WE 2014 018

云南省文山州德厚水库工程
环境影响报告书

中国水利水电科学研究院

二〇一五年六月

建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：中国水利水电科学研究院
住　　所：北京市海淀区车公庄西路20号
法定代表人：匡尚富
证书等级：甲级
证书编号：国环评证甲　字第　1024　号
有效期：至2019年1月23日
评价范围：环境影响报告书类别　一　甲级：农林水利；社会区域***
环境影响报告表类别　一　乙级：[illegible]

云南省文山德厚水库环境影响评价

项　目　名　称：云南省文山德厚水库环境影响评价
文　件　类　型：环境影响报告书
评　价　单　位：中国水利水电科学研究院
证　书　编　号：国环评证甲字第1024号

法　人　代　表：匡尚富
评价机构负责人：周怀东

建　设　单　位：文山州德厚水库建设管理处

项目负责人：谭红武

审　　查：刘畅
审　　批：彭文启

经国家环境保护总局环境影响评价工程师职业资格登记管理办公室审查，**谭红武**具备从事环境影响评价及相关业务的能力，准予登记。

职业资格证书编号：0001414

登记证编号：A10240010700

有效期限：2006 年 09 月 28 日至 2009 年 09 月 27 日

所在单位：中国水利水电科学研究院

登记类别：农林水利类环境影响评价

国家环境保护总局

2006 年09 月28 日

再 次 登 记 记 录

时间	有效期限	签章
2009.10.29	延至 2012年 09月 27日	环评工程师再次登记专用章
2013.1.6	延至 2015年 09月 27日	环评工程师再次登记专用章
	延至 年 月 日	
	延至 年 月 日	

项目主要承担人员及职责

姓名	专业	职称	登记证书号	上岗证编号	职责	签字
谭红武	环境工程	教高	A10240010700	A10240002	项目负责人	谭红武
杜强	水文学与水资源	教高	A10240051600	A10240007	工程分析 地下水影响分析	杜强
诸葛亦斯	环境水力学	高工			地表水环境影响预测分析 水温影响分析预测	诸葛亦斯
余晓	生态水力学	工程师			水资源影响分析 地表水环境影响预测分析	余晓
李国强	生态学	高工		A10240025	生态影响分析评价 环保措施	李国强
赵成	水资源	高工	B34030020700	B34030002	水、气、声及陆生生态现状调查评价	赵成
陈杰	环境工程	高工	B3403002070	B34030010	社会环境现状调查 移民安置影响预测	陈杰
杨斌	环境工程	高工		B34030014	环保措施 公众参与	杨斌
窦娟	水土保持	工程师		B34030012	水土流失现状调查评价 预测评价	窦娟

目录

1 总则 *1*

1.1 项目由来 **1**

1.2 编制目的 **3**

1.3 编制依据 **3**

1.3.1 法律法规 3

1.3.2 评价技术规范 4

1.3.3 设计文件及报告 6

1.3.4 相关文件 6

1.4 评价标准 **6**

1.4.1 环境质量标准 7

1.4.2 污染物排放标准 9

1.4.3 固体废物鉴别、处置标准 10

1.4.4 水土流失强度评价标准 10

1.5 评价等级 **11**

1.5.1 生态环境 11

1.5.2 水环境 11

1.5.3 大气及声环境 13

1.5.4 环境风险 13

1.6 评价范围及时段 **14**

1.6.1 水环境评价范围 14

1.6.2 生态环境评价范围 14

1.6.3 大气和声环境评价范围 14

1.6.4 土壤环境评价范围 14

1.6.5 社会环境评价范围 15

1.7 环境保护目标 **15**

1.7.1 环境功能保护目标 15

1.7.2 环境敏感点 19

1.8 评价重点 **19**

1.9 评价原则 **20**

2 工程概况 *21*

2.1 流域规划 **21**

2.1.1 盘龙河流域概况 21

2.1.2 盘龙河流域开发利用规划 24

2.1.3 与本项目有关的规划环评要求 28

2.2 工程任务及规模及运行调度方式 **31**

2.2.1 工程位置 31

2.2.2 工程任务 31

2.2.3 工程规模.....32
2.2.4 德厚水库灌区规划.....38
2.2.5 工程运行调度方式.....41
2.3 工程布置与主要建筑物.....42
2.3.1 供水总体布局.....42
2.3.2 工程总体布置及主要建筑物.....44
2.4 工程施工布置及进度.....50
2.4.1 施工布置.....50
2.4.2 施工方法.....57
2.4.3 施工进度及工期.....61
2.5 工程占地和移民安置规划.....61
2.5.1 工程占地及拆迁量.....61
2.5.2 移民安置规划.....62
2.5.3 专业迁改建规划.....65
2.5.4 库底清理.....66
2.5.5 征地补偿投资.....66
2.6 工程量.....66
2.7 工程投资.....66
3 工程分析.....67
3.1 工程与区域相关规划的协调性.....67
3.1.1 法律法规及政策符合性分析.....67
3.1.2 与主体功能区划的协调性分析.....67
3.1.3 与流域综合规划的协调性分析.....68
3.1.4 与区域生态环境规划的协调性分析.....69
3.2 工程选址选线及布局的环境合理性分析.....72
3.2.1 供水规模的环境合理性分析.....72
3.2.2 城市生活、灌区及工业园区节水水平合理性分析.....73
3.2.3 水库坝址布置及坝型选择的环境合理性分析.....74
3.2.4 工程总体布局的环境合理性分析.....78
3.2.5 料场、弃渣场布置的环境合理性分析.....79
3.2.6 生产生活营地布置的环境合理性分析.....79
3.2.7 施工道路布置的环境合理性分析.....82
3.2.8 移民安置及专业迁建项目的环境合理性分析.....83
3.3 施工期环境影响分析.....84
3.3.1 土石料场开采的环境影响.....84
3.3.2 主体工程施工的环境影响.....84
3.3.3 施工交通运输影响分析.....86
3.3.4 施工人群影响分析.....86
3.3.5 施工期污染源源强分析.....86
3.4 工程运行期环境影响分析.....91

3.4.1 对水文情势的影响分析.....91
3.4.2 对水环境的影响分析.....92
3.4.3 对区域生态环境影响分析.....94
3.4.4 对区域社会经济的影响分析.....95
3.5 占地和移民分析.....95
3.6 评价因子筛选.....95
3.7 工程分析小结.....97
4 项目区环境现状调查评价.....100
4.1 区域自然环境.....100
4.1.1 地形地貌.....100
4.1.2 地质.....100
4.1.3 气候气象.....100
4.1.4 水文泥沙.....101
4.1.5 水文地质单元.....104
4.1.6 土壤.....110
4.1.7 水资源开发利用现状.....110
4.2 水环境现状调查与评价.....113
4.2.1 地表水环境功能区划.....113
4.2.2 污染源及环境遗留问题调查.....113
4.2.3 地表水环境现状.....126
4.2.4 地下水环境现状.....135
4.2.5 河道底泥监测及评价.....139
4.2.6 水环境综合评价.....142
4.3 环境空气及声环境现状监测与评价.....153
4.3.1 环境空气现状调查与评价.....153
4.3.2 声环境现状调查与评价.....154
4.3.3 环境空气及声环境评价小结.....159
4.4 土壤环境调查及现状质量评价.....159
4.4.1 土壤类型.....159
4.4.2 土壤环境质量现状评价.....160
4.4.3 石漠化及土壤潜育化调查分析.....165
4.5 农作物及鱼类中重金属含量调查及评价.....167
4.5.1 农作物中重金属含量调查与评价.....167
4.5.2 鱼类中重金属含量调查与评价.....170
4.6 生态环境调查及现状质量评价.....172
4.6.1 现状调查评价方法.....172
4.6.2 植物.....177
4.6.3 陆生动物.....185
4.6.4 鱼类.....196
4.6.5 其他水生生物和水体初级生产力.....207

4.6.6 评价区水生生态系统综合评价.....214
4.6.7 景观生态系统评价.....215

4.7 工程区水土流失现状.....220
4.7.1 区域水土流失现状.....220
4.7.2 工程影响区水土流失现状.....221
4.7.3 项目区水土保持现状.....221

4.8 社会环境.....221
4.8.6 人群健康.....224

4.9 移民安置区环境现状.....227
4.9.1 播烈安置点.....227
4.9.2 杨梅山庄对面安置点.....227
4.9.3 花庄市场背后安置点.....227
4.9.4 康家寨头安置点.....228

4.10 区域环境特征及主要的环境问题.....228

5 环境影响预测与评价.....229

5.1 对区域水资源利用的影响分析.....229
5.1.1 设计水平年区域水资源利用影响分析.....229
5.1.2 对德厚坝址以下河段用水户的影响.....245

5.2 水文情势的影响分析.....247
5.2.1 预测方法.....247
5.2.2 预测工况.....251
5.2.3 库区干流水文情势变化分析.....253
5.2.4 坝址以下河段水文情势影响评价.....258

5.3 地表水环境的影响预测与评价.....279
5.3.1 常规水质指标影响预测分析.....279
5.3.2 水温影响预测分析.....283
5.3.3 水库富营养化预测分析.....308

5.4 地下水环境影响预测评价.....310
5.4.1 预测方法.....310
5.4.2 德厚河及咪哩河水文地质单元地下水模型的建构验证.....313
5.4.3 运行期地下水环境影响预测.....320
5.4.4 地下水环境影响评价.....330
5.4.5 地下水环境预测评价小结.....334

5.5 生态环境影响预测与评价.....335
5.5.1 对区域生态完整体影响预测与评价.....335
5.5.2 运行期对陆生生态影响预测与评价.....337
5.5.3 运行期对水生生态的影响预测评价.....343

5.6 移民安置对环境的影响预测评价.....348
5.6.1 工程占地对土地资源的影响.....349
5.6.2 移民安置对区域社会环境的影响.....350

5.6.3 移民安置对生态环境的影响分析 351
5.6.4 移民安置水环境影响分析 352
5.6.5 移民安置对大气环境、声环境的影响分析 352
5.6.6 移民安置生活垃圾影响分析 352
5.6.7 对移民安置方案的建议 352

5.7 社会环境的影响分析 353
5.7.1 占地对区域土地资源利用影响分析 353
5.7.2 对边疆少数民族地区经济发展的影响分析 354
5.7.3 对文物古迹的处理意见和保护措施 354

5.8 水土流失预测与评价 355
5.8.1 扰动原地貌及损坏水土保持设施面积 355
5.8.2 弃渣量预测及堆放 356
5.8.3 可能造成的水土流失量预测 358
5.8.4 工程建设中可能造成的水土流失危害 358
5.8.5 水土流失预测评价小结 358

5.9 施工期环境影响分析与评价 359
5.9.1 施工期对水环境的影响 359
5.9.2 施工期对生态环境的影响 362
5.9.3 施工期大气环境影响分析 364
5.9.4 施工期声环境影响分析 365
5.9.5 施工固体废物的影响 367
5.9.6 对人群健康的影响 367

6 德厚河流域重金属污染治理实施方案 368

6.1 治理目标 368

6.2 治理对象 369
6.2.1 文山市星金铁矿磁选厂 369
6.2.2 兆龙工贸有限责任公司选矿厂 372
6.2.3 文山盛禾矿业有限公司 375
6.2.4 金驰公司薄竹选矿厂 379
6.2.5 大凹子煤矿 381
6.2.6 水结煤矿 383
6.2.7 土基冲铁矿 384
6.2.8 云南文山金驰砒霜有限公司 385
6.2.9 蒙自矿冶有限责任公司 389
6.2.10 中泰锰业老乌锰矿 395
6.2.11 乐西煤矿 396
6.2.12 金和有色金属冶炼厂 397

6.3 总体建设内容与规模 398
6.3.1 固废治理建设内容与规模 398
6.3.2 废水治理建设内容与规模 398

6.4 治理方案 398

6.4.1 金驰砒霜厂综合整治方案.....398
6.4.2 星金铁矿磁选厂综合整治方案.....402
6.4.3 兆龙选厂综合整治方案.....405
6.4.4 盛禾砒霜厂综合整治方案.....406
6.4.5 薄竹多金属选矿厂综合整治方案.....409
6.4.6 大凹子煤矿综合整治方案.....410
6.4.7 水结煤矿综合整治方案.....413
6.4.8 土基冲选矿厂综合整治方案.....416
6.4.9 乐西煤矿综合整治方案.....419
6.4.10 金和有色金属冶炼厂治理方案.....420
6.4.11 老乌锰矿治理方案.....420
6.4.12 蒙自矿冶公司选厂及尾矿库治理方案.....420
6.4.13 文山市历史遗留砷渣填埋场综合治理工程.....424

6.5 实施效果.....426

6.6 治理工程投资概算.....427

6.7 工程实施方式及实施进度.....427

7 重金属影响专题.....428

7.1 水库水质重金属影响预测及分析.....428
7.1.1 模拟预测因子.....428
7.1.2 污染源源强估算.....428
7.1.3 水质预测结果及分析.....429
7.1.4 水库水质类比分析.....431

7.2 库区土壤重金属影响分析.....436
7.2.1 淹没范围及土地利用类型.....436
7.2.2 土壤重金属溶出条件分析.....436
7.2.3 土壤重金属溶出对水库水质影响分析.....436
7.2.4 类比监测分析.....439

7.3 库区底泥重金属影响分析.....440
7.3.1 库区泥沙冲淤分析.....440
7.3.2 底泥重金属影响分析.....442

7.4 灌区农作物、鱼类重金属影响分析.....444
7.4.1 灌区农作物重金属影响分析.....444
7.4.2 鱼类重金属影响分析.....447

7.5 土壤及底质中铁、锰对水库水质的影响.....448
7.5.1 铁、锰基本性质及超标危害.....448
7.5.2 国内一些水库铁、锰超标共性.....449
7.5.3 德厚流域土壤中铁、锰背景水平.....449
7.5.4 土壤及底质中铁、锰对水库水质影响分析.....450

7.6 蒙自矿冶公司选矿厂外排水对阿三龙灌区的影响.....453

7.7 水库重金属环境风险分析.....455

7.8 重金属风险防范措施 456
7.8.1 防范措施 456
7.8.2 重金属风险监测计划 456
7.9 重金属影响专题评价结论 458
8 其它环境风险分析 459
8.1 评价目的 459
8.2 风险源识别及评价等级确定 459
8.2.1 施工期环境风险源分析 459
8.2.2 运行期环境风险源分析 461
8.2.3 社会稳定性风险分析 462
8.2.5 环境风险评价等级确定 464
8.3 风险影响分析 464
8.3.1 施工期环境风险影响分析 464
8.3.2 运行期环境风险影响分析 466
8.4 风险防范措施及应急预案制定 467
8.4.1 油库风险防范措施 468
8.4.2 炸药库风险防范措施 468
8.4.3 危险品运输事故风险防范措施 469
8.4.4 社会稳定风险防范措施 470
8.4.5 环境事故应急预案 470
9 环境保护措施 476
9.1 水环境保护措施 476
9.1.1 施工期水环境保护措施 476
9.1.2 水库建设及蓄水准备期 485
9.1.3 运行期水环境保护措施 487
9.1.4 生态流量泄放监控措施 493
9.2 生态保护措施 494
9.2.1 生态避免措施 494
9.2.2 生态减缓措施 494
9.2.3 生态恢复措施 497
9.3 水土保持及生态保护措施 498
9.3.1 水土流失防治分区 498
9.3.2 水土保持措施总体布局 499
9.3.3 水土流失防治项目与工程量 500
9.4 移民安置环境保护措施 501
9.5 固体废弃物处理 502
9.6 噪声控制措施 503
9.6.1 噪声源控制 503
9.6.2 优化施工工艺及施工组织 503

9.6.3 施工人员的劳动保护.....503
9.6.4 噪声敏感点防护.....504
9.7 大气环境保护措施 504
9.8 人群健康保护..... 505
9.9 文物保护 506
9.10 小结..... 506
10 环境监测.....509
10.1 目的和任务 509
10.2 环境监测原则..... 509
10.3 监测方式 509
10.4 监测内容 510
10.5 主体工程环境监测计划 510
10.5.1 水环境监测.....510
10.5.2 大气和声环境监测.....512
10.5.3 陆生生态监测.....513
10.5.4 水生生态监测.....515
10.5.5 生态流量监测.....516
10.5.6 人群健康监测.....516
10.6 水土保持监测计划 516
10.7 移民安置环境监测计划 517
10.8 环境监测资料整理建档制度..... 518
10.9 环境监测实施计划 518
11 环境管理.....519
11.1 目的和意义..... 519
11.2 任务..... 519
11.3 环境管理目标..... 519
11.4 环境保护管理机构 及职能 520
11.5 施工期环境管理 521
11.5.1 建设单位.....521
11.5.2 承包商的环境管理.....522
11.5.3 环境监理.....522
11.6 移民安置区环境管理..... 524
11.6.1 环境管理机构及职责.....524
11.6.2 移民安置环境监理.....524
11.6.3 移民安置环境监督计划.....525
11.7 环境保护工程验收计划 525

11.7.1 水库下闸蓄水前环境保护阶段工程验收 525
11.7.2 工程竣工环境保护工程验收 525
12.环境保护投资估算及环境损益分析 528
12.1 环境保护投资估算 528
12.1.1 编制原则与编制依据 528
12.1.2 环保投资组成 528
12.1.3 环保投资估算 528
12.2 环境影响经济损益分析 533
12.2.1 分析目的与遵循原则 533
12.2.2 环境经济损益分析 534
13 公众参与 536
13.1 公众参与的目的、原则和方式 536
13.2 公众参与工作程序 542
13.3 公众参与调查结果及分析 543
13.3.1 调查对象 543
13.3.2 公示结果 546
13.3.3 问卷调查结果及建议 546
13.4 公众参与的主要结论 551
14 环境影响评价结论 553
14.1 评价结论 553
14.1.1 工程开发任务、作用因素及影响源 553
14.1.2 环境现状评价结论 556
14.1.3 环境影响预测及评价结论 564
14.1.4 环境保护投资 567
14.1.5 公众参与 568
14.1.6 综合评价结论 569
14.2 建议 569
建设项目环境保护审批登记表 570

1 总则

1.1 项目由来

云南省文山州德厚水库工程位于云南省文山州文山市德厚乡德厚河中下游段（见附图 1），是解决盘龙河中、上游流域资源性缺水和工程性缺水的核心水利工程，其主要开发任务是以城乡生活和工业供水、农业灌溉为主，兼顾发电等综合利用。德厚水库正常蓄水位 1377.50m，总库容 11340 万 m^3，兴利库容 8984 万 m^3，多年平均总供水量 9529 万 m^3。

盘龙河流域是文山州的母亲河，河道全长 247km，流域面积 6141km^2，其中文山州境内流域面积 6103km^2，占盘龙河流域面积的 99.4%，占文山州面积的 19.4%。受地形影响，流域内年降水量自下游的 1600mm 递减至上游的 900mm。上游龙潭寨站（汇水面积 3184km^2）径流量仅为 8.26 亿 m^3，而盘龙河出国境处天保站（汇水面积 6123km^2）径流量则达 24.31 亿 m^3。盘龙河流域整体呈上游干旱耕地多、下游湿润耕地少的水土资源错位分布格局。受岩溶发育、河谷深切，以及严重滞后的水利基础设施建设制约，流域内存在资源性缺水及工程性缺水问题。长期以来，“无灾不成年”是文山州水利基础设施脆弱的真实写照，洪旱灾害每年损失上亿元，特别是自 2009 年入秋以来，全州遭受了历史罕见的 4 年连旱，旱情严重时，全州 37 条河沟断流，44 座水库、161 座坝塘干涸，120.7 万人、61.3 万头大牲畜饮水困难。盘龙河流域严重缺水制约着上游耕作条件较好的平远片区及马塘片区的农业生产，也严重制约着盘龙河上中游地区的文（山）、砚（山）、平（远）城市群的发展。

德厚河位于盘龙河流域中游左岸，是盘龙河一级支流，红河三级支流。德厚河河长 57.3km，落差 1670m，汇水面积 569km^2，多年平均径流量 1.91 亿 m^3。德厚河流域是盘龙河中上游唯一水量较丰富的支流。拟建设的德厚水库位于文山-砚山-平远城市群的中心地带，通过德厚水库调蓄来水，上输平远，下供马塘，是解决盘龙河中上游流域资源性缺水和工程性缺水的核心水利工程。

在近年来涉及文山州的几乎所有规划中都明确提出建设德厚水库的必要性和紧迫性。2007 年由云南省水利水电勘测设计研究院编制的《文山州盘龙河流域水资源利用规划》（修编），最早提出了建设德厚水库。随后，在《云南省“兴边富民工程”专项规划》（2008）、《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划报告》（2010）（见附件 1）、《云南省大中型水库建设“十二五”规划》、《全国大型水库建设规划》中均明确列入德厚水库工程。2014 年 4 月，国家发

改委以文发改农经[2014]721 号《国家发展改革委关于云南省文山州德厚水库工程项目建议书的批复》批准了德厚水库项目建议书。2014 年 5 月，国务院常务会议提出了 172 项节水供水重大水利工程，德厚水库工程列入了 2015 年开工项目名录之中。

2013 年 12 月，受文山州德厚水库建设管理处的委托，中国水利水电科学院承担了云南省文山州德厚水库工程的环境影响评价工作（委托函见附件 2）。同期，业主委托云南大学编制了《文山州盘龙河流域水资源利用规划》（修编）环境影响报告书，并获得审查批复。接受委托后，成立了以云南省秀川公司、云南地质工程勘察设计研究院、云南大学生命学院等为主要协助单位的环评项目组。项目组先后多次对德厚水库库区及盘龙河流域进行了现场踏勘，对德厚河流域及盘龙河流域进行了系统的环境质量监测及污染源调查，进行了类比水库多期水温观测。同时，项目组与设计单位就工程规模、施工布置等进行了深入讨论。由于环评工作的早期介入，设计单位优化了工程设计内容。

在工作过程中，通过环境质量监测及污染源调查，逐渐发现德厚水库集水区内有 12 家工矿企业，其中部分企业属涉重涉危企业，并且对流域内局部的土壤及底泥环境质量造成了污染，进一步确认德厚水库工程建设存在环境制约因素。为此，业主委托中南勘测设计研究院专门编制了《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》，并通过文山州环保局审查及批复和承诺。报告书编制过程中，于 2014 年 5 月和 2014 年 9 月进行了两次公众参与调查。

报告编制完成后，2014 年 9 月水利部水规总院对德厚水库工程环境影响报告书进行了预审。之后，业主单位于 2014 年 10 月委托北京中环格亿技术咨询有限公司，对《云南省文山州德厚水库工程环保专题》进行了技术咨询。

应水利部预审意见（初稿）以及北京中环格亿技术咨询有限公司组织的技术咨询意见要求，文山州德厚水库建设管理处于 2015 年 1 月委托专业部门长沙有色冶金设计研究院有限公司开展了“云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案”（简称治理方案）及“云南省文山州德厚水库工程流域重金属影响专题”(简称重金属专题)的编制工作。2015 年 6 月治理方案和重金属专题报告编制工作完成，云南省人民政府予以批复。项目组对治理方案和重金属专题报告的内容进行了汇总，将主要内容纳入到本环境影响报告书中。

需要说明的是，在治理方案专题及重金属专题报告编制过程中还专门开展了重金属在农作物和鱼体中富集的监测调查工作，对德厚水库集水区范围内涉及的 12 家企业，提出了关闭治理 11 家和 1 家企业进行截污导流的治理措施。在此基础上，还进行了水库水质重金属指标的影响预测分析。针对流域重金属现状、治理方案以及影响预测结果，于 2015 年 6 月 24 日~7 月 7 日项目业主进行了第三

次公众参与调查。2015 年 6 月 26 日起，在文山壮族苗族自治州人民政府网站上进行了云南省文山州德厚水库工程环境影响报告书全文公示。

在本项目环评工作过程中得到文山州环保部门、水利部门及文山州其它政府部门、各专题单位、项目设计单位的热情帮助和大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

1.2 编制目的

本工程环境影响评价旨在查清云南省文山州德厚水库工程影响范围内环境现状，结合工程特性，分析预测工程建设对影响区内自然环境、社会环境可能造成的影响，并针对不利环境影响提出相应的减缓措施，为实现德厚水库工程建设与环境的协调、可持续发展，从环境保护角度论证工程建设的可行性和合理性，为主管部门决策和工程设计提供依据。

（1）分析评价本工程涉及区域的水环境、大气环境、声环境、生态环境和社会环境现状，结合工程施工工艺、方法、工程性质和运行特点，客观科学地预测和评价工程施工、运行可能产生的环境影响，提出减缓不利影响的对策和措施，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益。

（2）根据环境影响预测评价结论及环境保护措施，提出切实可行的环境管理、环境监理和环境监测计划，提出工程竣工环境保护验收的要求，为工程建设、运行期的环境管理和环境保护提供依据，为各项环境保护措施的实施提供制度保证。进行环保投资估算，落实工程环境保护工作费用，为环保措施的顺利实施提供资金保证。

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

1.3 编制依据

1.3.1 法律法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》，2014-4-24 修订，2015-1-1 施行；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》，2002-10-28 实施；

（3）《规划环境影响评价条例》，2009-10-1 施行；

（4）《中华人民共和国水法》，2002-10-1 施行；

（5）《中华人民共和国水污染防治法》，2008-2-28 修订，2008-6-1 施行；

（6）《中华人民共和国防洪法》，1998-1-1 施行；

（7）《中华人民共和国大气污染防治法》，2000-9-1 施行；

（8）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，1997-3-1 施行；

（9）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2005-4-1 施行；（10）《中华人民共和国土地管理法》，2004-8-28 施行；

（11）《中华人民共和国水土保持法》，2010-12-25 修订，2011-3-1 施行；

（12）《中华人民共和国草原法》，2003-3-1 施行；

（13）《中华人民共和国森林法》，1998-7-施行；

（14）《中华人民共和国渔业法》，2013-12-28 施行；

（15）《中华人民共和国野生动物保护法》，2009-8-27 施行；

（16）《中华人民共和国野生植物保护条例》，1997-1-1 施行；

（17）《中华人民共和国文物保护法》，2013-6-29 施行；

（18）《中华人民共和国清洁生产促进法》，2003-1-1 施行；

（19）《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998-11-29 施行；

（20）《基本农田保护条例》，国务院令第 257 号，1999-1-1 施行；

（21）《中华人民共和国河道管理条例》（2011-1-8 修订施行）；

（22）《中华人民共和国水污染防治法实施细则》，国务院第 284 号令，2000-3-20；

（23）《废弃危险化学品污染环境防治办法》，2005-10-1 施行

（24）《国家危险废物名录》，2008-8-1 施行

（25）《国务院关于全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）的批复》，国函〔2011〕167 号，2011-12-28 施行；

（26）《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部第 2 号令，2008-10-1 施行；

（27）《全国生态功能区划》，2008-7 月；

（28）《开发建设项目水土保持方案管理办法》（1994-11 月）；

（29）《全国生态环境保护纲要》（国务院，2000-11 月）；

（30）《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010-12-22 日修订）；

（31）《环境影响评价公众参与暂行办法》（国家环保总局环发[2006]28 号）；

（32）《环境监理工作暂行办法》（国家环境保护局【91】环监字第 338 号）；

（33）《全国主体功能区规划》（国发[2010]46 号）；

（34）《云南省生态功能区划》（2008-7-）；

（35）《云南省生态省建设规划纲要》（2006-2025）（辽政发[2007]49 号文）。

1.3.2 评价技术规范

（1）《环境影响评价技术导则—总则》（HJ2.1-2011）；

（2）《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ 2.2-2008）；

（3）《环境影响评价技术导则—地面水环境》(HJ/T 2.3-93)；

（4）《环境影响评价技术导则—地下水环境》(HJ 610- 2011)；

（5）《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2011）；

（6）《环境影响评价技术导则—声环境》(HJ 2.4-2009)；

（7）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/ T 169-2004）；

（8）《环境影响评价技术导则—水利水电工程》(HJ/T 88-2003)；

（9）《场地环境调查技术导则》HJ25.1-2014

（10）《场地环境监测技术导则》HJ25.2-2014

（11）《污染场地风险评估技术导则》HJ25.3-2014

（12）《污染场地土壤修复技术导则》HJ25.4-2014

（13）《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发〔2006〕28 号）；

（14）《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192-2006）；

（15）《开发建设项目水土保持方案技术规范》（GB50433-2008）；

（16）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

（17）《水利水电工程建设征地移民实物调查规范》（SL442-2009）；

（18）《水利水电工程建设征地移民安置规划大纲编制导则》（SL441-2009）；

（19）《水利水电工程建设农村移民安置规划设计规范》（SL440-2009）；

（20）《水利水电工程建设征地移民设计规范》（SL290-2009）；

（21）《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）》（环办函〔2006〕4 号文）。

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

（23）《水污染治理工程技术导则》（HJ 2015-2012）

（24）《含油污水处理工程技术规范》（HJ 580-2010）

（25）《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013）

（26）《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ 651-2013）

（27）《危险废物安全填埋处置工程建设技术要求》（环发〔2004〕75 号）

（28）《危险废物处置工程技术导则》（HJ 2042-2014）；

（29）《固体废物处理处置工程技术导则（HJ 2035-2014）

（30）《农村生活污染控制技术规范》（HJ 574-2010）

（31）《农业固体废物污染控制技术导则》（HJ588-2010）

（32）《农药使用环境安全技术导则》（HJ 556-2010）

（33）《化肥使用环境安全技术导则》（HJ 555-2010）

1.3.3 设计文件及报告

（1）《文山州盘龙河流域水资源利用规划》（修编），云南省水利水电勘测设计研究院，2007.8.

（2）《云南省文山州德厚水库工程》项目建议书，云南省水利水电勘测设计研究院，2014.4

（3）《云南省文山州德厚水库工程》可行性研究报告，云南省水利水电勘测设计研究院，2015.

（4）《云南省文山州德厚水库工程》水资源论证报告，云南省水利水电勘测设计研究院，2014.9

（5）《云南省文山州德厚水库工程水土保持方案报告书》，云南省水利水电勘测设计研究院，2014.8

（6）《云南省文山州德厚水库工程移民安置规划报告》，珠江委水利设计院，2014.8

1.3.4 相关文件

（1）《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划报告》（2010.10）及规划环境影响报告书批复（2011.7）

（2）《文山市马塘镇布烈村地下水重金属修复示范性工程可行性研究报告》，中南勘测设计研究院，2014.10

（3）《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》，文山市人民政府，中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司，2014.10

（4）《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》，长沙有色冶金设计研究院有限公司,，2015.6

（5）《云南省文山州德厚水库工程流域重金属影响专题报告》，长沙有色冶金设计研究院有限公司，2015.6

1.4 评价标准

根据对本期工程特性和区域环境现状特征的分析，结合环境影响评价技术导则及有关环境管理的要求，确定了本工程环境影响评价标准，并由云南省环境保护厅以云环函〔2014〕225 号文进行了确认。对于《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》及《云南省文山州德厚水库工程重金属影响专题报告》，专题承担单位在云环函〔2014〕225 号文的基础上进一步提出了危险废物鉴别及处置的标准，以及各类污染源适用的污水排放标准等。

1.4.1 环境质量标准

（1）水环境质量标准

1）地表水环境

对德厚河、咪哩河地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准及集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值；对德厚河汇入口至灰土寨水源地之间盘龙河干流河段地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，对灰土寨水源地至迷洒之间盘龙河河段地表水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准。

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

标准类别	pH	DO	CODCr	BOD5	NH3-N	总磷（以计）	总氮(湖库)	Fe	Mn
III类	6~9	≥5	≤20	≤4	≤1.0	≤0.2(湖、库≤0.05)	≤1.0	0.3	0.1
Ⅳ类	6~9	≥3	≤30	≤6	≤1.5	湖、库≤0.1	≤1.5	-	-

2）地下水环境

对德厚水库库区、汇水区以及相邻区域地下水环境质量评价执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）III类标准。

表 1.4-2 地下水环境质量标准值单位：mg/l

pH	高锰酸盐指数	氨氮	氯化物	硫酸盐	溶解性总固体	硝酸盐(以 N 计〕	亚硝酸盐(以 N 计)
6.5~8.5	≤3.0	≤0.2	≤250	≤250	≤1000	≤20	≤0.02

（2）大气环境质量标准

大气环境质量评价执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996，2000 年局部修订）二级标准。2016 年 1 月 1 日起执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。见表 1.4-3。

表 1.4-3　　工程区环境空气质量标准单位：mg/m^3

污染物名称	取值时间	《环境空气质量标准》（GB3095-1996）及其修改单二级标准浓度限值	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准浓度限值
TSP	年平均	0.2	0.20
	日平均	0.3	0.30
NO_2	年平均	0.08	0.04
	日平均	0.12	0.08
	1 小时平均	0.24	0.20
CO	日平均	4	4
	1 小时平均	10	10
SO_2	年平均	0.06	0.06
	日平均	0.15	0.15
	1 小时平均	0.50	0.50

（3）声环境质量标准

施工区内及施工道路所经沿线村庄执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类功能区标准，所经沿线集镇执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类功能区标准。

表 1.4-4 声环境质量标准单位：(dB(A))

类别	昼间	夜间
1 类	50	40
2 类	60	50

（4）土壤环境质量评价标准

土壤环境质量评价执行《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）2 级标准。

表 1.4-5 土壤环境质量标准二级标准单位:mg/kg

项目	限值		
pH	<6.5	6.5~7.5	>7.5
镉≤	0.30	0.30	0.60
汞≤	0.30	0.50	1.0
砷水田≤ 旱地≤	30 40	25 30	20 25
铜农田等≤ 果园≤	50 150	100 200	100 200
铅≤	250	300	350
铬水田≤ 旱地≤	250 150	300 200	350 250
锌≤	200	250	300
镍≤	40	50	60

（5）河流底泥

河流底泥质量评价执行《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）三级标准（见表 1.4-6）。

表 1.4-6 土壤环境质量标准三级标准单位:mg/kg

项目	限值
pH	>6.5
镉≤	1.0
汞≤	1.5
砷水田≤ 旱地≤	30 40
铜农田等≤ 果园≤	400 400
铅≤	500
铬水田≤ 旱地≤	400 300
锌≤	500
镍≤	200

（6）鱼类及农作物残毒

鱼类及农作物残毒参照《食品中污染物限量》（GB2762-2012）。

表 1.4-7 食品中污染物限量

	铅	镉	汞	砷	铬
叶菜、蔬菜	0.3	0.2	0.01	0.05（无机砷）	0.5
鱼类/水产类	0.5	0.1	0.5（甲基汞）	0.1（无机砷）	2.0
贝类及虾蟹类	0.5	0.5	0.5（甲基汞）	0.5（无机砷）	2.0

1.4.2 污染物排放标准

（1）施工废水排放标准

对排入德厚河及咪哩河的施工期污水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978—1996）中的一级标准。

表 1.4-8 施工废水排放标准单位：mg / l

污染物	SS	BOD5	NH3-N	CODCr	石油类
排放浓度限值	70	30	15	100	10

（2）各类污染源废水排放标准

有行业标准的执行相应的行业标准，如铁矿执行《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661 — 2012），铅锌矿执行《铅锌工业污染物排放标准》（GB-25466-2010），煤矿执行《煤炭工业污染物排放标准》（GB20426-2006），没有行业标准的执行《污水综合排放标准》（GB8978—1996）中的一级标准。

表 1.4-9 各类矿业废水排放标准单位：mg/L

污染物	总汞	总镉	总砷	总铅	总锌	SS	总铁	总锰	CODCr	氨氮	石油类
铁矿	0.05	0.1	0.5	1.0	2.0	70	5	2	70	15	0.5
铅锌矿	0.03	0.05	0.3	0.5	1.5	50			60	8	
煤矿	0.05	0.1	0.5			70	7	4	70		10
其它	0.05	0.1	0.5	1.0	2.0	300		3.0	100	15	10

（3）施工废气排放标准

施工期废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

表 1.4-10 大气污染物综合排放标准单位：mg/m^3

污染物	生产工艺	最高允许排放浓度	无组织排放监控浓度限值
颗粒物	其他	120	5.0
二氧化硫	其他含硫化合物使用	700	0.5

（4）施工噪声

施工区域噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

表 1.4-11 建筑施工厂界环境噪声排放标准

	昼间	夜间
噪声限值	70	55

1.4.3 固体废物鉴别、处置标准

（1）固体废物鉴别标准

固体废物鉴别标准执行《危险废物鉴别标准》（GB5085.1~ GB5085.6-2007）及《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》HJ557-2009。酸浸实验浸出液中危害成分浓度限值见表 1.4-12。

表 1.4-12《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别标准》限值

序号	危害成分项目	浸出液中危害成分浓度限值（mg/L）
1	总铜	100
2	总锌	100
3	总镉	1
4	总铅	5
5	总铬	15
6	六价铬	5
7	总汞	0.1
8	总镍	5
9	总银	5
10	总砷	5

（2）固体废物处置标准

固体废物处置执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）、《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598-2001）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）。

1.4.4 水土流失强度评价标准

执行国家水利部行业标准 SL190-2007 分级指标，见表 1.4-14。

表 1.4-15 土壤侵蚀强度分级标准单位：t/km^2a

级别	侵蚀模数	级别	侵蚀模数
微度侵蚀	＜1000	轻度侵蚀	1000-2500
中度侵蚀	2500-5000	强度侵蚀	5000-8000
极强度侵蚀	8000-15000	剧烈侵蚀	＞15000

1.5 评价等级

1.5.1 生态环境

本项目工程征占地总面积约 8.55km^2，在 2~20km^2 之间。输水管线长度 11.914km，长度<50km。影响区域内存在石漠化现象，属重要生态敏感区。根据《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ19-2011），确定本项目生态影响工作等级为二级。

1.5.2 水环境

（1）地表水环境

本项目属水利工程，包括枢纽建设和输水管线建设，工程本身不产生污水；但由于工程任务中包括了灌溉用水、工业用水、生活用水，灌区建设及工业园区建设将产生灌溉退水及工业污水，城镇及农村居民用水后产生生活污水。德厚水库作为盘龙河流域中上游内的核心水利工程，工程运行期还将对盘龙河上中游河段的水文情势产生较大影响，结合工程供水引起的水污染负荷的变化，将对盘龙河上中游河段水环境产生影响。

根据施工组织设计，经估算，施工期混凝土养护废水量约 47.29 万 m^3，总排放强度达 417.6m^3/d。砂石料冲洗废水量约 132.3 万 m^3，最大总排放强度 1137.7m^3/d。车辆冲洗废水约 15.5 万 m^3，总排放强度最高为 121.0m^3/d；生活污水量约 13.68 万 t，总排放强度 133.8t/d。施工期最大总废水排放量约 151.6 万 m^3，总排放强度约 1362.1m^3/d。

根据可行性研究报告，工程多年平均总供水量9529万m³，其中生活供水2233万m³，工业供水 4306 万 m³，农业供水 2990 万 m³。粗略估计，在工程供水量被工业园区、城镇及灌区等规划供水目标接受后，所产生的退水量超过 5 万 m^3/d。

根据工程特点，水库库区汇水区内及水库供水后的退水中污染物为非持久性污染物，类型单一，需要预测的水质参数为氨氮、COD_{Cr} 等，参数数目小于 7。因此，污水水质的复杂程度为简单。

受纳水体为盘龙河上中游河段，根据盘龙河中游控制站龙潭寨水文站水文序列分析结果，年径流量 8.26 亿 m^3（26.2m^3/s），河流类型为中河（15~150m^3/s）。

根据水功能区划分析结果，德厚河及德厚河入盘龙河干流河段水质保护目标为Ⅲ~Ⅳ类。

根据《环境影响评价技术导则---地面水环境》（HJ/T2.3-1993），施工期地表水环境评价工作等级为三级，运行期地表水环境评价工作等级为一级。综合考虑，确定本项目水环境评价工作等级为一级。

（2）地下水环境

德厚水库库区岩溶发育，地下水汇水区内分布有铁矿洗选厂、锰矿、煤矿以及砒霜厂遗址，地表水、地下水转换频繁，地下水含水层易污染，地下水包气带防污性能中等。由于水库有生活供水功能，地下水环境较感。

德厚水库运行后，坝址及库区防渗工程及水库蓄水、灌区供水将影响库区周边地下水动力条件，引起地下水流场或地下水位变化。德厚水库工程总体上属于Ⅱ类建设项目（建设、生产运行和服务期满后的各个过程中，仅引起地下水流场或地下水位变化以及环境水文地质问题的建设项目）。但由于在紧邻咪哩河库区的岩溶洼地处存在金驰砒霜厂遗址，该处存在因污染事故导致的砷污染土壤。在咪哩河大龙洞暗河以上汇水区内还分布有 2 家铁矿选矿厂、1 家多金属矿选矿厂以及盛禾砒霜厂遗址，这些涉矿企业的存在对德厚水库水质安全构成安全隐患。这些问题均属环境遗留问题，应由当地政府负责单独解决。但如果在水库蓄水前不能及时处理的情况下，因水库蓄水而使咪哩河库区的水位抬高，可能造成金驰砒霜厂污染土壤内砷朝背向水库的方向加速扩散，进而产生地下水污染扩散。就这一点而言，工程也具有Ⅰ类建设项目特点。根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ 610—2011）的有关规定：云南省文山州德厚水库项目在建设、生产运行和服务期满后的各个过程中，可能造成地下水水质污染（Ⅰ类建设项目），且引起地下水流场或地下水位变化（Ⅱ类建设项目），同时具备Ⅰ类和Ⅱ类建设项目环境影响特征。故本项目被确定为Ⅲ类建设项目。

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ 610—2011）的有关规定：Ⅲ类建设项目应根据建设项目所具有的Ⅰ类和Ⅱ类特征分别进行地下水环境影响评价工作等级划分，并按所划定的最高工作等级开展评价工作。项目评价等级分别按照Ⅰ类建设项目、Ⅱ类建设项目进行划分，建设项目评价项目影响程度分级见表 1.5-1、1.5-2。

表 1.5-1 建设项目评价项目影响程度分级表（Ⅰ类）

评价项目	影响分级	分级标准	分级依据
包气带的防污性能	中	单层厚度 Mb≥1.0m，渗透系数 10-7≤K≤10-4cm/s，且分布连续、稳定	咪哩河库区右岸 ZK1、ZK3、ZK5 钻孔压（注）水试验
含水层易污染特征	易	潜水含水层埋深浅，地下水与地表水联系密切	库区钻孔稳定水位
地下水环境敏感程度	较敏感	生活供水水源地准保护区以外的补给径流区	区内大部分居民使用自来水
污水排放量	小	污水排放总量≤1000m^3/d	工程施工情况及工程性质
污水水质复杂程度	简单	需预测的水质指标<6	工程性质

表 1.5-2 建设项目评价项目影响程度分级表（Ⅱ类）

评价项目	影响分级	分级标准	分级依据
供水规模	小	供水规模<0.2 万 m³/d	地下水补给量
水位变化区域范围	大	>1.5km	地下水流场变化
地下水敏感程度	较敏感	生活供水水源地准保护区以外的补给径流区	区内大部分居民使用自来水
环境水文地质问题分级	弱	无地面沉降、地裂缝等水文地质问题	项目特性

依据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ 610—2011），其中Ⅰ类建设项目评价工作等级为二级，Ⅱ类建设项目评价工作等级为二级，因此，确定本建设项目地下水评价等级为二级。考虑到拟建库区上游局部区域涉及重金属污染，这些区域的调查评价按一级精度开展工作。

1.5.3 大气及声环境

德厚水库工程处于农村地区，属《声环境质量标准》（GB3096-2008）中规定的 1 类功能区，工程施工区周边、沿线声环境敏感点较少，受影响人群数量较少，且距离施工区距离较远，工程施工对声环境敏感点处噪声级增加量较小，根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2009），确定本工程声环境评价工作等级为二级。

德厚水库工程为典型的水利工程，工程仅在施工期因施工机械燃油、爆破、物料运输以及施工区锅炉燃油等产生大气污染物排放，工程处于农村地区，大气环境质量良好，且地形开阔，扩散条件好。污染物最大地面浓度占标率 Pmax<10%。同时结合水利工程项目环境影响评价实践经验，确定本工程大气环境评价工作等级为三级。

1.5.4 环境风险

德厚水库集水区内存在涉重涉危的工业企业，对工程建设构成环境制约因素。为此，专门委托专业部门编制重金属影响专题，该部分重金属污染风险内容单列章节进行专门介绍。

在解除重金属污染风险的情况下，德厚水库工程建设期间，还存在油库、炸药库事故风险及施工危险品运输事故风险等潜在的事故风险和环境风险，工程运行期还存在库区桥梁危险品运输车辆翻覆风险以及德厚水库上游跨界污染环境风险等。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2004），德厚水库工程涉及的危险物质有汽油和黑索金，均属火灾、爆炸危险物质；汽油无毒性风险，黑

索金有一定毒性风险，属一般毒性物质；油库及爆破材料库储量较小，属非重大危险源；油库及爆破材料库周围 400m 无居民点，不涉及环境敏感区，据此确定本工程施工期环境风险评价工作等级为二级。

1.6 评价范围及时段

1.6.1 水环境评价范围

地表水环境评价范围为：德厚河干流源头至德厚河入盘龙河河口间干支流河段(干流全长 57.3km，其中坝址以下河段长 4.0km)；咪哩河大红舍龙洞至入德厚河干流河口之间干支流河段（全长 14.4km）；德厚河入盘龙河口至迷洒间盘龙河干流河段(全长 85km)。另外，在《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》中的蒙自矿冶公司选矿厂外排输水工程将经过治理的矿坑涌水及流经厂区的地表径流引至流域外的平远阿三龙片区，输水工程首段的牛作底河及输水工程的末端阿三龙片区取水点之间的水体及渠道也作为地表水环境评价范围。重点河段为德厚水库库区、盘龙河干流河段。

地下水环境评价范围为：德厚水库汇水区、影响区及输水管道工程沿线区域，评价区包括德厚河流域水文地质单元和咪哩河流域水文地质单元及其影响范围，面积 360km^2，野外填图面积 490 km^2。

1.6.2 生态环境评价范围

陆生生态环境评价范围包括：自德厚水库回水末端至德厚河入盘龙河口之间的德厚河流域汇水范围，以及德平干渠沿线两侧 1km 范围内区域。包括德厚水库淹没区、德平干渠沿线施工区、土石料场、弃渣场、移民安置区等重点区。陆生生态评价范围面积约 861.72km^2。

水生生态评价范围与水环境评价范围相同。

1.6.3 大气和声环境评价范围

大气和声环境评价范围相同，包括德厚水库坝址、防渗工程、德平输水干渠、泵站、隧洞、施工道路等施工区沿线（周边）200m 范围。

1.6.4 土壤环境评价范围

土壤环境评价范围为德厚水库淹没区及德平干渠沿线两侧 200m 范围内土壤环境，评价范围面积约 8.6km^2。

1.6.5 社会环境评价范围

社会环境评价范围包括德厚水库工程淹没区、移民安置区以及德厚水库受水区范围，评价范围面积约 920km^2。

德厚水库环境影响评价范围见附图 2。

1.7 环境保护目标

1.7.1 环境功能保护目标

（1）地表水环境保护目标

1）主要保护对象：德厚水库库区、咪哩河干流、德厚河干流以及德厚河入盘龙河口至迷洒德厚河干流。

重点保护对象是：德厚水库库区，盘龙河干流灰土寨水源地。

2）预防保护目标

①优化水库坝址、输水管线、工程规模、水工建筑物布设、调度运行方式，保障供水水质。合理拟订水库截流、初期蓄水和水库运行调度方式，下泄流量满足下游生态、环境及生产生活用水要求。

②加强枢纽运行对库区水质影响分析，拟定相应预防保护及环境风险防范措施，保障德厚水库库区和供水片区工农业生产生活用水水量水质要求。

③受水区（灌区、产业园区）退水量增加，加大受纳水体纳污负荷，采取措施确保受纳水体盘龙河干流水质仍能满足水质保护目标要求；

3）水环境污染控制目标

施工期生产废水和生活污水尽量回用，减少废水排放量，排放的生产废水和生活污水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级排放标准，减少工程施工期对区域水环境质量的不利影响，维护施工废水受纳水体德厚河、咪哩河III类水域功能。

工程运行期，保障库区及德厚河干流水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，保障盘龙河干流满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III~IV类标准。保障输水管道水质满足III类水质要求。

（2）地下水环境保护目标

1）主要保护对象：德厚水库库区周边各村庄出露的泉点水质，主要包括咪哩河流域内的大红舍龙洞 S39 泉点、德厚河干流的下倮朵村的 S66 泉点及盘龙河干流热水寨村的 S01、S02 泉点。详见表 1.7-1。

表 1.7-1 环境保护目标泉点

泉点编号	泉点位置	流域
S39	大红舍龙洞	咪哩河干流
S66	下倮朵村	德厚河干流下游
S01	热水寨	盘龙河下游
S02	热水寨	盘龙河下游

2）预防保护目标：维持区域地下水水质符合 GB/T 14848-93《地下水质量标准》III类标准。

3）水环境污染控制目标：维持德厚水库库区周边各村庄出露的泉点以及下倮朵村、热水寨村泉点水质不因工程建设而变差。

（3）陆生生态保护目标

1）主要保护对象：评价区域内陆生生态系统的生态完整性及生物多样性。

重点保护目标为：基本农田及耕地质量、野生动物及天然植被。

2）预防保护目标

①控制施工占地，尽量减少对工程地区现有林地、耕地的占压和破坏；

②加强施工管理，优化施工工艺，减轻工程活动对当地动、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，控制施工活动对周围环境的影响。

③最大限度减少因项目建设受损的生态环境质量及生物量；

④避免区域石漠化加重；

3）陆生生态恢复治理指标

①重视开挖边坡、石料场、土料场及弃渣场的防护，通过集中挡护弃渣、种植林草植被等工程和植物措施，保护水土资源，预防和治理因工程建设产生的水土流失和景观破坏，满足区域生态环境保护要求。

②工程施工期间尽量减轻项目区的新增水土流失，工程建成后确保施工区和移民安置区新增水土流失面积得到有效治理，使项目区及其影响区治理后的水土保持水平达到或超过建设前的水平；

③对因工程建设占用和破坏的林地和耕地采取切实可行的补偿和恢复措施。

（4）水生生态保护目标

1）主要保护对象：评价区域内咪哩河、德厚河及盘龙河干流上中游水生生态系统完整性及生物多样性。

2）预防保护目标

①优化水库坝址、输水管线、工程规模、水工建筑物布设、调度运行方式，维持德厚河干流及盘龙河干流上中游河段生态需水量，尽量减少枢纽的运行对鱼类产生的不利影响。

②加强施工期环保措施，避免河流水质污染，维护水生生态环境；

3）水生生态恢复治理目标

①采用加强渔政管理措施，保护德厚河、咪哩河、盘龙河干流上中游土著鱼类及其栖息地。

②通过开展鱼类增殖研究、建设渔类增殖放流站及开展鱼类增殖放流来减缓工程对盘龙河流域土著鱼类的影响。

（5）大气、声环境保护目标

1）主要保护对象：施工区及主要运输道路两侧 200m 范围内居民，以及施工人群。

重点保护目标包括罗世鲊村、上倮多村、播烈村、土锅寨村、红石岩上寨、康家寨、牛腊冲新寨等受影响的村民，以及施工人群。

2）预防保护目标

优化施工工艺及施工区布设、施工临时道路设置，尽量避让居民点，尽可能减少施工噪声、施工废气排放等对区域大气、声环境的不利影响。

3）大气、声环境污染控制指标

各施工区边界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)相应标准，控制和降低噪声对附近农村居民及野生动物的影响。

做好施工期大气环境保护工作，减少工程施工期对区域环境空气的不利影响，确保施工区及施工影响区环境空气质量达到《环境空气质量标准》二级标准。

（6）社会环境保护目标

1）主要保护对象：德厚水库库区及供水片区内社会经济、移民及移民安置区居民、施工人群。

2）预防保护目标

①优化施工区布设及输水管线布置，避免对施工沿线分布的文物造成不利影响。

②优化枢纽及施工布置，合理调度和安排施工时序，提前改复建工程征占和水库淹没路段，把工程建设对库区交通的影响降到最低；

③改善库区内居民的卫生状况，运行期控制库区周边居民介水传染病暴发。

3）不利社会影响控制指标

①妥善安置因工程引起的移民，保证移民及移民安置区居民的生活质量较现状不降低。

②保障工程施工期间施工人员和周围居民的人群健康，避免工程施工可能引起的传染病暴发。

德厚水库工程各项环境保护目标见表 1.7-1。

表 1.7-1 环境保护目标

<table>
<tr><td rowspan="2">环境要素</td><td rowspan="2">主要控制因子</td><td colspan="4">环境保护目标</td><td>保护对象</td></tr>
<tr><td colspan="2">施工期</td><td colspan="2">运行期</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="8">地表水环境</td><td>SS</td><td><70mg/L</td><td rowspan="7">回用或达标排放</td><td colspan="2" rowspan="6">控制德厚水库入库水质，确保德厚水库水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质要求，确保取水口水质满足集中式生活饮用水源地水质要求。</td><td rowspan="8">德厚河干流、咪哩河干流以及盘龙河干流；德平输水管线及分水池</td></tr>
<tr><td>pH</td><td>6-9</td></tr>
<tr><td>CODCr</td><td>≤100mg/L</td></tr>
<tr><td>BOD5</td><td>≤30mg/L</td></tr>
<tr><td>氨氮</td><td>≤15mg/L</td></tr>
<tr><td>石油类</td><td>≤10mg/L</td></tr>
<tr><td>铁</td><td></td><td colspan="2">≤0.3mg/L</td></tr>
<tr><td>锰</td><td></td><td colspan="2">≤0.1mg/L</td></tr>
<tr><td rowspan="4">地下水环境</td><td>pH</td><td colspan="5">6.5~8.5</td><td rowspan="4">库区周边泉点、热水村泉点</td></tr>
<tr><td>高锰酸盐指数</td><td colspan="5">≤3.0mg/L</td></tr>
<tr><td>氨氮</td><td colspan="5">≤0.2mg/L</td></tr>
<tr><td>砷</td><td colspan="5">≤0.05mg/L</td></tr>
<tr><td rowspan="3">底泥</td><td>镉</td><td colspan="5">≤1.0mg/kg</td><td rowspan="3">德厚河干流、咪哩河干流以及盘龙河干流</td></tr>
<tr><td>汞</td><td colspan="5">≤1.5mg/kg</td></tr>
<tr><td>砷</td><td colspan="5">水田≤30mg/kg；旱地≤40mg/kg</td></tr>
<tr><td rowspan="2">环境空气</td><td>TSP</td><td colspan="2">≤120mg/m^3</td><td colspan="2">≤0.2mg/m^3(年平均)</td><td rowspan="2">附近居民、施工现场</td></tr>
<tr><td>NO2</td><td colspan="2">≤420mg/m^3</td><td colspan="2">≤0.08 mg/m^3(年平均，2016 年前)
≤0.04 mg/m^3(年平均，2016 年及以后)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">土壤环境</td><td>镉</td><td colspan="5">pH<6.5 ≤0.30；6.5≤pH≤7.5 ≤0.30；pH>7.5 ≤0.60mg/kg</td><td rowspan="3">德厚水库评价区土壤环境</td></tr>
<tr><td>汞</td><td colspan="5">pH<6.5 ≤0.30；6.5≤pH≤7.5 ≤0.50；pH>7.5 ≤1.0mg/kg</td></tr>
<tr><td>砷</td><td colspan="5">水田 pH<6.5 ≤30；6.5≤pH≤7.5 ≤25；pH>7.5 ≤20mg/kg
旱地 pH<6.5 ≤40；6.5≤pH≤7.5 ≤30；pH>7.5 ≤25mg/kg</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">声环境</td><td>时间</td><td>昼间</td><td>夜间</td><td>昼间</td><td>夜间</td><td rowspan="2">坝址施工区及输水管线附近居民、施工人群</td></tr>
<tr><td>等效声级</td><td><70dB(A)</td><td><55dB(A)</td><td><60dB(A)</td><td><50dB(A)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">生态环境</td><td colspan="2">陆生生物</td><td colspan="2">尽可能减少开挖、扰动面积</td><td colspan="2">绿化恢复，维护工程及周边区域生态完整性</td><td>工程占地区及影响区植被、陆生动物</td></tr>
<tr><td colspan="2">水生生物</td><td colspan="2">加强施工期环保措施，避免河流水质污染，维护水生生态环境</td><td colspan="2">采取加强管理措施、鱼类补偿，维持河段生态需水量</td><td>德厚河、咪哩河、盘龙河干流上中游鱼类、栖息地</td></tr>
<tr><td colspan="2">水土流失</td><td colspan="2">采取经济有效地临时及永久工程措施，确保边坡及弃渣稳定，防治新增水土流失，是工程弃渣防护率达到 95%以上。</td><td colspan="2">采取经济安全的工程及生物措施，使可绿化区域绿化率达到 99%以上，控制水土流失程度，保护水土资源</td><td>工程占地区及影响区，重点是石料场、取土场、弃渣场、场内施工道路占地区</td></tr>
<tr><td rowspan="2">社会环境</td><td colspan="2">移民</td><td colspan="5">生产生活水平不降低</td><td>移民生产生活环境</td></tr>
<tr><td colspan="2">文物古迹</td><td colspan="5">采取合理的措施，保护工程涉及的文物古迹，降低不利影响</td><td>受影响的文物古迹</td></tr>
</table>

1.7.2 环境敏感点

德厚水库工程环境敏感点如表 1.7-2 及附图 3 所示：

表 1.7-2 德厚水库工程环境敏感点表

<table>
<tr><th rowspan="2">环境要素</th><th rowspan="2" colspan="2">环境敏感点</th><th colspan="2">位置</th></tr>
<tr><th>经度</th><th>纬度</th></tr>
<tr><td rowspan="3">地表水环境</td><td colspan="2">德厚水库库区取水口</td><td>104° 0'9.24"东</td><td>23°34'1.92"北</td></tr>
<tr><td colspan="2">德厚水库坝下取水口</td><td>104° 0'12.59"东</td><td>23°34'1.84"北</td></tr>
<tr><td colspan="2">盘龙河干流灰土寨水源地</td><td>104°13'8.27"东</td><td>23°23'26.90"北</td></tr>
<tr><td rowspan="3">地下水环境</td><td colspan="2">热水村泉点 S01、S02</td><td>104° 2'49.36"东</td><td>23°31'47.90"北</td></tr>
<tr><td colspan="2">下倮朵村泉 S66</td><td>104° 1'22.42"东</td><td>23°33'36.59"北</td></tr>
<tr><td colspan="2">大红舍泉 S39</td><td>103°55'55.32"东</td><td>23°30'18.66"北</td></tr>
<tr><td rowspan="6">大气及声环境</td><td colspan="2">罗世鲊村</td><td>103°59'11.35"东</td><td>23°30'41.50"北</td></tr>
<tr><td colspan="2">上倮多村</td><td>104° 0'42.21"东</td><td>23°34'11.44"北</td></tr>
<tr><td colspan="2">播烈村</td><td>103°59'49.19"东</td><td>23°33'8.20"北</td></tr>
<tr><td colspan="2">土锅寨</td><td>103°58'55.40"东</td><td>23°33'38.00"北</td></tr>
<tr><td colspan="2">康家寨</td><td>103°58'45.12"东</td><td>23°34'52.25"北</td></tr>
<tr><td colspan="2">牛腊冲新寨</td><td>103°58'4.45"东</td><td>23°35'12.02"北</td></tr>
<tr><td rowspan="9">社会环境</td><td rowspan="5">移民集中安置点</td><td>康家寨头安置点</td><td>103°58'45.12"东</td><td>23°34'52.25"北</td></tr>
<tr><td>花庄安置点</td><td>103°58'32.84"东</td><td>23°32'34.48"北</td></tr>
<tr><td>杨梅山庄（黑末）安置点</td><td>104° 0'27.38"东</td><td>23°32'13.77"北</td></tr>
<tr><td>杨梅山庄（罗世鲊）安置点</td><td>104° 0'39.39"东</td><td>23°32'2.33"北</td></tr>
<tr><td>播烈安置点</td><td>104° 0'26.58"东</td><td>23°32'38.02"北</td></tr>
<tr><td rowspan="5">文物</td><td>捏黑长春桥</td><td>103°57'57.27"东</td><td>23°30'57.94"北</td></tr>
<tr><td>黑末双河桥</td><td>103°58'45.72"东</td><td>23°31'28.63"北</td></tr>
<tr><td>段美柳山火葬墓</td><td>103°58'24.94"东</td><td>23°31'26.71"北</td></tr>
<tr><td>花庄观音庙</td><td>103°58'52.39"东</td><td>23°32'13.64"北</td></tr>
<tr><td>土佬坟坡火葬墓</td><td>103°58'42.16"东</td><td>23°32'6.25"北</td></tr>
</table>

1.8 评价重点

经工程分析及评价因子筛选，确定本项目评价重点为水环境、陆生及水生生态、工程占地及移民安置社会环境影响等。

本工程是解决盘龙河中、上游流域资源性缺水和工程性缺水的核心水利工程，工程运行对德厚河干流及盘龙河干流的水文情势影响较大，库区集水范围内现状存在 12 家工业企业，存在涉重涉危环境遗留问题，对工程建设构成环境制约因素。库区位于岩溶发育区，水库蓄水将对库区周边的地下水流场产生影响，在环境遗留问题不能得到有效治理的情况下，可能对局部地区的地下水水质造成新的不利影响。德厚水库有生活供水任务，为此应高度关注水库的水质安全及库区周边的地下水水质安全。另外，水库的供水量较大，由此受水区在用水后将产生退水及污染负荷的变化，由此对盘龙河上中游干流水环境也会产生一定不利影响。

鉴于以上特点，将水环境作为本项目的评价重点，并设置重金属影响专题来专门分析。

陆生及水生生态：德厚水库及供水区位于滇东南石漠化区域，工程施工主要为土石方工程，工程占地及工程施工对区域内植被及土壤环境造成占压及扰动，形成新增水土流失，工程运行后将对区域内水土、水热关系进行优化调整，进而对区域石漠化治理提供积极影响。德厚水库建设将在库区形成静水水体，库区河段将由流水生境转变为静水生境，由此改变库区河段内水生生物区系组成。另外，由于大坝的建设，对盘龙河干流中上游与德厚水库库区内河段之间的水生生物交流形成阻隔影响。加之下泄流量过程发生变化，对德厚河干流下游及盘龙河干流上中游河段内水生生物栖息环境造成一定不利影响。由此，将陆生及水生生态影响作为评价重点之一。

另外，本工程占地数量、占用耕地数量以及移民安置任务均较大，由此产生的社会影响也较突出。评价区为兼具“老、少、边、穷、山、战”的区域，占地移民的社会影响尤应重视。为此，将工程占地及移民安置的社会影响也作为评价重点。

1.9 评价原则

本工程为生态影响类项目，鉴于以上特点，评价中主要遵循以下原则：

（1）早期介入的原则：根据区域环境特征和国家环境保护规定的有关要求，自商谈本工程环境影响评价工作委托期间，评价单位与工程设计单位和业主就工程的环境影响及不利影响的减免措施等充分深入地进行交流，提出基本的生态和环境保护需求，在水库选址、输水管线选线、工程规模、运行调度、水工建筑物布设、施工组织设计等方面充分考虑环境影响，避免工程建设产生重大生态环境问题，并尽量避免和减缓工程建设对区域生态环境造成的不利影响。

（2）保护生物多样性及生态完整性的原则：工程建设应尽量避免影响珍稀濒危物种，最大程度地保护生态系统的生态完整性；

（3）污染物质达标排放的原则：施工期间将产生废水、废气、固体废弃物及噪声排放，对周围环境及人群健康等方面产生影响，施工期污染物排放及处理应遵守受纳环境的功能保护目标要求，提出相应的保护措施，满足国家达标排放的环境管理要求；

（4）客观公正及兼顾社会发展和环境保护的原则：对工程的环境影响进行客观公正的评价，从兼顾社会发展与环境保护角度提出相应的环境影响减免措施。

2 工程概况

2.1 流域规划

2.1.1 盘龙河流域概况

盘龙河流域位于云贵高原南缘斜坡地带，云南省东南部，文山壮族自治州西南部。地理坐标为东经 103°35.4′～104°51.9′，北纬 22°51.0′～23°51.3′之间。盘龙河是红河的二级支流，发源于红河州蒙自县三道沟（海拔 1910m），流经文山州的丘北、砚山、文山、西畴、马关、麻栗坡六县，从麻栗坡县的天保口岸（海拔 107m）注入越南，出境后交泸江汇入红河。盘龙河在我国国境内绝大部分位于文山州境内，国内河流全长 247.1km，流域面积 6141 km^2，而在文山州内河长 241.0km，流域面积 6103 km^2，占国内流域面积的 99.4%，占文山州土地面积（31456km^2）的 19.4%。

盘龙河自河源至砚山县回龙坝水库为上游，全长 30.0km；由砚山县回龙坝水库至文山迷洒为中游，全长 99.4km，该段河流穿行于较为平坦的高原面，上中游河道比降 4.2‰，相对较平缓，其中龙潭寨至迷洒之间穿越文山盆地的河段的比降仅为 0.6‰。自迷洒以下至盘龙河出国境处为盘龙河下游，长 89.1km，该段为峡谷河段，河流深切，落差 1133m，比降 12.7‰，下游起始端的迷洒河段河床骤然由原来的 50m 缩窄到 10m 左右，其下的金钟峡谷底宽 4-7m，坡降 240‰，形成多级瀑布，每层高差达 60~70m。

盘龙河地表水系不甚发育，干流两侧水系不对称，中上游的较大支流主要在右岸汇入，有德厚河、马过河、暮底河、布都河等，而上游左岸近千平方公里的区域没有完整的地表水系，除了少数流程较短的断头河外，大部分为天坑、漏斗区。中游左岸也仅有镰刀弯暗河汇入。下游汇入支流较多，且水量较大，自上而下依次有白石岩暗河、九股水暗河、鱼塘暗河、畴阳河、猛硐河等。总的来看，径流量较大的支流依次为下游的畴阳河、鱼塘暗河以及中游的德厚河及慕底河。盘龙河水系图见图 2.1.1-1。盘龙河干流及主要支流特性详见表 2.1.1-1。

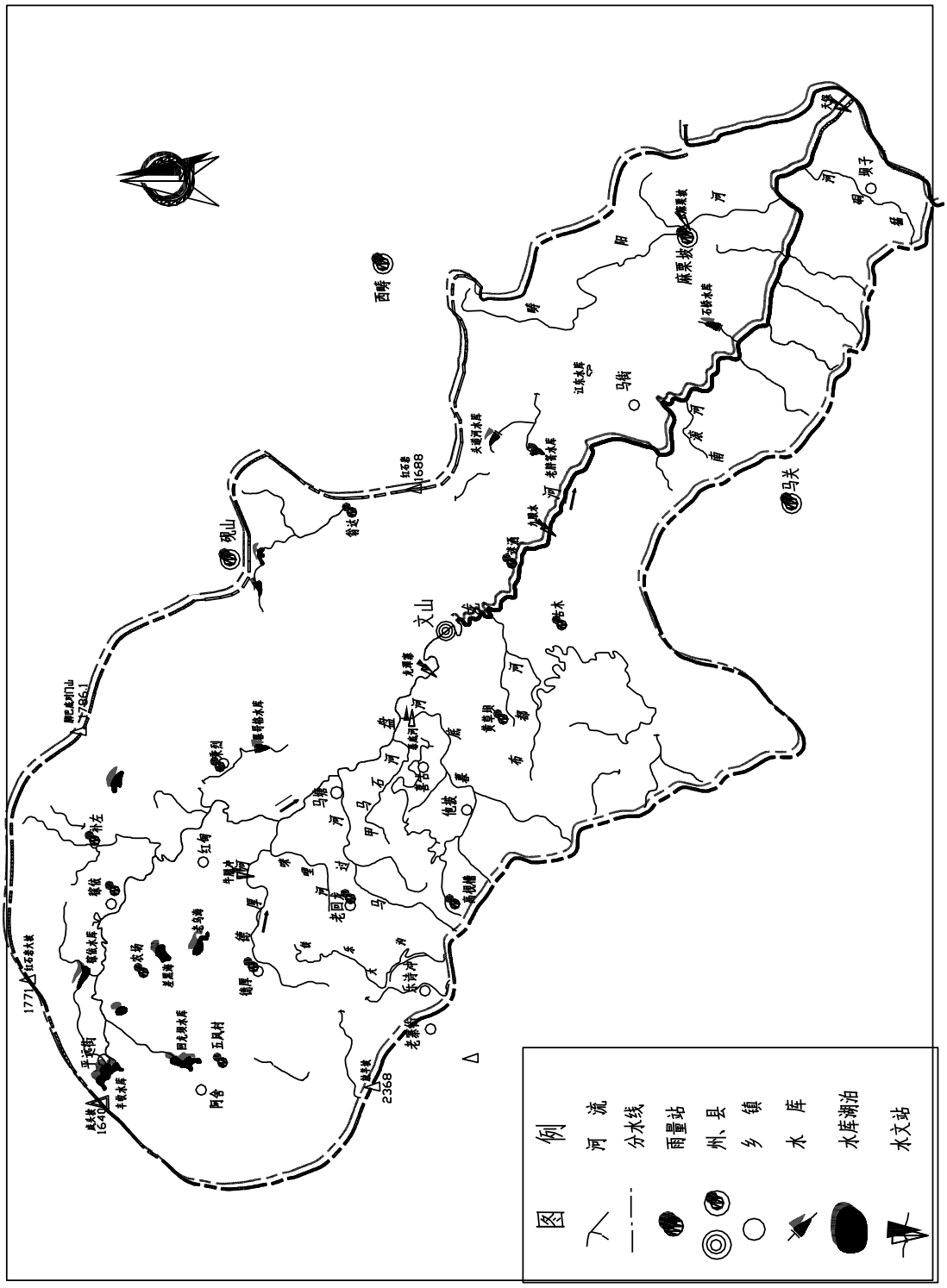


图 2.1.1-1 盘龙河流域水系图

表 2.1.1-1 盘龙河干流及主要支流特性表

序号	河流	集水面积（km^2）	流量 (m^3/s)	径流量（亿 m^3）	河长 (km)	落差（m）	平均坡降（‰）	源头与交汇位置
1	盘龙河	6141	80.9	25.52	247	1803	7.29	发源于红河州蒙自县三道沟，出境后交泸江汇入红河
2	岔河	175	0.7	0.22	25	203	4.52	发源于丘北县南部寿星坡，在砚山文山边界交盘龙河
3	德厚河	577	8.21	2.59	56	1309	8.2	发源于右岸薄竹山，川流于德厚坝子，下行牛腊冲纳咪哩河，于大汤坝汇盘龙河
4	马过河	136	1.93	0.61	31	1497	21.1	发源于薄竹山，在马塘附近的路梯交盘龙河
5	慕底河	321	6.25	1.97	41	1511	16.6	发源于右岸薄竹山，于慕底河村交盘龙河
6	镰刀弯暗河	450	5.89	1.86				出露于左岸文山上天生桥下附近的断崖下，近北西向展布
7	布都河	137	2.31	0.73	27	490	14.7	发源于右岸文山西南部老员寨泉
8	白石岩暗河	424	9.8	3.09	32	480		出露于右岸文山白石崖村河边陡崖下
9	九股水暗河	400						发源于左岸砚山县路德水库迳流区的地勒泉，经新民水库于砚山盆地边缘的翁达村潜入地下
10	鱼塘暗河	253	5.87	1.85				出露于河右岸的马关县山车乡鱼塘，地下水网与北部的白石岩暗河水网相邻，由西向东迳流
11	畴阳河	780	13.3	4.2	62	669	18.2	发源于左岸西畴县城西泗镇的季节泉流，几经明暗交替，分两条伏流于马匹冲和南丘出露
12	猛洞河	117	3.04	0.96	22	965	43.1	

盘龙河流域水资源量及水能资源较为丰富，但受纵向岭谷地貌限制，流域内降雨量由下游（出国境处为 1800mm）向上游（平远街，900mm）衰减迅速，由流域右侧向左侧衰减，流域内径流量及水能资源上下游分布严重不均。下游出口天保站多年平均径流量达 24.31 亿 m^3，占全州水资源量（157.7 亿 m^3）的 15.4%；中游的龙潭寨径流面积已达 3128km^2，占流域面积的 49.8%，但径流量仅为 8.26 亿 m^3，只占流域总径流量的 34%。而流域上游则径流量更小。盘龙河河流总落差 1803m，平均坡降 7.24‰，水能资源理论蕴藏量 133 万 kW，占全州（354 万 kW）的 37.6%。但水能资源主要分布在下游河段，其落差达 1133m，水能理论蕴藏量 112 万 kW，占全流域水能资源理论蕴藏量的 84.21%。

总体而言，盘龙河流域，尤其是上中游地区具有相对丰富的水资源和较为平坦、分布集中的土地资源及丰富的矿产资源，是文山州经济发展最为活跃的地带以及文平砚城市群发展的精华地带。同时，盘龙河流域地处北回归线附近及云贵高原边缘，具有丰富的光热资源和立体气候资源，为发展特色农业提供了良好基础。但由于流域内水土资源的分布的错位以及岩溶发育、河谷深切等影响，流域上中游地区存在严重的工程性缺水及资源性缺水问题，使得盘龙河流域水资源分布与人口、耕地、工业产业区的布局不相匹配，流域内干旱频繁，长期以来，“无灾不成年”是文山州水利基础设施脆弱的真实写照，干旱对文山州社会经济发展及人民群众饮水安全造成巨大威胁。以 2009~2011 年文山州连续遭受特大干旱为例，全州 8 县 102 个乡镇 943 个村委会 13782 个自然村 63.9 万户 283.1 万人受灾；农作物受灾 360 万亩、粮食减产 10570 万公斤；林地受灾 732 万亩；全州 120.7 万人、61.3 万头大牲畜饮水困难，因灾新增缺粮人口 48.8 万人；库塘蓄水和主要河流来水锐减，33 座中小型水库和 380 座小坝塘干枯，18 条河流断流。大批水利工程损毁，直接经济损失达 26.8 亿元。在德厚水库供水范围的平远、马塘片区，现有农村人口 21.06 万人，少数民族占 73.7%，是文山州壮族、苗族、回族、彝族等少数民族主要聚居区。2009 至 2011 年三年连旱，导致该地区中型水库干枯 3 座，小型水库干枯 3 座，坝塘干枯 28 座，河流断流 6 条。大部分水源工程陆续枯竭，饮水困难人畜与日俱增，民众饱受旱灾之苦。

2.1.2 盘龙河流域开发利用规划

针对文山市以及盘龙河流域处于岩溶地貌区、水土资源错位分布问题，文山州组织编制了《盘龙河流域下游梯级开发规划》、《文山州盘龙河流域水资源利用规划》（修编）等流域性规划报告。按照规划编制时间，各规划报告主要内容及批复情况如下：

（1）盘龙河流域下游梯级开发规划

针对流域下游集中分布的丰富的水能资源开发，文山州政府委托东北水利水电勘测设计研究院和文山州水利电力勘察设计院，于 1992 年 1 月至 1993 年 5 月共同编制了《盘龙河干流下游河段梯级规划报告》，1993 年 8 月通过云南省计划委员会审查。盘龙河干流下游河段按十级开发，规划总装机容量 65.6 万 kw，保证出力 23.5 万 kw，多年平均发电量 32.42 亿 kw·h，总投资 19.15 亿元(1992 年静态投资)。

目前，盘龙河下游梯级电站开发已经基本完成，现状已建和在建的电站共 17 座，总装机容量 60.9 万 KW。详见表 2.1.2-1。

表 2.1.2-1　盘龙河下游梯级电站情况

	正常蓄水位（m）	装机容量（MW）	梯级数
东方红电站	1184	6	1
九股水电站		3.86	1
小河沟电站	1024	21	1
嘎机电站	933	10	1
威龙电站		10	1
南滚电站	861	15	1
落水洞电站	806.5	20	1
南迷滩电站		0.6	1
南汀河电站	735	34	1
马鹿塘电站	627	400	2
曼棍电站	242.8	48.5	5
猫猫跳电站	227	40	1
合计		608.96	17

（2）云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划及修编

1）云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划及实施概况

1997 年，文山州水利电力局对盘龙河流域进行了全面规划，编制了《盘龙河流域水资源利用规划》，文山州人民政府以文政发[1998]99 号文批准了规划报告，明确了以慕底河水库和文山县城堤防相结合的“库堤结合，以泄为主”的防洪体系，即建设完善文山县城盘龙河防洪堤，同时利用上游暮底河水库的防洪功能，使文山县城的城市防洪标准达到五十年一遇。提出了修建暮底河水库、平远大型灌区续建配套和节水改造等重点工程。其中，慕底河水库是以灌溉为主、件有防洪，结合城镇供水及枯季对下级梯级电站具有一定调节能力的综合利用水库，位于文山市城西北部，盘龙河右岸一级支流暮底河下游河段。水库控制流域面积 307 km^2，多年平均来水量 2.36 亿 m^3，总库容 5784.90 万 m^3，正常蓄水位海拔 1338.00 m，相应库容 5677.20 万 m^3，兴利库容 4572.14 万 m^3，灌溉面积 3520 hm^2。水库设计总供水量 6414.27 万 m^3，其中农业灌溉供水量 3516.27 万 m^3，城市及工业供水 1457.0 万 m^3，向下游梯级电站供水 1441 万 m^3。该工程于 2002 年 1 月开工，2006 年 11 月下闸蓄水，2009 年 9 月完成总体验收。

2）云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划（修编）及实施概况

①云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划(修编)主要内容

为解决困扰文山州及盘龙河流域发展的资源性、工程性缺水问题，文山州委托云南省水利水电勘测设计研究院于 2007 年 8 月编制完成了《云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划(修编)》报告，报告在对盘龙河流域水资源及其开发利用现状，存在的主要问题，经济社会发展对水资源的需求等分析的基础上，开展了水文，工程地质，需水预测，供水预测，水资源配置，环境影响评价，重要水源工程规划，盘龙河干流下游梯级电站影响分析等方面的工作，对盘龙河流域进行了全面系统的规划，提出盘龙河流域水资源合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护、综合治理、科学管理的布局和方案，重点对德厚水库规模进行了论证。2007 年 12 月 7 日，文山州人民政府以文政复〔2007〕108 号文“文山州人民政府关于对《文山州盘龙河流域水资源利用规划》(修编)的批复”批复同意了规划报告。根据规划修编报告，盘龙河上游规划新建及扩建 29 个水库，其中新建大（二）型德厚水库 1 个，新建中型水库 6 个，新建及扩建小（一）型水库 22 个；盘龙河下游梯级电站开发共 22 级，总装机容量 682.76MW，多年平均发电量 33.01 亿 kw·h，目前所有梯级电站都已建成。

在《文山州盘龙河流域水资源利用规划》(修编)中，明确了以德厚水库和慕底河水库为核心的盘龙河流域的水资源配置格局，推荐了德厚水库同时加上其他中小型蓄水工程共同形成流域可靠的供水体系，作为盘龙河流域水资源利用开发建设的核心工程。盘龙河流域规划示意图见附图 1。

对于德厚水库，规划工程任务为：以工业和城镇供水为主，兼有灌溉、防洪等综合利用的大型水利枢纽。德厚水库虽然对水库下游特别是文山县城具有一定的防洪功能，但德厚水库不具备骨干防洪水库的作用，水库的洪水调度主要以保证水库安全为主要任务。推荐德厚水库校核洪水位为 1385.64m，正常蓄水位为 1383m，死水位 1365m，总库容 15064 万 m^3，正常库容 12754 万 m^3，兴利库容 9687 万 m^3，多年平均供水量 11254 万 m^3，其中工业和生活 10308 万 m^3，农业 946 万 m^3。灌溉面积 2 万亩，水量利用系数为 0.76。

《云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划(修编)》报告的主要结论如下：

a.盘龙河流域是文山州国民经济和社会发展的重点布局区域，其在文山州国民经济和社会发展中的核心地位和作用将越来越显著。

b.盘龙河流域水资源供需矛盾突出，随着流域国民经济和社会的发展，这一矛盾将日益凸现。

c.德厚水库是实现盘龙河流域水资源优化配置的核心工程。

d.德厚水库的建设，对于保障文山州以农业灌溉为主，兼有城市供水和下游

防洪功能。全面建设小康社会、工业强州、城市化进程、社会主义新农村建设的顺利实施都具有重要的意义。

e.经对德厚河上、中、下三个坝位的综合分析，规划推荐下坝址作为德厚水库的开发方案。

f.德厚水库工程技术可行，经济合理，效益显著。

②云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划(修编)实施情况

平远大型灌区续建配套和节水改造工作正分区分批进行。平远片区现有耕地面积 44.63 万亩，是文山州最主要的平坝区，占文山州平坝区面积的 31.5%。平远片区现有耕地 44.63 万亩，其中砚山县的平远坝区 40.50 万亩，文山市德厚、红甸片区 4.13 万亩。平远片区到 2030 年耕地总面积为 44.01 万亩，较现状年减少了 0.62 万亩。根据《云南省平远大型灌区 2009～2020 年续建配套与节水改造规划报告》，平远大型灌区现状有效灌溉面积 30.7 万亩，设计水平年有效灌溉面积发展到 32.2 万亩。由于平远片区几乎所有的水利蓄水工程都配置满足了大型灌区的需水要求，设计水平年也只能满足 32.2 万亩耕地用水需求。位于大型灌区西北部的阿三龙片区、东北部的蒲草片区及南部的稼依片区仍有 7.68 万亩的耕地缺乏水源工程灌溉。以上两片区由于距离德厚水库较远，德厚水库供水难与通过已有或新建灌溉渠道等水利设施供水至该区域。稼依片位于平远大型灌区南部，回差大沟以上，耕地海拔在 1450m～1500m 之间。稼依片紧邻德厚水库，可由德厚水库供水解决，因此将稼依灌片缺灌耕地纳入德厚水库灌区范围。位于平远大型灌区以南，紧邻稼依灌片的文山市德厚、红甸片区尚有大片耕地分布，该区域内耕地主要位于差黑海南部的老坞海片区，红甸乡北部的红甸片区及西南部的平坝寨片区，德厚镇东部的明湖片区，耕地集中连片，区内除山后小（1）型水库外，无其他水源工程。因此，上述片区也一并纳入本次规划区范围。将平远片区细分为老坞海、红甸、平坝寨和明湖共四个片区（其中平远坝区的稼依片紧邻老坞海和红甸片，故把稼依片分为两片分别并入老坞海和红甸片，其中稼依西片区的 0.7 万亩耕地并入老坞海片，稼依东片区的 0.86 万亩耕地并入红甸片区）。德厚水库灌区之一的平远灌片耕地面积为 5.69 万亩，其中老坞海片 1.55 万亩（含稼依片 0.7 万亩），红甸片 2.49 万亩（含稼依片 0.86 万亩），平坝寨 1.04 万亩，明湖片 0.61 万亩。

黄龙坝区为马塘镇的主要平坝区，区内耕地面积 2.34 万亩，现状主要由团结大沟从德厚河引水灌溉。花庄坝区位于德厚水库库区右岸，坝区耕地集中连片，现有耕地面积 1.5 万亩，由于区内缺乏灌溉水源工程，干旱缺水严重。花庄坝区紧邻德厚水库库区，且是德厚水库移民安置区之一，因此将其纳入德厚水库灌区范围。德厚水库灌区范围涉及平远、马塘两片区的 6 个灌域，灌溉范围耕地面积

9.53 万亩，其中区内现状山后小（一）型水库控制灌溉 0.25 万亩，德厚水库设计灌溉面积为 9.28 万亩。

2.1.3 与本项目有关的规划环评要求

（1）西南五省(自治区、直辖市)重点水源工程近期建设规划

2009～2010 年，云南省遭遇了一场百年一遇的特大干旱灾害，干旱范围之广、历时之长、程度之深、损失之重，为历史少有。按照水利部长江水利委员会、珠江水利委员会关于印发《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划工作大纲》的通知要求，结合云南省水利发展“十二五”规划，编制了西南五省（自治区、直辖市）云南省重点水源工程近期建设规划，并于 2010 年 4 月完成了报告初稿。2010 年 10 月，水利部在北京对《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划报告》进行了审查，原则同意了规划报告。云南省共有 540 件项目列入了国家层面规划，其中大型水库 5 件，中型水库 131 件，德厚水库为规划内 5 件新建大型水库之一。

2011 年 7 月 28 日，国家环保部以“关于《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划环境影响报告书》的审查意见”（环审 2011〔201〕号）对《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划环评报告》进行了批复（见附件 1）。其中，提出“在规划优化调整和实施过程中，应重点做好如下工作：

……

（三）对于位于水质不达标河段、水文地质条件较差地区、重金属污染综合防治重点区域、水资源开发利用率较高区域和生态环境用水需求高区域等环境敏感区域的水源工程，应在工程前期研究中深入论证项目实施的环境合理性和可行性。在河流水质、重金属综合防治未满足有关环境要求之前，工程不得建设。

（四）在规划实施过程中，应加强流域综合管理，建立可持续的水库调度方式，协调上、下游，河流与湖泊等水体生态环境需水关系，在不同时间、空间尺度上满足河流基本生态流量，维护河流生态健康。

（五）在缺水区域，提出优先发展低耗水产业和节水农业，从源头减少水资源消耗的要求。

（六）建议《规划》补充编制环境保护专项规划和水源工程环境污染应急预案。加强城镇污水治理，对水源工程运行后农业退水可能造成的面源污染，应制定切实可行的控制方案。”

基于对德厚水库所处区域的环境调查，在德厚水库集水区内分布有 2 家砒霜厂、7 家金属采选冶企业、3 家煤矿企业，其中的 2 家砒霜厂属于重金属污染综

合防治重点企业，并且根据水质监测结果，坝址断面存在铁锰超标问题，因此，德厚水库工程属于“位于水质不达标河段、水文地质条件较差地区、重金属污染综合防治重点区域”的项目，根据规划环评审查意见，“在河流水质、重金属综合防治未满足有关环境要求之前，工程不得建设”。

（2）《云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划(修编)环境影响报告》及批复情况

本项目依据的最直接的流域规划为《云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划(修编)》，已于 2007 年 12 月 7 日，由文山州人民政府以文政复〔2007〕108 号文“文山州人民政府关于对《文山州盘龙河流域水资源利用规划》(修编)的批复”批复同意，但当时未编制规划环评报告。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《规划环境影响评价条例》要求，2014 年业主单位委托云南大学编制了《文山州盘龙河流域水资源利用规划（修编）环境影响报告书》。规划环评报告书主要结论为：

文山州盘龙河流域水资源利用规划（修编）符合国家电力发展的原则和需求及云南省“西电东送”、“云电外送”的电力规划发展思路以及《文山州国民经济和社会发展第十一个五年规划》，对文山州社会经济发展将起着积极的推动作用。本规划还符合文山州环境保护“十一五”规划、文山州“十一五”工业经济发展规划等。综合来看，盘龙河流域水资源利用规划是合理可行的。对规划区公众进行的规划意见征询显示：绝大多数受访人认为该规划对地区经济发展有利，所有受访的个人和社会团体均赞成该规划的实施。

总体而言，该规划符合环境目标，在规划方案实施过程中，在采取本次评价提出的推荐规划方案和环境影响减缓措施，并在各梯级电站及水库设计建设前进行建设项目环境影响评价工作的条件下，从环保角度出发，规划方案是可行的。

针对《云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划(修编)》，提出的主要意见和建议为：

a.规划实施中，水库和梯级电站施工布置应尽量少占用耕地和林地，减少对区域生态环境的破坏。

b.为妥善解决电站及水库建设可能产生的生产安置问题，建设单位应与当地政府共同制定科学合理的移民安置方案，在充分尊重少数民族地区人民生活习惯的基础上，实现政府、建设单位和被安置群众三方均满意的目标。

（3）各规划项目在具体实施过程中，应认真做好项目环境影响评价工作，以及干流水电规划环境影响跟踪评价工作，对发现的新的环境问题，及时采取相应的保护和调整措施。

（4）在规划项目实施过程中，应注意对水生生物，特别是保护鱼类的保护。

淹没区涉及保护植物的，需要对其进行移栽保护；涉及野生保护动物的栖息地的，需对野生植物进行保护。

2014 年 10 月 29 日由文山州环境保护局组织专家对规划环评报告进行了审查，文山州环境保护局于 2015 年 1 月 27 日以“文山州环境保护局关于对《文山州盘龙河流域水资源利用规划（修编）环境影响报告书》审查意见的函”（文环函〔2015〕5 号）进行了批复。强调重点关注以下三方面的问题：

一、关于流域规划开发项目问题

对于流域水利工程开发项目问题，审查组认为：规划水利开发方案介绍基本清楚，确定的水利开发方案开发对环境影响相对较小，水利建设要根据经济社会发展需求和水资源开发利用现状，对水资源的开发、利用、治理、配置、节约、保护、管理等做出合理安排，提高了用水效率，实现水资源可持续利用，解决了流域上游段缺水的问题。

对于流域电站开发项目问题，审查组认为：规划方案介绍基本清楚，确定的梯级电站开发对环境影响相对较小，但河段内不得再新增建设其他梯级电站，并处理好水资源利用和分配等问题。

二、关于生态环境保护问题

（一）保证水库堤坝下游河道的生态流量，在水库的建设和运行过程中，须考虑除了将相当部分的水引去水库蓄水之外，必须保证在任何季节都预留有10-15%的流量作为生态流量通过大坝下泄，作为保护鱼类资源和维护整个盘龙河流域水域生态健康的必要措施之一。

（二）有效恢复迹地和生态环境，各梯级水库实施后期，结合景观生态恢复及占地类型要求，因地制宜地对各类施工迹地采取工程措施和植物措施进行迹地恢复，将工程施工对当地植被和景观生态的影响减小到最低程度。

（三）建议当地政府加大盘龙河流域鱼类增殖放流、土著鱼繁殖保护投入，切实保护盘龙河流域鱼类资源及其生态环境。

（四）为减少规划工程对区域陆生植被的影响和破坏，各规划工程在施工营地布置、渣场料场位置选择、施工道路建设和生产生活设施建设等过程中，科学选址，合理布局，尽量减少工程建设对原生植被及农田的占用。

（五）限制运输危险品车辆进入规划建设项目水库库区及上游汇水区域；禁止在水库谆区及上游汇水区域内布设工矿企业。

（六）初期蓄水期间，当上游来水低于导流洞进口底板高程时，应采用抽水泵向导流洞泵水的方式下放生态流量．避免下游河道脱水断流；当上游来水达到导流洞进口底板高程时，通过导流洞全部下放上游来水。同时，应结合野生动物的生态习性，制定水库蓄水计划，水库蓄水选择春末至秋初进行，避开两栖类、

爬行类的冬眠期，避免野生动物受淹没死亡。

（七）做好规划实施过程中的生态环境跟踪评价，发现问题及时调整，切实保护好盘龙河流域生态环境。

（八）由于规划涉及 5 个县，项目涉及电站和水利工程，流域面积大，政府部门要统一规划区域内工业项目的布局，对今后有影响的建设项目不得布局于流域内，对已建成的项目建议制定相关的流域污染防治专项规划，经专家论证报同级政府批准后关停、取缔对水库水质有影响的项目，同时，组织开展相应的监测，科学掌握环境影响及变化趋势，采取措施确保水库用水水质达到国家要求。

三、关于规划实施的问题

（一）建议尽快开展饮用水水源地环境保护规划工作，划定保护范围并进行严格管理，加强径流区水源涵养林营造和保护，制定事故应急预案，落实水质监测、环境风险防范及应急能力建设等保护措施及要求。

（二）规划实施过程中，应严格按照批准的征地移民安置规划报告落实移民安置相关事宜。

（三）其他应注意的问题

规划实施过程中，应根据环评报告书提出的要求，做好环境影响跟踪评价。根据跟踪评价结果，及时对规划做出必要的调整，确保规划实施产生的不利环境影响控制在可接受的范围内，促进盘龙河流域社会经济和环境的可持续发展。

2.2 工程任务及规模及运行调度方式

2.2.1 工程位置

拟建德厚水库位于盘龙河上游主要支流德厚河中下游段，坝址控制径流面积 565k ㎡，距文山市城 35km，距平远镇 38km，大坝横跨文山市马塘镇黑末村委会和汤坝村委会，坝址处地理坐标为东经 104°0′20″北纬 23°34′0″。水库淹没影响区涉及红甸乡平坝寨村委会，德厚镇朝阳村委会，马塘镇荣华、黑末和汤坝村委会 3 个乡（镇）5 个村委会。另外，工程需修建德平干渠输水，输水线路工程占地涉及马塘镇汤坝村委会上倮朵、黑末村委会红石岩下寨、红石岩上寨、德厚镇明湖村委会新海尾 4 个村小组。工程地理位置见附图 1。

2.2.2 工程任务

德厚水库是解决盘龙河中上流域资源性缺水和工程性缺水的核心水利工程。德厚水库的建设任务为以城乡生活和工业供水、农业灌溉为主，兼顾发电等综合利用。其中，农业灌溉保证率为 75%；生活、工业供水保证率为 95%。

2.2.3 工程规模

（1）供水规模

拟定德厚水库可行性研究的现状基准年为 2010 年，设计水平年为 2030 年。德厚水库为 2 等大（2）型水利工程，总库容为 11340 万 m^3，设计灌溉面积 9.28 万亩。水库的正常库容 9281 万 m^3，兴利库容为 8975 万 m^3，总供水量 9529 万 m^3，其中生活供水 2233 万 m^3，工业供水 4306 万 m^3，农业供水 2990 万 m^3。水库的蓄满率为 76%。从供水对象看，为平远片区供水 4730 万 m^3，其中生活用水 1902 万 m^3，工业供水 1294 万 m^3，农业供水 1534 万 m^3；为马塘片区供水 4798 万 m^3，其中生活用水 331 万 m^3，工业用水 3012 万 m^3，农业用水 1455 万 m^3。

（2）特征水位

水库引水隧洞进口底板高程按水库 50 年坝前泥沙淤积高程进行控制，定为 1337.3m，死水位按引水隧洞进口底板高程+洞高+洞顶工作水深确定为 1341.5m。正常蓄水位为 1377.5m，设计洪水位为 1378.1m，校核洪水位为 1380.33m。

工程特性表见表 2.2.3-1。

表 2.2.3-1 工程特性表

序号及名称	单位	数　量	备　注
一．水文			
1.流域面积			
德厚河全流域	km^2	569	
工程坝址以上	km^2	565	
2.利用的水文系列	年	1952～2011	
3.多年平均年径流量	亿 m^3	1.9	
4.代表性流量			
多年平均流量	m^3/s	6.02	
设计洪水流量(P=1%)	m^3/s	225	
校核洪水流量(P=0.02%)	m^3/s	405	
施工导流流量(P=10%)	m^3/s	121	全年
5.洪水			
设计洪量（3 天）(P=1%)	万 m^3	4341	
校核洪量（3 天）(P=0.02%)	万 m^3	8192	
6.泥沙			
多年平均悬移质输沙量	万 t	13	
多年平均含沙量	kg/m^3	0.68	

序号及名称	单位	数　量	备　注
二．工程规模			
1.水库			
校核洪水位(P=0.02%)	m	1380.33	
设计洪水位(P=1%)	m	1378.10	
正常蓄水位	m	1377.5	
死水位	m	1341.5	
总库容(校核洪水位以下库容)	万 m^3	11340	
兴利库容	万 m^3	8975	正常水位到死水位间
死库容	万 m^3	306	
设计洪水位时最大泄量	m^3/s	225	
校核洪水位时最大泄量	m^3/s	313	
2.城乡生活供水			
设计供水量(多年平均)	万 m^3	2233	
3.灌溉工程			
设计灌溉面积	万亩	9.28	
灌溉保证率	%	75	
农灌设计供水量(多年平均)	万 m^3	2990	
4.工业供水工程			
设计供水量(多年平均)	万 m^3	4306	
供水保证率	%	95	
5.坝后电站			
装机容量	KW	2200	
保证出力	KW	404	
多年平均发电量	万 KW.h	674	
年利用小时数	h	3064	
三.建设征地与移民安置			
1.建设征地面积			
建设征地总面积	亩	12826.45	
水库淹没及影响区	亩	11331.33	
枢纽工程永久占地	亩	888.59	
输水线路永久占地	亩	606.53	
施工临时占地	亩	586.93	
2.建设征地类型			
耕地	亩	8854.89	

序号及名称	单位	数　量	备　注
园地、林地及草地	亩	2632.87	
住宅用地	亩	521.48	
交通运输及公共管理用地	亩	204.37	
水域及水利设施	亩	460.79	
裸地及鱼塘	亩	152.06	
3.移民安置及专项设施	亩		
搬迁人口/户	人	4200/1013	
各类房屋面积	㎡	232470	
公路	km	28.45	
通信线路	km	71.86	
35kv 及 10kv 输电线路	km	22.6	
牛腊冲水电站	座	1	装机 570kw
四．主要建筑物及设备			
1.大坝			
型式		粘土心墙堆石坝	
地基特性		厚层、巨厚层状灰岩	
地震动峰值加速度	m/s^2	0.057	
坝顶高程	m	1380.9	
最大坝高	m	70.9	
坝顶长度	m	177.72	
上游坝坡/下游坝坡		1:1.8/1:1.8	下游坝坡为综合坡比
2.溢洪道			
型式		岸边开敞式有闸控制	
总长	m	438.64	
堰型	m	无坎宽顶堰	
堰顶高程	m	1373.0	
堰宽	m	6.0	
消能方式		底流消能	
设计泄洪流量	m^3/s	104．0	
校核泄洪流量	m^3/s	179.0	
3.导流泄洪隧洞			
型式		短有压进口接‘龙抬头’	
总长	m	432	洞身段长 411.65m
进口底板高程	m	1335.0	

序号及名称	单位	数　量	备　注
洞身断面尺寸（有压段）	m	2.5×2.5	方形
洞身断面尺寸（无压段）	m	3.5×4.0	城门洞型
消能方式		底流消能	
设计泄洪流量	m^3/s	121．0	
校核泄洪流量	m^3/s	134.0	
4．引水隧洞			
型式		有压隧洞	
总长	m	347.95	洞身段长 326m
进口底板高程	m	1337.3	
洞身断面尺寸	m	D=2.2	圆形
最大设计流量	m^3/s	10.59	
5.坝址区及库区防渗工程			
坝址区防渗帷幕长度	m	2000	
帷幕最大深度/平均深度	m	170/117	
咪哩河库区防渗帷幕长度	m	2487	
帷幕最大深度/平均深度	m	85/45	
6.德～平输水线路			
布置型式		前段有压、后段无压输水	
有压管道长度	m	10064	
管径	m	1.4	
管材		PCCP 管/钢管	PCCP 管为主
渠道长度	m	1849.8	
管道设计流量	m^3/s	2.5～2.3	
渠道设计流量	m^3/s	2.3～2.1	
7.发电压力管道			
型式		一管二机	
主管长度/内径	m	13.6/1.4	
支管长度/内径	m	16/0.5、1.0	
8.坝后电站			
装机容量	kw	1800+400=2200	
设计引用流量	m^3/s	5.47	
额定水头	m	48.2	
机组安装高程	m	1317.66	
水轮机型号		HLA551/HLD333B	

序号及名称	单位	数　量	备　注
发电机型号		SFW1800-8/1730、SFW400-6/990	
9.德～平泵站			
水泵型式		卧式单级、双吸离心泵	
装机容量	kw	（3+1）×2240	
泵站设计流量	m^3/s	2.9	
几何扬程	m	143～179	
水泵安装高程	m	1317.34	
泵站出水池水面高程	m	1520.484	
提水钢管长度/管径	m	1391/1.4	
10.马塘泵站			
水泵型式		卧式单级、双吸离心泵	
装机容量	kw	4×300	
泵站设计流量	m^3/s	1.27	
几何扬程	m	54.3	
水泵安装高程	m	1316.78	
泵站出水池水面高程	m	1370	
提水钢管长度/管径	m	95.2/0.8	
五．施工			
1.主体工程量			
明挖土石方	万 m^3	86.17	
洞挖石方	万 m^3	9.88	
土石方填筑	万 m^3	86.98	
混凝土及喷混凝土	万 m^3	10.27	
首部枢纽金属结构	t	421	
帷幕灌浆钻孔总进尺	万 m	25.46	
帷幕灌浆进尺	万 m	23.32	
固结灌浆	万 m	4.93	
2．主要建筑材料用量	m^2		
钢筋钢材	t	6703	
水泥	t	99117	
炸药	t	611	
木材	m^3	265	
3．施工动力及来源			
供电	KVA	3830	

序号及名称	单位	数　量	备　注
4．对外交通			
距昆明	km	317	
距文山市	km	31	
5．施工导流		截流堰体、围堰及度汛坝体挡水，隧洞导流	
6.施工工期			
施工准备期	月	6	
主体工程施工期	月	42	
总工期	月	48	
六、工程运行管理机构			
运行管理机构性质		正处级事业单位	
机构人员编制	人	70	
生产生活用房	m^2	2985	
工程年运行费用	万元	8154	
七．经济指标			
1.总投资	万元	199602.68	
2. 静态总投资	万元	199027.07	
枢纽工程投资	万元	77165.36	
灌溉、供水工程投资		23713.08	
淹没补偿投资	万元	94555.71	
水土保持工程投资	万元	1411.13	
环境保护工程投资	万元	2181.81	
3.建设期利息	万元		
4. 综合利用经济指标			
水库单位库容投资	元/m^3	17.6	
单位供水量投资	元/m^3	20.83	出库断面
经济内部收益率	%	6.84	
农业灌溉供水水价	元/m^3	0.15	综合原水水价
城乡居民生活供水水价	元/m^3	1.0	综合原水水价
工业供水水价	元/m^3	1.0	综合原水水价
水力发电电价	元/kw.h	0.222	

2.2.4 德厚水库灌区规划

2.2.4.1 灌区范围

德厚水库规划范围为盘龙河流域中上游段，涉及文山州的砚山县、文山市两地，水库的供水范围为平远片区（包含平远特色农产品加工园区）、马塘片区（包含马塘工业园区）。两个片区内设计灌溉面积共 9.28 万亩，其中平远片区位于东经 103°38′ 40″ ～104°01′ 10″，北纬 23°35′ 24″ ～23°53′ 30″ 之间，涉及砚山县的平远、稼依、阿舍和文山市的德厚、红甸共五个乡镇。德厚水库供水对象为平远片区内的老坞海片、红甸片、平坝寨片和明湖片 4 个小灌片，共 5.44 万亩。马塘片区位于东经 103°55′ 03″ ～104°02′ 50″，北纬 23°30′ 00″ ～23°35′ 23″ 之间，涉及文山市的马塘镇、红甸乡和德厚镇。主要包括花庄片和黄龙坝片 2 个小灌片，共 3.84 万亩。

除德～平输水主管外，还需设置 5 条支渠，向花庄、平坝寨、明湖、老坞海和红甸片区输水。

花庄支渠：花庄支渠从德～平输水干管花庄水池分水后，沿 1500m 等高线布置，至红石岩下寨后山通过倒虹吸跨马塘--红甸公路后，自西向东途经下卡左、上卡左后山，至独山（小地名）处跨文山—平远二级公路后途经大转弯（小地名）后，止于胡家凹子，全长约 11.03km，渠道设计流量 0.40m³/s。

平远 1#支渠：分水口位于主管里程 4+500m，从分水口通过分水支管连接跨过德厚河后，经牛腊冲村后山附近穿过花庄—红甸农村公路连接至对岸山体接 1#支渠渠首，渠道沿八家寨后山 1460m 等高线由南向东北方向绕行，经八家寨、瓦厂至小坡头止，全长 13.43km，控制平坝寨片耕地面积 0.79 万亩，渠首设计流量 0.21m³/s。

平远 2#支渠：2#支渠渠首于里程 10+429m 处分水，2#支渠顺明湖后山由东向西走经明湖至小明湖后山止，全长 5.67km，控制明湖片耕地面积 0.61 万亩，渠首设计流量 0.17m³/s。

3#和 4#支渠接干渠渠尾（里程 11+914），3#支渠前半段走势由南向北、中后段由西向东走向，沿等高线 1500m 绕行，经石榴红、赵光坟坡、箐箕凹、洪水塘、上得路、旧寨至小红甸止，全长 34.26km，控制耕地面积 3.34 万亩，其中红甸片 2.49 万亩，老坞海片 0.85 万亩，渠首设计流量 0.89 m³/s。老坞海片根据灌区地形，东西两边高，中间低，3#支渠控制老坞海片中部以西部分 0.85 万亩耕地，中部以东部分耕地面积 0.70 万亩由 4#支渠控制。

4#支渠接干渠尾后与 3#支渠反向布置，渠道由西向东沿等高线 1500m 绕行，经新海尾止、银海凹子、湖海、路白、机修队、过浑水塘村后进入回龙坝水库终

止，渠道长 35.84km。回龙坝水库供水又可通过回丰大沟进行入丰收水库，通过平远大型灌区现有供水管网为生活和工业供水。4#支渠控制灌溉面积 0.70 万亩，渠首设计流量 1.20 m³/s，其中生活、工业供水 1.02 m³/s。

本期工程仅考虑修建输水干管，至花庄及马塘黄龙坝输水线路（团结大沟）的渠道均不计入本工程，水库只要供水到渠首即可。德厚水库灌区规划示意图见附图 4。

2.2.4.2 灌溉制度

平远片区、马塘片区的土壤质地、气候条件较为相近，设计水平年均需由德厚水库提水供给，在灌溉制度设计上，应取消(限制)高耗水作物发展，因此马塘花庄坝区灌溉制度设计与平远片区采用同一成果。灌区内作物包括水稻和旱作物。水稻种植为一季中稻，秧苗期一般在 35 天左右，大田生育期 108 天左右，秧苗期通常在 3～4 月份，移栽期在 5 月初，大田生育期在 5～9 月，泡田定额为 200m³/亩。多年平均灌溉定额 479.8m^3/亩。

平远灌区旱作物主要有玉米、小麦、烤烟、辣椒、花生、马芽花、蔬菜瓜果及部分林果等；马塘及开化灌片旱作物主要有玉米、小麦、油菜、甘庶、烤烟、辣椒、花生、蔬菜瓜果等。其中，大春杂粮、花生生长期在 3~8 月，灌溉期在 3~5 月，灌溉定额为 80、100m^3/亩。玉米、烤烟、辣椒生长期在 4~9 月，灌溉期在 4~6 月，灌溉定额分别为 100、80、90m^3/亩；小麦、冬玉米、马芽花、油菜生长期在 10~4 月，灌溉期在 10~3 月，灌溉定额分别为 120、120、115、155m^3/亩。小春杂粮和其他经济作物生长期在 10~3 月，灌溉期在 10~2 月，灌溉定额为 80、125m^3/亩。赶着、林果和蔬菜瓜果生长期为全年，灌溉期在 11~6 月，灌溉定额为 360、90、384m^3/亩。

2.2.4.3 种植结构

在符合《砚山县种植业区划》、《文山市综合农业区划》的基础上，德厚水库灌区种植结构调整的原则为：

1）在现状种植结构的基础上，加大小春作物播种面积，提高灌区的复种指数；

2）在确保粮食安全的前提下，扩大经济作物播种面积，增加农民收入；

3）调整作物内部种植结构，限制或取消高耗水作物，增加低耗水、高附加值作物的播种面积。

根据以上原则，对平原片区和马塘花庄坝区以及马塘黄龙坝区的种植结构进行调整。

1）平远片区及马塘花庄片区

现状水稻种植比例为10.9%，玉米52.9%，烤烟4.3%，辣椒11.4%，花生6.9%，小麦10.1%，马芽花5.8%，蔬菜瓜果7.9%，其它粮经作物18.2%，复种指数138%，粮食作物种植面积与经济作物种植面积比例为 64：36。由于平远片区地处于珠江和红河两大流域的分水岭上，水资源缺乏，且德厚水库为平远片区供水需提水200m。因此，规划水平年在作物种植结构调整上，应限制高耗水作物的发展，发展优质高效农业，另外结合平远特色农产品加工园区以辣椒、粮食制品加工为主的特点，规划将增加辣椒、烤烟等特色、高效经济作物的播种面积，取消耗水量较大的水稻种植面积，增加小春作物种植面积，提高灌区的复种指数。规划2030 水平年种植结构调整将取消灌区内的水稻种植面积，调整玉米种植比例为8.6%，烤烟 15.7%，辣椒 37.3%，花生 6.5%，小麦 23.3%，冬玉米 8.0%，马芽花 13.3%，蔬菜瓜果 23.7%，其它粮经作物 9.1%，复种指数提高到 186%，粮食作物种植面积占总播种面积的比例为 27%，经济作物种植面积占总播种面积的比例为 73%，粮经比 27：73。

2）马塘黄龙坝区

马塘黄龙坝区粮食作物以水稻、玉米、小麦为主，经济作物主要有辣椒、烤烟、花生和油菜。马塘黄龙坝区现状水稻种植比例为 28.0%，玉米 25.4%，烤烟 9.4%，辣椒 13.2%，花生 9.4%，小麦 17.9%，油菜 0.8%，蔬菜瓜果 7.7%，其它粮经作物 18.0%，复种指数 140%。粮经比 65：35。规划水平年本着农业增效、农民增收为目标，根据当地农业发展规划，在保证粮食安定的提前下，适当降低玉米种植比例、稳定水稻种植面积，加大油菜及其它小春经济作物的播种面积，提高灌区的复种水平。规划 2030 水平年，复种指数提高到 188%，灌区内各种作物种植比例调整为水稻 28.0%，玉米 21.7%，烤烟 9.8%，辣椒 14.0%，花生 9.5%，小麦 24.4%，油菜 22.1%，蔬菜瓜果 11.1%，其它粮经作物 33.7%，粮经比 52：48。规划灌区作物种植比例详见图 2.2.4-1。

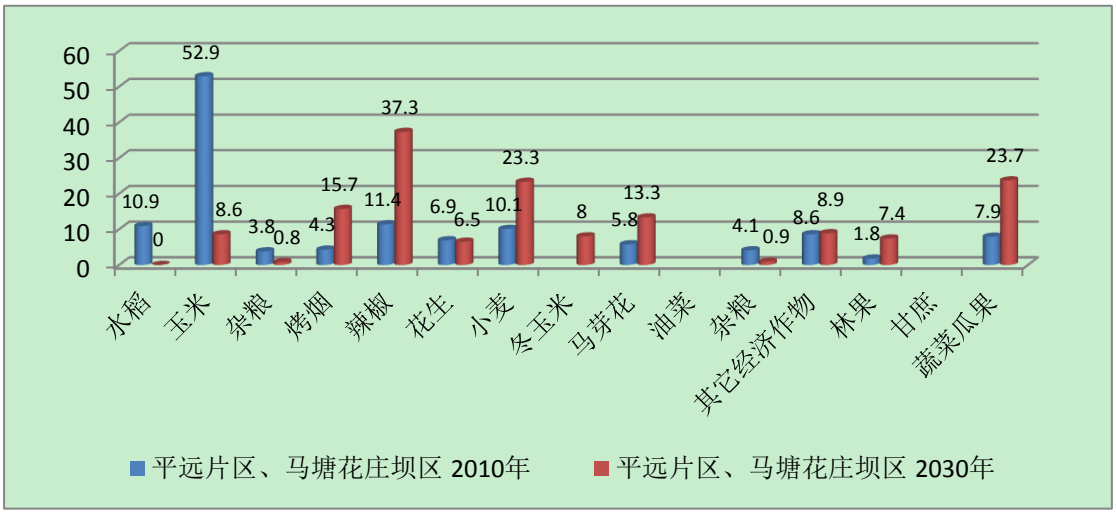


图 2.2.4-1a 平远、马塘花庄坝区灌片现状年及规划水平年种植结构

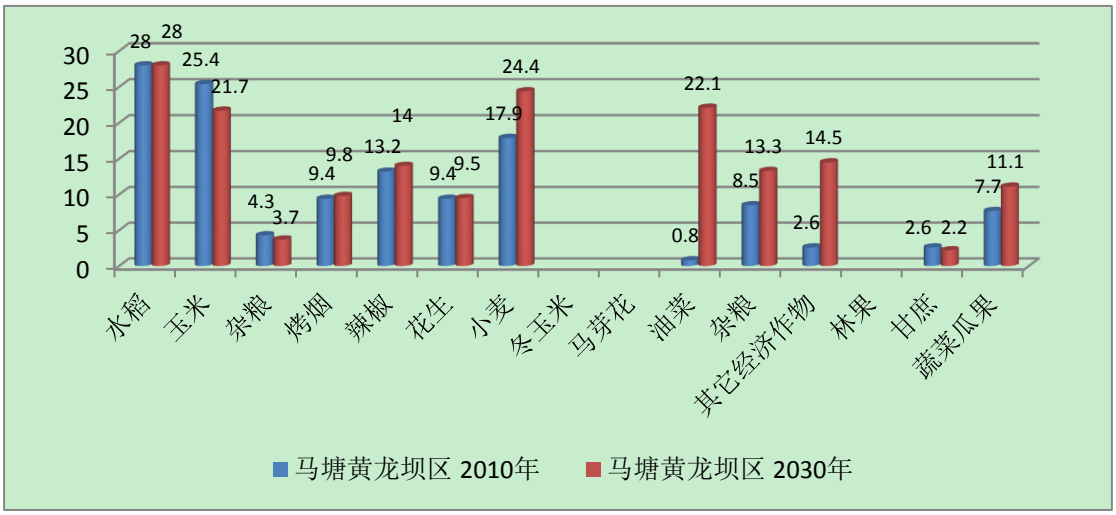


图 2.2.4-1b 马塘黄龙坝区灌片现状年及规划水平年种植结构

2.2.4.4 农业节水及灌溉水利用系数

现状 2010 年在 P＝75%保证率情况下平远片区、马塘花庄坝区万亩综合净灌溉用水量为 197m³/亩，马塘黄龙坝片区为 273m³/亩；规划 2030 水平年 P＝75%保证率情况下平远片区、马塘花庄坝区万亩综合净灌溉用水量为 224m³/亩，马塘黄龙坝片区为 341m³/亩。平远片区和马塘花庄片区的灌水率为 0.19 m³/s/万亩，马塘黄龙坝片区 0.38 m³/s/万亩。

平远片区、马塘片区现状灌溉水利用系数为 0.50，规划水平年通过灌区的渠道节水改造及田间配套工程，配合其他农业节水措施，到 2030 水平年，平远片区和马塘花庄片区输水干渠采用管道输水，综合确定其灌溉水利用系数为 0.72；马塘黄龙坝区由于灌区面积小，渠道级数少，小型灌区灌溉水利用系数不应低于 0.7，马塘黄龙坝区灌溉水利用系数取 0.7。

2.2.5 工程运行调度方式

工程兴利调度运用的原则为：

（1）德厚水库供水应优先满足下游河道生态环境用水，生态下泄流量标准汛期 6～11 月按坝址断面多年平均流量的 30%下泄（1.086m³/s），枯期 12～5 月按坝址断面多年平均流量的 10%下泄(0.602 m³/s)。

（2）德厚水库应优先满足平远片区的生活、工农业用水及马塘片区的生活、农业用水，最后再向马塘工业园区供水。

（3）当库水位高于 1370m 时，水库可经团结大沟自流对马塘黄龙坝区进行农业供水；当库水位低于 1370m 时，经坝后电站发电后，由电站尾水池提水至

团结大沟对马塘黄龙坝片区进行灌溉供水。

（4）充分发挥德厚水库调节能力强的特点，应合理进行调度，利用其多年调节库容，保证枯水年及枯水期的供水量，减少供水破坏时间，降低破坏深度。

（5）坝后电站发用水主要为利用生态水、弃水以及马塘的农业供水（部分时段）进行发电，水库不单独设发电库容和发电补充水量。当水库水位低于发电最低运行水位时，坝后电站停止发电。

水库洪水调度原则为：

（1）洪水调节计算时，应控制溢洪道和泄洪洞的下泄流量不能超过同频率天然入库洪峰流量，避免造成下游人为洪水。

（2）为方便洪水调度，避免频繁开启泄洪洞，拟定常遇洪水（20 年一遇以下）首先由溢洪道下泄，泄洪洞不参与泄洪，当库水位超过 20 年一遇洪水位时，逐步打开泄洪洞参与泄洪，当库水位回落时，逐步关闭泄洪洞和溢洪道闸门，直至库水位回落到正常水位。

2.3 工程布置与主要建筑物

2.3.1 供水总体布局

德厚水库工程的蓄水、供水总体布局为：在德厚河与支流咪哩河交汇口下游 615m 处修建拦河坝调蓄德厚河径流；在水库坝后建设德～平泵站将水库蓄水提至库区右岸的花庄高位水池，通过德～平输水主管（渠道）及输水支渠向平远片区的生活及工农业供水，马塘花庄坝区的农业供水则直接通过花庄支渠从高位水池分水供给；马塘黄龙坝区农业供水利用现有团结大沟进行供水；马塘工业、生活供水由水库引水隧洞出口的压力钢管有压取水，通过马塘供水管道进行供水。

德厚水库枢纽主要由粘土心墙堆石坝，坝后泵站及电站等组成。粘土心墙堆石坝坝顶高程 1380.9m，坝顶长 177.7m，坝顶宽 8m，最大坝高 70.9m。德～平泵站和坝后电站布置于同一个厂房内，泵站设置 4 台卧式单级、双吸离心泵，3 用 1 杯，总装机容量 8960kW（4×2240kW），设计扬程为 160m，设计流量 2.90m³/s。平远片区的生活、工农业供水及马塘花庄坝区的农业用水通过德～平泵站提水经长度为 1.36km 的出水压力管道至花庄高位水池，水池容量 200m³，正常水位 1520.50m，水池没有调蓄功能，主要承担花庄、平远片区的配水任务。

德～平输水线路采用前段有压管道输水，后段采用无压渠道输水，线路起点位于德厚河右岸山顶花庄高位水池（即德～平泵站出水池），输水管道沿德厚河右岸布置，在管道里程 G4+400 处以高支墩跨过德厚河库尾，在白沙坡附近接无压渠道，经老坞海一号隧洞接至输水线路末端（老坞海新海尾村附近）。德～平

输水线路全长 11.914km，其中管道段长 10.064km，渠道段长 1.85km，沿途设置 3 个分水口解决平坝寨、明湖、红甸和老坞海四灌片的供水，其中 1#支渠于干管里程 G4+500m 处分水，灌溉平坝寨灌片 0.79 万亩耕地，渠首控制高程 1460m；2#支渠于里程 10+429m 处分水，灌溉明湖灌片 0.61 万亩耕地，渠首控制高程 1475m；3#支渠和 4#支渠于输水线路末端取水，灌溉控制高程 1500m，其中 3#支渠主要灌溉红甸灌片及老坞海灌片以西的 3.34 万亩耕地，4#支渠除负责灌溉老坞海灌片东部的 0.7 万亩耕地，还承担平远片区生活及工业输水任务，4#支渠自德～平输水干管（渠）末端取水后，由西向东沿 1500m 等高线进行延伸，经新海尾、银海凹子、湖海、路白，过浑水塘村后进入回龙坝水库。通过回龙坝水库的供配水系统，以满足平远片区的生活及工业供水要求。

马塘黄龙坝片区农业用水主要利用团结大沟供给，团结大沟现状取水口位于德厚河牛腊冲河段，水库坝址处底板高程 1368.1m，设计取水流量 1.60m³/s，全长 26.07km。由于德厚水库建设截断了团结大沟，因此德厚水库必需对其补水。但由于德厚水库库水位变幅在 1341.5m ～1377.5m 之间，当库水位高于 1370m 时，德厚水库可自流向团结大沟供水；当库水位低于 1370m 时，经坝后电站消能发电后，由电站尾水池通过马塘泵站提水到团结大沟渠首供水。马塘泵站主要为马塘黄龙坝片农业供水，泵站布置于坝后电站下游侧，设置 4 台单泵流量为 0.32m³/s 水泵，泵站设计流量 1.27m³/s，设计扬程为 54.3m，总装机容量 1200kW（4×300kW）。马塘工业、生活供水管道由德厚水库引水隧洞出口的压力钢管有压取水，进口设检修阀门，出口设流量控制阀。供水管道沿德厚河及盘龙河右岸缓坡地带布置，末端位于马塘工业园区附近的盘龙河右岸路梯附近。供水管道总长 14.5km，设计流量 1.80m^3/s（其中工业供水 1.69 m^3/s，生活供水 0.11m^3/s），管材采用玻璃钢夹砂管，管径 D=1.2m，采用地下浅埋布置。管道进口高程 1317.86m，出口高程 1320m，出口高于盘龙河约 40m。

结合水库有大量生态下放水量及一定的汛期弃水，考虑布置一坝后兼顾电站，利用水库的生态环境用水、汛期水库弃水及马塘黄龙坝区部分农业用水发电，电站装机 2200KW，采用一大（1800KW）、一小（400KW）配备，以便更好地适应枯期 1~5 月电站只下泄较小的生态基流的情况。

德厚水库工程蓄水及供水方式的总体布局示意图见图 2.3.1-1。盘龙河流域规划示意图见附图 1。德厚水库灌区规划示意图见附图 4。

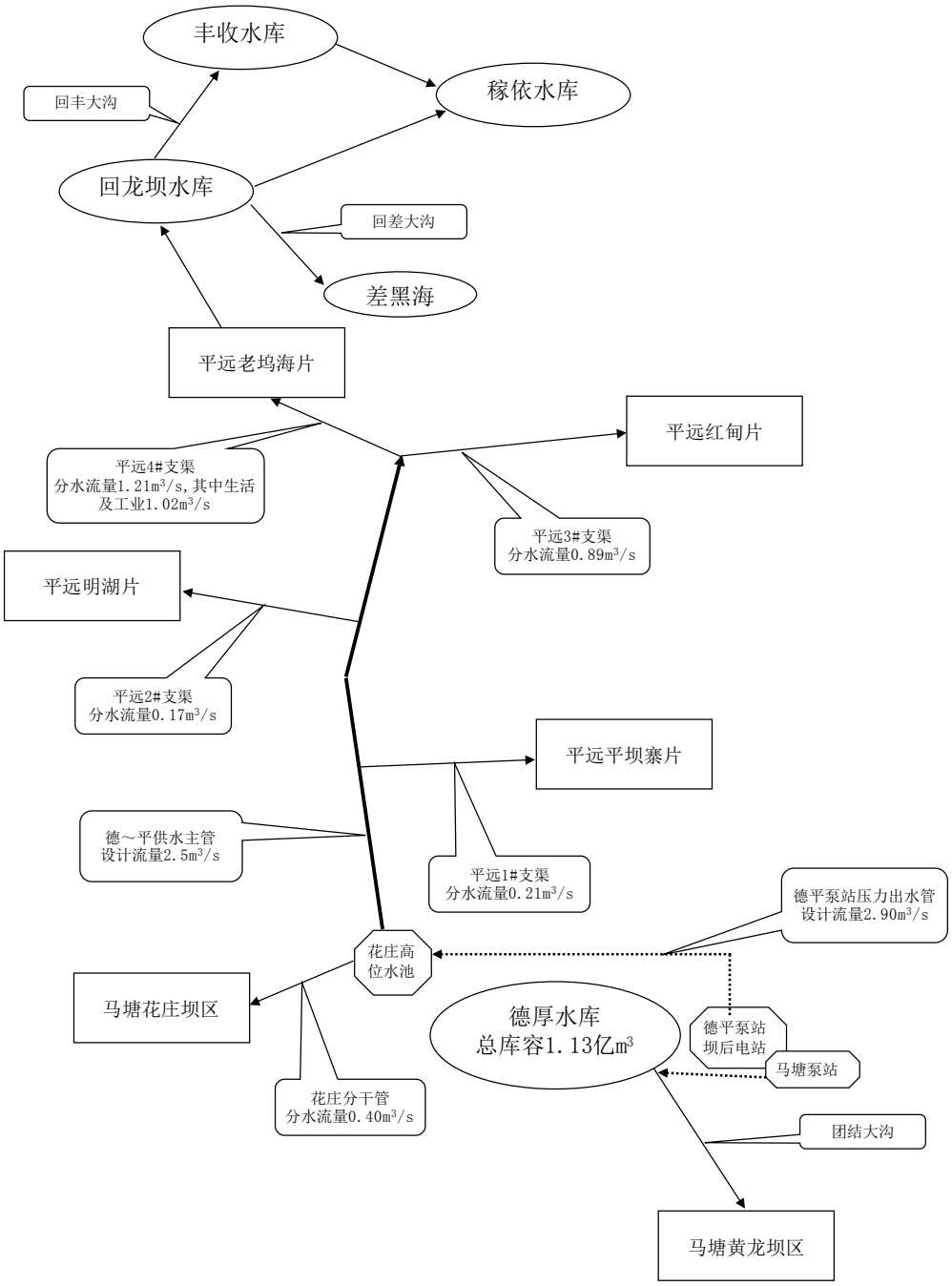


图 2.3.1-1 德厚水库工程总体布局示意图

2.3.2 工程总体布置及主要建筑物

德厚水库工程项目包括主体工程、移民安置工程和环境保护工程等项目，工程主要组成见表 2.3-1。

表 2.3-1 工程组成表

工程项目		工程组成
永久工程	挡水建筑物	粘土心墙堆石坝，坝顶高程 1380.9m，最大坝高 70.9m，坝顶长 177.7m，坝顶宽 8m。
	泄水建筑物	①岸边开敞式有闸控制溢洪道,全长 438.64m，由进口引渠段、控制段、泄槽段、消力池及护坦段组成。②导流泄洪隧洞,全长 432m，由进水渠段、有压洞身段、闸室段、无压洞Ⅰ段、无压洞Ⅱ段、扩散陡坡段、消力池段及尾渠段组成。
	引水建筑物	①引水隧洞全长 347.95m，由进口明渠段、取水塔及洞身段组成；②团结大沟输水隧洞，全长 381.4m，由进水渠、闸室段、无压洞身段及出口明渠段组成；
	防渗工程	坝址区防渗帷幕线路总长 2000m，其中左岸长 1210m，坝基长 180m，右岸长 610m；库区防渗线路总长 2840m。
	输水工程	输水工程由坝后泵站、电站及输水管线组成。坝后泵站及电站由坝后电站、德～平泵站、马塘泵站组成。
	永久道路	包括上坝永久道路 4.0km，至发电抽水站永久道路 3.5km，跨德厚河永久桥 1 座
临时工程	导流工程	上下游土石围堰，上游围堰与坝体全结合；
	场内交通工程	改扩建进场永久道路 5km，新建场内临时道路 6.1km，改扩建场内临时道路 3.4km。
	施工附属企业	大坝枢纽区加工厂主要有钢管加工厂、钢筋加工厂和木材加工厂等；输水线路加工厂主要由钢筋加工厂和木材加工厂组成。
	弃渣场	大坝枢纽区布置 4 个弃渣场，输水线路布置 6 个弃渣场
	料场工程	由坝址区 2#石料场、2#土料场及输水线路 1#石料场组成
移民安置	农村移民安置	规划生产安置人口 3085 人，搬迁安置人口 4354 人
	专项设施复建	①文山-平远二级公路复建：新建咪哩河大桥 1 座，桥长 210m，复建路线总长 2.527km；②迁改建四级公路 17.2km，新建 5 跨 30m 预应力钢筋混凝土 T 型梁桥；改建等级外的村道共约 7.8km
环境保护工程	分层取水设施	为岸边塔式分层取水口，共设 4 道挡水闸门，孔口尺寸 1.5m×1.5m，底板高程分别为 1368.5m、1358.5m、1347.8m、1337.3m
	生态放流设施	①施工期生态放流：采用导流泄洪隧洞下放生态流量；②蓄水初期：当上游来水低于导流洞进口底板高程时，下游的生态供水采用从水库内抽水到发电引水隧洞，再从发电引水隧洞自流到下游的方式进行供水；当上游来水达到导流洞进口底板高程后，通过发电引水隧洞下放生态用水。③生态放空岔管：在电站停机时经生态放空岔管及消能阀后下泄生态流量；④正常情况下经电站发电后下泄生态流量。
	增殖放流站	增殖放流站建设规模 9.5 亩，增殖站内主要布置有科研楼（含孵化车间、实验室、展厅、办公及住宿区）、育苗培育车间、高位水池、亲鱼培育池、鱼种培育池、防疫隔离池、活饵料培育池、环形亲鱼培育池等，主要设备包括鱼类养殖循环水处理系统、孵化养殖设备、全自动水质在线分析系统、增氧系统、污水处理系统、电气控制系统等，增殖站高峰期用水量 0.08m^3/s。
	施工营地生产废水处理设备	共设置 2 套砂石料加工废水处理系统，1 套砼拌合楼废水处理系统，7 套混凝土加工废水沉淀桶，1 套机修保养含油废水处理系统；
	生活污水净化设施	施工营地内共设 6 套生活污水处理设施； 水库管理局布置地埋式生活污水处理系统 1 套，2 座化粪池； 移民安置区共设置 4 套污水处理设施（100m^3/d2 套，50m^3/d2 套）、垃圾房 6 座、公测化粪池 13 个，沼气池 727 个
	其它	垃圾桶、垃圾房等

主体工程由大坝枢纽、防渗工程及输水工程组成，其中：大坝枢纽工程由粘土心墙堆石坝、右岸开敞式有闸控制溢洪道、右岸导流泄洪隧洞、右岸引水隧洞及团结大沟输水隧洞组成；防渗工程由坝址区防渗及咪哩河库区防渗组成；输水工程由坝后泵站、坝后电站及德～平输水管线组成，各支渠及田间工程等均不包括在内。德厚水库工程总体布置图见附图 5。德厚水库工程总平面布置图见附图 6。

2.3.2.1 大坝枢纽工程布置

（1）大坝枢纽工程

粘土心墙堆石坝：大坝轴线（B 坝线）位于德厚河与咪哩河汇口下游 630m 处，坝轴线方位角 N0°S。坝顶高程 1380.9m，最大坝高 70.9m，坝顶长 177.7m，坝顶宽 8m，上游坝坡 1:1.8，下游坝坡综合坡比 1:1.8，下游坡设‘之’字型上坝公路。粘土心墙顶宽 4.0m，最大底宽 39m，心墙上下游坡比 1:0.25，心墙上下游各设 2 层反滤层，水平宽度 3.0m，为便于检修及施工，在坝基心墙底部设置灌浆检修廊道（3m×3.5m）。下坝址 B 坝线粘土心墙堆石坝枢纽平面布置图、横标准剖面图见附图 7-8。

溢洪道：溢洪道为岸边开敞式有闸控制溢洪道，根据地形条件布置于右岸，轴线在平面上采用直线布置，轴线方位角 N105°E。溢洪道全长 438.64m，由进口引渠段（长 65.54m、底坡 i=0）、控制段（长 18m、底坡 i=0）、泄槽段（长 310.1m、底坡 i=0.01～0.55）、消力池（长 37.5m）及护坦段（长 7.5m）组成。控制段为有闸控制无坎宽顶堰型，堰顶高程 1373m（低于正常水位 4.5m），堰净宽 6m，设 1 道平板检修门及 1 道弧形工作门。溢洪道断面为矩形，泄槽段底宽 6～8m。溢洪道基础大部位于弱风化厚层状灰岩上，开挖边坡最高约 26m，边坡稳定性好，采用喷锚挂网支护。

导流泄洪隧洞：导流泄洪隧洞布置于右岸，平面布置为直线，立面布置采用短有压进水口接‘龙抬头’的布置方式，泄洪洞后段与导流洞结合。泄洪洞由进水渠段、有压洞身段、闸室段、无压洞Ⅰ段、无压洞Ⅱ段、扩散陡坡段、消力池段及尾渠段组成成，全长 432m，其中洞身段长 411.65m。隧洞进口底板高程 1335.00m，出口底板高程 1314.90m，有压段断面为 2.5m×2.5m 的矩形，无压段断面为 3.5m×4m（宽×高）的城门洞型，洞内消力池为 6.0m×10.3m 的城门洞型。下坝址导流泄洪隧洞结构布置图见附图 9。

引水隧洞：引水隧洞承担了德厚水库大部分的供水任务（工业、农业、生活、发电、生态），设计流量 10.59m³/s。根据地形条件及工程布置，引水隧洞布置于右岸，轴线在平面上采用折线布置，设 1 个平面转弯，进口轴线方位角 N99.765°E。引水隧洞全长 347.95m，由进口明渠段（长 6m，底坡 i=0）、取水塔（长 15.75m，

底坡 i=0）及洞身段（长 326.2m，底坡 i=6‰）组成，出口接压力钢管。隧洞进口底板高程 1337.30m，洞身断面为内径 2.2m 的圆形。取水口为岸边塔式进水口，按分层取水设计，在不同方向共设 4 道挡水闸门，各层取水口孔口尺寸 1.5m×1.5m，底板高程分别为：Ⅰ号取水口 1368.5m，Ⅱ号取水口 1358.5m，Ⅲ号取水口 1347.8m，Ⅳ号取水口 1337.3m（与隧洞进口底板高程相同）。引水隧洞结构布置图见附图 10。

团结大沟输水隧洞：团结大沟输水隧洞布置于右岸，进、出口与已建团结大沟衔接，承担施工期及运行期（库水位高于 1370.0m 时）团结大沟的供水任务。隧洞平面布置为直线，轴线方位角 N99.195°E，全长 381.4m，由进水渠（长 9.06m，底坡 i=0）、闸室段（长 7.2m，底坡 i=0）、无压洞身段（长 324.7m，底坡 i=1.4‰）及出口明渠段（长 40.5m，底坡 i=1.4‰）组成。隧洞进口底板高程 1369m，洞身断面为 1.5m×1.8m 的城门洞型。取水口为岸边塔式进水口，设一道平板检修门及一道平板工作门，孔口尺寸 1.5m×1.5m。团结大沟输水隧洞结构布置图见附图 11。

2.3.2.2 防渗工程布置

德厚水库坝址区及库区碳酸盐岩出露面积约占地表总面积的 70～80%，岩溶渗漏处理是工程的重点。根据地质勘察，防渗工程分为坝址区防渗和库区防渗两部分。

1）坝址区防渗

坝址区防渗包括坝基防渗和大坝两岸防渗，均采用帷幕灌浆防渗。坝址区防渗帷幕线路总长 2000m，其中左岸长 1210m，坝基长 180m，右岸长 610m。灌浆主要在平洞内进行，大坝两岸设置双层灌浆平洞，灌浆顶界为正常蓄水位 1377.5m，灌浆底界进入弱岩溶发育带内 10m，最大帷幕深度约 170m，帷幕平均深度约 117m。

2）库区防渗

为解决咪哩河库区向低邻谷盘龙河渗漏的问题，在咪哩河库尾右岸的罗世鲊附近设置帷幕防渗线，库区防渗线路总长 2840m。该段灌浆均在地面进行，灌浆顶界为正常蓄水位 1377.5m，灌浆底界进入弱岩溶发育带内 10m，最大帷幕深度约 87.5m，帷幕平均深度约 77m。咪哩河库区防渗帷幕灌浆布置图见附图 12。

2.3.2.3 输水工程

输水工程由坝后泵站、电站及输水管线组成。坝后泵站及电站由坝后电站、德～平泵站、马塘泵站组成，集中布置于大坝下游。德～平输水线路前段为有压管道输水，后段为明渠输水。德厚水库输水工程平面布置图见附图 13。

（1）坝后泵站与电站

坝后泵站及电站集中布置于大坝下游左岸及河床，德～平泵站、马塘泵站及坝后电站均布置于同一厂房内，主要建筑物有德～平泵站主厂房（含坝后电站）、电气副厂房、马塘泵站进水池、马塘泵站主厂房及主变场等。坝后泵站及电站均由引水隧洞取水，德～平泵站由库内直接提水，马塘泵站由电站尾水取水。

坝后电站装机 2200kw，设计发电流量 5.47m³/s，机组安装高程 1317.86m，额定水头 48.2m，年利用小时 3064h，多年平均发电量 674 万 kw.h。

德～平泵站装机（3+1）×2240kw，安装 4 台卧式单级、双吸离心泵，设计流量 2.9m³/s，水泵安装高程 1318.26m，泵站出水池水面高程 1520.484m，提水最高几何扬程 179m。德～平泵站包括进水管、泵站、提水管及出水池（山顶水池），进水管接有压引水隧洞，由库内取水后直接提水，通过长 1391m 的提水管提水至库区德厚河右岸山顶水池。

马塘泵站装机 4×300kw，安装 4 台卧式单级、双吸离心泵，设计流量 1.27m³/s。泵站进水池接坝后电站尾水，水泵安装高程 1316.78m，泵站进水池设计水位 1318.5m，出水池设计水位 1370.0m，提水最高几何扬程 52.5m。

坝后电站及泵站的取水、出水布置方式如下：

坝后泵站及电站均由引水隧洞取水。引水系统由取水口、输水隧洞、发电引水压力钢管组成，输水隧洞长 326.2m，隧洞内径为 2.2m，输水隧洞后接压力管道，分岔接德平泵站及电站。

德平泵站包括进水管、泵站、提水管及出水池（山顶水池），进水管为钢管，接有压引水隧洞，长 88.65m、管径 1.4m，为一管四机布置。德～平泵站进水管经引水隧洞由库内取水后直接提水，通过长 1391m 的提水管提水至库区德厚河右岸山顶高位水池。

坝后电站进水管为压力钢管，总长 13.6m，管径 1.4m，后接卜型岔管分岔引至两台水轮发电机组，另设两个贴边岔管，分别为生态放空管和马塘工业供水预留管。发电支管平均长 16m、管径 1m 及 0.5m，消能阀支管及马塘工业供水预留管管径均为 0.5m。生态放空管直径 750mm，当水库水位低于发电限制水位 1350.7m 或电站检修等不发电时由此向下游供生态流量和马塘农业水量。发电尾水及生态放空管末端接电站尾水池（马塘泵站进水池）。电站尾水池长长 49.3m，池宽 4～7.0m，进水池深 4.4m，有效容积 525m³，进水池侧端部设溢流堰，溢流堰宽度为 7m，溢流堰堰顶高程为 1381.00m，后接尾水暗涵，出流至德厚河。

马塘泵站引水系统由进水管、水泵、出水压力管道、出水池（团结大沟）等组成。共布置四台提水水泵，马塘泵站取水管从电站尾水池内取水，汇流后通过三个月牙肋岔管提水至德厚河右岸的分水水池，高程为 1370.803m，提

水钢管直径 0.8m,总长约 95.23m 布置为明管方式。

（2）输水管线

输水线路由输水主管及干渠组成，前段采用有压管道输水，后段采用无压渠道输水，线路起点位于德厚河右岸山顶水池（即德～平泵站出水池），输水管道沿德厚河右岸布置，在管道里程 G4+352.377 处以高支墩跨过德厚河库尾，在白沙坡附近接无压渠道，线路末端位于老坞海新海尾。输水线路主管总长 10064m，为沟埋管设计，主管管径为 1400mm，根据地形条件及设计水头等分别采用 PCCP 管（预应力钢筒混凝土管，内径 1400mm）和明钢管（内径 1400mm）布置，无压渠道总长 1849.8m，由明渠、渡槽及隧洞组成。德厚水库输水线路纵剖面图(推荐方案)见附图 14。

山顶高位水池断面采用钢筋混凝土结构，为一矩形水池，池深 3.5m，水池容量为 200m³。池底高程 1518.151 m，溢流水面高程 1520.484m，顶板高程 1521.484m，埋深 4m；蓄水池设溢流管，多余水流入水池旁溢流井至花庄渠道。

蓄水池断面采用钢筋混凝土结构，为一矩形水池，池深 3.5m,水池容量为 200m³,尺寸为 7.8m×11m×3.5m（长×宽×深）。池底高程 1518.151 m，溢流水面高程 1520.484m，顶板高程 1521.484m，埋深 4m；蓄水池设溢流管，多余水流入水池旁溢流井至花庄渠道；水池设平远出水管一根，管径为 DN1500mm，花庄出水管一根 DN600mm,并设放空及溢流管，接出口检修阀，然后接输水管。

全线共设置三个分水口，分别为平湖分水口（桩号 G4+513.677）、明湖分水口(桩号Ⅲ0+365.000)、老坞海分水口(桩号Ⅲ1+849.800)，而马塘花庄供水直接从山顶水池分水。主管设计流量 2.5～2.3m^3/s，平湖支管设计流量 0.21 m^3/s。渠道设计流量 2.3～2.1m^3/s。

输水主管沿线主要建筑物为跨德厚河库尾的地面明钢管，位于主管桩号 G4+352.377～G4+453.612，以自承平直管型式跨过德厚河，总跨度 151.235m，共设置 13 个高支墩，单跨 10m，支墩最大高度 6.95m。

德～平输水线路后段为无压渠道输水，渠道起点位于白沙坡附近，与输水主管相接，干渠终点位于老坞海新海尾，大部分为挖方渠道。渠道总长 1849.8m，进口底板高程 1501.369m，出口底板高程 1500.036m，渠系建筑物主要有明渠、渡槽、隧洞，以明渠为主，其中：明渠 13 段，长 1395m，占 75.4%；渡槽 11 座，长 272m，占 14.7%；隧洞 1 条，长 182.8m，占 9.9%。明渠采用贴坡式梯形断面，渡槽槽身断面为矩形钢筋混凝土结构，除跨冲沟段下部采用实心混凝土墩或 M7.5 浆砌石墩结构、上部采用钢筋混凝土排架支承外，均采用钢筋混凝土单排架形式，断面为 0.4m×0.5m。隧洞断面型式为 1.5m×2.0m 的城门洞型， C25 钢筋混凝土衬砌厚 0.3m。

（3）施工期生态放流管

为满足施工期和蓄水初期下游河道生态供水需求，在大坝右岸布置一条生态供水管，进口与团结大沟衔接，由团结大沟取水向下游侧德厚河供水。生态供水流量汛期 6～11 月按坝址断面多年平均流量的 30%下泄，为 1.086 m³/s；枯期 12～5 月按坝址断面多年平均流量的 10%下泄，为 0.602 m³/s。

生态供水渠道由进口闸室、陡槽段、扩散段、消力池和出口明渠组成。渠道全长 143.128m，进口闸室底板高程 1368.430m，出口明渠底板高程 1320.700m。各分段结构设计如下：

陡槽段采用 C25 钢筋混凝土结构型式，断面尺寸 0.8m×0.8m、底坡 i=0.5、全长 96.31m；

考虑进口闸室至出口高差有 48m 的水头，需要在出口设置消力池。消力池采用 C25 钢筋混凝土结构型式、断面尺寸 1.5m×1.5m，全长 15m。

出口明渠采用 C25 钢筋混凝土结构型式、断面尺寸 1.5m×1.2m（宽×高），全长 21.842m。

2.4 工程施工布置及进度

2.4.1 施工布置

2.4.1.1 施工总布置

（1）大坝枢纽区

坝址处 1370m 高程以下地形陡峻，因此结合枢纽布置以及施工特点，采用分散与集中相结合的方式进行施工总体布置。施工生产生活区布置在大坝右岸下游约 1.0Km 的缓坡地带，布置在进场公路以下、团结大沟以上，生产生活区内相应布置有木材加工厂、钢筋加工厂、机械修理场等生产以及生活管理设施；另外，在咪哩河与德厚河交汇点右岸的石料场公路上面缓坡地带布置砂石料生产系统、砂石料堆场，在大坝下游的永久跨河桥左桥头布置混凝土拌和系统，供应枢纽区建筑物施工所需的混凝土。坝址区施工平面布置图见附图 15。

（2）输水线路

输水线路施工战线长，主要建筑物较为分散，施工布置采用分片布置原则；沿线共设置 6 个弃渣场和 4 个施工生产生活区。输水线路施工布置图见附图 16。

（3）施工附属设施

①施工供水系统

大坝区施工供水由咪哩河或盘龙河内抽取。大坝施工区抽水扬程约 80m，供水池分别布置在左右岸坝顶附近，抽水流量 Qmax=40m³/h。

砂石料加工厂生产区用水从咪哩河抽取，抽水扬程约 75m，供水池布置高程约为 1390m 左右，抽水流量 Qmax=20m³/h。

石料场开采施工用水由料场上游侧冲沟引水供给。

输水线路施工用水可从施工地点附近的沟箐引接。

②施工供风系统

大坝枢纽区共布置 8 台风压机，总供风量为 158m³/min。输水线路区总供风容量 58m³/min。

③混凝土生产系统

大坝区混凝土总量 9.48 万 m³，混凝土施工高峰强度为 6459m³/月。大坝、溢洪道及灌浆平洞混凝土采用集中生产供应，设置混凝土拌和站 1 座。拌和站布置在大坝下游永久跨河桥左岸桥头的平地位置，设置两台 0.75m³的移动式混凝土搅拌机，生产能力 25m³/h。导流泄洪隧洞、引水隧洞、团结大沟输水隧洞等混凝土供应较为分散，数量较小，在洞口设置 3 台 0.5m³的移动式混凝土搅拌机供应混凝土。

输水线路混凝土总量 1.78 万 m³，混凝土施工高峰强度为 1030m³/月。由于输水线路较长，因此混凝土系统采用分散布置，在施工地点附近设置 0.5m³的移动式混凝土搅拌机进行混凝土生产。

④砂石料加工系统

大坝区施工所需混凝土约 9.48 万 m³，需要砂石骨料约 12.99 万 m³；反滤料及其他砂石料合计约 13.79 万 m³，共需加工砂料、碎石料 26.78 万 m³。系统处理能力为 80t/h，采用湿法生产、闭路循环，三级筛分，三段破碎进行人工砂石料生产。

输水线路施工所需混凝土约 1.78 万 m³，需要砂石骨料约 2.44 万 m³；垫层料及其他砂石料合计约 3.86 万 m³，共需加工砂料、碎石料 6.3 万 m³。系统处理能力为 15t/h。输水线路砂石料加工系统设置在石料场下面的缓坡地带。

⑤加工厂及机械修配厂

大坝枢纽区加工厂主要有钢管加工厂、钢筋加工厂和木材加工厂等。根据工程总体分区布置规划，大坝区设 1 座综合加工厂，由钢管加工厂、钢筋加工厂和木材加工厂组成，供应大坝枢纽区建筑物及提水线路建筑物（跨德厚河前）施工的需要，布置在大坝下游右岸进场公路边的缓坡地带。

输水线路加工厂主要由钢筋加工厂和木材加工厂组成。

机械修配厂只负责常规机械维修和保养，大修由文山市的专业修理厂家承担。根据工程总体分区布置规划，大坝区机械修配厂布置在大坝下游右岸进场公路边的缓坡地带。

输水线路由于施工占线长，采用分散布置，在各生产区内布置简易的修配车间，与施工设备维修停放场合并设置。

2.4.1.2 土石料场布置

枢纽工程共调查了 2 个石料厂、2 个土料场，选定坝址区 2#石料场、2#土料场。输水线路共调查 2 个石料场，选定了 1#石料场。

枢纽区 2#石料场：位于坝址上游咪哩河库区左岸山坡，距离坝址直线距离约 1.5km 左右，长约 500m，宽约 500m。料场地处构造侵蚀低中山陡坡地貌区，分布高程 1340～1450m，相对高差约 110m，地形坡度 20～40°；场内植被不发育，仅存较少低矮灌木，地表第四系松散覆盖层零星分布，且厚度较薄，大多基岩裸露，岩性为弱风化灰岩。料场内地下水位与河床接近，约 1320m，低于开采底界，料场开挖不受地下水活动影响。料场剥离层平均厚度为 2m，有用层平均厚度为 56m，储量约 500 万 m^3，剥采比 15%～20%。规划开采有用量 57.77 万 m^3（自然方），剥离无用层 11.55 万 m^3。

坝址区 2#土料场：位于花庄西偏北方向，文平公路旁，分布高程 1450～1475m，长约 320m，宽约 220m，地形平缓开阔，无冲沟发育，地形坡度 0～5°。料场上部为第四系残坡积 Qedl，下伏基岩为石炭系中统（C2）的细晶灰岩。料场剥离层为上部耕植土，含较多植物根系，平均剥离厚度 0.5m。料场有用层为棕红色粘土层，厚度变化较大，最薄 2.9m，最厚达 6.5m，平均开采深度 4.45m，在地下水位以上开采。料场有用层储量 27.81 万 m^3，剥采比 0.11。

输水线路 1#石料场：位于德厚河库尾的牛腊冲新寨南山，距离输水线路 300m，岩性为弱风化灰岩。料场储量为 20 万 m^3，剥采比 0.1。规划开采有用量 5.46 万 m^3（自然方），剥离无用层 0.55 万 m^3。

2.4.1.3 弃土、弃渣场布置

工程在土石方开挖过程中，移挖作填，尽量做到挖填平衡，有效利用开挖料中可利用石方作为砂石加工原料，部分作为建筑物的土石回填用料，其余作为弃渣料处理。本工程总开挖量 214.35 万 m^3（自然方，下同），利用料 147.46 万 m^3，弃渣量 66.87 万 m^3。

（1）大坝枢纽区

枢纽工程区总开挖量 104.43 万 m^3（自然方，下同），利用料 58.20 万 m^3，弃渣量 46.23 万 m^3；枢纽工程共设 4 个弃渣场，2 个临时转存场。1#弃渣场为大坝枢纽区的主要弃渣场，位于大坝下游右岸的冲沟内，堆渣量 63.41 万 m^3（松方）；2#弃渣场主要堆放公路开挖弃渣，位于大坝下游左岸冲沟，堆放渣量 0.86 万 m^3（松方）；3#弃渣场主要堆放石料场开采的剥离弃料，位于石料场下部的冲沟内，

堆放渣量 2.02 万 m³（松方）；4#弃渣场主要堆放灌浆平洞及支洞开挖弃渣，位于左岸施工支洞进口位置，堆放渣量 2.19 万 m³（松方）；公路开挖的弃渣分散堆放在各个弃渣场中。

（2）输水线路区

输水工程区总开挖量 42.15 万 m^3，利用料 29.90 万 m^3，弃渣量 12.23 万 m^3；输水工程共设 6 个弃渣场。1#弃渣场位于双轮崖附近的缓坡地带，堆渣量 2.79 万 m³（松方）；2#弃渣场位于牛腊冲新寨附近的冲沟内，堆渣量 2.29 万 m³（松方）；3#弃渣场位于输水线路跨河左岸的冲沟内，堆渣量 2.29 万 m³（松方）；4#弃渣场位于输水线路 S4+600 桩号附近的冲沟内，堆渣量 2.21 万 m³（松方）；5#弃渣场位于双宝附近的缓坡地带，堆渣量 2.21 万 m³（松方）；6#弃渣场位于隧洞进口对面的冲沟内，堆渣量 5.79 万 m³（松方）。公路开挖的弃渣分别弃置在各个较近的弃渣场中。

（3）移民安置及专项设施复建区

移民安置及专项设施复建区工程土石方开挖 67.77 万 m^3（自然方，下同），填筑利用 59.36 万 m^3，弃渣 8.41 万 m^3。

大坝枢纽区及输水线路区土石方平衡表见表 2.4.1-1 及表 2.4.1-2。

表 2.4.1-1　大坝枢纽区土石方平衡及流向表

弃渣场编号	项目	土方开挖	石方明挖、洞挖井挖	开挖(自然方)	利用部位	利用(压实方)	利用(自然方)	弃碴量(自然方)	土方弃(自然方)	石方弃(自然方)	弃渣(松方)
1#弃渣场	大坝开挖	47786	382214	430000	厂房泵站回填,石方明挖40%用于填筑度汛坝体	174689	198510	231490	47786	183704	344623
	溢洪道开挖	11425	99655	111080	溢洪道回填,石方明挖40%用于度汛坝体填筑	57362	65184	45896	11425	34471	67936
	导流泄洪洞开挖	2139	16350	18489	泄洪洞回填	122	139	18350	2139	16211	27648
	引水洞及团结大沟输水隧洞	2129	22385	24514	围堰及自身回填	9738	11066	13448	2129	11319	20150
	泵站及电站开挖	5025	10304	15329				15329	5025	10304	22448
	围堰开挖	3272		3272				3272	3272		4352
	灌浆平洞及交通洞开挖		67571	67570.58				67571		67571	103383
	围堰拆除	3646		3646				3646	3646		4849
	公路弃渣	90188	90188	180375	路基回填		153319	27056	13528	13528	38690
小计		**165609**	**688666**	**854276**		**241911**	**428217**	**426058**	**88950**	**337109**	**634079**
2#弃渣场	公路弃渣	12025	12025	24050			16835	7215	7215		8586
小计		**12025**	**12025**	**24050**			**16835**	**7215**	**7215**		**8586**
3#弃渣场	公路弃渣	18038	18038	36075	路基回填		30664	5411	5411		7197
石料场开采		34663	80881	115544	开采坑回填		106300	9243	5546	3697	13033
小计		**52701**	**18038**	**151619**			**136964**	**14655**	**10957**	**3697**	**20230**
支洞弃渣场	**灌浆平洞及支洞开挖**	**342**	**14045**	**14386**				**14386**	**342**	**14045**	**21943**
合计		**230676**	**732774**	**1044331**		**241911**	**582016**	**462315**	**107464**	**354851**	**684838**
土料场剥离		14238								14238	12814
小计		14238			土料场内复垦					14238	12814

表 2.4.1-2　输水线路土石方平衡及流向表

部位	土方开挖	石方开挖	开挖料小计	自身利用料	其余利用料	弃渣料	弃渣料	备注
	m³（自然方）	m³（自然□）	m³（自然方）	m³（自然方）	m³（自然方）	m³（自然方）	m³（松方）	
提水线路	18749	13825	32574	26238		6336	□965	
输水 PPCP 管线	117790	78526	196316	140380		55936	78870	
跨河拱管	796	185	2□□3	915		1□38	2555	
水池	408	272	680	384		296	418	开挖渣料用于施工平台平整
隧洞	□19	2840	3159			3□59	4769	
渡槽	□188	2908	4096	1992		2104	3097	
明渠	44□7	28626	33093	1831	176	31086	46722	用于自□及交叉建筑物回填
公路	110400	27600	138000	124200		13800	18906	
石料场	3274	7638	10□□2	3100		□812	11484	
合计	**257391**	**164092**	**421483**	**299038**	**176**	**122268**	**1778**	
1#弃渣场	408□6	26027	66□53			19393	27882	
2#弃渣场	33564	21398	54962			15944	22923	
3#弃渣场	33564	21398	5□962			15944	22923	
4#弃渣场	32345	20621	52966			15365	22091	
5#弃渣场	□23	20621	□2966			15365	22091	
6#弃渣场	84746	54027	138773			4025	5778	

2.4.1.4 施工道路及场内交通

（1）对外交通运输

为满足工程永久运行管理需要，需从平远至文山的省级公路岔路口修建到大坝右岸坝顶的上坝永久道路 4.0km，并从上坝永久道路岔接至发电抽水站修建永久道路 3.5km，以及在大坝下游约 800m 处新修跨德厚河永久桥 1 座。以上道路路面宽 6m，路基宽 6.5m，泥结石路面；跨河桥为钢筋混凝土结构，跨度约 100m，桥面宽度 4.5m。

（2）场内施工交通

1）大坝枢纽区

土料场位于文平高速公路边，土料的运输经平远至文山公路到石桥坡岔路口，沿对外公路及场内道路可到达盘龙河边，沿左岸进河床基坑道路到达围堰及度汛坝体填筑地点。

石料场位于大坝上游的咪哩河左岸，距大坝直线距离约 1.6Km。需在石料场上游约 650m 位置修建一座跨咪哩河临时桥一座，为钢架桥，跨度 70m，桥面宽度 4.5m。

大坝 1360m 高程以下施工所需的的块石料及堆石料，从石料场经临时跨河桥到达右岸坝肩，沿右岸下河床道路、永久跨河桥到盘龙河左岸，从下游左岸运输上坝.施工道路布置为 3 条：最低一条为进河床基坑道路，沿左岸河床进入基坑，于坝轴线位置到达最低开挖高程 1310m，作为河床开挖出渣和度汛坝体填筑道路；第二条沿进厂房道路到达一期度汛坝体；第三条道路作为坝体填筑的主要道路，结合水工建筑物沿下游坝坡“Z”字形布置，可随坝体上升高度到达不同的填筑高程。大坝 1360m 高程以上施工所需的的块石料及堆石料，从石料场跨河后，沿咪哩河右岸，从大坝上游右岸上坝。

为满足左坝肩帷幕灌浆与跨德厚河倒虹吸管的施工，需新建至左岸坝肩、跨河倒虹吸左岸的场内道路。为满足导流泄洪隧洞进口施工及大坝右岸边坡开挖出渣，需新建右岸河床低线场内公路。砂石料加工厂设置在咪哩河与德厚河交汇点右岸、石料场公路上部的缓坡地带，砂石料在加工厂生产后，运输到混凝土生产系统，成品混凝土经不同高程的场内运输道路，可到达大坝的不同高程位置。

坝址区场内临时施工道路总长 12.8Km，其中 0.5Km 按单车道设计，路面宽度为 3.5m，路基宽度为 4.5m；其余按双车道设计，泥结石路面，路面宽度为 6.0m，路基宽度为 6.5m。

2）输水线路区

输水线路较长，可充分利用已有县乡公路及乡村道路进行场内道路布置。跨德厚河倒虹吸左岸施工利用大坝枢纽区场内道路并延伸可满足要求，倒虹吸右岸

施工需新建场内道路接文山至平远道路。对其余不满足交通要求的输水线路，需改扩建、新建场内公路以满足施工需要。

输水线路共需改扩建进场永久道路 5km，新建场内临时道路 6.1km，改扩建场内临时道路 3.4km。进场永久道路按双车道设计，弹石路面，路面宽 6m，路基宽 6.5m。场内临时道路按单车道设计，泥结石路面，路面宽 3.5m，路基宽 4.5m。

2.4.2 施工方法

2.4.2.1 主体工程施工方法

（1）隧洞工程施工

大坝枢纽区隧洞工程共有 7 座，包括导流专用隧洞（开挖断面 3.8m×4.3m 的城门洞形）、泄洪隧洞（开挖断面 4.3m×4.8m 的城门洞形）、引水隧洞（开挖断面为直径 3.2m 的圆形）、团结大沟输水隧洞（开挖断面为 2.3m×2.6m 的城门洞形）及大坝两岸灌浆平洞（开挖断面 2.6m×3.2m～3.8m×4.3m 的城门洞形）以及老乌海输水隧洞。

主要施工内容有隧洞进出口开挖、石方洞挖、初期支护、混凝土及钢筋混凝土浇筑、回填灌浆、灌浆、M7.5 浆砌石施工、土石渣回填等工序和内容。其中隧洞进出口渣料用 2.0m³挖掘机装 10t 自卸汽车运至上游临时堆转场，导流泄洪隧洞石方洞挖及引水隧洞及输水洞石方洞挖渣料堆放于上游右岸冲沟的临时堆转场，作为围堰填筑用料。灌浆平洞石方洞挖渣料用立爪式扒渣机装 0.6m³翻斗车运输到弃渣场堆放。初期支护及混凝土及钢筋混凝土浇筑中的混凝土料用 0.5m³混凝土搅拌机就近制备。回填灌浆孔采用预埋灌浆管（D≥50mm），灌浆前用 YT28 风钻扫孔，200L 立式双层浆液搅拌机制备浆液，BW-200 型灌浆泵灌浆。灌浆采用手风钻钻孔，2.0m³卧式浆液搅拌机制备浆液，BW-200 型柱塞式灌浆泵灌浆。M7.5 浆砌石施工中块石料采用从 2#石料场开采，土石渣回填采用堆放在附近开挖料进行回填。

（2）大坝工程施工

包括坝基开挖、坝体堆石料填筑、粘土心墙及反滤料填筑、灌浆施工、混凝土施工、M7.5 浆砌石施工、干砌石施工、预应力锚索施工、坝顶垫层料施工等内容。大坝基础开挖分为两岸岸坡和河床开挖两部份。在开挖程序上须遵守“先削岸坡后清河床”的原则，两岸开挖与导流泄洪隧洞施工平行进行，并在截流前开挖完毕。大坝开挖石方中用于坝体填筑的堆石料用 2.0m³挖掘机装 10t 自卸汽车运到下游右岸临时堆转场；其余渣料由 2.0m³挖掘机装 10t 自卸汽车运至下游 1#弃渣场堆放。河床冲积层渣料由 2m³挖掘机装 10t 自卸汽车运至 1#弃渣场弃置。大坝及溢洪道开挖石方的利用料，在开挖过程中运到下游的临时堆转场堆放；其

余的坝体堆石料由上游咪哩河左岸的石料场开采供应。反滤料填筑由人工砂石料加工厂生产供应；粘土心墙铺筑粘土料从 1#土料场开采。坝址区灌浆施工在近坝灰岩段设置 2 层灌浆平洞，平洞均采用城门洞型断面，净尺寸 2.5m×3.0m～3.0m×3.5m，上层平洞Ⅲ类围岩洞段采用喷锚支护，Ⅳ、Ⅴ类围岩洞段采用 0.4m 厚钢筋混凝土衬砌；下层灌浆平洞全部采用 0.4m 厚钢筋混凝土衬砌。库区帷幕灌浆方法与大坝帷幕灌浆相同。大坝混凝土主要用在廊道、基座、坝顶排水沟及防浪墙等处。混凝土采用 0.75m³移动式砼搅拌机制备。M7.5 浆砌石施工块石料、干砌石施工中石料从石料场开采供应。预应力锚索施工锚束在钢筋加工厂加工制作。坝顶垫层料施工由人工砂石料加工厂生产供应。

（3）溢洪道施工

包括土石方开挖、混凝土施工、预应力锚索施工、石渣回填等工序，其中土石方开挖中用于大坝填筑的利用料由 2.0m³挖掘机装 10t 自卸汽车运输到下游临时堆转场；其余渣料由 2.0m³挖掘机装 10t 自卸汽车运至下游 1#弃渣场堆放。混凝土由拌和站制备，预应力锚索施工锚束在钢筋加工厂加工制作，石渣回填用堆放在附近的开挖渣料。

（4）坝后发电抽水站施工

包括土石方明挖、混凝土施工、机电设备安装、浆砌石施工、土石方回填等工序。土石方明挖渣料运至 1#弃渣场弃渣，混凝土由 0.5m³移动式混凝土搅拌机就近制备，所需砂石骨料由大坝区砂石料加工厂供应。浆砌石施工所需的块石由石料场开采供应，砂料由砂石料生产系统供应，砂浆由 0.25m³的砂浆搅拌机制备。土石方回填采用堆放在附近开挖料进行回填。

（5）输水线路工程施工

包括管道工程施工和隧洞工程施工两部分内容，而管道工程施工包括土石方明挖、砂石垫层施工、混凝土施工、浆砌石施工、钢管制作及安装、PCCP 管安装、土石方回填、水泥砂浆抹面等工序。其中的砂石料由输水线 1#石料场旁的砂石加工系统加工，块石由输水线路 1#石料场开采，压力钢管在钢管加工厂分节制作完成，PCCP 管由质量合格的生产厂家购买供应，回填采用开挖并堆放于附近的弃渣料，砂浆采用 0.2m³移动式砂浆搅拌机就近拌和。隧洞工程施工包括.隧洞进出口土石方明挖、隧洞石方洞挖、混凝土浇筑、回填灌浆、M7.5 浆砌石施工等工序。

（6）金结安装

德厚水库工程金属结构由引水隧洞取水塔、导流泄洪隧洞、溢洪道、电站尾水等金属结构组成，共有闸门 10 扇、拦污栅 4 扇、启闭设施 11 台套。

闸门安装施工时由载重汽车自生产厂家运输至使用地点，用 30t 汽车吊进行

吊运安装，人工配合卷扬机、滑轮组吊运到安装位置；输水线路闸门安装由 10t 汽车吊，以及人工配合卷扬机、滑轮组吊运到安装位置就位安装。

2.4.2.2 施工导流和排水

（1）施工导流

大坝为粘土心墙堆石坝，大坝施工导流采用围堰一次断流，隧洞导流方式。截流后的第一个枯期采用截流堰体挡水，右岸导流泄洪隧洞泄流，进行河床基础开挖及全年围堰填筑施工；截流后第一个汛期由上下游围堰挡水，右岸导流泄洪隧洞泄流，进行大坝基础处理及帷幕灌浆；第四年汛期由度汛坝体挡水，导流泄洪隧洞泄流。

导流泄洪隧洞施工期拟安排在第一年 7 月至第二年 11 月进行，其导流方式采用在进出口设置浆砌石围堰挡水，原河床过流。

溢洪道施工期拟安排在第二年 7 月至第四年 9 月进行（出口消力池段及护坦段施工安排在枯期进行），其导流方式采用在出口外设置浆砌石围堰挡水，原河床过流。

（2）导流建筑物

截流堰体拦洪水位为 1326.00m，顶高程 1327.00m，最大高度 4.8m，顶长 44.8m，顶宽 5.0m，迎水坡为 1:2.5，背水坡为 1:2.0。上下游围堰均采用土石围堰，上游围堰与坝体全结合。上游围堰拦洪水位为 1336.92m，堰顶高程 1338.00m，最大堰高 28.0m，顶宽 15.0m，迎水坡为 1:2.5，背水坡为 1:2.0。下游围堰堰前水位为 1316.91m，堰顶高程 1318.0m，最大堰高 4.0m，围堰顶长约 30.0m，堰顶宽为 5.0m，背水坡坡比为 1:2.0，迎水坡坡比为 1:2.5。

（3）截流

工程截流安排在第二年 12 月初进行；截流标准采用 10 年一遇的 12 月份月平均流量，Q=5.88m³/s，截流水位为 1325.12m，截流方式采用单戗立堵从左岸向右岸单向进占，截流戗堤为截流围堰的一部分；截流前对左岸戗堤和粘土斜墙进行填筑，龙口部分采用 10t 自御车运输渣料和块石直接向水中抛填，戗堤合龙后，采用自御汽车运输粘土料抛填闭气。

（4）下闸蓄水及施工期下游供水

德厚水库导流隧洞封堵时间为第五年 5 月初至 6 月底，导流隧洞进口底板高程 1324.00m，发电引水隧洞进口底板高程为 1337.30m。

导流隧洞封堵期间，下游的生态供水采用从水库内抽水到发电引水隧洞，再从发电引水隧洞自流到下游的方式进行供水。

根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2004）的规定，下闸蓄水保证率为 80%，按照本工程设计径流年内分配成果，5 月份 80%的流量为 1.35m^3/s，

从 1324.00m 蓄水到引水隧洞进口底板高程 1337.3m 需要的时间为 16 天。

按照枯期设计生态流量 0.61m^3/s，选择 S 型双吸离心泵作为抽水设备。选择一台 600S47JA（流量 2196m^3/h，扬程 22.7m，效率 85%，电机功率 200KW，入口直径 600mm，叶轮直径 575mm）水泵抽水到发电引水隧洞进口。

当上游来水达到导流洞进口底板高程后，通过发电引水隧洞下放生态用水。

（5）基坑排水

大坝基坑排水分为初期排水和经常性排水两部分。初期排水是排除基坑积水、基岩及围堰渗水等。利用河床较陡的特点，推迟下游围堰的合龙时间，采用自流排水的方式将截流戗堤合龙后的基坑积水排到下游河道。

经常性排水主要排除围堰、基岩渗水和施工弃水、降水等。排水强度由围堰、基岩渗水和降水控制；降水量按抽水时段最大日降水量在当天抽干计算，截流时段最大日降水量 15mm，基坑汇流面积 15×10^{4}m²，经常性排水强度 94m³/h，选用 1 台 CF2116-100-250(Ⅰ)A 型潜水泵（流量 112m³/h，扬程 16.1m，电机功率 7.5KW）抽水。

2.4.2.3 土石料场开采

（1）石料场开采

包括枢纽区石料场及输水线路石料场。料场植被由人工砍伐，砍伐后的植被和覆盖层由人工配合推土机、挖掘机剥离，剥离的弃渣料用 2m³挖掘机装 10t 自卸汽车运输到 3#弃渣场堆放。

有用料采用斜孔梯段爆破进行开采，用 XQ100B 型潜孔钻钻孔，75°斜孔梯段爆破。有用料采用 2.0m³挖掘机装 10t 自卸汽车运至砂石料加工系统和大坝填筑面。

（2）土料场开采

植被由人工砍伐，砍伐后的植被和覆盖层由推土机剥离，废料堆弃于料场边缘的开采区之外，待开采完成后再运回料场开采范围复垦，并做好水土保持措施。

料场有用层采用立面开采，由 2.0m³挖掘机挖装 15t 自卸汽车运至填筑工作面。

2.4.2.4 施工用料与设备

主要建筑材料包括水泥、钢筋、木材、碎石、砂料、汽柴油及炸药等，各种建筑材料的需求总量见表 2.4.2-1。主要施工机械设备共 416 台（套），其中挖掘机及运输车辆 180 辆、砼施工机械 66 台、灌浆机械 45 台。

表 2.4.2-1　主要建筑材料需要量表

项目	单位	数量	备注

钢筋钢材	t	9103	含临时工程
水泥	t	103623	
炸药	t	639	
木材	m^3	289	
汽柴油	t	3982	
砂	m^3	117898	
碎石	m^3	262890	
块石	m^3	34660	

2.4.3 施工进度及工期

工程施工总工期为 48 个月，其中施工准备期 6 个月，主体工程施工期 42 个月。

施工准备期为第一年 7 月～12 月。导流泄洪隧洞施工安排在第一年 7 月～第二年 11 月；河道截流安排在第二年 12 月初，围堰填筑安排在第二年 12 月施工。大坝岸坡土石方开挖安排在第一年 11 月至第二年 10 月，河床清基时段为第二年 12 月初至第三年 1 月中旬。大坝填筑分三期进行，一期填筑上游围堰（作为坝体一部分），填筑时间为第三年 2 月至第三年 4 月，达到 1338.0m 高程；二期度汛坝体填筑安排在第三年 12 月至第四年 5 月，达到 1343.50m 高程；第三期坝体填筑安排在第四年 12 月至第五年 5 月，达到坝顶高程 1380.9m。

工程施工关键线路如下：

施工准备→灌浆平洞开挖→平洞混凝土浇筑→洞内帷幕灌浆→收尾工程。

↓→岸坡坝基开挖→导流泄洪隧洞→截流→河床坝基开挖→一期坝体填筑、河床帷幕灌浆→二、三期坝体填筑→收尾工程。

工程土石方明挖最大强度为 61466m^3/月，洞挖石方最大强度为 13894m^3/月，混凝土浇筑最大强度为 6459m^3/月，土石方填筑最大强度为 64196m^3/月。施工总劳动工日为 146.38 万工日；施工期平均高峰人数为 1394 人，其中施工管理、勤杂服务性人员 168 人，施工最高峰人数为 1640 人。施工总进度计划表见附图 17。

2.5 工程占地和移民安置规划

2.5.1 工程占地及拆迁量

（1）建设征地处理范围

建设征地处理范围包括水库淹没及影响范围、枢纽工程建设区（包括工程永久征地范围和临时用地范围）和输水线路工程建设区以及移民安置随迁区。其中浸没区主要集中在咪哩河、德厚河库尾河床及花庄村缓坡一带，总面积 679 亩（其划定范围为正常蓄水位高程起至以上最大宽度约 500m 的区域）。德厚水库淹没示意图（推荐方案）见附图 18。

（2）建设征地主要实物指标

建设征地总面积 12891.02 亩，水库淹没及影响区土地面积 11250.06 亩，枢纽工程建设区土地面积 1037.49 亩，输水线路工程建设区土地面积 603.47 亩。按占地性质分，永久占地面积 12159.51 亩，主要为耕地 8794.99 亩，占 72.3%，其次为林地 1858.58 亩，占 15.3%；临时占地 731.51 亩，主要为林地 553.34 亩，占 75.6%，其次为耕地 126.54 亩，占 17.3%。拆迁各类房屋面积 223512.18m^2，其中主房面积 202479.88m^2，杂房面积 21032.30m^2。占地数量及组成详见表 2.5.1-1。

表 2.5.1-1 工程占地数量及组成表

	耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	公共管理和公共服务用地	水域及水利设施用地	鱼塘	裸地	小计
永久	8794.99	71.3	1858.58	92.62	521.47	196.49	7.88	461.41	5.89	148.88	12159.51
临时	126.54		553.34	6.85						44.78	731.51
合计	8921.53	71.3	2411.92	99.47	521.47	196.49	7.88	461.41	5.89	193.66	12891.02

2.5.2 移民安置规划

本工程基准年为 2013 年。枢纽工程建设区规划水平年为 2015 年，水库淹没影响区规划水平年为 2018 年，供水灌溉区规划水平年为 2015 年。

本工程基准年生产安置人口为 2965 人；规划水平年生产安置人口为 3085 人。

本工程基准年搬迁安置人口为 1013 户 4200 人，至规划水平年的搬迁安置人口为 1056 户 4354 人。德厚水库工程搬迁人口全部为库区搬迁安置人口，枢纽工程建设区不涉及搬迁人口。

移民安置规划的总体目标是通过前期补偿补助和后期生产扶持的办法，使移民搬迁后的生活水平达到或超过原有水平，分为移民生产生活目标及各类基础设施建设目标。生产生活目标主要以人均纯收入、人均占有耕地及人均粮食占有量来衡量，基础设施目标主要对移民居民点的供水、供电、交通和文化、教育、卫生等按照原有的水平和当地条件进行经济合理的配置。

2.5.2.1 生产安置规划

德厚水库工程水库移民安置方案以土地调整、生产开发和二、三产业安置相结合。

（1）土地调整规划

对征收耕地面积小于征收前耕地总面积 12%的村小组，初步规划生产安置方案采取将土地补偿费直接补偿到村小组，由村小组统一调剂土地安置。生产安置

采用此方案的涉及 3 个乡镇 5 个村委会 11 个村小组 222 人。

对于征收耕地面积大于征收前耕地总面积 12%，且在征收后剩余人均标准耕地（旱坡地）大于 3.9 亩的村小组，则采取土地整理、中低产田改造、改善种植结构等生产开发进行生产安置。采用此方案的涉及 3 个乡镇 3 个村委会 8 个村小组 819 人，村小组内共计调剂耕地 3633.05 亩。

对于征收耕地面积大于征收前耕地总面积 12%，且在征收后剩余人均标准耕地（旱坡地）低于 3.9 亩的村小组，则考虑从邻近村组调剂土地。初步以人均标准耕地面积降低 10%为安置标准确定。按照此方式共计安置 2830 人，其中花庄安置点安置 5 个村民小组 1272 人共需调剂土地 1966.86 亩；杨梅山庄对面安置点安置黑末小寨、罗世鲊 2 个村民小组 1139 人，共需调剂耕地 1016.43 亩；库区荣华村委会白沙、独家、小红舍、打磨冲 4 个村小组 419 人，需调剂土地 1050.20 亩，共计调剂耕地 4033.48 亩（从邻近村组）。

（2）生产开发规划

根据各村小组的土地资源条件及安置区点的地理位置条件等，本次库区生产开发规划种植蔬菜 1120 亩、火龙果 765 亩，葡萄 320 亩，香脆李 1417.5 亩。共涉及牛腊冲、花庄新寨、红石岩下寨、花庄下寨、捏黑、播烈、河尾子 7 个村小组规划水平年生产安置人口 797 人。

（3）养殖业规划

考虑播烈、花庄、杨梅山庄 3 个安置点移民户养殖资源条件，重点发展养猪、养牛、养鸡等项目。

（4）土地改造规划

对库区淹没涉及的 3 个乡镇 6 个村委会共 30 个村民小组的生产开发用地进行土地改造，共需进行土地改造面积 3622.5 亩，将旱坡地改造成园地 1417.5 亩，改造成旱平地 2205.0 亩。

（5）土壤改良

本工程用于移民生产安置的土地多为红壤土，按土地改造规划，由旱坡地改为旱平地、旱坡地改为园地和林地改为园地三种情况，规划种植高产蔬菜、火龙果、葡萄、香脆李，需对新改造土地进行土壤改良、培肥，共计改良 3622.5 亩土地。

2.5.2.2 移民搬迁安置规划

根据移民搬迁新址选址应结合生产安置规划，综合考虑满足通风、向阳、地质稳定、水质良好、水量有保障、交通方便、有发展余地的地方，以及不占或少占耕地、林地，避开滑坡等不良地质地区、合理的生产半径并进行必要的工程地质和水文地质的勘察、充分征求移民群众的意见等原则，经勘查，选定了播烈、

杨梅山庄对面、康家寨头、花庄市场背后等 4 个移民集中搬迁安置点，安置移民 727 户 3077 人，马塘小集镇安置 261 户 990 人，库周分散后靠安置 68 户 287 人。以上集中安置点中，播烈、杨梅山庄对面以及马塘小集镇位于库区外，其余均位于库区内。

播烈安置点位于德厚镇南东东方向、直线距离约 16km 的一片狭长型荒坡地上，杨梅山庄对面安置点位于德厚镇南东东方向、直线距离约 16.5km 的一片荒坡地上，花庄市场背后安置点位于德厚镇南东东方向、直线距离约 13km 的一片坡地上，康家寨头安置点位于红甸乡西南面、直线距离约 3.5km 的一较平缓的残丘顶上，均临近公路，为荒坡地或旱地。各集中安置点均属岩溶地貌，地下水主要为岩溶溶隙水，场地无生活、生产水源。经初步勘查，总体工程地质条件无严重缺陷，加之建筑物上部荷载较小，场地基本适宜安置点的兴建。

总体而言，搬迁安置人口中原来全部位于库区内，搬迁安置后，共搬出库区外 621 户 2536 人，仍留在库区内 435 户 1818 人，德厚水库工程移民搬迁安置去向详见表 2.5.2-1。移民安置规划示意图见附图 19。

表 2.5.2-1 德厚水库工程各安置方式搬迁人口汇总表

安置方式	安置点	规划设计水平年搬迁安置人口	
		户数（户）	人口（人）
近迁集中安置	花庄(库区内)	322	1353
	马塘镇(库区外)	261	990
	小计	583	2343
就近后靠集中安置	康家寨头(库区内)	45	178
	播烈(库区外)	86	407
	杨梅山庄对面(库区外)	274	1139
	小计	405	1724
就近后靠分散安置(库区内)	河尾子	6	17
	捏黑	6	21
	独家	21	103
	白沙	33	139
	大红舍	2	7
	小计	68	287
库区内		435	1818
库区外		621	2536
合计		1056	4354

2.5.3 专业迁改建规划

（1）文山-平远二级公路

水库淹没平远至文山省道 S210 线平远公路(二级公路)K36+100 至 K38+250 段。规划按原标准沿库周抬高后复建，于现咪哩河大桥下游 20m 处新建咪哩河大桥，新桥采用 6×30m 预应力 T 型梁桥，桥长 210m，梁底标高为 1385.0m，并复建路线总长 2.527km。

（2）四级公路（县道）

迁改建水库淹没的由文山市交通运输局管理的四级公路（县道）老花线（老回龙-花庄公路）15.5 km；迁改建水库淹没由文山市交通运输局管理的四级公路（县道）花庄-小石桥牛腊冲段 1.7km。新建 5 跨 30m 预应力钢筋混凝土 T 型梁桥。

（3）乡村道路

拟迁改建水库淹没的由文山市交通运输局管理的乡道共 20.5km，预计改建等级外的村道共约 7.8km。

2.5.4 库底清理

为保证枢纽工程及水库运行安全，保护水库环境卫生，控制水传染疾病，防止水质污染，满足生产生活用水的质量要求，应在水库蓄水 3 个月前完成库底清理。

清理工作量包括建筑物 251817.38m^2，园林地 1317.73 亩，零星果木 47866 株，坟墓 832 座，粪池 428 个，漂浮物 7.18km^2，库区灭鼠 963 户。

2.5.5 征地补偿投资

德厚水库推荐方案补偿总投资 96295.17 万元，其中水库淹没及影响区 92973.98 万元，枢纽工程建设区 2113.30 万元，输水线路工程建设区 1207.89 万元。

2.6 工程量

德厚水库工程工程量包括：土方明挖 21.50 万 m^3，石方明挖 64.34 万 m^3，石方洞井挖 10.14 万 m^3，堆石料填筑 56.04 万 m^3，反滤料及砂石料填筑 17.65 万 m^3，粘土料填筑 11.77 万 m^3，砼及钢筋砼 10.03 万 m^3，喷混凝土 0.76 万 m^3，M7.5 浆砌石 2.00 万 m^3，土石渣回填 19.51 万 m^3，帷幕灌浆 23.53 万 m，固结灌浆 4.93 万 m^2，回填灌浆 2.04 万 m^2，PCCP 管 10.269km。

2.7 工程投资

工程总投资 199602.68 万元，静态总投资 199027.07 万元。其中，枢纽工程静态总投资 77165.36 万元；灌溉、供水工程静态总投资 23713.08 万元；移民和环境部分（含水库淹没处理补偿费、建设及施工场地征用费、水土保持工程和环境保护工程）静态总投资 98148.64 万元。

3 工程分析

3.1 工程与区域相关规划的协调性

3.1.1 法律法规及政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修正），本工程属“第一类鼓励类”中“二、水利”项目第 1 小类“江河堤防建设及河道、水库治理工程”项目。

3.1.2 与主体功能区划的协调性分析

文山州地处我国西南边陲，具有重要的战略地位，同时也是一个集老、少、边、山、穷和原战区为一体的边疆民族自治州，全州八县（市）都属于国家重点扶持的贫困地区。根据国务院批复的《兴边富民行动“十一五”规划》要求，结合行业及边境地区的特点，云南省水利厅组织编制了《云南省“兴边富民工程”水利发展专项规划》。在《云南省“兴边富民工程”专项规划》骨干水源工程规划中，提出了文山州德厚大型水库工程，并被列为云南省“十一五”水利发展规划的重点项目。

在《云南省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中，在“第十章强化基础设施建设，着力夯实经济社会发展基础”中提出“以改善民生、促进发展、保护生态为目标，以重大水利工程建设为抓手，积极建设一批骨干水利工程和重点水利枢纽工程”。其中的水源工程中明确提出“新开工建设香格里拉小中甸、文山德厚、罗平阿岗、马龙车马碧等 200 件左右骨干水源工程”。

在 2010 年 12 月国务院颁发实施的《全国主体功能区规划》中，文山市总体上位于桂黔滇喀斯特石漠化防治生态功能区，属水土保持型国家重点生态功能区。国家层面的国家重点生态功能区要以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，因地制宜地发展不影响主体功能定位的适宜产业，引导超载人口逐步有序转移。

2014 年 1 月云南省人民政府颁布了《云南省主体功能区规划》，明确文山地区处于滇东喀斯特石漠化防治生态区内，该区的发展方向为：“退耕还林，封山育林育草、种草养蓄、实行生态移民、改善耕作方式、发展生态产业和优势非农产业”。其中，本工程的平远片区所属的砚山县为省级集中连片重点开发区域。工业供水对象之一马塘工业园区所处的文山市马塘镇为“其他重点开发的城镇”中“重点小镇”。文山市开化镇为其他重点开发的城镇中的重点县城。文山市为国

家级重点生态功能区。

针对水资源开发，在《云南省主体功能区规划》的“第七章能源与资源”“第五节水资源开发与布局-主体功能区形成的重要支撑”的“二、空间布局”中，提出“滇东南岩溶、石漠化区，涉及文山、红河、曲靖等州市，水资源开发要坚持“点上开发、面上保护”，重点是建设曲靖阿岗、文山德厚等一批大中型骨干水库工程，加快小型水库、“五小”水库、节水灌溉等工程建设，解决城乡饮水安全问题，加快跨界河流整治，珠江、洪河流域的石漠化及水土保持治理、应急抗旱水源工程建设、中小河流治理、山洪灾害防治”。

总体而言，本工程的水资源开发布局与《云南省主体功能区划》是一致的，符合发展方向。

3.1.3 与流域综合规划的协调性分析

盘龙河是文山州的母亲河，盘龙河流域上中游地区也是文山州综合发展条件最优越的地区，为此也被作为文砚平城镇群发展的基本依托空间，目前困扰盘龙河流域及当地发展的最大阻碍在于流域水资源分布与人口、耕地、工业产业区的布局严重不匹配，其中资源型缺水及工程性缺水是制约当地发展的最突出因素。

在中越边境战争基本结束之际，文山市启动了盘龙河流域规划的编制工作。在盘龙河流域规划的编制过程中，基本依循了先易后难、先下游后上游、先水能开发后供水的次序。其中，1993 年编制的《盘龙河干流下游河段梯级规划报告》重点针对盘龙河流域下游集中分布的水能资源开发，提出了水电梯级规划方案，并已全部落实。1997 年编制了《盘龙河流域水资源利用规划》，明确了以慕底河水库和文山县城堤防相结合的“库堤结合，以泄为主”的防洪体系，提出了修建暮底河水库、平远大型灌区续建配套和节水改造等重点工程。这一规划主要解决了流域中游文山市的生活及工业用水以及防洪问题、流域上游平原大型灌区的续建配套季节节水改造问题。随着周边国际环境的改善以及文山州区位条件的逐步展现，文山-砚山-平远三角地带作为滇东南城镇群的基础条件也逐渐显现。为此，在 2007 年对《云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划》报告进行修编时，提出了以德厚水库和慕底河水库为核心的盘龙河流域的水资源配置格局，推荐了德厚水库同时加上其他中小型蓄水工程共同形成流域可靠的供水体系，作为盘龙河流域水资源利用开发建设的核心工程。该规划的实施，巧妙地利用了德厚河流域相对丰富的水量以及德厚坝址优越的区位位置，可以很大程度上解决盘龙河上中游的资源性缺水及工程性缺水问题，解决作为文山州社会经济发展引擎的马塘工业园区的工业用水问题，为文山州的可持续发展奠定坚实的基础。同时，德厚水库作为具有生活供水功能的水库，将必然要求划定水源保护区。水源保护区的划

定客观上将带动德厚河流域上游的生态保护工作，德厚水库的淹没占地也必然需要相当一部分人群搬迁出德厚河流域，而逐渐融入文-砚-平城镇群的发展之中。客观上符合国家及云南省主体功能区划中对文山州的发展方向的要求，即国家层面的国家重点生态功能区要以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，因地制宜地发展不影响主体功能定位的适宜产业，引导超载人口逐步有序转移；

云南省滇东喀斯特石漠化防治生态区的“退耕还林，封山育林育草、种草养蓄、实行生态移民、改善耕作方式、发展生态产业和优势非农产业”。

德厚水库工程是《云南省文山州盘龙河流域水资源利用规划》（修编）中推荐的核心工程，德厚水库工程的建设与流域综合规划是协调一致的，也符合主体功能区划的发展方向的要求。

3.1.4 与区域生态环境规划的协调性分析

（1）与区域生态功能区划及石漠化治理规划的协调性分析

根据《云南省生态功能区划》，坝址区及马塘片区位于高原亚热带南部常绿阔叶林生态区（Ⅱ）-文山岩溶山原季风常绿阔叶林生态亚区（Ⅱ5）—异龙湖、长桥海山原湖盆农业与城镇生态功能区（Ⅱ4-4），主要生态特征为“以山原湖盆地貌为主。降雨量在 800-1100 毫米左右，地带性植被季风常绿阔叶林已破坏殆尽，现存植被主要为云南松林。土壤以红壤和各种耕作土为主”，主要生态环境问题为“工业及农业活动造成的环境污染和土地退化”，生态环境敏感性为“城乡生态交错带和水陆交错带的生态脆弱性”，主要生态服务功能为“高原湖盆区的生态农业和生态城镇建设”；保护措施与发展方向为：“保护农田生态环境、推行清洁生产，防止城郊面源污染，建设循环经济工业区”。

本工程的供水区之一的平远片区位于高原亚热带北部常绿阔叶林生态区（Ⅲ）-滇中高原谷盆半湿润常绿阔叶林、暖性针叶林生态亚区（Ⅲ1）-邱北、砚山岩溶盆地水土保持生态功能区（Ⅲ1-15），主要生态特征为：“以岩溶盆地地貌为主，石灰岩大量出露。年降雨量 900-1000 毫米，现存植被主要是云南松林。土壤以红壤、石灰土和水稻土为主”；主要生态环境问题为：“土地利用过度带来的石漠化”；生态环境敏感性为：“石漠化高度敏感”；主要生态服务功能为：“石漠化地区的生态恢复和治理”，保护措施与发展方向为：“加强石漠化的生物治理和工程治理，调整产业结构，防止土地的进一步退化”。

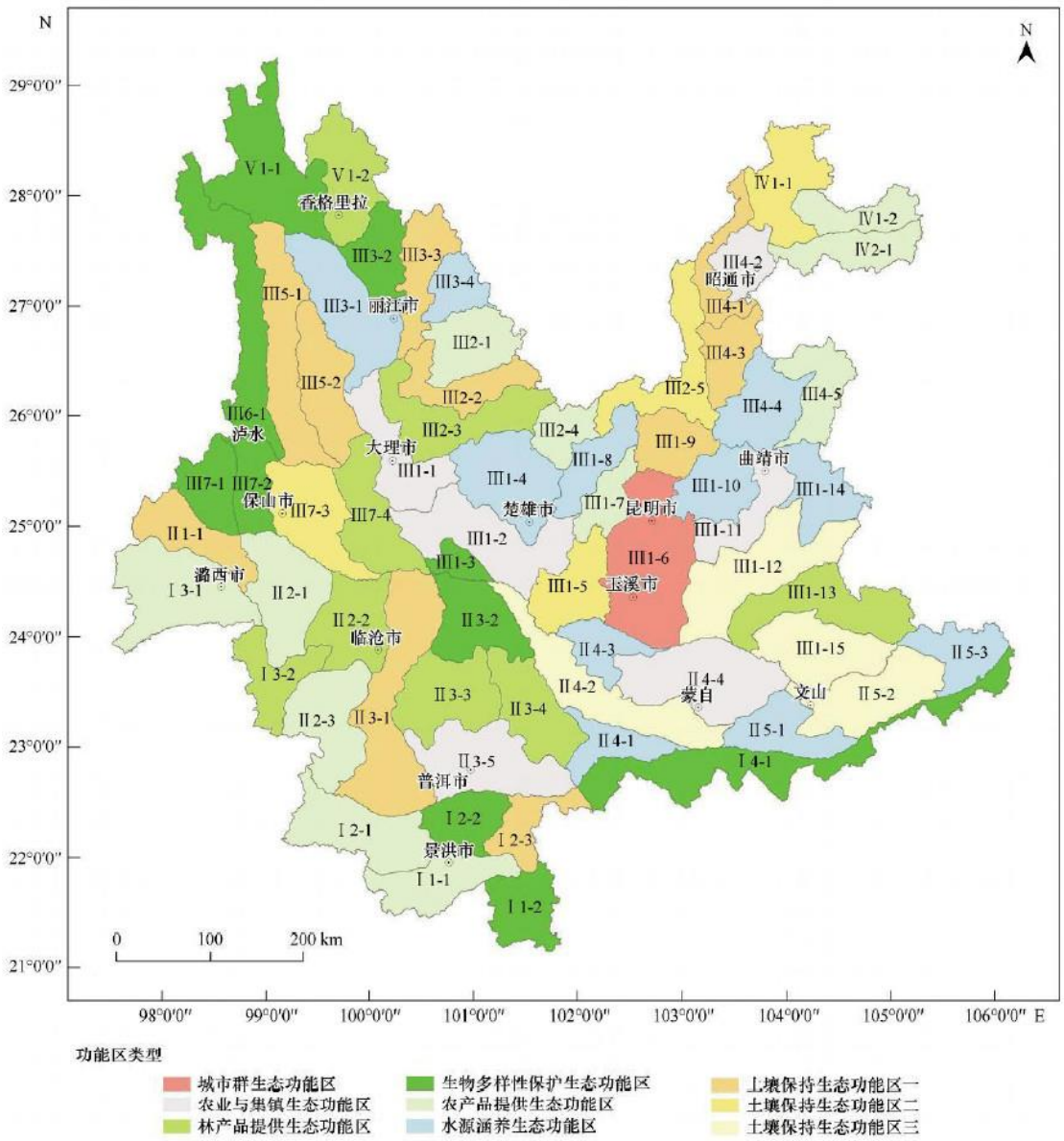


图 3.1.4-1 云南省生态功能类型图

总体而言，评价区及供水区的生态环境敏感性均较敏感，存在“工业及农业活动造成的环境污染和土地退化”以及“土地利用过度带来的石漠化”等主要生态环境问题。

文山州总体上处于滇桂黔石漠化片区，该片区是集民族地区、革命老区和边境地区于一体，是国家新一轮扶贫开发攻坚战主战场中少数民族人口最多的片区。国家高度重视该片区的石漠化治理，2012 年国务院扶贫办、国家发展改革委联合颁布了《滇桂黔石漠化片区区域发展与扶贫攻坚规划（2011-2020 年）》。该规划按照“区域发展带动扶贫开发、扶贫开发促进区域发展”的基本思路，着力加强基础设施建设，着力培育特色优势产业，着力促进人力资源开发，着力发展社会事业，以石漠化综合治理为主要内容的生态建设和环境保护，将滇桂黔石漠化片

区建设成为扶贫攻坚与石漠化综合治理相结合重点区、重要能源和矿产资源深加工基地、国际知名喀斯特山水与文化旅游目的地、民族团结进步和边境繁荣稳定模范区、珠江流域重要生态安全屏障。在“第四章基础设施建设”“第二节水利”中提出“加强水利工程建设。坚持大中小微并举，开源与节流并重，水源工程与水源配套统筹，建设一批大、中、小型水库和引提水工程，有效缓解工程性缺水问题”。在其中重点水利工程中，明确列明“建设黔中水利枢纽一期，规划建设落久、洋溪、驮英、黄家湾、马岭、德厚、阿岗等大型水库和五嘎冲、琴叫、多旁、陇温、百林、大巴英、金洞、上帮、坝陵河、观音岩、窄冲、打鱼凼、响水坝、河边、那榔、平耶、清平等中型水库”。

德厚水库建设与石漠化治理具有相辅相成的关系。石漠化治理需要通过退耕还林、兴修水利、进行中低产田地改造，以提高土地利用价值，随着退耕还林还草等石漠化治理措施的实施，文山州耕地面积将不断减少，为保证文山州粮食安全，需要在有条件的地区发展灌溉，增加粮食产量。盘龙河中上游平远、马塘地区，是文山州少数几个平坝区之一，该区域地势平坦，耕地连片集中，具有较好的耕作条件，但由于地处源头分水岭岩溶地区，干旱缺水严重，而德厚水库建设的主要功能就是为干旱缺水的平远地区提供可靠的水源，通过德厚水库提供的稳定水源，发展农业灌溉，支持石漠化地区的退耕还林还草治理措施，提高区域人民群众的生活水平和生态环境，实现人与自然和谐发展的目标。总体而言，德厚水库建设运行与区域生态环境治理规划是相互协调的，有利于理顺区域内的水热、水土关系，为区域摆脱贫困，扭转因贫困和基础设施条件差而导致的石漠化发展趋势具有重要作用。

（2）与《云南省文山州德厚河流域污染治理规划》的协调性分析

本工程与《云南省文山州德厚河流域污染治理规划》属于相辅相成的关系。正是基于环评单位对区域内存在的 12 家涉矿企业及环境遗留问题的调查，引起地方政府的高度重视，并由此启动了《云南省文山州德厚河流域污染治理规划》与审查工作，该规划的及时和全面的实施是保障德厚水库工程建设及未来水质安全的根本保障。

目前，文山州人民政府已编制完成了《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》，并于 2014 年 11 月 5 日文山州人民政府以“关于德厚河流域水污染防治规划（2014-2025 年）的批复”（文政复〔2014〕56 号）进行了批复，于 2015 年 1 月 20 日以“文山州人民政府关于实施《云南省文山州的后河流域水污染防治规划《2014-2025 年）》的承诺”（文政发〔2015〕3 号）做出了规划实施的承诺。然而限于文山州的管辖范围，对德厚河流域内规模最大、且位于德厚河干流上游的属红河州蒙自市管辖的蒙自矿冶有限责任公司的治理未能纳入规

划之内，而该厂是流域内规模最大的工矿企业，也是蒙自市的第一利税大户，虽然是管理较为规范的大型企业，但其矿坑排水中锌轻微超标，矿坑排水流量大且直接通过地表水进入德厚河干流，历史上的尾矿库矿渣随径流冲刷进入德厚河干流引起德厚河干流全线镉含量提高，对德厚水库水质安全构成重大隐患。同时，对文山州管辖的 11 家涉矿企业也只对其中的 9 家进行治理，从流域治理规划的系统性、完整性角度存在较大欠缺，即使在防治规划全面实施的情况下，德厚水库水质安全仍面临隐患，这也是水利部行业预审意见及环保咨询意见中提出进一步编制重金属治理实施方案的重要原因。

为此，为解除德厚水库环境制约因素，须在《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》的基础上，进一步扩大污染治理范围，加强治理力度，提出并在水库蓄水前全面落实德厚河流域重金属污染治理实施方案。

3.2 工程选址选线及布局的环境合理性分析

3.2.1 供水规模的环境合理性分析

项目论证过程中，对供水规模进行了反复的论证。总供水规模由规划阶段至项目建议书再到可研阶段，呈不断缩减的态势，其中规划阶段为 11254 万 m^3，项目建议书阶段为 10445 万 m^3，可研阶段进一步缩减到 9696 万 m^3。供水量的组成呈现出工业供水量大幅下降，由规划阶段的 9877 万 m^3 下降到可研阶段的 4441 万 m^3；生活及农业供水量大幅增加，生活供水量分别由规划阶段的 429 万 m^3、946 万 m^3 增加到可研阶段的 2232 万 m^3，农业供水量由规划阶段的 946 万 m^3 大幅增加到可研阶段的 3024 万 m^3。相应地，水库正常蓄水位由规划阶段的 1383m 降至可研阶段的 1377.5m，死水位由 1365m 降至 1341.5m，正常蓄水位及死水位均显著降低，减少了淹没占地损失。更重要的是，更充分地考虑了下游河道的生态需水量，生态环境下泄水量由规划阶段的 1953 万 m^3 提高到可研阶段的 3786 万 m^3，生态流量的下泄过程也更好地符合自然水文节律。德厚水库各阶段供水规模调整情况见表 3.2.1-1。

总体而言，德厚水库可研阶段确定的供水规模更好地平衡了工业、农业、生活及生态环境需水量的关系，具有更强的环境合理性。

表 3.2.1-1 规划至可研阶段供水规模的调整情况

	单位	规划阶段	项目建议书	可行性研究	备注
正常蓄水位	m	1383	1377.5	1377.5	
死水位	m	1365	1340	1341.5	
总库容	万 m^3	12754	12302	11340	
兴利库容	万 m^3	9687	9531	8975	

死库容	万 m^3	3067	254	306	
多年平均供水量	万 m^3	11254	10445	9696	
生活供水量	万 m^3	429	2235	2232	
工业供水量	万 m^3	9877	4855	4441	
农业供水量	万 m^3	946	3355	3024	
生态环境下泄水量	万 m^3	1953	3153.6	3802	项目建议书按近 10 年最枯月平均流量 $1m^3/s$ 作为生态流量；可行性研究阶段按枯季多年平均 10%（$0.602m^3/s$），丰季多年平均流量 30%($1.806m^3/s$)
多年平均下泄水量	万 m^3	4673	7414	8161	

3.2.2 城市生活、灌区及工业园区节水水平合理性分析

德厚水库工程在规划设计中，在农业灌溉、城市生活及工业用水方面较充分地考虑了节水要求。

农业节水方面，主要在调整作物结构及农艺措施节水的基础上，通过渠道防渗提高水利用系数，局部条件较好的地区推广先进的节水灌溉技术。在输水方式方面，德~平输水工程主要采用管道输水，相比明渠输水，大幅降低了水面蒸发量以及渠道渗漏量，从输水方式上实现了优化，降低了输水损失量。通过以上措施，使得灌溉水利用系数从现状的 0.5 提高到规划水平年的 0.70～0.72，灌溉亩均毛用水从现状的 394～546m^3/亩下降到 311～487m^3/亩，灌区灌溉定额满足《云南省灌溉定额》要求，达到了一般地区和先进规划水平年的节水水平。

城乡生活方面，随着经济社会发展水平的提高，人均生活用水定额逐步上升，生活节水主要从降低管网漏损率入手，改造后自用水和管网损失率由现状的 20%降为规划水平年的 13%。

工业节水方面，在地区上考虑与农业节水、城市化发展相协调，同时考虑工业自身的产业结构布局，技术水平升级以及产品的更新换代，工业万元增加值由 $79m^3$/万元降至 $14m^3$/万元，达到了发达国家水平。

根据《云南省人民政府办公厅关于印发云南省实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（云政办函〔2013〕132 号）的要求，文山州 2015 年万元工业增加值用水量比 2010 年下降 33%，农田灌溉水有效利用系数应大于等于 0.52，2015 年后的控制指标根据国家下达情况另行制定。从《云南省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》（云政发〔2012〕126 号）的相关要求看，2030 年全省万元工业增加值用水量（以 2000 年不变价）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。由此可见，规划区灌溉水利用系数从现状的 0.5 提高到规划水平年的 0.70～0.72，符合国家及云南省的有关农业节水要求，达到

云南省用水效率控制红线到 2030 年农田灌溉水有效利用系数提高到 0.6 以上的要求；灌溉亩均毛用水量从现状的 394～546m³/亩下降到 311～487m³/亩，下降了 10.7%～21.0%；规划区工业万元增加值用水量从 79m³/万元降低到 14m³/万元（2010 年现价），达到云南省用水效率控制红线到 2030 年万元工业增加值用水量降低到 40m³/万元（2000 年不变价，换算成 2010 年现价为 27m³/万元）以下的要求，接近发达国家和国内先进地区的现状节水水平。

由此可见，德厚水库工程各项主要用水效率指标符合用水效率控制指标，满足国家及地区节水要求。

3.2.3 水库坝址布置及坝型选择的环境合理性分析

（1）坝址布置的环境合理性

可行性研究阶段，进一步对项目建议书阶段确定的两个坝址进行比选。上坝址上坝址河道顺直，河床高程约 1323m，河床相对较宽约 55m，岸坡相对较缓。下坝址位于河道的转弯段顶部，河道走向近似为‘⌒’型，河床高程约 1320m，河床相对狭窄，宽约 20～40m。两岸坡较陡。上下坝址处出露地层岩性均为灰岩，河床覆盖层厚度上坝址为 10m 左右，下坝址在 11~16m 左右，左岸坡第四系覆盖层厚度均为 1～3m 不等，右岸坡均为基岩裸露。

总体而言，上下坝址的共同点为：河谷狭窄、岸坡下陡上缓，河床及岸坡覆盖层较薄，坝址出露的岩性均为厚层状灰岩，岩溶发育，防渗处理工程量及难度均较大。另外，从当地建筑材料分析，由于工程区地处岩溶石漠化地区，土料缺乏，而石料极为丰富，并以灰岩料为主。

从地形角度，下坝址两岸陡于上坝址，坝顶长度较上坝址短 77.36m，下坝址较优；从地质角度，无论从岸坡稳定、岩溶发育程度、防渗处理难度及工程风险性分析，下坝址均明显优于上坝址；从施工角度，下坝址在交通、施工场地布置、导流方案布置几方面均优于上坝址；从工程布置角度，上、下坝址均可利用河道转弯进行泄洪建筑物布置，下坝址泄洪建筑物水流归槽条件较好，上坝址溢洪道存在高边坡问题，受地形限制需设置一条导流联通隧洞，下坝址工程布置条件略优；从坝址区防渗的角度，下坝址防渗线路长度较上坝址短 409m，防渗工程量优于上坝址；从输水工程布置分析，上坝址德～平输水管道较下坝址短 470m，上坝址略优；从淹没占地的角度分析，上坝址淹没占地投资较下坝址高 3499 万元，征地移民的投资及难度方面下坝址较优；从环境及水保角度，两坝址无明显差异；综合两坝址枢纽建筑物及淹没占地的投资比较，下坝址投资较上坝址低 10786 万元，有明显优势。经比较，可研阶段仍然推荐下坝址作为选定坝址。

上下坝址比选见表 3.2.3-1。

表 3.2.3-1 上下坝址比选表

	上坝址	下坝址
位置	交汇口下 140m	交汇口下 615m
地形	顺直段，河床高程约 1323m，河床宽约 55m，岸坡相对较缓	转弯段顶部，河床高程约 1320m，河床宽约 20～40m，两岸坡较陡
地质	左岸坡发育一中小规模的基岩崩塌体，右岸上游距坝轴线约 130m 处，一级阶地高程发育有最大洞径在 30m 以上溶洞	
坝顶长度（m）	258.86	181.5
坝址防渗长度（m）	2409	2000
淹没占地投资（万元）	95091	91593
总投资（万元）	136171	125385

（2）坝型选择的环境合理性

由于德厚水库位于岩溶发育地区，区域内石漠化问题较突出。在大坝坝型的比选中，重点考虑了地形地质条件、筑坝材料、工程布置、大坝结构设计、坝基处理防渗、施工条件、工程占地及环境影响、工程量、投资等多方面因素的影响，从项目建议书到可行性研究阶段，共选定了混凝土重力坝、混凝土面板堆石坝、沥青混凝土心墙堆石坝、粘土心墙堆石坝等坝型进行了慎重比选，最终确定了坝型为粘土心墙堆石坝。

可研中坝型比选的结论为：坝址区地形、地质条件及当地建筑材料均满足三种比选坝型的建坝条件，不存在制约性的建坝问题；重力坝存在坝基缓倾下游结构面的深层抗滑稳定问题，处理难度较大且投资较高，不宜采用重力坝。沥青心墙坝与粘土心墙坝投资相近，粘土心墙坝略优，考虑到沥青心墙坝存在后期渗漏难以检查及处理，目前云南省内尚无建坝经验，沥青运距较远及施工质量不易保证等问题。综合比较本阶段推荐土石坝为基本坝型，以粘土心墙堆石坝为代表坝型。

坝型的选择直接关系到大坝的安全，具有很强的专业性。从环境保护角度看，该坝型的选择充分考虑了当地的环境特征，虽然因粘土料开采量稍大而使得土料场占地面积稍大，但可以大量减少沥青的使用，减少了施工期沥青烟对大气环境的不利影响，也因对裂缝具有更好的自愈性，也可以避免运行期沥青心墙检测、维修的难度。总体而言，其选型具有环境合理性。坝型比选的详细内容见表 3.2.3-2。

表 3.2.3-2 下坝址坝型比选综合比较表

项目	砼重力坝	粘土心墙堆石坝	沥青砼心墙堆石坝
对地形地质条件的适应性	河谷狭窄、风化浅，坝基岩体坚硬，满足重力坝建坝；两岸强卸荷带较深需挖除，坝基缓倾下游结构面对深层抗滑稳定不利，需处理。	大坝对两岸陡边坡的适应性较好，坝基削坡处理要求略高于沥青心墙坝；坝壳料基础可利用部分冲湖积层。	坝址为不对称 U 型河谷，岸坡下陡上缓，大坝对两岸陡边坡的适应性较好，坝基开挖处理较简单；坝壳料基础可利用部分冲洪积层。
筑坝材料	混凝土用砂石料由灰岩料场开采制备，料场同沥青心墙坝；水泥由文山州水泥厂采购。	堆石料来源同沥青心墙坝，粘土料当地开采，储量及质量满足；部分粘料存在粘粒含量及含水量变幅较大的问题，需翻晒处理后上坝。	坝壳料、沥青心墙掺合料采用灰岩料，储量及质量满足要求；沥青需由新疆外购，运距遥远；部分开挖料可用于坝体填筑。
工程布置	引水、泄水建筑物集中布置于坝身，右岸布置导流隧洞，建筑物布置紧凑，布置条件优于当地材料坝。	枢纽建筑物布置条件与沥青心墙坝相同。	利用右岸凸地形集中布置引水、泄水建筑物，建筑物易于布置，水力学条件好；右岸建筑物较多且相互交错，施工干扰大。
坝基处理及防渗	坝基要求高于当地材料坝，坝基需开挖至弱风化；坝基发育较深的缓倾下游结构面，需设置深齿槽及固结灌浆；坝基检修灌浆廊道易于布置，运行检修方便。	粘土心墙基础开挖工程量大，坝壳料基础要求相对较低；心墙与坝基防渗体系衔接方便，坝基检修灌浆廊道易于布置。	沥青心墙基础开挖工程量大，坝壳料基础要求相对较低；心墙与坝基防渗体系衔接方便，坝基检修灌浆廊道易于布置。
施工条件	砂石料运距较近，水泥由当地采购；重力坝施工技术要求高但施工技术成熟，大坝需采取温控措施；坝基岩溶发育透水性强，坝踵深齿槽施工难度大。总工期 48 个月。	坝壳料及粘土料均就地取材；施工技术要求较低，一般施工单位均可承担；粘土心墙施工受气候影响大，总工期 48 个月。	坝壳料运距较近，但沥青运距很远；沥青混凝土施工技术要求较高，目前云南省内尚未有该坝型的建坝经验；施工受气候影响较小，总工期 48 个月。
工程占地及环境	占地主要涉及大坝及石料场，占地少且大部分为河道及山坡荒地，对占地及环境影响略优于当地材料坝。	大坝及石料场占地同沥青心墙坝，土料场占地 142 亩，占地及对环境影响较其它坝型大。	占地主要涉及大坝及石料场，占地少且大部分为河道及山坡荒地，对环境影响相对小。
运行及检修条件	大坝耐久性及安全性好，坝体防渗和抵御超标准洪水能力较强，不易失事；坝体内易于布置灌浆检修廊道，灌浆检修廊道位于坝体内，工作条件较好。	坝基溶蚀发育，对粘土心墙的渗透稳定不利；心墙与廊道的结合部位是防渗的薄弱环节，需认真处理；粘土心墙总体较厚，运行安全性好，对裂缝具有一定的自愈能力，后期检修及处理条件较沥青心墙坝容易。	沥青心墙抗渗透性较强；心墙厚度较薄，与坝基的结合处是防渗体的薄弱环节，处理不好易产生渗漏；沥青心墙及接缝运行期如产生裂缝及渗漏，检查及处理较为困难。

主要工程量	土石方开挖 21 万 m³，混凝土 24.9 万 m³，钢筋 4111t，帷幕灌浆 2.12 万 m，固结灌浆 0.88 万 m。	土石方开挖 57.2 万 m³，坝体堆石 70.8 万 m³，粘土 11.9 万 m³，混凝土 3.55 万 m³，钢筋 2629t，帷幕灌浆 2.24 万 m，固结灌浆 0.85m。	土石方开挖 52.3 万 m³，坝体堆石 80.2 万 m³，混凝土 3.5 万 m³，钢筋 2625t，、帷幕灌浆 2.35 万 m，固结灌浆 0.38 万 m。
工程投资	计入水工、施工、占地的大坝枢纽工程投资为 21023 万元。	计入水工、施工、占地的大坝枢纽工程投资为 18234 万元。	计入水工、施工、占地的大坝枢纽工程投资为 18710 万元。

3.2.4 工程总体布局的环境合理性分析

德厚水库项目建议书阶段工程总体布局为：在德厚河与支流咪哩河交汇口下游 615m 处修建德厚水库调蓄德厚河径流，通过德～平输水干渠向平远片区生活及工农业供水，沿线共布置三级泵站；马塘花庄坝区直接从库区设红石岩泵站提水；马塘黄龙坝区农业供水利用已建的团结大沟进行自流供水，仅当水库低水位时需马塘泵站提水至团结大沟渠首；马塘工业、生活供水在坝体预留取水口，由用水户自行配套解决。结合水库有大量生态下放水量及一定的汛期弃水，考虑布置坝后电站。

德厚水库可研阶段总体布局为：在德厚河与支流咪哩河交汇口下游 615m 处修建拦河坝调蓄德厚河径流；在水库坝后建设德～平泵站将水库蓄水提至库区右岸的花庄高位水池，通过德～平输水主管（渠道）及输水支渠向平远片区的生活及工农业供水，马塘花庄坝区的农业供水则直接通过花庄支渠从高位水池分水供给；马塘黄龙坝区农业供水利用现有团结大沟进行供水；马塘工业、生活供水在坝体预留取水口，由用水户自行配套解决。

相比项目建议书阶段，差异主要体现在：1）减少了输水泵站数量，简化了工程的布局和泵站维护的复杂性，将原来的由三级泵站接力提水供应平远片区以及从库区设红石岩泵站提水供应马塘花庄坝区的方案简化为只设置一级泵站（德平泵站）提水至库区右岸的花庄高位水池，分别自流分水给平远片区及马塘花庄坝区的方案。该方案德平输水线路上泵站数量由 4 个减少到 1 个，总设计最大扬程由 315.48m(德平三级泵站 180.01m 及红石岩泵站 135.47m)减少到 183.4m。德平输水线路泵站装机容量由 11500kw 缩减到 8960kw。2) 向平远片区的输水方式由项目建议书阶段的主要为明渠改变为以管道输水为主。其中项目建议书阶段德～平输水干渠线路总长 17.1km，其中明渠段总长 15306.972m，渡槽 13 座，总长 474m，倒虹吸 4 座，总长 1143.088m（投影长度），隧洞 2 座，总长 182.80m。可行性研究阶段则调整为：主管总长 10.064m，输水明渠渠道总长 1849.8m(明渠长 1395m，渡槽 11 座，长 272m，隧洞 1 座，长 182.8m)。改用管道输水相比明渠输水，占地面积由 755.84 亩（其中永久 320.84 亩、临时 435.00 亩）降至 451.94 亩（其中永久 202.85 亩、临时 249.10 亩），占地面积明显减少，很大程度上避免了渠线对地表径流等构成的切割效应，施工结束后，地表可以得到恢复，对减轻工程对环境的不利影响是有益的。

总体而言，可行性研究阶段提出的输水线路的布置更好地利用了地形条件，输水线路基本沿直线布置，沿线建筑物较少，水工布置及设计均较简单，实现了简化泵站数量和运行方式以及主要利用管道向平远片区自流供水的目的，

可以很大程度上减轻输水渠线的切割效应，同时降低了泵站总扬程和装机容量，具有较好的节能效应，总体上具有明显的环境合理性。

3.2.5 料场、弃渣场布置的环境合理性分析

（1）料场布置合理性分析

本工程施工所需土料主要用于大坝粘土心墙填筑、上下游围堰粘土斜墙等，规划开采土料 17.80 万 m^3，土料使用量不大。

可研阶段共勘察了 2 个土料场进行比选，1#土料场位于文平高速公路边，比邻花庄村，分布高程约为 1370～1425m，长约 400m，宽约 320m，地处构造剥蚀低中山斜坡地貌区，地形坡度 10～20°；1#土料场有用层储量 37.69 万 m^3，上部剥离层厚度 0.3～0.5m，剥采比 0.08。2#土料场位于花庄西偏北方向，文平公路旁，分布高程 1450～1475m，长约 320m，宽约 220m，地形平缓开阔，无冲沟发育，地形坡度 0～5°；2#土料场有用层储量 27.81 万 m^3，剥采比 0.11。经设计部门踏勘，最终确定了 2#土料场为推荐料场。经调查，1#土料场区域现状以天然植被为主，主要植被类型为云南松疏林及灌丛，植被覆盖度较高且有一定坡度；2#土料场现状为农田，地势较为平缓开阔；2 个土料场均未发现珍稀保护动植物分布，料场开挖均不受地下水活动影响，料场周边均无居民点分布。1#土料场的开采会造成该区域天然植被破坏，且为坡地较 2#土料场更易产生水土流失。因此，2#土料场比 1#土料场更符合环保要求。

2#土料场位于花庄西偏北方向，至大坝运距约 11km，土料运输基本借用原有道路，不需新建道路，运输道路两旁无居民点。料场地形平缓开阔，长约 320m，宽约 220m，无冲沟发育，地形坡度 0～5°。料场有用层为棕红色粘土层，厚度变化较大，最薄 2.9m，最厚达 6.5m，平均开采深度 4.45m，在地下水位以上开采。料场储量 27.81 万 m^3，剥采比 0.11，开采规划的土料量会产生剥离量 1.96 万 m^3。料场剥离层为上部耕植土，含较多植物根系，平均剥离厚度 0.5m，剥离表土需单独堆存，做好水土保持措施，用于后期绿化覆土。料场占地面积约 60 亩，占地类型主要为梯坪地及林地，占地不涉及基本农田，施工结束后需及时进行绿化、复耕，降低对土料场临时占地的生态影响。该土料场周围无村庄等敏感保护目标。总体而言，土料场选址的环境影响较小，具有环境合理性。

本工程石料使用量较大，需开采 63.23 万 m3。可研阶段共勘察了 3 个石料场进行比选，即坝址区 1#石料场、坝址区 2#石料场和输水线路石料场。坝址区 1#石料场位于坝址左岸下游约 200 米处，场地长约 320 米，宽约 200 米，地处构造侵蚀低中山陡坡地貌区，分布高程 1340～1450m，地形坡度 20～40°，场内植被不发育，仅存较少低矮灌木。坝址区 2#石料场位于坝址上游咪哩河左岸山

坡，距离坝址直线距离约 1.5Km 左右，长约 500m，宽约 500m，地处构造侵蚀低中山陡坡地貌区，分布高程 1340～1450m，地形坡度 20～40°，场内植被不发育，仅存较少低矮灌木。经设计部门踏勘，2#石料场岩层厚度及质量均比较稳定，弃渣、无用夹层较少，确定 2#石料场为推荐料场。经现场查勘，两个坝址区石料场植被均以发育较差的暖温性石灰岩灌丛为主，未发现珍稀保护动植物分布；两个石料场储量均满足工程需求，料场开挖均不受地下水活动影响，石料场周边均无居民点分布，因此两个坝址区石料场均为环境合理料场，从弃渣及剥采影响方面考虑，2#石料场较优。

可研方案推荐坝址区及输水线路区各布置一个石料场，坝址区石料场为 2#石料场，规划开采有用量 57.77 万 m^3（自然方），剥离无用层 11.55 万 m^3，占地 74.55 亩，全部为林地；输水线路区 1#石料场位于德厚河库尾的牛腊冲新寨南山，距离输水线路 300m，规划开采有用量 5.46 万 m^3（自然方），剥离无用层 0.55 万 m^3。占地面积 17.4 亩，全部为耕地。坝址区石料场距离坝址运距短，与坝址区生产生活营地之间距离较远，且之间有丘陵相隔。石料场周围 1km 内无村庄分布，石料开采对周围环境影响较小。输水线路 1#石料场位于输水线路的末端，主要为末端明渠填方段供应石料。运距较短，周围无居民点分布，其布置相对合理。

（2）渣场布置合理性分析

本工程建设共产生永久弃渣 66.87 万 m^3（自然方），工程共选用了 10 个弃渣场和 2 个临时转存场，其中枢纽区共布置 4 个弃渣场、2 个临时转存场，输水线路共布置 6 个弃渣场。弃渣场一般选择在箐沟和缓坡地上，最大限度的减少运距，使施工过程中弃渣能及时、便利的得到清运处理，同时渣场选址也考虑避让植被良好的地段。

枢纽工程区 1#弃渣场位于团结大沟下侧，渣场类型为沟道型，主要主要承担大坝、导流泄洪隧洞、输水隧洞、溢洪道、度汛体、施工道路和下游围堰的开挖料，运距较近。2#弃渣场位于大坝下游左岸冲沟，满足堆渣要求，渣场容量满足要求。3#弃渣场主要堆放石料场开采的剥离弃料，位于石料场下部的冲沟内。4#弃渣场位于大坝左岸防渗灌浆平洞支洞口附近，堆渣容量均满足要求。为充分利用现有条件灌区共布置 6 个弃渣场，绝大部分弃渣场选择了沟道型和坡地型，地形选择的合理可减少弃渣场截、排水措施的建设，弃渣平均运距为 1.2km，渣场堆渣规模均较小，减少了原地貌的扰动。1#渣场堆渣量为 43.08 万 m^3（自然方），由于堆渣量较大，综合考虑现状 1#弃渣场的地形、施工条件较优，运距较短，可近距离接纳枢纽工程区产生的主要弃渣，在坝下其他区域及库区内处置枢纽工程弃渣难则存在地形条件、施工及运输条件的限制；此外除实施现有水保措

施外，施工结束后项目拟将 1#渣场区域纳入枢纽工程区开展绿化美化工作，可有效消除弃渣造成的水土流失及景观破坏等影响。因此，枢纽区 1#弃渣场的选址是合理可行的。

弃渣场总占地面积 17.12hm^2，主要占地类型为林地和耕地，弃渣场占用的林地类型主要为半湿润常绿阔叶林及少许灌丛，林地生物多样性不高，植被的损失不会造成生物多样性的变化。弃渣场生态结构及层次都相对简单，弃渣场占地范围内不涉及保护植物；弃渣场占地性质为临时占地，施工结束后采用绿化等措施后不会造成林地资源的减少，不会对当地居民的生活水平造成明显影响；虽然本工程的渣场大多位于冲沟及渠道边，但本工程已经对渣场采取了水土流失防治措施，在做好拦挡措施、边坡稳固、截排水等措施后，不安全隐患将得以防治。

本工程渣场的选址均不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，因此不存在环境制约因素。渣场下游没有企业和居民点、不影响主要设施的行洪安全。渣场选址不涉及滑坡、泥石流危险地带，做到渣场下方无村庄，不影响周边公共设施、工业企业及居民点的安全；符合河道的防洪行洪规定，不涉及对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响的区域。

综上所述，从环境的角度出发，本工程的渣场的选址是合理的。

3.2.6 生产生活营地布置的环境合理性分析

本工程共设置 8 个施工人员生活区，其中大坝枢纽区共设 4 个（1 个位于大坝下游右岸为主要的施工人员生产生活区，1 个为石料场及砂石料加工营地，2 个坝址灌浆防渗施工生产生活区），输水线路沿线共设 4 个生产生活营地。大坝枢纽区施工生产生活区布置在大坝右岸下游约 1.0km 的缓坡地带，布置在进场公路以下、团结大沟以上，占地面积 1.75 万 m^2，全部为耕地。石料场及砂石料加工营地布置在咪哩河左岸 2#石料场处，占地面积 500m^2，全部为草地。输水线路区采用分片布置原则；分别在输水线路沿线布置 4 个施工生产生活区，占地面积共计 4200m^2，均为耕地。

表 3.2.6-3 施工生产生活营地布置情况

序号	营地名称	施工人数（人）	营地组成				占地面积(m^2)	
			办公、生活区	施工仓库	砂石料场及混凝土拌和系统	辅助企业	耕地	草地
1	大坝枢纽区主营地及 2 个坝址灌浆防渗施工生产生活营地	627	√	√		√	17500	
2	石料场及砂石料加工营地（1 个）	42	√		√	√		500
3	输水线路区营地(一共 4 个)	725	√	√	√	√	4200	
合计		1394					21700	500

大坝枢纽区生产生活营地均属于永久占地范围之内，布置位置距离大坝区较远，与有爆破施工活动的施工点距离也较远，受枢纽区施工噪声的影响较小，也比较安全。且周围 500m 范围内无居民点，自身的机械维修等施工噪声对周边环境影响也很小。大坝枢纽区施工生产生活营地内施工人员人数较多，相对集中地分布，有利于对施工生活污水等进行收集处理。大坝枢纽区生产生活营地的布置在环境上是可行的。

其余施工生产生活营地均为临时占地，占用的土地绝大多数为耕地，不影响自然植被，生产生活营地的临时占用对区域生物多样性影响较小。而且由于输水线路区线路较长工，沿程土地利用类型均为耕地，生产生活营地难以优化。为降低生产生活营地对周边环境的影响，施工期间，对生产、生活废水、生活垃圾、粪便等均采取了有效的环境保护措施，经有效处理后，对周边环境影响较小。工程结束后临时占地均将进行植被恢复，耕地进行复垦。

综合上述，本工程的生产生活营地布置对环境的影响不大，在环境上是可行。

3.2.7 施工道路布置的环境合理性分析

本工程对外交通条件便利，距离平远至文山的省级公路仅 4km。为满足工程永久运行管理需要，需修建永久道路 7.5km。另外，需在大坝下游约 800m 处新修跨德厚河永久桥 1 座，为钢筋混凝土结构，跨度约 100m，桥面宽度 4.5m。场内施工交通坝址区场内临时施工道路总长 12.8Km；输水线路战线较长，在进行道路布置时，充分利用现有的县乡公路及乡村道路进行布置。不满足交通要求的输水线路，共需改扩建进场永久道路 4 条共 5.0Km、改扩建场内临时道路 5 条 3.4Km、新建场内临时道路 8 条 6.1Km。为了石料场开采及石料运输需要，需在石料场上游约 650m 位置修建一座跨咪哩河临时桥一座，为钢架桥，跨度 70m，

桥面宽度 4.5m。施工道路特性统计见表 3.2.7-1。

表 3.2.7-1　施工道路特性表

序号	所在工区	新建		维修		性质（临时/永久）	路宽	占地面积	
		长度	条数	长度	条数			耕地	草地
		km	条	km	条		m	m^2	m^2
1	上坝道路	4	1			永久	6	60000	
2	至发电抽水站道路	3.5	1			永久	6	52500	
3	石料场道路	4.2	1			临时	6		636000(库区淹没)
	大坝枢纽区道路	8.6	9			临时	6	129000	
	线路扩建永久道路			5	4	永久	3.5	50000	
	线路扩建临时道路			3.4	5	临时	3.5	15100	
	线路新建临时道路	6.1	8			临时	3.5	54900	
合计		26.4	20	8.4	9			361500	

工程新建施工道路主要是各施工点间的联络线，其中坝址区 2 条道路作为永久道路使用，为将来大坝运行管理和维修保护提供了便利交通条件，该部分永久道路的占地面积小，占地类型为耕地，植被稀疏，损失的植被生物量较小，对区域环境影响不大。石料场道路为临时道路，位于水库淹没区内。输水线路沿线施工道路尽可能利用现有乡村道路，扩建永久道路共 4 条 5km，占地面积 75 亩，均为耕地。临时道路以及新建临时道路占地均为耕地，共计 105 亩。临时道路在施工后进行植被恢复，占地影响在施工结束后消失。综合分析，新建施工道路布置对周边环境影响小，施工道路布置具有环境合理性。

3.2.8 移民安置及专业迁建项目的环境合理性分析

本工程占地面积及占用耕地量较大，由此移民安置工作任务重。本工程规划水平年生产安置人口为 3085 人，搬迁安置人口为 1056 户 4354 人，其中 621 户 2536 人在库区外搬迁安置。同时，水库蓄水后造成被德厚河、咪哩河库区环抱区域内居民与外界的交通不便，为此必须建设交通桥以沟通库区内外的交通。根据移民安置规划，拟在咪哩河库区现咪哩河大桥下游 20m 处新建咪哩河大桥 1 座，桥长 210m；在德厚河库区新建 5 跨 30m 预应力钢筋混凝土 T 型梁桥。

由于德厚水库具有生活供水任务，水库建成后须依法划定饮用水源地保护区。目前移民安置规划中库区外搬迁安置人数占总搬迁安置人口的 58.2%，虽然仍有 1818 人仍在库区内搬迁安置，但相比现状，库区内居民点将更为集中，在居民安置点建设沼气池及卫生厕所后，可以有效地降低生活污水排入水体的污染物负荷。但由于咪哩河库区回水末端有较长的水位消落区，且回水末端处地势相对平坦，因库区内耕地数量相对紧张，在水库运行期存在移民返回已占地区重新耕种

的可能，从而给水库水质造成一定不利影响。另外，拟建的交通桥位于拟划定的生活饮用水水源地保护区范围内，村民运输油料、农药等生产用品时可能会发生运输车辆翻覆事故，从而对德厚水库水质安全造成环境风险。因此，现移民安置规划中交通桥的布置存在一定的环境隐患，应进一步优化论证。

3.3 施工期环境影响分析

3.3.1 土石料场开采的环境影响

土、石料场开采污染源及开采工艺流程示意图见图 3.3.1-1。

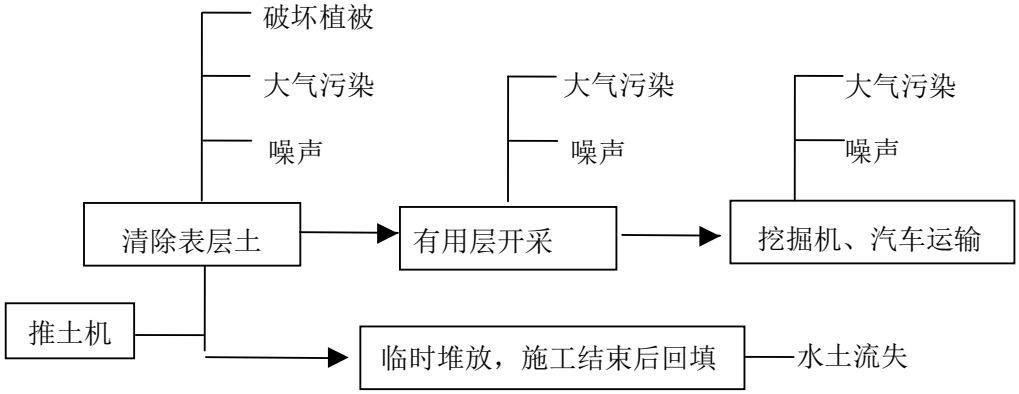


图 3.3.1-1 土料场开采污染源及开采工艺流程

土石料场开采带来的环境问题包括对植被破坏、新增水土流失以及施工噪声、扬尘等；土石料开采过程中推、挖、装、铲机械及车辆的运行噪声将产生噪声污染；汽车运输扬尘对空气环境质量产生污染；料场占地的征租用也会带来一些社会环境影响问题。由于施工区处于石漠化区域，在土石料场施工过程中，尤其要重视对表土进行临时防护及临时的挡水措施；施工结束后，进行土地整治和绿化处理，生态恢复不得低于原有水平。

3.3.2 主体工程施工的环境影响

（1）大坝枢纽区施工的环境影响

大坝枢纽区施工包括大坝基础开挖、坝基灌浆防渗、填筑、隧洞洞挖等内容，其中大坝基础开挖及隧洞施工中有大量的石方开挖工程，需要进行爆破施工。同时，由于土石方开挖运输、填筑等施工活动，大坝枢纽区的运输量较大。另外，由于混凝土制备浇筑养护以及灌浆防渗中制浆、灌浆工程量也较大。这些因素都会对坝址区的环境造成影响。

隧洞开挖中，会有一定量的地下水渗出。隧洞内施工空间相对狭小，施工机

械会产生一定量的含油废水，隧洞衬砌则产生碱性废水，这些施工废水与隧洞地下水渗水混合，在隧洞进出口会产生一定量的含油、碱性且浑浊度较高的施工废水。在大坝混凝土浇筑养护期间，会产生较大量的混凝土浇筑养护的碱性废水。在灌浆施工中，制浆、灌浆过程中可能产生一定量的漏浆、堵塞，从而会产生水泥浆液漏入周边环境，形成碱性废水。

爆破施工以及洞内机械运行会产生一定量的施工废气，含有较高浓度的粉尘及 NOx，在隧洞进出口处排入大气环境内。大坝枢纽区的土石方作业、混凝土拌合楼也会产生含有较高浓度粉尘的施工废气，这些施工废气的排放都会对坝址区大环境造成短期不利影响。

风钻、混凝土搅拌机、振捣器、平板夯、振动平碾等施工机械运行及爆破等会产生机械噪声及爆破噪声，运输物料的汽车及装载机会产生交通噪声，进而影响大坝枢纽区的声环境。

（2）防渗工程施工的环境影响

本工程中防渗工程量较大，包括坝基防渗和大坝两岸防渗以及库区防渗，均采用帷幕灌浆防渗。坝址区防渗工程中还有灌浆平洞的开挖工程内容。防渗平洞的开挖的环境影响与隧洞施工的环境影响基本相同，帷幕灌浆对环境的影响主要包括钻孔、制浆、灌浆等环节的影响。钻孔时地质钻机等会产生施工噪声，制浆及灌浆环节可能会产生一定的施工废水，制浆时水泥的运输、开包可能会产生一定的粉尘废气。

（3）输水管线施工的环境影响

输水管线主管管径为 1400mm，采用钢筒混凝土管（PCCP）浅埋管及明钢管布置，总长 10064m。无压渠道总长 1849.8m。

输水管线施工主要包括管沟的开挖、施工降排水、砂石料垫层的铺设、PCCP 管的安装、土石方回填等工序，管沟开挖采用土石方明挖方式，石方采用手风钻钻孔爆破方式。砂石料由 1#石料场旁的砂石加工系统加工，块石料由输水线路 1#石料场开采，土石料、砂石料、渣料的运输用自卸汽车等运输。混凝土、砂浆等用移动式搅拌机搅拌，振捣器振捣密实。土石方回填用蛙式打夯机夯实。输水管线施工中管沟开挖会破坏地表植被，开挖、破碎、转运及回填会造成噪声污染及大气污染，混凝土、砂浆搅拌及振捣会造成噪声污染。混凝土养护会造成一定的碱性废水排放。

输水管线施工中还有部分隧洞工程施工，其环境影响主要包括石方爆破带来的大气、噪声污染，渣料运输引起的大气及噪声污染，以及混凝土、砂浆搅拌带来的噪声及含碱性废水的排放，混凝土浇筑、养护、回填灌浆中引起的含碱性废水的排放等影响。

（4）生产、生活营地环境影响

生产生活营地由生活区、木材加工厂、钢筋加工厂、钢管加工厂、机械修理场等组成。生产、生活营地的主要环境影响为施工人群生产的生活污水、生活垃圾等；钢筋加工厂、钢管加工厂产生的噪声、扬尘污染等。机械修理场产生的含油冲洗废水、机械噪声等。生产、生活营地污染源分析示意图见图 3.3.2-1。

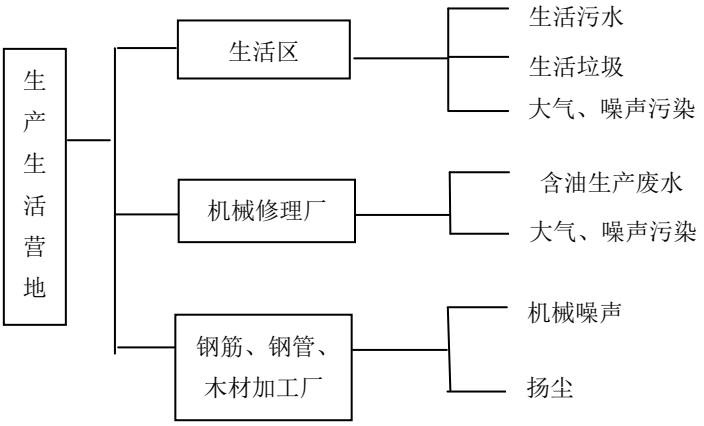


图 3.3.2-1　生产、生活营地污染源分析示意图

3.3.3 施工交通运输影响分析

工程施工对外及对内交通主要通过现有国道和乡村级公路，在坝址区新建两条永久道路，临时道路主要为各施工点之间的联系线，共 22.3km。临时道路布设将占用土地资源，对地表形成线型切割，破坏天然植被，新增水土流失，并将产生扬尘、噪声等污染。建筑材料运输过程中运输道路车流量增大，产生的噪声和扬尘将对运输道路沿线居民产生不利影响；产生的扬尘和排放的尾气对环境空气将产生不利影响；汽车运输行驶过程中将产生线状噪声污染，对运输线路沿线声环境产生不利影响。

3.3.4 施工人群影响分析

工程施工期平均高峰人数 1394 人，施工最高峰人数 1640 人。施工期施工人员产生的生活废水和生活垃圾排放对当地自然生态、水环境、人群健康以及对当地社会经济会产生一定影响。

3.3.5 施工期污染源源强分析

施工活动对环境的影响因素包括施工排水、开挖、灌浆、物料运输、占地、机械运行、人员活动等内容。施工过程中产生的废水、废气、废渣、噪声对施工区及附近环境产生一定影响。以下对施工期排放的污染源源强进行分析。

3.3.5.1 施工排水

（1）混凝土冲洗、养护废水

本工程在坝址区设置砼拌合系统 1 座，以及混凝土拌和站 1 座。大坝区混凝土总量 5.85 万 m^3。在输水线路共有混凝土总量 1.63 万 m^3，布置 6 台移动式混凝土搅拌机。混凝土拌和浇筑的施工用水绝大部分被混凝土成品带走，产生废水的主要是混凝土养护及混凝土冲洗废水。按照混凝土养护用水量定额 4.2m^3 水/m^3 砼估算，分别在大坝区及输水线路区产生混凝土养护废水量 39.82 万 m^3 和 7.48 万 m^3，共计 47.29 万 m^3。总排放强度达 417.6m^3/d，其中大坝区排放强度较大，达 297.5m^3/d；输水线路区为 102.4m^3/d，分摊到各工段的排放强度为 25.6m^3/d。

混凝土拌合废水主要来源于转筒和料罐的冲洗废水，含有较高的悬浮物，浓度可达 5000mg/L；混凝土养护将产生养护碱性废水；混凝土冲洗养护废水 pH 值一般大于 10，并含有较高悬浮物。大部分混凝土冲洗养护废水经沉淀、中和处理后回用，或者用于施工场地降尘，剩余废水处理后达标排放，对水环境影响较小。

（2）砂石料冲洗废水

本工程共设置 2 套砂石料加工系统。其中大坝区需加工砂料、碎石料 26.78 16.75 万 m^3，系统处理能力为 80t/h。输水线路区需加工砂料、碎石料 6.3 万 m^3。系统处理能力为 15t/h。砂石骨料经过筛分后进行冲洗，悬浮物浓度较高，一般在 30000～50000mg/L。

按照砂石料冲洗用水量 4 m^3 水/m^3 砂石料估算，大坝区及输水线路区砂石料加工系统共产生砂石料冲洗废水 107.1 万 m^3 及 25.2 万 m^3，共 132.3 万 m^3；排放强度分别为 800.4m^3/d、337.3m^3/d，最大总排放强度 1137.7m^3/d。砂石料加工冲洗废水经处理达标后回用。

（3）机械车辆清洗含油废水

工程施工过程中主要施工机械有装载机、推土机、凿岩机、钻机、自卸汽车等，施工机械在冲洗、检修、保养过程中将产生一定的含油废水，主要污染物成分为石油类和悬浮物，石油类浓度一般约为 50～80mg/L，悬浮物浓度约为 1000 mg/L。废水排放方式为间歇性排放。如果冲洗废水进入地表水体，将影响河流水质；含油废水若就地散排，还将会改变土壤结构，不利于施工迹地恢复。

本项目在枢纽区设置有一个机械维修和保养场，设在生产生活区之内。另外在输水线路沿线共布置 5 个生产生活营地，每个营地内设置一个机械维修及保养场。大坝施工区施工机械约 130 台，输水线路沿线约 20 台。按车辆冲洗用水量 25m^3/车/月计，预计施工期产生废水 15.5 万 m^3，其中大坝区 14.3 万 m^3，输水线路沿线共计 1.2 万 m^3，总排放强度最高为 121.0m^3/d，其中大坝区 104.8m^3/d，输

水线路沿线约 16.1m^3/d。机械冲洗废水为含油废水，对环境影响较大，因此必须对废水进行分离处理，油污统一收集外运，含油废水需经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后方可排放。

（4）生活污水

本工程共设置 9 个施工人员生活区，其中枢纽区设 4 个（1 个位于大坝下游右岸为主要的施工人员生产生活区，1 个石料场及砂石料加工生产生活区、2 个坝址区帷幕灌浆生产生活区），1 个咪哩河库区灌浆防渗生产生活区，输水线路区共设 4 个生产生活营地。

生活废水包括施工人员洗涤、食堂排水和卫生用水。施工期平均高峰人数 1394 人，施工最高峰人数 1640 人。按人均生活用水量 120L/d/人、废水排放系数 0.8 估算，施工期共排放生活污水 13.68 万 t，其中，坝下生产生活区排放量 8.06 万 t，石料场及砂石料加工营地 0.54 万 t，输水线路 5 座营地共计 5.08 万 t。总排放强度 133.8t/d，其中坝下生产生活区 60.2t/d，石料场及砂石料加工营地 4.0t/d，输水线路 4 座营地 69.6t/d，单个营地 13.9t/d。

生活废水主要污染物为 CODCr、BOD5 和 NH3-N，分别按 400mg/l、200mg/l 和 40mg/l 计算，则生活废水排放污染物平均强度为 CODCr53.5 kg/d、BOD5 为 26.8 kg/d、NH3-N 为 5.4kg/d。总计产生污染物量 CODCr 为 54.7t、BOD5 为 27.4t、NH3-N 为 5.47t。由于施工废水分散在各施工营地，废水经过处理后，对水环境的影响会较小。

（5）施工期基坑排水

本工程基坑排水主要来自于大坝施工区。初期排水包括基坑积水、基坑渗水两部分，经常性基坑排水由围堰、基岩渗水和施工降水、弃水等。排水强度由围堰、基岩渗水和降水控制；降水量按抽水时段最大日降水量在当天抽干计算，截流时段最大日降水量 15mm，基坑汇流面积 $15\times10^4m^2$，经常性排水强度 $94m^3/h$，预计工程基坑排水总量约为 82.3 万 m^3。基坑排水水质较好，排水中主要污染物为悬浮物，一般浓度在 2000mg/L，基坑排水对河流水质影响不大。

3.3.5.2 施工噪声

（1）固定噪声源

本工程固定噪声源主要来自大坝施工区、砂石料加工系统、混凝土拌和系统以及机械加工厂的施工机械设备产生的噪声。施工中使用的主要机械设备有挖掘机、推土机、铲运机、地质钻机、凿岩机、混凝土搅拌机、夯实机、振动碾、高压灌浆泵、振捣器、蛙式打夯机、破碎机等，流动噪声源来自运输设备等。各类施工机械的噪声源强见表 3.3.5-1。

表 3.3.5-1　水利水电工程施工主要机械设备及车辆噪声实测值表

施工区域	噪声源	测试点位置	噪声级 dB（A）
大坝施工区	手风钻	手风钻操作点	104.4
	凿岩机	操作室	114
	推土机	m，1min	84-99
	20T 汽车	1m，10s	100-101
	20T 汽车	驾驶室	93.8
	挖掘机	3m，10s	85-86
	装载机	3-5m，10s	83-96
砂石料加工系统	鄂式破碎机	人工作业点	95
	棒磨机	人工作业点	115
	砂石料场皮带机	机头	106
	粗碎机		94～98
	筛分楼	砂石筛分	114
混凝土拌和系统	拌和楼（3×2.4m^3）	拌和层	98.5
		出料口	92（不出料时 77）
		工作间	79
机械加工厂	钢管厂	正门外 1m，1min	78～95
	木材加工厂	距主声源 10m，10s	88～89
	钢筋加工厂	距主声源 10m，10s	90～91

各施工区周围均较空旷，远离城镇和村庄居民区，施工期噪声仅对施工区施工人员产生暂时的影响，影响时段仅限于施工期。

（2）爆破噪声

爆破噪声具有间歇性，相对于连续作业的固定声源和流动声源，其影响时间段短。根据其他工程露天爆破实测资料，0.5kg 炸药在距爆破点 40m 处的最大噪声级约为 84dB。

（3）流动噪声

本工程的流动噪声主要来源于车辆运输。交通噪声属于流动声源，其源强大小与车流量、车速以及路况等因素有关。施工区主要来往车辆为载重量 10t～20t 级自卸汽车，以大型车为主，公路设计时速为 20 km/h 或 30km/h，交通运输噪声在 85～94dB 之间。

3.3.5.3 施工废气

施工期对环境空气质量产生影响的污染源主要有燃油机械设备、坝基爆破开挖、填筑、炸药爆破作业、砂石加工系统、交通运输系统等，排放的主要污染物为粉尘、废气和扬尘。受影响范围为施工区和交通沿线地区。

（1）废气排放

施工废气主要为各类施工机械燃油产生，主要的污染物为 CO、NO_x 等废气。机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物呈面源分布。本工程施工期耗油总量 3650t。燃油产生污染物主要有 NO_X、CO 及烃化物等，排放量分别为 190.7t、115.9t、18.9t。施工机械废气污染物排放量见表 3.3.5-2。

表 3.3.5-2 施工机械废气污染物排放量

燃料名称	燃油消耗量（t）	污染物	排放系数（kg/t）	排放量（t）
柴油	3650	NOx	52.24	190.676
		CO	31.76	115.924
		CnHm	5.18	18.907

（2）爆破及边坡开挖粉尘、废气

炸药爆破时会产生粉尘和 NO2 等污染物，污染源主要集中在导流洞爆破施工和石料厂开采爆破施工部分。本工程施工期炸药用量为 611t，施工爆破及开挖产生产生粉尘总量 122.2t，NOx 总量 7.5t，CO 总量为 25.5t。

（3）砂石料加工系统粉尘

砂石加工系统排放的污染物主要是粉尘，在粗碎、中碎、细碎、筛分的运输过程中均会产生粉尘污染。大坝区及输水线路区各布置 1 个砂石料加工系统，加工能力分别为 50t/h、15t/h，粉尘排放强度分别为 2.5kg/h 和 0.75kg/h；分别加工砂石料 16.75 万 t、6.01 万 t，排放粉尘量分别约 8.4t、0.3t，共计 8.7t。

（4）施工扬尘

工程施工中扬尘量的大小与风速、运输车辆的车次、道路的清洁程度、松散土粒的数量等有密切关系。工程施工主要在以下几个方面对施工区的大气环境质量产生影响：（1）施工道路运输扬尘；（2）土石方开挖、堆放、回填、清运过程产生的粉尘和扬尘；（3）搅拌机生产混凝土、骨料、砂石料、水泥等粉粒状材料装卸等过程中产生的扬尘；（4）交通运输工具产生的扬尘。由于工程区植被覆盖率较高，风速不大，施工扬尘的影响范围有限。另外，材料运输过程中公路沿线也易造成扬尘。

（4）交通运输

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。德厚水库大坝区 CO、THC、NO2 高峰小时排放源强分别为 0.06 mg/s.m、0.02 mg/s.m、0.01 mg/s.m；

（5）地下工程施工

本工程隧洞岩石开挖总量为 9.42 万 m^3。洞室施工开挖粉尘的排放系数为 0.003kg 粉尘/m^3 开挖量，共约产生粉尘 0.28t。

3.3.5.4 固体废弃物

（1）生活垃圾

工程施工期平均高峰人数 1394 人，施工最高峰人数 1640 人。生活垃圾日产生量按定额 1.0kg/人 d，则施工期平均每天产生垃圾 1.394t/d，施工期间总计产生 1424.6t 生活垃圾，其中大坝区 895.3t，输水线路区 529.2t。这些生活垃圾分散在

各个集中生活区，如不妥善处置，会破坏环境景观，污染空气、土壤和水环境，并对周围居民和施工人员的身体健康产生一定影响。

（2）工程弃渣

本工程以土石方施工为主，工程量较大。

大坝枢纽区土石方明挖总量为 104.43 万 m^3，回填利用量 58.20 万 m^3，大坝区总弃渣量为 46.23 万 m^3（自然方）。输水线路区土石方开挖总量为 42.15 万 m^3，回填利用量 29.99 万 m^3，输水线路区总弃渣量为 12.23 万 m^3（自然方）。工程土石方开挖总量为 146.58 万 m^3，回填利用量为 88.10 万 m^3，弃渣量 58.46 万 m^3。由于工程时序原因，弃土需临时堆放。若处理不当，易产生水土流失。

3.4 工程运行期环境影响分析

3.4.1 对水文情势的影响分析

（1）库区水文情势变化分析

德厚水库在德厚河和咪哩河汇合口以下 615m 处建坝，水库正常蓄水位为 1377.5m。德厚水库蓄水后，将淹没咪哩河、德厚河下游的一些泉群，但不影响这些泉群的汇流。蓄水后，库区水深将较天然状态下显著增加，且自上而下水深逐渐加深。库区水流将由流水河流转变为静水水库水体，将在德厚河和咪哩河两支形成库区水面，其中咪哩河一支五年一遇洪水回水长度达 12.56km，德厚河一支五年一遇洪水回水长度 9.95km。正常蓄水位水面面积达 6.779km^2。库区水面面积增大，水深增加，流速变缓。库区流速整体上将呈自上而下流速逐渐减小的趋势。

德厚水库的库容调节系数为 0.47>0.30，德厚水库属多年调节水库。水库内水位年内将具有一定的变化幅度，使得在咪哩河和德厚河库尾处一定范围的河段内将出现一定长度的消落区，其中咪哩河河谷较德厚河宽，且河道比降相对较缓，咪哩河库尾处的消落带长度和面积都比德厚河库尾要长和大。

（2）坝下水文情势变化分析

德厚水库不承担下游防洪任务，且供水任务较重，多年平均供水量 9581 万 m^3，占坝址多年平均径流量（1.84 亿 m^3）的 52.1%。其供水量中将有 4748 万 m^3 通过管道输送至流域上游的平远片区。因此，水库运行后坝址下泄的水量包括生态流量、弃水等。总体而言，德厚坝址下泄流量将比现状明显减少，但由于水库的调蓄功能，某些月份下泄流量会比天然状态有所增加。

（3）盘龙河干流水文情势变化

德厚水库运行后，由于德厚河干流下泄流量较现状有所减少，盘龙河干流的

流量也相应减小。过马过河口后，随着支流入汇量的增加，盘龙河干流流量将逐渐恢复。由于流量减小，河道比降及糙率维持不变，盘龙河干流河道流速变化很小，河道水深会有所降低。

3.4.2 对水环境的影响分析

（1）电站生活污水影响

根据可研报告中的工程管理章节，德厚水库建成后拟成立文山州德厚水库工程管理局，拟布设在文山州文山市开化镇，新增占地面积 10.0 亩；其中的德～平泵站、马塘泵站由泵站管理处统一管理，布置在管理范围占地面积内（934.56 亩）。枢纽、泵站等办公区面积 770 m^2；修配间及其它辅助生产用房面积为 500m^2；器材仓库建筑面积为 400m^2；车库面积为 160 m^2。生产、生活供水水源为本工程取水，在区域内铺设管网，根据生产、生活需水水质不同设置相应的取水和净水设施，形成统一的供水系统。

德厚水库工程管理局编制人数共 70 人，其中共 40 人位于大坝下游右岸的工作区内。按照人均生活用水量 120L/d/人、废水排放系数 0.8 估算，生活污水主要污染物为 CODCr、BOD5 和 NH3-N，分别按 400mg/l、200mg/l 和 40mg/l 计算；泵站管理处生活污水排放强度为 3.84m^3/d，生活污水排放污染物平均强度 COD_{Cr}、BOD_5 和 NH_3-N 分别为 1.54kg/d、0.77kg/d、0.15kg/d。泵站管理处设置厕所及化粪池，生活污水经处理达标后排放，粪便定期抽运至开化镇。开化镇内布设的管理人员共 30 人。开化镇有生活污水收集系统，统一收集处理。总体而言，电站生活污水经处理达标排放对德厚河干流以及盘龙河干流水环境影响很小。

（2）水库运行对区域地表水环境的影响

1）对库区水环境的影响

水库运行后，河流流动水体转变为流速缓慢的静水水体。由于水库的多年调节特性，水库水温会呈现分层。根据α和β系数判别法对水库水温结构的判别结果（α=年入库总水量/水库总库容之比，β=一次洪量/水库总库容之比），德厚拦河重力坝最大坝高 72m，水库总库容 1.1713 亿 m^3，兴利库容 0.9277 亿 m^3，坝址处多年平均径流量 1.92 亿 m^3，P=0.2%三日洪量为 0.572 亿 m^3，P=0.05%三日洪量为 0.763 亿 m^3。德厚水库的α=1.64<10，βp=0.2%=0.488，βp=0.05%=0.651。水库水温结构属稳定分层型，且 P=0.05%洪水也难以打破其水温分层结构。低温水下泄对下游河流生态会造成不利影响，也可能对农业生产造成不利影响。

同时，由于水库库底现存有含 Fe、Mn 物质，在水温稳定分层的情况下，会由于水温分层导致中下部水体缺氧，沉积于底部的高价态 Fe、Mn 还原为低价态而溶于水中，致使中下层水体 Fe、Mn 等浓度升高，如果从底部取水，则造成

Fe、Mn 超标，从而影响生活供水。因此，德厚水库蓄水后有可能造成深层水质 Fe、Mn 部分时段超标，在水库开启泄洪导流洞泄洪时对下游河道水质造成不利影响。

另外，本工程中移民安置方式也会对水库水质带来潜在不利影响。本工程水库淹没占用大量耕地，移民数量较大。移民安置方式中已尽可能考虑库区外搬迁安置，后靠安置人口数仅占总搬迁人口数的 41.8%。占用耕地 7579.06 亩（永久 7195.36 亩、临时 383.70 亩），其中水田 4553.96 亩（永久 4392.89 亩、临时 161.07 亩）。德厚水库淹没水田面积占淹没总耕地面积的 60%。同时，水库的淹没区环抱工程的供水对象之一花庄灌片，其农业灌溉退水将直接退入水库之内。现状监测表明，德厚河、咪哩河水质中总氮总磷及粪大肠菌群等均超标。因此，必须在移民安置点环境保护措施以及水面、消落区土地利用等诸方面加强对水库水质的保护。

2）对坝下德厚河及盘龙河干流水环境的影响

本工程供水对象为灌区及工业区，但在工程内容中未包含灌区及工业区建设。虽然灌区种植结构以旱作为主，基本不产生退水，但工业区供水及生活供水会产生一定量工业废水及生活污水，从而对盘龙河流域的水环境产生不利影响

3）对区域地下水环境的影响

德厚水库库区内岩溶发育，存在许多下降泉，在坝址处有八大碗泉群等。水库蓄水后，会淹没这些泉群。但泉水的水量、水质均取决于地表汇流区，水库蓄水后，对这些泉群的水量水质均无影响。但水库水位升高后，会对库区正常蓄水位附近的岩溶洼地的汇流产生顶托影响，使得局部地区可能出现浸没和潜育化现象。

本工程中在咪哩河右岸的罗世鲊附近布置有库区防渗工程。防渗工程将截断罗世鲊附近的岩溶管道，防止水库蓄水后向侧谷渗漏，但同时也将阻截罗世鲊附近向热水村方向的地下水径流。但罗世鲊上游侧汇流面积较小，对地下水的影响较小。

但在播烈村附近的岩溶洼地内，存在着由金驰砒霜厂违法生产造成的砷污染土壤。该岩溶洼地的底部地面标高高于咪哩河河底高程，自然情况下存在由岩溶洼地向咪哩河的岩溶通道，在污染事故发生后，在咪哩河侧的抽水泵房处也发现高浓度砷污染，并呈现丰水期浓度高于枯水期浓度的特征。目前，文山州政府已编制污染防治规划来解决这一环境遗留问题。但在水库蓄水前这一环境遗留问题仍未得到根本治理的情况下，将对水库水质造成威胁。在水库水位抬高至正常蓄水位附近时，水库水位将高于岩溶洼地地面高程，水流将由水库向岩溶洼地补给，并促使存留在岩溶洼地土壤内砷向热水村方向加速输移。

由于德厚水库处于岩溶发育地区，水库蓄水后会抬高地表水位，对库区周边土地产生一定的浸没影响。

输水管线及渠道沿线施工期会采取一定的降排水措施，运行期会由于管道的铺设及渠道的衬砌对浅层地下水流产生一定的切割效应，但管沟埋深较浅，且地表岩石的孔隙度较高，输水管线及渠道对沿线地下水环境影响较小。

3.4.3 对区域生态环境影响分析

（1）陆生生态

1）水库建设占地及工程施工对植被的影响

德厚水库工程建设征（占）地总面积 12918.08 亩，其中水库淹没及影响区 11250.06 亩，枢纽工程建设区 1061.49 亩，输水线路建设区 606.53 亩。占地中以耕地为主，达 8882.88 亩，另外还占用林地 2477.63 亩、草地 99.47 亩等。另外还占用零星果木共 48680 株，其中果木 27034 株，树木 21646 株。工程建设征地会造成占地范围内植被和生物量的损失。

2）对区域生态完整性的影响

本工程影响范围主要限于淹没区及输水线路沿线区。淹没区的土地利用格局会发生较大变化，由耕地为主转变为以水体为主，区域内耕地面积下降而水体面积增加，但对盘龙河流域上中游区域的土地利用格局影响不大。通过更稳定地为平远片区及马塘片区提供农业灌溉用水，灌区内农业生态系统将更加稳定，水热关系更为协调。尤其是区域内农业生态系统是建构在岩溶地貌之上的，区域内因土壤双层结构而水肥漏失率均较高，农业灾害以旱灾为主。灌溉用水的适时适量的提供，有助于促进农业生态系统的稳定发展，促进农业生态系统生物量的提高，进而促进农田土壤腐殖质含量的提高，进一步改善土壤结构，促进石漠化地区农业生态系统的良性发展。总体而言，工程建设占地对区域景观恢复稳定性和阻抗稳定性影响不大，水土、水热关系的协调有助于促进区域生态退化趋势的逆转。

（2）对水生生态的影响

工程运行后，德厚河及咪哩河干流水文情势变化较大，将由流水生境转化为水库静水生境。在库区遗留环境问题得到解决的前提下，库区水质将有较大改善，水生生物的生存环境总体将有改善，但其区系组成将有一定改变，原来以喜流水生境的生物为优势将转变为以喜静水生境的生物占优势。

工程运行后，由库区引水后坝下下泄流量将有较大减少。下游河道为深切 V 型河谷，比降较大，阳光不能直射水面。水深变化不大，流速也变化不大。但流量较小。水温变化不会太大。至文山坝子后，河流转缓，但有慕底河水库发电水汇入。水面面积及水深不会变化太大。对下游河段影响不大。过迷洒后，进入下

游峡谷河段，水量加大，且为水电站密集分布河段，对下游河段内水生生物基本无影响。总体而言，对库区及坝下河段鱼类区系组成的影响不大。

3.4.4 对区域社会经济的影响分析

德厚水库工程是构建盘龙河流域水资源优化配置体系的关键工程，将具有十分显著的供水效益，将有力地支撑当地工业园区及特色农业的发展，对于当地脱贫致富，社会经济良性发展具有显著的促进作用。有利于落实主体功能区划的要求，促进区域城镇化发展，更好地匹配水土资源。工程建成后，对盘龙河流域下有防洪也有一定的积极作用，对促进当地社会经济可持续发展、改善和提高当地居民的生活质量等均具有积极的作用。但也存在矿产资源压占及移民占地等不利影响，成为取得供水效益所要付出的代价。但总体而言，工程带来的有利社会影响要显著高于所要付出的社会代价。

3.5 占地和移民分析

德厚水库工程建设征地总面积较大，达 12918.08 亩，占地中以耕地为主，达 8882.88 亩，另外还占用林地 2477.63 亩、草地 99.47 亩、园地 71.30 亩等。工程永久占地达 12159.52 亩，其中林地 1858.58 亩，耕地 8794.99 亩；临时占地 758.57 亩，其中林地 619.05 亩，耕地 87.89 亩。

本工程基准年生产安置人口为 2965 人；规划水平年生产安置人口为 3085 人。其中，基准年水库淹没区为 2894 人，枢纽区为 37 人，输水线路工程区为 34 人。本工程基准年搬迁安置人口为 1013 户 4200 人，至规划水平年的搬迁安置人口为 1056 户 4354 人。

工程占地和移民安置将改变评价范围内的土地利用方式，影响农业生产；同时工程施工扰动地表和植被，增加水土流失，对生物量和陆生动植物生境产生影响；生产安置及搬迁安置可能使移民生产生活水平发生变化。

3.6 评价因子筛选

根据施工、工程运行以及移民安置等影响因子，对工程活动可能造成的环境影响和受影响环境要素进行了识别，详见表 3.6-1。

本工程在施工期间主要是“三废”排放、土石料开挖填筑等活动对环境产生影响，主要对水环境、声环境、大气环境、生态环境以及人群健康、水土流失造成不利影响，但影响随着施工的结束而消失。工程运行期主要是对德厚河、咪哩河及盘龙河干流河段水文情势的影响、水环境、水生生态以及社会环境的影响。

根据工程影响因子、受影响环境要素，影响程度等初步分析，确定环境评价因子如下：

（1）水环境评价因子：水文情势（流量、水深、流速等）、水质；

（2）大气环境评价因子：TSP、SO2、CO、NOX；

（3）声环境评价因子：等效 A 声级；

（4）生态环境评价因子：生态系统完整性、生物种类、资源量、生物量、水土流失、土地资源；

（5）社会环境评价因子：移民、人群健康、社会经济。

表 3.6-1 环境影响因子识别表

环境要素	环境因子		施工期						运行期	占地及移民
			土石方开挖、填筑及弃渣	废水、粉尘和噪声	临时道路	穿堤建筑物施工	施工队伍进驻	临时占地		
水环境	水文情势	径流总量								
		水动力							±1L	
		径流分配							±1L	
		河势演变							+1L	
	地表水环境	SS		-1R		-1R	-1R			
		COD		-1R			-1R		±1R	-1R
		氨氮		-1R			-1R		±1R	-1R
	地下水环境	水量							-1L	
		水质								
生态环境	陆生生态	植被	-2R		-2R	-2R		-1R		-1L
		野生动物	-1R		-1R	-2R		-1R		-1L
		生物多样性	-2R		-1R	-2R		-1R		-1L
		生态完整性	-1R		-1R	-2R		-1R		-1L
		土壤质量						-1R		
	水生生态	水生植物		-1R		-1R			±1R	
		浮游生物		-1R		-1R			±1R	
		鱼类		-1R		-1R			±1R	
社会环境	社会经济	耕地占用			-2R	-2R		-2R		-1L
		农业生产			-2R	-2R		-2R	+3R	-1L
		经济结构					+2R		+3R	±1L
	人群健康						-3R			±1L
	基础设施	水利设施							+3R	
		交通设施							+1L	
声环境	噪声		-1R	-1R	-1R	-1R	-1R			
大气环境	大气污染		-1R	-1R	-1R	-1R	-1R			

注：(1)+、-分别表示有利影响或不利影响；(2)1、2、3 表示影响的程度为大、中、小；(3)R、L 分别表示可逆或不可逆影响；空白表示没有影响

3.7 工程分析小结

根据以上分析，本工程具有以下特点：

（1）环境影响性质属新建工程。

本工程是在岩溶发育区新建一座具有生活供水任务的大（2）型水库及一条输水干管，区域内存在石漠化现象，库区范围内还存在一些环境遗留问题，工程影响相对敏感。

（2）具有较好的规划协调性。

德厚水库工程经历了较长时间的论证过程，其工程建设契合国家水利发展战略、西南开放战略以及老少边穷地区扶贫及石漠化治理的要求，符合国家及云南省主体功能区划的定位及发展方向的要求，是《文山州盘龙河流域水资源利用规划》（修编）推荐的近期建设工程。

德厚水库工程与区域、流域生态环境治理规划相互协调，特别是与根治德厚水库库区环境遗留问题的《德厚河流域污染治理规划》相辅相成，具有较好的规划协调性。

（3）工程选址、规模、布局相对优化。

在德厚水库论证过程中较充分地考虑了区域生态环境的特点及制约因素，体现了工程开发与环境保护之间的平衡。其中，水库的选址较好地利用了德厚河流域的相对丰富的径流量及处于文砚平城镇群中心地带的优越的区位位置，水库供水量及组成在满足了生态环境用水需求的前提下较好地平衡了区域内工业、生活、农业用水需求。

考虑到当地石漠化特点，水库坝型选择了更多使用当地石材及具有更好地形适应性的粘土心墙堆石坝。水库的取水方式较好地体现了节能和分层取水的环保节能要求。输水工程的布局较好地利用了地形，减少了泵站数量及装机，实现了采用管道自流输水，减少了占地及对地表径流的切割影响。水库淹没的文平公路K36+100 至 K38+250 段、四级公路花庄-老回龙段、花庄-小石桥牛腊冲段道路以及桥梁基本在离原址不远处复建，其中的牛腊冲桥、咪哩河大桥跨越德厚水库库区水面，花庄-老回龙段沿库周盘旋，存在着危险品运输车辆翻覆库区水体的环境风险。工程选址、规模、布局等具有环境合理性。

（4）工程组成清晰，施工工艺成熟、简单。

施工活动主要为石方、砼方及灌浆防渗施工，施工工艺成熟、简单。灌区的灌片虽相对分散，但在石漠化地区仍属少有的具有集中灌溉价值的连片集中的耕地资源。

（5）施工期环境影响相对简单，经采取较为成熟施工期环保措施，可有效予以减缓。

工程施工期的环境主要是由石方、砼方工程施工所引起的各项环境影响，主要包括坝基开挖、隧洞开挖、帷幕灌浆、管沟开挖及回填、土石料开采运输等活动对地形、地貌、植被的影响以及施工期间“三废”排放，对水环境、声环境和大气环境造成一定程度的污染。但施工结束后，三废排放的不利影响将消失。

（6）现状存在环境制约因素。

在德厚水库集水区内存在 12 家涉矿企业，其中有 2 家砒霜厂、7 家金属采选冶企业、3 家煤矿企业，其中的 2 家砒霜厂属于重金属污染综合防治重点企业。

这些涉矿企业对德厚水库水质安全构成重大安全隐患，工程存在环境制约因素。

（7）德厚工程是解决盘龙河中上流域资源性缺水和工程性缺水的核心水利工程，有利于理顺区域内的水热、水土关系，为区域摆脱贫困，扭转因贫困和基础设施条件差而导致的石漠化发展趋势，具有良好的供水效益及社会效益，对促进区域经济发展，维持社会稳定具有重要意义，但同时也因工程占地数量多、占用耕地数量大、移民安置人数较多等社会环境代价。

4 项目区环境现状调查评价

4.1 区域自然环境

4.1.1 地形地貌

工程区位于云南高原南缘，呈现为浅至中等切割中山山地高原地貌。德厚河流域近似呈西南向东北倾斜的矩形状，流域平均高程 1717m。地势西高东低，南高北低，最高点为南部的薄竹山，海拔 2991m，最低点为与德厚水库坝址处，海拔约 1320m。最高最低相差 1670m 以上。

流域内主要地貌类型有构造侵蚀地貌、构造溶蚀侵蚀地貌、构造侵蚀剥蚀地貌、侵蚀溶蚀地貌、岩溶地貌。

4.1.2 地质

工程区位于青藏川滇“歹”字型构造体系、川滇经向构造体系及南岭纬向构造体系交接地带，曾经历了多次构造运动塑造，使得构造十分复杂。不同规模、不同方位、不同序次的构造形迹比较发育，其中以扭动构造体系占据首要地位。区内地层发育较齐全，除震旦系、志留系、白垩系缺失外，其余各时代地层均有出露，层位繁多，岩性复杂多样。

水库区地处滇东南部弱地震活动区内，区域构造相对稳定，相应的地震基本烈度为Ⅵ度。

4.1.3 气候气象

德厚河流域位于北回归线附近，属亚热带低纬度高原气候区。夏秋季受西南及东南暖湿气流影响，湿热多雨、降水丰沛。冬春受西风干暖气流控制，干暖少雨。根据文山市气象站资料统计，多年平均气温 17.9℃；最热月 7 月份的平均气温 22.7℃，极端最高温度 34.8℃（1989 年 4 月 21 日）；最冷月 1 月份的平均气温 10.6℃，极端最低气温-3.0℃（1975 年 12 月 30 日）。日温差较大，年温差较小。多年平均日照 2042.1 小时，日照百分率为 46%。多年平均相对湿度为 77%。多年平均降水量 979.8mm，20cm 蒸发器多年平均蒸发量 1800.8mm。多年平均风速 2.7m/s，多年平均最大风速为 14.7m/s（风向为 WNW），最多风向为 SE。

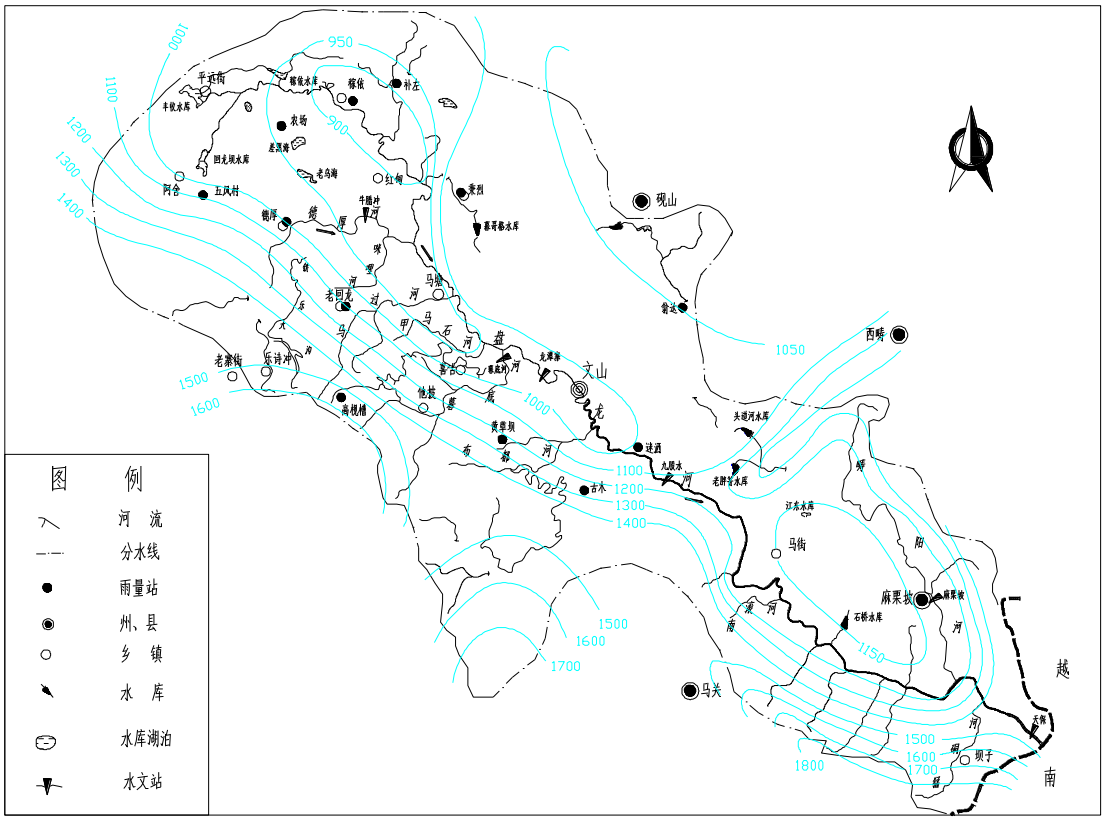


图 4.1.3-1 德厚水库及盘龙河流域降水量等值线图

根据《云南省 1956 年-2000 年多年平均年降水量等值线图》（图 4.1.3-1）可看出，德厚河流域降水量由西南向东北递减，即从上游往下游逐渐减小，右岸较左岸降水量大。河源区域降水量达 1600mm，下游与盘龙河交汇口一带仅 900mm 左右。流域内降水量的年际变化不大，年降水量的变差系数 Cv 值为 0.14，但年内分配极不均匀。流域雨季一般开始于 5 月下旬，结束于 10 月下旬，5～10 月半年降水量约占全年降水量的 82.8%，而最集中的 6～8 月三个月降水量占年降水量的 53.4%；12～2 月三个月降水量仅占年降水量的 4.31%左右，而最枯的 12 月降水量只占年降水量的 1.36%。年最大暴雨多发生在 7、8 月份，暴雨强度大、历时短、笼罩面积小。文山气象站多年平均最大 24 小时降雨量 70.4mm。一般情况，1 小时暴雨占 6 小时暴雨量的 68%，6 小时暴雨约占 24 小时暴雨量的 75.4%。

4.1.4 水文泥沙

（1）水文

德厚水库位于盘龙河支流德厚河上，水库坝址以上河长 55.4km，河道平均比降 6.4‰，集水面积 565km^2。水库坝址距文山市 35km，距昆明市 319km。坝址处地理坐标为东经 104º00′ 20″ 北纬 23º34′ 00″ 。

德厚河为盘龙河右岸一级支流，发源于流域南部文山县乐诗冲乡的黄草坡及

薄竹山西北侧，发源地海拔 2991m。河流在五色冲上游与另一支流交汇后进入冷风洞岩溶地貌区，约 5.6km 后在羊皮寨下游出露地表，在坝头村与发源于德厚镇新寨村一带的小河交汇后称德厚河。德厚河在倮朵村上游与右岸支流咪哩河交汇（约 1km 处为德厚水库坝址）后约 1.9km 汇入盘龙河，河流全长 57.3km，平均比降 6‰，集水面积 569km^2。德厚河流域水系详见图 4.1.4-1。

（2）径流

德厚河流域径流来源于降水。与降水相应，径流的年内变化丰枯悬殊大，6～11 月（比降水滞后约 10 天）半年径流量占年径流量的 78%。其中最丰的 7～9 月径流量约占年径流量的 51.2%；3、4 月份径流量较小，最枯的 4 月份径流量仅占年径流量的 2.43%。德厚河流域多年平均径流量 1.91 亿 m³。径流量的年际变化较大，德厚水库多年平均径流量 1.90 亿 m³，最丰的 1971 年为 3.96 亿 m³，最枯的 2011 年仅 0.734 亿 m³，一般年份在 1.1～2.4 亿 m³之间，年径流变差系数为 0.32。径流量在面上的分布左、右岸差异较大，流域多年平均产水模数为 33.6 万 m³/k ㎡，其中左岸产水模数仅 15 万 m^3/km^2 左右，而右岸超过 40 万 m³/k ㎡，薄竹山北麓一带可达 70 万 m³/k ㎡。

德厚河流域的径流年内变化特点为：月平均流量最大值 6～10 月都出现过，但 7、8、9 月份机率最多；最枯月径流多发生于 3、4 月份，连续最枯 5 个月径流通常在 1～5 月份。德厚水库设计径流量按分段同频率控制缩放到径流年内分配过程，成果见表 4.1.4-1。

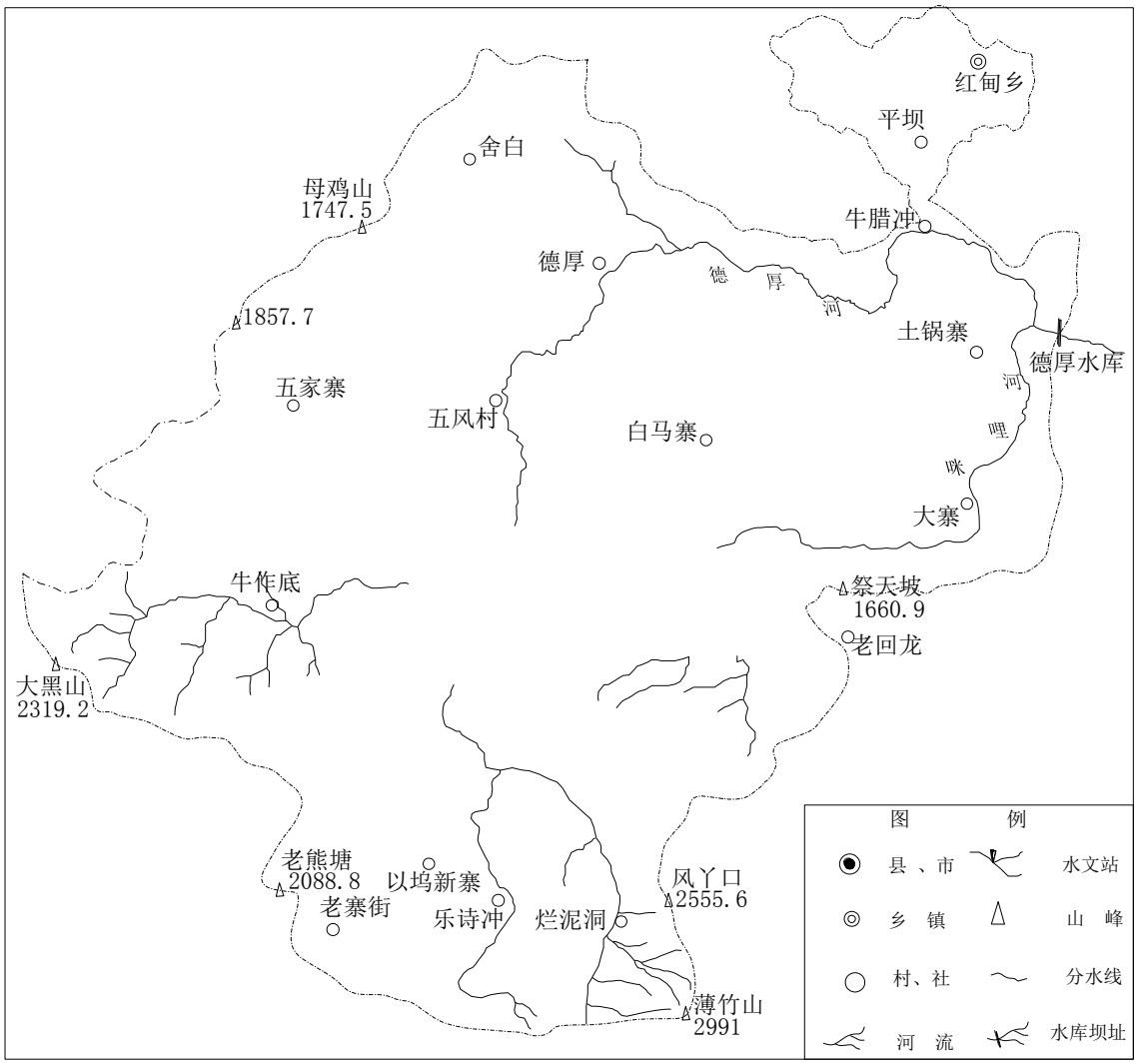


图 4.1.4-1　德厚水库流域水系图

表 4.1.4-1 德厚水库设计年径流年内分配成果表单位：m^3/s

设计频率	月均流量												
	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	年值
10%	9.18	11.84	16.58	20.79	12.92	8.72	5.82	4.50	4.33	3.24	2.53	2.37	8.59
20%	8.06	10.68	14.60	18.29	11.16	7.64	5.11	3.98	3.81	2.92	2.18	2.01	7.55
50%	6.64	7.32	19.27	8.68	7.17	4.98	3.92	3.17	2.69	2.15	2.04	1.43	5.80
80%	1.77	6.65	10.86	7.64	6.68	5.63	4.29	2.43	2.07	1.75	1.01	1.35	4.38
90%	1.51	5.68	9.26	6.52	5.68	4.78	3.66	2.07	1.77	1.50	0.81	1.16	3.71

（3）洪水

洪水由暴雨造成，与暴雨发生时间相应，德厚水库坝址以上洪水多发生在 6～8 月份。由于流域呈东西向的矩形状，且坡度小，河道平缓，加之岩溶地形的调节作用，洪水过程呈现相对峰小量大的特性，一次洪水过程约 3 天。在牛腊冲水文专用站 12 年多的实测资料中，最大洪水发生在 2008 年 8 月 9 日，根据调

查水位分析的最大洪峰为 141m³/s，整编的最大 24 小时洪量为 950 万 m³，72 小时洪量为 2431 万 m³。

德厚水库洪水成果表详见表 4.1.4-2。

表 4.1.4-2 德厚水库水文设计洪水成果表

时段	均值	Cv	Cs/Cv	0.02%	0.05%	0.1%	1%	2%	3.33%	5%	10%	20%
Q_m(m^3/s)	66.4	0.64	3.5	446	399	364	225	193	170	152	121	90.5
$W_{1日}$(万 m^3)	455	0.70	3.5	3434	3057	2773	1673	1422	1240	1096	855	623
$W_{3日}$(万 m^3)	1150	0.72	3.5	9011	8007	7252	4341	3678	3196	2816	2183	1576
W_{24h}(万 m^3)				3610	3210	2911	1756	1493	1302	1151	898	654

（4）泥沙

德厚河无实测泥沙资料，干流盘龙河上的龙潭寨水文站有 1953～2011 年的实测泥沙资料。龙潭寨站的年输沙量最大为 200 万 t（1991 年）、最小仅 6.6 万 t（2011 年），相对于年径流，泥沙的年际变幅较大。龙潭寨站各月输沙量占全年的百分比情况详见表 4.1.4-3。

表 4.1.4-3 龙潭寨站各月输沙量百分比

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
0.18	0.12	0.2	0.5	4.27	16.4	23.1	32	16.9	4.24	1.67	0.35	100

德厚水库坝址输沙量主要根据天津院与云南省水利厅最新联合编制的《云南省土壤侵蚀遥感调查报告》的土壤侵蚀模数图进行估算，根据龙潭寨站实测计算值与土壤侵蚀模数量算值的差异量来修正德厚水库流域的量算结果。计算得德厚水库坝址多年平均悬移质沙量 13.0 万 t，推移值沙量按悬移质的 10%计，为 1.30 万 t，总来沙量 14.3 万 t，多年平均含沙量 0.68kg/m^3。龙潭寨及德厚水库坝址不同侵蚀类型划分成果见表 4.1.4-4。

表 4.1.4-4 龙潭寨及德厚水库坝址不同侵蚀类型划分成果表

断面	侵蚀程度	强度	中度	轻度	微度	合计
龙潭寨	百分数（%）	6.0	27	20	47	100
	面积（km^2）	182	855	624	1467	3128
	M（t/km^2·年）	5000	2500	500	250	
	输沙总量（万 t）	91.0	214	31.0	37.0	373
德厚水库	百分数（%）	4.2	28	39.1	28.7	100
	面积(km^2)	24.0	158	221	162	565
	M（t/km^2·年）	5000	2500	500	250	
	输沙总量（万 t）	12.0	39.5	11.1	4.05	66.6

4.1.5 水文地质单元

（1）区域含水层（组）类型

区内地下水划分碳酸盐岩类裂隙溶洞水、基岩裂隙水和松散岩类孔隙水三大

类；碳酸盐岩类岩溶水、碳酸盐岩夹碎屑岩岩溶裂隙水、碎屑岩类裂隙水、火成岩裂隙水、第四系松散堆积物孔隙水五个亚类。

(2)岩溶水补给、径流、排泄条件

研究区为典型岩溶区，岩溶十分发育，含有丰富的岩溶水，流域 80%以上为碳酸盐岩分布区，枯季汇水大部分来源于岩溶地下水。大气降水在地表汇集成地表沟溪后，在进入岩溶发育区，尤其是碎屑岩与碳酸盐岩接触带附近，以落水洞的方式集中入渗补给地下含水层。山脊到沟谷的斜坡地带常为径流区，地下水沿倾斜的岩溶裂隙、管道运移，径流迅速，当地溪流天然情况下都构成地下水的排泄基准。地下水的径流总体上具有先由南向北，后由西向东，最终向南径流，途中历经地表水—地下水—地表水的循环转换，最终排出地表。区内的岩溶地下水大多以暗河、岩溶泉的形式向外排泄，如：区内的“白鱼洞暗河”、“大红舍龙洞暗河”、“八大碗泉”等。此外，裂隙、孔隙地下水也呈散状流形式沿沟谷排泄，并具有雨季排泄量大，枯季排泄量小甚至断流的特点。

1)咪哩河流域岩溶水文地质单元（Ⅰ）

咪哩河岩溶水系统单元位于咪哩河流域，单元北部和西部以非可溶性二叠系玄武岩（P2β）、煤系地层（P2l）、碎屑岩（T2f）作为系统隔水边界与德厚河岩溶水文地质单元分隔；南部边界以祭天坡—马塘向斜轴部的 T_2f、T_3n 碎屑岩组成的地表分水岭与南部的马过河流域为界；东部边界以作为区域排泄基准面的盘龙河为界。

该单元可分为三大岩溶地下水系统：

①大红舍龙洞地下水系统（$Ⅰ_1$）

来源于南部薄竹山北麓碎屑岩（P_2l、$P_2β$、T_1f）分布区的地表水（外源水）通过水头坡→老寨→落水洞、野龙树→白租革落水洞、三岔冲→童子营→以哈底落水洞三条地表沟溪在穿越 T_1y/T_1f 接触界线后不远处通过位于向斜抬起端（轴部、南翼）的落水洞集中补给 T_1y 岩溶含水层，地下水从东南翼绕过向斜抬起端转向向斜东翼，后顺层面（T_1y/T_2g 接触界面运移），通过双包潭、大凹子至龙洞附近，在 T_1y/T_2g 接触界面与 F_9 断层交汇处受阻由 S39（大红舍龙洞暗河）排出地表(照片 4.1-1)，汇入咪哩河。S39 暗河出口标高 1390m，雨季流量约 1000L/s ，枯季流量约 350L/s。系统属开放性岩溶地下水系统，地下水流量大，水文动态变化较明显。

照片 4.1-1　S016 大红舍龙洞暗河出口

②捏黑—河尾子岩溶地下水系统（Ⅰ$_2$）

横塘子北边小河、捏黑支流，受杨柳河背斜、季李寨山字形构造的影响，发源于水结、催煤场一带约 1580m 高程的二叠系玄武岩剥蚀高原面上，地表水汇集后自西向东径流，进入灰岩含水层后部分沿层面、裂隙入渗地下，成为岩溶地下水系统的主要补给源，地下水顺层面倾向或裂隙自西向东、向下运移，受 F_2 断层或含 T_1y/ T_2g 灰岩层间隔水层阻挡，以泉的形式出露于咪哩河河谷的断层带及两侧。出露泉点较多、单个泉点流量小（一般 3～20L/s）、水文动态稳定，其中部分泉（如 S71、S72）有一定的承压性。该系统为为典型单斜层叠式半封闭储水型岩溶水系统。

发源于咪哩河河流东岸的岩溶地下水受走向与河流平行的隔水碎屑岩下层的阻挡，地下水也主要垂直岩层面的裂隙，或沿溶蚀裂隙、自东向西运移，受咪哩河下切出露，属于开放岩溶地下水系统，循环深度较浅，水文动态变化大，雨季常出浑水，旱季多干枯。位于文—平公路边的砒霜厂供水泉（S016）为一承压泉。水文地质调查表明，该泉可能来源于咪哩河右岸的砒霜厂（位于公路北一峰丛洼地中，洼地原来积水）附近，大致沿 F_8 断层北东盘自 NE 向西南运移，受 F_2 断层阻挡出露地表。

③塘子寨—热水寨岩溶地下水系统（Ⅰ$_3$）

塘子寨—热水寨地区在地貌上围绕他德向斜（侵蚀丘陵）周边形成典型的溶蚀平原、溶丘谷地或边缘谷地（荣华—马塘镇）。以尖山—河尾子—塘子寨一线的地表分水岭为界，在砒霜厂—河尾子—黑莫小寨一带（咪哩河东岸），地表水、

地下水自东向西径流。在唐子寨—十里桥道班—尖山一带，受地形和地质构造控制，地表水、地下水主要围绕他德向斜总体自西向东运移，地下水有多条主要运移途径：①塘子寨—下倮朵：地表水、地下水沿 T_1y/T_2g 接触界面自南向北运移，于 F_1 与 T_1y/T_2g 接触界面交汇处出露地表（S66）；②他德向斜北部，自河尾子东，经十里桥道班转向东，至盘龙河附近受 F_1 断层阻挡而出露地表（热水寨冷泉 S01）；③他德向斜南部，自荣华村东的尖山自西向东顺背斜轴部，经麻栗树、黄龙坝，转北流向热水寨，受 F_1 断层阻挡而出露地表（热水寨冷泉 S02，见照片 4.1-2）。

照片 4.1-2 热水寨冷泉 S02

2)德厚河岩溶水文地质单元（Ⅱ）

德厚河岩溶水文地质单元位于德厚河流域，地质构造上位于季李寨山字形构造区、杨柳河背斜北部倾伏端，分布面积约 290km^2。其北部地下水边界位于烧瓦冲—卡西—马荣— 海尾新寨—茅草冲新寨一带，大致以 T_2f 碎屑岩与南盘江水系为界，但地表水分水岭与地下水分水岭不一致，系统还接受海尾、平坝八家寨等地的地表水的补给；北东边界较为复杂，地下水主要以文麻区域深大断裂（F_1）阻水断裂作为边界，但地表水分水岭位于 F_1 断裂的东部，即系统还接受母鲁白—务路山以西的地表水的补给；南东部边界大致位于上倮朵—布烈—花庄—菠萝腻—址格白—水头树大坡—水头坡—新田—水渠子坡—新寨一线，以非可溶性二叠系玄武岩（$P_2\beta$）、煤系地层（P_2l）作为系统隔水边界与咪哩河岩溶水文地质单元、马过河流域为界，边界稳定；南部主要以 F_{10} 作为边界位：西部边界位于坝心—阿尾—菲古—五家寨—烧瓦冲一带，大致以杨柳河背斜轴部的碎屑岩（D_2p、$\in_2$）组成的中高山地表分水岭与南盘江水系为界。

该单元岩溶含水层组主要为石炭系灰岩（C_1、C_2、C_3），占整个水文地质单元的 70%以上；其次是东岗岭组（D_2d）灰岩，集中分布在杨柳河背斜北东倾伏端阿尾上寨—马脚基—羊皮寨—铁则一带；个旧组（T_2g）灰岩则主要呈条带状分布于明湖—双宝—茅草冲一线；栖霞茅口组（P_1）灰岩上伏于 C_3 之上，主要分布在菠萝腻上寨地区、感古地区、五色冲地区。区内岩溶发育。

大气降水是地下水主要补给来源，外源水通过落水洞集中补给地下含水层。

德厚河发源于南部薄竹山附近。受西南部薄竹山岩体、西部杨柳河背斜隆起造成的西南高北东低地形格局、和可溶岩底板（含灰岩中碎屑岩夹层，控制地下水运移方向、岩溶发育深度）自南向北东掀斜的地质格局的控制，地表水、地下水总体自南向北、再转向东、转东南运移，即德厚河自烂泥洞向北经母鸡冲、羊皮寨向德厚街方向流动，沿途接受岩溶地下水的补给，在德厚街以北急转 90°，向东经木期得流向牛腊冲，与牛腊冲河汇合后转向东南方向，流向坝址所在的德厚河岔河峡谷河段。具体径流方向和途径主要受背斜或岩层走向、断层控制。

①杨柳河背斜岩溶地下水系统（$Ⅱ_1$）

位于薄竹山南缘、杨柳河背斜核部及东翼，是德厚河源头。系统主要接受大气降水补给，主要岩溶含水层组为东岗岭组灰岩，其次为上寒武统碎屑岩与灰岩互层、石炭系灰岩。除碳酸盐岩裸露区地下水直接接受大气降水补给外，地下水主要接受来源于非碳酸盐岩地区的外源水的补给，有多个补给径流途径。

a. 地下河主径流：来源于薄竹山的地表汇水→分水岭→烂泥洞→母鸡冲→五色冲落水洞→顺杨柳河背斜东翼 D_2d/C_1 接触界面→羊皮寨地下河出口出露地表；来源于老寨大黑山向斜核部的外源水→大桥冲→乐诗冲→汇入五色冲。在五色冲落水洞至羊皮寨地下河出口，发育典型的岩溶干谷，为早期的德厚河河床。

b. 来源于杨柳河背斜核部（牛作底—白牛厂）的外源水，汇集成洋羊街子→坝心、大尖坡→阿尾、龙树脚（乌鸦山→白牛厂→牛作底）三条地表沟溪，分别通过坝心、阿尾上寨岩峰窝和菲古小塘子落水洞入渗地下，然后顺背斜东翼岩层走向（D_2d/C_1 接触界面）向北或背斜倾伏端的放射性破裂面（垂直岩层走向）向东运移，在五色冲附近及岩溶干谷底汇入羊皮寨地下水主管道。

c. 田尾巴落水洞→沿背斜倾伏端放射状节理（破裂面，垂直层面）→铁则双龙潭出露地表。

羊皮寨地下暗河(S36)出口和双龙潭地下暗河(S04)出口为该系统的两个主要排泄点，枯季流量分别为 875.15L/s、77.93L/s。

②白鱼洞岩溶水系统（$Ⅱ_2$）

位于杨柳河背斜西翼与德厚向斜分布区，主要岩溶含水层组为石炭系灰岩，其次为东岗岭组灰岩。系统主要接受大气降水补给和来源于非碳酸盐岩地区的外源水的补给。

白鱼洞岩溶地下水系统发源于杨柳河背斜西翼。大气降水在西子冲一带汇集成地表沟溪，至马脚基进入岩溶区，入渗地下，沿杨柳河背斜与德厚向斜之间（大致顺层面）自西向东从马脚基→以奈黑→大龙一线至白鱼洞，受近南北向断层的阻挡而出露地表；白鱼洞另一支流源自长田寨一带，地表沟溪自西北至南东方向，途经以诺多一带，至白鱼洞排出地表，汇入咪哩河。白鱼洞暗河(S029)出口标高1415m，雨季流量约 1652.4 L/s，年平均流量为 1004 L/s。

③八大碗岩溶地下水系统（$Ⅱ_3$）

位于季李寨山字形构造西翼。季李寨山字形西翼呈弧形，自德厚街西北的感古一带地层走向和断层等呈 NW 走向，到花庄、土锅寨一带转向东西向，至水库坝址附近转北东走向，并被文麻区域深大断裂带切割，弧形不完整，整体上呈现为一不完整弧形背斜。背斜核部位于德厚乐熙—木期德—卡左一线，由泥盆系坡折落组碎屑岩及东岗岭组组成，岩溶发育较弱，德厚河自西向东穿越背斜核部。背斜核部被 NW 走向断层切断，南翼较完整。

地下水主要接受大气降水的直接入渗补给，或通过位于乐农—土锅寨一带高原面上的落水洞集中补给，地下水主要沿夹于近东西走向的背斜核部坡折落组（包括核部 NW 向 F_5 阻水断层）及南翼南部的上二叠系（P_2l、$P_2\beta$）隔水岩层之间，即季李寨山字形构造西翼（背斜南翼）的 C、P_1 灰岩强岩溶含水层组层面自西向东径流，在花庄、土锅寨以东的背斜倾伏端因咪哩河深切而出露地表。其中，布烈以西的基性岩体、文麻断层（F_1）及 F_2 断层对地下水运移起阻挡作用，是地下水主要出露于岩体以北的下石炭统灰岩中的主要原因。“八大碗”岩溶泉群共出露各类大小泉点共 15 个，泉水总流量约 700L/s，地下水动态变化较大。

④明湖—双宝岩溶地下水系统（$Ⅱ_4$）

位于德厚河以北、牛腊冲西北的明湖、双宝、茅草冲一线，主要岩溶含水层组个旧组灰岩，呈 NW 走向条带展布，北东、西南两边分别被 NW 向断层及 T_2f、T_1f（$P_2\beta$）碎屑岩隔水岩层所夹持，形成 NW 走向的条带型溶蚀边缘谷地。雨季大气降水在西北 T_2f 碎屑岩山区汇集成地表沟溪，自北向南汇入岩溶谷地，在碳酸盐岩与碎屑岩接触界线附近溶蚀低洼地积水形成大明湖、小明湖和双宝附近的水库，地表水、地下水自西北沿谷地向东南径流（其中，地表水沿途入渗补给地下水，在平坝旧寨南有落水洞集中入渗地下），在牛腊冲河谷受 F_1 断层阻挡和牛腊冲下切而以地下河（S06）形式于牛腊冲河岸边出露地表，水文动态变化大，雨季（一般在下雨后 3～5 小时即出现洪峰，洪峰流量最大可达 300L/s 以上，但一天后流量可衰减到 30～50L/s，地下河水质呈浑浊色。

4.1.6 土壤

流域内土壤有 10 大类：暗棕壤主要分布在文山、马关县海拔 2800m 以上的高寨山区；棕壤主要分布在文山、丘北县海拔 2400～2700m 地带；黄棕壤主要分布在文山、马关、丘北海拔 1800～2400m 的冷凉山区；黄壤主要分布在马关、麻栗坡、西畴、砚山等县海拔 1400 至 1800m 之间的地区；红壤分布最广，约占全州地总面积的 75%，耕地面积的 60%，集中在丘北、砚山、文山、马关等县海拔在 1000～1200m 之间的地区；赤红壤主要分布在麻栗坡、马关等海拔在 400 至 1000m 的河谷地带；砖红壤主要分布在麻栗坡、马关等海拔在 400m 以下的炎热河谷地区；石灰岩土主要分布在西畴、麻栗坡、文山、丘北、马关县；紫色土主要分布在砚山县。

本工程区土壤类型以红壤、黄棕壤和石灰岩土为主。

4.1.7 水资源开发利用现状

（1）已建水利工程基本情况

截止 2010 年，盘龙河流域内共建成蓄、引、提各类水利工程 1764 件。已建蓄水工程 331 件，总库容 19748 万 m^3，兴利库容 17785 万 m^3。其中中型水库 4 座，分别为丰收水库、稼依水库、回龙坝水库和暮底河水库，总库容 12718 万 m^3，兴利库容 11932 万 m^3；小（一）型水库 17 座，总库容 4561 万 m^3，兴利库容 3650 万 m^3；小（二）型水库及塘坝 310 座，总库容 2470 万 m^3，兴利库容 2203 万 m^3；河道引水工程 1323 件，设计引水流量 35.76m^3/s。提水工程 110 件，总装机容量 5662kW；此外，还有多处地下水及山区集雨工程，现状供水量 249 万 m^3。从现状水源工程的分布情况来看，蓄水工程主要分布在盘龙河中上游段，4 座中型水库均位于盘龙河中上游的平远和开化片区；提水工程主要集中在盘龙河河谷马塘、开化一带；引水和其它“五小”工程则主要分布于盘龙河中下游段的山区和半山区一带。

盘龙河干流下游梯级电站按 22 级开发方案进行开发建设，目前所有梯级电站都已建成，各级电站装机容量在 0.25 万 kw 至 30 万 kw 之间，其中规模较大的是第 14 级马鹿塘一期电站（10 万 kw）和第 15 级马鹿塘二期电站（30 万 kw）。各梯级电站总装机容量 682.76MW，多年平均发电量 33.01 亿 kw·h。

（2）现状用水情况

2010 年盘龙河流域国民经济社会总用水量 21166 万 m^3，其中农业用水 11686 万 m^3，工业用水 5728 万 m^3，城镇生活用水 1955 万 m^3，农村生活用水 1797 万 m^3，分别占总用水量的 55.2%、27.1%、9.2%、8.5%。其中德厚水库所在的盘龙河中上游段总用水量 16639 万 m^3，占全流域总用水量的 78.6%。其中农业用水

9083 万 m³，占全流域农业用水的 77.7%，工业用水 4725 万 m³，占全流域工业用水的 82.5%，城镇生活用水 1731 万 m³，占全流域城镇生活用水的 88.5%，农村生活用水 1101 万 m³，占全流域农村生活用水的 61.3%。下游段总用水量 4527 万 m³，仅占全流域的 21.4%，其中农业用水 2603 万 m³，工业用水 1003 万 m³，城镇生活用水 224 万 m³，农村生活用水 696 万 m³。从以上分析可以看出，盘龙河流域现状以农业灌溉用水为主，工业和生活用水次之，其中城镇生活、工业和农业用水主要集中在中上游段，这与流域内城镇人口和工业发展水平及耕地分布情况是相对应的。

（3）现状供水情况

2010 年盘龙河流域内各类水利工程河道外总供水量 21166 万 m³，其中蓄水工程供水 11229 万 m³，引水工程供水 6784 万 m³，提水工程供水 1940 万 m³，地下水及集雨等其他工程供水 249 万 m³。从各类工程的供水量比重看，蓄水工程占整个水利工程供水的 57.6%，引水工程占 32.1%，提水工程占 9.2%，地下水和山区集雨工程供水量只占少数，仅为 1.2%。德厚水库所在的盘龙河中上游段总供水量 16639 万 m³，其中蓄水工程 11545 万 m³，引水工程 3041 万 m³，提水工程 1893 万 m³，地下水及集雨等其他工程供水 160 万 m³，所占总供水量比重依次为 69.4%、18.3%、11.3%、1.0%。下游段总供水量 4527 万 m³，其中蓄水工程 647 万 m³，引水工程 3743 万 m³，提水工程 47 万 m³，地下水及集雨等其他工程供水 89 万 m³，所占总供水量比重依次为 14.3%、82.7%、1.0%、2.0%。从以上分析可以看出，盘龙河流域中上游段水资源开发利用多以径流调节的蓄水工程开发为主，下游段由于山高谷深，耕地分散，主要以引水工程供水为主。

（4）水资源开发利用现状评价

盘龙河流域多年平均水资源总量 28.3 亿 m³，人均水资源量 2885m³/人，低于全省同期 4803 m³ /人的平均水平，为全省同期平均水平的 60%左右。按 2010 年实际供水量计算，盘龙河流域内目前水资源开发利用程度为 7.5%，比全省平均水平略高。盘龙河流域内的海拔、地形地势、水资源条件、社会经济的差异性等导致了水资源分布和开发利用程度上的不同，其中盘龙河中上游段，地形平缓、耕地连片、城镇化水平较高，多年平均水资源总量仅 8.45 亿 m³，蓄水工程较多，水利工程对天然径流的调节控制程度高，水资源开发利用程度 19.7%，特别是地处源头分水地区的平远片区，区域水资源总量 4.48 亿 m³，人均水资源量 1764m³/人，仅为全省平均水平的 36.7%，亩均水资源量 562m³/亩，占全省亩均水资源量的 23.2%，下游为高山峡谷区，人口分散，耕地零星分布，水低田高，使得水资源开发利用难度大，水资源的开发利用程度也就相对低一些。

（5）水资源开发利用存在的主要问题

①流域水资源分布与人口、耕地、工业产业区的布局极不匹配

盘龙河流域水资源总量相对丰富，但由于时空分布不均，与人口、耕地、工业产业布局极不协调。盘龙河中上游段集中了文山市、平远大型灌区、平远、马塘工业园区，是盘龙河流域乃至文山州国民经济发展的核心区域，但由于地处源头分水岭地区，水资源匮乏，加之缺乏可有效调节径流的大型骨干工程，水资源供需矛盾十分突出。下游段水资源丰富，但山高谷深，人口、耕地较为分散，水资源开发利用较为困难。

②水资源开发利用率低，工程性缺水严重

流域内的主要自然灾害是干旱，具有发生频繁、影响范围大、持续时间长等特点，近年来旱灾频次及危害程度呈上升趋势，特别是 2009 年以来的特大旱灾，给流域国民经济和人民生活造成了严重影响。流域 2010 年水资源开发利用程度仅为 7.5%，距离 40%的水资源合理开发利用上限还有很大空间。流域内水库兴利库容 1.78 亿 m^3，仅占多年平均径流量的 6.3%，蓄水工程调节控制水量时空再分配的能力较低。水利建设远跟不上社会经济发展的步伐，工程性缺水是流域当前的主要缺水形式。

③区域缺乏骨干性蓄水工程，供水保证率低、抗御干旱能力弱

区域目前已基本形成以丰收、稼依、回龙坝、暮底河 4 件中型水库为骨干，其它小型水库、引提水为补充的水资源供给系统。从 2010 年各类工程供水比重看，蓄水工程供水占 57.6%，引水工程占 32.1%，提水工程占 9.2%，其它工程仅为 1.2%，水资源开发主要以蓄水工程为主，但供水保证率较低。在 2009～2011 年大旱中，总库容 3575 万 m^3的丰收水库已于 2011 年 8 月 12 日彻底干涸，总库容 1267 万 m^3的回龙坝水库蓄水仅有 64 万 m^3，可供水量仅 30 万 m^3，总库容 2091 万 m^3的稼依水库蓄水仅有 24.6 万 m^3，也从侧面说明规划区现状水利设施供水保证率低、抗御干旱能力弱的问题。

④干旱频繁，损失严重

2011 年是继 2009 年和 2010 年之后的第三个枯水年份，德厚水库规划区 2011 年降水总量仅 724.2mm，较正常年份偏少 22.2%。由于持续的干旱，丰收水库干涸，回龙坝、稼依水库几乎无水可供，农作物受灾 26.88 万亩，成灾 13.02 万亩，绝收 5.64 万亩，因旱粮食损失 1307.2 万 kg，5.75 万人、1.29 万头大牲畜饮水困难，农业直接经济损失 4227.40 万元。

2012 年总体上属略偏枯的年份，规划区年降水总量 870mm，比 2011 年偏多 20.1%，但较正常年份仍然偏少 6.5%。由于长时间的干旱，2012 年降水总量虽比上一年有所增加，但地表径流量未见明显增加，丰收、回龙坝、稼依三座中型水库来水不足，未能正常发挥效益，干旱仍在持续。据调查统计，规划区 2012

年农作物受灾 23.66 万亩，成灾 10.79 万亩，绝收 4.02 万亩，因旱粮食损失 1195.85 万 kg，4.94 万人、1.14 万头大牲畜饮水困难，农业直接经济损失 3867.66 万元。

4.2 水环境现状调查与评价

4.2.1 地表水环境功能区划

德厚水库位于云南省文山州文山市境内、盘龙河支流德厚河与咪哩河交汇口以下。根据《云南省地表水水环境功能区划（2010～2020 年）》，结合《文山壮族苗族自治州地表水功能区划》（2010.12），工程所涉及到的咪哩河、德厚河、盘龙河水体及其水（环境）功能区见表 4.2.1-1。

表 4.2.1-1　德厚水库工程涉及水体及水（环境）功能区划

水体	水（环境）功能区	起始断面	水质保护目标	与工程关系
咪哩河	咪哩河源头水保护区	源头~入德厚河口	Ⅲ	库区
德厚河	德厚河文山保留区	冷风洞~入盘龙河口	Ⅲ	库区
盘龙河	饮用二级、农业用水、工业用水	源头~入文山市区	Ⅲ	减水河段及退水受纳河段
	工业用水	文山市区~南汀岔河	Ⅳ	

4.2.2 污染源及环境遗留问题调查

德厚河流域污染源调查范围为德厚河流域，包括马塘镇、红甸乡、德厚镇、薄竹镇四个乡镇 23 个行政村。据调查，德厚河流域污染源分为点状污染源和面状污染源。

4.2.2.1 点状污染源调查及评价

依据文山州环境保护局文件“文山州环境保护局关于文山市辖区老君山国家自然保护区和德厚水库水源保护区涉矿企业环境专项监察工作的情况报告”（文环字[2013]249 号），并结合云南地质工程勘察设计研究院所做《云南省文山州德厚水库地下水专题报告》、中南勘测设计研究院所做《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》报告中相关内容，德厚水库环评项目组经多次实地勘察，并走访专业管理部门，并经文山州环保局 2015 年 6 月 2 日至 4 日的复核调查，确认在德厚河流域地表径流区或与其存在地下水水力联系的迳流区内分布有涉矿企业 12 家（详见附图 20），其中，咪哩河一支共有 8 家，德厚河一支共有 4 家，所有涉矿企业均位于水库淹没区之外，与德厚河、咪哩河存在地表或地下水力联系。各家企业的生产状态为：历史遗留采矿厂 1 个，即水结煤矿（咪哩河支流）；已关闭待整治的企业有 3 家，分别是金驰砒霜厂、盛禾砒霜厂、兆

龙工贸公司选厂，均在咪哩河支流汇水区内；已停产的企业有 7 家，其中的 4 家分布在咪哩河支流汇水区内，分别是星金铁矿磁选厂、大凹子煤矿、土基冲铁矿厂、薄竹多金属选矿厂，3 家分布在德厚河支流汇水区内，分别为乐西煤矿、金和有色金属冶炼厂、蒙自矿冶公司选矿厂（红河州境内）；正在生产有 1 家，即中泰锰业老坞锰矿，分布在德厚河支流汇水区内。

按生产状态分，1）已关闭待整治的企业共有 4 家，分别是金驰砒霜厂、盛禾砒霜厂、兆龙工贸公司选厂以及水结煤矿，均在咪哩河支流汇水区内，其中的盛禾矿业有限公司和文山金驰砒霜厂 2 家企业均因发生污染事故而被关闭，遗留的砷渣和被污染土壤均属危险废物，对德厚河流域水质安全构成严重环境风险隐患；水结煤矿已关闭多年，但遗留的矿渣淋滤液仍在污染环境；2）已停产待关闭整治的企业有 6 家，其中的 4 家分布在咪哩河支流汇水区内，分别是星金铁矿磁选厂、大凹子煤矿、土基冲铁矿厂、薄竹多金属选矿厂，2 家分布在德厚河支流汇水区内，分别为乐西煤矿、金和有色金属冶炼厂；3）已停产待整治企业有 1 家，即蒙自矿冶公司选矿厂（红河州境内）；4）仍在生产有 1 家，即中泰锰业老坞锰矿，分布在德厚河支流汇水区内。综合以上基本情况，将 12 家企业的基本情况列表，见表 4.2.2-1。

根据调查，以上涉矿企业绝大部分因各种原因已经停产或关闭，因企业环评及安全生产手续不全而被停产的企业有 5 家，分别是咪哩河子流域内的文山市星金铁矿磁选厂、兆龙工贸有限责任公司、土基冲铁矿 3 家企业以及德厚河子流域内的蒙自矿冶有限责任公司选矿厂、蒙自白牛厂冶炼厂 2 家企业，这两家企业位于红河州蒙自县境内，不处于文山市管辖范围；因生产成本高而停产的只有 1 家，为德厚河子流域内的金和有色金属冶炼厂，该厂生产废水正常情况下不外排，但现场调查发现该厂存在废渣冷却池破损问题，存在冷却池废水渗入地下水的可能。目前仍在生产的有 3 家工矿企业，分别是大凹子煤矿，中泰锰业老钨锰矿、乐西煤矿，这 3 家企业中中泰锰业老钨锰矿及乐西煤矿基本无生产废水排放，但存在雨季厂区内地表径流冲刷厂区内矿石而产生水土流失，并将矿石碎屑冲入干流的问题，而大凹子煤矿中的水结矿点已关闭多年，也存在汛期水土流失将渗滤液及矿渣冲入河道内的问题，而且，目前仍在生产的磺厂矿点存在向咪哩河上游支流直接排放含高浓度铁锰硫酸盐酸性矿坑废水污染地表水的问题。各工矿企业存在的环境遗留问题详见表 4.2.2-2。

表 4.2.2-1　涉矿企业的基本情况一览表

企业名称	行政区	流域	企业类型（采、选、冶）	生产规模	生产状态	原料及来源	生产工艺	涉重情况(原料、渣、废水)	涉危情况(原料、渣、废水)	正常生产情况下废渣处置措施	正常生产情况下废水处理措施及排放情况	正常生产情况下废气处理措施及排放情况
云南文山金驰砒霜有限公司（简称金驰砒霜厂）	文山州文山市	咪哩河	冶炼	As_2O_3 5000 吨/年，As2000 吨/年。	已关闭，待整治	原矿及矿渣，外买	As_2O_3 的生产工艺是先将砷原料、焦炭破碎至一定粒度，计量加入反射炉中，进行封闭式焙烧。金属砷的生产工艺将三氧化二砷和焦炭加入电炉中密封，进行还原熔炼，得到金属砷	原料、产品、炉窑、烟道、烟囱、受污染建筑、受污染土壤。主要重金属为砷	原料、产品、炉窑、烟道、烟囱、受污染建筑、受污染土壤。主要污染因子为砷	无防渗堆于洼地	冷却水循环使用	沉降冷却，袋式收尘，净化塔净化后排烟囱
文山盛禾矿业有限公司（简称盛禾砒霜厂）	文山州文山市	咪哩河	冶炼	As_2O_3 5000 吨/年，As2000 吨/年。	已关闭，待整治	原矿及矿渣，外买	As_2O_3 的生产工艺是先将砷原料、焦炭破碎至一定粒度，计量加入反射炉中，进行封闭式焙烧。金属砷的生产工艺将三氧化二砷和焦炭加入电炉中密封，进行还原熔炼，得到金属砷	废渣、原料、产品、炉窑、烟道、烟囱、受污染建筑、受污染土壤。主要重金属为砷	废渣、原料、产品、炉窑、烟道、烟囱、受污染建筑、受污染土壤。主要污染因子为砷	堆于无防渗山坡和无防渗洼地	冷却水循环使用	沉降冷却，袋式收尘，产喘球净化塔净化后排烟囱
文山市星金铁矿磁选厂	文山州文山市	咪哩河	选矿	处理矿石 100 吨/天	已停产，待关闭整	铁原矿，外买	磁选工艺，另一条试验性的铅锌矿浮选线 2013 年建成，现在磁选浮选线已全部拆除	浮选线含砷渣	浮选线含砷渣	磁选尾矿堆于无防渗洼地，浮选线渣	磁选选矿废水排入尾矿库再回用；浮	/

企业名称	行政区	流域	企业类型（采、选、冶）	生产规模	生产状态	原料及来源	生产工艺	涉重情况(原料、渣、废水)	涉危情况(原料、渣、废水)	正常生产情况下废渣处置措施	正常生产情况下废水处理措施及排放情况	正常生产情况下废气处理措施及排放情况
					治					堆于浮选车间旁无防渗	选废水存于浮选渣旁的水池	
兆龙工贸有限责任公司	文山州文山市	咪哩河	选矿	处理矿石 100 吨/天	已关闭待整治	铁原矿，外买	采用磁选和重选工艺，2010 年改为浮选工艺选多金属矿	浮选渣含砷渣，尾矿铜铅锌砷镉	/	堆于无防渗公路旁和无防渗洼地	选矿废水排入尾矿库再回用	/
薄竹多金属选矿厂	文山州文山市	咪哩河	选矿	处理矿石 120 吨/天	暂时停产，待关闭整治	1）麻栗坡县南温河一带铅锌矿; 2）马关县南捞一带的铜锌矿; 3）褐铁矿； 4）回收文山州各县的选厂尾矿再处理	多金属选矿工艺是重选、浮选、磁选三种工艺结合处理	废水砷、铜	/	堆于防渗洼地	选矿废水排入尾矿库再回用	/
大凹子煤矿	文山州文山市	咪哩河	采矿	煤矿 4 万吨/年	已停产，待关闭整治	/	地下开采	/	/	堆于山坡	井下涌水、废渣淋溶水直接排放	/
土基冲铁矿	文山州文山市	咪哩	采矿	铁矿石 3 万吨/年	已停产，	/	露天开采，简单洗矿工艺	/	/	堆于山坡	矿坑水、废渣淋溶	/

企业名称	行政区	流域	企业类型（采、选、冶）	生产规模	生产状态	原料及来源	生产工艺	涉重情况(原料、渣、废水)	涉危情况(原料、渣、废水)	正常生产情况下废渣处置措施	正常生产情况下废水处理措施及排放情况	正常生产情况下废气处理措施及排放情况
		河			待关闭整治						水直接排放	
水结煤矿	文山州文山市	咪哩河	采矿	煤矿石 3 万吨/年	已关闭，待整治	/	地下开采	/	/	堆于山坡	井下涌水、废渣淋溶水直接排放	/
蒙自矿冶有限责任公司选矿厂	红河州蒙自市	德厚河	采矿选矿	处理矿石 5000t/d	已停产待整治	自己矿自己选	地下开采，选别采用浮一重联合流程，浮选为闪速一优先浮铅、浮锌、浮硫工艺，重选为分级箱—螺旋溜槽—摇床工艺；	废水锌，尾矿铜铅锌砷镉	/	二三选厂尾矿堆于防渗阿尾尾矿库，一选厂尾矿堆于未防渗尾矿库，废石堆于山坡	井下涌水现排水小水库，部分排放，部分回用，废渣石地表水径流沉淀后排放	/
金和冶炼厂	文山州文山市	德厚河	铁合金冶炼	硅锰合金 23 万 t/a	暂时停产，待关闭整治	外购原料	混合原料经矿热炉熔炼，得到锰硅铁合金	/	/	外卖水泥厂	冲渣水循环使用	矿热炉烟气 350000 m^3，经布袋除尘器治理之后，SO_2＜50mg/m^3、烟尘＜50mg/m^3，均小于规定指

企业名称	行政区	流域	企业类型（采、选、冶）	生产规模	生产状态	原料及来源	生产工艺	涉重情况(原料、渣、废水)	涉危情况(原料、渣、废水)	正常生产情况下废渣处置措施	正常生产情况下废水处理措施及排放情况	正常生产情况下废气处理措施及排放情况
												标 $SO_2$850mg/m^3、烟尘100mg/m^3。
中泰锰业老乌锰矿	文山州文山市	德厚河	采矿	矿石 3 万吨/年	生产	/	地下采矿	/	/	规范堆于井口场地	/	/
乐西煤矿	文山州文山市	德厚河	采矿	煤矿石 3 万吨/年	已停产，待关闭整治	/	露天采矿	/	/	堆于山坡	少量矿坑水自然蒸发	/

表 4.2.2-2 企业污染源环境问题一览表

企业名称	地层（隔水层、含水层）	水文地质单元	基本工作（渣样数、钻孔数、水样数）	危险废物量及主要污染因子	Ⅱ类一般工业固废量及主要污染因子	Ⅰ类一般工业固废	废水量（m^3）	废水排放标准	废水超标倍数	地下水质超标倍数（三类标准）	受污染地下水量	企业下游地表水超标情况	环境问题特征（综合评判）
云南文山金驰砒霜有限公司（简称金驰砒霜厂）		咪哩河流域塘子寨—热水寨岩溶地下水系统 I_3	酸浸样 19 个，水浸样 19 个，废水样 6 个，地下水钻孔 8 个，取钻孔水样 24 个，全成分分析 1 个	11900t，主要为砷	/	/	600	污水综合排放标准的一级标准	砷 34.8-849	砷 0.7-45.02	186178m^3	不超标	废渣不规范堆存和废水泄漏造成土壤和地下水超标，原料产品含砷
文山盛禾矿业有限公司（简称盛禾砒霜厂）		咪哩河流域大红舍龙洞地下水系统 I_1	酸浸样 23 个，水浸样 23 个，废水样 6 个，地下水钻孔 6 个，取钻孔水样 6 个，全成分分析 1 个	31581t，主要为砷	86400m^3，主要为锰	/	150	污水综合排放标准的一级标准	砷 4.68-639	锰 0.7-45.02	13．21 万 m^3	地下水下游不超标	废渣不规范堆存和废水泄漏造成土壤和地下水超标，原料产品含砷
文山市星金铁矿磁选厂			酸浸样 17 个，水浸样 12 个，废水样 3 个，地下水钻孔 5 个，取钻孔水样 5 个，全成分分析 1 个	1470t，主要为砷	2750 m^3 主要为氟化物	/	10	铁矿采选工业污染物排放标准	/	/	3.95 万 m^3	地下水下游不超标	浮选渣不规范堆存，矿中氟高
兆龙工			酸浸样 16 个，水	/	168000m^3	/	161	铁矿采	/	锰	20.55 万	地下水	尾矿和废

企业名称	地层（隔水层、含水层）	水文地质单元	基本工作（渣样数、钻孔数、水样数）	危险废物量及主要污染因子	II类一般工业固废量及主要污染因子	I类一般工业固废	废水量（m^3）	废水排放标准	废水超标倍数	地下水质超标倍数（三类标准）	受污染地下水量	企业下游地表水超标情况	环境问题特征（综合评判）
贸有限责任公司			浸样 11 个，废水样 2 个，地下水钻孔 6 个，取钻孔水样 6 个，全成分分析 1 个		主要为铜铅锌镉砷锰			选工业污染物排放标准		0.6-22.4	m^3	下游不超标	渣不规范堆存，废水直接排尾矿库，原料含铜铅锌镉砷锰
薄竹多金属选矿厂			酸浸样 7 个，水浸样 2 个，废水样 4 个，地下水钻孔 1 个，取钻孔水样 1 个，全成分分析 1 个	/	69371m^3 主要为铜铅锌镉砷锰	/	5000	污水综合排放标准的一级标准	铜 0.52-0.88 砷 2.44-2.66	/	/	地下水下游不超标	较规范
大凹子煤矿		咪哩河流域捏黑—河尾子岩溶地下水系统 I2	酸浸样 1 个，水浸样 1 个，废水样 3 个，全成分分析 1 个	小溪底泥 700t，主要为砷	6.3 万 m^3 主要为 pH，锰	/	1.6m^3/d	煤炭工业污染物排放标准	/	/	/	超标	废渣不规范堆存，废水直接排放，矿石废渣含硫高
土基冲铁矿			酸浸样 6 个，水浸样 1 个，废水样 4 个，全成分分析 1 个	小溪底泥 700t，主要为砷	114.04 万 m^3 主要为 pH，锰	/	30	铁矿采选工业污染物排放标准	锰 2.75-5	/	/	超标	废渣不规范堆存，废水直接排放，矿石废渣含硫高
水结煤矿			酸浸样 5 个，水浸样 1 个，废水样 6 个，全成分分析 1 个	/	26.4 万 m^3 主要为 pH，锰	/	100m^3/d	煤炭工业污染物排放标准	锰 2.15-7	/	/	超标	废渣不规范堆存，废水直接排放，矿石废

企业名称	地层（隔水层、含水层）	水文地质单元	基本工作（渣样数、钻孔数、水样数）	危险废物量及主要污染因子	Ⅱ类一般工业固废量及主要污染因子	Ⅰ类一般工业固废	废水量（m^3）	废水排放标准	废水超标倍数	地下水质超标倍数（三类标准）	受污染地下水量	企业下游地表水超标情况	环境问题特征（综合评判）
													渣含硫高
蒙自矿冶有限责任公司选矿厂		德厚河流域杨柳河背斜岩溶地下水系统$Ⅱ_1$	酸浸样 10 个，水浸样 10 个，废水样 8 个，全成分分析 1 个	/	263 万 m^3 主要为铜铅锌镉砷锰	/	23500 m^3/d	铅锌工业污染物排放标准	锌 2.18-2.44	/	/	不超标	一选厂尾矿库不规范未防渗，矿坑水未处理排放，原料产品含锌
金和冶炼厂		德厚河流域八大碗岩溶地下水系统$Ⅱ_3$	废水样 3 个，全成分分析 1 个	/	/	/	50	污水综合排放标准的一级标准	/	/	/	/	较规范
中泰锰业老乌锰矿		明湖—双宝岩溶地下水系统$Ⅱ_4$	/	/	/	/	2000m^3	污水综合排放标准的一级标准	/	/	/	/	较规范
乐西煤矿			酸浸样 5 个，水浸样 1 个，废水样 1 个，全成分分析 1 个	/	/	55.6 万 m^3	5	煤炭工业污染物排放标准	/	/	/	/	废渣堆存不规范，水土流失严重

4.2.2.2 面状污染源调查及评价

经现场走访和踏勘，在德厚水库汇水区内污染主要来源于农村的面源污染。根据收集的德厚水库汇水区污染源调查资料，德厚水库坝址以上流域涉及红甸乡，德厚镇，马塘镇，薄州镇（原乐诗冲乡）4 个乡镇 24 个行政村，现有人口 5.49 万人，人口密度 112 人/km^2，耕地 28.82 万亩，大小牲畜 10.44 万头（大牲畜 2.088 万头、小牲畜 8.325 万头），详见表 4.2.2-3。面源污染现状照片见照片 4.2.2-1。

表 4.2.2-3　德厚水库汇水区污染源调查（面源）

村庄名称	耕地面积（万亩）	人口（万人）	牲畜（万头）
马塘镇、德厚镇、红甸乡、薄竹镇	28.82	5.49	10.44

照片 4.2.2-1　农村面源污染现状图

（1）生活污染源

1）生活污水

根据《室外排水工程规范》中排水定额取值规定，云南省属于第五分区，居住区生活污水排水定额为 55～90L/d，另根据现场勘察，该区域农村居户平均用水量约为 40 L/人·d，最高可达 60 L/人·d。农村生活污水主要污染负荷 COD、TN、TP、NH3-N 排放量分别按 23.00g/人•d、2.56g/人•d 、0.51 g/人•d 和 1.9 g/人•d 计，污水排放量为产生量的 50%。入河系数参照清华大学对淮河流域非点源污染的研究：农村生活污染源入河量不到产生量的 10%，本预测取较大值 0.1。

生活污水负荷入河量统计见表 4.2.2-4。

表 4.2.2-4　德厚河流域生活污水污染物核算单位 t/a

控制单元	人口（人）	生活污水产生量	生活污水排放量	污染物入河量			
				COD	氨氮	TN	TP
德厚河流域	57863	844799.8	422399.9	485.8	40.1	54.1	10.8

2）生活垃圾

根据调查分析，目前该流域生活垃圾排污系数取 0.5kg/人•d，从生活垃圾的主要成分以无机物和难降解非溶解性有机物为主的特点进行分析，不能得到清运处置的生活垃圾经过雨水淋溶或直接丢弃到河道中对水源地污染产生直接影响。垃圾排放量按产生量的 20%计算，参考国内的相关研究文献，垃圾中有机质成分、氮、磷的比例分别取 10%、0.5%和 0.2%，溶出率取 20%。生活垃圾污染负荷入河量估算见表 4.2.2-5。

表 4.2.2-5　流域生活垃圾污染物排放量单位 t/a

控制单元	人口（人）	垃圾产生量	垃圾排放量	COD	TN	TP
德厚河流域	57863	844799.8	422399.9	42.24	2.11	0.84

（2）畜禽养殖污染源

据调查，畜禽养殖污染源主要为猪、牛、羊及家禽养殖粪便，畜禽养殖极为分散。其中，约 90%的猪粪便、30%的羊和小家禽粪便、50%的牛粪便收集做农肥利用，剩余部分散排于环境中。

分散式畜禽养殖污染物产污系数可参照经验系数估算，猪的污水排放量为 30.5kg/头·d，COD 为 50g/头·d，氨氮 10g/头·d、总氮 16.2g/头·d、总磷 3.65g/头·d，鸡鸭的排污量可按 30 只鸡或鸭折算成 1 头猪的比例进行估算。入河系数取 0.1，畜禽养殖产生的污染物及入河量如表 4.2.2-6 所示。

表 4.2.2-6　德厚河流域畜禽养殖污染物入河量估算表

控制单元	鸡鸭（只）	猪牛羊（头）	禽畜废水产生量	污染物入河量			
				COD	氨氮	TN	TP
德厚河流域	107810	64686	760127	124.6	24.9	40.9	9.1

（3）农业污染源

文山植物种类众多，除产玉米、稻谷和豆类等粮食作物外，还盛产三七、八角、草果、油桐、辣椒、烟叶、茶叶、花生等农特产品和经济作物。区内极大部分山区农业灌溉用水极少，农业用水基本上靠大气降水解决，咪哩河、德厚河沿岸农田基本上靠河流和大气降水解决。

1）农田废水

流域内现有耕地面积约 52950 亩。参考国内其他地区的污染物排放计算参数，该流域的 N 和 P 污染物流失量系数分别取 6kgN/(亩•年)和 0.5kgP/(亩•年)，COD 则参考标准源强系数取 25 kg/(亩•年)，NH3-N 流失系数取 1.8 kg/(亩•年)。入河系数取 0.1。农业种植产生的污染物及入河量如表 4.2.2-7 所示。

表 4.2.2-7　农业种植产生的污染物及入河量估算表

控制单元	耕地面积	污染物产生量				污染物入河量			
		COD	氨氮	TN	TP	COD	氨氮	TN	TP
德厚河流域	52950	1323.7	95.3	317.7	26.5	132.37	9.53	31.77	2.65

2）农业固废

农业固废主要指农田废弃物、农产品加工业废弃物等。流域耕地面积约 52950 亩，农业固体废弃物产生量按 300kg/亩·年计算，流失量按产生量的 15%计算，参考农村生活垃圾中含 TN1.5％，含 TP0.08％的计算参数，取废弃物中含 COD10%，则农田废弃物排放量及所产生的污染负荷见表 4.2.2-8。

表 4.2.2-8　农田固体废弃物污染核算单位 t/a

控制单元	耕地面积	农业固废产生量	农业固废排放量	COD	TN	TP
德厚河流域	52950	15885	2383	238.3	35.7	1.9

综合以上预测结果，德厚河流域内每年 COD 德厚水库汇水区污染物入河量详见表 4.2.2-9。

表 4.2.2-9　德厚河流域污染物排放总量估算单位：t/a

污染源	排放量			
	COD	氨氮	总氮	总磷
农村生活	528.04	40.1	56.21	11.64
畜禽养殖	124.6	24.9	40.9	9.1
农业种植	370.67	9.53	67.47	4.55
面源污染小计	1023.31	74.53	164.58	25.29
工业污染源	\	32.6	\	\
合计	1023.31	107.13	164.58	25.29

从表 4.2.2-9 可见，德厚水库汇水区内，每年共排放入河的面源污染总量为 1023.31t COD，74.53t 氨氮、164.58t 总氮、25.29t 总磷。其中农村生活及农业种植排污量较大，每年农村生活排放的 COD、氨氮的排污量分别为总排污量的 51.6%和 53.8%，农田灌溉每年排放的 COD、氨氮的入河量分别为总排污量的 36.2%和 12.8%，牲畜养殖污水每年排放的 COD、氨氮的排污量分别为总排污量的 12.2%和 33.4%。

由于涉矿企业等点源中 COD、TN、TP 含量较低，但具有一定的氨氮排放量，总计德厚水库内污染物排放量为：COD1023.31t/a、氨氮 107.13t/a、总氮 164.58t/a、总磷 25.29t/a。在有机污染物及营养物质排放量中，均以面源污染负荷为主，其中 COD、总氮、总磷排放量几乎占总负荷量的 100%，氨氮占 69.6%。

4.2.2.3 污染源评价结果

（1）德厚水库集水区内现状有 12 家工矿企业，其中咪哩河径流区内有 7

家，包括 3 座铁矿选矿厂、1 座多金属选矿厂、2 座砒霜厂和 1 座煤矿；德厚河径流区内有 5 家，包括 3 座有色金属冶炼厂、1 座锰矿及 1 座煤矿。以上涉矿企业中除金驰砒霜厂距离坝址较近外，其余涉矿企业均位于库区回水末段上游，其中，咪哩河径流区内另外 6 家工矿企业与回水末端直线距离在 2.13~6.47km 之间；德厚河径流区内的 5 家涉矿企业与德厚河库区回水末端的直线距离在 6.95~22.82km。以上 12 家涉矿企业中，有蒙自矿冶公司及蒙自白牛厂冶炼厂 2 家企业位于红河州的蒙自县境内，其余 10 家工矿企业均位于文山州文山市境内。以上工矿企业中，德厚河径流区内的老钨锰矿、乐西煤矿和金和有色金属冶炼厂正常情况下无生产废水排放，但雨季厂区径流直接排入的德厚河地表径流；生产废水直接排入地表径流的涉矿企业有土基冲铁矿选厂及大凹子煤矿，其余涉矿企业的生产废水或矿渣渗滤液均不直接排入德厚河流域地表径流，而是通过岩溶洼地内的岩溶裂隙等渗入地下水后再排入咪哩河及德厚河干流内。

（2）以上涉矿企业中，现状仅有大凹子煤矿仍在生产，其余涉矿企业或关闭或停产。这些涉矿企业分为以下类型：1）因发生污染事故而被关停的有盛禾矿业有限公司和文山金驰砒霜厂 2 家企业，均为生产砒霜的厂家，遗留的砷渣和被污染土壤均属危险废物，对德厚河流域水质安全构成严重环境风险隐患；2）因企业环评及安全生产手续不全而被停产的企业有 5 家，分别是咪哩河子流域内的文山市星金铁矿磁选厂、兆龙工贸有限责任公司、土基冲铁矿 3 家企业以及德厚河子流域内的蒙自矿冶有限责任公司选矿厂、蒙自白牛厂冶炼厂 2 家企业。3）因生产成本高而停产的只有 1 家，为德厚河子流域内的金和有色金属冶炼厂，该厂生产废水正常情况下不外排，但现场调查发现该厂存在废渣冷却池破损问题，存在冷却池废水渗入地下水的可能。3）目前仍在生产的有 3 家工矿企业，分别是大凹子煤矿，中泰锰业老钨锰矿、乐西煤矿，这 3 家企业中中泰锰业老钨锰矿及乐西煤矿基本无生产废水排放，但存在雨季厂区内地表径流冲刷厂区内矿石而产生水土流失，并将矿石碎屑冲入干流的问题，而大凹子煤矿中的水结矿点已关闭多年，也存在汛期水土流失将渗滤液及矿渣冲入河道内的问题，而且，目前仍在生产的磺厂矿点存在向咪哩河上游支流直接排放含高浓度铁锰硫酸盐酸性矿坑废水污染地表水的问题。

（3）德厚水库汇水区内还存在着面源污染，包括生活污染源、畜禽养殖污染源以及农业污染源三大类，污染负荷量为 COD1023.3t/a，氨氮 74.5t/a，总氮 164.58t、总磷 25.29t，均以农村生活污水源为主。

（4）考虑工业点源污染物排放量后，德厚水库集水区内有机污染物及营养类物质排放总量约为：COD1023.31t/a、氨氮 107.13t/a、总氮 164.58t/a、总磷 25.29t/a。均以面源污染负荷为主，其中 COD、总氮、总磷排放量几乎占总负荷量的 100%，

氨氮占 69.6%。

（5）德厚河流域内污染源主要有工矿企业的矿渣溶滤所产生的重金属污染源及以生活污水为主的面源有机污染源，二者基本不重合。其中，对德厚河流域地表水产生直接影响的是面源污染负荷排放的有机污染物及营养物质以及部分涉矿企业生产废水，对德厚河流域水环境产生持续环境风险隐患的是大部分涉矿企业中遗留的矿渣，其持续溶滤出的重金属污染物主要通过先渗入地下水环境再进入地表水环境而对德厚河水质安全造成隐患。

4.2.3 地表水环境现状

4.2.3.1 地表水水质现状监测断面设置

为了更全面的了解德厚水库评价区的地表水水质情况，由文山州环境保护监测站于 2013 年 9 月（丰水期）、12 月（枯水期）对评价区的 15 个断面进行了水质监测。由云南环绿环境监测技术有限公司于 2014 年 6 月对盘龙河拟建水库坝址以下侬人河、马过河口上 500m（支流）2 个断面进行了水质监测。由文山州环境保护监测站于 2014 年 9 月～2015 年 2 月对拟建水库淹没区 4 个断面进行了每月一次的水质例行监测。2015 年 6 月，针对新提出的蒙自矿冶有限公司矿坑排水及矿区地表径流改排方案，又在矿区上下游补测了 3 个断面的地表水水质。

为掌握涉矿企业对地表水环境的影响，重金属影响专题单位于 2015 年 3 月在几个主要涉矿企业的上、下游进行了水质监测。其中，德厚河汇水范围上游 2 个监测断面，咪哩河汇水范围上游 5 个监测断面；在水库坝址下游布置了 2 个监测断面。

所有水质监测断面见表 4.2.3-1 及附图 21-1。水质监测结果见表 4.2.3-2。

表 4.2.3-1 地表水环境监测断面布置情况表

编号	监测断面	区位关系	位置		监测时间
			经度	纬度	
1-1	稼依水库坝前	盘龙河上游，德厚河口上	103°55'38.25"E	23°45'12.65"N	2013.9；2013.12
1-2	稼依河岔河汇合口	盘龙河上游，德厚河口上	103°59'14.61"E	23°41'9.12"N	2013.9；2013.12
1-3	下以切	德厚河口以上盘龙河干流	104° 1'51.96"E	23°33'52.50"N	2013.9；2013.12
1-4	白牛厂	德厚河上游	103° 46'59.50"E	23° 29'7.45"N	2013.9；2013.12
1-5	白鱼洞	德厚河上游	103°51'46.94"E	23°33'53.51"N	2013.9；2013.12
1-6	德厚上游 500m	德厚河上游，回水末端以上	103°52'3.51"E	23°34'37.71"N	2013.9；2013.12
1-7	乐西村	德厚河上游支流	103°52'48.67"E	23°35'44.45"N	2013.9；2013.12
1-8	牛腊冲	德厚河干流，回水末端下	103°57'59.32"E	23°35'35.35"N	2013.9；2013.12
1-9	大红舍龙潭左岸小河	咪哩河支流，回水末端上	103°55'51.67"E	23°30'21.68"N	2013.9；2013.12
1-10	黑末大寨咪哩河支流	咪哩河支流，回水末端上	103°58'31.05"E	23°31'20.81"N	2013.9；2013.12
1-11	布烈上游 500m	咪哩河干流，淹没区	103°59'45.41"E	23°32'46.07"N	2013.9；2013.12
1-12	德厚水库坝址	德厚河干流，坝址	104° 0'09.69"E	23°34'02.42"N	2013.9；2013.12
1-13	马过河口	盘龙河干流中游	104° 4'54.55"E	23°29'36.20"N	2013.9；2013.12
1-14	暮底河电站出口	盘龙河干流中游	104°11'36.06"E	23°23'56.66"N	2013.9；2013.12
1-15	咪洒	盘龙河干流中游	104°19'48.76"E	23°17'47.10"N	2013.9；2013.12
1-16	侬人河	盘龙河干流中游	104° 5'48.90"E	23°28'16.82"N	2014.6
1-17	马过河口上 500m（支流）	盘龙河支流马过河	104° 4'46.16"E	23°29'28.70"N	2014.6
2-1	黑末大寨（土基冲下游）	咪哩河支流，回水末端上（与黑末大寨咪哩河支流断面相同）	103°58'31.05"E	23°31'20.81"N	2014.9～2015.2
2-2	荣华村	咪哩河支流，淹没区	103°58'16.98"E	23°30'26.06"N	2014.9～2015.2
2-3	牛腊冲水文站	德厚河干流，回水末端下	103°57'59.32"E	23°35'35.35"N	2014.9～2015.2
2-4	德厚水库坝址	德厚河干流，坝址	104° 0'09.69"E	23°34'02.42"N	2014.9～2015.2
3-1	大凹子煤矿下游 100m	咪哩河，汇水范围上游	103°53'55.38"E	23°30'10.32"N	2015.3
3-2	大凹子煤矿上游小桥	咪哩河，汇水范围上游	103°53'27.55"E	23°30'8.59" N	2015.3
3-3	水结煤矿上游桥下	咪哩河，汇水范围上游	103°53'51.33"E	23°31'25.36"N	2015.3
3-4	水结煤矿下游桥下	咪哩河，汇水范围上游	103°54'57.87"E	23°31'25.73"N	2015.3
3-5	土基冲选厂入小溪处下游 100m	咪哩河，汇水范围上游	103°56'45.61"E	23°31'36.33"N	2015.3
3-6	金和冶炼厂南面小溪入口上游桥下	德厚河，汇水范围上游	103°52'32.03"E	23°35'53.45"N	2015.3
3-7	乐西煤矿（德厚河坝头村）	德厚河，汇水范围上游	103°53'56.59"E	23°35'24.07"N	2015.3
3-8	水库坝址下游 4km	务路河，德厚水库坝址下游 4km	104° 2'48.97" E	23°31'48.76"N	2015.3
3-9	水库坝址下游 20km（依人河断面）	盘龙河，德厚水库坝址下游 20km	104° 5'48.84" E	23°28'17.75"N	2015.3
3-10	蒙自矿冶公司一选厂上游 500m	牛作底河干流上游	103° 46'11.60"E	23° 29'8.52"N	2015.6
3-11	蒙自矿冶公司一选厂回水坝下游 100m	牛作底河干流下游	103° 46'59.50"E	23° 29'7.45"N	2015.6
3-12	蒙自矿冶公司三工区下游左侧溪流	核桃冲沟上游	103° 46'14.04"E	23° 28'14.26"N	2015.6

4.2.3.2 地表水水质现状评价结果

（1）评价方法

①采用单项标准指数法进行评价。标准指数计算公式：

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$ （pH、DO 除外）

式中：P_i—为 i 污染物的标准指数；

C_i—为 i 污染物的实测浓度(mg/l)；

S_i—为 i 污染物的标准浓度(mg/l)；

②pH 的标准指数计算方法：

$$P_i = \frac{7.0 - pH_i}{7.0 - pH_{sd}} \left(pH_i < 7.0\right) \quad P_i = \frac{pH_i - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \left(pH_i \geq 7.0\right)$$

式中：P_i—某监测点 pH 的标准指数；

pH_i—某监测点 pH 的实测值；

pH_{sd}—pH 标准值的下限；

pH_{su}—pH 标准值的上限；

③DO 标准指数计算方法：

$$P_{\mathrm{DO,j}} = \frac{\left|DO_{\mathrm{f}} - DO_{\mathrm{j}}\right|}{DO_{\mathrm{f}} - DO_{\mathrm{s}}} \quad (DO_{\mathrm{j}} \geq DO_{\mathrm{s}})$$

$$P_{\mathrm{DO,j}} = 10 - 9\frac{DO_{\mathrm{j}}}{DO_{\mathrm{s}}} \quad (DO_{\mathrm{j}} < DO_{\mathrm{s}})$$

式中：$P_{\mathrm{DO(j)}}$—DO 在 j 点的标准指数；

DO—溶解氧浓度，mg/L；

DO_{f}—饱和溶解氧浓度，mg/L；

DO_{j}—j 点的溶解氧监测浓度；mg/L；

DO_{s}—地表水溶解氧评价标准；mg/L。

水质参数的标准指数 $P_i>1$ 时，表明该水质参数超过了规定的水质标准，不能满足水域功能的要求。

（2）评价结果

①2013 年水质监测断面（丰、枯水期）

评价结果见表 4.2.3-2。所有监测断面中丰、枯水期均有部分指标不满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，其中大红舍龙潭左岸小河、黑末大寨咪哩河支流、德厚水库坝址、咪洒、白牛厂、布烈上游 500m、牛腊冲等断面水质指标超标次数较多，依次为 19、11、10、9、8、7、7 次；而稼依水库

坝前、慕底河电站出口各仅有 2 次超标；马过河上游 500m、依人河断面没有超标。从超标水质指标看，超标点位较多的水质指标为总氮、铁、锰、粪大肠菌群，超标点位数（丰枯期平均）依次为 12.5 次、10.5 次、9 次、8 次。其余指标均为零星点位超标，且主要集中在大红舍龙潭左岸小河、黑末大寨咪哩河支流两个断面。

表 4.2.3-2　2013 年 9 月、12 月地表水水质超标倍数

监测指标	pH		COD		DO		BOD_5		氨氮		高锰酸盐指数		总氮		总磷		粪大肠菌群		铁		锰		硫酸盐		锌		超标指标次数
监测断面	丰	枯	丰	枯	丰	枯	丰	枯	丰	枯	丰	枯	丰	枯	丰	枯	丰	枯	丰	枯	丰	枯	丰	枯	丰	枯	
稼依水库坝前			0.04																		0.71						2
稼依河岔河汇合口													3.62	3.48			1.40		0.15		0.03						5
下以切													1.48	3.15			0.60	0.60	0.22								5
白牛厂																			0.58	1.20	9.25	7.63	0.06	0.04	0.66	0.28	8
白鱼洞													0.99	0.97				0.60		0.13		1.40					5
德厚上游 500m													0.66	0.94				0.60	0.43			0.46					5
乐西村													0.68	1.00			1.40	0.60	0.42	0.06							6
牛腊冲													0.59	0.94			1.40	0.60	0.87	0.23	0.00						7
大红舍龙潭左岸小河	2.2	1.2	0.58	0.28	0.36	4.15	0.75	0.72			1.37	0.78	2.20	2.48	2.85				637.67	606.00	72.94	53.73	4.57	4.20			19
黑末大寨咪哩河支流	1.3				0.92	1.92							3.64	1.57					116.10	210.13	30.56	28.99	0.95	1.20			11
布烈上游 500m													1.45	1.71			1.40		50.90	46.80	5.45	7.75					7
德厚水库坝址			0.48								0.04		1.15	1.02			1.40	0.60	7.94	6.86	0.41	0.68					10
马过河														0.20			1.40	0.60	0.56			1.05					5
暮底河电站出口													0.67	0.39													2
咪洒									0.17				3.33	1.92			1.40	0.20	2.63	1.72	0.87	3.08					9
侬人河																											0
马过河上游 500m																											0
超标点位数	2	1	3	1	2	2	1	1	1	0	2	1	12	13	1	0	8	8	12	9	9	9	3	3	1	1	

备注：咪洒断面采用《地表水环境质量标准》GB3838-2002 中Ⅳ类标准评价，其余断面采用Ⅲ类标准评价。

②2014 年水质例行监测断面

2014 年 9 月起文山州环境监测站在库区范围河段设置了 4 个水质控制断面进行逐月水质监测，断面分别为 W101 黑末大寨土基冲下游、W102 荣华村、W103 牛腊冲水文站、W104 德厚水库坝址。德厚水库汇水区乐西煤矿、星金铁矿磁选厂、大凹子煤矿、土基冲铁矿、薄竹多金属选矿厂、金和有色金属冶炼厂、蒙自矿冶公司选矿厂（红河州境内）等 7 家矿企已关停，2014 年 9 月～2015 年 2 月期间 4 个常规监测断面水质可用于对比闭矿前后的水质情况。例行监测断面布置情况详见4.2.3-3。2014年例行监测断面地表水环境质量现状监测成果见表4.2.3-4。

4.2.3-3　例行监测断面布置情况

所在河流	例行监测断面	对比断面（闭矿前）	断面以上矿厂名称
咪哩河	W101 黑末大寨土基冲下游	黑末大寨咪哩河支流	土基冲铁矿（停产）、水结煤矿（历史遗留）
咪哩河	W102 荣华村	——	文山市星金铁矿磁选厂（停产）、兆龙工贸有限责任公司选矿厂（关闭）、文山盛禾矿业有限公司（关闭）、金驰公司薄竹选矿厂（停产）、大凹子煤矿（停产）
德厚河	W103 牛腊冲水文站	牛腊冲	蒙自冶炼厂（停产）、乐西煤矿（停产）、金和有色金属冶炼厂（停产）
干流	W104 德厚水库坝址	德厚水库坝址	文山金驰砒霜厂（关闭）

表 4.2.3-4　2014 年例行监测断面地表水水质超标倍数

监测因子		监测时间	pH 值	DO	高锰酸盐指数	COD	总磷	总氮	石油类	粪大肠菌群	硫酸盐	铁	锰
黑末大寨	黑末大寨咪哩河支流（闭矿前）	2013.09.24	1.3	0.9			22.19				0.95	116.10	30.56
		2013.12.30		1.92				1.57			1.20	210.13	28.99
	W101 黑末大寨土基冲下游（闭矿后）	2014.9	1.2	0.18				2.54			1.36	1.78	0.88
		2014.10	0.9								0.87	198.00	23.80
		2014.11	1.1					0.77		1.4	0.55	201.67	20.50
		2014.12	1								0.49	126.33	21.00
		2015.1	1.1								0.79	59.33	25.00
		2015.2	0.6					0.13			0.76	52.00	24.70
荣华村	W102 荣华村（闭矿后）	2014.9					0.52	1.50			0.57	1.70	0.89
		2014.10		8.1	0.47		0.21			1.4	0.42	234.00	19.00
		2014.11						0.37		0.6		26.30	8.86
		2014.12										60.67	23.40
		2015.1				0.04					0.65	211.67	16.40
		2015.2		5.68				0.63			0.99	247.33	18.10
牛腊冲	牛腊冲（闭矿前）	2013.9.25						0.59		1.4		0.87	0.00
		2013.12.31						0.94		0.6		0.23	
	W103 牛腊冲水文站（闭矿后）	2014.9						0.97		1.4		1.73	0.88
		2014.10								1.4		3.33	1.30
		2014.11								1.4		0.58	
		2014.12								1.4		14.13	0.70
		2015.1										0.78	

监测因子		监测时间	pH 值	DO	高锰酸盐指数	COD	总磷	总氮	石油类	粪大肠菌群	硫酸盐	铁	锰
		2015.2						0.02				0.47	
德厚水库坝址	德厚水库坝址（闭矿前）	2013.09.25			0.04	0.48		1.15		1.4		7.94	0.41
		2013.12.30						1.02		0.6		6.86	0.68
	W104 德厚水库坝址（闭矿后）	2014.9						0.99		1.4		1.72	0.88
		2014.10		0.18						1.4		12.10	4.01
		2014.11								1.4		5.30	0.84
		2014.12						0.22	0.36			8.43	1.04
		2015.1				0.22						16.73	1.68
		2015.2						0.20				4.30	0.26

德厚河流域范围径流区内现状存在工业企业共 12 家，其中：历史遗留采矿厂 1 个，已关闭的企业有 3 家，已停产的企业有 7 家。在德厚河流域范围内污染源矿厂关闭和停厂后对黑末大寨、荣华村、牛腊冲、德厚水库坝址四个断面进行了监测，并与 2013 年同一监测断面的水质进行对比（除荣华村断面），见表 4.2.3-5。

表 4.2.3-5　2014 年例行监测断面地表水水质超标倍数闭矿前后对比表

监测因子		监测时间	pH 值	DO	高锰酸盐指数	COD	总磷	总氮	石油类	粪大肠菌群	硫酸盐	铁	锰
黑末大寨	闭矿前	2013	1.3	1.41			22.19	1.57			1.08	163.12	29.78
	闭矿后	2014	0.98	0.18				1.15		1.4	0.804	106.52	19.31
荣华村	闭矿后	2014		6.89	0.47	0.04	0.52	0.83		1.0	0.66	130.28	14.44
牛腊冲	闭矿前	2013						0.77		1.0		0.55	0.00
	闭矿后	2014						0.49		1.4		3.5	0.96
德厚水库坝址	闭矿前	2013			0.04	0.48		1.09		1.0		7.4	0.55
	闭矿后	2014		0.18		0.22		0.47	0.36			8.1	1.45

备注：一个断面多次监测结果的，采用平均值统计。

根据水质对比可知：①黑末大寨 2014 年各项监测指标比 2013 年都降低，水质有改善，且 2014 年总磷指标不超标，但粪大肠菌群较 2013 年有超标。②牛腊冲断面 2014 年总氮指标降低，但粪大肠菌群、铁、锰有所增加。③德厚水库坝址处 2014 年 COD、总氮指标均有所降低，铁、锰指标与 2013 年有所增加，但增加幅度不大。④荣华村 2014 年监测结果中有 9 项指标超标，其中铁、锰超标倍数相对较高。

③2015 年 3 月、5 月部分涉矿企业的上、下游地表水环境质量现状监测结果分析

根据《云南省文山州德厚水库工程重金属影响专题报告》，2015 年 3 月各监测断面超标因子为 pH 值、化学需氧量、锌、氟化物、镉等。

从超标断面的位置来看，各超标断面均位于涉矿企业的下游，且涉矿企业上游水质好于下游水质，大凹子煤矿、水结煤矿下游铁、锰超标倍数高于上游。从监测断面超标因子个数及超标率来看，大凹子煤矿下游监测断面超标因子个数最多，且超标率最高。从超标断面与德厚水库的关系来看，各监测断面分别位于德厚河和咪哩河上游，属于德厚水库的汇水区范围。

根据 2015 年 6 月对蒙自矿冶公司厂区内外的牛作底河流域的监测结果(见表 4.2.3-10)，按照地表水环境质量标准三级标准及集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值进行单因子评价，现状仅有一选厂回水坝下游 100m 断面的铁、锰分别超过集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值 0.43、7.56 倍，其余

各水质因子均不超标。而 2013 年 9 月、12 月在白牛厂断面（与一选厂回水坝下游 100m 断面基本重合）的监测评价结果为：铁、锰、锌、硫酸盐 4 项指标丰、枯水期均超标，平均超标倍数分别为 0.89、8.44、0.47、0.05 倍。结合三次监测结果，可以明确厂区上游的牛作底河干流来流的水质良好，满足地表水环境质量标准（GB3838-2002）三级标准及集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值的要求；而汇入了矿区矿坑排水以及核桃冲沟等厂区地表径流后的牛作底干流下游断面则存在铁、锰、硫酸盐超过集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值以及部分时段锌超过地表水环境质量标准（GB3838-2002）三级标准的问题。

4.2.4 地下水环境现状

地下水专题承担单位云南地质工程勘察设计研究院于 2013 年 7 月接受委托后，于 2013 年 8 月末~10 月对德厚河上游及咪哩河流域约 490km^2 的区域进行了查勘，重点调查库区周边及砒霜厂附近范围区域，包括岩溶洼地、泉点、岩溶裂隙等；对具有代表性的地表水、泉水样进行取样化验；在砒霜厂区及其附近区域内布设水文地质钻孔，开展抽水试验，并进行取样分析。依据野外调查资料统计得出的数据编制了 1：50000 区域环境水文地质图及其剖面图、金驰砒霜厂区 1：10000 环境水文地质图及其剖面图。文山州水环境监测中心于 2013 年 9 月、12 月进行了两期地表水、地下水同步监测工作。

4.2.4.1 区域地下水水质

（1）区域地下水化学特征

研究区的地下水主要是裸露型岩溶水，次为基岩裂隙水，多呈浅部潜水，循环交替较强，化学成分比较简单，主要成分为 HCO_3^-、SO_4^{2-}、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}，其余项目 K^+、Fe^{2+}、Fe^{3+}、NH_4^+、NO_3^-、F^-含量极低。大部分区域地下水无色、无味、透明，低矿化度淡水，水质类型简单，除个别地区因受人类活动（洗矿）影响属于重碳酸硫酸钙镁型（$HCO_3 \cdot SO_4$—Ca·Mg 型）水外，本区各种天然水点水化学类型皆为重碳酸钙（HCO_3—Ca）、重碳酸钙镁型（HCO_3—Ca·Mg）。

（2）地下水动态特征

研究区地处云南高原山区，属于低纬度亚热带气候区，干雨季分明，降雨量大，且垂直变化明显，据地下水长观点资料显示，雨季地下水排泄量比旱季增大约 6～10 倍。碳酸盐岩类含水介质主要为溶隙和溶洞，动态变幅大，接受大气降水的补给后基本不存在滞后效应。S63 泉点动态较为典型，基本代表了研究区的地下水动态状况，其长观结果显示，该流域地下水与降雨补给关系密切，流量曲线呈波状（见图 4.2.4-1）。

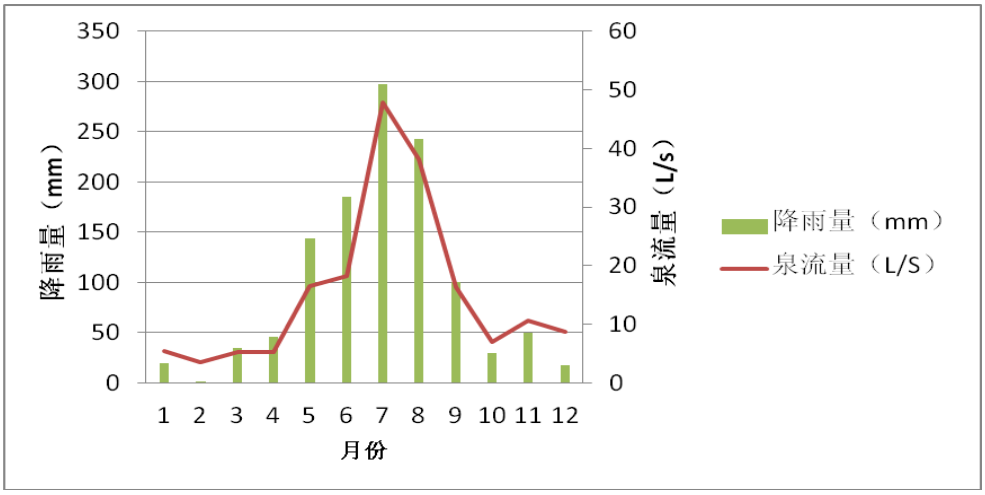


图 4.2.4-1　S63 泉点 2012 年流量与降雨量关系动态监测

（3）区域地下水水质现状

本次评价于 2013 年 9 月和 12 月进行的地下水 15 个断面两期（丰水期、枯水期）水质监测，监测断面布置见表 4.2.4-1 及附图 21-2。监测结果见表 4.2.4-2。评价结果见表 4.2.4-3。

表 4.2.4-1 地下水环境监测断面布置表

编号	监测断面	区位关系	位置	
			经度	纬度
1	木其得清水寨泉	德厚河回水末端上	103°55'10.27"E	23°35'9.46"N
2	木期德地下泉	德厚河回水末端上	103°55'12.10"E	23°34'59.82"N
3	牛腊冲左岸地下泉	德厚河，淹没区	103°57'56.04"E	23°35'52.37"N
4	牛腊冲下游泉	德厚河，淹没区	103°58'1.43"E	23°35'31.93"N
5	八家寨地下泉	德厚河支流，淹没区	103°58'3.81"E	23°36'19.10"N
6	八大碗泉群德厚河段	德厚河干流，淹没区	103°59'51.04"E	23°34'8.49"N
7	大红舍龙洞地下河	咪哩河干流上游，回水末端上	103°55'55.33"E	23°30'19.15"N
8	黑末大寨地下泉	咪哩河干流中游，淹没区	103°58'43.75"E	23°31'35.87"N
9	黑末小寨大龙潭	咪哩河干流中游，淹没区	103°58'54.50"E	23°31'37.34"N
10	花庄抽水房	咪哩河中游，回水末端上	103°58'32.31"E	23°32'19.58"N
11	河尾子大坝泉	咪哩河下游，淹没区	103°59'27.47"E	23°32'0.35"N
12	金驰砒霜厂抽水房	咪哩河下游，淹没区	103°59'45.29"E	23°32'33.80"N
13	八大碗泉群咪哩河段	咪哩河下游，淹没区	103°59'33.62"E	23°33'55.76"N
14	下倮朵对岸泉	德厚河干流，坝址以下	104° 1'44.40"E	23°33'32.81"N
15	热水寨泉	盘龙河干流，德厚河口以下	104° 2'48.81"E	23°31'47.12"N

（4）区域地下水水质评价结果

对德厚水库库区、汇水区以及相邻区域地下水环境质量评价执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）III类标准。

所监测各断面中均有水质指标不满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）

3 类标准，其中木其得清水寨泉、大红舍龙洞地下河、木期德地下泉、牛腊冲右岸地下泉、花庄抽水房、金驰砒霜厂抽水房超标指标数较多，分别为 9、7、4、4、4、4 次。从超标水质指标看，总大肠菌群所有点位均超标，且超标倍数非常高，超标点位数（丰枯期平均）均为 15；其他依次为氨氮、铁、锰，超标点位数（丰枯期平均）为 4 次、2.5 次、2 次。从总大肠菌群严重超标的情况看，充分反映了岩溶发育区内地表水、地下水转化频繁，且地下水防污性能差的特征。

4.2.4.2 主要污染源周边地下水现状分布状况

由于区域内分布有涉重涉危污染源，根据前期对区域地下水水质监测结果以及对可能影响地下水水质的污染源的现状调查，地下水专题承担单位在第一期野外调查工作基础上，对文山市星金铁矿磁选厂、兆龙工贸有限责任公司选矿厂、文山盛禾矿业有限公司旧址三个点进行补充勘察评价，对乐西煤矿、薄竹多金属矿、金和冶炼厂、金驰砒霜厂进行补充监测。其主要结果参见 4.2.2.1 节中有关内容。

4.2.4.3 地下水环境现状评价结论

（1）研究区为典型岩溶区，碳酸盐岩地层分布较广，流域 80%以上为碳酸盐岩分布区，含水层（组）受地形地貌和构造格局的控制。结合德厚水库流域内岩溶地下水点的空间分布及其补、径、排及水文地质边界，含水层组类型组合关系、水点的水文动态变化、水化学等综合分析，大致形成咪哩河岩溶水文地质单元（Ⅰ）和德厚河岩溶水文地质单元（Ⅱ）两个具有相对独立补给、径流、排泄条件及动态变化特征的水文地质单元。

（2）研究区的地下水主要是裸露型岩溶水，次为基岩裂隙水，多呈浅部潜水，循环交替较强，化学成分比较简单，主要成分为 HCO_3^-、SO_4^{2-}、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}，其余项目 K^+、Fe^{2+}、Fe^{3+}、NH_4^+、NO_3^-、F^-含量极低。大部分区域地下水无色、无味、透明，低矿化度淡水，水质类型简单，除个别地区因受人类活动（洗矿）影响属于重碳酸硫酸钙镁型（$HCO_3 \cdot SO_4$—Ca·Mg 型）水外，本区各种天然水点水化学类型皆为重碳酸钙（HCO_3—Ca）、重碳酸钙镁型（HCO_3—Ca·Mg）。各泉点地下水监检项目基本不超标，水质良好，适宜饮用和工、农业生产用水。

（3）研究区内丰水期大部分地下水水样各监检项目基本不超标，达到III类水质标准，有 5 个泉点（暗河）水样中某些项目超标：木期德清水寨泉(S13)的铁（Fe）、锰（Mn）、高锰酸盐指数分别超标 1.36、3.96、1.67 倍；木期德泉的氨氮超标 0.185 倍；大红舍龙洞地下暗河(S39)出口铁（Fe）、锰（Mn）超标 2.17、1.18 倍，粪大肠菌群含量严重超标；牛腊冲右岸地下泉（S03）氨氮超标 0.045 倍，黑末小寨大龙潭氨氮超标 0.135 倍。平水期大部分地下水水样各监检项目基

本不超标，达到Ⅲ类水质标准，但超标泉（暗河）数量数量增长为 7 个，其中大红舍龙洞地下暗河（S39）出口铁（Fe）、锰（Mn）、氨氮（NH_3-N）分别超标 2.21、1.99、2.33 倍；清水塘（S13）铁（Fe）、锰（Mn）、氨氮（NH_3-N）分别超标 10.59、2.73、1.16 倍；花庄抽水房铁（Fe）、氨氮分别超标 0.10、2.73 倍；牛腊冲右岸地下泉（S03）氨氮超标 0.035 倍；“八大碗”泉群德厚河段的氨氮超标 0.58 倍；木期德泉（S25）pH 超标 1.8 倍；金驰砒霜厂抽水房泉（S16）砷（As）超标 2.38 倍。平水期，清水塘(S13)流量小于 1L/s，牛腊冲右岸地下泉（S03）流量 1.2L/s，金驰砒霜厂抽水房泉（S16）流量 1L/s，“八大碗”泉群总流量约为 100L/s，大红舍暗河流量小于 500L/s。除了大红舍暗河之外，其余泉点流量及化学组分超标倍数均不高，对水库水质的影响较小。咪哩河上游的涉重企业的矿渣和被污染的地下水按照相关编制单位提出的污染治理实施方案处理后，大红舍龙洞地下暗河（S39）的水质将会有所改善。

（4）研究区农田土壤中铁（Fe）浓度较高；农田水中大肠菌群和氨氮（NH_3-N）含量普遍偏高，部分部分稻田水样中氨氮（NH3-N）含量和粪大肠菌群含量仅达到Ⅴ类水质标准；锌（Zn）、铜（Cu）、砷(As) 、硒（Se）、汞（Hg）、氟（F^-）、挥发性酚类、氰化物、铅（Pb）、镉（Cd）、铬（Cr^{6+}）含量均达到地表水Ⅰ类水质标准。总体上，农田灌溉对当地地下水水质影响较小，随着污染物运移、弥散和植物吸收，污染物浓度降低，可达到地表水环境质量标准中的集中式生活饮用水地表水源地一级或二级保护区的要求。

（5）咪哩河上游的涉重工矿企业是影响河水水质的主要污染源，虽然德厚水库库容较大，可对污染物进行稀释，但是这些污染点依旧对德厚水库的水质有一定的影响。主要污染源有文山市星金铁矿磁选厂、兆龙工贸有限责任公司选矿厂、文山盛禾矿业有限公司、金驰砒霜厂四个点。

文山市星金铁矿磁选厂地下水中硫酸盐（SO_4^{2-}）、氟化物、硝酸盐（NO_3^-）、亚硝酸盐（NO_2^-）总大肠菌群含量严重超标，已污染地下水体积量约为 205478m^3；兆龙工贸有限责任公司选矿厂地下水中总硬度、硫酸盐（SO_4^{2-}）、氨氮（NH_4^+-N）、锰（Mn）、总大肠菌群含量超标，已污染地下水体积量体约为 39511m^3；文山盛禾矿业有限公司地下水中铬（Cd）、硫酸盐（SO_4^{2-}）、氨氮（NH_4^+-N）、锰（Mn）、总大肠菌群含量超标，已污染地下水体积量体约为 132153m^3，金驰砒霜厂主要为砷污染，已污染地下水体约为 186178m^3。

废弃的金驰砒霜厂所在区域内地下水整体质量差，地下水污染羽向外扩散，但咪哩河流量较大，尚未对其产生显著污染。水库建成之后，回水线标高 1377.5m，高于砒霜厂内部水头，地下水流场发生改变，向砒霜厂东部流动，砒霜厂范围内被污染的地下水随水流向东流动，最终汇入盘龙河，盘龙河下游水质将会受到显

著影响。金驰砒霜厂现阶段溶质砷（As）0.05mg/L 浓度等值线正在向库区靠近，要注意监测地下水水质。

（6）德厚河上游蒙自矿冶有限责任公司的渣厂和尾矿库与德厚河水文地质单元之间有相对隔水层阻隔，平面上也无断层连接，地下水水力联系较小。

4.2.5 河道底泥监测及评价

4.2.5.1 河道底泥监测断面设置概述

为了解德厚水库淹没区内咪哩河及德厚河干支流中的河道底泥受涉矿企业排污的影响状况以及自身的质量状况，分别于 2014 年 6 月、8 月布置了 25 个河道底泥监测断面，其中 9 个位于淹没区内。重金属影响专题承担单位于 2015 年 3 月布置了 16 个底泥监测点（见表 4.2.5-1 及附图 21-3），其中 4 个位于淹没区内，监测项目包括 pH、铜、锌、铅、镉、铬、砷、汞、硒、铁、锰含量等 18 项。

表 4.2.5-1 德厚水库底泥监测点位表

点号	监测断面	区位关系及代表性	位置		时间	样品编号	内容
			经度	纬度			
1-1	乐西村(德厚河支流交汇)	德厚河回水末端上游	103°52'48.67"E	23°35'44.45"N	2014.6	2-A	成份分析
1-2	木期德（德厚河）	德厚河回水末端上游	103°55'16.80"E	23°35'3.27"N		2-B	
1-3	牛腊冲（德厚河）	德厚河回水末端	103°57'58.97"E	23°35'31.41"N		2-C	
1-4	红石岩下寨（德厚河）	德厚河淹没区	103°59'20.34"E	23°34'53.84"N		2-D	
1-5	大红舍	咪哩河回水末端上	103°55'57.80"E	23°30'20.61"N		2-E	
1-6	荣华村（咪哩河）*	咪哩河，淹没区	103°58'16.07"E	23°30'25.68"N		2-F	
1-7	黑莫大寨（咪哩河支流交汇）*	咪哩河，淹没区	103°58'45.45"E	23°31'25.83"N		2-G	
1-8	咪哩河与德厚河交汇处*	淹没区	103°59'50.19"E	23°34'4.44"N		2-H	
1-9	白牛厂下游落水洞	德厚河上游，边界	103°48'52.01"E	23°29'37.09"N	2014.8	N201	成份分析
1-10	五色冲落水洞	淹没区外	103°49'39.10"E	23°28'1.00"N		N202	
1-11	冷风洞	淹没区外	103°50'36.44"E	23°30'43.82"N		N203	
1-12	双龙潭	淹没区外	103°50'30.51"E	23°32'15.01"N		N204	
1-13	白鱼洞（龙潭）	淹没区外	103°51'41.80"E	23°33'57.45"N		N205	
1-14	白鱼洞（德厚河）	淹没区外	103°51'52.68"E	23°34'4.97"N		N206	
1-15	乐西桥下游	淹没区外	103°52'59.40"E	23°35'39.40"N		N207	
1-16	感古小河入河口	德厚河支流入河口	103°53'33.80"E	23°35'17.41"N		N208	
1-17	牛腊冲左岸小河*	德厚河，淹没区	103°57'52.88"E	23°35'56.19"N		N209	成份分析
1-18	牛腊冲（德厚河）*	德厚河，淹没区	103°58'1.00"E	23°35'36.86"N		N210	
1-19	德厚河与咪哩河交汇处*	淹没区	103°59'50.19"E	23°34'4.44"N		N211	
1-20	大红舍龙潭（大凹子煤矿下游）	咪哩河回水末端上	103°56'47.47"E	23°30'21.59"N		N212	
1-21	大红舍龙潭地下河出口	咪哩河回水末端上	103°55'55.45"E	23°30'19.03"N		N213	
1-22	黑末大寨*	咪哩河，淹没区	103°58'11.99"E	23°31'14.17"N		N214	
1-23	黑末小寨*	咪哩河，淹没区	103°59'4.81"E	23°31'47.58"N		N215	
1-24	咪哩河入河口上游 50m 处*	咪哩河，淹没区	103°59'47.16"E	23°34'3.58"N		N216	
1-25	德厚水库坝址	坝址	104°0'10.72"E	23°34'2.01"N		N217	

点号	监测断面	区位关系及代表性	位置		时间	样品编号	内容
			经度	纬度			
2-1	大凹子煤矿	煤矿上游，淹没区外	103°53'26.83"E	23°30'8.62"N	2015.3	N301	酸浸+水浸
2-2		煤矿下游，淹没区外	103°54'3.50"E	23°30'13.03"N		N302	
2-3	水结煤矿	煤矿上游，淹没区外	103°53'51.27"E	23°31'25.39"N		N303	
2-4		煤矿下游，淹没区外	103°54'57.85"E	23°31'25.89"N		N304	
2-5	土基冲选厂下游	淹没区外	103°56'31.33"E	23°31'45.36"N		N305	
2-6	金和冶炼厂上游	金淹没区外	103°52'13.32"E	23°36'22.52"N		N306	
2-7	金和冶炼厂下游	淹没区外	103°52'32.03"E	23°35'53.45"N		N307	
2-8	德厚河坝头村	淹没区外	103°53'56.63"E	23°35'24.19"N		N308	
2-9	德厚河牛腊冲	德厚河回水末端	103°57'58.05"E	23°35'38.95"N		N309	
2-10	咪哩河与德厚河交汇处*	淹没区	103°59'50.33"E	23°34'4.44"N		N310	
2-11	咪哩河荣华村*	淹没区	103°58'17.10"E	23°30'26.06"N		N311	
2-12	水库坝址下游 4km	水库坝址下游 4km	104°2'49.59"E	23°31'48.07"N		N312	
2-13	水库坝址下游 20km	水库坝址下游 20km	104°5'46.75"E	23°28'19.40"N		N313	
2-14	蒙自矿冶尾矿库下游	淹没区外	103°46'52.21"E	23°29'2.22"N		N314	
2-15	黑末大寨咪哩河支流*	淹没区	103°58'30.97" E	23°31'20.57" N		N315	
2-16	播烈上游 500m*	淹没区	103°59'47.25"E	23°32'53.31"N		N316	

4.2.5.2 河道底泥监测及评价结果

（1）河道底泥中污染物含量及评价结果

将德厚河及咪哩河支流中各监测断面的底泥含量按其所处支流及在支流中上下游关系进行点绘。其中，每幅图中的左侧为德厚河支流中的断面，右侧为咪哩河支流中的断面，两条支流中的断面以空白隔开。

德厚河两个主要支流中的底泥中重金属及铁锰含量存在较明显差别，其中，咪哩河支流中镉、砷、铅、锌、汞、硒含量整体上低于德厚河支流，铁、铬、铜含量则整体上高于德厚河，锰含量则两支流不存在显著差异。另外，咪哩河及德厚河支流底泥中铁含量大体呈沿程增高的态势，咪哩河底泥中锰含量也呈沿程增高的态势。这些特征反映了两个支流中不同性质的涉矿企业的影响。咪哩河流域中主要为铁矿选厂，其排放的废水中铁、锰含量较高，且大多数涉矿企业不直接向咪哩河中排放工业废水和矿渣，其污染物是首先通过地下水岩溶裂隙进入地下水后，才再进入地下暗河而排入咪哩河水体；而德厚河支流径流区内分布的主要为有色金属冶炼厂，硒为有色冶金工业中特征性污染物，其在德厚河底泥中含量显著高于咪哩河，其废水中重金属含量与选矿厂废水存在较显著的差异。

（2）德厚河及咪哩河支流底泥中污染物评价结果

2014 年 6 月、2014 年 8 月进行的第一、二期底泥环境现状监测。

按照《土壤环境质量标准》GB15618-2008 三级标准。两期监测共有 15 个点位超过土壤环境质量三级标准，其中淹没区有牛腊冲、红石岩下寨、牛腊冲左岸小河、牛腊冲德厚河、德厚河与咪哩河交汇处、德厚水库坝址共 6 个点位，除牛腊冲左岸小河外的其他 5 个点位镉有超标，超标倍数在 0.45—1.48 之间；同时牛

腊冲左岸小河、牛腊冲德厚河、德厚河与咪哩河交汇处 3 个点位砷超标，超标倍数在 0.21—36 之间。此外，德厚河上游有 9 个点位超标，9 个点位镉全部超标，超标倍数在 0.10—2.22 倍之间，此外白牛厂下游落洞、冷风洞还存在砷超标情况，超标倍数分别为 0.41 和 0.46。

总体来看，咪哩河干流底泥监测点重金属均满足土壤环境质量三级标准，不满足土壤环境质量三级标准的 15 个底泥超标点位均位于德厚河干流，镉超标较为普遍，14 个点超标，超标倍数在 0.1~2.22 倍；其次为砷超标，共 5 个点位超标，超标倍数在 0.21~0.46 倍；个别断面（白牛厂下游落水洞）还有锌超标，超标倍数 0.25 倍。

同时，结合 2014 年 7 月及 2014 年 8 月两次监测结果可以看出，河流底泥中铁、锰含量均较高，底泥中铁含量在 25822～135357mg/kg 之间，锰含量在 698～2365mg/kg 之间；结合区域地表水、土壤环境质量现状监测结果，铁、锰监测因子均较高，说明本区域铁、锰背景值较高。

（3）德厚河流域底泥酸浸、水浸监测结果及分析

2015 年 3 月进行的第三期监测点底泥酸浸试验、水浸试验监测。

大凹子煤矿下游和土基冲选厂下游监测点的底泥酸浸试验检测因子中砷超过《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）的标准限值，分别超标 0.534 倍、0.024 倍，其余涉矿企业监测点底泥酸浸试验各检测因子均未超过《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）的标准限值。

各涉矿企业上游采样点底泥水浸试验检测因子均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的最高允许排放浓度，而大凹子煤矿、土基冲选厂、水结煤矿、德厚河坝头村（乐西煤矿下游）、蒙自矿冶公司尾矿库下游采样点的底泥水浸试验检测因子中砷或锰超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的最高允许排放浓度。其中大凹子煤矿下游底泥水浸液中砷超标 7.76 倍；土基冲选厂下游底泥水浸液中砷超标 8.56 倍，锰超标 0.78 倍；水结煤矿下游、德厚河坝头村（乐西煤矿下游）、蒙自矿冶公司尾矿库下游底泥水浸液中仅有锰超标，超标倍数分别为：0.285 倍、0.07 倍、0.625 倍。

其余各监测点位的底泥酸浸试验结果均未超过《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）的标准值，各监测点位的底泥水浸试验结果均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的最高允许排放浓度。其中位于淹没区内的各点位的底泥酸浸、水浸实验结果均不超标，按固体废物划分，属于Ⅰ类一般工业固体废物。

同时，根据底泥酸浸及水浸试验结果还可以看出，大凹子煤矿和土基冲选厂对下游河流底泥造成了较大的影响，水结煤矿、乐西煤矿、蒙自矿冶公司尾矿库

对下游河流底泥也造成了一定的污染。

从超标采样点与德厚水库的关系来看，大凹子煤矿下游、土基冲选厂下游、水结煤矿下游、德厚河坝头村、蒙自矿冶公司尾矿库下游等 5 个底泥采样点均位于德厚水库淹没区及回水末端范围外，属于德厚水库汇水范围上游。

从超标采样点与德厚水库流域涉矿企业的关系来看，各超标监测断面均位于涉矿企业的下游，涉矿企业的生产或遗留废渣对底泥的影响明显。同时，对比涉矿企业上下游采样点的检测结果，可以明显看出底泥受涉矿企业的影响；底泥浸出结果超标与上游涉矿企业联系明显，超标程度与上游涉矿企业的生产情况及遗留废渣直接相关。

4.2.5.3 河道底泥污染物含量分布格局成因分析

对于以上底泥评价结果，结合流域内污染源分布状况以及污染源与咪哩河、德厚河干流的水力联系方式进行了分析。其中咪哩河迳流区内分布有多家铁矿、多金属矿选矿厂以及两座砒霜厂遗址，这些涉矿企业与咪哩河回水末端直线距离较近，且这些矿渣中砷镉含量较高，但在咪哩河河道底泥中无重金属超标。

而在德厚河径流区内，分布有 5 家涉矿企业，且白牛厂及蒙自冶炼厂距离回水末端距离相对较远，其矿渣中也存在砷、镉含量较高的现象，而在德厚河干流的河道底泥中却存在全河段镉砷含量均较高的情况。

由此可见，咪哩河、德厚河河道中底泥均与上游径（迳）流区内涉矿企业的矿渣性质显著不同，其砷、镉含量远低于上游矿渣中含量。同时，咪哩河、德厚河河道中底泥中重金属含量也存在显著差异，尤其是德厚河干流的河道底泥几乎全河段镉均较高，并有较多断面中砷也较高，且白牛厂落水洞处含量最高，而涉矿企业多且近的咪哩河则砷镉均不超标。

对比两个支流，咪哩河径流区内的涉矿企业主要为铁矿选矿厂而德厚河支流内主要为有色金属冶炼厂；同时咪哩河内涉矿企业生产废水及矿渣渗滤液绝大多数是通过地下水径流进入地表水体，而德厚河支流内三个有色金属冶炼厂矿渣、废水均可通过地表径流而直接进入地表水体。以上两涉矿企业类型及与干流水力联系方式的不同应该是造成这种结果的主要原因。以上结果及底泥污染原因的分析结果显示了不仅要关注咪哩河流域内距离回水末端较近的涉矿企业，同时也更要关注白牛厂、蒙自冶炼厂以及金和有色金属冶炼厂等有色金属冶炼厂的矿渣及废水排放对德厚河干流的底泥的不利影响。

4.2.6 水环境综合评价

考虑到德厚流域处于岩溶发育区，地表水、地下水转换频繁，关系密切，将所有断面的丰、枯期水质监测结果均按照《地表水质量标准》（GB3838-2002）III

类标准进行评价（咪洒断面按《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准进行评价），评价结果见表 4.2.6-1（地表水质项目中有而地下水质指标表中无的 DO、BOD5、总磷、粪大肠菌群四项未参评）。

（一）总体结果

所监测各断面中参评指标均满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准的断面共有 10 个，分别是下倮朵对岸泉、热水寨泉、慕底河电站出口、牛腊冲下游泉、八家寨地下泉、咪哩河段八大碗泉群、河尾子大坝泉、黑末大寨地下泉、侬人河、马过河口上 500m（支流），其中地表水断面仅 3 个，即慕底河电站出口、侬人河、马过河口上 500m（支流），其余 7 个断面均为泉水断面。而超标指标数较多的断面有大红舍龙潭左岸小河、白牛厂、木其得清水寨泉、黑末大寨咪哩河支流、德厚水库坝址、咪洒、大红舍龙河地下河，超标指标数分别为 12 次、8 次、8 次、7 次、6 次、5 次、5 次。从超标水质指标看，铁、锰、氨氮丰枯期平均超标断面数分别为 13 个、11 个、4.5 个。

（1）2013 年丰、枯水期水质对比分析

将所有地表水、地下水监测断面的丰水期、枯水期的各水质指标逐项绘图，见图 4.2.6-1~图 4.2.6-9。根据各水质指标丰、枯水期浓度的相对大小，可分为三类：①各断面枯水期水质大体高于丰水期水质的指标，有 PH（除木其德清水寨泉、木期德地下泉）、COD、高锰酸盐指数、锌、砷；②丰水期水质大体高于枯水期水质的指标，有氨氮；③各断面丰枯水期水质浓度难以明确区分大小总体趋势的指标，包括铁、锰、硫酸盐。

将所有地表水、地下水监测断面的丰水期、枯水期的各水质指标逐项绘图，见图 4.2.6-1~图 4.2.6-12。根据各水质指标丰、枯水期浓度的相对大小，可分为三类：①各断面枯水期水质大体高于丰水期水质的指标，有阴离子表面活性剂、锌（白牛厂、大红舍龙潭左岸小河除外）、氨氮（除迷洒、德厚坝址、稼依河岔河汇合口外）、硝氮（除迷洒、热水寨泉、马过河、慕底河电站出口外）、氯化物、氟化物、硫酸盐等；②丰水期水质大体高于枯水期水质的指标，有水温、硒、铅、镉、粪大肠菌群、COD_{Cr}、pH(除黑莫大寨咪哩河支流、红舍大龙洞左岸小河)；③各断面丰枯水期水质浓度难以明确区分大小总体趋势的指标，包括铁、锰。

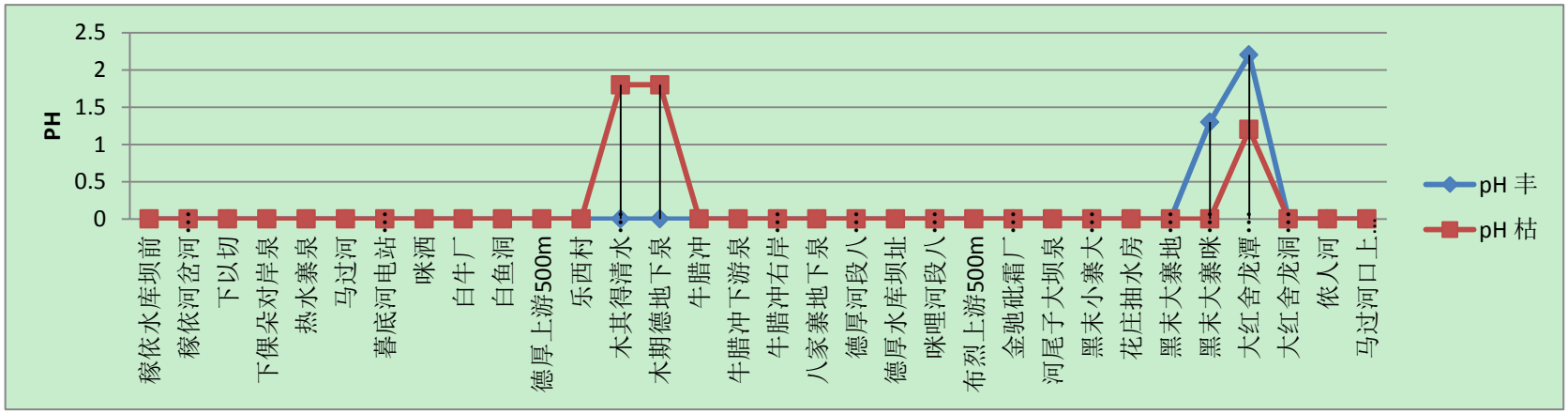


图 4.2.6-1　各断面丰枯水期 PH 浓度对比

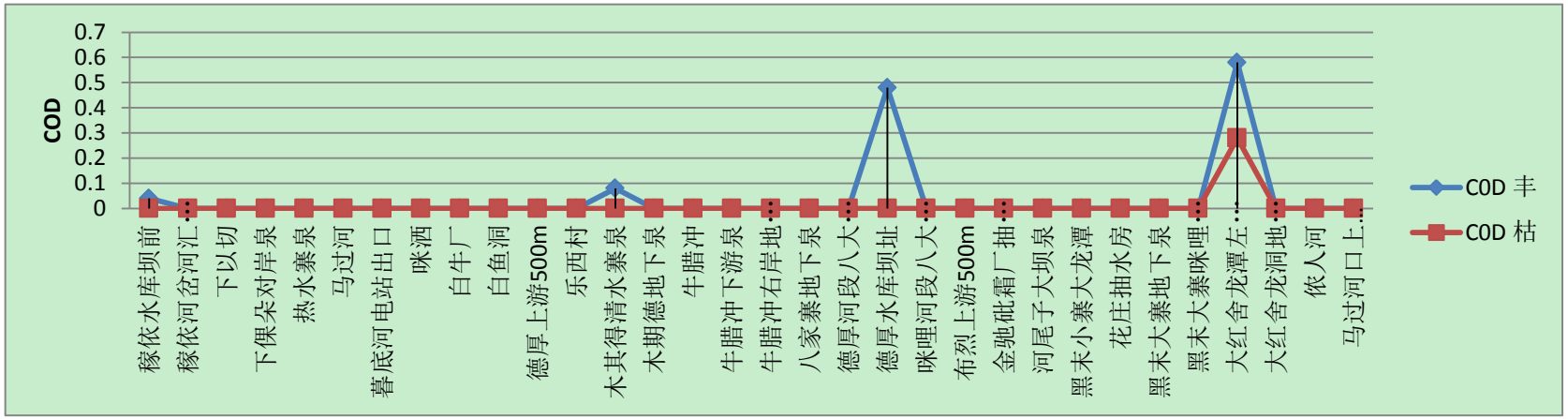
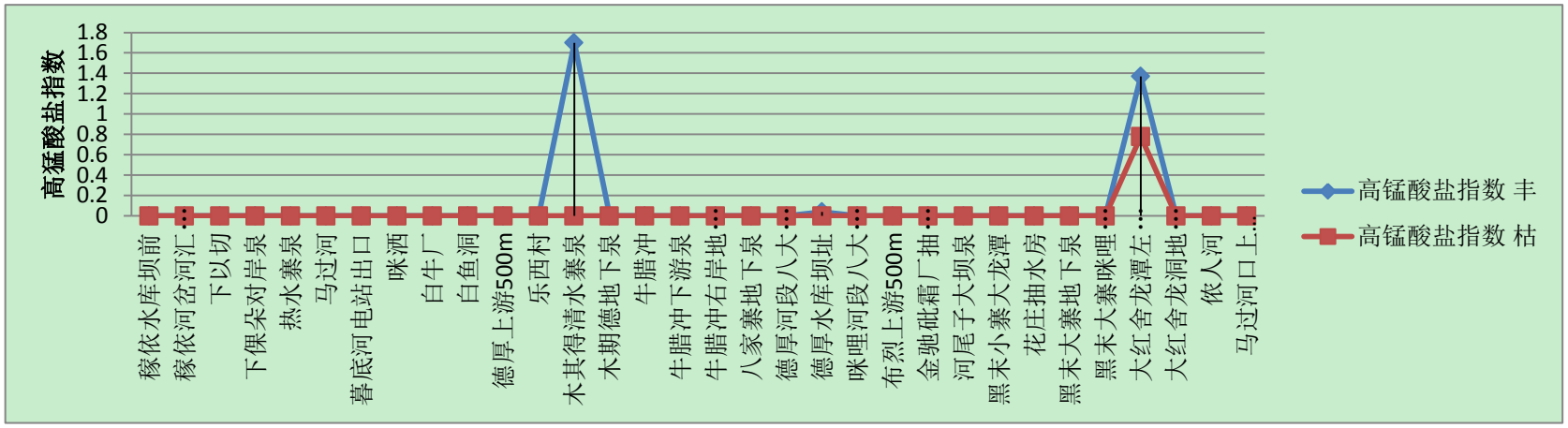


图 4.2.6-2　各断面丰枯水期 COD 浓度对比



4.2.6-3　各断面丰枯水期高锰酸盐指数浓度对比

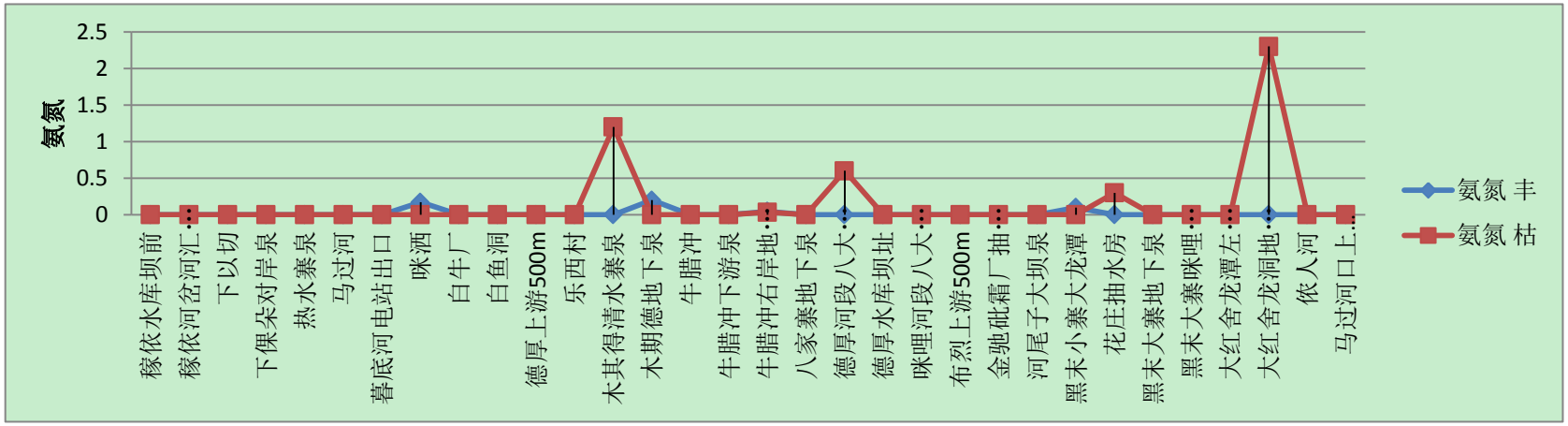


图 4.2.6-4　各断面丰枯水期氨氮浓度对比

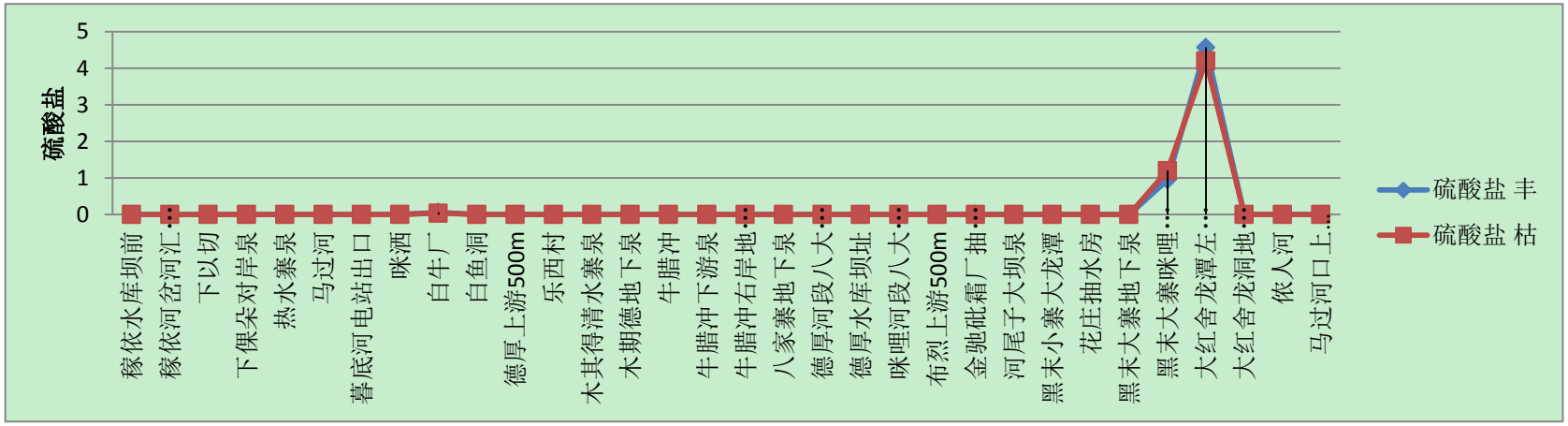


图 4.2.6-5　各断面丰枯水期硫酸盐浓度对比

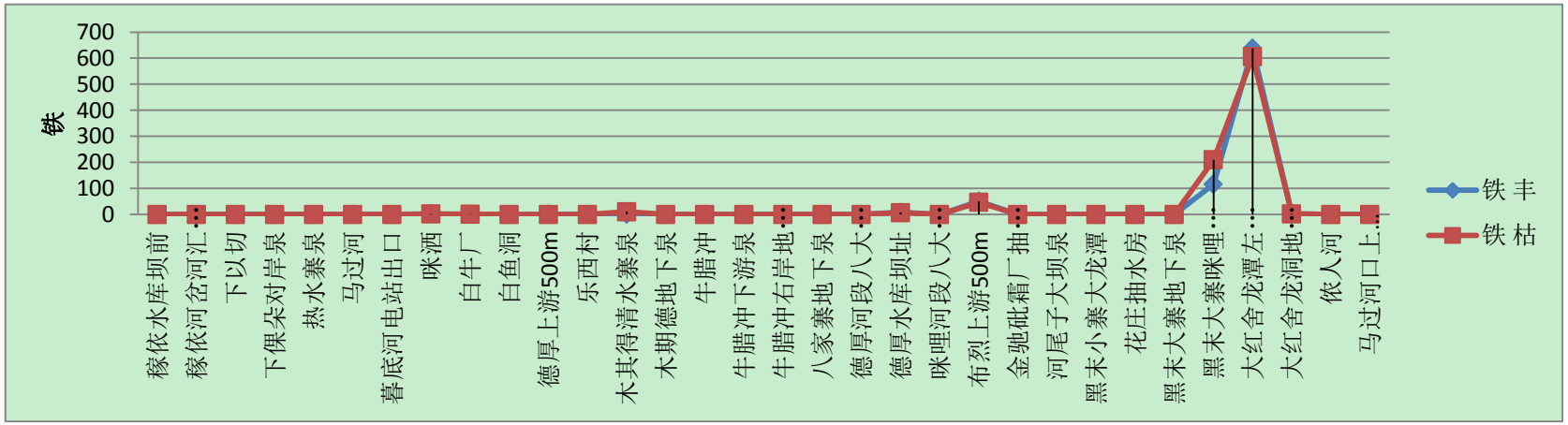


图 4.2.6-6　各断面丰枯水期铁浓度对比

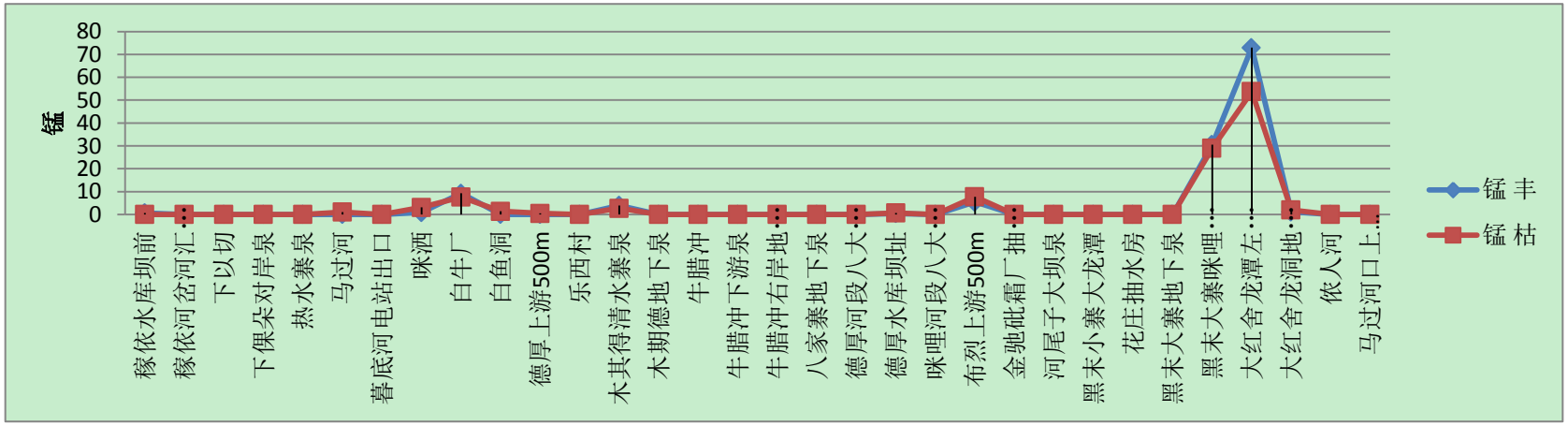


图 4.2.6-7　各断面丰枯水期锰浓度对比

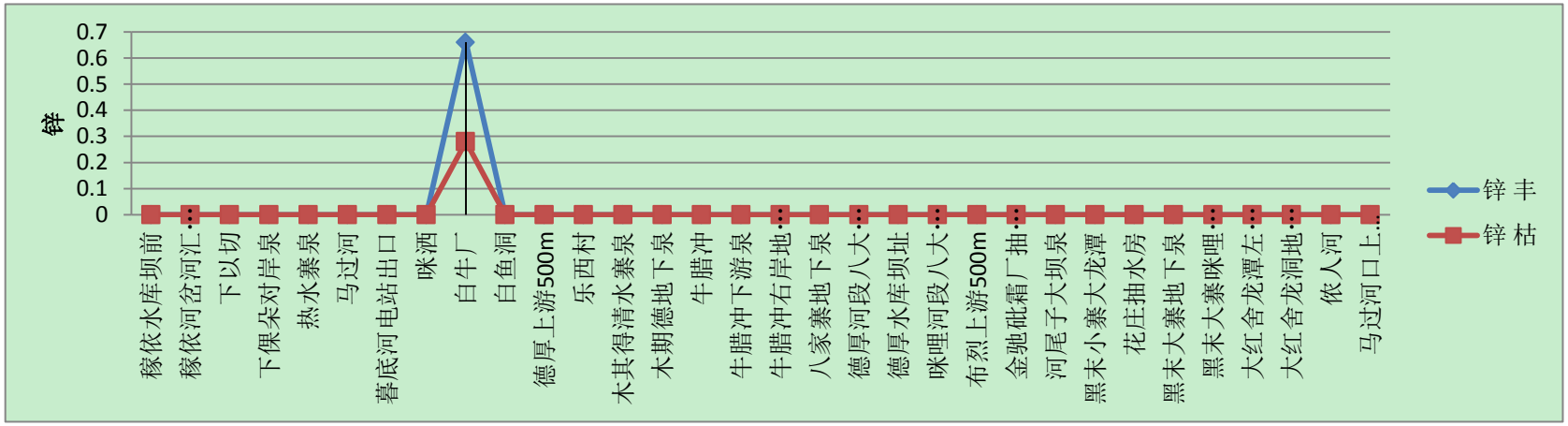


图 4.2.6-8　各断面丰枯水期锌浓度对比

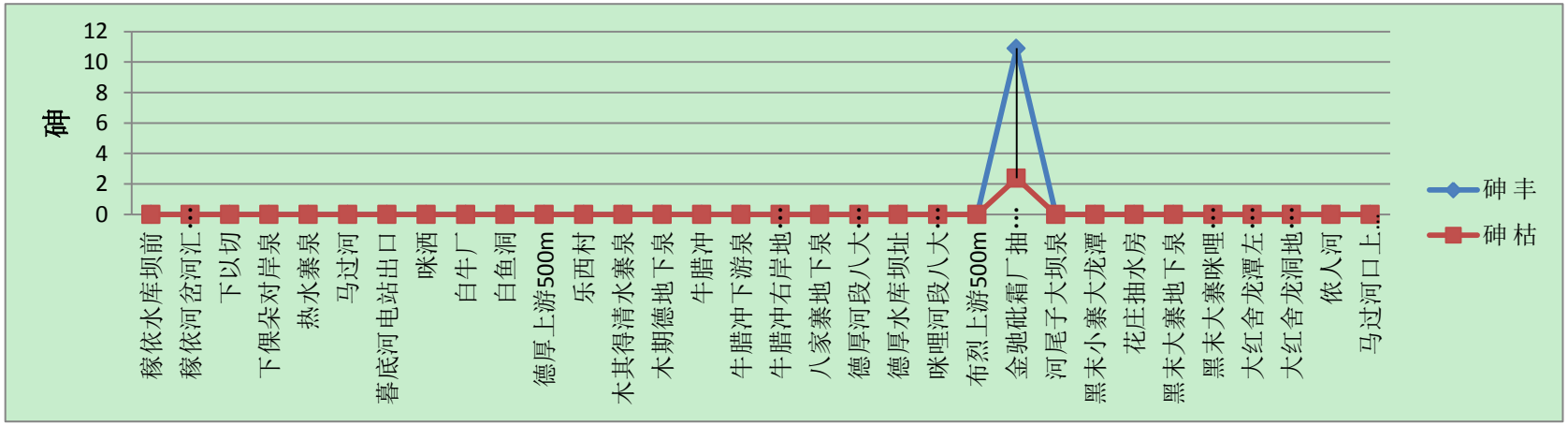


图 4.2.6-9　各断面丰枯水期砷浓度对比

（2）德厚水库库区总体评价结果

1）水质总体评价结果

考虑到德厚河流域内为岩溶发育区，地表水及地下水转换频繁，关系密切，且德厚水库未来将作为集中式饮用水地表水源地，将地表水、地下水监测断面统一按照地表水环境质量标准进行评价可以更好地反映现状德厚水库汇水区水质。将德厚坝址以上汇水区内各断面超标指标数及超标项目汇总后，其中类型栏标“S”的为地表水监测断面，标“D”的为地下水监测断面。

相比《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准，德厚河干流共有 9 个断面超标，其中有 5 个地表水断面，4 个地下水断面，呈现自上而下水质污染程度总体降低、泉水超标断面较多以及铁、锰标超标较普遍等特点，表现在：1）上游的白牛厂断面超标项目较多，且多为金属指标超标。该断面处于蒙自市境内，为银多金属矿区，共有 4 项指标超标，其中锰超标 8.44 倍，锌超标 0.47 倍，白牛厂断面也是德厚河干流中地表水、地下水监测断面中唯一重金属锌超标的断面。2）泉水超标断面较多，有木其得清水寨泉（超标 8 项，铁锰超标倍数较高，分别为 5.97、3.34 倍，pH 超标 1.8 倍）、白鱼洞（2 项超标，其中锰超标 1.4 倍）、牛腊冲右岸地下泉（氨氮超标 0.04 倍）、木期德地下泉（pH 项超标 1.8 倍、氨氮超标 0.2 倍）、德厚河段八大碗群泉（氨氮超标 0.6）。这些水质超标的泉水断面分两类，一类为仅氨氮超标，包括牛腊冲右岸地下泉、德厚河段八大碗群泉；另一类则由金属指标和 pH 指标超标，显示其泉水集水区内可能存在选矿废水或矿渣污染。3）牛腊冲以下无金属指标超标，3 个泉水断面内除两个断面氨氮超标外，其余均不超标。4）总体上，铁锰超标程度相对较轻，且自上游向下游沿程减小，牛腊冲以下则不超标；

相比《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准，咪哩河共有 7 个断面超标，其中地表水 3 个，地下水 4 个。咪哩河整体呈现地表水铁锰指标超标较重、自上而下污染程度下降、地下水水质相对较好、氨氮超标相对较轻等特征，表现为：1）全河段地表水监测断面铁锰超标，其中大红舍龙洞地下河铁锰轻微超标（分别超标 2.19 倍、1.55 倍），在汇入左岸小河（其铁锰超标程度分别达 621.83 倍、63.34 倍）以及黑莫大寨支流来水（其铁锰超标程度分别达 163.12 倍、29.78 倍）后，至布烈村上游 500m 处铁锰超标倍数分别达 48.85、6.6 倍。2）下游 6 个地下水监测断面，除金驰砒霜厂抽水房砷超标外，黑末大寨地下泉、河尾子大坝泉、咪哩河段八大碗泉群均不超标，花庄抽水房仅铁轻微超标（0.1 倍）、黑末小寨大龙潭仅氨氮超标。3）相比于德厚河中氨氮超标，咪哩河内 10 个监测断面只有 3 个断面超标，且这些断面均处于下游。

德厚水库坝址处水质也不满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准

及集中式饮用水水源地补充监测指标要求，共有 6 项指标超标，丰枯水期超标次数 4 次，其中铁超标 7.4 倍、锰超标 0.55 倍，另有 COD 和高锰酸盐指数轻微超标。

将地表水、地下水断面的监测结果按照断面在德厚河流域内所处位置及水力联系绘制成概念图（见图 4.2.6-10），其中虚线代表暗河，虚线箭头代表地下水水力联系，实线箭头代表地表水水力联系，蓝色圆点代表干流断面，虚线框代表污染源，绿色圆代表暗河（泉）出露点。

由图可见，1）对坝址断面主要超标因子铁锰贡献最大的是咪哩河流域内的大凹子煤矿、土基冲铁矿以及水结煤矿，这些污染源铁锰超标倍数高达上百倍，且通过地表水联系直接进入河流水体；2）兆龙、盛禾砒霜厂等处于岩溶洼地内的污染源其地下水锰超标倍数均为 8.3 倍，其综合影响表现为大红舍龙洞出口的铁锰超标倍数分别为 2.2 倍和 1.5 倍，说明大红舍龙洞暗河以上的各污染源对咪哩河干流铁锰超标也有一定贡献，但影响程度相对较小。3）德厚河干流总体上铁锰超标程度轻，其主要影响源来自蒙自矿冶公司，且铁锰超标倍数分别为 0.89、8.4 倍，而白鱼洞泉也有一定影响，但影响轻微。

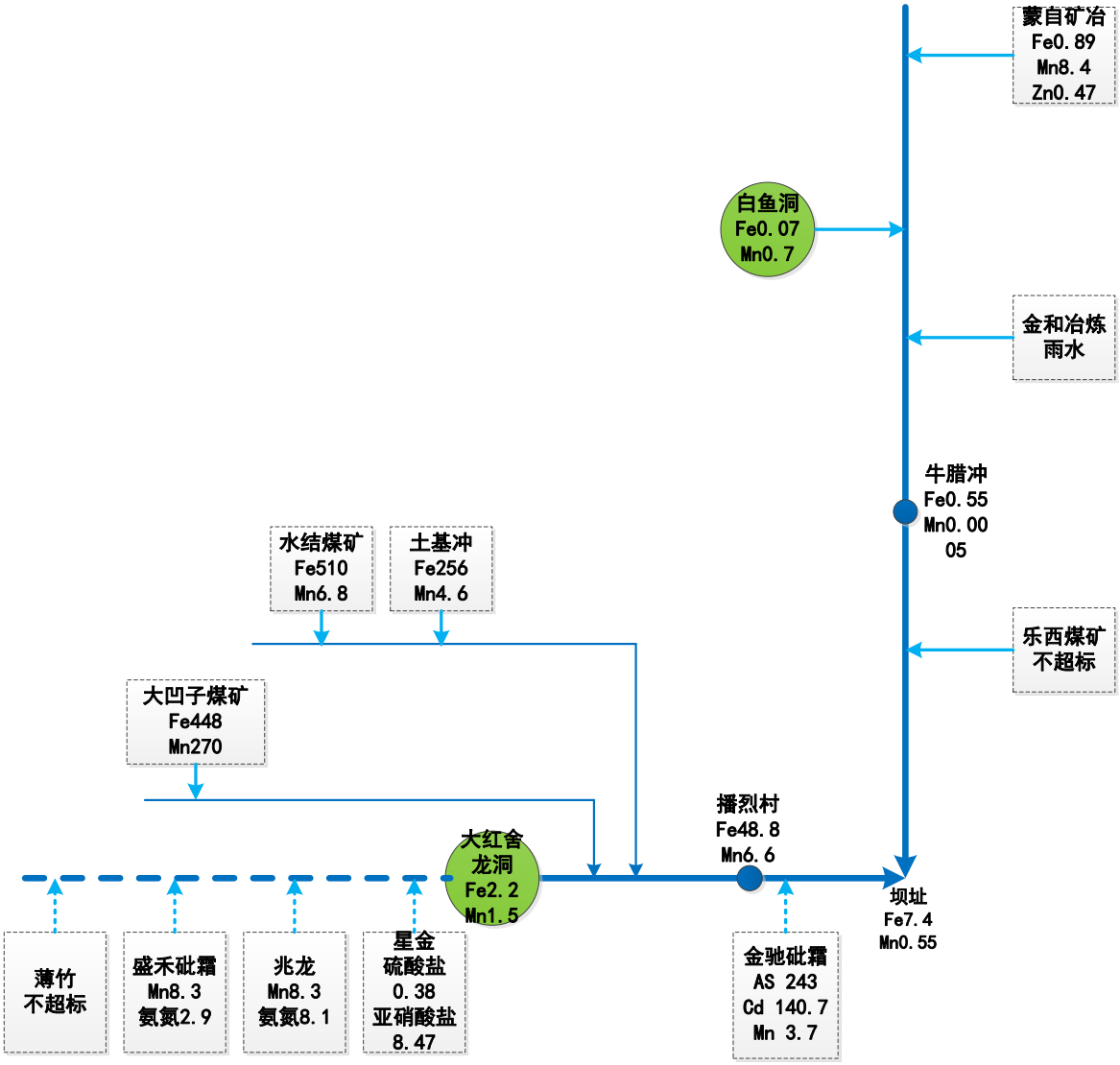


图 4.2.6-10　德厚河流域水环境因子超标成因分析概念图

2）例行监测断面水质对比结果

黑末大寨 2014 年各项监测指标比 2013 年都降低，水质有改善，由此可知由于上游矿厂的关闭和停厂黑末大寨所在的咪哩河流域水质有所改善。牛腊冲、德厚水库断面 2014 年铁、锰指标较 2013 年有所增加，其中牛腊冲断面增加幅度相对较大。新增监测点荣华村也有 9 个点超标。

由监测数据可知，上游矿厂的关闭与停厂后对咪哩河水质有所改善，由于铁、锰重金属元素不易随水移动、不能被生物分解、易在土壤中累积等特性， 2014 年长期监测断面仅进行了 6 个月的监测，监测时间短，6 次监测结果不能全面的反应闭矿、停厂后水质改善效果。

3）2015 年 3 月地表水监测结果

从超标断面与德厚水库的关系来看，各监测断面分别位于德厚河和咪哩河上游，属于德厚水库的汇水区范围。各超标断面均位于涉矿企业的下游，由大凹子煤矿、水结煤矿上、下游监测资料可以看出下游水质相对上游水质受污染影响，且煤矿下游铁、锰超标倍数高于上游。从监测断面超标因子个数及超标率来看，大凹子煤矿下游监测断面超标因子个数最多，且超标率最高。

2）河道底泥总体评价结果

德厚河干流河道底泥中重金属含量高于咪哩河，相比《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）3 级标准，德厚河存在底泥超标情况，其中镉除上游的五色冲落水洞处不超标外，其余断面均超标，超标倍数在 0.1~2.2 之间；在白牛厂下落水洞、冷风洞、牛腊冲、红石岩下寨、德厚河与咪哩河交汇处等 5 个断面处砷超标，超标倍数在 0.21~0.46 之间；白牛厂落水洞断面还存在锌略微超标，超标倍数 0.25。咪哩河则除大红舍龙潭及咪哩河入德厚河口上游 50m 处 pH 值<6.5 外，无其他超标项目。

总体而言，咪哩河河道底泥中重金属不超标，德厚河干流底泥中镉超标较为普遍，其次为砷超标，个别断面还有锌超标。

3）成因分析

结合德厚河流域内涉矿企业及面源污染源调查结果，这些涉矿企业的类型、废水排放方式以及与德厚河干流及咪哩河干流的水力联系的不同方式是造成德厚河流域内水质及底泥是否超标的主要原因。其中，咪哩河径流区内虽然涉矿企业较多，且矿渣的超标程度更大，但大多数涉矿企业处于岩溶洼地之内，与咪哩河干流无直接水力联系，而是通过地下水渗流方式进入地表水体，从而使得大红舍龙洞地下河出口断面仅有铁锰的轻微超标，而无重金属超标。咪哩河干流的铁锰严重超标的主要原因则是由于大凹子煤矿生产废水及土基冲铁矿选矿厂含高浓度铁锰废水直接排入大红舍龙洞左侧支流及黑莫大寨支流所致。而这两个涉矿企业的废水中重金属含量不超标，也使得咪哩河干流河道底泥也无重金属超标。而对于德厚河干流而言，其迳流区内涉矿企业数目较少，但有色金属冶炼厂居多，且上游的白牛厂及蒙自矿冶公司均为大型企业，其矿区地表径流直接排入德厚河干流，德厚镇处的金和有色金属冶炼公司，经业主核实，金和冶炼公司地表水污染源由感古小河汇入德厚河（坝头村以上约 500m），汇口位于德厚河上游 500m（上）、乐西村（下）两个地表水监测断面之间；另感古小河有废水及底泥监测断面，地表水监测结果显示金属元素为铁、锰超标，废水和底泥不超标。而大肠菌群超标则主要是流域内农村生活污水、禽畜养殖废水无序排放所造成。

综合以上分析，可以确定以下 6 点重要结论：

1）德厚水库库区现状水质不能满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）III

类标准及集中式饮用水水源地补充监测指标要求。

2）咪哩河和德厚河均存在铁锰超标问题，且上游污染程度比下游重，咪哩河地表水污染程度比德厚河重。

3）德厚河流域地下水水质整体良好，但咪哩河泉水水质略劣于德厚河泉水水质，主要表现在超标指标多且超标断面多。

4）德厚河底泥质量劣于咪哩河底泥，但各监测因子在各监测点位底泥污染物含量均符合《农用污泥中污染物控制标准》（GB4284-84）的最高容许含量。如果按照土壤环境质量三级标准评价，镉几乎全河段超标，砷也有较多断面超标，而咪哩河干流底泥无重金属超标。

5）德厚河干流、咪哩河集水区内均存在矿业点源的废水及矿渣污染地下水及地表水的问题，但两径流区内涉矿企业的类型、排水方式以及与地表水体的水力联系的差异是造成水质及底泥超标程度不同的主要原因。

6）德厚河流域污染源性质及与地表水体间的水力联系对德厚河干支流的地表水及底泥影响存在显著差异，整体表现为地表水力联系比地下水力联系对干支流水质及底泥重金属含量影响更为强烈，咪哩河流域内的大凹子煤矿、水结煤矿、土基冲铁矿以及德厚河干流的蒙自矿业有限责任公司对德厚河干支流水质及底泥影响直接而显著，而咪哩河大红舍龙洞水文地质单元内的 4 家涉矿企业及金驰砒霜厂等对流域水质安全构成重大风险隐患。

4.3 环境空气及声环境现状监测与评价

4.3.1 环境空气现状调查与评价

（1）评价区环境空气现状调查

拟建水库位于文山市德厚镇农村地区，通过对拟建项目评价区现场踏勘和环境调查，区域空气质量为二类区。

项目沿线空气环境基本保持在自然状态，区内主要污染物主要来自已有道路日常运营过程中的汽车尾气及交通扬尘；在水库上游汇水区内有少量矿山开采，生产时粉尘、扬尘对空气环境质量有一定影响；灌区内主要大气污染物为居民生产生活产生的燃料烟气等。

（2）评价区环境空气现状监测

2014 年 6 月 24 日～2014 年 6 月 30 日，云南环绿环境检测技术有限公司对本项目的大红舍（石料场附近居民点）、罗世鲊、坝址（团结大沟经过处）、红石岩进行了为期 7 天的环境空气质量现状监测，监测技术、方法可靠，本评价引用其监测数据以说明评价区内环境空气质量现状。

监测点位：大红舍（石料场附近居民点）、罗世鲊、坝址（团结大沟经过处）、红石岩。监测点位置见表 4.3.1-1 及附图 22 所示。

表 4.3.1-1 大气环境、声环境监测点位表

类型	监测断面	位置		监测时间	备注
		经度	纬度		
声环境	大红舍	103°56'42.16"E	23°30'28.01"N	2014.6.23～2014.6.24	石料场附近居民点
	罗世鲊	103°59'11.35"E	23°30'41.50"N		库区防渗工程处
	坝址	104° 0'9.67"E	23°34'0.05"N		团结大沟经过处，坝址施工处
	红石岩	103°58'59.17"E	23°34'42.05"N		输水线路沿线
大气环境	大红舍	103°56'42.16"E	23°30'28.01"N	2014.6.24～2014.6.30	石料场附近居民点
	罗世鲊	103°59'11.35"E	23°30'41.50"N		库区防渗工程处
	坝址	104° 0'9.67"E	23°34'0.05"N		团结大沟经过处，坝址施工区
	红石岩	103°58'59.17"E	23°34'42.05"N		输水线路沿线

监测项目：TSP、PM10、NOx、SO2

监测频次：连续监测 7 天，TSP 需测日均值（即 24 小时均值），NOx、SO2、PM10 需测日均值（即 20 小时均值）；SO2、NOx 需测小时均值（即 45min 小时均值）。

监测结果见下表 4.3.1-2～4.3.1-5。

4.3.2 声环境现状调查与评价

（1）评价区声环境现状调查

拟建水库位于文山市德厚镇农村地区，通过对拟建项目评价区现场踏勘和环境调查，现状声环境功能为 2 类。

评价区内以农业为主，区内无持续强噪声，噪声主要来源生活突发噪声及交通运输，因评价区属乡村地区，车流量小，声环境质量现状良好。

（2）评价区声环境现状监测

①监测项目

等效连续 A 声级 LAeq。

监测点位和频率

在大红舍（石料场附近居民点）、罗世鲊、坝址（团结大沟经过处）、红石岩设置了 4 个环境噪声监测点位，连续监测 2 天，监测昼间 1 时段、监测夜间 1 时段。监测点位置见表 4.3.1-1 及附图 22。

表 4.3.1-2 大红舍断面环境空气检测结果一览表单位：mg/m^3

监测点位	日期	时间	SO_2	NO_x	PM_{10}	TSP
《环境空气质量标准》二级标准日均值			0.15	0.10	0.15	0.30
大红舍	2014/06/24	02:00-03:00	0.032	0.024	/	/
		08:00-09:00	0.027	0.018	/	/
		14:00-15:00	0.019	0.018	/	/
		20:00-21:00	0.024	0.020	/	/
		日平均	0.024	0.019	0.045	0.078
	2014/06/25	02:00-03:00	0.029	0.021	/	/
		08:00-09:00	0.027	0.016	/	/
		14:00-15:00	0.022	0.020	/	/
		20:00-21:00	0.027	0.021	/	/
		日平均	0.026	0.018	0.044	0.081
	2014/06/26	02:00-03:00	0.029	0.023	/	/
		08:00-09:00	0.021	0.020	/	/
		14:00-15:00	0.019	0.019	/	/
		20:00-21:00	0.027	0.020	/	/
		日平均	0.023	0.021	0.049	0.092
	2014/06/27	02:00-03:00	0.022	0.015	/	/
		08:00-09:00	0.024	0.020	/	/
		14:00-15:00	0.019	0.017	/	/
		20:00-21:00	0.024	0.019	/	/
		日平均	0.023	0.018	0.041	0.079
	2014/06/28	02:00-03:00	0.021	0.024	/	/
		08:00-09:00	0.026	0.018	/	/
		14:00-15:00	0.022	0.017	/	/
		20:00-21:00	0.024	0.019	/	/
		日平均	0.023	0.019	0.048	0.087
	2014/06/29	02:00-03:00	0.023	0.024	/	/
		08:00-09:00	0.024	0.023	/	/
		14:00-15:00	0.019	0.018	/	/
		20:00-21:00	0.029	0.024	/	/
		日平均	0.024	0.022	0.052	0.093
	2014/06/30	02:00-03:00	0.030	0.021	/	/
		08:00-09:00	0.022	0.024	/	/
		14:00-15:00	0.025	0.019	/	/
		20:00-21:00	0.033	0.024	/	/
		日平均	0.026	0.022	0.049	0.085
评价标准	GB3095-2012《环境空气质量标准》常规污染物浓度限值二级标准					

表 4.3.1-3 罗世鲊断面环境空气检测结果一览表单位：mg/m^3

监测点位	日期	时间	SO2	NOx	PM10	TSP
《环境空气质量标准》二级标准日均值			0.15	0.10	0.15	0.30
罗世鲊	2014/06/24	02:00-03:00	0.017	0.027	/	/
		08:00-09:00	0.022	0.029	/	/
		14:00-15:00	0.010	0.032	/	/
		20:00-21:00	0.008	0.026	/	/
		日平均	0.015	0.028	0.038	0.071
	2014/06/25	02:00-03:00	0.015	0.027	/	/
		08:00-09:00	0.013	0.029	/	/
		14:00-15:00	0.010	0.035	/	/
		20:00-21:00	0.012	0.024	/	/
		日平均	0.013	0.028	0.037	0.067
	2014/06/26	02:00-03:00	0.022	0.022	/	/
		08:00-09:00	0.013	0.025	/	/
		14:00-15:00	0.014	0.036	/	/
		20:00-21:00	0.011	0.027	/	/
		日平均	0.016	0.026	0.043	0.079
	2014/06/27	02:00-03:00	0.015	0.020	/	/
		08:00-09:00	0.018	0.018	/	/
		14:00-15:00	0.012	0.031	/	/
		20:00-21:00	0.018	0.029	/	/
		日平均	0.017	0.024	0.047	0.086
	2014/06/28	02:00-03:00	0.027	0.020	/	/
		08:00-09:00	0.029	0.023	/	/
		14:00-15:00	0.011	0.027	/	/
		20:00-21:00	0.021	0.022	/	/
		日平均	0.019	0.021	0.039	0.074
	2014/06/29	02:00-03:00	0.027	0.018	/	/
		08:00-09:00	0.022	0.023	/	/
		14:00-15:00	0.020	0.027	/	/
		20:00-21:00	0.023	0.017	/	/
		日平均	0.020	0.020	0.035	0.068
	2014/06/30	02:00-03:00	0.019	0.019	/	/
		08:00-09:00	0.021	0.025	/	/
		14:00-15:00	0.016	0.027	/	/
		20:00-21:00	0.014	0.020	/	/
		日平均	0.017	0.023	0.041	0.073
评价标准	GB3095-2012《环境空气质量标准》常规污染物浓度限值二级标准					

表 4.3.1-4 坝址断面环境空气检测结果一览表单位：mg/m^3

监测点位	日期	时间	SO2	NOx	PM10	TSP
《环境空气质量标准》二级标准日均值			0.15	0.10	0.15	0.30
坝址	2014/06/24	02:00-03:00	0.029	0.023	/	/
		08:00-09:00	0.021	0.019	/	/
		14:00-15:00	0.019	0.016	/	/
		20:00-21:00	0.027	0.023	/	/
		日平均	0.021	0.020	0.047	0.092
	2014/06/25	02:00-03:00	0.028	0.023	/	/
		08:00-09:00	0.023	0.022	/	/
		14:00-15:00	0.019	0.021	/	/
		20:00-21:00	0.024	0.019	/	/
		日平均	0.023	0.020	0.054	0.104
	2014/06/26	02:00-03:00	0.026	0.022	/	/
		08:00-09:00	0.023	0.018	/	/
		14:00-15:00	0.021	0.018	/	/
		20:00-21:00	0.024	0.018	/	/
		日平均	0.023	0.020	0.062	0.116
	2014/06/27	02:00-03:00	0.026	0.021	/	/
		08:00-09:00	0.024	0.019	/	/
		14:00-15:00	0.022	0.018	/	/
		20:00-21:00	0.027	0.020	/	/
		日平均	0.022	0.022	0.058	0.109
	2014/06/28	02:00-03:00	0.029	0.029	/	/
		08:00-09:00	0.024	0.020	/	/
		14:00-15:00	0.019	0.019	/	/
		20:00-21:00	0.024	0.016	/	/
		日平均	0.024	0.017	0.052	0.102
	2014/06/29	02:00-03:00	0.031	0.016		/
		08:00-09:00	0.027	0.022	/	/
		14:00-15:00	0.022	0.020	/	/
		20:00-21:00	0.030	0.024	/	/
		日平均	0.024	0.019	0.045	0.088
	2014/06/30	02:00-03:00	0.026	0.019	/	/
		08:00-09:00	0.021	0.020	/	/
		14:00-15:00	0.019	0.018	/	/
		20:00-21:00	0.024	0.019	/	/
		日平均	0.023	0.020	0.049	0.095
评价标准	GB3095-2012《环境空气质量标准》常规污染物浓度限值二级标准					

表 4.3.1-5 红石岩断面环境空气检测结果一览表单位：mg/m^3

监测点位	日期	时间	SO2	NOx	PM10	TSP
《环境空气质量标准》二级标准日均值			0.15	0.10	0.15	0.30
红石岩	2014/06/24	02:00-03:00	0.017	0.030	/	/
		08:00-09:00	0.019	0.022	/	/
		14:00-15:00	0.017	0.019	/	/
		20:00-21:00	0.018	0.023	/	/
		日平均	0.018	0.024	0.026	0.047
	2014/06/25	02:00-03:00	0.021	0.030	/	/
		08:00-09:00	0.021	0.027	/	/
		14:00-15:00	0.018	0.020	/	/
		20:00-21:00	0.020	0.024	/	/
		日平均	0.020	0.023	0.033	0.058
	2014/06/26	02:00-03:00	0.020	0.026	/	/
		08:00-09:00	0.021	0.025	/	/
		14:00-15:00	0.019	0.020	/	/
		20:00-21:00	0.024	0.023	/	/
		日平均	0.023	0.024	0.035	0.064
	2014/06/27	02:00-03:00	0.019	0.021	/	/
		08:00-09:00	0.020	0.024	/	/
		14:00-15:00	0.018	0.022	/	/
		20:00-21:00	0.017	0.023	/	/
		日平均	0.018	0.022	0.029	0.052
	2014/06/28	02:00-03:00	0.021	0.018	/	/
		08:00-09:00	0.022	0.028	/	/
		14:00-15:00	0.027	0.023	/	/
		20:00-21:00	0.019	0.025	/	/
		日平均	0.024	0.025	0.038	0.071
	2014/06/29	02:00-03:00	0.019	0.027	/	/
		08:00-09:00	0.021	0.024	/	/
		14:00-15:00	0.017	0.020	/	/
		20:00-21:00	0.021	0.022	/	/
		日平均	0.020	0.025	0.032	0.057
	2014/06/30	02:00-03:00	0.021	0.027	/	/
		08:00-09:00	0.023	0.025	/	/
		14:00-15:00	0.018	0.018	/	/
		20:00-21:00	0.028	0.024	/	/
		日平均	0.024	0.024	0.028	0.051
评价标准	GB3095-2012《环境空气质量标准》常规污染物浓度限值二级标准					

③监测方法

检测依据：GB3096-2008《声环境质量标准》。

仪器与编号：AWA5680 声级计、AWA6221B 声校准器。

2014 年 6 月 23 日～2014 年 6 月 24 日，云南环绿环境检测技术有限公司对本项目的大红舍（石料场附近居民点）、罗世鲊、坝址（团结大沟经过处）、红石

岩进行了为期 2 天的环境噪声现状监测。敏感点噪声监测结果见表 4.3.2-1。

表 4.3.2-1 敏感点环境噪声现状监测结果一览表单位：L_{eq}dB（A）

监测时间	监测点位	监测时间	噪声值 dB（A）	执行标准	评价
2014/06/23	大红舍	昼间	42.1	2 类 昼：60dB 夜：50 dB	达标
		夜间	38.1		达标
	罗世鲊	昼间	41.3		达标
		夜间	38.3		达标
	坝址	昼间	49.1		达标
		夜间	40.3		达标
	红石研	昼间	41.2		达标
		夜间	39.1		达标
2014/06/24	大红舍	昼间	42.3		达标
		夜间	38.2		达标
	罗世鲊	昼间	40.7		达标
		夜间	39.2		达标
	坝址	昼间	48.7		达标
		夜间	40.5		达标
	红石研	昼间	40.5		达标
		夜间	38.7		达标

4.3.3 环境空气及声环境评价小结

（1）大气环境现状评价

从监测结果表 4.3.1-2～4..13-5 可知，各污染物小时平均浓度监测值与日均浓度监测值均未出现超标现象，区域内监测点在监测期间环境空气质量良好，TSP、PM_{10}、NOx、SO_2 均可达到 GB3095-20123《环境空气质量标准》二级标准要求。总体来说，拟建水库评价区内环境空气质量良好。

（2）声环境现状评价

由表 4.3.2-1 可知，拟建水库沿线声环境敏感点监测值昼间在 40.5～49.1dB（A）之间，夜间在 38.1～40.5dB（A）之间。各监测点均能达到 2 类声环境功能区标准限值的要求，区内声环境现状较好。

4.4 土壤环境调查及现状质量评价

4.4.1 土壤类型

文山市暗棕壤主要分布在海拔 2800m 以上的高寨山区；棕壤主要分布在海拔 2400～2700m 地带；黄棕壤主要分布在海拔 1800～2400m 的冷凉山区；红壤分布最广，约占全州总面积的 75%，耕地面积的 60%，集中分布在海拔 1000～

1200m 之间的地区；石灰岩土在文山市也广泛分布。

本工程区土壤类型以红壤、黄棕壤和石灰岩土为主。

4.4.2 土壤环境质量现状评价

4.4.2.1 土壤环境质量现状监测

为了解德厚水库工程评价区内土壤环境质量状况，于 2014 年 6 月、8 月在评价区内共布置了 22 个土壤环境监测点。重金属专题承担单位于 2015 年 3 月布置了 13 个监测点（见表 4.4.2-1）。其中，16 个监测点 24 个土样位于咪哩河汇水区内，9 个监测点 14 个土样位于德厚河汇水区内，4 个监测点 4 个土样位于暮底河流域。以上监测点中位于淹没区内共 13 个监测点，其中位于咪哩河淹没区内 11 个监测点 18 个土样，位于德厚河淹没区内共 5 个监测点 11 个土样。

所有土壤监测点均进行了土壤中金属成分含量分析，同时对部分点位、部分期次的土壤样进行了成分水浸实验和酸浸实验实验。所有点位分布图见附图 21-4。

表 4.4.2-1 评价区环评土壤监测点位表

点位	编号	监测断面	区位关系	位置		采样时间	监测内容
				经度	纬度		
1-1	T101	乐西村	德厚河支流，回水末端以上	103°52'22.66"E	23°36'12.94"N	2014.6	重金属含量
1-2	T102	木期德	德厚河干流，回水末端以上	103°55'8.45"E	23°34'59.97"N		
1-3	T103	金驰砒霜（抽水房）	咪哩河，淹没区	103°59'43.24"E	23°32'35.53"N		
1-4	T104	大红舍	咪哩河，回水末端以上	103°56'52.31"E	23°30'21.32"N		
1-5	T105	荣华村	咪哩河，淹没区	103°58'46.60"E	23°30'27.11"N		
1-6	T106	黑莫大寨	咪哩河，淹没区	103°58'45.34"E	23°31'18.30"N	2014.6	重金属含量、水浸实验
1-7	T201	红石岩下寨左岸	德厚河，淹没区	103°59'30.89"E	23°34'52.18"N	2014.8	
1-8	T202	红石岩下寨右岸	德厚河，淹没区	103°59'17.68"E	23°34'53.99"N		
1-9	T203	荣华村左岸	咪哩河，淹没区	103°58'5.21"E	23°30'24.08"N		
1-10	T204	荣华村右岸	咪哩河，淹没区	103°58'23.61"E	23°30'25.40"N		
1-11	T205	金驰砒霜抽水房左岸	咪哩河，淹没区	103°59'43.30"E	23°32'33.71"N		
1-12	T206	金驰砒霜抽水房右岸	咪哩河，淹没区	103°59'46.71"E	23°32'31.35"N		
1-13	农田 1	牛腊冲稻田	咪哩河，淹没区以上	103°58'0.36"E	23°35'44.18"N	2014.6	重金属含量、水溶性实
1-14	农田 2	花庄村稻田	咪哩河，淹没区以上	103°58'31.20"E	23°32'17.87"N		
1-15	农田 3	黑末村稻田	咪哩河，淹没区	103°58'30.56"E	23°31'19.07"N		
1-16	农田 5	上倮多稻田	咪哩河，淹没区以上	104°0'45.57"	23°34'15.51"N		

				E			验
1-17	农　田 07	白沙村回水末端，位置同 T304	咪哩河，回水末端，淹没区	103°57' 40.83"E	23°30'25. 42"N		
1-18	农　田 08	白沙村，位置同 T305	咪哩河，淹没区	103°57' 53.01"E	23°30'21. 35"N		
1-19	农　田 09	荣华村上寨，位置同 T306	咪哩河，淹没区	103°58' 6.65"E	23°30'17. 05"N		
1-20	农　田 10	牛腊冲右岸，位置同 T307	德厚河，回水末端，淹没区	103°57' 59.78"E	23°35'30. 85"N		
1-21	农　田 11	牛腊冲左岸，位置同 T308	德厚河，回水末端，淹没区	103°57' 59.50"E	23°35'32. 71"N		
1-22	农　田 12	牛腊冲左岸小河，位置同 T309	德厚河，回水末端，淹没区	103°58' 0.09"E	23°35'36. 06"N		
1-23	T301	母鸡冲村	咪哩河支流，回水末端上	103°52' 19.37"E	23°25'12. 84"N	2015.3	重金属含量、水浸实验
1-24	T302	四清水库	德厚河支流，回水末端上	103°51' 0.06" E	23°37'55. 82"N		
1-25	T303	平坝寨上寨	德厚河支流，回水末端上	103°58' 1.94" E	23°37'5.4 1"N		
2-1	T401	暮底河水库左岸	丫斯邑，外流域	104°8'27.88" E	23°23'59.53" N	2015.4	重金属含量
2-2	T402	暮底河水库右岸	文山暮底河水库，外流域	104°8'16.90" E	23°22'49.10" N		
2-3	T403	暮底河水库库尾	五家寨，外流域	104°6'49.63" E	23°22'35.00" N		
2-4	T404	暮底河水库库尾上游 5km	戈革村，外流域	104°4'56.17" E	23°22'29.12" N		

3-1	T304	白沙村回水末端2～20cm	咪哩河，回水末端	103°57'40.83"E	23°30'25.42"N	2015.3	重金属含量、水浸实验、酸浸实验
	T304	白沙村回水末端20～50cm					
	T304	白沙村回水末端50～100cm					
3-2	T305	白沙村 2～20cm	咪哩河，回水末端	103°57'53.01"E	23°30'21.35"N		
	T305	白沙村 20～50cm					
3-3	T306	荣华村上寨 2～20cm	咪哩河，淹没区	103°58'6.65"E	23°30'17.05"N		
	T306	荣华村上寨 20～50cm					
3-4	T307	牛腊冲南 2～20cm	德厚河，回水末端	103°57'59.78"E	23°35'30.85"N		
	T307	牛腊冲南 20～50cm					
3-5	T308	牛腊冲西 2～20cm	德厚河，回水末端	103°57'59.50"E	23°35'32.71"N		
	T308	牛腊冲西 20～50cm					
3-6	T309	牛腊冲东 2～20cm	德厚河，回水末端	103°58'0.09"E	23°35'36.06"N		
	T309	牛腊冲东 20～50cm					

4.4.2.2 土壤中重金属含量及评价

按照《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准对评价区内土壤环境质量状况进行了评价。

评价区内部分监测点的土壤环境质量不满足《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准要求，主要存在镉、砷、汞、铜、镍超标。砷超标的监测样共有 11 点位 22 个样，其中 8 点位 19 个样处于淹没区内，超标倍数在 0.44~4.80 倍，其中：在咪哩河淹没区内共有 4 点位 9 个样（荣华村、荣华村上寨 3 个样、白沙村、白沙村回水末端 4 个样，均位于靠近咪哩河回水末端的咪哩河中游，超标倍数在 0.44~4.80 倍），在德厚河淹没区内共有 4 点位 10 个样（包括牛腊冲南 3 个样、牛腊冲西 3 个样、牛腊冲东右岸 3 个样、红石岩下寨右岸，超标倍数在 0.67~2.11 倍）。此外暮底河流域有 1 点位即暮底河水库库尾上游 5km

出现镉超标，超标倍数 1.08 倍。

镉在评价区超标的监测样共有 13 点位 22 个样，其中 8 点位 17 个样处于淹没区内，超标倍数在 0.23~15.53 倍，其中：在咪哩河淹没区内共有 4 点位 7 个样（金驰砒霜抽水房、荣华村上寨、白沙村 3 个样、白沙村回水末端 2 个样，主要位于靠近咪哩河回水末端的咪哩河中游，超标倍数在 0.23~6.47 倍），在德厚河淹没区内共有 4 点位 10 个样（包括牛腊冲南 3 个样、牛腊冲西 3 个样、牛腊冲东右岸 2 个样、红石岩下寨右岸、红石岩下寨右岸，超标倍数在 1.93~15.53 倍）。此外暮底河流域有 3 点位 3 个样出现镉超标，分别为暮底河水库右岸、暮底河水库库尾、暮底河水库库尾上游 5km，超标倍数在 0.7~4.0 倍。

汞在评价区超标的监测样共有 10 点位 15 个样，其中 6 点位 11 个样处于淹没区内，超标倍数在 0.05~7.65 倍，其中：在咪哩河淹没区内共有 1 点位 1 个样（金驰砒霜抽水房，超标倍数 7.65 倍），在德厚河淹没区内共有 5 点位 10 个样（包括牛腊冲南 3 个样、牛腊冲西 3 个样、牛腊冲东右岸 2 个样、红石岩下寨右岸、红石岩下寨右岸，超标倍数在 0.05~4.60 倍）。淹没区以上的样点中，乐西村超标 9.08 倍较为突出。暮底河流域无超标样。

铜在评价区超标的现象较为普遍，评价区 25 点位 38 个样中，有 23 点位 36 个样超标，但超标倍数不高，在 0.04~1.20 倍之间；暮底河流域有 4 点位 4 个样全部超标，超标倍数在 0.06~1.44 倍之间。

镍在评价区超标的监测样共有 6 点位 19 个样，全部处于淹没区内，超标倍数在 0.58~1.75 倍，其中：在咪哩河淹没区内共有 3 点位 10 个样（荣华村上寨 3 个样、白沙村 3 个样、白沙村回水末端 4 个样，超标倍数在 0.58~1.73 倍），在德厚河淹没区内共有 3 点位 9 个样（包括牛腊冲南 3 个样、牛腊冲西 3 个样、牛腊冲东右岸 3 个样，超标倍数在 0.95~1.75 倍）。暮底河流域有 3 点位 3 个样出现镉超标，分别为暮底河水库右岸、暮底河水库库尾、暮底河水库库尾上游 5km，超标倍数在 0.7~4.0 倍。暮底河流域有 3 点位 3 个样出现镉超标，分别为暮底河水库左岸、暮底河水库库尾，超标倍数在 0.15~1.08 倍。

铅在评价区超标的监测样共有 6 点位 6 个样，分别位于淹没区上游的荣华村左岸、牛腊冲稻田，以及淹没区的白沙村、白沙村回水末端、牛腊冲西、牛腊冲东。超标倍数总体较低，在 0.01~0.47 倍之间。

锌在评价区超标的监测样共有 4 点位 4 个样，乐西村、大红舍、红石岩下寨右岸、牛腊冲西。超标倍数总体较低，在 0.01~0.28 倍之间。

铅仅在咪哩河淹没区的荣华村上寨 1 个点位的 1 个浅层土样出现超标，超标倍数为 0.87。

（2）评价区土壤水浸、酸浸监测结果及分析

各监测点位的土壤酸浸试验结果均未超过《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）的标准值，不属于危险废物。由检测结果可以看出，各监测点位的土壤水浸试验结果均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的最高允许排放浓度，说明按固体废物分类，评价区土壤属Ⅰ类一般工业固废。

4.4.3 石漠化及土壤潜育化调查分析

（1）石漠化现状及分布

①石漠化的分布状况

文山州地处滇东南岩溶高原，是我国典型的岩溶地区，岩溶面积为16792.51km^2，占国土面积的 53.4%，岩溶面积广泛分布全州八县。岩石类型主要以碎屑岩夹碳酸盐互层、纯灰岩、灰岩与白云岩互层分布最广。

文山市位于文山州西南部，属典型的高岩溶县，岩溶地区碳酸盐广泛分布，文山市岩溶面积为 2456.38km^2，主要分布在柳井、乐诗冲、老回龙、马塘、德厚、秉烈、喜古、开化、东山、追栗街、古木 11 个乡镇，其余乡镇有少量分布。砚山县岩溶面积为 2559.37km^2，主要分布在平远、阿舍、稼依、维末、干河、阿基、阿猛 7 个乡镇，江那、者腊、蚌峨等乡镇有少量分布。文山市及砚山县石漠化分布表见表 4.4.3-1。

表 4.4.3-1 文山市、砚山县石漠化分布表单位：km^2

县名	石漠化面积			
	合计	重度	中度	轻度
合计	3420.72	2272.22	877.43	271.07
文山	1598.76	1000.61	434.93	163.22
砚山	1821.96	1271.61	442.5	107.85

全市岩溶分布突出的地区，石漠化危害就比较严重，目前已初步形成石漠化的面积 1598.76km^2，占岩溶面积的 65.09%，占全市总面积的 52.18%。其中：属重度石漠化面积 1000.61km^2，占岩溶面积的 40.75%，占石漠化总面积的 62.59%；属中度石漠化面积 434.93km^2，占岩溶面积的 17.7%，占石漠化总面积的 62.59%；属轻度石漠化面积 163.22km^2，占岩溶面积的 6.64%，占石漠化面积的 21.21%。按照全省的分类，文山市属中度石漠化土地类型。全市石漠化面积在 100km^2 以上的有秉烈、德厚、柳井、马塘、东山、开化、平坝 7 个乡镇，在 51～100km^2 的有古木、新街、追栗街、小街、薄竹 5 个乡镇，在 26～50km^2 的有红甸、坝心、喜古 3 个乡镇。

砚山县也是文山州石漠化分布较广泛的县。全县国土面积 3805km^2，石漠化面积 1821.96km^2，占全县面积的 47.9%，其中重度石漠化面积 1271.61km^2，中度石漠化面积 442.5km^2，轻度石漠化面积 107.85km^2。

②石漠化的基本特点

石漠化是指石质土地的荒漠化，指在亚热带湿润地区岩溶极其发育的自然环境下，受人为因素的干扰和破坏，造成土壤严重侵蚀，基岩大面积裸露，地表呈现类似荒化现象的土地退化。德厚水库评价区石漠化主要有以下特点：一是石漠化集中分布在岩溶强烈发育的地区；二是集中分布在人均耕地较少，森林植被覆盖率低的地区。

③石漠化分区

根据石漠化的分布及特点，德厚水库评价区石漠化大致可分为三个区：一是峰丛洼地区。该区耕地少而分散，水资源缺泛，水土资源配置不合理，石漠化程度深，交通不变；二是岩溶槽谷区。该区耕地相对集中于谷地底部，有一定的水利配套设施，但土地生产力低。三是河谷地貌区。该区水资源丰富，光热条件好，但水资源开发利用程度低。

④石漠化的主要成因

农村能源结构单一，绝大部分农户以薪材作为能源，烧材占森林资源总消耗量的 75.4%以上，植被破坏相当严重。

农村基础设施薄弱，水利化程度低，广种薄收。

逐年增长的人口对土地的需求量也在逐年增长，为解决温饱问题，人们不断的开垦土地，破坏植被。

⑤石漠化的发展趋势

德厚水库评价区曾经森林覆盖率较高，生态环境建设经历了由破坏性开发到边治理边破坏，从单项治理到综合治理，被动治理到建设与开发相结合治理的发展过程。由于自然、历史和人为因素的影响和破坏，致使森林覆盖率逐年下降。由于森林资源减少，森林植被遭到破坏，导致水土流失严重，岩溶山地退化，生态环境恶化，形成大面积的裸露—石漠化，并且石漠化面积还处于扩大，加剧的趋势。

德厚水库所处区域的植被属于“高原亚热带北部常绿阔叶林地带”分属下的“滇中滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区”，该地区溶岩地貌发育较多，现有主要植被类型包括暖温性针叶林、石灰岩灌丛。水库淹没影响区淹没地类主要以耕地、林地为主，林地中云南松林群落盖度 80～85%，石灰岩灌丛盖度为 45～90%。德厚水库坝址以上流域植被覆盖较好，工程建设区土壤侵蚀程度为轻度，水土流失轻微，石漠化现象不突出。在水库建设过程中需要以天然林保护、退耕还林、石漠化综合整治、水土流失综合治理为重点，严格监管，依法保护好现有林草植被，防治产生新的石漠化土地。

（2）土壤潜育化现状及分布

土壤潜育化（gleying process of soil）指土壤长期滞水，严重缺氧，产生较多还原物质，使高价铁、锰化合物转化为低价状态，使土体变为蓝灰色或青灰色的现象。

由于德厚水库坝址以上流域现状为河道，流域内植被覆盖较好，现场调查没有大面积的土壤长期滞水现象，评价区土壤的保水性能好，现状土壤主要以红壤、黄棕壤和石灰岩土为主，没有天然的土壤浅育化特征。土壤浅育化是土壤受积滞水分的长期浸渍，土体封闭于静水状态下，得不到同期与氧化，水稻土潜育化是一个严重的土壤退化问题，水稻土主要特点是还原性物质较多，重金属的移动性较强，生物活性降低，通气性差。在德厚水库库区、汇水区及下游灌区内分布有水稻土，项目占地区水稻土面积占评价区耕地面积的 1.2%，所占比例较小。水稻土的形成与人类生产活动影响有关，坝址以上区域由于水库的建设居民搬迁及生产安置水稻田数量有所降低，则产生土壤浅育化的可能性降低。

（3）石漠化治理措施及成效

文山州石漠化面积大，分布广，而石漠化地区最基本的特征是缺水、少土，为减少水土流失，必须尽快增加这些地区的林草植被。石漠化综合治理工程采取退耕还林、封山育林、植树造林、草地种植 4 项工程措施对石漠化土地进行生态修复，并通过坡地改造、沃土工程、小型水利保水工程等对石漠化地区进行农田建设工程。

通过石漠化综合治理工程的实施，可使文山州森林植被增加约 5937074 万亩，使岩溶地区石漠化土地森林覆盖率达到 49.69%以上，在保持水土、涵养水源、减轻自然灾害、净化空气、保护资源等方面将产生巨大的生态效益。经过 15 年的治理，项目区森林植被基本得到恢复，可再现“秀美山川”的绿色家园。

4.5 农作物及鱼类中重金属含量调查及评价

4.5.1 农作物中重金属含量调查与评价

（1）采样点概述

为了解德厚河流域及规划灌区内农作物中重金属含量，重金属专题承担单位选择当地种植较多的代表性十字花科叶菜类植物—油菜作为农作物代表，委托湖南华科环境检测技术服务有限公司于 2015 年 3 月 14 日进行了现场采样，每个采样点取一组样品，共布设了 Z1-Z55 个采样点。监测后，发现各点农作物种重金属含量均较高，尤其 Z3 点存在异常值。考虑到仅进行一期采样，且仅限于对油菜采样，其代表性不足。为此，于 2015 年 6 月中旬，再次进行了更为系统的采样，新布置 23 个采样点。采样监测点详见表 4.5.1-1，点位见附图 21-5。

表 4.5.1-1 农作物监测点位表

点位	地点	作物种类	经度	纬度	代表性(流域内\外,淹没区内外)
Z1	明湖片	油菜茎叶	103°53'27.92"	23°37'25.30"北	流域内，上游
Z2	平坝寨片	油菜茎叶	103°58'0.04"东	23°37'0.26"北	流域内，上游
Z3	花庄片	油菜茎叶	103°57'45.80"东	23°33'6.80"北	流域内，下游
Z4	黄龙坝片	油菜茎叶	104° 3'11.35"东	23°30'45.64"北	流域外
Z5	老坞海片	油菜茎叶	103°52'35.00"东	23°38'54.20"北	流域外
A1	老坞海片	小麦、水稻、玉米粒，玉米茎叶、农田土壤	103°52'35.00"东	23°38'54.20"北	流域外
A2	红甸片	水稻、玉米粒、辣椒，玉米茎叶、农田土壤	103°57'55.20"东	23°39'10.73"北	流域外
A3	平坝寨片	水稻、油菜籽、玉米粒、辣椒、玉米茎叶、农田土壤	103°58'0.04"东	23°37'0.26"北	流域内，上游
A4	明湖片	水稻、小麦、油菜籽、辣椒、农田土壤	103°53'27.92"东	23°37'25.30"北	流域内、上游
A5	花庄片	玉米粒、水稻、辣椒、玉米茎叶，农田土壤，	103°57'45.80"东	23°33'6.80"北	流域内，淹没区外
A6	黄龙坝片	小麦、水稻、油菜籽、白菜、农田土壤	104° 3'11.35"东	23°30'45.64"北	流域外
B1	捏黑	小麦、油菜籽、稻米、白菜、农田土壤	103°57'18.26"东	23°31'13.23"北	淹没区
B2	荣华村	稻米、油菜籽、玉米粒、玉米茎叶及土壤	103°58'15.55"东	23°30'24.89"北	淹没区
B3	金驰抽水泵房左岸	玉米茎叶	103°59'41.30"东	23°32'39.17"北	淹没区
B4	金驰抽水泵房右岸	玉米茎叶	103°59'42.61"东	23°32'37.54"北	淹没区
B5	红石岩下寨	水稻、油菜籽、玉米粒、玉米茎叶、农田土壤	103°59'10.97"东	23°34'53.36"北	淹没区
B6	德厚河干流牛腊冲支流汇入前	水稻、油菜籽、白菜、辣椒	103°57'45.00"东	23°35'31.14"北	淹没区
C1	德厚河干流乐西煤矿下游农田	玉米茎叶及土壤	103°54'5.20"东	23°35'19.40"北	淹没区外
C2	水结煤矿下游小何农田	玉米茎叶及土壤	103°54'55.66"东	23°31'29.49"北	淹没区外

点位	地点	作物种类	经度	纬度	代表性(流域内\外,淹没区内外)
C3-1	土基冲铁矿上游农田	玉米茎叶及土壤	103°56'48.08"东	23°31'37.55"北	淹没区外
C3-2	土基冲铁矿下游农田	玉米茎叶及土壤	103°56'50.84"东	23°31'30.94"北	
C4	盛禾砒霜厂洼地周围农田	玉米茎叶及土壤	103°55'14.28"东	23°29'12.75"北	淹没区外
C5	大凹子下游农田	玉米茎叶及土壤	103°54'22.48"东	23°30'22.40"北	淹没区外
D1	母鸡冲村农田	玉米茎叶	103°52'22.72"东	23°25'7.26"北	流域内
D2	四清水库上游农田	玉米茎叶、白菜、辣椒	103°50'12.67"东	23°37'48.22"北	流域内
E1	暮底河水库库尾右岸	小麦、玉米粒、玉米茎叶	104° 8'22.94"东	23°22'48.89"北	暮底河流域
E2	暮底河水库库尾上游2.5km	白菜、辣椒、玉米茎叶	104° 6'56.31"东	23°22'35.38"北	暮底河流域
E3	目底河水库库尾上游5km	水稻、小麦、玉米粒、辣椒、白菜、玉米茎叶	104° 5'34.19"东	23°22'52.01"北	暮底河流域

（2）监测结果及评价

德厚水库规划灌区内农作物中现状重金属含量较高，但由于 2015 年 3 月采集的油菜样品为非食用部分，当时没有对可食用部分的粮食作物和蔬菜进行采样分析，因此，暂不能基于本次监测结果套用食品标准对整个流域的农作物重金属水平下结论。2015 年 6 月中旬已重新对几大灌区、工业企业附近农田以及水库淹没区的粮食作物、蔬菜和农田土壤重新进行了补充采样，样品正在分析测试过程中，等监测结果出来以后将结合前一次的结果，对流域及灌区的农作物重金属含量进行综合分析评价，给出明确结论。

4.5.2 鱼类中重金属含量调查与评价

（1）采样点概述

为了解德厚河流域内鱼类体内重金属含量，重金属专题承担单位在德厚河流域内进行了鱼类残毒调查。委托湖南华科环境检测技术服务有限公司于 2015 年 3 月 14 日进行了现场采样，共布设了 4 个采样点（Y1-Y4），采集到 7 组样品。监测后，发现部分断面的鱼类残毒含量较高。考虑到仅进行一期采样，且数据敏感，为谨慎起见，于 2015 年 6 月中旬，对德厚河流域鱼类进行了系统采样，并对类比水库慕底河水库的鱼类也进行了系统采样，新布置 4 个采样点。采样监测点详见表 4.5.2-1 及附图 21-6。

表 4.5.2-1　鱼类监测点位表

点位代号	采样时间	地点	河段	鱼类种类	部位	经度	纬度
Y1	2015.3	德厚水库坝址	德厚河	泥鳅、金线鱼	肌肉、肝胰脏	104° 0'9.04" 东	23°34'2.57" 北
Y2	2015.3	德厚河牛腊冲	德厚河	泥鳅、虾虎	肌肉、肝胰脏	103°57'51.41" 东	23°35'34.99" 北
Y3	2015.3	德厚河支流四清水库断面	德厚河	多鳗鱼、泥鳅	肌肉、肝胰脏	103°50'45.63" 东	23°37'51.41" 北
Y4	2015.3	咪哩河黑末大寨交汇处	咪哩河	鲫鱼	肌肉、肝胰脏	103°58'44.04" 东	23°31'25.19" 北
Y5	2015.6	德厚河坝址上游断面	德厚河	鲫鱼，泥鳅	肌肉、肝胰脏	103°59'53.83" 东	23°34'15.56" 北
Y6	2015.6	咪哩河坝址上游断面	咪哩河	鲫鱼，油鱼，花泥鳅，金线鱼	肌肉、肝胰脏	103°59'30.75" 东	23°33'50.73" 北
Y7	2015.6	暮底河水库库区	暮底河	虾虎，鲫鱼，泥鳅	肌肉、肝胰脏	104° 8'53.64" 东	23°24'24.31" 北
Y8	2015.6	暮底河水库库尾上游 5km 断面	暮底河	鲫鱼，油鱼，黄泥鳅	肌肉、肝胰脏	104° 5'34.19" 东	23°22'52.01" 北

（2）监测结果及评价

1）从样品检测部位监测结果来看，各采样样品均对鱼肌肉和肝胰脏分别进行了检测分析，检测结果可以看出，鱼肌肉和肝胰脏中重金属含量差值占鱼肌肉中相应因子含量的比例范围为 0～36.4%，平均相差为 10.24%。说明每个样品的鱼肌肉和肝胰脏中相应重金属监测因子含量基本相当，肝胰脏中重金属含量较鱼肌肉中重金属含量略高，内脏对重金属的富集能力略强。

2）从超标采样点位个数来看，砷在 7 个采样样品中全部超过相应标准限值，镉、铬分别在 3 个和 2 个样品中超过相应标准限值。监测结果说明砷在整个流域的鱼类等水产品中已经出现超标情况。镉、铬超标样品出现在不同采样点位，其中德厚水库坝址及牛腊冲断面镉超标，德厚河四清水库断面铬超标。

3）从检测结果对应的点位来看，各项监测因子在 4 个采样点位的检测结果具有不同趋势，各个采样点检测结果中相对较高的监测因子多不相同，说明各采样点位鱼类及水产品中重金属含量具有一定的地域影响特征。

综合上述分析可以看出，德厚水库水系中德厚河及咪哩河的不同区段鱼类中重金属含量相对较高，流域内鱼类目前已富集了较多的重金属污染物。

为对本次监测结果进行验证，2015 年 6 月中旬，课题组又对德厚河流域及

暮底河流域的鱼类重新进行了采样，交由监测单位测试鱼类重金属富集情况，目前尚未取得本次监测结果，届时将结合两次监测结果进行综合评价。

4.6 生态环境调查及现状质量评价

2013 年 7~8 月，由云南大学开展德厚水库生态环境现状调查与影响评价工作。调查采用了现场查勘、资料收集、咨询相关部门和访问当地居民等几种方式。现场调查工作的重点为拟建水库淹没区、坝址、土石料场、弃渣场、进场公路及施工永久临时公路，以及渠道工程区、渠系沿线及施工场地。

4.6.1 现状调查评价方法

（一）陆生生态环境

（1）基础资料的收集

收集整理评价区及邻近地区的现有植被资料(包括森林调查资料)，在综合分析现有资料的基础上，确定实地考察的重点区域及考察路线。

（2）野外实地考察

①GPS 地面类型取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读植被类型和土地利用类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型初图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下记录：①海拔表读出之海拔值(注意相应植被类型的垂直变化)；②记录样点植被类型(群系、群系组或植被亚型)，特别是类型发生变化的地方要做准确详细的记录；③记录样点优势植物(5 种左右)和重要物种如珍稀濒危植物、药材或动物；④拍摄典型之植被特征(外貌与结构)；⑤在视野广阔清晰之处，拍摄周围植被或景观的照片，GPS 样点上作详细的表述，如上方为云南松林，西面有耕地等等。

②群落调查

在实地踏查的基础上，确定典型的群落地段，采用法瑞学派样地记录法进行群落调查，森林群落样地面积为 $20\times20m^2$，灌丛群落样地面积为 $10\times10m^2$，草地群落样地面积为 $5\times5m^2$；记录样地的所有种类，并按 Braun-Blanquet 多优度—群聚度记分，利用 GPS 确定样地位置。

③植物种类调查

在调查过程中，确定评价区内的植物种类、经济植物的种类及资源状况、珍稀濒危植物的种类及生存状况等。实地调查采取路线调查与重点调查相结合的方法，对于没有原生植被的区域采取路线调查，在重点施工区域(如坝址、采石区和淹没区等)以及植被状况良好的区域实行重点调查；对资源植物和珍稀濒危植

物调查采取野外调查和民间访问、市场调查相结合的方法进行。对有疑问、经济植物和珍稀濒危植物还要采集凭证标本和拍摄照片。

④动物调查

本工作包括资料收集和实地考察两个方面的研究内容。收集整理拟建的戛洒江一级水电站所在云南省新平县和双柏县现有的陆栖脊椎动物的各种资料。野外实地考察包括在评价区及邻近地区的野生陆栖脊椎动物的观察记录和痕迹调查以及对当地居民和林业站工作人员的访问调查。由于时间局限和野生动物特点，无论鸟类还是其他隐蔽性更强的类群的动物均不可能在短期内通过实地观察得出满意结论，所以在野外了解影响区动物生境特征等，然后综合对文献资料和访问调查的结果进行分析，最后得出结论。

德厚水库环评陆生生态调查路线及植被样方点分布见图 4.6.1-1。

（3）基于空间信息技术的生态制图

采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的地理信息技术(Geographical Information Technology)，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被图和土地利用类型图，进行景观质量和生态环境质量的定性和定量评价。

从遥感信息获取的地面覆盖类型，必需在地面调查和历史植被基础上进行综合判读，采用监督分类的方法才能最终赋予生态学的含义。选用 ALOS 卫星数据，地面精度为 10m，以反映地面植被特征的 3、2、1 波段合成卫星遥感影像，其中植被影像主要反映为绿色。植被类型不同，色彩和色调发生相应变化，因此可区分出植被亚型以上的植被类型以及农田、居民地等地面类型。此外，植被类型的确定需结合不同植被类型分布的生态学特征，不能单纯依靠色彩进行划分，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。

GIS 数据制作于处理的软件平台为 ArcGIS，遥感处理分析的软件采用 ERDAS Imagine。

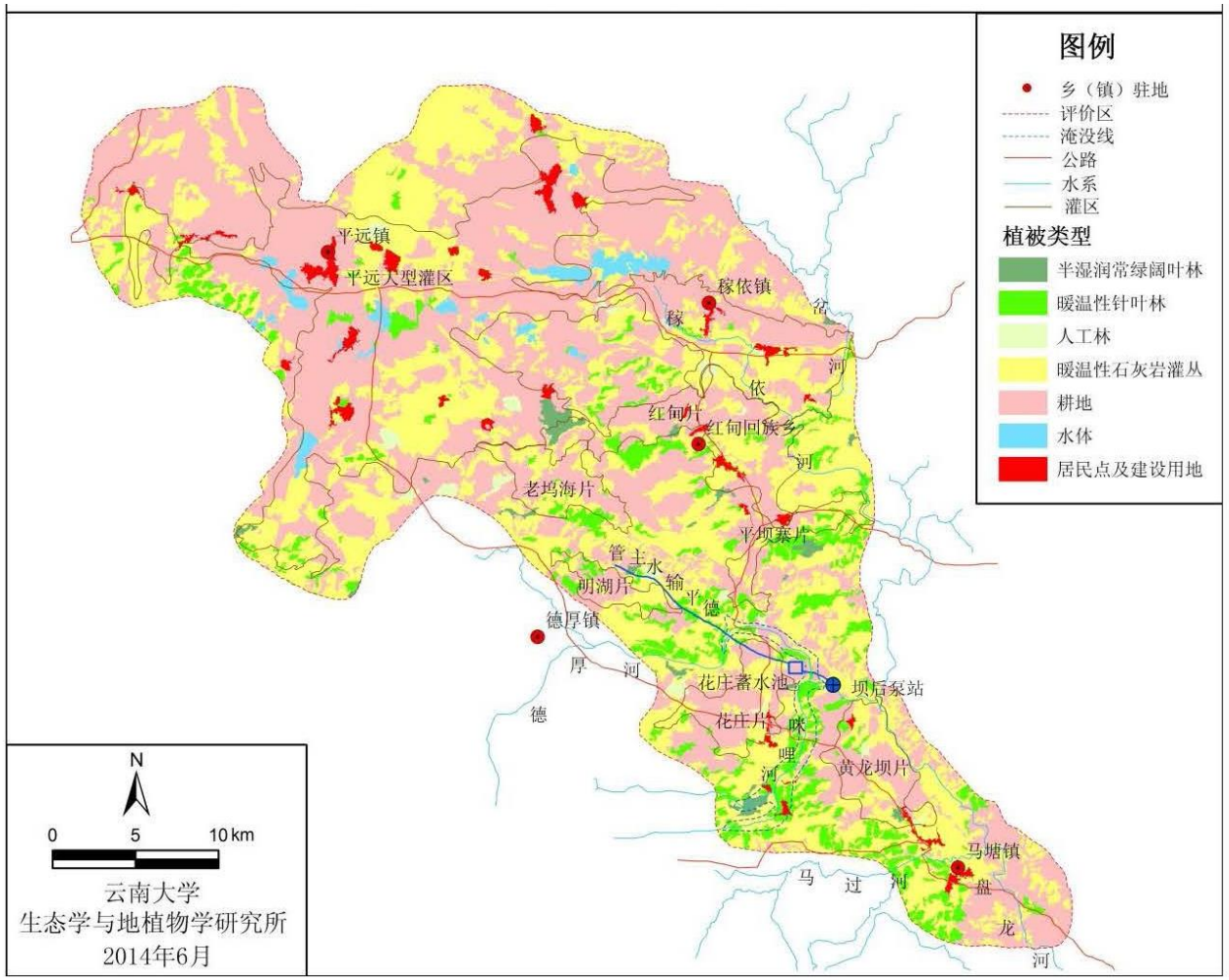


图 4.6.1-1　陆生生态调查路线及植被样方点分布

（4）生产力、生物量估算

陆地植物的生产力和生物量的测定方法有多种。在 20 世纪 50~70 年代，由国际科联(ICSU)发起的国际生物学计划(IBP，1965~1975)，经过 10 多年的努力，完成了对全球的净初级生产力(NPP)的估算。净初级生产力(NPP)的测定通常多采用收获量测定法、氧气测定法、CO2 测定法等，其中以收获量测定法等传统方法最常用。

大多数已发表的第一性生产力的文献和著作都是基于当地地区水平上的，而地区生产量的估计又是基于植物群落生产力的小样本，并用外推法求得的(H.里思，R.H.惠特克，1985)。由于评价区范围比较大，在短时间内不可能对每一种植被类型都进行实际测定。为此，我们重点测定了评价区内分布面积广的植被类型生产量，其余类型参考国内外有关生物生产力资料，并根据当地的实际情况作适当调整，估算出评价区域区的植被类型生物生产力。

生物量的估算根据样地调查植物植株大小和数量估算样地生物量，根据样地生物量估算结果使用遥感影像进行评价区和工程占地区生物量估算。

（5）生态影响预测

通过现状植被和土地利用类型分析，确定景观要素、基质和廊道，以及斑块类型，类斑数量、纹理规模等反映景观质量和特征的参数，分析景观格局、多样性、优势度等特征，以评价景观与生态环境质量，预测分析工程建设区、建成库区的景观变化。

植物影响的预测方法：在获得植物现状资料之后，根据项目规划分区和分时段进行分析。预测包括两个部分：施工期对植物的影响和运行期对植物的影响。施工期对植物的影响包括电站施工区域(如坝址施工区、采土区、采石区、运输公路、施工人员生活区等)和移民区对植物的影响。工程运行期对植物影响的预测包括水库对植物的淹没和水库建成后由于局部区域小气候的变化对植物的影响，以及移民安置区移民日常活动对植物的影响。

动物影响的预测：根据环境及植被变化趋势，采用生态机理分析方法预测。

（二）水生生物和水体生产力

（1）采样地点

云南大学于 2012 年 7~8 月对德厚水库评价河段进行了水生生物采样。野外调查采样共设置 8 个采样断面，分别为舍舍、牛腊冲、咪哩河、坝址、热水、侬人河、红旗、迷洒。采样点 GPS 坐标及采样时水温及水体透明度如表 4.6.1-1 所示。

表 4.6.1-1 水生生物采样断面 GPS 坐标及采样时水体特征

断面名称	采样地点	采样点坐标	水温(℃)	透明度(cm)
舍舍	盘龙河与汇人水库水体混合前1000m	23 37 27.8N，104 03 17.5E	24	10
牛腊冲	德厚河上游，距坝址 1200m	23 35 35.0N，103 58 02.1E	22	9
咪哩河	花庄附近公路跨越咪哩河处	23 32 41.2N，103 59 40.3E	21	3
坝址	德厚河与咪哩河汇口处	23 33 27.4N，104 01 32.1E	20	3
热水	盘龙河与入库水体混合后 500m	23 31 42.4N，104 03 33.3E	20	11
侬人河	盘龙河入文山前 800m	23 28 17.6N，104 05 49.1E	20	6.5
红旗	盘龙河流经文山后下游 1000m	23 20 05.5N，104 15 56.0E	21	5.5
迷洒村	盘龙河入东方红电站前 1500m	23 17 47.7N，104 19 49.1E	19	6

（2）鱼类

雇请当地农民使用电鱼器和鱼网等渔具进行标本采集；同时进行访问调查，收集了相关鱼类的种类、资源状况和生物学信息等，作为野外调查资料的补充。

（3）浮游植物

①样品的采集与固定

1) 定性样品的采集与固定定性样品用 25 号浮游生物网(网孔 0.064mm)采集，采集到的样品当场加固定液(鲁哥氏液)固定。

2) 定量样品的采集与固定定量样品用有机玻璃采水器在距水面 0.5m 处采集水样 2L，加鲁哥氏液固定(使水样中鲁哥氏液浓度达 1.5%)。

②样品的处理、鉴定与生物量的计算

1) 定性样品的处理与鉴定采集和固定后的定性样品在实验室中用显微镜和解剖镜进行观察和鉴定。其中，硅藻的鉴定须先将标本用等量的浓硫酸和浓硝酸硝化处理后，用封片胶封片，制成硅藻永久封片，再用显微镜进行属种鉴定。

2) 定量样品的处理与计数定量样品带回实验室，用沉淀器沉淀 48 小时后，弃上清液，使其浓缩至 30ml, 称为浓缩样品。细胞的计数是分别取摇匀后的各监测断面浓缩样品 0.1ml，加入到浮游植物计数框中，在显微镜下计数对角线上的 10 个小方格的细胞数。每一样品计数 2 次，两次的计数结果误差小于 15%，则求出取平均值(若误差大于 15%，则进行第 3 次计数)。再依公式换算成每升水中的数量，作为该监测断面的浮游藻类的细胞数量。每升水中浮游植物的总数等于各类群细胞数之和。

（4）浮游动物

浮游动物定性标本采样用口径 40cm(网孔 0.064mm)浮游生物网捞取表层至中层标本，用鲁哥氏液固定一部分带回实验室观察，另一部分观察活体，并进行分类鉴定。定量标本用 1000ml 采水器采集后放入 1000ml 广口瓶加入鲁哥氏液固定(使水样中鲁哥氏液浓度达 1.5%)，带回实验室静置 48 小时后，浓缩为

100-200ml 再静置 24 小时后，浓缩为 30-60ml，用 1ml 计数框计数原生动物、轮虫、枝角类、桡足类和其它浮游动物，每一个样品观察 3 次。按学科技术规范记数，然后换算成密度 ind./L。

（5）底栖动物

定量标本采样用彼得逊采泥器(采样面积为 1/16 M^2)，或在 1 M^2 的范围内采集并检出标本，进行计数并按学科要求称其重量，然后换算成密度及生物量。

定性标本采集用手抄网在岸边与浅水处采集。以 40 目分样筛，挑出底栖动物样品。获得标本固定在 5%的福尔马林液中，或固定在 40-75%的酒精中进行制片分类鉴定。

（6）水体生产力

①采样方法

按照《中华人民共和国行业标准—水环境监测规范》(L219-98)(水生生物监测)的要求，通过实地勘查，根据河宽、水深在设置样点布设采样垂线采集混合水样。

②水样采集植被及水体生产力测定

根据调查要求，在任务书所规定的采样点布设采样样点 8 个，在采样点上采集混合水样进行分析测定。通过实地勘查，根据河宽、水深在各个样点布设采样垂线采集混合水样。水体初级生产力采用叶绿素 a 测定法进行测定。野外 GPS 定点，采集水样，并同时对透明度，水温等指标进行现场测定。采集后的样品经 0.45μm 醋酸纤维滤膜抽滤，残渣冷冻保存，实验室 90%丙酮提取离心，定容 10ml，分光光度计在 750nm，663nm，645nm，630nm 波段测定吸光度并计算叶绿素 a 含量。

$$\text{叶绿素a}(mg/m^3) = \frac{(11.64\times(D_{663}-D_{750})-2.16\times(D_{645}-D_{750})+0.10\times(D_{630}-D_{750}))\times V_1}{V\bullet\sigma}$$

4.6.2 植物

4.6.2.1 植被分类

（1）分类的原则与依据

依据《中国植被》、《云南植被》等重要植被专著中采用的分类系统，遵循群落学－生态学的分类原则，采用 3 个主级分类单位，即植被型(高级分类单位)、群系(中级分类单位)和群落(低级分类单位)，各级再设亚级或辅助单位。

①植被高级分类单位－植被型以群落生态外貌特征为依据，群落外貌和结构主要决定于优势种或标志种以及与之伴生的相关植物的生活型。生活型的划分首先从演化形态学的角度分作木本、半木本、草本、叶状体植物等；以下按主轴木

质化程度及寿命长短分出乔木、灌木、半灌木、多年生草本、一年生草本等类群；又按体态分针叶、阔叶、簇生叶、退化叶等；再下以发育节律分为常绿、落叶等等。一般群落主要结构单元中的优势种生活型相同或相似，对水热条件生态一致的植物群落联合为植被型。

②植被中级分类单位－群系在群落结构和外貌特征相同的前提下，以主要层优势种(建群种)或共建种为依据。群落的基本特征取决于群落主要层次的优势种或标志种，采用优势种或标志种为植被类型分类的基本原则，能够简明快速地判定植被类型。

③植被基本分类单位－群落以群落种类组成(具有正常的植物种类)、群落结构、生态外貌、群落动态变化和生物生产力等特征相同为依据。通常将层片结构相同，各层片优势种或共优种(标志种)相同的植物群落，划归为同一群落。

（2）植被分类系统

根据野外实地考察，结合室内遥感影像判读，将德厚水库环境影响评价区植被划分为 3 个植被型和 7 个群系。

I.. 常绿阔叶林

(I)半湿润常绿阔叶林

锥连栎林

II. 暖性针叶林

(I)暖温性针叶林

云南松林

III. 灌丛

(I)暖性石灰岩灌丛

白刺花群落

桑子群落

华西小石积群落

清香木群落

野漆、沙针群落

（3）植被分布特征

①植被的水平分布特征

德厚水库评价区位于云南东偏南部，东与桂西北相连，处于云贵高原南部边缘向广西丘陵盆地过渡的倾斜面上。评价区属元江红河水系，西侧(蒙自)流入南溪河，东侧(文山)流入盘龙河泸江，主要河流有北溪河和浓人河。气候上夏秋兼受西南季风和东南季风的控制，冬春受来自西部热带大陆气团的影响。夏季炎热，而冬季常会受到寒潮波及。年雨量 900-1200mm，多集中于 5-10 月，全年有干湿

季之分。本区干季在东南季风影响下气候温暖湿润。本段公路沿线穿越海拔1000-2000m 宽谷山原。

本区属高原亚热带南部季风常绿阔叶林地带、滇东南岩溶山原峡谷季风常绿阔叶林区，跨越蒙自、元江岩溶高原峡谷云南松、红木荷，木棉、虾子花草丛亚区和文山岩溶山地罗浮栲、大叶枹林亚区，地带性植被为季风常绿阔叶林，具有中国亚热带西部偏干性常绿阔叶林向东部偏湿性常绿阔叶林的过渡特征，反映出云南东南部一带具有接近广西和越南的森林类型特色，但评价区内未见季风常绿阔叶林分布。区内岩溶地貌发育广泛，石灰岩山地灌丛较常见，主要森林类型为云南松林，多见于山坡中上部。在石灰岩山地可见锥连栎(Quercus franchetii)构成的半湿润常绿阔叶林。

在岩溶地区广泛分布有石灰岩暖温性灌丛，植株呈丛生状，常见的种类有白刺花 (Sophora davidii)、鞍叶羊蹄甲(Bauhinia brachycarpa)、火棘(Pyracantha fortuneana)、华西小石积(Osteomeles schwerinae)、密花荚蒾(Viburnum congestum)、马桑(Coriaria nepalensis)、沙针(Osyris wightiana)、盐肤木(Rhus chinensis)等，群落类型丰富，外貌不整齐，岩石出露，次生特征明显。

②植被的垂直分布特征

评价区内广大山原比较平整一致，一般海拔 1000-2000m。西起蒙自盆地，向东跨越蒙自盆地(1200-1400m)和文山盆地(1300-1400m)间的中山山原，盆地周围山地相对海拔高度 200-300m。从西到东，岩溶地貌沿线相间发育，相对高差不大，一般都是浑圆状的石山、土山和平缓农地交互出现的景观，植被的垂直分布特征不明显。

（4）主要植被类型特征

环境影响评价区处于亚热带季风气候区，适合种植粮食，主产稻谷、玉米，经济作物有烤烟、甘蔗、花生、辣椒等。评价范围内陆生自然植被类型在水平地带上成斑块状分布，地带性植被为暖温性石灰岩灌丛，植物种类以华西小石积(*Osteomeles schwerinae*)、清香木(*Pistacia weinmannifolia*)等为优势种，零星分布有少量的暖温性针叶林，主要物种为云南松(*Pinus yunnanensis*)。在垂直地带上分布不明显。评价区记录了 3 个植被型和 7 个群系。评价区植被分布图见 4.6.2-1。

常绿阔叶林

评价区内的常绿阔叶林主要树种是锥连栎(Quercus franchetii Skan)。该群落总盖度 80%～90%，高 2.5m～3.5m，群落分为两层，样方记录物种 54 种。灌木层盖度 90%，高度 2.5～3.5m，以锥连栎、清香木、黄连木为优势。草本层的盖度 20%～40%，高 0.4m～0.8m，以扭黄茅为优势种。

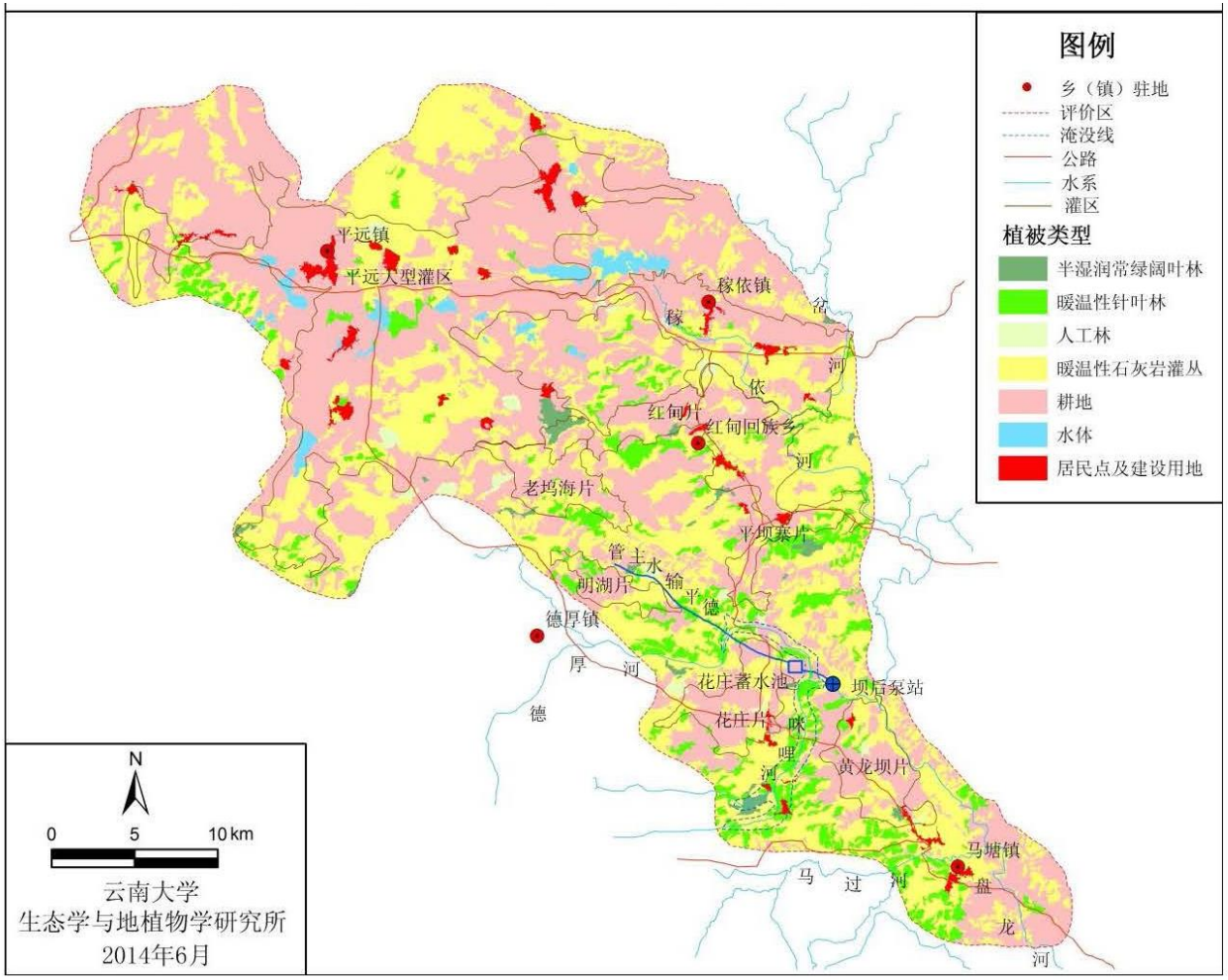


图 4.6.2-1 评价区植被图

照片 4.6.2-1 常绿阔叶林

暖性针叶林

评价区内分布的暖性针叶林为云南松林。云南松林零星分布。群落高 8 m～9 m，总盖度 85%以上，群落分为三层。样地记录物种数为 51 种左右。乔木层盖度 60%～90%，高 6.5m～9m,优势种以云南松 *Pinus yunnanensis* 为主，其次还有锥连栎 *Quercus franchetii*。灌木层盖度 30%～70%,高 2m 左右，优势种是清香木 *Pistacia weinmannifolia*、华西小石积 *Osteomeles schwerinae*。

照片 4.6.2-2 暖性针叶林

草本层盖度 40%～60%，高 0.5m～1m，常见种有：千里光 Senecioscandens、

心叶兔儿风 Ainsliaea bonatii、沿阶草 Ophiopogon bodinieri。

③灌丛

灌丛类型多样而且分布较广，评价区记录了 5 个群系。

白刺花群落：群落总盖度 90%～95%，高度在 2m～2.5m，样地记录物种 60 种左右。灌木层盖度在 70%～80%，高度 2m～2.5m，优势种以白刺花、华西小石积为优势。草本层盖度 60%，高度在 0.8m～1m，优势种以千里光、苳草为优势种。

照片 4.6.2-3 白刺花群落

车桑子群落：群落总盖度 95%，高 2m。群落分为两层，样地记录物种 14 种。群落盖度 70%～75%，高度在 2m 左右，优势种以车桑子 *Dodonaea viscosa* 为优势。草本层，群落盖度 35%～40%，高度在 0.5m 左右，以扭黄茅为优势种。

照片 4.6.2-4 车桑子群落

华西小石积群落：群落总盖度 100%，高度 2.6m，群落分为两层，样方记录物种 61 种左右。灌木层盖度 80%～100%，高度 1.5m～3m，优势种以华西小石

积、鸡矢藤为优势。草本层盖度 60%～80%，高度 1m 左右，优势种以紫茎泽兰、沿阶草为优势。

照片 4.6.2-5 华西小石积群落

清香木群落：群落总盖度 100%，高度 2.5m，群落分为两层，样地记录物种 70 种左右。灌木层盖度 60%～80%，高度 2.1m～2.5m，优势种以清香木、华西小石积为优势。草本层盖度 40%～60%，高度 0.5m～1m，优势种为沿阶草、紫茎泽兰。

照片 4.6.2-6 清香木群落

野漆、沙针群落：群落总盖度 90%～100%，高度 2.5m，群落分为两层，样方记录物种 43 种左右。灌木层盖度 60%～80%，高度 2.5m，以野漆、华西小石积、沙针为优势。草本层盖度 60%～70%，高度 0.4m～0.5m，种以三叶鬼针草、灰苞蒿为优势。

照片 4.6.2-7 野漆、沙针群落

（5）主要植被类型演替序列特征

德厚水库评价区开发历史悠久，人类砍伐、火烧和放牧等生产活动频繁，导致季风常绿阔叶林荡然无存，仅有少量半常绿阔叶林在局部地段发育，面积较小。植被演替除自然因素外，大量的次生演替是人为影响下发生的，甚至导致石漠化；人为影响的方式，程度和持续时间的长短造成了演替序列特征的多样性。

常绿阔叶林遭破坏后成为栎类萌生灌丛，进一步干扰则退化成为云南松林或针阔叶混交林，以及含云南松的灌木草丛，最后成为灌木草丛，经反复火烧或撂荒后多演变为白茅草丛或紫茎泽兰草丛。反之，封山育林将促进植被的自然演替进程，现状植被可逐步向常绿阔叶林方向正向演替。

4.6.2.2 植物种类和区系特征

工程影响区位于文山州，地处亚热带；根据植物区系区划，评价区属于东亚植物区，是东亚植物区与古热带植物区的南北交汇部分，在植物区系上具有特殊的意义。根据野外考察、室内标本整理鉴定以及相关文献资料查阅，评价区共有维管植物 159 科 509 属 721 种（其中，蕨类植物 18 科 22 属 30 种，种子植物 141 科 487 属 691 种）（附录 1）。

据统计分析，工程影响区内野生植物(不包括栽培植物)属的植物地理成分有 13 个类型(表 4.6.2-1)。

评价区野生维管植物区系属东亚植物区系的一部分。区系成分以热带成分占优势，具有鲜明的热带及亚热带性质，温带成分次之，从维管植物区系组成(不包括栽培植物)反映出该区域具有热带植物植物区系与温带植物区系交汇的特点。具体表现为热带成分共 242 属，占分布区类型总数的 70.97%，温带成分共有 99 属，占分布区类型总数的 29.03％。该区域维管植物区系组成中没有中国特有分

布属。

表 4.6.2-1 植物地理成分表

地理成分(吴征镒 1991，2003)	属数	占总数%
1. 世界分布	40	--
2. 泛热带分布	95	27.86
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	14	4.11
4. 旧世界热带分布	39	11.44
5. 热带亚洲和热带大洋洲分布	13	3.81
6. 热带亚洲和热带非洲分布	28	8.21
7. 热带亚洲分布	53	15.54
8. 北温带分布	43	12.61
9. 东亚和北美间断分布	19	5.57
10. 旧世界温带分布	12	3.52
11. 温带亚洲分布	2	0.59
12. 地中海、西亚至中亚分布	1	0.29
14. 东亚分布	22	6.45
总计	381	100

4.6.2.3 资源植物

施工区域内分布有一定数量的资源植物，可分为材用植物、淀粉植物、药用植物、油脂植物等 10 大类：

评价区现有植被均为次生植被，在以上 10 大类资源植物中，槲栎、栓皮栎、麻栎等材用植物，在施工区内相对较多；其他资源植物的资源蕴藏量不高，没有深加工和大规模开发的条件，很多的资源植物仅限于当地居民少量利用，或者仅仅记载于一些文献。

4.6.2.4 珍稀濒危植物

根据相关资料记录和野外考察结果，评价区分布有《国家重点保护野生植物名录》(第一批，1999)记载的 1 种国家 II 级保护植物：金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* (D.Don) Hara。

野外调查在咪哩河上游黑莫村附近发现有 2 丛金荞麦分布，海拔 1400m，地理坐标 23º31’26.54”N，103º58’30.70”E，不在工程施工区和水库淹没区内，不受工程建设影响。德厚水库陆生生态评价区内珍稀动植物分布示意图见图 4.6-2。

据云南省林业厅文件云林保护字(1996)第 65 号关于印发云南省古树名木名录的通知和实地走访，在评价区内没有古树名木。

4.6.3 陆生动物

评价区及邻近地区的陆栖脊椎动物专业调查于 2013 年 12 月完成。野外调查工作的重点为水库工程区、水库库区、以及进场公路，评价区及与评价区相邻的

地区。野外调查中，主要观察记录了陆栖脊椎动物的生境状况；鸟类调查主要使用双筒望远镜观察记录；访问当地居民询问有关野生脊椎动物的情况；查阅了文山市动物分布的相关文献资料。

根据上述各种资料进行了综合分析，目前在评价区分布有陆栖脊椎动物 152 种。这些动物在各分类阶元中数量统计见表 4.6.3-1；具体动物及相关资料参见附录 2。

表 4.6.3-1 评价区陆栖脊椎动物各分类阶元下物种数量

纲	目	科	属	种
两栖纲	1	5	5	10
爬行纲	2	7	11	13
鸟纲	11	32	76	105
哺乳纲	6	12	19	24
小计	20	56	111	152

4.6.3.1 种类组成

根据对评价区现场调查及文献记载，评价区分布的陆栖脊椎动物共有 152 种，隶属 4 纲、20 目、56 科、111 属。其中两栖纲、爬行纲、鸟纲和哺乳纲中各纲下所隶属的目、科名称及属、种的数量统计均见表 4.6.3-2。

表 4.6.3-2 评价区陆栖脊椎动物各目、科中的种数统计表

目	科	属	种
两栖纲 AMPHIBIA			
无尾目 ANURA	蟾蜍科 Bufonidae	1	1
	树蟾科 Hylidae	1	1
	蛙科 Ranidae	1	5
	树蛙科 Rhacophoridae	1	2
	姬蛙科 Micohylidae	1	1
小计：两栖纲，1 目，5 科		5	10
爬行纲 REPTILIA			
蜥蜴目 LACERTIFORMES	壁虎科 Gekkonidae	1	1
	石龙子科 Scinncidae	2	2
	鬣蜥科 Agamidae	1	1
	蛇蜥科 Anguidae	1	1
蛇目 SERPENTIFORMES	游蛇科 Colubridae	4	5
	眼镜蛇科 Elapidae	1	1
	蝰科 Viperidae	1	2
小计：爬行纲，2 目，7 科		11	13
鸟纲 AVES			
鹳形目 CICONIFORMES	鹭科 Ardeidae	2	2
隼形目 FALCONIFORMES	鹰科 Accipitridae	2	3
	隼科 Falconidae	1	1

目	科	属	种
鸡形目 GALLIFORMES	雉科 Phasianidae	3	3
鹤形目 GRUIFORMES	秧鸡科 Rallidae	2	2
鸽形目 COLUMBIFORMES	鸠鸽科 Columbidae	2	3
鹃形目 CUCULIFORMES	杜鹃科 Cuculidae	3	4
鸮形目 STRIGIFORMES	鸱鸮科 Strigidae	2	2
雨燕目 APODIFORMES	雨燕科 Apodidae	1	2
佛法僧目 CORACIIFORMES	翠鸟科 Alcedinidae	2	2
	佛法僧科 Coraciidae	1	1
	戴胜科 Upupidae	1	1
䴕形目 PICIFORMES	须䴕科 Capitonidae	1	1
	啄木鸟科 Picidae	2	3
雀形目 PASSERIFORMES	燕科 Hirundinidae	1	2
	鹡鸰科 Motacillidae	3	4
	山椒鸟科 Campephagidae	2	4
	鹎科 Pycnontidae	2	5
	和平鸟科 Irenidae	1	1
	伯劳科 Laniidae	1	2
	黄鹂科 Oriolidae	1	1
	卷尾科 Dicruridae	1	2
	椋鸟科 Sturnidae	2	2
	鸦科 Corvidae	3	3
	鹟科 Muscicapidae	22	31
	(1) 鸫亚科 Turdinae	(8)	(9)
	(2) 画眉亚科 Timaliinae	(6)	(10)
	(3) 莺亚科 Sylviinae	(3)	(6)
	(4) 鹟亚科 Muscicapinae	(5)	(6)
	山雀科 Paridae	2	2
	䴓科 Sittidae	1	1
	啄花鸟科 Dicaeidae	1	2
	太阳鸟科 Nectariniidae	2	2
	绣眼鸟科 Zosteropidae	1	2
	文鸟科 Ploceidae	2	4
	雀科 Fringillidae	3	5
小计：鸟纲，11 目，32 科		76	105
哺乳纲 MAMMALIA			
食虫目 INSECTIVORA	鼩鼱科 Soricidae	1	1
攀鼩目 SCANDENTIA	树鼩科 Tupaiidae	1	1
食肉目 CARNIVORA	鼯鼠科 Petauristidae	2	2
	鼬科 Mustelidae	2	3
	灵猫科 Viverridae	2	2
	猫科 Felidae	1	1
兔形目 LAGOMORPHA	兔科 Leporidae	1	1
偶蹄目 ARTIODACTYLA	鹿科 Cervidae	1	1
啮齿目 RODENTIA	松鼠科 Sciuridae	3	4
	竹鼠科 Rhizomyidae	1	1

目	科	属	种
	鼠科 Muridae	3	6
	仓鼠科 Cricetidae	1	1
小计：哺乳纲，6 目，12 科		19	24
总计：4 纲，20 目，56 科		111	152

评价区空间范围并不大，但涉及的面山海拔高差较小，活动能力强的鸟类和哺乳类动物种数相对较多，而活动能力较弱的两栖爬行类动物种类数量相对较少。总体上讲，陆栖脊椎动物物种数量并不算丰富。调查表明，原来有分布的一些重要动物在评价区范围内消失了，尤其是一些体型较大的哺乳动物、鸟类、爬行类已经基本上没有稳定的分布了。现在分布的各种动物绝大多数为小型、常见种类，且多数种类对人类干扰有一定适应。

4.6.3.2 区系特点

（1）两栖类

在评价区分布的 10 种两栖动物全部为东洋界成分，未发现有古北界成分和古北东洋两界广布成分分布。在 10 种两栖动物中，东洋界广布种占优势，有 4 种，占全部两栖动物种数的 40.00%；华南区种类有 3 种，占全部两栖动物种数的 30.00%；西南区种类有 2 种，占全部两栖动物种数的 20.00%；华中—华南区种类有 1 种，占全部两栖动物种数的 10.00%。未发现有华中区的种类分布。区系分析参见表 4.6.3-3，具体动物区系成分参见附录 2。

（2）爬行类

在评价区分布的 13 种爬行动物全部为东洋界种类，未发现有古北界成分和古北东洋两界广布成分分布。在 13 种爬行动物中，华南区种类占优势，有 7 种，占全部东洋界爬行动物种数的 53.85%；东洋界广布种类有 3 种，占全部爬行动物种数的 23.08；西南区种类有 2 种，占全部爬行动物种数的 15.38；华中—华南区种类有 1 种，占全部东洋界爬行动物种数的 6.79%；无华中区种类分布。区系分析参见表 4.6.3-3，具体动物区系成分参见附录 2。

表 4.6.3-3 评价区两栖动物、爬行动物区系分析

区系从属		种数	%
两栖类			
东洋界	广布种	4	40.00
	华南区	3	30.00
	西南区	2	20.00
	华中—华南区	1	10.00
合计		10	100.00
爬行类			
东洋界	华南区	7	53.85
	广布种	3	23.08
	西南区	2	15.38
	华中—华南区	1	6.79
合计		13	100.0

（3）鸟类

鸟类的区系分析当以繁殖鸟的区系从属进行分析。水库评价区的鸟类居留状态参见表 4.6.3-4。当地鸟类繁殖鸟共有 90 种，占全部鸟类的 85.71%。

表 4.6.3-4 水库评价区鸟类居留状况分析

居留状况	种数	%
留鸟	80	76.19
夏候鸟	10	9.52
冬候鸟	15	14.29
旅鸟	0	0.00
合计	105	100

在评价区分布的 90 种繁殖鸟中，东洋界种类占主体，占全部繁殖鸟总数的 66.67%。此外有 31.11%的种类为广布种，古北界成分占很小的比例，区系成分统计参见表 4.6.3-5，具体动物区系成分参见附录 2。

表 4.6.3-5 评价区繁殖鸟类地理类型分析

繁殖鸟	种数	%
古北种	2	2.22
东洋种	60	66.67
广布种	28	31.11
合计	90	100.0

（4）哺乳类

在评价区分布的 24 种哺乳动物中，东洋界种类占绝对优势，有 21 种，占全部哺乳动物种数的 87.50%；古北界东洋界两界广布种类有 3 种，占全部哺乳动物种数的 12.50%；未发现有古北界成分分布。在 21 种东洋界哺乳动物中，东洋界广布种最多，有 12 种，占全部东洋界哺乳动物种数的 57.14%；华南区种类有 6 种，占全部东洋界哺乳动物种数的 28.57%；西南区种类有 3 种，占全部东洋界哺乳动物种类的 14.29%；无华中区和华中—华南区种类分布。哺乳动物区系分

析参见表 4.6.3-6，具体动物区系成分参见附录 2。

表 4.6.3-6 水库评价区哺乳动物区系分析

区系从属		种数	%
古北—东洋两界广布种		3	12.50
东洋界	东洋界广布种	12	50.00
	华南区	6	25.00
	西南区	3	12.50
合计		24	100

从分析动物的区系特征角度来看，评价区的范围显得过于狭小，各纲所录物种数量较少，且短期调查记录物种有随机特征，所以名录资料的分析并不足以准确反映当地陆栖脊椎动物的区系特征。如果仅从动物地理区划的分界范围界定，则本工作名录资料的区系分析结果仍然与当地在中国动物地理区划中的位置相符合，即当地动物区系属于东洋界范畴。以上述 4 纲动物的分界区系成分统计，古北界成分(11 种)、两界广布成分(34 种)和东洋界成分(107 种)分别占总数的 7.24%、22.37%和 70.39%；东洋界优势比较明显。

综上所述，本水库评价区所属地区的陆栖脊椎动物区系特征表现为东洋界物种占主体。在东洋界物种中，由于不同类群动物扩散能力差异，表现出各纲动物中的华南区种类在当地东洋界物种中比例的差异。从总体上看，仍然有明显的华南区特征，这也是与该地区在中国动物地理区划中的位置相吻合的。

4.6.3.3 珍稀保护动物

评价区分布的 152 种陆栖脊椎动物中，有保护动物 8 种，其中有国家 II 级重点保护野生动物 7 种；云南省级重点保护动物 1 种。评价区内珍稀动物分布示意图见图 4.6.3-3。有被《中国濒危动物红皮书》收录的物种 7 种，其中 1 种为“稀有”种类，2 种为“濒危”种类，4 种为“易危”种类。由于这些国家重点保护野生动物中有些同时属于《中国濒危动物红皮书》收录的物种，两个名单有重叠，故以上的国家重点保护动物和珍稀、濒危动物总计 12 种。

这 12 种珍稀、濒危和保护动物中有爬行动物 4 种、鸟类 6 种和哺乳动物 2 种。其中，爬行纲中有 1 种云南省级重点保护野生动物，为孟加拉眼镜蛇；按濒危程度分，濒危 2 种，易危 2 种；鸟纲中 6 种鸟类全部为国家二级保护动物；哺乳纲 2 种动物中，有国家二级保护动物 1 种，为小灵猫；按濒危程度分，均为易危种。

评价区内具体物种、所属类别及在评价区分布参见表 4.6.3-7。

表 4.6.3-7 评价区保护和珍稀濒危陆栖脊椎动物名录

编号	类群	中名	学名	保护级别	分布
1	R	细蛇蜥	Ophisaurus gracilis	E	23
2	R	紫灰锦蛇	Elaphe porphyracea	V	23
3	R	三索锦蛇	Elaphe radiata	E	23
4	R	孟加拉眼镜蛇	Naja kaouthia	省保, V	23
5	Av	雀鹰	Accipiter nisus	II	123
6	Av	松雀鹰	Accipiter virgatus	II	123
7	Av	普通鵟	Buteo buteo	II	123
8	Av	红隼	Falco tinnunculus	II	123
9	Av	领角鸮	Otus bakkamoena	II	23
10	Av	鵰鸮	Bubo bubo	II, R	23
11	M	小灵猫	Viverricula indica	II,V	3
12	M	豹猫	Felisbengalensis	V	23

注：类群：R 爬行纲，Av 鸟纲，M 哺乳纲；保护级别： II，国家Ⅱ级重点保护野生动物；省保：云南省级重点保护野生动物。《中国濒危动物红皮书》：E“濒危”；V“易危”； R“稀有”。分布：1 工程占地区，2 工程占地区之外的评价区，3 评价区外，但可能出现在评价区边缘地区。

（1）两栖动物

在水库评价区分布的 10 种两栖动物中，无国家级和云南省省级重点保护野生动物；也无珍稀濒危动物。调查未发现该地区特有种类分布。

（2）爬行动物

在水库评价区分布的 13 种爬行动物中，无国家级重点保护野生动物；有云南省级重点保护野生动物 1 种，即孟加拉眼镜蛇 *Naja kaouthia*，占全部爬行动物种数的 7.69%。细蛇蜥 *Ophisaurus gracilis*h 和三索锦蛇 *Elaphe radiata* 被《中国濒危动物红皮书》列为濒危动物，占全部爬行动物种数的 15.38%；孟加拉眼镜蛇 *Naja kaouthia* 和紫灰锦蛇 *Elaphe porphyracea* 被《中国濒危动物红皮书》列为“易危”动物，占全部爬行动物种数的 15.38%。调查未发现该地区特有种类分布。

孟加拉眼镜蛇 Naja kaouthia

栖息于丘陵、山区，常发现于丘陵山坡、坟堆、灌木林丛及竹园等处。春秋两季多在洞穴附近活动，而夏季及秋初则分散到山脚田野、河滨沟边、稻田、菜园、路旁墙基，甚至于进入家屋。食性很广，能吃鼠类、鸟类和鸟类的蛋、蜥蜴类、蛙类、蟾蜍、泥鳅、鳝鱼及其他小鱼，甚至可吞食同种的幼体。该物种为省级 II 类重点保护野生动物，《中国濒危动物红皮书》列为易危动物。

细蛇蜥 Ophisaurus gracilis

细蛇蜥多见于海拔 700～1500 米的山区，白天隐匿于大石或朽木之下，晚上外出活动觅食。食物以昆虫为主 7～8 月产卵，产卵 4～7 枚。分布范围较窄，发

现的数量也较少。细蛇蜥已处于濒危状态。已被我国列入“中国濒危动物红皮书”。

三索锦蛇 Elaphe radiate

生活于山区、平原、丘陵地带，多见于土坡、田基和路边，有时也闯进居民点内。主要捕食鼠类、蛙类及鸟类，甚至取食蚯蚓。4 月至 10 月活动，5-6 月产卵于灌木丛的落叶下，卵数 6-12 枚。其余同紫灰锦蛇。已被我国列入《中国濒危动物红皮书》中易危动物。

紫灰锦蛇 Elaphe porohyracea

紫灰锦蛇生活于山区的林缘、路旁、耕地、溪边及居民点。吃小型啮齿动物。卵生，7 月产卵，产卵 5～7 枚。近年来由于毁林开荒或从事功能在原有基础上完善、改造和提升工程，其栖息环境缩小，数量亦显著减少。

本次调查未发现细蛇蜥、三索锦蛇、孟加拉眼镜蛇和紫灰锦蛇。依评价区生境分析判断，在水库评价区外缘应该还有它们分布。

（3）鸟类

在所记录的 105 种鸟类中，有保护动物 6 种，全部为国家 II 级重点保护鸟类，占全部鸟类种数的 5.71%；无云南省级重点保护鸟类。这 6 种国家级重点保护野生动物中有鹰类 3 种、隼类 1 种，鸮类 2 种。其中的鹰鸮属稀有种类，其他均为常见的种类。

评价区分布的国家重点保护鸟类和珍稀、濒危鸟类名称和在评价区分布参见表 4.6-14。调查未发现该地区特有种类分布。

雀鹰 Accipiter nisus

生态习性：栖息于山地、农田、林缘和居民区。以小鸟和鼠为食，有时也取食昆虫等。在森林中高大的树上营巢，有时也营于山岩峭壁处。巢由树枝堆成。内垫(羽)毛、细枝等，每产 2-4 枚。孵化期 20-23 天，育雏期 24-30 天。

国家Ⅱ级重点保护鸟类。

松雀鹰 Accipiter virgatus

生态习性：栖息于山地林区，以捕食小型动物如小鸟、昆虫等为食。在乔木上营巢，巢小而坚固，由树枝、等筑成，每产 4-5 枚近白色卵。国家Ⅱ级重点保护鸟类。评价区该无猛禽适宜的繁殖生境。因活动范围大，可能出现在评价区范围内乃至沿江地区。

普通鵟 Buteo buteo

生活习性：栖息于海拔 3700m 以下的各类生境中，多停息在高大的乔木等突出部位，食物以鼠类为主，也捕食野兔、小型鸟类、蜥蜴、蛙类和昆虫等。国家Ⅱ级重点保护鸟类。公路施工区上空偶见。野外调查见于公路库区位置上空。

红隼 Falco tinnunculus

生态习性：栖息于林缘、灌丛、田野等开阔地及居民区。主要捕食地面上的食物，如昆虫、两栖类、小型爬行类、小型鸟类和小型兽类等，有时也取食少量植物性食物。国家Ⅱ级重点保护鸟类。

生境要求不严格，可见于公路范围内；野外调查有记录，见于评价区范围上空。

领角鸮 Otus bakkamoena

留鸟。在云南省分布于海拔 300-1400m。资源现状为稀有种，属国家 II 级重点保护种类区系从属广布种。

雕鸮 Bubo bubo

生态习性：栖息于居民点、山地森林、裸露的岩石或峭壁间的缝隙中，白天潜伏，夜间活动，夜间常见于农耕地及居民点附近的高树上。食物主要以鼠类为主。资源状况为稀有种。国家Ⅱ级重点保护鸟类。已被“中国濒危动物红皮书”列为稀有动物。

（4）哺乳类

在水库评价区分布的 24 种哺乳动物中，有国家 II 级重点保护野生动物 1 种，占全部哺乳动物种数的 4.17%。有被《中国濒危动物红皮书》收录的哺乳动物 1 种，为“易危动物”，即豹猫 *Felis bengalensis*。哺乳动物中的全部重点保护和珍稀濒危野生动物共 2 种。

评价区分布的国家重点保护哺乳类和珍稀、濒危哺乳类名称和在评价区分布参见表 4.6-14。调查未发现该地区特有种类分布。

小灵猫 Viverriculaindica

小灵猫主要栖息于稀树灌丛、浓密的草丛、墓穴、石洞、桥墩下、树洞甚至居民点附近的仓库或住屋下。夜行性。食性和觅食范围有季节性变化。已列为国家 II 级重点野生保护动物，但还缺乏有效的保护措施。

豹猫 Felis bengalensis

主要栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近。在半开阔的稀树灌丛生境中数量最多，浓密的原始森林、垦殖的人工林和空旷的平原农耕地数量较少。主要为地栖，但攀爬能力强，在树上活动灵敏自如。以鼠类、松鼠、飞鼠、兔类、蛙类、蜥蜴、蛇类、小型鸟类、昆虫等为食，也吃浆果、榕树果和部分嫩叶、嫩草，有时潜入村寨盗食鸡鸭等家禽。在《中国濒危动物红皮书》中列为“易危”种类。在评价区边缘可能有该物种活动。

4.6.3.4 工程建设区动物概况

（1）施工区动物

施工所涉及的区域范围狭小，且成更为狭小的区域，可见的两栖类动物种类

不多，主要是黑眶蟾蜍 (*Bufo melanostictus*)、华西树蟾(*Hyla annectans*)、昭觉林蛙(*Rana chaochiaoensis*)、泽蛙(*Rana limnocharis*)、斑腿泛树蛙(*Polypedates leucomystax*)和饰纹姬蛙 (*Microphyla ornata*)等少数种类。施工区未发现国家重点保护动物和《中国濒危动物红皮书》中收录的两栖类物种分布。

在施工区内分布的爬行动物种类主要是常见种类。如多线南蜥 (Mabuya multifasciata)、铜蜓蜥(Sphenomorphus indicus)、棕背树蜥(Calotes emma)、斜鳞蛇(Pseudoxenodon macrops)、红脖颈槽蛇(Rhabdophis subminiata)和竹叶青蛇(Trimeresurus stejnegeri)等常见的蜥蜴和蛇类。施工区未发现国家重点保护动物和《中国濒危动物红皮书》中收录的爬行动物。

鸟类由于活动性能强，在施工区的组成与评价区的没有太大的差别。由于施工区范围更趋狭小，且生境更为单调，多为灌丛和农田，林地，所以种类更为贫乏。主要为名录上的小型鸟类，其中为多数是广生境种类。国家重点保护鸟类在施工区有活动的种类有仅有松雀鹰(*Accipiter virgatus*)、普通鵟(*Buteo buteo*)及等少数猛禽。其他体型略大的种类有山斑鸠 (*Streptopelia orientalis*)、杜鹃类(*Cuculus spp.*)、戴胜(*Upupa epopsi*)等少数种类。其余种类主要为雀形目的小型常见种类，如白鹡鸰(*Motacilla alba*)、黄臀鹎(*Pycnonotus xanthorrhous*)、白喉红臀鹎(*Pycnonotus aurigaster*)、绿翅短脚鹎(*Hypsipetes mcclellandii*)、棕背伯劳 (*Lanius schach*)、红尾水鸲(*Rhyacornis fuliginosus*)、柳莺类(*Phylloscopus spp.*)、山雀类(Paridae)、麻雀类(*Passer spp.*)及鹀类(*Emberiza spp.*)。

施工区的哺乳类主要为小型种类为主，包括松鼠科(Sciuridae)和鼠科(Muridae)的种类；总体上讲种类贫乏。略大型的哺乳类由于人类活动频繁，一般都踪迹难觅。分布在该施工区范围的主要种类有赤腹松鼠(*Callosciurus erythaeus*)、泊氏长吻松鼠(*Dremomys pernyi*)、云南兔(*Lepus comus*)、黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)、社鼠(*Niviventer niviventer*)、小家鼠(*Mus musculus*)及大绒鼠(*Eothenomys miletus*)等种类。

（2）淹没区动物概况

在此区域内生存活动的两栖动物有如黑眶蟾蜍(Bufo melanostictus)、大头蛙(Rana kuhlii)、泽蛙(Rana limnocharis)、华西树蟾(Hyla annectans)、斑腿泛树蛙(Polypedates leucomystax)和饰纹姬蛙(Microhyla orenata)等。项目建成后对它们的生存活动影响较小。

在淹没区内分布的爬行动物种类主要是常见种类。如棕背树蜥(Calotes emma)、铜蜓蜓(Sphenomorphus indicus)、红脖颈槽蛇(Rhabdophis subminiatus)和竹叶青蛇(Trimeresurus stejnegeri)等常见的蜥蜴和蛇类。项目实施后对它们的影响较小。

淹没区鸟类物种组成与影响区相似。因范围狭小，中大型鸟类少见。但野外调查中仍可见到猛禽等较大的种类。鸟类的主题仍为小型雀形目鸟类。项目实施后对它们的影响较小。

在德厚水库淹没区内无国家级和云南省级重点保护野生动物分布。淹没区内分布的多为小型啮齿动物，如树鼩(Tupaia belangeri)、赤腹松鼠(Callosciurus erythraeus)、小家鼠(Mus musculus)、大足鼠(Rattus nitidus)、黄胸鼠(Rattus flavipectus)、针毛鼠(Niviventer fulvescens)、社鼠(Niviventer confucianus)等种类。

由于上述爬行类、鸟类和兽类在我省分布较广泛，运动能力较强，只要采取较有效的保护措施，严格执行国家和云南省的有关动物保护法规，德厚水库项目工程的建设以及实施不会造成它们在该地区的濒危和灭绝。

4.6.3.5 动物资源特点

评价区目前共记录陆栖脊椎动物 152 种，从资源角度分析，表现如下一些特点。

（1）种类贫乏且种群小水库评价区目前共记录陆栖脊椎动物 152 种，种类相对贫乏。物种数量较少的原因主要有 3 个方面。第一是评价区范围有限；第二是植被相对单调，缺乏能容纳较多物种的大片森林；第三是人为干扰严重。由于上述原因，评价区内能稳定分布的陆栖脊椎动物物种相对比较贫乏。由于同样原因，各物种种群小，各种动物的密度较低。

（2）未发现表现出资源优势的种类这些动物中可供直接经济利用的动物资源，如人们所熟悉的食用、观赏用和药用等种类少，而少数可供直接经济利用的种类，如环颈雉 (*Phasianus colchicus*)、山斑鸠(*Streptopelia orientalis*)、珠颈斑鸠(*Streptopelia chinensis*)、火斑鸠(*Oenopopelia tranquebarica*)和云南兔(*Lepus comus*)等种类的特点是种群小。这些经济价值略高的动物在强大人类猎捕压力下已较少见了。

（3）小型动物种群数量尚丰富在评价区范围内，小型鸟类、小型兽类数量相对比较丰富。如鸟类中的黄臀鹎(Pycnonotus xanthorrhous)、棕背伯劳 (Lanius schach)、白喉红臀鹎(Pycnonotus aurigaster)、绿翅短脚鹎(Hypsipetes mcclellandii)、白鹡鸰(Motacilla alba)、红尾水鸲(Rhyacornis fuliginosus)、山雀类(Paridae)、麻雀类(Passer spp.)及鹀类(Emberiza spp.)等。哺乳动物中的啮齿类个体数量相对较多，如、赤腹松鼠(Callosciurus erythaeus)、泊氏长吻松鼠(Dremomys pernyi)、明纹花松鼠(Tamiops macclellandi)、黄胸鼠(Rattus flavipectus)、社鼠 (Niviventer niviventer)、小家鼠(Mus musculus)等种类。

（4）国家重点保护野生动物物种贫乏评价区内分布的国家重点保护动物和《中国濒危动物红皮书》收录的珍稀、濒危动物种类贫乏，共有 12 种。其中有

国家 II 级重点保护动物 7 种，云南省级重点保护动物 1 种，《中国濒危动物红皮书》收录的珍稀、濒危动物 7 种，其中 1 种为“稀有”种类，2 种为“濒危”种类，4 种为“易危”种类。由于这些国家和云南省重点保护野生动物中有些同时属于《中国濒危动物红皮书》收录的物种，两个名单有重叠，故以上的国家和云南省重点保护动物和珍稀、濒危动物总计 12 种。这 12 种珍稀、濒危和保护动物中有爬行动物 4 种、鸟类 6 种和哺乳动物 2 种。

4.6.4 鱼类

4.6.4.1 鱼类种类和资源量

（1）鱼类生境概述

德厚水库位于盘龙河支流德厚河上，水库坝址以上河长 53.3km，河道平均比降 6.4‰，集水面积 565km^2。德厚水库坝址附近河段平均流量约 1.0m^3/s 左右，最枯月(6 月)平均流量 0.73m^3/s，最丰月(9 月)平均流量 1.53m^3/s，其支流咪哩河在枯水季节常有断流现象。由于流量较小，且河道无明显大塘，评价区鱼类主要分布于其下游干流盘龙河中，德厚河(含咪哩河)的鱼类主要为盘龙河的鱼类上溯而来。

（2）野外捕捞标本采集结果

在德厚水库工程评价河段 8 个采集断面(河段)，共采集到鱼类标本 399 号(渔获物 20.45kg)，合计 25 种，其中土著鱼类 17 种，外来鱼类 8 种；德厚河坝址以上 3 个采样断面共采集到鱼类 18 种，其中土著鱼类 14 种，外来鱼类 4 种(表 4.6.4-1)。

表 4.6.4-1 评价河段鱼类标本采集结果

种类名称	舍舍	牛腊冲	花庄	坝址	热水	侬人河	红旗	迷洒	合计	渔获物(kg)
马口鱼 Opsariichthys bidens	2		6	4	4	7	8	12	43	0.86
草鱼 Ctenopharyngodon idellus*				1			1	2	4	0.52
鳙 Aristichthys nobilis*							2	1	3	1.21
鲢 Hypophthalmichthys molitris*						2	1	3	6	1.43
麦穗鱼 Pseudorasbora parva*	8	5	8	3	5	6	8	9	52	0.73
棒花鱼 Abbottina rivularis	1		3		2	2	3	4	15	0.32
花[骨鱼] Hemibarbus maculatus		2				5	4	6	17	0.34
墨头鱼 Garra pingi pingi		2	2		1	1	2	3	11	0.29
东方墨头鱼 Garra orientalis	3								3	0.14
鲫 Carassius auratus auratus		1	1		2	3	4	5	16	1.68
华南鲤 Cyprinus carpio rubrofuscus				1		2	3	2	8	1.96
横纹条鳅 Nemacheilus fasciolatus	7		4	3	5	6	8	10	43	0.98
侧带条鳅 Noemacheilus laterivittatus			2			3	4	3	12	0.61
横斑原缨口鳅 Vanmanenia tetraloba			2		1	1	2	1	7	0.32
泥鳅 Misgurnus anguillicaudatus	1	3	3	3	2	3	5	6	26	1.53
胡子鲇 Clarias batrachus							2	3	5	1.25
革胡子鲇 Clarias lazera*								1	1	0.67
鲇 Silurus asotus				1					1	0.45
红河纹胸鮡 Glyptothorax fukiensis honghensis				2			4	3	9	0.21
中华青鳉 Oryzias latipes sinensis			5			5	4	3	17	0.38
黄鳝 Monopterus albus		1	2	2	2	2	5	6	20	1.36
罗非鱼 Tilapia mossambica*		1	3			3	2	4	13	2.16
黄[鱼幼] Hypesleotris swinhonis*						4	4	6	14	0.22
子陵栉鰕虎鱼 Ctenogobius giurinus*		4	8	4	6	8	9	11	50	0.65
宽额鳢 Channa gachua								3	3	0.18
断面标本合计	22	19	49	24	30	63	85	107	399	20.45
断面种数合计	6	8	13	10	10	17	21	23	25	

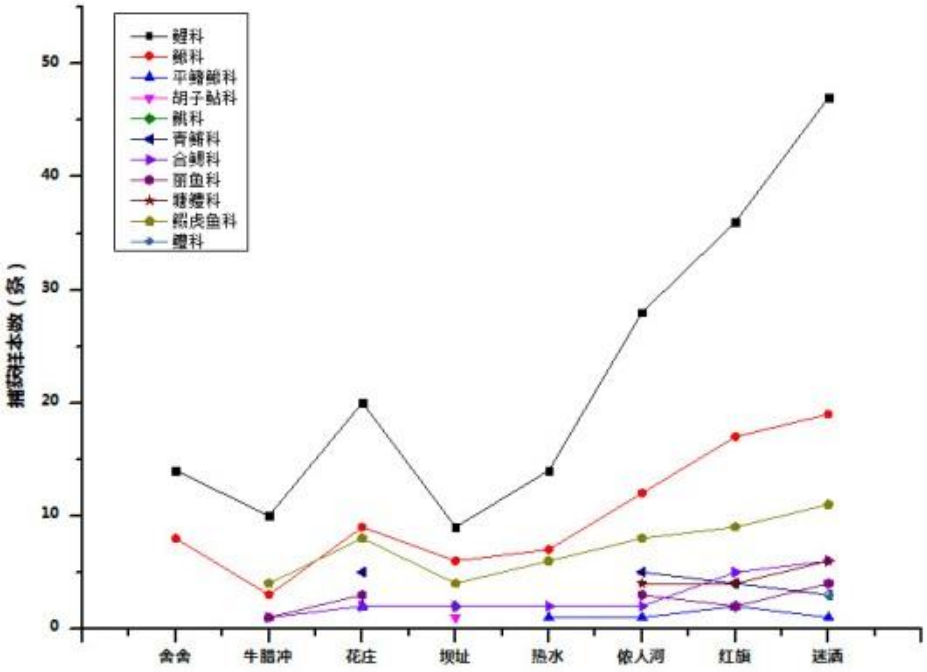


图 4.6.4-1 各断面分科鱼类样本数

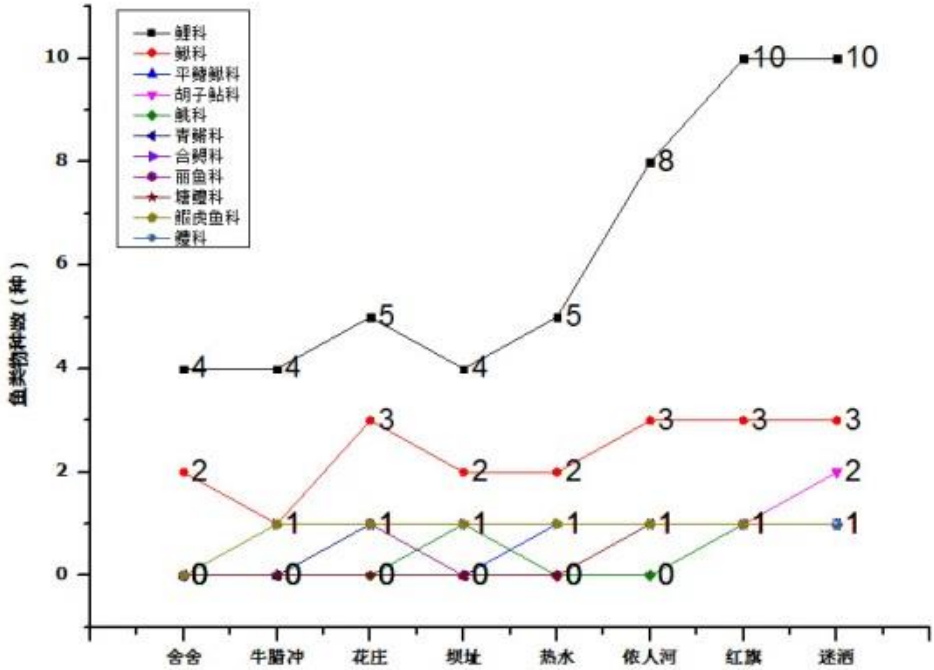


图 4.6.4-2 各断面分科鱼类物种数

（3）鱼类种类组成

根据现场采集，访问调查及相关文献记载，德厚河(含支流咪哩河)及下游盘龙河的共分布有鱼类 38 种，隶属 5 目 14 科（含 10 亚科）33 属。其中土著鱼类 28 种属原产土著鱼类，它们隶属 5 目 10 科（含 8 亚科）25 属；可能分布于德厚河的鱼类 24 种，其中土著鱼类 15 种，隶属 4 目 7 科（含 7 亚科）9 属（附录 6）。

区域分布的 28 种土著鱼类中，以鲤形目的种数最多，共有 3 科(含 8 亚科)19 属 21 种，占全部土著鱼类种数的 75.00%；鲤形目鱼类在德厚水库工程下游的盘龙河段的鱼类区系中为主要类群；鲇形目种类有 3 种，占全部土著鱼类种数的 10.71%；鲈形目鱼类有 2 种，占全部土著鱼类种数的 7.14%；鳉形目与合鳃目鱼类各有 1 种，分别占全部土著鱼类种数的 3.57%。在 10 个科中，以鲤科鱼类的种类最多，有 15 种，占全部土著鱼类种数的 53.57%，这是符合在淡水鱼类中以鲤科鱼类为主的规律；鳅科和平鳍鳅科鱼类各有 3 种，分别占全部土著鱼类种数的 10.71%；胡子鲇科、鲇科、鮡科、青鳉科、合鳃科、斗鱼科和鳢科鱼类各有 1 种，分别占全部土著鱼类种数的 3.57%（表 4.6.4-2）。

表 4.6.4-2 评价河段鱼类分科统计表

科名	德厚河及盘龙河			德厚河		
	属数	种数	占总种数的%	属数	种数	占总种数的%
鲤科	12	15	53.57	7	7	46.67
鳅科	2	3	10.71	2	3	20.00
平鳍鳍科	3	3	10.71	1	1	6.67
胡子鲇科	1	1	3.57	1	1	6.67
鲇科	1	1	3.57	0	0	0.00
鮡科	1	1	3.57	1	1	6.67
青鳉科	1	1	3.57	1	1	6.67
合鳃科	1	1	3.57	1	1	6.67
斗鱼科	1	1	3.57	0	0	0.00
鳢科	1	1	3.57	0	0	0.00
合计	25	28	100	14	15	100

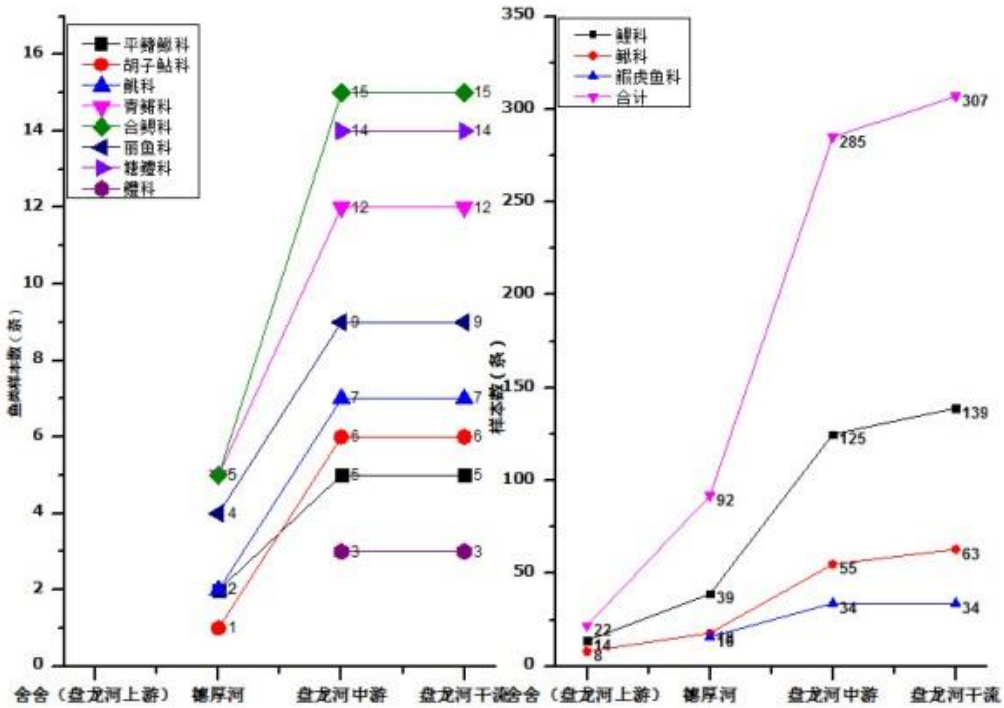


图 4.6.4-3 以流域为单位分科鱼类样本数对比

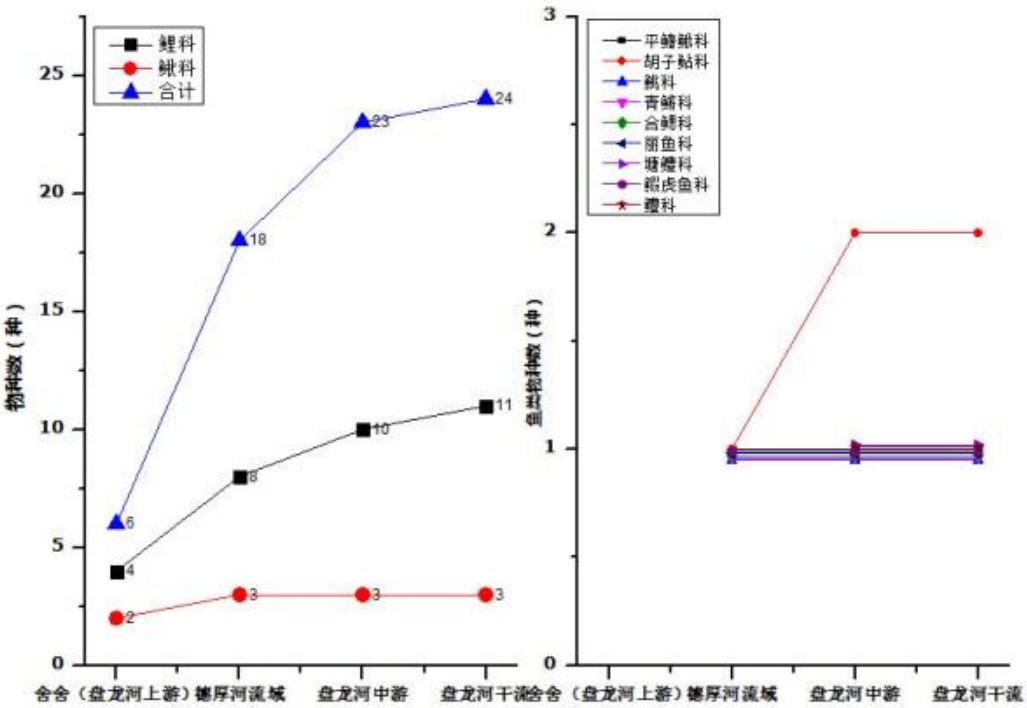


图 4.6.4-4 以流域为单位分科鱼类物种数对比

将德厚河流域内的牛腊冲、花庄以及坝址断面的鱼类样本数以及物种数统一计作德厚河流域样本数以及物种数，将坝址以下盘龙河干流断面的鱼类样本数及物种数统一记作盘龙河中游鱼类样本数及物种数，将舍舍与盘龙河中游鱼类样本

及鱼类物种数合计为盘龙河干流样本数及物种数，将三者与舍舍（代表盘龙河上游断面）的样本数、物种数分别绘图，如图 4.6-4 及图 4.6-5。

由图可见，盘龙河流域从上游到中游，捕获鱼类样本数及鱼类物种数均逐渐增加，其中上游段鱼类样本数及物种数均较贫乏，仅有 22 条及 6 种鱼类，且仅有鲤科及鳅科鱼类。而德厚河流域内捕获样本数为 92 条，占全部捕获样本数的 23.1%；鱼类物种数则为 18 种，占全部物种数的 72%。而盘龙河中游河段内捕获样本数为 285 条，占全部样本数的 71.4%；鱼类物种数为 23 种，占全部物种数的 92%。

从按科统计的鱼类样本数及物种数组成看，德厚河流域与盘龙河干流上中游均以鲤科、鳅科鱼类为主，其余 9 科鱼类物种均仅有 1~2 种。另外，除盘龙河上游段明显样本数及物种数较贫乏外，德厚河流域与盘龙河中游鱼类组成相似性较大，在德厚河流域内的 18 种鱼类仅有鲇未在盘龙河干流捕获到之外，其余 17 种鱼类在盘龙河中游均有捕获。在盘龙河中游分布的 23 中鱼类中，仅有鳙、鲢、胡子鲇、革胡子鲇、黄[鱼幼]、宽额鳢等 6 种在德厚河流域内没有捕获到。

由此可见，虽然捕获到的鱼类样品数仅占总样本数的 23.1%，但鱼类物种数则占 72%，德厚河流域内鱼类物种组成与盘龙河干流中游鱼类组成基本相似，德厚河流域内水体也是盘龙河流域内重要的鱼类栖息地。

（4）鱼类组成特点

①喜流水鱼类多　28 种土著鱼类中，喜流水鱼类有 18 种，占全部土著鱼类种数的 64.29%。

②底栖性鱼类比重大该区以底栖性鱼类为主，可分为两类。一类在流水中底栖，包括野鲮亚科、鮈亚科、鳅科和平鳍鳅科等鱼类，它们的共同特点是口下位，一般在下颌形成角质，以便于刮食藻类；另一类是胸部有吸着器，吸附在流水底层的砾石上，以适应急流环境的鮡科鱼类。例如红河纹胸鮡 *Glyptothorax fukiensis honghensis*。

③无长距离洄游性的鱼类从现场调查及国内文献资料记载的情况看，评价区鱼类种类组成中无长距离洄游性鱼类。根据《文山州盘龙河流域水资源利用规划环境影响报告书》，盘龙河下游河段上已经建成 22 座梯级水电站，由于建设时期较早，各电站均未建设鱼道、鱼梯等过鱼设施，导致流域鱼类生境片受电站拦河坝多次阻隔。此外，在盘龙河中游的咪洒村附近（至德厚水库坝址河道距离约 78km），还存在着一个十分陡峭、高差约 70m 的跌水岩，对上下游鱼类形成天然阻隔，鱼类不存在长距离洄游的生境条件。

④无该地区特有鱼类和保护鱼类分布根据现状调查和相关资料，区内未发现国家和云南省级重点保护鱼类分布及该地区特有的鱼类分布；但有 1 种珍稀濒危

鱼类，即山白鱼(*Anabarilius transmontana*)分布。

⑤外来鱼类种数较多　38 种鱼类中，有外来鱼类 10 种，占全部鱼类种数的 26.31%。

⑥经济养殖鱼类较多　38 种鱼类中，有经济和养殖鱼类 21 种，占全部鱼类种数的 55.26%。

（4）珍稀保护种类

根据西南林业大学 2010 年调查结果，盘龙河有山白鱼分布。

山白鱼 Anabarilius transmontana

鲤科(Cyprinidae)鲌亚科(Cultrinae)，为中国特有物种，也是云南省特有物种。

该种仅分布于云南省个旧市大屯湖和文山县的盘龙河。20 世纪 50～60 年代，山白鱼曾经为大屯湖的重要的经济鱼类，但因大屯湖几经干涸，至 80 年代，这种白鱼已经近乎绝迹，在其后的近 30 多年时间里再未有捕获山白鱼的报道。直到 2010 年 7 月和 9 月，西南林业大学在文山县城区盘龙河两次采集到山白鱼标本 7 尾。据盘龙河水环境状况，可能分布于文山县城下游河段。

山白鱼系小型鱼类，体侧扁，头后背部隆起，躯干前部为身体最高处，腹缘呈浅弧形。吻较圆钝。口端位，上、下颌等长，下颌前端突起嵌入上颌凹陷处。无须、腹棱自腹鳍基部至肛门。背鳍最末一根不分枝鳍条分节，末端柔软，仅基部较硬，起点位于腹鳍之后，或与之相对。鳞薄，极易脱落。侧线在胸鳍上方急剧向下弯折，行于体侧下半部，最后入尾柄正中。生活时体呈银白色，背部带灰黑色，腹部白色；各鳍浅白色成鱼略带浅黄色。从发现山白鱼的河段环境看，岸边植被整体覆盖较好，植被以小乔木、低矮灌木和杂草为主，间杂少量农田。

山白鱼为小型经济鱼类。喜流水的环境，生活在水体的中上层。可在河流、水库和湖泊中繁殖，繁殖时要求一定的流水条件，如湖边的溪河口，溶洞的出水处或有波浪拍击的砾石滩以及水库堤坡上。卵为粘性，附着在水草、石头或砾石上。 1 龄可达性成熟。

文山地区系岩溶地貌，溶洞、龙潭和地下伏流发育良好，为一些土著鱼类的生存提供了避难所。由于残存下来的珍稀土著鱼类种类的种群数量较小，群众捕到也很少上市交易，多自捕自食用，科学考察不易发现。如果水质污染渗透到这些区域的话。水生动物，尤其是鱼类的最后生存环境将损失殆尽。现在的后续工作是需要向有关渔业资源管理部门提出申请，加强对该种的保护，避免该种白鱼在文山盘龙河的灭绝。

（5）库区河段鱼类概况

①根据野外调查和生境情况，德厚河水库影响区(德厚河及其支流咪哩河)可能分布的鱼类共 24 种(其中土著鱼类 15 种，附录 III)，以鲤形目、鲤科鱼类为主。

②由于生境的限制，德厚河(含支流咪哩河)的鱼类以小型鱼类为主；珍稀濒危鱼类山白鱼在该区域无分布。

③由于德厚河(含支流咪哩河)的水量很小，且干季常有断流现象，故除鳅科、鮡科等的种类外，其他主要为雨季自盘龙河而上的种类。

④受水量的限制，除洪水期外，德厚河(含支流咪哩河)鱼类资源量十分有限。

4.6.4.2 鱼类“三场”

评价河段处于亚热带南缘，海拔 1200~1400m，常年温度较高，水体冬季不会结冰，鱼类无明显越冬场和索饵场；除盘龙河天生桥附近河段水流较急外，其它河段水体流速均较缓，适于鱼类产卵，且由于盘龙河干流河段整体环境差异不明显，故无法区分明显的产卵场。

对于水库淹没河段，除洪水期水量较大外，其他季节水量较小，尤其是德厚河支流咪哩河在枯水季节常有断流现象，而德厚河坝址附近河段则由于现有团结大沟每年 4、5 月农业灌溉取水，导致德厚河水量进一步减少。由于河道水量较小，水库淹没河段鱼类主要来自洪水期在盘龙河的鱼类逆流而上，鱼类主要繁殖季节由于水量较小(甚至断流)而不具备鱼类产卵条件。综上，工程区所在德厚河未发现明显的、集中式的鱼类“三场”等重要的鱼类生境分布。

4.6.4.3 评价河段与盘龙河中上游鱼类比较

（1）盘龙河中上游河段鱼类名录

盘龙河中上游河段鱼类名录详见表 4.6.4-3。

表 4.6.4-3 盘龙河中上游河段鱼类名录

序号	动物名称及分类地位		分布水系	栖息生境	保护价值	经济价值	库区分布
	中文名	拉丁学名					
C1	鱼纲	PIPISCES					
O1	鲤形目	CYPRINIFORMES					
F1	鲤科	Cyprinidae					
SF1	鱼丹亚科	Danioninae					
1	马口鱼	Opsariichthys bidens	2,3	流水	常见种	有一定经济价值	√
SF2	雅罗鱼亚科	Leuciscinae					
2	草鱼★	Ctenopharyngodon idellus		静水、流水	常见种	食用鱼类之一	√
SF3	鲌亚科	Cultrinae					
3	海南华鳊	Snibrama melroset	2,7	流水	常见种	食用鱼类之一	
4	山白鱼	Anabarilius transmontana	2,3	流水	少见	小型鱼类	

序号	动物名称及分类地位		分布水系	栖息生境	保护价值	经济价值	库区分布
	中文名	拉丁学名					
					种		
5	南方拟𩷶	Pseudohemiculter dispar	2,7	流水	常见种	小型鱼类	
SF4	鲴亚科	Xenocyprinae					
6	银鲴	Xencypris argentea	2,7	流水	常见种	食用鱼类之一	
SF5	鲢亚科	Hypophthalmichthyinae					
7	鳙★	Aristichthys nobilis		静水、流水	常见种	食用鱼类之一	√
8	鲢★	Hypophthalmichthys molitris		静水、流水	常见种	食用鱼类之一	√
SF6	鮈亚科	Gobioninae					
9	棒花鱼	Abbottina rivularis	2,3	静水、流水	常见种	无经济价值	√
10	云南棒花鱼	Abbottina yunnanensis	2	流水	常见种	无经济价值	
11	花[骨鱼]	Hemibarbus maculatus	2,3	流水	常见种	有一定经济价值	√
12	麦穗鱼★	Pseudorasbora parva		静水、流水	常见种	无经济价值	√
SF7	裂腹鱼亚科	Schizothoracinae					
13	光唇裂腹鱼	Schizothorax lissolabiatus	1,2,3	流水	常见种	经济鱼类	
14	灰裂腹鱼	Schizothorax greiseus	1,2,3,4,6	流水	常见种	经济鱼类	
SF8	鳑鲏亚科	Acheilognatinae					
15	高体鳑鲏	Rhodeus ocellatus	2	流水、静水	常见种	小型鱼类	
16	中华鳑鲏★	Rhodeus sinensis		静水	常见种	杂鱼	
SF9	野鲮亚科	Labeoninae					
17	墨头鱼	Garra pingi pingi	1,2,4	流水	常见种	小型经济鱼类	
18	东方墨头鱼	Garra orientalis	2,5,6	流水	常见种	小型经济鱼类	√
19	小垫墨头鱼	Garra micropulvinus	2	流水	常见种	小型鱼类	
20	鲮鱼	Cirrhinus molitorella	1,2,7	流水	常见种	小型经济鱼类	
21	露斯塔野鲮★	Lobeo robita		静水、流水	常见种	养殖经济鱼类	
22	云南盘鮈	Discogobio yunnanensis	2,3,4	流水	常见种	小型鱼类	
23	短鳔盘鮈	Discogobio brachypulvinus	2,3,4	流水	常见	小型鱼类	

序号	动物名称及分类地位		分布水系	栖息生境	保护价值	经济价值	库区分布
	中文名	拉丁学名					
					种		
SF10	鲃亚科	Barbina					
24	南方白甲鱼	Varicorhinus gerachi	1,2,3	流水	常见种	经济鱼类	√
25	倒刺鲃	Spinibarbus denticulatus	2,4	流水	常见种	经济鱼类	
26	条纹二须鲃	Copaeta semifasciolata	1,2,7	静水、流水	常见种	小型鱼类	
27	河口光唇鱼	Acrossocheilus krempfi	1,2	流水	常见种	食用鱼类	
28	贵州金线鲃	Sinocyclocheilus multipunctatus	2,4	有岩洞的河流	偶见种		
29	软鳍四须鲃	Barbodes benasi	2	流水	常见种	经济鱼类	
SF11	鲤亚科	Cyprininae					
30	鲫	Carassius auratus	1-6	静水、流水	常见种	食用鱼类	√
31	华南鲤	Cyprinus carpio rubrofuscus	云南各地	静水、流水	常见种	食用鱼类	√
F2	鳅科	Cobitidae					
SF1	花鳅亚科	Cobitinae					
32	泥鳅	Misgurnus anguillicaudatus	1-6	缓流或静水	常见种	食用鱼类	√
SF2	条鳅亚科	Nemacheilinae					
33	侧带条鳅	Noemacheilus laterivittatus	2	急流	常见种	无经济价值	√
34	横纹条鳅	Noemacheilus fasciaus	2	急流	常见种	无经济价值	√
35	大斑条鳅	Noemacheilus macrotaenia	2	急流	常见种	无经济价值	
F3	平鳍鳅科	Homalopteridae					
36	横斑原缨口鳅	Vanmanenia tetraloba	1,2,3	急流	常见种	无经济价值	√
37	广西爬鳅	Balitora kwangsiensis	2,7	急流	常见种	无经济价值	
38	越南华吸鳅	Sinogastromayzon tonkineneis	2	急流	常见种	无经济价值	
O2	鲇形目	SILURIFORMES					
F4	胡子鲇科	Clariidae					
39	胡子鲇	Clarias fuscus	1-3,6,7	静水、流水	常见种	经济鱼类	√
40	革胡子鲇★	Clarias lazera		静水、流水	常见种	经济鱼类	

序号	动物名称及分类地位		分布水系	栖息生境	保护价值	经济价值	库区分布
	中文名	拉丁学名					
F5	鲇科	Siluridae					
41	鲇	Silurus asotus	2,4,7	流水	常见种	经济鱼类	
F6	鮡科	Sisoridae					
42	红河纹胸鮡	Glyptothorax fukiensis honghensis	2	急流	常见种	无经济价值	√
43	间棘纹胸鮡	Glyptothorax interspinalum	2	急流	常见种	无经济价值	
O3	鳉形目	CYPRINODONTIFORMES					
F7	青鳉科	Oryziatidae					
44	中华青鳉	Oryzias latipes sinensis	1-4	流水、静水	常见种	无经济价值	√
F8	胎鳉科	Poeciliidae					
45	食蚊鱼★	Gambusia affinis		静水	常见种	控制蚊虫	√
O4	合鳃目	SYNBRANCHIFORMES					
F9	合鳃科	Synbranchidae					
46	黄鳝	Monopterus albus	1-6	沟、塘、稻田	常见种	经济鱼类	√
O5	鲈形目	PERCIFORMES					
F10	丽鱼科	Cichlidae					
47	罗非鱼★	Tilapia mossambica		流水、静水	常见种	养殖鱼类	√
F11	塘鳢科	Eleotridae					
48	黄[鱼幼]★	Hypesleotris swinhonis		流水、静水	常见种	无经济价值	√
F12	鰕虎鱼科	Gobiidae					
49	子陵栉鰕虎鱼★	Ctenogobius giurinus		流水、静水	常见种	无经济价值	√
F13	斗鱼科	Belontiidae					
50	叉尾斗鱼	Macropodus opereularis	1,2,7	静水、流水	常见种	有一定经济价值	
F14	鳢科	Channidae					
51	乌鳢	Channa argus	2,3,7	静水、流水	常见种	经济鱼类	
52	月鳢	Channa asiatica	2,7	静水、流水	常见种	有一定经济价值	
53	宽额鳢	Channa gachua	1-7	流水	常见种	有一定经济价值	

★：外来种；

1：澜沧江；2：元江；3：南盘江；4：金沙江；5：怒江；6：伊洛瓦底江；7：珠江水系；

（2）评价河段与盘龙河中上游鱼类比较

盘龙河是文山县境内最大的主干河流，正源来自砚山县平远地区牛鼻子洞和银子梁坡北麓，于席草寨北入境。干流自西北向东南斜贯全境，有一级支流 6 条、二级支流 20 余条。文山县境内盘龙河全长 112km，流域面积 1908.7km^2，占全县总面积 64.4.2%。在文山县盘龙河流域上中游干流分布有鱼类 53 种，隶属于 5 目 14 科含(13 亚科)41 属，其中有外来鱼类或引入鱼类 11 种，土著鱼类 42 种，土著鱼类隶属于 4 目 10 科 33 属。

其中有 14 种土著鱼类紧分布于盘龙河上游河段，在德厚水库工程影响评价区没有分布，即南方拟𩷶Pseudohemiculter dispar、银鲴 Xencypris argentea、光唇裂腹鱼 Schizothorax lissolabiatus、灰裂腹鱼 Schizothorax greiseus、小垫墨头鱼 Garra micropulvinus、鲮鱼 Cirrhinus molitorella、云南盘鮈 Discogobio yunnanensis、短鳔盘鮈 Discogobio brachypulvinus、贵州金线鲃 Sinocyclocheilus multipunctatus、软鳍四须鲃 Barbodes benasi、大斑条鳅 Noemacheilus macrotaenia、间棘纹胸鮡 Glyptothorax interspinalum、乌鳢 Channa argus 和月鳢 Channa asiatica。

根据《文山州盘龙河流域水资源利用规划环境影响报告书》，从现场调查及国内文献资料记载的情况看，盘龙河流域内无长距离洄游性的鱼类，也未发现国家级和云南省级重点保护鱼类分布。德厚水库评价河段鱼类种类和组成与盘龙河流域流域鱼类资源情况相符。

4.6.5 其他水生生物和水体初级生产力

4.6.5.1 浮游植物

（1）种类组成及特点

评价河段 8 个监测断面的浮游植物的总种数为 22 种，其中蓝藻门 Cyanophyta1 科、2 属、2 种；甲藻门 Pyrrophyta1 科、2 属、2 种；硅藻门 Bacillariophyta6 科、11 属、12 种；裸藻门 1 科、2 属、2 种；绿藻门 Chlorophyta3 科、4 属、4 种（附录 3）。

对采样进行处理与显微鉴定结果，8 个监测断面中生活有浮游藻类植物 21 个属，分别隶属于蓝藻门、甲藻门、硅藻门、裸藻门和绿藻门等 5 个门的 6 个纲、10 个目、10 科。在浮游植物 21 个属中，硅藻门的种类最多，有 11 个属，占浮游藻类总属数的 52.38%；其次是绿藻门，有 4 属，占浮游藻类总属数的 19.05%，该两门藻类占浮游藻类总属数的 71.43%；居第三位的是蓝藻门、甲藻门、裸藻门，各有 2 属，占浮游藻类总属数的 28.57%。由此可见，目前文山德厚水电站监测断面浮游植物的种类组成以硅藻和绿藻为主，硅藻占优势(浮游藻类植物名录附录 3)。浮游植物中的大多种类都是在淡水中广泛分布的种类，喜生活于山区

或特别会在山区大量生长的种类，有的尤其喜生活于山区或特别会在山区大量生长，如硅藻门的双生双楔藻(*Didymosphenia geminata(Lyngby)Schmidt*)和椭圆波缘藻缢缩变种(*Cymatopleuraelliptica var.constricta Grun.)*等。

种类组成具有以下特点：

①并非所有的浮游种类都是真性浮游的，而有些种类是着生种类。由于水流和波浪等外力的作用，使得这些着生或附着的种类变成为了偶然性的浮游生物。如硅藻门中的优势属：桥弯藻属(*Cymbella* Ag.)、双楔藻(*Didymosphenia* Schmidt)和异极藻属(*Gomphonema* Ag.)等；

②支流中的浮游植物有许多种类是喜生长在含有机质较丰富的肥沃水体，如，蓝藻门中最多见的是颤藻属(*Oscillatoria* Vauch.)、裸藻门的裸藻属(*Euglena* Her)、硅藻门中最多见的颗粒直链藻最窄变种(*Melosira granulate* var. *angustissima* Müll.)、绿藻门的卵囊藻属(*Oocystis* Nag.)和双星藻目(*Zygnematales*)等，这也从一个侧面反映出支流水质的营养状况；

③支流中的浮游植物有许多种类是常生活于湖泊等静水水体或缓流的河川中的，硅藻门中最多见的脆杆藻属(*Fragilaria* Lyngby.)、针杆藻属(*Synedra* Ehr.)、绿藻门的卵囊藻属(Oocystis Nag.)等，这些种类出现与各支流的的上游来水有关。

（2）个体密度

8 个监测断面的浮游植物平均密度 3820 ind./L；其中蓝藻 216.63 ind./L；甲藻 309.50 ind./L；硅藻 2628.38 ind./L；裸藻 257.38 ind./L；绿藻 408 ind./L (见表 4.6.5-1)。

（3）生物量

8 个监测断面的浮游植物平均生物量 27.08×10^{-3}mg/L；其中蓝藻 0.34×10^{-3}mg/L；甲藻 10.13×10^{-3}mg/L；硅藻 14.33×10^{-3}mg/L；裸藻 0.83×10^{-3}mg/L；绿藻 1.45×10^{-3}mg/L (见表 4.6.5-1)。

（4）分布

①舍舍：共采集到浮游植物 14 种。其中蓝藻门 Cyanophyta1 科、1 属、1 种；甲藻门 Pyrrophyta1 科、2 属、2 种；硅藻门 Bacillariophyta4 科、6 属、6 种；裸藻门 1 科、2 属、2 种；绿藻门 Chlorophyta1 科、2 属、2 种；密度 3591 ind./L。

②牛腊冲：共采集到浮游植物 9 种。其中蓝藻门 1 科、1 属、1 种；硅藻门 4 科、5 属、5 种；裸藻门 1 科、1 属、1 种；绿藻门 1 科、2 属、2 种；密度 5359 ind./L。

③坝址：共采集到浮游植物 9 种。其中硅藻门 4 科、8 属、8 种；裸藻门 1 科、1 属、1 种；密度 2178 ind./L。

④热水：共采集到浮游植物 9 种。其中蓝藻门 1 科、1 属、1 种；硅藻门 4

科、5 属、6 种；裸藻门 1 科、1 属、1 种；绿藻门 1 科、1 属、1 种；密度 5177 ind./L。

⑤花庄：共采集到浮游植物 11 种。其中甲藻门 1 科、1 属、1 种；硅藻门 5 科、6 属、6 种；裸藻门 1 科、2 属、2 种；绿藻门 1 科、2 属、2 种；密度 5940 ind./L。

⑥依人河：共采集到浮游植物 8 种。其中甲藻门 1 科、1 属、1 种；硅藻门 4 科、6 属、6 种；裸藻门 1 科、1 属、1 种；密度 2228 ind./L。

⑦红旗：共采集到浮游植物 14 种。其中蓝藻门 1 科、1 属、1 种；甲藻门 1 科、1 属、1 种；硅藻门 4 科、7 属、7 种；裸藻门 1 科、1 属、1 种；绿藻门 3 科、4 属、4 种；密度 3564 ind./L。

⑧迷洒：共采集到浮游植物 13 种。其中甲藻门 1 科、1 属、1 种；硅藻门 6 科、9 属、10 种；裸藻门 1 科、1 属、1 种；绿藻门 3 科、2 属、2 种；密度 2525 ind./L。

表 4.6.5-1 浮游植物密度(ind./L)和生物量(10^{-3}mg/L)

调查地点	蓝藻门		甲藻门		硅藻门		裸藻门		绿藻门		合计	
	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
舍舍			891	25.57	2700	14.72					3591	40.29
牛腊冲					4488	24.46	871	2.81			5359	27.27
坝址					2178	11.87					2178	11.87
热水	842	1.31			4335	23.63					5177	24.94
花庄					2376	12.95	1188	3.83	2376	8.44	5940	25.22
依人河			743	21.32	1485	8.09					2228	29.41
红旗	891	1.39			1782	9.71			891	3.16	3564	14.26
迷洒			842	34.17	1683	9.17					2525	43.34
平均	216.63	0.34	309.50	10.13	2628.38	14.33	257.38	0.83	408.38	1.45	3820.25	27.08

4.6.5.2 浮游动物

（1）种类组成

2012 年 8 月德厚水库建库前 8 个监测断面的浮游动物的总种数为 25 种，其中原生动物 6 科、7 属、12 种；轮虫 3 科、5 属、6 种；枝角类 3 科、3 属、3 种；桡足类 2 科、3 属、3 种；线虫 1 种（附录 4）。

（2）个体密度

8 个监测断面的浮游动物平均密度 3396.63 ind./L；其中原生动物 1660.88 ind./L，轮虫 632.88 ind./L，枝角类 138.75 ind./L，桡足类 498.00 ind./L；线虫 469.13 ind./L (见表 4.6.5-2)。

（3）生物量

8 个监测断面的浮游动物平均生物量为 56.72mg/L；其中原生动物 0.86mg/L；

轮虫8.86mg/L；枝角类3.41mg/L；桡足类35.86mg/L；线虫2.35mg/L (见表4.6.5-2)。

表 4.6.5-2 浮游动物密度(ind./L)和生物量(mg/L)

调查地点	原生动物		轮虫		枝角类		桡足类		水生线虫		合计	
	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
舍舍	5400	2.79	540	7.56	270	6.64	540	38.88	810	4.05	7560	59.92
牛腊冲	792	0.41	660	9.24			264	19.00	396	1.98	2112	30.63
坝址	990	0.51	825	11.55	330	8.11	495	35.64	660	3.30	3300	59.11
热水	1275	0.66	638	8.93	510	12.55			765	3.83	3188	25.97
花庄	1440	0.74	720	10.08			540	38.88	612	3.06	3312	52.76
依人河	525	0.29	630	8.82			1470	105.84			2625	114.95
红旗	1080	0.56	540	7.56			675	48.60			2295	56.72
迷洒	1785	0.92	510	7.14					510	2.55	2805	10.61
平均	1660.88	0.86	632.88	8.86	138.75	3.41	498.00	35.86	469.13	2.35	3399.63	51.33

（4）分布

①舍舍：总种数 16 种。其中原生动物 10 种；轮虫 2 种；枝角类 2 种；桡足类 1 种；线虫 1 种；密度 7560 ind./L。

②牛腊冲：总种数 7 种。其中原生动物 4 种；轮虫 1 种；桡足类 1 种；线虫 1 种；密度 2112 ind./L。

③坝址：总种数 10 种。其中原生动物 6 种；轮虫 1 种；枝角类 1 种；桡足类 1 种；线虫 1 种；密度 3188 ind./L。

④热水：总种数 10 种。其中原生动物 7 种；轮虫 1 种；枝角类 1 种；线虫 1 种；密度 3300 ind./L。

⑤花庄：总种数 10 种。其中原生动物 4 种；轮虫 1 种；桡足类 1 种；线虫 1 种；密度 3312 ind./L。

⑥依人河：总种数 7 种。其中原生动物 4 种；轮虫 2 种；桡足类 1 种；密度 2625 ind./L。

⑦红旗：总种数 11 种。其中原生动物 7 种；轮虫 3 种；桡足类 1 种；密度 2295 ind./L。

⑧迷洒：总种数 9 种。其中原生动物 6 种；轮虫 2 种；线虫 1 种；密度 2346 ind./L。

（5）现状调查结论

2012 年 8 个监测断面两次共采集到浮游动物 25 种。其中原生动物 12 种，轮虫 6 种，枝角类 3 种、桡足类 3 种、水生线虫 1 种。

本次浮游动物的个体数量，各监测断面平均密度为 3400 ind./L，其中原生动物为 1661 ind./L，占浮游动物总密度的 48.9%；轮虫动物为 633 ind./L，占总密度的 18.6%；枝角类为 139 ind./L，占总密度的 4.1%；桡足类为 498 ind./L，占总

密度的 14.6%；水生线虫类为 469 ind./L，占总密度的 13.8%。可以看出原生动物的密度最大，占浮游动物各站平均总密度的 48.9%；枝角类的密度最小，占各站平均总密度的 4.1%。

4.6.5.3 底栖动物

（1）种类组成及其分布

8 个监测断面共采到底栖动物 23 种，隶属于 17 科 17 属。其中环节动物 Annelida 21 科、3 属、3 种；软体动物 Mollusca 3 科、3 属、3 种；十足目 Decapoda 1 科、1 属、1 种；水生昆虫类的蜉蝣目 Ephemeroptera 3 科、4 属、4 种；半翅目 Hemiptera 3 科、3 属、3 种；鞘翅目 Coleoptera 1 科、1 属、1 种；襀翅目 Plecoptera 1 科、1 属、1 种；毛翅目 Trichoptera 1 科、1 属、1 种；蜻蜓目 Odonata 2 科、3 属、3 种；双翅目 Diptera 2 科、3 属、3 种（附录 5）。

各断面具体分布为：

①舍舍：底栖动物的总种数为 13 种，其中环节动物 Annelida 1 科、1 属、1 种；软体动物 Mollusca 1 科、1 属、1 种；十足目 Decapoda 1 科、1 属、1 种；水生昆虫类的蜉蝣目 Ephemeroptera 3 科、3 属、3 种；半翅目 Hemiptera 1 科、1 属、1 种；鞘翅目 Coleoptera1 科、1 属、1 种；襀翅目 Plecoptera 1 科、1 属、1 种；蜻蜓目 Odonata 2 科、2 属、2 种；双翅目 Diptera 2 科、3 属、3 种。

②牛腊冲：底栖动物的总种数为 10 种，其中环节动物 Annelida 1 科、2 属、2 种；软体动物 Mollusca 1 科、1 属、1 种；水生昆虫类的蜉蝣目 Ephemeroptera 1 科、1 属、1 种；半翅目 Hemiptera 1 科、2 属、2 种；鞘翅目 Coleoptera1 科、1 属、1 种；蜻蜓目 Odonata 2 科、2 属、2 种；双翅目 Diptera 1 科、1 属、1 种。

③坝址：底栖动物的总种数为 5 种，其中半翅目 Hemiptera 1 科、1 属、1 种；襀翅目 Plecoptera 1 科、1 属、1 种；毛翅目 Trichoptera 1 科、1 属、1 种；蜻蜓目 Odonata 1 科、1 属、1 种；双翅目 Diptera 1 科、1 属、1 种。

④热水：底栖动物的总种数为 6 种，其中软体动物 Mollusca 1 科、1 属、1 种；水生昆虫类的蜉蝣目 Ephemeroptera 1 科、1 属、1 种；半翅目 Hemiptera 2 科、2 属、2 种；双翅目 Diptera 2 科、2 属、2 种。

⑤花庄：底栖动物的总种数为 6 种，其中水生昆虫类的蜉蝣目 Ephemeroptera 2 科、2 属、2 种；半翅目 Hemiptera 1 科、1 属、1 种；鞘翅目 Coleoptera1 科、1 属、1 种；蜻蜓目 Odonata 1 科、1 属、1 种；双翅目 Diptera 1 科、1 属、1 种。

⑥依人河：底栖动物的总种数为 8 种，其中软体动物 Mollusca 2 科、2 属、2 种；环节动物 Annelida 1 科、1 属、1 种；十足目 1 科、1 属、1 种；半翅目 Hemiptera 1 科、1 属、1 种；襀翅目 Plecoptera 1 科、1 属、1 种；蜻蜓目 Odonata 1 科、1 属、1 种；双翅目 Diptera 1 科、1 属、1 种。

⑦红旗：底栖动物的总种数为 3 种，其中蜻蜓目 Odonata 2 科、2 属、2 种；双翅目 Diptera 1 科、1 属、1 种。

⑧迷洒：底栖动物的总种数为 14 种，其中其中软体动物 Mollusca 2 科、2 属、2 种；水生昆虫类的蜉蝣目 Ephemeroptera 3 科、3 属、3 种；半翅目 Hemiptera 2 科、2 属、2 种；鞘翅目 Coleoptera1 科、1 属、1 种；毛翅目 Trichoptera 1 科、1 属、1 种；蜻蜓目 Odonata 2 科、2 属、2 种。

（2）密度和生物量及其分布

8 个监测断面底栖动物平均密度为 1.6125ind./m^2，生物量为 0.534g/m^2。其中水蚯蚓 8 个监测断面的平均密度为 0.2875ind./m^2，生物量为 0.0075g/m^2；水生昆虫 8 个监测断面的平均密度为 1.0375 ind./m^2，生物量为 0.2265g/m^2；软体动物平均密度为 0.2875ind./m^2，生物量为 0.2875g/m^2 (见表 4.6.5-3)。

表 4.6.5-3 底栖动物密度(ind./m^2)和生物量(g/m^2)

调查地点	水蚯蚓		水生昆虫		软体动物		合计	
	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量	密度	生物量
舍舍	0.50	0.00	1.00	0.20	0.30	0.15	1.80	0.50
牛腊冲	1.50	0.01	1.20	0.23	0.30	0.14	3.00	0.38
花庄	0.00	0.00	1.40	0.30	0.00	0.00	1.40	0.30
坝址	0.00	0.00	2.00	0.50	0.00	0.00	2.00	0.50
热水	0.00	0.00	1.00	0.20	0.30	0.14	1.30	0.34
依人河	0.30	0.00	0.50	0.13	1.00	1.70	1.80	1.83
红旗	0.00	0.00	0.20	0.05	0.00	0.00	0.20	0.05
迷洒	0.00	0.00	1.00	0.20	0.40	0.17	1.40	0.37
平均	0.2875	0.0075	1.0375	0.2265	0.2875	0.2875	1．6125	0.5340

各断面具体数量为：

①舍舍：水蚯蚓密度为 0.5 ind./m^2、生物量为 0.001g/m^2，水生昆虫密度为 1 ind./m^2、生物量为 0.2g/m^2；软体动物密度为 0.3 ind./m^2、生物量为 0.15g/m^2；总底栖动物密度为 1.8 ind./m^2、生物量为 0.501g/m^2。

②牛腊冲：水蚯蚓密度为 1.5 ind./m^2、生物量为 0.01g/m^2，水生昆虫密度为 1.2 ind./m^2、生物量为 0.23g/m^2；软体动物密度为 0.3 ind./m^2、生物量为 0.14g/m^2；总底栖动物密度为 3 ind./m^2、生物量为 0.38g/m^2。

③坝址：水蚯蚓密度为 0 ind./m^2、生物量为 0g/m^2，水生昆虫密度为 2 ind./m^2、生物量为 0.5g/m^2；软体动物密度为 0 ind./m^2、生物量为 0g/m^2；总底栖动物密度为 2 ind./m^2。

4.6.5.4 水体初级生产力

以叶绿素 a(Chla)作为水体初级生产力指标，对 8 个样点进行了现场考察采样，调查结果见表 4.6.5-4。

表 4.6.5-4 评价河段水体初级生产力(Chl.a，mg/m^3)

编号	采样地点	采样点坐标	水温(℃)	透明度(cm)	生产力(mg/m^3)
1	舍舍	23º37’ 27.8”N，104º03’ 17.5”E	24	10	1.03
2	牛腊冲	23º35’ 35.0”N，103º58’ 02.1”E	22	9	0.60
3	花庄	23º32’ 41.2”N，103º59’ 40.3”E	21	3	1.43
4	坝址	23º33’ 27.4”N，104º01’ 32.1”E	20	3	0.83
5	热水	23º31’ 42.4”N，104º03’ 33.3”E	20	11	0.59
6	侬人河	23º28’ 17.6”N，104º05’ 49.1”E	20	6.5	0.48
7	红旗	23º20’ 05.5”N，104º15’ 56.0”E	21	5.5	0.51
8	迷洒	23º17’ 47.7”N，104º19’ 49.1”E	19	6	0.43

在对德厚水库从上游舍舍村到下游迷洒附近 8 个样点的采样调查结果中，样品叶绿素 a 含量分别为：舍舍 1.03 mg/m^3，牛腊冲 0.60mg/m^3，花庄 1.43 mg/m^3，坝址 0.83 mg/m^3，热水村 0.59 mg/m^3。侬人河 0.48 mg/m^3，红旗 0.51 mg/m^3，迷洒 0.43 mg/m^3。

从调查结果可以看出，在所监测的 8 个样点中，以花庄样点生产力最高（1.43 mg/m^3），该样点位于德厚河支流咪哩河上，上游分布有多个村镇，沿河可能由于村镇比较集中，面源污染相对较多，也可能上游存在其它有利于对藻的生长繁殖污染源，造成了该样点叶绿素 a 含量高的结果；最低点出现在下游样点迷洒附近（0.43 mg/m^3），该样点可能上游附近污染源相对较少，不利于藻类的生长繁殖；从所分析的 8 个样点的样品结果看，水体生产力的大小顺序为：花庄（1.43 mg/m^3）＞舍舍(1.03 mg/m^3)＞坝址(0.83 mg/m^3)＞热水村(0.59 mg/m^3)＞牛腊冲(0.60mg/m^3)＞红旗(0.51 mg/m^3)＞侬人河 0.48 mg/m^3＞迷洒(0.43 mg/m^3)。可以看出，除舍舍和花庄样点生产力较高外，其它样点水体生产力都不高，可以说明水中 N、P 等污染并不重。其空间分布上可以看出，水体生产力由上游到下游有逐渐降低的趋势。这与江水的水质可能存在着一定的相关。整个江段的江水均为泥红色，水体泥沙含量较高，水体透明度都低。上游的水体透明度相对较高，下游透明度基本都在 6 以下有关。

根据美国 EPA 分级，chla＞10 mg/m^3 富营养型；chla4-10 mg/m^3 为中营养型；chla＜4 mg/m^3 为贫营养型；国际经济协作开发组织(OECD)推荐的标准进行评价 chla 0.3-4.5mg/m^3 贫营养型；chla3.0-11 mg/m^3 中营养型。根据以上两种评价体系综合分析，德厚河所监测的 8 个样点的水体在丰水期营养均不高，按美国 EPA 标准，8 个样点水样的调查结果均为贫营养型水体。

从现场调查看，德厚水库所涉及江段以及水库下游几个样点的水样泥沙含量相对较高，整个调查江段水均为泥红色，水体透明度低。结合实验室水样分析结

果，水体的叶绿素含量较低，整个调查江段的水体为贫营养型水体，主要污染源为农业面源污染和农村面源污染。

总体而言，由于采样为夏季丰水期采样且洪水后期水样混浊，评价河段浮游植物、浮游动物和底栖动物现状种类较少、个体密度和生物量较低，表现为典型的河流型水生生态系统特点，由于受洪水冲刷影响，各采样点均未见典型水生维管束植物；水体为贫营养型水体。

4.6.6 评价区水生生态系统综合评价

评价区内水体的浮游藻类物种数及藻类个体数量均较少，且物种组成及个体数量均以硅藻门占绝对优势，反映了水质贫营养及山区河流的特征；浮游动物中除个别断面（依人河断面）以桡足类占优外，其余各断面均以原生动物及轮虫占优势，枝角类和桡足类均较少，反映了河流水体的基本特征；底栖动物物种数量及个体密度也较低，底栖动物密度平均仅为 1.61 个/m^2，处于相当低的水平，物种组成则以节肢动物占优势，这些特征也反映了贫营养河流水体的特征；鱼类相对其余水生生物类群其个体数量及物种数则相对丰富，整体以底栖、喜急流、小型鱼类为主，说明评价区水生生态系统所能支撑的顶极生物类群的规模较为有限，进一步说明了评价区水体的贫营养特征。

将各监测断面的水生生物类群的个体数(或个体密度)以及物种数量点绘如图 4.6.6-1 及 4.6.6-2。

由图 4.6.6-1 可见，盘龙河上中游，自上而下，浮游植物、浮游动物以及底栖动物的个体数大体呈由高到低的下降态势，而鱼类捕获标本数则反呈由低到高的上升态势。

而由图 4.6.6-2，浮游藻类、底栖动物大体呈上游及中游末端物种数多于中间河段物种数的整体分布态势，浮游动物物种数则整个盘龙河上中游基本差异不大，而鱼类捕获标本数则总体呈由上游到下游逐渐增高的态势。

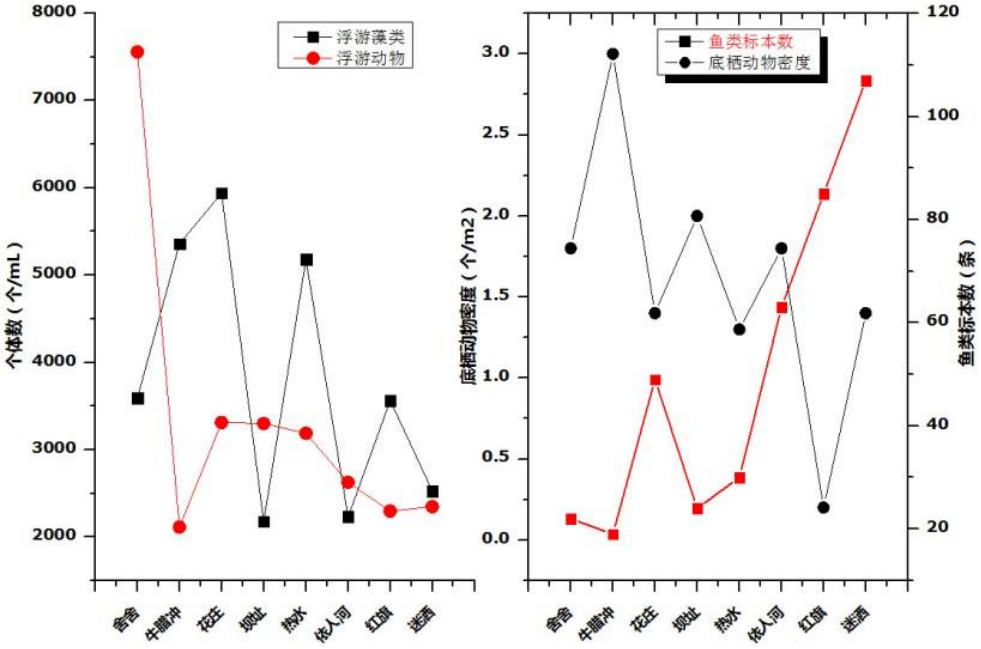


图 4.6.6-1 德厚水库工程评价区各监测断面水生生物个体数

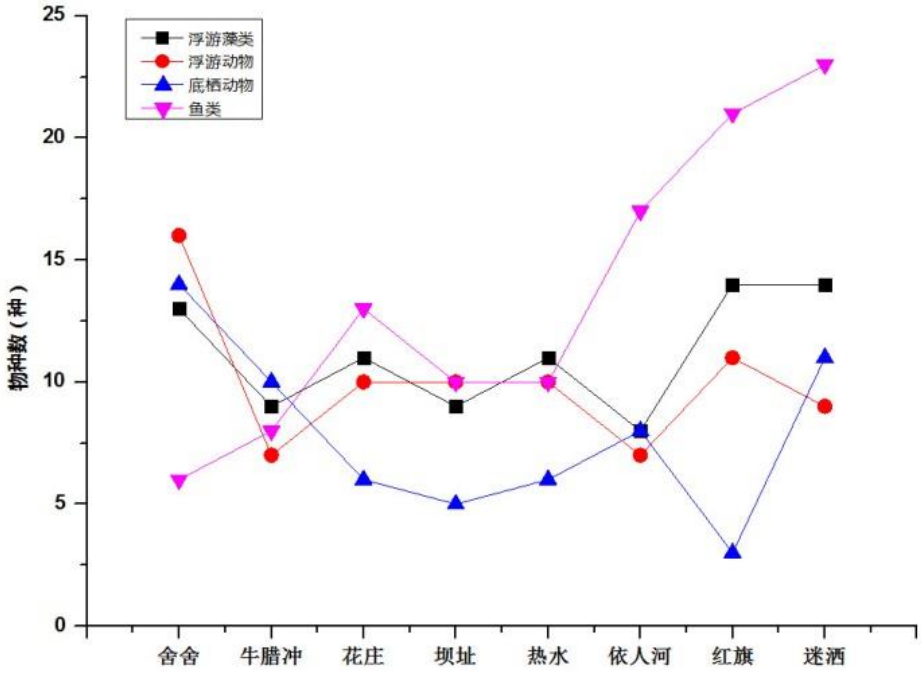


图 4.6.6-2 德厚水库工程评价区各监测断面水生生物物种数

4.6.7 景观生态系统评价

4.6.7.1 土地利用

评价区内的土地利用统计见表 4.6.7-1。土地利用现状图见图 4.6.7-1。

评价区内灌木林地面积最大，占 50.32%，其次是以旱地为主的耕地，面积

33250.06hm^2，占评价区面积的 38.15%，有林地 7251.04 hm^2，占 8.32%，而水体和居民点及建筑用地所占比例较小。

表 4.6.7-1 评价区土地利用类型统计

土地利用类型	面积(hm^2)	面积(%)
有林地	7251.04	8.32
灌木林地	43862.50	50.32
耕地	33250.06	38.15
水体	1762.20	2.02
居民点及建设用地	1036.28	1.19
合计	87162.08	100.00

4.6.7.2 景观生态体系结构与组成

（1）生态体系组成

德厚水库评价区的自然景观系统包括河流生态系统、森林生态系统、农业生态系统和乡村聚落复合系统等，这些不同的景观系统按自内在的规律整合在一起，形成和评价区内统一的景观体系。景观质量的优劣取决于景观要素的性质与特征，以及景观的结构和时空格局的特征。在各种景观类别中，绿色植被构成了陆地生态系统的主体，是生态环境优劣程度的直观指示标准，也是生物多样性孕育的母体和重要的资源库。以植被分类系统为基础，结合土地利用类型划分除以下生态景观体系，见表 4.6.7-2。

评价区内各景观斑块数合计 2883 块，其中暖温性石灰岩灌丛的斑块数最多，其次为耕地。评价区总面积 86172.18 hm^2，面积最大的类型是暖温性石灰岩灌丛，占评价区总面积的 50.31%，其次为耕地，占 38.60%。

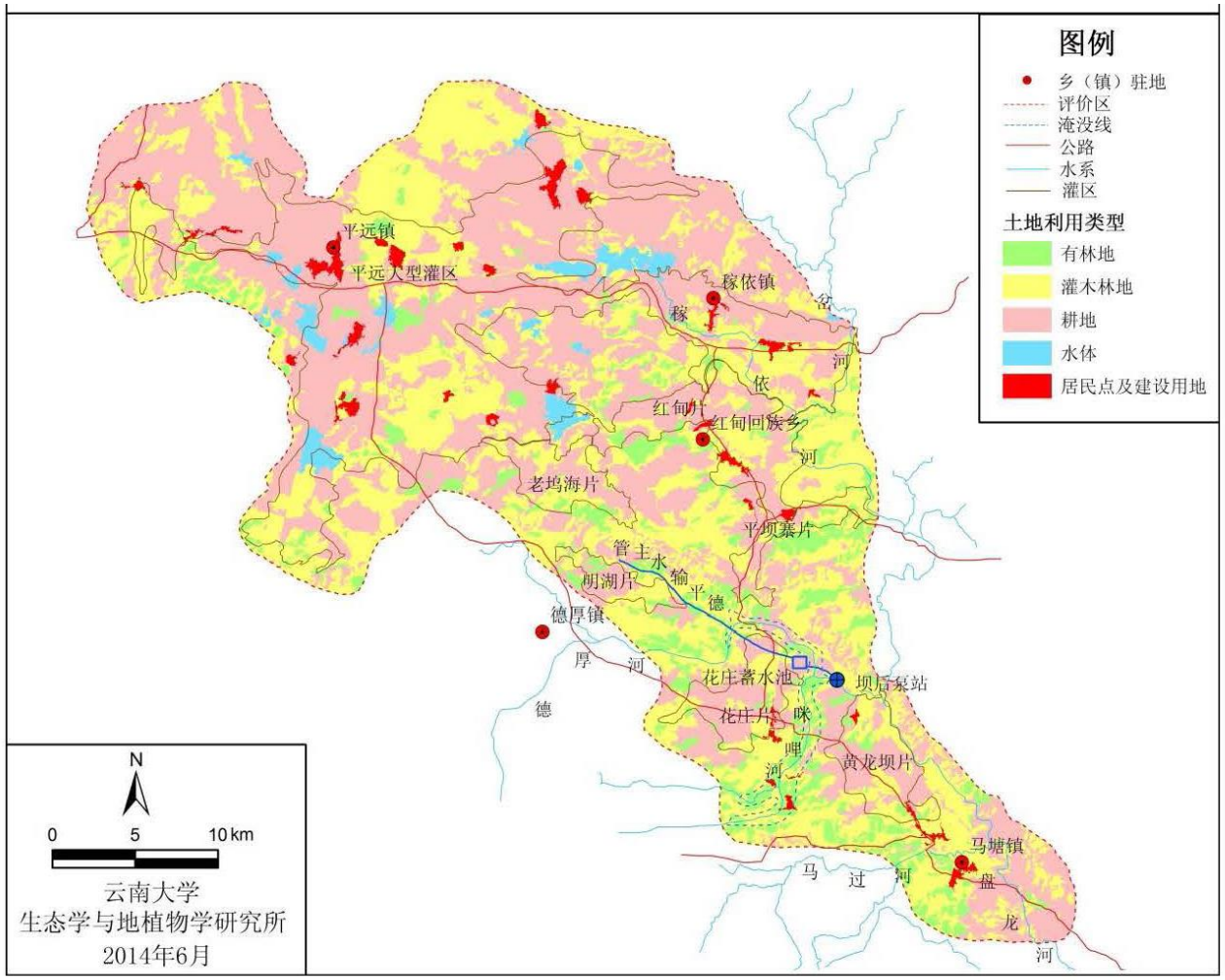


图 4.6.7-1 评价区土地利用现状图

表 4.6.7-2 评价区生态景观组成分析

景观(植被类型)	斑块总数	景观密度	面积 hm^2	景观比例
半湿润常绿阔叶林	25	0.87	706.07	0.81
暖温性针叶林	302	10.48	5980.28	6.86
人工林	28	0.97	813.65	0.93
暖温性石灰岩灌丛	1355	47.00	43847.87	50.31
耕地	1111	38.54	33644.73	38.60
水体	29	1.01	1133.20	1.30
居民点及建设用地	33	1.14	1036.28	1.19
合计	2883	100.00	87162.08	100.00

注：景观密度=斑块 i 的数目/总斑块数×100

景观比例=斑块 i 的面积/评价区总面积×100

（2）景观生态结构

在景观的结构单元中，通常分为三种基本组分，即缀块(patch)、廊道(corridor)和基底(matrix)。缀块泛指与周围环境在外貌或性质上不同，并具有一定内部均质性的空间单元，缀块可是植物群落、居民区点、农田等等。廊道是指景观中与相邻两边环境不同的线性或条带结构，如河流、道路、峡谷等。基底则是指景观中分布最广、连续性最大的背景结构，常见如森林基底、农田基地等。基底是景观的背景地域类型，是一种重要的景观结构单元类型，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。

以植被分类系统为基础，划分出生态景观体系，并采用植被生态学中确定植被重要值的方法来确定斑块在景观中的优势度，具体由景观密度、频率和景观比例计算分析而来。

景观优势度计算的数学表达式如下：

$$密度R_d=\frac{缀块i的数目}{缀块总数}\times 100\%\quad 频率R_f=\frac{缀块i出现的样方数}{总样方数}\times 100\%$$

采用网格样方法，以 2km×2km 的样方对评价区进行全景观覆盖的取样，确定样方中出现的缀块类别，获得各类出现的频率。

$$景观比例L_p=\frac{缀块i的面积}{样地总面积}\times 100\%\qquad 优势度D_o=\frac{(R_d+R_f)/2+L_p}{2}$$

评价区内各类缀块的密度(Rd)、频率(Rf)和景观比例(Lp)，以及优势度的计算值见表 4.6.7-3。

从表 4.6.7-3 可以看出，暖温性石灰山灌丛的优势度值最高，为 58.29%，其缀块在 $2km^2$ 样方中出现的频率为 85.58%，密度为 47.00%；其次是耕地，优势度值为 44.57%，频率为 62.53%，密度为 38.54%；这两种类型的景观比例之和高达 88.91%，作为一整体考虑，构成了优势类型，应是评价区内的景观基底。其

余类型中暖温性针叶林优势度、频率、密度及景观比例值都相对较高，表明暖温性针叶林在评价区景观体系中也占有相对重要的地位。

表 4.6.7-3 评价区各景观类型优势度值统计

景观类型	密度(Rd)	频率(Rf)	景观比例(Lp)	优势度(DO)
半湿润常绿阔叶林	0.87	12.24	0.81	3.68
暖温性针叶林	10.48	25.66	6.86	12.46
人工林	0.97	14.27	0.93	4.28
暖温性石灰岩灌丛	47.00	85.56	50.31	58.29
耕地	38.54	62.53	38.60	44.57
水体	1.01	6.43	1.30	2.51
居民点及建设用地	1.14	3.37	1.19	1.72
合计	100.00	—	100	—

4.6.7.3 评价区生产力分析

植被是生态环境中最重要、最敏感的自然要素，对生态系统变化及稳定起决定性作用，植被净生产力是指绿色植物在单位面积，单位时间内所累积的有机物数量，是由光合作用所产生的有机质总量中扣除自养呼吸后的剩余部分，它直接反映植物群落在自然环境条件下的生产能力，也是生态环境现状质量评价的重要参数。自然体系生产力评价的信息主要来源于实地勘察、收集的现状资料，并采用了国内关于自然生态系统生产力和植被生物量的研究成果进行分析。评价区内各植被类型的面积、平均生产力和生产量见表 4.6.7-4。

从表 4.6.7-4 可以看出：评价区总生产量达 571679.4 t/a,其中暖温性石灰岩灌丛和耕地占评价区总生产量的比重最大，分别达到 53.69%和 30.56%，紧接着是暖温性针叶林，占 11.30%，其他类型所占比例都较小。

表 4.6.7-4 德厚水库评价区植被生产量情况表(t/a)

植被类型	平均生产力(g/m^2a)	面积(hm^2)	面积%	生产量(t/a)	生产量%
半湿润常绿阔叶林	1950.00	706.07	0.81	13768.31	2.41
暖温性针叶林	1080.00	5980.28	6.86	64587.02	11.30
人工林	561.90	813.65	0.93	4571.91	0.80
暖温性石灰岩灌丛	700.00	43847.87	50.31	306935.10	53.69
耕地	519.23	33644.73	38.60	174693.50	30.56
水体	400.00	1133.20	1.30	4532.82	0.79
居民点及建设用地	250.00	1036.28	1.19	2590.69	0.45
合计	—	87162.08	100.00	571679.40	100.00

注：表中参数数据参考文献：方精云,刘国华,徐嵩龄.我国森林植被的生物量和净生产量[J].生态学报,1996,16(5):497-508. 郭庆华,方精云,朴世龙.1982～1999年我国植被净第一性生产力及其时空变化[J].北京大学学报(自然科学版),2001,37(4):563-569。

4.6.7.4 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物质的重量，以 t/hm^2 表示。群落类型不同，其生物量测定的方法也有所不同。本次各植被的生物量估算方法分别是：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。森林生物量、灌丛和灌草生物量估算采用评价范围内有关的生物量的科研文献成果数据；农田植被的生物量综合考虑本项目内作物产量来估算其实际生物量。评价区各植被类型面积及其生物量估算结果见表 4.6.7-5。

表 4.6.7-5 德厚水库评价范围内生物量现状情况

植被类型	面积(hm^2)	平均生物量(t/hm^2)	总生物量(t)	占总生物量(%)
半湿润常绿阔叶林	706.07	125.22	88413.75	4.61
暖温性针叶林	5980.28	35.11	209967.61	10.95
人工林	813.65	27.35	22253.39	1.16
暖性石灰岩灌丛	43847.87	19.8	868187.84	45.29
耕地	33644.73	21.6	726726.12	37.91
水体	1133.20	1.2	1359.85	0.07
居民点及建设用地	1036.28	—	—	—
合计	87162.08	—	1916908.55	100.00

注：表中参数引用文献方精云,刘国华,徐嵩龄.我国森林植被的生物量和净生产量[J].生态学报,1996,16(5):497-508；朴世龙,方精云,贺金生,肖玉.中国草地植被生物量及其空间分布格局[J].植物生态学报,2004,28:491-498；黄玫, 季劲钧, 曹明奎, 李克让. 中国区域植被地上与地下生物量模拟[J].生态学报,2006, 26(12): 4156-4163。

从表 4.6.7-5 可知，评价区总生物量为 1916908.55t，各植被类型中暖性石灰岩灌丛的总生物量最大，占评价区总生物量的 45.29%，其次是耕地，占 37.91%，其余各类型生物量都比较少。

4.7 工程区水土流失现状

4.7.1 区域水土流失现状

根据《云南省 2004 年土壤侵蚀现状遥感调查报告》，文山市水土流失面积为 1632.87km^2，占全县总面积 2977.19km^2 的 54.85%，微度流失面积为 1344.32km^2，占总面积的 45.15%，流失面积中轻度流失 1228.94km^2，中度流失 370.82km^2，强烈流失 33.11km^2，分别占流失面积的 75.26%、22.71%、2.03%。全县多年平均侵蚀量为 381.41 万 t，平均侵蚀模数 1281.12t/km^2.a，年侵蚀深度为 0.80mm，背景

土壤侵蚀模数为 1659t/km^2.a。其水土流失现状见表 4.7.1-1。

表 4.7.1-1 文山市水土流失现状调查表单位：km^2

行政区	土地总面积	微度流失	流失面积	强度分级				
				轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
文山市	2977.19	1344.32	1632.87	1228.94	370.82	33.11		

4.7.2 工程影响区水土流失现状

工程区土地利用类型主要为水田、坡耕地、梯坪地、林地、园地、草地、建设用地、交通运输用地、水域及水利设施用地，德厚水库坝址以上耕地较多，背景土壤侵蚀模数为 894t/km^2.a，侵蚀强度属于轻度。

德厚水库库区及输水管线沿线区土地利用类型也主要为水田、坡耕地、梯坪地、林地、园地、草地、建设用地、交通运输用地、水域及水利设施用地，侵蚀强度属于轻度。

4.7.3 项目区水土保持现状

2011 年文山市水务局在市委、政府的正确领导和州水务局的精心指导下，组织完成 2010 年岩溶地区石漠化综合治理试点工程水资源利用工程实施、文山市白革龙小流域坡耕地水土流失综合治理试点工程项目实施，完成 2011～2013 年岩溶地区石漠化综合治理重点工程水资源利用工程实施方案的编制，开展其它各项水土保持措施的实施，完成全市水土保持综合治理面积 22.07km^2。完成开发建设项目水土保持方案的审批 13 个，监督业主执行水土保持三同时制度完成情况 16 次，较好地完成全市水土保持情况普查任务。

项目区无专项水土保持设施，现有的具有水土保持功能的地类主要为有林地、园地和草地。

4.8 社会环境

（1）行政区划

文山壮族苗族自治州地处祖国西南边陲的云南省东南部，东与广西百色市接壤，南与越南社会主义共和国接界，西与红河哈尼族彝族自治州毗邻，北与曲靖市相连。截至 2013 年，文山壮族苗族自治州辖 1 个县级市（文山市）、7 个县（砚山县、西畴县、麻栗坡县、马关县、丘北县、广南县、富宁县）。102 个乡镇（其中 16 个民族乡），947 个村（居）委会，15341 个村民小组。见表 4.8.1-1。

表 4.8.1-1 文山壮族苗族自治州行政区划

区划名称	面积（km^2）	政府驻地	街道	镇	乡	民族乡	居委会	村委会
文山壮族苗族自治州	31409.12	文山市	3	42	59	16	75	883
文山市	2967.91	开化街道	3	7	7	5	24	113
砚山县	3868.56	江那镇		4	7	4	20	85
西畴县	1490.87	西洒镇		2	7		3	69
麻栗坡县	2355.40	麻栗镇		4	7	1	9	93
马关县	2667.32	马白镇		9	4		4	120
丘北县	5037.65	锦屏镇		3	9	5	4	95
广南县	7729.88	莲城镇		7	10		7	167
富宁县	5291.53	新华镇		6	7	1	4	141

（2）社会经济

文山州是一个集”老、少、边、山、穷”和原战区为一体的边疆民族自治州，其中“老”即革命老区；“少”即民族多达 11 个；“边”指边疆，与越南边境线长达 438 公里；“山”即山区、半山区面积占 97%，岩溶地貌占 53.4%；“穷”即贫穷，全州 8 县（市）都属国家重点扶持的贫困地区；“战”即原战区，是建国以来全国经历战争时间最长的地区，改革开放比内地整整晚了 14 年。同时，由于地处几个地质大构造单元交接部位，成矿条件好，矿种多，储量大，品种也较为齐全，文山州被誉为“有色金属王国中的王国”。

盘龙河流域是文山州经济最为活跃的地带，涉及文山州的砚山、丘北、文山、西畴、马关、麻栗坡六县的 21 个乡，14 个镇。

文山市及工程建设主要涉及到的三个乡镇的社会经济概况如下：

1）文山市

2012 年末，全市总人口 48.92 万人，其中，城镇人口 27 万人。全市有汉、壮、苗、彝、回、傣等 12 种民族，少数民族人口 26 万人，占全市总人口的 53.9%。全市国土面积 2977.19km^2，北上省会昆明 333km，南至广西南宁 676km，南下国家级二级类口岸 128km，河口口岸 169km，西至红河蒙自市 129km，四周均有公路干线，交通十分便利。2012 年全市 GDP140.6 亿元，其中第一产业 15 亿元，第二产业 69.8 亿元，第三产业 55.8 亿元；农村居民年人均纯收入 5410 元。主要粮食产量 177662t。人均粮食产量 363kg。

2）马塘镇

马塘镇地处文山市中部偏西北，距文山市 24km，国土面积 272.89km^2。2012 年末，全镇农民人均纯收入 6476 元。德厚水库建设征地涉及荣华、黑末、汤坝 3 个村委会，其中荣华村委会国土总面积 18.7km^2，总人口 3417 人，农民人均纯收入 4963 元；黑末村委会国土面积 49km^2，总人口 6381 人，农民人均纯收入

6499 元；汤坝村委会国土面积 24.2km^2，总人口 3749 人。

3）德厚镇

德厚镇地处文山市北面，距县政府所在地 55km，国土面积 305.5km^2。2012 年末辖 14 个村委会 96 个自然村，143 个村民小组。年末共有人口 37175 人。其中农业人口 33184 人，占总人口的 89.3%。全镇海拔在 1371m～2246m 之间，年平均气温 18.3℃，适合种植玉米、辣椒、水稻、三七、烤烟、蔬菜、花生等农作物。全镇耕地面积 43479 亩，粮食总产量 15456t，人均粮食产量 420kg。全镇农民人均纯收入 6476 元。

4）红甸乡

红甸乡地处文山市北面，距文山市 55km，国土面积 90.9km^2。2012 年末共有 14583 人，其中农业人口 12943 人，占总人口的 88.8%。全乡平均海拔 1440m，年平均气温 18℃，适合种植水稻、玉米、辣椒、山药、烤烟等农作物。全乡农民人均纯收入 5022 元。

（3）德厚水库项目区社会经济概况

德厚水库工程水库淹没及占地影响区涉及红甸乡平坝寨村委会，德厚镇朝阳村委会，马塘镇荣华、黑末和汤坝村委会，枢纽工程建设区涉及马塘镇汤坝和黑末村委会；输水线路建设区涉及马塘镇汤坝村委会、黑末村委会、红甸乡平坝寨村委会、德厚镇明湖村委会。

红甸乡位于水库上游，国土面积相对较小村委会人员也相对较小，由于人少地小农村人均纯收入相对较低；德厚镇、马塘镇为已具备一定规模的集镇，人员相对集中、农田连片，马塘还分布有工业园区，全镇农民收入可观，居民生产生活条件也相对较好。

本工程移民设置了播烈、杨梅山庄对面、康家寨头、花庄市场背后 4 个移民安置点，移民安置区以农业生产为主，村委会内耕地资源丰富，社会经济稳定。

（4）景观文物

根据云南省文山州文物管理所编制的《文山州德厚水库淹没区及配套建设文物考古调勘文物古迹影响评价报告》，水库淹没区共有文物点 5 处，分别为花庄观音庙、黑末段美柳山火葬墓地、花庄土佬坟坡火葬墓地、双河桥和长春桥。该 5 处文物点不属于国家级、省（直辖市）级和市县级保护文物，由于具有历史研究价值故将其列为文物点。其分布情况详见附图 23。

1）花庄观音庙：始建于中华民国十年（1921 年），占地面积 368 平方米，坐西南向东北，穿逗与抬梁木结构硬山顶四合院式建筑，青瓦覆面。建筑布置在花庄村南角一小坡地带，前房大门已改由左侧厢房进入院内。正房，开三间，九檩七架木结构，通面阔 11.3 米、通进深 9.3 米。院内存 1989 年和 1991 年《功德

碑记》两通。地理坐标为北纬 23°32．262´，东经 103°58．758´，海拔 1378 米。

2）黑末段美柳山火葬墓地：位于黑莫村马露头村西，分布面积约 8000 平方米。墓地多为清初及清中期。此墓地是文山地区早期发现的火葬墓地，具有十分重要的历史学和民族学研究价值。记述了氐羌系民族迁徙发展的历史。

3）花庄土佬坟坡火葬墓地：位于花庄村南面一小山半腰平台处，当地人称土佬坟坡，分布面积约 1200 平方米。有明清时期火葬墓数百座。此墓为文山地区再次发现的火葬墓地，具有十分重要的历史学和民族学研究价值。

4）双河桥：马塘镇黑莫小寨村西 300 米，清代，建于康熙五十五年(1716 年)。该桥保留了当地传统石拱桥的建造方法和样式，对研究古代桥梁史具有重要意义。同时也具有较高的历史研究和旅游观赏价值。此石拱桥处于水库淹没区内。

5）长春桥：马塘镇捏黑村西 1.2 公里，清代，建于嘉庆十二年(1807 年)。该桥完整保留了当地传统石拱桥的建造方法和样式，对研究古代桥梁史具有重要意义。同时也具有较高的历史研究和旅游观赏价值。此石拱桥处于水库淹没区内。

（5）矿产压覆

拟建的云南省文山州德厚水库工程（以下简称拟建项目），行政区划属文山州文山市马塘镇。根据云南地质工程勘察设计研究院受编制的《云南文山德厚水库投资有限公司云南省文山州德厚水库工程项目压覆矿产资源调查结果的备案申请》，拟建项目用地调查范围压覆一个探矿权：云南省文山县布烈铁矿普查，许可证号：T53120081102018303，有效期限为 2008 年 11 月 26 日至 2010 年 11 月 26 日，探矿权人未向当地国土部门提出办理延期登记申请，文山市国土资源局以文国土资请[2014]142 号请示注销该矿权，州国土资源局以国土资请[2014]122 号转报省厅进行注销，并在探矿权过期清理专项工作中列为自行废止探矿权项目。

（6）人群健康

根据文山市疾病预防控制中心提供的 2011 年～2013 年疫情资料，文山市近三年全市传染病主要为乙种和丙种，无甲类和纳入甲类管理的传染病报告。

2011 年发病数 1425 例，其中乙类 955、丙类 470 例，发病率 295.95/10 万，死亡率 10.18/10 万。2012 年发病数 2300 例，其中乙类 1355、丙类 945 例，发病率 477.67/10 万，死亡率 10.59/10 万。2013 年发病数 2167 例，其中乙类 1225、丙类 942 例，发病率 442.57/10 万，死亡率 8.99/10 万。

马塘镇近三年来传染病发病率共 272 例，其中以肺结核、肝炎的发病率最高。三年内肺结核发病例共 69 例，占发病率总数的 25.3%；肝炎病例共 60 例，占发

病率总数的 22.0%；项目区所在的马塘镇近三年来统计传染病数量总体平稳，无明显爆发情况。项目区近三年疫情统计资料详见表 4.8.6-1。

表 4.8.6-1 项目区近三年疫情统计资料一览表单位：人

病种		合计		根据文山市疾病预防控制中心提供的 2011 年～2013 年疫情资料，文山市近三年全市传染病主要为乙种和丙种，无甲类和纳入甲类管理的传染病报告。
地区		发病数	死亡数	
文山市	2011	1425	49	发病数：1425 例（乙类 955、丙类 470 例），比 2010 年上升 1.5%；死亡数 49 例（均为乙类），比 2010 年增加 15 例，分别是艾滋病（41 例）、狂犬病（6 例）、肺结核（1 例）、乙脑（1 例）；发病率：295.95/10 万(乙类 198.34、丙类 97.61)；死亡率：10.18/10 万，病死率 3.44%。
	2012	2300	51	2012 年发病数：2300 例（乙类 1355、丙类 945 例），比 2011 年上升 61.4%；死亡数：51 例（均为艾滋病）；发病率：477.67/10 万(乙类 281.41、丙类 196.26)；死亡率：10.59/10 万，病死率 2.22%。
	2013	2167	44	2013 年发病数：2167 例（乙类 1225、丙类 942 例），比 2012 年下降 5.78%。死亡数：44 例，比去年减少 7 例。分别是艾滋病 35 例、手足口病 4 例、狂犬病 3 例，肺结核、肝炎各 1 例；发病率：442.57/10 万(乙类 250.18/10 万、丙类 192.39/10 万)；死亡率：8.99/10 万，病死率 2.03%。

地区		发病数	死亡数	艾滋病	肝炎	菌痢	肺结核	伤寒与副伤寒	猩红热	淋病	梅毒	流感	流行性腮腺炎	风疹	结膜炎	麻风病	腹泻	手足病口	备注
马塘镇	2011	78	3		16	5	21		2	2	6	3	7	5		1	3	7	死亡：艾滋病 2 例、肺结核 1 例
	2012	87	1	1	15	1	28	2		5	6		2	3		1	7	16	死亡艾滋病 1 例
	2013	107	1	3	29	1	20	2		2	6	1	14	2	1	1	6	19	艾滋病死亡 1 例
	合计	272	5	4	60	7	69	4	2	9	18	4	23	10	1	3	16	42	

4.9 移民安置区环境现状

本工程共设置了播烈、杨梅山庄对面、花庄市场背后、康家寨头 4 个移民安置点。

4.9.1 播烈安置点

位于德厚镇东南方向、直线距离约 16km 的一片狭长型荒坡地上，场地南侧接 S210 省道，占地面积约 20 万 m^2，地面高程为 1415m~1450m，坡度小于 15°，向东倾斜。区内植被以玉米地为主。区内地下水主要为岩溶溶隙水，场地无生活、生产水源；

区域稳定性好，地质构造背景简单，岩性单一。从岩溶发育状况分析：仅局部可能存在小规模岩溶发育，辅以一定的工程措施即可处理，应无大规模的岩溶塌陷问题，且对场地整体稳定性无大影响；无特殊性岩土分布和基本无不良地质现象，天然斜坡稳定，故场地稳定性较好。场地地形微倾斜，覆盖较浅，天然地基完全可以满足建低层民房要求，故总体建筑适宜性较好。

4.9.2 杨梅山庄对面安置点

位于德厚镇东南方向、直线距离约 16.5km 的一片荒坡地上，微地貌为一较平缓的丘顶，场地北侧接 S210 省道，占地面积约 20 万 m^2，地面高程为 1420m~1436m，坡度小于 10°，微向东、南、北面倾斜。区内植被以玉米地等人工植被为主。区内地下水主要为岩溶溶隙水，场地无生活、生产水源。

区域稳定性好，地质构造背景简单，岩性较单一；从岩溶发育状况分析：岩溶塌陷问题应不强烈，对场地整体稳定性无大影响。无特殊性岩土分布，和基本无不良地质现象，天然斜坡稳定，故场地稳定性较好。场地地形微倾斜，覆盖较浅，天然地基完全可以满足建低层民房要求，故总体建筑适宜性较好。

4.9.3 花庄市场背后安置点

位于德厚镇东南方向、直线距离约 13km 的一片坡地上，场地南侧接 S210 省道，占地面积约 20 万 m^2，地面高程为 1440m~1450m，坡度小于 10°，向北东倾斜。区内植被以玉米地为主。区内地下水主要为岩溶溶隙水，场地无生活、生产水源。

区域稳定性好，地质构造背景简单，岩性单一，天然斜坡稳定，岩溶塌陷问题不明显，存在特殊性岩土——红粘土分布，但对场地整体稳定性无大影响，故场地稳定性一般。场地地形微倾斜，覆盖较深，天然地基完全可以满足建低层民

房要求，故总体建筑适宜性较好。

4.9.4 康家寨头安置点

位于红甸乡西南面、直线距离约 3.5km 的一较平缓的残丘顶上，其西侧接花庄-红甸四级路，占地面积约 1.6 万 m^2，地面高程为 1430m~1450m，地势北低南高，坡度约 10°左右，区内植被主要为暖性石灰岩灌丛。地下水主要为溶隙水，场地无生活、生产水源。

区域稳定性好，地质构造背景简单，天然斜坡稳定，无特殊性岩土分布和无不良地质现象，故场地稳定性较好。场地地形平坦，覆盖较浅，在场地中部和东南角岩溶较为发育，但均可通过适当的工程措施予以处理。场地大部分区域天然地基即可满足建低层民房要求，故总体建筑适宜性较好。

4.10 区域环境特征及主要的环境问题

总体而言，区域内环境存在以下特征：

（1）岩溶发育与石漠化问题为盘龙河流域的基底型问题。但德厚河流域内植被相对良好，石漠化程度较轻。

（2）存在严重的环境遗留问题，现状存在环境制约因素。

（3）贫困及基础设施严重匮乏成为制约区域社会经济及生态环境良性转化的关键。

（4）水为区域内最核心生态要素。区域内生态环境的良性发展有待于进一步理顺水土及水热关系。

区内存在的主要环境问题有：

（1）水资源分布不均，水质受到农业面源、涉矿企业点源污染影响，导致水质现状达不到《地表水质量标准》（GB3838-2002）III类标准及集中式饮用水水源地补充监测指标要求；咪哩河和德厚河就均存在铁锰超标问题，且上游污染程度比下游重，咪哩河污染程度比德厚河重。德厚河干流河道底泥镉砷含量劣于咪哩河干流。

（2）库区汇水区的工业点源的存在及现状造成的环境问题，其中危险废物 16128t，II 类一般工业固废 458.77 万 m^3，如果得不到有效取缔和治理，将对水库建成运行存在水环境风险。

（3）区域内石漠化现象普遍，本质上是不匹配的水土、水热关系所致。

5 环境影响预测与评价

5.1 对区域水资源利用的影响分析

5.1.1 设计水平年区域水资源利用影响分析

5.1.1.1 水资源规划分区状况

（1）水资源分区

文山州盘龙河流域上中游是文山州的精华区域，区内地势平坦，耕地资源相对丰富，但受制于严重的资源型缺水及工程性缺水，区域社会经济发展受到严重制约。

德厚水库规划区包括了盘龙河上中游右岸区域，包括平远片区、马塘片区两大片区，其中平远片区又包括平远大型灌区和周边耕地资源较丰富的文山市德厚、红甸等地区；马塘片区包括马塘花庄坝区和黄龙坝区。

平远片区位于东经 103°38′ 40″～104°01′ 10″，北纬 23°35′ 24″～23°53′ 30″之间，涉及砚山县的平远、稼依、阿舍和文山市的德厚、红甸共五个乡镇。平远片区为平坝丘陵地，是一个构造溶蚀盆地，地势相对平坦。区内现状总人口 25.39 万人，其中城镇人口 7.31 万人，农村人口 18.08 万人。平远片区耕地面积共 44.63 万亩，是文山州最主要的平坝区，占文山州平坝区面积的 31.5%；区内以岩溶地貌为主，地表水系不甚发育，区域水资源总量 44781 万 m^3。水资源短缺，春季农事活动高峰期，干旱指数达 3.5 以上。按行政区划划分，平远片区可分为砚山县的平远坝区和文山市的德厚、红甸片区。其中，砚山县的平远坝区又可细分为平远大型灌区、阿三龙片、蒲草片和稼依片；文山市的德厚、红甸片区又可细分为老坞海片、红甸片、平坝寨片及明湖四片。

马塘片区位于东经 103°55′ 03″～104°02′ 50″，北纬 23°30′ 00″～23°35′ 23″之间，涉及文山市的马塘镇、红甸乡和德厚镇，主要包括黄龙坝区和花庄坝区。黄龙坝属河谷丘陵坝区，黄龙坝区现状总人口 4.0 万人，其中城镇人口 1.20 万人，农村人口 2.80 万人。区内现有耕地面积 2.34 万亩。花庄坝区位于马塘镇西北部，是德厚水库未来的主要移民安置区，同时也是文山较缺水干旱的平坝区之一。花庄坝现状总人口 0.18 万人，坝区耕地面积 1.5 万亩。

到 2030 水平年，因砚山平远坝区内的平远、稼依镇的城镇建设将占用耕地 0.62 万亩，平远片区 2030 年耕地总面积将由 44.63 万亩减少到 44.01 万亩。马塘片区耕地面积仍为 3.84 万亩，与现状维持不变。两大片区的耕地情况见表 5.1.1-1。

表 5.1.1-1 规划区耕地面积分布情况表

分区		现状耕地面积(万亩)	2030 年耕地面积(万亩)	德厚水库灌溉面积(万亩)	备注
平远片区	平远片区小计	44.63	44.01	5.44	
	(一)、平远坝区(砚山)	40.5	39.88	0	
	(1)平远大型灌区	32.82	32.2	0	平远大型灌区设计灌溉面积为 32.2 万亩。
	(2)平远坝区西北部的阿三龙片	4.50	4.5	0	
	(3)平远坝区东北部的蒲草片	1.62	1.62	0	
	(4)平远坝区南部的稼依片	1.56	1.56	0	并入老坞海和红甸片，其中老坞海片 0.7 万亩，红甸片 0.86 万亩。
	(二)、德厚、红甸片区(文山)	4.13	4.13	5.44	
	(1)老坞海片	0.85	0.85	1.55	含稼依片 0.7 万亩
	(2)红甸片	1.63	1.63	2.24	含稼依片 0.86 万亩。区内现有山后小(一)型水库一座，控制灌溉面积 0.25 万亩。
	(3)平坝寨片	1.04	1.04	1.04	
	(4)明湖片	0.61	0.61	0.61	
马塘片区	马塘片区小计	3.84	3.84	3.84	
	(一)花庄片	1.5	1.5	1.5	
	(二)黄龙坝片	2.34	2.34	2.34	
合计		48.47	47.85	9.28	

（2）现有水利工程及灌溉状况

截止 2010 年，规划区内共建成蓄、引、提各类水利工程 590 座，其中蓄水工程 6 座，总库容 6558 万 m³，兴利库容 5767 万 m³；河道引水工程 1 座，设计引水流量 1.60m³/s；提水工程 1 座，地下水及集雨等“五小”工程 582 座。

平原片区内，平远大型灌区内现已建成回龙坝、丰收、稼依三座中型骨干水源工程，总库容 6933 万 m³，兴利库容 6255 万 m³；小型水库 13 座，总库容 2278 万 m³，兴利库容 1759 万 m³；加上一批小塘坝和小型引提工程构成了灌区现状的灌溉供水系统。由于平远片区几乎所有的水利蓄水工程都配置满足了大型灌区的需水要求，设计水平年也只能满足 32.2 万亩耕地用水需求。以上水利设施现状为生活和工业总供水量为 1523 万 m³，其中城镇生活供水 544 万 m³、农村生活供水 537 万 m³、工业供水 442 万 m³。

德厚、红甸地区现状仅有山后小（Ⅰ）型水库 1 座，地下水及集雨工程 213 座。山后水库位于红甸乡西南部的平坝寨，总库容 158 万 m³，兴利库容 105 万

m³，现状供水量 90 万 m³，主要灌溉平坝寨、红甸一带 2500 亩的耕地。地下水及集雨工程分布广，规模小，主要为农村居民生活及牲畜供水，现状可供水量 171 万 m³。平远片区现状其余耕地由于无水源工程灌溉，产量低而不稳。

马塘片区共有耕地面积 3.84 万亩。现状建成小河尾小（Ⅰ）型水库和黄龙坝小（2）型水库 2 件，总库容 469 万 m³，兴利库容 440 万 m³，可供水量 936 万 m³；团结大沟引水工程 1 座，设计引水流量 1.6m³/s，可供水量 570 万 m³；提水工程 1 座，装机容量 28kW，可供水量 15 万 m³；地下水及集雨工程 111 座，可供水量 74 万 m³。其中，小河尾水库位于暮底河源头，坝心乡小平坝村，坝址高程 1890m，水库本区径流面积 8k ㎡，引水区面积 31.2k ㎡。水库总库容 410 万 m³，兴利库容 390 万 m³。小河尾水库为马塘工业园区和马塘镇生活供水的水源，现状工业供水 745 万 m³，生活供水 159 万 m³。黄龙坝水库总库容 59 万 m³，兴利库容 50 万 m³，现状农业供水 32 万 m³，该水库基本上没有径流区，主要依靠团结大沟进行引水存蓄。团结大沟引水工程 1 座，设计引水流量 1.6m³/s，控制灌溉面积 1.16 万亩，现状农业供水量 570 万 m³；为满足马塘工业园区的用水需求，现状暮底河水库暂时为马塘工业园区供水 1698 万 m³。花庄片内无灌溉工程，坝区耕地面积 1.5 万亩基本上靠天吃饭。马塘片区内仅有的灌溉面积为依赖团结大沟引水灌溉的 1.16 万亩。规划水平年德厚水库建成后，将淹没团结大沟坝址以上渠道，团结大沟取水直接由德厚水库供给。2030 水平年通过对团结大沟进行加固扩建，使其灌溉面积由现状的 1.16 万亩增加到 2.34 万亩。

5.1.1.2 供需平衡现状及存在问题

（1）德厚红甸地区

该区域主要涉及德厚、红甸两乡镇，耕地 5.69 万亩，现状人口 4.36 万人，其中集镇人口 1.26 万人，农村人口 3.10 万人。由于地处源头分水岭地区，干旱缺水严重，农作物以旱作物为主，产量低下。区内现状农灌水源仅有山后小一型水库 1 件，现状农业供水 90 万 m³，灌溉面积 0.25 万亩，其余耕地由于无水源工程灌溉，均“靠天吃饭”。生活用水主要靠地下水、小水井、小水窖等“五小”工程解决，现状供水量 171 万 m³，其中集镇生活供水 70 万 m³，农村生活供水 101m³。平远片区现状各类供水工程可供水量 261 万 m³，需水量 2509 万 m³，缺水 2248 万 m³，缺水率 89.6%，其中集镇生活缺水 43 万 m³，农村生活缺水 51 万 m³，农业缺水 2154 万 m³，缺口主要集中在农业上。

（2）马塘片区

马塘片区耕地 3.84 万亩，其中花庄坝区 1.5 万亩，黄龙坝区 2.34 万亩。花庄是文山市较干旱缺水坝区之一，目前 1.5 万亩耕地无水源工程灌溉，为雨养农业。黄龙坝片区位于盘龙河河谷马塘镇右岸，为文山州中低产田改造和节水灌溉

项目的示范点。马塘片区目前主要供水源水源为小河尾水库（小Ⅰ型）、黄龙坝水库（小Ⅱ型）、团结大沟和马塘提水泵站。小河尾水库为马塘工业园区和马塘镇生活供水的水源，现状工业供水 745 万 m³，生活供水 159 万 m³。团结大沟于德厚河牛腊冲河段拦河坝右岸取水，沿河道右岸途经牛腊冲、红石岩老寨、咪喱河、汤坝、新村、他得寨、至马塘中学附近止，全长 26km，现状农灌供水量 570 万 m³，是马塘片区的骨干水利工程。黄龙坝为小（Ⅱ）型水库，总库容 59 万 m³，由于该水库径流面积很小，主要靠团结大沟引水存蓄，现状农灌供水 32 万 m³。另外，马塘工业园区年产 80 万 t 氧化铝厂投产，为满足工业园区用水需求，现状暮底河水库为马塘工业园区暂时供水 1698 万 m³， 2030 年随着暮底河水库受水区达到设计规模，现状供马塘工业园区的水量将退还暮底河水库。马塘片区现状各类供水工程可供水量 3293 万 m³，其中本区工程供水 1595 万 m³，暮底河水库为马塘工业供水 1698 万 m³；总需水量 4545 万 m³，缺水 1252 万 m³，缺水主要集中农业上，缺水率 27.5%。

规划区现状 2010 年供需平衡成果见表 5.1.1-2，现状 2010 年供需平衡节点见图 5.1.1-1。

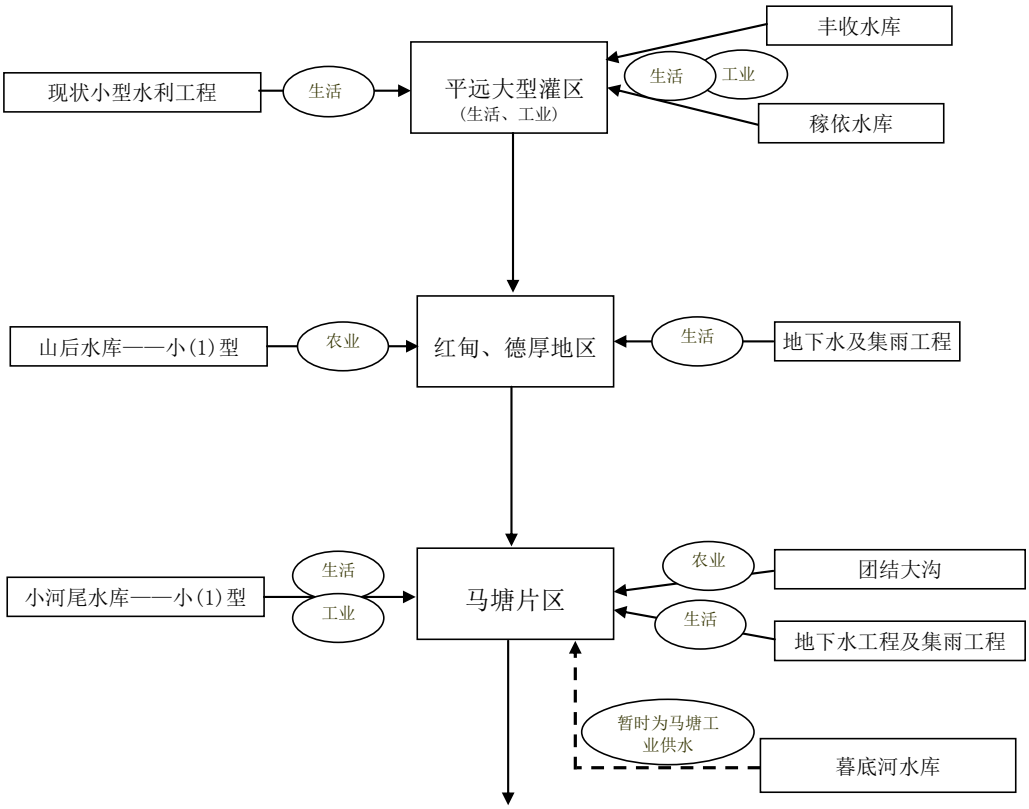


图 5.1.1-1　规划区现状 2010 年供需平衡节点示意图

经供需平衡分析，规划区现状（p=75%）总需水量为 8578 万 m³，其中城镇

生活需水 765 万 m³、农村生活需水 814 万 m³、工业需水 2885 万 m³、农业需水 4113 万 m³；现状各类水利工程供水量 5078 万 m³，缺水量 3500 万 m³，缺水率为 40.8％，其中城镇生活缺水 43 万 m³、农村生活缺水 51 万 m³、农业缺水 3406 万 m³，缺口主要集中在农业上。其中，现状年种植结构及灌溉制度均依现状，：在 P＝75%保证率情况下平远片区、马塘花庄坝区万亩综合净灌溉用水量为 197m³/亩，马塘黄龙坝片区为 273m³/亩；平远片区、马塘片区现状灌溉水利用系数为 0.50。

表 5.1.1-2 2010 年现状年水资源供需平衡结果

分区		频率	供水量(万 m³)					需水量(万 m³)					缺水量(万 m³)				
			合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉	合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉	合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉
平远片区	平远片区	p=50%	1779	614	638	442	85	3899	657	689	442	2110	-2119	-43	-51	0	-2025
		p=75%	1785	614	638	442	90	4033	657	689	442	2245	-2248	-43	-51	0	-2154
		p=95%	1775	614	638	442	81	4321	657	689	442	2533	-2546	-43	-51	0	-2452
	其中：平远大型灌区	p=50%	1523	544	537	442		1524	544	537	442		0	0	0	0	0
		p=75%	1523	544	537	442		1524	544	537	442		0	0	0	0	0
		p=95%	1523	544	537	442		1524	544	537	442		0	0	0	0	0
	德厚、红甸地区	p=50%	256	70	101	0	85	2375	113	152	0	2110	-2119	-43	-51	0	-2025
		p=75%	261	70	101	0	90	2509	113	152	0	2245	-2248	-43	-51	0	-2154
		p=95%	252	70	101	0	81	2797	113	152	0	2533	-2545	-43	-51	0	-2452
马塘片区		p=50%	3362	108	125	2443	686	4433	108	125	2443	1757	-1071	0	0	0	-1071
		p=75%	3293	108	125	2443	617	4545	108	125	2443	1869	-1252	0	0	0	-1252
		p=95%	3201	108	125	2443	525	4785	108	125	2443	2108	-1584	0	0	0	-1583
合计		p=50%	5141	722	763	2885	771	8332	765	814	2885	3867	-3190	-43	-51	0	-3096
		p=75%	5078	722	763	2885	707	8578	765	814	2885	4113	-3500	-43	-51	0	-3406
		p=95%	4976	722	763	2885	606	9106	765	814	2885	4641	-4129	-43	-51	0	-4035

5.1.1.3 规划水平年水资源配置效果

（1）2030 年供需平衡分析

1）平远片区

平远大型灌区现状供水工程现状情况下生活供水量 1081 万 m^3、工业供水量 442 万 m^3，根据《云南省平远大型灌区 2009～2020 年续建配套与节水改造规划报告》，设计水平年大型灌区现状水源工程供给生活和工业的水量分为 517 万 m^3 和 623 万 m^3。现状情况下生活供水挤占了农业用水量 383 万 m^3。2030 年需将挤占的农业用水退还给灌区，灌区内 2030 年农村人畜饮水安全工程新增生活供水量 367 万 m^3，工业供水仍为 623 万 m^3，各类工程可供水量为 1507 万 m^3。2030 年总需水量 4416 万 m^3，各类工程可供水量 1507 万 m^3，缺水 2909 万 m^3，缺水率 65.9%，其中城镇生活缺水 1609 万 m^3，农业缺水 1300 万 m^3。

德厚、红甸地区现状供水工程主要有山后水库和 213 座地下水及集雨等“五小”工程，现状可供水量 261 万 m^3。2030 水平年该片区农村饮水安全工程可新增供水 115 万 m^3，2030 水平年德厚、红甸地区各类工程可供水量为 376 万 m^3。通过供需平衡分析，2030 年总需水量 2371 万 m^3，各类工程可供水量 376 万 m^3，缺水 1995 万 m^3，缺水率 84.1%，其中城镇生活缺水 300 万 m^3，农业缺水 1695 万 m^3。

平原片区 2013 年（p=75%）供水量为 1883 万 m^3，需水量为 6787 万 m^3，缺水量为 4904 万 m^3，其中城镇生活缺水 1909 万 m^3，农业缺水 1695 万 m^3，工业缺水 1300 万 m^3。

2）马塘片区

马塘片区现状供水工程主要有小河尾、黄龙坝小型水库、团结大沟引水工程，现状可供水量 1595 万 m^3。2030 水平年对黄龙坝水库进行除险加固后可新增供水量 17 万 m^3，新建洒尾科小（Ⅰ）型水库为马塘片区工业供水 307 万 m^3，农村饮水安全工程可新增供水 24 万 m^3。由于马塘片区现状农业用水主要由团结大沟从德厚河引水灌溉（黄龙坝水库供水也来自团结大沟引蓄）。2030 水平年由于德厚水库的建设将截断团结大沟，团结大沟的水量由德厚水库供给，为避免团结大沟和德厚水库供水重复，供需平衡中将团结大沟供水预先扣除。同时现状暮底河水库为马塘工业园区暂时供水的 1698 万 m^3水量，到 2030 水平年随着暮底河水库受水区用水达到设计规模，该部分水量将退还暮底河水库。

经分析，马塘片区 2030 水平年总需水量 8565 万 m^3，其中城镇生活需水 405 万 m^3、农村生活需水 184 万 m^3、工业需水 6370 万 m^3、农业需水 1607 万 m^3；2030 水平年各类水利工程可供水量 1309 万 m^3，缺水 7257 万 m^3，缺水率 84.7%，其中城镇生活缺水 297 万 m^3，农村生活缺水 35 万 m^3，工业缺水 5318 万 m^3，农

业缺水 1607 万 m³。

规划区 2030 水平年（p=75%）总需水量为 15353 万 m³，其中城镇生活需水 2562 万 m³，农村生活需水 1106 万 m³，工业需水 8293 万 m³，农业需水 3392 万 m³；规划区在现状供水工程基础上，新增了洒尾科小（Ⅰ）型水库及农村饮水安全供水工程供水量后，2030 水平年总供水量 3192 万 m³，缺水量 12161 万 m³，缺水率达 79.2%，其中城镇生活缺水 2206 万 m³，农村生活缺水 35 万 m³，工业缺水 6618 万 m³，农业缺水 3302 万 m³。从区域上看，马塘片区缺水 7257 万 m^3，平远片区缺水 1995 万 m^3。2030 水平年供需平衡节点示意图见图 5.1.1-2。2030 年水资源平衡表见表 5.1.1-3。

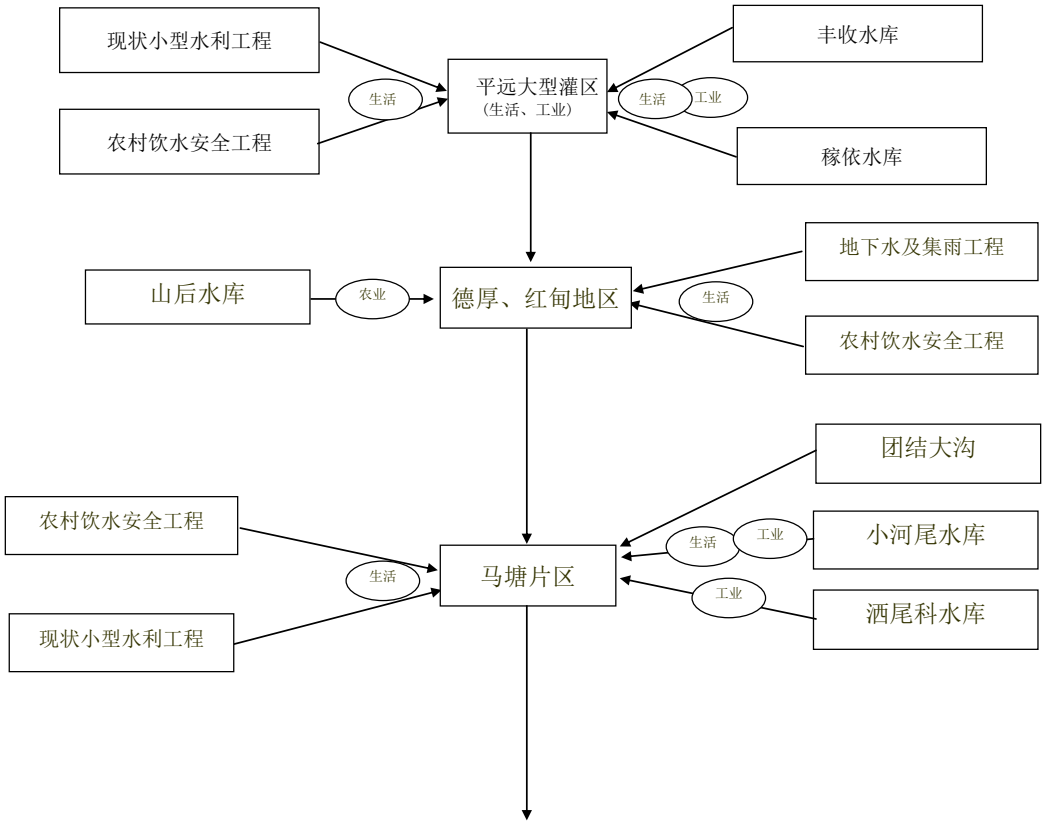


图 5.1.1-2 规划区 2030 水平年供需平衡节点示意图

表 5.1.1-3　规划区 2030 年规划水平年水资源供需平衡结果

分区		频率	供水量(万 m³)					需水量(万 m³)					缺水量(万 m³)				
			合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉	合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉	合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉
平远片区	平远片区	p=50%	1878	248	922	623	85	6681	2157	922	1923	1678	-4803	-1909	0	-1300	-1593
		p=75%	1883	248	922	623	90	6787	2157	922	1923	1785	-4904	-1909	0	-1300	-1695
		p=95%	1874	248	922	623	81	7016	2157	922	1923	2014	-5143	-1909	0	-1300	-1933
	其中：平远大型灌区	p=50%	1507	178	706	623		4416	1787	706	1923		-2909	-1609	0	-1300	0
		p=75%	1507	178	706	623		4416	1787	706	1923		-2909	-1609	0	-1300	0
		p=95%	1507	178	706	623		4416	1787	706	1923		-2909	-1609	0	-1300	0
	德厚、红甸地区	p=50%	371	70	216	0	85	2264	370	216	0	1678	-1893	-300	0	0	-1593
		p=75%	376	70	216	0	90	2371	370	216	0	1785	-1995	-300	0	0	-1695
		p=95%	367	70	216	0	81	2600	370	216	0	2014	-2233	-300	0	0	-1933
马塘片区		p=50%	1309	108	149	1052	0	8469	405	184	6370	1511	-7160	-297	-35	-5318	-1511
		p=75%	1309	108	149	1052	0	8565	405	184	6370	1607	-7257	-297	-35	-5318	-1607
		p=95%	1309	108	149	1052	0	8772	405	184	6370	1813	-7463	-297	-35	-5318	-1813
合计		p=50%	3187	356	1071	1675	85	15150	2562	1106	8293	3189	-11963	-2206	-35	-6618	-3104
		p=75%	3192	356	1071	1675	90	15353	2562	1106	8293	3392	-12161	-2206	-35	-6618	-3302
		p=95%	3183	356	1071	1675	81	15788	2562	1106	8293	3827	-12606	-2206	-35	-6618	-3746

相比 2010 年，2030 年农业种植结构及灌溉制度略有调整，P＝75%保证率情况下平远片区、马塘花庄坝区万亩综合净灌溉用水量为 224m³/亩，马塘黄龙坝片区为 341m³/亩，均较现状有所提高。但同时，2030 水平年，平远片区及马塘片区内农业灌溉水利用系数较现状 0.50 有较大提高，其中，平远片区和马塘花庄片区输水干渠采用管道输水，其灌溉水利用系数为 0.72；马塘黄龙坝区灌溉水利用系数取 0.7。使得 2030 年农业灌溉需水量较 2010 年的 4113 万 m^3 下降到 3392 万 m^3，农业缺水量也由现状的 3406 万 m^3 下降到 3302 万 m^3。

相比 2010 年现状年，工业需水量增长较大，主要是由于马塘工业园区及平远特色农产品加工园区需水由现状的 2885 万 m^3 提高到 8293 万 m^3，较现状需水提高 5408 万 m^3。

其中，马塘工业园区功能定位为：以发展冶金、有色金属、特色产品加工、林浆纸一体化项目为主，建材、仓储运输、科技研究为辅的综合性工业园区，由铝厂片区、冶金片区、建材片区、煤炭工业片区组成。现状 2010 年工业需水量 2443 万 m³，主要供水水源为小河尾水库及暮底河水库。规划水平年，铝厂片区已经和将要进入的重点企业项目主要有年产 120 万吨的氧化铝厂、年产 20 万吨烧碱、年产 40 万吨电石厂、年产 40 万吨的电解铝厂、年处理 80 万吨铝土矿的洗矿厂等企业，2030 水平年的需水量为 5100 万 m³。冶金片区现已进入和将要进入园区的主要企业有文山天龙有限公司（年产 5.6 万吨锌焙砂，3 万吨硫酸）、正泰锰有限公司（年产 1.2 万吨锰铁合金）、建国冶炼有限公司（年产 1.2 万吨锰铁合金）、信达硅业有限公司等企业，2030 水平年工业需水量 1150 万 m³。建材片区及煤炭工业片区 2030 水平年工业需水量均为 60 万 m³。2030 年马塘工业园区需水为 6370 万 m^3，较现状提高 3927 万 m^3。

平远特色农产品加工园区功能定位为：以生物制药、农特产品加工为主，集贸易、旅游渡假、生态农业观光为一体的新型生物资源加工片区。现有云南津渝辣素有限公司、平远凤荭农产品公司、云南顶瓜瓜绿色食品公司、生态食品厂等 23 家企业，现状 2010 年工业需水量 442 万 m³，主要供水水源为丰收水库、稼依水库和回龙坝水库。近期重点发展农产品的加工及交易为主，规划将以生物资源生产、加工、集散为主。根据文山州、砚山县国民经济和工业发展速度，平远特色农产品加工园区 2030 水平年工业需水总量为 1300 万 m³。另外，平远大型灌区范围内在工业园区以外，一般工业需水量为 623 万 m³。平远片区到 2030 水平年工业总需水量为 1923 万 m³，较现状提高 1481 万 m^3。

平远马塘片区的工业蓄水预测成果详见表 5.1.1-4。

表 5.1.1-4 平远、马塘片区工业需水预测成果

片区		工业需水量(万 m³)	
		2010 年	2030 年
平远片区	平远特色农产品加工园区	442	1300
	一般工业		623
	小计	442	1923
马塘片区	(1)铝厂片区	2443	5100
	其中：120 万吨氧化铝厂		1997
	20 万吨烧碱项目		400
	25 万吨 pvc 项目		250
	40 万吨电石项目（投资 3.2 亿）		740
	40 万吨的电解铝厂		278
	10 万吨铝型材项目		694
	年处理 80 万吨铝土矿洗矿厂（者吾舍）		742
	(2)冶金片区		1150
	(3)建材片区		60
	(4)煤炭工业片区		60
	小计	2443	6370
合计		2885	8293

（2）三次平衡结果

根据规划区水资源供需平衡成果，规划区 2030 水平年在现有供水设施基础上，加入 2030 年新建小型工程供水后，仍然缺水 12161 万 m³，其中平远片区缺水 4904 万 m³，马塘片区缺水 7257 万 m³。考虑到德厚水库是解决平远片区干旱缺水的唯一水源，德厚水库应优先向平远片区供水，其次再向马塘片区生活和农业供水，马塘工业用水可由德厚水库和盘龙河提水两个水源联合调度进行供水，即“德厚水库与盘龙河提水联合供水方案”。

按照这一方案，在优先满足下游河道的生态需水要求、满足规划水平年德厚水库生活及工农业耗水、以及尽量满足工业供水的稳定、均匀和尽量自流供水的要求的情况下，盘龙河马塘断面多年平均工业提水量为 2247 万 m³，p=75%提水量 2112 万 m³，p=95%提水量 1343 万 m³。加入盘龙河马塘提水量后，规划区 2030 年 p=75%总缺水量由 12161 万 m³减少到 10049 万 m³，其中平远片区缺水仍为 4904 万 m³，马塘片区缺水 5145 万 m³。规划区 2030 年加入盘龙河提水后的水资源供需平衡成果，见表 5.1.1-5。

德厚水库建设运行后，多年平均总供水量 9587 万 m³，其中生活供水 2235 万 m³，工业供水 4336 万 m³，农业供水 3016 万 m³。其中，向平远片区供水 4748 万 m^3，其中生活供水 1904 万 m^3，工业供水 1296 万 m^3，农业供水 1548 万 m^3；

向马塘供水 4838 万 m^3，其中生活供水 331 万 m^3，工业供水 3040 万 m^3，农业 1467 万 m^3。加入德厚水库供水量后，2030 水平年规划区生活及农业已实现供需平衡，缺口主要集中在马塘片区的工业上，工业缺水 1428 万 m^3（见表 5.1.1-6）。德厚水库兴利调节计算成果见表 5.1.1-7。

表 5.1.1-5 规划区 2030 年水资源供需平衡成果（加入盘龙河马塘提水）

分区		频率	供水量(万 m³)					需水量(万 m³)					缺水量(万 m³)				
			合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉	合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉	合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉
平远片区	平远片区	p=50%	1878	248	922	623	85	6681	2157	922	1923	1678	-4803	-1909	0	-1300	-1593
		p=75%	1883	248	922	623	90	6787	2157	922	1923	1785	-4904	-1909	0	-1300	-1695
		p=95%	1874	248	922	623	81	7016	2157	922	1923	2014	-5143	-1909	0	-1300	-1933
	平远大型灌区	p=50%	1507	178	706	623	0	4416	1787	706	1923	0	-2909	-1609	0	-1300	0
		p=75%	1507	178	706	623	0	4416	1787	706	1923	0	-2909	-1609	0	-1300	0
		p=95%	1507	178	706	623	0	4416	1787	706	1923	0	-2909	-1609	0	-1300	0
	德厚、红甸地区	p=50%	371	70	216	0	85	2264	370	216	0	1678	-1893	-300	0	0	-1593
		p=75%	376	70	216	0	90	2371	370	216	0	1785	-1995	-300	0	0	-1695
		p=95%	367	70	216	0	81	2600	370	216	0	2014	-2233	-300	0	0	-1933
马塘片区		p=50%	3743	108	149	3486	0	8469	405	184	6370	1511	-4726	-297	-35	-2884	-1511
		p=75%	3421	108	149	3164	0	8565	405	184	6370	1607	-5145	-297	-35	-3206	-1607
		p=95%	2652	108	149	2395	0	8772	405	184	6370	1813	-6120	-297	-35	-3975	-1813
合计		p=50%	5621	356	1071	4109	85	15150	2562	1106	8293	3189	-9529	-2206	-35	-4184	-3104
		p=75%	5304	356	1071	3787	90	15353	2562	1106	8293	3392	-10049	-2206	-35	-4506	-3302
		p=95%	4526	356	1071	3018	81	15788	2562	1106	8293	3827	-11263	-2206	-35	-5275	-3746

表 5.1.1-6 规划区 2030 年水资源供需平衡成果(加入德厚水库供水)

分区		频率	供水量(万 m^3)					需水量(万 m^3)					缺水量(万 m^3)				
			合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉	合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉	合计	城镇生活	农村生活	工业	农业灌溉
平远片区	平远片区	p=50%	6437	2157	922	1923	1434	6437	2157	922	1923	1434	0	0	0	0	0
		p=75%	6528	2157	922	1923	1526	6528	2157	922	1923	1526	0	0	0	0	0
		p=95%	6115	2157	922	1923	1113	6724	2157	922	1923	1722	-609	0	0	0	-609
	平远大型灌区	p=50%	4416	1787	706	1923		4416	1787	706	1923	0	0	0	0	0	0
		p=75%	4416	1787	706	1923		4416	1787	706	1923	0	0	0	0	0	0
		p=95%	4416	1787	706	1923		4416	1787	706	1923	0	0	0	0	0	0
	德厚、红甸地区	p=50%	2020	370	216	0	1434	2020	370	216	0	1434	0	0	0	0	0
		p=75%	2112	370	216	0	1526	2112	370	216	0	1526	0	0	0	0	0
		p=95%	1699	370	216	0	1113	2308	370	216	0	1722	-609	0	0	0	-609
马塘片区		p=50%	6974	405	184	4942	1444	8402	405	184	6370	1444	-1428	0	0	-1428	0
		p=75%	7066	405	184	4942	1535	8494	405	184	6370	1535	-1428	0	0	-1428	0
		p=95%	6636	405	184	4942	1106	8691	405	184	6370	1733	-2055	0	0	-1428	-627
合计		p=50%	13411	2562	1106	6865	2878	14839	2562	1106	8293	2878	-1428	0	0	-1428	0
		p=75%	13594	2562	1106	6865	3061	15022	2562	1106	8293	3061	-1428	0	0	-1428	0
		p=95%	12752	2562	1106	6865	2219	15415	2562	1106	8293	3454	-2663	0	0	-1428	-1235

表 5.1.1-7 德厚水库兴利调节计算成果

项目	单位	数量
正常蓄水位	m	1377.50
正常库容(原始/淤积 50 年)	万 m³	9281/8760
死水位	m	1341.5
死库容(原始/淤积 50 年)	万 m³	306/62
兴利库容(原始/淤积 50 年)	万 m³	8975/8698
农业用水保证率(年)	%	75
工业保证率(月)	%	95
本区来水量	万 m³	19280
(1)生活供水	万 m³	2232
其中：平远	万 m³	1901
马塘	万 m³	331
(2)工业供水	万 m³	4441
其中：平远	万 m³	1294
马塘	万 m³	3147
(3)农业供水	万 m³	3024
其中：平远	万 m³	1552
马塘	万 m³	1472
(4)灌溉面积	万亩	9.28
其中：平远	万亩	5.44
马塘	万亩	3.84
（5）生态环境下泄水量	万 m³	3802
多年平均总供水量 （不含生态供水）	万 m^3	9696
多年平均总供水量 （包含生态供水）	万 m^3	13499
水库损失水量	万 m³	1423
弃水量	万 m³	4359
水量利用系数		0.50
库容系数		0.47

5.1.1.4 项目用水与三条红线符合性分析

（1）用水总量分析

根据《云南省人民政府办公厅关于印发云南省实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（云政办函（2013）132 号）及相关成果，文山州 2030 年用水总量控制在 13.37 亿 m³，现状 2010 年总用水量 6.58 亿 m³，2030 年较现状增加 6.79 亿 m³。德厚水库受水区涉及的砚山县、文山市，现状 2010 年总用水量分别为 0.83

亿 m³和 0.91 亿 m³，按照文山州下发的控制指标要求，到 2030 年用水总量增加到 1.77 亿 m³和 2.33 亿 m³，较现状增加 0.94 亿 m³和 1.42 亿 m³。

德厚水库受水区现状 2010 年总用水量 0.58 亿 m³，其中砚山县 0.16 亿 m³，文山市 0.42 亿 m³；到 2030 年受水区用水量增加到 1.51 亿 m³，较现状增加 0.93 亿 m³，其中砚山县增加 0.38 亿 m³，文山市增加 0.55 亿 m³。分别占砚山县、文山市新增用水量的 42.2%和 39.7%，在砚山县、文山市用水总量控制范围内，与全州及两县（市）用水总量协调。

（2）用水效率分析

用水效率主要从灌溉水利用系数、灌溉亩均用水量、万元增加值用水量等主要指标进行评价，并与云南省实施最严格水资源管理制度“三条红线”用水效率进行对比分析。根据云政办函〔2013〕132 号的要求，文山州 2015 年万元工业增加值用水量比 2010 年下降 33%，农田灌溉水有效利用系数应大于等于 0.52，2015 年后的控制指标根据国家下达情况另行制定。从《云南省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》（云政发〔2012〕126 号）的相关要求看，2030 年全省万元工业增加值用水量（以 2000 年不变价）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。由此可见，规划区灌溉水利用系数从现状的 0.5 提高到规划水平年的 0.70～0.72，符合国家及云南省的有关农业节水要求，达到云南省用水效率控制红线到 2030 年农田灌溉水有效利用系数提高到 0.6 以上的要求；灌溉亩均毛用水量从现状的 394～546m³/亩下降到 311～487m³/亩，下降了 10.7%～21.0%；规划区工业万元增加值用水量从现状的 147m³/万元降低到 29m³/万元（2010 年现价），基本达到了云南省用水效率控制红线到 2030 年万元工业增加值用水量降低到 40m³/万元（2000 年不变价，换算成 2010 年现价为 27m³/万元）以下的要求，接近发达国家和国内先进地区的现状节水水平。各项主要用水效率指标符合用水效率控制指标。

（3）水功能区限制纳污分析

根据国务院批复的《全国重要江河湖泊水功能区划（20111~2030）》和省人民政府批复的《云南省水功能区划》，本项目区涉及砚山—文山开发利用区和文山—麻栗坡保留区。根据水功能区划，目标水质为Ⅱ～Ⅲ类，根据 2013 年 9 月和 12 月由文山州环境监测站完成水质监测报告表明，按照《地表水环境质量标准》（GB3838—2002），德厚水库坝址处水质符合Ⅴ类水标准。建立水库以后，下游减水河段总磷、氨氮和 CODMn 的纳污能力比建库前略微增加，为保证水库供水水质符合要求，仍然应严格控制污染物的排放；水库建设后库区水量明显增加，加之水库的调节作用，河段水体总磷、氨氮和 CODMn 的纳污能力有一定的增加。水库的修建对当地水环境造成的影响不大。

5.1.2 对德厚坝址以下河段用水户的影响

在德厚水库坝址以上，有一座牛腊冲引水式电站。德厚水库运行后，将淹没该电站。在牛腊冲河段，还分布有团结大沟的取水口，德厚水库建成后将截断团结大沟，原团结大沟自流引水改由水库供水。在德厚水库坝址以下，无直接从干流取水的用水户，但在盘龙河下游梯级电站将受到一定影响。德厚水库运行对这些用水户的影响分析如下：

5.1.2.1 对德厚河下游取水户的影响

德厚水库坝址至德厚河至盘龙河交汇口只有的 3.5km，在此河道上无工矿企业和电站等工程，也没有直接从河道上取水的用户，只有支流上有上、中、下倮朵三个村子，共有人口 710 人，耕地 430 亩，但其取水主要从支流的山箐水和支流引水解决，德厚水库的建设不会对其造成影响，因此德厚水库建设对德厚河下游取水户没有影响。

5.1.2.2 对团结大沟取水的影响

团结大沟于 1959 年建成通水，取水口位于德厚河牛腊冲河段，距牛腊水文站上游 1.02km，距德厚水库坝址约 7km，设计取水流量 1.60m^3/s，全长 26.07km，渠道底坡为 1/1000，是马塘镇的骨干水利工程，在团结大沟末端有一小二型水库黄龙坝水库，水库始建于 1959 年，坝高 6m，总库容 59.1 万 m^3，水库主要由团结大沟引水存蓄，该引蓄系统灌溉黄龙坝 1.16 万亩的耕地。

德厚水库建成后将截断团结大沟，原团结大沟自流引水改由水库供水，团结大沟在德厚水库坝址处高程 1368.1m，由于德厚水库水位变幅从死水位 1341.5m 至正常水位 1377.5m，达 36m，当库水位高于 1370m 时，水库可自流向团结大沟供水，水位低于 1370m 时，需由坝后马塘泵站提水至团结大沟供水，使团结大沟由原来的“完全自流”转变为“部分时段提水”，从而产生提水电费等费用。根据水库可研阶段成果，随降雨丰枯变化，年提水电量在 15 万度～289 万度之间变化，多年平均提水电量为 46 万度，德厚水库管理建设管理处承诺马塘泵站提水费用由水库建设管理处支出。

由上分析可知，团结大沟片耕地的灌溉用水不会因德厚水库建设而受影响。

5.1.2.3 对上游电站的影响

德厚水库库区内有一座牛腊冲引水式电站（1975 年建成）现装机容量 570kW，额定水头 27m，年发电量约 190 万 kW·h，产权所有人为文山电力股份公司，经双方业主协商其已同意对电站进行一次性补偿。

5.1.2.4 对下游梯级的影响

盘龙河干流下游梯级电站目前已按 22 级开发方案进行开发建设，总装机容量 682.76MW，多年平均发电量 33.01 亿 kw•h，目前所有梯级电站都已建成投产。

德厚水库工程供水量 10445 万 m³，调节库容 9277 万 m³，此部分水量在经过利用后大部分都将回归入盘龙河，继续作为下游梯级电站的发电用水，因此，本次规划根据德厚水库供水方案，采用工业及生活供水量按 0.8 系数回归，农业供水量按 0.3 系数回归，分析德厚水库对下游梯级电站的发电影响。德厚水库建成后电站发电来水=德厚水库弃水+生态+德厚～电站取水口区间径流+供水回归水，经计算，德厚水库建设前下游梯级电站多年平均发电 33.01 亿 kW·h，建库后多年平均发电 33.77 亿 kW·h，相比增加 7582 万 kW·h，增加 2%。德厚水库建设对发电的影响结果见表 5.1.2-1：

从表中可以看出德厚水库建设将使下游梯级电站的水量利用系数略有提高，梯级电站多年平均发电量不但没有减少而且还略有增加，这与规划阶段的分析总体成果一致。德厚水库的调蓄和调度作用，有将水量均化的作用，调整了丰枯之间的供需关系，在枯期 12 月～5 月供水流量比扣除生态后的来水增加了约 1.6m³/s，因此对增加下游电站的枯期来水有一定的作用，尤其对于小流量小装机的引水式电站如东方红一、二级等，而对于有调节库容的坝后式电站水库建设无影响，尤其是马鹿塘此类大型电站，调节库容 4.47 亿 m³/s，德厚水库建设对水量的影响在电站本身的调节作用下完全可以忽略，马鹿塘及下游电站发电不受水库建设影响。

表 5.1.2-1　德厚水库建设对电站发电量的影响

序号	梯级	建库前	建库后	差值	比例	备注
1	东方红一级站	2829	3936	1107	39%	
2	东方红二级站	2966	2814	848	29%	
3	东方红三级站	5932	8155	2223	37%	与二站同一取水口
4	东方红四级站	7949	8296	347	4%	
5	东方红五级站	9207	9438	231	3%	
6	九股水	1500	1546	46	3%	
7	小河沟	12000	12811	811	7%	
8	噶机	6800	7196	396	6%	
9	威龙	4581	4581	0	0%	河床式
10	南滚	7881	9038	1157	15%	
11	落水洞	11000	11000	0	0%	
12	南迷滩	2160	2576	416	19%	
13	南汀河	19500	19500	0	0%	
14	马鹿塘一期	45420	45420	0	0%	坝后式
15	马鹿塘二期	136380	136380	0	0%	坝后式
16	曼棍一级站	1350	1350	0	0%	
17	曼棍二级站	2500	2500	0	0%	
18	曼棍三级站	345	345	0	0%	
19	曼棍四级站	12500	12500	0	0%	
20	曼棍五级站	20000	20000	0	0%	
21	猫猫跳	13145	13145	0	0%	
22	天保	4172	4172	0	0%	河床式
合计		330116	337699	7582	2%	

5.2 水文情势的影响分析

5.2.1 预测方法

5.2.1.1 河道水力学特性分析

水文情势分析的范围为，德厚河德厚水库库尾至盘龙河迷洒 103km 河段，如图 5.2.1-1 所示。

图 5.2.1-1 模拟范围示意图

德厚河作为盘龙河的支流，全长 57.3km，河道比降约为 6‰。其中，德厚水库坝址上游回水末端高程 1400m，德厚水库坝址断面高程 1320m，库区平均比降为 4.1‰；从德厚坝址至盘龙河文山城区以上河段，河长约 40km，河床平均比降为 1.5‰；盘龙河文山城区以上至迷洒河段，河长约 45km，河床平均比降为 0.7‰。

库区河道呈现典型的 V 型河谷，坝下河道呈现典型的 U 型河谷，其典型断面如图 5.2.1-2 所示。

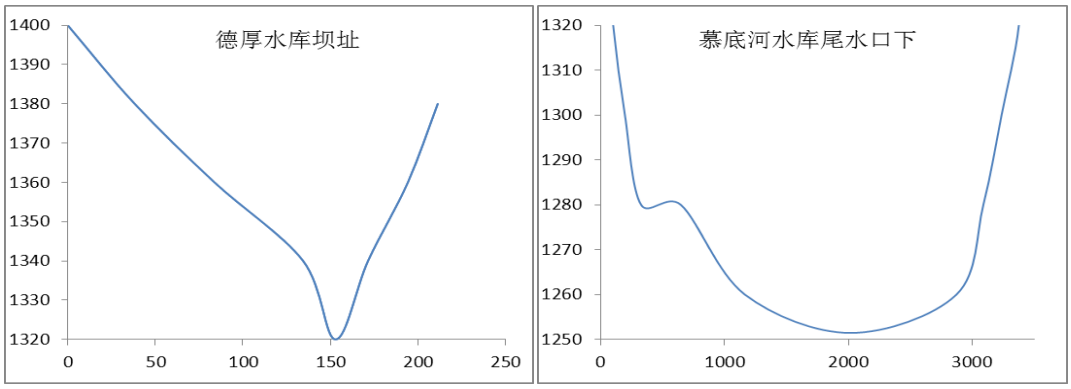


图 5.2.1-2 德厚河流域断面图

5.2.1.2 水流数学模型及数值求解

水文情势影响预测分析采用数值模拟的方法，在对德厚河以及盘龙河河道水力学特征及德厚水库工程特性分析的基础上，建立了河流一维水动力学模型，对

工程建设前后典型断面流量、流速、河宽、水深等变化进行分析。一维水动力学模型也是评价区河流水质和水温变化预测分析的基础。

（1）模型概化

模拟范围内考虑岔河、马过河、镰刀湾暗河、暮底河、布都河等支流的汇入，取水口在模型中处理为汇项，排污口在模型中处理为源项；上边界德厚水库库尾为流量边界类型；下边界迷洒为水位流量关系。

（2）水流数学模型

描述河道水流运动的一维非恒定流数学模型为圣维南方程：

$$\begin{cases} \dfrac{\partial Q}{\partial x}+\dfrac{\partial A}{\partial t}=q \\ \dfrac{\partial Q}{\partial t}+\dfrac{\partial(\alpha\dfrac{Q^2}{A})}{\partial x}+gA\dfrac{\partial h}{\partial x}+\dfrac{gQ|Q|}{C^2AR}=0 \\ h(x)\big|_{\zeta}=h_1 \\ Q(x)\big|_{\zeta}=q_1 \\ h(t),Q(t)\big|_{t=0}=h_0,Q_0 \end{cases} \qquad (5.2.1\text{-}1)$$

式中：Q—流量(m^3/s)；

A—断面面积(m^2)；

q—源汇项(m^2/s)；

α—流速垂向分布修正系数；

h—水位(m)；

C—谢才系数；

R—水力半径(m)；

g—重力加速度(m/s^2)；

h_1、q_1—边界水位(m)和流量(m^3/s)；

h_0、q_0—初始水位(m)和流量(m^3/s)；

ζ—边界。

谢才系数 C 与过水断面形状、壁面粗糙度以及雷诺数等因素有关，常用曼宁公式来表示：

$$C=\frac{1}{n}R^{\frac{1}{6}} \qquad (5.2.1\text{-}2)$$

式中，n 为糙率，是度量壁面粗糙对水流影响的无量纲系数，天然河道的糙率取值一般在 0.01~0.1 之间。糙率 n 也是一维水动力数学模型中唯一需要确定的

参数。

采用有限差分法来离散水动力学数学方程，进行河道离散时把计算节点分为流量和水位两类，并且流量和水位节点交错分布，见图 5.2.1-3。其中，河道上水工建筑物被指定为流量节点，有河流断面数据的点被设定为水位节点。对于圣维南方程组中的连续方程和动量方程的数值求解采用六点中心差分显式有限差分格式，如图 5.2.1-4 所示。

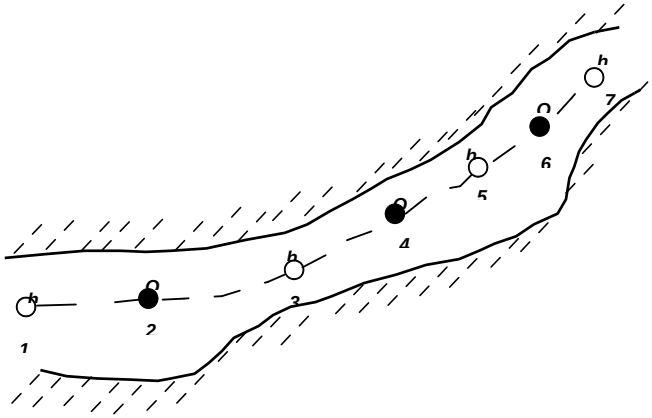


图 5.2.1-3 一维计算节点沿河流的分布示意图

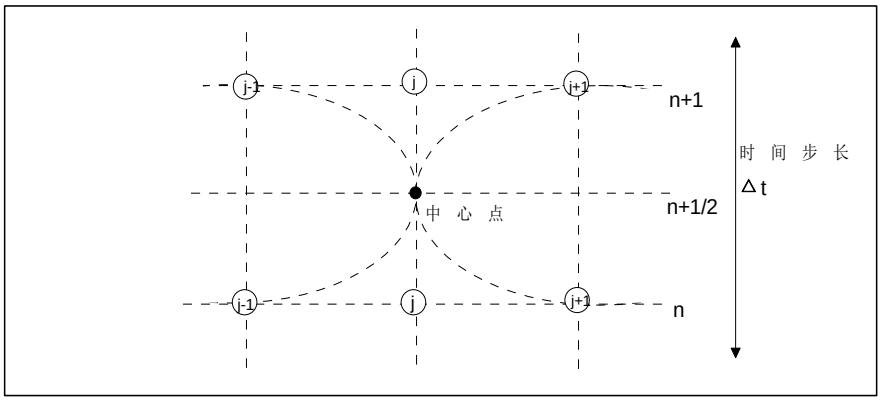


图 5.2.1-4 六点中心差分格式

最终得到的离散形式方程表达式为：

$$\alpha_j Z_{j-1}^{n+1} + \beta_j Z_j^{n=1} + \gamma_j Z_{j+1}^{n+1} = \delta_j \quad (5.2.1\text{-}3)$$

式中，Z 为 h 或 Q；各系数表达式为：

$$\begin{cases} \alpha_j = f(A) \\ \beta_j = f\left(Q_j^n, \Delta t, \Delta x, C, A, R\right) \\ \gamma_j = f(A) \\ \delta_j = f\left(A, \Delta x, \Delta t, \alpha, q, v, \phi, h_{j-1}^n, Q_{j-1}^{n+\frac{1}{2}}, Q_j^n, h_{j+1}^n, Q_{j+1}^{n+\frac{1}{2}}\right) \end{cases} \quad (5.2.1\text{-}4)$$

5.2.2 预测工况

分别对 P=20%、50%、90%三个水文条件，工程建设前后两种工程状态，共 6 种工况进行预测计算。丰水年（P=20%）、平水年（P=50%））和枯水年（P=90%）3 个典型水文年德厚水库入库流量过程如表 5.2.1-1，三个典型水文年入库水量分别为 20121 万 m³、18541 万 m³、13398 万 m³。

表 5.2.2-1 不同典型年德厚水库库尾来流流量过程单位：m³/s

月份	库尾来流		
	P=20%	P=50%	P=90%
1 月	3.62	3.83	1.42
2 月	2.94	3.23	1.14
3 月	2.18	2.31	1.01
4 月	1.84	1.94	0.96
5 月	2.13	1.89	2.34
6 月	8.73	4.12	3.62
7 月	10.05	11.54	6.27
8 月	18.20	13.61	8.92
9 月	8.50	9.65	7.82
10 月	7.32	9.00	5.75
11 月	5.98	5.20	7.16
12 月	4.72	3.88	4.36
年均	6.35	5.85	4.23

德厚水库建成后，水库向平远片区和马塘片区的生活、工业、农业供水，同时马塘片区部分时段从盘龙河河道取水，马塘片的退水排入。德厚水库向平远片区生活、工业、农业多年平均供水量分别为 1900 万 m³、1294 万 m³、1534 万 m³，向马塘片区生活、工业、农业供水量分别为 330 万 m³、3012 万 m³、1455 万 m³；马塘片区从盘龙河河道多年平均取水量为 2441 万 m³，同时马塘片区退水量为 732 万 m³。设计水平年丰平枯条件下供水、退水过程如表 5.2.2-2~5.2.2-4 所示。

表 5.2.2-2 设计水平年丰水年（P=20%）平远片和马塘片供水过程单位：万 m³

月份	平远片			马塘片			水库总供水量	马塘河道取水	马塘退水
	生活	工业	农业	生活	工业	农业			
1 月	162	110	212	28	318	150	981	158	47
2 月	146	100	183	25	240	134	828	191	57
3 月	162	110	179	28	464	135	1078	0	0
4 月	157	107	255	27	449	160	1156	0	0
5 月	162	110	248	28	373	357	1279	91	27
6 月	157	107	213	27	0	237	742	438	131

7 月	162	110	0	28	0	89	390	453	136
8 月	162	110	0	28	0	53	354	453	136
9 月	157	107	0	27	177	0	468	272	82
10 月	162	110	106	28	414	95	915	51	15
11 月	157	107	94	27	449	47	882	0	0
12 月	162	110	204	28	141	149	795	335	100
合计	1909	1300	1695	332	3027	1607	9869	2441	732

表 5.2.2-3　设计水平年平水年（P=50%）平远片和马塘片供水过程单位：万 m³

月份	平远片			马塘片			水库总供水量	马塘河道取水	马塘退水
	生活	工业	农业	生活		农业			
1 月	162	110	184	28	47	130	933	158	47
2 月	146	100	159	25	57	116	787	191	57
3 月	162	110	155	28	0	119	1039	0	0
4 月	157	107	222	27	0	141	1103	0	0
5 月	162	110	215	28	27	369	1259	91	27
6 月	157	107	185	27	131	195	671	438	131
7 月	162	110	0	28	136	45	345	453	136
8 月	162	110	0	28	136	27	327	453	136
9 月	157	107	0	27	82	0	468	272	82
10 月	162	110	92	28	15	83	889	51	15
11 月	157	107	82	27	0	41	863	0	0
12 月	162	110	177	28	100	130	749	335	100
合计	1909	1300	1471	332	732	1395	9433	2441	732

表 5.2.2-4　设计水平年枯水年（P=90%）平远片和马塘片供水过程单位：万 m³

月份	平远片			马塘片			水库总供水量	马塘河道取水	马塘退水
	生活	工业	农业	生活	工业	农业			
1 月	162	110	167	28	318	118	904	158	47
2 月	146	100	144	25	240	105	761	191	57
3 月	162	110	141	28	464	107	1013	0	0
4 月	157	107	201	27	449	125	1067	0	0
5 月	162	110	195	28	373	309	1178	91	27
6 月	157	107	168	27	0	183	642	438	131
7 月	162	110	0	28	0	32	333	453	136
8 月	162	110	0	28	0	41	342	453	136
9 月	157	107	0	27	177	0	468	272	82
10 月	162	110	69	28	414	62	845	51	15
11 月	157	107	61	27	449	31	832	0	0
12 月	162	110	132	28	141	97	671	335	100
合计	1909	1300	1279	332	3027	1210	9056	2441	732

由于缺乏流域水文站的水位监测资料，目前模型参数借用临近流域模型计算的成果，n 取值 0.035。选取德厚库区、德厚坝址下、马塘取水口下、马塘退水口下、灰土寨水源地及迷洒断面，分析德厚水库建设前后河道各断面流量、水深、流速和河宽的比较分析。典型断面分布情况如下表 5.2.2-5 所示。

表 5.2.2-5 水环境影响分析典型断面分布表

序号	名称	说明
1	德厚库区	表征水库蓄水运行后库区水文情势变化
2	德厚坝址下	表征水库运行后下泄水量
3	马塘取水口下	表征盘龙河马塘工业园取水后影响
4	马塘退水口下	表征盘龙河马塘片退水后影响
5	灰土寨水源地	表征水库运行后对灰土寨水源地影响
6	迷洒	表征水库运行后对盘龙河中下游影响

5.2.3 库区干流水文情势变化分析

德厚水库运行以后，水库的行程使得库区江段水位、流速等水文情势发生显著变化。

（1）水位及水深变化

天然情况下，库区水深较浅，水深均小于 1m，坝前水位小于 1321m；水库建成正常蓄水后，坝前水位壅高 40~50m，坝前水位基本在 1360m 以上，如图 5.2.3-1 所示。由图可见，德厚水库运行期，年内水库水位将随入库流量及出库流量的变化而变化，在汛前 5~7 月水位最低，当年来水越枯最低水位出现时间越晚的特征。总体变化趋势为 1 月至汛前水位逐渐降低，降至最低后又迅速抬升，至 8~10 月份蓄至最高，随后基本持平。

（2）流速变化

由于水库水深增加，库区内流速将减缓，库区江段水域环境从急流河道型向静水湖库型转变。天然状态下，库区河段丰水期、平水期和枯水期流速分别为 0.8m/s~2.02m/s、0.8m/s~1.8m/s 和 0.63m/s~1.51m/s；水库运行后，库区各典型年库区河段流速均在 0.01m/s~0.05m/s 之间，如图 5.2.3-2 所示。

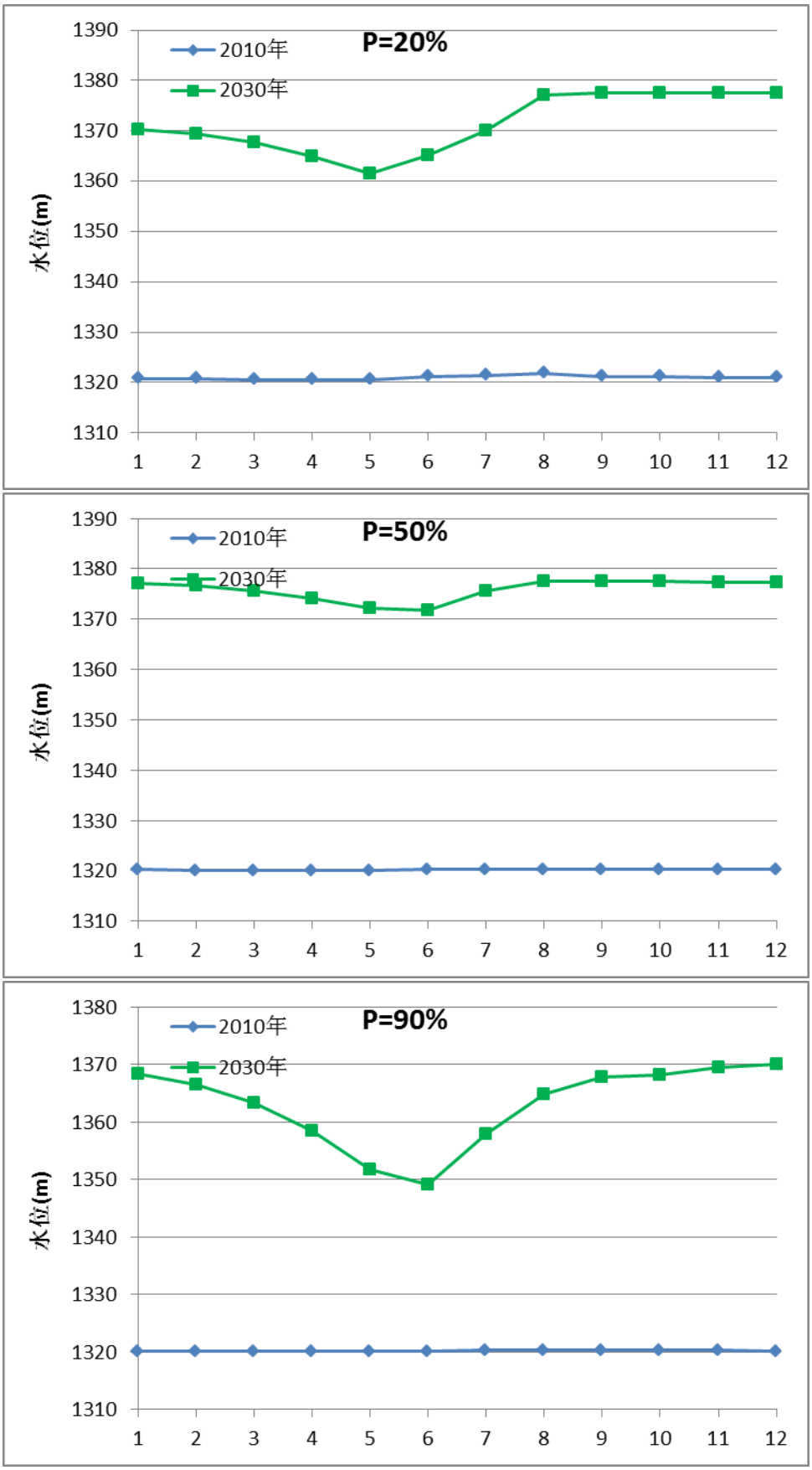


图 5.2.3-1 不同来水频率工程运行前后库区水位变化对比图

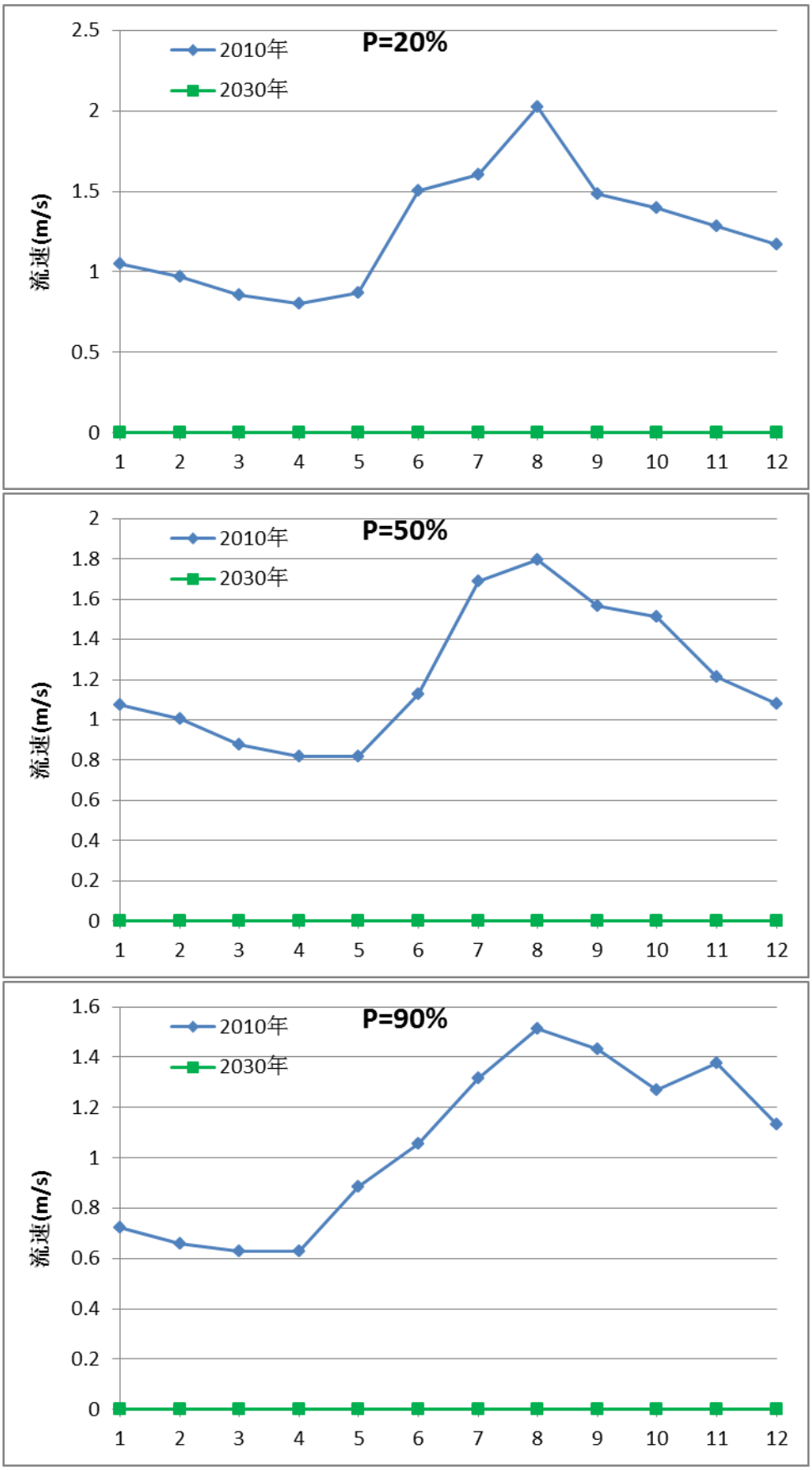


图 5.2.3-2 各来水频率工程运行前后库区流速变化对比图

（3）库区水面面积变化分析

德厚水库运行后，将在德厚河、咪哩河库区河段形成较大水面，正常蓄水位下水面面积达 6.79km^2。各典型年的年内逐月水面面积变化过程与水位变化过程相似，在汛前 5-7 月间水面面积降至最小，其中 P=90%水文年 7 月份水面面积最小，仅为 2.65km^2，P=50%典型年水面面积最小月份也在 7 月，面积在 5.08~5.71km^2。各典型年年内逐月水面面积变化过程详见图 5.2.3-3。

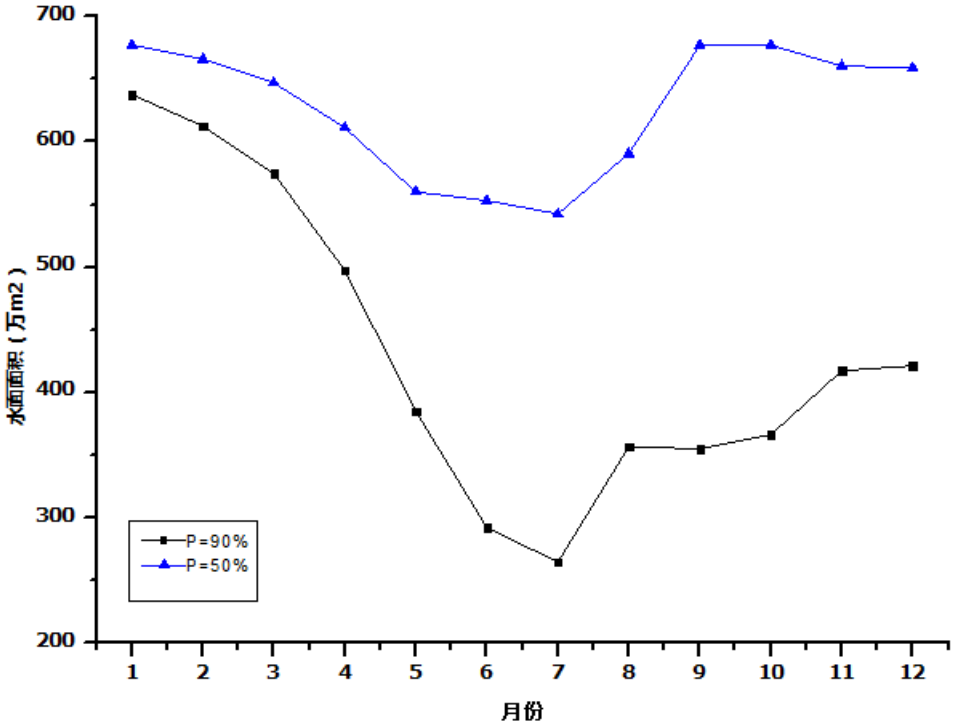


图 5.2.3-3 各典型年德厚水库水面面积年内变化过程

（4）库区回水长度变化分析

德厚水库运行后，随入库、出库流量的变化，回水长度也呈现一定的变动。其总体变化趋势也与水文变化过程相似，最小回水长度出现在汛前的 5~7 月。其中，P=90%、50%不同典型年德厚河、咪哩河最小回水长度分别出现在 7 月份、7 月份，德厚河最小回水长度分别为 6.60km、8.01km；咪哩河最小回水长度分别为 9.28km、11.36km。德厚河、咪哩河库区不同典型年回水长度年内变化详见图 5.2.3-4、5.2.3-5。

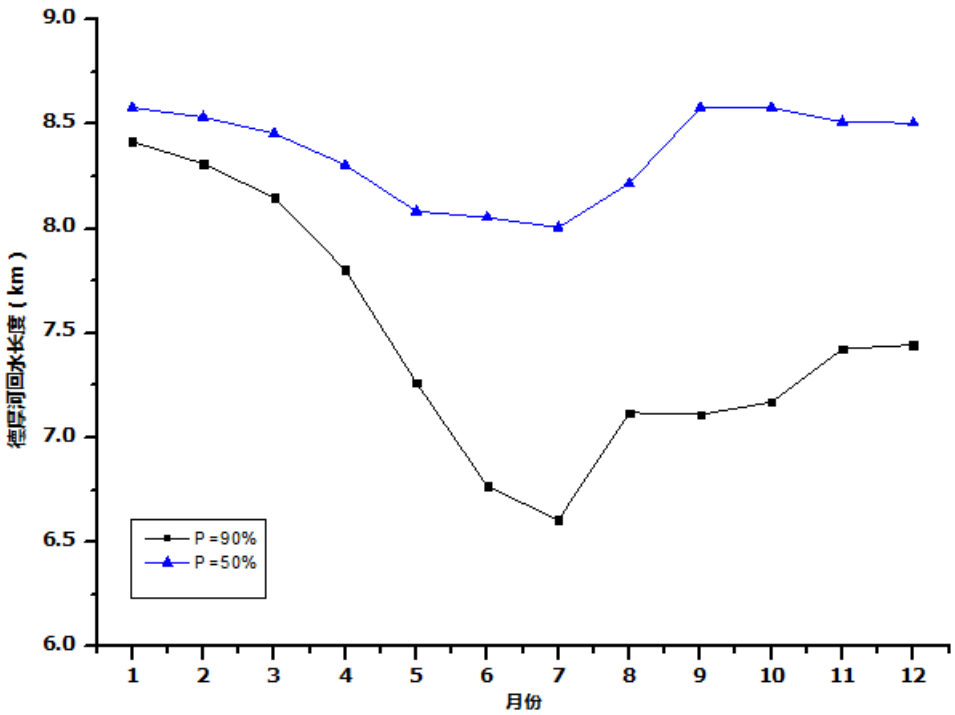


图 5.2.3-4 不同典型年德厚河侧回水长度

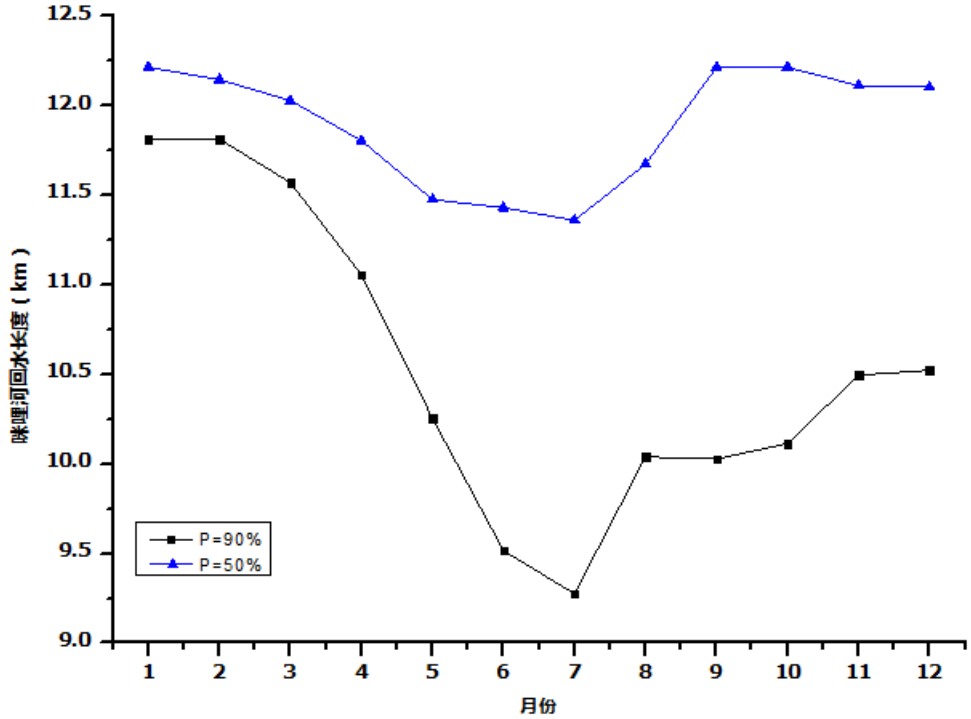


图 5.2.3-5 不同典型年咪哩河侧回水长度

5.2.4 坝址以下河段水文情势影响评价

选择德厚坝址下、马塘取水口下、马塘退水口下、灰土寨水源地及迷洒等 5 个断面，分析工程建设前、后坝址下游河段水文情势的变化。

5.2.4.1 流量变化分析

（1）P=20%来水条件

在 P=20%来水条件下，对河流各断面流量变化分布进行了分析，如图 5.2.4-1 和表 5.2.4-1 所示。工程运行后德厚水库坝下断面由于水库的调节以及库区向平远片和马塘片供水，全年所有月份来流量均大幅度减小，年均流量由 6.35m³/s 减小至 1.69m³/s，减小了 73%；其中变化幅度最大的为 8 月，由 17.93m³/s 减小至 1.92m³/s，减小了 89%。随着支流务路河、马过河、马塘片退水、镰刀湾暗河、暮底河和布都河的汇入，马塘取水口下、马塘退水口下、灰土寨水源地和迷洒等断面流量减少幅度减缓，年均流量分别减缓了 36%、31%、16%和 15%。

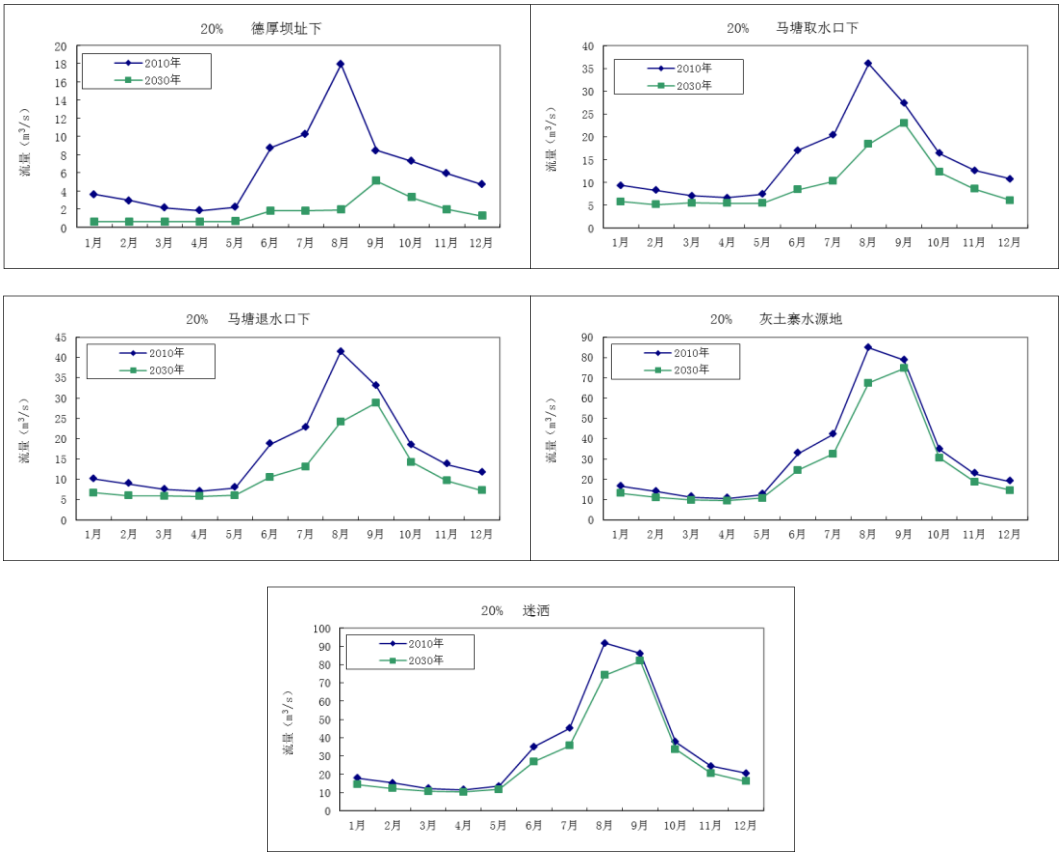


图 5.2.4-1 工程建设前后（P=20%）不同断面流量过程

（2）P=50%来水条件

在 P=50%来水条件下，对河流各断面流量变化分布进行了分析，如同 5.2.4-2 和表 5.2.4-2 所示，各断面变化过程与 P=20%来水条件下各断面变化类似，各断

面流量均不同程度的减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均流量减小了 59%，马塘取水口下断面减小了 34%，马塘退水口下断面减小了 29%，灰土寨水源地断面减小了 16%，迷洒断面减小了 15%。

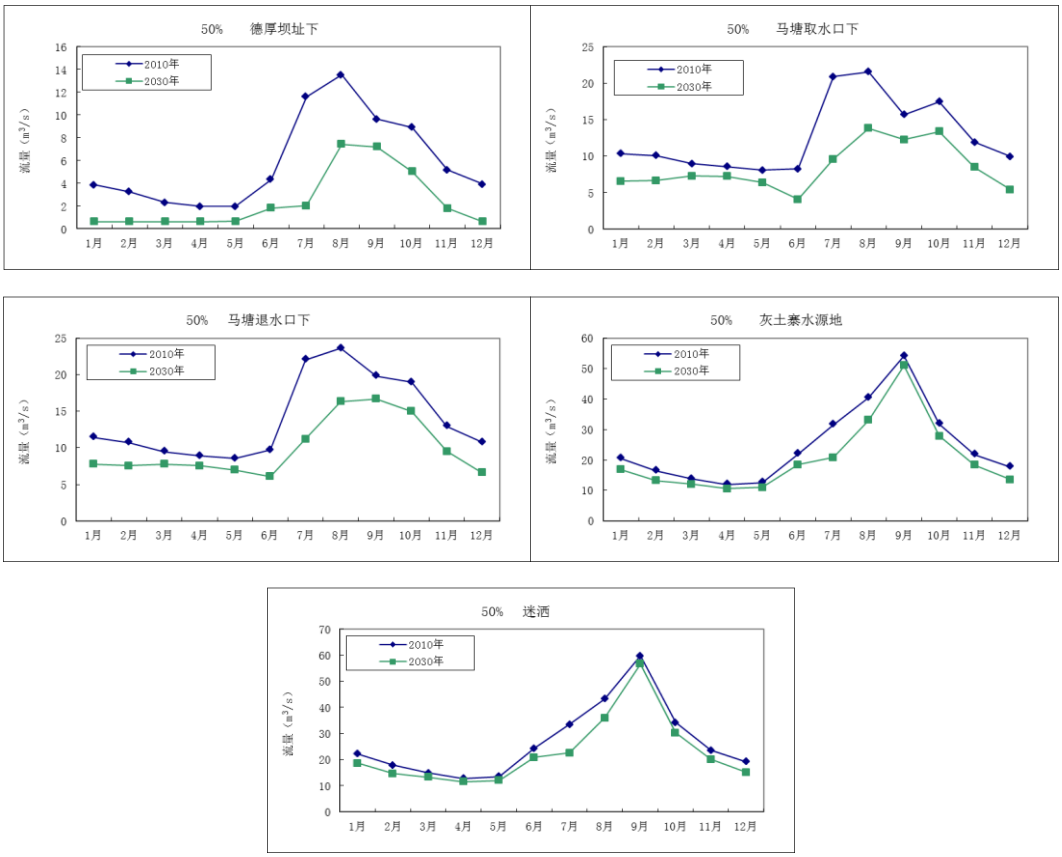
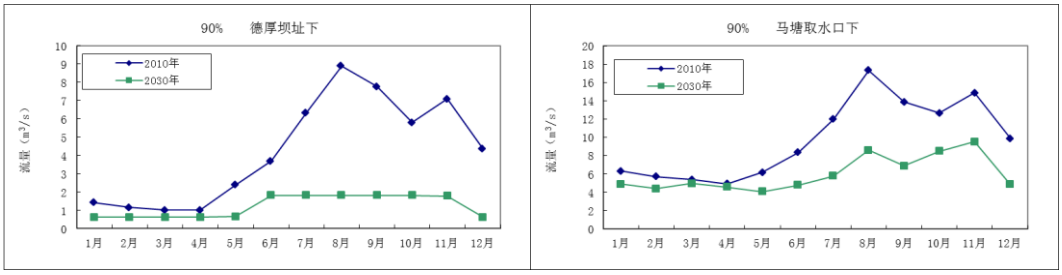


图 5.2.4-2 工程建设前后（P=50%）不同断面流量过程

（3）P=90%来水条件

在 P=90%来水条件下，对河流各断面流量变化分布进行了分析，如同 5.2.4-3 和表 5.2.4-3 所示。各断面变化过程与其他来水条件下各断面变化类似，各断面流量均不同程度的减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均流量减小了 72%，马塘取水口下断面减小了 39%，马塘退水口下断面减小了 34%，灰土寨水源地断面减小了 19%，迷洒断面减小了 18%。



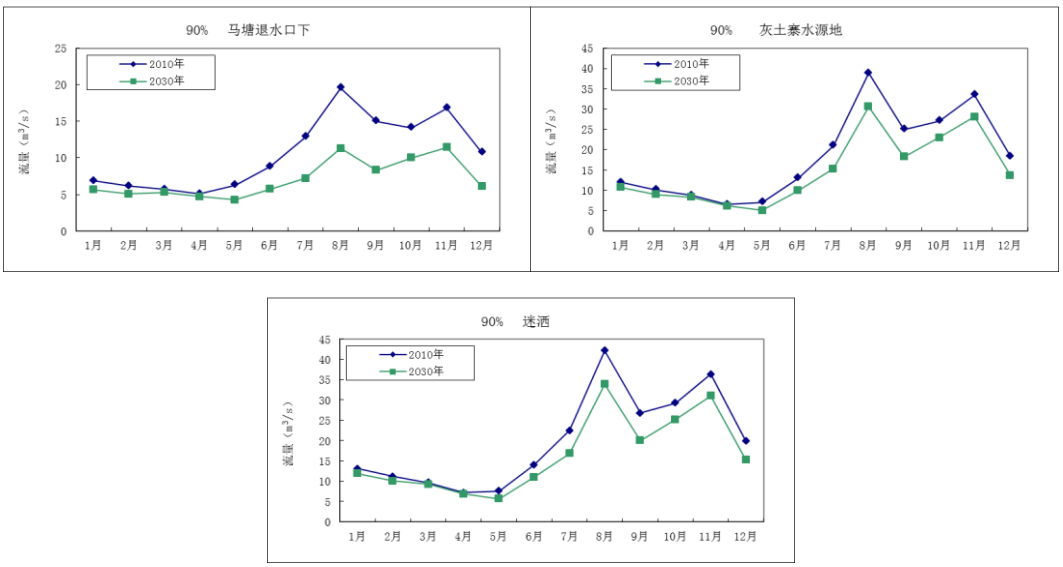


图 5.2.4-3 工程建设前后（P=90%）不同断面流量过程

通过以上分析表明，德厚水库运行后坝下 3km 的德厚河河段流量显著减小，丰、平、枯各来水频率下年均流量分别减少了 73.4%、59.0%、71.7%。德厚河汇入盘龙河后，随着务路河、马过河、镰刀湾暗河、暮底河及布都河等沿线各支流的汇入，工程运行后对下游河段流量的影响逐渐减小，其中德厚河汇入口下游河段年均流量减少了约 30%，,文山县城灰土寨水源地年均流量减少了约 17%，布都河汇入后的河段年均流量减少了约 15%，沿程河段流量减小幅度最大的多为 6、7 月份。

5.2.4.2 水深变化分析

（1）P=20%来水条件

在 P=20%来水条件下，对河流各断面水深变化分布进行了分析，如同 5.2.4-4 和表 5.2.4-4 所示。随着各断面流量的减小，水深随之减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均水深减小了 55%，马塘取水口下断面减小了 16%，马塘退水口下断面减小了 15%，灰土寨水源地断面减小了 7%，迷洒断面减小了 8%。

表 5.2.4-1 工程建设前后（P=20%）不同断面流量过程单位：m³/s

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	3.62	9.34	10.12	16.50	17.87	0.60	5.73	6.69	13.07	14.44
2 月	2.96	8.24	8.87	13.95	15.23	0.60	5.09	5.96	11.04	12.31
3 月	2.17	7.03	7.49	11.29	12.31	0.60	5.46	5.92	9.71	10.73
4 月	1.85	6.62	7.06	10.62	11.61	0.60	5.37	5.80	9.38	10.37
5 月	2.25	7.36	7.92	12.49	13.49	0.64	5.39	6.07	10.69	11.72
6 月	8.77	17.01	18.70	32.60	35.11	1.81	8.37	10.57	24.48	27.00
7 月	10.27	20.35	22.72	42.12	45.19	1.81	10.24	13.13	32.58	35.68
8 月	17.93	36.08	41.38	84.79	91.67	1.81	18.34	24.13	67.44	74.23
9 月	8.46	27.36	32.94	78.66	86.08	5.18	23.01	28.90	74.62	82.04
10 月	7.28	16.36	18.36	34.74	37.68	3.35	12.20	14.26	30.65	33.58
11 月	5.95	12.56	13.66	22.70	24.52	2.01	8.55	9.67	18.72	20.54
12 月	4.72	10.75	11.64	18.94	20.47	1.26	6.04	7.31	14.61	16.14
平均	6.35	14.92	16.74	31.62	34.27	1.69	9.48	11.53	26.41	29.07

表 5.2.4-2 工程建设前后（P=50%）不同断面流量过程单位：m³/s

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	3.83	10.33	11.43	20.46	22.21	0.60	6.51	7.79	16.82	18.57
2 月	3.23	10.05	10.74	16.43	17.80	0.60	6.62	7.55	13.23	14.60
3 月	2.30	8.95	9.48	13.82	14.94	0.60	7.25	7.77	12.11	13.22
4 月	1.94	8.54	8.90	11.92	12.83	0.60	7.19	7.56	10.58	11.49
5 月	1.95	8.05	8.54	12.58	13.58	0.64	6.37	6.98	11.04	12.04
6 月	4.32	8.21	9.70	22.00	24.29	1.81	4.06	6.07	18.45	20.79
7 月	11.60	20.86	22.04	31.63	33.50	1.99	9.54	11.22	20.77	22.60

8 月	13.50	21.55	23.61	40.44	43.30	7.42	13.78	16.34	33.12	35.95
9 月	9.63	15.67	19.84	54.14	59.78	7.19	12.21	16.70	51.01	56.66
10 月	8.89	17.44	19.00	31.84	34.25	5.01	13.37	14.99	27.84	30.24
11 月	5.16	11.86	12.94	21.75	23.54	1.77	8.43	9.52	18.34	20.14
12 月	3.89	9.92	10.77	17.76	19.26	0.60	5.38	6.61	13.60	15.09
平均	5.85	12.62	13.92	24.56	26.61	2.40	8.39	9.92	20.57	22.61

表 5.2.4-3 工程建设前后（P=90%）不同断面流量过程单位：m^3/s

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	1.42	6.28	6.86	11.95	13.08	0.60	4.87	5.63	10.72	11.85
2 月	1.14	5.71	6.16	10.07	11.13	0.60	4.37	5.06	8.98	10.04
3 月	1.01	5.35	5.70	8.73	9.63	0.60	4.94	5.29	8.32	9.22
4 月	1.00	4.92	5.09	6.52	7.21	0.60	4.53	4.71	6.15	6.85
5 月	2.37	6.16	6.25	7.06	7.61	0.64	4.04	4.25	5.07	5.63
6 月	3.69	8.32	8.80	12.97	14.02	1.81	4.77	5.76	9.96	11.02
7 月	6.34	11.95	12.89	21.00	22.48	1.81	5.75	7.19	15.32	16.82
8 月	8.89	17.33	19.54	38.86	42.14	1.81	8.58	11.29	30.61	33.88
9 月	7.76	13.86	15.00	24.95	26.77	1.81	6.87	8.32	18.24	20.03
10 月	5.79	12.63	14.11	27.07	29.25	1.81	8.47	10.01	22.98	25.17
11 月	7.08	14.86	16.78	33.47	36.34	1.77	9.50	11.43	28.13	30.99
12 月	4.35	9.85	10.72	18.35	19.87	0.60	4.85	6.10	13.73	15.24
平均	4.24	9.77	10.66	18.42	19.96	1.20	5.96	7.09	14.85	16.40

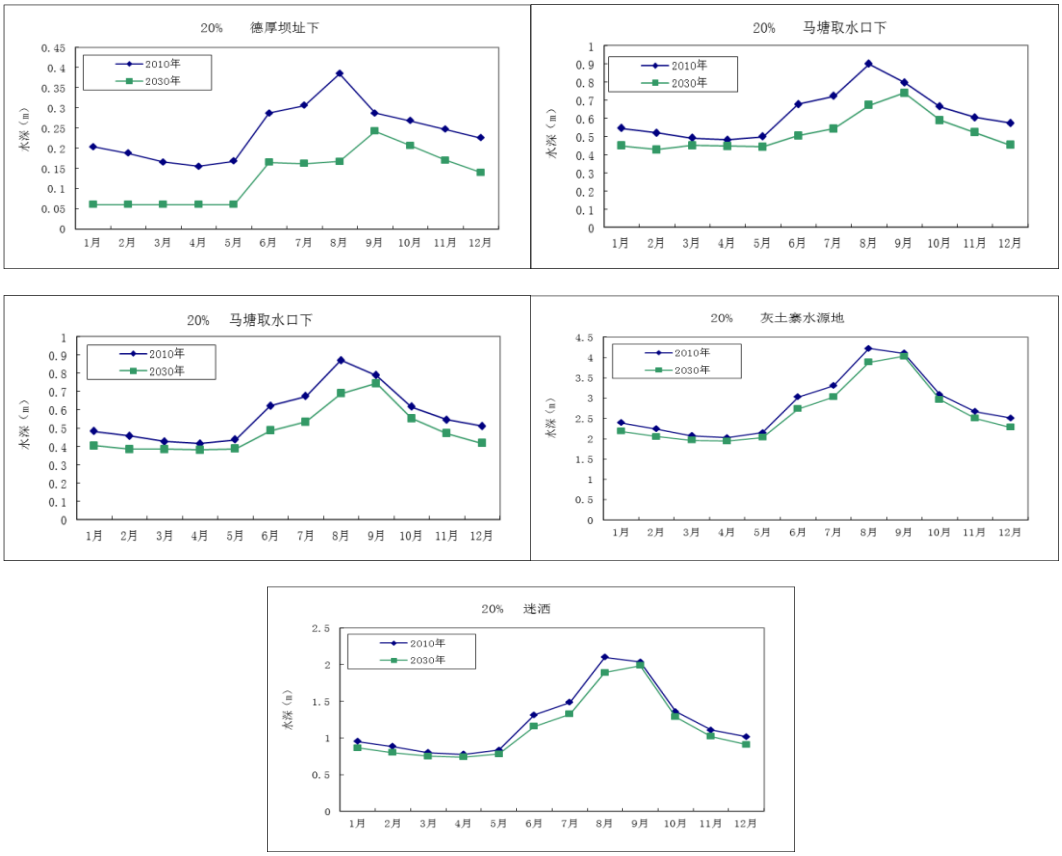
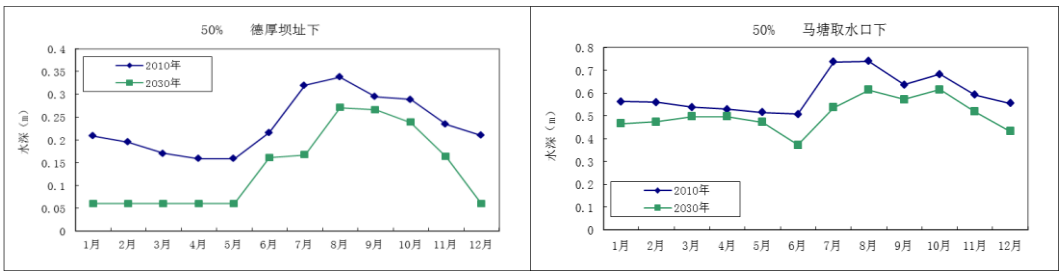


图 5.2.4-4 工程建设前后（P=20%）不同断面水深过程

（2）P=50%来水条件

在 P=50%来水条件下，对河流各断面水深变化分布进行了分析，如同 5.2.4-5 和表 5.2.4-5 所示。与 P=20%来水条件各断面变化类似，随着各断面流量的减小，水深随之减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均水深减小了 42%，马塘取水口下断面减小了 15%，马塘退水口下断面减小了 14%，灰土寨水源地断面减小了 6%，迷洒断面减小了 8%。



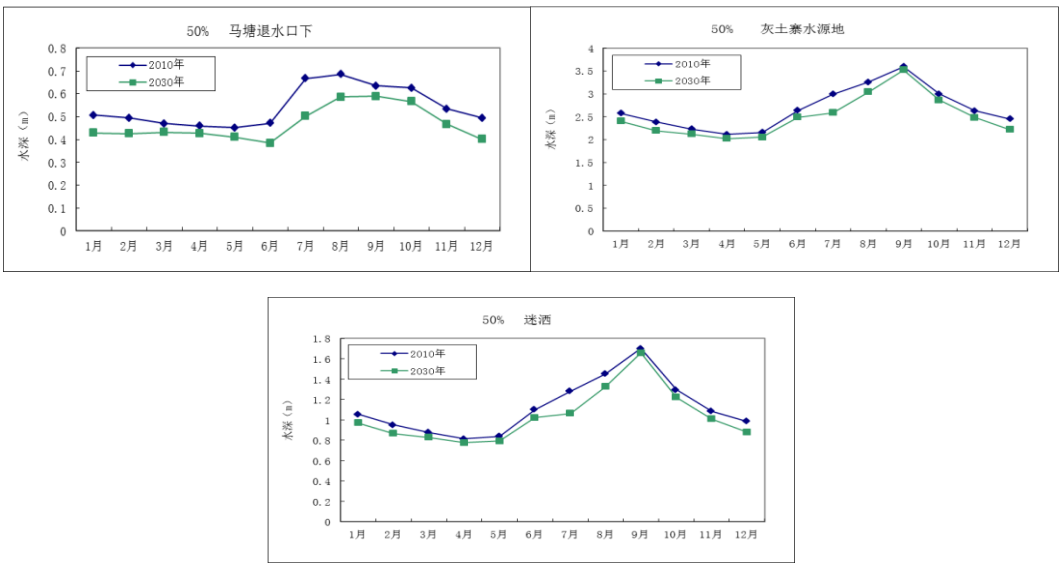
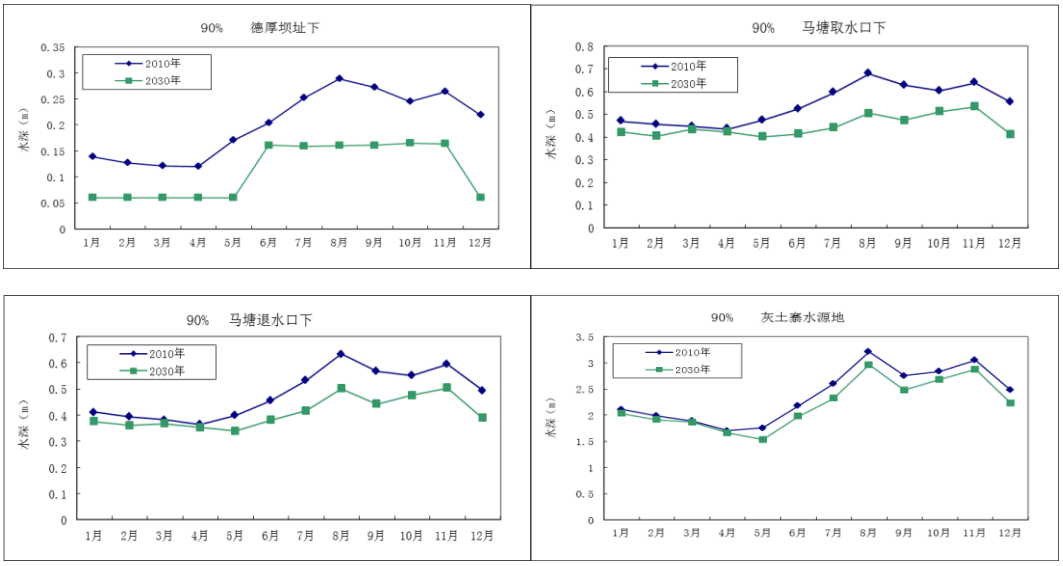


图 5.2.4-5 工程建设前后（P=50%）不同断面水深过程

（3）P=90%来水条件

在 P=90%来水条件下，对河流各断面水深变化分布进行了分析，如同 5.2.4-6 和表 5.2.4-6 所示。与其他来水条件各断面变化类似，随着各断面流量的减小，水深随之减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均水深减小了 45%，马塘取水口下断面减小了 17%，马塘退水口下断面减小了 15%，灰土寨水源地断面减小了 7%，迷洒断面减小了 9%。



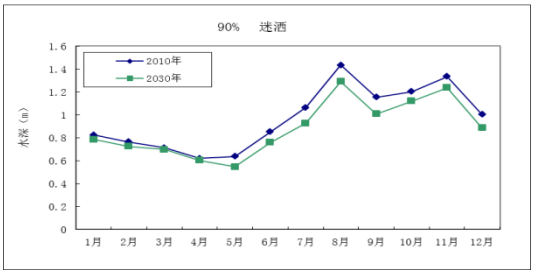


图 5.2.4-6 工程建设前后（P=90%）不同断面水深过程

表 5.2.4-4 工程建设前后（P=20%）不同断面水深过程单位：m

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	0.20	0.54	0.48	2.39	0.95	0.06	0.45	0.40	2.19	0.86
2 月	0.19	0.52	0.46	2.24	0.88	0.06	0.43	0.38	2.05	0.80
3 月	0.17	0.49	0.43	2.07	0.80	0.06	0.45	0.38	1.96	0.75
4 月	0.16	0.48	0.42	2.03	0.78	0.06	0.45	0.38	1.94	0.74
5 月	0.17	0.50	0.44	2.15	0.84	0.06	0.44	0.39	2.03	0.78
6 月	0.29	0.68	0.62	3.03	1.31	0.17	0.50	0.49	2.74	1.16
7 月	0.31	0.72	0.67	3.30	1.48	0.16	0.54	0.53	3.02	1.32
8 月	0.39	0.90	0.87	4.22	2.10	0.17	0.67	0.69	3.88	1.89
9 月	0.29	0.80	0.79	4.11	2.03	0.24	0.74	0.74	4.03	1.99
10 月	0.27	0.66	0.62	3.09	1.36	0.21	0.59	0.55	2.96	1.29
11 月	0.25	0.61	0.55	2.67	1.11	0.17	0.52	0.47	2.50	1.02
12 月	0.23	0.57	0.51	2.51	1.02	0.14	0.45	0.42	2.28	0.91
平均	0.24	0.62	0.57	2.82	1.22	0.13	0.52	0.49	2.63	1.13

表 5.2.4-5 工程建设前后（P=50%）不同断面水深过程单位：m

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	0.21	0.56	0.51	2.58	1.06	0.06	0.47	0.43	2.41	0.97
2 月	0.20	0.56	0.50	2.39	0.95	0.06	0.47	0.43	2.20	0.87
3 月	0.17	0.54	0.47	2.23	0.88	0.06	0.50	0.43	2.12	0.83
4 月	0.16	0.53	0.46	2.11	0.82	0.06	0.50	0.43	2.02	0.77
5 月	0.16	0.52	0.45	2.16	0.84	0.06	0.47	0.41	2.05	0.79
6 月	0.22	0.51	0.47	2.64	1.10	0.16	0.37	0.39	2.49	1.02
7 月	0.32	0.74	0.67	3.00	1.28	0.17	0.54	0.50	2.59	1.06
8 月	0.34	0.74	0.69	3.26	1.45	0.27	0.61	0.59	3.04	1.33

9 月	0.30	0.64	0.64	3.59	1.70	0.27	0.57	0.59	3.52	1.66
10 月	0.29	0.68	0.63	3.00	1.30	0.24	0.62	0.57	2.87	1.22
11 月	0.23	0.59	0.53	2.63	1.09	0.16	0.52	0.47	2.48	1.01
12 月	0.21	0.56	0.50	2.45	0.99	0.06	0.43	0.40	2.22	0.88
平均	0.23	0.60	0.54	2.67	1.12	0.14	0.51	0.47	2.50	1.03

表 5.2.4-6 工程建设前后（P=90%）不同断面水深过程单位：m

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	0.14	0.47	0.41	2.11	0.82	0.06	0.42	0.38	2.03	0.79
2 月	0.13	0.46	0.39	1.99	0.76	0.06	0.41	0.36	1.91	0.73
3 月	0.12	0.45	0.38	1.89	0.71	0.06	0.43	0.37	1.86	0.70
4 月	0.12	0.44	0.37	1.70	0.62	0.06	0.42	0.35	1.66	0.60
5 月	0.17	0.47	0.40	1.76	0.64	0.06	0.40	0.34	1.53	0.55
6 月	0.20	0.52	0.46	2.18	0.85	0.16	0.41	0.38	1.98	0.76
7 月	0.25	0.60	0.53	2.60	1.06	0.16	0.44	0.42	2.32	0.93
8 月	0.29	0.68	0.63	3.21	1.43	0.16	0.51	0.50	2.96	1.29
9 月	0.27	0.63	0.57	2.76	1.15	0.16	0.47	0.44	2.48	1.01
10 月	0.25	0.60	0.55	2.84	1.20	0.17	0.51	0.48	2.68	1.12
11 月	0.26	0.64	0.59	3.05	1.33	0.16	0.53	0.50	2.88	1.24
12 月	0.22	0.55	0.49	2.48	1.00	0.06	0.41	0.39	2.23	0.88
平均	0.20	0.54	0.48	2.38	0.97	0.11	0.45	0.41	2.21	0.88

5.2.4.3 流速变化分析

（1）P=20%来水条件

在 P=20%来水条件下，对河流各断面流速变化分布进行了分析，如同图 5.2.4-7 和表 5.2.4-7 所示。随着各断面流量的减小，流速随之减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均流速减小了 39%，马塘取水口下断面减小了 12%，马塘退水口下减小了 10%，灰土寨水源地断面减小了 4%，迷洒断面减小了 5%。

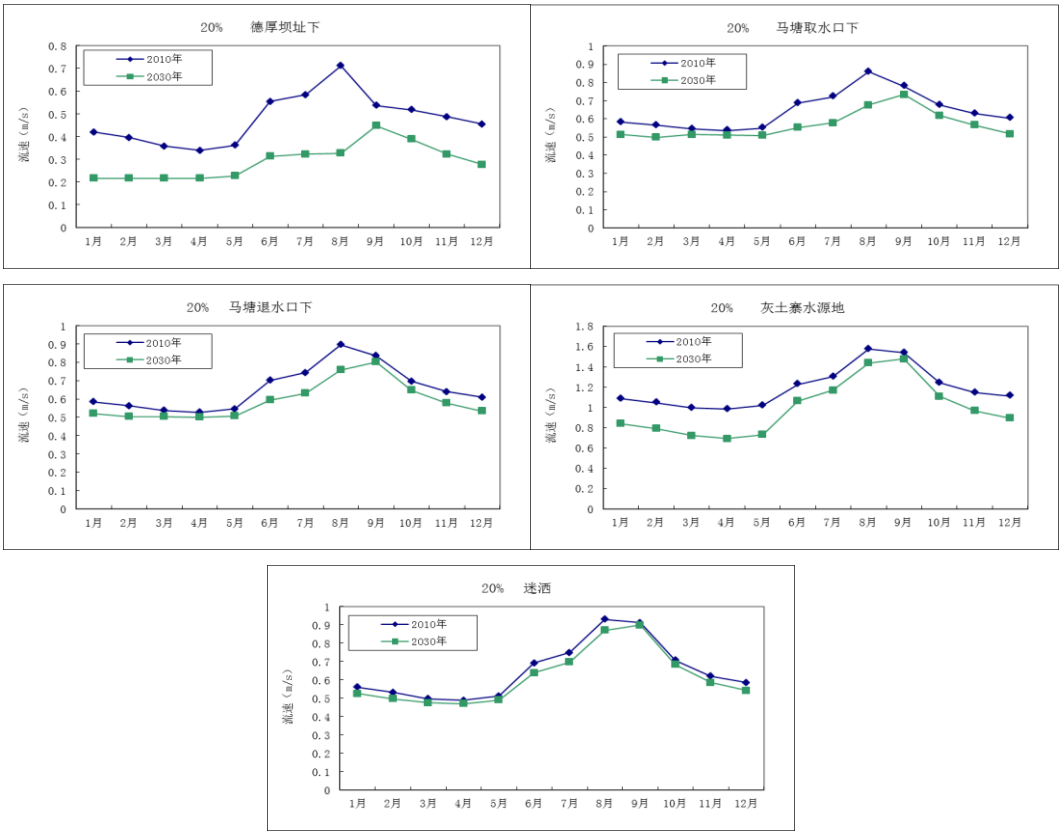


图 5.2.4-7 工程建设前后（P=20%）不同断面流速过程

（2）P=50%来水条件

在 P=50%来水条件下，对河流各断面流速变化分布进行了分析，如同图 5.2.4-8 和表 5.2.4-8 所示。与 P=20%来水条件各断面变化类似，随着各断面流量的减小，流速随之减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均流速减小了 45%，马塘取水口下断面减小了 21%，马塘退水口下断面减小了 25%，后灰土寨水源地断面减小了 17%，迷洒断面减小了 9%。

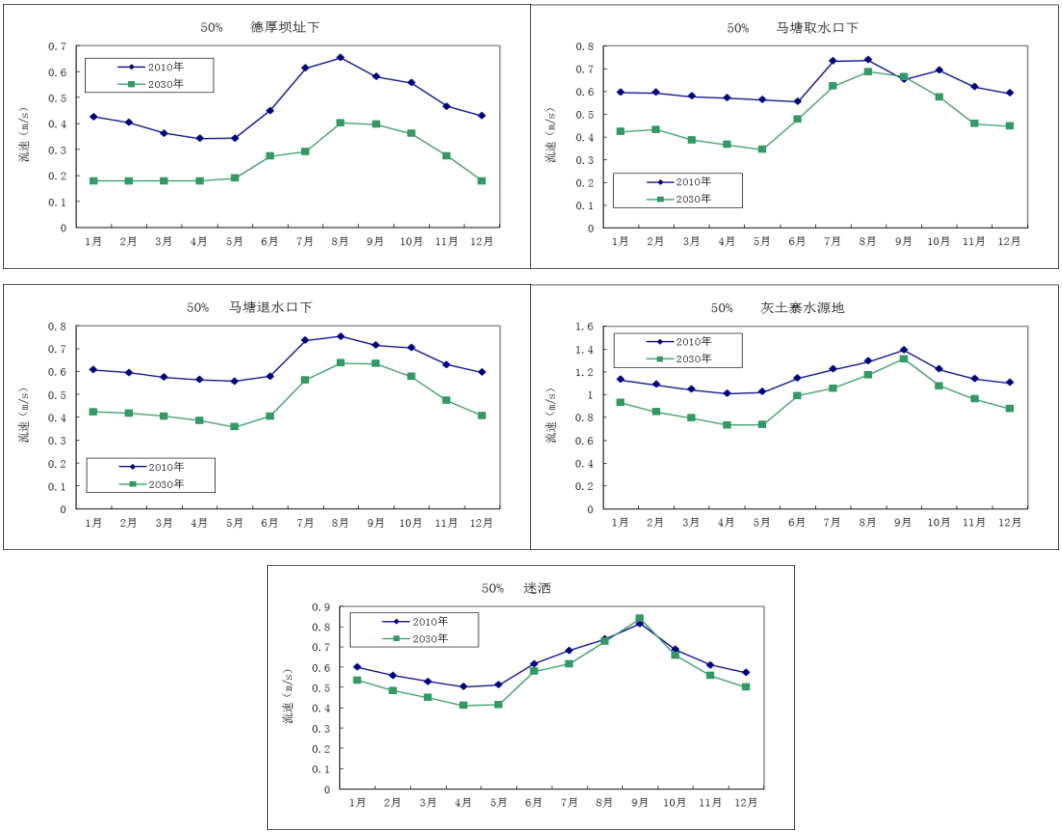
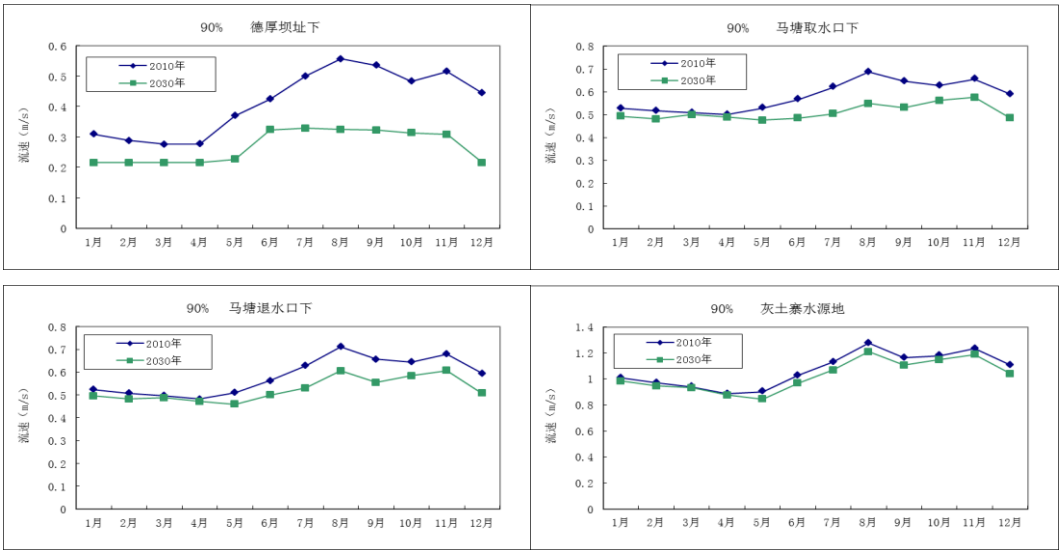


图 5.2.4-8 工程建设前后（P=50%）不同断面流速过程

（3）P=90%来水条件

在 P=90%来水条件下，对河流各断面流速变化分布进行了分析，如同图 5.2.4-9 和表 5.2.4-9 所示。与其他来水条件各断面变化类似，随着各断面流量的减小，流速随之减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均流速减小了 35%，马塘取水口下断面减小了 12%，马塘退水口下断面减小了 10%，后灰土寨水源地断面减小了 4%，迷洒断面减小了 6%。



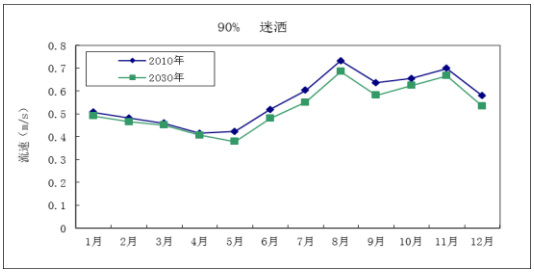


图 5.2.4-9 工程建设前后（P=90%）不同断面流速过程

表 5.2.4-7 工程建设前后（P=20%）不同断面流速过程单位：m/s

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	0.42	0.58	0.59	1.09	0.56	0.22	0.51	0.52	0.84	0.52
2 月	0.40	0.56	0.56	1.05	0.53	0.22	0.50	0.50	0.79	0.50
3 月	0.36	0.54	0.54	1.00	0.50	0.22	0.51	0.50	0.72	0.48
4 月	0.34	0.54	0.53	0.98	0.49	0.22	0.51	0.50	0.69	0.47
5 月	0.36	0.55	0.55	1.02	0.51	0.23	0.51	0.51	0.73	0.49
6 月	0.55	0.69	0.70	1.23	0.69	0.31	0.55	0.59	1.06	0.64
7 月	0.58	0.72	0.74	1.30	0.75	0.32	0.58	0.63	1.17	0.70
8 月	0.71	0.86	0.90	1.57	0.93	0.33	0.68	0.76	1.44	0.87
9 月	0.54	0.78	0.84	1.54	0.91	0.45	0.73	0.80	1.48	0.90
10 月	0.52	0.68	0.70	1.24	0.71	0.39	0.62	0.65	1.11	0.68
11 月	0.49	0.63	0.64	1.15	0.62	0.32	0.57	0.58	0.97	0.59
12 月	0.46	0.60	0.61	1.11	0.59	0.28	0.52	0.53	0.89	0.54
平均	0.48	0.64	0.66	1.19	0.65	0.29	0.57	0.59	0.99	0.61

表 5.2.4-8 工程建设前后（P=50%）不同断面流速过程单位：m/s

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	0.43	0.60	0.61	1.13	0.60	0.18	0.42	0.42	0.93	0.54
2 月	0.40	0.59	0.60	1.09	0.56	0.18	0.43	0.42	0.85	0.48
3 月	0.36	0.58	0.57	1.04	0.53	0.18	0.39	0.41	0.80	0.45
4 月	0.34	0.57	0.56	1.01	0.50	0.18	0.37	0.39	0.73	0.41
5 月	0.34	0.56	0.56	1.02	0.51	0.19	0.35	0.36	0.74	0.42
6 月	0.45	0.56	0.58	1.14	0.62	0.27	0.48	0.41	0.99	0.58
7 月	0.61	0.73	0.74	1.22	0.68	0.29	0.62	0.56	1.06	0.62
8 月	0.65	0.74	0.75	1.29	0.74	0.40	0.69	0.64	1.17	0.73

9 月	0.58	0.65	0.71	1.39	0.82	0.40	0.67	0.63	1.31	0.84
10 月	0.56	0.69	0.70	1.22	0.69	0.36	0.58	0.58	1.08	0.66
11 月	0.47	0.62	0.63	1.14	0.61	0.28	0.46	0.47	0.96	0.56
12 月	0.43	0.59	0.60	1.10	0.57	0.18	0.45	0.41	0.88	0.50
平均	0.47	0.62	0.63	1.15	0.62	0.26	0.49	0.47	0.96	0.56

表 5.2.4-9 工程建设前后（P=90%）不同断面流速过程单位：m/s

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	0.31	0.53	0.52	1.01	0.51	0.22	0.49	0.50	0.98	0.49
2 月	0.29	0.52	0.51	0.97	0.48	0.22	0.48	0.48	0.95	0.47
3 月	0.28	0.51	0.50	0.94	0.46	0.22	0.50	0.49	0.93	0.45
4 月	0.28	0.50	0.48	0.89	0.41	0.22	0.49	0.47	0.88	0.41
5 月	0.37	0.53	0.51	0.90	0.42	0.23	0.48	0.46	0.85	0.38
6 月	0.43	0.57	0.56	1.03	0.52	0.32	0.49	0.50	0.97	0.48
7 月	0.50	0.62	0.63	1.13	0.60	0.33	0.51	0.53	1.07	0.55
8 月	0.56	0.69	0.71	1.28	0.73	0.33	0.55	0.61	1.21	0.69
9 月	0.54	0.65	0.66	1.16	0.64	0.32	0.53	0.55	1.11	0.58
10 月	0.48	0.63	0.65	1.18	0.65	0.31	0.56	0.58	1.15	0.62
11 月	0.52	0.66	0.68	1.23	0.70	0.31	0.58	0.61	1.19	0.67
12 月	0.45	0.59	0.60	1.11	0.58	0.22	0.49	0.51	1.04	0.53
平均	0.42	0.58	0.58	1.07	0.56	0.27	0.51	0.52	1.03	0.53

5.2.4.4 水面宽变化分析

（1）P=20%来水条件

在 P=20%来水条件下，对河流各断面水面宽变化分布进行了分析，如同图 5.2.4-10 和表 5.2.4-10 所示。随着各断面流量的减小，水面宽随之减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均水面宽减小了 34%，马塘取水口下断面减小了 12%，马塘退水口下断面减小了 10%，后灰土寨水源地断面减小了 6%，迷洒断面减小了 3%。

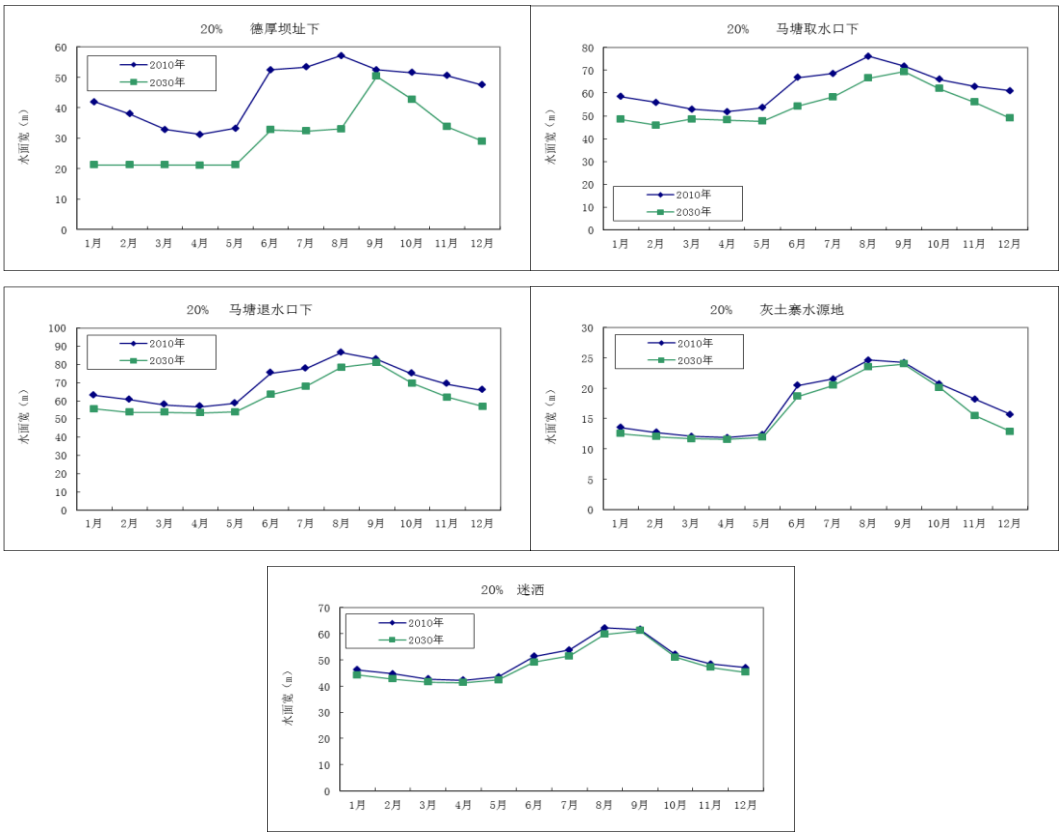


图 5.2.4-10 工程建设前后（P=20%）不同断面水面宽过程

（2）P=50%来水条件

在 P=50%来水条件下，对河流各断面水面宽变化分布进行了分析，如同图 5.2.4-11 和表 5.2.4-11 所示。与 P=20%来水条件的变化趋势类似，随着各断面流量的减小，水面宽随之减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均水面宽减小了 29%，马塘取水口下断面减小了 12%，马塘退水口下断面减小了 9%，后灰土寨水源地断面减小了 9%，迷洒断面减小了 3%。

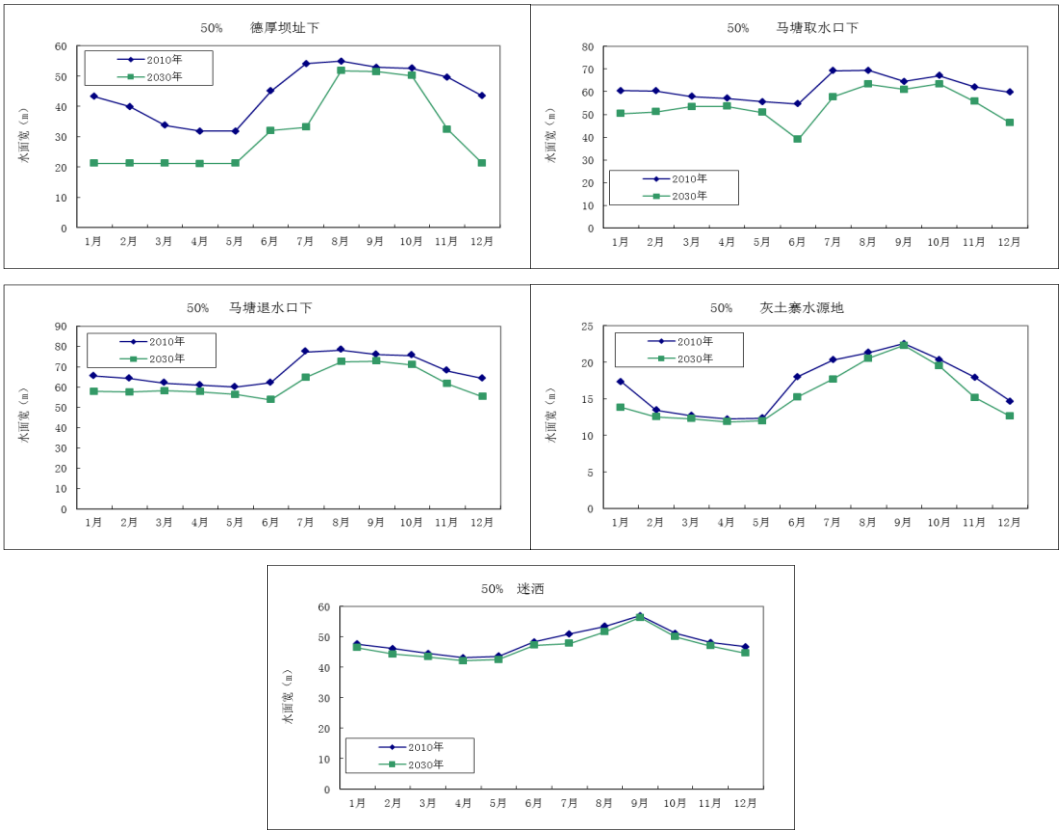
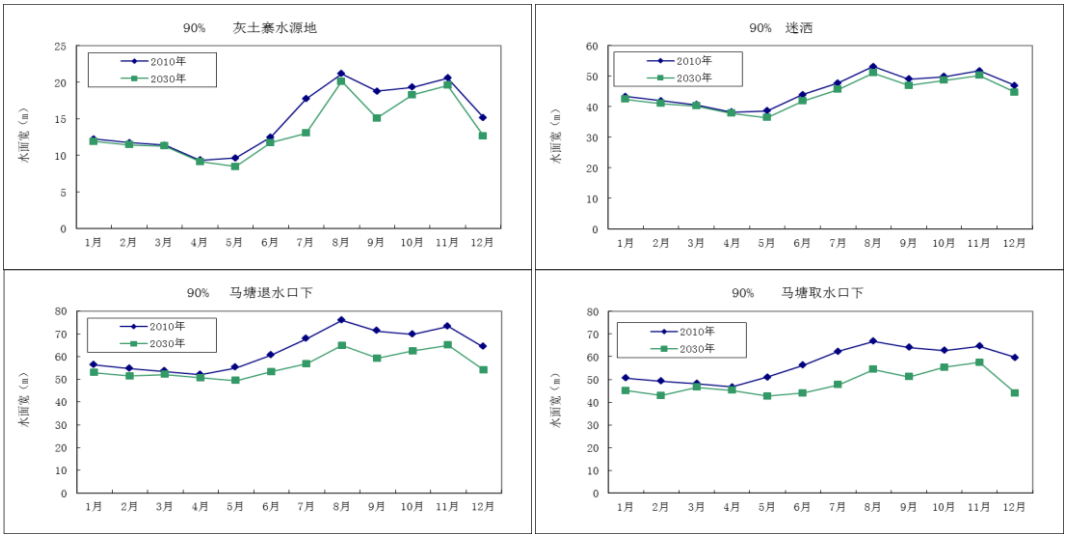


图 5.2.4-11 工程建设前后（P=50%）不同断面水面宽过程

（3）P=90%来水条件

在 P=90%来水条件下，对河流各断面水面宽变化分布进行了分析，如同图 5.2.4-12 和表 5.2.4-12 所示。与其他来水条件的变化趋势类似，随着各断面流量的减小，水面宽随之减小。工程运行后德厚水库坝下断面年均水面宽减小了 34%，马塘取水口下断面减小了 16%，马塘退水口下断面减小了 11%，后灰土寨水源地断面减小了 9%，迷洒断面减小了 3%。



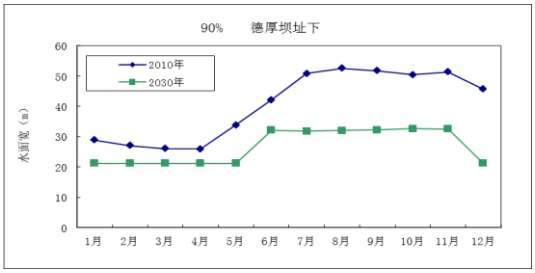


图 5.2.4-12 工程建设前后（P=90%）不同断面水面宽过程

5.2.4.5 生态流量满足程度分析

（1）水生生态保护目标

根据水生生态调查结果，德厚河流域鱼类存在以下特点：

1）德厚水库坝址以下的盘龙河中游河段内鱼类组成与德厚河流域内鱼类组成基本相同，不存在显著差别。

2）盘龙河干流中游河段内分布的本地鱼类均为定居、小型鱼类，其中喜急流、砾石质鱼类共有 7 种，其余为喜缓流、浅水或水草丛生环境的鱼类。

3）在盘龙河上中游以及德厚河流域内均未发现长距离洄游的鱼类。而且，由于在迷洒下游的峡谷段陡峭跌水的存在，理论上在迷洒以上的盘龙河上中游流域内也不存在自然分布的长距离洄游鱼类。

结合水生生态调查中对浮游藻类、浮游动物、底栖动物的调查结果，评价区内水体内水生生物群落组成反映了水质贫营养及山区河流的基本特征；鱼类也以底栖、喜急流、小型鱼类为主，说明评价区水生生态系统所能支撑的顶极生物类群的规模较为有限，进一步说明了评价区水体的贫营养特征。

由于德厚河属山区河流，水深较浅、流速较急，水库建成后水深、流速变化不大。德厚河流域内本土水生生物中对于生态需水无敏感生态需求。

（2）生态流量计算

为此，根据《河湖生态需水评估导则》和《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）》，结合德厚水库工程和环境特征等因素，取水点河道生态生态流量汛期 6～11 月按坝址断面多年平均流量的 30%下泄（1.806m³/s），枯期 12～5 月按坝址断面多年平均流量的 10%下泄(0.602 m³/s)。其比例也位于《水利水电建设项目水资源论证导则》推荐的 10%～20%范围之内。由于德厚水库坝址至盘龙河交汇口之间仅有 3.5km，坝下河段在汇入盘龙河后对生态的影响将大幅减小，在德厚水库的调节作用下生态供水保证率 100%。

表 5.2.4-10 工程建设前后（P=20%）不同断面水面宽过程单位：m

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	41.95	58.45	63.01	13.51	46.14	21.14	48.44	55.51	12.48	44.16
2 月	37.98	55.91	60.64	12.69	44.65	21.14	45.86	53.74	11.98	42.73
3 月	32.80	52.94	57.73	12.04	42.72	21.13	48.52	53.70	11.63	41.56
4 月	31.23	51.86	56.75	11.87	42.22	21.12	48.20	53.40	11.54	41.26
5 月	33.17	53.64	58.61	12.34	43.54	21.14	47.63	53.98	11.88	42.30
6 月	52.42	66.75	75.26	20.44	51.34	32.71	54.24	63.51	18.63	49.10
7 月	53.33	68.60	77.68	21.48	53.79	32.25	58.34	67.92	20.43	51.49
8 月	57.10	76.05	86.44	24.60	62.21	32.96	66.49	78.35	23.48	59.69
9 月	52.44	71.79	82.77	24.23	61.57	50.26	69.32	80.81	23.97	61.08
10 月	51.53	66.04	74.86	20.68	51.99	42.72	61.96	69.71	20.10	50.94
11 月	50.52	62.82	69.07	18.17	48.36	33.69	56.04	61.88	15.46	47.08
12 月	47.49	61.06	65.78	15.68	47.06	28.98	48.95	56.95	12.85	45.22
平均	45.16	62.16	69.05	17.31	49.63	29.94	54.50	62.45	16.20	48.05

表 5.2.4-11 工程建设前后（P=50%）不同断面水面宽过程单位：m

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	43.20	60.44	65.35	17.32	47.63	21.14	50.29	57.93	13.80	46.40
2 月	39.88	60.28	64.20	13.44	46.11	21.14	51.08	57.56	12.52	44.26
3 月	33.69	57.83	61.88	12.66	44.47	21.13	53.50	58.13	12.24	43.35
4 月	31.78	57.02	60.83	12.20	43.09	21.12	53.59	57.74	11.86	42.13
5 月	31.81	55.58	60.02	12.36	43.59	21.14	50.92	56.29	11.98	42.54
6 月	45.08	54.65	62.04	17.99	48.29	32.03	38.99	53.81	15.23	47.16
7 月	53.99	69.27	77.37	20.32	50.91	33.06	57.80	64.87	17.66	47.76
8 月	54.85	69.40	78.20	21.31	53.36	51.66	63.32	72.55	20.50	51.55

9 月	52.80	64.56	75.94	22.51	56.93	51.44	61.02	72.79	22.27	56.30
10 月	52.50	67.06	75.55	20.35	51.11	50.11	63.35	70.95	19.46	50.03
11 月	49.58	62.13	67.90	17.92	48.05	32.40	55.76	61.60	15.14	46.95
12 月	43.44	59.77	64.21	14.64	46.64	21.15	46.35	55.34	12.61	44.57
平均	44.38	61.50	67.79	16.92	48.35	31.46	53.83	61.63	15.44	46.92

表 5.2.4-13 工程建设前后（P=90%）不同断面水面宽过程单位：m

月均	2010 年					2030 年				
	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	28.86	50.67	56.23	12.21	43.26	21.15	45.11	52.89	11.89	42.40
2 月	27.05	49.20	54.61	11.73	41.87	21.15	42.96	51.42	11.43	40.97
3 月	26.07	48.19	53.46	11.37	40.61	21.14	46.55	52.10	11.25	40.22
4 月	25.90	46.74	51.93	9.32	38.19	21.13	45.17	50.66	9.10	37.79
5 月	33.83	51.05	55.12	9.63	38.62	21.16	42.61	49.39	8.43	36.35
6 月	42.12	56.29	60.55	12.46	43.88	32.10	44.05	53.37	11.69	41.79
7 月	50.76	62.29	67.84	17.72	47.72	31.75	47.60	56.80	13.00	45.62
8 月	52.50	66.79	75.83	21.15	53.08	32.00	54.37	64.84	20.09	51.01
9 月	51.72	64.08	71.16	18.75	49.04	32.16	51.08	59.20	15.05	46.91
10 月	50.41	62.69	69.69	19.28	49.75	32.63	55.26	62.47	18.24	48.56
11 月	51.35	64.67	73.11	20.54	51.65	32.53	57.43	65.04	19.53	50.24
12 月	45.64	59.58	64.11	15.15	46.85	21.17	43.96	54.07	12.64	44.67
平均	40.52	56.85	62.80	14.94	45.38	26.67	48.01	56.02	13.53	43.88

（3）生态流量满足状况分析

在保障生态流量下泄措施方面，设计部门进行了较为细致的考虑。在施工期间，工程通过导流洞泄水，基本不影响德厚河径流过程。在初期蓄水期间，在下闸蓄水水位蓄至死水位以前，采用水泵临时抽水至发电引水隧洞内通过发电引水隧洞下放到坝下，保证足额下泄生态流量。根据施工进度安排，蓄水时间拟定在5 月份，依据水文资料在 P=50%及 P=75%的情况下，坝址断面典型年来水量分别为 10.02m^3/s、8.29m^3/s，而死库容为 306 万 m^3，根据坝址断面来水量计算，在 P=50%及 P=75%的情况下，蓄水到达死水位的需要的时间分别是 3.5d、4.3d。因此，采用水泵抽水临时泄放生态流量的时间在一周左右。当水位蓄到死水位以后，可以由发电引水隧洞进入压力管道末端的生态管（直径 0.75m）下泄河道生态用水。

工程运行期间，正常情况下生态用水经发电尾水进入坝下河道。当电站检修时，生态用水通过引水隧洞从旁通管进入尾水池后再进入河道，满足生态用水。

因此，从生态用水量的规划配置和施工期、运行期实际泄放措施方面均可保障生态流量的足额下泄。

5.2.4.6 小结

水库的形成将使库区河段的水位、水深等水文情势发生显著变化。

对于坝下河段，水库运行以后由于平远片和马塘片从库区引水，坝下河段各来水条件的流量均大幅度减小，丰、平、枯三个典型年年均流量分别减少了 73%、59%和 72%，断面水深、流速、水面宽等随之大幅度减小。随着务路河等水量的汇入，盘龙河各断面流量逐渐恢复，马塘取水口下断面丰、平、枯三个典型年年均流量分别减少了 36%、34%和 39%。下游河道随着镰刀湾暗河、暮底河、布都河等支流的汇入，干流水量进一步的增加，工程运行带来的流量的减小程度逐渐降低，至下游迷洒断面丰、平、枯三个典型年年均流量分别减少了 15%、15%和18%，断面水深、流速、水面宽等变化随之逐渐减小。

总体而言，工程运行后，下游河段随着支流的汇入，工程水文情势的影响逐渐减弱，至迷洒断面河段水文情势影响较小。

从生态用水量的规划配置和施工期、运行期实际泄放措施方面均可保障生态流量的足额下泄。

5.3 地表水环境的影响预测与评价

5.3.1 常规水质指标影响预测分析

5.3.1.1 预测方法

建立德厚水库库尾至迷洒 93.4km 河段一维水质数值模拟模型，模拟和预测计算工程建设前、后的河流水质变化过程。

（1）基本方程

在认识和掌握项目区河流水质特征的基础上，对影响河流水质的各种物理化学和生物作用过程进行数学概化，统一概化为一阶动力学综合衰减项，通过综合衰减系数 K 表征，建立了描述河流水质输移扩散过程的一维非恒定流数学模型，基本方程为：

$$\begin{cases} \dfrac{\partial C}{\partial t} = D\dfrac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v\dfrac{\partial C}{\partial x} - KC + S \\ C(x)\big|_{\zeta} = c_1 \\ C(t)\big|_{t=0} = c_0 \end{cases} \qquad (5.3.1\text{-}1)$$

式中，C 为污染物浓度；D 为扩散系数；v 为断面平均流速；K 为综合衰减系数；S 为源汇项；c1、c0 分别为边界和初始浓度。

（2）数值求解

应用 MIKE11 软件，建立一维水质数学模型。MIKE11 软件系统中对一维水质对流扩散方程，采用完全时间和空间中心隐式差分格式进行离散，线性方程组的求解采用双重扫描算法，在流量节点和水位节点上都求解模拟变量。对流扩散方程采用了无条件稳定差分格式，同时为了减少三阶截断误差，引入一个校正项，使得带有梯度较大浓度前锋面的对流扩散问题得以求解。

（3）模型参数

根据以往工作经验，确定模型参数取值为：扩散系数 $D=10^{-2}$；污染物衰减系数 K，COD_{Cr} 衰减系数 K=0.1/d、氨氮衰减系数 K=0.12/d。

5.3.1.2 预测工况

（1）工程建设后库区污染源预测分析

根据《德厚河流域水污染防治规划》，在实施了规划中所列出的污染防治措施后，可削减污染物负荷量分别为：COD498.4t/a、TN 91.8t/a、TP16.8t/a、NH_3-N31.8t/a，分别占原负荷量的 48.7%、55.97%、66.35%、42.7%。

工程建设后，德厚河流域污染负荷量为：COD524.91t、氨氮 42.73t、总氮

72.78t、总磷 8.49t。

（2）水质预测工况

1）德厚水库建设前，按照现状污染源状况以及未引水情况下的来水条件，预测相应典型水文年的德厚河及盘龙河水质，即对现状年的水质预测；2）德厚水库建成后，在污染源治理规划按时足量实施条件下，按照污染治理规划实施后的污染源以及取水后的相应典型水文年下泄径流过程，预测德厚水库及盘龙河水质情况，即对预测年的水质预测。

预测水文条件选用 P=90%典型枯水年，水质预测指标为 COD_{Cr} 和氨氮。预测工况共 2 个，分别为：现状污染源+ 现状典型枯水年径流过程、以及工程建成后污染治理规划实施后污染源+预测典型枯水年径流过程。

水文条件采用与一维水流模型典型枯水年（P=90%）相同的水文数据。现状年盘龙河来水及沿程各支流、污水处理厂等水质过程采用现状实测水质数据，预测年德厚河来水按照实施流域污染治理规划后的污染负荷与原污染负荷的比例相应核减，沿程各支流来水水质采用现状实测水质数据，马塘工业园区取水后退水水质按建设了工业园区污水处理厂后的排水水质，取为城镇污水处理厂一级 A 排水水质。

5.3.1.3 水质预测分析

选择德厚库区、德厚坝址下、马塘取水口下、马塘退水口下、灰土寨水源地及迷洒断面等 6 个断面，对德厚水库运行后库区及盘龙河 COD 和氨氮等水质指标的变化情况进行分析。

（1）COD 变化分析

枯水年（P=90%）德厚水库运行后，库区 8~11 月 COD 浓度较高，分别为 19.82mg/l、19.93mg/l、19.15mg/l、18.41mg/l，其他月份浓度较低，全年库区 COD 浓度均能满足地表水 III 类水质的要求。

坝下河段 COD 浓度与库区类似，COD 年均浓度为 14.25mg/l，浓度较高的 8~11 月，COD 浓度分别为 19.57mg/l、19.93mg/l、19.27mg/l、18.44mg/l。由于 COD 的自衰减，坝下河段 COD 浓度沿程降低。德厚河 COD 浓度略高于务路河等其他盘龙河支流来流浓度，随着水库运行后德厚河下泄流量的减少，盘龙河各断面 COD 浓度降低。马塘取水口 COD 的年均浓度为 10.46mg/l，其中 9~12 月 COD 浓度较高，分别为 11.43mg/l、11.46mg/l、11.64mg/l、11.34mg/l。水库运行后随着下游河道马塘工业园退水量的增加及文山污水处理厂尾水的汇入，马塘退水口下、灰土寨水源地、迷洒等断面 COD 浓度增加，其中各断面年均浓度分别为 11.95mg/l、10.49mg/l、11.89mg/l。总体来看全年整个河段 COD 浓度均能满足目标水质的要求，各断面 COD 浓度过程如图 5.3.1-1 和表 5.3.1-1 所示。

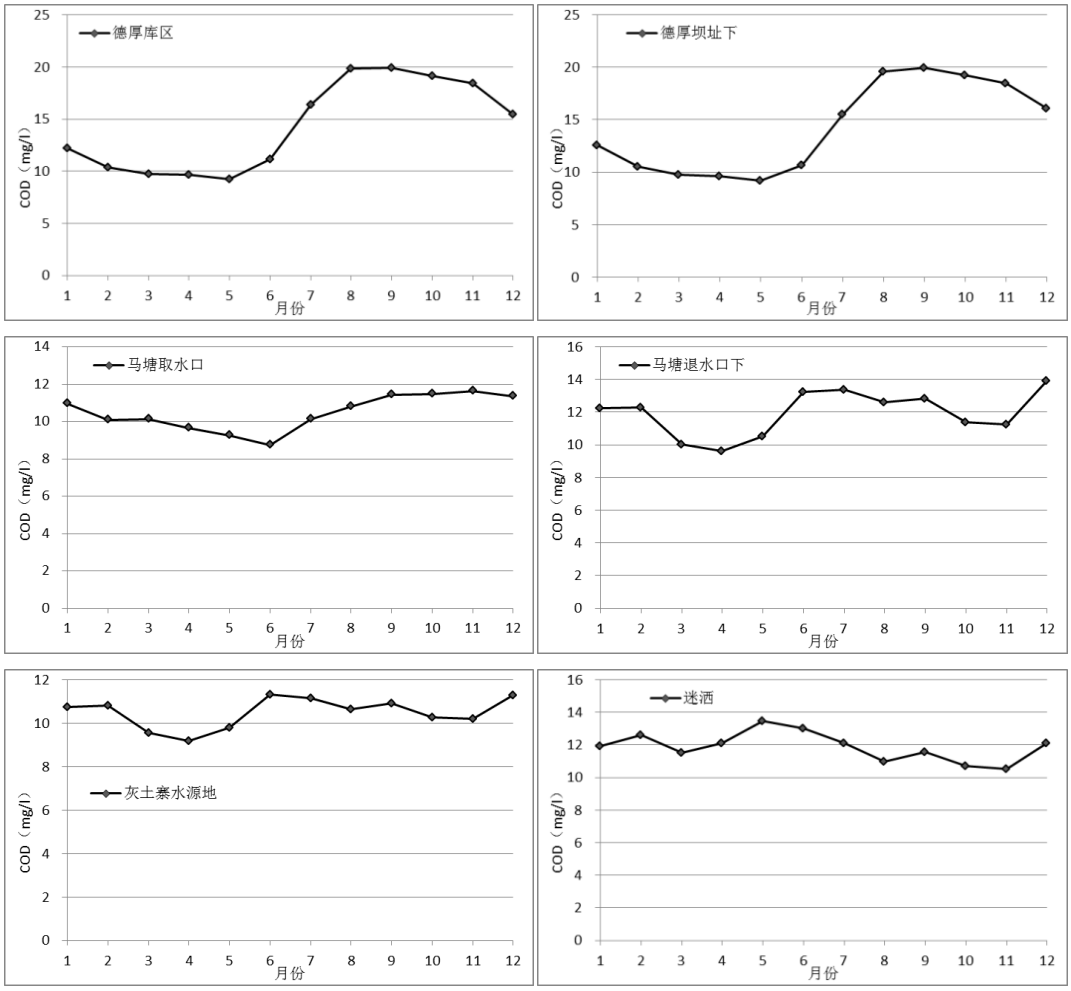


图 5.3.1-1 工程建设后（P=90%）不同断面 COD 浓度过程

表 5.3.1-1 工程建设后（P=90%）不同断面 COD 浓度过程单位：mg/l

月均	德厚库区	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	12.23	12.58	10.94	12.26	10.74	11.93
2 月	10.39	10.50	10.10	12.31	10.80	12.60
3 月	9.75	9.73	10.11	10.01	9.56	11.51
4 月	9.66	9.64	9.66	9.62	9.18	12.11
5 月	9.22	9.19	9.27	10.55	9.78	13.46
6 月	11.17	10.65	8.75	13.22	11.34	13.04
7 月	16.41	15.51	10.10	13.40	11.17	12.12
8 月	19.82	19.57	10.78	12.61	10.65	10.96
9 月	19.93	19.93	11.43	12.85	10.92	11.55
10 月	19.15	19.27	11.46	11.39	10.28	10.72
11 月	18.41	18.44	11.64	11.27	10.20	10.52
12 月	16.01	16.05	11.34	13.90	11.29	12.12

（2）氨氮变化分析

枯水年（P=90%）德厚水库运行后，氨氮年均浓度为 0.16mg/l，其中 8~11 库区氨氮浓度较高，分别为 0.21mg/l、0.24mg/l、0.24mg/l、0.20mg/l，其他月份浓度较低，全年库区氨氮浓度均能满足地表水 III 类水质的要求。

工程运行后德厚水库坝下河段氨氮年均浓度与库区氨氮浓度类似，年均浓度为 0.16mg/l，其中 8~11 库区氨氮浓度较高，分别为 0.20mg/l、0.23mg/l、0.24mg/l、0.21mg/l。由于德厚河氨氮浓度略低于务路河等其他盘龙河支流来流浓度，随着水库运行后德厚河来流的减少，盘龙河各断面氨氮浓度升高。马塘取水口断面年均浓度为 0.36mg/l，其中浓度最高的 7~10 月份，氨氮浓度分别为 0.43mg/l、0.60mg/l、0.65mg/l、0.55mg/l。水库运行后随着下游河道马塘工业园退水量的增加及文山污水处理厂尾水的汇入，马塘退水口下、灰土寨水源地、迷洒等断面氨氮浓度增加，年均浓度分别为 0.56mg/l、0.42mg/l、0.68mg/l，最大月的浓度分别为 0.86mg/l、0.61mg/l、1.09mg/l。总体而言，德厚坝址下、马塘取水口下、马塘退水口下、灰土寨水源地等断面均满足目标水质 III 类水质的要求，位于文山县城以下的迷洒断面水质满足目标水质 IV 类的要求，各断面氨氮浓度过程如图 5.3.1-2 和表 5.3.1-2 所示。

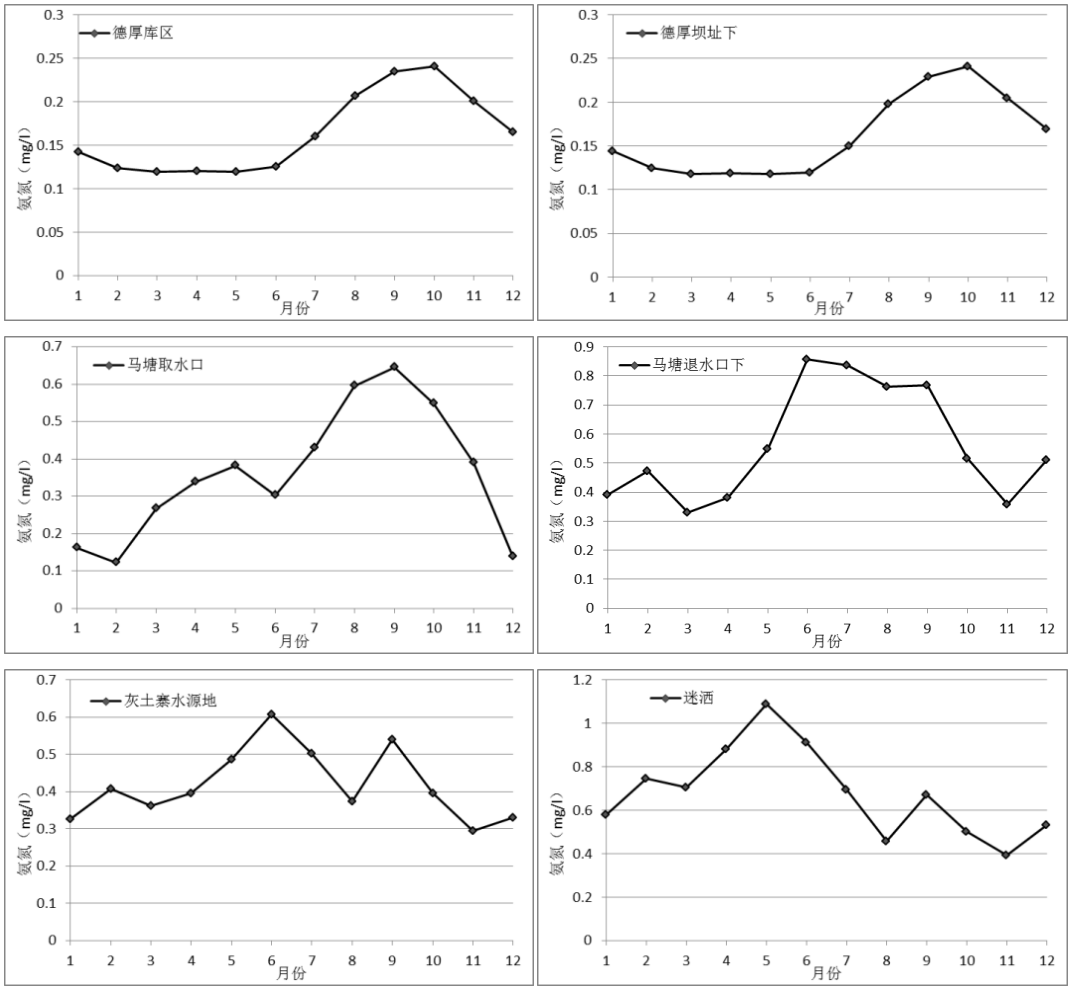


图 5.3.1-2 工程建设后（P=90%）不同断面氨氮浓度过程

表 5.3.1-2 工程建设后（P=90%）不同断面氨氮浓度过程单位：mg/l

月均	德厚库区	德厚坝址下	马塘取水口下	马塘退水口下	灰土寨水源地	迷洒
1 月	0.14	0.14	0.16	0.39	0.33	0.58
2 月	0.12	0.13	0.12	0.47	0.41	0.75
3 月	0.12	0.12	0.27	0.33	0.36	0.70
4 月	0.12	0.12	0.34	0.38	0.40	0.88
5 月	0.12	0.12	0.38	0.55	0.49	1.09
6 月	0.13	0.12	0.30	0.86	0.61	0.91
7 月	0.16	0.15	0.43	0.84	0.50	0.69
8 月	0.21	0.20	0.60	0.76	0.37	0.46
9 月	0.24	0.23	0.65	0.77	0.54	0.67
10 月	0.24	0.24	0.55	0.52	0.40	0.50
11 月	0.20	0.21	0.39	0.36	0.30	0.39
12 月	0.17	0.17	0.14	0.51	0.33	0.53

5.3.2 水温影响预测分析

5.3.2.1 水库水温结构判别

（1）α-β 指数法

采用《水利水电工程水文计算规范（SL278-2002）》中推荐的 α-β 法来初步判别德厚水库水温结构类型。α 值计算式为：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年径流量}}{\text{水库总库容}} \quad (5.3.2\text{-}1)$$

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。

德厚坝址断面多年平均径流量为 1.93×108m^3；德厚水库总库容 1.13×108m^3，α=1.68。初步判断德厚水库水温为分层型。

$$\beta = \frac{\text{一次洪水量}}{\text{水库总库容}} \quad (5.3.2\text{-}2)$$

对于分层型的水库，如果遇到 β＞1 的洪水，将出现临时混合现象；但如果 β＜0.5 时，洪水对水库水温的分布结构没有影响。

选取 p=0.05%、0.1%、1%、2%、3.33%、5%、10%和 20%的 1 日、3 日一次洪量计算德厚水库β值，结果表明，β值在 1 日和 3 日洪量条件下基本小于 0.5，初步判断水库的水温结构稳定，洪水对水温分层影响不大。计算值见表 5.3.2-1。

表 5.3.2 -1　β计算表

频率%		0.05	0.1	1	2	3.33	5	10	20
洪量 (万 m^3)	1 日	3057	2773	1673	1422	1240	1096	855	623
	3 日	8007	7252	4341	3678	3196	2816	2183	1576
β 值 (万 m^3)	1 日	0.27	0.24	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.05
	3 日	0.71	0.64	0.38	0.32	0.28	0.25	0.19	0.14

（2）密度弗劳德数法

密度弗劳德数法计算公式为：

$$F_r = 320\frac{LQ}{HV}\text{（5.3.2-3）}$$

式中：Fr-密度弗劳德数；

L-水库长度（m）；

Q-入流量（m^3/s）；

H-平均水深（m）；

V-蓄水体的体积（m^3）。

当 Fr<0.1，水库为分层型；

0.1<Fr<1.0，水库为过渡性；

Fr>1.0，水库为混合型。

德厚水库正常蓄水位时回水长度为 12.56km，水库总库容 1.13×108m^3，平均水深为 30.00m，多年平均流量为 6.02m^3/s。经计算，Fr=0.007，初步判断德厚水库水温结构为分层型。

根据以上方法初步判断德厚水库水文结构为分层结构。

5.3.2.2 水库水温数学模型

在以上对德厚水库水温结构初步判别的基础上，采用数值模型的方法进一步分析德厚水库水温结构。德厚水库库容 1.13 亿 m^3，库区由德厚河和咪哩河两支组成，德厚河一支回水长度约为 8km，咪哩河一支回水长度约为 12km；总体上是河道型水库，库容主要集中在咪哩河一支范围内(见图 5.3.2-1)，这一范围内的库容约占总库容的 70%。德厚水库坝址河床高程为 1320m，水库正常蓄水位 1377.5m，最大坝高 72m，坝址河床覆盖层厚约 14.5m，水库坝前水深约 57.5m。水库死水位为 1341.5m，取水塔采用岸边塔式进水口方式布置，分四层取水，各层取水口孔口尺寸 1.5m×1.5m，底板高程分别为 1368.50m、1358.50m、1347.80m 及 1337.30m，取水口分别在正常蓄水位以下 9m、19m、29.7m 和 40.2m 处，水库运行时坝前水流成三维状态。

影响水库水温结构的因素很多，其中，太阳辐射、库区风速、库区气温、上游来水水温以及水库调节性能和运行调度方式是主要的影响因素。综合考虑德厚

水库坝前流场特性和影响水库水温结构的主要因素，本文在采用三维水流和水温模型方法分析库区水温结构特性。

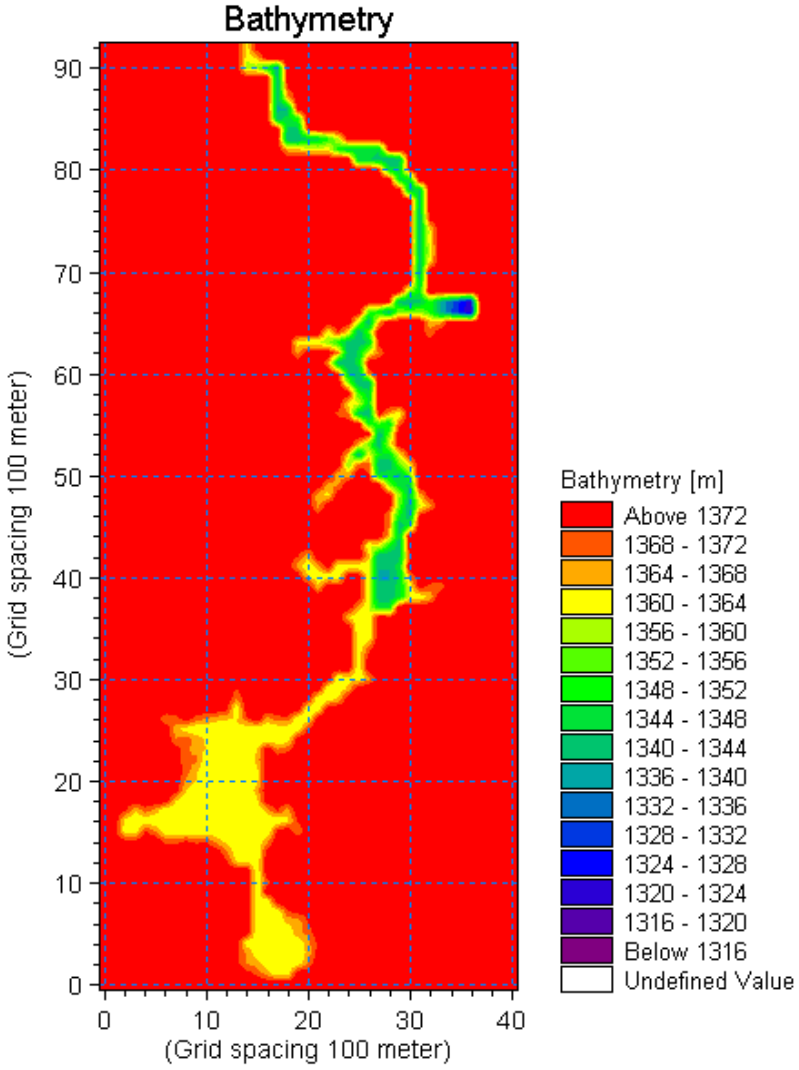


图 5.3.2-1　德厚水库库区平面分布形态

（1）基本方程

三维水温模型基本方程由纳维斯托克斯水流方程、传热方程和状态方程组成：

$$\begin{cases} \dfrac{1}{\rho c_s^2}\dfrac{\partial p}{\partial t}+\dfrac{\partial u_j}{\partial x_j}=SS \\ \dfrac{\partial u_i}{\partial t}+\dfrac{\partial(u_i u_j)}{\partial x_j}+2\Omega_{ij}u_j=-\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x_j}+g_i+\dfrac{\partial}{\partial x_j}\left[\nu_T\left\{\dfrac{\partial u_i}{\partial x_j}+\dfrac{\partial u_j}{\partial x_i}\right\}-\dfrac{2}{3}\delta_{ij}k\right]+u_i SS \\ \dfrac{\partial T}{\partial t}+\dfrac{\partial}{\partial x_j}(Tu_j)=\dfrac{\partial}{\partial x_j}(D_T\dfrac{\partial T}{\partial x_j})+SS \end{cases}$$

$$\rho=f(p,t) \quad (5.3.2\text{-}4)$$

式中：t 为时间；ρ 为水的密度；c_s 为水的状态系数；u_i 为 x_i 方向的速度分量；Ω_{ij} 为柯氏张量；p 为压力；g_i 为重力矢量；ν_T 为湍动粘性系数；δ 为克罗奈克函数（当 i=j 时 δ_{ij}=1；当 i≠j 时 δ_{ij}=0）；k 为湍动能；T 为温度；D_T 为温度扩散系数；Cp 为等压比热；QH 为水汽界面热交换方程式；SS 为源汇项。

温度是密度和压力的函数，对于不可压缩的水体来说，忽略压力对密度的影响，密度和温度的函数关系可近似为：

$$\rho = (0.102027692\times10^{-2} + 0.667737262\times10^{-7}\times T - 0.905345843\times10^{-8}\times T^2 + 0.864372185\times10^{-10}\times T^3 - 0.642266188\times10^{-12}\times T^4 + 0.105164434\times10^{-17}\times T^7 - 0.104868827\times10^{-19}\times T^8)\times 9.8\times10^5 \quad (5.3.2\text{-}5)$$

水温不同，水密度也不同。在密度变化较小的浮力流问题中，密度变化可以表示为温度变化的线性函数：

$$\frac{\rho-\rho_s}{\rho_s} = -\beta(T-T_s) = -\beta\Delta T \quad (5.3.2\text{-}6)$$

式中，β 为等压膨胀系数，ρ_s、Ts 为参考状态的密度和温度。MIKE 3 系统中水温与密度数学关系式按照 UNESCO 标准，温度变化范围在-2.1~ 40.0℃之间。

水温模拟中，垂向上的温度差异引起水体的密度差，导致水体在垂向上出现浮力流，改变了流场结构，反过来又影响水温分布。在密度变化不大的浮力流问题中，通常是采用 Boussinesq 假定，只在重力项中考虑密度的变化，水流控制方程的其他项中不考虑浮力作用。

温度扩散由三部分组成：分子扩散 υm、离散 υD 和紊动扩散 D_{ν_T}，所以温度扩散系数是三部分扩散系数的和：

$$DT=\upsilon m+\upsilon D+D_{\nu_T} \quad (5.3.2\text{-}7)$$

一般来说，分子扩散作用很小，可以忽略不计，而由流速分布不均引起的离散相对于紊流引起的扩散也是很小的。因此，温度扩散主要为紊动扩散引起，温度扩散系数 DT 与水流涡粘系数成比例，数学表达式为：

$$D_T = \frac{\nu_T}{\sigma_T} \quad (5.3.2\text{-}8)$$

式中，σ_T 为温度 Prandtl 数，$1/\sigma_T$ 为比例系数，称为扩散因子，是需要率定的参数。

（2）紊流模型

水流运动的绝大部分为紊流（或称湍流）。紊流是三维空间中的不规则、非定常、带旋转的高度复杂流体运动。紊流模型有常涡粘系数、Smagorinsky 公式、k 模型、k- ε 模型、水平向二维 Smagorinsky 公式垂向一维 k- ε 混合模型等不同

模式。

Smagorinsky 紊流模型数学方程式为：

$$\nu_T = C_{sm}\Delta s\sqrt{S_{ij}\cdot S_{ji}}$$

$$S_{ij} = \frac{1}{2}(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}) \quad (5.3.2\text{-}9)$$

k 模型数学方程式为：

$$\frac{\partial k}{\partial t}+u_i\frac{\partial k}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_i}(\frac{\nu_T}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x_i})+\nu_T(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i})\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\beta g_i\frac{\nu_T}{\sigma_T}\frac{\partial \phi}{\partial x_i}-c_D\frac{K^{3/2}}{l} \quad (5.3.2\text{-}10)$$

k- ε 模型数学方程式为：

$$\frac{\partial k}{\partial t}+u_i\frac{\partial k}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_i}\left(\frac{\nu_T}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x_i}\right)+\nu_T\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\beta g_i\frac{V_T}{\sigma_T}\frac{\partial \phi}{\partial x_i}-\varepsilon$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t}+u_i\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_i}\left(\frac{\nu_T}{\sigma_s}\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i}\right)+c_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}\left(\nu_T\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+c_{3\varepsilon}\beta g_i\frac{\nu_T}{\sigma_T}\frac{\partial \phi}{\partial x_i}\right)-c_{2\varepsilon}\frac{\varepsilon^2}{k}$$

（5.3.2-11）

水平向二维 Smagorinsky 公式垂向一维 k- ε 混合模型，在水平 x 和 y 方向采用 Smagorinsky 公式，在垂向 z 方向采用一维 k- ε 模型，垂向一维 k- ε 模型数学方程式为：

$$\frac{\partial k}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\nu_T}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial z}\right)+P+G-\varepsilon$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\nu_T}{\sigma_s}\frac{\partial \varepsilon}{\partial z}\right)+c_{1s}\frac{\varepsilon}{k}(P+c_{3s}G)-c_{2s}\frac{\varepsilon^2}{k} \quad (5.3.2\text{-}12)$$

式中，P 为剪切产生项，

$$P=\nu_T\left\{\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2+\left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2\right\} \quad (5.3.2\text{-}13)$$

G 为浮力产生项，

$$G=\frac{g}{\rho}\frac{\nu_T}{\sigma_T}\frac{\partial \rho}{\partial z} \quad (5.3.2\text{-}14)$$

（3）热交换方程

温度传输方程的实质是描述热量 $\varphi=\rho C_p T$ 在水体中的传播、交换过程。除了随水流运动产生的热量对流、扩散作用影响水温分布外，外部热源主要是太阳、大气等通过水气界面与水体产生热量交换过程，这也是引起水温变化的主要因素。

水体热量交换主要是通过辐射、传导、蒸发以及外部入出流等形式，

软件系统中热交换过程主要包括有太阳的短波辐射、大气和水面的长波辐射、水体蒸发潜热、感热等，热交换过程基本方程式为：

$$Q_H = q_{io} + q_{ss} + q_p - q_c + q_s - q_{sr} - q_{su} + q_l - q_{lr} - q_{lu} + q_g + q_{sed} - q_v$$

（5.3.2-15）

式中，q_{io} 为入、出流带入、带出的热量；q_{ss} 为源、汇项带入、带出的热量；q_p 为降雨带入的热量；q_c 为水气界面感热；q_s 为太阳短波辐射；q_{sr} 为水面反射的太阳短波辐射；q_{su} 为水体散发的短波辐射；q_l 为水面吸收的大气长波辐射；q_{lr} 为水面反射的长波辐射；q_{lu} 为水体散发的长波辐射；q_g 为水体与岸壁交换热量；q_{sed} 水体与泥沙交换热量；q_v 为蒸发潜热。

在水库水温计算中忽略了水体与河床、泥沙的热量交换，即 q_g q_{sed} 。外部入、出流产生的热量由进出流量和水温决定。短波辐射、长波辐射、感热、蒸发潜热过程的热量计算方程分述如下：

）短波辐射

太阳的短波辐射大部分被臭氧层吸收，小部分到达地球表面。短波辐射强度与到太阳的距离、方位角、纬度、地球外的太阳辐射、云量和大气中的水汽量等有关。

地球外的太阳短波辐射热量为：

$$H_0 = \frac{24}{\pi} q_{sc} E_0 \cos(\phi)\cos(\delta) \left(\sin(\omega_{sr}) - \omega_{sr}\cos(\omega_{sr})\right)$$

（5.3.2-16）

式中，q_{sc} 为太阳常数，E_0 为地球与太阳间的距离系数，φ 为纬度，δ 为太阳方位角，决定着日长和太阳辐射的季节变化，ω_{sr} 为日出角度。

有云条件下的太阳短波辐射热量 H 计算式为

$$\frac{H}{H_0} = a_2 + b_2 \frac{n}{N_d}$$

（5.3.2-17）

式中，n 为日照时数，Nd 为日长，$N_d = \frac{24}{\pi}\arccos(-\tan\phi\tan\delta)$，a2 和 b2 为需要给定的参数值。

平均每小时到达地球表面的太阳短波辐射热量为：

$$q_s = \frac{H}{H_0} q_0 \{(0.409 + 0.5016\sin(\omega_{sr} - \frac{\pi}{3})) + (0.6609 - 0.4767\sin(\omega_{sr} - \frac{\pi}{3}))\cos\omega_i\}$$

（5.3.2-18）

式中：

$$q_0 = q_{sc} E_0 (\sin\phi\sin\delta + \frac{\pi}{24}\sin\frac{\pi}{24}\cos\phi\cos\delta\cos\omega_i)$$

（5.3.2-19）

$$\omega_i = \frac{\pi}{12}\{12 + 夏令时调整值 - \frac{E_t}{60}\frac{4}{60}(L_S - L_E) - 当地时间\}$$

其中，E_t 为时间方程，L_S 为不同时区的标准经度，L_E 为当地经度。

到达水面的太阳短波辐射的一部分被水面反射回大气而分散损失掉，反射系数为 α，反射系数与入射角 i 和反射角 r 有关：

$$\alpha = \frac{1}{2}\left(\frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)} + \frac{\tan^2(i-r)}{\tan^2(i+r)}\right) \quad (5.3.2\text{-}20)$$

水面反射的太阳短波辐射为：$q_{sr} = \alpha q_s$。α 值一般在 5~40%。

太阳的短波辐射到达水体后，一部分停滞在水体表层，其余部分热量服从比尔定律在水深方向衰减：

$$I(d) = (1-\beta)I_0 e^{-\lambda d} \quad (5.3.2\text{-}21)$$

式中，I(d)是水面以下 d 深处的太阳光强度，I_0 为水表面处的光强，β 为水体表层吸收的光能的比例系数，λ 为光能在水中的衰减系数。**水表面吸热系数 β 和水中衰减系数 λ 需要率定。**

2）长波辐射

大气和水体表面都发射长波红外线辐射，水体表面散发的长波辐射减去大气散发的长波辐射称为净长波辐射，净长波辐射与云量、大气温度、大气水汽压和相对湿度有关，净长波辐射量计算公式为：

$$q_{lr,net} = \sigma_{sb} T_{air}^4 (0.56 - 0.077\sqrt{10 \cdot e_d})(0.1 + 0.9\frac{n}{N_d}) \quad (5.3.2\text{-}22)$$

式中，σ_{sb} 为 Stefan Boltzman 常数，值为 5.6697×10^{-8}W/(m^2·K^4)，e_d 为露点温度时水汽压。

3）感热

水气界面的感热交换主要由风速、大气与水面温差决定，计算公式为：

$$q_c = \begin{cases} \rho_{air} C_{air} C_c W_{10m}(T_{water} - T_{air}) & for \quad T_{air} > T_{water} \\ \rho_{air} C_{water} C_c W_{10m}(T_{water} - T_{air}) & for \quad T_{air} \le T_{water} \end{cases} \quad (5.3.2\text{-}23)$$

式中，T_{air} 为大气温度，T_{water} 为水面温度，ρ_{air} 为大气密度，C_{air} 为大气比热，C_{water} 为水比热，W_{10m} 为水面上空 10m 处风速，C_c 为热传导系数，取值为 1.41×10^{-3}。传导热通量数值一般为 0~100W/m^2。

4）蒸发潜热

蒸发潜热与大气温度、水面温度、大气湿度、风速等有关，计算公式为：

$$q_v = LC_e\left(a_1 + b_1 W_{2m}\right)\left(Q_{water} - Q_{air}\right) \quad (5.3.2\text{-}24)$$

式中，L 为蒸发潜热（水的气化潜热），值为 2.5×10^6J/kg，C_e 为湿度系数，值为 1.32×10^3，W_{2m} 为水面上空 2m 处风速，Q_{water} 为为靠近水面的水汽密度，Q_{air} 为大气中水汽密度。**a_1 和 b_1 为需要给定的参数值**。

水汽密度是通过水汽压力来得到的，计算公式为：

$$Q_{water} = \frac{0.2167}{T_{water}} 6.11\exp\{K(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_{water}})\}$$

$$Q_{air} = \frac{0.2167}{T_{air}} R \cdot 6.11\exp\{K(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_{air}})\} \quad (5.3.2\text{-}25)$$

式中，K 为常数 5418ºK，T_k 为 0℃时的绝对温度 273.15ºK，R 为相对湿度。

5.3.2.3 水库水温模型参数率定

用于德厚水库水温模拟分析的模型在同流域下游支流慕底河上的慕底河水库进行了率定和验证。慕底河水库是以灌溉为主、兼顾防洪，城镇供水等综合利用效益的水库，水库位于文山市城西北部，盘龙河右岸一级支流暮底河下游河段。水库距盘龙河干流交汇口 1 km，距文山市区 13 km。水库控制流域面积 307 km^2，多年平均来水量 2.50 亿 m^3，总库容 5784.90 万 m^3，为中型水库，正常蓄水位 1338.00 m，相应库容 5677.20 万 m^3，兴利库容 4572.14 万 m^3，灌溉面积 3520 hm^2。水库设计总供水量 6414.27 万 m^3，其中农业灌溉供水量 3516.27 万 m^3，城市及工业供水 1457.0 万 m^3，向下游梯级电站供水 1441 万 m^3。该工程于 2002 年 1 月开工，2006 年 11 月下闸蓄水，2009 年 9 月完成总体验收。

德厚水库为大（II）型水库，工程特性和运行调节方式与慕底河水库相似，表 5.3.2-2 给出两水库主要工程特性参数。慕底河水库与德厚水库都属于河道型水库，位于同一流域，工程任务相近，两坝址空间位置相差约 25km，水库都具有不完全年调节能力，坝高相近，水库运行水位年内变幅在 10m 范围。尽管德厚水库规模大于慕底河水库，调节性能相对强于慕底河水库，但两库的地理位置接近，气候条件类似，而且水库的形状、水深、水位变幅等都类似。以此，两个水库具有一定的类似性，可以移用慕底河水库实际观测结果率定德厚水库库区水温模型。由于观测条件所限目前仅开展了 2 次慕底河水温观测。

表 5.3.2-2　慕底河水库与德厚水库工程特性对比表

水库名称	慕底河水库	德厚水库
工程任务	灌溉、防洪、供水	供水、灌溉、发电
所在河流水系	云南省文山市 红河三级支流	云南省文山市 红河三级支流
多年平均入库径流量(亿 m^3)	2.36	1.90
总库容(亿 m^3)	0.58	1.13
库容系数（%）	24	59
调节能力	不完全年调节	不完全多年调节
正常蓄水位（m）	1338	1377.5
死水位（m）	1306.5	1341.5
最大坝高(m)	67.1	72

慕底河水库是建成运行，坝前水深与德厚水库相近，并且距离德厚水库较近。自建成以来即对水库库表水温进行了观测，表 5.3.2-3 为 2009 年至 2014 年各月库表水温观测结果，从 5 年平均结果看，1 月份水温最低，为 14.92℃，8 月份水温最高，为 24.22 ℃。在德厚水库环评过程中，评价单位于 2013 年 9 月和 2015 年 3 月对慕底河水库垂向水温进行了观测，观测结果表明，慕底河在 3 月和 9 月存在水库水温分层现象，水温随水深的变化见图 5.3.2-2，库表和库底相差 6.0-7.5 ℃，水温垂向分层明显。2015 年 3 月对慕底河水温观测是在坝前、库中和库尾的 8 个不同位置开展的观测，观测结果见图 5.3.2-3，由图反映出不同位置的观测结果均存在垂向分层现象。

表 5.3.2-3 慕底河水库库表水温实测值（℃）

时间	2009 年	2010 年	2012 年	2013 年	2014 年	平均
1 月	15	15.6	14	18	12	14.92
2 月	14	17	21	19	18	17.8
3 月	17.5	19	20	21	12	17.9
4 月	20	21	24	17	20	20.4
5 月	22.5	22	19	19	26	21.7
6 月	23.5	22.8	21	21	17	21.06
7 月	24	23.8	20	26	27	24.16
8 月	25	26.1	28	19	23	24.22
9 月	22	24.8	28	20	24	23.76
10 月	22	22.7	19	23	23	21.94
11 月	20	21.3	20	22	17	20.06
12 月	17	21	20	13	18	17.8

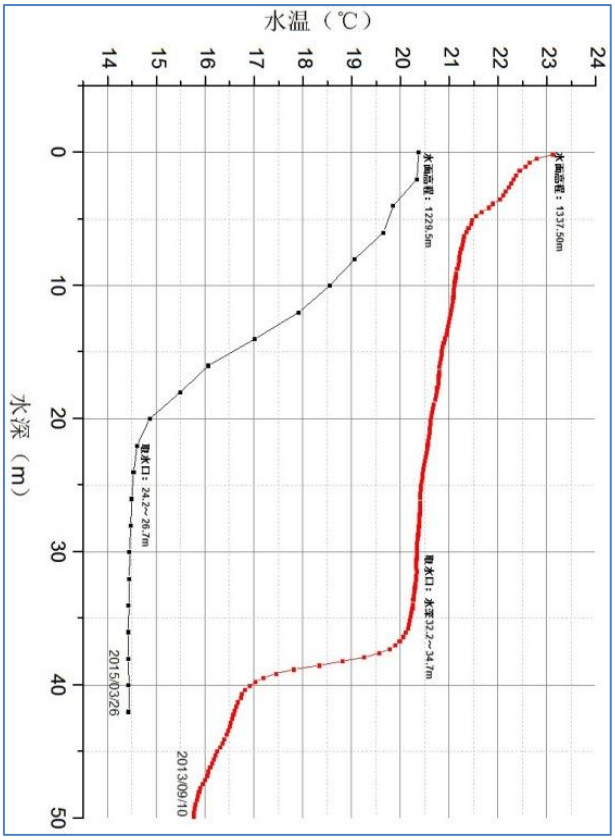


图 5.3.2-2 慕底河水库计算水温与实测水温的比较

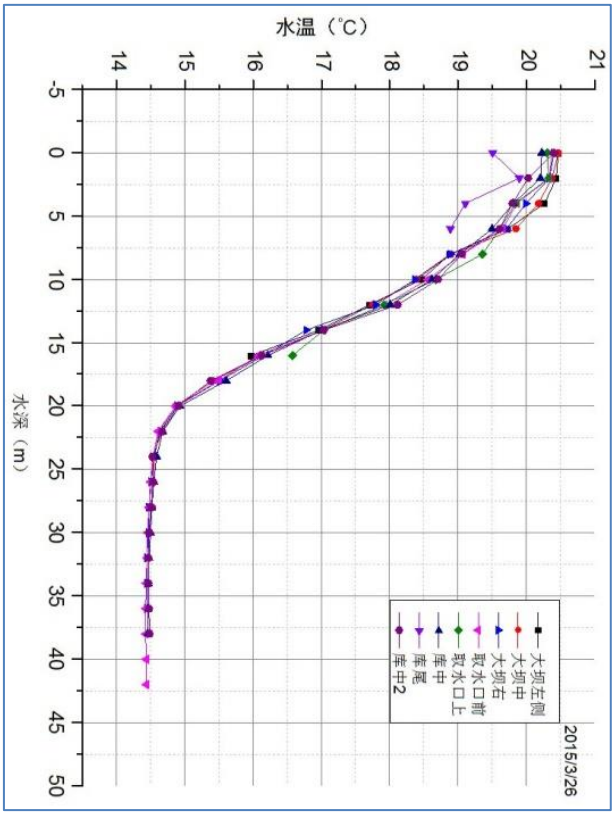


图 5.3.2-3 慕底河水库坝前不同位置水温观测值

采用与德厚水库三维水温模型一致的方法，对慕底河水库水温结构进行计算，

计算结果表明，慕底河水库温结构为过渡型，12 月至来年的 2 月基本不分层，4 月至 10 月水库水温分层明显，库表与库底水温相差在 5.1~8.1℃，分层明显，其它月份分层不明显。利用 2 次实际观测的结果对模型进行了率定和验证，结果见图 5.3.2-4，率定验证表明，慕底河水库模型参数取值对德厚水库水温的数值计算具有较好的适用性。

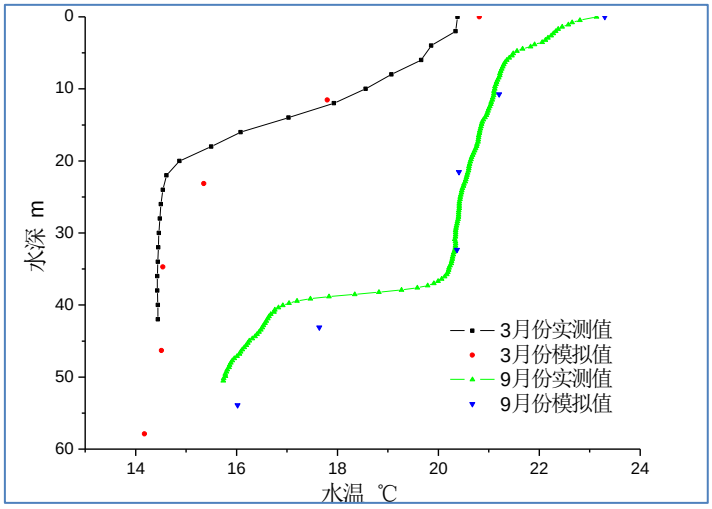


图 5.3.2-4 慕底河水库水温率定成果图

率定和验证的参数涉及热量平衡公式，主要包括光衰减公式 5.3.2-26，云量条件下日光照公式 5.3.2-27，蒸发热量损失公式 5.3.2-28。计算使用的模型热平衡参数取值见表 5.3.2-4。

$$E_{fac} = \frac{I_{sun}}{I_{tot}}(1-\beta)\exp(-\alpha(D-z)) \tag{5.3.2-26}$$

E_{fac}-光衰减；I_{sun}-太阳辐射；I_{tot}-总辐射；β-比尔定律常数，表示表层所占辐射量；α-光吸收系数；(D-z)-距离表层深度。

$$\frac{H}{H_0} = A + B\frac{n}{N_d} \tag{5.3.2-27}$$

A-反射系数；B-反射系数；n-日照小时数；N_d-白天小时数。

$$q_e = LC_e(A + BW_2)(Q_W - Q_a) \tag{5.3.2-28}$$

q_e-蒸发热量损失；L-汽化潜热；C_e-湿润系数；A-蒸发系数；B-蒸发系数；W_2-表层 2m 风速；Q_W-表层 2m 处蒸汽密度；Q_a-表层蒸汽密度。

表 5.3.2-4 热平衡参数率定数值

参数名称	衰减系数 α	衰减系数 β	反射系数 A	反射系数 B	蒸发系数 A	蒸发系数 B
取值	0.3	0.1	0.1	0.371	2.5	0.9

垂向热扩散比例系数为：1；水平热扩散比例系数为：0.01。

5.3.2.4 德厚水库水温预测分析

（1）边界条件

德厚水库三维水流和水温模型中河床和大坝为概化为固壁边界，忽略水体与固壁边界和泥沙的热交换；来水和出库给定流量，来水给定水温；上部边界为水气边界。德厚水库多年平均气温、相对湿度和风，见表 5.3.2-5。由表反映出，德厚水库坝址处多年月平均气温在 10.9-22.7℃，相对湿地在 68.6%-82.6%之间，平均风速为 1.75-3.35m/s 之间。

表 5.3.2-5 德厚水库气象要素多年平均统计值

月份	气温(℃)	相对湿度(%)	风速（m/s）	主动风向（°正北向顺时针）
1 月	10.9	77.1	3	175.3
2 月	12.7	74.3	3.27	235.2
3 月	16.8	69.4	3.35	174.1
4 月	20.2	68.6	3.2	177.9
5 月	22	72.2	2.83	209.9
6 月	22.7	78.7	2.41	161.8
7 月	22.7	82.1	2.23	180.4
8 月	22.2	82.6	1.75	174.6
9 月	20.8	80.5	1.89	151.3
10 月	18.2	80	2.17	170.5
11 月	14.8	78.4	2.28	145.0
12 月	11.7	77	2.49	193.0

以德厚河和咪哩河两支典型年的逐月流量作为水库水温模型的入流边界条件。其中，丰水年 20%典型年为 1964 年，平水年 50%典型年为 1995 年，枯水年 90%典型年为 1981 年。具体入流流量如表 5.3.2-6 所示。

表 5.3.2-6 德厚水库坝址断面典型年流量过程单位：m^3/s

月份	丰水年 p=20%		丰水年 p=50%		丰水年 p=90%	
	德厚河	咪哩河	德厚河	咪哩河	德厚河	咪哩河
1 月	2.36	0.95	3.33	1.34	1.76	0.71
2 月	1.87	0.75	2.09	0.84	1.35	0.54
3 月	1.41	0.57	1.61	0.65	1.06	0.43
4 月	1.31	0.53	1.1	0.44	0.51	0.20
5 月	1.63	0.66	1.4	0.56	0.26	0.10
6 月	5.09	2.05	4.62	1.86	1.42	0.57
7 月	6.96	2.80	3.47	1.39	2.71	1.09
8 月	15.97	6.42	5.99	2.41	6.77	2.72
9 月	17.19	6.91	12.9	5.19	3.41	1.37
10 月	6.12	2.46	4.76	1.91	4.45	1.79
11 月	3.35	1.35	3.26	1.31	5.86	2.35
12 月	2.70	1.08	2.58	1.04	2.64	1.06

水库来水根据设计单位水文专业提供的坝址处多年平均水温，作为库尾入库

水温计算数据，具体数据见表 5.3.2-7 所示。

表 5.3.2-7 德厚水库坝址处月均气温和水温单位：℃

月份	气温	天然水温
1 月	10.9	11.8
2 月	12.7	12.3
3 月	16.8	14
4 月	20.2	16.5
5 月	22	19
6 月	22.7	21
7 月	22.7	22.5
8 月	22.2	22.7
9 月	20.8	21
10 月	18.2	18.8
11 月	14.8	16
12 月	11.7	13

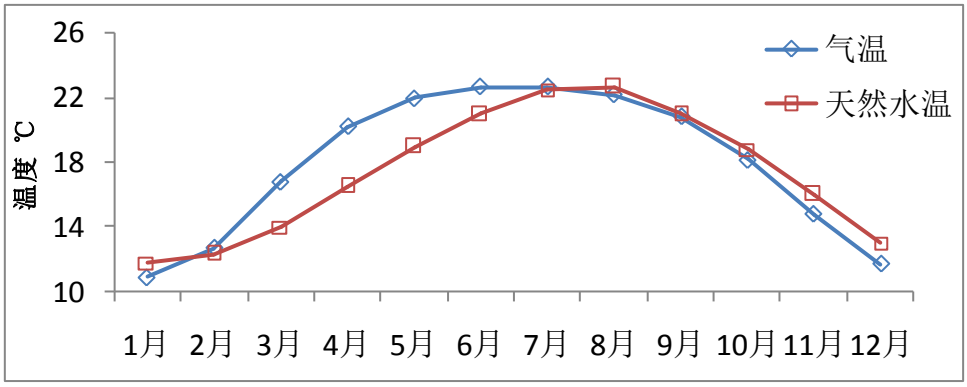


图 5.3.2-5 德厚水库坝址处月均气温和水温单位：℃

（2）水库运行调度

按照拟定的德厚水库调度运行图，对 1959～2013 年 54 年长系列月径流资料进行调度运行，调度运行的结果基本能够满足工程的各项任务。丰水年（1964 年）、平水年（1995 年）和枯水年（1981 年）德厚水库的运行特性和下泄过程如表 5.3.2-8 所示。

表 5.3.2-8 德厚水库典型年出库流量及运行水位

月份	水库水位（m）			出库流量（m^3/s）		
	20%	50%	90%	20%	50%	90%
1 月	1377.43	1377.5	1376.36	2.94	3.28	3.25
2 月	1377.03	1377.18	1375.62	3.10	3.20	3.25
3 月	1376.47	1376.63	1374.48	2.78	3.04	3.49
4 月	1375.7	1375.58	1372.07	3.17	3.54	5.22
5 月	1374.35	1374.03	1368.3	4.76	4.87	6.18
6 月	1374.62	1373.82	1364.83	6.04	6.45	6.33
7 月	1376.52	1373.49	1363.7	4.95	5.07	4.87
8 月	1377.5	1374.96	1367.29	19.43	4.85	5.01
9 月	1377.5	1377.5	1367.23	23.51	11.38	4.62
10 月	1377.5	1377.5	1367.64	8.02	6.12	5.47
11 月	1377.13	1377.02	1369.43	5.08	5.23	5.23
12 月	1377.19	1376.98	1369.56	3.10	3.21	3.22

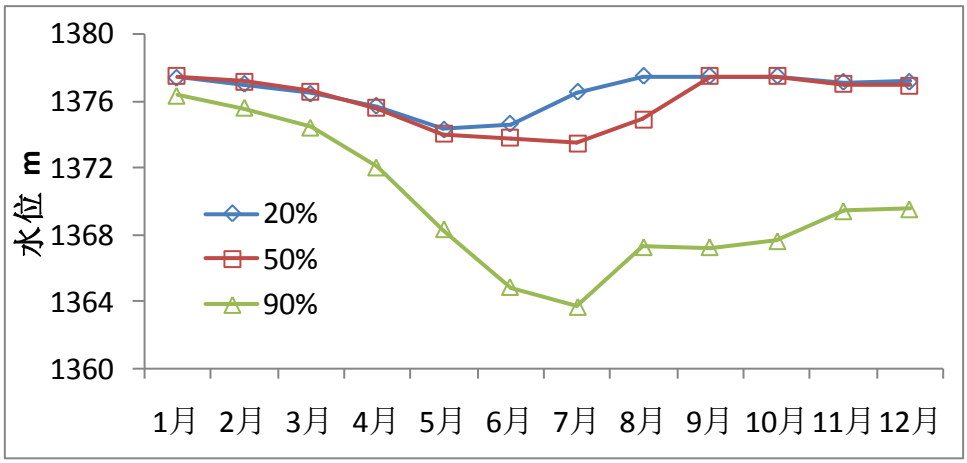


图 5.3.2-6 典型年水库运行方式

（3）坝前水温结构预测结果及结果分析

底孔取水口底高程 1337.3m，水库正常运行时，库水位在死水位 1341.5m～正常蓄水位 1377.5m 之间变动，采用底孔取水口方案取水时，全年均取到水库底层水。在底孔取水条件下，丰、平、枯三个典型年德厚水库水温预测计算表明，德厚水库水温结构为过渡型。12 月至来年的 2 月基本不分层；4 月至 9 月水库水温分层明显，库表与库底水温最大相差 9.9℃，出现在 7 月份；其它月份（3 月、10 月和 11 月）分层不明显。

三个典型年坝前水温结构见图 5.3.2-7~图 5.3.2-9 所示。

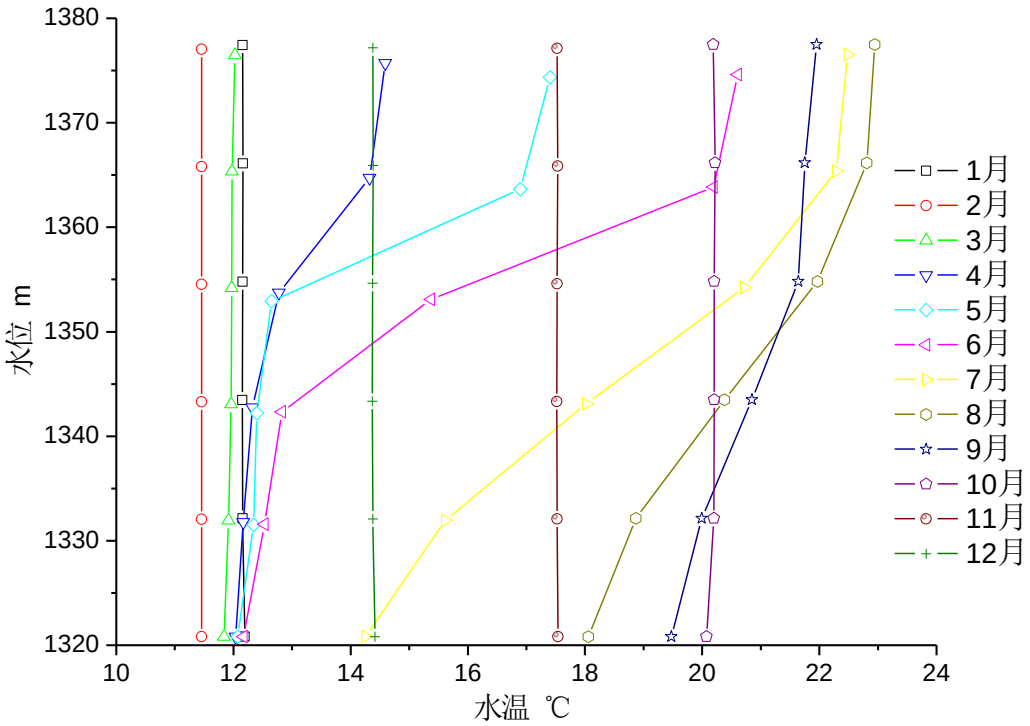


图 5.3.2-7 德厚水库丰水年逐月坝前水温分布

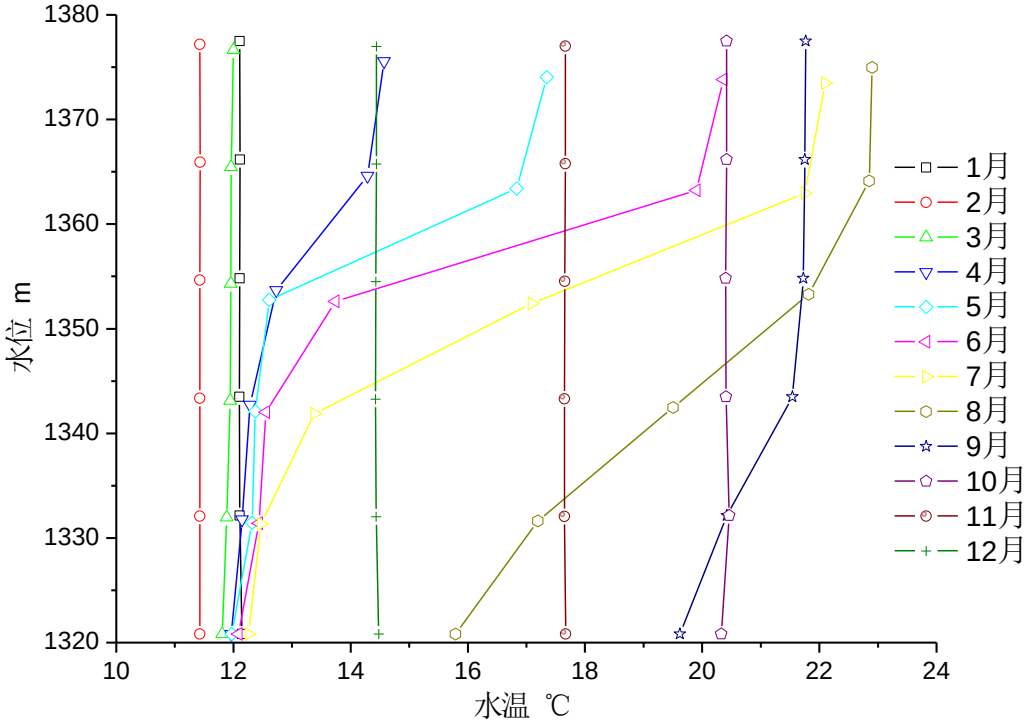


图 5.3.2-8 德厚水库平水年逐月坝前水温分布

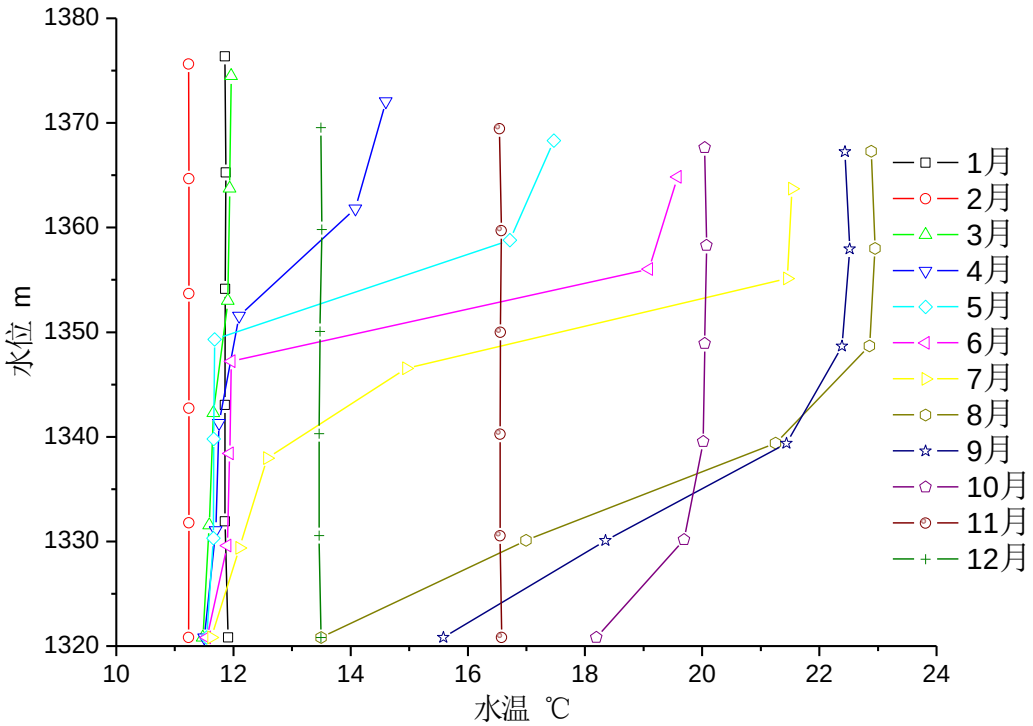


图 5.3.2-9 德厚水库枯水年逐月坝前水温分布

不同典型年库表和库底的水温对比情况如表 5.3.2-9 所示。由于取水量丰水年>平水年>枯水年，相应由于来流和取水造成的水库水量置换程度也是丰水年>平水年>枯水年，导致枯水年水库水温分层结构更为显著。

表 5.3.2-9 典型年坝前库表水温、库底水温对比情况表单位：℃

月份	丰水年 p=20%			平水年 p=50%			枯水年 p=90%		
	表层	库底	温差	表层	库底	温差	表层	库底	温差
1 月	12.2	12.2	0.0	12.1	12.1	0.0	11.9	11.9	-0.1
2 月	11.5	11.5	0.0	11.4	11.4	0.0	11.2	11.2	0.0
3 月	12.0	11.8	0.2	12.0	11.8	0.2	12.0	11.5	0.5
4 月	14.6	12.0	2.6	14.6	12.0	2.6	14.6	11.5	3.1
5 月	17.4	12.1	5.3	17.4	12.0	5.4	17.5	11.5	5.9
6 月	20.6	12.2	8.4	20.4	12.1	8.3	19.6	11.5	8.0
7 月	22.5	14.3	8.2	22.1	12.3	9.8	21.5	11.6	9.9
8 月	22.9	18.1	4.9	22.9	15.8	7.1	22.9	13.5	9.4
9 月	22.0	19.5	2.5	21.8	19.6	2.2	22.4	15.6	6.9
10 月	20.2	20.1	0.1	20.4	20.3	0.1	20.0	18.2	1.9
11 月	17.5	17.5	0.0	17.7	17.7	0.0	16.5	16.6	0.0
12 月	14.4	14.4	0.0	14.4	14.5	0.0	13.5	13.5	0.0
最小值	11.5	11.5	0.0	11.4	11.4	0.0	11.2	11.2	-0.1
最大值	22.9	20.1	8.4	22.9	20.3	9.8	22.9	18.2	9.9

（3）底孔取水下泄水温分析

底孔取水方式下，德厚水库水温在灌溉和鱼类繁殖季节 4 月和 7 月水温分层明显。下泄水温与天然水温相比，有 4.3~10.4℃的降幅，德厚水库存在低温下泄水的问题，坝下有黄龙坝灌区取水口，低温下泄水对灌溉和河流鱼类繁殖有较为

明显的影响。

表 5.3.2-10 典型年下泄水温与天然水温对比情况表单位：℃

月份	天然水温	丰水年 p=20%		平水年 p=50%		枯水年 p=90%	
		底孔下泄	温差	底孔下泄	温差	底孔下泄	温差
1 月	11.8	12.2	-0.4	12.1	-0.3	11.9	-0.1
2 月	12.3	11.5	0.8	11.4	0.9	11.2	1.1
3 月	14.0	11.9	2.1	11.9	2.1	11.6	2.4
4 月	16.5	12.2	4.3	12.1	4.4	11.7	4.8
5 月	19.0	12.3	6.7	12.3	6.7	11.7	7.3
6 月	21.0	12.5	8.5	12.4	8.6	11.9	9.1
7 月	22.5	15.6	6.9	12.5	10.0	12.1	10.4
8 月	22.7	18.9	3.8	17.2	5.5	17.0	5.7
9 月	21.0	20.0	1.0	20.4	0.6	18.3	2.7
10 月	18.8	20.2	-1.4	20.5	-1.7	19.7	-0.9
11 月	16.0	17.5	-1.5	17.7	-1.7	16.6	-0.6
12 月	13.0	14.4	-1.4	14.4	-1.4	13.5	-0.5
最小值	11.8	11.5	-1.5	11.4	-1.7	11.2	-0.9
最大值	22.7	20.2	8.5	20.5	10.0	19.7	10.4

5.3.2.5 分层取水方式水库下泄水温变化

（1）分层取水方式及取水口高程

为了解决底孔取水带来的低温下泄水问题，需要采用层取水方式。按照可行性研究报告设计方案，水库运行采用塔式四层固定分层取水方式，取水高程范围和取水口高程如图 5.3.2-10 和表 5.3.2-11 所示。按照调度规则，仅枯水年 5 月至 10 月份采用 2#取水口取水，其他水期各个月份均采用 1#表孔取水。

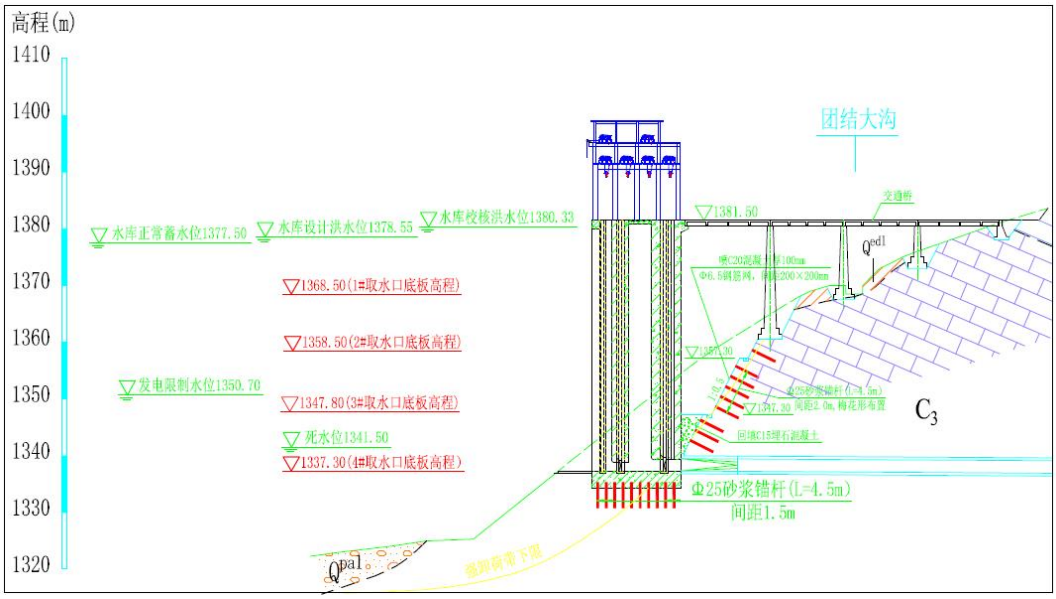


图 5.3.2-10 引水隧洞取水塔分层取水设施示意图

表 5.3.2-11 塔式固定分层取水方式

取水口编号	取水高程范围	底板高程
1#	1381.5-1368.5	1368.5
2#	1368.5-1358.5	1358.5
3#	1358.5-1347.8	1347.8
4#	1347.8-1337.3	1337.3

（2）分层取水下泄水温分析

分析比较水库水温结构分层的4月至10月份。根据塔式固定分层取水方式，对水库出水水温进行计算，结果表明，水库的滞温效应致使水库水温与天然河流水温趋势上存在相位差，即 1 月至 7 月水库水温低于天然河道水温，8 月至 12 月水库水温高于天然河道水温，分层取水方式下德厚水库下泄水温与天然河流水温对比见表 5.3.2-12。

下泄水温与取水口高程关系密切，采用分层取水方式后，与河流天然水温过程相比较，德厚水库下泄水温与坝址断面天然河流水温仍有一定差异，主要是变化是：1 月至 7 月份水库下泄水温低于河流水温，8 月至 12 月水库下泄水温高于河流水温。三个典型年分层取水效果见图 5.3.2-11 至图 5.3.2-13 所示。

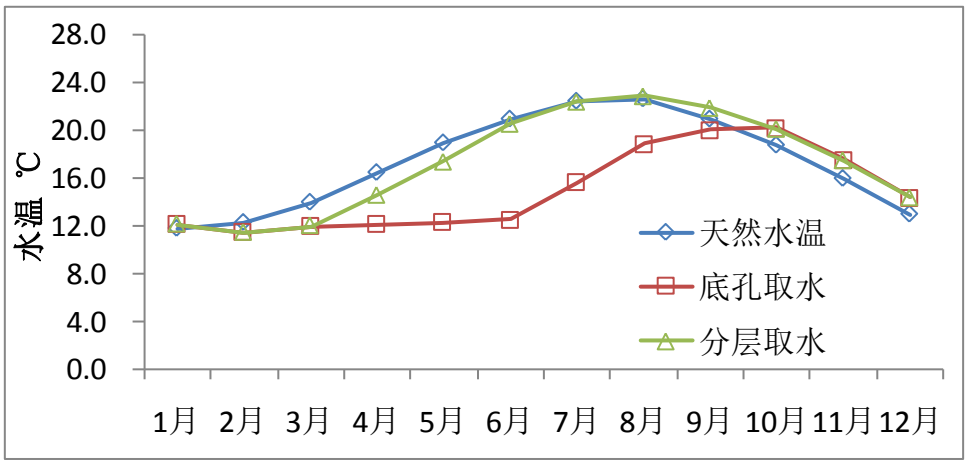


图 5.3.2-11 分层取水方式丰水年下泄水温与河流水温对比图

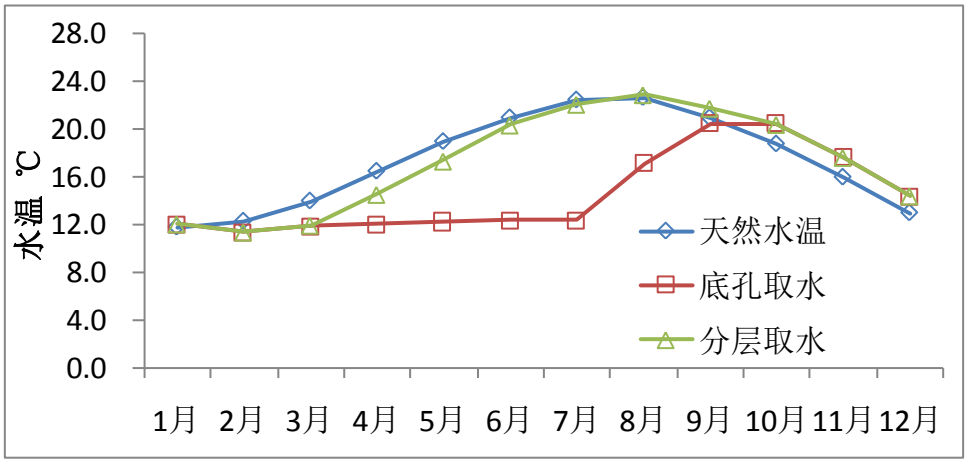


图 5.3.2-12 分层取水方式平水年下泄水温与河流水温对比图

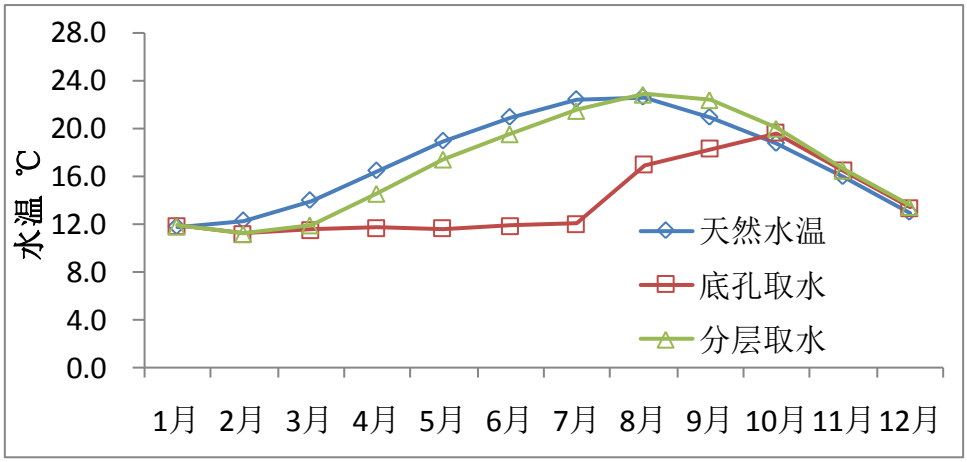


图 5.3.2-13 分层取水方式枯水年下泄水温与河流水温对比图

（3）分层取水方式的效果分析

底孔取水方式始终从 1337.3 的底孔取水；固定式分层取水方式，高水位时采用 1#表层进水口取水，低水位时采用 2#中层进水口取。对比底孔取水口取水和分层取水来看，因底孔取水口只能取到水库底层水，而分层取水时能够尽可能取到表层水，分层取水时水库下泄水温与天然水温更为接近，如表 5.3.2-13 所示。通过塔式固定分层取水方式，低温水下泄的状况明显缓解，与天然水温的温差由底孔取水的 8.5~10.4℃变为 2℃左右。

表 5.3.2-13 不同取水方式下泄水温与天然河道水温温差比较表单位：℃

月份	天然水温	丰水年		平水年		枯水年	
		底层	分层	底层	分层	底层	分层
1 月	11.8	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1
2 月	12.3	0.8	0.8	0.9	0.9	1.1	1.1
3 月	14.0	2.1	2.0	2.1	2.0	2.4	2.0
4 月	16.5	4.3	1.9	4.4	1.9	4.8	1.9
5 月	19.0	6.7	1.6	6.7	1.6	7.3	1.5
6 月	21.0	8.5	0.4	8.6	0.6	9.1	1.4
7 月	22.5	6.9	0.0	10.0	0.4	10.4	1.0
8 月	22.7	3.8	-0.2	5.5	-0.2	5.7	-0.2
9 月	21.0	1.0	-1.0	0.6	-0.8	2.7	-1.4
10 月	18.8	-1.4	-1.4	-1.7	-1.6	-0.9	-1.2
11 月	16.0	-1.5	-1.5	-1.7	-1.7	-0.6	-0.5
12 月	13.0	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-0.5	-0.5
最小值	11.8	-1.5	-1.5	-1.7	-1.7	-0.9	-1.4
最大值	22.7	8.5	2.0	10.0	2.0	10.4	2.0

表 5.3.2-12 不同取水方式下德厚水库下泄水温与河流水温对比表单位：℃

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	最小值	最大值
坝址天然水温			11.8	12.3	14	16.5	19	21	22.5	22.7	21	18.8	16	13	11.8	22.7
底孔取水方式	丰	下泄水温	12.2	11.5	11.9	12.2	12.3	12.5	15.6	18.9	20.0	20.2	17.5	14.4	11.5	20.2
		温差	-0.4	0.8	2.1	4.3	6.7	8.5	6.9	3.8	1.0	-1.4	-1.5	-1.4	-1.5	8.5
	平	下泄水温	12.1	11.4	11.9	12.1	12.3	12.4	12.5	17.2	20.4	20.5	17.7	14.4	11.4	20.5
		温差	-0.3	0.9	2.1	4.4	6.7	8.6	10.0	5.5	0.6	-1.7	-1.7	-1.4	-1.7	10.0
	枯	下泄水温	11.9	11.2	11.6	11.7	11.7	11.9	12.1	17.0	18.3	19.7	16.6	13.5	11.2	19.7
		温差	-0.1	1.1	2.4	4.8	7.3	9.1	10.4	5.7	2.7	-0.9	-0.6	-0.5	-0.9	10.4
塔式分层取水方式	丰	下泄水温	12.2	11.5	12.0	14.6	17.4	20.6	22.5	22.9	22.0	20.2	17.5	14.4	11.5	22.9
		温差	-0.4	0.8	2.0	1.9	1.6	0.4	0.0	-0.2	-1.0	-1.4	-1.5	-1.4	-1.5	2.0
	平	下泄水温	12.1	11.4	12.0	14.6	17.4	20.4	22.1	22.9	21.8	20.4	17.7	14.4	11.4	22.9
		温差	-0.3	0.9	2.0	1.9	1.6	0.6	0.4	-0.2	-0.8	-1.6	-1.7	-1.4	-1.7	2.0
	枯	下泄水温	11.9	11.2	12.0	14.6	17.5	19.6	21.5	22.9	22.4	20.0	16.5	13.5	11.2	22.9
		温差	-0.1	1.1	2.0	1.9	1.5	1.4	1.0	-0.2	-1.4	-1.2	-0.5	-0.5	-1.4	2.0

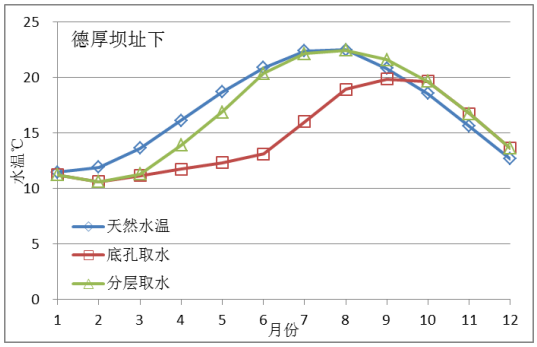
5.3.2.6 河道水温影响预测

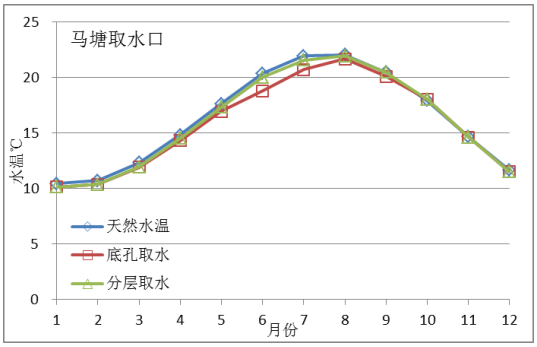
选择德厚库区、德厚坝址下、马塘取水口、马塘退水口下、灰土寨水源地及迷洒等 6 个断面，对德厚水库运行后库区及盘龙河河道水温变化情况进行分析。不同水文年各断面底孔取水、固定分层取水下泄水温与河流天然水温对比如图 5.3.2-14~5.3.2-16、表 5.3.2-14~5.3.2-16 所示。根据图表分析可知，丰、平、枯不同来水保证率下，德厚坝址下断面底孔取水下泄河道水温与天然水温最大温差分别为-8.4℃、-9.9℃、-10.2℃，温差最大月份分别为 6 月、7 月、7 月；采用分层取水后，丰、平、枯不同来水保证率下德厚坝址下断面河道水温与天然水温的最大温差均为-2℃，温差最大月份均为 3 月。对比分析发现，采取固定分层取水方式下泄水温后，德厚坝址下 3km 河道水温与天然河道水温更为接近。

随着务路河的汇入，在马塘取水口断面工程运行后河道水温与天然水温温差大大减小，丰、平、枯不同来水保证率下，德厚坝址下断面底孔取水下泄河道水温最大温差分别为-1.6℃、-3.2℃、-2.4℃，温差最大月份均在 6 月；采用分层取水后，丰、平、枯不同来水保证率下德厚坝址下断面水温的最大温差均小于 1℃。此时采用固定分层取水下泄方式后，下游河道至马塘取水口断面，河道水温与天然水温基本一致。

随着下游马过河、镰刀湾暗河及布都河等支流的汇入，下游河道水温进一步的恢复，至文山县城以下的迷洒断面采用底层取水方式下泄，河道水温与天然水温的温差也小于 1℃。

综合以上分析结果，采用底孔取水方式德厚水库下泄的低温水，至盘龙河迷洒河段水温与天然水温温差小于 1℃，此处水温基本恢复至天然水温；采用固定分层取水方式德厚水库下泄的低温水，至盘龙河马塘取水口河段水温与天然水温温差小于 1℃，水温基本恢复至天然水温，通过固定分层取水方式可有效的缓解低温水下泄的状况。





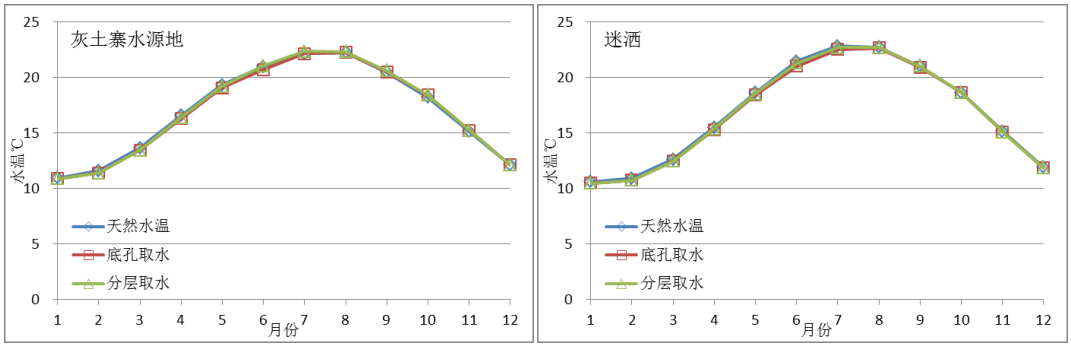


图 5.3.2-14 工程建设后（P=20%）不同断面水温过程

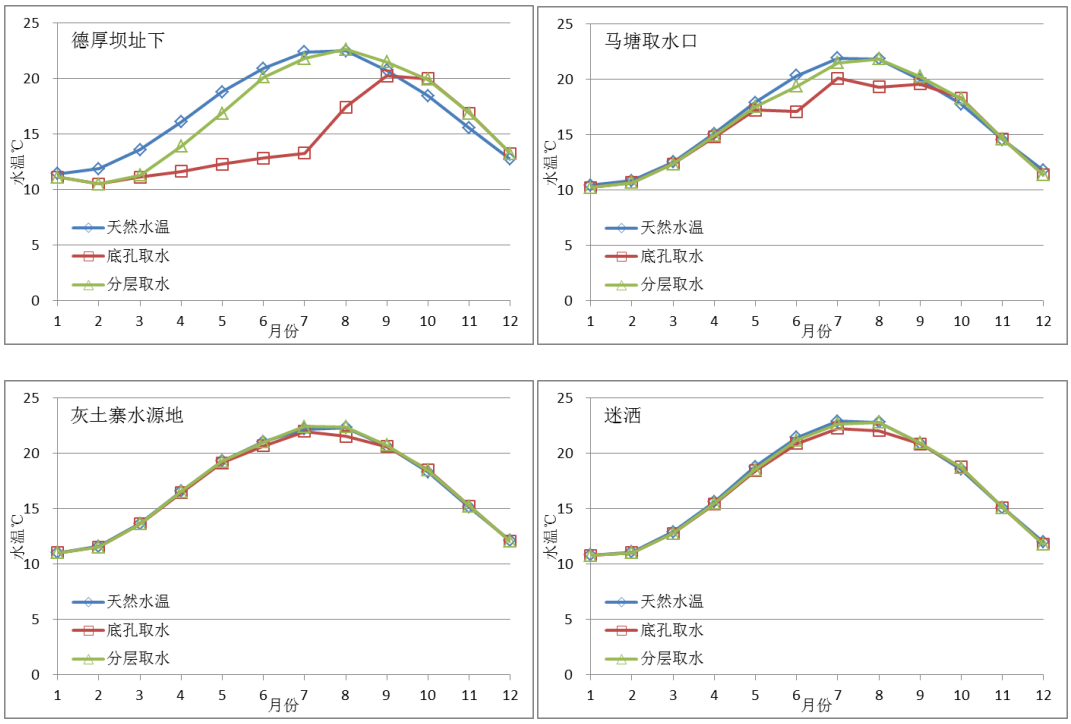
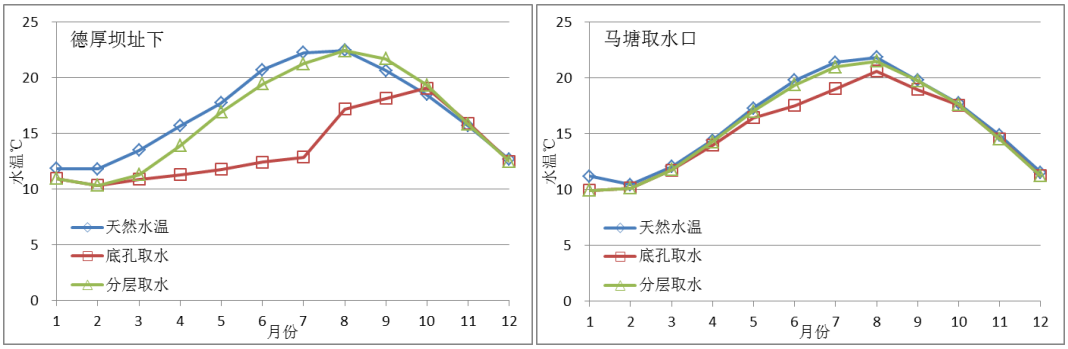


图 5.3.2-15 工程建设后（P=50%）不同断面水温过程



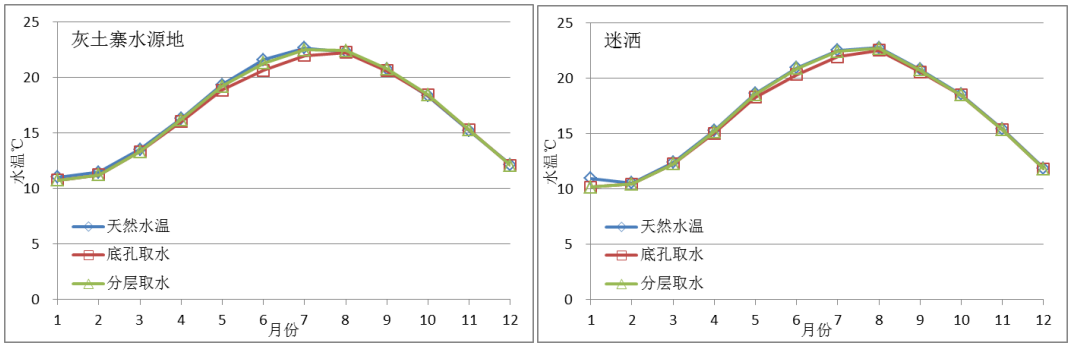


图 5.3.2-16 工程建设后（P=9%）不同断面水温过程

表 5.3.2-14 工程建设后（P=20%）不同断面水温过程单位：℃

月份	德厚坝址下			马塘取水口			马塘退水口下			灰土寨水源地			迷洒		
	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水
1 月	11.5	11.2	11.2	10.4	10.1	10.1	10.3	10.1	10.1	11.0	10.9	10.9	10.6	10.5	10.5
2 月	11.9	10.6	10.6	10.7	10.4	10.4	10.5	10.4	10.4	11.6	11.4	11.4	10.9	10.8	10.8
3 月	13.6	11.2	11.3	12.3	11.9	11.9	12.1	11.8	11.8	13.7	13.5	13.5	12.6	12.5	12.5
4 月	16.1	11.7	13.9	14.8	14.3	14.5	14.6	14.2	14.4	16.6	16.3	16.4	15.5	15.3	15.4
5 月	18.7	12.3	16.9	17.6	16.9	17.3	17.5	17.0	17.3	19.4	19.1	19.2	18.6	18.4	18.5
6 月	20.9	13.1	20.4	20.4	18.8	20.0	20.3	19.2	20.1	21.0	20.7	21.1	21.5	21.0	21.3
7 月	22.4	16.1	22.2	22.0	20.7	21.6	21.9	21.0	21.7	22.2	22.2	22.4	22.9	22.5	22.7
8 月	22.5	18.9	22.5	22.1	21.7	22.0	22.1	21.8	22.0	22.3	22.3	22.3	22.8	22.7	22.7
9 月	20.8	19.9	21.6	20.5	20.1	20.5	20.5	20.2	20.5	20.5	20.5	20.6	21.0	20.9	21.0
10 月	18.6	19.7	19.7	18.0	18.0	18.0	17.9	18.0	18.0	18.2	18.4	18.4	18.7	18.7	18.7
11 月	15.6	16.8	16.8	14.7	14.6	14.6	14.6	14.5	14.5	15.1	15.3	15.3	15.2	15.1	15.1
12 月	12.7	13.6	13.6	11.7	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	12.1	12.1	12.1	11.9	11.9	11.9
平均	17.1	14.6	16.7	16.3	15.8	16.0	16.1	15.8	16.0	17.0	16.9	17.0	16.9	16.7	16.8

表 5.3.2-15 工程建设后（P=50%）不同断面水温过程单位：℃

月份	德厚坝址下			马塘取水口			马塘退水口下			灰土寨水源地			迷洒		
	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水
1 月	11.5	11.2	11.2	10.5	10.3	10.3	10.4	10.3	10.3	11.0	11.0	11.0	10.8	10.8	10.8
2 月	11.9	10.5	10.5	10.9	10.7	10.7	10.7	10.6	10.6	11.6	11.5	11.5	11.1	11.0	11.0
3 月	13.6	11.2	11.3	12.6	12.4	12.4	12.3	12.2	12.2	13.7	13.6	13.6	12.9	12.8	12.8
4 月	16.1	11.7	13.9	15.1	14.8	14.9	14.9	14.6	14.8	16.6	16.5	16.5	15.6	15.4	15.5
5 月	18.8	12.3	16.9	17.9	17.2	17.5	17.7	17.2	17.5	19.3	19.2	19.3	18.8	18.4	18.6

6 月	20.9	12.9	20.2	20.3	17.1	19.4	20.3	18.4	19.8	21.1	20.7	21.1	21.5	20.9	21.2
7 月	22.4	13.3	21.8	21.9	20.1	21.5	21.8	20.4	21.5	22.2	22.0	22.4	22.9	22.3	22.7
8 月	22.5	17.5	22.7	21.8	19.3	21.8	21.8	19.8	21.8	22.3	21.6	22.4	22.8	22.1	22.8
9 月	20.8	20.2	21.5	20.0	19.6	20.3	20.1	19.8	20.3	20.7	20.6	20.7	20.9	20.9	21.0
10 月	18.5	20.0	19.9	17.8	18.3	18.3	17.7	18.2	18.2	18.3	18.5	18.5	18.6	18.8	18.8
11 月	15.6	16.9	16.9	14.6	14.6	14.6	14.4	14.5	14.5	15.2	15.3	15.3	15.1	15.1	15.1
12 月	12.7	13.3	13.3	11.8	11.4	11.4	11.7	11.4	11.4	12.1	12.1	12.1	12.0	11.8	11.8
平均	17.1	14.2	16.7	16.3	15.5	16.1	16.2	15.6	16.1	17.0	16.9	17.0	16.9	16.7	16.8

表 5.3.2-16 工程建设后（P=90%）不同断面水温过程单位：℃

月份	德厚坝址下			马塘取水口			马塘退水口下			灰土寨水源地			迷洒		
	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水	天然水温	底孔取水	分层取水
1 月	11.9	11.0	11.0	11.2	9.9	9.9	11.2	9.9	9.9	11.0	10.8	10.8	11.0	10.2	10.2
2 月	11.8	10.4	10.4	10.5	10.2	10.2	10.2	10.1	10.1	11.5	11.2	11.2	10.6	10.5	10.5
3 月	13.5	10.9	11.3	12.1	11.8	11.8	11.8	11.6	11.6	13.5	13.3	13.3	12.4	12.3	12.3
4 月	15.7	11.3	13.9	14.4	14.0	14.3	14.2	13.8	14.1	16.3	16.0	16.2	15.3	15.0	15.2
5 月	17.7	11.8	16.9	17.3	16.4	17.0	17.1	16.3	16.9	19.3	18.9	19.2	18.6	18.3	18.6
6 月	20.7	12.4	19.5	19.8	17.5	19.4	19.7	18.1	19.5	21.6	20.7	21.3	21.0	20.3	20.9
7 月	22.3	12.9	21.3	21.4	19.0	21.0	21.3	19.7	21.1	22.7	22.0	22.5	22.5	21.9	22.4
8 月	22.5	17.2	22.4	21.9	20.6	21.5	21.8	21.0	21.6	22.3	22.3	22.4	22.8	22.5	22.7
9 月	20.7	18.2	21.7	19.8	19.0	19.8	19.7	19.1	19.7	20.8	20.6	20.8	20.8	20.6	20.8
10 月	18.5	19.1	19.3	17.7	17.6	17.6	17.7	17.6	17.6	18.4	18.4	18.5	18.6	18.5	18.5
11 月	15.7	15.9	15.8	14.9	14.6	14.5	14.8	14.6	14.6	15.2	15.3	15.3	15.4	15.3	15.3
12 月	12.7	12.5	12.5	11.6	11.2	11.2	11.4	11.3	11.3	12.2	12.1	12.1	11.9	11.8	11.8
平均	17.0	13.6	16.3	16.0	15.2	15.7	15.9	15.3	15.7	17.1	16.8	17.0	16.7	16.4	16.6

5.3.3 水库富营养化预测分析

德厚水库建成后，库区将淹没周边耕地和林地，淹没土地若不妥善清理，蓄水后淹没区浸出物（主要为氮、磷、有机物）易造成库区水体污染，不利于库区水质保护。

（1）水库成库后水质影响预测

本次评价选择总磷和总氮作为运行期德厚水库水质预测指标，以河道总氮、总磷检测值作为现状水质指标，与水库建设后总氮、总磷预测指标进行比较，预测运行期德厚水库水质变化情况。

1）模型选用

水库水质表征因子主要为N、P的浓度变化，采用获隆模型方程对建库后的T-P、T-N浓度进行预测。

获隆模型方程：

$$c = \frac{L(1-R)}{\rho \cdot H} \quad (5.3.3\text{-}1)$$

式中：L—湖（库）单位面积年磷（氮）负荷量，g/（㎡·a）；

R—湖（库）磷（氮）滞留系数，1/α，$R = 1 - \frac{W_{出}}{W_{入}}$；

ρ—水力冲刷系数，1/α，$\rho = \frac{Q_{入}}{V}$；

$W_{出}$、$W_{入}$—入、出湖（库）年磷（氮）量，kg/a；

根据2013年9月24日对德厚坝址断面的水质监测成果，采用总磷、总氮监测值为现状浓度，总氮为2.152mg/L、总磷为0.036mg/L。

2）计算结果

德厚水库多年平均来水量为1.90亿m³，水库总库容为11347万m³，正常蓄水位对应的水面面积677.9万㎡，水库平均水深13.7m，德厚水库投入运行后，总供水量9587万m³，其中生活供水2235万m³，工业供水4336m³，农业供水3016万m³，弃水4428万m³，此外还下放生态用水3786万m³，因此总的出库水量是17801万m³。德厚水库成库后总磷、总氮预测浓度见表5.3-8。

表5.3-8　德厚水库成库后总氮、总磷预测成果表

库区	Q（亿m³/a）	A(万㎡)	C_0（mg/L）	H（m）	V（万m³）	P（g/m³）
总氮	1.90	677.9	2.152	13.7	11347	1.452
总磷			0.036			0.024

通过计算可知，德厚水库建成后，多年平均总氮浓度为 1.452mg/L（g/m³），总磷浓度为 0.024mg/L（g/m³）。预测结果中总磷浓度满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准中总磷浓度 0.05 mg/L（湖、库）的要求，总氮浓度超过了《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准中总氮浓度 1.0 mg/L 的要求。水库建成后，总氮和总磷浓度预测值比现状值偏低，水库建设总磷指标对库内水质的影响不大，但总氮超标会对库区水质带来不利影响，因此须对库区开展污染防治规划消减上游来水总磷、总氮的浓度。

（2）水体富营养化分析

水体富营养化是指在人类活动影响下，生物所需的氮、磷等营养物质大量进入湖泊、河口、海湾等缓流水体，引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖，水体溶解氧量下降，水质恶化，鱼类及其他生物大量死亡的现象。在自然条件下，湖泊也会逐渐从贫营养向营养状态过渡，不过这种自然过程非常缓慢，而人为排放含营养物质或由水利建设造成水文情势变化所引起的水体富营养化则易在较短时间内出现。

水体富营养化是诸多因子共同作用的结果，各因子间的相互关系较复杂。环境因子中的水体流速、气温、日照时间等是决定富营养化发生的基本条件，而氮、磷等营养物质浓度升高则是藻类大量繁殖的原因，也是相对较容易表征的指标。水库运行后库区形成静水区域，水体流速较原河道变缓，水体水温分层；德厚水库工程区属于亚热带低纬度高原气候，多年平均气温为 19.1℃，区域静水水域具备藻类繁殖的气候、水温条件。

根据 2013 年 9 月 24 日和 2013 年 12 月 31 日的水质监测结果，所选取的地表水 15 个监测断面 30 个（同一监测断面分别监测丰水期、枯水期）监测结果中仅有稼依水库坝前断面枯水期水质满足《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准，其余 29 个断面监测值均超过了Ⅲ类标准。其中总氮、总磷和粪大肠菌群超标原因主要为农田面源污染，水库库区内及坝址处铁、锰等重金属元素超标主要因为德厚河、咪哩河上游分布的工业点源污染和鸡窝矿偷采造成的水质超标。

根据收集的德厚水库汇水区污染源调查资料，德厚水库坝址以上流域涉及红甸乡，德厚镇，马塘镇，薄州镇（原乐诗冲乡）4 个乡镇 24 个行政村，现有人口 6.32 万人，人口密度 112 人/km^2，耕地 28.82 万亩，大小牲畜 10.44 万头（大牲畜 2.088 万头、小牲畜 8.325 万头）。通过计算;/'.可知，德厚水库汇水区内，每年共产生 2884.44t COD，576.69t 氨氮。德厚水库建成蓄水后由预测可知，多年平均总氮浓度为 1.452mg/L（g/m³），总磷浓度为 0.024mg/L（g/m³），对比湖（库）营养状态评价标准，水库处于中营养状态。因此水库工程的建设存在引起库区局部水体富营养化的可能性，但水库汇水区的水质受上游农业面源污染源的影响，汛期由于农田土壤的淋溶作用导致土壤营养物质流失，可能出现农田面源污染加大而导致汛期水质

比枯季水质差的情况，也可能在水库库区水流缓慢处出现局部的富营养化现象。考虑到水库供水安全，应做好库区水质保护及蓄水前淹没土地的清理工作，在投入运行后水库管理所及相关部门应该着力于控制汇水区周边农业及农村生活污染源排放，并采取监管措施，确保供水稳定不对居民生产生活造成不利影响。

5.4 地下水环境影响预测评价

5.4.1 预测方法

5.4.1.1 概念模型

本项目地下水模拟预测采用 GMS 软件进行。由于本项目模拟区为岩溶发育区，且涉及较多涉重污染源，实际采用了对处理实际复杂边界条件问题更有效的概念模型法来建立 MODFLOW 地下水数值模拟的模型、，即采用 GIS 工具建立模拟区域的三维模型，然后把边界条件等数据拷贝至三维模型中。

5.4.1.2 数值模型

对于大型地下水流问题，需把整个渗流区进行空间离散化处理。本项目采用了有限差分法把渗流区分割成若干个的小块或称单元，并根据实际情况，对各单元选取合适的水文地质参数，从而表现渗流区域在几何上的不规则形状和在水文地质上的非均质性。对于非稳定流还需对时间做离散化处理，将时间划分成若干个时段。

有限差分法把描述未知变量（一般为水位）在整个研究区上的连续分布的偏微分方程转变为离散分布的有限个代数方程，这些方程与定解条件一起组成方程组，利用显式有限差分法、隐式有限差分法、交替方向隐式法等方法可以得到方程组的解，这些解即为渗流区中离散点（单元的公共顶点或中心点）上未知量满足某种精度的近似值，其精度主要取决于单元格划分的精细程度。

（1）偏微分方程

三维潜水含水层地下水稳定流运动方程：

$$\frac{\partial}{\partial x}(K_{xx}\frac{\partial H}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(K_{yy}\frac{\partial H}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(Kzz\frac{\partial H}{\partial z})=0 \qquad (5.4.1\text{-}1)$$

其中：Kxx—x 方向渗透系数主值，m/d；

Kyy—y 方向渗透系数主值，m/d；

Kzz—z 方向渗透系数主值，m/d；

H—潜水含水层水头，m。

三维对流—弥散方程:

$$\frac{\partial c}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}(D_{xx}\frac{\partial c}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(D_{yy}\frac{\partial c}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(Dzz\frac{\partial c}{\partial z})-\frac{\partial(u_x c)}{\partial x}-\frac{\partial(u_y c)}{\partial y}-\frac{\partial(u_z c)}{\partial z} \quad (5.4.1\text{-}2)$$

其中：Dxx—纵向弥散系数主值；

Dyy—横向弥散系数主值；

Dzz—横向弥散系数主值；

c—溶质浓度，mol/l

u—实际平均流速，m/s。

（2）定解条件

解上述偏微分方程需要一系列条件，分别为初始条件和边界条件，初始条件为零时刻的边界条件。

1）第一类边界（已知水头边界）

$$H(x,y,z,t)\big|_{S_i}=\varphi_i(x,y,z,t),(x,y,z)\in S_i \quad (5.4.1\text{-}3)$$

其中，$H(x,y,z,t)$表示三维条件下边界段S_i上点(x,y,z)在 t 时刻的水头，$\varphi_i(x,y,z,t)$是S_i上的已知函数。

2）第二类边界（已知流量边界）

$$K\frac{\partial H}{\partial n}\big|_{S_i}=q_i(x,y,z,t),(x,y,z)\in S_i \quad (5.4.1\text{-}4)$$

其中，n 为边界S_i的外法线方向。q_i为已知函数，表示S_i上单位面积的侧向补给量。

3）第三类边界（混合边界）

$$\frac{\partial H}{\partial n}+\alpha H=\beta \quad (5.4.1\text{-}5)$$

其中，α、β为已知函数。

（3）岩溶区水文地质参数的选取

1）渗透系数

由于岩溶是在裂隙的基础上发育形成的，根据岩溶学理论，宏观的岩溶形态与微观的岩溶裂隙都是统一的区域构造应力场作用于同类岩石的产物，具有共同的岩石物理力学性质及溶蚀机制，使得宏观岩溶形态与微观裂隙的渗透张量之间存在着

相似性与对应性，从而岩溶洼地的形态特征是地下岩溶裂隙各渗透方向上渗透主值在地表上的表征，其中，在地表上的岩溶形态的长轴即为地下裂隙渗透张量的 Kx，短轴为 Ky，而其深度则是渗透张量垂向上渗透主值 Kz 的一半。为此，通过抽水试验等可以确定当地的渗透系数，而通过测量岩溶洼地的长轴、短轴及深度等形态特征，则可以获得渗透张量各组分之间的关系。从而，通过研究评价区内各单元的地层岩性、构造发育状况，并进行抽水实验等，就可以对评价区各单元的渗透系数进行合理的设定。

专题单位对德厚河、咪哩河流域内的 34 个岩溶洼地的形态进行了测量，得到了石炭系岩溶洼地（主要分布在德厚河流域）及三叠系岩溶洼地（主要分布在咪哩河流域）内的岩溶形态规律方程：

石炭系渗透张量：

$$\begin{cases} Ky = 0.7073Kx \\ Kz = 0.1319Kx \end{cases} \quad (5.4.1\text{-}6)$$

三叠系渗透张量：

$$\begin{cases} Ky = 0.7086Kx \\ Kz = 0.2605Kx \end{cases} \quad (5.4.1\text{-}7)$$

式中 Kx、 Ky、 Kz 即为各方向上的渗透张量。

渗透系数的获取则根据抽水实验结果，并将抽水试验钻孔概化为井壁进水的潜水不完整井，经计算获得渗透系数，并与前人研究资料相互印证，获得石炭系灰岩渗透系数 0.4~2.8m/d，三叠系灰岩渗透系数 0.04~2.91 m/d，而金驰砒霜厂处所处的永宁镇组渗透系数为 1.44m/d，详细计算过程见地下水专题报告。

2）降雨入渗系数

降水入渗补给的量化计算是进行地下水有效模拟和水量平衡计算的先决条件。采用水均衡原理，利用具有可靠的年降雨量及地下水泄流量监测数据的 2008 年数据，获得区域降雨入渗系数为 0.039~0.400。

3）弥散度

专题单位选用 NaCl 作为示踪剂，在 2015 年 2 月 3 日、2 月 9 日采用瞬时投入法，对兆龙及盛禾进行了研究区的弥散实验，经计算，获得了盛禾纵向弥散度为 8.375m，盛禾横向弥散度为 2.37m；兆龙纵向弥散度为 4.4m，兆龙横向弥散度为 0.274m。

4）给水度

现场取得岩心样后，进行了实验室测定岩体平均重力给水度，及现场形态测量

岩溶裂隙率两种方法测定给水度。其中，岩体平均重力给水度为 0.04718，平均裂隙率为 0.04726，二者差别极小。

5.4.2 德厚河及咪哩河水文地质单元地下水模型的建构验证

5.4.2.1 德厚河上游地下水流场概念模型

德厚河流域地质构造上位于季李寨山字形构造区、杨柳河背斜北部倾伏端，分布面积约 251.02km^2。流域内主要出露泥盆系东岗岭组（D_2d）、石炭系（C）和二叠系栖霞茅口组（P_1）较纯厚层块状灰岩，区内岩溶发育。经前人研究资料，库区区域内石炭系强岩溶发育下限在 1260m，二叠系强岩溶发育下限在 1290m，深部岩溶发育强度较低，而此范围内地面标高在 1460m 左右，因此确定含水层厚度为 200m。

德厚河岩溶水文地质单元内径流主要来自大气降水，流域内地表河流少见，大气降水多快速进入地下岩溶含水层，并以岩溶地下河、岩溶大泉的方式在德厚河河谷两侧出露，并补给德厚河，属于典型的岩溶地下水补给型山区河流。

根据德厚河岩溶水文地质单元的水文地质条件，将地层岩性明显变化处和分水岭作为边界，其中，德厚河水文地质单元西北侧以地表分水岭作为定流量边界，西南侧选取坡折落组（D_2p）地层与东岗岭组（D_2d）地层接触界面作为隔水边界，南部选取断层 F_{10}—坡折落组（D_2p）地层与东岗岭组（D_2d）地层接触界面—地表分水岭作为隔水边界，南东部以非可溶性二叠系玄武岩（$P_2\beta$）、煤系地层（P_2L）作为系统隔水边界，北部以 T_1f、T_2f 碎屑岩、非可溶性二叠系玄武岩（$P_2\beta$）与碳酸盐岩岩溶含水层接触带作为隔水边界，北部北东以文麻区域深大断裂（F_1）阻水断裂作为其与稼依河下游岩溶水文地质单元的隔水边界。由此，将整个模型概化为一个封闭的潜水含水层，不考虑其他含水层对潜水含水层的垂向补给，仅考虑降雨入渗、泉排泄以及河流与含水层之间的补给关系。根据边界所在位置、地形数据、钻孔揭露岩层厚度，建立潜水含水层块体。模型面积约 290km^2。

5.4.2.2 德厚河上游地下水流场数值模型

（1）网格剖分

将德厚河水文地质单元隔水边界圈围的潜水含水层作为模型研究区域，建立一个 26000×29510×200m 的模拟区，剖分成 100×100×1 的网格，模型有效面积 290km^2。依概念模型中所述，对模型边界进行赋值。将隔水边界定为流量为零的定流量边界，将德厚河定位定水头边界，具体剖分情况见图 5.4.2-1。

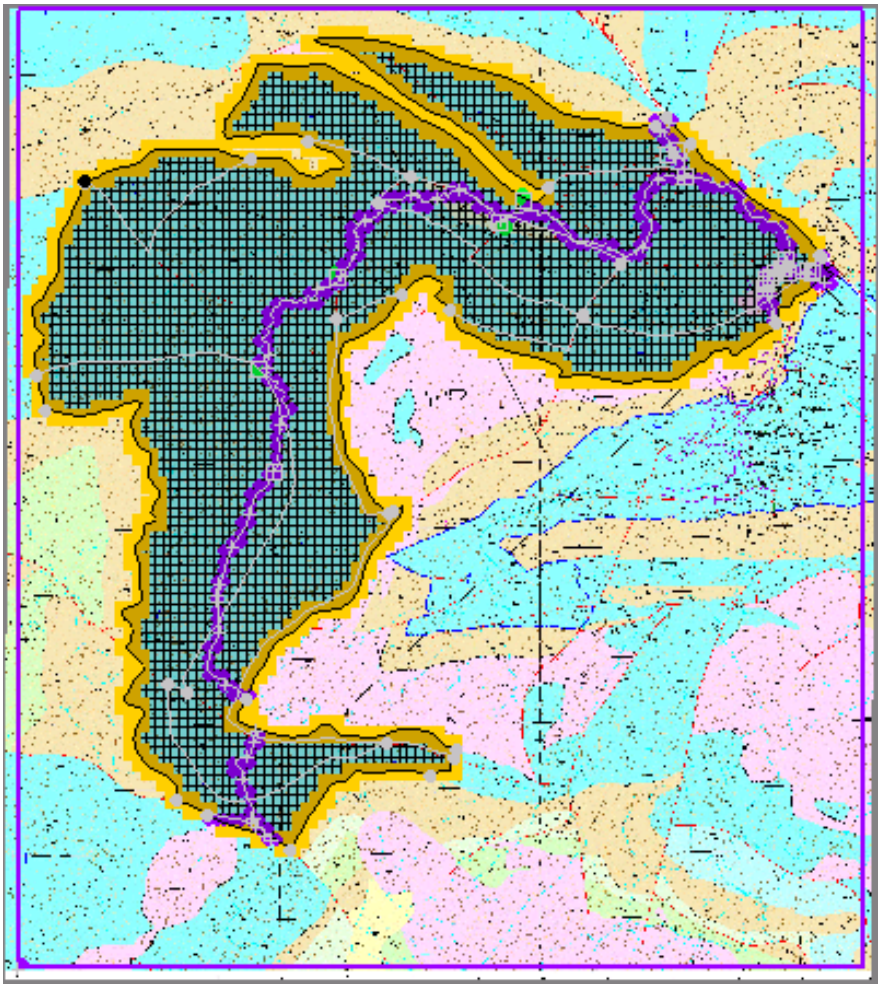


图 5.4.2-1　模型网格剖分示意图

（2）源汇项

1）补给项

区域地下水主要接受降水补给，据统计文山市德厚镇降水量为 918.98mm/a，当地降水入渗系数为 0.42，由此可计算出降水补给地下水的量为 0.001056mm/d。依据经验值和统计数据，区域降雨入渗系数为 0.039～0.419。

2）排泄项

本区地下水排泄方式主要为泉排泄及向河流排泄两种方式，泉点高程通过野外调查与读图相结合的方式获得。

（3）参数分区

1）渗透系数

参考研究区地层岩性、构造发育状况，依据砒霜厂区抽水试验、水库库区抽放水试验等计算渗透系数情况，将模拟区分为 9 个小区域分别进行参数赋值（图 5.4.2-2）。本次模拟将地下水流考虑为最接近真实情况的三维流动，渗透系数按渗透主轴向分为 Kx、Ky、Kz 分别赋值，其中具体 Ky= aKx，赋值情况见表 5.4.2-1。

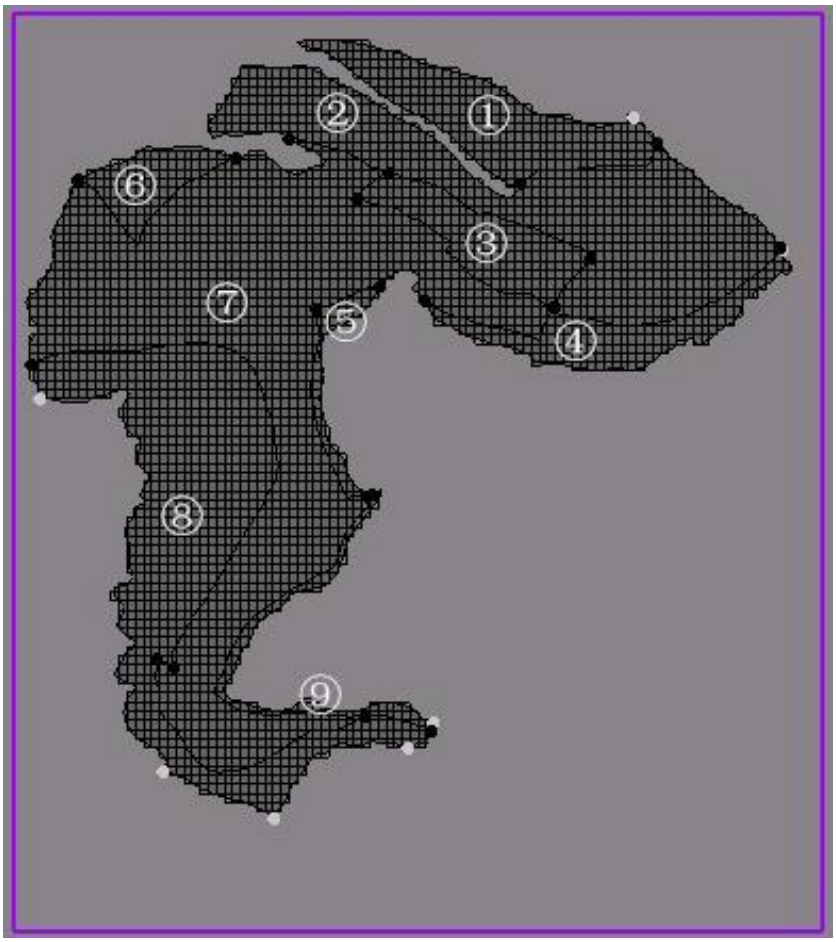


图 5.4.2-2　渗透系数分区图

表 5.4.2-1　渗透系数分区表

序号	标志地名	Kx（m/d）	a　(Ky= a·Kx)	Kz(m/d)
1 区	小明湖—茅草冲	2.64	0.7386	0.1288
2 区	感古	1.8		0.2285
3 区	坝头—季里寨	1.6		0.22285
4 区	菠萝腻上寨	1.8		0.2285
5 区	清水塘—石头寨	1.6		0.2285
6 区	以诺多	1.8		0.2285
7 区	马底—母鸡冲	2.18		0.2285
8 区	羊皮寨	2.1		0.2285
9 区	菲白	1.8		0.2288

2）给水度，取为 0.04718。

（3）稳定场模型建立

整个水文地质单元没有大型水源地或其他用途大抽水量的抽水井，所以可以认为单元内地下水处于天然状态，即可以用稳定流来模拟本区地下水。据已有资料，所以模型初次建立时，采用潜水含水层稳定流模型。

依据 ZK30、ZK34、ZK35、ZK39 的水位观测资料，建立研究区稳定流拟合模型（图 5.4.2-3）。钻孔观测水位拟合详细情况统计如表 5.4.2-2。

表 5.4.2-2 稳定流模型拟合情况表

钻孔编号	观测水位（m）	计算水位（m）	绝对误差（m）	误差百分比（%）
ZK30	1322.3	1324	2.3	0.17
ZK34	1370.4	1368	1.6	0.12
ZK35	1328.42	1325	3.42	0.26
ZK39	1325.52	1323	2.52	0.19

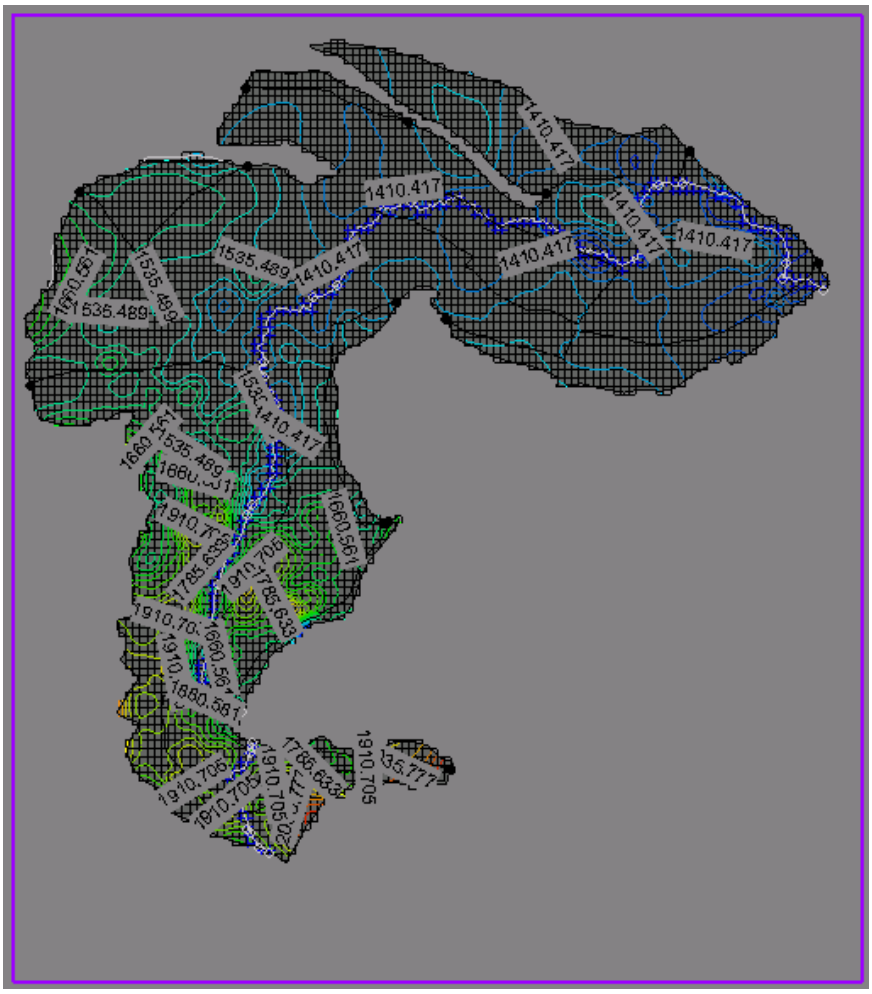


图 5.4.2-3 稳定流流场

由模型可以看出，德厚河流域地下水由河流两侧向河流排泄，整体由南向北流动，在德厚镇转由西向东流动。由于观测数据本身与实际水头也存在相对误差，所以认为该模型基本能反映相应条件下的地下水流场。

5.4.2.3 咪哩河上游地下水流场概念模型

咪哩河流域，地质构造上位于祭天坡—马塘向斜中部抬起端及北翼，流域内主要出露三叠系永宁镇组（T_1y）薄—中层状灰岩、含泥质灰岩，局部有个旧组（T_1g）厚层块状灰岩、白云质灰岩。岩溶发育总体较弱～中等，地表沟谷相对发育，上游有多个地表河溪发育，汇集后于构造破碎带以落水洞的方式集中补给地下含水层，

然后在中、下游出露地表（形成地表河——地下河——地表河的岩溶水循环方式），成为咪哩河的主要水源。径流主要来自大气降水，大气降水多快速进入地下岩溶含水层，并以岩溶地下河、岩溶泉的方式在咪哩河河谷两侧出露并补给德厚河，属于典型的岩溶地下水补给型山区河流。本模型选取咪哩河岩溶水文地质单元地层岩性明显变化处和分水岭作为边界，具体为：模型北侧选取仙关组（T_1f）地层与永宁镇组（T_1y）地层接触界面作为隔水边界，模型西侧、南西侧选取峨眉山组（$P_2\beta$）、飞仙关组（T_1f）地层与永宁镇组（T_1y）地层接触界面作为定隔水边界，南东部选取法郎组（T_2f）地层与个旧组（T_2g）地层接触界面作为隔水边界，东侧以文麻区域深大断裂（F_1）阻水断裂作为隔水边界。由此，将整个模型概化为一个封闭的潜水含水层，不考虑其他含水层对潜水含水层的垂向补给，仅考虑降雨入渗、泉排泄以及河流与含水层之间的补给关系。根据边界所在位置、地形数据、钻孔揭露岩层厚度，建立潜水含水层块体，模型面积约 70km^2。

5.4.2.4 咪哩河流域地下水流场数值模型

（1）网格剖分

将咪哩河流域三叠系永宁镇组（T_1y）及个旧组（T_2g）含水层组由仙关组（T_1f）碎屑岩、峨眉山组玄武岩（$P_2\beta$）、地表分水岭、法郎组（T_2f）碎屑岩、和文麻大断裂 F1 作为边界所围成的区域作为研究对象，建造一个 19000 m×12000m×350m 模拟区，剖分成 50×50×1 个单元格，模拟区有效面积约为 70km^2。依前所述，对各边界赋值，把隔水边界设置为流量 0m^3/d，具体剖分情况见图 5.4.2-4。

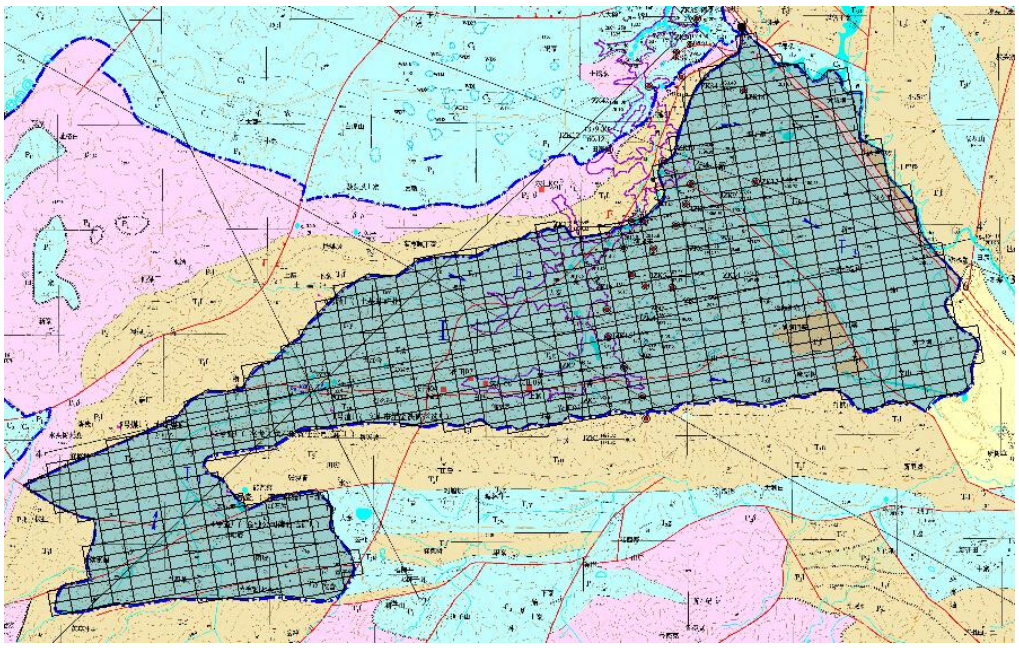


图 5.4.2-4　模型网格剖分示意图

（2）水文地质参数

1）渗透系数

依据抽水试验计算出三叠系渗透系数，得出砒霜厂所属范围内永宁镇组渗透系数为 1.44m/d。据前人研究资料：区域渗透系数 0.1~2.4m/d。参考计算渗透系数情况以及区域渗透系数，将模拟区分为 10 个小区域分别进行参数赋值（图 5.4.2-5）。本次模拟将地下水流考虑为最接近真实情况的三维流动，渗透系数按渗透主轴向分为 K_x、K_y、K_z 分别赋值，其中具体 $K_y= aK_x$，赋值情况见表 5.4.2-3。

2）降雨入渗系数与德厚河流域模型一致，取为 0.039～0.419。

3）给水度与德厚河流域模型一致，取为 0.04718。

表 5.4.2-3 渗透系数分区表

序号	标志地名	Kx（m/d）	a (Ky= a·Kx)	Ky(m/d)
1 区	童子营—以哈底	1.15	0.6913	0.794995
2 区	红石岩	1.1		0.76043
3 区	大凹子	1.25		0.864125
4 区	双胞塘—大红舍	1.28		0.884864
5 区	捏黑	1.3		0.89869
6 区	河尾子	1.35		0.933255
7 区	他德	1.29		0.891777
8 区	独家寨—麻栗树	1.22		0.843386
9 区	塘子寨	1.26		0.871038
10 区	十里桥道班	1.3		0.89869

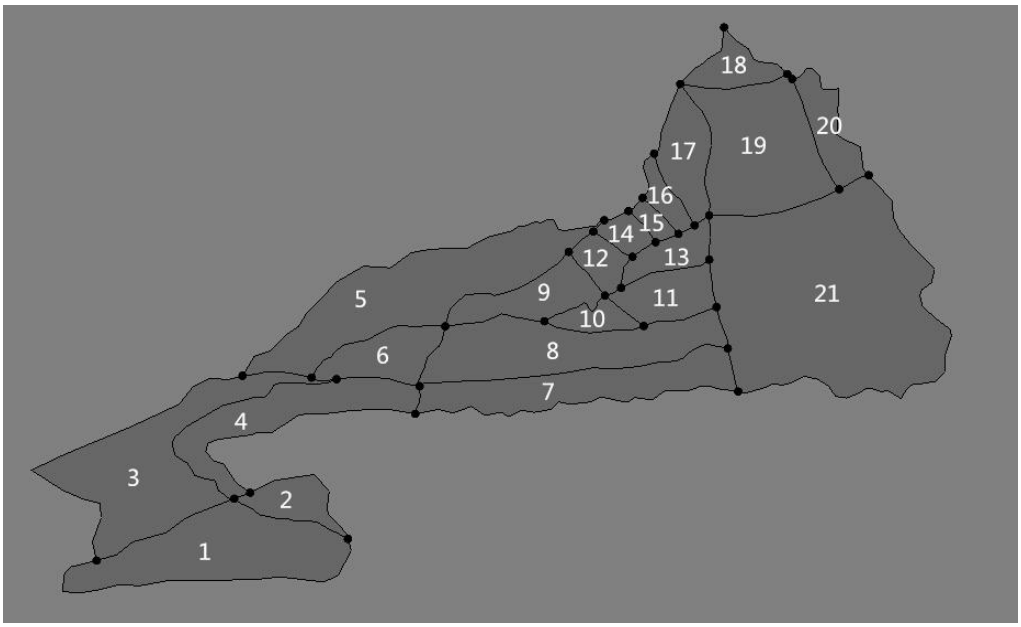


图 5.4.2-5 渗透系数分区图

（3）稳定场模型建立

整个水文地质单元没有大型水源地或其他用途大抽水量的抽水井，所以可以认为单元内地下水处于天然状态，即可以用稳定流来模拟本区地下水。据已有资料，所以模型初次建立时，采用潜水含水层稳定流模型（图 5.4.2-6）。德厚水库蓄水之前地下水总体自南向北、自西向东运移。

依据防渗帷幕上钻孔 JZK2、JZK3、JZK4、JZK5、JZK6、JZK7、ZK8、ZK9、ZK10、ZK12、ZK14、ZK15、ZK16、ZK17、ZK18 的水位观测资料，作为模型验证依据。钻孔观测水位拟合详细情况统计如表 5.4-4。在 JZK2、JZK3、JZK4、JZK6、JZK7、JZK8、JZK9、JZK12、JZK16、JZK17、JZK18 附近观测孔拟合程度较高，JZK3、JZK4、JZK12、JZK18 几乎无误差，在 JZK5、JZK6、JZK14、JZK15 附近，误差稍大，JZK5、JZ14 和 JZK15 差值最大，分别为 2.562m、2.684m 和 2.551m。各个观测孔处计算水位均在设定误差范围内。由于观测数据本身与实际水头也存在相对误差，所以认为该模型基本能反映相应条件下的地下水流场。

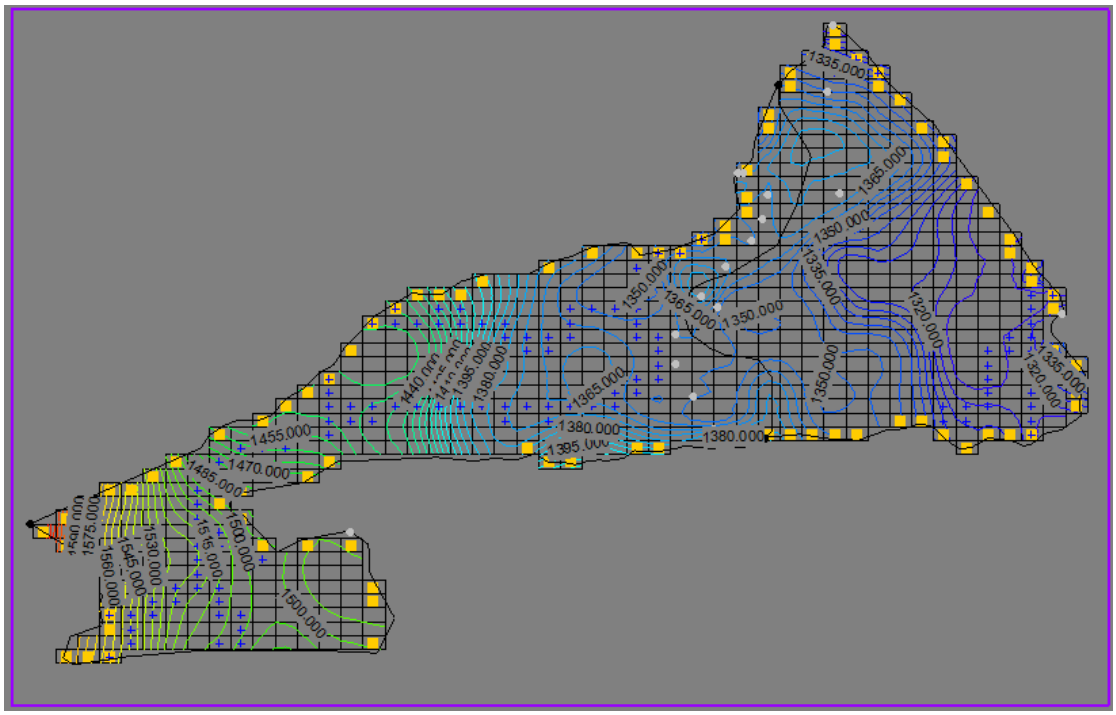


图 5.4.2-6 咪哩河流域地下水流场模拟

表 5.4.2-4　稳定流模型拟合情况表

钻孔编号	观测水位（m）	计算水位（m）	绝对误差（m）
JZK2	1359.74	1360.392	0.652
JZK3	1359.33	1359.245	0.085
JZK4	1360.06	1360.166	0.106
JZK5	1359.5	1356.938	2.562
JZK6	1364.76	1363.509	1.251
JZK7	1358.86	1359.203	0.343

JZK8	1362.1	1361.146	0.954
JZK9	1363.53	1363.855	0.325
JZK12	1368.18	1368.327	0.147
JZK14	1336.5	1339.184	2.684
JZK15	1358.7	1361.251	2.551
JZK16	1354.4	1354.762	0.362
JZK17	1350.95	1351.775	0.825
JZK18	1346.1	1346.036	0.063

5.4.3 运行期地下水环境影响预测

5.4.3.1 德厚河上游地下水流场预测

水库蓄水之后，库区范围内水头升高为 1377.5m，形成定水头边界，地下水天然流场发生变化（见图 5.4.3-1），研究区范围及面积依旧与地下水流场现状模拟相同，区域上的水文地质参数也未发生改变，因此，预测模型的有效计算面积及参数分区依旧与水库建成之前的地下水流场模型一致。

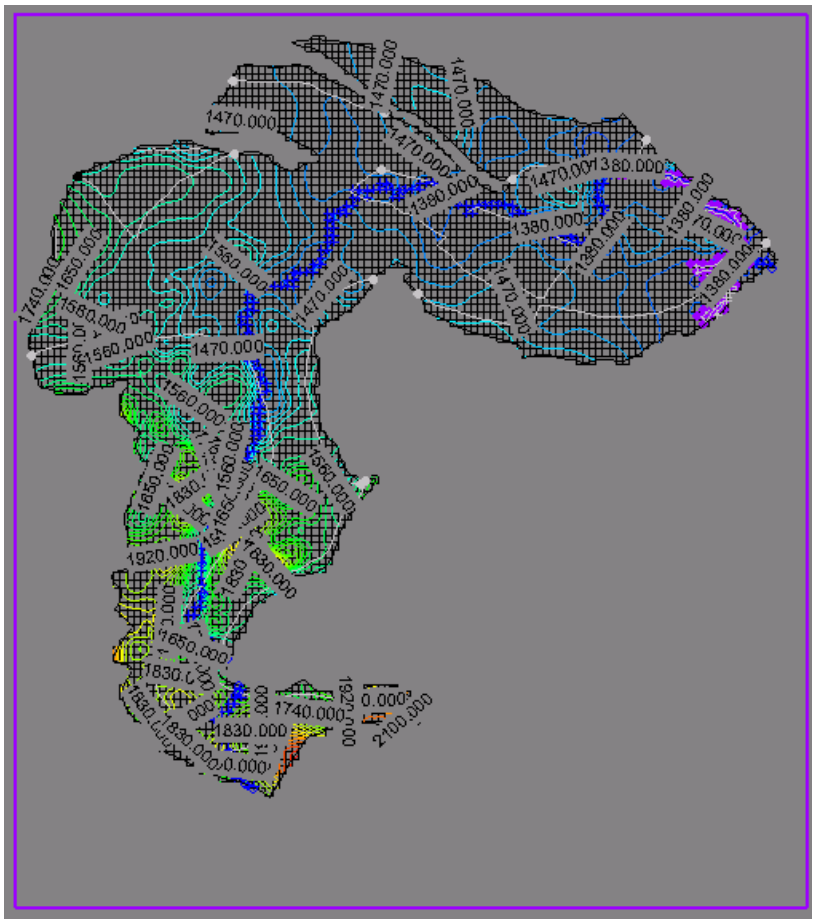


图 5.4.3-1 德厚河流域地下水流场预测模拟

由图 5.4.3-1 可见，德厚河上游地下水流场较水库建成之前变化较小，在德厚河上游，河流东西两侧地下水向河流排泄，地下水整体由南往北流动，经德厚街转由西向东流动；在德厚河下游地区，地下水流场较水库建成之前发生较大变化，水库周围地下水向水库汇集，回水线范围内形成水头为 1377.5m 的定水头水库。

5.4.3.2 咪哩河流域地下水流场预测

水库蓄水之后，库区范围的水头将升高，为 1377.5m。此时，咪哩河流域地下水预测模型的研究对象和模拟面积依旧与之前一致，除库区回水线（见图 5.4-8 红线所示）及其所圈定部分设置为定水头 1377.5m 外，区域上的其它水文地质参数未发生改变。此时，库区西侧地区的水头还是比库区范围内的水头高，白租革、大凹子、大红舍、捏黑等地区的地下水径流方向与水库蓄水之前一致，总体自南向北、自西向东运移；库区东侧的水头则比库区范围内的水头低，原本在砒霜厂附近的分水岭不再存在，地下水由库区往东径流（见图 5.4.3-2），为了防治水库渗漏，在原来的分水岭附近修建防渗帷幕。以防渗帷幕为界，两侧为两个独立的水位地质单元。防渗帷幕西侧为库区集水范围，地下水流入库区后，受防渗帷幕的阻挡不再继续向东径流；而防渗帷幕以东地区，地下水往东径流，以溪沟或泉的形式排泄，最终泄入盘龙河，此时，由于地下水补给面积减小，下游的溪沟或泉流量会有所减小。

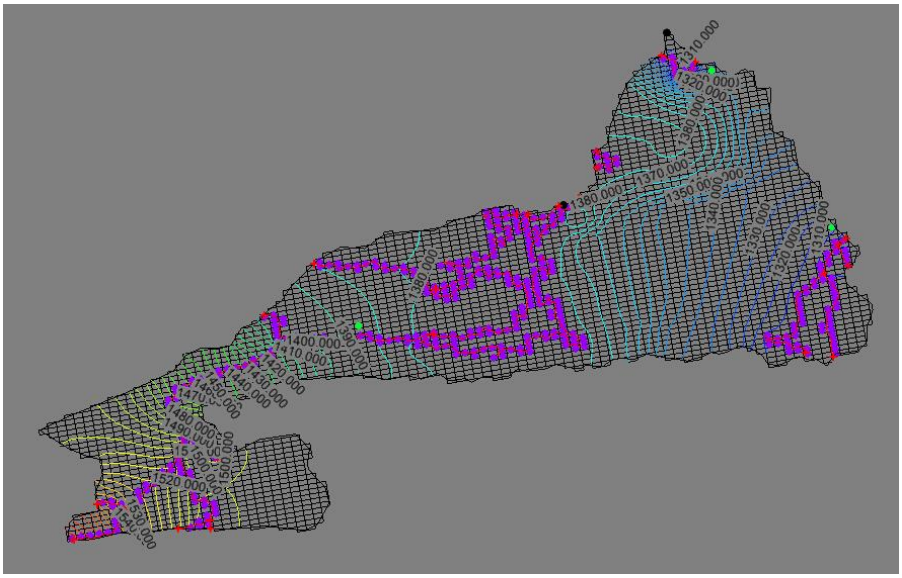


图 5.4.3-2 咪哩河流域地下水流场预测模型

5.4.3.3 兆龙工贸有限责任公司选矿厂区地下水预测

（1）水文地质模型概化

兆龙工贸有限责任公司选矿厂，位于马塘镇荣华村委会打磨冲村西南方向，咪哩河右岸，排污口距河床 1030m，属咪哩河水文地质单元。该单元内含水层主要为

白云质灰岩、泥灰岩、泥质灰岩，局部夹砂页岩或碎屑岩、玄武岩与碳酸盐岩互层，由于该层岩溶发育程度中等至较低，透水性中等。该选矿厂位于一山间岩溶洼地处，四周环山，主要含水层主要为白云质灰岩 (T_2g)，揭露厚度 14.0m～42.5m，顶板埋深 13.5m～19.0m。根据当地地质区域资料，此层厚度为 420～813.30m。

该选矿厂南部为法郎组粉砂岩，其透水性较差，为相对隔水层，构成了 2 号渣厂的南部隔水边界；咪哩河位于该渣厂的北部，由南西往北东径流，构成了地下水的排泄基准，形成了定水头边界；该点西边和东边的局部分水岭构成了该渣厂西部和东部的定流量边界。

该选矿厂地处德厚水库库区咪哩河盆谷的一个小型盆地内，场区内地下水补给主要为降雨，无其他补给来源。降雨以四周山脊线为界汇入盆底后，场区内无地面径流排出，故判定地表水是通过粉质粘土层和灰岩层的下渗，补给地下水。

（2）溶质运移模拟

兆龙选矿厂已于 2013 年停产，厂区仍有部分生产设备，污染物仍然存留于含水层中。据本次布设钻孔的水质检测资料，2 号渣厂地下水锰浓度最高处为 2.79mg/L(ZK17)。

为了在水流模型的基础上建立溶质运移模型，假设整个岩溶洼范围内的含水层地均被污染。由于条件限制，本次模拟不考虑污染物的吸附、反映、衰减等过程；对于污染物的初始浓度，依据实验室渣样化验结果，并采用参数反演的方法设定，即先输入一个初始浓度，在模型运算结束后查看污染场地的计算浓度与实际检测浓度是否吻合，反复循环直到找到与现状相匹配的初始浓度。模拟时间为 2015 年至 2032 年共 18 年，时间步长为 300 天。模拟结果见图 5.4.3-3。

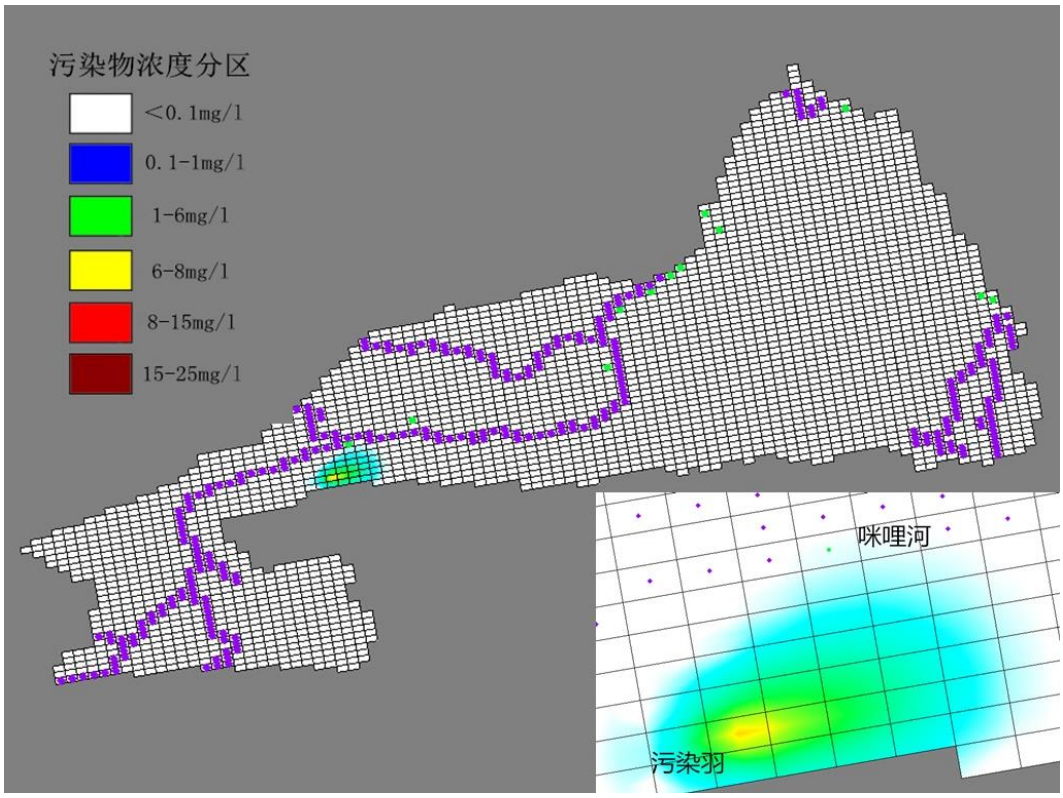


图 5.4.3-3 兆龙选矿厂溶质锰运移模拟图

据现有资料，因为污染源附近无抽水井或其他条件改变天然流场，污染物运移仅受天然水动力条件控制。在裂隙岩溶含水层中，溶隙网络中的地下水向优势流带汇集，随水流动的污染物也向优势流带汇集。因此，污染物将随水流向北东方向运移，并进行扩散。污染物将扩散至咪哩河对地表水造成影响。

5.4.3.4 盛禾砒霜厂区地下水流场数值模型

（1）水文地质模型概化

文山盛禾矿业有限公司，即原老回龙元昌冶炼厂，位于文山县薄竹镇双胞塘，属咪哩河水文地质单元。该单元内含水层主要为白云质灰岩、泥灰岩、泥质灰岩，局部夹砂页岩或碎屑岩、玄武岩与碳酸盐岩互层，该层岩溶发育程度中等至较低，透水性中等。该渣厂位于一岩溶洼地内，主要含水层主要为白云质灰岩 (T_2g)，揭露厚度 28.0m～43.5m，顶板埋深 1.5m～17.0m。根据当地地质区域资料，此层厚度为 420～813.30m。

文山盛禾矿业有限公司东部为法郎组粉砂岩，其透水性较差，为相对隔水层，构成了 3 号渣厂的南部隔水边界；咪哩河位于该渣厂的西部，由南东往北西径流，构成了地下水的排泄基准，形成了定水头边界；该点南边和北边的局部分水岭构成了该渣厂南部和北部的定流量边界。

该厂地处德厚水库库区咪哩河盆谷的一个小型盆地内，场区内地下水补给主要

为降雨，无其他补给来源。降雨以四周山脊线为界汇入盆底后，场区内无地面径流排出，据了解，该洼地西侧有一溶洞，在建厂初期已被厂方用水泥封死，无明显直接的垂直通道，故判定地表水是通过粉质粘土层和灰岩层的下渗，补给地下水。

（2）溶质运移模拟

盛禾砒霜厂已于 2007 年停产，厂区仍有部分生产设备，污染物仍然存留于含水层中。据本次布设钻孔的水质检测资料，盛禾砒霜厂地下水锰浓度最高处为 9.32mg/L（ZK25）。

为了在水流模型的基础上建立溶质运移模型，假设整个岩溶洼范围内的含水层地均被污染。由于条件限制，本次模拟不考虑污染物的吸附、反映、衰减等过程；对于污染物的初始浓度，依据实验室渣样化验结果，并采用参数反演的方法设定，即先输入一个初始浓度，在模型运算结束后查看污染场地的计算浓度与实际检测浓度是否吻合，反复循环直到找到与现状相匹配的初始浓度。模拟时间为 2015 年至 2029 年共 15 年，时间步长为 300 天。模拟结果见图 5.4.3-4。

据现有资料，因为污染源附近无抽水井或其他条件改变天然流场，污染物运移仅受天然水动力条件控制。在裂隙岩溶含水层中，溶隙网络中的地下水向优势流带汇集，随水流动的污染物也向优势流带汇集。因此，污染物将随水流向北东方向运移，并进行扩散。污染物将扩散至咪哩河对地表水造成影响。

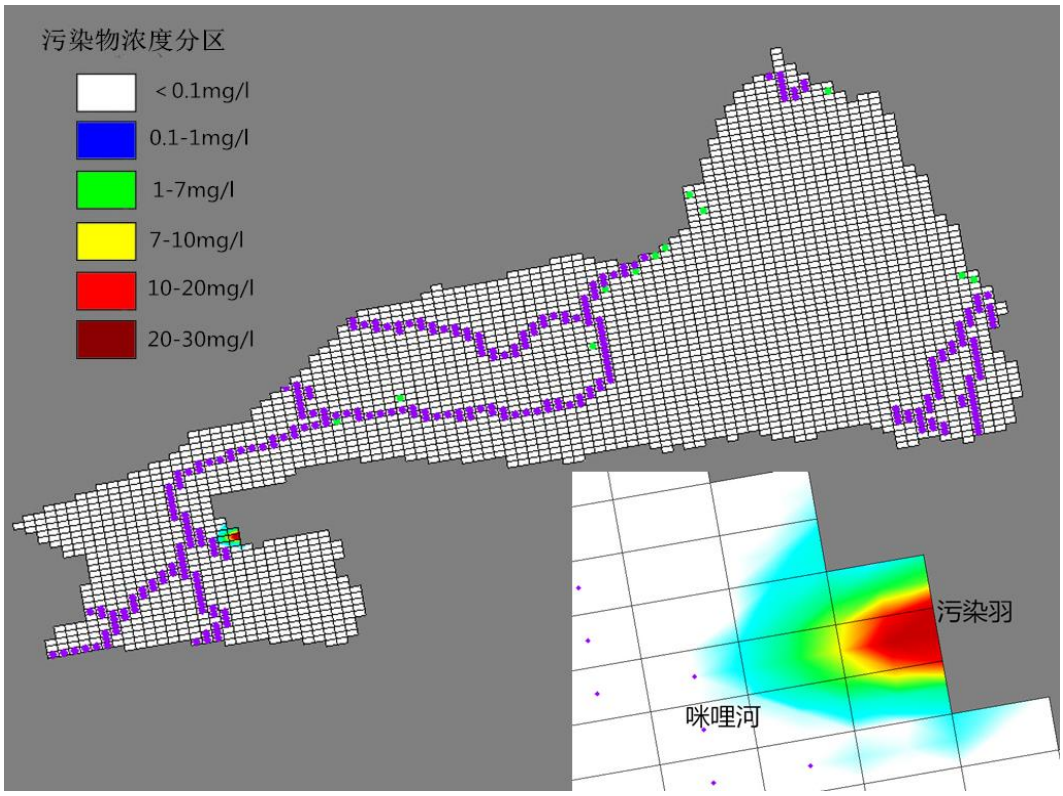


图 5.4.3-4 盛禾砒霜厂溶质锰运移模拟图

5.4.3.5 金驰砒霜厂区地下水流场数值模型

（1）水文地质模型概化

金驰砒霜厂位于咪哩河下游，文山县布烈村南东约 1km 处，咪哩河流域水文地质单元内。该单元内含水层主要为白云质灰岩、泥灰岩、泥质灰岩，局部夹砂页岩或碎屑岩、玄武岩与碳酸盐岩互层，由于该层岩溶发育程度中等至较低，透水性中等。在砒霜厂位于一岩溶洼地内，主要含水层主要为白云质灰岩局部夹泥质灰岩(T1y)，揭露厚度 28.0m～43.5m，顶板埋深 1.5m～17.0m。根据当地地质区域资料，此层厚度为 63m～1214.1m。

由于该单元地层结构主要为一系列倾向南东的单斜地层，单元西、北、东三面环绕隔水层或隔水断层，所以其构成了稳定的隔水边界；在砒霜厂内部出现规模较小的褶轴，构成了一个地下分水岭，水流向南西和北东径流；咪哩河流经单元南西部及单元北部，构成了地下水的排泄基准。地下水通过侧向径流的方式排泄入河中，部分河谷切割较深地区，地下水以泉的形式排泄入河流中。在整个单元中，仅砒霜厂附近地下水因流动受阻，在 T1f 粉砂质页岩与 T1y 泥质灰岩交界带处以泉的形式排泄。泉以及河流为区内地下水的主要排泄方式。

砒霜厂区地处德厚水库库区咪哩河盆谷的一个小型盆地内，勘探揭露的地下水位明显高于盆地外地下水水位，场区内地下水补给主要为降雨，无其他补给来源。降雨以四周山脊线为界汇入盆底后，场区内无地面径流排出，无明显的落水洞等直接的垂直通道，故判定地表水是通过粉质粘土层和灰岩层的下渗，补给地下水。

（2）数学模型

1）网格剖分与模型边界

塘子寨—热水寨岩溶地下水系统（Ⅰ3）面积约 4.2km^2，共划分为 2400 个单元格，其中砒霜厂周围的单元格被加密为 25m×25m 的单元格，其余为 50m×50m。由于区内仅有 T1y 泥质灰岩作为潜水含水层，故模型垂向仅分为一层，层厚 300m。

根据水文地质条件，模型西、北、东三面为连续的隔水边界，南西部及单元北部以河流作为流量边界，具体见图 5.4.3-5。

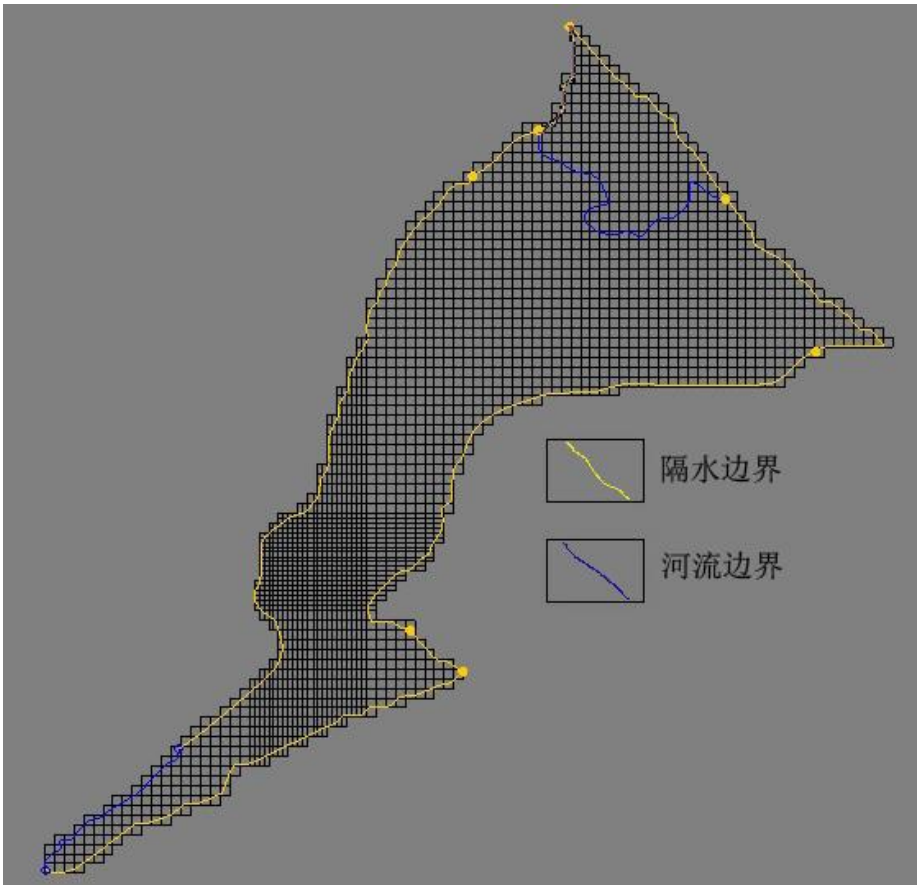


图 5.4.3-5　模型边界示意图

2）源汇项

①补给项，与咪哩河模型一致，降水入渗系数为 0.42，降水补给地下水的量为 0.001056mm/d。

②排泄项

本区地下水排泄方式主要为泉排泄及向河流排泄两种方式。区域泉点有 S16、S69 和 S26，其中由于泉 S69 与泉 S26 距离较近，所以在模型建立时把两个泉点概化到一个单元格内。泉点高程通过野外调查与读图相结合的方式获得，S16 泉口高程实测值为 1348m，S69 和 S26 泉口高程图测值为 1344m。砒霜厂附近地下水流动受泉点 S16 影响较大，据野外调查资料，S16 流量约为 7L/s，即 604.8m^3/d。

河流水位影响着地下水与河流的补排关系，本次模拟河流水位的获取主要通过图上测量的方式，仅在砒霜厂附近采用实测值。

3）水文地质参数

①渗透系数

根据已有钻孔资料，T1y 泥质灰岩有明显的非均质性，根据可能的地下水径流方向，设定如下渗透系数分区（图 5.4.3-6）。具体数值见表 5.4.3-1。

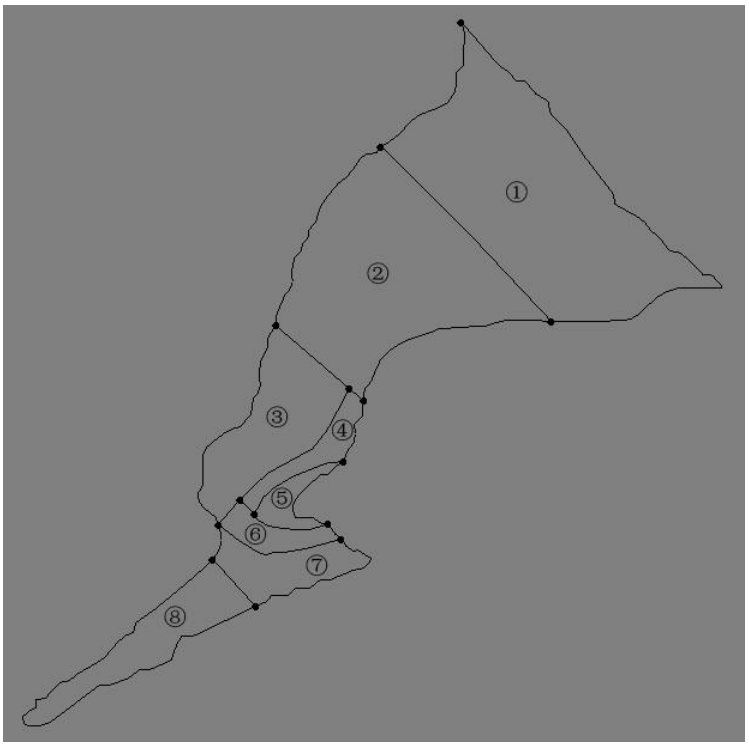


图 5.4.3-6　渗透系数分区图

表 5.4.3-1 渗透系数分区表单位：m/d

区号	1	2	3	4	5	6	7	8
渗透系数	0.075	1	0.65	0.06	0.02	0.08	0.2	0.3

②有效孔隙度

根据经验值，有效孔隙度取值 0.2。

③纵向弥散系数及弥散度

纵向弥散系数根据文献资料确定为 37m。根据经验值，水平弥散度为 0.2，即水平弥散系数为纵向弥散系数的 0.2 倍。

4）模型验证

①流场验证

整个水文地质单元没有大型水源地或其他用途大抽水量的抽水井，所以可以认为单元内地下水处于天然状态，即可以用稳定流来模拟本区地下水。

在模拟区内可利用 ZK7、ZK9、ZK10、ZK18 四个钻孔揭露的含水层初始水位作为模型验证依据之一，钻孔水位观测误差均设定为 5m。

表 5.4.3-2 钻孔水位表

钻孔	ZK7	ZK9	ZK10	ZK18
水位 (m)	1358.86	1363.53	1354.09	1346

软件模拟结果见图 5.4.3-7，ZK8 基本无误差，ZK9 误差相对较大，各个观测孔处计算水位均在设定误差范围内。

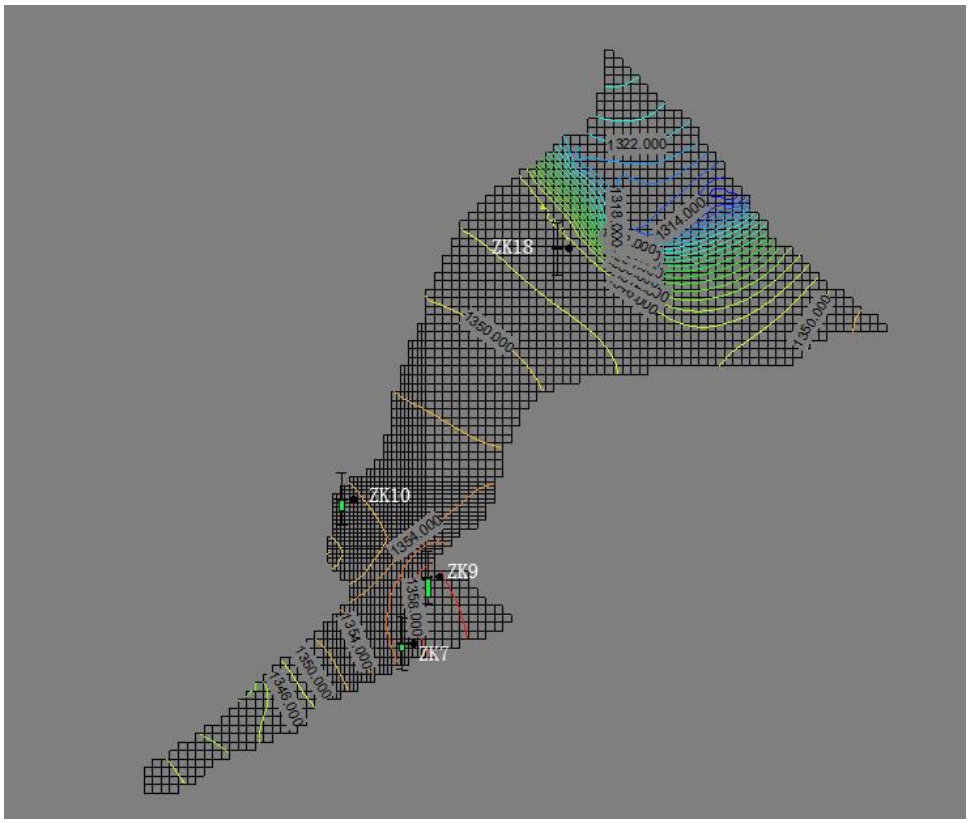


图 5.4.3-7　稳定流流场拟合图

②水均衡验证

天然情况下，含水层的接受的多年平均补给量近似等于多年平均排泄量。在模拟区内，含水层仅接受降水补给，补给量为已知量。含水层的排泄量主要为向河流的径流量以及泉排泄量，由于监测资料有限，地下水排泄入河流的水量难以获得，所以只能通过泉流量来衡量模型的合理性。泉 S40 为模型中的主要泉点，实测流量约为 7L/s，即 604.8m^3/d，计算泉排泄量约为 596.2 m^3/d（图 5.4.3-8），相对误差 1.4%。

综上，模型在流场和水量均衡两方面均与实际情况较为吻合，所以可以认为模型相对合理。

（3）溶质运移模拟

金驰砒霜厂于 2007 年停产，厂区生产设备停产后即迁出，但污染物仍然存留于含水层中。据本次布设钻孔的水质检测资料，砒霜厂地下水砷浓度最高处为 22.096mg/L（ZK6）。

为了在水流模型的基础上建立溶质运移模型，假设整个岩溶洼范围内的含水层地均被污染。由于条件限制，本次模拟不考虑污染物的吸附、反映、衰减等过程；对于污染物的初始浓度，采用参数反演的方法设定，即先输入一个初始浓度，在模型运算结束后查看污染场地的计算浓度与实际检测浓度是否吻合，反复循环直到找到与现状相匹配的初始浓度。模拟时间为 2007 年至 2013 年共 7 年，时间步长为

30 天。模拟结果见图 5.4.3-8。

（4）结果分析

据现有资料，模拟结果基本能表征污染现状，因为污染源附近无抽水井或其他条件改变天然流场，污染物运移仅受天然水动力条件控制，加之污染场地处在局部地下分水岭附近（图 5.4.3-9），且含水层渗透性较差，所以污染物扩展非常缓慢。由图 5.4.3-9 可知，0.05mg/L 的浓度等值线主体目前并未进入水库回水线内。

咪哩河流域地下水流场预测模拟结果表明：水库建成之后，由于水库蓄水，库区水头升高至 1377.5m，形成定水头边界，水头高于砒霜厂厂区内地下水水头（低于 1365m），地下水流场较水库建成之前发生改变，水流向砒霜厂北东流动，且水力梯度增大。虽然污染物分子弥散会向浓度较小的方向运动，但是在水流的带动下，污染物以机械弥散作用为主，分子扩散作用甚微，可忽略不计。在裂隙岩溶含水层中，溶隙网络中的地下水向优势流带汇集，随水流动的污染物也向优势流带汇集。因此，污染物将随水流向北东方向运移，对水库影响小，可能对下游的泉点水质有一定影响，需定期监测水库下游泉点水质。

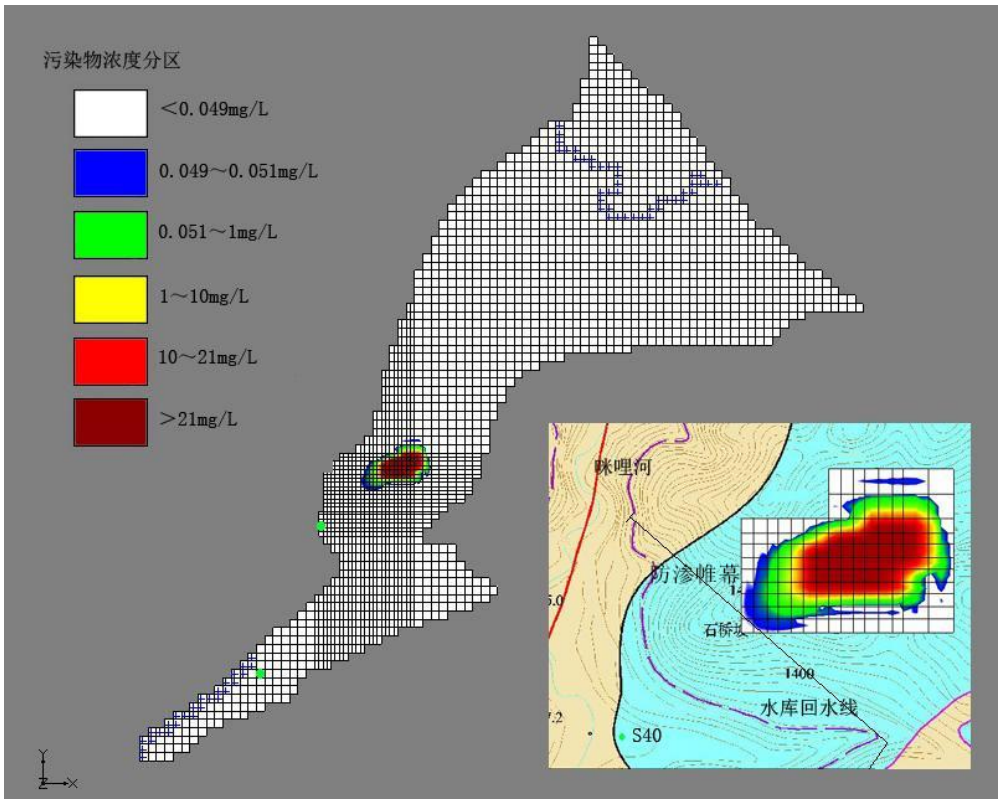


图 5.4.3-8　砒霜厂污染现状图

5.4.4 地下水环境影响评价

5.4.4.1 水库建设对研究区内泉的影响

流域范围内出露石炭系下统（C_1）、石炭系中统（C_2）、飞仙关组（T_1f）、永宁镇组（T_1y）、个旧组（T_2g）、法郎组（T_2f）、上鸟格组（T_3n）、第四系全新统（Qh）等地层；其中石炭系下统（C_1）、石炭系中统（C_2）、永宁镇组（T_1y）、个旧组（T_2g）为相对含水层，飞仙关组（T_1f）法郎组（T_2f）、上鸟格组（T_3n）、为相对隔水层，第四系全新统（Qh）含有松散岩类孔隙水，富水性较弱。

水库建设对研究区内泉的影响主要来自两个方面：水库淹没及防渗帷幕建设。水库建成之后，库区范围内水头升高，部分出露于库区范围内的泉水被淹没，主要包括处于淹没区内的八大碗泉群、牛腊冲泉、河尾子泉、黑末大寨、黑末小寨泉、金池砒霜厂抽水房泉等。由于咪哩河流域地下水流场整体由西向东流动，水库回水线附近地下水位升高，水力梯度减小，导致部分泉流量减小（播烈村泉 S77、以及金池抽水房南侧的 S67、S68 泉）。而水库设计的防渗帷幕沿咪哩河流域分布于永宁镇组（T_1y）和个旧组（T_2g）含水层中，这两个含水层均属相对含水层，防渗帷幕作为隔水层隔断了其东西两侧地下水的水力联系，但是其东西两侧岩层富水性均较好，依旧有泉水排泄，但是泉流量减小（热水寨泉 S01、S02 及下倮朵泉 S66），详见表 5.4.4-1。

其中，下游出露泉水有下倮朵泉（S66）、热水寨泉（S01、S02），这三个泉均为下降泉，排入盘龙河。附近村民引用盘龙河河水进行灌溉，村寨中均通有自来水供村民生活用水。

（1）下倮朵泉（S66）

下倮朵泉（S66）出露在 F_1 阻水断层与盘龙河的交汇处，断层西侧为永宁镇组（T_1y）岩溶含水层，东侧为石炭系下统（C_1）、石炭系中统（C_2）岩溶含水层。断层东侧岩溶含水层被地下分水岭分隔成东、西两部分，分水岭以西，水流向西流动，石炭系岩溶含水层又受断层和河流切割，以下降泉的形式出露于地表。

下倮朵泉（S66）属塘子寨—热水寨岩溶地下水系统（$Ⅰ_3$），水库防渗帷幕建于抹黑—河尾子岩溶地下水系统（$Ⅰ_2$），两者同属于咪哩河水文地质单元，有一定的水力联系，但防渗帷幕阻碍了两个地下水子系统之间的联系，使其形成了两个相对独立的水文地质单元，地下水流场整体由西向东流动。下倮朵泉（S66）来源于石炭系岩溶含水层，其富水性相对较强，依旧会有泉水排泄，但是咪哩河流域水文地质单元面积为 70km^2，防渗帷幕东侧的热水寨泉属塘子寨—热水寨岩溶地下水系统（$Ⅰ_3$）面积为 32.16 km^2，由于补给区面积减小，地下水补给量减小，依据水均衡原理，泉流量将会变小。因此，防渗帷幕建成之后，下倮朵泉水干涸的可能性较

小，但是其流量将会减小。

（2）热水寨泉（S01、S02）

热水寨泉（S01、S02）位于热水寨西北部，与下倮朵泉（S66）属同一水文地质单元。由图 6-31 可以看出，咪哩河与盘龙河之间出露地层为永宁镇组（T_1y）、个旧组（T_2g）相对含水层，热水寨泉水与库区防渗帷幕处于同一个大的水文地质单元之中，但是与热水寨泉属塘子寨—热水寨岩溶地下水系统（Ⅰ$_3$）中间有 F_8 逆断层阻隔，并且个旧组（T_2g）是碳酸盐岩类裂隙溶洞水，富水性强，地下水由他德向斜北部，自河尾子东，经十里桥道班转向东，至盘龙河附近受 F_1 断层阻挡而出露地表，形成热水寨泉（S02）；地下水由他德向斜南部，自荣华村东的尖山自西向东顺背斜轴部，经麻栗树、黄龙坝，转北流向热水寨，受 F_1 断层阻挡而出露地表，形成了热水寨冷泉（S02）。因此，防渗帷幕东西两侧的地层之间虽然有水力联系，但是两侧又分别为两个次级的水文地质单元，水力联系较小；水库防渗帷幕相当于一个相对隔水层，建成之后使其东西两侧的水文地质单元相对独立，水力联系减小。由于补给区面积减小，地下水补给量减小，则泉排泄量势必减小。因此，在水库建成之后，下游泉水出现干涸的可能性较小，但泉流量会减小。

（3）回水线内被淹没的泉点

据统计，有 18 个泉点处于回水线淹没范围内，大部分泉点被附近村民用来灌溉，个别泉点（S03 牛腊冲泉）供部分村民生活。水库蓄水之后，以上泉点均被淹没，附近村民可取用水库水进行灌溉和生活使用。

表 5.4.4-1　水库建设影响泉点一览表

泉点编号	泉点位置	出露地层	泉水类型	流量（L/S）	水库建设前后变化
S62	“八大碗”	P_1	下降泉	3-5	被淹没
S61	“八大碗”	P_1	下降泉	20-30	被淹没
S60	“八大碗”	C_2	下降泉	30-50	被淹没
S59	“八大碗”	C_2	下降泉	30-50	被淹没
S58	“八大碗”	C_2	下降泉	50	被淹没
S57	“八大碗”	C_1	下降泉	200-250	被淹没
S56	“八大碗”	C_1	下降泉	80-100	被淹没
S55	“八大碗”	C_1	下降泉	20-30	被淹没
S07	“八大碗”	C_1	下降泉	20-40	被淹没
S08	“八大碗”	C_1	下降泉	80-120	被淹没
S5	“八大碗”	C_1	下降泉	120-160	被淹没
S03	牛腊冲	C_3	下降泉	5-6	被淹没
S16	金驰抽水房	T_1y	下降泉	10	被淹没
S69	河尾子	T_1y	上升泉	2-3	被淹没
S70	河尾子	T_1y	上升泉	1	被淹没
S71	河尾子	T_1y	上升泉	3-4	被淹没
S72	黑莫小寨	T_1y	上升泉	20	被淹没
S73	黑莫小寨	T_1y	下降泉	3-5	被淹没

S74	黑莫大寨	T_1y	下降泉	3	被淹没
S77	播烈	P_1	下降泉	2-3	流量减小
S67	金驰抽水房南侧	T_1y	下降泉	0.2	流量减小
S68	金驰抽水房南侧	T_1y	上升泉	0.5	流量减小
S01	热水寨	T_1y	下降泉	40	流量减小
S02	热水寨	T_1y	下降泉	15	流量减小
S66	下倮朵	T_1y、C_1、C_2	下降泉	5	流量减小

5.4.4.2 对灌区地下水环境的影响

（1）新增灌溉水量对当地地下水环境的影响

因德厚水库的建设任务之一是用于农田灌溉，灌溉区域分为平远片区、马塘片区。

平远片区区现有耕地44.63万亩，该区北接丘北县腻脚乡，南至文山市德厚镇，西邻开远市中和营镇，东到稼依河、岔河，涉及砚山县的平远、稼依、阿舍和文山市的的德厚镇、红甸片区。其中，砚山县的平远坝区又可细分为平远大型灌区、阿三龙片、蒲草片和稼依片；文山市的德厚、红甸片区又可细分为老坞海片、红甸片、平坝寨片及明湖四片。

平远、稼依灌片在地貌上均构造溶蚀盆地，平远街盆地位于南盘江水系与红河水系分水岭地带，南部以碎屑岩为地下或地表分水岭，北部以北西向断裂为隔水边界，组成两大水系分水岭。六郎洞地下河系水文地质单元的补给径流区，地下水主要受西部和南部山区大气降水补给，补给区为峰丛洼地地貌景观，向盆地地势逐渐降低，雨季地下水流至盆地边缘，以季节性伏流、暗河、溶洞方式排泄，部分经盆地深部径流。盆地中大面积被第四系层覆盖，据钻孔资料，一般厚度1.02-18.83m，最后达27.66m；岩性为洪积、残积、冲积粘土，含铁锰结核粘土，局部夹粉细砂，结构致密坚硬，粘性强，遇水塑性好。地表无泉水出露，据民井资料，水位埋深2-5m，涌水量0.864-25.92吨/日，含水贫乏，视为相对隔水层。盆地内灌溉水下渗量较小，对岩溶地下水影响较小。

坞海片在地貌上为溶蚀侵蚀山地、溶丘洼地、漏斗（谷地）。溶丘洼地、漏斗（谷地）补给区基岩裸露，岩溶发育，地表洼地、漏斗、落水洞、溶洞均很发育，以垂隙式形态为主。地下水接受大气降雨后迅速下渗，形成地下径流，沿断裂带发育的岩溶管道，在溶丘洼地边缘，以暗河、岩溶大泉形式排泄。该片区灌溉水蒸发后，部分依地势流向地表溪沟等低洼处，部分下渗，转为地下水，随地下水径流排泄。

红甸灌片溶蚀侵蚀山地，各含水层之间基本无水力联系，接受大气降雨后受各含水层岩性控制，碎屑岩地表径流迅速，部分沿裂隙下渗，以沟流形式排泄，柯荣芳岩层则受到地质构造、地貌制约，以泉流形式排泄。该灌片内灌溉水下渗后，转为地下径流，以泉的形式排泄出地表。

马塘片区分为黄龙坝片区和花庄片区，区内耕地面积 1.5 万亩。其中，花庄片区位于马塘镇西北部，德厚河右岸，北至牛腊冲新寨，南至花庄，西至乐龙，东至咪哩河，隶属咪哩河水文地质单元和德厚河水文地质单元交界部位，区内岩溶较为发育，出露石炭系石灰岩，部分地区见有二叠系峨眉山组玄武岩及三叠系飞仙关组粉砂质页岩夹细砂岩。石灰岩裸露地区，灌溉水蒸发、随地形流至低洼处后，部分下渗，转为地下水径流排泄。二叠系峨眉山组玄武岩及三叠系飞仙关组粉砂质页岩夹细砂岩地区为相对隔水层，灌溉水下渗量少，对地下水的影响较小。

黄龙坝片位于文山市马塘镇以北，盘龙河右岸，北至德厚河与咪哩河交汇口以下，西至河尾子，南至黄龙坝，东邻盘龙河，涉及马塘镇汤坝、黑末、热水、卡末、马塘 5 个村委会的 13 个自然村，红甸乡八家寨村委会的 2 个自然村；区耕地面积 2.34 万亩，为河谷丘陵坝区，位于咪哩河水文地质单元的东南部，区内地下水由北西向南东流动，区内出露三叠系石灰岩，岩溶较为发育。该灌片内灌溉水蒸发后，部分下渗，转为地下径流，向盘龙河排泄。在灌溉过程中应注意灌溉方式，避免灌溉水下渗污染地下水，及因灌溉造成的土壤沼泽化等环境问题。

（2）灌区退水对库区水质的影响

由于文山地区采取较为传统的灌溉模式，农田灌溉基本上靠大气降雨、引用河流及泉水的灌溉模式，部分农药及氮磷等有机物质随下渗水进入地下水。水库建成之后，淹没区水田中的灌溉水直接汇入水库，水田及旱地中残留的农药及氮磷等有机物质将作为污染源，不断的浸出污染物。依据《云南省文山州德厚水库工程可行性研究报告》，淹没区耕地面积为 8287.53 亩，包括水田和旱地。其中水田 5461.80 亩，旱地 2825.73 亩。

经调查，水田中灌溉水深度约 0.3m，则淹没区直接进入库区的灌溉水体积为 1092360m³，水库死库容为 11713 万 m³。农田灌溉水中大肠菌群和氨氮（NH3-N）含量普遍偏高，有些地区仅达到地表水Ⅴ类水标准，溶解性总固体含量 113.26～328.10mg/L，为淡水；锌（Zn）、铜（Cu）、砷(As) 、硒（Se）、汞（Hg）、氟（F-）、挥发性酚类、氰化物、铅（Pb）、镉（Cd）、铬（Cr6+）含量均达到地表水Ⅰ类水质标准。灌溉水汇入水库之后，大肠菌群和氨氮（NH3-N）浓度降低，可达到饮用水标准。

由农田取样调查结果表明，农田灌溉对水中仅部分元素含量超标，水库建成之后，污染物随水流运移、稀释，随着水体的自净作用，对水库水体的污染较小，但是也应减少生活污水的排放，合理施肥，从源头上控制大肠杆菌和氨氮（NH3-N）含量。

5.4.5 地下水环境预测评价小结

（1）水库建成之后，咪哩河流域地下水流场发生改变，在库区范围内形成最高水头为 1377.5m 的定水头边界，流域内部的部分地下分水岭消失，地下水整体向东流动。水库防渗帷幕建于抹黑—河尾子岩溶地下水系统（Ⅰ2），下倮朵泉（S66）、热水寨泉（S01、S02）均属塘子寨—热水寨岩溶地下水系统（Ⅰ3），水库防渗帷幕阻碍了两个岩溶地下水系统之间的水力联系，但是塘子寨—热水寨岩溶地下水系统（Ⅰ3）岩层富水性较强，补给面积明显缩减，因此，下游泉群干涸的可能性较小，但是泉流量将会减小。

（2）水库建设及运行过程中仅产生施工人员及管理人员生活污水，对水库水质影响较小。

（3）输水线路工程区位于水库区北部，地形总体西北高，南东低，沿线 C1-3、T1y、T2g 碳酸盐岩地层主要分布，T2f 以碎屑岩为主的地层局部分布。线路分布多为较为平坦地区，沿线岩溶现象较为发育，但地下水位较深，地表水活动不明显，局部发育树枝状水系。输水管线的布设，对地下水流场的影响较小，但须注意引水管线接口渗漏问题。明渠为浆砌石结构，合理处理建设过程中产生的泥浆污水，避免其对地下水产生污染，并且注意明渠的渗漏问题，避免明渠防渗不达标，造成输水过程中水流渗漏，影响当地地下水流场。

（4）流泄洪隧洞、引水隧洞、团结大沟输水隧洞均位于德厚河水文地质单元东部，咪哩河与德厚河交汇处东南，库区坝址南侧，引水隧洞穿过的地层包括 C3 上石炭统灰岩、P1 下二叠统灰岩，赋存地下水类型为碳酸盐岩类裂隙溶洞水，富水性较好，所在区域地下水由南西向北东径流。导流泄洪隧洞、引水隧洞、团结大沟输水隧洞进口底板高程均高于区内地下水位，在隧洞施工过程中对地下水影响较小。

（5）平远、稼依灌片在地貌上均构造溶蚀盆地，为六郎洞地下河系水文地质单元的补给径流区，地下水主要受西部和南部山区大气降水补给，以季节性伏流、暗河、溶洞方式排泄，部分经盆地深部径流。盆地中大面积被第四系层覆盖，岩性为洪积、残积、冲积粘土，含铁锰结核粘土，局部夹粉细砂，结构致密坚硬，粘性强，遇水塑性好，为相对隔水层。地表无泉水出露，盆地内灌溉水下渗量较小，对岩溶地下水影响较小。

坞海片在地貌上为溶蚀侵蚀山地、溶丘洼地、漏斗（谷地），基岩裸露，岩溶发育，地表洼地、漏斗、落水洞、溶洞均很发育，以垂隙式形态为主。地下水接受大气降雨后迅速下渗，形成地下径流，沿断裂带发育的岩溶管道，在溶丘洼地边缘，以暗河、岩溶大泉形式排泄。该片区灌溉水蒸发后，部分依地势流向地表溪沟等低洼处，部分下渗，转为地下水，随地下水径流排泄。

红甸灌片溶蚀侵蚀山地，各含水层之间基本无水力联系，接受大气降雨后受各含水层岩性控制，碎屑岩地表径流迅速，部分沿裂隙下渗，以沟流形式排泄，可溶岩层则受到地质构造、地貌制约，以泉流形式排泄。该灌片内灌溉水下渗后，转为地下径流，以泉的形式排泄出地表。

花庄片区隶属咪哩河水文地质单元和德厚河水文地质单元交界部位，区内岩溶较为发育，出露石炭系石灰岩，部分地区见有二叠系峨眉山组玄武岩及三叠系飞仙关组粉砂质页岩夹细砂岩。石灰岩裸露地区，灌溉水蒸发、随地形流至低洼处后，部分下渗，转为地下水径流排泄。二叠系峨眉山组玄武岩及三叠系飞仙关组粉砂质页岩夹细砂岩地区为相对隔水层，灌溉水下渗量少，对地下水的影响较小。

黄龙坝片位于咪哩河水文地质单元的东南部，区内地下水由北西向南东流动，区内出露三叠系石灰岩，岩溶较为发育。该灌片内灌溉水蒸发后，部分下渗，转为地下径流，向盘龙河排泄。在灌溉过程中应注意灌溉方式，避免灌溉水下渗污染地下水，及因灌溉造成的土壤沼泽化等环境问题。

5.5 生态环境影响预测与评价

5.5.1 对区域生态完整体影响预测与评价

5.5.1.1 对区域景观优势度的影响分析

（1）土地利用变化情况

德厚水库工程建成后，评价区各类土地利用类型面积统计见表 5.5-1。

表 5.5-1 工程建成后评价区土地利用状况

景观(植被类型)	面积 hm^2
半湿润常绿阔叶林	686.72
暖温性针叶林	5896.56
人工林	793.80
暖温性石灰岩灌丛	43825.95
耕地	33008.84
水体	1962.33
居民点及建设用地	987.89
合计	87162.08

（2）景观优势度变化情况

根据工程建设设后土地利用预测图，进行工程建设后景观优势度的计算。并与工程建设前的景观优势度进行对比，详见表 5.5-2。

表 5.5-2 工程建成后评价区景观优势度

景观类型	密度(Rd)	频率(Rf)	景观比例(Lp)	优势度(DO)
半湿润常绿阔叶林	0.77	12.10	0.79	3.61
暖温性针叶林	10.79	25.30	6.77	12.40
人工林	1.08	14.27	0.91	4.29
暖温性石灰岩灌丛	48.34	80.00	50.28	57.23
耕地	36.59	61.20	37.87	43.38
水体	1.16	8.20	2.25	3.46
居民点及建设用地	1.27	3.37	1.13	1.73
合计	100.00	—	100.00	—

对比工程前后各景观类型优势度的变化，河流水面的优势度有一定程度的上升，由现状的 2.51%上升到 3.46%；耕地优势度下降相对较多，由 44.57%下降到 43.38%%；暖温性石灰岩灌丛由 58.29%下降到 57.23%，但仍为优势度最高的景观类型。其他景观类型变化很小。其变化原因主要为工程占地及淹没占地所占用的耕地、林地等转化为水体。但整体来说，区域内主要拼块的景观优势度所占的比重变化很小，景观模地仍然是暖温性石灰岩灌丛和耕地，异质性变化轻微。

从评价区的景观结构分析可知，暖温性石灰岩灌丛和耕地是优势度最高的景观类型，此外，云南松林也有着相对较高的景观比例。暖温性石灰岩灌丛是滇东南岩溶山地常见的植被，有一定的次生性，因此，原生性的植被在评价区内不是主要的生态体系，人为干扰的景观类型是生态体系的主体。评价区内生态系统恢复力和稳定性相对较低。

5.5.1.2 对景观连通性的影响预测与评价

德厚水库蓄水运行后，因蓄水后水深的增加，会使得德厚河、咪哩河下游河道两侧的动物的交流减弱，但在水库回水末端以上的河段内，两岸动物的交流将仍然维持现状。由于德厚河流域内下游的人类活动远比中上游的人类活动频繁且强度大，下游区域内动物活动也相对稀少。因此，水库淹没对德厚河流域内动物的交流通道的影响不大。

另外，德厚水库工程中输水管线工程也对区域景观连通性有一定影响。但本工程主要采用管道输水，仅在末端有 1.85 km 左右的渠道工程，其中明渠段 1.395km，隧洞段 0.1828km。明渠段共分为 13 段，长度在 33m~338m 之间，平均为 107.3m；明渠宽度在 1.55~3.0m 之间，渠高在 1.17~3.1m 之间，将对区域内分布的爬行类、哺乳类动物产生阻隔作用，但由于连续明渠段长度较短，其阻隔作用不大。

地面渠道工程形成的廊道会降低景观连通性，引起景观破碎化，但明渠段的宽度较小，形成的是线状廊道，其阻隔影响有限，而且，明渠段共 13 段有若干间断，进一步降低了其阻隔作用。

总体而言，工程建设对评价区的景观连通性影响不显著。

5.5.1.3 对景观生态完整性的影响

景观生态体系的完整性与景观生态质量密切相关，景观生态质量的优劣取决于景观要素的性质与特征，以及景观的结构和时空格局的特征。在各种景观类别中，绿色植被构成了陆地生态系统的主体，是环境质量好坏最明显的指示物。原生性植被往往覆盖度高，群落结构完整，物种组成丰富多样，生物生产力高，更新潜力大，因此对环境质量的贡献也较大。一般来说，森林比灌丛和灌草丛有更为复杂的群落结构、更高的生物生产力，同样其生态潜力也较高，对环境质量的影响也更大。农田、果园及其他人工配置群落，具有结构简单、种类单一、靠人工维持等特点，因此相对于自然植被来说，自身的稳定性与对外界干扰的抵抗力都较弱。

德厚水库建成后，库区淹没不会导致整个评价区的景观格局出现单一化的改变，评价区景观的复杂程度不会降低，因此也不会减弱景观对干扰的抵御能力和其自然体系的稳定性。水库淹没前后各植被/土地利用类型的优势度值序列没有改变，暖温性石灰岩灌丛和耕地仍是优势度最高的类型，在景观结构中的地位并未发生本质性的变化。同时，生物量和生产力损失率较低，其中损失量较大的是耕地，因此对景观生态完整性的影响较小。

5.5.2 运行期对陆生生态影响预测与评价

5.5.2.1 永久占地对植被的影响

工程占用最多的陆地植被类型为耕地，占用面积 596.66hm^2，占总面积的71.29%%，其次为暖温性石灰岩灌丛，面积 141.86hm^2，占 16.47%，其余各类型占用的面积和比例都相对较小。

占用较多的耕地和暖温性石灰岩灌丛均为区域常见的植被类型，对当地农业生产会产生一定影响，工程建设不会引起区域生态系统结构的明显改变。

表 5.5-3 工程占地占用的植被面积统计

植被/景观类型	评价区(hm²)	淹没区(hm²)	施工区(hm^2)		占地合计(hm^2)	占占地区(%)	占评价区(%)
			永久占地	临时占地			
半湿润常绿阔叶林	706.07	5.25	1.14	0.00	6.39	0.76	0.91
暖温性针叶林	5980.28	16.31	4.46	2.23	23.00	2.75	0.38
人工林	813.65	6.79	2.94	4.03	13.76	1.64	1.69
暖温性石灰岩灌丛	43847.87	84.69	18.72	38.45	141.86	16.47	0.32
耕地	33644.73	559.46	31.34	5.86	596.66	71.29	1.77
水体	1133.20	21.51	2.03	——	23.54	2.81	——
居民点及建设用地	1036.28	56.01	——	——	56.01	6.69	——
合计	87162.08	750.02	60.63	50.57	861.22	100.00	0.98

工程建设区域为岩溶区，现状生态系统类型以人工生态系统为主，自然性较差，

属于自然生态系统的区域也受人类活动干扰严重，工程建设不会对陆地生态系统产生明显影响，工程建设后未受水库淹没的区域不会产生明显变化。

5.5.2.2 生物生产力损失

施工区施工占地造成的生产量损失为每年 4597.14t，占评价区年生产量的 0.80%，其中包括淹没区每年 3870.15t，施工区每年 726.99t。耕地的生物生产力损失最多，达 3098.04t/a，其次为暖温性石灰岩灌丛，损失 822.71t/a，其余类型生产力损失都较小。

表 5.5-4　工程建设区各类植被生产力损失统计表

植被/景观类型	评价区	淹没区	施工区	损失生产量合计	损失比例
	t/a	t/a	t/a	t/a	%
半湿润常绿阔叶林	13768.31	102.38	22.23	124.61	0.02
暖温性针叶林	64587.02	176.15	72.25	248.40	0.04
人工林	4571.91	38.15	39.16	77.32	0.01
暖温性石灰岩灌丛	306935.1	422.52	400.19	822.71	0.14
耕地	174693.5	2904.88	193.15	3098.04	0.54
水体	4532.82	86.04	0.00	86.04	0.02
居民点及建设用地	2590.69	140.03	0.00	140.03	0.02
合计	571679.4	3870.15	726.99	4597.14	0.80

5.5.2.3 生物量损失

工程建设区总生物量损失为 17224.78t，占评价区总生物生物量的 0.90%。其中淹没区损失 14721.03t，施工区损失 2503.75t。耕地和暖温性石灰岩灌丛生物量损失较多，其余各类型损失的生物量都较少，各类型的损失比例也都比较小，因此工程占地造成的生物量损失对区域生物量影响不大。

表 5.5-5 工程建设区各类植被生物量损失统计表

植被/景观类型	评价区(t)	淹没区(t)	施工区(t)	合计(t)	比例(%)
半湿润常绿阔叶林	88413.75	657.41	142.75	800.16	0.91
暖温性针叶林	209967.61	572.64	234.89	807.53	0.38
人工林	22253.39	185.71	190.63	376.34	1.69
暖温性石灰岩灌丛	868187.84	1195.13	1131.97	2327.09	0.27
耕地	726726.12	12084.34	803.52	12887.86	1.77
水体	1359.85	25.81	—	25.81	1.90
居民点及建设用地	—	—	—	—	—
合计	1916908.55	14721.03	2503.75	17224.78	0.90

德厚水库工程永久占用 8794.99 亩耕地，其中水田 5745.03 亩，旱地 3049.96 亩。根据移民安置调查专业调查结果，水田及旱地年产粮食分别为 510kg/a、

315.6kg/a，由此估算年损失粮食产量 3974.3t。但德厚水库为六片灌片提供灌溉用水，工程实施后，各灌片内粮食产量新增 101.7t，蔬菜 305.5t，经济作物 150.1t（详见表 5.5-6）。总体而言，工程实施后，区域内作物产量新增 557.4t，将显著增加区域内作物产量。

表 5.5-6 灌溉效益表

作物名称		增产实物量（万 kg）		
		平远灌区	马塘灌区	合计
大春	水稻	-178.1	268.38	90.28
	玉米	-355.07	115.31	-239.76
	杂粮	-7.4	14.93	7.53
	烤烟	132.61	35.44	168.05
	辣椒	336.95	51.71	388.66
	花生	19.77	22.4	42.17
小春	小麦	570.89	337.61	908.5
	冬玉米	153.1	0	153.1
	马芽花	78.48	0	78.48
	油菜	0	107.75	107.75
	杂粮	-19.39	116.87	97.48
	其他经济作物	205.27	494.94	700.21
常年	林果	298.82	0	298.82
	甘蔗	0	213.17	213.17
	蔬菜瓜果	2058.9	500.21	2559.11
合计	粮食	164.03	853.1	1017.13
	蔬菜	2395.85	659.67	3055.52
	经济作物	734.95	765.95	1500.9

（2）对区域植被的影响

工程的建设将对区域的自然植被和人工植被造成破坏，本工程施工占地及水库淹没将对植被造成破坏，导致植物个体的损失，其中永久占地及水库淹没占地对植被的影响是永久性，不可逆的，对临时占地的植被影响是暂时性的，施工结束后可以通过措施加以治理恢复。

根据评价区的植被现状，工程建设造成的植被损失基本为石灰岩灌丛，损失的植物资源个体中大多数为白刺花、香薷、火棘、小铁仔等常见种，因此，工程建设对当地植被分布及植物区系的影响不大，主要是导致一定面积植被的消失及植物个体资源的损失。

（3）对保护植物的影响

虽然评价区分布有国家 II 级保护植物 1 种：金荞麦 Fagopyrum dibotrys (D. Don) Hara，但该物种属多年生草本，繁殖适应能力较强，水库的建设不会导致该物种的灭绝也不会导致该物种在评价区消失。

5.5.2.2 对陆生动物的影响预测与评价

（1）对鸟类的影响

评价区内鸟类物种较为丰富，共有 11 目、32 科、76 属、105 种，分别占区域陆生动物总目、科、属、种数的 55.0%、57.1%、68.5%、69.1%。评价区鸟类以小型鸟类为主，其中雀形目鸟类共 18 科、51 属、75 种，占评价区内鸟类物种数的 71.4%。按居留型划分，评价区内鸟类以留鸟占绝对优势，共有 90 种，占全部鸟类物种数的 85.71%；另有冬候鸟 15 种，占 14.29%；夏候鸟 10 种，占 9.52%。

在施工区内由于多为灌丛、农田和少量林地，生境较为单调，主要为小型鸟类，其中多数是广生境种类。国家重点保护鸟类在施工区有活动的种类有仅有松雀鹰(*Accipiter virgatus)*、普通鵟(*Buteo buteo*)及等少数猛禽。其他体型略大的种类有山斑鸠 (*Streptopelia orientalis*)、杜鹃类(*Cuculus spp.*)、戴胜(*Upupa epopsi*)等少数种类。其余种类主要为雀形目的小型常见种类。

淹没区鸟类物种组成与评价区内鸟类物种组成相似。因范围狭小，中大型鸟类少见。但野外调查中仍可见到猛禽等较大的种类。鸟类的主体仍为小型雀形目鸟类。

工程施工期间，施工噪声及施工人群活动会对施工区内鸟类形成一定惊扰。原先在此区域内栖息的鸟类会暂时迁往施工区周围的相似生境内活动。由于施工区内主要为灌丛和耕地，适合鸟类栖息的林地数量较少，因此在施工期间对鸟类的影响也较小。施工期结束后，输水管线沿线施工区的植被将恢复至现状，原先在此栖息的鸟类仍能在此栖息，施工期内因噪声及人群活动惊扰对鸟类的影响将消失。

德厚水库蓄水运行后，将形成较大面积的水面，尤其是静水面积和深度增加，扩大了游禽活动的生境，逐渐可能成为一些湿地鸟类越冬场所。另外，在水库德厚河库区及咪哩河库区库尾区，尤其是咪哩河库区库尾区，将形成一定范围的浅水及水位变动区，在该区域会有利于形成挺水植物集中分布区，同时也将成为幼鱼分布较为集中区，从而有利于游禽和涉禽在该区域觅食、栖息。

（2）对两栖、爬行类动物的影响

评价区内两栖纲共有 1 目、5 科、5 属、10 种，爬行纲 2 目、7 科、11 属、13 种，两栖纲及爬行纲动物物种数占评价区总物种数的 6.6%、8.6%。

施工区及淹没区内可见的两栖类动物种类不多，主要是黑眶蟾蜍 (*Bufo melanostictus*)、华西树蟾(*Hyla annectans*)、昭觉林蛙(*Rana chaochiaoensis*)、泽蛙(*Rana limnocharis*)、斑腿泛树蛙(*Polypedates leucomystax*)和饰纹姬蛙 (*Microphyla ornata*)等少数种类。在施工区及淹没区内分布的爬行动物种类主要是蜥蜴及蛇类等常见种类。施工区及淹没区内均未发现国家重点保护动物和《中国濒危动物红皮书》中收录的两栖类、爬行类物种分布。

爬行类中有云南省级重点保护野生动物 1 种，即孟加拉眼镜蛇 *Naja kaouthia*，

和《中国濒危动物红皮书》收录的动物 3 种，为细蛇蜥 *Ophisaurus gracilis*h 和三索锦蛇 *Elaphe radiata* 和紫灰锦蛇 *Elaphe porphyracea*。工程建设会占用这些动物的部分生境，但由于生境广阔而动物数量稀少，故工程建设不会对其产生明显影响。

工程施工期，在坝址区施工强度较大，土石方施工作业及干流截流作业会破坏坝址处的两栖类及爬行类动物栖息环境，会造成在该河段处栖息的部分两栖类和爬行类动物因来不及迁移而被埋压。在坝址区上下游河段内栖息的两栖类及爬行类动物会因为施工噪声而向远离噪声源的河段迁移。

水库初期蓄水时，会对河谷地带不适于水生生活的某些爬行动物，如壁虎、鬣蜥、蜥蜴和正在冬眠期的两栖、爬行动物有一定影响，致使部分种类的少数个体被淹死。当水库正常运行后，在水库库周会因为形成水陆交界面，而成为适合两栖类及爬行类动物栖息的环境。

（3）对哺乳类动物的影响

评价区内哺乳纲共有 6 目、12 科、19 属、24 种，占评价区总物种数的 15.8%。评价区内哺乳类动物主要以小型种类为主，且主要以啮齿类动物为主，总体上种类较贫乏。略大型的哺乳类由于人类活动频繁，一般都踪迹难觅。

在德厚水库工程施工区及淹没区内分布的哺乳类也主要为小型种类为主，包括松鼠科(Sciuridae)和鼠科(Muridae)的种类，均为小型啮齿类动物；在德厚水库施工区及淹没区内均无国家级和云南省级重点保护野生动物分布。

工程施工期内，施工噪声及施工人群活动会对施工区内的哺乳动物造成惊扰。施工结束后，对于输水管线沿线区域的哺乳动物的生境的影响源将消失。在水库蓄水初期，随着水库的蓄水进程，会对水库淹没线以下的哺乳动物的巢穴造成淹没，可能造成少量来不及迁移的哺乳动物被淹死，但绝大多数的哺乳动物，特别是啮齿类动物将迅速逃离蓄水区域，但会造成在蓄水初期库区周边啮齿动物密度的短暂增高，有可能造成对库周人群健康的不利影响。

总体而言，在施工区及淹没区内的陆生动物主要以小型鸟类为主，这些鸟类又主要为适应当地生境的广生境留鸟，其他动物也都是常见的小型动物。鸟类及哺乳类动物的运动能力较强，对人类干扰的躲避能力较强；两栖类及爬行类动物运动能力相对稍弱。工程对陆生动物的影响施工期主要为施工噪声及施工人群活动对动物栖息环境的惊扰；初期蓄水会造成淹没区内动物栖息环境的淹没，对于运动能力不强的两栖类及爬行类动物会造成少量动物因来不及迁移而被淹死。水库正常运行后，水面面积增大及库区内适合静水生境的鱼类的增多为游禽提供了良好的生境，同时库尾浅水区及变动回水区的形成也将有利于挺水植物及幼鱼的栖息，进而有利于涉禽的栖息。

此外，工程建成后，由于水库形成、输水管线建设可能导致动物种群的隔离，

但一方面工程建设区以农田和石灰山灌丛为主，动物种类和数量稀少，缺乏大型重要种类，另方面库区本身就被天然河道隔离，所以这种隔离对动物的影响不会明显。

综上所述，水库蓄水对库周野生动物既有不利的方面，也有有利的方面。总的说来所产生的影响不大，并可采取相应的措施减免不利影响。

5.5.2.3 工程建设运行对区域石漠化的影响

德厚水库及供水区位于北回归线附近，属于低纬度高海拔地区，具有十分优越的光热条件。日照充足，年温度差异不显著，昼夜温差大，年降雨量适中。文山地区是云南省石漠化严重地区，总体上处于滇桂黔石漠化片区。德厚水库库区及平远片区等供水区所处的文山市、砚山县又是文山州石漠化比较严重地区，尤其是平远片区。本区域石漠化具有地质背景、水热条件以及人类干扰等方面的因素，总体呈自北而南逐渐加重的态势。地质背景主要是由于区域内岩溶地区碳酸盐岩广泛分布，石漠化提供了物质基础；区域内地形破碎，地形高差大，垂向岩溶化强烈，表生带土壤沿岩溶管道垂直迁移或顺斜坡横向迁移，长期演化的结果，使表部土层分布零散、稀少、散失。再加上岩溶山区土壤剖面中通常缺少过渡层，在基质碳酸盐母岩和上层土壤之间存在着软硬明显不同的界面，使岩土之间的粘着力与亲和力大为降低，一遇降雨激发极易产生土壤侵蚀。人类干扰方面本质上是由于区域水土条件不匹配使得区域内相对有限的耕地资源的生产力低下，在没有别的增加收入的条件下，造成当地群众的贫困化。生产力低下和贫困化又促使当地群众为满足温饱而过度开垦，进而造成水土流失加剧，进一步恶化了石漠化。因此在没有外部投入的情况下，贫困化地区往往处于人和自然的恶性循环，导致石漠化趋势不仅得不到扭转，而且呈不断恶化的趋势。德厚水库所处区域的石漠化属于“土地利用过度带来的石漠化”。

目前，国家对于石漠化治理总体上采用“区域发展带动扶贫开发、扶贫开发促进区域发展”的基本思路，着力加强基础设施建设，着力培育特色优势产业，着力促进人力资源开发，着力发展社会事业，以石漠化综合治理为主要内容的生态建设和环境保护。

德厚水库建设与石漠化治理具有相辅相成的关系。石漠化治理需要通过退耕还林、兴修水利、进行中低产田地改造，以提高土地利用价值，随着退耕还林还草等石漠化治理措施的实施，文山州耕地面积将不断减少，为保证文山州粮食安全，需要在有条件的地区发展灌溉，增加粮食产量。盘龙河中上游平远、马塘地区，是文山州少数几个平坝区之一，该区域地势平坦，耕地连片集中，具有较好的耕作条件，但由于地处源头分水岭岩溶地区，干旱缺水严重，而德厚水库建设的主要功能就是为干旱缺水的平远地区提供可靠的水源，通过德厚水库提供的稳定水源，发展农业灌溉，支持石漠化地区的退耕还林还草治理措施，提高区域人民群众的生活水平和生态环境，实现人与自然和谐发展的目标。总体而言，德厚水库建设运行与区域生

态环境治理规划是相互协调的，有利于理顺区域内的水热、水土关系，为区域摆脱贫困，扭转因贫困和基础设施条件差而导致的石漠化发展趋势具有重要作用。

5.5.3 运行期对水生生态的影响预测评价

5.5.3.1 对浮游生物的影响

（1）对德厚水库库区浮游生物的影响

从德厚水库库区内牛腊冲、花庄以及坝址断面的浮游动生物现状调查结果可以看出，德厚河库区河道现状浮游生物种类及数量均较小，呈现出山区贫营养河流内浮游生物群落结构的基本特征。从现状德厚河、咪哩河以及坝址断面现状水质看，有粪大肠菌群指标超标以及铁、锰指标超标等特征，尤其是丰水期水质还劣于枯水期水质。现状水质超标的原因主要是铁矿洗选厂、水结煤矿以及农村生活污水及禽畜养殖废水无序排放所致。

德厚水库蓄水运行后，库区水体将由流水生境改变为静水生境，同时，由于德厚河流域污染治理规划以及德厚水库工程移民安置规划的实施，现状库区内的工业点源将全部关停并清理干净，同时库区农村生活污水及禽畜养殖废水将得到有效治理，库区集水区内的水环境得到很大改善，入库水质将得到很大改善，铁锰浓度将显著降低，粪大肠菌群含量也将显著下降，并能达到《地表水水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水质的要求，从而，库区内水质将比现状河道水质有明显改善。

在这种情况下，德厚水库库区内在原有的硅藻种类都能够保留下来的基础上，浮游藻类种类、数量均将显著提高，并符合静水水体内浮游藻类群落结构的基本特征，如绿藻、蓝藻的种类及数量均将比现状监测到的要有所提高，但由于水库集水区面积较小，且库区内农村生活污水及禽畜养殖废水得到有效处理，库区内氮磷营养物质含量相比现状不会有显著升高，相应地蓝藻、绿藻等物种数量及生物量也不会有显著升高。

同时，德厚水库蓄水后由于水面面积扩大、流速减小、透明度加大，将有利于浮游动物的生存繁衍，库区内浮游动物的群落结构也呈现出与静水水体相一致的群落结构特征，即轮虫及枝角类的种类及数量将显著增加，并占据优势，而原生动物的种类将基本维持现状，但其数量将随着水体规模的加大而增加，而桡足类也将有明显增加，尤其是在德厚水库咪哩河库区的回水变动区内。由于该部分水体面积较大，且水深较浅，且现状为水稻田，底质腐殖质含量高，水库运行后，由上游汇集来的营养物碎屑物质将主要沉淀累积在该区域，从而为桡足类动物创造较为优良的生存环境，从而促进桡足类在该区域内的生长繁殖。

（2）对坝址以下河段浮游生物的影响

德厚水库工程运行后，坝下下泄流量总体有明显减小，一般情况下，各月下泄流量均低于现状下泄流量，但在枯水年的部分月份，由于通过河道为下游马塘工业园区供水，其下泄流量反而比现状有所增大。整体而言，坝址下游河段的流量将较现状趋于均化和减小。而下泄水的水温由于采用分层取水，而下泄低温水现象不突出。同时，由于采用分层取水，下泄水主要来自水深 10m 处至表层的水层，该水层中浮游生物种类及数量均较丰富。

坝址下游河段中，德厚河干流仍为典型的峡谷河段，河道深窄，阳光难以照射到水面，从而河道内水温将基本维持坝址处下泄水温。德厚河干流中浮游藻类的群落结构仍将维持原现状硅藻类为主的特征，但蓝藻、绿藻类的种类、数量将比现状要高，但与水库表层水体相比，由于由静水生境变为流水生境，且光照条件减弱，坝址下游的德厚河干流中蓝藻、绿藻种类和数量将比水库表层水体中要少，并且将主要是那些适合流水生境的蓝藻、绿藻种类。对于浮游动物群落结构而言，由水库表层水中下泄的枝角类、轮虫等浮游动物因难以承受由静水生境向流水生境转换，使得德厚河干流中枝角类、轮虫的种类及数量较德厚水库中显著下降，而呈略高于现状河道内含量的水平；而原生动物的种类和数量将基本维持与水库水体中的水平，而高于现状河道内水平。桡足类则由于其主要位于水库库尾，下泄水流中桡足类含量受水库内桡足类含量的影响轻微，使得德厚河干流中桡足类种类及数量让维持现状水平。

随着岔河、以及马过河、白石岩暗河等盘龙河干、支流的汇入，水文情势逐渐恢复，水温逐渐恢复，尤其是在进入德厚坝子后，光照强度将得以明显加强，河道内流量也基本恢复，德厚河干流内浮游藻类群落结构将与现状基本相同。浮游动物群落结构受水库下泄水中的浮游动物群落结构的影响也也来越小，也将与现状浮游动物群落结构基本相同。

5.5.3.2 对底栖动物的影响

（1）对德厚水库库区底栖动物的影响

德厚水库库区三个监测断面中，底栖动物的物种及密度均不高，牛腊冲、花庄及坝址断面处物种数分别为 10、6、5 种，密度分别为 3、1.4、2 个/m^2。虽然物种数量及密度均很低，但德厚河流域的平均水平稍高于盘龙河干流其它监测断面的平均水平，说明德厚河流域内的底栖动物生存环境略优于盘龙河干流。

德厚水库建成蓄水后，德厚水库库区河道内底栖动物将因水库蓄水而被淹没。但在水库的库尾回水变动区将创造出适合底栖动物生存的环境，尤其是在咪哩河库区库尾回水变动区。在该区域将因水深较浅、光照充足、水温较高、水面面积较大、底质中腐殖质含量高等，有利于底栖动物在此区域内繁衍生息。因此，水库蓄水后，德厚水库库区内底栖动物物种数、密度等将比现状要有所增高，但其在库区内的分

布将不均匀，集中分布在咪哩河库区以及德厚河库区回水末端水位变动区。

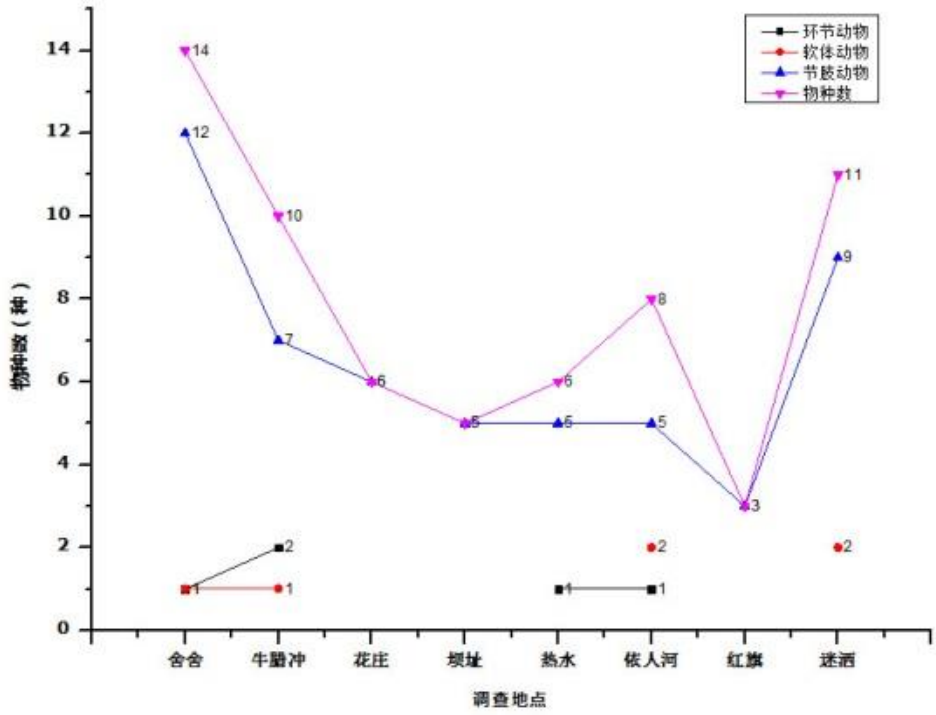


图 5.5-1 各调查断面底栖动物物种数

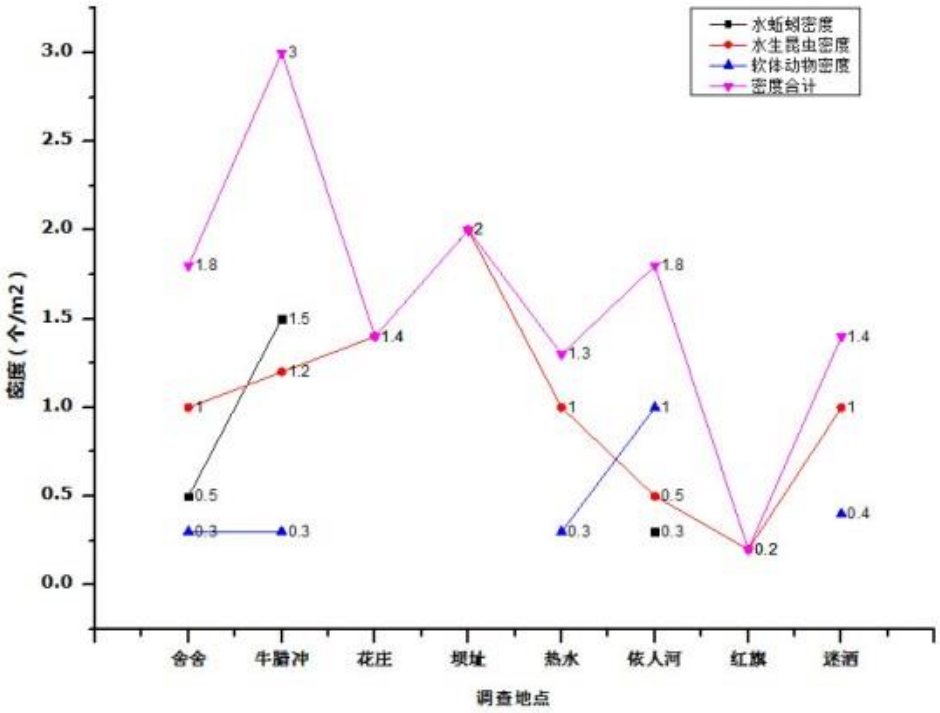


图 5.5-2 各调查断面底栖动物密度

（2）对坝址以下河段底栖动物的影响

德厚水库大坝施工期间，因河道截流、土石方开挖等会造成一定量泥沙和固体

垃圾流入河中，使坝址以下一定距离内的河床底部覆盖泥沙，进而对底栖生物造成压埋影响。本工程中由于德厚河干流流量较小，河道截流可以在较短的时间内完成，因河道截流引起的泥沙冲积量较小，因此，对下游河道的泥沙压埋底栖动物的影响的距离也较短。工程施工结束后，经过一段时间的水流冲刷，尤其是洪水期的集中冲刷，河底泥沙底质会被水流冲刷带走，底质逐步恢复，河道内底栖动物也得到恢复，底栖动物的群落结构、生物量也将逐渐恢复至现状。

5.5.3.3 对水生植物的影响

根据现场调查结果，咪哩河河道因当地村民引水灌溉需要而基本呈渠化状态，德厚河干流则河道深切，现状德厚河及咪哩河干流河道内及两侧水生植物种类较少。水库蓄水运行后，靠近坝址处水深很深，在深水处以及水边的岩石峭壁上基本不具备水生植物生长的条件；但在水库库尾水位变动区，尤其是咪哩河库区尾水水位变动区，因水深较浅、底质腐殖质含量高、面积较大，具备水生植物定居生长的较优良条件，因此在该区域内水生植物将可能形成较大的集中连片的群落，为底栖动物、鱼类幼鱼等提供良好的栖息环境，为草鱼等植食类鱼类提供食料。

5.5.3.4 对鱼类的影响

（1）对水库库区及上游河段鱼类的影响

德厚河流域现状调查共发现有 18 种鱼类，其中上层鱼类共 2 种，分别是马口鱼和中华青鳉；中下层鱼类共 3 种，分别是草鱼、花[骨鱼]和鮎；底层鱼类共 13 种，其中喜急流、砾石底质的鱼类共 6 种，分别为棒花鱼、墨头鱼、横纹条鳅、侧带条鳅、横纹原缨口鳅、红河纹胸鮡等；喜静水、浅水及水草丛生环境的鱼类 5 种，分别为麦穗鱼、鲫、泥鳅、鮎、子陵栉鰕虎鱼等；另外有黄鳝及罗非鱼两种均为适应性很强的鱼类。

德厚水库蓄水运行后，库区水体将由流水生境主要转变为静水生境。鱼类种类组成也将发生明显变化，库区内原来比例较大的喜激流鱼类将由于适生环境缩小而减少，而喜静水的鱼类种类如麦穗鱼、鲤、子陵栉鰕虎鱼、鲫等将易于在库区迅速繁衍扩散开来。

对德厚水库建设前后的 COD、氨氮浓度预测结果表明，水库蓄水运行后坝前断面 COD、氨氮浓度略微降低，两指标均满足地表水 III 类水水质的要求；随着德厚河流域污染防治规划的实施，库区水质将进一步改善。同时，随着水源地保护区的划设，对库区水体及上游集水区生态环境保护的力度将加强。在库区回水末端变动回水区以及回水末端以上的德厚河干流、咪哩河干流上游河道内具备急流生境条件，随着库区环境保护力度的增大，这些上游河道将成为良好的激流鱼类生境，加上库区深水水体的存在，将为许多鱼类提供良好的越冬场，因此，喜急流、砾石底

质的鱼类将迁移至库区回水变动区及以上的干流河道。德厚河流域内鱼类物种数量仍将能得以维持。值得指出的是，在咪哩河库区回水变动区，有可能形成一片范围较大的、水生生物群落结构完整的湿地，在水库的运行管理中逐一加以保护，将其与回水末端以上的咪哩河干流河道作为增殖放流的重点水域之一。

（2）对坝址以下河段鱼类的影响

根据现状调查结果，德厚水库坝下盘龙河中游河段内共发现鱼类 23 种，德厚河流域内发现的 18 种鱼类仅有 1 种鲇未在盘龙河上中游河段内捕获，其余鱼类均在盘龙河中游有分布。在盘龙河干流有分布而在德厚河流域内未发现的鱼类有 6 种，分别是鲢、鳙、胡子鲇、革胡子鲇、黄[鱼幼]、宽额鳢，这 6 中鱼类中鲢、鳙及黄[鱼幼]3 种鱼类是外来种，除黄[鱼幼]捕获量稍大外，其余均很少。因此，总体而言，德厚水库坝址以下的盘龙河中游河段内鱼类组成与德厚河流域内鱼类组成基本相同，不存在显著差别。

盘龙河干流中游河段现状捕获样本数较多的鱼类有子陵栉鰕虎鱼（34 条）、马口鱼（31 条）、横纹条鳅（29 条）、麦穗鱼（28 条）、泥鳅（16 条）、黄鳝（15 条）、花[骨鱼]（15 条）、黄[鱼幼]（14 条）、鲫（14 条）等 9 种鱼类，均为定居鱼类；按是否本地种划分，外来种有子陵栉鰕虎鱼、麦穗鱼、黄[鱼幼]等 3 种；按适好生境类型划分，喜急流、砾石质的鱼类仅有马口鱼、横纹条鳅及花[骨鱼]，其余均为喜浅水、缓流的鱼类。其余捕获样本数较少的鱼类中，还有侧带条鳅、横斑原缨口鳅、红河纹胸鮡等喜急流、砾石底质的定居性本地鱼类；鲢、鳙、罗非鱼等则为外来种。因此，盘龙河干流中游河段内分布的本地鱼类均为定居、小型鱼类，其中喜急流、砾石质鱼类共有 7 种，其余为喜缓流、浅水或水草丛生环境的鱼类。

德厚水库建成后，客观上对坝址上、下游鱼类的遗传交流形成阻隔影响。但由于坝址上下鱼类组成基本相同，在盘龙河上中游以及德厚河流域内均未发现长距离洄游的鱼类。而且，由于在迷洒下游的峡谷段陡峭跌水的存在，理论上在迷洒以上的盘龙河上中游流域内也不存在自然分布的长距离洄游鱼类。因此，大坝建设对坝址上下游水体内鱼类完成生活史不会有大的不利影响。

德厚水库运行后，由于为生活、工业及农业灌溉供水，坝下下泄流量将有所减小。根据水文情势预测结果，工程运行后，德厚坝址年均下泄流量各典型年均有下降，其中丰水年由天然情况下的 6.35m3/s 下降到 1.69m3/s，下降幅度 73.4%；平水年由天然情况下的 5.85m3/s 下降到 2.40m3/s，下降幅度 59.0%；枯水年由天然情况下的 4.24m3/s 下降到 1.20m3/s，下降幅度 71.7%。随着务路河、马过河、镰刀湾暗河、暮底河及布都河等沿线各支流的汇入，工程运行后对下游河段流量的影响逐渐减小，至咪洒断面年均流量下降幅度已降至 16%左右。从年内月均流量过程看，丰水年、平水年、枯水年各月流量均有下降，其中丰水年变化幅度最大的是 8 月份；

平水年和枯水年变化幅度最大的是 12 月份。

从流速变化情况看，其变化过程与流量过程变化情况类似，但年均流速的下降幅度低于流量的变化幅度，丰水年年均流速由天然情况下的 0.48m/s 下降到运行后的 0.29m/s,下降幅度为 39.6%;平水年年均流速由天然情况下的 0.47m/s 下降到运行后的 0.26m/s，下降幅度为 44.7%。枯水年年均流速由天然情况下的 0.42m/s 下降到运行后的 0.27m/s，下降幅度为 35.7%。随着支流的汇入，至咪洒断面年均流速下降幅度已降至 7.1%左右。年内逐月流速变化与流量变化过程也基本相似。

从水深变化情况看，德厚水库建成运行后坝下河道内流量、水位有所下降，相应的水深也随之减小，其中丰水年由天然情况下的 0.24m 下降到 0.13m，下降幅度为 45.8%；平水年年均水深由天然情况下的 0.23m 下降到运行后的 0.14m，下降幅度为 39.1%；枯水年年均水深由天然情况下的 0.20m 下降到到运行后的 0.11m，下降幅度为 45.0%。随着支流的汇入，至咪洒断面年均水深下降幅度已降至 8.2%左右。年内逐月水深变化与流量变化过程也基本相似。

因此，德厚水库运行使得德厚水库坝下河段的年均流量、水深及流速有所降低。整体上，对坝下河段的鱼类栖息环境有一定不利影响。但坝下河段的本地鱼类均为小型鱼类，繁殖期仅要求有流水刺激，流量及流速降低不会阻碍鱼类繁殖。另一方面，在枯水年时，由于水库的调节作用及生态流量下泄要求，避免了天然情况下可能出现的河道断流现象。总体而言，从流量、流速及水深影响角度，工程对鱼类繁殖具有一定不利影响。

德厚水库坝下出水经约 3.5km 长的德厚河流程后即汇入盘龙河，盘龙河水量充沛，德厚水库运行导致的坝下减水对盘龙河影响流量、流速、流态、水位等方面的影响较小，因此水库对盘龙河鱼类生境影响较轻。此外，德厚河汇口以下又有务路河、马过河等较大支流汇入盘龙河，为盘龙河补充了水量并提供了鱼类适生生境，有利于德厚水库坝下鱼类资源的恢复。因此，水库运行产生的水文情势对坝下河流鱼类影响较轻，且影响程度随着河流向下游延伸将进一步减轻。

对德厚水库建设前后的 COD、氨氮浓度预测结果表明，水库蓄水运行后坝后河段 COD、氨氮均有所增加，但坝后各预测断面 COD、氨氮浓度均能满足地表水 III 类水水质的要求；此外考虑到德厚河流域污染治理规划实施、水源地保护区建设等有利水质保护的因素，坝下河道水质可得到保障。因此，运行期坝下河道水质变化对鱼类影响轻微。

德厚水库运行后，在采用了分层取水的情况下，低温水下泄的状况明显缓解，与天然水温的温差由底孔取水的 8.5~10.4℃变为 2℃左右，至盘龙河马塘取水口河段水温与天然水温温差小于 1℃，水温基本恢复至天然水温。

根据下泄水温预测结果，下泄水温与天然水温最大差值为-2℃，温差较自然水

温的日间及昼夜变幅为小，对鱼类的生存和繁殖不会产生明显影响。但由于在鱼类繁殖期水温略低于天然水温，会使得坝址以下 15km 左右河段内鱼类的繁殖期略微滞后，其中在枯水年影响稍大，平水年影响轻微。

综合大坝的阻隔效应、流量流速降低以及鱼类繁殖期水温略微降低等影响，德厚水库建设及运行对坝下河段鱼类的栖息有一定不利影响，但影响不严重。目前按照枯水期下泄多年平均流量 10%、丰水期下泄多年平均流量 30%的生态流量过程可以满足坝下河段鱼类的基本需求。因评价区内无长距离洄游的本地鱼类，且坝址上下鱼类区系基本相同，大坝无需建设鱼道。但由于存在流量、水深、流速下降等不利影响，在实施分层取水，保障下泄生态流量的基础上，还必须建设鱼类增殖放流站，并开展鱼类增殖放流，以弥补水库建设运行对盘龙河流域中上游及德厚河流域鱼类的不利影响。

同时，德厚水库蓄水过程中可能导致坝后至德厚河入盘龙河河口段的减水甚至脱水，对该河段生活的鱼类造成明显影响。工程设计中应注意规划蓄水过程，蓄水过程中要注意按设计下放生态流量，保证该河段鱼类的基本生活用水。

5.6 移民安置对环境的影响预测评价

5.6.1 工程占地对土地资源的影响

水库淹没影响区及枢纽工程占地区涉及德厚镇朝阳、红甸乡平坝寨、马塘镇汤坝、黑末、荣华 5 个村委会 30 个村小组；输水线路工程占地马塘镇汤坝村委会上倮朵、黑末村委会红石岩下寨、红石岩上寨、德厚镇明湖村委会新海尾 4 个村小组。水库淹没区及枢纽工程占地区涉及 30 个村组总人口 2748 户，12250 人，总耕地面积 48946.23 亩，其中水田 10745.31 亩，旱地 38200.92 亩；建设征地共征收 8790.85 亩，其中水田 5745.03 亩，旱地 3045.82 亩。各村组征地率在 0.05%~49.26%之间，人均耕地由 4.0 亩减少为 3.60 亩，人均耕地减少 10.0%。

德厚水库工程生产安置方案为：

1）对征收耕地面积小于征收前耕地总面积 12%的 12 个村小组 240 人，生产安置方案采取将土地补偿费直接补偿到村小组，由村小组统一调剂土地安置。

2）对于征收耕地面积大于征收前耕地总面积 12%，且在征收后剩余人均标准耕地（旱坡地）大于 3.9 亩的 7 个村小组 816 人，则采取土地整理、中低产田改造、改善种植结构等生产开发进行生产安置。

3）对于征收耕地面积大于征收前耕地总面积 12%，且在征收后剩余人均标准耕地（旱坡地）低于 3.9 亩的村小组，则考虑从邻近村组调剂土地。其中，花庄安置点调剂土地安置的有 5 个村民组 803 人；杨梅山庄安置点调剂土地安置的有 2

个村民组 498 人；库周调剂土地安置的有 4 个村民组 417 人；马塘小集镇二、三产业安置的有 4 个村民组 315 人。根据规划安置区环境容量分析，花庄集中安置点、杨梅山庄对面集中安置点及其他就近后靠环境容量满足各村民小组后靠的要求。库区后靠安置村民组移民安置后人均耕地面积与工程占用前比较人均耕地面积变化不大，且通过邻近村组土地调剂方便生产生活，移民后期扶持项目实施后，也可大大改善移民村农业种植结构及灌溉条件等。集中安置点安置标准为 3.0 亩坡旱地，虽有人均耕地有所降低，但通过土地整理、改善水利灌溉条件、低产田改造、种植结构调整等后期扶持项目实施，能大大提高粮食亩产量。照现有耕地产出情况，以水浇地亩产粮食 230kg 计，依照人均占有耕地数量人均年产粮食为 575kg，规划水平年人均年产粮食为 635kg，满足人均基本口粮要求，并达到或超过了人均年产粮食目标值。

另外，根据《中华人民共和国土地管理法》第三十一条规定：国家实行占用耕地补偿制度。非农业建设经批准占用耕地的，按照“占多少，垦多少”的原则，由占用耕地的单位负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应交纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。

德厚水库建设征地耕地占补平衡为建设征地区征用的小于 25°的耕地、移民安置居民点征地、专业项目复建征地之和扣除复垦耕地面积。扣除 25°以上坡耕地后，水库淹没区征收耕地 8320.62 亩，枢纽工程建设区征收耕地 262.48 亩，输水线路工程建设区征收耕地 207.75 亩，根据国家相关法律法规，应补充 8790.85 亩耕地以达到占补平衡。需按相关规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。

通过缴纳耕地开垦费，开垦 8790.85 亩新耕地的方式能减缓工程占地对土地资源的影响，但是开垦新耕地的过程要注意水土流失问题及对其土壤肥力进行论证，保证新开耕地不降低其土地生产力水平。

5.6.2 移民安置对区域社会环境的影响

（1）移民生产生活影响

本工程采用就近后靠分散安置、集中外迁安置两种安置方式，设置了播烈、杨梅山庄对面、康家寨头、花庄市场背后 4 个移民安置点。

移民安置点选址经过初步地质勘察，地质稳定，场地比较平整，安置区已考虑公用工程设施布设，主要为给水、排水、供电等工程设施用地，以及公厕、垃圾收集点等用地，同时安置区道路顺应地形合理布置，总体而言，安置点合理的利用了区域移民环境容量，通过合理的补偿、全面规划，移民的生产、生活水平可以得到有效保证。

随着移民逐渐融入安置区的生产生活环境，安置区的自然条件和资源条件将逐

步按照移民实施规划报告的要求得到合理分配利用，移民收入能恢复到当前水平。安置后期随着水利、交通等基础设施的建设及大量移民安置资金的投入，移民的生产生活条件将得到极大改善。无论是交通设施、生活用水、人均收入等方面均有质的变化，移民的生活质量将有较大程度的提高。

（2）对民族团结和民俗文化的影响

根据调查，德厚水库建设征地涉及的移民主要为壮族、汉族、苗族，少数民族喜欢群居生活，喜欢沿河居住。本次移民安置方案充分考虑了移民安置意愿情况、考虑少部分移民因恋家情结不愿搬迁等因素，所以移民环境容量分析首先在库区的周围进行，当库区周围环境容量不够时，采取通过本镇、本市寻求人均耕地资源较为丰富、有调剂耕地条件的村组进行调剂耕地安置的方式，以缓解当前库区“人地矛盾”，减轻安置压力，合理利用移民搬迁后剩余耕地资源。而水利基础设施建设正是边疆地区发展经济迫切需要的重要基础，安置后期随着水利、交通等基础设施的建设及大量移民安置资金的投入，移民的生产生活条件将得到极大改善。总体而言，移民安置对民族团结和民俗文化影响不大，随着移民保障资金的投入，将改善移民生产生活条件。

（3）人群健康影响

各移民安置点气候、土壤、水域及传染病流行情况与原居住地相似，传染病种类不会有恶化的趋势，而集中安置点的区域合理规划、更完善的配套设施和良好的水源、卫生条件将有利于减少传染病的发生。

（4）对其它行业的影响

在安置建设过程中，由于建设需要大量的劳力，为当地居民提供了就业机会，即可增加居民的收入，也为当地市集发展提供了机遇，移民安置后，随着产业结构调整，交通、通信等基础设置的完善，将为区域经济的发展提供条件和整洁美观的投资环境。

5.6.3 移民安置对生态环境的影响分析

移民安置点的建设将不可避免的破坏征地范围内的地表植被，改变土地利用类型，4 个移民安置点占地面积共计 61.6 万 m^2，占地面积较小。康家寨头现状植被为暖性石灰岩灌丛，播烈、杨梅山庄对面、花庄市场背后 3 个安置点现状均以玉米地为主。经调查，各移民安置点无珍稀保护植物分布，安置建房对珍稀保护植物无影响。

安置点建设过程中的开挖、筑路、弃渣、机械振动等施工活动，对原活动于安置点的野生动物造成一定影响，迫使它们向周边类似区域迁徙，由于各移民安置点均不是野生动物的主要栖息地，且施工影响区域小，安置建房不危及野生动物的生

存。

安置点建设过程中还将在一定程度上扰动地表，使其表层土裸露，新增水土流失，但实施植物绿化及其他相关水保措施后，水土流失将得到有效控制。

5.6.4 移民安置水环境影响分析

移民安置对水环境的影响主要是集中安置点居民排放的生活污水对周围水环境的影响。集中安置点移民共计 4354 人，根据计算，农村移民生活污水排放总量为 401.32m^3/d。如果农村移民安置点的生活污水不采取任何措施直接排放，将会对居民点附近的环境产生影响。为减小生活污水的影响，建议对生活污水进行简易处理，当污水能达到农田灌溉用水标准后，将其用于农田灌溉或用作农家肥料。

同时，移民安置过程中少量的施工废水和施工人员的生活污水也会对周围水环境产生影响。其中施工废水以混凝土拌和机冲洗废水为主，废水特点是污染物 SS 浓度高、由于施工期较短，废水产生量少，不含有毒物质，初步估计混凝土搅拌机每次冲洗废水约 0.5m^3，排放方式为间歇式，对地表水体影响很小。

5.6.5 移民安置对大气环境、声环境的影响分析

移民安置对环境空气的影响源主要是工程开挖、回填等场地平整中产生的粉尘。对大气环境产生影响的主要污染源有：各类施工机械排放的废气，施工开挖产生的粉尘飘尘，车辆运行产生的扬尘等。

移民安置对周围声环境影响主要表现为施工期各类施工机械产生的噪声。其中对环境影响较大的施工机械有推土机、装载机、压路机、挖掘机和自卸卡车等。施工噪声主要将对施工现场作业人员造成影响。

移民安置对大气环境、声环境影响时段为施工期，时间较短。且施工场地比较分散，施工工期也不集中，因此不会对整个区域的大气、声环境造成污染，在采取必要的降尘、防噪等防护措施情况下，实质影响将进一步降低。

5.6.6 移民安置生活垃圾影响分析

本工程集中安置点移民共计 4354 人，生活垃圾产生量为 2.61t/d。总体上生活垃圾产生量较少，其中有机物质多回用或饲畜，仅余少量无机成分。但若不做好垃圾收集与处理的工作，任其散乱堆置，将影响村容及环境卫生。

5.6.7 对移民安置方案的建议

（1）移民安置方案的确定不仅要考虑土地的数量和质量，还要综合考虑移民心态、移民意愿、新老居民的融合、经济发展的潜在条件等诸多因素。依据地形、

地质条件、区域经济、社会、基础设施等条件，进行科学选址，同时，需采取地质灾害治理，限制建筑物密度和高度，确保移民点安全及生态环境向良性方向发展。

（2）就近后靠安置区的生产生活污水、固废垃圾处理不当，可能会影响库区水质。此外，为维护库区的自然环境和生态环境，库区周围“禁捕、禁采、禁养、禁伐”，限制了库区周边工业的发展，加上原有交通被破坏，库区原来的平衡系统被打破，造成移民生活困难，因此尽量不就地后靠安置。

（3）合理规划移民区的产业发展政策，实现移民区的可持续发展。

（4）结合新农村建设，建立沼气池、卫生厕所及化粪池。对农村生活产生的人畜粪便、有机生活垃圾、生活污水进行能源化处理。

（5）加强搬迁移民的卫生防疫工作，加强水源防护管理，尽量控制水介病和虫介病的流行传染。加强安置人员的人群健康监测工作，普及卫生知识，增强移民自我保健意识。

5.7 社会环境的影响分析

5.7.1 占地对区域土地资源利用影响分析

文山州土地面积 31456km^2，其中山区和半山区面积 30512km^2，占总土地面积的 97%，平坝区面积 944km^2，仅占总土地面积 3%。据土地详查数据显示，文山州耕地面积 956.97 万亩，农田有效灌溉面积 139.37 万亩，有效灌溉程度 15.4%，人均耕地面积 2.8 亩/人。

德厚水库工程征收耕地涉及文山市德厚镇、红甸乡、马塘镇 30 个村小组，德厚水库工程建设征（占）地总面积 12918.08 亩，其中，永久占地面积 12159.51 亩（其中，水库淹没及影响区面积 11250.06 亩），其中耕地 8794.99 亩（水田 5745.03 亩，旱地 3049.96 亩）；临时用地面积 758.57 亩，其中耕地 87.89 亩（水田 36.43 亩，旱地 51.46 亩）。工程占地不可避免的导致了区域土地利用资源的减少，但德厚水库工程占地总面积仅占文山州土地总面积的 0.03%，工程占用的耕地面积仅占文山州耕地面积的 0.62%，其占用比例较小。另外，德厚水库工程建成后将解决平远、马塘片区 9.28 万亩的耕地灌溉用水，改善灌溉条件，加之经济补偿、调剂土地、土地整理、低产田改造、种植结构调整等后期扶持项目的实施，能大大提高粮食亩产量。

总体而言，工程占地将减少区域土地利用面积，但灌溉条件的改善有利于提高灌区范围内粮食亩产量，因此，从区域长远发展的角度看，工程占地对区域土地资源利用的影响是正面的。

5.7.2 对边疆少数民族地区经济发展的影响分析

德厚水库的主要受水区—平远片区，位于云南省文山壮族自治州砚山县和文山市结合部，这里是汉、壮、苗、彝、回等多民族聚集的地方。自 2000 年起，通过大型灌区的建设，灌区内的人民群众生活生产水平有了明显的提高，人民安居乐业，民族稳定。但在大型灌区以外的地区，由于缺乏必要的灌溉条件，群众的生活生产水平依旧低下，大部分人口仍处于贫困线以下。由于水资源紧缺，用水矛盾突出，因为人畜饮水和灌溉用水，有的家庭兄弟之间、兄妹之间大打出手，反目成仇。村寨与村寨之间剑拔弩张，因水而引发的械斗随时都有可能发生，不可避免地给社会带来政治、经济、生产、生活等诸多隐患。

为彻底解决平远片区除大型灌区以外区域耕地资源丰富但水源匮乏的问题，提高当地人民群众的生活生产水平，通过建设德厚水库，把水资源相对较丰富地区的水引入平远片区，满足平远片区的生产生活用水，改善当地的灌溉条件，提高人民群众的生活水平，对当地少数民族的团结与稳定有着重要的意义。

总体而言，德厚水库建成后将解决 22.44 万城乡居民的饮水问题，灌溉平远、马塘片区 9.28 万亩的耕地，并向平远特色农产品加工园区和马塘工业园区供水 4331 万 m^3。兴建德厚水库为当地经济社会发展提供水源保障，有利于提高边疆少数民族地区人民群众的生活水平，对兴边富民、巩固边疆等均具有重要意义。

同时，水库建设过程中大量资金的投入，可以促进与工程相关的地方产业、服务业和文化事业的发展，增加地方劳动力就业机会，显著改善电力、交通、通信、文化、卫生等基础设施条件，从而带动本地区社会经济的长足发展，也对保证民族地区的社会稳定具有深远意义。

5.7.3 对文物古迹的处理意见和保护措施

根据《中华人民共和国文物保护法》第三章第二十九、三十、三十一条之规定，经专家讨论研究，文山州文物管理所编制了《文山州德厚水库淹没区及配套建设文物考古调勘文物古迹影响评价报告》，其中对调勘中发现的文物古迹，提出如下处理意见和保护措施：

（1）花庄观音庙

该建筑形式在本地区普遍存在，保护措施为：对此建筑进行摄影、摄像、绘图和文字记录，最大限度收集资料。

（2）黑末段美柳山火葬墓和花庄土佬坟坡火葬墓地

两墓地地处淹没区边缘，均不在淹没区内，且不做任何保护工作。

（3）双河桥和长春桥

保护方案为异地迁移保护。现存石拱桥在原址按文物保护科技方式进行编号拆

分后，迁运至新址按原规模、原样式迁移保护。迁移地点待定。新址的选择要考虑到方便当地群众的生产生活及有利于今后的保护和利用。新址桥头占地面积待定，土地由建设单位征集，并提供满足文物复建工程所需的三通一平场地条件。

云南省文物局于 2013 年 3 月 26 日出具了云南省建设工程文物保护意见书，此次考古调查、勘探，查清了文山州德厚水库淹没区及配套建设工程的文物分布及埋藏状况，分别是：双河桥、长春桥、花庄观音庙、黑末段美柳山火葬墓和花庄土佬坟坡火葬墓地，需要对 5 处文物进行保护。该 5 处文物点不属于国家级、省（直辖市）级和市县级保护文物，由于文山州文物管理现场考察中觉得具有历史研究价值故将其列为文物点。德厚水库项目建设中涉及到文物外迁的，需征询文物保护主管部门意见，经文物主管部门许可后方能外迁，外迁行为由文物主管部门指定的具有专业资格单位和技术人员来执行。

5.8 水土流失预测与评价

云南秀川环境工程技术有限公司于 2015 年 1 月编制完成的《云南省文山州德厚水库工程水土保持方案报告书（报批稿）》，本报告中引用该报告书中相关内容及结论。

5.8.1 扰动原地貌及损坏水土保持设施面积

（1）扰动原地貌面积

根据工程特性，结合施工组织设计方案分析认为，德厚水库工程建设中可能造成的原地貌改变，占压、损坏土地和植被的面积主要来自施工中的开挖、弃渣以及料场开采。经过分析，德厚水库工程建设造成对地表的扰动，对植被的占压和破坏面积共计 199.71hm^2（不含水库淹没区），其中枢纽工程区 74.87hm^2，输水工程区 50.80hm^2，移民安置及专项设施复建区 74.04hm^2。详见图 5.8-1。

（2）损坏水土保持设施面积

德厚水库工程建设区内目前建未有占用专项水土保持设施，工程建设损坏的水土保持设施仅考虑由于有林地地破坏而使水土保持功能降低甚至丧失的部分。工程因施工建设损坏水土保持设施面积 83.63hm^2（水库淹没区不计入损坏水土保持设施面积），其中枢纽工程区 41.78hm^2，输水工程区 28.30hm^2，移民安置与专项设施改建区 13.55hm^2，详见图 5.8-1。

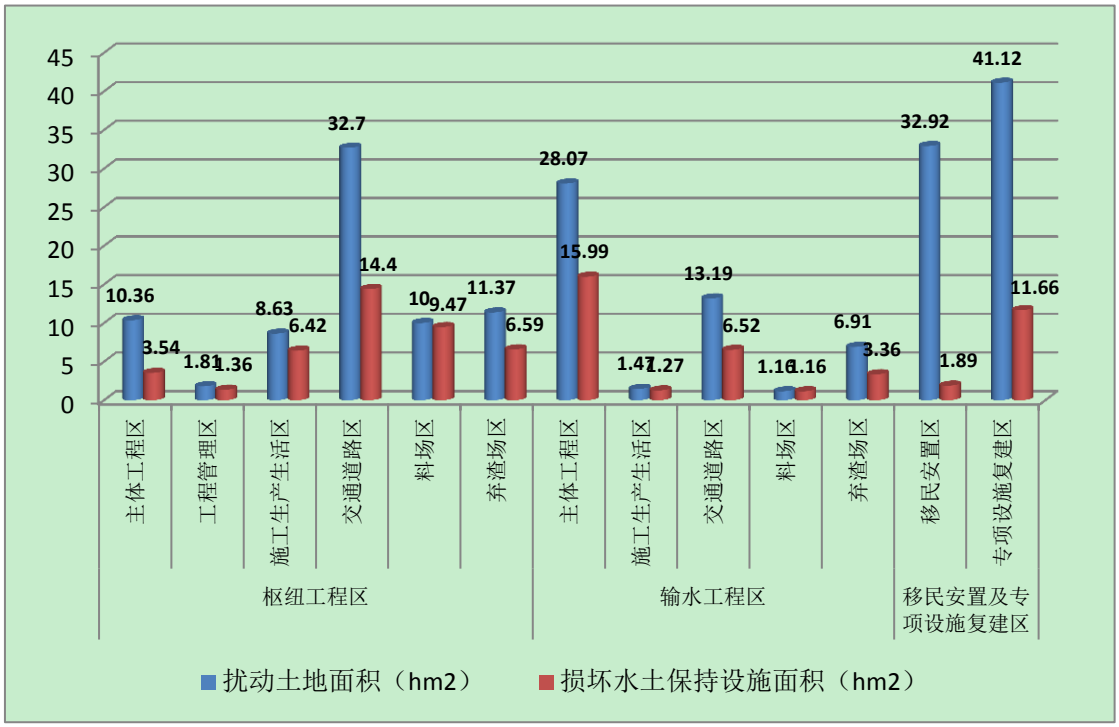


图 5.8-1 工程建设扰动土地面积及损坏水保设施面积

5.8.2 弃渣量预测及堆放

（1）土石方平衡及弃渣流向

本工程总开挖量 215.58 万 m^3（自然方，下同），利用料 148.73 万 m^3，弃渣量 66.85 万 m^3；其中，枢纽工程区总开挖量 108.13 万 m^3（自然方，下同），利用料 61.46 万 m^3，弃渣量 46.67 万 m^3；输水工程区总开挖量 40.24 万 m^3，利用料 29.17 万 m^3，弃渣量 11.07 万 m^3；移民安置及专项设施复建区工程土石方开挖 67.77 万 m^3（自然方，下同），填筑利用 59.36 万 m^3，弃渣 8.41 万 m^3。

（2）弃渣场规划

1）枢纽工程区

开挖弃渣原则上不得弃入河道，尽量少占农田，弃渣场尽量就近、集中弃置。本枢纽工程共设 4 个弃渣场和 2 个临时转存场，分别为枢纽 1#弃渣场、枢纽 2#弃渣场、枢纽 3#弃渣场、枢纽 4#弃渣场和 1#临时转存场、2#临时转存场。

2）输水工程区

各弃渣场布置在干渠沿线箐沟和缓平坡处，共设 6 个弃渣场。

工程各弃渣场特性详见表 5.8-1。

表 5.8-1 工程区弃渣场特性表

弃渣场	设计堆渣量		渣场容量	堆渣高程	渣场面积	汇水面积	渣场最大堆高	渣场类型	占地主要地类	弃渣来源
	自然方	松方								
	m^3	m^3	m^3	m	hm^2	km^2	m			
枢纽 1#弃渣场	440716	652623	682971	1323～1364	6.17	0.13	41	沟道型	坡耕地、水田	大坝、导流洞、溢洪道、泵站厂房、石料场、除 AR6 施工道路、度汛体、下游围堰、输水管道 T0+000～T0+900
枢纽 2#弃渣场	4795	6377	10838	1333～1345	0.44		12	沟道型	林地	上游围堰
枢纽 3#弃渣场	16258	22667	29883	1330～1340	0.84	1.01	10	库区型	林地、梯坪地	AR6 施工道路
枢纽 4#弃渣场	16493	24745	23702	1352～1360	0.60		8	平地型	梯坪地	大坝左岸防渗线路
输水 1#弃渣场	17054	23303	49958	1493～1500	1.35		7	坡地型	坡耕地	输水管道 T0+900～G1+000、施工道路（BR1、BR2、BR3、BR4）
输水 2#弃渣场	9856	13678	39797	1448～1459	1.16		11	平地型	坡耕地	输水管道 G1+000～G3+500、施工道路（BR5）
输水 3#弃渣场	10985	15338	36529	1383～1400	1.12	0.09	17	坡地型	坡耕地	输水管道 G3+500～G5+000、施工道路（BR6）
输水 4#弃渣场	9007	12423	45967	1418～1430	1.13	0.26	12	沟道型	林地	输水管道 G5+000～G6+500、施工道路（BR6）
输水 5#弃渣场	15248	22021	56145	1438～1460	0.90		22	沟道型	林地	输水管道 G6+500～G9+500、施工道路（BR7、BR8、BR9）
输水 6#弃渣场	38016	56284	69277	1497～1525	1.25	0.08	28	沟道型	林地	输水管道 G9+500～末端、施工道路（BR10、BR11）
1#临时转存场	195126	264005	273000	1323～1333	3.00		10	平地型	坡耕地、水田	大坝开挖有用料堆放
2#临时转存场	4300	5719	6630	1330～1337	0.32		7	沟道型	坡耕地	大坝上游围堰有用料堆放
合计	777854	1119183	1324697		18.28					

（3）表土剥离

本工程总共需覆土 218208m^3，其中绿化覆土 152460m^3，复耕覆土 65748m^3；本工程覆土不需外购。枢纽工程区表土剥离量 100088m^3，表土临时堆场面积 3.74hm^2；输水工程区表土剥离量 88181m^3，表土临时堆场面积 3.72hm^2；移民安置与专项设施改建区表土剥离量 29939m^3，表土临时堆场面积 1.08hm^2。

5.8.3 可能造成的水土流失量预测

根据工程建设可能造成的水土流失区域及流失面积，分析背景侵蚀模数，确定这些地区在工程建设前的水土流失量。工程建设区背景流失量 8787t，开挖扰动可能产生的水土流失量为 50233t，新增水土流失量 42001t。其中，枢纽工程区可能产生的水土流失量为 16783t，新增水土流失量 13640t；输水工程区可能产生的水土流失量为 5446t，新增水土流失量 4440t；移民安置与专项设施改建区可能产生的水土流失量为 22622t，新增水土流失量 19584t。

5.8.4 工程建设中可能造成的水土流失危害

德厚水库工程建设过程中，征地范围内的地表将遭受不同程度的破坏，局部地貌发生较大的变化，如不采取水土保持措施，将产生严重的水土流失，从而影响施工进度及工程建成后的安全运行、影响农耕及水利设施的功能的正常发挥，直接影响下游水质，使下游居民的生活受到不同程度的影响；大量的水土流失还会带走土壤表层的营养元素，降低土壤肥力，影响农作物及林木的生长；移民安置与专项设施改建区的水土流失还会直接影响安置区群众的生活水平，对当地经济发展带来不利影响。

5.8.5 水土流失预测评价小结

经过上述分析预测，德厚水库工程建设过程中，造成对地表的扰动面积为 199.71hm^2，损坏的水土保持设施面积为 83.63hm^2，工程产生弃渣量为 84.58 万 m^3（含收集表土和剥离表土量 21.82 万 m^3），工程建设可能造成的水土流失总量为 50233t，新增的水土流失总量为 42001t。

施工期试水土流失最严重的时间段。各分区中主体工程区、交通道路区和弃渣场区新增水土流失量占分别新增水土流失总量的 23.78%、21.42%和 6.91%，是造成水土流失最为严重的区域，是采取水土保持措施的重点区域。

为此，应针对不同区域的水土流失特点，因地制宜，因害设防，制定行之有效的防治方案，遏制新增水土流失的发生与发展，并及时进行监测监督；合理安排主体工程施工进度和施工次序，土石方工程尽量避开大雨和大风日；另外，考虑到工程施工准备期和施工期产生的水土流失量最大，自然恢复期水土流失量逐

步减小，水土流失防治和监测的重点时段应安排在主体工程施工期的每年雨季5~10月。

5.9 施工期环境影响分析与评价

5.9.1 施工期对水环境的影响

5.9.1.1 施工期对地表水环境的影响

按照混凝土养护用水量定额 4.2m^3 水/m^3 砼估算，分别在大坝区及输水线路区产生混凝土养护废水量 39.82 万 m^3 和 7.48 万 m^3，共计 31.42 万 m^3。共计 47.29 万 m^3。总排放强度达 417.6m^3/d，其中大坝区排放强度较大，达 297.5m^3/d；输水线路区为 102.4m^3/d，分摊到各工段的排放强度为 25.6m^3/d。

按照砂石料冲洗用水量 4 m^3 水/m^3 砂石料估算，大坝区及输水线路区砂石料加工系统共产生砂石料冲洗废水 107.1 万 m^3 及 25.2 万 m^3，共 132.3 万 m^3；排放强度分别为 800.4m^3/d、337.3m^3/d，最大总排放强度 1137.7m^3/d。砂石料加工冲洗废水经处理达标后回用。

按车辆冲洗用水量 25m^3/车/月计，预计施工期产生废水 15.5 万 m^3，其中大坝区 14.3 万 m^3，输水线路沿线共计 1.2 万 m^3，总排放强度最高为 121.0m^3/d，其中大坝区 104.8m^3/d，输水线路沿线约 16.1m^3/d。

按人均生活用水量 120L/d/人、废水排放系数 0.8 估算，施工期共排放生活污水 13.68 万 t，其中，坝下生产生活区排放量 8.06 万 t，石料场及砂石料加工营地 0.54 万 t，输水线路 5 座营地共计 5.08 万 t。总排放强度 133.8t/d，其中坝下生产生活区 60.2t/d，石料场及砂石料加工营地 4.0t/d，输水线路 5 座营地 69.6t/d，单个营地 13.9t/d。

生活废水主要污染物为 COD_{Cr}、BOD_5 和 NH_3-N，分别按 400mg/l、200mg/l 和 40mg/l 计算，则生活废水排放污染物平均强度为 COD_{Cr}53.5 kg/d、BOD_5 为 26.8 kg/d、NH_3-N 为 5.4kg/d。总计产生污染物量 COD_{Cr} 为 54.7t、BOD_5 为 27.4t、NH_3-N 为 5.47t。由于施工废水分散在各施工营地，废水经过处理后，对水环境的影响会较小。

5.9.1.2 施工期对地下水的影响

（1）输水线路施工对沿线地下水的影响

德厚水库工程建设任务以城乡生活和工业供水、农业灌溉为主，兼顾发电等综合利用。供水范围包括文山州砚山县平远片区、文山市马塘片区（包括平远特色农产品加工园区及马塘工业园区）。供水对象为生活、工业及农业灌溉供水。

项目建议书阶段推荐的输水工程布置为：输水工程线路总长 17.1km，主要包括长 15.3km 的输水明渠以及 13 座渡槽、4 座倒虹吸、2 座隧洞，另有 4 座公路桥、16 座人行桥等交叉建筑物。明渠采用窄深式矩形断面，M7.5 浆砌石衬砌，底宽 2.6~2.3m，渠高 1.8m；渡槽为梁式渡槽，钢筋混凝土矩形槽身，排架基础采用钢筋混凝土基础。渡槽底宽 1.6m、槽身净高 1.4m；倒虹吸均采用 1.6m 管径、壁厚 10mm 的钢管；隧洞断面型式均为城门洞型，隧洞断面与相邻明渠等宽，钢筋混凝土衬砌厚度 30cm。

可研阶段，经过方案比选，推荐使用一级提水坝后方案，工程布置为在水库大坝后集中布置地~平泵站，马塘泵站及电站，泵站及电站取水均接引水发电隧洞，分岔后接入电站、泵站，德~平泵站经 1.4m 钢管提水至右岸上游山顶水池，山顶衔接水池正常水位 1520.484m，后接约 10km 的输水管（管径 1.4m 的 PCCP 管）至明湖的输水干渠终点。为解决花庄片区供水、平湖、明湖灌区涌水，在输水管线沿线设分水口（或分支管）分别解决，在山顶水池设分水管至花庄片区。

输水工程由坝后泵站、电站及输水管线组成，集中布置于大坝下游。德~平输水线路前段为有压管道输水，后端为明渠输水。输水主管及干渠沿等高线布置，主管起点为德厚河右岸的山顶水池，前段沿德厚河右岸布置，在牛腊冲跨过德厚河后到达白沙坡接输水干渠，输水干渠傍山布置，末端位于老坞海分水口。为输水倒虹吸与输水渠道混合布置方式，全长 10064m，为沟埋管设计；渠道段长 1849.799m，由明渠、渡槽及隧洞组成，明渠为浆砌石结构，底坡 i=1/2000，渡槽底坡 1/500，隧洞底坡 1/2000。输水线路跨越大型冲沟及河道均采用平直明钢管自承式跨越，全线共设置较大跨越一处，为跨越德厚河的钢管，钢管段长 75m，支墩间距 10m。

输水线路工程区位于水库区北部，地形总体西北高，南东低，高程在 1300~1700m 之间，相对高差一般 50~200m。主要地貌形态为侵蚀溶蚀中低山沟谷地貌，沿线 C1-3、T1y、T2g 碳酸盐岩地层主要分布，T2f 以碎屑岩为主的地层局部分布。工程线路分布高程 1320~1541.2m，切割作用较为明显，河流切割较深，线路分布多为较为平坦地区，沿线岩溶现象较为发育，但地下水位较深，地表水活动不明显，局部发育树枝状水系。工程区不存在制约输水工程实施的地形、地质条件。输水管线的布设，对地下水流场的影响较小，但须注意引水管线接口渗漏问题。明渠为浆砌石结构，合理处理建设过程中产生的泥浆污水，避免其对地下水产生污染，并且注意明渠的渗漏问题，避免明渠防渗不达标，造成输水过程中水流渗漏，影响当地地下水流场。

（2）隧洞施工对地下水的影响

工程建设共设计导流泄洪隧洞、引水隧洞、团结大沟输水隧洞三个隧洞（见

图 5.9-1）。这三个隧洞均位于德厚河水文地质单元内，区内碳酸盐岩类溶洞裂隙水较为发育，为了判断隧洞施工过程中对地下水的影响，对以上三个隧洞做简要论述。

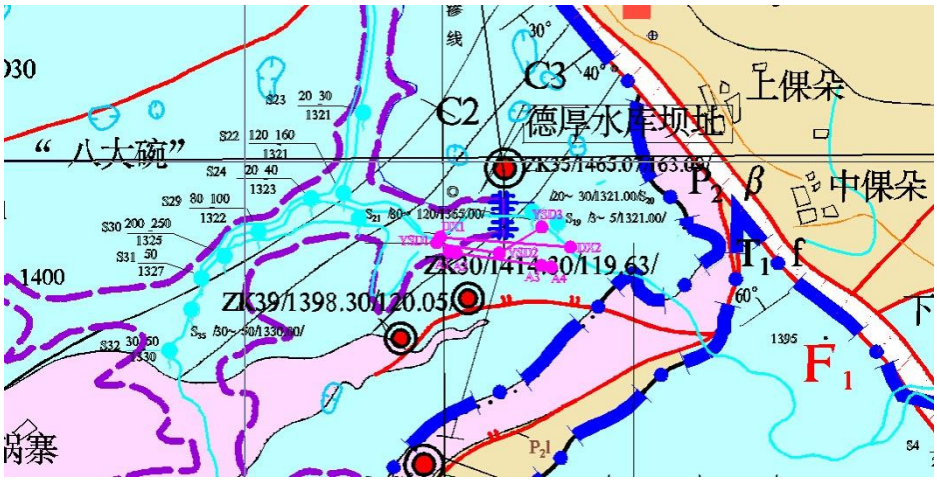


图 5.9-1 隧洞平面位置图

1）导流泄洪隧洞

导流泄洪隧洞布置于右岸平面布置为直线，立面布置采用短有压进水口接“龙抬头”的布置方式，泄洪洞后段与导流洞结合。泄洪洞由进水渠段、有压洞身段、闸室段、无压洞Ⅱ段、扩散陡坡段、消力池段及尾渠段组成，全长 432m，其中洞身段长 411.65m。隧洞进口底板高程 1335.00m，出口底板高程 1314.90m，有压断面为 2.5m×2.5m 的矩形，无压断面为 3.5m×4m（宽×高）的城门洞型，洞内消力池为 6.0m×10.3m 的城门洞型。

导流泄洪隧洞位于德厚河水文地质单元东部，咪哩河与德厚河交汇处东南，库区坝址南侧，引水隧洞穿过的地层包括 C3 上石炭统灰岩、P1 下二叠统灰岩，赋存地下水类型为碳酸盐岩类裂隙溶洞水，富水性较好，所在区域地下水由南西向北东径流。隧洞进口底板高程 1335.00m，该区域内地下水向河流排泄，排泄泉点高程 1321m，隧洞沿线钻孔 ZK27 地下水位为 1321.79m，底板高于地下水位，在隧洞施工过程中对地下水影响较小。

2）引水隧洞

引水隧洞承担了德厚水库大部分的供水任务（工业、农业、生活、发电、生态），设计流量 10.59m³/s。根据地形条件及工程布置，引水隧洞布置于右岸，轴线在平面上采用折线布置，设 1 个平面转弯，进口轴线方位角 N99.765°E。引水隧洞全长 347.95m，由进口明渠段（长 6m，底坡 i=0）、取水塔（长 15.75m，底坡 i=0）及洞身段（长 326.2m，底坡 i=6‰）组成，出口接压力钢管。隧洞进口底板高程 1337.30m，洞身断面为内径 2.2m 的圆形。取水口为岸边塔式进水口，

按分层取水设计，在不同方向共设 4 道挡水闸门。

引水隧洞位于德厚河水文地质单元东部，咪哩河与德厚河交汇处东南，库区坝址南侧，引水隧洞穿过的地层包括 C3 上石炭统灰岩、P1 下二叠统灰岩，赋存地下水类型为碳酸盐岩类裂隙溶洞水，富水性较好，所在区域地下水由南西向北东径流。隧洞进口底板高程 1337.30m，该区域内地下水向河流排泄，排泄泉点高程 1321m，底板高于地下水位，在隧洞施工过程中对地下水影响较小。

3）团结大沟输水隧洞

团结大沟输水隧洞布置于右岸，进、出口与已建团结大沟衔接，承担施工期及运行期(库水位高于 1370.0m 时)团结大沟的供水任务。隧洞平面布置为直线，轴线方位角 N99.195°E，全长 381.4m，由进水渠（长 9.06m，底坡 i=0）、闸室段（长 7.2m，底坡 i=0）、无压洞身段（长 324.7m，底坡 i=1.4‰）及出口明渠段（长 40.5m，底坡 i=1.4‰）组成。隧洞进口底板高程 1369m，洞身断面为 2.5×1.8m 的城门洞型。取水口为岸边塔式进水口，设一道平板检修门及一道平板工作门，孔口尺寸 1.5×1.5m。

团结大沟输水隧洞位于德厚河水文地质单元东部，咪哩河与德厚河交汇处东南，库区坝址南侧，引水隧洞穿过的地层包括 C3 上石炭统灰岩、P1 下二叠统灰岩，赋存地下水类型为碳酸盐岩类裂隙溶洞水，富水性较好，所在区域地下水由南西向北东径流。隧洞进口底板高程 1369m，该区域内地下水向河流排泄，该区域内地下水向河流排泄，排泄泉点高程 1321m，底板高于地下水位，在隧洞施工过程中对地下水影响较小。

5.9.2 施工期对生态环境的影响

（1）施工占地对植被的影响

工程施工期间，对植被的影响主要是工程占地对植被的破坏。工程占地破坏的植被类型主要为林地和草地。德厚水库库区林地呈现片状与沿河谷的线状分布相结合的分布格局，水库淹没及工程占地将破坏该部分林地。工程永久占用林地 1858.58 亩,占工程永久占地面积的 15.3%，占评价区域林地总面积的 0.24%。总体来说，永久占地造成一定自然植被的损失，对区域植被影响有一定不利影响。

（2）施工期对陆生动物的影响

评价区内动物以常见动物种类为主，在陆生生态调查中，发现在评价区域内有无国家 II 级保护动物。

施工期对陆生动物的影响主要体现在以下几个方面：①施工占地影响：工程的土石方施工和弃渣填方都将改变原有区块植被现状，在一定程度影响原有的动物生态平衡，改变动物在原有生境中的活动状态，尤其对邻近河道区域的林鸟生

境会造成一定影响；②施工噪声影响：施工过程中产生的噪声，爆破声和机械声等，将会干扰区域动物觅食、栖息和繁殖；③人类活动扰动影响：对于原有相对安静的生境环境，人类活动的扰动势必降低动物的存在。以上种种因素都会在不同程度上破坏动物原来相对安定的环境，对动物产生不利影响。但这些影响对不同动物影响的程度不尽相同，对依赖林地生存的肉食性动物和林地动物总体影响较大，但对与人伴生，以及体型相对较小的啮齿类动物影响会相对较小。另外，由于在施工中，主要在河道附近施工，仅在石料场处进行石料开采活动，对附近的山体环境总体破坏会相对较小，因此，施工过程对依赖于山体环境栖息的鸟类、爬行动物等的影响是暂时的，随着施工结束，这些动物的栖息状态将会得到恢复。

（3）施工期对水生生物的影响

工程施工期对德厚河水生生物主要有以下影响途径：河流悬浮物增多、河流透明度降低、河流底质破坏及水质下降。

1）对浮游生物的影响

施工期间，使德厚河局部河段水体的泥砂含量、混浊度、悬浮物增加，直接影响浮游生物的生长繁殖。悬浮物将降低水的透明度，抑制水生植物的光和作用，浮游植物数量、生物量减少；以浮游植物和有机碎屑为食物的浮游动物的生存环境受到影响，导致浮游动物种类和数量降低。以上影响是暂时的，施工结束后就会自然消失。

2）对底栖动物的影响

工程施工改变了施工区河流底质的原生态，大量泥沙将原有的石砾、卵石覆盖，使河底改变为泥沙底质。底栖动物生存空间会受到压缩，生境缩小，种类由原有附着种类向耐污性种类改变，数量、生物量在种类转化中显著下降，甚至在短时间内处于空白状态。但这些影响是暂时的，施工结束后会逐渐消失。

3）对水生维管束植物的影响

德厚河、咪哩河的岸边水生植物无论种类、数量都比较少。施工期间，在存在工程施工活动的河段内的水生维管束植物将受到破坏。但对未施工河段、支流基本上不会有影响。

4）对鱼类的影响

施工过程中产生的各种物质流失到河道时，增加的各种性质的悬浮物可能会对水域内的生态系统产生不利影响。大部分河流水体中，流失到河道中的悬浮物能够很快被水流带走，浓度得到有效稀释，也不会造成明显的不利影响。当局部水域污染严重时，鱼类等生物会很快避让到其它清澈水域内，当污染消除后又回到原来水域内，这些影响是暂时的，且不会造成较严重的后果。

施工影响河段河道底质形态不变。运行后施工所河段在短时间内（1-2 年）

有一定的影响，但随着时间的推移在逐渐减弱，对鱼类生长繁殖不会产生影响。

综上所述，施工期会对产卵场有暂时不利影响，施工结束后不利影响将消失。

5.9.3 施工期大气环境影响分析

施工区的燃油设备主要是施工机械和运输车辆，其排放的尾气在施工期间对施工作业点和交通道路附近大气环境造成污染。根据污染源强估算结果，施工期粉尘排放量约 131.2t，NOX 排放量约 198.2t，CO141.4t，烃化物 18.9t。

运输车辆的废气是沿交通路线沿程排放，施工机械的废气基本是以点源形成排放，工程施工区地形开阔，空气流通性好，排放废气中的各项污染物能够很快扩散，不会引起局部大气环境质量的恶化。加之废气排放的不连续性和工程施工期有限，排放的废气对区域的环境空气质量影响较小。

施工及车辆运输扬尘：施工开挖、混凝土拌和、施工材料装卸等会使作业点周围 100m 范围内产生较大扬尘，易形成扬尘的工区主要是砂、石料场、弃渣场、边坡开挖面以及隧洞进出口。另外，材料运输过程中公路沿线也易造成扬尘。一般来说，道路局部积尘较多的地方，载重汽车经过时会掀起较多的扬尘，影响范围大约在宽 60m、高 4~5m 的范围内。从本工程环境敏感目标距施工场地和交通沿线的距离和位置看，施工及车辆运输扬尘对周围环境和人群影响较小。

根据同类工程类比分析，在完全干燥情况下，可按下列经验公式计算扬尘产生量：

$$Q = 0.123 \frac{v}{5} \frac{W}{6.8}^{0.85} \frac{P}{0.5}^{0.75} \qquad (5.9.3\text{-}1)$$

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/m^2。

表 5.9-2 为一辆载重 5t 的卡车，通过一段长度为 500m 的路面时，不同路面清洁程度、不同行驶速度情况下产生的扬尘量。

表 5.9-2 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘单位：kg/km·辆

P（kg/m^2） 车速（km/h）	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.0283	0.0476	0.0646	0.0801	0.0947	0.1593
10	0.0566	0.0953	0.1291	0.1602	0.1894	0.3186
15	0.0850	0.1429	0.1937	0.2403	0.2841	0.4778
20	0.1133	0.1905	0.2583	0.3204	0.3788	0.6371

由表中结果可知，在路面清洁程度相同的情况下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。

如果对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水 4～5 次，可使扬尘减少 70%左右，表 5.9-3 为行驶路面洒水抑尘的试验结果。

表 5.9-3 施工场地洒水抑尘试验结果

距离（m）		5	20	50	100
TSP 小时平均浓度（mg/m^3）	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.67	0.60

结果表明采取每天洒水 4～5 次进行抑尘，可有效地控制施工扬尘，可将 TSP 污染距离缩小到 20～50m 范围。因此，限速行驶及保持路面清洁，同时适当洒水是减少汽车扬尘的有效手段。

5.9.4 施工期声环境影响分析

（1）噪声源

本工程固定噪声源主要来自大坝施工区、砂石料加工系统、混凝土拌和系统以及机械加工厂的施工机械设备产生的噪声。噪声源等效连续 A 声级在 77~115dB(A)之间。爆破噪声 0.5kg 炸药在距爆破点 40m 处的最大噪声级约为 84dB。流动噪声主要来源于车辆运输，交通运输噪声在 85～94dB 之间。

（2）预测模式

本工程固定点源及流动声源计算均采用《环境影响评价技术导则声环境》（HJ 2.4—2009）中推荐公式计算进行预测。

1）固定点源噪声源计算公式

LA（r）=LWA-20lgR-8（5.9.4-1）

式中：LA（r）——距点声源 r（m）处的 A 声级，dB；

LWA——点声源的 A 声功率级，dB;

R——测点与声源的距离，m。

用声能叠加求出预测点的噪声级：

$$L_{总} = 10\lg(\sum_{i=1}^{n} 10^{0.1L_i}) \quad (5.9.4\text{-}2)$$

式中：L 总——预测声级，dB;

LA，i——各预测点的 A 声级，dB;

N——点声源各数。

2）流动声源计算公式

各种载重汽车的交通运输产生的噪声可视为流动声源，可采用下列模型计算其衰减量：

$$Leq = L_{A\max} + 10\lg\frac{N}{V} + 10\lg\frac{7.5}{r} + \Delta S - 13 \quad （5.9.4-3）$$

式中：Leq——预测点处的声压级，dB(A)；

LAmax——距车辆行驶路面中心 7.5m 处的源强；

N——车流量，辆/h；

V——车速，km/h；

r——测点与参照点的距离，m；

ΔS——噪声传播途中声屏障的减噪量。

（3）影响分析

1）固定噪声源影响预测

本工程施工主要影响区域为坝址区及输水管线周边的广大农村地区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

根据施工机械噪声级范围，取 80 dB(A)、85 dB(A)、90 dB(A)、95 dB(A)4 种噪声级。根据声环境现状监测结果，堤防沿线环境噪声背景值不高，进行声能叠加后总声压级增加较小，故只预测噪声级对不同距离处的噪声贡献值。预测结果见表 5.9-4。施工期堤防沿线的农村地区，昼间 50m 外、夜间 150m 外可以达到 1 类功能区标准（昼间 55dB(A)，夜间 45dB(A)）。

表 5.9-4 噪声源对不同距离的预测噪声贡献值

施工机械噪声 dB(A)	预测距离（m）								
	25.00	50.00	75.00	100.00	125.00	150.00	200.00	300.00	400.00
80	44.04	38.02	34.50	32.00	30.06	28.48	25.98	22.46	19.96
85	49.04	43.02	39.50	37.00	35.06	33.48	30.98	27.46	24.96
90	54.04	48.02	44.50	42.00	40.06	38.48	35.98	32.46	29.96
95	59.04	53.02	49.50	47.00	45.06	43.48	40.98	37.46	34.96

2）流动噪声源预测

本工程准备期物料运输量相对较大，流动噪声强度相对也较大，为减少物料运输车辆产生的交通噪声污染，物料尽量安排昼间运输进行。经初步估算准备期最大车流量按 40 辆/h，车速约 50km/h。其影响范围见表 5.9-5。将预测值对照《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准评价，昼间 70dB（A），昼间距离道路 15m 可以达到标准。

表 5.9-5 交通道路两侧噪声影响预测值

影响时段	距声源不同距离的噪声预测值									达标距离
	10	15	20	30	40	50	100	145	400	
昼间	70.98	69.22	67.97	66.21	64.96	63.99	60.98	59.37	54.96	15

3）对敏感目标的影响

本工程中，坝址施工区及输水管线基本上远离村庄 500m 以上，仅在村距离输水管线较近，在 200m 以内。在该处主要是管沟开挖及回填施工。

另外，沿德厚河右岸的省道 S210 施工中将作为主要的场外交通道路。公路穿过的部分村庄内道路两侧的居民会受到运输车辆噪声的影响。进场道路均注意布设在距离村庄至少 15m 的位置，昼间运输车辆产生的噪声不会对其沿线居民产生影响。

5.9.5 施工固体废物的影响

根据施工特点，施工期产生的固体废物主要为施工人员的生活垃圾和建筑垃圾。本工程施工总工期为 48 个月，工程施工期平均高峰人数 1394 人，施工最高峰人数 1640 人。生活垃圾日产生量按定额 1.0kg/人 d，则施工期平均每天产生垃圾 1.394t/d，施工期间总计产生 1424.6t 生活垃圾，其中大坝区 895.3t，输水线路区 529.2t。

本工程生活垃圾将运送到文山市市政垃圾处理场所，只要及时清理，便不会对周边环境及施工人员健康产生较大影响。

5.9.6 对人群健康的影响

在工程施工期间，由于民工大量集中，施工场地有限，且工地居住条件相对较差，极易引起传染疾病的爆发流行，需注意工区的环境卫生。施工期间，要求在生活区设置医疗卫生设施；对食物加强检疫管理；对供水水源进行消毒、监测；对进场施工人员和应进行全面体检，严禁患有传染疾病人员进入施工场地；对食堂工作人员定期进行体检，发现疫病及时治疗，调离食堂，以防传染流行。

工程施工增大了工程沿线居民的就业机会，有利于提高收入；但施工期间大量劳动人口涌入工程沿线范围内，增加了传染疾病的流行的几率，对工程沿线居民健康有一定不利影响。

6 德厚河流域重金属污染治理实施方案

根据水规总院对德厚水库环评项目的预审意见，以及北京中环格亿技术咨询有限公司对德厚水库环评项目的咨询意见，现状情况下库区内分布的涉重涉危污染源对库区水质安全构成重大环境风险，为此水规总院预审意见中明确要求“有关部门应以《德厚河流域水污染防治规划》为基础，委托专业单位编制涉矿企业重金属污染治理实施方案，以保障库区水质安全，报告书应补充地方政府关于该规划及实施方案按期实施的承诺。”北京中环格亿技术咨询有限公司的咨询意见则提出“建议在环评阶段编制项目重金属影响专题报告和《德厚河流域重金属污染治理实施方案》，并经省级及以上环境保护行政主管部门审批”。为此，业主单位于 2015 年 1 月专门委托了专业部门长沙有色冶金设计研究院有限公司编制完成了《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》及《云南省文山州德厚水库工程重金属影响评价报告书》。其中，2015 年 5 月 15 日云南省环境工程评估中心在昆明市已对《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》进行了技术审查。经过认真修改完善，长沙有色冶金设计研究院有限公司于 2015 年 6 月编制完成了《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》。以下引述其编制的《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》，对具体处理措施进行介绍，详细内容参见《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》。

6.1 治理目标

到 2019 年，德厚河流域重金属污染进一步得到明显控制，历史遗留及现有工矿企业产生的危险废物继续得到安全处置，收集及集中处理流域内含重金属渗滤液和地下水，局部受污染土壤得到修复与治理，有效阻隔通过地表及地下途径流入德厚河干流的废水，切实预防和削减环境污染隐患，确保德厚河流域水环境质量总体明显改善，拟建德厚水库坝址断面稳定达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。具体目标如下：

（1）对德厚河流域内历史遗留及现有工矿企业遗留的废渣逐一进行妥善处置，防止其对地表水、地下水、土壤等环境的重金属直接污染或潜在污染；

（2）对德厚河流域内历史遗留及现有工矿企业废水进行治理后，达到国家标准后排放；

（3）治理同时，对已破坏的土地进行工程复垦和生态恢复。

6.2 治理对象

德厚河流域重金属治理方案的治理范围为德厚河流域（含地表水和地下水径流区）径流区内的历史遗留及现有工矿企业。

根据流域环境现状调查，德厚河流域范围径流区内现状存在工业企业共 12 家，其中：历史遗留采矿厂 1 个，即水结煤矿；已关闭的企业有 3 家，分别是金驰砒霜厂、盛禾砒霜厂、兆龙工贸公司选厂；已停产的企业有 7 家，分别是乐西煤矿、星金铁矿磁选厂、大凹子煤矿、土基冲铁、薄竹多金属选矿厂、金和有色金属冶炼厂、蒙自矿冶公司选矿厂（红河州境内）；正在生产有 1 家，即中泰锰业老坞锰矿。

基于饮用水水源保护区管理规定及环境管理有关规定，拟对 11 家企业进行关闭，并由文山州人民政府作为责任主体单位实施综合治理，分别是水结煤矿、金驰砒霜厂、盛禾砒霜厂、兆龙工贸公司选厂、乐西煤矿、星金铁矿磁选厂、大凹子煤矿、土基冲铁矿、薄竹多金属选矿厂、金和有色金属冶炼厂、中泰锰业老坞锰矿；由企业法人作为责任主体单位实施综合治理的企业 1 家，即蒙自矿冶公司选矿厂（红河州境内），由红河州人民政府负责督促检查实施治理。

各涉矿企业基本情况如下：

6.2.1 文山市星金铁矿磁选厂

该厂位于马塘镇荣华村委会打磨冲村西南方向，老新线（簿竹—花庄）公路旁（距簿竹镇西北 7 公里处），位于咪哩河右岸，与咪哩河干流河道一山相隔，距离约 570 米。地理坐标北纬 23°30′ 1.69″，东经 103°56′ 21.34″。距咪哩河库区回水末端直线距离 2.13 km。

该厂项目环境影响报告表于 2004 年 11 月经文山市环境保护局审批，生产规模为日处理 75 吨尾矿、25 吨原矿，该项目自建厂以来因矿源短缺及法人变更等原因长期处于半停产状态，实际生产规模 60 吨/天，每年累计可生产时间 4 个月。至 2013 年 6 月，该厂向文山市环保局提出试生产申请，市环保局对该厂现场检查时，发现该厂建设的生产工艺（浮选车间和重选车间）和相关污染防治设施（8 个 11m^3 沉淀池和 2 个 175m^3 沉清池未建成，28014m^3 的堆渣场未建成，防洪沟渠未建）与文山市环保局审批的项目“环评”要求不一致，2013 年 7 月 3 日市环保局以“文环复[2013]32 号”文件不同意该厂投入试生产，责令该厂接文后停止生产，并对存在问题进行整改，未经许可不得投入试生产。但该厂接文后，依然违法投入生产，并于 2013 年 7 月在未经相关部门同意的情况下，在厂区内擅自新安装了浮选设备 1 套（12 组浮选机），锅炉 1 台。其原建项目未开展项目竣工环境保护验收工作，新建设备未办理环评审批手续。目前，该厂已全面停产。

该选矿厂位于一岩溶洼地，四周环山，植被较为发育，山坡上种植有玉米等作物，见有石芽、岩溶发育。出露地层为 T_2g 中三叠统个旧组灰岩，含水层组类型为碳酸盐岩类裂隙溶洞水，地层富水性强。其选矿设备位于公路西侧，矿渣等堆放于公路东侧的洼地底部。洼地汇水面积 16000m^2，选矿厂产生的工业废水在洼地内形成的水塘长约 100m，宽约 50m，长轴方向 63°；矿渣堆放池为 2.5×2.5×2m^3，矿渣堆放池下部堆放有矿渣，深度由钻孔资料确定。据估算，堆存尾矿量约 142279.2m^3；在新浮选车间旁还遗留有一堆废渣，渣量约 1000m^3。在选矿槽内废弃物料约 70t。该选矿厂的污水未经处理直接排向洼地底部，堆放于洼地底部的矿渣也未做任何防渗处理，污染物可经过溶滤作用下渗，对地下水产生污染。该选矿厂位于咪哩河水文地质单元南部，该地区地下水由南西向北东运移，汇入库区，若被污染的地下水经过径流、溶质运移弥散等过程汇入库区，可能会对库区水质产生一定的影响。

照片 6.2-1 全貌照片 6.2-2 洗矿池及矿渣

2015 年 1 月地下水专题承担单位云南地质工程勘察设计研究院开展了补充勘察评价工作，共布设 6 个水文监测孔（ZK11-ZK16），其中星金洗矿厂下方洼地内 3 个(ZK14-ZK16)，下游山上 3 个（ZK11-ZK13），进尺总计 205.5m。每个钻孔均做抽水试验，并取地下水样各一组（共计 6 组）送检化验，洼地内钻孔的渣样各一组(共计 3 组)送检化验。为了进一步确定地下水流速及溶质弥散情况，向 ZK15 投放 100kg 氯化钠示踪剂，ZK12 进行抽水，观测各钻孔其水位和地下水中氯化钠浓度的变化情况，并以此为基础，对 1 号渣厂地下水流场、污染物溶质运移进行数值模拟。

2015 年 3 月，“重金属污染治理实施方案”承担单位长沙有色冶金设计研究院有限公司委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对星金选矿厂尾矿库内尾矿、选厂内废弃物料、厂区内土壤分别进行了酸浸、水浸的浸出试验，共采集渣样 9 份,其中洼地内 3 点*表底 2 层共 6 个样（J1-J6)，新浮选车间旁废渣 1 点*表底 2 层共 2 个样（J7-J8），废弃料 1 个样（J9）。表层样为 0~100cm，底层样为

100-120cm。另外，对厂区内土壤取 3 个土样，分别为厂区内土壤 1#（J10）、厂区内土壤 2#（J11）、厂区内原料堆土壤（J83），均为表层样（0-20cm）。采样位置分布见图 6.2-1。

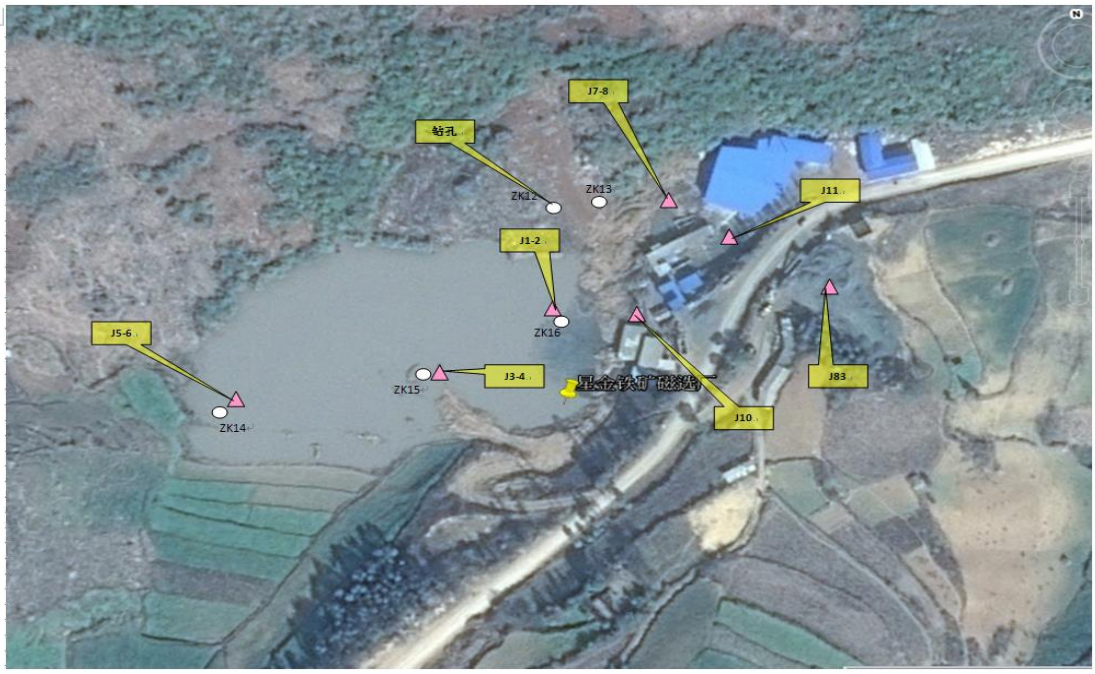


图 6.2-1　星金选厂采样点分布图

经检测，洼地内渣样酸浸不超标，水浸仅 J1 的 pH 超标。新浮选车间旁渣表层 J7 酸浸砷（27.6 倍）、锌（0.58 倍）、镉（0.32 倍）超标；底层 J8 砷（14.8）、锌（0.19）超标；废弃物料 J9 酸浸砷（0.95 倍）超标。水浸数据详见《重金属影响专题报告》。

依据《地下水质量标准》（GB/T14848-93）3 类标准，对各钻孔内地下水水质进行了评价。由表可见，各钻孔内超标物质类型基本一致，均为硫酸盐、亚硝酸盐氮超标，平均超标分别为 0.38 倍、8.47 倍；ZK11、ZK12 还有氟化物超标，分别超标 0.6、0.16 倍。其中，临近浮选车间的 ZK16、ZK13 亚硝酸盐超标倍数较高，分别为 27 倍、20 倍，临近浮选车间的 ZK16、ZK15、ZK14 硫酸盐超标倍数相对较高，分别为 1.0 倍、0.4 倍、0.4 倍。

根据各钻孔的水质监测资料，以硫酸盐为例，对星金磁选厂地下水的浓度场分布进行了差值计算，获得星金磁选厂硫酸盐浓度等值线图，见图 6.2-2。呈现出以ZK16为中心，向周边衰减的分布特征。依据厂区钻孔钻孔地下水水质检验，已污染地下水体面积为 73385m^2，含水层厚度为 70m，重力给水度为 0.04，体积量约为 205478m^3。

另外，星金磁选厂内生产废水主要为尾矿堆存洼地的废水。2015 年 3 月，“重金属污染治理实施方案”承担单位长沙有色冶金设计研究院有限公司委托湖南华

科环境检测技术服务有限公司对对其进行了采样化验，结果表明尾矿水中的各项因子均符合《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）的要求。

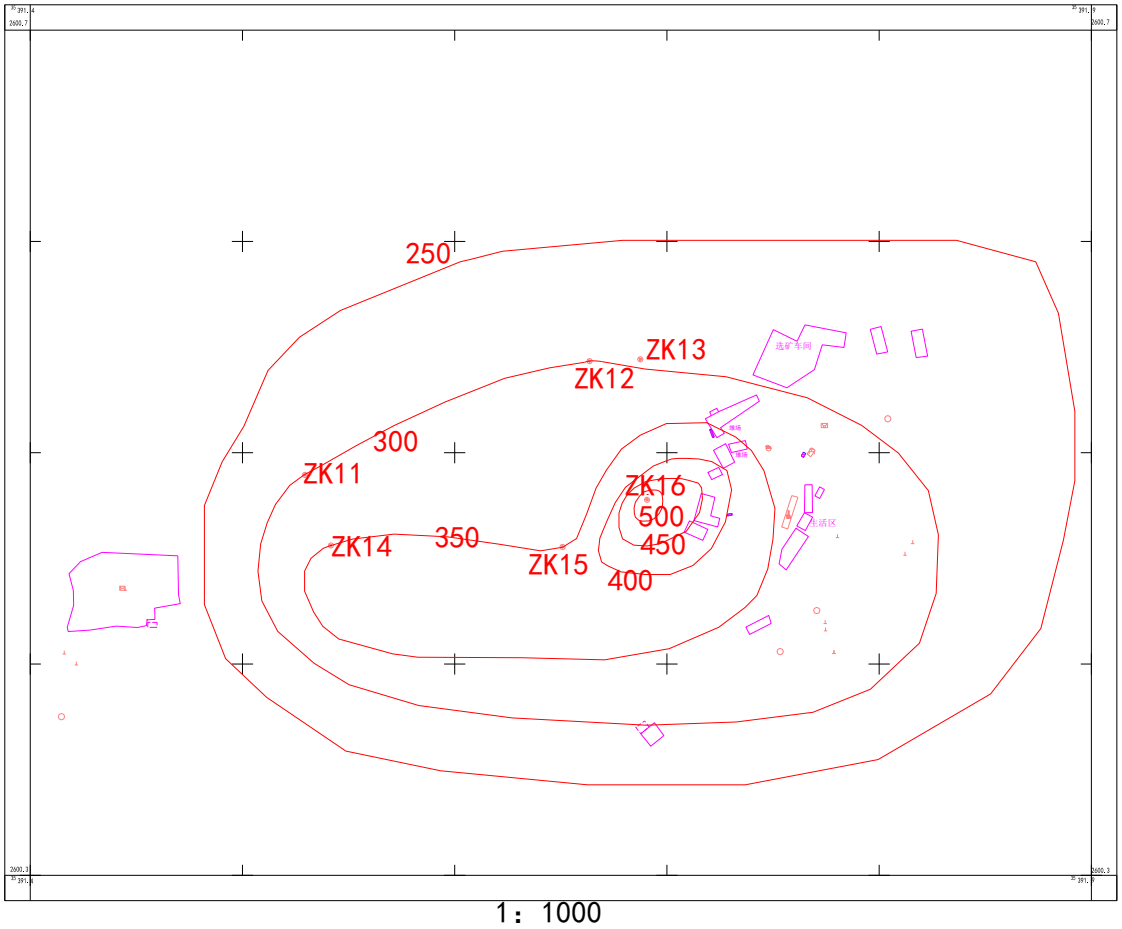


图 6.2-2　星金超标物质（SO_4^{2-}）浓度等值线图

6.2.2 兆龙工贸有限责任公司选矿厂

兆龙工贸有限责任公司选矿厂，位于马塘镇荣华村委会打磨冲村西南方向，老新线（簿竹—花庄）公路旁（距簿竹镇西北 6.5km 处），咪哩河右岸，距咪哩河库区回水末端直线距离 3.02km，距咪哩河干流河道 1030m。地理坐标北纬 23°29′47.01″，东经 103°55′59.69″。该选矿厂以铁矿石作为主要生产原材料，设计生产规模 100 吨/天，实际生产规模 50 吨/天，每年累计可生产时间 5 个月。文山市环保局于 2012 年下达关闭停产通知，2013 年现场调查期间处于停产状态，目前处于关闭状态。

该选矿厂位于两个高低错落分布的山间岩溶洼地的连接部，其中高处的岩溶洼地作为生产废水存放池，低处的岩溶洼地受纳周围的地表及地下径流，与咪哩河干流仅一山之隔，距离约 570m。洼地汇水面积为 8164m^2，洼地底部面积为

2826m^2。该两处山间岩溶洼地四周环山，地形向北倾斜，大体呈南北向连串分布，与咪哩河干流无地表径流水力联系，但位于咪哩河地下暗河的地下迳流汇水区内。岩溶洼地周围植被较为发育，西侧山坡上种植有玉米、水稻等作物，南侧和北侧山坡上见有深灰色石芽发育，东侧为一采石场。该点出露地层为 T_2g 中三叠统个旧组灰岩，含水层组类型为碳酸盐岩类裂隙溶洞水，地层富水性强。

其选矿设备放置于公路西侧山坡上，产生的矿渣堆放在公路边和高处的洼地底部，洼地长轴 175°，长约 90m，宽约 40m，深约 8m，洼地底部废水深约 2m。第一堆矿渣剖面呈直角三角形，体积为 3.5×2.5×2m³，共 17.5m^3，堆放于洗矿池下部。第二堆矿渣在第一堆矿渣的 330°方向，长约 4m，宽约 2m，沿山坡堆放，山坡坡度为 41°。第三堆矿渣呈锥形堆放于公路边，矿渣长 18.6m，高 5m，宽 6m（见照片 6.2-3、4）。经估算，总体积为 164960.5m³。该厂地面堆存的矿渣无拦挡措施，用作废水存放及废渣堆存的岩溶洼地也无防渗措施。

照片 6.2-3　渣厂全貌照片 6.2-4：第一堆矿渣

2015 年 1 月地下水专题承担单位云南地质工程勘察设计研究院对该场地开展了补充勘察评价工作，共布设 6 个水文监测孔（ZK17-ZK22），其中兆龙洗矿场下方洼地内 5 个(ZK17-ZK21)，下游公路边 1 个(ZK22)，进尺总计 313m，钻孔位置见图 6.2-3。每个钻孔均做抽水试验，并取地下水样、渣样各一组送检化验，采用单项指数法和综合指数法分别对枯水期各钻孔地下水水质进行评价。为了进一步确定地下水流速及溶质弥散情况，向 ZK18 投放 100kg 氯化钠示踪剂，ZK19 进行抽水，观测各钻孔其水位和地下水中氯化钠浓度的变化情况，并以此为基础，对兆龙洗矿场地下水流场、污染物溶质运移进行了数值模拟。

图 6.2-3　兆龙选矿厂采样点及钻孔分布图

2015 年 3 月，“重金属污染治理实施方案”承担单位长沙有色冶金设计研究院有限公司委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对兆龙选矿厂洼地内尾矿、选厂附近废渣堆、厂区内土壤分别进行了酸浸、水浸试验。共采集渣样 9 份，其中在岩溶洼地内选择 4 个点表底 2 层共 8 个渣样（J12-J19），场内废渣 1 个样（J20）。表层样为 0~100cm，底层样为 100~120cm。另外，在厂区内选择 3 点采集土壤表层样（0-20cm）,编号为 J21-J23。监测点位位置见图 6.2-5。

洼地内 J12 酸浸锌（2.64 倍）、砷（1.48 倍）、镉（0.32 倍）超标，J19 酸浸锌（0.89 倍）超标；水浸实验洼地内尾矿水浸锰（62.9）、锌（48.0）、铜（24.5）、砷（6.3）、氟化物（2.9）、铅（0.26）及 pH 超标；土样共 3 个，厂区土壤 J21 水浸锌（8.8）、锰（0.72）、铜（0.66）、氟化物（0.06）及 pH 超标，J23 水浸锌（1.18）及 pH 超标。

依据《地下水质量标准》（GB/T14848-93）3 类标准，对各钻孔内地下水水质进行了评价。由表可见，各钻孔中锰（8.32 倍）、氨氮（8.09）亚硝酸盐氮（1.33）、氟化物（0.53 倍）、硫酸盐（0.40）、总硬度（0.19）超标。

根据各钻孔的水质监测资料，以硫酸盐及锰为例，对兆龙选厂地下水的浓度场分布进行了差值计算，获得兆龙选厂硫酸盐及锰浓度等值线图，见图 6.2-4。由图可见，硫酸根及锰均以 ZK17 为源点，沿岩溶洼地长轴方向呈南东-北西方向朝下游扩散。

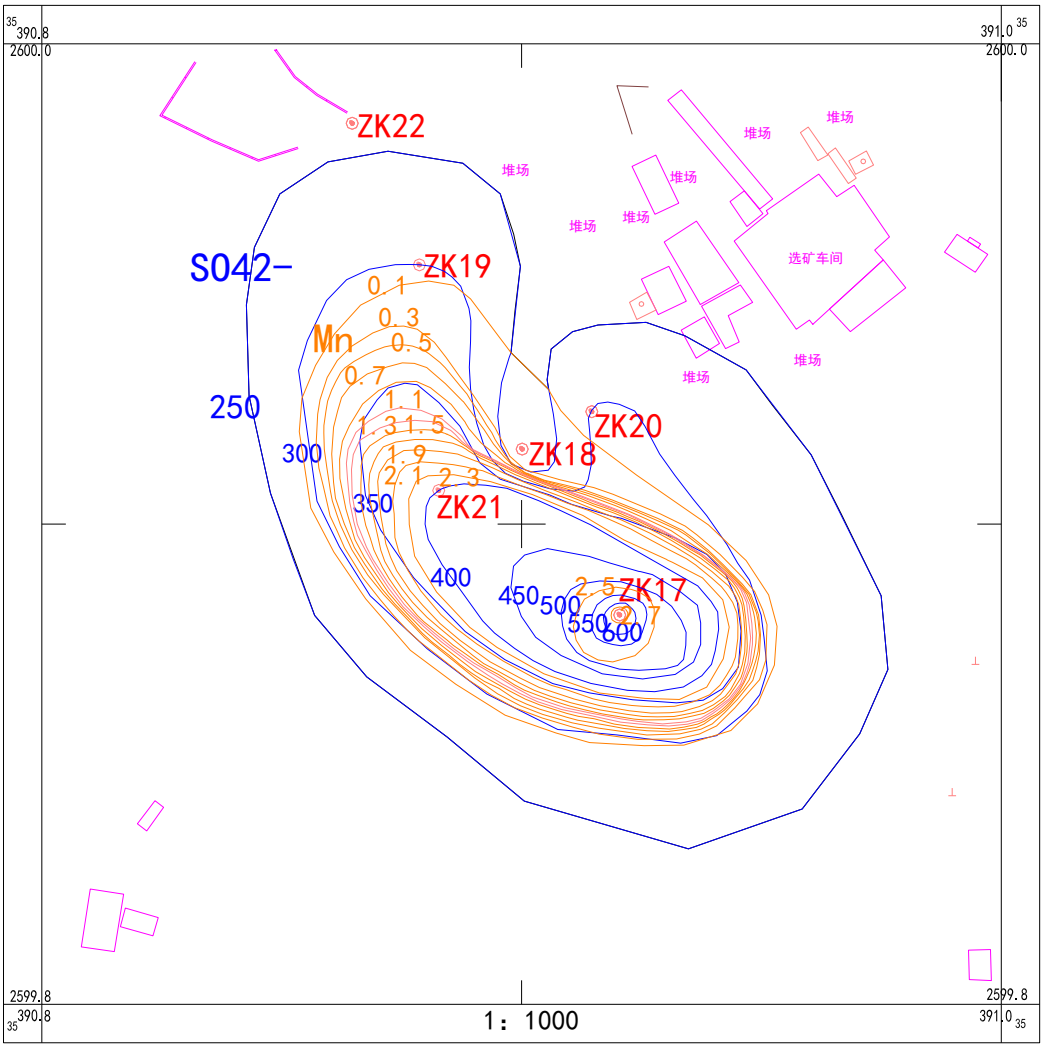


图 6.2-4　兆龙超标物质（$Mn^{-}SO_4^{2-}$）浓度等值线图

依据厂区钻孔钻孔地下水水质检验，该点地下水中总硬度、硫酸盐（SO_4^{2-}）、氨氮（NH_4^{+}-N）、锰（Mn）、总大肠菌群含量超标，已污染地下水面积为 12347.0m^2，含水层厚度为 80m，重力给水度为 0.04，体积量体约为 39511m^3。

6.2.3 文山盛禾矿业有限公司

文山盛禾矿业有限公司，即原老回龙元昌冶炼厂，位于文山县薄竹镇双胞塘。距咪哩河库区回水末端直线距离 4.54km。该厂于 2000 年开始建厂，其建设项目环境影响报告于 2001 年 8 月 7 日经文山市环保局审批，2007 年 3 月，元昌冶炼厂被金驰公司收购，更名为文山市盛禾矿业冶金开发有限责任公司。2007 年 4

月 18 日，该厂向文山市经济商务局申请技改并获得批复，投资 300 余万元对炉子、环保设施、深加工生产线进行全面改造，新增 2 套砒霜生产线和一套金属砷生产线，新增项目未办理环境影响评价手续。2007 年 8 月，该厂由于在生产过程中发生二氧化硫污染周边群众农作物，一直停产至今，其周边堆放有大量含有砷砒霜冶炼废渣。

该点位于一山间岩溶洼地处，洼地长轴 120°，长约 192m，宽约 131m，深约 5m，洼地四周环山，植被较为发育，南侧和西侧山坡上见有 T_2g 中三叠统个旧组灰白-深灰色石芽发育，产状 130°∠10°。含水层组类型为碳酸盐岩类裂隙溶洞水，地层富水性强。洼地汇水面积为 32404.8m^2，洼地底部面积为 19744.325m^2。

废弃的砷渣呈灰褐色—褐色，分台阶堆积在洼地西侧山坡坡脚处，第一级矿渣长 50m，高 5m，宽 5m；第二级矿渣长 63m，高 4m，宽 4m，总体积为 2258 m^3。在自然洼地的底部，沉积有大量矿渣，洼地底部无防渗措施。据地下水专题补充勘察钻探结果计算得出，洼地底部的矿渣为 84600 m^3。

2015 年 1 月，地下水专题单位对盛禾砒霜厂开展了补充勘察评价工作，共布设 8 个水文监测孔（ZK23-ZK30），其中盛禾砒霜厂下方洼地内 6 个(ZK23-ZK28)，西侧渣堆上 2 个(ZK29-ZK30)，进尺总计 420m（钻孔位置见图 6.2-8）。每个钻孔均做抽水试验，并取地下水样、渣样各一组送检化验，采用单项指数法和综合指数法分别对枯水期各钻孔地下水水质进行评价。为了进一步确定地下水流速及溶质弥散情况，向 ZK24 投放 100kg 氯化钠示踪剂，ZK28 进行抽水，观测各钻孔其水位和地下水中氯化钠浓度的变化情况，并以此为基础，对盛禾砒霜厂地下水流场、污染物溶质运移进行了数值模拟。

2015 年 3 月，重金属影响专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对盛禾冶炼厂自然洼地中废渣、山坡堆存渣堆及老厂区场地土壤、老窑旁土壤、烟道旁土壤、除尘室旁土壤、厂内土壤分别进行了酸浸、水浸试验。其中共采集渣样 8 个，包括岩溶洼地内取 3 点*表底 2 层共 6 个渣样（J47-J52），山顶渣 J53、J54 共 2 个渣样。采集土样 15 个（J55-J69)，分别在老厂区场地、新厂区烟道旁、新厂区内、老窑旁、除尘室采集表中底三层土壤，表层为 0-20cm，中层为 20-60cm，底层为 60-80cm。监测点位位置见图 6.2-5。

照片 6.2-5　3 号渣厂全貌（2013.8）照片 6.2-6　3 号渣厂废水池（2014.6）

经检测，自然洼地内各渣样酸浸不超标，水浸 pH、锰均超标，为酸性，锰超标 0.8~9.3 倍；另外，山顶渣样 J53 酸浸镉（0.45 倍）、砷（376.2 倍）超标。水浸砷（2203 倍）、镉（4.46 倍）、锰（2.21 倍）超标；山顶渣样 J54 酸浸砷（121.6 倍）、镉（1.41 倍）超标，水浸砷（537 倍）、铜（20.8 倍）、镉（18.6 倍）、锌（2.6 倍）、锰（0.75 倍）超标。

经检测，老厂区场地土壤、新厂区烟道旁土壤、新厂区内土壤酸浸试验不超标；老窑旁土壤（表中底超标 54.8~22 倍）、除尘室土壤（表中底 8.12~1.42 倍）酸浸试验砷超标。水浸实验中老窑旁土壤（表中底超标 395~157 倍）、除尘室土壤（表中底 38.4~21.6 倍）、老厂区表层土壤（21.6 倍）、老厂区底层土壤（1.12 倍）、烟道旁土壤表层（0.422 倍）、中层（0.126 倍）砷超标，另外老窑旁表中底土壤、除尘室土壤表中底，老厂区表、底土壤，烟道旁表中土壤、新厂区场内中底层土壤 pH 超标，为酸性。。

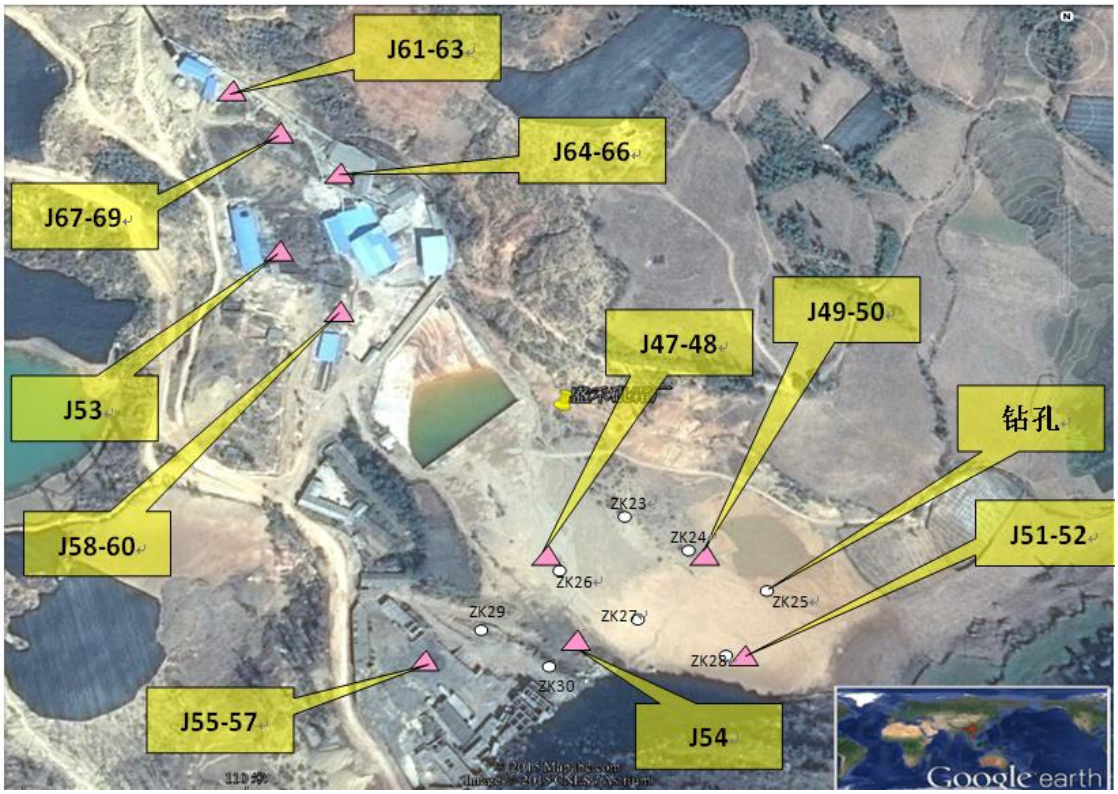


图 6.2-5　盛禾砒霜厂监测布点图

对 8 个钻孔的地下水水质按地下水 3 类标准评价。由表可见，岩溶洼地内各钻孔以锰、氨氮、亚硝酸盐氮超标为主，除 ZK23 锰不超标外，其余各钻孔超标倍数在 0.4~92.2 倍，以 ZK25、ZK26 超标最高，分别为 92.2 倍和 80.7 倍；ZK28 中亚硝酸盐氮超标倍数最高，为 124 倍；ZK26 超标项数最多，达 6 项，其中镉超标 0.125 倍，为所有钻孔中唯一镉超标钻孔。砷渣堆钻孔 ZK29、30 仅锰、总硬度、硫酸盐、亚硝酸盐氮等轻微超标。

2013 年 11 月、2014 年 6 月地下水专题承担单位对盛禾矿业洼地内溶滤水进行了取样化验，2014 年 6 月对盛禾矿业蓄水池溶滤水进行了取样化验，按照地表水三类标准评价，2013 年 11 月洼地内溶滤水样镉（36.2 倍），锰（6.29 倍）、铜（3.81 倍）、锌（3.68 倍）、硫酸根（1.8 倍）；2014 年 6 月洼地内溶滤水样锰（18.7 倍）、锌（12.6 倍）、镉（7.6 倍）、铜（3.4 倍）、pH（3 倍）、硫酸根（1 倍）超标。2014 年 6 月蓄水池溶滤水样中锰（93.2 倍）、镉（7.6 倍）、锌（5.8 倍），铜（3.6 倍），pH（1.8 倍）、硫酸根（1 倍）超标。

2015 年 3 月，重金属影响专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对厂区内山顶水池、烟道水池、场外沉淀池、场外水泥池中残留的废水进行了监测。结果表明：烟道旁废水池（627 倍）、山顶水池（6.0 倍）、场外沉淀池（4.8 倍）废水中砷超标，场外水泥池中铜（4.86 倍）、镉（2.61 倍）、锌（2.47 倍）、锰（0.42 倍）超标。

根据各钻孔的水质监测资料，以亚硝酸盐氮及锰为例，对盛禾砒霜厂地下水的浓度场分布进行了插值计算，获得盛禾砒霜厂亚硝酸盐氮盐及锰的浓度等值线图，见图 6.2-6。由图可见，硫酸根及锰均以 ZK17 为源点，沿岩溶洼地长轴方向呈南东-北西方向朝下游扩散。

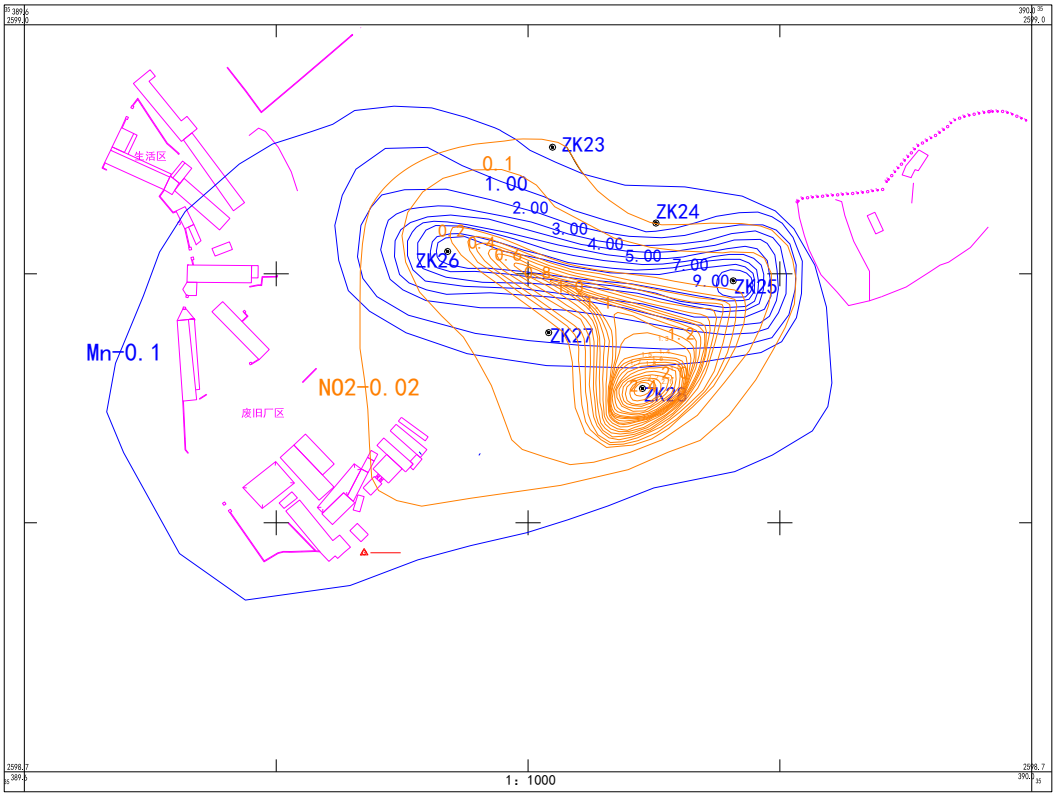


图 6.2-6　盛禾砒霜厂超标物质（Mn-NO_2^-）浓度等值线图

依据厂区钻孔钻孔地下水水质检验，该点地下水中铬（Cd）、硫酸盐（SO_4^{2-}）、氨氮（NH_4^+-N）、锰（Mn）、总大肠菌群含量超标，已污染地下水面积为 40290.56m^2，含水层厚度为 82m，重力给水度为 0.04，体积量体约为 132153m^3。

6.2.4 金驰公司薄竹选矿厂

金驰公司薄竹选矿厂，位于以哈底村北部，紧邻老新线公路，距咪哩河库区回水末端直线距离 5.57km。该厂为铁-铜-硫矿的选矿厂，生产工艺为破碎、筛分、球磨、浮选工艺。厂区规模较大，在厂区内可见阶梯状分布的洗矿池（见照片 6.2-7、8）。据访问，该点于 2014 年 2 月停产至今。

该选矿厂位于一山间洼地处，山坡上植被发育较好，偶见青灰色石芽出露，为 T1y 上三叠统永宁镇组灰岩，其余均被第四系松散层覆盖。沟谷底部建有直径约为 100m 的不规则形状尾矿库，底部建有防渗措施。防渗结构为：库底落水洞以外至库岸地区进行碾压平整，铺设高强度防水土工膜（材料断裂强度＞

20N/mm^2，屈服强度＞30N/mm^2，抗老化时间大于 50 年，抗腐蚀好，pH＞13，渗透系数＜10-7cm/s，抗撕裂、抗戳穿、抗压能力强），顶部覆盖 300mm 粘土保护层。根据云南地质工程勘察设计研究院勘测估算，该尾矿库内已堆存尾矿量为 98371m^3。

照片 6.2-7：污水池（2013 年 8 月）照片 6.2-8：滤池（2013 年 8 月）

①原料及矿渣

2014 年 8 月，文山州环境保护监测站对薄竹多金属选厂尾矿进行了酸浸试验，2015 年 3 月，方案编制单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对薄竹多金属选厂内原料及厂区内堆存的废渣取混合样（编号 J71-J72），进行酸浸、水浸试验。按照《危险废物鉴别标准》（GB5085.3-2007）及《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准对酸浸及水浸结果分别进行评价。

由表可见，尾矿、场内原料（J71）、场内废渣（J72）酸浸不超标，场内原料水浸液铜（4.94 倍）超标，场内废渣水浸锰（4.7 倍）超标。

②废水

厂区废水污染源是选矿池的残留水和尾矿库水。2013 年 8 月，云南地质工程勘察设计研究院测试研究所对选矿池的水进行了监测，2015 年 3 月，方案编制单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对采坑积水的水质进行了监测。两次监测结果均按照 GB8976-1996 一级标准进行评价。

由表可见，选矿池废水不超标，尾矿库废水中砷（2.55 倍）、铜（0.69 倍）超标。

按照地表水三类标准评价，薄竹生产废水锰（153.5 倍）、砷(5.28 倍)，氟化物（2.5 倍）；硫酸根（0.8 倍）超标。

③地下水

薄竹选矿厂位于咪哩河水文地质单元南部，盛禾砒霜厂南侧，该地区地下水由南西向北东径流，汇入库区。虽然该点已有防渗措施，并且已停产，但是随着时间的推移，防渗措施存在老化破损的风险，且该区域内岩溶较为发育，地下水

运移通道较多，对当地地下水水质仍存在一定的威胁。为此，2015 年 3 月，在薄竹选矿厂的尾矿库下游布设一水文监测孔，编号 ZK10，孔深 51.8m（见照片 5-28，5-29），监测该尾矿库下游地下水水质。

依据《地下水质量标准》（GB/T14848-93）三级标准，对 ZK10 枯水期水样监测结果进行评价，结果表明，薄竹选矿厂下游 ZK10 地下水水质良好，不超标。

6.2.5 大凹子煤矿

大凹子煤矿位于文山市德厚镇水结村委会磺厂村，距文山县城 42 公里，处于德厚水库地表水径流区，与咪哩河库区回水末端直线距离 6.47km，其生产废水直接排入在大红舍大龙洞附近汇入咪哩河的上游支流（记作大红舍龙洞左岸小河）内。该煤矿《建设项目环境影响评价报告表》于 2006 年 6 月 30 日经文山市环境保护局审批后投入建设，于 2006 年 10 月 13 日经文山市环境保护局验收，共设有三个采矿点，分别为：磺厂村、水结村、写捏村。其中：磺厂村采矿点正常开采，水结村、写捏村已停采。在 2013 年调查期间，该矿处在生产状态。目前该矿已停产。该煤矿为地下斜井采矿工艺。

该煤矿位于一山坡中部，山坡上植被发育良好，大部分已开垦为农田，种植玉米等经济作物。该煤矿位于咪哩河水文地质单元西南侧，出露地层为 P2l 上二叠统龙潭组粉砂岩、页岩夹煤层，为相对隔水层，与咪哩河水文地质单元之间有 P2l 上二叠统龙潭组粉砂岩、页岩夹煤层和 T1f 下三叠统飞仙关组暗紫色粉砂岩、粉砂质页岩、钙质页岩夹深灰色薄层至厚层状泥质灰岩两个相对隔水层相阻隔，其水力联系较小，但是其生产废水直接排入咪哩河支流，污染地表水。

①矿渣

照片 6.2-9：一阶平台照片 6.2-10：二阶平台

据了解，该煤矿无疏干排水设施，矿渣主要堆放区域分为二级台阶，一阶平台主要为煤矿的运输通道，二阶平台主要用于生活区用地平台以及连接矿井与地

面的运输通道。矿渣一阶堆放平台呈近勺形，主轴方向 170°，主轴长约 55m，短轴长约 48m，高约 5.5m。据云南地质工程勘察设计研究院勘测估算，废渣量约为 63027m^3。（见照片 6.2-9、10）。

2015 年 3 月，方案编制单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对该煤矿废渣取一个混合样(J42)，进行酸浸、水浸试验，按照《危险废物鉴别标准》（GB5085.3-2007）及《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准对酸浸及水浸结果分别进行评价。

由表可见，大凹子煤矿矿渣酸浸不超标，水浸 pH（3.47 倍）、锰（3.45 倍）超标，属Ⅱ类一般工业固废。

②废水

大凹子煤矿生产废水无处理措施。2013 年现场调查期间，该厂生产废水仍然直接外排，支流内河水呈泥黄色（见照片 6.2-11、12）。目前，大凹子煤矿已经停产，但矿井排出的废水直接汇入下游河道，排入矿山下方的咪哩河上游支流，在大红舍龙潭附近汇入咪哩河，废水直接流量为 1.6m^3/d，年排入咪哩河的废水量约为 584m^3。

照片 6.2-11：咪哩河上游支流照片 6.2-12：咪哩河上游支流

2015 年 3 月，重金属专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对老窑洞排水水质进行了监测。按照《煤炭工业污染物排放标准》（GB20246-2006）排放限值对排水水质进行了评价，结果见表 6.2-1。

表 6.2-1　大凹子煤矿生产废水超标倍数

指标	pH	铁	色度
平均	3.2	18.2	12.7

大凹子煤矿废水中铁（18.2 倍）、色度（12.7 倍）、pH(3.2 倍)超标。

6.2.6 水结煤矿

水结煤矿位于文山市德厚镇水结村，距文山县城 42km，处于德厚水库地表水径流区，距离咪哩河汇水末端直线距离 6.05km。该煤矿为斜井地下采矿工艺。水结煤矿属于私挖乱采小煤窑，2001 年 11 月 14 日发生煤矿瓦斯爆炸事故后，被政府强制关闭至今。遗留的主要环境问题有：大量废渣、废弃平硐流出的矿坑水和废渣淋滤水。

①矿渣

水结煤矿遗留了大量的废渣，根据云南地质工程勘察设计研究院勘测估算，废渣总占地面积 64500m^2，废渣总量约 264000m^3。

照片 6.2-13 水结煤矿全貌照片 6.2-14 运输道路旁废渣

2014 年 8 月，文山州环境保护监测站对水结煤矿遗留废渣进行了酸浸试验。2015 年 3 月，污染防治方案及重金属影响专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对该煤矿废渣进行水浸试验。分别按照《危险废物鉴别标准》（GB5085.3-2007）及《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准对酸浸及水浸结果进行评价。

酸浸均不超标，水浸实验 pH 值（2.6 倍）超标、锰（0.95 倍）超标，遗留矿渣属 II 类一般工业固废。

②废水

水结煤矿主要废水污染源是废弃平硐流出的矿坑水和堆存的废渣的淋滤水，废水量约 100m^3/d。废水为酸性废水，可直接流入咪哩河的捏黑村方向的支流中。

2015 年 3 月，污染防治方案及重金属影响专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对渣堆渗滤水和废弃矿坑排水的水质进行了监测。按照《煤炭工业污染物排放标准》（GB20246-2006）排放限值进行了评价。

水解煤矿废水中铁、锰、色度、COD 及 pH 超标，其中渗滤水中铁超标 56.3 倍，COD 超标 7.0 倍，色度超标 5.8 倍，pH 超标 3.6 倍，锰超标 2.6 倍；而废气

矿坑排水中铁超标 500.9 倍，色度超标 7.5 倍，锰超标 6.8 倍，COD 超标 6.5 倍，pH 超标 2.9 倍。

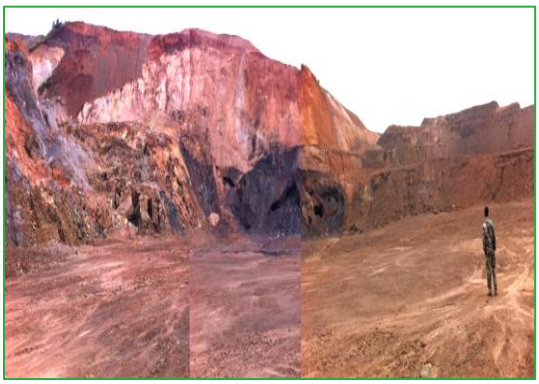
6.2.7 土基冲铁矿

云南三鑫集团土基冲矿业位于德厚镇土基冲村西北部，地理坐标 N23°31'50.26"、E103°56'31.77"。该矿位于德厚水库地表径流汇水区内，距离咪哩河捏黑回水末端直线距离 2.76km，其生产废水直接汇入流经捏黑村的咪哩河支流。

该铁矿为露天开采、公路汽车运输工艺，矿石经破碎、洗矿后外运，矿区内有采矿场和洗矿场。采场采用露天开采，采场运输开拓系统分台阶布置。采矿场旁山坡上植被覆盖良好，生长有桉树、蕨菜等植物，开采区域表土岩石裸露，且岩石风化较为强烈，水土流失较为严重。洗矿场位于采矿场东北方向，洗矿场设备下部有三个较大的水池，垒有土坝，但无防渗措施。该铁矿位于咪哩河水文地质单元西侧，出露地层为 T_1f 下三叠统飞仙关组暗紫色粉砂岩、粉砂质页岩、钙质页岩夹深灰色薄层至厚层状泥质灰岩，含水层组类型为碎屑岩裂隙水，地层富水性较差，为相对隔水层，与咪哩河水文地质单元之间的水力联系较小。

渣

土基冲铁矿遗留的废渣共有 3 处，分别位于采场、洗矿厂周边。该矿尾矿依山坡堆积于山坡上，呈灰黑色，矿渣堆积体坡高 15m，宽 20m，坡度为 35°。渣量约 20 余万 m^3。根据云南地质工程勘察设计研究院勘测估算，遗留废渣量合计约 1140381m^3。



照片 6.2-15 土基冲铁矿采场照片 6.2-16 土基冲铁矿废渣堆

2014 年 8 月，文山州环境保护监测站对土基冲铁矿遗留废渣进行了酸浸试验。2015 年 3 月，污染防治方案及重金属影响专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对该煤矿废渣取一个混合样，进行水浸试验。分别按照《危险废物鉴别标准》（GB5085.3-2007）及《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一

级标准对酸浸及水浸结果进行评价。

结果表明，土基冲铁矿废渣酸浸试验结果显示各项检测因子均未超标；水浸试验结果锰（13.85 倍）、pH（2.55 倍）超标，属Ⅱ类一般工业固废。

②废水

该洗矿场山坡前缘山脚下有一不规则水池，内有黄色浑浊积水，推测该水池内的水为上部堆积矿渣的溶滤水。土基冲铁矿现有废水污染源主要是选矿池内积存的废水约 10m^3，以及采坑积水约 20m^3。2014 年 6 月，云南地质工程勘察设计研究院测试研究所对选矿池的水进行了监测。2015 年 3 月，污染防治方案及重金属影响专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对采坑积水的水质进行了监测。

按照《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661-2012）对选矿池及采坑积水水质进行评价。

土基冲铁矿废水的铁、锰、色度、pH 及锌超标，其中，选矿池废水铁超标 5.4 倍，pH 超标 3.3 倍，锰超标 2.7 倍，锌超标 0.2 倍；采坑积水中铁超标 256.3 倍，色度超标 16.1 倍，锰超标 4.6 倍、pH 超标 3.9 倍，锌超标 3.5 倍。

6.2.8 云南文山金驰砒霜有限公司

云南文山金驰砒霜有限公司（简称“金驰公司”），原名为云南省文山县砒霜厂，是文山州最大的专业生产砒霜、金属砷等系列产品的厂家。该厂位于文山市马塘镇西北约 3km 的播烈村附近一封闭盆地岩溶洼地内，中心点坐标为东经 104°00′03″，北纬 23°32′42″，洼地长轴长 144.72m，长轴方向 76°，短轴长 87.88m。该厂位于德厚水库左支咪哩河库区的右岸，与水库淹没区之间有山体相隔，与库区淹没线直线距离约 500m，距德厚水库坝址约 2.5km。该厂位于咪哩河流域水文地质单元内，主要含水层主要为白云质灰岩局部夹泥质灰岩(T1y)，揭露厚度 28.0m～43.5m，顶板埋深 1.5m～17.0m。该单元内含水层主要为白云质灰岩、泥灰岩、泥质灰岩，局部夹砂页岩或碎屑岩、玄武岩与碳酸盐岩互层，该层岩溶发育程度中等至较低，透水性中等。

照片 6.2-17 金驰砒霜厂洼地全貌照片 6.2-18 确定洼地底部钻孔点位

照片 6.2-19 一期工程实施照片 6.2-20 一期工程实施后效果

该厂于 2005 年投产，年生产砒霜：AS2O3 5000 吨/年，AS2000 吨/年。2007 年 12 月厂区内蓄水池垮塌，大量高浓度含砷废水泄露在厂区内，同时由于管理不善，生产过程中未对砷进行严格控制，含砷粉尘、废水以及废渣排入厂区，导致厂区内土壤砷超标严重。由于该区域所处地层大部分为岩溶地层，地层渗入条件好，从而导致砷进入地下水，引起洼地内地下水超标。前期监测发现区域内地下水砷超标严重（抽水泵房位于德厚水库汇水区内，前期监测数据显示超标严重）。据中国水电顾问集团中南勘测设计研究院 2012 年 6 月编制的《云南省文山市马塘镇布烈村地下水重金属污染修复技术示范工程可行性研究报告》，地下水污染范围确定为场区所在的整个盆地（以四周山脊线为界）和场区与抽水泵房沿咪哩河上游 230m 左右、下游方向 120m 左右的扇形范围内。场区内地下水水位以及砷含量变化较大，最高超标倍数达 35 倍，地下水超标主要集中在场区中央，循环水池附近，而抽水泵房地下水超标主要由于场区地表径流聚集到场区西南侧的洼地，后垂直下渗到地下水，并随场区地下分水岭南边的地下水流向抽水泵房，在抽水泵房处富集合导致抽水泵房地下水超标严重。2013 年 12 月编制了《文山市马塘镇布烈村地下水重金属修复示范性工程一期工程实施方案》。该工程属于《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》一部分。该方案主要

内容包括：完成金驰砒霜厂原老厂区附近约 10000 吨被砷污染土壤的挖掘，转运工程；建设规范化污染土壤暂存库；开挖后场地的药剂稳定化处理；场地平整、防护及绿化工程；水泥回转窑处置含砷污染土壤技术，完成污染土壤的中试处置工程实验。2014 年 9 月，当地政府开始实施文山市马塘镇布烈村地下水重金属修复示范性工程一期工程，现已完成废渣清理 6000 平方米，两个暂存库建设，排水沟 170 米，污染土壤转运至云南壮山公司 5000 吨，开挖后场地的药剂稳定化处理及覆土等，累计完成投资 450 万元。通过该工程，主要危险污染源已清除，清除含砷危废 11900t；土壤矿化稳定后，土壤的水浸液 As 达到 0.05mg/L 以下。

渣及土壤

2015 年 3 月，污染防治方案及重金属影响专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对金驰砒霜厂渣场的废渣、烟道旁土壤、除尘室土壤、厂区车间南面土壤、厂区南面土壤和厂内废渣分别进行了酸浸、水浸试验，共采集渣样 7 个，其中在渣场内设 3 点进行表层（0-100cm）、底层(>100cm)2 层取样共 6 个渣样（J24-J29），另外采集 1 个场内废渣样（J84）；采集土壤样 12 个，包括烟道旁（J30-32）、除尘室（J33-J35）、2 处场内土壤（J36-J38，J39-J41）的表（0—20cm）、中（20-60cm）、底（60-80cm）层土样。监测点位见图 6.2-7。按照《危险废物鉴别标准》（GB5085.3-2007）及《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准对酸浸及水浸结果进行评价，结果见表 6.2-15。

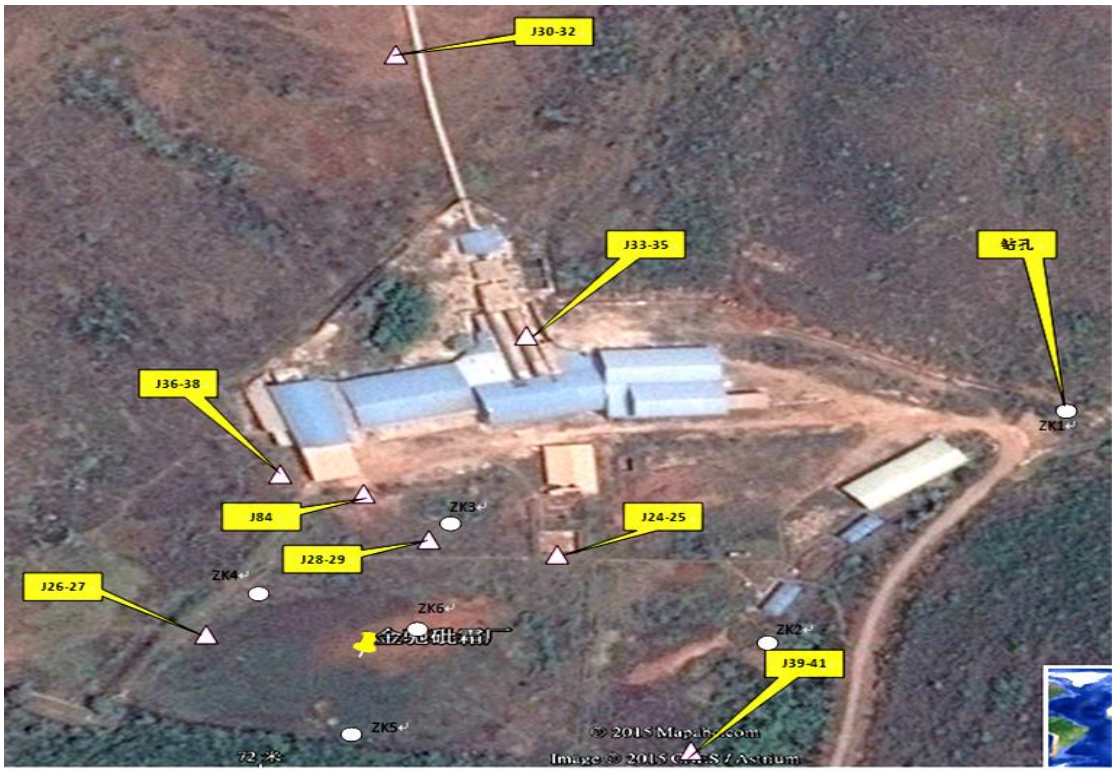


图 6.2-7　金驰砒霜厂监测布点图

金驰砒霜厂渣场内废渣、厂内废渣酸浸均不超标，部分渣样水浸试验 pH 值超标 0.07~3.45 倍，属Ⅱ类一般工业固废；场内土壤酸浸不超标，水浸试验镉最大超标 1.46 倍、砷最大超标 1.9 倍；除尘室区域土壤酸浸实验表中底层土壤砷均超标，分别超标 349 倍、20.6 倍、17.88 倍，属危险废物；水浸实验砷也均超标，超标倍数分别为 211 倍、92.4 倍、89.2 倍。

②废水

金驰砒霜厂内现存的废水污染源主要是 3 个 Φ4.50×3m 和 1 个 2.8×10.8×3m 循环水池残留的循环水，废水量合计约 100m^3。另外，已开展的治理工程建成了 2 个 15×15×4m 的水处理池，水处理池中积存约 500m^3 的废水。

2015 年 3 月，污染防治方案及重金属影响专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对循环水池和水处理水池中的废水进行了监测。按照 GB8976-1996 一级排放标准进行评价，结果见表 6.2-16。

金池砒霜厂遗留废水中砷均超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准，其中循环水池废水平均超标 823.7 倍，水处理池内废水超标 37.3 倍。

地下水：

为了了解金驰砒霜厂洼地内外的地下水污染状况，地下水专题承担单位在前人研究的基础上，前后共布置 8 个水文地质钻孔，在 2013 年布设 7 个钻孔，并设为长期观测孔，其中的 ZK1-ZK2，ZK4-ZK6 是在原有钻孔基础上加深，ZK7、ZK8 是在厂区外新设钻孔，利用以上钻孔开展了枯水期、丰水期两期监测。随后因当地政府在洼地内开展了污染治理工作使得大部分钻孔被毁坏，仅剩 ZK5 完好，2015 年 1 月在砒霜厂下游又进行了补充勘测评价工作，新布设 1 个水文监测孔（ZK9），孔深 51.5m，地下水位标高 1391.2m，并取 ZK5、ZK9 两个钻孔的水样进行监测化验。按照《地下水环境质量标准》三级标准对各期地下水水质监测结果进行评价。

金驰砒霜厂丰水期 ZK2、ZK4、ZK5、ZK6 砷超标 1.2、2.38、0.7、440.9 倍；平水期分别超标 2.5、0.16、5.32、45.0 倍；2015 年 1 月枯水期 ZK5 砷超标 10.96 倍。ZK6 丰、平水期镉分别超标 281.2、0.1 倍；丰水期 ZK6、ZK4 锰超标 7.2 倍、0.8 倍，平水期 ZK5、ZK6 超标 1.2、0.2 倍，枯水期 ZK9 锰超标 0.1 倍。

依据厂区钻孔钻孔地下水水质检验，已污染地下水面积为 58349.4m^2，重力给水度为 0.04，含水层厚度为 80m，体约为 186178m^3。同时，结合监测到的钻孔地下水位结果，对金驰砒霜厂地下水中砷的浓度场分布进行了插值计算，获得金驰砒霜厂砷浓度等值线图，见图 6.2-8。由图可见，砒霜厂内部地下水砷（As）含量超标（>0.05mg/L），整体呈现以 ZK6 为高浓度中心，向 ZK4（靠近咪哩河

干流）、ZK2（远离咪哩河干流）两个相反的方向迅速衰减，而朝厂房方向（ZK3）及厂房对面方向则衰减相对缓慢，与洼地内部存在地下水分水岭的判断一致。

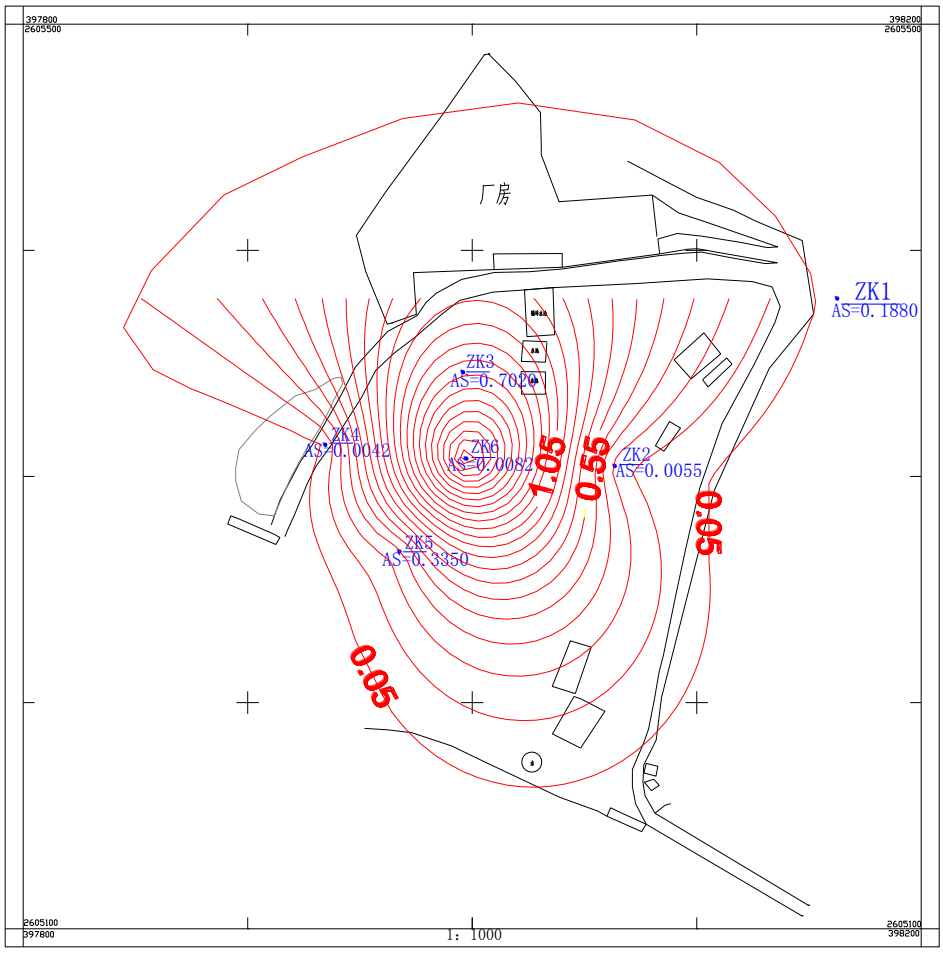


图 6.2-8　金驰砒霜厂砷浓度等值线图

6.2.9 蒙自矿冶有限责任公司

蒙自矿冶有限责任公司创建于 1996 年 11 月，位于红河州蒙自县境内，地理坐标为 N23°28'51.61"、E103°46'12.89"，位于德厚河左岸，与德厚河库区回水末端距离 22.82km。蒙自矿冶有限责任公司以白牛厂银多金属矿区为依托，矿区范围西起咪尾，东至岩蜂窝，北到牛作底村，南抵鱼塘，面积 26.95km^2。矿区地貌属高原山区侵蚀河谷地貌，地形南东高，北西低。矿区内主要河流有牛作底河、响水沟、白羊沟和核桃冲沟，后三条河均汇入牛作底河，最高峰为白牛后山，海拔 2266.90m；最低点为牛作底河、响水沟交汇处，标高 1740.32m，也是矿区的集中排泄区。矿区位于德厚河水文地质单元西南侧，区内地下水类型为寒武系中统碳酸盐岩夹碎屑岩裂隙溶洞水，富水性中等；与德厚河水文地质单元之间有 D_2p 中泥盆统相对隔水层阻隔，地下水水力联系较差，主要通过地表水与德厚河

干流形成水力联系。

蒙自矿冶有限责任公司下辖 1 个矿山、3 个选厂、3 个冶炼厂，具有日采原矿 5000 吨、处理原矿 7500 吨，年冶炼电铅 6 万吨、电锌 4.9 万吨、电铟 50 吨、白银 80 吨、硫酸 18 万吨的综合生产能力。采矿为斜井地采工艺；选矿为破碎、筛分、球磨、浮选工艺，采选生产规模为 5000t/d。

蒙自矿冶有限责任公司矿山片区设有 3 个选厂，分别为一、二、三选厂，一选厂于 1998 年建成投产，目前一选厂处于停产状态；二选厂于 2004 年建成投产，矿处理量为 2000t/d，三选厂于 2009 年 7 月建成投产，矿处理量为 3000 t/d，二、三选厂废水量约为 50000 m^3/d，选矿尾矿量为 4000 t/d。矿山片区配套建设有两个尾矿库，其中一选厂尾矿库库容 263 万 m^3，未采取防渗措施，目前已填满，由于尾矿中仍含有有价金属，公司正在落实尾矿回选开发利用方案，故未进行封库处理；阿维尾矿库有效库容 1548.003 万 m^3，已采取防渗措施，接纳二、三选厂尾矿，截止 2013 年 10 月底，阿尾尾矿库累计贮存 489.138 万 m^3。一选厂、一选厂尾矿库及现有第 2、3、4 工区的矿井位于德厚河源头的汇水区内，二、三选厂及阿尾尾矿库则位于洼地内，与德厚河流域之间有相对隔水层阻隔。目前，正常生产时使用的是二、三选厂及阿尾尾矿库（见图 6.2-9）。

照片 6.2-21 一选厂尾矿库全貌照片 6.2-22 一选厂尾矿库

图 6.2-9　蒙自矿冶有限责任公司布局示意图

矿山井下排水系统按主要提升斜井和主要运输中段平巷分别考虑。采用分段式排水，分一段主泵站和二段泵站。中段设有沉淀水仓，供坑内各采掘作业工作点使用，多余的经中段自流排出地表。由于矿区地形南东高，北西低，响水沟与牛作底河交汇处（1740.32m）为矿区的集中排泄区，因此，矿坑内的地下水经斜井井底水仓储存提升、中段平巷输送后，集中于 1750m 及 1760m 两个坑口出流，自流汇入牛作底河。坑涌水量正常为 28500m^3/d。为补充矿山二、三选厂的生产用水，在响水沟与牛作底河汇合处建设了一座小水库，拦蓄牛作底河上游径流及 1750m、1760m 坑口矿坑涌水，并建设牛作底河水源泵站抽水至阿维尾矿库内供二三选厂。

根据矿区水平衡计算结果，二选厂需补充新鲜水 1121m^3/d，三选厂需补给新鲜水 1785m^3/d，共计需补充新鲜水量 2906m^3/d。二、三选厂的生产用水均从阿维尾矿库抽取，其中：二选厂日处理原矿 2000t/d，生产总用水量 21678m^3/d，其中厂前回水 5325m^3/d，排入阿尾尾矿库 16205m^3/d，精矿及损失带走 148m^3/d；三选厂日处理原矿 3000t/d。生产总用水量 34540 m^3/d，其中厂前回水 8325m^3/d，排入阿尾尾矿库 25990 m^3/d，精矿及损失带走 225m^3/d。3 个工区的井口附近都设置了废水处理站处理井下涌水。目前，地方环保部门正要求该公司新建一个废水处理站，对 1750 和 1760 两个井口的涌水进行处理。

图 6.2-10　蒙自矿冶有限责任公司采样点位置图

①废渣

经现场勘察，一选厂尾矿库内部分地方生长有草，四周山坡上植被覆盖良好，种植有三七等作物。该点尾矿库规模较大，呈阶梯状分布，第一级阶梯呈扇形，长 20m，宽 5m，高 5m，坡度 35°；第二级阶梯呈近长方形，长 25m，宽 5m，高 4m，前缘坡度 32°；第三级台阶呈近长方形，长 20m，宽 8m，高 4m，前缘坡度 31°；第四级台阶呈近长方形，长 202m，宽 155m，高 8m。尾矿库内矿渣呈土黄色至红褐色，粉末状，经风化和雨水浸泡有泥裂现象，未见有防渗措施。

阿尾尾矿库位于红河州蒙自县境内白牛厂附近，地理坐标 N23°28'34.25"、E103°47'34.94"。阿尾尾矿库处于德厚河流域内，位于德厚河左岸，距离德厚河库区回水末端 21.22km。四周山坡地形起伏不大，植被覆盖较好，种植有桉树、三七等。附近山坡上基岩出露较差，残坡积层较厚，夹杂紫红色砂砾岩、砾石，分选、磨圆均较差。该尾矿库规模较大，呈不规则形状，库尾渗滤液呈不规则形状，库内尾矿呈棕褐色。该尾矿库已采取土工膜、土工格栅等防渗措施。尾矿库的堆积现状况为：渣顶距防渗帷幕边缘约 1.5m。

照片 6.2-23 阿尾尾矿库内照片 6.2-24 阿尾尾矿库内取水样

2015 年 3 月，污染防治方案及重金属影响专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对对一选场尾矿库内尾矿设 4 点*2 层共 8 个渣样（J73-J80），一级尾矿库下游平地渣堆（J81）及四工区采矿废石（J82）各 1 个渣样，共 10 个渣样。监测点位见图 6.2-15。按照《危险废物鉴别标准》（GB5085.3-2007）及《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准对酸浸及水浸结果进行评价。

由表可见，各渣样的所有渣样酸浸均不超标；水浸实验尾矿库表层砷超标 0.31~1.52 倍，底层砷超标 1.44~1.94 倍，表层锌超标 0.03~1.14 倍，锰超标 0.8~5.7 倍；尾矿库下游平地渣堆 pH 超标 0.5 倍；四工区硫铁废石锌超标 3.3 倍。属Ⅱ类一般工业固废。

②废水

蒙自矿冶有限责任公司正常生产时尾矿水回用，主要外排的废水污染源是采坑废水，目前矿山涌水量为 23500m^3/d。

2015 年 3 月，污染防治方案及重金属影响专题单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对 1750 坑口及 1760 管道排水水质进行了监测。按照《铅锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）对坑口排水水质进行了评价，1750 坑口排水中锌超标 1.49 倍。

地下水专题单位对牛作底河小水库及阿维尾矿库内水体取样监测，按照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）三类标准进行了评价，结果表明：牛作底小水库水样仅锰超标 9.1 倍，阿维尾矿库锰（Mn）超标了 46.2 倍，硫酸根（SO42-）浓度超标了 1.6 倍。

6.2.10 中泰锰业老乌锰矿

中泰锰业老乌锰矿位于湖海村东南侧山坳内，地理坐标 N23°38'13.94"、E103°52'29.23"，距德厚河库区回水末端 9.82km。该矿位于德厚河流域地表水径流汇水区内，汛期雨水经乐西村的乐西小河汇入德厚河干流。该公司仅在此采矿，其原矿被运至马塘工业园区内进行分选。该开采区内四周山坡上植被发育良好，种植有桉树等。矿洞下部农田种植有水稻等。该矿区开采较为规范，采用斜井地下开采工艺，开拓两个开采巷道，洞口下部已采取挡土墙等水土保持措施。开采矿石为灰黑色泥页岩，夹有石英脉。岩石完整性较好，地下水赋存情况较差。

由于该点位于德厚河水文地质单元北侧，区内出露 T_2f 中三叠统法郎组薄～中厚层状粉砂岩粉砂质页岩，含锰矿层，富水性较差，为相对隔水层，与德厚河水文地质单元之间的水力联系较小。

由于该点地下水赋存情况较差，且该企业仅在该点采矿，并不在此选矿，以此来确定该点对当地地下水影响不大。

照片 6.2-25 矿洞口照片 6.2-26 矿区边挡土墙及水土保持措施

6.2.11 乐西煤矿

乐西煤矿，位于乐西村东部，位于德厚河流域地表水径流汇水区内，距德厚河库区回水末端 6.95km，采矿工艺为露天开采。该矿位于德厚河水文地质单元内部，区内出露 T_1y 下三叠统永宁镇组粉砂质页岩，区内整体上富水性较好。汛期雨水经乐西村的乐西小河汇入德厚河干流。

渣

乐西煤矿共有 4 个采场，各采场内均遗留有废渣。在乐西煤矿 93°方向见有堆渣体，此渣体为采煤产生的剥离体，对环境无污染。堆渣体依山坡堆积，其中两堆渣体规模尺寸较大，堆积体呈圆锥形，直径大约 31-36m，该渣体西侧为第二堆渣体，渣体顶部呈圆锥形，直径约为 50m。第一堆渣体较为破碎，粒径 0.1~5cm，表面已被风化，呈土黄色，夹有强风化红褐色泥质粉砂岩，见有煤层夹层。第二级台阶堆渣体成分与第一级台阶相同，堆渣体顶端呈近圆形直径约为 50m，坡高 30m，坡角 31°，该渣体下方见有一冲沟，两侧山坡上植被覆盖良好，冲沟内侧风化较为严重，见有石芽出露。第三堆渣体坡顶呈近圆形，直径 24m，坡高 12m，坡角 35°。根据云南地质勘察设计研究院勘测估算废渣量合计约 556000m^3。

照片 6.2-27 乐西煤矿概貌照片 6.2-28 乐西煤矿遗留采场

2014 年 8 月，文山州环境保护监测站对乐西煤矿遗留废渣取样进行了酸浸试验。2015 年 3 月，方案编制单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对乐西煤矿废渣混合样补充进行了水浸试验。按照《危险废物鉴别标准》（GB5085.3-2007）及《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准对酸浸及水浸结果进行评价，结果表明乐西煤矿废渣酸浸、水浸试验结果均未出现超标。

②废水

乐西煤矿的废水污染源主要是采坑内残留的废水，废水量约为 5m^3。2015 年 3 月，方案编制单位委托湖南华科环境检测技术服务有限公司对采坑废水进行了监测，结果表明采坑废水各项监测因子均可达到《煤炭工业污染物排放标准》

（GB20246-2006）排放限值的要求。

③地下水

为了监测乐西煤矿对周边地下水的影响，2015 年 1 月，地下水专题承担单位在乐西煤矿下游布设两个监测孔（ZK31、ZK32）。每个钻孔均做抽水试验，并取地下水样各一组送检化验。依据《地下水质量标准》（GB/T14848-93）三级标准进行评价，结果表明 ZK31、ZK32 水样中亚硝酸盐（NO_2^-）浓度超标，亚硝酸盐（NO_2^-）浓度超标可能是由于附近农田施肥等因素所致。

6.2.12 金和有色金属冶炼厂

金和有色金属冶炼厂位于德厚镇郑塘子，位于德厚河流域地表水径流汇水区内，汛期雨水经乐西村的乐西小河汇入德厚河干流。该厂与德厚河库区回水末端直线距离 9.10km。该冶炼厂成立于 1999 年，2001 年竣工投产，主要从事锰系列铁合金冶炼，2007 年 8 月又收购了原文山博冶铁合金厂。公司现有矿热电炉 6 台，总装机容量 90000KVA（4×16500KVA，3×8000KVA），硅锰合金年设计生产能力 23 万吨，满负荷生产产值可达 20 亿元。据了解，该公司由于生产成本较高，目前处于停产中。该厂产生废渣运送至壮山水泥厂处置，厂区内无废渣残留；生产车间及各类废水用作冷却水回用。企业手续齐全。现场调查发现该厂废渣冷却池破损，防渗措施存在缺陷，积存的废渣散布于冷却池四周。

照片 6.2-29　废渣冷却池照片 6.2-30 围墙外围及下游钻孔 ZK33

为了监测该点周围地下水的水质变化情况，在金和有色金属冶炼厂围墙外围及其下游布设一个监测孔（ZK33），作为长期监测孔使用。取该点水样送检化验，依据《地下水质量标准》（GB/T14848-93），枯水期水样检测结果表明： ZK33 地下水的检测项目均达到III类及以上地下水标准要求。

6.3 总体建设内容与规模

6.3.1 固废治理建设内容与规模

德厚水库流域内文山州内的 11 家企业由文山市人民政府负责治理，需治理废渣和污染土壤量约 270 万方，恢复植被面积 80 公顷；处置危废 45361t，处置Ⅱ类一般固废约 40 万方，治理一般酸性铁矿渣、煤渣约 170 多万方，治理一般煤渣约 50 万方。

废渣治理方法主要采取了危险固废清除出德厚水库流域送文山市遗留砷渣填埋场处置，Ⅱ类一般工业固废就地防渗封场生态恢复，Ⅰ类一般工业固废封场生态恢复，一般煤渣复垦恢复植被，酸性铁矿渣、煤渣就地防雨水冲刷防渗生态恢复等综合整治措施。

红河州蒙自市内的蒙自矿冶有限责任公司有合法手续，治理之后对德厚河流域没有影响，可继续生产，其废水处理由企业负责，截污导流工程由地方政府出资并组织实施。

6.3.2 废水治理建设内容与规模

在金驰砒霜厂建 1 个 1000t/d 的废水处理站，在水结煤矿建 1 个 200 t/d 的废水处理站，用于处理各企业遗留废水和工程施工废水。

6.4 治理方案

6.4.1 金驰砒霜厂综合整治方案

（1）治理路线

文山市马塘镇布烈村地下水重金属修复示范性工程一期工程已经将金驰砒霜厂内约 1 万吨废渣送水泥厂综合利用，并对遗留渣场进行了离子矿化稳定和生态修复。此次治理方案主要针对遗留的污染源进行治理。对金驰砒霜厂遗留废渣、建筑物、污染土壤等原则上送文山市遗留砷渣场进行安全处置，剥离后的余下受轻污染土壤采用离子矿化稳定剂进行稳定后处理，再进行生态恢复。

（2）治理分区

将厂区划分为四个部分：原料区、已治理区、生产厂区以及生产厂区与已治理区中间区。治理分区见图 6.4.1-1。其中原料区占地 760m^2，800mm 厚土壤（含水泥地面）、破损的建筑物、原料约有 1400t，均为危废。已治理区占地 12500m^2，已由湖南艾布鲁环保科技有限公司进行了治理，主要采用水泥窑协同处理 1 万吨废渣，剩余废渣采用离子矿化稳定剂进行稳定化处理，土壤正在稳定阶段，对已

治理区域的废渣本次不重复治理。生产厂区占地 5660m^2，一般 500mm 厚的土壤（含水泥地面）、废气处理和除尘器室外 3000mm 厚土壤、生产厂房建筑物、炉窑、烟道、烟囱、产品等约有 10500t，均为危废。生产厂区与已治理区中间区有 6000m^2。

（3）危废处置

厂区内待处理危废量共计 11900t（见表 6.4.1-1），均采取剥离、拆除后送文山市遗留砷渣场进行处置。

表 6.4.1-1　危废性质的物体工程量表

序号	治理分区	危废性质的物体	单位	数量
1	原料区	原料区受严重污染土壤	t	851
2		原料区建筑	t	519
3		原料	t	30
4	生产厂区	生产厂区建筑物、炉窑、窑灰、烟道、烟囱等	t	2561
5		生产厂区受严重污染土壤	t	7924
6		产品	t	15
总计			t	11900

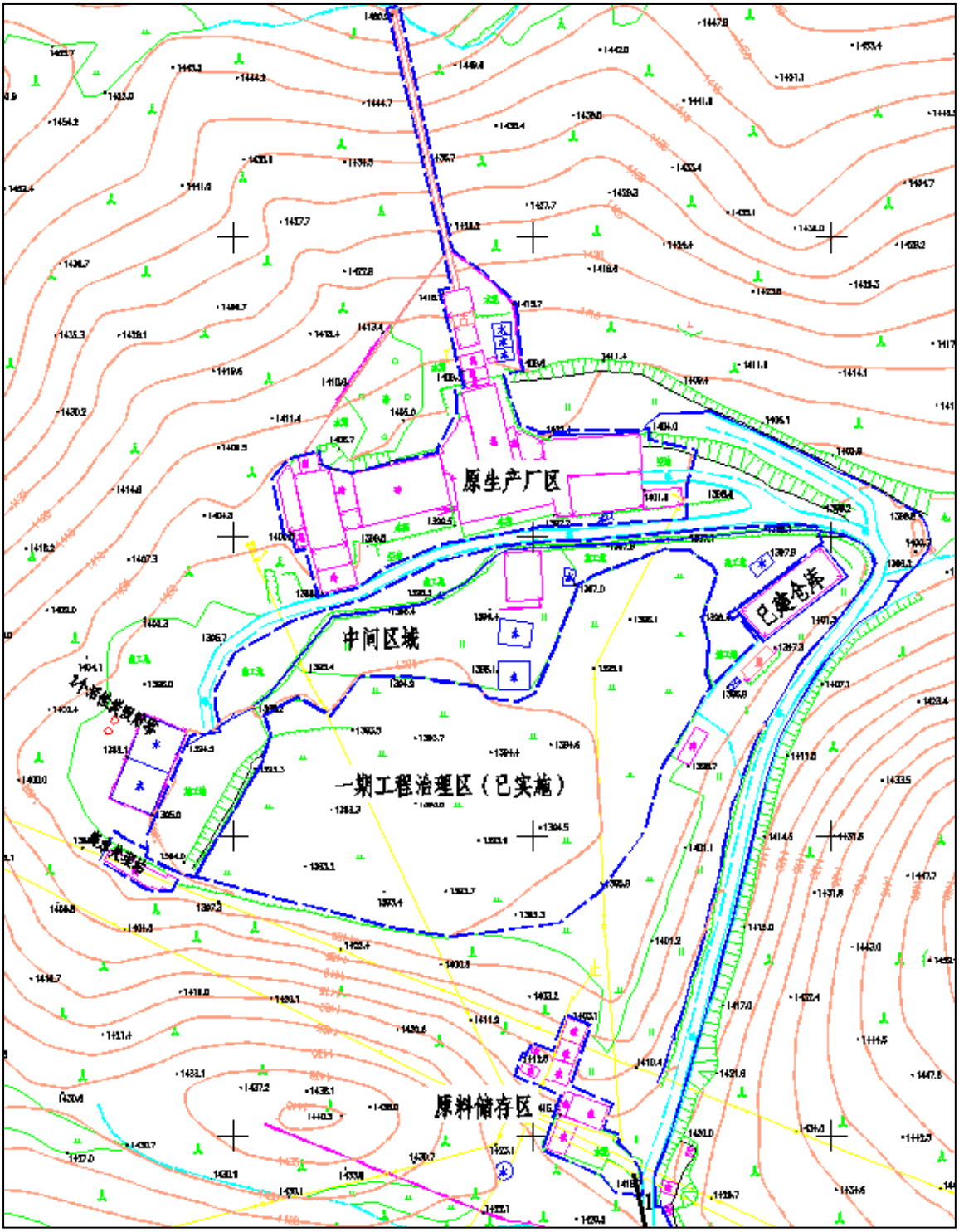


图 6.4.1-1　金驰砒霜厂治理分区图

（4）受轻污染土壤治理

受污染土壤下层土壤以及周围 2m 内受污染的土壤挖走之后，按一定剂量配制离子矿化稳定剂，翻动 0.2m 的污染土壤，将溶解药剂添加进去进行稳定化处理。处理后的场地覆土 300mm 或直接植树，树间再植蜈蚣草。各区离子矿化剂剂量及处理后场地后续处理见表 6.4.1-2。

表 6.4.1-2　各区受轻污染土壤离子矿化剂剂量及植树方式

分区	受污染土壤下层土壤		周围 2m 内受污染的土壤	
	剂量（kg/m^2）	植树方式	剂量（kg/m^2）	植树方式
原料区	30	覆土 300mm 后植树+蜈蚣草	5	植树+蜈蚣草
生产厂区	20	覆土 500mm 后植树+蜈蚣草	10	植树+蜈蚣草
生产厂区与已治理区中间区	10	覆土植树+蜈蚣草		

（5）废水及受污染地下水处理

该厂的被污染的地下水首先利用现有的循环池，对池中残留的废水进行预处理，然后再与受污染的地下水进入活性炭吸附塔进行深度处理。循环池中高浓度的含砷废水采用氧化-石灰中和-铁盐共沉淀的工艺处理，之后与受污染的地下水再采用活性炭吸附法处理，处理后废水中的砷达到地下水III类标准，外排水中砷小于 0.05mg/L。其工艺流程见图 6.4.1-2。受污染需处理的地下水量为 186178 m^3，处理规模设计为 1000m^3/d。ZK5 钻孔作为地下水长期监测处。工程量见表 6.4.1-3。

表 6.4.1-3 金驰砒霜厂治理工程量统计表

序号	项目	单位	数量
1	危废挖运	t	11900
2	表面覆土	m^3	14250
3	表土整理	m^2	18660
4	植被	m^2	18660
5	乔木	株	1520
6	离子矿化稳定剂	t	236
7	挖水泥地面	m^3	800
8	墙体拆除	m^2	3000

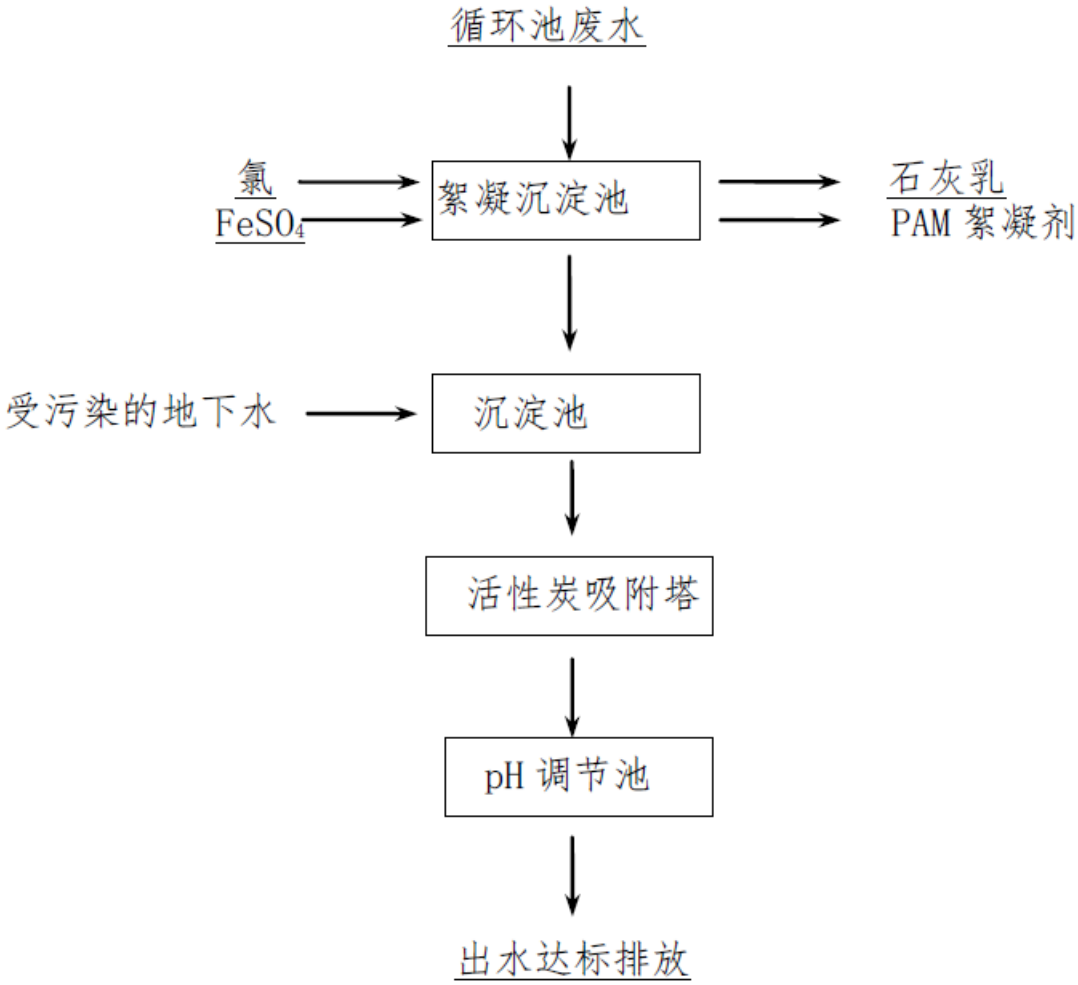


图 6.4.1-2 氧化-石灰中和-铁盐共沉淀法+活性炭吸附处理含砷废水的流程

6.4.2 星金铁矿磁选厂综合整治方案

（1）治理路线

星金铁矿磁选厂尾矿库内尾矿为 I 类一般工业固废；选矿槽的渣和原料 70 吨为危废；靠近新浮选车间的一堆渣 1400t，为新浮选工艺产生的，砷超标，鉴别为危废；原料堆场下 500mm 厚土壤已受到污染，其浸出毒性达到 II 类一般工业固废的水平。

厂区内危废送文山市遗留砷渣填埋场处置；尾矿库按 I 类场进行封场，恢复植被；原料堆场下受污染土壤运至薄竹多金属选厂防渗的尾矿库进行处置。

（2）治理分区

将治理分区分为 3 个区域，一个是尾矿库，一个是厂区，一个是浮选渣堆，治理分区如图 6.4.2-1 所示。其中尾矿库占地 10000m^2，尾矿量 142279 m^3，为 I 类一般工业固废。厂区占地 7300m^2，包括原料是危废 70 吨、厂房设备、建筑物、选矿槽废渣和原料堆场下 500mm 厚土壤。浮选渣堆占地 1000m^2，浮选渣堆约有

1400t 渣，均为危废。

（3）危废处置

厂区和浮选渣堆内待处理危废量共计 1470t，均采取剥离、拆除后送文山市遗留砷渣场进行处置。

（4）受轻污染土壤治理

尾矿库四周在 1455m 标高修建排水沟，截住山洪至地下水天窗排地下水，减少地表汇水入尾矿库，排水沟底宽 500mm，上宽 800mm，深 500mm，结构为底层为基石或 120mm 厚碎石，面层 1:2.5 砂浆，厚 50mm。尾矿库内填土至绝对标高 1452.8m，厚 800-1800mm。平整后植树，树间种植水蓼。

厂房设备拆除，建筑物作建筑垃圾，设备作废旧设备出售，厂房拆除后的场地进行清理并复垦，建筑垃圾送兆龙工贸有限责任公司清空的尾矿库集中处置；原料堆场下 500mm 厚受污染的土壤挖至薄竹多金属选厂防渗的尾矿库；平整土后植树，树间种水蓼吸收锰。

浮选渣堆，挖除渣堆后的场地平整覆土再植树，树间种蜈蚣草吸收砷。

（5）废水及受污染地下水处理

星金铁矿磁选厂尾矿库水已达到污水综合排放标准，选矿池旁少量的废水用罐车送到水结煤矿的污水处理站一起处理。ZK13 钻孔作为地下水长期监测点。

（6）工程量

工程量统计见表 6.4.2-1。

表 6.4.2-1　星金铁矿厂治理工程量统计表

序号	项目	单位	数量
1	一般挖运	m^3	2750
2	危废挖运	t	1470
3	表面覆土	m^3	23150
4	表土整理	m^2	17500
5	植被	m^2	17500
6	乔木	株	1910
7	挖水泥地面	m^3	750
8	墙体拆除	m^2	100
9	排水沟	m^3	255

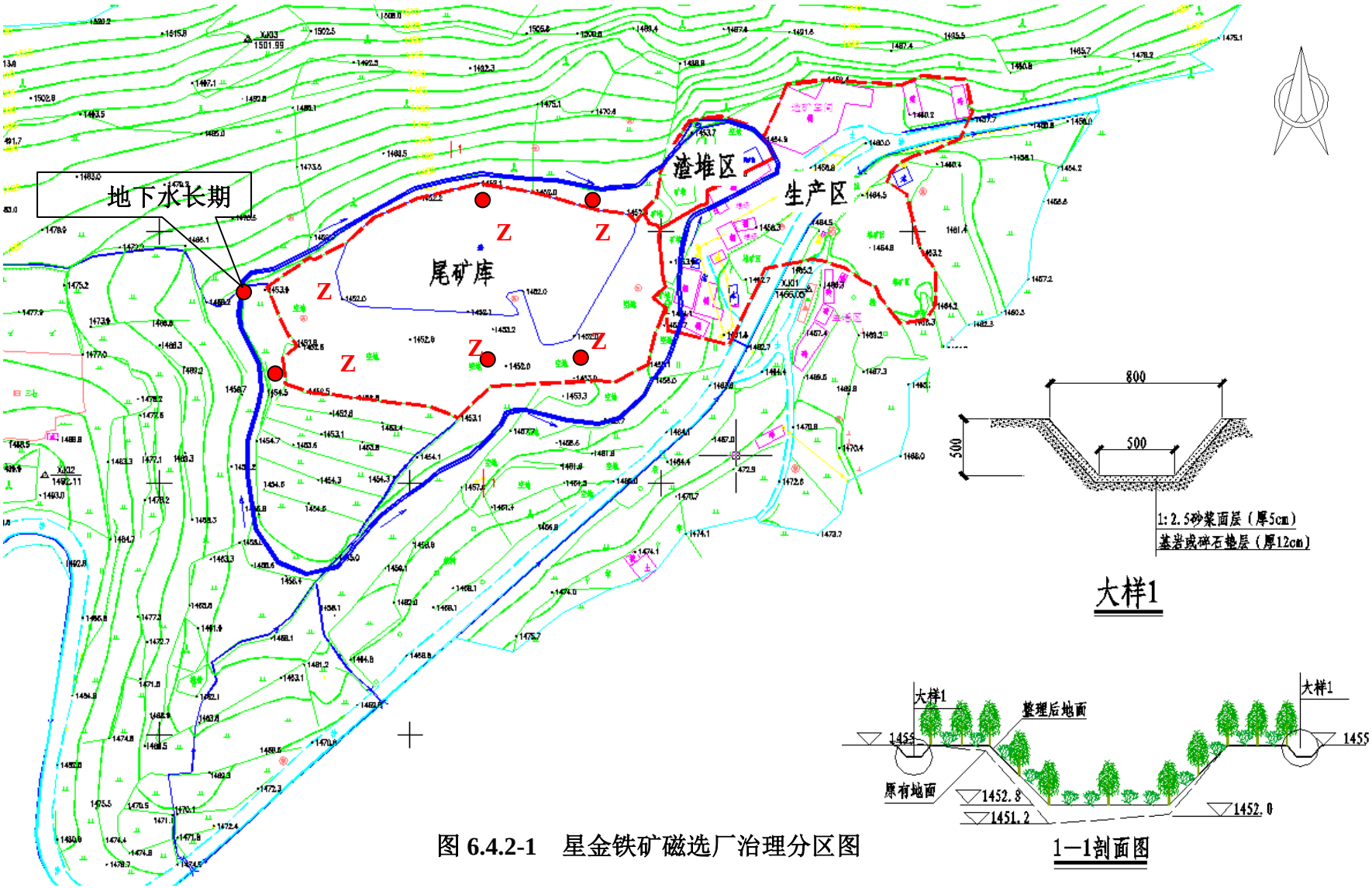


图 6.4.2-1　星金铁矿磁选厂治理分区图

6.4.3 兆龙选厂综合整治方案

（1）治理路线

兆龙工贸公司选厂尾矿库内废渣鉴别为II类一般工业固废，选矿槽的渣鉴别为危废，库周堆渣鉴别为II类一般工业固废。原尾矿库未采取防渗。

厂区内危废送文山市遗留砷渣填埋场处置；尾矿库尾矿及堆渣、厂区内污染土壤挖运至薄竹多金属选厂尾矿库。

（2）治理分区

将本厂分为 2 个区域，一个是尾矿库，一个是厂区。尾矿库区占地 7200m^2，库内废渣鉴别为II类一般工业固废。厂区占地 8000m^2，包括厂房设备、建筑物、厂区表层 500mm 厚的污染土壤、路旁废渣 558 m^3、选矿槽有约 10t 废渣，属于危废。治理分区如图 6.4.3-1 所示。

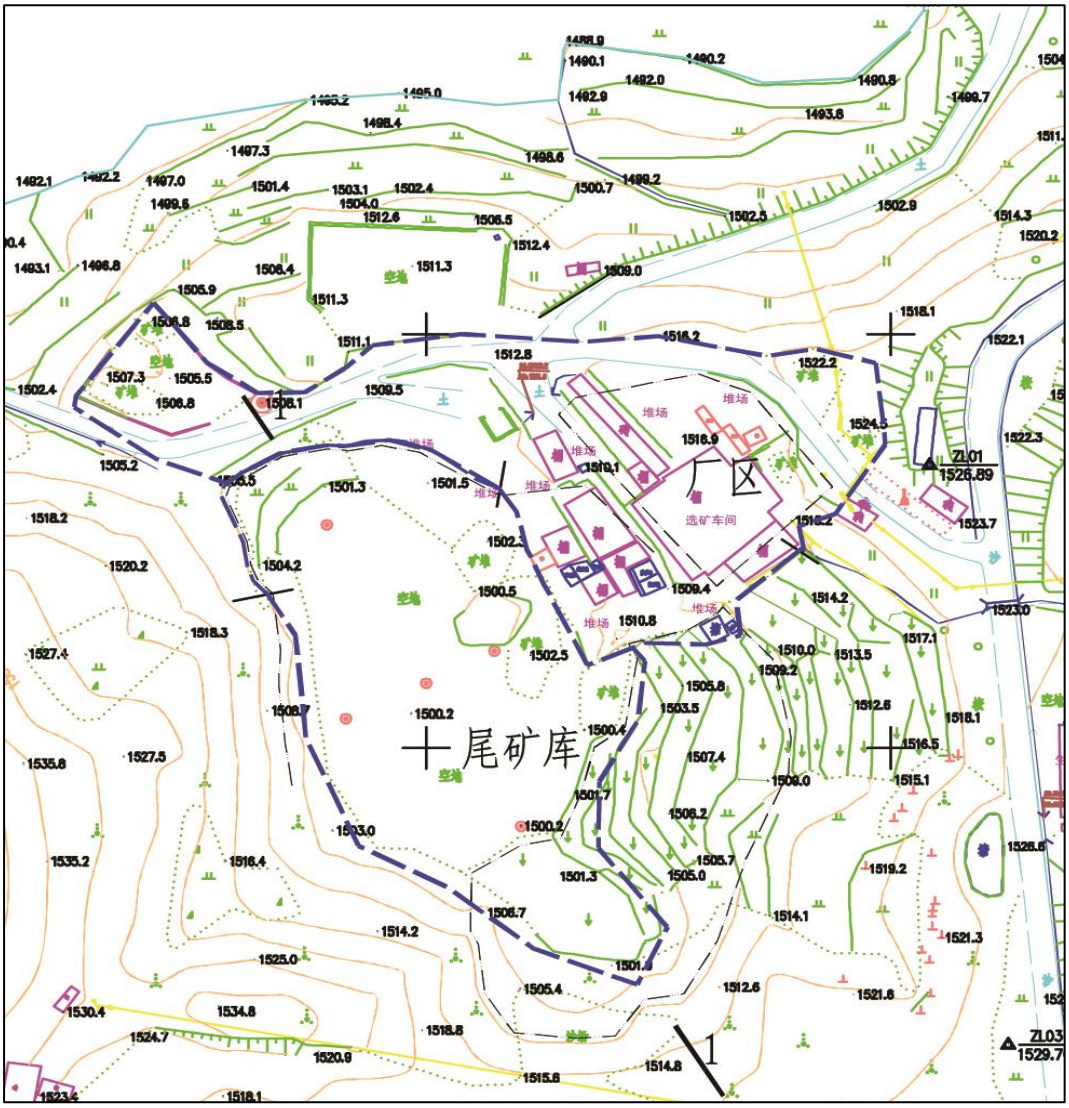


图 6.4.3-1　兆龙选厂治理分区图

（3）危废处置

厂区内选矿槽有约 10t 废渣，均采取剥离、拆除后送文山市遗留砷渣场进行处置。

（4）受轻污染土壤治理

尾矿库区尾矿及堆渣挖运至薄竹多金属选厂尾矿库，尾矿库成自然洼地。

厂区内厂房设备拆除，建筑物作建筑垃圾，设备作废旧设备出售。厂区表层 500mm 厚的污染土壤、路旁废渣 558 m^3，共计 2000 m^3 挖至薄竹多金属选厂尾矿库。平整后的厂区覆土植树，树间种灌木和草本植物。

（5）废水及受污染地下水处理

根据监测结果，尾矿库底淋滤水中的各项因子均符合《铁矿采选工业污染物排放标准》（GB28661－2012）的一级标准的要求。

厂区及场地污染土壤清理时如遇下雨天，将会有施工废水产生。施工废水经现有的选矿池沉淀处理达标后外排。ZK22 钻孔作地下水长期检测井。

（6）工程量

工程量统计见表 6.4.3-1。

表 6.4.3-1　兆龙选矿厂治理工程量统计表

序号	项目	单位	数量
1	一般挖运	m^3	168000
2	危废挖运	t	10
3	表面覆土	m^3	3000
4	表土整理	m^2	9000
5	植被	m^2	9000
6	乔木	株	1000
7	挖水泥地面	m^3	1000
8	墙体拆除	m^2	200

6.4.4 盛禾砒霜厂综合整治方案

（1）治理路线

对于盛禾砒霜厂新老厂区遗留废渣、建筑物、污染土壤等，原则上将建筑物、上层污染土壤进行拆除、剥离后送文山市遗留砷渣场进行安全处置，剥离后的余下受轻污染土壤采用离子矿化稳定剂进行稳定处理后，再进行生态恢复；将洼地内渣挖出，底部和侧面防渗后将渣填进再防渗覆土后进行生态恢复。

（2）治理分区

将本厂治理区分为 3 个部分，第一部分为老厂区，第二部分为新厂区，第三部分为洼地区。治理分区如图 6.4.4-1 所示。

其中，老厂区占地 10200m^2，厂区 500mm 厚受污染土壤、破损的建筑物、废渣及渣下 2000mm 厚土壤、炉窑、烟道、烟囱等约有 15701t，均为危废；坡上渣量及渣下受污染土壤共计 5258m^3；配电室、办公室、能辨别没受污染的屋顶等建筑物，为一般建筑垃圾。

新厂区占地 11200m^2，厂区 500mm 厚受污染土壤、老窑和除尘器室外 2000mm 厚土壤、废渣、生产厂房建筑物、炉窑、烟道、烟囱等约有 15880t，均为危废；老窑和除尘器室外按 2000mm 厚土壤挖，山坡渣下受污染土壤 3000mm 厚挖，为轻度污染土壤；配电室、办公室、能辨别没受污染的屋顶等建筑物，为一般建筑垃圾。

洼地渣场占地 21000m^2，废渣为Ⅱ类一般工业固废。

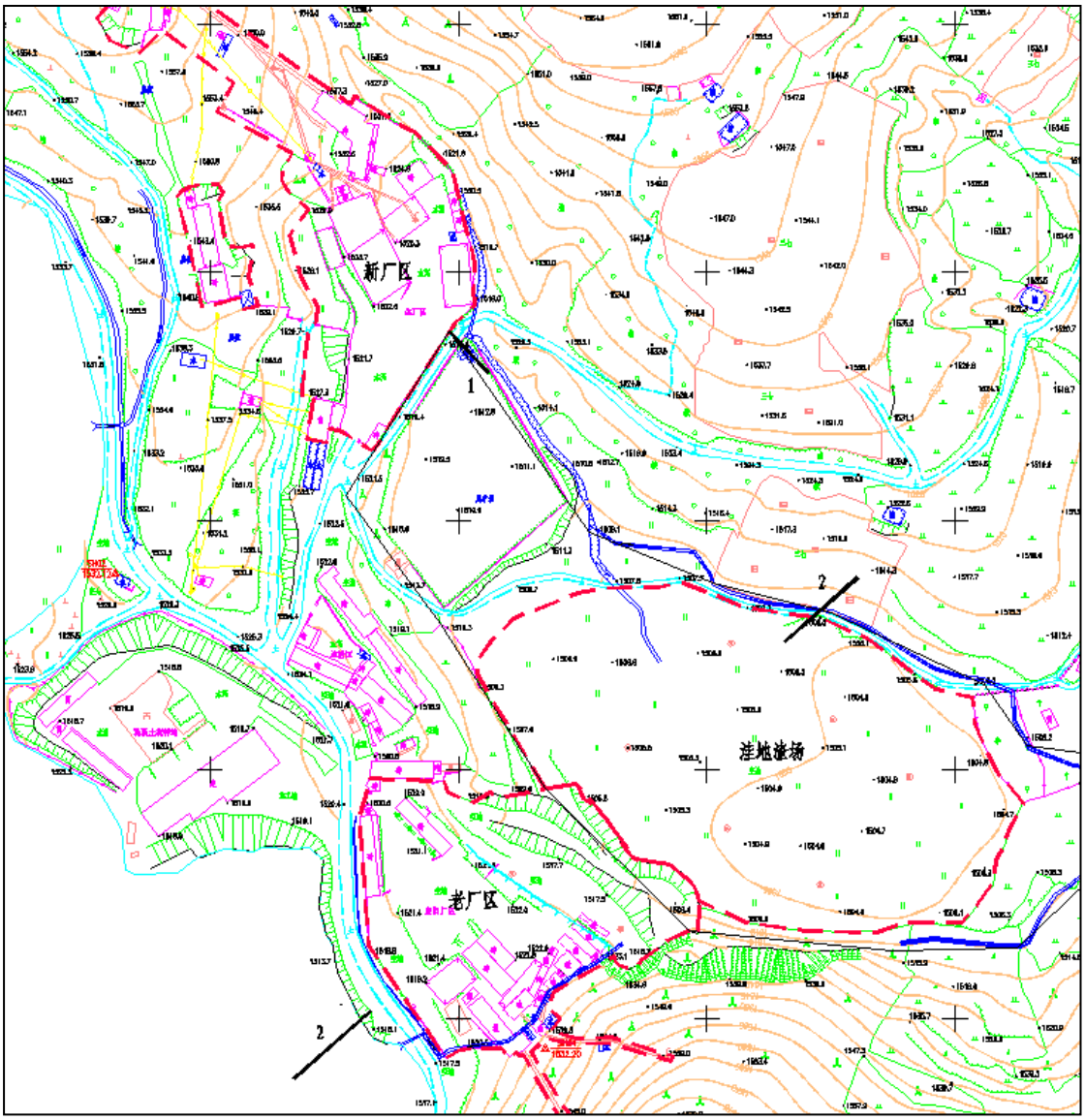


图 6.4.4-1　盛禾砒霜厂治理分区图

（3）危废处置

厂区内待处理危废量共计 31581t（见表 6.4.4-1），均采取剥离、拆除后送文山市遗留砷渣场进行处置。

表 6.4.4-1　危废性质的物体工程量表

序号	治理分区	危废性质的物体	单位	数量
1	老厂区	受严重污染土壤	t	6090
2		建筑物、炉窑、窑灰、烟道、烟囱等	t	2250
3		坡上砷渣	t	3161
4		坡上砷渣下受严重污染土壤	t	4200
5	新厂区	受严重污染土壤	t	12320
6		建筑物、炉窑、窑灰、烟道、烟囱等	t	2660
7		原料	t	500
8		坡上渣	t	400
总计			t	31581

（4）受轻污染土壤治理

老厂区和新厂区受污染土壤下层土壤、周围 3m 受污染土壤以及坡上堆渣内受污染的土壤挖走之后，按一定剂量配制离子矿化稳定剂，翻动 0.2m 的污染土壤，将溶解药剂添加进去进行稳定化处理。处理后的场地覆土 500mm 或直接植树，树间再植蜈蚣草。老厂区沿山的底部建一排水沟。

洼地渣场废渣按 II 类一般工业固废进行处置，进行防渗处理。底板和侧面将基层整平，垫 500mm 厚粘土压实，用无纺土工布（600g/m^2）保护，覆 1.5mmHDPE 膜，用无纺土工布（600g/m^2）保护，再覆回填土 500mm 厚，然后填渣，渣压实整平，覆 200mm 厚粘土压实，用无纺土工布（600g/m^2）保护，覆 1.5mmHDPE 膜，用无纺土工布（600g/m^2）保护，再覆自然土 500mm 厚，在自然土种灌木和草本植物。建造截排水沟。

（5）废水及受污染地下水处理

厂区废水主要是循环水池、烟气处理池、沉淀池残存的废水，随着池子的拆除和整个场地生态修复后，将不存在，设计首先在现有的循环水中进入预处理，首先调节 pH 值到 5，然后加入氯片搅拌反应 30min 后，再调 pH 值到 6-8，再加入硫酸亚铁，搅拌反应 30min 后，在池内投加 PAM 絮凝剂，生成砷酸铁和亚砷酸铁的钒花，在循环池内自然沉淀固液分离，循环池的上清液用罐车装至金驰冶炼厂新建的污水处理站进行深度处理达标后外排。洼地渣库底的淋滤水用罐车装至水结煤矿新建的污水处理站处理达标后外排。ZK30 钻孔作地下水长期检测井。

（6）工程量

工程量统计见表 6.4.4-1。

表 6.4.4-1　盛禾砒霜厂治理工程量统计表

序号	项目	单位	数量
1	危废挖运	m^3	31581
2	表面覆土	m^3	42500
3	粘土	m^3	19500
4	表土整理	m^2	45500
5	植被	m^2	45500
6	乔木	株	2200
7	离子矿化稳定剂	吨	679
8	挖水泥地面	m^3	4000
9	墙体拆除	m^2	7000
10	防渗膜、土工布	m^2	50000
11	一般挖运	m^3	169200
12	排水沟	m^3	198

6.4.5 薄竹多金属选矿厂综合整治方案

（1）治理路线

为防止环境风险，关闭该厂。现有尾矿量约 69371 m^3，尾矿库已防渗，运行已有 10 余年，地质稳定，将兆龙工贸公司选厂尾矿库的尾矿及渣运至此尾矿库，侧面、上面防渗后，覆土植被。

（2）治理方案

本厂分 2 个区域，一个是尾矿库，一个是厂区。

尾矿库区占地 65000m^2，先于 1455mm 四周作截排洪沟，沟底宽 500mm，上宽 800mm，深 500mm。其结构，底层为基石或 120mm 厚碎石，面层 1:2.5 砂浆，厚 50mm。侧面从 1438mm 至 1444.5mm，先将基层整平，垫 300mm 厚粘土压实，覆高强度防渗土工膜，覆 300mm 厚粘土，填兆龙工贸公司选厂尾矿库尾矿。上面将尾矿或渣整平，垫 300mm 厚粘土压实，覆高强度防渗土工膜，覆 300mm 厚粘土，再覆 500mm 自然土，植被。全部实施后，其渗透系数能达到 1.0x10-10cm/s。

厂区内，厂房设备拆除，建筑物作建筑垃圾，设备作废旧设备出售。打碎水泥地面，平整土后覆土植树，树间种灌木和草本植物。

（3）废水及受污染地下水处理

尾矿库废水含砷，用罐车运至金驰砒霜厂处理。ZK10 钻孔作地下水长期检测井。

（4）工程量

工程量统计见表 6.4.5-1。

表 6.4.5-1　薄竹多金属选厂治理工程量统计表

序号	项目	单位	数量
1	粘土	m^3	22390
2	高强度土工膜	m^2	41300
3	表面覆土	m^3	13500
4	表土整理	m^2	77000
5	植被	m^2	77000
6	乔木	株	4000
7	挖水泥地面	m^3	3000
8	墙体拆除	m^2	1000

6.4.6 大凹子煤矿综合整治方案

（1）治理路线

对矿井进行封堵。遗留矸石堆根据其堆存情况分片区进行治理，以原位生态修复为主。对矸石堆场进行分台阶整理，并在堆场上游设置截排水沟减少山体汇水进入堆场，下游砌挡土墙防止水土流失，堆场表面覆盖 40cm 厚粘土层，再覆盖表层土进行植被恢复。对于河谷两侧较陡边坡的矸石堆场，需首先设涵管导排溪沟地表水，对渣场进行放坡至沟谷，再进行粘土防渗和覆表土进行生态修复。

（2）治理分区及方案

本矿治理分区分为 7 个渣场区，和一个沟区。治理分区图如图 6.4.6-1 所示。

1#、2#、3#、4#、7#渣场区域总计面积 42100m^2，渣场上游设置截水沟，渣场下游堆砌挡土墙，渣场整理后表面覆盖一层 400mm 粘土压实，再覆 300mm 自然土，植水蓼吸收锰。设备、设施拆除作废品出售，窿口用 200mm 厚钢筋混凝土堵死。

5#渣场区域面积有 6000m^2，将此区域渣清理送沟内堆存，共 4000m^3 渣。老窿口用钢筋混凝土堵死。清理后表土调质植树，树间植水蓼吸收锰。

6#渣场区域面积 15000m^2，上游设置截水沟，陡坡挖送沟内堆存，挖 8000m^3 渣。不陡坡处整理后，渣上覆盖一层 400mm 粘土压实，再覆 300mm 自然土，植水蓼吸收锰。

沟内区域面积 3000m^2，储存渣场 5 的渣和渣场 6 陡坡上的渣，小溪上游雨水通过 Φ1800 涵管引至下游，总长 500m。安装涵管后，按 0.5%石灰与渣混合，填沟内，填约 4m 高，填一层撒同比例石灰，渣上覆盖一层 400 粘土压实，两边各作 1000mm 宽排水沟，中间再覆土，植水蓼吸收锰。小溪底泥含砷高为危废，清除底泥 700t，送文山市遗留山渣填埋场处置。

（3）废水及受污染地下水处理

大凹子煤矿前 3 年有少量的渗滤水外排，此部分废水收集后用罐车送水结煤矿废水处理站处理。渣堆进行覆土植被恢复稳定后将不再排酸水。

（4）工程量

工程量统计见表 6.4.6-1。

表 6.4.6-1　大凹子煤矿治理工程量统计表

序号	项目	单位	数量
1	人工挖运	m^3	12000
2	表面覆土	m^3	13050
3	粘土	m^3	17500
4	表土整理	m^2	74500
5	植被	m^2	74500
6	乔木	株	500
7	排水沟	m^3	1059
8	挡土墙	m^3	336
9	石灰	t	120
10	钢筋混凝土	m^3	40
11	表土调质	m^2	5000
12	Φ1800 涵管	m	500
13	混凝土	m^3	15
14	消力池	m^3	6
15	沉砂池	m^3	15
16	挖运危废（清淤）	t	700
17	施工便道	M	400

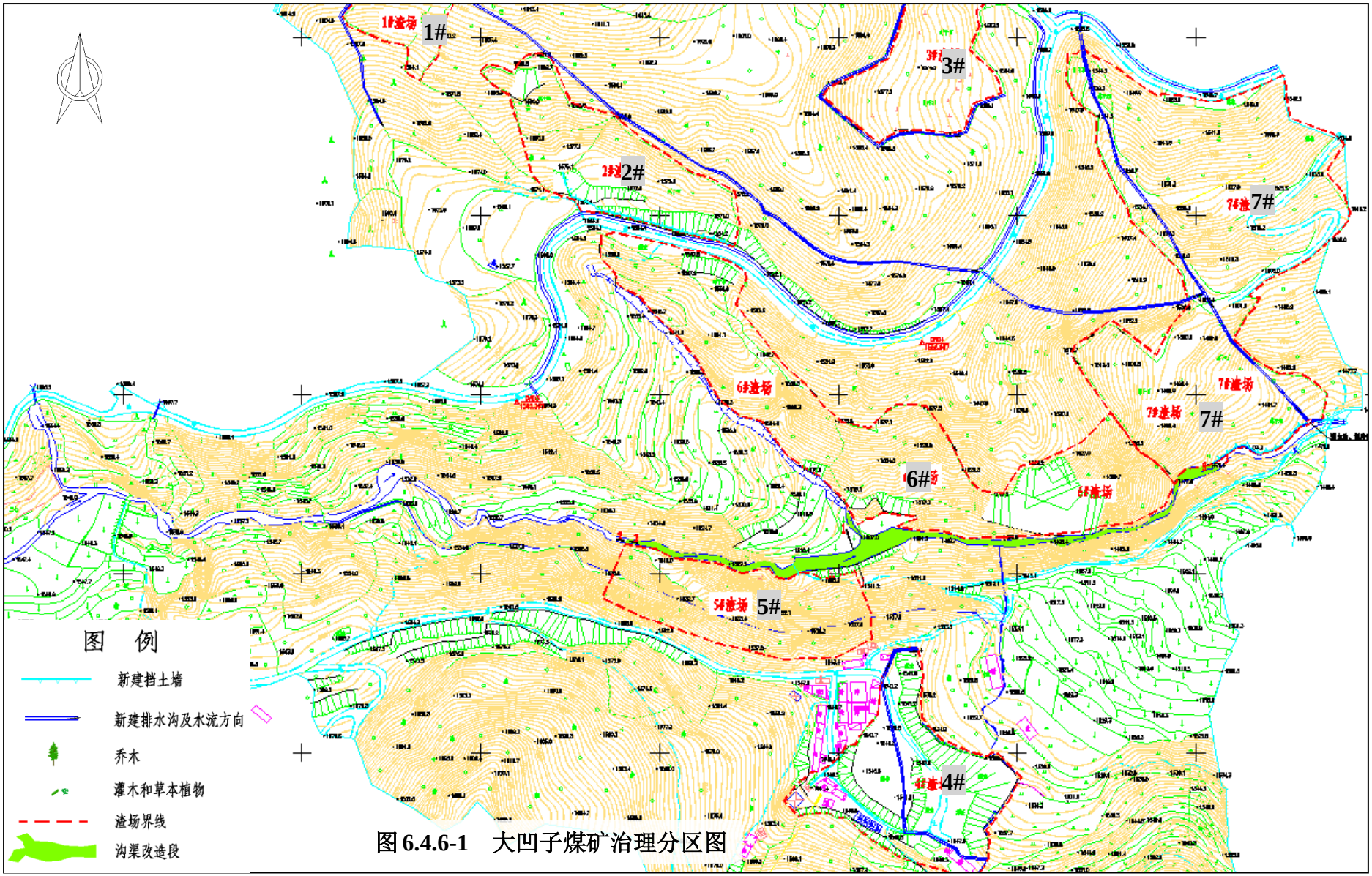


图 6.4.6-1　大凹子煤矿治理分区图

6.4.7 水结煤矿综合整治方案

（1）治理路线

对老矿井进行封堵。遗留矸石堆根据其堆存情况分九个片区进行治理，以原位生态修复为主。对矸石堆场分台阶进行整理，并在堆场上游设置截排水沟，减少山体汇水进入堆场，下游砌挡土墙防止水土流失。堆场表面覆盖 40cm 厚粘土层，再覆盖表层土进行植被恢复。

（2）治理分区及方案

本矿治理分区分为 9 个渣场区。治理分区图如图 6.4.7-1 所示。

1#、3#、4#渣场区域占地总计有 19500m^2，渣场上游设置截水沟，渣场下游堆砌挡土墙，渣场表面覆盖一层 400mm 粘土压实，再覆 300mm 自然土，植水蓼吸收锰。4#渣场挡土墙下碎石埋管收集渗滤液至废水处理站。

2#、6#、8#、9#渣场区域占地 11100m^2，将此区域渣清理送渣场 4 和渣场 7 堆存，共 34000m^3 渣。老窿口用 200mm 厚钢筋混凝土堵死。清理后表土调质，并植树，树间植水蓼吸收锰。

5#渣场区域有 32000m^2，渣场上游设置截水沟，渣场下游堆砌挡土墙，台阶内侧设排水沟，居民旁的坡做挡土墙。原有一渣池渗酸水，挖开 1m，加 20 吨石灰。老窿口用 200mm 厚钢筋混凝土堵死。渣上覆盖一层 400mm 粘土压实，再覆 300mm 自然土，植水蓼吸收锰。挡土墙下碎石埋管收集渗滤液至废水处理站。

7#渣场区域占地 10000m^2，渣场上游设置截水沟，渣场下游堆砌挡土墙，台阶内侧设排水沟。渣上覆盖一层 400mm 粘土压实，再覆 300mm 自然土，植水蓼吸收锰。挡土墙下碎石埋管收集渗滤液至废水处理站。

（3）废水及受污染地下水处理

根据需处理的废水水质特点，选择 Fenton 氧化法+石灰混凝沉淀法处理酸性废水。污水处理站布置在渣场 7 的下游，处理工艺及布置图如图 6.4.7-2 和图 6.4.7-3 所示。

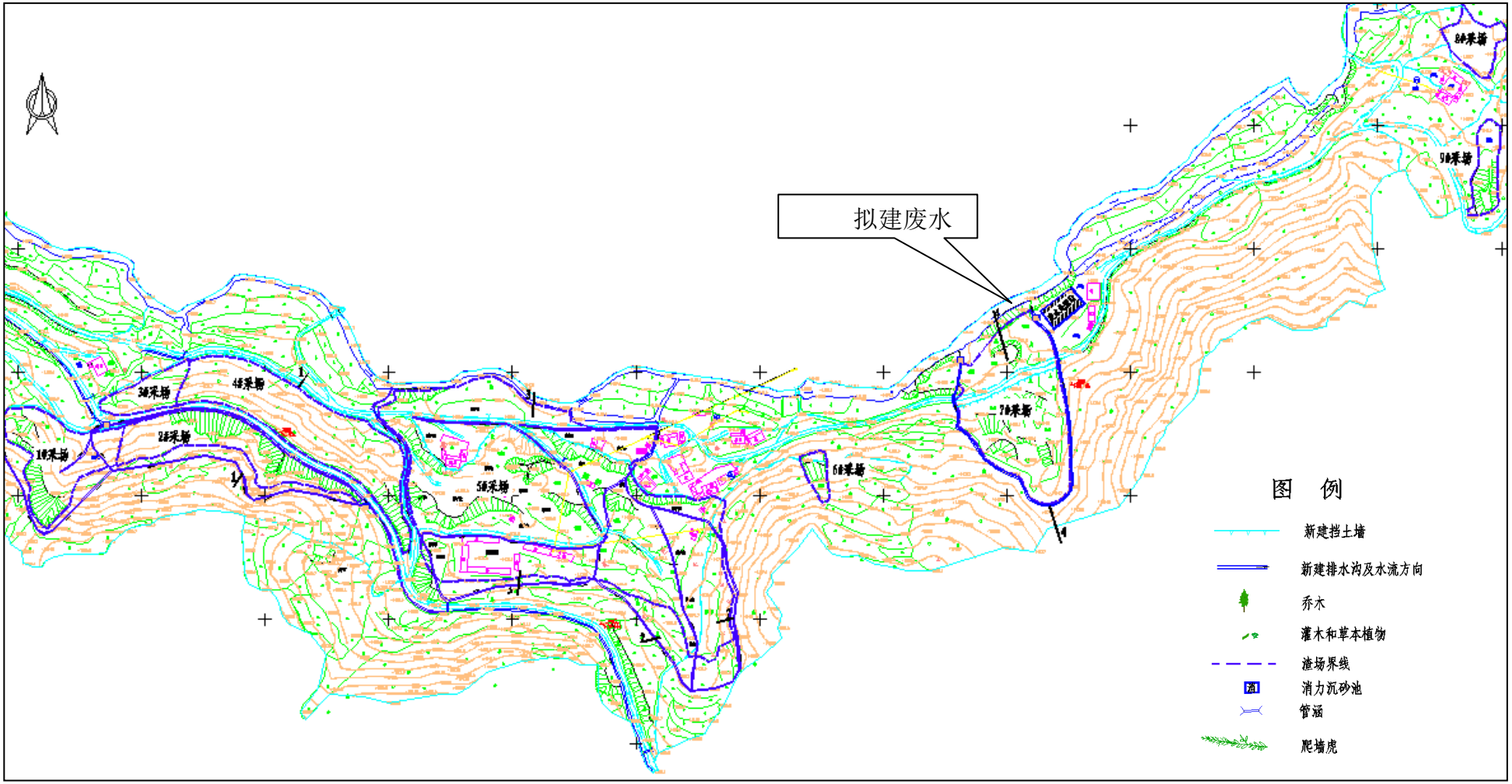


图 6.4.7-1　水结煤矿治理分区图

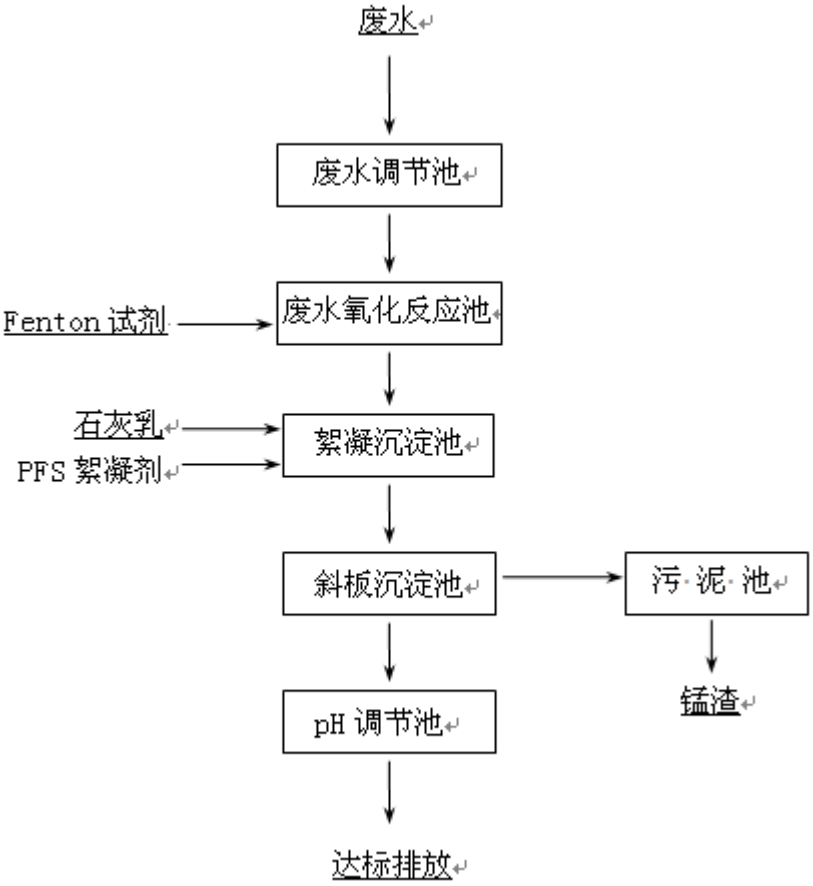


图 6.4.7-2　石灰中和法处理含锰废水流程

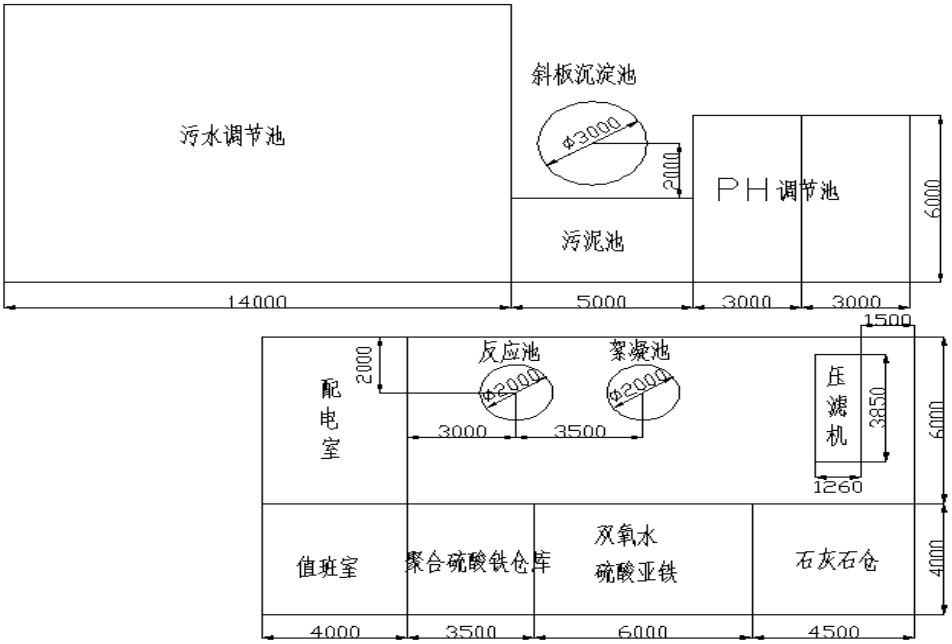


图 6.4.7-3 污水处理站的平面布置图

（4）工程量

工程量统计见表 6.4.7-1。

表 6.4.7-1　水结煤矿治理工程量统计表

序号	项目	单位	数量
1	挖运	m^3	32500
2	表面覆土（外购）	m^3	16600
3	粘土（外购）	m^3	22300
4	表土整理	m^2	93600
5	植被	m^2	93600
6	乔木	株	330
7	排水沟	m^3	520
8	挡土墙	m^3	3944
9	石灰	t	20
10	钢筋混凝土	m^3	40
11	表土调质	m^2	11100
12	排水管	套	1
13	消力池（5 个）	m^3	25
14	沉砂池（5 个）	m^3	75

6.4.8 土基冲选矿厂综合整治方案

（1）治理路线

采用原位生态修复法，对废石堆场分台阶整理，削坡产生的土石方回填露天采坑，并混合石灰，减少酸性水产生；在堆场上游设置截排水沟减少山体汇水进入堆场，下游砌挡土墙防止水土流失，整理后的堆场表面覆盖 40cm 厚粘土层，再覆盖表层土进行植被恢复。

（2）治理分区及方案

本矿区治理分区分为 3 个区域，分别是 1#采场、2#采场和一个洗矿场及渣堆。治理分区图如图 6.4.8-1 所示。

1#采场区域面积总计有 98800m^2，采场上作截水沟，沿公路边的渣堆下作挡土墙，沿公路边的渣堆按 10mm 加石灰后；覆盖一层 400 粘土压实，再覆 300 自然土，植水蓼吸收锰。1#采场顶上渣全部清理进 1#采场的采坑；洗矿场沿溪边的渣清理进 1#采场的采坑；填渣后形成一个缓坡，台中间作排水沟，渣上覆盖一层 400mm 粘土压实，再覆 300mm 自然土，植水蓼吸收锰。1#采场顶上渣全部清理表土煤灰有机质调质后，植树，树间植水蓼吸收锰。

2#采场区域有 22000m^2，上游作排水沟，下作挡土墙，削坡整理后，煤渣上覆 10mm 石灰，再覆盖一层 400mm 粘土压实，再覆 300mm 土，植水蓼吸收锰。

洗矿场区域有 80000m^2，上作截水沟，沿溪边的渣清理进 1 号采场的采坑，按 0.5%混合石灰；原料，产品送采场 1 的采坑，有 5000 m^3，按 0.5%混合石灰。削坡整理后，表土煤灰有机质调质后，植树，树间植水蓼吸收锰。小溪底泥含砷高为危废，清除底泥 200t，送文山市遗留山渣填埋场处置。

（3）废水及受污染地下水处理

土基冲铁矿采坑废水含铁量高，用罐车运至水结煤矿废水处理站处理。

（4）工程量

工程量统计见表 6.4.8-1。

表 6.4.8-1　土基冲治理工程量统计表

序号	项目	单位	数量
1	人工挖运	m^3	505000
2	表面覆土	m^3	30000
3	粘土	m^3	40000
4	表土整理	m^2	250000
5	植被	m^2	250000
6	乔木	株	3500
7	排水沟	m^3	1466
8	挡土墙	m^3	1090
9	石灰	t	1470
10	表土调质	m^2	130000
11	挖运危废（清淤）	t	700
12	消力池（3 个）	m^3	15
13	沉淀池（3 个）	m^3	45

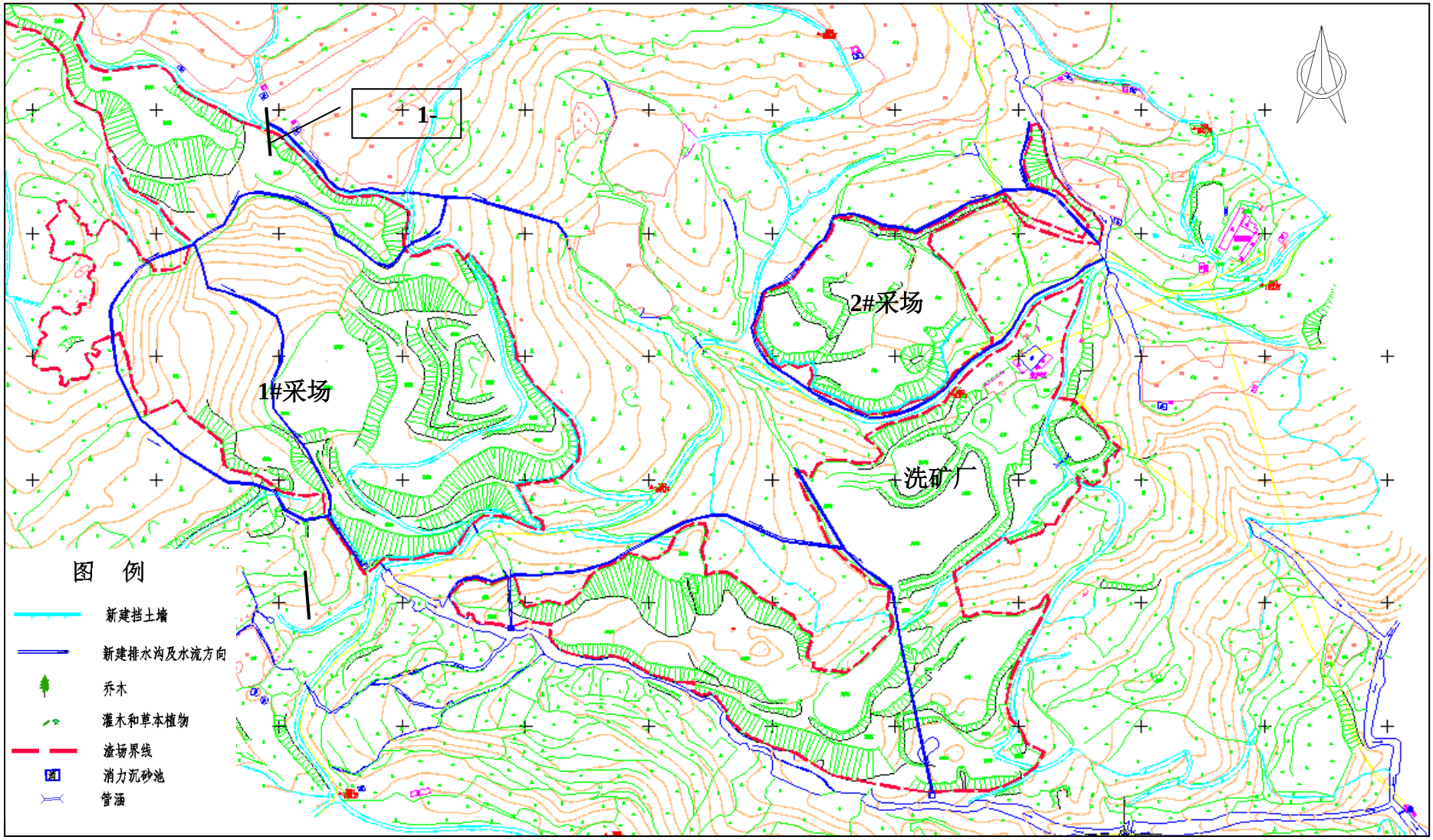


图 6.4.8-1　土基冲铁矿治理分区图

6.4.9 乐西煤矿综合整治方案

（1）治理路线

按Ⅰ类一般工业固废进行生态恢复。渣场分台阶削坡，削坡产生的渣送露天采场堆存，渣场上游设置截水沟，减少渣场汇水，下游砌挡土墙，防止水土流失，整理后渣场和采场覆土并种植植被，进行生态恢复。

（2）治理分区及方案

本矿区治理分区分为 4 个露天采矿区，大小 4 个渣场、1 个排土场。

1#采场区域占地 46000m^2，为凹陷采区，将此区域本身的渣填采坑，1#渣场和 3#渣场削坡的渣填此采坑，采坑填至 1565m，煤壁放坡 73.5%，台阶内侧作排水沟。在覆土上植树，树间植水蓼吸收锰。用深土时进行熟化处理，下同。

2#采场区域有 18000m^2，为凹陷采区，将此区域本身的渣填采坑，4#渣场削坡的渣填此采坑，再对采场顶上进行削坡处理，整个采场形成一个缓坡；分 1 个台阶，台阶内侧作排水沟。在覆土上植树，树间植水蓼吸收锰。

3#采场区域有 10000m^2，为凹陷采区，将此区域本身的渣填采坑，再对采场顶上进行削坡处理，整个采场形成一个缓坡；分 1 个台阶，台阶内侧作排水沟。在覆土上植树，树间植水蓼吸收锰。

4#采场区域有 10000m^2，此采区为山坡露天采区，将采场整平，采场上面、中间作排水沟，渣堆下作挡土墙。陡壁下种爬墙虎，其它在自然土上植树，树间植水蓼吸收锰。

1#渣场区域有 23000m^2，削坡的渣送 1#采场的采坑，台阶内侧作排水沟，渣堆下作挡土墙。覆土，平台和小于 25 度坡上植树，树间植水蓼吸收锰。

2#渣场（排土场）区域有 6500m^2，削坡的土用于 1#渣场的覆土，台阶内侧作排水沟，土堆下作挡土墙。平台和小于 25 度坡上植树，树间植水蓼吸收锰。

3#渣场区域有 23000m^2，削坡，削坡的渣送 1#采场的采坑，台阶上作排水沟，渣堆下作挡土墙。覆土，平台和小于 25 度坡上植树，树间植水蓼吸收锰。

4#渣场区域有 4500m^2，削坡，削坡的渣送采场 2 的采坑，台阶内侧作排水沟，渣堆下作挡土墙。覆土，平台和小于 25 度坡上植树，树间植水蓼吸收锰。

5#渣场区域有 2200m^2，全部渣挖送 1#采场的采坑。整理原土，平台和小于 25 度坡上植树，树间植水蓼吸收锰。

（3）废水及受污染地下水处理

乐西煤矿采坑废水的水质达到《污水综合排放标准》（GB8976－1996）的一级标准的要求，不处理，施工废水沉淀处理后排放。

（4）工程量

工程量统计见表 6.4.9-1。

表 6.4.9-1　乐西煤矿治理工程量统计表

序号	项目	单位	数量
1	挖运	m^3	180000
2	表面覆土	m^3	25900
3	表土整理	m^2	241000
4	植被	m^2	241000
5	乔木	株	6760
6	排水沟	m^3	1040
7	挡土墙	m^3	2240

6.4.10 金和有色金属冶炼厂治理方案

为防止环境风险，关闭该工厂，拆除设备，对厂内原料进行清理，并对厂内原料库、废水处理设施、废气净化设施清理和消毒，废水含锰，用罐车运至水结煤矿新建废水处理站处理。因企业离集镇不远，留下的干净厂房、工业场地交由政府另行规划对德厚河水域水质无影响的用途。

6.4.11 老乌锰矿治理方案

老乌锰矿有 2 个矿井口在德厚水库流域范围内，主要矿井在另一流域，该矿目前无生产废水外排。由于德厚河流域铁、锰含量较高，为减少锰进入德厚河流域，建议关闭老乌锰矿位于德厚河流域内的矿井巷道，保留德厚水库径流区范围外的矿井口。

将德厚水库径流区范围内 2 个矿井口的原矿运走，对工业场地进行平整，恢复植被。

表 6.4.11-1　老乌锰矿治理工程量统计

序号	项目	单位	数量
1	表土整理	m^2	7000
2	植被	m^2	7000
3	乔木	株	500
4	覆土	m^3	1500

6.4.12 蒙自矿冶公司选厂及尾矿库治理方案

（1）蒙自矿冶有限责任公司含锌重金属矿井涌水治理回用工程实施方案

蒙自矿冶公司于 2014 年 3 月委托湖南大学设计院有限公司编制了《蒙自矿冶有限责任公司含锌重金属矿井涌水治理回用工程实施方案》，拟投资 4016.55 万元，新建一座工业水处理站，用于处理一、二、三工区的井下涌水，工业水处

理站的规模为近期 1000m^3/h，预留发展用地远期可达到 1500m^3/h 的处理规模。矿区水处理设施布局见图 6.4.12-1，工艺流程见图 6.4.12-2。对现有的 3 个地表水径流处理站进行改造，增设投药装置、拆板反应区、斜管沉淀区。另建议复垦一选厂尾矿库，投资约 385.5 万元，总计投资 4400 万元。

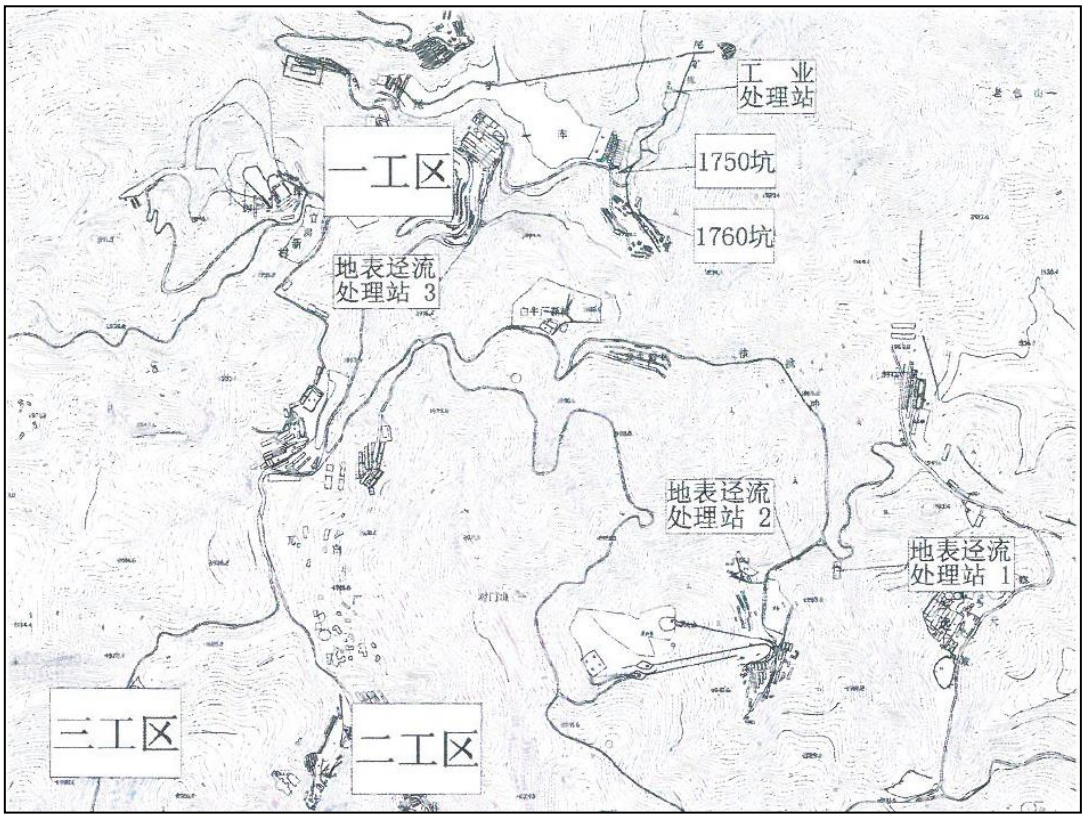


图 6.4.12-1　矿区水处理设施分布图

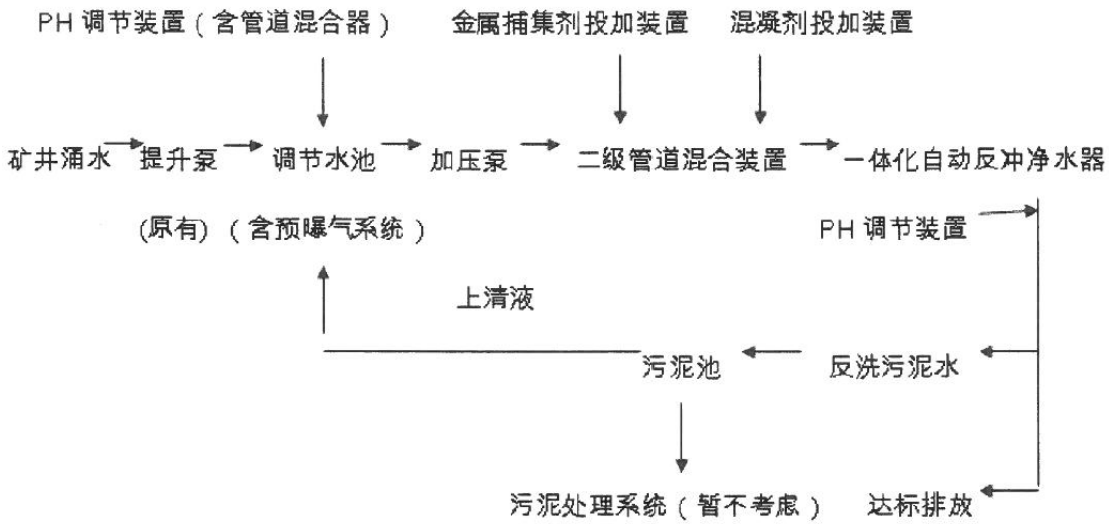


图 6.4.12-2　蒙自矿业公司矿区工业水处理站工艺流程图

（2）云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案白牛厂厂区地表水外排初步方案

文山州政府委托云南省水利水电勘测设计研究院编制了《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案白牛厂厂区地表水外排初步方案》，主要方案为：将蒙自矿冶有限责任公司选矿厂经处理达到地表水III类标准的矿坑排水及受矿区影响的区域（约 13.5km^2）内地表径流，先经库容为 542 万 m^3 的水库调蓄，再用 39.466km 管道将水引向平远阿三龙灌区，作为农业用水，不进入德厚水库库区。同时，采取工程措施，将厂区上游未受厂区影响的清洁地表径流用隧洞引至厂区下游的德厚河干流内，上游未受影响区域面积为 22.4km^2。白牛厂厂区汇水外排初步方案由首部拦截引流工程及外排工程组成，工程布局图见图 6.4.12-3。

1）首部拦截引流工程

首部拦截引流工程包括一座滚水坝（1#坝，最大坝高 15m，位于牛作底村上游），一座当地材料坝（2#坝，最大坝高 65m，位于菲古村上游），一条连通引水隧洞（长度 3990m），一条溢洪道(开敞式溢洪道，溢流堰净宽 8m)，一条外排引水隧洞(长度 2880m)，以及四条地表截水沟。

结合地表分水岭走线以及蒙自矿冶有限责任公司（白牛厂）的布置情况，在牛作底村上游及菲古村上游分别布置两座拦河坝，1#坝拦截上游不受矿区影响的径流，通过一条长度 3990m 的连通引水隧洞引水至下游德厚河内，最终进入德厚水库。1#坝采用滚水坝型，最大坝高 15m，结构为内部 M7.5 浆砌石外包 C20 混凝土；2#坝拦截白牛厂矿区流域内汇水于水库内，并通过左岸外排引水隧洞引至下游，再通过有压引水管道向北引至砚山县丰收水库下游的阿三龙用于农业灌溉。2#坝采用当地材料坝型，坝型初拟为粘土心墙堆石坝，最大坝高 65m，开敞式溢洪道布置于右岸，溢流堰净宽 8m。

2）外排输水工程

外排输水工程线路全长 39.466km，包括两段地面压力管道段和一条长约 2.8km 的隧洞，全线采用有压管道引水，在局部地势较高地段以隧洞通过，隧洞内安设有压管道。管道采用球墨铸铁管，内径 700/600mm。设计流量 0.62m^3/s。

白牛厂厂区汇水外排初步方案总投资 34997.16 万元。

通过实施以上方案，蒙自矿冶公司选厂将不再往德厚河流域排放矿井涌水，对德厚河流域水质没有影响。

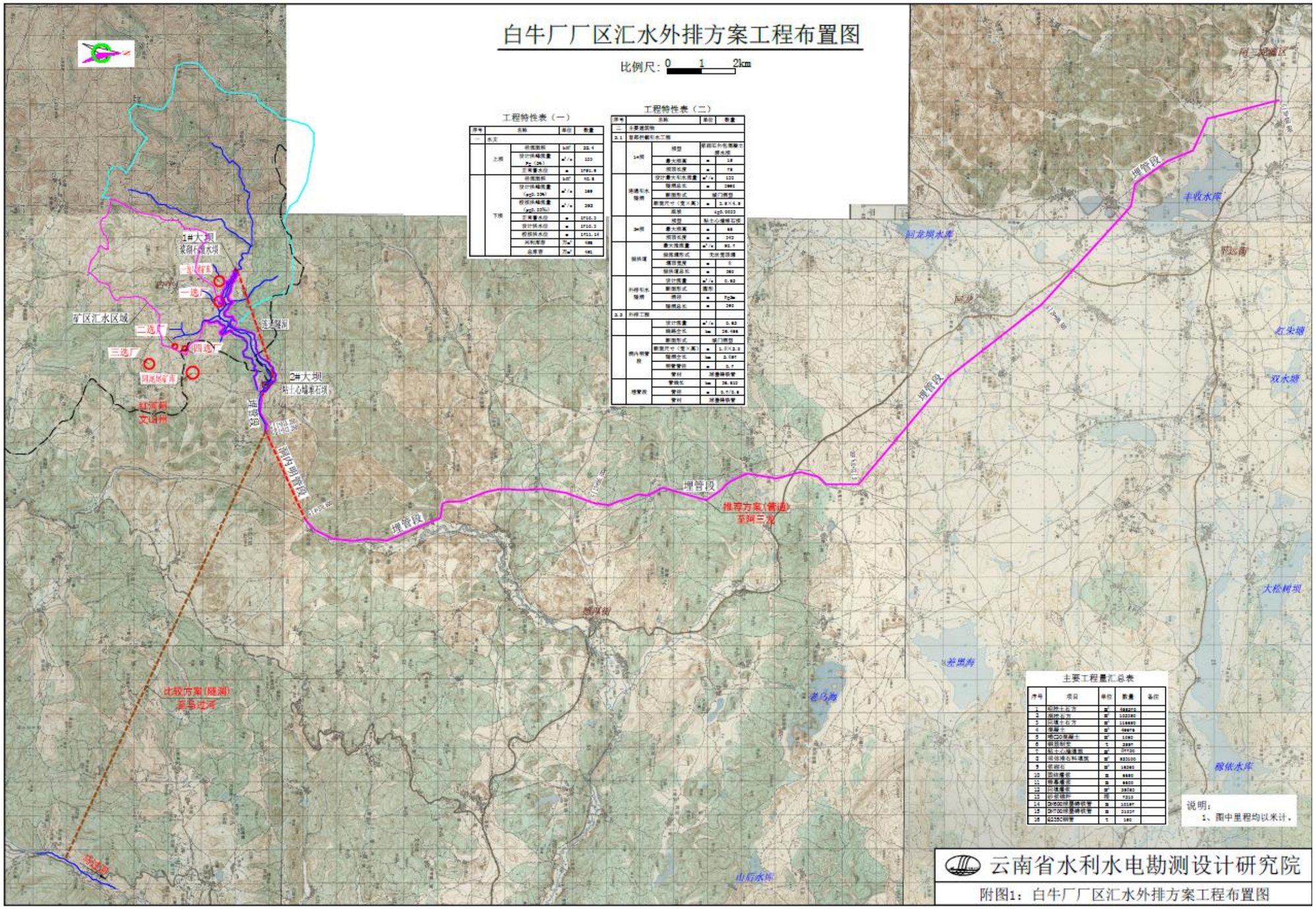


图 6.4.12-3 白牛厂厂区汇水外排方案工程布置图

6.4.13 文山市历史遗留砷渣填埋场综合治理工程

文山市遗留砷渣填埋场项目由文山市人民政府组织实施，由中国水电顾问集团中南勘测设计研究院有限公司设计，以解决文山历史遗留含砷废渣的处置问题。该工程是《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》的依托工程，但不包括在实施方案设计范围内。

（1）建设地点

经场址方案比选，推荐马塘镇上卡莫村白坟坡厂址（见图 6.3-1），地理坐标为：北纬 23 度 33 分 27.13 秒，东经 104 度 5 分 23.84 秒。该场址位于德厚河流域范围之外。

图 6.4.13-1 文山市遗留砷渣填埋场推荐场址地貌

（2）废物入场方式及预处理要求

废物入场方式：采用汽车加盖密封运输。运渣车辆沿库区道路进入填埋库区。运输道路路面宽 4.0m，挖方路肩宽 0.5m，填方路肩宽 1.0m，采用碎石土路面。

依据危险废物填埋处置规范，对含砷废渣进行稳定化(如有需要可以增加固化处理)达到危险废物入场标准后，送至填埋场进行安全填埋。

（3）填埋场防渗工程

1）填埋库整形及地基处理

首先在铺设防渗膜之前须对填埋库区进行场地整形，包括清除库区内植被及其根系，挖除表层耕植树土，场底平整及地基处理，边坡修整处理。

填埋库整形后，为避免裸露的岩石坚硬棱角对防渗膜造成损坏，边坡平整要求没有突出坚硬物，岩石边坡需喷浆找平，土质边坡要求进行夯实，压实度不小于 90%。

2）防渗方案

填埋场防渗工程是防止渗滤液外泄对地下水和地表水造成污染的重要措施，

其范围一般包括填埋区防渗和渗滤液调节池的防渗。拟采用水平防渗方式。防渗层采用双人工衬层系统，渗透系数≤1×10^{-7}cm/s。

（4）拦渣坝及截排水设施

1）拦渣坝

填埋库区主坝的坝底标高为 1450.0m，顶标高 1455.0m，坝长 40m，坝顶宽 3.0m；坝体内坡坡比为 1:0.1，外坡比为 1:0.7。浆砌石坝采用 M7.5 浆砌石挡墙。设计库容 65.73 万 m^3。

2）清污分流

库区实行清污分流，把进入填埋场未污染或轻微污染的地表水或地下水和砷渣渗滤液分别导出场外，进行分质处理。地下水的侵入通过防渗系统和地下水导排系统处理。

3）场外截排洪

在填埋场周围一定标高设置截洪沟，将砷渣堆积体以上山坡的雨水截留排往库外。库区环场截洪沟设置在标高 1450m 至 1513m。防洪标准按 100 年一遇设计。场区内雨水经水沟汇集排至填埋场下游渗滤液处理区。

4）作业区排水

在防渗膜锚固平台上结合防渗系统设置临时性排水沟，截流其上部坡面未受污染雨水以及已进行中间覆盖的砷渣体表面清洁雨水，临时排水沟断面尺寸为 0.8m×0.8m。

填埋场服务期满后，及时进行封场覆盖，封场最终标高顶面坡度大于 5%，并坡向外侧，排除的雨水进入填埋场周边雨水排水沟排出场外。

5）地下水疏排

在场底设计地下水导排工程。地下水导排系统分为地下水导排主盲沟和次盲沟。主盲沟沿场底主沟沿西南向布置，沟中埋设 DN400HDPE 管，在管壁顶部两侧 45°方向设排水孔，管周围用碎石填充，沟用 300g/m^2 土工布包裹；次盲沟中铺设 DN200 的 HDPE 穿孔花管，管周围用碎石填充，沟用 300g/m^2 土工布包裹。填埋场水流通过地下水导排管穿过拦渣坝排出场区。

（5）渗滤液集排、处理方案

1）渗滤液集排

渗滤液通过填埋场底部渗滤液集排系统进行收集、导流，最终进入坝下渗滤液处理站，处理达标后外排。

渗滤液经处理后，其中的一类污染物达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 1 中第一类污染物最高允许排放浓度限值要求，其它污染物达到 GB8978-1996 一级排放标准要求后，一部分经 DN150 的 HDPE 排水管排至天然水体，一部分回

用于车辆冲洗。

2）处理工艺

渗滤液处理站拟采用次氯酸钠氧化—铁盐—石灰法—PAM 絮凝化学处理工艺处理填埋场渗滤液，处理工艺流程如图 6.4.13-2 所示。

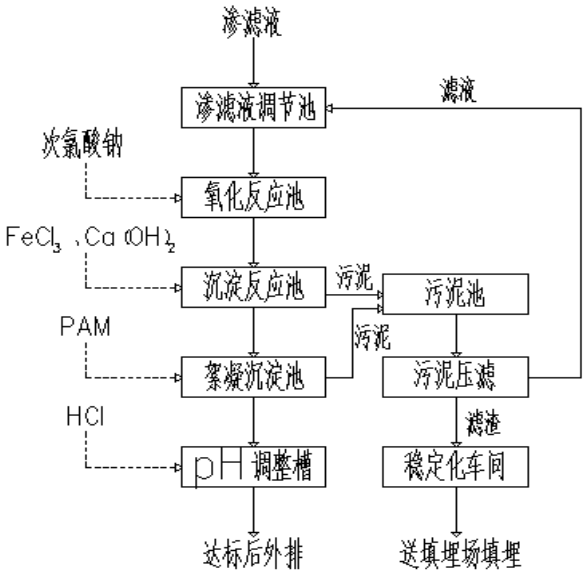


图 6.4.13-2 文山遗留砷渣填埋场渗滤液处理工艺流程图

（6）项目进展状况

建设进度：项目建设期为 1.5 年，即从 2014 年 12 月至 2016 年 6 月。

项目现已完成填埋场选址、现场地形测量、地勘、渣量核实、可行性研究报告编制等工作，并已列入《云南省重金属污染综合治理“十二五”规划》，按照云南省重金属治理相关政策文件，拟申请云南省重金属污染治理专项资金，申请专项资金支持比例 70%，地方配套 30%。概算总投资为 28046.79 万元，其中工程费用投资约为 7386.18 万元，工程建设其他费用 1315.06 万元，专项费用(包括环境治理和监测费用)18475.43 万元，预备费 870.12 万元。

6.5 实施效果

通过对本方案实施，可无害化处置含砷危废 46361t，废渣中含砷 517t，预计可向环境少排放污染物 As 66.51t；妥善处置的 320 万 t 其它废渣，渣中含砷 1167t，Cd 31t，Pb 177t，Zn 1232t，Mn 116187t，Fe 457475t，预计可向环境少排放污染物 As 21.09t，Cd 3t，Pb 8.5t，Zn 510t，Mn 2139t，Fe 6570t，减少水土流失量约 119800t/a，恢复林地 80 公顷，从根本上消除了流域内污染源对德厚水库水质的潜在风险，极大地保障了德厚水库水质安全，治理工程具有显著的环境效益和社会效益。

6.6 治理工程投资概算

德厚河流域重金属污染治理工程总投资 7.80 亿元，其中地方政府投资 7.36 亿元，蒙自矿冶有限责任公司投资 4400 万元。

6.7 工程实施方式及实施进度

德厚河流域重金属治理工程由文山市人民政府负责组织实施，分为 8 个独立厂矿区，分别为金驰砒霜厂、盛禾砒霜厂、乐西煤矿、兆龙工贸公司选厂、星金铁矿磁选厂、大凹子煤矿、水结煤矿、土基冲铁矿。由于金驰砒霜厂、盛禾砒霜厂受文山市遗留砷渣填埋场进度影响，需待文山市遗留砷渣填埋场建成后才能施工，要求文山市遗留砷渣填埋场在德厚水库开工后 3 年内建成，这样离水库蓄水还有一年时间，以满足两个砒霜厂的清理和整治。

整体进度与德厚水库同步，最晚于水库开工 48 个月内完成，即在水库建成蓄水时全部治理到位。同时要求文山市遗留砷渣填埋场于水库开工后 36 个月内建成并开始运行。

金驰砒霜厂、盛禾砒霜厂、星金铁矿磁选厂危废挖运区域，大凹子煤矿小溪清淤，土基冲铁矿小溪清淤于文山市遗留砷渣填埋场建好后开工，水库开工 48 个月内完成。

乐西煤矿、水结煤矿、大凹子煤矿、土基冲铁矿和水库同时开工，于水库开工 12 个月后完成。

兆龙工贸公司选厂、星金铁矿磁选厂尾矿库、厂区和水库同时开工，于水库开工 24 个月内完成，薄竹多金属选矿厂、蒙自矿冶有限责任公司、老乌锰矿整治开工各自设定，最晚于水库开工 48 个月内即水库建成蓄水前全部完成。

7 重金属影响专题

根据水规总院对德厚水库环评项目的预审意见，以及北京中环格亿技术咨询有限公司对德厚水库环评项目的咨询意见，业主单位于 2015 年专门委托专业部门长沙有色冶金设计研究院有限公司编制完成了《云南省文山州德厚水库工程流域重金属影响专题报告》。该专题所依据的基础是长沙有色冶金设计研究院有限公司编制的另一专题报告《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》中提出的各项重金属污染治理措施。以下引述其主要预测结论。

7.1 水库水质重金属影响预测及分析

7.1.1 模拟预测因子

根据环境现状和污染源分析结果，运行期水库水质污染模拟预测因子为镉（Cd）、砷（As）、铅（Pb）、锌（Zn）。

7.1.2 污染源源强估算

对德厚河流域内的 12 家工业企业进行综合整治，治理工程稳定运行后，这些企业遗留的废渣、废水及受污染的土壤等污染源得到有效控制。

治理前流域内的工业企业可分为四类，按不同的方法进行重金属源强的估算。

1）对于金和有色金属冶炼厂、老乌锰矿这两个企业，可认为治理前、后的水污染物源强可以忽略不计。

金和有色金属冶炼厂生产时以气型污染为主，并已配有较完善的环保设施。厂区地面全部硬化，低处设有雨水收集池，雨水全部回用，原料、废渣堆放管理较规范，没有直接或间接影响德厚河的水污染源。因此认为金和冶炼厂的重金属污染物源强为零。

老乌锰矿在此只采矿，不选矿，开采较为规范。矿区岩石完整性较好，地下水赋存情况较差。洞口下部已采取挡土墙等水土保持措施。地表汇水面积很小，在非汛期无废水外排，汛期雨水仅含有少量的 SS。治理后该企业位于流域内的巷道关闭，则其影响更可忽略。

2）具有防渗措施的污染源源强计算

对于具有防渗措施的渣场（渣库），主要考虑渗滤液下渗的影响，防渗衬层的渗透系数大小是影响渗滤液向下渗漏速率的重要因素。这类源强较小，如薄竹多金属选厂尾矿库、治理后的盛禾砒霜厂洼地渣场。

渗滤液渗漏量可按下式进行计算：

$$Q = AK_s \frac{d + h_{\max}}{d} \quad (7.1.2\text{-}1)$$

式中：Q——通过填埋场底部下渗的渗滤液渗漏量，cm^3/s；

d——衬层厚度，cm；

Ks——衬层渗透系数，cm/s；

A——填埋场底部衬层面积，cm^2；

hmax——填埋场底部最大积水深度，cm。

3）以原地生态恢复为主的渣场的源强估算

对于这类渣场主要考虑淋溶废水入渗的影响。按下式计算废水入渗量：

$$Q_0 = \alpha FX \cdot 10^{-3}$$

式中：Q0——入渗量，m^3/a；

α——降雨入渗补给系数；

F——渣场渗水面积，m^2；

X——年降雨量，mm，取 980mm。

4）以废水排放为主的企业重金属源强

蒙自矿冶公司治理前的井下涌水经 1750m 坑口及 1760m 管道排出，一部分回用于选矿厂，其余部分排往下游小河。实测矿井涌水量为 $23500m^3/d$，水循环利用率为 75%。治理后的蒙自矿冶公司将不再向德厚河流域排放污染物。

根据以上分析，治理后德厚河流域工况企业的重金属排放量估算结果见表 7.1-1。

表 7.1-1　重金属污染源源强估算结果

污染因子	砷（As）	镉（Cd）	铅（Pb）	锌（Zn）
治理前排放量（kg/a）	57.46	6.03	29.98	3119
治理后排放量（kg/a）	2.95	0.06	0.25	3.12

7.1.3 水质预测结果及分析

（1）现状条件下的河流水质

水库建设前，德厚河是一条自然河流，在现状源强条件和水文条件下，库区河流的水质状况见表 7.1-2。表中数据来源于德厚河自 2014 年 9 月至 2015 年 4 月各常规监测断面的实测数据，德厚河常规断面设置情况见图 7.1-1。

表 7.1-2　现状条件下库区河段水质状况

预测断面	重金属浓度（mg/L）			
	As	Cd	Pb	Zn
牛腊冲断面	0.0011-0.0031	0.0003L-0.0013	0.0091L-0.0116	0.0006L-0.157
黑末大寨	0.0001L-0.0004	0.0005-0.0019	0.0091L-0.0092	0.057-0.196
荣华村断面	0.0001L-0.0005	0.0003L-0.0022	0.0091L	0.0586-0.154
水库坝址断面	0.0001L-0.0023	0.0003L-0.0012	0.0091L-0.0137	0.0006L-0.155
评价标准	≤0.05	≤0.005	≤0.05	≤1.0

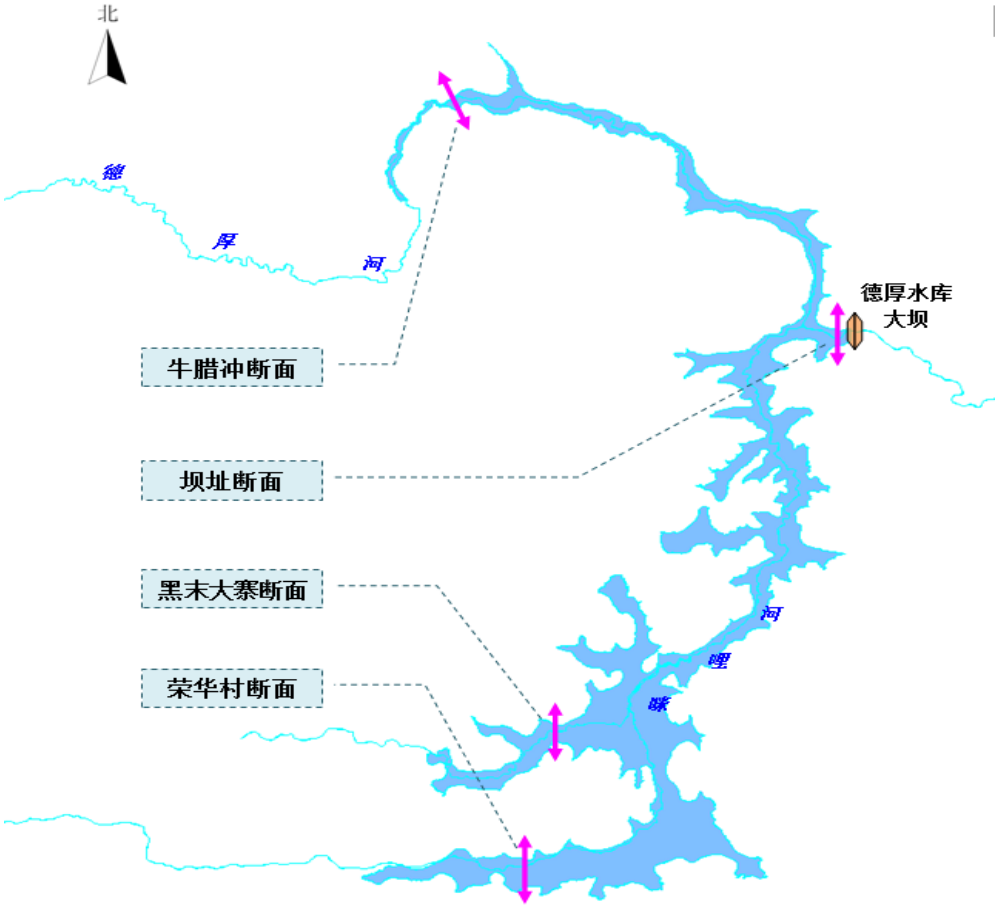


图 7.1-1　德厚河常规监测断面位置示意图

（2）水库运行期的水质预测

水库运行期水体中的重金属主要来源于三部分，一是上游河流带入，二是水库水质本底浓度，三是底泥的释放。假设水库水质完全混合，且水中重金属浓度值是上述三部分浓度值的叠加，可简单预测水库水质。

为分析治理后水库水质的改善程度，分两种情景进行预测，一是污染源不治理直接建库；二是污染源治理后建库。

德厚水库运行期重金属浓度估算结果见表 7.1-3 和表 7.1-4。表中底泥释放的重金属增量按最不利原则计算，计算依据详见后面的 7.3.2 章节；水库本底浓度取暮底河水库监测值的平均值；入库河流贡献值为河流背景值和流域污染源贡献值之和，不考虑重金属的衰减。

根据表 7.1-3 和表 7.1-4 可知，正常条件下即使不治理也可达标，但不敢保证存在环境风险，治理后一方面大大削减了污染源，一方面风险的几率大为减小，能够保证治理后水质中重金属达标。德厚水库运行期重金属浓度可以达到地表水III类水体的浓度限值。

表 7.1-3　污染源不治理德厚水库重金属浓度估算结果（单位：mg/L）

	砷	镉	铅	锌
入库河流贡献	0.00061-0.00081	0.00023-0.00053	0.0022-0.0028	0.0218-0.0268
水库本底浓度	0.00032	0.00034	0.0029	0.0028
底泥释放引起的增量	0.000021	0.000064	0.002	0.0152
水库最终水质	0.0009-0.0012	0.00064-0.00094	0.0071-0.0077	0.0398-0.0448
GB3838-2002 III类标准	≤0.05	≤0.005	≤0.05	≤1.0
占标率%	1.9-2.3	12.7-18.7	14.1-15.3	4.0-4.5

表 7.1-4　治理后德厚水库重金属浓度估算结果（单位：mg/L）

	砷	镉	铅	锌
入库河流贡献	0.00032-0.00052	0.0002-0.0005	0.0020-0.0026	0.0050-0.0100
水库本底浓度	0.00032	0.00034	0.0029	0.0028
底泥释放引起的增量	0.000021	0.000064	0.002	0.0152
水库最终水质	0.0007-0.0009	0.0006-0.0090	0.0069-0.0075	0.0230-0.0280
GB3838-2002 III类标准	≤0.05	≤0.005	≤0.05	≤1.0
占标率%	1.3-1.7	12.1-18.1	13.8-15.0	2.3-2.8

7.1.4 水库水质类比分析

（1）类比对象及可类比性分析

本专题采用类比分析法进一步预测德厚水库建成后的水质情况。类比对象为

暮底河水库。

1）环境特征可类比性

暮底河水库建于暮底河上，暮底河和德厚河同在盘龙河右岸，两者均属盘龙河一级支流。暮底河水库在德厚水库的下游、东南方向，距德厚水库坝址直线距离 23km，两水库位置关系见图 7.1-2。

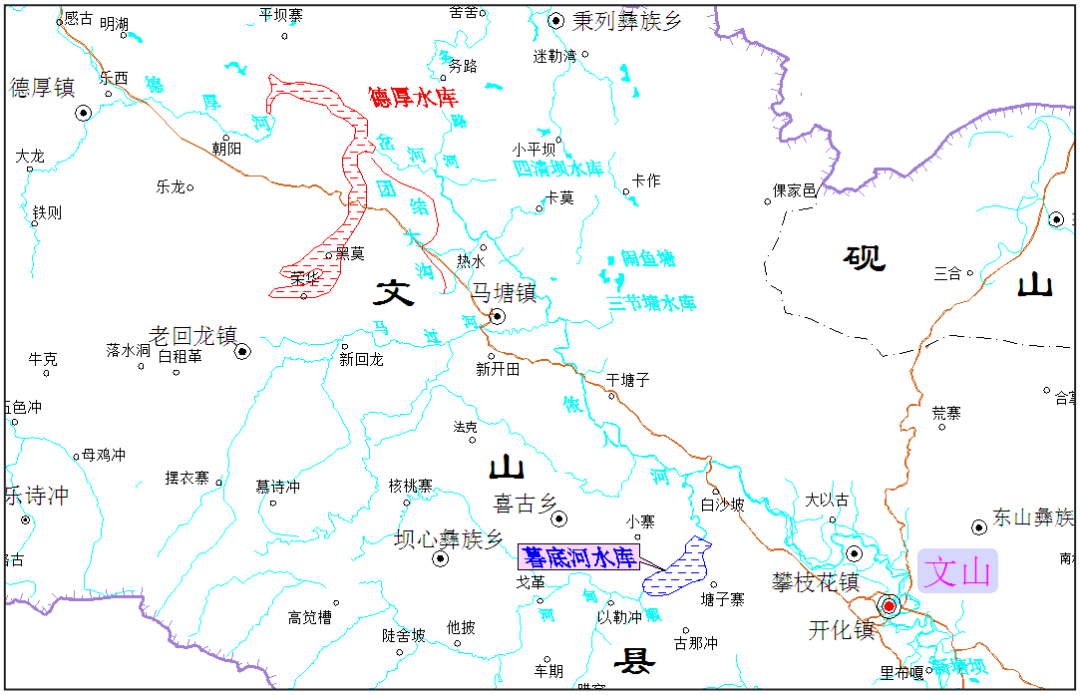


图 7.1-2　暮底河水库与德厚水库位置关系

图 7.1-3 暮底河水库图片

根据监测结果，德厚水库及暮底河水库流域内的土壤、底泥重金属含量水平相当，见表 7.1-5 和表 7.1-6。

表 7.1-5　德厚水库淹没河段与暮底河水库库区土壤重金属含量范围

监测项目	德厚水库	暮底河水库
pH（无量纲）	7.2-8.2	7.0-7.6
镉（mg/kg）	0.05-2.79	0.04-1.5
汞（mg/kg）	0.026-1.68	0.047-0.252
砷（mg/kg）	7.75-41.8	2.84-52.1
铜（mg/kg）	73.3-110	53-122
铅（mg/kg）	11.6-50.5	20.0-62.8
铬（mg/kg）	102-156	93-164
锌（mg/kg）	126-243	108-176
镍（mg/kg）	缺测	36-83
硒（mg/kg）	0.13L-0.16	缺测
铁（mg/kg）	67828-105239	33100-175000
锰（mg/kg）	708-2790	559-1950

表 7.1-6　德厚水库淹没河段与暮底河水库底泥重金属含量范围

监测项目	德厚水库河段	暮底河水库
pH（无量纲）	6.5-8	7.23-7.42
镉（mg/kg）	0.04-2.22	0.14-0.46
汞（mg/kg）	0.063-0.163	0.078-0.132
砷（mg/kg）	7.54-40.8	21.4-26.5
铜（mg/kg）	86.4-126	30-78
铅（mg/kg）	9.54-44.5	45.9-58.2
铬（mg/kg）	77.5-169	95-154
锌（mg/kg）	134-210	86-108
镍（mg/kg）	缺测	26-51
硒（mg/kg）	0.13L-0.212	缺测
铁（mg/kg）	51700-135357	41700-46400
锰（mg/kg）	947-2607	476-2280

暮底河水库流域基本无工业污染源，且水库源头为国家级自然保护区——老君山自然保护区，对德厚河流域工业企业治理后将大幅削减流域内工业污染源的污染物排放。另外，根据预测结果，治理后德厚水库上游工业污染源对水库污染物浓度的贡献率仅为 0.04%-2.6%，相对较小，因此，德厚河流域上游工业企业污染治理后，其区域重金属来源特征与暮底河水库的基本相似。

综上所述，暮底河和德厚河流域地理、气候、水文、生态植被等环境特征相类似，环境背景值及污染源特征也相似。

2）工程特征可类比性

暮底河水库属三等中型水库，坝址以上集水面积 307km^2，总库容 5784.9 万 m^3，兴利库容 4572 万 m^3，死库容 1105 m^3，正常蓄水位 1338m，最大坝高 67.6m，于 2006 年 11 月 30 日正式蓄水，水库为文山市人民的生活饮用水源地，兼有农

业灌溉、城市防洪、下游电站枯期补偿枯流等功能。

表 7.1-7　德厚水库与暮底河水库环境、工程特征比较

项目	德厚水库	暮底河水库
水库类型	河道型水库	河道型水库
坝址以上集水面积 km^2	565	307
所在流域多年平均降雨量 mm	980	1205
坝址处多年平均径流量（亿 m^3）	1.9	2.36
多年平均流量（m^3/s）	6.02	7.49
多年平均含沙量（kg/m^3）	0.68	1.06
多年平均悬移质、推移质输沙量（万 t）	14.3	28.4
总库容（万 m^3）	11340	5785
兴利库容（万 m^3）	8975	4572
死库容（万 m^3）	306	1105
最大坝高 m	70.9	67.6

通过对两座水库的环境特征、工程特征、污染源特征对比分析，认为两者具有可比性，可利用暮底河水库的监测资料来分析拟建德厚水库的水环境影响。

（2）水质监测结果分析

根据收集到的暮底河水库 2013 年和 2014 年全年，及 2012 年和 2015 年部分月份的历史常规断面水质监测资料分析，暮底河水库运行期间，包括重金属在内的各项水质指标值达到了《地面水环境质量标准》GB3838-2002Ⅲ类标准以上，水质良好。

暮底河水库历史监测资料见表 7.1-6、表 7.1-7。

据此推断，在对德厚水库流域重金属污染进综合治理的前提下，水库建成后，库区水质应该与暮底河水库的水质接近，可以达到地表水环境质量标准。

表 7.1-6　暮底河水库历史监测水质指标变化范围

监测因子	pH	Cu	Zn	Se	As	Hg	Cd	Cr6+	Pb	Fe	Mn
监测结果	7.4-8.8	0.0015L-0.0099	0.0003-0.0191	0.0002L-0.0016	0.0001L-0.0019	0.00001L	0.0003L-0.005	0.004L-0.008	0.0091L-0.0202	0.0003L-0.0884	0.0001L-0.0825
评价标准	6-9	≤1	≤1	≤0.01	≤0.05	≤0.0001	≤0.005	≤0.05	≤0.05	≤0.3	≤0.1

表 7.1-7　暮底河水库历史监测水质指标月平均值

指标 月份	pH	Cu	Zn	Se	As	Hg	Cd	Cr6+	Pb	Fe	Mn
1	8.0	0.00240	0.00205	0.00065	0.00005	0.00001	0.00058	0.00200	0.00715	0.05825	0.03537
2	8.5	0.00145	0.00115	0.00010	0.00028	0.00001	0.00033	0.00305	0.00450	0.04685	0.03152
3	8.2	0.00175	0.00060	0.00010	0.00005	0.00001	0.00023	0.00200	0.00450	0.04775	0.02275
4	8.2	0.00153	0.00703	0.00010	0.00023	0.00001	0.00028	0.00200	0.00713	0.04107	0.00577
5	8.5	0.00455	0.00465	0.00010	0.00008	0.00001	0.00015	0.00200	0.00450	0.05023	0.00005
6	8.5	0.00447	0.00457	0.00053	0.00038	0.00001	0.00020	0.00200	0.00450	0.02037	0.00547
7	8.1	0.00443	0.00207	0.00060	0.00103	0.00001	0.00020	0.00200	0.00450	0.02685	0.00095
8	8.2	0.00280	0.00030	0.00010	0.00013	0.00001	0.00015	0.00200	0.00873	0.01773	0.00087
9	8.3	0.00070	0.00447	0.00010	0.00005	0.00001	0.00015	0.00200	0.00973	0.01827	0.01177
10	8.7	0.00125	0.00460	0.00010	0.00018	0.00001	0.00015	0.00200	0.00450	0.01940	0.01475
11	8.6	0.00070	0.00150	0.00025	0.00075	0.00001	0.00083	0.00200	0.00755	0.01265	0.00438
12	8.1	0.00453	0.00137	0.00023	0.00068	0.00001	0.00080	0.00200	0.00450	0.00693	0.01158

7.2 库区土壤重金属影响分析

7.2.1 淹没范围及土地利用类型

德厚水库淹没及影响区面积共 11250.06 亩，其中淹没耕地 8324.76 亩（其中水田 5669.82 亩，旱地 2654.94 亩），园地 71.30 亩，林地 1452.45 亩，草地 92.62 亩。具体占地情况见表 7.2-1。

表 7.2-1　水库淹没范围及土地利用类型

耕地	园地	林地	草地	住宅用地
5324.76	71.30	1452.45	92.62	521.48
交通运输用地	公共管理与公共服务用地	水域及水利设施用地	其他土地	合计
196.49	7.88	461.03	152.06	11250.06

7.2.2 土壤重金属溶出条件分析

根据现状监测结果，各监测点位的土壤酸浸试验结果均未超过《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）的标准值，各监测点位的土壤水浸试验结果均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的最高允许排放浓度。说明虽然部分采样点位土壤中重金属含量超过土壤环境质量标准的要求，但其重金属的浸出、释放能力较低。

土壤中重金属溶出需要很多特定的外界因素，如 pH、水温、Eh (氧化电位) 等，重金属溶出到一定程度后达到平衡，不再形成新的污染。由于水库蓄水后水体体积增大，对土土壤重金属污染物稀释作用增强，且由于水流作用，水体不断发生交换，因此库区重金属超标土壤被水浸泡其重金属释放可能性很低。

7.2.3 土壤重金属溶出对水库水质影响分析

（1）重金属污染土壤模拟降雨试验研究

文山州红壤分布最广，约占全州土地总面积的 75%，耕地面积的 60%，集中在丘北、砚山、文山、马关等县海拔在 1000～1200m 之间的地区；德厚水库流域内区土壤类型以红壤、黄棕壤和石灰岩土为主。本专题引用长江大学关于《污染红壤重金属随地表径流迁移特征及影响因子研究》的研究成果，分析本工程上游土壤淋溶对库区水质中重金属含量的影响。

研究人员通过在中科院亚热带农业生态研究所模拟降雨实验室开展模拟降雨试验，研究不同降雨强度、地面坡度、地面覆盖度条件下污染土壤重金属随地表径流迁移的特征。由于实验室模拟降雨强度为 55-120mm/h，此降雨强度远远

大于文山地区历史平均最大 24 小时暴雨 70.4mm 的降雨量，从模拟降雨强度来讲和实际情况有出入，但研究采用的土壤类型和德厚水库流域的相同，重金属污染水平相当，因此对分析本项目土壤重金属释放影响有借鉴意义。

表 7.2-2　供试土壤与德厚水库流域土壤重金属含量比较

指标	Cd	Cu	Ni	Zn
供试土壤	17.92	35.30	47.16	258.20
德厚水库流域土壤	～2.79	26～110	9～54	58.7～255

从重金属释放过程可以看出，随降雨强度增大，溶解态重金属积累流失量和总量积累流失量均显著增加；在强降雨强度下，重金属在整个流失过程中均主要以泥沙颗粒形态进行迁移流失，泥沙颗粒态积累流失量占总积累流失量的比例在 89%以上，而溶解态积累流失量仅占总积累流失量的 0.8-10.7%。

另外，根据农业部环境保护科研监测所关于污染土壤重金属释放动力学研究成果（见图 7.2-1），模拟降雨作用下污染土壤重金属的释放过程使用修正的 Elovich 方程拟合较好。土壤中重金属的累积释放量随时间延长而增加，当达到一定时间后，累积释放量接近极限，释放非常缓慢，重金属的释放量不再随时间延长而显著增加。

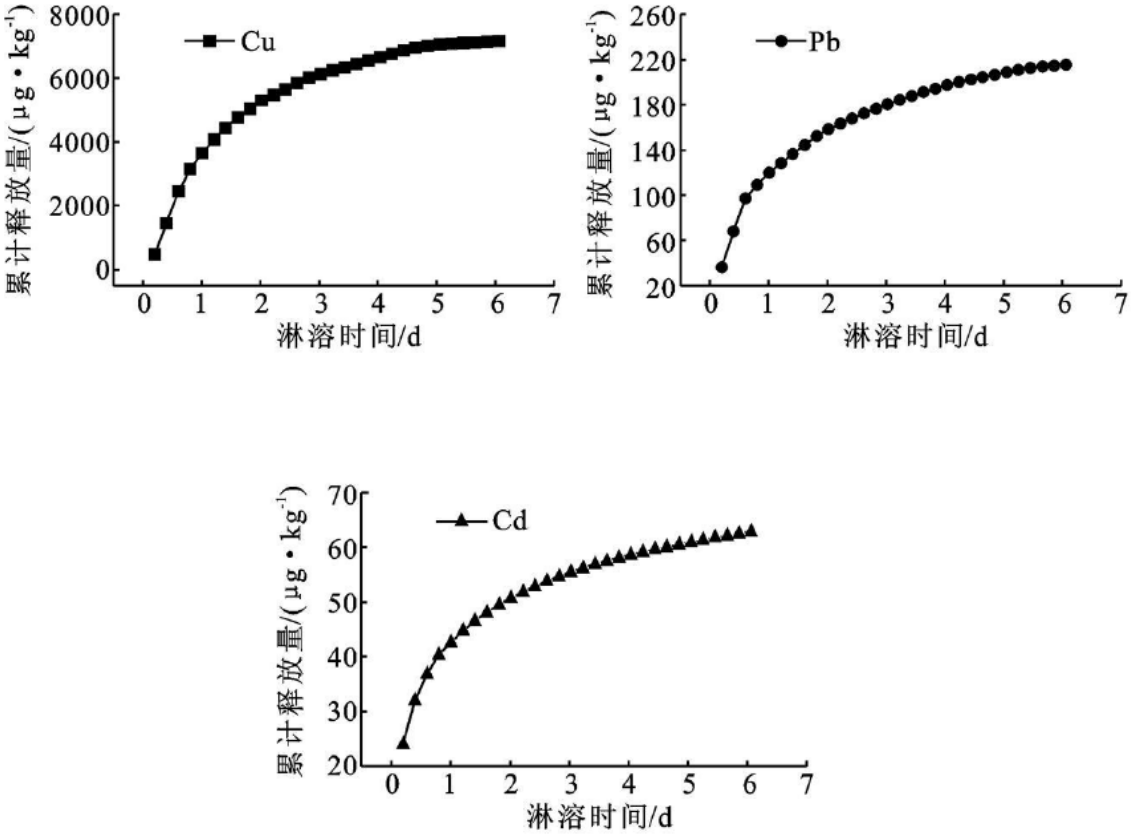


图 7.2-1　污染土壤中铜、铅、镉的释放动力学过程

（2）影响分析

土壤中的重金属按来源可分为 2 类：①母质风化后残留的(内源)；②人为活动通过各种污染途径积累的(外源)。根据浙江大学对不同来源重金属污染土壤中重金属的释放行为的研究结论，2 类污染土壤中的重金属在不同颗粒中的分布有很大差异：外源重金属污染土壤的重金属主要分布于细颗粒中，重金属具有明显的向细颗粒富集的特点；而内源重金属污染土壤的重金属颗粒分异特征相对不明显，提取试验表明，内源重金属污染土壤中重金属主要以残余态形式存在，较为稳定，释放较缓慢，内源重金属污染土壤颗粒磨细程度对土壤重金属释放的影响明显高于外源重金属污染土壤，pH 对外源和内源重金属污染土壤中重金属的溶出均有较大影响，连续淋溶试验表明，外源重金属污染土壤释放重金属的强度虽然较高，但其释放持续时间较短，而内源重金属污染土壤释放重金属的强度较低，但其持续时间较长。另根据监测结果，德厚水库上游土壤重金属背景值远低于下游土壤中的重金属含量。

评价工作期间多次对德厚水库流域内的土壤进行采样，对其进行成分分析和浸出毒性试验，根据监测结果，部分测点土壤水溶性溶液中的重金属浓度低于检出限或者能被检测出的重金属含量很少，均小于地表水环境质量标准中III类标准限值，说明水溶性重金属释放率较低。根据 2014 年 8 月的监测数据，对土壤重金属溶出试验结果进行了统计分析，结果见下表。

表 7.2-3　德厚水库土壤重金属监测结果分析

	镉	汞	砷	铜	铅	铬	锌	硒
全成分分析（mg/kg）	0.90	0.39	18.12	91.42	26.40	127.00	163.17	0.07
水溶性实验（mg/L）	0.00044	0.00004	0.00066	0.03880	0.00842	0.02538	0.09398	0.00014
溶出率（%）	0.49	0.10	0.04	0.42	0.32	0.20	0.58	2.02

根据以上分析可以判断，德厚库区土壤重金属污染主要来自外源，因此重金属释放时间较短，多年来丰水期正常蓄水位以下的土壤被淹没和淋溶，重金属释放可能已经达到平衡，现存于土壤中的重金属主要以残余态为主，其次为有机质结合态和氧化物结合态，水溶性和交换态重金属所占比例较低，在水库淹没浸泡作用下重金属释放很少。因此，淹没区土壤重金属溶出对水库水质的污染风险很低。

在暴雨条件下或者汛期，土壤重金属污染物主要以泥沙颗粒态形态随地表径流迁移，但此过程主要在产流初期，随产流时间的延长，颗粒态对径流中的重金属总量贡献率快速降低并趋于稳定，因此在汛期可能由于地表径流带入的重金属会对水库水质产生一定影响；在非汛期，淹没区土壤中的重金属释放率很低，对

库区水质的贡献非常有限，加之库区水体的稀释作用，对水库水质影响很小。

7.2.4 类比监测分析

2015 年 4 月，对暮底河水库土壤进行采样分析，监测结果统计见表 7.2-4。可见暮底河水库土壤重金属溶出值也很低，对比德厚水库库区土壤的监测结果（表 7.2-3，图 7.2-3）可知，德厚水库土壤中砷、镉、铅、锌的溶出率比暮底河水库的还低一些，其余金属的溶出率比较接近，但总体上两水库土壤中的重金属溶出水平相当。

表 7.2-4　暮底河水库库区土壤监测结果分析

	砷	汞	镉	铬	镍	铅	铜	锌
全成分分析（mg/kg）	14.0	0.2	0.7	123.3	56.3	33.9	86.3	139.7
水溶性实验（mg/L）	0.0121	0.00003	0.0025	0.0250	0.0200	0.0250	0.0267	0.1217
溶出率（%）	0.86	0.14	3.68	0.20	0.36	0.74	0.31	0.87

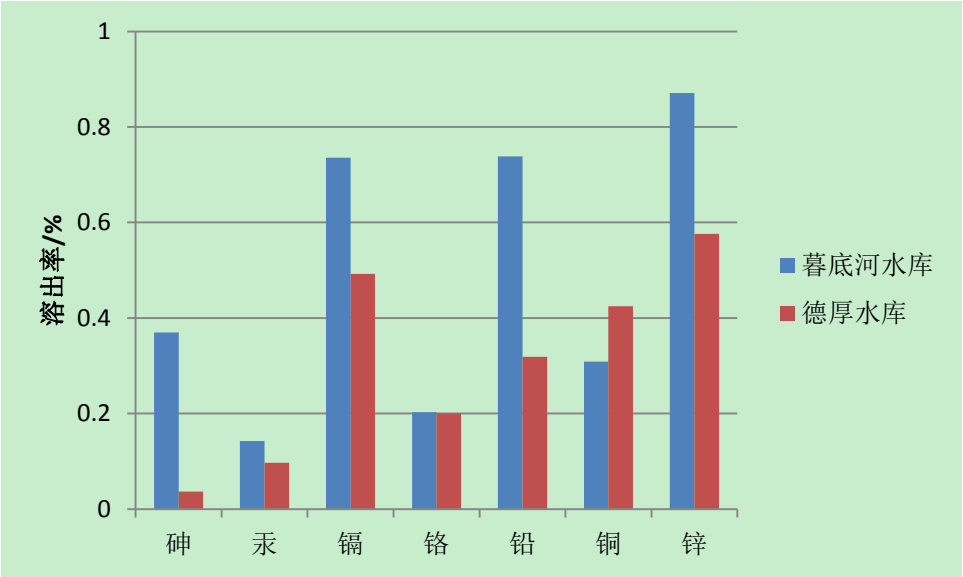


图 7.2-2　暮底河水库与德厚水库土壤重金属溶出率比较

另外，根据收集到的暮底河水库 2013 年和 2014 年全年，及 2012 年和 2015 年部分月份的历史常规断面水质监测资料分析，暮底河水库运行期间，包括重金属在内的各项水质指标值达到了《地面水环境质量标准》GB3838-2002III级标准以上，水质良好。

由于缺乏暮底河水库建库前水质监测资料，所以不能肯定建库后的水质是否优于建库前的水质。但根据类似工程经验判断，在上游污染源不明显增加的情况下，水库初期水质一般不会因为淹没土壤发生重金属浓度明显增加现象，建库前

后库区水质中重金属污染物浓度变化较小，或者变化不明显。相反，水库蓄水后，流速减缓，库区泥沙沉降，铜、铅等重金属在泥沙的吸附作用下共沉降使得其在水体中的浓度下降，库区内水质会有所好转。

7.3 库区底泥重金属影响分析

德厚水库建成后，库区河段底泥的淤积和冲刷伴随着泥沙而进行，其物理过程与泥沙相似，因此，首先需对工程库区及坝下泥沙冲淤进行分析。

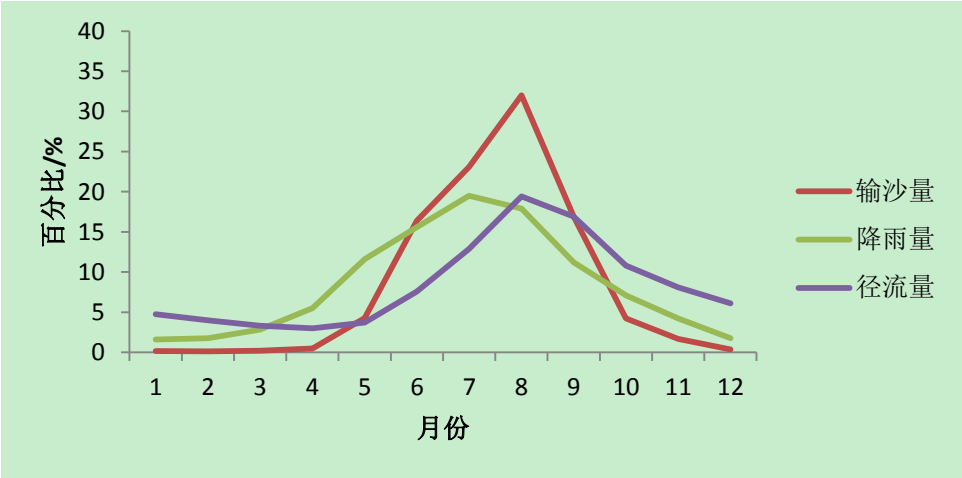
7.3.1 库区泥沙冲淤分析

（1）德厚河泥沙特性

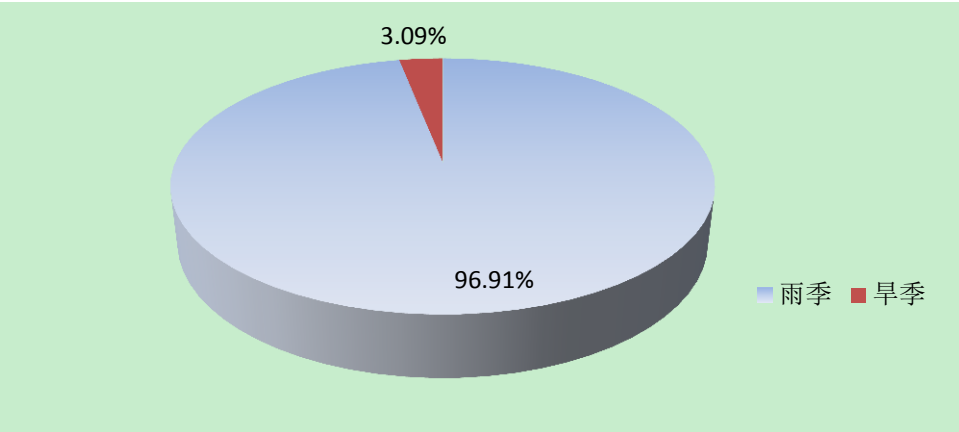
河道泥沙主要由暴雨冲刷侵蚀地表及河道切割而产生，河道泥沙输沙率变化与河道径流洪水具有同步性。

德厚河无泥沙实测资料，干流盘龙河上的龙潭寨水文站有 1953-2011 年的实测泥沙资料，龙潭寨水文站位于德厚河交盘龙河干流下游。考虑到龙谭寨站与德厚水库以上流域产沙特性基本一致，根据龙谭寨站的实测泥沙资料来类比分析德厚河的泥沙特性。

图 6.3-1 为盘龙河流域各月降雨量、径流量、输沙量占全年的百分比情况，图中所用数据为龙谭寨国家基本水文站多年实测数据。从图中可以看出，较降雨和径流而言，输沙则更为集中。由于区内土壤侵蚀类型主要为水蚀，因此河流输沙与降水具有较好的一致性。区内降水主要集中在 5-10 月份，导致盘龙河流域年内输沙主要集中在雨季 5-10 月份，尽管 11 月输沙量也在全年中占有一定比例，但这可能主要是由于降水对输沙具有延迟效应所造成的。从雨季和旱季输沙量占全年比例来看，雨季的输沙量占到全年的 96.91%，而旱季仅为 3.09%，且雨季的输沙量主要集中在 7 月和 8 月，这两个月的累积输沙量超过全年输沙量的 50%。



（a）不同月份比例



（b）汛期及非汛期比例

图 7.3-1　盘龙河流域多年降雨量、径流量、输沙量年内分配

（2）水库泥沙淤积分析

根据德厚水库工程可研—水文，德厚水库坝址输沙量主要根据《云南省土壤侵蚀遥感调查报告》的土壤侵蚀模数图进行估算，并利用龙谭寨站实测计算值与土壤侵蚀模数量算值的差异量对德厚水库流域的量算结果进行修正。经可研计算，德厚水库坝址多年平均悬移质沙量 13.0 万 t，多年平均推移质输沙量为 1.3 万 t，总来沙量 14.3 万 t，多年平均含沙量为 0.68kg/m^3。

德厚水库库沙比为 858，属泥沙问题不严重的水库工程。水库建成运行 20 年后，坝前淤高 11.2m，坝前淤积高程 1331.20m，库区内累积淤积量 208.8 万 m^3，拦沙率 97.3%，兴利库容损失率 1.0%；水库建成运行 50 年后，坝前淤高 17.3m，坝前淤积高程 1337.30m，库区内累积淤积量 521 万 m^3，拦沙率 97.1%，兴利库容损失率 3.1%。

按水库 50 年坝前泥沙淤积高程 1337.3m 作为控制，引水隧洞进口底板高程为 1337.3m，死水位按引水隧洞进口底板高程+洞高+洞顶工作水深确定为 1341.5m。正常蓄水位为 1377.5m，设计洪水位为 1378.1m，校核洪水位为 1380.33m。

（3）下游泥沙冲刷分析

根据可研，工程河段多年平均输沙量为 14.3 万 t，多年平均含沙量为 0.68 kg/m^3。来沙主要集中在 5～10 月，占全年的 96.91%。

建坝后，汛期悬移质泥沙一般可随泄洪排出，而推移质泥沙颗粒较粗，进入库区后，由于流速减小，容易落淤。为尽量减少库区泥沙淤积，水库运行采取蓄清排浑的运行方式，拦截含沙量较低的水流至正常蓄水位，当汛期含沙量较高时，则开闸泄流，不予拦阻，使泥沙尽量排出库外。为方便洪水调度，避免频繁开启泄洪洞，拟定常遇洪水（20 年一遇以下）首先由溢洪道下泄，泄洪洞不参与泄洪，当库水位超过 20 年一遇洪水位时，逐步打开泄洪洞参与泄洪，当库水位回

落时，逐步关闭泄洪洞和溢洪道闸门，直至库水位回落到正常水位。

水库蓄水后的一段时间，因水的流速在库区减小，泥沙淤积会增多；水库在建设时预留一定的库容供泥沙淤积，当泥沙淤积量达到一定规模时，泥沙淤积量与冲刷量相当，河流将再度达到新的冲淤平衡。

由于水库拦截作用，坝下泥沙泄量比蓄水前将有所减小，悬移质级配改变，清水下泻对原有河床冲刷力度有所加强，改变了原有河道的冲淤平衡，坝下一段距离内，河床底质将从现阶段的砾石和淤泥并存逐渐转化为砾石，河床的下切，自然河床演变趋势可能有一定程度的改变。

7.3.2 底泥重金属影响分析

（1）底泥冲淤分析

1）底泥冲淤定性分析

根据河床泥沙淤积分析计算可知，随着水库运行时间的延长，累积淤积量增加，运行到了一定的时间，水库冲淤会达到一定平衡。重金属的悬浮沉降主要依附于悬浮物，而悬浮物的密度比泥沙小，当汛期泥沙被洪水冲刷时，底泥会同时被扰动进入水体，富集于泥沙(推移质)中的重金属在洪水期被带走，当枯水期泥沙(悬移质)沉积时，水体中悬浮物会同时沉降，因此含重金属的底泥在河流里的冲淤与泥沙的冲淤有类似的过程，即水库运行到一定时间，河床底泥量将达到一定平衡，根据水库泥沙淤积分析，每年沉积于库区的底泥 90%以上会在汛期冲入下游，不会常年蓄积于水库内。

2）底泥冲淤类比分析

暮底河水库和德厚水库流域气候、水文、地理、生态等环境特征以及工程特征相类似，底泥中重金属含量也相当，具有可类比性。

暮底河水库库区不同断面底泥重金属监测结果见表 7.3-1。

表 7.3-1 暮底河库区底泥重金属监测结果

断面名称	As	Hg	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Zn
坝前 150m（mg/kg）	24	0.132	0.14	104	32	48.6	30	108
库尾（mg/kg）	26.5	0.177	0.46	95	51	45.9	78	148
坝前较库尾增长率/%	-0.10	-0.34	-2.29	0.09	-0.59	0.06	-1.60	-0.37

根据底泥监测结果可以看出，坝前底泥中重金属浓度与库尾的相比，砷、汞、镉、镍、铜、锌浓度均有所降低，其中镉和铜的降幅较大，铬和铅的浓度有小幅增加，但不明显。

由此可以看出，暮底河库区底泥变化情况，主要因为上游河水携带的泥沙进入库区之后先在库尾淤积，且在水流方向上沿程泥沙淤积量逐渐降低，加上水库

泄洪冲砂等原因，使得坝前底泥中重金属浓度较库尾降低。对比分析认为，本工程与暮底河水库底泥淤积影响趋势基本一致，由于淤积影响，库尾底泥重金属浓度高于坝前。

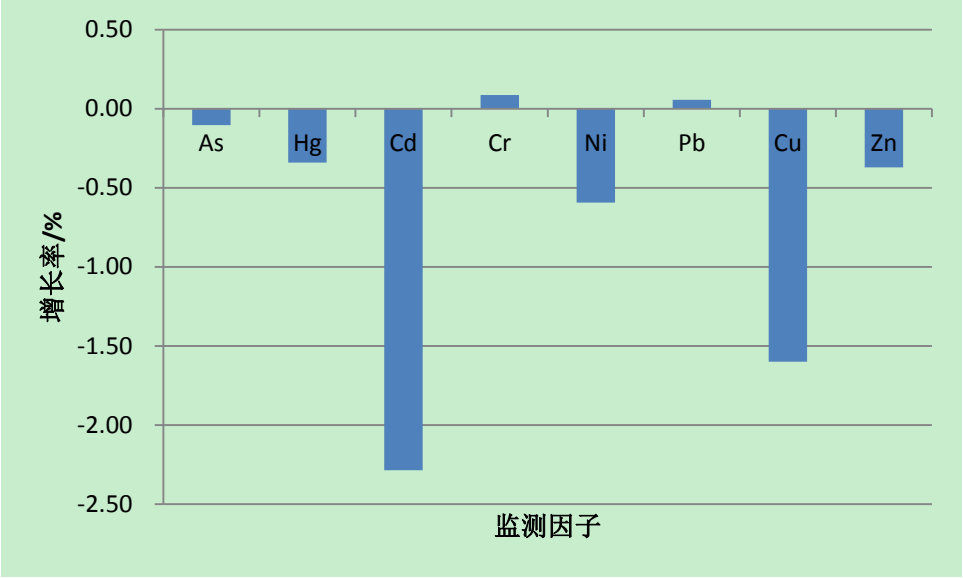


图 7.3-2 暮底河库区坝前较库尾断面底泥重金属变化情况

（2）库区底泥重金属影响分析

1）库区底泥重金属

水中的重金属离子在一定条件下，由于离子交换、共沉淀，吸附、水解、络合、絮凝等理化作用，最终极大部分进入底泥。而在条件变化时，又有一部分重金属由于扩散、解吸、溶解、氧化还原和络合作用，以及生物及物理影响等因素的作用，又从底泥重返水相。前一过程的结果使水质得到一定程度的净化，后一过程则使水体溶液的重金属浓度增高，出现明显的次生污染。这两种过程几乎都是在水—底泥界面进行的，而且只是水体底泥中一部分金属参加了反应。参加反应的金属的多少、反应的方式与程度皆取决于水体和底泥中金属的形态、水质条件、底泥组成和环境因素。

底泥中重金属形态一般分为 5 种形态，分别是金属可交换态(可交换态)、碳酸盐结合态(碳酸盐态)、铁(锰)氧化物结合态(铁/锰态)、有机质及硫化物结合态(有机态)、残渣晶格结合态(残渣态)。底泥重金属释放都需要一定的条件，包括 pH、温度、Eh、重金属原始浓度等。以上 5 种形态中，只有残渣态在自然条件下不易释放，对河流生态环境危害较小，而其余 4 态均在适当条件下可向水体中释放，尤其是可交换态更容易向水体释放。由底泥重金属释放导致的水环境风险在现状情况下便存在，根据前述分析，德厚水库为河道型水库，库区底泥由于每年泄洪冲刷作用，表现为不蓄积，冲淤平衡，基本为天然河道水平，水库建成不

会加剧该类环境污染风险。

2）库区底泥重金属释放预测分析

德厚库区底泥成分分析结果和底泥水溶性试验结果见表 7.3-2。

表 7.3-2　德厚库区底泥中重金属溶出情况

元素	镉	铬	铜	铅	锌	砷	汞
元素含量（mg/kg）	1.16	130.73	99.81	26.41	188.00	23.73	0.19
溶出值（mg/L）	0.00015	0.00334	0.01134	0.00594	0.03537	0.00005	0.00001
溶出率/%	0.1290	0.0256	0.1136	0.2251	0.1881	0.0021	0.0268

根据以上试验结果，估算出拟建水库地质向水库水体释放的铁、锰极限量。根据可研，德厚水库正常蓄水位 1377.5m，正常库容 9281 万 m^3，正常蓄水位共淹没土地面积约 11250 亩（合 7.5km^2），以 0.2m 作为底泥释放厚度，根据公式 7.3-1 可估算水库库底向库区水体极限释放的重金属总量，估算结果见表 6.3-3。

$$M = S \times H \times m \times \eta \times \rho \quad (7.3\text{-}1)$$

式中：M—底质极限溶出量；S—水库库底面积；η—溶出率;

H—底质厚度；m—底质（干基）重金属含量；

ρ—单位体积底质形成干基后的重量，取 2.8t/m^3。

表 7.3-3　德厚水库底泥重金属极限释放量估算结果

重金属元素	因释放溶于水中产生浓度（mg/L）	GB3838-2002 中III类标准值（mg/L）	因释放溶于水中产生浓度占标准值的比率/%
镉	0.000064	0.005	1.28
铬	0.001468	0.05（Cr6+）	/
铜	0.0048	1.0	0.48
铅	0.002	0.05	4
锌	0.0152	1.0	1.52
砷	0.000021	0.05	0.04
汞	0.0000022	0.0001	2.24

根据表 7.3-3 可知，若按最大溶出率计算，该水库在运行初期，底泥释放的重金属进入水体，使库水的重金属浓度有稍许增加，其贡献值均低于水环境质量标准III类标准值，可见通过底泥释放对德厚水库水质影响很小。

7.4 灌区农作物、鱼类重金属影响分析

7.4.1 灌区农作物重金属影响分析

（1）农作物对重金属的吸收与富集

重金属元素进入农作物体内的途径有两个：①根系的吸收，根是农作物吸收

重金属的主要器官；②地上部分(如叶片和果实)的吸收，当空气中存在重金属污染时，农作物的叶也能够吸收一部分。对于本项目而言，主要考虑重金属通过根系进入植物体内的情形。重金属可被农作物的根系吸收而向籽实迁移，然后通过食物链进入人体，在人体内富集起来，与蛋白质、酶等发生相互作用，影响人体正常生理活动，或引起某些病症。

农作物对重金属的吸收与重金属的理化性质及农作物的种类有关，木本农作物的根部富集重金属的能力强于草本农作物，但重金属在草本农作物根、茎、叶中的迁移速度大于木本农作物。重金属元素在作物中的分布累积具有部位差异性。大多数作物不同部位重金属含量水平差异大，呈现根>茎、叶>籽实的规律。

不同农作物对重金属的吸收、富集能力不同，同一种农作物对不同重金属的吸收也有差异。研究表明，农作物重金属含量与土壤重金属含量并没有明显的相关性，土壤污染严重的地区不一定会生产出超标的农作物。

（2）重金属对农作物的危害

当农作物在重金属浓度未超过某一阈值的土壤中生长时，不会造成作为的水力障碍；但当重金属达到一定浓度时，就会引发作物减产，或造成作物体内重金属浓度超过食品卫生标准，影响农产品质量。

不同类型的重金属对农作物产生的危害情况有所不同。例如 Cu、Zn 主要妨碍农作物正常的生长发育，而 Cd 在土壤和农作物中的残留问题比较突出。研究表明，蔬菜对重金属的忍耐能力最差，谷类次之，草类最高。相同 Cu、Zn、Pb 浓度下，番茄的根伸长抑制率最大，番茄对 Cu、Zn、Pb 的毒性响应最敏感；蔬菜对不同重金属的毒性响应不同，对 Cu 最敏感，Zn 和 Pb 次之。相反有的作物对重金属具有很强的耐受性。如菖蒲、金叶菖蒲和散尾葵农作物根系对重金属均有较强的吸收与富集作用和滞留效应。稻根对铅表现出极强的束缚力和耐受性。据报道很多地方利用超积累农作物对重金属的富集比普通农作物高出几十倍到几百倍的能力，对重金属污染土壤进行修复。

（3）德厚水库水体中的重金属对灌区农作物的影响

云南文山市德厚水库规划灌区范围涉及平远片区的老坞海片、红甸片、明湖片、平坝寨片，以及马塘片区的黄龙坝区和花庄坝区，共 6 个灌区，水库设计灌溉面积为 9.28 万亩，主要农作物主要有玉米、水稻、烤烟、蔬菜、葡萄等。

重金属主要是通过根系的吸收作用进入农作物体内，对农作物产生影响。根据土壤现状监测结果来看，相比上游农田土壤背景值，灌区农田土壤重金属含量偏高，但仍满足土壤环境质量标准。见图 7.4-1.

水库水体用于灌溉农田，水中的重金属元素在土壤中富集，然后被植物及动物吸收、摄取，并通过食物链进入人体。根据国内多年的研究试验，只要灌溉水

中的重金属元素控制在痕量指标以下，就不会对作物及人体产生危害。

目前，为了防止土壤和农产品污染，我国已制定了《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005），该标准为强制性标准，对农田灌溉用水中的重金属浓度作了限制。根据水质预测结果，德厚水库水体中的重金属浓度远低于农田灌溉水质标准，不会对灌区农作物产生严重污染和显著危害。

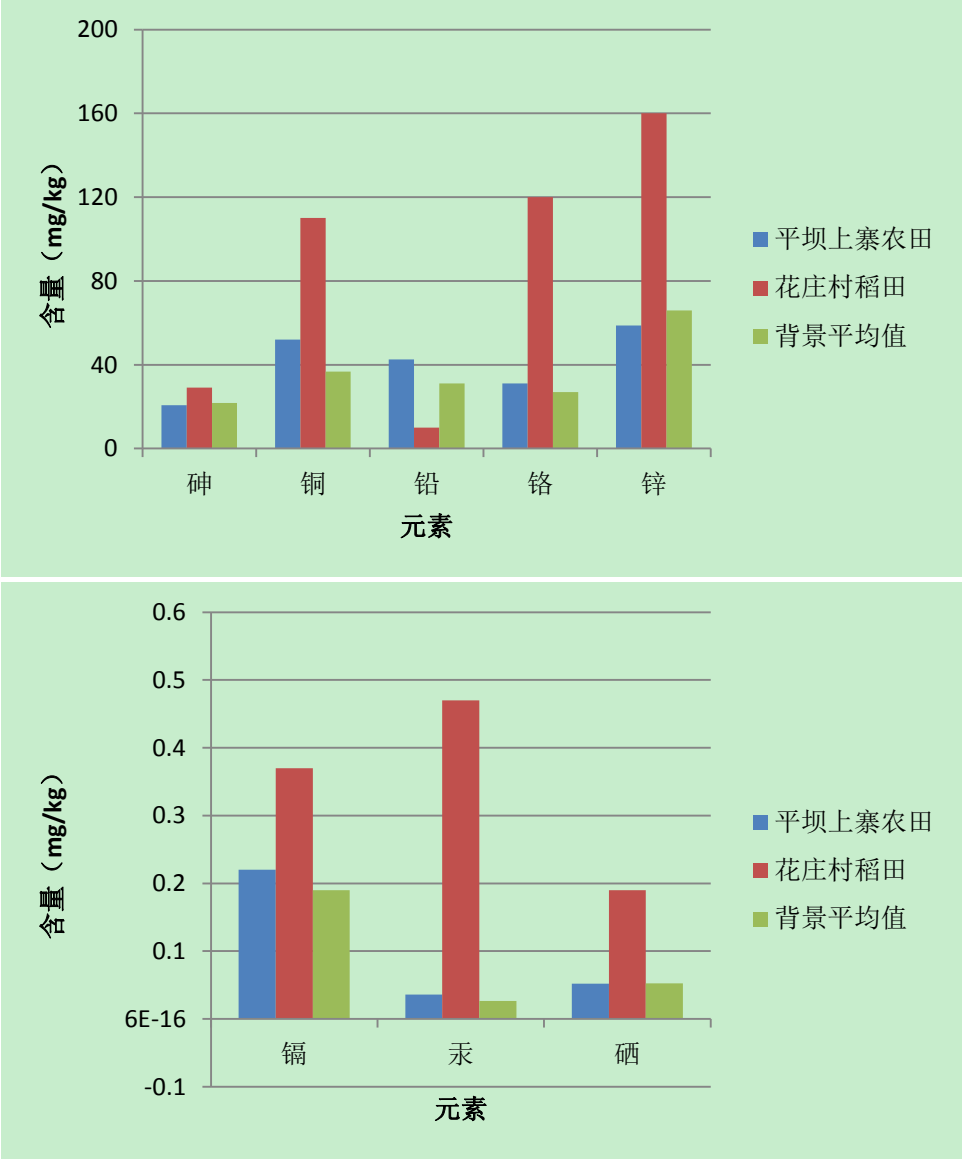


图 7.4-1　德厚灌区土壤重金属含量

表 7.4-1　德厚水库水质与农田灌溉水质标准比较

序号	项目	农田灌溉水质标准限值	治理后德厚水库水质
1	总汞/（mg/L）	0.001	-
2	镉/（mg/L）	0.01	0.0007-0.0009
3	总砷/（mg/L）	0.05（水作、蔬菜），0.1（旱作）	0.0006-0.0090
4	铅/（mg/L）	0.2	0.0069-0.0075
5	铜/（mg/L）	0.5（水作），1（旱作、蔬菜）	-
6	锌/（mg/L）	2	0.0232-0.0282
7	硒/（mg/L）	0.02	-

7.4.2　鱼类重金属影响分析

（1）鱼类对重金属的吸收途径

鱼类对重金属的吸收主要是经过鱼鳃、体表、进食及高亲和力的重金属与蛋白质的结合等途径，重金属以溶解态和颗粒态方式被鱼类摄入。早期毒性实验表明，重金属是以被动输送方式沿水到鱼体内的浓度梯度进入鱼体的，鱼类从水体中摄入重金属的速率随溶液中重金属浓度的增加而提高。

（2）重金属在鱼体内的蓄积特征

从天然水体中捕获的鱼体内可直接检测到重金属元素，鱼类的重金属水平不仅取决于环境介质中的浓度，摄食行为的选择也会最终影响鱼体的重金属浓度。对生活在水上、中层的鱼类来说，鱼体中的重金属积累量主要取决于水中的重金属浓度；对底栖鱼类来说，则取决于水和沉积物中的重金属浓度。

由于鱼体内各组织器官生理功能、代谢水平的差异，重金属在不同鱼体的不同器官组织中的分布和积累是不均衡的，一般说来，重金属在肌肉中的含量较低。根据有关研究成果列举一些重金属在鱼体内不同组织和器官中的分布顺序：Cu：内脏＞鳞＞腮＞骨、皮＞肌肉；Pb：鳞＞骨＞腮＞皮＞内脏＞肌肉；Zn：鳞＞皮＞骨＞腮、内脏＞肌肉；Cd：内脏＞鳞＞腮、骨＞皮＞肌肉；Ni：鳞＞骨＞腮＞皮＞内脏＞肌肉；Cr：鳞＞骨＞腮＞皮、内脏＞肌肉。

对于不同水深及不同食性的鱼类来说，有研究表明，其重金属含量特征为底层鱼类高于中上层鱼类，肉食性鱼类高于杂食性和植食性鱼类。

（3）重金属对鱼类生长、生理指标的影响

重金属进入鱼体组织后，一部分可随血液循环到各组织器官，引起组织器官的机能变化；另一部分则可与血浆中的蛋白质和红血球等结合，妨碍血液机能，造成贫血或与酶结合，造成酶的失活而毒害鱼类。

某些重金属是生物生命过程所必须的一种微量元素，微量的重金属能促进鱼类的生长，但摄入过量也会产生毒性。高浓度的重金属对于鱼类的行为反应、生

理指标和组织结构等产生较大影响，可表现出较强的毒性，引起鱼类中毒甚至死亡。当水体中重金属浓度达到一定剂量时，可使鱼类胚胎发育时间推迟、发育畸形、成活率及孵化率降低，引起幼鱼中毒甚至致死。

（4）德厚水库工程建设对鱼类重金属的影响

德厚河流域内有分布的鱼类约有 24 种，其中土著鱼类 15 种，隶属 4 目 7 科(含 7 亚科)9 属，以鲤形目、鲤科鱼类为主，以小型鱼类为主；珍稀濒危鱼类山白鱼在该区域无分布。因德厚河(含支流咪哩河)的水量很小，且干季常有断流现象，故除鳅科、鮡科等的种类外，其他主要为雨季自盘龙河溯河而上的种类。除洪水期外，德厚河(含支流咪哩河)鱼类资源量十分有限。

德厚水库建成蓄水后，河道水文情势发生变化，河水流速减缓、水深增加、河面变宽。沿入库水流在纵向上可被分为河流区、过渡区、湖泊区，不同区段的水体状态存在显著差异，上游河流仍保持河流状态，库区是明显的湖泊化特征，回水段则为过渡型。水库的这种空间异质性特征可影响环境中的重金属分布。

水库蓄水后，重金属随悬浮物大量沉降聚集在沉积物中，导致生活在底层鱼类接触到沉积物的机会更多，而沉积物是鱼类摄入重金属的重要来源。生活在库区的鱼类食物来源较广，可能包含浮游生物和沉积物中的碎屑和底栖动物，但生活在河流中的鱼类食物来源比较单一，可能主要来自河水中的颗粒有机物，因此，从垂向来看，生活在水库底层的鱼类体内重金属含量可能较高，生活在中上层的鱼类重金属含量少。

水库蓄水前需对上游的重金属污染源进行综合治理，治理后河流及水库水质改善；德厚河流域的鱼类资源很少，水库建成后也不专门养殖食用鱼类。因此，总体来看，德厚水库建设可降低鱼类等水生生物受重金属不利影响的风险。

7.5 土壤及底质中铁、锰对水库水质的影响

7.5.1 铁、锰基本性质及超标危害

铁、锰都属于金属元素，在自然界的岩石和土壤中都很常见，它们往往是一堆伴生元素同时存在于天然水中。铁、锰均为氧化还原敏感性元素，其在水环境中的地球化学循环作用主要通过其自身各种价态之间的转化以及与周围其他物质（微量重金属元素、营养盐、有机质）之间相互作用来实现的。

铁和锰是植物必须的微量元素，其在土壤中的形态及含量随环境条件的变化而变化。土壤中的锰主要来自氧化物和含氧酸盐，有机质的护胶作用和生物作用对锰的迁移、富集、沉淀起着重要作用。在矿物中，一般锰常和铁、镁共生，此外，锰也常和锌、铜、镍、钴、钙等一起沉淀。土壤中锰的总含量远少于铁。

微量的铁和锰是人体必须的，我国《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)中对作为集中式生活饮用水地表水源地补充项目的铁、锰指标进行限制：Fe≤0.3mg/L，Mn≤0.1mg/L。但饮用水中含有超量的铁、锰，长期饮用会使人体产生健康问题。

7.5.2 国内一些水库铁、锰超标共性

国内学者对一些水库铁、锰污染情况进行了研究，结果表明，水库中铁、锰分布随着季节变化、水库水温分层而变化，呈现明显的垂直分布规律，高浓度铁、锰主要出现在水温分层期的水库中、下层，与库底缺氧、pH 下降、沉积物中的铁、锰向上覆水释放造成的二次污染等密切相关。如贵阳市阿哈水库、唐山市西大洋水库、石家庄岗南水库、福建的古田溪水库夏季均发生过不同程度的铁、锰超标现象。

这些水库铁、锰超标主要原因是：夏季水库水温分层明显，水温分层形成一种密度屏障作用，上下水体被温跃层分开而缺少对流运动，导致库表氧气难以通过温跃层进入库底，库底原有的溶解氧被有机物分解，被底栖生物和还原性污染物所消耗，底层溶解氧继续降低、pH 下降，导致库底沉积物中的铁、锰释放，水体中铁、锰浓度大幅度升高。而冬春季节水温上、下层大致趋于等温状态或温差较小，库水溶解氧及 pH 高，这时整个水体处于氧化状态，在氧化环境条件下,铁、锰处于高价态而形成难溶化合物，迁移能力很低，逐步在库底沉积物与水界面附近沉淀，并储积于沉积物表层，导致沉积物中铁、锰含量的上升，水中铁、锰浓度相应降低。

7.5.3 德厚流域土壤中铁、锰背景水平

文山州红壤分布最广，约占全州耕地面积的 60%。根据有关研究成果，云南省各土类中，红壤锰元素背景值为 550-443.5 mg/kg；从行政区域来看，文山州土壤锰元素背景值为 488.8 mg/kg。

表 7.5-1　德厚河流域铁、锰元素背景值比较

元素	德厚河流域土壤	云南土壤		中国土壤	
	背景监测值范围	范围	中值	范围	中值
铁（mg/kg）	9160-12600	缺资料	缺资料	1200-125000	29700
锰（mg/kg）	337-535	18.3-1648	560	42-3000	540

此外，为了调查流域土壤背景值，我们对德厚河流域上游 0-20cm 深度的土壤进行了采样分析，结果显示土壤中的铁元素含量为 9160-12600 mg/kg，锰元素含量为 337-535 mg/kg。因此，根据现有资料判断，德厚水库流域内土壤锰背景值处于云南省及全国中等水平。

7.5.4 土壤及底质中铁、锰对水库水质影响分析

对水库水环境有影响的重金属污染源来自两个方面，一是外源，二是内源。外源污染主要包括库区上游固体废物污染源、农村面源污染及水土流失造成的污染，内源污染主要指水库淹没区土壤及底质释放污染。对于外源污染可以通过采取综合治理措施达到改善水质的效果，而水库蓄水后内源污染长期存在。

（1）铁、锰溶出试验

为分析土壤及底质铁、锰释放对水库水质的影响程度，本评价利用环评期间所做有关土壤和底泥样品的铁、锰溶出试验结果。所测样品中共有 13 个采样点位于德厚水库淹没河段，溶出试验采用水平振荡法（水浸）。试验结果见表 7.5-2。

表 7.5-2　德厚库区各采样点土壤底泥铁、锰溶出值

样品类别	采样点	pH	铁含量（mg/kg）	铁溶出值（mg/L）	铁溶出率%	锰含量（mg/kg）	锰溶出值（mg/L）	锰溶出率%
土壤	红石岩下寨左岸	8	105239	6.065	0.0576	2249	0.048	0.0213
	红石岩下寨右岸	8.2	90818	39.94	0.4398	2594	0.291	0.1122
	荣华村左岸	7.5	102185	27.56	0.2697	1336	0.123	0.0921
	荣华村右岸	7.2	92409	5.35	0.0579	708	0.104	0.1469
	金驰抽水房左岸	8.1	77462	38.59	0.4982	1074	0.150	0.1397
	金驰抽水房右岸	8.2	84270	3.24	0.0384	1806	0.054	0.0299
底泥	牛腊冲左岸小河	7.5	89631	0.536	0.0060	698	0.015	0.0215
	牛腊冲德厚河	8	51700	0.675	0.0131	1479	0.004	0.0027
	德厚咪哩交汇处	8.1	79433	13.5	0.1700	1597	0.010	0.0063
	黑末大寨	7	108959	0.615	0.0056	1040	0.386	0.3712
	黑末小寨	6.9	124627	0.799	0.0064	1310	0.009	0.0069
	咪哩河入河口上游 50m	6.5	115521	0.668	0.0058	1322	1.21	0.9153
	德厚水库坝址	7.1	120359	0.636	0.0053	1639	0.004	0.0002
平均值		7.6	95586	10.63	0.12	1450	0.19	0.14

溶出试验结果显示，库区土壤地质铁、锰的溶出均值分别为 10.63mg/L 和 0.19mg/L，溶出率均值分别为 0.12%和 0.14%。

根据以上试验结果，估算出拟建水库地质向水库水体释放的铁、锰极限量。根据可研，德厚水库正常蓄水位共淹没土地面积约 11250 亩（合 7.5km^2），以 0.2m 作为底质厚度，根据公式 6.3-1 可估算水库库底向库区水体极限释放的铁、锰总量，估算结果见表 7.5-3。

表 7.5-3　水库底质铁、锰极限释放量估算结果

正常库容/万 m^3	正常水位淹没面积/km^2	底质释放厚度/m	底质干重/t	极限释放量/t		浓度增加量/（mg/L）	
				铁	锰	铁	锰
9281	7.5	0.2	4.2×106	481.8	8.5	5.19	0.09

根据表 7.5-3 可知，水库库底向库区水体极限释放的铁、锰总量分别为 481.8t 和 8.5t，能使水体中铁、锰浓度最高增加 5.19 mg/L 和 0.09mg/L。可见德厚水库底质及周边山体土壤对其水质安全存在潜在威胁。由于水溶性试验模拟条件下测得的释放量是极限释放量，因此上面的估算结果偏大，为最不利情况下的结果，即底泥中的铁、锰在短时间内全部释放，相对于一个库容的水体的贡献值是这样的，但实际情况并非如此，一则底质中铁、锰释放是表层底质缓慢释放的过程，二则水库中的水也是不断交换更新的，因此，土壤及底质中的铁、锰释放对水库水质的影响是非常有限的。

（2）水库水质影响类比分析

为进一步分析德厚流域铁、锰对水库水质的影响，评价采用类比分析法，类比对象仍为暮底河水库，两者可类比性见 7.1.5 章节。

评价期间对暮底河水库周边土壤、库区底泥和水体中铁、锰含量进行了调查和监测。图 7.5-1 为监测期间暮底河水库水体中铁、锰平均浓度，数据来源于文山州环境监测站出具的暮底河水库 2013-2014 全年水质监测报告。图 7.5-2 至 7.5-5 为 2015 年 4 月份暮底河水库水质分层采样监测结果。

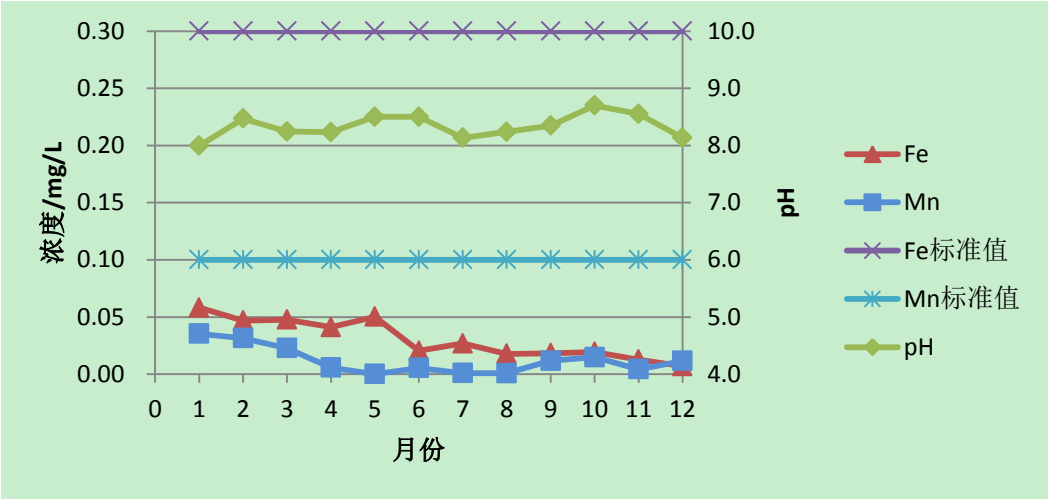


图 7.5-1　暮底河水库表层水中铁、锰平均浓度

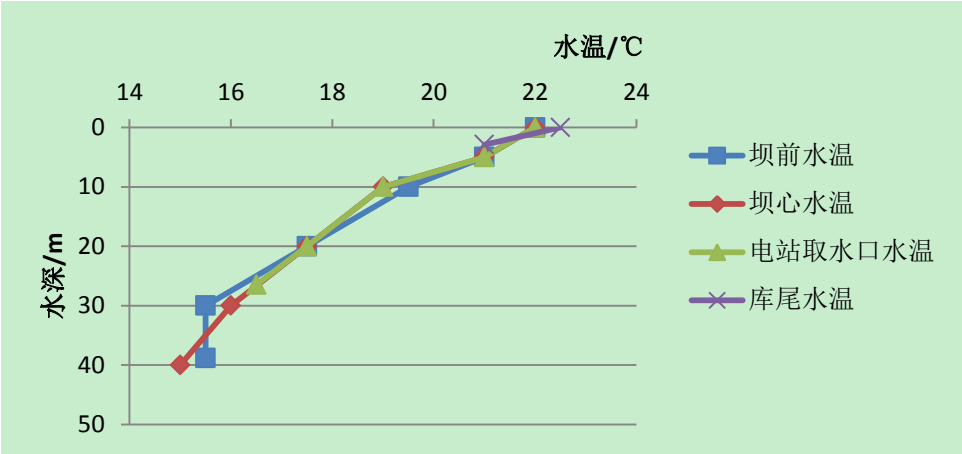


图 7.5-2　暮底河水库水温垂直分布图

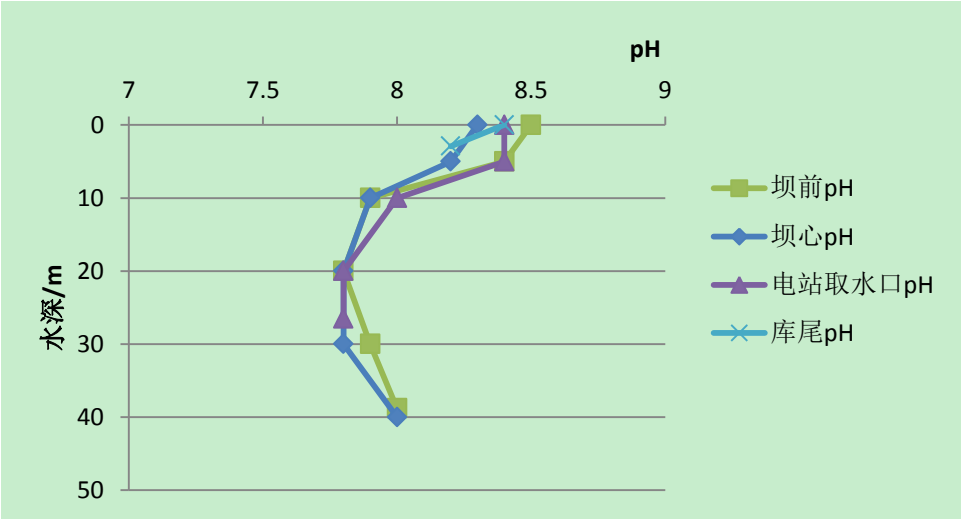


图 7.5-3　暮底河水库 pH 垂直分布图

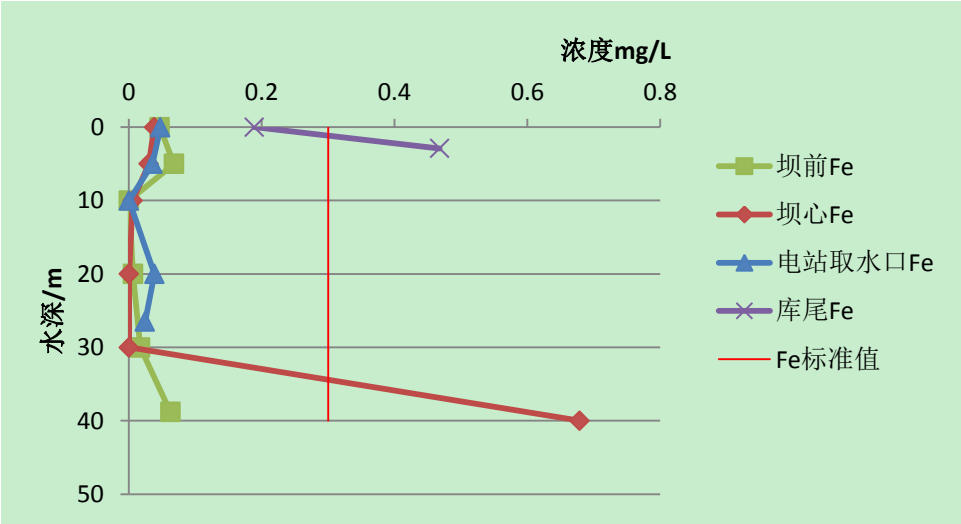


图 7.5-4　暮底河水库水体中铁浓度垂直变化趋势图

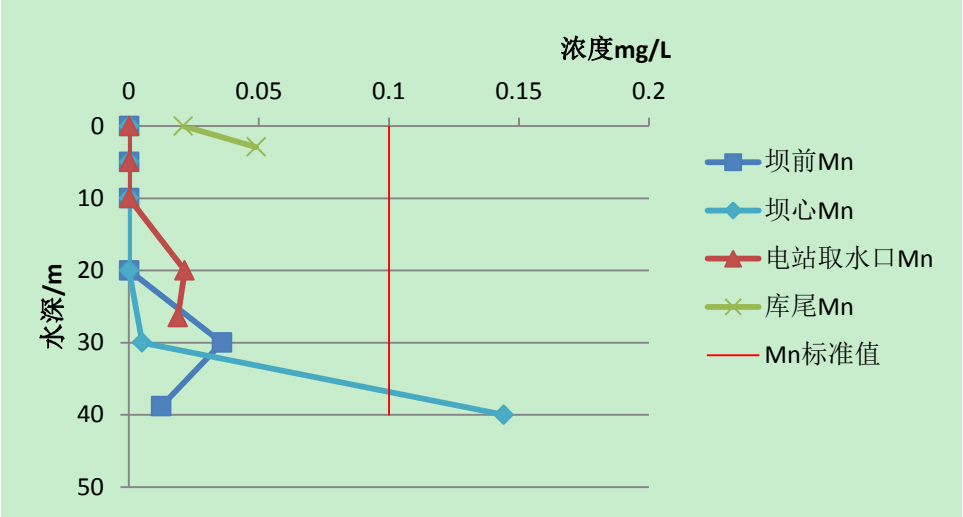


图 7.5-5　暮底河水库水体中锰浓度垂直变化趋势图

由图 7.5-1 可知，监测期间暮底河水库表层水中的铁、锰平均浓度分别在 0.06mg/L 和 0.04mg/L 以下，均达到《地表水环境质量标准》GB3838-2002 中集中式生活饮用水源地标准限值要求。

暮底河水库分层监测结果显示，在水深 30m 以内存在斜温层，特别是水深 6～10m 处变化明显，水深 30m 以下水温变化不明显；水库水体呈弱碱性，pH 变化范围在 7.9～8.5，水深 6～10m 范围内水体 pH 值显著降低，此范围以下 pH 变化不明显；表层水体铁、锰浓度较低，底层水体铁、锰浓度相对较高，甚至出现超标现象。

引起水库底部水体超标的原因如下：由于水库较深，库区水体流动性差，交换时间长，导致水温在垂直方向上分层明显，形成斜温层，斜温层的存在使得上下水体缺少对流运动，导致水库表层的氧难以进入库底，库底原有的溶解氧被有机物分解消耗而不断降低，厌氧菌分解有机物产生的二氧化碳和有机酸使得 pH 下降，最终可能导致水库地质中的铁、锰在弱酸及还原性环境中被释放进入水体，造成库底水质铁、锰浓度较高，甚至超标。

根据以上调查和类比分析结果，本专题认为在对德厚水库上游工业点源污染、农村面源污染进行全面治理，加强上游生态恢复、控制水土流失的前提下，德厚库区土壤底质的铁、锰释放条件和剂量有限，对水库水质的影响在可接受范围内。

7.6 蒙自矿冶公司选矿厂外排水对阿三龙灌区的影响

为防止蒙自矿冶公司选矿厂的外排水对德厚水库水质及供水安全造成风险，拟采取工程措施，将矿坑涌水及流经厂区的地表径流引至流域外的平远阿三龙片区进行，作为该片区农业灌溉水源，同时将矿区上游未受污染的地表径流通过隧洞引至厂区下游德厚河。外排输水工程线路总长 45.4km，由地面压力管道和隧

洞组成。工程布置示意图见图 7.6-1。

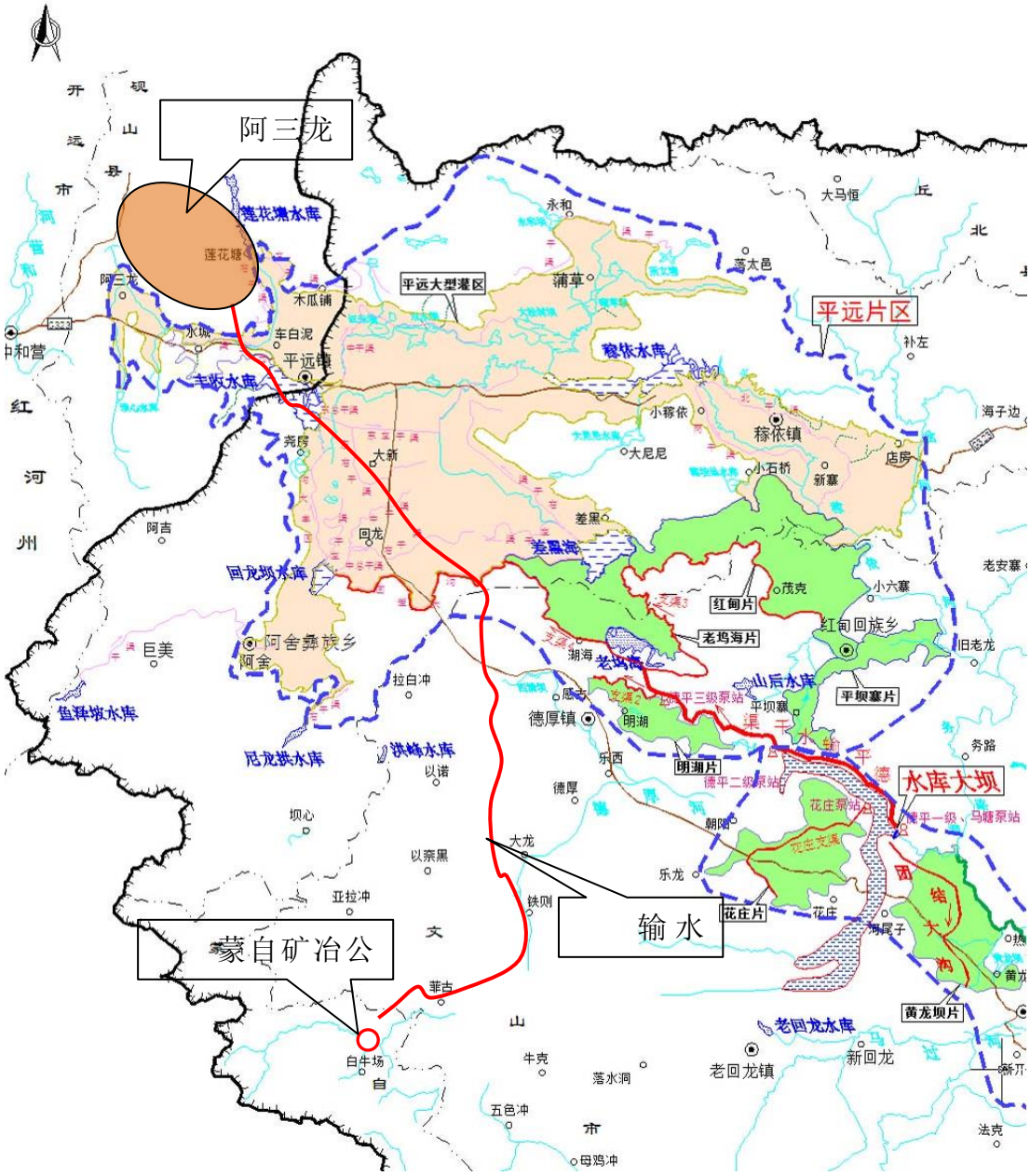


图 7.6-1　蒙自白牛厂地表水外排方案示意图

平远片区为文山州农业灌溉集中区域。根据灌区地形特点及工程可控制范围，将平远大型灌区划分为平远灌片、稼依灌片、阿三龙灌片及蒲草灌片，其中阿三龙灌片耕地面积 8.97 万亩，缺灌面积达 4.5 万亩，有效灌溉率不足 50%。

根据文山州环境保护监测站的监测结果，2013 年 9 月和 12 月监测因子锌超过 GB3838-2002 中III类标准，分别超标 0.66 和 0.28 倍，2015 年 6 月的监测结果显示锌不超标。根据湖南大学编制的蒙自矿冶公司含锌矿井涌水治理回用方案，治理后矿井涌水中的锌将达到III类水质标准，白牛厂厂区外排水水质满足《农田

灌溉水质标准》（GB5084-2005）中的限值。

表 7.6-1 白牛厂水库兴利调节与阿三龙灌区水土资源供需平衡（万 m^3）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水利设施可供水量	96	77	68	190	323	225	155	33	0.0	93	96	84
农灌	96	96	81	226	385	245	155	33	0 .0	93	96	84
水量盈亏	0.0	-19.5	-13.1	-36.4	-62.0	-20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
白牛厂水库来水量	45	33	22	20	23	65	131	426	281	136	85	59
白牛厂水库供水量	106	96	106	103	106	103	106	106	103	106	103	106
相应库容	374	304	213	125	39	0	24	339	508	528	500	443

根据以上分析。从水质方面来说，白牛厂外排水可达到地表水III类水质标准，完全可以用来灌溉，不会对灌区土壤和农作物产生重金属污染影响；从水量上来说，白牛厂水库供水量可以满足阿三龙片的灌溉需求。

7.7 水库重金属环境风险分析

根据现状监测结果，现状条件下德厚河坝址断面的重金属浓度可以达到地表水III类标准；治理后，污染源得到了明显削减，但仍需考虑风险条件下重金属对水库的污染风险。某些渣场已有防渗措施，但随着时间的推移，防渗层存在老化破碎的风险，且该区域内岩溶较为发育，地下水运移通道较多，对地下水存在一定的威胁。按最不利情况考虑，假设因流域内的每个渣场的衬层和覆盖层破损，防洪截排水设施破坏等原因，治理工程未能起到应有的作用。

德厚河流域内工业企业遗留的含砷危废已经被清除，送往流域外专门的危废填埋场处置，因此不再考虑这部分源强，只考虑留在流域内的源强。流域内源强根据渣堆的堆放面积、降雨量及降雨入渗系数进行估算；蒙自矿冶公司的矿井涌水通过引水工程排往另一流域，这部分源强为零。

风险条件下德厚水库的水质情况见表 7.7-1。

表 7.7-1　德厚水库运行期风险条件下水质情况

	砷	镉	铅	锌
评价标准	≤0.05	≤0.005	≤0.05	≤1.0
风险条件下水库水质（mg/L）	0.00099	0.00091	0.00751	0.02863
风险条件下占标率%	1.97	18.16	15.02	2.86
现状条件下坝址断面处浓度最大占标率%	4.6	24	20.8	5.8

由预测结果可知，风险条件下德厚水库的水质可以达到地表水III类水质标准，好于治理前的现状水质，环境风险可以接受。

7.8 重金属风险防范措施

7.8.1 防范措施

（1）加强流域内重金属污染源的监测和管控。定期对治理区留置的地下水监测井内水质、治理区下游河段的水质以及德厚水库库区水质进行监测，发现问题及时查明原因并予以解决。

（2）进行施工期的环境监理，确保治理工程的质量、进度、投资符合要求，特别要加强防渗工程、护坡工程、拦渣工程、防洪截排水工程以及土地整治工程的工程质量管理。

7.8.2 重金属风险监测计划

（1）施工期河流水质监测

1) 监测点布设

为反映德厚河进、出施工区的水环境质量，了解工程建设对该河段水质的影响，分别在施工区河段上下游各设一个水质监测断面。具体点位见表 9.1-1。

2) 监测技术要求

水样采集和分析按照 GB3838-2002《地表水环境质量标准》中规定的方法进行监测。监测项目、监测时段及频率见表 7.7-1。

表 7.8-1　施工期河流水质监测计划

监测内容	断面	监测项目	监测频率及时间
施工河段水质监测	坝址上游 500m 处；坝址下游约 1km 处	SS、pH 值、铜、锌、砷、汞、镉、六价铬、铅、铁、锰	施工期每年按丰、平、枯水期监测 3 期，每期监测 3 天
入库前河水水质	德厚河干流牛腊冲断面；咪哩河支流黑末大寨断面；咪哩河支流荣华村断面	SS、pH 值、铜、锌、砷、汞、镉、六价铬、铅、铁、锰	施工期每年按丰、平、枯水期监测 3 期，每期监测 3 天

（2）运行期水环境监测

1）运行期地表水环境监测

表 7.8-2　营运期水环境监测计划

监测内容	监测断面	监测因子	监测频率
常规水质监测	荣华村断面、黑末大寨断面、牛腊冲断面、库区取水口附近、坝址下游约 1km 处	SS、pH、铜、锌、砷、汞、镉、六价铬、铅、铁、锰	每年丰、平、枯水期各监测一期，每期监测 3 天。对于库尾的三个断面，同步观测流量、流速、水位、河宽。
泄洪同期下游水质监测	坝址下游约 1km 处	SS、pH、铜、锌、砷、汞、镉、六价铬、铅、铁、锰	每年第一次开闸泄洪监测一期，每期连续监测 5-8 天(视洪峰过程定)

2）治理工程效果监测

表 7.8-3 治理工程效果监测计划

监测内容	监测断面（点）	监测因子	监测频率
德厚河水质	牛作底河蒙自公司一选厂尾矿库下游断面；德厚村上游 500m；乐西煤矿所在小溪交德厚河上下游各 500m	SS、pH、铜、锌、砷、汞、镉、六价铬、铅、铁、锰	治理工程完成后，连续监测 5 年，每年丰、平、枯水期各监测一期，每期监测 3 天
咪哩河水质	大凹子煤矿上下游；水解煤矿上下游；土基冲铁矿上下游；大红舍龙潭	SS、pH、铜、锌、砷、汞、镉、六价铬、铅、铁、锰	治理工程完成后，连续监测 5 年，每年丰、平、枯水期各监测一期，每期监测 3 天
地下水水质	金驰砒霜厂洼地、星金铁矿磁选厂尾矿库、兆龙选厂尾矿库、盛禾砒霜厂渣场洼地、薄竹多金属选厂尾矿库，在上述场地留设的地下水常规监测井进行采样	SS、pH、铜、锌、砷、汞、镉、六价铬、铅、铁、锰	治理工程完成后，连续监测 5 年，每年丰、平、枯水期各监测一期，每期监测 1 次，同步观测水位。

（3）底泥监测

为掌握德厚水库建成后库区及坝下河段底泥变化情况，弄清污染物分布特征，对底泥进行现状监测。监测计划见表 7.7-4

表 7.8-4 运行期底泥监测计划

监测内容	监测断面	监测因子	监测频率
底泥监测	荣华村断面、黑末大寨断面、播烈断面、牛腊冲断面、红石岩下寨断面、坝址上游 200m、坝址下游约 1km 处，与盘龙河交汇处上游 100m	SS、pH、铜、锌、砷、汞、镉、六价铬、铅、铁、锰，同时进行库区断面泥沙冲淤测量。	连续监测 5 年，每年丰、平、枯水期各监测一期，每期监测 3 天

7.9 重金属影响专题评价结论

（1）专题结论

云南文山德厚水库工程与国家、云南省相关规划相协调，符合盘龙河流域水资源开发利用规划，工程建设可促进文山州的经济发展，社会效益显著。通过实施重金属污染治理实施方案，以及采取相应的环境监测和管理措施，流域内的重金属污染源可得到有效控制，德厚水库水质可达到地表水III类标准要求。

（2）建议

1）加强流域内重金属污染源的监测和管控。定期对治理区留置的地下水监测井内水质、治理区下游河段的水质以及德厚水库库区水质进行监测，发现问题及时查明原因并予以解决。

2）进行施工期的环境监理，确保治理工程的质量、进度、投资符合要求，特别要加强防渗工程、护坡工程、拦渣工程、防洪截排水工程以及土地整治工程的工程质量管理。

3）根据下游暮底河水库水质监测结果，底层水体的铁、锰浓度偶尔较高，因此，建议在本工程中，取用水库表层水作为生活饮用水源。

4）遇 20 年一遇及以上洪水，在开启导流泄洪隧洞参与泄洪时，注意加强下游水质监测，并做好下游水源地短期内遭遇铁锰物质短期超标的应急供水准备工作。

8 其它环境风险分析

8.1 评价目的

除了重金属风险之外，根据本工程规模、建设特点及周边环境特征，工程建设期间，还存在潜在的事故风险和环境风险，主要包括：油库事故风险、炸药库事故风险、施工危险品运输事故风险、工程地质灾害风险等。工程运行期存在库区桥梁危险品运输车辆翻覆风险以及跨界污染风险等。以上环境风险源一旦发生事故时会对周边环境带来一定的不利影响，尤其是对德厚河、盘龙河干流以及运行期德厚水库水质和水生生态环境带来不利影响，须采取相应的事故防范措施和风险应急预案。

根据国家环保总局(90)环管字 057 号《关于对重大环境污染事故隐患进行风险评价的通知》和国家环保总局环发[2005]152 号文《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》的要求，依据《建设项日环境风险评价导则》技术要求，通过风险识别、风险分析和风险后果计算等开展环境风险评价，为工程设计、环境管理和环境风险防范等提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

8.2 风险源识别及评价等级确定

8.2.1 施工期环境风险源分析

本工程中火工材料、汽(柴)油等由文山市采购供应。在施工现场布置油库和炸药库。其中，汽柴油消耗量 3650t，炸药 611t。油库建筑面积 100m^2,占地面积 700m^2；炸药库建筑面积 100m^2，占地面积 800m^2。根据施工布置，油库位于。距离德厚河干流 km，距最近的居民点 km。炸药库位于，距离德厚河干流 km, 距最近的居民点 km。按《物质危险性标准》《重大危险源辨别》（GB18218-2000）、《职业性接触毒物危害程度分级》（GB50844-85）的相关规定，本工程物质及危险性识别主要有：油库柴油、汽油；爆破材料库的乳化炸药及黑索金。施工期存在的环境风险主要来自油库和加油站事故风险、炸药库事故风险、以及危险品运输事故环境风险。

8.2.1.1 油库和加油站事故风险

油库主要是暂存施工机械所用的柴油、汽油及润滑油等，风险类型为泄漏、火灾和爆炸，危害因素主要为雷电、静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、阀门损坏、储罐冒罐等。主要环境危害是对居民生命财产安全的危害，以及油料泄漏进入水体造成油膜覆盖，造成水生生物窒息等。

汽油、柴油属易燃易爆物料，且油品本身还具有易蒸发、易扩散、易流淌、易膨胀、有毒性等特点。油品的跑冒滴漏和散发油气，都是潜在地火灾和爆炸的危险因素。汽油、柴油的火灾危险性和毒物危害程度分级如下表：

表 8.2-1 汽、柴油的火灾危险性及毒物危害程度分析结果

物料名称	密度（t/m^3）	闪点（℃）	沸点（℃）	自燃点（℃）	爆炸极限 V%	危险特性	火灾危险分类	毒物分类
汽油	0.73	<26	38~204	510~590	1.1-7.6	易燃	甲 B	Ⅳ
柴油	0.84	60~120		320~330	1.1-4.5	易燃	丙 A	Ⅳ

从表中可看出，汽油的火灾危险性分类为甲 B，危险等级较高；柴油属丙 A 类，危险等级较低。汽柴油的毒性均为Ⅳ类，属轻度危害，不会引起急、慢性中毒，无致癌性，但会有急、慢性影响。

因此，油库及加油站的主要为危险物质为汽油，其事故风险类型为火灾爆炸。本工程无毒性风险。

8.2.1.2 炸药库事故风险

火工材料库由于其发生事故时造成的危害较大，故本工程将其布置在，并远离施工区和省道，占地而积约 800m^2。炸药库风险类型为爆炸，危害因素主要为雷电、静电、电气火花、人为因素等。爆破器材库若发生爆炸，引起的主要环境危害是火灾以及救火时事故现场废水进入水体对水环境的影响。

爆破材料库的危险物质主要特性见表 8.2-2。由表可见，爆破材料库的主要危险物质为黑索金，其事故风险类型为爆炸，有一定毒性风险。

表 8.2-2 乳化炸药及黑索金主要危险特性表

名称	特性	毒性	危险特性	燃烧产物
乳化炸药	油包水型的乳胶类炸药，密度范围较宽，具有良好的和抗水性能	无毒性	易爆	CO2、NO2、N2O5
黑索金	不溶于水，微溶于苯、芳烃、乙醚，溶于丙酮。熔点为 204℃，相对密度为 1.82，爆燃点 230℃，爆速 8750m/s	LD50 100mg/kg(大鼠经口)，59mg/kg(小鼠经口)	易爆	CO、CO2、NOx

8.2.2 运行期环境风险源分析

8.2.2.1 危险品运输车辆翻覆环境风险

德厚水库移民安置规划的专业迁改建项目中，规划在现咪哩河大桥下游 20m 处新建咪哩河大桥 1 座，桥长 210m；在新建 5 跨 30m 预应力钢筋混凝土 T 型梁桥。另外，在拟建的云南省平远至文山高速公路平远至老回龙段 K17~终点路段位于德厚水库径流区内，共有 24 座桥梁。

因德厚水库有生活供水任务，未来将必然要划定饮用水水源保护区。移民安置专业迁建规划中新建的两座桥梁位于德厚水库水源地保护区内。水库建成运行后，有可能出现由德厚河库区及咪哩河库区环绕区域与外部区域间的危险品运输情况。期间运输危险品车辆将可能经过新建桥梁，有可能发生运输危险品车辆翻覆的可能，从而造成危险品泄露进入水库水体，对水库水环境和供水水质安全造成危害。

8.2.2.2 跨界污染风险

在德厚河分支上，其源头为蒙自县的白牛厂区域，在该区域内有白牛厂银多金属矿。白牛厂矿床是一个以银、铅、锌、锡、铜为主要成矿元素的大型- 超大型多金属矿床。云南白牛厂银多金属矿区位于红河与南盘江两大水系分水岭东侧的德厚河水文地质单元的补给区(见图 8.2-1)。

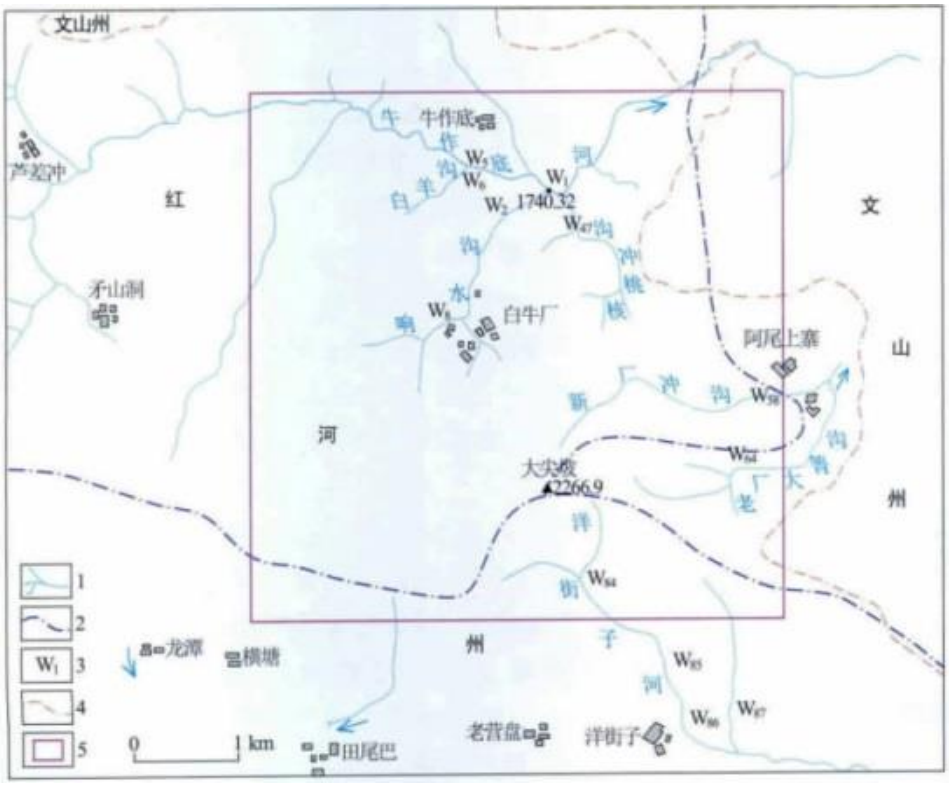


图 8.2-1 白牛厂矿区水文地质图[1]

河溪；2.水文地质分区界线；3.测流点及编号；4.红河州与文山州分界线；5.矿区范围

[1]李瀛玲，高建国，贾福聚. 云南白牛厂银多金属矿水文地质特征及其水害的预测与防治[J]. 地质找矿论丛. 2013,28(3):474-480.

现状水质监测中，白牛厂断面超标项目较多，且多为金属指标超标。该断面处于蒙自市境内，为银多金属矿区，共有 4 项指标超标，其中锰超标 8.44 倍，锌超标 0.47 倍。运行期存在白牛厂矿山矿井废水排放或尾矿库垮塌而造成含重金属废水集中排放对德厚水库水质造成污染事故的可能。

8.2.2.3 环境地质风险

德厚水库库区及输水线路沿线处于岩溶发育区。库区蓄水会加剧现有崩塌堆积体活动，库水浸泡将加快岩土体软化、崩解速度，引发局部软弱结构体崩落或下滑、边岩再造，从而威胁边岸民房和农田安全，使工程本身遭受库容淤积。水库蓄水及水位变动也可能会造成库区周边岩溶塌陷，对移民安置区及库区周边居民生命财产安全造成威胁。

8.2.3 社会稳定性风险分析

总体来说，德厚水库工程的社会稳定性风险存在于水库建设、生产及利益分配全过程中，存在于国家、地方政府、业主方以及移民之间的相互关系协调、利益调整中。本项目的社会稳定性风险主要是是移民搬迁、安置及发展全过程中存

在和可能存在的风险。从空间上看，在水库及输水管线的选点、选线、规划，移民的房屋、田地补偿，移民点的选择、规划，移民的搬迁及后靠移民的安置等方面存在着社会稳定性风险；从时间上来说，移民搬迁前的期望、忧虑，移民政策新旧变化、补偿措施的运行操作，移民与原住居民之间的融合以及移民今后的生产、生活发展等方面也存在和可能存在社会稳定性风险。

本工程基准年（2013 年）生产安置人口为 2994 人；规划水平年（2017 年）生产安置人口为 3098 人。其中，基准年水库淹没区为 2899 人，枢纽区为 76 人，输水线路工程区为 19 人。基准年搬迁安置人口为 1013 户 4200 人，至规划水平年 2017 年的搬迁安置人口为 1050 户 4323 人，采取近迁集中安置、就近后靠集中安置、就近后靠分散安置三种方式进行搬迁安置，其中近迁集中安置共 624 户 2480 人，就近后靠集中安置共 359 户 1558 人，就近后靠分散安置共 67 户 285 人。工程共布置 4 个移民集中搬迁安置点：播烈、杨梅山庄对面、康家寨头、花庄市场背后。

移民搬迁造成的社会稳定性风险可分为显性风险和隐性风险。

(1)显性风险

本工程搬迁分为三种形式，其中就近后靠集中安置和就近后靠分散安置，安置区域在原村组内，因此搬迁后，移民能快速适应环境，和周围邻里融洽相处；近迁集中安置搬迁距离也不远，搬出村落与安置点村落风俗习惯相同，但存在外来移民与原住居民之间在政治、经济、文化等资源方面的合作及竞争关系的矛盾。短时间内，移民会有一个融入当地的文化、生活的过程，在该过程中有可能引起移民在心理和生活上的落差，是造成社会不稳定的一个因素。

(2)隐形风险

移民搬迁后，对新的政治、经济、文化等环境会有一个较长的适应期和学习期。如果没有强有力的移民后期扶持规划及合理、充裕的库区基金保障，没有行之有效的对移民的职业技能培训，没有对失去大量田地及生产技能弱化的移民们在就业、择业方面的种种扶持手段和优惠政策。移民虽能住上漂亮的新居，领着每月长效补偿及后期扶持基金，但移民的可持续发展仍然存在忧患。

而长期以来，对水库移民的安置，一般只注重物质生活方面，认为只要解决了移民在衣、食、住、行等物质生活方而和劳动就业方面的问题，移民问题也就解决了。对于移民来说，背井离乡，舍弃祖祖辈辈居住的家园，在精神和情感上也是应该被关注和呵护的。

综上，搬迁后移民面临适应新环境、融入新文化、建立新人际等问题，同时由于缺乏特长技能，在政府的长效补偿机制下，可能造成依赖心理，而影响自身创造力，影响生活水平的提高。另外，由于移民每个月可领补偿，这可能造成移

民迁入区原住居民的嫉妒和不满，造成攀比等心理，进一步恶化移民与原住民的邻里关系，影响和谐相处。这些因素集中在一起，可能会使个别心理承受能力差、自身能力有限的移民，产生一些影响社会稳定的行为。

8.2.5 环境风险评价等级确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》中环境风险评价工作等级划分的规定，油库及爆破材料库储量较小，且周围 400m 无居民点，均不涉及环境敏感区，据此确定本工程环境风险评价工作等级为二级。

8.3 风险影响分析

8.3.1 施工期环境风险影响分析

8.3.1.1 油库事故环境风险影响分析

（1）油库事故可能性分析

1）储罐、管道阀门和泵由于维护不当出现故障，造成油气的泄漏可能导致火灾甚至爆炸。

2）油品在装卸作业时，若流速过大易产生静电，在雷电条件下可能引发火灾燃烧。

3）由于油库操作人员的工作失误导致原油外溢，遇到火源易引发火灾燃烧事故。

从已有水电工程施工情况看，发生油库事故的案例极少，且管理要求严格，因此本工程油库在施工期发生泄漏和爆炸的概率不大。

（2）油库事故影响分析

油库一旦发生事故导致油料泄漏，发生爆炸和火灾，将可能对德厚河水质造成影响，并对盘龙河干流用水户造成影响。

1）居民点安全风险分析

油库距离下游最近的房屋 700m。根据《石油库设计规范》（GB50074-2002）要求，石油库与周围居住区的防火安全距离为 100m，可见油库与居民点的距离符合规范对安全距离的要求，油品及其挥发的蒸汽本身属于低毒类物质，因此对人群生命安全不会产生急性毒害作用，在事故处理结束后一定时间内就会消除。

在油罐发生火灾燃烧事故后，对油库下风向的环境空气会造成一定的影响，事故发生后到结束前这一时段内污染程度最大，但在火灾燃烧事故结束后短时间内火灾燃烧事故的影响可基本消除。

2）水质污染风险分析

油库距离德厚河干流水体约 800m。在发生事故情况下油料进入水体，可能对德厚河水质造成一定的污染，需采取一定的措施予以减免。

8.3.1.2 炸药库事故环境影响分析

（1）炸药库事故可能性分析

1）管理人员违反规定，违章吸烟或未按有关规定操作造成火种，引燃炸药或触发雷管。

2）由于静电作用而造成炸药爆炸；

3）由于雷电条件引发电火花而引燃炸药。

爆破材料库设计中，应委托专业设计单位根据有关规程规范进行设计，拟考虑的安全措施包括：各类消防设施；在库内设置避雷设施和各类防静电措施；严格按照相关设计规范，设置库内各类建筑的安全防护距离；设置事故报警系统；按照《水利水电工程爆破技术规范》、《爆破安全规程》等有关规范，制定严格操作规程。炸药库是整个工程施工中的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据国内外水电工程施工情况，发生爆炸事故的概率很小。

（2）炸药库事故影响分析

炸药库一旦发生爆炸，可能引发火灾。本工程炸药库布置在，远离施工区、省道及居民点。同时，赵亚库周围将设置围墙，并对占地范围内的植被进行清除，因此由于事故引发周围火灾的可能性也较小。另外，炸药库是整个工程区的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据国内外水电工程施工情况，发生爆炸事故的概率很小。

但由于炸药库作为安全消防重点管理区，在设计施工及运行过程中，须采取有效地风险防范措施，避免对周围环境造成不利影响。

8.3.1.3 危险品运输事故环境影响分析

（1）危险品运输事故可能性分析

施工期工程为工程区两岸交通运输修建了交通桥和左右岸公路，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，危险品倾倒入河对德厚河干流以及盘龙河干流水质将直接带来影响。

（2）危险品运输事故环境风险分析

根据施工期组织规划，工程拟在咪哩河上建设临时交通桥一座，用于沟通石料场与大坝施工区交通。另外，在大坝下游德厚河干流上修建永久跨河桥一座。本工程中需要运输的危险品包括油料、炸药、雷管等，存在运输过程中由于交通事故造成油料、炸药或雷管倾倒入江而污染水体的可能。

由于各桥梁仅负责主体工程施工期间的物资运输，相对一般公路而言，运输

量较小，因此发生事故的概率很小。但在运输危险品过桥时，须做好密封和安全运输等措施，避免发生交通事故而造成对德厚河干流水体的影响。

8.3.2 运行期环境风险影响分析

8.3.2.1 危险品运输车辆翻覆环境风险影响分析

（1）危险品运输车辆翻覆事故可能性分析

根据国内公路桥梁水环境风险事故的发生情况调查，公路桥梁水环境风险事故污染源主要有以下两类情况：

1）运输危险品的槽车撞坏护栏直接落入水体，又分为：

①槽车的罐体没有发生破损，危险品的泄漏只是潜在危险，此时如能及时采取措施将槽车安全打捞上岸，对水体水质不会造成明显影响。

②槽车罐体破损，危险品在水下泄漏。

2）危险品槽车在桥上翻车后车辆破损，泄漏物经桥面流入水体。这种情况相当于在桥上出现一个污染物的非正常排放口。需要说明的是，在这种情况下，如果及时采取用围油栏将泄漏面围合、用吸油材料等吸附材料吸附泄漏物、将破损槽车中的危险品倒车运走等措施，可以大量减少污染物排入水体的数量甚至避免其对水体的污染。

由于在移民安置规划中需要为移民进行德厚水库库区建设桥梁，一旦发生危险化学品运输事故泄露导致危险化学品物质进入库区，将对德厚水库生活供水水质安全构成严重威胁。

根据交通事故概率估算公式

$$P_{ij} = \frac{A \times B \times C \times D}{F}$$

式中：

P_{ij}：在某路段上预测年危险品运输车辆交通事故概率，次／年；

A-交通事故发生率，次／百万车．km;

B-危险品运输车辆所占比重，%；

C-预测年该路段年均交通量，百万辆／年；

D-路段长度，km；

F-危险品运输车辆交通安全系数。

通过类比《云南省平远至文山高速公路平原至老回龙段环境影响报告书》中相关参数，交通事故率 A 取为 0.18 次／百万车．Km；危险货物车辆在总车辆所占比重 B 值取为 1%；规划水平年桥梁交通量 C 按 300 辆/日估算，取为 0.1095 百万辆/年；桥梁长度 D=0.21km；危险货物运输车辆交通安全系数 F 取 1.5。

对于公路危险品运输交通事故产生的危害，应是指事故引起危险品泄漏所造成的后果，即风险类型应为泄漏。所以，危险品泄漏概率还应该考虑危险品运输交通事故的泄漏概率。鉴于国内目前尚无这方面的研究资料，故以国外对交通事故中油罐车泄漏概率的统计结果作为参考(见表 8.3-1)。

表 8.3-1 公路交通事故中的油罐车泄漏概率[2]

泄漏量/kg	特定事故的漏油概率	
15~150	0.021	合计 0.064
150~1500	0.011	
>1500	0.032	

经计算，在桥梁处发生危险品运输车辆翻覆事故的概率约为 0.000028 次/年，发生危险品泄露事故的概率为 0.0000018 次/年。

因此，在跨越德厚水库库区的咪哩河大桥处发生危险品运输车辆翻覆事故的概率很小，但考虑到跨河桥梁段一旦发生危险品运输车辆交通事故则易造成桥下水体污染。在这些桥梁路段应该重点防范危险品运输车辆发生交通事故，减少造成环境污染的机率。

（2）危险品运输车辆翻覆环境影响分析

计算结果表明，危险品运输车辆发生交通事故的概率不为零，所以不能排除重大交通事故的发生，如有害液体流入到德厚水库库区可能性仍存在。事故污水一旦无序排放，可能会造成德厚水库水质急剧恶化，发生水质污染事件。

8.3.2.2 跨界污染环境风险影响分析

（1）跨界污染可能性分析

白牛厂银多金属矿是特大矿，储量大，仍将长期开采。尾矿库将长期存在，尾矿渣积存量将继续增加。另外，矿井废水仍将继续排放。虽然白牛厂银多金属矿已经有了较为完备的环保措施，但矿井废水事故排放、尾矿库垮塌的风险仍将客观存在。

（2）跨界污染环境影响分析

白牛厂多金属矿位于德厚河径流区内，距离德厚水库回水末端 30km。其事故废水一旦排入河流内，较短时间内即可到达回水末端，进入德厚水库库区。而且，很长一段是暗河。从暗河出露地面后，距离德厚水库回水末端距离更短。反应时间较短。污染团一旦进入德厚水库库区，会对德厚水库生活供水水质安全造成重大威胁。

8.4 风险防范措施及应急预案制定

环境风险防范措施主要包括：油库和加油站配套相关的报警、灭火、防雷、

防电、泄漏油料收集设施以及管理措施；爆破器材库防火、灭火、通风、防雷、防电、报警设施；建立重点风险源动态管理信息库；制定环境风险预案。本工程油库及炸药库的设计已由建设单位委托专业单位按有关规程规范要求进行设计，这里仅从环境保护角度进一步提出风险防范措施要求：

8.4.1 油库风险防范措施

工程本身对油库建立有严格的安全管理制度，发生事故的可能性很小，但由于油库距离水体较近。一旦发生事故导致油料泄漏，发生火灾或爆炸，后果较为严重，因此为防止油库泄漏事故的发生，以及在事故情况下避免泄漏油料污染河水，必须采取事故防范措施：

（1）在油库周围修建截油沟，并根据储油量修建事故油池，收集事故情况下泄漏的油料，并交专业机构处置。

（2）制定严格健全的油库安全管理制度和相关人员的培训制度，规范油料运输、储存和使用的整个过程。

（3）在油罐周围修建防火堤，防火堤应有足够的容量（考虑最大降雨量），且使用不透水材料进行加固，控制防火堤上的植被，防火堤内的雨水管道上应设置阀门。

（4）设置容积不小于 800m^3 的消防水收集池，减少消防含油水对附近水域及土壤的危害，收集后的消防水外运处置。

（5）做好油库的火源管理工作。油库区严谨烟火，并定期检查可能导致火灾的火源情况，如电线等；在油品卸装时、汽车加油时均应做好巡查工作，防止抽烟等情况的发生。

（6）油库区的作业人员须穿戴抗静电工作服和具有导电性能的工作鞋。

（7）油库区应配备一定的溢油控制应急设备和器材，如堵漏器材（管箍、管卡等），防爆的抽油泵和储油容器，挖沟用阻隔工具，应急修补的专用工具和器材等，溢油检漏专用仪器和设备等。

8.4.2 炸药库风险防范措施

（1）爆破器材库应严格按照《爆破安全规范》（GB6722-2003）等有关规范的要求进行设计，库内建筑物平面布置根据使用要求和现场地形因地制宜进行，各建筑物间的相对距离严格遵循规范要求进行布置，在确保安全、方便的前提下，尽量减少土建工程量。

（2）爆破器材库应根据《爆破安全规范》等有关规范的要求，制定详尽的爆破器材日常管理方案。拟定的管理方案必须明确管理者职责，包括与有关爆破

器材使用方的关系，爆破器材日常管理规定以及安全操作规程等内容，有关规定必须符合以下基本要求：

1）派专人负责管理，舍保卫人员昼夜保卫。建立出入库检查、等级制度，收存和发放爆破器材必须进行登记，做到账目清楚、财务相符。

2）仓库内存储爆破器材数量不得超过设计容量。不允许共存的爆破器材必须分库存储，仓库内严谨存放其他物品。

3）严谨物管人员进入库区，严禁在库区内吸烟和用火，严禁将其他易燃、易爆物品带入仓库，严禁在库房内住宿和进行其他活动。

4）发现爆破器材丢失、被盗必须及时报告所在地公安机关。

（3）在爆破器材库内设置环状消防给水管网和各类消防设施。

（4）严格按照《建筑物防雷设计规范》（GB50057-1994（2000 版）），在库内设置避雷设施和各类防静电设施。

（5）严格按照相关设计规范，设置库内各类建筑物的安全防护距离。

（6）安装事故报警系统。

（7）爆破器材库与周边林地应设定一定的防火距离。

8.4.3 危险品运输事故风险防范措施

虽然发生危险品运输事故的概率很小，但由于工程所在江段下游有生产供水要求，一旦发生事故将对下游供水造成影响，因此必须加强对危险品运输的管理，运输过程中必须做好密封和安全运输，运输车辆要定时保养，调整到最佳运行状态，避免发生交通事故而造成对德厚河水体的污染。

防范危险化学品运输风险事故的最主要措施是要严格执行国家和行业部门颁布的危险货物运输相关法规。相关法规有：《危险化学品安全管理条例》、《道路危险货物运输管理规定》、《中华人民共和国民用爆炸物品管理条例》、《中华人民共和国放射性同位素与射线装置放射保护条例》、《公路交通突发事件应急预案》等。

对于德厚水库库区桥梁段，具体措施如下：

(1)在穿越德厚水库库区的路段及跨越德厚水库库区的桥梁，应设置“谨慎驾驶”警示牌，提请司机进入敏感路段，小心驾驶。

(2)应加强德厚水库移民安置交通桥两侧防撞护栏的设计，交通桥桥梁两侧各设桥面径流收集系统，两侧各设置沉淀池一座，应大于 $50m^3$。

(3)文山市各级地方政府应将防范德厚水库移民安置交通桥运输风险的应急救援问题纳入到当地道路化学危险货物运输事故应急预案。

8.4.4 社会稳定风险防范措施

针对移民搬迁后可能面临的问题，可采取以下措施：提供完善的基础设施条件，落实补偿机制，积极宣传教育，安抚原住民的情绪，为移民的搬迁打好社会基础。为移民提供职业技能培训，提供农业等专业的技术支持；组织移民与原住民间开展娱乐文体活动，增进感情；根据移民所在地区的不同，提供各具特色的种植业，引领移民发展优势种职业以致富。

8.4.5 环境事故应急预案

8.4.5.1 事故应急预案的体系定位及应急处置程序

根据国务院《国家突发公共事件总体应急预案》、《云南省人民政府突发公共事件总体应急预案》确定的全国突发公共事件总体应急预案体系的划分原则，本工程应急预案体系为突发公共事件地方应急预案和云南省及堤防环境污染和生态破坏事故应急预案。突发公共事件的应急处理程序主要包括以下 4 个方面：

（1）信息报告

特别重大或者重大突发公共事件发生后，要立即报告上级应急指挥机构并通报有关地区和部门，最迟不得超过 4 小市。应急处置过程中，要及时续报有关情况。

（2）先期处置

突发公共事件发生后，在报告特别重大、重大突发公共事件信息的同时，要根据职责和规定的权限启动相关应急预案，及时有效地进行处置，控制事态。

（3）应急响应

对于先期处置未能有效控制事态的特别重大突发公共事件，要及时启动相关元，由上一级应急指挥机构统一指挥或指导有关地区、部门开展处置工作。现场应急指挥机构负责现场的应急处置工作。

需要多个相关部门共同参与迟滞的突发公共事件，由该类突发公共事件的业务主管部门牵头，其他部门予以协助。

（4）应急结束

特别重大突发公共事件应急处置工作结束，或者相关危险因素消除后，现场应急指挥机构予以撤销。

8.4.5.2 环境事故应急预案

根据国家突发公共时间总体应急预案、云南省人民政府突发公共时间总体应急预案相关要求和说明，本工程事故应急应纳入云南省突发公共时间应急预案体系中，并据此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：A.油库区；B.炸药库区；C.环境保护目标区。

应急事件包括火灾、爆炸、油库溢油事故等。

（2）应急组织机构、人员

1）应急领导机构

根据事故发生地点，应急总领导机构为发生地所在省人民政府突发公共事件应急委员会。当事故发生时，由省及堤防共同组成应急委员会，协调指挥机构，统一领导突发公共世间的应急处置工作。

地区应急领导机构由涉及各县区的分管环保的区/县长、环保局及其他相关各协作部门负责人组成。

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、承包商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，火灾、爆炸时一般由消防队长担任现场指挥，负责指挥应激反应行动的全过程。溢油事故应急行动由安全科科长负责指挥。

3）应急救援人员及应急程序

应急救援人员包括：

A.危险源控制组：主要是负责在紧急状态下的现场抢救作业，及时控制危险源，由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成，必要时包括地方专业救护队伍。

B.伤员抢救组：负责现场伤员的搜救和紧急处理，并护送伤员到医疗点救治，由事故责任单位和施工区医疗机构负责。

C.医疗救护组：负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗，由施工区医疗机构负责，当地医院协作。

D.消防组：负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及世故后对被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成。

E.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，由建设单位和承包商安全监督部门、安全保卫人员和当地政府人员组成；

F.安全警戒组：负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责：

H.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，由建设单位和当地县区政府负责；

I.环境监测组：负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域范围和危险物质浓度，对事故造成的环境影响做出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染提供依据，并负责对事故现场危险物质的处置，由建设单位和承包商单位环境保护管理办公室和当地环保局负责；

J.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，由建设单位和承包商单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织；

K．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；

L.善后处理组：负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。

应急程序见图 8.4-1。

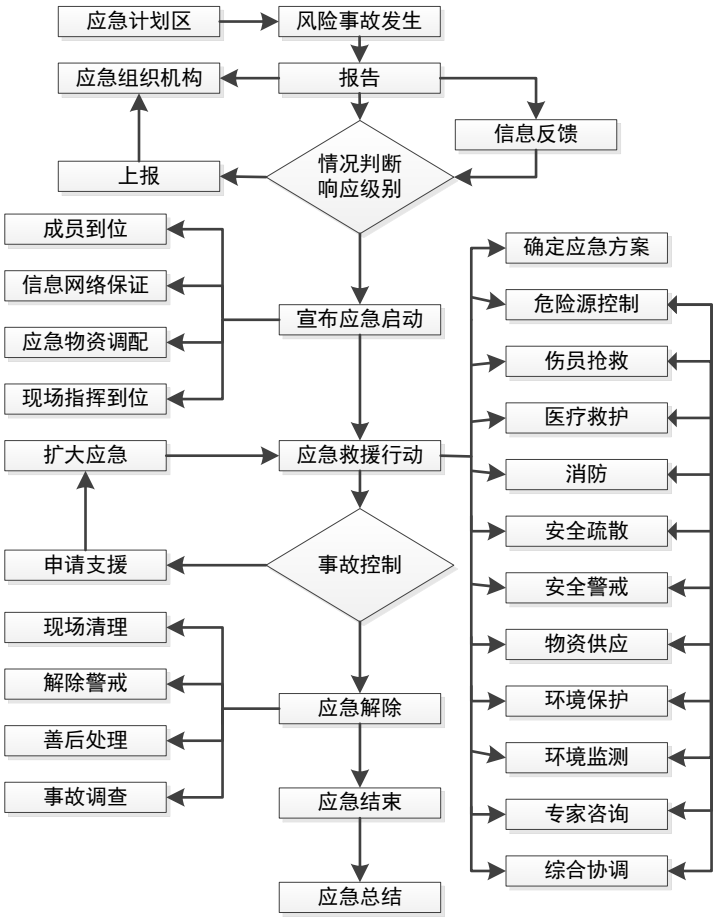


图 8.4-1 事故应急程序图

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 an 级），一

般（Ⅳ级）。针对不同事故等级，实行分级响应。

事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，其中：I 级、II 级响应：现场指挥在事故应急领导机构的统一领导下，具体安排组织重、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；现场应急指挥与应急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，做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作，适时发布公告，将危机的原因责任及处理决定公布于众，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

A．油库火灾和爆炸应急设备

主要包括专用消防水池、消火栓、灭火器、防火堤、消防车、消防水收集系统、溢油控制应急设备和器材。

B．爆破材料库火灾和爆炸应急设备

主要包括消防水池、消火栓、消防车等。

6）报警、通讯联络方式

A．报警方式：在施工封闭管理区内设置专线报警电话，设置施工区火灾警报器；当地火警电话 119。

B．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统一频道（消防频道）：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。

C.信息报送程序：发生环境风险事故时，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它相关部门、上级部门，报送方式可采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

7）应急监测、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安全防护距离、应急人员进出现场的要求、群众的疏散范围和路线等提供科学依据，确保群众和救援人员的安全防护。

8）应急防护措施

危险源控制组和消防组对事故现场进行调查取证，对事故类型、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，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处置，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

9）人员疏散、撤离组织计划

受灾区域内被围困人员由安全疏散组负责搜救；警戒区域内无关人员由建设单位配合安全疏散组实施紧急疏散。

当事故可能危及周边地区较大范围人员安全时，现场指挥应综合专家组及有关部门的意见，及时向领导小组提出实施群体性人员紧急疏散的建议，建议应当明确疏散的范围、时间与方向。

现场指挥应当及时发布事故信息，经领导小组批准，及时发布周边地区人员紧急疏散的公告；当地政府及各有关部门，应当按照领导小组的指令，及时、有序、全面、安全地实施人员疏散，妥善解决疏散人员的临时生活保障问题。

10）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；污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；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公众免受再次危害，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。

建设单位协同有关部门做好现场清洁与清理，消除危害因素。

善后处理组针对事故对人体、动植物、土壤、水体、空气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。

11）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，应急通讯等各方面的实战能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

12）公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民和施工人员进行宣传教育，并即时发布相关信息。

9 环境保护措施

9.1 水环境保护措施

9.1.1 施工期水环境保护措施

（1）施工期地表水水环境保护

1）砂石料加工系统废水处置措施

①废水排放量

本工程共设置 2 套砂石料加工系统，在大坝区及输水线路区各设置 1 套。分别产生砂石料冲洗废水 107.1 万 m^3 及 25.2 万 m^3，共 132.3 万 m^3；排放强度分别为 800.4m^3/d、337.3m^3/d。废水中主要污染物为 SS，类比同类工程 SS 浓度值约为 8000～20000mg/L，超过一级排放标准。

②处理目标

经处理后的水回用于砂石加工系统，实现水资源循环利用，废水处理目标见表 9.1.1-1。

表 9.1.1-1 砂石加工系统废水处理设计目标表

项目	砂石加工系统
设计废水处理能力	35-1000m^3/h，SS 浓度 50000mg/L
SS 处理目标	满足回用水水质 SS≤100mg/L 的要求
设计回收率	100%循环用于砂石系统或场地冲洗、洒水降尘
污泥系统	干化后运至弃渣场

③废水处理工艺方案比选及确定

结合国内大中型砂石加工系统废水处理的有效工艺实例，针对本工程砂石料加工系统废水拟定了絮凝自然沉淀法（以平流沉淀池为代表）、辐流式混凝沉淀法和 DH 高效污水净化器成套设备处理法等 3 种方案进行工艺及技术经济比较。具体见表 9.1.1-2。

表 9.1.1-2　砂石加工系统废水处理工艺技术比较表

序号	项目	方案一：絮凝自然沉淀	方案二：辐流式沉淀	方案三：DH 高效旋流净化
1	工作原理	采用重力沉降原理，废水沉淀停留时间不小于6h，沉淀池容量要求大，对于细颗粒处理效率较低	运用重力沉降原理，废水沉淀停留时间较长，加药絮凝废水沉淀时间不小于 3h，设备体积较大，处理效率略低	采用一体化组合式废水处理技术，将混凝反应、旋流分离、重力分离、污泥浓缩等功能组合运用，将废水沉淀停留时间缩短（20-30min），实现了污水快速高效处理
2	处理负荷	在沉淀池面积足够大时，对高浓度悬浮物适应能力较强	对高浓度高悬浮物废水处理浓度可高达 170000mg/L，但对处理负荷波动性适应能力相对较差	进水 SS 适应性强，浓度可高达 60000mg/L，对 SS 颗粒无要求。处理≤60000mg/L 的高浓度废水时，无需进行预处理。可以满足处理负荷水量、水质较大范围的浓度
3	排泥	所排污泥浓度含水率较高，含水率达 95%以上	所排污泥浓度高，污泥含水量<85%	所排污泥浓度高，污泥含水量<80%，排泥量较小
4	运行稳定性	运行较稳定，处理效果受沉淀物的粒径、浓度等影响	运行稳定性较差，影响因素多，如体积庞大，进水、出水难均匀，易发生断流，影响沉淀效率	运行稳定可靠，可任意启停，进水水量在 20%波动范围内不影响处理效果；而冲击负荷强，运行操作简单，可实时监控
5	日常维护保养	需人工或机械利泥，劳动强度较大	采用刮泥机，需人工清理	本体设备无转动部件，罐体内部无需保养和维护；污泥定时排放，采用快速排泥，不堵塞
6	占地面积	受场地条件限制较大，以处理能力 200m^3/h 计算，占地面积约为 300m^2	单台处理能力为 200m^3/h 的辐流式沉淀池，占地面积约 150m^2	单台处理能力 200m^3/h 的设备占地面积 16m^2
7	基建及设备费用	基建费用较高，设备费用低	基建费用较高，设备费用较低	基建费用较低，设备费用高
8	运行费用	0.3 元/t	1 元/t	1.2 元/t
9	效果	可满足砂石系统回用水质要求		

从上述方案的经济性、运行稳定性和处理效果等多方面考虑，本阶段推荐采用絮凝自然沉淀法（平流式沉砂池）处理废水。

平流式沉砂池工艺特点：具有截流无机颗粒效果好、工作稳定、构造简单、排沙方便的优点。对 SS 浓度较大的废水具有较好的处理效果，可去除相对密度 2.65，粒径大于 0.2mm 的沙粒。工艺流程详见图 9.1.1-1。

生产废水经沉砂池沉淀，去除粗颗粒物后，在沉淀池后设置调节池及抽水泵，将经过处理后的水进入调节池储存，采取废水回收循环重复利用，损耗水从河中抽水补充，与废水一并处理再用。在沉淀池附近设置干化池，沉淀后的泥浆和细

沙由污水管输送到干化池，经干化后运往附近的渣场。

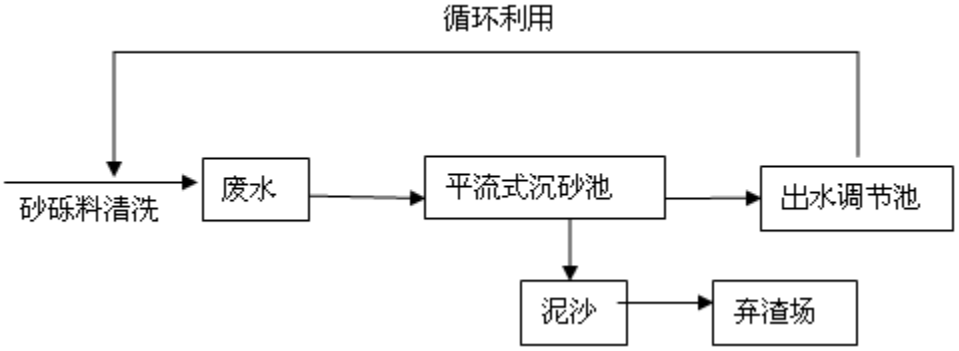


图 9.1-1 平流式沉砂池处理工艺流程

2）混凝土冲洗废水

①废水排放量

本工程共设置砼拌合系统 1 座及 7 台混凝土搅拌机，混凝土拌和浇筑的施工用水绝大部分被混凝土成品带走，产生废水的主要是混凝土养护及混凝土冲洗废水。其中在大坝区排放强度达 183.6m^3/d；输水线路区为 93.8m^3/d，分摊到各工段的排放强度为 23.4m^3/d。

②处理目标

按照处理后废水满足回用标准要求，各拌和系统产生的废水处理遵照不同用途确定其排放标准；根据《水工混凝土施工规范》（DL/T5114-2001）对混凝土养护用水水质要求，处理后的混凝土拌和废水 SS＜2000mg/L 即可满足混凝土拌和要求，处理过后的水可用于场地冲洗、降尘洒水等杂用水。

③处理工艺及设计参数

施工产生的生产废水主要以混凝土拌和罐冲洗废水、混凝土养护废水为主，混凝土拌和系统废水主要来源于混凝土转筒和料罐的冲洗废水，含有较高的悬浮物，废水 pH 值在 12 左右。

根据现场污水实际情况，处理方案中必须投加酸对废水进行中和才能回收利用，因此混凝土拌和系统废水方案比选的核心是 SS 的去除率。根据本类污水的性质，对平流沉淀池、竖流沉淀池以及砂滤池三种方案进行比选。

方案一：平流沉淀池结构简单，投资小，但处理效果一般，占地较大。

方案二：竖流沉淀池占地少，但池体要求较深，施工困难。此外，对冲击负荷适应能力较差，不适宜处理瞬时废水。

方案三：砂滤池处理同等水量的污水时，占地要求较大，但处理效果良好，经处理的水可达到排放标准。

基于本工程混凝土养护及拌和系统冲洗废水的特征，选用平流沉淀池方案进行处理。具体处理方法在平流沉淀池内采用间歇式自然沉淀的方式去除易沉淀的

砂粒，在混凝土施工集中的施工点修建简易中和池和沉淀池。混凝土拌和废水处理工艺可简单概况如下工艺流程图 8.1.1-2。工艺设计参数详见表 8.1.1-3。

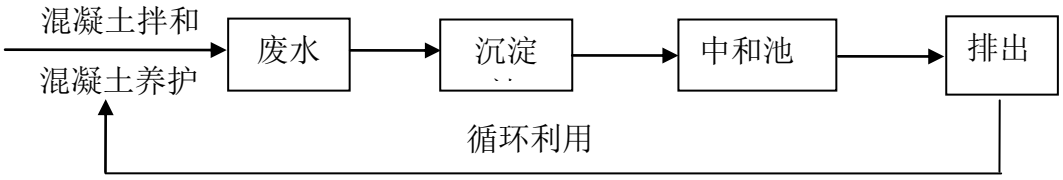


图 9.1.1-2 混凝土冲洗废水处理工艺示意图

表 9.1.1-3 混凝土拌和废水处理系统构筑物设计参数

构筑物名称	主要工艺参数
沉淀池	设计去除率 80%，停留时间 6.0h，清泥周期 15d
中和池	设计投加酸性中和剂进行中和，调节 PH 值
清水池	停留时间 6h

④处理设施尺寸及设备

在枢纽区混凝土拌和站修建 1 套处理系统，根据处理工艺，修建调节沉淀池、中和池、清水池各一座，内壁混凝土衬砌 25cm，每套处理系统配潜污泵 2 台，其中一台备用。

表 9.1.1-4 混凝土拌和冲洗废水处理构筑物设计

构筑物	尺寸（长×宽×深）	数量	土石方开挖(m^3)	C25 混凝土衬砌(m^3)	备注
沉淀池	12 m×8 m×2.5m	1 座	1080	50	考虑 1d 冲洗废水容量
中和池	12 m×8 m×2.5 m	1 座	1080	50	考虑 1d 冲洗废水容量
蓄水池	12 m×8 m×2.5 m	1 座	1080	50	考虑 1d 处理清水容量
潜污泵		2 台	/	/	1 用 1 备

输水线路施工使用移动式混凝土搅拌机，考虑实际施工强度，在每个移动式混凝土搅拌机处设置一个 0.5m³的沉淀桶。沉淀桶装置如图 9.1.1-3

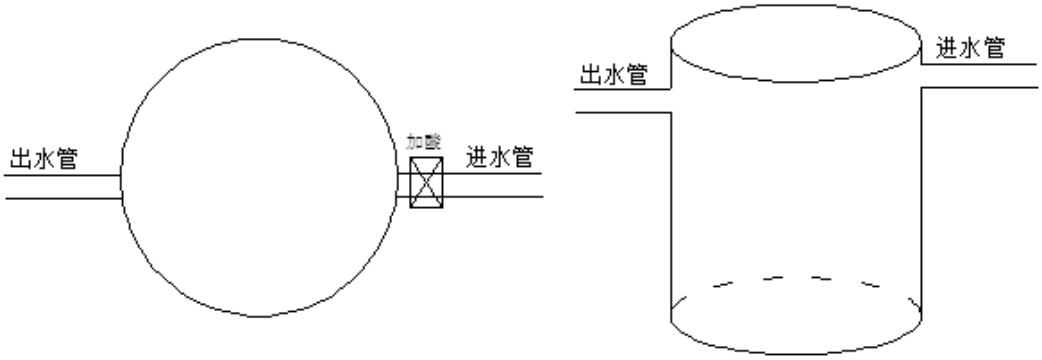


图 9.1.1-3 混凝土加工废水沉淀桶装置图

⑤运行管理与维护

A.为收集拌和站加水、拌和中散落的水，需在作业区周边设截水沟，将散落水集排入处理系统。

B.根据废水处理效果，必要时投加絮凝剂。在污泥沉淀到一定程度则换备用处理系统，原沉淀池的污泥进行自然干化，干化后用抓斗机抓取装运载斗车运输至料场回填。

C.由于混凝土拌和废水处理设施简单，在运行过程中主要注意定时清理调节沉淀池中的泥沙，及时投加酸性中和剂。将管理和维护工作纳入混凝土拌和系统统一安排，不另设机构和人员。

3）机修和冲洗含油废水处理措施

①废水排放情况

本项目在枢纽区设置有一个机械维修和保养场，设在生产生活区之内。输水线路区由于施工机械较少，且施工场地较为分散，不再设机械维修保养场，输水线路区施工机械的维修保养主要依托城镇内现有的维修企业进行。机械维修保养过程中将产生一定量的机修和冲洗废水，机修和冲洗废水主要污染因子为 SS 和石油类，污染物浓度：SS 约 2000mg/L，石油类 120mg/L。本工程总排放强度最高为 121.0m^3/d，其中大坝区 104.8m^3/d，输水线路沿线约 16.1m^3/d。

②处理目标

含油废水处理目标是对含油废水进行油水分离，出水石油类浓度小于 5mg/L，处理后的废水回用或用于洒水降尘。

③处理工艺比选及设计参数

方案一：采用小型隔油池（间歇处理并投加混凝剂）。废水中的悬浮物及石油类在沉淀池内经絮凝沉淀后得以去除，其特点是构造简单，造价低，管理也方便，仅需定期清池。

方案二：采用成套油水分离器。其特点是油水分离效果好，油份回收率和去除率高，适用于高含油量废水，能满足机修系统承担大修任务时石油类高峰浓度达标排放要求，但设备投资高，修理保养要求高。

考虑到保养站废水排放量少，采用方案一处理。

小型隔油池处理方案需要修建一个处理池，含油废水通过集水沟自流进入处理池。在处理池入口处设置隔油材料，含油废水经过隔油材料自流进入水池，蓄满后回收浮油，停留 12h 以上到第二天排放，处理后的废水用于施工道路洒水降尘。该处理构筑物简单，没有机械设备维护的问题，在运行过程中只要注意定时清洗、更换隔油材料及清池，按时回收浮油。小型隔油池处理方案流程见图 9.1.1-4，处理池剖面见图 9.1.1-5，工艺设计参数详见表 9.1.1-5。

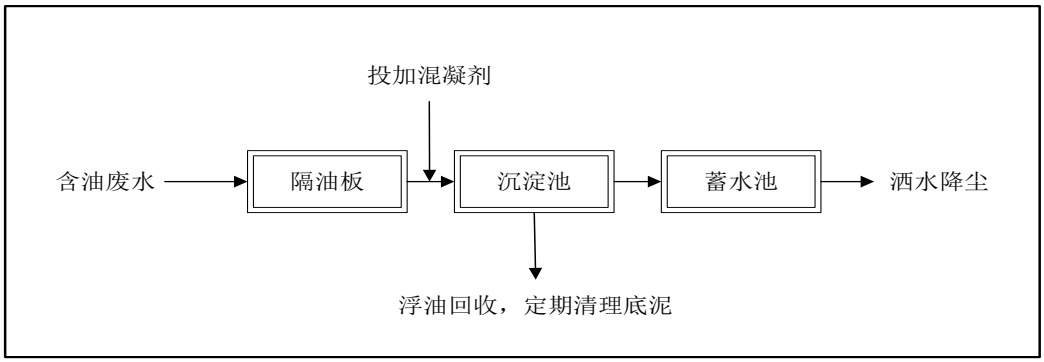


图 9.1.1-4 含油废水处理工艺流程图

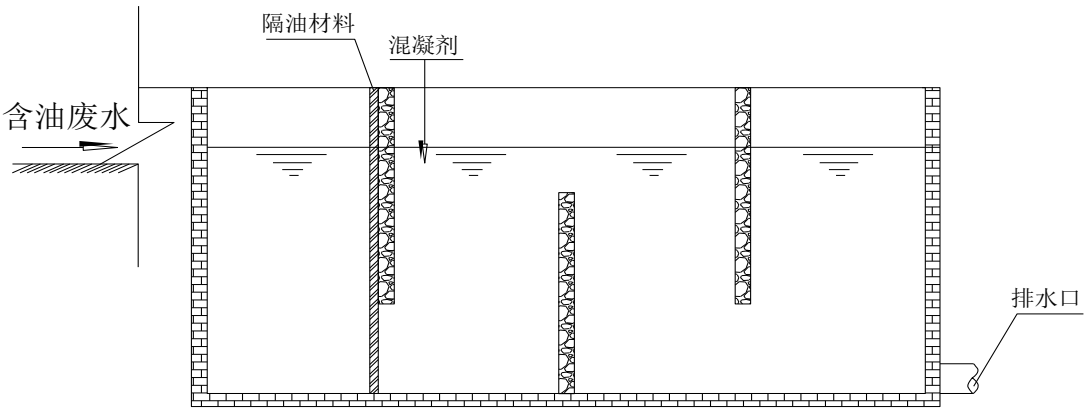


图 9.1.1-5 处理池剖面图

表 9.1.1-5　　含油废水处理系统构筑物设计参数

构筑物名称	主要工艺参数
隔油池	设计去除率 80%，停留时间 1.0h，隔油材料更换周期根据使用情况确定
沉淀池	设计去除率 90%，投加混凝剂，停留时间 12h，浮油回收，定期清理底泥
蓄水池	以容纳 6d 废水量设计

④处理设施尺寸及设备

本工程设置了一个机械维修和保养场，根据小型隔油池处理工艺，修建一座矩形处理池，内用隔油材料分割为隔油池和沉淀池，分别以 1d 和 2d 废水量修建，蓄水池按照 6d 废水量设计。各处理池内壁混凝土衬砌 25cm，配潜污泵 2 台，其中一台备用。处理设施工程量见表 9.1.1-6。

表 9.1.1-6 含油废水处理系统构筑物设计

构筑物	尺寸（长×宽×深）	数量	土石方开挖(m^3)	C25 混凝土衬砌(m^3)	备注
矩形处理池	10 m×6 m×2m	1 座	540	31	包含隔油池和沉淀池
蓄水池	15 m×8m×2 m	1 座	1100	53	按 6d 废水量
潜污泵		2 台	/	/	1 用 1 备

⑤废水回用方案可行性分析

废水经隔油池实现油水分离，在沉淀池内废水中的悬浮物及石油类经絮凝沉淀后得以去除，预计出水中石油类浓度小于 5mg/L，SS 浓度小于 50mg/L，满足回用于机械及车辆冲洗废水的水质要求。因此，本处理方案可行。

⑥运行管理与维护

A.要求在设备停放场附近设置专门的集中冲洗场，冲洗废水通过集水沟进入隔油池处理，油污定期清理。

B.严禁将含油废水直排周边环境。

C.由于含油废水量很小，处理构筑物简单，没有机械设备维护问题，在运行过程中注意定时清理沉淀池、清洗及更换隔油材料、回收浮油；管理和维护工作纳入机械修配保养站内统一安排，不另设机构和人员。

D.施工结束后待沉淀池蒸发完后进行池底清理，清理废渣运到料场回填，清理后将沉淀池覆土填埋。

4）施工人员生活污水

①生活污水排放量

本工程共设置 8 个施工人员生活区，其中枢纽区设 4 个（1 个位于大坝下游右岸为主要的施工人员生产生活区，1 个为石料场及砂石料加工营地，2 个坝址灌浆防渗施工生产生活区），4 个输水线路生产生活区。枢纽区及咪哩河库区灌浆防渗施工生产生活区生活污水排放强度 60.2t/d，石料场及砂石料加工营地 4.0t/d，输水线路 4 座营地 69.6t/d，单个营地 17.4t/d。

②处理目标

出水水质要求 COD≤200mg/L、BOD_5≤100mg/L；处理后的水用于附近施工作业区或施工道路区降尘用水。

③处理工艺比选及设计参数

方案一：化粪池承担着调节池和厌氧处理的功能，接触氧化为好氧单元，两者连用即可去除有机物，还可实现脱氮。本方案具有造价低、运行费用低等优点，适用于污水量较小、排放标准要求不高的工程，在各种水利工程较为常用。

方案二：成套生活污水处理设备：成套生活污水处理设备一般包括调节池、

生化处理池以及沉淀池等处理单元，其技术核心是二级生化处理。通过将水处理构筑物设备化，形成产品从而易于安装和推广。大多数的一体化污水处理设备均具有较好的工程应用基础。设备普遍具备占地小、自动化程度高等优点，运行温度要求不低于 16℃，设备出水水质能够达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级排放标准，但投资较高运行管理需要一定技术。

根据工程实际情况及同类工程经验，坝下生产生活区的规模最大，容纳的施工人员最多，本阶段拟定对其采用一体化污水处理设备进行处理；输水线路生产生活区分布较为分散，单个施工区污水排放量较小，选用化粪池进行处理。生活污水进入进入调节沉淀池或成套设备处理装置前，应分类进入化粪池和隔油池预处理。处理后的清水回用于绿化、场地清扫等用途。生活污水处理工艺流程见图 9.1.1.-6。

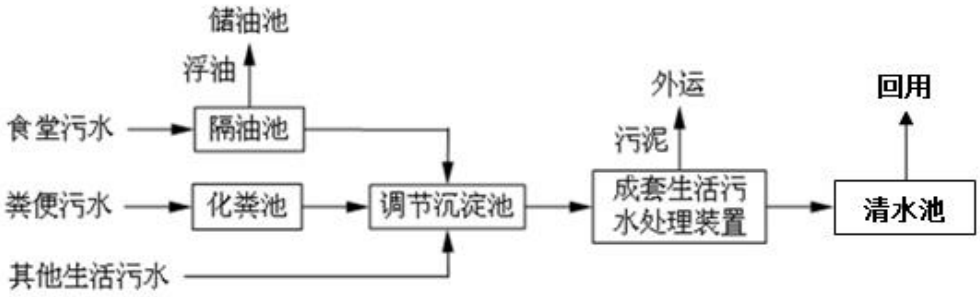


图 9.1.1-6 生活污水处理工艺流程图

化粪池《钢筋混凝土化粪池图集（03S702）》，按无地下水顶面可过汽车、有覆土标准设计，隔油池根据《小型排水构筑物图集（04S519）》设计，调节沉淀池考虑 6h 水量，污水小时变幅取 2.5，考虑 0.3m 的超高，成套设备根据处理规模进行初步选型，设计结果见表 9.1.1-7。

表 9.1.1-7 生活污水处理设施设计表

生产生活区	营地数量	设计处理能力	化粪池推荐选型	隔油池推荐选型	调节沉淀池	成套设备推荐选型
大坝下游右岸布置区	1	5 m^3/h	1 座 G5-12QF	GG-1	3m×2m×1.5m	WSZ-AO-5
石料场及砂石料加工营地	1	1.5 m^3/h	1 座 G2-4QF	GG-1	2m×1.5m×1.5m	/
输水线路施工区	4	2 m^3/h×4	4 座 G3-6QF	GG-1	2m×1m×1.5m	/

④运行管理措施

施工结束后应对化粪池进行清运、消毒、掩埋等处理，以消除对环境的影响。冬季不施工时，须将池内污泥污水清排干净，防止化粪池冻裂。

化粪池处理技术含量低，仅需要定期清掏，用于农肥或农田灌溉。。若日常管理维护不到位，会出现沼气中毒、爆炸等不安全隐患，需做到定期检查和定期清掏，杜绝危险事故发生。化粪池管理须纳入施工区统一管理，不另设机构和人员。

5）基坑排水

①废水排放特征

基坑初期排水量大、历时短等特点，主要污染物为 SS，浓度略高于相邻水体。经常性排水中主要为围堰渗水、混凝土养护水，该部分废水中不含有毒有害物质，主要污染物主指标为 SS 和 pH 值，SS 浓度分别大于 2000mg/L、PH 在 8～12 之间。

②处理目标

基坑废水中含沙量得到控制，减少水土流失量，并调节废水酸碱度。

③实施方案及工艺

基坑初期排水量大、历时短等特点，从技术经济角度分析，对基坑初期排水进行处理是既不经济也不现实的。根据其它水利项目对基坑初期排水的处理经验，仅向基坑投加聚合氯化铝絮凝剂，让坑水静止沉淀 2h 后悬浮物浓度一般能降到 200mg/L 以下，对初期排水中的 SS 消减作用显著，而后抽排入江河。

基坑经常性排水量大且不易收集，考虑该部分水中不含有毒有害物质，拟采取在基坑水汇集到一定程度后向基坑投放一定量絮凝剂，让基坑水静置沉淀 48h 后用水泵抽出排抽。

6）灌浆废水处理

采用环保型自动制浆站进行集中制浆。

（2）施工期地下水环境保护措施

由于德厚水库建设目的和任务的特殊性，导致德厚水库的建设对其水质有一定的要求，必须达到地表水III类水以上标准的要求。在库区集水范围内，存在 11 个涉重工矿企业，其中对库区集水范围内水质有影响的 9 个涉重工矿企业（包括其选矿厂、渣厂、尾矿库等）均已关停，但是其矿渣、生产废水、溶滤水等仍遗留在原地，对周围地下水及库区水质存在或多或少的影响。为了减小其对周边地下水和库区水质的危害，现提出以下环境保护措施：

1、对于已停产并且未做任何防渗措施，直接将矿渣、生产废水堆积在原地的工矿企业，将其遗留在原地的矿渣、生产废水等清除至库区影响范围之外，并做防渗措施，避免其对新址周围环境的再次危害。

2、对于已停产，并且有防渗措施的工矿企业也要将其矿渣和生产废水、溶滤液等清除至库区影响范围之外，并重新做防渗措施。但此类工矿企业可在未做

防渗措施的工矿企业重新选址并迁移之后再进行重新选址迁移，在此之前，要定期检查其防渗措施的完整性，避免其防渗帷幕破损，矿渣、溶滤液中的重金属进入地下水，对当地地下水产生影响。

3、对于涉重工矿企业已经污染的地下水和土壤进行治理和搬运处理：对于受污染地下水，可在受污染的水体下游布设一排抽水井，将受污染水体抽出、处理。对于受污染的土壤，可直接搬运至库区影响范围外，进行专门处理。

4、在水库施工期和运行期，对库区集水范围内泉点进行长期观测，定期监测其流量和水质的变化。分别监测丰水期、平水期、枯水期泉点流量的动态变化，以及水质的变化，可由水库建设单位和相关检测单位共同完成。

9.1.2 水库建设及蓄水准备期

鉴于评价区地表水及地下水水质监测结果均不满足集中式饮用水源地要求，因此在水库建设及蓄水准备期须积极开展库底清理工作，开展污染防治规划及水源保护规划的相关落实工作，确保水库水质满足集中式饮用水源地要求。

1）库底卫生清理

为保护德厚水库库区水质，使其满足III类水水质保护目标，在水库蓄水 3 各月前完成水库库底清理工作。库底卫生清理的范围与对象主要包括：居民迁移线以下库区（不含影响区）；居民迁移线以下至死水位以下 3m 的库区需要进行建（构）筑物的清理；正常蓄水位平水线以下库区进行林木砍伐，以及林地、迹地和漂浮物的清理。对居民区、集贸市场、仓库、码头、垃圾场和耕作区水库取水前进行灭鼠。淹没厕所、粪池、垃圾地、猪牛栏、污水沟等的清理与消毒处理；淹没坟墓的清理与消毒处理。对于正常蓄水位 1377.5m 以下的工矿企业遗留矿渣、产成品以及原矿等的清理；淹没线下堆存固体废弃物和生活垃圾的清理及堆放场址的消毒处理；医疗卫生机构拆迁旧址的消毒处理；有条件区域农耕地表层土壤的清理（移土培肥）；

2）水污染防治措施

A.落实《盘龙河流域综合治理总体规划》污染防治规划方案

《盘龙河流域综合治理总体规划》污染防治规划方案提出了污染防治、生态恢复与建设、环境监督管理等三大类整治措施及对策，其中污染防治主要从集中式饮用水源污染防治、工业企业污染防治、城镇生活污染治理、农村农业面源污染控制等四个方面对流域内的各类主要污染源提出系统的整治措施，生态恢复与建设主要包括防护林体系建设、水土保持、石漠化治理、河道综合整治等四个方面，分别提出减少水土流失、提高森林覆盖率、改善区域生态环境及景观等的工程措施，环境监督管理包括从产业政策与结构调整、工业及工业园区监督管理、

环境监管能力建设等角度提出了相应的对策措施。

加强和完善库周城镇污水处理厂建设和运行管理，文山市政府应落实《盘龙河流域综合治理规划》以及《德厚河流域水污染防治规划》里规划的德厚镇、马塘镇等污水处理厂的建设，确保德厚镇污水处理厂、马塘污水处理厂在德厚水库蓄水前建成运行。另外，德厚水库在向马塘工业园区供水前，遵循先节水后通水，先治污后通水等原则，马塘工业园区污水处理厂、马塘工业园区废水处理及回用一、二期工程均须建成运行。对供水区马塘工业园区应尽快建设运行集中式污水处理厂及配套管网，提高工业废水处理率，保障废水达标排放，严格按照总量控制的要求控制入盘龙河干流污染负荷。

B.落实《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》中规划的项目

由于德厚河流域内存在着 12 家涉矿企业以及面源污染问题，这些企业的遗留矿渣及生产废水对德厚水库水质安全造成严重环境风险隐患，其中的大凹子煤矿、土基冲铁矿选矿厂生产废水直接排入咪哩河干流，处于蒙自境内的白牛厂及蒙自冶炼厂矿区地表径流存在重金属超标问题，均对现状水质超标造成直接影响。鉴于这些涉矿企业均处于拟建德厚水库淹没区之外，根据“谁污染谁治理”的原则，地方政府应负起环境治理的责任。为此，为解决涉矿企业等对德厚水库建设构成的环境制约因素，文山州政府委托有关部门编制并随后批准了《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》。

德厚河流域污染治理规划对德厚河流域内污染源进行了调查，发现目前流域内除存在农村生活、畜禽养殖和农田面源污染外，还存在 12 家点状污染源，即：金驰砒霜厂、文山市星金铁矿磁选厂、兆龙工贸有限责任公司、水结煤矿、大凹子煤矿、土基冲铁矿、乐西煤矿、金和冶炼厂、薄竹多金属选厂、中泰锰业老乌锰矿、文山盛禾矿业有限公司以及红河州的蒙自矿冶有限责任公司。为保障德厚水库水质稳定达到III类水质标准，提出了划设德厚水库饮用水水源保护区及流域水污染防治工程两大类措施。其中在流域水污染防治工程中，针对以上影响德厚水库水质的 3 类污染源，分别提出了相应的治理方案，其中：1）对在文山州境内的 9 家工矿企业提出涉矿企业污染防治工程，这也是整个流域水污染防治规划中的重点及优先治理工程，其治理思路为对涉矿企业遗留的一般工业废渣进行原位封场及生态恢复处置，对危险废渣进行清运送至回收利用或危险废物安全处置场进行安全处置后填埋；对生产废水进行处理后达标排放或回用。该部分污染防治工程总投资额 19264 万元，拟于 2014-2016 年期间完成。2）对农村面源污染采取农村面源污染防治工程，主要包括在保护区内开展“一池三改”、统一收集生活垃圾并送至马塘镇垃圾填埋场集中处理、推进生态型畜牧养殖业发展、开展村

落生活污水收集与处理等措施。该部分工程总投资额 5015 万元，拟于 2016-2018 年期间完成。3）对农业面源采取农业面源污染防治工程，主要采取推广建设分散式单室沤肥池 10000 座。该部分工程投资额约 3000 万元，拟于 2020-2025 年期间完成。德厚河流域水污染防治规划工程项目总投资为 27739 万元，各工程分项投资详见表 2.1-3。

鉴于涉矿企业等对德厚水库建设的环境制约因素，《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》中规划的项目均须在水库蓄水前建成运行。同时，根据《西南五省(自治区、直辖市)重点水源工程近期建设规划》以及国家环保部“关于《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划环境影响报告书》的审查意见”（环审 2011〔201〕号），为落实《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》中的相关项目，须由业主委托专业部门针对与德厚水库建设密切相关的治理项目编制详细的水污染防治方案，并明确水污染防治方案的资金保障来源。

C.及时全面地落实已批复的《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》中的治理项目、关停措施、污染治理措施等。

9.1.3 运行期水环境保护措施

（1）分层取水

本工程引水隧洞取水塔按分层取水设计，为五边形棱柱体，塔中心设直径为 4m 的圆筒水井，每边井壁厚 3m。结合水库水温分析及工程布置等考虑，分四层取水，各层取水口孔口尺寸 1.5m×1.5m，底板高程分别为 1368.50m、1358.50m、1347.80m 及 1337.30m。分层取水设施示意图见图 9.1-5 及 9.1-6。

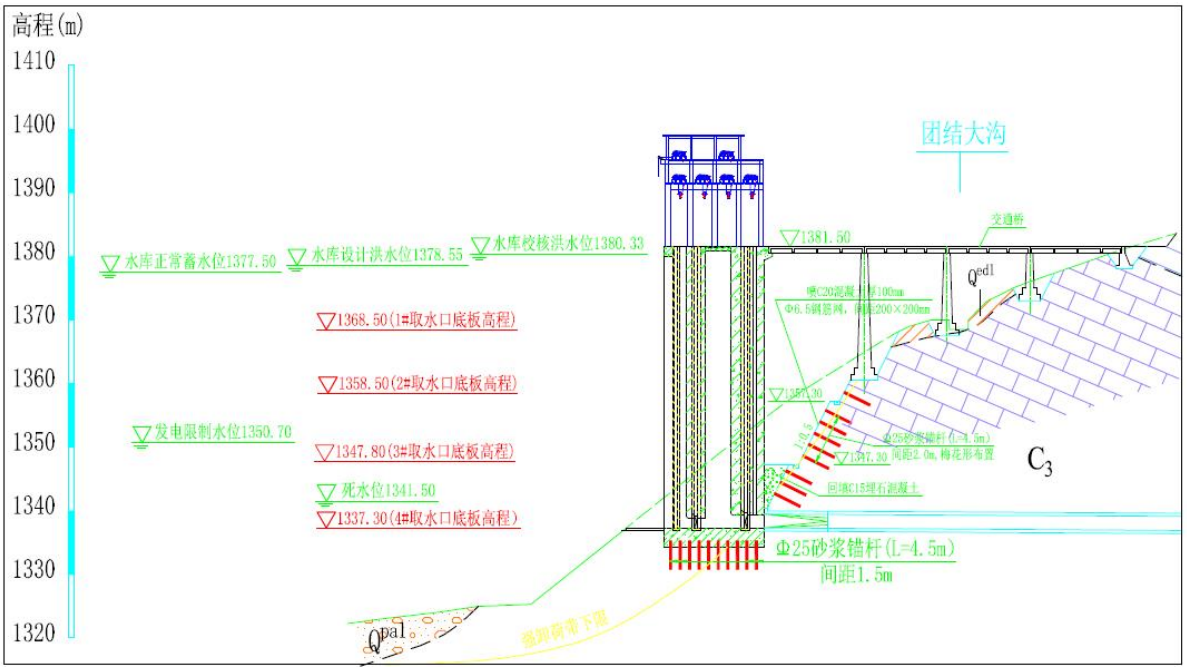


图 9.1-5 引水隧洞取水塔分层取水设施示意图

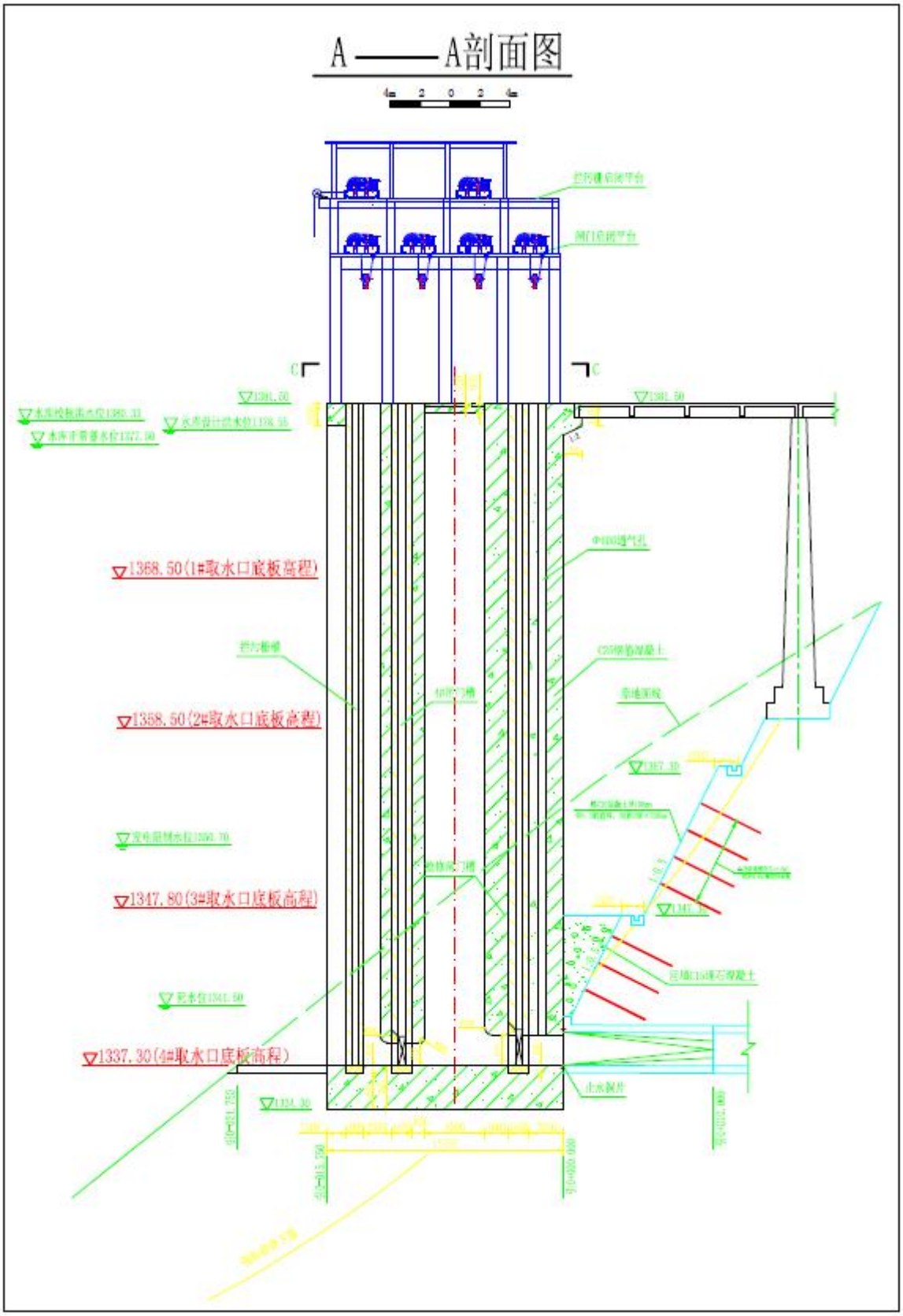


图 9.1-6 取水塔分层取水设施剖面示意图

（2）划定饮用水源保护区

按照饮用水地表水源保护区划分原则以及饮用水水源保护区划分技术规范（HJ/T338-2007）的要求，与云南省环境保护局下发的饮用水水源地保护区划分技术要求的规定，并结合库区的污染负荷，制定出德厚水库水源地饮用水功能区划分方案。一级保护区范围为，水域范围：水库取水口半径 500m 范围内的水域 0.21 平方公里；陆域范围：水库取水口侧正常蓄水位线以上 200m 范围的陆域，面积 0.22 平方公里。二级保护区水域范围为一级保护区外径向距离 2000m 范围内的水域，面积 1.56 平方公里；陆域范围：一级保护区外距离 3000m 范围内的陆域，陆域边界不超过相应的流域分水岭范围，面积 18.12km^2。准保护区的水域范围为德厚水库 1377.5m 正常蓄水位以下一、二级保护区以外的库区水域，面积 5.01km^2；陆域面积为库区周边山脊线以内及主要入库河流上溯 3000m 的汇水区域，面积：74.81km^2。制定水源保护区管理条例，严格按照保护区管理条例开展德厚水库水源保护工作，确保供水安全。划分方案见附图 24。各级保护区范围及组成见表 9.1.3-1。

表 9.1.3-1 德厚水库饮用水源地保护区划分方案

保护区级别	保护区范围	
	水域	陆域
一级	取水口半径 500m 范围内水域 面积：0.21km^2	取水口侧正常蓄水位线以上 200m 范围内的陆域 面积：0.22km^2
二级	一级保护区外径向距离 2000m 范围内的水域 面积：1.56km^2	一级保护区外距离 3000m 范围内的陆域，陆域边界不超过相应的流域分水岭范围 面积：18.12km^2
准保护区	德厚水库 1377.5m 正常蓄水位以下一、二级保护区以外的库区水域 面积：5.01km^2	库区周边山脊线以内及主要入库河流上溯 3000m 的汇水区域 面积：74.81km^2

根据 2010 年 12 月 22 日修订后的《饮用水水源保护区污染防治管理规定》，对各级保护区及准保护区的管理规定如下：

第十一条饮用水地表水源各级保护区及准保护区内均必须遵守下列规定：

一、禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动。

二、禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其它废弃物。

三、运输有毒有害物质、油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入保护区，必须进入者应事先申请并经有关部门批准、登记并设置防渗、防溢、防漏设施。

四、禁止使用剧毒和高残留农药，不得滥用化肥，不得使用炸药、毒品捕杀鱼类。

第十二条　饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须分别遵守下列规定：

一、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、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。

三、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。

考虑到德厚水库处于岩溶发育区，德厚水库各级保护区及准保护区内也须遵守地下水源保护区中的相关规定：

第十八条　饮用水地下水源各级保护区及准保护区内均必须遵守下列规定：

一、禁止利用渗坑、渗井、裂隙、溶洞等排放污水和其它有害废弃物。

二、禁止利用透水层孔隙、裂隙、溶洞及废弃矿坑储存石油、天然气、放射性物质、有毒有害化工原料、农药等。

三、实行人工回灌地下水时不得污染当地地下水源。

第十九条　饮用水地下水源各级保护区及准保护区内必须遵守下列规定：

一、一级保护区内

禁止建设与取水设施无关的建筑物；

禁止从事农牧业活动；

禁止倾倒、堆放工业废渣及城市垃圾、粪便和其它有害废弃物；

禁止输送污水的渠道、管道及输油管道通过本区；

禁止建设油库；

禁止建立墓地。

二、二级保护区内

（一）对于潜水含水层地下水水源地

禁止建设化工、电镀、皮革、造纸、制浆、冶炼、放射性、印染、染料、炼焦、炼油及其它有严重污染的企业，已建成的要限期治理，转产或搬迁；

禁止设置城市垃圾、粪便和易溶、有毒有害废弃物堆放场和转运站，已有的上述场站要限期搬迁；

禁止利用未经净化的污水灌溉农田，已有的污灌农田要限期改用清水灌溉；

化工原料、矿物油类及有毒有害矿产品的堆放场所必须有防雨、防渗措施。

三、准保护区内

禁止建设城市垃圾、粪便和易溶、有毒有害废弃物的堆放场站，因特殊需要设立转运站的，必须经有关部门批准，并采取防渗漏措施；

当补给源为地表水体时，该地表水体水质不应低于《地表水环境质量标准》III类标准；

不得使用不符合《农田灌溉水质标准》的污水进行灌溉，合理使用化肥；

保护水源林，禁止毁林开荒，禁止非更新砍伐水源林。

（3）制定应急预案

从水源地供水安全的角度出发，制定水源保护应急预案，确保供水安全。

安装水质在线监测系统一套，随时掌握水质动态，及时发现问题，从水源地供水安全的角度出发，制定水源保护应急预案，确保供水安全。

（4）输水线路水质保护措施

德～平输水线路以明渠为主，涉及明渠 13 段，总长 1395m，占输水线路全长的 75.4%。运行期需加强明渠段输水线路水质监管力度，安排专人对渠道进行巡视，防止生活污水、农田退水进入渠道，禁止向河道内倾倒固体垃圾，及时处理污染水质的现象，另外，在村庄附近的渠道建议加盖板避免水质被污染。

同时，需定期对输水管线进行检修维护，避免渗漏、管线破裂、污染物溶入水体等水质污染现象。

（5）受水区水质保护措施

加强受水区农业面源治理力度，合理控制化肥施用量，提高农业灌溉效率，从而减少灌溉回归水造成的水质污染；工业废污水需集中收集，经处理达标后，方可排放；集镇设置生活污水收集管网、污水处理厂，对集镇生活污水进行集中处理。

（6）电厂生产、生活污水处理

电站生活区布置在生产生活营地内，污水排放量约为 $3.4m^3/d$。电厂生活区内排水均采用雨污分流制。各单独建筑产生的生活污水经化粪池的沉淀和降解后排入生产生活营地内设置的一体化生活污水处理设施进行处理。

（7）水环境监督管理

应加强库周水环境管理力度，制定库区水质保护规划，确保库区水质达到功能区水质要求。建立水污染事故应急处理程序，增强监督执法快速反应能力。建

立完善的德厚水库库区水环境监测体系，重点监测库区污染源排污情况和水环境质量状况，为德厚水库水环境监督管理服务。

9.1.4 生态流量泄放保障措施

坝址处生态流量汛期6～11月按坝址断面多年平均流量的30%下泄，为1.086 m³/s；枯期12～5月按坝址断面多年平均流量的10%下泄，为0.602 m³/s。在工程施工建设及运行期的不同阶段，生态流量的泄放保障措施如下：

9.1.4.1 施工期

根据施工组织设计，导流泄洪隧洞拟安排在第一年7月至第二年11月进行，其导流方式采用在隧洞进出口设置浆砌石围堰挡水，该阶段利用原河床过流，不存在生态流量泄放保障问题。在导流泄洪隧洞完工并具备过流能力后，开始进行大坝截流，准备进行水库大坝坝基开挖。在此期间至蓄水初期，大坝施工导流均采用围堰一次断流，导流泄洪隧洞导流方式。导流专用隧洞进口断面为 3.0m×3.5m（宽×高）的城门洞型，对上游来水不产生拦蓄作用，可以满足坝址断面下泄生态流量的需要。

在施工期不同阶段，分别通过原河床过流及导流泄洪隧洞导流的方式对上游来流的下泄基本不产生影响，不会影响生态流量的下泄。

9.1.4.2 蓄水初期

按施工组织设计，德厚水库工程于第5年5月初开始水库蓄水，并对导流专用隧洞进行封堵，根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2004）的规定，下闸蓄水保证率为80%，按照本工程设计径流年内分配成果，5月份80%的流量为1.35m^3/s，从导流洞进口高程1324.00m（对应库容1.1万m^3）蓄水到引水隧洞进口底板高程1337.3m（对应库容152.0万m^3）约需16天。

为了保障导流隧洞封堵期间的生态流量下泄，采用从水库内抽水到发电引水隧洞，再从发电引水隧洞自流到下游的方式进行供水。按照枯期设计生态流量0.61 m^3/s，选择一台S型双吸离心泵（600S47JA）作为抽水设备。在水库蓄水位达到发电引水隧洞底板高程后，生态流量则先经发电引水隧洞引水至坝后电站进水压力钢管，再经布置于发电支管旁边的生态放空管，经消能后进入电站尾水渠后归入河道，生态流量管管径0.75m，长100.9m。

9.1.4.3 运行期

在水库运行期，一般情况下，生态流量下泄通过发电引水隧洞引水经电站发电后以电站尾水的方式进入下游河道。为了保障生态流量下泄，尤其是枯水期的生态流量下泄，专门对坝后电站的装机进行了优化，采用一大（1800KW）、一

小（400KW）配备，以专门适应枯水期的小流量下泄。在电站检修不发电的情况下，生态流量则由发电支管侧的生态放空管分出，经消能后进入电站尾水渠后归入河道。

总之，在工程的施工建设期、蓄水初期以及运行期均能保障生态流量的下泄。

9.2 生态保护措施

为维持区域生态平衡，保护工程区内的生物多样性，对工程区内要采取生态保护的避免、减缓及恢复措施。

9.2.1 生态避免措施

（1）陆生生态避免措施

预防优先是生态保护的基本原则，在工程施工过程中，必须采用正确的预防措施，降低工程对生态系统和生物多样性的破坏。在施工期间，施工人员进驻施工、施工活动会对野生动物、鸟类等正常的栖息产生一定影响，采取预防性的生态保护措施非常必要。

主要措施如下：

1）在大批施工队伍到达前应制作保护生态环境和陆生动物的醒目宣传牌标；为消减施工队伍对植被和土壤以及野生生物的影响，拟在各施工区内设置警示牌，标明施工区，禁止到非施工区域活动。

2）在施工人员进入后及整个施工期间应经常进行《野生动物保护法》、《森林保护法》等有关的法律教育。在施工期间对施工人员和附近居民加强施工区生态保护的宣传教育，以公告、宣传册等形式，加强对施工人员的培训教育，严禁施工人员非法猎捕保护动物及其他野生动物，禁止施工人员捡拾鸟蛋等，以减轻施工对当地陆生动植物的影响。严禁乱捕乱猎野生动物，做到违者必究。

（2）水生生态避免措施

1）禁止施工人员在在施工区水域捕捞任何水生动物。

9.2.2 生态减缓措施

（1）陆生生态减缓措施

1）开工前对施工临时设施要进行细致的规划，以达到既少占农田、林地，又方便施工的目的。

2）严格按照设计文件确定征占土地范围，进行地表植被的清理工作。

3）严格控制土石料场、管沟及隧洞开挖施工作业面，避免超挖破坏周围植被。

4）工程施工过程中，要严格按设计规定的取土场、石料场、弃渣场进行土

石方作业；严格控制取土面积和取土深度，不得随意扩大取土范围及破坏周围农田、植被。

5）本工程有大量土石方挖掘和回填，完工后施工临时占地要恢复为原有植被，在施工过程中要做好土壤的保护措施：在挖掘中，表层土壤单独存放，按顺序回填覆盖，以利于工程完成后农田复垦和植被的恢复。

施工中土石方开采量大的项目应避开暴雨，减少冲刷，减轻水土流失。

（2）水生生态减缓措施

德厚河平均流量约 1.0m³/s 左右，最枯月(6 月)平均流量 0.73m³/s，最丰月(9 月)平均流量 1.53m³/s，其支流咪哩河在季节常有断流现象。由于流量较小，且河道无明显大塘，评价区鱼类主要分布于其下游干流盘龙河中，德厚河(含咪哩河)的鱼类主要为盘龙河的鱼类上溯而来，繁殖季节由于水量太小甚至断流，鱼类上行的可能性不大，所以大坝阻隔影响并不明显，结合评价河段鱼类种类组成及分布状况，本评价认为德厚水库大坝没有必要建设过鱼设施。因此，本项目主要采取以下水生生态减缓措施：

1）对施工期产生的生产生活废水进行有效治理后达标排放，避免对水体水质造成污染，影响鱼类生长繁殖；对施工队伍加强环境保护宣传教育，禁止施工人员捕捞河道鱼类资源。

2）根据“关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知”（征求意见稿），德厚水库属多年调节水库，水温结构为过渡型，工程设计中已经考虑了分层取水措施，以减缓低温水下泄对农作物及水生生态（鱼类）的影响措施。

3）足量下泄生态流量保障下游河道的生态用水，生态用水按汛期多年平均流量的 30%（1.81m³/s），枯期按多年平均流量的 10%下放生态流量(0.61 m³/s)，全年下放生态用水 3802 万 m³。初期下闸蓄水采用水泵临时抽水至发电引水隧洞内通过发电引水隧洞下放到坝下满足生态用水。运行期正常发电的时候生态用水经发电尾水进入坝下河道，电站检修时生态用水通过发电洞从旁通管进入河道满足生态用水。生态流量泄放措施措施示意图见附图 25。

4）建设鱼类增殖站对当地的土著鱼类进行增殖放流，以减缓水库建设及运行对鱼类的影响。

人工繁殖增殖站应尽量选择靠近工程影响区的河段，使人工繁殖放流站周围地理环境、气象状况，水源理化因子与人工繁殖放流对象所栖息的水域生态环境近似，可以满足增殖放流对象对生态环境因子的要求。德厚水库鱼类增殖站主要由生产管理站房、苗种繁育车间、亲鱼驯养车间等主要建筑物及相应的配套设施组成。增殖站建筑物流程图详见图 9.2-1。

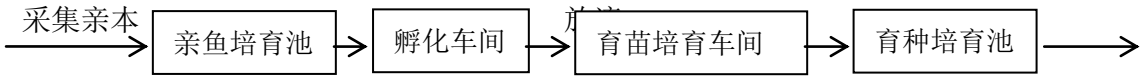


图 9.2-1 增殖站建筑物流程图

放流时间选在每年的 6～8 月，苗种放流后随着水温升高摄食能力逐渐加强，有利于提高放流鱼类的成活率。

经研究，拟在德厚水库管理所东南侧设置鱼类增殖站，总占地约 9.5 亩，总建筑面积 3210m^2。增殖放流站内包括科研楼（含孵化车间、实验室、展厅、办公及住宿区）、育苗培育车间、高位水池、亲鱼培育池、鱼种培育池、防疫隔离池、活饵料培育池、环形亲鱼培育池等，主要设备包括鱼类养殖循环水处理系统、孵化养殖设备、全自动水质在线分析系统、增氧系统、污水处理系统、电气控制系统等。增殖站高峰期用水量 0.08m^3/s。鱼类增殖站设计平面图见附图 26 及照片 9.2-1。

在评价区鱼类影响预测评价的基础上，本报告初步提出 2 种土著鱼类作为增殖放流对象：倒刺鲃 Spinibarbus denticulatus、花[骨鱼] Hemibarbus maculates。各种类放流规格及数量如下：

倒刺鲃 Spinibarbus denticulatus 放流规格：体长 10cm 以上；鱼龄 1 龄以上；放流数量 5 万尾/年及以上。花[骨鱼] Hemibarbus maculates 放流规格：体长 8-10cm 之间；鱼龄 1 龄以上；放流数量 5 万尾/年及以上。

照片 9.2-1 拟建鱼类增殖站址处地形地貌

5）鱼类栖息地保护措施

德厚水库建成后，岔河(坝址以下至盘龙河汇口)河段的水量将减少，只能维持区域鱼类种群位置的基本需要，但减水河段长度仅约 3km，且是自然状态下可能发生季节性干涸的河流，故河段减水不会引起区域鱼类种类的灭绝和种群结构的重大改变。

由于坝址河段的鱼类主要是盘龙河的鱼类在汛期上溯而来，种类和数量均不多，水库建设后由于(汛期)水量减少，鱼类种类和数量也将减少，故为减少大坝阻隔影响，宜采用捕捞过坝措施。

盘龙河迷洒(东方红一级水电站库区)以上的多数河段水流平缓，是鱼类的适宜生境，需加强保护；水库建成后，结合水源保护区划，宜将库尾(含咪哩河)以上河段作为鱼类生境保护的重要区域，去除河道中的拦水设施，为库区鱼类提供繁殖场所。德厚河鱼类生境保护区域为库区回水末端以上至德厚河源头、长约 45km 河段，咪哩河鱼类生境保护区域为库区回水末端以上至咪哩河源头、长约 8km 河段。

6）网捕过坝措施

结合评价河段鱼类种类组成及分布状况，本评价认为德厚水库大坝没有必要建设过鱼设施。但德厚水库建成后，客观上对坝址上、下游鱼类的遗传交流形成阻隔影响，为减轻德厚水库工程对鱼类资源的影响，解决坝上、坝下鱼类群体间的遗传交流问题，本次评价考虑对鱼类采取网捕过坝措施。措施每年视河流、鱼类环境情况持续开展 1-2 月，主要考虑在鱼类繁殖季节进行。

9.2.3 生态恢复措施

（1）植被恢复措施

水库淹没及工程永久占地改变了土地利用现状，其对植被的破坏是不可逆的永久性破坏。但施工临时占地破坏的植被在工程完工后可以逐步恢复。本工程水土保持报告中已经对枢纽工程区、输水线路影响区破坏的植被采取了恢复措施。所选择的树种（旱冬瓜）及草种（狗牙根）均属当地水保适生种，但建议植被恢复过程中增加灌木及藤本植物，注重乔、灌、草搭配进行植被恢复。这样有利于恢复植被的生态系统生物多样性，为陆生动物提供良好的栖息地。

工程施工及水库淹没造成对植物的破坏仅涉及国家级Ⅱ级保护植物金荞麦，该物种属多年生草本，只需在施工过程中尽量减少对其不必要的破坏外，无需采取特殊的保护措施，另外部分成材树木是有保存价值的，这些树木可进行移栽，作为将来水库管理所或工业园区绿化树种，也可作为公路行道树。尽可能使项目建设对植被造成的破坏减到最小程度。

（2）水土流失防治措施

工程建设产生的水土流失采取建拦渣坝、挡渣墙和完善排水系统等工程措施和植树种草，绿化美化环境等植物措施进行综合治理。具体措施详见德厚水库水土保持篇章。

9.3 水土保持及生态保护措施

9.3.1 水土流失防治分区

根据《云南省文山州德厚水库工程水土保持方案报告书》，将本工程水土流失防治分区分为枢纽工程区、输水工程区、移民安置及专项设施复建区 3 个一级防治分区，一级分区根据各分区实际情况有主体工程区、工程管理区、料场区、弃渣场区、施工道路区、施工生产生活区、水库淹没区、未扰动区、移民安置区、专项设施复建区等二级防治分区。

图 9.3-1　水土流失防治分区

9.3.2 水土保持措施总体布局

按照以上水土流失分区方案，对 9 个二级分区进行水土流失防治措施设计。名称相同的水土流失防治二级分区，水土流失特点类似的分区一并介绍，措施布局有差异的分区单独分区说明。

（1）主体工程区

枢纽工程主体工程区包括大坝、溢洪洞、输水隧洞和泵站厂房等永久建筑物，其水土流失主要时段在施工期，基础开挖面以及工程建设过程中散落废弃的建筑材料、土石渣料等因在施工期受洪水和雨水的冲刷产生水土流失。主体工程区主要考虑施工中对大量土石方堆积和开挖边坡布设临时排水沟和临时拦挡；另外，在马道边坡布设植物池，以提高景观观赏性。

输水工程主体工程区则主要考虑对沿线分散堆放的剥离表土设计临时覆盖和临时拦挡，在工程施工结束后实施覆土，并对占用耕地的实施复耕，占用林地的实施植被恢复。

（2）工程管理区

工程管理区需要实施园林绿化，并从水库淹没区取用绿化所用的表土。

（3）弃渣场区

弃渣场在渣场底部布设挡渣墙，对上游汇水面积大的弃渣场需要在渣场上侧布设截水沟，在截水沟末端设计沉沙池。在各渣场堆渣前实施表土剥离和堆积，最后用作各渣场的复耕和绿化覆土。枢纽工程 1#弃渣场实施植被恢复；枢纽 3#弃渣场位于水库淹没区，不实施绿化措施；其他各渣场在堆渣结束后，采取复耕或植被恢复等措施。对于植物措施实施时需要的表层腐植土，在渣场堆渣前需对渣场表层土进行剥离，临时堆放于弃渣场内一角，并采取临时拦挡和临时绿化措施防护。

（4）料场防治区

枢纽石料场在开采平台和边坡基本属于水库淹没区内，主体已设计工程护坡；线路石料场边坡主体已经实施工程护坡，只针对开采平台覆土后实施植被恢复，并对施工期堆积的表土实施临时拦挡和临时绿化；土料场在施工期间堆积的表土实施临时拦挡和临时绿化，施工结束后实施复耕。

（5）施工道路区

针对永久道路布设行道树和边坡绿化措施；针对临时道路，根据其原土地利用类型，采取复耕或植被恢复措施。对临时道路地表层在施工前剥离表土，并分段集中堆存，用于施工结束后回填覆土。淹没道路不需进行植被恢复，仅对临时堆土布设临时防护措施。

（6）施工生产生活区

枢纽工程的施工生产生活区施工结束后实施植被恢复。占用临时占地的施工生产生活区，对植被恢复区域，对剥离表土进行临时拦挡和植被恢复。

（7）未扰动区

工程为扰动区占地主要为林地、水田和坡耕地，坡耕地水土流失严重，工程占用耕地部分实施绿化；占用的林地盖度较低，建议建设单位加强管护。

（8）移民安置区

移民安置区表土资源相对匮乏，需要把园林绿化所需的表土剥离收集并存放，施工结束后覆土，在存放过程中需要临时拦挡和临时绿化。

（9）专项复建工程区

本区主要为道路复建，有较少的弃渣。因此对复建工程弃渣点的防护措施进行规划和典型设计，并进行典型设计。

9.3.3 水土流失防治项目与工程量

根据德厚水库水土保持专题设计方案，工程建设导致大坝、溢洪道边坡、石料场等几个主要开挖面为石质边坡。大坝枢纽建筑物覆盖及其挡拦等都具有水保功能，主体报告已从工程本身稳定出发，设计了一些相应的防护措施（截水沟、排水沟），由于本区施工结束后大部分被钢筋混凝土等永久建筑物覆盖，因此本区水土流失防治主要任务是在工程建设期通过水土保持临时防护和植物措施来控制水土流失。溢洪道开挖边坡坡比 1:0.6，主体设计已考虑了工程措施护坡和排水设施，能够满足边坡稳定要求，出于绿化美化的考虑，本方案将增加植物护坡措施。石料场部分位于水库淹没区，石料场边坡采用插锚喷砼，结合植物绿化措施进一步进行边坡防护与美化。水库水土保持专题设计方案新增的各项石质边坡防护处理措施，工程量及投资均已列入水保总体措施及相应投资。

根据水土流失总体布局及分区防治措施，德厚水库工程水土保持措施量见表9.3-1。

表 9.3-1 各防治分区水土保持措施工程量汇总表

一级分区	二级分区	工程措施	植物措施	临时措施
枢纽工程区	主体工程区	植物池 649m，土地整治 264m^3；	植物护坡 2228m^2，景观绿化 600m^2，植被恢复 0.05hm^2；抚育管理 0.33hm^2；	临时排水沟 650m；临时拦挡 500m；
	工程管理区	土地整治 947m^3；	景观绿化 4200m^2；植被恢复 0.42hm^2；抚育管理 0.42hm^2；	
	施工生产生活	土地整治 14481m^3；	整地 6.42hm^2；植被恢复 6.42hm^2；抚育管理	临时排水沟 4397m；临时绿化 0.76m，临时拦挡

一级分区	二级分区	工程措施	植物措施	临时措施
	区		6.42hm^2；	362m；
	交通道路区	排水沟 7500m；土地整治 17684m^3；	整地 7.84hm^2；植被恢复 15.34hm^2；抚育管理 15.34hm^2；	临时排水沟 16040m；临时绿化 1.12m，临时拦挡 1017m；
	料场区	截水沟 250m，植物池 576m；土地整治 12978m^3；	整地 5.6hm^2；植被恢复 5.69hm^2；抚育管理 5.69hm^2；	临时排水沟 1620m；临时绿化 0.48m，临时拦挡 165m；
	弃渣场区	截水沟 1729m，浆砌石挡渣墙 95m，格宾挡墙 79m，沉沙井 2 口；土地整治 3180m^3；	整地 1.41hm^2；植被恢复 1.41hm^2；抚育管理 1.41hm^2；	临时绿化 1.38hm^2，临时拦挡 1632m；
	未扰动区		植被恢复 6.2hm^2，抚育管理 6.2hm^2；	
输水工程区	主体工程区	土地整治 46556m^3；	整地 19.13hm^2；植被恢复 20.64hm^2，抚育管理 20.64hm^2；	临时覆盖 20600m^2，临时拦挡 1148m；
	施工生产生活区	土地整治 2865m^3；	整地 1.27hm^2；植被恢复 1.27hm^2；抚育管理 1.27hm^2；	临时排水沟 780m；临时绿化 0.12hm^2，临时拦挡 204m；
	交通道路区	排水沟 5000m；土地整治 14707m^3；	整地 6.52hm^2；植被恢复 10.52hm^2；抚育管理 10.52hm^2；	临时排水沟 9500m；临时绿化 0.72hm^2，临时拦挡 628m；
	料场区	土地整治 2617m^3；	整地 0.81hm^2；植被恢复 0.81hm^2；抚育管理 0.81hm^2；	临时绿化 0.09hm^2，临时拦挡 72m；
	弃渣场区	截水沟 1300m，浆砌石挡渣墙 327m；沉沙池 4 口，土地整治 10106m^3；	整地 4.48hm^2；植被恢复 4.48hm^2；抚育管理 4.48hm^2；	临时绿化 0.78hm^2，临时拦挡 749m；
移民安置及专项设施复建区	移民安置区	土地整治 11977m^3；	景观绿化 53078m^2；植被恢复 6.55hm^2，抚育管理 6.55hm^2	临时排水沟 252m；临时覆盖 3000m^2，临时绿化 0.4hm^2，临时拦挡 304m
	专项设施复建区	土地整治 6722m^3，浆砌石挡渣墙 270m，截水沟 1650m；	整地 2.98hm^2；植被恢复 2.98hm^2，抚育管理 2.98hm^2；	临时排水沟 3592m，临时拦挡 768m，临时覆盖 4500m^2，临时绿化 0.76hm^2

9.4 移民安置环境保护措施

（1）结合新农村建设，移民安置点采用雨污分流的排水体制，污水集中收集，建设 4 套污水处理设施，污水处理规模为 50m^3/d 和 100m^3/d，其中 50m^3/d2 套，100m^3/d2 套，采用氧化塘+快渗池，建设垃圾房 6 座，配套垃圾车 6 量，垃圾收集工具 6 套，厕所建设 13 座，建设沼气池 363 口，按照 50%的推广率建设。具体工程量见表 9.4-1。

表 9.4-1 德厚水库工程移民安置环保措施详表

序号	村委会	户数（户）	人口（人）	污水处理设施	垃圾房+垃圾车+垃圾收集工具（套）	厕所（座）	沼气池（口）
1	播烈	86	407	1 套，50m^3/d	1	2	43
2	杨梅山庄对面	274	1139	1 套，100m^3/d	2	4	137
3	康家寨头	45	178	1 套，50m^3/d	1	2	22
4	花庄市场背后	322	1353	1 套，100m^3/d	2	5	161
合计		727	3077		6	13	363

（2）加强搬迁移民的卫生防疫工作，加强水源防护管理，控制水介病和虫介病的流行传染。加强安置人员的人群健康监测工作，普及卫生知识，增强移民自我保健意。

（3）加强安置人员的人群健康监测工作，普及卫生知识，增强移民自我保健意。

（4）对移民安置可能产生的新增水土流失，结合住房和公用设施建设、以及农村改田改土等安置活动，提出相应的水土保持措施和生态建设规划。

（5）为保证移民搬迁后的生活质量不会下降，地方政府及业主应认真落实移民安置规划提出的各项生产生活保障措施，维护移民传统文化及习俗。

9.5 固体废弃物处理

（1）施工弃渣和生活垃圾以《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》为依据，按设计和合同文件要求送至指定弃渣场和生活垃圾集中处理站。

（2）施工废渣按建筑废料和弃土石进行分类处理，对淹没及占地拆除建筑废料等应尽量回收使用，减少资源浪费并避免其投入自然环境中对环境造成破坏，弃土石直接运往指定的弃渣场按照水保方案中的要求进行堆放，以免新增水土流失，具体处理措施见水土保持方案。

（3）做好弃渣场的综合治理。要采取工程保护措施，避免渣场边坡失稳和弃渣流失。按照批准的弃渣规划有序地堆放和利用弃渣，堆渣前进行表土剥离，并将剥离表土合理堆存。完善渣场地表给排水规划措施，确保开挖和渣场边坡稳定，防止任意倒放弃渣降低河道的泄洪能力以及影响其他承包人的施工和危及下游居民的安全。

（4）施工期间需在每个施工生活区设置垃圾桶，并在枢纽区的生活区内设置一个垃圾坑，采用浆砌石修建，内部用沙灰抹平，底部铺水泥抹面防渗，集中堆放生活垃圾，并派专人负责管理、打扫和收集，分拣利用后送往文山县城垃圾填埋场进行集中处置。

（5）水库运营期，永久性的生活营地如生活办公区、水库管理所等，除安

置足够数量的垃圾桶外，还需修建以水泥抹面的垃圾坑集中堆放垃圾，聘请专职人员负责营地内的卫生工作，每日进行清扫，对垃圾尽量分拣利用，不可回收部分收集后简易填埋。垃圾简易填埋场要远离径流区，不能影响水库、县城、集镇和农村人畜饮水供水水质，垃圾填埋前要做好防渗措施或者送往县城垃圾填埋场进行集中处置。

9.6 噪声控制措施

本工程噪声主要来源于岩石爆破、钻孔、混凝土拌和系统、钢管切割以及施工交通运输，噪声环境敏感目标主要为施工场地及施工道路附近的村庄，施工人员长时间处于高噪声环境下，也应对其进行保护，为减轻施工噪声对村庄居民及施工人员的影响应当采取如下措施：

9.6.1 噪声源控制

1) 噪声源控制：严格选择噪声值符合国家环境保护标准的施工机械、选用低噪的施工机械和施工工艺，并加强施工机械和车辆的维护和保养，做好施工道路养护工作，减振降噪。

2) 对振动大的设备使用减振机座，以降低声源噪声；

3) 加强设备的维护和保养。

9.6.2 优化施工工艺及施工组织

1) 合理布置混凝土及砂浆搅拌机位置，远离居民区，对搅拌机、振捣器安装消声器，以减轻施工噪声对居民的影响。

2) 空压机等产生高噪声的施工机械尽量安排在室内或洞内作业；如不能避免须露天作业，建立隔声屏障或隔声间，以降低施工噪声；

3) 合理安排施工时段。距离村庄评价范围内的工程区禁止在夜间及中午 12：00～14：00 时间段施工。优化爆破炸药量和爆破方法，禁止夜间爆破；

4) 禁鸣和限速措施。加强道路维护，及时清理路面坠物，保持路面平整干净。在村庄路段应设置禁止鸣笛和减速慢行的标示牌，提示运输车辆从村舍中穿过时车速不得超过 20km/h，施工单位应该严格执行，合理安排车辆运输时间，避免夜间大量运输。

9.6.3 施工人员的劳动保护

1）砼拌和站操作人员、运输车辆、推土机等施工操作人员实行轮班制，每人每天工作时间不得超过 6h，配发噪声防护用具，在招标合同中明确施工人员有关噪声防护的劳动保护条款，承包商需给受影响大的人员配发噪声防护用具，

如防噪耳塞、头盔、耳罩等设备。

2）在施工营地，根据施工特点，对施工人员住房的建造采用隔声作用较好的材料。限制综合加工场夜间工作时间，在 22：00-6：00 间不得施工。

9.6.4 噪声敏感点防护

对靠近库区防渗工程的罗世鲊村居民以及坝址防渗工程附近的下倮朵村居民安装移动式隔声屏。

本工程噪声敏感点位于施工道路和输水线路两侧，施工交通噪声将是一大噪声源，应加强道路维护，及时清理路面坠物，保持路面平整干净，避免夜间大量运输。在土锅寨村、上倮多村、红石岩上寨、康家寨、牛腊冲新寨应设置禁止鸣笛和减速慢行的标示牌，共需设置 5 块，提示运输车辆从村舍中穿过时车速不得超过 20km/h，施工单位应该严格执行。

9.7 大气环境保护措施

（1）优化施工工艺

1）减少开挖过程中产生大气污染的防治措施。

①尽量采用凿裂法施工。工程开挖施工中，表层土和砂卵石覆盖层可以用一般常用的挖掘机械直接挖装，对岩石层的开挖尽量采用凿裂法施工，或者采用凿裂法适当辅以钻爆法施工，降低产尘率。

②钻孔和爆破过程中减少粉尘污染的具体措施。钻机安装除尘装置，减少粉尘；运用产尘较少的爆破技术，如正确运用预裂爆破、光面爆破或缓冲爆破技术、深孔微差挤压爆破技术等，控制单次用药量，都能起到减尘作用。

③湿法作业。凿裂和钻孔施工尽量采用湿法作业，减少粉尘。

2）砂石料加工中采用湿法破碎工艺

砂石骨料加工可以采用湿法破碎工艺，通过工艺最大程度地减少粉尘污染。

（2）采取防尘措施

在干燥无雨的天气情况下，采取洒水降尘措施，每日早、中、晚对施工道路、大坝枢纽施工区等粉尘源头洒水，减少粉尘的产生量。在村落附近施工区、居民集中处增加洒水次数。

对导流泄洪输水隧洞施工区、混凝土拌和系统等高粉尘浓度场布置空压站所供风，增加空气流通。

施工交通运输是粉尘、扬尘产生的主要源头之一，其影响面较广，因此需重点防治，除对场内施工道路进行每日的洒水降尘外，还需聘请专人，每日对场内道路进行清扫，消除积尘，维持路面平整和洁净，场内运输时限制施工车辆速度。

水泥的防泄漏措施。在水泥运输装卸过程中，保持良好的密封状态，并由密封系统从罐车卸载到储存罐，储存罐安装警报器，所有出口配置袋式过滤器，并定期对其密封性能进行检查和维修。

混凝土拌和系统防尘措施。混凝土拌和楼安装了除尘器，在拌和楼生产过程中，除尘设施同时运转使用。制定除尘器的使用、维护和检修制度及规程，使其始终保持良好的工作状态。

机械车辆使用过程中，加强维修和保养，防止汽油、柴油、机油的泄露，保证进气、排气系统畅通。

运输车辆及施工机械，使用 0#柴油和无铅汽油等优质燃料，减少有毒、有害气体的排放量。

不在施工区内焚烧会产生有毒或恶臭气体的物质。

（3）敏感点的保护

在敏感点附近应避免在大风天气作业，增加敏感点附近工区及道路的洒水次数；本工程敏感点主要位于新建渠道和施工道路两侧，在道路附近各村庄及单位团体应设置限速标志，并要求施工车辆驾驶人员在经过村子时应缓慢行驶，派专人定时清扫路面，维持路面平整和洁净。

9.8 人群健康保护

（1）施工区卫生清理

在施工前期，做好施工营地清理和消毒工作，结合场地平整，选用石碳酸药物用机动喷雾器消毒，对施工营地原有的厕所、畜圈、垃圾堆等进行消毒，同时清理固体废物。

（2）生活饮用水保护

施工人员生活用水主要采用地下水水源，经消毒后作为生活用水。为保证生活饮用水水质，承包商要加强对取水、净化、蓄水、输水等设备的管理，建立行之有效的放水、清洗、消毒和检修等制度及操作规程，并按规定对水源水、饮用水定期监测，其供水水质应符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-85）。

（3）食品卫生管理与监督

对施工区各类饮食行业进行经常性的食品卫生检查和监督，从事餐饮人员必须取得卫生许可证方可上岗作业，接触食品的操作人员实行“健康证”制度，发现食物中毒应立即采取有效控制措施，防止病源扩大。

（4）公共设施

1）在每个施工营地生活区布置的旱厕需派专人负责消毒、打扫以及定期清理。

2）在每个施工营地设置 10 个垃圾桶，共计 70 个；并安排专人负责生活垃圾的清扫和转运。

（5）施工人员疾病防治

施工人员进场前必须进行卫生检疫，发现传染病患者，须对患者隔离治疗，切断传播途径；在工程施工第 2 年对 10%的施工人群抽查检疫，以了解施工人员时健康状况，防止疾病流行；在施工人员相对集中的地点设立医疗点，配备常用的治疗药品，开展简单治疗和工伤事故紧急处理。

施工区各施工单位和工程管理部门应明确卫生防疫责任人，负责管理范围内的卫生防疫工作并通过广播、墙报、印发宣传手册等多种形式，对施工人员进行饮食卫生宣传教育，提高施工人员自我预防疾病的健康意识。

9.9 文物保护

（1）对双河桥和长春桥实施迁移异地保护。

（2）对花庄观音庙进行摄影、摄像、测绘等资料记录。

（3）对全体员工进行文物保护教育，提高保护文物的意识和初步识别文物的能力。认识到地上、地下文物都归国家所有，任何单位或个人不能据为己有。

（4）施工过程中，发现文物（或疑为文物）时，立即停止施工，采取合理的保护措施，防止移动或破坏，同时将情况立即通知业主和文物主管部门，执行文物管理部门关于处理文物的指示。

云南省文物局出具了关于德厚水库工程建设文物保护意见书。

9.10 小结

德厚水库工程环境保护措施一览表见表 9.10-1。施工期环境保护措施布置示意图见附图 27。

表 9.10-1 环境保护措施一览表

类别	保护措施	具体内容
施工期水环境保护措施	砂石料冲洗废水	集中收集，混凝沉淀处理后回用；剩余废水处理达标后排放
	混凝土施工废水	集中收集，中和沉淀处理后，上清液回用、降尘；剩余废水处理达标后排放
	含油废水	集中收集后进入沉砂滤油池，除油达标后废水循环利用，剩余废水处理达标后排放；废油收集后外运。
	生活污水	设置旱厕及化粪池
运行期水环境保护措施	农村生活饮用水保护	详细调查工程及周边地区饮用水源，设置水质监测点，定期监测、定时通报。
	工程管理局生活污水处理	生活污水经化粪池处理后，由市政管网输送至县城污水处理厂处理。
生态环境保护措施	生态避免措施	1、各施工区内设置警示牌，标明施工区，禁止到非施工区域活动；2、以公告、宣传册等形式，加强对施工人员的培训教育，严禁施工人员破坏野生动、植物；
	生态减缓措施	1、开工前对施工临时设施要进行细致的规划，减少对地表植被的破坏；2、按照设计文件确定征占土地范围，进行地表植被的清理；3、严格控制堤防及穿堤建筑物开挖施工作业面；4、严格按设计规定的取土场进行取土作业；严格控制取土面积和取土深度；5、加强防火知识教育；6、完工后施工临时占地植被恢复措施；7、施工时间尽量避开鱼类繁殖和洄游期；严谨施工及生活污水、固体废弃物入河。
	生态恢复措施	水土保持措施。
移民安置环境保护措施	移民安置区的生态保护措施	移民安置房屋建设及专项改建工程建设过程中的水土保持工程措施。
	移民安置区环境管理	1、加大宣传力度，增强安置区内居民的环境保护意识；2、采取定期体检、防治结合，开展灭鼠工作、按期检疫，加强卫生管理等措施。
固体废弃物处理	施工场地	1、各施工场地产生的固体废弃物按设计要求运输到尼尔基镇市政垃圾处理场所；2、移民房屋拆迁和重建中的固体废弃物要统一进行清理；3、工程结束后，拆除施工区的临建设施，做好清理、消毒工作。
	施工营地	1、设置垃圾桶集中收集生活垃圾，安排专人清理； 2、垃圾桶需经常喷洒灭害灵等药水，防止蚊、蝇等传染媒介孽生。
噪声控制措施	噪声源控制措施	1、选择符合国家环境保护标准的施工机械；2、控制村庄附近车速；3、控制施工时间。
	施工人员的劳动保护措施	1、在招标合同中明确施工人员有关噪声防护的劳动保护条款；2、为高噪声作业施工人员配发噪声防护用具，并控制作业时场；3、施工人员住房的建造采用隔声作用较好的材料。
	噪声敏感点防护	1、控制施工时间、避免夜间使用高噪声设备；2、声环境敏感点两端设置标志牌或警示标志。
大气环境保护措施		1、为现场施工人员发放防尘防护用品；2、水泥在装卸、运输、存储时均应密闭进行；3、对混凝土拌和系统除尘设备，期进行维护、保养；4、施工过程中应采用湿式除尘作

类别	保护措施	具体内容
		业，场内交通道路要定期洒水；5、加强设备维修、保养，保持发动机在正常、良好状态下工作；6、对大功率设备安装尾气排放净化器。
人群健康保护措施	施工区卫生清理	1、施工营地清理和消毒；2、施工区范围内开展灭鼠、灭蚊和灭蝇活动。
	生活饮用水保护	1、饮用水使用进行消毒；2、加强对取水、净化、蓄水、输水等设备的管理；3、建立行之有效的放水、清洗、消毒和检修等制度及操作规程。
	食品卫生管理与监督	1、经常性的食品卫生检查和监督；2、从事餐饮人员必须取得卫生许可证方可上岗作业。
	施工人员疾病防治	1、施工人员进场前必须进行卫生检疫，并定期检查；2、施工人员相对集中的地点设立医疗点，配备常用的治疗药品；3、明确卫生防疫负责人。
文物古迹	迁移异地保护、记录及加强施工队伍文物保护教育	1.对双河桥和长春桥实施迁移异地保护。 2.对花庄观音庙进行摄影、摄像、测绘等资料记录。 3.对全体施工人员及员工进行文物保护教育。
环境风险防范措施	贮油仓库爆炸风险防范措施	1、在贮油仓库入口设立警示牌，禁止烟火以及在贮油仓库内使用手机等电子设备；2、按照国家油料安全管理相关法律法规，建立贮油仓库管理规章制度；3、制定风险防范措施及应急预案。

10 环境监测

10.1 目的和任务

结合工程建设和运行特点，环境监测拟实现以下目的：

（1）掌握工程施工期及运行期环境的动态变化过程，为工程施工期和运行期环境污染控制和环境管理提供科学依据。

（2）在工程施工期间，对施工区水质、环境空气、噪声和人群健康以及生态影响进行监测，及时掌握各施工段的环境污染程度和范围，消除环境污染隐患。

（3）及时了解施工人员的人群健康状况，以便及时进行疫病预防和治疗，确保施工顺利进行。

（4）及时掌握环保措施的实施效果，预防突发事故对环境的危害，为工程竣工环境保护验收提供依据。

（5）验证环境影响预测评价结果。

（6）为环境举证提供依据。

10.2 环境监测原则

德厚水库工程计划开展监测的环境因素较多，其环境监测计划的制定须遵循以下原则：

（1）与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应结合工程施工、运行特点，及时反映工程施工和运行对周围环境的影响，以及环境变化对工程施工和运行的影响。

（2）针对性和代表性原则

根据环境现状和环境影响预测评价结果，选择对环境影响大、有控制性和代表性的和对流域环境影响起控制作用的主要因子进行监测，力求做到监测方案有针对性和代表性。

（3）经济性和可操作性

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，新建站点设置可操作性强，力求较少的投入获得较完整的环境监测数据。

10.3 监测方式

工程环境监测应充分利用地方环境保护、卫生防疫、水土保持等部门的现有技术人员和设备，在工程环境保护管理部门的协调下，建立完整的工程环境监测

体系。工程环境监测可采取委托或招标的方式选择有资质的监测单位，以合同的形式确定双方的权利和义务。

10.4 监测内容

结合监测的目的、监测的环境因子及本工程的环境影响评价结论和措施，德厚水库工程环境监测系统，包括主体工程环境监测和移民安置环境监测，主体工程环境监测内容为：水环境监测、大气环境监测、声环境监测、人群健康监测、陆生生态监测、水生生态监测、水土保持监测等。移民安置环境监测内容为：移民生活质量监测、移民生活环境监测等。主体工程环境监测点布置示意图见附图28。

10.5 主体工程环境监测计划

10.5.1 水环境监测

（1）施工生产、生活废污水水质监测

为掌握施工期的废水排放及处理设施的运行情况，并为工程环境保护竣工验收提供基础资料，需进行施工生产、生活废污水监测。监测布点及监测技术要求见表 10.5-1。

施工废污水各监测项目的分析方法按《水和废水监测分析方法》（第四版）中规定的国家分析方法进行。

表 10.5-1　施工废污水监测技术要求

监测对象	监测点	监测参数	监测时间及频次	监测方法	备注
砂石料加工系统废水	砂石加工系统废水处理设施进、出口处	废水量、SS	施工高峰年及正常施工年各监测一年，每年每季度监测 3 天，砂石料正常生产时间，每天 10：00、14：00、17：00 时 3 个时段监测	《环境监测技术规范》 《地表水和污水监测技术规范》	监测废污水处理后排放水达标情况及废污水处理效果
混凝土拌和系统冲洗废水	枢纽区及输水管线施工区混凝土系统废水处理设施进、口处	废水量、SS、pH	施工高峰年及正常施工年各监测一年，每年每季度监测 3 天，混凝土拌和系统正常生产时间，每天 10:00、14：00、17:00 时 3 个时段监测		
机修及汽修含油废水	机修及汽修废水处理设施进、出口处	废水量、石油类、SS	施工高峰年及正常施工年各监测一年，每年每季度监测 3 天，机修及汽修厂正常生产时间，每天 10:00、14：00、17:00 时 3 个时段监测		
生活污水	枢纽区及输水管线生活区生活污水处理设施进、出口处	BOD5、COD、氨氮、SS、粪大肠菌群、废水量	旋工高峰年及正常施工年各监测一年，2、4、8、11 月各择 3 天，每天 8：00、12：00、18：00 时 3 个时段监测		

（2）生活饮用水水质监测

为保证施工生活饮用水和移民生活饮用水符合卫生标准，保护施工人员和移民的身体健康，有必要进一步对承包商现场营地生活用水进行监测。生活饮用水的监测技术要求见表 10.5-2，分析方法应执行《生活饮用水标准检验法(GB5750-2006》中的相关规定。

表 10.5-2 生活饮用水水质监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
承包商营地	供水点	《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中除试行项目和放射性指标外的其它指标共 28 项指标	营地使用期	每年枯期、丰期各一次

（3）地表水水质监测

地表水水质监测的目的是监督和检查施工期废污水处理设施运转情况及废污水达标排放情况、及时掌握运行期水库水质变化动态。地表水水质监测技术要求见表 10.5-3。

表 10.5-3 地表水水质监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
德厚河、咪哩河干流	德厚水库坝址、库区牛腊冲、德厚河德厚镇上游400m、咪哩河布烈村上游100m	水温、pH、电导率、氯化物、硫酸盐、可溶性正磷酸盐、硫化物、高锰酸盐指数、BOD5、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、总磷、CODCr、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、溶解氧、粪大肠菌群、铜、铅、锌、硒、镉、氟化物、油类、阴离子表面活性剂、铁、锰	施工期	每年按丰、枯两个水期，各采样分析化验一次。
德厚水库库区	同上	同上	水库蓄水初期及运行期	每年分丰、平、枯三期（6 次）进行监测分析，连续监测三年。

10.5.2 大气和声环境监测

（1）大气环境质量监测

为了解工程建设对环境空气的影响，结合德厚水库工程施工总布置及环境特征，共设 4 个监测点，详见表 10.5-4。

表 10.5-4 施工区环境空气监测表

监测对象	监测点	监测参数	监测时间及频次	监测方法
大气环境	大坝施工生活区、进场公路、砂石料加工系统、输水管道沿线各 1 处	TSP、PM10、SO2、NO2	施工高峰年、正常年共 2 年，每年每季度进行一次，每次连续 7 天，每天连续监测 12h	《环境监测技术规范》及大气环境监测方法标准

（2）声环境监测

为掌握施工场所环境卫生条件，了解噪声污染是否达到环评标准，德厚水库工程施工区声环境监测详见表 10.5-5。

表 10.5-5 施工区声环境监测表

监测对象	监测点	监测参数	监测时间及频次	监测方法
施工区	大坝施工生活区、进场公路、砂石料加工系统、输水管道沿线各 1 处	等效连续 A 声级	施工高峰年、正常年共 2 年，每年每季度监测 1 次，每次连续 3 天，每天 lO：OO、14：00、22：00 时，每次连续 1 小时	《环境监测技术规范》

10.5.3 陆生生态监测

（1）监测目的

通过对德厚水库工程建设前后陆生生态环境的时空变化及其规律进行监测，掌握德厚水库工程建设对陆生生态环境影响的程度，以及陆生生态环境保护措施实施后的效果，为库区陆生生态环境保护和流域环境管理提供依据。

（2）监测内容

根据评价区内植被现状，以暖温性针叶林、落叶季雨林和稀树灌木草丛植被为主要的监测对象，选择监测点设置样带进行植被及其变化调查，同时调查样带内的植物种类和数量，调查监测点的动物（两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类）种类和数量。

（3）监测频次、时间

施工期调查 1 期；水库运行初期每年监测 1 期，连续 3 年，蓄水后第 5 年 1 期，共 5 期。

植被和植物在监测年度秋季调查 1 次，动物在监测年度冬末春初、夏末秋初各调查一次。

（4）监测地点

根据区域陆生生态环境情况，陆生生态环境监测设置 4 个监测点，分别为①咪哩河库尾回水末端，②德厚河回水末端，③输水管道沿线，④坝址区。

陆生生态恢复措施效果监测在坝址区、2#石料场、土料场、弃渣场以及输水管道沿线各选择 1 个监测点进行监测。

（5）监测方法

①陆生生态环境监测

A 样带 / 样方调查法

在每个监测点分别选择选择包含监测对象的地段，设置垂直样带 1-2 条进行调查，样带宽度 20m，高度自水库淹没线至山脊。每个样带用 GPS 记录其地理位置，并作永久标记，供运行期监测使用。

B 植被调查

将样带按 20m×20m 划分样方，依次记录各样方的植物种类、大小和数量。乔木植物：逐株测量树高、胸径、冠幅；灌木植物：在每个样方四角各设置 1 个 5m×5m 小样方，逐种记录丛(株)数、每丛记录高度、丛径、株数；草本植物：在每个灌木样方内设置 1 个 2m×2m 小样方，逐种记录丛（株）数、每丛记录高度、丛径。

C 植物调查

在样带内调查记录所有植物物种，乔木植物记录其株数，灌木和草本植物按

5 级记录其相对数量。

D 动物调查

在各监测点进行调查，根据动物活动习性确定调查时间，调查范围应包括监测点可能的各类生境，每个监测点调查时间不少于 3 天，记录监测到的动物（含活动痕迹）的种类和数量。

②陆生生态恢复措施效果监测

根据施工布置及区域陆生生态环境现状选择恰当的监测点，每个监测点在代表性地段分别布置水平样线 1 条、垂直样线 1 条。用 GPS 测量并记录样线坐标，以便施工后调查使用。在样线上选择代表性地段设置 10m×10m 样方进行植被调查，样线上样方数目根据样线长度、生态环境异质性确定，原则上每条样线设置样方不少于 3 个。

A 植被调查

记录样方内的植物种类、大小和数量，制图分析或估计各类型所占比例，反映施工区域陆生生态环境现状。记录内容为：

乔木植物：逐株测量树高、胸径、冠幅；

灌木植物：在样方内设置 1 个 5m×5m 小样方，逐种记录丛（株）数，每丛记录高度、丛径、株数；

草本植物：在样方内设置 1 个 2m×2m 小样方，逐种记录丛（株）数，每丛记录高度、丛径。

B 植物调查

记录样线区域的所有植物物种，并按其数量采用 5 级分级说明其相对数量。

c 动物监测

进行野外调查，统计监测区域能见到的所有哺乳类、鸟类、两栖类、爬行类的物种及其数量。

野外调查方法包括观察（活体、尸体、活动痕迹）、诱捕和访问调查。观察时间不少于 3 天。

D 场平后调查

场平后调查地点仍然在施工前调查样线区域进行，根据恢复类型确定样方面积（乔灌草型 10m×10m，灌草型 5m×5m，草本型 2m×2m），调查样方数量根据恢复类型数量确定，每一恢复类型不少于 2 个样方，样方记录内容同施工前调查；制图分析或估算各类型面积比例，说明施工前后陆生生态环境及生物多样性、水土保持等生态功能的变化。

（6）监测单位

委托科研单位负责监测。

10.5.4 水生生态监测

（1）监测目的

通过对德厚水库工程建设前后水生生态环境的时空变化及其规律进行监测，掌握德厚水库工程建设对水生生态环境影响的程度，以及水生生态环境保护措施实施后的效果，为库区水生生态环境保护和流域环境管理提供依据。

（2）监测内容与监测要素

水生生境要素监测：常规水质监测项目可结合水环境监测计划进行。

水生生物监测：叶绿素 a 含量、浮游生物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量。

鱼类种群动态及群落组成变化：鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测目前在德厚河、咪哩河干流以及盘龙河上中游分布的鱼类种群动态及群落构成的变化趋势，分析德厚河、咪哩河以及盘龙河干流上中游鱼类种类的重现度变化趋势。

鱼类产卵场与繁殖生态：鱼类种类、早期资源组成与比例、时空分布、繁殖量水文要素（温度、流速、水位）、产卵场的分布与规模、繁殖时间和频次。

（3）监测断面

共设 5 个断面，其中库区 3 个断面：咪哩河库尾、德厚河库尾、坝前、坝下德厚河干流(坝址 2km)、盘龙河干流 1 个断面（龙潭寨水文站），各断面可根据具体情况适当调整。监测断面及监测内容详见表 10.5-6。

表 10.5-6　德厚水库工程鱼类和水生生物监测断面和监测内容

	断面	水生生境要素监测	水生生物监测	鱼类种群动态及群落组成变化	鱼类产卵场与繁殖生境
库区	咪哩河库尾	√	√	√	√
	德厚河库尾	√	√	√	√
	坝前	√	√	√	√
坝下	德厚河干流	√	√	√	√
	龙潭寨水文站（盘龙河干流）	√	√	√	√

（4）监测频次与时段

施工期调查 1 期；水库运行初期每年监测 1 期，连续 3 年，蓄水后第 5 年 l 期，共 5 期。水化学要素，浮游动、植物，底栖动物、水生维管束植物在 4 月、10 月各监测一次。鱼类种群动态监测在 3-6 月、10-11 月进行，每月 20d 左右。

（5）监测方法和要求

①野外调查方法

取样和室内分析方法皆按照《内陆水域渔业的自然资源调查试行规范》、《水

库渔业资源调查规范》进行。

②室内分析和整理方法

室内分析和整理方法包括：本底资料调研；标本的鉴定和数据整理，进行浮游生物、着生藻类、底栖动物的室内镜检，水生维管束植物和鱼类的种类鉴定，水生生物数据的计算、分析和整理。

（6）监测单位

委托科研单位负责监测。

10.5.5 生态流量监测

足量下泄生态流量是保护德厚坝址以下河段内水生生物的重要措施。

拟在坝下尾水池下游、龙潭寨水文站共设置两个监测断面，进行常年观测。

监测单位委托文山州水文局承担。

10.5.6 人群健康监测

（1）监测目的

对德厚水库工程施工区施工人群及工程所在地当地居民疫情进行监控，掌握德厚水库工程建设对施工人员及当地居民的人群健康状况的影响程度，有效预防和控制重点传染病、地方病的暴发流行。

（2）监测内容

对施工区与移民安置区疫情进行监控，主要针对施工人员和施工区周边居民重点监测病毒性肝炎、痢疾、伤寒、肺结核等疾病的发病情况。

（3）监测频次与时段

施工高峰年及正常年各 1 次。

（4）监测方法和要求

收集整理施工生活区及周边村镇的疫情资料，并进行统计分析。

（5）监测单位

委托文山市卫生防疫机构及施工生活区医疗机构承担。

10.6 水土保持监测计划

德厚水库工程水土保持监测区域、时段、检测内容、重点、监测方法和频率等监测计划详见表 10.6。

表 10.6 水土保持监测计划一览表

监测区域		监测内容	监测时段和频率	备注
枢纽工程区	主体工程区开挖、回填边坡	地貌、植被的扰动范围、扰动强度； 各施工阶段土石方开挖、回填量； 临时堆放料流失量； 水土保持措施防治效益； 水土保持措施完好率	施工准备至施工期为旱季每季 1 次，雨季每月 1 次，日降雨量≥50mm 增加 1 次监测，监测时段为 3.16 年； 自然恢复期每半年 1 次，监测时段为 1 年。	各 1 个断面
	工程管理区			1 个断面
	弃渣场区			2 个断面
	料场区			1 个断面
	交通道路区			2 个断面
	施工生产生活区			1 个断面
输水工程区	主体工程区开挖、回填边坡			各 1 个断面
	弃渣场区			2 个，
	料场区			1 个，
	交通道路区			2 个，
	施工生产生活区			1 个

10.7 移民安置环境监测计划

移民安置区的环境监测主要是生活污水和饮用水处理情况的监测以及移民安置后生活水平的变化状况，其主要工作内容是通过定期调查和抽样调查，及时了解其生活污水、饮用水设施的运行情况以及移民生产生活状况，维护移民安置区环境质量，保障移民生产生活质量现状。监测计划见表 10.7。

表 10.7 移民安置区生活污水和饮用水监测

监测对象	监测点	监测项目	监测时间及频次	监测方法
生活污水	安置点化粪池进、出水口	pH、SS、COD、BOD5、总氮、总磷、NH3-N、粪大肠菌群、污水流量	正常运行后监测一年，2、4、8、11 月各择 2 天，每天 8：00、12：00、18：00 时 3 个时段监测	《环境监测技术规范》
饮用水水质	水池	饮用水水源水质监测，按照“农村实施《生活饮用水卫生标准》准则”中规定项目作全分析	自规划实施起连续监测 2 年，每年 3、4、8、9、11、12 月各采样 1 次进行监	《生活饮用水标准检验方法》
移民生活质量	生产安置集中安置点、搬迁安置集中安置点	移民生活水平	移民安置后 1 年、3 年各一次	抽样调查

10.8 环境监测资料整理建档制度

各种环境监测、观测项目都应有固定的原始记录表格。各专业都应有专业技术人员负责原始资料的整编、汇总统计工作，并进行校核和审查。除施工期按当地环境主管部门要求及时报送施工污染源监测资料外，应及时刊印整编资料报电厂主管部门环境保护办公室和电站环境影响评价及环境监测规划设计单位。

10.9 环境监测实施计划

为节约基本建设投资，环境监测项目可部分委托当地环境监测部门完成，德厚水库工程环境监测实施计划详见表 10.9。

表 10.9 德厚水库工程环境监测实施计划

环境监测项目	实施单位	承担单位
一、水质监测	德厚水库工程建设管理局	
1、施工期废水水质监测		可委托当地环境监测部门
2、施工期地表水水质监测		可委托当地环境监测部门
3、运行期水质监测		可委托当地环境监测部门
二、施工期环境空气质量监测		可委托当地环境监测部门
三、施工期声环境监测		可委托当地环境监测部门
四、水生生态监测		可委托科研、大专院校
五、陆生生态监测		可委托科研、大专院校
六、施工区水土保持监测		可委托具有水土保持监测资质的单位
七、移民生活质量跟踪监测		统计局
八、移民安置水土保持监测		可委托具有水土保持监测资质的单位

11 环境管理

11.1 目的和意义

根据有关的环保法规及本工程的特点，本工程环境管理总目标为：

（1）确保本工程符合环境保护法规的要求；

（2）以适当的环境保护投资充分发挥本工程潜在的效益；

（3）环境影响报告书中所确认的不利影响应得到有效缓解或消除；

（4）实现工程建设的环境效益、社会效益与经济效益的统一。

11.2 任务

建立环境保护管理机构，根据工程环境影响评价中提出的施工期和运行期环境保护措施，落实环境保护经费，实施保护对策措施；协调政府环境管理与工程环境管理间的关系。

用技术手段对工程建设所影响的主要环境因子进行系统的监测。通过定量化的分析比较，掌握环境质量的变化过程，为具体实施环境保护措施和采取某些补救措施提供依据和基本资料。

11.3 环境管理目标

控制目标如下：

（1）生态环境管理目标

严格按照施工征地范围施工，禁止扩大施工迹地范围对植被造成扰动，保护陆生动物栖息地，对施工占地范围内的保护植物必须尽可能的移栽，保护现有植被和植物资源，保护生态功能的完整和物种的多样性。

（2）水环境管理目标

维护评价区河段现有水域功能，工程施工期和运行期，保护水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准要求。施工期间对施工期产生的生产生活污水采取措施，应对施工期废污水进行收集，处理后回用于生产或旱季绿化，禁止排放进入水体；保证初期蓄水及水库运行期下游河道的生态用水。保证初期蓄水及水库运行期下游河道的生态用水。

（3）声环境管理目标

通过合理布置施工场地，加强施工管理即禁鸣、限速、禁止夜间及中午施工来减免施工噪声对敏感点人员的影响。

（4）空气环境管理目标

加强施工人员劳动保护，做好场区、施工道路的的除尘降尘工作，维护区域环境空气质量，减免工程施工对工程区内敏感目标的影响。

（5）人群健康管理目标

入驻前对施工区进行消毒、灭蚊、灭鼠，及时清除垃圾，维持区域环境卫生，做好施工区生活饮用水的保护，定期体检，杜绝传染病携带者从事餐饮服务，防治疾病的疾病的暴发和流行。

（6）安全生产管理目标

定期开展安全教育培训，提高施工人员危险识别能力，检查工程施工区安全隐患，制定安全防护议案。

11.4 环境保护管理机构 及职能

根据国家环境保护管理的规定，应设置工程环境保护管理机构。环境保护管理机构是工程管理机构的重要组成部分，在业务上接受当地环境保护部门的指导。

（1）管理机构的组织形式

为完成工程环境管理任务，根据有关法律法规要求和规定，本工程应应在工程筹建期即开始组建环境管理机构，作为公司的职能部门。

结合工程环境特点，建设期的工程指挥部下设环境保护办公室，运行期环境管理机构为水库环境保护办公室。

根据工程环境管理任务的阶段性，工程建设期和运行期环境保护办公室分别由 1 名办公室主任和卫生防疫、环境监测、水土保持、生物等专业的人员专职或兼职组成。运行期环境保护办公室分别由 1 名办公室主任和 1 名上岗培训后的专职人员组成，人员及费用列入管理机构总编制及运行费用中。

（2）环境管理机构的职责

通过开展调查研究，组织拟定适合本工程特点的环境保护方针和经济技术政策。

贯彻工程环境保护的有关法律、法令、条例，组织拟定工程环境保护的规定、办法、细则等，并处理环境法规执行中的有关事宜。

组织编制工程环境保护总体规划和年度计划，组织规划和计划的全面实施，搞好环境保护年度预决算，配合财务部门对环境保护资金进行计划管理。

组织有关部门制定工程环境保护的各项专题规划和实施计划与措施，保证将各种环保措施纳入各项目的最终设计中，并得到落实。

依法对工程环境进行执法监督、检查，检查工程环境保护设施的运行。环境保护措施的执行情况应作为检查、验收工程质量的一项重要内容。

具体协调组织指导各有关部门的环境管理工作。

组织编写工程环境保护月、季及年度报告，实施进度评估报告，向有关主管部门进行工作汇报。定期组织编写环境保护简报，及时公布环境保护动态和环境监测结果。

组织环境管理技术培训、鉴定和推广环境保护的先进技术和经验，开展技术交流和研讨。组织开展工程环境保护专业培训，提高人员素质水平。

搞好环境保护宣传工作，组织必要的普及教育，提高有关人员的环境保护意识。

完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，做好档案、资料收集、整理等工作。

11.5 施工期环境管理

11.5.1 建设单位

（1）工程可研阶段

建设单位认真落实国家相关环保要求，委托国家认可持证单位开展工程环境可行性的相关专题研究，研究报告完成后报相关行政主管部门审批。并将专题报告及审批意见作为工程开展环境保护的依据。

（2）工程招标设计阶段

建设单位按照政府环境保护主管部门对工程可行性研究阶段环境影响报告书的批复意见，在工程发包时对环境保护提出要求，在竞标者中选择中标施工单位时，把投标单位竞标书中的环境管理计划、措施及以往工程中的环境管理落实情况作为是否中标的取舍条件。

（3）工程施工期

建设单位根据工程环境影响评价文件和环境保护设计文件，在有关环境保护措施招标设计单位的配合下，向施工单位下达有关环境保护措施的实施任务，并委托施工监理单位进行环境保护监理工作，监督、检查其实施进度；同时接受地方政府环保、水行政主管部门的监督、检查。

工程建成后，建设单位应编制工程环境保护工作总结报告，在工程竣工验收工作中，接受水行政主管部门和云南省保护局的审查。

（4）工程运行期

工程建成运行后，环境保护工作的重点是转变为执行环境监测计划、实施环境保护管理计划。主要工作内容是：监测、检查各种环境保护、水土保持工程设施的运行状况；监测、评价各环境保护目标区域环境质量状况；解决存在的环境问题，并作工作总结。

11.5.2 承包商的环境管理

由承包商负责本单位所从事的建设活动的环境保护工作，包括以下内容：

（1）制订环境保护年度工作计划。

（2）检查环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题。

（3）核算年度环保经费的使用情况。

（4）报告承包合同中环保条款执行情况。

11.5.3 环境监理

（1）监理目的

在施工期间应根据环境保护设计要求，开展施工期环境监理，全面监督和检查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。

（2）监理方式

环境监理人员常驻工地，对工程涉及区环境保护工作进行动态管理，以巡视为主，并辅助必要的仪器，随时关注各项环境监测数据。发现问题后，监理人员应立即要求承包商限期处理，并以公文函件确认，对于处理完毕的环境问题，应按期进行检验查收，将检查结果形成纪要下发承包商。

（3）监理任务

依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督承包商或环保措施实施单位依照进度、资金、效果要求，完成环境保护工作。

（4）监理工作制度

环境监理工程师每天对施工期环保措施的落实进行监督记录，检查内容包括环保设备是否正常运行、施工行为是否符合要求等；每月向环境保护办公室提交环境月报，并组织会议对监理结果进行讨论，对本月环境监理工作进行全面总结；每半年编制一份环境保护工作进度报告，进行阶段性总结。环境监理总结报告应送环保部门备案，并作为验收的依据。

本工程环境监理由业主委托具有相应资质并承担主体工程监理的单位承担。

（5）监理内容及机构

表 11.5-1　德厚水库工程环境监理内容一览表

分类	项目	监理内容	要求	检查时间
水环境	1、砂石料加工系统废水	沉砂、沉淀处理	出水回用于生产，尽量不外排，外排必须达标排放	定期检查
	2、混凝土系统冲洗	集水池/桶收集，添加酸性中和药剂中和处理回用于生产		
	3、生活污水	施工期修建化粪池、旱厕、食堂设置隔油池，泔水桶定期清理；运行期水库管理所修建公厕（配建化粪池）		
	4、生态用水	生态用水按汛期多年平均流量的30%（1.81m³/s），枯期按多年平均流量的10%下放生态流量(0.61 m³/s)	满足用水需求	适时监督
空气环境	1、混凝土拌和系统	远离居民区布置		适时监督
	2、施工场地	洒水降尘，及时清理渣土		定期检查
	3、隧洞	配备空压站，通风换气		定期检查
	4、砂石料加工系统	采用湿式破碎，大风天气暂停工作		
	5、敏感点	设置限速标志牌，车辆减速慢行，清除积尘，保持路面洁净；增加洒水降尘的次数		定期检查
噪声	工程建设及运输	靠近居民点的工段夜间及中午12：00~14：00时间段禁止施工；禁止夜间大量运输		适时监督
		在新建渠道和施工道路附近的村庄应设置禁止鸣笛和减速慢行的标示牌		
生态环境	1、植物保护	严禁超计划占地，加强宣传教育，做好植被恢复和绿化；如在施工中发现保护植物，必须请林业部门保护处理	对植物植被、动物及鱼类的影响减到最低；	适时监督
	2、野生动物保护	加强野生动物保护宣传教育，严禁狩猎和非法捕鱼；加强施工管理，严格控制施工占地，保护评价区动物生境		适时监督
	3、鱼类	采取分层取水措施，保证生态流量下泄，建立鱼类增殖站。		
	3、水土保持	按水保方案对各项水保措施进行监督		定期检查
固体废物处置	1、弃渣处理	工程弃渣堆放到水保方案中指定的弃渣场，并严格按照水保方案措施堆放		定期检查
	2、生活垃圾处置	施工期临时生产生活区设置垃圾桶/垃圾坑，运行期修建垃圾坑。对垃圾分拣利用实现垃圾减量化，不能利用部分收集后运往县城垃圾填埋场集中处置		定期检查
人群健康	传染病预防	配备防治传染病的药品，定期组织施工区工作人员开展身体检查，预防和监控传染病	配合医务人员开展工作	适时监督

11.6 移民安置区环境管理

11.6.1 环境管理机构及职责

德厚水库工程涉及 5 个集中安置点，须设置移民安置环境管理规划实施领导小组，由文山州政府、移民办、环保局、水利局等部门分派兼职人员共同组成，负责规划措施的实施，定期督检规划实施情况，对重要问题进行决策；当地移民部门负责移民安置区各项规划措施的具体执行。具体工作内容包括：

(1)负责落实水土保持、垃圾处理、废水处理、人群健康保护、大气及声环境保护、生态环境保护等措施及各项监测工作的具体实施。

(2)对移民安置区环保投资做到专款专用。

(3)对移民安置区发生的环境问题及时处理解决。

(4)监督移民安置区各项环境保护工作，编制年度考核报告及最终的规划措施完成报告。

(5)组织环境保护竣工验收的相关工作。

11.6.2 移民安置环境监理

据国内日前实施的大型水电站移民监理工作经验，移民监理通常是由工程建设单位与移民主管部门共同委托具有监理资格的机构来共同完成。为了保障安置区各项环境保护工程的实施，建议监理机构成配备至少一名专业环境监理人员，负责监督、审查、评估环境保护措施的落实情况。

移民工程环境监理的内容应包括移民安置规划及实施两个阶段。主要内容为：

(1)在规划阶段主要是检查移民安置规划是否考虑下列环保措施：安置点水源地的建设、安置点的选址是否避开环境敏感区。凡为移民而兴建的工程，必须开展环境影响评价工作，提出相应的环境保护措施。

(2)实施阶段的工作内容主要是监督、审查、评估环境保护措施的落实情况。

在新建安置点的主要任务为：

(1)饮用水水源地保护及消毒处理状况；

(2)粪便无害化处理；

(3)依据规划设计检查整个排水系统的实施、清理及管护情况；

(4)检查固体废弃物的处理状况，以保障安置点的环境卫生；

(5)依据规划设计检查学校卫生设备的实施情况，检查医疗设施状况；

(6)检查大气及声环境保护情况；

(7)检查施工过程中可能产生的弃土弃渣处理情况，防止新增水土流失；

(8)检查生活污水处理设施实施情况；

(9)对移民迁建过程中存在的环境问题及时向业主和各级移民部门提出建议和措施，并督促解决这些问题；

(10)监督环保资金的使用，对其使用去向与进度进行监督。

11.6.3 移民安置环境监督计划

对移民环保投资实施监督机制，移民环保资金由环境管理规划实施领导小组负责审核和划拨，工程环境保护竣工验收阶段，对移民安置环保资金的使用进行检查。

11.7 环境保护工程验收计划

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》中的有关要求，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。结合本工程环境保护工程实施要求，德厚水库工程环境保护工程验收计划如下：

11.7.1 水库下闸蓄水前环境保护阶段工程验收

(1)蓄水前施工期部分环境保护土建工程验收

蓄水前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，如鱼类增殖站运行情况、弃渣场堆放场土建、移民安置区环境保护措施土建工程、进场公路等。

(2)施工期环境保护工程运行阶段验收

主要是针对位于淹没线以下的库底清理、鱼类栖息地保护、鱼类增殖放流运行、环境监测及环境监理、环境管理、部分区域生态修复、施工迹地清理及水土保持工程措施等进行验收。

11.7.2 工程竣工环境保护工程验收

主要是工程竣工后的环境保护工程验收，按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》有关规定实施，验收内容包括德厚水库枢纽区、输水管线区、库区、移民安置区的各项措施。德厚水库工程各阶段环境保护竣工验收重点内容见表11.7-1~表 11.7-2。

表 11.7-1 德厚水库下闸蓄水阶段环境保护竣工验收重点一览表

阶段	重点位置	重点内容
下闸蓄水阶段	砂砾料筛选系统	废水处理回用设施运行状况，是否不外排；防尘抑尘设备是否配置齐全，场界粉尘是否达标；降噪设备是否配置齐全，场界噪声是否达标；洒水降尘频率、料场附近大气环境质量；水土保持措施效果和水土保持监测。
	混凝土拌和系统	废水处理回用设施运行状况，是否不外排；防尘抑尘设备是否配置齐全，场界粉尘是否达标；降噪设备是否配置齐全，场界噪声是否达标；水土保持措施效果和水土保持监测。
	机修、汽修厂	废水处理回用设施运行状况，进出口处主要污染物浓度，废水处理率
	油库	应急预案系统配置是否齐全
	工程管理中心承包商营地	生活污水处理设施运行状况，进进出口处主要污染物浓度，污水处理率；鱼类增殖放流站是否正常运行，放流效果；生活垃圾是否分选、集中运输次数、费用；水土保持措施效果。
	存弃渣场	洒水降尘频率；大气环境和声环境质量；水土保持措施效果和水土保持监测；生态修复情况
	场内交通	限速禁鸣标志是否建成；声环境质量；洒水降尘频率；大气环境质量；道路维护状况；水土保持措施效果和水土保持监测；生态修复情况。
	环境管理	是否设环境保护管理机构，相关管理、监理、监测监人员、制度、报告是否完备；是否设置环境管理机构及体系；是否设置环境监理；是否进行施工期间的环境监测。环境保护投资是否到位
	其他单项环保工程	鱼类增殖放流土建工程是否建成；环境保护宣传措施是舌完善；环境保总体设计报告；专项环境保护工程招标设计、施工图设计是否完善
	库区	初期蓄水期水环境质量；下泄流量措施是否保障；水库蓄水前动物搜救及辅助迁移是否同步运行，效果； 鱼类支流保护措施是否进一步落实；环境保护投资是否到位。下闸蓄水验收。
	进场公路	工程施工后，植被陕复数量、恢复面积和植被覆盖率恢复情况是否达到要求；施工场地、施工便道、取土场、石料场、弃渣场是否按照已经提出的植被恢复措施进行绿化和复耕，绿化和复耕面积是否符合要求；路面、路基、取弃土场的防排水设施情况是否达到设计要求。达标排放情况。水土保持措施效果和水土保持监测。
	移民安置区（初期蓄水前涉及的安置点）	化粪池是否配备，运行效果；生活污水处理措施是否建成运行，运行效果；垃圾收运体系是否完备；垃圾堆放场是否建成；是否集中供水和饮用水消毒；水土保持措施效果和水土保持监测；环境监理及环境监测；环境保护投资落实情况。

表 11.7-2 德厚水库竣工环境保护验收重点一览表

阶段	重点位置	重点内容
工程竣工验收	枢纽区	迹地清理；生志修复 水土保持措施及效果 鱼类增殖放流站运行效果 环境监理总结报告 环境监测总结报告 工程竣工验收总结报告； 水土保持竣工验收总结报告； 环境保护投资落实情况
	库区及坝下	鱼类栖息地保护措施及运行情况 鱼类保护措施及初步效果； 下泄流量 库区水环境质量 库区及坝下水环境监测及效果 环境监理及环境监测 环境保护投资落实情况
	输水管线区	
	进场公路	同前阶段
	移民安置区（初期蓄水后的安置点）	同前阶段

12.环境保护投资估算及环境损益分析

12.1 环境保护投资估算

12.1.1 编制原则与编制依据

1.编制原则

（1）以水利水电工程设计概算编制的有关规定为基础，概算本工程为减免、降低不利环境影响所采取的环境保护工程和管理等措施所需投资，并结合工程建设和环境保护工程的特点，采用单价法和指标法等计算方法。

（2）对既属于主体工程组成部分的项目，又具有环境保护效益（如水库淹没处理和工程占地处理等），其投资应列入主体工程，不计入环保投资中。

（3）其它环境保护费用，参照同类工程单价，采用综合指标法进行计算或根据实际需要估列。

（4）对于难于明确的保护措施在概算中预留。

2.编制依据

（1）国家环保局第 253 号令《建设项目环境保护管理条例》；

（2）国家环保局（87）国环字第 002 号令《建设项目环境保护设计规定》；

（3）水利水电工程环境保护概估算编制规程（SL359—2006）；

（4）国家计委、国家环境保护总局计价格[2002]125 号《关于规范环境影响咨询收费有关问题的通知》（2002.1）；

（5）《云南省环境监测专业服务收费标准》；

（6）《水利水电工程设计概（估）算费用构成及计算标准》，2002 年；

（7）单价采用国家现行有关政策与现行物价。

12.1.2 环保投资组成

按照《水利水电工程环境保护设计概（估）算编制规定》，结合水利水电工程环境保护的工作内容，环境保护投资项目划分为环境保护措施、环境监测措施、仪器设备及安装、环境保护临时措施、环境保护独立费用五部分。水土保持投资计入水土保持专项投资。

12.1.3 环保投资估算

德厚水库环保总投资 6420.76 万元。详见表 12.1-1~12.1-5。另外，德厚河流域重金属污染治理工程总投资 7.80 亿元，其中由地方政府投资 7.36 亿元，由蒙

自矿冶有限责任公司投资 4400 万元。

表 12.1-1　环保投资估算表单位：万元

工程和费用名称	建筑工程费	仪器设备及安装费	非工程措施费	独立费用	合计
第一部分环境保护措施					2003.41
1、水源保护措施			30		30.00
2、生态保护措施	700	664.86	568.25		1933.11
3、水库管理局环保措施			40.3		40.30
第二部分环境监测措施					778.46
1、水质监测			650.9		650.90
2、大气监测			4.2		4.20
3、噪声监测			3.36		3.36
4、人群健康			30		30.00
5、生态监测			90		90.00
第三部分环境保护仪器设备及安装					0.00
第四部分环境保护临时措施					1240.51
1、施工废水处理		209.25			209.25
2、施工噪声防治			63.5		63.50
3、空气环境质量防治			65.66		65.66
4、固体废弃物处理			107.5		107.50
5、人群健康保护			30		30.00
6、移民安置区环境保护			764.6		764.60
第五部分环境保护独立费用					1922.77
环保建设管理费				521.57	521.57
环境监理费				259.00	259.00
科研勘测设计咨询				1142.20	1142.20
第一至第五部分合计					5945.15
基本预备费					475.61
静态总投资	700	874.11	2448.27	1922.77	5945.15
环境保护总投资					6420.76

表 12.1-2　生态保护措施投资估算表单位：万元

序号	工程和费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
1	水源保护措施				30	
1.1	告示牌	座	5	20000	10	
1.2	防护栏	项	1	200000	20	
2	生态保护措施				1933.11	
2.1	宣传保护教育费	年	3.5	45000	15.75	
2.2	初期蓄水保障生态放流措施	项	1	173600	17.36	
2.3	野生动植物保护费	项	1	150000	15	
2.4	鱼类增殖站建设及运行				1725	
2.4.1	鱼类增殖站房建工程	项	1	7000000	700	
2.4.2	鱼类增殖站施工辅助工程	项	1	350000	35	
2.4.3	鱼类增殖站设备及安装工程	项	1	6000000	600	
2.4.4	鱼类增殖站运行费	年	3	1300000	390	
2.5	鱼类捕捞过坝				60	
2.5.1	人工费	人.年		35000	3.5	
2.5.2	设备费	项	5	95000	47.5	
2.5.3	交通费	项		90000	9	
2.6	鱼类栖息地保护				100	
2.6.1	宣传保护教育费	项	1	300000	30	
2.6.2	栖息地划定费	项	1	700000	70	
3	水库管理局环保措施				40.3	
3.1	地埋式生活污水处理系统	套	1	250000	25	
3.2	化粪池	座	2	50000	10	
3.3	垃圾桶	个	6	500	0.3	
3.4	垃圾房	座	1	50000	5	
合计					2003.41	

表 12.1-3　监测措施投资估算表单位：万元

序号	工程和费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
1	水质监测				650.9	
1.1	施工期水质监测				40.74	
1.1.1	施工期地表水监测	点.次	21	9600	20.16	
1.1.2	施工期生活废水监测	点.次	42	2500	10.5	
1.1.3	施工期生产废水监测	点.次	84	1200	10.08	
1.2	运行期水质监测				565.16	
1.2.1	地表水质监测	点.次	21	9600	20.16	
1.2.2	水质自动监测站				545	
1.2.2.1	设备费	座	2	2500000	500	
1.2.2.2	在线监测运行费	年	3	100000	30	
1.2.2.3	生态流量在线监测系统（生态流量监控流量计）	项		150000	15	
1.3	施工期、运行期水生生物监测	项	1	450000	45	
2	大气监测	点.次	42	1000	4.2	
3	噪声监测	点.次	42	800	3.36	
4	人群健康监测				30	
4.1	健康调查	次	2	150000	30	
5	生态监测	年			90	2 期/年、2 年
5.1	陆生生态监测	年		450000	45	
5.2	水生生态监测	年		450000	45	
合计					778.46	

表 12.1-4　临时措施投资估算表单位：万元

序号	工程和费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
1	废水处理				209.25	
1.1	生产废水处理				91.25	
1.1.1	砂石料加工废水处理设施				21	
1.1.1.1	坝区砂石料加工废水处理设施	套	1	150000	15	
1.1.1.2	输水线路砂石料加工废水处理设施	套	1	60000	6	
1.1.2	混凝土拌合及养护废水处理				34	
1.1.2.1	混凝土拌合站及养护废水处理系统	套	1	160000	16	
1.1.2.2	移动式混凝土拌合及养护废水处理	套	6	30000	18	
1.1.3	机修含油废水处理设施	套	2	50000	10	
1.1.4	运行管理费用	年	3.5	75000	26.25	
1.2	生活废水处理				118	
1.2.1	设备购置	套	6	150000	90	
1.2.2	运行管理费用	年	3.5	80000	28	
2	大气环境保护费				65.66	
2.1	洒水降尘设备及运行费用		3.5	90000	31.5	
2.2	个人防护费用	人.年			34.16	
3	声环境保护费用				63.5	
3.1	噪声防护用具	项	1	35000	3.5	
3.2	隔声屏	套	6	100000	60	
4	生活垃圾处理费				107.5	
4.1	设备购置	项	1	200000	20	
4.2	管理费及收集处置	年	3.5	250000	87.5	
5	人群健康保护费				30	
5.1	进场消毒	项		30000	3	
5.2	人员体检	项		210000	21	
5.3	疫情检查	项		20000	2	
5.4	灭蚊、蝇、鼠	项		40000	4	
6	移民安置区环境保护				764.6	
6.1	污水处理设施				300	
6.1.1	100m^3/d 污水处理设施	座	2	1000000	200	
6.1.2	50m^3/d 污水处理设施	座	2	500000	100	
6.2	垃圾房	座	6	140000	84	
6.3	公厕及化粪池	个	13	125000	162.5	
6.4	沼气池	个	727	3000	218.1	
合计					1240.51	

表 12.1-5　独立费用投资估算表单位：万元

序号	工程和费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
1	环保建设管理费				521.57	
1.1	环境管理经常费				160.90	按第一至第四部分费用的 4.0%取费
1.2	环境保护竣工验收费				240.00	
1.3	环境保护宣传及技术培训费				120.67	按第一至第四部分费用的 3%取费
2	环境监理费				259.00	3.5 年；总监 1 人，20 万/年；监理工程师 2 人，15 万/年；监理员 3 人，8 万/年。
3	科研勘测设计咨询				1142.20	
3.1	流域规划环评报告				26.86	
3.2	环境影响评价费				458	
3.3	德厚水库工程重金属影响评价专题报告				296	
3.4	技术咨询费				120	
3.5	勘测设计费				241.34	按第一至第四部分费用的 6%取费
合计					1922.77	

12.2 环境影响经济损益分析

12.2.1 分析目的与遵循原则

（1）分析目的

环境影响经济损益分析目的是运用生态学和经济学原理，在考虑工程建设与区域生态建设，社会经济持续、稳定、协调发展的前提下，运用费用效益分析法对工程的环境效益和损失进行全面的分析，对减免工程引起的不利影响所采取对策措施的投资进行综合的经济评价，为工程论证提供科学依据。

（2）遵循原则

水利工程的环境经济损益分析，国内目前尚缺乏相应的规范和相关成熟的理论，一些环境影响难以准确量化和货币化。本工程环境经济损益分析，参照国内外现有水利工程环境经济损益分析的成果，结合本项目环境影响特点，确定主要遵循的原则：

1）直接影响原则。水利工程涉及范围广，建设周期长，受其影响的生态系统是一个复杂的大系统，系统内部环境因子之间的关系复杂，工程对生态与环境的影响往往出现一系列连锁反应，因此在进行工程的环境经济损益分析时，只考虑对生态环境或人类经济活动直接影响的结果。

2）功能恢复原则。在分析工程可能产生的环境影响时，应突出预防、保护和挽救，以保持和恢复生态环境原有的功能，因此在环境经济损益分析中确定防护措施或补救措施的费用，作为反映工程影响效应大小的尺度，并规定这些防护、补救措施的投资规模，只以保持和恢复工程建设前的生态环境功能为限。

3）一次性估价原则。由于工程造成的环境损失和产生的环境效益时间各异，这些损益之间没有可比性。因此在分析过程中，做出一次性估价，以便进行分析计算。对无法估价的环境影响，不作定量经济分析，只定性说明。

（3）分析方法

根据上述基本原则和受影响的主要生态与环境因子的特点，分别采用市场价值法、防护费用法、恢复费用法、影子项目法等主要方法进行环境效益和损失的估算，然后采用现值和损益比进行评价。

12.2.2 环境经济损益分析

（1）环境效益分析

德厚水库是一座以城乡居民生活供水、工业供水、农业灌溉为主，兼顾一定的发电功能的大型水利枢纽工程，水库建成后产生的经济效益主要是城乡居民生活供水、工业供水、农业灌溉及水力发电等经济效益。只分析计算由项目产生的可定量计算的经济效益。

德厚水库每年向平远及马塘生活和工业供水 6572 万 m^3，生活和工业用水产值为 1776216 万元，年供水效益 19716 万元。

设计灌溉面积 9.28 万亩（其中平远灌片 5.44 万亩，马塘灌片 3.84 万亩），每年工程末端可提供农业灌溉用水 2711 万 m^3。年灌溉效益合计为 7017 万元。

电站装机容量 2200kW，工程建成后多年平均发电量 674 万/kW.h，电站发电按只发不供考虑，计算 2018 年、2030 年年发电效益分别为 204 万元。

即农业灌溉、生活供水、工业供水和发电效益之和，2030 年设计水平年工程总效益为 20953 万元/年。

（2）环境损失分析

以减免工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响损失大小的尺度，计算其损失值。在本工程环境损失中，可以货币化体现的主要包括移民安置与工程永久占地投资、环境保护措施及补偿

费用。评价的方法采用“恢复费用法”。

1）移民安置及占地费用

采用"恢复费用法"，以恢复或适当改善、提高移民土地、财产资源等生产生活设施，恢复原有经济所采取的措施费用进行计算。根据移民安置规划，德厚水库建设征地和移民安置补偿含税静态总投资 97129.08 万元，其中：其中水库淹没影响区 92981.88 万元，枢纽工程建设区 3031.61 万元，输水线路工程区 1115.39 万元。其中第一部分农村移民补偿费为 52699.4 万元，第四部分有关税费为 13437.23 万元。但根据《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》、《云南省土地管理条例》（2001 年）及《云南省人民政府关于贯彻落实国务院大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例的实施意见》（云政发[2008]24 号），征收耕地的土地补偿标准为该耕地被征用前 3 年平均年产值的 16 倍；征收林地补偿费为征用前 3 年平均年产值的 5 倍。按照年均值估算调整后，占用耕地及林地所损失的年产值为 1607.8 万元；考虑到环境效益及损失的可比性，移民安置及占地的环境损失费用取为占用耕地及林地所损失的年产值与有关税费之和，合计为：15045.0 万元。

2）环境影响损失

采用"恢复费用法"，以减免不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需费用进行计算。根据本工程区域环境特点，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：施工生产废水及生活废水处理、大气污染控措施、固体废弃物处置、噪声及粉尘控制；建设期环境监测、环境管理及环境监理，水土保持，人群健康保护等。德厚水库环保总投资 6420.76 万元，水土保持投资 1589.40 万元，环境影响损失为 8010.16 万元。

3）费用效益分析

经计算分析，本项目经济内部收益率为 6.11%，经济净现值为 3057 万元万元，经济效益费用比为 1.01。

（3）环境损益分析结论

本工程的环境效益为 20953 万元/年，环境损失为 23055.16 万元/年，环境效益损失比为 0.91<1。

13 公众参与

13.1 公众参与的目的、原则和方式

（1）目的

根据《中华人民共和国环境影响评价法》及环保部《环境影响评价公众参与暂行办法》，在德厚水库工程环境影响评价工作中开展了公众参与工作，让公众更好地了解该工程的建设情况、工程特点和与工程有关的环境问题，广泛听取社会各界对该工程建设环境影响与生态保护的意见与建议，使环境影响评价更加民主化、公众化，在该工程建设中尽可能考虑与采纳公众的合理化建议，使工程建设与地区的生态环境保护相协调，达到区域可持续发展的目的。

德厚水库工程的实施可能会影响该地区各社会团体以及个人的工作和生活，工程的建设对当地社会环境和生态环境会产生一定影响。本工程的公众参与是建设单位、评价单位与当地社会团体以及受工程影响的居民之间的双向交流，通过开展公众参与可以让当地社会团体和公众了解工程的情况和工程实施可能引起的环境问题，并充分征询工程涉及地区各方面、各阶层对工程实施的意见。本工程的实施应充分考虑公众的看法和意见，发挥公众监督的作用，进一步完善环境保护工作，使环境保护措施的制定和实施更具针对性和可操作性。通过以上工作，使德厚水库工程最大限度的发挥社会、经济和环境的综合效益。

（2）原则

公众参与调查方式以针对性和随机性相结合的原则进行，以达到公正无偏，不带有调查者倾向和个人感情等主观问题。

（3）方式

公众调查通过当地人民政府，采取邀请相关社会团体代表和受影响民众参与听证会讨论、发放调查表、随机征询、交谈等几种形式，向项目所在地或与本工程有直接或间接关系的社会各界，如政府机关工作人员（包括人大、政协等）、乡（村）干部、企业工人、农民、教师等征求意见和建议，并广泛收集该工程在勘探设计和施工过程中，各设计、建设单位以及施工单位和地方政府之间进行协商、意见交换及公众参与的记录。

本工程环评公众参与方式主要有以下几种：

（1）对工程所在地社会团体和工程区及周边居民采用发放问卷进行集中调查，收集以上人员对该工程建设的态度、意见和建议，并将主要意见落实到环境影响评价和环境保护措施中。

（2）在工程设计过程中，就工程开发任务等设计依据听取当地政府及行业

主管部门的看法和建议；当地政府和行业主管部门直接参与工程区域环境现状调查。

（3）根据《环境影响评价公众参与暂行办法》中的有关要求，2014 年 5 月 8 日-21 日在文山壮族苗族自治州人民政府进行了第一次网络公示，并于 2014 年 5 月 9 日在文山日报进行了公示，2014 年 5 月 9 至 5 月 22 日在工程涉及的播烈、花庄、荣华、倮朵进行了现场张贴公示。公示就项目建设基本情况、可能产生的主要环境影响及拟采取的保护措施进行了介绍。在公示期间，未收到任何反馈意见。

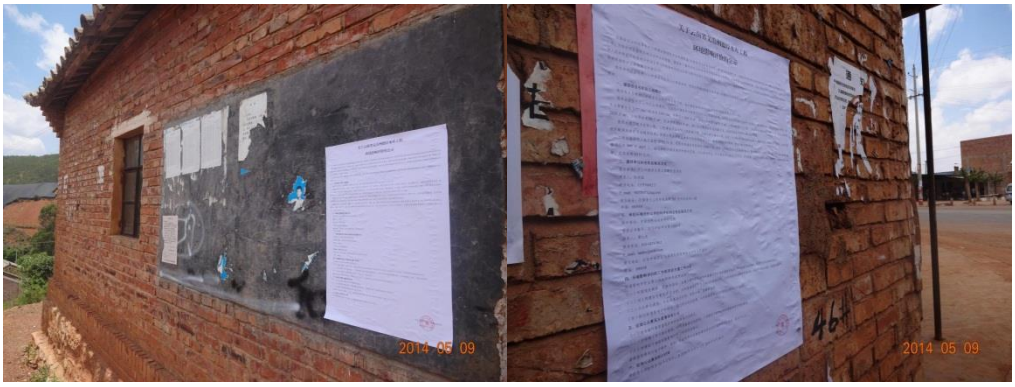
（4）2014 年 9 月 11 日在《文山日报》进行了第二次公示，同时在工程涉及的马塘镇政府、黑末村、荣华村、倮朵等进行了现场张贴公示。

（5）第二次公示期间对受工程影响的个人以及相关社会团体进行了公众意见调查工作，采取发放问卷调查方式，共发放调查表格 450 份，其中社会团体问卷 50 份；个人问卷 400 份。

（6）2015 年 6 月 24 日-7 月 7 日在马塘镇、德厚镇、平远镇张贴公示，发放回收个人调查问卷 57 份，并在黑末村委会、汤坝村委会、阿三龙村委会召开座谈会。

（7）2015 年 6 月 26 日起，在文山壮族苗族自治州人民政府网站上进行了云南省文山州德厚水库工程环境影响报告书 全文公示，网址为：

http://www.ynws.gov.cn/info/1125/139979.htm。



照片 13.1-1　播烈现场公示照片花庄现场公示照片

照片 13.1-2　荣华现场公示照片倮朵现场公示照片

文山壮族苗族自治州人民政府

wenshan-china　The people's Government of Wenshan Zhuang and Miao Autonomous Prefecture

政务信息　政务公开　为民服务　参与互动　专题专栏　美丽文山　文山三七　协同办公

首页 >> 政务信息 >> 通知公告 >> 正文

关于云南省文山州德厚水库工程 环境影响评价的公示

【打印本页】【收藏本页】发布时间：2014/05/08 来源：　　【字体： 小 中 大】

云南省文山州德厚水库工程建设管理处正在积极开展“云南省文山州德厚水库工程”项目的前期工作，并委托中国水利水电科学研究院进行该项目的环境影响评价工作。为维护项目影响区域公众的合法权益，调查和了解项目区公众对该项目建设的意见和看法，发现可能引起的环境问题，完善工程设计和生态保护工作，按照《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价公众参与暂行办法》的有关规定，进行该项目的环境影响评价信息公示，以听取社会各界对该工程建设的环境影响及有关环境保护工作的意见和建议。

热忱欢迎社会各界人士积极参与此次公众调查活动，您的宝贵建议和意见将对该工程建设产生重要的作用，我们会认真对待和慎重考虑您的建议。谢谢您的合作与支持。

一、建设项目名称及工程概况

建设项目名称为：云南省文山州德厚水库工程。由云南省水利水电勘测设计研究院承担项目设计工作。

德厚水库位于文山州文山市境内，坝址位于德厚河与咪哩河交汇口以下615m处。其开发任务为以城乡生活和工业供水、农业灌溉为主，兼顾发电等综合利用。水库正常蓄水位1377.5m，死水位1341.5m，总库容1.1347亿m3，其中兴利库容0.8975亿m3。工程规模属大（2）型。工程多年平均供水量为9587万m³，其中生活供水2235万m³，工业供水4336万m³，农业供水3016万m³。灌区设计灌溉面积为9.28万亩，包括平远及马塘两个灌片6个灌域。

德厚水库工程为Ⅱ等工程，工程建设内容包括大坝枢纽工程、防渗工程及输水工程。其中，大坝枢纽工程由沥青混凝土心墙堆石坝、右岸开敞式溢洪

图 13.1-3 第一次网络公示

党的群众路线教育实践活动

文山日报

特别报道

转换角色当群众 体验生活找问题

——州纪委监察局开展“转换角色、切身体验”活动侧记

党的群众路线基本观点梳理（下）

州地税局“三个三”推进教育实践活动

州水务局开展“转换角色切身体验”活动

丘北县委组织部“三个一”实现服务群众“零距离”

西畴扎实抓好突出问题交办督办

关于开展文山州服务企业满意度测评2014年度第一次测评的公告

关于云南省文山州德厚水库工程环境影响评价的公示

2014 07 07

图 13.1-4 在纸面媒体（《文山日报》）上第一次公示

文山日报
WEN SHAN RI BAO

2014年9月11日 星期四
农历甲午年八月十八
中秋第4天

文山日报社出版
第8035期 今日4版
国内统一刊号CN53——0007
邮政发行代号63-39

州委州政府举行2014年教师节庆祝表彰大会

纳杰出席并讲话

云南省文史研究馆『滇道文

云南发展研究』文山调研座

纳杰王维真出席并讲话

2014/09/11 16:15

鼓韵芦声

福利之争凸显社会福利体系新期盼

文山市新兵网吧火灾隐患曝光

注销公告

云南省文山州德厚水库工程环境影响评价第二次公众参与信息公告

2014/09/11 16:15

图 13.1-5 在纸面媒体（《文山日报》）上第二次公示

照片 13.1-6 马塘镇政府、马塘镇黑末村委会第二次公示张贴公示照片

照片 13.1-7 荣华村、倮朵村第二次公示张贴公示照片

照片 13.1-8 马塘镇政府、黑末村第三次公示张贴公示照片

照片 13.1-9 平远镇阿三龙村第三次公示张贴公示及座谈会照片

照片 13.1-10 在文山州政府网站上环评报告书全文公示截屏图

13.2 公众参与工作程序

德厚水库工程公众参与主要采取问卷调查、访谈、信息公开及座谈等多种方式，工作程序分四个阶段进行。

第一个阶段：接到设计委托书后 7 日内，在文山州政府网站及报纸上发布信息公告，并在工程内主要村镇张贴公告，随后收集公众主动提交的意见；第二阶段：在文山州政府网上对环评报告书的基本内容进行公示，告之公众在网上可以查阅本项目的《环境影响报告书简本》，征询反馈意见和建议；第三阶段：发放社会调查表，重点分发于工程涉及县、乡镇政府、农村居民、移民安置区村民及与本工程有直接或间接关系的公众个人，同时深入到永久占地影响区及移民安置地区进行走访。第四阶段：由于本项目新增了重金属影响专题，并新增了农作物及鱼类残毒监测分析。为此，重金属专题承担单位于 2015 年 3 月开展了相关监测，但该期的结果中有部分监测点存在异常值，难以判断是否能准确反映现状水

平。为此，于 2015 年 6 月又开展了系统的复核调查工作，取得监测结果并评价后，业主单位又开展了关于评价区重金属污染状况及及重金属污染治理措施的第三次公示，采用现场张贴公示、向群众发放问卷调查表、召开群众干部座谈会等三种形式征求了公众对流域重金属污染现状、重金属污染治理措施、重金属影响预测结果以及基于重金属污染治理措施的德厚水库建设的进一步意见。

13.3 公众参与调查结果及分析

13.3.1 调查对象

（1）公众参与调查对象的组成

为使公众参与调查反映出公众对本项目的意见，而且使调查的对象具有充分的代表性，调查对象包括工程建设及影响所涉及的文山市、马塘镇、德厚镇、稼依镇、平远镇、红甸乡等地区。调查对象涉及上述地区的有关政府部门、社团组织、社会公众等。考虑到本工程中重金属污染治理是关系到项目能否成立的关键问题，共进行了三次公众意见调查。

其中第二次公示期间，共发放调查表格 450 份，其中社会团体问卷 50 份；个人问卷 400 份。第三次公示期间，共发放并回收调查表格 57 份。

（2）公众参与调查的代表性分析

1）第二次公示期间公众参与调查的代表性分析

第二次公示期间公众个人对象的组成情况及个人调查表发放地区情况分析分见表 13.3-1、13.3-2。

表 13.3-1　第二次公示期间公众个人组成情况表

<table>
<tr><td>项目</td><td colspan="6">结构组成（比例，%）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">性别</td><td colspan="3">男</td><td colspan="3">女</td></tr>
<tr><td colspan="3">77.8</td><td colspan="3">22.2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">与工程关系</td><td colspan="3">属于工程占地影响人口</td><td colspan="3">不属于工程占地影响人口</td></tr>
<tr><td colspan="3">62.5</td><td colspan="3">37.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">年龄</td><td colspan="2">30 岁以下</td><td colspan="2">30~40 岁</td><td colspan="2">40~50 岁</td><td>50 岁以上</td></tr>
<tr><td colspan="2">10.8</td><td colspan="2">28.8</td><td colspan="2">32.2</td><td>28.2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">文化程度</td><td colspan="2">小学及其他</td><td colspan="2">初中</td><td colspan="2">高中</td><td>大专以上</td></tr>
<tr><td colspan="2">31.0</td><td colspan="2">46.0</td><td colspan="2">6.5</td><td>16.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">职业</td><td>工人</td><td colspan="2">机关</td><td>农民</td><td>公司职员</td><td>其他</td><td>个体经营</td></tr>
<tr><td>2.8</td><td colspan="2">14.0</td><td>82.8</td><td>0</td><td>0.5</td><td>0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">民族</td><td>壮族</td><td colspan="2">汉族</td><td>回族</td><td>彝族</td><td>苗族</td><td>傣族</td></tr>
<tr><td>46.5</td><td colspan="2">29.8</td><td>2.0</td><td>12.2</td><td>7.8</td><td>1.8</td></tr>
</table>

表 13.3-2　第二次公示期间公众参与调查表发放地区组成

乡（镇）	村委会	工程占地影响人口数（人）	占总问卷比例（%）	本区总问卷数（份）	占总问卷比例（%）
文山市		0	0	67	16.75
马塘镇	黑末村	72	18	72	18
	汤坝村	3	1	72	18
	荣华村	25	6	25	6.25
德厚镇	明湖村	11	3	11	2.75
	乐龙村	41	10	41	10.25
	朝阳村	38	10	38	9.5
稼依镇	大尼尼村	29	7	30	7.5
平远镇	差黑村	29	7	32	8
红甸乡	平坝寨	2	1	2	0.5
	八家寨	0	0	5	1.25
	茂克村	0	0	5	1.25
合计		250	63	400	100

由表 13.3-1 可见，受调查个人中男女比例为 77.8：22.2，男性稍多；属于工程占地影响人口与不属于工程占地影响人口比例为 62.5：37.5，受受工程占地影响人口占绝对多数；从年龄构成看，30~40 岁、40~50 岁、50 岁以上 3 个年龄段人口分别占所调查总人数的 28.8%、32.2%、28.2%，均在 30%左右；从职业构成来看，被调查人员中农民占 82.8%，其他职业的占 17.2%。从文化程度看，初中及小学及其他文化程度的人数占绝对多数，分别达到 46.0%、31.0%，这与受调查人数绝大部分为农民和受工程占地影响人员有直接关系。从民族组成看，共调查到壮、汉、彝、苗、傣、回族等 6 个民族，其中以壮族人口最多，占 46.5%，其次是汉族，占 29.8%，其他四个民族占 23.7%，这一点也充分反映了工程影响区多民族聚居的社会现状。

由表 13.3-2 可见，受工程直接影响的马塘镇、德厚镇调查人数较多，分别为 169 人和 90 人，分别占总调查人数的 42.25%、22.5%，其中受工程占地影响人口数分别为 100 人、90 人，占总调查人数的 25%、23%，其中德厚镇调查人数全部为受工程占地影响人口；平远镇、稼依镇、红甸乡为工程的受水区，调查人数分别为 32 人、30 人、12 人，占总调查人数的 8%、7.5%、3%；文山市则代表了与工程有间接关系的一般公众，总人数为 67 人，占总调查人数的 16.75%，其公众意见则代表了一般公众对工程的更为客观的看法。

另外，第二次公示期间还对 50 个社会团体进行了意见调查，包括文山州、文山市、乡镇、村委会等各级政府组织，其中文山州级社会团体共 8 家，文山市级社会团体共 24 家，乡镇共 5 家，村委会共 13 家，其中对工程建设征地涉及文山市共 3 个乡（镇）6 个村委会全部进行了社会团体意见调查，包括马塘镇黑末村、汤坝村、荣华村 3 个村委会；德厚镇明湖村、朝阳村 2 个村委会；红甸乡平

坝寨村委会。社会团体的组成既反映了各级政府对德厚水库工程建设的总体意见，也反映了受工程征地直接影响的村委会的具体意见，社会团体的组成具有较好地代表性。

由以上被调查人员和社会团体的组成以及所代表地区的组成结构分析，可以看出本次公众调查的样本分布基本反映了工程影响区域社会公众整体的构成情况，并突出了受工程直接影响人口的组成比例，被调查人员和社会团体的组成具有较强的代表性。

2）第三次公示期间公众参与调查的代表性分析

第三次公示是专门就流域重金属现状、治理措施以及影响预测内容而进行的。共发放并回收公众参与调查表 57 份。其公众个人组成见表 13.3-3。

由表 13.3-3 可见，第三次公示期间受调查个人中男女比例为 87.7：12.3，男性稍多；从年龄构成看，30~40 岁、40~50 岁、50 岁以上 3 个年龄段人口分别占所调查总人数的 24.6%、29.8%、35.1%，均在 30%左右；从职业构成来看，被调查人员中农民占 59.6%，未填写职业的人员占 38.6%，其中绝大部分应该也为农民。从民族组成看，共调查到壮、汉、彝、苗等 6 个民族，其中以壮族人口最多，占 40.4%，其次是苗族，占 28.1%，其他几个民族占 31.5%，这一点也充分反映了工程影响区多民族聚居的社会现状。从地区组成看，平原镇阿三龙村委会及马塘镇黑末村委会群众均占 26.3%，德厚镇明湖村委会、马塘镇汤坝村委会群众均占 21.1%，其余地区占 5.3%。其地区组成突出了可能受重金属实施方案影响的地区，对于重金属影响公众意见调查具有更好的代表性。

另外，第三次公示期间，还在汤坝村小组召开群众座谈会一场（参与人数 20 人），走访宣传人数 96 人。

由上可见，第三次公示期间的被调查人员的样本分布基本反映了工程影响区域社会公众的整体构成情况，尤其是作为蒙自矿冶公司处理后矿坑排水及厂区地表径流受纳区的阿三龙地区占有较高比例，对于重金属影响公众意见调查具有较好的代表性。

表 13.3-3　第三次公示期间公众个人组成情况表

<table>
<tr><td>项目</td><td colspan="6">结构组成（比例，%）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">性别</td><td colspan="3">男</td><td colspan="3">女</td></tr>
<tr><td colspan="3">87.7</td><td colspan="3">12.3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">年龄</td><td colspan="2">30 岁以下</td><td colspan="2">30~40 岁</td><td colspan="2">40~50 岁</td><td>50 岁以上</td></tr>
<tr><td colspan="2">8.8</td><td colspan="2">24.6</td><td colspan="2">29.8</td><td>35.1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">职业</td><td>工人</td><td colspan="2">机关</td><td>农民</td><td>公司职员</td><td>其他</td><td>个体经营</td></tr>
<tr><td>0.0</td><td colspan="2">1.8</td><td>59.6</td><td>0.0</td><td>38.6</td><td>0.0</td></tr>
</table>

民族	壮族	汉族	回族	彝族	苗族	其它
	40.4	14.0	0.0	12.3	28.1	5.3
地区	德厚镇明湖村委会	平远镇阿三龙村委会	马塘镇汤坝村委会	马塘镇黑末村委会	马塘镇荣华村委会	文山市区
	21.1	26.3	21.1	26.3	3.5	1.8

13.3.2 公示结果

在德厚水库环境影响评价信息公示期间，无任何相关单位和个人向项目建设单位和环境影响评价单位提出意见和建议。

13.3.3 问卷调查结果及建议

13.3.3.1 个人调查结果

（1）第二次公示期间个人调查问卷调查统计结果

第二次公示期间的个人问卷调查统计结果详见表 13.3-4。

表 13.3-4　第二次公示期间公众参与个人问卷调查结果表

问题	回答	份数	比例（%）
1．您对该项目的了解程度	了解	194	49
	不了解	32	8
	听说过	174	44
2．您认为该工程建设能提高文山州的供水保障水平吗？	能	309	77
	不能	2	1
	不清楚	89	22
3．您认为该项目对当地社会经济发展的作用	很大	95	24
	较大	240	60
	不大	65	16
4．您认为该项目建设和运行会给当地环境造成的不利影响：	很大	29	7
	较小	173	43
	无影响	198	50
5．您认为该项目所在地的环境质量现状如何？	非常好	28	7
	好	108	27
	一般	249	62
	不好	15	4
6．您认为评价区域内存在哪些需要重点关注的环境问题（多选）？	铁矿洗选、煤矿矿井排水	196	49
	矿渣污染	64	16
	农村生活、禽畜养殖污水	166	42
	石漠化	18	5
	水土流失	114	29
	其它	23	6
7．您认为该工程建设对环境可能产生	水污染	38	10

问题	回答	份数	比例（%）
哪些负面作用（多选）？	植被破坏	102	26
	水土流失	50	13
	水文情势变化	52	13
	鱼类生境影响	19	5
	矿产资源压覆	10	3
	土地淹没和占用	326	82
	噪声、粉尘对人群健康的影响	33	8
	其它	0	0
8．您认为下列哪项影响对您的生活影响较大？	耕地资源占用	258	65
	植被破坏	135	34
	废气	19	5
	噪声	12	3
	废污水	30	8
	水土流失	61	15
9．如果您是本项目的移民，且因工程建设需要进行搬迁安置，您是否愿意？	愿意	396	99
	不愿意	4	1
	不愿意的理由	土地被占用，担心补偿标准低	
10．就工程带来的社会效益和环境代价而言，您更看重哪一样？	环境代价	30	8
	社会效益	45	11
	环境代价和社会效益并重	325	81
11．您认为目前提出的环保措施能否有效弥补或减轻工程建设带来的不利环境影响？	能	274	69
	不能	3	1
	不清楚	123	31
12．您是否赞同建设云南省文山州德厚水库工程？	支持	361	90
	不支持	0	0
	无所谓	39	10
您对本项目建设有何建议或要求？	安置好搬迁户，尽量不破坏植被；认真执行环保“三同时”、水保“三同时”制度；尽早投入使用。		

由上表统计可知：

1）90%的调查群众支持本工程的建设，其余 10%对项目建设持无所谓的态度。

2）92%的调查群众了解或听说过本项目，仅 8%的群众不了解本项目。

3）超过 60%的调查群众认为该工程能提高文山州的供水保障水平及对当地社会经济发展有较大促进作用。

4）93%的调查群众认为该项目的建设和运行对当地环境无影响或影响较小。

5）62%的调查群众认为该项目所在地的环境质量一般，34%群众认为当地环境质量好或非常好，仅 4%群众认为当地环境质量不好。

6）调查群众认为评价区需要关注的环境问题主要是铁矿洗选煤矿矿井排水（49%）、农村生活禽畜养殖污水（42%）、水土流失（29%）及矿渣污染（16%）。

7）调查群众认为工程建设对环境可能产生的负面作用主要是土地淹没和占

用（82%）、植被破坏（26%）、水土流失（13%）及水文情势变化（13%）。

8）调查群众认为耕地资源占用（65%）及植被破坏（34%）对其生活影响最大。

9）99%的调查群众愿意进行搬迁安置，1%的调查群众不愿意搬迁，其理由主要是担心土地被占用及补偿标准低。

10）就工程带来的社会效益和环境代价而言，81%的调查群众认为环境代价和社会效益并重，11%的调查群众更看重社会效益，8%的调查群众更看重环境代价。

11）69%的调查群众认为目前提出的环保措施能有效弥补或减轻工程建设带来的不利环境影响，31%调查群众表示不清楚目前提出的环保措施的有效性，仅1%的调查群众否定目前提出的环保措施的有效性。

12）调查群众对本项目建设的建议或要求主要集中在：安置好搬迁户，尽量不破坏植被；认真执行环保“三同时”、水保“三同时”制度；尽早投入使用。

（2）第三次公示期间个人调查问卷调查统计结果

第三次公示期间的个人问卷调查统计结果详见表 13.3-5。

表 13.3-5　第二次公示期间公众参与个人问卷调查结果表

问题	回答	份数	比例（%）	备注
1．您在本地居住的时间：	10 年以下	1	1.75	
	11～20	1	1.75	
	20～30	8	14.04	
	30 年以上	47	82.46	
2.您认为目前德厚河流域工业污染源现状及重金属污染现状对生产生活的影响	不利影响小，能接受	51	89.47	
	不利影响一般，能接受	5	8.77	
	不利影响大，不能接受	1	1.75	
	有利影响	0	0.00	
3.您认为拟采取的重金属污染治理措施及其有效性、可行性	切实有效可行	53	92.98	
	基本有效和可行	1	1.75	
	不清楚	3	5.26	
	其它建议	0	0.00	
4.您认为平远阿三龙灌区农户是否同意使用蒙自矿冶公司选厂达标处理后的地表水灌溉：（此条仅限砚山县平远镇阿三龙片区村民）	非常赞同	23	40.35	32 个未填写
	赞同	2	3.51	
	不赞同	0	0.00	
	不清楚	0	0.00	
5.您对重金属影响预测和分析结论的意见，是否同意?	非常赞同	46	80.70	1 个未填写
	赞同	9	15.79	
	不赞同	0	0.00	
	不清楚	1	1.75	
6.您对建设方案或环境影响评价工作的改进意见：	希望尽快建设；建成后定期或不定期监测水质；处理好土地补偿和搬迁工作			

由表可见：

1）绝大多数受调查公众为本地人，在本地居住 30 年以上的占 82.46%，20~30 年的占 14.04%。

2）89.47%本地居民认为目前德厚河流域工业污染源现状及重金属污染现状对生产生活的不利影响小，能接受；8.77%的居民认为不利影响一般，能接受；1.75%的居民认为不利影响大，不能接受。

3）92.78%的受调查居民认为拟采取的重金属污染治理措施是切实有效可行的，1.75%的居民认为基本有效可行，但也有 5.26%的居民表示不清楚是否有效。

4）针对蒙自矿冶有限公司矿坑排水及矿区地表径流在经治理达标后改排阿三龙片区灌溉的方案，专门针对该片区内居民进行了是否同意使用蒙自矿冶公司选厂达标处理后的地表水进行灌溉的意愿调查，结果表明全部赞同使用该水源进行灌溉，其中非常赞同的有 23 人，赞同的有 2 人，其余 32 个未填写该项的不属阿三龙片区内居民。

5）绝大多数受调查公众同意重金属影响预测和分析结论，其中非常赞同的

占 80.70%，赞同的占 15.79%，不清楚的占 1.75%。

6）对于建设方案或影响评价工作的改进意见有：希望尽快建设；建成后定期或不定期监测水质；处理好土地补偿和搬迁工作等。

13.3.3.2 团体调查结果

第二次公示期间团体问卷调查统计结果详见表 13.3-6。

表 13.3-6　第二次公示期间公众参与团体问卷调查结果表

调查内容		调查结果	
		个数	比列（%）
1．贵单位或团体认为该工程的建设对当地社会经济发展、提高居民生活水平的影响如何？	有较大促进作用	47	94
	有一定促进作用	3	6
	没有促进作用	0	0
2．贵单位或团体认为当地最突出的社会环境问题是？（多选）	经济落后	23	46
	饮水困难	33	66
	灌溉保证率低	34	68
	干旱、洪涝灾害	23	46
	其它	1	2
3．贵单位或团体认为该工程区域目前的环境质量状况如何？	很好	12	24
	较好	11	22
	一般	24	48
	较差	2	4
	差	1	2
4．贵单位或团体认为该工程的建设会对自然环境产生哪些不利影响？	水污染	4	8
	植被破坏	7	14
	水土流失	5	10
	水文情势变化	17	34
	鱼类生境影响	3	6
	矿产资源压覆	8	16
	土地淹没和占用	35	70
	噪声、粉尘对人群健康的影响	6	12
	其它	0	0
5．从贵部门管理的角度，本工程建设及运行中急需解决的环境问题有哪些？	铁矿洗选，煤矿矿井排水；搬迁农户的安置、土地淹没和占用；坝址处环境遗留问题；水库周围的绿化；饮水困难、饮水安全问题，农业灌溉问题；建设中水土流失造成沟渠、道路阻塞；注重建设期的施工污水处理；环境污染防治；石漠化治理；对下游用水的保障；恢复汇水区的植被；农村生活污水治理。		
6．贵单位或团体认为该工程建设对区域环境的影响，从总体来说是利大于弊，还是弊大于利？	利大于弊	50	100
	弊大于利	0	0
7．贵单位或团体是否赞成该工程建设？	赞成	50	100
	不赞成	0	0

8．请贵单位或团体谈谈工程施工期间和运行期间在环境保护方面的建议和要求。	施工期：严格执行水保、环保等法规，加快水土保持措施、环保措施的实施和管理；注意污水污物不要排入河道；加强施工文明，安全生产管理；加强施工期粉尘、噪声防治措施；尽量少占林地；加快建设进度，尽快建设投入使用。 运行期：加强水资源保护管理，修复和完善森林生态系统的生态防护功能；加强库区周边植被保护
除了以上问题，针对德厚水库工程环境影响评价工作，贵单位还有哪些管理要求及建议：	建议按照相关施工要求严格管理，安全施工；对水库径流区沿线村寨进行综合治理，对河道进行治理，对有条件退耕还林的区域进行恢复整治，最大限度恢复径流区的生态环境

由上表统计可知：

1、100%的调查单位或团体认为该工程建设对区域环境的影响利大于弊，且能在一定程度上促进当地社会经济发展和提高居民生活水平，50 个调查单位或团体均赞成该工程建设。

2、调查单位或团体认为当地最突出的社会环境问题依次是灌溉保证率低（68%）、饮水困难（66%）、经济落后（46%）及干旱、洪涝灾害（46%）。

3、48%的调查单位或团体认为该项目所在地的环境质量一般，46%的调查单位或团体认为当地环境质量好或非常好，仅 6%的调查单位或团体认为当地环境质量差或较差。

4、调查单位或团体认为该工程的建设对自然环境产生的不利影响主要集中在土地淹没和占用（70%）、水文情势变化（34%）及矿产资源压覆（16%）等。

5、调查单位或团体提出的建议和要求主要是施工期：严格执行水保、环保等法规，加快水土保持措施、环保措施的实施和管理；注意污水污物不要排入河道；加强施工文明，安全生产管理；加强施工期粉尘、噪声防治措施；尽量少占林地；加快建设进度，尽快建设投入使用。运行期：加强水资源保护管理，修复和完善森林生态系统的生态防护功能；加强库区周边植被保护。

13.4 公众参与的主要结论

本次调查结果表明，绝大部分公众对本工程的兴建持积极态度，没有持反对态度的公众，认为本工程的建设对促进当地社会经济发展和提高居民生活水平具有一定促进作用。阿三龙灌片内受调查公众均同意使用蒙自矿冶公司选厂达标处理后的地表水进行灌溉。

公众在对工程建设的积极作用表示肯定的同时，也提出了一些关心的环境问题，如工程占地及补偿、施工期间“三废”及噪声排放、水土流失防治、植被破坏与恢复、安全文明施工等问题。建议环境影响评价工作要注重工程建设对河流水质和生态环境的影响评价，并提出切实有效的水质保护措施和水土流失防治措施，注重生态保护和植被景观恢复。对于德厚水库工程流域重金属污染治理实施方案

中提出的拟采取的重金属污染治理措施，绝大部分公众认为其有效可行。

对于公众参与意见，我们在环评过程中逐一进行了沟通、反馈、解决和落实，并针对与主体工程相关的问题与各相关专业进行了沟通，共同协商解决，就本工程对环境的不利影响有针对性地提出了环境保护对策措施和环境监测计划、环境管理制度。因此，在本报告书中基本回答了公众关心的环境问题。

表 13.3-7　公众参与处理结果表

关注的问题	处理结果
工程占地及补偿	完善移民生产安置规划方案，通过调剂耕地解决工程占地影响区居民的生产问题
施工期“三废”排放对环境的影响	本报告制定了环境保护对策措施
工程开挖、爆破将破坏原有自然植被，增加水土流失	采取工程措施和植物措施防治水土流失，进行植被恢复
工程建设运行将对河段鱼类等水生生态造成一定影响，建议采取鱼类增殖放流措施	考虑大坝阻隔对水生生物的影响，制定鱼类增殖放流、加强渔政管理的计划和措施
施工过程导致环境污染	提高施工人员环保意识，强化施工环境监理

14 环境影响评价结论

14.1 评价结论

14.1.1 工程开发任务、作用因素及影响源

德厚水库是《文山州盘龙河流域水资源利用规划》（修编）确定的解决盘龙河中上流域资源性缺水和工程性缺水的核心水利工程，其建设任务为以城乡生活和工业供水、农业灌溉为主，兼顾发电等综合利用。其供水对象为文山市马塘片区和砚山县平远片区，农业灌溉保证率为 75%；生活、工业供水保证率为 95%。

德厚水库坝址坐落于红河流域四级支流德厚河干流上，位于文山州文山市马塘镇以及盘龙河流域中游。现状基准年为 2010 年，设计水平年为 2030 年。德厚水库总库容为 11340 万 m^3，设计灌溉面积 9.28 万亩，包括 6 个灌片，为 2 等大（2）型水利工程。水库的正常库容 9281 万 m^3，兴利库容为 8975 万 m^3，总供水量 9529 万 m^3，其中生活供水 2233 万 m^3，工业供水 4306 万 m^3，农业供水 2990 万 m^3。水库的蓄满率为 76%。从供水对象看，为平远片区供水 4730 万 m^3，其中生活用水 1902 万 m^3，工业供水 1294 万 m^3，农业供水 1534 万 m^3；为马塘片区供水 4798 万 m^3，其中生活用水 331 万 m^3，工业用水 3012 万 m^3，农业用水 1455 万 m^3。工程静态总投资为 199027.07 万元。

德厚水库主体工程由大坝枢纽、防渗工程及输水工程组成。其中，大坝枢纽工程由粘土心墙堆石坝、右岸开敞式有闸控制溢洪道、右岸导流泄洪隧洞、右岸引水隧洞及团结大沟输水隧洞组成；防渗工程由坝址区防渗及咪哩河库区防渗组成；输水工程由坝后泵站、坝后电站及德～平输水管线组成，各支渠及田间工程等均不包括在内。大坝坝顶高程 1380.90m，最大坝高 70.9m，坝顶长 177.7m；溢洪道全长 438.64m，堰顶高程 1373m，设计泄洪能力 104.0m^3/s；导流泄洪隧洞全长 432m，进口底板高程 1335.00m，出口底板高程 1314.90m，设计泄洪流量 121.0m^3/s；引水隧洞总长 347.95m，最大设计流量 10.59m^3/s；团结大沟输水隧洞全长 381.4m，设计引水流量 1.27m^3/s。

防渗工程分为坝址区防渗和库区防渗两部分，坝址区防渗左岸防渗、坝基防渗及右岸防渗，防渗帷幕线路总长 2000m，库区防渗在咪哩河库尾右岸的罗世鲊附近，防渗线路总长 2487m。

输水工程由坝后泵站、电站及输水管线组成。坝后泵站及电站由德平泵站、坝后电站、马塘泵站组成，集中布置于大坝下游，装机 10 台，总装机容量 12360KW。

输水管线工程中仅包括德平输水线路，其余各支渠、田间工程等均不包括在内。其中，德平输水线路为管道与渠道混合输水线路，起点为花庄高位水池，终点为老坞海新海尾村附近，线路全长 11.938km，其中前段为钢管/PCCP 管道，长 10.064km，管道设计流量为 2.5～2.3m^3/s；后段为渠道，长 1.85km，由明渠（13 段，1395m）、渡槽（11 座，272m）和隧洞（1 座，182.8m）组成，设计流量为 2.3～2.1m^3/s。

德厚水库工程建设征地总面积 12918.08 亩，其中耕地面积 8854.89 亩，林地 2468.95 亩、草地 92.62 亩，园地 71.30 亩。征地面积中工程永久占地 12159.52 亩，其中耕地 8794.99 亩，林地 1858.58 亩；临时占地 713.79 亩，其中林地 619.05 亩，耕地 87.89 亩。工程规划水平年生产安置人口为 3085 人，以大农业生产安置为主，以土地为依托结合二三产业、养老保险、自谋职业等多渠道安置移民。规划水平年搬迁安置人口为 1056 户 4354 人，采取村内后靠、镇内近迁、马塘集镇安置、少量市内投亲靠友等安置模式。建设征地和移民安置补偿静态总投资 94996.72 万元，约占工程总投资的 47.7%。

德厚水库库区及输水管线沿线为广大的农村地区，施工区内无文物古迹，但水库淹没影响 3 处文物，库区有压埋矿产资源多处。工程所处区域位于滇东南岩溶发育区，是石漠化现象较严重地区，生态环境较脆弱。另外，在水库库区集水范围内还存在一些环境遗留问题，工程建设的环境影响较为敏感。

德厚水库工程经历了较长时间的论证过程，其工程建设契合国家水利发展战略、西南开放战略以及老少边穷地区扶贫及石漠化治理的要求，符合国家及云南省主体功能区划的定位及发展方向的要求，是《文山州盘龙河流域水资源利用规划》（修编）推荐的近期建设工程。德厚水库工程与区域、流域生态环境治理规划相互协调，特别是与根治德厚水库库区环境遗留问题的《德厚河流域污染治理规划》相辅相成，具有较好的规划协调性。

德厚水库选址较好地利用了德厚河流域的相对丰富的径流量及处于文砚平城镇群中心地带的优越的区位位置，水库供水量及组成在满足了生态环境用水需求的前提下较好地平衡了区域内工业、生活、农业用水之间的平衡。考虑到当地石漠化特点，水库坝型选择了更多使用当地石材及具有更好地形适应性的沥粘土心墙堆石坝。水库的取水方式较好地体现了节能和分层取水的环保节能要求。输水工程的布局较好地利用了地形，减少了泵站数量及装机，实现了管道自流输水，减少了占地及对地表径流的切割影响。工程的选址、选线、坝型选择、输水方式、规模、布局等在论证过程中较充分地考虑了区域生态环境的特点及制约因素，体现了工程开发与环境保护之间的平衡。

工程为新建水库枢纽工程及输水管线工程，施工活动主要为石方、砼方及灌

浆防渗施工，其中石方明挖 64.34 万 m^3，石方洞井挖 10.14 万 m^3，土方明挖 21.5 万 m^3，堆石料填筑 56.04 万 m^3，反滤料及砂石料填筑 17.65 万 m^3，粘土填筑 11.77 万 m^3，砼及钢筋砼 10.03 万 m^3，坝址区及库区帷幕灌浆 23.53 万 m，固结灌浆 4.93 万 m^2，回填灌浆 2.04 万 m^2，PCCP 管 10.269km。工程施工期 48 个月，施工总工日 146.38 万工日，施工期平均高峰人数 1394 人，施工最高峰人数 1640 人。

工程主要采用机械化施工，施工工艺成熟、简单。工程施工期的环境影响主要是由石方、砼方工程施工所引起的各项环境影响，主要包括坝基开挖、隧洞开挖、帷幕灌浆、管沟开挖及回填、土石料开采运输等活动对地形、地貌、植被的影响以及施工期间“三废”排放，对水环境、声环境和大气环境造成一定程度的污染。但施工结束后，三废排放的不利影响将消失。工程运行期环境影响主要是通过对水这一最核心的生态因子在盘龙河流域上中游的重新配置而对区域水环境、水生生态、陆生生态以及社会环境的影响，对于区域水环境具有流域性影响，对于盘龙河中上游水生生态有一定不利影响。灌区的灌片虽相对分散，但在石漠化地区仍属少有的具有集中灌溉价值的连片集中的耕地资源。工程通过理顺区域内的水热、水土关系，为区域摆脱贫困，扭转因贫困和基础设施条件差而导致的石漠化发展趋势，具有良好的供水效益及社会效益。通过与《德厚河流域污染治理规划》相互协调，有助于加快推进对德厚河流域内一流环境问题的解决，具有重大的环境效益。但工程也需要付出占地移民等社会环境代价。总体而言，德厚水库工程是解决盘龙河流域上中游资源型缺水及工程性缺水的核心工程，对促进区域经济发展，维持社会稳定具有重要意义，但同时也因占地移民、矿产资源压覆等产生一定的社会环境代价。

工程的评价重点为水环境影响、陆生及水生生态影响、永久占地及移民安置社会影响。

基于对德厚水库所处区域的环境调查，在德厚水库集水区内分布有 2 家砒霜厂、7 家金属采选冶企业、3 家煤矿企业，并且根据水质监测结果，坝址断面存在铁、锰浓度超出集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值问题，德厚水库工程属于“位于水质不达标河段、水文地质条件较差地区、重金属污染综合防治重点区域”的项目，根据“关于《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划环境影响报告书》的审查意见”，“在河流水质、重金属综合防治未满足有关环境要求之前，工程不得建设”。

为解决德厚水库工程建设的环境制约因素，文山州人民政府专门编制了《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》，并于 2014 年 11 月 5 日文山州人民政府以“关于德厚河流域水污染防治规划（2014-2025 年）的批复”（文

政复〔2014〕56 号）进行了批复，于 2015 年 1 月 20 日以“文山州人民政府关于实施《云南省文山州的后河流域水污染防治规划《2014-2025 年)》的承诺”（文政发〔2015〕3 号）做出了规划实施的承诺。但限于行政管辖范围，《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025)》未能对处于红河州境内的流域内规模最大的工矿企业蒙自矿冶有限责任公司提出治理方案和要求，对于文山州所辖的 11 家工矿企业也仅提出对其中的 9 家工矿企业进行治理，从流域水污染防治规划的系统性、完整性角度存在较大欠缺。即使在防治规划全面实施的情况下，德厚水库水质安全仍面临隐患，这也是水利部行业预审意见及环保咨询意见中提出进一步编制重金属治理实施方案的重要原因。

为此，为解除德厚水库环境制约因素，须在《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025)》的基础上，进一步扩大污染治理范围，加强治理力度，提出涵盖流域内全部 12 家工矿企业、且治理力度更大的德厚河流域重金属污染治理实施方案，并保证在水库蓄水前全面落实德厚河流域重金属污染治理实施方案方具备工程建设条件。

14.1.2 环境现状评价结论

（1）地形地貌

评价区位于盘龙河流域上中游。盘龙河流域总体上位于滇东喀斯特高原滇东南岩溶山原亚区内，区域内为浅至中等切割中山山地高原地貌。库区范围内灰岩出露面积约占 70～80%，主要地貌形态为侵蚀溶蚀中低山沟谷地貌。输水线路沿线自下而上为溶丘洼地构造溶蚀地貌、峰丛洼地（漏斗）、构造溶蚀侵蚀低中山地貌。

（2）地质

德厚水库工程区位于青藏川滇“歹”字型构造体系、川滇经向构造体系及南岭纬向构造体系交接地带，水库库区地处季里寨山字型构造带中心位置，输水线路地处季里寨山字型构造带北弧一侧，文麻断裂以西。区域内地层主要由泥盆、石炭、二叠及三叠系地层组成，其中咪哩河支流汇水区地层以三叠系及二叠系地层为主，德厚河干流汇水区内地层以石炭系及泥盆系地层为主。

（3）水资源

盘龙河流域位于北回归线附近，属亚热带低纬度高原气候区。盘龙河流域上中游地区具有相对丰富的水资源和较为平坦、分布集中的平坦土地资源以及丰富的矿产资源，是文山州经济发展最为活跃的地带以及文平砚城市群发展的精华地带。但由于流域内水土资源的分布的错位以及岩溶发育、河谷深切等影响，流域上中游地区存在严重的工程性缺水及资源性缺水问题。德厚河流域径流面积

565km^2，多年平均径流量 1.91 亿 m³，德厚坝址处多年平均径流量 1.90 亿 m^3。德厚河流域是盘龙河上中游水资源相对丰富的子流域。现状盘龙河流域水资源开发利用率仅为 7.5%，即使在耕地及人口集中分布的上中游地区，水资源开发利用程度也仅为 19.7%。

（4）水文地质单元

区内地下水共有碳酸盐岩类裂隙溶洞水、基岩裂隙水和松散岩类孔隙水三大类，碳酸盐岩类岩溶水、碳酸盐岩夹碎屑岩岩溶裂隙水、碎屑岩类裂隙水、火成岩裂隙水、第四系松散堆积物孔隙水五个亚类。其中富含碳酸盐岩类裂隙溶洞水的地层中 D_2d、C_1、C_2、C_3、P_1、P_2w、T_1y、T_2g 富水性强，是区内主要含水层；$\in_2$、$\in_3$、O_1 地层为碳酸盐岩、碎屑岩互层型裂隙溶洞水，其中$\in_2$、$\in_3$ 富水性中等，O_1 富水性弱；$\in_1$、D_1p、D_2p、P_2l、T_1f、T_2f、T_3n、E、N 含有基岩裂隙水，富水性弱，为区内相对隔水层；$P_2\beta$、$\eta\gamma^2_5$ 含有火成岩裂隙水富水性弱；Q 含有散堆积物孔隙水，富水性弱。

评价区为典型岩溶区，流域 80%以上为碳酸盐岩分布区，区内地表水、地下水转换频繁，枯季汇水大部分来源于岩溶地下水，大多以暗河、岩溶泉等下降泉的形式向外排泄，咪哩河干流及德厚河干流及盘龙河干流是区域地下水的排泄基准面。德厚河流域内大致形成咪哩河岩溶水文地质单元（Ⅰ）和德厚河岩溶水文地质单元（Ⅱ）两个具有相对独立补给、径流、排泄条件及动态变化特征的水文地质单元。其中咪哩河岩溶水文地质单元（Ⅰ）由大红舍龙洞地下水系统（$Ⅰ_1$）、捏黑—河尾子岩溶地下水系统（$Ⅰ_2$）、塘子寨—热水寨岩溶地下水系统（$Ⅰ_3$）组成，分布面积约 70km^2。德厚河岩溶水文地质单元（Ⅱ）由杨柳河背斜岩溶地下水系统（$Ⅱ_1$）、白鱼洞岩溶水系统（$Ⅱ_2$）、八大碗岩溶地下水系统（$Ⅱ_3$）、明湖—双宝岩溶地下水系统（$Ⅱ_4$）组成，分布面积约 290km^2。流域内流量较大的泉（暗河）分别为大红舍龙洞及白鱼洞泉等，其中大红舍龙洞是咪哩河岩溶水文地质单元大红舍龙洞地下水系统（$Ⅰ_1$）的出露点，汛期流量 1m^3/s，枯季流量 0.35m^3/s；白鱼洞是德厚河水文地质单元白鱼洞岩溶水系统（$Ⅱ_2$）的出露点，年均流量 1.004m^3/s，雨季流量 1.65m^3/s。

（5）水环境现状

德厚水库集水区内现状有 12 家工矿企业，其中砒霜厂 2 座，银多金属矿采选厂 1 座、铁锰合金冶炼厂 1 座、铁矿选矿厂 2 座、铁矿采选厂 1 座、铁-铜-硫多金属选矿厂 1 座、锰矿 1 座、煤矿及遗留煤矿区 3 座。

按径流区划分，咪哩河径流区内有 8 家，分别是文山市星金铁矿磁选厂（铁矿选矿厂）、兆龙工贸有限责任公司（铁矿选矿厂）、文山盛禾矿业有限责任公司（砒霜厂）、金驰公司薄竹选矿厂（铁-铜-硫多金属选矿厂）、大凹子煤矿（煤矿）、

水结煤矿（历史遗留煤矿区）、土基冲铁矿（铁矿采选厂）及文山金驰砒霜厂（砒霜厂）。以上企业中金驰砒霜厂位于岩溶洼地内，与库区仅有地下水水力联系，该企业距离坝址和距离淹没线也最近，分别约 2.5km、0.5km；文山市星金铁矿磁选厂、兆龙工贸有限责任公司、文山盛禾矿业有限责任公司、金驰公司薄竹选矿厂 4 家工矿企业则位于大红舍龙洞地下水系统（Ⅰ1）内的岩溶洼地内，咪哩河库区回水末端以上直线距离 2.13~5.57km，与咪哩河干流仅有地下水力联系。大凹子煤矿、水结煤矿、土基冲铁矿 3 家企业（历史遗留煤矿区）则处于咪哩河库区回水末端以上 2.76~6.47km 的地表水径流区内，均位于相对隔水层上，与咪哩河库区仅为地下水水力联系。目前，以上 8 家企业全部属文山市管辖，已关闭待整治共有 4 家，分别是金驰砒霜厂、盛禾砒霜厂、兆龙工贸公司选厂以及水结煤矿，其中的盛禾矿业有限公司和文山金驰砒霜厂 2 家企业均因发生污染事故而被关闭，存在遗留的砷渣和被污染土壤等危险废物，对德厚河流域水质安全构成环境风险隐患；已停产待关闭整治的企业有 4 家，分别为星金铁矿磁选厂、大凹子煤矿、土基冲铁矿厂、薄竹多金属选矿厂。

德厚河干流径流区内共有 4 家，分别是蒙自矿冶有限责任公司（银多金属采选厂）、中泰锰业老钨锰矿（锰矿）、乐西煤矿（煤矿）、金和有色金属冶炼厂（铁锰合金冶炼厂），均位于德厚河库区回水末端以上 6.95~22.82km 的径流区内，与德厚水库库区通过地表水形成水力联系。目前，以上企业中除蒙自矿冶有限责任公司归红河州管辖外，其余 3 家归文山州管辖。以上企业中仅有老钨锰矿 1 家仍在生产，乐西煤矿、金和有色金属冶炼厂 2 家为已停产待关闭整治的企业，蒙自矿冶有限责任公司则处于停产待整治状态。

根据调查，以上涉矿企业绝大部分因各种原因已经停产或关闭，因企业环评及安全生产手续不全而被停产的企业有 5 家，分别是咪哩河子流域内的文山市星金铁矿磁选厂、兆龙工贸有限责任公司、土基冲铁矿 3 家企业以及德厚河子流域内的蒙自矿冶有限责任公司选矿厂、蒙自白牛厂冶炼厂 2 家企业，这两家企业位于红河州蒙自县境内，不处于文山市管辖范围；因生产成本高而停产的只有 1 家，为德厚河子流域内的金和有色金属冶炼厂，该厂生产废水正常情况下不外排，但现场调查发现该厂存在废渣冷却池破损问题。目前仍在生产的有 3 家工矿企业，分别是大凹子煤矿，中泰锰业老钨锰矿、乐西煤矿，这 3 家企业中中泰锰业老钨锰矿及乐西煤矿基本无生产废水排放，但存在雨季厂区内地表径流冲刷厂区内矿石而产生水土流失，并将矿石碎屑冲入干流的问题，而大凹子煤矿中的水结矿点已关闭多年，也存在汛期水土流失将渗滤液及矿渣冲入河道内的问题，而且，目前仍在生产的磺厂矿点存在向咪哩河上游支流直接排放含高浓度铁锰硫酸盐酸性矿坑废水污染地表水的问题。

经对涉矿企业的矿渣进行酸浸水浸实验，结果表明：兆龙选矿厂、星金选矿厂、盛禾砒霜厂矿渣以及金驰砒霜厂区内被污染较重的土壤以及大凹子煤矿下游、土基冲铁矿下游支流内底泥属于危险废物，共计 46361.2t，其中大凹子煤矿汇入的下游支流内 2.5km 河段内以及土基冲铁矿汇入的支流 2.5km 河段内的底泥为危险废物，各约 700t。另外，金驰砒霜厂、盛禾砒霜厂、星金磁选厂、兆龙工贸公司、薄竹选矿厂、大凹子煤矿、土基冲选矿厂、水结煤矿、蒙自矿冶有限公司等 9 家企业共有Ⅱ类一般工业固废 442.11 万 m^3，星金磁选厂、老坞锰矿、乐西煤矿等 3 家企业共有Ⅰ类一般工业固废 70.03 万 m^3。

咪哩河干流底泥监测点重金属均满足《土壤环境质量标准》（GBGB15618-1995）三级标准，不满足土壤环境质量三级标准的 15 个底泥超标点均位于德厚河干流，镉超标较为普遍，14 个点超标，超标倍数在 0.1~2.22 倍；其次为砷超标，共 5 个点位超标，超标倍数在 0.21~0.46 倍；个别断面（白牛厂下游落水洞）还有锌超标，超标倍数 0.25 倍。

通过对淹没区内的底泥的酸浸水浸实验，结果表明淹没区内的底泥酸浸实验浸出液中危害成分浓度不超过《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别标准》（GBGB5085.3）限值，不属危险废物；其水浸实验中浸出液浓度也不超过《污水综合排放标准》限值，不属于Ⅱ类一般工业固废，仅属于Ⅰ类一般工业固废。

德厚水库汇水区内还存在着面源污染，包括生活污染源、畜禽养殖污染源以及农业污染源三大类，污染负荷量为 COD1023.3t/a，氨氮 74.5t/a，总氮 164.58t、总磷 25.29t，均以农村生活污水源为主。德厚水库集水区内有机污染物及营养类物质总排放量约为：COD1023.31t/a、氨氮 107.13t/a、总氮 164.58t/a、总磷 25.29t/a。均以面源污染负荷为主，其中 COD、总氮、总磷排放量几乎占总负荷量的 100%，氨氮占 69.6%。

德厚河流域内污染源主要有工矿企业的矿渣溶滤所产生的重金属污染源及以生活污水为主的面源有机污染源，二者基本不重合。其中，对德厚河流域地表水产生直接影响的是面源污染负荷排放的有机污染物及营养物质以及部分涉矿企业生产废水，对德厚河流域水环境产生持续环境风险隐患的是大部分涉矿企业中遗留的矿渣，其持续溶滤出的重金属污染物主要通过先渗入地下水环境再进入地表水环境而对德厚河水质安全造成隐患。

评价区内库区涉及的德厚河干流及咪哩河干流水体水质保护目标均为Ⅲ类，德厚河口以下至入文山市区水质保护目标为Ⅲ类，文山市区以下至南汀岔河段为Ⅳ类。地下水水质目标为 3 类。

根据 2013 年 9 月、12 月水质现状监测结果，所监测地表水水质断面中丰、枯水期均有部分指标不满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准，

超标点位较多的水质指标为总氮、铁、锰、粪大肠菌群。德厚水库坝址处现状水质不能满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准及集中式饮用水水源地补充监测指标要求，主要超标指标为铁、锰、粪大肠菌群，且丰水期水质劣于枯水期水质。迷洒断面水质除粪大肠菌群略微超标（超标 0.2 倍）外，基本满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准。

根据 2013 年 9 月、12 月水质现状监测结果，各地下水水质断面中均有水质指标不满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）3 类标准，其中木其得清水寨泉、大红舍龙洞地下河、木期德地下泉、牛腊冲右岸地下泉、花庄抽水房、金驰砒霜厂抽水房超标指标数较多，超标水质指标主要为粪大肠菌群、总大肠菌群、氨氮、铁、锰等。

考虑到区域内地表水、地下水转换频繁，对所有的地表水、地下水监测断面水质统一按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）进行评价，评价区内咪哩河干流和德厚河干流均存在铁、锰超标，且上游超标程度比下游重，丰水期比枯水期超标程度重；咪哩河地表水污染程度比德厚河重，德厚河泉水水质比咪哩河泉水水质差，主要表现在超标指标多且超标断面多。德厚水库坝址断面存在超标项目，其中铁超标 7.4 倍、粪大肠菌群超标 1.0 倍、锰超标 0.55 倍、COD 超标 0.48 倍、高锰酸盐指数超标 0.04 倍。德厚河干流底泥质量劣于咪哩河底泥，其中镉几乎全河段超标，砷也有较多断面超标，而咪哩河干流底泥无重金属超标。

综上，德厚河流域内存在矿业废水及矿渣污染地下水及地表水环境的问题，以及生活污水及禽畜养殖废水的无序排放，使得德厚水库库区现状水质不能满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准及集中式饮用水水源地补充监测指标要求。造成德厚河干流及咪哩河水环境状况差异的原因主要在于两径流区内涉矿企业的类型、排水方式以及与地表水体的水力联系的差异。德厚河流域污染源性质及与地表水体间的水力联系对德厚河干支流的地表水及底泥影响存在显著差异，整体表现为地表水力联系比地下水力联系对干支流水质及底泥重金属含量影响更为强烈，**咪哩河流域内的大凹子煤矿、水结煤矿、土基冲铁矿以及德厚河干流的蒙自矿业有限责任公司对德厚河干支流水质及底泥影响直接而显著，而咪哩河大红舍龙洞水文地质单元内的 4 家涉矿企业及金驰砒霜厂等对流域水质安全构成重大风险隐患。**

（6）大气及声环境现状

根据对工程施工区大红舍（石料场附近居民点）、罗世鲊（库区防渗工程所在处）、坝址（团结大沟经过处）、红石岩（输水管线经过处）共 4 个监测点大气环境现状监测结果，各污染物小时平均浓度监测值与日均浓度监测值均未出现超标现象， TSP、PM10、NOx、SO2 均可达到 GB3095-20123《环境空气质量标准》

二级标准要求。

对以上 4 个监测点的声环境监测结果，各监测点等效连续 A 声级昼间在 40.5～49.1dB（A）之间，夜间在 38.1～40.5dB（A）之间，各监测点均能达到 2 类声环境功能区标准限值的要求。

总体来说，德厚水库工程评价区内环境空气质量良好，声环境现状较好。

（7）土壤环境现状

评价区土壤类型以红壤、黄棕壤和石灰岩土为主。按照《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准对土壤监测结果进行了评价，结果表明：评价区内部分监测点的土壤环境质量不满足《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准要求，主要存在镉、砷、汞、铜、镍超标。砷超标的监测样共有 11 点位 22 个样，其中 8 点位 19 个样处于淹没区内，超标倍数在 0.44~4.80 倍；镉在评价区超标的监测样共有 13 点位 22 个样，其中 8 点位 17 个样处于淹没区内，超标倍数在 0.23~15.53 倍；汞在评价区超标的监测样共有 10 点位 15 个样，其中 6 点位 11 个样处于淹没区内，超标倍数在 0.05~7.65 倍；铜在评价区超标的现象较为普遍，评价区 25 点位 38 个样中，有 23 点位 36 个样超标，但超标倍数不高，在 0.04~1.20 倍之间；镍在评价区超标的监测样共有 6 点位 19 个样，全部处于淹没区内，超标倍数在 0.58~1.75 倍；铅在评价区超标的监测样共有 6 点位 6 个样，淹没区的 4 点位 4 个样超标，但超标倍数不高，在 0.01~0.28 倍之间。铅仅在咪哩河淹没区的荣华村上寨 1 个点位的 1 个浅层土样出现超标，超标倍数为 0.87。

对监测点位的土壤的酸浸水浸实验结果表明，各监测点位的土壤酸浸试验结果均未超过《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）的标准值，不属于危险废物。各监测点位的土壤水浸试验结果均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的最高允许排放浓度，说明按固体废物分类，评价区土壤属Ⅰ类一般工业固废。

文山州总体上处于滇桂黔石漠化片区，文山市及砚山县均属中度石漠化地区，石漠化土地面积占全区面积的 50%左右。评价区内德厚水库坝址以上流域植被覆盖较好，工程建设区土壤侵蚀程度为轻度，水土流失轻微，石漠化现象不突出。评价区内现状不存在土壤潜育化现象。

（8）陆生生态

根据《云南省生态功能区划》，坝址区位于高原亚热带南部常绿阔叶林生态区（Ⅱ）-文山岩溶山原季风常绿阔叶林生态亚区（Ⅱ5）—异龙湖、长桥海山原湖盆农业与城镇生态功能区（Ⅱ4-4），供水区之一的平远片区位于高原亚热带北部常绿阔叶林生态区（Ⅲ）-滇中高原谷盆半湿润常绿阔叶林、暖性针叶林生态亚区（Ⅲ1）-邱北、砚山岩溶盆地水土保持生态功能区（Ⅲ1-15）。评价区及供

水区的生态环境敏感性较敏感，存在“工业及农业活动造成的环境污染和土地退化”以及“土地利用过度带来的石漠化”等主要生态环境问题。

根据对评价区的遥感影像的解译，评价区内土地利用以灌木林地面积最大，占总面积 50.32%，其次是以旱地为主的耕地，占 38.15%，有林地仅占 8.32%，而水体和居民点及建筑用地所占比例更小。评价区内景观斑块数、面积、频率均以暖温性石灰岩灌丛为最高，暖温性石灰山灌丛优势度值也最高，达到 58.29%；耕地次之，优势度值为 44.57%；暖温性针叶林优势度为第三高，12.46%。评价区内景观基底为暖温性石灰山灌丛及耕地，暖温性针叶林在评价区景观体系中也占有相对重要的地位。

德厚水库库区和输水沿线以农业生态系统为主。评价区总生产量达 571679.4 t/a,以暖温性石灰岩灌丛和耕地占比最大，分别达到 53.69%和 30.56%，暖温性针叶林占 11.30%，其他类型所占比例都较小。评价区总生物量为 1916908.55t，以暖温性石灰岩灌丛和耕地占比最大，分别为 45.29%、37.91%，其余各类型生物量都比较少。

评价区内陆生自然植被类型在水平地带上成斑块状分布，地带性植被为暖温性石灰岩灌丛，植物种类以华西小石积(*Osteomeles schwerinae*)、清香木(*Pistacia weinmannifolia*)等为优势种，零星分布有少量的暖温性针叶林，主要物种为云南松(*Pinus yunnanensis*)。在垂直地带上分布不明显。评价区共有维管植物 159 科 509 属 721 种(其中，蕨类植物 18 科 22 属 30 种，种子植物 141 科 487 属 691 种)，可划分为 3 个植被型和 7 个群系。发现 1 种国家 II 级保护植物：金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* (D.Don) Hara。评价区内没有古树名木的分布。

根据野外考察结果及相关资料记录，目前评价区分布有陆栖脊椎动物 152 种，隶属 4 纲、20 目、56 科、111 属，其中以东洋界成分(107 种)占优势，占总数的 70.39%，古北界成分(11 种)，占 7.24%；两界广布成分(34 种)，占 22.37%。国家重点保护动物和珍稀、濒危动物总计 12 种，其中国家 II 级重点保护野生动物 7 种，云南省级重点保护动物 1 种；有被《中国濒危动物红皮书》收录的 7 种，其中 1 种为“稀有”种类，2 种为“濒危”种类，4 种为“易危”种类。在工程占地区内有分布的国家重点保护动物和珍稀、濒危动物共有 4 种，为雀鹰、松雀鹰、普通鵟、红隼，均为国家 II 级保护动物，均属于鸟类。

（9）水生生态

德厚水库所涉及江段以及水库下游几个样点的水样泥沙含量相对较高，整个调查江段水均为泥红色，水体透明度低，水体的叶绿素含量较低，整个调查江段的水体为贫营养型水体。

评价河段 8 个监测断面的浮游植物浮游植物共 22 种，其中硅藻门 6 科、11

属、12 种；绿藻门 3 科、4 属、4 种。蓝藻门、甲藻门、裸藻门均为 1 科、2 属、2 种。浮游动物的总种数为 25 种，其中原生动物 6 科、7 属、12 种；轮虫 3 科、5 属、6 种；枝角类 3 科、3 属、3 种；桡足类 2 科、3 属、3 种；线虫 1 种。底栖动物 17 科 17 属 23 种，其中环节动物 2 科、3 属、3 种；软体动物 3 科、3 属、3 种；十足目 1 科、1 属、1 种；水生昆虫类的蜉蝣目 3 科、4 属、4 种；半翅目 3 科、3 属、3 种；鞘翅目 1 科、1 属、1 种；襀翅目 1 科、1 属、1 种；毛翅目 1 科、1 属、1 种；蜻蜓目 2 科、3 属、3 种；双翅目 2 科、3 属、3 种。

根据现场采集，访问调查及相关文献记载，德厚河(含支流咪哩河)及下游盘龙河共分布有鱼类 38 种，隶属 5 目 14 科(含 10 亚科)33 属。其中土著鱼类 28 种，隶属 5 目 10 科(含 8 亚科)25 属，以鲤形目的种数最多，占 75%；评价区域内喜流水鱼类多，共有 18 种，占全部土著鱼类种数的 64.29%；底栖性鱼类比重大；无长距离洄游性的鱼类；经济养殖鱼类较多，有 21 种，占 55.26%。未发现国家和云南省级重点保护鱼类分布及该地区特有的鱼类分布；根据西南林业大学 2010 年调查结果，盘龙河文山城区段有山白鱼分布。

德厚河流域内有分布的鱼类约有 24 种，其中土著鱼类 15 种，隶属 4 目 7 科(含 7 亚科)9 属，以鲤形目、鲤科鱼类为主，以小型鱼类为主；珍稀濒危鱼类山白鱼在该区域无分布。因德厚河(含支流咪哩河)的水量很小，且干季常有断流现象，故除鳅科、鮡科等的种类外，其他主要为雨季自盘龙河溯河而上的种类。除洪水期外，德厚河(含支流咪哩河)鱼类资源量十分有限。

（10）社会环境

德厚工程所处的文山州为一个集”老、少、边、山、穷”和原战区为一体的边疆民族自治州，其中“老”即革命老区；“少”即民族多达 11 个；“边”指边疆，与越南边境线长达 438 公里；“山”即山区、半山区面积占 97%，岩溶地貌占 53.4%；“穷”即贫穷，全州 8 县（市）都属国家重点扶持的贫困地区；“战”即原战区，是建国以来全国经历战争时间最长的地区，改革开放比内地整整晚了 14 年。同时，由于地处几个地质大构造单元交接部位，成矿条件好，矿种多，储量大，品种也较为齐全，文山州被誉为“有色金属王国中的王国”。从 20 世纪 90 年代起开始恢复建设，依托盘龙河流域较为丰富的水能资源、有色金属资源以及独特的三七资源，盘龙河流域内形成了以三七、农特产品加工、冶金化工、建材电力为核心的地方工业体系，盘龙河流域已成为文山州经济最为活跃的地带，也是规划的文山-砚山-平远滇东南城镇群发展所依托的核心区域。但在以往的发展中，受石漠化及长期社会经济落后状态制约，也因矿产开采等出现了一些遗留环境问题，对区域长远发展造成制约。

区域内主要环境问题为：

1.岩溶发育与石漠化问题为盘龙河流域的基底型问题。

2.存在严重的环境遗留问题，现状存在环境制约因素。

3.贫困及基础设施严重匮乏成为制约区域社会经济及生态环境良性转化的关键。

4.水为区域内最核心生态要素。区域内生态环境的良性发展有待于进一步理顺水土关系。

14.1.3 环境影响预测及评价结论

（1）水资源配置效果

根据规划区 2030 水平年水资源供需平衡成果，2030 水平年规划区 p=75%总缺水 11830 万 m^3，其中城镇生活缺水 2206 万 m^3，农村生活缺水 35 万 m^3，工业缺水 6618 万 m^3，农业缺水 2971 万 m^3。经兴利调节计算，德厚水库多年平均供水量为 10130 万 m^3，p=75%供水量为 10402 万 m^3，其中生活供水 2206 万 m^3，工业供水 5190 万 m^3，农业供水 2971 万 m^3。加入德厚水库供水量后，2030 水平年规划区生活及农业已实现供需平衡，缺口主要集中在马塘片区的工业上，工业缺水 1428 万 m^3。

（2）水文情势影响预测

工程运行后平水年（P=50%）及枯水年（P=90%），由于管道输水工程的运行以及马塘取水口取水量的增加，德厚水库坝址断面及下游断面来流量明显减小，但均能满足最小下泄生态流量的要求。沿程各断面中上游德厚水库坝址下断面流量减少最大，随着下游沿程支流等流量的汇入，各断面流量减少比例逐渐减小，在马塘取水口取水的影响，取水口下游断面流量进一步减少，随着下游支流的汇入，河道流量减水影响逐渐减小。

（3）地表水环境影响预测

在按时足量实施《德厚河流域污染治理规划》的前提下，德厚水库库区水质可以满足地表水水质III类要求。

利用 Mike11 软件建立包括德厚水库库区的德厚河干流及盘龙河干流一维水流水质模型。经模型率定后，预测平水年、枯水年德厚河干流及盘龙河干流水质变化。预测结果表明，在按时足量实施《德厚河流域污染治理规划》的前提下，德厚河干流及盘龙河干流水质仍能满足水质保护目标要求。

利用 MIKE3 软件建立德厚水库三维水温数学模型，预测计算水库水温结构和下泄水温。经预测，在底孔取水条件下，丰、平、枯三个典型年德厚水库水温预测计算表明，德厚水库水温结构属于过渡型。12 月至来年的 2 月基本不分层；4 月至 9 月水库水温分层明显，库表与库底水温最大相差 9.9℃，出现在 7 月份；

其它月份（3 月、10 月和 11 月）分层不明显。

底孔取水方式下，德厚水库水温在灌溉和鱼类繁殖季节 4 月和 7 月水温分层明显。下泄水温与天然水温相比，有 4.3~10.4℃的降幅，德厚水库存在低温下泄水的问题，坝下有黄龙坝灌区取水口，低温下泄水对灌溉和河流鱼类繁殖有较为明显的影响。

通过塔式固定分层取水方式，低温水下泄的状况明显缓解，与天然水温的温差由底孔取水的 8.5~10.4℃变为 2℃左右。

采用底孔取水方式德厚水库下泄的低温水，至盘龙河迷洒河段水温与天然水温温差小于 1℃，此处水温基本恢复至天然水温；采用固定分层取水方式德厚水库下泄的低温水，至盘龙河马塘取水口河段水温与天然水温温差小于 1℃，水温基本恢复至天然水温，通过固定分层取水方式可有效的缓解低温水下泄的状况。

经采用狄龙模型预测，德厚水库蓄水后多年平均总氮浓度为 1.452mg/L（g/m³），总磷浓度为 0.024mg/L（g/m³），对比湖（库）营养状态评价标准，水库处于中营养状态。

德厚河流域内土壤中铁锰含量较高。在水库蓄水后，在水温稳定分层的情况下，会由于水温分层导致中下部水体缺氧，沉积于底部的高价态 Fe、Mn 还原为低价态而溶于水中，致使中下层水体 Fe、Mn 等浓度升高。水库取水采用分层取水方式，可以有效减轻铁锰对供水水质的影响。但在遭遇 20 年一遇洪水的情况下，水库开启导流泄洪隧洞参与泄洪时，底部的较高浓度的铁锰会对下游河道水质造成短期不利影响。

（4）地下水预测结论

水库建成之后，咪哩河流域地下水流场发生改变，在库区范围内形成最高水头为 1377.5m 的定水头边界，流域内部的部分地下分水岭消失，地下水整体向东流动。水库防渗帷幕建于抹黑—河尾子岩溶地下水系统（$Ⅰ_2$），下倮朵泉（S66）、热水寨泉（S01、S02）均属塘子寨—热水寨岩溶地下水系统（$Ⅰ_3$），水库防渗帷幕阻碍了两个岩溶地下水系统之间的水力联系，但是塘子寨—热水寨岩溶地下水系统（$Ⅰ_3$）岩层富水性较强，补给面积明显缩减，因此，下游泉群干涸的可能性较小，但是泉流量将会减小。

在砒霜厂污染土壤没有得到治理的情况下，德厚水库建成之后，回水线标高 1377.5m，高于金驰砒霜厂内部水头，地下水流场发生改变，向砒霜厂东部流动，砒霜厂范围内被污染的地下水随水流向东流动，最终汇入盘龙河，盘龙河下游水质将会受到显著影响。砒霜厂现阶段溶质砷（As）0.05mg/L 浓度等值线主体水库防渗帷幕东侧，防渗帷幕的实施将阻止污染羽向库区扩散，因而现状污染地下水对库区水质造成显著影响的可能性甚微。

输水线路工程区位于水库区北部，地形总体西北高，南东低，沿线 C_{1-3}、T_1y、T_2g 碳酸盐岩地层主要分布，T_2f 以碎屑岩为主的地层局部分布。线路分布多为较为平坦地区，沿线岩溶现象较为发育，但地下水位较深，地表水活动不明显，局部发育树枝状水系。输水管线的布设，对地下水流场的影响较小，但须注意引水管线接口渗漏问题。明渠为浆砌石结构，合理处理建设过程中产生的泥浆污水，避免其对地下水产生污染，并且注意明渠的渗漏问题，避免明渠防渗不达标，造成输水过程中水流渗漏，影响当地地下水流场。

导流泄洪隧洞、引水隧洞、团结大沟输水隧洞均位于德厚河水文地质单元东部，咪哩河与德厚河交汇处东南，库区坝址南侧，引水隧洞穿过的地层包括 C3 上石炭统灰岩、P1 下二叠统灰岩，赋存地下水类型为碳酸盐岩类裂隙溶洞水，富水性较好，所在区域地下水由南西向北东径流。导流泄洪隧洞、引水隧洞、团结大沟输水隧洞进口底板高程均高于区内地下水位，在隧洞施工过程中对地下水影响较小。

（5）陆生生态影响预测

德厚水库建成后，库区将形成水体，区域内土地利用会发生一定变化，但对区域景观体系的生态完整性影响不大，对景观连通性影响很小。

德厚水库蓄水对陆生动物影响不大。德厚水库运行后，有利于对区域水土关系进行优化调整，有利于区域石漠化治理。

（6）水生生态影响预测

德厚水库运行后，将对盘龙河干流与德厚河库区鱼类的交流造成阻隔影响，但盘龙河干流上中游及德厚河流域无长距离洄游鱼类，主要为喜急流的小型鱼类。工程运行对盘龙河干流流量有一定影响，但对流速影响不大。经采用分层取水，水库坝址处下泄水温相比天然河流水温的最大降幅为 3.2℃，低温水问题不突出，处于盘龙河干流上中游鱼类可以适应的范围内。在采取鱼类增殖的措施下，对盘龙河干流的鱼类资源影响不大。

（7）移民安置影响预测

德厚水库工程占地及移民数量均较大，且主要采取后靠安置方式，移民安置点的社会环境与移民前居住点差别很小，有助于移民能尽快适应安置点社会环境。但应加强库区农村生活污水及生活垃圾综合治理工作，同时应加强安置点地质灾害调查及预防工作，避免度库区水质及移民生产生活造成不利影响。

（8）重金属影响结论

云南文山德厚水库工程与国家、云南省相关规划相协调，符合盘龙河流域水资源开发利用规划，工程建设可促进文山州的经济发展，社会效益显著。通过实施重金属污染治理实施方案，以及采取相应的环境监测和管理措施，流域内的重

金属污染源可得到有效控制，德厚水库水质可达到地表水III类标准要求。

（9）其它环境风险分析

工程建设期间，存在潜在的事故风险和环境风险，主要包括：油库事故风险、炸药库事故风险、施工危险品运输事故风险、工程地质灾害风险等。工程运行期存在库区桥梁危险品运输车辆翻覆风险以及跨界污染风险等。以上环境风险源一旦发生事故时会对周边环境带来一定的不利影响，尤其是对德厚河、盘龙河干流以及运行期德厚水库水质和水生生态环境带来不利影响，须采取相应的事故防范措施和风险应急预案。

14.1.4 环境保护投资

主要环保措施包括施工期三废一声污染治理措施，水库建设及蓄水准备期环保措施以及运行期环保措施。

水库建设及蓄水准备期环保措施主要包括：库底清理、生态流量保障下泄措施、以及按照有专业部门编制并经环保部批准的德厚河流域水污染防治方案，按时足量实施《云南省文山州德厚河流域水污染防治规划（2014-2025）》中提出的2016-2018 年期间应完成水污染防治项目。

运行期主要环保措施包括：

（1）水环境保护措施

依法划定德厚水库水源地饮用水保护区，采用分层取水设施。生活区污水采用一体化污水处理设施处理达标后排放。建立德厚水库环境监测系统；制定包括蒙自市白牛厂银多金属矿在内的跨境环境污染风险应急调度预案。

（2）水生生态保护措施

足量下泄生态流量保障下游河道的生态用水，生态用水按汛期多年平均流量的 30%（1.81m³/s），枯期按多年平均流量的 10%下放生态流量(0.61 m³/s)。

在业主营地建设鱼类增殖放流站进行增殖放流，放流时间选在每年的 6～8月。

（3）移民安置环境保护措施

结合新农村建设，建立沼气池、卫生厕所及化粪池。对农村生活产生的人畜粪便、有机生活垃圾、生活污水进行能源化处理。在集中安置区设置垃圾桶、垃圾屋等对生活垃圾进行收集，规模较大的安置点设置垃圾中转站。

德厚水库环保总投资 6420.76 万元。另外，德厚河流域重金属污染治理工程总投资 7.80 亿元，其中由地方政府投资 7.36 亿元，由蒙自矿冶有限责任公司投资 4400 万元。

14.1.5 公众参与

公众参与调查共进行了三次公示，其中前两次公示是常规的公示内容，第三次公示属于专项调查类型，是由于本项目新增加了流域重金属污染治理实施方案及重金属影响专题，以及重金属影响对公众健康的敏感性而专门开展的，旨在征求公众对流域重金属污染现状、重金属污染治理措施以及重金属影响预测结果以及基于重金属污染治理措施的德厚水库建设的进一步意见。

公众参与采取了多种形式的参与方式，其中第一、二次公示采用了网络公示、报纸公示、张贴公示、社会团体问卷调查、个人公众问卷调查等方式。第三次公示采用了张贴公示、个人公众问卷调查、座谈会等方式。其中第二次公示期间发放回收调查表格 450 份，其中社会团体问卷 50 份，个人问卷 400 份；第三次公示期间发放回收了个人调查问卷 57 份。

第二次公示期间受调查个人公众中属受工程占地影响人口的受调查个人公众共 250 份，占总问卷数的 63%；从职业上看，主要为农民、工人等。调查结果表明：绝大部分（90%）的公众对本工程的兴建持积极态度，没有持反对态度的公众，认为本工程的建设对促进当地社会经济发展和提高居民生活水平具有一定促进作用。部分调查对象对工程施工对生态环境带来的影响表示担忧，少部分人员关心搬迁费用的落实，希望在建设过程中严格落实各项环保措施，保护生态环境，使工程造福于民。

第三次公示期间受调查个人公众绝大多数为本地居民，96.5%的受调查公众在本地居住 20 年以上。94.53%的受调查居民认为拟采取的重金属污染治理措施有效可行，另有 5.26%的居民表示不清楚是否有效。针对蒙自矿冶有限公司矿坑排水及矿区地表径流在经治理达标后改排阿三龙片区灌溉的方案，阿三龙村的 14 个受调查公众全部同意使用该水源进行灌溉，其中非常赞同 12 人，赞同 2 人。另有 11 个其他地区的居民未看清题目提示也填写了该项，也表示赞同。绝大多数受调查公众同意同意重金属影响预测和分析结论，占 96.49%，不清楚的占 1.75%，无表示反对的公众。对于建设方案或影响评价工作的改进意见有：希望尽快建设；建成后定期或不定期监测水质；处理好土地补偿和搬迁工作等。

对于公众意见，我们在环评过程中逐一进行了沟通、反馈、解决和落实，并针对与主体工程相关的问题与各相关专业进行了沟通，共同协商解决，就本工程对环境的不利影响有针对性地提出了环境保护对策措施和环境监测计划、环境管理制度。

14.1.6 综合评价结论

德厚水库工程是实现盘龙河中上游片区水资源优化配置的核心工程，对加快文山州通道经济建设及推动文山州全面建设小康社会进程具有重要意义。

德厚水库工程位于岩溶发育地区，所处河流存在现状水质不达标现象，水库集水区内的工业点源污染对水库水质构成潜在环境风险，尤其是存在重金属污染的较大风险，工程建设存在现状环境制约因素。

针对现状环境制约因素，专业部门专门编制了《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》，及以此为基础的《云南省文山州德厚水库工程重金属影响评价报告》，专题报告认为：通过实施重金属污染治理实施方案，以及采取相应的环境监测和管理措施，流域内的重金属污染源可得到有效控制，德厚水库水质可达到地表水Ⅲ类标准要求。

总体而言，在全面并按时完成《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》，库区重金属综合防治满足有关环境要求，库区水质安全得到保障的前提下，经采取分层取水、鱼类增殖放流、确保生态流量下放等相关环保措施，可以有效减缓工程带来的不利环境影响，工程建设是可行的。

14.2 建议

1、对《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》确定的 12 家工矿企业重金属污染治理措施，进行逐个逐项验收，加强蒙自矿冶有限责任公司废水排放的管控。

2、在德厚河流域重金属污染治理未达到《云南省文山州德厚河流域重金属污染治理实施方案》设计要求前，水库不得蓄水。

建设项目环境保护审批登记表

填表单位（盖章）：中国水利水电科学研究院填表人（签字）：项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	云南省文山州德厚水库工程			建设地点	云南省文山州文山市马塘镇			
	建设内容及规模	建设任务为以城乡生活和工业供水、农业灌溉为主，兼顾发电等综合利用。水库总库容为 11340 万 m^3，设计灌溉面积 9.28 万亩，水库的正常库容 9281 万 m^3，兴利库容为 8975 万 m^3，多年平均总供水量 9596 万 m^3。主体工程由大坝枢纽、防渗工程及输水工程组成。大坝枢纽工程由粘土心墙堆石坝、右岸开敞式有闸控制溢洪道、右岸导流泄洪隧洞、右岸引水隧洞及团结大沟输水隧洞组成；防渗工程由坝址区防渗及咪哩河库区防渗组成，防渗长度 4.487km；输水工程由坝后泵站、坝后电站及德～平输水管线组成，各支渠及田间工程等均不包括在内。			建设性质	√新建　　改扩建　　□技术改造			
	行业类别	水利水电工程			环境影向评价管理类别	√编制报告书　　□编制报告表　　□填报登记表			
	总投资（万元）	199602.68			环保投资（万元）	6420.76		所占比例（%）	3.22
建设单位	单位名称	云南省文山州德厚水库工程建设管理处	联系电话	0876-2130028	评价单位	单位名称	中国水利水电科学研究院	联系电话	010-68781862
	通讯地址	云南省文山市环城南路 201 号州水务局	邮政编码	663000		通讯地址	北京海淀区复兴路甲 1 号	邮政编码	100038
	法人代表	陈子品	联系人	陈兴国		证书编号	国环评证甲字第 1024 号	评价经费	458 万元
建设项目所处区域环境现状	环境质量等级	地表水：不满足Ⅲ类及集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值，地下水：基本满足三级　环境噪声：满足 2 类标准，　环境空气：满足二级标准土壤环境：基本不满足二级标准							
	环境敏感特征	□自然保护区　□风景名胜区　□饮用水水源保护区　□基本农田保护区　□水土流失重点防治区　□ 沙化地封禁保护区　□森林公园　□地质公园　□重要湿地 □基本草原　□文物保护单位　□珍稀动植物栖息地　□世界自然文化遗产　□重点流域　□重点湖泊　□两控区							

污染物排放达标与总量控制（工业建设项目详填）	排放量及主要污染物	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）				
		实际排放浓度（1）	允许排放浓度（2）	实际排放总量（3）	核定排放总量（4）	预测排放浓度（5）	允许排放浓度（6）	产生量（7）	自身削减量（8）	预测排放总量（9）	核定排放总量（10）	“以新带老”削减量（11）	区域平衡替代本工程削减量（12）	预测排放总量（13）	核定排放总量（14）	排放增减量（15）
	废水	-------	-------			------	------									
	化学需氧量															
	氨氮															
	石油类															
	废气	------	------			------	------									
	二氧化硫															
	烟尘															
	工业粉尘															
	氮氧化物															
	工业固体废物															
	污染物与项目有关的其它特征															

主要生态破坏控制指标	影响及主要措施 / 生态保护目标	名称	级别或种类数量	影响程度(严重、一般、小)	影响方式（占用、切隔阻断或二者均有）	避让、减免影响的数量或采取保护措施的种类数量	工程避让投资（万元）	另建及功能区划调整投资（万元）	迁地增殖保护投资（万元）	工程防护治理投资（万元）	其它
	自然保护区										
	水源保护区										
	重要湿地										
	风景名胜区										
	世界自然、人文遗产地										
	珍稀特有动物										
	珍稀特有植物										

类别及形式 / 占用土地（ha）	基本农田		林地		草地		其它
	临时占用	永久占用	临时占用	永久占用	临时占用	永久占用	
面积			553.34	1858.58	6.85	92.62	10379.63
环评后减缓和恢复的面积							

移民及拆迁人口数量	工程占地拆迁人口	环境影响迁移人口	易地安置	后靠安置	其它
	4200		2536	1818	

噪声治理	工程避让（万元）	隔声屏障（万元）	隔声窗（万元）	绿化降噪（万元）	低噪设备及工艺（万元）	其它
		60.0				3.5

治理水土流失面积	工程治理（hm^2）	生物治理（hm^2）	减少水土流失量（吨）	水土流失治理率（%）
	14.85	84.09	37585.0	97.0

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少

2、（12）：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

3、（9）=（7）-（8），（15）=（9）-（11）-（12），（13）=（3）-（11）+（9）

4、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升；大气污染物排放浓度——毫克/立方米；水污染物排放量——吨/年；大气污染物排放量——吨/年

云南省文山州德厚水库工程环境影响报告

附录、附件

中国水利水电科学研究院
二〇一五年六月

云南省文山州德厚水库工程环境影响报告

附录

中国水利水电科学研究院
二〇一五年六月

目　录

附录 1　德厚水库环境影响评价群落样地记录表 1
1. 锥连栎群落样地综合表 1
2. 云南松群落样地综合表 2
3. 华西小石积群落样地综合表 4
4. 白花刺群落样地综合表 7
5. 车桑子群落样地记录表 9
6. 野漆、沙针群落样地记录表 9
7. 清香木群落样地综合表 11
附录 2　德厚水库环境影响评价区陆生维管植物名录 14
1. 蕨类植物(18 科 22 属 30 种) 14
2. 种子植物(141 科 487 属 691 种) 16
附录 3　德厚水库环境影响评价区陆栖脊椎动物名录 44
1. 两栖纲 AMPHIBIA 44
2. 爬行纲 REPTILIA 44
3. 鸟纲 AVES 45
4. 哺乳纲 MAMMALIAN 50
附录 4　德厚水库评价河段鱼类名录 51
附录 5 德厚水库评价河段浮游植物种类及分布 54
附录 6 德厚水库评价河段浮游动物种类及分布 56
附录 7 德厚水库评价河段底栖动物种类及分布 58

附录 1　德厚水库环境影响评价群落样地记录表

1.　锥连栎群落样地综合表

植物名称	群落名称	锥连栎群落	锥连栎群落	锥连栎群落	存在度	盖度系数
	样方面积(m×m)	10×10	10×10	10×10		
	经度 º	103.968 E	103.968 E	103.981 E		
	纬度 º	23.595 N	23.595 N	23.581 N		
	海拔(m)	1380	1380	1450		
	坡向	西北坡	西北坡	西偏北		
	总盖度(%)	100%	95%	80%		
	总高度(m)	3.5	2.5	1.8		
	灌木层盖度(%)	90%	90%	40%		
	灌木层高度(m)	3.5	2.5	1.8		
	草本层盖度(%)	20%	20%	40%		
	草本层高度(m)	0.4	0.8	0.4		
灌木层		**多优度-群聚度**				
锥连栎 *Quercus franchetii*		3.3	3.3	3.3	Ⅴ	3750.00
华西小石积 *Osteomeles schwerinae*		+	1.1	1.1	Ⅴ	170.00
清香木 *Pistacia weinmannifolia*		2.2	2.2	2.2	Ⅴ	1500.00
小铁仔 *Myrsine africana*		+	+	+	Ⅴ	10.00
圆叶美登木 *Maytenus orbiculatus*		1.1		+	Ⅳ	86.67
槲栎 *Quercus aliena*		+	+		Ⅳ	6.67
密花荚蒾 *Viburnum congestum*			+	+	Ⅳ	6.67
束丝菝葜 *Smilax hemsleyana*			+	+	Ⅳ	6.67
茶条木 *Delavaya yunnanensis*		+	+		Ⅳ	6.67
黄连木 *Pistacia chinensis*		1.1			Ⅱ	83.33
假虎刺 *Carissa spinarum*		+			Ⅱ	3.33
四蕊朴 *Celtis tetrandra*		+			Ⅱ	3.33
多花杭子梢 *Campylotropis polyantha*		+			Ⅱ	3.33
深紫木蓝 *Indigofera atropurpurea*		+			Ⅱ	3.33
牛筋条 *Dichotomanthes tristaniicarpa*		+			Ⅱ	3.33
云南土沉香 *Excoecaria acerifolia*			+		Ⅱ	3.33
鞍叶羊蹄甲 *Bauhinia brachycarpa*			+		Ⅱ	3.33
绿樟 *Meliosma squamulata Hance*			+		Ⅱ	3.33
昆明鸡血藤 *Millettia dielsiana*			+		Ⅱ	3.33
沙针 *Osyris wightiana*				+	Ⅱ	3.33

薄叶鼠李 *Rhamnus leptophylla*			+	Ⅱ	3.33
千里光 Senecio scandens			+	Ⅱ	3.33
野漆 T*oxicodendron succedaneum*			+	Ⅱ	3.33
马缨丹 *Lantana camara*			+	Ⅱ	3.33
地石榴 *Ficus tikoua*			+	Ⅱ	3.33
地桃花 *Urena lobata*			+	Ⅱ	3.33
多花杭子梢 *Campylotropis polyantha*			+	Ⅱ	3.33
草本层	**多优度-群聚度**				
扭黄茅 *Heteropogon contortus*	+	1.1	+	Ⅴ	90.00
黑花茜草 *Rubia mandersil*	+	+	+	Ⅴ	10.00
荩草 *Arthraxon hispidus*	+		+	Ⅳ	6.67
野草香 *Elsholtzia cypriani*	+		+	Ⅳ	6.67
心叶兔儿风 *Ainsliaea bonatii*	+		+	Ⅳ	6.67
斑叶唇柱苣苔 *Chirita pumila*		+	+	Ⅳ	6.67
沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*		+	+	Ⅳ	6.67
小鹿藿 *Rhynchosia minima*	2.2			Ⅱ	500.00
腺梗豨莶 S*iegesbeckia orientalis*			1.1	Ⅱ	83.33
山一笼鸡 *Strobilanthes aprica*	+			Ⅱ	3.33
百合 *Lilium brownii*	+			Ⅱ	3.33
三叶鬼针草 *Bidens pilosa*	+			Ⅱ	3.33
苦葛 *Pueraria peduncularis*		+		Ⅱ	3.33
紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum*		+		Ⅱ	3.33
拔毒散 *Sida szechuensis*		+		Ⅱ	3.33
鸭跖草 *Commelina communis*			+	Ⅱ	3.33
藿香 *Agastache rugosauntze*			+	Ⅱ	3.33

2. 云南松群落样地综合表

植物名称	群落名称	云南松群落	云南松群落	云南松群落	云南松群落	存在度	盖度系数
	样方面积(m×m)	10×10	10×10	10×10	10×10		
	经度 º	103.98 E	103.98 E	103.984 E	103.984 E		
	纬度 º	23.579 N	23.579 N	23.554 N	23.554 N		
	海拔(m)	1470	1470	1460	1460		
	坡向	东偏南	东偏南	东南坡	东南坡		
	总盖度(%)	95%	85%	100%	100%		
	总高度(m)	9.5	8	6.5	7		
	乔木层盖度(%)	40%	60%	60%	95%		

	乔木层高度(m)	9.5	8	6.5	7		
	灌木层盖度(%)	70%	65%	50%	30%		
	灌木层高度(m)	2	2	2	2		
	草本层盖度(%)	60%	40%	50%	40%		
	草本层高度(m)	0.5	1	0.6	1		
乔木层		多优度-群聚度					
云南松 *Pinus yunnanensis*		3.3	3.3	4.4	4.4	Ⅴ	5000.00
锥连栎 *Quercus franchetii*		1.1	+			Ⅲ	65.00
灌木层		多优度-群聚度					
华西小石积 *Osteomeles schwerinae*		1.1	+	2.2	+	Ⅴ	442.50
清香木 *Pistacia weinmannifolia*		2.2	1.1		+	Ⅳ	440.00
沙针 *Osyris wightiana*		+	+		+	Ⅳ	7.50
地石榴 *Ficus tikoua*			+	1.1		Ⅲ	65.00
束丝菝葜 Smilax hemsleyana		+	+			Ⅲ	5.00
小铁仔 *Myrsine africana*			+		+	Ⅲ	5.00
野漆 *Toxicodendron succedaneum*		+		+		Ⅲ	5.00
柳叶斑鸠菊 *Vernonia saligina*		+	+			Ⅲ	5.00
薄叶鼠李 *Rhamnus leptophylla*		+				Ⅱ	2.50
深紫木蓝 *Indigofera atropurpurea*		+				Ⅱ	2.50
美丽叶下珠 *Phyllanthus sootepensis*			+			Ⅱ	2.50
米饭花 *Lyonia ovalifolia*				+		Ⅱ	2.50
马桑 *Coriaria nepalensis.*				+		Ⅱ	2.50
余甘子 *Phyllanthus emblica*				+		Ⅱ	2.50
柳叶斑鸠菊 *Vernonia saligina*				+		Ⅱ	2.50
刚莠竹 *Microstegium ciliatum*				+		Ⅱ	2.50
覆盆子 *Rubus foiolosus*				+		Ⅱ	2.50
野草香 *Elsholtzia cypriani*					+	Ⅱ	2.50
草本层		多优度-群聚度					
心叶兔儿风 *Ainsliaea bonatii*		+	+		+	Ⅳ	7.50
沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*		+	+		+	Ⅳ	7.50
荩草 *Arthraxon hispidus*		+	+	+		Ⅳ	7.50
三叶鬼针草 *Bidens pilosa*		+		+		Ⅲ	5.00
酢浆草 *Oxalis corniculata*		+	+			Ⅲ	5.00
石韦 *Pyrrosia lingua*		+	+			Ⅲ	5.00
截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata*				+	+	Ⅲ	5.00
紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum*					1.1	Ⅱ	62.50
千里光 *Senecio scandens*		+				Ⅱ	2.50
云南娃儿藤 *Tylophora yunnanensis*		+				Ⅱ	2.50
望江南 *Cassia occidenalis*		+				Ⅱ	2.50
槲蕨 *Drynaria roosii*		+				Ⅱ	2.50
扭黄茅 *Heteropogon contortus*			+			Ⅱ	2.50

山一笼鸡 *Strobilanthes aprica*	+				Ⅱ	2.50
野草香 *Elsholtzia cypriani*		+			Ⅱ	2.50
黑花茜草 *Rubia mandersii*		+			Ⅱ	2.50
腺梗豨莶 *Siegesbeckia orientalis*		+			Ⅱ	2.50
蓟 *Cirsium japonicum*				+	Ⅱ	2.50
滇黄精 *Polygonatum kingianum*			+		Ⅱ	2.50
酢浆草 *Oxalis corniculata*			+		Ⅱ	2.50
多花杭子梢 *Campylotropis polyantha*			+		Ⅱ	2.50
积雪草 *Centella asiatica*			+		Ⅱ	2.50
小飞蓬 *Conyza canadensis*			+		Ⅱ	2.50
苦荬菜 *Ixeris polycephala*			+		Ⅱ	2.50
毛萼香茶菜 *Isodon eriocalyx*			+		Ⅱ	2.50
胜红蓟 *Ageratum conyzoides*			+		Ⅱ	2.50
拟金茅 E*ulaliopsis binata*				+	Ⅱ	2.50
皱叶狗尾草 *Setaria plicata*				+	Ⅱ	2.50
地桃花 *Urena lobata*				+	Ⅱ	2.50
毛葡萄 *Vitis heyneana*				+	Ⅱ	2.50
臭灵丹 *Laggera alata*				+	Ⅱ	2.50
斑叶唇柱苣苔 *Chirita pumila*				+	Ⅱ	2.50

3. 华西小石积群落样地综合表

植物名称	群落名称	华西小石积群落	华西小石积群落	华西小石积群落	华西小石积群落	存在度	盖度系数
	样方面积(m×m)	10×10	10×10	10×10	10×10		
	经度 º	103.974E	103.974E	103.968	103.968E		
	纬度 º	23.528 N	23.528 N	23.593 N	23.593 N		
	海拔(m)	1380	1380	1370	1370		
	总盖度(%)	100%	100%	100%	100%		
	总高度(m)	2	1.5	2.6	3		
	灌木层盖度(%)	100%	100%	80%	80%		
	灌木层高度(m)	2	1.5	2.6	3		
	草本层盖度(%)	95%	80%	30%	60%		
	草本层高度(m)	1	1	0.3	0.5		
灌木层		**多优度-群聚度**					
华西小石积 *Osteomeles schwerinae*		3.3	3.3	3.3	2.2	Ⅴ	3187.50
鸡矢藤 *Paederia foetida*		3.3	3.3			Ⅲ	1875.00

茶条木 *Delavaya yunnanensis*		2.2	+		III	377.50
牛筋条 *Dichotomanthes tristaniica*	+	1.1			III	65.00
清香木 *Pistacia weinmannifolia*			1.1	+	III	65.00
小铁仔 *Myrsine africanaL.*	1.1			+	III	65.00
沙针 *Osyris wightiana*	+	1.1			III	65.00
昆明鸡血藤 *Millettia dielsiana*	+	+			III	5.00
薄叶鼠李 *Rhamnus leptophylla*	+			+	III	5.00
清香木 *Pistacia weinmannifolia*	+	+			III	5.00
美丽叶下珠 *Phyllanthus sootepensis*				+	III	2.50
云南土沉香 *Excoecaria acerifolia*		+		+	III	5.00
野漆 *Toxicodendron succedaneum*		+	+		III	5.00
密花荚蒾 *Viburnum congestum*			2.2		II	375.00
川楝 *Melia toosendan*	+				II	2.50
多叶勾儿茶 *Berchemia huana*	+				II	2.50
滇雀梅藤 *Sageretia gracilis*	+				II	2.50
四蕊朴 *Celtis tetrandra*	+				II	2.50
地石榴 *Ficus tikoua*	+				II	2.50
毛木通 *Clematis buchananiana*	+				II	2.50
深紫木蓝 *Indigofera atropurpurea*	+				II	2.50
覆盆子 *Rubus foiolosus*	+				II	2.50
马桑 *Coriaria nepalensis*	+				II	2.50
刺天茄 *Solanum indicum*	+				II	2.50
密蒙花 *Buddleja officinalis*		+			II	2.50
粉花绣线菊 *Spiraea japonica*		+			II	2.50
盐肤木 *Rhus chinensis*		+			II	2.50
毛葡萄 *Vitis heyneana.*				+	II	2.50
柳叶斑鸠菊 *Vernonia saligina*				+	II	2.50
黄连木 *Pistacia chinensis*			+		II	2.50
束丝菝葜 *Smilax hemsleyana*			+		II	2.50
万寿竹 *Disporum cantoniense*			+		II	2.50
鞍叶羊蹄甲 *Bauhinia brachycarpa*			+		II	2.50
小叶女贞 *Ligustrum quihoui*			+		II	2.50

圆叶美登木 *Maytenus orbiculatus*			+		Ⅱ	2.50
多花杭子梢 *Campylotropis polyantha*			+		Ⅱ	2.50
草本层	**多优度-群聚度**					
千里光 *Senecio scandens*	+		+	+	Ⅳ	7.50
紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum*	3.3	3.3			Ⅲ	1875.00
皱叶狗尾草 *Setaria plicata*		2.2		+	Ⅲ	377.50
沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*			1.1	1.1	Ⅲ	125.00
心叶兔儿风 *Ainsliaea bonatii*			1.1	+	Ⅲ	65.00
三叶鬼针草 *Bidens pilosa*	+	1.1			Ⅲ	65.00
拔毒散 *Sida szechuensis*	+		+		Ⅲ	5.00
荩草 *Arthraxon hispidus*	+	+			Ⅲ	5.00
荩草 *Arthraxon hispidus (*			1.1		Ⅱ	62.50
马蹄金 *Dichondra micrantha*	1.1				Ⅱ	62.50
赛葵 *Malvastrum coromandelianum*	+				Ⅱ	2.50
苦葛 *Pueraria peduncularis*		+			Ⅱ	2.5
托叶楼梯草 *Elatostema nasutum*		+			Ⅱ	2.50
葎草 *Humulus scandens*		+			Ⅱ	2.50
束丝菝葜 *Smilax hemsleyana*	+				Ⅱ	2.50
密齿天门冬 *Asparagus meioclados*	+				Ⅱ	2.50
通奶草 *Euphorbia hypericifolia*	+				Ⅱ	2.50
肾蕨 *Nephrolepis auriculata*		+			Ⅱ	2.50
圆瓣姜花 *Hedychium forrestii*			+		Ⅱ	2.50
一把伞天南星 *Arisaema erubescens*			+		Ⅱ	2.50
天名精 *Carpesium abrotanoides*			+		Ⅱ	2.50
半夏 *Pinellia ternata*				+	Ⅱ	2.50
梨果薯蓣 *Dioscorea aspersa*				+	Ⅱ	2.50
斑叶唇柱苣苔 *Chirita pumila*				+	Ⅱ	2.50
鸡矢藤 *Paederia foetida*				+	Ⅱ	2.50

4. 白花刺群落样地综合表

植物名称	群落名称	白刺花群落	白刺花群落	白刺花群落	存在度	盖度系数
	样方面积(m×m)	10×10	10×10	10×10		
	经度 º	103.877 E	103.877 E	103.970 E		
	纬度 º	23.653 N	23.653 N	23.594 N		
	海拔(m)	1490	1490	1380		
	坡向	西偏南	西偏南	西偏南		
	总盖度(%)	95%	90%	80%		
	总高度(m)	2.5	2	2		
	灌木层盖度(%)	70%	80%	70%		
	灌木层高度(m)	2.5	2	2		
	草本层盖度(%)	60%	60%	20%		
	草本层高度(m)	0.8	1	0.5		
灌木层		**多优度-群聚度**				
白刺花 *Sophora davidii*		2.2	3.3	3.3	Ⅴ	3000.00
马鞍叶羊蹄甲 *Bauhinia brachycarpa*		1.1	+	+	Ⅴ	90.00
华西小石积 *Osteomeles schwerinae*		+		1.1	Ⅳ	86.67
束丝菝葜 *Smilax hemsleyana*		+		+	Ⅳ	6.67
茶条木 *Delavaya yunnanensis*		+		+	Ⅳ	6.67
云南土沉香 *Excoecaria acerifolia*			+	+	Ⅳ	6.67
美丽叶下珠 *Phyllanthus sootepensis*		+		+	Ⅳ	6.67
马桑 *Coriaria nepalensis*			+	+	Ⅳ	6.67
芦竹 *Arundo donax*		+			Ⅱ	3.33
竹叶椒 *Zanthoxylum armatum*		+			Ⅱ	3.33
红花青藤 *Illigera rhodantha*		+			Ⅱ	3.33
圆叶西番莲 *Passiflora henryi*		+			Ⅱ	3.33
西南千斤藤 *Stephania subpeltata*			+		Ⅱ	3.33
毛木通 *Clematis buchananiana*			+		Ⅱ	3.33
薄叶鼠李 *Rhamnus leptophylla*				+	Ⅱ	3.33
密花荚蒾 *Viburnum congestum*			+		Ⅱ	3.33
白花悬钩子 *Rubus leucanthus*			+		Ⅱ	3.33
深紫木蓝 *Indigofera atropurpurea*			+		Ⅱ	3.33
小铁仔 *Myrsine africana*			+		Ⅱ	3.33
清香木 *Pistacia weinmannifolia*				+	Ⅱ	3.33
黄连木 *Pistacia chinensis*				+	Ⅱ	3.33
锥连栎 *Quercus franchetii*				+	Ⅱ	3.33
栓皮栎 *Quercus variabilis*				+	Ⅱ	3.33

沙针 *Osyris wightiana*			+	Ⅱ	3.33
昆明鸡血藤 *Millettia dielsiana*			+	Ⅱ	3.33
覆盆子 *Rubus foiolosus*			+	Ⅱ	3.33
草本层	**多优度-群聚度**				
千里光 *Senecio scandens*	1.1	+	+	Ⅴ	90.00
荩草 *Arthraxon hispidus*	+	+	1.1	Ⅴ	90.00
黑花茜草 *Rubia mandersii*	+	+		Ⅳ	6.67
截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata*	+	+		Ⅳ	6.67
狗屎花 *Cynoglossum amabile*	+		+	Ⅳ	6.67
毛萼香茶菜 *Isodon eriocalyx*	+		+	Ⅳ	6.67
三叶鬼针草 *Bidens pilosa*		+	+	Ⅳ	6.67
小野荞麦 *Fagopyrum leptopodum*		+	+	Ⅳ	6.67
百合 *Lilium brownii*		+	+	Ⅳ	6.67
葎草 *Humulus scandens*	+			Ⅱ	3.33
酢浆草 *Oxalis corniculata*	+			Ⅱ	3.33
短梗天门冬 *Asparagus lycopodineus*	+			Ⅱ	3.33
云南娃儿藤 *Tylophora yunnanensis*	+			Ⅱ	3.33
天名精 *Carpesium abrotanoides*	+			Ⅱ	3.33
野草香 *Elsholtzia cypriani*	+			Ⅱ	3.33
地石榴 *Ficus tikoua*	+			Ⅱ	3.33
龙舌兰 *Agave americana*	+			Ⅱ	3.33
圆叶牵牛 *Pharbitis purpurea*	+			Ⅱ	3.33
牡蒿 *Artemisia japonica*		+		Ⅱ	3.33
紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum*		+		Ⅱ	3.33
一把伞天南星 *Arisaema erubescens*		+		Ⅱ	3.33
拔毒散 *Sida szechuensis*		+		Ⅱ	3.33
腺梗豨莶 *Siegesbeckia orientalis*		+		Ⅱ	3.33
牛膝菊 *Galinsoga parviflora*		+		Ⅱ	3.33
臭灵丹 *Laggera alata*		+		Ⅱ	3.33
蓟 *Cirsium japonicum*		+		Ⅱ	3.33
斑叶唇柱苣苔 *Chirita pumila*		+		Ⅱ	3.33
皱叶狗尾草 *Setaria plicata*		+		Ⅱ	3.33
刺天茄 *Solanum indicum*		+		Ⅱ	3.33
小鹿藿 *Rhynchosia minima*			+	Ⅱ	3.33
小白酒草 *Conyza canadensis*			+	Ⅱ	3.33
苦葛 *Pueraria peduncularis*			+	Ⅱ	3.33
紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum*			+	Ⅱ	3.33

5. 车桑子群落样地记录表

植物名称	群落名称	车桑子群落	车桑子群落
	样方面积(m×m)	10×10	10×10
	经度 º	104.003 E	104.003 E
	纬度 º	23.543 N	23.543 N
	海拔(m)	1430	1430
	坡向	东北	东北
	总盖度(%)	95%	95%
	总高度(m)	2	2
	灌木层盖度(%)	75%	70%
	灌木层高度(m)	2	2
	草本层盖度(%)	40%	35%
	草本层高度(m)	0.6	0.5
灌木层		**多优度-群聚度**	
车桑子 *Dodonaea viscosa*		4.4	5.5
白刺花 *Sophora davidii*		1.1	+
地石榴 *Ficus tikoua*		+	1.1
华西小石积 *Osteomeles schwerinae*		+	
清香木 *Pistacia weinmannifolia*			+
沙针 *Osyris wightiana*		+	
草本层		**多优度-群聚度**	
扭黄茅 *Heteropogon contortus*		1.1	2.2
截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata*		+	
小野荞麦 *Fagopyrum leptopodum*		+	
蓟 *Cirsium japonicum*		+	
紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum*		+	
三叶鬼针草 *Bidens pilosa*			+
酢浆草 *Oxalis corniculata*			+
荩草 *Arthraxon hispidus*			+

6. 野漆、沙针群落样地记录表

植物名称	群落名称	野漆、沙针群落	野漆、沙针群落
	样方面积(m×m)	10×10	10×10
	经度 º	104.001 E	104.001 E
	纬度 º	23.566 N	23.566 N
	海拔(m)	1360	1360
	坡向	东南	东南
	总盖度(%)	90%	100%

	总高度(m)	2.5	2.5
	灌木层盖度(%)	60%	80%
	灌木层高度(m)	2.5	2.5
	草本层盖度(%)	70%	60%
	草本层高度(m)	0.5	0.4
灌木层		**多优度-群聚度**	
野漆	*Toxicodendron succedaneum*	2.2	2.2
华西小石积	*Osteomeles schwerinae*	1.1	+
刚莠竹	*Microstegium ciliatum*		1.1
沙针	*Osyris wightiana*	1.1	1.1
深紫木蓝	*Indigofera atropurpurea*	+	
滇雀梅藤	*Sageretia gracilis*	+	+
薄叶鼠李	*Rhamnus leptophylla*	+	+
四蕊朴	*Celtis tetrandra*	+	
密蒙花	*Buddleja officinalis*	+	
红雾水葛	*Pouzolzia sanguinea*	+	
束丝菝葜	*Smilax hemsleyana*		+
南烛	*Lyonia ovalifolia*	+	
竹叶椒	*Zanthoxylum armatum*		+
小铁仔	*Myrsine africana*		+
地石榴	*Ficus tikoua*		+
高山栲	*Castanopsis delavayi*		+
盐肤木	*Rhus chinensis*		+
马桑	*Coriaria nepalensis*	+	
草本层		**多优度-群聚度**	
三叶鬼针草	*Bidens pilosa*	3.3	2.2
圆叶牵牛	*Pharbitis purpurea*	1.1	+
灰苞蒿	*Artemisia roxburghiana*	1.1	1.1
止血马唐	*Digitaria ischaemum*	1.1	+
荩草	*Arthraxon hispidus*	+	+
黑花茜草	*Rubia mandersii*	+	+
糯米团	*Gonostegia hirta*	+	
箭叶秋葵	*Abelmoschus sagittifolius*	+	
腺梗豨莶	*Siegesbeckia orientalis*	+	
蕨	*Pteridium aquilinum* subsp. *latiusculum*	+	
千里光	*Senecio scandens*	+	+
红雾水葛	*Pouzolzia sanguinea*	+	+
云南莎草	*Cyperus duclouxii*	+	
斑叶唇柱苣苔	*Chirita pumila*		+
白茅	*Imperata cylindrica*	+	+
百合	*Lilium brownii*		+

钮子瓜 *Zehneria maysorensis*		+
狗屎花 *Cynoglossum amabile*		+
皱叶狗尾草 *Setaria plicata*		+
酢浆草 *Oxalis corniculata*	+	
鸭跖草 *Commelina communis*		+
铁苋菜 *Acalypha australis*		+
藿香 *Agastache rugosa*		+
小野荞麦 *Fagopyrum leptopodum*	+	+
刺天茄 *Solanum indicum*		+

7. 清香木群落样地综合表

植物名称	群落名称	清香木群落	清香木群落	清香木群落	清香木群落	存在度	盖度系数
	样方面积(m×m)	10×10	10×10	10×10	10×10		
	经度 º	103.992 E	103.992 E	103.970 E	103.981 E		
	纬度 º	23.544 N	23.544 N	23.594 N	23.581 N		
	海拔(m)	1350	1350	1380	1450		
	坡向	西北	西北	西偏南	西偏北		
	总盖度(%)	100%	100%	100%	80%		
	总高度(m)	2.5	2.5	2.1	2		
	灌木层盖度(%)	70%	60%	80%	80%		
	灌木层高度(m)	2.5	2.5	2.1	2		
	草本层盖度(%)	60%	60%	60%	40%		
	草本层高度(m)	0.8	1	0.5	0.5		
灌木层		多优度-群聚度					
清香木 *Pistacia weinmannifolia*		2.2	2.2	2.2	2.2	Ⅴ	1500.00
华西小石积 *Osteomeles schwerinae*		1.1	+	1.1	1.1	Ⅴ	190.00
薄叶鼠李 *Rhamnus leptophylla*		+	+	+	+	Ⅴ	10.00
野漆 *Toxicodendron succedaneum*		+	1.1		+	Ⅳ	67.50
栓皮栎 *Quercus variabilis*		+	+	+		Ⅳ	7.50
密花荚蒾 *Viburnum congestum*		+	+		+	Ⅳ	7.50
束丝菝葜 *Smilax hemsleyana*			+	+	+	Ⅳ	7.50
小铁仔 *Myrsine africana*			+		+	Ⅲ	5.00
覆盆子 *Rubus foiolosus*			+	+		Ⅲ	5.00
沙针 Osyris wightiana		+		+		Ⅲ	5.00
窄叶石栎 *Lithocarpus confinis*		+	+			Ⅲ	5.00
槲栎 *Quercus aliena*		+	+			Ⅲ	5.00
马桑 *Coriaria nepalensis*		1.1				Ⅱ	62.50

茶条木 *Delavaya yunnanensis*			1.1		Ⅱ	62.50
棠梨刺 *Pyrus pashia*	+				Ⅱ	2.50
小叶女贞 *Ligustrum quihoui*	+				Ⅱ	2.50
矩圆叶梾木 *Cornus oblonga*	+				Ⅱ	2.50
多叶勾儿茶 *Berchemia huana*	+				Ⅱ	2.50
西南栒子 *Cotoneaster franchetii*	+				Ⅱ	2.50
刚莠竹 *Microstegium ciliatum*	+				Ⅱ	2.50
密蒙花 *Buddleja officinalis*		+			Ⅱ	2.50
粉花绣线菊 *Spiraea japonica*		+			Ⅱ	2.50
白刺花 *Sophora davidii*			+		Ⅱ	2.50
黄连木 *Pistacia chinensis*			+		Ⅱ	2.50
云南土沉香 *Excoecaria acerifolia*			+		Ⅱ	2.50
锥连栎 *Quercus franchetii*			+		Ⅱ	2.50
美丽叶下珠 *Phyllanthussootepensis*			+		Ⅱ	2.50
马桑 *Coriaria nepalensis*			+		Ⅱ	2.50
昆明鸡血藤 *Millettia dielsiana*			+		Ⅱ	2.50
鞍叶羊蹄甲 *Bauhinia brachycarpa*				+	Ⅱ	2.50
锥连栎 *Quercus franchetii*				+	Ⅱ	2.50
沙针 *Osyris wightiana*				+	Ⅱ	2.50
圆叶美登木 *Maytenus orbiculatus*				+	Ⅱ	2.50
千里光 *Senecio scandens*				+	Ⅱ	2.50
马缨丹 *Lantana camara*				+	Ⅱ	2.50
地石榴 *Ficus tikoua*				+	Ⅱ	2.50
地桃花 *Urena lobata*				+	Ⅱ	2.50
多花杭子梢 *Campylotropis polyantha*				+	Ⅱ	2.50
草本层	**多优度-群聚度**					
沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*	+	1.1		+	Ⅳ	67.50
荩草 *Arthraxon hispidus*	+		+	+	Ⅳ	7.50
紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum*		1.1	+		Ⅲ	65.00
黑花茜草 *Rubia mandersii*	+			+	Ⅲ	5.00
万寿竹 *Disporum cantoniense*	+	+			Ⅲ	5.00
毛萼香茶菜 *Isodon eriocalyx ô*	+		+		Ⅲ	5.00
心叶兔儿风 *Ainsliaea bonatii*		+		+	Ⅲ	5.00
红雾水葛 Pouzolzia sanguinea	+	+			Ⅲ	5.00
黄茅 *Heteropogon contortus*		+		+	Ⅲ	5.00
千里光 *Senecio scandens*		+	+		Ⅲ	5.00
三叶鬼针草 *Bidens pilosa*			+	+	Ⅲ	5.00
灰苞蒿 *Artemisia roxburghiana*	+				Ⅱ	2.50
一把伞天南星 *Arisaema*	+				Ⅱ	2.50

erubescens						
黄龙尾 *Agrimonia nepalensis*	+				Ⅱ	2.50
牡蒿 *Artemisia japonica*	+				Ⅱ	2.50
石韦 *Pyrrosia lingua*	+				Ⅱ	2.50
小飞蓬 *Conyza canadensis*		+			Ⅱ	2.50
马鞭草 *Verbena officinalis*		+			Ⅱ	2.50
梨果薯蓣 *Dioscorea aspersa*		+			Ⅱ	2.50
刺天茄 *Solanum indicum*		+			Ⅱ	2.50
小鹿藿 *Rhynchosia minima*			+		Ⅱ	2.50
百合 *Lilium brownii*			+		Ⅱ	2.50
小白酒草 *Conyza canadensis*			+		Ⅱ	2.50
苦葛 *Pueraria peduncularis*			+		Ⅱ	2.50
狗屎花 *Cynoglossum amabile*			+		Ⅱ	2.50
小野荞麦 *Fagopyrum leptopodum*			+		Ⅱ	2.50
腺梗豨莶 *Siegesbeckia orientalis*				+	Ⅱ	2.50
拔毒散 *Sida szechuensis*				+	Ⅱ	2.50
斑叶唇柱苣苔 *Chirita pumila*				+	Ⅱ	2.50
鸭跖草 *Commelina communis*				+	Ⅱ	2.50
藿香 *Agastache rugosa*				+	Ⅱ	2.50
野草香 *Elsholtzia cypriani*				+	Ⅱ	2.50

附录 2　德厚水库环境影响评价区陆生维管植物名录

1.　蕨类植物(18 科 22 属 30 种)

石松科 Lycopodiaceae

灯笼草 Palhinhaea cernua (Linn.) Franco et Vasc. 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【2】

卷柏科 Selaginellaceae

铺地卷柏 Selaginella helferi Warburg 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【1】

兖州卷柏 Selaginella involvens (Sw.) Spring 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米

江南卷柏 Selaginella moellendorffii Hieron. 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米

黑顶卷柏 Selaginella picta A. Br. 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米

木贼科 Equisetaceae

散生木贼 Equisetum diffusum Don 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【8】

笔管草 Hippochete debilis (Roxb. ex Vauch.) Ching 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【1】

里白科 Dicranopteridaceae

大芒萁 Dicranopteris ampla Ching et Chiu 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【4】

芒萁 Dicranopteris pedata (Houtt.) Nakaike 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米

假里白 Hicriopteris glaucoides (Ching) Ching 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【2】

海金沙科 Lygodiaceae

海南海金沙 Lygodium conforme C. Chr. 生于路边林下，海拔 1000-1700 米【2】

曲轴海金沙 Lygodium flexuosum (Linn.) Sw. 生于林下，海拔 1000-1700 米

鳞始蕨科 Lindsaeaceae

鳞始蕨 Lindsaea odorata Roxb. 生于林下，海拔 1000-1700 米【2】

蕨科 Pteridiaceae

蕨 Pteridium aquilinum (L.) Kuhn subsp. latiusculum (Desv.) Hulté 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米，野菜【1】

凤尾蕨科 Pteridaceae

凤尾蕨 Pteris cretica Linn. var. nervosa (Thunb.) Ching et S. H. Wu 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【2】

蜈蚣草 Pteris vittata Linn. 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米

铁线蕨科 Adiantaceae

铁线蕨 Adianthum capillus-veneris Linn. 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【1】

假鞭叶铁线蕨 Adiantum malesianum Ghatak 生于林下，海拔 1000-1700 米

铁角蕨科 Aspleniaceae

变异铁角蕨 Asplenium varians Wall. Ex Hook. et Grev. 生于林下或灌丛中，海拔 1000-1800 米【1】

蹄盖蕨科 Athyriaceae

蹄盖蕨 Athyrium filix-femina (Linn.) Roth 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【7】

仓田蹄盖蕨 Athyrium kruatae Serizawa 生于林下，海拔 1000-1400 米

金星蕨科 Thelipteridaceae

渐尖毛蕨 Cyclosorus acuminatus (Houtt.) Nakai 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【2】

假毛蕨 Pseudocyclosorus xylodes (Kze.)Ching 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【1】

肾蕨科 Nephrolepidaceae

肾蕨 Nephrolepis auriculata (L.) Trimen 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【2】

水龙骨科 Polypodiaceae

瓦韦 Lepisorus thunbergianus (Kaulf.) Ching 生于常绿阔叶林树干，海拔 1000-1800 米【4】

膜叶星蕨 Microsorum membranaceum (D. Don) Ching 生于林下，海拔 1000-1800 米【4】

石韦 Pyrrosia lingua (Thunb.) Farwell. 生于路边灌丛中，海拔 1000-1700 米【4】

槲蕨科 Drynariaceae

槲蕨 Drynaria roosii Nakaike 生于林下，海拔 1000-1800 米【5】

蘋科 Marsileaceae

田字蘋 Marsilea quadrifolia Linn. 生于路边水沟或水塘，海拔 1000-1600 米【1】

槐叶蘋科 Salviniaceae

槐叶蘋 Salvinia natans (Linn.) All. 生于路边水塘，海拔 1000-1600 米【1】

满江红科 Azollaceae

满江红 Azolla imbricata (Roxb.) Nakai 生于路边水田、沟渠中，海拔 1000-1600 米【1】

2. 种子植物(141 科 487 属 691 种)

苏铁科 Cycadaceae

苏铁 Cycas revoluta Thunb. * 庭院栽培

银杏科 Ginkgoaceae

银杏 Ginkgo biloba Linn.*庭院栽培

南洋杉 Araucariaceae

南洋杉 Araucaria cunninghamii Sweet* 栽培植物

松科 Pinaceae

华山松 Pinus armandii Franch. 生于山坡，海拔 1000-2000 米【8】

云南松 Pinus yunnanensis Franch. 生于山坡，海拔 1000-1600 米

杉科 Taxodiaceae

柳杉 Cryptomeria fortunei Hooibrenk ex Otto et Dietr.* 栽培植物

杉木 Cunninghamia lanceolata (Lamb.) Hook. * 栽培植物

柏科 Cupressaceae

侧柏 Platycladus orientalis (Linn.) Franco* 栽培植物

花柏 Chamaecyparis picifera (Sieb. et Zucc.) Endl. * 栽培植物

干香柏 Cupressus ducloxiana Hickel.* 栽培植物

圆柏 Sabina chinensis (Linn.) Antoine* 栽培植物

买麻藤科 Gnetaceae

买麻藤 Gnetum montanum Markgr. 生于林中，海拔 1000-1600 米【2】

木兰科 Magnoliaceae

山玉兰 Magnolia delavayi Franch.生于林中，海拔 1200-1800 米【9】

细柄木莲 Manglietia tenuipes Dandy 生于石灰山常绿阔叶林，海拔 1000-1200 米【7】

白兰花 Michelia alba DC. * 栽培植物

皮带香 Michelia yunnanensis Franch. ex Finet et Gagnep.生于林下或灌丛中，海拔 1200-1800 米【7】

八角茴香科 Illiciaceae

八角 Illicium verum Hook. f. * 栽培香料植物

番荔枝科 Anonaceae

喙果皂帽花 Dasymaschelon rostratum Merr. et Chun 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1200 米【7】

假鹰爪 Desmos chinensis Lour. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1200 米【5】

独山瓜馥木 Fissistigma cavaleriei (Levl.) Rehd. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1200 米【4】

尖叶瓜馥木 Fissistigma wallichii (Hook. f. et Thoms.)Merr. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1200 米

细梗密榴木 Millusa balanse Finet et Gagnep. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1200 米【7】

中华密榴木 Millusa sinensis Finet et Gagnep. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1200 米

山蕉 Mitrephora maingayi Hook. f. et Thoms. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1200 米【7】

斜叶广橙花 Orophea anceps Pierre Finet et Gagnep. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1200 米【7】

樟科 Lauraceae

毛桂 Cinnamomum appelianum Schewe 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1300 米【5】

樟 Cinnamomum camphora (Linn.) Presl.* 栽培植物

肉桂 Cinnamomum cassie Presl * 栽培植物

云南樟 Cinnamomum glanduliferum (Wall.) Nees 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米

假桂皮树 Cinnamomum tonkingense (Lecomte) A. Chev. 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米

岩生厚壳桂 Cryptocarya calcicola H. W. Li 海拔 1000-1600 米；季雨林，季风常绿阔叶林【2】

香叶树 Lindera communis Hemsl.生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1300 米【7】

黄丹木姜子 Lindera elongata (Wall. ex Nees) Benth. et Hook. f. 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米

滇粤山胡椒 Lindera metcalfiana Allen 海拔 1000-1700 米；季风常绿阔叶林

绒毛山胡椒 Lindera nacusua (D. Don) Merr. 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米

云南木姜子 Lindera yunnanensis Yang et P. H. Huang 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米

山鸡椒 Litsea cubeba (Lour.) Pers. 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米【3】

白楠 Phoebe neurantha (Hemsl.)Gamble 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米【3】

富宁芒果樟 Syndiclis fooningensis H. W. Li 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1100 米【7】

莲叶桐科 Hernandiaceae

红花青藤 Illigera rhodantha Hance 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米【6】

毛茛科 Ranunculaceae

毛木通 Clematis buchananiana DC. 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【1】

细柄木通 Clematis parviloba Gardn. Et Champ. var. tenuipes (W. T. Wang) C. Y. Ting 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米

柱果铁线莲 Clematis uncinata Champ.季风常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米

豆叶木通 Clematis vaniotii Levl. et Port. 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米

小回回蒜 Ranunculus cantoniensis DC. 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【1】

莲科 Nelumbonaceae

莲 Nelumbo nucifera Gaertn.*栽培蔬菜

小檗科 Berberidaceae

黄叶十大功劳 Mahonia flavida Schneid. 海拔 1000-1800 米；常绿阔叶林【9】

木通科 Lardizabalaceae

羊腰子 Holboellia reticulata C. Y. Wu 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【14】

防己科 Menispermaceae

四川轮环藤 Cyclea sutchuanensis Gagnep. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【7】

西南千斤藤 Stephania subpeltata Lo 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【4】

马兜铃科 Aristolochiaceae

尾瓣细辛 Asarum caudigerum Hance 生于常绿阔叶林下，海拔 1000-1500 米【8】

胡椒科 Piperaceae

复毛胡椒 Piper bonii C. DC. 生于季风常绿阔叶林下，海拔 1000-1200 米【2】

鸽蒟 Piper sarmentosum Roxb 生于季风常绿阔叶林下，海拔 1000-1200 米

三白草科 Saururaceae

三白草 Saururus chinensis (Lour.) Baill. 生于林下沟边，海拔 1000-1200 米。【9】

山柑科 Capparidaceae

广州山柑 Capparis cantoniansis Lour. 生于季风常绿阔叶林下，海拔 1000-1600 米【2】

猫胡子花 Capparis bodinieri Levl. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米

雷公橘 Capparis membranifolia Kurz 生于季风常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米

十字花科 Cruciferae

芥兰菜 Brassica albograbra Baill. * 栽培蔬菜

芸苔 Brassica campestris Linn. * 栽培蔬菜

油菜 Brassica campestris Linn. var. oleifera DC. * 栽培蔬菜

小白菜 Brassica chinensis Linn. * 栽培蔬菜

苦菜 Brassica integrifolia (Will.) Rupr. * 栽培蔬菜

莲花白 Brassica oleracea Linn. var. capitata Linn. * 栽培蔬菜

白菜 Brassica pekinensis (Lour.) Rupr. * 栽培蔬菜

荠 Capsella bursa-pastoris (Linn.) Medic. 生于路边及旱地，海拔 1000-1800 米【8】

碎米荠 Cardamine flexuosa With 生于旱地，海拔 1000-1800 米【1】

萝卜 Raphanus sativus Linn. * 栽培蔬菜

蓝花子 Raphanus raphanistroides (Makino) Sinskaja * 栽培

焊菜 Rorippa montana (Wall.) Small 生于路边及旱地，海拔 1000-1800 米【1】

堇菜科 Violaceae

灰叶堇菜 Viola delavayi Franch. 生于路边及旱地，海拔 1000-1800 米【4】

远志科 Polygalaceae

荷包山桂花 Polygala arillata Buch.-Ham. ex D. Don 生于林下，海拔 1000-1500 米【1】

尾叶远志 Polygala caudata Rehd. et Wils. 生于灌丛中或坡地，海拔 1000-1600 米

黄花倒水莲 Polygalafallax Hemsl. 生于灌丛中或坡地，海拔 1000-1600 米

西伯利亚远志 Polygala sibirica Linn. 生于灌丛中或坡地，海拔 1000-1600 米

景天科 Crassulaceae

云南红景天 Rhodiola yunnanensis (Franch.) S. H. Fu 生于灌丛中或坡地，海拔 1000-1600 米【8】

凹叶景天 Sedum emarginatum Migo 生于灌丛中或坡地，海拔 1000-1600 米【8】

石竹科 Caryophyllaceae

漆姑草 Sagina japonica (S. W.) Ohwi 生于灌丛中或坡地，海拔 1000-1600 米【8】

鹅儿肠 Stellaria aquatica (Linn.) Scop. 生于灌丛中或坡地，海拔 1000-1600 米【1】

星毛繁娄 Stellaria vestita Kurz 生于灌丛中或坡地，海拔 1000-1600 米

马齿苋科 Portulacaceae

马齿苋 Portulaca oleracea Linn. 生于路边，海拔 1000-1800 米【2】

土人参 Talinum patens (Jacq.) Willd. 生于路边，海拔 1000-1600 米【2】

蓼科 Polygonaceae

金荞麦 Fagopyrum dibotrys (D. Don) Hara 国家 II 级保护植物，生于路边旱地，海拔 1000-1600 米【10】

小野荞麦 Fagopyrum leptopodum (Diels) Hedb. 生于路边灌丛中，海拔 1000-1800 米

苦荞麦 Fagopyrum tataricum (L.) Gaertn. 生于路边或地边，海拔 1000-1800 米

何首乌 Fallopia multiflora (Thunb.) Haraldson 生于路边灌丛中，海拔 1000-1800 米【8】

扁蓄 Polygonum aviculare Linn.生于路边旱地，海拔 1000-1600 米【1】

水蓼 Polygonum hydropiper Linn. 生于沟边湿处，海拔 1000-1800 米

尼泊儿蓼 Polygonumnepalense Meisn.生于路边或地边，海拔 1000-1800 米

赤胫散 Polygonum runcinatum Buch. -Ham. ex D. Don 生于路边，海拔 1000-1600 米

土大黄 Rumex nepalensis Spreng. 生于路边，海拔 1000-1800 米【1】

藜科 Chenopodiaceae

千针苋 Acroglochin persicarioides (Poir.) Moq. 生于路边，海拔 1000-1800 米【14】

藜 Chenopodium album Linn.生于路边旱地，海拔 1000-1800 米【1】

土荆芥 Chenopodium ambrosioides Linn.生于路边，海拔 1000-1800 米

蕨叶香藜 Chenopodium foetidum Schrad. 生于路边旱地，海拔 1000-1600 米

杂配藜 Chenopodium hybridum Linn.生于路边旱地，海拔 1000-1600 米

菠菜 Spinacia oleracea Linn.* 栽培蔬菜

苋科 Amarranthaceae

土牛膝 Achyranthes aspera Linn. 生于路边，海拔 1000-1800 米【2】

牛膝 Achyranthes bidentata Bl. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米

刺花莲子草 Alternanthera pungens H. B. K. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米【2】

喜旱莲子草 Alternanthera philoxeroides (Mart.) Griseb. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米

尾穗苋 Amaranthus versicolor Hort. ex Regel.* 栽培蔬菜

雁来红 Amaranthus melancholious Linn. * 栽培植物

苋 Amaranthus tricolor Linn.* 栽培蔬菜

青葙 Celosia argintea Linn. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米【2】

落葵科 Basellaceae

落葵 Basella alba Linn.* 栽培植物

亚麻科 Linaceae

石海椒 Reinwardtia indica Dumort. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米【14】

青篱柴 Tirpitzia sinensis (Hemsl.)Hall. f. 海拔 1000-1800 米；路边，灌丛【7】

牻牛儿苗科 Geraniaceae

五叶草 Geranium nepalense Sweet 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米，草药【1】

天竺葵 Pelargonium hortorum Baill.* 栽培植物

酢浆草科 Oxalidaceae

感应草 Biophytum esquirolii Levl. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米【2】

酢浆草 Oxalis corniculata Linn. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米【1】

千屈菜科 Lythraceae

水苋菜 Ammania baccifera Linn. 生于路边水田或湿地，海拔 1000-1800 米【1】

紫薇 Lagerstroemia indica Linn.* 栽培植物

圆叶节节菜 Rotala rotundifolia (Buch. -Ham. ex Roxb.) Koehne 生于路边湿地，海拔 1000-1800 米【2】

虾子花 Woodfordia fruticosa (L.)Kurz 生于灌丛中，海拔 1000-1500 米【6】

小二仙草科 Halorrhagaceae

小二仙草 Halorrhagis micrantha (Thunb.)R. Br. 生于路边水田或湿地，海拔 1000-1800 米【5】

穗状狐尾草 Myriophyllum spicatum Linn. 生于路边湿地，海拔 1000-1800 米【1】

海桑科 Sonneratiaceae

八宝树 Duabanga grandiflora (Roxb. ex DC.) Walp. 生于路边，海拔 1000-1600 米【7】

石榴科 Punicaceae

石榴 Punica granatum Linn. * 栽培植物

紫茉莉科 Nyctaginaceae

光叶子花 Bougainvillea glabra Choisy * 栽培植物

紫茉莉 Mirabilis jalapa Linn. * 栽培植物

山龙眼科 Proteaceae

银桦 Grevillea robusta Cunn. * 栽培植物

马桑科 Coriariaceae

马桑 Coriaria nepalensis Wall. 生于山坡灌丛中，海拔 1000-1800 米【8】

海桐花科 Pittosporaceae

短萼海桐 Pittosporum brevicalyx (Oliv.) Gagn. 生于路边，海拔 1000-1800 米【4】

西番莲科 Passifloraceae

鸡蛋果 Passiflora edulis Sims * 栽培植物

龙珠果 Passiflora foetida Linn. 生于路边旱地，海拔 1000-1200 米【2】

圆叶西番莲 Passiflora henryi Hemsl. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米

山峰西番莲 Passiflora jugorum W. W. Smith 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米

葫芦科 Cucurbitaceae

冬瓜 Benincasa cerifera Savi. * 栽培蔬菜

黄瓜 Cucumis sativus Linn. * 栽培蔬菜

南瓜 Cucurbita moschata(Duch. ex Lam.) Duch. ex Poiret. * 栽培蔬菜

西葫芦 Cucurbita pepo Linn. * 栽培植物

绞股兰 Gymnostemma pentaphyllum (Thunb.)Makino 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米，草药【7】

丝瓜 Luffa cylindrica (Linn.) Roem. * 栽培蔬菜

苦瓜 Momordica charantia Linn. * 栽培蔬菜

洋丝瓜 Sechium edule (Jacq.) Swartz * 栽培蔬菜

异叶马茭儿 Solena heterophylla Lour. 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米【7】

短序瓜栝娄 Trichosanthes baviensis Gagnep. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米，草药【5】

马跤儿 Zehneria indica (Lour.) Keraud. -Aymon. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米【4】

钮子瓜 Zehneria maysorensis (Wight et Arn.) Arn. 生于路边旱地，海拔 1000-1800 米

秋海棠科 Begoniaceae

皱波秋海棠 Begonia fooningensis C. Y. Wu 生于路边林下，海拔 1000-1600 米【2】

红孩儿 Begonia laciniata Roxb. 生于路边林下，海拔 1000-1600 米

莲叶秋海棠 Begonia nymphaefolia Yu 生于路边林下，海拔 1000-1400 米

富宁秋海棠 Begonia wangii 海拔 1000-1200 米；路边，林下

万寿果科 Caricaceae

番木瓜 Carica papaya Linn.* 栽培水果

仙人掌科 Cactaceae

仙人掌 Opuntia monocantha (Wild.)Haw. * 栽培植物

山茶科 Camelliaceae

茶梨 Anneslea fragrans Wall. 生于林中，海拔 1200-1800 米【7】

贵州连蕊茶 Camellia costei Levl. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1400 米【7】

油茶 Camellia oleifera Abel * 栽培油料

茶 Camellia sinensis O. Ktze * 栽培植物

毛萼屏边连蕊茶 Camellia tsingpienensis Hu var. pubisepala H. T. Chang 生于常绿阔叶林下，海拔 1000-1800 米【7】

岗柃 Eurya groffii Merr. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【3】

细枝柃 Eurya loquaiana Dunn 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米

四角柃 Eurya tetragonoclada Merr. et Chun 生于常绿阔叶林下，海拔 1000-1600 米

毛果柃 Eurya trichocarpa Korthals 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1600 米

红木荷 Schima wallichii Choisy 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米，木材【7】

厚皮香 Ternstroemia gymnanthera (Wight et Arn.)Sprague 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【2】

猕猴桃科 Actinidiaceae

多花猕猴桃 Actinidia latifolia (Gardn. Et Champ.)Merr. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【14】

红茎猕猴桃 Actinidia rubicaulis Dunn 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米

桃金娘科 Myrtaceae

兰桉 Eucalyptus globulus Labill. * 栽培蔬菜

小星桉 Eucalyptus stellata Sirb. * 栽培蔬菜

番石榴 Psidium guajava Linn. * 栽培蔬菜

桃金娘 Rhodomyrtus tomentosa (Ait.) Hassk. 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米【5】

蒲桃 Syzygium myrsinifolium (Hance) Merr. et Perry 生于路边灌丛，海拔 1000-1600

米【4】

野牡丹科 Melastomaceae

鳞毛柏拉木 Blastus squamosus C. Y. Wu et Y. C. Huang 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米【7】

展毛野牡丹 Melastoma normale D. Don 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米【5】

使君子科 Combretaceae

滇榄仁 Terminalia franchetii Gagn. 生于灌丛中，海拔 1200-1800 米【2】

红树科 Rhizophoraceae

锯叶竹节树 Carallia lanceaefolia Roxb. 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米【4】

金丝桃科 Hyperaceae

黄牛木 Cratoxylon cochinchinensis (Lour.) Bl. 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米【7】

苦丁茶 Cratoxylon formosum (Jack.) Dyer 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米

地耳草 Hypericum japonicum Thunb. ex Murray 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【1】

椴树科 Tiliaceae

一担柴 Colona floribunda (Wall.) Craib. 生于路边灌丛，海拔 1000-1400 米【7】

黄麻 Corchorus capsularis Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米【2】

南扁担杆 Grewia henryi Burret. 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米【4】

破布木 Microcos paniculata Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米【7】

杜英科 Elaeocarpaceae

滇南杜英 Elaocarpus austroyunnanensis Hu 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米【2】

山杜英 Elaocarpus sylvestris (Lour.) Poir. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米

蒙自猴欢喜 Sloanea sterculiaceus (Benth.)Rehd. et Wils. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米【3】

梧桐科 Sterculiaceae

山芝麻 Helicteres angustifolia Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【3】

火绳树 Eriolena malvacea (Levl.) Hand. -Mazz. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米【7】

梧桐 Firmiana simplex (Linn.) W. F. Wight* 栽培植物

木棉科 Bombaceae

木棉 Bombax ceiba Linn. 生于路边，海拔 1000-1600 米【6】

锦葵科 Malvaceae

黄蜀葵 Abelmoschus manihot (Linn.) Medic 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【4】

箭叶秋葵 Abelmoschus sagittifolius (Kurz) Merr. 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米

蜀葵 Althaea rosea (Linn.) Cavan.* 栽培植物

朱槿 Hibiscus rosea- sinensis Linn. * 栽培植物

木槿 Hibiscus syriacus Linn. * 栽培植物

野葵 Malva verticillata Linnaeus 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【10】

赛葵 Malvastrum coromandelianum (Linnaeus) Garcke 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【3】

白背黄花稔 Sida rhombifolia Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

拔毒散 Sida szechuensis Matsuda 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米，草药

地桃花 Urena lobata Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

大戟科 Euphorbiaceae

铁苋菜 Acalypha australis Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【2】

椴叶山麻杆 Alchornea tiliaefolia (Benth.) Muell. -Arg. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

滇银柴 Aporusa yunnanensis (Pax et Hoffm.) Metc 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米【7】

重阳木 Bischoffia javanica Bl. 生于河边或路边，海拔 1000-1300 米【7】

小面瓜 Breynia rostrata Merr. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【5】

草一品红 Euphorbia heterophylla Linn. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米，逸野【2】

飞扬草 Euphorbia hirta Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

通奶草 Euphorbia hypericifolia L. 生于路边灌丛，海拔 1000-1600 米

一品红 Euphorbia pulcherrima Willd.* 栽培植物

千根草 Euphorbia thymifolia Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

云南土沉香(刮筋板)Excoecaria acerifolia Didr.生于路边灌丛中，海拔 1000-1500 米【6】

毛果算盘子 Glochidion eriocarpum Champ. ex Benth. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

水柳仔 Homonoia riparia Lour. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【7】

小桐子 Jatropha curcas Linn.* 栽培植物

粗糠柴 Mallotus philippensis (Lam.) M. -A. 生于灌丛，海拔 1000-1600 米【4】

石岩枫 Mallotus repandus (Will.) Muell. Arg. Var. repandus 生于灌木林中，海拔 1000-1500 米

木薯 Manihot esculenta Crantz * 栽培植物

余甘子 Phyllanthus emblica Linn. 生于路边或灌丛中，海拔 1000-1300 米【2】

美丽叶下珠 Phyllanthus sootepensis Graib 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米

蓖麻 Ricinus communis Linn. * 栽培植物

乌桕 Sapium sebiferum (Linn.) Roxb.* 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

油桐 Vernicia fordii (Hemsl.) Airy-Shaw * 栽培油料

绣球花科 Hydrangeaceae

厚叶溲疏 Deutzia crassifolia Rehd. 路边灌丛，海拔 1000-1700 米【9】

滇南山梅花 Philadelphus henryi Koehne 路边灌丛，海拔 1000-1800 米【8】

蔷薇科 Rosaceae

黄龙尾 Agrimonia nepalensis D. Don 生于灌丛，海拔 1000-1800 米【8】

桃 Amygdalus persica Linn. * 栽培植物

酸木瓜 Chaenomeles speciosa (Sweet) Nakai * 栽培植物

西南栒子 Cotoneaster franchetii Bois 生于灌丛中或林下，海拔 1200-1800 米【8】

牛筋条 Dichotomanthes tristaniaecarpa Kurz 生于灌丛中或林下，海拔 1200-1800 米【14】

云南哆衣 Docynia delavayi (Franch.) Schneid. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【14】

蛇莓 Duchesnea indica (Andre) Forke 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【7】

枇杷 Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.* 栽培植物

全缘石楠 Photinia integrifolia Lindl. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【9】

五匹风 Potentilla kleiniana Wight et Arn. 生于路边草丛，海拔 1000-1800 米【8】

华西小石积 Osteomeles schwerianae Schneid.生于灌丛中，海拔 1200-1800 米【14】

李 Prunus salicina Lindl. * 栽培植物

火棘 Pyracantha fortuneana (Maxim.) Li 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【10】

棠梨 Pyrus pashia Buch. -Ham. ex D. Don 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【6】

沙梨 Pyrus pyrifolia (Burm. f.) Nakai * 栽培植物

月季花 Rosa chinensis Jacd.* 栽培植物

覆盆子 Rubus foiolosus D. Don 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【1】

白花悬钩子 Rubus leucanthus Hance 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

黄酸莓 Rubus obcordata (Franch.) Nguyen van Thuan 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

黄龙须 Rubus pinfaensis Levl. et Van 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

粉花绣线菊 Spiraea japonica Linn. f. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【8】

苏木科 Caesalpiniaceae

鞍叶羊蹄甲 Bauhinia brachycarpa Wall. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

云南羊蹄甲 Bauhinia yunnanensis Franch. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

望江南 Cassia occidenalis Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米，草药【2】

铁刀木 Cassia siamea Lam. * 栽培植物

凤凰木 Delonix regia (Bojer) Rafin. * 栽培植物

老虎刺 Pterolobium punctatum Hemsl. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【6】

含羞草科 Mimosaceae

海南金合欢 Acacia hainanensis Hayata. 生于路边灌丛或常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【2】

钝叶金合欢 Acacia megaladena Desv. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米

蒙自合欢 Albizia bracteata Dunn 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米【4】

山合欢 Albizia kalkora (Roxb.) Prain 生于林中，海拔 1200-1800 米

银合欢 Leucaena leucocephala (Lam.) De Wit.* 栽培植物

蝶形花科 Papilionaceae

木豆 Cajanus cajan (Linn.) Millsp.* 海拔 1000-1400 米；旱地，紫胶寄主，杂粮【6】

杭子梢 Campylotropis macrocarpa (Bunge) Rehd. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【11】

多花杭子梢 Campylotropis polyantha (Franch.) Schindl.生于路边灌丛中，海拔 1000-1800 米

细花梗杭子梢 Campylotropis capillipes (Franch.) Schindl. 生于路边灌丛中，海拔 1000-1800 米

响铃豆 Crotalaria albida Heyne 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

大猪屎豆 Crotolaria assamica Benth 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米，绿肥

假地蓝 Crotalaria ferruginea Grah. Ex Benth. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

高原黄檀 Dalbergia collettii Prain 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

象鼻藤 Dalbergia mimosoides Franch. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

疏果假地豆 Desmodium griffithianum Benth. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【3】

多花山蚂蝗 Desmodium multiflorum DC. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

波叶山蚂蝗 Desmodium sinuatum Bl. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

心叶山黑豆 Dumasia cordifolia Benth. et Baker 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【6】

大叶千斤拔 Flemingia macrophylla (Willd.) Prain 生于林下或灌丛中，海拔 1200-1800 米【2】

深紫木蓝 Indigofera atropurpurea Bench.-Ham. Ex Hornem. 生于灌丛中，海拔 1200-1800 米【2】

思茅木蓝 Indigofera simaoensis Y. Y. Fang et C. Z. Zheng 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米

马棘 Indigofera pseudotinctoria Matsum. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

扁豆 Lablab purpureus (Linn.) Sweet * 栽培蔬菜

截叶铁扫帚 Lespedeza cuneata (Dum. -Cours.) G. Don 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【9】

束花铁马鞭 Lespedeza fasciculiflora Franch. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

黄花草木犀 Melilotus suaveolens Ledebour 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【10】

昆明鸡血藤 Milletia dielsiana Harms ex Diels 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

厚果鸡血藤 Milletia pachycarpa Benth. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米，林中

豆薯 Pachyrrhizus erosus (Linn.) Urban * 栽培蔬菜

多花菜豆 Phaseolus cocineus Lam. * 栽培蔬菜

绿豆 Phaseolus radiatus Linn. * 栽培蔬菜

菜豆 Phaseolusvulgaris Linn. * 栽培蔬菜

豌豆 Pisum sativum Linn. * 栽培蔬菜

野葛 Pueraria pedoncularis (Benth.) Grah. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【7】

小鹿藿 Rhynchosia minima (Linn.) DC. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

刺槐 Robinia pseudoacacia Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米，绿肥【9】

宿苞豆 Shuteria involucrata (Wall.) Wight et Arn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【6】

白刺花 Sophora davidii (Franchet) Skeels 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【1】

白车轴草 Trifolium repens Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米，绿肥【8】

狸尾豆 Uraria lagopodioides (Linn.) Desv. Ex DC. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【4】

蚕豆 Vicia faba Linn. * 栽培蔬菜

马豆 Vicia sativa Linn. 生于旱地，海拔 1000-1800 米【8】

旌节花科 Stachyuraceae

西域旌节花 Stachyurus himalaicus Hook. f. et Thoms. 生于灌木林中，海拔 1000-1500 米【14】

金缕梅科 Hamamelidaceae

马蹄荷 Exbucklandia populnea (R. Br. ex Griff.)R. W. Brown 生于林下，海拔 1000-1800 米【7】

枫香 Liquidambar formosana Hance 生于林中，海拔 1000-1500 米【9】

红花荷 Rhodoleia parvipetala Tong 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【7】

杨柳科 Salicaceae

垂柳 Salix babylonica Linn. * 栽培植物

杨梅科 Myricaceae

毛杨梅 Myrica esculenta Buch.-Ham. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【8】

榛科 Corylaceae

云贵鹅耳枥 Carpinus pubescens Burkill 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米【8】

滇榛 Corylus yunnanensis (Franch.) A. Camus 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米【8】

壳斗科 Fagaceae

板栗 Castanea mollissima Bl. * 栽培植物

越南栲 Castanopsis annamensis Hick. et A. Camus 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米【9】

杯状栲 Castanopsis calathiformis (Skan) Rehd. et Wils. in Sarg. 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1300 米

瓦山栲 Castanopsis ceratacantha Rehd. et Wils. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米

桂林栲 Castanopsis chinensis Hance 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米

高山栲 Castanopsis delavayi Franch. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米，木材

罗浮栲 Castanopsis fabri Hance 1000-1800 米，林中

栲树 Castanopsis fargesii Franch. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米

滇青冈 Cyclobalanopsis glaucoides Schotky 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【7】

龙迈青冈 Cyclobalanopsis lungmaiensis Yu 生于常绿阔叶林，海拔 1100-1300 米

西畴青冈 Cyclobalanopsis Sichourensis Hu 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米

窄叶石栎 Lithocarpus confinis Huang et Chang ex Hsu et Jen 生于常绿阔叶林，海拔 1100-1800 米【9】

烟斗石栎 Lithocarpus corneus (Lour.) Rehd. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米

硬斗石栎 Lithocarpus hancei (Benth.) Rehd. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米

岩栎 Quercus acrodonta Seemen 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米【8】

麻栎 Quercus acutissima Carr. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米

槲栎 Quercus aliena Blume 林中，海拔 1000-1800 米

锥连栎 Quercus franchetii Skan 林中，海拔 1000-1800 米

栓皮栎 Quercus variabilis Bl. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米

榆科 Ulmaceae

滇朴 Celtis bungeana Bl. 生于路边，海拔 1000-1200 米【2】

山黄麻 Trema tomentosa (Roxb.) Hara 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1400 米【2】

桑科 Moraceae

树菠萝 Artocarpus heterophyllus Lam. * 栽培植物

楮 Broussonetia kaempferi Sieb. 生于路边，海拔 1000-1700 米【7】

构树 Broussonetia papyrifera (Linn.) L'Herit. ex Vant. * 栽培植物

高山榕 Ficus altissima Bl. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【2】

木瓜榕 Ficus auriculata Lour. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米

印度榕 Ficus elastica Roxb.* 栽培植物

山枇杷 Ficus henryi Warb. ex Diels 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米

虎克榕 Ficus hookeriana Corner * 栽培植物

黄葛树 Ficus virens Ait. Var. sublanceolata(Miq.) Corner* 栽培植物

榕树 Ficus microcarpa Linn. f. 生于路边，海拔 1000-1700 米

鸡嗉子榕 Ficus semicordata Buch. -Ham. ex J. E. Smith 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米

地石榴 Ficus tikoua Bur. 生于路边及灌丛中，海拔 1000-1800 米

桑 Morus alba Linn.* 栽培植物

鸡桑 Morus australis Poir. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米【8】

岩桑 Morus mongolica (Bur.) Schneid. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米

荨麻科 Urticaceae

水苎麻 Boehmeria platyphylla D. Don 生于林缘及灌丛下，海拔 1000-1700 米【2】

水麻柳 Debregeasia orientalis C.J. Chen 生于林下或灌丛中，海拔 1000-1600 米【6】

托叶楼梯草 Elatostema nasutum Hook. f. 生于林下或灌丛中，海拔 1000-1600 米【7】

大蝎子草 Girardinia palmata (Forsk.) Gaud. 生于林缘，海拔 1000-1700 米【6】

糯米团 Gonostegia hirta (Bl.) Miq.生于林缘，海拔 1000-1700 米【7】

红雾水葛 Pouzolzia sanguinea (Bl.) Merr. 生于林缘，海拔 1000-1700 米【2】

大麻科 Cannabinaceae

大麻 Cannabis sativa Linn.* 栽培植物

葎草 Humulus scandens (Lour.) Merr. 生于灌丛中，海拔 1200-1800 米【8】

卫矛科 Celastraceae

圆叶美登木 Maytenus orbiculatus C. Y. Wu 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【2】

冬青科 Aquifoliaceae

沙坝冬青 Ilex chapaensis Merr. 生于林缘，海拔 1000-1700 米【2】

灰叶冬青 Ilex tetramera (Rehd.) C. J. Tseng 生于林下或灌丛中，海拔 1000-1600 米

翅子藤科 Hippocrateaceae

无柄五尾龙 Salacia sessiliflora Hand. -Mazz. 生于灌丛中，海拔 1000-1600 米【2】

茶茱萸科 Icacinaceae

微花藤 Iodes cirrhosa Turcz. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【6】

小果微花藤 Iodes vitigenea (Hance) Hemsl. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米

定心腾 Mappianthus iodoides Hand. -Mazz. 生于林中，海拔 1000-1800 米【7】

檀香科 Santalaceae

沙针 Osyris wightiana Wall.ex Wight 生于灌丛中，海拔 1200-1800 米【6】

鼠李科 Rhamnaceae

多叶勾儿茶 Berchemia huana Rehd. 生于林缘灌丛，海拔 1000-1500 米【14】

黄心树 Rhamnus longipes Merr. et Chun 生于林缘灌丛，海拔 1000-1450 米【1】

薄叶鼠李 Rhamnus leptophylla Schneid. 生于林缘灌丛，海拔 1000-1500 米

滇雀梅藤 Sageretia gracilis J. R. Drummond & Sprague 生于林缘灌丛，海拔 1000-1500 米【3】

枣 Zizyphus sativa Gaertn.* 栽培植物

葡萄科 Vitaceae

三裂蛇葡萄 Ampelopsis delavayana Planch. ex Franch. 生于灌丛，海拔 1000-1600 米【9】

乌蔹莓 Cayratia japonica (Thunb.) Gagnep. 生于灌丛，海拔 1000-1600 米【4】

大叶白粉藤 Cissus rependa Vahl 生于灌丛，海拔 1000-1600 米【2】

三叶爬山虎 Parthenocissus himalayana (Royle) Planch. 生于灌丛，海拔 1000-1600 米【9】

毛葡萄 Vitis heyneana Roem. et Schult 生于灌丛，海拔 1000-1600 米【8】

芸香科 Rutaceae

甜橙 Aurantium sinense (Linn.) Mill.* 栽培植物

橘 Citrus reticulata Blanco* 栽培植物

乔木茵芋 Skimmia arborescens T. Anders. ex Gamble 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米【14】

飞龙掌血 Toddalia asiatica (Linn.) Lam. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1500 米，药材【6】

竹叶椒 Zanthoxylum armatum DC. 生于灌丛，海拔 1000-1600 米【2】

花椒 Zanthoxylum bungeanum Maxim. * 栽培植物

苦木科 Simarubaceae

臭椿 Ailanthus altissima (Mill.) Swingle 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米【5】

楝科 Meliaceae

米子兰 Aglaia odorata Lour.* 栽培植物

灰毛浆果楝 Cipadessa cinerascens (Pellgr.) Hand. -Mazz. 生于灌丛中或林下，海拔 1000-1750 米【6】

川楝 Melia toosendan Sieb. et Zucc.* 栽培或生于路边，海拔 1000-1750 米【4】

无患子科 Sapindaceae

茶条木 Delavaya yunnanensis Franch 生于山坡、路边及灌丛中，海拔 1000-1800 米

【7】

龙眼 Dimorcarpus longan Lour.* 栽培果树

坡柳 Dodonaea viscosa (Linn.) Jacq. 生于山坡、路边及灌丛中，海拔 1000-1800 米【2】

皮哨子 Sapindus delavayi (Franch.) Radlk. 生于路边，海拔 1000-1500 米【3】

槭树科 Aceraceae

中华槭 Acer sinense Pax 生于山坡、灌丛中，海拔 1000-1800 米【8】

清风藤科 Sabiaceae

绿樟 Meliosma squamulata Hance 生于山坡、灌丛中，海拔 1000-1800 米【3】

漆树科 Anacardiaceae

芒果 Mangifera indica Linn.* 栽培植物

黄连木 Pistacia chinensis Bunge 生于路边及村边，海拔 1000-1800 米【12】

清香木 Pistacia weimannifolia J. Poisson ex Franch. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米

盐肤木 Rhus chinensis Mill. 生于常绿阔叶林中或灌丛中，海拔 1000-1800 米【8】

小漆树 Toxicodendron delavayi (Franch.) F. A. Barkley 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米【9】

野漆 Toxicodendron succedeneum (Linn.) O. Kuntze 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米

胡桃科 Juglandaceae

胡桃 Juglans regia Linn.* 栽培植物

越南枫杨 Pterocarya tonkingensis (Franch.)Dode 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米【14】

山茱萸科 Cornaceae

矩圆叶梾木 Cornus oblonga Wall. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米【8】

鸡嗉子 Dendrobenthamia capitata (Wall.)Hutch. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米【14】

西域青夹叶 Helwingia himalaica Hook. f. et Thoms. ex C. B. Clarke 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【14】

叨里木科 Toricelliaceae

烂泥树 Toricellia angulata Oliv. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米，草药【14】

八角枫科 Alangiaceae

八角枫 Alangium chinense (Lour.) Harms 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米，草药【4】

紫树科 Nyssaceae

喜树 Camptotheca acuminata Decne.* 栽培植物

五加科 Araliaceae

吴茱萸叶五加 Acanthopanax evodiaefolius Franch. var. pseudo-evodiaefolius Feng 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【14】

刺五加 Acanthopanax trifoliatus (Linn.) Merr. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米，野菜，草药

广东葱木 Aralia armata (Wall.) Seem. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1400 米【9】

柏那参 Brassaiopsis glomerulata (Bl.) Regel 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米【7】

常春藤 Hedera nepalensis K. Koch * 栽培植物

大参 Macropanax dispermus (Bl.)O. Ktze. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米【7】

梁王茶 Nothopanax delavayi (Franch.) Harms. ex Diels 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【5】

穗序鹅掌柴 Schefflera delavayi (Franch.) Harms 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1600 米，绿化【2】

伞形科 Umbelliferae

芹菜 Apium graveolens Linn. * 栽培蔬菜

积雪草 Centella asiatica (Linn.) Urban 海拔 1000-1800 米 ；路边，草丛【2】

芫荽 Coriandrum sativum Linn.* 栽培蔬菜

刺芫荽 Eryngium foetidum Linn. 生于路边，海拔 1000-1600 米【2】

茴香 Foeniculum vulgare Mill. * 栽培蔬菜

爪哇天胡荽 Hydrocotyle javonica Thunb. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【2】

红马蹄草 Hydrocotyle nepalensis Hook. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米

野芫荽 Hydrocotyle sibthorpioides Lam. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米

水芹 Oenanthe javanica (Bl.) DC. 生于水边及湿地，海拔 1000-1700 米【10】

小窃衣 Torilis japonica (Houttuyn) DC. 生于灌丛中、路边，海拔 1000-1800 米【10】

杜鹃花科 Ericaceae

厚皮金叶子 Craibiodendron stellatum (Pierre)W. W. Smith 海拔 1000-1700 米；杂木林【7】

疏齿吊灯花 Enkianthus dunnii Levl. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米【14】

南烛 Lyonia ovalifolia (Wall.)Drude 生于林下或灌丛中，海拔 1200-1800 米【9】

滇南杜鹃 Rhododendron hancockii Hemsl. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米【8】

杜鹃 Rhododendron simsii Planch. 生于林中或灌丛中，海拔 1200-1800 米

越橘科 Vacciniaceae

乌饭树 Vaccinium bracteatum Thunb. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1700 米【8】

柿树科 Ebenaceae

柿 Diospyros kaki Linn. f. * 栽培植物

君迁子 Diospyros lotus Linn. 生于路边及灌丛，海拔 1000-1600 米【2】

罗浮柿 Diospyros morrisiana hance 生于路边及村边，海拔 1000-1600 米

毛叶柿 Diospyros molifolia Rehd. et Wils. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米

山榄科 Sapotaceae

棱子果 Eberhardtia tonkinensis. Lecomte 生于林中，海拔 1000-1500 米【7】

绒毛肉实树 Sarcosperma kachinense (King et Prain)Exell 生于林中，海拔 1000-1500 米【7】

革叶铁榄 Sinosideroxylon wightianum (Hook. et Arn.)Aubr. 生于灌丛中，海拔 1000-1500 米【7】

紫金牛科 Myrsinaceae

伞形紫金牛 Ardisia corymbifera Mez in Engl.生于林中，海拔 1000-1500 米【2】

硃砂根 Ardisia crenata Sims in Curtis. 生于林中，海拔 1000-1500 米

柳叶紫金牛 Ardisia hypargyrea C. Y. Wu. C.Chen 生于林中，海拔 1000-1500 米

红毛毡 Ardisia mamillata Hance 生于灌丛中，海拔 1000-1500 米

罗伞树 Ardisia quinquegona Bl. 生于灌丛中，海拔 1000-1500 米

卷边紫金牛 Ardisia replicata Walker 生于灌丛中，海拔 1000-1500 米

酸藤子 Embelia laeta (Linn.) Mez 生于灌丛中，海拔 1000-1500 米【4】

包疮叶 Maesa indica (roxb.) A. DC 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米，草药【4】

杜茎山 Maesa japonica(Thunb.)Moritzi ex Zoll.生于灌丛中，海拔 1000-1500 米

铁仔 Myrsine africana L.生于林下及灌丛中，海拔 1200-1800 米【6】

安息香科 Atyracaceae

赤杨叶 Alniphyllum fortunei (Hemsl.)Perkins 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1500 米【7】

双齿山茉莉 Huodendron biaristatum (W. W. Smith) Rehd. 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1500 米【7】

灰木科 Symplocaceae

薄叶山矾 Symplocos anomala Brand 生于林下，海拔 1200-1800 米【2】

马钱科 Loganiaceae

驳骨丹 Buddleja asiatica Lour. 生于路边灌丛，海拔 1000-1500 米【2】

蜜蒙花 Buddleja officinalis Maxim.生于林下或灌丛中，海拔 1200-1800 米

多花蓬莱葛 Gardneria multiflora Makino 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【14】

断肠草 Gelsemium elegans(Gardn. et Champ.)Benth. 生于灌丛中，海拔 1000-1500 米【9】

木犀科 Oleaceae

苦枥木 Fraxinus retusa Champ. 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米【8】

香花藤 Jasminum nervosum Lour. 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米【2】

多花素馨 Jasminum polyanthum Franch. * 栽培植物

亮叶素馨 Jasminum seguinii H. Léveillé 生于山坡灌丛，海拔 1000-1200 米

长叶女贞 Ligustrum compactum (Wall. Ex G. Don) Hook. f. et Thoms. Ex Brandis 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米【10】

女贞 Ligustrum lucidum Ait.* 栽培或逸野

小叶女贞 Ligustrum quihoui Carr. 生于山坡灌丛，海拔 1000-1500 米

桂花 Osmanthus fragrans (Thunb.) Lour. * 栽培植物

多脉桂花 Osmanthus polyneurus P. Y. Bai 生于山坡灌丛，海拔 1000-1500 米【9】

夹竹桃科 Apocinaceae

假虎刺 Carissa spinarum L.生于灌丛中，海拔 1000-1600 米【4】

长春花 Catharanthus roseus (L.) G. Don * 栽培植物

夹竹桃 Nerium indicum Mill.* 栽培植物

锈毛络石 Trachelospermum dunnii (Levl.) Levl. 生于林中，海拔 1000-1800 米【9】

萝藦科 Asclepiadaceae

古钩藤 Cryptolepis buchananii Roem. Et Schult. 生于路边灌丛或林下，海拔 1500-1900 米【4】

白薇 Cynanchum atratum Bunge 生于路边灌丛或林下，海拔 1000-1200 米【2】

青羊参 Cynanchum otophyllum Schneid. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

球兰 Hoya carnosa (Linn. f.)R. Br. 生于路边灌丛或林下，海拔 1000-1200 米【5】

黑龙骨 Periploca calophylla (Wight) Falcon. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【6】

毛弓果藤 Toxocarpus villosus (Bl.)Decne. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【4】

云南娃儿藤 Tylophora yunnanensis Schltr. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【4】

茜草科 Rubiaceae

长柱山丹 Duperrea pavattaefolia (Kurz) Pitard 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米【7】

猪殃殃 Galium aparine L. 生于旱地，海拔 1000-1800 米【1】

西南拉拉藤 Galium elegans Wall. ex Roxb. 生于旱地，海拔 1000-1800 米

栀子花 Gardenia jasminoides Ellis * 栽培植物

硬毛耳草 Hedyotis hirsuta L. f. 生于旱地，海拔 1000-1800 米【2】

长节耳草(钩毛耳草)Hedyotis uncinella Hook. et Arn. 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米

鸡矢藤 Paederia foetida Linnaeus 生于灌丛中，海拔 1000-2000 米【7】

茜草 Rubia cordifolia Linn. 生于旱地，海拔 1000-1800 米，灌丛中【8】

黑花茜草 Rubia mandersii Coll. et Hemsl. 海拔 1000-1800 米，灌丛中

忍冬科 Caprifoliaceae

金银花 Lonicera japonica Thunb.* 栽培植物

接骨草 Sambucus chinensis Lindl. 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米，草药【8】

密花荚蒾 Viburnum congestum Rehd.生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【8】

粉叶荚迷 Viburnum cylindricum Buch.-Ham. ex D. Don 生于林中或灌丛中，海拔 1200-1800 米

臭荚迷(小叶荚迷)Viburnum foetidum Wall. 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米

山萝卜科 Dipsacaceae

川续断 Dipsacus aspeioides C. Y. Cheng et T. M. Ai 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米【10】

菊科 Compositae

胜红蓟 Ageratum conyzoides L. 生于路边灌丛中，海拔 1000-2000 米【2】

心叶兔儿风 Ainsliaea bonatii Beauvd. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【14】

珠光香清 Anaphalis margaritacea (Linn.)Benth. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【8】

牡蒿 Artemisia japonica Thunb. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【1】

灰苞蒿 Artemisia roxburghiana Wall. ex Bess.生于灌丛中，海拔 1000-1800 米

白莲蒿 Artemisia sacrorum Ledeb.生于灌丛中，海拔 1000-1800 米

南艾蒿 Artemisia verlotorum Lamotte 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米

美洲紫菀 Aster subulatus Michx. 生于沟边湿地，海拔 1000-1800 米【8】

三叶鬼针草 Bidens pilosa Linn. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【8】

金盏菊 Calendula officinalis Linn.* 海拔 1000-1500 米

天名精 Carpesium abrotanoides Linn. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【10】

尼泊尔天名精 Carpesium nepalense Less. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米

蓟 Cirsium japonicum Fisch. ex DC.生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【8】

苦蒿 Conyza blinii L'evl. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【2】

小白酒草(小飞蓬) Conyza canadensis (L.) Cronq. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米

茼蒿 Chrysanthemum coronarium Linn.* 栽培植物

大丽菊 Dahlia pinnata Linn.* 海拔 1000-1500 米；庭院，观赏

鳢肠 Eclipta prostrata (L.) L. 生于沟边湿地，海拔 1000-1800 米【2】

菊芹 Erechtites valerianifolia DC. 海拔 1000-1600 米；灌草丛中【3】

紫茎泽兰 Eupatorium adenophorum Spreng. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【3】

牛膝菊(辣子草)Galinsoga parviflora Cav. 海拔 1000-1800 米；菜园中【1】

向日葵 Helianthus annuus Linn.* 栽培植物

菊芋(洋姜) Helianthus tuberosus Linn.* 栽培植物

羊耳菊(白牛胆) Inula cappa (Buch. –Ham.) DC. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【10】

小黑药 Inula nervosa Wall. 生于林下，海拔 1000-1800 米

苦荬菜 Ixeris polycephala 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【7】

莴苣 Lactuca sativa Linn.* 栽培蔬菜

臭灵丹 Laggera alata (Roxb.) Sch. –Bip 生于路边，海拔 1000-1600 米【6】

尼泊尔千星菊 Myriactis nepalensis Less. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【11】

银胶菊 Parthenium hysterophorus Linn.生于路边，海拔 800-2000 米【3】

千里光 Senecio scandens Buch. –Ham. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米，药材【1】

腺梗豨莶 Siegesbeckia orientalis Linn. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【2】

孔雀草(红黄万寿菊) Tagetes patula Linn.* 海拔 1000-1800 米；园圃中，观赏

蒲公英 Taraxacum mongolicum Hand. –Mazz. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米，草药【8】

假向日葵(肿柄菊)Tithonia diversifolia A. Gray* 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米，绿肥

柳叶斑鸠菊 Vernonia saligina DC. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米【2】

大叶斑鸠菊 Vernonia volkameriaefolia (Wall.) DC. 生于林中，850-1600 米

报春花科 Primulaceae

耳柄假獐牙菜 Lysimachia otophora C. Y. Wu ex Wu et Li 生于灌丛中，海拔 1000-1700 米【1】

红腺落地梅 Lysimachia rubroglandulosa C. Y. Wu ex Wu et Li 生于灌丛中，海拔 1000-1700 米

车前科 Platanaceae

车前 Plantago major Linn. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米，野菜【1】

桔梗科 Campanulaceae

鸡蛋参 Codonopsis convolvulacea Kurz 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米，草药【14】

兰花参 Wahlenbergia marginata (Thunb.) A. DC. 生于灌丛中，海拔 1000-1800 米，草药【2】

紫草科 Boraginaceae

狗屎花 Cynoglossum amabile Stapf & J. R. Drummond 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【4】

粗糠树 Ehretia macrophylla Wall. ex Roxb. 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1700 米【4】

西南粗糠树(厚壳树)Ehretia corylifolia C. H. Wright 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1900 米

茄科 Solanaceae

朝天椒 Capsicum annuum Linn. var. conoides (Mill.) Iriash.* 栽培蔬菜

夜香树 Cestrum nocturnum Linn.* 栽培植物

木本番茄 Cyphomandra betaceae Sendtn. * 栽培植物

曼陀罗 Datura stramonium Linn. 生于路边，海拔 1000-1800 米【2】

番茄 Lycopersicon esculentum Mill. * 栽培植物

烟草(红花烟) Nicotiana tabacum Linn. * 栽培植物

刺天茄 Solanum indicum Linn. 生于路边，海拔 1000-1800 米【1】

喀西茄 Solanum khasianun C. B. Clarke 生于路边，海拔 1000-1800 米

茄子 Solanum melongena Linn. * 栽培植物

水茄 Solanum torvum Sw. 生于路边，海拔 1000-1800 米

黄果茄 Solanum xanthocarpum Schrad. Et Wendl. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

旋花科 Convolvulaceae

马蹄金 Dichondra repens Forst. 生于路边，海拔 1000-1800 米【2】

红薯(甘薯) Ipomoea batatas (Linn.) Iam. * 栽培植物

蕹菜 Ipomoea aquatica Forsk. * 栽培蔬菜

圆叶牵牛 Pharbitis purpurea (L.) Voigt 生于路边灌丛中，海拔 1000-2000 米【2】

牵牛花 Pharbitis nil (Linn.) Choisy * 栽培植物

飞蛾藤 Porana racemosa Roxb. 生于路边灌丛中，海拔 1000-1800 米【4】

兔丝子科 Cuscutaceae

兔丝子 Cuscuta chinensis Lam. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

玄参科 Scrophulariaceae

来江藤 Brandisia hancei Hook. f. 生于灌丛中，海拔 1000-1500 米【7】

钟萼草 Lindenbergia philippensis (Cham.) Benth. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【6】

母草 Lindernia crustacea (Linn.) F. Muell. 生于路边，海拔 1000-1800 米【2】

通泉草 Mazus pumilus (Burm. f.) Van Ateenis 生于路边，海拔 1000-1800 米【5】

泡桐 Paulownia fortunei Franch. * 栽培植物

亨氏马先蒿 Pedicularis henryi Maxim. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【8】

苦苣苔科 Gesneriaceae

荷花藤 Aeschynanthus bracteatus Wall. 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1700 米【7】

斑叶唇柱苣苔 Chirita pumila D. Don 生于常绿阔叶林中，海拔 1200-2000 米【7】

贵州半蒴苣苔 Hemiboea cavalerie Levl. 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1700 米【7】

齿叶吊石苣苔 Lysionotus serratus D. Don 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1700 米【14】

紫薇科 Bignoniaceae

梓树 Catalpa ovata G. Don * 栽培植物

火烧花 Mayodendron igneum (Kurz) Kurz 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1700 米【7】

羽叶楸 Stereospermum personatum (Hassk.)Chatterjee 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1700 米【6】

硬骨凌霄 Tecomaria capensis (Thunb.) Spach * 栽培植物

爵床科 Acanthaceae

山一笼鸡 Strobilanthes aprica (Hance) T. Anderson 生于灌丛中，海拔 1200-2000 米【6】

碗花草 Thunbergia fragrans Roxb. 生于灌丛中，海拔 1000-1700 米【4】

马鞭草科 Verbenaceae

木紫珠 Callicarpa arborea Roxb. 生于路边，海拔 1000-1800 米【2】

杜衡花 Callicarpa formosana Schau. 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1700 米

臭牡丹 Clerodendrum bungei Steud. 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米，阔叶林中【2】

腺茉莉 Clerodendrum colebrookianum Walp. 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米

三对节 Clerodendrum serratum (Linn.) Moon 生于常绿阔叶林中，海拔 1000-1700 米，草药

五色梅 Lantana camara L.* 栽培或逸野植物

过江芚 Phyla nodiflora (Linn.) E. L. Greene 生于路边潮湿处，1000-1700 米【3】

红腺豆腐柴 Premna rubroglandulosa C. Y. Wu 生于常绿阔叶林中，1000-1500 米【4】

马鞭草 Verbena officinalis Linn. 生于路边，海拔 1000-1700 米【2】

牡荆(黄荆条)Vitex negundo Linn. 生于灌丛中，海拔 1000-1200 米【2】

唇形科 Labiatae

藿香 Agastache rugosa (Fisch. & C. A. Mey.) Kuntze* 栽培植物

匍匐风轮菜 Clinopodium repens (D. Don) Wall. ex Benth. 生于常绿阔叶林，海拔 1000-1800 米【8】

五彩苏 Coleus scutellarioides (Linn.) Benth.* 栽培植物

野草香 Elsholtzia cypriani (pavol.) C. Y. Wu 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【10】

鸡骨柴(灌木香薷) Elsholtzia fruticosa (D. Don) Rehd. 生于灌丛中，海拔 1200-1700 米

野把子(细绉香薷) Elsholtzia rugulosa Hemsl. 生于灌丛中，海拔 1200-1700 米

蜜蜂花 Melissa axillaries (Benth.) Bakh. f. 生于灌丛中，海拔 1200-1700 米【10】

薄荷 Mentha haplocalyx Briq.* 栽培植物

线纹香茶菜 Isodon lophanthoides (Buch. -Ham. ex D. Don) Hara 生于灌丛中，海拔 1200-1700 米【4】

毛萼香茶菜 Isodon eriocalyx (Dunn) Kudô，生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

罗勒 Ocium basilicum Linn. * 栽培植物

紫苏 Perilla frutescens (Linn.)Bratton * 栽培植物

一串红(墙下红) Salvia splendens Ker-Gawl. * 栽培植物

耳挖草 Scutellaria indica Linn. 生于路边，海拔 1900-1800 米【1】

泽泻科 Alismataceae

泽泻 Alisma plantago-aquatica Linn. * 栽培植物

慈姑 Sagittaria trifolia Linn. var. edulis (Sieb. ex Miq.)Ohwi * 栽培植物

眼子菜科 Potamogetonaceae

沮草 Potamogeton crispus Linn. 生于水田，海拔 1000-1700 米【1】

小眼子菜 Potamogeton pusillus Linn. 生于水田，海拔 1000-1700 米

鸭跖草科 Commelinaceae

裸花水竹叶 Murdannia nudiflora (Linn.) Brenan 生于水沟边，海拔 1000-1700 米【4】

细竹蒿草 Murdannia simplex (Vahl)Brenan 生于路边，海拔 1000-1700 米

鸭跖草 Commelina communis Linn. 生于路边，海拔 1000-1700 米【2】

吊竹梅 Zebrina pendula Schinizl.* 海拔 1000-1800 米；庭院中，观赏

芭蕉科 Musaceae

芭蕉 Musa basjoo Sieb. et Zucc.* 海拔 1000-1600 米；果园，水果

香蕉 Musa nana Lour.* 海拔 1000-1600 米；果园，水果

姜科 Zingiberaceae

绿苞山姜 Alpinia bracteata Roxb. 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米【4】

小花山姜 Alpinia brevis T. L. Wu et Senjen Chen 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

大高良姜 Alpinia galanga (Linn.) Willd. 生于路边灌丛中，海拔 1000-1300 米

长柄山姜 Alpinia kwangsiensis T. L. Wu et Senjen Chen 生于路边灌丛，海拔 1000-1800 米

腐花砂仁 Amomum putrescens D. Fang 生于林下，海拔 1000-1600 米【4】

莪术 Curcuma zedoaria (Christm.)Roscoe 生于路边，海拔 1000-1700 米【7】

圆瓣姜花 Hedychium forrestii Diels 生于路边灌丛中，海拔 1000-1800 米【6】

姜 Zingiber officinale Roscoe * 栽培植物

美人蕉科 Canaceae

美人蕉 Canna chinensis Willd. * 栽培植物

芭蕉芋 Canna edulis Ker- Gawl.* 栽培植物

百合科 Liliaceae

芦荟 Aloe vera (Linn.) Burm. f.* 栽培植物

羊齿天门冬 Asparagus filicinus Buch. -Ham. ex D. Don 生于路边，海拔 1000-1700 米【4】

短梗天门冬 Asparagus lycopodineus (Baker) Wang et Tang 生于灌丛，海拔 1000-1700 米

密齿天门冬 Asparagus meioclados Lévl.生于灌丛，海拔 1000-1800 米

吊兰 Chlorophytum comosum (Thunb.) Jacques* 栽培植物

万寿竹 Disporum cantoniense (Lour.) Merr. 生于阔叶林下，海拔 1000-2000 米【14】

百合 Lilium brownii F. E. Brown ex Miellez 生于灌丛，海拔 1000-2000 米【8】

沿阶草 Ophiopogon bodinieri Levl. 生于灌丛中，海拔 1000-1400 米 【14】

滇黄精 Polygonatum kingianum Collett & Hemsl. 生于灌丛中，海拔 1000-1900 米【8】

菝葜科 Smilacaceae

银叶菝葜 Smilax cocculoides Werb. 生于林中，900-2000 米【2】

束丝菝葜 Smilax hemsleyana Craib 生于灌丛，900-18000 米

密刚毛菝葜 Smilax setiramula Wang et Tang 生于灌丛中，海拔 120-1700 米

天南星科 Araceae

菖蒲 Acorus calamus Linn. 生于沼泽或湿地，海拔 1000-1400 米【9】

魔芋 Amorphophallus rivieri Durieu * 栽培或逸野，海拔 1000-1400 米【6】

一把伞天南星 Arisaema erubescens (Wall.) Schott 灌丛，海拔 1000-1700 米【8】

雪里见 Arisaema rhizomatum C. E. C. Fischer 生于林下，海拔 1000-1400 米

山珠半夏(小南星) Arisaema yunnanense Buchet 灌丛，海拔 1000-1700 米

野芋 Colocasia antiquorum Schott 生于路边，海拔 1000-1700 米【7】

芋 Colocasia esculanta (Linn.) Schott. * 栽培蔬菜

浮萍科 Lemnaceae

浮萍 Lemna minor Linn. 生于水塘，海拔 1000-1800 米【1】

石蒜科 Amaryllidaceae

洋葱 Allium cepa Linn. * 栽培蔬菜

葱 Allium fistulosum Linn. * 栽培蔬菜

韭菜 Allium tuberosum Rottler ex Sprengel. * 栽培蔬菜

蒜 Allium sativum Linn* 栽培蔬菜

韭莲 Zephryanthes grandiflora Lindl. * 栽培蔬菜

薯蓣科 Dioscoreaceae

参薯 Dioscorea alata Linn. * 栽培蔬菜

梨果薯蓣 Dioscorea aspersa Prain 生于灌丛，海拔 1000-1800 米【2】

粘沾沾 Dioscorea melanophyma Prain et Burkill 生于灌丛，海拔 1000-1700 米

淮山药 Dioscorea opposita Thunb.* 栽培蔬菜

龙舌兰科 Agavaceae

龙舌兰 Agave americana Linn.* 栽培或逸野，海拔 1000-1800 米

棕榈科 Palmaceae

鱼尾葵 Caryota ochlanda Hance * 栽培或生于林下，海拔 1000-1600 米【5】

散尾葵 Chrysalidocarpus lutescens H. Wendl.* 栽培植物

棕竹 Rhapis exelsa (Thunb.) Henryi * 栽培植物

棕榈 Trachycarpus fortunei (Hook. f.) H. Wendl. * 栽培植物

灯心草科 Juncaceae

江南灯心草 Juncus leschenaultii Gay 生于水边，海拔 1000-1800 米【1】

莎草科 Cyperaceae

山稗子(红果莎) Carex baccans Nees 生于林下，海拔 1000-1800 米【1】

云南莎草 Cyperus duclouxii E. G. Camus 生于路边林下阴湿处，海拔 1000-1800 米【1】

碎米莎草 Cyperus iria Linn. 生于路边湿地，海拔 1000-1800 米

香附子 Cyperus rotundus Linn. 生于路边湿地，海拔 1000-1800 米

两歧飘浮草 Fimbristylis dichotoma (Linn.) Vahl 生于路边湿地，海拔 1000-1800 米【2】

短叶水蜈蚣 Kyllinga brevifolia Rottb. 生于路边湿地，海拔 1000-1800 米【2】

砖子苗 Mariscus umbellatus Vahl 生于路边湿地，海拔 1000-1800 米【2】

红鳞扁莎 Pycreus sanguinolents (Vahl) Nees 生于路边湿地，海拔 1000-1800 米【2】

禾本科 Poaceae

竹亚科 Bambusoideae

粉单竹 Bambusa chungii McClure * 栽培植物

黄金竹 Bambusa vulgaris cv. vittata Chia* 栽培植物

龙竹 Dendrocalamus giganteus Munro* 栽培植物

慈竹 Neosinocalamus affinis (Rendle) Keng f. * 栽培植物

苦竹 Pleioblastus amarus (Keng) Keng f. * 栽培植物

禾亚科 Poideae

水蔗草 Apluda mutica Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【4】

荩草 Arthraxon hispidus (Thunb.) Makino 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【6】
石芒草 Arundinella nepalensis Trin. 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【6】
芦竹 Arundo donax Linn. 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【2】
白羊草 Bothriochloa ischaemum (Linn.) Keng 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【2】
臭根子草 Bothriochloa intermedia (R. Br.) A. Camus 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米
硬杆子草 Capillipedium assamile (Steud.) A. Camus 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【4】
细柄草 Capillipedium parviflorum (R. Br.) Stapf 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米
异序虎尾草 Chloris anomala B. S. Sun et Z. H. Hu 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【2】
虎尾草 Chloris virgata Swartz 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米
薏苡 Coix lachryma-jobi Linn. * 栽培植物
狗牙根 Cynodon dactylon (Linn.) Pers. 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米 【2】
双花草 Dichanthium annulatum (Forsk.) Stapf 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【4】
十字马唐 Digitaria crusciata (Nees) A. Camus 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【1】
红茎马唐 Digitaria sanguinalis (Linn.) Scop. 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米
稗子 Echinochloa crusgalli (Linn.) Beauv 生于路边湿地，海拔 1000-1800 米【2】
蟋蟀草 Eleusine indica (Linn.) Geartn. 生于旱地，海拔 1000-1800 米【2】
知风草 Eragrostis ferruginea (Thunb.) Beauv. 生于旱地，海拔 1000-1800 米【8】
乱草 Eragrostis japonica (Thunb.) Trin. 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米
黑穗画眉草 Eragrostis nigra Nees ex Steud. 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米
蔗茅 Erianthus rufipilus (Steud.) Griseb. 生于旱地，海拔 1000-1800 米【2】
滇蔗茅 Erianthus rockii Keng 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米
拟金茅(龙须草) Eulaliopsis binata (Retz.) C. E. Hubbard. 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米【4】
扭黄茅 Heteropogon contortus (Linn.) Beauv. 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米【2】
白茅 Imperata cylindrica (Linn.) Beauv. var. major (Nees) C. E. Hubb. 生于旱地，海拔 1000-1800 米【2】
白花柳叶箬 Isachne albens Trin. 生于路边灌丛，海拔 1000-1700 米【2】
刚莠竹 Microstegium ciliatum (Trin.) A. Camus 生于旱地，海拔 1000-1800 米【6】
竹叶茅 Microstegium nudum (Trin.) A. Camus 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米
尼泊儿芒 Miscanthus nepalensis (Trin.) Hack. 生于旱地，海拔 1000-1800 米【6】
求米草 Oplismenus undulatifolius (Ard.) Roem. et Schult. 生于林下灌草丛，海拔

1000-1500 米【2】

水稻 Oryza sativa Linn. * 栽培粮食作物

细柄粟 Panicum psilopodium Trin. 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米【1】

双穗雀稗 Paspalum distichum Linn. 生于湿地灌草丛，海拔 1000-1500 米【2】

狼尾草 Pennisetum alopecuroides (Linn.) Spreng 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米【2】

白草 Pennisetum flaccidum Griseb. 生于旱地，海拔 1000-1800 米

草地早熟禾 Poa pratensis Linn. 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米【1】

金发草 Pogonatherum paniceum (Lam.) Hack.生于河谷灌草丛，海拔 1000-1500 米【7】

斑茅 Saccharum arundinaceum Retz. 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米【2】

甘蔗 Saccharum sinense Roxb. * 栽培糖料植物

金狗尾草 Setaria lutescens (Weigel) F. T. Hubb 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米【2】

皱叶狗尾草 Setaria plicata (Lamarck) T. Cooke 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米

鼠尾粟 Sporobolus indicus (Linn.) R. Br. Var. purpureasuffusus (Ohwi) T. Koyama 生于旱地，海拔 1000-1800 米【2】

苞子草 Themeda gigantean (Cav.) Hack. var. caudate (Nees) Keng 生于路边草丛，海拔 1000-1700【6】

黄背草 Themeda triandra Forsk. var. japonica (Willd.) Makino 生于旱地，海拔 1000-1800 米

草沙蚕 Tripogon bromoides Roem. et Schult. 生于路边草丛，海拔 1000-1700 米【6】

小麦 Triticum aestivum Linn. * 栽培作物

玉米 Zea mays Linn. * 栽培作物

附录 3　德厚水库环境影响评价区陆栖脊椎动物名录

1.　两栖纲 AMPHIBIA

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		保护等级	其他	备注
	中名	学名	从属	生境	海拔 m		红皮书	
O1	无尾目	ANURA						
F1	蟾蜍科	Bufonidae						
1	黑眶蟾蜍	*Bufo melanostictus*	SC	3-6	400-2000			
F2	树蟾科	Hylidae						
2	华西树蟾	*Hyla annectans*	SW	3-6	1300-1800			
F3	蛙科	Ranidae						
3	昭觉林蛙	*Rana chaochiaoensis*	SW	3-6	1800-2200			
4	大头蛙	*Rana kuhlii*	SC	1-4	600-1500			
5	泽蛙	*Rana limnocharis*	OD	3-6	1200-1700			
6	沼蛙	*Rana guentheri*	CC-S	3-6	1200-1400			
7	大绿臭蛙	*Rana livida*	OD	1-3	1200-1400			
F4	树蛙科	Rhacophoridae						
8	斑腿泛树蛙	*Polypedates leucomystax*	OD	3	1200-1900			
9	无声囊泛树蛙	*Polypedates mutus*	SC	3	180-1700			
F5	姬蛙科	Micohylidae						
10	饰纹姬蛙	*Microphyla ornata*	OD	4-6	650-1000			

区系：SC：华南区；CC：华中区；　SW：西南区；CC-S：华中—华南区；OD：东洋界广布；

生境：1. 溪流及溪流边；2. 河流及河流边；3. 水水域边及水域边树上；4. 水渠及池塘；5. 沼泽；6.农田、林地。

红皮书：中国珍稀动物红皮书。

2.　爬行纲 REPTILIA

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		保护等级	其他	备注
	中名	学名	从属	生境	海拔 m		红皮书	
O1	蜥蜴目	ACERTILIA						
F1	壁虎科	Gekkonidae						
1	原尾蜥虎	*Hemidactylus bowringii*	SC	2,3	500-1450			
F2	石龙子科	Scincidae						
2	多线南蜥	*Mabuya multifasciata*	SC	2,3	500-1400			

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		保护等级	其他	备注
	中名	学名	从属	生境	海拔 m		红皮书	
3	铜蜓蜥	*Sphenomorphus indicus*	OD	2,3	500-2000			
F3	鬣蜥科	Agamidae						
4	棕背树蜥	*Calotes emma*	SC	2,3	500-1500			
F4	蛇蜥科	Anguidae						
5	细蛇蜥	*Ophisaurusgracilis*	SC	2,3	600-1200		濒危	
O2	蛇目	SERPENTS						
F5	游蛇科	Colubridae						
6	过树蛇	*Dendrelaphis pictus*	SC	2,3	1200-1350			
7	紫灰锦蛇	*Elaphe porphyracea*	CC-S	2,3	1000-1900		易危	
8	三索锦蛇	*Elaphe radiata*	SC	1	1400-1600		濒危	
9	斜鳞蛇	*Pseudoxenodon macrops*	SW	1,2b,2c,3	1300-2150			
10	红脖颈槽蛇	*Rhabdophis supralabialis*	OD	1-3	1350-2250			
F6	眼镜蛇科	Elapidae						
11	孟加拉眼镜蛇	*Naja kaouthia*	SW	1,2	500-1600	省保	易危	
F7	蝰科	Viperidae						
12	竹叶青蛇	*Trimeresurus stejnegeri*	OD	1-3	500-1780			
13	白唇竹叶青蛇	*Trimeresurus albolabris*	SC	1-3	500-1500			

区系：SC：华南区；CC：华中区；CC-S：华中华南区；SW：西南区；OD：东洋界广布；POD:古北-东洋广布种

生境：1. 各种水域、湿地；2. 林地； 2b 开阔林地； 2c 农田林地；3.灌丛、草丛

省保：云南省级重点保护野生动物。红皮书：中国珍稀动物红皮书。

3. 鸟纲 AVES

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		保护等级	其他	
	中名	学名	从属	生境	海拔 m		红皮书	居留
O1	鹳形目	CICONIFORMES						
F1	鹭科	Ardeidae						
1	苍鹭	*Ardea cinerea*	D	178	600-2500			W
2	白鹭	*Egretta garzetta*	O	78	624-2700			R
O2	隼形目	FALCONIFORMES						
F2	鹰科	Accipitridae						
3	雀鹰	*Accipiter nisus*	P	8	600-2400	II		W
4	松雀鹰	*Accipiter virgatus*	D	1-5	620-3000	II		R
5	普通鵟	*Buteo buteo*	P	7	400-2750	II		W
F3	隼科	Falconidae						
6	红隼	*Falco tinnunculus*	D	17	500-3600	II		R

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		保护等级	其他	
	中名	学名	从属	生境	海拔 m		红皮书	居留
O3	鸡形目	GALLIFORMES						
F4	雉科	Pheasianidae						
7	鹧鸪	*Francolinus pintadeanus*	O	13	100-1450			R
8	棕胸竹鸡	*Bambusicola fytchii*	O	134	800-2500			R
9	环颈雉	*Phasianus colchicus*	D	347	300-3350			R
O4	鹤形目	GRUIFORMES						
F5	秧鸡科	Rallidae						
10	红胸田鸡	*Porzana fusca*	O	78	100-2100			R
11	白胸苦恶鸟	*Amaurornis phoenicurus*	O	78	100-2700			R
O5	鸽形目	COLUMBIFORMES						
F6	鸠鸽科	Columbidae						
12	山斑鸠	*Streptopelia orientalis*	D	1347	100-3250			R
13	珠颈斑鸠	*Streptopelia chinensis*	O	17	90-2500			R
14	火斑鸠	*Oenopopelia tranquebarica*	D	147	90-2100			R
O6	鹃形目	CUCULIFORMES						
F7	杜鹃科	Cuculidae						
15	大杜鹃	*Cuculus canorus*	D	1-47	200-2500			S
16	八声杜鹃	*Cuculus merulinus*	O	1-37	200-2100			S
17	噪鹃	*Eudynamys scolopacea*	O	1-37	100-2100			S
18	绿嘴地鹃	*Phaenicophaeus tristis*	O	23	100-1200			R
O7	鸮形目	STRIGIFORMES						
F8	鸱鸮科	Strigidae						
19	领角鸮	*Otus bakkamoena*	D	23	300-1400	II		R
20	鵰鸮	*Bubo bubo*	D	7	300-2100	II	R	R
O8	雨燕目	APODIFORMES						
F9	雨燕科	Apodidae						
21	小白腰雨燕	*Apus affinis*	O	14	300-1890			S
22	白腰雨燕	*Apus pacificus*	D	7	1000-1750			S
O9	佛法僧目	CORACIIFORMES						
F10	翠鸟科	Alcedinidae						
23	普通翠鸟	*Alcedo atthis*	D	178	80-2750			R
24	白胸翡翠	*Halcyon smyrnensis*	O	178	80-2100			R
F11	佛法僧科	Coraciidae						
25	三宝鸟	*Eurystomus orientalis*	O	17	80-1300			R
F12	戴胜科	Upupidae						
26	戴胜	*Upupa epops*	D	7	110-2950			R
O10	䴕形目	PICIFORMES						

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		保护等级	其他	
	中名	学名	从属	生境	海拔 m		红皮书	居留
F13	须鹎科	Capitonidae						
27	大拟啄木鸟	*Megalaima virens*	O	23	120-2250			R
F14	啄木鸟科	Picidae						
28	黑枕绿啄木鸟	*Picus canus*	D	13-5	300-3600			R
29	大斑啄木鸟	*Dendrocopos major*	D	3-5	200-3750			R
30	星头啄木鸟	*Dendrocopos canicapillus*	D	2-4	100-3300			R
O11	雀形目	PASSERIFORMES						
F15	燕科	Hirundinidae						
31	家燕	*Hirundo rustica*	D	178	150-2750			S
32	斑腰燕	*Hirundo striolata*	O	17	100-1790			S
F16	鹡鸰科	Motacillidae						
33	山鹡鸰	*Dendronanthus indicus*	P	7	80-1890			S
34	灰鹡鸰	*Motacilla cinerea*	P	18	80-2670			W
35	白鹡鸰	*Motacilla alba*	P	178	100-3250			R
36	树鹨	*Anthus hodgsoni*	D	2-57	100-4050			S
F17	山椒鸟科	Campephagidae						
37	暗灰鹃鸫	*Coracina melaschistos*	O	1-47	100-2100			R
38	短嘴山椒鸟	*Pericrocotus brevirostris*	O	2-4	250-2100			R
39	赤红山椒鸟	*Pericrocotus flammeus*	O	2-4	100-1700			R
40	长尾山椒鸟	*Pericrocotus ethologus*	O	1-4	100-3650			R
F18	鹎科	Pycnontidae						
41	红耳鹎	*Pycnonotus jocosus*	O	237	84-1500			R
42	黄臀鹎	*Pycnonotus xanthorrhous*	O	1-47	250-2750			R
43	白喉红臀鹎	*Pycnonotus aurigaster*	O	237	100-1950			R
44	绿翅短脚鹎	*Hypsipetes mcclellandii*	O	1-4	100-2800			R
45	黑[短脚]鹎	*Hypsipetes madagascariensis*	O	1-4	100-2700			W
F19	和平鸟科	Irenidae						
46	橙腹叶鹎	*Chloropsis hardwickii*	O	2-4	200-2300			R
F20	伯劳科	Laniidae						
47	红尾伯劳	*Lanius cristatus*	D	17	300-2750			W
48	棕背伯劳	*Lanius schach*	O	17	100-2500			R
F21	黄鹂科	Oriolidae						
49	黑枕黄鹂	*Oriolus chiensis*	D	1-4	100-2500			R
F22	卷尾科	Dicruridae						
50	黑卷尾	*Dicrurus macrocercus*	O	1-37	100-1900			R
51	灰卷尾	*Dicrurus leucophaeus*	D	1-4	150-3000			S
F23	椋鸟科	Sturnidae						

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		保护等级	其他	
	中名	学名	从属	生境	海拔 m		红皮书	居留
52	灰头椋鸟	*Sturnus malabaricus*	O	237	100-1600			R
53	普通八哥	*Acridotheres cristatellus*	O	237	100-2100			R
F24	鸦科	Corvidae						
54	红嘴蓝鹊	*Urocissa erythrorhyncha*	D	1-47	200-2750			R
55	喜鹊	*Pica pica*	D	17	600-2500			R
56	大嘴乌鸦	*Corvus macrorhynchos*	D	1-7	200-3500			R
F25	鹟科	Muscicapidae						
SF1	鸫亚科	Turdinae						
57	红胁蓝尾鸲	*Tarsiger cyanurus*	P	1-6	300-3970			W
58	鹊鸲	*Copsychus saularis*	O	1-378	2100 以下			R
59	红尾水鸲	*Rhyacornis fuliginosus*	D	1-478	300-3400			R
60	灰背燕尾	*Enicurus schistaceus*	O	238	100-1750			R
61	黑喉石䳭	*Saxicola torquata*	D	17	76-3200			R
62	灰林䳭	*Saxicola ferrea*	O	1-47	300-2800			R
63	蓝矶鸫	*Monticola solitarius*	D	67	1300-3700			R
64	紫啸鸫	*Myiophoneus caeruleus*	O	1-478	250-3300			R
65	黑胸鸫	*Turdus dissimilis*	O	2-4	300-2750			R
SF2	画眉亚科	Timaliinae						
66	斑胸钩嘴鹛	*Pomatorhinus erythrocnemis*	O	1-47	300-3200			R
67	画眉	*Garrulax canorus*	O	1-4	2000 以下			R
68	白颊噪鹛	*Garrulax sannio*	O	1-378	150-2500			R
69	银耳相思鸟	*Leiothrix argentauris*	O	23	300-2300			R
70	红嘴相思鸟	*Leiothrix lutea*	O	13	300-2400			R
71	蓝翅希鹛	*Minla cyanouroptera*	O	2-47	350-2550			R
72	火尾希鹛	*Minla ignotincta*	O	1-3	840-2550			R
73	褐胁雀鹛	*Alcippe dubia*	O	1-47	80-2670			R
74	灰眶雀鹛	*Alcippe morrisonia*	O	1-4	600-2750			R
75	白领凤鹛	*Yuhina diademata*	O	2-5	180-3350			R
SF3	莺亚科	Sylviinae						
76	黄腹柳莺	*Phylloscopus affinis*	O	134	600-3200			W
77	黄眉柳莺	*Phylloscopus inornatus*	P	1-7	500-4000			W
78	暗绿柳莺	*Phylloscopus trochiloides*	P	1-7	100-3900			W
79	白斑尾柳莺	*Phylloscopus davisoni*	O	3-5	600-3000			R
80	长尾缝叶莺	*Orthotomus sutorius*	O	237	80-1450			R
81	褐头鹪莺	*Prinia subflava*	O	1-37	100-2000			R
SF4	鹟亚科	Muscicapinae						
82	红喉[姬]鹟	*Ficedula parva*	P	3-57	300-3920			W

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		保护等级	其他	
	中名	学名	从属	生境	海拔 m		红皮书	居留
83	棕腹仙鹟	*Niltava sundara*	O	23	300-2750			R
84	铜蓝鹟	*Muscicapa thalassina*	O	1-4	300-2500			R
85	方尾鹟	*Culicicapa ceylonensis*	O	1-3	100-2670			R
86	白喉扇尾鹟	*Rhipidura albicollis*	O	2-4	500-2670			R
87	黄腹扇尾鹟	*Rhipidura hypoxantha*	O	2-4	850-3950			R
F26	山雀科	Paridae						
88	大山雀	*Parus major*	D	1-57	100-3200			R
89	红头长尾山雀	*Aegithalos concinnus*	O	134	760-2670			R
F27	鸭科	Sittidae						
90	普通鸭	*Sitta europaea*	D	3-5	800-3200			R
F28	啄花鸟科	Dicaeidae						
91	纯色啄花鸟	*Dicaeum concolor*	O	23	100-2100			R
92	红胸啄花鸟	*Dicaeum ignipectus*	O	1-3	500-2350			R
F29	太阳鸟科	Nectariniidae						
93	蓝喉太阳鸟	*Aethopyga gouldiae*	O	1-5	600-3100			R
94	纹背捕蛛鸟	*Arachnothera magna*	O	23	80-2100			R
F30	绣眼鸟科	Zosteropidae						
95	暗绿绣眼鸟	*Zosterops japonica*	O	1-47	80-2100			R
96	灰腹绣眼鸟	*Zosterops palpebrosa*	O	2-47	250-2500			W
F31	文鸟科	Ploceidae						
97	树麻雀	*Passer montanus*	D	17	150-3100			R
98	山麻雀	*Passer rutilans*	D	13-57	760-3000			R
99	白腰文鸟	*Lonchura striata*	O	7	100-2350			R
100	斑文鸟	*Lonchura punctulata*	O	7	100-2100			R
F32	雀科	Fringillidae						
101	黑头金翅雀	*Carduelis ambigua*	O	1-57	300-3300			R
102	灰头鹀	*Emberiza spodocephala*	D	17	500-2700			W
103	黄胸鹀	*Emberiza aureola*	P	7	300-2200			W
104	小鹀	*Emberiza pusilla*	P	1-47	300-3100			W
105	凤头鹀	*Melophus lathami*	O	1-37	150-2400			R

区系：O：东洋种；P：古北种；D：广布种

生境：1. 干热河谷，2. 雨林季雨林，3. 常绿阔叶林，4. 針阔混交林，5. 暗针叶林，6. 高山灌丛草甸，7. 城镇农田，8. 各种水域湿地

居留状态：M：旅鸟，R：留鸟，S：夏候鸟，W：冬候鸟

保护动物：II: 国家重点保护动物 II 级

红皮书：《中国濒危动物红皮书》：E“濒危”；V“易危”； R“稀有”。

4. 哺乳纲 MAMMALIAN

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		保护等级	其他	备注
	中名	学名	从属	生境	海拔 m		红皮书	
O1	食虫目	INSECTIVORA						
F1	鼩鼱科	Soricidae						
1	长尾大麝鼩	*Crocidura dracula*	OD	2-7	1500-2100			
O2	攀鼩目	SCANDENTIA						
F2	树鼩科	Tupaiidae						
2	树鼩	*Tupaia belangeri*	SC	1-5,7	1300-2000			
O3	食肉目	CARNIVORA						
F3	鼬科	Mustelidae						
3	黄腹鼬	*Mustela kathiah*	OD	1-6	1300-2000			
4	黄鼬	*Mustela sibirica*	POD	1-7	1000-2000			
5	鼬獾	*Melogale moschata*	OD	1-6	1000-2000			
F4	灵猫科	Viverridae						
6	小灵猫	*Viverricula indica*	OD	1-4	600-1200	II		
7	果子狸	*Paguma larvata*	OD	1-6	1000-2100			
F5	猫科	Felidae						
8	豹猫	*Felis bengalensis*	OD	2-6	1350-2100		易危	
O4	兔形目	LAGOMORPHA						
F6	兔科	Leporidae						
9	云南兔	*Lepus comus*	SW	5，6	1300-2000			
O5	偶蹄目	ARTIODACTYLA						
F7	鹿科	Cervidae						
10	小麂	*Mubtiacus reevesi*	OD	2-5	1000-2000			
O6	啮齿目	RODENTIA						
F8	鼯鼠科	Petauristidae						
11	毛耳飞鼠	*Belomys pearsoni*	SC	2-5	1100-2000			
12	红白鼯鼠	*Petaurista alborufus*	OD	2-5	1100-2000			
F9	松鼠科	Sciuridae						
13	赤腹松鼠	*Callosciurus erythaeus*	OD	1-3	1300-2000			
14	泊氏长吻松鼠	*Dremomys pernyi*	OD	1-5	900-2500			
15	紅頰长吻松鼠	*Dremomys rufigenis*	SC	1-5	1000-2200			
16	侧纹岩松鼠	*Sciuotamias forresti*	SW	2,3	2000-2100			
F10	竹鼠科	Rhizomyidae						
17	银星竹鼠	*Rhizomys pruinosus*	SC	1-5	1000-1900			
F11	鼠科	Muridae						
18	大足鼠	*Rattus nitidus*	SC	1-6	900-1600			

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		保护等级	其他	备注
	中名	学名	从属	生境	海拔 m		红皮书	
19	褐家鼠	*Rattus norvegicus*	POD	8	900-2600			
20	黄胸鼠	*Rattus flavipectus*	OD	1,4-7	900-1800			
21	小家鼠	*Mus musculus*	POD	4-7	1000-1800			
22	社鼠	*Niviventer niviventer*	OD	1-6	900-1800			
23	针毛鼠	*Niviventer fulvescens*	SC	1-5	900-1600			
F12	仓鼠科	Cricetidae						
24	大绒鼠	*Eothenomys miletus*	SW	1,4-6	900-2100			

C：纲；O：目；F：科。

区系：SC：华南区；CC：华中区； SW：西南区；OD：东洋界广布；P：古北界；POD:古北-东洋广布

生境：1.河谷地区；2.阔叶林；3.针叶林；4.针阔混交林；5.稀树灌丛；6.山地农田；7.居民点；8.生境广泛；9. 岩洞。

保护动物：II: 国家重点保护动物 II 级。

红皮书：红皮书：《中国濒危动物红皮书》：E“濒危”；V“易危”； R“稀有”。

附录 4 德厚水库评价河段鱼类名录

序号	动物名称及分类地位		分布	栖息	保护	经济	库区
	中文名	拉丁学名	水系	生境	价值	价值	分布
C1	鱼纲	PIPISCES					
O1	鲤形目	CYPRINIFORMES					
F1	鲤科	Cyprinidae					
SF1	鱼丹亚科	Danioninae					
1	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	2,3	流水	常见种	有一定经济价值	√
SF2	雅罗鱼亚科	Leuciscinae					
2	草鱼★	*Ctenopharyngodon idellus*		静水、流水	常见种	食用鱼类之一	√
SF2	鲌亚科	Cultrinae					
3	海南华鳊	*Snibrama melroset*	2,7	流水	常见种	食用鱼类之一	
4	山白鱼	*Anabarilius transmontana*	2,3	流水	少见种	小型鱼类	
SF3	鲢亚科	Hypophthalmichthyinae					
5	鳙★	*Aristichthys nobilis*		静水、流水	常见种	食用鱼类之一	√
6	鲢★	*Hypophthalmichthys molitris*		静水、流水	常见种	食用鱼类之一	√
SF4	鮈亚科	Gobioninae					
7	棒花鱼	*Abbottina rivularis*	2,3	静水、流水	常见种	无经济价值	√
8	云南棒花鱼	*Abbottina yunnanensis*	2	流水	常见种	无经济价值	
9	花[骨鱼]	*Hemibarbus maculatus*	2,3	流水	常见种	有一定经济价值	√
10	麦穗鱼★	Pseudorasbora parva		静水、流水	常见种	无经济价值	√

序号	动物名称及分类地位		分布水系	栖息生境	保护价值	经济价值	库区分布
	中文名	拉丁学名					
SF5	鳑鲏亚科	Acheilognatinae					
11	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	2	流水、静水	常见种	小型鱼类	
12	中华鳑鲏★	*Rhodeus sinensis*		静水	常见种	杂鱼	
SF6	野鲮亚科	Labeoninae					
13	墨头鱼	*Garra pingi pingi*	1,2,4	流水	常见种	小型经济鱼类	
14	东方墨头鱼	*Garra orientalis*	2,5,6	流水	常见种	小型经济鱼类	√
SF7	鲃亚科	Barbina					
15	南方白甲鱼	*Varicorhinus gerachi*	1,2,3	流水	常见种	经济鱼类	√
16	倒刺鲃	*Spinibarbus denticulatus*	2,4	流水	常见种	经济鱼类	
17	条纹二须鲃	*Copaeta semifasciolata*	1,27	静水、流水	常见种	小型鱼类	
18	河口光唇鱼	*Acrossocheilus krempfi*	1,2	流水	常见种	食用鱼类	
SF8	鲤亚科	Cyprininae					
19	鲫	*Carassius auratus*	1-6	静水、流水	常见种	食用鱼类	√
20	华南鲤	*Cyprinus carpio rubrofuscus*	云南各地	静水、流水	常见种	食用鱼类	√
F2	鳅科	Cobitidae					
SF1	花鳅亚科	Cobitinae					
21	泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*	1-6	缓流或静水	常见种	食用鱼类	√
SF2	条鳅亚科	Nemacheilinae					
22	侧带条鳅	*Noemacheilus laterivittatus*	2	急流	常见种	无经济价值	√
23	横纹条鳅	*Noemacheilus fasciaus*	2	急流	常见种	无经济价值	√
F3	平鳍鳅科	Homalopteridae					
24	横斑原缨口鳅	*Vanmanenia tetraloba*	1,2,3	急流	常见种	无经济价值	√
25	广西爬鳅	*Balitora kwangsiensis*	2,7	急流	常见种	无经济价值	
26	越南华吸鳅	*Sinogastromayzon tonkineneis*	2	急流	常见种	无经济价值	
O2	鲇形目	SILURIFORMES					
F4	胡子鲇科	Clariidae					
27	胡子鲇	*Clarias fuscus*	1-3,6,7	静水、流水	常见种	经济鱼类	√
28	革胡子鲇★	Clarias lazera		静水、流水	常见种	经济鱼类	
F5	鲇科	Siluridae					
29	鲇	*Silurus asotus*	2,4,7	流水	常见种	经济鱼类	
F6	鮡科	Sisoridae					
30	红河纹胸鮡	*Glyptothorax fukiensis honghensis*	2	急流	常见种	无经济价值	√
O3	鳉形目	CYPRINODONTIFORMES					
F7	青鳉科	Oryziatidae					
31	中华青鳉	*Oryzias latipes sinensis*	1-4	流水、静水	常见种	无经济价值	√
F8	胎鳉科	Poeciliidae					
32	食蚊鱼★	*Gambusia affinis*		静水	常见种	控制蚊虫	√

序号	动物名称及分类地位		分布水系	栖息生境	保护价值	经济价值	库区分布
	中文名	拉丁学名					
O4	合鳃目	SYNBRANCHIFORMES					
F9	合鳃科	Synbranchidae					
33	黄鳝	*Monopterus albus*	1-6	沟、塘、稻田	常见种	经济鱼类	√
O5	鲈形目	PERCIFORMES					
F10	丽鱼科	Cichlidae					
34	罗非鱼★	*Tilapia mossambica*		流水、静水	常见种	养殖鱼类	√
F11	塘鳢科	Eleotridae					
35	黄[鱼幼]★	*Hypesleotris swinhonis*		流水、静水	常见种	无经济价值	√
F12	鰕虎鱼科	Gobiidae					
36	子陵栉鰕虎鱼★	*Ctenogobius giurinus*		流水、静水	常见种	无经济价值	√
F13	斗鱼科	Belontiidae					
37	叉尾斗鱼	*Macropodus opereularis*	1,2,7	静水、流水	常见种	有一定经济价值	
F14	鳢科	Channidae					
38	宽额鳢	*Channa gachua*	1-7	流水	常见种	有一定经济价值	

★：外来种；

1：澜沧江；2：元江；3：南盘江；4：金沙江；5：怒江；6：伊洛瓦底江；7：珠江水系；

附录 5 德厚水库评价河段浮游植物种类及分布

分类阶元	舍舍	牛腊冲	坝址	热水	花庄	依人河	红旗	迷洒
一．蓝藻门 Cyanophyta								
(一)蓝藻纲 Cyanophyceae								
I. 段殖体目 Hormogonales								
1. 颤藻科 Osicillatoriaceae								
(1) 颤藻属 *Oscillatoria*.	+	+					+	
(2)席藻属 *Phormidium*	+			+				
二．甲藻门 Pyrrophyta								
(二)甲藻纲 Pyrrophyceae								
II. 多甲藻目 Peridiniales								
2. 角甲藻科 Ceratiaceae								
(3) 角甲藻属 *Ceratium*	+				+			+
(4)裸甲藻属 *Euglena*	+					+	+	
三．硅藻门 Bacillariophyta								
(三)中心纲 Centricae								
III. 圆筛藻目Coscinodiscales								
3. 圆筛藻科 Coscinodiscaceae								
(5) 颗粒直链藻最窄变种 *Melosira granulate* var. *angustissima*	+			+	+	+		+
(四) 羽纹纲 Pennatae								
IV. 无壳缝目 Araphidiales								
4. 脆杆藻科 Fragilariaceae								
(6) 脆杆藻属 *Fragilaria*.		+	+	+	+	+	+	+
(7) 针杆藻属 *Synedra*	+	+	+		+	+	+	+
V. 双壳缝目 Biraphidinales								
5. 舟形藻科 Naviculaceae								
(8) 布纹藻属 *Gyrosigma*		+	+					+

分类阶元	舍舍	牛腊冲	坝址	热水	花庄	依人河	红旗	迷洒
(9)尖布纹藻 *Gyrosigma acuminatum*	+		+	+	+		+	+
(10) 舟形藻属 *Navicula*			+	+			+	
(11)星杆藻属*Asterionella*							+	
(12)羽纹藻属 *Pinnularia*	+		+		+	+		
(13)平板藻属*Tabellaria*	+			+				+
6. 桥弯藻科 Cymbellaceae								
(14) 桥弯藻属 *Cymbella*	+	+	+	+		+	+	+
VI. 管壳缝Aulonoraphidinales								
7.异极藻科 Gomphonemaceae								
(15)双楔藻属 *Didymosphenia*		+	+		+		+	+
8. 菱形藻科 Nitzschiaceae								
(16) 菱形藻属 *Nitzschia*					+			+
四．裸藻门 Euglenophyta								
(五)裸藻纲 Euglenophyceae								
Ⅶ、裸藻目 Euglenales								
(17)裸藻属 *Euglena*	+	+		+	+	+	+	
(18)扁裸藻属 *Phacus*	+		+		+			+
五．绿藻门 Chlorophyta								
(六)绿藻纲 Chlorophyceae								
九、接合藻目 Conjugales								
9.双星藻科 Zygnemataceae								
(19)双星藻属 *Zygnema*	+	+			+		+	+
(20)卵囊藻属 *Oocystis* Nag.	+	+			+		+	
10.鼓藻科Desmidiaceae								
(21)鼓藻属 *Hyalotheca*							+	+
十、丝藻目 Ulotrichales								
(22)丝藻 *Ulothris*				+		+	+	
样点种类数	**14**	**9**	**9**	**9**	**11**	**8**	**14**	**13**

注：表中“+”代表有分布的种。

附录 6 德厚水库评价河段浮游动物种类及分布

分类阶元	舍舍	牛腊冲	坝址	热水	花庄	依人河	红旗	迷洒
一、原生动物 Protozoa								
1.眼虫科 Euglenidae								
(1) 眼虫属 *Euglena*	+							
(2) 扁眼虫 *Phacus.sp.*	+							
2.表壳科 Arcellidae								
(3) 普通表壳虫 *Arcella vulgaric*	+	+		+	+		+	+
3.砂壳科 Difflugiidae								
(4) 长圆砂壳虫 *Diffugia pyriformis*	+		+	+		+	+	+
(5) 圆钵砂壳虫 *Diffugia urceolata*	+	+	+	+	+	+	+	+
(6) 尖顶砂壳虫 *Diffugia acuminata*		+						
(7) 球形砂壳虫 *Difflugia globulosa*			+	+	+		+	+
(8) 冠冕砂壳虫 *Diffugia corona*	+							
(9) 瓶砂壳虫 *Diffugia urceolata*	+					+	+	+
4.草覆科 Parameciidae								
(10) 尾草覆虫 *Paramecium caudatum*	+		+	+				
5.急游科 Strombidiidae								
(11) 焰毛虫 *Askenasia sp.*	+		+	+		+	+	
6.筒壳虫科 Tintinnidae								
(12) 锥形铃壳虫 *Tintionnopsis conieus*	+	+	+	+	+		+	+
二、轮虫 Rotifera								
7．旋轮科 Philodinidae								
(13) 旋轮虫属 *Philodina*	+		+	+			+	+
(14) 轮虫属 *Rotaria*								+
8.臂尾旋轮科 Brachionidae								
(15) 螺形龟甲轮虫 *Kerateiia cochlearis*	+					+	+	
(16) 曲腿龟甲轮虫 *Kerateiia valga*					+			
(17) 平甲轮虫 *Platyas sp.*		+						

9. 晶囊轮科 Asohlanchnidae								
(18) 前节晶囊轮虫 *Asplanchna priodonta*						+	+	
三、枝角类 Cladocera								
10.象鼻蚤科 Bosminidae								
(19) 长额象鼻蚤 *Bosmina longirostris*			+	+				
11.蚤科 Daphniidae								
(20) 隆线蚤 *Daphnia carinata*	+							
12.薄皮蚤科 Leptodoridae								
(21) 金氏薄皮蚤 *Leptodora kindti*	+							
四、桡足类 Copepoda								
13.剑水蚤科 Cyelopidae								
(22) 剑水蚤属 *Mesocyclops*		+			+			
14.镖水蚤科 Diaptomidae								
(23) 镖水蚤 *Mongolodiaptomus*			+					
(24) 桡足幼虫 copepolid	+					+	+	
五、线虫动物 Nematoda								
(25) 水生线虫	+	+	+	+	+			+
采样断面总种数	16	7	10	10	10	7	11	9

注：表中“+”代表有分布的种。

附录 7 德厚水库评价河段底栖动物种类及分布

种类	舍舍	牛腊冲	坝址	热水	花庄	依人河	红旗	迷洒
一、环节动物 Annelida								
1.颤蚓科 Tubificidae								
(1) 颤蚓属 *Tubifex*	+					+		
(2) 水丝蚓属 *Limnodrilus*		+						
(3) 苏氏尾鳃蚓 *Branchiura sowerbyi*		+						
二、软体动物 Mollusca								
2.黑螺科 Melaniidae								
(4) 短沟蜷属 *Semisulcospirs*						+		
3.膀胱螺科 Physidas								
(5) 膀胱螺 *Physa sp.*		+				+		+
4.扁卷螺科 Plannorbidae								
(6) 大脐圆扁螺 *Hippeutis umbilicalis*	+			+				+
三、十足目 Decapoda								
5.长臂沼虾科 Palaemonidae								
(7) 日本沼虾 *Maerobrachium nipponensis*	+					+		
四、水生昆虫								
蜉蝣目 Ephemeroptera								
6.扁蜉科 Ecayuridae								
(8) 扁蜉属 *Epeorus*	+				+			+
(9) 扁蜉 *Cinygam hirasana*		+						
7.二尾蜉科 Siphlonuridae								
(10) 二尾蜉属 *Siphlonurus*	+				+			+
8.小蜉科 Ephemerellidae								
(11) 小蜉属 *Ephemerella*	+			+				+
半翅目 Hemiptera								
9. 水黽科 Cerridae								
(12) 水黽属 *Cerris*								+

10.阔黾科 Vellidae=Microveliidae								
(13) 宽肩黾属 *Velia*		+	+	+		+		+
11.划蝽科 Corixidae								
(14) 小划蝽 Sigara substriata	+	+		+	+			
鞘翅目 Coleoptera								
12.沼梭科 Haliplidae								
(15) 沼梭属 *Haliplulus*	+	+			+			+
襀翅目 Plecoptera								
13.石蝇科 Perlidae								
(16) 石蝇 *Perla*	+		+			+		
毛翅目 Trichoptera								
13.网栖石蛾科 Hydropsychidae								
(17) 石蛾属 *Hydropsyche*	+		+					+
蜻蜓目 Odonata								
14.箭蜓科 Gomphidae								
(18) 箭蜓属 *Anisogomphus*	+	+					+	+
15.蜻科 Libellulidae								
(19) 黄蜻 *Pantala flavescens*		+	+		+			+
(20) 赤率属 *Symperum*	+					+	+	
双翅目								
16.大蚊科 Tipulidae								
(21) 大蚊属 *Tiplus*	+			+		+		
17. 摇蚊科 Tendipedidae(＝Chironomidae)								
(22) 粗腹摇蚊属幼虫 *Pelopia*	+		+	+				
(23) 羽摇蚊幼虫 *Tendipes plumosus*		+			+		+	
各样点总种数	13	10	5	6	6	8	3	11

注：表中“+”代表有分布的种。

云南省文山州德厚水库工程环境影响报告

附件

中国水利水电科学研究院
二〇一五年六月

附件1

中华人民共和国环境保护部

环审〔2011〕201号

关于《西南五省(自治区、直辖市)重点水源工程近期建设规划环境影响报告书》的审查意见

水利部长江水利委员会：

2011年6月3日，我部在北京市主持召开了《西南五省(自治区、直辖市)重点水源工程近期建设规划环境影响报告书》(以下简称《报告书》)审查会。有关部门代表和专家共20人组成审查小组(名单见附件)，对《报告书》进行了审查。根据审查小组的评审结论，形成审查意见如下：

一、《西南五省(自治区、直辖市)重点水源工程近期建设规划》(以下简称《规划》)范围涉及云南、贵州、广西、四川、重庆五省(自

治区、直辖市)400个县,占西南五省(自治区、直辖市)县域总数的72.9%,主要涉及长江、珠江和西南诸河三大流域。《规划》拟定重点水源工程共2170项,其中大型水库22项,中型水库436项,小(1)型水库957项,小(2)型水库294项,引(提)水工程326项,连通工程101项,打井工程34项。《规划》实施后,到2020年,新增供水能力188亿立方米/年,有效解决西南五省(自治区、直辖市)缺水问题,增强其抗御特大旱灾的能力,使缺水城镇、人口较集中的乡村居住区水源供水保证率达到95%—97%。

二、《报告书》在环境现状调查和已建水利工程回顾性评价的基础上,识别了规划实施的主要资源、环境制约因素,预测和评价了规划实施可能对水文情势、水资源、水环境、生态环境以及重要环境敏感区等带来的影响,开展了公众参与,论证了规划方案的环境合理性,提出了规划方案优化调整建议以及避免或减缓不良环境影响的对策与措施。《报告书》现状调查资料基本有效,图件较完整,评价重点明确,评价方法基本适当,环境影响预测分析内容较全面,提出的规划调整建议和减缓不良环境影响的对策与措施有一定针对性,评价结论总体可信。

三、从总体上看,《规划》涉及五个省(自治区、直辖市)及长江、

珠江、西南诸河三大流域，工程内容涉及的环境敏感问题较多，规划实施对生态环境产生的影响较为突出。因此，应依据审查小组意见，进一步优化规划方案，全面落实各项环境保护对策与措施，有效预防和减轻规划实施可能带来的不良环境影响。

四、在《规划》优化调整和实施过程中，应重点做好如下工作：

（一）广西区牛仔滩南岸提水工程、古坡提水工程和七里滩提水工程等3个项目涉及左江佛耳丽蚌自然保护区的核心区和缓冲区，广西底定水库、各漏水库涉及未进行“三区”划分的靖西底定省级自然保护区、凌云泗水河省级自然保护区，上述5个项目应重新选址；涠洲岛水库扩容工程涉及未进行“三区”划分的涠洲岛省级自然保护区，应暂缓实施。

（二）《报告书》提出的涉及国家级或省级自然保护区实验区的芒回水库、曼点水库、黑滩河水库、帮东河水库、黄家坝水库、鸡鸠水库、铜灌口水库、八里水库、苏烟水库连通工程、龙门水库连通工程、大荣山引水工程、坡结乡引水工程、土溪口水库、藤桥河引水工程、苏家湾水库等15个项目，涉及国家级或省级风景名胜区的茈碧湖水库扩建工程、黄家湾水库、偏坡水库、长溪水库、大兴水利枢纽工程、河头上水库、金龙水库扩容工程、龚家堰水库、渣口岩水库

等9个项目，涉及国家级或省级地质公园的五嘎冲水库、观音岩水库、朱昌河水库、过水湾水库、尧弄水库、落脉河水库扩容工程、丁贡坝引水工程等7个项目，涉及国家级或省级森林公园的油沙河水库、澄碧河水库引水工程、那扛水库等3个项目，在规划实施过程中应进一步优化工程选址，尽量避免对环境敏感区造成不利影响。

（三）对于位于水质不达标河段、水文地质条件较差地区、重金属污染综合防治重点区域、水资源开发利用率较高区域和生态环境用水需求高区域等环境敏感区域的水源工程，应在工程前期研究中深入论证项目实施的环境合理性和可行性。在河流水质、重金属综合防治未满足有关环境要求之前，工程不得建设。

（四）在规划实施过程中，应加强流域综合管理，建立可持续的水库调度方式，协调上、下游，河流与湖泊等水体生态环境需水关系，在不同时间、空间尺度上满足河流基本生态流量，维护河流生态健康。

（五）在缺水区域，提出优先发展低耗水产业和节水农业，从源头减少水资源消耗的要求。

（六）建议《规划》补充编制环境保护专项规划和水源工程环境

污染应急预案。加强城镇污水治理，对水源工程运行后农业退水可能造成的面源污染，应制定切实可行的控制方案。

（七）在规划实施过程中，每隔五年左右进行一次环境影响跟踪评价，在规划修编时应重新编制环境影响报告书。

五、规划所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价时，应重点分析与重要环境敏感目标的区位关系和对其产生的环境影响，充分论证水源工程选址和建设的环境合理性和可行性，制定切实可行的环境保护措施。

附件：审查小组名单

中华人民共和国环境保护部

二〇一一年七月二十八日

主题词：环保　环评　水利　审查　意见

抄　送：水利部、农业部、国家林业局，水利部珠江水利委员会，广西壮族自治区环境保护厅、水利厅、林业厅，重庆市环境保护局、水利局，四川省环境保护厅、水利厅、林业厅，贵州省环境保护厅、水利厅、林业厅，云南省环境保护厅、水利厅、林业厅，长江水利委员会长江勘测规划设计研究院、长江水资源保护科学研究所，环境保护部环境工程评估中心。

环境保护部　　2011年7月29日印发

附件：

审查小组名单

姓　名	单　　位	职务\职称
崔书红	环境保护部环境影响评价司	副司长
刘　平	水利部水资源司	调研员
刘立明	农业部渔业局	主任科员
武立磊	国家林业局野生动植物保护与自然保护区管理司	副处长
韦　韩	广西壮族自治区环境保护厅	工程师
张　敏	重庆市环境保护局	副处长
于会文	四川省环境保护厅	副厅长
钟　晓	贵州省环境保护厅	高　工
方　雄	云南省环境保护厅	处　长
毛文永	环境保护部环境工程评估中心	研究员
许新宜	北京师范大学	教　授
王家骥	中国环境科学研究院	研究员
连　煜	黄河水资源保护局	教　高
王希华	环境保护部环境工程评估中心	研究员
刘兰芬	环境保护部环境工程评估中心	教　高

姓　名	单　　位	职务\职称
韦　兵	广西电力工业勘察设计研究院	高　工
黄川友	四川大学	教　授
袁兴中	重庆大学	教　授
屠玉麟	贵州师范大学	教　授
夏　峰	云南省环境科学研究院	教　高

附件2

委 托 书

中国水利水电科学研究院：

我单位进行云南省文山州德厚水库工程的相关工作，根据国家相关规定，需对该工程进行环境影响评价。经我单位研究决定，现委托贵研究院开展云南省文山州德厚水库工程的环境影响评价工作，望尽快提交报告，完成上报审批。

委托单位：文山州德厚水库建设管理处

2013 年 12 月 6 日

中国水利水电科学研究院

China Institute of Water Resources and Hydro-power Research

地　址：北京市海淀区复兴路甲一号
电　话：010-68785857
邮　编：100038
网　址：http://www.iwhr.com