保持河流特性，无论是浮游植物还是浮游动物，种类组成与现状相似，变化不大。

（3）退水区涉及河流

退水区涉及的瓮安河水系雍阳河、重安江水系阿里堡河、后河，供水回归水的汇入，使得各河流水量会较天然状况下有所增加，水体营养水平在现有本地营养来源的情况下会有所增加，浮游生物的密度和生物量也会相应增大，水体总生物量会有有所增加，但因供水区分散、退水不集中、水量也有限，对退水区涉及河流浮游生物种类组成影响较小。

5.6.3 对底栖动物的影响

（1）库区河段

水库建成后，水位上升，水域拓宽，有利于现状静水性、耐污性种类生物量进一步增加，黑塘桥库区上游流水河段在水生寡毛类、摇蚊幼虫等在种类和数量上会有所增加，并成为中、下层鱼类的重要饵料；甲壳动物中的虾类等将逐渐增多，并成为鱼类的饵料；软体动物中如萝卜螺、田螺、蚬类在种类和数量上将有所增加，并成为优势种类，原适宜流动水体的水生昆虫等在种群和数量上会呈下降趋势。

总之，库区底栖动物的种类组成会有所变化，原有河流性种类减少甚至消失，静水性、耐污性种类增加，底栖动物的密度和生物量也将有增长的趋势。

（2）坝下河段

坝下河段流量较天然、黑塘桥运行情况有一定减少，清水下泄会使河道冲刷下切，河流并滩归槽，底栖动物生存空间萎缩，坝下底栖动物的现存量将有所下降，但种类组成变化不明显，仍以河流性流水种类为主。

（3）退水区涉及河流

受水区涉及河流水量略有增加，有利于底栖动物的繁衍，但因水量增加有限，

底栖动物的种类组成虽然变化不大。

5.6.4 对水生维管束植物的影响

（1）库区河段

建坝后，水面增大，透明度升高，营养物质累积，有利于水生维管束植物的生长。尤其是库区原有高程较高的沿岸滩地及库尾、库湾河谷，被淹没后水深相对较浅，有利于沉水植物的生长，特别是眼子菜类的沉水植物。由于季节变化和水库的运行，库区水位变化频繁，不利于浅水区泥土和营养物质的长期、大量积累，植物生长的环境条件不能保持稳定，同时，重安江现状水生维管束植物十分贫乏，所以，建库后库区维管束植物的生长、增量都将非常有限。

（2）坝下河段

现状河段水生维管束植物稀少，建库后坝下河流仍保持流水特征，但流量相对减小，坝下河段水生维管束植物种类和现存量基本维持现状水平。

（3）受水区涉及河流

受水区涉及河流水量略有增加，水生维管束植物的种类数量及生物量均会有所增加，湿生植被也有所增加。但因供水和灌溉区分散、退水不集中、水量也有限，水生维管束植物增加有限。

5.6.5 对鱼类资源的影响

5.6.5.1 梯级开发对鱼类资源的累积性影响

重安江干流已建成黑塘桥水库、跨岩电站、烂木桥电站、鸭草坝电站、鱼洞河电站、苦竹塘电站、龙吃水电站、桥边电站、大石板电站、团滩河电站、手爬岩电站、漩水湾电站等 12 座水利水电工程，上述梯级由于建设较早，均未考虑鱼类保护措施，因此，重安江干流生境破碎化较为严重。

重安江水利水电工程对鱼类的累积性影响主要是水电梯级开发加剧了生境破碎化，对在局部水域完成生活史的鱼类，则可能影响不同水域群体之间的遗传交流，导致种群整体遗传性退化。各梯级间分布的鱼类，主要为产粘沉性卵、完成生活史不需要大的空间的群体，由原来的区域分布演变成点状分布，形成多个相互隔离的异质种群。据调查，重安江流域不存在大范围洄游的鱼类，但存在短距离生殖洄游、索饵洄游、越冬洄游的鱼类。

另外，水利水电建设改变了鱼类生长的外源因子，对鱼类生长产生一定的影

响，主要包括食物、温度、溶氧、光照、盐度以及其他理化因子。水库建成后，水体初级生产力会有一定的增加，使得饵料生物增多，有利于鱼类的生长；由于梯级水库首尾相连，库区受河谷气候影响，库表水温会有一定程度的升高。库区部分鱼类适应低温水环境，水温的升高在鱼类代谢适温范围时，鱼类的摄食强度和活动性相对增加，超过适温范围后可能导致鱼类摄食活动减弱，甚至生长停止。

5.6.5.2 大坝阻隔影响

目前重安江干流凤山坝址以下河段分布有多处水利水电设施、小型滚水坝。各梯级均未建设过鱼设施，因此受下游水利水电工程的建设的进一步影响，重安江上下游河段以及重安江与清水江干流之间鱼类类群交流有限。

评价河段内产粘沉性卵的鱼类中，没有长距离洄游习性，这些种类经过长期自然选择，已经适应该地区独特流水环境。这些种类通常在急流的砾石底浅滩上产沉粘性卵。仔鱼孵出后则在产卵场附近进行索饵，受水流影响向下漂流，漂流的距离不长，由于不同种类的繁殖对环境条件要求不同，只要还存在其繁殖、索饵的生态环境条件，就能维持一定的种群。大坝将使亲鱼群体阻隔、成熟亲鱼无法上溯到产卵场繁殖，繁殖与发育条件分离，在产卵场繁殖后的受精卵、仔幼鱼无法顺利下坝，这些鱼类在下游河段的分布将减少。

由于凤山坝址上游 120m 的黑塘桥水库大坝已经造成了阻隔影响，凤山水库的建设将淹没黑塘桥水库，对所在河段的阻隔作用维持现有影响。

5.6.5.3 生境变化对鱼类的影响

（1）水文情势变化对鱼类的影响

凤山水库建设后，库区水体体积及水域面积增大，水生生物及鱼类栖息、活动空间增大，伴随饵料生物生产力提高，整个库区的鱼类总资源量和渔获量均会升高。

黑塘桥水库运行多年，现状库尾以上多为喜流水性鱼类如宽鳍鱲，库区鱼类多为适应静缓流的麦穗鱼、鲫等鱼类，坝址以下为云南光唇鱼、黄颡鱼为主的流水类鱼类，水库建成后水库回水长度增加 13.1km，同时将淹没现有的黑塘桥水库库区，库区的水动力学过程发生较大的变化，库区进一步加深、加宽，水流进一步变缓。

工程库尾河道狭窄，水深较浅，仍然保持流水河段的特征，特别是水库在低

水位运行时，库尾流水段会比较长；坝前水域水深、面阔，水流缓甚至是静水，风生流和密度流的作用明显增强，呈现湖泊水动力学特征，为水库湖泊段，水库中间水域介于河流段和湖泊段，属于过渡段。根据分析，库尾及坝下河段仍有一定河段可以保持一定的流水特征。水文情势变化导致库区鱼类种类组成将进一步向“湖泊相”演变。黑塘桥库区上游流水河段原来适应于底栖急流、砾石、洞穴、岩盘等底质环境产粘沉性卵的鱼类，将进一步被压缩至干流库尾流水河段，种群数量将明显下降，而在库区的数量急剧减少，甚至消失。而黑塘桥库区缓流或静水环境生活的鱼类种群数量将上升，如鲤、鲫等，将会成为库区的优势物种。

库区鱼类以产粘性卵的为主，鱼类繁殖期的水位频繁涨落，会导致受精卵和仔幼鱼的搁浅死亡，对鱼类繁殖不利。坝下河段受下泄流量影响，坝址下游水位发生变化，对该河段产粘沉性鱼类繁殖不利。

（2）水质变化对鱼类的影响

工程建设后，库区水动力学特征发生显著变化，相应水体理化性质也会发生一系列变化。库区水流变缓，泥沙沉积，透明度升高，有利于浮游藻类对光能的利用，浮游藻类现存量的升高，会提高水体生物生产力，相应地库区鱼类资源量会升高。库区支流回水区以下部分水流较缓，有利于浮游动植物等水生生物生长，对于鱼类的生长繁殖也起到促进作用，鱼类种类和资源量将有所增加。

建库后，下泄流量和天然河流相比，透明度升高，水质仍满足 III 类标准要求，清水下泄主要是对坝下河段造成冲刷下切，导致河势河态的变化，坝下河段河床底质多为基岩，其影响程度和范围很有限。

（3）水温变化对鱼类的影响

凤山水库取水口采用叠梁门取水，以平水年为例，2 月至 5 月存在下泄低温水问题，降幅最大的为 3 月的-2.3℃、4 月的-3.3℃、5 月的-1.0℃，且存在一定延迟现象。凤山水库的运行使坝下水温到达 16℃、18℃的时间进一步延迟至 5 月上旬，较天然情况延迟约 1 旬左右。鱼类长期生活、栖息在水温偏低环境中，会使生长发育变慢，生长期缩短，繁殖期推迟。根据凤山下游河道水温变化预测，随着下游有支流平堡河、阿里堡河、后河等的汇入，以及下游滚水坝形成的库区水温掺混作用，水温逐渐恢复，在采取叠梁门取水后坝下 28.3km 处各典型水文年最大低温水降幅减小为 1.2℃(平)、0.4℃(丰)、1.1℃(枯)。鱼类的繁殖与生长期

水温有所降低，将缩短鱼类的生长季节，不利于鱼类的生长发育。同时，水温的降低，也影响饵料生物的生长发育，使繁殖出的仔稚鱼得不到适口的饵料，影响鱼类的生长和成活率。凤山水库坝址下游降温幅度最大的 3、4 月份，降温达 2.3~3.4℃，4 月份正是黄颡鱼、白甲鱼的繁殖季节，水温的下降直接影响鱼类的性腺发育，鱼类繁殖时间延迟。

5.6.5.4 对鱼类区系组成的影响

重安江的黑塘桥水库库尾以上鱼类以喜急流或流水生境的土著鱼类为主，库区主要以喜静缓流生境的鱼类为主。凤山水库工程建成后，将进一步拓宽黑塘桥库区范围，增加了静缓流水域范围，黑塘桥水库库区的静水或缓流水域中喜静缓流如麦穗鱼、鲫、鲤等的鱼类活动范围得到增大，库尾的喜流水的鱼类如宽鳍鱲等栖息生境会进一步减少。

5.6.5.5 对鱼类“三场”的影响

（1）对产卵场的影响

评价河段尚未发现产漂流性卵鱼类产卵场，产粘沉性卵鱼类产卵场多分布在坝址下游支流满溪河、翁马河等处，水库蓄水不会淹没现有的产卵场，对坝址下游产卵场影响不大。另一方面，库区的形成，库岸线的增加，喜静水产粘性卵鱼类如鲤、鲫的鱼类的产卵环境将优化，资源量将急剧增加，成为库区鱼类优势种群。

（2）索饵场

水库形成后，水面扩大、水体加深、水流速变缓，水库区有机质沉积增多，饵料生物将变得更丰富，库区的浅水区将成为新的索饵场。由于分布在重安江鱼类的生态特点和生活习性无集群索饵习惯，因此，凤山水库建成后，对鱼类索饵影响不大。

（3）越冬场

水库建成后，深水区、缓水深潭遍布库区，卵石间隙等也将增加，因此，在水库库区鱼类可选择的越冬场所将增多。

5.6.5.6 对渔业生产的影响

目前，调查区域无专业渔民，渔业生产仅限于天然捕捞，产量小、品种组成复杂，受季节等因素影响大，无法形成规模化的稳定供应。水库建成后，捕捞工

具和作业方式将发生变化，由适宜江河捕捞的生产工具和作业方式，向适宜进行水库大水面捕捞的生产工具和作业方式转变，渔获物种类组成也将变转变为主要适宜静水的种类。

5.7 环境地质影响

5.7.1 水库渗漏

水库库区两岸山体较雄厚，地表分水岭宽厚，地形封闭条件总体较好，库区左岸有无低邻谷分布，右岸有平堡河邻谷分布，右岸地下水分水岭远高于水库正常蓄水位，建库蓄水后不存在邻谷渗漏问题，库首不存在岩溶管道渗漏。

5.7.2 库岸稳定

在全长 17.4km 的水库河段内，库区岩质边坡现状基本稳定，库岸边坡总体稳定性较好，但局部地段因受库水涨落影响，存在小规模滑塌、垮塌现象，位于黄丝镇江边寨、酉阳、黑塘桥水库附近库岸覆盖层较薄，基岩风化强烈，覆盖层存在一定规模坍滑可能，但整体对水库成库条件无大的影响。

5.7.3 水库浸（淹）没

库区位于峡谷河段，回水范围内水库正常蓄水位以上地形较陡，除库尾江边寨、新庄等个别库段地势较低，为较为宽缓地或民房，基本没有集中分布的大片农田与居民点，水库蓄水后，靠近水库部位有可能发生浸没，但由于地处库尾，水位抬高不大，预测地下水壅高不大，浸没范围较小。

5.7.4 诱发地震

据贵州省地震局工程地震研究中心《贵州省福泉凤山水库工程场地地质安全性评价报告》研究成果，水库蓄水后对库区、库坝区基岩（土）和地质构造的影响，任务库区及其附近存在发生 3.0 级以上水库诱发地震的可能，最大不会超过 4.5 级，若发生 3.0~4.5 级地震，在此影响场范围内高铁、高速公路等重要建筑物会产生烈度为 VI 度的影响。

5.8 社会环境影响

5.8.1 社会经济影响

施工期凤山水库工程施工对工程所在区域社会经济发展具有一定促进作用，具体表现在：工程开工建设可带动工程区原材料加工业、运输业等各相关产业的发展；随着施工人员的大量进驻，将促进当地肉类、蔬菜等副食品的生产和销售，

也将促进当地服务业等第三产业的发展，各类临时设施的施工将为当地居民创造大量的就业机会，有利于搞活当地的乡村经济，增加群众经济收入，提高当地人民群众的生活质量；另外，本工程建设将极大地改善当地的交通、通讯、电力等基础设施条件，对当地人民群众脱贫致富具有较大的促进作用。

工程运行后对社会经济的影响主要体现在供水效益、发电效益等方面。

供水效益：工程运行后，每年向福泉市城镇生活及工业供水 5861 万 m^3，年效益 37118 万元；向瓮安县城供水量为 1631 万 m^3，年效益为 8427 万元。

发电效益：电站装机容量 5.0MW，产生的发电效益一方面可以补贴工程运行需求，另一方面还可以增加上网电量及地方财政收入，每年发电效益为 437 万元。

生态效益：现状黑塘桥水库挤占生态用水，未设置生态流量下放措施，凤山水库下放生态流量，满足坝址下游生态环境用水，有利于流域生态环境恢复。

综上所述，凤山水库工程经济效益共 45982 万元，工程将为受水区城镇生产生活安全用水打下坚实基础，为受水区社会稳定、经济发展和生态建设提供用水保障，具有不可估量的社会经济效益。

5.8.2 对矿产资源和文物古迹的影响

工程不压覆重要矿产资源和文物古迹，工程兴建对矿产资源和文物古迹没有影响。

5.8.3 人群健康影响

（1）施工期人群健康影响

施工期间，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。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。

（2）运行期人群健康影响

按照法定传染病分类及传染病传播途径，水库蓄水后，多发的乙类传染病主要有介水传染病和虫媒传染病。此外，还有自然疫源性传染病。

介水传染病：凤山水库工程建成后，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，从而有利于控制肝炎、痢疾等疾病的发生和传染，对受水区人群健康有利。

虫媒传染病：水库建成后，库区水库面积扩大，水库形成的库湾、库汊有利于水草生长，为蚊媒的孳生提供了条件。

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。

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，本工程不会对人群健康产生明显的不利影响；而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。

5.9 对洒金谷省级风景名胜区的影响

根据工程布置，结合风景名胜区功能区划图可知，本工程运行调度会使风景名胜区内河段减水；输水线路区道新高速到皮陇河段管道及管桥位于风景名胜区内，工程建设运行对风景名胜区产生一定影响。

为研究凤山水库工程对洒金谷省级风景名胜区的影响，受贵阳院委托，贵州省城乡规划设计研究院编制《贵州省黔南州凤山水库对洒金谷省级风景名胜区专题研究报告》。

5.9.1 对景区功能结构的影响

洒金谷省级风景名胜区性质定位为以峡谷、溪河、古树名木和各具特色的历史文化、遗址遗迹为代表，是开展景观游览、极限体验运动和休憩养生的省级风景名胜区。主要由洒金谷和蛤蚌河两个片区组成，独立景点散布在其周边。景区功能分区主要划分为生态保育区、风景游赏区、旅游服务区、建设控制区、协调发展区五大功能分区。本工程涉及的主要功能分区见表 5.9.1-1。

表5.9.1-1　　洒金谷景区的主要功能分区影响识别一览表

功能分区	功能区名称	景区名称	面积（km^2）	与工程关系
生态保育区	围阻河水源保护区	洒金谷景区	1.87	不涉及
风景游赏区	洒金谷游赏区	洒金谷景区	7.23	运行期水文情势影响
	蛤蚌河游赏区	蛤蚌河景区	18.40	不涉及

	独立景点游赏区	独立景点	—	不涉及
旅游服务区	洒金谷游客服务中心	洒金谷景区	0.27	不涉及
	蛤蚌河景区入口处	蛤蚌河景区	0.38	不涉及
	漂流终点的食宿接待点	蛤蚌河景区	0.3	不涉及
建设控制区	高车水库周边	洒金谷景区	1.46	不涉及
	青杠坡居民点	蛤蚌河景区	0.25	不涉及
协调发展区	中心城区与洒金谷景区之间相接的各桥梁地带	洒金谷景区	0.65	不涉及
	洒金谷片区的高压走廊区域	洒金谷景区	0.54	输水系统工程1.2km 管线穿越
	蛤蚌河片区的高压走廊区域	蛤蚌河景区	0.23	不涉及

凤山水库工程中水源枢纽工程不在景区范围内，仅输水管线工程约 1.2km 左右管线在风景区范围内，同时工程运行调度使下游重安江水文情势发生变化，对景观产生一定的间接影响。本工程主要涉及洒金谷景区中风景游赏区、协调发展区。

风景游赏区内的旅游活动以不损害风景资源价值为前提，禁止任何对风景资源的破坏行为，除必须的安全、服务、导游设施外，一般不建设其他人工设施；区内的游人活动控制在环境承载力和资源适宜性范围之内。

协调发展区的主要是由于风景名胜区与福泉市特殊的位置关系，划出一定的区域为今后因为城市发展需要而新建设的项目预留通道来协调福泉市城市发展与风景名胜区保护的关系，例如水利工程、道路工程、电力线路等，在此区域除部分土地可用于城市发展通道用地，大部分土地仍然保留原有的用地结构，土地利用形式以维持原有土地利用形态和部分资源的传统利用方式为主。

本工程在风景游赏区内没有施工布置、渣场料场位于景区范围内，不会对风景名胜区资源产生直接的破坏行为，不在景区范围内建设无关的人工设施，水库运行期水文情势变化对下游景区有一定影响，凤山水库在可研工程考虑下放景观流量维持下游景观用水，同时分析了对景区景点的影响分析（详见 5.9.2 对主要景点的影响），水库建成后基本维持了风景游赏区的风景资源价值，对其风景游赏影响较小。

本工程位于输水管道系统工程 1.2km 位于协调发展区范围，输水管线工程占地面积约 0.016km^2，占洒金谷省级风景名胜区中洒金谷景区面积的 0.22%，占协

调发展区 2.9%，占地相对较小且未涉及景区核心景区或景点。凤山水库在可研工程中优先考虑避让措施，将料场、渣场、施工生产生活设施等调出福泉洒金谷景区范围内，同时对管线穿越景区范围进行了比选，但限于区域地形，该范围为区域唯一通道，工程比选选取了穿越景区较短的管道线路，减少施工时间，减小施工期间对景区的影响，并且拟采取埋管穿过，减少对区域的陆生生态阻隔。输水系统建设完成后，在采取对埋管占地进行植被及景观设计等措施后，对景区整体影响较小，大部分土地仍然保留原有的用地结构，土地利用形式以维持原有土地利用形态和部分资源的传统利用方式为主，对景区功能结构影响较小。

5.9.2 对主要景点的影响

重安江干流河道两侧所涉及的洒金桥景区的景点有昇仙桥、垮岩摩崖、三江口、三江口大桥、葛镜桥、麻哈峡谷、鸭爪坝等 7 处景点，其中仅鸭爪坝为水景；其余景点均为人文、人工构筑物等景点，对流量基本没有特别要求，但流量的大小，对观赏效果有一定的影响。

表5.9.2-1　　工程对洒金谷省级风景名胜区及主要景点的影响识别一览表

敏感区	主要景点	工程内容	影响范围	与景点关系	影响方式
洒金谷省级风景名胜区	三江口、三江口大桥、麻哈峡谷、葛镜桥、鸭爪坝	减水河段	景区河段长 9.28km，景区上游边界减水量为 5%~44%	减水河段沿岸	影响水域景观观赏效果
	鸭爪坝	输水管道及管桥	管道长 1.0km	距离鸭爪坝景点约 500m	占地、工程施工、人为景观、永久构筑物影响景区景观

1）昇仙桥

该景点特征主要由蜿蜒的河流及两岸奇峰、工程构筑物等要素形成人文自然景观。根据水文情势影响分析结果，凤山水库建库后在下泄生态需水量的情况下，昇仙桥断面多年平均各月流量均较现状情况降低，流量降幅范围在-44%（5 月）~-5%（1 月），断面平均水深仍可维持在 2m 以上，水位较现状情况降幅在-0.41m（5 月）~-0.01m（1 月）之间，相对于两岸高达 50m 以上的峡谷来说变化程度很小，不会造成景点游览价值的降低，对景点景观影响小。

2）垮岩摩崖

该景点为两侧山体崖壁上刻有清代河道受阻和疏通河道史实，对河段水量水位没有要求，水库运行对垮岩摩崖景点没有影响。

3）三江口

该景点为三江汇合口，河道两侧山体呈陡直崖壁，三江水汇合于此。青山、绿水、崖壁形成的复合景观具有幽深、险峻、旷野的特点。三江口景点下游有一处滚水坝，回水长度约 1km，覆盖三江口景点，因此，三江口景点在水库运行期间基本保持原水位不变，凤山水库运行对三江口景点没有影响。

4）三江口大桥

该景点特征主要由蜿蜒的河流及两岸奇峰、工程构筑物等要素形成人文自然景观。

三江口大桥桥面位于峡谷顶部，凤山水库建库后在下泄生态流量情况下，该景点的河流特征河段水位降低幅度较现状情况降幅在 0.02m~0.35m 之间，相对于两岸高达 60m 以上的峡谷来说变化程度很小，不会造成景点游览价值的降低，对景点景观影响小。

5）麻哈峡谷

该景点河道两侧山体呈陡直崖壁，碧水中流。青山、绿水、崖壁形成的复合景观具有幽深、险峻、旷野的特点。

根据水文情势影响分析结果，多年平均情况下麻哈峡谷下游断面各月流量均较现状情况降低，流量降幅范围在-27%（5 月）~-3%（1 月），平均水深仍可维持在 2m 以上，较天然情况降幅在-0.29m~-0.05m 之间，因麻哈峡谷为峡谷崖壁景点，河流水位降低幅度相对于峡谷 80m 左右的高差来说极小，因此凤山水库建库后，在下泄生态流量情况下，对该景点景观影响小。

6）鸭爪坝景点

鸭爪坝景点为水景，主要由两岸农居和河滩组成，所在河段河面开阔，呈现水缓谷平滩长的景观特色。

该景点主要由下游 900m 处鸭爪坝电站壅水形成，鸭爪坝电站坝顶高程 784m，库区长度约 1km，即使凤山水库不下泄生态流量，依靠区间汇水，鸭爪坝电站仍可以正常运行，因此，凤山水库对景点景观影响小。

输水系统工程区约有 1km 管线位于鸭爪坝景点上游附近约 500m 范围，管

线不直接穿越鸭爪坝景点，在采取景观设计等措施后，对景点基本没有影响。

5.9.3 对水上游览线路的影响

根据景区总体规划，景区内规划水上游览线路位于麻哈峡谷至鸭爪坝之间3.17km 河段，近期不作旅游开发，现状整体未开发且也不具备组织水上游览活动的航道条件，远期该河段如开展水上游船活动，则需要开展航道整治工程，此外，现状鸭爪坝景区下游为鸭爪坝水电站，回水约 2km 左右，远期可通过加高鸭爪坝电站抬升水位等措施来使河道能满足行船要求，因此可暂不考虑上段游览航道需水要求，即使远期通过航道整治或建坝抬升水位，凤山水库水库坝址以下（不考虑生态流量的情况下）区间汇流多年平均 7.8m^3/s 也可满足其要求。

5.10 对水源保护区的影响

根据工程布置，结合水源保护区划分可知，本工程弃渣场、施工辅助设施、管理营地及生活区等均设置在保护区范围外，砂石加工系统位于黑塘桥水源保护区准保护区边缘，距离二级保护区边界约 1km；大坝、导流洞、输水隧洞、场内临时施工道路等必要设施位于黑塘桥饮用水水源保护区一级保护区内，其中导流隧洞上洞口位于黑塘桥大坝上游，其余设施位于黑塘桥水库坝下，不涉及现有库区水域、陆域范围；输水隧洞下穿平堡河集中饮用水水源保护区一级、准保护区，长度约 671m，埋深约 56m。

（1）黑塘桥水源保护区

1）工程施工影响

大坝、场内临时道路施工均位于一级保护区内，但均位于黑塘桥水库库区取水口下游，其余工程布置如渣场、修理厂等施工设施均未布置在水源保护区，工程大坝及临时道路施工主要产生废水、废渣等均采取措施进行处理回用或运至水源保护区外的渣场堆放，严禁外排，对黑塘桥水库取水影响较小。本工程施工期砂石加工系统设置在准保护区内，在事故排放情况下会排放进入黑塘桥水库坝址下游左岸支流，最终汇入重安江产生约 5km 左右污染带，主要污染因子为悬浮物 SS，对黑塘桥水源保护区库区取水口没有影响。

本工程施工期导流隧洞上洞口位于黑塘桥水库库区取水口上，在事故排放情况下会排放进入黑塘桥水库取水口，产生约 200m 左右污染带，主要污染因子为悬浮物 SS，但取水口悬浮物浓度最大上升约 1.54mg/L，对取水口取水影响相对

较小。

本工程施工期利用黑塘桥水库大坝作为上游围堰，在施工期间仍采用原黑塘桥水库供水管道进行供水，在导流隧洞进口设置弧形闸门维持上游水位在862.50m（黑塘桥正常蓄水位），保证施工期间黑塘桥水库的供水量，工程大坝位于黑塘桥水库坝址下游，基本不影响黑塘桥水库正常供水。

2）运行期影响

凤山水库建成运行后，将淹没黑塘桥水库取水口、一级、二级及准保护区范围，同时将划定新的水源保护区取代原黑塘桥水源保护区。凤山水库属于年调节水库，工程任务中包含现有黑塘桥水库供水任务，工程建成后运行期能提高现有工程供水保障率。

（2）平堡河集中饮用水水源保护区

本工程仅输水隧洞从平堡河集中饮用水水源保护区一级、二级保护区内下穿，凤山水库施工布置均不位于平堡河集中饮用水水源保护区内，输水隧洞涌水从隧洞出入口处理后回用，凤山水库工程施工对平堡河集中饮用水源保护区水质基本没有影响。

根据输水工程区地下水影响分析，下穿平堡河水源保护区隧洞起止桩号为Y2+925~Y3+863，埋深在56~70m左右，该段隧洞开挖影响半径约160.8m，隧洞开挖对平堡河水源保护区地表水水位可能一定的影响。

因此，为进一步降低施工对饮用水水源地取水的影响，建议在施工前加强地质预测预报，施工期间加强该段隧洞防渗工程，在取水口处设置水位监测点，制定应急预案，最大限度的降低涌突水危害及对暗河水资源破坏。因此，在采取有效的环境保护措施后，能够有效控制隧洞开挖对饮用水水源地保护区水位的影响。

5.11 移民安置环境影响分析

5.11.1 移民安置环境容量分析

本工程移民安置环境容量考虑农业安置、一次性补偿安置、养老保障安置、园区就业安置，结合建设征地涉及移民区的区位、资源、经济、交通条件，至规划水平年生产安置人口共计2413人，其中：一次性补偿安置293人，养老保障431人，农业安置1311人，园区安置378人。

其中一次性补偿安置及养老保障安置主要通过一次性货币补偿安置及提高

土地补偿金安置，园区安置主要在马场坪工业园区安排公益性岗位或者通过就业培训进行生产安置，农业安置主要采取调剂耕地。

水库淹没影响区和枢纽工程建设区建设征地征收耕地涉及福泉市 4 个行政村，征收后耕地减少比例范围在 22.12%~32.97%，减少比例较大的为安谷村32.97%。

工程建设征收耕园地涉及村民组现有农业人口 7534 人，原有耕地面积13837.24 亩，本工程征收耕地面积 3685.7 亩，剩余耕地面积 10151.52 亩。工程征地前村组人均耕地为 1.33-2.85 亩，征地后人均耕地为 0.44-2.68 亩，人均减少耕地 0.01-1.50 亩，耕地损失率在 0.44%-70.96%之间。

本工程水库淹没影响区到规划水平年总的农业安置人口为 1324 人，通过对各组容量的分析，需要调剂耕地数量 1324 亩，区域可流转耕地面积为 2041 亩，采用组内调剂、出组本村调剂、出村本镇调剂耕地安置，可生产安置人口数量为1452 人。

5.11.2 移民安置对环境影响分析

5.11.2.1 对生态环境的影响

（1）对动植物的影响

根据移民安置初步规划，生产安置主要采取调剂耕地的方式，不新开垦耕地。本工程拟选择水土条件较好的区域作为集中安置点用于安置大部分移民，以减轻移民压力，与开垦耕地安置方式相比，移民直接利用调剂出来的成熟耕地进行耕作，避免坡耕地垦殖、毁林造地等破坏生态环境的行为。

移民安置点场地平整、房屋和配套生活基础设施的修建将永久占据一定空间，挤占自然植被和野生动物的空间。建房建筑材料的开采，会形成裸地。建房所用木料从安置区及其周边森林中伐取，对区域森林也有影响。搬迁后，如果煤、沼气、电等生活能源供应不上，搬迁户又可能向区域及其附近森林灌丛索取薪柴，都会造成对植被的破坏，并使栖息于此的野生动物数量减少。根据移民安置规划概况，农村建房占用的土地面积中大部分占用的是耕地和未利用地，专项设施迁改建、移民安置点道路建设涉及的林地也较少，虽然安置区短期内因占用会使局部区域植被覆盖率有所降低，然而随着移民安置利用库周闲置荒地发展林业的投入不断增加，减少的植被面积将会得到不断恢复。

移民安置对陆生动物的影响主要有移民安置活动占地侵占动物栖息地造成生境范围缩小和人为捕猎活动破坏动物物群而造成动物数量减小两方面。本工程移民集中安置区大部分位于交通便利的国道边，占地类型中多为耕地和未利用地，立地条件的限制造成原有植被和动物分布较少，据调查，集中移民直接影响区域没有发现受国家保护的珍稀野生动物，因此较大程度地避免了移民安置对陆生动物的影响。而且由于移民安置区地域分布连续性较好、空间连通性较高、动物环境的可恢复性较强等优势，只要没有人为捕猎活动等严重的干扰和影响，预计移民安置区动物种群结构不会改变。

（2）水土流失影响

移民安置需要占用一定的土地，破坏原有植被，会造成一定范围和有限时间的水土流失。

根据同类水利工程移民安置经验，移民安置区水土流失主要发生在“三通一平”时期，移民安置点的房屋建设和各专项设施的复建必然在一定范围挖取松散的表土层，并抛弃不需要的土、石方，如处理不当，不但破坏原有景观地貌，且可能造成废弃物堆体垮塌，加剧水土流失。

为了防止上述水土流失产生，必须统一规范安置区的各项建设活动，对施工弃土弃渣，选择合适的场地集中堆放，并采取相应的工程拦挡、植被恢复措施，通过采取合适的水土保持措施可以消除或降低水土流失风险。

5.11.2.2 对水环境的影响

（1）施工期对水环境的影响

施工期对水环境的影响源主要是移民集中安置点的建设排放的施工废水。生产废水中混凝土拌合废水具有悬浮物浓度高、水量小，间隙集中排放的特点，机械冲洗废水石油类污染物质及固体悬浮物浓度较高，由于集中安置点规模不大，生产废水排放量小，基本不会产生径流，且安置点周边也无地表水水体，对地表水体水质影响较小。施工人员数量很少，且大多租住当地村民住房，不会对周边环境及水体造成不利影响。

（2）集中安置点生活污水

本工程集中安置点均位于猫猫营、黄丝镇、马场坪，各安置点在移民规划方案中主体设计已考虑安置点设置一体化生活污水处理设施，污水经处理后，首先用于安置区绿化、道路洒水、菜地和农作物灌溉用水，剩余达标排放。

各安置点人数在280~915人之间，最大的黄丝镇安置点安置915人、生活污水产生量为109.8m³/d。

猫猫营、马场坪安置点位于坝址下游，黄丝安置点位于凤山水库库周流域范围，其周边无地表水系及冲沟等汇入库区，以上安置点均不位于初拟划定水源保护区一级保护区、二级保护范围内，生活污水经处理后排放不会对库区水质造成影响。

（3）分散安置点生活污水

对于分散安置点，规模相对较小，生活污水并不直接排放入河，其性质属于面源，安置区各户设置化粪池，有条件的安置户生活污水和人畜粪便可采用沼气池进行处理（生活垃圾可与粪坑发酵物一起转化为农用肥料），生活污水主要去向为附近农田、林地、草地，不会对当地水环境造成很大影响。

5.11.2.3 固体废弃物对环境的影响

根据现场调查，凤山水库工程移民所涉及的集中安置区和后靠安置区的村庄，均没有对生活垃圾设固定的堆放场所，其中部分生活垃圾作为饲料和农肥等被就近消纳，而大部分的生活垃圾则直接堆放至村庄的道路边缘及河岸裸露处，在雨季节可能会随暴雨等水流冲进河道，对水环境带来污染。

由于农村集中安置点主要是农村地区的农业人口，生活垃圾常以厨余等有机物为主，长期随意堆弃，将占用安置区道路旁、屋舍、农田附近的空地，影响安置区的村容村貌等景观环境，还会由于有机物的腐烂产生难闻的气味，对环境空气产生不利影响，且容易造成蚊蝇孳生，鼠类大量繁殖，增大各类疾病的传播机会，危害人体健康，对环境卫生带来不利影响。此外，未经收集、处理的渗滤液还可能会对附近的地表水、地下水、农田等造成污染。因此需对其进行收集并运至附近垃圾填埋场等进行填埋处理。

5.11.2.4 对环境空气和声环境的影响

移民安置工程对环境空气和声环境的影响，主要发生在安置区建设的施工期间。由于各安置点分布较分散，且施工规模较小，对安置点周边环境空气和声环境的影响较小。

大气污染主要来自施工期间取土场地的开挖、地基开挖、爆破、混凝土系统及施工机械运输过程中的扬尘，但由于建设规模较小，且地势较为宽阔，适于扬尘等的疏散，不会对周围大气环境及安置区所在村组带来不利影响；施工机械设

备使用的柴油或汽油，燃油排放的 SO_2、CO_2 等污染物，但这部分污染物量十分小，不会造成不利影响。

噪声污染主要是施工期材料运输过程中车辆产生的流动噪声以及施工机械运行时产生的固定噪声，各噪声源产生噪声程度不同。据实测资料，机械设备噪声一般均在 80~110dB(A)之间，超过国家环境噪声标准。因此，施工过程中将会对施工人员及周围居民产生一定的噪声影响，可能会在施工高峰时段影响到周围村民的日常生活，但施工时间段，施工区范围小，对声环境影响有限。

5.11.2.5 对人群健康的影响

移民安置采取在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的改善，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。

5.11.3 专项设施复建的环境影响分析

凤山水库工程专业项目复建主要包括交通、电力和通讯设施复建，涉及高速公路 5.64km，G210 公路 3.62km，四级公路 18.38km，乡村公路 8.69km，交通桥 16 座；铁路桥墩 41 个；220kV 高压塔 2 座，输电线路共 96.33km；通讯光缆共 39.89km。对环境影响较大的为交通复建工程，工程复建乡村道路总长约 17.0km，210 省道复建长度约 3.42km，贵新高速公路改线复建长度约 7km；株六铁路、湘黔铁路拟采用局部改线处理 1.547km。

5.11.3.1 复建交通工程环境影响分析

（1）生态环境影响

交通复建工程均为线性工程，工程占地较小，占用的植被均为农田植被和灌草丛，不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园等生态环境敏感对象，对陆生植被和生物多样性影响很小。施工产生的噪音、生产及生活废物等，会使生物栖息的生态环境恶化，可能导致植物种类减少和野生动物迁移，引起区域内的动物种群数量发生变化。由于工程区长期受人为活动干扰严重，野生动植物分布较少，因此工程施工对野生动植物的影响很小。

（2）水环境影响

交通复建工程施工期对水环境的影响分析主要表现在施工中产生的施工废水及施工人员生活废水。混凝土拌和系统废水排放量很小，废水主要污染物为 pH

和 SS，若随意排放将对周围环境产生一定影响。施工中生活废水为施工人员日常生活所产生，施工人员一般租住在附近村庄，生活污水纳入当地处理，对环境影响较小。

交通复建工程营运期无经常性污水来源，主要水污染源是非经常性污水，即路、桥面径流。影响路、桥面径流水量和水质因素较多，包括降雨量、车流量、两场降雨间隔时间等，其水量和水质变幅较大。根据目前国内对公路路面径流浓度的测试结果，降雨初期到形成路面径流的 30min 内，水中的悬浮物和石油类浓度较高；半个小时后，其浓度随着降雨历时延长而较快下降，降雨历时 40～60min 分钟后，路面基本被冲洗干净，路面径流污染物浓度基本稳定在较低水平。

此外，车辆、火车在行驶过程中，由于高速或者操作不当，会发生交通事故。尤其是装载危险品的车辆或火车发生事故时，造成危险品外溢，可能造成重安江干流及其支沟水体污染。因此需采取相应的风险事故防范措施及应急预案，防患于未然。

（3）空气环境影响

交通复建工程在施工期对周围环境空气质量的影响主要是扬尘污染。其中最主要的是运输车辆道路扬尘和施工作业扬尘。

复建铁路主要采取电气化运行，运行期基本没有大气污染物；复建的公路通车后，车辆尾气是大气污染物的主要来源，其排放量与交通量、车型构成比及汽车运行情况有关。复建公路包括高、底等级公路，公路行车量较大，汽车尾气排放量大，但由于污染源为流动型、较分散，加之大气扩散作用，道路扬尘和汽车尾气对周边环境空气的影响较小。

（4）声环境影响

交通复建工程建设施工期间，噪声主要来源于施工机械和运输车辆辐射的噪声。施工前期钻探工作使用钻探机会产生较高的噪声；道路、铁路桥建设工作期间的打桩机、推土机、平地机、拌合机等将是主要的噪声源。各种机械运行时噪声值较高，最大声级一般在 80dB 以上，但随着距离的增加，噪声逐渐衰减，昼间 80m 距离处除打桩机外其它机械均可达到要求、夜间 300m 距离处可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的 55dB。复建工程施工期间施工噪声虽然较大，但随着工程的竣工施工噪声影响将不再存在，施工噪声对

环境的影响是暂时的、短期的。

拟改复建的道路现有交通量较大，通行车辆基本为小型客车和小型轿车，拟建项目主要是对原有道路的恢复，建成后仍主要承担原有交通量，因此道路交通情况不会发生太大变化，改复建后交通噪声对周边环境的影响较现状不会明显加剧。

（5）固体废物

交通复建工程的固体废物主要是工程建设的弃渣、施工生活垃圾，由于改复建线路较短，弃渣量较少，设置弃渣场放置后采取生态恢复措施后，对周边环境影响不大；交通复建工程施工期一般为 3 年左右，施工人员将产生一定的生活垃圾，这些生活垃圾如果处理不当，将对道路沿线和渡口周围环境卫生、景观造成一定的污染，甚至造成疾病传播。

（6）水土流失影响

交通复建工程设置的渣场若不及时进行防护，将产生较大的水土流失，严重的水土流失很容易对区域土地生产力、区域生态环境、河道水质等造成不同程度的危害。

（7）对黑塘桥水源保护区影响

交通复建工程涉及现黑塘桥水源保护区准保护区范围，施工期间施工中产生的施工废水及施工人员生活废水。废水主要污染物为 COD、pH 和 SS，若随意排放将对黑塘桥水源保护区产生一定影响。

交通复建工程要求在凤山水库蓄水前建成，凤山水库建成后需要划定水源保护区，根据现有资料，交通复建工程均位于凤山水库水源保护区准保护区范围内。交通复建工程营运期无经常性污水来源，主要水污染源是非经常性污水及事故性污水排放，如果不做好交通复建工程非经常性污水或事故性污水收集处理措施，制定相应的环境应急预案，会对凤山水库水源保护区产生一定的影响。

5.11.3.2 其他复建工程环境影响分析

凤山水库工程建设征地涉及影响通信线路、电力设施等，拟进行迁改建。改复建项目均在工程原址附近择址改复建，上述项目复建过程中不可避免对周边环境产生一定不利环境影响，主要表现为植被占用、水土流失、施工废水、粉尘、噪声及废弃物排放污染等，总体而言，以上专业项目改复建工程量较小，产生的

不利环境影响较小。专项设施复建后，将为周边居民的正常生产生活提供保障。

5.12 施工期环境影响

5.12.1 水环境

5.12.1.1 水源枢纽工程区

施工期的水污染源主要包括生产废水和生活污水两大部分。其中生产废水大部分来源于砂石骨料加工废水，另有少量的混凝土拌和冲洗废水和机修系统含油污水、隧洞施工废水和基坑废水；生活污水主要来源于施工生活区。

施工区所在重安江干流河段水域功能为Ⅲ类水域，但现黑塘桥坝址为黑塘桥水源保护区，本工程砂石加工系统布置于集中饮用水水源保护区准保护区中，大坝、导流隧洞及部分施工道路等布置于集中饮用水水源保护区一级保护区内，混凝土拌和系统、机修系统、施工生活区未设置在黑塘桥集中饮用水水源保护区内，为保证集中水源区水质，废、污水禁止直接排入水体，施工废（污）水应处理后回用、洒水降尘或农林灌溉等综合利用。

（1）砂石加工系统废水

1）污染源分析

本工程水源枢纽区砂石料加工系统位于石料场开采区旁，废水产生量为200m^3/h，其污染物以 SS 为主，SS 排放浓度为50000mg/L。

2）预测工况

① 正常工况

在砂石废水处理系统正常运行情况下，可以实现砂石废水零排放，对地表水无影响。

② 非正常工况

但当水处理设备检修或故障等原因使水处理设施无法正常运行时；或当砂石加工工序有所调整，进水水质异常，超过水处理系统设计处理能力时，大量的高悬浮物废水外排进入重安江将形成岸边污染带。考虑最不利情况下，以砂石加工废水处理系统事故排放为预测工况进行影响预测，预测时段选择枯水期1月份，此时坝址处流量为1.57m^3/s，河流 SS 浓度参照2016年3月坝址断面监测数据取2mg/l。

3）预测模型

① 混合过程段

采用《环境影响评价技术导则　地面水环境》中推荐的二维稳态混合模式预测砂石加工系统废水对重安江水体水质的影响，根据生产废水排放口位置、河流扩散作用，采用岸边排放、河岸一次反射的二维稳态混合方程。

$$C(x,y)=C_h+\frac{C_pQ_p}{H\sqrt{\pi M_y xu}}\left\{\exp\left(-\frac{uy^2}{4M_yx}\right)+\exp\left[-\frac{u(2B-y)^2}{4M_yx}\right]\right\}$$

混合过程段的长度可由下式估算：$L=\dfrac{(0.4B-0.6a)Bu}{M_y}$

用泰勒（Taylor）公式确定横向混合系数：

$$M_y=(0.058H+0.0065B)\sqrt{gHI}$$

式中：c(x，y)——(x,y)点污染物垂向平均浓度；

x，y——预测点 x，y 方向坐标值，m；

C_h——河流上游污染物浓度，mg/L；

Q_h——河流流量，m^3/s；

C_p——污染物排放浓度，mg/L；

Q_p——废水排放量，按高峰排放量计，m^3/s；

c——废水与河流完全混合后污染物浓度，mg/L；

H——河流平均水深，取各月平均水深，m；

B——河流宽度，取各月多年平均河面宽度，m；

a——排放口距岸边的距离，m；

u——x 方向平均流速（断面平均流速），取各月多年平均流速，m/s；

L——混合过程段长度，m；

M_y——横向混合系数，m^3/s；

I——河流底坡，m/m；

g——重力加速度，取$9.8m/s^2$。

② 充分混合段

充分混合后，SS 浓度为；

$$C=\frac{C_hQ_h+C_pQ_p}{Q_h+Q_p}$$

式中：C_p—污染物排放浓度，取50000mg/L；

Q_p—废水排放量，m³/s；

C_h—河流本底污染物浓度，mg/L；

Q_h—河流枯水年最枯月流量。

4）预测参数

工程砂石加工系统废水排放预测水文参数见表5.12.1-1。

表 5.12.1-1　　砂石加工系统废水预测水文参数表

时段	流量（m³/s）	平均水深（m）	平均河宽（m）	流速（m/s）	平均坡降
枯水期	1.57	1.3	20	0.1	0.0034

5）预测结果

采用以上预测模型，对枯水期重安江水质进行预测，预测结果见表5.12.1-2~5.12.1-3，由表可知，砂石废水进入重安江后，形成358.14m 的混合污染带，实际中从砂石料场下游冲沟至重安江干流汇口区间约2.4km，因此在冲沟汇入重安江干流处前砂石废水基本就达到了完全混合且 SS 浓度得到部分消减。根据最不利情况，在重安江干流充分混合时，河流中 SS 浓度为1084.71mg/L，增加了1082.71mg/l，对河流水质有较大影响。在汛期，由于来水量大，河流天然含沙量大，废水若不经处理且事故排放到重安江中，对河流水质影响较枯水期要小。但考虑到砂石加工系统位于黑塘桥水源保护区准保护区内且下游有取水的需求，要求废水禁止排放，同时应做好砂石废水处理系统的环境风险管理工作，确保事故情况下，废水得到有效处理。

表 5.12.1-2　　砂石加工系统废水预测参数表

时段	横向混合系数	混合过程段长度（m）
枯水期	0.0430	358.14

表 5.12.1-3 非正常工况(枯水期)砂石系统废水排放 SS 预测结果(单位：mg/L)

Y(m) / X(m)	0	5	10	20
50	2623.40	1962.12	821.55	52.07
100	1855.78	1606.35	1048.28	364.29
200	1325.22	1258.06	1077.84	821.47
300	1120.35	1121.20	1070.69	987.87
400	1019.37	1051.94	1053.96	1038.38

Y(m) X(m)	0	5	10	20
500	959.94	1006.69	1031.05	1043.27
1000	819.38	867.25	902.41	931.07
2000	676.80	703.78	723.67	739.96
3000	588.61	605.69	618.18	628.35
4000	527.35	539.30	548.00	555.05
5000	481.78	490.72	497.20	502.45

（2）混凝土拌和系统冲洗废水

混凝土拌和站废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗，大坝区拌和楼废水产生量约 3m^3/次，9m^3/d。该废水经处理后回用或洒水降尘，在正常情况下不外排。若处理设备非正常运行导致废水外排，因废水流量小，不易形成地表径流，其影响范围和程度均较小。

（3）含油废水

含油废水主要来自设备检修停放场施工机械车辆保养、清洗过程，含油废水产生量为 20m³/d，石油类和 SS 浓度分别为 100mg/L 和 1000mg/L，按处理后经处理后石油类和 SS 浓度分别为 5mg/L 和 100mg/L，则浮油产生量约 28.5kg/月、污泥产生量（含水率 60%）约 1395.5kg/月。正常情况下，含油污水处理后回用或洒水降尘不外排；若事故排放，则在水体表面形成油膜，对溶解氧恢复和河流水质造成一定的影响。但由于废水量少而分散，其影响范围和程度均较小。此外，浮油和污泥如处理不当，将对周边土壤、水体水质产生较大影响。

（4）隧洞开挖废水

隧洞施工废水产自导流隧洞进出口，主要是地下开挖面产生的涌水，采用水平衡法计算水源枢纽区导流隧洞废水产生量约 21.5m^3/d，SS 浓度约 500mg/L，并伴有少量油污和炸药残留物。水源枢纽工程区导流隧洞规模较小，但考虑到导流隧洞上游洞口施工处于黑塘桥水源保护区范围内，开挖废水禁止外排，通过在隧洞进出口设置沉淀池处理废水，然后用于黑塘桥水库取水口下游施工区域洒水降尘等用途。

考虑到导流隧洞上游洞口位于黑塘桥水源保护区范围内，对非正常工况开展模拟预测，采用《环境影响评价技术导则　地面水环境》中推荐的二维稳态混合模式预测导流隧洞涌水及生产废水对水质的影响，根据生产废水排放口位置、河

流扩散作用，采用岸边排放、河岸一次反射的二维稳态混合方程。

综合考虑施工时间涌水量采用 3.58m^3/h，其污染物以 SS 为主，SS 排放浓度为 500mg/L。当水处理设备检修或故障等原因使水处理设施无法正常运行时，涌水悬浮物废水外排进入重安江将形成岸边污染带。考虑最不利情况下，以事故排放为预测工况进行影响预测，预测时段选择枯水期 1 月份，此时坝址处流量为 1.57m^3/s，河流 SS 浓度参照 2016 年 3 月坝址断面监测数据取 2mg/l。

表 5.12.1-4　非正常工况(枯水期)隧洞涌水排放 SS 预测结果(单位：mg/L)

Y(m) / X(m)	0	1	2	3
1	2.73	2.74	2.74	2.75
2	3.54	3.54	3.53	3.51
3	3.30	3.30	3.31	3.31
4	3.18	3.19	3.20	3.21
5	3.11	3.13	3.14	3.15
6	3.06	3.08	3.09	3.10

由表可知，由于导流隧洞长度较小，涌水量相对较少，涌水进入重安江后，形成 148m 混合污染带。根据最不利情况，在该污染带中，河流中最大 SS 浓度为 3.54mg/L，增加了 1.54mg/L，至完全混合时，SS 浓度为 2.31mg/L，增加了 0.31mg/L，对河流水质影响较小。在汛期，由于来水量大，河流天然含沙量大，废水若不经处理且事故排放到重安江中，对河流水质影响较枯水期要小。但考虑到导流隧洞位于黑塘桥水源保护区内且下游有取水的需求，要求废水禁止排放，做好废水处理系统的环境风险管理工作，确保事故情况下，废水得到有效处理。同时，应做好施工期应急预案，在其中考虑设置导流隧洞施工期应急取水方案。

（5）基坑废水

基坑废水包括初期废水和经常性废水两部分，基坑废水主要是初期废水，初期废水由基坑积水和降雨形成的地表径流等组成，水质与重安江天然水体水质基本相同，对重安江水体水质影响很小；经常性废水产生量少，并且仅产生于大坝围堰施工期，根据已建水利水电工程监测数据，废水 pH 值约为 9～11，悬浮物浓度为 2000mg/L 左右，但废水在基坑内加絮凝剂静置 2h 后的处理方法，悬浮物的浓度便可降到 70mg/L 以下，经处理后的基坑废水可回用于生产或综合利用，不外排，对环境影响较小。

（6）生活污水

施工区高峰施工人员数为 1560 人，枢纽工程区设置两处生活区，生活污水最大排放量为 7.8m^3/h，日排放量 187.2m^3。施工区为 III 类水域要求，生活污水优先回用，不能回用的污水经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）后才允许外排。但当水处理设备检修或故障使水处理设施无法正常运行时，或其它各种可能原因导致生活污水事故排放时，污水进入重安江将会形成岸边污染带。按污水集中排放，采用污径比法预测，枯水期坝址流量为 1.57m^3/s，污径比为 1：365，因此生活污水对河流的水质有一定的影响，应做好生活污水环境风险管理工作，确保事故情况下，废水得到有效处理。

5.12.1.2 输水系统工程区

输水系统工程区施工区范围广、呈分散布置，单个施工区废污水排放量很小，但由于涉及支流水系流量也较小，如废污水外排，尤其是隧洞废水量较大、外排可能对附近水体产生较大影响，其他废水如混凝土拌和废水、生活污水因量小，外排对附近水体影响小。输水系统工程区施工区涉及的重安江流域皮陇河、浪波河、平堡河，瓮安河流域雍阳河等为 III 类水域功能。

正常情况下，输水系统工程区施工废污水均处理后综合利用，不外排，若事故排放，则将对河流水质造成一定影响。

（1）混凝土拌和系统冲洗废水

输水系统工程区采用移动式混凝土拌和机，每次冲洗用水量约 0.5m^3，冲洗废水产生量很小，经沉淀后回用不会外环境产生影响。

（2）生活污水

施工区设置 14 处集中施工营地，每处生活污水排放量约 1.0m^3/h，污水排水量较小，污染物组成简单，主要是 SS、石油类、COD 和氨氮。施工营地污水经一体化设备处理后用于施工场地洒水降尘等用途，基本不外排，对周边环境影响较小。

（3）隧洞开挖废水

布置有 2 条无压隧洞，若隧洞施工中渗水量过大且不采取有效的处理措施将渗出水从隧洞中抽出直接外排，将对排放口下游水体带来一定的影响。输水工程区各起止桩号废水产生量约 3.5~193.5m^3/d，有压隧洞和无压隧洞废水量分别为

1127.1m^3/d、51.9m^3/d。至一级泵站无压隧洞长 8.99km，无压隧洞长 2.43km。

至一级泵站无压隧洞进口位于黑塘桥坝址下游，涌水排水进入黑塘桥水库坝址下游重安江。其施工支洞洞口位于重安江平堡河支流平堡河取水口下游，最终汇入重安江流域；至一级泵站无压隧洞出口位于重安江干流附近，排水汇入重安江。至胜土水库无压隧洞进口位于浪波河干流附近，排水进入浪波河；隧洞出口位于雍阳河支流白岩河附近，排水汇入雍阳河。

皮陇河、浪波河、平堡河、雍阳河均为 III 类水域功能，隧洞废水经处理后达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后优先回用，剩余达标排放，对附近受纳水体水质影响较小。

5.12.2 声环境

5.12.2.1 水源枢纽工程施工区

（1）固定点声源影响预测

1）预测模式

$$LA(r)=LA(r_0)-20\lg（r/r_0）$$

式中：

LA(r)——距离声源 r 处的 A 声级；

LA(r_0)——参考位置 r_0 处的 A 声级；

r——预测点距离声源的距离，m；

r_0——参考位置距离声源的距离，m。

2）预测结果

在噪声预测过程中，不考虑噪声在传播过程中的几何发散、遮挡、空气吸收和地面效应作用下产生的衰减量，点噪声源贡献值预测结果见表 5.11.2-1。

表 5.12.2-1　　水源枢纽工程施工区主要固定点源噪声源衰减预测表

声源	源强 dB(A)	与声源不同距离的噪声值 dB(A)						达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》的距离（m）		达到《声环境质量标准》2 类标准规定的限值的距离（m）	
		10m	20m	50m	100m	200m	400m	昼间	夜间	昼间	夜间
砂石系统	103	85	79	71	65	59	53	56	316	142	447
混凝土系统	92	72	66	58	52	46	40	13	71	40	126
水源枢纽工程施工	95	75	69	61	55	49	43	18	100	57	178
施工工厂	90	70	64	56	50	44	38	10	56	32	100

根据表 5.11.2-1 可知：

砂石加工系统噪声在距离声源 56m 和 316m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源 142m 和 447m，分别达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准昼间和夜间限值。

混凝土拌和系统噪声在距离声源 13m 和 71m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源 40m 和 126m，分别达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准昼间和夜间限值。

主体工程施工在距声源 18m 和 100m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源 57m 和 178m，分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间和夜间限值。

施工工厂在距声源 10m 和 56m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源 32m 和 100m，分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间和夜间限值。

3）声环境敏感点影响分析

根据调查，水源枢纽工程区声环境敏感目标有桐油坪居民点、猫猫营居民点 2 处。其中受固定电源噪声影响的有大坝施工区的桐油坪居民点、砂石加工系统附近的猫猫营居民点，预测结果见表 5.12.2-2。考虑地形条件，砂石加工系统、大坝施工区噪声贡献值等声值线图见图 5.12.2-1~2。

表 5.12.2-2　　施工点源噪声对敏感点影响计算结果表

敏感点	噪声源	距离（m）	源强（dB）	背景值（dB）		叠加值（dB）		声环境质量标准
				昼间	夜间	昼间	夜间	
桐油坪居民点	大坝施工	247	95	51.6	44.9	53.4	43.8	2 类
猫猫营居民点	砂石加工系统	238	103	50.2	44.5	54.0	44.7	2 类

根据预测结果，桐油坪、猫猫营居民点均达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

（2）线声源影响预测

1）预测模式

工程施工车辆以大型载重汽车为主，车型较为单一，主要为承担工程物资、弃渣、砂石料及混凝土运输任务的自卸运载车。

预测模式：

$$L=10Lg\frac{N}{r}+30Lg\frac{V}{50}+64$$

式中：L——距声源 r 处的噪声值[dB（A）]；

N——车流量（辆/h）；

V——车速（km/h）；

r——预测点距公路中心线的距离（m）。

2）敏感点预测结果

本项目进场公路和场内道路沿线的敏感点有至石料场公路附近月亮坡居民点、左岸上坝公路附近桐油坪居民点、至砂石加工系统附近猫猫营居民点，至渣场的进场公路附近桐子树居民点，由于猫猫营居民点靠近国道 210，执行声环境质量执行 4a 类标准，其余居民点声环境质量执行 2 类标准。

对敏感点噪声影响的预测结果见表 5.12.2-3，预测结果表明猫猫营居民点夜间超标《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准 2.4dB，桐油坪、桐子树夜间超过 2 类标准 1.2dB，月亮坡超过 2 类标准 3.0dB。

表 5.12.2-3　　枢纽工程施工区敏感点交通噪声预测表

敏感点	最近距离（m）	执行标准值		贡献值（dB）		背景值（dB）		贡献叠加值（dB）	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
桐油坪居民点	30	60	50	55.10	50.10	51.8	44.8	56.8	51.2
月亮坡居民点	20	60	50	57.74	52.47	50.2	44.0	58.4	53.0
猫猫营居民点	10	70	55	62.26	57.25	50.4	43.9	62.5	57.4
桐子树居民点	15	60	50	55.60	50.28	50.4	43.9	56.8	51.2

（3）爆破噪声影响分析

由于爆破噪声具有短时、定时、定点的特点，噪声强度可达 130～140dB（A），本工程爆破点有大坝、石料场和隧洞等，此外，工程在土石方开挖时还会有少量

爆破作业，其产生的影响是瞬间的。由于爆破时噪声很大，传播距离很远，对施工人员及施工区附近居民都会有一定的影响；根据现场勘查，桐油坪居民点距离大坝直线距离为 430m，月亮坡居民点距离石料场距离为 660m，猫猫营居民点距离石料场 990m，因此，合理安排好爆破时间后，爆破施工对周围声环境影响有限。

5.12.2.2 输水系统工程区

输水系统工程区范围广，施工布置较分散，主要是相对集中施工区施工噪声的影响，如泵站、隧洞洞口，主要为固定点声源影响，线声源影响由于施工时间短，交通量不大，基本夜间不施工影响相对较小。爆破噪声由于为瞬时声源，影响短暂。

主要分析固定点声源噪声影响，根据表 5.11.2-4，因输水系统工程区夜间基本不施工，因此不考虑夜间超标影响，泵站施工区、无压输水隧洞施工区周边居民点昼间均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

表 5.11.2-4　　输水工程区环境敏感点噪声预测一览表

工程区域	敏感点	与工程区位关系	噪声源强（dB）	最近距离（m）	贡献值（dB）	背景值（dB）		噪声叠加值（dB）		环境质量标准
						昼间	夜间	昼间	夜间	
一级泵房施工区	山郎卜居民点	一级泵站泵房东侧 200m	90	88	51.1	51.6	44.9	54.4	52.0	2 类
	艳山红居民点	一级泵站泵房北侧 250m	90	66	53.6	51.6	44.9	55.7	54.1	2 类
无压输水隧洞施工区	沙子坎居民点	无压隧洞入口西侧 200m	90	116	48.7	51.1	43.0	53.1	49.7	2 类
	岚家院居民点	无压隧洞入口东南侧 200m	90	130	47.7	51.1	43.0	52.7	49.0	2 类

5.12.2.3 运行期声环境影响预测

运行期声环境影响主要来自泵站运行噪声，泵站噪声源强约 93dB（A），预测结果见表 5.12.2-5，一级泵站周边居民点均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

表 5.12.2-5　　运行期泵站运行噪声预测一览表

工程	居民点	与工程关系	最近距离（m）	源强（dB）	背景值（dB）		叠加值（dB）		环境质量标准
					昼间	夜间	昼间	夜间	

一级泵房	山郎卜居民点	一级泵站泵房东侧200m	88	93	51.6	44.9	51.8	45.9	2 类
	艳山红居民点	一级泵站泵房北侧250m	66				51.7	45.3	2 类

5.12.3 环境空气

工程施工期环境空气污染物主要来源于施工作业面扬尘、炸药爆破粉尘、道路运输扬尘、砂石加工和混凝土拌和粉尘，主要污染物为 TSP。

（1）施工扬尘、粉尘污染影响

1）施工作业面扬尘

水源枢纽工程、输水系统工程区管道沿线等开挖面，料场和弃渣场等施工作业面均会产生扬尘；扬尘产生量与天气干燥程度及风力、作业面大小、施工机械、施工方法，以及采取的抑尘措施等都有关系。类比同类工程，在不采取措施抑尘时，土石方施工区 TSP 浓度可达 100mg/m^3 以上，属于严重超标，将对施工区附近 200m 范围内的居民点产生较大影响。

2）主体工程爆破粉尘

水源枢纽工程开挖爆破、料场开采爆破过程中会产生爆破粉尘，由于爆破粉尘是在施工期内分时段排放，炸药引爆后瞬时集中排放，不会对施工区域环境空气质量产生长期的影响。

3）交通运输产生的扬尘

水源枢纽工程区施工对外运输量大，场内交通道路多为碎石路面，在重型施工车辆机械反复碾压下，易发生扬尘。据经验，车辆行驶产生的扬尘在同样路面清洁程度下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速下，路面条件越差扬尘量越大。根据资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60%以上，一辆载重 30t 的汽车，在时速小于 60km 的情况下，估算其扬尘排放强度约为 1500mg/s。

月亮坡居民点、猫猫营居民点至石料场公路最近分别为 15m、10m，桐子树居民点至渣场公路公路最近为 15m，交通运输扬尘将对这三处居民点产生一定影响。可通过限制车速、路面洒水等临时措施减轻扬尘不利影响。

输水系统工程区因范围广，集中施工强度小，交通扬尘对渠系施工区附近居

民点影响较小。

4）混凝土拌和系统产生的粉尘

水源枢纽区布置 1 座混凝土拌和系统，拌和系统粉尘主要产生在水泥的运输和装卸及进料过程中，附近无居民点，对环境空气影响较小。

其他区域设置的移动拌和机扬尘污染很小。

5）砂石加工产生的粉尘

砂石加工系统在粗碎、中碎、细碎、筛分及运输过程中均会产生粉尘污染。采用湿法和闭路破碎工艺将大大降低加工过程中的粉尘排放量，一般在有控制情况下粉尘排放系数为 0.3kg/t 产品。

本工程各砂石料加工系统均采用湿法和闭路破碎工艺，根据高峰期其满负荷生产能力，预计水源枢纽区砂石系统粉尘排放量为 39kg/h，在采取先进、低尘破碎工艺和环境保护措施的条件下，除尘率将达到 99%以上，则 TSP 排放强度分别为 0.039kg/h。

采用《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）推荐的 SCREEN3 估算模式。考虑在施工高峰期，在最不利气象条件下，预测砂石加工系统产生的污染物（TSP）对下风向区域的影响距离和影响程度，正常情况（除尘率 99.9%）砂石加工系统对下风向区域的影响距离和影响程度结果见表 5.12.3-1。

表 5.12.3-1　　**水源枢纽区砂石系统估算模式预测计算结果**

距源中心下风向距离 D(m)	下风向预测浓度(mg/m³)
100	0.0088
200	0.0118
281	0.0127
300	0.0126
400	0.0117
500	0.0104
1000	0.0055
2000	0.0023
3000	0.0013
4000	0.0009
5000	0.0007
下风向最大浓度(mg/m³)	0.0127
最大浓度处距离（m）	281

根据表5.12.3-1的预测结果，水源枢纽区砂石系统在施工高峰期，不利气象条件下，在采取相应环境保护措施下砂石加工系统作业区域下风向5km 范围内

TSP 的浓度均小于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准规定的24小时平均浓度限值（0.30mg/m³），砂石加工系统污染物（TSP）排放对大气环境影响较小。输水系统工程区砂石系统 TSP 排放源强更小，在采取相应降尘措施的情况下，对大气环境影响较小。

水源枢纽工程区砂石系统附近500m 范围外猫猫营居民点，在采取相关措施的情况下，不会对这些敏感点环境空气质量产生影响。但如不采取降尘措施，则会对附近居民点产生较大影响。

总体来说，工程区环境空气本底状况良好，水源枢纽区污染源相对集中，对附近居民点影响稍大，输水系统工程区较分散、工程规模也小，影响相对较小。在采取有关降尘抑尘措施后，施工扬尘粉尘污染对敏感点的影响较小。

5.12.4 固体废物

工程施工产生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、工程弃渣等。

（1）生活垃圾

生活垃圾主要集中产生于施工营地。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。

水源枢纽工程施工区平均施工人数约 575 人，日产生活垃圾 0.58t，输水系统工程区平均施工人数 600 人，日产生活垃圾 0.6t。生活垃圾如任意堆放，不仅污染空气，还容易造成蚊蝇孳生、鼠类大量繁殖，加大各种疾病的传播机会。生活垃圾的各种有机污染物和病菌随径流或其他条件一旦进入河流水体，将增加水体中污染物浓度，污染附近水体水质。

（2）建筑垃圾和辅助企业生产垃圾

建筑垃圾主要是临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块、弃土等。这些建筑垃圾的来源主要是场平、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，如废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材等。这些废弃物若露天堆放锈蚀、腐烂后不仅造成物资财产的损失，也会对周围土壤、水体等造成污染，故应加强管理、及时回收利用。

（3）工程弃渣

工程总弃渣量 248.16 万 m³（自然方），工程弃渣将按照水土保持要求堆放在

指定的弃渣场，并采取相关的工程措施和植物措施防止流失。工程开挖产生的土石方除一部分作为混凝土系统料源和浆砌石填筑外，大部分作为弃渣堆放在弃渣场。渣场占压将破坏原地貌、植被与地表组成物。同时由于弃渣属人工塑造的松散堆积体，若不采取适当的护坡、排水措施，容易造成渣体冲刷、滑落和坍塌，引发新的水土流失。

5.13 水土流失预测

5.13.1 新增水土流失分析与预测

工程建设中扰动面积为 349.23hm^2，扰动面积中输水线路工程及弃渣场扰动面积最大，若不采取任何水土保持措施的情况下，预测工程建设产生的水土流失总量为 14.25 万 t，新增水土流失量 12.60t，其中输水线路区新增水土流失量最大，为 4.15 万 t，占总水土流失量的 32.96%。

5.13.2 水土流失危害分析与评价

对工程建设中产生的水土流失，如不采取有效的水土保持措施，将可能造成以下水土流失危害：

（1）大坝枢纽区

大坝枢纽所在地均为山区，沟壑纵横，是径流主要形成区，降雨量大，因此在枢纽工程施工期间，由于料场开挖、筛分系统、生活区、上坝公路的布置以及弃渣的临时堆放处置可能造成地表植被的破坏。若弃料、弃渣不及时处理，一方面，地表景观遭到破坏，为水蚀提供了条件，易发生土壤流失，造成下游河道、水库淤积及对农田产生一定影响。

（2）输水线路区

输水线路区所在地均为山区，沟壑纵横，是径流主要形成区，降雨量大，因此在输水线路工程施工期间，由于管沟大开挖及隧洞开挖、筛分系统、生活区、交通公路的布置以及弃渣的临时堆放处置可能造成地表植被的破坏。若临时堆土、弃料、弃渣不及时处理，一方面，地表景观遭到破坏，为水蚀提供了条件，易发生土壤流失，造成下游河道、水库淤积及对农田产生一定影响。

（3）弃渣场区

工程建设产生的松散弃土弃渣，若不及时采取水土保持措施，渣体在雨水冲刷下进入河流，影响下游河道安全运行。工程设置 18 个弃渣场，数量多且分散，

如不做好边坡防护、排水等措施，将会造成滑坡、塌方等地质灾害。

（4）料场区

施工取料时地表植被及表层土体被剥离，料场扰动面积大，若开采后弃料不及时回填和整治，料场在降雨条件下对地貌景观造成破坏，易产生较严重的水土流失。

表 5.13.1-1　　水土流失量预测汇总表

项目区	占地面积（hm^2）	水土流失总量(t)	背景流失量（t）	新增水土流失量(t)	新增量百分比（%）
枢纽工程区	21.18	10277	884	9393	7.45%
输水线路区	100.44	46124	4593	41531	32.96%
永久办公生活区	1.14	575	54	522	0.41%
料场	12.02	6479	577	5902	4.68%
弃渣场	68.05	34365	3266	31099	24.68%
施工生产生活区	21.55	6551	1207	5344	4.24%
交通道路	72.72	21894	4014	17879	14.19%
移民安置及专项复建区	52.13	16249	1918	14331	11.37%
合计	349.23	142514	16514	126000	100.00%

6 环境保护对策措施及经济技术论证

6.1 环保措施设计体系布局

6.1.1 环保措施设计原则

（1）预防为主和环境影响最小化原则

在环境保护对策措施的方案设计时，借鉴成熟的经验和科学知识，预防为主，防治结合，防范环境风险，防止不利影响的产生，把对环境的不利影响降到最低。

（2）全局观点、协调性及生态优先原则

各项措施与当地及工程区的生态建设紧密协调、互为裨益，切实作到生态优先。从流域范畴统筹规划，处理好上游与下游、干流与支流，整体与局部、近期与远期等的关系。

（3）综合防治，因地制宜，因害设防，突出重点的原则

针对本工程的生产废水、污水产生特点，所在河流及影响区下游河流水域功能及废气、噪声产生的时段与特点，有针对性地提出防护措施，突出重点、合理配置，形成综合防治体系。

（4）“三同时”原则

环境保护措施布设与工程设计中已有的环境保护措施相衔接，并构成一体，且在设计深度和实施进度安排上与主体工程设计和施工进度相适应。并且各项环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的。

（5）经济性、有效性原则

遵循环境保护措施投资省、效益好和可操作性强的原则。

6.1.2 环保措施总体布局

根据工程建设对环境的影响特点和环境影响预测评价结论，以及工程的环境保护目标和污染控制目标要求，本工程环境保护措施包括水环境保护措施、水生生态保护措施、陆生生态环境保护措施、水土保持措施、社会环境保护措施、移民安置区环境保护措施、施工期环境保护措施等。

表 6.1.2-1　　凤山水库工程环境保护措施一览表

项　目		措 施
水源枢纽工程区		
水环境保护	生态流量保障措施	初期蓄水阶段：通过黑塘桥水库供水管道下游围堰处设 DN800 生态岔管下放；

		运行期：机组发电或 2#、3#机组旁永久生态放水岔管下放； 根据下游环境用水开展生态调度以及应急调度。 设置生态流量在线监测系统。
地表水水质保护	水库水质	划定水源保护区； 设置水源保护区物理隔离措施； 库区集水区污染源治理和管理要求。
	水温影响减缓措施	发电引水进水口采取叠梁门取水措施。
	管理区生活污水处理	采用一体化污水处理+土地处理系统。
	水源保护区	施工期制定水源保护区环境风险应急预案； 监测取水口水质水位； 导流隧洞施工废水收集回用，严禁外排。
水生生态保护	栖息地保护	栖息地保护范围：重安江干流坝址至鸭爪坝区间 15.76km、库尾以上 6.1km；支流平堡河 8.78km，围阻河下游 5.32km 河段； 对干流库尾以上 6.1km，重安江江干流坝址下游 5km 河段，支流围阻河 3.25km、平堡河 2.43km 滚水坝实施改造，增设过鱼堰、鱼坡等； 对局部河段底斜坡实施改造、岸边带营造； 开展生态调度研究； 对干支流局部流水河段设置人工鱼巢； 渔业管理措施。
	过鱼措施	厂房尾水下游左岸设固定集鱼平台，配套车辆船只。
	增殖放流	建一座鱼类增殖放流站，近期放流对象白甲鱼、云南光唇鱼、华鲮、黄颡鱼，近期放流 8 万尾/a，连续放流 10 年，中长期根据监测及栖息地保护情况进行调整。
	其他措施	进水口拦鱼设施、渔政管理。
陆生生态保护措施	植被保护措施	加强对施工占地区的管理； 永久占地区采取不同的防护及植被恢复方式；移栽水库淹没区古树名木。
	陆生动物保护	加强动物生境建设；蓄水前进行搜救。
社会环境保护措施	风景区保护	保证下放生态及景观流量，设置电子警示牌，保障下游游览安全。
施工期环境保护措施	废污水处理	水源枢纽工程区砂石系统废水采用高效净化器法处理，出水回用于生产不外排； 混凝土废水采用沉淀池处理； 机修、含油废水采用沉淀池+油水分离器处理； 生活污水采用一体化污水处理设施处理。
	环境空气保护	开挖现场的粉尘影响较大的作业面采用人工控制定期洒水； 车辆运输扬尘控制： 加强路面养护、洒水降尘； 混凝土拌和楼和砂石系统区域多洒水降尘，采用湿法或半湿法破碎的低尘工艺。
	声环境保护	施工期从噪声源头控制噪声，如避免夜间施工、砂石系统设备设置隔声减振措施、临时声屏障等；

		运输道路两旁设施减速标志，临时声屏障等。
	固体废物处理	水源枢纽区施工区内布置垃圾桶，统一收集后外运； 弃土弃渣按水土保持要求采取拦挡防护措施；
移民安置区环境保护措施	污水处理	集中安置点设置一体化污水处理设施； 分散安置点采用沼气池处理。
	生活垃圾处理	集中安置点垃圾首先进入马场坪办事处垃圾收运体系，最后外运至福泉市垃圾填埋场处置。
	移民安置专项复建工程	下阶段移民安置规划报告成果的基础上开展集中安置点以及专项设施复建工程的环境影响评价工作和环境保护设计工作，落实集中安置点、复建工程环保措施。
输水系统工程区		
水质保护	退水治理要求	根据区域水污染防治实施效果逐步将马场坪、龙昌、金山、金山新区、凤山镇污水处理厂排放标准由《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准提高至四类水标准，对纳污河流后河、阿里堡河、雍阳河开展水环境综合治理，采用生态湿地等进一步消减污染物，制定总量控制指标，加强环境管理，降低工业用水定额，减少废水排放，提高城镇中水回用率，优化工业园区产业，对现有工业园区产业“以渣定产”“以水定产”，不新增现有基础磷化工产能等工业供水，重点培育磷石膏、新型建材、新材料、新能源、轻化工、装备制造物流产业。
	地下水保护	加强水文地质勘察和超前地质预报； 隧洞施工中要贯彻以“疏”和“堵”为主，“堵”排相结合的原则； 部分隧洞段需要加强防渗处理措施； 加强平堡河取水口水位监测； 制定应急预案，预留经费。 区域加强主要渗漏通道周边泉点监测工作，逐步排查渗漏点。
陆生生态保护措施	植被保护措施	加强对施工占地区的管理； 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； 加强施工管理教育。
社会环境保护措施	风景区保护	输水管道景观设计与周边景观的协调。
施工期环境保护措施	废污水处理	输水线路区混凝土拌和废水采用沉淀池处理； 生活污水采用一体化污水处理设施处理； 隧洞开挖废水采用沉淀池处理，预留事故处理池，并且对其出水水质进行监测。
	环境空气保护	开挖现场的粉尘影响较大的作业面采用人工控制定期洒水； 车辆运输扬尘控制： 加强路面养护、洒水降尘。
	声环境保护	施工期从噪声源头控制噪声，如避免夜间施工、临时声屏障、泵房工区设置临时隔声措施等； 运行期对泵房的水泵基础安装减震器和防震材料，泵房采用隔声建筑材料。
	固体废物处理	输水系统工程区设置垃圾分类收集桶，纳入附近乡镇现有垃圾处理体系； 弃土弃渣按水土保持要求采取拦挡防护措施。

6.2 水环境保护措施

6.2.1 生态流量保障措施

根据 5.2.1 节的论证，凤山水库工程生态流流量下泄方案为：枯期（10～3 月）按水库坝址 P=90%最小月流量考虑，即为 1.43m³ /s；汛期（4～9 月）按水库坝址多年平均流量的 30%考虑，即为 2.04m³ /s。4~5 月份根据下游鱼类产卵需求开展生态调度。

另外，初期蓄水阶段为保证瓮福集团的生产生活用水 0.7m^3/s，通过原有供水管道供水，运行期由凤山水库供水管线系统设置瓮福供水专线满足瓮福集团用水需求。

6.2.1.1 初期蓄水期间生态流量下放措施

凤山水库工程计划于 2022 年 4 月 1 日下闸蓄水，在水位蓄至死水位 868m 之前，通过在黑塘桥水库供水管道（进水口中心高程 852m）下游供水管道旁设置生态岔管及流量控制阀下放生态流量，钢管直径 D=0.8m，在原供水管道上设置节流阀控制流量，与瓮福泵站供水管连接，满足初期蓄水期间瓮福供水（瓮福集团的生产生活用水量约 0.7m^3/s）。施工期间上游水位在黑塘桥死水位 855m-862.5m 之间变动，此处以最不利情况水位为 855m 考虑，供水管道（含生态岔管）最大下泄能力为 4.02m^3/s，大于 2.74m³ /s（含瓮福集团的生产生活用水 0.7m^3/s）要求，黑塘桥生态岔管最大过流能力为 3.11m^3/s，大于 2.04m^3/s。

根据导流程序，下闸后在水位超过正常发电水位 880.0m 后，将供水切换为凤山水库供水系统，封堵导流隧洞和黑塘桥水库原有临时供水系统。凤山水库供水系统在通过发电机组或 1#机组旁直径 0.8m 生态岔管下泄生态流量，黑塘桥水库瓮福集团供水任务由凤山水库供水主管外接瓮福供水专线满足瓮福集团用水需求。

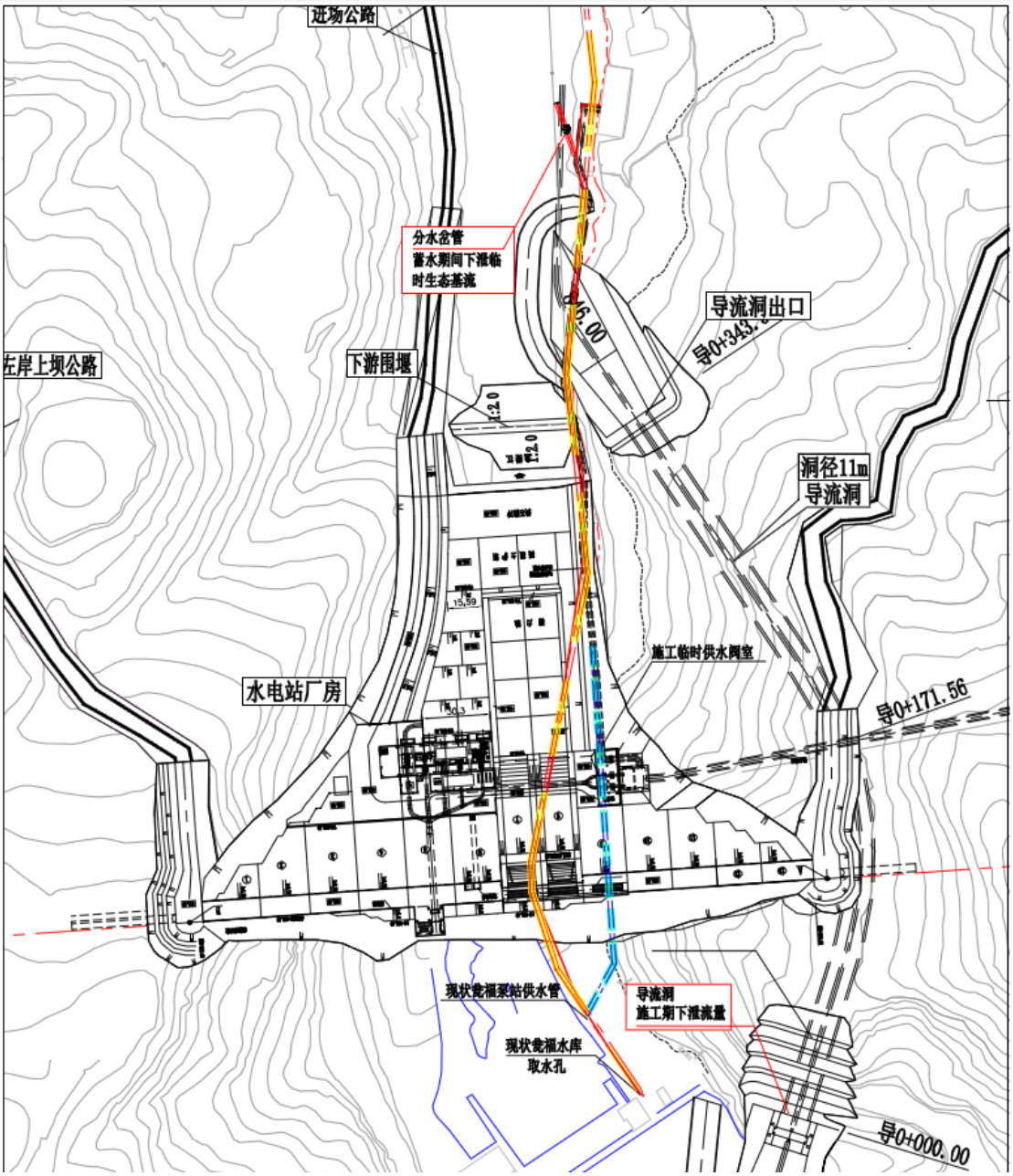


图 6.2.1-1 初期蓄水阶段生态流量下泄措施图

6.2.1.2 运行期生态流量下放措施

本工程坝后安装的 5.0MW 机组在电网中不承担调峰任务，利用生态水量和弃水发电的电站布置在左岸，利用供水量发电的电站布置在右岸，两电站均为坝后式厂房。其中左岸厂房机组额定引用流量为 8.73m³/s，最小发电流量为 1.0m³/s，因此电站运行时通过发电方式可以满足下游生态流量要求。当在全部机组检修时，通过在 1#、2#机进水支管处分叉 1 根 DN800 钢管下放生态环境水。生态放水管布置在主厂房安装间下部 1#机右侧，依次布置事故检修阀和流量控制阀，通过流量控制阀控制下泄流量。生态放水管管径均为 0.8m，管道出口中心高程

840.70m，生态放水管置于尾水渠，尾水渠出口底板顶高程 844.60m，死水位（868m）工况下下游水位 846.25m，上下游水头差 21.75m，生态岔管最小过流能力为 3.56m^3/s，满足不低于 2.04m^3/s 的基本要求。

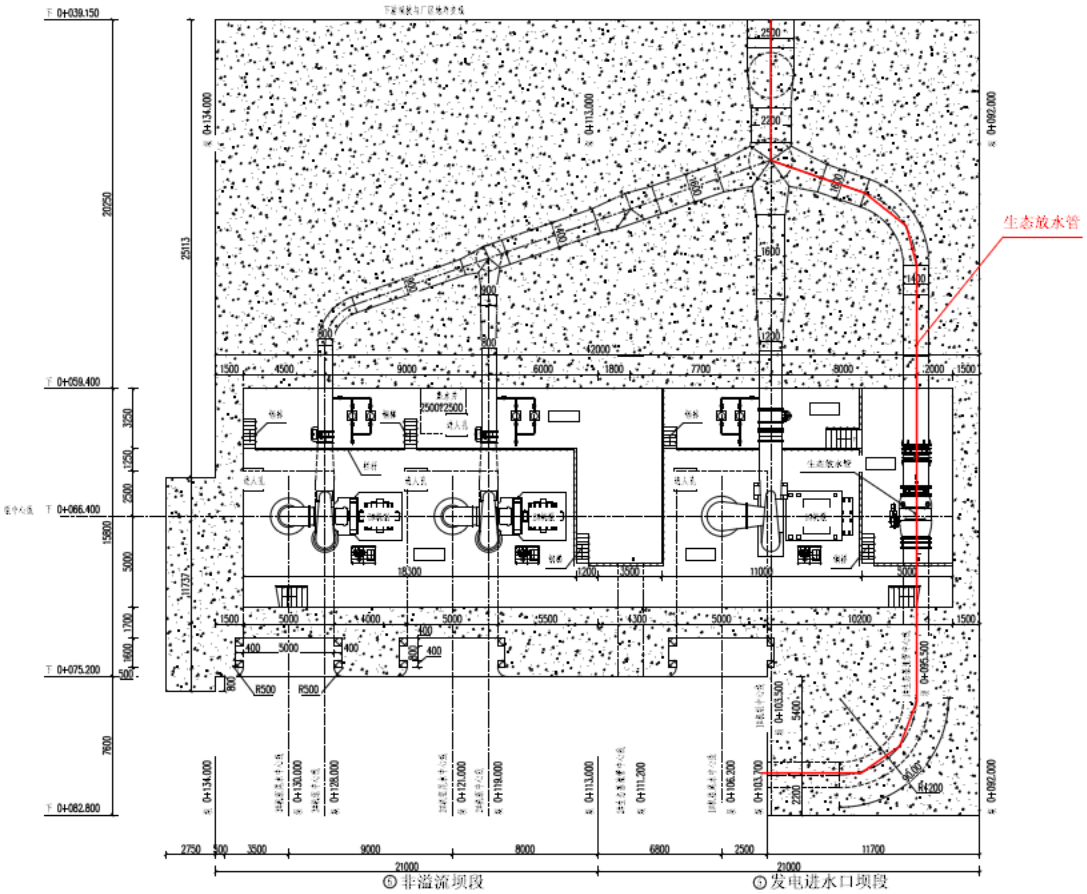


图 6.2.1-2 运行期生态流量下泄措施图

6.2.1.3 生态流量实时在线监测系统

在水库初期蓄水前，在坝下应建成生态流量实时监测系统，并与省环保、水利行政主管部门联网，实时了解蓄水期和运行期坝址下游河道的流量情况，当下泄流量低于要求下泄的生态流量时，及时报警。系统应具有数据远程传输和监控的功能，将实时流量数据传输至集控中心，并结合管理需要将数据同时传输至相关管理部门。

6.2.2 地表水水质保护措施

6.2.2.1 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）的规

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，具体操作主要由福泉市移民局组织进行，清理工作完成后，由省移民办公室、建设单位、设计单位、福泉市人民政府和移民局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。凤山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（909m 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

林木砍伐并清理运至库外，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、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，对水库淹没区范围尚未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）划定水源保护区

凤山水库建库后，应及时开展饮用水源地保护区的划定保护，替代黑塘桥水源保护区，加强水库的运行管理和水质监测工作，实时掌握水质的变化动态，严格执行水源地各项保护措施，确保水质达到其水域功能区划要求。

1）制定水源地保护办法，加强水资源行政管理

建议由福泉市人民政府提出凤山水库水源保护区划定方案，提出替代黑塘桥水源保护区申请，报贵州省人民政府批准后正式实行，并制定、颁布“凤山水库水源地保护及水污染防治办法”，设置水源保护的专项管理机构，配备相应的管理人员、管理设备和监测仪器。

管理人员的设置，根据水库规模及管理要求，配备相应的管理人员和技术人员；根据水源地保护要求，配置专业的管理设备，以满足执法、水源地保护要求；同时，配套相应的监测仪器，实地监控凤山水库的水质情况。

2）划定水源保护区

本阶段根据《饮用水保护区划定技术指南》，初步划定凤山水库水源保护区范围，初拟划定范围内目前没有集中污染源。

凤山水库属于大型水库，按照《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2007）的要求，可将取水口半径 500m 范围的水域、取水口侧正常水位线以上 200m 范围内的陆域划定为一级保护区；一级保护区外径向距离不小于 2000m 的水域（不超过水面范围）、一级保护区外不小于 3000m 的陆域划定为二级保护区；二级保护区以外的汇水区域可根据库周污染源的情况划定为准保护区；根据《集中式饮用水水源环境保护指南（试行）》和《中华人民共和国水污染防治法》的

要求，一级保护区内不得有与取水设施和保护水源无关的建设项目及其他禁止行为。二级保护区内禁止新建、改建和扩建排放污染物的建设项目；已建成排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或关闭。准保护区内禁止新建、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。因此，凤山水库的移民禁止安置在水源一级和二级保护区内，避免移民发生二次搬迁，专项复建交通工程设计选线避免水源一级和二级保护区内，避免对水源保护区产生影响。

具体的划定工作可结合凤山水库和供水管道的实地情况进行确定，建议由福泉市人民政府提出划定方案，报经贵州省人民政府批准后正式实行。

3）水源保护功能区的界定

根据凤山水库各个功能保护区的划定情况，明确各个功能区的地理界线，并在各个功能区边界设立界桩、界碑、公示牌、警戒线等标志，在一级、二级保护区内设置有明显标志的警示牌。

4）设置水源地保护宣传牌

加强水库水源地保护的宣传力度，在水库周围设置明显的宣传标牌，标牌中应该包括以下内容：①凤山水库的地理位置，各级保护区边界的示意图；②保护水库水质的意义，以及与广大公众的紧密利益；③明确在凤山水库各功能区的禁止行为，以及相关的惩罚规定。

5）加强水源地保护法律法规的执行

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治法》，结合凤山水库及周围环境特点，切实落实水源地保护的法律法规。

凤山水库和供水管道饮用水地表水源一级保护区的水质必须符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准，二级保护区的水质必须符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准，准保护区应保证二级保护区水质达到规定的标准。在饮用水地表水源保护区内还必须遵守下列规定：

在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。

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，已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由当地县级以

上人民政府责令拆除或者关闭。

禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。

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，由当地县级以上人民政府责令拆除或者关闭。

在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。

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，禁止在河道内洗衣服、刷洗车辆、倾倒垃圾等；粪便污水用于浇灌农田；对当地民众进行宣传，不使用含磷洗涤剂，禁止当地含磷洗涤剂的销售。

限制流域内化肥、农药的使用，加强管理，科学施肥，提高肥料利用率，禁止高残留、有毒有害农药的使用，大力提倡生态农业，着力推广绿色食品生产模式。

当地县级以上人民政府应当根据保护饮用水水源的实际需要，在准保护区内采取工程措施或者建造湿地、水源涵养林等生态保护措施，防止水污染物直接排入饮用水水体。

饮用水水源受到污染可能威胁供水安全的，当地环境保护主管部门应当责令有关企业事业单位采取停止或者减少排放水污染物等措施。

（3）水源保护区物理隔离措施

划定后水源保护区应建设必要的物理隔离防护带，防止人类活动等因素对水源地保护和管理的干扰，物理隔离防护带主要采用铁丝防护网，长度约 20km。另外，在水源保护区范围内易受外界干扰的区域设置饮用水源地警示牌，宣传保护水源水质，共设置 30 个。

（4）集水区污染源治理和管理

对上游集水区污染源治理和管理的目标是控制流域新增污染源和使凤山水库库尾入库水质达到 II 类水质要求，为此拟提出以下治理和管理要求：

1）控制凤山水库库区库周及上游流域新增污染源。凤山水库以上流域范围

内加快实施流域范围主要乡镇污水处理厂建设。完善生活垃圾处理体系。对流域范围内现有污染源开展详细普查工作，有针对性的制定集水区域污染防治和减排规划。

2）地方政府对重安江上游集水范围内农村生活环境进行综合整治，督促落实污染防治措施及风险防范措施，减少对入库河流水质的污染影响。

3）地方政府制定并实施上游地区绿色农业发展规划，提倡绿色农业生产，降低农药、化肥施用水平，利用高效、低毒、低残留的化学农药和生物农药进行病虫害的综合防治。控制减少氮肥使用量，增加有机复合肥及氮磷钾复合肥用量，以减少农田面源污染。

4）建立库区以上流域水质监测体系，定期进行水质监测，为掌握水质状况及制订环保政策提供依据。

5）凤山水库库区禁止开展水上旅游项目和网箱养殖项目。

6）加强水政及环保法规宣传教育，使库区上游河段及库周居民依法保护河道和库区水质。

7）根据《突发环境事件应急预案管理暂行办法》，制定《贵州省凤山水库工程突发环境事件应急预案》，特别针对凤山集水区域的铁路、公路、高速公路、黄丝江边寨新型农村综合体等制定专项突发环境事件应急预案，并向当地环境保护主管部门备案。

8）地方环境保护行政管理部门应对水库流域范围内建设项目的环境保护工作从严管理。

6.2.2.2 输水系统工程水质保护措施

（1）取水口水质保护措施

在取水口设置格栅，滤去进水中杂草、漂浮物等较大体积杂物，保证供水进水水质。

（2）管道水质保护措施

本工程主要采用管道方式供水，有 1 处管桥和 2 处隧洞，由于供水采用管道运输，安全性较好，不容易受外界人为原因造成水质污染，但应加强少量外露明管的管理和维护，完善包覆、基墩等防护措施。

6.2.2.4 蓄水及运行优化调度、应急保障措施

（1）蓄水前

建立流域水质监测体系，对凤山水库所在重安江流域水质开展长期监测，核查水体达标方案及污染防治措施落实情况，若重安江水质未能实现稳定达标，凤山水库暂不蓄水。

（2）蓄水后

凤山水库在运行后会建立水文预报系统，结合水文以及气象预报，凤山水库在运行过程中会进一步优化水库调度，根据下游生态需水要求，优化调节增加部分月份下泄水量，进一步减缓 4-5 月份鱼类产卵敏感期水量减少量及幅度。优化调度后 4-5 月份各典型年变化幅度减少为-69%--21%，相关优化调度后变化幅度见表 6.2.2-1。

此外，由于凤山坝址下游水环境污染防治压力较大，为保证优先满足下游生态环境用水和生活用水需求，在流域水污染防治规划实施基础上，通过开展下游水质实时监测并对水库运行调度与工业供水进行联动管理，在下游河段出现水质反弹、水环境容量不足的情况下，需停止新增工业供水，相应工业供水量全部下放以增加下游生态环境用水。同时针对下游水质指标和生态系统恢复开展长期开展监测和评估，根据结果优化运行调度及生态调度方案。相关典型年下游下泄流量及变化情况见表 6.2.2-1，由表可知，由于新增工业具有 95%以上的供水保证率，每月水库在应急工况下各典型年下均能保证新增工业供水水量流量下泄，各典型年各月下泄水量均有所增加，在丰水年 1-3 月，平水年 9、12、2、3 月，偏枯年 8 月，10-次年 3 月，枯水年 5、8~4 月，特枯年 5、7、8、10、11、12、1、2 月下泄水量均能较建库前有所增加，增加幅度在 0-530%之间。根据预测模拟，在应急工况下，城镇污水处理厂和工业园区污水处理厂按照一级 A 表排放，凤山新桥断面各时期水质浓度均能达到 III 类水质标准。详见 5.4.1.6 工况 8。

表 6.2.2-1　　凤山水库典型年应急工况下泄流量变化表

项目	频率	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
优化调度后建库下泄流量(m³/s)	丰(P=10%)	7.54	13.62	6.39	9.90	4.11	5.69	4.36	2.47	1.43	1.43	1.83	3.54
	平(P=50%)	10.14	9.05	2.54	4.13	2.04	6.52	2.12	1.43	1.43	2.11	1.43	2.04
	偏枯(P=75%)	4.04	7.74	3.62	2.04	2.18	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
	枯(P=90%)	5.04	5.39	4.08	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
	特枯(P=95%)	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.04
应急工况下下泄流量(m³/s)	丰(P=10%)	8.44	14.52	7.29	10.8	5.01	6.59	5.26	3.37	2.33	2.33	2.73	4.44
	平(P=50%)	11.04	9.95	3.44	5.03	2.94	7.42	3.02	2.33	2.33	3.01	2.33	2.94
	偏枯(P=75%)	4.94	8.64	4.52	2.94	3.08	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.94
	枯(P=90%)	5.94	6.29	4.98	2.94	2.94	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.94
	特枯(P=95%)	2.94	2.94	2.94	2.94	2.94	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.94
优化调度后流量较建库前变化比例(%)	丰(P=10%)	-36%	-20%	-39%	-40%	-43%	-34%	-32%	-32%	-17%	-12%	-31%	-27%
	平(P=50%)	-23%	-35%	-47%	-35%	-8%	-38%	-53%	-37%	-47%	-42%	-1%	-35%
	偏枯(P=75%)	-47%	-48%	-47%	-16%	-65%	-17%	23%	292%	181%	208%	292%	-69%
	枯(P=90%)	-21%	-47%	-48%	96%	53%	65%	225%	283%	34%	57%	57%	-26%
	特枯(P=95%)	-31%	-56%	1%	177%	-66%	13%	21%	93%	-3%	-17%	-75%	-49%
应急工况下流量较建库前变化比例(%)	丰(P=10%)	-29%	-14%	-31%	-35%	-30%	-24%	-18%	-7%	36%	43%	4%	-8%
	平(P=50%)	-16%	-29%	-28%	-21%	33%	-30%	-26%	2%	-14%	22%	61%	-6%
	偏枯(P=75%)	-36%	-42%	-34%	21%	-51%	36%	101%	530%	357%	407%	530%	-56%
	枯(P=90%)	-7%	-39%	-36%	183%	121%	168%	430%	530%	118%	156%	156%	6%
	特枯(P=95%)	0%	-36%	46%	299%	-51%	83%	98%	214%	58%	36%	-59%	-27%

6.2.2.5 受水区水污染防治措施

根据预测，凤山水库供水后受水区退水对下游重安江、雍阳河水质有较大影响，为满足下游断面水质不发生恶化，满足Ⅲ类水质要求，需采取以下措施：

（1）福泉市区退水处理

1）马场坪片区退水处理

马场坪已经有 1 座处理能力 0.6 万 m^3/d 的马场坪污水处理厂，根据《福泉市城市总体规划修编（2015—2030 年）》，拟对现有的马场坪生活污水处理厂实施扩建，其扩建后规模将达到 1.2 万 m^3/d，同时配套污水管网，污水处理厂出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标要求后一部分用作中水回用，一部分排入重安江支流阿里堡河，最终汇入重安江。

为使本工程新增退水得以妥善处理，减轻其排放对受纳水体重安江和阿里堡河的影响，本次评价对马场坪生活污水处理提出以下要求，地方政府在组织实施污水处理厂及配套工程时应予以落实。

①按照水资源配置“三先三后”的原则，在凤山水库供水前，地方政府应严格实施《贵州省清水江流域环境保护规划（2015~2020 年）》《清水江流域水体达标方案（2017-2020 年）》《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划》，根据相应要求制定受水区的节水、治污和环保实施方案，按照规划分期分步落实受水区水资源保护工作，保证水库受纳河段水质按照污染防治规划目标达到相应水功能区划的要求。

②在凤山供水前，应保证马场坪污水处理厂及配套污水管网设施与市区排污量匹配；

③根据水污染防治规划实施效果情况，要求马场坪污水处理厂处理出水标准应逐步由《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准提高至四类水标准，并且配套中水回用工程；

2）金山、龙昌片区退水处理

龙昌镇已经有 1 座处理能力 0.15 万 m^3/d 的污水处理厂，在后河下游福泉市市区已经有 1 座处理能力 0.9 万 m^3/d 的金山污水处理厂和 1 座 0.5 万 m^3/d 的新金山污水处理厂，金山及新金山污水处理厂出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标要求后排入后河，龙昌污水处理厂达到一

级 B 标，根据《福泉市城市总体规划修编（2015—2030 年）》，拟对现有的龙昌污水处理厂、金山污水处理厂、新金山污水处理厂实施扩建，其扩建后规模分别达到 1.5 万 m^3/d、2.0 万 m^3/d、2.0 万 m^3/d，同时配套污水管网及污水回用工程，中水回用 2 万 m^3/d。

为使本工程新增的退水得以妥善处理，减轻其排放对受纳水体重安江和后河的影响，本次评价对龙昌镇、金山污水处理厂、金山新区污水处理厂提出以下要求，地方政府在组织实施污水处理厂及配套工程时应予以落实。

① 按照水资源配置“三先三后”的原则，在凤山水库供水前，地方政府应严格实施《贵州省清水江流域环境保护规划（2015~2020 年）》《清水江流域水体达标方案（2017-2020 年）》《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划》，根据相应要求制定受水区的节水、治污和环保实施方案，按照规划分期分步落实受水区水资源保护工作，保证水污染防治规划规划目标能得以实现，污水受纳河段水质达到水功能区划的要求。

②在凤山供水前，应保证龙昌镇、金山及新金山污水处理厂及配套污水管网设施与龙昌镇排污量匹配；

③根据水污染防治规划实施效果情况，要求逐步将龙昌镇、金山污水处理厂、金山新区污水处理厂处理出水标准应逐步由《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准提高至四类水标准，并且配套中水回用工程；

（2）瓮安县县城退水处理

瓮安县城目前已建设 2 处生活污水处理设施，现状处理能力为 1.2 万 m^3/d，均位于雍阳河下游银盏乡，污水处理厂出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 B 标要求后排入雍阳河。

根据《瓮安河水污染防治规划（2017~2030 年）》及本次评价要求，在凤山水库供水前，在凤山供水前，应保证瓮安县城污水处理厂及配套污水管网设施与翁安县排污量匹配；逐步将瓮安县污水处理厂出水标准由《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准提高至四类水标准，污水处理厂建设中水回用系统、生态湿地处理系统，污水处理厂中水回用率不低于 30%，同时应保证瓮安县污水处理设施及管网、中水回用至景观、生态、灌溉等能够正常运行。

（3）马场坪工业园区退水处理

积极推进工业园区集中污水处理厂建设，配套完善工业废水管网及中水回用系统，要求入园企业必须自行建设生产生活废水处理设施，有行业标准的达到行业标准要求，无行业标准的达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准或达到《污水综合排放标准》一级标准要求排入园区管网，进入马场坪工业污水处理厂。

本次评价对马场坪工业园污水处理提出以下要求，地方政府在组织实施污水处理厂及配套工程时应予以落实。

①严格环境管理，落实区域水环境减少污染控制替代方案，严格要求水污染物按照总量要求实施控制，在重安江水环境容量有余量前，严禁马场坪工业园新增进驻涉磷涉氟企业；对区域现有磷化工产业实行限产限水，严格落实“以渣定产”、“以水定产”等要求，限制新增现有磷化工企业供水，优先发展磷石膏综合利用产业，加强对现有工业废水深度处理能力提升，降低污染物排放总量，在有相关水环境容量后，马场坪工业园区不再增加基础磷化工产业，主要在现有磷煤化工基础上进行产业升级，延长产业链，升级精细化工以调整结构，重点培育壮大新型建材、新材料、新能源、轻化工、装备制造物流产业。

② 要求马场坪工业园涉及河段，限制向工业园区园区现有产能新增工业供水，落实“三先三后”原则，同时采取“以水定产”“以渣定产”，优化用水效率，限制发展基础磷化工产业，延长磷化工产业链，优化调整产业结构，发展高端产业替代低端产业，新增工业供水主要供给新材料、新能源等新型产业。

③在凤山供水前，应保证马场坪工业园区污水处理厂及配套污水管网设施与马场坪工业园区排污量匹配；出水标准应逐步提高至《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。

④建议马场坪工业园区制定环境风险应急预案，设置事故处理池，建立区域水环境质量与工业园区限产限水应急联动机制。

（4）龙昌工业园退水处理

积极推进工业园区集中污水处理厂建设，配套完善工业废水管网，要求入园企业必须自行建设生活废水处理设施，有行业标准的达到行业标准要求，无行业标准的达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准或达到《污水综合排放标准》一级标准要求排入园区管网，最终进入龙昌污水处理

厂。

本次评价对龙昌工业园污水处理提出以下要求，地方政府在组织实施污水处理厂及配套工程时应予以落实。

①落实区域水环境减少污染控制替代方案，严格要求水污染物按照总量要求实施控制，限制向工业园区园区现有产能新增供水，同时采取“以水定产”“以渣定产”，进一步削减工业园区基础磷化工产能，优化用水效率，减少用水定额，同时加强污水处理及回用。逐步退出现有川恒等污染较大的磷酸前端化工产能，重点发展农特产品加工和医药行业、林业初加工产业。

②在凤山供水前，应保证龙昌工业园区污水处理厂及配套污水管网设施与龙昌工业园区排污量匹配；出水标准应逐步提高至《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。

③建议马场坪工业园区制定环境风险应急预案，设置事故处理池，建立区域水环境质量与工业园区限产限水应急联动机制。

（5）其它

结合区域污染现状及水污染防治规划，建议地方政府严格落实各级政府部门提出的水污染防治规划提出的措施，加强环境管理和监测，优化或修编工业园区发展规划，在规划园区产业规划中落实“以水定产”“以渣定产”的要求，建立区域环境质量与区域限产限水的管理制定，综合各方措施治理企业及渣场渗漏污染源，削减区域主要特征污染负荷，加强监测体系，逐步排查区域污染源，完善环境风险应急预案及措施，建设中水回用及利用系统，充分挖掘中水回用于绿地、景观、消防、灌溉等，开展区域水环境综合整治，进一步留出区域环境容量。

6.2.2.6 管理区生活污水处理

（1）废水设计指标

运行期管理营地现场管理用房处常驻管理人员为 30 人，生活污水产生量为 3.6m³/d。水源工程现场管理用房污水指标根据典型中等城市生活污水常用指标：COD 为 300mg/L，BOD_5 为 200mg/L。

（2）控制目标

水源工程现场管理区涉及河段均执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水域标准，但由于管理营地靠近黑塘桥水源保护区，要求生活污水经过处

理后全部回用，综合利用于枢纽区绿化用水或周围耕地和林地灌溉。

（3）处理方案

由于运行期水源工程现场管理用房入住人员分别只有 30 人，如采用成套污水处理设备，运行费用过高，根据水源工程现场管理用房营地周围均是耕地和林地，拟采用 1 套污水土地处理系统对运行期产生的生活污水进行处理，处理后综合利用于周围林地、农田的灌溉以及管理用房场地洒水和绿化用水。

污水土地处理系统采用地下土壤渗滤净化工艺，该处理系统是一种基于自然生态原理，予以工程化、实用化的一种小规模污水净化工艺技术，是将污水有控制地投配到经一定构造、距地面约 50cm 深和具有良好扩散性能的土层中。投配污水缓慢通过布水管周围的碎石和砂层，在土壤毛管作用下向附近土层中扩散。表层土壤中有大量微生物，利用植物根系的吸收和微生物的作用，并经过多层过滤，污水中的污染物质被过滤、吸附、降解。所以地下渗滤的处理过程非常类似于污水慢速渗滤处理过程。由于负荷低，停留时间长，水质净化效果非常好，而且稳定。地下土壤渗滤净化系统建设容易、维护管理简单，基建投资少，运行费用低。

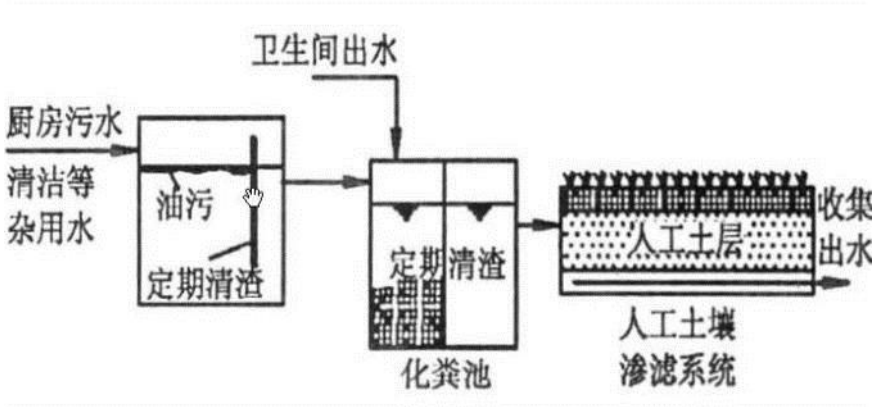


图 6.2.2-1　　水源工程现场管理用房运行期生活污水处理工艺流程图

6.2.3 水温影响减缓措施

为减缓水库下泄低温水对坝址下游水生生态系统的影响，工程考虑采取叠梁门发电取水口措施。

（1）叠梁门取水措施设计

根据本工程特点，水库下泄流量主要由发电取水口下泄，发电取水口采用 4×41m 层叠梁门方案。取水范围为 904.40～863.00m，叠梁闸门最大挡水水位

904.4m，闸门的规格为 4.0×41.0m。叠梁门运行时段一般为鱼类产卵期对低温水较为敏感的 3～7 月，但由于 7 月份单层取水水温高于叠梁门取水水温，因此 3～6 月采用叠梁门取水，其他月份仍采用原单层取水。

（2）叠梁门运行方式

1）叠梁门运行步骤

叠梁闸门运行之前，先检查机电设备、仪表是否正常完好，两侧闸槽内有无异物等，启动叠梁门液压抓梁，液压抓梁入槽后由正反向滚轮及侧向滚轮导向，每节叠梁闸门上设喇叭口型定位销筒，当抓梁上定位销插入闸的定位销一段行程进行定位后，液压抓梁吊耳处的下降就位传感器与闸门吊耳顶部定位板接触，传感器运行一定行程进行定位后发出信号开始穿轴，穿轴结束后发出信号开始起升闸门，抓梁梁体与闸门另设设机械限位，即穿轴位置时梁体坐落在闸门边柱上，抓梁不能继续下降，闸门吊耳设梨形孔便于穿轴。叠梁吊起后，将叠梁门放置至叠梁门仓库。

2）叠梁门运行环境分析

由于凤山水库库区植被良好，水质清泥沙含量低，避免多泥沙河流砂石沉淀导致限位开关失灵，导向机构偏移或精度不够导致设备不能顺利就位等影响效率的情况。启闭机配合自动抓梁的方式起吊叠梁闸门的技术较为成熟、可靠。

本工程坝址处多年平均流量相对较小，引用水及下泄生态流量大多数时间基本维持 1.43-2.04m^3/s，自动抓梁需要在动水状态下工作，在小电站满负荷发电的最不利工况下，水流流速不大于 0.75m/s，超过 2/3 的时间流速小于 0.5m/s，对自动抓梁的影响很小，对抓梁及导向装置影响很小。此外，本工程仅一孔叠梁闸门，门库就近布置，考虑叠梁闸门的互换性，门体均采用统一高度 4.6m，减少操作复杂。

3）叠梁门运行时间分析

根据以上叠梁门运行环境，预计每次叠梁门起吊时间约半小时，根据水库库容曲线和引用流量计算，高水位时起吊一扇门的时间间隔超过 20 天，低水位时起吊一扇门的最短时间间隔约 7 天。

（3）分层取水效果

平水年 3~6 月采用单层取水口时，下泄水温较天然水温降低幅度在 1.2~4.0℃，

4 月降幅最大，采取叠梁门取水后，下泄水温较单层取水口下泄水温提高 0.5~6.7℃，较四层取水口下泄水温提高 0.1~1.6℃，较天然降低幅度在 0.0~3.3℃，3 月降幅最大。因此采用叠梁门取水口后工程下泄低温水现象得到一定程度缓解。

表6.2.3-1　　凤山水库平水年不同取水方案下的月均下泄水温对比　单位：℃

月份	坝址现状水温	单层取水	四层取水口	叠梁门取水方案
3 月	11.9	9.1	9.5	9.6
4 月	16.5	9.4	12.5	13.2
5 月	19.4	11.7	16.8	18.4
6 月	21.7	18.1	20.5	21.7

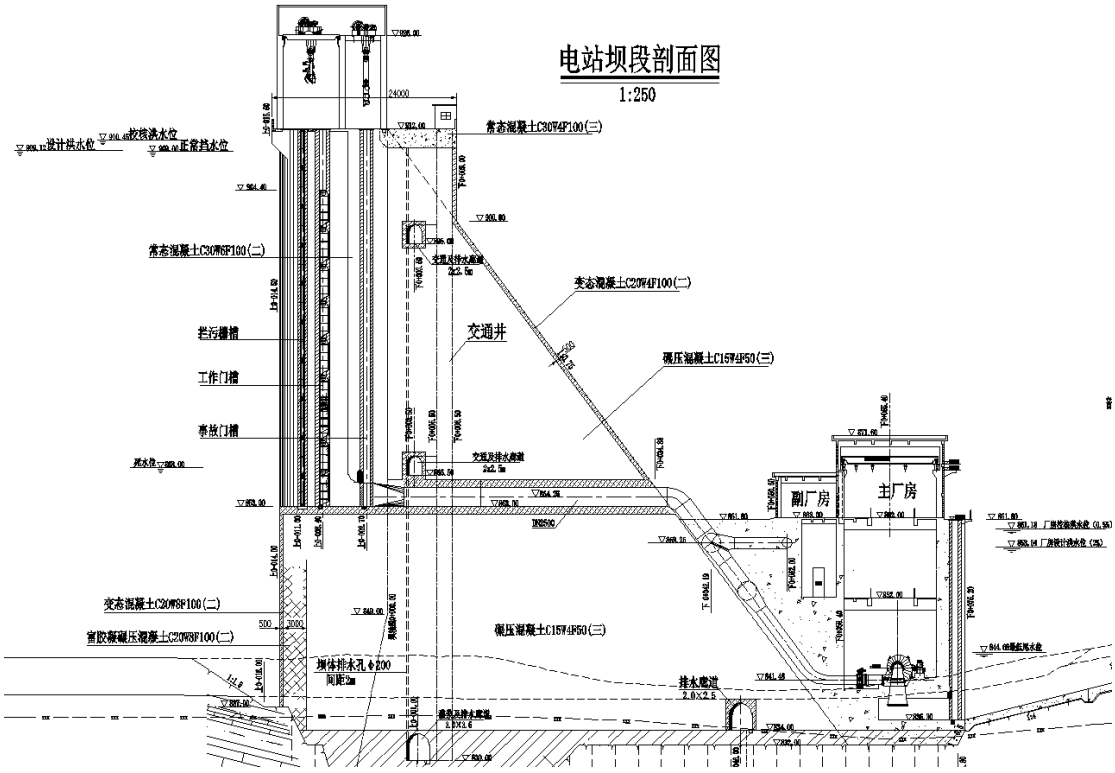


图 6.2.3-2　　引水发电进水口叠梁门剖面图

6.2.4 地下水环境保护

本工程枢纽区及输水系统工程区施工开挖及工程施工活动不会影响到生活用水泉点取水要求，本节主要针对枢纽区和输水隧洞施工开挖对地下水水位和水质的影响的防护措施。地下水环境保护措施与对策应按照“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应”的原则确定。

（1）总体要求

枢纽区的地下厂房施工过程中沿断层及裂隙有渗、滴水现象，局部会产生短时间的涌水现象，渗水量随时间将逐渐减小、并趋于稳定，但不致产生危害性涌

水，需采取抽排水措施，厂房开挖完毕后四周需设置了防渗帷幕，以阻止运行期间地下水向地下厂房的渗入。

隧洞施工前加强水文地质勘察，必要时对其进行专项水文地质勘察研究，查清隧洞对环境影响的方式、途径和程度。主要勘察地下水的分布、类型、贮存、补给、径流、排泄条件及隧洞顶部地表水体情况，以及地下水、地表水的利用情况等。

加强综合超前地质预报，探明掌子面前方地质条件，以便采取有效的施工措施，避免施工中突发涌水。隧洞施工采用“短进尺，快循环，弱爆破，少扰动，紧封闭”的施工方法。为防止隧洞开挖过程中出现高压涌水，隧洞施工中要贯彻以“疏”和“堵”为主，“堵”排相结合的原则，对揭露的暗河管道以“疏”为主，对开挖后洞壁渗涌水或经超前钻探探明以及已经涌出工作面的大量地下水，大量溶隙（洞）充填物，富水的松散破碎带等以“堵”为主，尽量保持地下水的原始渗径，从而减少地下水的工程性流失，通过疏、堵措施处理后仍然存在的少量地下水，或其它散存不便处理的少量地下水，在不大影响当地生产生活泉流的情况下，予以限量排放的最后措施。施工中要做到“先探水、预注浆、后开挖、补注浆、再衬砌”施工工序。对于探水孔涌水量＞10m^3/h，采取帷幕注浆；对于涌水量虽＜10m^3/h，但别个单孔出水量＞2m^3/h 时，对这些探孔进行局部注浆，对开挖后有水则进行顶水注浆。在可溶岩与非可溶岩接触带则采用径向注浆。

施工中加强支护，做到边掘进边衬砌，在初期衬砌后及时铺设防水板，并进行二次复合式衬砌；在水平施工缝或环形施工缝使用橡胶止水带止水工艺。主要考虑防治方案包括：

1）引排方案：当地下暗河来水方向位于隧道上方，为确保下游用水需求与隧道施工与运营安全，在隧洞施工期间应先设置引排水管道对暗河水进行定向引排，将上游暗河地下水通过管道绕过隧洞输排入原有输水渠道内，避免施工期间影响居民工农业及生活用水。

2）注浆堵水方案：如果溶洞规模较大，溶洞内部充填了大量的填充物且含有丰富的地下水，一旦揭露开，可能发生大规律的突水和突泥，严重影响施工安全，并且大量排放地下水影响当地生态环境及居民用水需求，则应采用“以堵为主，限量排放”的原则，采取全断面注浆堵水加固的方法。通过注浆加固，限制

了排水量，保证隧道洞室稳定，确保施工及运营安全，实现有控制排放，减少和防止水资源流失。洞内注浆方案的选择可根据隧道岩溶发育地段的不同工程地质、水文地质情况进行初步选定，施工中再结合超前地质预测预报等措施综合分析的成果，确定合理的注浆方案。在取得全断面注浆堵水封水效果后应尽量减少对原有岩溶管道、溶隙、溶洞的充填堵实，避免改变暗河系统岩溶含水介质内部结构。

3）清浊分流方案：隧道排水系统排出的地下水应采取清污分流；生产污水必须经过一定的处理后方可排放，防止对地表水、地下水水质产生影响；清洁水则可以作为施工用水循环使用。在特殊情况下，经过一定的处理达标后，还可以作为工程区的应急备用水源或直接排入当地原有输水渠道。

（2）输水隧洞受磷石膏堆场淋滤液渗漏影响问题建议措施

1）在煤系地层开挖段位（Y2+657~Y2+820 段）和磷石膏堆场影响段位（Y5+336~Y8+999 段），应对该隧洞段进行重点防护，需要对衬砌进行加厚处理，采用质量好的衬砌材料，并在衬砌和喷射混凝土之间加隔离材料，或者埋橡胶止水带+外贴止水带的复合防水构造。

2）对该段衬砌裂缝的进一步进行防治，采用：锚杆加固围岩、锚杆加钢筋网喷射混凝土加固围岩；进行注浆加固和封堵裂隙；衬砌和喷射混凝土之间加隔离材料或改进衬砌混凝土的质量等措施减少整体的裂缝。

（3）水源枢纽区地下水污染防治措施

水源枢纽区地下水的保护应以预防为主，生产废（污）水应进行处理后回用，严禁直接外排，同时应优化施工布置，施工生产设施及生活区不能直接设在灰岩和白云岩分布区，以及可能存在岩溶管道的地方，生产区和生活区需采用粘土和混凝土等填实，做好防渗措施。污废水处理设施须进行定期检查，及时发现并采取相应措施（如堵住泄漏管道、采用防渗墙等）减少和杜绝其冒滴漏现象，杜绝形成持续的污染源，使其对周边地下水的影响降至最小。

（4）受水区地下水污染防治措施

凤山水库受水区主要为马场坪、龙昌工业园区所在水文地质单元，根据相关补充调查资料，该区域主要为农业、工矿企业、渣场渗漏等污染源。

1）农业污染防治措施

受水区内主要的面源污染为农业污染，污染物主要来源于农业施肥及农药

等，过剩的肥料及农药在灌溉水及大气降水作用下形成地表径流直接排入周边河流或渗入地下造成地下水受到污染，建议进一步控制化肥、农药的使用量及灌溉用水量，加强节水农业，绿色农业的推广工作，在田间修建生态拦截沟渠和生态池塘，对灌溉用水集中处理后外排。

2）工矿企业污染防治

针对于调查区内企业的特点，由于大部分厂区均建在碳酸盐岩地层上，地表岩溶较为发育，大气降水对原材料的淋滤、输送管线的跑冒滴漏极易渗入地下造成地下水的污染，建议对企业内部的原材料场、厂区内污废水循环池等对其场地进行全水平防渗；对于厂区内的输送管网进行明管化并进行定期排查，以减少和控制厂区内污染物的跑冒滴漏现象对地下水的污染。

针对调查区内的散排、乱排的生活污染源，建议建设污水渠及统一的排放点、垃圾固定的存放点，修建统一污水排放的渠道，并相应提高沟渠防渗的标准。

3）磷石膏堆场渗漏污染防治

为防范评价区现有磷石膏堆场渗漏污染出现反弹的风险，需要加强各磷石膏弃渣场污染源控制，进一步精确查明污染途径，多梯次开展污染防治，根据堆场所处的水文地质单元开展精度不低于1：10000的水文地质勘查工作，勘查过程中必须以钻探、物探等工程手段为主，进一步查明地下水的运移污染途径，为地下水污染防治提供更为翔实的基础资料。在水文地质勘查的基础上合理布设监测钻孔，原则上对每一个堆场至少不少于5个监测孔，并委托第三方对水质进行长期监测。由于岩溶区水文地质条件的复杂性，根据弃渣场的运行情况，合理布设防治措施：对于新建堆场必须采用全水平防渗措施，并对堆地内的岩溶漏斗、落水洞等进行充填等防渗措施。对于停用的堆场，地表铺设粘土等低渗透材料并碾压，上部覆土并植绿，并对堆场周边设置截水沟，防止大气降水对堆场的淋滤程度，以降低污染物的析出速率及析出量。

对于目前仍在运行，但建设时未进行全面防渗处理，目前存在污染的堆场，如摆纪磷石膏堆场、川恒弃渣场等，其不仅接受大气降水的垂向补给，亦接受来自于地下水的测向补给，建议在水文地质勘查的基础上，查明其地下水对弃渣场的测向补给来源，采用垂直帷幕防渗措施，切断测向水来源，以减少

测向来水对弃渣场的淋滤作用，降低污染物的析出速率及析出量。

在查明污染途径的基础上，采用原位修复方法或抽出处理法对污染进行控制。对于有明显污染物出露点的，建议对污染出露点进行围堵，并采用抽出处理法进行处理。对于河道内污染严重区段，但污染物以泄流方式进入河道的，污染出露点不能被明确确定的，建议对河道进行整治或者河流改道处理。

6.3 水生生态保护措施

6.3.1 保护目标及总体思路

（1）保护目标

评价河段没有珍稀濒危鱼类和长江水系特有鱼类分布，干流没有比较集中、规模较大的产卵场、索饵场和越冬场。分布有云南光唇鱼、宽鳍鱲、麦穗鱼、白甲鱼等经济和重要价值鱼类，本河段的主要保护要求为维持或改善该河段主要经济鱼类种类和种群数量。

（2）总体思路

凤山水库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，本河段的保护目标为实现鱼类种群交流、维持一定种群数量，做为保护方案拟定的主要目标。保护措施主要包括鱼类栖息地保护、生态调度研究、修建过鱼设施、增殖放流、科学研究等。

6.3.2 栖息地修复和保护

规划环评提出，保留重安江支流浪波河卡龙桥水库坝址以下河段，不再进行梯级开发。本次进一步对评价范围内各干支流作为栖息地保护的可行性进行进一步调查分析。

6.3.2.1 栖息地修复与保护河段选择及可行性分析

（1）干流

1）凤山水库库尾以上干流河段

重安江干流源头自南向北流经麻江县坝芒乡和福泉市黄丝镇，至凤山水库库尾河段全长 36km，平均比降 3.5‰，多年平均流量 3.6m³/s。区间河谷多呈“U”型，溶蚀构造峰脊、谷地地貌。该河段共分布有 26 处滚水坝，平均 2km 就分布有 1 个滚水坝，库尾以上河段枯期河流连通性受滚水坝阻隔影响较大，汛期部分滚水坝连通性较好，滚水坝高多在 3m 以下，最大间距仅 2.5km，其中 7#坝~10#坝间

距均为 1km 左右。

库尾以上没有较大的支流，该河段干流为库尾以上鱼类唯一生境。但由于该河段生境破碎化严重，本次拟通过对上游 1#~6#坝开展生境连通改造后，能恢复流水生境 6.2km，作为本项目栖息地修复与保护河段。

表 6.3.2-1　　库尾以上河段已建滚水坝概况

序号	滚水坝	与凤山库尾距离（km）	坝高（m）	功能	基本概况
1	上游1#坝	0	3	景观	翻板坝
2	上游2#坝	0.75	2.5	景观	简易滚水坝
3	上游3#坝	1.75	2	交通	简易滚水坝
4	上游4#坝	2.5	2	交通、灌溉	简易滚水坝
5	上游5#坝	2.7	3	灌溉、景观	混凝土滚水坝，右岸引水渠设引水渠闸门，汛期洪水从河床坝段过流
6	上游6#坝	3.7	2	灌溉	浆砌石滚水坝，右岸引水渠设引水渠闸门，汛期洪水从河床坝段孔口出流，较大洪水时，全坝段坝顶过流
7	上游7#坝	6.1	1	灌溉、交通	
8	……				



重安江上游1#坝（库尾）



重安江上游2#坝



重安江上游3#坝



重安江上游4#坝



重安江上游5#坝



重安江上游6#坝

2）凤山水库坝址至重安江河口干流河段

凤山坝址自南向北流经马场坪、金山，在三江汇口处转向东南向流经凤山镇，至陆坪镇转为东北向，在翁马河汇口处转为东南向流经重安镇、湾水镇，于湾水处汇入清水江干流，该河段总长 92km，平均比降 3.42‰，河口处多年平均流量 48.70m³/s。区间汇入主要支流 8 条，分别为平堡河、阿里堡河、围阻河、后河、皮陇河、洗布河、浪波河、翁马河。目前已建成跨岩、烂木桥、鸭草坝、鱼洞河、苦竹塘、龙吃水、桥边、大石板、团滩河、手爬岩、漩水湾电站等 12 座水利水电工程，此外，《清水江（重安江汇口以上）流域规划》还针对重安江上游规划 3 处梯级，规划方案为羊昌河（783m）+龙洞河（747m）+小岩（720m），针对下游规划有 3 处梯级，规划方案为石厂（720m）+马田（590m）+湾水（577m）。规划实施后，重安江干流大部分河段成为库区缓流生境，仅在跨岩、烂木桥、鸭爪坝库尾分别保留 2.3km、1.1km、1.4km 流水生境。重安江干流流水生境将进一步萎缩，生境片段化进一步加重。

干流凤山坝址至鸭爪坝段沿岸有河漫滩分布，河流底质以卵、砾石为主，其中坝址至阿里堡河汇口处约 5km 河段现状水质较好，满足 III 类水标准，阿里堡河至鸭爪坝河段除总磷和氟化物超标外，其余水质指标均满足 III 类水标准。根

据《清水江流域水体达标方案》《清水江流域（黔南州段）水污染防治规划》，2020年凤山新桥断面、重安江断面应达到III类水标准、2030年重安江干流水质达到III类水标准。鸭爪坝以下为规划的羊昌河电站，正常蓄水位至鸭爪坝，电站规划建成后无适合鱼类产卵的流水砾石滩，不适宜作为鱼类栖息地保护。因此拟将重安江干流凤山坝址至鸭爪坝15.76km河段作为干流鱼类栖息地进行修复与保护，先期对坝址至阿里堡河汇口之间 5km 河道进行栖息地修复和连通性改造，规划远期待重安江水质满足水功能区水质要求后，对阿里堡河汇口至鸭爪坝10.76km河段生境进行修复。

表 6.3.2-2　　凤山水库建成后重安江干流生境概况

序号	电站/水库	开发方式	坝址与重安江河口距离（km）	库尾以上保留流水河段（km）
1	跨岩	坝后式	88	2.3
2	1#滚水坝	滚水坝	86	-
3	烂木桥	坝后式	83	1.0
4	2#滚水坝	滚水坝	81	-
5	鸭爪坝	坝后式	79	1.4
6	鱼洞河	坝后式	77	0
7	苦竹塘	坝后式	71	0
8	羊昌河	坝后式	70	0
9	龙吃水	坝后式	68	0
10	桥边	坝后式	67	0
11	大石板	坝后式	65	0
12	龙洞河	坝后式	62	0
13	团滩河	引水式	57.5	0
14	小岩	-	57.3	0
15	石厂（高坝）	坝后式	27	0
16	漩水湾	河床式	21	0
17	马田	坝后式	18	0
18	湾水	坝后式	6.6	0

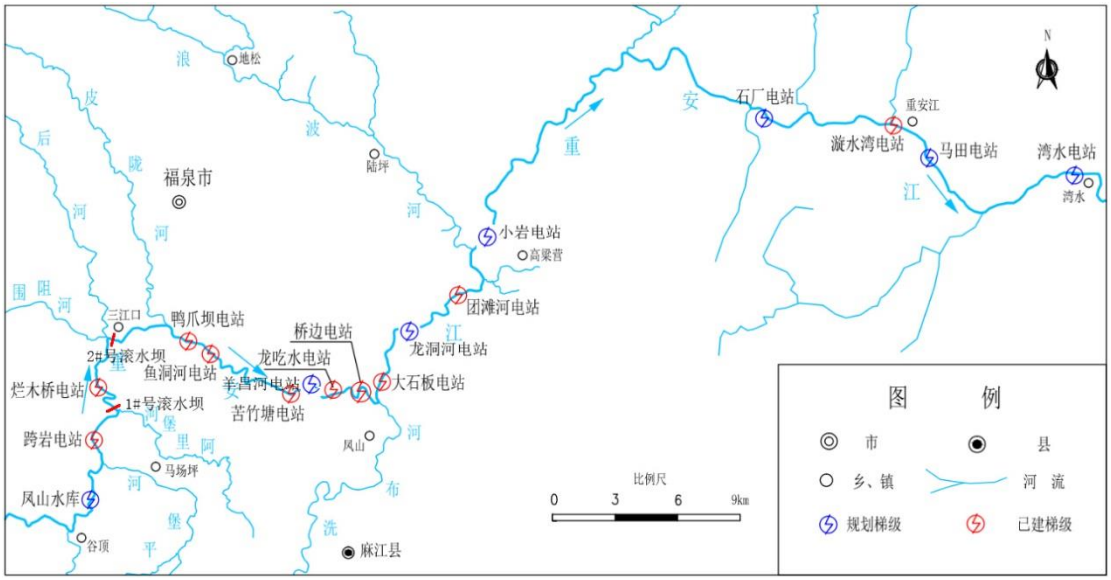


图 6.3.2-2　工程实施后凤山坝址至重安江河口干流梯级概况



跨岩库尾河段



1#号滚水坝河段



苦竹塘库尾河段



团滩河库尾河段

（2）支流

1）支流河段保护适宜性初步评价

规划环评提出，保留重安江支流浪波河卡龙桥水库坝址以下河段，不再进行梯级开发。由于凤山水库坝址至浪波河河口段干流还有羊昌河、龙洞河、小岩电站尚未开发，且浪波河位于石厂电站高坝方案的库区支流，在石厂电站或小岩电站的项目环评阶段应进一步论证其栖息地保护方案，本次环评主要对坝址下游至洗布河汇口区间中重点评价范围的支流情况进行调查。

凤山坝址至洗布河汇口之间的支流从上至下依次有平堡河、阿里堡河、围阻河、后河、皮陇河、洗布河等。上述支流均已进行了不同程度的水资源开发，考虑到阿里堡河多年平均流量仅 0.29m³/s，后河多年平均流量仅 1.23m³/s 且以 10m 的瀑布跌水汇入清水江，皮陇河多年平均流量仅 1.5m³/s 且受周边城镇影响较大，水质较差，上述 3 条支流不适宜作为栖息地进行保护。各支流流域概况及开发利用现状见 2.2.2 章节。

2）栖息地保护可行性分析

经初步筛选，拟重点对平堡河、围阻河和洗布河进行栖息地保护可行性分析，各支流栖息地保护适宜性初步评价见表 6.1.3-2。

① 平堡河

平堡河为凤山坝址下游 1.65km 重安江右岸的一级支流，平堡河干流全长 20.4km。流域集水面积为 72.5km²，多年平均流量 1.44m³/s，河床平均比降 4.31‰。平堡河水质较好，现状水质能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。其中平堡河水源保护区位于河流下游，取水口距河口 3km，作为福泉市生产生活用水水源，水源保护区水质得到有效保护。平堡河水资源开发利用程度较低，干流上无已建水库或电站，但已建 10 处滚水坝，其中最下游 1#滚水坝距河口 1.58km。1#、2#及 3#滚水坝均为简易滚水坝，坝高较低，由于 4#坝以上为水源保护区取水口，不宜实施生境连通工程，因此结合平堡河水源保护区范围将平堡河汇口以上 8.78km 拟定为栖息地保护范围，严禁梯级开发，加强渔政管理等工作，近期对平堡河下游 3 处滚水坝进行生境连通性改造，消除生境阻隔，将 4#坝以下的 3.0km 河段实施栖息地修复工程，争取逐步形成有利于鱼类等水生生物栖息的生境条件。

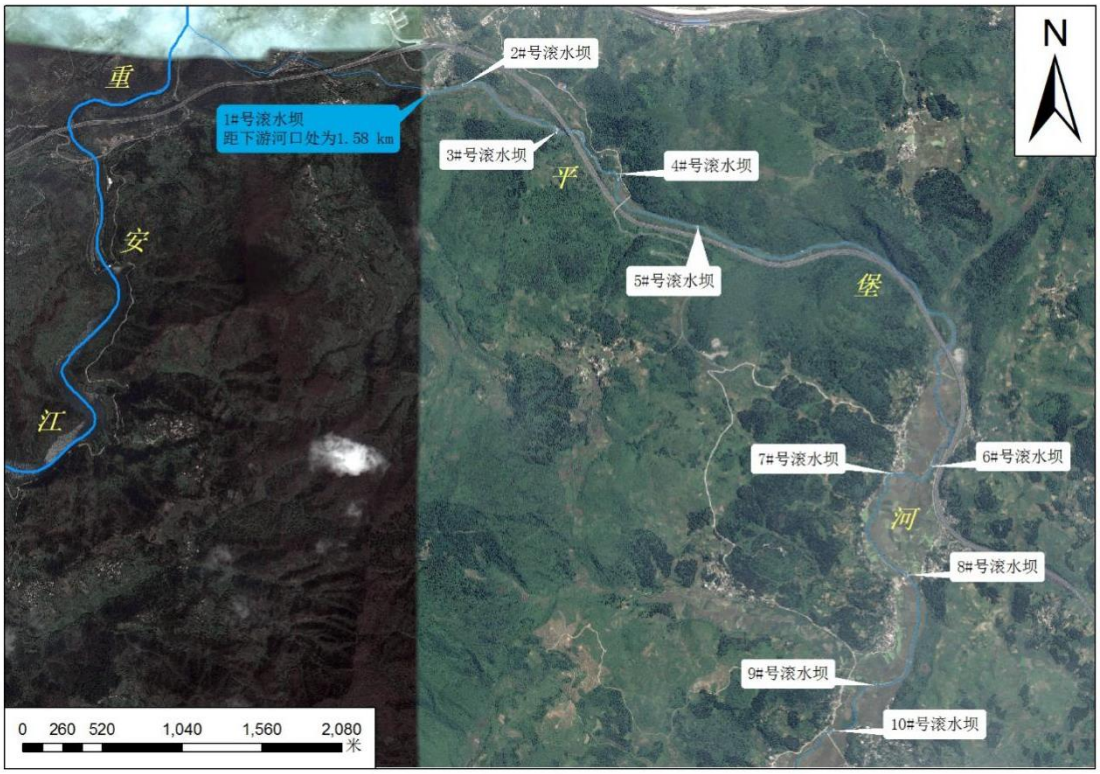


图 6.3.2-3　平堡河干流已建滚水坝概况

② 围阻河

围阻河在凤山坝址下游 11.11km 处汇入重安江，围阻河干流长 24km，平均比降 6.76‰，流域面积 196km²，多年平均流量 3.34m³/s。围阻河上游为丘陵地带，两岸为连绵起伏的低矮山丘，自岔河乡至河口地形为峡谷，河谷深切。围阻河下游处在洒金谷风景名胜区，污染源较少，水质得到有效保护，能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准要求。根据现场调查，采集到渔获物 6 种 15 尾，分别为宽鳍鱲、马口鱼、白甲鱼、云南光唇鱼、华鲮、鲫，与重安江干流凤山水库河段鱼类物种有一定相似性。

围阻河干流上已建有 2 处水利水电工程，分别为高车水库和洒金桥电站，其中下游建有洒金桥电站，电站采用引水式开发，坝址距离汇口约 5.32km，坝长 25m，坝高 3.5m，引水渠道长 3.7km，发电厂房距离汇口处约 3.25km，装机容量 3×320kW，洒金桥电站引用流量为 2m³/s，电站未下放生态流量，坝址下游形成减水河段，电站厂房下游建有 2 处滚水坝，距河口分别为 2.1km、2km，坝高仅 1m，通过生境连通工程消除滚水坝阻隔，可将流水河段延伸至洒金桥电站尾水段（距河口 3.25km）。因此将围阻河汇口以上 5.32km 划定栖息地保护范围，通过加强渔政管理、禁止新建拦河工程等开展栖息地保护，近期对围阻河下游

3.25km 河段实施栖息地修复，争取逐步在干支流交汇区域形成有利于鱼类产卵繁殖的生境条件。

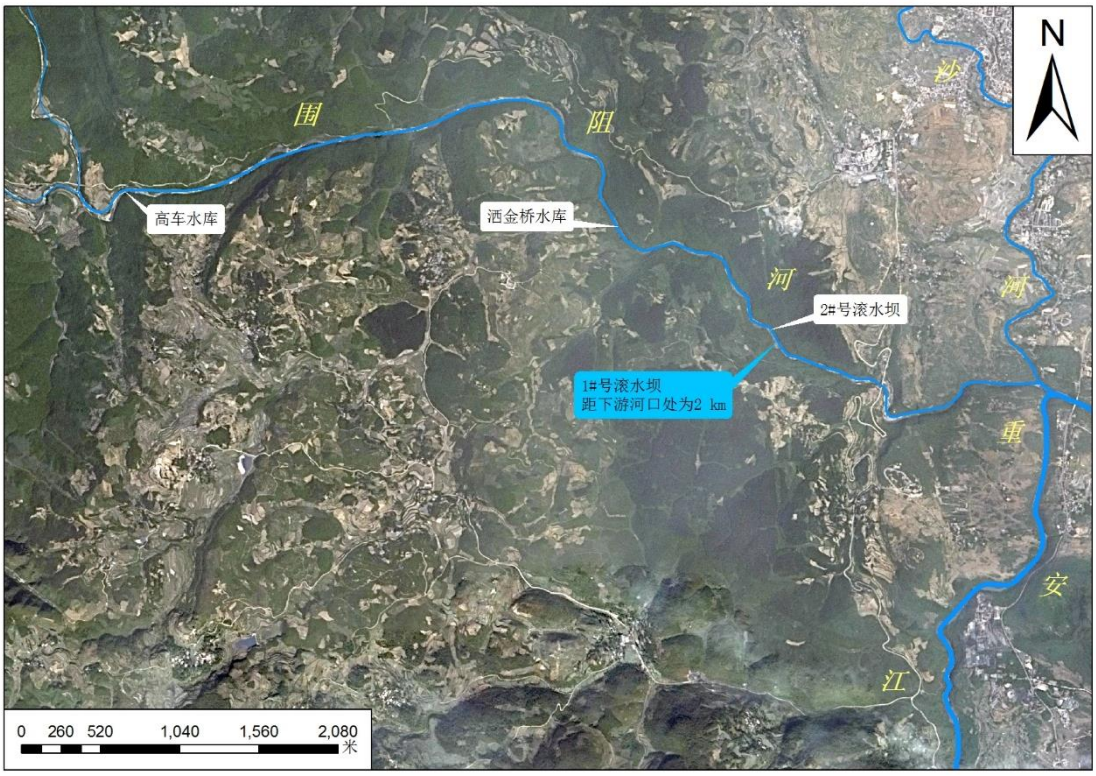


图 6.3.2-4　围阻河已建梯级及滚水坝概况



围阻河 1#滚水坝



围阻河 2#滚水坝

③洗布河

洗布河在凤山坝址下游 28.34km 处汇入重安江，洗布河干流长 63km，平均比降 3.55‰，流域面积 195km²，多年平均流量 6.12m³/s。

洗布河两岸地形较为平缓，沿岸耕地较多，主要污染源为面源污染源。洗布河水质总体较好，水质能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准要求。但洗布河干流已建 16 处滚水坝，最下游滚水坝距离河口 440m。各滚水坝

间距离多在 2km 以内，坝高多为 3m 以下，河段水生生境破碎化严重，生境改造及保护难度较大，不适宜作为栖息地保护河段。

表 6.3.2-3　　距离洗布河口较近的滚水坝概况

序号	滚水坝	与洗布河河口距离（km）	坝高（m）
1	1#坝	0.5	3
2	2#坝	0.6	3
3	3#坝	0.8	2
4	4#坝	1.2	3
5	5#坝	3.9	3
6	6#坝	4.7	2
7	……		

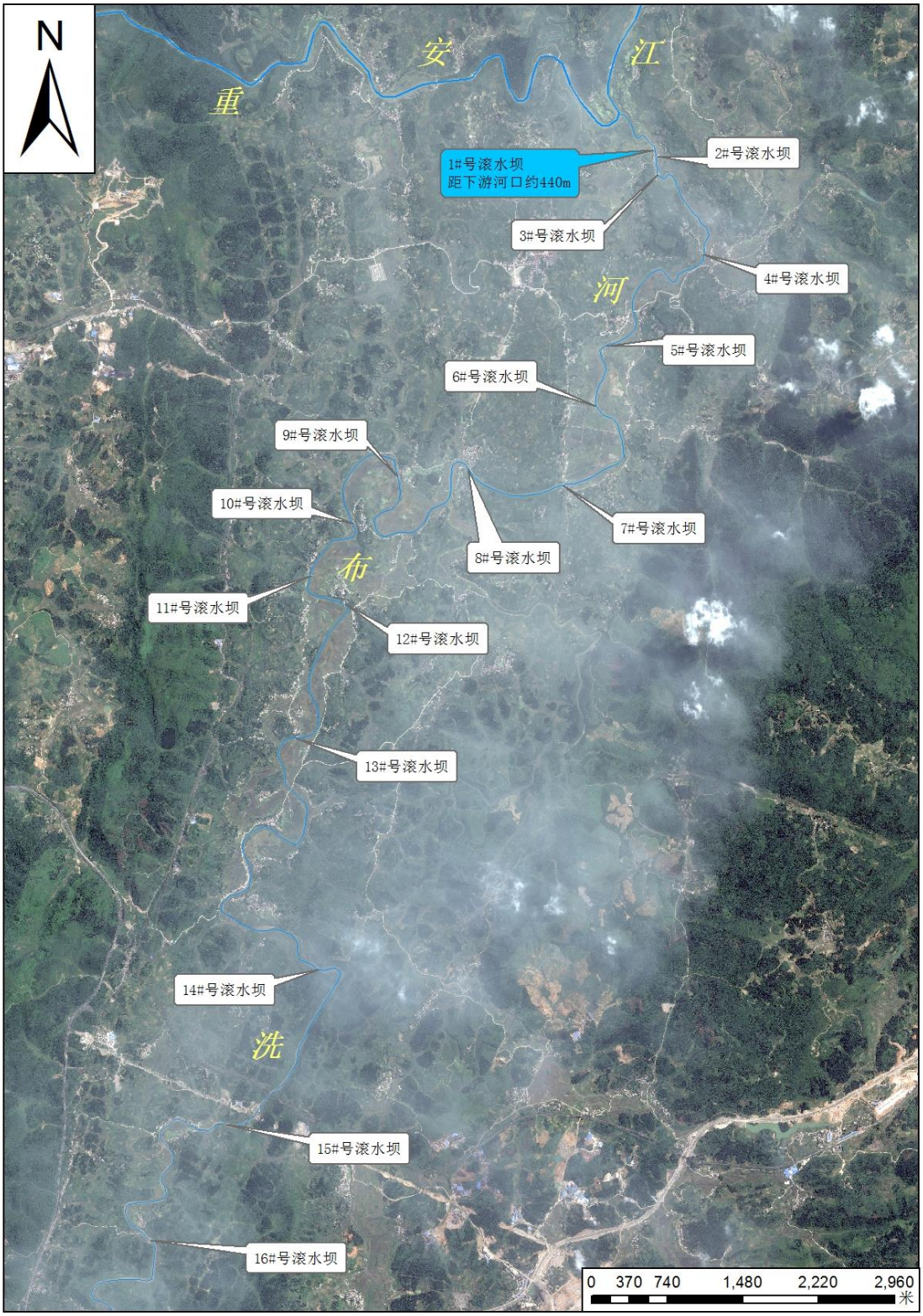


图 6.3.2-5　洗布河干流已建滚水坝概况

表 6.3.2-4　　重安江各支流栖息地保护适宜性初步评价一览表

河流名称	平堡河	围阻河	洗布河
与干流凤山水库关系	坝址下游 1.65km 右岸支	坝址下游 11.11km 左岸支流	坝址下游 28.34km 右岸支流

河流名称	平堡河	围阻河	洗布河
	流		
流域集水面积（km^2）	72.5	196	195
多年平均流量（m^3/s）	1.44	3.34	6.12
河道总长（km）	24	24	63
坡降（‰）	4.31	6.76	3.55
河宽（m）	20～70	10～50	20～70
水利水电/滚水坝现状	已建 10 处滚水坝	已建 2 座水利水电工程，1 处滚水坝，另于上游规划 2 座水库	洗布河支流已建 6 级水库，干流规划 2 座水库，干流已建 20 处滚水坝
最下游拦河坝	1#滚水坝	1#滚水坝	1#滚水坝
开发方式	—	—	—
坝址距河口距离（km）	1.58	2.0	0.5
河流底质	卵、砾石		
水质现状	水质较好，达到 III 类标准	水质较好，达到 III 类标准	水质较好，满足 II 类水质标准
饵料生物	浮游生物：各支流浮游生物组成及分布随着沿程汇入重安江逐渐增大。		
重要鱼类生境	没有发现大型的鱼类产卵场，支流河段有零星的鱼类产卵生境，但产卵规模不大。		
天然流水生境河段	1#滚水坝至河口保留 1.58km 流水河段	1#滚水坝下保留 2km 流水河段	1#滚水坝下游保留 500m 流水河段
存在的生态环境问题	生境破碎化	生境破碎化	生境破碎化

（3）栖息地修复与保护范围

根据以上分析，拟定凤山水库工程栖息地修复与保护河段的保护范围为：凤山库尾以上6.1km，坝址下游至三江口区间15.76km河段；支流平堡河下游8.78km河段；围阻河下游 5.32km 河段，近期拟定栖息地修复方案，主要修复凤山库尾6.1km，坝址下游 5km，支流平堡河 3km，支流围阻河 3.25km。

6.3.2.2 栖息地修复与保护方案

（1）栖息地修复与保护总体方案

为满足拟保护河段鱼类上溯下行通道的恢复要求，营造鱼类适宜产卵生境，对栖息地修复与保护河段保护总体方案如下：

①对凤山库尾以上 6.1km 河段进行栖息地修复的基础上，对其进行保护并开展科学研究；对坝址以下 5km 进行栖息地修复的基础上，对坝址至三江口 15.76km 河段进行保护；在对支流平堡河下游 3km 河段进行栖息地修复的基础上，对支流平堡河 8.78km 河段进行保护，在对支流围阻河下游 3.25km 河段进行栖息地修复的基础上，对支流围阻河 5.32km 河段进行保护，。

②对凤山水库重安江干流库尾以上 1#~6#号滚水坝、支流平堡河最下游 1#、2#及 3#滚水坝和围阻河最下游 1#、2#滚水坝进行连通性工程，修复局部河段的生境阻隔。③将凤山库尾以上 6.1km 河段、坝址至三江口 15.76km 河段、支流平堡河 8.78km，支流围阻河 5.32km 划为栖息地保护河段，加强渔政管理，严禁水利水电开发及其他影响河流水文情势项目的开发活动。

④对局部河段实施生境营造与保护，在适宜河段布置人工鱼巢，提升河段鱼类产卵规划及资源量。

⑤对保护河段加强渔政管理，开展鱼类栖息人工生态环境营造科学研究。

（2）河流连通工程

1）干流

根据栖息地保护河段可行性分析结果，在凤山水库库尾以上分布有 1#~6#号挡水坝，拟对 6 个坝实施连通工程。

A、1#翻板坝

1#翻板坝设置 7 扇 3.0×6m 液压翻板闸门，闸门顶高程为 910.7m，坝高 3m，坝下混凝土基础高程 907.7m，翻板坝正常运行时闸门关闭，遇洪水时闸门全开

泄洪，闸门全开后以翻板坝为平悬在水中楔块，无阻隔作用。因此，1#号坝不需要进行改造，要求在鱼类产卵季节 3~7 月，打开翻板坝，使河流联通。

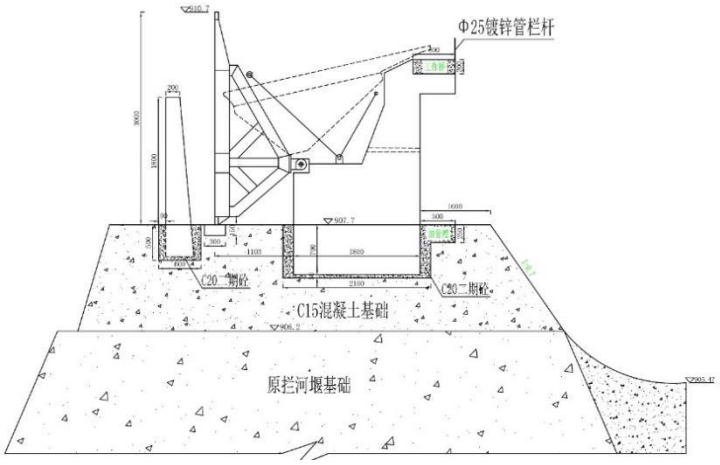


图 6.3.2-6　　翻板坝剖面图

B、2#～6#坝

2#~6#滚水坝坝高均在 2m 以下，应对其进行改造。其中 2#、5#和 6#坝连通性工程考虑设置一定坡度的简易过鱼堰，过鱼堰上游可搭建在滚水坝坝顶，下游顺坡固定在坝下，结构材料可使用钢筋混凝土或钢板、木材等材质，坡度应设计为 1:8~1:10 左右；3#和 4#坝为简易滚水坝，为人行交通功能，可在已有基础上加挖涵洞，增大断面过流通道，消除滚水坝的生境阻隔。

表 6.3.2-5　　库尾上游河段滚水坝设置过鱼堰或鱼坡情况表

序号	滚水坝名称	坝高(m)	措施	过鱼堰宽度(m)	过鱼堰坡度	过鱼堰长度（m）	布置位置	备注
1	上游 1#坝	3	优化调度					洪水时闸门全开泄洪，鱼类可过坝
2	上游 2#坝	3	过鱼堰	2	1:10	30	右岸 1 处	
3	上游 3#坝	2	加挖涵洞					3#坝体左岸有 1 处涵洞，4#坝体中部有 1 处涵洞，在不影响交通安全前提下加挖 2 孔涵洞
4	上游 4#坝	2	加挖涵洞					
5	上游 5#坝	3	过鱼堰	2	1:10	30	右岸 1 处	
6	上游 6#坝	2	过鱼堰	2	1:10	20	右岸 1 处	

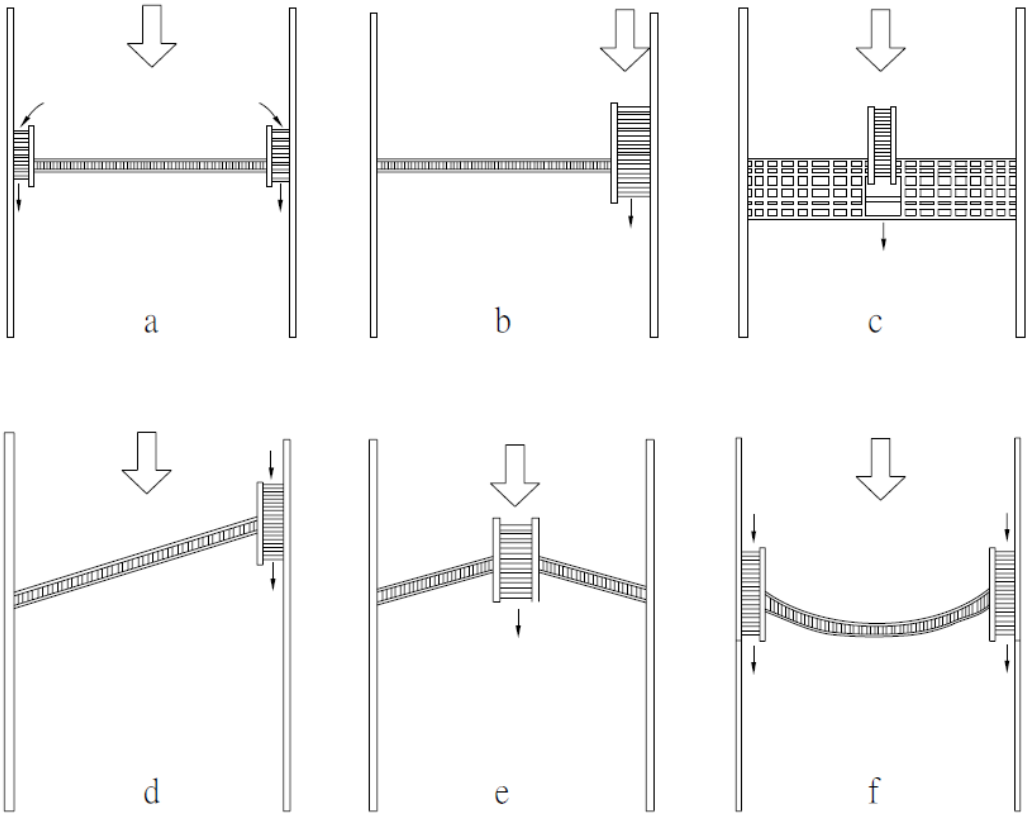


图 6.3.2-7　过鱼堰布置形式示意图

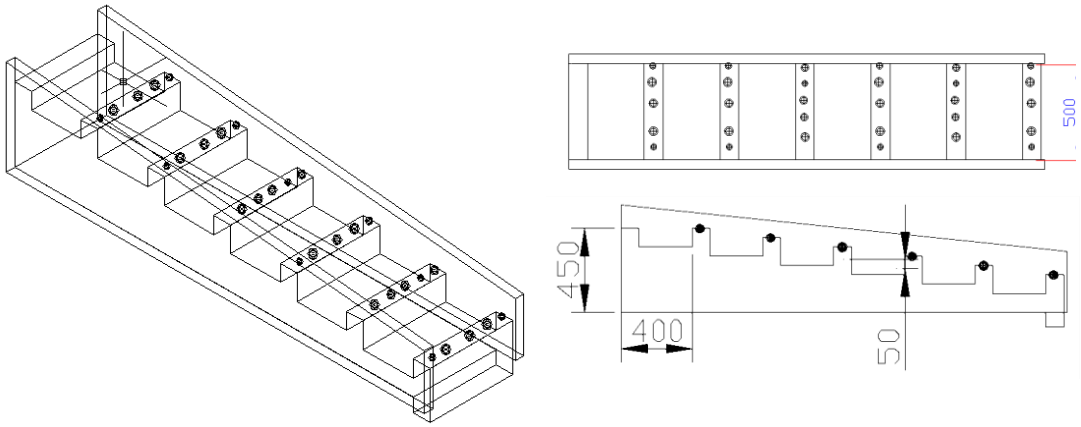


图 6.3.2-8　　过鱼堰示意图



图 6.3.2-9　过鱼堰效果示意图

2）坝址下游

根据栖息地保护河段可行性分析结果，凤山坝址下游分布有跨岩电站、烂木桥电站、#1、#2 滚水坝。

跨岩电站和烂木桥电站开发方式均为坝后式，坝高分别为 4.5m 和 5m，其中跨岩电站由于是依靠垮塌的岩石进行拦河，汛期尚未完全对生境造成阻隔，建议对连通性进行改造，建设小斜坡或者清理部分乱石以恢复连通性，本工程针对烂木桥电站开展典型设计，在坝左肩设置简易遇到。鱼坡结构材料可使用钢筋混凝土或钢板、木材等材质，坡度设计为 1:7 左右。

跨岩下游滚水坝坝高 2m，已对河段生境造成阻隔，因此建议将该滚水坝拆除，以消除生境阻隔。

表 6.3.2-6　生境连通工程一览表

序号	拦河坝	坝高(m)	措施	鱼坡宽度(m)	鱼坡坡度	鱼坡长度（m）	布置位置
1	跨岩电站	4.5	连通性改造	--	--	--	河道左岸
2	坝下 1#滚水坝	2	拆除	--	--	--	--
3	烂木桥电站	5	鱼道	1.5	1:7	24.5	坝址左肩
4	坝下 2#滚水坝	4	鱼坡	2	1:10	20	滚水坝右侧



跨岩电站



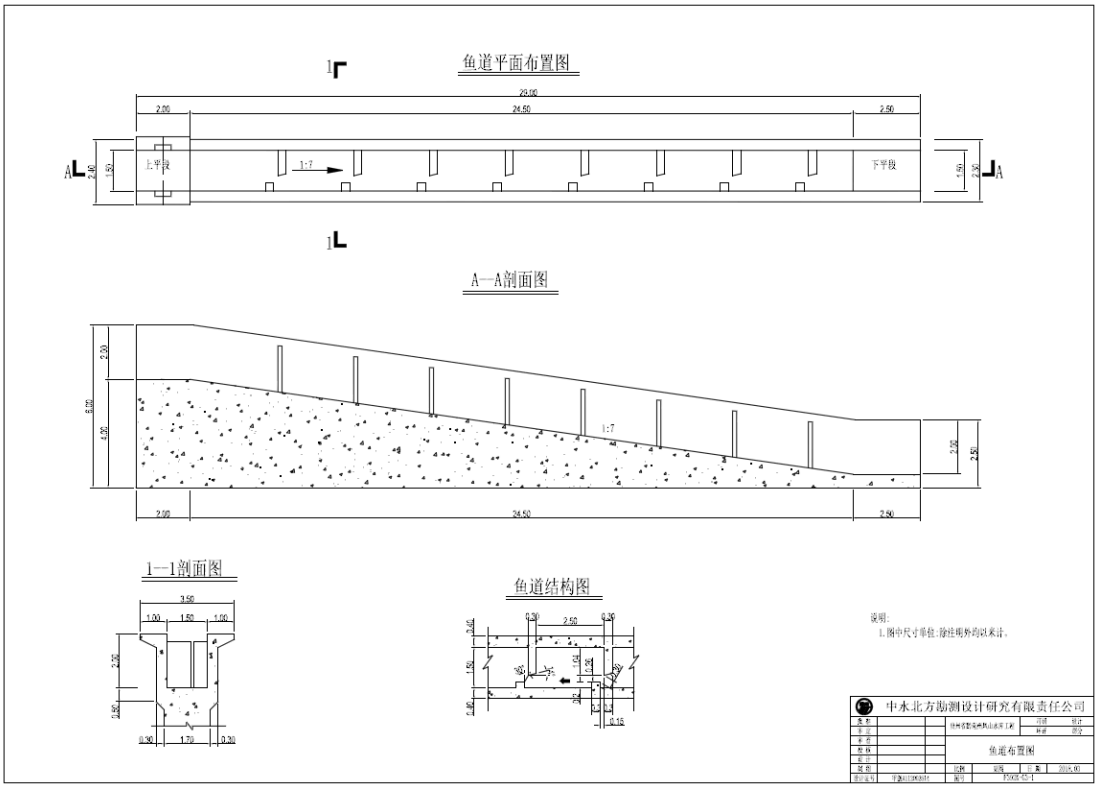
1#滚水坝



烂木桥电站



2#滚水坝



烂木桥鱼道典型设计



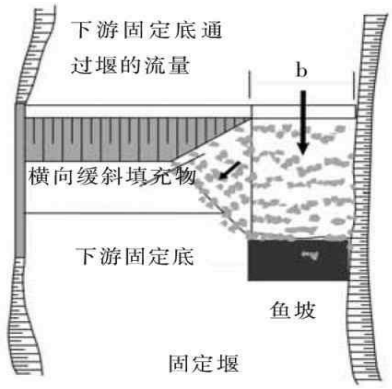
烂木桥鱼道布置位置示意图

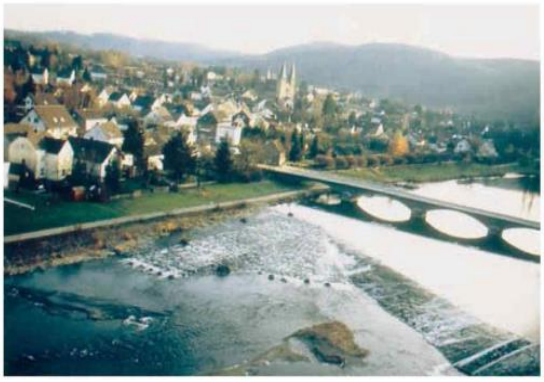
3）支流

根据栖息地保护河段可行性分析结果，在围阻河河口以上 2.0km 和 2.1km 处以及平堡河河口以上 1.58km、1.78km 和 2.40km 处各有一滚水坝，各滚水坝坝高均在 4m 以下，需要对其进行改造。平堡河滚水坝连通性工程考虑设置一定坡度的简易过鱼堰；围阻河 2 处拦河坝坝高不足 1m 只具备景观功能，可设置简易鱼坡，鱼坡顶部可布置块石、卵石，呈阶梯型排列，形成一定大小的水池和上下游水位差，可满足鱼类上溯的水深和流速要求，坡度应设计为 1/10。

表 6.3.2-7　　栖息地保护河段滚水坝设置过鱼堰情况表

序号	实施河段	滚水坝名称	坝高（m）	措施	过鱼堰/鱼坡宽度（m）	过鱼堰/鱼坡坡度	过鱼堰/鱼坡长度（m）	布置位置
1	平堡河	下游 1#坝	2	过鱼堰	2	1:10	20	左岸 1 处
2		下游 2#坝	2	过鱼堰	2	1:10	20	左岸 1 处
3		下游 3#坝	2	过鱼堰	2	1:10	20	左岸 1 处
3	围阻河	下游 1#坝	1	鱼坡	2	1:10	10	中间 1 处
4		下游 2#坝	0.8	鱼坡	2	1:10	8	右岸 1 处





鱼坡布置形式　　德国达腾费尔德鱼坡

图 6.3.2-10　鱼坡剖面示意图

（3）生境营造与保护

1）营造与保护原则

栖息地营造过程中应尽量保留河道的自然形态，在此基础上根据该河段鱼类的生活史各阶段的生境特征，营造适宜该区域上下游河段鱼类种群交流、繁殖和索饵肥育的生境条件，包括连通性、水体流量要求、繁殖、索饵、越冬场所的地形微建与重塑，使鱼类在该河段能完成其生活史，达到鱼类资源保护的目的。

2）营造与保护目标

栖息地营造与保护目标包括重安江历史分布鱼类，根据鱼类生态习性，可划分为喜静缓流生境鱼类、喜流水生境鱼类、喜中上层生境鱼类以及喜中下层或底层鱼类。

表 6.3.2-8　　重安江历史分布鱼类栖息习性一览表

序号	栖息习性	鱼类种类
1	喜静缓流生境鱼类	鯊、麦穗鱼、鲿鲏、黄颡鱼、鲤、鲫、鰕虎鱼
2	喜流水生境鱼类	墨头鱼、棒花鱼、泉水鱼、瓣结鱼、粗唇鮠
3	喜中上层生境鱼类	鯊、麦穗鱼、鲿鲏、鰕虎鱼
4	喜中下层或底层鱼类	黄颡鱼、鲤、鲫、墨头鱼、棒花鱼、泉水鱼、粗唇鮠

3）营造与保护方案框架

参考重安江鱼类栖息习性，针对坝址下游的栖息地人工生态营造措施主要有生态岸坡保护。

表 6.3.2-9　　坝址下游栖息地修复与保护方案

序号	河段	河段生境现状	现有生境主要问题	凤山水库建成后生境主要问题	措施	营造与保护预期效果	河段现状图片	
1	坝址~下游2km	河道蜿蜒段较多，深潭浅滩相间分布，两岸植被覆盖率较低	深潭浅滩规模较小，两岸已有一定硬质化或风化，岩石裸露	河流水量减少，硬质化或风化加剧	生态岸坡保护	构建多样性河流形态，形成健康的河流生态系统		
2	下游2km~下游2.3m	平堡河汇入段，营养物质较丰富，有流水砾石滩分布	流水砾石滩规模较小，底质条件较差	适宜产卵场所范围逐步萎缩	生态岸坡保护	保留平堡河河口适宜产卵生境范围		

3	下游2.3km~下游3km	深潭区，为跨岩库区	--	--	--	保留深潭越冬区	
4	下游3km～11km	营养物质较丰富，有流水砾石滩分布	生境片段化，现状水质总磷和氟化物超标	--	生境连通工程	改善水质，拟拆除1#号滚水坝，对跨岩、烂木桥电站、2#号滚水坝实施生境连通改造	 
5	下游11km~下游15km	营养物质较丰富，两岸峡谷	现状水质总磷和氟化物超标	--	--	改善水质，保留流水生境	

4）修复与保护措施

A、生态岸坡保护

需进行岸坡护理的地方主要有河口岸坡侵蚀段、急流岸坡侵蚀段、河弯凸岸侵蚀段以及深潭边坡侵蚀段。护岸形式可根据具体的实际情况进行选择，主要方式有抛石护脚、砌石护岸以及砌石、木桩相结合的形式（见图 6.3.2-12），此外还应加强岸坡植被保护，所用土、石材等护岸基材可就地取材。

图中修复类型 1 适用于岸坡侵蚀较轻、植被较多的河岸，用原木与纤维等铺设于岸坡进行固定，上覆土壤，可种植当地灌木或草丛进行绿化。修复类型 2A 和 2B 适用于岸坡侵蚀较严重的河岸，首先用巨石嵌入岸底护脚，然后使用重粘土、粘土和卵石等混合物填充，上再覆干树枝捆进行固定，最后再覆盖土壤、种植当地灌木或撒入草种进行绿化。

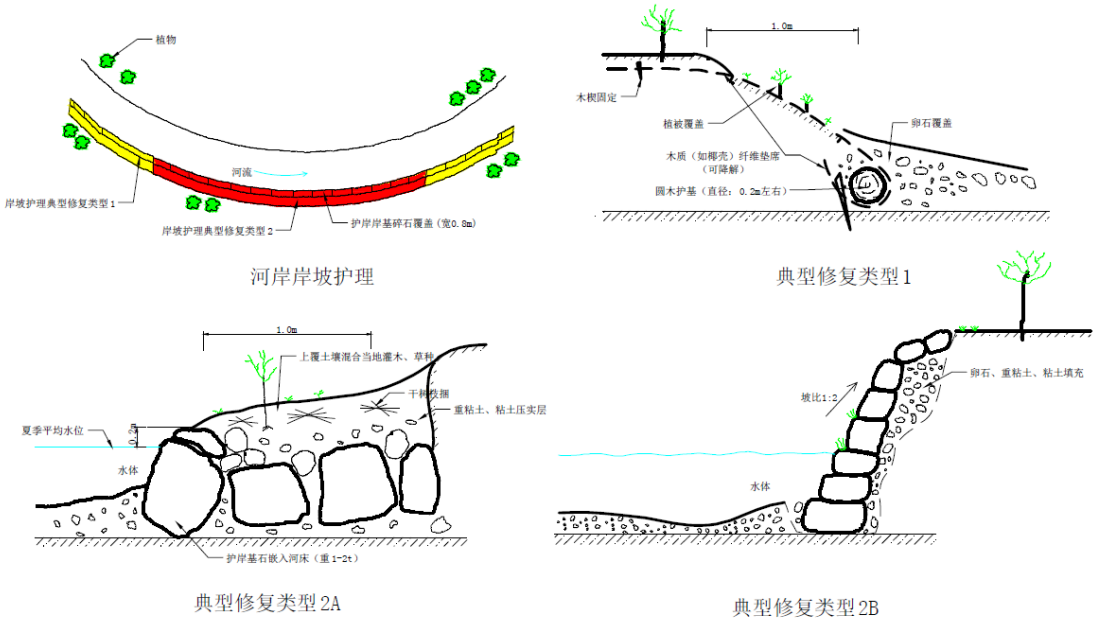


图 6.3.2-12　岸坡护理典型修复平面、剖面图

坝址下游 500m 河段受人为影响较大，上游为硬质化岸坡裸露，鲜有植被，下游为人工植被，岸坡较为平缓，为此对河岸裸露部分进行岸坡护理及河岸带植被恢复措施，所选植物应为当地物种，不仅能起到固岸护坡、景观等作用，而且也能起到一定的营养物质输送作用。

（4）人工鱼巢

通过建设人工鱼巢，改善粘性卵鱼类的繁殖产卵条件。人工鱼巢投放地点选

择在围阻河 1#滚水坝下游 1km 处（1#人工鱼巢）、平堡河 1#滚水坝下游 0.5km 处（2#人工鱼巢）及平堡河河口段（3#人工鱼巢）。

① 设计原则

a、制作人工鱼巢的材料要无毒、耐用、附着面积大，有较好的稳定性，投放后不发生洗掘、漂移、埋没现象。

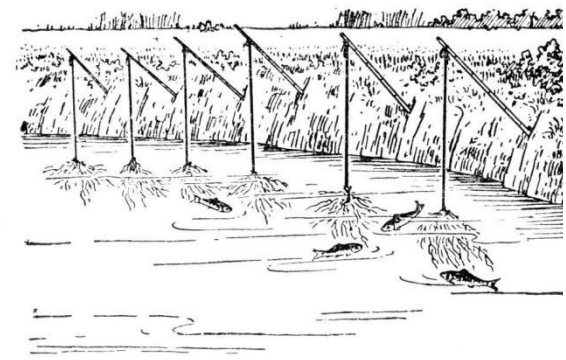
b、可漂浮于水中，散开面积大、便于鱼卵黏附。

c、制作鱼巢材料质地要柔软，鱼碰触时不会伤及鱼体。

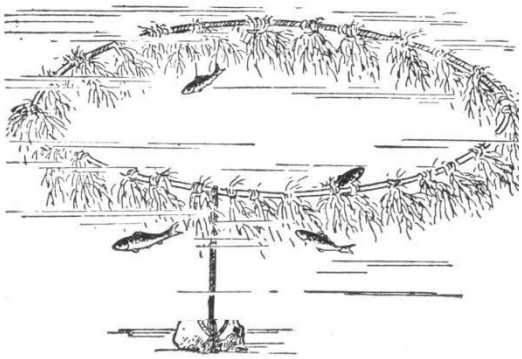
d、要求人工鱼巢不易腐烂，不影响水质变化，有利于受精卵。

② 布置形式

人工鱼巢的布置是否合适，直接影响到产粘性鱼类的产卵效率和效果。可以采用浮性鱼巢与沉性鱼巢相结合，一是沿着岸边插一至二圈长短不同、一端悬吊有单个鱼巢的竹竿，令鱼巢浸入水面下；二是将鱼巢按一定距离扎在绳上，按一定宽度扎成适当长度的许多条鱼巢，平行布置于岸边；三是将若干小束鱼巢扎在一根绳子上，再将其连成环状，投放在岸边。



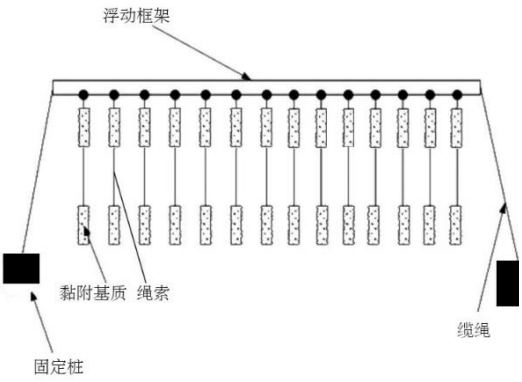
悬吊式人工鱼巢示意图



圆形式人工鱼巢示意图



平列式人工鱼巢现场照片



分层型人工鱼巢

③ 投放时间

几种人工鱼巢主要为满足产粘性卵鱼类产卵要求。根据栖息地保护河段产粘性卵鱼类产卵时间，规划 1#人工鱼巢投放点投放时间为每年 4～7 月，主要为宽鳍鱲、白甲鱼、云南光唇鱼创造产卵条件；2#人工鱼巢投放点投放时间为每年 4～7 月，主要为宽鳍鱲、白甲鱼、云南光唇鱼、华鲮创造产卵条件；3#人工鱼巢投放点投放时间为每年 4～7 月，主要为：白甲鱼、鲤、鲫、泉水鱼、云南光唇鱼创造产卵条件。鱼类产卵期后，将人工鱼巢撤下。

④ 预处理及搭建

a、悬吊式、圆形式及平列式人工鱼巢

人工鱼巢用以粘附鱼卵。应选择质地柔软、韧性好、无毒、不易腐烂的材料制作，多选用聚草、金鱼藻、小叶眼子菜、猪毛草、棕榈皮、榕树的气根、杉树的软枝叶等。

根据栖息地保护区现场情况，本项目可选用棕榈皮、杨柳须根、榕树的气根、杉树的软枝叶做为人工鱼巢的制作材料。要求选材新鲜，无病、毒、霉害，材料用前应将其分炼、清洗、消毒（水煮晒干）、扎把，即处理即用。

将鱼巢制作的主要材料进行预处理后，捆绑成长度约 70cm 的草团，一个草团即为一个鱼礁。然后用竹杆制作起了规格约 5×6m 的鱼巢框架，再把鱼礁用绳子拉直悬挂在鱼巢框架上，投放并固定于离岸边 2-3m 的水面上，每个投放点鱼巢沿岸布置长度控制在 200m。

b、分层型人工鱼巢

分层型人工鱼巢考虑了在不同水层产卵鱼类的繁殖习性，通过绳索将黏附基质连接在三角浮动框架上，浮动框架边长 3m，由固定桩固定于岸边。黏附基质可选用多片棕榈皮捆扎成圆柱体，并根据黏附基质布置深度要求填充配重块，每个投放点鱼巢沿岸布置长度控制在 200m。

⑤ 设置规模

各个鱼巢营造面积为 1000m²，其鱼巢的布设应根据河道的具体环境（如河面宽度、水流速度等）灵活实施。

⑥ 日常管理

a、组织工作人员购置人工鱼巢设置所需材料；

b、对人工鱼巢的制作材料进行分选、清理、消毒等；

c、现场组织人工鱼巢的布设；

d、鱼巢实施期间应设专人进行管护，根据现场情况对人工鱼巢进行清洗及更换；

e、对人工鱼巢的附卵情况进行检查、统计，调整人工鱼巢选材、布设点位等。

d、鱼巢实施期间应对鱼巢实施效果进行鉴定评价，观测记录应包括日期、水温、观测串数、孵卵串数、孵卵串数占比、推算获鱼苗数、可能产卵鱼类，并给出相关评价结论。

（5）渔政管理方案

建议福泉市渔政部门加紧制定下游鱼类栖息地保护管理制度，加强对凤山坝址至三江口区间 15.76km 河段及凤山库尾以上 6.1km 河段、支流平堡河 8.78km，支流围阻河 5.32km 的渔业管理，整顿渔业生产秩序、实行禁渔制度，建设单位进行渔政补贴，严禁水利水电开发及其他影响河流水文情势项目的开发活动。

6.3.3 过鱼措施

6.3.3.1 过鱼必要性分析

（1）满足我国现行法律、法规相关规定的要求

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。同时应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。”

根据国家法律法规的要求，凤山水库工程采取适当过鱼措施是有必要的。

（2）是有效减缓工程建设对水生生物影响的需要

凤山水库淹没黑塘桥水库，但大坝建成后对水生生态环境连续性产生了阻隔，造成了水生生境的片段化，工程的建成将阻断鱼类的上溯通道，对鱼类的生存环境产生影响，种群间遗传交流受阻，导致遗传多样性下降。评价河段分布的鱼类依照其自身对产卵场所的环境条件要求，进行生殖洄游，到适宜产卵的河段进行繁殖。

6.3.3.2 过鱼对象和过鱼季节

根据《水利水电工程鱼道设计导则》（SL609-2013）“3.0.2 主要过鱼对象应选择河段中珍稀、特有以及其他经济价值较高的洄游性、半洄游性鱼类”。评价河段有鱼类 34 种，以流水或急流型底层鱼类为主，黑塘桥库区主要为缓流鱼类为主，没有发现珍稀特有鱼类，过鱼目的在于促进上下游鱼类遗传交流，减少种质退化，因此，本工程重点将云南光唇鱼、宽鳍鱲、麦穗鱼、白甲鱼、马口鱼等主要经济鱼类作为主要过鱼对象。

过鱼时间主要考虑为鱼类产卵季节，即每年的 3～7 月。

6.3.3.3 过鱼设施方案选择

大坝过鱼的措施较多，可采用技术上实用的方法(技术型过鱼设施)或模仿自然的方法(仿自然型过鱼设施)来构造，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枢纽工程区地形条件、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。凤山水库工程过鱼设施类型比选见表 6.3.3-1。

（1）鱼道和仿自然旁通道

过鱼设施中，鱼道和仿自然旁通道需要开阔的地形以满足长度的需要，但本工程上下游水头差近 65m，所在地两岸地形陡峻，不具备绕坝布置的地形条件。同时，鱼类自行上溯所需时间较长，过鱼过程体力消耗大不利于其继续上溯产卵，在过程中也可能出现鱼类疲劳无法完成过鱼过程。综合来说，本工程不适合布置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，在大坝建筑物需建设构筑物，在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。两者的过鱼原理类似，过鱼效果相似。由于凤山水库泄流表孔、底孔、取水口等均布置在坝上，布置较为紧凑，且发电厂房位于坝后，设置鱼闸和升鱼机的难度较大。另外，较为理想的厂房尾水下游距离大坝至少 120m，鱼闸进口与理想的集鱼位置不符合。本工程不适宜采用鱼闸方案，如采用升鱼机方案，升鱼机进口位于厂房尾水下游，然后通过缆车过坝，估算投资约 5000 万。

（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，可实现在工程较为理想的集、放鱼地点进行过鱼。

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，凤山组合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的变动，如针对性设计可实现在较为理想的放鱼地点进行过鱼。

（4）综合比选

从诱集鱼和过鱼效果、工程布置的可行性、工程可靠性、可操作性、建设工期、工程量以及工程投资等多方面综合考虑，详见表表 6.3.3-1。

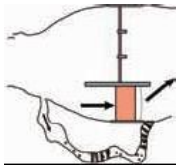
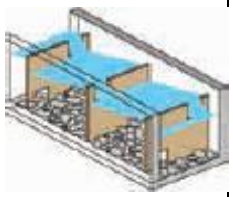
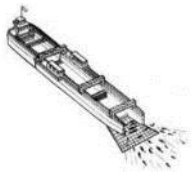
三个比选方案中，鱼道和仿自然通道方案由于两岸左右岸地势陡峭，不具备建设仿自然旁通式鱼道的地形条件，并且布置、建设难度大，投资高，不予推荐；鱼闸和升鱼机方案对枢纽主体工程影响较大，由于凤山水库工程布置较为紧凑，受坝型制约布置建设难度大，故不予推荐；

集运鱼系统主要分为集鱼设施主要为集运鱼船或固定集鱼平台，其中集运鱼船受河道水深影响运行困难，且在凤山水库没有设置船闸过坝，受上下游河道限制不予推荐。固定集鱼平台集鱼后采用机械提升的方式，采取活鱼运输车转运，不涉及主体工程，工程布置、建设难度较低，投资较少，既可以较好的适应凤山水库水位大幅变动，又可解决重安江鱼类游泳能力不强不能连续通过较长过鱼通道的问题；对于重安江分布的鱼类来说，个体偏小，无长距离溯河习性，繁殖期

集群不明显，坝下河段鱼类资源量有限，采用集运鱼系统完全可满足过鱼需求，故推荐采用。

因此，经方案比较，本工程可考虑集运鱼系统，采用固定集鱼平台集鱼，运鱼车进行运鱼，主要设施包括集鱼平台、运鱼车等。

表 6.3.3-1　　各种过鱼措施应用范围、效果以及本工程适应性

类型	示意图	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。	本工程坝区河谷狭窄，左右岸地势陡峭，基本为陡坡和悬崖，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，内部设有各式隔板、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，较易堵塞；丹尼尔鱼道需较大的流量，不适宜上游水位变化频繁的区域。	本工程最大水头约65m，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		为凹形通道，上下游两端都有可控制的闸门，通过控制闸门的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，适用于需要考虑大型鱼类(如鲟鱼类)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，过鱼设施不宜用鱼闸。
升鱼机		为配置有运送水槽和机械装置的升降机，通过把鱼从下游吊起送到上游，通过渠道连通上游。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域，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型，如高坝。	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，建造和维修费用高。	对鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类效果较好	本工程水头较高，且枢纽区空间狭窄，布置紧凑，受坝型制约布置建设难度大
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，或空间以及水流量有限区域，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，但所需集鱼、运鱼设施要求相对较高，投资相对较高其缺点是运行费用大，受诱鱼效果的制约较大，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。	该类型过鱼设施应用范围较广，针对鱼类生物学特征设计集鱼、运鱼系统，过鱼效果较好。	集放鱼位置灵活，具备集运鱼设施布置条件。

6.3.3.4 过鱼方案初步设计

（1）系统组成

凤山水库工程集运鱼系统主要由以下四大部分组成：集鱼系统、提升转运系统、放流系统和辅助设施。

1）集鱼系统

集鱼系统的主要功能为在坝下鱼类密集水域利用鱼类对水流等环境因子的趋向性，将鱼类诱集进入该系统，然后将进入集鱼通道的鱼类驱赶汇集至集鱼池中，并防止进入的鱼类逃逸。

2）提升转运系统

提升转运系统的主要功能为通过缆车、导轨等设施将集鱼池中的鱼类提升，并将集鱼斗（提升箱）中的鱼类安全转移至运鱼设施及放流地点。

3）放流系统

放流系统的功能为在保证鱼类安全健康的前提下将鱼类在放流地点进行放流。

4）观测设施

在整个过鱼过程中，为对过鱼种类、数量等进行监测，在关键位置设置观测及监测设施，用以观察集鱼情况以及对过鱼效果进行监测。

（2）集鱼系统

1）集鱼位置布置原则

集鱼进口能否为鱼类较快发现和顺利进入，是集运鱼系统成败的关键。根据《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）“6.2.1 集鱼位置应选择水流、生境等条件适宜于过鱼对象集群且便于集鱼设施开展作业的区域”。根据以往文献和工程调研，一般来说，集运位置应选在：

A 经常性泄水建筑物下方，流速大于过鱼对象感应流速；

B 位于闸坝下游鱼类能上溯到的最上游处及其两侧角隅；

C 鱼类无法克服水流时在主流旁的缓流区域休息恢复；

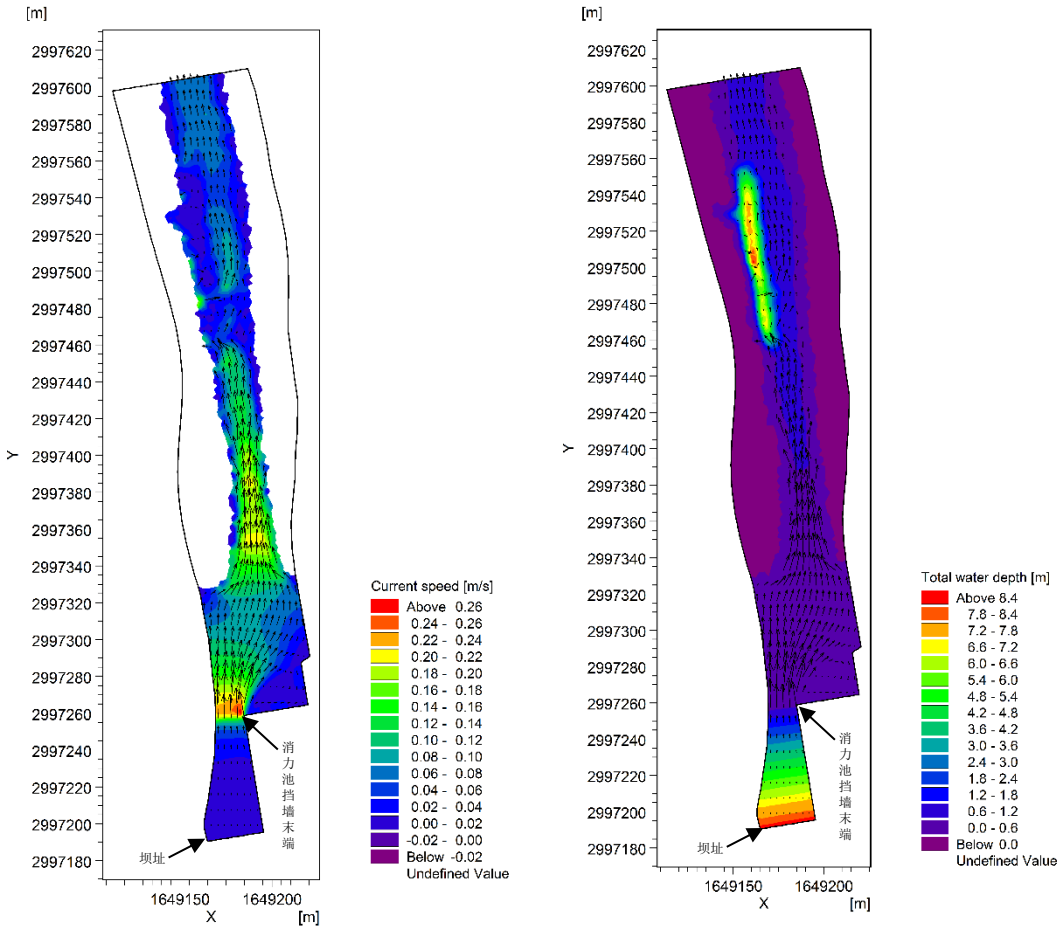
D 水流平稳顺直，水质新鲜肥沃的水域；

2）坝下水流条件分析

采用 MIKE 21FM 模型水动力模块对凤山水库坝下河道流场进行数值模拟，

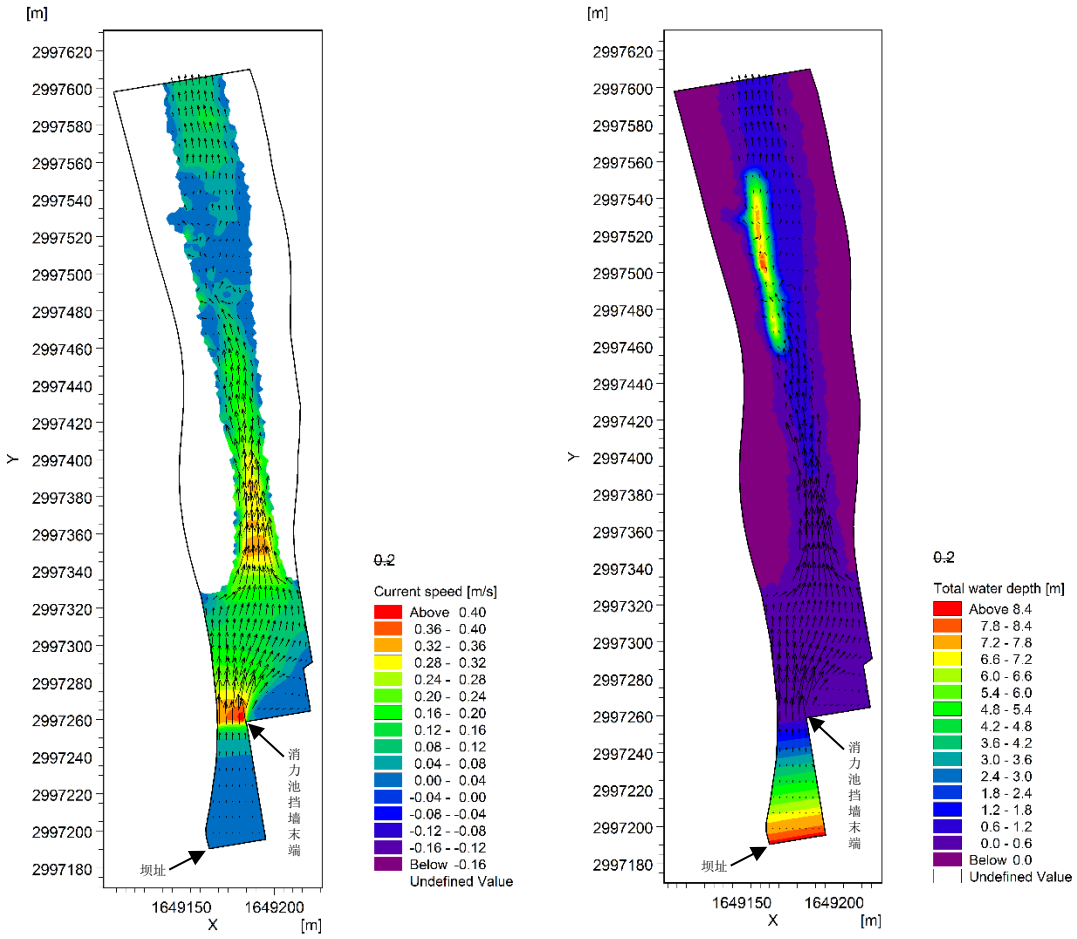
地形没有考虑河道在水库运行之后发电尾水和下泄洪水的冲刷作用，对水库调度情况进行概化，工设置了 3 组流量边界条件作为计算工况：Q=1.43m^3/s（非汛期生态流量），Q=2.04m^3/s（汛期生态流量），Q=8.73m^3/s（三台机组满发）。

各工况下坝下河道流速分布和水深分布分别见图 6.3.3-1~3。



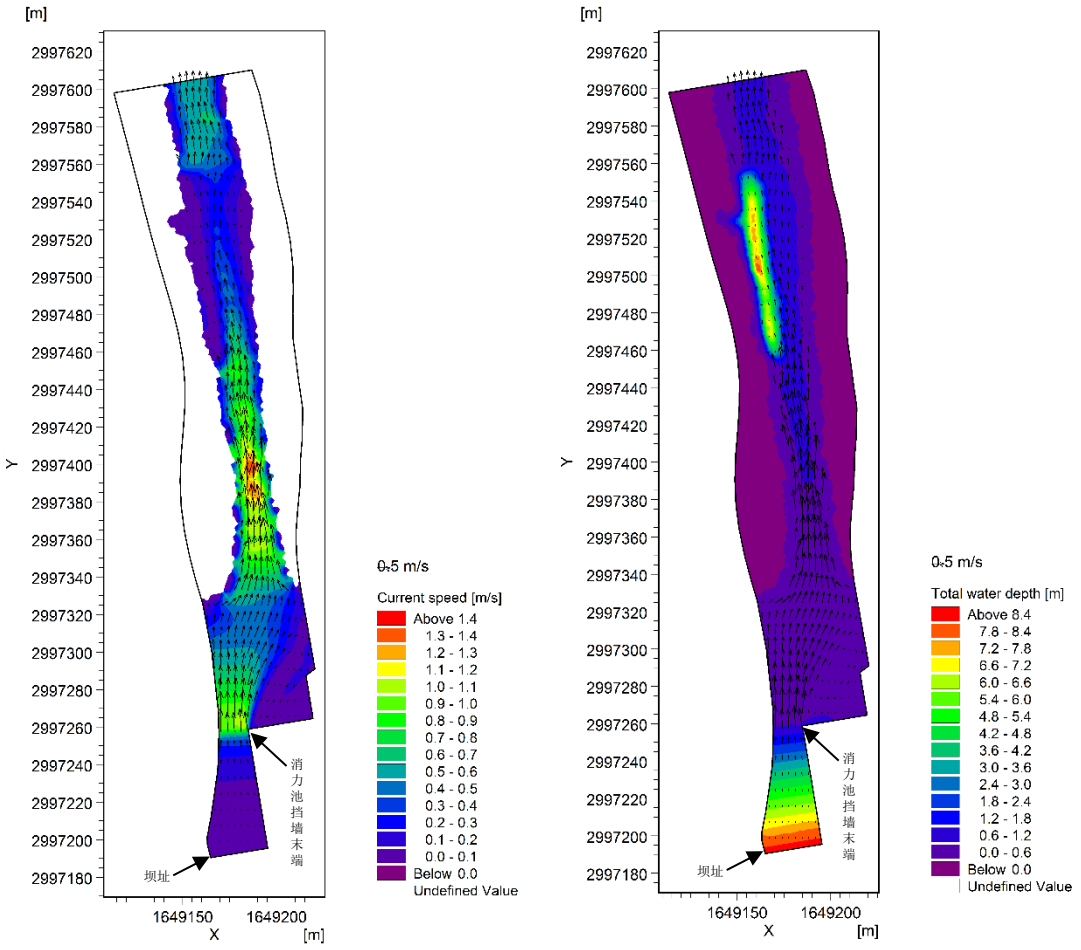
流速分布　　水深分布

图 6.3.3-1 凤山水库坝下流速和水深（Q=1.43m^3/s，非汛期生态流量）



流速分布　　水深分布

图 6.3.3-2 凤山水库坝下流速和水深（Q=2.04m^3/s，汛期生态流量）



流速分布　　水深分布

图 6.3.3-3 凤山水库坝下流速和水深（Q=8.73m^3/s，三台机组满发）

根据图 6.3.3-1~3 可知，坝下坝址~消力池挡墙末端是倒斜坡结构，各运行工况下流速均较小，流速均小于 0.1m/s；消力池挡墙末端由于河道束窄，该区段流速突然增大，不同工况下该段流速均大于 0.2m/s，大于过鱼目标的感应流速。

3）集鱼系统比选

根据坝下水流条件、工程布置和地形条件，初步拟定 2 种集鱼系统布置方案。

A 方案一：厂房集鱼系统

集鱼系统由集鱼渠、补水渠以及进鱼孔等组成，集鱼渠把进入各进鱼口的鱼收集起来，在渠内水流的导引下，将鱼导至位于集鱼系统一端的集鱼池中，然后集鱼池底部的提升装置提升鱼类和水，将鱼集中在集鱼斗中，通过专用吊具将集鱼斗提出集鱼池。集鱼渠与补水渠平行坝轴线，通过挑梁悬挑布置在电站尾水平台上。集鱼渠为 U 型结构，宽 2.0m；补水渠为箱型结构，宽 1.0m；集鱼补水渠总长约为 42m。坝下最低尾水位为 844.68m（非汛期生态流量 1.43m^3/s），最高发

电尾水位约为 845.3m（三台机组最大引用流量 8.73m^3/s），为适应下游水位变化，集鱼渠底板高程为 843.68m。集鱼渠内的流速，通常在 0.6m/s 左右，这样的水流流速，既能给鱼足够的引导，也不致在渠内形成过大的水位坡降，从而可以保证渠内各进鱼口具有大致相等的水面跌落和孔口流速。集鱼渠内不设置隔板等障碍物，以免鱼类从进口逃出集鱼渠。

进鱼孔即为集鱼渠下游面侧壁上的一系列孔口，等间距地布置在电厂各机组段。进口设置自动控制的闸门，随下游水位调节开度，控制从集鱼渠中流向下游河道的流量和流速，控制适宜的潜置水深。进鱼孔尺寸为 0.5×0.5m。

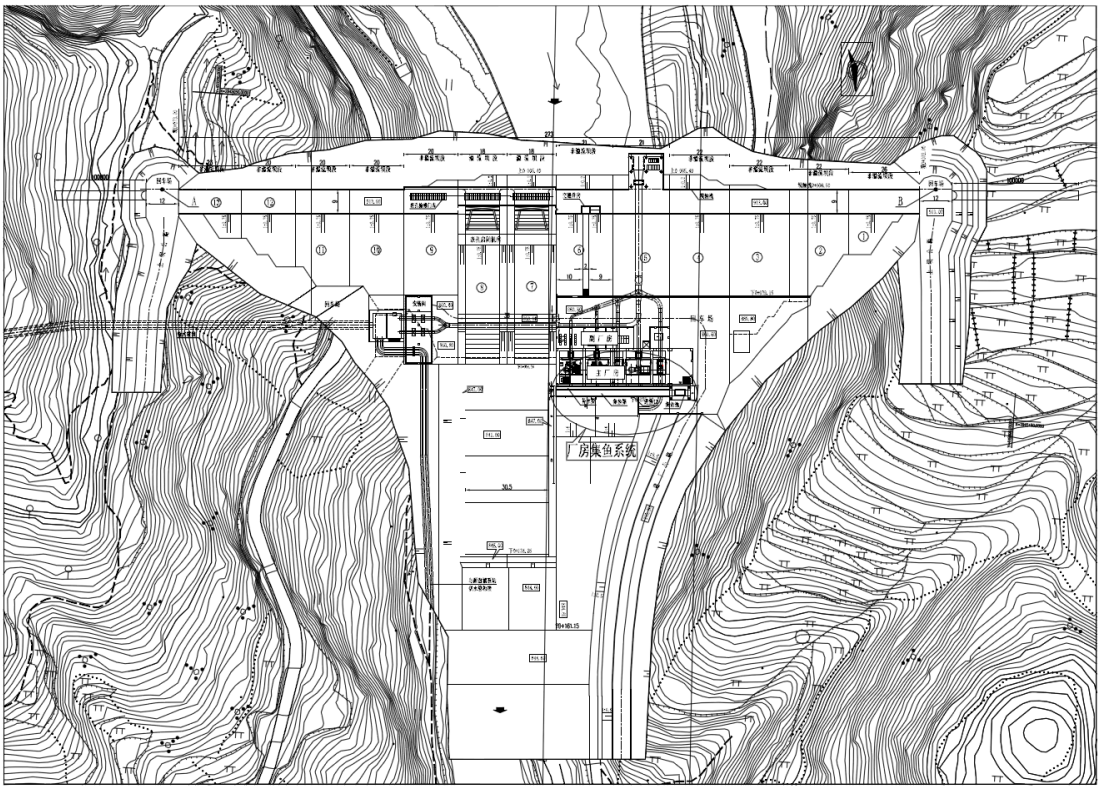


图 6.3.4-4 厂房集鱼系统

B 方案二：坝下集鱼系统

坝下集鱼系统布置在消力池挡墙末端河道束窄处，主要由诱鱼进口段、集鱼通道、集鱼池、集鱼斗等组成。当大量鱼类聚集在集鱼通道时，通过拖拽格栅将鱼类引导至集鱼池中，然后集鱼池底部的提升装置提升鱼类和水，将鱼集中在集鱼斗中，通过专用吊具将集鱼斗提出集鱼池。

集鱼通道采用敞开式通道，通道中不设置挡板，长约 10m，宽 2m，采用钢筋混凝土结构，边墙混凝土厚 1.5m；在集鱼通道下游尾端，靠近下游工作闸门处布置防逃笼，防逃设施后设置拖拽格栅。

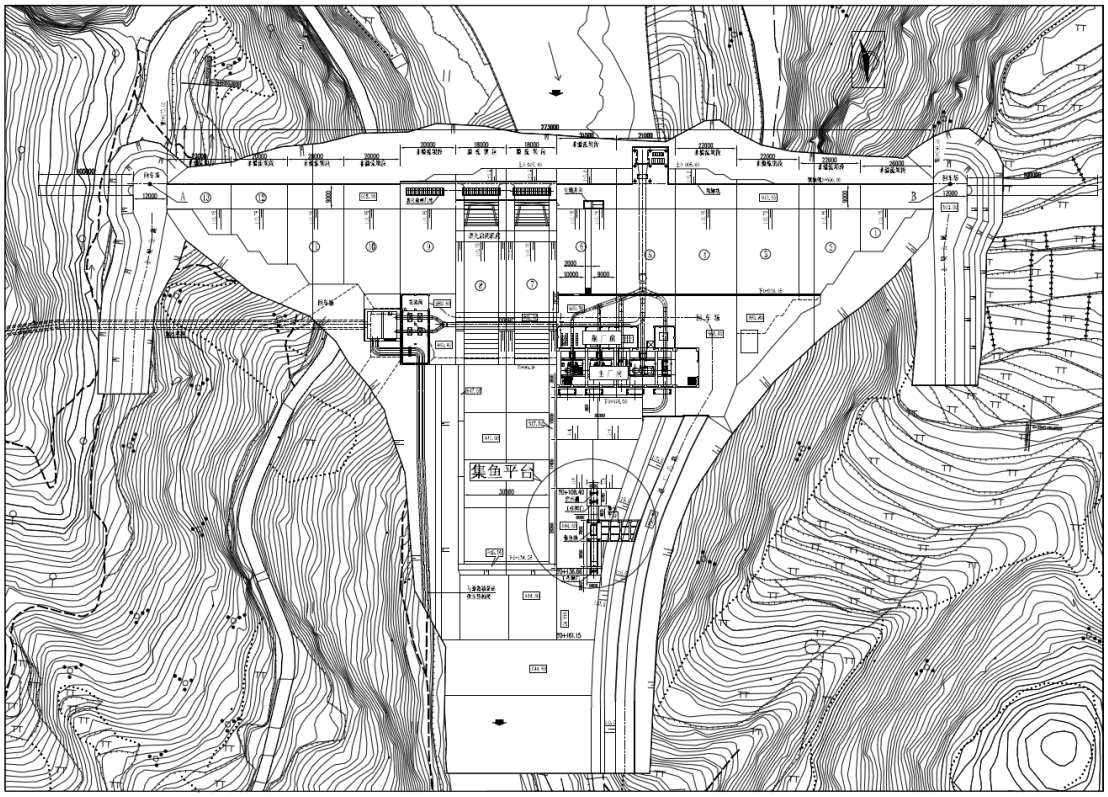


图 6.3.4-5 坝下集鱼系统

C 方案对比

从设施特性及技术可靠性、适用条件及效果、场地条件及布置难度、运行管理和投资估算等多方面对两个方案进行综合比选，2 个方案各有优缺点，综合分析推荐坝下集鱼方案，具体比选情况见下表 6.3.3-2。

表 6.3.3-2 集鱼方案比选表

项目	厂房集鱼方案	坝下集鱼方案	比选结果
设施特点及技术可靠性	布置在厂房尾水平台上，设置补水渠进行补水，诱集厂房尾水下游的鱼类，国内已有实施工程，但多与其他过鱼设施联合使用，具有一定实践经验	布置在坝下左岸，紧邻消力池挡墙末端河道束窄处，集鱼位置位于鱼类上溯的路线上，国外已有实施工程，具有一定实践经验	相当
适用条件及效果	适用坝下水位变幅，坝下发电流量较小，尾水段流速较小，需要埋管从水库引水进行补水诱鱼，受尾水段倒斜坡影响，流态稍紊乱，集鱼效果受发电尾水流场影响较大	适用坝下水位变幅，位于鱼类洄游路线上，且河道束窄段，配合拦鱼导鱼设施，集鱼效果可期	坝下集鱼方案较优
场地条件及布置难度	布置在厂房尾水平台上，且需埋管从水库引水进行补水诱鱼，对枢纽布置及施工进度有一定影响	场地条件较好，对枢纽布置没有影响	坝下集鱼方案较优
运行管理	机械设备较多，运行故障概率高	机械设备较多，运行故障	相当

		概率高	
工程投资	约1150万	约1232万	厂房集鱼系统较优
综合比选	经综合比选，推荐坝下集鱼系统		

4）推荐方案设计

①集鱼系统组成

集鱼系统主要由诱鱼进口段、集鱼通道、集鱼池、集鱼斗、补水设施等组成，其中集鱼通道内设置有防逃笼和拖拽格栅。

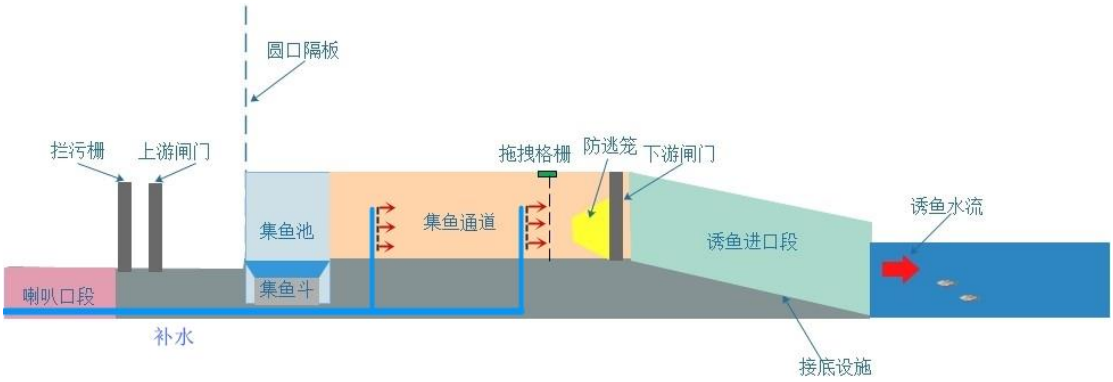


图 6.3.3-6　集鱼系统结构组成示意图（侧视图）

②进鱼口

A 进鱼口水位

本工程鱼类过鱼季节为每年的 3 月~7 月共计 5 个月，其中 4 月~6 月时段内如遇水库泄洪则不运行过鱼设施。3 月份仅下放 1.43m^3/s 的生态流量，对应水位为 844.68 m；三台机组最大引用流量 8.73m^3/s，对应下游尾水位约 845.3m；当遭遇 P=2%的设计洪水时，对应下游尾水位为 858.54m；当遭遇 P=1%的校核洪水时，对应下游尾水位为 860.10m。

根据《水利水电工程鱼道设计导则》（SL-609-2013）“3.04：下游最高设计水位可选主要过鱼季节闸、坝下游常见平均高水位，最低设计水位取主要过鱼季节的常见平均低水位”，综合以上分析，本阶段暂定坝下最高设计水位 845.3m，最低设计水位 844.68m。本工程设置一个进鱼口，底板高程 844.6m。

B 进鱼口流速

过鱼设施进口一般采用一股流速较高的水流以吸引鱼类，但流速也不可过大，超过鱼类的突进游速将可能造成鱼类无法进入，一般最佳的诱鱼流速范围为持续速度以上、爆发速度以下。这样保证足够的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。

本阶段根据以往文献调研和工程调研，进口流域暂按 0.9m/s 考虑，下一阶段应根据目标鱼类游泳能力测试结果，确定进鱼口的流速。

C 进鱼口结构

为不影响底层鱼类及表层鱼类的通过，进鱼口设置为矩形结构，底板与河道平缓衔接，这种结构还可以适应下游水位变化。根据过鱼种类的规格，结合补水量综合考虑。进鱼口开口宽度取 0.3 m，最大开口宽度为 0.5 m，进口方向同河道主流方向夹角需小于 30°。

③集鱼通道

A 流速要求

集鱼通道内的流速应高于鱼类的感应流速，这样鱼类不易调转方向，游出通道，同时也不可大于鱼类持续游泳速度，这样鱼类不会在通道内产生疲劳，因此通道内的流速应介于感应流速和持续游泳速度之间。本阶段根据以往文献调研和工程调研，集鱼通道内流速暂按 0.2~0.8m/s 考虑，下一阶段应根据目标鱼类游泳能力测试结果，确定集鱼通道内的流速。

B 结构尺寸

集鱼通道的主要功能是将进入进鱼口的鱼类暂时保存在通道内，因此，通道不可过小，以免引起鱼类的胁迫而使其逃逸。

集鱼通道采用敞开式通道，通道中不设置挡板，长约 10m，宽 2m，采用钢筋混凝土结构，边墙混凝土厚 1.5m，通道内设置拖拽格栅。集鱼通道实例见图 6.3.3-7。



图 6.3.3-7 集鱼通道实例图

C 防逃笼

集鱼通道内的防逃设施采用大口进小口处的笼状结构，防逃设施布置在集鱼通道下游尾端，靠近下游工作闸门。

防逃笼的进口尺寸应于集鱼通道断面相适应，出口尺寸应根据凤山过鱼种类的规格特性确定。本阶段初步拟定防逃笼进口尺寸为 3.5（H）×2.0m（B），出口尺寸为 1.3（H）×1.3m（B）。

防逃笼边壁采用不锈钢网状结构，网格焊接时应无棱角，以防止鱼类通过时受到伤害，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 5×5cm 考虑。



图 6.3.3-8 笼状防逃设施实例图

D 拖拽装置

在集鱼通道前端，防逃设施后设置拖拽格栅，采用圆孔隔板形式，当进入集鱼通道内的鱼类数量达到要求时，位于进鱼口末端的拖拽格栅关闭并逐渐向后移动，集鱼通道中的鱼类慢慢被驱赶至集鱼通道末端的集鱼池中。

④集鱼池

集鱼池位于集鱼通道末端，长约 5m，宽 1.5m，高 3m。设置有透水壁，通过拖拽系统的移动，将集鱼通道的鱼赶至停放于集鱼池下部坑道的集鱼斗上方，通过集鱼斗的提升，将鱼集中至集鱼斗内，并通过集鱼斗的吊运将鱼投放至活鱼运输车内。

⑤集鱼斗

集鱼斗采用钢桁架外蒙不锈钢结构，集鱼空间 3×1.5×1.25m^3，底部带斜坡，其底部斜坡为 9°，保证集鱼箱放鱼后，都能保持清洁。

集鱼斗底部设置有 1.5×0.4m^2 尺寸的翻板门，作为放鱼通道，翻板门采用气动式气压启闭机操作。气动式气压启闭机的控制系统由压力罐、空压机、蓄电池、无线发送及接受装置，控制电路等组成，该部分集成在一个密闭腔体内放入集鱼斗的下部。该密封腔体仅进行气压罐的持压和控制气动式气压启闭机的动作。气压罐的压力充填靠外接电源补给。

⑥补水设施

A 集鱼通道补水设施

集鱼通道补水的目的是使进入集鱼通道的鱼类在水流的吸引下能够长时间保留在集鱼通道和集鱼池中，以利于收集系统进行收集。

补水设施主要由补水管道、消力池、补水格栅等组成，补水可后期根据实际情况选择由底部补水或者侧墙面补水。其布置示意图见下图 6.3.3-9。

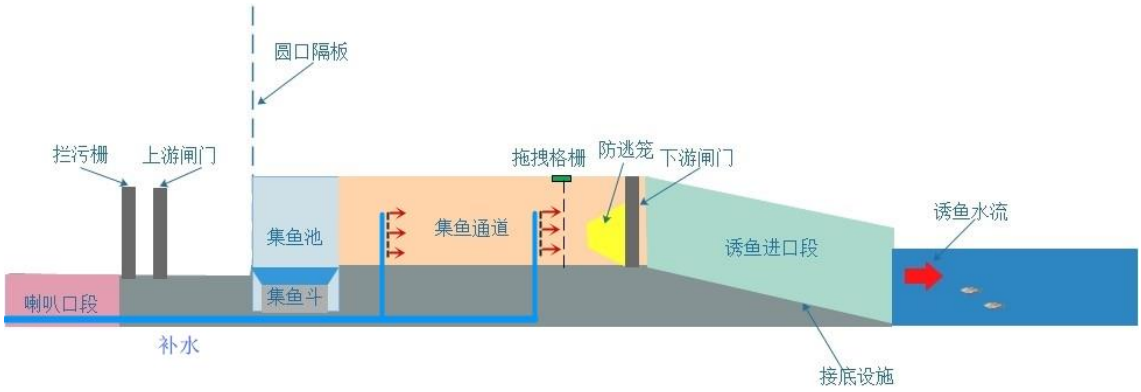


图 6.3.3-9 补水系统示意图

B 进鱼口补水设施

由于集鱼通道的出流流量与厂房尾水流量相比非常小，鱼类难以发现或需要长时间寻找方可发现，因此需要对进鱼口进行补水以增进进鱼口的诱鱼效果。进鱼口补水的目的是在进鱼口形成一股较大流量和特定流速的诱鱼水流，将进口附近的鱼类诱集进入进鱼口。

（2）提升转运系统

在集鱼系统集鱼达到一定数量后，由集鱼平台的提升装置将集鱼斗提出集鱼池，将集鱼斗中的鱼类进行分拣，移除生病和受伤的鱼类，将健康的目标鱼类转移至运输车上的专用运鱼箱中，活鱼运输车行驶至放流地点将过坝鱼类放流至河流中。

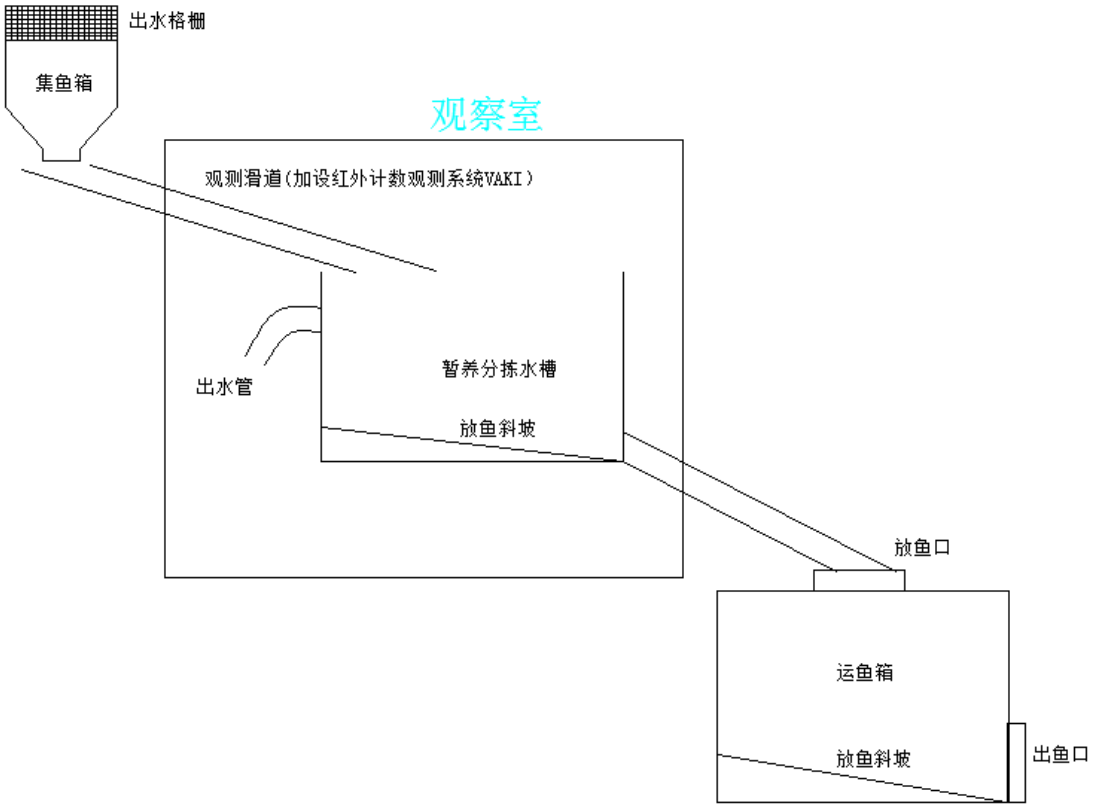


图 6.3.3-10 转运系统示意图

①提升装置

由钢排架及桥机组成，桥机通过专用吊具将集鱼斗提出集鱼池，并放置在停至钢排架下的运输车上。桥机容量为 2×160kN，最大扬程 20m。

②运鱼车

运鱼车主要由活鱼箱、增氧系统、水泵和动力系统三部分组成。运鱼车在运输途中可不用换水加水，利用淋水增氧系统，使活鱼箱内原水循环使用。美国的下贝克坝就采用专用的运鱼车进行运鱼放流，运鱼车的主要参数为：贮鱼罐容积≥7m^3，载鱼量≥3t，最大增氧能力≥500g/h，最大水流量≥30m^3/h，死亡率≤1%（8h 以内）。

运鱼车外观及结构示意见图 6.3.3-11，美国下贝克坝运鱼车现场工作照片见图 6.3.3-12。



图 6.3.3-11 运鱼车外观及结构示意图



图 6.3.3-12 美国下贝克坝运鱼车现场工作照片

（3）放流系统

1）放流地点

过鱼对象主要为中、底层喜急流性鱼类，从鱼类的习性和生境条件分析，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，而喜急流的鱼类主要分布在库尾河段及支流。参考《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）“6.3.4 鱼类投放位置应选择水流、生境等条件适宜鱼类产卵或继续上溯的水域”，因此，结合上游栖息地保护河段，较优的放鱼位置为水库库尾栖息地保护河段以及库尾以上干流河段，本阶段拟选择库尾的江边寨作为放流地点。

2）放流设施

工程所在河段没有通航要求，无船只和码头分布，因此运鱼设施不考虑运鱼船，拟采用运鱼车行驶至放流点放流。

为使运鱼车中的鱼类能够顺畅放流入江水中，在运鱼车上设有放流滑道，放流滑道与运鱼车上的卸鱼闸相接，打开卸鱼闸，运鱼车中的水和鱼一起从卸鱼闸和放流滑道排出，进入放流水域的江水中，其形式见图 6.3.3-14。



图 6.3.3-13 放流设施示意图

（4）辅助设施

1）观测设施

在集运设施安装观测、照明和夜视灯设备，同时在鱼道进口处安装红外高清摄像头，可进行昼夜自动检测计数，并记录分辨鱼类种类、大小等。主要的观测设备有超声、光电等。采用计算机集成软件，能自动拍照、录像、记录、存档。主要观测内容包括：观测时间、过鱼数量、过鱼种类、过鱼规格等，并同步观测上下游水位、流速、水温等。

2）运鱼道路

本次集运鱼系统采用运鱼车进行运输，放鱼拟考虑选择在库尾的江边寨，江边寨距离凤山水库坝址 18.1km，可通过 G321 国道或沪昆高速直达，河边沿线已有乡村道路且满足运鱼车的行驶要求，交通便利，运输线路见图 6.3.3-13。



图 6.3.3-14 运鱼车运鱼线路示意图

6.3.3.5 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 3 月～6 月，其余时间根据鱼类洄游情况适当调整。每天运行 10h，为 8：00～18：00。

（2）操作流程

1）鱼类诱集

主要诱鱼方式设计为水流集诱鱼，通过引取发电尾水为过鱼廊道进口提供强化水流，以达到诱鱼要求，进鱼口的诱鱼水流要求为：

A 诱鱼水流流速大于进鱼口附近的河流流速约 0.2m/s～0.3m/s；

B 诱鱼水流须对主要过鱼种类进行趋流特性及游泳能力测试后方可确定；

C 诱鱼水流需保持一定深度，以诱集栖息于不同水层的鱼类；

D 诱鱼水流方向与河流主流方向保持一致，便于鱼类上溯感应。

除水流诱鱼外，同时试验性结合声、光等形式以提高诱鱼效率。

2）鱼类转运过坝

在集鱼斗集鱼达到一定数量之后，鱼类需进行转运。用提升装置将集鱼斗吊起，集鱼斗出鱼口与运鱼车的进鱼口对接，鱼类进入运鱼车。待全部转运完成后，运鱼车向上游驶离过坝，集鱼斗继续进行集鱼工作。

3）运鱼车放流

运鱼车开启喷水增氧系统，保证车内水质指标符合鱼类生存需求。运鱼过程中注意车速和减少急刹。运鱼车行驶至合适的放流地点后，开启卸鱼槽，将鱼类全部放出。

（3）管理机构

集运鱼系统由建设单位负责管理和运行，加强业务建设和管理培训等，工程完工后的相关费用由建设单位负责。日常监督工作可由环境保护主管部门和渔业行政主管部门负责，同时为了保障集运鱼系统的效果，建议应由相关行政主管部门对集运鱼系统的实施进行全程监督。

日常运行需制定过鱼设施的操作规程，包括《日常运行方案》、《工作人员岗位职责》、《生产管理操作规程》、《观测统计规程》，建立日常操作和值班制度，确保过鱼季节人员、设备的到位，保障过鱼设施有效运行和相关观测记录到位。

6.3.4 鱼类增殖放流

6.3.4.1 增殖放流任务与工艺流程

（1）增殖放流任务

根据《清水江流域（重安江汇口以上）规划环境影响报告书》及其批复文件，在凤山水库建设鱼类增殖放流站，开展人工增殖放流，以满足工程库区和坝址下游河段的鱼类放流需求。增殖放流主要针对那些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，主要任务包括亲鱼收集购置、亲鱼巡洋培育、人工催产和授精、人工孵化、苗种培育、放流、放流效果监测、调整生产规模和方式等。根据技术工艺流程进行管理人员、技术操作工人的配备和培训，以及增殖放流站管理制度的制定等。

（2）工艺流程

鱼类人工增殖放流技术流程包括苗种生产和放流。其中苗种生产包括亲鱼收集、亲鱼驯养培育、催产、开口苗培育、鱼苗培育和鱼种培育等步骤；苗种放流包括苗种放流前过度培育、放流前检验检疫、放流前标记和放流。

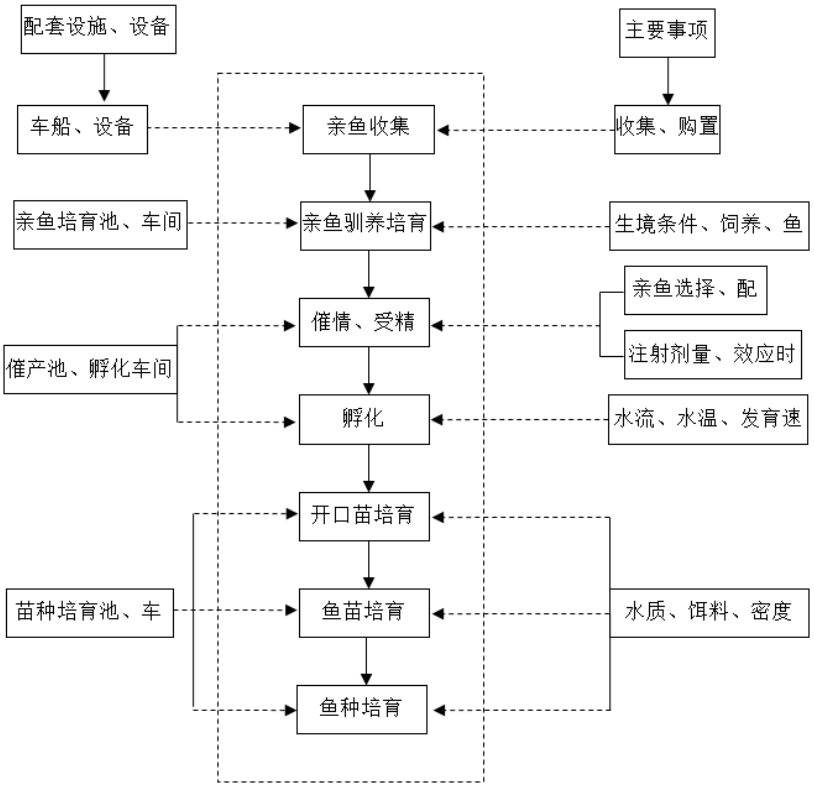


图 6.3.4-1 苗种生产流程图

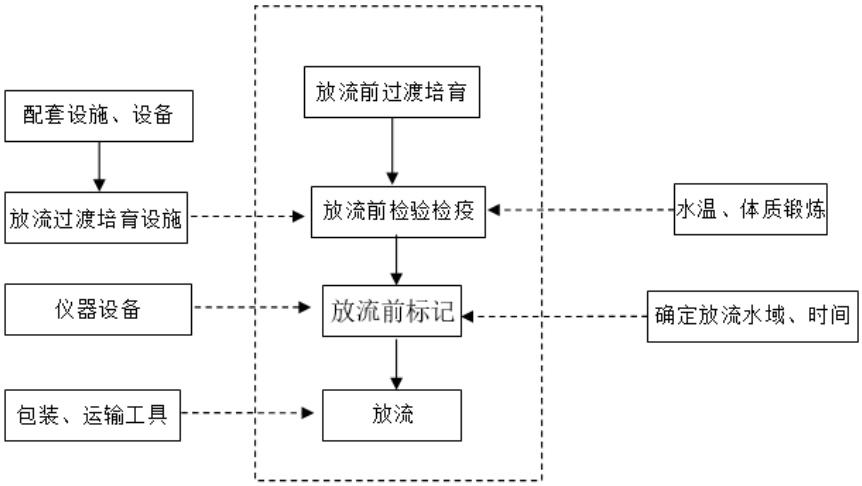


图 6.3.4-2 放流流程图

6.3.4.2 增殖放流方案

（1）增殖放流对象与规模

1）放流对象

现有技术条件难以对所有种类进行人工繁殖和放流，放流对象选择应遵循“统筹兼顾”、“突出重点”的原则。结合工程影响河段鱼类资源特点，同时考虑工程河段鱼类的生物学研究和人工繁殖研究进展不一，因此拟对不同鱼类作出不同的增殖放流计划。

①近期增殖放流对象

目前白甲鱼、云南光唇鱼、华鲮、黄颡鱼的人工繁殖已获成功，增殖放流不存在技术瓶颈，因此作为近期放流对象。

②中长期增殖放流对象

中长期依然放流现有白甲鱼、云南光唇鱼、华鲮、黄颡鱼，根据增殖放流效果，以及下游栖息地生境营造的效果，调整放流种类、数量。

2）放流规模

①放流数量

根据调查河段渔业资源状况及水库建设运行后水域面积，初步确定凤山水库工程年放流苗种为 8 万尾左右。长期增殖放流的数量，需根据区域生态环境、栖息地营造效果及鱼类资源的调查研究和人工繁殖技术情况，适时调整。

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、口和消化道功能已完全形成，已经从内源性营养转化为主动从外界摄取食物，并形成了自己固有的生活方式。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躲避其它鱼类的捕食。

放流苗种必须是重安江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，2004 年），应为无伤残和疾病、体格健壮的个体。放流苗种规格越大，其适应环境和躲避敌害的能力越强，成活率越高，但培育成本高，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 6.3.4-1。

在增殖放流实际操作中，规格的确定宜根据苗种生长、苗种来源、水域生态环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大小为准。

表 6.3.4-1　　鱼类增殖站放流鱼类的规格和数量

放流时段	种类	体长（cm）	数量（万尾/年）	备注
近期	白甲鱼	6～8	2	
	云南光唇鱼	6～8	2	
	华鲮	6～8	2	
	黄颡鱼	6～8	2	
	小计		8	
远期	根据监测、栖息地营造及资源恢复情况评估确定远期各鱼类放流种类数量。			

（2）放流标准

放流的苗种必须是由野生亲本人工繁殖的子一代。放流的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》(2004 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》。

（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。

结合栖息地保护方案，放流地点主要为库区和坝下游的干、支流河段，应选择在缓流区放流。

（4）标志与放流效果评价

为了使人工增殖放流达到预期效果，必须进行放流效果的评价，这部分工作应由具有相当资质的科研单位承担。其主要工作内容包括：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。

（5）人工增殖技术研究

针对本工程中远期放流对象泉水鱼，在有关研究机构人工增殖技术研究的基础上，引进相关养殖技术，进一步开展本工程相关驯养、人工繁殖及幼鱼规模化养殖技术研究，为实施增殖放流奠定基础。

6.3.4.3 增殖放流站建设

（1）站址选择

工程拟定 2 个场址进行比选，详见表 6.3.4-2。从交通、水源、运行管理条件看，下游左岸选址相对较优，占地面积约 1hm^2。

表 6.3.4-2　　鱼类增殖站站址比选一览表

场址	地理位置	水源	交通	占地类型及征地条件	运行管理条件

酉阳村淹没区高地	位于酉阳场地平台，距离坝址直线距离约 4.0km	库区取水	利用复建公路，距离对外公路远	淹没用地，位于工程征地范围内	远离大坝管理区
坝址左岸管理营地	位于坝址左岸管理营地，距离坝址直线距离约 600m	库区引水	利用管理营地公路，距离对外公路近	前期为施工临时占地	位于大坝管理区
比选结果	坝址左岸管理营地选址优	相当	坝址左岸管理营地选址优	相当	坝址左岸管理营地选址优

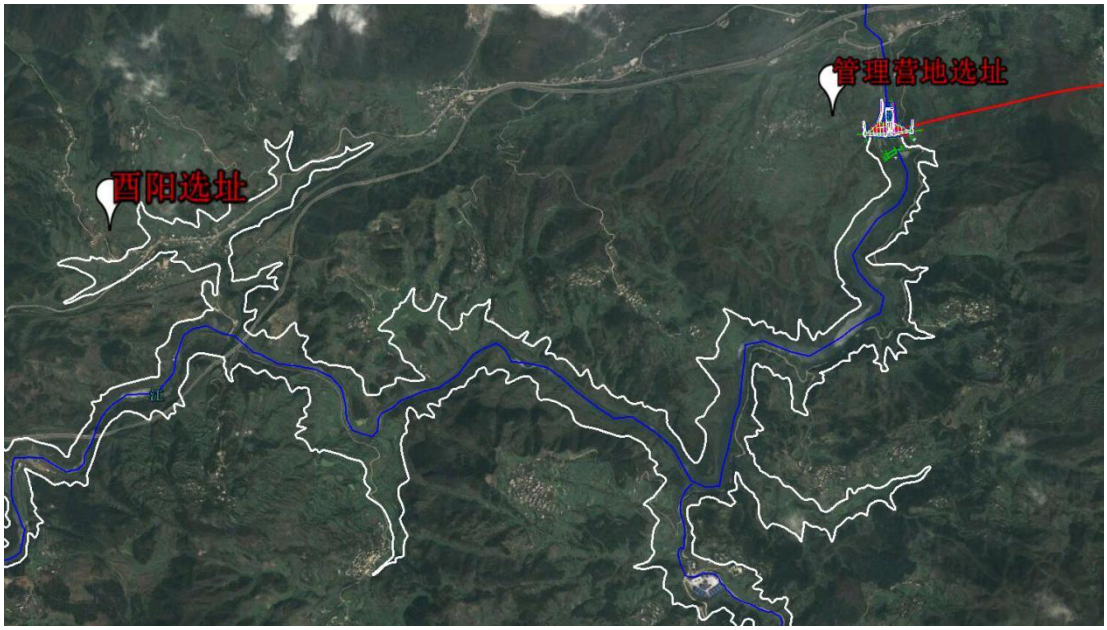


图 6.3.4-3　鱼类增殖放流站选址图

（2）场地布置及主要建筑物

依据地形条件和工艺设计要求，按照“功能齐全、管理方便、环境优雅”的原则，站内场地分台阶布置办公生活区、生产区以及养殖废水处理区。

增殖站办公生活区由综合楼、休闲广场、户外休闲绿地组成，综合楼的主要功能为办公、监控、展示、食堂及住宿；生产区主要有高位蓄水池、催产孵化和开口苗培育车间、亲鱼培育池、亲鱼培育车间、活饵培育池、防疫隔离池、亲鱼培育池、苗种培育池、生态鱼池和配套设施；养殖废水处理区主要由生态湿地、污水处理设置组成。

根据上述培育规模，确定各建、构筑物规格见表 6.3.4-3。

表 6.3.4-3　　鱼类增殖放流站主要建、构筑物规格一览表

序号	鱼池名称	养殖水体规格			个数	面积（m^2）
		长 m）	宽 m）	深 m）		
1	亲鱼培育车间	36	21		1	450

2	鱼种培育车间	30	15		1	240
3	催产孵化车间	30	15		1	240
4	室内亲鱼培育池 1	半径为 1.5		1.5	16	169.56
5	室外亲鱼培育池 2	半径为 2		1.5	6	75.36
6	圆形鱼种培育缸	半径为 1		0.7	40	125.6
7	催产池	1.5	1.5	1.3	2	14.13
8	玻璃钢孵化槽	2	0.8	0.6	2	3.2
9	尤先科孵化槽	3.26	0.85	0.89	3	8.313
10	圆锥形孵化桶	半径为 0.43		1.1	5	2.90293
11	圆形开口苗培养缸	半径为 0.5		1	30	23.55
12	活饵培育池	12	8		2	140
13	防疫隔离池	12	8		2	140
14	蓄水池	15	15	4	1	225
15	生态鱼池				4	265
16	综合楼	30	9			270
17	生态湿地	130	18		1	2340
18	污水处理系统				1	

（3）水源

本项目用水由养殖用水和生活用水两部分组成。养殖用水水源从库区泵站直接引水系统接引；生活用水引自业主管理营地。

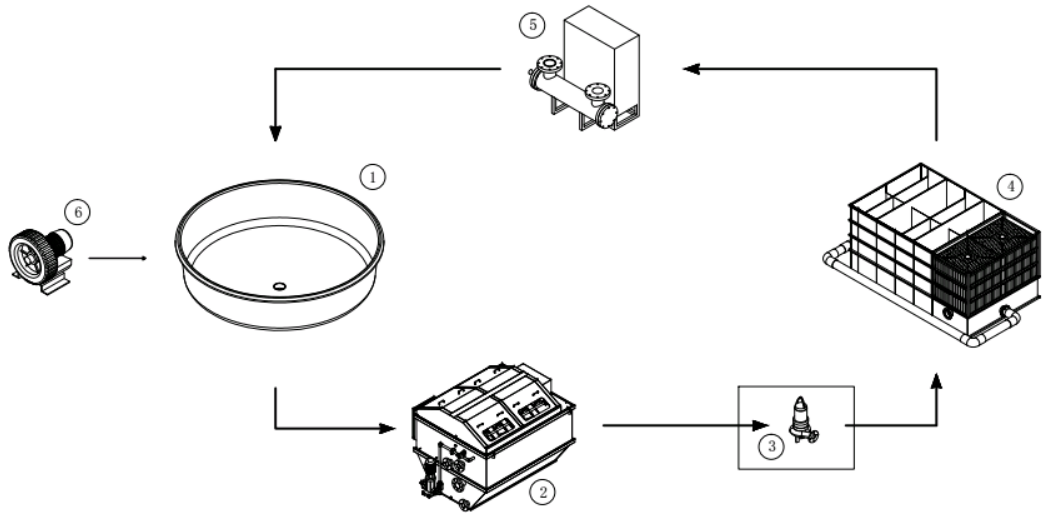
（4）建设时间和管理要求

鱼类增殖站应在河流截流前建成，截流后即实施放流工作，并考虑长期运行。鱼类增殖站建成后应纳入枢纽工程管理范围内，作为水库枢纽永久建筑物，由业主负责统一管理和运行。

（5）仪器设备

1）室内循环水处理系统

本工程设置室内循环水处理系统 2 套，分别位于亲鱼车间、催产孵化车间，鱼种车间与催产孵化车间共用 1 套循环水处理系统。循环水处理系统设备主要由转盘式微孔过滤器、生物过滤器、紫外线消毒系统、增氧机以及提升水泵组成。



①养殖培育缸；②转盘式微孔过滤器；③提升水泵；④集成式生物过滤器；⑤紫外线消毒系统；⑥旋涡式增氧机

图 6.3.4-4 循环水养殖系统工艺流程图

2）实验仪器设备

由于水质的好坏直接关系到鱼类能否存活、生长，特别在微流水高密度的增殖条件下，水质控制至关重要，所以有必要对水质进行监测。另外，在亲鱼培育、催产时，需要及时了解亲鱼的成熟度及性腺发育情况，在苗种培育阶段，也需要对苗种进行观察，以便及时发现、解决鱼病等问题，所以要配备常用的观察仪器进行监测。

在综合楼设置小型实验室，配置水质分析仪、显微镜、解剖镜、冷柜、天平和放流标志器械等，以满足日常生产的水质监测、亲鱼和苗种发育观察以及病害诊断和放流标志需要。

3）其他设备

除培育车间增殖仪器设备外，其余增殖设备包括备用增氧机、各类网具、网箱等。

本增殖放流站需要购置的仪器设备主要有增殖设备、养殖辅助设备、实验设施、办公设施、展示设施等，具体见表 6.4.3-4。

表 6.4.3-4 鱼类增殖放流站主要仪器设备一览表

序号	分项设备名称	型号规格	数量	单位
一、增殖设备				
1	养殖水循环处理系统			
	转盘式微孔过滤器	1.99m×1.56m×1.55m	2	台
	集成式生物过滤器	1.6m×1.6m×2.8m	2	个

序号	分项设备名称	型号规格	数量	单位
	紫外线消毒系统		2	套
	提升水泵	流量：90 m³/h，扬程：8m	4	台
	水循环电器控制系统（变频控制）	0.8m×0.4m×1.6m	2	套
	增氧系统电器控制系统（变频控制）	0.8m×0.4m×1.6m	2	套
2	孵化养殖设施			
	φ1000mm 食品级玻璃钢培养缸	直径 1000mm，深 900mm	30	个
	φ2000mm 食品级玻璃钢培养缸	直径 2000mm，深 1000mm	40	个
	玻璃钢孵化槽		2	个
	尤先科孵化器		3	个
	孵化桶		5	个
3	辅助设施			
	进水、回水、排污、送气管道系统		2	套
二、养殖辅助设备				
	水质在线监控系统		2	套
	增氧机		4	套
	各类网具、网箱		1	套
	临时用潜水泵		1	套
三、实验设施				
	多参数水质分析仪		1	套
	显微镜		1	台
	解剖镜		1	台
	天平		2	台
	冰柜		1	台
四、办公设备				
	办公桌(椅)		3	套
	计算机		3	台
	打印机		1	台
	传真机		1	台
	数码相机		1	台
五、展示厅设备				
	鱼类标本		5	件
	宣传画板		10	个
	水族箱		3	个
	其它设备		1	批

6.3.5 生态调度措施

凤山水库坝址下游减水河段河流生态敏感目标为下游栖息地保护河段鱼类及分散产卵场场所。根据水生生态专题单位的分析，清水江鱼类以白甲鱼、云南光唇鱼、鲤、黄颡鱼等鲤科鱼类为主，产卵时间为 3~7 月份。建议进一步优化工

程调度方案，在 4-7 月份水库蓄水超过供水保证水位线后，多余水量应下放至下游河道中，减缓鱼类产卵期坝址下游水量及水位变化幅度。

根据黑塘桥水库河段水温实测数据，黑塘桥水库库尾及坝下河段 3 月份水温均在 11℃左右，未达到鱼类产卵所需水温，4 月份水温平均提升至 18℃左右，已达到坝址下游鱼类产卵所需水温度，综合考虑，建议在 4~5 月份根据下游鱼类产卵需求，开展生态调度过程，主要在 4 月下旬或 5 月上旬开始，持续时间为 3-7 天，峰值流量不低于 4.45m^3/s，下一阶段开展生态调度专题研究。

6.3.6 进水口拦鱼设施

水库取水时，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。

结合本工程拦污栅的设计，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。

6.3.7 加强渔政管理

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；对水产养殖限制开发，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。

6.3.8 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

施工期施工人员进驻，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

重安江鱼类繁殖期主要集中在 3～7 月，为减少对鱼类的影响，应调整施工进度，在 3～7 月（尤其 4～7 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。

6.4 陆生生态保护措施

6.4.1 陆生植物保护措施

针对评价区域的陆生生态现状及生态功能分区，结合工程可能对陆生生物及生态环境带来的不利影响，建议工程开展的同时采取一系列切实可行的保护措施和恢复措施，以减小由于工程建设带来的对陆生生态系统的不利影响，达到积极的保护、恢复及改善作用。

6.4.1.1 生态影响的避免、减缓和补偿措施

（1）生态影响的避免

1）优化工程布置，由于评价区林地多分布于水源枢纽工程区坝址左岸桐油坪~上甲撒、酉阳村~永安村及坝址右岸谷顶村、上院村~永安村、新庄村~江边寨等地；在输水系统线路区主要分布于输水隧洞~甘巴哨村、七星矣村~毛沟堡村等地。工程选址应尽量避开占用该区域林地，应尽量选择荒地、未利用地和水库淹没土地，减少对沿线自然生态和植被的破坏。

2）项目料场、弃渣场、加工系统、坝址等工程的设置要在最大限度上做到挖填平衡之后，减少土石方远距离纵向调运数量，尽可能地减轻在施工过程中因

土石方运输造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失等对植被的破坏。在优化取、弃土场选址的基础上，项目取、弃土场的具体设置情况应通过立地条件分析确定，有效地防止因堆渣过多、堆渣过高造成失稳垮塌等施工事故和人为生态植被破坏等问题。

3）保护区域农业植被：优化工程布置，评价区农业生态系统多分布于输水线路区，该区域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，减少对耕地的占用；优化施工时序，在输水线路区施工时建议在农作物收获后施工；施工结束后可因地制宜，充分利用气候资源，恢复和提高生产力，发展种植业，扩大经济植物的种植面积和种类，在牛场镇应重点发展谷物、油茶等经济植物的种植，在凤山镇应重点发展谷物、银杏等经济植物的种植，促进地方经济建设和提高居民生活质量。

4）保护现有森林植被：施工期前可通过优化工程设计，尽量减少施工对森林植被的破坏；施工时可采取有效措施促进森林植被的恢复，可以充分利用库区河谷斜坡地现存植被中灌丛植被分布较多的特点，加强人工封育或人工促进措施，做好封山育林工作，使灌丛植被尽快地向森林植被演替；施工结束后应对工程建设中形成的次生裸地要及时复土、还林。

（2）生态影响的减缓

1）大力实施封山育林措施，促进本区域植被的自然恢复。在库周地势陡峭的灌丛和灌草丛集中分布区划定封山育林区，设置明显的标志，采取行之有效的封禁措施，并配以人工促进措施（如撒播适宜该地区土壤的树种等），促进灌丛、灌草丛向森林植被的顺向演替。

2）坚决制止评价区森林资源的滥砍乱伐、过量采伐、毁林开荒等不良现象发生，保护和培育现有森林；在移民房屋建筑、道路营建等工程中均应充分考虑节约木材，防止利用工程建设之机大肆砍伐林木；在工程施工、移民搬迁、公路修建和房屋建筑等人为活动中都应该重视对森林资源的保护。

3）施工前划定施工活动范围，加强施工监理工作。确保施工人员在征地范围内活动，从而减轻非施工因素对周围植物及植被的占用与压踏。

4）为了防止施工占地表层土的损耗，要求将施工开挖地表面 30cm 厚的表层土剥离，进行留存。待施工结束后用于施工场地平整，进行绿化。

5）设置警示牌：施工期间，在各主要施工区、生态敏感区及植被较好的的地段设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木，尽量减少占地造成的植被损失。

6）防止外来入侵种的扩散。加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有种子的植物要现场烧毁，以防种子扩散，在临时占地的地方要及时绿化等。

7）加强宣传教育活动，强化对现有森林的管理。施工前印发环境保护手册，组织专家对施工人员进行环保宣传教育；施工期严禁山火，加强森林病虫害防治，强化对现有森林的管理。

（3）生态影响的补偿措施

1）封山育林，保护现有森林植被，增加森林生产力。工程施工不可避免的会破坏评价区森林植被，使其发生逆行演替，植物个体损失，植被生物量及生产力降低量。水源枢纽区森林植被主要分布于坝址左岸桐油坪~上甲撒、酉阳村~永安村及坝址右岸谷顶村、上院村~永安村、新庄村~江边寨等地。通过封山育林，评价区森林植被内群系结构及物种多样性会增加，森林植被的生态效应会增强，将缓解因工程施工导致的植物破坏，植被生产力降低。因此，在工程施工期及运营阶段，应高度重视对森林植被的保护，加强对评价区域现有森林的有效保护，充分发挥林地的生态效应。

2）积极开展退耕还林，增加森林面积与质量。通过退耕还林，可减少陡坡耕地，预防水土流失，退耕后森林面积的增加可补偿因工程建设损失的植被生产力，且能降低石漠化的风险，一增一减，可使当地生态环境质量得到根本改善。水源枢纽区重安江两岸、供水系统工程区毛栗树村、七星矣村、毛沟堡村等地人口密度大，当地居民过度开荒种地，导致第一山脊线范围内森林植被破坏严重，土地裸露，该区域植物种群贫乏，植被类型单一，水土流失相对严重。本工程施工期及运营期应对区域坡度大于 25 度、土壤侵蚀严重的坡耕地进行退耕还林。

（3）通过植树造林，区域以灌丛及灌草丛为主的植被类型将向森林植被类型演替，区域内植被覆盖率增加，生产力升高，植被类型多样化，群系结构及物种组成复杂。因此，运营期建议在库区、输水管道附近草地及未利用地上进行植树造林活动，使生产力低的灌草丛向生产力高的林地演替。

6.4.1.2 生态影响恢复措施

（1）修复原则

1）保护原有生态系统的原则

工程占地区河谷谷底地带历史人为活动强烈，稍平坦的河谷阶地或台地上多已被开垦，河谷坡地陡坡耕种亦较为常见，属于典型的“生态环境脆弱带”，承受外来因子干扰和冲击的能力较差。

因此植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区原有河谷山地体系的生态环境，尽量以土著植被为主体的陆生生态系统。

2）保护生物多样性的原则

植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。

3）保护耕地资源的原则

工程建设对区域耕地资源影响较大，耕地主要集中在沟谷地带，可利用的土地范围十分狭窄，土地资源极为珍贵。因此，占用耕地区应尽量恢复原有耕地资源。

（2）修复技术要点

施工结束后，对耕地及草地区应进行场地清理、土地整治后采取复垦或者抚育的方式恢复生境。林地上植被恢复时应在“适地适树、适地适草”的原则下，树种、草种的选择当地优良的乡土树种草种为主，适当引进新的优良树种草种，保证绿化栽植的成活率。根据当地的气候特点，在植被恢复措施中应注意的技术要点有：

1）保护原有生态系统：评价区位于贵州省中部，区域内山岭低缓，为山原地貌，由于石灰岩的广泛分布，岩溶地貌发育。评价区自然植被以针叶林、阔叶林、灌丛及灌草丛为主，随着城乡发展，评价区由于侵占耕地、破坏植被而造成人为水土流失的问题越发突出，生态环境脆弱，生态承载能力日益退化。因此在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛植被为主体的陆生生态系统。

2）选择适宜的恢复物种：根据评价区生态环境的特点，在枢纽工程区植被恢复时乔木可选择玉兰、樟、化香树、响叶杨等，灌木可选择小叶女贞、月季、

火棘、山胡椒等，草本植物可选择白茅、狗牙根等，藤本植物可选择爬山虎等；在输水线路区植被恢复时乔木可选择侧柏、樟、响叶杨等，灌木可选择小叶女贞、火棘等，草本植物可选择白茅、狗牙根等，藤本植物可选择爬山虎、忍冬等。这些植物皆为评价区常见种，且可起到较好的水土保持的作用。

3）根据水分条件、岩土组成及地貌条件进行植被恢复：根据评价区植被分布特点，枢纽工程区河谷下部植被恢复时尽量选择水麻、窄叶蚊母树、水芹等植物，枢纽工程区河谷两岸应尽量选用化香树、黄连木、火棘等进行植被恢复，在河谷两岸山脊应尽量选用马尾松、枫香树、响叶杨等进行植被恢复；在输水线路区低山平缓区域应尽量选用梓、樟、刺槐、银杏等进行植被恢复，在山坡中上部应尽量选用黄连木、响叶杨、柏木等进行植被恢复。

4)根据立地条件进行植被恢复:在枢纽工程区鱼梁江两侧坡度较大的坡地，基本无法进行人工植被恢复，应进行封育管理，使植被自然恢复；在近地面生境条件恶劣或制约着人工植被恢复的地段应选择适应性强、繁殖力强、覆盖力强的速生草本植物，在其迅速覆盖地表后再发展多层次多种结构的人工混交植被。

混交模式必须遵循：混交类型以灌木及草本植物为主，在砾石层坡地及其它水份条件较好的地段，可建立乔木、灌木及草本植物的人工混交植被，但必须控制乔木的比例；进行多林草种的搭配，建立稳定的多样性人工植被，多林草搭配应注意豆科和非豆科、阴性和阳性植物的搭配，混交方式以行间混交为主。

（3）具体修复措施

1）水源枢纽区

主要对坝肩两侧、大坝坡脚区域周边及部分管理范围等区域采取绿化和林草恢复措施。坝肩两侧采用植草护坡，覆土 50cm，并播撒草籽，绿化面积为 500m^2。主坝坝坡坡脚线以外一定区域设计选用爬山虎按 1m 的株距进行密植 1 行，共需爬山虎 315 株。

2）输水系统工程区

针对管线区主要对占用的耕地区复耕还田，对占用的其它土地播撒草籽，绿化面积 46.22hm^2，对泵站内永久办公生活区按园林化绿化模式进行，办公楼四周种植玉兰、樟，楼前空地布设草坪，草坪面积 1000m^2，在小区内道路两侧种植小叶女贞双排绿篱，白玉兰 156 株，香樟 153 株，小叶女贞 6300 株，草坪内种

植花灌木，草坪上点缀花灌。在分水阀及泵站周边铺设草皮 5000m^2。在隧洞进出口处，播撒草籽，绿化面积 0.25hm^2。

3）弃渣场区、料场区

水源枢纽区弃渣场区弃渣场覆土后，在弃渣场表面植灌草恢复植被，绿化面积 33.73hm^2，草籽选用三叶草，播撒量 11kg/hm^2；灌木选用侧柏、爬山虎，株行距为 2m×2m。输水区弃渣场弃渣场覆土后，在 1#弃渣场表面植灌草恢复植被，绿化面积 21.24hm^2，草籽选用三叶草，播撒量 11kg/hm^2；灌木选用侧柏，株行距为 1m×1m；料场开采结束后对石料场开采面进行修整，并在坡脚种植攀缘植物，对开采形成的迹地实施植被恢复；攀缘植物沿开采边坡坡脚种植，拟种植爬山虎 3360 株，金银花 5250 株，小叶女贞 10500 株。

4）道路区

水源枢纽区道路区：在场内永久道路两侧种植行道树，绿化树种选用樟，株距 3m，种植方式为穴植，穴坑尺寸为 0.6m×0.6m，需种植香樟 1890 株。间种小叶女贞绿篱，需苗 9450 株。对道路开挖与回填的下边坡撒播草籽，恢复植被，草籽选用三叶草，播撒密度为 11kg/hm^2，共需草籽 2.8kg。施工完毕后，对位于水库淹没区外的临时道路区栽植小叶女贞进行恢复植被，株行距按 1m×1m 设计，需小叶女贞 58590 株。

输水系统工程区道路区：在场内永久道路两侧种植行道树，绿化树种选用樟，株距 3m，种植方式为穴植，穴坑尺寸为 0.6m×0.6m，需种植香樟 1644 株。间种小叶女贞绿篱，需苗 5250 株。对道路开挖与回填的下边坡撒播草籽，恢复植被，草籽选用三叶草，播撒密度为 11kg/hm^2，共需草籽 2.2kg。施工完毕后，对输水线路区输水区临时道路栽植小叶女贞进行恢复植被，株行距按 1m×1m 设计，需小叶女贞 230790 株。

5）施工生产生活区

水源枢纽区施工生产生活区：施工结束后，施工区栽植灌草恢复植被，草籽选用三叶草，播撒密度为 11kg/hm^2；灌木选用小叶女贞，株行距为 1m×1m，需草籽 48.51kg，小叶女贞 11576 株，点缀栽植香樟 6371 株。

输水线路区施工生产生活区：施工结束后，施工区栽植灌草恢复植被，草籽选用三叶草，播撒密度为 11kg/hm^2；灌木选用小叶女贞，株行距为 2m×2m，需

草籽 71.83kg，小叶女贞 11576 株。

6）移民安置区及专项复建区

移民安置区在机耕道的道路两侧栽植防护林。对于专项复建区栽植香樟 2520 株，植草 2.15hm^2。

6.4.1.3 古大树、珍稀野生植物保护措施

本地区植被资源较为丰富，如果在工程施工活动中、蓄水前库底清理过程中发现珍稀野生植物和古大树，应及时实施保护。

（1）古大树保护措施

根据现场调查，评价区有古树 10 种 31 株，其中正常蓄水位以下有古树 2 株，库区蓄水会淹没该处古树，应对其采取迁地保护措施；评价区其它古树均位于工程间接影响区，本工程建设对其影响较小，应对其采取就地保护措施。

1）就地保护措施：本工程施工区附近区域内的古树有 4 种 11 株，其中银杏 6 株，朴树 1 株，柏木 1 株，皂荚 3 株，本工程建设不会破坏该处古树，但施工活动中人为干扰、弃渣、废水、固废、扬尘等可能会对该区域古树的生命活动产生一定影响，工程施工时应对其采取就地保护措施。

① 优化工程设计，工程设计时应充分考虑评价区内古树分布，尽量优化库区、输水隧洞等工程，使其避绕附近古树。

② 对评价区内每棵古树进行编号、挂牌管理，标明树的名称、直径、树龄、特点、习性、保护注意事项等，安排专人看护，负责浇灌、施肥、定期上药，并配备专用工具。在当地林业局未建立档案的古树及时建立档案，除了文字资料，还配有每棵树的照片，实行施工全过程跟踪管理。

③ 由于黄丝村下院组寨子附近柏木、皂荚与淹没区最近距离分别为 10m、6m，马场坪村关口附近银杏与淹没区最近距离为 50m，甘巴哨村关庄附近银杏与淹没区最近距离为 60m，距离较近，库区蓄水前可对该区域古树进行圈禁。以古树为中心，根据古树地上部分投影，采用浆砌石加钢丝围栏进行圈禁，并挂宣传牌和警示标志，禁止在该区域进行场地平整、存料等施工活动，古树周围必须保障排水顺畅，保障古树及周边不出现渍水现象。

④ 在涉及古树的施工合同中，明确施工单位对古树的保护责任及保护重要性；古树周边场平期间，施工单位要定期向建设单位环保部门汇报古树保护及周

边施工情况，一旦发现问题，及时进行处置。

⑤ 防火、防烟气，禁止在古树周围带火、带气作业。

2）迁地保护措施：本工程枢纽工程区淹没线以下有古树 2 种 2 株，为木犀及朴树，运营期库区蓄水将淹没该处古树，必须将古树迁地保护。

古树移栽地点应选择与其原生长环境一致的区域，并根据当地的交通条件、古树的分布及数量、古树的生长现状、移栽地的环境状况、后期养护等确定。为保证古树移栽后能成活，移栽时应由技术人员监督执行，并制定古树名木抢救移栽技术要求。

① 移植区选择：由于本工程淹没区分布有古树 2 处 2 种 2 株，其中木犀分布于谷顶村谷顶组安谷小学内平缓地，区域海拔 907m，环境阴湿，土壤为黄壤；朴树分布于黄丝村瓦窑缸组附近屋后阳坡，区域海拔 907m，环境阴湿，土壤多为黄壤，土壤层深厚。为保证移栽保护植物的成活率，保证移栽环境的相似性，应就近移栽。结合具体工程布置，根据现场调查，由于业主营地生活区海拔 935~950m，生活区光照充足，环境阴湿，土壤多为黄壤，土壤层深厚，与被移栽的木犀、朴树生长环境较相似。考虑本工程特点及移植区环境适应性，将淹没区木犀及朴树移栽至生活区。

表 6.4.1-1　　工程占地区及淹没区古树名木移植地点

区域	植物名称	原分布区环境	分布海拔	移植地	移植地环境	可行性分析
淹没区	朴树	海拔 907m 平地，环境阴湿，土层深厚	100-1500m	业主营地生活区附近	935~950m 阴湿地，光照充足，土壤层深厚	可行
	木犀	海拔 907m 阳坡，环境阴湿，土层深厚	广泛栽培			可行

② 具体移栽方案：

参考国内外关于古树移植的案例，初步拟定古树移植的操作方案如下：

a、现场勘测和制定施工方案

现场测量古树的高度、胸径、冠幅等参数，估测根系分布范围，评估古树的健康状况，调查土壤类型与结构，选择移栽地点，测量迁移距离，制定具体的施工方案。根据古树的健康情况，一般需提前 2~3 个月进行断根处理，建议于秋、

冬季完成古树修剪与清理加固和断根，于春季开始移栽，以尽可能提高古树的成活率。

b、古树修剪与清理加固

修剪 5 厘米以下的树枝，标定冠幅的东西朝向，确保移栽后冠幅朝向与原来保持一致。如有树洞，则需清除树洞内污垢；采用稀释多菌灵、硫酸二氢钾加少量尿素对树杆树洞喷雾致表皮湿润为止；洞口填砌砖石，外抹麻刀灰，用草绳进行围扎，对草绳进行喷雾湿润后用塑料薄膜进行包扎。用钢管进行树身加固，防止树身折断和倾斜。

c、挖掘断根与根部土球包扎

挖掘机距树干 1.5m 环状挖沟，即在古树周围开挖环状沟以切断根系，沟深 0.7m 以上，同时使修理土球有较大操作平面。人工修理土球，要求认真，仔细，确保土球完整。在修理土球同时，准备好包扎材料，易发生塌方时应边修边包扎、支撑。

d、整树起吊与牵引平移

采用单边挖掘施工，用工字钢进行单边支撑人工挖掘。挖掘掏土厚度不小于 60 厘米，每挖掘深进 15 厘米左右马上用槽钢作底部衬托。单边挖掘进深致土球中心过 20 厘米左右，停止掘进。底部单边铺设整木、滚筒，逐一拆除支撑，直至土球完全架在滚筒之上。测量土球底部与种植穴底部两底部成一水平线，开挖路基，采用机械牵引缓慢前进到目的地。移栽地点宜选取与原有立地条件相似的区域，尽可能保持土壤结构、水分条件、光照条件的一致性。

e、种植与后期养护

定植后拆除土球外包装物，回填沙质耕植土。在种植过程中用生根粉和硫酸二氢钾及适量尿素进行稀释浇灌，四周开排水沟。同时搭外围树架及遮阴网、安装喷雾系统，必要时挂吊瓶补充营养液，投入古树的养护工作。视降雨和虫害情况定期进行浇水、除虫、施肥，每周监测记录古树的抽枝成活状况。移栽半年后由林业部门对古树移植进行验收，成功移植的古树应重新挂牌、建档管理。

（2）珍稀野生植物保护措施

本次调查发现的国家重点保护野生植物均分布于占地区及淹没区外，但其与工程区距离较近，工程建设可能会对附近保护植物生长发育产生不利影响，应对

其采取相应保护措施。

1）加强宣传教育活动，做好施工监理工作。严格执行我国森林法、野生动植物保护法等相关的法令法规，做好施工监理工作，保护评价区内的国家重点保护野生植物。

2）施工期应做好施工场地和运输车辆的防尘清洁工作，并定期冲刷运输公路，减少扬尘来源，并可定期用水清洗降尘，清除保护植物叶片表面扬尘，减少扬尘对其生长的影响。

3）施工期划定施工范围，对施工人员进行宣传教育，加强施工人员管理，避免人为破坏评价区国家重点保护及其所在区域生境，在金荞麦分布区采取挂牌、围栏等保护措施，减轻人为干扰对评价区金荞麦的影响。

6.4.2 陆生动物保护措施

6.4.2.1 陆生动物保护措施

（1）避让措施

1）提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。在施工的过程中，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家重点保护野生动物。在进场施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，学习识别国家保护动物，在动物经常出入的地方要加强巡护，对故意捕获野生动物的个人和组织要加大打击力度，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

2）弃渣场、料场、施工场地、临时便道等临时占地，优先避评价区内的生态敏感区和植被较好的区域，严禁越界施工，尽量少破坏动物生境。

3）施工时的废水严禁不经处理的直接排放，建筑物及其他材料堆放好，建议采取临时防风、防雨设施；对施工运输车辆应采取遮挡措施，尤其是运输水泥等材料时，避免废水、废渣及废气对周围动物生境的破坏。

4）枢纽工程施工及输水线路区的隧道施工等大型作业及爆破活动要避开动物活动的高峰期。野生鸟类和兽类大多是晨昏或夜间觅食，正午是鸟类休息的时间。为了减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午开山施炮。

（2）减缓措施

1）在工程施工过程中，要采用有效方法去除油污，合理处理生产废水、弃渣及施工人员生活污水等污染物，严禁直接排入附近水域，避免污染两栖爬行类、涉禽以及傍水型鸟类的生境。施工期间加强料场、弃渣场防护，防止水土流失。加强施工人员的各类卫生管理，避免生活污水的直接排放，减少水体污染。

2） 鉴于鸟类对噪声、振动和施工灯光特殊要求，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛。防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器。

3） 对施工期产生的扬尘污染，需严格执行以下措施加以消减，减缓扬尘对鸟类的影响。

4）施工期间，在各主要施工作业区设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物，尽量减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。

（3）恢复和补偿措施

1）保护野生动物生境

生物群落的完整性是维持生态系统和食物网稳定性的重要因素。尽量减少对陆生脊椎动物、植物群落的破坏，对在各类工程实施区域内的各类生物群落予以保护。特别是水库蓄水后，将使动物的觅食范围有所缩小，因此应保护好它们的栖息地，减少人为的干扰。

2）防治、防疫工作

舟山眼镜蛇、尖吻蝮、短尾蝮、原矛头蝮、竹叶青蛇等是剧毒蛇类；部分啮齿目鼠类等自然疫源性疾病的传播者。在水库蓄水运营后，它们将向淹没区外转移，其密度将有所增加，在这种情况下，既要维护自然生态系统的食物链关系，又要重视对工程区域外的人、畜和施工人员毒蛇咬伤防治和防疫工作。

6.4.2.2 国家重点保护动物保护措施

评价区范围内陆生脊椎动物中，未发现国家Ⅰ级重点保护野生动物分布，有国家Ⅱ级重点保护野生动物 10 种：黑鸢、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、红隼、领角鸮、灰林鸮、斑头鸺鹠、大灵猫和小灵猫。工程对其影响主要是噪声、施工活动等影响。

针对黑鸢、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、红隼、领角鸮、灰林鸮、斑头鸺鹠等8种保护鸟类，采取以下保护措施：

1）优化施工方案，尽量避免在夏季使用高噪声的设备施工。

2）加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕幼鸟，严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。

3）根据实际情况采取爆破方式，采用乳化炸药，进行无声爆破，防止爆破噪声对野生动物的惊扰。

4）加强有关野生动物及国家、省级重点保护野生动物法律法规宣传，在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。

针对大灵猫、小灵猫等2种保护兽类，采取保护措施：

1）增加林地面积，加强林区监管和维护，严禁施工人员的猎捕；

2）在施工过程中，若发现受伤的野生保护动物，应立即上报相关部门并采取积极的救助措施。

表 6.4.2-1　　国家重点保护动物的保护措施

物种名、拉丁名	居留型	保护等级	影响方式和程度	保护措施
1. 黑鸢 *Milvus migrans*	留鸟	国家Ⅱ级	留鸟，夏季施工可能会影响其繁殖。	1.优化施工方案，尽量避免在夏季使用高噪声的设备施工。 2.加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕幼鸟，严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。 3.根据实际情况采取爆破方式，采用乳化炸药，进行无声爆破，防止爆破噪声对野生动物的惊扰。 4.加强有关野生动物及国家、省级重点保护野生动物法律法规宣传，在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。
2. 凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*	留鸟	国家Ⅱ级		
3. 松雀鹰 *Accipiter virgatus*	留鸟	国家Ⅱ级		
4. 红隼 *Falco tinnunculus*	留鸟	国家Ⅱ级		
5. 领角鸮 *Otus bakkamoena*	留鸟	国家Ⅱ级		
6. 灰林鸮 *Strix aluco*	留鸟	国家Ⅱ级		
7. 斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	留鸟	国家Ⅱ级		

8. 普通鵟 *Buteo buteo*	冬候鸟	国家Ⅱ级	冬候鸟，工程施工对其影响时段为冬季 11 月~2 月，工程施工对其影响主要是噪声影响，施工噪声干扰会使他们远离施工区	
9. 大灵猫 *Viverra zibetha*	—	国家Ⅱ级	施工噪声和人为活动对其驱赶以及工程对其生境的占用	增加林地面积，加强林区监管和维护，严禁施工人员的猎捕。在施工过程中，若发现受伤的野生保护动物，应立即上报相关部门并采取积极的救助措施。
10. 小灵猫 *Viverricula indica*	—	国家Ⅱ级		

6.4.2.3 贵州省省级重点保护动物保护措施

评价范围内有贵州省级重点保护野生动物有 49 种，其中两栖类 16 种，爬行类 22 种，鸟类 11 种。施工和运行期间严格按照上述相应的生态避让、减缓、恢复、补偿和管理措施进行。

对省级重点保护动物的保护措施包括：

1）严格避免生产生活污水的直接排放破坏两栖动物的栖息环境，严禁施工人员对蛙类的捕抓。尽量避免在冬季蛙类冬眠期爆破惊扰其正常的冬眠。

2）避免在蛇类冬眠时使用炸药爆破惊扰其正常的冬眠；禁止施工人员对各种蛇类的捕抓；灌区预留相应的动物通道，以便这些小型爬行类的“交流”；增加林地和灌草丛面积，为这些爬行类提供更多适宜的栖息环境。

3）鸟类对噪声、振动和施工灯光十分敏感，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛，防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器；工期严禁施工人员抓捕幼鸟，严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。野外如遇受伤个体应与野保部门及时联系。

表 6.4.2-2　　贵州省省级重点保护野生动物的保护措施

中文名、拉丁名	区系类型	数量等级	保护等级	分布区域	保护措施
1. 黑框蟾蜍 *Bufo melanostictus*	东洋种	+++	省级	评价区广泛分布	严格避免生产生活污水的直接排放破坏两栖动物的栖息环境，严禁施工人员对蛙类的捕抓。尽量避免在冬季蛙
2. 中华蟾蜍 *Bufo gargarizans*	广布种	+++	省级		
3. 泽陆蛙 *Fejervarya limnocharis*	东洋种	+++	省级		

4. 无斑雨蛙 *Hyla immaculata*	广布种	++	省级	评价区近水山林中	类冬眠期爆破惊扰其正常的冬眠。
5. 华西雨蛙 *Hyla annectans*	东洋种	+	省级		
6. 斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus*	东洋种	++	省级		
7. 无声囊泛树蛙 *Polypedates mutus*	东洋种	++	省级		
8. 粗皮姬蛙 *Microhyla butleri*	东洋种	+	省级	评价区灌草丛、林地附近广泛分布	
9. 小弧斑姬蛙 *Microhyla heymonsi*	东洋种	++	省级		
10. 饰纹姬蛙 *Microhyla ornata*	东洋种	++	省级		
11. 黑斑侧褶蛙 *Pelophylax nigromaculata*	广布种	+++	省级	广泛分布于评价区水域及农田附近	
12. 沼水蛙 *Hylarana guentheri*	东洋种	++	省级	评价区水域及农田附近广泛分布	
13. 绿臭蛙 *Odorrana margaretae*	东洋种	+	省级	评价区近水灌草丛、林地附近	
14. 华南湍蛙 *Amolops ricketti*	东洋种	+	省级		
15. 棘胸蛙 *Paa spinosa*	东洋种	+	省级		
16. 无指盘臭蛙 *Odorrana grahami*	东洋种	+	省级		
17. 锈链腹链蛇 *Amphiesma craspedogaster*	东洋种	+	省级	评价区靠近水源的灌林、草丛中	避免在蛇类冬眠时使用炸药爆破惊扰其正常的冬眠；禁止施工人员对各种蛇类的捕抓；增加林地和灌草丛面积，为这些爬行类提供更多适宜的栖息环境。
18. 草腹链蛇 *Amphiesma stolata*	东洋种	++	省级		
19. 钝尾两头蛇 *Calamaria septentrionalis*	东洋种	+	省级		
20. 翠青蛇 *Eutechinus major*	东洋种	++	省级		
21. 赤链蛇 *Dinodon rufozo*natum	广布种	++	省级		

22. 王锦蛇 *Elaphe carinata*	东洋种	++	省级		
23. 玉斑锦蛇 *Elaphe mandarina*	东洋种	+	省级		
24. 黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*	东洋种	+++	省级		
25. 钝头蛇 *Pareas chinensis*	东洋种	+	省级		
26. 斜鳞蛇 *Pseudoxenodon macrops*	东洋种	+	省级		
27. 灰鼠蛇 *Ptyas korros*	东洋种	+	省级		
28. 滑鼠蛇 *Ptyas mucosus*	东洋种	++	省级		
29. 红脖颈槽蛇 *Rhabdophis subminiatus*	东洋种	+	省级		
30. 虎斑颈槽蛇 *Rhabdophis tigrinus*	广布种	++	省级		
31. 华游蛇 *Sinonatrix percarinata*	东洋种	++	省级		
32. 渔游蛇 *Xenochrophis piscator*	东洋种	++	省级		
33. 乌梢蛇 *Zaocys dhumnades*	东洋种	++	省级		
34. 尖吻蝮 *Deinagkistrodon acutus*	东洋种	+	省级	评价区靠近水源的灌林、草丛中	
35. 短尾蝮 *Gloydius brevicaudus*	广布种	+	省级		
36. 原矛头蝮 *Protobothrops mucrosquamatus*	东洋种	+	省级		
37. 舟山眼镜蛇 *Naja atra*	东洋种	+	省级	评价区近水山林中	
38. 竹叶青蛇 *Trimeresurus stejnegeri*	东洋种	++	省级		
39. 普通鹰鹃 *Cuculus varius*	东洋种 夏候鸟	+	省级	评价区各近水山林、灌丛地	鸟类对噪声、振动和施工灯光十分敏感，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设
40. 四声杜鹃 *Cuculus micropterus*	东洋种 夏候鸟	++	省级		
41. 大杜鹃 *Cuculus canorus*	广布种 夏候鸟	+	省级		

42. 中杜鹃 *Cuculus saturatus*	广布种 夏候鸟	+	省级		备在夜间施工，尽量减少鸣笛，防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器；工期严禁施工人员抓捕幼鸟，严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。野外如遇受伤个体应与野保部门及时联系。
43. 噪鹃 *Eudynamys scolopacea*	东洋种 夏候鸟	+	省级		
44. 黑枕黄鹂 *Oriolus chinensis*	东洋种 夏候鸟	+	省级	评价区山林中，也到居民区活动	
45. 斑姬啄木鸟 *Picumnus innominatus*	东洋种 留鸟	+	省级	评价区低海拔近水山林中，也到居民区活动	
46. 大斑啄木鸟 *Dendrocopos major*	东洋种 留鸟	+	省级		
47. 灰头绿啄木鸟 *Picus canus*	广布种 留鸟	+	省级		
48. 星头啄木鸟 *Picoides canicapillus*	东洋种 留鸟	+	省级		
49. 大山雀 *Parus major*	广布种 留鸟	+++	省级	广泛分布于评价区低海拔林中	

6.5 水土流失防治措施

以下内容摘自贵州省凤山水库工程可研水土保持篇章。

6.5.1 水土流失防治措施体系及总体布局

根据工程区水土流失现状及新增水土流失类型与特点，结合主体工程及工程施工布置，将项目建设区划分为枢纽工程区、输水线路区、弃渣场区、料场区、交通道路区、施工生产生活区、移民安置及专项复建区。水土保持措施总体布局见表 6.5.1-1。

表 6.5.1-1　　凤山水库工程水土保持措施总体布局表

分区		防治措施	
枢纽工程区	大坝区	工程措施	截排水沟*、表土剥离
		植物措施	挂植生格喷草（灌）护坡
		临时措施	编织袋装土拦挡、防尘网苫盖
	管理范围	工程措施	表土剥离、表土回填、土地平整、
		植物措施	植乔木、植灌木、铺草皮绿化
		临时措施	编织袋装土拦挡、防尘网苫盖
	鱼类增殖站	工程措施	截排水沟*、表土剥离
		植物措施	植乔木、植灌木、撒播草籽绿化、植生袋护坡
		临时措施	编织袋装土拦挡、防尘网苫盖
输水线路区	管线区	工程措施	土地平整、排水措施*
		植物措施	撒播草籽绿化
		临时措施	编织袋装土拦挡、防尘网苫盖

	附属建筑物	工程措施	表土剥离、表土回填、土地平整、排水措施*
		植物措施	植乔木、植灌木、铺草皮绿化、挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡
		临时措施	编织袋装土拦挡、防尘网苫盖
	隧洞区	工程措施	表土剥离、排水措施
		植物措施	挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡
		临时措施	编织袋装土拦挡、防尘网苫盖
永久办公生活区		工程措施	表土剥离、表土回填、土地平整、
		植物措施	植乔木、植灌木、铺设草皮绿化、植生袋护坡
		临时措施	编织袋装土拦挡、防尘网苫盖
弃渣场区		工程措施	浆砌石挡墙、铅丝石笼护脚、护坡、截排水沟、钢筋混凝土沉砂池、土地平整、表土剥离、表土回填
		植物措施	撒播草籽、栽植灌木
		临时措施	编织袋装土拦挡、临时排水沟
料场区		工程措施	表土剥离*、表土回填、土地平整
		植物措施	撒播草籽
		临时措施	编织袋装土拦挡、临时排水沟
施工生产生活区		工程措施	表土剥离、表土回填、土地平整
		植物措施	撒播草籽、栽植灌木
		临时措施	编织袋装土拦挡、临时排水沟
交通道路区		工程措施	排水沟*、表土剥离、表土回填、土地平整
		植物措施	撒播草籽、植行道树、挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡
		临时措施	袋装土防护、临时排水沟
移民安置及专项复建区		工程措施	排水工程*、截排水沟、表土剥离、表土回填、土地整治
		植物措施	撒播草籽、栽植乔灌木
		临时措施	编织袋装土拦挡、防尘网苫盖

注：*为主体工程已有水土保持措施

6.5.2 水土流失防治措施

6.5.2.1 枢纽工程区

（1）大坝工程区

1）工程措施

枢纽工程区主要对坝肩两侧等区域采取绿化和林草恢复措施，施工前进行表土剥离，剥离量为 668m^3，施工结束后作为挂植生格喷草护坡所用绿化土喷覆，绿化面积为 0.63hm^2。

2）植物措施

坝肩两侧在施工过程中对原地面扰动程度较大，原有植被均被破坏，为了防止雨季坝肩产生的水土流失，兼顾水库蓄水后库区景观的美化，因而需要对坝肩两侧边坡进行绿化。石质边坡在主体工程喷混凝土防护后，设计采用植生格挂网喷植被护坡的方式进行绿化，喷厚大于 8cm，绿化面积 0.63hm²。

由坡顶至坡底贴近坡面铺挂护坡固定网，采用锚固件固定；植生格安装在护坡固定网下，与护坡网或锚固件绑扎牢固；采用液压喷播机先喷播人工土壤，再喷播育苗基质，喷播时自上而下，分段、分层次进行。喷播育苗基质后，应遮荫浇水防止水份蒸发。根据气温、降水、病虫害、灌木种类等情况，对坡面进行养护。

3）临时措施

对剥离表土进行临时防护，周边设袋装土临时挡墙，表面用防尘网措施进行苫盖。袋装土挡墙长 110m，断面为 0.6m*1m，需袋装土 70m^3，防尘网 385m^2。

（2）管理范围区

1）工程措施

施工前进行表土剥离，剥离量为 1696m^3，施工结束后覆土回填 1696m^3，并进行土地平整，面积为 0.32hm^2；坝下游两侧空地施工前进行表土剥离，剥离量为 2756m^3，施工结束后覆土回填 2756m^3，并进行土地平整，面积为 0.52hm^2；导流洞下游出口在施工结束封堵导流洞后对出口区域进行整治，施工前进行表土剥离，剥离量为 1855m^3，施工结束后覆土回填 1855m^3，并进行土地平整，面积为 0.35hm^2。坝下游两侧空地及导流洞下游出口区域内铺设生态砖 2000m^2。

2）植物措施

工程征地边界线空闲地有一定坡度，为便于植物生长，对空闲地坡面采用穴状整地，面积 0.32hm^2，整地后种植穴内保证 50cm 厚种植土，种植杉木进行绿化，间距 2m，品字形排列，需杉木 840 株，绿化面积 0.32hm^2。

坝下游两侧空地及导流洞下游出口区域结合周边景观，采用园林式绿化美化设计，选用香樟、雪松、玉兰、紫薇、枫香、栀子、小叶女贞、鸢尾、月季等树形美观带有观赏性的树种，树下铺设草皮，进行园林绿化，乔木种植后需绑扎草绳并用树木支撑。绿化面积 0.87hm^2。

3）临时措施

施工前对剥离表土用袋装土在临时堆土的四周设置临时挡墙，表面铺设防尘布防护，待施工完毕后将这部分表土回填用于区内的绿化。袋装土挡墙长 335m，断面为 0.6m*1m，共需袋装土 201 m^3，防尘布 2339 m^2。

（3）鱼类增殖站区

1）工程措施

根据工程布置，鱼类增殖站周边产生土质填方边坡 0.03hm^2，坡比 1：1.5，土质边坡防护措施采用框格+锚杆+框格内填植生袋的方式，其中，框格和锚杆由主体工程设计并计列投资，鱼类增殖站内部 0.03hm^2 区域采用园林式绿化，施工前对鱼类增殖站范围内的表土进行剥离，剥离面积 0.03hm^2，剥离量为 318m^3，施工结束后，边坡部分将 159m^3 表土装入植生袋进行回填，鱼类增殖站内部区域进行表土回填，回填量为 159m^3，并进行土地整治，整治面积为 0.03hm^2。

2）植物措施

鱼类增殖站周边产生土质填方边坡 0.03hm^2，水土保持在框格中间填筑植生袋对坡进行绿化，填筑植生袋 0.03hm^2；鱼类增殖站内部采用园林式绿化，选用香樟、雪松、玉兰、紫薇、枫香、栀子、小叶女贞、鸢尾、月季等树形美观带有观赏性的树种，绿化面积 0.03hm^2。

3）临时措施

施工前对剥离表土用袋装土在四周设置临时挡墙，表面铺设防尘布防护，待施工完毕后将这部分表土回填用于区内的绿化。袋装土挡墙长 200m，断面为 0.6m*1m，共需袋装土 26 m^3，防尘布 106 m^2。

6.5.2.2 输水工程区

（1）管线区

1）工程措施

主体工程管线开挖采用分层开挖的方式，顶部熟土开挖后应与深层土分开堆放，以供植被恢复用。工程施工结束后，应及时把剥离的表层熟土回填，以提高植物的成活率。工程施工完毕后，需对管线占地范围进行土地平整，土地平整面积为 29.63hm^2。

2）植物措施

对占用的耕地复耕还田，复耕还田措施在建设整地于移民安置篇章中设计；对占用的其它地类播撒草籽，撒播紫云英，撒播密度为 100kg/hm^2，需草籽 2961kg，绿化面积 29.63hm^2。

3）临时措施

根据主体工程土石方平衡计算，有 78.36 万 m^3 需要回填至管道开挖面，在

回填前需将土料临时堆放在管线两侧，四周采用袋装土防护，需袋装土 14165m^3，防尘网 41134m^2。

（2）附属建筑物区

（1）工程措施

工程共设 3 个泵站，一级泵站填方边坡 0.09hm^2，二级泵站挖方边坡 0.25hm^2，填方边坡 0.24hm^2，三级泵站挖方边坡 0.13hm^2，填方边坡 0.07hm^2；各泵站内绿化区域均为 0.20hm^2。施工前对泵站占地范围内的表土进行剥离，剥离量为 5703m^3，施工结束后 403m^3 的表土用于挖方边坡挂网喷播喷覆，5300m^3 的表土施工结束后覆土回填，并进行土地整治，整治面积为 1.00hm^2。

（2）植物措施

泵站挖方边坡：在主体工程喷混凝土防护后，水土保持设计采用植生格挂网喷植被护坡的方式进行绿化，喷厚大于 8cm，绿化面积 0.63hm ²。

由坡顶至坡底贴近坡面铺挂护坡固定网，采用锚固件固定；植生格安装在护坡固定网下，与护坡网或锚固件绑扎牢固；采用液压喷播机先喷播人工土壤，再喷播育苗基质，喷播时自上而下，分段、分层次进行。

泵站填方边坡：在主体工程设框格梁后，水土保持设计在框格中间填筑植生边袋对坡进行绿化，填筑植生袋 0.40hm^2。

在泵站内空地进行绿化美化措施，按园林化绿化模式进行，根据不同的地形地势和植物造景要求，分别采取孤植、对植、丛植、群植、带植和绿篱等多种形式。选用香樟、雪松、玉兰、紫薇、枫香、栀子、小叶女贞、鸢尾、月季等树形美观带有观赏性的树种，绿化面积 0.60hm^2。

（3）临时措施

对剥离表土用袋装土在临时堆料的四周设置临时挡墙，表面铺设防尘布防护，待施工完毕后将这部分表土回填用于区内的绿化。共需袋装土 282m^3，防尘网 1708m^2。

（3）隧洞区

（1）工程措施

施工前对隧洞洞脸区域占地范围内的表土进行剥离，剥离量为 774m^3，施工结束后 138m^3 表土作为喷播土进行喷覆，636m^3 的表土填入植生袋进行回填。

（2）植物措施

在隧洞进出口处，顶部土质边坡在主体工程设框格梁后，设计在框格中间填筑植生边袋对坡进行绿化，填筑植生袋 0.12hm^2；下部岩石边坡在主体工程喷混凝土防护后，设计采用植生格挂网喷植被护坡的方式进行绿化，喷厚大于 8cm，绿化面积 0.13hm^2。

（3）临时措施

对剥离表土用袋装土在临时堆料的四周设置临时挡墙，表面铺设防尘布防护，待施工完毕后将这部分表土回填用于区内的绿化。袋装土挡墙长 200m，断面为 0.6m*1m，共需袋装土 66m^3，防尘布 687m^2。

6.5.2.3 弃渣场区

（1）枢纽区弃渣场

1）工程措施

① 拦挡工程

建浆砌石挡渣墙，墙身设排水管，向下游倾斜，梅花型布置，管口用复合土工布反滤，墙身每隔 10m 及地形变化处设置伸缩缝，采用沥青麻絮填塞。

② 护坡工程

为防止施工期洪水对渣体边坡造成冲刷，在渣体迎水坡坡脚设铅丝石笼护脚，护脚高度以上渣体迎水坡面设铅丝石笼护坡，石料选用渣场弃料，渣场顶面保持平整。

③ 排水工程

为防止降雨及坡面汇水冲刷渣面，在渣场上游和周边布设截排水沟，将汇水排入下游沟道或河道内。

④ 土地整治工程

施工前，对弃渣场部分有表土区域进行表土剥离，剥离量为 7.00 万 m^3，弃渣完毕后，在渣场表面覆土，覆土厚度 50cm，表土回填 7.00 万 m^3，并对弃渣场同时进行土地平整，平整面积为 13.99hm^2。

2）植物措施

渣场覆土后，在弃渣场表面植灌草恢复植被，绿化面积 13.99hm^2，草籽选用紫云英，播撒量 100kg/hm^2；灌木选用侧柏、油麻藤，株行距为 2m×2m。

3）临时措施

施工期间，弃渣场的剥离料临时堆放在渣场一角，堆放坡度为 1∶2，堆高 3.0m，为防止堆渣体流失，在剥离料四周用袋装土进行临时拦挡，袋装土高 1m，底宽 2.0m，顶宽 1.0m，袋装土 1159m^3，表面用防尘网苫盖，防尘网 27981m^2。

6.5.2.4 料场区

1）工程措施

在石料场开采前，在开挖线上游根据具体地形设截水沟，截水沟应与附近公路自身排水渠道相接，以撇开坡面汇水，避免径流冲刷开挖面。开挖截排水沟 5040m，开挖土方 6201m^3；浆砌石 6117m^3。石料场开采前，主体工程对料场进行了剥离，施工结束后，水土保持工程进行覆土回填，并进行土地整治，表土回填 17850m^3，土地整治 4.21hm^2。

2）植物措施

开采结束后对石料场开采面进行修整，并在坡脚种植攀缘植物，对开采形成的迹地实施植被恢复；料石加工场地在开采结束后回填表土进行植被恢复。攀缘植物沿开采边坡坡脚种植，需种植油麻藤 3360 株，金银花 5250 株,小叶女贞 10500 株。迹地和料石加工场地播撒草籽，绿化面积 4.21hm^2。

3）临时措施

对回填表层土进行临时挡护措施，需防尘网 70741m^2，袋装土 784m^3。

6.5.2.5 交通道路区

（1）枢纽工程区

1）永久道路区

① 工程措施

施工前对交通道路区进行表土剥离，剥离量为 3035m^3，施工结束后，对场内永久道路两侧植行道树进行绿化，对绿化区域进行覆土，覆土量 2385m^3。道路边坡均为挖方边坡，面积为 1.30hm^2，采用三维网植草护坡的方式护坡，650m^3 表土作为喷播用土喷覆。

② 植物措施

在场内永久道路两侧种植行道树，绿化树种选用香樟，株距 3m，种植方式为穴植，穴坑尺寸为 0.6m×0.6m，需种植香樟 1890 株。间种小叶女贞绿篱，需

苗 9450 株。

主体工程从道路运行安全的角度，对道路开挖的高陡边坡，喷混凝土防护，水土保持增加永久道路开挖与回填下边坡的绿化措施。对道路开挖与回填的下边坡撒播草籽，恢复植被。

① 临时措施

施工期为防止道路开挖的临时堆土流失，对临时堆土进行拦挡防护，拦挡长度约 760m，袋装土 388m^3，防尘网 792m^2。

2）临时道路区

① 工程措施

施工前，对道路所在区域进行表土剥离，剥离量为 2.34 万 m^3，施工完毕后，临时施工道路将被废弃，对临时施工道路进行剥离表土回填，回填 2.34 万 m^3，土地平整总面积 4.41hm^2。

② 植物措施

施工完毕后，对临时道路区撒播紫云英草籽，栽植小叶女贞进行恢复植被，株行距按 2m×2m 设计，需小叶女贞 11576 株。紫云英撒播密度为 100kg/hm^2，需草籽 441kg。

3）临时措施

施工期，在临时施工道路一侧开挖临时排水沟，矩形断面，断面尺寸 0.5m×0.5m，土质沟。排水沟长 11300 m，土方开挖 3108m^3。对剥离表土进行临时挡护措施，拦挡长度约 668m，袋装土 441m^3，防尘网 12434m^2。

（2）输水工程区

1）永久道路区

① 工程措施

施工前对交通道路区进行表土剥离，剥离量为 14576m^3，施工结束后，对永久道路两侧植行道树进行绿化，对绿化区域进行覆土，覆土量 14151m^3，土地平整面积 2.67hm^2；道路挖方边坡面积为 0.85hm^2，采用三维网植草护坡的方式护坡，425m^3 表土作为喷播用土喷覆；道路填方边坡覆土 1007m^3，土地平整面积为 0.19hm^2。

② 植物措施

在场内永久道路两侧种植行道树，绿化树种选用香樟，株距 3m，种植方式

为穴植，穴坑尺寸为 0.6 m×0.6m，需种植香樟 8680 株。间种小叶女贞绿篱，需苗 138880 株。

填方边坡 0.19hm^2，撒播紫云英草籽，紫云英撒播密度为 100kg/hm^2，需草籽 19kg。

挖方边坡被土石渣松散堆积物覆盖，在雨水不断冲刷下草籽无法依附，植被恢复困难。拟使用挂三维植草网护坡，客土液压喷播绿化。挂网后用液压喷播机喷播灌草籽，带客土喷射厚度 3cm，喷射完成后及时覆盖无纺布养护，并适时补浇充足的水分。护坡面积 0.85hm^2。

③ 临时措施

施工期为防止道路开挖的临时堆土流失，对临时堆土进行拦挡防护，拦挡长度约 815m，袋装土 489m^3，防尘网 5270m^2。

2）临时道路区

① 工程措施

施工前，对道路所在区域进行表土剥离，剥离量为 5.02 万 m^3，施工完毕后，临时施工道路将被废弃，对临时施工道路进行平整，土地平整总面积 15.79hm^2。

② 植物措施

施工完毕后，对临时道路区撒播紫云英草籽，栽植小叶女贞进行恢复植被，株行距按 2m×2m 设计，需小叶女贞 41454 株。紫云英撒播密度为 100kg/hm^2，需草籽 1579kg。

③ 临时措施

临时排水：施工期，在临时施工道路一侧开挖临时排水沟，矩形断面，断面尺寸 0.5m×0.5m，土质沟。排水沟长 84700 m，土方开挖 23293m^3。对剥离表土进行临时挡护措施，拦挡长度约 1058m，袋装土 699m^3，防尘网 27716m^2。

6.5.2.6 施工生产生活区

（1）枢纽区

1）工程措施

施工结束后，施工单位拆除建筑物并清理占压场地，施工结束后，进行土地平整、坑凹回填，土地平整面积 3.36hm^2，同时为有利于后期植被恢复，对待绿化区域进行覆土，覆土选用本区施工前剥离的表层腐殖土，剥离量为 1.07 万 m^3，覆土厚度 30cm，本区表土回填量为 1.07 万 m^3。

2）植物措施

施工结束后，对于枢纽工程施工区，栽植乔灌草恢复植被，草籽选用紫云英，播撒密度为 100kg/hm^2；乔木选用香樟，株行距为 5m×5m，灌木选用小叶女贞，株行距为 1m×1m，需草籽 336kg，香樟 1411 株，小叶女贞 8820 株。

3）临时措施

在施工生产生活区四周开挖排水沟，排水沟为矩形断面，断面尺寸 0.5m×0.5m，土质沟。排水沟长 1500m，土方开挖 413 m^3。对剥离表土进行临时挡护措施，拦挡长度约 473m，袋装土 312m^3，防尘网 6987m^2。

（2）输水线路区

1）工程措施

施工结束后，施工单位拆除建筑物并清理占压场地，施工结束后，进行土地平整、坑凹回填，土地平整面积 4.18hm^2，同时为有利于后期植被恢复，对待绿化区域进行覆土，覆土选用本区施工前剥离的表层腐殖土，剥离量为 1.33 万 m^3，覆土厚度 30cm，本区表土回填量为 1.33 万 m^3。

2）植物措施

施工结束后，对于输水线路施工区，栽植乔灌草恢复植被，草籽选用紫云英，播撒密度为 100kg/hm^2；乔木选用香樟，株行距为 5m×5m，灌木选用小叶女贞，株行距为 2m×2m，需草籽 418kg，香樟 1757 株，小叶女贞 10979 株。

3）临时措施

在施工生产生活区四周开挖排水沟，排水沟为矩形断面，断面尺寸 0.5m×0.5m，土质排水沟。排水沟长 1500m，土方开挖 603m^3。对剥离表土进行临时挡护措施，拦挡长度约 866m，袋装土 572m^3，防尘网 9530m^2。

6.5.2.7 工程永久办公生活区

1）工程措施

工程永久办公生活区外均为填方边坡，面积为 0.27hm^2，主体工程设计框格梁护坡。施工前，需剥离占地范围内的表土以备后期绿化，表土剥离量为 2809m^3，其中 1431m^3 作为植生袋装土进行回填；永久办公生活区内部绿化覆土厚度 50cm，覆土量 1378m^3；对待绿化区域进行土地平整，平整面积 0.26hm^2。

2）植物措施

方案拟在工程永久办公生活区按园林化绿化模式进行，根据不同的地形地势

和植物造景要求，内部采用乔灌草、常绿落叶相结合的植物配置手法，以达到立体化、多层次的绿化环境。分别采取孤植、对植、丛植、群植、带植和绿篱等多种形式。选用香樟、雪松、玉兰、紫薇、枫香、栀子、小叶女贞、鸢尾、月季等树形美观带有观赏性的树种，绿化面积 0.26hm^2。

3）临时措施

对剥离表土用袋装土在临时堆料的四周设置临时挡墙，表面铺设防尘布防护，待施工完毕后将这部分表土回填用于区内的绿化。袋装土挡墙长 180m，断面为 0.6m*1m，共需袋装土 119m^3，防尘布 1673m^2。

6.5.2.8 移民安置及专项复建区

（1）移民安置区

1）工程措施

移民安置区应在修建过程中对宅基地的防洪排水进行设计，修建永久性的排水沟，归整好雨水的流路，防治地表的水土流失。排水沟断面为矩形断面，宽 0.4m，高 0.4m，需土方开挖 1526m^3，浆砌石 1749m^3，砂浆抹面 6360m^3。

2）植物措施

道路两侧栽植防护林，以防边坡塌方或形成路面水土流失。并在住宅区四周进行绿化美化，树种选择香樟，白玉兰，雪松，栀子，小叶女贞。株距为 6m，需香樟 1008 株，白玉兰 996 株，雪松 210 株，栀子 1050 株，小叶女贞 3000 株。

3）临时措施

在移民宅基地修建过程中，挖填土石方量较大，在地基挖方时临时堆土四周需采用编织袋填土围护，以防弃土四处扩散，另外，堆土表面应采用防尘网进行遮盖，以防表土的水土流失。需防尘网 35600m^2，袋装土 2960m^3。

（2）专项复建区

G60 和 G210 国道复建长度约 3.431 km；环库路复建长度 3.2km；四级路 Y007 黑糖桥至安谷长度 10.60km；通组道路长度 5.80km。株六铁路、湘黔铁路拟采用局部两线合一处理铁路长度为 1.547km。通信线路复建长 3.43km。220kV 输变电线路按处进行复建，改线总长度为 2.195km。

1）工程措施

各工程主体工程区、施工生产生活区、施工道路区、弃渣场区、料场区，施

工前对施工区域进行表土剥离，施工结束后对可绿化区域进行表土回填，并进行场地平整；弃渣场区做挡渣墙、护坡、截排水沟及沉砂池；铁路两侧，国道两侧，其余道路一侧修筑浆砌石排水沟；挖填方边坡设护坡挡墙。

2）植物措施

道路以外的占地除硬化部分外，全部进行绿化，既可以美化环境，也可以防治水土流失。铁路及道路两侧要栽植行道树，树种选择香樟、白玉兰；挖填方边坡植草护坡。通信线路和输电线路施工结束后，对施工迹地进行植被恢复，撒播紫云英草籽，播撒密度为 100kg/hm^2。施工生产生活区、施工道路区、弃渣场终级平台及边坡栽植灌木和草进行绿化；

3）临时措施

建筑物建设时需做好挖填土方及表土的临时挡护与表面遮护，以防止施工建设过程中产生水土流失。施工生产生活区周边设临时排水沟。

6.6 环境敏感区保护措施和要求

6.6.1 洒金谷省级风景名胜区

（1）优化线路设计，输水管道工程选线时应尽量避开风景名胜区，风景名胜区内输水管道工程设计时应合理设计平纵横线形、跨河管道的位置，避免空间线形扭曲、暗凹等景观缺陷，为最大限度地保护风景名胜区内原有地形地貌和生态环境，注意对输水管道进行绿化和景观生态设计，使输水管道自然地融入周围环境，减少视觉冲突。施工结束后尽快对占地区及输水管道周边进行植被恢复，使其与山体形成自然过渡。

（2）优化施工布置，输水管道工程设计时，应与穿越地区的地形地貌结合，避免大填大挖，风景名胜区内输水管道尽量采用浅埋管道，减少对自然景观的影响。

（3）加强施工监理，保证施工活动在征地范围内进行，严禁越界施工，减少施工活动、人为干扰等对风景名胜区内动植物资源及其生境的影响。严格控制施工产生弃渣、废水、固废等，避免弃渣、固废等的随意堆放，对运输车辆、材料临时堆放处进行遮盖，减少扬尘等对动植物生命活动及景观的影响。

（4）初期蓄水及运行期下放流量保证措施

枯水期（10 月~3 月）按水库坝址 P=90%最小月均流量 1.43m^3/s 下放，丰水

期（4 月~9 月）按水库坝址多年平均流量的 30%考虑，即为 2.04m³ /s（考虑弃水水量），以满足景区用水要求。

（5）水上游览线路及游览安全保证措施，远期建设水上游览路线后，在景区主要水上游览线路设置电子警示牌，显示凤山水库出库流量等信息，以警示下游水位变化。

6.6.2 水源保护区

（1）黑塘桥水源保护区

1）工程设计、建设以及运行期应该严格按照《中华人民共和国水污染防治法》等相关法律法规实施。

2）在水源保护区内应严格控制施工范围，尽量避免雨天作业，及时清运施工产生的弃渣，严格按要求将施工料渣运至水源保护区外的渣场处置，生活垃圾运至福泉市垃圾填埋场无害化处置，施工废水应集中收集于黑塘桥水库下游，处理达标后全部回用，严禁直接外排，在砂石加工系统周边污水处理设施处设施围堰挡墙及边沟，污水处理设施设置应急事故池。

3）制定施工期水源地风险防范和应急保护方案，将工程建设可能出现的水污染环境风险纳入防范范围，重点针对施工期导流隧洞上洞口施工制定应急取水预案，即在导流隧洞上洞口以上 100m 区域设置应急供水泵站直连下游供水管道，作为应急供水方案，准备应急物资，必要时需要制定替代水源计划。

（2）平堡河水源保护区

施工期间下穿平堡河河段隧洞开挖时应做好地质预测预报，施工期间应提前做好隧洞防渗防水措施，下穿段工程结构必须考虑隧洞防渗，坚持旱季施工，避开雨季；监测平堡河取水口附近水位变化，同时制定相应施工期应急预案及临时供水预案。

6.7 社会环境保护

（1）卫生清理

1）各类临时用地在开挖、平整、建筑等施工前，选用生石灰等进行消毒，对废弃物进行清理后利用。

2）施工生活区内应定期进行灭鼠、灭蟑螂、灭蚊和灭蝇工作。

（2）卫生检疫和健康检查

1）凡进入施工区的施工人员和管理人员，需进行卫生检疫，检疫项目包括疟疾、传染性肝炎。

2）施工期间定期对施工人群进行观察和体格检查，及时预防和控制疾病的发生和蔓延。

3）健康检查中要特别注意对食堂和生活水源工作人员的检查，对传染病菌携带者要及时撤离岗位。

（3）环境卫生及食品卫生管理

1）为保证向工区人员提供符合卫生要求的饮用水，饮用水源水及饮用水水质需进行监测。

2）定期对餐饮场所进行卫生清理和卫生检查。

3）成立专门的清洁队伍，负责生活、办公区环境卫生清扫工作，并根据办公生活区的布置，分设垃圾筒（箱）。

6.8 工程施工期环境保护对策措施

6.8.1 废（污）水处理措施

本工程施工区所在重安江河段执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准，但由于工程施工布置靠近水源保护区，废污水全部处理后综合回用。输水系统工程区施工区涉及的皮陇河、洗布河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准。

6.8.1.1 砂石加工系统废水

（1）废水排放概况

水源枢纽工程区主体砂石系统废水产生量 200m^3/h，废水污染物主要是 SS，浓度约 50000mg/L。

（2）处理目标

水源枢纽工程区处于 III 类水功能区，考虑由于砂石冲洗废水水量大、SS 浓度高，且从水资源合理利用和保护环境角度考虑，本工程砂石冲洗废水按处理后回用于砂石系统生产的要求进行设计，不外排。根据《水电工程施工组织设计规范》(DL/T 5397-2007)规定，确定本设计的处理目标为出水 SS 浓度≤100mg/L。

（3）方案选择

水利水电砂石加工系统生产废水处理常用有自然沉淀法、絮凝沉淀法、机械

加速澄清法等，以及高效净化器处理法。

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。

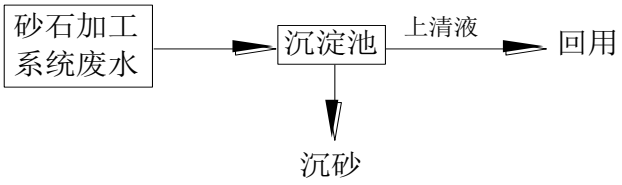


图 6.8.1-1　自然沉淀法处理工艺流程图

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，由于絮凝剂的投加，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，但本方案占地面积小，废水处理效果较好，并且可以回收细砂。

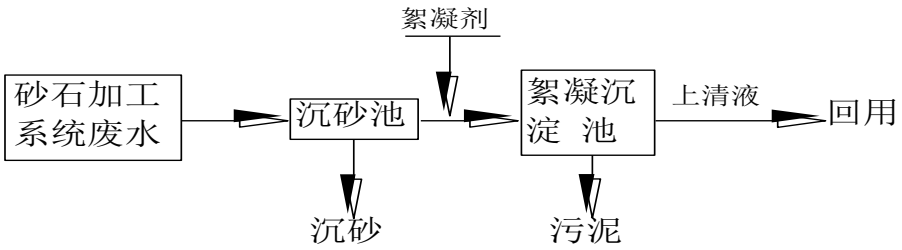


图 6.8.1-2　絮凝沉淀法处理工艺流程图

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，但是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。

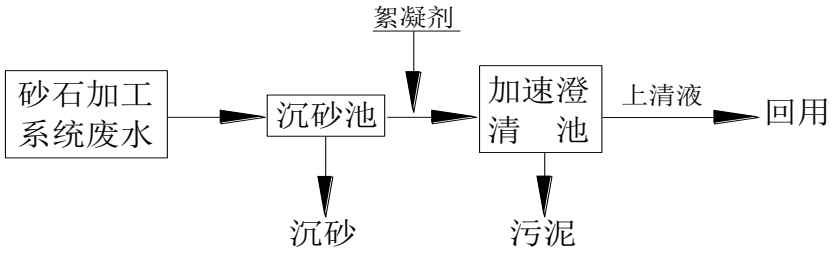


图 6.8.1-3　机械加速澄清法处理工艺流程图

方案四：高效净化器处理法

废水先经调节池中去除颗粒悬浮物，出水后采取投加混凝剂使其形成较大的絮凝体，经水泵提升至高效污水净化器处理后，排至清水池回用。高效污水净化器设计工艺采用自流混凝、微絮凝造粒、离心分离、动态过滤、污泥浓缩等过程有机融合为一体，具有占地面积小、处理效率高等特点。调节池泥渣由人工清运至弃渣场。本方案占地面积较小，已有实施经验，处理效果好；不足的是增加了设备和运行管理费用，提高了运行维护管理要求。

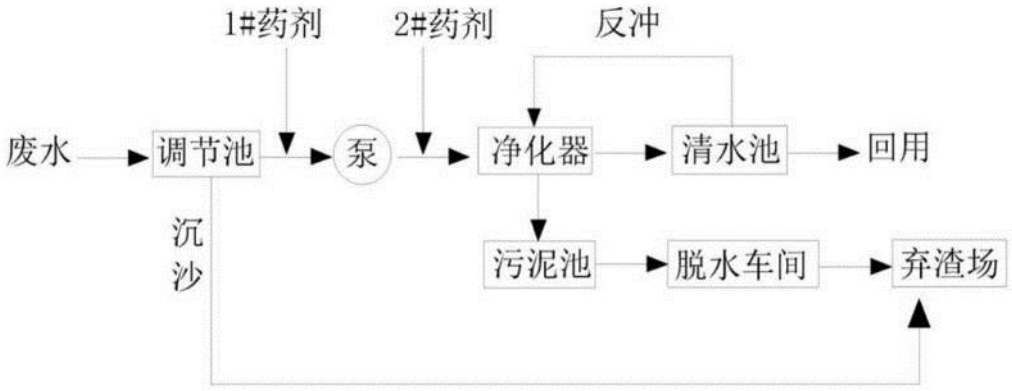


图 6.8.1-4　　高效净化器法处理工艺流程图

本工程水源枢纽工程区砂石系统废水量较大，根据实际特点，水源枢纽工程区砂石系统废水采用高效净化器法处理。

（4）工艺流程设计

水源枢纽工程区砂石废水处理系统由一套加药装置、高效旋流净化器、混凝净化器、废水提升泵、污水泵、调节池、清水池、自然干化池和一套电控系统组成。生产废水首先流入调节池，再经废水提升泵提升到高效旋流净化器中，同时由加药装置将混凝剂及助凝剂分别加入混凝混合器的进水管道和出水管道上，废水和药剂混合后在净化器中经絮凝反应、离心分离、重力分离、污泥浓缩等过程，

处理后的清水由净化器顶端自流入清水池内回用。处理后的污泥进入污泥池，由板框压滤机将污泥脱水后运送至渣场妥善处理。

（5）主要工艺参数及设备

砂石废水处理系统主要工艺参数及设备见表 6.8.1-1 和表 6.8.1-2。

表 6.8.1-1　　水源枢纽区砂石废水处理主要工艺参数及主要设备表

项目	名称		单位	参数值
工艺参数	设计流量		m^3/h	200
	调节池	停留时间	min	30
		有效容积	m^3	100
		尺寸	m×m×m	4×10×2.5
		数量	个	1
	事故蓄水池	停留时间	min	60
		有效容积	m^3	200
		尺寸	m×m×m	5.7×10×3.5
		数量	个	1
	沉渣池	停留时间	h	24
		有效容积	m^3	704
		尺寸	m×m×m	10.0×18.0×4.0
		数量	个	1
	清水池	有效容积	m^3	1200
		尺寸	m×m×m	12×20×5
		数量		1
设备	高效污水净化器		台	DH-SSQ-100 型 2 台
	混凝器		台	2 台
	一体化加药装置		套	2 套
	电磁流量计		台	2 台
	搅拌电机		台	4 台
	净化器废水提升泵（渣浆泵）		台	4 台，2 用 2 备
	泵（渣浆泵）		台	3 台，2 用 1 备
	潜水泵		台	3 台，2 用 1 备
	回用水泵		台	3 台，2 用 1 备
	搅拌器		台	2 台，2 用 2 备
	搅拌器		台	GSJ-2500 型 4 台，2 用 2 备
	电气控制系统		套	2 套
	真空带式过滤机		台	2 台

（6）运行管理和维护

1）按照“三同时”原则，为了保证废水处理站有效运行，建设单位应该把

废水处理站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）工程环境管理部门应该定期对处理站的管理运行进行监督、检查，及时掌握废水处理站运行情况。

3）组织废水处理系统的管理维护人员在上岗前接受专项技术操作培训，以便于对电气仪表设备进行科学的操作与维护，并制订管理、操作规程，保证废水处理站的良好运行。

4）运行管理费用应该专款专用，保证废水处理站的正常运行。

（7）砂石加工系统废水综合利用可行性

1）水质

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 100mg/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种岩性，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。

2）水量

水源枢纽工程区砂石系统调节池、事故池、清水池总容积达到了 1500m^3，可以容纳 7.5h 的废水量。可以有效避免系统故障时废水事故排放。

根据以上经过处理后的废水水质、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。

6.8.1.2 混凝土拌和废水

（1）废水概况

水源枢纽区混凝土拌和楼废水产生量约 3m^3/次，9m^3/d，其他区域移动拌和机废水约 0.5m^3/次。废水 pH 一般为 11～12，悬浮物浓度一般为 5000mg/L。

（2）处理目标

处理后废水 SS 浓度控制在 100mg/L 以下，pH 控制在 6~9 范围内，循环用于冲洗等综合利用，不外排。

（3）处理工艺

根据混凝土拌和系统冲洗废水产生量少，间断且短时间排放的特点，选择了

以下两套处理方案。

方案 1：竖流式沉淀池，其占地面积小，但是沉淀池要求较深，施工难度大，对冲击负荷适应性较差，造价较高。

方案 2：平流矩形沉淀池法。每台班末的冲洗废水排入池内，静置沉淀到下一班末回用于混凝土搅拌。池的出水端设置为活动式，便于清运和调节水位。

对比以上 2 个方案，方案 2 土建施工简单，造价低，泥渣可定期人工清理；方案 1 施工难度大，对冲击负荷适应性较差，造价较高，所以本工程推荐方案 2。

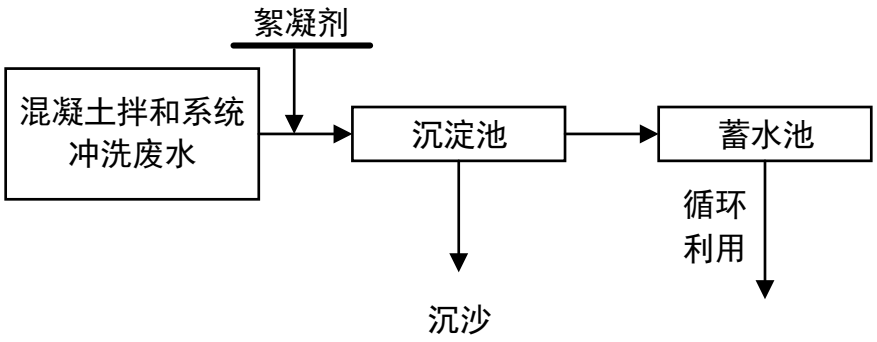


图 6.8.1-5　混凝土废水处理流程图

针对混凝土冲洗废水水量少，废水排放不连续仅每台班冲洗一次，且悬浮物浓度较高等特点，采用间歇式自然沉淀的方式去除易沉淀的砂粒。该处理方法的特点是构造简单，造价低，管理方便，仅需定期清池。冲洗废水 pH 值偏高，但因水量小，影响不大，暂不考虑 pH 中和措施，如运行期间有较大影响，临时投加酸性中和剂即可。混凝土拌和系统间断排水，水量很小，采用统一形式和规模的矩形处理池，每台班末的冲洗废水排入池内，静置沉淀到下一台班末回用于混凝土搅拌。大坝区混凝土拌和系统平流沉淀池的大小 4.0m×2.0m×1.5m，蓄水池容积为 12m^3。其他区域移动拌和机平流沉淀池的大小 1.5m×2.0m×1.0m，蓄水池容积为 3m^3。

（4）运行管理与维护

混凝土冲洗废水量很小，处理构筑物简单，无机械设备维护的问题，在运行过程中主要注意定时清理。

（5）废水循环利用的可行性

混凝土拌和系统冲洗废水产生量很小，且间歇排放，废水经过处理后，主要污染物 SS 浓度≤100mg/L，利用水泵从蓄水池抽取废水与新鲜水混合，完全满足

混凝土拌和或场地冲洗的水质要求；所以，混凝土拌和系统冲洗废水循环利用、实现零排放是可行的。

6.8.1.3 含油废水

（1）污水概况

水源枢纽区机械修配厂含油废水产生量为 20 m³/d，石油类和 SS 浓度分别为 100mg/L 和 1000mg/L。

（2）处理目标

处理后石油类和 SS 浓度分别控制在 5mg/L 和 100mg/L 以下，回用于冲洗与洒水降尘，不外排。

（3）处理工艺

废水处理采用沉淀池＋成套油水分离器+蓄水池。废水中悬浮物和 COD_{Cr} 以及部分石油类在沉淀池中经絮凝沉淀后得以去除，浓度较高时采用成套油水分离器处理后达标排放。沉淀池采用平流式，考虑到事故储存功能，停留时间 1d，沉淀池和蓄水池尺寸大小为 4.0m×2.5m×2.0m。

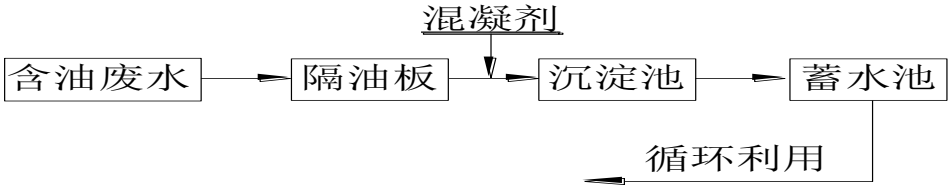


图 6.8.1-6 含油废水处理流程图

（4）运行管理和维护

由于含油污水量较小，处理构筑物和设备较简单，在运行过程中主要注意定时清理和巡护。管理和维护工作纳入站内统一安排。

（5）含油废水循环利用的可行性

含油废水经过处理后，石油类浓度≤5mg/L，经过处理的含油废水进入蓄水池，采用水泵抽取废水与新鲜水混合，满足水质标准要求；所以含油废水循环利用、实现零排放是可行的。

（7）浮油和污泥处理

浮油产生量约 28.5kg/月、污泥产生量（含水率 60%）约 1378.5kg/月。浮油和污泥属于危险废物，应该按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）有关要求进行处置，应委托有危险废物经营许可证的单位接收和处置废矿物油。

在施工区建立含油污水处理后污泥的收集储存设施，含油污泥统一运送至福泉市危险废物处理中心进行处理。

6.8.1.4 基坑废水

（1）设计指标

本工程经常性基坑排水量为 6m³ /h，废水中悬浮物浓度一般在 2000mg/L 左右，pH 值在 11-12 之间。

（2）设计目标

基坑废水处理后回用，不外排，处理目标为 SS≤100mg/L。

（3）处理措施

根据贵州省已建和在建水利水电工程对基坑废水的处理经验，对基坑初期废水不采用特殊的处理设施，仅向基坑投加絮凝剂，静置、沉淀 2h 满足循环利用或综合利用的水质标准要求，优先考虑用于大坝混凝土养护，剩余污泥定时人工清理。

经常性基坑废水，具有污染物浓度较高、废水量小特点，在大坝基坑内修建 2 个矩形沉淀池，其尺寸为长×宽×深=6.5m×2.0m×1.2m，向沉淀池内投入絮凝剂，静置、沉淀后，使废水满足综合利用的水质要求，用于混凝土养护和混凝土拌和。该处理方法技术合理，经济指标优越。

6.8.1.5 生活污水

（1）污水概况

水源枢纽区有 2 处施工营地，最大污水产生量为 7.8m^3/h。输水系统工程区有 14 处集中施工营地，每处最大产生量为 1m^3/h。

（2）处理目标

水源枢纽工程区 2 处施工营地处于Ⅲ类水功能区，但由于靠近水源保护区，为避免影响水源保护区水质，生活污水经处理后用于洒水降尘和场区绿化，不外排。输水系统工程区施工营地处于 III 类水功能区，考虑其生活污水量少，生活污水经处理后也可用于洒水降尘和场区绿化，不外排。因此本工程生活污水处理目标为出水水质应满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）城市绿化水质标准。

（3）处理工艺

由于本项目施工工区生活污水产生量较小，且水质较为简单，可选择具有成熟工艺的一体化污水处理设备。根据污水水质及排放特点，建议采用小型生活污水处理一体化设备，一体化设备具有占地面积小，运行管理简单、处理效果好、施工结束后可拆卸再利用等诸多优点。选择采用 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备，该设备采用的是接触氧化工艺，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 6.3-3。

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，它的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，它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。

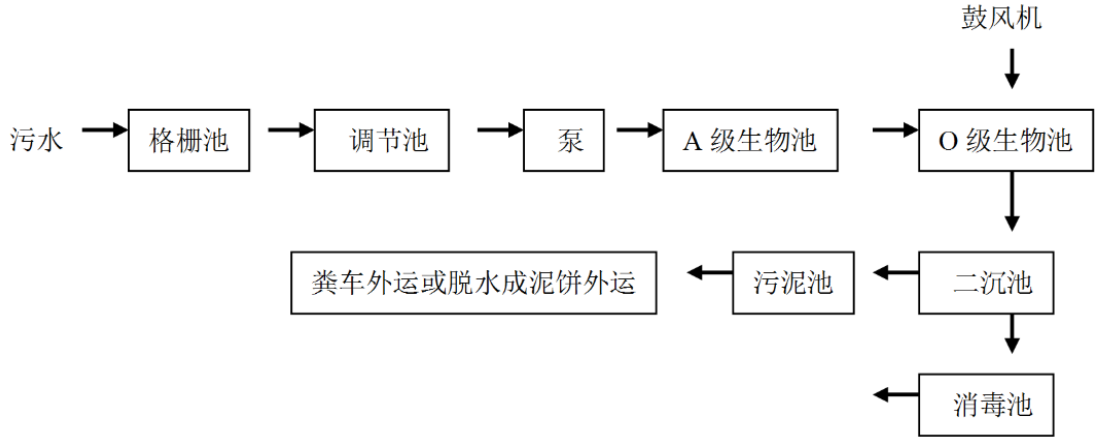


图 6.8.1-7　　WSZ-AO 系列一体化污水处理设备工艺流程图

（4）处理规模及设备选型

表 6.8.1-3　　施工营地污水处理设施设备选型

分区	项目	污水量（m^3/h）	设备选型
水源枢纽工程区	施工营地	7.8	WSZ-AO-10
输水系统工程区	14 个施工营地	1.0	WSZ-AO-1

（5）污水环利用的可行性

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，污水经过处理后采用次氯酸钠消毒处理后可达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）城市绿化水质标准，同时污水产生量较小，可回用于施工区、道路的除尘或绿化。

6.8.1.6 隧洞开挖废水

（1）设计进水水量、水质

采用水平衡法计算水源枢纽工程区导流洞隧洞废水产生量约 21.5m^3/d，输水系统工程区主要隧洞废水产生量约 51.9~1127.1m^3/d、主要为有压隧洞废水量较大，主要污染物 SS 浓度约 2000mg/L。

（2）处理目标

水源枢纽工程区处于 III 类功能区，但由于靠近黑塘桥饮用水水源保护区，导流隧洞废水经处理后用于场地洒水降尘等，不外排，控制 SS 浓度≤100mg/L。输水系统工程区处于 III 类功能区，隧洞废水经处理后达《污水综合排放标准》一级标准后优先回用，剩余达标排放，控制 SS 浓度≤70mg/L。

（3）处理工艺

采用平流矩形沉淀池法进行处理。池型采用矩形，土建施工简单，没有机械养护修理，造价低；废水由洞口排水沟直接排入沉淀池，静置沉淀，必要时投加絮凝剂，沉淀池后出水根据排水要求来回用或达标排放。

拟在各隧洞进出口及长隧洞施工支洞洞口各设置一处沉淀池和蓄水池，沉淀池尺寸根据废水量大小确定，按容纳 3h 废水量建设，共设置 8 处沉淀池和蓄水池。

（4）建设与管理

隧洞废水处理系统布置在洞口下游附近的施工征地范围内，该系统将通过招投标的方式进行委托承包，中标的承包人负责废水处理系统的建设与管理。该废水处理系统管理的主要内容包括：废水处理系统中水泵等相关设备的检修；及时清理沉淀池内沉淀物，根据工程渣场规划情况，清理出来的泥渣等运至渣场堆放，具体地点和处理方式由环境监理指定。

6.8.2 环境空气保护措施

6.8.2.1 保护目标

工程区大气环境质量依照《环境空气质量标准》(GB3095-1996)二级标准要求，TSP 控制目标为 0.30mg/L；污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的新污染源大气污染物无组织排放监控浓度限值二级标准，TSP 控制目标为 1.0mg/m^3。

6.8.2.2 对策措施

（1）扬尘和粉尘影响防护对策措施

1）土石方挖装扬尘及爆破粉尘

在土石方开挖和填筑较集中的大坝枢纽施工区、料场、弃渣场等地，非雨日采取洒水措施起到防止扬尘和加速尘土沉降作用，以缩小扬尘影响时长与范围。洒水次数及用水量根据天气情况和场地扬尘情况确定，要求无雨天气至少每天对上述施工区域洒水 3 次，还应据天气情况酌情增加洒水次数。

为减缓爆破粉尘的影响，在实施爆破前及时告知附近居民，爆破结束对爆破点洒水 2～3 次，控制爆破粉尘扩散范围。

2）车辆运输扬尘

车辆运输扬尘产生自运输物料泄露和车辆碾压道路起尘两方面。主要通过三类措施加以控制：一是加强路面养护，控制车速；二是多尘物料运输时需密闭、加湿或苫盖；三是根据天气情况，进行路面洒水抑尘。

装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用篷布遮盖；运送水泥和粉煤灰等细颗粒材料的车辆应采用密封储罐车；装卸、堆放中应防止物料流散并经常清洗运输车辆。

对施工道路进行定期养护，保持路面平整，车速不得超过 30km/h，路边应安装限速标志。

在施工道路区非雨日至少洒水 3 次，还应据天气情况酌情增加洒水次数，具体为：在高温燥热时间，施工人群密度较大区域要求一日内路面洒水 4～6 次，其余路面 2～4 次；气候温和时至少每日洒水 2 次。对穿过附近月亮坡、猫猫营、桐子树、小寨居民区的道路可适当增加洒水次数。

3）混凝土拌和站粉尘

在各混凝土拌和站操作区、水泥堆放区附近辅以洒水措施，控制水泥粉尘影

响范围。在高温燥热时间，一日内洒水 2～4 次；气候温和时间，至少洒水 3 次。

4）砂石加工系统粉尘

根据天气情况，及时为卸料区、粗筛区洒水降尘。

保持湿法筛分和闭路破碎系统运行良好，防止加工过程中粉尘大量从设备中溢出。采用封闭式作业，配置袋式收尘器除尘。

（2）燃油废气控制措施

选用符合国家有关机械、机动车标准的施工机械和运输工具，使用符合标准的油料或清洁能源，使其排放的废气能够达到国家标准。施工用车应保证尾气达标排放。

6.8.3 声环境保护措施

6.8.3.1 控制目标

各施工作业区应满足《建筑施工场界环境噪声排放限值》(GB12523-2011)，昼、夜间噪声限值分别为 70dB(A)、55dB(A)。主体工程建设区、输水线路工程施工区满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，进场公路、输水线路区交通干线两侧 55m 范围内满足 4a 类标准。

6.8.3.2 噪声源控制措施

（1）设立警示牌

为提醒进入施工区的外来人员及当地居民注意交通安全和自我防护，拟在进场公路及场内公路的交叉口处设置警示牌，限制车速，禁止鸣笛，提醒来往车辆减速慢行。

（2）固定点源控制

选用符合国家有关标准的施工机具，如打桩机、混凝土振捣器等符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）。加强设备的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声。对砂石加工系统及混凝土拌和系统等振动大的设备使用减噪槽、减振机座等。

（3）交通噪声控制

1）在敏感路段车辆应适当减速行驶，并禁鸣高音喇叭。

2）加强道路养护和车辆的维修保养，禁止使用高噪声车辆，在居民点周围控制机动车辆行驶速度，并且禁止鸣笛；夜间禁止鸣放高音喇叭。

（4）施工、爆破噪声控制

1）在施工过程中，优先选择先进、低噪声施工工艺，合理安排施工时间，夜间（22：00～次日 6：00）禁止施工。

2）严格控制爆破时间，非爆破时间严禁爆破，初步确定爆破时间为 12：30～13：30、18：30～20：00，以保障施工区及其周围人员有良好的生活和工作环境；每次爆破前 15 分钟应鸣警笛，提示警戒，划定安全范围，防止爆破飞石伤害。

3）在施工爆破过程中，优先采用先进的爆破技术，如采用微差松动爆破可降低噪声 3～10dB。

6.8.3.3 传播途径控制措施

（1）空压机等噪声值较高的施工机械尽量设置在室内或洞内作业。

（2）对于像砂石加工系统、混凝土系统等强噪声源，由于其声级较大、声源固定，故可通过修建隔声间或隔音室进行控制。

（3）在场内公路两侧栽植行道树、草，增加噪声在传播过程中的削减。

6.8.3.4 主要敏感对象保护措施

根据噪声预测，受影响敏感点桐油坪居民点、毛栗坪居民点、山郎朴居民点，对敏感的保护措施主要从噪声源头控制噪声，如避免夜间施工、砂石系统设备设置隔声减振措施、临时声屏障、泵房设置隔声措施等，采取措施后预计各敏感点噪声能够满足声功能要求。各敏感点噪声防治措施见表 6.8.3-1 和表 6.8.3-2。

表 6.8.3-1　　施工期敏感点噪声防治措施

敏感点	声环境质量标准	噪声源	超标(dB)		噪声防治措施
			昼间	夜间	
桐油坪居民点	2 类	场内交通噪声	-	1.2	临时声屏障，避免夜间施工
月亮坡居民点	2 类	场内交通噪声	-	3.0	临时声屏障，避免夜间施工
猫猫营居民点	4a	交通噪声	-	2.4	临时声屏障，避免夜间施工
桐子树居民点	2 类	场内交通噪声	-	1.2	临时声屏障，避免夜间施工
山郎朴居民点	2 类	一级泵站施工活动噪声	-	2.0	临时声屏障，避免夜间施工
艳山红居民点	2 类	一级泵站施工活动噪声	-	4.1	临时声屏障，避免夜间施工

6.8.4 固体废物处理

（1）弃渣处理

工程开挖弃渣堆放在规划弃渣场内，按照水土保持要求采取相应的拦挡防护

措施。

（2）生活垃圾处理

水源枢纽工程区生活垃圾总量 1044t、输水系统工程区生活垃圾总量 1080t。生活垃圾可分为有机物和无机物，有机物主要有竹木、厨余、纸类、塑料、皮革、织物等，其中厨余垃圾大多用于附近农村居民喂养牲畜；无机物主要有废玻璃、废易拉罐、砖石、灰土等，其中可回收部分有价值的塑料、金属，砖石灰土等可运至渣场填埋。

由于施工人员产生的生活垃圾量较少，因此不具备单独处理的规模，且相应投资也较高。根据施工期垃圾成分特点，首先对生活垃圾进行分类收集，在施工人员生活区及施工工厂等区域放置垃圾分类收集桶，垃圾桶以颜色区分无机垃圾和有机垃圾，从而减少垃圾产生量。在水源枢纽工程区 2 处施工营地各设置 2 处垃圾收集站，配备垃圾收集车，定期清运垃圾至乡镇生活垃圾收运系统，最终运送至福泉市垃圾填埋场，福泉市垃圾填埋场于 2013 年投入使用，日处理垃圾 145t，设计库容 103 万 m^3，使用年限 13 年，垃圾填埋场距离枢纽区 15km（S205 公路里程），具备接收施工期垃圾的条件。

输水系统工程区垃圾产生较分散，设置垃圾分类收集桶，纳入附近乡镇现有垃圾处理体系，然后定期运送至福泉市垃圾填埋场。

（3）建筑垃圾及生产废料处置

尽量实现废物减量化，可以减少垃圾产生量。对于工程废弃物中有用的下脚料，如金属、塑料等可回收物，可收集回收利用，剩余一些无回收价值的固体废弃物，多为建筑垃圾，可统一运送至弃渣场。

6.9 移民安置环境保护

6.9.1 水环境保护措施

（1）饮用水源保护措施

对各集中安置点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。在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

各安置点采用雨污分流制，根据其自然地形修建化粪池，污水经化粪池初级处理后、统一收集后排入一体化污水处理设备处理后用于农田灌溉和洒水绿化，尽量全部回用，多余部分达标排放。

一体化污水设备选用 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备，该设备采用的是接触氧化工艺，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。

表 6.9.1-1　　移民集中安置点一体化污水设施处理规模表

安置点	人数（人）	生活污水产生量（m^3/d）	一体化污水处理设施处理能力(m^3/h)
马场坪安置点	280	33.6	5
猫猫营安置点	858	102.96	15
黄丝安置点	915	109.8	15

6.9.2 生活垃圾处理措施

（1）集中安置点

1）垃圾产生量及特点

3 个集中安置点生活垃圾产生量为 2053kg/d，经同类工程调查，并结合当地生活习惯分析，农村居民厨余多用于家禽及牲畜饲养，垃圾产生量很少，且生活垃圾以无机成分为主。

2）垃圾处理方案

各集中安置点均位于黄丝镇，现状黄丝镇垃圾运输至福泉市垃圾填埋场处置。福泉市垃圾填埋场于 2013 年投入使用，日处理垃圾 145t，设计运行年限 13 年，垃圾填埋场距离黄丝镇约 26km（S205 公路里程），针对移民安置的实际特点，移民安置区生活垃圾拟纳入黄丝镇垃圾收运体系，各安置点垃圾首先进入所在村垃圾收运体系，再进入黄丝镇各村寨垃圾处理体系，最后外运至福泉市垃圾填埋场处置。

3）生活垃圾分类

在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主干道的公

用垃圾桶。

4）垃圾收运

在安置点内设置公用垃圾桶和垃圾收集池，不可回收的无机垃圾由居民自行放入安置点的公用垃圾桶，再转运至垃圾收集池内，由专人负责清理，定期清运至附近村组垃圾收集点。

（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。

6.9.3 陆生动植物保护措施

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。在安置点建设过程中充分利用淹没区的建筑、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。

6.9.4 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。其方法可采用简便、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溴敌隆颗粒。

（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。

6.9.5 移民安置专项复建工程环评要求

专项复建工程的影响主要体现在施工占地破坏地表植被，可能引发水土流失，在其复建之前应单独开展环境影响评价，针对不利影响制定对策措施并加以实施。

建议在下阶段移民安置规划报告成果的基础上开展集中安置点以及专项设施复建工程的环境影响评价工作和环境保护设计工作，落实集中安置点、复建工程环保措施，特别应关注复建工程对黑塘桥水源保护区及凤山将要划定的饮用水源保护区的影响及环境保护措施，对运行期交通复建工程的交通运输环境风险进行进一步分析。

7 环境风险评价

7.1 风险识别

7.1.1 施工期

本工程建设对环境的影响主要为非污染生态影响，根据工程施工特点、周围环境情况，施工期环境风险主要体现在水源枢纽施工区各种废污水事故排放对重安江干流水质的污染风险、黑塘桥水源保护区水质污染风险和施工期油料炸药材料的运输过程中发生的泄漏对重安江水质的污染风险。

7.1.2 运行期

凤山水库库尾为黄丝镇，坝址以上流域范围内各乡（镇）生活污水事故标排放情况下，废（污）水将汇入凤山水库库区，对库区水质有一定污染风险；贵新高速公路在凤山水库库尾、库中处经过，且直接设南普大桥，淹没的酉阳大桥段拟采用局部改线进行复建，复建线路跨越重安江，并且有约 3km 沿河路段。G210 公路在酉阳村处被淹没，拟在相应库区洪水线以上复建，复建公路伴河路段长 3.42km，株六铁路、湘黔铁路在酉阳村附近被淹没桥墩，采用局部改线进行复建，复建伴河铁路长约 5km，以上交通道路以及复建后均存在运输危化品时对库区水质的污染风险。

输水系统工程环境风险主要来自跨越明管的桥梁、高速公路或临近明管的公路发生交通事故造成石油类或危险品泄漏、以及人为活动干扰，对管道内水体造成污染风险。

7.2 环境风险分析

7.2.1 施工期环境风险影响分析

7.2.1.1 施工期废污水事故排放风险

（1）水源枢纽工程区

工程所在重安江干流河段水域功能为III类水域，但由于靠近黑塘桥饮用水水源保护区，废、污水禁止直接排入水体，施工废（污）水处理后回用、洒水降尘或农林灌溉等综合利用。正常情况下，本工程施工活动和运行对水质基本无影响，若事故排放，则将对河流水质造成一定影响。

1）生产废水

生产废水主要是坝址下游的砂石系统废水、导流洞施工涌水等。

其中砂石系统废水主要污染指标为 SS，最大排放浓度可达 50000mg/L，砂石废水排放量为 200m^3/h，事故排放时，砂石废水经直接排入重安江干流，考虑最不利情况，采用河流二维稳态混合模式进行计算，定量计算结果见表 5.12.1-3，废水若不经处理且事故排放到重安江中，充分混合后河流中 SS 浓度增加了 1082.71mg/l，对河流水质有较大影响。

导流洞施工涌水主要污染指标为 SS，最大排放浓度可达 500mg/L，废水及涌水排放量为 21.3m^3/d，事故排放时，涌水直接排入重安江，考虑最不利情况，采用河流二维稳态混合模式进行计算，定量计算结果见表 5.12.1-4，涌水若不经处理且事故排放到重安江中，充分混合后中 SS 浓度增加了 0.31mg/L，对河流水质影响较小。

2）生活污水

施工区高峰施工人员数为 1560 人，枢纽工程区生活污水最大排放量为 15.6m^3/h，日排放量 187.2m^3。当生活污水事故排放时，污水进入重安江将可能形成岸边污染带。按污水集中排放，采用污径比法预测，枯水期坝址流量为 2.53m^3/s，污径比为 1：588，因此生活污水对河流的水质有一定的影响，应做好生活污水环境风险管理工作，确保事故情况下，废水得到有效处理。

（2）输水系统工程区

输水系统工程区施工废水主要为混凝土生产系统废水和隧洞开挖废水。

输水线路各施工区混凝土浇筑强度小，除在一、二、三级泵站工区各布置 25 m^3/h 的混凝土拌和站 1 座外，沿线路 11 各工区布设 0.4m^3 的混凝土拌和机 1 拌合站，拌合站污水产生量较小，每次冲洗用水量约 0.5m^3，对受纳水体水质影响较小。

输水系统区布置有 2 条隧洞，至一级泵站无压隧洞和至胜土水库无压隧洞废水量分别为 1127.1m^3、51.9m^3，一般隧洞废水具有量大但污染物浓度低的特点，但由于有压输水隧洞 3km 范围内有磷石膏渣场分布，隧洞废水中存在含磷、含氟的风险，若隧洞施工中渗水量过大且不采取有效的处理措施将渗出水从隧洞中抽出直接外排，将对排放口下游水体带来一定的影响。

7.2.1.2 油料、炸药运输风险影响分析

施工期共需要油料 2821t、炸药 2794t，本工程不设置油料及炸药库，主要环境风险来自于油料、炸药运输发生的泄漏对重安江水质的污染风险。

水源枢纽工程区施工布置分重安江两岸设置，为两岸交通运输修建左、右岸公路，当运输危险品如炸药、雷管、油料等物品时存在因事故原因危险品倾倒入河的可能性，危险品倾倒入河对重安江水质将直接带来影响。但由于左、右岸公路只是提供本工程施工期间的物资运输，运输量较小，因此发生危险品运输事故的可能性也较小。

7.2.2 运行期环境风险分析

7.2.2.1 水库水质污染风险分析

水库水质污染风险源主要为上游城镇的污水处理设施因管理不善造成的废污水事故排放风险，以及穿过库区的贵新高速公路、湘黔铁路、株六铁路支线、沪昆高铁、G210 公路跨河段运输危险化学品车辆事故风险产生的环境风险。

（1）城镇生活污染事故排放风险

重安江凤山水库坝址以上流域分布有马场坪黄丝片区、贵定县定东乡、麻江县乐坪乡、坝忙乡、谷洞乡等乡镇，总人口规模超过 3 万人，目前均未建有生活污水处理设施，随着社会经济发展，各乡镇均将配套建设污水处理设施，在污水处理设施非正常运行情况下污水外排对凤山库区水质会造成一定威胁。但因各乡镇镇区污水处理设施规模较小，且分布广泛，同时发生事故的可能性较低，污水经河道自净等作用后对凤山水库水质影响较小。

（2）交通公路运输危险化学品车辆事故风险

贵新高速公路在凤山水库库尾、库中处经过，且直接设南普大桥，淹没的酉阳大桥段拟采用局部改线进行复建，复建线路跨越重安江，并且有约 2km 沿河路段。G210 公路在酉阳村处被淹没，拟在相应库区洪水线以上复建，复建公路伴河路段长 3.42km，株六铁路、湘黔铁路在酉阳村附近被淹没桥墩，采用局部改线进行复建，复建伴河铁路长约 3.1km。

在以上路段发生危险化学品运输安全事故，则泄漏的污染物有可能经重安江干支流进入到凤山水库中，进而影响库区水质。

7.2.2.2 输水系统工程环境风险分析

输水系统工程环境风险主要是输水隧洞通过复杂地质段和人为活动干扰，其

主要涉及隧洞、管桥、管道等，但由于输水系统基本采用管道、隧洞输水，人为活动、外界对水质干扰较小，在输水隧洞做好磷矿渣废水防渗工作的前提下，发生外环境污染管道内水质的风险很小。

7.2.3 退水区域污染防治风险分析

贵州省黔南州凤山水库的工程任务是以城乡生活和工业供水为主，兼顾发电等综合利用。水库供水对象为瓮安县城、福泉市区、马场坪工业园和龙昌工业园。退水区域主要为重安江福泉段、雍阳河瓮安县城段区域。

福泉市、瓮安县为《全国主体功能区规划》中黔中国家重点开发区域，其功能定位是“提高云南滇中、贵州开阳瓮福磷矿的开发利用水平，提高可持续发展能力，建设滇黔全国重要的磷化工基地”。磷产业是贵州省黔中地区重要产业之一、黔南州和瓮福区域的支柱产业，区域经济社会发展与污染治理相制约，现状情况下重安江磷氟水污染问题凸显，雍阳河氨氮、总磷等问题突出。

根据发展规划，瓮福区域规划建设贵州瓮（安）福（泉）磷煤电一体化循环经济工业园区，纳入全省工业园区“511”产业园区培育计划（5 个千亿元级、10 个百亿元级、10 个以民营经济为主体的园区），着力将瓮福工业园区打造成为年产值 1000 亿元的 5 个省级工业园区之一，同时，以工业化带动城镇化，主动吸引企业、人口向园区、城镇集中，促进产业、人口、资源、空间、资金等集聚效应的发挥，提高城镇化质量和水平。

福泉市、瓮安县退水区域在规划水平年主要存在两方面环境风险：

1）马场坪、龙昌工业园区

现状退水区域水污染问题已经凸显，在工业园区规划污水处理设施无法有效配套（处理规模及处理工艺两方面）、园区磷化工企业工业废水不能有效处理、渣场溶泉渗漏点不能有效控制的基础上，将显著增加区域污染负荷。在区域工业园区工业废水及渣场渗漏无法得到有效处理的基础上，会严重影响区域水体水环境质量，造成较大水质污染风险。

2）瓮安、福泉市城镇生活用水

周边人口由于城镇化，集中向瓮安、福泉中心城区集中，在此基础上将显著增加居民生活新水用量，势必将会加大凤山水库工程供水量，减少向坝址下游河道环境水量；此外，在城镇规划污水处理设施及湿地处理系统无法有效配套（处

理规模及处理工艺两方面）的基础上，城镇生活退水将对区域污染负荷带来水质污染风险。

按照现有污水处理厂及排放标准，假设至规划设计水平年 2030 年未开展提标改造，未开展中水回用，城镇污水处理厂一级 A 标排放，工业园区污水处理厂按照一级 B 标排放，对坝址下游枯水年开展水质预测，结果见表 7.2.3-1。

表 7.2.3-1　　2030 年枯水年坝下游水质变化规律　　单位：mg/L

断面	枯期				汛期			
	COD	NH_3-N	TP	F	COD	NH_3-N	TP	F
坝址断面	0.94	0.060	0.017	0.08	1.70	0.093	0.014	0.06
平堡河汇入断面	4.87	0.110	0.068	0.09	9.84	0.184	0.128	0.09
阿里堡河汇入断面	12.38	0.903	0.160	0.14	14.30	0.585	0.180	0.14
围阻河汇入断面	14.61	1.567	0.318	0.46	12.51	1.343	0.367	0.62
皮陇河汇入断面	14.74	1.402	0.321	0.45	13.23	1.133	0.363	0.57
发财洞断面	14.72	1.394	0.328	0.48	13.19	1.134	0.365	0.59
凤山新桥断面	14.46	1.370	0.325	0.48	13.08	1.120	0.362	0.59
洗布河汇入断面	16.22	1.267	0.287	0.64	15.88	1.072	0.296	0.76
坝址下游 30km	16.23	1.267	0.287	0.64	15.88	1.072	0.296	0.76

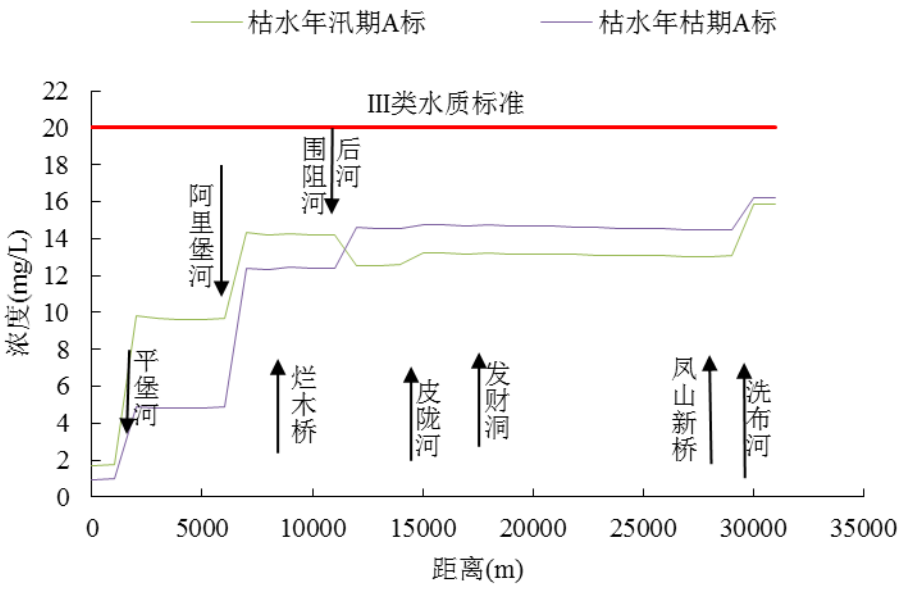


图 7.2.3-1 2030 年坝下游 COD 沿程变化

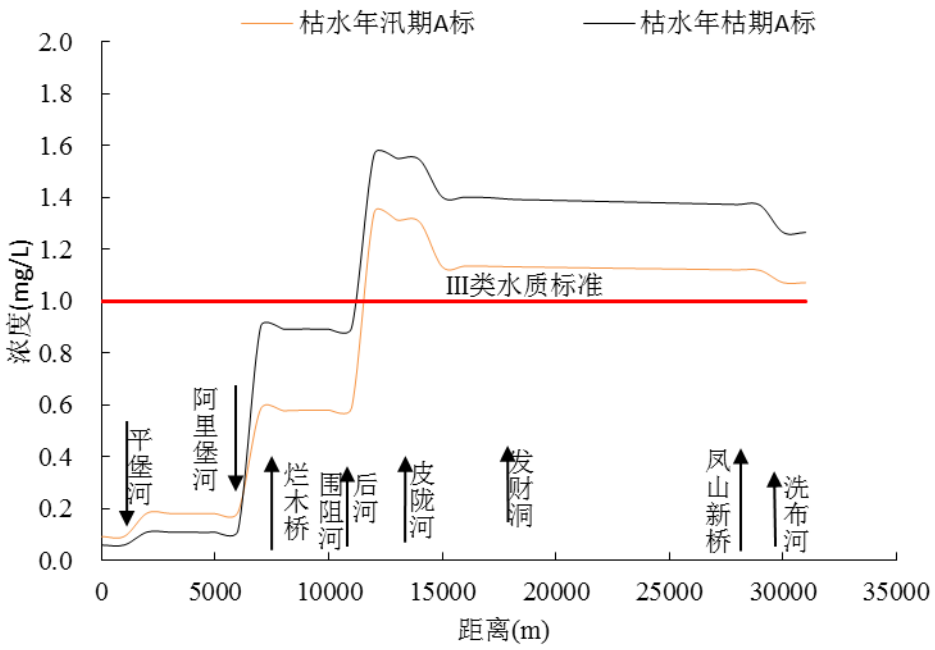


图 7.2.3-2 2030 年坝下游 NH_3-N 沿程变化

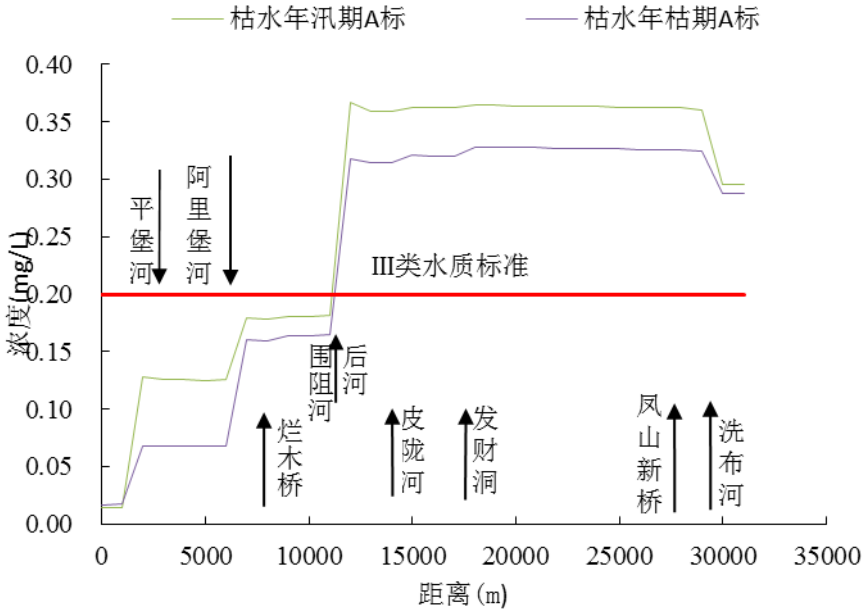


图 7.2.3-3 2030 年坝下游 TP 沿程变化

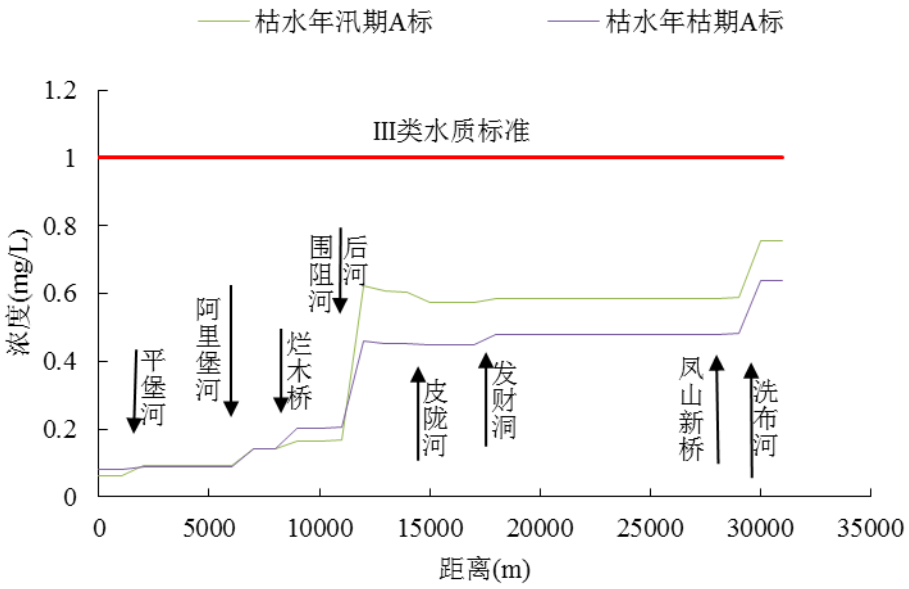


图 7.2.3-4 2030 年坝下游氟化物沿程变化

由预测结果可知，凤山新桥断面氨氮、总磷均出现超标情况，退水区有水质达不到相关水功能区划的风险。

7.3 环境风险防范措施

7.3.1 施工期环境风险防范措施

7.3.1.1 施工期废污水事故排放风险防范

为保证各废水处理系统设施正常稳定运行，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，即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）输水隧洞施工中，做好隧洞防渗措施，针对煤系地层开挖段位（Y2+657~Y2+820 段）和磷石膏堆场影响段，制定地下水风险事故应急响应预案，防止输水隧洞周围磷石膏堆放造成的淋滤液渗漏时，污染因子溶于地下水中并通过地下水的渗透作用入渗到输水隧道中，对输水水质产生影响。

（9）制定黑塘桥饮用水源保护区施工期环境污染事故风险应急预案，控制导流隧洞开挖废水对水源保护区水质的影响，结合导流隧洞开挖前对坝址下游供水管道的改造，在导流隧洞上游出口以上设置应急取水口或应急泵站，配套管线直接连接下游供水管道，作为施工期应急取水预案。

7.3.1.2 油料、炸药运输风险防范措施

（1）车辆运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，炸药运输不得将炸药和雷管混装运输，运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害。

（2）在存储燃料油的储灌可能漏油处如法兰、阀门和输油臂下部设托盘。

（3）在急弯、危险地段设置警示牌，提醒来往车辆慢开慎行，杜绝因车辆碰撞、侧翻导致石油类泄漏进而污染水体事件。

（4）加强装卸作业管理，装卸作业人员必须具备合格的专业技能，装卸作业机械设备的性能必须符合要求，在装卸作业场所的明显位置贴示“危险”警示标记，不断加强对装卸作业人员的技能培训。

7.3.2 运行期环境风险防范措施

7.3.2.1 水库水质污染风险防范措施

（1）总体措施

1）结合区域发展规划，制定凤山水库水质保护专项规划，实行目标责任制度，落实各项保护措施。

2）全面了解水库水质风险来源，依托水质监测和污染源监控计划，有针对性的对水源水质及其集水区内的风险源进行调查与监控。一旦在水库出现入库水

质严重超标或库区库周发生突发性污染事故，水质受到污染时，根据污染影响的范围，迅速做出停止取、供水的决定，并立即开展水质污染及污染事故发生原因的调查，采取防止污染扩散和降低污染的应急措施，使水库尽快恢复取、供水功能。

3）加强库区流域集中城镇生活污水治理，加快主要乡镇污水处理厂、湿地处理系统建设，做好运行管理，避免生活污水事故排放。

（2）工矿企业污染风险防范措施

1）库区集水区域应禁止引入重污染或存在重大环境风险的工矿企业，严禁在库区周边发展污染企业或工业园区。

2）加强对主要排污企业的环境监督管理，要求主要排污企业应制定《环境风险应急预案》，相关排污企业自身应考虑设置事故废水收集设施，暂存废水，对本单位产生的有关固体废物应按照环境保护要求妥善处置处理。

3）库区集水区域工矿企业自身应提高环保意识，加强管理，保证污水处理设施正常运转，不偷排、漏排，发现因管理不当造成水污染事故时应通知环保责任管理单位和水库管理机构，并协助调查处理。

（3）交通运输事故污染风险防范措施

1）协调有关交通道路管理单位，制定凤山水库周边交通公路、铁路环境风险应急预案。按照各自责任分别明确各自的应急救援机构、预防措施、应急工作规程及处置原则、应急体系及程序等。

2）在贵新高速跨越及伴重安江共约 2km 路段、G210 跨越及伴重安江路段约 3.42km 路段、湘黔铁路跨越及伴重安江段约 3km 路段设置警示标识牌，并完善伴河和跨河路段的路桥面径流收集系统、增加限速标识、防撞措施。

路面径流收集系统：a.在跨河桥梁底部悬挂纵向 PVC 管道，将桥面径流引至桥梁两端进行处置；b.桥梁两端各设置 1 处隔油沉淀池，路基段于填挖交界段的急流槽出口与路基排水沟汇合处、路基排水沟末端设置隔油沉淀池，排水沟应满足防渗要求；c.路基段晴天抽取隔油沉淀池中的积水，雨天视降雨量和池中水量及时抽取隔油沉淀池中的雨水运至非敏感水域排放，以保证隔油沉淀池有足够的容量蓄纳危化品运输事故时的路桥面径流。

防撞设施可设置加强加高型防撞护栏（砼）或双层加强型护栏（砼）。

设置警示标识牌和限速标识，提醒过往车辆减速并注意安全。

7.3.2.2 输水系统工程环境风险防范措施

（1）建立输水隧洞及管道水质监测系统，及时发现污染事故，并及时启动水质污染应急预案。加强输水管道水质管理系统的水环境保护和管理的现代化水平，具备处理突发性污染等紧急事故的能力。

（2）在水质污染潜在区域设置节制闸和退水闸，降低水质污染的影响范围。一旦发生污染事故，应视事故地点与管道节点位置关系，适当减少管道进水量或停止输水。同时，利用事故点上下的节制闸和退水闸配合排出污染水。根据污染物特性，及时对管道进行清洁处理，同时，及时处理管道排出的受污染水体，以免对环境造成影响。

（3）在明管、管桥附近有公路及村寨区段，设置警示标识牌，提醒过往车辆及居民此处有供水水源、注意保护输水建筑物，标志牌上说明应急联系方式。

7.3.3 **退水区域环境风险防范措施**

1）建立流域水质监测体系，对凤山水库所在重安江流域水质开展长期监测，核查水体达标方案及污染防治措施落实情况，制定环境风险应急预案，重点落实凤山水库蓄水与坝址下游水质稳定达标联动机制。

2）工业园发展应严格落实《瓮（安）福（泉）一体化园区发展规划（2013—2020）环境影响报告书》、《贵州省环境保护厅关于瓮（安）福（泉）一体化发展规划（2013~2020）环境影响报告书的审查意见的函》（黔环函[2016]191 号）中的相关要求，提出的园区企业准入要求，新建、扩建项目应符合产业政策，不得采用国家和地方淘汰的或禁止使用的工艺、技术和设备；入园企业清洁生产水平应达到国家清洁生产标准的国内先进水平，禁止建设存在重大环境安全隐患的工业项目。优化工业园区产业结构，在未有环境容量前，限制向工业园区现有产业新增供水，针对坝址下游退水河段设置水质实时监测断面，建立水库调度联防联控机制，根据水质监测情况，将区域限产限供与应急调度措施联动，待水质达标后再逐步恢复新增工业供水量，保障区域水质稳定达标。

3）针对工业园区工业园区、渣场渗漏制定风险应急预案，在发生工业园区污水处理设施及渣场溶泉渗漏点不能有效处理、磷化工企业工业废水不能全部回用，部分外排的情况下，制定应急预案，落实相应的应急处理设施、应急池及应

急物资。

4）按照《产业结构调整指导目录》规定，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。在本流域建立和完善工业废物、危险废物的收集、处理体系，控制工业“三废”对环境污染。做好因污染企业搬迁、倒闭、关停等遗留的工矿污染的治理。

5）建立健全凤山水库水质协调保护和风险防范机制，应由水库运行管理单位、地方政府、马场坪工业园管理单位、龙昌工业园管理单位、库区库周交通道路管理单位、以及工业园内主要排污企业等单位共同组成协调小组，共同制定凤山水库坝下水质污染风险应急预案。

6）城镇污水处理厂应结合城镇人口发展规模提前计划，与供水同步投入运行使用，有计划的的提高污水处理厂排放标准，加强节水及中水，减少生活污水排放量，确保相关工艺及处理规模能有效配套完善，同时应针对城镇生活废水不能达标排放及回用制定相应应急预案，落实相应的应急设施。

7.4 环境风险应急预案

本工程建设后主要存在的环境风险为库区和输水水质污染风险、黑塘桥饮用水水源保护区水质污染风险、退水区域水质污染风险，风险源主要为城镇污水处理厂事故排放、交通道路、工业园区工业废水排放、渣场渗漏事故排放等，主要针对上述风险事故制定应急预案，实施相关措施。本工程突发事故涉及贵州省福泉市、瓮安县，根据《国家突发公共事件总体应急预案》、《贵州省突发公共事件总体应急预案》相关要求和说明，确定本工程应急预案。

（1）应急计划区

本工程应急计划区包括：凤山水库坝址以上流域、主要供水管线沿线、退水区域河段。

应急事件包括：城镇污水处理厂事故排放、隧洞及管道渗漏、交通道路跨越入库河流段危险品运输车辆事故风险、工业园区工业废水事故排放、渣场渗漏事故排放。

（2）应急组织机构、人员

1）应急领导机构

应急总领导机构为贵州省黔南州人民政府突发公共事件应急委员会，由其作

为协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。地方应急领导机构应包括福泉市、瓮安县的分管环保的市长、县长、环保局及其他相关部门负责人组成。现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、主要风险源管理及企业单位分管环保的领导组成。

2）现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥，一般由环保局负责指挥。

3）应急救援人员

应急救援人员包括：

a、污染源控制组，主要负责现场抢险作业，及时控制事故污染源，由当地环保部门组成；

b、安全疏散组，负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由安全保卫人员和当地政府人员组成；

c、安全警戒组，负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入污染区，在人员疏散区域进行治安巡逻，有建设单位、当地公安部门负责；

d、物资供应组，负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由当地政府负责；

e、环境监测组，负责对水质、土壤进行环境应急监测，确定影响区域范围和污染物浓度，对事故造成的环境影响作出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染源提供依据，并负责对事故现场污染源的处置，由建设单位环境保护管理办公室和当地环保局负责；

f、专家咨询组，负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由建设单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织；

g、综合协调组，负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地宣传部门组成；

h、善后处理组，负责现场处置、污染物清理和善后工作，由当地政府相关部门组成。

应急程序见图 7.4-1。

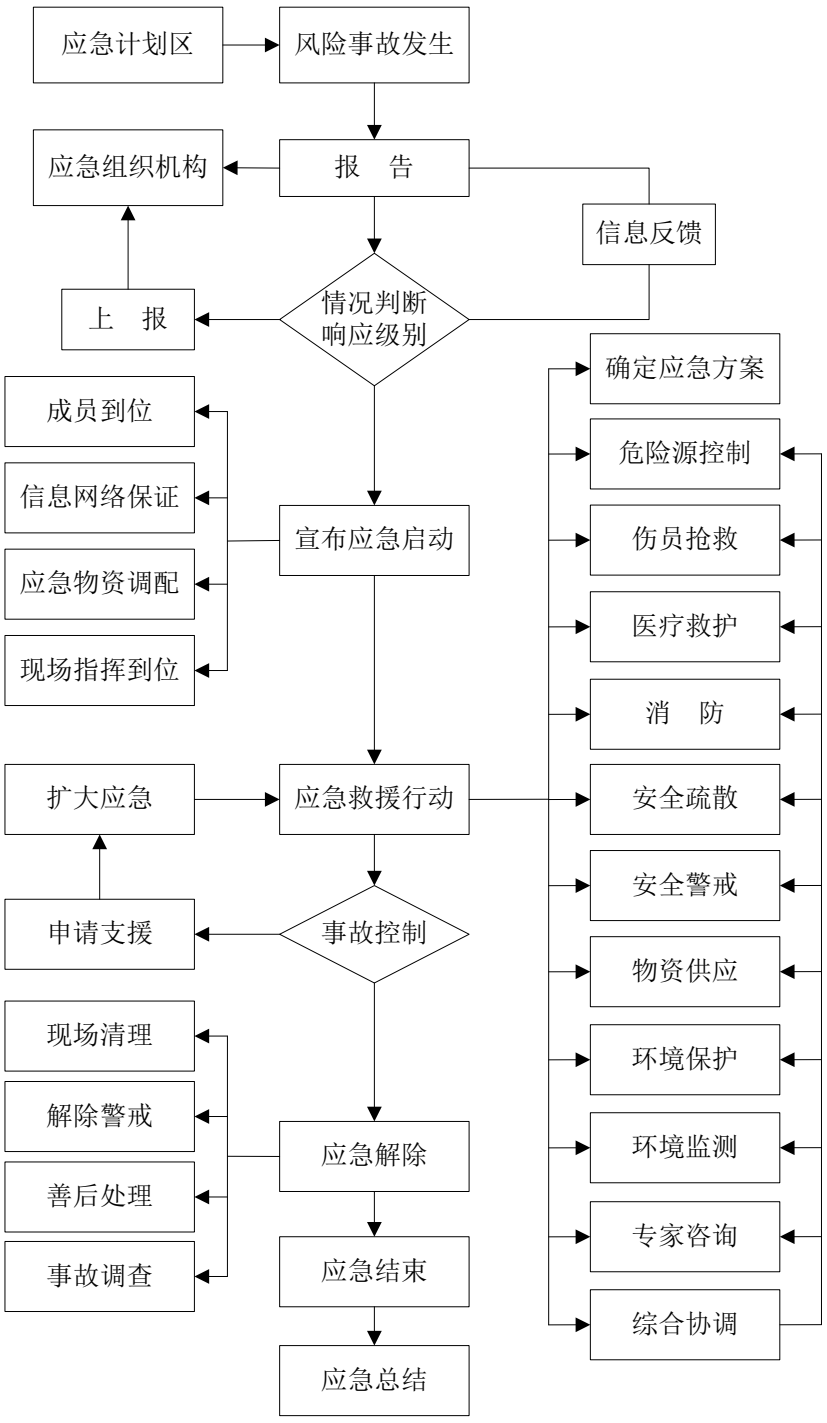


图 7.4-1　事故应急程序图

4）预案分级响应

事故分为以下4个等级：特别重大（I 级），重大（II 级），较大（III 级），一般（IV 级）。针对不同事故等级，试行分级响应。

事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，I 级、II 级响应：在事故应急领导机构的领导下，安排组织重、特大事故应急救援预案的组织和实施；组织

所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故险情，对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施；根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、救援工作灵活开展；根据现场险情，在技术支撑下，科学组织人员和物资疏散工作；现场应急指挥与经济领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，适时发布公告，将危及的原因责任和处理决定公布于众，接受社会的监督。III 级、IV 级响应：各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作，防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。

因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

5）应急救援保障

水库水质污染事故应急设备和器材包括：吸附剂、拦水沙包、污水收集系统、专用应急救援车辆、水质监测设备、无人机等。

6）通讯联络方式

a、应急通讯：应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系；现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系；应急过程中对讲机均使用同一频道；如无线通讯中断，应急领导机构和现场指挥可组织人员进行人工联络。

b、信息报送程序：发生水库水质污染事故时，必须及时上报，按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后，报告应急领导机构和其他相关部门、上级部门，报送方式采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

7）应急监督、救援及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场，对事故原因、性质进行初步分析、取样、送样、并做好样品快速检测工作，及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见，并发布应急监测简报，对事故出现后周围的防护距离、应急人员进出场的要求提供科学依据，确保总体掌握事故的全面情况。

8）应急防护措施

污染源控制组对事故现场进行调查取证，对事故发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。

安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制污染源，对污染源及时进行处理，防止污染扩散，减少二次污染机率，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

9）事故应急救援关闭程序与恢复措施

整个应急处置和救援工作完成后，即事件现场得到控制，事件条件已经消除；污染源的泄露或释放已降至规定限制以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证水库水质免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。

主要污染源企业、建设单位协同有关部门做好现场清洁与清理，消除致危因素。

善后处理组针对事故对水体、土壤造成的现实危害和可能的危害，提供处置建议等相关技术支持，并对事故现场和周边环境进行跟踪监测，直至符合国家环境保护标准。做好事故调查处理。

10）应急培训计划

为了确保应急计划的有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。

每年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

定期进行一次应急演习，在模拟的事故状态下，检查应急机构，应急队伍，应急设备和器材，应急通讯等各方面能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

11）公众教育和信息

对可能发生事故的企业、附近区域居民进行宣传教育，并发布相关信息。

8 环境管理与监测

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理目标

（1）保证各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

（2）预防污染事故发生，保证各类污染物合理回用或达标排放，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到相应的环境功能要求。

（3）生态破坏得到有效控制，并采取措施恢复原有的水土保持功能和生态环境质量。

8.1.2 环境管理机构的设置及任务

（1）工程建设期

凤山水库工程建设管理局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，在工程建设管理局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。

在工程筹建期及施工期内，其管理任务如下：

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

贯彻执行国家有关环境保护方针、政策及法规条例，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，

根据工程施工进度，提出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，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。

（2）工程运行期

在工程运行期，组建凤山水库工程管理局，下设枢纽管理处和输水工程管理处。

1）水库区

考虑到环境管理与工程运行管理的协调性和可操作性，在枢纽管理处下增设环境保护部。

在工程运行期，其任务如下：

①负责落实工程运行期各项环境保护措施。

②根据环境保护管理规定和要求，协同地方环保部门开展环境保护工作，参与库区蓄水前生态保护工作及库底清理工作。

③通过监测，掌握各环境因子的变化规律及影响范围，及时发现可能与工程运用有关的环境问题，提出防治对策和措施。

④制订库区生态与环境保护和建设规划方案，协同地方环保部门，开展库区生态恢复和环境保护建设工作。

⑤组织开展环保科研工作。

2）输水系统工程区

根据输水工程管理设计，运行期设立输水工程区管理处，隶属凤山水库工程管理局。考虑到环境管理与工程运行管理的协调性和可操作性，在输水工程管理处下增设环境保护办公室。其任务同水库区。

3）移民安置区

协同环境监理单位，监督库区移民安置环保措施执行情况，定期对安置区生态与环境、社会经济、公共卫生、文化教育状况等进行调查，必要时开展环境监

测工作，避免环境问题的发生。

8.1.3 环境管理制度

（1）环境质量报告制度

环境监测是获取工程区各环境因子变化情况的重要手段，是实施环境管理和环保竣工验收的主要依据。本工程的生态与环境监测由建设单位选择具有相应资质的单位，依照监测计划，对工程区环境质量状况定期进行监测。

工程的生态与环境监测实行月报、季报、年报制度，定期编制环境质量报告以及年审的制度，及时将监测结果上报建设单位，以便随时掌握工程区环境质量状况，并以此为依据制定和调整工程区域环境保护措施。

（2）“三同时”验收制度

防治污染的设施执行“三同时”制度，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。

（3）宣传、培训制度

环境管理机构应经常通过宣传栏、展览会、专题讲座等多种途径向工程技术人员宣传，增强环保意识，使他们自觉的参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为；定期组织培训班、交流会对工程管理人员进行环境管理、环境保护方面的培训，提高环境管理水平。

（4）污染事故预防和处理制度

工程施工和运行期间，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，并报告建设单位环保部门与当地环境保护行政主管部门。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处罚。

8.2 环境监理

8.2.1 环境监理范围

工程环境监理范围包括水源枢纽工程区、输水系统工程区、移民安置区。

8.2.2 岗位职责

在凤山水库工程的建设过程中，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环境监理工程师认为是渎职者、不能胜任环保工作或玩忽职守的环境管理工作人员。

8.2.3 环境监理组织方式

（1）工作记录制度

环境监理工程师根据工作情况作出工作记录（监理日记），重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，指出存在的环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，提出处理意见及处理结果。

（2）监理报告制度

监理工程师应组织编写环境监理工程师的月报、季度报告、半年报告、年度监理报告以及承包商的环境月报，报建设单位环境管理办公室。

（3）函件往来制度

监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，应下发问题通知单，通知承包商及时纠正或处理。监理工程师对承包商某些方面的规定或要求，一定要通过

书面的形式通知对方。有时因情况紧急需口头通知，随后必须以书面函件形式予以确认。

（4）环境例会制度和会议纪要签发制度

每月召开一次环保会议。在环境例会期间，承包商对本合同段本月的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标段的境保护工作进行全面评议，会后编写会议纪要并发给与会各方，并督促有关单位遵照执行。

重大环境污染及环境影响事故发生后，由环境总监理工程师组织环保事故的调查，会同建设单位、地方环境保护部门共同研究处理方案下发给承包商实施。

8.2.4 环境监理工作内容

8.2.4.1 水源枢纽区、输水系统工程区

（1）生活供水：为了保证施工期间水源不受污染，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。

（2）生产废水处理：对生产废水处理措施、设施进行监督检查，确保承包商及各施工单位产生的生产废水进行处理后综合利用或达标排放。

（3）生活污水处理：检查生活污水处理设施运行情况及处理效率，确保经过处理的生活污水达标排放。

（4）固体废弃物处理：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。

（5）环境空气污染防治：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。

（6）噪声控制：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。对固定噪声源必须安装消音器，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。

（7）生态环境保护：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。

（8）其他生态保护措施：协调主体工程监理对下泄流量保证措施、集运鱼设施、增殖放流站建设实施监理工作。

8.2.4.2 移民安置区

（1）审查实施单位在总进度和年度计划下的环保设施施工组织设计和进度计划。

（2）在安置点及复建道路建设过程中检查和督促计划的实施，确保“三同时”制度得到执行。

（3）对环保设施是否按批准的规划及批复的环境影响报告书设计标准进行施工。

（4）对环保资金的使用、去向与环保措施实施进度进行控制。

（5）参加由实施单位组织的初步验收和由业主或上级主管部门主持的竣工验收活动。

8.2.5 环境监理工作制度

（1）工作记录制度

环境监理工程师根据工作情况做出工作记录(监理日记)，重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，指出存在的环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，提出处理意见及处理结果。

（2）监理报告制度

监理工程师应组织编写环境监理工程师的月报、季度报告、半年报告、年度监理报告以及承包商的环境月报，报建设单位环境管理办公室。

（3）函件往来制度

监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，应下发问题通知单，通知承包商及时纠正或处理。监理工程师对承包商某些方面的规定或要求，一定要通过书面的形式通知对方。有时因情况紧急需口头通知，随后必须以书面函件形式予以确认。

（4）环境例会制度和会议纪要签发制度

每月召开一次环保会议。在环境例会期间，承包商对本合同段本月的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标段的环境保护工作进行全面评议，会后编写会议纪要并发给与会各方，并督促有关单位遵照执行。

重大环境污染及环境影响事故发生后，由环境总监理工程师组织环保事故的调查，会同建设单位、地方环境保护部门共同研究处理方案，下发给承包商实施。具体环境监理内容详见表 8.2.5-1。

表 8.2.5-1　　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、输水系统工程施工区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。 ——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 隧洞废水处理情况 ——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

项目	内容
	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 ——环境空气保护 洒水车、施工人员劳动保护、施工区绿化情况 ——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 ——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 ——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。 ——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。 ——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

8.2.6 环境监理机构和工作方式

根据工程规模和施工规划，施工期环境保护监理部门拟设专职监理人员 1 人、兼职人员 1～2 人。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据，发现问题后，立即要求承包商限期治理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

8.2.7 环境监理组织保障体系

建立健全完善的环境监理组织保障体系，是贯彻执行环境保护方针、政策、法律、法规、环保条款、管理办法等的需要和重要保证环节。环境监理工作具有相对的独立性，环境监理组织保障体系需要配备专职的机构和专业素质较高的专职人员。同时，环境监理又属于工程管理范畴，并且是环境管理的一个重要组成部分，因此环境监理机构的设置必须与工程管理机构、环境管理机构等统一起来，只有这样，才能最大程度地发挥环境监理工程师的作用，才能使整个管理体系处于最佳动作状态，使环境监理更好的融入工程和环境管理之中。

8.3 环境监测

8.3.1 环境监测目的和原则

（1）监测目的

1）掌握工程区环境的动态变化，为施工期和运行期环境污染控制、环境管理以及重安江的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）验证环境影响评价结论的正确性和可靠性。

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。

（2）监测原则

1）与工程建设紧密结合的原则

环境监测系统的主要任务之一是为工程的环境保护服务。因此，监测系统的范围、对象和重点应结合工程施工和运行特点，全面反映工程施工和运行过程中周围环境的变化，以及环境变化对工程施工和运行的影响。

2）针对性原则

根据环境现状、环境影响预测评价结果及环境保护措施的需要，选择影响显著、具有代表性的主要因子进行监测，合理选择测点和监测项目，并根据工程运行的实际影响情况，对监测点和监测项目进行适当的调整或增减。

3）经济性与可操作性原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足本监测系统主要任务为前提，尽量利用附近现有监测机构，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

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，分期分步建立，逐步实施和完善。

8.3.2 施工期环境监测计划

8.3.2.1 水环境监测

（1）水源枢纽工程区

枢纽工程施工期水环境监测内容包括砂石加工系统废水、含油废水、生活污水、生活饮用水、地表水和地下水等 6 部分。

① 砂石加工系统废水

监测点布设：砂石加工系统冲洗废水处理设施进水口和出水口，各布设 1 个监测点。

监测项目：pH、SS、流量。

监测频率：在砂石加工系统正常运行时，每年监测 3 期，每期监测 3 天，每天取样 4 次。

监测时间：施工期 4 年，监测 12 期。

监测方法:《地表水和污水监测技术规范》（GB/T91-2002）规定的监测方法。

结果处理：每次监测任务完成后，监测承担单位均需编制监测报告，内容包括监测成果表(附监测方法)及水质状况分析评价结果。监测报告由本工程环境管理机构统一管理。

② 混凝土拌合系统废水

监测点布设：混凝土拌合系统冲洗废水处理设施排放口各布设1个监测点，共1个监测点。

监测项目：pH、SS、流量。

监测频率：在混凝土拌合系统正常运行时，每年监测3期，每期监测3天，每天取样4次。

监测时间：施工期4年，监测12期。

③ 含油废水

监测点布设：含油废水排放口，布设 1 个监测点。

监测项目：pH、石油类。

监测频率：每年监测 3 期，每期监测 3 天，每天取样 2 次。

监测时间：施工期 4 年，监测 12 期。

监测方法:《地表水和污水监测技术规范》（GB/T91-2002）规定的监测方法。

④ 生活污水

监测点布设：施工营地生活污水处理设施排放口设置 1 个监测点。

监测项目：pH、COD、BOD、NH_3-N、TP、污水流量、SS、动植物油等 8 项。

监测频率：每年监测 3 期，每期监测 3 天，每天 2 次。

监测时间：从工程准备期至主体工程施工期 4 年，共监测 12 期。

监测方法:《地表水和污水监测技术规范》（GB/T91-2002）规定的监测方法。

⑤ 生活饮用水卫生监测

监测点的布设：生活区供水水源出水口布设 1 个监测点。

监测项目：按《生活饮用水卫生标准》（GB5479-2006）进行监测，包括色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、铁、锰、铜、锌、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群，共 17 项。

监测频率：每年监测 3 期，每期监测 2 天，每天取样 2 次。

监测时间：从工程准备期至主体工程施工期 4 年，共监测 12 期。

监测方法：按照《生活饮用水水质卫生规范（2001）》规定的方法进行监测分析。

⑥ 地表水监测

监测断面布设：分别在坝址上游 500m 处、坝址下游 1km、坝址下游 3.1km 昇仙桥（洒金谷省级风景名胜区内）各布设 1 个监测断面，共 3 个监测断面。

监测内容：水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD、NH_3-N、TP、TN、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、铁、锰、悬浮物等 19 项。

监测频率：每年监测 3 期（丰水期、平水期、枯水期），每期连续监测 3 天。

监测时间：从工程准备期至主体工程施工期 4 年，共监测 12 期。

监测方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91—2002）的规定方法执行，样品分析按照《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）方法执行。

⑦ 地下水监测

监测点的布设：坝址区鱼酉村泉水点设置一处监测点。

监测项目：流量、pH、高锰酸盐指数、总硬度（以 $CaCO_3$ 计）、溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐（以 N 计）等 9 项。

监测频率：每年监测 2 期（枯水平和丰水期），每期监测 2 天，每天取样 2 次。

监测时间：工程准备期至工程完建 4 年，共监测 8 期。

监测方法：按照《地下水质量标准》（GB/T14848-93）和《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164－2004）执行。

表 8.3.2-1　　水源枢纽工程区施工期水环境监测统计表

项目	断面（点位）	内容	频率	时间
砂石加工系统废水	废（污）水处理设施排放口排放口	pH、SS、流量	3 期/a，3 天/期	施工期，共 12 期
混泥土拌合废水		pH、SS、流量	3 期/a，3 天/期	施工期，共 12 期
含油废水		pH、石油类	3 期/a，3 天/期	施工期，共 12 期
生活污水		pH、COD、BOD_5、NH_3-N、TP、SS、动植物油、污水流量等 8 项	3 期/a，3 天/期	施工期，共 12 期
生活饮用水	生活区供水水源出水口	色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、铁、锰、铜、锌、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群等 17 项。	3 期/a，3 天/期	施工期，共 12 期
地表水	坝址上游 500m 处、坝址下游下游 1km、坝址下游 2.5km 昇仙桥	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD、NH_3-N、TP、TN、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、铁、锰、悬浮物等 19 项	3 期/a，3 天/期	施工期，共 12 期
地下水	鱼酉村泉点	流量、pH、高锰酸盐指数、总硬度（以 $CaCO_3$ 计）、溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐（以 N 计）等 9 项。	2 期/a，2 天/期	施工期，共 8 期

（2）输水系统工程区

输水系统工程施工期水环境监测内容包括砂石加工系统废水、隧洞开挖废水、地表水和地下水等4部分。

① 混凝土拌合系统废水

监测点布设：一级、二级、三级泵站混凝土拌合系统冲洗废水处理设施排放口各布设1个监测点，共3个监测点。

监测项目：pH、SS、流量。

监测频率：在混凝土拌合系统正常运行时，每年监测3期，每期监测3天，每天取样4次。

监测时间：施工期3年，监测9期。

② 隧洞开挖废水

监测点布设：有压隧洞、无压隧洞开挖废水排放口各设1个监测点，共布设2个监测点。

监测项目：pH、SS、石油类。

监测频率：每年监测1期，每期监测1天，每天取样3次。

监测时间：从工程准备期至主体工程施工期3年，共监测3期。

③ 地表水监测

监测断面布设：分别平堡河、皮陇河汇口上游500m 各布设1个监测断面，共2个监测断面。

监测内容：水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD、NH_3-N、TP、TN、氟化物、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、铁、锰、悬浮物等19项。

监测频率：每年监测3期（丰水期、平水期、枯水期），每期连续监测3天。

监测时间：从工程准备期至主体工程施工期3年，共监测9期。

④ 地下水监测

监测点的布设：有压隧洞附近平堡村泉、老沙田泉、都田村泉、金竹坪泉、高寨坪泉、腊田坝泉各设置一处监测点，共计6个监测点位。

监测项目：水位、流量、pH、高锰酸盐指数、总硬度（以 $CaCO_3$计）、溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐（以 N 计）、总磷、氟等11项。

监测频率：每年监测3期，每期监测2天，每天取样2次。

监测时间：工程准备期至工程完建3年，共监测9期。

表 8.3.2-2　　输水系统工程施工期水环境监测表

项目	断面（点）	内容	频率	时间
混凝土拌合系统废水	废（污）水处理设施排放口排放口	pH、SS、流量	3 期/a，3 天/期	施工期，共 9 期
隧洞开挖废水		pH、SS、石油类	1 期/a，3 天/期	施工期，共 9 期
地表水	平堡河、皮陇河汇口上游 500m	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD、NH_3-N、TP、TN、氟化物、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、铁、锰、悬浮物等 19 项	3 期/a，3 天/期	施工期，共 9 期

地下水	平堡村泉、老沙田泉、都田村泉、金竹坪泉、高寨坪泉、腊田坝泉	水位、流量、pH、高锰酸盐指数、总硬度（以 $CaCO_3$ 计）、溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐（以 N 计）、总磷、氟等 11 项。	3 期/a，2 天/期	施工期，共 9 期

8.3.2.2 环境空气监测

（1）监测点布设

结合《环境监测技术规范》的要求、根据凤山水库工程施工与周围环境的关系，水源枢纽工程区布设 3 个监测点，分别在桐油坪、猫猫营、月亮坡居民点布设，输水系统工程区布设个 2 个监测点，分别在山郎朴、艳山红居民点布设。见表 8.3.2-3。

（2）监测内容

TSP 日均值、NO_2 小时值和日均值和 PM_{10} 日平均浓度。

（3）监测频率

工程正常施工期，每年监测 2 期，每期连续监测 3 天。

（4）监测时间

水源枢纽工程区施工期 4 年，监测 8 期。输水系统工程区施工期 3 年，监测 6 期。

（5）监测方法

按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）表 2 各项污染物分析方法进行。

（6）结果处理

每次监测任务完成后，监测承担单位均需编制监测报告，内容包括监测成果表(附监测方法)、环境空气状况的评价结果。监测报告由本工程环境管理机构统一管理。

表 8.3.2-3　　水源枢纽工程区环境空气监测设计统计表

施工区	监测点位	内容	频率
水源枢纽区	桐油坪、猫猫营、月亮坡、小寨居民点	TSP、NO_2、PM_{10}	2 期/a，3 天/期
输水系统工程区	山郎朴、艳山红居民点		

8.3.2.3 噪声监测

（1）监测点布设

根据凤山水库工程施工期噪声源布置位置及与周围环境的关系，水源枢纽工程区布设 3 个监测点，分别在桐油坪、猫猫营、月亮坡居民点，输水系统工程区布设 3 个监测点，分别在山郎朴、艳山红、沙子坎居民点布设，见表 8.3-4。

（2）监测频率

施工期每年监测 3 期，每期监测 2 天。

（3）监测内容

监测内容是等效声级：L_{Aeq}。

（4）监测方法和监测仪器

监测方法按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）的要求进行。

（5）结果处理

每次监测任务完成后，监测承担单位均需编制监测报告，内容包括监测成果表(附监测方法)、声环境状况的评价结果。监测报告由本工程环境管理机构统一管理。

表 8.3.2-4　　凤山水库工程声环境监测设计统计表

施工区	监测点位	内容	频率
水源枢纽区	桐油坪、猫猫营、月亮坡居民点	L_{Aeq}，道路沿线居民点同时统计车流量	3 期/a，2 天/期
输水系统工程区	山郎朴、艳山红、沙子坎居民点		

8.3.2.4 人群健康调查

（1）建档及疫情普查

为预防施工区传染病的流行，在施工人员进驻工地前，各施工单位应对施工人员进行全面的健康调查和疫情建档，健康人员才能进入施工区作业。

调查和建档内容主要包括年龄、性别、健康状况、传染病史、来自的地区等。普查项目为：结核病、传染性肝炎、细菌性痢疾，外来施工人员还应检查来源地传染病等。

（2）疫情抽查及预防计划

在施工期内，根据疫情普查情况定期进行疫情抽样检疫。疫情抽查的内容主要为当地重点防控的肝炎、痢疾等消化道传染病，结核病等呼吸道疾病，发现病情应立即采取隔离措施并及时进行治疗。

按施工期每年春季检疫一次，检疫人数按施工高峰期施工人员的 10%计。

（3）鼠类及鼠密度监测

监测点布设：水源枢纽工程区施工营地和业主营地各设置一个监测点。

监测内容：鼠的种类及其密度。

监测频率：每年捕鼠 2 期（夏季和冬季各 1 次），每期连续捕鼠 5 天。

监测时间：从工程准备期至工程完建期 3 年，共调查 6 期。

监测方法：每个监测点每次监测至少应在室内布放 150 有效夹次，晚上布放，清晨回收，由此统计施工区鼠的种类和密度。

8.3.2.5 陆生生态调查监测

（1）调查范围

工程施工征地红线外延 500m、弃渣场、料场和对外交通公路中心线两侧 200m 范围之内，在各点位根据陆生生物组成设置固定样线 2～3 条，根据各样线群落面积确定设置的样地数量，着重调查植物的垂直和水平分布、植物物种，统计兽类、鸟类、两栖类、爬行类的物种出现率。

（2）调查内容

调查动植物区系组成、分布及其特点、种群数量、生物多样性的变化，植被恢复措施执行情况。重点是施工征地红线范围内的动植物组成、植被破坏及覆盖率等。

（3）监测频率及时间

根据本工程施工规划及进度安排，在水库蓄水前调查一次。

（4）调查方法

调查方法采用 3S 技术、样线调查、样方调查、民间访问和市场调查等方法。

8.3.2.6 水生生物调查调查

（1）调查断面布设

水生生物监测规划布设 3 个监测断面，即在重安江干流库尾、坝址下游下游 1km、坝址下游 2.5km 昇仙桥（洒金谷省级风景名胜区内）各布设一个断面。鱼类资源调查以区域性调查为主，调查范围为重安江干流凤山水库库尾至跨岩电站坝址区间河（库）段，以及重安江的主要支流平堡河、阿里堡河、后河、围阻河，不设置固定监测断面。

（2）调查内容

调查本河段水生生物及鱼类的种群（或种类）、现存量（包括生物量、数量

或密度)、优势种、地区分布、生态习性、经济价值等，重点调查施工活动对国家保护鱼类以及特有和珍稀鱼类的影响。

（3）监测频率及时间

本工程施工期内每年开展 1 期 2 次监测，分别在鱼类繁殖期(5 月)、肥育期(9 月)。

（4）调查方法

根据《水库渔业资源调查规范》和《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》推荐的方法进行采样和鉴定。

8.3.3 运行期环境监测计划

8.3.3.1 水环境监测

（1）常规水质监测

1）监测断面布设

常规水质监测断面布设：凤山水库上下游设置 5 个水质监测断面，分别在黄丝支流、干流水库库尾、坝址上游 500m、发电厂房尾水下游、一级泵站处各布设一个断面。受水区设置 3 个断面，在阿里堡河汇口前、后河汇口前各设 1 处监测断面，在雍阳河断面设置 1 个断面。

2）监测内容

监测项目：水温、pH、悬浮物、溶解氧、生化需氧量、高锰酸盐指数、NH_3-N、硝酸盐、亚硝酸盐、总氮、总磷、总铅、六价铬、氰化物、总镉、石油类、挥发酚、总砷、总汞、粪大肠菌群共 20 项。

3）监测频率

水库上下游 5 个断面每 2 月进行一期监测，每期连续监测 3 天。受水区供水后每年丰、平、枯三个水期各监测 1 次。

4） 监测时间

水库蓄水后的前 3 年，第 4 年及以后根据实际进行优化调整。

（2）在线水质监测

1）监测断面布设

共布设 2 个监测断面，监测断面为干流库尾、坝前断面。

2）监测内容

水温、pH 值、电导率、溶解氧、浊度、氨氮等 6 项。

3）监测频率：实时监测

表 8.3.3-1　　凤山水库水环境监测计划一览表

监测类别	监测点位	监测项目	监测时段及频率
常规水质监测	黄丝支流、干流水库库尾、坝址上游 500m、发电厂房尾水下游、一级泵站、阿里堡河汇口前、后河汇口前、雍阳河断面	水温、pH、悬浮物、溶解氧、生化需氧量、高锰酸盐指数、NH_3-N、硝酸盐、亚硝酸盐、总氮、总磷、总铅、六价铬、氰化物、总镉、石油类、挥发酚、总砷、总汞、粪大肠菌群共 20 项。	凤山水库上下游 5 个断面单月监测，一年 6 次，受水区每年丰平枯监测 3 次
在线水质监测	干流库尾、坝前断面	pH 值、电导率、溶解氧、COD、氨氮、总磷 6 项。	实时监测

（3）底泥监测

监测点位：坝址前 500m 处设一个监测点，共计 1 个监测点。

监测项目：pH、总氮、总磷、镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、铁、锰等 13 项。

监测时间及频次：工程运行后三年内，每年监测两次。

（4）库区及坝下水温自动监测

1）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境、水生生态的影响、分层取水措施水温恢复效果提供基础资料。

2）断面布置

① 布设原则

能较好控制入库水温以及库区水温结构变化，并与水位、流量、泥沙等水文观测断面相结合，便于实施和管理。采取在线连续观测相结合的方式。

② 观测断面及垂线布设

自动观测断面为坝前和坝下发电尾水下游。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；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，通过建设单位数据接收终端收集观测数据。

库区水温和坝前水温观测采取在线连续观测的方式，与主体工程环境监测结

合开展。

（4）下泄生态流量监控

1）监控目的

为确保生态流量下泄措施的有效运行，需对工程在不同阶段的下泄流量进行实时监控，同时可为生态流量对下游水环境、水生生态及河道景观的影响与效果研究提供基础资料。

2）监控断面布设

考虑到本工程规划建设有水情自动测报系统对施工期和运行期进行水文观测，因此，根据工程施工期和运行期的生态流量泄放措施方案，并结合水情自动测报系统中水文站和水位站规划布设情况，拟在坝下约 1km 处、结合水文站设坝区生态流量自动监测系统。

3）监控方案与技术要求

综合比较目前较常用的流量测量方法，初拟采用缆道流速仪法和 H-ADCP 测流仪相结合的方式进行生态流量在线监控，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的监控要求，生态流量监测系统需在蓄水前安装完成。

（5）地下水监测

监测点布设：在平堡村泉、老沙田泉、都田村泉、金竹坪泉、高寨坪泉、腊田坝泉各设 1 个地下水水质监测点。共计 6 个监测点。

监测项目：水位、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、铬（六价）、铅、总大肠菌群、氯化物、硫酸盐共 19 项。

监测时间及频次：每年监测 1 次。

8.3.3.2 陆生生物调查监测

（1）调查范围

调查范围为凤山水库库周、枢纽工程占地区、渠系工程占地区，各点位设置固定调查样线 3~5 条，各样线设置固定乔木、灌木和草本样方 3~5 个，两栖类和

小型兽类也将设置一定数量的样方进行调查。

（2）调查内容

调查陆生动植物区系组成、分布及其特点、种群数量、生物多样性的变化，植被恢复措施执行情况。

不同区域调查的侧重点有所不同：工程建设影响区主要对各种临时占地区、办公及生产生活区、新建公路两侧、渣场等区域的植被恢复措施执行情况、效果及植被覆盖率等情况进行观测和监测。库周区主要对库区涉及乡镇的受淹植被、陆生植被覆盖情况进行观测与监测。陆生动物重点观察分布于库周的国家保护动物的种群、数量的变化。

（3）监测频率及时间

水库运行后第 2 年和第 5 年各调查 1 次，并且根据环境影响后评价实时调整。

8.3.3.3 水生生态调查监测

（1）工程河段水生生态调查

1）调查断面布设

布设 3 个调查断面，分别为库尾、坝址坝前以及坝址下游 5.6km 阿里堡河汇口（洒金谷省级风景名胜区内）各布设一个断面。鱼类资源调查以区域性调查为主，调查范围主要为凤山水库库区、以及干支流栖息地保护河段范围，不设置固定监测断面。

2）调查内容

水生生物调查：浮游动物、浮游植物、底栖动物、大型水生植物的种群（或种类）、现存量（包括生物量、数量或密度）、优势种、地区分布、生态习性、经济价值等；并且增加大坝下游水体溶解气体含量。

鱼类调查：鱼类的种类组成、优势种类、分布、生活习性、年产量、饵料来源、鱼类三场分布位置、生态条件等，鱼类区系历史变化情况；特别是珍稀保护和特有鱼类的种类、数量变化情况。

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、繁殖时间和频次。

3）调查频率及时间

工程竣工后，根据鱼类资源现状以及增殖放流对象的调整，制定进一步的长期监测计划。初步在水库运行每 2 年进行一期水生生物监测，每期监测开展分别在鱼类繁殖期(5 月)、肥育期(9 月)进行。

4）调查方法

根据《水库渔业资源调查规范》和《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》推荐的方法进行采样和鉴定，并且对鱼类采取现场撒网捕捞、附近居民和市场上的渔获物等进行访问调查。

（2）增殖放流效果调查

为了使鱼类人工增殖放流达到预期效果，必须进行放流效果的评价，即所有物种的人工增殖放流必须进行部分或全部标志或标记。对放流效果进行评估，根据评估结果调整增殖放流计划。

1）调查点位

为调查凤山水库增殖放流活动对恢复水生生态环境的效果，需对水库蓄水前后的水生生态环境变化进行监测，监测点位包括水库库尾、坝下河段等 2 个点位。

2）调查时间

鱼类放流后连续 3 年进行标记鱼的回捕调查。

3）调查内容

调查内容包括放流鱼类的种类组成、种群结构、种群资源量，水库蓄水前后的对比，反映增殖放流后对工程河段上下游的鱼类种类和资源量的改善作用。

（3）过鱼效果监测

水库蓄水后应开展过鱼效果的观测评估，包括进口水流条件、过鱼效率等观测评估等。

1）进口观测评估

主要内容有：

观测评估在各种运行情况和尾水条件下，鱼类是否都能聚集在进口附近。

进口的光、色、水流条件和影响鱼类寻找进口的其它因素。

下游水位涨落对进口水流条件和鱼类寻找进口的影响。

记录最有利的进鱼条件、进口水流、水深、光色，进鱼量最大的时间和季节。

进行标志投鱼试验，估算正常运行情况下的进鱼比例。

2）过鱼效果评估

对进入集鱼系统的鱼类种类鉴定及统计，并测量其体长、体重及性腺发育情况。

通过监测数据，对日进鱼量、日内各小时进鱼量、各月进鱼量及年进鱼量进行统计，通过水库不同运行工况下的监测数据，对不同运行工况与过鱼数量的相关性和影响程度进行分析和评价。

（4）栖息地保护及修复效果监测

1）调查点位

为调查凤山水库栖息地保护及修复对恢复水生生态环境的效果，需对栖息地保护后水生生态环境变化进行监测，监测点位包括水库库尾、坝下河段等 2 个点位。

2）调查时间

栖息地保护及修复后每 2 年进行一期监测。

3）调查内容

调查内容包括栖息地保护及修复河段水生生物，鱼类的种类组成、种群结构、种群资源量，鱼类“三场”变化情况，反映栖息地保护及修复河段鱼类种类、资源量和繁殖栖息的改善作用。

（5）生态调度效果监测

为了使生态调度达到预期效果，必须进行生态调度的水生生态学效益进行监测评价。对坝址下游鱼类繁殖栖息的恢复效果进行评估，根据评估结果调整生态调度过程措施。

1）调查断面布设

鱼类资源调查以区域性调查为主，调查范围主要为坝址下游至阿里堡河汇口范围，不设置固定监测断面。

2）调查内容

目标鱼类调查：鱼类的种类组成、优势种类、分布、生活习性、年产量、饵料来源、鱼类三场分布位置、生态条件等，鱼类区系历史变化情况；特别是珍稀保护和特有鱼类的种类、数量变化情况。

繁殖期鱼类所需水文特征监测：鱼类产卵场所需水文要素（温度、流速、水位）、产卵场的分布与规模、繁殖时间和频次。

3）调查频率及时间

工程建设运行后，每年进行监测，根据情况调整生态下泄流量曲线。

8.3.3.4 泵站运行噪声监测

监测点布设：在一级、二级、三级提水泵站各设置 1 个监测点，共 3 个。

监测项目：昼夜等效声级。

监测频率：运行期内每 3 年监测 1 次，每次 2 天，每天 24 小时昼夜等效声级。

监测方法；按《声环境质量标准》GB3096-2008 规定的方法执行。

8.3.4 移民安置区环境监测计划

（1）水环境监测

1）移民安置区生活饮用水水质

监测点布设：在集中居民点安置点生活用水引水末端分别布设 1 个生活饮用水监测点。

监测项目：按《生活饮用水卫生标准》（GB5479-2006）进行监测，包括色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、铁、锰、铜、锌、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群，共 17 项。

监测频率与时间：移民搬迁安置后监测 1 年，每季度监测 1 次，并作卫生学评价。

2）集中安置点生活污水监测

监测点：选择集中安置点的污水排放口布设生活污水监测断面。

监测项目：化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总大肠菌群等 4 项。

监测时段和频次：每年监测一次，至建成后第 3 年止。

（2）人群健康监测

监测对象：集中安置移民。

监测内容：移民搬迁影响的可能传染病，如病毒性肝炎、痢疾、肺结核、流行性乙脑、流行性腮腺炎、流行性脊髓膜炎、伤寒和流行性出血热等。安置区鼠类密度及蚊虫孳生情况，并抽样监测鼠类带病菌情况。

监测时间：搬迁前应进行人群健康普查 1 次。考虑到当地原来无明显地方性疾病和异常的传染性疾病发生，后期的人群健康跟踪监测可纳入当地农村或城镇医保体系统筹规划，由有关的医疗机构进行跟踪监控。

8.4 竣工环保验收

依据《建设项目竣工环境保护验收管理办法》，结合分阶段环境保护工程实施要求，凤山水库工程环境保护验收计划如下：

（1）筹建期阶段环境保护工程验收

主要验收内容为筹建期实施的工程项目以及主体工程施工期环境保护工程土建工程，如砂石料废水处理系统土建工程、混凝土废水处理系统土建工程、施工营地、业主营地等生活污水处理系统土建工程、施工工厂废水处理系统土建工程、施工隧洞口废水处理系统土建工程等，以及施工区和场内道路的水土保持防护措施。本部分环保工程在筹建期后期进行验收。

（2）施工期阶段（蓄水前）环境保护工程验收

1）施工期部分环境保护工程土建工程验收

施工期阶段环境保护工程验收主要是针对施工期内须开展建设的环境保护工程进行验收，以落实和督促其按要求及时建设，如鱼类增殖放流站、下泄流量措施、环境监测和生态调查情况等。

2）施工期环境保护工程运行阶段验收

主要是针对施工期间已实施的环境保护工程的运行情况进行阶段验收，如施工废水处理系统运行情况验收、生活营地污水处理设施运行情况验收、施工迹地临时修复措施验收、垃圾收集和处理情况验收、库底清理等等。

（3）工程竣工环境保护工程验收

根据《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的要求，项目建设与环境保护应实行“三同时”，并应在交付使用 3 个月内申请进行环境保护设施的验收。本项目竣工环境保护验收汇总见表 8.4-1。

表 8.4-1　　工程竣工环境保护验收主要内容一览表

时段	项目		措施内容	达到的效果
水源枢纽工程区				
施工期	废水	生活污水	2 处生活营地一体化污水处理设施	废污水不外排

		生产废水	砂石加工系统废水、混凝土拌合系统废水、含油废水经处理后综合利用	
	废气	道路扬尘、燃油废气	加强燃油机械的保养、场内施工道路定期洒水	执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准，无组织排放执行无组织排放监控浓度限值。
	噪声	施工噪声	施工期选用低噪声的设备和机械、设立警示牌	居民点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
	固体废物	生活垃圾	营地生活区和施工区设置垃圾桶，定期外运至福泉市垃圾填埋处理场处置	及时清运，保持该区清洁卫生
		废渣	运至指定渣场堆放	及时清运
	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。	满足相关要求
试运行期	水质保护		库底清理、划定水源保护区、库区集水区污染物消减和治理	保护库区水质
	陆生生态		施工迹地生态恢复	尽量减少破坏植被
	水生生态		栖息地保护、增殖放流、过鱼设施、科学研究	保护水生生境，保障河段水生生境的连通性、鱼类的多样性
	低温水减缓措施		叠梁门取水	减缓下泄低温水影响
	生态流量保证措施		发电机组、临时和永久生态流量管、生态流量在线监控系统	保证下放最小生态流量
	移民安置环境保护	移民生活污水	分散安置点采取沼气池、集中安置点建设一体化设备	安置点污水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准。
		移民生活垃圾	设置垃圾转运站，依托当地垃圾收运设施处理	保护移民安置区环境
	环境管理及监测		落实环境影响报告书中的管理要求，配备专职或兼职的环境管理人员，按报告提出的监测方案实施了环境监测	
	环境风险防范措施		制定环境风险应急预案，加强上游流域污染源管理	
输水系统工程区				
施工期	废水	生活污水	11 处生活营地一体化污水处理设施	除隧洞废水优先回用、剩余达标排放，其它废污水不外排
		生产废水	14 处混凝土拌合系统废水、4 处隧洞开挖废水处理设施	
	废气	道路扬尘、燃油废气	加强燃油机械的保养、场内施工道路定期洒水	执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准，无组织排放执行无组织排放监控浓度限值。

	噪声	施工噪声	施工期选用低噪声的设备和机械、设置临时声屏障，运行期泵房采用隔声措施	居民点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
	固体废物	生活垃圾	营地生活区和施工区设置垃圾桶，就近纳入当地垃圾处理体系	及时清运，保持该区清洁卫生
		废渣	运至指定渣场堆放	及时清运
	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。	满足相关要求
试运行期	水质保护		划定水源保护区、受水区污水处理设施建设情况	保护输水隧洞、管道水质及退水河流水质
	陆生生态		施工迹地生态恢复	尽量减少破坏植被
	泵站运行噪声防治		运行期泵房采用隔声措施	居民点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准
	移民安置环境保护	移民生活污水	分散安置点采取沼气池	——
		移民生活垃圾	设置垃圾转运站，依托当地垃圾收运设施处理	保护移民安置区环境
	环境管理及监测		落实环境影响报告书中的管理要求，配备专职或兼职的环境管理人员，按报告提出的监测方案实施了环境监测	

9 环保投资估算及环境影响经济损益分析

9.1 环境保护投资估算

9.1.1 编制原则

（1）“谁污染，谁负责，谁开发，谁保护”原则。对于既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需的投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资。

（2）“突出重点”原则。对项目影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。

（3）“功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应又地方政府或有关部门、产权所有者自行承担。

（4）“一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

9.1.2 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）关于发布《水利建筑工程预算定额》、《水利建筑工程概算定额》、《水利工程施工机械台时费定额》及《水利工程设计概（估）算编制规定》的通知（水利部文件水总[2002]116 号）

（3）《水利工程施工机械台时费定额》

（4）《水利工程设计概（估）算编制规定》的通知（水总[2014]429 号）

9.1.3 费用构成

根据《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006），环境保护工程项目共划分为五个部分，分别为：

第一部分：环境保护措施

主要指为减缓、控制工程对环境不利影响和满足工程功能要求而兴建的环境保护措施。包括水环境保护、陆生植物保护、野生动物保护、水生生物保护、人群健康保护以及其他等。

第二部分：环境监测措施

主要是指在施工期开展的环境监测和运行期需要建设的环境监测设施。包括水质监测、大气监测、噪声监测、卫生防疫监测、生态监测等。

第三部分：环境保护仪器设备及安装

指为保护环境和开展监测工作所需要的仪器设备及安装等。仪器设备包括环境保护设备、环境监测仪器设备和其他设备等。

第四部分：环境保护临时措施

工程施工过程中，为保护施工区及其周围环境和人群健康所采取的临时措施。包括生产废水和生活污水处理、噪声防治、固体废物处理、环境空气质量控制、人群健康保护等临时措施。

第五部分：环境保护独立费用

包括建设管理费、环境监理费、科研勘测设计咨询费、竣工环保验收调查费。

9.1.4 费用估算

凤山水库工程水源枢纽工程区和输水系统工程区环境保护费用估算见表9.1.4-1和9.1.4-2，环境保护工程静态总投资11738.22万元，其中水源枢纽工程区10192.73万元、输水系统工程区1545.48万元。

表 9.1.4-1　　水源枢纽工程区环境保护投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备　　注
第一部分	**环境保护措施**				**4799**	
Ⅰ水源枢纽工程					**4799**	
一	**水质保护**				**83**	
1	水源保护区物理隔离防护带	km	20	40000	80	
2	水源地警示牌	个	30	1000	3	
3	库底清理					计入水库专项投资
二	**下泄水温减缓措施**					
1	叠梁门取水工程					计入主体工程投资
三	**水生生态保护**				**4601**	
1	栖息地修复与保护				301	
	标识	处	10	1000	1	
	岸边带营造	处	2	300000	60	
	局部河段生境改造	处	2	300000	60	
	人工鱼巢	处	3	150000	45	

	过鱼堰、简易鱼道	处	6	300000	180	
	鱼坡	处	2	300000	60	
2	集鱼平台	项	1	22000000	2200	
3	鱼类增殖放流				2000	
	建安费	项	1	20000000	2000	
	增殖站运行及放流费用	年	5	1200000		运行期由建设单位自筹，不列入工程投资
4	进水口拦鱼设施	项	1	1000000	100	拦鱼电栅
四	**陆生生态保护**				**70**	
1	宣传教育	项	1	50000	5	
2	动物搜救	项	1	150000	15	
3	古大树移栽	项	2	250000	50	
五	**生态流量下泄措施**					
1	初期蓄水和运行期放水管					列入主体工程投资
六	**移民安置及专项复建工程环保措施**				**45**	
1	集中安置点				36	
	水源保护	项	3	100000	30	
	安置点垃圾收集池	项	3	20000	6	
2	分散安置点				9	
	沼气池	个	30	3000	9	
3	专项复建工程环保措施					**列入水库复建工程投资**
第二部分	**环境监测措施**				**148.12**	
Ⅰ水源枢纽工程					**148.12**	
施工期监测					**129.32**	
一	水环境监测				54.2	
	砂石废水	点 次	24	1500	3.6	
	混泥土拌合废水	点 次	12	1500	1.8	
	含油废水	点 次	12	1000	1.2	
	生活污水	点 次	12	4000	4.8	
	生活饮用水	点 次	12	7500	9	
	地表水监测	点 次	36	8500	30.6	
	地下水监测	点 次	8	4000	3.2	
二	环境空气监测	点 次	24	4500	10.8	
三	噪声监测	点 次	36	1200	4.32	
四	人群健康	项	1	100000	10	
五	陆生生态监测	项	1	200000	20	
六	水生生态监测	项	1	300000	30	
运行期监测						运行期由建设单位自筹，不列入工程投资
一	常规水质监测					
二	底泥监测					
三	陆生生态监测					
四	水生生态监测					
移民安置区监测					18.8	
一	水环境监测				10.8	

	生活饮用水水质	点·次	12	7500	9	
	生活污水	点·次	9	2000	1.8	
二	人群健康监测	项	1	80000	8	
第三部分	**环境保护仪器设备及安装**				**1115**	
Ⅰ水源枢纽工程					**1115**	
一	生活污水处理				100	
	施工营地一体化生活污水成套设备	套	2	500000	100	10m3/h
二	砂石料生产废水处理设备费				464	
	高效（旋流）污水净化器	台	2	800000	160	
	高效混凝混合器	台	2	50000	10	
	螺旋分级机	台	2	200000	40	
	加药系统	套	2	100000	20	
	板框压滤机	台	2	570000	114	
	调节池搅拌装置	台	4	60000	24	
	污泥池搅拌装置	台	4	60000	24	
	集水池提升泵	台	3	50000	15	
	废水提升泵	台	3	50000	15	
	污泥提升泵	台	3	50000	15	
	电气控制系统	套	2	100000	20	
	电缆	批	1	70000	7	
三	生态流量监控设备	套	1	500000	50	
四	水温监测设备	套	1	800000	80	
五	水质在线监控设备	套	2	1500000	300	
六	洒水车	辆	1	300000	30	
七	移民安置区				91	
1	生活污水处理				85	
	集中安置点一体化生活污水处理设备	套	2	300000	60	15m3/h
		套	1	250000	25	5m3/h
2	生活垃圾处理				6	
	垃圾桶	项	3	20000	6	
第四部分	**环境保护临时措施**				**305.436**	
Ⅰ水源枢纽工程					**305.436**	
一	废污水处理				99.8	
（一）	砂石料加工废水处理				79	
	调节池	项	1	120000	12	
	事故蓄水池	项	1	120000	12	
	沉渣池	项	1	250000	25	
	清水池	项	1	300000	30	
（二）	混凝土生产系统废水处理	项	1	20000	2	
（三）	含油废水处理	项	1	40000	4	

（四）	施工营地生活污水处理化粪池	座	6	8000	4.8	
（五）	生活污水一体化设备基础	项	2	50000	10	
二	噪声防治				12	
1	交通警示牌	块	20	500	1	
2	交通限速牌	块	20	500	1	
3	噪声补偿	项	1	100000	10	
三	固体废物处理				58.5	
1	垃圾桶	个	20	250	0.5	
2	垃圾池	个	2	20000	4	
3	垃圾清运	月	45	10000	45	
4	垃圾日常清扫维护管理	月	45	2000	9	
四	环境空气质量保护				36	
1	洒水降尘	月	45	8000	36	
五	人群健康保护				69.136	
（一）	施工区人群健康保护				35.136	
1	卫生清理	hm2	10	3000	3	
2	灭鼠与灭蚊	hm2	10	3000	3	
3	进场人员卫生检疫	人 次	312	100	3.12	高峰劳动力 1560 人施工人员的 10%，抽检 2 次
4	健康检查	人 次	312	130	4.056	
5	预防免疫	人 次	312	50	1.56	
6	卫生厕所	座	20	5000	10	
7	活动厕所	座	8	13000	10.4	
（二）	移民安置区人群健康保护				34	
1	环境卫生保护				4	
	卫生厕所	座	8	5000	4	
2	病媒生物控制灭鼠	项	3	50000	15	
3	疾病监测和预防接种	项	3	50000	15	
六	移民安置区				30	
	集中安置点施工期环境保护措施	项	1	300000	30	
	第一至第四部分合计				6367.556	
第五部分	**环境保护独立费用**				**2898.56**	
一	环境保护建设管理费				404.70	
1	管理人员经常费				127.35	按一～四部分之和的2%计
2	环境保护竣工验收费				150.00	
3	宣传教育费及技术培训费				127.35	按一～四部分之和的2%计
二	环境监理费	年	4	1500000	600.00	

三	科研勘测设计咨询费				1893.86	
1	科学研究试验费				300.00	
	过鱼种类行为学及专业设备实验	项	1	1500000	150.00	包括鱼类游泳能力实验
	鱼类增殖放流效果研究	项	1	800000	80.00	2 年，运行期由建设单位自筹，不列入工程投资
	鱼类栖息地保护相关技术研究	项	1	700000	70.00	
2	环境影响评价费				750.00	
3	环境保护勘察设计费				843.86	
3.1	前期勘察咨询费				29.94	
3.2	工程勘察设计费				80.89	
3.3	鱼类增殖放流站				222.43	
3.4	集鱼平台				260.61	
3.5	其他专项设计费				250.00	
	划定饮用水源保护区	项	1	800000	80.00	运行期由建设单位自筹，不列入工程投资
	生态调度研究	项	1	1000000	100.00	
	施工期环境风险应急预案	项	1	500000	50.00	
	景区管道专项设计	项	1	200000	20.00	
第六部分	**第一至第五部分合计**				**9266.12**	
	基本预备费				926.61	与主体工程一致，取10%
第七部分	**环境保护总投资**				**10192.73**	

表 9.1.4-2　　输水系统工程区环境保护投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备　　注
第一部分	**环境保护措施**				**1.6**	
Ⅱ输水系统工程					1.6	
一	水质保护				1.6	
1	水质保护标识牌	处	20	800	1.6	
2	地下水保护					
	隧洞防渗措施					列入主体投资

第二部分	**环境监测措施**				**63.49**	
Ⅱ输水系统工程					63.49	
施工期监测					63.49	
一	水环境监测				41.85	
	混凝土拌合废水	点·次	27	1500	4.05	
	隧洞废水	点·次	6	1500	0.9	
	地表水监测	点·次	18	8500	15.3	
	地下水监测	点·次	54	4000	21.6	
二	人群健康监测	项	1	30000	3	
三	环境空气监测	点·次	12	4500	5.4	
四	噪声监测	点·次	27	1200	3.24	
五	陆生生态监测	项	1	100000	10	
运行期监测						运行期由建设单位自筹，不列入工程投资
一	地表水监测					
二	地下水监测					
三	陆生生态监测					
四	噪声监测					
第三部分	**环境保护仪器设备及安装**				270	
Ⅱ供水系统工程						
一	生活污水处理				240	
	施工营地生活污水成套设备	套	16	150000	240	1m3/h
二	洒水车	辆	1	300000	30	
第四部分	**环境保护临时措施**				**216.8**	
Ⅱ输水系统工程					216.8	
一	废污水处理				40	
（一）	混凝土拌合系统废水处理	处	16	5000	8	
（二）	隧洞废水处理	处	4	50000	20	
（三）	环保厕所	项	3	40000	12	
二	噪声防治				100	

1	移动声屏障	m	800	1000	80	
2	噪声影响补偿	项	1	200000	20	
三	固体废物处理				42.8	
1	垃圾桶	个	32	250	0.8	
2	垃圾清运	月	35	10000	35	
3	垃圾日常清扫维护管理	月	35	2000	7	
四	环境空气质量保护				14	
1	洒水降尘	月	35	4000	14	
五	施工区人群健康保护	项	1	200000	20	
	第一至第四部分合计				551.89	
第五部分	**环境保护独立费用**				**853.10**	
一	环境保护建设管理费				102.08	
1	管理人员经常费				11.04	按一～四部分之和的2%计
2	环境保护竣工验收费				80.00	
3	宣传教育费及技术培训费				11.04	按一～四部分之和的2%计
二	环境监理费	年	3	1500000	450.00	
三	科研勘测设计咨询费				301.02	
1	环境影响评价费				150.00	
2	环境保护勘察设计费				151.02	
2.1	前期勘察咨询费				14.15	
	前期工作咨询费				5.58	
	前期工作勘察费				8.57	
2.2	工程勘察设计费				36.87	
	工程勘察费				14.48	
	工程设计费				22.39	
2.3	其他专项费用				100	
	隧洞穿复杂地质专题研究				100	
第六部分	**第一至第五部分合计**				**1404.99**	

	基本预备费				140.50	与主体工程一致，取10%
第七部分	**环境保护总投资**				**1545.48**	

9.2 环境影响经济损益分析

9.2.1 环境效益分析

（1）经济效益

凤山水库工程任务以城乡生活和工业供水为主，并结合发电。工程建成后，将对受水区经济和社会发展起到巨大的作用。工程远期设计水平年 2030 年总供水量 7310 万 m^3。随着供水保证能力的提高，将促进区域经济结构的优化调整和可持续发展，提高区域综合生产能力。

经计算，凤山水库工程可实现经济总效益 45982 万元，其中县城及工业供水效益 45545 万元，发电效益 437 万元。

（2）社会效益

建设凤山水库工程可解决福泉市、瓮安县缺水问题，为福泉市、瓮安县的快速健康发展提供水资源支撑，提高福泉市、瓮安县的供水保证率，工程的实施必将加速当地经济的发展。工程可为城乡、工业发展提供水源，增强城市水源防灾、抗灾、减灾能力，支持区域经济发展，增加居民收入，推动区域经济发展。因此，工程建设对提高周边居民生活水平，保障区域经济可持续发展，改善基础设施条件和促进相关产业发展均将起到推进作用。工程的上述社会效益十分显著，但因其效益难于货币化，在此暂不计列。

此外，工程施工期大量施工人员的生活需求将主要由当地农产品及服务满足，仅此一项，采用市场调查法，以施工人员每人每月平均消费 200 元计，施工期间，平均每年可使当地消费额增加 234 万元以上，建设期合计逾 846 万元。

（3）环境效益

本工程环境保护措施实施后，工程建设可能造成的新增水土流失基本可以得到控制，水土流失的控制、地表植被覆盖度的增加为项目区及当地生态环境的改善创造了有利条件，特别是水环境、水生态保护措施，着重规划水平年水生生态系统逐步恢复，同时也使施工迹地尽量恢复自然景观，促进生态系统的良性循环。

总体上，本工程具有较好的环境效益。

9.3.2 环境影响损失分析

本工程采用环境资源价值评估中的防护费用法与恢复或重置费用法来计算工程影响的环境损失值，即以减免工程对环境的不利影响或恢复环境功能所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响环境损失大小的尺度。在凤山水库工程环境损失中，可以货币化体现的主要体现为环境保护措施与补偿费用。

根据工程及区域环境特点，为减免、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：施工期环境保护措施、生态影响消减与恢复措施以及社会环境影响减免措施等，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估算，本工程新增环境保护投资 11738.22 万元可近似作为本工程环境影响的损失值。

9.3.3 环境损益分析

根据以上分析，凤山水库工程具有较好的经济、社会正效益，为减免不利环境影响所采取的新增环境保护投资为 11738.22 万元。在各项环保措施及水污染防治规划得到落实的情况下，其费用产生的环境效果较为明显，可较大程度地减免因工程建设带来的环境损失。因此从环境损益及环境经济角度分析，工程的建设是基本可行的。

10 评价结论与建议

10.1 评价结论

10.1.1 工程概况

10.1.1.1 流域概况

重安江为清水江上游左岸一级支流，流经贵州省麻江县、贵定县、福泉市、黄平县、凯里市等，于凯里县桐木寨乡注入清水江。重安江瓮马河汇口以上为上中游河段，又称鱼梁江，汇口以下至清水江汇口处为下游河段。重安江干流河长141km，总落差644m，河道平均比降4.48‰，流域面积2774km^2，河口处多年平均流量48.70m^3/s，多年平均径流量13.65亿m^3。凤山水库位于重安江上游河段，坝址位于已建的黑塘桥水库坝址下游约120m、国道G210黑塘桥上游约500m，凤山水库坝址处多年平均流量6.81m^3/s，多年平均径流量2.1亿m^3，流域面积969km^2。

重安江流域内主要支流有平堡河河、阿里堡河、卫阻河、后河、皮陇河、洗布河、浪波河、翁马河等，区域地形地貌主要以溶蚀－侵蚀、剥蚀地貌为主，育众多残丘波地、溶丘槽谷、峰丛槽谷、峰丛峡谷等组合类型。

10.1.1.2 相关规划及规划环评

（1）相关规划简况

2017年3月2日，贵州省人民政府以“黔府函[2017]46号”印发了《省人民政府关于清水江（重安江汇口以上）流域综合规划的批复》，根据综合规划，重安江凤山水库以上河段开发任务为水源涵养和饮用水水源保护，凤山水库至凤山镇河段主要任务为城市防洪和水污染防治，凤山镇以下至重安镇河段主要任务是以发电为主，兼顾航运，重安镇以下至汇口处开发任务以发电为主，兼顾航运。

（2）重安江流域水资源开发利用现状

重安江流域水资源总量13.65亿m^3，其中地表水13.65亿m^3，地下水3.8亿m^3，重复量3.8亿m^3，水资源可利用量4.5亿m^3。

重安江流域现有中型水库1座—高车水库，黑塘桥水库、陡河水库等小（1）型水库10座，翁羊水库、三岔塘水库等小（2）型水库17座，引提水工程401处，地下水547眼，现有水利工程总库容5985万m^3，兴利库容4497万m^3，设计供水能力8492万m^3，现状供水量为6143万m^3，流域内有效灌溉面积6.92万

亩。

2014 年流域实际用水量 1.94 亿 m^3，其中总用水量中城镇生活用水量为 0.08 亿 m^3，三产及建筑用水量为 0.07 亿 m^3，工业用水量为 0.65 亿 m^3，灌溉用水量 1.04 亿 m^3，农村生活用水量为 0.06 亿 m^3，畜牧业用水量 0.03 亿 m^3，生态用水量 0.01 亿 m^3。

重安江干流已建成黑塘桥水库、跨岩电站、烂木桥电站、鸭草坝电站、鱼洞河电站、苦竹塘电站、龙吃水电站、桥边电站、大石板电站、团滩河电站、手爬岩电站、漩水湾电站等 12 座水利水电工程，总装机容量 9.77MW，多年平均发电量 1949 万 kW·h。

（3）相关规划环评简况

2016 年 9 月，贵州省环保厅以“黔环函[2016]371 号”印发了《贵州省环境保护厅关于清水江（重安江汇口以上）流域综合规划环境影响报告书的审查意见》，2018 年 6 月，贵州省环保厅以“黔环函[2018]216 号”印发了《贵州省环境保护厅关于清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响跟踪评价报告书建议的函》，其中与本工程相关的内容主要有：

水质稳定达标要求，开展下放生态流量的研究和论证，水库初期蓄水河运行期应采取工程措施或优化水库调度，保证坝址下游的生态流量；并且根据规划的各大中型水库水温预测结果，落实低温水控制措施。

工程运行前划定饮用水源保护区，严格实施《清水江流域水环境保护规划（2015 年-2020 年）》，加大对重安江总磷污染治理力度，实现总磷排放量削减；

建议保留重安江支流浪波河卡龙桥水库以下河段作为保留河段，作为鱼类栖息的重要生境进行保护，不再进行梯级开发。在凤山水库坝址坝址新建鱼类增殖站，承担主要支流重安江鱼类增殖任务，开展人工增殖放流。开展过鱼设施专项比选。凤山水库应考虑消减气体过饱和的问题，优先采用底流消能方式。

针对上述要求，本工程环评报告书确定了最小下泄流量过程，并提出初期蓄水期在通过黑塘桥水库下游供水管道设置生态岔管，运行期采用“机组发电+永久生态流量管”的方式下泄流量，并且在 4~5 月份根据下游鱼类产卵需求开展生态调度；针对低温水问题，经论证比选采用叠梁门取水方式；针对库区水质保护，报告书提出了加强上游污染源监督管理、风险防范等对策措施，针对坝址下游减

水河段提出了加强环境监督管理，严格实施环境保护规划、水污染防治规划及工业园区规划环评审查意见，开展提标改造、中水回用、水环境综合治理及湿地系统建设措施；结合流域水污染防治规划及流域水质监测体系，拟定了水质稳定达标与水库蓄水联动，水库运行应急流量与区域限产限供水联动调度方案，针对重安江流域鱼类资源保护，提出了在凤山水库工程区建设一个增殖放流站，满足凤山水库库区和坝址下游的鱼类放流需求，同时提出了干支流栖息地保护和过鱼设施方案。

本工程开展了凤山水库工程建设对福泉洒金谷省级风景名胜区影响专题研究。

10.1.1.3 工程概况

凤山水库坝址位于贵州省福泉市重安江上游河段，距离福泉市 5km；库区涉及福泉市马场坪办事处；输水系统工程区涉及福泉市马场坪办事处、龙昌镇、陆坪镇、牛场镇和瓮安县平定营镇等 5 个乡镇。

凤山水库工程任务是以城乡生活、工业供水为主，兼顾发电等综合利用。水库正常蓄水位 909m，相应库容 0.91 亿 m^3，正常蓄水位对应的回水长度 17.4km，水库总库容 1.04 亿 m^3，调节性能为多年调节，设计水平年 2030 年，水库多年平均供水量为 7310 万 m^3。本工程主要包括首部枢纽工程和输水系统工程两个部分。首部枢纽工程由挡水建筑物（碾压混凝土重力坝）、泄水建筑物、坝后式发电厂房、下游消能防冲设施、引水发电系统等组成；输水系统工程由无压隧洞、输水干管、泵站、管桥、多种类型的阀井等组成。其中，碾压混凝土重力坝坝顶高程 912m，最大坝高 90m；泄水建筑物为 2 表孔；电站装机容量 5.0MW（装机 1 台 2MW+2 台 1MW+2 台 0.5MW），多年平均发电量为 1871 万 kW ħ。

输水工程建筑物由坝上取水口、起始端无压隧洞（长 8963m）、末端无压隧洞（长 2432m）、加压泵站 3 座、输水卖涵、输水明管、输水埋管、跨河管桥 1 座、跨河埋管 19 处、过路结构 55 处（其中穿越乡村道路 38 处）和管道附属建筑物等组成。输水线路水平投影总长度 53.28km。

本工程环境保护工程主要有生态流量下泄设施、叠梁门取水设施、鱼类增殖放流站、集运鱼系统等。蓄水初期通过黑塘桥水库下游供水管道直径 0.8m 的生态岔管下泄生态流量，最大过流量 4.02m^3/s；运行期通过“机组发电+1#机组岔

管（压力钢管）分出 0.8m 的永久生态流量管”的方式下泄生态流量；引水发电取水口采用叠梁门方案以减缓下泄低温水影响；鱼类增殖放流站位于坝址左岸，距离坝址直线距离约 200m，占地面积约 1hm^2，近期年放流规模 8 万尾；本工程将凤山水库库尾以上 6.1km、坝址至鸭爪坝之间 15.76km 干流河段，支流平堡河下游 8.78km 河段；围阻河下游 5.32km 河段作为栖息地进行保护；集鱼平台位于电站厂房尾水渠下游左岸边。

本工程水源枢纽工程土石方开挖87.46万 m³（自然方），回填了6.76万 m^3（自然方），弃渣总量为80.7万 m^3（自然方）。设置6个弃渣场和1个石料场。输水系统工程土石方开挖111.85万 m³（自然方），利用料50.83万 m³（自然方），弃方61.02万 m³（自然方）。设置12个渣场。本工程在水源枢纽区施工区设置有砂石加工系统、混凝土拌合系统、综合加工厂、钢木加工厂、混凝土预制厂、设备检修停放场、生活营地等施工辅助设施，修建永久公路2.6km，临时公路12.6km。输水系统工程线路较长，修建永久公路12.4km，临时公路68km；分散布置有钢筋木材加工系统、混凝土预制场、施工营地和混凝土拌合系统等。

工程建设征地涉及福泉市4个乡镇13个行政村和瓮安县1个镇1个行政村，共涉及各类土地12581.68亩，其中永久征收8708.98亩，临时征用3872.7亩。至规划水平年生产安置人口2274人，搬迁安置人口2146人，其中分散搬迁安置435人，集中安置2053人，在马场坪办事处、猫猫营、黄丝建设3个集中安置点。

水源枢纽区工程建设工期为45个月，施工高峰期施工人数共1560人；输水系统工程总工期为35个月，高峰施工人数1600人。工程静态总投资为420112万元，其中环保投资11738.22万元，约占工程总投资的2.79%。

10.1.2 环境准入评价

10.1.2.1 与相关法律法规的相符性

凤山水库坝址下游 3 公里处为洒金谷省级风景名胜区上边界，本工程水源枢纽工程区不在洒金谷省级风景名胜区范围内，输水系统工程中约 1km 管道位于风景名胜区范围内，贵州省城乡规划设计院开展《贵州省黔南州凤山水库工程对洒金谷省级风景名胜区专题》，2017 年 12 月，省住建厅对该专题进行审查并出具意见，同意该专题报告。

凤山水库坝址位于黑塘桥水库下游 120m 处，水库淹没涉及黑塘桥水源保护区一级保护区、二级保护区以及准保护区，大坝、导流隧洞及进坝公路位于黑塘

桥水源保护区一级保护区，砂石加工系统位于黑塘桥水源保护区准保护区，其余施工布置均位于保护区外。输水系统工程中引水隧洞从平堡河饮用水水源保护区一级保护区和准保护区下穿。2016 年 9 月，贵州省环境保护厅以“黔环水表[2016]129 号”出具了意见，原则上同意凤山水库的选址意见。

10.1.2.2 与相关区域、流域、环保等规划的相符性

本工程已列入《全国水利改革发展“十三五”规划》、《贵州省“十三五”水利发展规划》、《清水江（重安江汇口以上）流域规划》等规划，是上述规划中提出的骨干水源工程。

10.1.2.2 产业政策、行业规划相符性

凤山水库工程开发任务为以城乡生活和工业供水，并结合发电，根据国家发改委《产业结构调整指导目录（2011 年本）》及其修正版有关条款，本工程属于鼓励类中水利项目第 3 项“城乡供水水源工程”、第 12 项“综合利用水利枢纽工程”。因此，工程建设符合国家产业政策。本工程受水的工业园内工业项目没有列入《产业结构调整指导目录（2011 年本）》及其修正版中限制类和淘汰类的项目。

10.1.2.3 公众参与

建设单位通过发放调查表、召开座谈会等形式对工程涉及区域进行了公众参与调查。2016 年 3 月，在本工程涉及的主要乡镇政府宣传栏中进行第一次公示，并在网络进行第一次网络公示。2016 年 8 月，在本工程涉及的乡镇、村组及环境保护目标周围进行了凤山水库工程环境影响评价公众参与第二次公示；同时，在福泉市政府网站进行了第二次网络公示。

2016 年 10 月建设单位在本工程水源枢纽工程区、水库库区库周、供水工程区分别发放公众参与问卷调查表，收回有效个人问卷 202 份。2016 年 5 月~9 月开展了多次单位团体调查工作，收回有效单位团体问卷 31 份。受调查公众个人和团体单位普遍认识到凤山水库工程的兴建对当地社会经济发展的促进作用，同时对工程兴建对生态环境质量和水环境情况表达了观点。公众关心的问题主要集中在水资源调配、水质保护、征地和移民安置、以及生态保护和水土流失问题。公众参与中个人和团体均对工程建设表示支持。对于公众关心的环境问题，建设单位与主体设计单位均予以采纳，并沟通反馈以保障落实。

10.1.3 环境影响评价

10.1.3.1 水环境

（1）现状质量和保护目标

凤山水库及坝下重安江干流执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准，阿里堡河、雍阳河、后河等执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准。凤山水库库区污染源主要是城镇生活污水、农村面源污染源，坝址下游主要污染源为城镇生活污水、工业园废污水，根据福泉市环境保护监测站历史监测数据和贵州开磷质量检测中心有限责任公司 2016 年期间丰平枯水期地表水监测结果，重安江坝址以上干支流、雍阳河总体水质较好，上游满足相应功能区水质目标要求，但下游由于经过县城段，下游水质略有超标情况发生，坝址以下断面由于磷化工企业污染、渣场渗漏、城镇生活污水排放等原因，现状水质目标不满足相应功能区水质目标要求，主要超标因子为氨氮、总磷、氟化物。

地表水环境保护目标为工程影响范围内河段水质和坝下河段景观生态流量。

评价区地下水环境执行《地下水环境质量标准》（GB/T14848-93）Ⅲ类标准。根据 2016 年 6 月对工程评价区内出露的 20 处泉水的监测结果，除粪大肠杆菌和细菌总数超标外，其余各项水质监测指标大多能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-93）Ⅲ类要求。

（2）环境影响及拟采取的保护措施

1）水资源

至规划水平年 2030 年，工程设计取用水量 7310 万 m^3，占坝址处多年平均来水量 2.14 亿 m^3 的 34.24%，占重安江流域多年平均水资源总量 13.65 亿 m^3 的 5.38%。

至规划水平年 2030 年，新增污水量 3086 万 m^3/a（其中马场坪工业园区 816 万 m^3/a、龙昌工业园 330 万 m^3/a、福泉市区 636 万 m^3/a、瓮安县城 1304 万 m^3/a，替代黑塘桥现状供水的退水 880 万 m^3/a 不计入新增退水中），占凤山坝址处多年平均径流量的 14.02%，占凤山水库工程供水量的 42.24%，占凤山水库工程新增供水量的 60.39%。重安江流域按退水区域划分，凤山水库库尾以上没有退水，坝下新增退水量 1782 万 m^3/a；雍阳河流域退水 1304 万 m^3/a。受水区中瓮安县城、福泉市区、工业园区的退水为集中退水。

凤山水库建成后，在多年平均条件下，4 月下旬~6 月为蓄水期，多年平均情

况下坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 39%（5 月）~72%（8 月），全年下泄径流量为入库径流量的 56%，其中汛期（5~10 月）下泄径流量为入库径流量的 42.20%。

在多年平均条件下，坝址断面下泄径流量较黑塘桥下泄流量减少 33%，典型年情况下，平水年（P=50%）8 月份，偏枯水年（P=75%）1~4 月、12 月，枯水年（P=90%）8、9、1、2、4 月和特枯年份（P=95%）7、8、10、11、12 月，其余各月坝址断面各月下泄径流量较黑塘桥下泄流量减少 5%（1 月）~54%（5 月）。

2）水文情势

评价采用 Tennant 法、最小月平均径流法计算结果、R2-Cross 法计算得到的维持凤山水库坝址下游河段水生生态系统基本稳定所需的生态基流分别为 0.681m^3/s、1.43m^3/s、1.43m^3/s。同时针对坝址下游鱼类产卵需求，开展生态调度研究。

经《凤山水库工程建设对洒金谷省级风景名胜区影响专题研究报告》论证，凤山水库工程枯水期（10 月~3 月）最低下泄流量 1.41m^3/s，丰水期（4 月~9 月）最低下泄流量 2.04m^3/s 可以满足下游风景名胜区用水需求，目前待风景名胜区主管部门确认。

根据以上用水需求，拟定的凤山水库生态流量下泄方案见表 10.1.3-1。

表 10.1.3-1　　本工程最小下泄流量方案

时段	最小下泄流量（立方米/秒)	备注
10 月~3 月	1.41	
4~5 月	2.04	根据下游鱼类产卵需求，开展生态调度研究
6 月~9 月	2.04	

本工程选用黑塘桥水库作为上游围堰、隧洞导流的方式进行导流，施工期对下游河道的水文情势影响较小；在水库初期蓄水过程中，由黑塘桥水库下游供水管道生态岔管下泄生态流量（钢管直径 0.8m，进口中心高程 852m、最大泄流能力 4.02m^3/s），生态岔管穿过大坝基坑至下游围堰处，将水引至下游围堰处下放。

本工程建成后工程水库坝前水位最大抬高约 65m，水库水位最大变幅 41m，干流回水长度 17.4km，水域面积增加至 5.12km^2，库区水体流态由急流流态转为缓流流态。

工程运行期因水库供水调度影响，坝址下游河段径流量减少，河段径流过程将会发生变化。坝址下游断面丰水年（P=10%）各月流量变化幅度在-82%（5月）~-11%（8月）之间，平水年（P=50%）各月流量变幅为-6%（1月）~95%（8月），偏枯水年（P=75%）各月流量变幅为-86%（6月）~89%（3月），枯水年（P=90%）各月流量变幅为-78%（6月）~347%（8月），多年平均条件下各月流量变幅为-58%（5月）~-7%（1月）。

工程运行期采用“机组发电+永久生态流量管”的方式下泄生态流量，当水库水位达到909m 时，水库利用弃水和生态流量发电，当水库低于909m 高于880m 时，水库利用生态流量发电，当水库水位低于880m（水位低于880m 占统计53年系列长度的频率为3.8%，出现在4月份）时以及机组停机、检修期间，通过永久生态流量管下放生态流量。永久生态放水管通过从1#（压力钢管）分出，穿主副厂房后与尾水渠平行布置，最后排入尾水渠下游侧的消力池，厂房段设置有检修阀门和工作阀门。放水管管径0.8m，死水位868m 工况下放水管最小泄流量为3.56m^3/s，满足生态基流下泄流量。

3）水温

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）》推荐的宽度平均立面二维模型模拟水库在纵向和垂向上的水温时空分布，采用两层取水方案时水库不存在全年稳定的库底水温。平水年水库 11 月到翌年 2 月的坝前垂向基本同温，3 月至 5 月库区逐渐形成表层温跃层，库底低温区域在 6 月受泄洪影响而消失，垂向水温分层现象减弱。水库水温呈过渡型水温结构特征。

工程下泄水温主要在 2 月至 7 月较天然水温降低，平水年 2 月低 3.2℃、3 月低 6.3℃、4 月低 9.5℃、5 月低 8.9℃、6 月低 3.6℃、7 月低 1.0℃。

本工程拟采取叠梁门取水方式以减缓下泄低温水及供水低温水影响，在采取叠梁门进行取水后，平水年较单层取水口 3 月下泄水温提高 0.5℃、4 月提高 3.8℃、5 月提高 6.7℃、6 月提高 3.6℃，7 月份提高 2.9℃。叠梁门取水与单层取水口方式相比，水温改善效果明显。

4）水质

①施工期

工程施工期水污染源主要来自于砂石骨料加工系统废水、混凝土拌和系统废

水、械维修含油废水、生活污水等。施工高峰期水源枢纽工程施工区砂石生产废水产生量约 200m^3/h、生活污水产生量总计约 15.6m^3/d，输水系统工程区混凝土拌合废水产生量 14m^3/h、每处营地生活污水产生量总计约 0.5m^3/d。水源枢纽工程区砂石系统废水事故排入重安江后，充分混合后河流中 SS 浓度为 1084.71mg/L，增加了 1082.71mg/L。混凝土拌和系统冲洗废水、机械维修含油废水、生活污水，以及输水系统供水工程区废污水的产生量小，对环境影响较小。

施工期水质保护措施主要有：砂石骨料加工废水采用 DH 高效污水净化器处理后回用；混凝土拌和系统冲洗废水自然沉淀后回用或洒水降尘；机修含油废水经隔油和混凝沉淀池处理后循环利用；生活污水采用一体化污水处理设备处理后用于绿化和降尘等。

②运行期

采用立面二维水质数学模型对水库水质进行预测评价，在预测水平年，95%保证率最枯月的不利条件下，库区 COD、NH_3-N、BOD_5 均满足 III 类水质要求；凤山水库库区 TP、TN 丰、平、枯各典型年库区综合营养指数（TLI（Σ））分别为 63.07、62.98 和 64.21，属于中度富营养水平；由于库区 TP 入流浓度不高，丰、平、枯各典型年断面平均浓度均低于 0.01mg/L，水库建库后总体水质不易发生富营养化，但在营养物来源丰富、富集条件好的库湾和支流回水不充分的情况下不排除出现富营养化的可能。

本工程运行期 2030 年新增污水量 3086 万 m^3/a（其中马场坪工业园区 816 万 m^3/a、龙昌工业园 330 万 m^3/a、福泉市区 636 万 m^3/a、瓮安县城 1304 万 m^3/a）。

对于坝址下游受退水影响的重安江河段，在严格实施《清水江（黔南境内）水污染防治规划》，落实相关磷化工企业及渣场渗漏的处理措施，开展提标改造、增加城镇中水回用、提高工业用水重复利用率等措施下，凤山坝址下游凤山新桥断面河段丰平枯年基本能满足 III 类水水质标准。雍阳河流域在落实《瓮安河水污染防治规划》，建设湿地处理系统，削减污水处理厂污染负荷的前提下，雍阳河白水河汇口断面丰平枯水年基本能满足 III 类水水质标准。

库区水质保护措施主要为蓄水前开展库底清理、划定饮用水源保护区、集水区污染源治理和管理；退水区水质保护措施主要为落实水资源配置“三先三后”原则，组织实施《贵州省清水江流域环境保护规划》、《贵州省乌江流域环境保护

规划》《清水江流域水体达标方案》《乌江流域水体达标方案》，地方政府制定并实施《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划》《瓮安河流域水污染防治规划》，控制区域主要企业及渣场渗漏污染源，此外，需要根据实际监测情况将马场坪和龙昌、凤山镇、金山、金山新区城镇污水处理厂等出水逐步由《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准提高至四类水标准，瓮安县城城镇污水处理厂出水逐步由《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准提高至四类水标准，同时通过湿地系统或加强污水回用措施削减污染负荷，加强工业园区环境管理，建设工业园区集中污水处理厂，排放标准提高至《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准，落实工业园区规划环评审查意见，调整工业园区工业发展结构，逐步退出基础磷化工产业产能，落实磷化工产业“以渣定产”“以用定产”政策。

5）地下水

凤山水库蓄水后不存在邻谷渗漏问题；库区沿岸不存在大规模浸没问题；水库蓄水在一定条件下改变了库区地下水的补径排，但是库区封闭条件较好，重安江为库区内地表水、地下水最低排泄基准面，库区地下水总体上有所提升、逐步达到平衡状态；工程施工期间长隧洞的开挖可能会导致隧洞沿线的泉水水位下降，可能会受到周边渣场渗漏的影响，影响输水隧洞水质安全。

地下水环境保护措施主要有：加强地下水和可能受影响泉点监测，部分隧洞加强防渗措施，施工过程中重视提前预报，及时治理隧洞涌水，制定应急预案并预留应急预备金。

针对受水区地下水污染现状，提出控制农业等面源污染，加强工矿企业场地的全水平防渗，对弃渣场所处的水文地质单元开展水文地质勘查工作，进一步查明地下水的运移污染途径。对于新建弃渣场必须采用全水平防渗措施，并对弃渣地内的岩溶漏斗、落水洞等进行充填等防渗措施。对于停用的弃渣场，地表铺设粘土等低渗透材料并碾压，上部覆土并植绿，并对弃渣场周边设置截水沟，防止大气降水对弃渣场的淋滤程度，以降低污染物的析出速率及析出量。对于目前仍在运行，但建设时未进行全面防渗处理，目前存在污染的弃渣场，如摆纪—独田磷石膏堆场、川恒弃渣场等，不断通过优化产业结构，“以用定产”、“以渣定产”，逐步退出基础磷化工企业，重点发展磷石膏综合利用、新材料等产业，消耗现有磷石膏渣场的量，同时查明其地下水对弃渣场的测向补给来源，采用垂直帷幕防

渗措施，切断测向水来源，以减少测向来水对弃渣场的淋滤作用，降低污染物的析出速率及析出量。在查明污染途径的基础上，采用原位修复方法或抽出处理法对污染进行控制。对于有明显污染物出露点的，建议对污染出露点进行围堵，并采用抽出处理法进行处理。对于河道内污染严重区段，但污染物以泄流方式进入河道的，污染出露点不能被明确确定的，建议对河道进行整治或者河流改道处理。

10.1.3.2 生态环境

（1）现状质量和保护目标

1）陆生生态系统

根据 2016 年 4 月和 6 月的野外调查及查阅相关文献，评价范围内植被类型包括针叶林、阔叶林、灌丛及灌草丛、经济果木林和农田植被；陆生维管植物 150 科，427 属，665 种，国家重点保护野生植物有香果树、金荞麦 2 种；陆生脊椎动物 4 纲 24 目 63 科 167 种，其中鸟类 90 种、哺乳动物 33 种、爬行动物 28 种、两栖动物 16 种，有国家Ⅱ级重点保护动物 10 种分布：黑鸢、凤头鹰、普通鵟、松雀鹰、红隼、领角鸮、灰林鸮、斑头鸺鹠、大灵猫和小灵猫。

2）水生生态系统

通过查阅相关历史文献、现场调查访问，2016 年 5、8 月野外调查，评价河段共发现浮游植物 106 种、浮游动物 78 种、底栖动物 33 种，水生维管束植物稀少。调查到鱼类 35 种，隶属 4 目 6 科 21 属，无典型的洄游性、半洄游性鱼类，无国家重点保护和珍稀特有鱼类分布。重安江鱼类以在砾石、岩石缝隙等基质产粘性卵鱼类为主，坝址下游重安江干流无产卵场，重安江适宜产卵生境普遍分布，鱼类在各支流河段产卵现象较为普遍。

3）水土流失

本工程所在地为贵州省喀斯特地区、地形较为复杂，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，以轻度侵蚀为主，平均土壤侵蚀模数 1072t/km^2•a。水土流失容许值为 500 t/km^2•a。

本工程生态保护目标主要包括国家和贵州省重点保护动物、重要经济鱼类及其产卵场等。

（2）环境影响与拟采取的环保措施

1）陆生生态

工程施工占地、水库淹没和移民安置将对评价区内植被及植物资源造成影响，造成植被面积损失 578.9hm^2，总生物量损失约 12307.75t，但受影响植被类型在评价区有广泛分布，工程建设不会造成植被类型和群落的消亡，也不会造成区域生态景观体系组成和结构的不稳定。

工程对陆生动物的影响主要表现为施工噪声造成的惊扰，水库蓄水、施工占地、土石方开挖、弃渣堆放等造成的生境占用和破坏以及可能发生的施工人员非法捕猎等。评价范围分布的 8 种猛禽飞翔能力较强，工程建设对其影响很小，小灵猫和大灵猫栖息地远离淹没区和施工区域，项目建设对其不会产生影响。蛙类在水库蓄水后，水库水位抬升可为其提供更适宜的繁殖和觅食等环境，对其有一定的有利影响。

陆生生态系统保护措施主要有：加强施工期生态保护管理及宣传教育，做好施工占地植被恢复工作，加强库周林地保护管理，开展蓄水前动物搜救。

2）水生生态

工程施工过程中，特别是大坝及上、下游围堰，施工开挖、爆破、围堰截流等将影响上下游生境，并上下游鱼类及水生生物形成惊扰；但本工程施工时间较短，对水生生物及鱼类影响程度和范围很小。

运行期，由于大坝阻隔，水库库区水域面积扩大、水深增加、流速减缓，改变了水生生物及鱼类的栖息环境，有利于喜缓水和静水生活鱼类的生长繁殖，并可能成为优势种群；在鱼类种类组成上，其总趋势仍是以鲤科鱼类为主。在生态类型上将以麦穗鱼、鲤、鲫、马口鱼、宽鳍鱲、鲇等一些属于广布性的缓流鱼类和静水鱼类占优势，其种类和数量将有明显增加；而喜栖于流水和急流的鱼类的数量将有所减少，其分布状况将发生改变。

水生生态系统保护措施主要有：

①栖息地保护。将重安江干流凤山库尾以上6.1km，坝址至鸭爪坝区间15.76km 河段；支流平堡河下游8.78km 河段；围阻河下游5.32km 河段作为鱼类栖息地进行保护，近期对部分河段采取修复措施，采取措施包括河流连通性修复、岸边带营造和生境改造、栖息地保护、生态调度科学研究、渔政管理措施等。

②建设过鱼设施。通过集运鱼系统实现过鱼，采用集鱼平台集鱼，运鱼车+运鱼船进行运鱼，主要设施包括集鱼平台、运鱼船、运鱼车等。固定集运鱼平台布置在发电厂房尾水下游侧。

③实施鱼类增殖放流。在坝下左岸建设1座鱼类增殖放流站，占地面积约1公顷，近期放流对象为白甲鱼、云南光唇鱼、华鲮、黄颡鱼，年放流规模8万尾，放流地点为库区和坝下游的干、支流河段。同时开展泉水鱼驯养繁殖试验研究。

④低温水减缓措施。采用叠梁门取水口，发电取水口采用4.6m×9层叠梁门方案。取水范围为904.4～863.0m，叠梁闸门最大挡水水位904.4m，闸门的规格为4.0×41.0m。运行时期为3月至6月。

3）水土流失

工程建设中扰动面积为349.23hm^2，扰动面积中输水线路工程及弃渣场扰动面积最大，共产生弃渣248.16万 m^3（松方），若不采取任何水土保持措施的情况下，预测工程建设产生的水土流失总量为14.07万 t，新增水土流失量12.42t。

水土保持措施主要有：采取工程措施、植物措施和临时措施等。其中，工程措施包括拦挡、排水、土地整治措施；植物措施包括植树种草、植被恢复等；临时措施包括临时排水沟、临时拦挡措施等。

11.1.3.3 移民安置

工程建设征地涉及福泉市 4 个乡镇 13 个行政村和瓮安县 1 个镇 1 个行政村，征地总面积 12581.68 亩，至规划水平年生产安置人口 2274 人，搬迁安置人口 2146 人、其中分散搬迁安置 435 人，集中安置 2053 人，在马场坪建设三个集中安置点。

移民集中安置区不涉及生态敏感区、饮用水水源保护区，不涉及珍稀野生动、植物及古树名木等。安置区环境容量、土地承载力等可满足移民安置规划要求。移民安置存在的主要环境影响是安置点建设及专项设施复建对耕地占用、植被破坏、水土流失产生的影响，集中安置点生活污水和生活垃圾排放等产生的影响等。

移民安置环境保护措施主要为集中安置点设置一体化污水处理系统、分散安置居民每户设置沼气池进行污水处理；各集中安置点配套垃圾桶和垃圾收集池，而后纳入福泉市垃圾处理体系；加强安置点建设过程中施工管理和宣传教育，减轻对植被的破坏；集中安置点供水水源定期开展监测，保证安置点饮用水卫生。专项复建工程包括铁路复建、高速公路复建、国道及乡村道路复建工程，需要单独开展环境影响评价工作。

10.1.3.4 环境空气和声环境

（1）现状质量和保护目标

工程区执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准。主体工程建设区和输水线路工程施工区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准；输水线路涉及的镇区及县城执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。公路两侧红线外 35m 内区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准。

（2）环境影响与拟采取的环保措施

工程对环境空气的影响仅限于施工期、对声环境的影响仅限于施工期作业和运行期泵站噪声，砂石加工系统、混凝土拌和系统、主体工程施工和施工爆破、交通车辆运输等将产生一定的大气污染物和噪声，将对施工区及公路两侧的环境空气和声环境质量造成一定影响，影响对象主要是施工人员和周围居民点。受工程噪声影响的敏感目标主要包括施工期水源工程区砂石加工系统附近的桐油坪、猫猫营居民点，输水系统工程区艳山红、山郎朴居民点和运行期提水泵站周边的居民。

环境空气保护措施主要有：加强施工场地洒水降尘；加强施工道路路面养护，控制车速，购置洒水车洒水降尘；砂石料加工系统采用封闭式作业，配置袋式收尘器除尘；施工运输车辆尾气达标排放。

声环境保护措施主要有：合理安排施工作业时间段；加强设备的维护和保养，降低运行噪声；砂石加工系统及混凝土拌和系统等振动大的设备使用减噪槽、减振机座，主要噪声产生车间修建隔声间或隔音室；居民点和施工生活区附近限制施工车辆行驶速度；泵站水泵基础安装减震器和防震材料，泵房采用隔声建筑材料。

10.1.3.5 固体废物

工程施工期生活垃圾总产生量为1503t。施工共产生弃渣141.72万 m^3（自然方）。枢纽工程施工弃渣集中堆放于6个弃渣场，输水工程施工弃渣分段集中堆放，共设置14个弃渣场。

固体废物处置措施主要有：施工期生活垃圾经垃圾桶和收集池收集后外运至福泉市生活垃圾卫生填埋场进行统一处理，各渣场采取防护措施。

10.1.3.6 环境敏感区

（1）洒金谷省级风景名胜区

洒金谷省级风景名胜区于 1990 年由省人民政府以“黔府通[1990]57 号”文

批准成立。风景名胜区总面积为 56.8km²，其中洒金谷景区面积约 7.43km²，蛤蚌河景区面积约 15.81km²。工程建设对景区的影响主要为运行调度使下游重安江水文情势变化，进而导致对下游洒金谷景区沿河景点景观、水上游览活动的影响，输水系统工程部分线路及管桥施工等对景区的影响等。下游沿河分布的景点有 7 个，分别为昇仙桥、垮岩摩崖、三江口、三江口大桥、葛镜桥、麻哈峡谷、鸭爪坝。

凤山水库建库后使景区内重安江干流水文情势发生变化，景区河段流量较天然流量均有所降低，但由于天然流量受上游调度影响，现状流量较天然流量低；多年平均情况下，景区内上中下断面均较现状流量有所降低，降低幅度最大的月份是 6 月，最大水位降低 0.41m，在下泄生态流量后，对下游景区影响较小。

采取措施为保证下放生态流量，枯水期（10 月~3 月）最小下放流量为 1.43m³/s，丰水期（4 月~9 月）最小下放流量为 2.04m³/s；穿越景区段管道开展景观设计。

（2）黑塘桥水源保护区和平堡河集中饮用水源保护区

黑塘桥水源保护区和平堡河饮用水水源保护区于 2007 年 6 月由省人民政府以“黔府函[2007]117 号”文批准成立。黑塘桥水源地保护区总面积约 52.5km²，平堡河饮用水源地保护区总面积约 17.25km²，划分为一级保护区、二级保护区和准保护区。工程建设对水源保护区的影响主要是将会淹没黑塘桥水源保护区部分一级、二级及准保护区，坝址、导流隧洞及进场公路在黑塘桥水源保护区一级保护区内，砂石加工系统在黑塘桥水源保护区准保护区内，输水系统工程中输水隧洞下穿平堡河饮用水水源保护区一级保护区和准保护区，其余施工设施布置均不涉及平堡河水源保护区。

本工程属于替代黑塘桥供水任务的供水设施，施工期间采用在导流洞外设置溢流堰，生产废水回用等措施，提前对输水隧洞地质条件进行勘察，加强防渗措施，制定应急预案等，保障水源保护区供水水质和水量。项目建成后，重新划定凤山水库饮用水源保护区替代原黑塘桥水源保护区，并报省政府批复。

10.1.3.7 环境风险

施工期环境风险为废（污）水事故排放、炸药和油料运输及储存风险等，运行期环境风险主要为库区水质污染风险、隧洞穿越复杂地质段污染风险、受水区水质恶化风险，水库水质污染风险源主要为上游城镇集中生活污水处理厂污染事

故排放风险、库区上游公路、铁路运输危险化学品事故风险。受水区水质恶化主要为城镇、工业集中生活污水处理厂污染事故排放风险、工矿企业及渣场渗漏风险。

环境风险防范与应对措施主要有：建立健全水库水质协调保护和风险防范机制，制定凤山水库水质污染风险应急预案；在库周交通道路、铁路设置警示标识牌、限速标志，并完善伴河和跨河路段的路桥面径流收集系统，完善防撞措施、隧洞穿越复杂地质段加强防渗处理，定期监测，对输水管道开展定期巡查。优化调整受水区工业园区产业结构，落实水污染防治规划，建立区域限产限水与水质监测指标联动应急机制，制定应急预案，落实相应的应急处理设施、应急池及应急物资。

10.1.4 结论

贵州省黔南州凤山工程开发任务以城乡生活和工业供水为主，兼顾发电，具有显著的社会效益、经济效益，保障城市和农村生产、生活用水，解决工程性缺水现状问题，促进福泉市、瓮安县国民经济社会发展，此外，工程建设为改善区域生态水量和农业灌溉创造条件，推动区域环境治理、生态修复的不断强化落实，促进区域工业发展结构的转型升级，实现经济、社会和环境的可持续发展。本工程对环境的不利影响主要体现在水环境及自然生态环境方面，由于工程施工、水库淹没与移民安置、工程运行等活动对水环境、水生生物、陆生动植物、风景名胜区、水源保护区等环境因子产生不利影响，但在落实相应的水污染防治规划，区域环境质量逐步改善至相关规划目标，采取落实本报告提出的环境保护措施，工程带来不利影响可以得到减缓。

总体上，在地方政府严格实施相关水污染防治规划，区域水环境质量逐步达到相关规划目标要求，切实落实本报告提出的环境保护措施，加强地方环境及环境风险管理的前提下，工程建设的不利环境影响可得到减缓，从环境影响角度分析，本工程建设基本可行。

10.2 评价建议

（1）严格实施《贵州省清水江流域环境保护规划》、《贵州省乌江流域环境保护规划》《清水江流域水体达标方案》《乌江流域水体达标方案》，地方政府制定并实施《清水江流域（黔南境内）水污染防治规划》《瓮安河流域水污染

防治规划》，全面推进“河长制”工作要求，加强重安江流域、乌江流域污染综合治理和污染物总量控制，实现规划水功能区水质目标。严格落实流域生活污水和工矿企业废水处理设施，强化提标改造和中水利用，实现废污水达标排放、地表水和总量控制指标，建设库区库周水源涵养林和生态防护林，建立健全环境风险应急预案。落实“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。

（2）按照《产业结构调整指导目录》规定，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，同时加强流域内工矿企业环境管理，落实工业园区规划环评相关要求，“以渣定产”、“以用定产”，限制或逐步退出现有基础磷化工产业，优化产业结构，倒逼区域产业升级。

（3）下阶段优化凤山水库集运鱼系统设计，研究诱鱼措施与集鱼效果；开展鱼类栖息地修复与保护规划、设计，细化栖息地河道重塑。在水库蓄水前建成鱼类增殖放流站和落实鱼类栖息地修复措施。

（4）水库蓄水前应划定水源保护区，替换黑塘桥水源保护区，报省人民政府批准。

（5）重安江流域结合清水江（重安江汇口以上）流域规划及规划环评开展专项水电开发规划，落实流域规划环评审查意见，建立小水电退出机制，进一步优化水电开发及栖息地保护范围。

（6）建议结合区域环境问题及污染防治经验，综合考虑水污染防治、水生态修复与保护、城市水环境综合治理、工业园区污水集中处理、固体废弃物渣场生态修复、工矿企业周边土壤治理、地下水污染防治等需求，由国内权威单位统筹编制区域生态环境综合治理规划并实施。

贵州省水利投资（集团）有限责任公司

黔水投函〔2016〕 5号

省水利投资（集团）有限责任公司关于委托编制贵州省凤山水利枢纽工程环境影响报告书的函

中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司：

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》、《建设项目环境保护管理条例》和《关于推进凤山、观音等4座大型水库前期工作的会议纪要》（黔水投专议〔2016〕12号）等有关法律法规的规定和文件要求，《贵州省凤山水利枢纽工程需编制环境影响报告书》需编制并及时提交送审，特委托贵单位承担此项目环境影响报告书编制工作，请贵院按照环境保护行政主管部门的要求和项目的审查、审批时间节点要求，组织人员尽快开展相关工作。

特此函商

贵州省水利投资（集团）有限责任公司

2016年2月4日

建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：	贵州省水利投资（集团）有限责任公司	填表人（签字）：	陈亮	建设单位联系人（签字）：	李鹏

建设项目	项目名称	贵州省黔南州凤山水库工程				建设内容、规模	贵州省黔南州凤山水库工程工程任务主要以城乡供水和工业供水为主，兼顾发电等综合利用，正常蓄水位909m，总库容1.04亿m3，多年平均供水量7306万m3，主要包括水源枢纽和输水系统工程两部分，水源枢纽区由挡水建筑物、泄水建筑物和发电引水取水工程等组成，输水工程由压力隧洞、输水干管、蓄水调节池、泵站、管桥等组成。其中，挡水建筑物为碾压混凝土重力坝，最大坝高90m；电站装机总容量5.0MW，输水工程无压隧洞长11.39km，输水管道长41.89km。			
	项目代码[1]	2018-000052-76-01-000117									
	建设地点	贵州省黔南州福泉市									
	项目建设周期（月）	48.0				计划开工时间	2018年10月				
	环境影响评价行业类别	农林水利				预计投产时间	2023年4月				
	建设性质	新建（迁建）				国民经济行业类型[2]	N763天然水收集与分配				
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）					项目申请类别	新申项目				
	规划环评开展情况	已开展并通过审查				规划环评文件名	《清水江（重安江汇口以上）流域规划环境影响报告书》				
	规划环评审查机关	贵州省环境保护厅				规划环评审查意见文号	黔环函[2016]371号				
	建设地点中心坐标[3]（非线性工程）	经度	107.499692°	纬度	26.614958°	环境影响评价文件类别	环境影响报告书				
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度（千米）	
	总投资（万元）	427784.00				环保投资（万元）	11738.00			环保投资比例	2.74%
建设单位	单位名称	贵州省水利投资（集团）有限责任公司		法人代表	周登涛	评价单位	单位名称	中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司		证书编号	甲字第3301号
	统一社会信用代码（组织机构代码）	9152000058413526 6H		技术负责人	杨滨		环评文件项目负责人	陈国柱		联系电话	085185388276
	通讯地址	贵州省贵阳市观山湖区石林西路187号		联系电话	18985599870		通讯地址	贵阳市观山湖区兴黔路16号			

污染物			现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				排放方式
			①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量[4]（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）[5]	⑦排放增减量（吨/年）[5]	
污染物排放量	废水	废水量(万吨/年)						0.000	0.000	◉不排放 ○间接排放：☐市政管网 ☐集中式工业污水处理厂 ○直接排放：受纳水体_____
		COD			4.125			4.125	4.125	
		氨氮			0.618			0.618	0.618	
		总磷			0.021			0.021	0.021	
		总氮						0.000	0.000	
	废气	废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000	/
		二氧化硫						0.000	0.000	/
		氮氧化物						0.000	0.000	/
		颗粒物						0.000	0.000	/
		挥发性有机物						0.000	0.000	/

项目涉及保护区与风景名胜区的情况	影响及主要措施 / 生态保护目标	名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施
	自然保护区							☐避让 ☐减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）			/				☐避让 ☐减缓 ☐补偿 ☑重建（多选）
	饮用水水源保护区（地下）			/				☐避让 ☐减缓 ☐补偿 ☐重建（多选）
	风景名胜区			/				☑避让 ☑减缓 ☑补偿 ☐重建（多选）

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码

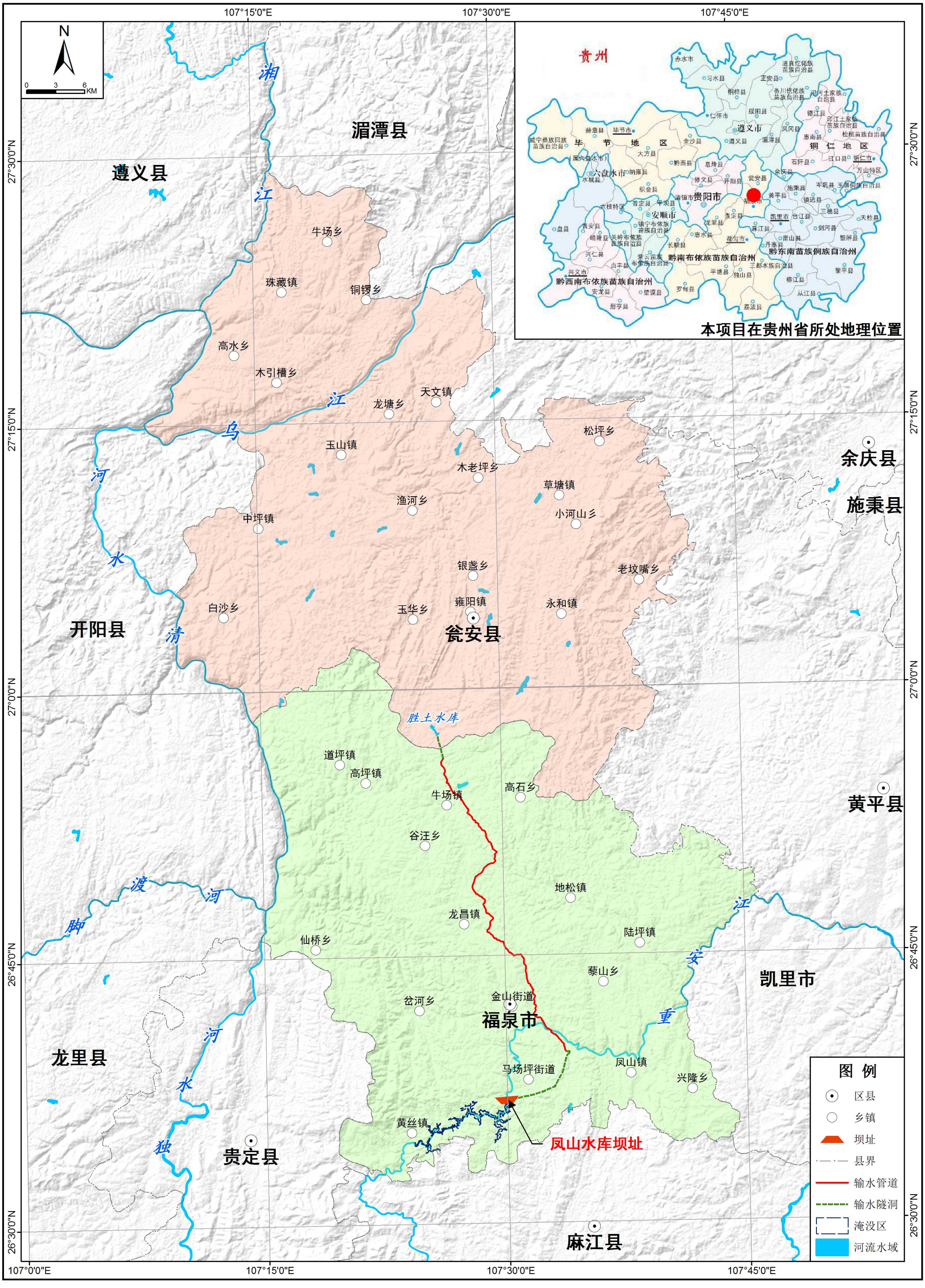
2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)

3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标

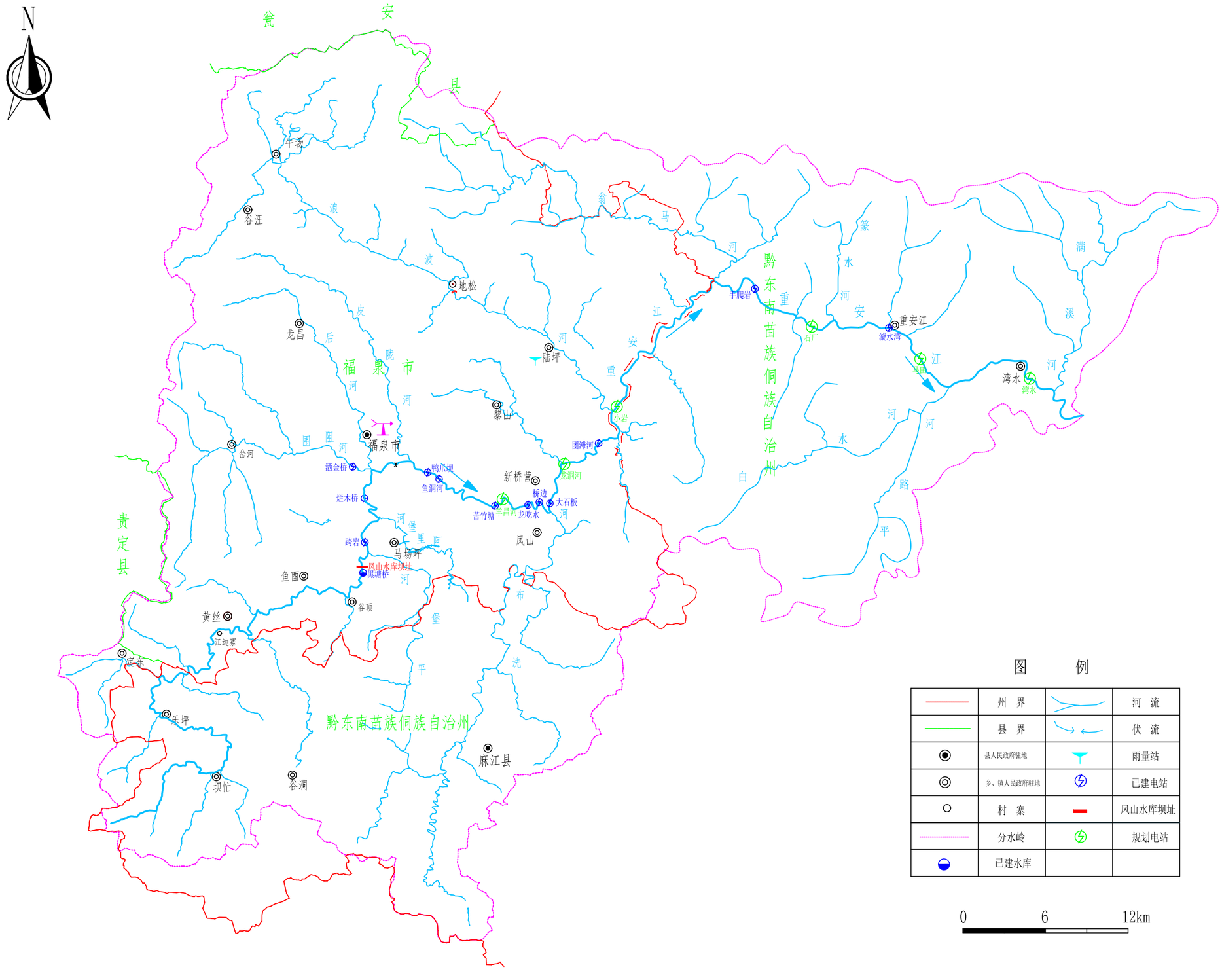
4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量

5、⑦=③-④-⑤；⑥=②-④+③，当②=0时，⑥=①-④+③

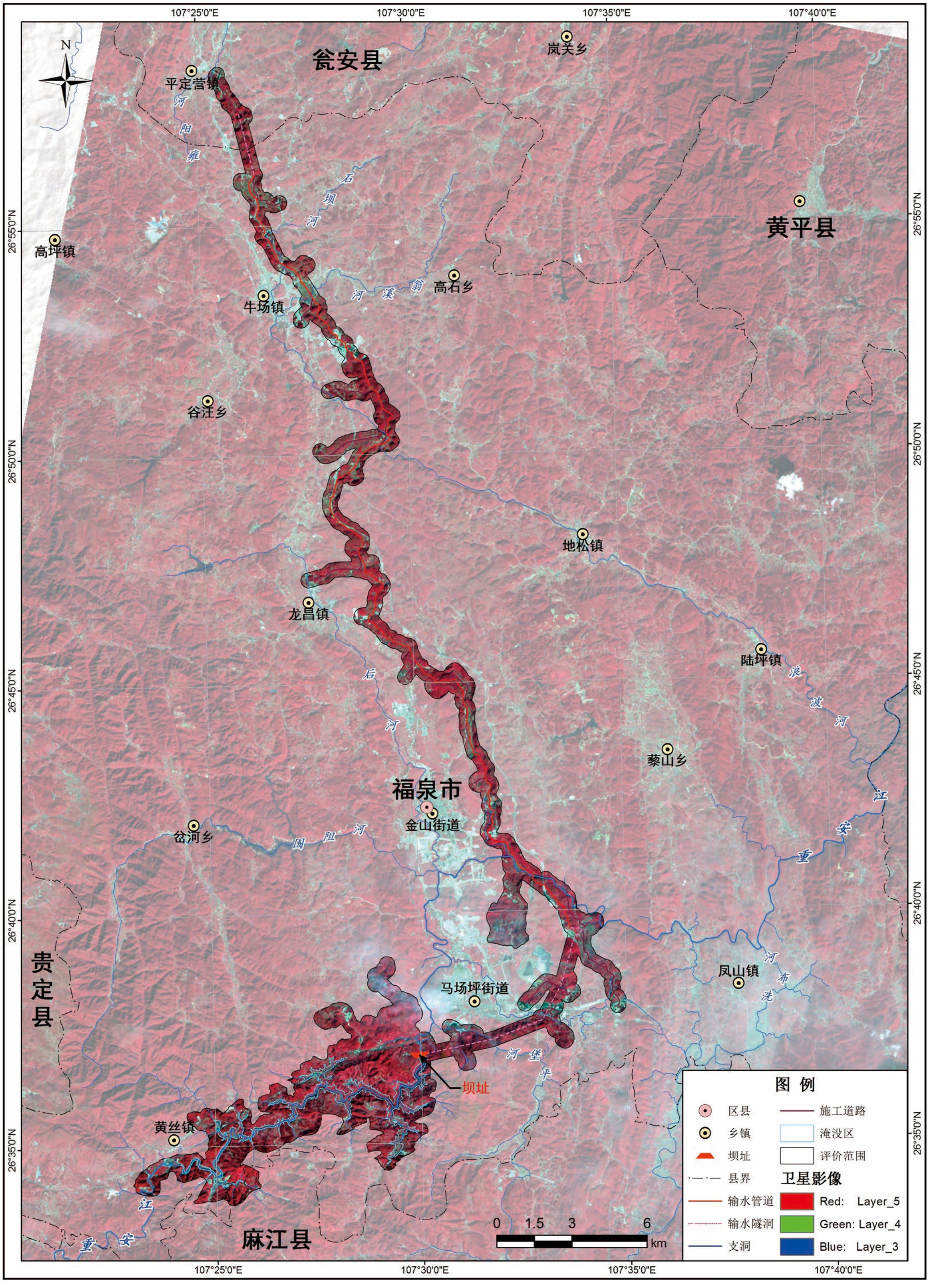
附图1 贵州省黔南州凤山水库工程地理位置图



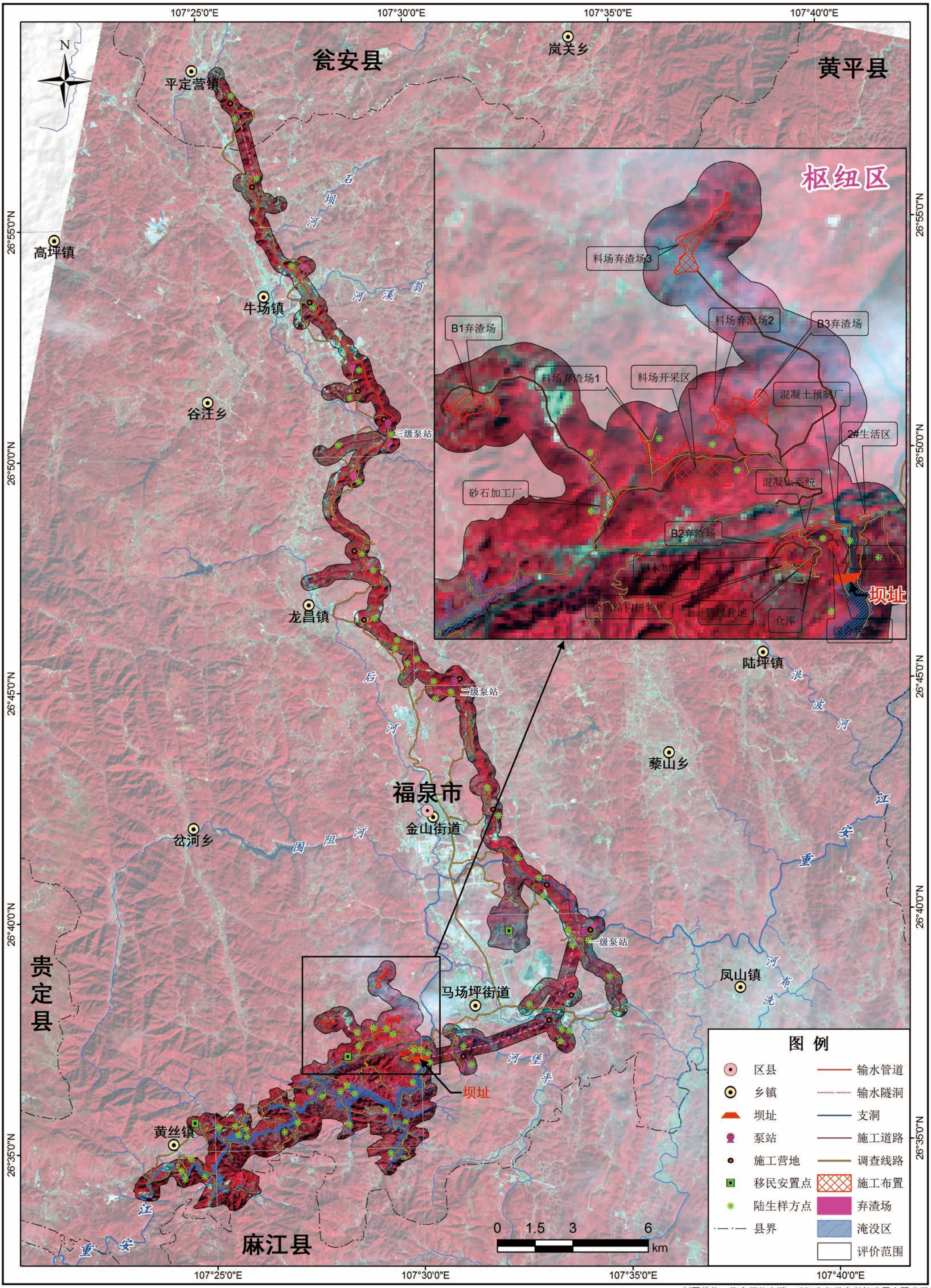
附图2 重安江流域水系及梯级开发平面布置图



附图3　贵州省黔南州凤山水库工程评价区卫星影像图



附图 4　贵州省黔南州凤山水库工程调查线路与样方点分布图



制图单位：华中师范大学、武汉市伊美净科技发展有限公司

附图5 贵州省黔南州凤山水库工程水库淹没影响范围图

图例

居民点　河流

淹没范围　国道

高速公路　铁路

比例尺 0　500m　1km

酉阳

铁路复建及加固

高速公路复建

G210国道复建

乡村公路复建

凤山水库坝址

凤山水库库区

江边寨

库尾

高寨　大坪　大寨　乐邦　对门坡　大养马　上庄　小养马　山帽山　杀牛坪　围坡　对门坡　青山坡　杨柳井　小冲　包田　长塘　大田坎　柿花树　合迓山　桐子树　上寨　燕子窝　跳月坪　马路　马场坪办事处　黄花塘　小狗钉　团坝山　月亮坡　小关门　大关门　橙子树　上坝　中坝　下坝　鱼梁江村　猫猫营　歇气坪　唐帽山　主要树　合子田　野猫冲　黄丝冲　小寨　毛家院　桐油坪　窝田　新寨　甲秋寨　簸箕田　对家坡　王家坡　下谷汪　上谷汪　大冲　抚田冲　窝山　安谷村　谷顶　大坪　赵家庄　麻窝田　老虎井　青沙田　西阳寨　千家　石板田　可龙　下寨　上寨　花土　月亮田　旧院　黄土坎　狗场坝　龙塘　母鸡田　下院　中院　上花园　大寨　独田　高给　白水河　下甲撒　南坳田　桐子田　毛栗坪　比纪　新屋基　擦耳岩　三宝营　大坝寨　高田寨　枫香寨　大田　枫槽冲　虎跌田　歇气堂　对门寨　大冲　土地坡　下寨　上寨　杨柳坪　黄溜巴　弯塘　安庄山　石秋田　上寨　狮珠岩　老罗桥　老罗寨　黄丝村　四方井　大水桥　瓦窑田　老院坝　马田　千田　粽粑街　下院　代家庄　新庄　大土　上坝　粽粑塘　四方井　上寨　马鞍大寨　明亮田　上寨　大田　侗口　高田寨　枫香寨　新寨　大坝寨　千家　下寨　上寨　花土　可龙　石板田　西阳寨　青沙田　麻窝田　老虎井　赵家庄　大坪　谷顶　安谷村　抚田冲　窝山　大冲　下谷汪　上谷汪　王家坡　对家坡　簸箕田　甲秋寨　新寨　窝田　桐油坪　大关门　小关门　橙子树　团坝山　小狗钉　马场坪办事处　马路　跳月坪　燕子窝　小寨　高寨

附图6 贵州省黔南州凤山水库工程水环境质量现状监测点位图

N

图　　例

———	州　界	≈	河　流
———	县　界	≈	伏　流
◉	县人民政府驻地	▽	雨量站
◎	乡、镇人民政府驻地	⚡	已建电站
○	村寨	———	分水岭
←→	水质监测断面		

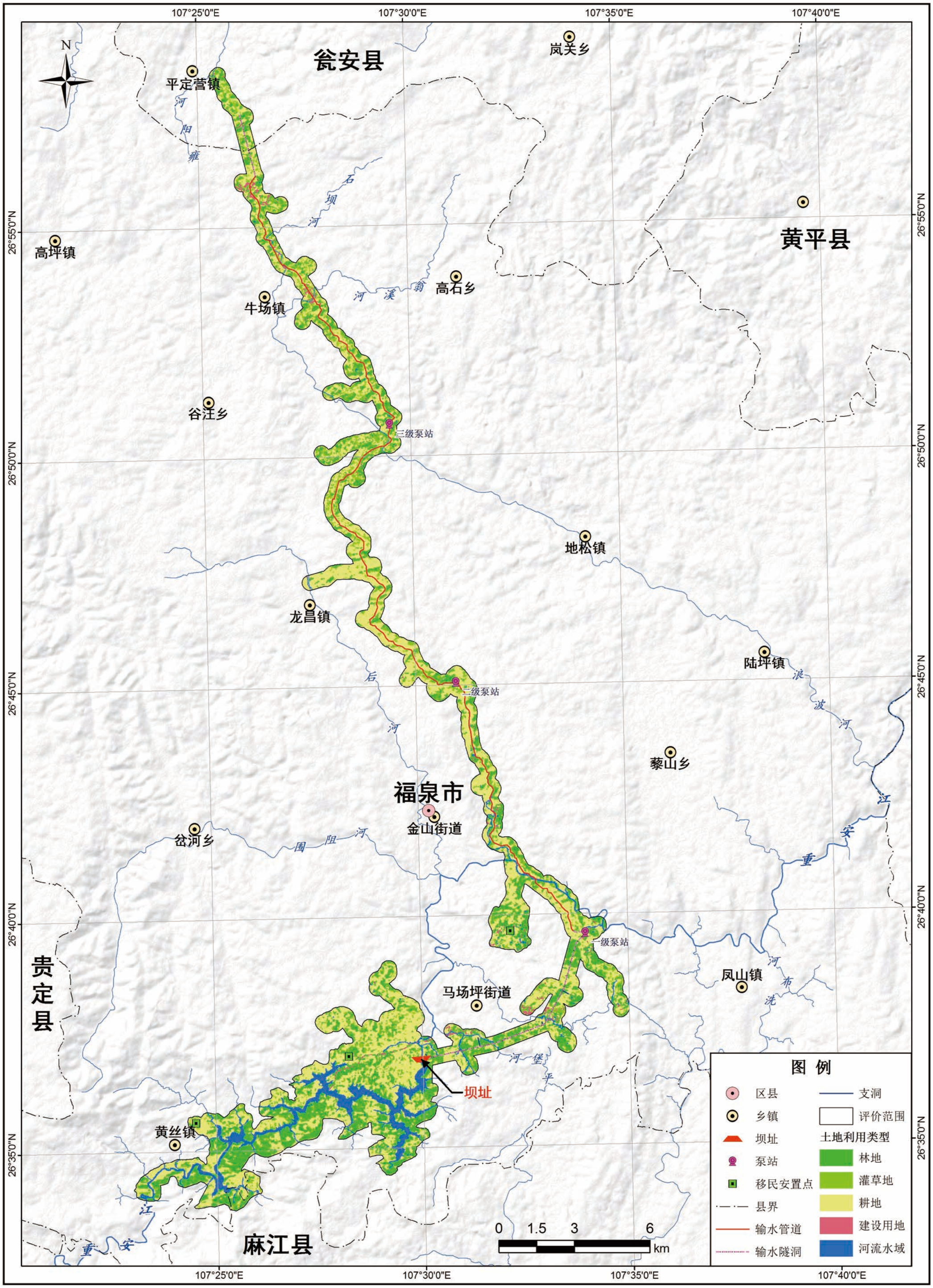
比例尺 0　6　12km

乌江流域瓮安河水系

重安江流域

福泉市区域监测断面放大图

附图 7　贵州省黔南州凤山水库工程评价区土地利用现状图(建设后)



贵州省黔南州凤山水库工程

公众参与调查报告

贵州省水利投资（集团）有限责任公司

2018 年 7 月

目　录

1 公众参与目的、原则及工作程序.....1
1.1 公众参与的目的.....1
1. 2 公众参与的原则.....1
1. 3 公众参与的程序.....2
2 公众参与组织机构及调查范围.....2
2.1 公众参与的组织机构.....2
2.2 公众参与的调查范围.....3
3 公众参与计划.....3
3.1 公众参与计划内容.....3
3.2 公众参与有效性保证.....3
4 信息公开.....4
4.1 信息公开方式.....4
4.2 报告书编制前的信息公开.....5
4.3 报告书编制完成后的信息公开.....1
5 公众意见调查内容及调查方法.....5
5.1 公众意见调查内容.....5
5.2 公众意见调查方法.....6
6 公众意见汇总分析和信息反馈.....6
6.1 公众意见的分类统计结果.....6
6.2 对于公众意见代表性、合理性和可行性分析.....13
7 公众参与调查结论.....13
7.1 公众参与个人调查结论.....14
7.2 公众参与团体调查结论.....14
附件 1：凤山水库公众参与个人调查表
附件 2　凤山水库公众参与团体调查表

1 公众参与目的、原则及工作程序

拟建项目的建设对周围的自然生态环境和社会经济带来的影响，直接或间接地影响邻近地区人民群众的生活。建设项目环境影响评价的公众参与旨在了解社会各界的态度和观点，提供公众评价建设项目影响的机会，使建设项目的环境影响评价更加民主化、公众化，以避免片面性的决策，给以后的工作带来困难和不必要的麻烦。

公众参与是环境影响评价工作重要组成部分，是项目建设单位、评价单位与人民群众之间的一种双向交流，公众参与让更多的人了解和支持环境影响评价工作，提高公众环境保护意识，协助有关部门制定切实可行的环境保护措施，使建设项目的环境影响评价结论更加切合实际，使可能受影响的公众或社会团体的利益得到考虑，从而使项目发挥长远的环境效益、社会效益、经济效益。

1.1 公众参与的目的

公众参与的目的是维护公众的合法环境权益，在环境影响评价中体现以人为本的原则；更加全面的了解环境背景信息，发现潜在的环境问题，提高环境影响评价的科学性和针对性；通过公众参与提高环境保护措施的合理性和有效性。

1. 2 公众参与的原则

公众参与过程中应体现如下原则：

1、知情原则：信息公开应在调查公众意见前开展，以便公众在知情的基础上提出有效意见。

2、公开原则：在公众参与全过程中，应保证公众能及时、全面并真实地了解建设项目的相关情况。

3、平等原则：努力建立厉害相关方之间的信任，平等交流，充分理解不同意见，避免主观和片面。

4、广泛原则：设法使不同社会、文化背景的公众参与进来，在重点征求受建设项目直接影响公众意见的同时，保证其他公众发表意见的机会。

5、便利原则：根据建设项目的性质以及所涉及区域的工作特点，选择公众易于获取的信息公开方式和便于公众参与的调查方式。

1.3 公众参与的程序

公众参与的程序具体见图 1.3-1。

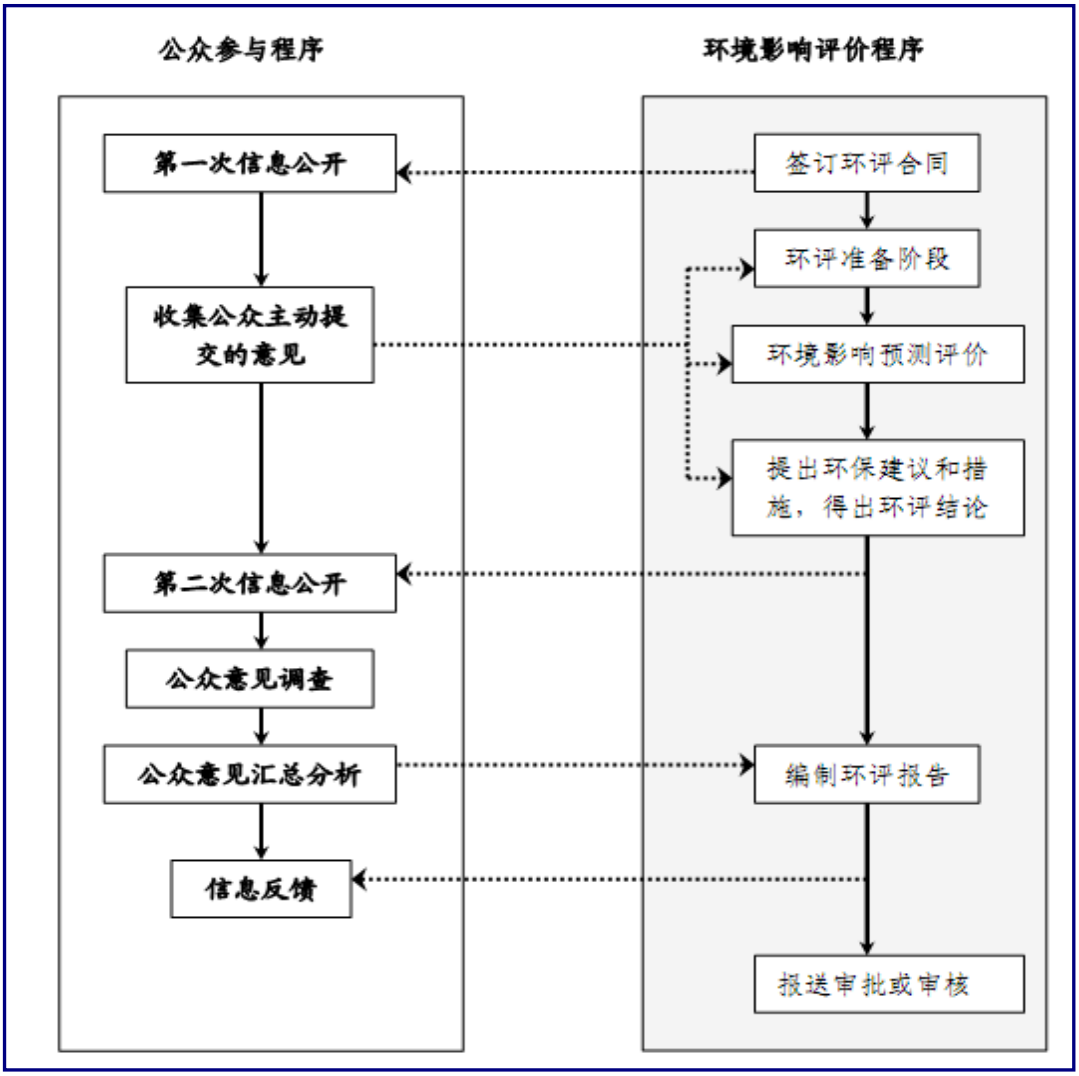


图 1.3-1 环境影响评价公众参与工作程序图

2 公众参与组织机构及调查范围

2.1 公众参与的组织机构

拟建项目由建设单位组织进行公众参与的具体工作，环境影响评价单位提供相关技术支持。

2.2 公众参与的调查范围

本次公众参与的调查范围重点围绕主要的利益相关方开展公众参与调查公众，核心公众群包括：受建设项目直接影响的单位和个人。

根据本工程对环境的影响范围，确定本次公众参与范围包括水源枢纽工程施工区、水库淹没区及库周、输水系统工程区三个区域。涉及的行政区域主要包括福泉市马场坪社区、鱼酉乡、凤山镇、龙昌镇、牛场镇、瓮安县雍阳镇、平定营镇。

3 公众参与计划

3.1 公众参与计划内容

根据项目特点，本次公众参与的主要目的是调查核心公众群对拟建项目实施的意见和建议。针对贵州省凤山水库工程涉及的区县、乡镇具体情况，本次工作参与的调查计划具体见表 2.1-1。

3.2 公众参与有效性保证

为了保证公众参与的有效性，采取如下措施进行控制：

1、选取不同文化层次、不同年龄段、不同民族公众群进行调查，了解其对项目实施的公众意见，确保公众意见能代表周边受影响群众的意愿。

2、采用通俗易懂的语言描述项目施工期和营运期的环境影响，让项目周边受影响居民能理解项目施工期和营运期的影响。

3、公众参与人员进行业务培训，培养公众参与调查问卷参与人员的组织能力、沟通协调能力，将项目施工期和营运期的环境影响和污染防治措施进行讲述，确保公众群能理解和接受。

4、申请专项资金，确保公众参与调查组人员的资金保证。

表 2.1-1　工作参与计划实施一览表

工作参与调查组成员	张运、陈豪、郭艳娜、吴燕飞、乔俊豪
资金保证	贵州省水利投资有限公司提供专项资金，确保公众参与人员的资金保障
工作参与时间表	第一信息公告时间：2016 年 3 月 7 日至 3 月 17 日 第二次信息公告时间：2016 年 6 月 19 日至 6 月 30 日
拟采用信息公开方式	第一次信息公告在项目涉及乡镇政府部门、居民集中居住区采用现场信息公示的方式 第二次信息公告项目采用现场信息公示和网络公示相结合的方法
拟采用的公众调查方式	采用现场调查和网络反馈的方式收集公众调查意见
信息反馈的安排	公众参与调查问卷在 2016 年 9 月采用现场回收方式统一进行回收，网络反馈意见采用网上收集方式进行
公众的地域和数量分布情况	公众团体：主要为福泉市及有关乡镇有关单位、工业企业等。 公众个人：主要是指工程建设区直接影响及间接影响的群众，包括水源枢纽工程施工区、水库淹没区及库周、输水系统工程区。
公众代表数量	代表数量：个人调查问卷 146 份、单位 18 份
征求意见的事项	征求意见的事项具体见公众群调查样表

4 信息公开

4.1 信息公开方式

本次公众参与调查开展共分为2个阶段，各阶段主要工作内容如下所述：

（1）第一阶段，我院根据拟定的公众参与调查计划，于2016年3月7日~17日，开展了第一次现场公示和网络信息公示，在项目影响区各乡镇政府公告栏上现场张贴了凤山水库工程环境影响评价公示信息，并且在福泉市政府网站上进行了第一次环境影响评价信息网络公示。

（2）第二阶段，在报告书初稿完成后，于2016年6月19日~30日开展了第二次网络信息公示和现场张贴公示，本阶段在福泉市政府配合下通过团体代表座谈会、发放团体和个人调查表型式征求公众意见。

4.2 第一次公示

4.2.1 网站公示

2016年3月7日和16日，贵阳院配合建设单位在福泉市人民政府网站 http://www.gzfuquan.gov.cn/doc/2016/03/08/331489.shtml 和贵阳院门户网站 http://www.ghidri.com.cn/site/news/20163/7458.htm 对工程的相关信息及征求公众意见的主要事项进行第一次公示。



福泉市人民政府网第一次网络公示信息



贵阳勘测设计研究院有限公司
GUIYANG ENGINEERING CORPORATION LIMITED

设为首页 加入收藏 联系我们 | 简体中文 English

搜索 高级搜索

首页 企业介绍 新闻中心 工程业绩 资质与业务 科技与质量 党群工作 企业文化 人才与招聘

您的位置：首页 > 新闻中心 > 信息公示 > 正文

最新资讯

- 贵州省玉龙水利枢纽工程环境影响...
- 贵州省石龙水利枢纽工程环境影响...
- 贵州省彭家桥水利枢纽工程环境影...
- 贵州省观音水利枢纽工程环境影响...
- 贵州省凤山水利枢纽工程环境影响...
- 关于公布和实施《贵阳院工程项目...
- 贵州花溪平山风电场工程环境影响...
- 白云区白云风电场项目环境影响评...
- 花溪平山风电场工程环境影响评价...

点击排行

1. 贵安新区电子信息产业园富士康电...
2. 贵安新区月亮湖综合项目（一期）...
3. 贵安新区电子信息产业园（二期）...
4. 贵州斯特林绿色能源智能装备有限...
5. 贵州斯特林绿色能源智能装备有限...
6. 贵安电子信息产业园富士康电子制...
7. 贵安新区月亮湖综合项目（一期）...
8. 贵州三都九阡风电场一期工程环境...
9. 贵安新区北斗湖路（一期）道路工...
10. 贵安新区贵安小镇湖畔安置点工程...

贵州省凤山水利枢纽工程环境影响评价公众参与第一次公示

作者： 来源： 发布时间：2016/3/7 15:29:56

贵州省凤山水利枢纽工程是《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划》、《贵州省水利建设“三大会战”实施方案》、《贵州省清水江（重安江汇口以上）流域规划》和《贵州省鱼梁江流域综合规划》推荐的近期开发的大型骨干水源工程，贵州省水利投资（集团）公司委托中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司（国环评证甲字第3301号）开展贵州省凤山水利枢纽工程环境影响评价工作，根据《建设项目环境影响评价公众参与暂行管理办法》（环发2006（28）号）的要求，现将项目情况公告如下：

一、建设项目概要

凤山水库工程拟建于贵州省黔南布依族苗族自治州福泉市境内鱼梁江上游河段，是长江流域沅江水系清水江一级支流的主源，为大（2）型综合利用水利工程，属年调节水库；水库校核洪水位912.1m，水库总库容1.14亿m3，水库正常蓄水位910m，相应库容1.02亿m3，死水位862m，相应库容278万m3，水库兴利库容0.98亿m3；电站总装机容量2.4MW，多年平均发电量690万KW.h；工程任务是以供水、灌溉为主，兼顾发电等综合利用。

根据项目设计初步成果，水库建成后，水库多年平均增供水量为8554万m3，其中马场坪工业园4594万m3，龙昌工业园1280万m3，瓮安县城1566万m3，凤山水库灌区生活用水85万m3，凤山水库灌区灌溉1030万m3。工程建设征地主要涉及福泉市4个乡镇13个行政村和瓮安县1个镇1个行政村。涉及总人口为2125人，各类房屋面积69637m2，零星树木9.31万株，直接淹没通村公路10.99km，国道2.28 km，高速公路1.2 km，沪昆高铁桥墩20个，株六铁路桥墩11个，湘黔铁路桥墩10个，35kv电力线路1.21km，10kv电力线路10km，移动通信线路2.5km，小型电站2座；本工程规划水平年搬迁安置2488人，工程静态总投资359498.25万元。

二、环境影响评价的工作程序和主要工作内容

工作程序：接受环评工作委托-现状调查与环境监测-公众参与-编写环境影响报告书-上报水利部预审-上报环境保护部审查

贵阳院门户网第一次网络公示信息

4.1.2 项目区现场张贴公示

按照国家环保总局2006年2月14日发布的环发2006[28号]《环境影响评价公众参与暂行办法》中的规定，建设单位在拟建项目环境影响评价报告书编制前向公众公告了以下信息，工作参与调查样表具体见附件中的个人和团体调查表。考虑当地居民接触互联网较少，很难从网络上获取本项目的环境影响评价信息，2016年3月16日~17日在工程涉及主要乡镇政府公示栏张贴了信息公示。



黄丝社区公示

贵州省黔南州凤山水库工程环境影响评价

公众参与公告信息（第一次）

贵州省凤山水利枢纽工程是《贵州省清水江（重安江汇口以上）流域综合规划》和《贵州省清水江（重安江汇口以上）流域综合规划环境影响报告书》推荐的近期开发的大型骨干水源工程，贵州省水利投资（集团）公司委托中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司（国环评证甲字第 3301 号）开展贵州省凤山水利枢纽工程环境影响评价工作，根据《建设项目环境影响评价公众参与暂行管理办法》（环发 2006〔28〕号）的要求，现将项目情况公告如下：

一、建设项目概要

凤山水库工程拟建于贵州省黔南布依族苗族自治州福泉市境内鱼梁江上游河段，是长江流域沅江水系清水江一级支流的主源，为大（2）型综合利用水利工程，属年调节水库；水库校核洪水位 912.1m，水库总库容 1.14 亿 m3，水库正常蓄水位 910m，相应库容 1.02 亿 m3，死水位 862m，相应库容 278 万 m3，水库兴利库容 0.98 亿 m3；电站总装机容量 2.4MW，多年平均发电量 690 万 KW.h；工程任务是以供水、灌溉为主，兼顾发电等综合利用。

根据项目设计初步成果，水库建成后，水库多年平均增供水量为 8554 万 m3，其中马场坪工业园 4594 万 m3，龙昌工业园 1280 万 m3，瓮安县城 1566 万 m3，凤山水库灌区生活用水 85 万 m3，凤山水库灌区灌溉 1030 万 m3。工程建设征地主要涉及福泉市 4 个乡镇 13 个行政村和瓮安县 1 个镇 1 个行政村。涉及总人口为 2125 人，各类房屋面积 69637m2，零星树木 9.31 万株，直接淹没通村公路 10.99km，国道 2.28 km，高速公路 1.2 km，沪昆高铁桥墩 20 个，株六铁路桥墩 11 个，湘黔铁路桥墩 10 个，35kv 电力线路 1.21km，10kv 电力线路 10km，移动通信线路 2.5km，小型电站 2 座；本工程规划水平年搬迁安置 2488 人，工程静态总投资 359498.25 万元。

二、环境影响评价的工作程序和主要工作内容

工作程序：接受环评工作委托-现状调查与环境监测-公众参与-编写环境影响报告书-上报水利部预审-上报环境保护部审查。

报告书主要内容有：对拟建项目周边评价范围内的自然环境、生态环境、社会环境进行现状调查及评价；对拟建项目在建设期和营运期对周围环境的影响进行预测和评价；根据项目对环境的影响程度，提出优化工程环境保护设计方面的建议，并为环保措施的选择与实施提供依据，使造成的不利影响降至最低；使项目建设、环境保护、区域社会经济之间形成协调发展的关系；根据工程设计和环境现状，在采取环保措施的前提下，论证建设项目的环境可行性。

三、征求公众意见的主要事项

（1）调查范围及对象：公众意见的调查范围工程建设涉及到的可能受影响的公众及附近的单位和组织、当地相关政府部门。

（2）征求公众意见的主要内容：您认为项目建设对环境的哪些不利影响较大；您有无建议采取何种措施来减缓项目建设对环境的影响；您是否赞同该项目的建设、是否同意该项目的建设方案；您对本项目环境影响、环境保护措施、移民安置等环境保护方面的意见和建议；您的其它意见和建议。

（3）本次公告征求公众意见的期限为：2016 年 3 月 5 日至 3 月 20 日。

（4）凤山水库工程环境影响报告书完成后其全本在相关媒体提供下载或公告，时间、地点另行公告。

（5）环评承担单位和建设单位将对所反映情况认真核实，调查属实的意见或建议将给予采纳，并将贯穿于整个建设过程中。

四、公众提出意见的主要方式

社会各界公众可在公示之日起至公示期限内，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索取相关资料，提出意见和建议。

五、建设单位和环评单位名称、地址及联系方式

建设单位：贵州省水利投资（集团）有限责任公司

地　　址：贵州省贵阳市南明区西湖巷 32 号

联 系 人：张运　　联系方式：0851-85603967；传真：0851-85924601

六、环境影响评价单位名称、地址及联系方式

环评单位：中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

地址：贵州省贵阳市观山湖区兴黔路 16 号

邮编：550081　　联系人：陈工程师

联系电话：0851-85388318；邮箱：gyyhpgs@126.com；传真：0851-85388300

贵州省黔南州水务局

中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

2016 年 3 月

4.3 第二次公示

4.3.1 网站公示

2016年8月5日，福泉市人民政府网站分别对凤山水库工程相关环评工作开展的信息进行了环境影响评价第二次公示。福泉市人民政府公示网站为http://www.gzfuquan.gov.cn/doc/2016/08/05/537884.shtml。



4.3.2 项目区现场张贴公示

2016年7月19~25日，环评单位在本工程水源枢纽工程区、水库淹没区及库周、输水系统供水工程区涉及的乡（镇）张贴了凤山水库工程环境影响评价公众参与第二次公示信息”。

贵州省黔南州凤山水库工程环境影响评价信息第二次公示

为了体现环境影响评价公众参与工作的知情、公开、平等、广泛、便利的原则，贯彻落实《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）和《环境影响评价公众参与暂行办法》的有关规定，现开展凤山水库工程环境影响评价信息第二次公示。

一、项目概况

凤山水库工程位于贵州省黔南布依族苗族自治州福泉市境内，主要任务是以城乡生活和工业供水为主，并结合发电。水库坝址位于马场坪，工程建设区涉及马场坪办事处、黄丝镇、龙昌镇、牛场镇和平定营镇共 5 个乡镇。

水库总库容 1.10 亿 m^3，增供水量为 6967 万 m^3/a。首部枢纽主要建筑物由

挡水建筑物、泄水建筑物及发电厂房等组成，输水系统主要由输水隧洞、输水管道和 3 座泵站等组成。最大坝高 90m，坝后电站装机 2.4MW，工期 45 个月。水库建成后，向马场坪工业园、龙昌工业园、凤山镇和瓮安县城供水，输水隧洞 13.0km，输水干管 22.3km，3 级泵站（总扬程 200m），清水池、阀井及支线管路等。工程静态总投资为 36.73 亿元。

二、环境质量现状

凤山水库工程坝址多年平均流量为 6.81m^3/s，年径流量为 2.15 亿 m^3。

根据监测结果，评价区的环境空气、声环境和坝址上游地表水、地下水环境均能满足相应功能区标准要求，工程区环境质量较好。马场坪以下河段地表水环境质量较差。

评价区域内发现国家Ⅱ级保护植物 2 种（香果树、金荞麦）。有国家Ⅱ级重点保护野生动物 11 种。

工程评价区共有鱼类 34 种，鲤科鱼类最多，有 22 属 25 种，鲇形目有 3 属 5 种，鲈形目有 2 属 3 种，合鳃鱼目有 1 科属 1 种，没有列入《中国濒危动物红皮书——鱼类》和《中国红色物种名录》珍稀濒危鱼类。

本工程水源枢纽工程均不涉及洒金谷省级风景名胜区，输水工程中在部分管道（长度约 5km）在景区范围内，工程对景区的主要影响来自水库建设后对下游流经景区的重安江水文情势的影响、进而影响景区的景观和游览活动。

三、可能对环境产生的影响

1、施工期影响分析

水环境：施工期生产废水和生活污水在非正常排放情况下，会对水体水质有一定不利影响。

环境空气：污染物主要来自爆破、砂石加工系统粉尘和车辆、施工机械的燃油尾气以及施工交通道路扬尘等。

噪声：施工噪声主要来自交通运输、开挖爆破、砂石料加工、混凝土拌和、辅助企业生产等施工活动。

固体废弃物：工程弃渣量为 351.57 万 m^3，生活垃圾产生量为 2t/d，固体废物乱堆乱放会对环境造成一定影响。

生态环境：工程占地破坏地表植被，造成植物生物量损失。同时，施工活动

产生的噪声、扬尘、废气等将对施工区附近的野生动物产生干扰，使该区域的栖息适宜度降低。

3、工程运行

水文情势：工程建成后，库区水域面积增大，流速减缓；坝址下游形成减水河段，流量减小。

水环境：根据预测，工程建成后水库出现富营养化的可能性不大，水库水温结构为分层型。

生态环境：水库蓄水将淹没库区正常蓄水位以下的植物、植被，淹没和压缩动物栖息地；工程建设导致水文情势发生变化，改变了水生生物及鱼类的栖息环境，使鱼类组成和生长繁殖受到影响。

社会环境：工程建设可解决福泉市、瓮安县的缺水问题，对加快当地经济发展、改善区域生态及水环境具有积极作用。

四、预防和减轻影响的对策措施

生态流量保证措施：初期蓄水期在导流洞下埋设钢管，运行期采用“生态机组+生态岔管”的方式下泄流量。

水环境保护措施：施工期生产废水和生活污水经处理后综合利用或达标排放，水库建成运行后，及时开展饮用水源地保护区的划定保护，加强水库的运行管理和水质监测工作。

生态环境保护措施：水生生态保护措施包括人工增殖放流、科学研究、加强渔政管理等。陆生生态保护措施包括加强宣传教育、设置陆生生物保护警示牌。

环境空气保护措施：选择先进、低尘的施工工艺，及时进行洒水降尘，做好绿化，施工人员采取劳动保护措施。

噪声污染防治措施：设立警示牌；对振动大的设备使用减噪槽、减振机座等；合理安排施工时间。

固体废物处置：工程弃渣运至指定渣场，生活垃圾定期收集外运至福安市垃圾填埋场进行处理。

五、环境影响评价结论

工程建设对环境的影响有利有弊，在切实落实环评报告提出的环境保护措施及环境保护要求后，工程建设的不利环境影响可得到缓解，从环境保护角度分析，

工程建设是可行的。

六、公众查阅信息的方式和期限

公众可在本信息公示之日起 15 个工作日内到建设单位贵州省水利投资（集团）有限责任公司或环境影响评价单位中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司查阅工程环境影响报告书简本。在公示时间内公众如需索取补充信息或反映对工程环评工作的意见和看法，可通过信函、传真或者电子邮件等向建设单位或环境影响评价机构提出。

七、征求公众意见的范围和主要事项

意见范围：公众对本工程设计、施工和运营在环境保护方面的意见。

公众范围：受拟建工程影响的公民、法人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：设计、施工和营运期的主要环境问题；公众希望采取的环境保护措施；公众对拟建工程的态度等。

八、建设单位联系方式

建设单位：贵州省水利投资（集团）有限责任公司　　地址：贵阳市南明区西湖巷 32 号　　邮编：550000

联系人：张运　电话：0851-85603967 传真：0851-85924601

九、环境影响评价单位联系方式

环评单位：中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司　地址：贵州省贵阳市观山湖区兴黔路 16 号　　邮编：550081

联系人：陈工　　电话：0851-85388318　传真：0851-85388300　邮箱：gyyhpgs@126.com

4.4 公众参与座谈会

2016年6月19日，福泉市水利局组织召开了凤山水库工程环境影响评价公众参与工作座谈会。参加人员包括福泉市、黄丝社区、凤山镇、龙昌镇、牛场镇的公众及有关单位、环评单位等代表约20人。

会议议程主要为：1.主持单位介绍本次座谈会召开背景目的。2.评价单位介绍凤山水库工程的环评工作进展、主要环境影响、初步的环境影响评价结论、公

众参与重要性，以及进一步推进公众参与调查等有关事项等；3.全体与会人员针对座谈会的议题展开讨论。

参会公众代表均表示支持本工程建设，希望在工程施工及运行期，能够严格按照相关国家政策和法律法规要求落实提出的环保措施，从而有效减轻本工程建设可能造成的不利影响。部分代表也提出了宝贵的建设意见，洒金谷省级风景名胜管理处的代表提出，当前福泉市社会经济发展中，水源保障问题已成为制约性因素，本项目的建设正是体现了当地民众的民意，但希望建设方在工程建设中能保障重安江水质及下游的洒金谷风景名胜区不受影响，施工中应有相应的保护措施；马场坪工业园区的代表提出，当前园区各项产业发展，都离不开水源供应，但希望生产、生活供水水质得到相应的保障。

针对公众提出问题，公众参与环评单位将意见进行整理，反馈给建设方，同时也在会上对公众关注的环境保护方面的问题与公众进行交流，与会代表均表示满意。

5 公众意见调查内容及调查方法

5.1 公众意见调查内容

贵州省凤山水库工程环境影响评价公众参与意见调查内容主要为：

1、是否知道凤山水库建设工程；

2、对项目建设的必要性和迫切性的认识；

3、您认为工程所在区域目前的环境状况；

4、您认为工程所在区域的主要环境问题；

5、您认为重安江黑塘桥电站坝址以上段水质能否作为供水水源地；

6、凤山水库工程建设对您的影响

7、工程的建设是否有利于本地区经济发展；

8、您家庭的主要经济来源是

9、您家的生活用水水源来自

1、您家的生活用水水质状况及是否有缺水状况

11、您认为工程施工过程中对环境影响最大的是

12、您认为工程运行对环境影响最大的是

13、您对该项目你采取的环保措施是否满意；

14、你对凤山水库建设的态度。

5.2 公众意见调查方法

针对拟建项目的特点，本次公众参与采用现场调查和网络反馈的方式收集公众调查意见。

6 公众意见汇总分析和信息反馈

6.1 公众意见的分类统计结果

1、个人调查对象

（1）基本信息汇总

个人调查对象主要是选择与本项目直接相关的部分乡镇、行政村单位的代表和可能受到影响的周边居民，本次调查回收受水区个人访谈调查表70份，施工及淹没区个人访谈调查表76份。公众参与调查个人信息统计情况具体见表6.1-1和表6.1-2，信息统计情况具体见表6.1-3。

表6.1-3　　公众参与核心群体基本情况统计一览表

特征	类型及人群			
分布	拟建项目供水区涉及的乡镇			
性别	男：32		女：38	
文化程度	小学及以下：1	初中：9	高中、中专：9	大专及以上：51
分布	拟建项目施工及淹没区涉及的乡镇			
性别	男：60		女：16	
文化程度	小学及以下：23	初中：29	高中、中专：9	大专及以上：15

从以上统计汇总结果看出：本次公众参与调查群体来自项目周边及供水管线沿线乡镇，针对不同民族、年龄、性别、文化程度的群体进行了调查，公众参与调查覆盖面广，调查意见代表不同核心群体中个人对修建拟建项目的意见和建议。

（2）调查内容信息统计

本次公众参与调查内容统计汇总的详细信息见表6.1-4和表6.1-5。

表 6.1-4　　调查信息统计（受水区）

调查项目		调查结果（人）	百分比（%）
1、您是否知道凤山水库工程	知道	70	100.0
	不知道	0	0.0
2、 您对项目建设的必要性和迫切性的认识	很需要	28	40.0
	需要	42	60.0
	不需要	0	0.0
3、 您认为工程所在区域目前的环境状况	很好	40	57.1
	较好	29	41.4
	一般	1	1.4
	较差	0	0.0
4、您认为工程所在区域的主要环境问题是	环境空气污染	17	24.3
	地表水污染	24	34.3
	地下水污染	7	10.0
	噪声干扰	3	4.3
	生态环境差	4	5.7
	灌溉和饮水困难	13	18.6
	废污水乱排	1	1.4
	垃圾乱堆乱放	1	1.4
5、您认为重安江黑塘桥电站坝址以上段能否作为供水水源地	可以	57	81.4
	不能	5	7.1
	不清楚	8	11.4
5、凤山水库工程建设对您的影响	有利	35	50.0
	不利	35	50.0
	一般	0	0.0
6、您认为工程的建设是否有利于本地区经济发展	有利	44	62.9
	不利	0	0.0
	一般	21	30.0
8.您家的生活用水水源来自	泉水	23	32.9
	重安江干流河水	34	48.6
	支流河水	1	1.4
	水厂供水	4	5.7
	其他	8	11.4
9、您家的生活用水水质状况	很好	44	62.9
	较好	19	27.1
	一般	5	7.1
	较差	0	0.0
10、您家是否有缺水状况	经常性缺水	0	0.0
	偶尔缺水	61	87.1
	不缺水	9	12.9
11、您家庭的主要经济来源是	农业	33	47.1
	养殖业	22	31.4
	打工	4	5.7

调查项目		调查结果（人）	百分比（%）
	其他	9	12.9
12、您对该项目拟采取的环境保护措施是否满意	是	49	70.0
	否	0	0.0
	不清楚	19	27.1
13、拟对凤山水库建设的态度：	支持	52	74.3
	不关心	15	21.4
	反对	0	0.0

表 6.1-5　　调查信息统计（施工及淹没区）

调查项目		调查结果（人）	百分比（%）
1、您是否知道凤山水库工程	知道	76	100
	不知道	0	0.0
2、 您对项目建设的必要性和迫切性的认识	很需要	53	69.7
	需要	23	30.3
	不需要	0	0.0
3、 您认为工程所在区域目前的环境状况	很好	44	57.9
	较好	23	30.3
	一般	9	11.8
	较差	0	0.0
4、您认为工程所在区域的主要环境问题是	环境空气污染	34	44.7
	地表水污染	20	26.3
	地下水污染	4	5.3
	噪声干扰	2	2.6
	生态环境差	6	7.9
	灌溉和饮水困难	2	2.6
	废污水乱排	3	3.9
	垃圾乱堆乱放	3	3.9
5、凤山水库工程建设对您的影响	有利	58	76.3
	无影响	18	23.7
	不利	0	0.0
6、您认为工程的建设是否有利于本地区经济发展	有利	60	78.9
	不利	0	0.0
	一般	16	21.1
7、您家庭的主要经济来源是	农业	42	55.3
	养殖业	20	26.3
	打工	7	9.2
	其他	7	9.2
8、您认为工程施工对环境影响最大的是	植被破坏	23	30.3
	动物收到惊吓	19	25.0
	鱼类资源减少	6	7.9
	水质下降	8	10.5
	水土流失加剧	4	5.3

调查项目		调查结果（人）	百分比（%）
	扬尘与粉尘	3	3.9
	噪声	7	9.2
	其他	4	5.3
9、您认为工程运行对环境的最大影响是	水环境质量变差	24	31.6
	空气质量变差	17	22.4
	声环境质量变差	5	6.6
	水土流失加剧和植被破坏	8	10.5
	鱼类减少	5	6.6
	居民生活水平降低	5	6.6
	河道减水	6	7.9
	其他	4	5.3
10、您对该项目拟采取的环境保护措施是否满意	是	65	85.5
	否	0	0.0
	不清楚	11	14.5
11、拟对凤山水库建设的态度：	支持	66	86.8
	不关心	10	13.2
	反对	0	0.0

（3）受水区统计调查结论：

①本次公众参与调查工作充分，共获得拟建工程受水区 70 人意见调查表，调查对象集中，均为可能受到拟建项目影响的受水区各界人士，调查对象较为全面，比较具有代表性，所调查统计数及汇总的意见能够集中、真实的反映出拟建项目受水区内各界人士对本工程建设所关心的问题和需要解决的环境问题。

②本次调查中，40%的被调查者表示很需要凤山水库的建设，60%的被调查者表示需要凤山水库的建设，没有人认为不需要；86.8%的被调查者支持凤山水库建设，13.2%的被调查者表示不关心，没有人不同意水库建设。

③针对受水区居民目前生活用水：32.9%的被调查居民生活用水来源于泉水，48.6%的被调查居民生活用水来源于重安江干流，1.4%的被调查居民生活用水来源于重安江支流，5.7%的被调查居民生活用水来源于水厂，8%的被调查居民生活用水来源于其他方式；其中 62.9%的被调查居民认为生活用水水质很好，27.1%的居民认为生活用水水质较好，7.1%的居民认为水质一般，没有居民认为水质差。

④对于受水区居民生活：47.1%的被调查居民经济来源于农业，31.4%的居民来源于养殖业，5.7%的居民收入来自务工，12.9%的居民来源于其他行业；87.1%的被调查对象表示家里偶尔缺水，12.9%的的被调查对象表示家里不缺水。

（4）施工及淹没区统计调查结论：

①本次公众参与调查工作充分，共获得拟建工程施工、淹没区 76 人意见调查表，调查对象集中，均为可能受到拟建项目影响的施工、淹没区各界人士，调查对象较为全面，比较具有代表性，所调查统计数及汇总的意见能够集中、真实的反映出拟建项目施工、淹没区内各界人士对本工程建设所关心的问题和需要解决的环境问题。

②本次调查中，86.8%的被调查者支持凤山水库的修建，无人对水库修建持反对意见，13.2%的被调查者表示不关心。

③针对施工期环境影响调查：30.3%的被调查者认为是植被破坏，25%的被调查者认为是影响野生动物，7.9%的被调查者认为是鱼类资源较少，10.5%的被调查者认为是水质下降，5.3%的被调查者认为是水土流失加剧，3.9%的被调查者认为是扬尘粉尘污染，9.2%的被调查者认为是噪声影响，5.3%的被调查者认为是其他方面影响。

④针对运行期环境影响调查：31.6%的被调查者认为是水环境质量变差，22.4%的被调查者认为是环境空气污染，6.6%的被调查者认为是声环境质量变差，10.5%的被调查者认为是水土流失和植被破坏，6.6%的被调查者认为是鱼类减少，6.6%的被调查者认为是居民生活水平降低，7.9%的被调查者认为是河道减水，5.3%的被调查者认为是其他方面影响。

2、单位、团体调查及信息统计表

（1）调查内容信息统计

单位、团体调查对象主要为拟建项目施工区、受水区及淹没区的政府机关（以县、乡为单位）、企业以及村委会。团体调查统计信息具体见表 6.1-6。团体调查结果统计信息具体见表 6.1-7。

表 6.1-7　公众参与团体调查信息统计一览表

调查项目		调查结果（人）	百分比（%）
1. 您是否知道凤山水库工程	知道	18	100.0
	不知道	0	0.0
2. 您对项目建设的必要性和迫切性的认识	很需要	15	83.3
	需要	3	16.7
	不需要	0	0.0
3. 您认为工程所在区域目前的环境状况	很好	9	50.0
	较好	7	38.9
	一般	2	11.1
	较差	0	0.0
4. 您认为工程所在区域的主要环境问题是	环境空气污染	4	22.2
	地表水污染	1	5.6
	地下水污染	0	0.0
	噪声干扰	1	5.6
	生态环境差	1	5.6
	灌溉和饮水困难	4	22.2
	废污水乱排	0	0.0
	垃圾乱堆乱放	1	5.6
5、贵单位认为重安江黑塘桥电站以上段水质能否作为供水水源地	可以	17	94.4
	不能	0	0.0
	不清楚	1	5.6
6、凤山水库建设对贵单位的影响	有利	17	94.4
	无影响	1	5.6
	不利	0	0.0
7、贵单位认为凤山水库建设是否有利于本地区经济发展	有利	16	88.9
	不利	0	0.0
	一般	2	11.1
8、贵单位认为工程施工对环境影响最大的是	植被破坏	4	22.2
	影响野生动物	1	5.6
	鱼类资源减少	2	11.1
	水质下降	1	5.6
	水土流失加剧	0	0.0
	扬尘粉尘污染	2	11.1
	噪声	0	0.0
	其他	1	5.6
9、贵单位认为工程运行对环境的最大影响是	水、空气、声环境质量变差	5	27.8
	水土流失和植被破坏	3	16.7
	鱼类减少	2	11.1
	居民生活水平降低	2	11.1
	河道减水	1	5.6
	其他	5	27.8

调查项目		调查结果（人）	百分比（%）
10、贵单位的生活、生产水源来自	泉水	3	16.7
	重安江干流河水	0	0.0
	支流河水	1	5.6
	水厂供水	14	77.8
	其他	0	0.0
11、贵单位的生活、生产用水水质状况	很好	7	38.9
	较好	5	27.8
	一般	6	33.3
	较差	0	0.0
11、贵单位是否有缺水状况	经常缺水	2	11.1
	偶尔缺水	9	50.0
	不缺水	7	38.9
12、贵单位对该项目采取的环境保护措施是否满意	是	17	94.4
	否	0	0.0
	不清楚	1	5.6
13、贵单位对该项目建设的态度	支持	18	100.0
	不关心	0	0.0
	反对	0	0.0

（2）统计调查结论

根据以上分析，可得出以下团体调查结论：

①83.3%的被调查团体表示很需要凤山水库的建设，16.7%团体表示需要凤山水库的建设，没有团体表示不需要凤山水库的建设；100%的团体支持凤山水库建设，没有团体反对凤山水库建设。

②94.4%的被调查团体认为重安江黑塘桥电站以上段水质可以作为供水水源地，5.6%的团体不清楚此河段水质能否作为供水水源地，没有团体认为次河段水质不能作为供水水源地；88.9%团体调查单位认为凤山水库建设对当地经济发展有利，11.1%的团体认为凤山水库对当地经济发展影响一般，没有团体认为凤山水库建设对当地经济发展不利。

③38.9%的团体认为生活、生产用水水质很好，27.8%的团体认为生活、生产用水水质较好，33.3%的团体认为生活、生产用水水质一般，没有团体认为生活、生产用水水质差；11.1%的团体经常缺水，50%的团体偶尔缺水，38.9%的团体不缺水。

④94.4%的团体认为环评阶段采取的环境保护措施感到满意，5.6%的团体对环评阶段采取的环境保护措施不清楚，没有团体对环评阶段采取的环境保护措施不满意。

6.2 对于公众意见代表性、合理性和可行性分析

1、代表性分析

从表 6.1-1、表 6.1-2 的统计汇总结果看出：本次公众参与调查群体来项目沿线乡镇，针对不同年龄、性别、文化程度的核心群体进行了调查，公众参与调查覆盖面广，调查意见代表不同群体对修建拟建项目的意见和建议。因此，本次公众参与调查具有代表性。

2、合理性分析

本次公众参与根据前期现场调查的情况，针对拟建项目受水区、施工区及灌溉区沿线的环境制约因素、项目建设期和营运期的环境影响，提出了有针对性的调查问题，本次工作参与调查问题共涉及水资源、自然资源、社会环境、施工期、运行期环境影响、污染控制以及征地拆迁等方面问题，调查问题很好地反应了项目沿线的制约因素、以及项目实施产生的环境影响，因此本次公众参与问题设置合理可行。

3、可行性分析

在公众参与调查过程中对于公众提出的意见，评价单位严格按照相关法规、导则，用严谨的态度对各类意见进行了处理，及时的把处理意见反映给建设单位和设计单位，并得到了建设单位、设计单位的重视和采纳。因此，上述意见具有可行性。

7 公众参与调查结论

本次公众参与调查工作充分，共获得各类调查表 146 份，调查对象涉及受水区、施工区及淹没区的人民群体、单位团体，涉及范围较广，具有代表性；调查统计汇总的意见能够集中、真实的反映出拟建项目对区域环境所带来的改变和人民群众所关心和需要解决的问题，调查内容真实、全

面，具有合理性；针对各类意见，评价单位按照相关法规、导则对各类意见进行了处理，得到了建设单位的重视和采纳，具有可行性。

7.1 公众参与个人调查结论

1、受水区公众参与调查结论

①本次公众参与调查工作充分，共获得拟建工程受水区 70 人意见调查表，调查对象集中，均为可能受到拟建项目影响的受水区各界人士，调查对象较为全面，比较具有代表性，所调查统计数及汇总的意见能够集中、真实的反映出拟建项目受水区内各界人士对本工程建设所关心的问题和需要解决的环境问题。

②本次调查中，40%的被调查者表示很需要凤山水库的建设，60%的被调查者表示需要凤山水库的建设，没有人认为不需要；86.8%的被调查者支持凤山水库建设，13.2%的被调查者表示不关心，没有人不同意水库建设。

③针对受水区居民目前生活用水：32.9%的被调查居民生活用水来源于泉水，48.6%的被调查居民生活用水来源于重安江干流，1.4%的被调查居民生活用水来源于重安江支流，5.7%的被调查居民生活用水来源于水厂，8%的被调查居民生活用水来源于其他方式；其中 62.9%的被调查居民认为生活用水水质很好，27.1%的居民认为生活用水水质较好，7.1%的居民认为水质一般，没有居民认为水质差。

④对于受水区居民生活：47.1%的被调查居民经济来源于农业，31.4%的居民来源于养殖业，5.7%的居民收入来自务工，12.9%的居民来源于其他行业；87.1%的被调查对象表示家里偶尔缺水，12.9%的的被调查对象表示家里不缺水。

2、施工及淹没区统计调查结论

①本次公众参与调查工作充分，共获得拟建工程施工、淹没区 76 人意见调查表，调查对象集中，均为可能受到拟建项目影响的施工、淹没区各界人士，调查对象较为全面，比较具有代表性，所调查统计数及汇总的意

见能够集中、真实的反映出拟建项目施工、淹没区内各界人士对本工程建设所关心的问题和需要解决的环境问题。

②本次调查中，86.8%的被调查者支持凤山水库的修建，无人对水库修建持反对意见，13.2%的被调查者表示不关心。

③针对施工期环境影响调查：30.3%的被调查者认为是植被破坏，25%的被调查者认为是影响野生动物，7.9%的被调查者认为是鱼类资源较少，10.5%的被调查者认为是水质下降，5.3%的被调查者认为是水土流失加剧，3.9%的被调查者认为是扬尘粉尘污染，9.2%的被调查者认为是噪声影响，5.3%的被调查者认为是其他方面影响。

④针对运行期环境影响调查：31.6%的被调查者认为是水环境质量变差，22.4%的被调查者认为是环境空气污染，6.6%的被调查者认为是声环境质量变差，10.5%的被调查者认为是水土流失和植被破坏，6.6%的被调查者认为是鱼类减少，6.6%的被调查者认为是居民生活水平降低，7.9%的被调查者认为是河道减水，5.3%的被调查者认为是其他方面影响。

7.2 公众参与团体调查结论

①83.3%的被调查团体表示很需要凤山水库的建设，16.7%团体表示需要凤山水库的建设，没有团体表示不需要凤山水库的建设；100%的团体支持凤山水库建设，没有团体反对凤山水库建设。

②94.4%的被调查团体认为重安江黑塘桥电站以上段水质可以作为供水水源地，5.6%的团体不清楚此河段水质能否作为供水水源地，没有团体认为次河段水质不能作为供水水源地；88.9%团体调查单位认为凤山水库建设对当地经济发展有利，11.1%的团体认为凤山水库对当地经济发展影响一般，没有团体认为凤山水库建设对当地经济发展不利。

③38.9%的团体认为生活、生产用水水质很好，27.8%的团体认为生活、生产用水水质较好，33.3%的团体认为生活、生产用水水质一般，没有团体认为生活、生产用水水质差；11.1%的团体经常缺水，50%的团体偶尔缺水，38.9%的团体不缺水。

④94.4%的团体认为环评阶段采取的环境保护措施感到满意，5.6%的团体对环评阶段采取的环境保护措施不清楚，没有团体对环评阶段采取的环境保护措施不满意。

附件 1　　贵州省福泉市凤山水库工程环境影响评价公众参与问卷调查表（个人）

姓名		年龄		性别		民族		文化程度	
职业			单位或住址						
电话									

1. 您是否知道凤山水库工程：
知道□　　不知道□

2. 您对项目建设的必要性和迫切性的认识：
很需要□　　需要□　　不需要□

3. 您认为工程所在区域目前的环境状况：
很好□　　较好□　　一般□　　较差□

4. 您认为工程所在区域的主要环境问题是：
环境空气污染□　　地表水污染□　　地下水污染□　　噪声干扰□
生态环境差□　　灌溉和饮水困难□　　废污水乱排□　　垃圾乱堆乱放□

5. 凤山水库工程建设对您的影响：
有利□　　无影响□　　不利□

6. 您认为该工程的建设是否有利于本地区经济发展：
有利□　　不利□　　一般□

7. 您家庭的主要经济来源是：
农业□　　养殖业□　　打工□　　其他□

8. 您认为工程施工过程中对环境影响最大的是：
植被破坏□　　动物受到惊吓□　　鱼类资源减少□　　水质下降□
水土流失加剧□　　扬尘与粉尘□　　噪声□　　其他□

9. 您认为工程运行对环境影响最大的是：
水环境质量变差□　　空气质量变差□　　声环境质量变差□　　水土流失加剧、植被破坏□
鱼类减少□　　居民生活水平降低□　　河道减水□　　其他□

10. 您对该项目拟采取的环保措施是否满意:
是□　　否□　　不清楚□

11. 您对该项目建设的态度：
支持□　　不关心□　　反对□

12. 您对工程建设在环境保护方面的建议和要求：

注：请您在同意的方格内打“√“　　填表时间：　　年　　月　　日

附件 2　　贵州省凤山水库工程环境影响公众参与问卷调查表（单位、团体）

单位名称（盖章）				填表人	
单位性质		人数		联系电话	
单位位于	施工区附近□　　水库淹没区附近□　　受水区□　　其他□				

1.贵单位（团体）是否知道凤山水库工程：
知道□　　不知道□

2.贵单位（团体）对项目建设的必要性和迫切性的认识：
很需要□　　需要□　　不需要□

3.贵单位（团体）认为工程所在区域目前的环境状况：
很好□　　较好□　　一般□　　较差□

4.贵单位（团体）认为工程所在区域的主要环境问题是：
环境空气污染□　　地表水污染□　　地下水污染□　　噪声干扰□
生态环境差□　　灌溉和饮水困难□　　废污水乱排□　　垃圾乱堆乱放□

5.贵单位（团体）认为重安江黑塘桥电站以上段水质能否作为供水水源地：
可以□　　不能□　　不清楚□

6.凤山水库工程建设对贵单位（团体）的影响：
有利□　　无影响□　　不利□

7.贵单位（团体）认为工程的建设是否有利于本地区经济发展：
有利□　　不利□　　一般□

8.贵单位（团体）认为工程建设过程中对环境影响最大的是：
植被破坏□　　动物受到惊吓□　　鱼类资源减少□　　水质下降□
水土流失加剧□　　扬尘与粉尘□　　噪声□　　其他□

9.贵单位（团体）认为工程运行对环境影响最大的是：
水、空气、声环境质量变差□　　水土流失加剧、植被破坏□　　鱼类减少□
居民生活水平降低□　　河道减水□　　其他□

10. 贵单位（团体）的生活、生产用水水源来自：
泉水□　　重安江干流河水□　　支流河水□　　水厂供水□　　其他□

11. 贵单位（团体）的生活、生产用水水质状况：
很好□　　较好□　　一般□　　较差□

12. 贵单位（团体）是否有缺水状况：
经常性缺水□　　偶尔缺水□　　不缺水□

13.贵单位（团体）对该项目采取的环保措施是否满意:
是□　　否□　　不清楚□

14.贵单位（团体）对该项目建设的态度：
支持□　　不关心□　　反对□

15.贵单位（团体）对工程建设在环保方面的建议或意见：

注：请在同意的方格内打“√”　　填表时间：　　年　　月　　日