



贵阳勘测设计研究院有限公司
GUIYANG ENGINEERING CORPORATION LIMITED

贵州省铜仁市花滩子水库工程 环境影响报告书

建设单位：贵州省水利投资(集团)有限责任公司

编制单位：中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

二〇二〇年六月

打印编号: 1590129510000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	45ar6l		
建设项目名称	贵州省铜仁市花滩子水库工程		
建设项目类别	46_141水库		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	贵州省水利投资 (集团) 有限责任公司		
统一社会信用代码	915200005841352669		
法定代表人 (签章)	周登涛		
主要负责人 (签字)	周登涛		
直接负责的主管人员 (签字)	吴瑶洁 吴瑶洁		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司		
统一社会信用代码	9152000070966703X2		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
赵再兴	09355243508520019	BH023571	赵再兴
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张倩	工程概况、水生生态、土壤、环境空气及声环境、移民安置、环保投资及经济损益	BH019539	张倩
唐忠波	概述、环境敏感区、地下水、环境风险	BH029018	唐忠波
赵再兴	总则、评价结论	BH023571	赵再兴
王志光	工程分析、水资源配置	BH026666	王志光
王鑫	地表水、环境管理与监测	BH019545	王鑫
刘巧红	陆生生态、人群健康	BH019541	刘巧红
夏豪	水文情势	BH026593	夏豪

概 述

一、建设项目特点

贵州省铜仁市花滩子水库工程是《贵州省清渡河流域综合规划》中的大(2)型项目，坝址位于贵州省铜仁市思南县境内长江流域乌江右岸一级支流清渡河下游，供水对象位于思南县境内，属于乌江沙沱水电站库周区域。

花滩子水库工程任务是以城乡供水和灌溉为主、兼顾发电。主要向乌江沙沱水电站库周思南县城城区及塘头镇、邵家桥镇、凉水井镇、鹦鹉溪镇、天桥乡等乡镇及沿线农村的城乡及灌区供水，水库正常蓄水位 491 m，相应库容 1.045 亿 m^3 ，水库总库容 1.13 亿 m^3 ，设计水平年 2030 年总供水量 8909 万 m^3 ，其中思南县城城区供水量 2847 万 m^3/a ，工业园区供水 3932 万 m^3/a ，乡镇供水 487 万 m^3/a ，农村人畜供水 177 万 m^3/a ，灌溉供水 1466 万 m^3/a 。

本工程等别为 II 等，工程规模属大(2)型，包括枢纽工程和供水灌溉工程两部分。枢纽工程由挡水建筑物、泄水建筑物、左岸引水取水建筑物和右岸坝后发电厂房（左岸取水引入右岸发电）等组成；供水灌溉工程由供水管道、输水隧洞、渡槽、管桥以及泵站组成。挡水建筑物为碾压混凝土重力坝，坝顶高程 493.5m，最大坝高 108.5m；泄水建筑物包括 3 孔溢洪道和 1 孔放空底孔；左岸引水取水建筑物包括供水、灌溉、生态流量泄放及引水发电的取引水系统；右岸坝后发电厂房装机容量 7.0MW（1 台 1.0 MW +2 台 3.0 MW），通过左岸取水口取水引入右岸发电厂房发电；工程静态总投资 32.5 亿元。

本工程为以城乡供水和灌溉为主、兼顾发电的水利工程，为非污染型生态项目，工程运行期基本不向环境排放污染物，工程建设对环境的影响主要体现为水环境和生态环境影响。

二、环境影响评价的工作工程

2018 年 7 月，受建设单位贵州省水利投资（集团）有限责任公司委托，评价单位中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司（以下简称“我院”）开展《贵州省铜仁市花滩子水库工程环境影响报告书》的编制工作。接受工作任务委托后，评价单位组织工作人员多次踏勘，对工程地区环境质量现状、环境功能、环境质量要求、环境敏感点分布及相应的环保要求进行深入、细致的调查，委托了华测检测认证集团股份有限公司、贵州开磷质量监测中心有限责任公司开展了评价区环境质量监测工作，委托武汉市伊美净科技发展有限公司开展了工程评价区陆生生态、水生生态的调查与评价工作，委托四川

大学开展了水质水温专题影响评价研究、委托河海大学开展了地下水环境影响专题评价研究。

针对受水区水环境保护，地方政府组织并批复了贵州大学编制完成的《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》。针对工程输水管线涉及思南万圣山省级森林公园，原贵州省林业局以黔林旅字〔2018〕1 号印发《关于同意思南县花滩子水库工程输水管线穿过万圣山森林公园的函》；针对工程输水管线涉及思南县河西水厂饮用水源保护区，贵州省生态环境厅以黔环水表〔2017〕361 号出具《集中式饮用水源保护区和准保护区建设项目征求意见表》提出了工程涉及水源保护区的建设要求。

本项目环评阶段，建设单位贵州省水利投资（集团）有限责任公司采取网站公示、报纸公示、现场张贴公告 3 种信息公开方式征求公众意见。

在以上工作的基础上，评价单位依据项目工程可行性研究报告及相关专题报告，针对工程特点和工程区域环境概况，进行环境现状评价和影响预测，制定防治污染和减缓生态影响的措施，并结合本工程可研阶段有关环境保护的咨询、审查意见，编制完成《贵州省铜仁市花滩子水库工程环境影响报告书》。

三、分析判定相关情况

本工程选址选线、规模、性质、施工及运行方式符合全国及贵州省生态功能区划、《长江经济带生态环境保护规划》、《贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书》评价结论及审查意见。

根据《贵州省生态保护红线划定方案》（黔府发〔2018〕16 号），经查询叠图比对分析，本工程涉及贵州省生态保护红线范围 103.09hm²。2019 年 10 月，贵州省自然资源厅、生态环境厅、林业局联合印发了《关于进一步做好生态保护红线评估优化工作的通知》（黔自然资函〔2019〕1074 号），组织开展生态保护红线自查评估和优化调整等工作，省相关部门已针对包括花滩子水库在内的重大基础设施项目与生态保护红线存在的矛盾冲突情况，提出优化调整建议。2019 年 11 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，各级政府及部门正在落实相关工作，本工程属于国家重大水利项目，在目前国土空间规划编制中将进一步协调边界矛盾，以符合生态保护红线有关规定。

本工程对环境质量的影响主要为工程运行期供水退水对乌江水质的间接影响，结合铜仁市人民政府批复的《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》实施效果的预测分析，规划实施后能够有效削减控制受水区入河污染负荷，在上游入流

水质达标的情况下，受水区乌江干流能够满足水功能区要求，符合受水区环境质量底线的管控要求。

在本工程规划水平年，清渡河水资源开发率用量约占清渡河流域年径流总量的 34.57%；思南全县用水总量为 1.803 亿 m^3 ，满足《铜仁市人民政府办公室关于调整全市用水总量控制目标的通知》(铜府函〔2018〕46 号)提出用水总量指标控制要求。工程建设符合资源利用上线管控要求。

本工程属于水利工程，不属于环境准入负面清单中所列的限制类、禁止类项目，工程建设符合环境准入负面清单的要求。

针对工程输水管线涉及思南万圣山省级森林公园，贵州省林业局以黔林旅字〔2018〕1 号印发《关于同意思南县花滩子水库工程输水管线穿过万圣山森林公园的函》；针对工程输水管线涉及思南县河西水厂饮用水源保护区，贵州省生态环境厅以黔环水表〔2017〕361 号出具《集中式饮用水源保护区和准保护区建设项目征求意见表》提出了工程涉及水源保护区的建设要求。

四、关注的主要环境问题及环境影响

项目重点关注水环境（水资源配置、水文情势、水质、水温）、生态环境（水生生态、陆生生态）及环境敏感区（思南万圣山省级森林公园、思南县河西水厂饮用水源保护区）的影响及保护措施。

（1）区域水资源配置

工程实施后，清渡河水资源量降低 30.25%，水资源利用率为 34.57%，低于 40%，同时水资源的时空分布发生变化，在汛期，水资源在水库的滞留时间增加，在枯期，除根据供水任务蓄积坝址上游来水外，利用调节库容满足坝址下游生态用水量；供水退水对清渡河花滩子水库坝址下游河段以及乌江思南河段减少的水量有一定补充。

（2）水文情势

工程实施后，水库坝前水位抬升，库区河段水面积增加、流速减缓，坝址下游河段径流量减少，河段径流过程将会发生变化，主要表现为汛期下泄流量较天然流量降低。本次提出生态流量下放、生态调度、设置生态流量实时在线监测系统等措施，一定程度减缓工程水文情势影响。

（3）水温

水库总体呈季节性分层型水温结构特征。下泄水温在 2 月下旬至 8 月中旬较天然水温降低。本次提出采用三层取水口减缓下泄低温水影响，对下泄水温有明显的提高作用。

（4）水质

工程实施后，库区水体 COD、NH₃-N、BOD₅ 均满足Ⅲ类水质要求，属于中度富营养水平，总体水质不易发生富营养化。针对库区水质保护，本次提出为蓄水前开展库底清理、划定饮用水源保护区、集水区污染源治理和管理等措施要求。地方政府在落实《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》情况下，能够有效控制受水区退水对乌江水环境质量的影响。

（5）水生生态

枢纽工程河段调查到鱼类 29 种，无典型的洄游性、半洄游性鱼类，无国家重点保护和珍稀特有鱼类分布。工程施工对水生生态尤其是鱼类影响有限；工程运行后，大坝阻隔河道，水库库区水域面积扩大、水深增加、流速减缓，改变了水生生物及鱼类的栖息环境，喜栖于流水和急流鱼类的数量将有所减少，喜缓水和静水的鱼类的数量将增加。在生态流量保障、低温水减缓措施等基础上，本次提出栖息地保护、集运鱼系统过鱼、鱼类增殖放流等鱼类保护措施。

（6）陆生生态

评价区有陆生维管植物 850 种、国家重点保护野生植物有金荞麦 1 种，陆生脊椎动物 138 种、国家Ⅱ级重点保护动物 11 种。工程施工占地、水库淹没和移民安置将对评价区内植被及动植物资源造成一定影响，但工程建设不会造成物种、植被类型及群落的消亡，不会造成区域生态景观体系组成和结构的不稳定。本次提出施工期生态保护管理及宣传教育、施工占地植被恢复、珍稀植物与古大树保护、库周林地保护管理、蓄水前动物搜救等陆生生态保护措施。

（7）思南万圣山省级森林公园

工程输水管线将以地埋式输水管道及隧洞的形式穿越思南万圣山省级森林公园游览观光区 1.058km、生态保育区约 0.535km。原贵州省林业局以黔林旅字〔2018〕1 号印发《关于同意思南县花滩子水库工程输水管线穿过万圣山森林公园的函》；工程占地、输水管道沟槽开挖、材料运输等工程活动将会对森林公园内的自然景观产生一定的视觉影响。本次提出优化施工时间和占地、划定施工红线、加强输水管线附近进行绿化和景观建设等措施。

（8）思南县河西水厂饮用水源保护区

工程输水管线将输水管道及隧洞的形式的形式穿越思南县河西水厂饮用水源保护区一级保护区、二级保护区和准保护区。贵州省生态环境厅以黔环水表〔2017〕361 号

出具《集中式饮用水源保护区和准保护区建设项目征求意见表》提出了工程涉及水源保护区的建设要求。工程属于替代河西水厂供水任务的供水设施，其建设总体符合黔环水表〔2017〕361号文件要求，本次提出施工期间生产废水回用、强化输水隧洞地质条件勘察及防渗措施、制定应急预案等要求。

五、环境影响评价的主要结论

贵州省铜仁市花滩子工程开发任务以城乡生产生活供水、农田灌溉为主，兼顾发电，具有显著的社会效益、经济效益和一定的环境效益，保障城市和农村生产、生活用水，解决工程性缺水现状问题，促进思南县国民经济社会发展，实现经济、社会和环境可持续发展。本工程对环境的不利影响主要体现在水环境及自然生态环境方面，由于工程施工、水库淹没与移民安置、工程运行等活动对水环境、水生生物、陆生动植物、森林公园、饮用水水源保护区等产生不利影响，但采取相应的保护与改善措施后，大多不利影响可以得到预防和减缓。总体上，花滩子水库工程对环境的影响有利有弊，在切实落实本报告提出的环境保护措施及环境保护要求后，工程建设的不利环境影响可得到有效控制，从环境影响角度分析，本工程建设基本可行。

目 录

概 述	I
一、建设项目特点	I
二、环境影响评价的工作工程	I
三、分析判定相关情况	II
四、关注的主要环境问题及环境影响	III
五、环境影响评价的主要结论	V
1 总则	1
1.1 任务由来	1
1.2 评价目的及原则	1
1.3 评价工作程序	2
1.4 编制依据	4
1.5 环境影响识别与评价因子筛选	11
1.6 评价等级	12
1.7 评价范围和水平年	15
1.8 环境功能区划	16
1.9 环境保护目标	16
1.10 评价标准	20
1.11 环境影响评价方法	22
2 工程概况	23
2.1 流域概况	23
2.2 清渡河流域规划开发概况	24
2.3 受水区涉及流域规划及开发现状	34
2.4 工程建设必要性和紧迫性	39
2.5 地理位置	41
2.6 工程任务及规模	41
2.7 枢纽布置及主要建筑物	48
2.8 施工布置及进度安排	55
2.9 建设征地与移民安置规划	65
2.10 工程运行	77
3 工程分析	80
3.1 符合性和协调性分析	80
3.2 水资源配置合理性分析	94
3.3 工程方案的环境合理性分析	101
3.4 影响源分析与污染源强核算	109
4 环境现状调查与评价	122
4.1 流域环境概况	122
4.2 自然环境	122

4.3 水生生态	136
4.4 陆生生态	180
4.5 社会环境	242
4.6 周边环境敏感区	244
4.7 环境质量现状评价	253
4.8 清渡河流域水利水电工程环境影响回顾评价	284
4.9 主要环境问题	287
5 环境影响预测与评价	289
5.1 区域水资源配置	289
5.2 水文情势影响	303
5.3 地表水环境影响	316
5.4 地下水环境影响	385
5.5 陆生生态影响	396
5.6 水生生态影响	415
5.7 环境地质影响	425
5.8 社会环境影响	426
5.9 对环境敏感区的影响	428
5.10 移民安置环境影响分析	432
5.11 施工期环境影响	438
5.12 水土流失影响	451
5.13 对土壤环境的影响分析	453
5.14 环境风险分析	454
6 环境保护措施及其可行性论证	458
6.1 环保措施设计体系布局	458
6.2 水环境保护措施	461
6.3 水生生态保护措施	484
6.4 陆生生态保护措施	518
6.5 水土流失防治措施	535
6.6 环境敏感区保护措施和要求	547
6.7 社会环境保护措施	552
6.8 工程施工期环境保护对策措施	553
6.9 移民安置环境保护	566
6.10 土壤环境保护措施	570
6.11 环境风险防范措施	571
7 环保投资估算及环境影响经济损益分析	579
7.1 环境保护投资估算	579
7.2 环境影响经济损益分析	587
8 环境管理与监测计划	589
8.1 环境管理	589

8.2 环境监理	592
8.3 环境监测	597
8.4 竣工环保验收	611
9 环境影响评价结论	615
9.1 工程概况	615
9.2 法规、规划符合性	617
9.3 主要环境影响及对策措施	619
9.4 结论	630
9.6 评价建议	630

1 总则

1.1 任务由来

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，受建设单位—贵州省水利投资（集团）有限责任公司的委托（见附件1），贵阳院承担花滩子水库工程环境影响评价工作。

1.2 评价目的及原则

1.2.1 评价目的

根据花滩子水库工程特性及工程所在地的环境特点，确定评价目的：

(1) 根据工程涉及区域环境现状调查，明确工程地区环境现状及发展趋势，提出存在的主要环境问题和环境保护目标。

(2) 分析工程建设方案与清渡河流域综合规划及规划环评的符合性，结合敏感目标及影响分析，评价开发建设方案的环境合理性，从预防保护角度提出环境优化建议及限制条件。

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

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

(5) 从环境方面论证工程建设可行性，为工程方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.2.2 评价原则

(1) 依法评价

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

(2) 科学、客观、公正原则

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

(3) 整体性原则

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

(4) 一致性原则

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

(5) 可操作性原则

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

(6) 全过程介入原则

环境影响评价在可行性研究阶段全程介入，并将环境影响评价充分融入到设计中。

1.3 评价工作程序

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》要求，本工程环境影响评价工作分三个阶段，即调查分析和工作方案制定阶段，分析论证和预测评价阶段。

(1) 调查分析和工作方案制定阶段

依据相关规定确定环境影响评价类型后，收集思南县、印江县的自然生态环境和社会环境资料，首先根据国家和贵州省相关环境保护文件分析判定建设项目选址选线、规模、性质和工艺路线等与有关环境保护法律法规、标准、政策、规范、三线一单、相关规划、规划环评结论及审查意见的符合性，进而通过初步环境现状调查和初步工程分析，进行环境影响识别和评价因子筛选，明确评价重点和环境保护目标，确定评价等级、评价范围和评价标准，制定工作方案。

(2) 分析论证和预测评价阶段

在工程分析的基础上，针对主要环境影响和评价因子开展现状调查和监测，根据工作方案，贵阳院委托武汉市伊美净科技发展有限公司开展了评价区域陆生生态、水生生态专项调查，委托华测检测认证集团股份有限公司开展了评价区域水环境、环境空气、声环境、河道底泥质量现状监测，委托贵州开磷质量监测中心有限责任公司开展了土壤环境现状监测，委托四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室、河海大学开展了水质水温

和地下水环境专题工作。同时，贵阳院工作人员也多次深入现场和思南县、印江县相关主管部门，收集工程涉及地区社会、自然环境及常规监测资料，对工程区环境情况进行详细的调查。在上述调查和监测工作的基础上，开展各专题及各环境要素环境影响预测与评价，分析工程占地、施工、移民安置和工程运行对评价范围内自然环境、生态环境和社会环境的影响。

（3）环境影响报告书编制阶段

在以上工作基础上，根据预测评价结果，针对不利影响制定相应的环境保护对策措施并进行技术经济论证，初步提出开展环境监测、环境管理和环境监理工作的计划、方案与要求，进行环保投资概算和环境影响经济损益分析，给出建设项目环境影响评价结论，编制完成环境影响报告书。本工程环境影响评价程序见图 1.2-1。

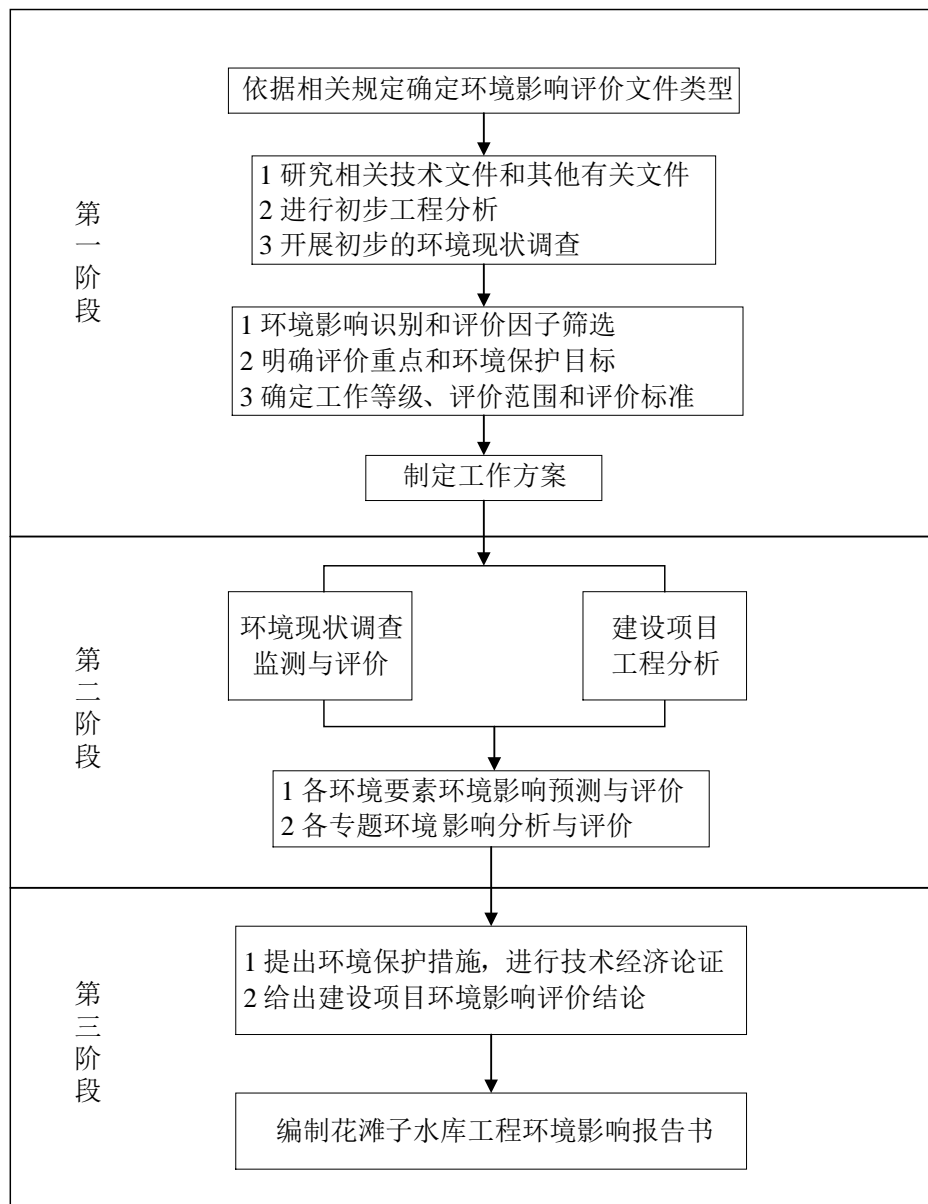


图 1.3-1 本工程环境影响评价工作程序图

1.4 编制依据

1.4.1 法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015.1.1)
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018.12.29)
- (3) 《中华人民共和国水法》(2016.9.2)
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2018.1.1)
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018.10.26)
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018.12.29)
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2016.11.7)
- (8) 《中华人民共和国森林法》(2009.8.27)
- (9) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2018.10.26)
- (10) 《中华人民共和国渔业法》(2014.3.1)
- (11) 《中华人民共和国水土保持法》(2011.3.1)
- (12) 《中华人民共和国土地管理法》(2019.8.26)
- (13) 《中华人民共和国农业法》(2013.1.1)
- (14) 《中华人民共和国防洪法》(2016.7.2)
- (15) 《中华人民共和国文物保护法》(2017.11.4)
- (16) 《中华人民共和国矿产资源法》(2009.8.27)
- (17) 《中华人民共和国传染病防治法》(2020.1.20)
- (18) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012.7.1)
- (19) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019.1.1)

1.4.2 行政法规

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017.10.1)
- (2) 《中华人民共和国河道管理条例》(国务院令第 698 号, 2018.3.9)
- (3) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(国务院令第 687 号, 2017.10.7)
- (4) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(国务院令第 666 号, 2016.2.6)
- (5) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(国务院令第 645 号, 2013.12.7)
- (6) 《中华人民共和国森林法实施条例》(国务院令第 666 号, 2016.2.6)
- (7) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(国务院令第 588 号, 2011.1.8)

- (8)《中华人民共和国土地管理法实施条例》(国务院令第 653 号, 2014.7.29)
- (9)《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》(国务院令第 679 号, 2017.6.1)
- (10)《土地复垦条例》(国务院令第 592 号, 2011.3.5)
- (11)《风景名胜区条例》(国务院令第 666 号, 2016.2.6)
- (12)《中华人民共和国文物保护法实施条例》(国务院令第 687 号, 2017.10.7)

1.4.3 部门规章

- (1)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(生态环境部令第 1 号, 2018.4.28)
- (2)《国家重点保护野生动物名录》(林业部、农业部令第 1 号, 1989.1.14)
- (3)《国家重点保护野生动物名录(调整)》(国家林业局令第 7 号, 2003.2.21)
- (4)《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(国家林业局 农业部令第 4 号, 1999.9.9)
- (5)《关于进一步加强古树名木保护管理的意见》(全绿字〔2016〕1 号)
- (6)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77 号)
- (7)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2012〕98 号)
- (8)《关于贯彻实施国家主体功能区环境政策的若干意见》(环发〔2015〕92 号)
- (9)《全国生态功能区划(修编版)》(环境保护部 中国科学院 公告 2015 年第 61 号)
- (10)《全国生态保护与建设规划(2013-2020)年》(发改农经〔2014〕226 号)
- (11)《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发〔2012〕3 号)
- (12)《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》(国发〔2010〕46 号)
- (13)《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17 号)
- (14)《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》(国发〔2013〕37 号)
- (15)《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》(国发〔2016〕31 号)
- (16)《关于进一步促进贵州经济社会又好又快发展的若干意见》(国发〔2012〕2 号)
- (17)《关于印发〈水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)〉的函》(环评函〔2006〕4 号)
- (18)《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函〔2006〕11 号)
- (19)《关于印发〈水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见〉的通知》(水总环移〔2010〕248 号)
- (20)《水生生物增殖放流管理规定》(农业部令第 20 号, 2009.5)

- (21)《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕86号)
- (22)《产业结构调整指导目录(2019年本)》(国家发展和改革委员会令 第29号)
- (23)《关于发布〈农村生活污染防治技术政策〉的通知》(环发〔2010〕20号)
- (24)《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(环境保护部令第16号, 2010.12)
- (25)《关于印发<集中式饮用水水源环境保护指南(试行)>的通知》(环办〔2012〕50号)
- (26)《关于发布<建设项目危险废物环境影响评价指南>的公告》(环境保护部公告2017年第43号)
- (27)《地质遗迹保护管理规定》(地质矿产部令第21号, 1995.5)
- (28)《水产种质资源保护区管理暂行办法》(农业部令〔2011〕第1号)
- (29)《森林公园管理办法》(国家林业局令第42号, 2016.9)
- (30)《水利建设项目(引调水工程)环境影响评价文件审批原则》(环办环评〔2016〕114号)
- (31)《关于加强水利工程建设生态环境保护工作的通知》(水规计〔2017〕315号)
- (32)《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》(环环评〔2016〕150号)
- (33)《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(中共中央办公厅、国务院办公厅, 2017.2)
- (34)《关于征求<生态保护红线管理办法(暂行)>(征求意见稿)意见的函》(生态环境部, 环办生态函〔2018〕322号)
- (35)《关于印发重点流域水污染防治规划(2016-2020年)的通知》(环水体〔2017〕142号, 2017.10)
- (36)《关于印发长江经济带生态环境保护规划的通知》(环规财〔2017〕88号, 2017.7)
- (37)《关于开展长江经济带小水电清理整改工作的意见》(水电〔2018〕312号), 2018.12)
- (38)《关于印发长江保护修复攻坚战行动计划的通知》(环水体〔2018〕181号), 2018.12)
- (39)《发展改革委 水利部关于印发国家节水行动方案的通知》(发改环资规〔2019〕695号)

(40)《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部部令 第4号)

(41)《关于发布<环境影响评价公众参与办法>配套文件的公告》(生态环境部公告 2018年 第48号)

(42)《建设环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部部令 第9号)

(43)《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》(生态环境部公告 2019年 第38号)

1.4.4 地方法规

(1)《贵州省生态环境保护条例》(2019.8.1)

(2)《贵州省水污染防治条例》(2018.11.29)

(3)《贵州省大气污染防治条例》(2018.11.29)

(4)《贵州省林地管理条例》(2019.3.29)

(5)《贵州省渔业条例》(2018.11.29)

(6)《贵州省文物保护条例》(2017.11.30)

(7)《贵州省河道条例》(2019.5.1)

(8)《贵州省土地管理条例》(2018.11.29)

(8)《贵州省森林条例》(2018.11.29)

(9)《贵州省水土保持条例》(2018.11.29)

(10)《贵州省风景名胜区条例》(2018.11.29)

(11)《贵州省森林公园管理条例》(2017.11.30)

(12)《贵州省生态文明建设促进条例》(2018.11.29)

(13)《贵州省饮用水水源环境保护办法》(黔府发〔2018〕29号)

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

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

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

(17)《贵州省水利厅关于印发贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分结果的通知》(黔水保〔2015〕82号)

(18)《省人民政府关于加强环境保护重点工作的意见》(黔府发〔2012〕19号)

- (19)《贵州省生态功能区划》(黔府函〔2005〕154号)
- (20)《省贵州省主体功能区规划》(黔府发〔2013〕12号)
- (21)《贵州省水功能区划》(黔府函〔2015〕30号)
- (22)《省人民政府关于印发贵州省水污染防治行动计划工作方案的通知》(黔府发〔2015〕39号)
- (23)《省人民政府关于印发贵州省土壤污染防治工作方案的通知》(黔府发〔2016〕31号)
- (24)《省人民政府办公厅关于转发省环境保护厅关于全面深化环评审批制度改革工作意见的通知》(黔府办发〔2016〕19号)
- (25)《省人民政府关于印发贵州省生态保护红线管理暂行办法的通知》(黔府发〔2016〕32号)
- (26)《省人民政府关于发布贵州省生态保护红线的通知》(黔府发〔2018〕16号)
- (27)《省自然资源厅 省生态环境厅 省林业局 关于进一步做好生态保护红线评估优化工作的通知》(黔自然资函〔2019〕1074号)

1.4.5 技术规范

- (1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)
- (2)《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)
- (3)《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)
- (4)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)
- (5)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)
- (6)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)
- (7)《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)
- (8)《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88-2003)
- (9)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)
- (10)《地表水和污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019)
- (11)《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004)
- (12)《大气污染物无组织排放监测技术导则》(HJ/T 55-2000)
- (13)《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192-2015)
- (14)《内陆水域渔业自然资源调查手册》(张觉民、何志辉, 农业出版社, 1991)
- (15)《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)

- (16)《生产建设项目水土流失防治标准》(GB 50434-2018)
- (17)《水土保持综合治理 技术规范》(GB/T 16453.1-6-2008)
- (18)《生活饮用水卫生标准》(GB 5479-2006)
- (19)《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL 290-2009)
- (20)《水利水电工程水库库底清理设计规范》(SL 644-2014)
- (21)《水域纳污能力计算规程》(GB/T 25173-2010)
- (22)《水利水电工程水文计算规范》(SL 278-2002)
- (23)《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)
- (24)《水利水电工程环境保护设计规范》(SL 492-2011)
- (25)《水利水电工程环境保护设计概估算编制规程》(SL 359-2006)
- (26)《节水灌溉工程技术标准》(GB/T 50363-2018)
- (27)《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ 338-2018)

1.4.6 技术文件

- (1)《贵州省清渡河流域综合规划报告》(铜仁市水利电力勘测设计院, 2015.8)
- (2)《铜仁市人民政府关于贵州省清渡河流域综合规划的批复》(铜府函〔2015〕198号, 2015.9.11)
- (3)《贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书》(贵州省水利水电勘测设计研究院, 2015.8)
- (4)《铜仁市环境保护局关于贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书的审查意见》(铜环审〔2015〕29号, 2015.9.9)
- (5)《贵州省乌江流域水环境保护规划(2015-2020)年》(贵州省环境保护厅, 2015.1)
- (6)《省人民政府关于贵州省乌江流域水环境保护规划(2015-2020年)的批复》(黔府函〔2015〕193, 2015.8.21)
- (7)《乌江流域水体达标方案》(贵州省环境保护厅, 2017.4)
- (8)《省人民政府关于乌江流域水体达标方案的批复》(黔府函〔2017〕83, 2017.4.19)
- (9)《乌江经济走廊发展规划(2016-2020)》及其批复(黔府函〔2017〕25号, 2017.2.7)
- (10)《思南县县城总体规划(2012-2030)》及其批复(铜府函〔2013〕223号, 2013.7.19)
- (11)《贵州思南工业园区发展规划(修编)2016-2030年》(贵州省建筑设计研究院, 2016.5)及批复(铜市工信函〔2016〕13号)

- (12)《贵州思南工业园区发展规划（2011-2020）环境影响报告书》(中国科学院地球化学研究所，2012.3)及审查意见(黔环函〔2012〕150号)
- (13)《贵州思南工业园区发展规划（2011-2020）环境影响跟踪评价报告书》(湖南华中矿业有限公司，2019.7)及批复(黔环函〔2019〕182号)
- (14)《铜仁市水污染防治行动计划工作方案》(铜仁市人民政府，2016.4)
- (15)《铜仁市生态文明建设规划（2016-2025）》(铜仁市人民政府，2016.8)
- (16)《铜仁市“十三五”生态环境保护规划》(2016.12)
- (17)《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030年）》(贵州大学，2018.11)
- (18)《铜仁市人民政府关于乌江思林电站-思南出境段水污染防治规划（2017-2030年）的批复》(2018.12.28)
- (19)《思南县乌江流域环境污染综合整治实施方案》(2012.10)
- (20)《思南县花滩子水电站新建项目环境影响报告表》(中国航天科工集团〇六一基地环境影响评价室，2005.8)
- (21)《思南乌江白鹭洲风景名胜区总体规划（2015-2030）》(贵州通和规划设计咨询有限公司，2013.10)
- (22)《思南万圣山省级森林公园总体规划（2012-2020年）》(贵州林业学校林业调查规划设计队，2012.10)
- (23)《思南县关于印发23个1000人以上集中式饮用水水源保护区范围的通知》(2016.10)
- (24)《贵州省思南县花滩子水利枢纽工程文物考古调查、勘探及保护规划报告》(贵州省文物考古研究所，2017.6)
- (25)《贵州省铜仁市花滩子水库工程可行性研究报告》(贵州省水利水电勘测设计研究院，2018.3)
- (26)《贵州省花滩子水库工程环境质量现状监测报告》(华测检测认证集团股份有限公司，2018.3)
- (27)《花滩子水库工程水生生物现状调查及影响评价报告》(武汉市伊美净科技发展有限公司，2018.3)
- (28)《贵州省花滩子水库工程环境影响评价陆生生态专题》(武汉市伊美净科技发展有限公司，2018.3)

(29)《花滩子水库水环境影响预测研究》(四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室, 2018.3)

(30)《花滩子水库工程水温影响研究》(四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室, 2019.8)

(31)《花滩子水库工程地下水环境影响评价报告》(河海大学, 2018.3)

(32)工程可行性研究阶段相关设计资料

1.5 环境影响识别与评价因子筛选

1.5.1 环境影响识别

在工程区环境现状调查、规划资料搜集等工作基础上,根据工程区环境保护要求和保护目标特点,结合本工程开发任务、影响范围以及开发方式等基本情况,并参考国内外同类项目环境影响及环境保护的实践经验,采用矩阵法对工程各环境因素可能产生的影响进行初步识别分析,结果见表 1.4-1。

经筛选、识别确定本项目的主要环境要素是水环境、生态环境。其中主要环境影响因子是水文情势、水温、水质、水生生态、陆生生态;影响较小的环境因子主要是噪声、环境空气、土壤环境、人群健康和地下水等。

表 1.4-1 花滩子水库工程环境影响识别表

环境要素	环境因子	影响源				识别结果
		工程施工	水库淹没	工程运行	移民安置	
地表水环境	水质	-1L	-1L	-3L	-1L	-3L
	水文情势	-1L	-2L	-3L	0	-3L
	水温	0	0	-3L	0	-3L
地下水环境	水质	-1L	-1L	-1L	0	-1L
	地下水位	-1L	-1L	-1L	0	-1L
	环境地质	-1L	-1L	-1L	0	-1L
声环境	噪声	-1R	0	0	0	-1R
大气环境	环境空气	-1R	0	0	0	-1R
生态环境	水生生态	-1L	-3L	-3L	0	-3L
	陆生生态	-2L	-3L	±1L	-1L	-3L
	水土流失	-2R	0	±1L	-1L	-2L
土壤环境	土壤	-1R	-1L	0	-1R	-1L
社会环境	人群健康	-1L	0	0	±1L	±1L

注: +、-分别表示有利影响和不利影响; 0、1、2、3 分别表示影响的程度忽略不计、小、中、大; R、L 分别表示可逆和不可逆影响。

1.5.2 评价因子筛选

根据环境影响识别，本次评价提出了环境影响评价现状评价因子和预测评价因子，详见表 1.5-2。

表 1.5-2 评价因子一览表

环境要素	现状评价因子	预测评价因子
水环境	水质、水温	水资源配置、水文情势、水质、水温
声环境	噪声	噪声
大气环境	环境空气	环境空气
生态环境	陆生生态、水生生态、水土流失	陆生生态、水生生态、水土流失
土壤环境	土壤环境质量	土壤盐化、酸化、碱化
社会环境	人群健康	人群健康

1.5.3 评价工作重点

在主要环境影响识别与评价因子筛选基础上，结合环境保护目标，评价重点主要包括以下内容：

- (1) 工程与国家法律法规、政策及相关规划的符合性；
- (2) 工程建设对流域水资源开发利用率的影响、水资源配置及工程建设环境合理性论证；
- (3) 工程建设对水文情势及下泄生态流量、水温影响以及减缓措施；
- (4) 库区、坝下河段水质及受水区退水的影响、供水水质保证和退水污染负荷削减的水环境保护措施；
- (5) 工程建设对森林公园、水源保护区、珍稀保护植物及古大树等敏感目标的影响及保护措施；
- (6) 工程建设对影响河段鱼类的影响及水生生态减缓措施。
- (7) 工程施工期环境影响及保护措施。

1.6 评价等级

1.6.1 地表水环境

花滩子水库属水文要素影响型建设项目，水温结构为稳定分层型水库，水库具有多年调节性能，取水量（8909 万 m^3/a ）占坝址多年平均径流量（2.48 亿 m^3/a ）的 35.9%，故 $\gamma > 30$ ；根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），花滩子年水库地表水环境影响评价等级为一级，评价等级具体判断见表 1.6.1-1。

表 1.6.1-1 地表水评价等级判定表

项目	水温	径流		受影响地表水域
	年径流量与总库容百分比 $\alpha/\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta/\%$	取水量占多年平均径流量 $\gamma/\%$	过水断面宽度占用比例 $R(\%)$
	$2.2 < 10$, 稳定分层	$29.57 > 20$, 多年调节	$35.9 > 30$	$100 > 10$
判定结果	一级	一级	一级	一级
此外, 花滩子水库影响范围涉及河西水厂饮用水水源保护区, 评价等级不低于二级				
最终确定评价等级为一级				

1.6.2 地下水环境

本工程包括水库枢纽工程和供水灌溉工程, 属《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)中附录 A 中的III类建设项目, 根据水利工程特点, 本工程对地下水影响主要是水位, 对地下水水质基本无影响, 影响主要包括库区水位抬升对库区地下水位的影响、隧洞施工可能导致的沿线地下水水位下降。花滩子水库库区及坝下游河段和供水灌溉工程区不涉及集中式地下水饮用水水源保护区和特殊地下水水源地保护区, 地下水敏感程度为不敏感, 确定评价工作等级为三级。

1.6.3 生态环境

本工程建设征地总面积 5.46km^2 , 大于 2km^2 且小于 20km^2 , 输水线路总长 68.93km (其中隧洞长 9.95km 、管桥长 0.476km), 大于 50km 且小于 100km , 工程建设征地不涉及特殊生态敏感区, 输水管线涉及重要生态敏感区-思南万圣山省级森林公园, 根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2011) “拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下, 评价工作等级应上调一级”, 因此, 确定本工程生态环境评价工作等级为一级。

1.6.4 土壤环境

本工程为生态影响型项目, 总库容 1.13亿 m^3 , 根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018), 本工程项目类别为I类, 工程区域位于山区, 年均蒸发量 1196.7mm , 年均降水量 1117.7mm , 蒸降比约 1.07 , 土壤含盐量为 $0.4\sim 1.5\text{g/kg} < 2\text{g/kg}$, pH 为 $5.1\sim 7.7$, 工程区周围工业企业非常少, 土壤 pH 值偏主要由于工程区土壤以黄壤为主, 本底 pH 偏酸性。建设项目所在地土壤环境敏感程度为较敏感。因此根据土壤导则生态影响型评价工作等级划分表, 确定本工程土壤环境评价工作等级为二级。

1.6.5 环境空气

本工程运行期不产生废气，对环境空气的影响仅限于施工期的施工作业区，本工程施工期的大气污染物主要 TSP 和氮氧化物。类比国内水利水电施工期大气污染物的经验，TSP 和氮氧化物产生量相对较小，且本工程施工作业面分散、地形相对开阔，经计算本工程施工期大气污染物 P_{\max} 为 4.3%， $C_{\max}=38.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，按照《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ 2.2-2018)，确定本工程环境空气评价等级为二级。

1.6.6 声环境

本工程施工期噪声主要来自爆破、土石方开挖回填、砂石料开采加工混凝土浇筑等施工机械运转的机械噪声等固定噪声源，以及施工运输车辆等流动噪声源，运行期噪声源主要为泵站运行噪声。本工程水库枢纽工程区的声环境功能区为 GB3096 规定的 2 类地区，项目建设前后评价范围内环境目标噪声级增高量小于 3dB (A)，受影响人口数量变化不大。供水灌溉工程区的声环境功能区为 GB3096 规定的 2 类和 4a 类地区，工程建设前后评价范围内环境目标噪声级增高量小于 3dB (A)，受影响人口数量变化不大。根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ 2.4-2009) 有关规定，声环境评价等级确定为二级。

1.6.7 环境风险

花滩子水库工程距离思南县城区较近，直接利用思南县现有油料、炸药存储设施，工程非污染型建设项目，施工期及运行期的环境风险影响因素均较少，可能存在的环境风险主要有：施工油类等危险品运输和暂存风险、废污水事故排放风险等。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018) 环境风险评价工作等级划分的规定，查阅其附录 B 重点关注的危险物质及临界量，本工程涉及的突发环境事件风险物质为序号 381 的“油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）”，临界量为 2500t。根据工程可研报告，本工程燃油年用量约 1356t/a，本工程危险物质数量与临界量比值 (Q) 为 $0.54 < 1$ ，可知本工程环境风险潜势属 I 型，环境风险评价工作等级为“简单分析”。

表 1.6-2 评价等级一览表

环境要素	划分依据简述	评价等级
地表水	水文要素影响型项目，水温结构稳定分层、多年调节、取水量大于 30%	一级
地下水	地下水导则 III 类建设项目，非污染类，工程建设不涉及集中饮用水源地等地下水敏感保护目标	三级
生态环境	占地总面积 5.46km ² ，输水线路总长 68.93km，不涉及特殊生态敏感	一级

表 1.6-2 评价等级一览表

环境要素	划分依据简述	评价等级
	区，拦河闸坝建设明显改变水文情势，评价工作等级上调一级	
土壤环境	项目类别为I类，土壤环境敏感程度为较敏感	二级
环境空气	工程建设产生的环境空气影响集中在施工期，主要大气污染物为 TSP 和氮氧化物，产生量较小，且施工作业面分散，场地相对开阔	二级
声环境	工程建设产生的噪声集中在施工期，主要为施工机械运转及运输车辆对周边居民点等声环境敏感对象产生的影响	二级
环境风险	风险源 Q 值小于 1，环境风险潜势属 I 型，环境风险评价工作等级为“简单分析”。	简单分析

1.7 评价范围和水平年

1.7.1 评价范围

本工程环境影响评价范围见表 1.7.1-1。

表 1.7.1-1 评价范围一览表

评价因子	评价范围
地表水	水库枢纽工程区：清渡河雁水电站坝址至清渡河河口总长 28.5km 河段及区间主要支流，重点是为花滩子水库库尾至清渡河口间 25km 清渡河干流段及区间缠溪河、磨石溪等支流；供水及退水区：接纳水体为乌江干流思林电站下游-思南县出境断面约 40.9km 河段、清渡河花滩子水库下游-清渡河口约 8.5km 河段、石阡河塘头镇退水断面到入乌江汇口区约 8km 河段。其中思南县城及工业园区、关中坝灌区退水进入乌江；天桥灌区进入清渡河；塘头灌区退水进入石阡河。
地下水	本工程水库枢纽工程区和库区所在的水文地质单元以及输水线路两侧各 200m 范围，涵盖地下水与地表水存在水力联系的区域，涉及环境敏感区域如输水线路穿越饮用水源保护区段及隧洞段时可扩展至完整的水文地质单元，以及塘头灌区、关中坝灌区及天桥灌区范围地下水环境。
环境空气	以工程枢纽区为中心，边长为 5km 的矩形区域以及包括工程各施工区、场内公路、管线边界、移民安置区外 200m 范围。
声环境	工程各施工工区边界以外 200m 范围，公路、管线边界外 200m 范围，重点是周围居民点。
土壤环境	花滩子水库淹没区周边 2km 范围、施工占地区和移民安置区、灌区等受工程影响区域。
生态环境	<p>陆生生态：花滩子水库库尾至清渡河口之间约 25km 河段及支流回水区两岸第一道山脊线以下区域，以及枢纽区工程建设区、移民安置区，供水灌溉工程管线两侧 300m、各施工区边界以外 300m、生态敏感区范围。评价区面积约 16005.06hm²。</p> <p>本工程输水系统涉及思南万圣山省级森林公园，对生态敏感区结构及功能进行评价时，评价范围外扩至其边界；对敏感区生态现状进行评价时，重点评价穿越敏感区段输水管线两侧 300m 的范围。</p> <p>水生生态：清渡河水库坝址以下干、支流河段，以及受水河段区乌江干流思南县河段、石阡河塘头镇退水河段（外延至设立于该河段的黄颡鱼大口鲶水产种质资源保护区边界，即石阡河入乌江汇口以上 37km），重点是为花滩子水库库尾至乌江汇口区间约 25km 清渡河干流段及区间缠溪河、磨石溪等支流。</p>

1.7.2 评价水平年

本工程现状水平年为 2018~2019 年；施工期环境影响评价水平年为施工高峰年；运行期环境影响评价水平年为工程设计水平年 2030 年。

1.8 环境功能区划

2015 年 2 月贵州省人民政府以“黔府函〔2015〕30 号”文下发《省人民政府关于贵州省水功能区划有关问题的批复》。评价范围内相关河流水功能区划见表 1.8-1。

表 1.8-1 贵州省水功能一级区划登记表

序号	水功能一级区名称	所在			河流湖泊	范围		长度(km)	水质目标	备注
		流域	水系	地级行政区		起始范围	终止范围			
34	乌江铜仁保留区	长江	乌江	铜仁市	乌江	思南	沿河	100.4	II	全国重要江河水功能区
114	石阡河石阡思南保留区	长江	乌江	铜仁市	石阡河	罗家坝电站坝下	杯坪山	50.2	III	
116	清渡河印江思南保留区	长江	乌江	铜仁市	清渡河	印江县打杵坳乡郎堕	思南县赵家坝乡刘家寨	62	III	

1.9 环境保护目标

1.9.1 环境敏感保护目标

根据工程及评价区环境特点，确定本工程的环境敏感目标见表 1.9.1-1。

表 1.9.1-1

环境敏感保护目标一览表

环境要素	主要环境保护目标		与本工程关系及主要情况	保护要求
地表水	枢纽区	坝下减水河段	坝址至乌江汇口之间约 8.5km 河段	保证下泄生态流量, III类水质
		库区河段水质	清渡河库区 16.5km 河段	III类水质
	受水区	清渡河	东部片区天桥乡、天桥灌区、工业园灯油坝片区供水 受纳水体	III类水质
		石阡河	塘头镇、塘头灌区供水受纳水体	III类水质
		乌江干流	思南县城及工业园区供水受纳水体	受水区特征因子 TP 达 II 类标准或其 污染负荷不增加、其他指标均满足 II 类水质
地下水	水库库周及工程输水隧洞区地下水、工程影响 区 9 处泉点		库周 500m 范围、输水隧洞两侧 200m 范围, 3 处泉点 位于库周和枢纽区, 6 处分布于管线区	水质执行 GB/T14848-2017 III类标准, 水量与现状比不减少
环境空气和 声环境	枢纽工程区	马路岩居民点, 25 户 95 人	1#混凝土拌和系统北侧 42m, 相对高差+50m	《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准; 《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准
		坨里居民点, 15 户 55 人	砂石加工系统东 145m; 相对高差+50m 料场连接公路东北侧 30m; 相对高差 0	
	供水灌溉工 程区	坨家坝居民点, 19 户 70 人	塘头 1#隧洞出口南 140m, 相对高差-10m	
		响水洞居民点, 10 户 45 人	灯油坝隧洞进口东北 55m, 相对高差+15m	
		息乐溪居民点, 28 户 110 人	凉水井泵站东南 60m, 相对高差-10m	
		官庄居民点, 30 户 120 人	双塘泵站东南 120m, 相对高差-40m	
		鞍山村居民点, 2 户 6 人	天桥泵站东南 50m, 最近距离+15m	
土壤环境	工程占地区及周边受工程影响的耕地、林地、 草地等土壤环境		工程占地范围范围内及占地范围外 2km 范围	保护土壤原有生态功能, 土壤环境质 量满足《土壤环境质量 农用地土壤污 染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)及《土壤环境质量 建设用 地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)
水生生态	中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼 5 种重要经济鱼类		重点评价河段清渡河水库坝址~河口	栖息地保护、增殖放流、过鱼措施、 科学研究、渔政管理
	1 处小型产粘草基质卵鱼类产卵场; 3 处小型 产粘沉性卵鱼类的产卵场		拟建花滩子水库坝址下约 0.3km 处花滩子电站库区一 处小型约 200m ² 的产粘草基质卵鱼类产卵场; 花滩子 水库坝址上约 4.5km 库区河段、库尾以及缠溪河汇口	

1 总则

表 1.9.1-1 环境敏感保护目标一览表

环境要素	主要环境保护目标	与本工程关系及主要情况	保护要求
		3 处小型产粘砾石基质卵鱼类的产卵场	
陆生生态	国家Ⅱ级重点保护野生植物 1 种：金荞麦，2 处，4m ² ，35 株	1 处 1m ² ，10 株位于坝址左肩附近，淹没线以下 7m； 1 处 3m ² ，25 株位于左肩附近，淹没线以下 4m。	移栽保护
	贵州省级保护植物革叶槭 1 株	库尾凯望村施工区附近，水库淹没不涉及	采取宣传教育与保护
	评价区共计 110 株古树，柏木、枫香树、黑壳楠、胡桃、虎皮楠、黄连木、木犀、朴树、青冈、樟、重阳木等	淹没区有古树 1 种 1 株重阳木；淹没线、输水管线、施工区附近 300m 内有古树 8 种 28 株	对淹没区古树采取移栽保护措施，对受施工影响的古树采取保护措施
	国家Ⅱ级重点保护野生动物 11 种，其中鸟类 9 种：鸳鸯、黑鸢、雀鹰、普通鵟、红隼、鸢、红腹锦鸡、草鸮、斑头鸺鹠；兽类 2 种：小灵猫、穿山甲	分布于工程评价区	采取措施加以保护，降低对其干扰
	贵州省省级保护动物 35 种：蛙类 12 种、蛇类 12 种、鸟类 9 种，兽类 2 种：小鹿和毛冠鹿	分布于工程评价区	
环境敏感区	思南万圣山省级森林公园	输水管线穿越万圣山森林公园游览观光区 1.058km， 穿越生态保育区约 0.535km	符合法律法规和主管部门意见要求，优化工程选线和施工布置，加强施工管理，保护其生态服务功能
	河西水厂饮用水水源保护区	本工程穿越一级保护区管线长度为 1.6km，穿越二级保护区管线长度为 3.3km，穿越准保护区 3.7km	符合法律法规和主管部门意见要求，加强施工管理，保证饮用水源保护区不受影响，本工程建成后将取代该水源点
移民安置环境	移民安置及县道等交通专项复建	水库涉及搬迁人口 3004 人，规划思南县城、孙家坝集镇、天桥集镇、印江县城、新寨集镇、凯望村 6 个集中安置点 专项复建工程主要为 X532 县道四级公路 8.04km（含 2 处隧洞、大桥 2 座，中桥 3 座），等级外公路 12.9km 及桥梁	移民安置区、复建交通工程的影响区环境质量总体满足功能要求

1.9.2 污染与生态破坏预防控制、保护目标

污染与生态破坏预防控制、保护目标分为预防保护目标、控制目标、恢复治理目标三类，具体情况见表 1.9.2-1。

表 1.9.2-1 环境功能保护目标

保护项目		保护内容及原因	相应要求
一、预防保护目标		优化施工布置，严格控制施工占地，尽量减少工程建设对工程地区现有林地、耕地的占压、破坏；加强施工管理，优化施工工艺，减轻工程对当地动、植物造成的不利影响，维护工程及周边区域的生态完整性和生物多样性。	
		根据区域内珍稀保护动物的分布情况，结合施工布置采取有效的预防保护措施，尽量减免工程建设对珍稀物种的影响。	
		加强施工管理，优化工程选线和施工布置，保护森林公园等景观和旅游活动不受工程影响。制定施工期水源保护区应急预案，减少对水源保护区的影响。	
		合理拟定水库初期蓄水和水库运行调度方式，保证下游生态流量等用水要求。	
		合理规划移民安置方案，保证不降低移民安置区环境质量	
二、控制目标			
保护项目		保护内容及原因	相应要求
水环境	施工期	减少施工生产废水和生活污水排放对工程河段水域功能的影响	地表水Ⅱ类功能区禁止新建排污口；地表水Ⅲ类功能区废（污）水经处理后优先回用，不能回用的部分污水达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放。
	运行期	保障、恢复、改善工程河段水质状况	花滩子水库库区应满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。
		现有排污口达标或减量排放，维持受水区河段水环境功能	控制污染源、保障受水区河段水质，满足水环境功能要求，乌江干流特征因子 TP 达Ⅱ类标准或其污染负荷不增加、其他指标均满足Ⅱ类水质，清渡河、石阡河满足Ⅲ类水质。
水文情势		保证坝址下游生态用水	采取工程措施和水库调度措施，保证下游生态流量
大气环境		减少施工粉尘和交通扬尘对敏感点的影响	满足《环境空气质量标准》（GB3095）一、二级标准，施工期废气排放达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放监控浓度限值。
声环境		减少噪声对周围村民等敏感点的影响	满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）标准；施工区噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），运行期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准。
土壤环境		减少施工扰动和运行对土壤理化特性造成的影响	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB 15618-2018)及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB 36600-2018)
生态环境		减免和控制水土流失,改善当地的生态环境	控制工程建设对生态环境的影响,不得降低生态系统等级,不得超过现有生态系统的承载能力。
三、恢复治理目标		减小项目建设对地表植被的破坏、防治人为造成的水土流失，合理利用水土资源，保护和改善生态环境，促进生态环境的良性发展。	
		采取工程及植物措施防治移民安置区水土流失与植被破坏，安置区采取切实有效的生活垃圾和生活污水处理措施，为移民营造良好的生产、生活环境。	
		结合水生生态保护要求，改善水库存在的下泄低温水影响。	

表 1.9.2-1 环境功能保护目标

保护项目	保护内容及原因	相应要求
	采取有效影响减缓与补救措施保护、维护、恢复河段水生生态及生物多样性。	

1.10 评价标准

1.10.1 环境质量标准

(1) 地表水环境

水库枢纽工程区涉及的地表水体：清渡河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准。

供水灌溉工程区及供水退水受纳水体：清渡河、石阡河（龙底江）执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准；乌江干流（思南-沿河段）执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类水域标准。

(2) 地下水环境

执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。

(3) 环境空气

供水灌溉工程区涉及的思南万圣山森林公园执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准；其他区域执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

(4) 声环境

水库枢纽工程及供水灌溉工程施工区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准；交通干线两侧红线外 35m 内区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类标准。

(5) 土壤环境

本工程占地范围内和占地范围外建设用地执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018），占地范围外的农用地监测点执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）。

表 1.10.1-1 环境影响评价执行环境质量标准表（摘录）

地表水		地下水		环境空气		声环境	
GB3838-2002 II类、III类 (mg/L)		GB/T14848-2017 III类 (mg/L)		GB3095-2012 一、二级 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ 标准状态)		GB3096-2008 [dB(A)]	
项目	II (III)	项目	标准值	项目	一级(二级)	项目	标准值

表 1.10.1-1 环境影响评价执行环境质量标准表（摘录）

地表水		地下水		环境空气		声环境	
pH	6~9(6~9)	pH	6.5~8.5	TSP 日平均	120(300)	2 类昼间	60
DO	≥6(≥5)	氯化物	≤250	NO _x 日平均	100(100)	2 类夜间	50
COD _{Mn}	≤4(≤6)	NH ₃ -N	≤0.5	NO _x 小时平均	250(250)	4a 类昼间	70
COD	≤15(≤20)	挥发酚	≤0.002	PM ₁₀ 日平均	50(150)	4a 类夜间	55
BOD ₅	≤3(≤4)	氰化物	≤0.05				
NH ₃ -N	≤0.5(≤1.0)	氟化物	≤1.0				
总磷	≤0.1(≤0.2)	总大肠菌群	≤3.0(个/L)				
石油类	≤0.05(≤0.05)	COD _{Mn}	≤3.0				
粪大肠菌群	≤2000(≤10000)	总硬度	≤450				
阴离子表面活性剂	≤0.2(≤0.2)	溶解性总固体	≤1000				

1.10.2 污染物排放标准

（1）废（污）水

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

（2）废气、扬尘

执行《大气污染物综合排放标准》(GB16927-1996)中表 2 无组织排放监控浓度限值。

（3）噪声

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

（4）固体废物

危险废物临时贮存期间执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改单(环境保护部 2013 年公告第 36 号)。

表 1.10.1-2 环境影响评价执行污染物排放标准（摘录）

《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)一级标准		《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)		《建筑施工场界环境 噪声排放标准》 (GB12523-2011)		《工业企业厂界环境 噪声排放标准》 (GB12348-2008)2 类	
项目	标准值 (mg/L)	项目	无组织排放监 控浓度限值 (mg/m ³)	施工期等效声级 Leq[dB(A)]		运行期等效声级 Leq[dB(A)]	
pH	6~9	TSP	1.0	昼间	70	昼间	60
SS	70	NO ₂	0.12	夜间	55	夜间	50
COD	100	PM ₁₀	5.0				
NH ₃ -N	15						

1.11 环境影响评价方法

本报告采用定量评价与定性评价相结合的方法，以量化评价为主。各环境要素影响评价方法见表 1.11-1。

表 1.11-1 花滩子水库工程环境影响评价方法汇总表

环境要素	环境现状调查方法	环境现状评价方法	环境影响预测评价方法	
地表水环境	资料收集、现场监测、无人机或卫星遥感遥测	标准指数法	数学模型法	面源污染负荷估算模型：源强系数法
				水动力模型及水质模型：水质预测采用里面二维模型、水温预测采用立面二维模型
				富营养化评价采用综合营养状态指数
			水文情势：指数法	
地下水环境	资料搜集、现场调查、场地调查、类比考察	标准指数法	数值法、解析法、类比分析法	
陆生生态	资料收集法、样地样方实测法、遥感法	指数法、生态多样性评价	图形叠置法、生物多样性评价、生态机理分析法、景观生态学法、指数法	
水生生态	搜集资料法、现场调查法	指数法	图形叠置法、指数法	
环境空气	现场调查法	标准指数法	环境空气质量模型：AERSCREEN 估算模型	
声环境	现场调查法、现场测量法	标准指数法	类比调查法、数学模式法（噪声预测计算模式）	
土壤环境	现场测量法	标准指数法、土壤盐化、酸化、碱化标准判定	土壤盐化综合评分法、酸化、借鉴定性描述	
地下水环境	现场调查法、现场测量法	单因子标准指数法	数值法、水流模型：三维地下水流非稳定运动的数学模型、污染物迁移模型：一维稳定流动一维水动力弥散问题	

2 工程概况

2.1 流域概况

乌江是长江上游南岸最大的支流，全流域面积 87920km²，干流全长 1044km。思南县境内乌江干流河段长 78.1km，区间集水面积 2104km²，思南水文站处多年平均流量 870m³/s，多年平均径流量 274.4 亿 m³，清渡河河口乌江干流上游 15km 已建乌江思林电站坝址处多年平均流量 849m³/s，乌江思林电站一思南县出境段涉及乌江干流 40.9km。清渡河汇口下游约 100km 处已建乌江沙沱水电站水库正常蓄水位为 365m，干流回水长度 114.4km，死水位为 353.5m。清渡河河口处高程约 354.1m，河口上游约 3km 处已建有花滩子电站，电站正常蓄水位 410.4m，死水位 406.9m，设计尾水位 366m，沙沱水电站水库回水基本在清渡河口到花滩子电站坝下区间河段变动。

清渡河为乌江右岸的一级支流，位于东经 107°52'22"~108°27'24"，北纬 27°31'42"~28°9'24"之间，发源于江口县德旺乡漆树坪，由南向北流，在快场折向西，于关庄转向西南；经罗场、乐茂江、大和平后，于凯旺（两江口）接纳东来的缠溪河；经周家寨、姜家、温泉至两岔河进入思南的天桥乡，过天桥电站挡水坝，在任家坝折向西北；经冉氏堂、到花滩子电站折向西，于邵家桥镇堆上村注入乌江。全流域面积 502km²，主河道河长 62.0km，主河道平均比降 7.50‰，多年平均流量 9.34m³/s，多年平均径流量 2.945 亿 m³，占思南水文站断面多年平均径流量的 1.07%。清渡河的主要支流有缠溪河、磨石溪、杨家沟等，多年平均流量分别为 2.31 m³/s、0.56 m³/s、0.61 m³/s。

清渡河地处黔中山原丘陵宽谷盆坝区与黔东山地丘陵区过渡地带的过渡地带，呈近似扇形展布，地势东、南高西低，最高点在源头，高程为 1253.1m，最低点位于河口，高程约 354.1m，区内相对高差 899m。区内以侵蚀-剥蚀低中山、溶蚀-侵蚀低中山、侵蚀沟谷、峰丛槽谷（谷地）为主要的地貌类型，河谷为深切峡谷，形状多呈“V”型。清渡河流域涉及印江土家族苗族自治县、思南县 2 个县。清渡河流域内无大型、中型水利工程，干流已建成雁水电站、天桥电站、花滩子电站 3 个电站。

花滩子水库坝址距河口约 8.5km，控制流域面积 423km²，多年平均径流量 2.45 亿 m³，多年平均流量 7.87m³/s。

花滩子水库工程退水所在流域及受水区还涉及石阡河。石阡河，又名龙底江，为乌江右岸一级支流，集水面积 2104km²，河长 122km，思南县境内长 37km，河口处多年平

均流量 $38.9\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量 12.27 亿 m^3 ，约占思林坝址处乌江干流断面多年均径流量的 4.58%。

思南县城及工业园区、凉水井镇、关中坝灌区受水区涉及乌江干流；天桥乡、天桥灌区受水区涉及清渡河；塘头镇、塘头灌区受水区涉及石阡河。

2.2 清渡河流域规划开发概况

2.2.1 清渡河流域规划

2015 年 8 月，铜仁市水利电力勘测设计院编制完成《贵州省清渡河流域综合规划》，2015 年 9 月 11 日，铜仁市人民政府印发了《关于贵州省清渡河流域综合规划的批复》（铜府函〔2015〕198 号）。

2.2.1.1 规划基本概况

规划范围：清渡河全流域，以及流域外的相关用水区域。

规划水平年：现状水平年 2013 年，近期规划水平年 2020 年，远期规划水平年 2030 年。

规划目标：近期目标为通过加强工程措施和非工程措施，不断提高流域防洪减灾能力，合理配置和高效利用水资源，有效遏制水生态环境恶化趋势，全面强化流域水利管理，保障防洪、供水、粮食、经济和生态等安全。远期目标为通过完善工程措施和非工程措施，进一步提高流域防洪减灾能力，基本实现水资源高效利用，维系优良水生态环境，基本实现流域水利管理现代化，生态功能健全，服务功能正常发挥，保障经济社会可持续发展。

规划任务和主要内容：流域内干流河段开发任务的确定及总体规划、防洪治涝、经济社会发展及需水预测、水资源配置、水土保持与水资源保护、水生态保护、水力发电、水利旅游、重要水利枢纽规划等以及流域水利管理等。其中水源规划、城乡供水规划、水利发电规划、灌溉规划均提及花滩子水库工程。以下仅介绍与清渡河及花滩子水库有关的规划内容。

2.2.1.2 水源工程及供水规划

清渡河流域共规划了 5 处水源工程，其中大型水库 1 座，小型水库 4 座，总库容 14776 万 m^3 ，总供水能力 15210 万 m^3/a 。规划大型水库即花滩子水库，解决本流域思南县城及周边乡镇、灌区灌溉及沿线农村工程性缺水问题，其他均为小型水库，小型水库主

要分布于各支流支沟区域，扣除花滩子水库外，其他 4 处水源工程总库容 1466 万 m^3 ，总供水能力 2463 万 m^3 。

规划阶段花滩子水库开发任务为城镇供水、农田灌溉及农村人畜饮水、兼顾发电。受水区范围为思南县城、工业园区、塘头镇、大坝场镇、凉水井镇、兴隆乡、板桥乡、天桥乡、德江县的潮砥镇、长堡镇。规划灌溉面积为 12 万亩。规划推荐方案（对应可研阶段上坝址方案）流域面积 424km^2 ，多年平均流量 $7.78\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量 24610 万 m^3 ，水库正常蓄水位 494m、相应库容 11860 万 m^3 ，供水总量 12747 万 m^3 ，其中思南县城 4932 万 m^3 、思南工业园区 2512 万 m^3 、乡镇供水 1619 万 m^3 ，农村人饮 205 万 m^3 ，灌溉 3479 万 m^3 。规划坝后式电站利用弃水和生态流量发电、装机 3.0MW、多年平均发电量 718 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

2.2.1.3 灌溉规划

规划修建花滩子水库、清渡河水库、枹木寨水库、乐洋水库等 4 座水库工程作为灌溉水源，灌溉总面积 16.3 万亩，其中规划花滩子水库灌面 12.0 万亩。

表 2.2.1-1 清渡河流域综合规划水库特性表

工程名称	单位	花滩子水库	乐洋水库	缠溪水库	枹木寨水库	清渡河水库
规模		大(2) 型	小(1)型	小(1)型	小(1)型	小(1)型
地点		思南县孙家坝镇	印江县新寨乡	印江县缠溪镇	思南县凉水井镇	印江县罗场乡
坝址以上集雨面积	$\text{km}^2/$	424	13.2	17.8	13.41	32.84
多年平均流量	m^3/s	7.78	0.242	0.338	153	/
径流量	亿 m^3	2.461	0.077	0.107	0.048	/
正常蓄水位	m	494	600	645	772	774
正常蓄水位库容	万 m^3	11860	111	156	175	618
兴利库容	万 m^3	10054	78.6	124.8	165	541
总库容	万 m^3	13310	131	185	370	780
设计年供水量	万 m^3	12747	233	270	602	1358
灌溉面积	亩	120000	2500	0	16800	23700
总投资	万元	348546	4730	9209	8149	29179

2.2.1.4 水力发电规划

规划花滩子水库后，水库上游天桥电站（正常水位 435m）、天生桥电站（正常水位 468.38m）将被淹没，而对清渡河干流上游雁水电站无影响。规划水平年清渡河干流梯级开发为 5 级，即清渡河水库（774m）+丰岩电站（561.5m）+雁水电站（541.2m）+

花滩子水库（494.0m）+花滩子电站（410.4m），其中花滩子水库为第4级，雁水电站、花滩子电站已建成。

表 2.2.1-2 清渡流域干流梯级开发规划方案

电站名称	集雨面积(km ²)	多年平均流量(m ³ /s)	正常蓄水位(m)	利用水头(m)	正常蓄水位库容(万m ³)	开发方式	装机容量(kw)	年小时数(h)	年发电量(万kw.h)	备注
清渡河水库	32.8		774	/	618	/	/	/	/	在建
丰岩电站	130	2.5	561.5	18	180	引水式	1000	3200	320	规划
雁水电站	156	3.0	541.2	28		坝后式	640	3200	512	已建
花滩子水库	424	7.9	494.0	/	11860	/	/	/	/	规划
花滩子电站	450	8.5	410.4	42	508	坝后式	4000	3700	1750	已建

2.2.1.5 水资源与水生态保护规划

从水源涵养及饮用水源地保护和乡镇污水处理排污规划等方面着手进行水资源的保护。通过花滩子水库等重要枢纽保障河流生态需水，从物种资源保护、鱼类洄游通道恢复、河湖岸边带保护与修复等方面着手进行水生态环境系统保护与修复。从保护水生生物物种角度出发，建议开展增殖放流工作，人工增殖放流水产苗种应当以本地种为主。

2.2.2 清渡河开发利用现状

（1）水资源开发利用现状

清渡河流域多年平均地表水资源总量为 2.945 亿 m³，清渡河流域内无大型、中型水利工程，流域内有蓄引提工程 794 处，其中供水水库 8 座，山塘 112 处，窑池 666 处，引水工程 2 处，提水工程 4 处，井 5 眼。清渡河流域现有水利蓄水工程总库容 1874 万 m³，兴利库容 1269.3 万 m³，设计供水能力 2932.5 万 m³，现状供水量为 1328 万 m³。

根据工程可研报告，2018 年清渡河流域坝址以上总用水总量为 1744 万 m³，坝址以上现状水资源开发利用率 7.03%，其中城镇生活用水量 92.4 万 m³，农村生活用水量 284 万 m³，牲畜用水量 224 万 m³，灌溉用水量 1144 万 m³。

表 2.2.1-3 清渡河现有工程基本情况表

工程类别	工程名称	集雨面积(km ²)	多年平均径流量(万m ³)	总库容(万m ³)	兴利库容(万m ³)	设计供水能力(万m ³)	现状供水(万m ³)
蓄水工程	杨家湾水库	8.7	514	38	/	24	24

表 2.2.1-3 清渡河现有工程基本情况表

工程类别	工程名称	集雨面积(km ²)	多年平均径流量(万 m ³)	总库容(万 m ³)	兴利库容(万 m ³)	设计供水能力(万 m ³)	现状供水(万 m ³)
	枹木寨水库	13.41	482	241	165	620	605.7
	陈家沟水库	4.8	280	216	136	175	175
	湄坨水库	6.7	442	483	395.7	400	151
	昌家沟水库	0.54	324	104	9.9	30	3.1
	干家沟水库	0.73	43.8	11.5	10.7	15	13.7
	苏家湾水库	0.35	21	12	11	20	5.1
	清渡河水库	32.8	0.65	768.5	541	1274.4	0
	塘坝 112 处	/	/	/	/	113.0	113.0
引水工程	孙家坝迎春引水灌渠	/	/	/	/	31.5	24.8
	余水清引水渠工程	/	/	/	/	40.7	23.7
提水工程	赵家坝提水站	/	/	/	/	56.1	56.1
	孙家坝提灌泵站	/	/	/	/	19.6	19.6
	石板滩提水工程	/	/	/	/	42	42
	丰岩水轮泵站	/	/	/	/	63	63
地下水	生产井 5 眼	/	/	/	/	2.7	2.7
集雨工程	窑池 666 处	/	/	/	/	5.5	5.5
合计	/	/	/	1874	1269.3	2932.5	1328

(2) 水电梯级开发利用现状

清渡河干流已建成雁水电站(2×200kW)、天桥电站(2×320kW)、花滩子电站(2×2000kW)3个梯级,总装机5.04MW,年发电量2148万kW.h。

清渡河流域支流现状有下铺子(100kW)、雷公岩(500+200kW)、板山(200kW)、共3座电站,大部分都是20世纪80年代修建的,总装机容量1000kW,多年平均年发电量约446万kW.h。

表 2.2.1-4 清渡河流域干支流已建电站基本情况统计表

所在河流	电站名称	集雨面积(km ²)	多年平均流量(m ³ /s)	正常蓄水位(m)	利用水头(m)	正常尾水(m)	引用流量(m ³ /s)	装机容量(kW)	年发电量(万kW.h)	所在县境
清渡河干流	雁水电站	156	3.0	774	32.0		3.6	2×200	50	印江
	天生桥电站*	380	7.2	468.38	32.86	435.52	14.4	2×2000*	1400*	思南
	天桥电站	385	7.3	435.0	19.22	415.78		2×320	398	
	花滩子电站	450	8.5	415.78	42.0	354.1	17.0	2×2000	1750	
	小计	/	/	/	/	/	/	5040	2148	
缠溪河	下铺子电站	75	1.15		36.5		0.5	100	31	印江
	雷公岩电站	120	2.43	547.0	44.0	503.0	2	500+200	380	印江
磨石溪	板山电站	12	0.22		26.0		1.0	200	35	印江
合计								10040	2594	

说明:天生桥水电站为在建项目,目前已停建。

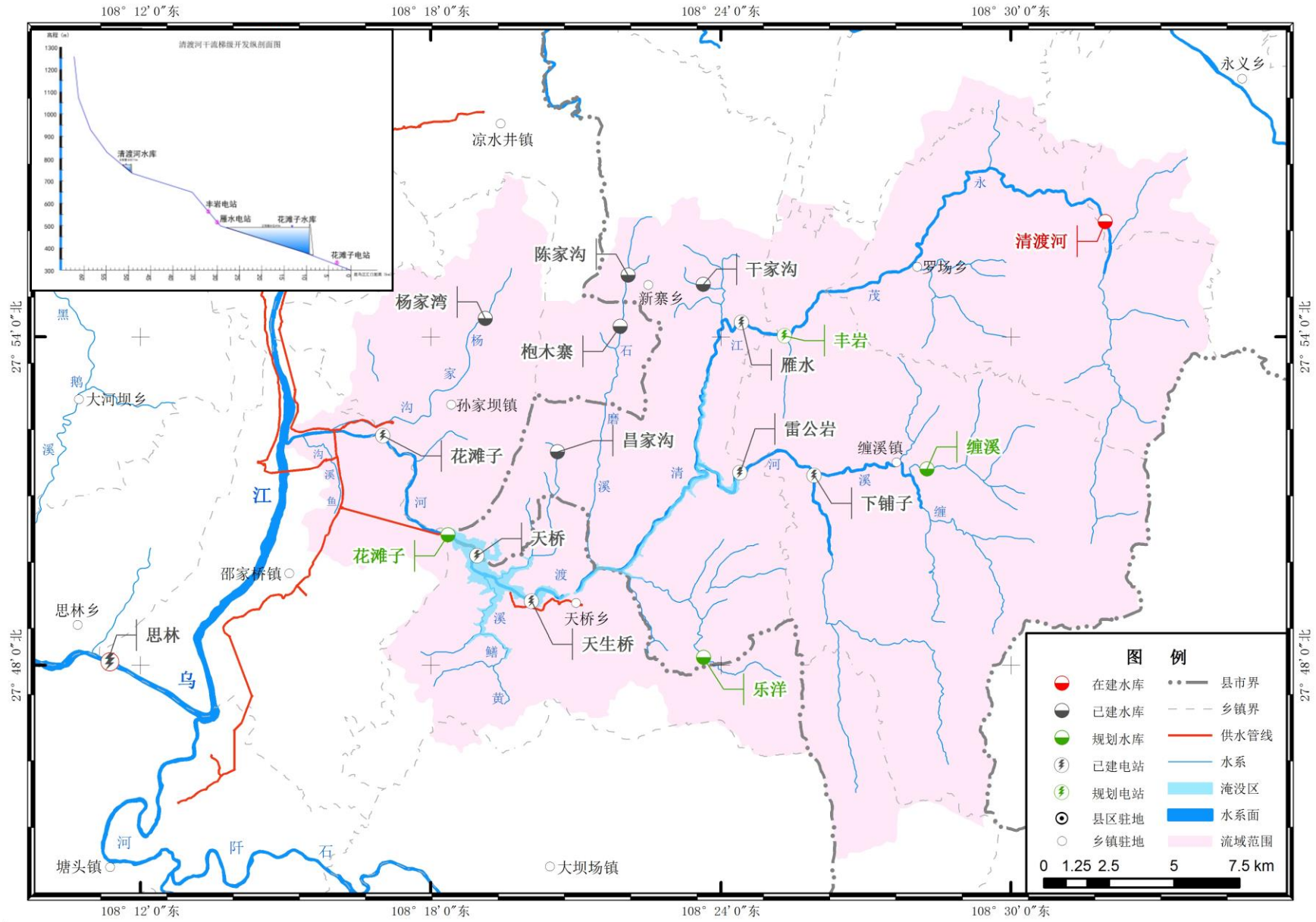


图 2.2.2-1 清渡河流域已建、在建及规划水利水电工程分布示意图

（3）清渡河干流已建、在建水利水电工程概况

目前，清渡河干流上已建“雁水+天生桥（停建）+天桥+花滩子”四级电站，清渡河水库在建。

① 在建清渡河水库工程概况

清渡河水库工程位于印江县罗场乡广东坪村，主要建设内容为挡水建筑物、泄水建筑物、取水（兼放空）建筑物、边坡工程、输水建筑物等，工程总投资 36116.83 万元，属小（1）型水库，水库总库容 768.5 万 m^3 ，兴利库容 541 万 m^3 ，水库正常蓄水位 774m。供水任务为罗场乡、缠溪镇、新寨镇、峨岭街道办事处 4 个乡镇（办事处）17 个村 2.05 万人供水及 2.37 万亩灌溉。清渡河水库于 2018 年 9 月 25 日开工建设，总工期 30 个月，目前正在施工期。

② 雁水电站

雁水电站位于清渡河干流中游，距离干流源头约 33.5km，距离上游规划的引水式开发丰岩电站坝址约 3km。雁水电站坝址位于印江自治县新寨乡雁水村境内，距离花滩子水库 20km，正常蓄水位 541.2m，坝址处多年平均流量 3.0 m^3/s ，装机容量 $2 \times 200\text{kW}$ ，该电站为 70 年代建设的坝后式电站，库区常蓄水淤积，河床水位抬高，水流发电后回归至河道，不断流，坝下减水现象不明显。由于开发较早，雁水未开展环境影响评价工作。

③ 天生桥电站

天生桥电站位于雁水电站下游约 15km 处，距离下一级已建天桥电站约 2km，为小水电代燃料项目，规划坝址位于思南县天桥乡，正常蓄水位为 468.38m，坝址处多年平均流量 7.2 m^3/s ，装机容量 $2 \times 2000\text{kW}$ 。天生桥电站系 2014 年开始建设，为引水式发电，在建引水隧洞 1km 左右，目前该电站厂房未建成，已停工，上游拦水坝及引水隧洞已建成。

花滩子水库修建后将淹没天生桥电站。

④ 天桥电站

天桥电站位于雁水电站下游约 17km 处，距离下游花滩子电站约 8.5km，坝址位于思南县天桥乡，正常蓄水位为 435.0m，坝址处多年平均流量 7.3 m^3/s ，装机容量 $2 \times 320\text{kW}$ ，天桥电站为引水式开发，天桥电站 1968 年建成，大坝全长 71m，坝高 8.35m，引水渠 2.38km。

花滩子水库修建后将淹没天桥电站。

⑤ 花滩子电站

花滩子电站位于花滩子水库坝址下游 5.5km 处，坝址位于思南县孙家坝镇，距离清渡河与乌江汇口约 3km，始建于 2004 年，2006 年 6 月竣工发电。总库容 670 万 m^3 ，正常蓄水位 410.4m，相应库容 508 万 m^3 ，死水位 406.9m，死库容 272 万 m^3 ，最大坝高 55.6m，为坝顶溢洪方式，溢洪道宽 80m，坝址处多年平均流量为 $9.05\text{m}^3/\text{s}$ ，设计引用流量 $2 \times 6.71\text{m}^3/\text{s}$ ，装机容量为 $2 \times 2000\text{kW}$ ，花滩子电站为径流式开发，右岸地面式厂房位于坝址下游 0.11km 处，设计尾水位 366m。



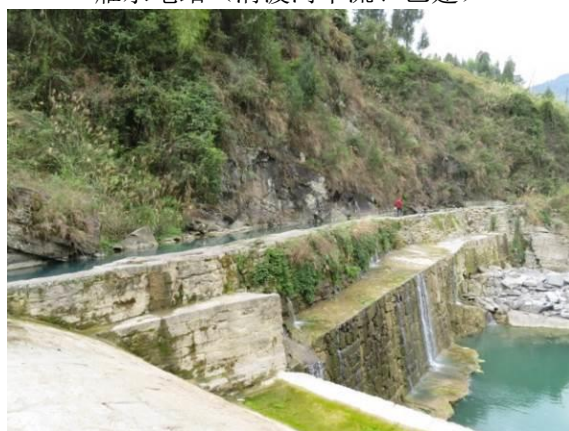
雷公岩电站（支流缠溪河）



雁水电站（清渡河干流、已建）



天桥电站（清渡河干流、已建）



天生桥电站（清渡河干流、已停建）





花滩子电站（清渡河干流、已建）

2.2.3 流域规划环评

2.2.3.1 规划环评编制过程

2015年8月贵州省水利水电勘测设计研究院编制完成《贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书》。2015年9月14日，铜仁市环境保护局以“铜环审〔2015〕29号”文印发《关于贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书的审查意见》。

2.2.3.2 规划环评结论

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

在清渡河流域综合规划实施过程中，将对流域内的水环境、生态环境、社会环境造成一定不利影响，特别是水库工程造成的淹没、移民安置、水资源调配、挡水坝阻隔河道等，以及对环境敏感区造成一定影响。在采取报告提出的环境保护措施后，清渡河流域综合规划造成的不利影响可以得到有效避免和减缓，其不利环境的影响范围和程度是可以接受的。

从环境影响评价角度而言，贵州省清渡河流域综合规划可行。

2.2.3.3 规划环评审查意见

2015年9月14日，铜仁市环境保护局印发“铜环审〔2015〕29号”《关于贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书的审查意见》。审查意见对规划在优化调整和实施过程中的意见：

(1) 规划实施过程中应严格执行环评报告书和审查小组提出的各项环境保护具体的减缓措施。

(2) 合理利用水能资源，优化流域内各水库、电站的运营调度管理方式，采取有效措施保证各级电站、水库的最小下泄流量。防洪工程应避免占用河滩地和行洪河道过水断面。做好库区地质灾害防治以及坝下冲刷防护。

(3) 提高流域生活和工业用水资源利用率，控制并削减流域内污染排放，完善居民生活污水处理设施和生活垃圾收集设施建设，控制农村面源污染，防止水体富营养化。

(4) 在单项工作实施阶段，切实做好移民安置工作，利用自然资源优势，确定移民流向，尽可能向平原区转移，减轻移民安置对山区生态造成的二次破坏。做好防病改水工作，改善流域内饮用水源的卫生状况，加强卫生防疫工作。

(5) 在规划实施过程中应加强生态和水环境跟踪监测，并对可能产生的不良环境影响及时采取应对措施。每隔五年进行一次环境影响跟踪评价。规划修编时应重新编制环境影响报告书。

(6) 水库、水电站等项目建设时应按照规范开展环境影响评价，重点评价项目生态环境影响，涉及压覆矿项目还应重点调查评价区域土壤环境和水环境影响。对项目实施产生的水环境、生态环境等影响应重点调查与评价，涉及水源保护区、自然保护区、风景名胜区、文物保护单位、重要水生生物资源等环境敏感区域，应对其影响方式、范围和程度作出深入评价，开展对敏感区进行专题研究和论证，在取得相关管理部门同意后，方可开展建设，并强化环境保护措施的落实。

2.2.3.4 规划环评对本工程的要求及落实情况

(1) 对生态流量要求

规划环评提出，下泄生态流量应尽量满足下游河段生态需水要求，不低于坝址多年平均流量的 10%。

本项目环评对花滩子水库下泄生态水量结合坝下生态用水需求进行了复核，结合《长江经济带生态环境保护规划》《长江保护修复攻坚战行动计划》要求，枯水期（10月~3月）最低下泄流量为坝址断面多年平均天然流量的 15%（ $1.18\text{m}^3/\text{s}$ ）和 90% 保证率最枯月平均流量（ $0.741\text{m}^3/\text{s}$ ）取外包，即按坝址多年平均天然流量的 15% 下放生态基流 $1.18\text{m}^3/\text{s}$ ；在汛期（4月~9月）最低下泄流量为 30% 坝址多年平均流量，即为 $2.36\text{m}^3/\text{s}$ 。满足坝下河段内的生态需水，同时根据下游鱼类产卵需求，在 5~6 月份择机开展生态调度。

（2）对水温要求

规划环评提出，花滩子水库应提出相应的水库水温控制措施，可利用分层取水或优化下泄设计等措施，降低低温水的影响。

本项目环评开展了水温水质专题研究，经多方案比选，对单层取水口、叠梁门分层取水、三层取水口等方案进行了分析，确定采用三层取水口来减缓低温水下泄影响。

（3）水质

规划环评提出，水库运行前划定水源保护区。完善供水区的污水处理基础设施，控制和清理现有污染源，严格落实总量控制和达标排放，控制养殖业污染，维护和保证水库水质。

本项目环评针对库区及上游集水区域水质保护，提出了划定水源保护区建议方案及流域范围内的污染防治控制要求，对库区移民安置集中安置点环境合理性分析及工程设计方案中提出了相应的废污水处理措施和生活垃圾收集系统。对于坝址下游及退水河段，地方政府制定了《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030年）》。本次评价根据规划水平年受水区水资源配置退水量，提出落实水污染防治规划，加强受水区及减水河段的污染源环境管理，完善流域内工业园区集中污水处理厂及收集管网的建设，提高污废水回用率，提高流域内污水厂执行排放标准，削减受水区水污染负荷，进行总量控制和污染源削减。

（4）环境敏感区

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

本项目已取得贵州省林业局森林公园管理办公室《关于同意思南县花滩子水库工程输水管线穿过万圣山森林公园的函》（黔林旅字〔2018〕1号）。贵州省林业局组织相关专家赴现场勘查后，认为本项目以埋管和隧洞形式穿越森林公园，不涉及永久占地，未破坏森林公园的完整性，对生态公园生态系统、景观资源及景区景点影响较小，同意本工程输水管线穿过森林公园，并提出请建设单位严格按照有关规定，办理临时占用林地审核和采伐林木审批手续。在项目施工过程中，建设单位要在森林公园管理机构的监督下，严格控制占地范围，尽量减少开挖，避免地质灾害发生和破坏森林景观，采取切实有效的临时防护措施，把项目建设对森林公园生态环境的不利影响降到最低。

本工程库区及枢纽区不涉及水源保护区，输水管线北干管及支管穿越河西水厂一级保护区管线长度为 1.6km，穿越二级保护区管线长度为 3.3km，穿越准保护区 3.7km。根据工程布置，花滩子水库施工料场、渣场等均不在保护区范围内，施工期输水管线施工活动扰动地表对现有水源保护区存在一定不利影响，花滩子水库开发任务之一为向思南城乡供水，为与供水设施有关的建设项目，运行后将取代河西水厂水源地。2017 年 8 月，贵州省生态环境厅以“黔环水表〔2017〕361 号”出具了意见，原则上同意花滩子水库的选址意见。在做好施工期污染防治及应急预案的前提下，本工程对河西水厂饮用水源保护区的影响有限。

本工程管线区涉及的环境敏感区均已取得主管部门的同意。

（5）鱼类保护

规划环评提出，论证花滩子水库的修建对鱼类造成的具体影响，针对水利工程挡水建筑物对鱼类的阻隔效应，遗传交流，研究捕捞过坝、修建鱼道、鱼梯等过鱼措施。结合鱼类资源和保护价值，加强鱼类生境和栖息地的保护。建议花滩子水库开展鱼类增殖放流。

本工程根据花滩子水库工程的影响范围和干支流生境特点，进一步细化和核实鱼类栖息地保护分析内容，确定栖息地保护范围为：清渡河花滩子水库库尾至在建清渡河水库坝址间约 22.3km 干流河段、坝址下游花滩子电站坝址至清渡河乌江汇口间约 3km 干流河段。

本工程对增殖放流站建设方案进行研究，提出了在花滩子水库工程业主营地附近建设 1 座鱼类增殖放流站，占地面积约 1hm²，放流对象为中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼，年放流规模 12 万尾，放流地点为库尾和坝下游的干、支流河段，综合考虑花滩子水库库尾、雁水电站以上河段。

2.3 受水区涉及流域规划及开发现状

受水区主要涉及乌江干流、石阡河。

2.3.1 乌江干流

乌江是长江上游南岸最大的支流，发源于云贵高原贵州西部的乌蒙山东麓，在化屋基汇合后，横穿贵州省中部，进入思南后流向转北，于重庆市涪陵注入长江。流域呈狭长羽翼状，全流域面积为 87920km²。乌江干流全长 1044km，平均比降 2.36‰。

1989 年，原国家计委以计国土〔1989〕502 号文对《乌江干流规划报告》进行批复，同意乌江干流梯级开发方案按普定、引子渡、洪家渡、东风、索风营、乌江渡、构皮滩、思林、沙沱、彭水十个梯级考虑。2005 年 9 月，长江水利委员会完成《重庆乌江干流彭水至河口段开发方案优化专题研究》，2007 年 11 月，国家发展和改革委员会以发改办能源〔2007〕2723 号”，同意乌江干流彭水至河口河段按银盘和白马两级开发。目前，乌江干流开发方案为洪家渡（1140m）+普定（1145m）+引子渡（1086m）+东风（970m）+索风营（837m）+乌江渡（760m）+构皮滩（630m）+思林（440m）+沙沱（365m）+彭水（293m）+银盘（215m）+白马（184m）共十二级，总装机容量 10215MW，年发电量 385.82 亿 kW·h。乌江干流梯级开发主要技术经济指标见表 2.3.1-1。

目前，乌江干流上已建成大型水库 10 座，分别为洪家渡、普定、引子渡、东风、索风营、乌江渡、构皮滩、思林、沙沱、彭水，银盘目前处于试运行阶段，白马梯级未建。乌江流域各梯级开发任务主要是发电、其次为航运、兼顾防洪及其他。

清渡河汇入乌江河段，上游建有思林电站（2009 年建成），思林电站下游 115km 建有沙沱电站（2012 年建成），两水库首尾衔接，该河段已形成沙沱电站库区。



思林水电站



沙沱水电站

（1）思林电站概况

思林水电站坝址位于贵州省思南县思林乡境内，开发任务以发电为主，其次航运兼顾防洪灌溉。水库正常蓄水位 440m，死水位 431m。总库容 16.54 亿 m³，属日调节水库。电站总装机容量 1000MW，多年平均发电量 39.26 亿 kW·h。电站静态总投资 46.57 亿元。工程于 2009 年下闸蓄水并实现全部机组投产发电。

思林电站水库是思南县城现状饮用水源之一，库区建设提水泵站，提水扬程 218m，通过 18.6km 管道输送至思南县城云山水厂，向双塘及老城区供水，年供水量 521 万 m³。

思林、沙沱水电站合建的鱼类增殖放流站位于思林水电站业主营地内，于 2008 年 8 月开工建设，2009 年 12 月正式投入运行。放流种类为青鱼、中华倒刺鲃、岩原鲤、白甲鱼、华鲮、胭脂鱼、泉水鱼、长薄鳅等，放流规模为 57 万尾/年。截止 2018 年共计放流鱼类 571 万尾，2010~2015 年在思林、沙沱库区放流，2016 年起增加构皮滩库区。

（2）沙沱电站概况

沙沱水电站坝址位于贵州省沿河县城上游 7km，开发任务以发电为主，其次为航运，兼顾防洪灌溉等。水库正常蓄水位 365m，死水位 353.5m；总库容 7.705 亿 m^3 ，属日调节水库。电站总装机容量 1000MW，多年平均发电量 38.77 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。工程总投资 46.25 亿元。工程于 2013 年下闸蓄水并实现全部机组投产发电。

表 2.3.1-1 乌江干流梯级开发主要技术经济指标

项目	梯级	单位	普定	引子渡	洪家渡	东风	索风营	乌江渡	构皮滩	思林	沙沱	彭水	银盘	白马
所在河流			三岔河	三岔河	六冲河	乌江	乌江	乌江	乌江	乌江	乌江	乌江	乌江	乌江
控制流域面积		km ²	5871	6422	9900	18161	21862	27790	43250	48558	54508	69000	74910	83690
多年平均流量		m ³ /s	123.2	140	155	337	395	483	716	849	966	1300	1380	1570
开发方式			堤坝	堤坝	堤坝	堤坝	堤坝	堤坝	堤坝	堤坝	堤坝	堤坝	堤坝	堤坝
最大坝高			75	134.5	179.50	162	115.95	165	232.5	117	101	116.5	78.5	87.5
厂址~河口距离		km	798.56	747.15	751.2	704	665	594	455	366	251	147	89	43
正常蓄水位		m	1145	1086	1140	970	837	760	630	440	365	293	215	185
总库容		亿 m ³	4.01	4.55	44.97	8.64	1.686	23	55.64	12.05	6.31	14.65	3.2	3.74
调节库容		亿 m ³	2.478	3.22	33.61	4.91	0.674	9.28	31.54	3.17	4.13	4.86	0.37	0.41
调节性能			季	季	多年	季	日	季	多年	日	日	年	日	日
利用落差		m	55.6	113.8	164	132	81.4	131	200	76	70	67	36.5	20.5
装机容量		MW	75	360	600	635	600	1250	3000	1050	1120	1750	645	480
保证出力		MW	13.9	46.5	159.1	100	166.9	332	751.8	345.1	348	371	161.7	54.7
年发电量		亿 kW·h	3.16	9.78	15.59	23.1	20.11	40.56	96.67	40.51	45.45	63.51	27.08	385.82
建成时间		年	1995	2003	2004	1995	2006	1983	2009	2009	2013	2008	2011	/
建设情况			已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建	已建	规划

2.3.2 石阡河流域

石阡河为乌江中游右岸一级支流，发源于石阡县白沙镇羊角山，经塘头镇至江口村汇入乌江。石阡河流域集水面积 2104km²，河长 122km，河口处多年平均流量 38.9m³/s，平均比降 2.36‰。石阡河干流按罗家坝+长滩+鸡公滩+银水寺+泗河坝 5 级开发，目前各梯级电站均已建成。已建最后 1 个梯级电站泗河坝水电站至沙沱库区保留有约 11.4km 流水河段。石阡河干流梯级电站经济技术指标见表 2.3.2-1。

表 2.3.2-1 石阡河干流梯级电站经济技术指标表

项目	单 位	梯级名称				
梯级名称		罗家坝	长滩	银水寺	鸡公滩	泗河坝
建设地点		石阡县	思南县	思南县	思南县	思南县
控制流域面积	km ²	1469	1511.11	1779	1730	2050
多年平均流量	m ³ /s	27.3	28.78	33.61	32.91	39
开发方式		引水式	混合式	堤坝式	堤坝式	堤坝式
正常蓄水位	m	429.7	417.5	399.5	394	381
总库容	亿 m ³	0.0156	0.08	0.0055		
调节库容	亿 m ³	0.0126	0.006	0.0015		
调节性能		无调节	无调节	日调节	无调节	无调节
利用落差	m	10.1	16	6	12	5
装机容量	MW	2.0	3.2	0.96	2.5	0.5
保证出力	MW	0.519	0.887	0.314	0.915	0.2
坝址~河口距离	km	35.11	28.7	16.07	26.27	11.37
建成时间	年	2013	2016	2016	2004	2015
建设情况		已建	已建	已建	已建	已建



泗河坝水电站

2.4 工程建设必要性和紧迫性

2.4.1 工程建设必要性

(1) 花滩子水库建设是巩固提升脱贫攻坚成果、实现乡村振兴的需要

思南县位于武陵山区，是国家级重点贫困县，是铜仁市传统粮食产出大县，由于缺乏骨干调蓄工程，农业灌溉面积少，保证率低，粮食产量受到较大影响。建设花滩子水库是解决受水区水资源短缺的“补短板”工程，是工业反哺农业和支撑地处武陵山集中连片扶贫区的思南县脱贫巩固提升的重要举措；灌溉 5.01 万亩和沿线农村生活供水，可直接支撑农村饮水巩固提升。花滩子水库建设将为实施乡村振兴战略提供保障条件，巩固提升脱贫攻坚成果，并促进区域经济社会持续发展。

(2) 花滩子水库是保障思南县城用水安全的需要

目前，思南县中心城区主要从乌江干流及其支流取水，支流蓄水水源工程调蓄能力不足，存在提水扬程高、挤占生态环境用水等问题，且乌江干流受上游磷化工产业发展及航运开发影响，水质存在不定期的波动风险，供水水质难以满足饮用水源的要求。现有供水工程仅能维持现状用水需求，与未来需求相差较大，供需矛盾将十分突出。修建花滩子水库，增加其可供水量迫在眉睫。

(3) 花滩子水库建设是保障农业灌溉和工业园区发展用水的需要

思南县现状农业灌溉设施少而且老化严重，亟需建设新的水源，现有水源难以支撑快速发展的工业园区用水需求，经供需平衡分析计算，工业园区在尽量保留现状乌江水源并充分利用再生水进行分质供水考虑后，水质要求低的企业及道路绿地浇洒基本解决，2030 年工业园区年仍需花滩子补充供水 3557 万 m^3 。只有新建骨干水源，才能保障受水区农业灌溉和工业园区发展用水的需要。

(4) 花滩子水库建设是当地优质水源开发利用的需要

乌江干流水质长期以来不能满足国家饮用水源水质要求，加上上游工矿企业及城市群分布，上游来水及航运对水质影响以及河道底泥常年的污染物累积，以穿越思南县城的乌江干流作为饮用水源水质风险很高，城市供水水质安全难以得到保障，相应水厂处理难度及处理成本都高。铜仁市要求思南县及时调整县城集中式饮用水源地，思南县人民政府承诺 2020 年建成沙坝水库、2025 年建成花滩子水库，及时调整县城饮用水源，彻底解决县城饮水水源总磷超标问题。从水质、建库及供水条件分析，清渡河上修建花滩子水库工程，并作为供水水源，满足思南人民对美好生活的向往和中央环保督察整改要求，是开发利用当地优质水源的需要。

（5）花滩子水库建设是长江经济带乌江经济走廊核心区发展的需要

为落实国家长江经济带发展战略，2017 年 2 月贵州省人民政府批复了《乌江经济走廊发展规划》（黔府函〔2017〕25 号）。思南县是铜仁市规划“两区一走廊”的“乌江经济走廊”核心区，随着乌江经济走廊的打造和省级工业园区的批复，思南县将成为黔东北经济文化中心，花滩子水库工程建设对思南县的经济社会持续稳定发展将起到重要作用，同时对加快乌江经济走廊建设的作用也是显著的。

综上所述，花滩子水库建设是巩固提升脱贫攻坚成果和实现乡村振兴的需要，是保障思南县城城乡居民饮用水安全的需要、是保障农业灌溉和工业园区发展用水的需要、是当地优质水源开发利用的需要、是长江经济带乌江经济走廊核心区发展的需要。

思南县作为铜仁市次中心城市，一方面城市和园区近年发展迅猛，对水资源质和量两个方面提出更高要求，现状水源已无法满足其发展需求；另一方面因工程性缺水，加上水质风险大，城市和工业发展受到制约。花滩子水库建设将为城镇化、工业化和农业现代化发展、实施乡村振兴战略提供水源保障，巩固提升脱贫攻坚成果，促进经济社会可持续发展。因此，建设花滩子水库是必要的。

2.4.2 工程建设紧迫性

思南县位于武陵山连片贫困地区，被贵州省列为省级重点开发区域、重点发展的城市和内河船舶制造基地。目前，思南县城区主要从乌江干流及其支流取水，支流取水工程小而工程零散，存在提水扬程高、供水保证率不达标等问题，而乌江干流受上游磷化工产业发展及航运开发影响，供水水质存在不可预见的随机超标风险。随着铜仁市委市政府提出的“乌江经济走廊”战略的加快实施，以及思南县省级工业园区的建设，未来较长一段时期内思南县经济社会仍将快速发展，现有水源地难以满足区域日益增长的用水需求，亟需开辟新的水源。

思南县是铜仁市传统粮食产出大县，耕地分布于乌江两岸台地上，尤其以塘头坝子双季稻最为出名，但现状农业灌溉提水扬程高，且缺乏骨干调蓄工程，农业灌溉保证率偏低，粮食产量受到较大影响，影响了当地脱贫奔小康的进程。

根据主体设计工程建设必要性和紧迫性中所述，“思南县城区现有水源无法满足用水要求，若不在 2025 年前后建成唯一优质水源花滩子水库，思南县 2025 年城区将严重缺水，意味着全城 24 小时处于限水状态，生活用水只能分片分时供给，工业用水可能处于无水可供状态。思南县经济社会发展将会受到严重制约，人民群众长期处于不确定

的饮水安全风险中，工业园区发展规划将落空，还将使得思南县难以形成真正的贵州省重要的乌江港口城市，对于思南县依靠产业发展巩固脱贫攻坚成果有着重要的影响。”

从思南县经济社会发展对优质水资源的迫切需求，大型水库建设前期工作的复杂性以及工程建设周期等方面综合考虑，建设花滩子水库是非常紧迫的；开发当地唯一优质水源花滩子水库是满足人民群众美好生活的迫切要求，是支撑思南工业园区（省级）建设和巩固提升脱贫成果乡村振兴的紧迫要求。

2.5 地理位置

花滩子水库位于贵州省东北部、铜仁市西南部思南县境内长江流域乌江右岸一级支流清渡河下游冉氏堂河段，坝址经纬度坐标为 $N27^{\circ}50'25.36''$ 、 $E108^{\circ}18'23.27''$ ，坝址距思南县城 10km。供水灌溉工程范围涉及思南县城、思南工业园区（包括双塘、灯油坝、关中坝三个片区）、塘头镇、邵家桥镇、凉水井镇、鹦鹉溪镇、天桥乡等乡镇。

2.6 工程任务及规模

2.5.1 工程任务

花滩子水库工程任务是以城乡供水和灌溉为主、兼顾发电，并为区域脱贫奔小康创造条件。

2.5.2 工程规模

花滩子水库工程正常蓄水位 491m，相应库容 1.045 亿 m^3 ，死水位 463m，死库容 3231 万 m^3 ，兴利库容 6949 万 m^3 ，校核洪水位 493.26m，总库容 11300 万 m^3 ，水库调节性能为多年调节，灌溉面积 50090 亩，坝后电站装机 7.0MW，供水灌溉泵站装机总规模 3.57MW。

2.5.2.1 设计水平年与设计保证率

设计水平年：现状年为 2018 年，设计水平年为 2030 年。

设计保证率：城乡生活和工业供水保证率 $P=95\%$ ，灌溉设计保证率 $P=80\%$ 。

2.5.2.2 供水、灌溉及发电规模

（1）城乡生活、工业及灌溉供水

至设计水平年 2030 年，水库多年平均供水量 8909 万 m^3/a ，其中，向思南县城供水 2847 万 m^3/a （ $P=95\%$ ），工业园区供水 3932 万 m^3/a （ $P=95\%$ ），乡镇供水 487

万 m³/a (P=95%)，农村人畜供水 177 万 m³/a (P=95%)，多年平均灌溉用水量为 1466 万 m³/a。

(2) 发电规模

工程设置发电机组装机容量 7.0MW(2×3.0MW+1.0MW)，发电引水流量 11.62m³/s，年平均利用小时为 2594h，多年平均发电量为 1816 万 kW·h。

2.5.2.3 主要建筑物规模及等别

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)规定，花滩子水库工程等别为Ⅱ等，工程规模属大(2)型。

水库枢纽工程中挡水坝、溢洪道、放空底孔、供水灌溉兼发电取水口为 2 级建筑物，取水发电引水系统、坝后电站为 3 级建筑物。集鱼系统和鱼类增殖站为 5 级建筑物。

供水灌溉工程的总干管、北干管、南干管、双塘泵站为 3 级建筑物；邵塘支管、凉水井支管、孙家坝支管、老城支管及水池、管桥、隧洞为 4 级建筑物，邵家桥支管、芭蕉坝支管、关中坝支管及其水池、管桥、隧洞为 5 级建筑物；天桥泵站、灯油坝泵站、凉水井泵站、邵家桥泵站为 4 级建筑物。

2.5.3 工程组成和特性

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

表 2.5.3-1 工程项目组成表

工程项目		项目组成	
主体工程	水库 枢纽 工程	挡水建筑物	碾压混凝土重力坝，最大坝高 108.5m，坝顶长度 223.2m
		泄水建筑物	开敞式溢洪表孔，堰顶高程 480m；放空底孔，进口底板高程 434m
		供水灌溉兼发电 引水建筑物	塔式取水口（三层取水）、坝内埋管、坝后明管、
		生态发电引水系 统	生态放水管、直径 0.7m，全长 66.5m，进口高程 456.12m
		发电建筑物	右岸坝后地面厂房
	供水 灌溉 工程	总干邵家桥隧洞	总长 3.75km
		北干管	总长 13.74km，管道 11.52km，隧洞 1 座，2.13km，管桥 1 座 86m
		南干管	总长 13.95km，管道 9.88km，隧洞 2 座 4.07km
		东干管	总长 3.26km，管道 2.68km，泵站压力钢管 581m
辅助 工程	水库 枢纽 工程	施工导流	导流洞、上下游围堰
		施工辅助企业	1 处砂石加工系统
			2 处混凝土拌和站
			1 处综合加工厂、机修厂、木工厂、仓库
			供水、电、风系统
		施工交通工程	公路总长 11.1km，其中永久 5.5km，临时 5.6km，1 座临时桥
		渣、料场	1 个石料场、1 个土料场，1 个弃渣场

表 2.5.3-1

工程项目组成表

工程项目		项目组成	
灌区及供水工程	生活营地	1 个施工营地、1 处管理用房	
	施工辅助企业	4 套砂石加工系统、16 台混凝土拌和机（邵家桥隧洞、灯油坝隧洞、塘头 1#、2#隧进出口处）	
		供水、电、风系统	
	交通设施	临时公路 20.4km	
	渣场	21 个渣场：总干管 1 个渣场，南干管及支管 7 个弃渣场，北干管及支管 10 个弃渣场，东干管 3 个弃渣场	
建设征地与移民安置	库底清理	建筑物拆除与清理、卫生清理、林木砍伐与迹地清理等	
	建设征地	淹没及征地面积 2558 亩，其中永久占地 1008 亩，临时占地 1550 亩	
	移民安置	生产安置 1746 人、搬迁安置 1220 人，设置 1 个移民集中安置点	
	专项设施复建	复建 X532 县道四级公路 8.04km（含 2 处隧洞、大桥 2 座，中桥 3 座），等级外公路 12.9km 及桥梁	
环境保护和水土保持工程	水环境保护工程	主要包括砂石料废水处理设施、混凝土拌和系统冲洗废水处理设施、含油废水处理设施、生活污水处理设施、生态流量下放措施	
	水生生态保护工程	栖息地保护河段 2 段：清渡河花滩子水库库尾至在建清渡河水库坝址间约 22.3km 干流河段、坝址下游花滩子电站坝址至清渡河口间约 3km 干流河段、鱼类增殖站 1 座、三层取水口分层取水设施、集运鱼系统	
	陆生生态保护工程	1 株重阳木古树、2 处金荞麦移栽保护	
	水土保持工程	工程措施、植物措施、临时措施	

表 2.5.3-2

工程特性表

序号及名称	单 位	数 量	备 注
一、水文			
1、坝址以上集水面积	km ²	423	
2、利用水文系列	年	53	1965~2018
3、多年平均年径流量	亿 m ³	2.48	
4、代表性流量			
多年平均流量	m ³ /s	7.87	
设计洪水标准及流量	m ³ /s	1920	P=1%
校核洪水标准及流量	m ³ /s	3020	P=0.1%
施工导流标准及流量	m ³ /s	895	P=10%
5、洪量			
设计洪水洪量(24h)	亿 m ³	0.906	P=1%
校核洪水洪量(24h)	亿 m ³	1.44	P=0.1%
6、下泄生态水量	亿 m ³	0.5471	
7、泥沙			
多年平均悬移质输沙模数	t/km ²	350	
多年平均输沙量	万 t/年	17.8	
多年平均悬移质输沙量	万 t/年	14.8	
水平淤沙高程	m	436.78	50 年
坝前淤沙高程	m	426.85	50 年

表 2.5.3-2

工程特性表

序号及名称	单 位	数 量	备 注
二、工程规模			
(一) 水库			
1、校核洪水位	m	493.26	P=0.1%
2、设计洪水位	m	491.00	P=1%
3、正常蓄水位	m	491.00	
4、死水位	m	463.0	
5、总库容	万 m ³	11300	
6、调节库容	万 m ³	6978/6949	淤积前/淤积后
7、正常蓄水位以下库容	万 m ³	10450/10180	淤积前/淤积后
8、死库容	万 m ³	3472/3231	淤积前/淤积后
9、坝前淤积高程	m	426.85	淤积 50 年
10、正常蓄水位时水库面积	km ²	3.65	
11、回水长度	km	16.46	
12、库容系数	%	29.57	
13、调节特性		多年调节	
14、水量利用系数	%	37.62	
15、校核洪水位时下泄流量及相应下游水位	m ³ /s m	2750 427.85	P=0.1%
16、设计洪水位时下泄流量及相应下游水位	m ³ /s m	1920 429.19	P=1%
17、最小下泄流量及相应下游水位	m ³ /s m	1.18 410.02	生态基流
(二) 供水工程			
1、年引水量	万 m ³	7443	
2、设计引用流量	m ³ /s	3.53	
3、思南县城供水水量	万 m ³	2847	P=95%
4、工业园区供水水量	万 m ³	3932	P=95%
5、乡镇供水水量	万 m ³	487	P=95%
6、农村人畜供水水量	万 m ³	177	P=95%
(三) 灌溉工程			
1、灌溉面积	m ²	50090	自流 44381 亩、提灌 5709 亩 新增 45870 亩、改善 4220 亩
2、灌溉供水水量	万 m ³	1466	多年平均
		1719	P=80%
3、灌溉设计引用流量	m ³ /s	2.954	
(四) 发电工程			
1、总装机容量	MW	2×3.0+1.0	3 台机组, 2 大 1 小
2、保证出力 (90%)	MW	0.653	
3、多年平均发电量	万 kW·h	1816	
4、年利用小时数	h	2594	
5、最低取水水位	m	463	
6、发电引水流量	m ³ /s	11.62	

表 2.5.3-2

工程特性表

序号及名称	单 位	数 量	备 注
7、水轮机额定流量	m ³ /s	4.95/1.55	
三、淹没损失及工程占地			
1、淹没土地面积		5661.96	
耕地	亩	2795.96	
林地	亩	1024.68	
果园	亩	143.7	
草地	亩	377.77	
其他用地	亩	1463.55	
2、搬迁安置人口	人	3004	
3、生产安置人口	人	1799	
4、淹没区房屋	m ²	205890.65	
5、淹没影响重要专项			
四级公路 X532 县道	km	6.75	
电站	座	2	
水文站	座	1	
6、工程建设征地	亩	2521.76	
临时占地	亩	1505.62	
永久占地	亩	1016.14	
四、主要建筑物及设备			
(一) 挡水建筑物			
坝型		碾压混凝土重力坝	
坝顶高程	m	493.5	
最大坝高	m	108.5	
坝顶长度	m	223.2	
(二) 泄水建筑物			
1、坝顶溢洪道		实用堰	开敞式 WES 型
堰顶高程	m	480	
工作闸门 孔数及尺寸	m×m/	3(孔)×9.0(宽)×11.0(高)	
最大单宽流量	m ³ /s•m	103	
消能方式		挑流消能	
2、放空底孔			
进口底板高程	m	434	
进口检修门/工作门闸孔尺寸	m×m	3.0×3.5	(宽×高)
孔口断面尺寸	m×m	3.0×3.0	(宽×高)
最大下泄流量	m ³ /s	241.0	
(三) 供水、灌溉兼发电引水建筑物			
进口口底板高程		457/468/479	塔式、三层取水
进口闸门尺寸/数量	m/扇	3.0×3.0/3	
总引用流量		18.035	
供水灌溉设计引用流量	m ³ /s	6.415	

表 2.5.3-2

工程特性表

序号及名称	单 位	数 量	备 注
供水灌溉引水管长度/管径	m	33.0/3.0	
(四) 生态发电引水系统			坝内埋管、坝后明管
发电引用流量	m ³ /s	11.62	
发电钢管长度/内径(主管)	m	86.6/2.2	
发电钢管长度/内径(支管)	m	17.6/1.1	1#支管
发电钢管长度/内径(支管)	m	18.9/1.1	2#支管
发电钢管长度/内径(支管)	m	29.6/0.7	3#支管
发电钢管长度/内径(生态)	m	66.5/0.7	
(五) 发电厂房			
1、型式		地面式	
2、装机	kw	3000*2+1000	
3、水轮机安装高程	m	412	
(六) 输水建筑物			
1、输水线路总长	km	68.93	
2、无压隧洞总长	km	9.95	
邵家桥隧洞	km	3.75	城门洞型 2.5m×3.0m
灯油坝隧洞	km	2.13	城门洞型 2.0m×2.5m
塘头 1#隧洞	km	2.16	城门洞型 2.0m×2.5m
塘头 2#隧洞	km	1.91	城门洞型 2.0m×2.5m
3、泵站	个	5	
4、管桥	km	0.476	2 座
(七) 泵站			
1、天桥泵站			
总装机台数	台	4	2 台供水泵 2 台灌溉泵
单机容量	kW	75/37	供水泵/灌溉泵
扬程	m	177.6/50.0	供水泵/灌溉泵
单泵流量	m ³ /s	0.017/0.026	供水泵/灌溉泵
主厂房尺寸(长×宽)	m	39.6×12.3	浮船式厂房
2、双塘泵站			
总装机台数	台	4	3 用 1 备
单机容量	kW	560	供水泵
扬程	m	165.6	供水泵
单泵流量	m ³ /s	0.226	供水泵
主厂房尺寸(长×宽)	m	39.6×14.4	地面式厂房
3、其他泵站			
泵站个数	个	3	地面式厂房
总装机容量	kW	929	
最大提水扬程	m	275.5	
(八) 导流隧洞			
型式		城门洞型	5.0m×6.0m
进口底高程	m	411.0	

表 2.5.3-2

工程特性表

序号及名称	单 位	数 量	备 注
出口底高程	m	409.0	
长度	m	433.6	
导流流量	m ³ /s	208	
五、施工			
1、主体工程工程量			
土石方开挖	万 m ³	122.4	
洞挖石方	万 m ³	11.9	
土石方回填	万 m ³	39.4	
砼及钢筋砼	万 m ³	76.1	
帷幕灌浆	万 m	8.89	
固结灌浆	万 m	3.67	
2、永久交通公路			
水库枢纽工程	km	5.5	
供水灌溉工程	km	1.0	
4.施工工期			
水源工程工期	月	48	
灌区工程工期	月	36	
总工期	月	48	
六、环境保护工程			
1.生态流量下泄措施			
初期蓄水期临时生态放水管	处	1	坝内埋管，直径 1.0
运行期发电机组+生态放水管	处	1	生态放水管连接于发电引水钢管上，直径为 0.7m，设置活塞阀控制。生态管全长 66.5m
2.水生态保护工程			
栖息地保护	km	22.3+3.0	库尾-清渡河水库坝址约 22.3km 河段；坝址下游花滩子电站坝址-清渡河口间 3km 河段。
增殖放流站	处	1	放流规模 12 万尾/年，放流对象中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼
集运鱼系统	处	1	采用集运鱼系统，包括固定集鱼平台、活鱼车等
三层取水口	m	457、468、479	孔口尺寸 3.0m×3.0m
3.陆生生态保护工程			
古大树保护工程	株	1	淹没区
保护植物移栽	m ²	4	2 处
七、经济指标			
工程总投资	万元	326818	
静态总投资	万元	324958	
环境保护投资	万元	12821.63	

2.7 枢纽布置及主要建筑物

本工程包括水库枢纽工程及供水灌溉工程,其中水库枢纽工程包括碾压混凝土重力坝+坝顶溢洪表孔+左坝段放空底孔+左坝段供水、灌溉兼发电取水口+左岸供水、灌溉兼生态引水发电系统+右岸坝后电站。供水灌溉工程包括供思南县城和关中坝灌区的北部片区供水灌溉工程、供天桥乡及天桥灌区东部片区供水灌溉工程、供塘头镇及塘头灌区的南部片区供水灌溉工程 3 个部分。

2.6.1 水库枢纽工程

(1) 挡水建筑物

① 非溢流坝段

碾压混凝土重力坝布置于冉氏堂下游 500m 处,坝轴线长 223.2m,坝顶高程 493.5m,坝基高程 385m,最大坝高 108.5m。正常蓄水位时河谷宽高比 2.3,坝顶宽度 10m,最大坝底宽度 89.25m。大坝左右两岸为非溢流坝段,河床段为溢流段。左岸非溢流坝段长 70.2m,右岸长 114.5m。

② 溢流坝段

溢流坝段布置在坝横 0+114.0m~坝横 0+053.0m,溢洪道为有闸控制的 3 孔开敞式溢洪道,堰顶高程 480m,溢流前沿净宽 27m,最大单宽流量为 $103\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ 。进口设置 $9\times 11\text{m}$ 事故检修闸门三扇,其后设置 $9\times 11\text{m}$ 弧形工作门两扇。

溢流堰为 WES 型实用堰,由上游面曲线、下游面曲线、泄槽段、下游反弧段、挑流鼻坎组成。采用挑流消能。

(2) 放空底孔

放空底孔采用坝身布置方案,设置于右坝段桩号坝横 0+165.0 处,总长为 94.2m。进口底板高程为 434.00m,低于死水位 29m。进口为喇叭型,设 $3.0\text{m}\times 3.5\text{m}$ (宽 \times 高)的平板检修钢闸门 1 扇及相应的启闭设备一套。孔身为 3.0×3.5 (宽 \times 高)的矩形断面,通过渐变压坡段后出口尺寸为 $3.0\times 3.0\text{m}$,设 $3.0\times 3.0\text{m}$ 的弧形工作闸门 1 扇,底孔出口采用挑流消能。

(3) 左坝段供水、灌溉兼发电取水口

供水、灌溉取水口与发电取水口“合二为一”布置,为坝身塔式取水口,中心线桩号为坝右 0+197.2m,采用分层取水措施,取水口进口底板高程 457m。取水口闸门井尺寸 $9\times 10\text{m}$,顶部高程 493.5m。

取水口闸门井依次设置拦污栅、分层取水隔水闸门、渐变段；拦污栅孔口尺寸 $3.0 \times 36\text{m}$ ，底槛高程 457m ，检修平台高程 493.5m ，采用多节直通拦污栅的方式，单节拦污栅尺寸为 $3.0 \times 3.6\text{m}$ ，共 10 节拦污栅。拦污栅下游设置三层分层取水口，进口底板高程分别为 457.0m 、 468.0m 、 479.0m ，孔口尺寸均为 $3.0 \times 3.0\text{m}$ ，均设置隔水平板闸门。

（4）左岸供水、灌溉兼生态引水发电系统

供水、灌溉兼生态引水系统由坝内埋管、供水及生态闸室、发电引水钢管及生态放水管组成。坝内埋管长度为 26.2m ，埋管后设供水及生态闸室，闸室将总管一分为二，在坝后分别接生态引水发电压力钢管和供水灌溉钢管。其中供水灌溉引水管内径 3.0m ，设计引用流量 $6.415\text{m}^3/\text{s}$ ，发电引水钢管主管管径 2.2m ，设计引用流量 $11.62\text{m}^3/\text{s}$ 。永久生态流量放水管内径 0.7m ，水库死水位时过流能力 $1.285\text{m}^3/\text{s}$ ，发电支管内径分别为 1.1m 、 1.1m 、 0.7m 。

为了确保电站在事故或检修时不影响生态水的下放，在供水及生态闸室内，从发电引水钢管上设置活塞阀并接生态放水管，生态管沿坝坡布置引至下游河道；当电站事故情况或检修时，通过生态放水管以确保生态放水正常下放。

（5）右岸坝后电站

坝后电站厂房布置于大坝坝脚下游右岸，厂区地面高程 425.8m ，为地面式厂房，厂区主要建筑物有主、副厂房、尾水渠及主变场。

电站利用弃水及环境水发电，引用流量 $11.62\text{m}^3/\text{s}$ ，设 1 台 1.0MW +2 台 3.0MW 水轮发电机组，小机组额定引用流量 $1.55\text{m}^3/\text{s}$ ，大机组额定引用流量 $4.63\text{m}^3/\text{s}$ 。主厂房基础高程 404.6m ，长 50.9m ，宽 17m ，高 29.4m ，主厂房安装间高程 426.0m ，发电机层高程 411.2m 。

（6）集运鱼系统

在下游花滩子电站发电厂房尾水渠位置布置集鱼系统，集运鱼方案总体布置为：集鱼系统+公路转运方案，通过集鱼系统将集鱼箱提升到右岸高程 398.00m 的转运平台，后通过花滩子电站的进厂公路运输至右岸进厂（通往坝后水电站的永久公路）公路，再通过运鱼车将鱼运至指定位置放流或鱼类增殖站。

集鱼系统主要由上游沉沙池、进口控制闸室、集鱼箱及提升排架、下游集鱼廊道等组成。

（8）鱼类增殖放流站

鱼类增殖放流站位于业主营地附近，占地面积约 1hm^2 。站内布置办公生活区、生产区以及养殖废水处理区。增殖站办公生活区由综合楼和户外休闲绿地组成，综合楼的主要功能为办公、监控、展示、食堂及住宿；生产区主要有高位蓄水池、催产孵化和开口苗培育车间、亲鱼培育池、苗种培育车间、活饵培育池、防疫隔离池、亲鱼培育池、苗种培育池、生态水池和配套设施。鱼类增殖站应在河流截流前建成，截流后即实施放流工作，并考虑长期运行。鱼类增殖站作为水库枢纽永久建筑物，由业主负责统一管理和运行。

(9) 管理营地

水源管理处位于坝址下游约 1.5km 右岸，占地面积约 1hm^2 。

2.6.2 供水灌溉工程

2.6.2.1 供水灌溉工程总布置

供水灌溉工程将受水区分分为北部片区、南部片区、东部片区 3 个片区。其中北部片区包括思南县城城区及工业园区、凉水井镇、关中坝灌区；南部片区包括塘头镇、塘头灌区；东部片区包括天桥乡、天桥灌区。灌区主要涉及凉水井镇、鹦鹉溪镇、邵家桥镇、塘头镇、天桥乡。北部片区和南部片区供水管线从枢纽的供水灌溉取水口取水($6.415\text{ m}^3/\text{s}$)，东部片区供水管线从花滩子水库库中天桥泵站取水($0.069\text{ m}^3/\text{s}$)，设计供水灌溉总取水量 $6.484\text{ m}^3/\text{s}$ 。

输水线路由总干邵家桥隧洞、北干管、南干管、东干管及 7 条支管组成，大体南北向展布，分布在思南县境内。供水线路总长 68.93km 。其中总干邵家桥隧洞长 3.75km ，3 条干管总长 30.95km ，7 条支管总长 34.23km 。泵站共计 5 个，主要分布在东干管(天桥泵站)、邵塘支管(双塘泵站)、孙家坝支管(灯油坝泵站)、凉水井支管(凉水井泵站)及邵家桥支管(邵家桥泵站)。

工程建成后主要向思南县中心城区供水及工业园区、思南县塘头镇等周边乡镇供水；总供水量为 $8909\text{ 万 m}^3/\text{a}$ ，其中，向思南县中心城区供水 $2847\text{ 万 m}^3/\text{a}$ ，工业园区供水 $3932\text{ 万 m}^3/\text{a}$ ，塘头等集镇供水 $487\text{ 万 m}^3/\text{a}$ ，可灌溉 50090 亩农田（其中 44382 亩为自流灌溉， 5709 亩为提溉，提水扬程 50m ），多年平均灌溉用水量为 $1466\text{ 万 m}^3/\text{年}$ ；可解决灌区农村人口共计 5.75 万人的供水，向农村供水 $177\text{ 万 m}^3/\text{a}$ 。

(1) 总干邵家桥隧洞

坝址取水口总设计流量为 $6.415\text{m}^3/\text{s}$ ，经取水系统取水后，经 3.75km 邵家桥隧洞输水至渔溪沟后分为北干管和南干管，分别给向南北片区供水。隧洞为底坡 $1/1500$ 洞身过水的无压隧洞。隧洞型式为城门洞型断面，断面净空尺寸为 $2.5\times 2.696\text{m}$ （宽 \times 高）。

（2）北干管

北干管由邵家桥隧洞末端分水口引出以自流输水为主，沿乌江右岸布置向北走线，主要线路为：邵家桥隧洞出口水池 \rightarrow 邵塘支管分水口 \rightarrow 清渡河管桥 \rightarrow 孙家坝支管分水口 \rightarrow 灯油坝隧洞 \rightarrow 老城支管分水口 \rightarrow 凉水井支管分水口及关中坝支管分水口。

北干管管首设计流量为 $3.957\text{m}^3/\text{s}$ ，末端设计流量为 $0.77\text{m}^3/\text{s}$ 。输水线路总长 13.74km ，采用重力流自流输水，包含 1 条隧洞 2.13km 、1 座管桥 86m 、长 11.52km 的球墨铸铁管。

北干管上的隧洞为灯油坝隧洞，总长 2.13km 。隧洞为底坡 $1/2500$ 洞身过水的无压隧洞，隧洞型式为城门洞型断面，断面尺寸为 $1.5\text{m}\times 1.828\text{m}$ （宽 \times 高）。

1 座管桥总长 86m ，为新建管拱跨清渡河，主拱净跨度 72m ，失跨比为 $1/6$ ，跨河管拱段采用 2 根内径 1mQ235B 钢管过水。

干管上总共分有 5 条支管，总长为 32.63km 。分别为邵塘支管（ 10.7km ，管首设计流量 $2.169\text{m}^3/\text{s}$ ）、孙家坝支管（ 2.18km ，管首设计流量 $0.198\text{m}^3/\text{s}$ ）、老城支管（ 0.53km ，管首设计流量 $0.747\text{m}^3/\text{s}$ ）、凉水井支管（ 7.36km ，管首设计流量 $0.329\text{m}^3/\text{s}$ ）及关中坝支管（ 11.86km ，管首设计流量 $0.436\text{m}^3/\text{s}$ ）。对于分布高程较高的受水区采用支管泵站提水，共有 3 座泵站，分别为灯油坝泵站（扬程 118.6m ）、双塘泵站（扬程 165.6m ）、凉水井泵站（扬程 275.5m ）。

（3）南干管

南干管由邵家桥隧洞末端分水口引出以自流输水为主，沿乌江右岸布置向南走线，主要线路为：邵家桥隧洞出口水池 \rightarrow 邵家桥支管分水口 \rightarrow 塘头 1 隧洞 \rightarrow 塘头 2 隧洞 \rightarrow 芭蕉坝支管分水口 \rightarrow 塘头水厂。

南干管首端设计流量为 $2.385\text{m}^3/\text{s}$ ，末端设计流量为 $0.807\text{m}^3/\text{s}$ 。输水线路总长 13.95km ，采用重力流自流输水，包含 2 条隧洞、长 9.88km 的球墨铸铁管。

南干管上共有 2 座隧洞总长 4.07km ，分别为塘头 1#隧洞（ 2.16km ）及塘头 2#隧洞（ 1.91km ）。隧洞为底坡 $1/2500$ 洞身过水的无压隧洞。隧洞型式为城门洞型断面，断面尺寸为 $1.5\times 1.828\text{m}$ （宽 \times 高）。

干管上总共分有 2 条支管，总长为 1.61km。分别为邵家桥支管（0.66km，管首设计流量为 $0.11\text{m}^3/\text{s}$ ）及芭蕉坝支管（0.95km，管首设计流量为 $0.68\text{m}^3/\text{s}$ ）。对于分布高程较高的受水区采用支管泵站提水，共有 1 座泵位于邵家桥支管末端，为邵家桥泵站（扬程 50m）

（4）东干管

东干管总长 3.26km。采用库内泵站取水，泵站位于上游库区右岸天桥乡鞍山村，主要为天桥灌区灌溉和天桥乡供水提水，泵站引水灌溉流量 $0.052\text{m}^3/\text{s}$ ，灌溉提水设计扬程为 50m，供水流量 $0.017\text{m}^3/\text{s}$ ，供水提水设计扬程为 166.5m，通过钢管将水输送至天桥灌溉高位水池和供水高位水池，灌溉高位水池经田间工程输水至天桥灌区，供水高位水池接东干管，主要是向天桥乡供水，末端接天桥乡已建水厂。

（5）供水灌溉输水建筑物统计

干、支管总长度为 68.93m。干、支管上建筑物主要有：泵站 5 座；隧洞 4 条，长度为 9.95km；管桥 2 座，长度为 0.476km。

表 2.6.2-1 供水灌溉工程建筑物统计表

序号	线路名称	管道	泵站		隧洞		管桥		合计
		长度(km)	压力钢管长度(km)	个数	长度(km)	个数	长度(km)	个数	长度(km)
1	总干邵家桥隧洞	/	/	/	3.75	1	/	/	3.75
2	北干管	11.52	/	/	2.13	1	0.086	/	13.74
	北干支管合计	32.46	4.398	3	/	/	0.39	1	32.62
2.1	邵塘支管	10.07	0.242	1	/	/	0.39	1	10.7
2.2	孙家坝支管	0.378	1.8	1	/	/	/	/	2.18
2.3	老城支管	0.53	/	/	/	/	/	/	0.53
2.4	凉水井支管	5	2.356	1	/	/	/	/	7.36
2.5	关中坝支管	11.86	/	/	/	/	/	/	11.86
3	南干管	9.88	/	/	4.07	2	/	/	13.95
	南干支管合计	1.40	0.21	1	/	/	/	/	1.61
3.1	邵家桥支管	0.45	0.21	1	/	/	/	/	0.66
3.2	芭蕉坝支管	0.95	/	/	/	/	/	/	0.95
4	东干管	2.68	0.581	1	/	/	/	/	3.26
线路总长		/	/	5	9.95	4	0.476	2	68.93

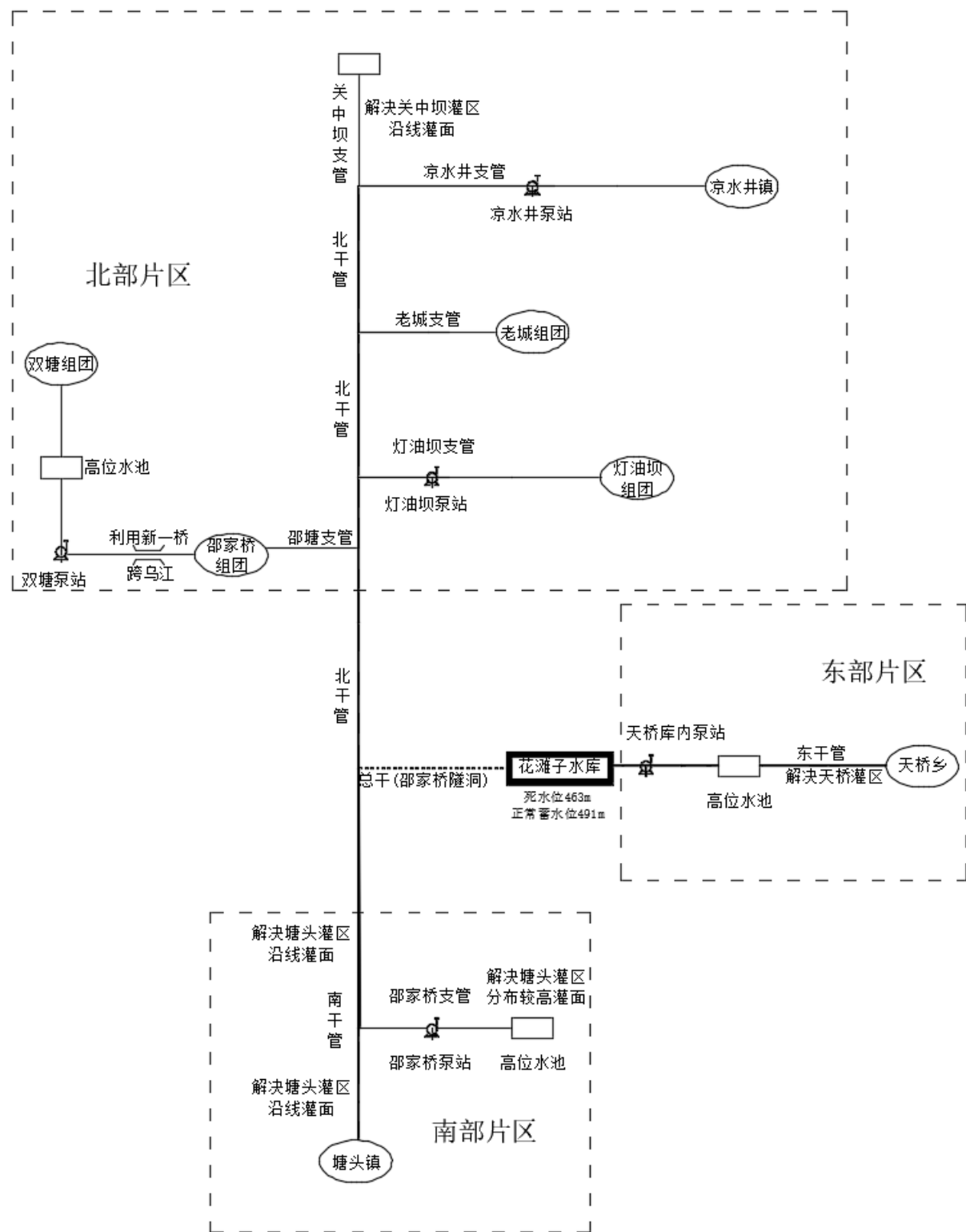


图 2.6.2-1 供水灌溉输水线路简图

2.6.2.2 隧洞

花滩子水库供水灌溉工程有 4 条隧洞，均为洞身过水无压隧洞，采用 C25 钢筋混凝土衬砌。

表 2.6.2-2 隧洞特性统计表

位置	名称	总长(km)	流量(m ³ /s)	断面尺寸 (宽×高 m)	起点高程 (m)	终点高程 (m)	纵坡
总干管	邵家桥隧洞	3.75	6.415	2.5×2.696	462.7	460.0	1/1500
北干管	灯油坝隧洞	2.13	1.55	1.5×1.828	453.2	452.0	1/2500
南干管	塘头 1#隧洞	2.16	1.573	1.5×1.828	450	448.5	1/2500
	塘头 2#隧洞	1.91	1.505	1.5×1.828	447.5	442.0	1/2500

2.6.2.3 泵站

本工程输水管线共设置 5 座泵站，包括东干管天桥泵站、南干管邵家桥支管邵家桥泵站；北干管孙家坝支管灯油坝泵站、邵塘支管的双塘泵站、凉水井支管凉水井泵站。

表 2.6.2-3 泵站设计参数统计表

名称	所在管道	项目	数量	备注
天桥泵站	东干管	设计流量(m ³ /s)	0.052	灌溉泵站，供天桥灌区
			0.017	供水泵站、供天桥乡
		泵站前池设计运行水位(m)	483.72	灌溉泵站，供天桥灌区
			464.36	供水泵站、供天桥乡
		出水池设计运行水位(m)	531.5	灌溉泵站，供天桥灌区
			631.0	供水泵站、供天桥乡
		泵站设计扬程(m)	50	灌溉泵站，供天桥灌区
			177.6	供水泵站、供天桥乡
邵家桥泵站	南干管邵家桥支管	设计流量(m ³ /s)	0.11	灌溉泵站，供塘头灌区
		泵站前池设计运行水位(m)	453.0	
		出水池设计运行水位(m)	500.0	
		泵站设计扬程(m)	50	
灯油坝泵站	北干管孙家坝支管	设计流量(m ³ /s)	0.197	供水泵站，接灯油坝水厂
		泵站前池设计运行水位(m)	453.0	
		出水池设计运行水位(m)	560.0	
		泵站设计扬程(m)	118.6	
双塘泵站	北干管邵塘支管	设计流量(m ³ /s)	0.677	供水泵站，接云山水厂
		泵站前池设计运行水位(m)	437.0	
		出水池设计运行水位(m)	597.0	
		泵站设计扬程(m)	165.6	
凉水井泵站	北干管凉水井支管	设计流量(m ³ /s)	0.027	供水泵站，接凉水井集镇
		泵站前池设计运行水位(m)	435.0	
		出水池设计运行水位(m)	702.0	
		泵站设计扬程(m)	275.5	

2.6.2.4 管桥

本工程共有 2 座管桥，分别为北干管的清渡河管桥、邵塘支管的跨乌江管桥。

表 2.6.2-4 管桥特性统计表

位置	名称	型式	长度(m)	跨度(m)	管桥上管径(m)	跨越水体
北干管	清渡河管桥	排架式	86	72	1.0	清渡河
邵塘支管	跨乌江管桥	拱排式	390	378	0.4	乌江

2.6.2.5 管道防渗及水质保护

本工程除隧洞段外，其他都采用管道方式输水，不采用明渠，隧洞段为无压隧洞，采用 C25 钢筋混凝土衬砌，管道内水质基本不受外界影响。

2.8 施工布置及进度安排

2.8.1 水库枢纽工程

2.8.1.1 施工导流

(1) 导流标准

大坝施工采用上、下游围堰挡水，左岸导流隧洞过流的施工导流方式。导流标准上下游围堰采用 10 年一遇标准，相应导流设计流量为 $208\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 导流方式

表 2.8.1-1 大坝施工导流方式

时 段	挡水建筑物	泄水建筑物	上游水位(m)	下游水位(m)	施工项目
第一年 9 月~第二年 3 月	原河道过流				期间进行导流隧洞施工
第二年 4 月~第二年 10 月	原河道及导流隧洞联合过流				期间进行两坝肩河道水面高程以上部分基础开挖
第二年 11 月~第三年 4 月	围堰	导流隧洞	422.06	414.5	期间进行河床部分基础开挖、河床部分基础处理、坝体混凝土浇筑至 411m 高程
第三年 5 月~第三年 10 月	导流隧洞及坝面联合过流		421.0	419.31	坝面停工度汛
第三年 11 月~第四年 4 月	围堰	导流隧洞	422.06	414.50	期间进行 420.0~460.0m 高程坝体混凝土浇筑
第四年 5 月~第四年 10 月	坝体	导流隧洞与放空底孔	450.77	418.50	期间进行 460.0~485.0m 高程坝体混凝土浇筑
第四年 11 月~第五年 2 月	围堰	导流隧洞	420.18	412.5	期间进行溢洪道混凝土浇筑及闸门安装
第五年 3 月~第五年 4 月		临时放水管+放空底孔	434.5		期间进行导流隧洞封堵下闸，堵头施工

(3) 导流建筑物

① 导流隧洞

导流隧洞布置在左岸，导流隧洞由进口明渠、闸门井、洞身段及出口明渠组成，隧洞进口距坝轴 150.0m，出口距坝轴 300.0m。导流隧洞长 433.6m，隧洞进口底板高程 411.0m，出口底板高程 409.0m，底坡 0.461%。导流隧洞过流断面为 $5.0\text{m} \times 6.0\text{m}$ 城门洞型，过水断面面积 27.9m^2 。

② 挡水围堰

上、下游围堰均采用土石围堰。

上游围堰位于坝轴线上游约 115m 处，挡水水位 422.06m，堰顶高程 422.8m，堰顶宽 5.0m，堰长 114.63m，最大堰高 12.8m，围堰上下游边坡 1:2.0。

下游围堰位于坝轴线下游约 320m，挡水水位 414.5m，堰顶高程 415.5m，堰顶宽 4.0m，堰长 57.3m，最大堰高 5.5m，围堰上下游边坡 1:2.0。

(4) 截流

截流时间选择在 11 月初进行。截流标准采用 10 年一遇 10 月份月平均流量 $5.04\text{m}^3/\text{s}$ 。河道截流时，采用钱堤进占立堵截流，从右岸向左岸推进。

(5) 下闸蓄水与导流隧洞封堵

导流隧洞于第五年 3 月初下闸封堵，水库开始蓄水。初期蓄水阶段考虑下泄生态基流 $1.18\text{m}^3/\text{s}$ 和 $2.36\text{m}^3/\text{s}$ ，在下闸后保持 10 天左右的下泄过程逐渐衰减至生态基流，从而不引起下游河道流量骤减。

从起蓄水位 407m 蓄至放空底孔进口底板高程 434m，约需 28 天，期间通过坝体 390.5m 高程预埋的直径 1.0m 临时生态放水管（泄流能力为 $2.95\text{m}^3/\text{s}$ ）下泄生态流量；从 434m 蓄至水库死水位 463m，约需 60 天，期间采用 434m 高程处的放空底孔下泄生态流量；水位蓄至死水位 463m 之后，通过 457m 高程的引水发电系统进水口下泄生态流量。

导流隧洞封堵长度取 35.0m，封堵段桩号为 0+145.26~0+180.26。

2.8.1.2 施工交通

(1) 对外交通

工程区附近无铁路经过，除机电设备需经铁路运输到大龙站再转公路运输外，对外运输以公路运输为主，运输线路为：铜仁市→思南县城→孙家坝镇→坝址，线路长度为 165km，铜仁市至思南县城为高速公路，公路里程为 140km，思南县城至冉氏堂村为 X532 县道，混凝土路面，公路里程为 25km。

(2) 场内交通

场内永久公路包括进场公路、上坝公路、坝后电站进厂公路，采用混凝土路面，全长 11.1km，其中永久公路长 5.5km（含 4km 改造公路）、临时公路长 5.6km、交通隧洞长 0.15km、临时桥长 60m。

表 2.8.1-2 枢纽区场内外交通一览表

序号	名称	长度 km	路面宽度 (m)	备注
----	----	-------	----------	----

表 2.8.1-2 枢纽区场内外交通一览表

序号	名称	长度 km	路面宽度（m）	备注
一	永久公路	5.5		
1	R1 右岸坝顶公路	0.2	6.0	新建
2	R2 右岸电站公路	1.3	6.0	
3	R8 料场连接公路（永久部分）	4.0	6.0	改造公路
二	临时公路	5.6		
1	R3 右岸基坑公路	0.5	6.0	新建
2	R4 左岸坝顶公路	1.1	6.0	
3	R5 左岸坝肩开挖便道	0.6	3.5	
4	R6 左岸基坑公路	1.5	6.0	
5	R7 溢洪道施工公路	0.5	6.0	
6	R8 料场连接公路（永久部分）	1.4	6.0	
7	下游跨河公路桥	0.06	3 跨贝雷桥，每跨 20m	新建
公路合计		永久公路长 5.5km（含 4km 改造公路）、临时公路长 5.6km、交通隧洞长 0.15km、临时桥长 60m		

2.8.1.3 料场

本阶段水库枢纽区选择 2 号石料场作为主料场，1 号料场作为备用料场。

2#石料场位于坝址下游清渡河右岸泉井坡村寨附近，距离坝址约 3km，作为主料场。2#石料场距 523 县道约 500m，交通运输便利，料场地形起伏较大，除西侧悬崖外，其余三面地形坡度为 20~40°。

规划开采面积 4.03 万 m²，开采高程 487m~545m。料场开采总量 99.66 万 m³，利用量为 79.31 万 m³，剥离料为 20.35 万 m³，料场开采剥采比为 25.7%，料场开采料采用 1m³挖机装 10t 自卸汽车运输，到坝址运输距离 3km。石料场占地面积约 12.3hm²，占地类型为灌木林地、荒草地。

土料场位于坝址上游清渡河左岸下坝村寨附近，位于拟建水库正常蓄水位之下。距离上坝址约 0.8km，有乡村公路相连。土料主要用于上、下游围堰细颗粒料的填筑料，料场面积约为 0.5 hm²，占地类型为灌木林地、荒草地。



2.8.1.4 土石方平衡和弃渣场规划

(1) 土石方平衡

根据主体设计水土保持土石方平衡成果，水库枢纽工程共开挖土石方 86.45 万 m³，考虑围堰填筑利用、电站厂房回填以及砂石加工利用 3.81 万 m³后，共产生弃渣 82.64 万 m³，换算为松方共计 115.7 万 m³。

表 2.8.1-3 枢纽工程区土石方平衡表

项目名称		开挖量 (万 m ³)	回填量 (万 m ³)	利用量 (万 m ³)	弃渣量 (万 m ³)	备注
大坝	土石方开挖	5.88			5.88	
	石方开挖	48.34		1.8	46.54	厂房利用
	小计	54.22	0	1.8	52.42	
导流隧洞工程	土方开挖	0.81			0.64	
	石方开挖	3.28		2.01	1.27	围堰填筑
	小计	4.09	0	2.01	2.08	
帷幕灌浆工程	土方开挖	0.07			0.07	
	石方开挖	5.21			5.21	
	小计	5.28	0	0	5.28	
引水发电系统	土方开挖	0.51			0.51	
	石方开挖	2.0			2.0	
	小计	2.51	0	0	2.51	
石料场	土方开挖	4.07			4.07	
	石方开挖	16.28			16.28	
	小计	20.35			20.35	
合计		86.45	0	3.81	82.64	

(2) 弃渣场规划

枢纽工程规划 1 个弃渣场，位于大坝上游 1.5km 处靠河床的台阶地。用于堆放水库枢纽工程基础开挖弃渣料。规划堆渣高程 424.0~464.0m，渣场容量 120 万 m³，共规划堆放弃渣 115.7 万 m³。渣场占地 4.6hm²，占地类型为耕地、灌丛与灌草丛。



枢纽区弃渣场

2.8.1.5 施工辅助设施

(1) 砂石加工系统

水库枢纽工程设置 1 套砂石加工系统，布置在坝址下游 3km 右岸 2#石料场附近，由粗碎、筛分、细碎、制砂、成品堆场、供电、供水和废水处理设施等部分组成，粗碎处理能力 900t/h，制砂能力 150t/h。

工艺流程为毛料由振动给料机输送毛料进入粗碎车间进行粗碎处理，粗碎后进入半成品料仓，然后经皮带输送机输送至一次筛分车间筛分，满足混凝土用量要求的 40~80mm 的大石由皮带机送至成品料仓；大于 80mm 的特大石进入中碎车间进行二次破碎；40mm 以下的由皮带机送入二次筛分车间进行二次筛分。经二次筛分后满足混凝土用量要求的中石、小石、砂直接进入成品料堆场。当经过粗碎和中碎后砂量不足时，用可逆式胶带机将部分 20~40mm 中石输送到制砂车间行破碎进行调节制砂。

(2) 混凝土拌和系统

枢纽工程区设置 2 套混凝土拌和系统。1、2 号混凝土拌和系统集中布置在大坝下游右岸 560~580m 高程缓坡地带。每处拌和系统由水泥罐、粉煤灰罐及 2 座 HL160-3F2000 型混凝土拌和楼组成，用于拌制碾压混凝土，系统生产能力为 160m³/h。

混凝土拌和系统占地面积 0.7hm²，占地类型为旱地和灌丛。

(3) 机械修配及综合加工厂

机械修配厂布置在大坝上游右岸，承担本工程施工机械设备的中小修、保养和停放任务，占地面积 0.45hm²，综合加工厂紧邻机械修配厂布置于大坝上游右岸，主要有钢筋加工厂和木材加工厂，占地面积 0.35hm²。

(4) 供风、水、电系统

施工供风总规模为 80m³/min，共设置 4 座空压站，分别位于大坝下游右岸公路旁、大坝上游左岸公路旁、混凝土拌和楼处、2#石料场附近。

水库枢纽工程共设 2 套供水系统：1 号供水系统布置在大坝下游侧右岸河边，2 号供水系统布置在大坝左岸上游侧。设计供水能力 360m³/h，其中施工生产用水设计供水能力 300 m³/h，施工人员生活用水设计供水能力 60 m³/h。

施工用电从孙家坝 220kV 变电站引接，通过 35kV 的输电线路送到施工区，需架设 35kV 输电线路 8km。另在坝区配置 250kW 柴油发电机一台，作为应急备用电源。

(5) 生活营地

业主营地布置于坝址右岸下游约 0.7km，距思南县城约 15km；施工营地布置在大坝下游右岸上坝公路边缓坡地带。

2.8.1.6 初期蓄水

根据施工进度安排，导流隧洞于第五年 3 月初下闸封堵，选取 $P=50\%$ 平水年和 $P=75\%$ 偏枯年，按同倍比缩放作出代表年进行水量调节计算，水库蒸发、渗漏损失按库容的 10% 计。计算中考虑下放生态基流，且考虑下闸后下泄流量过程经 10 天左右降低至最小生态基流，以降低下闸时下游流量突变引起的水生生境变化问题，经计算，3 月 1 日下闸后，平水年 4 月 26 日可蓄至死水位，7 月 3 日蓄至正常蓄水位；偏枯水年 6 月 14 日可蓄至死水位，8 月 12 日蓄至正常蓄水位。

初期蓄水阶段，随着水位逐渐上升，采用不同高程的三处下泄通道，保持下泄通道有效衔接。水位从 407m 蓄至放空底孔进口底板 434.0m 高程之间，采用 395.5m 高程的临时生态放水管下放。水位从 434.0m 蓄水发死水位 463.0m 高程之间，采用 434.0m 的放空底孔下放；水库蓄水至 463.0m 高程之后，则可通过 457.0m 的引水发电系统进水口来下放。

不同来水条件下考虑下泄生态流量后水库蓄至各控制高程所需的时间见表 2.8.1-4。

表 2.8.1-4 下闸蓄水至各控制高程蓄水时间成果表（考虑下泄环境水的情况下）

来水保证率	下闸时上游水位 (m)	至放空底孔进口底板 高程 434m(相应库容 509 万 m^3)	至进水口底板高程 457m (库容 2577 万 m^3)	至死水位 463m (库容 3472 万 m^3)	至正常蓄水位 491m (库容 10450 万 m^3)
丰水年 ($P=10\%$)	407	3 月 24 日	5 月 1 日	5 月 5 日	6 月 12 日
平水年 ($P=50\%$)	407	3 月 28 日	5 月 3 日	5 月 8 日	7 月 3 日
偏枯水年 ($P=75\%$)	407	4 月 5 日	6 月 7 日	6 月 14 日	8 月 12 日

表 2.8.1-5 偏枯水年初期蓄水蓄水量计算表（考虑下泄环境水的情况下）

水位	水库库容(万 m³)	蓄水量(万 m³)	期间平均入库流量(m³/s)	期间平均下泄流量(m³/s)	期间平均蓄水流量(m³/s)	蓄水时间(d)	累计时间(d)	泄流设施
起蓄水位	——	——	——	——	——	——	——	——
至 434m	509	509	3.30	1.35	1.64	36	36	坝体内临时生态放水管（中心高程 390.5m）
至 457m	2577	2068	6.49	2.36	3.80	63	99	
至 463m	3472	895	17.5	2.36	14.8	7	106	放空底孔
至 491m	10450	6978	16.4	2.36	13.69	59	165	发电引水系统

注：流量数据为蓄水时段平均值

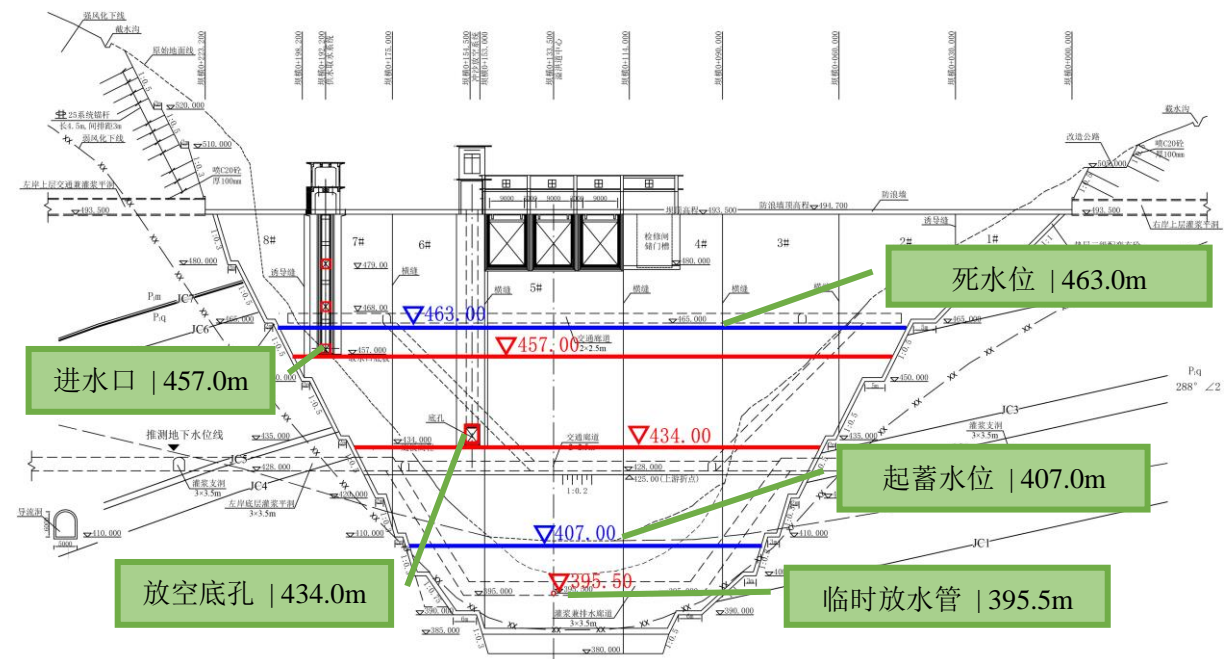


图 2.8.1-1 初期蓄水阶段下泄流量通道示意图

2.8.2 供水灌溉工程

2.8.2.1 施工交通

(1) 对外交通

供水灌溉工程对外交通运输主要依托输水线路周边现有公路系统，解决施工机械进场场及材料运输。

(2) 场内交通

供水灌溉工程区从已有公路修建 27 条简易施工道路 20.6km，其中连接泵站新建永久公路 2 条，共计 1.0km，临时施工道路 25 条 20.6km，连接各有关建筑物。

表 2.8.2-1 供水管线及灌区场内交通统计表

道路名称	位置	长度(km)	路面宽(m)	路基宽(m)	属性	路面形式
总干管 1#施工道路	邵家桥隧洞出口	2.0	3.5	4.5	临时	泥结石
北干管 1#施工公路	北干管 1#施工区	2.0	3.5	4.5	临时	泥结石
北干管 2#施工公路	北干管 2#施工区	0.7	3.5	4.5	临时	泥结石
北干管 3#施工公路	关中坝水厂	0.3	3.5	4.5	临时	泥结石
北干管 4#施工公路	北干管 3#施工区	1.2	3.5	4.5	临时	泥结石
北干管 5#施工公路	北干管 4#施工区	0.8	3.5	4.5	临时	泥结石
北干管 6#施工公路	北干管 6#施工区	1.1	3.5	4.5	临时	泥结石
北干管 7#施工公路	北干管 7#施工区	0.5	3.5	4.5	临时	泥结石
双塘泵站永久公路	双塘泵站	0.7	3.5	4.5	永久	混凝土
孙家坝支管 1#施工公路	孙家坝支管前段	0.3	3.5	4.5	临时	泥结石
孙家坝支管 2#施工公路	孙家坝支管后段	0.8	3.5	4.5	临时	泥结石
邵塘支管 1#施工公路	邵塘支管后段	1.0	3.5	4.5	临时	泥结石
凉水井支管 1#施工公路	凉水井支管 1#渣场	0.8	3.5	4.5	临时	泥结石
凉水井支管 2#施工公路	凉水井支管 3#施工区	0.6	3.5	4.5	临时	泥结石
凉水井支管 3#施工公路	凉水井支管 4#施工区	0.5	3.5	4.5	临时	泥结石
凉水井支管 4#施工公路	凉水井支管高位水池	0.2	3.5	4.5	临时	泥结石
凉水井泵站永久公路	凉水井泵站	0.3	3.5	4.5	永久	混凝土
南干管 1#施工公路	南干管 1#施工区	0.7	3.5	4.5	临时	泥结石
南干管 2#施工公路	南干管 2#施工区	1.0	3.5	4.5	临时	泥结石
南干管 3#施工公路	南干管 3#施工区	0.7	3.5	4.5	临时	泥结石
南干管 4#施工公路	1#塘头隧洞进口	1.1	3.5	4.5	临时	泥结石
南干管 5#施工公路	2#塘头隧洞进口	0.5	3.5	4.5	临时	泥结石
南干管 6#施工公路	南干管 7#施工区	1.1	3.5	4.5	临时	泥结石
东干管 1#施工公路	天桥提水泵站	0.3	3.5	4.5	临时	泥结石
东干管 2#施工公路	高位水池	1.2	3.5	4.5	临时	泥结石
东干管 3#施工公路	天桥水厂	1.0	3.5	4.5	临时	泥结石
伏流洞施工公路	天桥伏流洞	0.2	3.5	4.5	临时	泥结石
合计		永久公路 1.0km，临时施工道路 20.6km				

2.8.2.2 料场

供水灌溉工程输水线路较长，布置分散，混凝土砂石骨料集中需要量相对较小，除邵家桥隧洞及灯油坝隧洞、塘头 1#、2#隧洞施工所需混凝土砂石骨料考虑利用洞渣料加工外，其余均考虑采用分片分段外购成品砂石料。

2.8.2.3 施工辅助设施

供水灌溉工程共布置 28 个施工区，其中总干管 1 个施工区、南干管及支管工程 8 个施工区、北干管及支管工程 16 个施工区、天桥泵站及干管工程 3 个施工区。施工区

主要设置在供水管线及支管沿线及建筑物附近,区内主要布置内容包括施工临时房屋及仓库、钢筋加工厂、砂石料加工系统、混凝土拌和系统等。

(1) 砂石加工系统

供水灌溉工程共设置 4 套砂石加工系统,分别布置在邵家桥隧洞、灯油坝隧洞、塘头 1#、2#隧洞处。砂石加工时,毛料经 PE-400×600 颚式破碎机粗碎后,经皮带运输机运输到筛分楼,经 SZZ2400×800 自定中心筛筛分,粒径小于 20mm 的分别进入 5~20mm、小于 5mm 的成品料堆放场;粒径大于 20mm 部分进入制砂车间,经 PF1007 反击式破碎机制砂。

(2) 混凝土拌和站

供水灌溉工程在邵家桥隧洞、灯油坝隧洞、塘头 1#、2#隧洞进出口各布置 2 台 JS500 型混凝土拌和机,单台产能力为 25m³/h。其他输水管道沿线共设置 16 台 JZC350 型移动式混凝土拌和机,单台生产能力为 10m³/h。

共设置 8 处×2 台 JS500 型混凝土拌和机,16 台 JZC350 型移动式混凝土拌和机。

(3) 供风、水、电系统

供水工程分别在邵家桥隧洞、灯油坝隧洞、塘头 1#、2#隧洞进出口各布置 1 台 12m³/min 空压机,其余输水管道沿线布置分散布置 6 台 6m³/min 移动式空压机。

供水工程共设置 6 套供水系统,由水泵及高位水池组成,分别布置于邵家桥隧洞、灯油坝隧洞、塘头 1#、2#隧洞进出口。

施工用电就近接入当地 10kVA 线路,共需架设 10kV 输电线路 12.0km,在隧洞进口处等集中施工区布置变压器。

2.8.2.4 土石方平衡及弃渣场规划

(1) 土石方平衡

输水线路总开挖土石方 66.08 万 m³(自然方),回填 35.01 万 m³(自然方),砂石料利用 4.46 万 m³(自然方),产生弃渣 26.61 万 m³(自然方),换算为松方 35.1 万 m³。

表 2.8.2-2 供水灌溉工程区土石方平衡表

项目(万 m ³)	总干管(万 m ³)	南干管及支管 (万 m ³)	北干管及支管 (万 m ³)	东干管(万 m ³)	合计
土方开挖	0.01	14.0	15.33	1.54	30.88
石方开挖	4.87	7.7	21.90	0.73	35.2
小计	4.88	21.7	37.23	2.27	66.08
土石方回填	0	12.24	21.80	0.96	35
砂石加工利用	2.37	1.37	0.72	0	4.46
弃渣量	2.50	8.09	14.71	1.31	26.61

表 2.8.2-2 供水灌溉工程区土石方平衡表

项目(万 m ³)	总干管(万 m ³)	南干管及支管 (万 m ³)	北干管及支管 (万 m ³)	东干管(万 m ³)	合计
渣场数量	1	7	10	3	21
渣场容积	5.64	16.9	22.3	2.9	47.8

(2) 弃渣场规划

输水线路共布置了 21 个渣场，容量为 47.8 万 m³，占地 288.2 亩。

① 总干管渣场规划：

总干管规划了 1 个弃渣场，总干管 1 号弃渣场布置于邵家桥隧洞出口北侧附近凹地，用于堆放隧洞开挖弃渣。渣场容量 5.64 万 m³。

② 南干管及支管渣场规划：

南干管及支管共规划了 7 个弃渣场，主要沿各管线及支管、塘头 1#、2#隧洞口附近布置，用于堆放开挖弃渣。渣场容量 16.9 万 m³。

③ 北干管及支管渣场规划：

北干管及支管共规划了 10 个弃渣场，主要沿各管线及支管、灯油坝隧洞洞口附近布置，用于堆放开挖弃渣。渣场容量 22.3 万 m³。

④ 东干管渣场规划：

东干管规划了 3 个弃渣场，主要沿管线、泵站及高位水池附近布置，用于堆放开挖弃渣。渣场容量 2.9 万 m³。

表 2.8.2-3 供水灌溉工程区渣场统计表

所在干管	序号	渣场名称	渣场面积(hm ²)	渣场容量 (万 m ³)	渣场 类型	渣场 级别	渣场位置
总干管渣场	1	总干 1#渣场	1.88	3.8	沟道型	5 级	邵家桥隧洞出口
北干管渣场	1	北干管 1#渣场	1.24	1.24	沟道型	5 级	北干管进口处
	2	北干管 2#渣场	0.714	0.75	沟道型	5 级	灯油坝隧洞出口
	3	北干管 3#渣场	0.234	0.18	沟道型	5 级	北干管关中坝
	4	北干管 4#渣场	0.52	0.87	沟道型	5 级	北干管红石梁
	5	北干管 5#渣场	0.42	0.41	沟道型	5 级	北干管陈家院子
	6	北干管 6#渣场	0.16	0.42	沟道型	5 级	北干管末端
	7	邵塘支管 1#渣场	1.24	1.24	沟道型	5 级	邵塘支管
	8	邵塘支管 2#渣场	0.93	0.92	沟道型	5 级	邵塘支管末端
	9	凉水井支管 2#渣场	1.04	1.04	沟道型	5 级	凉水井支管
	10	凉水井支管 2#渣场	0.95	0.79	沟道型	5 级	凉水井支管末端
南干管渣场	1	南干管 1#渣场	1.07	2.65	沟道型	5 级	南干管消坡
	2	南干管 2#渣场	1.31	2.75	沟道型	5 级	南干管凉水溪
	3	南干管 3#渣场	1.22	2.79	沟道型	5 级	塘头 1#隧洞进口
	4	南干管 4#渣场	1	3	台地型	5 级	塘头 1#隧洞出口
	5	南干管 5#渣场	1.3	3.15	台地型	5 级	塘头 2#隧洞进口

表 2.8.2-3 供水灌溉工程区渣场统计表

东干管渣场	6	南干管 6#渣场	1.01	3.2	台地型	5 级	塘头 1#隧洞出口
	7	南干管 7#渣场	0.67	2.77	沟道型	5 级	南干管刘家湾
	1	东干管 1#渣场	0.5	0.43	缓坡	5 级	东干管进口
	2	东干管 2#渣场	0.43	0.55	冲沟	5 级	东干管团山
	3	东干管 3#渣场	0.45	0.5	缓坡	5 级	东干管末端

2.8.3 施工进度及人数

枢纽工程筹建期 6 个月，工程施工准备期 12 个月，主体工程施工期 32 个月，工程完建期 34 个月，工程总工期 48 个月。供水灌溉工程总工期 36 个月。

枢纽工程平均施工人数 320 人，高峰施工人数 450 人。供水灌溉工程平均施工人数 500 人，高峰施工人数 800 人。

2.9 建设征地与移民安置规划

2.9.1 建设征地实物指标

花滩子水库工程建设征地区涉及铜仁市思南县和印江县，征地面积 5.46km²，其中陆地面积 4.77km²，水域面积 0.69km²。

(1) 水库淹没区：水库淹没各类土地面积 3.78km²，其中陆地面积 3.15km²，水域面积 0.62km²，共涉及思南县 1 个乡镇 5 个村，印江县 2 个乡镇 7 个村。直接淹没影响人口共计 767 户 2873 人，耕地 2795.96 亩，园地 143.7 亩，林地 1024.68 亩。涉及主要专项设施有 532 县道 6.8km、公路桥 2 座、人行桥 3 座，天桥电站、天生桥电站、河田坝小学、凯望小学、龙井幼儿园、冉氏堂水文站、移动通信光缆 8km，电信光缆 8km、联通光缆 8km。

(2) 枢纽工程建设区：枢纽工程建设区涉及 2 个乡镇、3 个行政村，总面积 0.818km²，其中陆地面积 0.758km²，水域面积 0.06km²，永久占地 0.597km²，临时占地 0.221 km²。永久占用耕地 375.63 亩，林地 175.71 亩。临时占用耕地 167.42 亩，林地 152.75 亩。枢纽工程建设区涉及人口 4 户 17 人。

(3) 供水灌溉工程区：供水灌溉工程建设区涉及思南县、印江县，涉及土地总面积 0.8636km²，其中陆地面积 0.8604km²，水域面积 0.0032km²，永久占地 0.0808km²，临时占地 0.7828km²。涉及耕地 718.153 亩、林地 474.93 亩。

建设征地区分区各项实物详见表 2.9-1-1。

表 2.9.1-1

花滩子水库工程建设征地区实物汇总表

序号	项目	单位	水库淹没区	枢纽工程建设区			供水区及灌区			总计		
				永久征地	临时用地	总计	永久征地	临时用地	总计	永久征地	临时用地	总计
一	淹没及征地面积	km ²	3.7746	0.5967	0.2209	0.8176	0.0808	0.7828	0.8636	4.4521	1.0037	5.4558
1	陆地面积	km ²	3.1528	0.5367	0.2209	0.7576	0.0795	0.7809	0.8604	3.769	1.0018	4.7708
2	水域面积	km ²	0.6218	0.06	0	0.06	0.0013	0.0019	0.0032	0.6831	0.0019	0.685
二	淹没涉及行政区											
3	乡（镇）	个	1	2	3	1	2	2	4	5	5	8
4	村	个	5	7	12	1	2	3	13	32	32	26
三	人口											
1	户数	户	767							767	0	767
2	人数	人	2873	17		17				2890	0	2890
四	土地	亩	5661.96	895	331.35	1226.35	121.14	1174.27	1295.41	6678.1	1505.62	8183.72
1	耕地	亩	2795.96	375.63	167.42	543.05	55.07	663.08	718.15	3226.66	830.5	4057.16
①	水田	亩	1286.23	92.02		90.65	0	39.68	39.68	1378.25	39.68	1416.56
②	旱地	亩	1509.73	264.42	167.42	452.4	55.07	623.4	678.47	1829.22	790.82	2640.6
2	林地	亩	1024.68	175.71	152.75	328.46	42.25	432.68	474.93	1242.64	585.43	1828.07
①	有林地	亩	297.87	152.54	130.27	282.81	28.05	348.27	376.32	478.46	478.54	957
②	灌木林	亩	704.08	20.48	22.48	42.96	14.2	84.41	98.61	738.76	106.89	845.65
③	竹林	亩	22.73	0.48		0.48				23.21	0	23.21
3	园地	亩	143.7	41.15		41.15				184.85	0	184.85
4	水域及水利设施用地	亩	932.66	90.01		90.01	1.95	2.82	4.77	1024.62	2.82	1027.44
①	河流水面	亩	846.68	90.01		90.01	1.95	2.82	4.77	938.64	2.82	941.46
②	滩涂	亩	85.98							85.98	0	85.98
5	农用地	亩	27.39			3.43				27.39	0	30.82
	坑塘及水渠	亩	27.39							27.39	0	27.39
6	其他用地	亩	377.77			121.16	0	18.2	18.2	377.77	18.2	517.13

表 2.9.1-1

花滩子水库工程建设征地区实物汇总表

序号	项目	单位	水库淹没区	枢纽工程建设区			供水区及灌区			总计		
				永久征地	临时用地	总计	永久征地	临时用地	总计	永久征地	临时用地	总计
	草地	亩	377.77			121.16	0	18.2	18.2	377.77	18.2	517.13
7	住宅用地	亩	199.9	138.35		65.8	1.13	7.71	8.84	339.38	7.71	274.54
①	农村宅基地	亩	199.9	138.35		65.8	1.13	7.71	8.84	339.38	7.71	274.54
8	交通过地	亩	74.53	62.99	2.82	31.3	0.56	38.25	38.81	138.08	41.07	144.64
①	农村道路	亩	42.7	62.99	2.82	31.3		23.78	23.78	105.69	26.6	97.78
②	公路	亩	31.83					45.52	45.52	31.83	45.52	77.35
9	公共建设用地	亩	82.03			0.47		38.81	38.81	82.03	38.81	121.31
10	工矿用地	亩	3.34					7.19	7.19	3.34	7.19	10.53
五	房屋	m ²	205890.65	1081.44		1081.44				206972.1	0	206972.1
六	附属建筑及其它											
1	坟墓	个	713	35	20	55	15	103	118	763	123	886
2	粪池	个	999	6		6				1005	0	1005
3	沼气池	m ³	1634.7							1634.7	0	1634.7
七	零星树木	株(笼、丛)	33741	3025	2038	5063	1193	15200	16393	37959	17238	55197
八	专业项目											
(一)	交通设施											
1	人行便道	km	6.9							6.9	0	6.9
2	人行桥	座	2							2	0	2
3	532 县道	km	6.8							6.8	0	6.8
4	公路桥	m/座	1020/2							1020	0	1020
5	凯望公路桥	m/座	52/1							52	0	52
6	农村道路	km	2.5		2	2		3.5	3.5	2.5	0	6.0
(二)	水利水电											

表 2.9.1-1

花滩子水库工程建设征地区实物汇总表

序号	项目	单位	水库淹没区	枢纽工程建设区			供水区及灌区			总计		
				永久征地	临时用地	总计	永久征地	临时用地	总计	永久征地	临时用地	总计
1	天桥电站	kW	640							640	0	640
2	天生桥电站（停建）	kW	4000							4000	0	4000
(三)	输电设施											
1	10kV 输电线路	km	6.5					1.85	1.85	6.5	1.85	8.35
(四)	通讯光缆	km	8					3.35	3.35	8	3.35	11.35
(五)	教育设施		3									
	河田坝小学	所	1							1	0	1
	凯望小学	所	1							1	0	1
	龙井幼儿园	所	1							1	0	1
(六)	冉氏堂水文站	所	1							1	0	1

2.9.2 移民安置规划

2.9.2.1 生产安置

至规划水平年生产安置人口共 1799 人，其中水库淹没区生产安置人口 1548 人（思南 1116 人，印江 432 人）、枢纽区 230 人（均在思南县）、供水灌溉工程区 21 人（均在思南县）。

根据环境容量分析和生产安置规划，一次性补偿安置 633 人，本村组内流转耕地安置 203 人，村内出组流转耕地安置 214 人，本乡出村流转耕地安置 518 人，出乡流转耕地安置 231 人。

2.9.2.2 搬迁安置

至规划水平年搬迁人口共 3004 人，其中水库淹没影响区 2987 人（思南 2121 人，印江 866 人），枢纽区 17 人（均在思南县）、灌溉供水工程区无搬迁安置人口。

根据征地区居民意愿及搬迁安置环境容量分析，搬迁人口全部采集中安置，搬迁安置去向如下：

（1）农村后靠集中安置 300 人：印江县新寨镇凯望村 300 人后靠安置到凯望村界坪凹农村集中安置点。

（2）集镇安置 2042 人，其中思南县天桥乡集镇安置 1260 人（均为库区淹没的思南县楼房坡和鞍山村、小溪口村），孙家坝集镇安置 316 人（鞍山村邓家湾组 68 人，楼房坡坳上组 97 人，小溪口村小溪口组 43 人、下学庄 11 人和任家坝组 80 人、双山村马路岩组 17 人），印江县新寨集镇安置 446 人（龙井村勾边 366 人，四塘村周下组 25 人，撕栗坪村 45 人和凯望村木林祖 30 人）。

（3）县城城镇安置 662 人，其中思南县城安置点 562 人（小溪口任家坝组 130 人，黄河村河坝组 26 人，鞍山村土地湾 75 人，河田坝组 100 人，邓家湾组 90 人，楼房坡上坝组 70 人和楼房坡组 32 人以及坳上组 39 人），印江县城安置点 100 人（其中凯望村木林祖 28 人，瓦厂组 10 人和四塘村周上组 42 人及周下组 20 人）。

2.9.2.3 集中安置点规划

本工程移民安置共规划 6 个集中安置点，印江县城安置点（100 人）不属于清河流域范围，距离取水口直线距离 19.5km，且退水纳入印江县城市政管网集中处理，凯望农村后靠集中安置点（300 人）、新寨集镇安置点（466 人）2 个安置点不在受水区，天

桥乡集镇集中安置点（1260 人）、孙家坝集镇安置点（316 人）、思南县城集中安置点（562 人）位于受水区。

目前规划的 6 个集中安置点中已完成了天桥乡集镇集中安置点、凯望村农村后靠集中安置点 2 个集中安置点的典型设计工作。

表 2.9.2-1

集中安置点情况一览表

序号	居民点名称	地理位置	场地高程 (m)	所处水系	与本工程 区位关系	规划人口 (人)	户数(户)	建设用 地面积 (hm ²)	与清渡河/花滩子水库最近距离	
									水域	陆域
1	天桥集镇集中安置点	思南县天桥乡政府东南侧 0.3km 处	575.0~620.0	清渡河	库区、受水区	1260	278	8.62	位于花滩子水库库区左岸,坝址取水口正常蓄水位侧外径向 5.2km, 东干管取水口外径向 2.5km	0.55km
2	凯望村农村后靠集中安置点	印江县凯旺界坪凹村	733~785	清渡河	库区、非受水区	300	63	2.44	位于花滩子库区左岸,东干管取水口外径向 7.5km	0.79km
3	孙家坝集镇安置点	思南县孙家坝镇	/	清渡河	坝下、受水区	316	/	/	位于坝址下游	1.32km
4	思南县城集中安置点	思南县城小岩关村	/	乌江干流	受水区	562	/	/	位于下游于乌江左岸	距离乌江干流最近距离约 0.7km
5	新寨集镇安置点	印江县新寨乡	/	清渡河支流磨石溪	库区上游、非受水区	466	/	/	库尾上游约 2km 处右岸,坝址取水口正常蓄水位侧外径向 10.8km	2.2km
6	印江县城集中安置点	印江县城	/	印江河	远离工程区	100	/	/	坝址取水口正常蓄水位侧外径向 19.5km, 且退水不进入清渡河	

（1）天桥乡集镇集中安置点

天桥乡集镇集中安置点位于天桥乡政府东南侧山麓及洼地，距乡政府直线距离约 300m，除西北和西南侧有冲沟外，场地周围多环山，场地内地形坡度为 15° 左右，以斜坡为主。

安置点安置人口 1260 人，安置 278 户，占地总面积约 8.62hm^2 ，其中宅基地面积 3.0hm^2 ，占地类型以耕地为主。安置点采取集中供水和供电，水源来自安置点西北部的已建天桥乡水厂，距离天桥安置点约 0.2km，水源取自离天桥乡政府 6km 处的印江县庑寨处迷水溪河段，供水能力满足安置点需求；电源从距安置点约 2.0km 的 10kV 输电线路引入。排水采用雨污分流，生活污水经一体化污水处理设施集中处理后达标排放，一体化污水处理规模 $10\text{m}^3/\text{h}$ 。安置点配置公共设施包括居委会建筑、集散广场、回车场及分布于安置点内的垃圾收集池等。安置点产生的垃圾定时定点由专人负责搜集，生活垃圾纳入天桥乡环卫系统处置。

安置点位于花滩子水库库周流域范围，距离东干管取水口外径向 2.5km，距淹没线最近的陆域距离为 0.55km。



图 2.9.2-1 天桥乡集镇集中安置点典型设计

（3）凯望村农村集中安置点

凯望村农村集中安置点位于印江县新寨乡凯旺村西南侧界坪凹，距凯旺村直线距离约为 1km，现有省道（S326）公路直达凯旺村，凯旺至天桥的乡村公路从场地内穿过。场地内地形坡度一般为 $15\sim 35^{\circ}$ ，局部较陡，以斜坡为主。

安置点安置人口 300 人，占地总面积约 2.44hm^2 ，其中宅基地面积 0.76hm^2 ，占地类型以耕地为主。安置点采取集中供水和供电，水源来自安置点东部的湾地下水源，距离界坪凹安置点约 1.5km，水量满足安置点需求，电源从距安置点约 0.2km 的政道路 10kV

输电线路引入，排水采用雨污分流。污水经统一收集后排入化粪池初级处理后排入一体化污水处理系统，处理达标后排出场外，一体化污水处理规模 $5\text{m}^3/\text{h}$ 。安置点配置公共设施包括活动广场及3个垃圾收集池等。垃圾池分别位于安置点内南北两端及东北角处，安置点产生的垃圾定时定点由专人负责搜集，并由附近村镇环卫站运送处理。

安置点位于花滩子水库库周左岸，距离东干管取水口外径向 7.5km ，距淹没线最近的陆域距离为 0.79km 。



图 2.9.2-2 凯望村农村集中安置点典型设计

2.9.3 专项设施改复建规划

花滩子水库工程区涉及的专项主要为交通设施、水利水电设施。

(1) 四级公路：水库淹没四级公路 X532 县道及公路桥 6.8km

对受淹没的 X532 县道楼房坡村冉氏堂-鞍山村土地湾段，规划后靠架桥复建，并避开拟划定的花滩子水库一级保护区范围，复建公路长 8.04km ，含河坡特大桥 564m 、河坝大桥 172m ，中桥 3 座（小湾中桥 96m ，楼房坡中桥 76.08m 、张家湾中桥 72m ），路基宽 6.5m 。

在环评介入前，复建 X532 四级公路至鞍山村末端约 0.3km 涉及拟划定的花滩子水库天桥乡东干管取水口一级保护区范围，环评介入后，主体设计进行了调整，重新组织选线，优化后的线路已避开水源保护区一级保护区范围。

(2) 乡村公路：影响通村公路 6km 及公路桥 2 座、人行便道 6.9km 及人行桥 2 座

复建等级外公路 12.9km，具体复建方案见表 2.9.3-1。

（3）水利水电设施

天桥电站位于本工程上游约 3km 处，装机 0.64MW；天生桥电站位于本工程上游约 5km 处，为小水电代燃料项目，设计装机 4MW，因其位于拟建花滩子水库淹没区，目前已停建。对淹没天桥电站、天生桥电站规划采取一次性补偿处理，纳入本工程建设征地移民补偿投资。

表 2.9.3-1

花滩子水库工程征地与移民安置涉及主要专项设施及规划处理方案

序号	涉及专项名称	影响情况	规划处理方案
一、交通设施			
1	四级路及公路桥		
1.1	X532 县道	淹没 X532 县道楼房坡冉氏堂-鞍山村土地湾段，淹没长度约 6.8km，水泥路面	后靠复建 8.042km，沥青混凝土路面
1.2	思大桥	淹没 X532 桥梁思大桥，为单孔砌石拱桥，桥长 47m，宽 6m，桥面高程 420m	共设置大桥 2 座（河坡特大桥 564m、河坝大桥 172m），中桥 3 座（小湾中桥 96m，楼房坡中桥 76.08m、张家湾中桥 72m）
2	农村道路		
2.1	凯望-新寨通村公路及公路桥	淹没通村公路 1.2km 及开往公路桥 1 座，桥长 40m，宽 7.4m，桥面高程 495.68m	复建 1 座 52m 桥梁接老路，之后沿老路抬高修建浸水挡墙进行复建，于原桥位上游约 50m 新建桥梁跨河，线路全长 0.844km。
2.2	撕栗坪村陈家沟机耕路	淹没撕栗坪村陈家沟跨河至凯望村及新寨集镇出行跨河桥，桥长约 12m，桥面宽 4.5m，桥面高程 485m	通村公路复建，其中复建跨河桥 92m，上游 300m 处新建人行桥 1 座，全长 58m，复建线路全场 0.375km。
2.3	撕栗坪村温塘寨至老鹰岩公路	淹没约 1km，路基宽 4.5m，泥结石路面	旧址上方上体复建，线路全长 1.42km（含泗塘大桥 112m），复建线路全长 1.42km
2.4	四塘村周家寨公路	淹没约 0.7km	复建一座中桥，桥长 192m，修建防护工程全场 0.61km；
2.5	龙井村至新寨通村公路	淹没通村公路河边组至罗家坳段约 1.2km，路基宽度 5.5，水泥路面。	沿旧址上方山体抬高，复建路线全长 0.955km，设计路基宽度 6.5m，路面宽度 2×3m。
2.6	黄河村通公路及桥梁	淹没天桥-黄河村-邵家桥沿途村寨公路 0.7m，路基宽度 4.5m；水泥路面	沿旧址抬高复建，复建路线全长 0.64km，
2.7	龙井村沟边通组路	淹没涉及新寨镇龙井村沟边通组路 1.2km	该组住户已搬迁，无需改复建，考虑一次性补偿，纳建设征地移民补偿投资
3	人行便道人行桥		
3.1	人行便道	淹没天桥乡楼房坡村至鞍山村村组 3.5km、黄河村 1.6km、天生桥电站 0.65km 及新寨乡泗塘村周家寨 1.2km 等 5 处人行便道，共计长度为 6.95km	对水库淹没涉及的人行便道及人行桥均考虑一次性补偿
3.2	人行桥	淹没印江县新寨乡凯望村废弃人行桥梁 1 座，桥梁长度为 8m，宽 2m，桥面高程为 494.5m，其功能已被凯望桥替代。淹没涉及卷子村梨树简易	考虑一次性补偿，撕栗坪人行桥复建一座索桥

表 2.9.3-1 花滩子水库工程征地与移民安置涉及主要专项设施及规划处理方案

		人行桥 1 座，为水泥拱桥	
二、水利水电设施			
1	水利水电设施		
1.1	天桥电站	淹没天桥电站，装机 640kW，坝全长 71m，坝高 8.35m，坝底宽 10.3m，大坝为重力式溢流坝。	规划采取一次性补偿处理，纳入本工程建设征地移民补偿投资
1.2	天生桥电站	淹没停建天生桥电站，装机 4000kW，该电站厂房未建成，已停工	规划采取一次性补偿处理，纳入本工程建设征地移民补偿投资
三	其他		
1	河田小学	高程 460m，师生约 200 人，占地约 4.5 亩	规划对该学校进行改复建，其投资纳入征地移民补偿投资
2	凯望小学	高程为 493.4m 左右，现有学生 300 人左右，教师 27 名，总占地面积约 13.46 亩。	规划对该学校进行改复建，其投资纳入征地移民补偿投资
3	龙井幼儿园	高程 545n，师生约 320 人，占地约 1.5 亩	规划采取一次性补偿处理，其投资纳入征地移民补偿投资
4	其他	工程建设影响的农副业设施，如鱼塘、养殖场等，小型工商企业等均考虑一次性补偿处理。	

2.10 工程运行

2.10.1 洪水调度

花滩子水库无防洪任务，洪水调节起调水位为正常蓄水位 491m。水库通过泄洪闸按天然来水量下泄，且控制泄量不大于天然来水量。

当水库未蓄至正常蓄水位时，来水在满足下游河道基流与水库取水要求的前提下主要充蓄水库；当水库蓄满后，当上游来水量小于或等于水库正常蓄水位相应的泄流能力时，水库水位维持在正常蓄水位。

当水位超过正常蓄水位时，局部开启第一孔（表孔）闸门，若水位继续上涨，则全开第一孔，再局部同时开启其他孔，直到所有闸门全开自由溢流；洪水过后，当水位自由消落至正常蓄水位后，逐步下闸控制泄量使水库回蓄至正常蓄水位运行。

2.10.2 兴利调度

花滩子水库兴利调度原则为：优先满足供水、下游河道基流，再满足灌溉用水要求，最后多余水量经过坝后电站机组发电最后沿河道下放。

调度运用在来水不足的特枯水年份，必须首先满足具有用水优先权的基本生产生活用水和环境用水，其次满足发展农业灌溉生产用水。对于最后开发利用的发电用水，下泄水量在满足下游生态用水要求的前提下全部通过坝后机组发电；当水库蓄满且来水流量大于机组过机能力时，多余水量通过开启溢洪道宣泄弃水。

在一般年份及丰水年，灌溉及城镇供水已得到满足，可考虑加大供水或发电效益；在灌溉设计保证率 80%至城乡生活和工业供水保证率 95%以内设计枯水年份，首先满足下游河道生态用水，保证城乡生活和工业的正常供水，灌溉用水最高允许缩减两成，再兼顾电站发电要求；超过城乡生活和工业供水保证率 95%的特枯年份，首先满足下游河道生态用水，城乡生活和工业供水最高允许缩减两成，灌溉用水最高允许缩减三成。

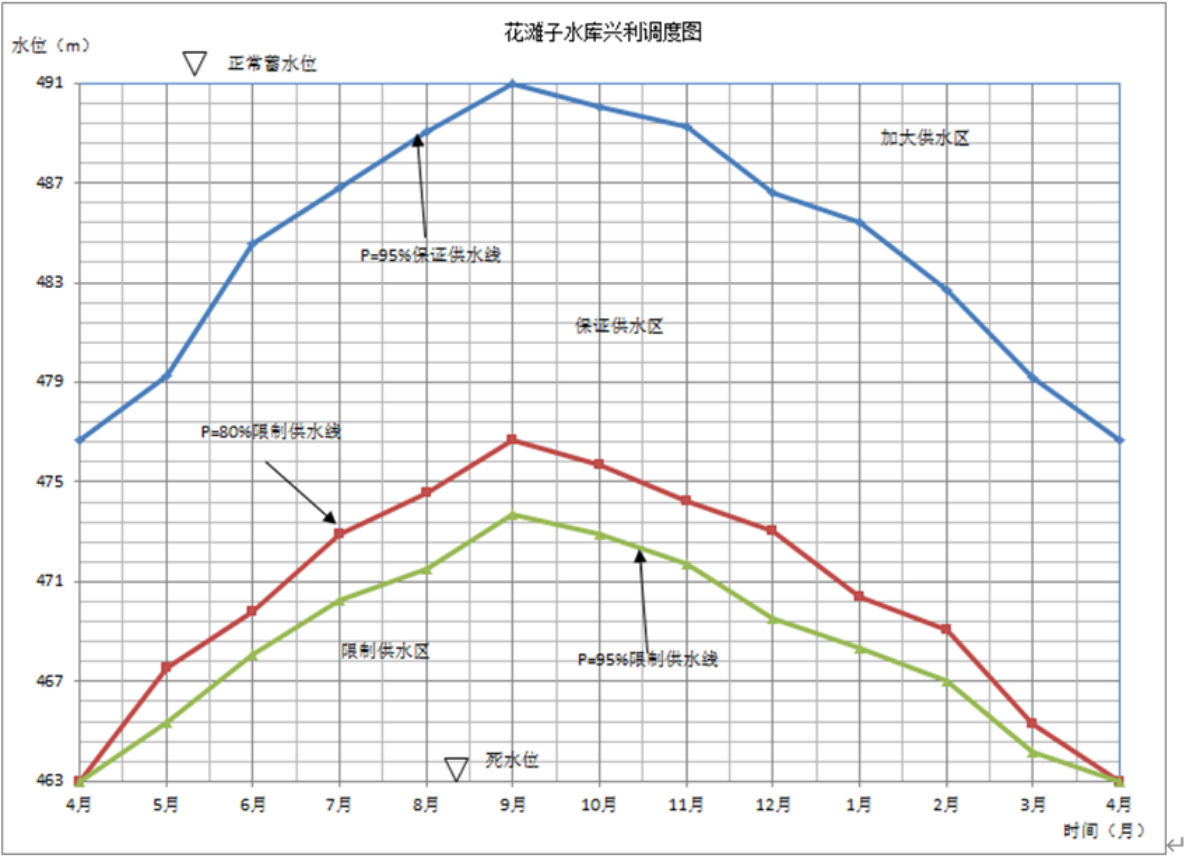


图 2.10.2-1 花滩子水库兴利调度图

2.10.3 发电调度

花滩子水库发电调度服从供水调度的原则，优先满足下游河道生态基流，再满足供水、灌溉用水要求，保障管道取水量，最后多余水量经过坝后电站机组发电最后沿河道下放。坝后电站主要利用生态流量和弃水发电，承担基荷任务，不调峰。

坝后电站装机容量为 7000kW，多年平均发电量 1816 万 kW·h，年利用小时数为 2594h，设计水头 74.4m，90%保证出力 653kW。

非汛期（10 月~3 月）最小下泄流量为坝址处多年平均流量（7.87m³/s）的 15%，即 1.18m³/s，在鱼类繁殖敏感期（5~6 月）和汛期（4 月~9 月）最低下泄流量为坝址处多年平均流量的 30%，即为 2.36m³/s。

电站出力过程见表 2.10.3-1。

表 2.10.3-1 电站出力过程一览表

月份	电站发电出力（单位：kW）				
	丰水年	平水年	偏枯水年	枯水年	特枯水年
4 月	1222	1275	1325	3153	1323
5 月	1307	1398	1398	5221	1420
6 月	7000	7000	5809	1490	1849
7 月	7000	7000	7000	1419	1870

表 2.10.3-1 电站出力过程一览表

月份	电站发电出力（单位：kW）				
	丰水年	平水年	偏枯水年	枯水年	特枯水年
8 月	1507	1509	1486	1318	1477
9 月	2198	1503	1448	1315	1438
10 月	2251	742	709	676	719
11 月	750	729	699	668	716
12 月	740	710	687	647	704
1 月	725	681	663	611	681
2 月	704	653	637	568	647
3 月	679	643	617	522	620

2.10.4 生态调度

运行期工程拟在每年主要鱼类繁殖期间 5 至 6 月择机实施一次生态调度，每次调度时间不低于 10 天，峰值持续时间不低于 7 天。峰值流量确定是根据典型平水年天然流量涨水过程，选择 5、6 月份多年平均流量均值 16.5m³/s 作为实施生态调度的峰值流量。

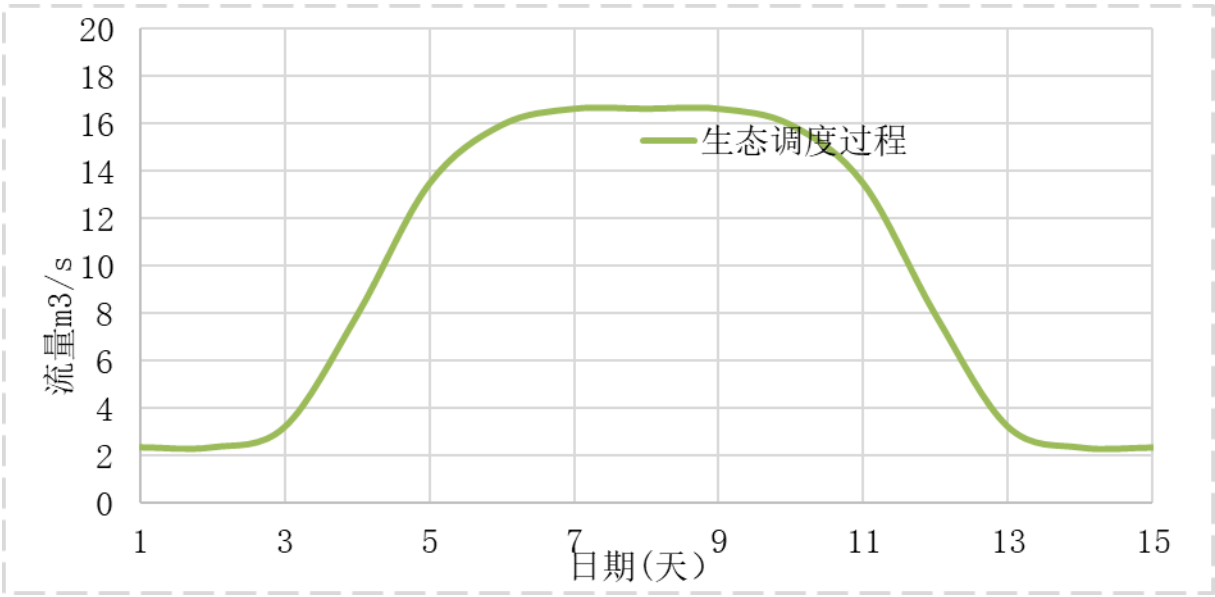


图 2.10.4-1 生态调度过程图

2.10.5 工程管理

花滩子水库工程运行期管理人员定额 90 人，管理处位于坝址下游 1.5km 右岸附近、与鱼类增殖放流站场地相邻布置。

3 工程分析

3.1 符合性和协调性分析

3.1.1 与法律法规符合性分析

(1) 与《中华人民共和国水法》符合性分析

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

本工程的开发任务以城乡供水和灌溉为主、兼顾发电，并为区域脱贫奔小康创造条件；工程建设考虑了下游生态、环境需水的最小下泄流量；此外，为减缓工程建设对鱼类的影响，采取了栖息地修复与保护、集运鱼系统过鱼等措施。

综上，工程的建设可解决受水区工程型缺水的问题，同时配套了相应的生态保护措施，工程建设与《中华人民共和国水法》是相符合的。

(2) 与森林公园相关法律法规的符合性

思南万圣山省级森林公园于 2010 年 12 月由贵州省林业局批准设立。

《森林公园管理办法》第十一条规定：“禁止在森林公园毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为。采伐森林公园的林木，必须遵守有关林业法规、经营方案和技术规程的规定。”；第十二条规定：“占用、征收、征用或者转让森林公园经营范围内的林地，必须征得森林公园经营管理机构同意，并按《中华人民共和国森林法》及其实施细则等有关规定，办理占用、征收、征用或者转让手续，按法定审批权限报人民政府批准，交纳有关费用。依前款规定占用、征收、征用或者转让国有林地的，必须经省级林业主管部门审核同意”。

《贵州省森林公园管理条例》第二十二规定：“在森林公园内不得修建破坏景观、污染环境的工程设施。重点景区和景点周围，除必要的保护和辅助设施外，不得修建其他工程设施。”第二十二规定：“在森林公园内禁止下列行为：(一)损坏花草；(二)乱扔垃圾；(三)采挖花草、树根；(四)污损、损坏林木及其标识、公共服务设施、设备；……(八)法律，法规禁止的其他行为。”

本工程淹没区和水库枢纽工程不涉及万圣山省级森林公园，输水管线北干管以管道型式穿越游览观光区和生态保育区边缘，不在其主要景区和重点景区内。

本工程在森林公园范围内未设置渣场、料场及施工营地等，不在森林公园范围内开山取石，工程对森林公园的主要影响来自供水灌溉工程施工期影响，严格落实施工期施工人员管理和环境保护措施，施工结束后进行场地恢复，不破坏景观，无污染环境的工程设施。本项目目前已取得省林业局森林公园管理办公室《关于同意思南县花滩子水库工程输水管线穿过万圣山森林公园的函》（黔林旅字〔2018〕1号）。

因此，本工程建设原则上符合《森林公园管理办法》、《贵州省森林公园管理条例》要求。

（3）与饮用水水源保护相关法律法规的符合性

2007年6月，贵州省人民政府印发“黔府函〔2007〕115号”《省人民政府关于划定铜仁地区玉屏等7县(区)集中式饮用水源保护区的批复》。思南县河西水厂饮用水源保护区取水口位于思南县城思唐镇白虎岩，从乌江干流提水，年供水量521万m³。本工程库区及枢纽区不涉及水源保护区，输水管线北干管及支管穿越河西水厂一级保护区管线长度为1.6km，穿越二级保护区管线长度为3.3km，穿越准保护区3.7km。

此外主体设计推荐规划复建532县道总长8.042km，其中约6.3km位于水源保护区二级保护区陆域范围，不涉及一级保护区。

《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等对饮用水源地保护提出了具体要求，《中华人民共和国水污染防治法》第六十四条：“在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。”、“禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目”；“禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得新增加排污量”。《饮用水水源保护区污染防治管理规定》第十二条规定：“一级保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目”；“二级保护区内不准新建、改建、扩建排放污染物的建设项

目。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”。

花滩子水库开发任务之一为向思南县城城乡供水，供水范围涵盖了河西水厂供水任务，建成后将重新划定并替代现有的水源保护区，本工程为与供水设施有关的建设项目，施工期输水管线施工活动扰动地表对现有水源保护区存在一定不利影响，但在落实施工期环境保护措施后，对水源保护区的影响有限。2017年8月，贵州省生态环境厅以“黔环水表〔2017〕361号”出具了意见，原则上同意花滩子水库的选址意见。在做好施工期污染防治及应急预案的前提下，与《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的相关规定基本协调。

3.1.2 与国家相关政策符合性分析

（1）工程建设与产业政策的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，“城乡供水水源工程、农村饮水安全工程、综合利用水利枢纽工程”都于鼓励类项目，本工程开发任务是城乡生活和工业供水、农业灌溉，兼顾发电，因此工程属于国家现行产业政策中的鼓励类项目。因此，工程建设符合国家产业政策。

（2）与最严格的水资源管理政策的符合性分析

《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》中提出，确立水资源开发利用控制红线，到2030年全国用水总量控制在7000亿 m^3 以内；确立用水效率控制红线，到2030年用水效率达到或接近世界先进水平，万元工业增加值水量（以2000年不变价计，下同）降低到40 m^3 以下，农田灌溉水有效利用系数提高到0.6以上；确立水功能区限制纳污红线，到2030年主要污染物入河湖总量控制在水功能区纳污力范围之内，水质达标率提高到95%以上。

主体设计相关需水预测中充分考虑区域用水总量红线，相关供水量满足各级政府用水总量控制指标要求，优先考虑节水，工业用水指标设计水平年2030年万元工业增加值用水指标为35 m^3 /万元，农田灌溉水有效利用系数为0.82，设计指标符合国家要求。

因此，本工程建设总体符合最严格水资源管理政策。

（3）与国家水利发展改革政策的符合性

《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》中提出，力争通过5年到10年努力，从根本上扭转水利建设明显滞后的局面。到2020年，基本建成防洪抗旱减灾体系，重点城市和防洪保护区防洪能力明显提高，抗旱能力显著增强，“十二五”期间基

本完成重点中小河流（包括大江大河支流、独流入海河流和内陆河流）重要河段治理、全面完成小型水库除险加固和山洪灾害易发区预警预报系统建设；基本建成水资源合理配置和高效利用体系，全国年用水总量力争控制在 6700 亿 m^3 以内，城乡供水保证率显著提高，城乡居民饮水安全得到全面保障，万元国内生产总值和万元工业增加值用水量明显降低，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.55 以上，“十二五”期间新增农田有效灌溉面积 4000 万亩；基本建成水资源保护和河湖健康保障体系，主要江河湖泊水功能区水质明显改善，城镇供水水源地水质全面达标，重点区域水土流失得到有效治理，地下水超采基本遏制；基本建成有利于水利科学发展的制度体系，最严格的水资源管理制度基本建立，水利投入稳定增长机制进一步完善，有利于水资源节约和合理配置的水价形成机制基本建立，水利工程良性运行机制基本形成。

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

（4）与水污染防治行动计划符合性分析

《水污染防治行动计划》中提出，到 2020 年，全国水环境质量得到阶段性改善，污染严重水体较大幅度减少，饮用水安全保障水平持续提升，地下水超采得到严格控制，地下水污染加剧趋势得到初步遏制，近岸海域环境质量稳中趋好，京津冀、长三角、珠三角等区域水生态环境状况有所好转。到 2030 年，力争全国水环境质量总体改善，水生态系统功能初步恢复。到本世纪中叶，生态环境质量全面改善，生态系统实现良性循环。其中主要从全面控制污染物排放、推动经济结构转型升级、着力节约保护水资源、强化科技支撑、充分发挥市场机制作用、严格环境执法监管、切实加强水环境管理、全力保障水生态环境安全、明确和落实各方责任、强化公众参与和社会监督等十方面落实。

针对本工程受水区退水，地方政府对所在流域制定了《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，针对工业园区废水处理、面源污染处理、城镇污水提标改造、再生水回用、强化环境执法及监测、加强资金保障等方面制定了相应措施，落实规划目标及技术路线；工程前期规划中结合区域环境容量及工业产业发展，节水优先，优化调整区域水资源配置，同时在工程调度、运行中也考虑结合水质以及下泄流量调度，全力保障区域水环境质量，削减主要污染负荷。工程建设带动区域环境治理不断加强，开展生态修复保障水生态环境安全。因此，本工程建设及配套的水环境保护措施总体符合水污染防治行动计划要求。

（5）水资源配置范围内工业园区产业政策符合性分析

根据可研报告思南县受水区工业用水需求分析，水资源配置范围内工业包括两部分，思南县城一般工业和思南工业园区。其中一般工业主要分散在思南县城范围，思南工业园位于乌江两侧形成相对独立的区域，规划范围包括关中坝片区、双塘片区、灯油坝片区，总规划面积 38.16km²，其中工业用地 18.1km²，需水量约 4691 万 m³/a。双塘工业聚集区以农副产品加工、轻工制造、医药保健、高新技术和商贸物流等产业为主；灯油坝工业聚集区以新型建材产业、资源深加工为主的绿色化工产业、船舶制造配套产业和物流中心等产业为主；关中坝工业聚集区以船舶内装饰材料及设备制造、船舶机电设备制造等产业为主。船舶制造产业主要项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》鼓励类的“十七、船舶”中的产业；以资源深加工为主的绿色化工产业主要项目一部分属于鼓励类的“十一、石化化工”产业，另一部分不属于鼓励、限制和淘汰类，为允许类产业；以特色食品和医药保健为主的绿色轻工产业分属于鼓励类的“十九、轻工”、“十三、医药”中的产业；现代石材和新型建材产业项目一部分属于鼓励类“十二、建材”中的产业，其他项目不属于鼓励、限制和淘汰类，为允许类产业；加工制造和高新技术产业项目一部分属于鼓励类的“五、新能源”中的产业，其余部分为允许类。思南工业园区产业类型总体符合国家产业政策。

思南工业园区履行了规划环评和跟踪评价手续——2012 年 3 月，中国科学院地球化学研究所编制完成《贵州思南工业园区发展规划（2011-2020）环境影响报告书》，2012 年 4 月 19 日贵州省环境保护厅以“黔环函〔2012〕150 号”文印发《关于贵州思南工业园区发展规划(2011-2020)环境影响报告书的审查意见》；2019 年 7 月，湖南华中矿业有限公司编制完成《贵州思南工业园发展规划(2011-2020)环境影响跟踪评价报告书》，2019 年 8 月 8 日，贵州省生态环境厅以“黔环函〔2019〕182 号”文印发《关于对贵州思南工业园发展规划(2011-2020)环境影响跟踪评价报告书审查意见的函》。根据跟踪评价成果和园区现状情况，园区已入驻的企业主要属于现代石材和新型建材，加工制造和高新技术，特色食品和医药保健品为主的绿色轻工产业，资源深加工为主的绿色化工产业，船舶制造及配套产业，家具建材、新材料产业及仓储等产业，不属于重污染、高能耗、高水耗产业，不含《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中禁止及限制类项目，总体符合原规划的产业和土地使用布局以及原规划环评提出的要求，同时工业园区环境影响跟踪评价报告中也从污染源及控制措施、环境保护基础设施、产业布局及功能定位、环

境管理及环境监测体系等方面提出了生态环境优化调整建议，落实相关调整建议后，工业园区符合园区环境影响跟踪评价提出的要求。

综上该园区总体符合国家产业政策，列入花滩子水库水资源配置范围是合理的。

3.1.3 与相关规划的符合性和协调性分析

3.1.3.1 与水利建设发展规划符合性分析

(1) 与全国水利改革发展“十三五”规划符合性分析

2016年12月，国务院批复《水利改革发展“十三五”规划》，规划中提出，以完善江河流域防洪体系、优化水资源配置格局为重点，按照“确有需要、生态安全、可以持续”的原则，在科学论证的前提下，集中力量建设一批打基础、管长远、促发展、惠民生的重大水利工程，加强突出薄弱环节建设，完善水利基础设施网络。“规划”明确了“十三五”期间国家将支持建设的大中型水库名单，全国“十三五”期间可建设大型水库83座、中型水库699座，其中贵州省14座大型水库、96座中型水库纳入《规划》，14座大型水库分别为黔南凤山、遵义观音、都匀石龙、威宁玉龙、水城彭家桥、安龙美女山、麻江宣威、江口车坝河、独山甲摆、绥阳文星、榕江忠诚、从江下江、盘县英武、思南花滩子，规划设计总库容18.6亿 m^3 ，工程建成后将新增年供水能力17.9亿 m^3 。

花滩子水库为列入规划项目表中项目，主要为城乡供水、农田灌溉，完善区域水利基础设施，本工程总体符合水利改革发展规划。

(2) 与贵州省“十三五”水利发展规划符合性分析

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

花滩子水库工程列入新增的大型水库项目，作为规划项目重要组成部分，本工程总体符合贵州省水利建设发展规划。

3.1.3.2 与全国和贵州省主体功能区规划的符合性分析

根据《全国主体功能区规划》，花滩子水库工程位于国家农产品主产区，以提供农产品为主体功能，以提供生态产品、服务产品和工业品为其他功能。农产品主产区的发展要与水资源承载能力相适应，加强水利设施建设，加快大中型灌区、排灌泵站配套改

造以及水源工程建设。根据主体功能区发展的主要任务，合理调配水资源，统筹调配流域和区域水资源，综合平衡各地区、各行业的水资源需求以及生态环境保护的要求，同时部分山区的水源涵养、土壤保持、生物多样性等方面也具有一定程度的重要意义，需要加以保护。

根据《贵州省主体功能区规划》，花滩子水库工程主要位于重点开发城镇，坚持“点上开发、面上保护”，优化城镇发展空间布局，扩大城市规模，培育发展一批有规模的中心城镇。加快产业发展和聚集，强化城镇基础设施和对外交通能力建设，加强区域生态建设和环境保护，积极推进城镇环境整治和绿化建设，加强重要水源地保护和石漠化防治；强化节能减排，加强水资源开发利用保护和节约，开展生态修复和环境保护。部分灌区位于国家农产品主产区，工程不涉及国家和省级重点生态功能区、禁止开发区。

花滩子水库工程任务是以城乡供水和灌溉为主，在工程建设和运行中对周边环境产生一定不利影响，但工程设计中通过采取环境保护对策措施降低不利影响，运行期还将加强护水源保护、流域污染防治等工作，对库区流域生态保护有一定的促进作用。

因此工程建设符合全国和贵州省主体功能区划要求。

3.1.3.3 与全国和贵州省生态功能区划的符合性分析

根据《全国生态功能区划》（修编版），本工程位于 I-02-14 武陵山区生物多样性保护与水源涵养重要区。该区的主要生态问题为森林资源不合理开发利用带来生态功能退化问题较为突出，主要表现为水土流失加重、石漠化问题突出、地质灾害增多、野生动植物栖息地破坏较严重。生态保护主要措施为加强自然保护区群建设，扩大保护范围；坚持自然恢复，恢复常绿阔叶林的乔、灌、草植被体系，优化森林生态系统结构；继续实施退耕还林、还草工程，以及石漠化治理工程；加强地质灾害的监督与预防。

本工程属于非污染类项目，工程建设可改善受水区供水条件、优化区域水资源配置、促进产业转型升级，退还原来挤占的生态环境用水，有利于生物多样性保护和水源涵养；水库成库后将划分水源保护区并对库周污染源进行综合治理。因此本工程总体符合《全国生态功能区划》（修编版）的相关要求。

根据《贵州省生态功能区划》，花滩子水库工程所在地主要属于“Ⅱ中部湿润亚热带喀斯特脆弱生态区——Ⅱ₁黔北山原中山常绿落叶阔叶混交林、农业与水土流失控制生态亚区——Ⅱ₁-3 沿河—德江—思南土壤保持与河谷地质灾害防治生态功能区”。本区的生态环境问题为水土流失严重，地质灾害较为突出。生态系统服务功能以土壤保持极重

要，河谷地带地质灾害防治也较为重要。保护措施与发展方向为以乌江干流河谷及沿江城市生态安全为目标；治理沿江河谷斜坡的水土流失，加强地质灾害的监测预警。

花滩子水库项目占地及淹没影响的植被为柏木、马尾松、枫香树、响叶杨等为主的乔木林，以及以槲栎、白栎、黄荆等为主的灌丛，植被次生化现象突出；受损的森林植被可采取人工抚育、异地恢复等措施补偿生态影响，不会对本生态功能区的生态环境与功能发挥造成明显不利影响，不存在工程建设导致土地退化问题；水库建成后，库区划定水源保护区后，通过生态恢复，还可提高森林覆盖。在严格执行相关水土保持措施，做好占地区植被恢复后，有利于改善灌区生产生活条件，为灌区石漠化治理和水土保持创造了良好条件，增强了区域防灾减灾能力，改善了灌区生态环境，此外，花滩子水库工程城乡供水、工业供水有利于提高城乡供水安全，提高区域城乡、工业供水保障率，增强了区域防灾减灾能力，有效促进当地社会经济发展。因此，花滩子水库工程建设与该区域的生态功能定位以及发展与保护要求是相协调的。

3.1.3.4 与“三线一单”的符合性分析

清渡河流域综合规划环评工作开展较早未对流域提出“三线一单”要求，因此本报告主要分析花滩子水库与贵州省“三线一单”的符合性。

(1) 与生态保护红线的符合性分析

2016年12月，贵州省人民政府以“黔府发〔2016〕32号”文印发《贵州省生态保护红线管理暂行办法的通知》，提出了贵州省生态保护红线划定方案，2017年3月启动原生态红线划定方案的优化调整工作，2017年12月形成《贵州省生态保护红线划定方案》。2018年6月27日，贵州省人民政府以“黔府发〔2018〕16号”文发布《关于发布贵州省生态保护红线的通知》，根据划定结果，贵州省生态保护红线划定面积为4.59万 km^2 ，占全省国土面积的26.06%，包括5大类共14个生态保护红线片区，主要分布在武陵山水源涵养与生物多样性维护片区、月亮山水源涵养与生物多样性维护片区和大娄山—赤水河水源涵养片区；南、北盘江—红水河流域水土保持与水土流失控制片区、乌江中下游水土保持片区和沅江—柳江流域水土保持与水土流失控制片区；苗岭东南部生物多样性维护片区、南盘江流域生物多样性维护与石漠化控制片区和赤水河生物多样性维护与水源涵养片区；沅江上游—黔南水土流失控制片区和芙蓉江小流域水土流失与石漠化控制片区；乌蒙山—北盘江流域石漠化控制片区、红水河流域石漠化控制与水土保持片区和乌江中上游石漠化控制片区。

根据花滩子水库设计资料及测绘成果的叠图分析，本工程与贵州省生态保护红线的关系具体如下：根据行政区划分，涉及铜仁市生态红线面积 103.09hm^2 ，其中思南县生态红线 21.72hm^2 、印江县生态红线面积 81.37hm^2 。根据工程建设区域划分，其中枢纽及淹没区涉及红线面积 99.18hm^2 ，输水管线区涉及红线面积 1.53hm^2 ；复建专项工程涉及红线面积 2.38hm^2 。根据生态保护红线功能区划分，工程涉及红线功能区均为武陵山区生物多样性保护与水源涵养重要区，该红线区涉及铜仁市的大部分地区以及黔东南州的北部等地区，面积 8055.76km^2 ，具有水源涵养与生物多样性维护功能。根据生态系统类型划分，工程涉及森林生态系统面积 31.0hm^2 、草地生态系统面积 15.63hm^2 、农田生态系统面积 55.45hm^2 。

2019 年 10 月，贵州省自然资源厅、省生态环境厅和省林业局以“黔自然资函〔2019〕1074 号”文联合印发了《关于进一步做好生态保护红线评估优化工作的通知》，组织开展生态保护红线自查评估和优化调整等工作，贵州省相关部门结合职责配合提供相关资料，评估包括花滩子水库在内的重大基础设施等项目与生态保护红线存在的矛盾冲突情况，提供有关项目范围的矢量数据，提出优化调整建议。建设单位贵州省水利投资（集团）有限责任公司已将贵州省铜仁市花滩子工程征地范围的矢量数据提供给相关部门。工程设计单位编制了《贵州省铜仁市花滩子水库工程项目涉及占用生态保护红线评估报告》，对本工程不可避免让占用生态保护红线的可行性和合理性做进一步评估，将作为用地预审和选址意见书附件报送主管部门审批。

2019 年 11 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，对生态保护红线的划定落实提出如下意见：“按照生态功能划定生态保护红线。生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：……必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护”。花滩子水库工程为国家重大水利项目，属于供水基础设施建设，水库工程修建有利于区域水资源保护与利用，有利于水土流失治理，不损害区域主体功能。目前各级政府及部门正在落实相关工作，在国土空间规划编制中进一步协调边界矛盾，以符合生态保护红线有关规定。

综上，花滩子水库工程属于不损害主体功能的供水基础设施建设项目，在贵州省生态保护红线评估调整工作中已充分考虑与其他的协调性，并在国土空间规划编制中进一步

协调边界矛盾。工程建设后将重新划定水源保护区，加强库区范围污染源治理与水源涵养，与所在片区的生态功能定位相协调。因此，在做好花滩子水库工程涉及生态红线评估调整的前提下，本工程总体符合生态保护红线的管控要求。

(2) 与环境质量底线管控要求符合性分析

根据流域常规监测和补充监测结果分析，花滩子水库坝址所在清渡河流域各项监测因子均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的III类标准，水库建设后将划定保护区进一步保护库区水体以满足饮用水水源地水质要求。本工程对环境的影响主要为运行期供水退水对乌江水质的间接影响，通过配套水污染防治规划的实施，可以提高区域污水收集处理效率和污水处理厂提标改造，有效实施面源污染防控，削减控制受水区入河污染负荷，在上游入流水质达标的情况下，受水区乌江干流能够满足水功能区要求，符合受水区环境质量底线的管控要求。

(3) 与资源利用上线管控要求符合性分析

贵州省自 2013 年推行最严格水资源管理治理，将用水总量指标分解到各县市，受水区思南县 2030 年用水总量指标为 1.85 亿 m^3 ，考虑思南县已在建、其他规划供水工程及花滩子水库供水量，预测 2030 年思南全县用水总量 1.803 亿 m^3 ，满足区域 1.85 亿 m^3 用水总量指标控制要求。

本工程在规划阶段供水区需水预测中充分考虑区域用水总量红线，同时，本工程在可研阶段对水资源开发进行了进一步的优化，比规划阶段的供水量减少了 3838 万 m^3 ，相应影响也有所降低，工程严守资源利用上线。

(4) 与环境准入负面清单符合性分析

本工程中属于清渡河流域的大型水利工程，合理下泄生态流量，不会对区域生态敏感目标及生态功能造成明显不利影响，不属于环境准入负面清单中所列的限制类、禁止类项目，工程建设符合环境准入负面清单的要求。

综上，在做好花滩子水库工程涉及生态红线评估调整的前提下，花滩子水库的建设总体符合“三线一单”的要求。

3.1.3.5 与长江经济带生态环境保护规划的符合性分析

2017 年 7 月，原环境保护部、国家发改委、水利部联合印发《长江经济带生态环境保护规划》，规划提出长江经济带贵州地区保护重点为加强水源涵养、水土保持、生物多样性维护和高原湖泊湿地保护，强化自然保护区建设和管护，合理开发利用水资源，禁止煤炭、有色金属、磷矿等资源的无序开展，加大湖库、湿地等敏感区的保护力度。

针对水资源利用提出了总量强度双控、实施以水定城、以水定产、严格水资源保护三方面内容。与本工程相关的内容为贵州用水总量 2020 年、2030 年分别为 134.39 亿 m^3 、143.33 亿 m^3 ；到 2020 年，长江经济带万元工业增加值用水量比 2015 年下降 25% 以上；到 2020 年，农田灌溉水有效利用系数达到 0.529 以上；到 2020 年，公共供水管网漏损率控制在 10% 以内；严禁钢铁、造纸、纺织、火电等高耗水行业新增产能。

花滩子水库受水区思南县 2030 年用水总量为 1.803 亿 m^3 ，低于总量目标 1.95 亿 m^3 。2020 年较 2015 年思南县万元工业增加值用水指标下降 35.8%，花滩子水库灌溉水有效利用系数为 0.82。管网漏损率取值 10%。受水区用水总量指标、万元工业增加值指标、灌溉水有效利用系数、管网漏损率均满足《长江经济带生态环境保护规划》要求。

受水区双塘工业聚集区以农副产品加工、轻工制造、医药保健、高新技术和商贸物流等产业为主；灯油坝工业聚集区以新型建材产业、化工（生物化工及医药化工）、船舶制造配套产业和物流中心等产业为主；关中坝工业聚集区以船舶内装饰材料及设备制造、船舶机电设备制造等产业为主。因此水资源配置范围内的工业园不涉及新增钢铁、造纸、纺织、火电等高耗水行业产能。

针对流域水质总磷超标问题，规划提出治理乌江、清水江流域总磷污染，开展总磷污染防治，提升区域内磷矿企业的开采和选矿技术水平，提高磷过滤效率和回收率，规划建设渣场和尾矿库并严格监管。

地方政府针对工程退水所在流域制定了《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，拟定水质达标目标及期限，从工业园区废水处理、面源污染处理、污水处理厂提标改造、中水回用、强化环境执法及监测、加强资金保障等方面制定了相应措施，落实规划目标及技术路线。

因此本工程总体符合《长江经济带生态环境保护规划》的相关要求。

3.1.3.6 与区域水污染防治相关规划的符合性

（1）区域相关水污染防治规划简况

长期以来受上游流域内工业、城镇生活、农业种植和规模化畜禽养殖等影响，乌江干流存在总磷超标问题，为改善与维护流域水环境质量，地方政府组织编制并实施了《乌江流域水体达标方案》，规划目标为通过实施包括工业集聚区集中治理项目、城镇污水处理及管网建设项目、城镇生活垃圾收运及外置项目、水环境污染整治与生态修复项目等总投资 159.88 亿元 228 个重点工程项目，有效控制污染源，加快生态系统修复，确保到 2020 年，乌江流域水质稳定向好，总磷、氨氮、化学需氧量等污染物浓度明显下降，

流域生态环境明显改善，水环境监测、预警与应急能力显著提高。随着规划的实施，乌江水污染防治取得一定成效，流域水质总体向好，除总磷外，满足 II 类水质要求。结合乌江水质现状及乌江经济发展规划，加之思南县城市及经济发展对水资源利用需求的增加，根据思南县水环境保护的迫切需要，落实思南县受水区水污染防治工作，思南县水务局委托贵州大学开展思南县水污染防治规划编制工作。2018 年 11 月，贵州大学编制完成《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，2018 年 12 月 8 日，铜仁市人民政府印发《关于乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030）年的批复》批准了该规划。

该规划提出到 2030 年，流域内乌江干流水质持续保持优良，思林电站库区、河西水厂、乌杨树、清渡河赵家坝、石阡河塘头原渡口 5 个控制断面水质持续保持；断面自动在线监测能力与环境监管应急能力显著增强；县城及乡镇集中式饮用水水源水质持续优良（达到或优于 III 类）比例达 100%；城镇生活污水处理率达 100%，农村生活污水处理率达 30%，城镇再生水回用率为 20%；工业污水回用率 40%，万元工业增加值用水量降至 38m^3 以下；畜禽污水收集处理率达到 100%；农田灌溉用水有效利用系数达 0.492 以上；城镇生活垃圾无害化处理率达 100% 以上。

该规划考虑了花滩子水库工程供水后的区域水资源配置与退水污染负荷增加对清渡河、石阡河和乌江干流河段的影响，根据清渡河流域及受水区社会经济发展和污染源预测，新增了规划项目，主要包括工业污染集中治理项目、城镇生活污水处理及管网建设项目、集中式饮用水源地保护项目、农业农村环境综合整治项目、水生态修复与整治项目、环境监管能力建设项目、突发环境事件应急处置等 52 个项目，总投资估算 14.74 亿元，以确保规划目标的实现。

在本工程设计方案中，根据区域水污染防治对工业园区产业发展提出的要求，严格按照水污染防治相关规划中所确定的节水、治污、再生水回用等指标进行水资源配置，倒逼产业结构升级和调整，至 2030 年万元工业增加值用水定额（ $35\text{m}^3/\text{万元}$ ）相比较 2018 年（ $61\text{m}^3/\text{万元}$ ）下降了 43%，至 2030 年工业园区污水回用率 40%，再生水利用量达到 1049 万 m^3 ，主要用于对水质要求较低的船舶制造、石材加工等工业用水，置换工业园区取用的新鲜水，最大程度削减了新增工业供水规模。《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》也已将花滩子水库运行后的水文条件作为工作基础，规划工业污染集中治理项目、城镇生活污水处理及管网建设项目也考虑了花滩子水库运行后供水退水的流域水污染负荷情况。

《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》规划时段和范围已经包括了花滩子水库供水带来的新增退水问题，本工程水资源配置用水定额、污水回用率满足水污染防治规划要求，供水退水污染负荷与水污染防治规划相匹配，综上，本工程总体符合区域水污染防治规划有关要求，并能够与规划的实施相协调。

3.1.3.7 与流域规划及规划环评的符合性分析

（1）与清渡河流域综合规划的符合性分析

2015 年 9 月，铜仁市人民政府以“铜府函〔2015〕198 号”文批复了《贵州省清渡河流域综合规划》，规划 5 处水源工程，其中花滩子水库工程是流域内唯一的大型水库，对流域水资源开发有着重要的作用，希望解决本流域思南县城城区及周边乡镇、灌区灌溉及沿线农村工程性缺水问题。

规划阶段花滩子水库工程开发任务为城镇供水、农田灌溉及农村人畜饮水、兼顾发电。主要供水对象为思南县城城区、工业园区、塘头镇、大坝场镇、凉水井镇、兴隆乡、板桥乡、天桥乡、德江县的潮砥镇、长堡镇。规划灌溉面积为 12 万亩。规划推荐方案（对应可研阶段上坝址方案）流域面积 424km²，多年平均流量 7.78m³/s，多年平均径流量 24610 万 m³，水库正常蓄水位 494m、相应库容 11860 万 m³，供水总量 12747 万 m³，其中思南县城 4932 万 m³、思南工业园区 2512 万 m³、乡镇供水 1619 万 m³，农村人饮 205 万 m³，灌溉 3479 万 m³。规划坝后式电站利用弃水和生态流量发电、装机 3.0MW、多年平均发电量 718 万 kW·h。

表 3.1.3-1 流域规划与可研阶段工程主要特性指标对照表

序号	指标	单位	数量		
			可研阶段	规划阶段	差值
1	正常蓄水位	m	491	494	-3
2	死水位	m	463	450	+13
3	总库容	万 m ³	11300	13310	-2010
4	正常蓄水位以下库容	万 m ³	10450	11860	-1410
5	死库容	万 m ³	3472	1806	1666
6	调节库容	万 m ³	6978	10054	-3076
7	灌溉面积	万亩	50090	120000	-69910
8	灌溉供水量	万 m ³	1466	3479	-2013
9	思南县城乡供水量	万 m ³	7443	9268	-1825
10	总供水量	万 m ³	8909	12747	-3838
11	下泄生态水量	万 m ³	5471	4920	-551
12	总装机容量	kW	7000	3000	+4000
13	多年平均发电量	万 kW·h	1816	718	+1098

① 工程任务和供水对象变化

在花滩子水库工程可研设计阶段，工程任务仍为以城乡供水和灌溉为主、兼顾发电，随着设计工作的深入供水对象有所调整。本阶段供水对象为思南县城区和 5 个乡镇 5.01 万亩耕地及沿线 5.75 万农村人口，本阶段取消了已有就近水源工程的德江潮砥和长堡镇供水，取消了现状水源规划水库已覆盖的孙家坝镇、大坝场镇、板桥镇、兴隆乡的灌面。

② 供水量变化

可研阶段随着设计工作和用水需求调查的深入和优化调整，总库容减少 2010 万 m^3 ，总供水量合计减少 3838 万 m^3 。

由于供水对象调整，灌区范围优化等原因，可研阶段灌溉面积减少 69910 万亩、灌溉供水量减少 2013 万 m^3 。

规划阶段 2030 年规划城乡供水量为 9268 万 m^3 ，可研阶段确定城乡供水量 7443 万 m^3 ，可研阶段合计城乡供水减少了 1825 万 m^3 ，变化原因主要为设计深度原因并充分考虑了当地社会经济发展和生态流量的需求。

③ 特征水位及调节库容变化

根据水库兴利调节计算成果分析，扣除坝址上游耗水量、库损及下放生态环境用水后，本阶段要满足城乡生活、工业园区及农田灌溉用水要求所需兴利调节正常蓄水位降低了 3m，死水位提升了 13m，调节库容降低 3076 万 m^3/a ，淹没影响有所减小。

④ 电站装机容量变化

规划阶段和可研阶段坝后电站均是利用弃水和生态流量发电，本阶段花滩子水库装机容量为 7MW，比规划阶段增加了 4MW，本阶段多年平均发电量 1816 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，比规划阶段增加了 1098 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，两阶段坝址相同、供水量可研阶段降低 3838 万 m^3 ，弃水量增大，同时生态流量下泄量也增大，因此导致装机容量增大。

总体上，花滩子水库可研设计方案与规划阶段方案工程任务和推荐坝址一致，工程总体规模较规划阶段降低。供水量、特征水位及装机容量与规划阶段有一定差异是合理的，属于设计阶段工作深度的差异以及正常的设计优化调整，因此项目建设符合《贵州省清渡河流域综合规划》。

(2) 与规划环评及审查意见的符合性分析

清渡河流域综合规划环评提出与本工程有关的要求包括：下泄生态流量、水温影响控制措施、划定库区饮用水源保护区、落实环境敏感区管理规定和环境保护要求、过鱼设施、鱼类增殖放流、栖息地保护、生态调度等措施要求。本工程设计方案及项目环评

报告，均对规划提出的要求进行了响应，详见“2.2.3.4 规划环评对本工程的要求及落实情况”，本工程总体符合流域综合规划环评及审查意见要求。

3.2 水资源配置合理性分析

3.2.1 用水总量、用水效率和水功能区限制纳污三条红线分析

《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1号）提出实行严格的水资源管理制度，建立用水总量控制、用水效率控制和水功能区限制纳污“三项制度”，相应地划定用水总量、用水效率和和水功能区限制纳污“三条红线”。

3.2.1.1 用水总量控制红线

根据《铜仁市人民政府办公室关于调整全市用水总量控制目标的通知》（铜府函〔2018〕46号）中关于下辖各区县用水总量指标分解成果表，思南县2030年用水总量指标为1.85亿 m^3 ，见附件16。

据《2017年铜仁市水资源水土保持公报》，思南县现状用水总量0.675亿 m^3 。其中灌溉0.347亿 m^3 ，现状灌溉水利用系数0.456，按《水污染防治行动计划》、《关于实行最严格水资源管理制度的意见》、《国家节水行动方案》要求，2030年灌溉水利用系数应达0.6以上，则现状灌溉用水将下降到0.244亿 m^3 。按此，思南县用水量总将下降为0.572亿 m^3 。

思南县在建水利工程可供水量0.344亿 m^3 ，规划工程（不含花滩子水库）可供水量0.207亿 m^3 ，花滩子水库可供水量0.846亿 m^3 ，合计供水1.397亿 m^3 。根据供水区水资源配置方案，花滩子水库建成后，将逐步关停小而零散、挤占农灌及河道环境水、保证率低、水质风险大、水源保护难、运行调度矛盾突出的一批现状供水工程，将置换现有水利工程0.166亿 m^3 供水量，因此至2030年实际全县新增水量1.231亿 m^3 。

综上所述，2030年思南全县用水总量1.803亿 m^3 ，满足区域1.85亿 m^3 用水总量指标控制要求。

受水区涉及行政区划	2030年用水总量指标	2017年用水量	达到2030年灌溉节水指标用水量	至2030年新增水量	2030年总用水量
铜仁市思南县	1.85	0.675	0.572	1.231	1.803

3.2.1.2 用水效率控制红线

根据《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》（国发〔2012〕3号）要求，到2030年万元工业增加值用水量降低到40m³以下，农田灌溉水有效利用系数提高到0.6以上。

（1）工业用水

根据思南县统计局、水务局提供社会经济及各行业用水量数据，思南县城2018年工业增加值16.06亿元，县城工业用水980万m³，万元工业增加值用水量为61m³，根据主体设计需水量预测，到2030年万元工业增加值需水量按35m³/万元计，2030年万元工业增加值用水净定额比2018年降低43%，符合《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》中万元工业增加值用水控制指标要求。《贵州省水资源综合规划》和《铜仁市水资源综合开发利用规划修编》中确定的贵州省万元工业增加值用水控制指标为44~64m³/万元，与贵州省和区域内用水定额相比，思南县工业用水效率属较先进水平。

（2）灌溉用水

花滩子水库灌区采用管道输水，灌区水稻田间水利用系数取0.95，旱作物取0.90，管道水利用系数取0.88，灌溉水综合利用系数为0.82，符合《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》、《国家节水行动方案》中农田灌溉水有效利用系数控制指标要求，远高于贵州省平均水平。

本工程考虑在提高灌溉水有效利用效率、降低万元工业增加值用水定额的基础上开展工程设计，满足用水效率提高的相关要求。

表 3.2.1-2 用水效率控制指标符合性一览表

用水效率	现状	2030年指标控制要求		本工程设计要求
		最严格水资源管理制度	国家节水行动方案	
工业用水定额	61	40 以下	/	35
农田灌溉水有效利用系数	0.8	0.6 以上	0.56 以上	0.82

3.2.1.3 水功能区限制纳污红线

根据《贵州省水功能区划》，本工程库区所在河段涉及“清渡河印江思南保留区”水质管理目标为Ⅲ类，受水区涉及“石阡河石阡思南保留区”水质管理目标为Ⅲ类、“乌江铜仁保留区”水质管理目标为Ⅱ类。根据现状水质监测结果，清渡河和石阡河满足Ⅲ类水质标准；近年来受上游来水及流域内工业、城镇生活、农业种植和规模化畜禽养殖等影响，乌江干流乌杨树断面部分时段不满足Ⅱ类水质标准，超标因子为总磷。

为维持坝址下游干流及退水区水域功能要求，考虑思南县城市及社会经济发展对水资源利用的增长情况，消纳花滩子水库等供水工程投运后新增退水的影响，地方政府组织编制了《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，该规划考虑了花滩子水库工程供水后的区域水资源配置与退水污染负荷增加对清渡河、石阡河和乌江干流河段的影响，根据清渡河流域及受水区社会经济发展和污染源预测，新增了规划项目，主要包括工业污染集中治理项目、城镇生活污水处理及管网建设项目、集中式饮用水源地保护项目、农业农村环境综合整治项目、水生态修复与整治项目等。实施水污染防治规划后，削减本工程生产生活供水退水污染负荷，减轻对区域受纳水体的水质影响。

在严格落实上述环保措施的前提下，在设计水平年水资源配置与退水情况下，预测控制断面除特征因子 TP 外，其他因子均能达到相应的水功能区水质目标要求，乌江干流水质特征因子 TP 超标是由于上游来水超标导致，须持续跟踪流域及受水区水污染防治规划实施情况及水环境质量改善情况，在设计水平年乌江受水区上游来水 TP 超标的情况下，实现乌江受水区特征因子 TP 污染负荷不增加、其他指标满足 II 类水质；若设计水平年上游来水 TP 达标，则 TP 因子有剩余环境容量消纳受水区退水污染负荷，本工程水资源配置方案可满足水功能区限制纳污红线要求。

3.2.2 水资源配置“三先三后”原则符合性分析

根据本工程水资源配置方案，参考国家要求引调水工程遵守“先节水后调水、先治污后通水，先环保后用水”的三先三后原则分析受水区生活用水、工业用水、建筑业及第三产业用水、绿化用水、灌溉用水指标，明确各项用水指标与水资源管理有关要求的符合性。

3.2.2.1 用水及节水分析

（1）用水指标合理性分析

① 生活用水

根据《城市居民生活用水量标准》（GB/T 50331-2002）规定贵州省城市居民日用水量取值范围为 100~140L/(人·d)、贵州省《用水定额》（DB52 / T 725-2019）规定农村居民生活综合用水取值范围为 70~90 L/(人·d)，结合思南县用水现状，本工程生活用水需水预测定额取值为：思南县城 2030 年城市居民用水定额取 140 L/(人·d)，塘头镇 2030 年生活用水定额取 120L/(人·d)，其他乡镇取 110L/d.人；2030 年管网漏损率取 9.5%、

10%；一般工业用水指标 2030 年取 $35 \text{ m}^3/\text{万元}$ ，建筑业万元增加值取水量 2030 年取 $15 \text{ m}^3/\text{万元}$ 。第三产业万元增加值取水量 2030 年取 $10 \text{ m}^3/\text{万元}$ 。2030 年思南县城社会经济增加值 93.58 亿元，一般需水量为 3641 万 m^3 ，规划水平年人口 30 万人，则思南县城居民综合用水 $121 \text{ m}^3/((\text{人}\cdot\text{a}))$ ，经济综合用水量 $38.9\text{m}^3/(\text{万元}\cdot\text{a})$ 。塘头镇 2030 年生活用水定额取 $120\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ，其他乡镇取 $110\text{L}/\text{d}\cdot\text{人}$ ；2030 年管网损失 10%。农村人口 2030 年用水定额 $90\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ ，大牲畜用水量按 $50\text{L}/\text{头}\cdot\text{d}$ ，小牲畜按 $30\text{L}/\text{头}\cdot\text{d}$ 计。以上生活用水定额均符合《城市居民生活用水量标准》（GB/T 50331-2002）、《村镇供水工程技术规范》（SL 310-2019）、贵州省《用水定额》（DB52 / T 725-2019）、最严格水资源管理制度等要求。生活用水节水措施包括对城区管网进行改造，管网漏损控制在 10% 以下，进一步普及节水器具，强化用水管理，加强节水教育，提高用水效率。

② 工业园区用水合理性分析

思南县万元工业增加值用水量 2030 年按 35m^3 计，根据《城市综合用水量标准》（SL367-2006），该地区经济综合用水指标为 $65\sim 85\text{m}^3/(\text{万元}\cdot\text{a})$ ，经济综合用水指标低于标准，符合最严格水资源管理制度到 2030 年万元工业增加值用水量降低到 40m^3 以下的要求。工业节水措施包括合理布局及调整产业结构，严控高耗水高污染行业新增产能，严格落实工业项目水资源论证和取水许可制度；推进清洁生产战略，淘汰落后工艺和设备，改进生产工艺提高工业水重复利用率。

表 3.2.2-1 思南县用水节水指标汇总

用水类型			用水定额		相关指标要求		符合性	
			单位	2018	2030	依据		指标
生活	县城		L/人·d	99	140	《城市居民生活用水量标准》(GB/T50331-2002)	100~140	符合
	集镇	塘头镇		87	120	《村镇供水工程技术规范》(SL 310-2019)	90~130	符合
		其他		95、93	110			
		农村			56	90	贵州省《用水定额》(DB52 / T 725-2019)	70~90
工业			m³/万元	61	35	《最严格水资源管理制度》万元工业增加值	40 以下	符合
工业重复利用率			%	85	93	《国家节水行动方案》	91	符合
道路广场绿地			L/ m²·d	1.8	1.8	贵州省《用水定额》	1.2~2	符合
管网漏损	县城	%	10.9	9.5	《城市供水管网漏损控制及评定标准》(CJJ 92-2016)	10%~12%	符合	
	集镇	%	16.5	10	《国家节水行动方案》	10%		
灌溉水利用系数			/	0.8	0.82	《最严格水资源管理制度》	0.6 以上	符合
						《国家节水行动方案》	0.56 以上	
单位人口综合用水量标准			m³/人·a	/	121	《城市综合用水量标准》SL367-2006	105~145	符合
城市经济综合用水			m³/万元	/	38.9		65~85	

表 3.2.2-1 思南县用水节水指标汇总

用水类型	用水定额			相关指标要求		符合性
	单位	2018	2030	依据	指标	
指标	GDP · a					

③ 灌溉用水

本工程采用管道输水，水稻田间水利用系数取 0.95，旱作物取 0.90，田间水利用系数按面积加权平均为 0.93；结合本工程的灌溉种植结构和管线输水长度，管道水利用系数取 0.88；灌溉水综合利用系数为 0.82。渠道采取工程措施保证渠道输水利用系数，满足最严格水资源管理制度中“到 2030 年农田灌溉水有效利用系数提高到 0.6 以上”的要求。农业节水措施主要包括推广农业节水设施，加强农业节水宣传，推广节水灌溉技术，灌区有针对性地配套实施渠系防渗节水措施、实施喷灌等节水灌溉措施。

通过对受水区思南县城、集镇、工业园区、灌溉用水指标分析，拟建花滩子水库水资源配置中各项用水指标均符合水资源管理有关要求。

（2）受水区节水措施分析

花滩子水库水资源配置综合考虑产业结构调整、污水回用、分质供水等措施进行二次平衡，结合《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》的目标要求：思南县城生活污水排放率取 70%、工业污水排放率 35%，设计水平年 2030 年污水处理率 100%、县城生活污水回用率为 25%、工业园区污水回用率 40%，管网漏损率 9.5%，充分发掘受水区水资源综合利用潜力，最大程度降低新增供水需求。综上所述，花滩子水库工程在设计阶段各项指标均满足相关规定及节水目标，并提出了进一步的节水措施要求，总体符合“先节水后调水”的原则。

3.2.2.2 治污措施分析

本工程涉及区域响应最严格水资源管理制度、水十条等要求，开展了地方水污染防治行动计划，实施相关污水治理措施，受水区思南县城规划范围内已建思南县城一期污水处理厂（0.8 万 m³/d）、思南县城二期污水处理厂（0.3 万 m³/d）、思南县城双塘片区污水处理厂（0.5 万 m³/d）、思南县教育园区污水处理厂（0.08 万 m³/d）、邵家桥镇污水处理厂（0.3 万 m³/d）等治污措施，5 座污水处理厂合计处理能力 1.98 万 m³/d，根据水污染防治规划，规划水平年 2030 年受水区现状及规划污水处理能力共计 13.64 万 m³/d，合计处理规模可达 4978 万 m³/a，大于受水区污水产生总量 3905 万 m³/a，处理规模满足退水需求。

本工程承担城镇生活供水任务，工程建成后需要划分饮用水水源保护区，将进一步保障库区水质达标。为进一步保护受水区水环境，地方政府组织编制《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》并取得了铜仁市政府的批复，通过工业集聚区污染集中治理项目、城镇生活污水处理及管网建设项目、集中式饮用水源地保护项目、农业农村环境综合整治项目、水生态修复与整治项目、环境监管能力建设项目、突发环境事件应急处置项目等重点工程的实施，2030 年可满足清渡河和石阡河退水河段达到 GB3838-2002 III 类水域功能要求，削减总磷污染物，乌江干流退水河段特征因子 TP 达《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准或 TP 污染负荷不增加、其他指标满足 II 类水质。

综上，在本工程运行前落实地方水污染防治规划提出的各项措施，总体符合先治污后通水原则。

3.2.2.3 生态环境用水保障分析

针对花滩子水库坝址下游河段的纳污能力、生态用水要求，本次环评提出花滩子水库在枯水期（10 月~3 月）最低下泄流量 $1.18\text{m}^3/\text{s}$ ，丰水期（4 月~9 月）最低下泄流量 $2.36\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量下泄方案，可有效保证下游河段的生态用水需求，下游花滩子电站应根据花滩子水库环境水下放原则，花滩子电站枯期 10~3 月按坝址处多年平均流量的 15%均匀下放，汛期 4-9 月按坝址处多年平均流量的 30%均匀下放。根据鱼类产卵期产卵需求在 5~6 月份择机实施一次生态调度，调度时间不低于 10 天，峰值流量不低于 $10.7\text{m}^3/\text{s}$ ，峰值持续时间不低于 7 天。

工程调度原则为优先满足下游河道生态用水和生活用水，再满足工业用水和灌溉供水要求，多余水量经过电站机组发电下放。

综上所述，花滩子水库工程引调水总体符合“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的“三先三后”原则。

3.2.3 供水规模的环境合理性

（1）严格以供定需，控制水源区开发利用程度

根据本工程水资源调出流域——清渡河水资源条件、流域水资源开发利用状况，立足保护河流健康生态需要，在保证流域用水和保障基本生态和环境用水情况下，复核水源区可供水量是否满足以供定需原则。

以供定需的水资源配置一般按以下步骤进行：①可供水量分析，根据区域流域的水资源条件、生态保护要求，根据水资源开发利用状况，在保证人类生活用水和保障基本生态和环境用水的情况下，分析确定区域流域可供水量——>②制定水资源配置方案——>③水资源供需分析——>④制定满足区域纳污总量控制要求的水资源保护战略。

综合考虑国际上一般认为一条河流合理开发的上限是水资源利用率为 40%。清渡河流域多年平均径流总量为 2.945 亿 m^3 ，清渡河流域水资源开发利用量上限取 40%，即 1.178 亿 m^3 ，根据主体设计成果，设计水平年 2030 年考虑上游清渡河水库建成供水，干流水资源开发利用量为 0.1274 亿 m^3 ，在保证流域用水和保障基本生态和环境用水情况下，花滩子水库可供水量约为 1.05 亿 m^3 。根据主体设计水资源配置成果，花滩子水库供水规模为 0.8909 亿 m^3 。因此，设计水平年 2030 年本工程水资源调出区——清渡河流域水资源开发利用量小于 1.05 亿 m^3 ，未达到 40% 的上限 1.178 亿 m^3 ，清渡河流域水资源开发率用量约占清渡河流域年径流总量的 34.57%。可见，花滩子水库是在优先保障生态和环境用水基础上，水资源配置总体满足“以供定需”原则。

（2）强化中水回用，最大程度压缩受水区需水规模

根据区域水污染防治规划提出的要求，受水区严格将节水、治污、再生水回用等指标纳入水资源配置，设计水平年 2030 年思南县城城区供水回用率取 25%，工业园区中水回用率取 40%，受水区中水回用总量 1049 万 m^3 ，考虑中水回用后，相当于提高了可供水量，置换水源处取用的新鲜水量，各供水需求定额指标均符合水资源管理要求，最大程度削减了新增思南县城镇及工业园区供水规模。同时本工程优先考虑了坝址下游生态流量需求保障，降低了在较不利枯水年份对工业用水、灌溉用水的保证率。综上，花滩子水库是在充分考虑节水、中水利用及当地水资源优化配置情况下，最大程度压缩了受水区需水量。

（3）削减污染负荷，满足新增供水规模退水接纳能力

为落实最严格水资源管理制度、水十条等要求，受水区制定了水污染防治规划，以接纳削减本工程设计供水规模下的退水污染负荷。规划水平年 2030 年受水区现有及规划污水处理能力共计 13.64 万 m^3/d ，合计处理规模可达 4978 万 m^3/a ，大于受水区污水产生总量 3905 万 m^3/a ，可接纳处理规划水平年 2030 年受水区总退水量。根据规划水平年 2030 年受水区污染防治规划实施效果分析，石阡河和清渡河控制单元 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 均有剩余水环境容量，可消纳本工程设计供水规模下的退水污染负荷。乌江干流常规因子 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 均有剩余环境功能容量，可接纳规划水平年受水区退水污染负荷，

特征因子 TP 由于上游来水超标，导致乌江干流现有 TP 环境容量不足，在受水区水污染防治规划实施情况下，若设计水平年上游来水 TP 达标，则 TP 因子有剩余环境容量消纳受水区退水污染负荷，若设计水平年乌江受水区上游来水 TP 超标，受水区污染防治措施基本能够实现特征因子 TP 污染负荷不增加、其他指标满足 II 类水质。综上，本工程供水规模总体上能够与受水区水污染防治规划水平相匹配，不会显著增大当地水环境保护工作压力。

3.3 工程方案的环境合理性分析

3.3.1 坝址比选环境合理性分析

花滩子水库枢纽工程规划了上、下两个坝址进行比选，其中上坝址位于清渡河邵家桥镇冉氏塘附近河段，下坝址位于邵家镇大龙头村已建花滩子电站库尾附近河段，两个坝址相距 1km。主体设计推荐上坝址方案。上坝址采用碾压混凝土重力坝、坝顶溢洪道和放空底孔、左坝段供水灌溉兼发电取水口；下坝址采用碾压混凝土拱坝，溢洪表孔和左岸坝身底孔、左坝身段供水取水系统。上下坝址大坝枢纽布置详见图 3.3.1-1。

两坝址方案均不涉及环境敏感区，均淹没 1 株古大树，两坝址方案不涉及重大环境问题，坝址选择不存在环境制约性因素，2 个坝址对环境的影响差别不大。从环境角度，主体推荐的上坝址方案是合理的。



图 3.3.1-1 上、下坝址位置图

上、下坝址的环境比较见表 3.3.1-1。

表 3.3.1-1 上、下坝址环境比较表

项目	上坝址（主体推荐方案）	下坝址	比选结果
多年平均流量	7.87	7.92	—
正常蓄水位/死水位	491/463	489/462	
总供水量	8909	8909	—
水库枢纽布置	碾压混凝土重力坝，最大坝高 108.5m	碾压混凝土拱坝，最大坝高 114.5m，	上坝址较优
水库淹没	在满足同等效益的情况下，上坝址正常蓄水位为 491m，淹没面积 3.78km ² ，下坝址正常蓄水位 489m，淹没面积 3.66km ² ，上坝址淹没面积较下坝址略大 0.12km		下坝址略优
水土流失	上坝址碾压混凝土重力坝方案明挖土方 63.5 万 m ³ ，洞挖石方 7.1 万 m ³	下坝址碾压混凝土拱坝方案明挖土方 39.6 万 m ³ ，洞挖石方 9.9 万 m ³	基本相当
水环境影响	上、下坝址距离相对较近，正常蓄水位相差 2m，正常蓄水位相应库容分别为 1.045 亿 m ³ ，1.075 亿 m ³ ，水库运行对库区和坝下水质、水文情势、水温等影响相差很小		基本相当
生态影响	上、下坝址水库淹没面积相差很小；淹没区均涉及 1 株古树；均对鱼类形成阻隔影响；对鱼类的阻隔影响上下坝址基本一致		基本相当
环境空气和声环境影响	上坝址附近居民点稀少，枢纽区场内施工道路约 10km，其中利用改造现有公路 4km	下坝址周边居民点稀少，下坝址枢纽区场内施工道路约 7.5km，均为新建	上坝址略优
社会影响	搬迁安置人口 3004 人，淹没补偿投资略大	搬迁安置人口 2748 人，淹没补偿投资略小	下坝址略优
环境敏感区	上、下坝址方案均不涉及环境敏感区		相当
环境比选结果	上坝址方案总体淹没损失略大、土方开挖工程量较大，下坝址方案淹没损失略小、洞挖石方工程量较大。两坝址方案距离仅有 1km，空间距离有限，库容相差很小、对水环境、陆生生态和水生生态影响基本相当，上下坝址方案均不存在重大环境制约性因素		基本相当

3.3.2 正常蓄水位比选环境合理性分析

在正常蓄水位确定前，本工程首先进行了死水位选择，水库死水位是在满足泥沙淤积、供水及灌溉用水要求的前提下，再考虑取水建筑物及输水管线布置、运行经济指标等综合确定，上坝址死水位 463m 时经济技术指标最优，主体设计推荐死水位为 463m。

在死水位确定后，根据兴利调节计算，主体设计选择 489m、490m、491m、492m、493m 五个方案进行比较。489m 及 490m 正常蓄水位在满足灌溉及农村饮水的前提下，削减城市供水量，并利用弃水及环境水发电；491m 正常蓄水位满足受水区全部用水需求，并利用弃水及环境水发电；492m 及 493m 正常蓄水位满足受水区全部用水需求，剩余兴利库容作为发电库容，利用余水及环境水发电。

随着水位抬升，淹没损失有所增加，但各方案在水文情势、水温、水质、水生生态等方面的影响大致相当，各正常蓄水位选择方案不涉及环境敏感区，无重大环境制约性因素。主体工程推荐正常蓄水位 491m 方案，从环境保护方面来看是合理的。

表 3.3.2-1 正常蓄水位环境比选表

项目		方 案					比较结果
		方案一 491m	方案二 492m	方案三 493m	方案四 494m	方案五 494m	
水文情势	水库面积(km ²)	3.65	3.87	3.96	4.11	4.26	方案一略小，随水位升高影响逐渐增大
	环境影响	随着正常蓄水位的升高，水文情势影响略大					
水环境(水温、水质)		各方案水库水温均为稳定分层型，对水温、水质影响基本无差别					基本相当
陆生生态	林地(亩)	1025	1100	1143	1194	1241	方案一略小，随水位升高影响逐渐增大
	影响植物种类和生物量损失	各方案主要影响植被均为柏木、马尾松、枫香树等，涉及的植物种类基本一致且均为个体损失；随着水位的抬升，生物量损失有所增加					差别不大
	影响保护植物和古树名木	淹没涉及古大树 1 种 1 株					基本相当
	影响保护动物	各方案影响黑鸢、雀鹰、小灵猫等保护动物活动区域，但均不涉及主要繁殖和栖息地，各方案影响差别不大					差别不大
水生生态		各方案均不涉及鱼类产卵场等环境敏感区域，随着水位抬升，对水生生态的影响略大					差别不大
其它		各蓄水位方案均不涉及环境敏感区					无重大制约因素

3.3.3 施工布置合理性分析

(1) 渣场选址及运输方案合理性分析

本工程共产生弃渣量 150.8 万 m³，其中枢纽工程区弃渣 115.7 万 m³，供水灌溉工程区弃渣 35.1 万 m³。枢纽区设置 1 处渣场，位于大坝上游左岸靠河床台阶地，渣场容量 120 万 m³，距大坝坝址约 1.2km。供水灌溉工程区共规划 21 个弃渣场（总干管工程区 1 个，天桥泵站及支管区 3 个、南干管及支管工程区 7、北干管及支管区 10 个），规划堆渣容量 47.8 万 m³。

根据弃渣场主要环境特征，分析其环境合理性。

①居民点安全

弃渣场渣体下游无居民点分布，不会对居民点安全构成危险。

②占用土地

枢纽区渣场占地面积 3.86hm²，库容 120 万 m³，占地类型主要为灌木林地、荒草地。灌区及管线区 21 处渣场占地类型主要为灌木林地、荒草地。渣场施工完成后采用植物恢复等措施，部分渣场用于造田复耕。

③行洪

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

④压占环境敏感目标

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

⑤弃渣运输与利用

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

综上所述，从环境保护的角度分析各弃渣场选址较为合理。

(2) 石料场选址及运输方案合理性分析

枢纽区选定 1 个主石料场，位于坝址下游右岸约 3.0km，有乡村公路经过石料场下部，料场运输距离约 3km，占沿线居民点较少，对沿线干扰影响小。石料场不涉及水源保护区、风景名胜区、文物和珍稀动植物集中分布区等环境敏感目标，占地面积约 12.3hm²，占地类型主要为灌木林地、荒草地，未发现珍稀保护植物；料场开挖结束后将进行迹地恢复。

综上所述，从环境保护的角度分析，石料场选址较为合理。

供水管线建筑物施工所需要的天然建筑材料采用就近购买的方式解决，不设土、石料场，减少占地扰动，具有环境合理性。

石料场采用公路运输成品骨料，新建和改建运输道路，至砂石加工系统运距约 3km，运输距离较短，运输道路沿线居民点较少，不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感目标。

综上所述，从环境保护的角度分析，公路运输方案较为合理。

(3) 场内施工道路布置的合理性分析

本工程新建道路 32.7km，其中永久道路 6.5km，临时道路、临时施工便道 26.2km；枢纽工程区场内道路总长约 11.1km，供水灌溉工程区道路总长约 21.6km。

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

(4) 施工工厂布置环境合理性

水库枢纽工程区施工场地主要布置于大坝右岸上下游区域，包括供风系统、供水系统、砼拌和系统、施工临时房屋、施工临时仓库及加工厂、石料场、砂石加工厂等。占地类型主要为耕地、灌木林地、荒草地，短期影响当地居民的农业生产，但工程结束后，将对临时占地进行土地复垦。枢纽区混凝土拌和系统周边分布有双山村马路岩居民点，距离 1#混凝土系统最近距离约 42m、双山村坨里居民点距离料场连接公路最近仅 30m，距离砂石加工系统 145m，高强度施工情况下对居民点大气环境、声环境产生不利影响。在对居民点采取有效的保护措施后，不利影响可得到控制。枢纽工程施工场地的布置，根据工程分布和施工需要，布置紧凑，便于管理，不涉及水源保护区、风景名胜区、国家地质公园、文物和珍稀动植物集中分布区等环境敏感区，从环境保护角度而言，工程施工场地布置是合理的。

输水线路布置有 28 个临时施工区，根据本阶段初拟场地规划，各施工区不涉及环境敏感区，管线区施工区场地分散、数量多，占地面积小，对环境影响有限，输水线路施工布置是合理的。

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

3.3.4 输水线路选择环境合理性分析

受水区主要分布在乌江右岸和库区左岸，按照与水库枢纽工程的相对位置，供水灌溉工程将受水区分分为北部片区、南部片区、东部片区 3 个片区。

北部片区和南部片区沿乌江分布，通过枢纽的发电灌溉取水口取水，取水后，经邵家桥隧洞在出口设北干管和南干管分别向北部片区和南部片区供水，东部片区位于上游库区左岸，从库尾鞍山村位置提水至高位水池后，由东干管向该片区供水。

(1) 总干邵家桥隧洞线路选择

邵家桥隧洞有两个方案选择，方案 1 是布置在清渡河左岸，隧洞总长 3.75km，方案 2 布置在清渡河右岸，隧洞总长 5.75km，根据清渡河走向，方案 1 隧洞布置在清渡河左岸可利用清渡河河湾地形，减少隧洞长度。

(2) 北干管线路选择

北干管起于邵家桥隧洞出口，止于凉水井分水口，以自流输水为主，主要线路为：邵家桥隧洞出口水池→邵塘支管分水口→清渡河管桥→孙家坝支管分水口→灯油坝隧洞→老城支管分水口→凉水井支管分水口及关中坝支管分水口。输水线路总长 13.74km，采用重力流自流输水，包含 1 条隧洞 2.13km、1 座管桥 86m、长 11.52km 的球墨铸铁管。北干管和邵塘支管涉穿越万圣山森林公园游览观光区 1.058km，穿越生态保育区约 0.535km，目前已取得贵州省林业局同意意见（黔林旅字〔2018〕1 号），北干管穿越一级保护区管线长度为 1.6km，穿越二级保护区管线长度为 3.3km，穿越准保护区 3.7km，目前已征求贵州省环保厅意见（黔环水表〔2017〕361 号），应加强施工管理，保证饮用水源保护区不受影响，本工程建成后将取代该水源点。北干管主要沿现有道路内侧布置，避让了集中村寨，继而沿乌江布设，管线穿过县城采用路面下埋管形式。

（3）南干管线路选择

南干管起于邵家桥隧洞出口，止于塘头镇水厂进水池，主要线路为：邵家桥隧洞出口水池→邵家桥支管分水口→塘头 1 隧洞→塘头 2 隧洞→芭蕉坝支管分水口→塘头水厂。输水线路总长 13.95km，为避开乌江喀斯特国家地质公园，设置 2 座隧洞总长 4.07km 及 9.9km 球墨铸铁管。南干管由邵家桥隧洞末端分水口引出以自流输水为主，沿乌江右岸布置向南走线，主要沿公路内侧布置，在上头坝一带设置 2 个隧洞后向塘头镇及周边灌面供水，避让了贵州思南乌江喀斯特国家地质公园。

（4）东干管线路选择

东部片区的天桥乡及天桥灌区位于库区上游，分布在库区左岸位置，由于受水区分布高程较高，采用库内泵站提水后利用管道重力输水至天桥乡。东干管为提水输水，主要线路为：天桥库内泵站→灌溉高位水池→供水高位水池→天桥乡。输水线路总长 3.02km，全部为 PE 管。库内泵站分两个扬程分别满足灌溉供水和乡镇供水，灌溉供水提水扬程为 50m，天桥乡供水提水扬程为 166.5m。本线路布置不涉及环境敏感区，对环境影响相对较小。

综上所述，总干管邵家桥隧洞段推荐线路选择环境相对合理，北干管、南干管及东干管根据地形线路方案唯一，环评介入后优化设计后输水管线避让了思南乌江白鹭洲风景名胜、思南乌江喀斯特国家地质公园、龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区，并尽可能缩短了涉及万圣山森林公园范围内管线长度，仅有 1.593km 管道涉及森林公园，供水灌溉工程尽量避开了村寨和人口密集区，并且主体设计推荐的线路方案最

短，可大大减少对植被的破坏。总体来说，本工程输水管线的布置方案相对合理，对周边环境的影响相对较小。

3.3.5 移民安置环境合理性分析

(1) 移民安置方案

本工程搬迁人口 3004 人，其中水库淹没影响区 2987 人，枢纽区 17 人，灌溉供水工程建设区无搬迁安置人口。根据征地区居民意愿以及搬迁安置环境容量分析，全部采取集中安置方式进行安置。集中安置点选择过程中，主体设计单位协同当地政府各部门在了解群众意愿，分析当地供水供电及地质条件后，最终确定了思南县城集中安置点、孙家坝集镇安置点、天桥集镇安置点、印江县城集中安置点、新寨集镇安置点、凯望农村后靠集中安置点共 6 个集中安置点。

其中凯望农村后靠安置 300 人，集镇安置 2042 人(天桥乡 1260 人，孙家坝镇 316 人，新寨镇 446 人)，县城安置 662 人（思南县城 562 人，印江县城 100 人）。

(1) 天桥乡集镇集中安置点

天桥集镇安置点（1260 人）位于花滩子水库库区左岸，坝址取水口正常蓄水位侧外径向 5.2km，东干管取水口外径向 2.5km，距淹没线最近的陆域距离为 0.55km，据《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2018），天桥集镇安置点位于花滩子水库工程建库后根据《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-20018）划定的二级水源保护区内。天桥乡现状无污水处理设施，根据天桥乡集镇集中安置点典型设计成果，生活污水经一体化污水处理设施集中处理后达标排放，一体化污水处理规模 10m³/h。安置点配置公共设施包括居委会建筑、集散广场、回车场及分布于安置点内的垃圾收集池等。安置点产生的垃圾定时定点由专人负责搜集，生活垃圾纳入天桥乡环卫系统处置。

由于天桥集镇安置点将位于划二级水源保护区内，二级保护区内禁止新建、改建和扩建排放污染物的建设项目。移民安置大纲审查认为为满足二级保护区水质要保护求，建议进一步深化天桥乡安置点污水处理和排放口论证，比选之后选择天桥乡安置点污水引至坝下区域排放方案，工程拟建设外部排水工程，新建重力流管道（沿天桥—思岭槽—梅家坡—河坝—新建河坝大桥—白岩山—楼房坡—小湾布置）将处理后的污水排放至花滩子水库下游左岸的山洪沟内。

本次评价根据天桥片区供水退水量预测天桥集镇安置点 1260 人新增污水排放量约 111m³/d，配套污水处理设施执行一级 A 标准，出水回用于水保植物措施用水、或浇灌附近林地、草地、耕地，不外排。

从环境保护角度，集中安置点选址距离取水口较远，安置点周边地表水系不发育，涉及花滩子运行后拟划定的二级水源保护区，配套污水处理设施执行一级 A 标准，出水回用于水保植物措施用水、或浇灌附近林草地、耕地，不向库区排放污水，对二级水源保护区影响很小，移民安置方案是合理的。

（2）其他集中安置点

规划水平年，印江县城安置点（100 人）、新寨集镇安置点（466 人）、凯望村农村集中安置点（300 人）、孙家坝集镇安置点（316 人）、思南县城（562 人），污水产生量分别为 $11.2\text{m}^3/\text{d}$ 、 $41.0\text{m}^3/\text{d}$ 、 $21.6\text{m}^3/\text{d}$ 、 $27.8\text{m}^3/\text{d}$ 、 $63\text{m}^3/\text{d}$ 。

印江县城安置点（100 人）不属于清河区流域范围，距离取水口直线距离 19.5km，且退水纳入印江县城市政管网集中处理，对花滩子水库库区和退水区水质无影响。新寨集镇安置点（466 人）位于库尾上游约 2km 处右岸，坝址取水口正常蓄水位侧外径向 10.8km，与清渡河最近的陆域距离为 2.2km；凯望村农村集中安置点（300 人）位于花滩子库区左岸，东干管取水口外径向 7.5km，距淹没线最近的陆域距离为 0.79km；孙家坝集镇安置点（316 人）位于花滩子水库坝址下游，陆域距离清渡河 1.32km；思南县城集镇安置点（562 人）位于下游于乌江左岸，距离乌江干流最近陆域距离约 0.7km。印江县城集中安置点、新寨集镇安置点、凯望农村后靠安置点、孙家坝集镇安置点、思南县城安置点 5 个集中安置点均不在工程建库后根据《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-20018）划定的一级和二级水源保护区内。另外，原移民的生活污水主要为无组织排放，印江县城、新寨集镇、思南县城、孙家坝镇集镇集中安置点接入市政污水处理及生活垃圾收集系统，天桥集镇和凯望农村后靠安置点配套有一体化污水处理设施和生活垃圾储运设施，一定程度上也减少了入库的面源污染。

综上，从环保角度上述，印江县城集中安置点、新寨集镇集中安置点、孙家坝镇集中安置点、思南县城集中安置点、凯望农村后靠安置点 5 处集中安置点避开今后建库后库区可能划定的水源保护区一级、二级保护区范围，同时也不涉及环境敏感区，且原移民的生活污水主要为无组织排放，主体工程在集中安置点规划选址设计时，在各农村安置点均配套一体化污水处理设施和生活垃圾储运设施，县城和集镇安置点接入当地城镇污水处理及生活垃圾收集系统，一定程度上也减少了入库的面源污染。因此工程移民安置方案是合理的。

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ/T 338-2018），天桥集镇安置点（1260 人）涉及位于花滩子水库工程建库后划定的二级水源保护区内。二级保护区内禁止新建、

改建和扩建排放污染物的建设项目。环评根据饮用水源保护区相关要求提出优化建议，其中天桥集镇集中安置点生活污水，按照一级 A 标准处理后，进一步分散引排至远离库区水体的农田、林地、草地进行灌溉，以满足饮用水水源地的保护要求。

3.3.6 主要专项设施复建方案环境合理性分析

花滩子水库工程涉及专业项目主要包括交通、电力和通讯设施复建，涉及 532 县道及其公路桥 8.04km，河田坝小学、凯望小学、龙井幼儿园、冉氏堂水文站、移动通信光缆 8km，电信光缆 8km、联通光缆 8km。对环境影响较大的为交通复建工程，工程复建 X532 县道及其公路桥 8.04km。

花滩子水库工程复建的通组公路工程规模小，是按照三原原则抬高复建，在选址选线方案中综合考虑与现有道路衔接，占地相对较少，通过采取合理有效的环境保护措施后可以得到减免。主体设计原 X532 复建工程可能涉及拟划定的花滩子水库水源保护二级保护区范围，本次环评针提出复建工程严禁穿越一级水源保护区，在二级水源保护区内禁止排放污染物，满足水源保护区有关法律法规要求，同时本次环评对复建道路对水库水质的污染风险，进一步提出了环境风险防范措施，可进一步降低不利环境影响，目前复建方案基本合理。

3.4 影响源分析与污染源强核算

3.4.1 工程施工

3.4.1.1 水文情势

花滩子水库施工期采用上、下游围堰挡水，左岸导流隧洞过流的施工导流，上游来水经导流洞、坝身坝面、放空底孔泄放至河道，对下游水文情势基本无影响。

3.4.1.2 水环境

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

①砂石加工系统废水

水库枢纽区砂石系统生产能力 150t/h，施工高峰期用水量为 145m³/h，废水产生量按照用水量的 80% 计约 116m³/h，冲洗废水主要污染物质为悬浮物 SS，浓度可高达 50000mg/L。

供水灌溉工程区在隧洞区设置 4 处砂石加工系统, 单个砂石加工系统施工高峰期用水量为 $45\text{m}^3/\text{h}$, 废水产生量按照用水量的 80% 计约 $36\text{m}^3/\text{h}$ 。砂石冲洗废水主要污染物为悬浮物, 浓度可高达 50000mg/L 。

②混凝土拌和系统冲洗废水

水库枢纽区混凝土拌和楼冲洗废水为间歇式排放, 单个拌和楼废水产生量约 $3\text{m}^3/\text{次}$, $9\text{m}^3/\text{d}$, 4 个拌和楼废水日产生量为 36m^3 。废水主要污染物为 pH 和悬浮物, pH 一般为 11~12, 悬浮物浓度一般为 5000mg/L 。

供水灌溉工程区由于线路长, 施工点多、分散, 混凝土浇筑工程量较小, 各隧洞进出口各布置 2 台混凝土拌和机, 每次冲洗用水量约 1m^3 , 其余工区布置 16 台移动式混凝土拌和机, 每次冲洗用水量约 0.5m^3 , 冲洗废水产生量很小。

③含油废水

含油废水主要来自水库枢纽工程区机修厂车辆保养、清洗过程, 含油废水产生量为 $20\text{m}^3/\text{d}$, 废水主要污染为石油类和 SS, 根据类似工程实测结果, 其浓度分别约为 100mg/L 和 1000mg/L 。

④基坑废水

基坑废水分初期废水和经常性废水。初期废水由降水、渗水和施工用水组成, 由于基坑开挖和混凝土浇筑养护, 基坑水的悬浮物含量和 pH 值较高。基坑经常性废水主要由混凝土养护用水、灌浆用水、坝体填筑用水, 围堰渗水及雨水, 本工程基坑经常性废水量为 $6\text{m}^3/\text{h}$, 根据类比水利工程监测数据, 基坑经常废水的悬浮物浓度为 2000mg/L 左右, pH 值约为 9~11。

⑤生活污水

水库枢纽工程施工区布置 1 处施工营地, 位于坝址下游约 0.5km , 高峰施工人员数为 450 人, 按人均用水量 $0.12\text{m}^3/\text{d}$, 污水产生系数取 0.8, 日小时变化系数 2.5, 则生活污水最大产生量为 $4.5\text{m}^3/\text{h}$, 日产生量 $43.2\text{m}^3/\text{d}$ 。业主营地位于坝址下游约 0.5km , 施工期常驻人员约 50 人, 生活污水产生量 $4.8\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水主要污染物为 COD 和 BOD_5 , 浓度一般为 400mg/L 和 200mg/L 。

供水灌溉工程施工期高峰时段约 800 人, 分布在 28 处施工区, 则单个施工区高峰期人员约 28 人, 污水最大产生量为 $0.28\text{m}^3/\text{h}$, 日产生量 $2.7\text{m}^3/\text{d}$ 。

⑥隧洞开挖废水

隧洞开挖废水主要为导流洞、输水隧洞施工时产生的废水，废水量与隧洞区水文地质条件有关，主要污染物为 SS，浓度约 500mg/L，以及油类和炸药残留物等。

⑦地下水

工程施工期间，对各类污废水进行处理后尽量回用，但施工废污水在产生、收集或处理过程中可能会有少量废污水深入地下，从而造成地下水污染，特别是在事故条件下，主要影响区域为局部浅层地下水。

上述各类废（污）水的排放情况见表 3.4.1-1。施工期日产生废水总量约 3385.8m³/d，其中枢纽工程区 2541m³/d，供水灌溉工程区 844.8m³/d。

表 3.4.1-1 施工期水污染源表

污染源类型	产污特性	排放点位置	排放强度	主要污染物排放浓度
砂石料冲洗废水	连续	枢纽区 1 处砂石系统	116m ³ /h	SS: 50000mg/L
		隧洞区域，共 4 处	35m ³ /h	
混凝土拌和系统冲洗废水	间歇	枢纽区混凝土系统	3m ³ /次	SS: 5000mg/L
		隧洞施工区	1m ³ /次	
		供水灌溉工程区	0.5m ³ /次	
机修含油废水	间歇	机械修配站和汽车保修厂	20m ³ /d	石油类: 100mg/L SS: 1000mg/L
生活污水	连续	业主营地	4.8m ³ /d	BOD ₅ : 200mg/L COD: 400mg/L
		施工营地	43.2m ³ /d	
		供水灌溉工程各施工区，共 20 处	2.7m ³ /d	
隧洞开挖废水	-	导流洞	—	SS: 500mg/L
		供水灌溉工程区各隧洞洞口		
基坑废水	连续	基坑	6m ³ /h	SS: 2000mg/L

3.4.1.3 环境空气

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

1) 施工爆破产生的废气及粉尘

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

(2) 燃油机械产生的废气

施工期使用的机械设备较多（挖掘机、推土机和破碎机等），运输设备大多是大中型车辆，燃油产生的主要污染物为 CO、NO₂、SO₂。根据同类工程的统计资料，本工程施工期油料使用产生的污染物排放情况见表 3.4.1-2。

表 3.4.1-2 施工期炸药、机械燃油产生的污染物统计表

类别	项目	消耗量 (t)	CO (t)	NO ₂ (t)	SO ₂ (t)
炸药	总用量	491	20.50	7.50	-
	高峰年用量	253	10.54	3.85	-
燃油	总用量	5246	472.10	288.51	18.33
	高峰年用量	1684	151.59	1029.20	107.53

(3) 砂石加工系统产生的粉尘

砂石加工系统在运行过程中将产生粉尘,属于连续性点源,其粉尘产生强度根据《三废处理工程技术手册》中的参数、并且类比同类工程统计资料,同时考虑本工程砂石加工原料岩性特点,确定砂石加工系统粉尘排放系数为 0.3kg 粉尘/t 骨料,本工程水库枢纽区砂石加工系统设计生产能力为 150t/h,推算出砂石加工系统粉尘最大排放强度为 45kg/h。在采取半干法、闭路破碎技术工艺和环境保护措施的情况下,除尘率将达到 99.9%以上,则 TSP 排放强度为 0.045 kg/h。

(4) 交通运输产生的扬尘

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

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

式中: Q——汽车行驶的扬尘, kg/km·辆;

V——汽车速度, km/h;

W——汽车载重量, t;

P——道路表面粉尘量, kg/m²。

施工区载重汽车主要为 5~25t,本次源强预测按 25t 计算,场内公路设计时速 20 km/h,计算结果见表 3.4.1-3。

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

P 车速	0.1 (kg/m ²)	0.2 (kg/m ²)	0.3 (kg/m ²)	0.4 (kg/m ²)	0.5 (kg/m ²)	1 (kg/m ²)
5 (km/h)	0.111248	0.187097	0.253592	0.314658	0.371982	0.625596
10 (km/h)	0.222497	0.374194	0.507183	0.629316	0.743963	1.251192
15 (km/h)	0.333745	0.561291	0.760775	0.943975	1.115945	1.876788
20 (km/h)	0.444994	0.748388	1.014367	1.258633	1.487927	0.625596

3.4.1.4 声环境

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

(1) 交通噪声

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

(2) 爆破噪声

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

(3) 砂石骨料加工系统噪声

根据砂石加工系统设备组成，类比已建砂石加工系统设备运行噪声源强，各类噪声均大于 90dB（A）。结合本工程砂石加工系统主要机械设备及生产能力特点，预测本工程砂石加工系统最大叠加噪声源强为 103dB（A）。

表 3.4.1-4 砂石加工系统主要高噪声设备及源强表

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

(4) 混凝土拌和系统及辅助企业噪声

混凝土拌和系统噪声主要来源于混凝土拌和楼的拌和作业，骨料的制冷系统、冲洗、脱水、运输过程也将产生一定强度的噪声。参照已建工程混凝土系统噪声源强，拌和楼在未采取隔音降噪措施时搅拌层噪声与出料口噪声实测值均大于 90dB(A)；出料口不出料时噪声值仅为 77dB(A)，据拌和层和出料口噪声值计算，拌和楼作业时的叠加声级为 90~92dB(A)。本工程混凝土生产系统叠加噪声级按 95dB(A)考虑。

（5）主体工程施工

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

（6）其他辅助企业生产

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

供水灌溉工程区工程范围大，施工活动相对分散，施工噪声影响强度和时段均较水库枢纽施工区要小。

3.4.1.5 固体废物

（1）土石弃渣

本工程共产生弃渣量 150.8 万 m³，其中枢纽工程区弃渣 115.7 万 m³，供水灌溉工程区弃渣 35.1 万 m³。土石方开挖及弃渣将造成局部范围内的植被破坏，弃渣随意倾倒将会造成水土流失，进入河道内会淤塞河道，并引起水质污染，对工程区的生态环境产生一定的影响。

（2）生活垃圾

水库枢纽区和供水灌溉工程区平均施工人数分别是 320 人和 500 人，以每人每天产生生活垃圾 1.0kg 计算，则日产生生活垃圾量分别为 0.32t 和 0.5t，施工期合计垃圾产生量 1014.7t（水源工程施工区 467.2t，供水灌溉工程区 547.5t）。生活垃圾若不妥善处置将有损环境卫生和美观，污染空气、土壤和水环境，并对周围居民和施工人员的居住环境、身体健康产生不利影响。

（3）建筑垃圾

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

（4）危险废物

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

3.4.1.6 陆生生态

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

枢纽工程建设区施工占地面积 1226.35 亩，永久占地 895 亩，临时占地 331.35 亩；其中耕地 543.05 亩，林地 328.46 亩。供水灌溉工程区施工占地面积 1295.41 亩，永久占地 121.14 亩，临时占地 1174.27 亩；其中耕地 718.35 亩，林地 474.93 亩。

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

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

3.4.1.7 水生生态

在施工期，施工人员集中在水库枢纽区和跨河管桥施工区时，可能会发生施工人员捕鱼等活动，使施工区局部河段鱼类资源受到人为影响。施工导流改变上下游局部河段水文情势，从而影响局部河段的水生生境。枢纽区挡水建筑物施工作业干扰、废污水事故排放影响，对施工区及坝址下游河段水生生物和水生生境产生一定影响。

3.4.1.8 水土流失

根据本工程水土保持成果，工程建设共扰动地表总面积 478.69hm²，产生弃渣总量 150.8 万 m³（松方），其中枢纽工程区弃渣 115.7 万 m³，供水灌溉工程区弃渣 35.1 万 m³。工程基础开挖、施工道路修建、施工场地平整、料场开挖、弃渣处置等各项施工活动都将破坏、扰动地表和原有植被，使其失去固土防冲的能力，从而加剧水土流失，对生态环境造成不利影响。

3.4.1.9 土壤环境

工程占地和施工扰动引起的土地利用类型改变，可能带来的土壤侵蚀、土壤生产力减弱等。

3.4.2 水库淹没与工程占地

（1）水库淹没区

水库淹没影响区总面积 5669.45 亩，其中陆域 4731.19 亩，涉及 3 个乡镇 12 个村，涉及耕地 2725.37 亩，林地 1024.67 亩。

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

（2）枢纽工程建设区

枢纽工程建设区占地总面积 1226.35 亩，其中永久占地 895 亩，临时占地 331.35 亩，涉及 2 个乡 3 个村，涉及耕地 543.05 亩，林地 328.46 亩。

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

（3）供水灌溉工程区

供水灌溉工程占地区总面积 1295.41 亩，其中永久占地 121.14 亩，临时占地 1174.27 亩，涉及 5 个乡镇 32 个村，涉及耕地 718.35 亩，林地 474.93 亩。供水建筑物为线性工程，涉及区域广，但永久占地和临时占地区较为分散且各个工区占地较小。

3.4.3 移民安置

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

（1）移民安置

据工程移民安置规划，本工程生产安置人口 1799 人，采取集镇少土安置或部分集镇无土安置以及分散安置相结合的安置方式；搬迁安置 3004 人，规划在县城、集镇和农村建设 6 个集中安置点。

思南县城安置点 562 人、孙家坝集镇安置点 316 人、天桥集镇安置点 1260 人、印江县城安置点 100 人、新寨集镇安置点 466 人、凯望农村后靠安置点 300 人，搬迁集中安置人口共计 3004 人，按县城供水定额 140L/人 d、乡镇供水定额 110 L/人 d、农村供水定额 90 L/人 d 计，污水排放系数取 0.8，则各安置点生活污水的产生量分别为 11.2 m³/d~111m³/d。农村居民生活垃圾按人均产量约 1kg/人·d 计算，则各安置点垃圾日产生量在 0.1t~1.26t 之间。

（2）专项复建工程

本工程的专项设施复建工程包括公路交通设施复建、电信及输变电设施复建。

本工程交通设施重建项目涉及 X532 县道及其公路桥 8.04km、村组公路 0.64km、人行便道 5.25km、人行索桥 2 处。同时，对受淹没影响的通信工程、输变电设施进行重建，满足库周及周边居民生产、生活需要。

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

3.4.4 工程运行

3.4.4.1 区域水资源配置

花滩子水库多年平均可向受水区配水 8909 万 m^3 ，其中思南县中心城区供水 2847 万 m^3/a ，工业园区供水 3932 万 m^3/a ，集镇供水 487 万 m^3/a ，农村人畜供水量为 177 万 m^3/a ，多年平均灌溉供水量 1466 万 m^3/a 。工程设计取用水量占坝址多年平均净来水量的 37.87%，占清渡河流域多年平均径流总量 2.945 亿 m^3 的 30.25%，清渡河流域水资源开发利用率将由现状的 7.03% 提高约 23.2%，对区域内的水资源配置产生影响。

花滩子水库工程总调节库容 6978 万 m^3 ，工程实施将改变对清渡河水资源的时空分布。在汛期，水库充分利用调节库容对洪水实施拦蓄、削减洪峰，增加水资源在水库的滞留时间，改变天然河道的洪水暴涨、暴落现象；在枯期，除根据供水任务蓄积坝址上游来水外，利用生态调节库容保障坝址下游生态用水量。

3.4.4.2 水文情势

(1) 水库库区水文情势

花滩子水库具有多年调节性能，水库正常蓄水位 491m 时，水库面积 3.65 km^2 ，水库回水 16.46km，水库的形成将使库区河段的水深增加、水面积增大、库区流速减缓。

(2) 下游河段水文情势

水库的调度原则为：水库优先满足下游河道生态用水，再满足供水、灌溉用水要求，最后多余水量经过坝后电站机组发电最后沿河道下放。水库建成后引水量为 8909 万 m^3 ，占坝址多年平均径流量的 37.87%，将减少坝址下游河段水量，改变坝下游水文情势，坝下受影响河段为花滩子坝址至乌江汇口之间 8.5km 河段，花滩子电站库区约 5.5km 仍呈现缓流流态，花滩子电站坝下至乌江汇口约 3.0km 减水河段，由于花滩子水库为多年

调节性能，下泄流量进入花滩子电站库区，花滩子电站基本径流式运行，来多少水泄放多少水量，花滩子电站坝下较建库运行前坝址下游水位、水量分布年内会更加均匀。

(3) 初期蓄水期水文情势

根据花滩子水库工程初期蓄水方案，偏枯水年水库蓄水至死水位 463m 需 69d，蓄水期间下泄流量较天然来水大大降低，将对下游河段水文情势产生影响。初期蓄水阶段，水库从导流隧洞下闸封堵~水库蓄水至放空底孔进口底板 434.0m 高程期间，利用埋设在坝内的临时生态放水管下放河道生态用水；水库从放空底孔进口底板高程 434.0m 蓄水至发电灌溉取水口进口底板高程 460.0m 期间，利用放空底孔下放下游河道生态用水；水库蓄水至 491m 高程后，利用发电灌溉引水系统或永久生态放水管下放生态用水。枯水期（10 月~3 月）最低下泄流量为坝址断面多年平均天然流量的 15%（ $1.18\text{m}^3/\text{s}$ ）和 90% 保证率最枯月平均流量（ $0.741\text{m}^3/\text{s}$ ）取外包，即按坝址多年平均天然流量的 15% 下放生态环境用水 $1.18\text{m}^3/\text{s}$ ；在汛期（4 月~9 月）最低下泄流量为 30% 坝址多年平均流量，即为 $2.36\text{m}^3/\text{s}$ 。另外，由于下闸蓄水过程中可能造成流量骤增或骤减，为防止下游流量和水位突变，应采取较平缓的泄流控制过程。

(4) 泄洪气体过饱和

水库采用开敞式溢洪道泄洪，坝顶表孔、中孔及底孔共同泄洪，挑流消能，可能存在于下泄气体过饱和的现象，根据下游水系分布及工程特性分析，影响范围至花滩子电站库尾区间 0.2km 河段。

3.4.4.3 水温

采用 $\alpha - \beta$ 法来初步判别水库水温结构。判别指标计算式为：

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

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

花滩子水库库容为 1.13 亿 m^3 ，多年平均年入库径流量为 2.48 亿 m^3 。经计算 α 值为 2.2，初步判定水库水温结构为稳定分层型。

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

$$\beta = \text{一次洪水总量} / \text{水库总库容}$$

当 $\beta < 0.5$ 时，洪水对水温结构无影响；

当 $0.5 \leq \beta \leq 1.0$ 时，呈过渡型；

当 $\beta > 1.0$ 时，洪水对水温结构有影响。

不同洪水条件下 β 值计算成果见表 3.4.1-5。

表 3.4.1-5 不同洪水条件下水库 β 值计算成果一览表

频率	P=0.05%	P=0.2%	P=1%	P=2%	P=3.33%	P=5%	P=20%
洪水总量 (亿 m^3)	1.31	1.06	0.773	0.651	0.563	0.494	0.379
β 值	0.53	0.43	0.31	0.26	0.23	0.20	0.15

从表 3.4.1-5 可知，当发生二十年一遇以下洪水时 ($P=5\%$)， $\beta < 0.5$ ，洪水对水温结构无影响，当发生 ($P=0.2\% \sim 5\%$) 洪水时， $0.5 \leq \beta \leq 1.0$ ，水库水温结构为过渡型，洪水对水温结构影响小，基本维持原结构；当发生 ($P=0.1\%$) 洪水时， $\beta > 1.0$ ，洪水对水库水温结构产生影响。

3.4.4.4 地表水环境

(1) 水库蓄水对库区水质的影响

设计水平年花滩子水库库周及上游污染源主要包括城镇居民生活集中排放污染源、农村散排生活污染源、畜禽养殖污染源、农田径流污染源等。

水库蓄水后，周边污染源的存在对库区水质可能会产生一定的影响；由于水库库容较大，使水流流速减缓，水动力条件发生变化，水体在水库的滞留时间将会延长，从而可能影响到水体的水质；水库蓄水将淹没正常蓄水位以下的植被、土地，植物腐烂等将释放出有机物质，土地浸泡而使化肥和农药流失，增加水库 N、P 等有机污染物。由于大坝阻隔，河流的漂浮物、悬浮物等积存在水库内或沉入库底，物质腐烂将释放出有机物质。水库营养物质的增加，对水体水质将产生影响。

(2) 对坝下河段水质的影响

花滩子水库坝址下游河段现状水质满足水功能区划要求的 III 类水质标准，坝下河段下泄水量较天然状态减少，将造成下游水环境容量降低，需要保持最小下泄生态流量以满足环境用水要求。水库坝址下游河段至花滩子电站水库库尾之间无污染源分布，坝下农业面源和农村生活污染很小，坝下河段水质主要受控于库区下泄水质。

(3) 受水区退水

按退水区域划分，花滩子水库库尾以上天桥乡集镇及灌溉退水进入清渡河；坝下南部片区塘头镇及塘头灌区退水进入石阡河；坝下北部片区中心城区退水、工业园区退水退水进入乌江干流。至设计水面年 2030 年，中心城区、工业园区、集镇受水区新增供

水退水总量 2857 万 m^3/a ，其中思南中心城区退水量 1294 万 m^3/a 、中水回用率 25%、；工业园区退水量 877 万 m^3/a 、中水回用率 40%；集镇退水量 264 万 m^3/a 。灌溉退水系数取 0.35 估算灌溉退水量约 421 万 m^3/a 。

3.4.4.5 地下水环境

水库正常蓄水位为 491m，坝址处水位比蓄水前抬升约 81m，库区水位的抬升将影响和改变库区的地下水渗流场。水库区域现状水质较好，由于两岸地下水位的抬升，有利于正常蓄水位以上泉水水资源的补给，基本不会对出露泉水资源量 and 水质产生不利影响。由于库区两岸地下水位的抬升，将对两岸较宽缓的平台位置可能产生浸没影响。

灌区灌溉在一定程度上补给地下水，抬高区域地下水位。灌区的地下水水质主要受以下几方面影响，包括灌溉水质、农药化肥的施用和土壤中污染物的含量等。此外，花滩子水库输水隧洞总长 9.95km，地下工程开挖将会对开挖区及周边一定范围的地下水产生一定影响。

3.4.4.6 管理营地生活污水和生活垃圾

水库枢纽工程区管理营地位于坝址下游右岸，管理人员约 90 人，按生活用水每人每天 120L、排放系数 0.8 计，则污水产生量为 8.64 m^3/d ，生活垃圾产生量按 1kg/人·d，垃圾产生量为 90kg/d。

3.4.4.7 陆生生态

水库蓄水后，库区原有土地被淹没而变为水域，造成淹没范围的陆生植物、植被损失，同时也导致动物栖息地的损失，工程占地会导致植被植物的损失。区域生态系统生物生产力、恢复稳定性、阻抗稳定性会发生相应的变化，从而对区域生态完整性产生一定影响。

工程运行后库区范围由于水资源条件充沛等变化，将对周边局地范围陆生生态产生一定有利影响，下泄流量减少会对沿岸植被用水产生一定影响，通过维持下泄生态流量等措施减缓。

3.4.4.8 水生生态

清渡河现状由花滩子电站、天桥电站、天生桥电站（停建）、雁水电站大坝分割，现有河流生境破碎化严重，花滩子水库建设后，淹没天桥电站、天生桥电站大坝，并在配套集运鱼系统实现过鱼功能，对河流连通性有一定的改善作用。

水库蓄水将改变库区水域生境条件，由原来的河流型变为缓流或静水型，将引起水生生物及鱼类资源种类和分布的变化，可以通过实施鱼类增殖放流减缓不利影响。工程运行后，坝址下泄水量减少，水库下游水文情势的变化、水温变化会对水生生物、鱼类资源等产生一定影响。

3.4.4.9 土壤环境

水库运行期水文情势变化可能引起的库周土壤盐化、碱化或酸化等问题。

4 环境现状调查与评价

4.1 流域环境概况

清渡河位于贵州省东北部，铜仁市西部，长江流域乌江一级支流，流经印江县、思南县，全流域面积 502km²，河口处多年平均流量 9.34m³/s，主河道河长 62.0km，平均比降 7.5‰。清渡河流域呈近似扇形展布，位于东经 107°52'22"~108°27'24"，北纬 27°31'42"~28°9'24"之间，各支流流域面积较小，无大的支流分布。地势东、南高西低，最高点在源头，高程(黄海基面)为 1253.1m，最低点位于河口，高程为 354.1m，相对高差 899m，属中低山溶蚀、剥蚀地貌。出露地层岩性多为石灰岩、页岩、砂岩等。岩溶发育，呈溶丘谷地和峰丛洼地。流域属中亚热带湿润季风型气候，具有春夏较长、秋冬较短、冬暖夏热、冰雪偏少的特点。

清渡河流域社会经济以农业生产为主，流域内无大型、中型水利水电工程，干流上已建雁水电站（装机 0.4MW）、天桥电站（装机 0.64MW）、天生桥电站（4MW，已停建）、花滩子电站（4MW）。

4.2 自然环境

4.2.1 气候气象

根据思南县气象站资料统计，本工程所在区域多年年均气温 17.3℃，最热月 7 月平均气温 28℃，最冷月 1 月平均气温 6.1℃，极端最高气温 40.7℃，极端最低气温-5.5℃；年平均相对湿度 76%，年平均日照时数 1169.5h，无霜期 286.4 天。年平均风速 1.1m/s，全年以 NNE 风为主，多年平均最大风速 14.3m/s；流域内湿润多雨，雨量在时空上分布不均，多年平均降水量 1117.7mm，最大年降水量为 1765.5mm（1954 年），最小年降水量 717.6mm（2011 年），年平均蒸发量 1196.7mm。

4.2.2 地形地貌

花滩子水库位于乌江一级支流清渡河上，库区河段长 16.46km，总体走向为东西向，河谷高程为 385~496m，两岸山体雄厚，高程普遍为 800~1100m，最高高程 1253.1m，相对高差普遍为 500~1000m，总体属中低山。库首及库区中上部以溶蚀地貌为主，库区中下部以侵蚀地貌为主。库区河谷在碳酸盐岩分布区总体上为陡峭“U”型谷，在碎屑岩分布区总体上为“V”型谷，两岸山体完整，地形封闭性较好。拟建水库南、北面

各发育 1 条低邻谷-石阡河和印江河，总体上与拟建水库河流清渡河基本平行，河谷间相距分别为 10km 和 20km 左右。拟建水库下游为乌江，其总体走向为近 SN 向，为库首低邻谷，邻谷间距最短距离约 5km。同时，在拟建水库下游、西南侧发育近 SN 向低邻谷-鱼溪沟，为乌江古河道，其谷底高程为 380m 左右，比拟建水库所在清渡河河床 (405~410m) 低 25~30m，两谷间山体厚仅约 2.0km。

坝址处河床高程 408m，河床底宽 48m，河谷横向两岸地形左陡右缓，为不对称“V”型峡谷，两岸地形坡度 20° ~ 40° ，河谷走向为南东—北西向，河谷纵向上地形呈喇叭口形状，上游宽阔，往下游逐渐收窄，最窄处河床宽度仅 30m；正常蓄水位时河谷宽 194.0m，河床宽高比为 2.3。

4.2.3 环境地质

4.2.3.1 地层岩性

(1) 水库库区

库区出露地层由老至新主要有：下古生界寒武系、奥陶系、志留系，上古生界二叠系，中生界三叠系以及新生界第四系。岩性主要为碳酸盐岩和碎屑岩，在河谷、槽谷、洼地及缓坡等部位分布有冲洪积、残坡积砂卵石、粘土夹碎石、崩塌块石等覆盖层。

(2) 坝址区

坝址出露地层由老至新分述如下：

① 志留系中上统韩家店群($S_{2-3}hn$)：页岩、粉砂质页岩及中厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩等，厚度大于 500m。

② 二叠系下统梁山组 (P_{1l})：石英砂岩及粉砂质粘土岩，厚约 9m。

③ 二叠系下统栖霞组 (P_{1q})：中厚层、厚层块状灰岩夹 6 层厚度从几公分至 3m 左右的生物屑含粘土质灰岩或含有机质钙质粘土岩，厚约 137m。

④ 二叠系下统茅口组 (P_{1m})：上部为块状灰岩、下部为中厚及厚层状灰岩，底层为薄层灰岩夹 4 层厚度小于 5cm 的生物屑含粘土质灰岩，厚约 142m。

⑤ 第四系 (Q)：河床砂卵石层厚 9.0~11.0m。坝址两岸坡脚分布有崩塌体、粘土夹碎石等，其厚度为 0~12.0m。

(3) 供水灌溉工程区

供水灌溉工程沿线分布地层为古生界寒武系、奥陶系、志留系、二叠系及中生界三叠系地层，新生界第四系，岩性为灰岩、泥质灰岩、泥灰岩、白云岩、白云质灰岩、砂岩、泥质粉砂岩、泥岩、页岩、钙质页岩、炭质页岩等。

输水管线主要布置于斜坡上，分布岩性主要为粘土夹碎石、碳酸盐岩及碎屑岩，输水管线管径较小，沿线无制约工程建设的不良物理地质体分布。隧洞围岩主要为碳酸盐岩为主，局部夹碎屑岩，以III类为主；隧洞进、出口及溶蚀破碎带、断层破碎带围岩主要为IV、V类。隧洞主要工程地质问题为洞内坍塌、涌水、涌泥等。

4.2.3.2 地质构造

库区位于塘头宽缓向斜与大尧寨向斜之间，在此之间发育了规模较小的枹木寨背斜。同时在塘头、大尧寨向斜之间发育了2条区域性大断裂—塘头压扭性断裂、石阡压性断裂。塘头宽缓向斜呈长条状，平缓开阔，两端分叉翘起，西翼倾角 $15\sim 40^\circ$ ，东翼 $10\sim 25^\circ$ ；大尧寨宽缓向斜呈“S”型弯曲，开阔平缓，两翼基本对称，倾角 $10\sim 25^\circ$ ；枹木寨背斜呈狭窄条状展布，背斜两翼略不对称，西翼较缓，倾角 $25\sim 45^\circ$ ，东翼较陡，倾角 $35\sim 60^\circ$ ；塘头压扭性断裂倾向NW，倾角 40° 左右，断裂破碎带宽 $10\sim 50\text{m}$ ；石阡压扭性断裂与枹木寨背斜形影相伴，在石阡以北，多倾向NWW，倾角 $45\sim 75^\circ$ ，石阡以南，倾向SEE，倾角 70° 左右，断裂破碎带宽 $20\sim 150\text{m}$ 。

坝址处无大的构造发育，为单斜构造，局部发育小揉皱。受小揉皱影响，岩层产状略有变化，为 $270^\circ\sim 298^\circ$ $\angle 26\sim 35^\circ$ ，岩层总体倾下游，略倾左岸，河谷两岸坡为横向坡，坝址左岸主要发育2组裂隙：① $303\sim 326^\circ$ $\angle 24\sim 65^\circ$ ，② $62\sim 105^\circ$ $\angle 59\sim 67^\circ$ ；右岸主要发育3组裂隙：① $38\sim 45^\circ$ $\angle 80\sim 88^\circ$ ，② $209\sim 230^\circ$ $\angle 70\sim 80^\circ$ ，③ $303\sim 336^\circ$ $\angle 24\sim 52^\circ$ 。强溶蚀风化带裂隙主要被泥质充填，向深处裂隙逐渐尖灭，其充填物多为方解石充填。

4.2.3.3 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），评价区地震动峰值加速度为 0.05g ，与《贵州思南花滩子水库项目工程场地地震安全性评价报告，工程场地50年超越概率10%的地震动峰值加速度为 0.061g 基本相当，相应地震基本烈度为VI度）。

库区内无区域性活断裂通过，场区无大的岩溶洞穴和通道，库区地震动峰值加速度 $<0.05\text{g}$ （相应地震基本烈度小于V度）。

库区发育的塘头压扭性断裂、石阡压扭性断裂在晚更新世以来未发现有活动迹象。库盆未发现深部较大导水构造、较大规模岩溶洞穴发育。库水位抬升诱发较大震级的构造地震、岩溶塌陷型地震的可能性较小，但存在诱发小震级气爆型地震的可能。

4.2.4 土壤与水土流失

思南县土壤类型主要有黄壤、石灰土、水稻土、紫色土、潮土等共 5 个大类 9 个亚类 12 个土种。本工程评价区土壤主要有黄壤、石灰土，黄壤为地带性土壤，在山地、坡麓、山间河谷均有分布，主要由第四纪红色粘土母质及砂岩、砂页岩等风化物发育而成，呈现深浅不同的黄色，黄壤是项目区分布最广的地带性土类。石灰土发育于碳酸岩母质上，土层较薄，抗蚀性较弱。

根据可研水土保持篇成果，思南县水土流失总面积为 834.49km²，占国土总面积的 37.66%；印江县水土流失总面积为 761.81km²，占国土总面积的 38.71%。各行政区域水土流失情况统计见表 4.2.4-1。

表 4.2.4-1 评价范围内土壤侵蚀状况

名称		发生水土流失面积					
		轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	合计
思南县	面积 (km ²)	561.26	203.58	26.82	20.85	21.98	834.49
	占土地总面积(%)	25.33	9.19	1.21	0.94	0.99	37.66
印江县	面积 (km ²)	587.76	110.54	36.93	19.54	7.04	761.81
	占土地总面积(%)	29.86	5.62	1.88	0.99	0.36	38.71

项目区属西南岩溶区，水土流失容许值为 500t/km²·a，项目区原地貌土壤侵蚀模数为 938.57t/km²·a，属轻度水土流失。

4.2.5 地表水

4.2.5.1 河流水系

本工程评价区涉及的地表水体包括乌江干流、清渡河、石阡河（龙底江），水库枢纽工程区和天桥灌区位于清渡河流域，塘头镇供水及塘头灌区位于石阡河流域，思南县城及工业园区、关中坝灌区位于乌江干流流域。

清渡河发源于江口县德旺乡漆树坪，干流长 62km，流域面积 502km²，于邵家桥镇堆上村注入乌江，河口处多年平均流量 9.34m³/s。主要支流有缠溪河、磨石溪、杨家沟。清渡河干流已建雁水、天桥、花滩子电站。

石阡河为乌江中游右岸一级支流，发源于石阡县白沙镇羊角山，在木根洞入思南境，经塘头镇至江口村汇入乌江。石阡河流域集水面积 2084km²，河长 122km，平均比降 2.36‰。思南县境内长 37km，相对高差 53m，河口处多年平均流量 38.9m³/s。

乌江干流：由县境西南高滩至坪头溪（界河）段入，经千溪子，安家坨、文家店、瓦窑嘴、沿溪口、桶口、风清、士坨子、江口、邵家桥、赵家祖、鲢鱼峡、县城、桶井至县境北面埋鞋溪出境。县内河段长 78.13km，集雨面积 2104km²，将县境划分为北西和南东两片。乌江思林电站—鹦鹉溪镇段涉及乌江干流 40.9km，流域面积 926.15km²。

工程涉及主要河流基本情况见表 4.2.5-1。

表 4.2.5-1 工程涉及主要河流基本情况表

河流名称	主河长(km)	控制断面	集水面积(km ²)	多年平均流量(m ³ /s)	多年平均径流量(亿 m ³)
清渡河	62	坝址	423	7.87	2.482
		河口	502	9.34	2.945
石阡河(龙底江)	122	河口	2084	38.9	12.27
乌江（思南境内）	78.13	思南水文站	51270	870	274.4

花滩子水库工程所在的清渡河主要支流有缠溪河、磨石溪、杨家沟等。河流基本特征见表 4.2.5-2。

缠溪河集水面积 124km²，发源于印江打锡场，经龙洞湾、楠星、土坪、新阁、双龙、下铺子，在凯望汇入清渡河，汇口位于花滩子水库坝址上游 13.8km。缠溪河干流总长 12.6km，河床比降 15.7‰，出口处多年平均流量 2.31m³/s。

磨石溪集水面积 29.6km²，发源于印江干家溪，经新寨、枹木寨、肖家湾、板山，在耙都汇入清渡河，汇口位于花滩子水库坝址上游 7km。磨石溪干流总长 12.9km，河床比降 41.6‰，出口处多年平均流量 0.56m³/s。

杨家沟集水面积 33.0km²，发源于向家，经田家寨、石笋头、赵家寨、王家坝、孙家坝，在茅坡头伏流汇入清渡河。杨家沟干流总长 12.6km，河床比降 44‰，出口处多年平均流量 0.61m³/s。

鱼溪沟集水面积 6.6 km²，为乌江古河道，汇口位于花滩子水库坝址上游 7km，河长 4.74km，河床比降 9.83‰，出口处多年平均流量 0.123m³/s。

表 4.2.5-2 清渡河主要支流基本特征表

支流/支沟		距坝址距离(km)	集水面积(km ²)	河长(km)	平均比降(‰)	多年平均流量(m ³ /s)
坝址上游	缠溪河	13.8	124	23.4	15.7	2.307
	磨石溪	7	30	12.9	41.6	0.558
坝址下游	杨家沟	5.85	33	12.6	44	0.614
	鱼溪沟	7.85	6.6	4.74	9.83	0.123

4.2.5.2 径流

清渡河属典型的山区雨源型河流，径流由降水补给，径流特性与降水特性基本一致，即年际变化小而年内分配不均，径流主要集中在 4~9 月，占全年径流总量的 78.8%，枯季径流相对平稳。流域多年平均径流深约 587mm。

花滩子水库坝址多年平均流量 $7.87\text{m}^3/\text{s}$ ，10~3 月多年平均流量 $3.39\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均最小月平均流量 $1.35\text{m}^3/\text{s}$ ，90%保证率最小月平均流量 $0.741\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 4.2.5-3 花滩子水库坝址流量分析计算成果表

时段	统计参数			设计值 (m^3/s)				
	Q	Cv	Cs/Cv	P=20%	P=50%	P=80%	P=90%	P=95%
年均	7.87	0.28	2	9.64	7.67	5.98	5.21	4.63
10~3 月	3.39	0.44	2	4.54	3.17	2.12	1.67	1.36
最小月	1.35	0.4	2.5	1.76	1.26	0.89	0.741	0.639

表 4.2.5-4 花滩子水库坝址多年平均逐月径流成果表 单位: m^3/s

项目	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
流量 (m^3/s)	8.26	14.2	19.1	16.3	9.47	7.05	6.25	4.63
径流量 (万 m^3/s)	2141	3803	4951	4366	2536	1827	1674	1200
占全年百分比 (%)	8.6	15.3	19.9	17.5	10.2	7.3	6.7	4.8
项目	12 月	1 月	2 月	3 月	4~9 月	10~3 月	最小月	年值
流量 (m^3/s)	2.11	1.7	2.21	3.15	12.4	3.39	1.35	7.87
径流量 (万 m^3/s)	565	455	535	844	19625	5273	362	24898
占全年百分比 (%)	2.3	1.8	2.1	3.4	78.8	21.2	1.5	100.0

4.2.5.3 洪水

清渡河流域属雨源型山区性河流，洪水均由暴雨形成，汛期每年 4 月份开始，9 月份结束。年内洪水多发生在 5~8 月，发生次数占 80%以上。洪水的主要特点是峰高量不大，历时不长，一般为 1 天左右，多集中在 12h 以内，洪水过程陡涨陡落，多为单峰型，复式洪峰很少出现。

水库坝址设计洪水成果见表 4.2.5-5。

表 4.2.5-5 花滩子水库坝址设计洪水成果表

项目	设计频率							
	P=0.05%	P=0.1%	P=0.2%	P=1%	P=2%	P=3.33%	P=5%	P=20%
洪峰流量(m^3/s)	3360	3020	2690	1920	1600	1370	1190	625
24h 洪量(万 m^3)	15500	13900	12300	8730	7240	6160	5320	2680

4.2.5.4 泥沙

清渡河流域泥沙主要来源于流域内水土流失，花滩子水库库尾上游的雁水电站运行约 50 年，对上游泥沙有一定的拦蓄作用。清渡河无泥沙实测资料，综合“贵州省多年平均悬移质输沙模数图”及花滩子坝址上游植被分布情况，主体设计综合确定花滩子水库坝址多年平均悬移质输沙模数 $G=350\text{t}/\text{km}^2$ ，推移质按悬移质的 20% 计，坝址处多年平均悬移质含沙量 $0.596\text{kg}/\text{m}^3$ ，多年平均年输沙量 17.8 万 t，其中悬移质 14.8 万 t，推移质 3.0 万 t。

4.2.6 地下水

我院委托河海大学开展本工程地下水影响专题研究，在主体设计单位贵州省水利水电勘测设计研究院对本工程水文地质调查成果的基础上，河海大学于 2017 年 11 月进行了野外实地调查、实验和取样测试，2018 年 3 月完成地下水专题报告。

4.2.6.1 水文地质条件调查与评价

(1) 区域水文地质条件

① 地下水类型

测区内地下水受岩性影响，地下水类型有溶洞水、岩溶管道水、岩溶裂隙水、基岩裂隙水，孔隙水，局部有上层滞水。岩溶水文地质特征如下：

溶洞水：地层岩性为较纯灰岩、白云质灰岩等，分布区内地下暗河、溶洞发育，地下水主要赋存于暗河、溶洞内，其富水性强。

岩溶管道水：地层岩性为白云岩或石灰岩夹碎屑岩及不纯石灰岩等，分布区内岩溶管道发育，地下水主要赋存于岩溶管道内，其富水性中等～强。

岩溶裂隙水：地层岩性为不纯碳酸盐岩或为碎屑岩夹碳酸盐岩，其分布区域岩溶以小溶槽、溶隙、溶孔为主，地下水主要赋存于岩溶裂隙内，其富水性弱。

基岩裂隙水所在地层岩性为碎屑岩，分布区内的地下水主要赋存于基岩裂隙中，富水性弱。

孔隙水：在河谷、槽谷及洼地底部，以及平缓斜坡上分布有第四系(Q)覆盖层，分布区内的地下水主要赋存于覆盖层孔隙中，富水性弱。

测区地下水化学类型主要为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 或 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{MK}$ 型。

② 地下水循环条件与动态特征

测区地下水主要接受降雨补给，在接受降雨补给后，在可岩溶岩区通过落水洞、漏斗、入伏口等快速入渗地下；在碎屑岩分布区则通过覆盖层孔隙、基岩裂隙下渗；然后转换为地下水。同时也存在地表水、地下水相互转换现象。

在接受补给进入地下水循环系统后，通过暗河、岩溶管道、裂隙、孔隙等相低洼处径流。从区内调查的情况，暗河径流远，其次岩溶管道径流较远，岩溶裂隙、裂隙等径流较近，在接受降雨补给后向河谷、冲沟、槽谷等低洼处径流，或补给下伏的岩溶管道、地下暗河等。覆盖层孔隙在接受降雨补给后，就近向低洼处径流或补给下伏的裂隙、溶隙、岩溶管道及地下暗河等。

乌江为测区内最低排泄基准面。地下水在接受降雨、地表水补给后，通过孔隙、裂隙、溶隙、岩溶管道及地下暗河等向区内的石阡河、清渡河、印江河及乌江径流，最终向区内的最低排泄基准面—乌江排泄。

（2）库区水文地质条件

库区地下水分为碳酸盐岩岩溶水、基岩裂隙水和孔隙水。库区为地下水补给河水，主要接受大气降水补给，清渡河为最低的排泄基准面。

库区碳酸盐岩岩溶水分布不统一，主要赋存于溶洞及岩溶管道中。补给径流区位于从地形分水岭至河谷的斜坡或缓坡地带，大气降水为地下水主要补给来源，在碳酸盐岩分布区降雨通过地下暗河、溶洞等快速入渗地下，以泉、暗河的形式直接或间接向河谷排泄。该类地下水流量及水位动态变化大，流动通畅，径流远，主要分布在库首坝址一带及水库中部天桥一带，横贯水库，向库外延伸。

基岩裂隙水主要赋存于奥陶系五峰组、志留系下统龙马溪群、中上统韩家店群及二叠系下统梁山组等地层，岩性为碎屑岩，该类地下水接受大气降水补给，通过岩体的裂隙径流，流动性差，径流近，就近在低洼带、冲沟或河谷岸边以泉的形式排泄于地表，泉水流量小且不定，雨季流量相对较大，枯季流量减小，甚至枯竭，主要分布在库首及库尾，横贯水库，向库外延伸。

孔隙水主要赋存于第四系覆盖层孔隙中，岩性为粘土夹碎石、崩塌堆积块石、砂卵石等，含水量少，流动性差，径流近，就近在低洼带、冲沟或河谷岸边排泄于地表，主要分布在河谷两岸缓坡带、河床及两岸阶段、陡崖脚及洼地底部等，分布较广。

（3）坝址区水文地质条件

坝址左岸发育 2 处岩溶泉(S1、S2)，S1 位于坝址下游引水发电洞出口河床附近，出露点高程为 412m，其流量约 0.2L/s；S2 位于坝址左坝肩附近，出露点高程为 451m 左

右, 高于河床约 40m, 其流量约 0.1L/s。其稳定水位高程高于河床水位(409.20m)。坝址右岸靠下游冲沟 550~570m 高程发育 2 处岩溶泉(S3、S4), S3 出露点高程为 567m, 其流量约 0.001L/s, 为岩溶裂隙泉; S4 出露点高程为 570m 左右, 其流量约 0.01L/s, 为岩溶管道裂隙泉。其稳定水位高程高于河床水位(409.20m)。坝址处左右岸地下水补给河水, 补给源主要是大气降水, 富水性随季节变动明显, 顺地势向清渡河排泄。

坝前分布的志留系中上统韩家店群为碎屑岩, 厚度大, 隔水性能可靠, 两岸地下水位高于拟建水库正常蓄水位, 坝前不存在向邻谷渗漏问题; 坝址位于二叠系下统栖霞组、茅口组碳酸盐岩上, 该位置溶洞、岩溶管道、溶隙等发育, 水库存在通过溶洞、岩溶管道及溶隙等绕坝渗漏问题。

(4) 输水线路区水文地质条件

供水灌溉工程区包括总干管、南干管、北干管、东干管等及 7 条支管组成, 沿线地下水划分为碳酸盐岩类岩溶水、碎屑岩类裂隙水、松散层孔隙水及碎屑岩类风化带裂隙水等四种类型。其中碳酸盐岩类岩溶水主要赋存于寒武系、奥陶系、志留系及二叠系、三叠系的碳酸盐地层中, 主要受大气降水补给, 以暗河或泉的形式排泄于当地侵蚀基准面; 碎屑岩类裂隙水赋存于志留系、泥盆系及二叠系、三叠系碎屑岩中; 松散层孔隙水主要赋存于河漫滩、阶地等松散堆积物中, 富水性差, 水量小, 地下水受大气降水与地表水的补给, 向江河排泄, 地下水动态随季节变化大; 风化带裂隙水赋存于岩体表部风化裂隙中的潜水, 水量贫乏, 接受大气降水与地表水体的垂直补给, 于地势低洼处汇集、排出地表。

(5) 地下水动态分析

据左岸钻孔 zkg1、zkk17、zkk21、zkk23、zkk24 水位观测(观测日期 2017 年 11 月 2 日, 阴), 其稳定水位高程分别为 441.2m、437.9m、426.2m、418.9m、430.2m, 分别低于上坝址拟建水库正常蓄水位 491.0m 高程 49.8m、51.3m、64.8m、72.1m、60.8m, 均高于河床水位(409.2m), 左岸地下水补给河水。据右岸钻探 zkk18、zkk27、zkk28 水位观测(观测日期 2017 年 11 月 2 日, 阴), 其水位高程分别为 421.3m、416.7m、434.3m, 分别低于上坝址拟建水库正常蓄水位 491.0m 高程 69.7m、74.3m、56.7m, 均高于河床水位(409.2m), 右岸地下水补给河水, 水力坡降约为 16%; 详见表 4.2.6-1。

表 4.2.6-1 坝址区钻孔地下水水位、压水试验成果统计表

孔号	孔位	孔口高程(m)	吕荣压水试验				钻孔水位高程(m)	与正常蓄水位关系
			孔深 (m)	Lu 值	孔深 (m)	Lu 值		
zkg1	左坝肩	550.0	40.0~45.4	9.6	45.4~50.8	8.2	441.2	-49.8
			50.8~57.1	4.5	57.1~64.8	7.7		
			64.8~70.5	9.5	70.5~76.3	6.1		
			76.3~82.1	4.7	82.1~87.8	5.0		
			87.8~93.5	6.5	93.5~98.8	8.0		
			98.8~104.6	4.0	104.6~111.4	4.5		
			111.4~117.5	4.2	117.5~123.3	5.1		
			123.3~129.0	4.8	129.0~134.8	4.2		
			134.8~141.0	4.5	141.0~149.0	3.1		
zkg2	右坝肩	550.0	40.0~44.30	45.0	44.30~52.4	38.0	427.9	-63.1
			52.4~58.7	31.5	58.7~64.6	24.0		
			64.6~69.0	7.0	69.0~75.3	6.5		
			75.3~81.1	14.3	81.1~86.8	破碎		
			86.8~92.6	5.1	92.6~98.0	5.0		
			98.0~103.0	4.5	103.0~108.6	破碎		
			108.6~113.9	破碎	113.9~118.9	破碎		
			118.9~124.9	5.1	124.9~130.6	破碎		
			130.6~135.8	4.5	135.8~142.4	4.2		
zkk1	坝址河床	409.5	142.4~151.0	4.1			409.2	-81.8
			9.0~14.4	7.41	14.4~19.5	4.76		
			19.5~24.7	3.85	24.7~29.8	4.24		
			29.8~34.8	4.28	34.8~39.7	3.92		
			39.7~44.7	3.76	44.7~49.7	3.8		
			49.7~54.8	3.22	54.8~59.8	3.16		
			59.8~64.9	3.02	64.9~69.8	3.92		
			69.8~74.9	2.78	74.9~80.0	2.08		
			80.0~85.1	3.61	85.1~90.2	3.76		
zkk2	河床左岸	409.9	90.2~95.5	5.3			409.6	-81.4
			7.5~13.0	3.75	13.0~18.3	2.28		
			18.3~23.7	1.48	23.7~28.9	2.87		
			28.9~34.2	1.62	34.2~39.2	1.43		
			39.2~44.6	1.09	44.6~49.9	1.51		
			49.9~54.9	2.00	54.9~60.2	0.96		
			60.2~65.6	1.11	65.6~70.9	0.75		
zkk3	河床右岸	418.3	70.9~75.9	2.94	75.9~80.6	3.19	410.8	-80.2
			9.5~14.5	3.00	14.5~19.5	1.84		
			19.5~24.4	2.61	24.4~29.3	2.90		
			29.3~34.5	2.31	34.5~39.7	2.54		
			39.7~44.7	2.16	44.7~49.8	1.86		
			49.8~54.8	2.76	54.8~59.8	2.28		
			59.8~64.9	2.75	64.9~70.0	1.96		
			70.0~75.1	2.70	75.1~80.1	2.40		
zkk17	左坝肩	509.5	80.1~85.3	1.58			437.9	-53.1
			8.6~14.2	1.70	14.0~19.8	1.75		
			19.6~25.5	1.95	25.4~31.3	1.95		
			31.2~37.0	2.15	36.9~42.8	3.20		
			42.7~48.5	4.50	48.3~54.2	5.00		
			54.0~59.3	4.65	59.1~64.8	3.70		
			64.4~69.7	3.85	69.6~75.5	4.25		
			75.4~81.2	2.90	81.0~86.7	3.15		
			86.5~92.0	3.45	91.9~97.7	4.30		

表 4.2.6-1 坝址区钻孔地下水水位、压水试验成果统计表

孔号	孔位	孔口高程(m)	吕荣压水试验				钻孔水位高程(m)	与正常蓄水位关系
			孔深 (m)	Lu 值	孔深 (m)	Lu 值		
			97.5~103.4	3.80	103.3~109.2	4.25		
			109.0~114.8	4.45	114.7~120.6	2.65		
zkk18	右坝肩	502.5	5.1~10.9	2.20	10.6~15.9	2.15	421.3	-69.7
			15.7~21.3	2.80	21.2~27.3	3.05		
			27.1~33.0	2.95	32.4~37.8	2.70		
			37.4~42.4	2.50	42.2~47.8	2.80		
			47.5~52.6	2.55	52.5~58.5	3.65		
			58.3~64.1	3.80	64.0~69.9	4.00		
			69.8~74.9	3.60	74.8~80.5	3.60		
			80.3~86.1	2.90	85.9~91.4	2.95		
			91.1~96.7	2.80	96.6~102.1	2.75		
			101.9~107.6	2.35	107.5~113.1	2.20		
zkk22	河心孔	410.1	112.0~117.2	2.35			408.9	-82.1
			10.0~15.2	5.1	40.0~45.0	0.9		
			15.0~20.0	4.5	45.0~50.0	0.7		
			20.0~25.3	2.3	50.0~55.0	1.2		
			25.0~30.0	0.9	55.0~60.0	0.8		
			30.0~35.5	0.9	60.0~65.8	0.8		
zkk21	左岸趾板	496.2	35.0~40.0	0.6			426.2	-64.8
			1.6~6.3	3.2	25.1~30.1	2.7		
			6.1~11.2	注水	29.9~35.0	注水		
			11.0~16.0	2.6	34.8~39.8	2.6		
			15.8~20.6	2.0	39.7~45.2	4.5		
zkk23	左岸趾板	431.7	20.4~25.3	2.6			418.9	-72.1
			3.2~7.8	注水	31.4~36.5	1.8		
			7.6~12.7	注水	36.3~41.2	2.0		
			12.5~17.5	4.7	41.0~45.6	1.8		
			17.3~22.3	3.6	45.4~50.3	1.1		
			22.1~26.9	2.4	50.1~56.0	1.2		
zkk24	左岸坝肩	538.7	26.7~31.6	1.8			430.2	-60.8
			15.0~20.0	4.6	130.0~135.0	2.9		
			20.0~25.0	注水	135.0~140.0	2.7		
			25.0~30.0	注水	140.0~145.0	3.7		
			30.0~35.0	5.0	145.0~150.0	2.3		
			35.0~40.0	注水	150.0~155.0	2.4		
			40.0~45.0	注水	155.0~160.0	2.3		
			45.0~50.0	4.8	160.0~165.0	2.5		
			50.0~55.0	4.2	165.0~170.0	2.4		
			55.0~60.0	4.9	170.0~175.0	4.9		
			60.0~65.0	3.9	175.0~180.0	注水		
			65.0~70.0	3.6	180.0~185.0	5.1		
			70.0~75.0	3.9	185.0~190.0	3.8		
			75.0~80.0	3.4	190.0~195.0	4.9		
			80.0~85.0	3.7	195.0~200.0	3.8		
			85.0~90.0	2.3	200.0~205.0	4.9		
			90.0~95.0	2.7	205.0~210.0	3.8		
			95.0~100.0	3.9	210.0~215.0	3.2		
			100.0~105.0	3.8	215.0~220.0	3.9		
			105.0~110.0	3.2	220.0~225.0	2.8		
			100.0~115.0	2.8	225.0~230.0	2.5		

表 4.2.6-1 坝址区钻孔地下水水位、压水试验成果统计表

孔号	孔位	孔口高程(m)	吕荣压水试验				钻孔水位高程(m)	与正常蓄水位关系
			孔深 (m)	Lu 值	孔深 (m)	Lu 值		
			115.0~120.0	2.5	230.0~235.0	2.9		
			120.0~125.0	2.9	234.0~238.2	2.8		
			125.0~130.0	2.8	238.2~241.8	1.6		
zkk26	河心孔	408.1	12.8~17.6	3.5	35.2~40.2	3.0	406.5	-84.5
			17.2~22.2	3.3	40.0~44.7	2.7		
			21.5~25.9	3.9	44.3~49.3	2.4		
			25.8~30.8	3.0	49.0~53.9	2.5		
			30.6~35.4	2.76	55.6~60.4	1.7		
zkk27	右岸趾板		2.9~8.2	2.7	32.1~37.0	2.3	416.7	-74.3
			8.0~13.4	2.6	36.8~41.8	1.9		
			13.2~17.9	2.4	41.6~46.3	2.1		
			17.7~22.9	2.2	46.3~50.9	1.9		
			22.7~27.5	2.2	50.7~55.2	2.1		
			27.3~32.3	2.3	55.0~58.1	1.9		
zkk28	右坝肩		4.8~9.3	6.0	88.1~93.6	3.0	434.3	-56.7
			9.2~14.5	4.3	93.5~99.0	3.2		
			14.1~19.4	注水	98.9~104.4	2.4		
			19.2~24.6	2.4	104.3~109.7	2.4		
			24.5~29.9	注水	109.5~114.9	2.3		
			29.8~35.3	3.3	114.8~119.8	2.6		
			35.0~40.2	2.6	119.5~124.5	0.7		
			40.1~45.7	2.5	124.4~129.5	0.9		
			45.6~51.0	2.9	129.4~134.5	1.0		
			50.9~56.4	2.4	134.4~139.6	1.1		
			56.3~61.8	2.4	139.5~144.6	1.0		
			61.7~67.1	2.4	144.5~149.6	1.1		
			67.0~72.1	3.6	149.5~154.8	1.2		
			72.0~77.5	3.6	154.7~159.7	1.6		
			77.4~82.9	3.7	159.6~165.5	1.1		
			82.8~88.2	3.3				

4.2.6.2 评价区主要井（泉）分布

区域主要泉点的分布及利用统计情况可见表 4.2.6-2。

表 4.2.6-2

评价区内主要地下水水源点情况统计表

位置	编号	经纬度		高程 (m)	水温 (°C)	PH	电导率 (us/cm)	溶氧 度 (mg/L)	TDS 矿 化度 (ppm)	电阻 (KΩ)	Salt (%)	开发利用情况
		经度	纬度									
天桥乡楼房坡村	HTZ01	108°18'35.73"	27°50'14.25"	425	17.0	8.68	140.6	8.83	70.39	7.11	0.3	泉水井建于 1972 年，供 12 户人家使用。
天桥乡楼房坡村	HTZ02	108°18'39.82"	27°50'11.94"	429	15.8	8.69	351	7.37	164.4	3.04	0.7	泉水井有一百多年历史，常年不干，冬暖夏凉，供 45 户人家使用。
大坝厂镇迎水寺村	HTZ03	108°18'43.95"	27°43'24.84"	422	17.4	8.87	463	9.11	236.6	2.11	1.1	该处为一个大型溶洞，修有拱坝，水流沿山沟流出，流速 0.4m/s，水面高 1m，断面宽度 1.94m，流量 776L/s，供 50 户人家使用
塘头镇关脚下村	HTZ04	108°13'36.05"	27°47'14.52"	377	16.5	7.55	473	9.14	241.4	2.07	1.1	该处为一个溶洞，出露地下水流至乌江，部分通过水管抽至村内，供 25 户人家使用。流速 5.23m/s，水面高度 0.05m，断面宽度 0.94m，流量 250L/s，另有一小股水流，流量约 150L/s。
邵家桥镇渔溪村	HTZ05	108°15'43.56"	27°50'03.03"	396	18.3	8.78	543	1.06	266.3	1.87	1.2	该出水点常年出水，位于公路下方，通过多根水管引上，其中一个出水点引至过滤池过滤后输送至村中，供 30 户人家使用。
板桥镇水淹坝村窝坑土寨	HTZ06	108°11'47.40"	27°41'23.51"	472	9.6	8.22	540	9.13	283.3	1.77	1.3	该地下水常年出水，供村内 30 户人家使用和农用灌溉。
大坝厂镇东风村沙坝	HTZ07	108°26'00.17"	27°43'03.94"	1038	11.9	8.1	351	6.91	183	2.73	0.8	该点建有蓄水池，地下水冬暖夏凉，供 5 户人家使用。
凉水井镇凉山村小河桥	HTZ08	108°20'17.18"	27°58'06.73"	539	14.2	8.73	95.7	8.41	56.22	8.9	0.3	该点地下水井常年不干，供 10 户人家使用。

表 4.2.6-2

评价区内主要地下水水源点情况统计表

位置	编号	经纬度		高程 (m)	水温 (°C)	PH	电导率 (us/cm)	溶氧 度 (mg/L)	TDS 矿 化度 (ppm)	电阻 (KΩ)	Salt (%)	开发利用情况
		经度	纬度									
孙家坝镇 石门坎双宏村	HTZ09	108°16'58.23"	27°52'13.52"	453	18	8.57	572	7.8	281.7	1.77	1.3	该点位于花滩子电站上游，出露地下泉水，经水管抽至水厂，供近百户人家使用。
新寨乡肖家湾村	HTZ10	108°21'46.41"	27°53'03.04"	744	15.1	8.01	563	7.54	262.4	1.9	1.2	该地下泉水井出水点通过多跟水管引至 15 户人家使用，旁边建有小水池，供居民洗菜、洗衣等。流速 0.07m/s，水面高度 0.1m，断面宽度 1.02m，流量 7.14L/s。
天桥乡三溪村 山羊顶组	HTZ11	108°20'41.59"	27°50'31.29"	693	13.4	8.35	268	8.96	138.8	3.6	0.6	该地下泉水为整个山羊顶组居民供水点，约 40 户人家使用。
天桥乡张家坝村	HTZ12	108°19'33.86"	27°48'01.63"	529	16.8	8.13	441	7.94	223.9	2.23	1.0	该点为泉水出露点，流量约 0.5L/s，供 2-3 户人家使用。
腾溪村	HTZ13	108°15'08.46"	28°04'18.67"	448	17.6	8.97	377	9.01	193.1	2.59	0.9	该点为一泉水出露点，通过水管引至 2-3 户居民家使用，流量约 0.1L/s。
安坝村	HTZ14	108°14'57.83"	28°06'54.84"	528	17	8.79	212.9	8.77	111.5	4.49	0.5	该点为一泉水出露点，通过水管引至 2-3 户居民家使用，单管流量约 0.077L/s。
阳溪村	HTZ15	108°16'53.19"	28°11'24.47"	386	15.3	8.25	216	7.77	113.9	4.39	0.5	该点建有泉水井，常年不干，供 10 户人家使用。
中坝乡堰塘村	HTZ16	108°20'10.36"	28°05'56.89"	575	15.5	8.42	474	9.46	236.4	2.11	1.1	该泉水出露点建有蓄水池，供 2-3 户居民使用。
田家坝村	HTZ17	108°15'44.46"	27°57'46.74"	451	17.6	8.45	415	3.24	211.3	2.36	1.0	该泉水出露点供田家坝近 70 户居民使用。

4.3 水生生态

在广泛收集评价河段水生生态调查资料的基础上,重点且详细开展了重点评价河段水生生态现场调查工作,并以此为基础开展水生生态现状评价。近年来,涉及到评价河段所在区域的水生生态调查主要有以下成果:

(1) 乌江沙沱水电站环评和竣工环保验收分别于 2003~2004 年、2016 年开展的水生生态调查,涉及到乌江干流思南段及支流清渡河、石阡河;

(2) 乌江流域水电开发环境影响后评价于 2018 年至 2019 年开展的水生生态调查,涉及乌江干流思南段及支流石阡河;

(3) 涉及到重点评价河段清渡河的水生生态调查还包括:清渡河流域综合规划环评于 2014 年,本次环评于 2017~2018 年开展的清渡河流域水生生态调查。

4.3.1 评价区水生生态基本情况

本工程枢纽位于乌江思南段右岸一级支流清渡河上,受水区退水涉及乌江及其右岸另一支流石阡河,工程涉及水域具有以乌江思南段为干流、清渡河和石阡河为支流的流域特征,该流域水生生态总体状况如下:

4.3.1.1 评价区水生生境状况

从水系及水电水利工程开发现状上看,工程所涉区域整体处于乌江思林水电站与沙沱水电站之间,两水电站分别于 2009 年和 2013 年蓄水发电,其中退水区域主要涉及的乌江干流思南段位于沙沱水电站库区,工程枢纽所在的清渡河和头塘片区退水涉及的石阡河均为乌江沙沱库区段的右岸一级支流。

沙沱水电站库区回水长度 114.4km,正常蓄水位 365m,死水位 353.5m,水库水位在 353.5~365m 之间变化,区间汇入的主要支流有清渡河、石阡河、印江河等。

清渡河从思林水电站坝下右岸 15km 处汇入沙沱库区,河口多年平均流量为 9.34m³/s,主河道长 62.0km,从河源到河口已建或在建的依次有清渡河水库(在建)、雁水电站、天生桥电站(在建)、天桥电站、花滩子电站等 5 座水利水电工程。

石阡河从思林水电站坝下右岸 4km 处汇入沙沱库区,河口多年平均流量为 38.9m³/s,河长 122km,从河源到河口依次建有罗家坝(492.7m, 2.0MW)、长滩(417.5m, 3.2MW)、迎水寺(399.5m、0.96MW)、鸡公滩(394m、2.5MW)、泗河坝(381,0.5MW,

距河口 11.37km) 等 5 座水利水电工程, 本工程供水退水涉及石阡河下游分布有龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区。

总体而言, 本工程涉及流域为受阻隔影响的河湖生态系统; 干流乌江思南段受上游水电梯级累积水温影响, 3-8 月份乌江干流思林电站坝址下游水温较天然有所降低, 支流水温几乎不受水利水电开发影响, 基本与天然水温一致; 除乌江沙沱水电站库区存在一定程度总磷指标超标外, 水域水质总体满足相应水功能要求。

4.3.1.2 评价区鱼类资源概况

根据现场调查结果及当地渔民访问调查, 结合《乌江沙沱水电站环境影响报告书》(水生生态调查时间分别为 2003 年 11 月、2004 年 3 月和 5 月)、《乌江沙沱水电站竣工环境保护验收调查报告》(水生生态调查时间 2013 年 11 月、《贵州省思南县龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区考察报告》等相关资料, 结合历史资料及当地渔民了解, 工程涉及的乌江干流沙沱库区河段及支流清渡河、石阡河共有鱼类 5 目 17 科 109 种, 以鲤形目的种类为主体, 其次是鲇形目的种类, 其中乌江干流沙沱库区河段有鱼类 5 目 13 科 81 种, 清渡河有鱼类 4 目 7 科 29 种, 石阡河有鱼类 5 目 13 科 74 种。评价河段流域鱼类种类组成见表 4.3.1-1, 评价区鱼类组成及所占比例见图 4.3.1-1, 评价区鱼类名录见表 4.3.1-2。

在工程涉及流域 109 种鱼类中, 其中属于国家重点保护的野生鱼类(Ⅱ级)有 1 种, 即胭脂鱼; 属于《中国濒危动物红皮书》中的保护鱼类有 4 种, 分别为胭脂鱼、长薄鳅、华缨鱼和岩原鲤, 4 种保护鱼类的濒危等级均为“易危”等级; 属于“中国物种红色名录”的有 6 种, 其中胭脂鱼、圆口铜鱼和华缨鱼属于极危等级, 长薄鳅、四川裂腹鱼和岩原鲤属于易危等级; 属于长江上游特有鱼类的有 11 种, 分别为长薄鳅、高体近红鲃、四川半鲮、圆口铜鱼、圆筒吻鲃、宽体沙鳅、异鳔鳅鲶、宽口光唇鱼、华鲮、岩原鲤和四川华吸鳅。尽管思林、沙沱等水电开发对本工程涉及流域珍稀、特有鱼类产生不利影响, 但从 2010 年以来, 思林、沙沱水电站鱼类增殖放流站在包括乌江沙沱库区在内的有关河段开展了鱼类增殖放流工作, 放流种类为胭脂鱼、长薄鳅、岩原鲤、青鱼、中华倒刺鲃、白甲鱼、泉水鱼、华鲮等 8 种鱼类, 年放流总规模达到 57.75~72.82 万尾, 对受影响的珍稀、特有鱼类资源具有一定的增殖补偿作用。

工程涉及流域有历史记载鳊鲂 1 种属典型的降海性鱼类的洄游, 鳊鲂原产于海中, 溯河到淡水内长大, 后回到海中产卵, 由于受到下游大坝阻隔等影响, 在评价河段已多年未发现此物种。其余鱼类均属于短距离洄游性鱼类, 而且越冬洄游、索饵洄游和生殖

洄游的距离都比较短，主要分布在沙沱库区、清渡河相关梯级水库、石阡河相关梯级水库范围内洄游，如泥鳅、宽鳍鱲、团头鲂、中华鲮、鲤、鲫、鲃、粗唇鲃、黄鲃等，此外还有一些在上述库区及其支流之间流水生境中分布，如中华倒刺鲃、华鲮、云南光唇鱼、白甲鱼、银鲴等。

随着水电水利工程开发，流域内流水石滩产粘性卵型和流水产漂浮卵型的鱼类产卵场减少，留有少部分分散在沙沱库区及清渡河、石阡河等支流。

表 4.3.1-2 评价区分布鱼类种类一览表

目	鲤形目				鲇形目				鲟形目	合鳃目	鲈形目						合计	
科	胭脂鱼科	鲤科	平鳍鳅科	鳅科	鲃科	胡子鲇科	鮡科	鱼央科	青鲇科	合鳃科	鮠科	鳢科	刺鳅科	塘鳢科	丽鱼科	鰕虎鱼科		
种	1	62	4	7	12	2	1	2	2	1	1	6	2	1	1	1	3	109

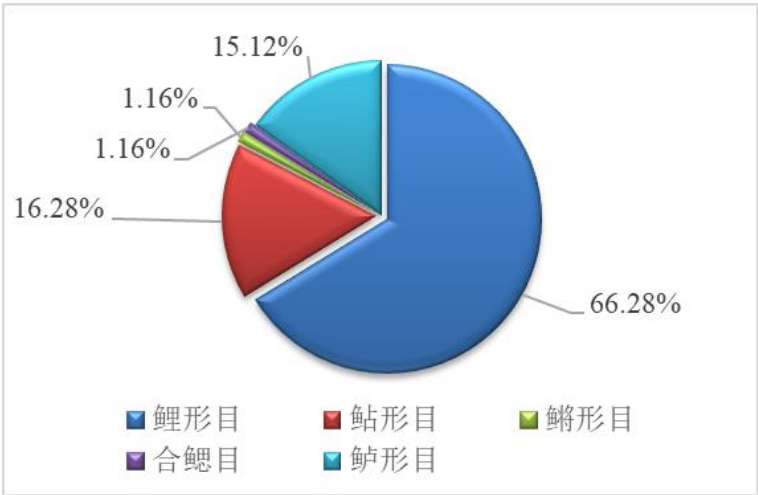


图 4.3.1-1 评价区鱼类组成及所占比例

表 4.3.1-3 评价区分布鱼类种类一览表

目	科	种	清渡河	石阡河	乌江段		
					思林	思南桥	沙沱
一、鲤形目 Cypriniformes	(1) 胭脂鱼科 Catostomidae	1. 胭脂鱼* <i>Myxocyprinus asiaticus</i>			△▲	▲	△▲
	(2) 鲤科 Cyprinidae	2. 宽鳍鱲 <i>Zacco platypus</i>	√	+		△▲	△
		3. 马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	√	+△ ▲	△▲	△▲	△▲
		4. 鲫 <i>Carassius auratus</i>	√	+△ ▲	△▲	△▲	△▲
		5. 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	√	+△ ▲	△▲	△▲	△▲

表 4.3.1-3

评价区分布鱼类种类一览表

目	科	种	清渡 河	石阡 河	乌江段		
					思林	思南 桥	沙沱
		6. 岩原鲤 ● <i>Procypris rabaudi</i>		▲	△▲	△▲	
		7. 草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	√	△▲	△▲	△▲	△▲
		8. 青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	√		△▲	△	△▲
		9. 鳊 <i>Elopichthys bambusa</i>			△▲	△▲	△
		10. 鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	√	+	△▲	△▲	△
		11. 鳙 <i>Aristichthys nobilis</i>	√		△▲	△	▲
		12. 华鲮 ● <i>Sinilabeo rendahli</i>	√	▲	△▲	△	▲
		13. 华缨鱼 <i>Sinocrossocheilus guizhouensis</i>				▲	
		14. 铜鱼 <i>Coreius heterodon</i>					△
		15. 圆口铜鱼 ● <i>Coreius guichenoti</i>		▲	△	△	
		16. 银色颌须鲃 <i>Gnathopogon argentatus</i>		+	▲		
		17. 蛇鲃 <i>Saurogobio dabryi</i>	√	+	△▲	△▲	△
		18. 吻鲃 <i>Rhinogobio typus</i>		+▲	△▲	△	
		19. 圆筒吻鲃 ● <i>Rhinogobio cylindricus</i>			△	△▲	△
		20. 棒花鱼 <i>Abbotina rivularis</i>	√	+▲	▲	△▲	△▲
		21. 乐山棒花鱼 <i>Abbotina kiatingensis</i>		+			△▲
		22. 福建棒花鱼 <i>Abbotina fukiensis</i>		+			
		23. 泉水鱼 <i>Pseudogyrincheilus procheilus</i>	√	+△ ▲	△▲	△▲	△▲
		24. 花鲮 <i>Hemibarbus maculatus</i>		+	△	△▲	△
		25. 唇鲮 <i>Hemibarbus labeo</i>		+	△		△
		26. 银鲮 <i>Xenocypris argentea</i>			△▲	△▲	
		27. 黄尾鲮 <i>Xenocypris davidi</i>		▲	▲		△
		28. 圆吻鲮 <i>Distoechodon tumirostris</i>		+			
		29. 细鳞斜颌鲮 <i>Xenocypris microlepis</i>		+			
		30. 云南光唇鱼 <i>Acrossocheilus yunnanensis</i>	√		△▲	△	
		31. 宽口光唇鱼 ● <i>Acrossocheilus monticolus</i>		▲		△	△
		32. 厚唇光唇鱼 <i>Acrossocheilus labiatus</i>	√	+			
		33. 侧条光唇鱼 <i>Acrossocheilus parallens</i>	√				
		34. 小口白甲鱼 <i>Onychostoma lini</i>		+			
		35. 南方白甲鱼 <i>Onychostoma gerlachi</i>		▲	△▲		
		36. 白甲鱼 <i>Onychostoma sima</i>	√	▲	▲	△	△
		37. 稀有白甲鱼 <i>Onychostoma rarum</i>	√				
		38. 粗须铲颌鱼 <i>Varicorhinus barbatus</i>			▲		
		39. 瓣结鱼 <i>Tor brevifilis</i>		▲	△▲	△	△▲
		40. 墨头鱼 <i>Garra pingi</i>			△▲	△	△▲

表 4.3.1-3 评价区分布鱼类种类一览表

目	科	种	清渡 河	石阡 河	乌江段		
					思林	思南 桥	沙沱
		41.中华倒刺鲃 <i>Spinibarbus sinensis</i>	√	▲	△▲	△	
		42.翘嘴鲃 <i>Culter alburnus</i>		+	△▲	△▲	△
		43.高体近红鲃● <i>Ancherythroculter kurematsui</i>					▲
		44.麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	√	+△ ▲	△▲	△▲	△▲
		45.鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	√	+△ ▲	△▲	△▲	△▲
		46.贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i>				▲	
		47.四川半鲮● <i>Hemiculterella sauvagei</i>			△	▲	
		48.南方拟鲮 <i>Pseudohemiculter dispar</i>		+			
		49.团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i>			△		▲
		50.三角鲂 <i>Megalobrama terminalis</i>			△▲	△	△
		51.银鲃 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>			△	△▲	△
		52.寡鳞鲃 <i>Pseudolaubuca engraulis</i>		▲		△	△
		53.长春鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>			△▲	△	
		54.大眼华鳊 <i>Sinibrama macrops</i>		+	△	▲	
		55.南方鳊 <i>Gobiobotia meridionalis</i>		+			
		56.异鳊 <i>Xenophysogobio boulengeri</i>			▲	△	
		57.四川裂腹鱼● <i>Schizothorax kozlovi</i>		▲	△▲	△▲	▲
		58.泸溪直口鲮 <i>Rectoris luxiensis</i>		+			
		59.中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>		▲	△	△▲	▲
		60.越南刺鲮 <i>Acanthorhodeus tonkinensis</i>		+			
		61.黑鳍鲮 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>		+	△		
		62.小鲮 <i>Sarcocheilichthys parvus</i>		+			
		63.江西鲮 <i>Sarcocheilichthys kiangsiensis</i>		+			
	(3) 平鳍鳅科 <i>Homalopteridae</i>	64.四川华吸鳅● <i>Sinogastromyzon szechuanensis</i>		▲	△▲		
		65.平舟原缨口鳅 <i>Vanmanenia pingchowensis</i>		+			
		66.短身间吸鳅 <i>Hemimyzon abbreviata</i>			△▲		
		67.犁头鳅 <i>Lepturichthys fimbriata</i>			▲		△
	(4) 鳅科 <i>Cobitidae</i>	68.泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	√	+▲	△▲	▲	△▲
		69.长薄鳅 <i>Leptobotia elongata</i>			△▲	△▲	△▲
		70.中华沙鳅 <i>Botia superciliosa</i>			△▲	△	

表 4.3.1-3 评价区分布鱼类种类一览表

目	科	种	清渡河	石阡河	乌江段		
					思林	思南桥	沙沱
二、鲇形目 Siluriformes		71.宽体沙鳅● <i>Botia reevesae</i>		+			
		72.花斑副沙鳅 <i>Parabotia fasciata</i>		+			
		73.武昌副沙鳅 <i>Parabotia banarescui</i>		+			
		74.短体条鳅 <i>Nemachilus potanini</i>		+			
	(5) 鲿科 Bagridae	75.大鳍鲿 <i>Mystus macropterus</i>	√	+	△▲	▲	▲
		76.钝吻鲿 <i>Leiocassis crassirostris</i>			△▲		▲
		77.长吻鲿 <i>Leiocassis longirostris</i>			△▲	▲	
		78.粗吻鲿 <i>Leiocassis crassilabris</i>				△▲	△
		79.黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	√	+	△▲	△▲	▲
		80.瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>		▲	△	△▲	△▲
		81.长脂拟鲿 <i>Pseudobagrus adiposalis</i>		+			
		82.白边拟鲿 <i>Pseudobagrus albomarginatus</i>		+			
		83.切尾拟鲿 <i>Pseudobagrus truncatus</i>		+▲	△▲		
		84.凹尾拟鲿 <i>Pseudobagrus emarginatus</i>		▲	△▲	△	▲△
		85.乌苏里拟鲿 <i>Pseudobagrus ussuriensis</i>		▲	▲	△	△
		86.细体拟鲿 <i>Pseudobagrus pratti</i>		▲	▲		△
	(6) 鲇科 Siluridae	87.鲇 <i>Silurus asotus</i>	√	△▲	△▲	△▲	▲
		88.大口鲇 <i>Silurus meriordinalis</i>		+	▲		△▲
	(7) 胡子鲇科 Clariidae	89.胡鲇 <i>Clarias batrachus</i>		▲		△▲	△
	(8) 鲃科 Sisoridae	90.福建纹胸鲃 <i>Glyptothorax fokiensis</i>		+			
		91.中华纹胸鲃 <i>Glyptothorax sinense</i>			△▲		△
	(9) 鱼央科 Liobagrus	92.白缘鱼央 <i>Liobagrus marginatus</i>			△		▲
		93.黑尾鱼央 <i>Liobagrus nigricauda</i>		▲	△		
三、鲿形目	(10) 青鲿科 Adrianichthyidae	94.青鲿 <i>Oryzias latipes</i>			△	△▲	△▲
四、合鳃鱼目	(11) 合鳃鱼科 Synbranchidae	95.黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	√	△▲	△▲	△▲	△▲
五、鲈形目 Perciformes	(12) 鲈科 Serranidae	96.大眼鲈 <i>Siniperca kneri</i>		+	△▲	△▲	△▲
		97.石鲈 <i>Siniperca whiteheadi</i>	√	+			
		98.斑鲈 <i>Siniperca scherzeri</i>		+	△	△▲	▲
		99.波纹鲈 <i>Siniperca undulate</i>	√	+		▲	
		100.暗鲈 <i>Siniperca obscura</i>		+			
		101.长体鲈 <i>Siniperca roulei</i>		+			
	(13) 鲢科 Channidae	102.乌鲢 <i>Channa argus</i>			△	△▲	
		103.月鲢 <i>Channa asiatica</i>					▲
	(14) 刺鲃科 Mastacembelidae	104.刺鲃 <i>Mastacembelus aculeatus</i>		+			
	(15) 塘鲢科 Eleotridae	105.黄魮 <i>Micropercops swinhonis</i>		+			
	(16) 丽鱼科	106.尼罗非鲫☆ <i>Oreochromis</i>	√				

表 4.3.1-3 评价区分布鱼类种类一览表

目	科	种	清渡河	石阡河	乌江段		
					思林	思南桥	沙沱
	Cichlidae	<i>niloticus</i>					
	(17) 鰕虎鱼科 Bobiidae	107. 子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>			△▲	▲	▲
		108. 普栉鰕虎鱼 <i>Ctenogobius giurinus</i>	√	+▲	▲△	▲△	△
		109. 洞庭栉鰕虎鱼 <i>Ctenogobius cliffordpopei</i>		+			

注：本次清渡河流域鱼类采用水生生态专题调查成果（调查时间为 2017 年 7 月、2018 年 4 月）；乌江鱼类资料来源为《乌江沙沱水电站环境影响报告书》（水生生态调查时间分别为 2003 年 11 月、2004 年 3 月和 5 月）、《乌江沙沱水电站竣工环境保护验收调查报告》（水生生态调查时间 2013 年 11 月）；石阡河鱼类资料来自《贵州省思南县龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区考察报告》和《乌江沙沱水电站竣工环境保护验收调查报告》（水生生态调查时间 2013 年 11 月）中水生生态调查成果。

“√”表示本次清渡河流域水生生态专题调查成果（调查时间为 2017 年 7 月、2018 年 4 月）；“△”表示《乌江沙沱水电站竣工环境保护验收调查报告》中环评阶段调查到或访问存在的种类（2003 年 11 月、2004 年 3 月和 5 月）；“▲”表示《乌江沙沱水电站竣工环境保护验收调查报告》中试运行调查到或访问存在的种类（2013 年 11 月）；“+”表示《贵州省思南县龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区考察报告》中石阡河（龙底江）调查到的物种（2013 年 8 月）。

“*”为国家Ⅱ级保护动物；“●”表示长江上游特有鱼类；“☆”表示外来物种。

4.3.2 清渡河水生生态

4.3.2.1 调查时间、方法和断面

（1）调查时间和方法

武汉市伊美净科技发展有限公司于 2017 年 7~8 月和 2018 年 4~5 月重点对清渡河进行了 2 期水生生态现状调查。水生生态的调查方法按照《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》、《河流水生生物调查指南》、《内陆水域渔业自然资源调查手册》和《淡水浮游生物研究方法》等进行现场调查、采样和检测。

（2）调查断面

清渡河水生生物调查布设 6 个断面，各采样断面的理化条件见表 4.3.2-1。鱼类调查范围为清渡河流域及乌江汇口。

表 4.3.2-1

水生生物各调查断面环境因子表

采样断面	经纬度	海拔	气温		水体特征											
		(m)	(℃)		水温(℃)		pH 值		底质	水深(m)		透明度(cm)		流速 (m/s)		
			7月	4月	7月	4月	7月	4月		7月	4月	7月	4月	7月	4月	
缠溪河支流（汇入口上游）I	27° 51'30.66" N	509	31	23	23.2	18.4	7	7	砾石、砂石	0.5	0.3	见底	见底	0.15	0.10	
	108°23'57.03" E															
花滩子水库库尾上游II	27°51'32.10"N	500	31	22	22.0	18.2	6.8	6.8	砾石、砂石	1.4	1.2	76	70	0.50	0.45	
	108°23'30.96"E															
天桥电站库区III	27°49'25.37"N	465	31	22	22.2	17.9	6.9	6.9	砾石、泥砂	6.5	6.5	84	80	0.02	0.01	
	108°19'35.87"E															
花滩子水库坝址IV	27° 50'25.71" N	440	31	22	22.5	18.6	6.8	6.8	砾石、砂石	1.8	0.8	72	见底	0.60	0.42	
	108°18'22.84" E															
花滩子电站库尾V	27°51'25.83"N	448	31	22	22.6	18.4	6.9	6.9	砾石、泥砂	1.6	0.7	68	见底	0.35	0.15	
	108°17'41.09"E															
清渡河与乌江汇入口VI	27°52'12.81"N	367	31	23	23.1	18.4	6.8	6.8	泥沙、砂石	4.7	4.6	79	82	0.15	0.12	
	108°15'10.91"E															

4.3.2.2 水生生境

(1) 生境概况

清渡河主河道全长 62.0km，河道平均比降 7.5‰，河口处多年平均流量 9.34m³/s。主要支流有缠溪河、磨石溪、杨家沟等，支流的生境情况主要见章节 4.2.5.1 河流水系。清渡河干流水生生境特征情况如下：

(1) 雁水电站坝址以上河段

雁水电站位于清渡河中上游，为 70 年代建设的坝后式电站，坝址处多年平均流量 3.0m³/s，正常蓄水位 774m，装机容量 2×200kW。雁水坝址以上河段长约 32km，目前保持流水性河段特征，距离上游规划的引水式开发丰岩电站坝址约 3km。根据 2018 年 4 月水生生态现场调查成果，由于大坝拦河蓄水，库区呈静缓水体，雁水电站库区水温约 17.6℃，水深约 18m，透明度约 0.14m；雁水电站坝址下游水温约 18℃，水深约 0.3m，流速约 0.3m/s。



雁水电站坝上：水温 17.6℃；底质：淤泥；水深 18m；透明度 14cm；流速为 0。



雁水电站坝下：水温 18℃；底质：砂石；水深 0.3m；透明度 18cm；流速为 0.3m/s。

(2) 雁水电站坝址~天生桥~天桥电站坝址

雁水~天生桥~天桥电站河段长段约 18km，该河段为电站挡水坝隔断，其中天生桥电站位于雁水电站下游约 16km 处，坝址处多年平均流量 7.2m³/s，正常蓄水位 468.38m，设计装机容量 2×2000kW，天生桥电站 2014 年开始建设，为引水式发电，目前该电站厂房未建成，已停工，上游拦水坝及引水隧洞已建成。根据水生调查成果，天生桥电站坝址下游附近水温约 17.8℃，水深约 0.5m，透明度见底，流速约 0.35m/s。



天生桥电站：停建



天生桥电站下游：水温 17.8℃；底质：砾石；水深 0.5m；透明度：见底；流速 0.35m/s。

天桥电站于 1968 年建成建设的坝后式电站，距离停建天生桥电站约 2km，坝址处多年平均流量 7.3m³/s，正常蓄水位 435.0m，装机容量 2×320kW。根据水生现场调查结果，由于大坝拦河蓄水，天桥电站库区呈静缓水体，水温约 17.9℃，水深约 3m，透明度约 0.8m；天桥电站坝址下游水温约 18℃，水深约 0.3m，透明度见底。



天桥电站坝上：水温 17.9℃；底质：淤泥；水深 12m；透明度 80cm；流速为 0。



天桥电站坝下：水温 18℃；底质：砾石；水深 0.3m；透明度见底；流速为 0。

（3）天桥电站坝址~花滩子电站坝址段

天桥电站坝址~花滩子电站坝址河段长约 9km，已建花滩子电站坝址位于拟建花滩子水库坝址下游 5.5km 处、清渡河乌江汇口上游约 3km 处。花滩子电站始建于 2004 年，2006 年 6 月竣工发电。正常蓄水位 410.4m，最大坝高 56.16m，坝址处多年平均流量为 9.05m³/s，装机容量为 2×2000kW，由于花滩子电站修建时间较早，受坝址阻隔影响，乌江鱼类已不能上溯至清渡河。

根据水生现场调查成果，由于大坝拦河蓄水，花滩子电站库区呈静缓水体，水温约 18.2℃，水深约 16m，透明度约 0.35m；花滩子电站坝址下游水温约 18.4℃，水深约 0.15m，透明度见底，流速约 0.15m/s。



花滩子电站坝上：水温 18.2℃；底质：淤泥；水深 16m；透明度 35cm；流速为 0。



花滩子电站坝下：水温 18.4℃；底质：砾石；水深 0.15m；透明度见底；流速为 0.15m/s。

（2）乌江汇口段

清渡河汇入乌江河段，上游建有思林电站（2009 年建成），思林电站下游 115km 建有沙沱电站（2012 年建成），沙沱水电站正常蓄水位为 365m，回水长度 114.4km，死水位为 353.5m，清渡河乌江汇口段水位在 353.5m~365m 之间变动。经调查，该河段没有产漂流性卵、无洄游性鱼类分布。根据水生现场调查成果，由于大坝拦河蓄水，花滩子电站库区呈静缓水体，水温约 18.4℃，水深约 6.5m，透明度约 0.55m；流速约 0.2m/s。



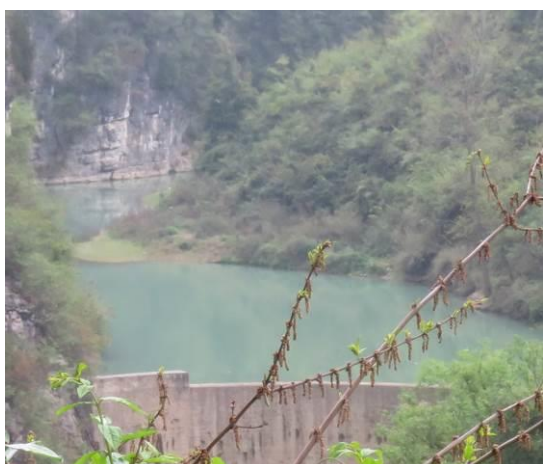
清渡河汇入口：水温 18.4℃；底质：淤泥；水深 6.5m；透明度 55cm；流速 0.2m/s。

综上，清渡河干流雁水电站、天桥电站、花滩子电站等各梯级的修建，将原始的河流变成了“河流+水库”状态，由于河道的阻断，原急流生态系统的连续性和完整性被破坏，鱼类上溯或下行的通道被截断。

(5) 主要支流生境现状

支流缠溪河为花滩子水库坝址上游约 13.8km 处入库支流，缠溪河干流总长 12.6km，于凯望汇入清渡河，河道比降 15.7%，河口处多年平均流量 $2.31\text{m}^3/\text{s}$ ，枯水期水量很小。缠溪河河口上游约 4.6km 处有引水式雷公岩水电站，其坝址下产生约 2.6km 的减水河段，生境结构较为简单，两侧主要为山体、公路和村落，河床底质为卵石、石砾，枯水期水量较少。根据 2018 年 4 月主要支流生境现状调查成果，缠溪河雷公岩电站厂房下游河段水温 18.4°C ，底质为石砾，水深 0.25m，透明度见底，流速约 0.15m/s 。

磨石溪为花滩子水库坝址上游约 7km 处入库支流，磨石溪干流总长 12.9km，于耙都汇入清渡河，河床比降 41.6%，河口处多年平均流量 $0.56\text{m}^3/\text{s}$ ，磨石溪属于季节性河流，枯水期呈现断流，河床枯竭现象，且河流沿岸为主要农田分布区，受人为干扰较大。



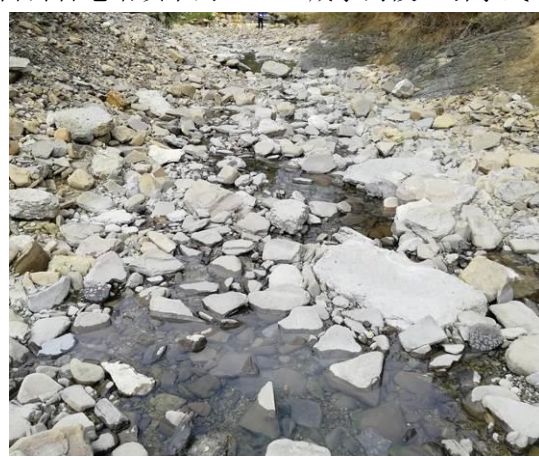
缠溪河汇口上游约 4.6km 处雷公岩电站坝址



雷公岩电站坝下约 2.6km 减水河段（引水式）



雷公岩电站厂房下游河段：水温 18.4°C ；底质：石砾；水深 0.25m；透明度见底；流速 0.15m/s 。



磨石溪：几近断流

(2) 流域水生生态功能区定位

根据《清渡河流域综合规划》，清渡河流域水生态保护规划目标为：至 2020 年，加强生物物种保护与资源养护，保护流水型水生生物生境，鱼类重要生境不受水资源开

发利用破坏，维护流域水生态系统的完整性，初步建议水生态监测体系，完善已建及规划饮用水源保护区的管理。至 2030 年，通过水生态环境系统保护与修复，针对不同开发活动的生态修复措施能够有效实施，维系流域水生生物的多样性和良性循环，流域水生态状况明显改善，不同类型的生境得到保护，完善已建及规划饮用水源保护区的监督管理。清渡河是乌江一级支流，现状已建成雁水-天桥-花滩子电站，花滩子水库坝下为花滩子电站水库回水区，因此清渡河上下游以及与乌江干流分布的鱼类类群交流有限。此外，根据调查，清渡河干流没有发现产漂流性卵鱼类分布，调查河段分布鱼类主要产粘沉性卵，尤其粘砾石、砂石等基质种类较多，适宜产卵生境分布广泛，但没有较大规模的产卵场，清渡河鱼类和乌江干流鱼类交流较少。

因此，鉴于现状清渡河流域水生生态系统中所具备的功能有限，流域规划在水生生态保护方面对清渡河流域提出加强流域生态保护和修复，确保水生生物重要生态通道的连通性、流域生态环境质量不断改善。

4.3.2.3 浮游植物

(1) 种类组成

清渡河共检出浮游植物 6 门 78 种（属），其中硅藻门最多 41 种（属），占总数的 52.56%；其次为绿藻门 21 种（属），占总数的 26.92%；蓝藻门 11 种，占总数的 14.1%；其他藻门共 5 种（属），占总数的 6.41%。

从种类分布看，清渡河水体中浮游植物以硅藻门占优势，其次是绿藻门和蓝藻门，其他门类较少。

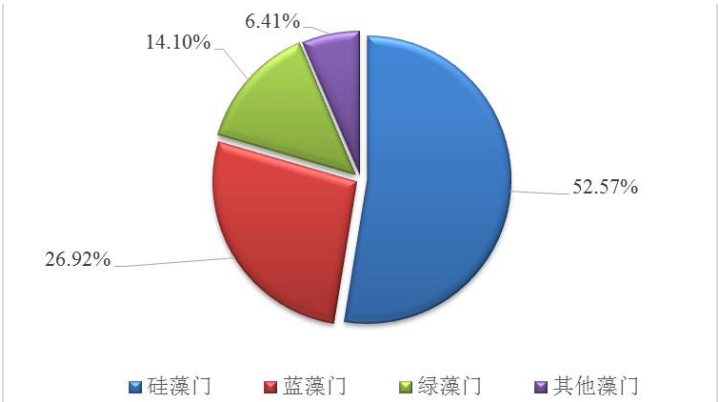


图 4.3.2-1 浮游植物种类组成图

清渡河各断面浮游植物种类存在一定的空间差异，浮游植物种类在 24~38 种之间，各断面浮游植物种组成见表 4.3.2-2。浮游植物名录见附录 4。

表 4.3.2-2 各断面浮游植物种类组成

采样断面	蓝藻门	硅藻门	绿藻门	其他藻门	合计
I 缠溪河支流	4	22	0	1	27
II 花滩子水库库尾上游	4	18	8	4	34
III 天桥电站库区	6	17	10	2	35
IV 花滩子水库坝址	6	19	10	3	38
V 花滩子电站库尾	5	11	4	4	24
VI 清渡河与乌江汇口	5	24	5	3	37
种类合计	11	41	21	5	78

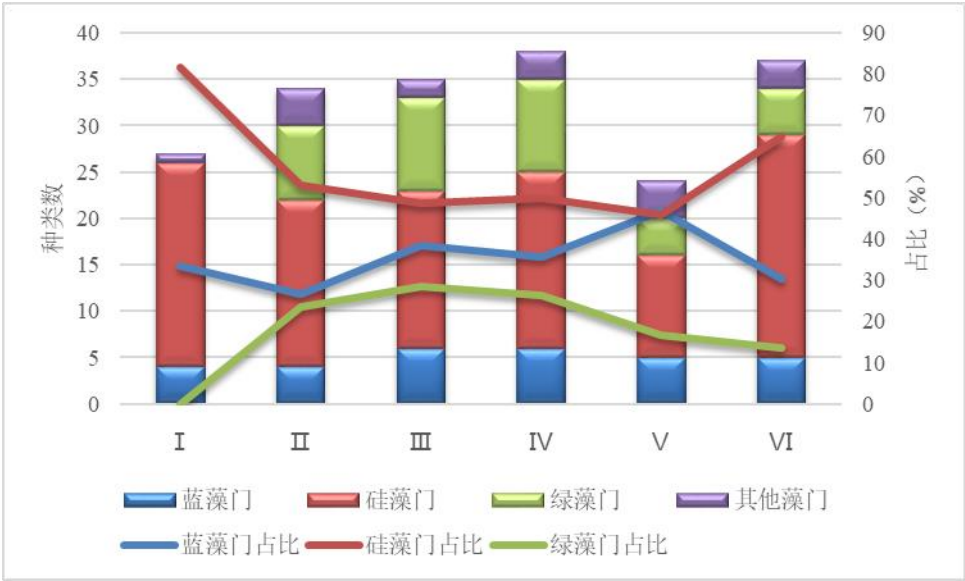


图 4.3.2-2 评价河段各断面浮游植物种类分布图

(2) 密度和生物量

根据 2017 年 7 月现场调查结果，清渡河水体中浮游植物的平均密度为 $46.942 \times 10^4 \text{ ind./L}$ ，其中硅藻门的平均密度最高为 $23.788 \times 10^4 \text{ ind./L}$ ；其次为蓝藻门，平均密度为 $11.38 \times 10^4 \text{ ind./L}$ ；绿藻门平均密度为 $9.096 \times 10^4 \text{ ind./L}$ ；其他门的平均密度为 $2.678 \times 10^4 \text{ ind./L}$ 。

清渡河水体中浮游植物的平均生物量为 1.012 mg/L ，其中硅藻门的平均生物量最大为 0.925 mg/L ；蓝藻门的为 0.059 mg/L ；绿藻的为 0.015 mg/L ；其他藻的平均生物量为 0.013 mg/L 。

根据 2018 年 4 月现场调查结果，清渡河水体中浮游植物的平均密度为 $42.098 \times 10^4 \text{ ind./L}$ ，其中硅藻门的平均密度最高为 $21.34 \times 10^4 \text{ ind./L}$ ；其次为蓝藻门，平均密度为 $11.74 \times 10^4 \text{ ind./L}$ ；绿藻门平均密度为 $8.61 \times 10^4 \text{ ind./L}$ ；其他门的平均密度为 $2.493 \times 10^4 \text{ ind./L}$ 。

清渡河水体中浮游植物的平均生物量为 1.032mg/L，其中硅藻门的平均生物量最大为 0.941mg/L；蓝藻门的为 0.065mg/L；绿藻的为 0.016mg/L；其他藻的平均生物量为 0.013mg/L。

各采样断面浮游植物的密度和生物量见表 4.3.2-3。

表 4.3.2-3 浮游植物密度 ($\times 10^4 \text{ind./L}$) 和生物量 (mg/L)

种类	硅藻门				蓝藻门				绿藻门				其他藻门				总计			
	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	
	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月
I	17.071	17.021	0.764	0.692	7.029	5.687	0.014	0.012	3.054	2.012	0.006	0.005	1.004		0.012		28.158	24.72	0.796	0.709
II	19.079	18.562	0.438	0.438	14.059	12.245	0.052	0.048	6.025	3.265	0.01	0.01	3.021	2.156	0.025	0.022	42.182	36.228	0.525	0.518
III	28.162	19.588	1.182	1.122	11.087	14.725	0.075	0.072	13.082	16.856	0.019	0.016	4.018	3.854	0.012	0.012	56.349	45.023	1.288	1.222
IV	17.113	15.024	0.412	0.612	12.046	13.254	0.077	0.105	16.356	10.543	0.024	0.035		1.022		0.011	45.515	39.843	0.513	0.763
V	29.121	20.268	1.181	1.122	14.017	10.102	0.082	0.068	10.033	9.856	0.019	0.016	4.017	3.562	0.018	0.015	57.188	43.788	1.3	1.221
VI	32.184	37.566	1.574	1.658	10.042	14.425	0.054	0.082	6.025	9.124	0.009	0.012	2.008	1.869	0.008	0.006	50.259	62.984	1.645	1.758
平均	23.788	21.34	0.925	0.941	11.38	11.74	0.059	0.065	9.096	8.61	0.015	0.016	2.678	2.493	0.013	0.013	46.942	42.098	1.012	1.032

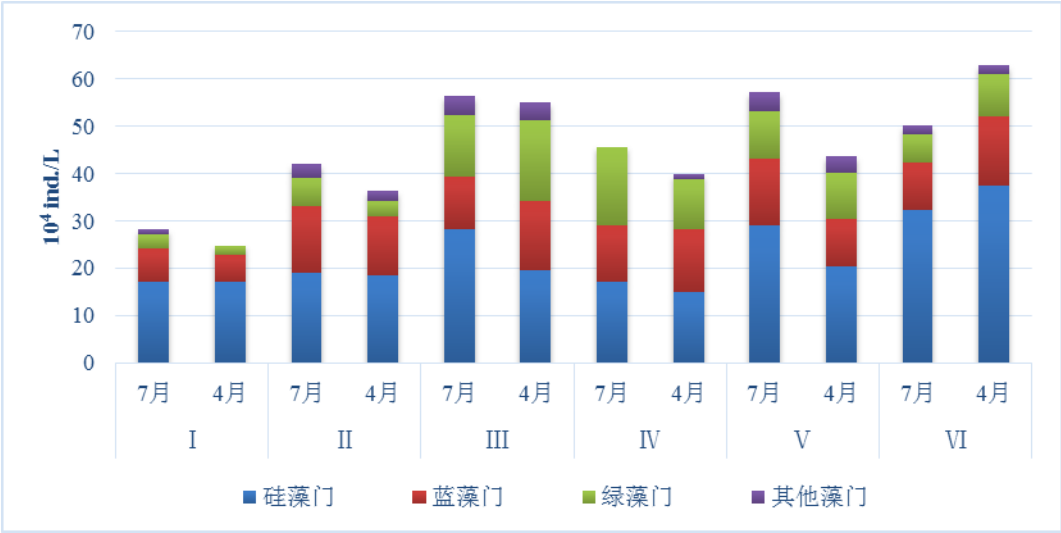


图 4.3.2-3 清渡河各断面浮游植物密度分布图

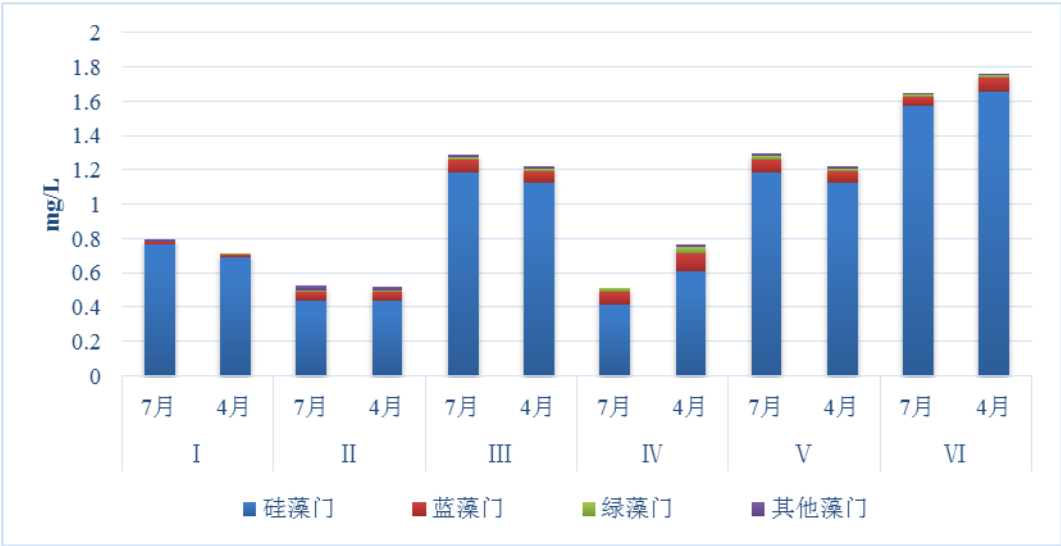


图 4.3.2-4 清渡河各断面浮游植物生物量分布图

（3）浮游植物现状评价

工程河段共检出浮游植物 78 种（属），以硅藻为主，符合山区流水性的种群结构特点，由表 4.3.2-3 中可以看出，2017 年 7 月份各采样断面中，花滩子电站库尾浮游植物密度最高，其次为天桥电站库区；生物量清渡河与乌江汇入口处最高，其次为花滩子电站库尾、天桥电站库区；缠溪河支流（汇入口上游）处的密度和生物量最低，总体为浮游植物的密度和生物量随着河流的流向从上游到下游逐步增加。这可能是因为上游到下游采样断面海拔逐渐降低，上游海拔高、水量小，经汇入流入下游河床，使下游局部河段水体面积增加；另外水文情势受到流域内电站影响呈现出水量“小-大-小-大”的水文情势变化，但上游来水丰富了下游河段的生物量，外加下游河段人类活动的影响相对较大，更有利于浮游植物的繁殖和生长，相比之前种类和数量增加。

2018 年 4 月份各采样断面中，处于清渡河与乌江汇入口处的密度和生物量最高，其次为天桥电站库区，缠溪河支流（汇入口上游）处的密度和生物量最低。这是由于 4 月清渡河水量相对较小，清渡河河口受来自上游河段水量汇入的影响，水量变动不大，上游河段水量较小，天桥电站库区蓄水作用明显，水中浮游植物尤其是蓝藻和绿藻密度和生物量较大。

4.3.2.4 浮游动物

(1) 种类组成

工程河段共检出浮游动物 4 类 37 种（属）。其中原生动物有 16 种（属），占总数的 43.24%；轮虫类有 9 种（属），占总数的 24.32%；枝角类有 7 种（属），占总数的 18.92%；桡足类有 5 种（属），占总数的 13.51%。从种类分布看，清渡河水域浮游动物以原生动物占优势，其次为轮虫类、枝角类、桡足类。

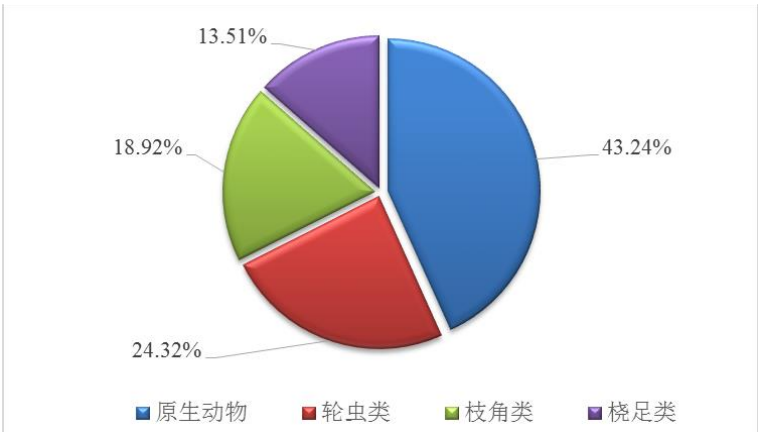


图 4.3.2-5 清渡河浮游动物种类组成比例图

清渡河各监测断面浮游动物种类存在一定的空间差异，浮游动物种类在 12~25 种之间。各断面浮游植物种组成见表 4.3.2-4。浮游动物名录见附录 5。

表 4.3.2-4 各断面浮游动物种类组成

采样断面	原生动物	轮虫类	枝角类	桡足类	合计
I 缠溪河支流	5	3	3	2	13
II 花滩子水库库尾上游	9	4	3	3	19
III 天桥电站库区	9	3	3	1	16
IV 花滩子水库坝址	10	6	5	4	25
V 花滩子电站库尾	5	3	1	3	12
VI 清渡河与乌江汇口	8	7	3	2	20
种类合计	16	9	7	5	37

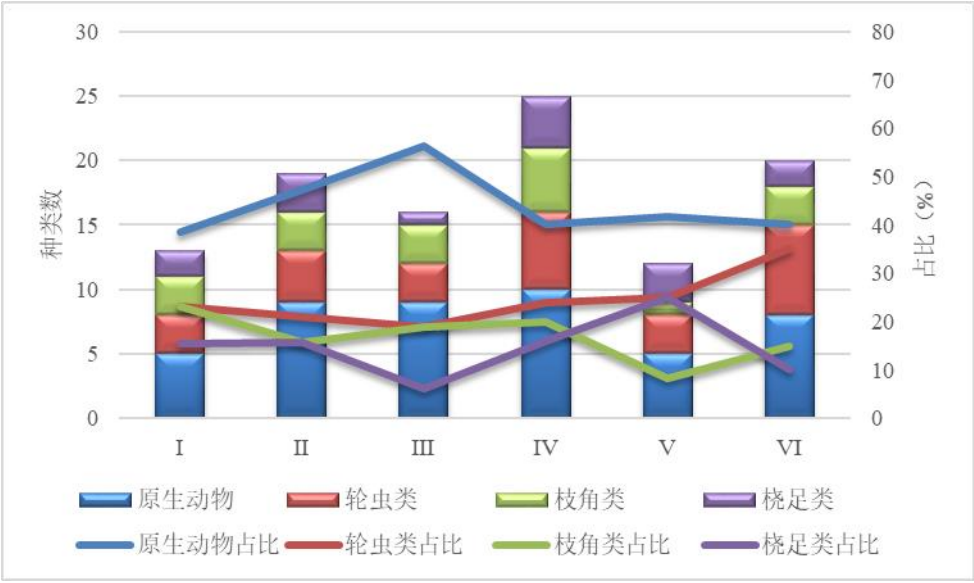


图 4.3.2-6 评价河段各断面浮游动物种类分布图

(2) 密度和生物量

根据 2017 年 7 月现场调查结果，工程河段水体中浮游动物的平均密度为 132.57ind./L，其中原生动物平均密度最高为 70ind./L；其次为轮虫类，平均密度为 56.08ind./L；枝角类的平均密度为 1.63ind./L；桡足类的平均密度为 1.53ind./L。

清渡河水体中浮游动物的平均生物量为 0.130mg/L，其中桡足类的平均生物量最大为 0.059mg/L；其次为枝角类的为 0.046mg/L；轮虫类的为 0.022mg/L；原生动物的平均生物量为 0.002mg/L。

根据 2018 年 4 月现场调查结果，清渡河水体中浮游动物的平均密度为 117.09ind./L，其中原生动物平均密度最高为 57.67ind./L；其次为轮虫类，平均密度为 56.16ind./L；枝角类的平均密度为 1.75ind./L；桡足类的平均密度为 1.52ind./L。

清渡河水体中浮游动物的平均生物量为 0.15mg/L，其中桡足类的平均生物量最大为 0.073mg/L；其次为枝角类的为 0.051mg/L；轮虫类的为 0.022mg/L；原生动物的平均生物量为 0.002mg/L。

各采样断面浮游动物的密度和生物量见表 4.3.2-5。

表 4.3.2-5

工程河段浮游动物密度 (ind./L) 和生物量 (mg/L)

种类	原生动物				轮虫类				枝角类				桡足类				总计			
	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	
	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月
I	42	31	0.001	0.001	50.75	42.32	0.017	0.015	1.03	0.98	0.048	0.046	1.74	1.52	0.052	0.038	95.52	75.82	0.118	0.1
II	58	30	0.001	0.001	60.75	50.56	0.018	0.016	0.81	0.73	0.019	0.019	1.62	1.46	0.049	0.045	121.18	82.75	0.087	0.081
III	74	61	0.003	0.003	56.25	64.18	0.016	0.021	1.12	2.23	0.052	0.066	0.84	1.02	0.025	0.026	132.21	128.43	0.096	0.116
IV	68	49	0.002	0.002	84.75	72.12	0.051	0.046	3.19	2.98	0.072	0.067	2.06	1.98	0.102	0.102	158	126.08	0.227	0.217
V	72	53	0.003	0.002	41.75	36.68	0.012	0.01	1.74	1.52	0.042	0.041	0.87	0.76	0.026	0.022	116.36	91.96	0.083	0.075
VI	106	122	0.004	0.005	62.25	71.12	0.019	0.026	1.86	2.04	0.042	0.068	2.03	2.35	0.102	0.203	172.14	197.51	0.167	0.302
平均	70	57.67	0.002	0.002	56.08	56.16	0.022	0.022	1.63	1.75	0.046	0.051	1.53	1.52	0.059	0.073	132.57	117.09	0.13	0.15

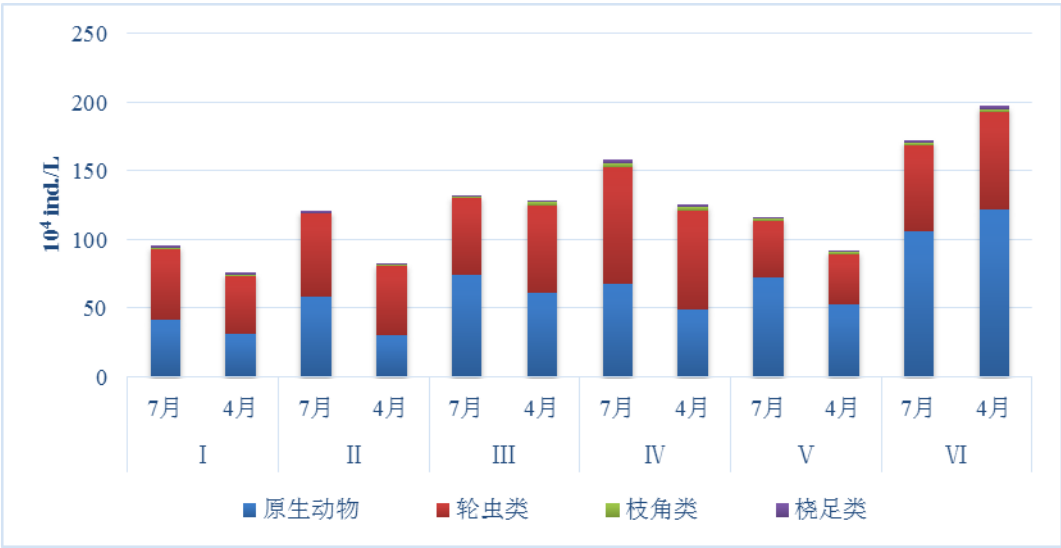


图 4.3.2-7 清渡河各断面浮游动物密度分布图

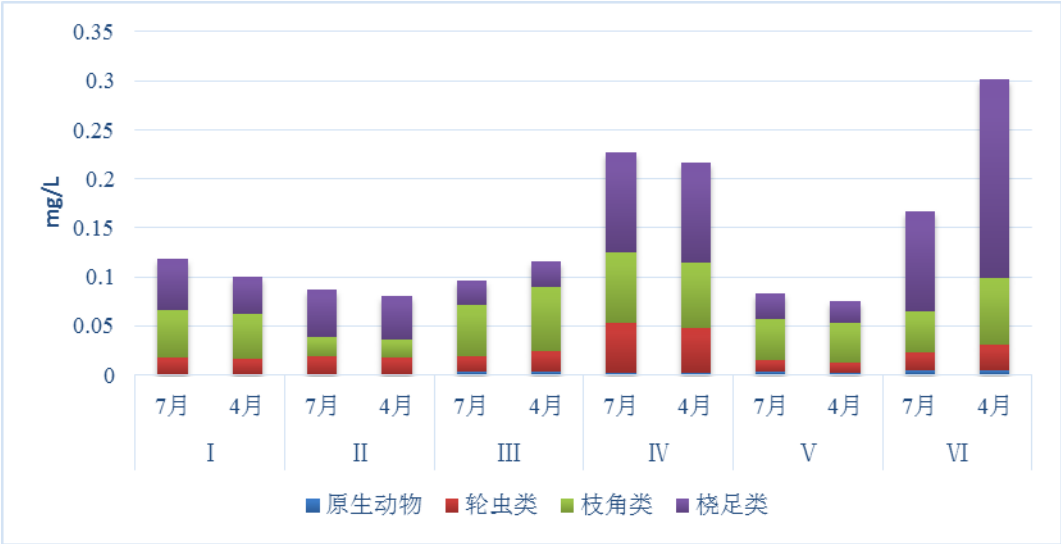


图 4.3.2-8 清渡河各断面浮游动物生物量分布图

(3) 浮游动物现状评价

工程河段范围共检出浮游动物 4 大类 37 种（属），其中原生动物种类最多，为优势类群，其次为轮虫类，枝角类和桡足类。由表 4.3.2-5 及附录 5 浮游植物名录中可以看出，2017 年 7 月和 2018 年 4 月两次调查结果中，清渡河与乌江汇入口的位置浮游动物分布最多，该处来自清渡河上游来水，水体中浮游植物生物量较大，加之水面积大水体深，有利于浮游生物的生长，该水域底质主要为泥沙，为原生动物的生长提供了有利的条件；缠溪河支流（汇入口上游）该处海拔较高，受上游水量的控制，水流量较小，不利于浮游生物的生长。天桥电站、花滩子电站因拦河蓄水影响，原生动物成为库区优势种群，适宜流水性的枝角类、桡足类生物量偏低。

4.3.2.5 底栖动物

(1) 种类组成

本次调查清渡河共检出底栖动物 3 门 30 种（属），其中节肢动物门 14 种（属），占总数的 46.67%；软体动物门有 12 种（属），占总数的 40.00%；环节动物 4 种（属），占总数的 13.33%。从种类分布看，清渡河水域底栖动物以节肢动物占优势，其次为软体动物，环节动物分布较少。底栖动物名录详见附录 6。

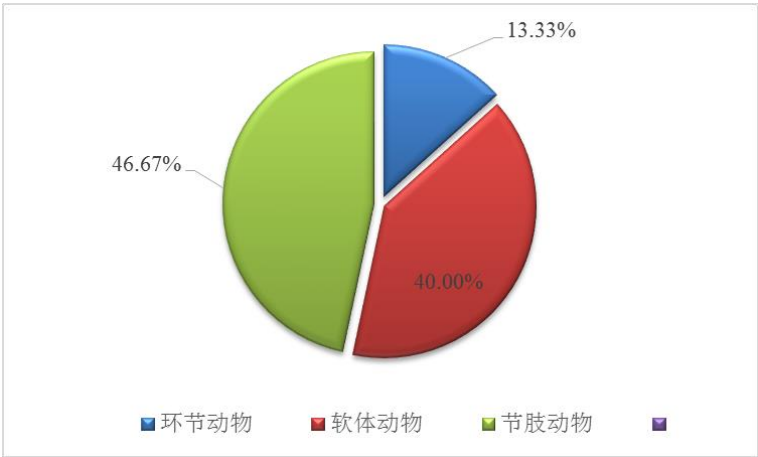


图 4.3.2-9 清渡河底栖动物种类组成比例图

清渡河各监测断面底栖动物种类存在一定的空间差异，底栖动物种类在 12~20 种之间，底栖动物的种类随着河流的流向从上游到下游逐渐增加，各断面底栖动物种类组成见表 4.3.2-6。底栖动物名录见附录 6。

表 4.3.2-6 各断面底栖动物种类组成

采样断面	软体动物	节肢动物	环节动物	合计
I 缠溪河支流	5	3	3	12
II 花滩子水库库尾上游	9	4	3	13
III 天桥电站库区	9	3	3	15
IV 花滩子水库坝址	10	6	5	18
V 花滩子电站库尾	5	3	1	15
VI 清渡河与乌江汇口	8	7	3	20
种类合计	4	12	14	30

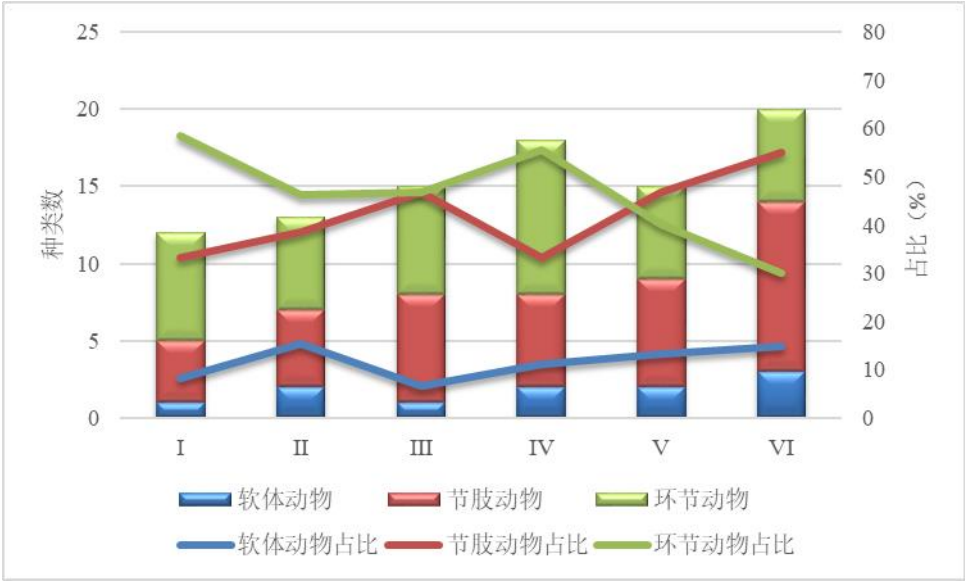


图 4.3.2-10 评价河段各断面浮游动物种类分布图

(2) 密度和生物量

根据 2017 年 7 月现场调查结果,调查范围水体底栖动物的平均密度为 43.33ind./m², 其中, 节肢动物的平均密度最高, 为 17.83ind./m²; 其次为软体动物平均密度为 13.83ind./m², 环节动物平均密度最低为 11.67ind./m²。

清渡河水体中底栖动物的平均生物量为 12.16g/m², 其中, 软体动物的平均生物量为 11.06g/m²; 节肢动物平均生物量为 0.77g/m²; 环节动物的平均生物量为 0.33g/m²。

根据 2018 年 4 月现场调查结果, 清渡河水体底栖动物的平均密度为 42.33ind./m², 其中, 节肢动物的平均密度最高, 为 15.83ind./m²; 其次为软体动物平均密度为 14ind./m², 环节动物平均密度最低为 12.5ind./m²。

清渡河水体中底栖动物的平均生物量为 12.17g/m², 其中, 软体动物的平均生物量为 11.06g/m²; 节肢动物平均生物量为 0.75g/m²; 环节动物的平均生物量为 0.36g/m²。

各采样断面浮游动物的密度和生物量见表 4.3.2-7。

表 4.3.2-7 工程河段底栖动物密度 (ind./m²) 和生物量 (g/m²)

种类	环节动物				软体动物				节肢动物				总计			
	密度		生物量		密度		生物量		密度		生物量		密度		生物量	
	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月	7 月	4 月
I	0	2	0	0.18	8	6	7.32	7.12	15	12	0.68	0.62	23	20	8	7.92
II	10	7	0.26	0.24	8	7	8.08	8.06	16	11	0.68	0.59	34	25	9.02	8.89
III	12	14	0.32	0.33	18	19	12.24	12.24	14	9	0.57	0.48	44	42	13.13	13.05
IV	10	12	0.25	0.26	12	11	11.65	11.65	28	26	1.12	1.12	50	49	13.02	13.03
V	18	16	0.56	0.52	16	15	13.06	12.06	16	15	0.76	0.76	50	46	14.38	13.34
VI	20	24	0.56	0.65	21	26	14.02	15.24	18	22	0.81	0.92	59	72	15.39	16.81
平均	11.67	12.5	0.33	0.36	13.83	14	11.06	11.06	17.83	15.83	0.77	0.75	43.33	42.33	12.16	12.17

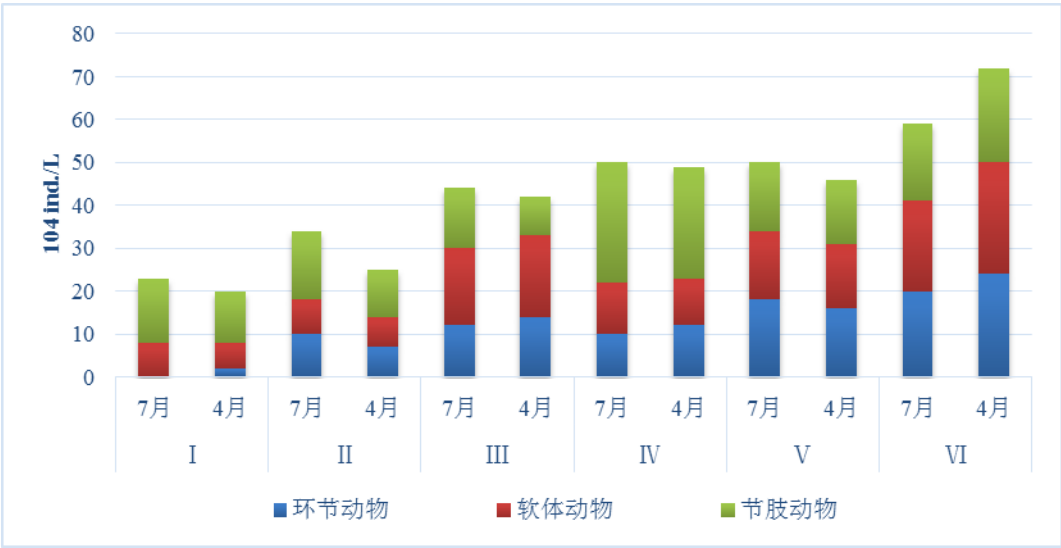


图 4.3.2-11 清渡河各断面底栖动物密度分布图

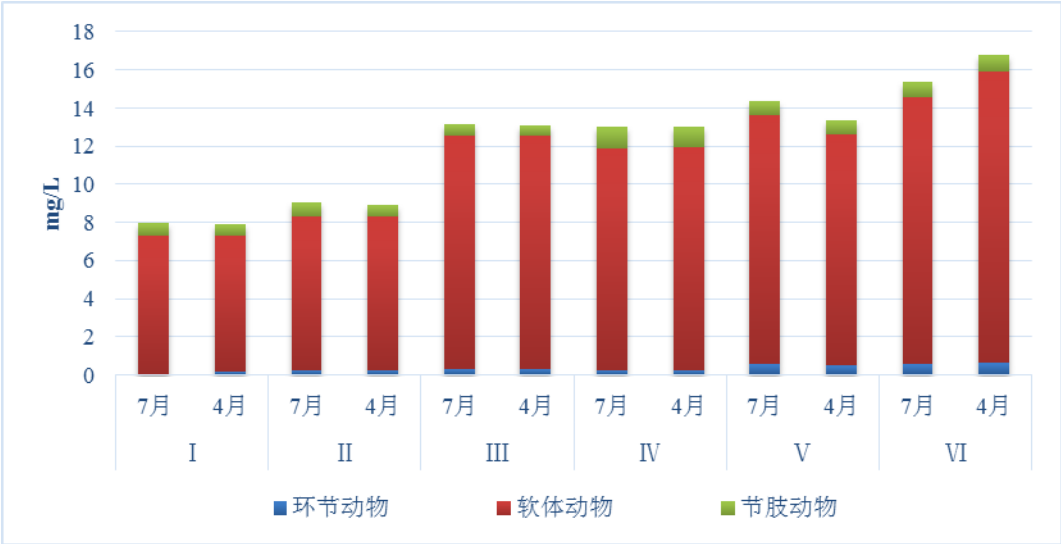


图 4.3.2-12 清渡河各断面底栖动物生物量分布图

（3）现状分析

工程河段共检出底栖动物 3 门 30 种（属），其中节肢动物门最多，环节动物门最少，由表 4.3.2-8 中可以看出，各采样断面中的底栖动物种类水平分布存在一定差异，相对每个断面都有一定量的节肢动物存在，花滩子水库坝址处的节肢动物生物量最大。底栖动物的密度和生物量随着河流的流向从上游到下游逐渐增加，与浮游植物密度和生物量分布趋势相当，说明作为饵料基础的浮游植物密度和生物量能够影响其他如底栖动物的分布，其次水文情势变化水流量增加、水体营养物质丰富等条件，有利于底栖动物的生长和繁殖。上游水流量变动较大，枯水期水流面积减小，不利于底栖动物的生长。

4.3.2.6 水生维管束植物

根据 2017 年 8 月和 2018 年 4 月现场调查结果,清渡河调查范围内水生维管束植物可分为 10 科 10 种,多为沉水植物,具体名录见附录 1。清渡河水生维管束植物主要分布在花滩子电站库尾、清渡河支流汇入口,清渡河流域底质多为岩层,水生植物不易着根生长。

本次调查中,黑藻出现频率为 50%,为调查地区优势种;两栖蓼、竹叶眼子菜、狐尾藻、苦草出现频率为 33.33%,为调查区域内偶见种;豆瓣菜、水芹、喜旱莲子草、菹草出现频率为 16.67%。两栖蓼、喜旱莲子草、金鱼藻、黑藻、竹叶眼子菜、狐尾藻 6 种水生维管束植物在调查区的相对多度均在 5% 以上,属于该区域内数量优势种,其中黑藻相对多度最高,达 26.8%;喜旱莲子草、两栖蓼、金鱼藻、黑藻、苦草、竹叶眼子菜、狐尾藻 6 种水生维管束植物在该调查区内相对生物量均在 5% 以上,即属于该区域内的生物量优势种,其中以黑藻相对生物量最高,达 35.81%。

沉水植物与浮水植物对于水生生物尤其是水生动物具有较大的影响,不仅能有效富集水体中的氮、磷等物质,治理、调节和抑制水体富营养化,而且能够为鱼类等水生生物提供食物及良好的产卵场所。本次调查黑藻长势良好,一般成群分布,多生长于河水两岸浅水区。由于清渡河河段底质多为砾石、卵石,水流季节性变动较大,流速较快,缺乏必要的固着物质,不利于水生维管束植物生长,其他苦草、竹叶眼子菜等分布稀疏。

4.3.2.7 鱼类

(1) 种类组成及其特点

① 种类组成

根据现场调查结果,结合历史资料及当地渔民了解,工程涉及的清渡河、石阡河及乌江干流河段共有鱼类 5 目 17 科 109 种(见表 4.3.1-2)。本次重点调查清渡河流域有鱼类 4 目 7 科 29 种(见表 4.3.2-8),其中以鲤形目为主,共 21 种,其中鲤科 20 种、鳅科 1 种,占鱼类总数的 72.41%;其次为鲇形目鲿科 2 种、鲇科 1 种,占鱼类总数的 10.34%;鲈形目鮠科 2 种、丽鱼科和鰕虎鱼科各 1 种,占鱼类总数的 13.79%;合鳃鱼目合鳃科 1 种,占鱼类总数的 3.45%,重点评价河段清渡河及其支流鱼类组成见表 4.3.2-9,重点评价河段清渡河及其支流鱼类组成及所占比例见图 4.3.2-13,重点评价河段清渡河及其支流鱼类名录见表 4.3.2-9。

表 4.3.2-8 重点评价河段清渡河及其支流鱼类种类组成

目	鲤形目		鲇形目		合鳃目	鲈形目		
科	鲤科	鳅科	鲢科	鲇科	合鳃科	鲈科	丽鱼科	鰕虎鱼科
种	20	1	2	1	1	2	1	1

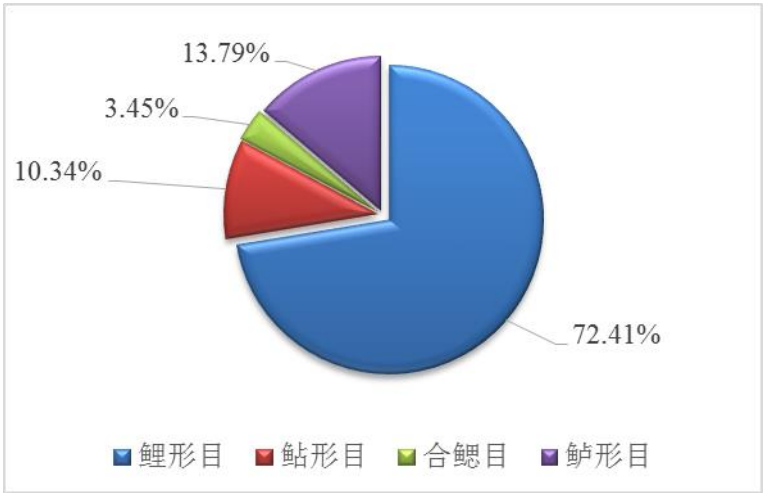


图 4.3.2-13 重点评价河段清渡河及其支流鱼类组成及所占比例

表 4.3.2-9

重点评价河段清渡河及其支流鱼类名录表

目	科	种	规划 报录	分布						
				雁水 电站 库区	雁水 电站 坝下	缠溪 河支 流	清渡 河干 流	天桥 电站 库区	花滩 子电 站库 区	乌江 汇口
一、鲤形目 Cypriniformes	(1).鲤科 Cyprinidae	1.宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	+		○					
		2.马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	+		●◆		●◆		●	
		3.鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+					●◆	●	
		4.鳙 <i>Aristichthys nobilis</i>	+						○	○
		5.麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	+	●◆			●◆	●◆	●	●◆
		6.棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	+	●				●◆		
		7.青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	+							○
		8.草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	+						○	
		9.华鲮 <i>Sinilabeo rendahli</i>					●◆			●
		10.蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i>					◆			
		11.泉水鱼 <i>Pseudogyrincheilus procheilus</i>	+							
		12.云南光唇鱼 <i>Acrossocheilus yunnanensis</i>	+							
		13.厚唇光唇鱼 <i>Acrossocheilus labiatus</i>	+							
		14.侧条光唇鱼 <i>Acrossocheilus parallens</i>	+		●	●	●◆			
		15.中华倒刺鲃 <i>Spinibarbus sinensis</i>								●
		16.白甲鱼 <i>Onychostoma sima</i>	+			●◆	●◆			
		17.稀有白甲鱼 <i>Onychostoma rarum</i>	+							
		18.鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	+	●◆	●		●◆	●◆	●	●◆
		19.鲫 <i>Carassius auratus</i>	+	●		●	◆	●	●◆	●◆
		20.鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	+	●			●		●◆	●◆
二、鲇形目 Siluriformes	(2).鲇科 Cobitidae	21.泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	+					●	●	●◆
	(3).鲿科 Bagridae	22.大鳍鲿 <i>Mystus macropterus</i>	+							○
		23.黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	+	●◆				●	●	●◆

表 4.3.2-9 重点评价河段清渡河及其支流鱼类名录表

目	科	种	规划 报录	分布						
				雁水 电站 库区	雁水 电站 坝下	缠溪 河支 流	清渡 河干 流	天桥 电站 库区	花滩 子电 站库 区	乌江 汇口
	(4).鲇科 Siluridae	24.鲇 <i>Silurus asotus</i>	+						○	
三、合鳃目 Symbranchiformes	(5)合鳃科 Symbranchidae	25.黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	+					●◆	●◆	◆
四、鲈形目 Perciformes	(6).鲈科 Serranidae	26.波纹鳊 <i>Siniperca undulata</i>	+							●
		27.石鳊 <i>Siniperca whiteheadi</i>	+							
	(7)丽鱼科 Cichlidae	28.尼罗非鲫✱ <i>Oreochromis niloticus</i>								◆
	(8).鰕虎鱼科 Bobiidae	29.普栉鰕虎鱼 <i>Ctenogobius giurinus</i>	+		●	●◆	●◆			

注：“+”为《贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书》（贵州省水利水电勘测设计研究院，2015）；“●”为 2017 年 7 月现场调查记录种；“◆”为 2018 年 4 月现场调查种；“○”为现场访问记录种；“✱”为外来入侵鱼类。

（2）区系组成

根据鱼类起源地分布和生态特征，评价河段鱼类区系由以下 4 个鱼类区系复合体组成。

① 热带平原鱼类区系复合体

原产于南岭以南的热带、亚热带平原区各水系的鱼类，包括鲤科中的鲃亚科、合鳃科、鲮科等鱼类，共有 17 种，占总数的 19.8%。

② 江河平原鱼类区系复合体

为第三纪由南热带迁入我国长江、黄河流域平原区，并逐渐演化为许多我国特有的地区性鱼类，包括鲤科中的大部分鱼类和鲴科，共有 56 种，占总数的 60.1%。

③ 第三纪早期鱼类区系复合体

该复合体鱼类为第三纪早期在北半球北温带地区形成的鱼类，并且在第四纪冰川后期残留下来的鱼类，包括鲤亚科的麦穗鱼、泥鳅、鲃科等鱼类，共有 4 种，占总数的 4.7%。

④ 中亚高原山区鱼类区系复合体

近于西北区的特有类型，兼有华南和西北区的一些特点。主要有鳅科、鮡科、的一些种类，共有 8 种，占总数的 9.3%。

（3）生态习性

① 栖息习性

根据鱼类的栖息环境特点，将清渡河流域鱼类大致分为以下类群：

流水类群：流水类群，主要或完全生活在江河流速环境中，体长形，略侧扁，游泳能力强，适应于流水生活。它们或以水底砾石等物体表面附着藻类为食，或以有机碎屑为食，甚或为杂食性，是原河段种类最多的类群，也是主要标志性类群。有马口鱼、白甲鱼、云南光唇鱼、波纹鳅等。

静缓流水类群：该类群适宜生活于静缓流水体中。以浮游动植物为食，或杂食，或动物性食性，主要种类有鲮、麦穗鱼、棒花鱼、黄颡鱼、黄鳝等。

② 繁殖习性

清渡河调查未发现产漂流性卵的鱼类，由于清渡河流域梯级开发较早，上世纪八九十年代已建有雁水电站、天桥电站、花滩子电站等多座拦河坝，已不具备产漂流性卵的产卵条件。

产粘沉性卵类群：清渡河绝大多数鱼类为产粘沉性卵类群。这一类群包括鲤科的宽鳍鱲、马口鱼、鲤、鲫等。其产卵季节多为春夏间，也有部分种类晚至秋季，且对产卵

水域流态底质有不同的适应性，多数种类都需要一定的流水刺激。产出的卵或粘附于石砾、水草发育，或落于石缝间在激流冲击下发育。少数鱼类产卵时不需要水流刺激，可在静缓流环境下繁殖，产粘性卵，其卵有的粘附于水草发育，如鲤、鲫等；有的粘附于砾石，如鲇等。

产浮性卵类群：波纹鳊（*Siniperca undulata*）等鱼类的卵具油球，在水中漂浮发育。

③ 食性

调查水域鱼类以食性可划分为以下几个类群。

根据清渡河流域成鱼的摄食对象，可以将评价区鱼类食性划分为 3 类：

植食性：摄食植物性的食物，即以高等水生维管束植物或低等藻类为食。这类鱼类有草鱼、中华倒刺鲃等。

肉食性：以动物性食物为主，又可分为 3 个亚类型：①凶猛肉食性，通常以较大的活脊椎动物为食，主要是鱼类；②温和肉食性，主要以水中的无脊椎动物为食；③浮游动物食性，以浮游甲壳类，如桡足类、枝角类为主食。这类鱼类有黄颡鱼、宽鳍鱲（*Zacco platypus*）、石鳊（*Siniperca whiteheadi*）等。

杂食性：该类鱼食谱广，包括小型动物、植物及其碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化。这些鱼类有泥鳅、鲤、鲫等。

（2）鱼类资源调查

鱼类资源调查区域按评价水域特点及现有兴建电站的特性分为清渡河干流（拟建花滩子水库坝址河段）、雁水电站库尾、花滩子电站库区、乌江汇口干流河段，调查方式以现场捕捞为主，周边渔民访问为辅。主要采样工具有流刺网（网目：2cm）、地笼网（网目：2cm）和钓钩，现场进行渔获物统计，记录体长（cm）、体重（g）等。各调查区域渔获物共计 339 条，总重量 16.024kg，渔获物统计如下。

① 雁水电站库区：雁水电站位于清渡河上游“V”型峡谷间，两岸植被茂盛，库区内上游入库蓄水，库区内底质为泥砂+砾石，坝下主要为砾石底质。现场调查库区内渔获物以适应静水型鲫、鲤、鲮、麦穗鱼、棒花鱼、黄颡鱼等为主，坝下有马口鱼、侧条光唇鱼、普栉鰕虎鱼等流水型鱼类。

② 缠溪河支流：缠溪河为汇入清渡河流域的上游流水域，枯水期水量甚小，沿岸有村落布局，渔获物主要为常见适应性较强的侧条光唇鱼、白甲鱼、鲫、普栉鰕虎鱼。

③ 清渡河干流：包括拟建花滩子水库坝址、库区河段。该河段两岸主要为峡谷，人为干扰较小，底质为砾石，干流水量干湿季差异明显，流速大约 0.5~0.6m/s，鱼类资源为鲮、马口鱼、鲤、麦穗鱼、华鲮、白甲鱼、侧条光唇鱼、普栉鰕虎鱼等。

④ 天桥电站库区：天桥电站库区位于拟建花滩子水库库区范围内，为一 70 年代拦河坝，库区常年蓄水淤积，河床水位抬高，枯水期坝下减水现象明显，渔获物调查主要为鲢、麦穗鱼、棒花鱼、鲮、鲫、泥鳅、黄颡鱼、黄鳝等常见库区鱼类。

⑤ 花滩子电站库区：花滩子电站库区位于拟建花滩子拦河坝坝下约 5.5km 的下游清渡河干流段，该库区水面宽阔，水体较深，坝下减水现象明显，沿途居民较少，水流量稳定，库区鱼类资源种类和数量较多以马口鱼、鲢、麦穗鱼、鲮、鲤、鲫、泥鳅、黄颡鱼、黄鳝等为主。

⑥ 乌江汇口：清渡河汇入乌江汇口，水面开阔，地势平坦，与乌江汇流，水质条件较好，底质以泥沙质为主，现场调查渔获物种类主要有：麦穗鱼、尼罗非鲫、华鲮、中华倒刺鲃、鲮、鲤、鲫、泥鳅、黄颡鱼、波纹鳅等，以静缓流水型鱼类为主。

表 4.3.2-10 雁水电站库区渔获物调查结果

种类	平均体长(cm)	平均体重(g)	数量(n)	总重(g)	数量百分比(%)	重量百分比(%)
1.鲮	9.8	43	12	516	30.77%	30.70%
2.麦穗鱼	4.6	12	10	120	25.64%	7.14%
3.棒花鱼	8.5	34	6	204	15.38%	12.14%
4.黄颡鱼	10.2	87	5	435	12.82%	25.88%
5.鲫	9.8	57	4	228	10.26%	13.56%
6.鲤	11.2	89	2	178	5.13%	10.59%
小计	/	/	39	1681	/	/

表 4.3.2-11 雁水电站坝下渔获物调查结果

种类	平均体长(cm)	平均体重(g)	数量(n)	总重(g)	数量百分比(%)	重量百分比(%)
1.普栉鰕虎鱼	4.8	24	11	264	40.74%	25.86%
2.马口鱼	8.6	52	7	364	25.93%	35.65%
3.侧条光唇鱼	8.4	45	6	270	22.22%	26.44%
4.鲮	10.2	41	3	123	11.11%	12.05%
小计	/	/	27	1021	/	/

表 4.3.2-12 缠溪河支流渔获物调查结果

种类	平均体长(cm)	平均体重(g)	数量(n)	总重(g)	数量百分比(%)	重量百分比(%)
1.鲫	6.2	42	9	378	39.13%	43.45%
2.普栉鰕虎鱼	4.6	20	7	140	30.43%	16.09%
3.侧条光唇鱼	8.6	52	4	208	17.39%	23.91%
4.白甲鱼	6.7	48	3	144	13.04%	16.55%
小计	/	/	23	870	/	/

表 4.3.2-13 清渡河干流渔获物调查结果

种类	平均体长(cm)	平均体重(g)	数量(n)	总重(g)	数量百分比(%)	重量百分比(%)
1.普栉鰕虎鱼	4.7	22	9	198	25.71%	14.41%
2.侧条光唇鱼	8.1	34	7	238	20.00%	17.32%
3.白甲鱼	10.5	49	6	294	17.14%	21.40%
4.麦穗鱼	6.5	27	3	81	8.57%	5.90%
5.鲤	10.3	59	3	177	8.57%	12.88%
6.蛇鮈	7.2	29	2	58	5.71%	4.22%
7.鲮	10.3	49	2	98	5.71%	7.13%
8.马口鱼	8.8	52	2	104	5.71%	7.57%
9.华鲮	14.2	126	1	126	2.86%	9.17%
小计	/	/	35	1374	/	/

表 4.3.2-14 天桥电站库区渔获物调查结果

种类	平均体长(cm)	平均体重(g)	数量(n)	总重(g)	数量百分比(%)	重量百分比(%)
1.鲮	11.2	43	11	473	21.15%	18.12%
2.鲫	7.5	50	9	450	17.31%	17.23%
3.麦穗鱼	5.6	19	8	152	15.38%	5.82%
4.棒花鱼	10	39	6	234	11.54%	8.96%
5.泥鳅	6.8	47	7	329	13.46%	12.60%
6.黄颡鱼	12.4	83	7	581	13.46%	22.25%
7.黄鲢	14.7	94	2	188	3.85%	7.20%
8.鲢	16.3	102	2	204	3.85%	7.81%
小计	/	/	52	2611	/	/

表 4.3.2-15 花滩子电站库区渔获物调查结果







种类	平均体长(cm)	平均体重(g)	数量(n)	总重(g)	数量百分比(%)	重量百分比(%)
1.麦穗鱼	6.1	20	24	480	25.81%	10.51%
2.鲫	8.2	61	19	1159	20.43%	25.38%
3.泥鳅	6.7	49	12	588	12.90%	12.87%
4.黄颡鱼	13.3	86	10	860	10.75%	18.83%
5.鲤	10.9	68	9	224	9.68%	4.90%
6.鲢	12.4	76	8	608	8.60%	13.31%
7.鲮	11.3	44	6	264	6.45%	5.78%
8.黄鲢	15.2	92	3	276	3.23%	6.04%
9.马口鱼	8.7	54	2	108	2.15%	2.36%
小计	/	/	93	4567	/	/

表 4.3.2-16 乌江汇口渔获物调查结果

种类	平均体长(cm)	平均体重(g)	数量(n)	总重(g)	数量百分比(%)	重量百分比(%)
1.鲫	7.9	59	16	944	22.86%	24.21%
2.麦穗鱼	6.4	22	13	286	18.57%	7.33%
3.鲮	10.7	46	11	506	15.71%	12.97%
4.鲤	11.8	71	9	639	12.86%	16.38%

表 4.3.2-16 乌江汇口渔获物调查结果

5.泥鳅	7.2	47	7	329	10.00%	8.44%
6.尼罗非鲫	12.2	79	4	316	5.71%	8.10%
7.黄颡鱼	13.2	86	4	344	5.71%	8.82%
8.华鲮	12.5	84	3	252	4.29%	6.46%
9.中华倒刺鲃	12.9	91	2	182	2.86%	4.67%
10.波纹鳊	16.5	102	1	102	1.43%	2.62%
小计	/	/	70	3900	/	/

	
鰱 (Hemiculter leucisculus)	黄颡鱼 (Pelteobagrus fulvidraco)
	
鲫 (Carassius auratus)	宽鳍鱲 (Zacco platypus)
	
中华倒刺鲃 (Spinibarbus sinensis)	马口鱼 (Opsariichthys bidens)

	
鲇 (<i>Silurus asotus</i>)	
	
流刺网捕捞	钓钩
	
地笼网捕捞	捕捞渔获物

(3) 重要鱼类

评价河段除鲤、鲫、泥鳅、黄鳝等常规经济鱼类外，中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼等也具有重要种质资源价值、科学研究价值和渔业开发价值。

① 中华倒刺鲃 *Spinibarbus sinensis* (Bleeker)

地方名：青波、青板、乌磷等

生活习性：主要生活在水流较急且底多乱石的江河中，常喜成群栖息于底层水流中。
广温性鱼类，适应温度范围 0~36℃，最适摄食生长温度 20~28℃。

繁殖习性：中华倒刺鲃主要在石质或砂砾质河床流水处产卵。产卵处的流速常为 0.6~0.8m/s。产卵季节为每年的 4~6 月份，产卵水温 19.5~28℃，最佳产卵水温为 22~26℃。

经济价值：中华倒刺鲃肉质肥嫩、细美多脂、为产区上佳食用鱼，市场前景较好，有望成为一种淡水名优鱼类的人工养殖对象。

② 白甲鱼 *V. (onychostoma) Simus (Sauvage et Dabry)*

地方名：白甲、沙鱼

食性：主食藻类，尤其以硅藻为主，兼食底栖小型的水生动物及少量植物碎片。

繁殖：繁殖季节为 4~6 月，产卵温度为 18℃~28℃，适宜水温为 22℃~26℃。

生活习性：生活于水流较湍急、底层多砾石的水体中，常栖息江河底层，每年 2~4 月，集群溯河而上至浅滩处产卵，立秋前后则顺水而下，冬季到干流深处越冬。

经济意义：肉质细嫩，脂肪含量高，生长快，具有较大的经济价值。

③ 华鲮 *Sinilabeo rendahli (Kimura)*

地方名：青龙棒，桃花棒，野鲮鱼，青衣子

食性：草食性，刮食附着藻类为主，也食底栖动物和高等植物碎片。

生活习性：生活在水流较急的河流及山涧溪流中，为底栖性鱼类，喜集群生活。

繁殖习性：繁殖季节为 4~6 月，一般 2 冬龄可达性成熟，常在急流乱石环境中产卵，受精卵具粘性，粘附在石砾上孵化。

经济意义：肉质鲜嫩，一般 1~2kg，最大可长至 4~5kg，为重要的食用鱼类。

④ 黄颡鱼 *Peleobagrus fulvidraco (Richardson)*

地方名：肥坨、黄姑、黄甲

生活习性：小型底栖鱼类，栖息于多岩石或泥沙底质的江河。觅食一般在夜间进行，以水生昆虫、小鱼虾、小型软体动物等为食。

繁殖习性：2 冬龄达性成熟，4~6 月常在流水浅滩或岸边草丛中产卵，卵粘性，产出后附着在石头上孵化，有群体营巢产卵的习性。

经济价值：生长较快，常见个体 100g，最大个体达 1.5kg。肉嫩刺少，经济价值较大。

⑤ 泉水鱼 *Pseudogyrincheilus procheilus (Sauvage et Dabry)*

地方名：猪嘴鱼

生活习性：以岩石上的附着生物及其它有机物质为食。喜将卵产于急流、砾石底质的河段。栖息于水体中下层和底层，活动于急流或有流水的水域中，常逆流而上。

(4) 鱼类重要生境

1) 产卵场

① 产漂流性卵鱼类产卵场

结合《贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书》（贵州省水利水电勘测设计研究院，2015）中的调查成果，进行现场调查清渡河上已建有雁水电站、天桥电站和花滩子电站 3 座电站，电站建成蓄水后改变了清渡河原有的自然形态，已无法满足产漂流性卵鱼类完成整个产卵、孵化过程所需的漂流距离，调查区域已没有适合产漂流性卵鱼类产卵场的生境。

2018 年 4 月第二次水生生态调查中增加开展了早期资源调查工作，根据清渡河实际水文情势，调查人员在清渡河汇入口河段使用圆锥网进行早期资源调查，未采集到鱼卵。



鱼类早期资源调查

② 产粘草基质卵鱼类产卵场

产粘草基质卵鱼类一般是适应静缓流水中繁殖的种类，其卵粘附基质主要为淹没的水草、漂浮物等，这类鱼类产卵场多为平静的浅水库湾，水生植物较为丰富的区域，如鲤、鲫、鲇等产粘性卵鱼类，凡在河流、湖泊、水库沉水植物茂密或被水淹没的草地或砾石浅水处，在水深 30-100cm,都可成为其产卵场。

根据现场调查结果结合《贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书》（贵州省水利水电勘测设计研究院，2015）结论，区域内成规模的产粘草基质卵鱼类产卵场主要位于乌江，清渡河上没有大规模鱼类产卵场分布。

现场调查发现，拟建花滩子水库坝址下游约 0.35km 河道静缓流回水区发现有零星的产粘草基质卵鱼类产卵场分布，面积约 200m²。该处河段主要受上游来水影响，水量

不大，水深约 0.5m，底质为砾石+泥砂，周丛着生有大量水生维管束植物黑藻为产粘草基质卵鱼类产卵提供了有利的水生条件，现场调查发现少量卵粒粘附于水草上。









产粘草基质卵鱼类产卵生境

③ 产粘砾石基质卵鱼类产卵场

调查区水域主要以产粘砾石基质卵鱼类为主，在调查区水域有许多水流湍急河段，为鱼类性腺发育提供了良好的流水刺激条件，但由于清渡河河谷为深切狭谷，形态多呈“V”字型，河床纵向坡比 5.4%。少有大型适合鱼类产卵的湾、沱等回水区，根据现场调查，评价区河段分布有 3 处规模较小的产卵场，分布情况见表 4.3.2-17。清渡河鱼类以在砾石、岩石缝隙等基质产粘沉性卵鱼类为主，除这 3 处产卵场外，适宜产卵生境普遍，鱼类在各河段产卵现象较为普遍。

表 4.3.3-17 调查区鱼类产卵场情况表

序号	地点	生境	产卵鱼类	规模 长*宽, m	产卵时间	与工程关系
I	27° 49'12.77" N 108°20'11.27" E	流水	鳅、宽鳍鱲、白甲鱼、 侧条光唇鱼等	488*58	4-6 月	坝址上游, 距 坝址约 4.5km
II	27° 51'29.76" N 108°23'41.22" E	流水	宽鳍鱲、侧条光唇鱼、 华鲮等	501*45	4-6 月	库尾河段, 距坝址约 12.6km
III	27° 51'40.53" N 108°23'32.78" E	流水	侧条光唇鱼、白甲鱼、 普栉鰕虎鱼等	208*41	4-6 月	库尾以上约 0.5km, 缠 溪河汇口

	
产粘砾石性卵鱼类产卵生境 I	
	
产粘砾石性卵鱼类产卵生境 II	
	
产粘砾石性卵鱼类产卵生境 III	

(2) 索饵场

一般幼鱼的索饵场环境基本特征是静水或微流水，水深在 0.5-1.0m，其间有砾石、沙质岸边，这些水域形成较深的水坑、凼、凹岸浅水水域，这些地方与干流深水处相邻，浮游生物及底栖动物丰富，易躲避敌害。鲤、鲫等杂食性鱼类的索饵场，常零散分布。鱼类的鱼苗孵出后多在附近饵料资源丰富的浅滩觅食，因此产卵场附近的饵料丰富的洲滩也是常常是鱼类的主要索饵场。

评价区水域位于山谷地形区，两岸植被茂密，流态丰枯期变动较大，浮游动植物生物量变化较大，丰水期淹没大面积周丛植被区为鱼类提供更多的索饵场所，评价区河段鱼类的索饵场多而分散，一些野生小型鱼类马口鱼、宽鳍鱲、鲮等多在一些缓流的河滩处觅食。

评价区内没有发现成规模的鱼类索饵场。



(3) 越冬场

冬季来临之前,鱼类的活动能力将减低,为了保证在寒冷的季节有适宜的栖息条件,往往进行由浅水环境向深水或由水域的北部向南部移动的越冬洄游,方向稳定。越冬场一般位于干流的河床深处或坑穴中,水体宽大而深,一般水深 3~4m 以上,多为河沱、河槽、湾沱、回水或微流水或流水,底质多为乱石或礁石,凹凸不平。越冬场的一侧大都有 1~3m 深的流水浅滩和江岸。

在清渡河流域各已建电站库区是适合的鱼类越冬场,如雁水电站拦河坝上游(27°54'8.58"N 108°24'39.65"E)库区河段、天桥电站拦河坝(27°49'24.72"N 108°19'36.10"E)上游库区河段、花滩子电站拦河坝(27°52'12.57"N 108°16'56.15"E)上游库区河段以及清渡河汇入乌江汇口区(27°52'13.77"N 108°15'2.34"E)河段均能满足鱼类越冬的需要。

(5) 渔业现状

评价河段现状无专业渔民,几乎没有天然捕捞的渔业生产。

4.3.1.9 重要水生生态相关敏感区

经调查,清渡河流域内没有以水生生物为保护区域而设立的各类自然保护区,也没有涉水景观分布的水域和风景名胜区涉及水域,没有重要渔业水域及生态通道和重要鱼类产卵场,也没有重要湿地(如湿地自然保护区、湿地公园)。工程不涉及重要涉水生态敏感区、风景名胜区、湿地公园、地质公园、自然保护区。

4.3.3 石阡河水生生态

本工程供水对象塘头镇及相关村庄和灌区退水涉及到石阡河下游河段,其水生生态简况如下:

4.3.1.1 水生生境

石阡河又称龙底江、义阳江,流域面积 2117km²,干流总长度 114km,多年平均流量 40.94km³/s,河流平均比降为 4.4%,是乌江中游右岸一级支流,于思林水电站坝下约 3.0km 汇入沙沱库区,目前已经建设有罗家坝、长滩、鸡公滩、银水寺、泗河坝等 5 座水利水电工程,主要分布在河口以上 11.37km 至 35.11km 河段,其中最下游梯级泗河坝水电站坝址距离沙沱水电站正常蓄水位回水顶托断面 11.37km。

总体而言，本工程退水涉及的石阡河下游河段水生生境较为破碎，但在近河口保留有一定的流水河段，现状水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准，饵料生物较为丰富。

4.3.1.2 鱼类资源概况

根据现场调查及历史记录，石阡河鱼类有 5 目 13 科 74 种，鲤形目鱼类最多，占该河段鱼类的 66.2%；其次是鲃形目 19 种占该河段鱼类的 25.68%；鲈形目 14 种，占该河段鱼类的 18.92%；合鳃鱼目最少。从各科种类的组成上看，鲤科鱼类最多，有 42 种，占总数的 56.75%。

有长江上游特有鱼类岩原鲤、华鲮、圆口铜鱼、宽口光唇鱼、四川裂腹鱼、四川华吸鳅、宽体沙鳅分布。

2018 年至 2019 年，开展乌江流域水电开发环境影响后评价中，在石阡河开展水生生态采样调查中，采集到 6 种鱼类，主要包括鲫、子陵吻鲈、高体鳊、鲤、马口鱼、宽鳍鱲等种类，捕捞对象以鲫、马口鱼等中小型鱼类为主；在石阡河中游桥头、河口等地采集到鲫、马口鱼、麦穗鱼、宽鳍鱲、鲈鱼、鲤等产粘沉性卵鱼类鱼苗，未见产漂流性卵鱼类分布。

4.3.3.3 龙底江黄颡鱼大口鲈国家级水产种质资源保护区

2013 年 11 月，原农业部以第 2018 号公告批准公布成立龙底江黄颡鱼大口鲈国家级水产种质资源保护区。该保护区位于石阡河（又名龙底江），地理坐标为石阡河（108° 16′ 46″ -108° 13′ 07″ E；27° 40′ 56″ -27° 47′ 16″ N），总面积 285.3hm²，其中石阡河兴隆乡木根洞至山羊岩河段为保护区核心区，面积 100.2 hm²，兴隆乡山羊岩至塘头镇两江口河为保护区实验区，面积 185.1 hm²，将龙底江的兴隆乡的木根洞至山羊岩河段规划为水产种质资源保护区的核心区，兴隆乡的山羊岩至塘头镇的两江口河段规划为水产种质资源保护区的实验区，保护区主要保护对象为黄颡鱼、大口鲈。

本工程不涉及上述水产种质资源保护区，输水管道支管及供水范围位于保护区周边，输水管道支管最近距离保护区实验区 90m，周边供水范围包括塘头镇及周边村庄生活供水及塘头镇灌区。供水范围内生活供水及农灌退水将进入石阡河（龙底江），可能对保护区存在一定不利影响。

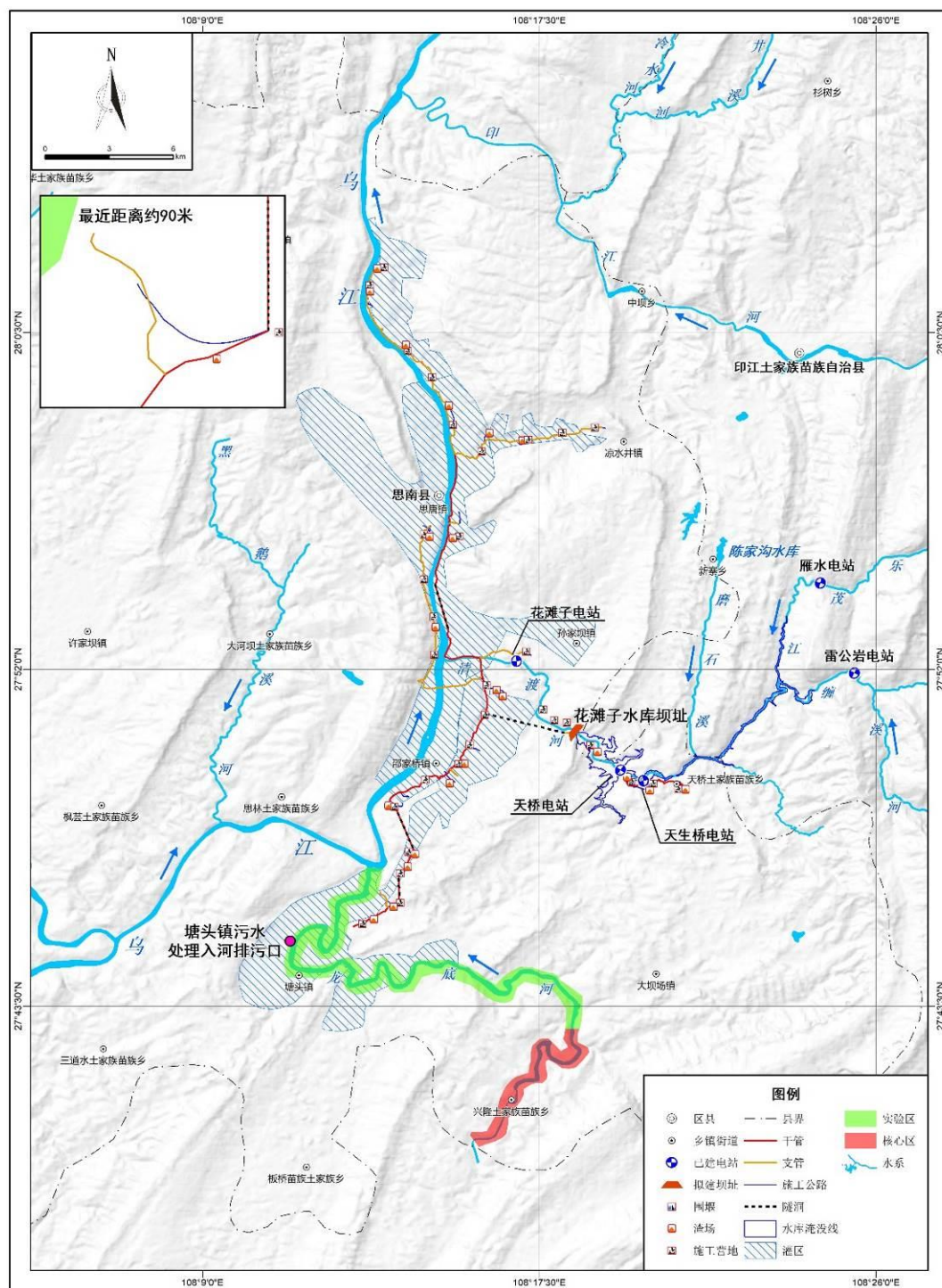


图 4.3.3-1 工程与龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区位置关系图

4.3.4 小结

(1) 流域层面：本工程水库枢纽位于乌江思南段右岸一级支流清渡河上，受水区退水涉及乌江及其右岸另一支流石阡河。工程所涉区域整体处于长江流域乌江思林水电站与沙沱水电站之间流域。乌江目前已建成 11 座首尾相接的梯级水库，干流水文情势总体表现为丰水期流量减少，枯水期流量增加，梯级水库库尾分布有不同长度的变动回

水带；乌江干流水电开发仅改变乌江水体水动力条件，对乌江水质改变程度不大，乌江干流总磷超标主要受周边污染源的影响，乌江流域共记录鱼类 7 目 19 科 146 种。

(2) 评价区层面：工程涉及的乌江干流沙沱库区河段及支流清渡河、石阡河共有鱼类 5 目 17 科 109 种，以鲤形目的种类为主体，其次是鲇形目的种类，其中乌江干流沙沱库区河段有鱼类 5 目 13 科 81 种，清渡河有鱼类 4 目 7 科 29 种，石阡河有鱼类 5 目 13 科 74 种。在工程涉及流域 109 种鱼类中，其中属于国家重点保护的野生鱼类（Ⅱ级）有 1 种，即胭脂鱼；属于《中国濒危动物红皮书》中的保护鱼类有 4 种，分别为胭脂鱼、长薄鳅、华缨鱼和岩原鲤，4 种保护鱼类的濒危等级均为“易危”等级；属于“中国物种红色名录”的有 6 种，其中胭脂鱼、圆口铜鱼和华缨鱼属于极危等级，长薄鳅、四川裂腹鱼和岩原鲤属于易危等级；属于长江上游特有鱼类的有 11 种，分别为长薄鳅、高体近红鲃、四川半鲮、圆口铜鱼、圆筒吻鲃、宽体沙鳅、异鳔鳅鲶、宽口光唇鱼、华鲮、岩原鲤和四川华吸鳅。尽管思林、沙沱等水电开发对本工程涉及流域珍稀、特有鱼类产生不利影响，但从 2010 年以来，思林、沙沱水电站鱼类增殖放流站在包括乌江沙沱库区在内的有关河段开展了鱼类增殖放流工作，放流种类为胭脂鱼、长薄鳅、岩原鲤、青鱼、中华倒刺鲃、白甲鱼、泉水鱼、华鲮等 8 种鱼类，年放流总规模达到 57.75~72.82 万尾，对受影响的珍稀、特有鱼类资源具有一定的增殖补偿作用。

(3) 重点评价河段清渡河层面：本工程重点评价区为花滩子水库库尾至乌江汇口区间约 25km 清渡河干流段及区间支流。

① 水生生境

清渡河是乌江一级支流，现状已建成雁水-天桥-花滩子电站，花滩子水库坝下为花滩子电站水库回水区，因此清渡河上下游以及与乌江干流分布的鱼类类群交流有限。此外，根据调查，清渡河干流没有发现产漂流性卵鱼类分布，调查河段分布鱼类主要产粘沉性卵，尤其粘砾石、砂石等基质种类较多，适宜产卵生境分布广泛，但没有较大规模的产卵场，清渡河鱼类和乌江干流鱼类交流较少。

② 浮游植物

清渡河流域共检出浮游植物 78 种（属），以硅藻为主，符合山区流水性的种群结构特点。花滩子电站库尾浮游植物密度最高，其次为天桥电站库区；生物量清渡河与乌江汇入口处最高，其次为花滩子电站库尾、天桥电站库区；缠溪河支流（汇入口上游）处的密度和生物量最低，总体为浮游植物的密度和生物量随着河流的流向从上游到下游逐步增加。

③ 浮游动物

清渡河流域共检出浮游动物 4 大类 37 种（属），其中原生动物种类最多，为优势类群，其次为轮虫类，枝角类和桡足类，清渡河与乌江汇入口的位置浮游动物分布最多，天桥电站、花滩子电站因拦河蓄水影响，原生动物成为库区优势种群，适宜流水性的枝角类、桡足类生物量偏低。

④ 底栖动物

清渡河流域共检出底栖动物 3 门 30 种（属），其中节肢动物门最多，环节动物门最少，花滩子水库坝址处的节肢动物生物量最大。底栖动物的密度和生物量随着河流的流向从上游到下游逐渐增加，与浮游植物密度和生物量分布趋势相当。

⑤ 鱼类

本次重点调查清渡河流域有鱼类 4 目 7 科 29 种，其中以鲤形目为主，共 21 种，其中鲤科 20 种、鳅科 1 种；其次为鲇形目鲿科 2 种、鲇科 1 种；鲈形目鮠科 2 种、丽鱼科和鰕虎鱼科各 1 种；合鳃鱼目合鳃科 1 种。无典型的洄游性、半洄游性鱼类，无国家重点保护和珍稀特有鱼类分布。工程河段适宜鱼类繁殖的生境广泛分布，无相对集中产卵场分布。

4.4 陆生生态

2017 年 8~9 月，武汉市伊美净科技发展有限公司对工程评价区开展了陆生生态现状调查，调查时间为 8 月 28 日至 9 月 5 日，共 9 天，共调查范围主要为花滩子水库淹没区主河道及其支流两侧以第一道山脊为界，供水管线两侧 300m，以及施工场地外扩 300m 范围。2018 年 3 月完成《贵州省花滩子水库工程环境影响评价陆生生态专题》。报告内容主要引自专题报告。

4.4.1 调查方法

调查方法主要包括资料收集法、现场调查法和 3S 调查法。

4.4.1.1 资料收集

收集整理项目涉及区域现有生物多样性资料，包括林业、环保、水利、农业、国土资源等部门提供的相关资料，并且参考《贵州植被》（黄威廉、屠玉麟、杨龙等，1988）、《贵州植物志》（陈谦海、李永康等，1982）、《贵州树木手册》（李永康等，1995）、《贵州森林》（贵州森林编委会，1992）、《贵州植物彩色图鉴 珍稀濒危及特有植物

卷》（宋培浪、韩国营、朱虹等，2014）、《论贵州植物区系的基本特征》（屠玉麟，1984）、《贵州农田植被的主要类型及分区》（屠玉麟，1983）、《贵州珍稀濒危植物种类资源研究》（张华海，2009）、《贵州思南县国家野生重点保护植物资源研究》（李贤碧、许晓红、万建蓉等，2015）、《黔中喀斯特山地森林乔灌层植物区系研究》（张喜、薛建辉、李克之，2007）、《中国动物志》、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》、《中国鸟类分类与分布名录（第2版）》、《中国鸟类图鉴》、《中国兽类野外手册》、《贵州野生动物名录》（李子忠，2011年）、《贵州鸟类志》（吴至康等，1986年）、《贵州两栖类志》（伍律等，1988年）、《贵州爬行类志》（伍律、李德俊，1985年）、《贵州兽类志》（罗蓉等，1993年）、《贵州兽类物种多样性现状及保护对策》（罗蓉等，2001年）、《贵州爬行动物研究》（李德俊，1985年）、《贵州爬行动物分布名录》（李德俊，1985年）、《贵州的鸟类资源现状》（王虹、王有辉、向准等，2011年）、《贵州省啮齿动物分布及名录》（龚晓俊、陈贵春、刘昭兵等，2013年）等专著、内部资料、正式发表的期刊论文等。

4.4.1.2 现场调查

（1）GPS 地面类型及植被调查取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下记录：① 读出测点的海拔值和经纬度；② 记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度；③ 记录样点优势植物以及观察动物活动的情况；④ 拍摄典型植被外貌与结构特征。

（2）陆生植物调查

在对评价区陆生生物资源历年资料检索分析的基础上，根据工程方案确定调查路线及调查时间，进行现场调查。实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法，确定评价区的植物种类、植被类型等，对珍稀濒危植物调查采取野外调查、民间访问和市场调查相结合的方法进行。对有疑问植物采集标本并拍摄照片。

① 调查路线

枢纽工程区调查：调查时以枢纽工程区为中心，向四周辐射调查，重点调查枢纽工程建设区、淹没区及坝下减水河段两岸生境。

供水灌溉工程区调查：针对供水灌溉工程区特点及沿线生境状况，对供水灌溉工程区输水隧洞、输水管道、临时施工生产生活区、弃渣场、泵站、进水池、出水池等地进行重点调查。

移民安置区调查：移民安置区采取农村后靠和集镇集中安置相结合的安置方式，现场调查重点调查集中安置区与农村后靠。

针对以上区域采取线路调查与样方调查的方式进行，即在调查范围内按不同方向沿山路、平地、河流等区域选择几条具有代表性的线路进行调查，山区内也在林中穿行，沿途记载植物种类、采集标本、观察生境等；对集中分布的植物群落及重点调查区域进行样方调查。

② 样方布点原则

A. 尽量在重点工程区域（如枢纽区、输水管道区、渣料场、施工生产生活区、泵站、出水池、进水池、施工道路等）、淹没区域以及植被良好的区域设置样方点，并考虑评价区样方布点的均匀性。

B. 所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

C. 样点的设置避免对同一种植被进行重复设点，对特别重要的植被内植物变化较大的情况，可进行增加设点。

D. 尽量避免非取样误差：避免选择路边易到之处；两人以上进行观察记录，消除主观因素。

③ 植物种类调查

植物种类调查采取路线调查与重点调查相结合的方法，对一般区域采取路线调查，在重点工程区及植被状况良好的区域进行重点调查；在重点保护野生植物及古树名木调查中，首先向思南县和印江县林业部门查询线路沿线是否有分布，然后对工程可能影响到的重点保护植物及古树名木进行现场实地访问调查及复核调查。通过调查，明确评价区内的植物种类、重点保护野生植物及古树名木种类、数量、分布、生存状况、与工程区位关系、工程影响方式等。

④ 样方调查内容

样方调查采用典型样方记录法，乔木群落样方面积为 20m×20m，灌木样方为 5m×5m，草本样方为 1m×1m，记录样方内的所有植物种类，并利用 GPS 确定样方位置。实地调查在评价区内共设 51 个样方。

（3）陆生动物调查

在调查过程中，确定评价区内动物的种类、资源状况及生存状况，尤其是重点保护种类。调查方法主要有实地调查、访问调查和资料查询。

① 实地调查

2017 年 8~9 月、2018 年 4 月，评价组相关专业技术人员到场进行实地调查，调查工程评价区的各种主要生境，主要以样线法和样点法对各种生境中的动物进行统计调查。根据动物物种资源调查科学性原则、可操作性原则、保护性原则以及安全性原则，对于不同的陆生脊椎动物，采用不同的调查方法：

两栖类、爬行类主要以样线法为主，辅以样方法进行调查；鸟类主要采用样线法与样点法；兽类的调查方法为总体计数法和样方法，以样方法为主。

② 访问调查

通过对项目评价区及其周边地区有野外经验的农民访问和座谈，与当地林业部门的相关人员进行交谈，了解当地动物的分布及数量情况。

4.4.1.3 3S 调查法

采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图和土地利用类型图，进行景观质量和生态质量的定性和定量评价。

从遥感信息获取的地面覆盖类型，在地面影像数据和历史植被基础上进行综合判读，采用监督分类的方法最终赋予生态学的含义。选用 2016 年 7 月 LANDSAT-8TM 多光谱数据，地面精度为 15m，对监督分类产生的植被初图，结合地面的 GPS 样点和等高线、坡度、坡向等信息，对植被图进行目视解译校正，得到符合精度要求的植被图。在植被图的基础上，进一步合并有关地面类型，得到土地利用类型图。

4.4.2 植被

4.4.2.1 植被区划

根据《贵州植被》，评价区属于亚热带常绿阔叶林带——中亚热带常绿阔叶林亚带——贵州高原湿润性常绿阔叶林地带——黔北山原山地常绿栎林马尾松林柏木林地区——思南、凤岗丘陵山地常绿栎林、柏木林及石灰岩植被小区。本小区原生植被为中亚热带常绿阔叶林，但由于评价区人为活动频繁，常绿阔叶林已被破坏，现状以次生植被和人工植被为主。评价区植被主要包括以柏木、马尾松、枫香树、响叶杨等为主的乔木林，以及以槲栎、白栎、黄荆等为主的灌丛。

4.4.2.2 植被分布规律

评价区地处贵州高原向湘西丘陵过渡的大斜坡地带的北部边缘，其间岩溶地貌发育，丘陵盆地相间分布，在气候上评价区地处我国中纬度中亚热带季风湿润气候区，由

于评价区面积较大，评价区植被分布具有异质性特点。结合工程组成，将评价区植被分为2个区进行描述。

(1) 枢纽工程评价区

本工程枢纽工程评价区主要为邵家桥镇冉氏堂村至新寨镇撕栗坪村一带，库区回水长度为16.46km，区域地貌类型多样，海拔430~1000m，自然条件较好，植被发育良好，植被在垂直及水平分布上主要受人为活动、地势、地貌、土壤、水分条件等因素的影响。

垂直分布规律：在海拔360~450m河谷平缓区域：植被多以农作物为主，自然植被零星分布，以灌丛或灌草丛为主，常见的群系有黄荆群系、水麻群系、白茅群系等；在海拔450~800m河谷坡地：植被以阔叶林、针叶林为主，常见的群系有慈竹群系、水竹群系、枫香树群系、响叶杨群系、马尾松群系、柏木群系等；在海拔800~1000m山脊：植被以针叶林为主，主要的群系有柏木群系等。

水平分布规律：在坝址~鞍山村、楼房坡村段：植被多以栽培植被为主，主要为农作物，常见的农作物有玉米、水稻、番薯、油菜等；在鞍山村~黄河村段左岸支流：植被多以灌丛、阔叶林为主，常见的群系有黄荆群系、慈竹群系、枫香树群系等；在天生桥~凯望村段河流两岸岸：植被多以灌丛、针叶林为主，常见的群系有盐肤木群系、马桑群系、火棘群系、柏木群系等。

(2) 供水灌溉工程区

本工程供水灌溉工程区主要为思南县南部塘头镇向北至鸚鵡溪镇一带，区间海拔350~850m，该区域位于乌江两岸，经济较发达，植被受人为活动干扰强烈，植被覆盖率，发育相对较差，植被在垂直及水平分布上主要受人为活动、土壤、地形地貌、水分条件等因素的影响。

垂直分布：在海拔350~450m低山缓坡区域：植被以农作物为主，主要为粮食作物，自然植被多零星分布，以灌草丛为主，常见的群系有白茅群系、苍耳群系、硬秆子草群系等；在海拔450~550m河谷沿岸：植被以灌丛、阔叶林为主，常见灌丛群系有黄荆群系、火棘群系、马棘群系等，常见阔叶林群系有慈竹群系、水竹群系、响叶杨群系等。在海拔500~850m山坡上部：植被以针叶林为主，常见的群系有柏木群系、马尾松群系等。

水平分布：在塘头镇~邵家桥镇：植被多以栽培植被为主，主要为农作物，常见的农作物有水稻、玉米、油菜、蔬菜等；在邵家桥镇~凉水井镇区段：植被以灌丛、针叶林为主，常见的群系有铁仔群系、火棘群系、柏木群系等。在凉水井镇段，植被以灌丛

或灌草丛为主，零星分布有针叶林，常见的群系有黄荆群系、白茅群系、马尾松群系等，在北干管潮堡段沿线，湿地植被零散分布，常见群系有菰群系、豆瓣菜群系、菹草群系等。

4.4.2.3 植被类型

(1) 自然植被

经过实地考察与参考《中国植被》（1980）、《贵州植被》及相关林业调查资料，将评价区自然植被初步划分为3个系列、8个植被型组、12个植被型、34个群系。

表 4.4.2-1 评价范围内主要自然植被类型及分布

系列	植被型组	植被型	群系	分布	
				枢纽工程评价区	供水灌溉工程评价区
酸性土植被	I. 针叶林	一、亚热带山地暖型针叶林	1. 马尾松群系 (Form. <i>Pinus massoniana</i>)	√	√
	II. 阔叶林	二、中亚热带落叶阔叶林	2. 响叶杨群系 (Form. <i>Populus adenopoda</i>)	√	√
			3. 枫香树群系 (Form. <i>Liquidambar formosana</i>)	√	√
			4. 麻栎群系 (Form. <i>Quercus acutissima</i>)	√	
	III. 竹林	三、低山丘陵、河谷竹林	5. 慈竹群系 (Form. <i>Bambusa emeiensis</i>)	√	√
			6. 水竹群系 (Form. <i>Phyllostachys heteroclada</i>)	√	√
	IV. 灌丛及灌草丛	四、灌丛	7. 盐肤木群系 (Form. <i>Rhus chinensis</i>)	√	√
			8. 马棘群系 (Form. <i>Indigofera pseudotinctoria</i>)	√	√
		五、灌草丛	9. 苍耳群系 (Form. <i>Xanthium sibiricum</i>)	√	√
			10. 火炭母群系 (Form. <i>Polygonum chinense</i>)	√	
			11. 白茅群系 (Form. <i>Imperata cylindrica</i>)	√	√
			12. 硬秆子草群系 (Form. <i>Capillipedium assimile</i>)	√	√
			13. 芒群系 (Form. <i>Miscanthus sinensis</i>)	√	√
钙质土植被	V. 钙质土针叶林	六、亚热带石灰岩山地暖型针叶林	14. 柏木群系 (Form. <i>Cupressus funebris</i>)	√	√
	VI. 钙质土阔叶林	七、中亚热带石灰岩山地落叶阔叶林	15. 梧桐群系 (Form. <i>Firmiana simplex</i>)	√	
	VII. 钙质土灌丛及灌草丛	八、石灰岩山地常绿藤刺灌丛	16. 火棘群系 (Form. <i>Pyracantha fortuneana</i>)	√	√
			17. 南天竹群系 (Form. <i>Nandina domestica</i>)	√	√
			18. 长波叶山蚂蝗群系 (Form. <i>Desmodium sequax</i>)	√	
			19. 烟管荚蒾群系 (Form. <i>Viburnum utile</i>)	√	
			20. 铁仔群系 (Form. <i>Myrsine africana</i>)	√	√
			21. 饿蚂蟥群系 (Form. <i>Desmodium multiflorum</i>)	√	√
		九、石灰岩山地落叶藤刺灌丛	22. 黄荆群系 (Form. <i>Vitex negundo</i>)	√	√
			23. 马桑群系 (Form. <i>Coriaria nepalensis</i>)	√	√
			24. 云实群系 (Form. <i>Caesalpinia decapetala</i>)	√	√
			25. 水麻群系 (Form. <i>Debregeasia orientalis</i>)	√	√

表 4.4.2-1 评价范围内主要自然植被类型及分布

系列	植被型组	植被型	群系	分布	
				枢纽工程评价区	供水灌溉工程评价区
沼泽及水生植被	VIII. 水生植被	十、挺水水生植被	26. 栎类群系 (Form. <i>Quercus sp.</i>)	√	√
			27. 菰群系 (Form. <i>Zizania latifolia</i>)		√
			28. 水芹群系 (Form. <i>Oenanthe javanica</i>)	√	√
			29. 豆瓣菜群系 (Form. <i>Nasturtium officinale</i>)	√	√
		十一、浮水水生植被	30. 喜旱莲子草群系 (Form. <i>Alternanthera philoxeroides</i>)	√	√
			31. 浮萍群系 (Form. <i>Lemna minor</i>)	√	√
			32. 眼子菜群系 (Form. <i>Potamogeton distincyus</i>)	√	√
		十二、沉水水生植被	33. 金鱼藻群系 (Form. <i>Potamogeton distinctus</i>)	√	√
			34. 黑藻群系 (Form. <i>Ceratophyllum demersum</i>)	√	√
			35. 菹草群系 (Form. <i>Potamogeton crispus</i>)	√	√

注：“√”表示该评价区域内有分布。

评价区自然环境复杂，水热资源丰富，土壤类型多样，植被类型较丰富。自然植被以酸性土植被为主，钙质土植被、水生植被是评价区植被的重要组成部分。根据现场调查，工程沿线集镇、村落分布较多，区域人为活动频繁，现状植被以次生林、灌丛和灌草丛为主。

(2) 人工植被

评价区内人工植被主要为经济林和农作物，区域广泛分布。详见表 4.4.2-2。

表 4.4.2-2 评价范围内主要人工植被类型及分布

系列	植被型组	植被型	群系	分布	
				枢纽工程区	供水灌溉区
人工植被	人工林	经济林	柑橘、李、桃、葡萄、花椒、核桃、茶等；	√	√
		用材林	柏木、马尾松等；	√	√
	农作物	粮食作物	水稻、玉米、土豆、薯类等；	√	√

4.4.2.4 自然植被特征描述

根据现场对评价区内植被的实地调查，利用典型样方法，参照《中国植被》、《贵州植被》的分类原则对评价区植被中主要植物群落的分布及特征进行简要的描述。

一、酸性土植被

酸性土植被是指在地带性生物气候条件影响下，发育在由砂岩、页岩、砂页岩等形成的酸性土上的植物群落。评价区内的酸性土植被多分布于山坡上部，酸性土植被类型较多样，群系相对复杂。

I 针叶林

酸性土植被系列中的针叶林分布广泛，面积较大，是评价区重要的植被类型之一。评价区内针叶林分布广泛，其中针叶纯林常分布于山脊附近，针阔叶混交林常分布于针叶林下缘，是针叶林向阔叶林过渡的类型。

（一）亚热带山地暖性针叶林

评价区针叶林以亚热带山地暖性针叶林为主，其在评价区山脊分布广泛，面积较大，是评价区重要的森林资源，是林业生产的重要对象。评价区常见的针叶林植被有以下几个群系。

1、马尾松群系（Form. *Pinus massoniana*）

评价区内马尾松多是由原生的森林植被遭到砍伐后次生的，现多为中幼龄林，大部分是人工种植或飞播而成，现为半自然生长状态。马尾松为阳性树种，多分布在坡度较陡的山丘中部，或山脊的向阳干燥地段，在评价区内分布最为广泛，是最为重要的针叶林之一，在枢纽工程评价区大龙头村、撕栗坪村等地及供水灌溉工程区上头坝村、凉水井镇等地山脊及向阳坡上有较大片分布。

（1）马尾松-白栎-五节芒群丛（Ass. *Pinus massoniana*- *Quercus fabri*- *Miscanthus floridulus*）

本群丛是库区内大龙头村等地附近低山丘陵区较为常见的针叶林之一。群落外貌苍绿色，林下土壤为红黄壤，土层中等深厚，酸性反应。林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。乔木层郁闭度 0.6，层均高 8m，优势种为马尾松，高 8~11m，胸径 11~16cm，盖度 50~55%，主要伴生种有枫香树(*Liquidambar formosana*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)等；灌木层盖度 20~30%，层均高 1.5m，优势种为白栎(*Quercus fabri*)，高约 1~2m，盖度 20%，主要伴生种有金樱子(*Rosa laevigata*)、黄荆(*Vitex negundo*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、算盘子(*Glochidion puberum*)、竹叶花椒(*Zanthoxylum armatum*)等；草本层盖度 20~30%，层均高 0.8~1m，优势种为五节芒(*Miscanthus floridulus*)，高约 1~1.1m，盖度 20%，主要伴生种有野菊(*Chrysanthemum indicum*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、千里光(*Senecio scandens*)、委陵菜(*Potentilla chinensis*)等。

样方地点：邵家桥隧洞（108°18'21.25"E，27°50'22.94"N，H：482m）。

（2）马尾松-杜鹃-芒群丛（Ass. *Pinus massoniana* - *Rhododendron simsii* - *Miscanthus sinensis*）

本群丛是评价区凉水井镇最为常见的针叶林之一。群落外貌深绿色，林下土壤为黄壤，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。乔木层郁闭度 0.6~0.7，层均高 9~12m，优势种为马尾松，高 12~14m，胸径 16~18cm，盖度 55%，主要伴生种有枫香树、柏木（*Cupressus funebris*）、栲（*Castanopsis fargesii*）等；灌木层盖度 20~25%，层均高 1.2m，优势种为杜鹃（*Rhododendron simsii*），高约 1~1.5m，盖度 15~20%，主要伴生种有金樱子、黄荆、盐肤木、算盘子、檵木等；草本层盖度 10~15%，层均高 0.5~0.7m，优势种为芒，高约 1~1.2m，盖度 5~10%，主要伴生种有龙芽草（*Agrimonia pilosa*）、白茅、野菊、芒萁（*Dicranopteris pedata*）、三脉紫菀（*Aster ageratoides*）等。

样方地点：凉水井支管华溪沟村附近（108°17'11.78" E，27°57'51.09"N，H：459m）。

（3）马尾松+柏木-盐肤木-五节芒群丛（Ass. *Pinus massoniana* + *Cupressus funebris*-*Rhus chinensis*-*Miscanthus floridulus*）

本群丛是评价区邵家桥镇常见的针叶林。乔木层郁闭度 0.6~0.7，层均高 9~12m，建群种为马尾松和柏木，高 9~14m，胸径 15~18cm，盖度 55%，主要伴生种有枫香树、栲（*Castanopsis fargesii*）等；灌木层盖度 20~25%，层均高 1.2m，优势种为盐肤木（*Rhus chinensis*），高约 1~1.5m，盖度 15~20%，主要伴生种有小果蔷薇（*Rosa cymosa*）、黄荆、算盘子、南天竹（*Nandina domestica*）等；草本层盖度 20~25%，层均高 0.9~1.0m，优势种为五节芒，高约 1.2~1.5m，盖度 5~10%，主要伴生种有千里光、蕨、芒萁（*Dicranopteris pedata*）等。

样方地点：邵塘支管高家洞村张家坨附近（108°14'31.00"E，27°54'51.76" N，H：454m）。

II 阔叶林

阔叶林构成的森林群落在评价区分布广泛，占有较大的分布区域，根据阔叶林群系的种类组成、生态特性、结构以及外貌的不同，可将评价区阔叶林分为常绿阔叶林、落叶阔叶林两大类。评价区内植被受人为干扰严重，阔叶林建群种较简单，多为抗逆性较强的树种，阔叶林植被主要为落叶阔叶林。常见的群系有以下几个。

（二）中亚热带落叶阔叶林

评价区人为活动频繁，阔叶林以落叶阔叶林为主，其在评价区分布广泛，面积较大，是评价区重要的森林资源。评价区常见的针叶林植被有以下几个群系。

2、响叶杨群系（Form. *Populus adenopoda*）

响叶杨为强阳性树种，是在常绿阔叶林遭到人为砍伐破坏后出现的一类次生群系，常发育在向阳的厚层土山丘上，表现出明显的喜光，耐寒特点，是评价区最为常见的阔叶树种之一。响叶杨群系在枢纽工程评价区冉氏堂、雁水村等地及供水灌溉工程区凉水井镇等地有较大片分布，群落在垂直分布上下接灌丛。

(1) 响叶杨-黄荆-白茅群丛 (Ass. *Populus adenopoda* – *Vitex negundo* – *Imperata cylindrica*)

本群丛在评价区印江县雁水村附近分布较广，群落外貌绿色，林冠整齐，林下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。乔木层郁闭度 0.5~0.6，层均高 5m，优势种为响叶杨，高约 10~12，胸径 18~20cm，盖度 50%，主要伴生种有油桐 (*Vernicia fordii*)、柏木、乌桕 (*Sapium sebiferum*) 等；灌木层盖度 30%，层均高 1.5m，优势种为黄荆，高约 1~2m，盖度 25%，主要伴生种有南天竹 (*Nandina domestica*)、铁马鞭 (*Lespedeza pilosa*)、地桃花 (*Urena lobata*)、截叶铁扫帚 (*Lespedeza cuneata*) 等；草本层盖度 30%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高约 0.5~0.6m，盖度 20%，主要伴生种有五节芒、前胡 (*Peucedanum praeruptorum*) 野艾蒿 (*Artemisia lavandulaefolia*)、野菊等。

样方地点：印江县雁水村枇杷树淹没区附近 (108°23'38.88"E, 27°52'56.39"N, H: 512m)。

(2) 响叶杨-盐肤木-芒群丛 (Ass. *Populus adenopoda* - *Rhus chinensis* - *Miscanthus sinensis*)

本群丛在评价区孙家山附近分布较为广泛，群落外貌绿色，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。乔木层郁闭度 0.6，层均高 8m，优势种为响叶杨，高 6~10m，胸径 18~20cm，盖度 50%，主要伴生种有枫香树等；灌木层盖度 30%，层均高 1.5m，优势种为盐肤木，高约 1~2m，盖度 30%，主要伴生种有小果蔷薇、云实 (*Caesalpinia decapetala*)、算盘子、金樱子 (*Rosa laevigata*) 等；草本层盖度 15%，层均高 1m，优势种为芒，高约 1~1.2m，盖度 30%，主要伴生种有野菊、委陵菜 (*Potentilla chinensis*)、荩草等。

样方地点：印江县孙家山淹没区附近 (108°22'12.41" E, 27°50'7.87"N, H: 674m)。

3、枫香树群系 (Form. *Liquidambar formosana*)

枫香树是耐干旱，贫瘠的亚热带阳性树种，常在常绿阔叶林或常绿针叶林遭到破坏后，生境变干燥、光照强度增大的向阳上坡出现。枫香树为评价区枢纽区分布最广泛，最常见的阔叶树种之一，常生于平地、村落附近及缓坡区。枫香树在评价区分布面积较大，亦常作为伴生种出现于针叶林中。

枫香树-火棘-苘草群丛 (Ass. *Liquidambar formosana* - *Pyracantha fortuneana* - *Arthraxon hispidus*)

本群丛在评价区渔溪沟村分布广泛,群落外貌绿色,林下土壤为黄壤,林冠整齐,群落结构及种类组成较简单。乔木层郁闭度 0.7,层均高 8m,优势种为枫香树,高 8~12m,胸径 12~20cm,盖度 60%,主要伴生种有马尾松、灯台树 (*Cornus controversa*)、朴树 (*Celtis sinensis*) 等;灌木层盖度 20%,层均高 1m,优势种为火棘 (*Pyracantha fortuneana*),高约 1~1.5m,盖度 15%,主要伴生种有小果蔷薇 (*Rosa cymosa*)、黄荆、盐肤木、算盘子、马桑 (*Coriaria nepalensis*) 等;草本层盖度 20%,层均高 1m,优势种为苘草 (*Arthraxon hispidus*),高约 0.1~0.2m,盖度 15%,主要伴生种有爵床 (*Justicia procumbens*)、升马唐 (*Digitaria ciliaris*)、大狗尾草 (*Setaria faberii*)、蕨 (*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*) 等。

样方地点:南干管 1#渣场 (108°15'32.84" E, 27°49'37.49"N, H: 448m)。

4、麻栎群系 (Form. *Quercus acutissima*)

麻栎为评价区最为常见的亚热带阔叶树种之一,其生态幅宽,适应性强。麻栎群系分布零散,在输水线路评价区孙家坝镇等地有分布,群落在垂直分布上下接灌丛。

麻栎-槲栎-白茅群丛 (Ass. *Quercus acutissima* - *Quercus aliena* - *Imperata cylindrica*)

本群丛在评价区花滩子附近有分布,群落外貌绿色,林冠整齐,林下土壤为黄壤,群落结构及种类组成较简单。乔木层郁闭度 0.6,层均高 7m,优势种为麻栎 (*Quercus acutissima*),高 7~9m,胸径 14~16cm,盖度 55%,主要伴生种有柏木、枫香树、女贞 (*Ligustrum lucidum*)、朴树 (*Celtis sinensis*) 等;灌木层盖度 25%,层均高 1m,优势种为槲栎 (*Quercus aliena*),高约 1.5~2m,盖度 20%,主要伴生种为白栎 (*Quercus fabri*)、黄荆、盐肤木、算盘子等;草本层盖度 30%,层均高 1m,优势种为白茅,高约 1~2m,盖度 25%,主要伴生种有千里光 (*Senecio scandens*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、爵床 (*Justicia procumbens*) 等。

样方地点:孙家坝支管花滩子附近 (108°16'53.01" E, 27°52'19.50"N, H: 518m)。

III. 竹林

竹林是由单优势种组成的群系。竹类具有强大的无性繁殖能力、广泛的适应性,使其具有较大的分布区。评价区内竹林多呈小片状分布,常镶嵌于针叶林或阔叶林边缘,是自然植被最重要的组成部分。

(三) 亚热带低山丘陵河谷竹林

5、慈竹群系 (Form. *Bambusa emeiensis*)

慈竹是我国西南地区常见竹类植物，在评价区常见于向阳山腰、山麓等低山丘陵。慈竹群系为评价区竹林的重要组成部分，常呈小斑块状分布村落附近，群落在垂直分布上常上接针叶林。

(1) 慈竹-小黄构-硬秆子草群丛 (Ass. *Bambusa emeiensis* – *Wikstroemia micrantha* – *Capillipedium assimile*)

本群丛在坝址附近有小片分布，常位于针叶林植被带外缘内，群落外貌翠绿色，林下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。乔木层郁闭度 0.6，层均高 5m，优势种为慈竹 (*Bambusa emeiensis*)，高 4~7m，秆径 5~8cm，盖度 50%，主要伴生种有柏木等；灌木层盖度 40%，层均高 0.7m，优势种为小黄构 (*Wikstroemia micrantha*)，高约 1~2m，盖度 30%，主要伴生种有南天竹 (*Nandina domestica*)、六月雪 (*Serissa japonica*)、小株木 (*Swida paucinervis*)、黄荆、铁马鞭 (*Lespedeza pilosa*) 等；草本层盖度 30%，层均高 0.2m，优势种为硬秆子草 (*Capillipedium assimile*)，高约 0.8~1.5m，盖度 20%，主要伴生种有五节芒、狗牙根 (*Cynodon dactylon*)、龙芽草 (*Agrimonia pilosa*)、卷柏 (*Selaginella tamariscina*)、银粉背蕨 (*Aleuritopteris argentea*) 等。

样方地点：坝址左岸附近 (108°18'22.79" E、27°50'23.76" N，H：447m)。

(2) 慈竹-构树-牛膝群丛 (Ass. *Bambusa emeiensis* – *Broussonetia papyrifera* – *Achyranthes bidentata*)

本群丛在冉氏堂附近有小片分布。乔木层郁闭度 0.6，层均高 5m，优势种为慈竹，高 4~7m，秆径 5~8cm，盖度 50%，主要伴生种有杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)、珊瑚朴 (*Celtis julianae*)、化香树 (*Platycarya strobilacea*)、臭椿 (*Ailanthus altissima*) 等；灌木层盖度 20%，层均高 1.5m，优势种为构树 (*Broussonetia papyrifera*)，高约 1~2m，盖度 15%，主要伴生种有密蒙花 (*Buddleja officinalis*)、苧麻 (*Boehmeria nivea*) 等；草本层盖度 30%，层均高 0.3m，优势种为牛膝 (*Achyranthes bidentata*)，高约 0.3~0.6m，盖度 15%，主要伴生种有野苘蒿 (*Crassocephalum crepidioides*)、地肤 (*Kochia scoparia*)、白茅、蛇莓 (*Duchesnea indica*)、酢浆草 (*Oxalis corniculata*)、窃衣 (*Torilis scabra*) 等。

样方地点：坝址附近改造道路附近 (108°18'38.38" E，27°50'8.75"N，H：456m)。

(3) 慈竹-扁担杆-苳草群丛 (Ass. *Bambusa emeiensis* – *Grewia biloba* – *Arthraxon hispidus*)

本群丛在坝址下游、花滩子电站附近有成片分布。乔木层郁闭度 0.5-0.6，层均高 6m，优势种为慈竹，高 4~7m，秆径 5~8cm，盖度 50%，主要伴生种有复羽叶栎树（*Koelreuteria bipinnata*）、梧桐（*Firmiana simplex*）等；灌木层盖度 20%，层均高 1.5m，优势种为扁担杆（*Grewia biloba*），高约 1~2m，盖度 15%，主要伴生种有多花胡枝子（*Lespedeza floribunda*）、小黄构、黄荆等；草本层盖度 20%，层均高 0.15m，优势种为荩草，高约 0.1~0.2m，盖度 15%，主要伴生种有白茅、蛇莓、龙芽草等。

样方地点：花滩子电站附近（108°17'4.97" E，27°52'13.07" N，H：478m）。

6、水竹群系（Form. *Phyllostachys heteroclada*）

水竹为评价区较为常见的竹种之一，常分布于低山山坡、河流两岸及山谷中。水竹群系在输水管线工程区内分布较广，在植被垂直分布上常上接阔叶林。

水竹 - 黄荆 - 野菊群丛（Ass. *Phyllostachys heteroclada* – *Vitex negundo* – *Chrysanthemum indicum*）

本群丛在雷火顶附近分布广泛，群落外貌翠绿色，林冠整齐，林下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。乔木层郁闭度 0.6，层均高 3.5m，优势种为水竹（*Phyllostachys heteroclada*），高约 2~4m，秆径 2~3cm，盖度 55%，主要伴生种有构树、臭椿等；灌木层盖度 20%，层均高 1.0m，优势种为黄荆，高约 1~1.5m，盖度 20%，主要伴生种有小黄构、扁担杆、截叶铁扫帚等；草本层盖度 20%，层均高 0.4m，优势种为野菊（*Chrysanthemum indicum*），高约 0.3~0.6m，盖度 15%，主要伴生种有蛇莓、龙芽草等。

样方地点：思南县原水厂附近（108°14'46.22" E、27°55'29.48"N，H：585m）。

IV.灌丛及灌草丛

灌丛是指一切以灌木占优势所组成的植被类型，灌草丛泛指草本植物（包括禾草与非禾草）群系，灌丛及灌草丛的生态适应幅度较广，在评价区内分布广泛。常见的植被类型及群系有以下几种。

（四）灌丛

灌丛是指由灌木或灌木占优势所组成的植物群系。评价区内的灌丛，一般都是次生的，同时也有一些是相对稳定的群系。其形成，一种为森林严重破坏后的恢复阶段；一种是岩壁，由于环境条件恶劣，植物生长受到制约，只有一些能忍受严酷条件的灌木可在此生长；第三种是山顶，由于风大和土壤贫瘠，常生长一些灌丛。

评价区内灌丛分布的面积较大，是评价区最为常见、最重要的植被类型之一。在枢纽工程区其形成多由于清渡河两岸坡度陡峭，环境条件恶劣而产生的；在供水灌溉工程区其形成多是当地森林砍伐后次生演替产生的。

7、盐肤木群系 (Form. *Rhus chinensis*)

盐肤木为评价区较为常见的落叶小乔木或灌木，常分布于林缘、河谷两岸山坡上。本群系在枢纽工程评价区与灌溉工程区均广泛分布，群落外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

盐肤木-芒群丛 (Ass. *Rhus chinensis* – *Miscanthus sinensis*)

本群丛灌木层盖度 60~65%，层均高 1.6m，优势种为盐肤木 (*Rhus chinensis*)，高约 1~2m，盖度 40~50%，主要伴生种为云实、马棘 (*Indigofera pseudotinctoria*)、插田泡 (*Rubus coreanus*) 等；草本层盖度 35%，层均高 1m，优势种为芒，高约 1~1.5m，盖度 25%，主要伴生种有蕨、朝天委陵菜 (*Potentilla supina*)、荩草等。

样方地点：南干管 3#渣场 (108°13'47.51" E, 27°48'33.90" N, H: 445m)

8、马棘群系 (Form. *Indigofera pseudotinctoria*)

马棘为喜阳性灌木，在评价区分布广泛，常分布于山坡、林缘、路边。在输水灌溉工程区皂角溪村等地有较大面积分布，群落外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

马棘-荩草群丛 (Ass. *Indigofera pseudotinctoria* – *Arthraxon hispidus*)

本群丛灌木层盖度 70~75%，层均高 1.5m，优势种为马棘 (*Indigofera pseudotinctoria*)，高约 1~1.5m，盖度约 45%，主要伴生种有黄荆、烟管莢蒾、假寥包叶 (*Discocleidion rufescens*) 等；草本层盖度 30%，层均高 0.5m，优势种为荩草，高约 0.1~0.2m，盖度 35%，主要伴生种有狗牙根、蜈蚣草 (*Pteris vittata*) 等。

样方地点：关中坝支管德胜关村上渡附近 (108°15'23.90" E, 27°55'40.93" N, H: 428m)。

(五) 灌草丛

灌草丛泛指草本植物 (包括禾草与非禾草) 群系，其在亚热带主要由于森林、灌丛植被被反复砍伐、火烧，导致水土流失，土壤日益贫瘠，生境趋于干旱化所形成的次生类型。灌草丛在评价区分布广泛，是评价区内植被类型的重要组成部分，评价区内典型的灌草丛主要有以下几个群系。

9、苍耳群系 (Form. *Xanthium sibiricum*)

苍耳适应性强、繁殖力强，在评价区荒地、河谷、山坡及草地分布广泛。在枢纽工程区及供水灌溉工程区的荒地以及水域周围等地有较大面积分布，群落外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

苍耳群丛 (Ass. *Xanthium sibiricum*)

本群丛草本层盖度 70~80%，层均高 0.5m，优势种为苍耳 (*Xanthium sibiricum*)，高约 0.3~0.6m，盖度 60~70%，主要伴生种有香附子 (*Cyperus rotundus*)、狗尾草、短叶水蜈蚣 (*Kyllinga brevifolia*)、早熟禾 (*Poa annua*)、马鞭草 (*Verbena officinalis*)、地锦 (*Euphorbia humifusa*) 等。

样方地点：上围堰附近 (108°18'28.56" E, 27°50'22.94" N, H: 450m)

10、火炭母群系 (Form. *Polygonum chinense*)

火炭母喜湿润，在评价区河谷湿地、水域周围分布广泛，群落外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

火炭母群丛 (Ass. *Polygonum chinense*)

本群丛草本层盖度 70~80%，层均高 0.2m，优势种为火炭母 (*Polygonum chinense*)，高约 0.2~0.3m，盖度 60%，主要伴生种有香附子、问荆 (*Equisetum arvense*)、看麦娘 (*Alopecurus aequalis*) 等。

样方地点：坝址右岸附近 (108°18'24.69" E, 27°50'25.39" N, H: 440m)。

11、白茅群系 (Form. *Imperata cylindrica*)

白茅适应性强，生态幅度广，为森林破坏后的先锋植物，在评价区分布极为广泛。白茅群系为评价区草地上优势种群，在枢纽工程评价区冉氏堂等地及供水灌溉工程区等地有较大面积分布，群系下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

白茅群丛 (Ass. *Imperata cylindrica*)

本群丛草本层盖度 70~80%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高约 0.3~0.7m，盖度 65%，主要伴生种有狗牙根、千里光 (*Senecio scandens*)、鸡眼草 (*Kummerowia striata*)、龙芽草、荩草、狗尾草、窃衣、马兰 (*Kalimeris indica*) 等。

样方地点：冉氏堂、坝址附近 (108°18'34.58" E, 27°50'18.52" N, H: 443m)。

12、硬秆子草群系 (Form. *Capillipedium assimile*)

硬秆子草在评价区林中、湿地、河边及草地分布广泛。硬秆子草群系为评价区分布最广泛、面积最大的灌草丛群系之一，在枢纽工程评价区及输水灌溉工程区朴龟塘村朴

龟塘附近等地有较大面积分布，群系下土壤为黄壤，群落外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

硬秆子草群丛 (Ass. *Capillipedium assimile*)

本群丛草本层盖度 70~80%，层均高 1.5m，优势种为硬秆子草 (*Capillipedium assimile*)，高约 0.5~1m，盖度 50~60%，主要伴生种有狗牙根、千里光、鸡眼草、龙芽草、狗尾草等。

样方地点：北干管 4#施工区朴龟塘村朴龟塘附近 (108°14'47.54" E, 27°59'23.49" N, H: 405m)。

13、芒群系 (Form. *Miscanthus sinensis*)

芒为评价区分布最广泛、最常见的禾草类植物之一，常生于山地阳坡及林缘地区。群系外貌绿色，群系下土壤为黄壤，群落结构及种类组成较简单。

芒+野古草群丛 (Ass. *Miscanthus sinensis* + *Arundinella anomala*)

草本层盖度 80%，层均高 1m，优势种为芒，高约 1~1.2m，盖度 65%，主要伴生种有野古草 (*Arundinella anomala*)、白茅、狗牙根、鸡眼草、龙芽草、荩草、狗尾草、窃衣、马兰等。

本群丛样方地点：双山村坨里改造公路附近 (108°17'50.54" E, 27°50'53.40" N, H: 570m)。

二、钙质土植被

V. 钙质土针叶林

(六) 亚热带石灰岩山地暖型针叶林

评价区钙质土针叶林广泛分布，主要为柏木群系。

14、柏木群系 (Form. *Cupressus funebris*)

柏木为溶岩针叶林，对土壤的适应性较强，能耐干旱贫瘠，亦能稍耐水湿，评价区柏木多为天然更新和人工栽培而成，由于人为的破坏干扰，现多为疏林状态。柏木为评价区分布最广泛、最常见的针叶树种，在石灰岩山地钙质土上分布广泛。柏木林为评价区针叶林的重要组成部分之一，分布于山坡、河谷等。

(1) 柏木-白栎-白茅群丛 (Ass. *Cupressus funebris* – *Quercus fabri* - *Imperata cylindrica*)

本群丛在北干管供水灌溉工程区分布广泛，面积较大。群落外貌深绿色，林下土壤为石灰土，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。乔木层郁闭度 0.7，层均高 8m，优

势种为柏木，高 8~10m，胸径 11~13cm，盖度 60%，主要伴生种有马尾松等；灌木层盖度 25%，层均高 1.5m，优势种为白栎（*Quercus fabri*），高约 1~2m，盖度 20%，主要伴生种有杜鹃（*Rhododendron simsii*）、黄荆、小果蔷薇（*Rosa cymosa*）、截叶铁扫帚（*Lespedeza cuneata*）等；草本层盖度 30%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高约 0.2~0.5m，盖度 25%，主要伴生种有芒萁、狗牙根、细风轮菜（*Clinopodium gracile*）等。

样方地点：北干管思南县柑子园附近（108°15'27.17" E，27°57'8.74" N，H：417m）。

（2）柏木-黄荆+芒萁群丛（Ass. *Cupressus funebris* – *Vitex negundo* + *Nandina domestica* - *Dicranopteris pedata*）

本群丛在枢纽工程区坝址附近以及输水管线分布广泛，面积较大。乔木层郁闭度 0.65~0.7，层均高 8m，优势种为柏木，高 6~10m，胸径 11~13cm，盖度 55~60%，主要伴生种有杉木、加杨（*Populus×canadensis*）、全缘叶栎树（*Koelreuteria bipinnata* var. *integrifoliola*）等；灌木层盖度 20~40%，层均高 1.5m，优势种为黄荆、南天竹，高约 1~2m，盖度 15~30%，主要伴生种有六月雪、小黄构、铁仔、截叶铁扫帚、铁马鞭等；草本层盖度 20%，层均高 0.3m，优势种为芒萁，高 0.2~0.4m，盖度 15%，主要伴生种有蜈蚣草（*Pteris vittata*）、打破碗花花（*Anemone hupehensis*）、白茅等。

样方地点：坝址附近（108°18'24.54" E，27°50'26.55"N，H：447m）

（3）柏木-南天竹-芒群丛（Ass. *Cupressus funebris* – *Nandina domestica* - *Miscanthus sinensis*）

本群丛在小溪口村小溪口附近有分布。乔木层郁闭度 0.6，层均高 7m，优势种为柏木，高 6~11m，胸径 10~12cm，盖度 50%，主要伴生种有响叶杨（*Liquidambar formosana*）等；灌木层盖度 20~30%，层均高 1m，优势种为南天竹，高约 0.8~1.5m，盖度 20%，主要伴生种有黄荆、云实（*Caesalpinia decapetala*）、算盘子等；草本层盖度 40%，层均高 0.4m，优势种为芒，高 0.4~0.7m，盖度 40%，主要伴生种有野菊、委陵菜等。

样方地点：小溪口村小溪口附近（108°19'43.01" E，27°49'42.06"N，H：478m）

（4）柏木-盐肤木-萁草群丛（Ass. *Cupressus funebris* - *Rhus chinensis* - *Arthraxon hispidus*）

本群丛在库区淹没区附近零散分布。乔木层郁闭度 0.6，层均高 7m，优势种为柏木，高 6~10m，胸径 11~13cm，盖度 50~55%，主要伴生种有响叶杨等；灌木层盖度 30%，层均高 1.5m，优势种为盐肤木，高约 1~2.5m，盖度 20%，主要伴生种有黄荆、算盘子、

长波叶山蚂蝗等；草本层盖度 20%，层均高 0.15m，优势种为芒萁，高 0.1~0.2m，盖度 15%，主要伴生种有青葙、野菊、委陵菜等。

样方地点：东干管下原木堆附近（108°20'30.04" E，27°49'14.68"N，H：528m）。

VI 钙质土阔叶林

评价区钙质土阔叶林分布零散，常见的群系有梧桐群系。

（七）落叶阔叶林

15、梧桐群系（Form. *Firmiana simplex*）

梧桐为评价区较为常见的常绿阔叶树种之一，常分布于评价区山坡、村落边。群落外貌亮绿色，林冠不整齐，群落结构及种类组成较简单。

梧桐-黄荆-打破碗花花群丛（Ass. *Firmiana simplex* - *Vitex negundo* - *Anemone hupehensis*）

在评价区输水灌溉工程区凉水井镇等有小片分布。乔木层郁闭度 0.6，层均高 5m，优势种为梧桐（*Firmiana simplex*），高 8~12m，胸径 18~21cm，盖度 50%，主要伴生种有复羽叶栎树、柏木、马尾松等；灌木层盖度 25%，层均高 1m，优势种为黄荆，高约 1~2m，盖度 20%，主要伴生种有多花胡枝子、小黄构、扁担杆等；草本层盖度 30%，层均高 0.5m，优势种为打破碗花花，高约 0.3~0.5m，盖度 20%，主要伴生种有牛膝、蛇莓、龙芽草等。

样方地点：凉水井支管 2#施工道路响水滩附近（108°18'16.87" E，27°57'56.94" N，H：485m）。

VII 钙质土灌丛及灌草丛

（八）石灰岩山地常绿藤刺灌丛

16、火棘群系（Form. *Pyracantha fortuneana*）

火棘为强阳性灌木，适应性强，在评价区分布广泛，为评价区常见灌木。火棘群系外貌深绿色，群系下土壤为石灰土，群系结构及种类组成较简单。

火棘-野古草群丛（Ass. *Pyracantha fortuneana* - *Arundinella anomala*）

本群丛在枢纽工程区及供水灌溉工程区均有分布，灌木层盖度 60~75%，层均高 1.5m，优势种为火棘，高约 1~2m，盖度 55~70%，主要伴生种有小果蔷薇、构树、竹叶花椒（*Zanthoxylum armatum*）等；草本层盖度 20~30%，层均高 0.3~0.5m，优势种为野古草（*Arundinella anomala*），高约 0.5~1.2m，盖度 15~20%，主要伴生种有野艾蒿、狗牙根、白茅、五节芒、酸模（*Rumex acetosa*）等。

样方地点：南干管先锋村大槽附近（108°14'13.50" E, 27°47'44.26" N, H: 529m）。

17、南天竹群系 (Form. *Nandina domestica*)

南天竹为评价区内较为常见的常绿灌木之一，在评价区内山坡、平地均有分布。南天竹群系外貌绿色，群系结构及种类组成多样。

南天竹-五节芒群丛 (Ass. *Nandina domestica* - *Miscanthus floridulus*)

本群丛在枢纽工程区天桥乡等地及供水灌溉工程区附近有较大面积分布，灌木层盖度 60~70%，层均高 1.5m，优势种为南天竹，高约 1~2m，盖度 40~50%，主要伴生种有竹叶花椒 (*Zanthoxylum armatum*)、黄荆、檵木、南烛 (*Vaccinium bracteatum*)、石岩枫 (*Mallotus repandus*)、齿叶黄皮 (*Clausena dunniana*) 等；草本层盖度 25%，层均高 1m，优势种为五节芒，高约 1.2~1.5m，盖度 15%，主要伴生种有南艾蒿 (*Artemisia verlotorum*)、黄背草 (*Themeda triandra*)、千里光 (*Senecio scandens*)、卷柏、荇草等；层外藤本主要有藤黄檀 (*Dalbergia hancei*)，盖度约 10%。

样方地点：东干管 3#施工道路（108°21'3.81" E, 27°49'4.65"N, H: 595m）。

18、长波叶山蚂蝗群系 (Form. *Desmodium sequax*)

长波叶山蚂蝗 (*Desmodium sequax*) 为阳性灌木，为评价区最为常见的灌木之一。在枢纽工程区中游天桥乡下原木堆等地有分布，群系外貌绿色，群系结构及种类组成较简单。

长波叶山蚂蝗-芒群丛 (Ass. *Desmodium sequax* - *Miscanthus sinensis*)

本群丛在枢纽工程区中游天桥乡下原木堆等地有分布。灌木层盖度 60~75%，层均高 1.5m，优势种为长波叶山蚂蝗，高约 1~1.5m，盖度 55~60%，主要伴生种有云实 (*Caesalpinia decapetala*)、马桑、插田泡 (*Rubus coreanus*) 等；草本层盖度 30~35%，层均高 0.7m，优势种为芒，高约 0.2~0.5m，盖度 15~20%，主要伴生种有卷柏、朝天委陵菜 (*Potentilla supina*)、荇草等。

样方地点：东干管 1#施工道路附近（108°19'42.28" E, 27°49'18.98" N, H: 487m）。

19、烟管荚蒾群系 (Form. *Viburnum utile*)

烟管荚蒾 (*Viburnum utile*) 在评价区内分布广泛，常生于向阳山坡、林缘。群落外貌绿色，群系下土壤为石灰土，群落结构及种类组成较简单。

烟管荚蒾-荇草群丛 (Ass. *Viburnum utile* - *Arthraxon hispidus*)

本群丛在供水灌溉工程区上头坝村等地有较大面积分布，灌木层盖度 60~70%，层均高 1~1.5m，优势种为烟管荚蒾 (*Viburnum utile*)，高约 1~2m，盖度 35%，主要伴生

种为黄荆、石岩枫、山麻杆、鼠李 (*Rhamnus davurica*) 等; 草本层盖度 35%, 层均高 0.2m, 优势种为荩草, 盖度 15%, 主要伴生种有狗牙根、腺毛阴行草 (*Siphonostegia laeta*)、窃衣、黄绿花滇百合 (*Lilium bakerianum* var. *delavayi*)、卷柏等。

样方地点: 上头坝村输水管线附近 (108°14'26.24" E, 27°48'30.30"N, H: 446m)。

20、铁仔群系 (Form. *Myrsine africana*)

铁仔为阳性灌木, 适应性强, 在评价区内分布广泛, 常生于向阳荒坡疏林、林缘。群落外貌绿色, 群系下土壤为石灰土, 群落结构及种类组成较简单。

铁仔-马兰群丛 (Ass. *Myrsine africana* - *Kalimeris indica*)

本群丛在枢纽工程区及供水灌溉工程区等均有分布, 灌木层盖度 55~60%, 层均高 1~1.5m, 优势种为铁仔 (*Myrsine africana*), 高约 1~2m, 盖度 35~40%, 主要伴生种为黄荆、算盘子、马桑、石岩枫等; 草本层盖度 20~30%, 层均高 0.3m, 优势种为马兰 (*Kalimeris indica*), 盖度 15~25%, 主要伴生种有鬼针草 (*Bidens pilosa*)、芒、蜈蚣草、白茅、野艾蒿、鸡眼草等。

样方地点: 北干管卢家山附近 (108° 16'14.05" E, 27° 51'8.63" N, H: 479m)。

21、饿蚂蝗群系 (Form. *Desmodium multiflorum*)

饿蚂蝗 (*Desmodium multiflorum*) 为阳性灌木, 常生于向阳山坡、路旁、沟谷或林缘。群落外貌绿色, 群系下土壤为石灰土, 群落结构及种类组成较简单。

饿蚂蝗-荩草群丛 (Ass. *Desmodium multiflorum* - *Arthraxon hispidus*)

本群丛在供水灌溉工程区镇江角等地有分布, 灌木层盖度 60~65%, 层均高 0.5m, 优势种为饿蚂蝗, 高约 0.5~0.8m, 盖度 50%, 主要伴生种为铁马鞭、马桑等; 草本层盖度 10~30%, 层均高 0.2m, 优势种为荩草, 盖度 5~20%, 主要伴生种有狗尾草、鸡眼草、蜈蚣草、鬼针草等。

样方地点: 邵塘支管镇江角村镇官庄附近 (108°14'29.65" E, 27°51'39.17"N, H: 505m)。

(九) 石灰岩山地落叶藤刺灌丛

22、黄荆群系 (Form. *Vitex negundo*)

黄荆为喜阳性植物, 在评价区分布广泛, 常生于山坡、荒地、山谷或路旁。群落外貌绿色, 群系下土壤为石灰土, 群系结构及种类组成较简单。

黄荆-芒群丛 (Ass. *Vitex negundo* - *Miscanthus sinensis*)

本群从黄荆灌丛在评价区分布面积较大，在枢纽工程区上院村、比纪等地及供水灌溉工程区孙家坝等地有较大片分布，灌木层盖度 70~75%，层均高 1.5~2m，优势种为黄荆，高约 1~2m，盖度 55~60%，主要伴生种为铁包金（*Berchemia lineata*）、刺茶美登木（*Maytenus variabilis*）、小黄构、烟管莢蒾、马桑、算盘子、截叶铁扫帚等；草本层盖度 20~30%，层均高 0.3m，优势种为白茅或芒，高 0.5~1m，盖度 15~25%，主要伴生种有狗牙根、细风轮菜（*Clinopodium gracile*）、荇草、卷柏等。

样方地点：邵塘支管镇江角村镇江角附近（108°14'53.48"E, 27°52'45.01"N, H: 439m）

23、马桑群系（Form. *Coriaria nepalensis*）

马桑适应性强，为评价区内分布最广泛、最常见的落叶灌木之一，在评价区河谷、山坡等地分布广泛。评价区内马桑灌丛分布面积较大，在枢纽工程区上学庄、下学庄等地及供水灌溉工程区邵家桥镇、天桥等地有较大面积分布，群落外貌绿色，群系下土壤为石灰土，群落结构及种类组成较简单。

马桑-芒群丛（Ass. *Coriaria nepalensis*- *Miscanthus sinensis*）

本群从灌木层盖度 50%，层均高 1~1.5m，优势种为马桑，高约 1~1.7m，盖度 30~40%，主要伴生种有牡荆、醉鱼草等；草本层盖度 40%，优势种为芒，盖度 5~10%，主要伴生种有蒲公英、千里光、窄叶野豌豆（*Vicia pilosa*）等。

样方地点：凉水井 2#施工区（108°17'13.11" E, 27°57'47.47"N, H: 453m）。

24、云实群系（Form. *Caesalpinia decapetala*）

云实为攀援灌木，在评价区分布广泛，常生于山坡、荒地、山谷或路旁。在枢纽工程区天桥乡等地及供水灌溉工程区石家寨等地有较大片分布，群落外貌浅绿色，群系下土壤为石灰土，群系结构及种类组成较简单。

云实-白茅群丛（Ass. *Caesalpinia decapetala* - *Imperata cylindrica*）

本群从灌木层盖度 50~60%，层均高 1~1.5m，优势种为云实，高约 1~2m，盖度 40~50%，主要伴生种为黄荆、苕麻、小果蔷薇、马桑、水麻、粗叶悬钩子等；草本层盖度 40%，层均高 0.4m，优势种为白茅，高 0.4~0.6m，盖度 35%，主要伴生种有狗牙根、蜈蚣草、野艾蒿、千里光、苍耳、牛膝、荇草等。

样方地点：北干管 1#施工区附近（108°16'10.79" E, 27°51'35.10" N, H: 459m）。

25、水麻群系（Form. *Debregeasia orientalis*）

水麻喜温湿环境，在评价区溪谷、河流两岸潮湿地区分布广泛。水麻灌丛为评价区较为常见的灌丛植被之一，在评价区分布面积较大，在枢纽工程区坝址左岸、天桥乡等

地及供水灌溉工程区皂角溪等地有较大片分布，群落外貌绿色，群系下土壤为石灰土，群系结构及种类组成较简单。

水麻-荇草群丛 (Ass. *Debregeasia orientalis* - *Arthraxon hispidus*)

灌木层盖度 70~80%，层均高 1.5~2m，优势种为水麻 (*Debregeasia orientalis*)，高约 1.5~3m，盖度 60~70%，主要伴生种有苎麻、黄荆、盐肤木、粗叶悬钩子、石岩枫等；草本层盖度 15~35%，层均高 0.2~0.5m，优势种为荇草等，高约 0.2~0.5m，盖度 10~25%，主要伴生种有狗牙根、南艾蒿、酸膜、窃衣、节节草、等。

样方地点：皂角溪村附近 (108°13'13.53" E, 28° 0'57.31"N, H: 373m)。

26、栎类群系 (Form. *Quercus* sp.)

栎类灌木在评价区分布广泛，常生于山坡、荒地、山谷或路旁。栎类灌丛在评价区分布面积较大，在枢纽工程区及供水灌溉工程区向阳坡地有较大片分布，群落外貌绿色，群系下土壤为石灰土，群系结构及种类组成较简单。

槲栎+白栎-白茅群丛 (Ass. *Quercus aliena* + *Quercus fabri* - *Arthraxon hispidus*)

本群丛灌木层盖度 70~75%，层均高 1.5~2m，建群种为槲栎 (*Quercus aliena*)、白栎 (*Quercus fabri*)，高约 1~2m，盖度 50~60%，主要伴生种为马桑、饿蚂蝗、铁马鞭、杜鹃、小果蔷薇、插田泡等；草本层盖度 20~35%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高 0.4~0.5m，盖度 15~25%，主要伴生种有菅 (*Themeda villosa*)、荇草、黄背草 (*Themeda japonica*)、千里光、狗尾草等。

样方地点：北干管 2#施工公路敖家寨附近 (108°15'28.22" E, 27°55'22.78" N, H: 407m)。

VIII 水生植被

(十) 挺水水生植被

27、菰群系 (Form. *Zizania latifolia*)

菰为评价区分布最广泛、最常见的水生植物之一，常分布于浅水低洼区域或池沼、水沟旁。在供水灌溉工程区田家坝村附近河边及村落池塘周围有较大面积分布，群系外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

菰群丛 (Ass. *Zizania latifolia*)

本群丛草本层层盖度 75%，层均高 1.8m，优势种为菰 (*Zizania latifolia*)，高约 1.5~2.0m，盖度 70%，主要伴生种有水蓼 (*Polygonum hydropiper*)、喜旱莲子草

(*Alternanthera philoxeroides*)、酸模 (*Rumex acetosa*)、黑藻 (*Hydrilla verticillata*) 等。

样方地点：田家坝村皮家沟溪流附近 (108°15'52.10"E, 27°57'19.30"N, H: 379m)。

28、水芹群系 (Form. *Oenanthe javanica*)

水芹为评价区分布最广泛、最常见的水生植物之一，常分布于浅水低洼区域或池沼、水沟旁。水芹群系在评价区分布面积较大，乌江、清渡河及印江沿岸河滩地附近均有分布，群系外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

水芹群丛 (Ass. *Oenanthe javanica*)

本群丛草本层层盖度 75%，层均高 0.3m，优势种为水芹 (*Oenanthe javanica*)，高约 0.2~0.5m，盖度 70%，主要伴生种有窃衣、狗牙根、长刺酸模 (*Rumex trisetifer*) 等。

样方地点：北干管长田坝附近 (108°15'11.27"E、27°58'41.07"N, H: 377m)。

29、豆瓣菜群系 (Form. *Nasturtium officinale*)

豆瓣菜在评价区分布广泛，在枢纽工程区及供水灌溉工程区等地的池塘、水田边有较大片分布，群系外貌绿色，群系结构及种类组成较简单。

豆瓣菜群丛 (Ass. *Nasturtium officinale*)

本群丛草本层盖度 80%，层均高 0.3m，优势种为豆瓣菜 (*Nasturtium officinale*)，高约 0.2~0.5m，盖度 70%，主要伴生种有棒头草 (*Polypogon fugax*)、火炭母 (*Polygonum chinense*)、毛茛等。

样方地点：凉水井镇大溪口村三角堆河口附近 (108°13'18.39"E, 28°2'2.47" N, H: 374m)。

30、喜旱莲子草群系 (Form. *Alternanthera philoxeroides*)

喜旱莲子草适应性强，在评价区分布广泛，常生于水田、池沼或其它静水水域。群系外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

喜旱莲子草群丛 (Ass. *Alternanthera philoxeroides*)

本群丛草本层盖度 75%，优势种为喜旱莲子草，盖度 60%，主要伴生种有紫萍 (*Spirodela polyrrhiza*)、菖蒲、菰等。

样方地点：红石梁村红石梁河口附近 (108°14'2.62"E, 28°0'5.79"N, H: 382m)。

(十一) 浮水水生植被

31、浮萍群系 (Form. *Lemna minor*)

浮萍适应性强，在评价区分布广泛，常生于水田、池沼或其它静水水域。群系外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

浮萍群丛 (Ass. *Lemna minor*)

本群丛草本层盖度 70%，优势种为浮萍 (*Lemna minor*)，盖度 65%，主要伴生种有紫萍 (*Spirodela polyrrhiza*)、满江红 (*Azolla imbricata*) 等。

样方地点：镇江角村官庄河口附近 (108°14'52.84"E, 27°51'31.96"N, H: 370m)。

32、眼子菜群系 (Form. *Potamogeton distinctus*)

眼子菜适应性强，在评价区分布广泛，常生于水田、池沼或其它静水水域。群系外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

眼子菜群丛 (Ass. *Potamogeton distinctus*)

本群丛草本层盖度 70%，优势种为眼子菜 (*Potamogeton distinctus*)，盖度 65%，主要伴生种有紫萍、满江红等。

样方地点：关中坝支管红石梁村冷溪河口附近 (108°13'32.40"E, 28° 0'34.47"N, H: 380m)。

(十二) 沉水水生植被

33、金鱼藻群系 (Form. *Ceratophyllum demersum*)

金鱼藻适应性强，在评价区分布广泛，常生于池塘、河沟等其它静水水域。在输水配置区皂角溪村等地有较大片分布，群系外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

金鱼藻群丛 (Ass. *Ceratophyllum demersum*)

本群丛草本层盖度 70%，优势种为金鱼藻，盖度 65%，主要伴生种有菹草 (*Potamogeton crispus*)、穗状狐尾藻 (*Myriophyllum spicatum*)、黑藻 (*Hydrilla verticillata*) 等。

样方地点：皂角溪村胡家溪河口附近 (108°13'10.68"E, 28° 1'35.90"N, H: 378m)。

34、黑藻群系 (Form. *Hydrilla verticillata*)

黑藻适应性强，在评价区分布广泛，常生于池沼、河沟等水域中。在枢纽工程区坝址等地有较大片分布，群系外貌绿色，群落结构及种类组成较简单。

黑藻群丛 (Ass. *Hydrilla verticillata*)

本群丛草本层盖度 70%，优势种为黑藻，盖度 65%，主要伴生种有苦草 (*Vallisneria spiralis*) 等。

样方地点：花滩子水库坝址附近河流 (108°18'22.33" E, 27°50'26.93"N, H: 439m)。

35、菹草群系 (Form. *Potamogeton crispus*)

菹草适应性强，为评价区分布最广泛、最常见的沉水水生植物之一，常见于池塘、水沟、水稻田及缓流河水中。菹草群系在评价区内分布面积较大，在枢纽工程区凯望河附近有较大片分布，群系外貌暗绿色，群系结构及种类组成较简单。

菹草群丛 (Ass. *Potamogeton crispus*)

本群从草本层盖度 70%，优势种为菹草，盖度 65%，主要伴生种有鸡冠眼子菜、眼子菜、紫萍等。

样方地点：印江县雁水村铁窑罐附近 (108°24'22.07" E, 27°54'9.14" N, H: 523m)。

4.4.3 陆生植物

根据《中国种子植物区系地理》(吴征镒等, 2011 年)，评价区属于东亚植物区—中国-日本森林植物亚区—华中地区—川、鄂、湘亚地区。本区植物种类丰富，植物区系以北温带成分为主。

4.4.3.1 植物种类组成

通过对现场调查采集的植物标本鉴定，以及对评价区历年积累的植物区系资料系统的整理，评价区有维管植物 155 科 457 属 850 种 (含种下分类等级，下同) (评价区维管植物名录见附录 1)，其中野生维管植物 783 种，隶属于 116 科，402 属，评价区维管植物科、属、种数分别占贵州省维管植物总科数、总属数和总种数的 45.49%、24.71% 和 11.26%，占全国维管植物总科数、总属数和总种数的 27.63%、11.67%、2.50%。

表 4.4.3-1 评价区主要维管植物统计表

项目	蕨类植物			种子植物						维管植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	24	30	45	5	8	8	126	419	797	116	402	783
贵州	53	151	808	10	31	56	192	1445	6088	255	1627	6952
全国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占贵州(%)	45.28	19.87	5.57	50.00	25.81	14.29	65.63	29.00	13.09	45.49	24.71	11.26
占全国(%)	38.10	13.39	1.73	45.45	22.22	4.21	36.42	13.16	2.80	27.62	11.67	2.50

注：数据来源，贵州蕨类植物 (王培善, 王筱英, 2001)，贵州种子植物 (董泽琴, 2010)，中国蕨类植物 (吴兆洪, 1991)，中国种子植物 (吴征镒, 2011)。

4.4.3.2 区系分析

通过对评价区内野生维管植物统计分析，评价区植物区系具有组成成分较丰富，具有较多古老和原始的植物区系成分，地理成分复杂、地理联系广泛，植物区系为温带性质，以北温带成分为主，具有过渡性等特点。

表 4.4.3-2 评价区野生维管植物属的分布区类型

属的分布区类型	评级区内属数	占评价区非世界分布总属数比例	常见、代表属
1.世界分布	60	——	卷柏属、蕨属、鳞毛蕨属、蘋属、蓼属、酸模属、商陆属、藜属、苋属、老鹳草属、酢浆草属等
2.泛热带分布	77	22.51%	海金沙属、金星蕨属、马齿苋属、牛膝属、青葙属、大戟属、算盘子属、黄檀属等
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	11	3.22%	木姜子属、雀梅藤属、安息香属、青葙属、柃木属等
4.旧世界热带分布	24	7.02%	芒萁属、千金藤属、海桐属、扁担杆属、野桐属、地榆属、楝属、八角枫属等
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	18	5.26%	蜈蚣草属、紫薇属、柘树属、吴茱萸属、兰属、臭椿属、通泉草属、淡竹叶属等
6.热带亚洲至热带非洲分布	13	3.80%	贯众属、水麻属、飞龙掌血属、铁仔属、玉叶金花属、芒属等
7.热带亚洲分布	23	6.73%	蛇莓属、蛇莓属、青冈属、虎皮楠属、清风藤属、南五味子、绞股蓝属
第 2-7 项热带分布	166	48.53%	
8.北温带分布	74	21.64%	松属、圆柏属、委陵菜属、蔷薇属、绣线菊属、车轴草属、杨属、柳属、桦木属、栎属等
9.东亚和北美洲间断分布	25	7.31%	栲属、山胡椒属、蛇葡萄属、菖蒲属、石栎属、八角属、五味子属、漆属、十大功劳属、绣球属等
10.旧世界温带分布	22	6.43%	天名精属、菊属、益母草属、鹅观草属、火棘属、窃衣属等
11.温带亚洲分布	3	0.88%	马兰属、附地菜属
12.地中海、西亚至中亚分布	4	1.17%	牻牛儿苗属、常春藤属、黄连木属
14.东亚分布	40	11.69%	猕猴桃属、檫木属、败酱属、紫苏属、山麦冬属、沿阶草属、石蒜属、刚竹属等
第 8-14 项温带分布	168	49.12%	
15.中国特有分布	8	2.34%	杉木属、香果树属、通脱木属等
合 计	402	100.00%	

从上表可知：评价区野生维管植物包含有世界分布属、热带分布属（第 2~7 类）、温带分布属（第 8~14 类）和中国特有分布属 4 个大类，其中热带分布属、温带分布属及中国特有分布属分别占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 48.53%、49.12%、2.34%。在热带分布属中，以泛热带分布属最多，其次是旧世界热带分布属和热带亚洲至热带大洋洲分布属，其他的热带分布属所含比例相对较少；在温带分布属中，北温带

分布属居首位，其次是东亚分布属、东亚和北美间断分布属，其他的温带分布属所含比例相对较少。

4.4.3.3 国家重点保护野生植物

根据《调整国家重点保护野生植物名录》（第一批）（农业部、国家林业局令第 53 号 2001 年 8 月 4 日修改公布施行），参考《贵州珍稀濒危植物地理分布研究》（张华海，2009 年）、《贵州植物彩色图鉴：珍稀濒危及特有植物卷》（宋培浪等，2014 年）及本工程所在行政区内关于国家重点保护野生植物的相关文献资料，评价区可能分布的国家重点保护野生植物有金荞麦 1 种，在贵州省各地均有分布。

结合金荞麦等保护植物对生境的要求，在评价区冉氏堂村、鞍山村、小溪口村、黄河村等地可能存在金荞麦的适宜生境。根据访问调查及现场实地调查，在评价区内调查到分布的国家重点保护野生植物有金荞麦 1 种，在评价内有 2 个分布点总计 35 株约 4m²，均位于淹没区范围内。

表 4.4.3-3 评价区国家重点保护野生植物种类及分布情况表

编号	种 名	保护等级	分 布	面积/株数	生长状态	与工程区位关系
1	金荞麦 <i>Fagopyrum dibotrys</i>	国家Ⅱ级	邵家桥镇冉氏堂耕地边 (108°18'29.12"E, 27°50'11.17"N, 海拔 484 m)	3m ² , 25 株	良好	坝址左肩附近，淹没线以下 7m
2	金荞麦 <i>Fagopyrum dibotrys</i>	国家Ⅱ级	邵家桥镇冉氏堂耕地边 (108°18'27.95"E, 27°50'11.61"N, 海拔 487m)	1m ² , 10 株	良好	坝址左肩附近，淹没线以下 4m



图 4.4.3-1 重点保护野生植物（保护小区、适宜生境判定，建议优先业主营地，）

4.4.3.3 名木古树

通过野外实地调查并结合走访当地群众，按照国家林业局《古树名木鉴定规范》（LY/T2737-2016）和《古树名木普查技术规范》（LY/T2738-2016）以及其它相关规定，在评价区共发现古树 11 种 110 株，其中柏木 72 株，枫香树 14 株，黑壳楠 2 株，胡桃 1 株，虎皮楠 1 株，黄连木 4 株，木犀 1 株，朴树 4 株，青冈 6 株，樟 2 株，重阳木 3 株。其中淹没区古树有 1 种 1 株，为重阳木，位于水库淹没区，8 种 28 株位于工程施工区域两侧 300m 范围内但工程占地及淹没不涉及。

表 4.4.3-4 花滩子水库工程影响古树种类统计一览表 单位：株

序号	物种	淹没区	枢纽工程区	供水灌溉工程区	合计
			≤300m	≤300m	
1	柏木	/	7	/	7
2	枫香树	/	12	/	12
3	黑壳楠	/	2	/	2
4	虎皮楠	/	1	/	1
5	黄连木	/	2	/	2
6	朴树	/	2	/	2
7	樟	/	1	/	1
8	重阳木	1	1	/	2
	总计	1	28	0	29

表 4.4.3-5

评价范围内涉及古树资源分布

序号	种名	分布位置	生长状况	GPS 点位	树龄(年)	保护级别	位置关系
1.	重阳木 <i>Bischofia polycarpa</i>	印江县新寨乡撕栗村姜家组跨山沟	树高 28.5m, 胸径 166cm, 冠幅 20m×21m, 长势良好, 已挂牌	108°22'55.68"E, 27°50'53.87"N, H: 455m	280	三级	淹没区
2.	重阳木 <i>Bischofia polycarpa</i>	印江县新寨乡凯望村	树高 34.5m, 胸径 172cm, 冠幅 26m×28m, 长势良好, 已挂牌	108°24'17.38"E, 27°51'23.85"N, H: 508m	280	三级	淹没区附边缘, 右边河提公路上
3.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	印江县新寨镇撕栗村南家寨	树高 45.5m, 胸径 83cm, 冠幅 24m×22m, 长势良好, 已挂牌	108°23'02.01"E, 27°50'52.60"N, H: 491m	200	三级	淹没区外, 距离淹没区水平距离约 80m
4.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县邵家桥镇大龙头村白岩	树高 30.9m, 胸径 41.8cm, 冠幅 16m×14m, 长势良好, 已挂牌	108°10'28.41"E, 27°30'07.60"N, H: 780m	330	二级	距邵家桥隧洞垂直距离约 170m
5.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县黄河村倒马坎	树高 25.5m, 胸径 45.0cm, 冠幅 13m×12m, 长势良好, 已挂牌	108°11'39.16"E, 27°28'54.92"N, H: 488	250	三级	淹没区外距淹没线水平距离约 110m
6.	虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhami</i>	思南县三溪村龙井沟	树高 30.9m, 胸径 43.0cm, 冠幅 16m×14m, 长势良好, 已挂牌	108°12'09.66"E, 27°29'36.23"N, H: 545m	300	二级	淹没区外距淹没线水平距离约 290m
7.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县三溪村龙井沟	树高 30.5m, 胸径 30.0cm, 冠幅 10m×12m, 长势良好, 已挂牌	108°12'09.32"E, 27°29'36.14"N, H: 545m	180	三级	淹没区外距淹没线水平距离约 290m
8.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县三溪村龙井沟	树高 31.5m, 胸径 29cm, 冠幅 12m×12m, 长势良好, 已挂牌	108°12'09.98"E, 27°29'36.07"N, H: 544 m	200	三级	淹没区外距淹没线水平距离约 290m
9.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县三溪村龙井沟	树高 25.5m, 胸径 28cm, 冠幅 16m×14m, 长势良好, 已挂牌	108°12'09.79"E, 27°29'35.99"N, H: 554 m	200	三级	淹没区外距淹没线水平距离约 290m
10.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县三溪村龙井沟	树高 28.5m, 胸径 35cm, 冠幅 12m×10m, 长势良好, 已挂牌	108°12'10.11"E, 27°29'35.66"N, H: 553 m	200	三级	淹没区外距淹没线水平距离约 290m
11.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县三溪村龙井沟	树高 25.5m, 胸径 31cm, 冠幅 16m×14m, 长势良好, 已挂牌	108°12'10.27"E, 27°29'35.92"N, H: 545 m	180	三级	淹没区外距淹没线水平距离约 290m
12.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县三溪村龙井沟	树高 25.5m, 胸径 30cm, 冠幅 16m×12m, 长势良好, 已挂牌	108°12'10.29"E, 27°29'36.02"N, H: 553 m	200	三级	淹没区外距淹没线水平距离约 290m
13.	黑壳楠 <i>Lindera megaphylla</i>	思南县三溪村龙井沟	树高 18.7m, 胸径 23cm, 冠幅 16m×14m, 长势良好, 已挂牌	108°12'09.54"E, 27°29'36.43"N, H: 545m	150	三级	淹没区外距淹没线水平距离约 300m
14.	黑壳楠 <i>Lindera megaphylla</i>	思南县三溪村龙井沟	树高 18.5m, 胸径 27cm, 冠幅 18m×16m, 长势良好, 已挂牌	108°12'09.48"E, 27°29'36.37"N, H: 556m	150	三级	淹没区外距淹没线水平距离约 300m
15.	柏木 <i>Cupressus funebris</i>	思南县三溪村卡子	树高 25.5m, 胸径 22cm, 冠幅 4m×5m, 长势良好, 已挂牌	108°12'17.29"E, 27°29'32.35"N, H: 598m	200	三级	淹没区外距淹没线水平距离约 200m

表 4.4.3-5

评价范围内涉及古树资源分布

序号	种名	分布位置	生长状况	GPS 点位	树龄(年)	保护级别	位置关系
16.	柏木 <i>Cupressus funebris</i>	思南县三溪村卡子	树高 25.5m, 胸径 19cm, 冠幅 4m×5m, 长势良好, 已挂牌	108°12'17.40"E, 27°29'32.45"N, H: 616	200	三级	淹没区外距淹没线 水平距离约 200m
17.	柏木 <i>Cupressus funebris</i>	思南县三溪村卡子	树高 20.5m, 胸径 22cm, 冠幅 8m×5m, 长势良好, 已挂牌	108°12'17.39"E, 27°29'32.46"N, H: 601	200	三级	淹没区外距淹没线 水平距离约 200m
18.	柏木 <i>Cupressus funebris</i>	思南县三溪村卡子	树高 22.5m, 胸径 20cm, 冠幅 6m×6m, 长势良好, 已挂牌	108°12'17.27"E, 27°29'32.46"N, H: 598	200	三级	淹没区外距淹没线 水平距离约 200m
19.	柏木 <i>Cupressus funebris</i>	思南县三溪村卡子	树高 18.5m, 胸径 19cm, 冠幅 10m×4m, 长势良好, 已挂牌	108°12'17.21"E, 27°29'32.47"N, H: 603	200	三级	淹没区外距淹没线 水平距离约 200m
20.	柏木 <i>Cupressus funebris</i>	思南县三溪村卡子	树高 20.5m, 胸径 21cm, 冠幅 6m×8m, 长势良好, 已挂牌	108°12'17.23"E, 27°29'32.42"N, H: 603	200	三级	淹没区外距淹没线 水平距离约 200m
21.	柏木 <i>Cupressus funebris</i>	思南县黄河村口岩	树高 15.5m, 胸径 34.5cm, 冠幅 12m×11m, 长势良好, 已挂牌	108°11'24.70"E, 27°28'57.92"N, H: 539	350	二级	淹没区外距淹没线 水平距离约 70m
22.	黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	思南县黄河村寨上	树高 30.9m, 胸径 44.00cm, 冠幅 22m×16m, 长势良好, 已挂牌	108°11'29.46" E, 27°28'56.15"N, H: 504	300	二级	淹没区外距淹没线 水平距离约 120m
23.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县鞍山村生基湾	树高 20.5m, 胸径 18.9cm, 冠幅 15m×16m, 长势良好, 已挂牌	108°11'33.22"E, 27°29'04.42"N, H: 475	150	三级	淹没区外距淹没线 水平距离约 200m
24.	朴树 <i>Celtis sinensis</i>	思南县鞍山村马安山	树高 30.9m, 胸径 28.2cm, 冠幅 16m×18m, 长势良好, 已挂牌	108°11'34.90"E, 27°29'24.45"N, H: 576	200	三级	淹没区外距淹没线 水平距离约 220m
25.	朴树 <i>Celtis sinensis</i>	思南县鞍山村龙洞湾	树高 23.5m, 胸径 43cm, 冠幅 18m×16m, 长势良好, 已挂牌	108°11'42.05"E, 27°29'27.53"N, H: 514	350	二级	淹没区外距淹没线 水平距离约 30m, 距 离天桥 1#支管约 6m
26.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县鞍山村野鸡湾	树高 25.5m, 胸径 35cm, 冠幅 24m×24m, 长势良好, 已挂牌	108°11'32.83"E, 27°29'40.45"N, H: 492	200	三级	淹没区外距淹没线 水平距离约 80m
27.	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	思南县鞍山村野鸡湾	树高 20.5m, 胸径 32cm, 冠幅 20m×20m, 长势良好, 已挂牌	108°11'32.80"E, 27°29'40.36"N, H: 490	150	三级	淹没区外距淹没线 水平距离约 80m
28.	黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	思南县鞍山村顾家坡	树高 20.5m, 胸径 38cm, 冠幅 22m×20m, 长势良好, 已挂牌	108°11'37.15" E, 27°29'43.85"N, H: 575	350	二级	淹没区外距淹没线 水平距离约 250m
29.	樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	印江县新寨乡大桥组	树高 24.5m, 胸径 96cm, 冠幅 12m×18m, 长势良好, 已挂牌	108°23'53.52"E, 27°51'16.84"N, H: 537m	280	三级	淹没区外距淹没线 水平距离约 30m

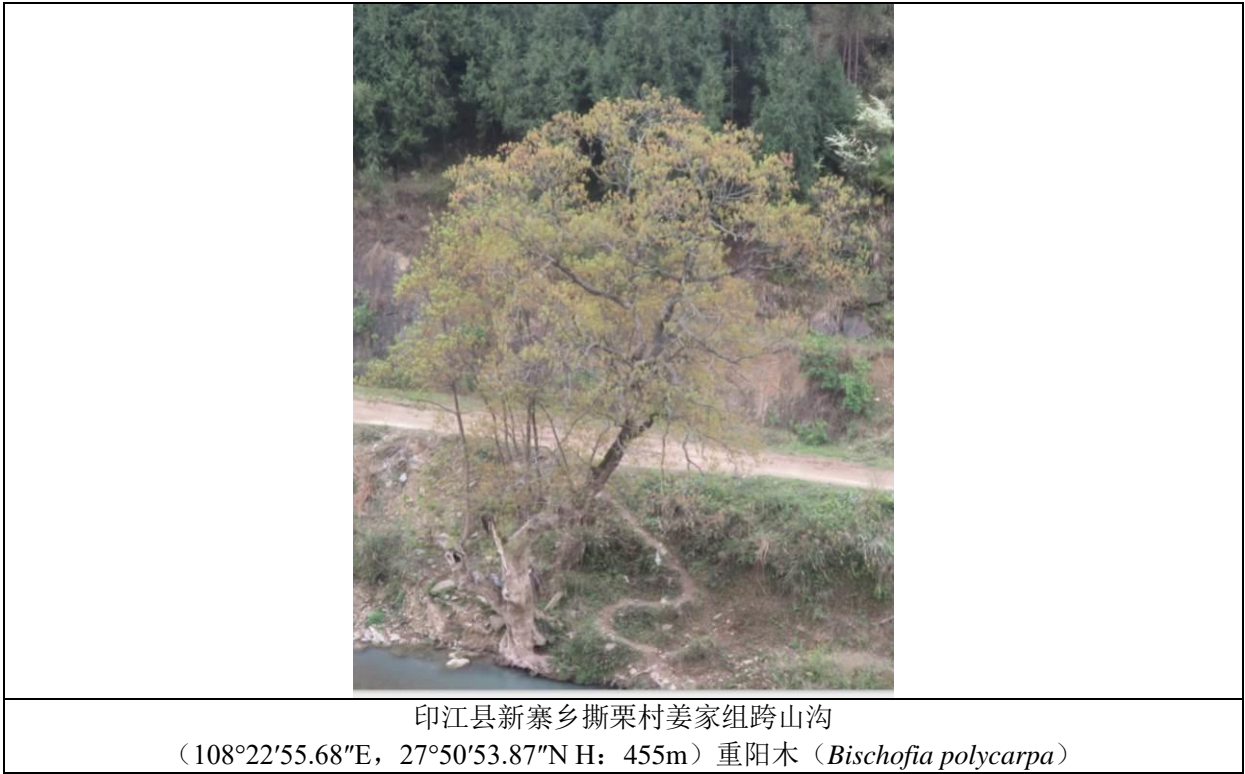


图 4.4.3-2 淹没区涉及古树资源

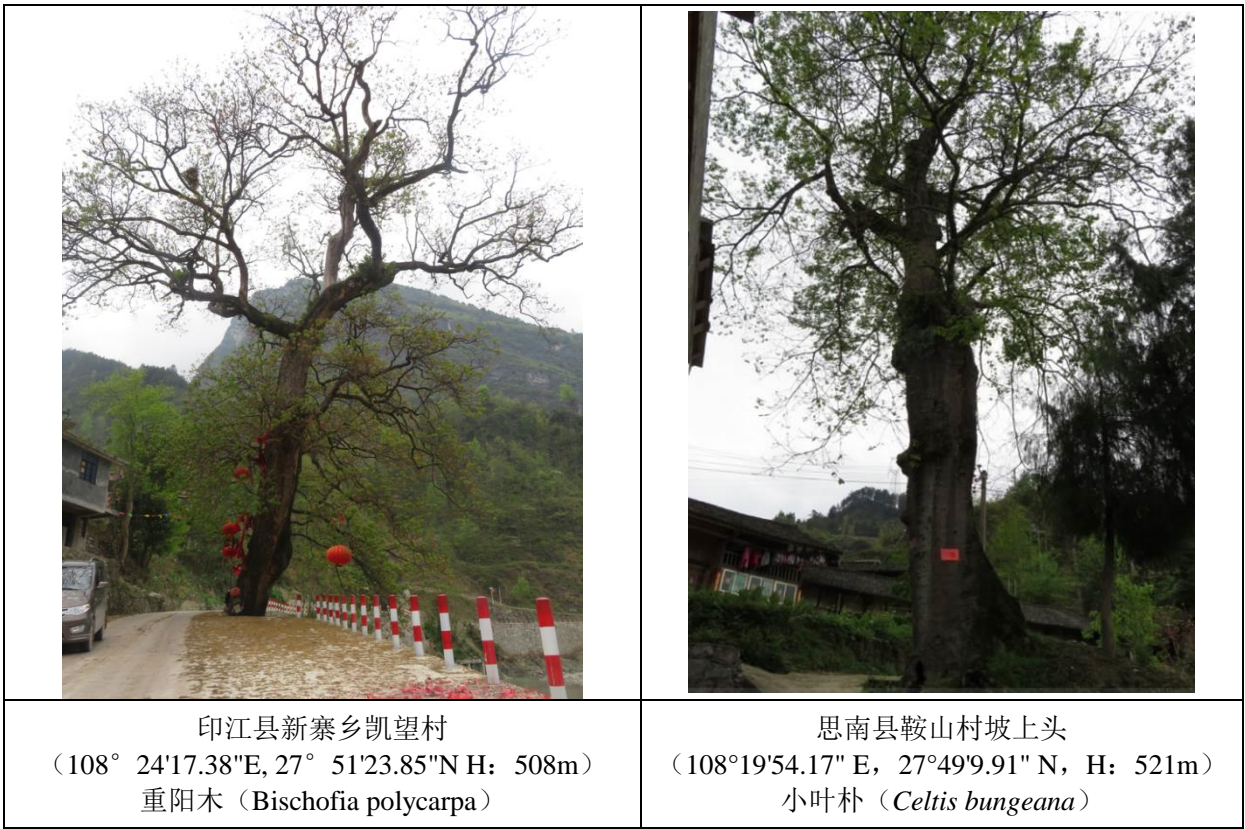


图 4.4.3-3 评价区部分古树资源

4.4.3.4.外来入侵物种

依据《中国外来入侵物种名单》(第一批, 2003 年)、《中国外来入侵物种名单》(第二批, 2010 年)、《中国外来入侵物种名单》(第三批, 2014 年)、《中国外来入侵物种名单》(第四批, 2016 年)等资料, 通过现场调查, 评价区外来入侵物种主要有垂序商陆、土荆芥、反枝苋、刺苋、一年蓬、喜旱莲子草, 在枢纽工程区零星分布于鞍山村、下学庄村、天桥乡、黄河村、撕栗坪村, 在管线区零星分布于上头坝村、江寨村、皂角溪村。多零散分布于评价区水渠、河沟附近。评价区内外来入侵物种植物分布零散、面积较小, 危害程度较轻。

4.4.4 陆生动物

4.4.4.1 陆生脊椎动物区系及种类组成

根据《中国动物地理》(张荣祖, 2011)的中国动物地理区划, 评价区动物区划属于东洋界——华中区——西部山地高原亚区——贵州高原省——亚热带常绿阔叶林灌—农田动物群。

2017 年 8-9 月、2018 年 4 月, 陆生生态项目组对本工程评价区的陆生动物现状进行了实地调查。在调查过程中, 根据工程特点, 选择典型生境进行考察分析, 采用样线法、样点法对陆生野生动物进行了外业调查, 并与沿线村庄村民及项目所在区域的林业部门的技术人员进行了座谈, 在此基础上, 查阅并参考《中国动物志》(两栖纲)(科学出版社, 2009 年)、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》(赵尔宓, 张学文等, 2000 年)、《中国鸟类分类与分布名录(第 2 版)》(郑光美, 2011 年)、《中国爬行动物图鉴》(中国野生动物保护协会, 2002 年)、《中国鸟类图鉴》(钱燕文, 1995 年)、《中国脊椎动物大全》(刘明玉, 解玉浩等, 2000 年)、《中国兽类野外手册》(贵州教育出版社, 2009 年)以及关于本地区脊椎动物类的相关专著、文献资料:《贵州野生动物名录》(李子忠, 2011 年)、《贵州鸟类志》(吴至康等, 1986 年)、《贵州两栖类志》(伍律等, 1988 年)、《贵州爬行类志》(伍律、李德俊, 1985 年)、《贵州兽类志》(罗蓉等, 1993 年)、《贵州兽类物种多样性现状及保护对策》(罗蓉等, 2001 年)、《贵州爬行动物研究》(李德俊, 1985 年)、《贵州爬行动物分布名录》(李德俊, 1985 年)、《贵州的鸟类资源现状》(王虹、王有辉、向准等, 2011 年)、《贵州省啮齿动物分布及名录》(龚晓俊、陈贵春、刘昭兵等, 2013 年)、《贵州药用脊

椎动物地理分布的初步研究》（田应洲）、《乌江思林水电站库区库周鸟类资源调查及评价》（辜永河,1999 年）等，对评价区的动物资源现状得出综合结论。

评价区共有陆生脊椎动物 4 纲 26 目 68 科 138 种；未发现国家 I 级重点保护野生动物；有国家 II 级重点保护野生动物 11 种，有贵州省级重点保护野生动物 35 种。

评价区两栖类、爬行类、鸟类、兽类各纲的种类组成、区系、保护等级参见表 4.4.4-1。

表 4.4.4-1 评价范围内陆生脊椎动物数量、区系及保护情况

种类组成 (枢纽区/线路区/合计)				动物区系 (枢纽区/线路区/合计)			保护动物 (枢纽区/线路区/合计)	
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家级 II 级	贵州 省级
两栖纲	1/1/1	5/5/5	12/10/13	10/8/11	0/0/0	2/2/2	0/0/0	10/8/12
爬行纲	1/2/2	6/7/8	15/14/18	8/7/10	0/0/0	7/7/8	0/0/0	11/8/12
鸟纲	15/14/16	37/34/39	73/69/78	15/17/17	4/4/4	54/48/57	8/9/9	7/6/9
兽纲	6/5/7	12/11/16	24/24/29	13/12/16	1/1/1	10/9/12	0/3/3	2/2/2
合计	23/21/26	60/56/68	124/115/138	46/44/54	5/5/5	73/66/79	8/12/12	30/24/35

4.4.4.2 两栖类

(1) 种类、数量及分布

评价区内两栖动物有 1 目 5 科 13 种（名录详见附录 2），未发现国家级重点保护两栖动物，有贵州省级重点保护动物 12 种，包括泽陆蛙（*Fejervarya limnocharis*）、黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculata*）、沼水蛙（*Hylarana guentheri*）、饰纹姬蛙（*Microhyla ornata*）等。两栖动物中的中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）、泽陆蛙、黑斑侧褶蛙、棘腹蛙（*Paa boulengeri*）等为评价区常见种。

(2) 区系组成

按区系类型分，评价区两栖类分为东洋种和广布种，其中东洋种 11 种，广布种 2 种。

(3) 生态类型

根据生活习性的不同，评价区内的两栖类可分为以下 4 种生态类型：

静水型（在静水或缓流中觅食）：黑斑侧褶蛙、沼水蛙和弹琴蛙（*Rana adenopleura*）3 种。主要分布在评价区内河流、水库、池塘及稻田，与人类活动关系较密切。

溪流型（在流水中活动觅食）：棘胸蛙（*Paa spinosa*）、棘腹蛙 2 种。主要分布在评价区内的山涧溪流。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：中华蟾蜍、粗皮姬蛙(*Microhyla butleri*)、泽陆蛙、饰纹姬蛙、小弧斑姬蛙 (*Microhyla heymonisi*)、镇海林蛙 (*Rana zhenhaiensis*) 6 种。主要分布在评价区内离水源不远的陆地上活动，与人类活动关系较密切。

树栖型（在树上活动觅食，离水源较近的林子）：包括华西雨蛙 (*Hyla annectans*) 和斑腿泛树蛙 (*Polypedates megacephalus*) 2 种，主要分布在评价区内离水源不远的林地。

4.4.4.3 爬行类

(1) 种类、数量及分布

评价区内爬行类共有 2 目 8 科 18 种（名录见附录 2），游蛇科的种类最多，有 7 种，占 38.89%。评价区未发现国家重点保护爬行动物，贵州省级重点保护爬行动物 12 种，包括王锦蛇 (*Elaphe carinata*)、黑眉锦蛇 (*Elaphe taeniura*)、乌梢蛇 (*Zaocys dhumnades*)、尖吻蝮 (*Deinagkistrodon acutus*)、竹叶青蛇 (*Trimeresurus stejnegeri*) 等。爬行类中北草蜥 (*Takydromus septentrionalis*)、中国石龙子 (*Eumeces chinensis*)、黑眉锦蛇等为评价区内常见种。

(2) 区系组成

按照爬行动物的区系类型分，可将其分为 2 种区系类型：东洋种 10 种，占 55.56%；广布种 8 种，占 44.44%。

(3) 生态类型

根据评价区内爬行动物生活习性的不同，可以将评价区内爬行动物分为以下 4 种生态类型：

水栖型（在水中生活、觅食的爬行类）：包括平胸龟 (*Platysternon megacephalum*)、鳖 2 种。主要在评价区内的水体中活动。

住宅型（在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：如多疣壁虎 (*Gekko japonicus*)，主要在评价区中的居民点附近生活。

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：中国石龙子、铜蜓蜥 (*Sphenomorphus indicus*)、北草蜥、尖吻蝮、山烙铁头蛇 (*Ovophis monticola*) 和原矛头蝮 (*Protobothrops mucrosquamatus*) 6 种。它们主要在评价区内的灌丛中活动，与人类活动关系较密切。

林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：包括赤链蛇 (*Dinodon rufozonatum*)、王锦蛇、玉斑锦蛇 (*Elaphe mandarina*)、黑眉锦蛇、翠青蛇、虎斑颈槽蛇 (*Rhabdophis*

tigrinus)、乌梢蛇、银环蛇(*Bungarus multicinctus*)和竹叶青蛇等9种。它们主要在评价区内水域附近的山间林地活动。评价区中林栖傍水型爬行类种类数量均最多,此种生态类型构成了评价区爬行类的主体。

4.4.4.4 鸟类

(1) 种类、数量及分布

评价区内鸟类有78种,隶属于16目39科(名录见附录2)。其中,雀形目鸟类最多,共41种,占52.56%。评价区内未发现国家I级保护鸟类;有国家II级保护鸟类9种,即鸳鸯(*Aix galericulata*)、黑鸢(*Milvus lineatus*)、雀鹰(*Accipiter nisus*)、普通鵟(*Buteo buteo*)、鹊鹞(*Circus melanoleucos*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)、草鸮(*Tyto capensis*)和斑头鸺鹠(*Glaucidium cuculoides*),有贵州省级重点保护鸟类9种,包括鹰鹞(*Cuculus sparveroides*)、四声杜鹃(*Cuculus micropterus*)、大杜鹃(*Cuculus canorus*)、戴胜(*Upupa epops*)、蚁鴛(*Jynx torquilla*)、斑姬啄木鸟(*Picumnus innominatus*)、灰头绿啄木鸟(*Picus canus*)、黑枕黄鹂(*Oriolus chinensis*)、大山雀(*Parus major*)等。

(2) 区系组成

在评价区内的鸟类中,东洋种有17种,占21.80%;古北种有4种,占5.13%;广布种有57种,占73.07%。

(3) 居留型

在评价区内的鸟类中,留鸟47种,占60.26%;冬候鸟7种,占8.97%;夏候鸟22种,占28.21%,旅鸟2种,占2.56%。

(4) 生态类型

按生活习性的不同,可以将评价区内的鸟类分为以下六类:

游禽(脚向后伸,趾间有蹼,有扁阔的或尖嘴,善于游泳、潜水和在水中掏取食物):在评价区有鸕鹚目、鸕形目和雁形目的部分种类。如小鸕鹚(*Tachybaptus ruficollis*)、普通鸕鹚(*Phalacrocorax carbo*)、鸳鸯、斑嘴鸭(*Anas poecilorhyncha*)4种,它们在评价区内主要在河岸边活动、捕食,主要分布在评价区河流、池塘周边。

涉禽(嘴、颈和脚都比较长,脚趾也很长,适于涉水行进,不会游泳,常用长嘴插入水底或地面取食):在评价区有鸕形目、鸕形目和鸕形目的部分种类。如白鹭(*Egretta garzetta*)、大白鹭(*Egretta alba*)、中白鹭(*Egretta intermedia*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)、白胸苦恶鸟(*Amaurornis phoenicurus*)、红胸田鸡(*Porzana*

fusca) 和剑鸻 (*Charadrius hiaticula*) 共 8 种, 它们主要栖息于评价区的河流、水库及水田附近。

陆禽 (体格结实, 嘴坚硬, 脚强而有力, 适于挖土, 多在地面活动觅食): 在评价区有鸡形目和鸽形目的部分种类。如灰胸竹鸡 (*Bambusicola thoracica*)、环颈雉 (*Phasianus colchicus*)、红腹锦鸡、山斑鸠 (*Streptopelia orientalis*)、火斑鸠 (*Streptopelia tranquebarica*)、珠颈斑鸠 (*Streptopelia chinensis*) 6 种。主要活动于评价区内有人类活动区域。

猛禽 (具有弯曲如钩的锐利嘴和爪, 翅膀强大有力, 能在天空翱翔或滑翔, 捕食空中或地下活的猎物): 在评价区内隼形目和鸮形目的部分种类。如雀鹰、普通鵟、红隼、黑鸢、鹊鹞、草鸢、斑头鸺鹠 7 种。它们在评价区内的山林中筑巢, 活动范围较广, 在评价区内广泛分布。

攀禽 (嘴、脚和尾的构造都很特殊, 善于在树上攀缘): 在评价区内鸛形目、夜鹰目、佛法僧目、戴胜目和鷲形目的部分种类。如四声杜鹃、大杜鹃、鹰鹃、普通夜鹰、白腰雨燕 (*Apus pacificus*)、普通翠鸟 (*Alcedo atthis*)、蓝翡翠 (*Halcyon pileata*)、冠鱼狗 (*Ceryle lugubris*)、戴胜、蚁鵙 (*Jynx torquilla*)、斑姬啄木鸟 (*Picumnus innominatus*)、灰头绿啄木鸟等 12 种, 它们在评价区内主要分布于河岸两旁林中或供水区村寨周围林缘。

鸣禽 (鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小, 体态轻捷, 活泼灵巧, 善于鸣叫和歌唱, 且巧于筑巢): 雀形目的所有鸟类都为鸣禽, 在评价区内共有 41 种, 它们在评价区内分布广泛。

4.4.4.5 兽类

(1) 种类、数量及分布

评价区内兽类共有 7 目 16 科 29 种 (名录见附录 2), 评价区内未发现国家 I 级保护野生兽类; 有国家 II 级重点保护野生兽类 2 种即穿山甲 (*Manis pentadactyla*) 和小灵猫 (*Viverricula indica*); 有贵州省级重点保护野生兽类 2 种, 小鹿 (*Muntiacus reevesi*) 和毛冠鹿 (*Elaphodus cephalophus*)。

(2) 区系组成

按区系类型划分, 可将评价区内的兽类分为以下 3 类: 东洋种 16 种, 占 55.17%; 古北种 1 种, 占 3.45%; 广布种 12 种, 占 41.38%。

(3) 生态类型

根据评价区兽类生活习性的不同，可以将上述种类分为以下 4 种生态类型：

半地下生活型（穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：此种类型的有黑线姬鼠（*Asida agrarius*）、小家鼠（*Mus musculus*）、褐家鼠（*Rattus novogicus*）、社鼠（*Niviventer confucianus*）、黄胸鼠（*Rattus flavipectus*）、针毛鼠（*Rattus huang*）、白腹巨鼠（*Rattus coxingi*）、花白竹鼠（*Rhizomys pruinosus*）、豪猪（*Hystrix brachyura*）、黄鼬（*Mustela sibirica*）、鼬獾（*Melogale moschata*）、猪獾（*Arctonyx collaris*）、狗獾（*Meles meles*）、穿山甲和喜马拉雅水麝鼯（*Chinmmarogale himalayica*）15 种。它们在评价区内主要活动于山林和田野中，其中小家鼠与人类关系密切，主要分布在库区附近的村落和山林以及各供水区范围。

地面生活型（主要在地面上活动、觅食）：小灵猫、花面狸（*Paguma larvata*）、豹猫（*Felis bengalensis*）、野猪（*Sus scrofa*）、赤狐（*Vulpes vulpes*）、小鹿、毛冠鹿和华南兔（*Lepus sinensis*）8 种。在评价区内林中分布，与人类关系较密切，主要分布在各林间山体中。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型兽类）：有大菊头蝠（*Rhinolophus luctus*）、大蹄蝠（*Hipposideros armiger*）和普通伏翼（*Dipistrellus abramus*）3 种。它们在评价区内主要分布于在居民点附近，傍晚接近天黑时出来活动。

树栖型（主要在树上栖息、觅食）：该类型有赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）和珀氏长吻松鼠（*Dremomys pernyi*）2 种。在评价区内分布在乌江干支流两岸的树林中。

4.4.4.6 国家及省级重点保护陆生野生动物

（1）国家重点保护野生动物

根据国家在 1990 年 8 月颁布的《野生动物保护法》中附录“国家重点保护野生动物名录”的规定、贵州省人民政府 1992 年 7 月发布《贵州省重点保护野生动物名录的通知》中附录“贵州省重点保护野生动物名录”的规定，国家林业局 2000 年 8 月发布的《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录令》及其他相关著作、文献和走访调查发现，在花滩子水库工程评价区域范围内分布的陆生脊椎动物中，未发现国家 I 级重点保护野生动物；有国家 II 级重点保护动物 11 种分布：鸳鸯、黑鸢、雀鹰、鹊鹛、普通鵲、红隼、红腹锦鸡、草鸮、斑头鸺鹠、穿山甲和小灵猫，其数量及分布见表 4.4.4-2。其中穿山甲、小灵猫主要分布于思南万圣山省级森林公园区域；鸳鸯为游禽，分布于乐茂江等水域；红腹锦鸡为陆禽，主要分布于评价区外缘植被较为丰富的林地生境，种群数量较少。其他均为猛禽，活动范围较广。

表 4.4.4-2 评价区国家重点保护野生动物名录

中文名、拉丁名	生境	区系类型	居留型(鸟类)	数量	保护等级
1. 鸳鸯 <i>Aix galericulata</i>	见于小河沟、水库、池塘或水田中。	广布种	留	+	Ⅱ级
2. 黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	多栖息在海拔 800~2300m 山区林地、河流沿岸、林边。	广布种	留	++	Ⅱ级
3. 雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	常单独活动。多栖息于海拔 550~1100m 山地针、阔叶混交林或稀疏林间的灌木丛中。	广布种	冬	++	Ⅱ级
4. 普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	栖息于山地森林和林缘地带。	广布种	冬	+	Ⅱ级
5. 红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	居民点、山林附近的田野和水边岩石及枯树枝头。	广布种	留	+	Ⅱ级
6. 鹊鹞 <i>Circus melanoleucos</i>	栖息于开阔的低山丘陵和山脚平原、草地、旷野、河谷、沼泽、林缘灌丛和沼泽草地。	广布种	冬	+	Ⅱ级
7. 红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	多生活在多岩的山区。在针、阔叶常绿落叶混交林和落叶、常绿阔叶混交林中数量较多。	东洋种	留	+	Ⅱ级
8. 草鸮 <i>Tyto capensis</i>	栖息于南部地区的山麓草灌丛中。	东洋种	留	+	Ⅱ级
9. 斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	多栖息于山区阔叶林，白天也活动，但黄昏频繁。营巢于树洞中。	东洋种	留	+	Ⅱ级
10. 穿山甲 <i>Manis pentadactyla</i>	栖息于丘陵、山麓、平原的树林潮湿地带，喜炎热，能爬树。	东洋种	—	+	Ⅱ级
11. 小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	广泛栖息于热带、亚热带和暖温带的山区、丘陵台地和农田。	东洋种	—	+	Ⅱ级

(2) 省级重点保护野生动物

贵州省重点保护野生动物有 35 种，其中两栖类有 12 种，包括华西雨蛙、斑腿泛树蛙、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙、小弧斑姬蛙、镇海林蛙、黑斑侧褶蛙、沼水蛙、弹琴蛙、泽陆蛙、棘胸蛙和棘腹蛙；爬行类有 12 种，如翠青蛇、赤练蛇、王锦蛇、玉斑锦蛇、黑眉锦蛇、虎斑颈槽蛇、乌梢蛇、银环蛇、尖吻蝮、山烙铁头蛇、原矛头蝮和竹叶青蛇；鸟类 9 种如包括四声杜鹃、大杜鹃、噪鹛、戴胜、蚁鸢、斑姬啄木鸟、灰头绿啄木鸟、黑枕黄鹂和大山雀；兽类有小鹿和毛冠鹿 2 种。详见表 4.4.4-3。

表 4.4.4-3 评价区贵州省重点保护野生动物名录

中文名、拉丁名	分布	居留型(鸟类)	区系类型	数量	保护等级
1. 华西雨蛙 <i>Hyla annectans</i>	评价区近水山林中	—	东洋种	+	省级
2. 斑腿泛树蛙 <i>Polypedates</i>	评价区近水山林中	—	东洋种	++	省级

表 4.4.4-3 评价区贵州省级重点保护野生动物名录

中文名、拉丁名	分布	居留型 (鸟类)	区系 类型	数量	保护 等级
<i>megacephalus</i>					
3. 粗皮姬蛙 <i>Microhyla butleri</i>	评价区灌草丛、林地附近 广泛分布	—	东洋种	+	省级
4. 饰纹姬蛙 <i>Microhyla ornata</i>	评价区灌草丛、林地附近 广泛分布	—	东洋种	++	省级
5. 小弧斑姬蛙 <i>Microhyla heymonsi</i>	评价区近稻田、水坑或沼 泽或草丛中广泛分布	—	东洋种	++	省级
6. 镇海林蛙 <i>Rana zhenhaiensis</i>	评价区丘陵至海拔 2000m 以下的山区	—	东洋种	++	省级
7. 黑斑侧褶蛙 <i>Pelophylax nigromaculata</i>	评价区水域及农田附近广 泛分布	—	广布种	+++	省级
8. 沼水蛙 <i>Hylarana guentheri</i>	评价区水域及农田附近广 泛分布	—	东洋种	++	省级
9. 弹琴蛙 <i>Rana adenopleura</i>	评价区山区的梯田、水草 地、水塘	—	东洋种	+	省级
10. 泽陆蛙 <i>Fejervarya limnocharis</i>	评价区广泛分布	—	东洋种	+++	省级
11. 棘胸蛙 <i>Paa spinosa</i>	评价区近水灌草丛、林地 附近	—	东洋种	+	省级
12. 棘腹蛙 <i>Rana boulengeri</i>	评价区近山溪及水塘边的 石下	—	东洋种	+	省级
13. 翠青蛇 <i>Eutechinus major</i>	评价区靠近水源的灌林、 草丛中	—	东洋种	++	省级
14. 赤链蛇 <i>Dinodon rufozonatum</i>	评价区靠近水源的灌林、 草丛中	—	广布种	++	省级
15. 王锦蛇 <i>Elaphe carinata</i>	评价区靠近水源的灌林、 草丛中	—	东洋种	++	省级
16. 玉斑锦蛇 <i>Elaphe mandarina</i>	评价区靠近水源的灌林、 草丛中	—	东洋种	+	省级
17. 黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>	评价区靠近水源的灌林、 草丛中	—	东洋种	+++	省级
18. 虎斑颈槽蛇 <i>Rhabdophis tigrinus</i>	评价区靠近水源的灌林、 草丛中	—	广布种	++	省级
19. 乌梢蛇 <i>Zaocys dhumnades</i>	评价区靠近水源的灌林、 草丛中	—	东洋种	++	省级
20. 银环蛇 <i>Bungarus multicinctus</i>	评价区山区、丘陵山地及 平坝多水处及灌木林	—	东洋种	+	省级
21. 尖吻蝮 <i>Deinagkistrodon acutus</i>	评价区靠近水源的灌林、 草丛中	—	东洋种	+	省级
22. 山烙铁头蛇 <i>Ovophis monticola</i>	评价区灌木丛及杂草中及 住屋周围	—	东洋种	+	省级
23. 原矛头蝮 <i>Protobothrops mucrosquamatus</i>	评价区靠近水源的灌林、 草丛中	—	东洋种	+	省级
24. 竹叶青蛇 <i>Trimeresurus stejnegeri</i>	评价区近水山林中	—	东洋种	++	省级
25. 四声杜鹃 <i>Cuculus micropterus</i>	评价区各近水山林、灌丛 地	夏候鸟	东洋种	++	省级
26. 大杜鹃 <i>Cuculus canorus</i>	评价区各近水山林、灌丛	夏候鸟	广布种	+	省级

表 4.4.4-3 评价区贵州省级重点保护野生动物名录

中文名、拉丁名	分布	居留型 (鸟类)	区系 类型	数量	保护 等级
	地				
27. 噪鹛 <i>Eudynamys scolopacea</i>	评价区各近水山林、灌丛地	夏候鸟	东洋种	+	省级
28. 戴胜 <i>Upupa epops</i>	评价区林缘、河谷、农田、草地、村寨等开阔地	留鸟	广布种	+	省级
29. 蚁鴷	评价区田边、村寨附近树林中	冬候鸟	古北种	+	省级
30. 斑姬啄木鸟 <i>Picumnus innominatus</i>	评价区低海拔近水山林中，也到居民区活动	留鸟	东洋种	+	省级
31. 灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>	评价区低海拔近水山林中，也到居民区活动	留鸟	广布种	+	省级
32. 黑枕黄鹂 <i>Oriolus chinensis</i>	评价区山林中，也到居民区活动	夏候鸟	东洋种	+	省级
33. 大山雀 <i>Parus major</i>	评价区低海拔林中广泛分布	留鸟	广布种	++	省级
34. 小鹿 <i>Muntiacus reevesi</i>	评价区低山丘陵地区灌丛	—	东洋种	+	省级
35. 毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	评价区林缘以及耕作区附近	—	东洋种	+	省级

4.4.5 土地利用现状

本项目主要包括水库枢纽区和供水灌溉工程区，其中枢纽区涉及印江县新寨镇缠溪镇及思南县天桥乡、邵家桥镇、孙家坝镇，供水灌溉工程区包括思南县中心城区、工业园区、塘头镇、邵家桥镇、孙家坝镇、凉水井镇、鹦鹉溪镇、天桥乡。评价范围内土地利用现状统计结果见表 4.4.5-1。根据统计结果，评价区土地利用类型以林地、建设用地为主，园地、水域及水利设施用地面积相对较小。

表 4.4.5-1 评价区土地利用现状统计表

斑块类型	面积 (hm ²)	占评价范围 (%)	数目 (块)	比例 (%)
林地	5140.90	32.12	8346	25.36
灌草地	2300.49	14.37	11810	35.89
园地	303.11	1.89	484	1.47
耕地	2515.25	15.72	6783	20.61
水域及水利设施用地	649.44	4.06	264	0.80
建设用地	5095.87	31.84	5220	15.86
合计	16005.06	100.00	32907	100.00

4.4.5.1 水库枢纽区土地利用现状

本工程枢纽区包括库区、坝区、枢纽建设区、施工道路、渣料场等，枢纽区土地利用现状见表 4.4.5-2。由统计表可知，水库枢纽区土地利用类型以林地、灌草地为主，其中林地分布面积最大，为 947.94hm²，占枢纽工程评价区总面积的 46.02%；灌草地面积

为 377.15hm²，占枢纽工程评价区总面积的 18.31%；水域及水利设施用地、建设用地等面积相对较小。根据工程布置，结合现场调查，枢纽工程评价区内林地主要分布于坝址左岸的楼房坡村、鞍山村及坝址右岸的龙井村、小溪口村、撕栗坪村等地；枢纽工程评价区内灌草地主要分布于坝址左岸~楼房坡村~凯望村，坝址右岸~下学庄~上学庄等地。

表 4.4.5-2 枢纽工程评价区土地利用现状

斑块类型	面积 (hm ²)	比例 (%)	数目 (块)	比例 (%)
林地	947.94	46.02	1295	26.11
灌草地	377.15	18.31	1772	35.72
园地	82.43	4.00	113	2.27
耕地	343.58	16.68	1044	21.04
水域及水利设施用地	19.80	0.96	79	1.59
建设用地	289.01	14.03	658	13.26
合计	2059.90	100.00	4961	100.00



枢纽工程评价区楼房坡村沟里



枢纽工程建设区坝址



枢纽工程评价区天生桥



枢纽工程评价区库尾凯望村

图 4.4.5-1 枢纽工程评价区土地利用现状

4.4.5.2 供水灌溉工程区土地利用现状

供水灌溉工程区包括输水系统、隧洞、泵站、管道及附属建筑物等，土地利用现状情况见表 4.4.5-3。由表可知：供水灌溉工程区土地利用类型以林地、建设用地为主。其中建设用地所占面积最大，为 4806.86hm²，占供水灌溉工程评价区总面积的 34.47%；林地面积为 4192.96hm²，占供水灌溉工程评价区总面积的 30.07%；供水灌溉工程评价区内园地、水域及水利设施用地等面积相对较小。根据工程布置，结合现场调查，供水

灌溉工程评价区内林地主要分布于邵家桥隧洞大龙头村段~北干管德胜关村段~关中坝等地；供水灌溉工程评价区内建设用地主要分布于思南县城以及工业园区，还包括塘头镇、邵家桥镇、天桥乡、孙家坝镇等乡镇附近。

表 4.4.5-3 供水灌溉工程评价区土地利用现状

斑块类型	面积 (hm ²)	比例 (%)	数目 (块)	比例 (%)
林地	4192.96	30.07	7051	25.23
灌草地	1923.35	13.79	10038	35.92
园地	220.68	1.58	371	1.33
耕地	2171.68	15.57	5739	20.54
水域及水利设施用地	629.64	4.52	185	0.66
建设用地	4806.86	34.47	4562	16.32
合计	13945.16	100.00	27946	100.00



供水灌溉工程区塘头镇上寨村附近



供水灌溉工程区工业园附近



供水灌溉工程区上头坝村附近



供水灌溉工程区思南县城

图 4.4.5-2 供水灌溉工程评价区土地现状

4.4.6 生态体系组成与特征

根据景观生态学概念，景观生态体系的组成即生态系统或土地利用类型结构，本报告用评价区内主要的土地利用类型等作为景观体系的基本单元拼块进行景观特征分析。

4.4.6.1 枢纽工程评价区景观生态体系组成

花滩子水库工程枢纽区景观生态体系包括：以马尾松、柏木等为主的针叶林，以响叶杨、朴树、枫香树等为主的阔叶林，以刺槐、柑橘、李等为主的经济林，以黄荆、火

棘、白茅等为主的灌丛及灌草丛，以玉米、番薯等为主的农业植被，以交通、居住区用地为主的城镇/村落生态系统，以河流、水库、坑塘为主的水生生态系统，详见表 4.4.6-1。

表 4.4.6-1 枢纽工程区景观拼块的面积统计表

序号	斑块类型	面积 (hm ²)	所占比例 (%)
1	以马尾松、柏木等为主的针叶林	294.37	14.29
2	以响叶杨、朴树、枫香树等为主的阔叶林	653.56	31.73
3	以刺槐、柑橘、李等为主的经济林	82.43	4.00
4	以黄荆、火棘、白茅等为主的灌丛及灌草丛	377.15	18.31
5	以玉米、番薯等为主的农业植被	343.58	16.68
6	以居住区用地为主的城镇/村落生态系统	289.01	14.03
7	以河流、水库、坑塘为主的水生生态系统	19.80	0.96
合计		2059.9	100.00

由表可知，水库枢纽区人为活动较少，景观生态体系组成以响叶杨、枫香树等为主的阔叶林为主，其次为以黄荆、火棘、白茅等为主的灌丛及灌草丛，其它拼块面积相对较小。

4.4.6.2 供水灌溉工程区景观生态体系组成

花滩子水库工程供水灌溉工程区景观生态体系包括：以柏木、马尾松等为主的针叶林，以响叶杨、枫香等为主的阔叶林，以银杏、梨等为主的经济林，以黄荆、铁仔、白茅等为主的灌丛及灌草丛，以水稻、玉米、番薯等为主的农业植被，以交通、居住区用地为主的城镇/村落生态系统，以河流、水库、坑塘为主的水生生态系统，详见表 4.4.6-2。

表 4.4.6-2 供水灌溉工程区景观拼块的面积统计表

序号	斑块类型	面积 (hm ²)	所占比例 (%)
1	以柏木、马尾松等为主的针叶林	1120.52	8.04
2	以响叶杨、枫香树等为主的阔叶林	3072.44	22.03
3	以银杏、梨等为主的经济林	220.68	1.58
4	以黄荆、铁仔、白茅等为主的灌丛及灌草丛	1923.35	13.79
5	以水稻、玉米、番薯等为主的农业植被	2171.68	15.57
6	以居住区用地为主的城镇/村落生态系统	4806.86	34.47
7	以河流、水库、坑塘为主的水生生态系统	629.64	4.52
合计		13945.16	100.00

由表可知，供水灌溉工程评价区人为活动频繁，景观生态体系组成以以居住区用地为主的城镇/村落建筑为主，其次为以响叶杨、枫杨等为主的阔叶林，其它拼块面积相对较小。

4.4.7 生产力和生物量

植被的生物量是指一定地段面积内植物群落在某一时期生存着的活有机体重量（以 t/hm² 表示），群落类型不同，其生物量测定方法也有所不同。

(1) 森林群落生物量：森林生物量目前常用材积推算法来估算，用此方法估算出的生物量称为材积源生物量。由于在作材积分析时需要对森林群落样地的林木进行砍伐取样，在实际操作中要涉及到取样木砍伐的审批手续及样木赔偿付费等问题，在本次调研的短期内无法妥善办理有关手续。

本次森林生物量的估算采取借用中国科学院生态环境研究中心专家建立的我国森林生物量的基本参数，并以其对贵州森林推算的平均生物量作为本次森林生物量估算的基础。

(2) 灌丛和灌草生物量：灌丛和灌草生物量采用收获法测定。本次野外实地调查时，选择不同灌丛和灌草丛类型，进行了典型样方生物量测定。考虑到不同灌丛类型其生物量有很大的差异，故分别对本区内两种类型的灌丛进行生物量测定，并将部分鲜样称重后带回实验室内于恒温箱中 80℃ 烘干至恒重，计算含水量及干物质重量，将生物量鲜重换算成干重，得到灌丛及灌草丛平均生物量。

4.4.7.1 水库枢纽区植被生产力及生物量现状

根据水库枢纽区各类土地的现状调查数据，以针叶林、阔叶林、经济林、灌丛及灌草丛等的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生产力及生物量。枢纽区自然体系生产力和生物量现状见表 4.4.7-1 和图 4.4.7-1。根据表可知，枢纽区总生物量 $7.84 \times 10^4 \text{t}$ ，每公顷的生物量为 38.05t，平均生产力 $922.7 \text{gC}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。枢纽区植被以阔叶林为主，枢纽区阔叶林、针叶林、灌丛及灌草丛等森林植被生产力及生物量较高，从自然体系生产力数值看，阔叶林为枢纽区的主要生态类型，对生态系统的稳定 and 变化起到重要的作用。

表 4.4.7-1 水库枢纽工程评价区自然体系生产力及生物量

生态类型	代表植物	面积 (hm^2)	占总面积 (%)	平均生产力 [$\text{gC}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$]	平均生物 量(t/hm^2)	生物量(t)	占总生物 量(%)
针叶林	马尾松、柏木	294.37	14.29	973.5	26.34	7753.78	9.89
阔叶林	响叶杨、枫香	653.56	31.73	1043	90.47	59127.84	75.43
灌丛及灌 草丛	盐肤木、马棘	377.15	18.31	816	19.8	7467.47	9.53
经济林	柑橘、李	82.43	4.00	920	23.7	1953.57	2.49
农作物	玉米、小麦	343.58	16.68	804	6	2061.45	2.63
河流水域	水芹、豆瓣菜	19.80	0.96	300	1.2	23.76	0.03
总计		1770.89	85.97	——	——	78387.87	100

注：(1) 表中数据未包括建设用地和未利用地面积为 5095.87 hm^2 ，占总面积的 31.84%；(2) 各植被类型平均生物量数据来源于：①《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；②《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜等，1999）；③《中国森林生物量与生产力的研究》（肖

兴威，2005）；④《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014）；⑤《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012）等文献。

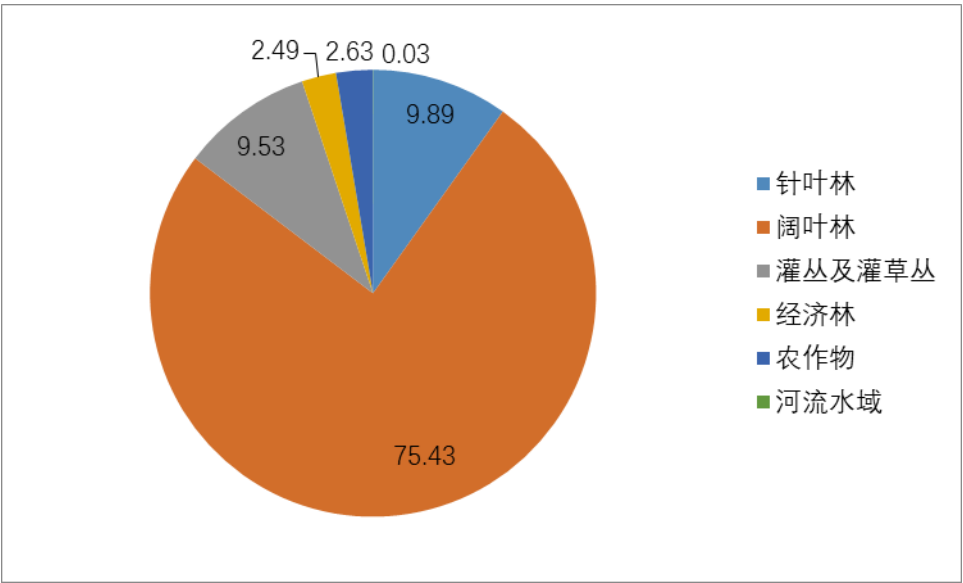


图 4.4.7-1 枢纽工程评价区各生态类型生物量所占比重

4.4.7.2 供水灌溉工程区植被生产力及生物量现状

供水灌溉工程区自然体系生产力和生物量现状见表 4.4.7-2 和图 4.4.7-2。根据表可知，供水灌溉工程区总生物量 $3.54 \times 10^5 \text{t}$ ，每公顷的生物量为 25.4t。输水区植被类型以阔叶林植被为主，其次是农作物，由于阔叶林的平均生物量较大，其生物量占总生物量的 71.59%。从自然体系生产力数值看，阔叶林为供水灌溉工程评价区的主要类型，对生态系统的稳定 and 变化起到很重要的作用。

表 4.4.7-2 供水灌溉工程评价区自然体系生产力及生物量

生态类型	代表植物	面积(hm²)	占总面积(%)	平均生产力[gC/(m².a)]	平均生物量(t/hm²)	生物量(t)	占总生物量(%)
针叶林	马尾松、柏木	1120.52	8.04	852.5	30.26	33906.98	9.57
阔叶林	响叶杨、枫香	3072.44	22.03	953	82.55	253630.04	71.59
灌丛及灌草丛	盐肤木、马棘	1923.35	13.79	756	25.27	48602.93	13.72
经济林	柑橘、李	220.68	1.58	855	19.8	4369.51	1.23
农作物	玉米、小麦	2171.68	15.57	804	6	13030.07	3.68
河流水域	水芹、豆瓣菜	629.64	4.52	300	1.2	755.57	0.21
总计		9138.31	65.53	——	——	354295.1	100

注：（1）表中数据未包括建设用地和未利用地面积为 5095.87 hm²，占总面积的 31.84%；（2）各植被类型平均生物量数据来源于：①《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）；②《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999）；③《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005）；④《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014）；⑤《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012）等文献。

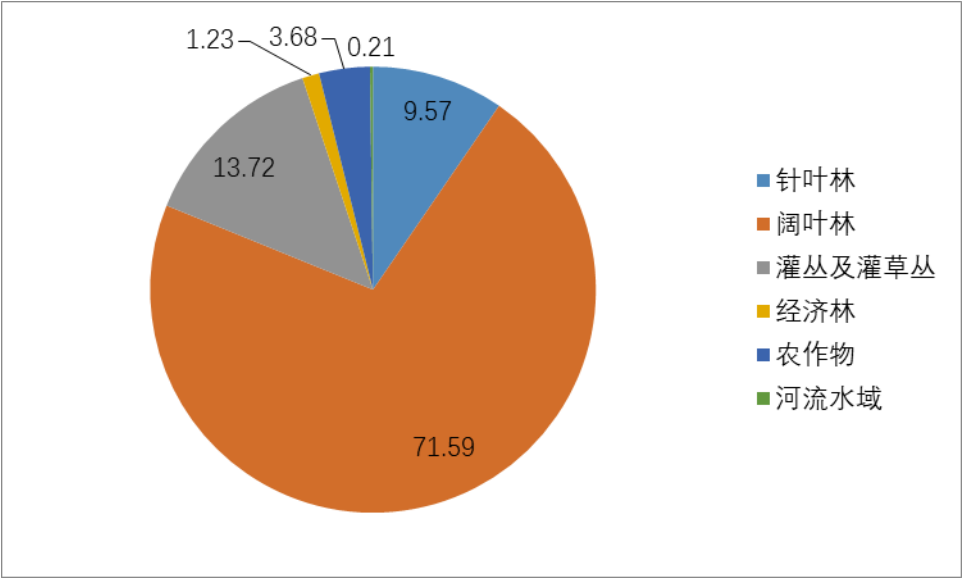


图 4.4.7-2 供水灌溉工程区各生态类型生物量所占比重

综上，评价区平均生产力 781.42gC/（m².a），高于全球平均生产力 720gC/（m².a），表明评价区自然环境良好，区域森林生态系统对生态系统的稳定起到重要的作用。

4.4.8 生态系统稳定性

景观生态系统的质量现状由评价范围内自然环境，各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。模地采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类斑块的优势度值（D_o），优势度值大的就是模地。

$$\text{优势度值 (D}_o\text{)} = \{(\text{R}_d + \text{R}_f)/2 + \text{L}_p\}/2 \times 100$$

$$\text{密度 (R}_d\text{)} = \text{嵌块 i 的数目} / \text{嵌块总数} \times 100$$

$$\text{频度 (R}_f\text{)} = \text{嵌块 i 出现的样方数} / \text{总样方数} \times 100$$

$$\text{景观比例 (L}_p\text{)} = \text{嵌块 i 的面积} / \text{样地总面积} \times 100$$

4.4.8.1 枢纽区自然体系生态稳定性分析

运用上述参数计算水库枢纽区各类斑块优势度值，其结果具体见表 4.4.8-1。

由表可知，水库枢纽区各斑块类型中，林地是环境资源斑块中对生态质量调控能力最强的高亚稳定性元素类型。林地的优势度 D_o最高，达 41.32%，说明林地是该地区的模地，是本区域内对景观具有控制作用的生态体系部分，所以区域景观生态体系具有较强的生产能力和抗干扰能力，系统调控环境质量能力较强。

表 4.4.8-1 枢纽工程区各类斑块优势度值表

斑块类型	密度 R_d (%)	频度 R_f (%)	景观比例 L_p (%)	优势度值 D_o (%)
林地	26.11	47.12	46.02	41.32
草地	35.72	19.34	18.31	22.92
园地	2.27	4.65	4.00	3.73
耕地	21.04	17.23	16.68	17.91
水域	1.59	1.26	0.96	1.19
建设用地	13.26	14.97	14.03	14.07

4.4.8.2 供水灌溉工程区自然体系生态稳定性分析

运用上述参数计算输水区各类斑块优势度值,结果见表 4.4.8-2,由表可知,供水灌溉工程区各斑块的优势度值中,建设用地的优势度 D_o 最高,说明建设用地是输水区内的模地,其次为林地。根据现场调查可知,供水灌溉工程区建设用地多集中分布于山坡下部,乌江两岸,其景观比例较高,而密度比例相对较低;林地多呈小片状于山坡上部,其密度及频度均较高。

表 4.4.8-2 枢纽工程区各类斑块优势度值表

斑块类型	R_d (%)	R_f (%)	L_p (%)	D_o (%)
林地	25.23	31.01	30.07	29.09
草地	35.92	14.56	13.79	19.52
园地	1.33	2.13	1.58	1.66
耕地	20.54	16.43	15.57	17.03
水域	0.66	5.25	4.52	3.74
建设用地	16.32	35.17	34.47	30.11

综上,评价区林地、建设用地、耕地等景观类型均有分布,各类斑块的优势度值差异较大,连通程度较低,斑块多数都较为破碎,但它们之间都存在一定的差异;林地对景观具有控制作用,对生态环境质量有重要影响,所以区域景观生态体系具有较强的生产能力和抗干扰能力,系统调控环境质量能力较强;建设用地、耕地的优势度仅次于林地,说明了评价区环境受人为干扰较严重。

4.4.9 典型区域生态环境现状

评价区典型区域,是指评价区内工程占地区域。包括枢纽工程区(坝址区、淹没区)、供水灌溉工程区(管线区、受水区)、施工营地、渣场及移民安置区等。

4.4.9.1 水库枢纽区生态环境现状

(1) 坝址区

花滩子水库坝址位于清渡河下游邵家桥镇冉氏堂村寨河段，坝顶高程 493.5m，最大坝高 108.5m。根据现场调查，坝址的土地类型主要为林地和灌草地，覆盖的植被类型主要有低山针叶林、灌丛和灌草丛。低山针叶林主要有柏木林、马尾松林等；灌丛有南天竹群系、火棘群系；灌草丛有白茅群系、硬秆子草群系等。另有农业植被，主要种植水稻、玉米等作物。坝址附近的陆生动物主要为静水型两栖类（如黑斑侧褶蛙、沼水蛙等）、陆栖型两栖类（如黑眶蟾蜍、泽陆蛙等）；灌丛石隙型爬行类（如北草蜥、中国石龙子等）、林栖傍水型爬行类（如黑眉锦蛇、乌梢蛇等）；鸟类中的游禽（如小鸊鷉、普通鸬鹚等）、涉禽（如白鹭、池鹭等）、陆禽（如灰胸竹鸡、山斑鸠等）、傍水生活的鸣禽（如红尾水鸫、褐河乌、白鹡鸰等）；半地下生活型的兽类（如小家鼠、黄胸鼠、黄鼬等）。混凝土拌合站、业主营地等临时施工场地土地类型主要为灌草地及耕地，覆盖主要植被有芒、白茅、毛茛、酢浆草等；农业植被主要为小麦、豌豆等。分布的陆生野生动物主要有陆栖型两栖类（如黑眶蟾蜍、泽陆蛙等）；灌丛石隙型爬行类（如铜蜓蜥、中国石龙子等）、林栖傍水型爬行类（如黑眉锦蛇、乌梢蛇等）；鸟类中的涉禽（如白鹭、苍鹭等）、陆禽（如珠颈斑鸠等）、鸣禽（如白鹡鸰、棕背伯劳、喜鹊等）；半地下生活型的兽类（如黑线姬鼠、褐家鼠、黄鼬等）。



图 4.4.9-1 枢纽工程坝址附近生境现状

（2）施工辅助设施区

根据工程布置，枢纽区施工辅助设施主要包括砂石加工系统、混凝土拌和系统、综合加工厂、机修厂、木材加工厂、施工道路、仓库、生活营地等。混凝土拌和站、业主营地等临时施工场地土地类型主要为灌草地及耕地，覆盖主要植物有芒、白茅、毛茛、酢浆草等；农作物主要为小麦、豌豆等。分布的陆生野生动物主要有陆栖型两栖类（如黑眶蟾蜍、泽陆蛙等）；灌丛石隙型爬行类（如铜蜓蜥、中国石龙子等）、林栖傍水型爬行类（如黑眉锦蛇、乌梢蛇等）；鸟类中的涉禽（如白鹭、苍鹭等）、陆禽（如珠颈

斑鸠等)、鸣禽(如白鹡鸰、棕背伯劳、喜鹊等);半地下生活型的兽类(如黑线姬鼠、褐家鼠、黄鼬等)。

枢纽工程区施工道路附近土地利用类型以林地和耕地,植被型包括暖性针叶林和农作物,施工道路附近分布的动物主要有陆栖型两栖类(如泽陆蛙、中华蟾蜍等)等;灌丛石隙型爬行类(如中国石龙子、北草蜥、铜蜓蜥等);鸟类中陆禽(如灰胸竹鸡、山斑鸠等)、大多数鸣禽等;兽类中的半地下生活型种类(如:猪獾、黄鼬等)、半地下生活型种类(如小家鼠、黑线姬鼠)等。

	
1#混凝土拌和站附近生境状况	2#混凝土拌和站附近生境状况
	
施工道路区附近生境状况	管理营地附近生境状况

图 4.4.9-2 枢纽工程施工辅助设施附近生境现状

(3) 渣场、料场区

枢纽工程规划 1 个弃渣场,位于大坝上游 1.5km 处靠河床的台阶地,用于堆放水库枢纽工程基础开挖弃渣料,规划堆渣高程 424.0~464.0m,渣场容量 120 万 m³。根据现场调查可知,枢纽工程区弃渣场土地类型以耕地和河滩地为主。常见农作物为水稻,常见植物有芋、水蓼、火炭母、问荆、灯芯草、苍耳、狗尾草、香附子、问荆等。常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、铜蜓蜥、乌梢蛇、白鹡鸰、棕背伯劳、大山雀、白腰文鸟、黑线姬鼠、黄鼬等。

枢纽工程区选择 2#石料场作为推荐料场,1#料场作为备用料场,2#石料场位于坝址下游右岸泉井坡村寨附近,距离上坝址约 3km,占地面积约为 12.3 万 m²。根据现场调

查，枢纽区石料开采区土地类型以林地为主，常见群系为柏木林、马尾松林、水竹林等，常见植物有柏木、马尾松、麻栎、水竹、马桑、云实、黄荆、铁仔、小果蔷薇、芒、白茅等。常见的野生动物有中华蟾蜍、中国石龙子、黑眉锦蛇、王锦蛇、戴胜、珠颈斑鸠、黄臀鹌、红嘴蓝鹊、大山雀、华南兔、大蹄蝠等。



图 4.4.9-3 枢纽工程施工辅助设施附近生境现状

(4) 淹没区

花滩子水库正常蓄水位 491m，死水位 463m，总库容 1.13 亿 m³，库区回水 16.46km。根据工程征地数据，水库淹没区总面积 377.96hm²，占地类型以耕地为主，面积 181.69 hm²，占淹没区总占地面积的 48.07%；其次为林地及水域，所占比例分别为 18.07%，16.55%，淹没区其他土地类型面积及比例相对较小。

根据现场调查，花滩子水库库区内植被在水平方向上差异不明显，在垂直分布上，植被呈现一定的成层分布，主要介绍如下：

1) 选取坝址断面、库区中游下学庄河段断面 2 处断面做植被的剖面分析，并做出相应的河槽典型剖面植被分布图。

① 坝址处河槽剖面植被

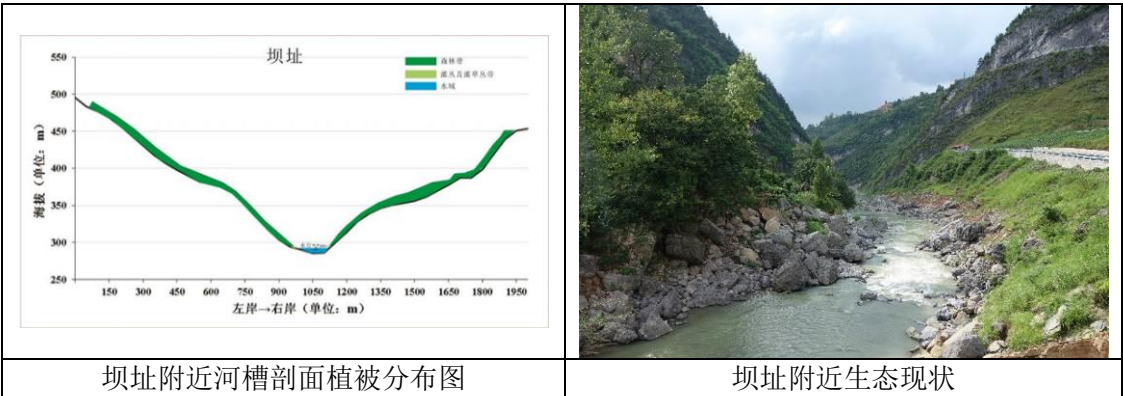


图 4.4.9-4 淹没区坝址河槽剖面植被分布

坝址处植被剖面从左至右是森林带→灌丛带→河滩地→灌丛及灌草丛带→森林带：

河滩地比较窄，只有几米，受水位涨落的影响，几乎无植被，多覆盖为砾石。

灌丛及灌草丛带：坝址附近为河湾地形，两侧地势陡峭，在海拔 500m 以下多为灌丛以及灌草丛，常见群系有黄荆群系、白茅群系等，常见植物有黄荆、小黄构、六月雪、慈竹、铁马鞭、截叶铁扫帚、白茅、蜈蚣草、野古草等。

森林带：森林带主要位于淹没区以上，海拔 500m 以上，由于相对于河滩地海拔高差较大，人类不易到达，成片分布。森林带常见群系有柏木群系、马尾松群系、响叶杨群系等，林分高度在 8~15m 之间，郁闭度在 0.5~0.8 之间。常见植物有柏木、马尾松、响叶杨、枫香树、杜鹃、火棘、黄荆、芒萁等。

② 下学庄附近河槽剖面植被

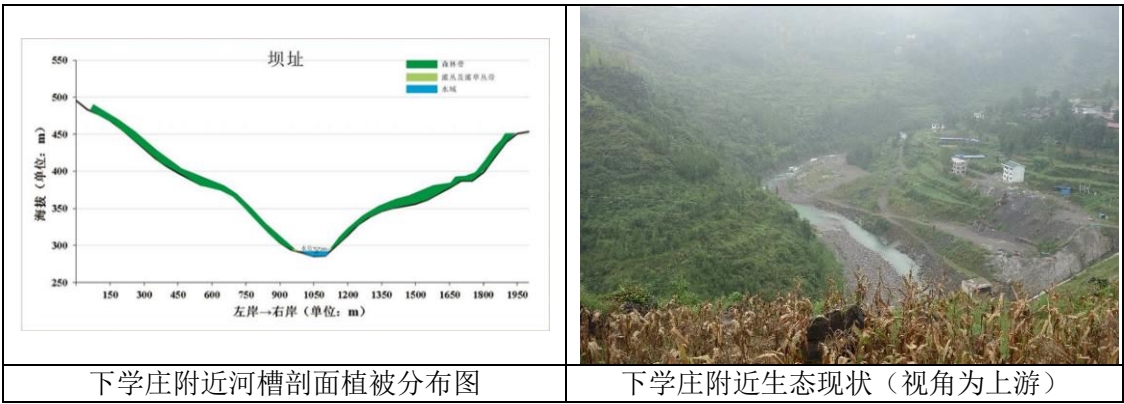


图 4.4.9-5 枢纽工程坝址河槽剖面植被分布

下学庄植被剖面从左至右是耕地→森林带→灌丛带→耕地→河滩地→灌丛带→森林带：

河滩地比较窄，只有几米，受水位涨落的影响，几乎无植被，多覆盖为砾石。

灌丛带：下学庄附近为 S 型河道，沿河流方向左岸地势较缓，右岸地势陡峭。左岸灌丛主要分布在海拔 550~650m 之间，常见群系有盐肤木群系、黄荆群系、马桑群系等，常见植物有响叶杨、野桐、盐肤木、黄荆、云实、长波叶山蚂蝗、马棘、小果蔷薇、五节芒等；右岸灌丛主要分布在海拔 450~500m 之间，常见群系有黄荆群系、盐肤木群系、厚果崖豆藤群系，常见植物有马桑、盐肤木、黄荆、厚果崖豆藤、五节芒、刺茶美登木、小黄构等。

森林带：左岸森林带主要主要分布在海拔 650m 以上，常见群系为柏木群系，常见植物有柏木、黄荆、欏木、南天竹、云实、白茅等；右岸森林带零星分布在海拔 500~550m 之间，常见群系有柏木群系、响叶杨群系，常见植物有柏木、响叶杨、枫香树、化香、黄荆、南天竹、五节芒等。

耕地：左岸耕地主要分布在河滩地以上，海拔 460~550m 之间。右岸耕地主要分布在海拔 500m 以上。农作物主要有水稻、玉米、大豆、花生、绿豆等。

2) 坝址上游河道两侧及其支流生态现状

根据淹没区段生境特点、植被分布情况等，选择楼房坡村河边组段、楼房坡村小溪口村段等共 7 个断面对淹没区生态环境进行描述，详见表 4.4.9-4。

表 4.4.9-4 坝址上游河道两侧及主要支流生境现状

序号	位置	植物现状	野生动物现状	现场照片
1.	楼房坡村河边组，坝址上游约 800m	土地类型以耕地为主，零星分布有林地、灌草地。主要农作物有水稻、玉米，常见植物群系有马尾松林、芒灌草丛等，常见植物有枫香树、麻栎、青冈、黄荆、算盘子、野菊、千里光等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、铜蜓蜥、乌梢蛇、白鹭、白鹡鸰、领雀嘴鹀、棕背伯劳、白腰文鸟、针毛鼠、黄鼬等。	
2.	楼房坡村、小溪口村段，坝址上游约 2km	土地类型以林地为主，河道分布有少量河滩地。常见植物群系为马尾松林，常见植物有马尾松、柏木、黄连木、化香树、枫香树、盐肤木、马桑、小果蔷薇等。	常见的野生动物有沼水蛙、黑斑侧褶蛙、铜蜓蜥、虎斑颈槽蛇、白鹭、白鹡鸰、普通翠鸟、棕背伯劳、社鼠、华南兔等。	
3.	黄河村倒马坎附近，坝址上游附近支流	土地类型以耕地为主，远离河道，耕地上方林地零散分布。常见农作物为水稻、玉米，常见植物群系有枫香树林、马尾松林、麻栎林、马桑灌丛等，常见植物有马尾松、枫香树、麻栎、长叶冻绿、化香树、火棘、苎草等。	常见的野生动物有沼水蛙、饰纹姬蛙、铜蜓蜥、王锦蛇、白鹭、白鹡鸰、领雀嘴鹀、棕背伯劳、大山雀、棕头鸦雀、褐家鼠、黄鼬等。	
4.	天桥乡天生桥附近，库区中部	土地类型以灌草地为主，海拔较高的山脊林地零散分布。常见植物群系有盐肤木灌丛、南天竹、马桑灌丛、水麻灌丛等，常见植物有黄荆、南天竹、云实、马桑、烟管荚蒾、芒、圆果化香、厚果崖豆藤、硬秆子草等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、饰纹姬蛙、铜蜓蜥、王锦蛇、灰胸竹鸡、珠颈斑鸠、领雀嘴鹀、黄臀鹀、棕头鸦雀、大蹄蝠、华南兔等。	

表 4.4.9-4 坝址上游河道两侧及主要支流生境现状

序号	位置	植物现状	野生动物现状	现场照片
5.	和平村组下小河附近,库区中部支流	土地类型以灌草地为主。常见植物群系有慈竹林、马桑灌丛、芒灌草丛等,常见植物有马桑、黄荆、盐肤木、南天竹、慈竹、云实、插田泡、苎草等。	常见的野生动物有沼水蛙、饰纹姬蛙、铜蜓蜥、王锦蛇、白鹭、白鹡鸰、领雀嘴鹀、红尾水鸫、普通翠鸟、棕头鸦雀、褐家鼠、黄鼬等。	
6.	凯望村组周家寨附近,库尾	土地类型以耕地为主,在村寨上方海拔较高位置有林地、灌草地分布。常见农作物有水稻、玉米,常见植物群系有马尾松林、柏木林、马桑灌丛等,常见植物有马尾松、柏木、化香、芒、白茅等。	常见的野生动物有沼水蛙、黑斑侧褶蛙、铜蜓蜥、多疣壁虎、白鹡鸰、领雀嘴鹀、棕背伯劳、大山雀、棕头鸦雀、鹡鸰、褐家鼠、小家鼠等。	
7.	卷子湾村白岩附近,库尾	土地类型以灌草地和林地为主。常见农作物有玉米、薯类,常见植物群系有柏木林、马尾松林、黄荆灌丛、马棘灌丛等,常见植物有柏木、马尾松、香椿、黄连木、刺槐、马桑、黄荆、白茅、千里光等。	常见的野生动物有沼水蛙、饰纹姬蛙、中国石龙子、虎斑颈槽蛇、白鹭、珠颈斑鸠、领雀嘴鹀、棕背伯劳、红嘴蓝鹊、棕头鸦雀、褐家鼠、普通伏翼等。	

4.4.9.2 供水灌溉工程区生态环境现状

供水灌溉工程主要通过隧洞、钢管、泵站等向思南县城、工业园区及 5 个乡镇供水,输水线路总长约 68.93km,供水灌溉工程区总占地面积 88.43 hm²,其中永久占地面积 2hm²,所占比例为 2.26%,永久占地工程主要有输水管道、出水池、进水池、泵站等,永久占地区土地利用类型以耕地、林地为主,临时占地面积 86.43hm²,所占比例为 97.74%,临时占地工程包括弃渣场、临时施工道路、临时施工生产生活区等,临时占地区土地利用类型以耕地、林地为主。

(1) 输水管道沿线

根据工程布置,供水灌溉工程输水线路包括总干邵家桥隧洞、北干管、南干管、东干管、7条支管及相应输水建筑物组成,输水线路总长度 68.93km。根据工程占地数据,供水灌溉工程区占地类型以耕地、林地为主,其中耕地、林地所占比例较大,为 56.67%、33.87%。输水管线区生态现状见表 4.4.9-5。

表 4.4.9-5 输水管线区生态现状



序号	管线分区	植物现状	野生动物现状	现场照片
1	北干管	土地类型以灌草地为主,零星分布有林地。常见植物群系有柏木林、黄荆灌丛等,常见植物有柏木、榲桲、马尾松、黄荆、火棘、铁马鞭、白茅、芒萁等。	常见的野生动物有泽陆蛙、中华蟾蜍、中国石龙子、黑眉锦蛇、王锦蛇、灰胸竹鸡、珠颈斑鸠、棕背伯劳、红嘴蓝鹊、大山雀、华南兔、普通伏翼等。	
2	南干管	土地类型以林地和灌草地为主。常见植物群系为柏木林、黄荆灌丛、马棘灌丛,常见植物有马尾松、柏木、马棘、黄荆、火棘、云实、小黄花、铁仔等。	常见的野生动物有泽陆蛙、中华蟾蜍、中国石龙子、黑眉锦蛇、王锦蛇、珠颈斑鸠、棕背伯劳、白腰文鸟、大山雀、棕头鸦雀、针毛鼠、华南兔等。	
3	天桥干管	土地类型以林地、耕地为主。常见农作物为水稻、玉米,常见植物群系有枫香树林、马尾松林、柏木林等,常见植物有马尾松、枫香树、响叶杨、盐肤木、黄连木、长波叶山蚂蝗、朝天委陵菜等。	常见的野生动物有泽陆蛙、中华蟾蜍、中国石龙子、黑眉锦蛇、乌梢蛇、灰胸竹鸡、珠颈斑鸠、白鹡鸰、棕背伯劳、白腰文鸟、大山雀、小家鼠、黄鼬等。	
4	芭蕉坝支管	土地类型以林地为主。常见植物群系有柏木林、黄荆灌丛、白茅灌丛等,常见植物有柏木、南天竹、马桑、白茅、芒等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、中国石龙子、黑眉锦蛇、王锦蛇、戴胜、珠颈斑鸠、黄臀鹌鹑、红嘴蓝鹊、大山雀、华南兔、野猪等。	

表 4.4.9-5

输水管线区生态现状

序号	管线分区	植物现状	野生动物现状	现场照片
5	邵家桥支管	土地类型以灌草地为主,间或分布有林地。常见植物群系黄荆灌丛、白茅灌草丛等,常见植物有柏木、响叶杨、黄荆、竹叶花椒、白茅、芒等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、中国石龙子、黑眉锦蛇、王锦蛇、棕背伯劳、白腰文鸟、大山雀、棕头鸦雀、黑线姬鼠、华南兔等。	
6	邵塘支管	土地类型以灌草地为主,海拔较高处有林地零散分布。常见植物群系有马桑灌丛、火棘灌丛等,常见植物有柏木、黄荆、马桑、小果蔷薇、芒、白茅、野菊等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、中国石龙子、黑眉锦蛇、王锦蛇、白鹡鸰、白腰文鸟、大山雀、棕头鸦雀、小家鼠、华南兔等。	
7	孙家坝支管	土地类型以灌草地为主。常见植物群系有黄荆灌丛、火棘灌丛、白茅灌草丛等,常见植物有黄荆、火棘、铁仔、竹叶花椒、云实、龙芽草、苎草、三脉紫菀等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、铜蜓蜥、虎斑颈槽蛇、王锦蛇、领雀嘴鹛、白腰文鸟、大山雀、棕头鸦雀、黑线姬鼠、黄鼬等。	
8	老城支管	土地类型以林地为主。常见植物群系有柏木林、黄荆灌丛、马棘灌丛等,常见植物有柏木、马尾松、黄连木、马棘、黄荆、白茅、升马唐、蕨等。	常见的野生动物有华西雨蛙、中华蟾蜍、铜蜓蜥、虎斑颈槽蛇、玉斑锦蛇、山斑鸠、黄臀鹌鹑、红嘴蓝鹊、野猪、华南兔等。	

表 4.4.9-5 输水管线区生态现状

序号	管线分区	植物现状	野生动物现状	现场照片
9	凉水井支管	土地类型以耕地和灌草地为主。常见农作物有水稻、玉米、薯类等，常见植物群系有马尾松林、黄荆灌丛、马棘灌丛等，常见植物有马尾松、柏木、铁马鞭、南天竹、云实、黄荆、朝天委陵菜等。	常见的野生动物有黑斑侧褶蛙、泽陆蛙、多疣壁虎、虎斑颈槽蛇、王锦蛇、金腰燕、领雀嘴鹛、北红尾鸲、大山雀、棕头鸦雀、黑线姬鼠、黄鼬等。	
10	关中坝支管	土地类型以灌草地为主，常见植物群系为黄荆灌丛、火棘灌丛、铁仔灌丛、白茅灌草丛等，常见植物有算盘子、马桑、黄荆、火棘、铁仔、小果蔷薇、苍耳、芒、白茅等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、铜蜓蜥、虎斑颈槽蛇、白鹡鸰、领雀嘴鹛、棕背伯劳、棕头鸦雀、针毛鼠、黄鼬等。	

(2) 渣场区生态现状

供水灌溉工程区共布置了 20 个渣场，弃渣场生态环境现状见表 4.4.9-6。

表 4.4.9-6 输水管线区渣场生态现状


序号	管线分区	植物现状	野生动物现状	现场照片
1.	总干管 1#渣场	土地类型以耕地为主。常见农作物为水稻，常见植物有狗尾草、火炭母、葎草、问荆、白茅、黄花蒿、鬼针草等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、中国石龙子、喜鹊、白鹡鸰、棕背伯劳、鹡鸰、棕头鸦雀、黑线姬鼠、小家鼠等。	

表 4.4.9-6

输水管线区渣场生态现状

序号	管线分区	植物现状	野生动物现状	现场照片
2.	天桥干管1#渣场	土地类型以林地和耕地为主。常见农作物为水稻、玉米，常见植物群系为柏木林、黄荆灌丛、火棘灌丛，常见植物有马尾松、柏木、马桑、火棘、云实、水麻、盐肤木、南天竹、鸡眼草、窃衣等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、中国石龙子、乌梢蛇、珠颈斑鸠、棕背伯劳、红嘴蓝鹊、大山雀、白腰文鸟、黑线姬鼠、小家鼠等。	
3.	天桥干管2#渣场	土地类型以耕地为主。间或有林地分布，常见农作物为油菜、玉米，常见植物有柏木、响叶杨、白茅、问荆等。	常见的野生动物有泽陆蛙、北草蜥、乌梢蛇、白鹡鸰、棕背伯劳、白腰文鸟、黑线姬鼠等。	
4.	天桥干管3#渣场	土地类型以耕地为主，常见农作物为水稻，常见植物有薊、白茅、石龙芮、黄荆、马桑、地果等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、中国石龙子、乌梢蛇、珠颈斑鸠、棕背伯劳、红嘴蓝鹊、大山雀、黑线姬鼠、小家鼠等。	
5.	南干管1#渣场	土地类型以林地灌草地为主，常见植物有枫香树、柏木、马尾松、五节芒、香椿、女贞、竹叶花椒、刺楸、小蓬草、牡荆、白茅等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、铜蜓蜥、虎斑颈槽蛇、白鹡鸰、领雀嘴鹀、棕背伯劳、白腰文鸟、黑线姬鼠、普通伏翼等。	

表 4.4.9-6

输水管线区渣场生态现状

序号	管线分区	植物现状	野生动物现状	现场照片
6.	南干管 2# 渣场	土地类型以林地、耕地为主。常见农作物为水稻，常见植物群系有柏木林、黄荆灌丛、白茅灌草丛等，常见植物有柏木、小果蔷薇、马尾松、云实、马棘、截叶铁扫帚、细叶风轮菜、芒等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、铜蜓蜥、乌梢蛇、珠颈斑鸠、白鹡鸰、棕背伯劳、大山雀、白腰文鸟、针毛鼠、黄鼬等。	
7.	南干管 3# 渣场	土地类型以灌丛、灌草地为主。常见植物群系盐肤木灌丛、芒灌草丛等，常见植物有盐肤木、云实、马棘、插田泡、芒、蕨、朝天委陵菜、苕草等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、铜蜓蜥、乌梢蛇、珠颈斑鸠、白鹡鸰、棕背伯劳、大山雀、白腰文鸟、黑线姬鼠、黄鼬等。	
8.	南干管 5# 渣场	无植被	常见的野生动物有铜蜓蜥、麻雀、白鹡鸰、八哥、小家鼠等。	
9.	南干管 6# 渣场	已修建道路，无植被。	常见的野生动物有中国石龙子、黑眉锦蛇、王锦蛇、戴胜、珠颈斑鸠、黄臀鹌、红嘴蓝鹊、大山雀、华南兔等。	

表 4.4.9-6

输水管线区渣场生态现状

序号	管线分区	植物现状	野生动物现状	现场照片
10.	南干管 7# 渣场	土地类型主要为园地，主要栽培果树为桃树，常见植物有白茅、山麻杆、复羽叶栎树、苕麻、牡荆、狗牙根等。	常见的野生动物有铜蜓蜥、乌梢蛇、珠颈斑鸠、麻雀、大山雀、红嘴蓝鹊、八哥、白腰文鸟、黑线姬鼠、黄鼬等。	
11.	北干管 1# 渣场	无植被，详见图	常见的野生动物有铜蜓蜥、麻雀、白鹡鸰、八哥、小家鼠等。	
12.	北干管 2# 渣场	土地类型以绿化用地为主，常见植物有柏木、桂花、苜蓿、救荒野豌豆、芒、白茅、苦蕒菜、青蒿、黑麦草等。	常见的野生动物有泽陆蛙、铜蜓蜥、白鹡鸰、麻雀、白腰文鸟、黑线姬鼠、黄鼬等。	
13.	北干管 3# 渣场	土地类型以灌草地、林地为主。常见植物群系有响叶杨林、白茅灌草丛等，常见植物有响叶杨、柏木、牡荆、盐肤木、白茅、规整草、千里光、芒、通泉草等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、铜蜓蜥、虎斑颈槽蛇、白鹡鸰、领雀嘴鹀、棕背伯劳、棕头鸦雀、针毛鼠、黄鼬等。	

表 4.4.9-6

输水管线区渣场生态现状

序号	管线分区	植物现状	野生动物现状	现场照片
14.	北干管 4#渣场	土地类型以灌草地为主。常见植物有白茅、一年蓬、狗尾草、狗牙根、蜈蚣草、鬼针草、鸡眼草等。	常见的野生动物有铜蜓蜥、中国石龙子、棕背伯劳、大山雀、黑线姬鼠、小家鼠等。	
15.	凉水井支管 2#渣场	土地类型以灌丛、灌草地为主。常见植物有黄荆、铁包金、刺茶美登木、小黄构、截叶铁扫帚、白茅、卷柏、菴草等。	常见的野生动物有中国石龙子、黑眉锦蛇、王锦蛇、珠颈斑鸠、黄臀鹌鹑、红嘴蓝鹊、大山雀、针毛鼠等。	
16.	邵塘支管 1#渣场	受其他工程破坏，植被较少，详见图。	常见的野生动物有中华蟾蜍、沼水蛙、铜蜓蜥、喜鹊、白鹡鸰、小家鼠等。	
17.	邵塘支管 2#渣场	采石废弃坑，无植被	常见的野生动物有铜蜓蜥、喜鹊、白鹡鸰、棕头鸦雀、小家鼠等。	

(3) 施工道路

供水灌溉工程区施工道路多根据已有公路修建简易施工道路。根据工程资料结合现场调查可知，灌区工程区内的临时道路占地主要是林地、旱地和灌草地。由于灌区工程区内人为干扰相对较大，该区域分布的动物多为喜与人类伴居的种类以及适应人类干扰

的物种，常见的有中华蟾蜍、多疣壁虎、北草蜥、铜蜓蜥、黑眉锦蛇、山斑鸠、金腰燕、家燕、黄臀鹌、棕背伯劳、八哥、喜鹊、乌鸫、黑线姬鼠、小家鼠、褐家鼠、华南兔等。

(4) 受水区

供水灌溉工程的受水区主要分布在乌江右岸和库区左岸，按照与水库枢纽工程的相对位置，将受水区分分为北部片区、南部片区、东部片区 3 个片区。其中北部片区包括思南县中心城区、凉水井镇、思南县关中坝灌区；南部片区包括思南县塘头镇、塘头灌区；东部片区包括思南县天桥乡、天桥灌区。输水管线区生态现状见表 4.4.9-7。

表 4.4.9-7 受水区输水线路沿线生态现状

序号	分区	植物现状	野生动物现状	现场照片
1.	县城中心城区	土地类型以建设用地为主，零星分布有林地、灌草地。常见植物有女贞、银杏、柏木、复羽叶栎树、臭椿、杜鹃等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、铜蜓蜥、多疣壁虎、小鸺鹠、白鹭、白鹡鸰、领雀嘴鹌、棕背伯劳、棕头鸦雀、小家鼠、黄胸鼠等。	
2.	关中坝灌区	土地类型以耕地和林地为主，常见农作物为水稻、玉米，常见植物有柏木、马尾松、响叶杨、黄荆、檫木、小果蔷薇、苍耳、野艾蒿、芒、狗牙根等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、铜蜓蜥、虎斑颈槽蛇、白鹭、白鹡鸰、领雀嘴鹌、棕背伯劳、白腰文鸟、黑线姬鼠、普通伏翼等。	
3.	塘头灌区	土地类型以耕地为主，零星分布有林地。常见农作物有玉米、薯类，常见植物有马尾松、枫香树、水竹、黄荆、马桑、盐肤木、窃衣、南艾蒿、野古草、黄背草等。	常见的野生动物有中华蟾蜍、泽陆蛙、铜蜓蜥、乌梢蛇、珠颈斑鸠、白鹡鸰、棕背伯劳、大山雀、白腰文鸟、黑线姬鼠、黄鼬等。	

表 4.4.9-7 受水区输水线路沿线生态现状

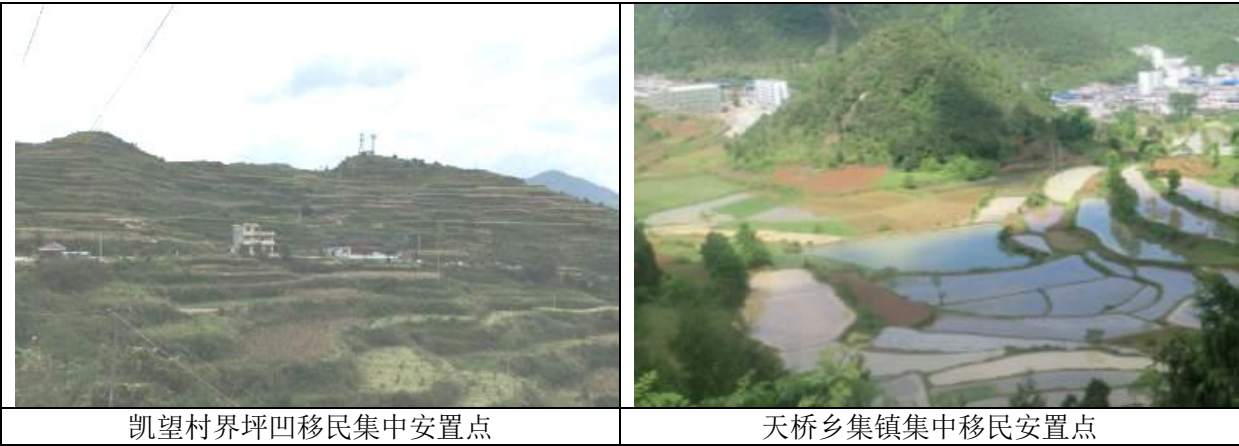
序号	分区	植物现状	野生动物现状	现场照片
4.	天桥灌区	土地类型以耕地为主。常见农作物为水稻、蔬菜、薯类,常见植物有黄荆、山麻杆、竹叶花椒、云实、千里光、蛇莓、龙芽草、狗牙根等。	常见的野生动物有黑斑侧褶蛙、泽陆蛙、中国石龙子、虎斑颈槽蛇、金腰燕、白鹡鸰、鹊鸂、棕背伯劳、麻雀、黄胸鼠、小家鼠等。	

4.4.9.3 移民安置区生态环境现状

移民搬迁安置本阶段均考虑进行集中安置,选址分别初步选择在思南县天桥乡集镇安置点,孙家坝集镇集中安置点、思南县城集中安置点、印江县新寨乡的凯望村后靠进行集中安置、新寨集镇集中安置点以及印江县城集中安置点共计 6 个集中安置点。各安置点初步安置规模大致分别为:

思南县城集中安置点 562 人,孙家坝集镇安置点 281 人,天桥集镇安置点 1260 人;印江县城集中安置点 100 人,新寨集镇安置点 466 人、凯望农村后靠集中安置点 300 人。

根据现场调查,集中安置点占地多为耕地,涉及植物多为农作物,周边零星分布有柏木、马尾松、枫杨、盐肤木、构树、牡荆、白茅、野菊、车前等次生或人工的常见植物;由于区域人为干扰明显,分布在集中安置点的动物多为农田常见的分布物种,两栖类常见的有中华蟾蜍、泽陆蛙、黑斑侧褶蛙,爬行类多有中国石龙子、铜蜓蜥、黑眉锦蛇、乌梢蛇等,鸟类常见的有麻雀、喜鹊、白鹡鸰、红嘴蓝鹊、鹊鸂、乌鸂、白鹭、大山雀、普通秧鸡等,兽类常见的主要有啮齿目的鼠科,如黑线姬鼠、小家鼠、褐家鼠、黄胸鼠等。



4.5 社会环境

4.5.1 行政区划及人口

花滩子水库工程淹没及枢纽工程区涉及思南县的天桥乡及印江县新寨镇和缠溪镇，供水灌溉工程区建设征地范围涉及思南县中心城区，以及天桥乡、邵家桥镇、塘头镇、凉水井镇、鹦鹉溪镇等 5 个乡镇。

思南位于铜仁市西部，地处武陵山腹地、乌江流域中心地带，素有“黔中首郡·乌江明珠”之称。国土面积 2230.5 km²，辖 28 个乡镇（街道）526 个行政村（社区），2018 年末总人口 68.45 万人，其中农业人口 61.53 万人，少数民族人口占全县总人口的 46.3%。

印江县国土面积 1969km²，辖 17 个乡镇（街道）374 个村（社区）；2018 年末总人口 45.45 万人，以土家族、苗族为主，少数民族人口占全县总人口的 71.15%。

表 4.5.1-1 工程涉及区域社会环境情况

区县名称	土地面积(km ²)	总人口(万人)	农业人口(万人)	少数民族人口(人)
印江县	1969	45.45	40.06	32.34
思南县	2230.5	68.45	61.53	31.67
合计	4199.5	113.9	101.59	64.01

4.5.2 社会经济

2018 年思南县实现生产总值（GDP）140.2 亿元，同比增长 10.5%。其中：第一产业的增加值为 37.97 亿元，同比增长 7.1%；第二产业增加值为 33.55 亿元，同比增长 8.0%；第三产业增加值为 68.68 亿元，同比增长 13.0%。人均地区生产总值 27984 元。2018 年城镇常住居民人均可支配收入 28702 元，同比增长 9.5%；农村居民人均可支配收入 8899 元，同比增长 10%。

2018 年印江县完成生产总值（GDP）101.42 亿元，同比增长 10.5%。其中：第一产业的增加值为 30.29 亿元，同比增长 7.0%；第二产业增加值为 19.54 亿元，同比增长 9.3%；第三产业增加值为 51.59 亿元，同比增长 12.8%。人均地区生产总值 35888 元。2018 年城镇常住居民人均可支配收入 28478 元，同比增长 9.4%；农村居民人均可支配收入 8888 元，同比增长 10.3%。

4.5.3 土地利用

本工程涉及县土地总面积 979522hm²，具体详见表 4.5.3-1。

表 4.5.3-1 工程涉及县区土地利用现状统计

地 类			面积（hm ² ）	
			思南县	印江县
农用地	耕地		75073	51370
	园地		802	1666
	林地		75707	96748
	牧草地		572	778
	其它农用地		20179	15604
	农用地合计		192333	166166
建设用地	城乡建设用地	城镇建设用地	1703	792
		农村居民点用地	6845	4846
		采矿用地及独立建设用地	115	127
		小计	8663	5764
	交通水利用地		1284	592
	其它建设用地		18	131
	建设用地合计		9947	6488
其他土地			20770	4256
土地总面积			223050	196910

评价区总面积 16005.06hm²，其中耕地面积 2515.25hm²，占整个陆生生态评价区面积的 15.72%；灌草地面积 2300.49hm²，占整个生态评价区面积的 36.22%；林地面积 5804.41hm²，占整个生态评价区面积的 14.37%；林地、建设用地是评价区内主要的土地类型。该区域距离思南县城区较近，人为活动对自然环境的干扰频繁，土地垦殖率较高。土地利用状况详见表 4.5.3-2。

表 4.5.3-2 评价区土地利用类型面积统计

斑块类型	面积 (hm ²)	占评价范围 (%)	数目 (块)	比例 (%)
林地	5140.90	32.12	8346	25.36
灌草地	2300.49	14.37	11810	35.89
园地	303.11	1.89	484	1.47
耕地	2515.25	15.72	6783	20.61
水域及水利设施用地	649.44	4.06	264	0.80
建设用地	5095.87	31.84	5220	15.86
合计	16005.06	100.00	32907	100.00

4.5.4 文物古迹

贵州省文物考古研究所 2017 年 6 月完成的《贵州省思南县花滩子水利枢纽工程文物考古调查、勘探及保护规划报告》，花滩子水库淹没涉及地下地面文物共计 4 处，均为县级保护文物。

地面文物有思大桥和大兴凉桥：思大桥位于冉氏堂寨，海拔高程 418m 左右，是 532 县道的公路桥，桥长 47.3m，桥宽 8.5m；大兴凉桥位于黄河村，为单石拱桥，长 12.3m，宽 4.35m，净跨 7.6m，海拔 490m，于 2016 年 7 月中旬被洪水冲毁，现场仅剩筑桥的条石。根据文物专题成果，规划对思大桥采取资料提取，整理文史；对大兴凉桥采取迁移异地保护。

地下文物有硝洞洞穴遗址、楼房坡遗址，均位于思南县天桥乡楼房坡村上坝组，海拔高程 473m，洞口试掘发现有大量燧石、刮削器、兽骨、灰迹和炭粒等古人类活动的痕迹；楼房坡遗址海拔位于 440~480 之间，为新石器时期的遗址。

根据文物专题成果，规划对①思大桥 采取资料提取，整理文史；②大兴凉桥 采取迁移异地保护；③硝洞洞穴遗址 采取发掘保护，重点发掘 50m²，整理文史；④ 楼房坡遗址采取钻探与发掘，重点钻探 4000 m²，重点发掘 800 m²。

4.5.5 矿产资源

根据花滩子水库工程压覆矿产资源评估专题报告成果，本工程建设项目用地评估范围不涉及压覆矿产资源。

4.6 周边环境敏感区

4.6.1 思南万圣山省级森林公园

4.6.1.1 地理位置、级别及范围

思南万圣山省级森林公园于 2010 年 12 月由贵州省林业局批准设立。公园位于贵州省铜仁市思南县东北部的思南县城所在地思唐镇的白沙井村和孙家坝镇石门坎村区域，面积 638.75hm²，属城郊型森林公园，由万圣山、腾龙峡两大景区构成。万圣山景区东起内槽口，南至大卡，北抵大顶上北面山崖，西到龙洞山崖，面积 429.03hm²。腾龙峡景区东起老鹰嘴，南至鲢鱼咀乌江河，北抵乌江张家滩，西至谢家坨乌江峭壁，面积 209.72hm²。公园地理坐标范围为东经 108°15′08″~108°17′40″，北纬 27°53′50″~27°57′18″。

4.6.1.2 功能分区及保护要求

思南万圣山省级森林公园分为游览观光区、森林游乐区、休闲度假区、特色农业体验区、管理服务区和生态保育区。

(1) 游览观光区

本功能区面积为 314.08hm²，占森林公园总面积的 49.17%。其中，万圣山景区游览观光区面积 126.66hm²，腾龙峡景区游览观光区面积 187.42hm²。

(2) 森林游乐区

森林游乐区面积 28.93hm²，占森林公园总面积的 4.53%。为游客开展相关游乐、森林沐浴、中小學生野營訓練、登山野營、林中競技、體育運動等項目的場所。

(3) 休闲度假区

位于万圣山景区西南面大峰顶至蚂蟥坪区域，面积 28.19 hm²，占森林公园总面积的 4.41%。规划修建森林康疗中心（含四星级度假酒店）、老年活动中心、茶韵馆、森林氧吧等设施。

(4) 特色农业体验区

位于万圣山景区大坪一带，面积为 33.49hm²，占森林公园总面积的 5.24%。以种植高效的特色农产品，观光果园、特色蔬菜、野菜、反季节蔬菜、观赏瓜果等，具食用观赏为一体，展示特色农业风光。

(5) 管理服务区

本功能区面积为 23.16hm²，占森林公园总面积的 3.63%。其中，万圣山景区管理服务区面积 21.24hm²，腾龙峡景区管理服务区面积 1.92hm²。本功能区是森林公园用于接待、服务、管理的区域，其职能主要是提供接待、管理、餐饮、购物、导游、医疗、住宿、娱乐、观光等项目及其配套设施。

(6) 生态保育区

生态保育区以涵养水源、保持水土、维护森林公园生态环境以及为以后预留发展空间为主要功能。通过加强生态保育，提高森林公园景观质量和生态环境功能，本功能区面积 210.91hm²，占森林公园总面积的 33.02%。

4.6.1.3 景点资源

森林公园主要游赏、游乐内容包括现有景点资源和规划景点、项目设施。万圣山森林公园的游赏、游乐景点共 51 个，其中现有景点资源 27 个，规划项目景点 24 个。

表 4.6.1-1 万圣山森林公园现有景点资源一览表

一、现有景点资源			
序号	景点资源名称	所属景区	景点资源主要游赏、游乐功能
1	万圣山	万圣山景区	地文、森林、天象、思南山城风光游赏、体验
2	腾龙峡	腾龙峡景区	峡谷景观、水体景观游乐
3	悬崖峭壁	万圣山景区	观光游赏
4	千佛洞	腾龙峡景区	游赏朝觐

表 4.6.1-1 万圣山森林公园现有景点资源一览表

5	乌江	腾龙峡景区	水体景观游赏游乐
6	龙洞清泉	万圣山景区	水体景观、溶洞景观游赏
7	核桃古树	万圣山景区	古树游赏
8	大花黄杨	万圣山景区	特有植物景观游赏、科普
9	马尾松林	万圣山景区	森林景观游赏
10	柏木林	万圣山景区 腾龙峡景区	森林景观游赏
11	马尾松+柏木林	万圣山景区	森林景观游赏
12	黑松林	万圣山景区	森林景观游赏
13	马尾松+枫香林	万圣山景区	森林景观游赏
14	乌冈栎+圆果化香林	万圣山景区	森林景观游赏
15	盐肤木+红叶木姜子林	万圣山景区	森林景观游赏
16	马尾松+响叶杨林	万圣山景区	森林景观游赏
17	柏木+芦苇林	腾龙峡景区	森林景观游赏
18	泡桐林	万圣山景区	森林景观游赏
19	慈竹林	腾龙峡景区 万圣山景区	森林景观游赏
20	映山红灌丛	万圣山景区	森林景观游赏
21	南方红豆杉	万圣山景区	珍稀树种科普、游赏
22	楠木	万圣山景区 腾龙峡景区	珍稀树种科普、游赏
23	仁寿摩崖	万圣山景区	文物古迹鉴赏
24	龙洞摩崖	万圣山景区	文物古迹鉴赏
25	马槽峰瞭望塔、长廊	万圣山景区	瞭望、休闲、观景
26	龙洞瞭望塔、长廊	万圣山景区	瞭望、休闲、观景
27	泡桐树瞭望塔	万圣山景区	瞭望、休闲、观景

二、规划景点、项目、设施

序号	景点（项目）名称	所属景区	景点（项目）主要游赏、游乐功能
1	儿童游乐园	万圣山景区	儿童游乐
2	森林浴场	万圣山景区	森林沐浴、野营
3	迷你滑草场	万圣山景区	草地滑轮
4	登山健身区	万圣山景区	登山健身
5	野外拓展区	万圣山景区	体能拓展娱乐、野外生存拓展训练等
6	森林自然博物馆	万圣山景区	生态文化、科普活动
7	文体健身中心	万圣山景区	文体健身
8	梅花园	万圣山景区	花木景观游赏、科普、体验
9	樱花园	万圣山景区	花木景观游赏、科普、体验
10	桂花园	万圣山景区	花木景观游赏、科普、体验
11	牡丹园	万圣山景区	花卉景观游赏、科普、体验
12	珍稀特有植物园	万圣山景区	珍稀特有植物景观游赏、科普、体验
13	纪念林	万圣山景区	纪念林景观游赏、体验
14	思南县种质资源收集库	万圣山景区	珍稀特有植物景观游赏、科普、体验
15	森林文艺创作院	万圣山景区	森林文艺创作
16	特色农业体验区	万圣山景区	特色农业体验活动
17	康疗中心	万圣山景区	休憩疗养、保健
18	游客接待中心	万圣山景区	休闲、度假、避暑
19	老年活动中心	万圣山景区	老年人森林养生活动
20	森林人家	万圣山景区	休闲、度假、体验
21	茶韵馆	万圣山景区	森林养生、休闲、娱乐

表 4.6.1-1 万圣山森林公园现有景点资源一览表

22	森林氧吧	万圣山景区	森林养生
23	千佛寺	腾龙峡景区	宗教朝觐
24	乌江水上游乐区	腾龙峡景区	乌江水上游乐
合计：51 个，其中，现有景点资源 27 个，规划景点（项目）24 个。			

4.6.1.4 本工程与森林公园区位关系

花滩子水库淹没、枢纽工程以及主体工程施工布置均不涉及森林公园范围，本工程输水管线北干管及邵塘支管涉及森林公园的游览观光区和生态保育区，其中输水管线的北干管穿越游览观光区长度约 0.380km，穿越生态保育区约 0.535km，邵塘支管穿越游览观光区约 0.687km。

表 4.6.1-2 输水管线穿越思南万圣山省级森林公园一览表

森林公园分区	涉及的工程内容	穿越形式	穿越情况	合计
游览观光区	邵塘支管	地埋式管道	0.687km	1.058km
	北干管	隧洞	0.380km	
生态保育区	北干管	地埋式管道	0.535km	0.535km

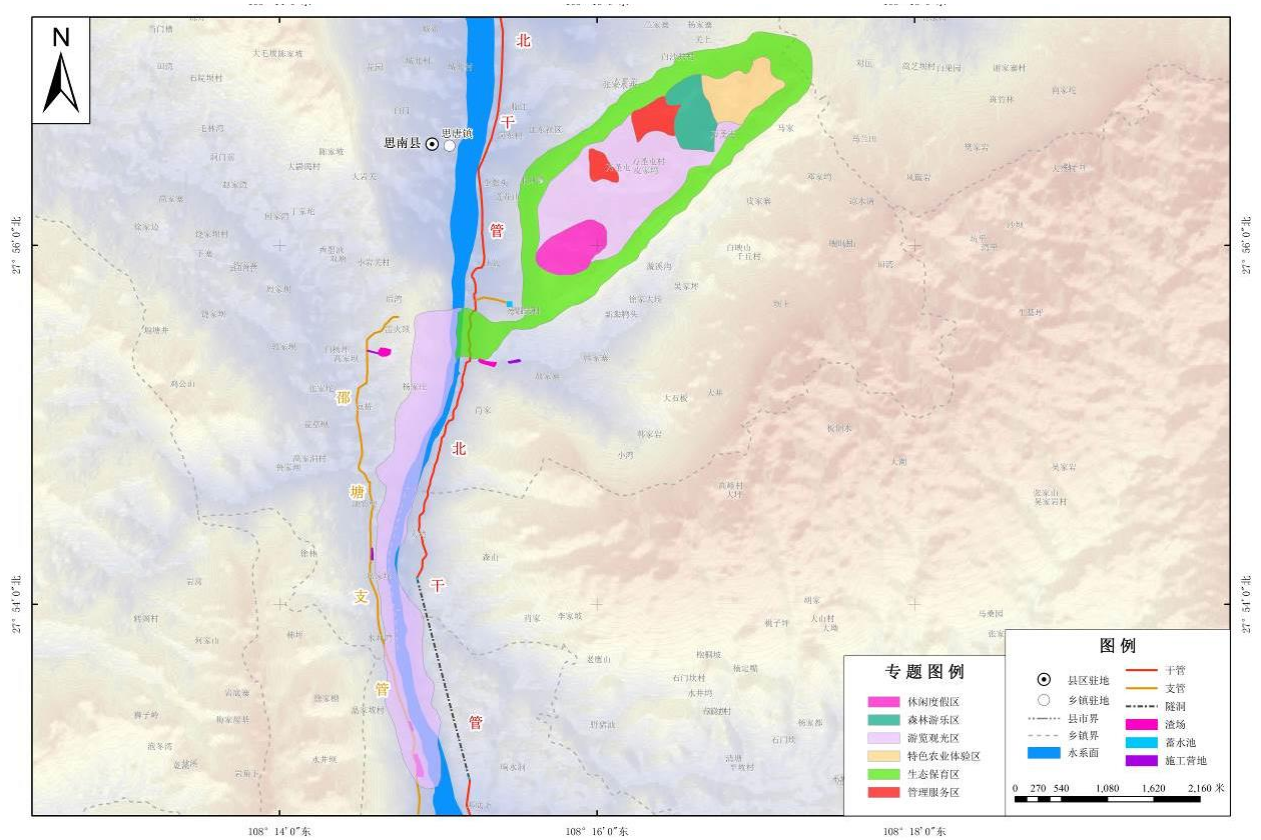
4.6.1.5 穿越思南万圣山省级森林公园处生态现状

本工程供水灌溉工程区以管道型式穿越思南万圣山省级森林公园，穿越区域为游览观光区和生态保育区，在森林公园内主要的工程型式为地埋式输水管道及隧洞，管道长约 1.058km，隧洞长约 0.380km。

结合具体工程布置，通过现场调查，管道穿越森林公园游览观光区段土地利用类型以灌草地、建设用地为主，穿越生态保育区段土地利用类型以林地、灌草地为主。穿越区域植被以灌草丛、针叶林为主，常见的群系有黄荆群系、白茅群系、柏木群系等，常见的植物有柏木、黄连木、朴树、构树、马桑、小果蔷薇、白茅、五节芒、荇草、野菊、千里光、细风轮菜、蕨、蜈蚣草等。穿越森林公园段分布野生动物主要为两栖类的中华蟾蜍、饰纹姬蛙和泽陆蛙等；爬行类动物有中国石龙子、黑眉锦蛇、虎斑颈槽蛇等；鸟类有环颈雉、山斑鸠、四声杜鹃、黑脸噪鹛、红嘴蓝鹊、大山雀等；兽类有褐家鼠、鼬獾、华南兔等。



图 4.6.1-2 穿越思南万圣山省级森林公园处生态现状



4.6.2 思南河西水厂饮用水源保护区

(1) 地理位置及范围

河西水厂饮用水源保护区于 2007 年 6 月由省人民政府以“黔府函〔2007〕115 号”《省人民政府关于划定铜仁地区玉屏等 7 县(区)集中式饮用水源保护区的批复》批准成立。

河西水厂水源地保护区总面积约 1.25km²。保护区划分为一级保护区、二级保护区和准保护区。其中，一、二级保护区面积分别为 0.53km²、0.48km²，准保护区 0.24km²。

取水点位于思南县思唐镇白虎岩，坐标为东经 108.254°、北纬 27.93°。河西水厂水源保护区主要为思南县取水水源。现状水质除 TP 外，基本能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

（2）功能分区

一级保护区：取水点上游 1000m 至千佛洞，取水点下游 100m 的同侧江面水水域和河道两侧纵深各 200m 的陆域。

二级保护区：从一级保护区上游边界上溯 1000m 至镇江阁的同侧江面水域和河岸两侧纵深各 200m 的陆域。

准保护区：从二级保护区上游边界上溯 500m 至赵家坝码头的同侧江面水域和河岸两侧纵深各 200m 的陆域。

（3）本工程与保护区区位关系

花滩子水库工程北干管 8+092-9+692 涉及一级保护区，北干管 5+962-8+092（含灯油坝隧洞 2.13km）涉及二级保护区，北干管 2+262-5+962 涉及准保护区。本工程北干管及其支管共穿越河西水厂一级保护区管线长度为 1.6km，穿越二级保护区管线长度为 3.3km，穿越准保护区 3.7km。本项目建成后将取代该水源点。花滩子水库工程与思南河西水厂饮用水源保护区位置关系详见附图 5-3。

4.6.3 思南乌江白鹭洲省级风景名胜区

4.6.3.1 地理位置、级别及范围

思南乌江白鹭洲省级风景名胜区于 2002 年底由贵州省人民政府批准成立。2015 年 11 月省人民政府以“黔府函〔2015〕272 号”文批复了《思南乌江白鹭洲风景名胜区总体规划(2015—2030 年)》。

思南乌江白鹭洲省级风景名胜区主要位于思南县的杨家坳乡、长坝乡、文家店镇、塘头镇等，划分为 5 个景区和 1 个独立景群，分别为郝家湾景区、石阡河景区、长坝石林景区、荆竹园景区、岑头盖景区及县城独立景群，总面积为 86km²，东起石阡河景区的毛盖顶，西至岑头盖景区的青年台，南起郝家湾景区的后屯，北至岑头盖景区的冉乌塘河，地理坐标为东经 107°54'02"~108°16'36"，北纬 27°39'39"~27°54'44"。

4.6.3.2 功能分区及保护要求

白鹭洲省级风景名胜区分为一、二级、三级保护区。

（1）一级保护区（核心景区）

将景点较为集中一定范围与空间划为一级保护区。一级保护区主要是指长坝石林景区及郝家湾景区中最集中、最具观赏价值、最需要严格保护的景源，面积为 4km^2 ，占总面积的 4.65%。

严禁建设与风景保护无关的设施，属于严格建设范围；对不符合规划、未经批准及与核心景区资源保护无关的各项建筑物、构筑物，要求搬迁、拆除或改做它用；仅允许绿色环保机动车辆入内；禁止畜禽养殖。

（2）二级保护区

二级保护区为一级保护区外围及景源相对集中地区域及主要河段两岸，具有一定观赏价值和游览价值的区域，面积为 34km^2 ，占总面积的 39.53%。

区内应对开发建设活动严格限制，可以配置必要的游览道路、水上路线、游憩亭台和安全防护等设施；根据游览需要，配置适量的旅服务设施；不得在该区域内安排与风景游赏和资源保护无关的人工设施；保持原生自然地貌、植被水体等，严禁开山采石以及破坏保持原生自然地貌、植被水体等建设行为。

（3）三级保护区

在风景区范围内，除一、二级保护区以外的区域，划为三级保护区。面积为 9.90km^2 ，占总面积的 55.81%。

在其范围内，可以有序安排同风景区性质与容量相一致的各项旅游服务设施基地，并与风景环境相协调；可以安排有序的生产生活、经营管理等设施；严格执行居民点规划中人口控制，加快协调经济发展方向；加强植树造林和养护管理，25 度以上坡耕地应退还林。

4.6.3.3 景点资源

风景名胜区的乌江雄奇俊秀的自然风光为纽带，以积淀深厚的乌江盐油文化和典型的喀斯特石林景观为特色，与地方民族民俗文化、历史遗存、田园风光等相结合。风景资源以人文景源为主，自然景源为辅。对 56 处景源进行定量分析和评价分级，评出一级景源共 5 处，占景源总数 9%；二级景源 13 处，占景源总数 23%；三级景源 29 处，占景源总数 52%；四级景源 9 处，占景源总数 16%。

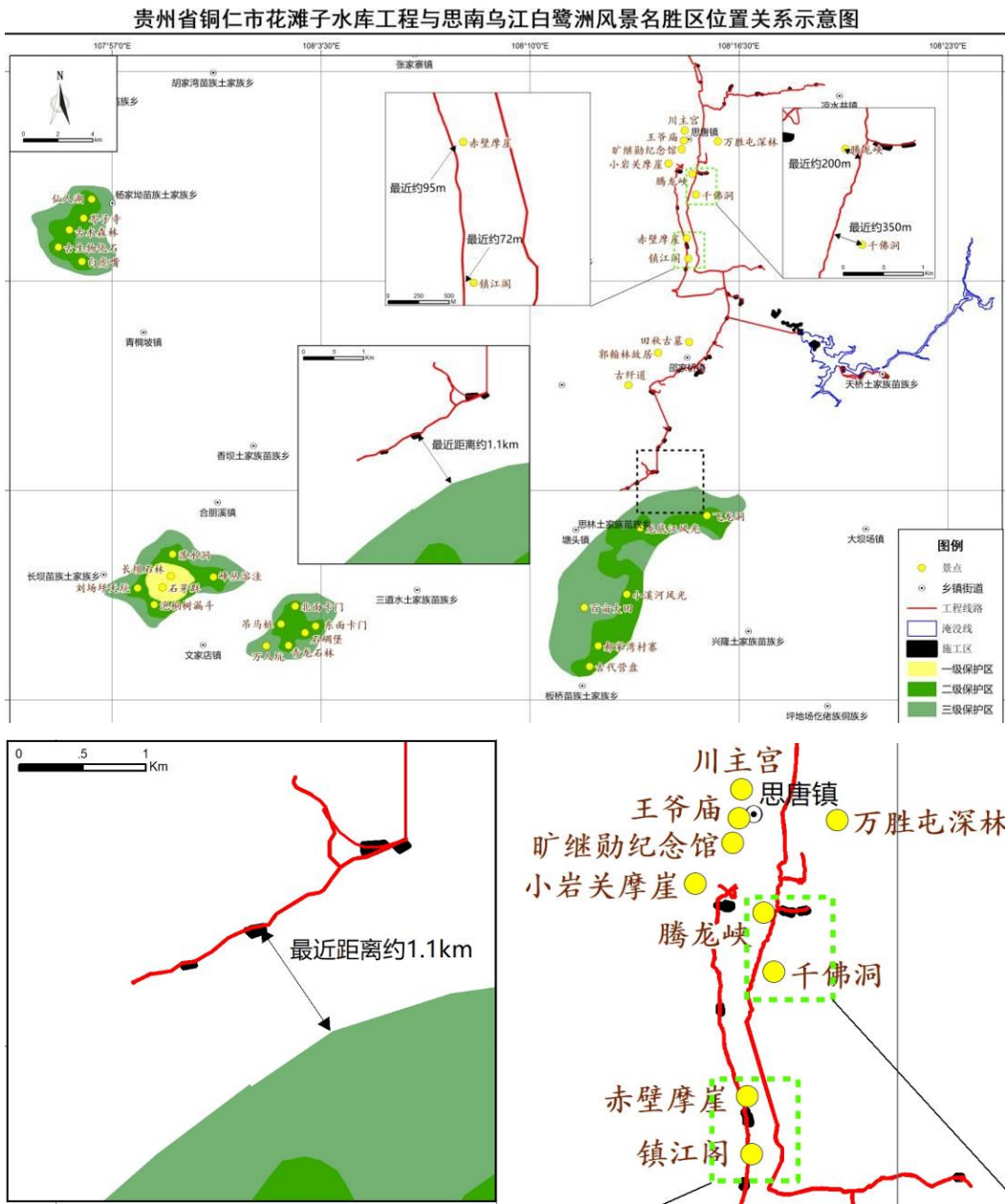
其中县城独立景群包括府文庙、王爷庙、川主宫、永祥寺、周和顺盐号、华严寺、腾龙峡、旷继勋纪念馆等 27 个景点。

4.6.3.4 本工程与风景名胜区的位关系

根据花滩子水库工程布置，结合风景名胜区功能区划可知，本工程枢纽区、库区不涉及思南乌江白鹭洲省级风景名胜区，工程供水管线距离风景名胜区的三级保护区边界最近处为 1.1km，管线 200m 范围内独立景群景点有三个：腾龙峡、赤壁摩崖和镇江阁，其中独立景群景点为镇江阁与管线距离最近，为 81m，见表 4.6.3-2、图 4.6.3-1。

表 4.6.3-2 本工程输水管线与白鹭洲风景名胜区独立景群位置关系

序号	景点名称	景点级别	与工程距离
1	腾龙峡	二级	183m
2	千佛洞	三级	345m
3	赤壁摩崖	四级	95m
4	镇江阁	四级	81m



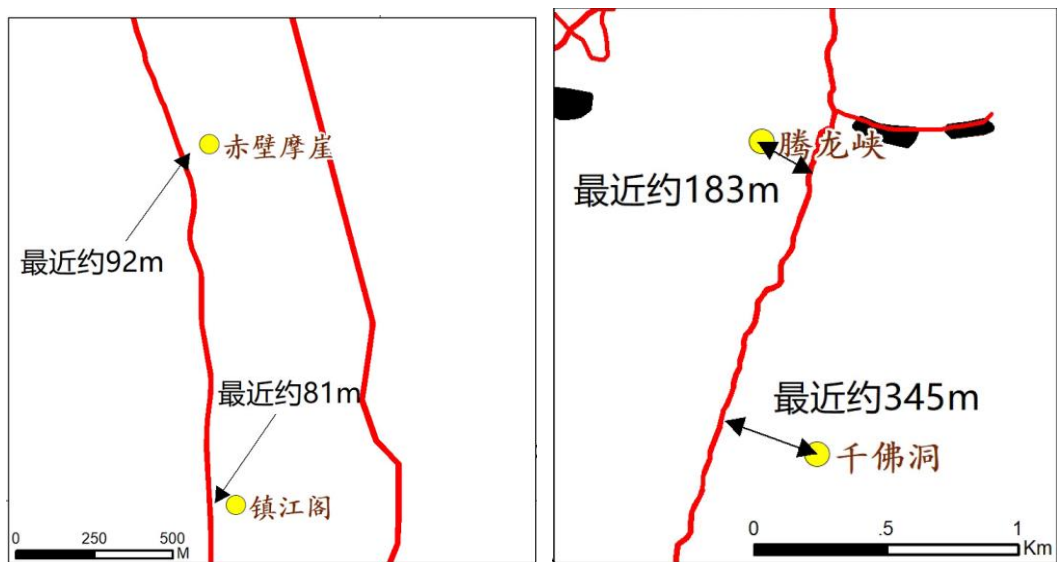


图 4.6.3-1 工程与白鹭洲省级风景名胜区及独立景群的位置关系图

4.6.4 思南乌江喀斯特国家地质公园

思南乌江喀斯特国家地质公园属于大型喀斯特地貌型地质公园,2009 年 8 月 19 日,思南乌江喀斯特国家地质公园正式被授予全国第五批国家地质公园资格。思南乌江喀斯特国家地质公园总占地面积 202.99km²,其中一级保护区占地面积 23.41km²,是保护区的核心部分,二级保护区占地面积 12.53km²。

本阶段工程管线比选后避让了思南乌江喀斯特国家地质公园,不涉及地质遗迹,管线与该园区最近距离 140m(见附图 5-5)。

4.6.5 龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区

龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区位于贵州省铜仁市思南县,地理坐标范围在东经 108°11'49"至 108°23'36",北纬 27°40'51"至 27°47'22"之间,总面积 285.3hm²。核心区位于龙底江(石阡河)的兴隆木根洞至山羊岩河段,兴隆木根洞沿河两侧坐标:(108°16'46"E, 27°40'56"N; 108°16'50"E, 27°40'51"N),山羊岩沿河两侧坐标:(108°18'30"E, 27°42'01"N; 108°18'03"E, 27°42'07"N)。实验区位于石阡河的兴隆山羊岩至塘头镇的两江口河段,兴隆山羊岩沿河两两侧坐标:(108°18'30"E, 27°42'01"N; 108°18'03"E, 27°42'07"N),塘头镇的两江口沿河两侧坐标:(108°13'02"E, 27°47'22"N; 108°13'07"E, 27°47'16"N)。保护河段长 37km,其中核心区面积 100.2hm²,河段长 13km;实验区面积 185.1hm²,保护河段长 24km。核心区特别保护期为每年 3 月 1 日至 7 月 31 日。保护区保护区内主要保护对象是黄颡鱼、大口鲶,其它保护物种包括鲤、泉水鱼、鳊等物种。

本工程管线不涉及龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区，管线与该保护区实验区外边界最近距离约 90m。

表 4.6.5-1 花滩子水库工程周边环境敏感区一览表

序号	敏感区名称	分布位置及规模	与本工程相对位置关系
1	思南县河西水厂集中式饮用水水源保护区	保护区划分为一级保护区、二级保护区和准保护区，总面积 1.25km ² ，面积分别为 0.53km ² 、0.48km ² 、0.24km ² ，取水点位于思南县思塘镇。	本工程穿越河西水厂一级保护区管线长度为 1.6km，穿越二级保护区管线长度为 3.3km，穿越准保护区 3.7km。
2	思南乌江白鹭洲风景名胜区	思南乌江白鹭洲风景名胜区（省级风景名胜区）位于乌江中游，划分为县城独立景群、腾龙峡片区、郝家湾片区、长坝石林片区、荆竹园片区、石阡河片区六个片区。	花滩子水库工程项目建设不涉及该公园，工程距离风景名胜区的三级保护边界最近处为 0.996km。
3	思南乌江喀斯特国家地质公园	思南乌江喀斯特国家地质公园总占地面积 202.99km ² ，其中一级保护区占地面积 23.41km ² ，是保护区的核心部分，二级保护区占地面积 12.53km ² 。	花滩子水库工程项目建设不涉及该景区，管线与该园区最近距离 0.14km。
4	贵州思南万圣山森林公园	思南万圣山省级森林公园，位于贵州省铜仁市思南县东北部的思南县城所在地思唐镇的白沙井村和孙家坝镇石门坎村区域，森林公园规划总面积为 638.75hm ² ，主要分为万圣山景区和腾龙峡景区。	花滩子水库工程北干管及支管穿越万圣山森林公园游览观光区 1.058km，穿越生态保育区约 0.535km
5	龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区	龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区位于贵州省铜仁市思南县，地理坐标范围在东经 108°11'49"至 108°23'36"，北纬 27°40'51"至 27°47'22"之间，总面积 285.3hm ² 。	工程管线不涉及龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区，管线与该保护区实验区最近距离约 90m。

4.7 环境质量现状评价

4.7.1 地表水环境

4.7.1.1 污染源现状

本次污染源调查，面源污染调查范围为库周集水区域、坝址下游和受水区三个区域，包括主要城镇生产生活集中污染源、农村散排生活污染源、畜禽养殖污染源、农田径流污染源以及工业污染源。分区域各类污染源主要情况如下：

（1）库区库周污染源现状

库区库周污染源主要包括点面污染源和点污染源，评价范围内无工矿企业或工业园区分布，无工矿企业废污水排放，库周天桥乡、新寨镇、缠溪镇现状无污水处理厂，农村散排、畜禽养殖及农田径流污染负荷均以面源散排计入。

1）点源

清渡河流域坝址以上库周有天桥乡、新寨镇、缠溪镇集镇分布，集镇上现状无污水处理厂，有统一的污水排放管道，按点源计入。库周现状年点源污染负荷为 COD 排放量 39.83 t，氨氮排放量 5.64t，总磷排放量 0.61 t。

2) 面源

① 农村散排生活污水

农村生活废污水的排放具有分散和无序等特点，结合库周人口、经济情况，采用农村人口生活用水量和排放系数进行统计估算，库周现状年农村散排生活污染负荷 COD 排放量 38.78 t，氨氮排放量 6.06 t，总磷排放量 0.6 t。

② 畜禽养殖污染

结合各村现状畜禽存栏数统计数据，畜禽养殖场的畜禽养殖污水处理方式较为简单，采用直排方式进行估算，库周现状年畜禽养殖污染负荷为 COD 入河量为 8.6 t，氨氮入河量为 0.31t，总磷入河量为 0.1t。

③ 农田径流污染

流域内农用化肥和农药通过降雨和地表径流排入水体，根据各村现状年耕地统计数据，并根据库周耕地面积估算化肥施用量。库周现状年农田径流污染负荷 COD 入河量为 20.51t，氨氮入河量为 2.2 t，总磷入河量为 1.66t。

表 4.7.1-1 现状年（2018 年）花滩子水库库周污染负荷汇总

河流	污染物类别		污染负荷(t/a)			
			COD	NH ₃ -N	TP	TN
清渡河	点源	乡镇集中排放	39.83	5.64	0.61	7.82
	面源	农村散排	38.78	6.06	0.60	7.79
		畜禽养殖	8.60	0.31	0.10	0.96
		农田径流	20.51	2.20	0.35	3.79
	合计		107.72	14.21	1.66	20.36

(2) 坝下游河段污染源

根据调查，花滩子水库坝址下游河段现状年面源主要包括来自农村居民散排生活污水、畜禽养殖污染及农田径流污染，孙家坝镇现状无污水处理厂，集镇生活污水以点源排放汇入花滩子电站下游。

表 4.7.1-2 现状年（2018 年）坝下游河段涉及乡镇面源污染综合现状统计表

河流	污染物类别		污染负荷(t/a)			
			COD	NH ₃ -N	TP	TN
清渡河	点源	乡镇集中排放	171.20	24.23	2.62	33.59
	面源	农村散排	40.91	6.39	0.64	8.22
		畜禽养殖	9.07	0.33	0.11	1.01
		农田径流	20.19	2.16	0.34	3.73
	小计		241.38	33.11	3.70	46.56

(3) 石阡河受水区河段污染源

根据调查,石阡河受水区污染来源包括城镇生活污水处理厂和乡镇集中排放形成的点源污染和农村散排、畜禽养殖、农田径流形成的面源污染。石阡河受水区点源主要来自塘头镇和板桥镇,板桥镇现状年未建污水处理厂,集镇污水直接排放,塘头镇现状年有污水处理厂,主要负责处理塘头镇集镇人口产生的生活污水,日处理 2000m³/d,出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)中一级 B 标准。

表 4.7.1-3 现状年(2018 年)石阡河受水区污染源负荷现状综合统计表

河流	污染物类别		污染负荷(t/a)			
			COD	NH ₃ -N	TP	TN
乌江	点源	城镇生活污染源	148.37	23.98	2.68	35.86
	面源	农村散排	115.72	18.07	1.8	23.24
		畜禽养殖	25.65	0.94	0.3	2.86
		农田径流	76.75	8.23	1.3	14.19
	小计		366.49	51.22	6.08	76.15

(4) 乌江受水区污染源

乌江干流受水区退水涉及乌江思林电站坝址~鹦鹉溪镇河段,起始断面为思林电站坝址,终止断面为乌杨树断面(国控断面),河段总长约 40.9km。根据调查,乌江干流受水区现状年污染源主要来源于思南县城、思南县工业企业以及思南县下属乡镇等集中点污染源,以及农村居民散排生活污水、畜禽养殖污染及农田径流污染等面污染源。

1) 城镇生活污染源

乌江干流受水区退水涉及乌江思林电站坝址~鹦鹉溪镇河段,起始断面为思林电站坝址,终止断面为乌杨树断面(国控断面),河段总长约 40.9km。根据调查,乌江干流受水区现状年污染源主要来源于思南县城、思南县工业企业以及思南县下属乡镇等集中点污染源,以及农村居民散排生活污水、畜禽养殖污染及农田径流污染等面污染源。

乌江干流受水区的城镇生活污染源分为两部分,经污水处理厂处理部分和未经污水处理厂处理部分。经污水处理厂处理部分主要有来自思南县城城镇生活污水处理厂、凉水井镇、邵家桥镇、鹦鹉溪镇乡镇污水处理厂,生活污水经处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)中一级 B 标准后排放。乌江干流受水区实际现状水平年排污口以思南县水务局提供的排口为准,见表 4.7.1-4,经污水厂处理城镇污染源最终计算结果见表 4.7.1-5。根据《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划》(2017-2030 年),现状年思南县城及乡镇污水处理厂污水收集率约 65%,通过污水处理厂处理污水量间接估算出未收集部分污水量,进而得出该部分污染总负荷,计算结果见表 4.7.1-6。

表 4.7.1-4 评价区乌江干流受水区污水水污水处理厂排污口信息统计表

排污口名称	受纳水体	污水处理厂名称	处理区域范围
县城二期污水处理厂排污口	乌江	思南县城二期污水处理厂	思南县城河东片区
县城一期污水处理厂排污口	乌江	思南县城一期污水处理厂	思南县城河西片区
思南县凉水井镇污水处理厂排污口	息乐溪河汇入乌江	思南县凉水井镇污水处理厂	凉水井镇
思南县邵家桥镇污水处理厂排污口	乌江	邵家桥镇污水处理厂	邵家桥镇
思南县鹦鹉溪镇污水处理厂排污口	乌江	鹦鹉溪镇污水处理厂	鹦鹉溪镇

表 4.7.1-5 现状年（2018 年）乌江干流受水区经污水厂处理城镇污染源污染物排放统计表

序号	污水处理厂名称	污水设计规模(万 t/a)	污水实际处理量(万 t)	进水浓度 (mg/L)				出水浓度 (mg/L)				年排放量 (t)			
				COD	TN	NH ₃ -N	TP	COD	TN	NH ₃ -N	TP	COD	TN	NH ₃ -N	TP
1	县城污水处理厂（一期）	292.00	290.40	243.21	未检测	37.50	2.30	21.40	0.05	4.20	1.10	62.15	0.15	12.20	3.19
2	县城污水处理厂（二期）	109.50	100.74	149.75	44.90	28.40	2.26	19.00	0.05	4.09	0.98	19.14	0.05	4.12	0.99
3	邵家桥污水处理厂	36.50	33.65	215.60	34.00	30.60	2.39	20.00	14.90	3.52	0.85	6.73	5.01	1.18	0.29
4	鹦鹉溪镇污水处理厂	36.50	33.62	222.31	42.00	37.60	4.16	27.00	18.80	6.79	0.98	9.08	6.32	2.28	0.33
5	凉水井污水处理厂	14.60	14.09	231.90	21.10	32.70	5.41	23.00	17.10	7.48	0.91	3.24	2.41	1.05	0.13
合计		489.1	472.5	/	/	/	/	/	/	/	/	100.33	13.94	20.84	4.93

表 4.7.1-6 现状年（2018 年）乌江干流受水区城镇污染源污染物排放统计汇总表(t/a)

来源	生活污水年入河量（万 m ³ ）	COD	TN	NH ₃ -N	TP
经污水处理厂处理部分	472.5	100.3	13.9	20.8	4.9
未经污水处理厂处理部分	254.4	558.5	103.0	88.9	6.4
合 计	726.9	658.8	116.9	109.7	11.3

2) 工业企业污染源

① 工业污染源分布

乌江干流受水区主要工业污染源集中在思南工业园区，经企业调研、资料查询，工业园目前入区项目大部分属于食品生产加工产业、新型建材、化工轻工工业、机械制造加工业、高新产业、服务类。根据水污染防治规划调查成果，目前乌江干流受水区主要废水排放企业 93 家（不完全统计），详见表 4.7.1-7，目前双塘工业园入驻 76 个项目，具体地理位置见图 4.7.1-1。根据统计乌江干流受水区工业企业污染物排放见表 4.7.1-7。

表 4.7.1-7 乌江干流受水区工业企业一览表

序号	填报单位详细名称	行业类别	影响水体
1	双塘工业园区（入驻 76 个项目）	以农副产品加工、轻工制造、医药保健、高新技术、商贸物业为主	乌江干流
2	贵州久联民爆器材发展股份有限公司思南生产分公司	炸药及火工产品制造	乌江干流
3	思南五盛肥业有限责任公司	复混肥料制造	乌江干流
4	思南利民木材加工有限公司	胶合板制造	乌江干流
5	思南县鼎一食品有限责任公司	牲畜屠宰	乌江干流
6	思南南江粮油购销有限责任公司	食用植物油加工	乌江干流
7	贵州三江环保建材有限公司	粘土砖瓦及建筑砌块制造	息乐溪流
8	贵州思南西南水泥有限公司	水泥制造	乌江干流
9	思南县强力电杆责任有限公司	水泥制品制造	乌江干流
10	贵州巨鼎实业有限公司	建筑装饰用石开采	清渡河
11	贵州玉丰实业有限公司	建筑装饰用石开采	清渡河
12	贵州乌江水电开发有限责任公司思林发电厂	水力发电	乌江干流
13	贵州省思南县乌江酒业有限公司	碳酸饮料制造	乌江干流
14	思南县塘头恒鑫陶瓷瓦厂	建筑陶瓷制品制造	石阡河
15	思南鳌篆绿色食品有限公司	蛋品加工	石阡河
16	思南县塘头镇造纸厂	非木竹浆制造	石阡河
17	思南江源绿色食品有限公司	蛋品加工	石阡河
18	思南县大坝场肉联厂	肉制品及副产品加工	石阡河
19	思南县闽黔木业加工厂	锯材加工	石阡河

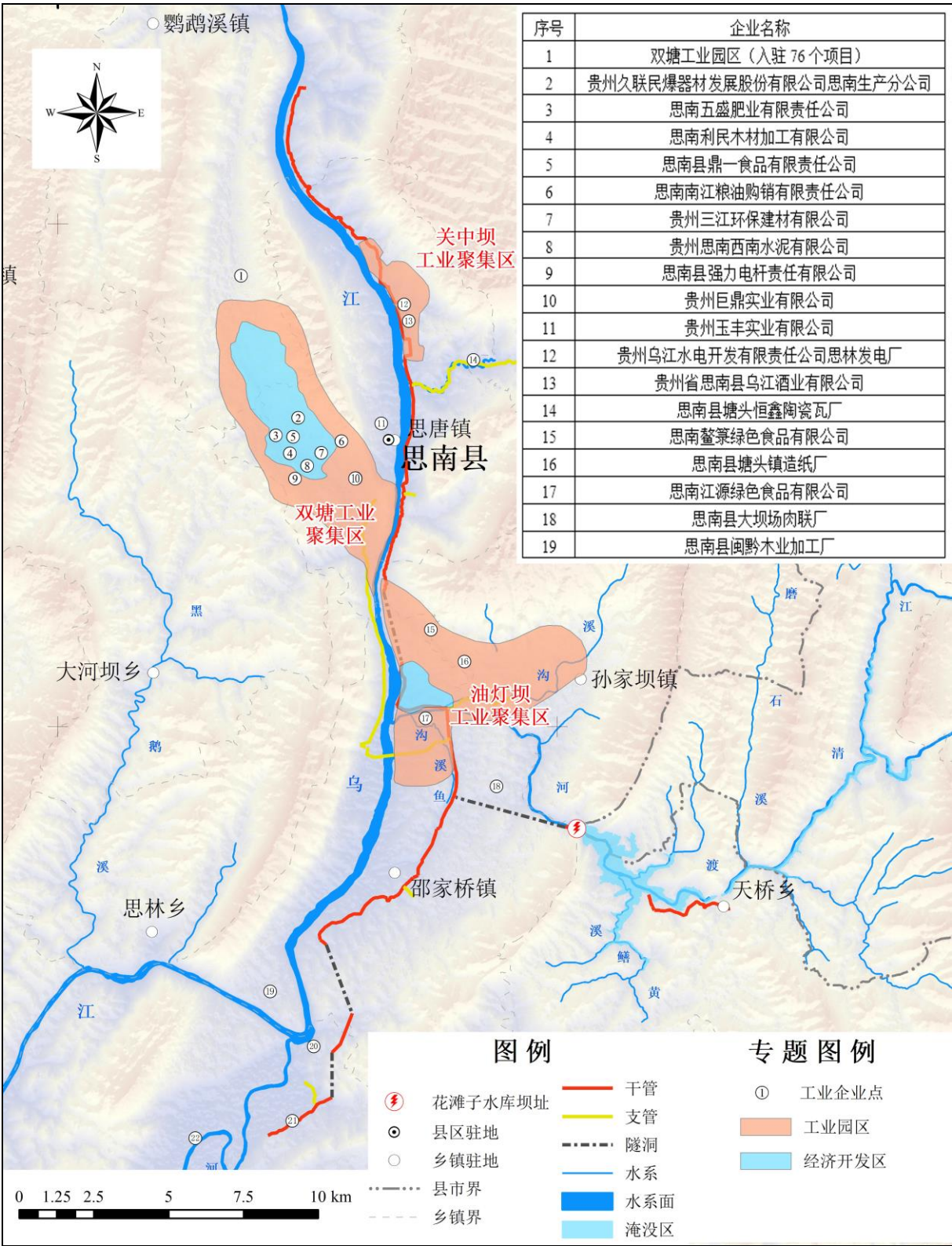


图 4.7.1-1 现状年（2018 年）乌江干流受水区工业企业分布

② 污染物行业排放特征

据统计，废水排放量为 197.43 万 m³，COD 排放量为 478.69t，氨氮排放量为 16.31t，总磷排放量为 1.95t。

a. 流域内工业 COD 排放量贡献最大的行业为其他未列明农副食品加工、排放量为 131.84t, 占工业 COD 排放总量的 24.29%; 其次为肉制品及副产品加工、碳酸饮料制造、蛋品加工, 分别占 COD 总量的 18.53%、17.42%、16.75%。

b. 氨氮排放量贡献最大的为牲畜屠宰, 排放量为 1.13t, 占工业氨氮排放总量的 29.07%; 其次为肉制品及副产品加工、其他未列明农副食品加工、非木竹浆制造, 分别占氨氮排放总量的 18.60%、17.74%、10.29%。

c. 总磷排放源为牲畜屠宰, 排放量为 0.12t。

综上所述, 其他未列明农副食品加工、肉制品及副产品加工、碳酸饮料制造、蛋品加工、牲畜屠宰为流域内水污染控制重点行业。

③ 工业企业污染源排放统计

结合水污染防治规划成果, 现状年乌江干流受水区工业企业污染负荷见表 4.7.1-8。

表 4.7.1-8 现状年(2018 年)乌江干流受水区工业企业污染源污染物排放统计表

区域	污染物(t/a)			
	COD	NH ₃ -N	TP	TN
乌江受水区	478.69	16.310	1.950	—

3) 农村生活污染源

乌江干流受水区农村生活污染源负荷计算方法及参数选取同库周。根据乌江受水区农村人口, 计算得到乌江干流受水区涉及农村居民散排生活污水污染负荷, 详见表 4.7.1-9。

表 4.7.1-9 现状年(2018 年)乌江干流受水区农村散排生活污水污染负荷统计表

河流	乡镇	农村散排污染负荷(t/a)			
		COD	NH ₃ -N	TP	TN
乌江	凉水井镇	56.20	8.78	0.87	11.29
乌江	邵家桥镇	25.46	3.98	0.40	5.11
乌江	鹦鹉溪镇	20.88	3.26	0.32	4.19
合计		102.54	16.02	1.59	20.59

4) 畜禽养殖污染源

乌江干流受水区畜禽养殖业由于集约化程度很低, 未达到规模化养殖水平。本次考虑畜禽养殖面源污染来源于农户畜禽散养。据调查, 乌江干流受水区涉及乡镇的畜禽养殖种类主要有大牲畜和小牲畜。污染负荷计算方法及参数选取同库周。根据涉及乡镇的畜禽养殖数量, 计算得到乌江干流受水区涉及畜禽养殖产生的面源污染负荷, 见表 4.7.1-10。

表 4.7.1-10 现状年（2018 年）乌江干流受水区畜禽养殖污染负荷统计表

河流	乡镇	畜禽养殖污染负荷(t/a)			
		COD	NH ₃ -N	TP	TN
乌江	凉水井镇	12.46	0.46	0.15	1.39
乌江	邵家桥镇	5.64	0.21	0.07	0.63
乌江	鹦鹉溪镇	5.18	0.19	0.06	0.58
合计		23.28	0.86	0.28	2.6

5) 农田径流污染源

流域内农用化肥和农药通过降雨和地表径流排入水体, 根据各乡镇现状年耕地统计数据, 并根据受水区耕地面积估算化肥施用量。现状年乌江干流受水区农田径流污染负荷见表 4.7.1-11。

表 4.7.11 现状年（2018 年）乌江干流受水区农田径流污染负荷统计表

河流	乡镇	农田径流污染负荷(t/a)			
		COD	NH ₃ -N	TP	TN
乌江	凉水井镇	30.61	3.28	0.52	5.66
乌江	邵家桥镇	39.69	4.25	0.67	7.34
乌江	鹦鹉溪镇	45.08	4.83	0.76	8.34
合计		115.38	12.36	1.95	21.34

6) 入河污染负荷汇总

综上, 乌江干流受水区城镇化程度、工业化程度较高, 污水处理厂较多, 点源污染主要来源于城镇生活和工业企业污染源, 由于思南县城污水收集管网覆盖率低, 且污水处理厂排放标准相对不高, 因此城镇污水点源污染占比较大, 而面源污染则以农村散排污水和农田径流污染负荷为主。

表 4.7.1-12 现状年（2018 年）乌江干流受水区污染源负荷现状综合统计表

河流	污染物类别		污染负荷(t/a)			
			COD	NH ₃ -N	TP	TN
乌江	点源	城镇生活	658.8	109.7	11.3	116.9
		工业企业	478.7	16.3	2.0	——
	面源	农村散排	102.5	16.0	1.6	20.6
		畜禽养殖	23.3	0.9	0.3	2.6
		农田径流	115.4	12.4	2.0	21.3
	小计		1378.6	155.3	17.2	161.5

4.7.1.2 常规水质监测资料分析

(1) 监测断面、时段

本次评价收集了评价区 2016~2018 年乌江干流思林电站断面、河西水厂断面、乌杨树断面（国控断面），支流清渡河赵家坝断面、石阡河塘头原渡口断面常规水质监测资料。依据《贵州省水功能区划》(2015 年)确定本项目环评执标准进行河流水质现状评价。

表 4.7.1-13 评价区常规水质监测断面一览表

河流	断面编号	断面名称	水质目标	断面所在位置	所在水功能区
乌江干流	W1	思林电站断面	II 类	乌江干流思林电站库区, 清渡河汇口以上 16km	乌江贵阳、遵义、黔南、铜仁保留区
	W2	河西水厂断面		乌江干流, 清渡河汇口以下 7km	
	W3	乌杨树断面(国控断面)		乌江干流思南出境断面, 清渡河汇口以下 22km	
清渡河	W4	清渡河赵家坝断面	III类	清渡河下游断面, 清渡河汇口以上约 2km	清渡河印江思南保留区
石阡河	W5	石阡河原渡口断面	III类	石阡河下游断面, 石阡河汇口以上约 9km	石阡河石阡思南保留区

表 4.7.1-14

评价区常规水质断面水质现状及评价结果（乌江干流，Ⅱ类水质标准）

单位 mg/L

2016 年			1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	Ⅱ类标准	最大超标倍数
W1（思林电站断面）	高锰酸盐指数	监测值	1.45	1.3	0.95	1.75	1.8	3	1.9	2.1	3	1.7	1	1.2	4	0
		标准指数	0.36	0.33	0.24	0.44	0.45	0.75	0.48	0.53	0.75	0.43	0.25	0.30		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	氨氮	监测值	0.084	0.076	0.066	0.152	0.033	0.035	0.013	0.013	0.057	0.049	0.066	0.042	0.5	0
		标准指数	0.17	0.15	0.13	0.30	0.07	0.07	0.03	0.03	0.11	0.10	0.13	0.08		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	总磷	监测值	0.18	0.23	0.27	0.24	0.29	0.17	0.17	0.18	0.15	0.18	0.18	0.17	0.1	1.9
		标准指数	1.8	2.3	2.7	2.4	2.9	1.7	1.7	1.8	1.5	1.8	1.8	1.7		
		评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标		
	氟化物	监测值	0.19	0.29	0.39	0.28	0.32	0.39	0.26	0.6	0.51	0.21	0.35	0.19	1.0	0
		标准指数	0.19	0.29	0.39	0.28	0.32	0.39	0.26	0.6	0.51	0.21	0.35	0.19		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
W2（河西水厂断面）	高锰酸盐指数	监测值	1.1	1.05	0.95	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	1.5	1.2	1.2	1.2	4	0
		标准指数	0.275	0.2625	0.2375	0.3	0.325	0.3	0.325	0.35	0.375	0.3	0.3	0.3		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	氨氮	监测值	0.08	0.09	0.07	0.06	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.081	0.067	0.045	0.5	0
		标准指数	0.16	0.18	0.14	0.12	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.162	0.134	0.09		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	总磷	监测值	0.18	0.2	0.26	0.23	0.28	0.16	0.16	0.17	0.13	0.18	0.18	0.18	0.1	1.8
		标准指数	1.8	2	2.6	2.3	2.8	1.6	1.6	1.7	1.3	1.8	1.8	1.8		
		评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标		
	氟化物	监测值	0.19	0.29	0.37	0.26	0.29	0.25	0.26	0.32	0.27	0.23	0.31	0.19	1.0	0
		标准指数	0.19	0.29	0.37	0.26	0.29	0.25	0.26	0.32	0.27	0.23	0.31	0.19		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
W3（乌杨树国控断面）	高锰酸盐指数	监测值	1.4	1.1	1.1	1.2	1.4	1.2	1.4	1.3	1.5	1.2	1.1	1.2	4	0
		标准指数	0.35	0.275	0.275	0.3	0.35	0.3	0.35	0.325	0.375	0.3	0.275	0.3		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		

表 4.7.1-14 评价区常规水质断面水质现状及评价结果(乌江干流, II类水质标准) 单位 mg/L

	氨氮	监测值	0.122	0.076	0.065	0.062	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.081	0.067	0.045	0.5	0
		标准指数	0.244	0.152	0.13	0.124	0.06	0.031	0.035	0.037	0.036	0.064	0.081	0.041		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	总磷	监测值	0.18	0.23	0.25	0.21	0.27	0.16	0.15	0.17	0.13	0.17	0.17	0.18	0.1	1.7
		标准指数	1.8	2.3	2.5	2.1	2.7	1.6	1.5	1.7	1.3	1.7	1.7	1.8		
		评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标		
	氟化物	监测值	0.23	0.3	0.37	0.31	0.26	0.19	0.27	0.29	0.28	0.2	0.32	0.19	1.0	0
		标准指数	0.23	0.3	0.37	0.31	0.26	0.19	0.27	0.29	0.28	0.2	0.32	0.19		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
2017 年			1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	Ⅱ类标准	最大超标倍数
W1（思林 电站断面）	高锰 酸盐 指数	监测值	1	1	1.1	1.5	3.7	3.6	1.8	2.8	2.5	1.2	2.3	1.6	4	0
		标准指数	0.25	0.25	0.275	0.375	0.925	0.9	0.45	0.7	0.625	0.3	0.575	0.4		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	氨氮	监测值	0.042	0.034	0.064	0.074	0.228	0.096	0.066	0.373	0.214	0.11	0.058	0.19	0.5	0
		标准指数	0.084	0.068	0.128	0.148	0.456	0.192	0.132	0.746	0.428	0.22	0.116	0.38		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	总磷	监测值	0.26	0.36	0.32	0.28	0.24	0.18	0.18	0.44	0.25	0.19	0.22	0.15	0.1	3.4
		标准指数	2.6	3.6	3.2	2.8	2.4	1.8	1.8	4.4	2.5	1.9	2.2	1.5		
		评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标		
	氟化物	监测值	0.35	0.33	0.4	0.36	0.22	0.19	0.19	0.37	0.197	0.26	0.281	0.267	1.0	0
		标准指数	0.35	0.33	0.4	0.36	0.22	0.19	0.19	0.37	0.197	0.26	0.281	0.267		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
W2（河西 水厂断面）	高锰 酸盐 指数	监测值	0.9	0.9	1.1	1.1	1.2	1.6	1.4	1.3	1.3	1.1	1.3	1.2	4	0
		标准指数	0.225	0.225	0.275	0.275	0.3	0.4	0.35	0.325	0.325	0.275	0.325	0.3		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	氨氮	监测值	0.033	0.013	0.034	0.067	0.066	0.013	0.071	0.097	0.095	0.082	0.061	0.09	0.5	0
		标准指数	0.066	0.026	0.068	0.134	0.132	0.026	0.142	0.194	0.19	0.164	0.122	0.18		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		

表 4.7.1-14

评价区常规水质断面水质现状及评价结果(乌江干流, II类水质标准)

单位 mg/L

W3（乌杨树国控断面）	总磷	监测值	0.24	0.29	0.32	0.23	0.22	0.12	0.17	0.43	0.17	0.16	0.22	0.15	0.1	3.3
		标准指数	2.4	2.9	3.2	2.3	2.2	1.2	1.7	4.3	1.7	1.6	2.2	1.5		
		评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标		
	氟化物	监测值	0.31	0.29	0.37	0.25	0.42	0.19	0.19	0.37	0.24	0.232	0.192	0.153	1.0	0
		标准指数	0.31	0.29	0.37	0.25	0.42	0.19	0.19	0.37	0.24	0.232	0.192	0.153		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	高锰酸盐指数	监测值	1	0.9	1.2	1.2	1.1	1.9	1.4	1.3	1.3	1.2	1.4	1.8	4	0
		标准指数	0.25	0.225	0.3	0.3	0.275	0.475	0.35	0.325	0.325	0.3	0.35	0.45		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
氨氮		监测值	0.051	0.178	0.026	0.065	0.061	0.026	0.062	0.072	0.122	0.077	0.032	0.09	0.5	0
		标准指数	0.102	0.356	0.052	0.13	0.122	0.052	0.124	0.144	0.244	0.154	0.064	0.18		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
总磷		监测值	0.24	0.38	0.31	0.23	0.2	0.11	0.16	0.43	0.14	0.23	0.21	0.15	0.1	3.3
		标准指数	2.4	3.8	3.1	2.3	2.0	1.1	1.6	4.3	1.4	2.3	2.1	1.5		
		评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标		
氟化物	监测值	0.19	0.24	0.38	0.23	0.32	0.19	0.19	0.37	0.244	0.198	0.289	0.145	1.0	0	
	标准指数	0.19	0.24	0.38	0.23	0.32	0.19	0.19	0.37	0.244	0.198	0.289	0.145			
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标			
2018 年			1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	Ⅱ类标准	最大超标倍数
W1（思林电站断面）	高锰酸盐指数	监测值	1.5	1.7	1.2	1.0	1.1	1.4	1.5	1.6	1.4	1.6	1.2	1.7	4	0
		标准指数	0.375	0.425	0.3	0.25	0.275	0.35	0.375	0.4	0.35	0.4	0.3	0.425		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	氨氮	监测值	0.013	0.013	0.073	0.029	0.065	0.075	0.041	0.033	0.036	0.049	0.057	0.056	0.5	0
		标准指数	0.013	0.013	0.146	0.058	0.13	0.15	0.082	0.066	0.072	0.098	0.114	0.112		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	总磷	监测值	0.14	0.14	0.17	0.13	0.17	0.09	0.06	0.14	0.09	0.11	0.28	0.31	0.1	2.1
		标准指数	1.4	1.4	1.7	1.3	1.7	0.9	0.6	1.4	0.9	1.1	2.8	3.1		
		评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	达标	达标	超标	达标	超标	超标	超标		

表 4.7.1-14 评价区常规水质断面水质现状及评价结果(乌江干流, II类水质标准) 单位 mg/L

	氟化物	监测值	0.003	0.22	0.063	0.06	0.09	0.228	0.27	0.364	0.245	0.166	0.347	0.258	1.0	0
		标准指数	0.003	0.22	0.063	0.06	0.09	0.228	0.27	0.364	0.245	0.166	0.347	0.258		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
W2 (河西 水厂断面)	高锰 酸盐 指数	监测值	1.4	0.8	1	1.1	1	1.4	1.4	1.7	1.4	1.2	1.2	1.1	4	0
		标准指数	0.35	0.2	0.25	0.275	0.25	0.35	0.35	0.425	0.35	0.3	0.3	0.275		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	氨氮	监测值	0.074	0.051	0.039	0.037	0.053	0.09	0.038	0.03	0.07	0.046	0.059	0.042	0.5	0
		标准指数	0.148	0.102	0.078	0.074	0.106	0.18	0.076	0.06	0.14	0.092	0.118	0.084		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	总磷	监测值	0.12	0.13	0.17	0.13	0.17	0.08	0.06	0.14	0.08	0.1	0.36	0.3	0.1	2.6
		标准指数	1.2	1.3	1.7	1.3	1.7	0.8	0.6	1.4	0.8	1	3.6	3		
		评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	达标	达标	超标	达标	超标	超标	超标		
	氟化物	监测值	0.217	0.23	0.184	0.2	0.19	0.203	0.27	0.38	0.221	0.16	0.358	0.267	1.0	0
		标准指数	0.217	0.23	0.184	0.2	0.19	0.203	0.27	0.38	0.221	0.16	0.358	0.267		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
W3 (乌杨 树国控断 面)	高锰 酸盐 指数	监测值	1.4	0.9	1.5	1.2	1	1.3	1.5	1.8	1.6	1.3	1.2	0.9	4	0
		标准指数	0.35	0.225	0.375	0.3	0.25	0.325	0.375	0.45	0.4	0.325	0.3	0.225		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	氨氮	监测值	0.013	0.027	0.046	0.029	0.065	0.116	0.065	0.052	0.013	0.083	0.042	0.083	0.5	0
		标准指数	0.026	0.054	0.092	0.058	0.13	0.232	0.13	0.104	0.026	0.166	0.084	0.166		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		
	总磷	监测值	0.14	0.13	0.16	0.14	0.17	0.09	0.06	0.14	0.07	0.1	0.29	0.29	0.1	1.9
		标准指数	1.4	1.3	1.6	1.4	1.7	0.9	0.6	1.4	0.7	1	2.9	2.9		
		评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	达标	达标	超标	达标	超标	超标	超标		
	氟化物	监测值	0.003	0.17	0.003	0.03	0.11	0.209	0.266	0.356	0.202	0.151	0.346	0.335	1.0	0
		标准指数	0.003	0.17	0.003	0.03	0.11	0.209	0.266	0.356	0.202	0.151	0.346	0.335		
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		

表 4.7.1-15 评价区常规水质断面现状及评价结果（清渡河、石阡河） 单位 mg/L

2017 年			2 月	8 月	10 月	Ⅲ类水质标准
W4（清渡河赵家坝断面）	高锰酸盐指数	监测值	1.2	0.6	0.6	6
		标准指数	0.3	0.15	0.15	
		评价结果	达标	达标	达标	
	氨氮	监测值	0.04	0.085	0.079	1.0
		标准指数	0.08	0.17	0.158	
		评价结果	达标	达标	达标	
	总磷	监测值	0.05	0.01	0.01L	0.2
		标准指数	0.5	0.1	未检出	
		评价结果	达标	达标	达标	
W5（石阡河原渡口断面）	高锰酸盐指数	监测值	1.1	0.9	0.9	6
		标准指数	0.275	0.225	0.225	
		评价结果	达标	达标	达标	
	氨氮	监测值	0.076	0.093	0.084	1.0
		标准指数	0.152	0.186	0.168	
		评价结果	达标	达标	达标	
	总磷	监测值	0.13	0.02	0.02	0.2
		标准指数	1.3	0.2	0.2	
		评价结果	达标	达标	达标	
2018 年			2 月	6 月	10 月	Ⅲ类水质标准
W4（清渡河赵家坝断面）	高锰酸盐指数	监测值	0.8	1.8	1.1	6
		标准指数	0.2	0.45	0.275	
		评价结果	达标	达标	达标	
	氨氮	监测值	0.065	0.085	0.055	1.0
		标准指数	0.13	0.17	0.11	
		评价结果	达标	达标	达标	
	总磷	监测值	0.02	0.03	0.02	0.2
		标准指数	0.2	0.3	0.2	
		评价结果	达标	达标	达标	
W5（石阡河原渡口断面）	高锰酸盐指数	监测值	0.9	1.5	1.2	6
		标准指数	0.225	0.375	0.3	
		评价结果	达标	达标	达标	
	氨氮	监测值	0.059	0.208	0.057	1.0
		标准指数	0.118	0.416	0.114	
		评价结果	达标	达标	达标	
	总磷	监测值	0.03	0.05	0.01	0.2
		标准指数	0.3	0.5	0.1	
		评价结果	达标	达标	达标	

综上所述，根据 2016 年~2018 年乌江干流思林电站断面（评价区上游）、河西水厂断面以及乌杨树断面（国控断面）常规水质断面监测数据，除 TP 指标超标（超标倍数在 1.7~3.4 倍）外，其他指标如高锰酸盐指数、氨氮、氟化物均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类标准。国控乌杨树断面水质除 TP 最大超标 3.1 倍外，其他

指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类水域标准，超标原因主要是上游来流水质 TP 超标。清渡河赵家坝断面、石阡河原渡口断面 2017~2018 年水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

4.7.1.3 地表水水质补充监测

（1）监测断面

贵阳院委托华测检测认证集团股份有限公司于 2017 年 7 月（丰水期）、11 月（平水期）、2018 年 1 月（枯水期）对缠溪河支流断面、库尾上游、天桥电站坝址、花滩子水库坝址、花滩子电站库尾、乌江干流上断面、乌江干流下断面、石阡河断面等 8 个断面开展了监测。

具体断面布设情况见表 4.7.1-16。

表 4.7.1-16 地表水监测断面一览表

序号	监测断面	具体位置	代表性
W1	缠溪河支流断面	缠溪河支流汇口上游 500m	缠溪河汇入清渡河断面水质
W2	库尾上游	花滩子水库库尾上游	缠溪河汇口下游、库尾上游天然河段
W3	天桥电站坝址	天桥电站坝址	天桥电站水质
W4	花滩子坝址	花滩子水库坝址处	坝址断面
W5	花滩子电站库尾	已建花滩子电站库尾处	坝址下游已建电站库尾水质
W6	乌江干流上断面	乌江思林电站下游 2km	乌江干流受影响段上游断面
W7	乌江干流下断面	乌江长堡镇下游跨江桥处	乌江干流受影响段下游断面
W8	石阡河断面	石阡河与乌江汇口上游 500m	石阡河汇入乌江断面水质

（2）监测项目

花滩子水库所在清渡河干流 W2~W5 共 4 个断面监测项目：水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷、氟化物、铜、锌、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰，共 30 项。

其他支流及受水区断面 W1、W6~W9 监测项目：水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物，共 15 项。

此外天桥电站坝址 W3、W5 花滩子电站库尾 2 监测断面加测叶绿素 a、透明度等 2 项指标。

（3）监测结果

清渡河、石阡河流域监测断面执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准，乌江干流监测断面执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类标准。根据该标准采用单项水质标准指数法进行评价，监测结果详见表 4.7.1-17、表 4.7.1-18。

（4）水质现状评价

根据《地表水环境质量评价方法（试行）》及贵州省相关要求，总氮、粪大肠菌群不作为评价指标。评价结果显示，花滩子水库工程所在的清渡河干流水质较好，花滩子水库库尾上游断面、天桥电站坝址断面、花滩子水库坝址断面及支流缠溪河断面、坝址下游花滩子电站库尾断面等清渡河监测断面均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准；受水区石阡河水质总体较好，满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准；下游乌江干流受水区水质总体较差，丰水期水质较差，为Ⅴ类，枯水期水质监测达Ⅲ类水质标准，不满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类水域标准，超标因子主要为总磷（超标倍数在 1.7~3.4 倍），超标原因为乌江干流来水受上游磷化工企业等污染严重，导致流经思南县城段时水质较差。

表 4.7.1-17 花滩子水库坝址以上断面地表水现状评价结果表

序号	取样位置		W1			W2			W3			W4		
	监测项目		2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1
1	pH(无量纲)	标准指数	0.07	0.66	0.62	0.41	0.64	0.72	0.34	0.55	0.61	0.24	0.46	0.66
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
2	溶解氧 (DO)	标准指数	0.35	0.02	0.51	0.41	0.11	0.43	0.24	0.16	0.45	0.01	0.22	0.48
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
3	高锰酸盐指数	标准指数	0.12	0.08	0.20	0.12	0.08	0.63	0.12	0.09	0.59	0.13	0.09	0.44
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
4	COD	标准指数	0.13	0.22	0.21	0.18	0.32	0.55	0.13	0.22	0.47	0.17	0.28	0.35
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
5	BOD ₅	标准指数	0.06	0.18	0.25	0.15	0.31	0.76	0.06	0.19	0.75	0.06	0.22	0.56
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
6	氨氮	标准指数	0.04	0.02	0.01	0.04	0.04	0.02	0.02	0.04	0.03	0.06	0.04	0.01
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
7	总磷	标准指数	0.10	0.03	0.05	0.25	0.03	0.07	0.03	0.03	0.03	0.10	0.03	0.03
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
8	总氮	标准指数	0.46	0.77	0.47	0.63	0.99	0.87	0.62	0.51	0.83	0.54	0.59	0.96
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
9	铜	标准指数	0.003	-	-	-	0.0001	0.001	0.002	0.000	0.000	0.002	0.0001	0.0004
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
10	锌	标准指数	0.01	-	-	-	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
11	氟化物	标准指数	0.16	-	-	-	0.07	0.06	0.17	0.08	0.06	0.17	0.09	0.07
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
12	硒	标准指数	0.02	-	-	-	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
13	砷	标准指数	0.004	-	-	-	0.00	0.00	0.01	0.01	0.003	0.01	0.001	0.005
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
14	汞	标准指数	0.70	-	-	-	0.70	0.05	0.50	0.67	0.05	0.55	0.73	0.05
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
15	镉	标准指数	0.01	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

表 4.7.1-17

花滩子水库坝址以上断面地表水现状评价结果表

序号	取样位置		W1			W2			W3			W4		
	监测项目		2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
16	六价铬	标准指数	0.04	-	-	-	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
17	铅	标准指数	0.00	-	-	-	0.001	0.004	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.002
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
18	氰化物	标准指数	0.01	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
19	挥发酚	标准指数	0.03	0.03	0.002	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
20	石油类	标准指数	0.10	0.10	0.01	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
21	阴离子表面活性剂	标准指数	0.13	0.13	0.08	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
22	硫化物	标准指数	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
23	粪大肠菌群	标准指数	0.08	0.04	0.01	0.01	0.0001	0.03	0.001	0.03	0.004	0.0001	0.01	0.02
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
24	硫酸盐	标准指数				-	-	-						
		评价结果				-	-	-						
25	氯化物	标准指数				-	-	-						
		评价结果				-	-	-						
26	硝酸盐	标准指数				-	-	-						
		评价结果				-	-	-						
27	铁	标准指数				-	-	-						
		评价结果				-	-	-						
28	锰	标准指数				-	-	-						
		评价结果				-	-	-						

表 4.7.1-18 花滩子水库坝址下游及退水区断面地表水现状评价结果表

序号	取样位置		W5			W6			W7			W8		
	监测项目		2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1
1	pH(无量纲)	标准指数	0.33	0.42	0.63	0.27	0.13	0.39	0.44	0.63	0.52	0.33	0.38	0.61
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
2	溶解氧 (DO)	标准指数	0.04	0.20	0.53	0.36	0.33	0.47	0.32	0.37	0.35	0.31	0.66	0.48
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
3	高锰酸盐指数	标准指数	0.12	0.06	0.57	0.23	0.19	0.47	0.22	0.18	0.54	0.19	0.17	0.55
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
4	COD	标准指数	0.17	0.18	0.43	0.20	0.13	0.38	0.31	0.13	0.43	0.13	0.13	0.43
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
5	BOD ₅	标准指数	0.14	0.15	0.68	0.17	0.06	0.60	0.35	0.06	0.68	0.06	0.06	0.69
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
6	氨氮	标准指数	0.03	0.03	0.03	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.05	0.04	0.06
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
7	总磷	标准指数	0.10	0.03	0.06	1.63	0.92	0.65	1.85	1.05	0.63	0.03	0.95	0.15
		评价结果	达标	达标	达标	超标	达标	达标	超标	超标	达标	达标	达标	达标
8	总氮	标准指数	0.65	0.48	0.99	3.33	2.77	1.01	3.37	2.87	1.00	1.23	2.81	0.99
		评价结果	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	铜	标准指数	0.002	0.0001	0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果	达标	达标	达标	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	锌	标准指数	0.008	0.005	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果	达标	达标	达标	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	氟化物	标准指数	0.18	0.09	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果	达标	达标	达标	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	硒	标准指数	0.02	0.03	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果	达标	达标	达标	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	砷	标准指数	0.01	0.003	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果	达标	达标	达标	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	汞	标准指数	0.28	0.35	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果	达标	达标	达标	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	镉	标准指数	0.01	0.01	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 4.7.1-18

花滩子水库坝址下游及退水区断面地表水现状评价结果表

序号	取样位置		W5			W6			W7			W8		
	监测项目		2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1	2017.7	2017.11	2018.1
		评价结果	达标	达标	达标	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	六价铬	标准指数	0.04	0.04	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果	达标	达标	达标	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	铅	标准指数	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果	达标	达标	达标	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	氰化物	标准指数	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果	达标	达标	达标	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	挥发酚	标准指数	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
20	石油类	标准指数	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
21	阴离子表面活性剂	标准指数	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
22	硫化物	标准指数	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
23	粪大肠菌群	标准指数	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01
		评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
24	硫酸盐	标准指数				-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果				-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	氯化物	标准指数				-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果				-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	硝酸盐	标准指数				-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果				-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	铁	标准指数				-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果				-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	锰	标准指数				-	-	-	-	-	-	-	-	-
		评价结果				-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 4.7.1-19 花滩子水库所在清渡河水质综合评价表

监测时间	断面个数	I 类(个)	II 类(个)	III 类(个)	IV 类(个)	V 类(个)	劣 V 类(个)	I ~ III 类所占比例	劣 V 类所占比例	水质状况
2017 年 7 月	5	0	2	3	0	0	0	100%	0.00%	优
2017 年 11 月	5	1	1	3	0	0	0	100%	0.00%	优
2018 年 1 月	5	1	3	1	0	0	0	100%	0.00%	优

4.7.2 地下水环境

河海大学委托贵州益源心承环境检测有限公司于 2017 年 11 月 19 日~2017 年 11 月 22 日对工程评价区内出露的 17 处井（泉）水进行监测。

(1) 监测点位

17 个监测点位详见表 4.7.2-1。

表 4.7.2-1 地下水监测点位布设

工程部位	编号	位置	取水点位置	
			E	N
库区及枢纽区	HTZ10	新寨乡肖家湾村	108°21'46.41	27°53'03.04
	HTZ11	天桥乡三溪村山羊顶组	108°20'41.59	27°50'31.29
	HTZ12	天桥乡张家坝村	108°19'33.86	27°48'01.63
	HTZ01	天桥乡楼房坡村	108°18'35.73	27°50'14.25
	HTZ02	天桥乡楼房坡村	108°18'39.82	27°50'11.94
供水灌溉工程区	HTZ03	大坝厂镇迎水寺村	108°18'43.95	27°43'24.84
	HTZ04	塘头镇关脚下村	108°13'36.05	27°47'14.52
	HTZ05	邵家桥镇渔溪村	108°15'43.56	27°50'03.03
	HTZ06	板桥镇水淹坝村窝坑土寨	108°11'47.40	27°41'23.51
	HTZ07	大坝厂镇东风村沙坝	108°26'00.17	27°43'03.94
	HTZ08	凉水井镇凉山村小河桥	108°20'17.18	27°58'06.73
	HTZ09	孙家坝镇石门坎双宏村	108°16'58.23	27°52'13.52
	HTZ13	中坝乡堰塘村	108°20'10.36	28°05'56.89
	HTZ14	田家坝村	108°15'44.46	27°57'46.74
	HTZ15	天桥乡楼房坡村	108°18'35.73	27°50'14.25
	HTZ16	天桥乡楼房坡村	108°18'39.82	27°50'11.94
	HTZ17	大坝厂镇迎水寺村	108°18'43.95	27°43'24.84

(2) 监测项目

K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 共八项；水位、pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬(六价)、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数、悬浮物、硫化物共 24 项。

(3) 地下水水质现状评价

地下水水质分析成果统计见表 4.7.2-2。

总大肠菌群和细菌总数普遍超标，超标率高达 82.35%，其原因主要为泉水出露地表后受到农村生活、牲畜粪便污染。HTZ4（塘头镇关脚下村）氨氮超标 0.072，超标原因主要为受人类垃圾堆放的影响所致。其余指标满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。

表 4.7.2-3

地下水水质现状监测及评价结果

单位：mg/L

项目		HTZ1	HTZ2	HTZ3	HTZ4	HTZ5	HTZ6	HTZ7	HTZ8	HTZ9	HTZ10	HTZ11	HTZ12	HTZ13	HTZ14	HTZ15	HTZ16	HTZ17	标准值
pH	监测值	7.83	7.78	7.76	7.58	7.39	7.67	7.82	7.43	7.36	7.49	7.77	7.41	7.88	7.91	7.77	7.65	7.12	6.5~8.5
	标准指数	0.55	0.52	0.51	0.39	0.26	0.45	0.55	0.29	0.24	0.33	0.51	0.27	0.59	0.61	0.51	0.43	0.08	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
总硬度	监测值	132	272	377	313	382	303	312	74	332	290	185	247	320	187	176	295	312	450
	标准指数	0.293	0.604	0.838	0.696	0.849	0.673	0.693	0.164	0.738	0.644	0.411	0.549	0.711	0.416	0.391	0.656	0.693	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
溶解性总固体	监测值	188	325	445	361	417	356	335	95	374	342	238	467	358	225	238	324	372	1000
	标准指数	0.188	0.325	0.445	0.361	0.417	0.356	0.335	0.095	0.374	0.342	0.238	0.467	0.358	0.225	0.238	0.324	0.372	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
硫酸盐	监测值	12	39	ND	13	19	38	10	ND	20	ND	27	9	ND	ND	ND	ND	35	250
	标准指数	0.048	0.156	<0.032	0.052	0.076	0.152	0.04	<0.032	0.08	<0.032	0.108	0.036	<0.032	<0.032	<0.032	<0.032	0.14	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
氯化物	监测值	6.12	4.50	7.56	5.55	10.72	4.79	4.02	5.74	5.93	4.59	5.46	7.46	7.79	2.58	5.36	3.73	19.91	250
	标准指数	0.0245	0.018	0.0302	0.0222	0.0429	0.0192	0.0161	0.023	0.0237	0.0184	0.0218	0.0298	0.0312	0.0103	0.0214	0.0149	0.0796	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
铁	监测值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3
	标准指数	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
锰	监测值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1
	标准指数	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
挥发酚	监测值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002
	标准指数	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
高锰酸盐指数	监测值	0.61	0.90	0.66	0.85	1.57	0.86	0.71	0.70	0.92	0.71	0.97	1.15	1.61	1.20	0.90	0.69	1.53	3
	标准指数	0.203	0.3	0.22	0.283	0.523	0.287	0.237	0.233	0.307	0.237	0.323	0.383	0.537	0.4	0.3	0.23	0.51	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
硝酸盐氮	监测值	0.55	0.26	0.87	1.86	0.75	1.53	0.49	2.03	3.57	0.71	ND	1.35	ND	0.18	0.45	0.44	2.91	20
	标准指数	0.0275	0.013	0.0435	0.093	0.0375	0.0765	0.0245	0.1015	0.1785	0.0355	<0.004	0.0675	<0.004	0.009	0.0225	0.022	0.1455	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
亚硝酸盐氮	监测值	0.018	0.017	0.029	0.016	0.069	0.019	0.015	0.018	0.011	0.011	0.018	0.013	0.014	0.016	0.017	0.012	0.027	0.02
	标准指数	0.018	0.017	0.029	0.016	0.069	0.019	0.015	0.018	0.011	0.011	0.018	0.013	0.014	0.016	0.017	0.012	0.027	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
氨氮	监测值	0.073	0.091	0.130	0.536	0.055	0.166	0.106	0.351	0.025	0.091	0.154	0.103	0.118	0.061	0.151	0.085	0.291	0.5
	标准指数	0.146	0.182	0.26	1.072	0.11	0.332	0.212	0.702	0.05	0.182	0.308	0.206	0.236	0.122	0.302	0.17	0.582	
	评价结果	达标	达标	达标	超标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
氟化物	监测值	0.28	0.22	0.13	0.25	0.22	0.16	0.17	0.20	0.32	0.12	0.20	0.24	0.23	0.25	0.28	0.18	0.26	1.0
	标准指数	0.28	0.22	0.13	0.25	0.22	0.16	0.17	0.20	0.32	0.12	0.20	0.24	0.23	0.25	0.28	0.18	0.26	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
氰化物	监测值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05
	标准指数	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	

表 4.7.2-3		地下水水质现状监测及评价结果																	单位：mg/L
项目		HTZ1	HTZ2	HTZ3	HTZ4	HTZ5	HTZ6	HTZ7	HTZ8	HTZ9	HTZ10	HTZ11	HTZ12	HTZ13	HTZ14	HTZ15	HTZ16	HTZ17	标准值
汞	监测值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001
	标准指数	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
砷	监测值	0.000474	0.000518	0.000487	0.000504	0.000481	0.000462	0.000423	0.000440	0.000476	0.000482	0.000473	0.000483	0.000502	0.000494	0.000450	0.000495	0.000506	0.01
	标准指数	0.0474	0.0518	0.0487	0.0504	0.0481	0.0462	0.0423	0.044	0.0476	0.0482	0.0473	0.0483	0.0502	0.0494	0.045	0.0495	0.0506	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
镉	监测值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005
	标准指数	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
六价铬	监测值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05
	标准指数	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
铅	监测值	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01
	标准指数	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
钾	监测值	1.43	2.21	3.82	3.93	17.0	15.0	5.02	4.90	5.92	1.90	0.65	6.00	2.57	3.06	4.45	1.92	17.5	—
	标准指数	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	评价结果	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
钠	监测值	15.3	21.7	7.11	6.95	22.5	18.4	2.77	9.17	8.05	3.06	9.29	14.7	16.0	12.4	11.8	1.70	52.8	200
	标准指数	0.0765	0.1085	0.0356	0.0348	0.1125	0.092	0.0139	0.0459	0.0403	0.0153	0.0465	0.0735	0.08	0.062	0.059	0.0085	0.264	
	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
钙	监测值	65.5	136	119	208	216	242	144	14.0	225	155	99.6	106	200	94.7	82.9	207	74.5	—
	标准指数	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	评价结果	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
镁	监测值	35.3	88.5	239	70.8	147	36.0	142	44.5	82.2	123	52.9	135	85.8	68.8	70.8	62.6	208	—
	标准指数	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	评价结果	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
总大肠菌群 (个/L)	监测值	50	230	20	2400	230	140	230	80	230	230	2400	20	2800	20	490	140	2800	3
	标准指数	1.67	7.67	0.67	80	7.67	4.67	7.67	2.67	7.67	7.67	80	0.67	93.33	0.67	16.33	4.67	93.33	
	评价结果	超标	超标	达标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	达标	超标	达标	超标	超标	超标	
细菌总数 (个/mL)	监测值	110	220	4100	11000	140	100	10	34	700	6	1500	4000	28000	15000	12000	1800	12000	100
	标准指数	1.1	2.2	41	110	1.4	1	0.1	0.34	7	0.06	15	40	280	150	120	18	120	
	评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	超标	达标	达标	超标	达标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	
碳酸根	监测值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—
	标准指数	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	评价结果	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
碳酸氢根	监测值	62.7	169	283	287	310	300	223	37.9	332	365	119	252	207	111	121	302	155	—
	标准指数	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	评价结果	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

4.7.3 环境空气

4.7.3.1 污染源

水库枢纽区及供水灌溉工程区位于思南县中心城区及其他受水集镇，现状多为城镇和农村生活环境，周边污染源多为农村生活、公路沿线汽车废气排放，工程评价区域未发现大规模工矿企业及排放源头，水库枢纽区距离思南工业园区最近直线距离约 4.1km。

4.7.3.2 环境空气质量

(1) 常规监测

根据 2016~2018 年铜仁市生态环境局发布的环境状况公报，铜仁市中心城区及下辖 10 个区县环境空气质量均达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级，本工程涉及的思南县和印江县位于环境空气质量达标区。

(2) 补充监测

① 监测点位

贵阳院委托华测检测认证集团股份有限公司于 2017 年 7 月对评价区 G1 坝址附近冉氏堂村居民点、G2 坝址下游石料场、G3 思南县城白鹭洲风景区独立景点、G4 塘头灌区加压泵站等进行了环境空气监测。

② 监测项目和频率

SO₂、NO₂ 小时平均浓度：每次采样 60 分钟，连续监测 7 天，每天 4 次，时间为：2:00、8:00、14:00、20:00。PM₁₀、TSP 日平均浓度：每天 24 小时，连续监测 7 天；SO₂、NO₂ 日平均浓度：每天 24 小时，连续监测 7 天。

③ 环境空气质量评价

各监测点 SO₂、NO₂ 及 TSP、PM₁₀ 指标均符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准要求。

表 4.7.3-1 环境空气质量现状监测及评价结果（日均值）		单位：mg/m ³			
项目		SO ₂	NO ₂	TSP	PM ₁₀
监测点	监测日期	2017.7.17~23			
G1 坝址附近冉氏堂村居民点	第一天	ND	0.015	0.02	0.035
	第二天	ND	0.006	0.026	0.043
	第三天	ND	ND	0.026	0.04
	第四天	ND	0.012	0.027	0.033
	第五天	ND	0.006	0.022	0.032
	第六天	0.016	0.006	0.02	0.026
	第七天	ND	0.015	0.025	0.04
	最大值	0.016	0.015	0.027	0.043

表 4.7.3-1 环境空气质量现状监测及评价结果（日均值） 单位：mg/m³

项目		SO ₂	NO ₂	TSP	PM ₁₀
监测点	监测日期	2017.7.17~23			
	最小值	-	0.006	0.02	0.026
	七日均值	-	0.010	0.024	0.036
	达标情况	达标	达标	达标	达标
G2 坝址下游石料场	第一天	ND	0.01	0.025	0.031
	第二天	ND	0.006	0.024	0.047
	第三天	ND	ND	0.038	0.056
	第四天	ND	0.008	0.024	0.046
	第五天	ND	0.015	0.02	0.045
	第六天	ND	0.013	0.021	0.027
	第七天	ND	0.013	0.023	0.042
	最大值	-	0.015	0.038	0.056
	最小值	-	0.006	0.02	0.027
	七日均值	-	0.011	0.025	0.042
	达标情况	达标	达标	达标	达标
G3 思南县城白鹭洲 风景区独立景点	第一天	ND	0.01	0.016	0.027
	第二天	0.071	0.012	0.021	0.037
	第三天	ND	0.016	0.031	0.059
	第四天	0.077	0.015	0.018	0.038
	第五天	ND	0.009	0.022	0.032
	第六天	ND	0.005	0.02	0.034
	第七天	ND	0.006	0.022	0.035
	最大值	0.077	0.016	0.031	0.059
	最小值	0.071	0.005	0.016	0.027
	七日均值	0.049	0.010	0.021	0.037
	达标情况	达标	达标	达标	达标
G4 塘头灌区加压泵 站	第一天	0.013	0.008	0.03	0.061
	第二天	ND	0.017	0.03	0.045
	第三天	ND	0.016	0.034	0.052
	第四天	ND	0.011	0.016	0.029
	第五天	ND	0.009	0.036	0.055
	第六天	ND	0.009	0.058	0.08
	第七天	ND	0.01	0.031	0.051
	最大值	0.013	0.017	0.058	0.08
	最小值	-	0.008	0.016	0.029
	七日均值	-	0.011	0.034	0.053
	达标情况	达标	达标	达标	达标
《环境空气质量标准》日均值标准	一级	≤0.05	≤0.08	≤0.12	≤0.05
	二级	≤0.15	≤0.08	≤0.3	≤0.15

表 4.7.3-2 环境空气质量现状监测及评价结果（小时均值） 单位：mg/m³

项目		G1		G2		G3		G4	
监测日期	监测时段	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂
7 月 17 日	08:00~09:00	0.01	0.007	0.014	ND	0.012	0.012	0.008	0.008
	14:00~15:00	0.014	0.006	0.01	0.006	0.019	0.019	0.01	0.01
	20:00~21:00	0.012	0.007	0.016	0.006	0.012	0.012	0.01	0.01
	02:00~03:00	0.012	0.009	0.018	0.017	0.012	0.012	0.012	0.012
7 月 18 日	08:00~09:00	0.012	0.009	0.01	0.014	0.01	0.01	0.012	0.012

表 4.7.3-2 环境空气质量现状监测及评价结果（小时均值） 单位：mg/m³

项目		G1		G2		G3		G4	
监测日期	监测时段	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂
	14:00~15:00	0.008	0.012	0.012	0.015	0.012	0.012	0.014	0.014
	20:00~21:00	0.012	0.012	0.014	0.012	0.01	0.01	0.01	0.01
	02:00~03:00	0.008	0.006	0.008	0.007	0.008	0.008	0.01	0.01
7 月 19 日	08:00~09:00	0.008	0.011	0.008	0.013	0.01	0.01	0.01	0.01
	14:00~15:00	0.012	0.01	0.012	0.014	0.008	0.008	0.008	0.008
	20:00~21:00	0.01	0.01	0.01	0.012	0.01	0.01	0.014	0.014
	02:00~03:00	0.01	0.008	0.014	ND	0.012	0.012	0.012	0.012
7 月 20 日	08:00~09:00	0.01	0.009	0.008	0.014	0.01	0.01	0.008	0.008
	14:00~15:00	0.012	0.016	0.008	0.011	0.008	0.008	0.014	0.014
	20:00~21:00	0.008	0.014	0.01	0.028	0.008	0.008	0.008	0.008
	02:00~03:00	0.01	0.015	0.012	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
7 月 21 日	08:00~09:00	0.008	0.011	0.014	0.008	0.012	0.012	0.008	0.008
	14:00~15:00	0.01	0.007	0.01	0.007	0.014	0.014	0.01	0.01
	20:00~21:00	0.012	0.01	0.016	0.006	0.012	0.012	0.01	0.01
	02:00~03:00	0.012	0.014	0.008	0.008	0.012	0.012	0.012	0.012
7 月 22 日	08:00~09:00	0.012	0.012	0.01	0.011	0.01	0.01	0.012	0.012
	14:00~15:00	0.008	0.01	0.012	0.02	0.012	0.012	0.014	0.014
	20:00~21:00	0.012	0.009	0.014	0.007	0.01	0.01	0.01	0.01
	02:00~03:00	0.008	0.005	0.008	0.007	0.008	0.008	0.012	0.012
7 月 23 日	08:00~09:00	0.008	0.005	0.008	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	14:00~15:00	0.012	ND	0.012	0.005	0.008	0.008	0.008	0.008
	20:00~21:00	0.01	0.006	0.01	0.007	0.01	0.01	0.014	0.014
	02:00~03:00	0.01	ND	0.014	0.005	0.012	0.012	0.12	0.012
最大值		0.014	0.016	0.018	0.028	0.019	0.019	0.12	0.014
最小值		0.008	0.005	0.008	0.005	0.008	0.008	0.008	0.008
七日平均		0.010	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.015	0.011
达标情况		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 小时均值			一级标准: SO ₂ ≤150 NO ₂ ≤200						
			二级标准: SO ₂ ≤500 NO ₂ ≤200						

4.7.4 声环境

4.7.4.1 噪声源

花滩子水库枢纽区及供水灌溉工程区现状多为农村生活环境，周边声环境污染源多为农村生活、交通等噪声源。

4.7.4.2 声环境质量

(1) 监测点布设

华测检测认证集团股份有限公司 2017 年 7 月、2018 年 1 月对坝址冉氏堂村居民点、坝址下游石料场、白鹭洲风景区、邵家桥泵站、灯油坝泵站、双塘泵站、关中坝泵站等 7 个点位进行声环境现状监测。

(2) 监测及评价结果

监测结果表明,各监测点均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类声环境功能区的要求。

表 4.7.4-1 水库枢纽工程区声环境监测结果 单位: dB (A)

监测地点	监测日期	监测值 (Leq)		评价标准
		昼间	夜间	
冉氏堂村居民点	2017-7-18	46.4	44.1	2 类
	2017-7-19	46.6	43.2	
	2018-1-24	52.9	43	
	2018-1-25	50.8	43.9	
坝址下游石料场	2017-7-18	47.1	45.8	2 类
	2017-7-19	46.1	41.6	
	2018-1-24	50.8	41.6	
	2018-1-25	50.9	41.7	
白鹭洲风景区	2017-7-18	49.3	46.4	2 类
	2017-7-19	49.9	45.8	
	2018-1-24	51.1	41.1	
	2018-1-25	52.9	43.4	
邵家桥泵站	2017-7-18	50.1	45.8	2 类
	2017-7-19	50.5	43.2	
	2018-1-24	46.3	40.4	
	2018-1-25	47.7	39.7	
灯油坝泵站	2017-7-18	47.5	45.2	2 类
	2017-7-19	46.8	43.7	
	2018-1-24	50.7	39.4	
	2018-1-25	52.7	41	
双塘泵站	2017-7-18	47.3	43.1	2 类
	2017-7-19	45.9	43.2	
	2018-1-24	49.5	41.4	
	2018-1-25	47.3	39.6	
关中坝泵站	2017-7-18	47.6	43.3	2 类
	2017-7-19	46.7	43.1	
	2018-1-24	51.6	42.4	
	2018-1-25	48.3	40.8	

4.7.5 河床底泥及土壤环境现状

(1) 河床底泥

① 监测点布置

2018 年 1 月华测检测认证集团股份有限公司对干流库尾 DN1、坝址 DN2 两处断面底泥进行了采样监测。

② 监测及评价结果

根据监测结果,两个监测点位的河床底泥监测因子均可满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)标准。

表 4.7.5-1 河床底泥监测结果

序号	监测项目	单位	监测结果		GB15618-2018 二级标准限值	
			干流库尾 (DN1)	干流坝址 (DN2)	pH 6.5~7.5	pH>7.5
1	pH	无量纲	8.71	8.41	pH 6.5~7.5	pH>7.5
2	总氮	mg/kg	0.088%	0.066%	—	—
3	总磷	mg/kg	0.056%	0.059%	—	—
4	镉	mg/kg	0.126	0.171	0.6	0.8
5	汞	mg/kg	0.08	0.046	0.6	1.0
6	砷	mg/kg	8.48	6.2	25	20
7	铜	mg/kg	30	23.6	100	100
8	铅	mg/kg	30.3	26.6	140	240
9	铬	mg/kg	70.4	57.1	300	350
10	锌	mg/kg	70.9	61.5	250	300
11	镍	mg/kg	31.6	26.2	100	190
12	铁	mg/kg	4.44×10^{-4}	4.5×10^{-4}	—	—
13	锰	mg/kg	619	513	—	—

(2) 土壤环境

① 土壤监测点位、项目及频次

为掌握本工程评价区占地范围内外的土壤环境质量现状情况,2020年1月,我院委托贵州开磷质量检测中心有限责任公司对坝址区、枢纽施工区(机械修配厂)、总干管1#渣场区、库周左岸天桥乡楼房坡村、库周右岸新寨镇龙井村、灌区芭蕉坝支管附近及受水区双塘片区共7处土壤点位进行了现状监测。监测项目为pH、镉、总汞、总砷、铅、总铬、铜、锌、镍、石油烃($C_{10} \sim C_{40}$)、土壤含盐量共11项,监测1期。

② 土壤环境现状监测结果及评价

监测结果如下表所示。根据监测结果可知,土壤监测因子均可满足《壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618 2018)及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)相应风险筛选值标准。

表 4.7.5-2 土壤现状监测结果及评价一览表(风险筛选值标准)

序号	监测指标	库尾		坝址		筛选值标准限值 (mg/kg) pH>7.5
		监测结果	达标情况	监测结果	达标情况	
	pH	8.71	/	8.41	/	/
1	镉	0.126	达标	0.171	达标	0.8
2	汞	0.08	达标	0.046	达标	1.0
3	砷	8.48	达标	6.2	达标	20
4	铜	30	达标	23.6	达标	100
5	铅	30.3	达标	26.6	达标	240
6	铬	70.4	达标	57.1	达标	300
7	锌	70.9	达标	61.5	达标	300
8	镍	31.6	达标	26.2	70	190

表 4.7.5-3 土壤现状监测结果及评价一览表（风险筛选值标准）

监测点位		监测指标										
		pH	镉	汞	砷	铜	铅	铬	锌	镍	水溶性盐总量	石油烃 a (C10~C40)
1 花滩子水库坝址区（右岸）	监测结果	5.6	0.08	0.122	9.49	20	19	85	75.5	21	0.7	64
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/
2 花滩子水库枢纽施工区（机械修配厂）	监测结果	7.1	0.13	0.044	4.44	30	21.9	57	74.4	28	1.5	21
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/
3 花滩子水库总干管 1#渣场区	监测结果	7.1	0.15	0.112	16.5	32	27.3	66	96.6	30	1	40
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/
4 花滩子水库库周（天桥乡楼房坡村未被淹没区，左岸）	监测结果	5.1	0.15	0.099	6.52	32	27.1	72	99.3	36	0.5	27
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/
5 花滩子水库库周（新寨镇龙井村未被淹没区，右岸）	监测结果	5.4	0.1	0.069	6.53	16	19.4	33	52.1	17	0.8	42
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/
6 花滩子水库灌区（塘头镇-南干管芭蕉坝支管附近，水田）	监测结果	7.7	0.18	0.11	10.6	28	25.6	62	84.1	29	0.4	31
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	/	/
7 花滩子水库受水区（双塘片区）	监测结果	7	0.14	0.187	27.7	41	28.1	84	127	44	0.7	63
	达标情况	/	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	/	/
筛选值标准限值（mg/kg）		/	0.8	1	20	100	240	300	300	190	/	/

根据监测结果可知，各监测点参照土壤污染风险筛选值，各监测因子均符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018)及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB 15618-2018)风险管制值要求，说明区域土壤环境质量现状良好。但镍高于风险筛选值，可能存在土壤污染风险，后期应加强土壤环境监测。

表 D.1 土壤盐化分级标准

分级	土壤含盐量（SSC）/（g/kg）	
	滨海、半湿润和半干旱地区	干旱、半荒漠和荒漠地区
未盐化	SSC<1	SSC<2
轻度盐化	1≤SSC<2	2≤SSC<3
中度盐化	2≤SSC<4	3≤SSC<5
重度盐化	4≤SSC<6	5≤SSC<10
极重度盐化	SSC≥6	SSC≥10

注：根据区域自然背景状况适当调整。

表 D.2 土壤酸化、碱化分级标准

土壤 pH 值	土壤酸化、碱化强度
pH<3.5	极重度酸化
3.5≤pH<4.0	重度酸化
4.0≤pH<4.5	中度酸化
4.5≤pH<5.5	轻度酸化
5.5≤pH<8.5	无酸化或碱化
8.5≤pH<9.0	轻度碱化
9.0≤pH<9.5	中度碱化
9.5≤pH<10.0	重度碱化
pH≥10.0	极重度碱化

注：土壤酸化、碱化强度指受人为影响后呈现的土壤 pH 值，可根据区域自然背景状况适当调整。

根据土壤盐化、酸化、碱化分级标准，本工程所在地区土壤现状监测评价结果为未盐化~轻度盐化、轻度酸化~无酸化，无碱化。

4.8 清渡河流域水利水电工程环境影响回顾评价

清渡河干流现状无大、中型水利水电工程，已建"雁水+天生桥+天桥+花滩子"四级电站均为小型水库，目前，清渡河干流上已建“雁水+天生桥（停建）+天桥+花滩子”四级电站，清渡河水库在建。上世纪 60 至 70 年代在干流上建设了天桥电站、雁水电站，2006 年建成了花滩子电站，2014 年开工建设了天生桥电站（目前已停建）。其中雁水电站位于本工程上游约 20km 处，装机 0.4MW，采用堤坝式开发；天桥电站位于本工程上游约 3km 处，装机 0.64MW，减水河段约 2.0km；花滩子电站位于本工程下游约 5.5km 处，装机 4.0MW，采用堤坝式开发；天生桥电站位于本工程上游约 5km 处，为小水电代燃料项目，设计装机 4MW，因其位于拟建花滩子水库淹没区，目前已停建。目前干

流在建清渡河水库总库容 768.5 万 m^3 ，兴利库容 541 万 m^3 ，坝址处多年平均流量 0.65 m^3/s ，水库正常蓄水位 774m，设计年供水总量 1274.4 万 m^3 ，最小生态流量为 0.065 m^3/s 。

本次环境影响回顾评价旨在分析清渡河流域已建水利水电工程实施对流域环境产生的主要影响，对已建梯级环境累积影响做回顾性评价，进而分析流域存在的主要问题。

清渡河已建梯级多为水电站，用水而不耗水，取水经发电后依然回归至河道。支流具有供水功能的杨家湾水库（24 万 m^3/a ）、陈家沟水库（175 万 m^3/a ）、枹木寨水库（97 万 m^3/a ）、甘家沟水库（3.1 万 m^3/a ）、昌家沟水库（13.7 万 m^3/a ）等供水量较小，清渡河流域现有工程供水量 607 m^3/a 约占清河流域径流总量的 2.45%，且退水回归至清渡河干流及其支流，加之已建水利水电工程所在区域人类活动频繁，长期以来大量的人为干扰，耕地和建设用地的优势度较高，因此清渡河流域已建小型水利水电工程对流域的水资源总量、水温、水质和陆生生态的影响很小，以下主要从水环境和水生生态方面影响进行回顾。

（1）水环境影响

① 对径流的影响

清渡河干支流已建水库工程均为小型，调节能力较小，对清渡河流量均化，汛期洪水陡涨陡落趋势影响较小。

表 2.2-3 各梯级距离及下游减脱水情况统计表 单位 km

河段	工程名称	开发形式	距离下游电站坝址距离	下游减脱水情况
干流	雁水电站	坝后式	13	水流发电后回归至河道，不断流
	天生桥电站	停建	1.5	
	天桥电站	引水式	9	坝高仅 3m，不断流
	花滩子电站	坝后式	3（距清渡河口）	水流发电后回归至河道，不断流
缠溪河	湄坨水库	-	10	缠溪河源头，断流约 1km
	下铺子电站	引水式	3	引水式，减水河段 1.2km，枯水期断流
	雷公岩电站	引水式	2（距缠溪河口）	引水式，减水河段 2.6km，枯水期断流
杨家沟	杨家湾水库	-	3.5	支沟源头，水量小，断流约 1km
磨石溪	陈家沟水库	-	8.5(距磨石溪河口)	支沟源头，水量小，断流约 1.5km
	甘家沟水库	-	1.5(距甘家沟河口)	支沟源头，水量小，断流约 1.2km
	昌家沟水库	-	6(距昌家沟河口)	支沟源头，水量小，断流约 1km

② 对水资源量影响

清渡河已建梯级多为水电站，用水而不耗水，取水经发电后依然回归至河道。具有供水功能的杨家湾水库、陈家沟水库、甘家沟水库、昌家沟水库等供水量较小，且退水回归至清渡河干流及其支流，对流域的水资源总量无影响。

③ 对库区流速的影响

随着流域梯级工程的开发,部分河段被淹没,同时库区水面也随着水库的建而增加,与原河道相比,库区水面变大,水深增加,流速变缓。

④ 对坝下游水文情势的影响

由于建设时间较早,各梯级均未下放生态流量,坝下出现断流。

(2) 水生生态

评价河段已建大坝对清渡河流域水生生境造成了明显的影响,主要表现在大坝阻隔了上下游鱼类之间的交流,以及部分河段已由天然流水河段变为水库,水生生境发生了改变。

干流源头~雁水电站坝址约 33.5km 河段,目前保持流水性河段特征,雁水电站坝址~天桥电站坝址约 17km 河段,两端被电站坝址隔断,雁水电站下游 15km 处修建天生桥电站,再经 130m 伏流后至天桥电站。各梯级的修建,将天然的河流流状态变成了"河流+水库"状态,由于河道的阻断,原急流生态系统的连续性和完整性被破坏,鱼类上溯或下行的通道被截断。天桥电站坝址下游 12km 已建花滩子电站(汇口上游 3km)。由于花滩子电站修建时间较早,受坝址阻隔影响,乌江鱼类不能上溯至清渡河,不具备产漂流性卵、洄游性鱼类分布的条件。

梯级电站的建设阻隔了水生生物及鱼类通道,造成鱼类生境破碎化,对鱼类种类和数量产生较大影响,水库工程建设形成较大的水域面积,使得喜缓流性生境鱼类的繁殖和生长。

① 对浮游植物的影响

清渡河流域水电梯级的建设改变了清渡河天然河道属性,藻类构成上也逐渐转化为湖泊型水体。但随着工程运行,水体流动性差,造成库区水体浮游植物种类和数量的变化,绿藻门、蓝藻门进一步成为库区优势种群,相应硅藻种类和数量趋于减少,库区富营养化趋势进一步加剧。

② 对浮游动物的影响

清渡河流域水电梯级建成后浮游动物由以好氧性为主转变为河段静水性、浮游性的种类。随着水电站的运行,工程区所在的清渡河流动水体面积萎缩,压缩了流水性浮游动物的分布空间;随着库区水体富营养化成分的增加,库区内浮游动物的个体数量将逐渐增加。

③ 对底栖动物的影响

由于清渡河流域水电梯级拦河坝的阻隔，泥沙沉降，有机质富集，适宜底栖耐污性种类摇蚊和水蚯蚓成为底栖动物的主要类群。在库区静水水域，一些适宜营养水体中的软体动物的数量有一定程度的增加。坝下河段由于水量减少限制了底栖动物的分布。

④ 对水生维管束植物的影响

清渡河流域水电梯级的建设带来的水域面积的变化，分布在库区沿岸带水生维管束植物的种群结构发生了一定的变化，水生维管束植物着水分布，库区沿岸泥沙淤积、营养物质沉淀等有利于库周水生维管束植物的生长。

⑤ 对鱼类资源的影响

清渡河流域水电梯级运行后，相比于河道的自然生境，鱼类种类组成上呈现单一趋势，且主要以静水种类为主。鱼类产量上近十几年经历一个先升后降的趋势。由于库区形成的水体面积增大，适宜库区静水环境渔产量增加，但总体来说，水体鱼类组成呈资源衰退趋势。另一方面，库区的形成，阻隔了河道内鱼类的分布，同时也对部分鱼类的产卵场造成破坏，尤其是坝下减水河段零星产卵场可能造成损失，对鱼类资源补充造成一定的影响。

由于建设时间较早，各梯级均未实施生态流量、过鱼、栖息地保护、鱼类增殖放流等生态保护措施。

（3）小结

通过清渡河流域水利水电工程环境影响回顾分析，流域存在的主要环境问题为缺少生态流量及监测、过鱼设施等生态保护措施。根据《水利部 生态环境部关于加强长江经济带小水电站生态流量监管的通知》（水电〔2019〕241号），明确小水电站生态调度运行要遵循“兴利服从防洪、区域服从流域、电调服从水调”原则，建立健全干支流梯级水电站联合调度或协作机制，统筹协调上下游水量蓄泄方式，协同解决好生态用水问题。根据《贵州省小水电清理整改实施方案》，明确“对不满足生态流量要求的，主要采取修建生态流量泄放设施、安装生态流量监测设施、生态调度运行等工程和非工程措施”、“对存在水环境污染和水生生态破坏的，采取对应有效的水污染治理、增殖放流以及必要的过鱼等生态修复措施”。下游花滩子电站应根据相关政策要求，修建生态流量泄放设施、安装生态流量监测设施、增殖放流以及必要的过鱼，以及生态调度运行等工程和非工程措施进行生态修复。

4.9 主要环境问题

（1）受水区河流水质不满足功能区要求

乌江是思南县主要排污受纳水体，现状乌江水质存在不同程度磷超标，不满足功能区标准要求。乌江中上游磷化工企业众多，存在中上游水质差，下游消化难度大，同时，乌江中下游规划通航，存在较高的发生水污染事故的风险，也是思南县城供水安全隐患。

(2) 水生生境片段化、缺少水生生态保护措施

清渡河干流 62km 的河段上已建“雁水+天生桥+天桥+花滩子”四级电站，清渡河水库在建，对河流生境已经产生了较明显的阻隔影响，水生生境片段化严重。

清渡河干流开发较早，上世纪 60 至 70 年代在干流上建设了天桥电站、雁水电站，2006 年建成了花滩子电站，2014 年开工建设了天生桥电站（目前已停建），已建成的水利水电工程基本未考虑分层取水、栖息地保护、过鱼设施、增殖放流、下泄生态流量等生态保护措施；未统筹考虑流域生态保护，生态环境存在恶化的风险。各梯级的修建，将天然的河流状态变成了“河流+水库”状态，由于河道的阻断，原急流生态系统的连续性和完整性被破坏，鱼类上溯或下行的通道被截断。花滩子电站修建时间较早，受坝址阻隔影响，乌江鱼类不能上溯至清渡河，不具备产漂流性卵、洄游游性鱼类分布的条件。梯级电站的建设阻隔了水生生物及鱼类通道，造成鱼类生境破碎化，对鱼类种类和数量产生较大影响。

	
雁水电站拦河坝	花滩子电站坝下减水河段
	
花滩子电站拦河坝	花滩子电站坝下减水河段

5 环境影响预测与评价

5.1 区域水资源配置

5.1.1 水资源开发利用现状

5.1.1.1 清渡河流域

清渡河流域面积 502km²，坝址处多年平均年径流量 2.48 亿 m³，清渡河流域内无大型、中型水利工程，流域内现有蓄引提工程 794 处，其中供水水库 8 座，山塘 112 处，窑池 666 处，引水工程 2 处，提水工程 3 处，井 5 眼，总供水能力 1328 万 m³。2018 年清渡河流域用水总量约为 1744 万 m³，占流域多年平均年径流量的 5.92%，主要用水为农田灌溉、乡镇用水和农村人畜饮水。规划建设 4 座小（1）型水库，总供水能力 2463 万 m³，不考虑花滩子水库建设，占流域多年平均年径流量的 8.36%。

5.1.1.2 思南县城乌江段

思南县城在乌江干流(沙沱电站库尾、思林电站库首)设置有 15 处供水工程，年取水量 1680 万 m³，思南县城上游乌江思林电站坝址处多年平均径流量为 267.7 亿 m³。与乌江干流相比，支流清渡河口多年平均径流量 2.945 亿 m³ 相对很小，占比约 1.1%。

5.1.2 水资源配置变化分析

5.1.2.1 受水区总用水量

按照最严格水资源管理制度、建设节水型社会的要求，考虑各用水对象的节水潜力，按强化节水水平进行预测。根据工程可行性研究报告相关成果，采用水厂出口断面预测用水对象用户需水量→考虑输水及供水损失后，将水源取水口断面的需水量作为总用水量预测成果。

（1）供水及灌溉范围

花滩子水库位于思南县清渡河流域，从花滩子水库所在的清渡河流域经济社会布局看，流域内城镇少、社会经济发展规模小；从花滩子水库的地理位置看，水库位于流域下游，与乌江汇口距离较近，所以花滩子水库受水区主要考虑向邻近的思南县城及乡镇供水。分析流域、区域经济社会布局及水资源配置情况，本阶段花滩子水库供水范围为思南县城及塘头镇、邵家桥镇、凉水井镇、鹦鹉溪镇、天桥乡等乡镇及沿线农村。

按照灌溉范围与城镇供水范围相结合原则,综合当地扶贫规划对农业灌溉的发展要求,主要考虑田土比较集中成片的清渡河、龙底江两岸及乌江右岸区域,选择了天桥灌区、塘头灌区、关中坝灌区 3 个灌区。

(2) 受水区需水预测

① 城乡用水

按照定额和行业指标对受水区生活用水、工业用水、建筑业及第三产业用水、道路浇洒及绿地用水进行预测,再考虑网损及未预见水量、水厂自用水量,确定总需水量。

设计水平年 2030 年,受水区城乡需水总量为 9087 万 m^3 ,考虑输水及供水损失后,2030 年受水区城乡毛需水总量为 10052 万 m^3 ,包括思南县城城区需水量、工业园区需水量、集镇需水量、农村人畜需水量。详见表 5.1.2-1~5.1.2-5。

表 5.1.2-1 思南县城城区 2030 年需水预测成果表(水厂出口断面)

需水对象	居民生活	一般工业	建筑业	第三产业	绿化及道路浇洒	网损及未预见	合计
思南县城城区	1533	595	215	623	300	375	3641

表 5.1.2-2 思南工业园区 2030 年需水量成果表

万元增加值法	占地法	均值	需水量(水厂出口)
4200	4214	4207	4691

表 5.1.2-3 各乡镇净需水预测成果表(水厂出口断面)

需水对象	居民生活	工业及三产	公共建筑	绿化及浇洒	需水量(水厂出口)
塘头镇	245	74	37	25	381
凉水井镇	36	11	5	4	56
天桥乡	22	7	3	2	34
合计	303	92	45	31	471

表 5.1.2-4 灌区农村人畜需水预测成果表(水厂出口断面)

需水对象	农村生活	大牲畜	小牲畜	小计	需水量(水厂出口)
凉水井	46.5	7.7	9.3	63.5	70
鹦鹉溪	19.3	3.2	3.9	26.4	29
邵家桥	20.9	3.5	4.2	28.6	31
天桥	32.0	5.3	6.4	43.7	48
塘头	70.1	11.7	14.0	95.8	105
合计	188.8	31.4	37.8	258	284

表 5.1.2-5 受水区 2030 年城乡需水预测成果表 单位: 万 m^3

需水断面	城区一般需水量	工业园区需水量	集镇需水量	农村人畜需水量	总需水量
水厂出口断面	3641	4691	471	284	9087
水源断面	4024	5185	520	323	10052

备注: 水厂自用水按 5%, 输水损失按 5%。农村生活供水结合灌溉供水工程, 输水损失按 12%

② 灌溉用水

花滩子水库设计总灌溉面积 50090 亩，其中水田 28371 亩，旱地 21719 亩，在不考虑田间水利用系数、管道输水损失等因素的净灌溉用水量为 1290 万 m³。结合本工程的灌溉种植结构和管线输水长度，管道水利用系数为 0.88，经计算，灌区多年平均设计灌溉毛需水量为 1466 万 m³。

2030 年受水区总用水量为 11518 万 m³，用水组成见图 5.1.2-1。

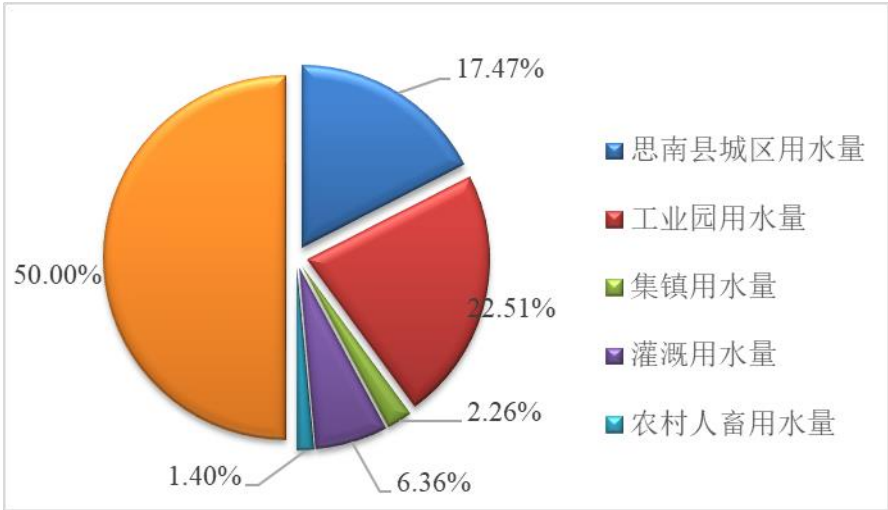


图 5.1.2-1 受水区 2030 年总用水量组成示意图

5.1.2.2 本工程新增供水量

根据工程可行性研究报告水资源供需平衡及节水分析成果，思南县现有供水工程 38 处，存在小而零散、挤占农灌及河道环境水、保证率低、水质风险大等问题，大多数将逐步退出取消，仅保留 6 处作为水质要求不高的供水、1 处作为应急备用，总计可供水量为 862 万 m³；另有在建水库 1 座可供水量 539 万 m³；此外考虑城区、集镇再生水回用于消防、市政、绿化用水及部分工业等用水。

经综合分析计算，基于产业结构调整、节水和治污、挖潜等措施的水资源二次平衡后，思南县城 2030 年仍缺水 6133 万 m³，乡镇总缺水量 441 万 m³，农村生活缺水量 156 万 m³，灌溉输水末端净用水量 1290 万 m³。折算至水源取水口断面，至 2030 年受水区总需水量 11518 万 m³，设计水平年花滩子水库新增供水量 8909 万 m³，花滩子水库水源供水比例占 77.35%，其中供思南县城综合用水 2847 万 m³，供思南工业园区 3932 万 m³，供乡镇 487 万 m³，供农村人畜饮水 177 万 m³，供灌溉 1466 万 m³。

表 5.1.2-12		花滩子水库 2030 年新增供水一览表		单位: 万 m ³ /a
序号	供水类别	水厂出口	水源取水口	备注
1	城市综合供水	2576	2847	P=95%，水厂自用水取 5%，输水损

表 5.1.2-12 花滩子水库 2030 年新增供水一览表 单位: 万 m³/a

序号	供水类别	水厂出口	水源取水口	备注
2	工业园供水	3557	3932	失取 5%
3	集镇供水	441	487	
4	灌溉供水	1290	1466	多年平均, 管道水利用系数 0.88
5	农村人畜供水	156	177	P=95%, 考虑 12% 输水损失
	新增供水规模	8021	8909	

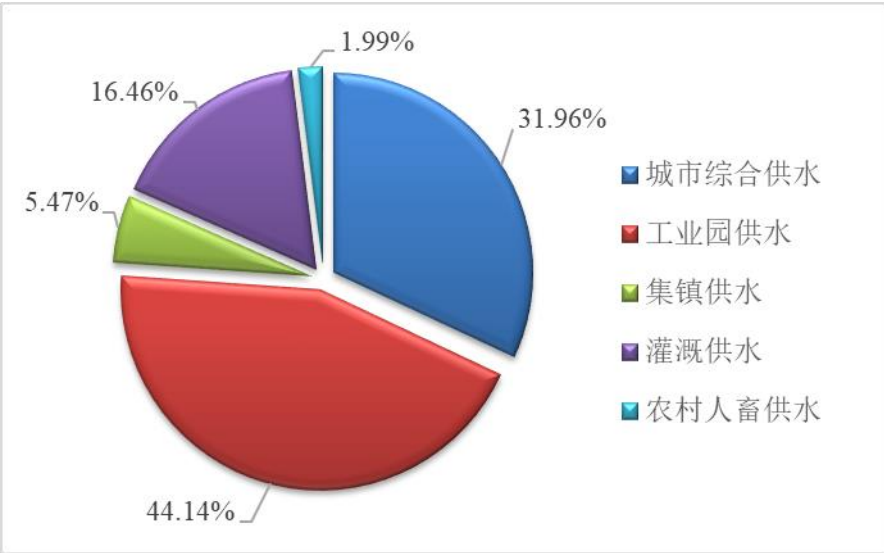


图 5.1.2-2 受水区 2030 年新增供水分配示意图

5.1.3 对水资源配置的影响

5.1.3.1 对水资源量时空分配的影响

根据流域规划，清渡河流域其他已建及规划水利工程合计供水能力 2463 万 m³，占清渡河多年平均径流量 2.945 亿 m³ 的 8.66%。花滩子水库建设后多年平均供水量 8909 万 m³，流域合计供水能力 11372m³，占清渡河多年平均径流量的 38.61%。水库供水使得清渡河水资源量降低，河口断面多年平均水资源量降幅 30.25%。

花滩子水库调节库容 0.698 亿 m³，工程实施将进一步改变对清渡河水资源的时空分布。在汛期，水库充分利用调节库容对洪水实施拦蓄、削减洪峰，增加水资源在水库的滞留时间，改变天然河道的洪水暴涨、暴落现象；在枯期，除根据供水任务蓄积坝址上游来水外，利用调节库容满足坝址下游生态用水量。

(1) 相对天然径流量的影响

在丰水年（P=10%），坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 16.22%（4 月）~93.73%（1 月），全年下泄径流量为入库径流量的 63.3%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量占全年下泄径流量的 90.33%。

在平水年（ $P=50\%$ ），坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 17.44%（5 月）~94.48%（次年 3 月），全年下泄径流量为入库径流量的 51.85%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量占全年下泄径流量的 62.69%。

在偏枯水年（ $P=75\%$ ），坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 17.35%（5 月）~86.84%（次年 1 月），全年下泄径流量为入库径流量的 52.92%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量占全年下泄径流量的 81.06%。

在枯水年（ $P=90\%$ ），坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 17.79%（5 月）~168.71%（1 月）、347.35%（2 月），全年下泄径流量为入库径流量的 40.25%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量占入库流量的 68.43%。

在特枯年（ $P=95\%$ ），坝址断面各月下泄径流量占入库径流量的比例为 15.95.%（5 月）~128.37%（12 月）、151.35%（7 月）、155.39%（1 月），全年下泄径流量为入库径流量的 40.44%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量占全年下泄径流量的 66.79%。

在多年平均条件下，坝址断面各月下泄径流量占天然入库径流量的比例为 39.13%（4 月）~91.47%（1 月），全年下泄径流量为天然入库径流量的 57.75%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量为全年下泄径流量的 80.1%。多年平均情况下，坝下断面年均流量为 $4.308\text{m}^3/\text{s}$ ，较工程建设前降低 $3.56\text{m}^3/\text{s}$ ，至清渡河河口断面处降幅约 38.13%。

花滩子水库各来水保证率下供水过程及出入库径流量变化情况见表 5.1.3-2~表 5.3.1-7 及图 5.1.3-2~图 5.1.3-7。

表 5.1.3-1 丰水年 (P=10%) 供水过程及出入库径流量变化表

月份			4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
入库流量（m³/s）			14.56	9.79	31.29	37.52	5.67	4.48	1.91	2.02	1.32	1.26	1.3	3.94
入库径流量(万 m³)			3774	2623	8110	10049	1518	1161	511	524	354	337	316	1055
库损（万 m³）			85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	80.2	88.8
新增供水	思南县城区	供水量(万 m³)	234	242	234	242	242	234	242	234	242	242	218	242
		供水流量(m³/s)	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.901	0.904
	工业园区	供水量(万 m³)	323	334	323	334	334	323	334	323	334	334	302	334
		供水流量(m³/s)	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.248	1.247
	集镇	供水量(万 m³)	40	41.4	40	41.4	41.4	40	41.4	40	41.4	41.4	37.4	41.4
		供水流量(m³/s)	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.155	0.155
	农村人畜	供水量(万 m³)	14.5	15	14.5	15	15	14.5	15	14.5	15	15	13.6	15
		供水流量(m³/s)	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
	灌溉	供水量(万 m³)	14.9	159	196	286	209	26.7	5.83	54.9	99.5	51.3	44.6	74
		供水流量(m³/s)	0.057	0.594	0.756	1.068	0.780	0.103	0.022	0.212	0.371	0.192	0.184	0.276
	合计	供水量(万 m³)	627	791	808	918	841	638	638	667	732	683	616	706
		供水流量(m³/s)	2.419	2.953	3.117	3.427	3.140	2.461	2.382	2.573	2.733	2.550	2.546	2.636
坝址下泄		下泄水量(万 m³)	612	632	3012	3112	632	612	316	306	316	316	286	316
		下泄流量(m³/s)	2.36	2.36	22.43	33.76	2.36	2.36	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
下泄水量占入库径流量比例(%)			16.22	24.12	71.67	89.98	41.64	52.70	61.83	58.47	89.47	93.73	90.85	29.97

表 5.1.3-2 平水年 (P=50%) 供水过程及出入库径流量变化表

月份			4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	
入库流量（m³/s）			5.37	13.54	26.33	7.33	5.75	6.71	13.62	2.48	2.54	1.43	1.34	1.25	
入库径流量(万 m³)			1393	3627	6825	1963	1539	1739	3648	643	680	383	324	335	
库损（万 m³）			85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	80.2	88.8	
新增供水	思南县城区	供水量(万 m³)	234	242	234	242	242	234	242	234	242	242	218	242	
		供水流量(m³/s)	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.901	0.904	
	工业园区	供水量(万 m³)	323	334	323	334	334	323	334	323	334	334	302	334	
		供水流量(m³/s)	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.248	1.247	
	集镇	供水量(万 m³)	40	41.4	40	41.4	41.4	40	41.4	40	41.4	41.4	37.4	41.4	
		供水流量(m³/s)	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.155	0.155	
	农村人畜	供水量(万 m³)	14.5	15	14.5	15	15	14.5	15	14.5	15	15	13.6	15	
		供水流量(m³/s)	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	
	灌溉	供水量(万 m³)	48.9	102	101	306	305	26.1	0	38.6	30.1	68.7	82.1	142	
		供水流量(m³/s)	0.189	0.381	0.390	1.142	1.139	0.101	0.000	0.149	0.112	0.256	0.339	0.530	
	合计	供水量(万 m³)	661	734	713	938	937	638	632	650	662	701	653	774	
		供水流量(m³/s)	2.550	2.740	2.751	3.502	3.498	2.461	2.360	2.508	2.472	2.617	2.699	2.890	
坝址下泄			下泄水量(万 m³)	612	632	3012	937	632	897	2927	306	316	316	286	316
			下泄流量(m³/s)	2.36	2.36	14.65	3.50	2.36	3.46	10.93	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
下泄水量占入库径流量比例(%)			43.97	17.44	55.64	47.75	41.06	51.58	80.24	47.62	46.50	82.59	88.13	94.48	

表 5.1.3-3 偏枯水年 (P=75%) 供水过程及出入库径流量变化表

月份			4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
入库流量（m³/s）			5.43	13.61	16.52	15.82	3.11	3.51	1.68	3.58	1.5	1.36	1.39	2.73
入库径流量(万 m³)			1407	3646	4281	4238	833	910	449	929	402	363	336	731
库损（万 m³）			85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	80.2	88.8
新增供水	思南县城区	供水量(万 m³)	234	242	234	242	242	234	242	234	242	242	218	242
		供水流量(m³/s)	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.904	0.901
	工业园区	供水量(万 m³)	323	334	323	334	334	323	334	323	334	334	302	334
		供水流量(m³/s)	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.247	1.248
	集镇	供水量(万 m³)	40	41.4	40	41.4	41.4	40	41.4	40	41.4	41.4	37.4	41.4
		供水流量(m³/s)	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.155	0.155
	农村人畜	供水量(万 m³)	14.5	15	14.5	15	15	14.5	15	14.5	15	15	13.6	15
		供水流量(m³/s)	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
	灌溉	供水量(万 m³)	31.3	167	259	484	379	43.9	6.49	7.58	28.6	72.8	56.4	66.1
		供水流量(m³/s)	0.121	0.624	0.999	1.807	1.415	0.169	0.024	0.029	0.107	0.272	0.233	0.247
	合计	供水量(万 m³)	643	799	871	1116	1011	656	639	619	661	705	627	698
		供水流量(m³/s)	2.481	2.983	3.360	4.167	3.775	2.531	2.386	2.388	2.468	2.632	2.592	2.606
坝址下泄		下泄水量(万 m³)	612	632	2423	3034	632	612	316	306	316	316	286	316
		下泄流量(m³/s)	2.36	2.36	9.35	11.33	2.36	2.36	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
下泄水量占入库径流量比例(%)			43.48	17.35	56.59	71.61	75.92	67.26	70.30	32.99	78.73	86.84	84.96	43.26

表 5.1.3-4 枯水年 (P=90%) 供水过程及出入库径流量变化表

月份			4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
入库流量（m³/s）			7.7	13.27	7.89	6.89	2.56	4.51	4.31	2.79	2.05	0.7	0.34	2.32
入库径流量(万 m³)			1997	3554	2045	1845	686	1170	1155	723	548	188	83	621
库损（万 m³）			85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	80.2	88.8
新增供水	思南县城区	供水量(万 m³)	234	242	234	242	242	234	242	234	242	242	218	242
		供水流量(m³/s)	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.904	0.901
	工业园区	供水量(万 m³)	323	334	323	334	334	323	334	323	334	334	302	334
		供水流量(m³/s)	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.247	1.248
	集镇	供水量(万 m³)	40	41.4	40	41.4	41.4	40	41.4	40	41.4	41.4	37.4	41.4
		供水流量(m³/s)	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.155	0.155
	农村人畜	供水量(万 m³)	14.5	15	14.5	15	15	14.5	15	14.5	15	15	13.6	15
		供水流量(m³/s)	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
	灌溉	供水量(万 m³)	24.3	128	168	344	286	18	0	0	34.2	55	27.9	64.9
		供水流量(m³/s)	0.094	0.478	0.648	1.284	1.068	0.069	0.000	0.000	0.128	0.205	0.115	0.242
	合计	供水量(万 m³)	636	760	780	976	918	630	632	612	666	687	599	697
		供水流量(m³/s)	2.454	2.838	3.009	3.644	3.427	2.431	2.360	2.361	2.487	2.565	2.476	2.602
坝址下泄		下泄水量(万 m³)	612	632	757	780	632	612	316	306	316	316	286	316
		下泄流量(m³/s)	2.36	2.36	2.92	2.91	2.36	2.36	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
下泄水量占入库径流量比例(%)			30.66	17.79	37.01	42.29	92.23	52.35	27.40	42.33	57.61	168.71	347.35	50.91

表 5.1.3-5 特枯年 (P=95%) 供水过程及出入库径流量变化表

月份			4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
入库流量（m³/s）			2.95	14.8	11.44	1.56	7.49	2.48	1.85	1.64	0.92	0.76	2.97	3.61
入库径流量(万 m³)			765	3964	2965	419	2007	643	496	425	248	204	719	967
库损（万 m³）			85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	80.2	88.8
新增 供水	思南县城区	供水量(万 m³)	234	242	234	242	242	234	242	234	242	242	218	242
		供水流量(m³/s)	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.901	0.904
	工业园区	供水量(万 m³)	323	334	323	334	334	323	334	323	334	334	302	334
		供水流量(m³/s)	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.248	1.247
	集镇	供水量(万 m³)	40	41.4	40	41.4	41.4	40	41.4	40	41.4	41.4	37.4	41.4
		供水流量(m³/s)	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.155	0.155
	农村人畜	供水量(万 m³)	14.5	15	14.5	15	15	14.5	15	14.5	15	15	13.6	15
		供水流量(m³/s)	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
	灌溉	供水量(万 m³)	69.5	116	211	398	238	34.2	0	47.6	44.2	21.1	0	91.6
		供水流量(m³/s)	0.268	0.433	0.814	1.486	0.889	0.132	0.000	0.184	0.165	0.079	0.000	0.342
	合计	供水量(万 m³)	681	748	823	1130	870	646	632	659	706	693	571	724
		供水流量(m³/s)	2.627	2.793	3.175	4.219	3.248	2.492	2.360	2.542	2.636	2.587	2.360	2.703
坝址下泄		下泄水量(万 m³)	612	632	612	632	632	612	316	306	316	316	285	316
		下泄流量(m³/s)	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
下泄水量占入库径流量比例(%)			80.03	15.95	20.64	151.35	31.52	95.20	63.84	72.01	128.37	155.39	39.73	32.69

表 5.1.3-6

多年平均供水过程及出入库径流量变化表

月份			4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
入库流量（m³/s）			8.05	13.73	18.28	15.02	8.58	6.94	6.17	4.48	1.87	1.29	1.98	2.85
入库径流量(万 m³)			2086	3677	4739	4024	2299	1799	1653	1162	501	345	479	764
库损（万 m³）			85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	85.9	88.8	85.9	88.8	88.8	80.2	88.8
新增 供水	思南县城区	供水量(万 m³)	234	242	234	242	242	234	242	234	242	242	218	242
		供水流量(m³/s)	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.903	0.904	0.903	0.904	0.904	0.901	0.904
	工业园区	供水量(万 m³)	323	334	323	334	334	323	334	323	334	334	302	334
		供水流量(m³/s)	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.246	1.247	1.246	1.247	1.247	1.247	1.248
	集镇	供水量(万 m³)	40	41.4	40	41.4	41.4	40	41.4	40	41.4	41.4	37.4	41.4
		供水流量(m³/s)	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.154	0.155	0.154	0.155	0.155	0.155	0.155
	农村人畜	供水量(万 m³)	14.5	15	14.5	15	15	14.5	15	14.5	15	15	13.6	15
		供水流量(m³/s)	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
	灌溉	供水量(万 m³)	33.9	158.4	195.4	427	344.3	29.5	4.27	25.1	55.6	65	40.6	86.7
		供水流量(m³/s)	0.131	0.591	0.754	1.594	1.285	0.114	0.016	0.097	0.208	0.243	0.168	0.324
	合计	供水量(万 m³)	646	791	807	1059	976	641	636	637	688	697	612	719
		供水流量(m³/s)	2.492	2.953	3.113	3.954	3.644	2.473	2.375	2.458	2.569	2.602	2.530	2.684
坝址下泄		下泄水量(万 m³)	816	1628	2626	3110	1570	1133	822	622	335	316	293	316
		下泄流量(m³/s)	3.15	6.08	10.13	11.61	5.86	4.37	3.07	2.4	1.25	1.18	1.21	1.18
下泄水量占入库径流量比例(%)			39.13	44.28	55.42	77.30	68.30	62.97	49.76	53.57	66.84	91.47	61.11	41.40

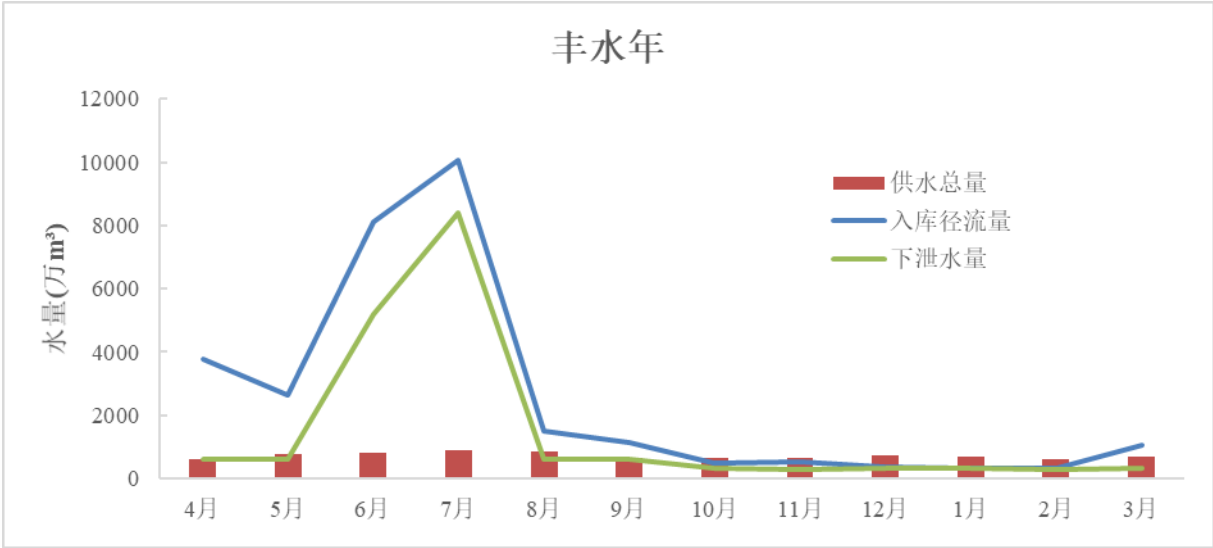


图 5.1.3-2 丰水年（P=10%）供水过程及出入库径流量变化图

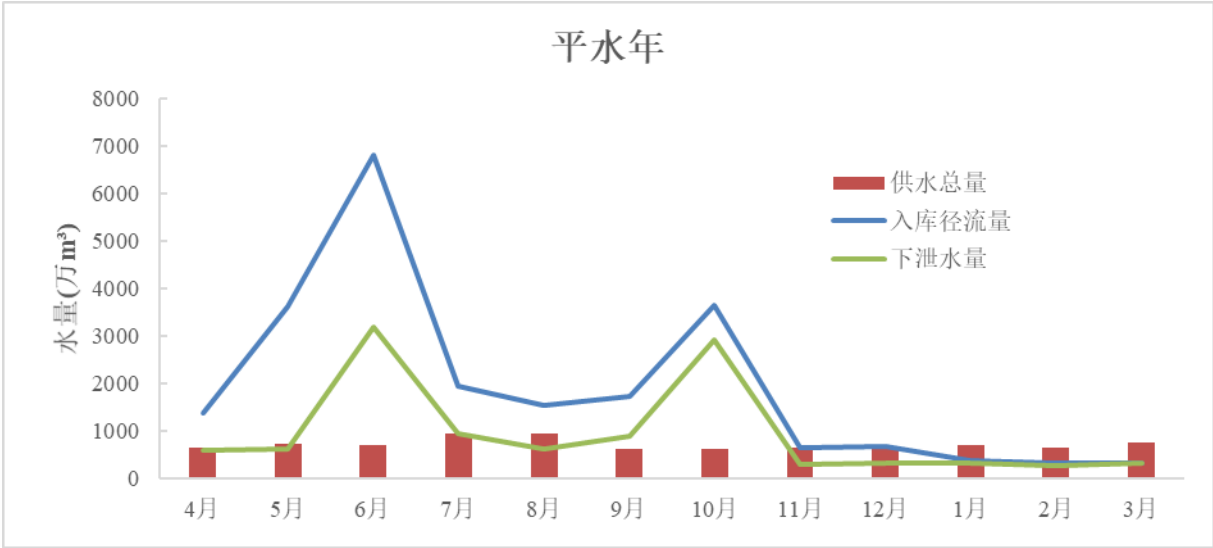


图 5.1.3-3 平水年（P=50%）供水过程及出入库径流量变化图

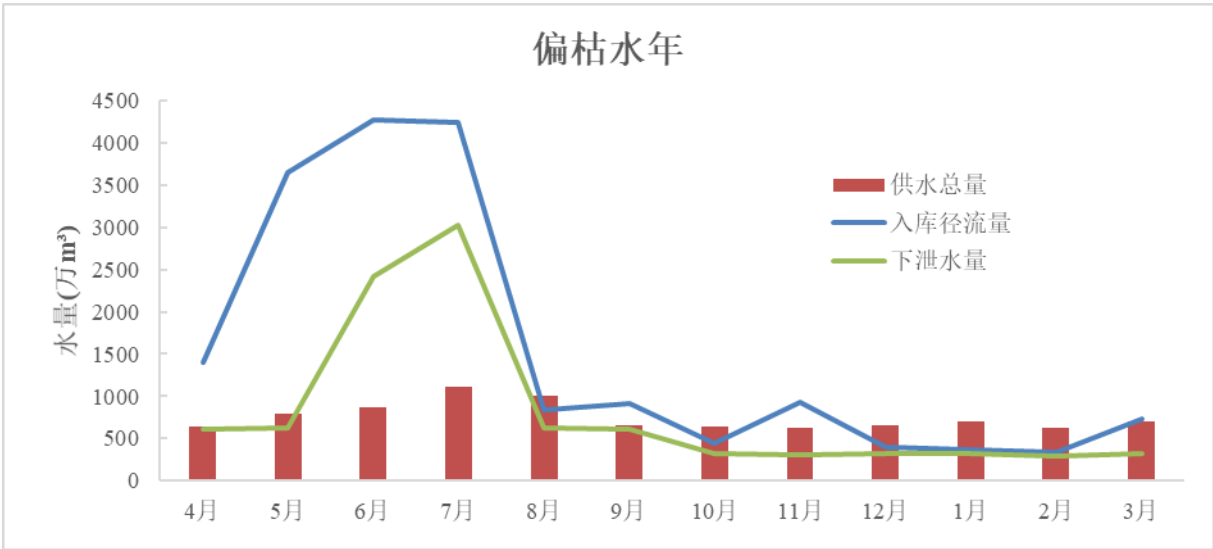


图 5.1.3-4 偏枯水年（P=75%）供水过程及出入库径流量变化图

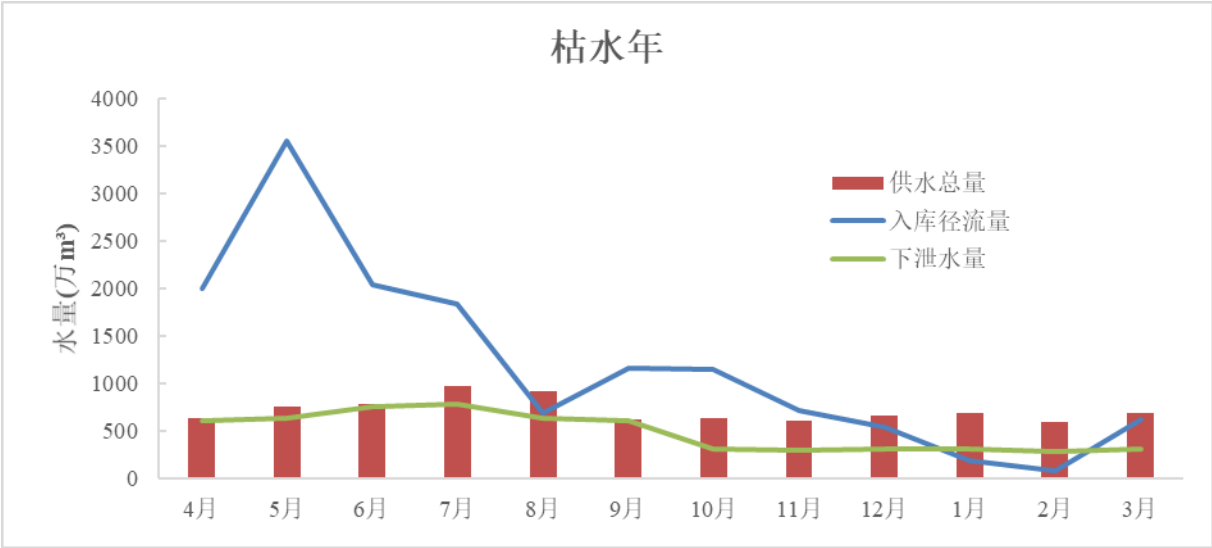


图 5.1.3-5 枯水年（P=90%）供水过程及出入库径流量变化图

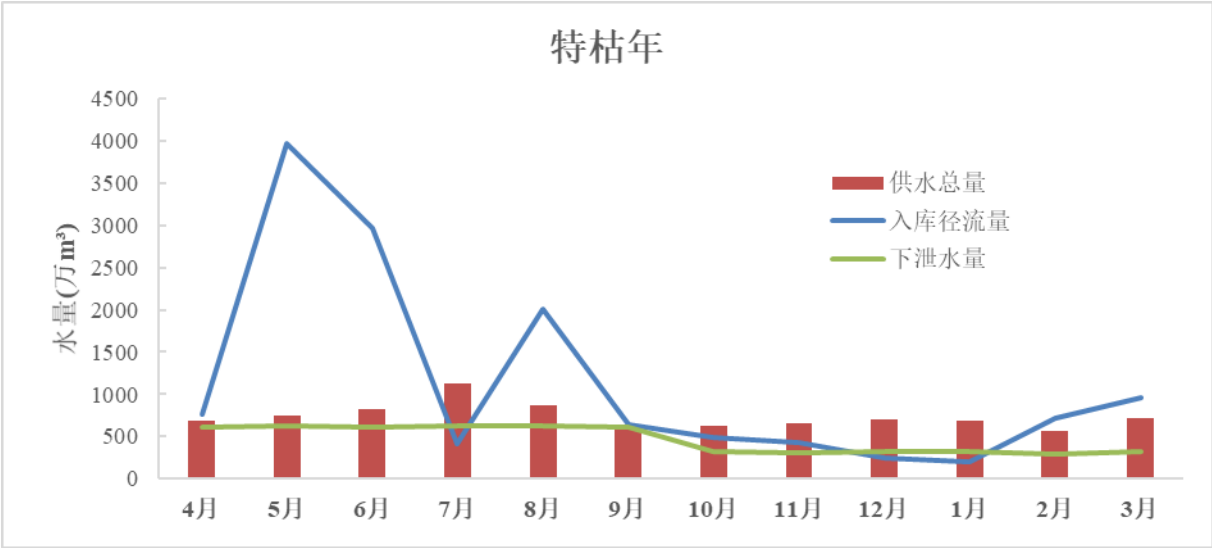


图 5.1.3-6 特枯年（P=95%）供水过程及出入库径流量变化图

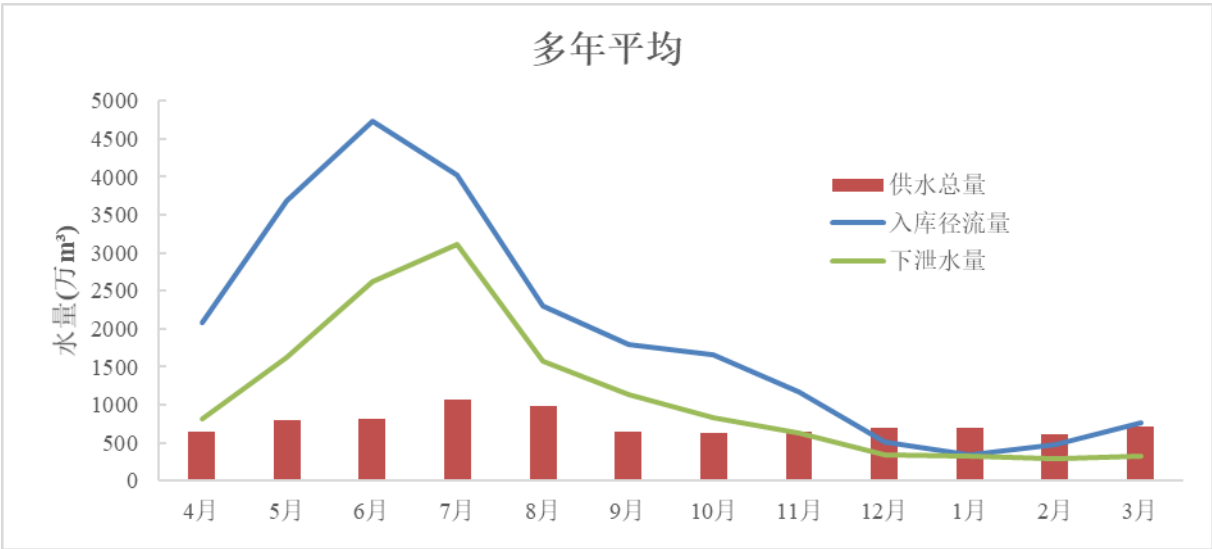


图 5.1.3-7 多年平均供水过程及出入库径流量变化图

(2) 乌江思南段

本次评价分析清渡河水库建设对乌江思南水文站断面径流的影响,乌江思南水文站位于清渡河下游,站址多年平均径流量 274.36 亿 m^3 ,清渡河水库供水后并考虑已有规划水源供水量,不考虑退水影响,现有水源减少供水量 1684 万 m^3/a 回归乌江,新建花滩子水库供水将使清渡河汇入乌江水量减少 8909 万 m^3/a ,则花滩子水库运行后思南水文站断面年径流量减少 7225 亿 m^3 ,降幅 0.26%,因此花滩子水库建设运行对乌江干流水资源量影响很小。

5.1.3.2 供水退水对区域水资源量的影响

(1) 受水区退水

按退水区域划分,花滩子水库库尾以上天桥乡集镇、天桥灌区、坝下工业园灯油坝片区供水退水进入清渡河;坝下南部片区塘头镇、塘头灌区退水进入石阡河;北部片区思南县城供水、双塘片区及工业园区退水进入乌江干流。根据工程可行性研究报告、水污染防治规划有关受水区总用水量、各类用水退水系数、回用率等指标综合分析计算,至设计水平年 2030 年,思南县城供水、工业园区、集镇受水区供水退水总量 2857 万 m^3/a ,其中思南县城退水量 1294 万 m^3/a 、中水回用率约 25%;工业园区退水量 877 万 m^3/a 、中水回用率 40%;凉水井、塘头、天桥集镇退水量 264 万 m^3/a 。灌溉退水系数取 0.35 估算关中坝灌区、塘头灌区、天桥灌区灌溉退水量约 421 万 m^3/a 。供水退水将使乌江退水区水资源量增加 2308 万 m^3/a ,石阡河退水区水资源量增加 522 万 m^3/a 。

表 5.1.3-7 设计水平年受水区退水量及去向

片区	毛供水量	净供水量	污水产生量	中水回用量	中水回用率 (%)	退水量	受纳水体
北部片区(小计)	8853	7912	3330	1022	30.68	2308	乌江
思南县城	3641	3265	1718	423	25	1294	
工业园区	4691	4207	1472	595	40	877	
凉水井镇	56	50	35	4	10	32	
关中坝灌区	366	300	105			105	
灌区农村	99	90				0	
塘头片区(小计)	1595	1223	547	25		522	石阡河
塘头镇	380	339	238	25	10.53	213	
塘头灌区	1078	884	309			309	
灌区农村	136	124				0	
天桥片区(小计)	105	94	28	2		26	清渡河
天桥乡	35	31	22	2	8	20	
天桥灌区	22	18	6			6	
灌区农村	48	44				0	
合计	10553	9229	3905	1048		2857	

备注：生活退水系数 0.7，工业退水系数 0.35，农村人饮不计退水，灌溉水退水系数 0.35。

（2）本工程新增退水

设计水平年 2030 年，工程向思南县年均供水量 8909 万立方米，供水产生的新增退水量约 3359 万 m^3 ，占受水区退水总量的 86.0%。

表 5.1.2-12 花滩子水库 2030 年新增供水一览表 单位：万 m^3/a

序号	供水类别	供水量(毛)	供水量（净）	退水量
1	城市综合供水	2847	2576	1354
2	工业园供水	3932	3557	1245
3	集镇供水	487	441	309
4	灌溉供水	1466	1290	451
5	农村人畜供水	177	156	0
	新增供水规模	8909	8021	3359

5.2 水文情势影响

5.2.1 下泄流量论证

5.2.1.1 坝下河段基本情况

花滩子水库坝址距下游 5.5km 为已建的花滩子，花滩子电站库尾距离花滩子水库坝址 0.2km，花滩子电站距离清渡河口 3km，区间有杨家沟（坝下 1.3km 右岸，多年平均流量约 $0.47\text{m}^3/\text{s}$ ）汇入。由于花滩子电站无调节性能，因此花滩子水库建成后对坝下 8.5km 清渡河干流径流起控制性作用。

5.2.1.2 坝址下游河段用水需求

（1）生产、生活用水

花滩子水库坝址至清渡河与乌江汇口段无乡镇与工矿企业等取用水户，沿岸居民生活生产用水主要取自沿岸溪沟或山泉水，未从此河段内取水；区间河段也无灌溉取水要求，花滩子水库已将坝址下游河道两岸农村人畜用水和耕地灌溉用水纳入供水任务中。本项目建设将导致下游花滩子电站多年平均发电量降低，计划通过经济补偿方式解决。因此坝下游河段无生产生活用水需求。

（2）维持水生生态系统稳定所需要的水量

根据《花滩子水库工程水生生物现状调查及影响评价专题评价报告》调查结果，在花滩子坝址至清渡河河口区间 8.5km 河段分布有中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼等经济鱼类，主要繁殖期为每年 4 月~6 月，但无集中的产卵场分布。坝下游河段需要满足水生生态基本用水需求，以保证鱼类在该河段内正常的生存、产卵繁殖、迁移。

(3) 维持河流水环境功能的用水量

清渡河干流水功能区划为Ⅲ类水域，花滩子坝址至清渡河河口之间现状无工业、集中生活污染源排入，设计水平年退水主要为天桥片区退水量约 26 万 m³/a。清渡河下游河段水环境功能主要考虑维持其河水水域纳污能力对应的天然水文条件，本次主要根据所确定的生态基流复核其水域纳污能力。

(4) 地下水补给水量

清渡河地下水与地表水的总体关系为地下水单向补给地表水，不存在维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

(5) 景观需水量

花滩子水库坝下河段无特殊的景观用水需求，满足河道基本生态需求的水量即可。

(6) 河道外植被需水量

根据水文地质查勘结果，乌江为评价区的相对最低排泄基准面，清渡河、石阡河（龙底江）为次级区域相对排泄基准面，地下水接受大气降水补给，向河床排泄，不存在河道补给山体坡面的情况。因此，河谷两岸的植被需水主要由大气降水补给和岸坡地下水补给，河道减水不会危及对两岸植被的生存。

综上，花滩子坝下河段用水需求主要为维持水生生态系统稳定所需要的水量和维持河流水环境功能的水量。本次评价根据《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)》（环评函〔2006〕4 号），采用水文学法、水力学法分别计算水生生态需水量。

5.2.1.3 下泄生态流量计算

根据《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》推荐的维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法，结合清渡河特征，采用水文学法中的 Tennant 法和最小月平均径流法、水力学法中的 R2-Cross 法等 3 种方法论证下游河段所需的生态需水量，见表 5.2.1-1。

表 5.2.1-1 技术指南推荐水生生态系统稳定所需水量方法一览表

方法名称		计算方法	适用或限制条件
水文学法	Tennant 法	根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。最小生态用水量不应小于工程所在河流控制断面多年平均流量的 10%	作为河流进行最初目标管理、战略性管理方法使用
	最小月平均径流法	以最小月平均实测径流量的多年平均值作为河流基本生态环境需水量	适合于干旱、半干旱区域，生态环境目标复杂的河流。对生态目标相对单一的地区，计算结果偏大

表 5.2.1-1 技术指南推荐水生生态系统稳定所需水量方法一览表

方法名称		计算方法	适用或限制条件
水力学法	R2-Cross 法	采用河流宽度、平均水深、平均流速及湿周率指标来评估河流栖息地的保护水平	适用于非季节性中小型河流

(1) 一般时段 (10 月~3 月) 生态基流

1) 水文学法

① Tennant 法

Tennant 法是一种依赖于河流流量统计的方法，建立在历史流量记录的基础上，根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。以预先确定的年平均河流流量的百分数为基础估算河流不同流量对生态的影响。Tennant 法计算标准见表 5.2.1-2。

表 5.2.1-2 保护鱼类和有关资源的河流流量状况

流量状况描述	推荐的基流 (平均流量的分数) (10 月~次年 3 月) /%	推荐的基流 (平均流量的分数) (4 月~9 月) /%
泛滥或最大		200 (48~72/h)
最佳范围	60~100	60~100
很好	40	60
好	30	50
良好	20	40
一般或较差	10	30
差或最小	10	10
极差	0~10	0~10

根据 Tennant 法，花滩子坝址至清渡河河口之间无鱼类重要生境、重要环境保护对象等保护目标，考虑工程下泄生态基流按照“一般”标准进行确定，所需下泄的最小流量为多年平均流量的 10%。Tennant 法方法简单易操作，比较适合河流进行最初的目标管理和河流的战略性管理，该计算结果可作为其它方法的一种检验。

② 最小月平均径流法计算结果

以花滩子水库坝址处 90% 保证率最枯月平均流量作为减水河段基本生态需水量。

根据 1965 年 4 月至 2018 年 3 月 53 个水文年的径流系列资料统计，花滩子水库坝址处 90% 保证率下最枯月均流量为 $0.741\text{m}^3/\text{s}$ ，占坝址处多年平均流量的 9.4%。

2) 水力学法

水力学法分湿周法和 R2-Cross 法两种，本次评价选用 R2-CROSS 法。R2-Cross 法分单断面法和多断面法，由于花滩子电站库区河段长度约 5.3km，库尾距离花滩子水库坝址仅 0.2km，在电站拦河坝的雍水作用下可以维持该河段的水量需求，因此本次评价在花滩子电站下游 3km 选择代表断面进行计算。花滩子电站下游 3km 河段河道形态较

单一，约 80%以上长度的河段为较对称的宽浅“U”型河道，经选择确定花滩子电站下游约 1.2km 断面作为代表断面进行分析计算。

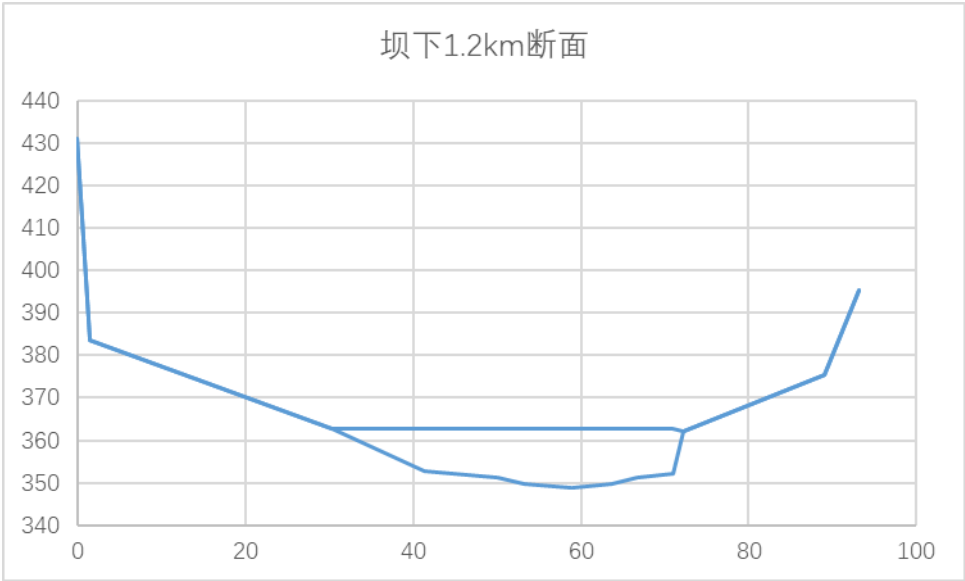


图 5.2.1-1 花滩子电站下游河道代表断面地形剖面图

计算软件选取一维 HEC-RAS，分别以花滩子水库坝址下泄坝址多年平均流量的 10%、15%、20%、25%、30%为计算工况，对应流量分别为0.787m³/s、1.18m³/s、1.57m³/s、1.97m³/s、2.36m³/s，结合水位流量关系曲线确定断面相应的水面宽度、平均流速、平均水深、湿周率等水力学参数，然后与标准进行对比分析。R2-Cross 法确定最小流量的标准见表5.2-3，计算结果见表5.2.1-4。

表 5.2.1-3 R2-Cross 法确定最小流量的标准			
河宽（m）	平均水深（m）	湿周率（%）	平均流速（m/s）
0.3-6.3	0.06	50	0.3
6.3-12.3	0.06~0.12	50	0.3
12.3-18.3	0.12~0.18	50~60	0.3
18.3-30.5	0.18~0.3	≥70	0.3

表 5.2.1-4 R2-Cross 法计算结果统计表				
下泄流量(m³/s)	水面宽(m)	平均水深(m)	平均流速(m/s)	湿周率(%)
10% 多年平均流量(0.787m³/s)	10.1	0.12	0.27	64.68
15% 多年平均流量(1.18m³/s)	10.2	0.13	0.3	66.75
20% 多年平均流量(1.57m³/s)	10.5	0.14	0.31	69.48
25% 多年平均流量(1.97m³/s)	10.9	0.17	0.33	73.37
30% 多年平均流量(2.36m³/s)	11.2	0.18	0.35	74.77

由表 5.2.1-4 可知，当花滩子水库下泄 15%坝址多年平均流量的流量，即 1.18m³/s 时，花滩子电站下游减水河段代表断面各水力学参数能满足 R2-Cross 法的标准。

3) 水生生态需水量确定

综合 Tennant 法、最小月平均径流法、R2-Cross 法等 3 种方法，取 3 种方法计算结果的最大值，确定维持花滩子水库下游河段水河段生态系统基本稳定所需的最低流量为 $1.18\text{m}^3/\text{s}$ 。该生态基流满足《关于印发<水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见>的通知》(水总环移〔2010〕248 号)的规定：我国南方河流，生态基流应不小于 90% 最枯月平均流量和多年平均天然流量的 10% 两者之间的大值；也满足《长江保护修复攻坚战行动计划》（环水体〔2018〕181 号）提出的长江主要支流重要控制节点生态基流占多年平均流量的 15% 的要求。

(2) 生态敏感期（4 月~9 月）下泄流量

为维持春夏季节年内多水时段的河流生态功能，保障水生物繁殖、生长对流速、水深、水量等生境参数的需求，在生态敏感期间下泄生态流量应较一般时段生态基流的基础上进一步提高，考虑按照不低于 Tennant 法中对应 4 月-9 月“一般”标准的生态流量，即按多年平均流量的 30%（ $2.36\text{m}^3/\text{s}$ ）下放。

(3) 鱼类繁殖期生态调度

现状调查清渡河无珍稀鱼类分布，主要鱼类以白甲鱼、鲤鱼、黄颡鱼等鲤科鱼类为主，产卵期主要在 4 月~6 月，考虑到鱼类产卵期宜尽量维持基本的水力生境条件，考虑水温引起的鱼类产卵期延迟的问题，为保障坝下鱼类繁殖的生态水文过程需求，拟在每年鱼类繁殖期间 5 至 6 月择机实施一次生态调度，每次调度时间不低于 10 天，峰值持续时间不低于 7 天。峰值流量确定是根据典型平水年天然流量涨水过程，选择 5、6 月份多年平均流量均值 $16.5\text{m}^3/\text{s}$ 作为实施生态调度的峰值流量。

(4) 生态流量过程确定

本次生态流量计算采用 Tennant 法、90% 保证率法、R2-cross 法，同时考虑鱼类繁殖期产卵需求，综合最大值确定花滩子水库坝址生态需水过程见表 5.2.1-7。在 10 月~3 月最低下泄流量 $1.18\text{m}^3/\text{s}$ ，在鱼类产卵期及汛期（4 月~9 月）最低下泄流量为 $2.36\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 5.2.1-7 花滩子水库坝址生态需水过程一览表

时期	月份	最小下泄流量（ m^3/s ）	备注
生态敏感期	4 月~9 月	2.36	不低于坝址多年平均流量的 30%，5-6 月鱼类繁殖期择机实施 1 次持续不低于 10 天的生态调度过程，峰值流量为 $16.5\text{m}^3/\text{s}$
一般水期	10 月~3 月	1.18	坝址多年平均流量的 15%

5.2.1.4 生态流量方案合理性

花滩子水库坝址下游需水要求主要是水生生态需水，下游无集中鱼类产卵场，分散分布有适合鱼类产卵的生境，本工程最小下泄流量为 $1.18\text{m}^3/\text{s}$ ，占坝址处多年平均流量的 15%，在生态敏感期 4-9 月，加大下泄流量至 $2.36\text{m}^3/\text{s}$ ，占坝址处多年平均流量的 30%，该指标与目前行业平均水平相当，能够满足下游河段水生生态基本用水需求，同时在 5-6 月实施一次持续不低于 10 天的生态调度过程，进一步降低下泄流量减少对鱼类产卵的影响，下泄峰值流量为 $16.5\text{m}^3/\text{s}$ ，为坝址处多年平均流量的 209.6%，在实施以上下泄流量过程后，可以基本满足坝下河段水生生态需水要求。

5.2.2 水文情势影响评价

5.2.2.1 施工期水文情势影响评价

花滩子水库采用上、下游围堰挡水，左岸导流隧洞过流的施工导流方式。导流隧洞总长 433.6m，进口底板高程 411.0m，出口底板高程为 409.0m，进口设用潜孔式平面滑动钢闸门用于封堵。

在截流期间，除龙口下游局部河段流速有所增大外，下泄流量不发生变化。截流后上游来水经导流洞、坝身坝面、放空底孔泄放至河道，对下游水文情势无影响。

5.2.2.2 初期蓄水期水文情势影响评价

根据施工进度安排，导流隧洞于第五年 3 月初下闸封堵，在蓄水初期，库区河段水位逐渐抬高，水面受河床断面的控制也将逐步增宽，坝址上下游河段将受到阻隔，其中坝前水位将由天然水位逐步抬高到正常运行水位。

选取 $P=50\%$ 平水年和 $P=75\%$ 偏枯年，按同倍比缩放作出代表年进行水量调节计算，水库蒸发、渗漏损失按库容的 10% 计。计算中考虑下放生态基流后，经计算，平水年 3 月初下闸后，5 月 8 日可蓄至死水位，7 月 3 日蓄至正常蓄水位；偏枯水年 6 月 14 日蓄至死水位、8 月 12 日蓄至正常蓄水位。初期蓄水阶段为不引起下游河段流量骤减，考虑了 10 天左右时间下泄流量渐变过程。

50% 来水频率下从起蓄水位 407m 蓄至放空底孔进口底板高程 434m，约需 28 天，期间通过坝体 395.5m 高程预埋的直径 1.0m 临时生态放水管（泄流能力 $2.95\text{m}^3/\text{s}$ ）下泄生态流量；从 434m 蓄至水库死水位 463m，约需 60 天，期间采用放空底孔下泄生态流量；水位蓄至死水位 463m 之后，通过供水灌溉发电系统下泄生态流量，初期蓄水期总时长 125 天。

75%来水频率下从起蓄水位 407m 蓄至放空底孔进口底板高程 434m, 约需 36 天, 期间通过坝体 395.5m 高程预埋的直径 1.0m 临时生态放水管 (泄流能力 $2.95 \text{ m}^3/\text{s}$) 下泄生态流量; 从 434m 蓄至水库死水位 463m, 约需 70 天, 期间采用放空底孔下泄生态流量; 水位蓄至死水位 463m 之后, 通过供水灌溉发电系统下泄生态流量, 初期蓄水期总时长 165 天。

5.2.2.3 运行期水文情势影响评价

(1) 库区水文情势影响评价

花滩子水库蓄水后, 库区干流正常蓄水位时回水 16.46m, 死水位时回水 9.2km, 库区河段水深、水面面积、流速等水文情势较天然河道发生变化。花滩子水库具有多年调节性能, 兴利调节时水位在 463m (死水位) ~491m (正常蓄水位) 之间变动, 水位变幅 28m。

水库建设后, 库区河段水位均较原水位有不同程度的抬升, 越靠近坝址抬升越明显。在多年平均条件下, 干流库尾断面平均水深由 0.62m 提高到 4.08m, 提高了 3.46m; 平均水面宽度由 14.0m 增加到 34.0m, 增加了 20.0m; 流速由 0.46m/s 降低到 0.15m/s, 降低了 0.31m/s。库中断面平均水深由 0.76m 提高到 31.64m, 提高了 30.88m; 平均水面宽度由 11.0m 增加到 67.0m, 增加了 56.0m; 流速由 0.83m/s 降低到 0.0048m/s。坝前断面平均水深由 1.90m 提高到 82.65m, 提高了 80.75m; 平均水面宽度由 38.4m 增加到 183m, 增加了 144.6m; 流速由 0.211m/s 降低到 0.001m/s。

因水位抬升, 坝前水深增加、水面变宽, 库区河段的水域面积由原河道的 0.62km^2 , 增加至正常蓄水位时的 3.65km^2 , 比天然状态下增加了 4.9 倍。大坝阻隔导致库区河段流速均较原天然流速有不同程度的减缓, 越靠近坝址减缓越明显, 至坝前接近为 0, 库区河段从河道急流型转为湖泊缓流型。

多年平均条件下从干流库尾、库中、坝前 3 个断面各月水位、水深、流速、水面宽度变化情况见表 5.2.2-1~表 5.2.2-3。

表 5.2.2-1 花滩子水库干流库尾断面多年平均水深、水面宽度变化表

月份	水位(m)			水深(m)			流速(m/s)			水面宽(m)		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
4	487.60	491.01	3.41	0.67	4.08	3.41	0.502	0.161	-0.341	16	34	19
5	487.81	491.04	3.23	0.88	4.11	3.23	0.586	0.267	-0.319	21	34	13
6	487.95	491.06	3.11	1.02	4.13	3.11	0.647	0.346	-0.301	24	34	10
7	487.88	491.04	3.16	0.95	4.11	3.16	0.616	0.303	-0.313	23	34	12

表 5.2.2-1 花滩子水库干流库尾断面多年平均水深、水面宽度变化表

月份	水位(m)			水深(m)			流速(m/s)			水面宽(m)		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
8	487.65	491.01	3.36	0.72	4.08	3.36	0.519	0.184	-0.335	17	34	18
9	487.56	491.01	3.45	0.63	4.08	3.45	0.485	0.138	-0.347	14	34	20
10	487.54	491.01	3.47	0.61	4.08	3.47	0.473	0.123	-0.350	14	34	20
11	487.48	491	3.52	0.55	4.07	3.52	0.450	0.091	-0.359	12	34	22
12	487.26	491	3.74	0.33	4.07	3.74	0.286	0.042	-0.244	7	34	27
1	487.20	491	3.80	0.27	4.07	3.80	0.230	0.034	-0.196	6	34	28
2	487.28	491	3.72	0.35	4.07	3.72	0.299	0.044	-0.255	8	34	26
3	487.43	491	3.57	0.50	4.07	3.57	0.427	0.062	-0.365	11	34	23
均值	487.55	491.02	3.46	0.62	4.08	3.46	0.46	0.15	-0.31	14	34	20

表 5.2.2-2 花滩子水库干流库中断面多年平均水深、水面宽度变化表

月份	水位(m)			水深(m)			流速(m/s)			水面宽(m)		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
4	460.18	491	30.82	0.82	31.64	30.82	0.88	0.005	-0.875	13	67	54
5	460.42	491	30.58	1.06	31.64	30.58	1.06	0.0087	-1.049	15	67	52
6	460.54	491	30.46	1.18	31.64	30.46	1.15	0.012	-1.142	16	67	51
7	460.47	491	30.53	1.11	31.64	30.53	1.10	0.0099	-1.089	15	67	52
8	460.25	491	30.75	0.89	31.64	30.75	0.93	0.0058	-0.920	13	67	54
9	460.12	491	30.88	0.76	31.64	30.88	0.83	0.0043	-0.830	12	67	55
10	460.08	491	30.92	0.72	31.64	30.92	0.80	0.0038	-0.800	11	67	56
11	459.99	491	31.01	0.63	31.64	31.01	0.74	0.0028	-0.739	10	67	57
12	459.84	491	31.16	0.48	31.64	31.16	0.62	0.0013	-0.621	8	67	59
1	459.75	491	31.25	0.39	31.64	31.25	0.50	0.001	-0.501	6	67	61
2	459.86	491	31.14	0.50	31.64	31.14	0.65	0.0013	-0.649	8	67	59
3	459.91	491	31.09	0.55	31.64	31.09	0.69	0.0019	-0.684	9	67	58
均值	460.12	491	30.88	0.76	31.64	30.88	0.83	0.0048	-0.825	11	67	56

表 5.2.2-3 花滩子水库干流坝前断面多年平均水深、水面宽度变化表

月份	水位(m)			水深(m)			流速(m/s)			水面宽(m)		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
4	410.26	491	80.74	1.91	82.65	80.74	0.246	0.001	-0.245	39	183	144
5	410.40	491	80.60	2.05	82.65	80.60	0.345	0.0017	-0.343	39	183	144
6	410.52	491	80.48	2.17	82.65	80.48	0.402	0.0022	-0.400	39	183	144
7	410.45	491	80.55	2.10	82.65	80.55	0.372	0.0019	-0.370	39	183	144
8	410.29	491	80.71	1.94	82.65	80.71	0.268	0.00011	-0.268	39	183	144
9	410.23	491	80.77	1.88	82.65	80.77	0.215	0.0008	-0.214	38	183	145
10	410.21	491	80.79	1.86	82.65	80.79	0.203	0.00071	-0.202	38	183	145
11	410.17	491	80.83	1.82	82.65	80.83	0.159	0.00054	-0.158	38	183	145

表 5.2.2-3 花滩子水库干流坝前断面多年平均水深、水面宽度变化表

月份	水位(m)			水深(m)			流速(m/s)			水面宽(m)		
	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅	前	后	变幅
12	410.11	491	80.89	1.76	82.65	80.89	0.075	0.00025	-0.075	38	183	145
1	410.10	491	80.90	1.75	82.65	80.90	0.058	0.0002	-0.058	38	183	145
2	410.11	491	80.89	1.76	82.65	80.89	0.078	0.00026	-0.078	38	183	145
3	410.14	491	80.86	1.79	82.65	80.86	0.114	0.00037	-0.114	38	183	145
均值	410.25	491	80.75	1.90	82.65	80.75	0.211	0.001	-0.210	38.4	183	144.6

(2) 坝址下游水文情势影响分析

1) 典型年水文情势变化分析

运行期受工程调蓄和供水影响,坝址下泄水量较天然状况将出现不同程度减少,年内水文过程将发生明显改变。

为分析工程建设对下游河段水文情势的影响,选择坝下断面、坝下 6.0km 代表断面进行水文情势影响分析。坝下断面为花滩子电站正常蓄水位库尾上游,坝下 6.0km 断面为花滩子电站下游集运鱼平台位置附近。

根据工程建设前后不同来水保证率下各典型年逐月的下泄流量变化比较,坝下断面丰水年(P=10%)各月流量变化幅度在-83.78%(4月)~-6.27%(1月)之间;平水年(P=50%)各月流量变幅为-82.56%(5月)~-5.52%(3月);偏枯水年(P=75%)各月流量变幅为-82.67%(5月)~-12.98%(1月);枯水年(P=90%)各月流量变幅为-82.21%(5月)~-68.08%(1月)、244.72(2月);特枯年(P=95%)各月流量变幅为-84.05%(5月)~-55.02%(1月);多年平均条件下各月流量变幅为-60.91%(4月)~-8.33%(1月)。该断面不同典型年各月的流量、水位变化见表 5.2.2-4。

坝址下游 6.0km 断面丰水年(P=10%)各月流量变化幅度在-74.46%(4月)~-5.57%(1月)之间;平水年(P=50%)各月流量变幅为-73.37%(5月)~-4.91%(3月);偏枯水年(P=75%)各月流量变幅为-73.45%(5月)~-11.53%(1月);枯水年(P=90%)各月流量变幅为-73.05%(5月)~-60.5%(1月)、217.47(2月);特枯年(P=95%)各月流量变幅为-74.69%(5月)~-48.9%(1月);多年平均条件下各月流量变幅为-54.13%(4月)~-7.4%(1月)。

从上述分析可以看出,花滩子水库建成后,丰水年、平水年、偏枯年各月下泄流量均降低。枯水年的 1 月、2 月、特枯年的 7 月、12 月、次年 1 月下泄流量较天然流量略有增大,主要原因是保障生态流量下泄,其他月份均降低。

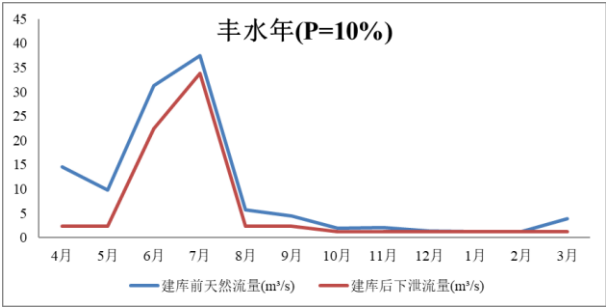
表 5.2.2-4 各来水保证率下坝下断面逐月流量变化情况表

项目	频率	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
建库前天然 流量(m ³ /s)	丰(P=10%)	14.56	9.79	31.29	37.52	5.67	4.48	1.91	2.02	1.32	1.26	1.30	3.94
	平(P=50%)	5.37	13.54	26.33	7.33	5.75	6.71	13.62	2.48	2.54	1.43	1.34	1.25
	偏枯 (P=75%)	5.43	13.61	16.52	15.82	3.11	3.51	1.68	3.58	1.50	1.36	1.39	2.73
	枯(P=90%)	7.70	13.27	7.89	6.89	2.56	4.51	4.31	2.79	2.05	0.70	0.34	2.32
	特枯(P=95%)	2.95	14.80	11.44	1.56	7.49	2.48	1.85	1.64	0.92	0.76	2.97	3.61
	多年平均	8.05	13.73	18.28	15.02	8.58	6.94	6.17	4.48	1.87	1.29	1.98	2.85
建库后下泄 流量(m ³ /s)	丰(P=10%)	2.36	2.36	22.43	33.76	2.36	2.36	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
	平(P=50%)	2.36	2.36	14.65	3.50	2.36	3.46	10.93	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
	偏枯 (P=75%)	2.36	2.36	9.35	11.33	2.36	2.36	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
	枯(P=90%)	2.36	2.36	2.92	2.91	2.36	2.36	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
	特枯(P=95%)	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
	多年平均	3.15	6.09	10.13	11.61	5.86	4.37	3.07	2.40	1.25	1.18	1.21	1.18
流量变化比 例(%)	丰(P=10%)	-83.78	-75.89	-28.33	-10.02	-58.34	-47.27	-38.13	-41.53	-10.53	-6.27	-9.49	-70.03
	平(P=50%)	-56.07	-82.56	-44.36	-52.25	-58.91	-48.41	-19.76	-52.38	-53.50	-17.31	-11.94	-5.52
	偏枯 (P=75%)	-56.50	-82.65	-43.41	-28.41	-24.12	-32.78	-29.54	-67.05	-21.25	-12.98	-14.98	-56.73
	枯(P=90%)	-69.35	-82.21	-62.98	-57.70	-7.77	-47.70	-72.62	-57.64	-42.26	68.08	244.72	-49.08
	特枯(P=95%)	-19.97	-84.05	-79.36	51.02	-68.49	-4.80	-36.27	-27.94	27.73	55.02	-60.25	-67.28
	多年平均	-60.91	-55.68	-44.58	-22.72	-31.69	-37.04	-50.23	-46.41	-33.42	-8.33	-38.84	-58.59

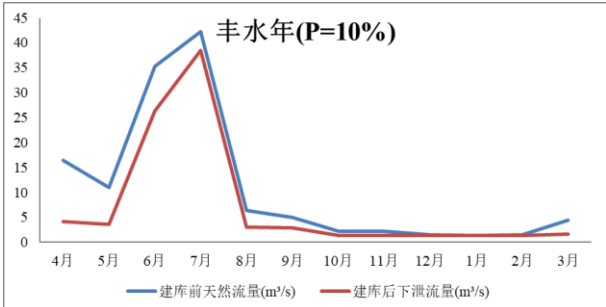
表 5.2.2-5

各来水保证率下坝址下游 6.0km 断面逐月流量、水位变化情况表

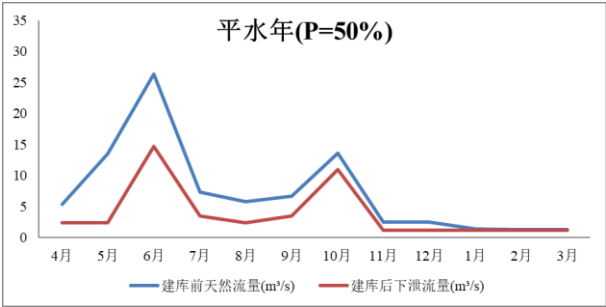
项目	频率	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
建库前天然 流量(m ³ /s)	丰(P=10%)	16.38	11.02	35.21	42.22	6.38	5.04	2.15	2.27	1.49	1.42	1.47	4.43
	平(P=50%)	6.05	15.24	29.63	8.25	6.47	7.55	15.33	2.79	2.86	1.61	1.51	1.41
	偏枯(P=75%)	6.11	15.32	18.59	17.81	3.50	3.95	1.89	4.03	1.69	1.53	1.56	3.07
	枯(P=90%)	8.67	14.93	8.88	7.75	2.88	5.08	4.85	3.14	2.30	0.79	0.39	2.61
	特枯(P=95%)	3.32	16.65	12.87	1.76	8.43	2.79	2.09	1.84	1.04	0.86	3.34	4.06
	多年平均	9.06	15.45	20.58	16.91	9.66	7.81	6.94	5.05	2.11	1.45	2.23	3.21
建库后下泄 流量(m ³ /s)	丰(P=10%)	4.19	3.59	26.35	38.46	3.07	2.92	1.42	1.43	1.35	1.34	1.34	1.68
	平(P=50%)	3.03	4.06	17.95	4.42	3.08	4.30	12.64	1.49	1.50	1.36	1.35	1.34
	偏枯(P=75%)	3.04	4.07	11.42	13.31	2.75	2.80	1.39	1.63	1.37	1.35	1.36	1.52
	枯(P=90%)	3.33	4.02	3.91	3.78	2.68	2.93	1.72	1.53	1.44	1.27	1.22	1.47
	特枯(P=95%)	2.73	4.22	3.79	2.56	3.30	2.67	1.41	1.39	1.30	1.28	1.55	1.63
	多年平均	4.15	7.81	12.43	13.49	6.94	5.24	3.85	2.96	1.48	1.34	1.46	1.54
流量变化比 例(%)	丰(P=10%)	-74.46	-67.44	-25.17	-8.90	-51.85	-42.01	-33.88	-36.91	-9.36	-5.57	-8.43	-62.23
	平(P=50%)	-49.83	-73.37	-39.42	-46.43	-52.35	-43.02	-17.56	-46.55	-47.55	-15.38	-10.61	-4.91
	偏枯(P=75%)	-50.21	-73.45	-38.57	-25.24	-21.44	-29.13	-26.25	-59.58	-18.89	-11.53	-13.31	-50.41
	枯(P=90%)	-61.63	-73.05	-55.97	-51.28	-6.91	-42.39	-64.54	-51.22	-37.56	60.50	217.47	-43.62
	特枯(P=95%)	-17.74	-74.69	-70.53	45.34	-60.87	-4.26	-32.23	-24.83	24.65	48.90	-53.54	-59.79
	多年平均	-54.13	-49.48	-39.61	-20.19	-28.16	-32.91	-44.63	-41.24	-29.70	-7.40	-34.51	-52.07



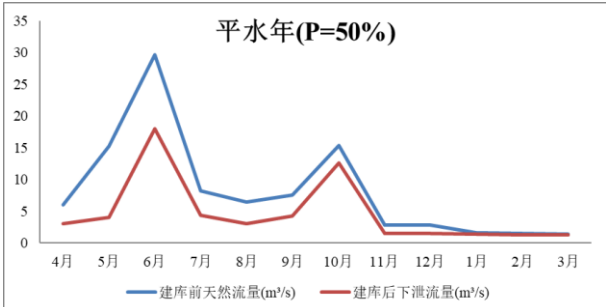
坝址下游断面丰水年逐月流量变化



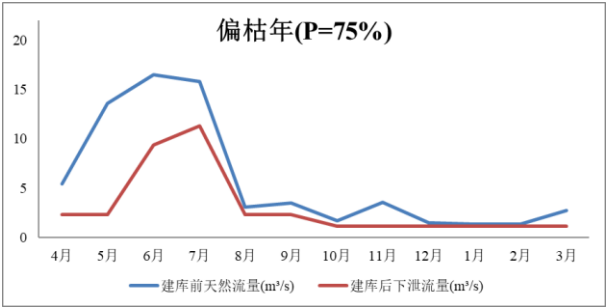
坝址下游 6.0km 断面丰水年逐月流量变化



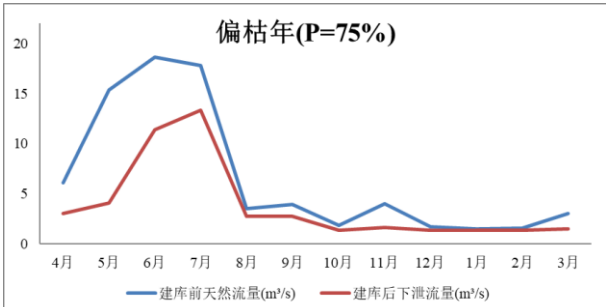
坝址下游断面平水年逐月流量变化



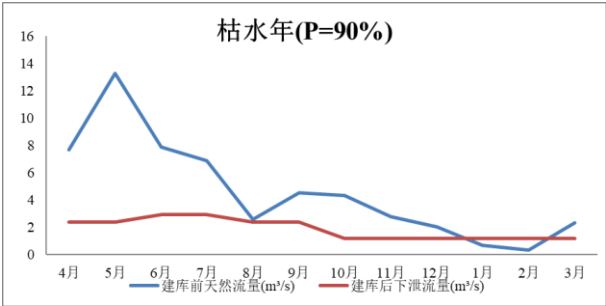
坝址下游 6.0km 断面平水年逐月流量变化



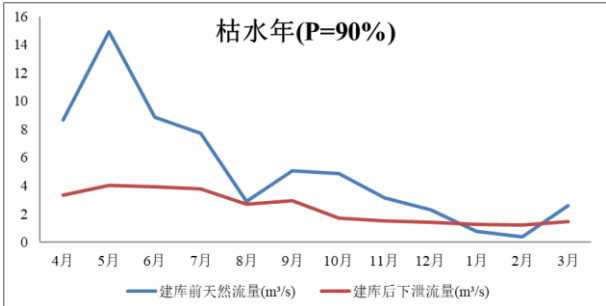
坝址下游断面偏枯年逐月流量变化



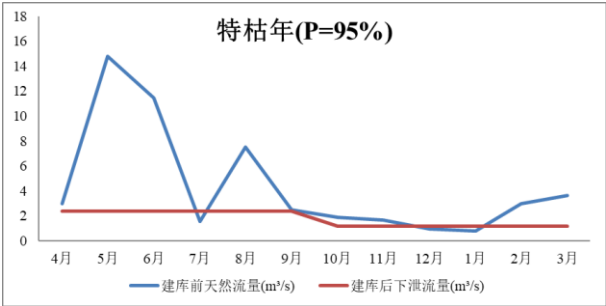
坝址下游 6.0km 断面偏枯年逐月流量变化



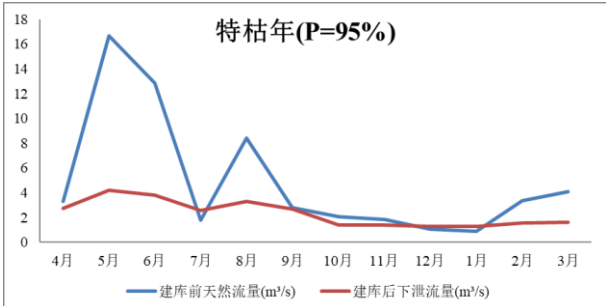
坝址下游断面枯水年逐月流量变化



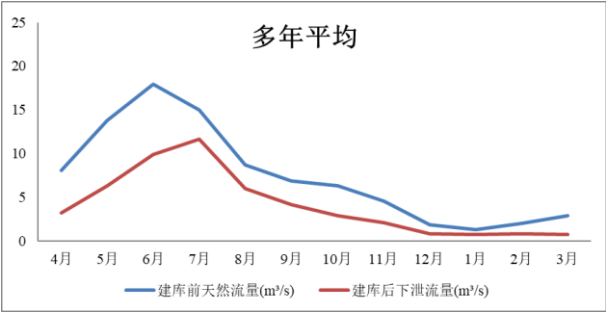
坝址下游 6.0km 断面枯水年逐月流量变化



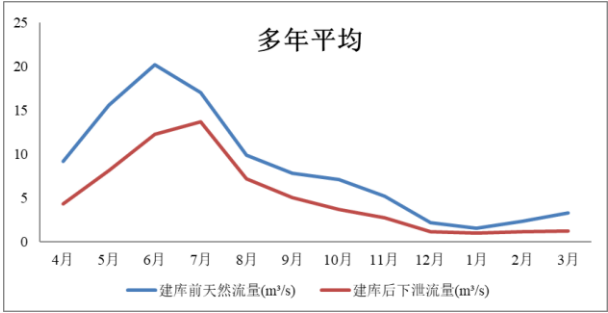
坝址下游断面特枯年逐月流量变化



坝址下游 6.0km 断面特枯年逐月流量变化



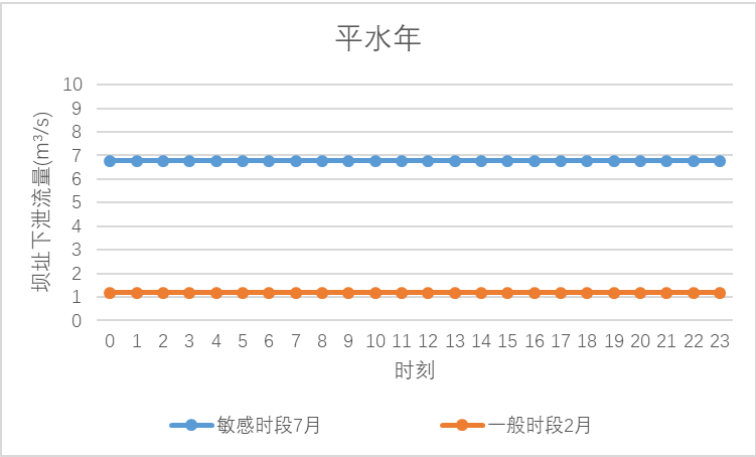
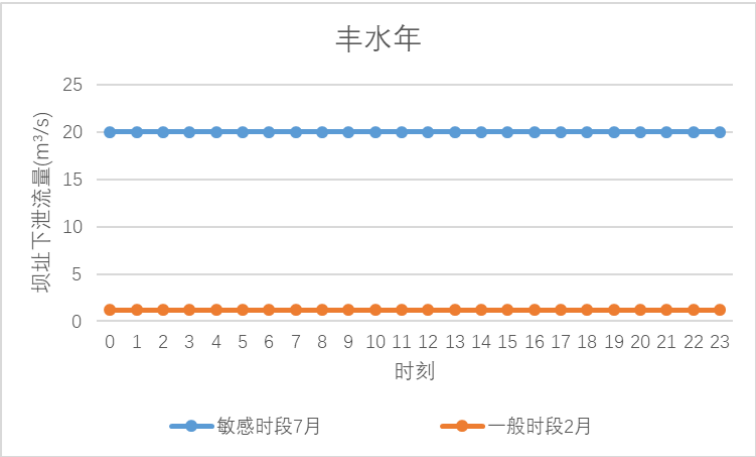
坝址下游断面多年平均逐月流量变化



坝址下游 6.0km 断面多年平均逐月流量变化

2) 典型日水文情势变化分析

花滩子水库电站主要利用生态流量及汛期弃水发电，不承担调峰任务，坝址下游河道日内水文情势变化不明显。工程建成后坝址下游断面各典型年各月典型日均按照当月平均流量控制下泄，即典型日 24 小时下泄流量与月均下泄流量一致。汛枯期过渡的月份可能造成流量骤增或骤减，为防止下游流量和水位突变，应采取较平缓的泄流控制过程。丰水年或汛期流量较大时，通过水库总体调度逐步加大发电流量或弃水，不会造成日内下泄流量出现较大变幅。



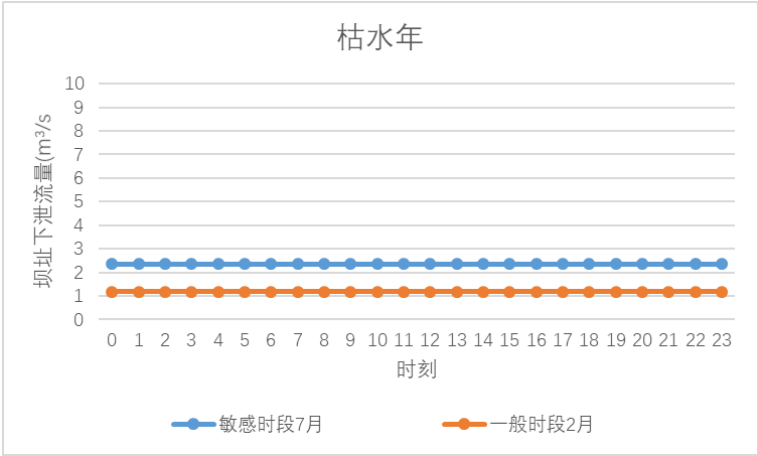


图 5.2.2-1 不同典型年一般时期和敏感时期日过程下泄流量图

5.2.3 泥沙情势影响评价

花滩子水库悬移质多年平均输沙模数 $G=350\text{ t/km}^2$ ，泥沙容重 1.3t/m^3 ，水库正常蓄水位 491m 时，库沙比远大于 100，泥沙问题不严重。花滩子水库设计淤积年限取 50 年，经计算水库 50 年淤积量为 664 万 m^3 ，坝前淤积高程为 426.85m，放空底孔进口底板高程 434.0m，取水口进口底板高程为 457m，水库泥沙淤积对水库运行影响不严重，因此，水库运行后，泥沙淤积对水库运行不会有明显不利影响。

花滩子水库不同年限泥沙淤积量和坝前淤沙高程成果见表 5.2.3-1。

表 5.2.3-1 花滩子水库泥沙淤积量成果计算表

淤积年限(年)	淤积量(万 m^3)	水平淤积高程(m)	坝前淤积高程(m)
10	133	423.35	417.9
20	265	427.92	420.95
30	398	431.58	423.39
40	531	434.42	425.28
50	664	436.78	426.85

花滩子水库正常蓄水位 491m，对应原始库容为 10450 万 m^3 ，多年平均入库总沙量 17.8 万 m^3 ，库沙比为 587，远大于 100，因此水库泥沙问题并不严重。

5.3 地表水环境影响

5.3.1 水质影响预测评价

贵阳院联合四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室对工程评价区的地表水环境进行了专题调查和影响预测评价，于 2020 年 4 月完成《花滩子水库工程水环境影响预测研究报告》。

5.3.1.1 污染负荷预测

(1) 库周及上游污染负荷预测

点源污染：主要来源于天桥乡、新寨镇以及库尾上游缠溪镇城镇污水处理厂排放污水，根据《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划》（2018-2030 年），规划 2025 年前天桥乡新建 800m³/d 污水处理厂一座，预测年污水收集率达 100%，污水处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）一级 A 标准后排放。

面源污染：主要包括农村散排生活污水、畜禽养殖及农田径流三方面，各面源污染负荷在现状年的基础之上，结合农村人口和畜禽养殖的增长情况，以及库周涉及区域土地利用规划计算得出。

表 5.3.1-1 预测年（2030 年）库周及上游污染源负荷现状统计表

类别		COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	TN
点源	城镇污水厂	22.86	4.57	2.29	0.23	6.86
面源	农村散排	33.02	13.35	5.16	0.51	6.63
	畜禽养殖	8.79	4.84	0.322	0.103	0.98
	农田径流	20.51	6.28	2.2	0.35	3.79
合计		85.18	29.04	9.97	1.19	18.26

(2) 坝址下游河段污染负荷预测

点源污染：主要来自孙家坝镇，集镇现状无污水处理厂，乡镇生活污水以点源排放汇入花滩子电站下游。根据水污染防治规划，规划孙家坝镇近期 2025 年新建 2000m³/d 污水处理厂一座，污水收集率 92%，污水处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）一级 A 标准后排放，远期 2030 年扩建至 5000m³/d，污水收集率 100%。

面源污染：主要来自农村居民散排生活污水、畜禽养殖、农田径流，各面源污染负荷在现状年的基础之上，结合农村人口和畜禽养殖的增长情况，以及坝下河段涉及区域土地利用规划计算得出。

表 5.3.1-2 预测年（2030 年）花滩子坝下涉及乡镇污染源统计表 单位：t/a

类别		COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	TN
点源	乡镇污水处理厂排放	119.00	23.80	11.90	1.19	35.70
面源	散排生活污水	32.36	13.08	5.05	0.50	6.50
	畜禽养殖	8.61	4.74	0.32	0.10	0.96
	农田径流	20.19	6.18	2.16	0.34	3.73
合计		180.16	47.8	19.43	2.13	46.89

(3) 乌江干流受水区污染源负荷预测

乌江干流受水区预测年污染源主要有思南县城、思南工业园以及思南县下属乡镇等集中点污染源以及农村居民散排生活污水、畜禽养殖污染及农田径流污染等面污染源。

①点源污染

1) 城镇生活污染源预测

乌江干流受水区现状共建有 5 座城镇生活污水处理厂，根据《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划》（2018-2030 年），拟对现有 5 座生活污水处理厂提标改建，并新建 3 座污水处理厂，各污水处理厂情况见表 5.3.1-3。

表 5.3.1-3 乌江干流受水区已建及规划污水处理厂情况

序号	项目名称	建设情况	建设地点	工程规模与主要建设内容	建设
1	思南县污水处理厂（一期）	扩建及提标改造	思塘办事处城北社区江村	原设计规模为 8000m ³ /d，扩建至 16000m ³ /d，提标改造，确保达到一级 A 排放标准。	2018-2025 年
2	思南县污水处理厂（二期）	扩建及提标改造	思塘办事处关中坝街道	原设计规模为 3000m ³ /d，扩建至 6000m ³ /d，提标改造，确保达到一级 A 排放标准。	2018-2025 年
3	思南县教育园区污水处理工程	新建	邵家桥新区三角坝村	近期新建处理 800m ³ /d 污水处理厂一座，处理标准为一级 A 标准，远期扩建至 1600m ³ /d，配套管网建设。	2018-2020（近期）2020-2025（远期）
4	思南县城双塘片区污水处理工程	新建	双塘片区高家洞	近期新建处理 5000m ³ /d 污水处理厂一座，处理标准为一级 A 标准，远期扩建至 10000m ³ /d。	2018-2020（近期）2020-2025（远期）
5	孙家坝污水处理厂	新建	孙家坝	近期新建处理 2000m ³ /d 污水处理厂一座，处理标准为一级 A 标准，远期扩建至 5000m ³ /d	2018-2020（近期）2020-2025（远期）
6	鹦鹉溪镇污水处理工程	扩建及提标改造	鹦鹉溪社区窝坨组	原设计规模为 1000m ³ /d，扩建至 2000m ³ /d 提标改造，确保达到一级 A 排放标准。	2025-2030 年
7	邵家桥污水处理厂	扩建及提标改造	邵家桥镇	原设计规模为 1000 m ³ /d，提标改造达到一级 A 排放标准；扩建至 15000m ³ /d。	2018-2025 年
8	凉水井污水处理厂	扩建及提标改造	凉水井镇	原设计规模为 400m ³ /d，扩建至 1000m ³ /d，提标改造，确保达到一级 A 排放标准。	2025-2030 年

预测年该区域的城镇生活污染源主要来自思南县城城镇生活污水处理厂以及凉水井镇、邵家桥镇、鹦鹉溪镇、思南县教育园区污水处理工程，同时考虑预测年思南县城集镇集中移民安置点规划人口 562 人。根据水污染防治规划要求预测年 2030 年污水收集率达到 100%，预测年县城排污量及污染负荷统计结果见表 5.3.1-4。

表 5.3.1-4 预测年（2030 年）乌江干流受水区生活污水排放统计表

名称	预测年排放量（万 t/a）	污染负荷(t/a)				
		COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	TN
思南县城生活污水（含教育园区、双塘片区生活污水处理厂）	668.50	334.25	66.85	33.43	3.34	100.28
邵家桥、孙家坝生活污水	625.50	312.75	62.55	31.27	3.13	93.82
鹦鹉溪镇生活污水	56.06	28.03	5.61	2.80	0.28	8.41

表 5.3.1-4 预测年（2030 年）乌江干流受水区生活污水排放统计表

名称	预测年排放量（万 t/a）	污染负荷(t/a)				
		COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	TN
凉水井镇生活污水	32.00	16.00	3.20	1.60	0.16	4.80
总计	1382.06	691.03	138.21	69.1	6.91	207.31

2) 思南工业园区污染源预测

思南工业园区分为三个片区，分别是双塘工业园区、关中坝工业园区、灯油坝工业园区。现状年双塘工业园区建有日处理规模 5000t 的污水处理厂，但污水收集管网尚不完善，根据《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，在预测年新建有：双塘片区 5.0 万 t/d 污水处理厂，关中坝 0.4 万 t/d 工业废水处理厂，灯油坝 2.0 万吨 t/d 工业废水处理厂，各工业污水处理厂建设情况见 5.3.1-5。预测年污水收集率达到 100%，经污水处理厂集中处理达到一级 A 标准后排放。

表 5.3.1-5 乌江干流受水区已建工业污水处理厂及规划情况

序号	项目名称	建设情况	建设地点	工程规模与主要建设内容	建设
1	思南县关中坝工业聚集区工业废水治理工程及配套管网建设工程	新建	关中坝工业集中区	建设工业废水处理厂（0.4 万 t/d）一座，并建设废水收集和运输管网，出水执行一级 A 排放标准	2018-2025 年
2	思南县灯油坝工业聚集区工业废水治理工程及配套管网建设工程	新建	孙家坝	建设工业废水处理厂（2 万 t/d）一座，并建设废水收集管网，出水执行一级 A 排放标准	2018-2025 年
3	思南经开区双塘工业聚集区污水处理厂配套管网建设工程	新建	双塘街道办事处	建设工业废水处理厂（5 万 t/d）一座，并建设废水收集管网，出水执行一级 A 排放标准	2018-2025 年

处理标准按照出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）一级 A 标准后排放，相应污水排放量及污染负荷计算结果见表 5.3.1-6。

表 5.3.1-6 预测年（2030 年）乌江干流受水区工业园污染源污染物排放统计表

区域	预测年污水排放量(万 t/a)	污染物（t/a）				
		COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	TN
双塘污水处理厂	592.57	296.28	59.26	29.63	2.96	88.89
灯油坝污水处理厂	237.03	118.51	23.70	11.85	1.19	35.55
关中坝污水处理厂	47.41	23.70	4.74	2.37	0.24	7.11
总计	877.0	438.5	87.7	43.85	4.39	131.55

②面源污染

乌江干流受水区面源污染主要来自受水区流域内农村居民散排生活污水、畜禽养殖、农田径流，各面源污染负荷在现状年的基础之上，结合农村人口和畜禽养殖的增长情况，以及流域土地利用规划计算得出。

③乌江受水区污染负荷预测小结

预测水平年 2030 年各类污染负荷统计见表 5.3.1-7。

表 5.3.1-7 预测年（2030 年）乌江干流受水区污染源负荷统计表

类别		污染物（t/a）				
		COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	TN
点源	城镇污水处理厂排放	691.03	138.21	69.1	6.91	207.31
	工业园区污水	438.50	87.7	43.85	4.39	131.55
面源	散排生活污水	89.41	36.14	13.96	1.39	17.95
	畜禽养殖	23.30	13.09	0.90	0.30	2.65
	农田径流	115.40	35.33	12.40	2.00	21.34
合计		1357.64	310.47	140.21	14.99	380.8

（4）石阡河受水区污染源负荷预测

点源污染：石阡河受水区现状年污染源来源于塘头镇，现状年集镇建有城镇污水处理厂 1 座，处理能力 2000 万 m³/d，出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）一级 B 标。根据水污染防治规划，塘头镇污水处理厂拟在 2025 年扩建至 5000 m³/d，提标改造，确保达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）一级 A 标准后排放。

面源污染：来源于农村散排、畜禽养殖、农田径流，各面源污染负荷在现状年的基础之上，结合农村人口和畜禽养殖的增长情况，以及受水区土地利用规划计算得出。

各类污染负荷统计见表 5.3.1-8。

表 5.3.1-8 预测年（2030 年）石阡河受水区涉及乡镇污染源统计表

类别		污染物（t/a）				
		COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	TN
点源	乡镇污水处理厂排放	107.94	21.59	10.79	1.08	32.38
面源	农村散排生活污水	98.53	39.83	15.39	1.53	19.79
	畜禽养殖	26.21	14.44	0.96	0.31	2.92
	农田径流	76.75	23.50	8.23	1.30	14.19
合计		309.43	99.36	35.37	4.22	69.28

5.3.1.2 水质预测数学模型

（1）水库立面二维水质模型

考虑到花滩子水库建成后，来流水体受库区水温分层影响将产生垂向分层流动，相应水质也会出现垂向分层特征，因此库区水质预测采用立面二维水质数学模型。本次评价将建立与水温耦合求解的宽度平均立面二维水质模型，在水动力学和水温求解基础上，增加水质模拟。

1）预测模型

① 水动力学方程组

由于河宽变化对水面热量交换和热量向水下的传递都具有一定的影响,因此采用宽度平均的 $k-\varepsilon$ 紊流模型,在笛卡儿直角坐标系下水动力学方程分别为:

$$\frac{\partial}{\partial x}(Bu) + \frac{\partial}{\partial z}(Bw) = 0 \quad (5.3-1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(Bu) + u \frac{\partial}{\partial x}(Bu) + w \frac{\partial}{\partial z}(Bu) = & \frac{\partial}{\partial x}(B \nu_e \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z}(B \nu_e \frac{\partial u}{\partial z}) \\ & - \frac{B}{\rho_s} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}(B \nu_e \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z}(B \nu_e \frac{\partial w}{\partial x}) \end{aligned} \quad (5.3-2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(Bw) + u \frac{\partial}{\partial x}(Bw) + w \frac{\partial}{\partial z}(Bw) = & \frac{\partial}{\partial x}(B \nu_e \frac{\partial w}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z}(B \nu_e \frac{\partial w}{\partial z}) \\ & - \frac{B}{\rho_s} \frac{\partial p}{\partial z} + \beta B \Delta T g + \frac{\partial}{\partial z}(B \nu_e \frac{\partial w}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial x}(B \nu_e \frac{\partial u}{\partial z}) \end{aligned} \quad (5.3-3)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(Bk) + u \frac{\partial}{\partial x}(Bk) + w \frac{\partial}{\partial z}(Bk) = \frac{\partial}{\partial x} \left(B \frac{\nu_e}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(B \frac{\nu_e}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial z} \right) + B(G_k + G_b - \varepsilon) \quad (5.3-4)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(B\varepsilon) + u \frac{\partial}{\partial x}(B\varepsilon) + w \frac{\partial}{\partial z}(B\varepsilon) = \frac{\partial}{\partial x} \left(B \frac{\nu_e}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(B \frac{\nu_e}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} \right) + BC_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} G_k - BC_{2\varepsilon} \frac{\varepsilon^2}{k} \quad (5.3-5)$$

式中: $G_k = \nu_t \left[2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \right]$ ——紊动动能生成项;

$G_b = -\beta g \frac{\nu_t}{\sigma_T} \frac{\partial T}{\partial z}$ ——浮力生成项,该浮力项在稳定分层时可抑制紊动动能的生成,

削弱热量向下的传递,是水库能保持稳定分层的重要因素;

ν_e ——分子粘性系数 ν 与紊动涡粘系数 ν_t 之和, m^2/s , $\nu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$;

u 、 w ——纵向和垂向流速, m/s ;

p ——压强, Pa ;

B ——水体宽度,为高程的函数, m ;

K ——紊动动能, m^2/s^2 ;

E ——紊动动能耗散率, m^2/s^3 ;

σ_k 、 σ_ε ——分别为紊动动能和耗散率的普朗特数,一般取 1.0 和 1.3。

C_μ 、 $C_{1\varepsilon}$ 、 $C_{2\varepsilon}$ ——模型常数,取值分别为 0.09、1.44、1.92。水动力学模型方程组中的常数为通用常数,其取值由基本实验确定,不因具体问题而改变。

② 温度方程

$$\frac{\partial}{\partial t}(BT) + u \frac{\partial}{\partial x}(BT) + w \frac{\partial}{\partial z}(BT) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{B\nu_e}{\sigma_T} \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{B\nu_e}{\sigma_T} \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{1}{\rho C_p} \frac{\partial B\phi_z}{\partial z} \quad (5.3-6)$$

式中： σ_T ——温度普朗特数，与密度梯度和流速梯度有关，可采用 Munk-A0erson

公式修正温度普朗特数， $\frac{\sigma_T}{\sigma_{T0}} = \frac{(1+3.33R_i)^{1.5}}{(1+10R_i)^{0.5}}$ ，其中 σ_{T0} 为无温度梯度环境下的紊动普朗

特数，通常取为 0.85， R_i 为密度梯度 Richardson 数， $R_i = -\frac{g}{\rho} \frac{\frac{\partial \rho}{\partial z}}{\left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2}$ ； C_p [J/kg·°C]

为水的比热；

ϕ_z ——穿过 z 平面的太阳辐射通量，W/m²。

③ 水质方程

$$\frac{\partial B\phi}{\partial t} + \frac{\partial uB\phi}{\partial x} + \frac{\partial wB\phi}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(BD_x \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(BD_z \frac{\partial \phi}{\partial z} \right) + q_\phi B + BS_\phi \quad (5.3-7)$$

式中： B 为水体宽度，m； u 、 w 分别为纵向和垂向流速，m/s； ϕ 为水质要素浓度，mg/L； D_x 、 D_z 分别为纵向和垂向的扩散系数，m²/s； q_ϕ 为单元控制体侧向水质出入流的速率，mg/L·s； S_ϕ 为源汇项，mg/L·s。

2) 水质方程源汇项表达式及其参数选取

本研究水质因子主要有 DO、BOD₅、COD、NH₃-N、TP 和 TN。DO 方程源汇项包括水面复氧和 BOD₅ 降解耗氧两部分，其余水质因子源汇项则只包括水体自净作用下的衰减过程。各方程源汇项表达式具体形式如下：

① DO 方程源汇项

对于表层水体，包括水面复氧和 BOD₅ 降解耗氧两部分：

$$S_\phi = k_{2(T)} (C_s - C_{DO}) - k_1 L_B \quad (5.3-8)$$

而对于下层水体，只有 BOD₅ 降解耗氧：

$$S_\phi = -k_{1(T)} \theta^{T-20} L_B \quad (5.3-9)$$

式中： $k_{2(T)}$ 为水面复氧系数，1/s； C_s 为饱和 DO 浓度，为温度的函数； C_{DO} 为水体 DO 浓度，mg/L； $k_{1(T)}$ 为 20°C 时 BOD₅ 的降解系数， θ 为 BOD₅ 温度修正系数， L_B 为 BOD₅ 浓度，mg/L；

$k_{2(T)}$ 在水库中可以用下式（Broecker 等，1978）表示：

$$k_{2(T)} = \frac{0.864W}{H} \quad (5.3-10)$$

式中， W 为水面上 10m 处风速，m/s； H 为表层水体厚度，m。

C_s 在淡水中主要与海拔高度 $h(\text{km})$ 和水温 $T(^{\circ}\text{C})$ 有关：

$$C_s = \left(1 - \frac{h}{44.3}\right)^{5.25} \exp[7.7117 - 1.31403 * \ln(T + 45.93)] \quad (5.3-11)$$

② 其他水质标量方程源汇项

BOD₅、COD、NH₃-N、TP 和 TN 等水质组分输运方程的源汇项具有如下相同形式：

$$S_{\phi} = -k_{(20^{\circ})} \theta^{T-20} C \quad (5.3-12)$$

式中， $k_{(20^{\circ})}$ 是水温为 20℃ 时各水质组分的降解系数， θ 为各水质组分的温度修正系数， C 为相应水质组分的浓度，mg/L。

本次计算各水质要素降解系数（20℃）取值见表 5.3.1-9。

表 5.3.1-9 各水质要素温度修正系数及降解系数（20℃）取值表

水质要素	BOD ₅	COD	NH ₃ -N	TP	TN
$k(20^{\circ}\text{C})$ (1/d)	0.0078	0.0078	0.0032	0.0018	0.0018

（2）纵向一维水质水质数学模型

由于花滩子坝址下游河道以及受水区乌江干流、石阡河水流流动性较强，污染物在横断面上基本混合均匀，仅在顺水流方向上变化，根据该特点采用纵向一维水质模型对坝址下游 8.5km 河道及受水区乌江干流、石阡河沿程水质进行预测。

1) 纵向一维水动力学方程

$$Z_i - Z_{i+1} = \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_{i+1}^2} - \frac{1}{A_i^2} \right) + \frac{\Delta s Q^2}{2} \left(\frac{1}{K_i^2} + \frac{1}{K_{i+1}^2} \right) \quad (5.3-13)$$

$$K_i = \frac{1}{n} R_i^{\frac{2}{3}} A_i \quad (5.3-14)$$

式中， Z_i 、 Z_{i+1} 分别为流段上游、下游水位（m）； Q 为流量（m³/s）； A 为过水断面面积（m²）； K 为断面平均流量模数； n 为糙率； R 为水力半径（m）；若已知下游断面的水位 Z_{i+1} ，通过迭代可求出上游水位 Z_i 。

2) 纵向一维水质方程

水质模型方程为：

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x}(QC) + \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x}(DA \frac{\partial C}{\partial x}) + S_c + F_c \quad (5.3-15)$$

式中, C (mg/L)为水质浓度; Q (m³/s)为流量; A (m²)为过流断面面积; S_c (mg/s)为单位水体内的水质源/汇项, 包括干支流汇入、污染源加入以及引水工程引水; D (m²/s)为分子扩散系数;

F_c 只考虑污染物的自净衰减过程, 可表示为:

$$F_c = -k_c C \quad (5.3-16)$$

式中, k_c (s⁻¹)为温度 T (°C)时各水质要素的降解系数。

(3) 模型参数选取

花滩子库区 COD、BOD₅、NH₃-N 的降解系数参照韩慧毅 2011 年利用复州河东风水库多年水质监测资料分析得到的结果 (韩慧毅, 东风水库 COD 氨氮衰减系数分析, 东北水利水电, 2011 年), TP 参照饶群 2002 年利用隔河岩水库原型观测资料率定得到的结果 (饶群, 大型水体富营养化数学模拟的研究. 河海大学博士学位论文, 2002 年), 20°C 时 COD_{cr}、BOD₅、NH₃-N、TP 的降解系数 $k_{(20^\circ)}$ 分别为 0.0078 1/d、0.0078 1/d、0.0032 1/d、0.0018 1/d。

花滩子水库坝址下游与受水区河段 COD、NH₃-N、TP 水质因子 20°C 的降解系数 $k_{(20^\circ)}$ 采用嘉陵江南充段小渡口至李渡镇段水文和水质监测数据反算得到的值 (《南充市 PTA 项目水环境影响研究》, 四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室, 2011 年), 分别取值为 $K_{\text{COD}}=0.1$ 1/d、 $K_{\text{NH}_3\text{-N}}=0.08$ 1/d、 $K_{\text{TP}}=0.04$ 1/d, 河道糙率 n 取 0.055。

5.3.1.3 水库水质预测

(1) 预测因子及工况

根据花滩子水库工程河段水质与污染源现状分析, 水库库区水质预测因子选择 COD、NH₃-N、TP、BOD₅。分别针对丰水年、平水年、枯水年开展逐月水质预测。

(2) 计算边界条件

① 计算区域与网格划分

根据实测大断面地形资料构建库区二维计算区域。库区计算区域上游起自水库水位对应的回水末端, 下游至坝前。花滩子库区被划分为 85×46 (纵向×垂向) 个矩形单元网格, 单元纵向尺寸为 200m, 垂向尺寸为 2m。

② 污染源处理

花滩子库区计算区域内有天桥乡乡镇集中污水排放产生的点污染源，库区面源主要包括农村散排生活污水、畜禽养殖污染及农田径流污染三方面。根据降雨量年内分配过程，对库区面污染源进行年内过程分配见表 5.3.1-10。

表 5.3.1-10 花滩子水库面源污染负荷年内分配 单位: t/a

类别	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
COD	5.76	3.84	3.73	6.72	6.01	7.20	2.41	12.37	2.16	4.44	4.21	3.48	62.32
NH ₃ -N	0.71	0.47	0.46	0.83	0.74	0.89	0.30	1.53	0.27	0.55	0.52	0.43	7.68
TP	0.09	0.06	0.06	0.10	0.09	0.11	0.04	0.19	0.03	0.07	0.06	0.05	0.96
BOD ₅	2.26	1.51	1.46	2.64	2.36	2.83	0.94	4.86	0.85	1.74	1.65	1.37	24.47

③ 边界条件

各水文代表年的入库水质均采用汛期和枯水期的现状监测水质。入流水质边界条件采用我院委托贵州开磷质量检测中心有限责任公司对花滩子河段水质监测结果，年内分配详见表 5.3.1-11。

表 5.3.1-11 花滩子水库入库水质浓度 单位: mg/L

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
COD	11	11	11	3.58	3.58	3.58	3.58	6.46	6.46	6.46	6.46	11
NH ₃ -N	0.027	0.027	0.027	0.042	0.042	0.042	0.042	0.036	0.036	0.036	0.036	0.027
TP	0.013	0.013	0.013	0.05	0.05	0.05	0.05	0.005	0.005	0.005	0.005	0.013
BOD ₅	3.03	3.03	3.03	0.6	0.6	0.6	0.6	1.25	1.25	1.25	1.25	3.03

(3) 库区水质预测结果分析

① 丰水年库区水质预测结果分析

A. 枯期

丰水年枯期水质浓度沿程分布图 5.3.1-1 至图 5.3.1-4 (左)，显示了花滩子水库库区水质主要受到来流污染负荷的影响，且枯期来流对库区水质的影响主要集中在库尾。受来流污染物的影响，枯期库区 COD 在库尾处较高，库尾来流运行 2~3km 后，与库区 COD 完全混合均匀，其值在 0.6~6.5mg/L 之间；BOD₅ 分布规律与 COD 相似，NH₃-N 在距库尾 2~11km 范围、表层及以下 20m 范围内，NH₃-N 浓度较库区其它地方大，TP 在库区分布与 NH₃-N 较为相似。

总体而言，在丰水年枯期，花滩子水库各水质因子在全库区均达到Ⅲ类水质要求，水体水质总体较好。

B. 汛期

丰水年汛期水质浓度沿程分布图 5.3.1-1 至图 5.3.1-4（右），显示了花滩子水库库区 COD、BOD₅ 在全库区的分布规律相似，随着水质浓度、水温和来流量的增加，库区内水质主要沿中上层迁移运动，来流水质也主要影响中上层水质；NH₃-N 在汛期来流水质较好，浓度较低，库区水质分布较为均匀；TP 在汛期库表受面源的影响，在库区表层及以下 16m 范围内，TP 浓度较高，最高浓度为 0.058mg/L，库区其它范围内 TP 浓度满足Ⅲ类水质要求。

总的来讲，汛期花滩子水库库区 COD、NH₃-N、BOD₅ 皆满足Ⅲ类水质要求。TP 由于受来流负荷及面源的影响，在库区表层及以下 16m 范围内大多超过Ⅲ类水质标准，其余区域均满足Ⅲ类水质要求，下节将结合库区 TP 预测结果进一步对水库富营养化趋势进行预测评价。

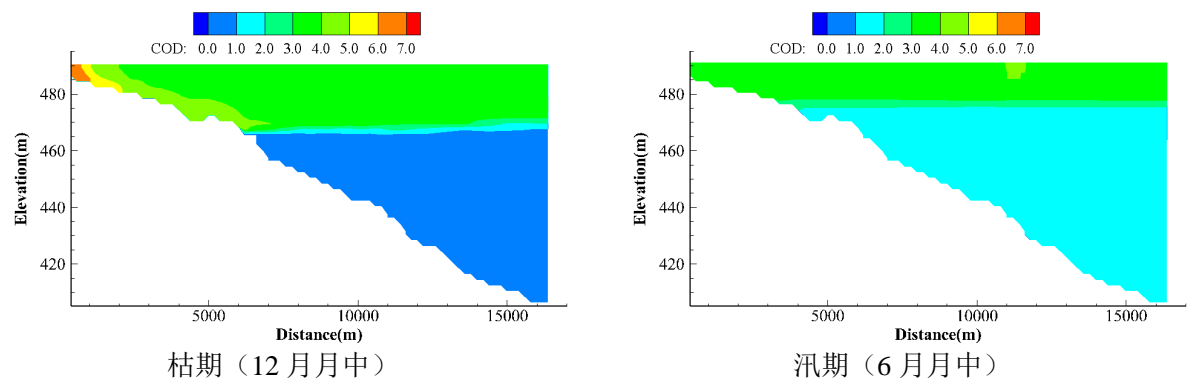


图 5.3.1-1 花滩子水库丰水年典型水期 COD 立面二维分布（单位：mg/L）

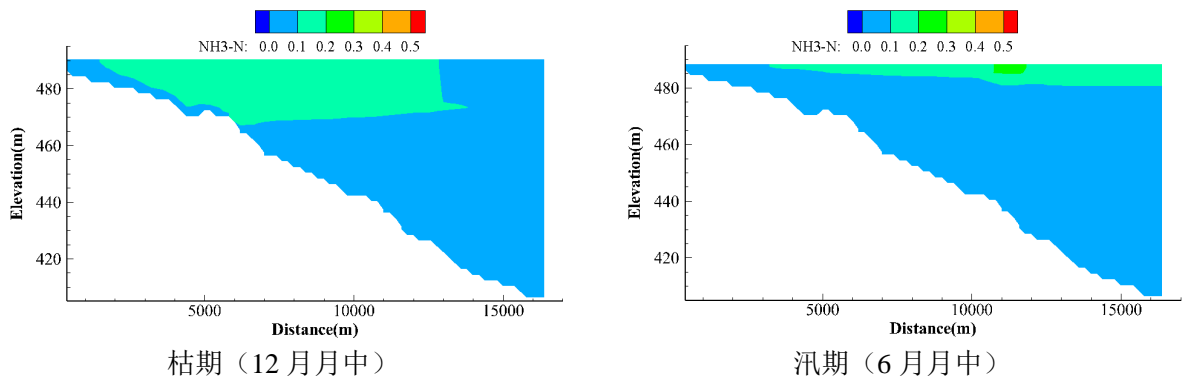
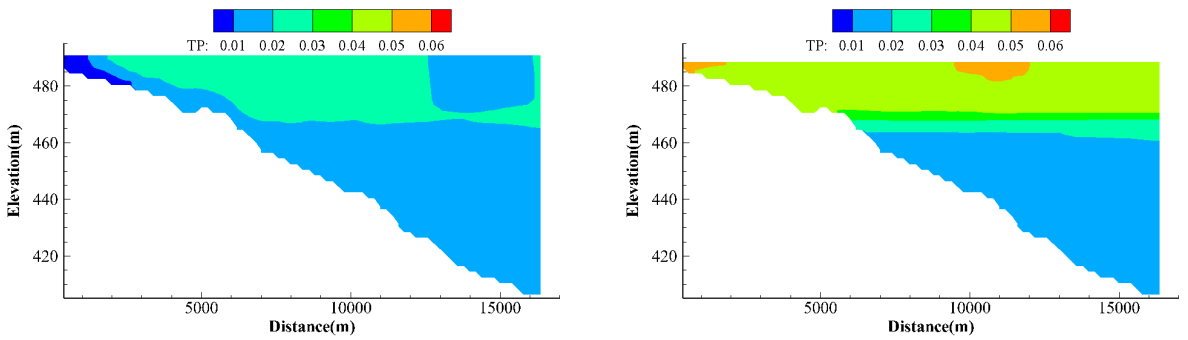
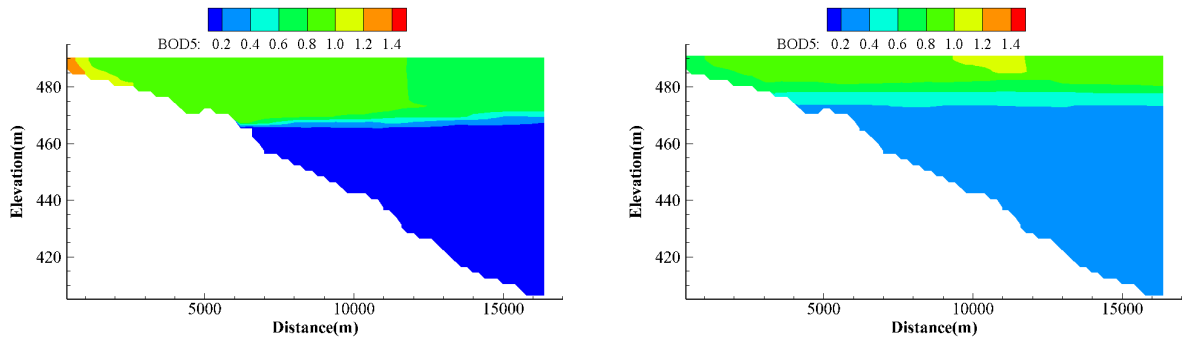


图 5.3.1-2 花滩子水库丰水年典型水期 NH₃-N 立面二维分布（单位：mg/L）



枯期（12月月中）
图 5.3.1-3 花滩子水库丰水年典型水期 TP 立面二维分布（单位：mg/L）



枯期（12月月中）
图 5.3.1-4 花滩子水库丰水年典型水期 BOD₅ 立面二维分布（单位：mg/L）

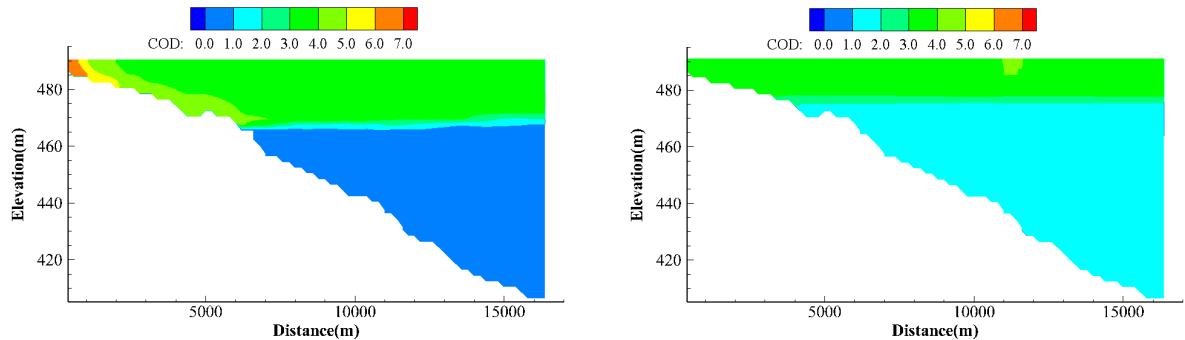
② 平水年库区水质预测结果分析

A. 枯期

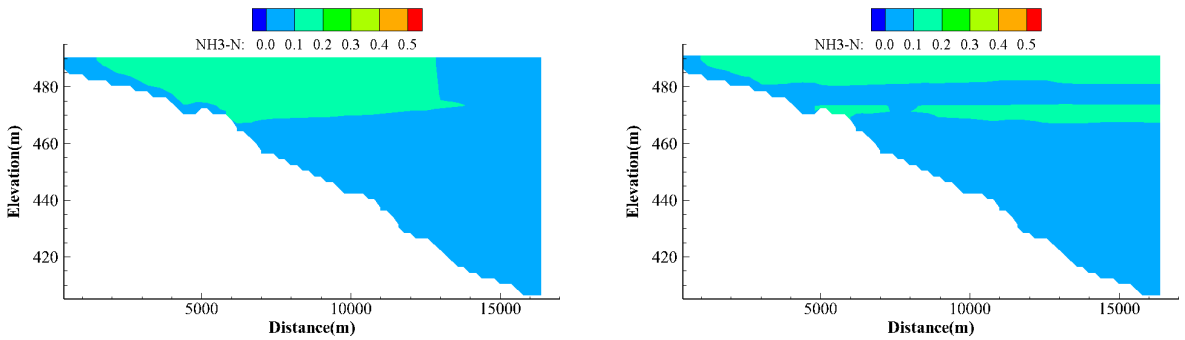
平水年枯期水质浓度沿程分布图 5.3.1-5 至图 5.3.1-8（左），显示了花滩子水库库区水质较好，COD、NH₃-N、BOD₅ 皆达到了I类水质，TP 满足要求的III类水质。由于来流量小，枯期来流对库区水质的影响主要集中在库尾。

B. 汛期

平水年汛期水质浓度沿程分布图 5.3.1-5 至图 5.3.1-8（右），预测结果显示了汛期花滩子水库库区 COD、NH₃-N、TP、BOD₅ 皆满足III类水质要求。



枯期（12月月中）
图 5.3.1-5 花滩子水库平水年典型水期 COD 立面二维分布（单位：mg/L）



枯期（12月月中）
汛期（6月月中）

图 5.3.1-6 花滩子水库平水年典型水期 $\text{NH}_3\text{-N}$ 立面二维分布 (单位: mg/L)

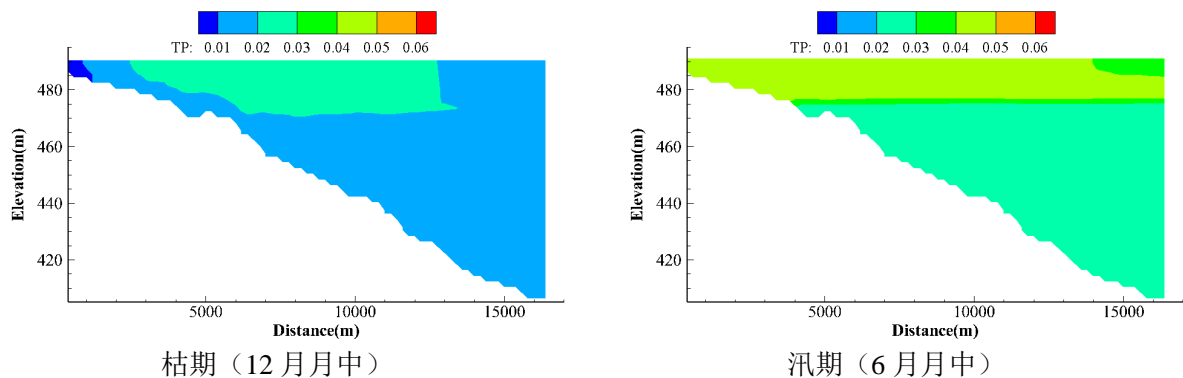


图 5.3.1-7 花滩子水库平水年典型水期 TP 立面二维分布 (单位: mg/L)

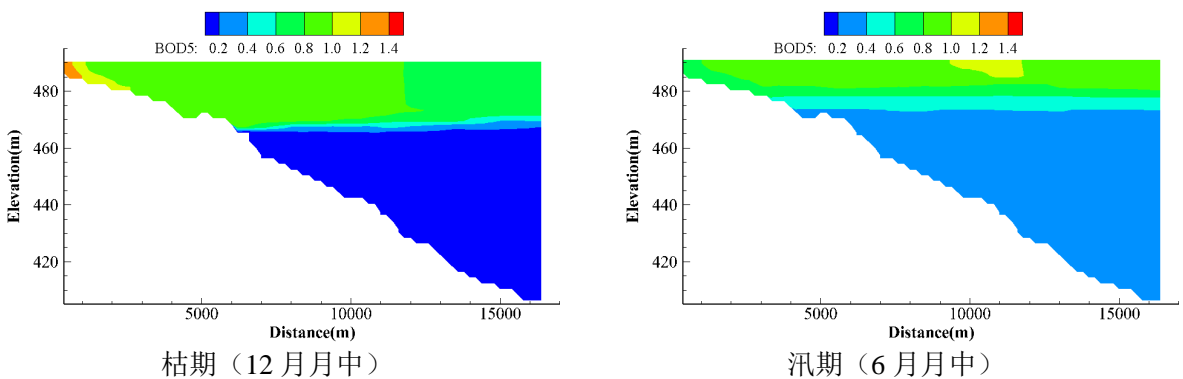


图 5.3.1-8 花滩子水库平水年典型水期 BOD_5 立面二维分布 (单位: mg/L)

③ 枯水年库区水质预测结果分析

A. 枯期

枯水年枯期水质浓度沿程分布图 5.3.1-9 至图 5.3.1-12 (左), 显示了花滩子水库库区水质较好, 枯水年枯期花滩子水库水质分布规律与平水年相似, 水质主要受到来流污染负荷的影响, 且枯期来流对库区水质的影响主要集中在库尾。总的来讲, 花滩子水库各水质因子在全库区均达到Ⅲ类水质要求, 水体水质总体较好。

B. 汛期

枯水年汛期水质浓度沿程分布图 5.3.1-9 至图 5.3.1-12 (右), 显示了汛期花滩子水库库区 COD 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 BOD_5 皆满足Ⅲ类水质要求, TP 由于受来流负荷及面源影响, 库尾、库区表层及以下 14m 大部分区域 TP 浓度均维持在Ⅲ类水质标准临界值, 局部区域超过Ⅲ类水质标准, 其余区域满足Ⅲ类水质要求。

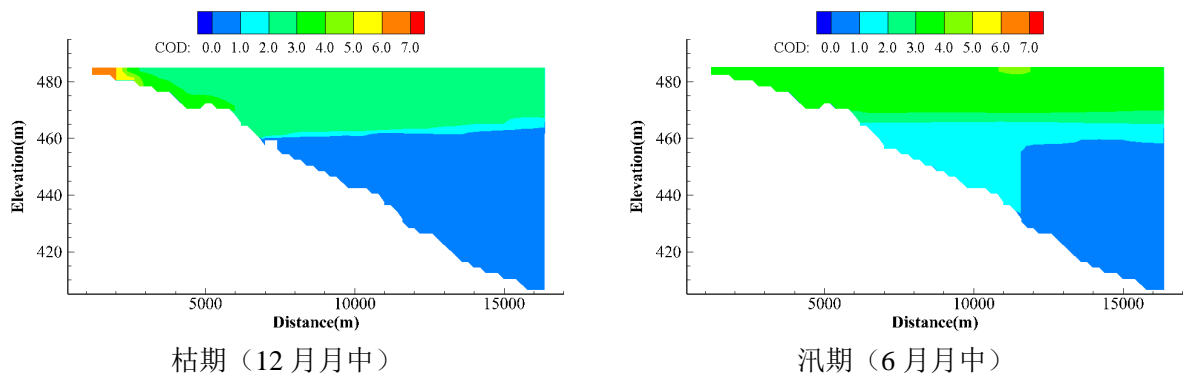


图 5.3.1-9 花滩子水库枯水年典型水期 COD 立面二维分布 （单位：mg/L）

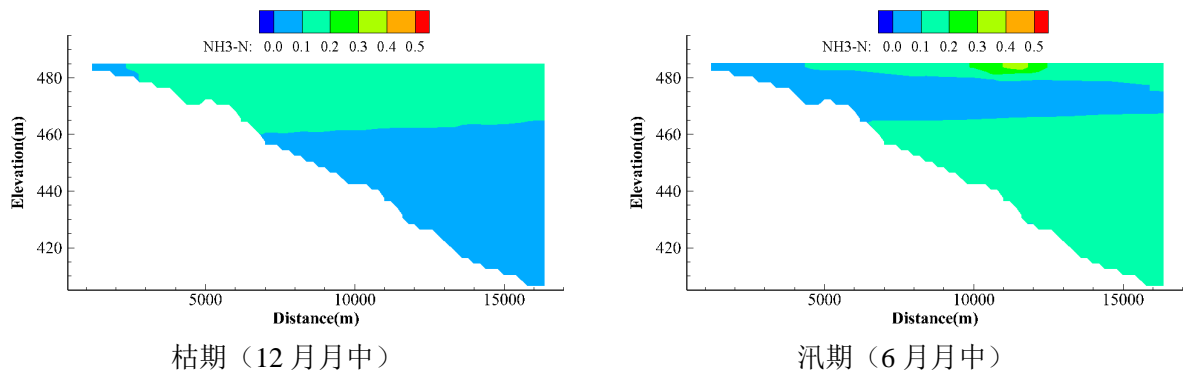


图 5.3.1-10 花滩子水库枯水年典型水期 NH₃-N 立面二维分布 （单位：mg/L）

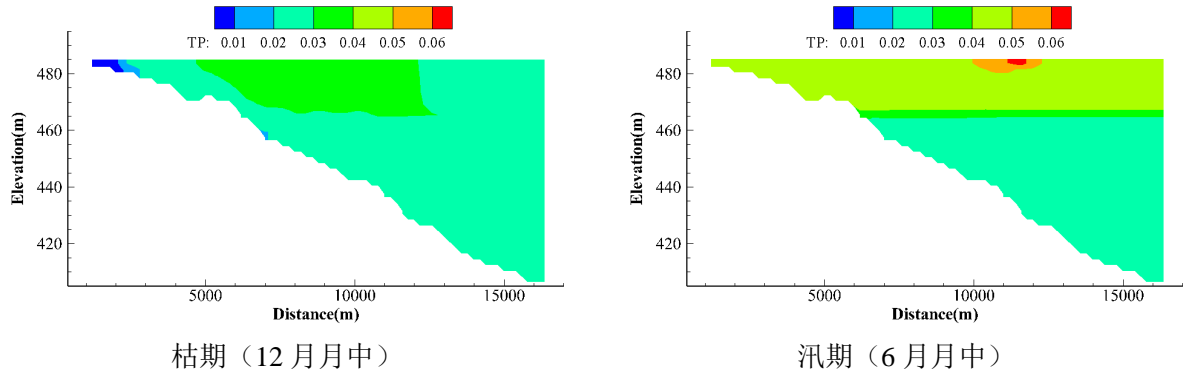


图 5.3.1-11 花滩子水库枯水年典型水期 TP 立面二维分布 （单位：mg/L）

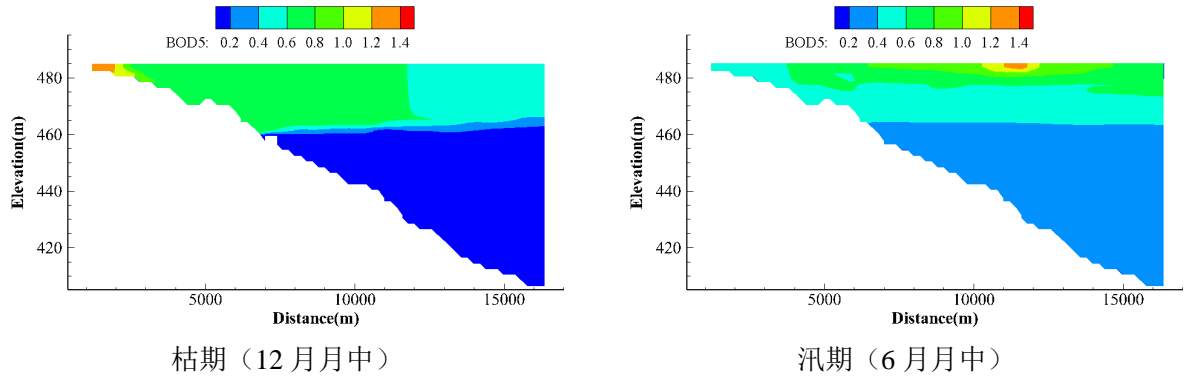


图 5.3.1-12 花滩子水库枯水年典型水期 BOD₅ 立面二维分布 （单位：mg/L）

(4) 库区沿程水质分布规律分析

1) 丰水年

图 5.3.1-13~图 5.3.1-16 显示了花滩子库区平水年各水质因子断面平均浓度纵向沿程变化情况。可以看出，COD、NH₃-N、TP、BOD₅ 各水质因子断面平均浓度皆满足Ⅲ类水质要求，其中枯期与汛期的 COD、BOD₅ 沿程浓度略有降低，枯期与汛期的 NH₃-N 沿程有略微升高趋势，在距离坝址 10km 至坝址之间 NH₃-N 有沿程降低的趋势，汛期 TP 浓度由库尾至坝前呈沿程降低趋势，枯期 TP 浓度在库尾至距离坝址 9km 之间呈沿程升高趋势，继续向坝前推进，TP 浓度沿程降低。

总的来说，全库区水质较好，在枯期与汛期，COD、NH₃-N、TP、BOD₅ 等水质因子断面平均浓度均满足Ⅲ类水质标准。

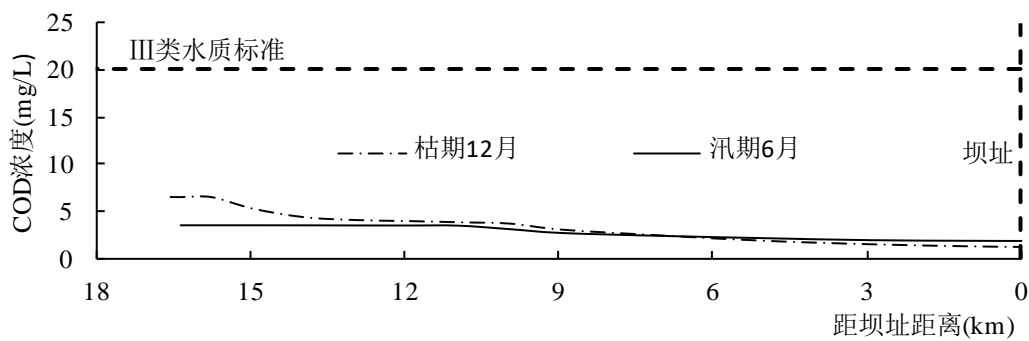


图 5.3.1-13 丰水年库区 COD 浓度纵向沿程变化图

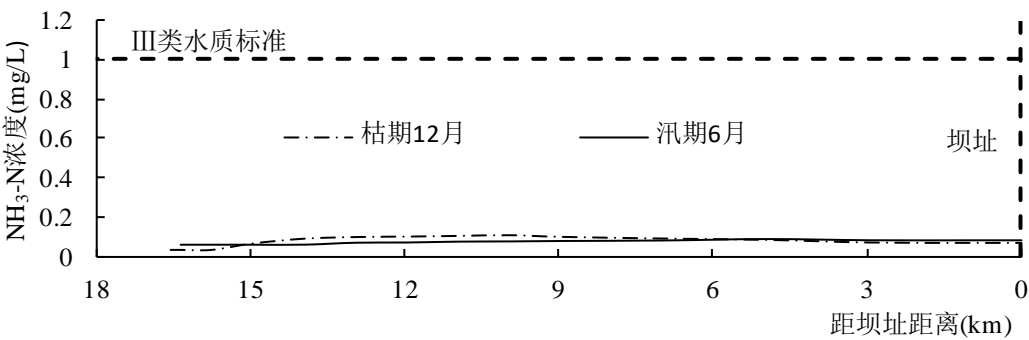


图 5.3.1-14 丰水年库区 NH₃-N 浓度纵向沿程变化图

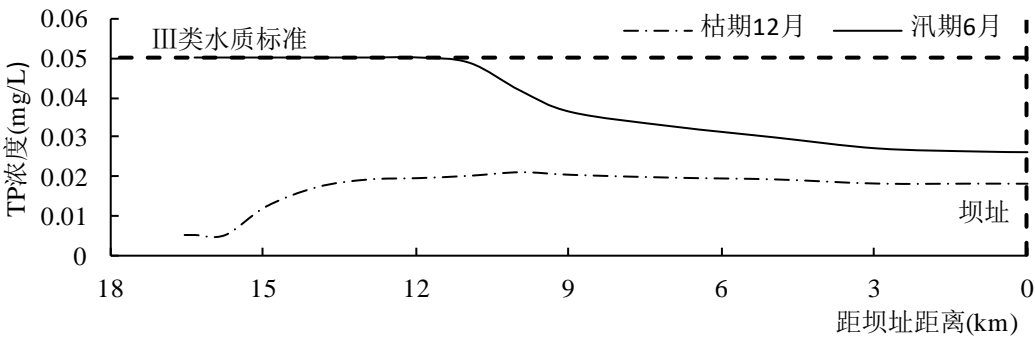


图 5.3.1-15 丰水年库区 TP 浓度纵向沿程变化图

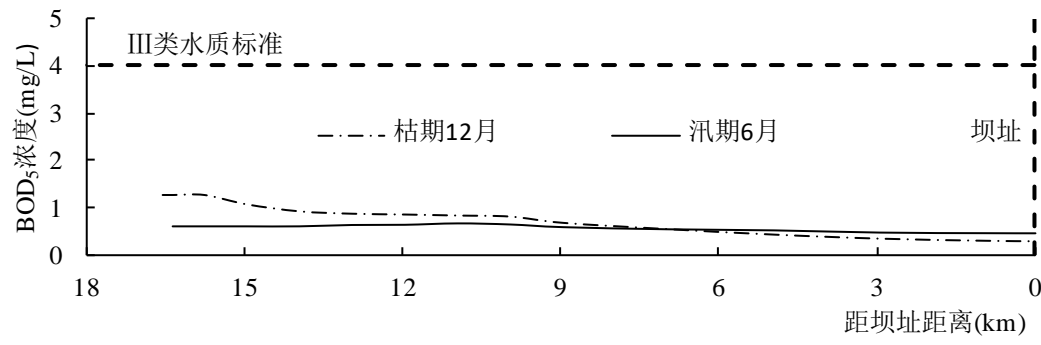


图 5.3.1-16 丰水年库区 BOD₅ 浓度纵向沿程变化图

2) 平水年

图 5.3.1-17~图 5.3.1-20 显示了花滩子库区枯水年各水质因子断面平均浓度纵向沿程变化情况。COD、NH₃-N、TP、BOD₅ 断面平均浓度皆满足Ⅲ类水质要求。其中，枯期与汛期的 COD、BOD₅ 沿程浓度略有降低，枯期与汛期的 NH₃-N 浓度库尾至距离坝址 15km 之间 NH₃-N 有沿程升高的趋势，之后保持平稳向坝址推进；汛期 TP 浓度由库尾至坝前呈沿程降低趋势，枯期 TP 浓度在库尾至距离坝址 12km 之间呈沿程升高趋势，继续向坝前推进，TP 浓度沿程保持平稳。

总的来说，全库区水质较好，在枯期与汛期，除汛期 TN 浓度在库尾至坝前 16km 之间略超Ⅲ类水质标准外，COD、NH₃-N、TP、BOD₅ 等水质因子断面平均浓度均满足Ⅲ类水质标准。

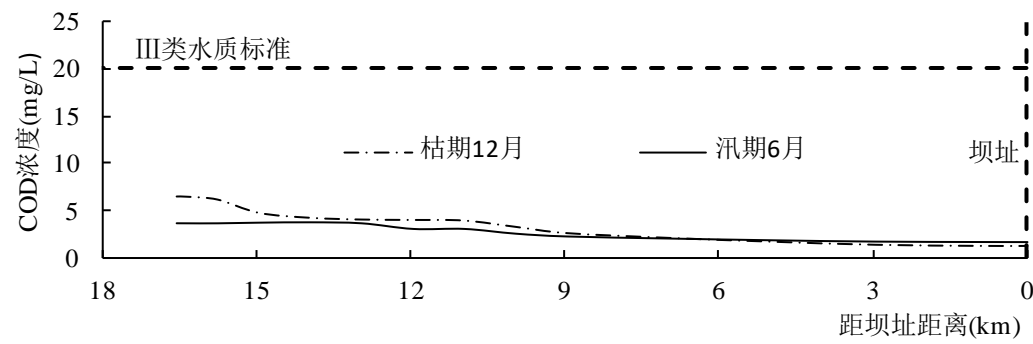


图 5.3.1-17 平水年库区 COD 浓度纵向沿程变化图

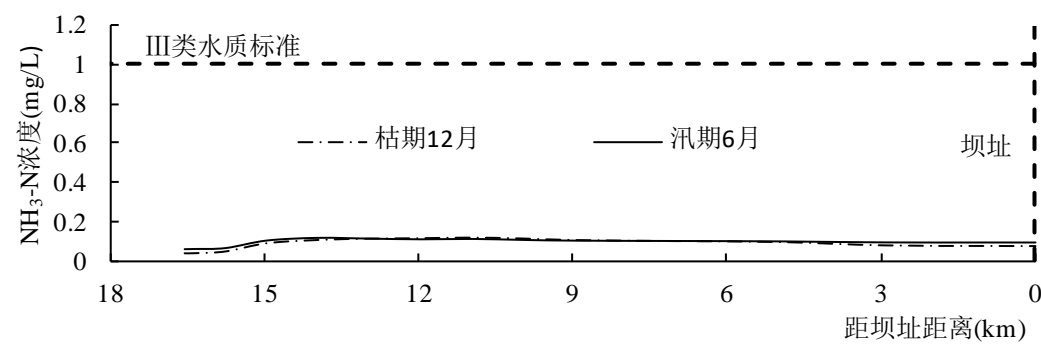


图 5.3.1-18 平水年库区 NH₃-N 浓度纵向沿程变化图

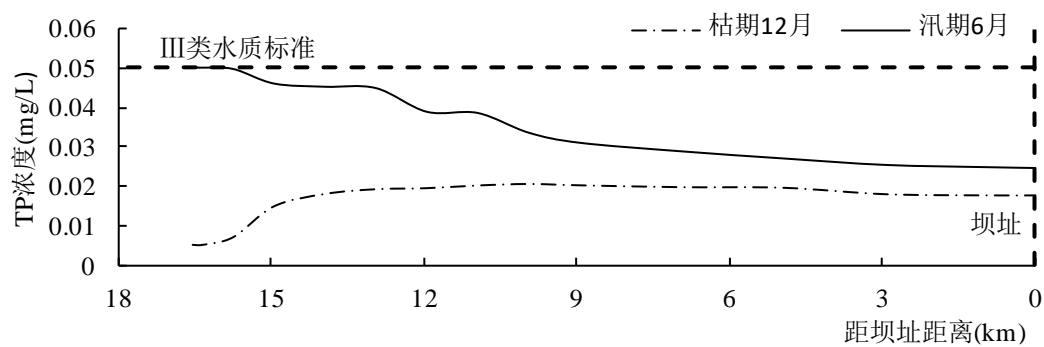


图 5.3.1-19 平水年库区 TP 浓度纵向沿程变化图

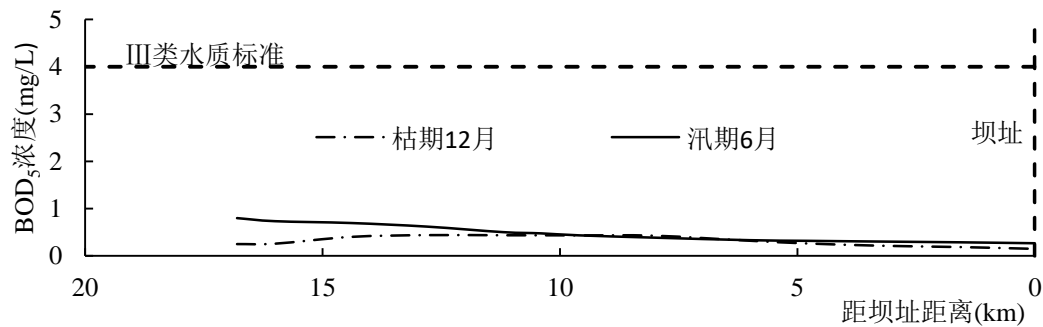


图 5.3.1-20 平水年库区 BOD₅ 浓度纵向沿程变化图

3) 枯水年

图 5.3.1-21~图 5.3.1-24 显示了花滩子库区丰水年各水质因子断面平均浓度纵向沿程变化情况。与平水年相沿程分布规律相似，丰水年各水质因子断面平均浓度均满足III类水质要求。

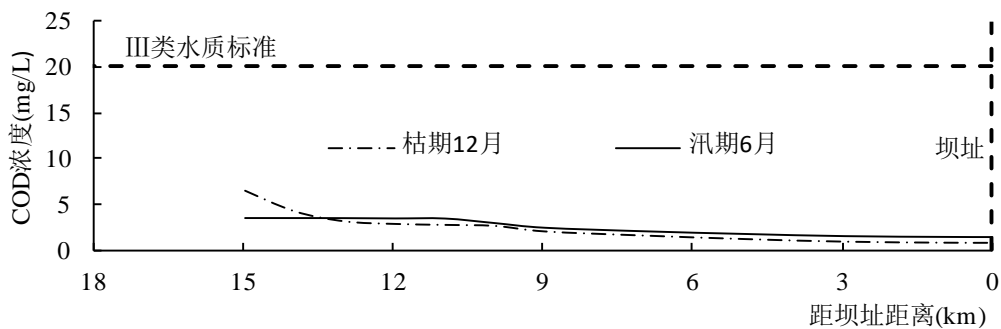


图 5.3.1-21 枯水年库区 COD 浓度纵向沿程变化图

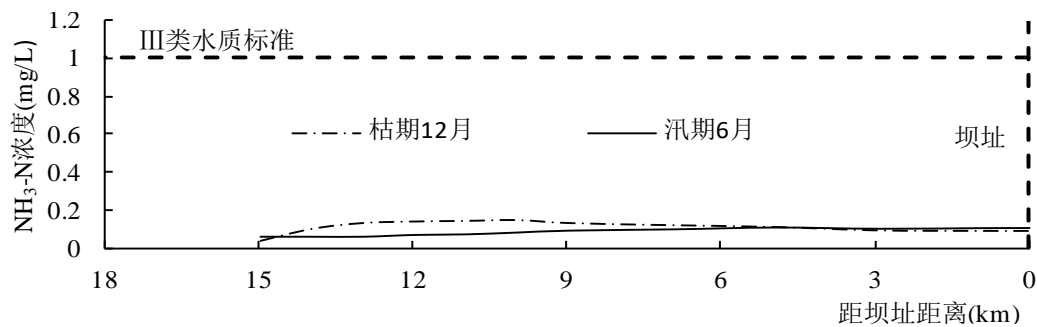


图 5.3.1-22 枯水年库区 NH₃-N 浓度纵向沿程变化图

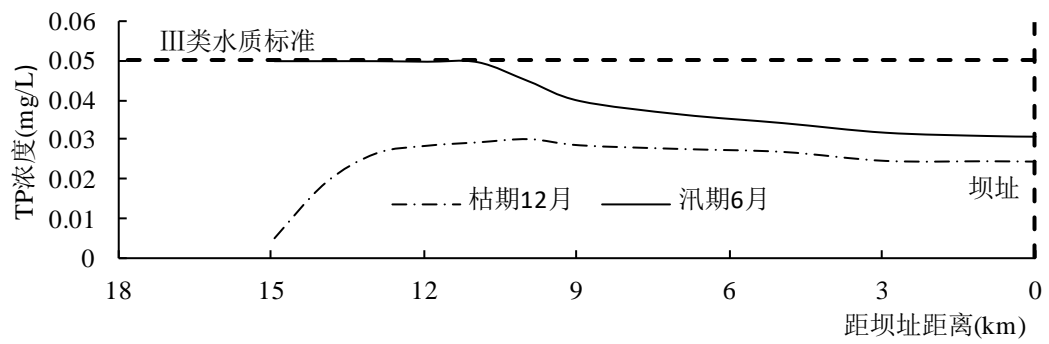


图 5.3.1-23 枯水年库区 TP 浓度纵向沿程变化图

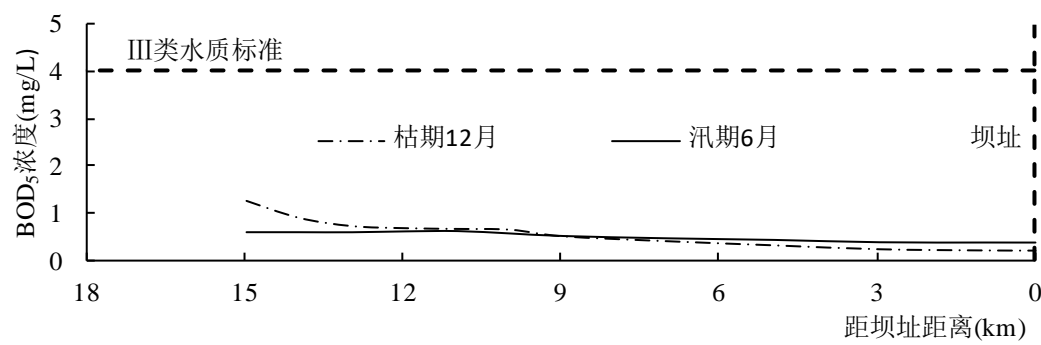


图 5.3.1-24 枯水年库区 BOD₅ 浓度纵向沿程变化图

总的来说，库区沿程水质断面平均浓度除 TP 在库尾局部处接近III类水质临界值，各典型年 COD、NH₃-N、BOD₅ 库区沿程平均浓度均满足III类水质标准各典型年，就取水口断面而言，COD、NH₃-N、TP、BOD₅ 指标平均浓度均满足III类水质要求

（5）出库与入库水质比较分析

表 5.3.1-12 给出了丰、平、枯水年花滩子水库库区下泄水质与入流水质的比较结果，由结果可知，COD、NH₃-N、TP、BOD₅ 全年出库水质均达标，满足III类水质要求。

花滩子水库建成后，库区流速变缓，各种污染物因子的降解速率变慢，但同时由于蓄水体积增大，间接增强了污染物的容纳能力，受水库来流分层流动的影响，不同深度的水质浓度差别较大，同深度不同月份浓度变化也较大，因此入出库各水质因子浓度并无明显关系，总体来说，水库建成后对水质的改变有限，出库水质均未超标。

表 5.3.1-12 丰水年、平水年、枯水年出库与入库水质对比结果表

月份	水质	单位	丰水年				平水年				枯水年			
			COD	NH ₃ -N	TP	BOD ₅	COD	NH ₃ -N	TP	BOD ₅	COD	NH ₃ -N	TP	BOD ₅
1 月	入库	mg/L	11.0	0.0	0.0	3.0	11.0	0.0	0.0	3.0	11.0	0.0	0.0	3.0
	出库	mg/L	2.9	0.1	0.0	0.7	2.0	0.1	0.0	0.4	1.6	0.1	0.0	0.4
	变化率	%	-74.0	196.0	50.0	-78.0	-82.0	204.0	58.0	-86.0	-85.0	307.0	110.0	-87.0
2 月	入库	mg/L	11.0	0.0	0.0	3.0	11.0	0.0	0.0	3.0	11.0	0.0	0.0	3.0
	出库	mg/L	2.4	0.1	0.0	0.6	2.1	0.1	0.0	0.5	1.5	0.1	0.0	0.4
	变化率	%	-78.0	233.0	58.0	-81.0	-81.0	248.0	65.0	-83.0	-86.0	322.0	110.0	-86.0
3 月	入库	mg/L	11.0	0.0	0.0	3.0	11.0	0.0	0.0	3.0	11.0	0.0	0.0	3.0
	出库	mg/L	2.3	0.1	0.0	0.6	2.0	0.1	0.0	0.5	1.6	0.1	0.0	0.4
	变化率	%	-80.0	278.0	73.0	-81.0	-82.0	300.0	73.0	-83.0	-86.0	370.0	118.0	-85.0
4 月	入库	mg/L	3.6	0.1	0.1	0.6	3.6	0.1	0.1	0.6	3.6	0.1	0.1	0.6
	出库	mg/L	3.6	0.1	0.0	1.0	4.0	0.1	0.0	1.1	2.4	0.1	0.0	0.7
	变化率	%	0.0	116.0	-52.0	65.0	13.0	96.0	-54.0	87.0	-33.0	142.0	-40.0	15.0
5 月	入库	mg/L	3.6	0.1	0.1	0.6	3.6	0.1	0.1	0.6	3.6	0.1	0.1	0.6
	出库	mg/L	5.2	0.1	0.0	1.4	4.2	0.1	0.0	0.9	4.0	0.1	0.0	1.0
	变化率	%	45.0	109.0	-30.0	127.0	18.0	24.0	-18.0	56.0	12.0	160.0	-18.0	72.0
6 月	入库	mg/L	3.6	0.1	0.1	0.6	3.6	0.1	0.1	0.6	3.6	0.1	0.1	0.6
	出库	mg/L	3.5	0.1	0.0	0.7	3.4	0.1	0.0	0.7	3.3	0.1	0.0	0.7
	变化率	%	-3.0	52.0	-4.0	13.0	-6.0	42.0	-12.0	17.0	-9.0	132.0	-8.0	23.0
7 月	入库	mg/L	3.6	0.1	0.1	0.6	3.6	0.1	0.1	0.6	3.6	0.1	0.1	0.6
	出库	mg/L	3.2	0.1	0.0	0.6	3.0	0.1	0.0	0.6	3.0	0.1	0.0	0.5
	变化率	%	-10.0	38.0	-2.0	-2.0	-17.0	56.0	-10.0	0.0	-16.0	4.0	-4.0	-13.0
8 月	入库	mg/L	6.5	0.0	0.0	1.3	6.5	0.0	0.0	1.3	6.5	0.0	0.0	1.3
	出库	mg/L	3.1	0.1	0.0	0.6	2.8	0.1	0.0	0.5	2.5	0.1	0.0	0.5
	变化率	%	-52.0	112.0	880.0	-54.0	-57.0	139.0	820.0	-56.0	-61.0	134.0	820.0	-62.0
9 月	入库	mg/L	6.5	0.0	0.0	1.3	6.5	0.0	0.0	1.3	6.5	0.0	0.0	1.3
	出库	mg/L	4.3	0.1	0.0	0.9	4.2	0.1	0.0	0.9	4.3	0.1	0.0	0.9

表 5.3.1-12 丰水年、平水年、枯水年出库与入库水质对比结果表

月份	水质	单位	丰水年				平水年				枯水年			
			COD	NH ₃ -N	TP	BOD ₅	COD	NH ₃ -N	TP	BOD ₅	COD	NH ₃ -N	TP	BOD ₅
	变化率	%	-34.0	95.0	320.0	-32.0	-36.0	126.0	300.0	-31.0	-34.0	139.0	340.0	-29.0
10 月	入库	mg/L	6.5	0.0	0.0	1.3	6.5	0.0	0.0	1.3	6.5	0.0	0.0	1.3
	出库	mg/L	3.7	0.1	0.0	0.8	3.9	0.1	0.0	0.8	3.3	0.1	0.0	0.7
	变化率	%	-43.0	115.0	380.0	-40.0	-40.0	137.0	300.0	-35.0	-49.0	101.0	360.0	-46.0
11 月	入库	mg/L	6.5	0.0	0.0	1.3	6.5	0.0	0.0	1.3	6.5	0.0	0.0	1.3
	出库	mg/L	4.1	0.1	0.0	0.8	3.6	0.1	0.0	0.8	2.3	0.1	0.0	0.5
	变化率	%	-37.0	73.0	220.0	-34.0	-45.0	156.0	300.0	-39.0	-65.0	153.0	440.0	-60.0
12 月	入库	mg/L	11.0	0.0	0.0	3.0	11.0	0.0	0.0	3.0	11.0	0.0	0.0	3.0
	出库	mg/L	3.1	0.1	0.0	0.7	3.4	0.1	0.0	0.7	2.1	0.1	0.0	0.5
	变化率	%	-72.0	219.0	50.0	-79.0	-70.0	222.0	35.0	-77.0	-81.0	352.0	110.0	-84.0

5.3.1.4 水库富营养化趋势分析

(1) 预测方法

根据《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22号），湖库营养状态评价采用综合营养指数法（ $TLI(\Sigma)$ ），采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊（水库）营养状态进行分级：

$TLI(\Sigma) < 30$	贫营养
$30 \leq TLI(\Sigma) \leq 50$	中营养
$TLI(\Sigma) > 50$	富营养
$50 < TLI(\Sigma) \leq 60$	轻度富营养
$60 < TLI(\Sigma) \leq 70$	中度富营养
$TLI(\Sigma) > 70$	重度富营养

综合营养状态指数计算公式如下：

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j TLI(j) \tag{5.3-17}$$

式中：

$TLI(\Sigma)$ ：综合营养状态指数；

W_j ：第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

$TLI(j)$ ：代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 $chla$ 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2} \tag{5.3-18}$$

式中：

r_{ij} ——第 j 种参数与基准参数 $chla$ 的相关系数；

m ——评价参数的个数。

中国湖泊（水库）的 $chla$ 与其他参数之间的相关关系及见表 5.3.1-13。

表 5.3.1-13 中国湖泊（水库）部分参数与 $chla$ 的相关关系及值

参数	$chla$	TP	TN	SD	COD _{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

(2) 各项目营养状态指数计算

$$TLI(chla) = 10 (2.5 + 1.086 \ln chla)$$

$$TLI(TP) = 10 (9.436 + 1.624 \ln TP)$$

$$TLI(TN) = 10 (5.453 + 1.694 \ln TN)$$

$$TLI(SD) = 10 (5.118 - 1.94 \ln SD)$$

$$TLI(COD_{Mn}) = 10 (0.109 + 2.661 \ln COD_{Mn})$$

式中： $chla$ 单位为 mg/m^3 ， SD 单位为 m ；其他指标单位均为 mg/L 。

(3) 预测结果

依据富营养化评价标准，结合库区水质、水温预测结果，分别对丰、平、枯水年汛期代表月 6 月的营养状况进行评价。丰、平、枯各典型年库区综合营养指数 ($TLI(\Sigma)$) 分别为 42.18、41.39 和 41.5，属于中度富营养水平。丰、平、枯各典型年断面 TP 平均浓度均低于 $0.05mg/L$ ，水质条件较好，因此全库区发生富营养化的风险不大。但由于库区 6 月份 TP 、 TN 入流浓度相对较高，且考虑到汛期 6 月水温较高，因此不排除库区部分区域发生富营养化的可能。

5.3.1.5 坝址下游河流水质预测

采用纵向一维水质模型对花滩子水库坝址下游 8.5km 河道沿程水质进行模拟预测。

(1) 预测因子及工况

预测工况考虑坝下游及受水区河段丰、平、枯水年，以及每个水期的汛期和枯期水质的变化过程，预测因子选择 COD 、 NH_3-N 、 TP 。

(2) 边界条件

坝址下游河道入流水文边界条件采用花滩子水库下泄流量过程（见表 5.3.1-14），入流水质边界采用花滩子水库下泄水质预测成果（见表 5.3.1-15），坝址下游河段主要污染来自于孙家坝镇城镇污水处理厂以及流域内面源入河污染负荷。

表 5.3.1-14 花滩子水库坝址下泄流量过程一览表 单位： m^3/s

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
丰水年	1.18	1.18	1.18	2.36	2.36	15.20	20.04	19.74	2.36	11.66	1.18	1.18
平水年	1.18	1.18	1.18	9.36	9.91	2.36	6.78	5.33	7.99	2.66	5.61	1.18
枯水年	1.18	1.18	1.18	2.36	2.36	2.45	2.36	2.36	2.36	1.18	1.18	1.18

表 5.3.1-15 花滩子水库坝址下泄水质浓度 单位: mg/L

工况 月份	丰水年			平水年			枯水年		
	COD	NH ₃ -N	TP	COD	NH ₃ -N	TP	COD	NH ₃ -N	TP
1 月	2.86	0.08	0.02	1.95	0.08	0.02	1.62	0.11	0.03
2 月	2.39	0.09	0.02	2.09	0.09	0.02	1.54	0.11	0.03
3 月	2.25	0.10	0.02	2.00	0.11	0.02	1.59	0.13	0.03
4 月	3.58	0.12	0.02	4.04	0.11	0.02	2.39	0.14	0.03
5 月	5.20	0.12	0.04	4.23	0.07	0.04	4.01	0.15	0.04
6 月	3.47	0.09	0.05	3.36	0.08	0.04	3.25	0.13	0.05
7 月	3.22	0.08	0.05	2.98	0.09	0.05	3.02	0.06	0.05
8 月	3.12	0.08	0.05	2.76	0.09	0.05	2.49	0.09	0.05
9 月	4.28	0.07	0.02	4.16	0.08	0.02	4.28	0.09	0.02
10 月	3.66	0.08	0.02	3.90	0.09	0.02	3.32	0.07	0.02
11 月	4.10	0.06	0.02	3.58	0.09	0.02	2.28	0.09	0.03
12 月	3.06	0.09	0.02	3.35	0.09	0.02	2.05	0.12	0.03

(3) 预测结果

由图 5.3.2-25 可知, 在丰、平、枯水年的汛、枯期 COD 沿程均满足Ⅲ类水质标准。COD 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似, 均沿程缓慢升高, 在距离坝址约 1km 左右, 有杨家沟支流汇入, COD 浓度略有上升; 距坝址 2~3km 处, 受孙家坝镇及灯油坝工业园的点源污染影响, COD 浓度突然大幅升高, 但始终满足Ⅲ类水质标准。丰水年沿程 COD 最高浓度为 8.48mg/L, 平水年沿程 COD 最高浓度为 9.43mg/L, 枯水年沿程 COD 最高浓度为 10.17mg/L; COD 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程较缓升高, 平均浓度分别为 3.56mg/L、3.98 mg/L、5.04mg/L。

由图 5.3.2-26 可知, 在丰水年、平水年和枯水年的汛、枯期 NH₃-N 沿程均满足Ⅲ类水质标准。在距离坝址约 1km 左右, 有杨家沟支流汇入, NH₃-N 浓度略有下降; 在距离坝址 2~3km 处, 受孙家坝镇及灯油坝工业园的点源污染影响, NH₃-N 浓度突然升高, 丰水年沿程 NH₃-N 最高浓度为 0.769mg/L, 平水年沿程 NH₃-N 最高浓度为 0.804mg/L, 枯水年沿程 NH₃-N 最高浓度为 0.880mg/L; NH₃-N 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程缓慢升高, 平均浓度分别为 0.125mg/L、0.152mg/L、0.198mg/L。

由图 5.3.1-27 可看出, 在丰水年、平水年和枯水年的汛、枯期 TP 沿程均满足Ⅲ类水质标准。TP 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似, 沿程略有升高趋势。在距离坝址约 1km 左右, 有杨家沟支流汇入, TP 浓度略有下降趋势; 在距离坝址 2~3km 处, 受点源的影响, TP 浓度突然升高, 丰水年沿程 TP 最高浓度为 0.073mg/L, 平水年沿程 TP 最高浓度为 0.075mg/L, 枯水年沿程 TP 最高浓度为 0.805mg/L; TP 在丰水年、

平水年、枯水年汛期沿程升高幅度很小，平均浓度分别为 0.047mg/L、0.045mg/L、0.048mg/L。

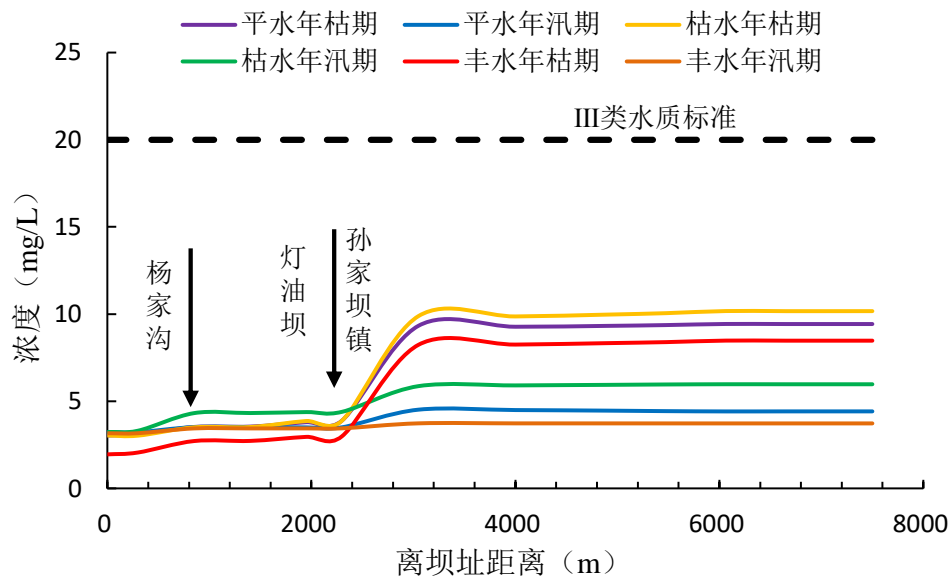


图 5.3.1-25 花滩子水库坝址下游 COD 沿程变化

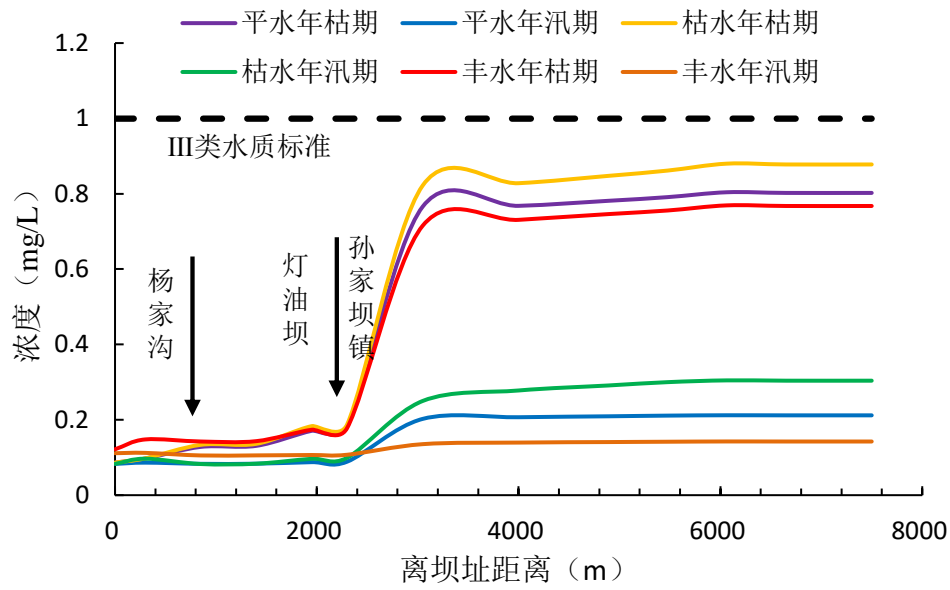


图 5.3.1-26 花滩子水库坝址下游 NH₃-N 沿程变化

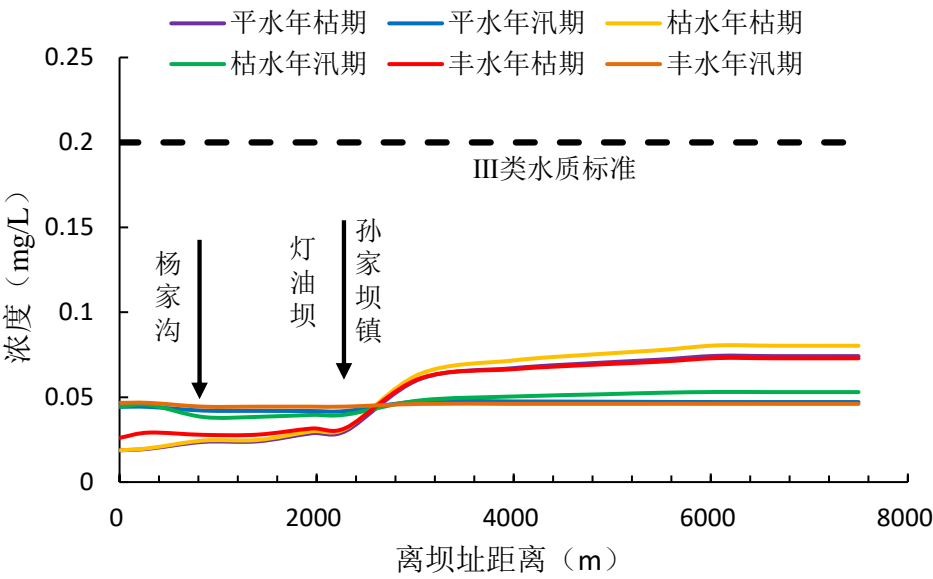


图 5.3.1-27 花滩子水库坝址下游 TP 沿程变化

5.3.1.6 乌江干流受水区河流水质预测

采用纵向一维水质模型对乌江干流受水区河流水质进行预测评价。

(1) 预测工况及条件

根据乌江干流受水区的水环境特点，选择 COD、NH₃-N、TP 三个水质因子进行评价，同时考虑到预测年《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划》（2018-2030 年）的实施，分别对水污染防治规划未实施、已实施两种情况下的受水区河流水质进行预测。由于乌江干流水体现状年 TP 因子超标，根据《贵州省水污染防治目标责任书》、《乌江流域水体达标方案》的对乌江水体水质达标的要求，假定思林电站出库断面 TP 预测年可以达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类水质，因此对于 TP 指标，在受水区已实施水污染防治规划的基础上，分别预测上游来水 TP 超标、上游来水 TP 达标两种情况下的乌江干流沿程 TP 浓度变化。

乌江干流受水区水质预测工况及条件设置具体情况见表 5.3.1-16，预测中主要污染源：受水区沿线城镇、工业污水处理厂点源，以及受水区流域范围内农村散排、畜禽养殖、农田径流等面源。

表 5.3.1-16 乌江干流受水区水质预测工况表

工况	预测因子	水污染防治规划 实施情况	边界条件
工况 1	COD、NH ₃ -N、TP	未实施	水文边界：典型丰、平、枯水年流量 水质边界：现状监测值（上游来水 TP 超标）
工况 2	COD、NH ₃ -N、TP	已实施	水文边界：典型丰、平、枯水年流量 水质边界：现状监测值（上游来水 TP 超标）

表 5.3.1-16 乌江干流受水区水质预测工况表

工况	预测因子	水污染防治规划 实施情况	边界条件
工况 3	TP	已实施	水文边界：典型丰、平、枯水年流量 水质边界：上游来水 TP 达标

(2) 预测结果

① 乌江干流 COD 影响预测

未实施水污染防治规划：由图 5.3.1-28 可看出，在丰水年、平水年和枯水年的汛、枯期 COD 沿程均满足Ⅱ类水质标准。COD 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似，均沿程缓慢降低，丰水年沿程 COD 最高浓度为 7.65mg/L，平水年沿程 COD 最高浓度为 7.65mg/L，枯水年沿程 COD 最高浓度为 7.67mg/L；在距离计算起点 30km 处，受思南县城污水处理厂及关中坝、双塘工业园区的排污点源影响，COD 浓度有所回升，但流量相对乌江较小，对乌江影响不大。在距离计算起点 40km 处，受鹦鹉溪排污点源影响，COD 浓度略有回升，但流量很小，影响不大。COD 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程变化较为平稳，平均浓度分别为 3.81mg/L、3.87mg/L、3.88mg/L。

河西水厂断面位于清渡河汇口下游 7km，在丰水年、平水年和枯水年的汛期，河西水厂断面 COD 浓度分别为 3.86mg/L、3.77mg/L、3.85mg/L，在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 COD 浓度分别为 7.17mg/L、7.12mg/L、7.07mg/L，均满足Ⅱ类水质标准。

乌杨树断面位于清渡河汇口下游 22km 处，在丰水年、平水年和枯水年的汛期，乌杨树断面 COD 浓度分别为 3.85mg/L、3.77mg/L、3.84mg/L，在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 COD 浓度分别为 7.11mg/L、7.11mg/L、7.23mg/L，均满足Ⅱ类水质标准。

已实施水污染防治规划：由图 5.3.1-29 可看出，在丰水年、平水年和枯水年的汛、枯期 COD 沿程均满足Ⅱ类水质标准。COD 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似，均沿程缓慢降低，丰水年沿程 COD 最高浓度为 7.64mg/L，平水年沿程 COD 最高浓度为 7.64mg/L，枯水年沿程 COD 最高浓度为 7.64mg/L；在距离计算起点 30km 处，受思南县城污水处理厂及关中坝、双塘工业园区的排污点源影响，COD 浓度有所回升，但流量相对乌江较小，对乌江影响不大。在距离计算起点 40km 处，受鹦鹉溪排污点源影响，COD 浓度略有回升，但流量很小，影响不大。COD 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程变化较为平稳，平均浓度分别为 3.88mg/L、3.82mg/L、3.86mg/L。

河西水厂断面位于清渡河汇口下游 7km 处，在丰水年、平水年和枯水年的汛期，乌杨树断面 COD 浓度分别为 3.86mg/L、3.78mg/L、3.83mg/L，在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 COD 浓度分别为 7.15mg/L、7.12mg/L、7.07mg/L，均满足Ⅱ类水质标准。

乌杨树断面位于清渡河汇口下游 22km 处，在丰水年、平水年和枯水年的汛期，乌杨树断面 COD 浓度分别为 3.85mg/L、3.76mg/L、3.81mg/L，在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 COD 浓度分别为 7.08mg/L、7.08mg/L、7.13mg/L，均满足Ⅱ类水质标准。

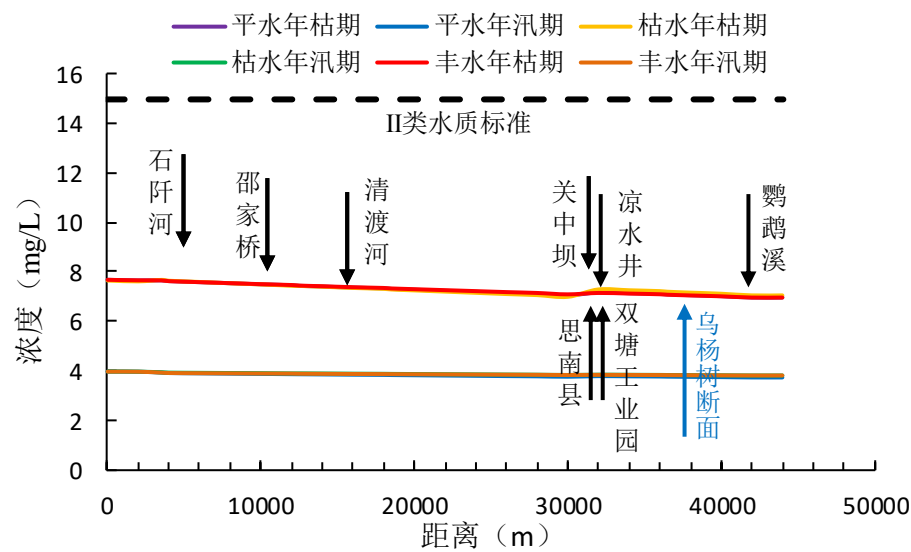


图 5.3.1-28 乌江受水区 COD 沿程变化（未实施水污染防治规划）

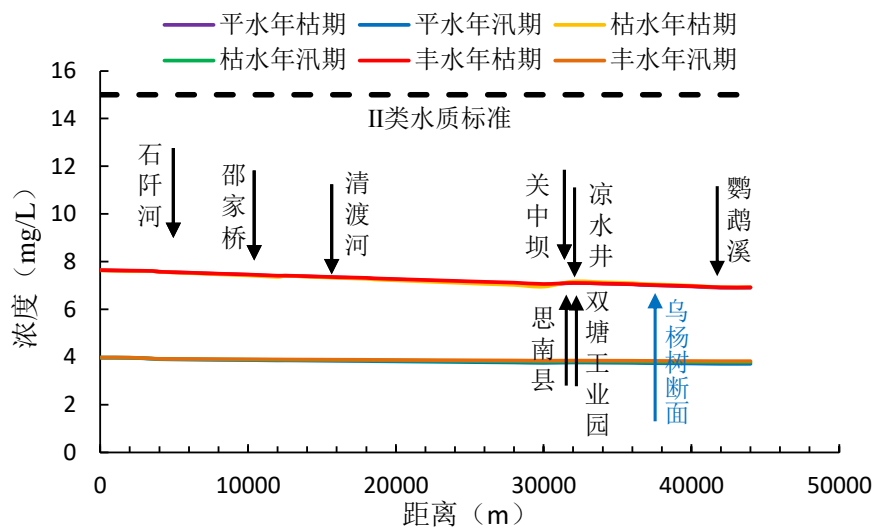


图 5.3.1-29 乌江受水区 COD 沿程变化（已实施水污染防治规划）

② 乌江干流 $\text{NH}_3\text{-N}$ 影响预测

未实施水污染防治规划：由图 5.3.1-30 可看出，在平水年和枯水年的汛、枯期 $\text{NH}_3\text{-N}$ 沿程均满足Ⅱ类水质标准。 $\text{NH}_3\text{-N}$ 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似，均沿程缓慢升高；在距离计算起点 30km 处，受思南县城污水处理厂及关中坝、双塘污水处理厂的排污点源影响， $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度明显有升高；在距离计算起点 40km 处，受鸚鵡溪排污点源影响， $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度也有较明显的升高。丰水年沿程 $\text{NH}_3\text{-N}$ 最高浓度为 0.074mg/L，平水年沿程 $\text{NH}_3\text{-N}$ 最高浓度为 0.092mg/L，枯水年沿程 $\text{NH}_3\text{-N}$ 最高浓度为 0.150mg/L； $\text{NH}_3\text{-N}$ 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程缓慢升高，平均浓度分别为 0.053mg/L、0.056mg/L、0.063mg/L。

在丰水年、平水年和枯水年的汛期，河西水厂断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为 0.032 mg/L、0.034 mg/L、0.033 mg/L，在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为 0.056 mg/L、0.060 mg/L、0.075 mg/L，均满足Ⅱ类水质标准。

在丰水年、平水年和枯水年的汛期，乌杨树断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为 0.048 mg/L、0.054 mg/L、0.058 mg/L，在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为 0.074 mg/L、0.092 mg/L、0.148 mg/L，均满足Ⅱ类水质标准。

已实施水污染防治规划：由图 5.3.1-31 可看出，在平水年和枯水年的汛、枯期 $\text{NH}_3\text{-N}$ 沿程均满足Ⅱ类水质标准。 $\text{NH}_3\text{-N}$ 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似，均沿程缓慢升高；在距离计算起点 30km 处，受思南县城污水处理厂及关中坝、双塘污水处理厂的排污点源影响， $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度明显有升高；在距离计算起点 40km 处，受鸚鵡溪排污点源影响， $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度也有较明显的升高。丰水年沿程 $\text{NH}_3\text{-N}$ 最高浓度为 0.052mg/L，平水年沿程 $\text{NH}_3\text{-N}$ 最高浓度为 0.053mg/L，枯水年沿程 $\text{NH}_3\text{-N}$ 最高浓度为 0.080mg/L； $\text{NH}_3\text{-N}$ 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程缓慢升高，平均浓度分别为 0.052mg/L、0.041mg/L、0.052mg/L。

在丰水年、平水年和枯水年的汛期，河西水厂断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为 0.036 mg/L、0.039 mg/L、0.051 mg/L，在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为 0.051 mg/L、0.051 mg/L、0.049 mg/L，均满足Ⅱ类水质标准。

在丰水年、平水年和枯水年的汛期，乌杨树断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为 0.046 mg/L、0.053 mg/L、0.053 mg/L，在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为 0.052 mg/L、0.053 mg/L、0.080 mg/L，均满足Ⅱ类水质标准。

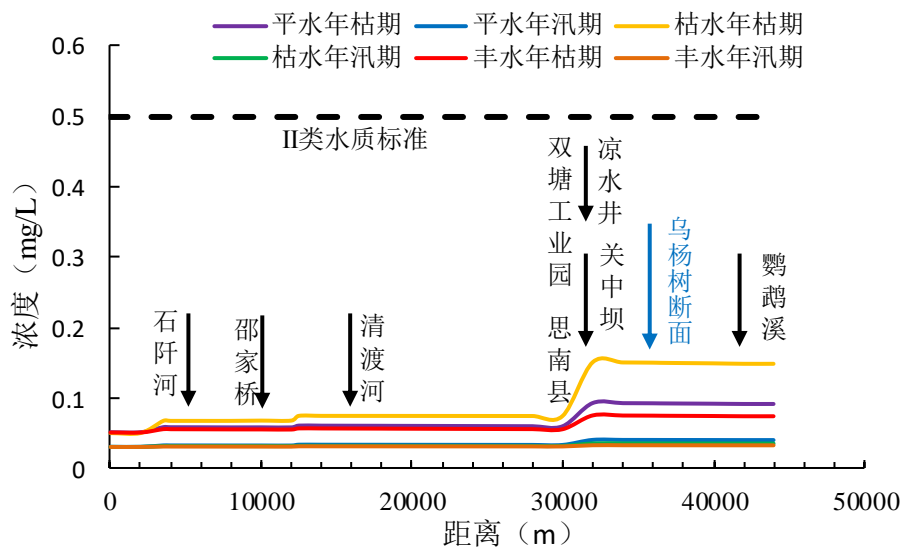


图 5.3.1-30 乌江受水区 $\text{NH}_3\text{-H}$ 沿程变化（未实施水污染防治规划）

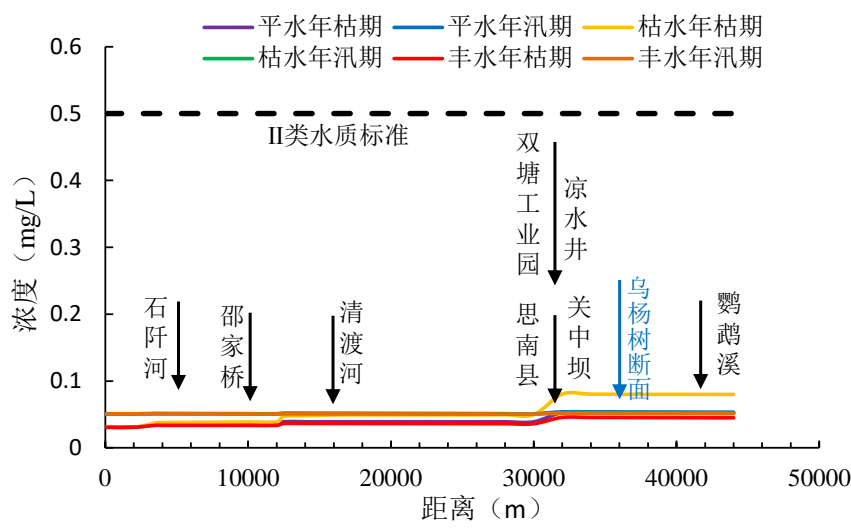


图 5.3.1-31 乌江受水区 $\text{NH}_3\text{-H}$ 沿程变化（已实施水污染防治规划）

③ 乌江干流 TP 影响预测

A、未实施水污染防治规划

由图 5.3.1-32 可看出，在丰水年、平水年和枯水年的枯期 TP 沿程均已超过IV类水质标准，满足V类水质标准。TP 在丰、平、枯水年枯期沿程变化相似，均沿程降解下降，在距离计算起点 30km 处，思南县城及附近工业园区污水处理厂排污点源流量较小，排放的 TP 浓度不高，对乌江影响很小；在距离计算起点 40km 处，受相思溪汇流和鹦鹉溪排污点源影响，TP 浓度略有回升，但流量相对乌江较小，影响不大。乌江干流 TP 浓度呈沿程降解下降的趋势，丰水年沿程 TP 最高浓度为 0.315mg/L，平水年沿程 TP 最高

浓度为 0.315mg/L，枯水年沿程 TP 最高浓度为 0.320mg/L；在丰水年、平水年、枯水年汛期 TP 超过Ⅱ类水质标准，满足Ⅲ类水质标准，丰、平、枯水年汛期 TP 沿程缓慢升高，但变化很小，平均浓度分别为 0.157mg/L、0.159mg/L、0.160 mg/L。

在丰水年、平水年和枯水年的汛期，河西水厂断面 TP 浓度分别为 0.158mg/L、0.156mg/L、0.159mg/L，满足Ⅲ类水质标准；在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 TP 浓度分别为 0.312mg/L、0.310mg/L、0.308mg/L，已超过Ⅳ类水质标准，满足Ⅴ类水质标准。

在丰水年、平水年和枯水年的汛期，乌杨树断面 TP 浓度分别为 0.155mg/L、0.156mg/L、0.157mg/L，满足Ⅲ类水质标准；在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 TP 浓度分别为 0.314mg/L、0.315mg/L、0.317mg/L，已超过Ⅳ类水质标准，满足Ⅴ类水质标准。

B、已实施水污染防治规划

1) 上游来水 TP 超标

受上游磷化工厂的排污影响，入流水质 TP 浓度已远超Ⅱ类水质标准（监测值 0.33mg/L）。由图 5.3.1-33 可看出，TP 在平水年、枯水年枯期沿程变化相似，均沿程降解下降，在距离计算起点 30km 处，思南县城及附近工业园区污水处理厂排污点源流量较小，排放的 TP 浓度不高，对乌江影响很小；在距离计算起点 40km 处，受相思溪汇流和鹦鹉溪排污点源影响，TP 浓度略有回升，但流量相对乌江较小，影响不大。乌江干流 TP 浓度呈沿程降解下降的趋势，丰水年沿程 TP 最高浓度为 0.313mg/L，平水年沿程 TP 最高浓度为 0.315mg/L，枯水年沿程 TP 最高浓度为 0.318mg/L；在丰水年、平水年、枯水年汛期 TP 超过Ⅱ类水质标准，满足Ⅲ类水质标准，丰、平、枯水年汛期 TP 沿程缓慢升高，但变化很小，平均浓度分别为 0.124mg/L、0.124mg/L、0.128 mg/L。

在丰水年、平水年和枯水年的汛期，乌杨树断面 TP 浓度皆为为 0.123mg/L，满足Ⅲ类水质标准；在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 TP 浓度分别为 0.317mg/L、0.314mg/L、0.316mg/L，已超过Ⅳ类水质标准，满足Ⅴ类水质标准。

在丰水年、平水年和枯水年的汛期，乌杨树断面 TP 浓度分别为 0.122mg/L、0.122mg/L、0.123mg/L，满足Ⅲ类水质标准；在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 TP 浓度分别为 0.312mg/L、0.315mg/L、0.316mg/L，已超过Ⅳ类水质标准，满足Ⅴ类水质标准。

因乌江评价范围内上游来流水质 TP 超标，下游点源和面源影响较小，受水区降解有限，沿程 TP 皆不满足Ⅱ类水质标准。总体来看，乌江受水区水质较差主要体现在 TP 超标较大，乌杨树断面 TP 在丰水年、平水年、枯水年的枯期为Ⅴ类水质标准，TP 超标较大。

2) 上游来水 TP 达标

由图 5.3.1-34 可看出，上游来水满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类水质标准时，在丰水年、平水年和枯水年的枯期 TP 沿程均满足Ⅱ类水质标准。TP 在各典型年的汛期、枯期沿程变化相似，均沿程降解下降，在距离计算起点 30km 处，思南县城及附近工业园区污水处理厂排污点源汇入乌江，TP 浓度有较小幅度的上升；在距离计算起点 40km 处，受鸛鹑溪排污点源影响，TP 浓度略有回升，但流量相对乌江较小，影响不大。乌江干流在各典型年的汛期 TP 均满足Ⅱ类水质标准，丰、平、枯水年汛期 TP 平均浓度分别为 0.096mg/L、0.096mg/L、0.097mg/L。在丰水年、平水年和枯水年的汛期，乌杨树断面 TP 浓度分别为 0.094mg/L、0.094mg/L、0.095mg/L，满足Ⅱ类水质标准；在丰水年、平水年和枯水年的枯期，乌杨树断面 TP 浓度分别为 0.095mg/L、0.096mg/L、0.097mg/L，满足Ⅱ类水质标准。

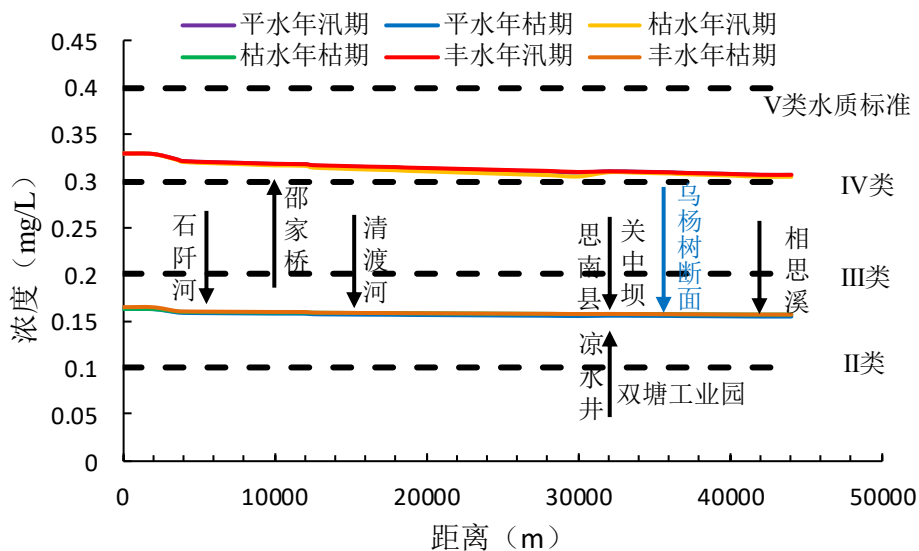


图 5.3.1-32 乌江受水区 TP 沿程变化（未实施水污染防治规划，来水 TP 超标）

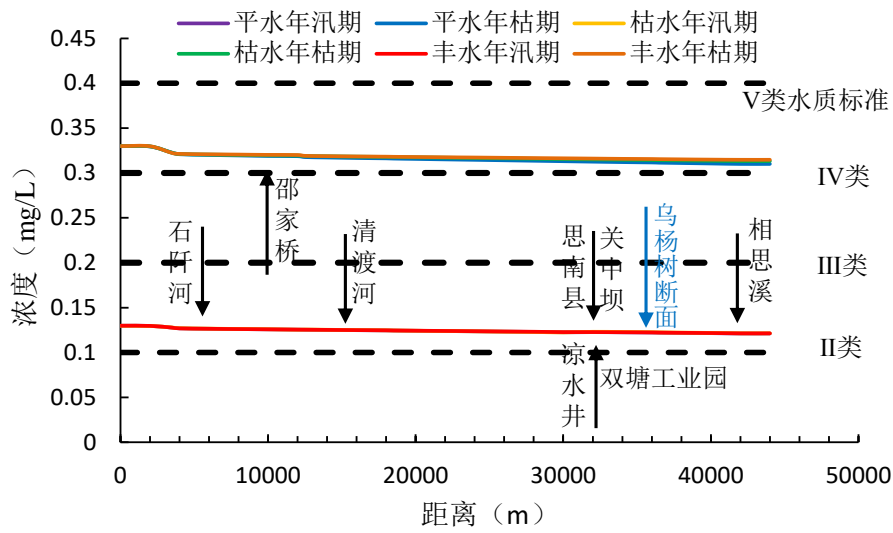


图 5.3.1-33 乌江受水区 TP 沿程变化（实施水污染防治规划，来水 TP 超标）

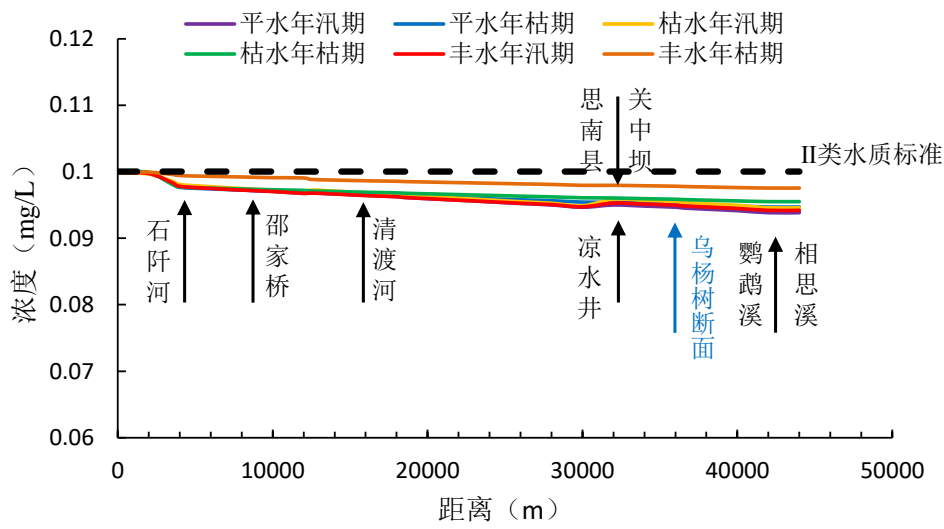


图 5.3.1-34 乌江受水区 TP 沿程变化（实施水污染防治规划，来水 TP 达标）

（3）污染负荷变化分析

表 5.3.1-17 给出了乌江干流受水区现状年及预测年 COD、NH₃-N、TP 污染负荷对比情况，由于 2030 年思南县城城镇化及工业发展较快，需水量及退水量较现状年有较大增加，鉴于此，地方政府组织编制《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，规划报告在充分结合相关城市及工业园区规划的基础上，提出了现有及已规划新建污水处理厂进行扩建、提标改造、污水收集管网完善、提高中水回用率等措施，由于现状年乌江干流受水区存在污水收集管网不完善、污水处理标准较低等问题，根据水污染防治规划实施的效果可达性分析，在 2030 年规划水平年，主要入河

污染负荷呈略下降趋势，其中 COD、NH₃-N、TP 污染负荷较现状年分别减少 21.1t/a、15.1t/a、2.2t/a，受水区基本可以实现主要污染因子负荷不增加。

表 5.3.1-17 乌江干流受水区现状年及预测年污染负荷对比

污染物类别		污染负荷(t/a)								
		COD			NH ₃ -N			TP		
		现状年	预测年	差值	现状年	预测年	差值	现状年	预测年	差值
		a	b	a-b	c	d	c-d	e	f	e-f
点源	城镇污水厂	658.8	691.0	-32.2	109.7	69.1	40.6	11.3	6.9	4.4
	工业企业	478.7	438.5	40.2	16.3	43.9	-27.6	2.0	4.4	-2.4
面源	农村散排	102.5	89.4	13.1	16.0	14.0	2.0	1.6	1.4	0.2
	畜禽养殖	23.3	23.3	0.0	0.90	0.9	0.0	0.3	0.3	0.0
	农田径流	115.4	115.4	0.0	12.4	12.4	0.0	2.0	2.0	0.0
小计		1378.6	1357.6	21.1	155.3	140.2	15.1	17.2	15.0	2.2

5.3.1.7 石阡河受水区河流水质预测

采用纵向一维水质模型对石阡河受水区河流的沿程水质进行预测评价。

(1) 预测工况及条件

选择 COD、NH₃-N、TP 水质因子进行预测评价，石阡河受水区退水包括塘头镇供水退水约 276 万 m³/a，灌溉退水约 326 万 m³/a，退水总量约为 602 万 m³/a，即 0.19m³/s，约占石阡河多年平均流量的 4.9%，受水区石阡河河段无支流汇入，石阡河上游来流 COD、NH₃-N、TP 水质因子均能达到Ⅲ类水质要求。

由于石阡河受水区已规划实施水污染防治项目，因此本节将分别对水污染防治规划未实施、已实施两种情况下的受水区河流水质进行预测，水文边界条件采用石阡河典型丰、平、枯水年的流量，入流水质采用现状监测值，主要污染负荷为塘头镇城镇污水处理厂点源以及受水区流域内农村散排、畜禽养殖、农田径流等面源。

表 5.3.1-18 石阡河受水区水质预测工况表

工况	预测因子	水污染防治规划实施情况	边界条件
工况 1	COD、NH ₃ -N、TP	未实施	水文边界：典型丰、平、枯水年流量 水质边界：现状监测值
工况 2	COD、NH ₃ -N、TP	已实施	水文边界：典型丰、平、枯水年流量 水质边界：现状监测值

(2) 预测结果

①未实施水污染防治规划水质预测

由图 5.3.1-35 可看出, 在丰水年、平水年和枯水年的汛、枯期 COD 沿程均满足Ⅲ类水质标准。COD 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似, 在距离乌江汇口 8~10km 处因受点、面源影响而沿程缓慢升高, 随后沿程降解, 缓慢降低, 丰水年沿程 COD 最高浓度为 8.77mg/L, 平水年沿程 COD 最高浓度为 9.40mg/L, 枯水年沿程 COD 最高浓度为 11.42mg/L; COD 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程变化较为平稳, 平均浓度分别为 2.36mg/L、2.54 mg/L、2.43mg/L。

由**错误!未找到引用源。**5.3.1-39 可看出, 在丰水年、平水年和枯水年的汛、枯期 NH₃-N 沿程均满足Ⅲ类水质标准。NH₃-N 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似, 均沿程升高, 其中枯水年枯期沿程升高最快。在距离乌江汇口 8~10km 处, 受点、面源的影响, NH₃-N 浓度明显升高, 丰水年沿程 NH₃-N 最高浓度为 0.213mg/L, 平水年沿程 NH₃-N 最高浓度为 0.319mg/L, 枯水年沿程 NH₃-N 最高浓度为 0.660mg/L; NH₃-N 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程缓慢升高, 平均浓度分别为 0.057mg/L、0.084 mg/L、0.069mg/L。

由**错误!未找到引用源。**5.3.1-40 可看出, 在丰水年、平水年和枯水年的汛、枯期 TP 沿程均满足Ⅲ类水质标准。TP 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似, 均沿程升高, 其中枯水年枯期升高最多。在距离汇口 8~10km 处, 受点、面源的影响, TP 浓度明显升高, 丰水年沿程 TP 最高浓度为 0.044mg/L, 平水年沿程 TP 最高浓度为 0.056mg/L, 枯水年沿程 TP 最高浓度为 0.095mg/L; TP 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程缓慢升高, 平均浓度分别为 0.006mg/L、0.009 mg/L、0.007mg/L。

因来流水质较好, 以及下游点源和面源影响较小, 尽管未实施水污染防治规划, 预测年石阡河受水区水质仍然较好, COD、NH₃-N、TP 均满足Ⅲ类水质标准。

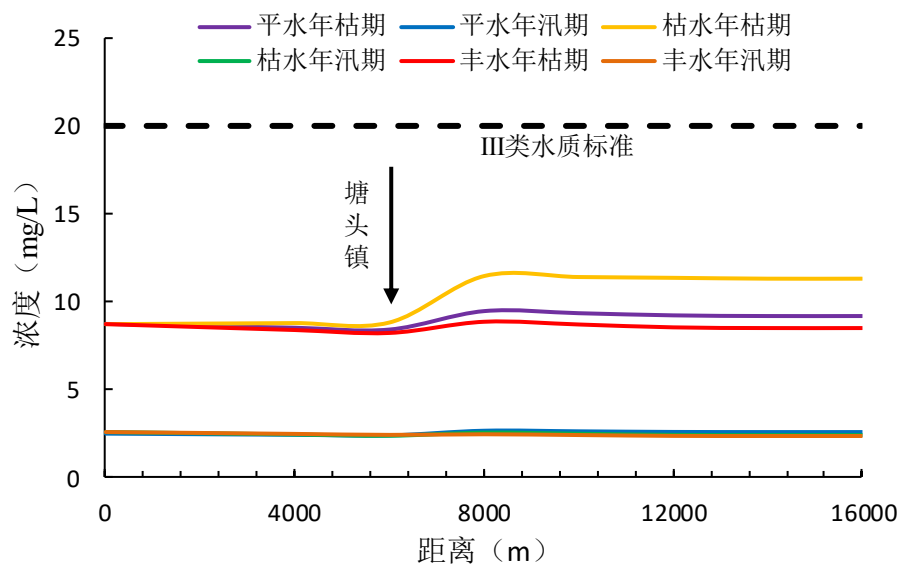
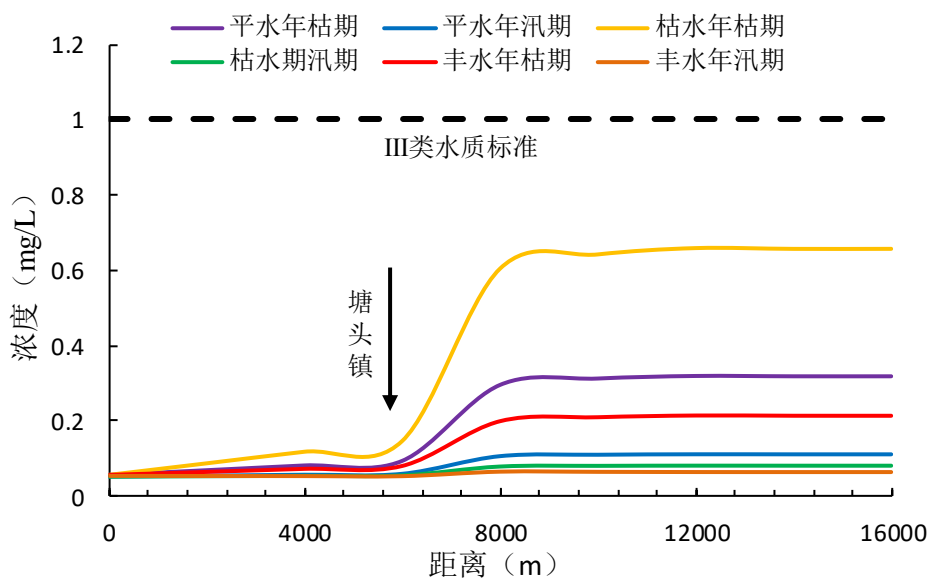


图 5.3.1-35 石阡河受水区 COD 沿程变化 (未实施水污染防治规划)

图 5.3.1-36 石阡河受水区 NH₃-H 沿程变化 (未实施水污染防治规划)

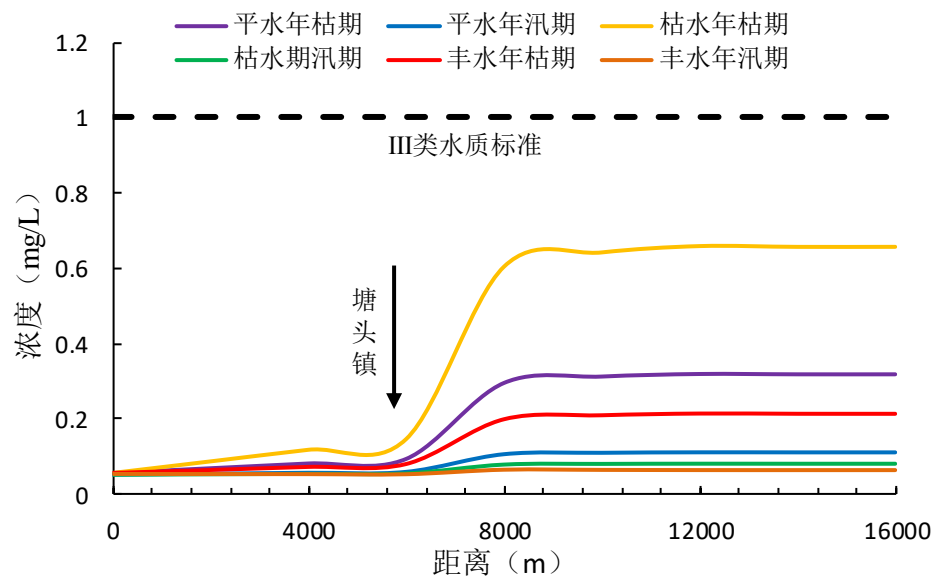


图 5.3.1-37 石阡河受水区 TP 沿程变化（未实施水污染防治规划）

②已实施水污染防治规划水质预测

由图 5.3.1-38 可看出，在丰水年、平水年和枯水年的汛、枯期 COD 沿程均满足Ⅲ类水质标准。COD 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似，在距离乌江汇口 8~10km 处因受点、面源影响而沿程缓慢升高，随后沿程降解，缓慢降低，丰水年沿程 COD 最高浓度为 8.65mg/L，平水年沿程 COD 最高浓度为 8.67mg/L，枯水年沿程 COD 最高浓度为 9.40mg/L；COD 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程变化较为平稳，平均浓度分别为 2.32mg/L、2.44 mg/L、2.37mg/L。

由错误!未找到引用源。5.3.1-39 可看出，在丰水年、平水年和枯水年的汛、枯期 NH₃-N 沿程均满足Ⅲ类水质标准。NH₃-N 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似，均沿程升高，其中枯水年枯期沿程升高最快。在距离乌江汇口 8~10km 处，受点、面源的影响，NH₃-N 浓度明显升高，丰水年沿程 NH₃-N 最高浓度为 0.125mg/L，平水年沿程 NH₃-N 最高浓度为 0.162mg/L，枯水年沿程 NH₃-N 最高浓度为 0.299mg/L；NH₃-N 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程缓慢升高，平均浓度分别为 0.051mg/L、0.064 mg/L、0.058mg/L。

由错误!未找到引用源。5.3.1-40 可看出，在丰水年、平水年和枯水年的汛、枯期 TP 沿程均满足Ⅲ类水质标准。TP 在丰水年、平水年、枯水年枯期沿程变化相似，均沿程升高，其中枯水年枯期升高最多。在距离汇口 8~10km 处，受点、面源的影响，TP 浓度明显升高，丰水年沿程 TP 最高浓度为 0.034mg/L，平水年沿程 TP 最高浓度为

0.039mg/L，枯水年沿程 TP 最高浓度为 0.055mg/L；TP 在丰水年、平水年、枯水年汛期沿程缓慢升高，平均浓度分别为 0.005mg/L、0.007 mg/L、0.006mg/L。

总体来看，在实施水污染防治规划后，石阡河受水区水质较未实施情况下，水环境状况持续向好，COD、NH₃-N、TP 均满足Ⅲ类水质标准。

石阡河退水区范围涉及思南县国家级种质资源保护区实验区，根据石阡河水质预测结果可知，预测年塘头镇污水处理厂退水及面源退水对石阡河水质影响较小，石阡河水质情况良好，满足种质资源保护区需求。

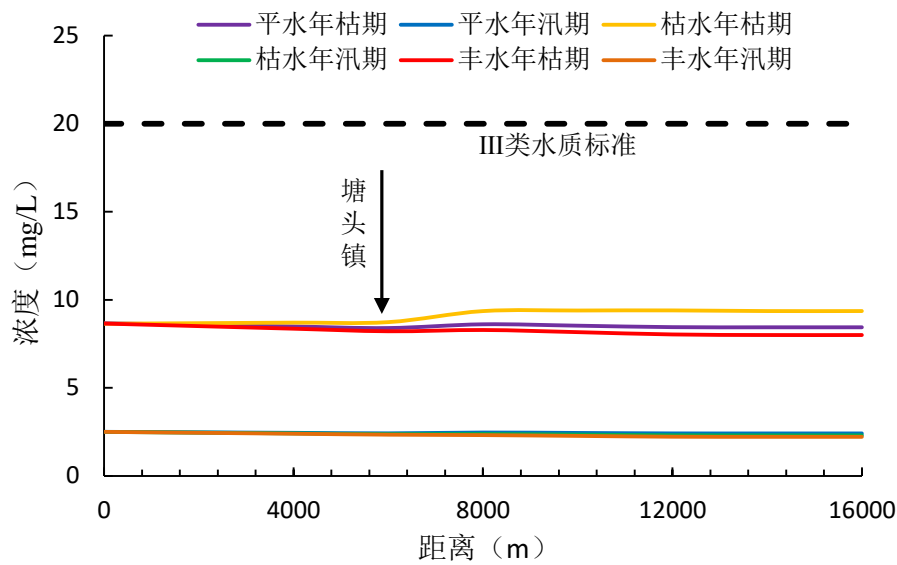


图 5.3.1-38 石阡河受水区 COD 沿程变化（已实施水污染防治规划）

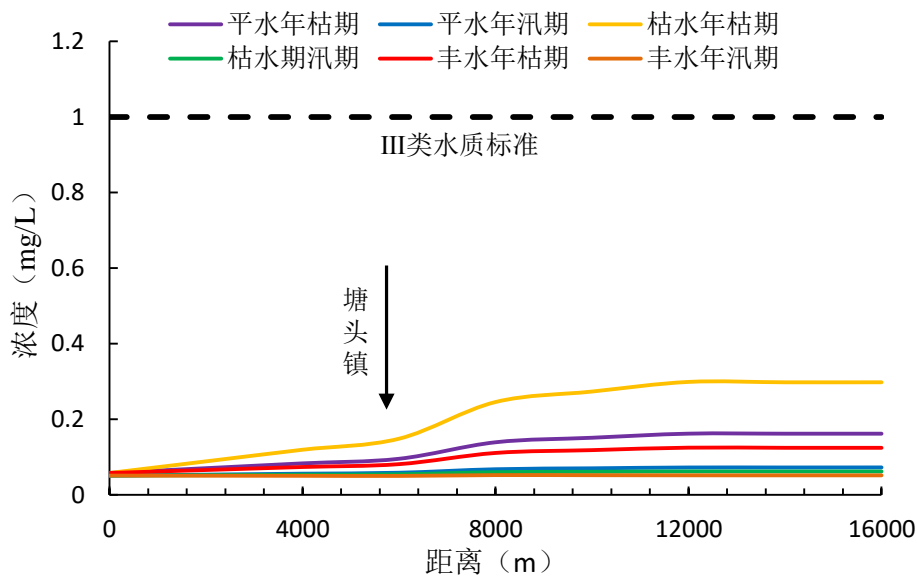


图 5.3.1-39 石阡河受水区 NH₃-H 沿程变化（已实施水污染防治规划）

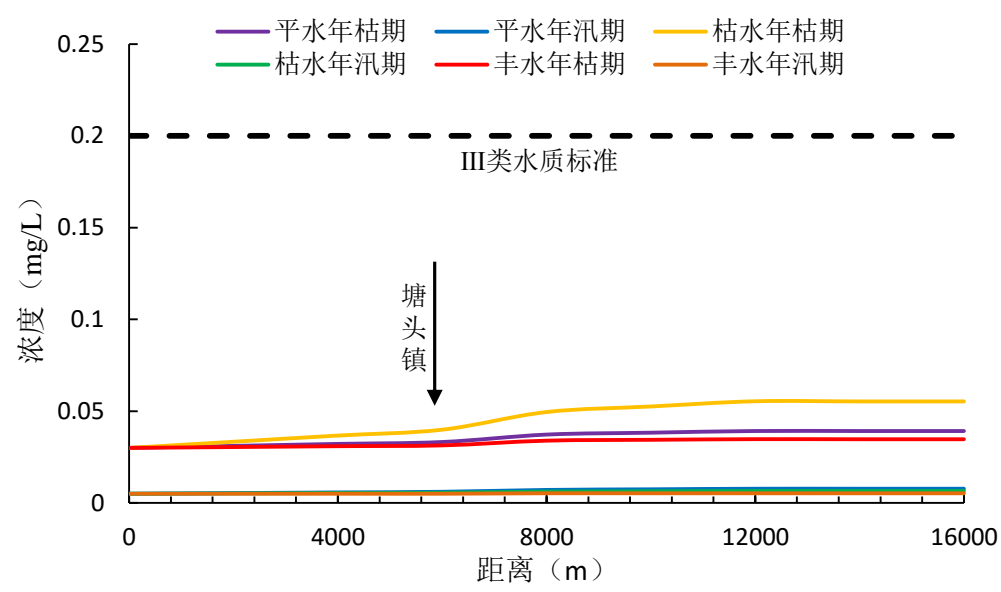


图 5.3.1-40 石阡河受水区 TP 沿程变化（已实施水污染防治规划）

5.3.2 水温影响预测评价

贵阳院联合四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室开展本工程水温影响研究，于 2020 年 4 月完成《贵州省铜仁市花滩子水库工程水温影响研究报告》。

5.3.2.1 水库水温结构判别

采用 α - β 经验判别法对花滩子水库的水温结构进行初步判别，花滩子水库总库容为 1.13 亿 m^3 ，多年平均年入库径流量为 2.48 亿 m^3 ，经计算 α 值为 2.2，初步判定水库水温结构为稳定分层型。当发生二十年一遇以下洪水时（ $P=5\%$ ）， $\beta < 0.5$ ，洪水对水温结构无影响，当发生（ $P=0.2\% \sim 5\%$ ）洪水时， $0.5 \leq \beta \leq 1.0$ ，水库水温结构为过渡型，洪水对水温结构影响小，基本维持原结构；当发生（ $P=0.1\%$ ）洪水时， $\beta > 1.0$ ，洪水对水库水温结构产生影响。

α - β 经验判别法判断水库水温结构类型时考虑的因素比较单一，只考虑了库容和径流情况，未涉及气象、水文过程、水位变化、泄流孔口位置和几何尺寸等其它因素，因此上述判定结果仅可作为是否开展进一步计算的依据，水库的逐月水温分层过程、下泄水温等仍需要采用数学模型或其它方法等作进一步分析。

5.3.2.2 水温预测模型

花滩子水库库区发电取水口与灌溉取水口“合二为一”布置，为岸塔式取水口，拟采用分层取水措施。城乡用水对水温基本无要求，灌区取水用于农田灌溉，农作物对水温有一定要求，发电尾水及生态流量下放进入河道，需考虑下游鱼类对水温的要求。本次评价将采用水温数学模型对未采取分层取水措施的单层取水方案，以及采取分层取水措施后的三层取水方案下的水库水温及坝下河道水温进行预测评价。

花滩子水库库区长 16.46km 左右，坝前最大水深约 89m 左右，平均宽约 221.7m，宽度平均的立面二维模型可较好地模拟出此类狭长形水库在纵向和垂向上的水温时空分布。《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》亦推荐采用二维水库水温模型，本次评价将采用立面二维水温模型对花滩子库区水温进行预测。

花滩子坝址至清渡河口河道长度约 8.5km，距离坝址下游 5.5km 建有花滩子电站，为径流式电站，根据 α - β 经验判别法库水年替换次数为 53，电站拦水坝库区水温为完全混合型，该电站对河道水温影响较小，花滩子电站至清渡河河口约 3km 为天然河道，根据坝下河道水力学特点，采用纵向一维水温数学模型预测花滩子坝下的沿程河道水温。

(1) 水库立面二维水温模型

1) 模型基本方程

① 状态方程

对于常态下的水体，可忽略压力变化对密度的影响，密度与温度的关系可表示为：

$$\frac{\rho - \rho_s}{\rho_s} = -\beta(T - T_s) = -\beta\Delta T$$

式中： $\beta[1/^\circ\text{C}]$ 为等压膨胀系数； $\rho[\text{kg/m}^3]$ 为密度； $T[^\circ\text{C}]$ 为温度； $\rho_s[\text{kg/m}^3]$ 、 $T_s[^\circ\text{C}]$ 为参考状态的密度和温度。对于天然水体，该函数关系可近似为：

$$\begin{aligned} \rho = & (0.102027692 \times 10^{-2} + 0.677737262 \times 10^{-7} \times T - 0.905345843 \times 10^{-8} \times T^2 \\ & + 0.864372185 \times 10^{-10} \times T^3 - 0.642266188 \times 10^{-12} \times T^4 \\ & + 0.105164434 \times 10^{-17} \times T^7 - 0.104868827 \times 10^{-19} \times T^8) \times 9.8 \times 10^5 \end{aligned}$$

根据 Boussinesq 假定，在密度变化不大的浮力流问题中，只在重力项中考虑密度的变化，而控制方程的其它项中不考虑浮力作用。

② 水动力学及温度方程组

湍浮力流的时均连续方程、动量方程及热量输运方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_i}{\partial x_i} &= 0 \\ \frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} &= -\frac{1}{\rho_a} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\overline{u'_i u'_j}) + \beta \Delta T g_i \\ \frac{\partial T}{\partial t} + u_i \frac{\partial T}{\partial x_i} &= \frac{\partial}{\partial x_i} (D_T \frac{\partial T}{\partial x_i} - \overline{u'_i T'}) + \frac{q}{C_p} \end{aligned}$$

紊动能 k 输运方程模化为

$$\frac{\partial k}{\partial t} + u_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = -\frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\frac{\nu_t}{\sigma_k} + \nu \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k - \varepsilon + G_b$$

湍动能耗散率的模型方程为：

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + u_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + \frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} (G_k + C_{\varepsilon 3} G_b) - C_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k}$$

由于河宽变化对水面热量交换和热量向水下的传递都具有一定的影响，将三维湍浮力流的时均连续方程、动量方程及热量方程组及 k 和 ε 方程沿河宽方向积分，就可得到水动力学和温度的立面二维方程组，在笛卡儿直角坐标系下水动力学方程分别为：

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x}(Bu) + \frac{\partial}{\partial z}(Bw) &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial t}(Bu) + u \frac{\partial}{\partial x}(Bu) + w \frac{\partial}{\partial z}(Bu) &= \frac{\partial}{\partial x}(Bv_e \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z}(Bv_e \frac{\partial u}{\partial z}) - \frac{B}{\rho_s} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}(Bv_t \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z}(Bv_t \frac{\partial u}{\partial z}) \\ \frac{\partial}{\partial t}(Bw) + u \frac{\partial}{\partial x}(Bw) + w \frac{\partial}{\partial z}(Bw) &= \frac{\partial}{\partial x}(Bv_e \frac{\partial w}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z}(Bv_e \frac{\partial w}{\partial z}) \\ &\quad - \frac{B}{\rho_s} \frac{\partial p}{\partial z} - \beta B \Delta T g + \frac{\partial}{\partial z}(Bv_e \frac{\partial w}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial x}(Bv_e \frac{\partial w}{\partial x}) \\ \frac{\partial}{\partial t}(Bk) + u \frac{\partial}{\partial x}(Bk) + w \frac{\partial}{\partial z}(Bk) &= \frac{\partial}{\partial x} \left(B \frac{v_e}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(B \frac{v_e}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial z} \right) + B(G_k + G_b - \varepsilon) \\ \frac{\partial}{\partial t}(B\varepsilon) + u \frac{\partial}{\partial x}(B\varepsilon) + w \frac{\partial}{\partial z}(B\varepsilon) &= \frac{\partial}{\partial x} \left(B \frac{v_e}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(B \frac{v_e}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} \right) + BC_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} G_k - BC_{2\varepsilon} \frac{\varepsilon^2}{k} \end{aligned}$$

式中： $G_k = v_e \left[2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \right]$ ； $G_b = -\beta g \frac{v_e}{\sigma_T} \frac{\partial T}{\partial z}$ 为浮力项，该浮力项

在稳定分层时可抑制紊动动能的生成，削弱热量向下的传递，是水库能保持稳定分层的重要因素； v_e [m²/s] 是分子粘性系数 ν 与紊动涡粘系数 ν_t 之和， $\nu_t = C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$ ； u 、 w [m/s] 为纵向和垂向流速； p [Pa] 为压强； T [°C] 为水温； B [m] 为河宽； k 为紊动动能； ε 为紊动能耗散率； σ_k 、 σ_ε 分别为紊动动能和耗散率的普朗特数，一般取 1.0 和 1.3。其它模型常数 C_μ 、 $C_{\varepsilon 1}$ 、 $C_{\varepsilon 2}$ 的取值分别为 0.09、1.44、1.92。

$$\frac{\partial}{\partial t}(BT) + u \frac{\partial}{\partial x}(BT) + w \frac{\partial}{\partial z}(BT) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Bv_e}{\sigma_T} \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{Bv_e}{\sigma_T} \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{1}{\rho C_p} \frac{\partial B\varphi_z}{\partial z}$$

式中 σ_T 是温度普朗特数，取 0.9； C_p [J/kg·°C] 为水的比热； φ_z [W/m²] 为穿过 z 平面的太阳辐射通量。

2) 水面热交换

水面热交换包括净太阳短波辐射、净长波辐射、蒸发和传导四个方面。通过水面进入水体的热通量为：

$$\varphi_n = \varphi_{sn} + \varphi_{an} - \varphi_{br} - \varphi_e - \varphi_c$$

A. 净吸收的太阳短波辐射

一般来说，太阳的红外辐射（一般亦称长波辐射）大部分都被表层 1m 内的水体所吸收；水体对太阳辐射的反辐射随着太阳辐射的入射角的增大而增加。当太阳高度较低时，水库水体所反射的太阳辐射能量增加，而水体所吸收的太阳辐射能量减少；当太阳高度较大时，反射与吸收情况与上面情况相反。

水体表面净吸收的太阳短波辐射通量为

$$\varphi_{sn} = \beta \varphi_s (1 - \gamma)$$

其中 φ_s [W/m²] 是到达地面的总太阳辐射量； γ (=0.1) 是水面反射率，它与太阳角度和云层覆盖率相关； β (=0.65) 是太阳辐射的表面吸收系数。进入水体的太阳辐射部分在水面被吸收，穿过水体的太阳辐射沿深度方向以指数函数衰减：

$$\varphi_z = (1 - \gamma)(1 - \beta) \varphi_s \exp(-\eta \cdot H)$$

其中 η (=0.5) 为太阳辐射在水体中的衰减系数，与水体的透明度和水质相关； H [m] 为水深。

B. 大气长波辐射

大气所吸收的太阳能以长波形式向地面发射，其长波辐射强度取决于气温和云量：

$$\varphi_{an} = \sigma \cdot \varepsilon_a (273 + T_a)^4$$

式中， σ 是 Stefan-Boltzman 常数，等于 5.67×10^{-8} [W/m²·K⁴]； ε_a 为大气发射率，

$$\varepsilon_{ac} = 1.24 \cdot \left(\frac{e_a}{T_a + 273} \right)^{\frac{1}{7}} \cdot (1 + 0.17 \cdot C_r^2)$$

其中 T_a [°C] 为水面上 2m 处的气温； C_r 为云层覆盖率； e_a [hPa] 为水面上空气蒸发压力。

C. 水体长波的返回辐射 φ_{br}

水体吸收的大气长波辐射会向大气进行返回辐射，其强度可用 Stefan-Boltzman 定律计算：

$$\varphi_{br} = \sigma \cdot \varepsilon_w \cdot (273 + T_s)^4$$

式中 T_s [°C] 为水体表面温度， ε_w (=0.965) 为水体的长波发射率。

D. 水面蒸发热损失 φ_e

水在从液体转变为气体的蒸发过程中需要吸收热量，水体由于蒸发损失的热量大多根据空气与水面的蒸发压力计算，本次计算采用了《工业循环水冷却设计规范》推荐的计算公式：

$$\varphi_e = f(W)(e_s - e_a)$$

式中 $f(W)$ [W/(m²·hPa)] 是风函数，反映了自由对流和强迫对流对蒸发影响，计算为：

$$f(W) = \sqrt{22.0 + 12.5W^2 + 2.0(\Delta T)}$$

式中：\$W\$[m/s]是水面上 10m 处的风速；\$\Delta T\$ [°C]为水气温差；\$e_s\$[hPa]是相应于水面温度 \$T_s\$ 的紧靠水面的空气饱和蒸发压力，\$e_a\$[hPa]为水面上空气的蒸发压力，可由水面温度 \$T_s\$ [°C]计算：

$$e_s = 6.11 \times 10^{\frac{7.5T_s}{(T_s+237.3)}}$$

$$e_a = 6.11 \times hum \times 10^{\frac{7.5T_a}{(T_a+237.3)}}$$

式中：\$hum\$为相对湿度。

E.热传导通量 \$\varphi_c\$

当水温与气温有温差时，水气界面会通过传导进行热交换，热传导通量正比于温差：

$$\varphi_c = 0.627 f(W) \cdot (T_s - T_a)$$

3) 边界条件及求解方法

进口边界的水温采用库尾实测水温，速度假定为均匀流速，\$k\$、\$\varepsilon\$ 可分别由入流速度近似计算：

$$k = 0.00375u^2, \varepsilon = k^{1.5} / (0.4H_0)$$

其中 \$H_0\$[m]为进口断面水深。

假定出口断面为充分发展的湍流，有 \$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial k}{\partial x} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial x} = 0\$，\$w=0\$。

水面表层单元计入水气热交换，库底和坝体表面采用无滑移边界条件，且为绝热边界。

水面采用浮动平面。考虑到水库水面除库尾部分河段外基本为水平面，而库尾均匀混合段对整个水库水温分布影响有限，水位是根据计算时间步长 \$\Delta t\$ 内入库和出库水量的差 \$\Delta V\$，通过库容曲线得到该时段内的水位变化 \$\Delta Z\$，则该时段末的水位则为 \$Z + \Delta Z\$。

采用有限体积法和混合格式对微分方程进行离散，采用 SIMPLE 算法求解差分方程，并采用交错网格避免出现棋盘式不均匀压力场。相对于联立求解方程组的耦合式解法，SIMPLE 算法顺序地、逐个地求解各变量代数方程组：在每一时间步长的运算中，先给出压力场的初始猜测值，据此求出猜测的速度场，再求解根据连续方程导出的压力修正方程，对猜测的压力场和速度场进行修正。如此循环往复，可得出压力场和速度场的收敛解。

具体求解时，水动力方程与温度方程相耦合，计算中首先根据入、出库流量差计算该时刻运行水位，依次求解 u 、 w 动量方程和 k 、 ε 方程，再求解温度方程，然后用新的温度值修正 w 和 k 方程的源项，重新计算水动力学方程，直到各方程的误差余量小于容许值。对于水库年过程的模拟，模型可选择一年中的任意一个时刻作为起始计算时间，计算 365 天之后，与一年前的当前时刻水温、流场进行对比，如果水温、流场的误差值大于设定误差，继续进行迭代计算；如果小于设定误差，则认为迭代收敛，取最近一年的下泄水温、温度场与流场作为预测结果。

4) 模型验证

四川大学于 2009 年 11 月 6 日、2010 年 7 月 6 日进行了紫坪铺水库全库区水温观测工作，并于 2009 年 10 月 20 日至 2010 年 7 月 15 日期间对水库入库水温、下泄水温进行了逐时连续观测。本项目拟利用实测资料对立面二维水库水温模型进行验证，并为模型参数取值的合理性提供依据。

① 泄流孔口

电站引水口底板高程与泄洪洞高程相同，为 800m，冲砂放空洞底板高程低于电站进水口 30m，观测期内泄洪及冲砂洞均有使用，计算中各下泄流量按其实际高程出流。

② 初始条件

温度场：以 2009 年 11 月 6 日紫坪铺库区测量的各条垂向水温插值后得到计算时间初始时刻的温度场。

流场：先据库尾入流水温进行多年循环计算，待库区水温稳定收敛后以 11 月 6 日的流场分布作为初始流场。

③ 边界条件

影响水库水温时空分布的物理因素有水库的入、出库流量、库区气象条件和入库水温。采用 2009 年 11 月 6 日~2010 年 7 月 15 日的水库调度过程，逐日的入出库流量、水位，及对应时段的入出库水温和气象作为模型的边界条件。

④ 模型参数在热通量计算方法确定的条件下，模型中需要率定的参数只有热通量计算中的太阳辐射表面吸收系数 β_1 和太阳辐射在水体中的衰减系数 η ，它们与水体的色度和浊度有关。一般 β_1 的取值范围为 0.4~0.7， η 为 0~1。经多次试算， β_1 和 η 取值分别为 0.65 和 0.5。

⑤ 结果与分析

图 5.3.2-1 比较了 2010 年 7 月 6 日计算与实测的库区内水温分布,颜色代表温度值,相同位置处实测点与计算等温线颜色越一致则计算与实测值吻合得越好。

距库尾 18.2km 处的实测与计算水温仍存在温跃层,实测表层水温比计算值低 1.2℃,与距库尾 14.3km 处垂向水温相比已较为接近,主要是由于随着水流向大坝前行,水面逐渐开阔,两侧山体对水面上气象条件的影响逐渐减弱。

距库尾 21.5km 和 23.6km 处的表层之下的实测与计算水温较接近。实测的表层水温已比计算水温高,一方面是由于坝前水面开阔山体影响减弱,另一方面,实测水温所测的是一条垂线,而计算值是一个宽度平均的数值,不能充分反映河宽方向表层水温变化。

从水温结构上看,模型较好地模拟了库尾无分层结构到坝前分层结构的发展过程,模拟出了在入、出流和水气界面热交换影响下垂向斜温层的形成和发展。

图 5.3.2-2 比较了水库出流计算水温和坝址下游实测水温过程。计算下泄水温过程与紫坪铺坝下水温过程总体吻合较好,2009 年 11 月 6 日~2010 年 4 月 5 日间计算水温略有偏低,最大低 1.2℃。2010 年 5 月 9 日~7 月 15 日的实测水温与计算水温较为接近。2010 年 2 月中旬~2010 年 3 月底计算水温比实测水温系统偏低,说明在升温期由于温跃层的逐渐形成,进水口附近三维流场效应导致上层温度较高的水被吸入进水口造成的实测下泄水温偏高。

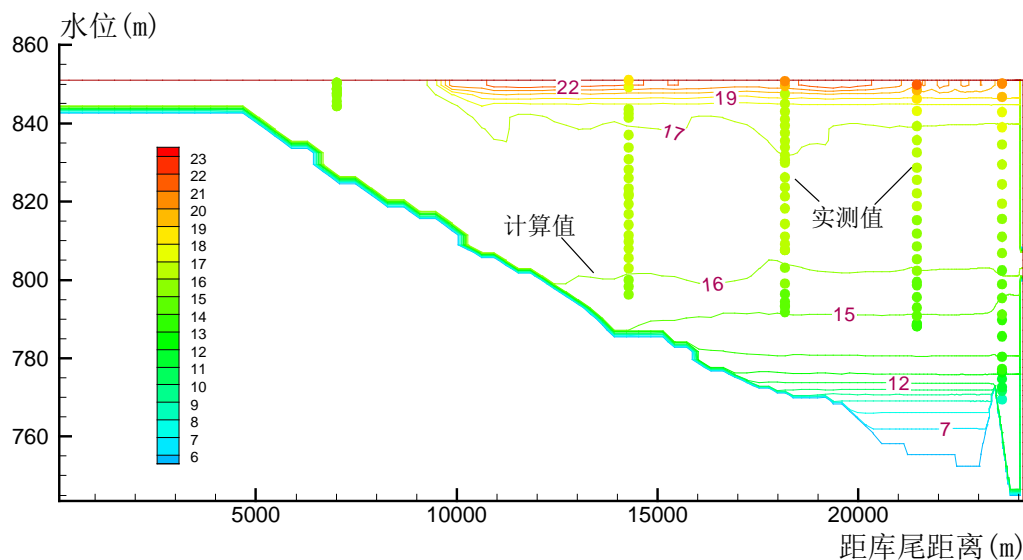


图 5.3.2-1 紫坪铺库区 2010 年 7 月 6 计算与实测的水温分布比较
(——计算值, ●测值)

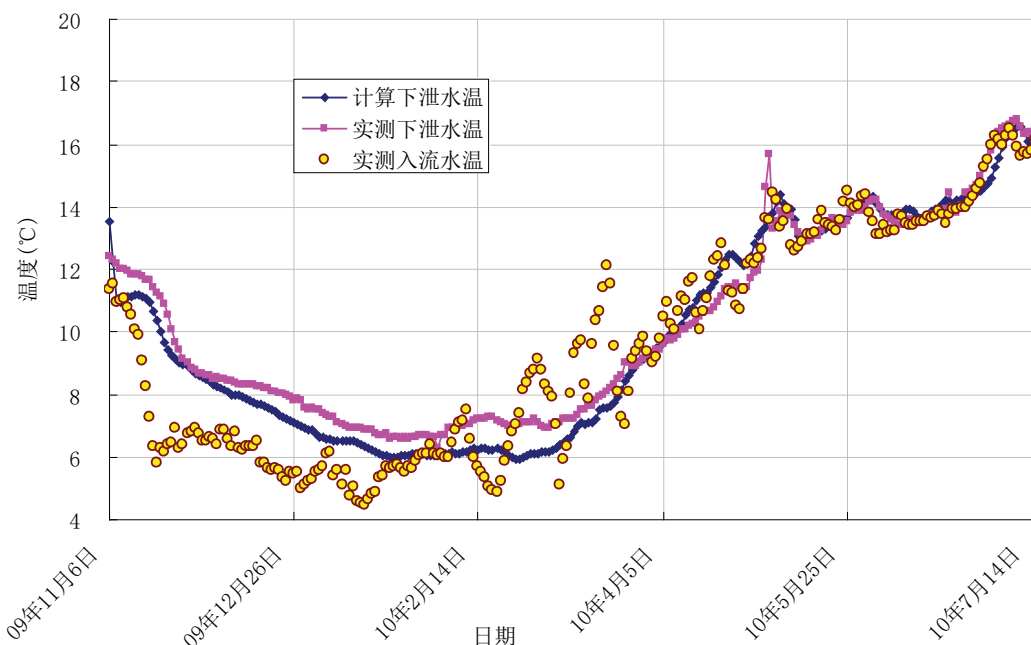


图 5.3.2-2 2009 年 11 月 6 日~2010 年 7 月 15 日紫坪铺坝下温度比较

(2) 河道纵向一维水温模型

河道纵向一维水温模型主要由一维非恒定流方程(即圣维南方程组)与河道一维温度对流—扩散方程组成。

1) 一维非恒定流水动力学模型

连续方程:

$$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{1}{B} \frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{1}{B} L_q$$

动量方程:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\frac{\partial Z}{\partial x} + S_f \right) = 0$$

其中: Z [m]为水位; Q [m³/s]为流量; u [m/s]为流速; A [m²]为过水断面面积; B [m]水面宽; L_q [m²/s]为单位河长的旁侧入流量, 流入为正, 流出为负; g [m/s²]为重力加速度; x [m]为沿河距离; S_f 为水力比降, $S_f = \frac{n^2 Q |Q|}{A^2 R^{4/3}}$ 或 $S_f = \frac{Q |Q|}{K^2}$; R [m]为水力半径; n 为糙率系数; K 为流量模数。

2) 一维水温对流-扩散方程

$$A \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial (QT)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{BS}{\rho C_p} + \frac{S_\phi}{\rho C_p}$$

式中, DL [m²/s]为纵向弥散系数, ρ [kg/m³]为水的密度, C_p [J/(kg·°C)]为水的比热,

$B[m]$ 为河宽， $S[W/m^2]$ 为单位表面积净热交换通量，表示水流与外界(太阳、空气、河道边界)之间热交换量， $S\Phi[W/m^3]$ 为单位时间单位体积水体机械能转换为内能的量。方程中 $\partial(QT)/\partial x$ 为移流产生的热变化率， $\partial(AD_L \partial T/\partial x)/\partial x$ 为离散产生的热变化率， $BS/\rho C_p$ 为表面热交换率。

3) 水气热交换

纵向一维水温模型的热交换计算与立面二维模型的热交换一致。

4) 模型求解

运用稳定性好的四点加权隐格式离散水流方程组，采用有限体积法对纵向一维温度方程式进行离散，运用 TDMA(Tridiagonal Matrix Algorithm)法，即追赶法求解。

5.3.2.3 计算条件设置

(1) 天然水温推求

清渡河未开展水温观测，乌江干流思南站有多年水温监测资料，距离清渡河汇口不超过 8km，但清渡河花滩子坝址流量仅为乌江干流思南站流量的 9.5%，流量过于悬殊，因而花滩子段天然水温不宜通过乌江干流水温推算。

印江河为思南县城下游乌江右岸一级支流，汇口距离上游清渡河汇口 29.0km，印江河上印江水文站与花滩子坝址直线距离 19.9km，其多年平均流量 24.4m³/s。通过建立印江水文站水温、气温相关关系（见图 5.3.2-3），将思南气象站气温换算到花滩子库尾和坝址高程，采用该相关关系计算得到花滩子的入库水温、坝址天然水温和河口水温（见图 5.3.2-4、表 5.3.2-1）。

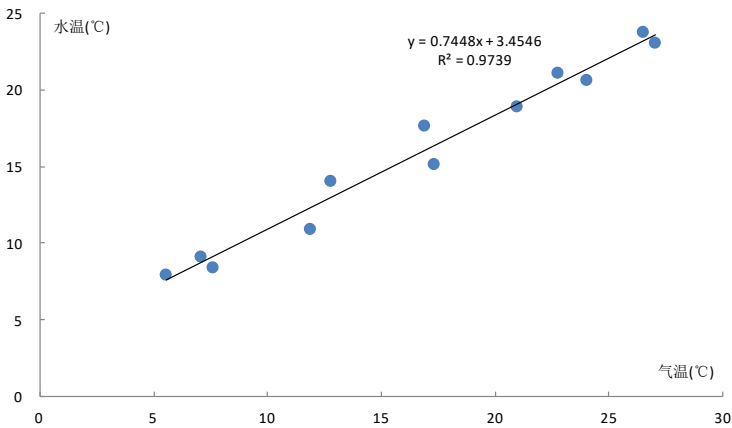


图 5.3.2-3 印江水文站水温-气温相关关系

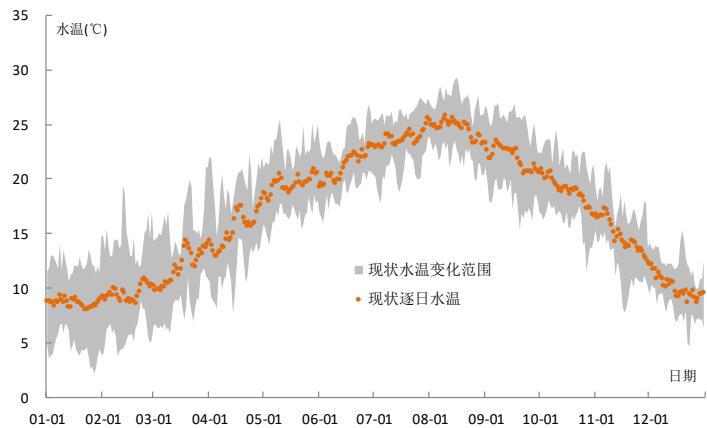


图 5.3.2-4 花滩子水库的坝址水温

表 5.3.2-1 花滩子入库与坝址水温 单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
印江气温	5.6	7.6	11.9	17.3	21.0	24.0	27.0	26.5	22.8	16.9	12.8	7.1	16.7
印江水温	8.0	8.4	10.9	15.2	18.9	20.6	23.1	23.8	21.1	17.7	14.0	9.1	15.9
花滩子入库水温	8.4	9.3	11.7	15.1	19.2	20.8	23.3	24.3	21.7	18.8	14.6	9.9	16.4
花滩子坝址水温	8.6	9.5	11.9	15.4	19.5	21.2	23.7	24.7	22.0	19.1	14.9	10.1	16.7
清渡河口水温	8.7	9.7	12.1	15.6	19.7	21.4	23.9	24.9	22.2	19.2	15.0	10.3	16.9

(2) 工况及网格划分

采用立面二维水温模型分别预测花滩子水库单层取水口方案和三层取水口方案在丰、平、枯水年运行调度条件下的库区及下泄水温、坝下河道水温，入库断面的水温采用前述推求得到的平均天然逐月水温，各气象要素采用库周气象参证站的逐月多年平均值。

库区计算网格单元在主流方向上尺寸为 5~300m，在水深方向上为 0.5~2m，在正常蓄水位下，花滩子库区离散为 79×63 个矩形网格。

5.3.2.4 单层取水口方案水温预测

(1) 库区水温预测及分析

①平水年库区水温

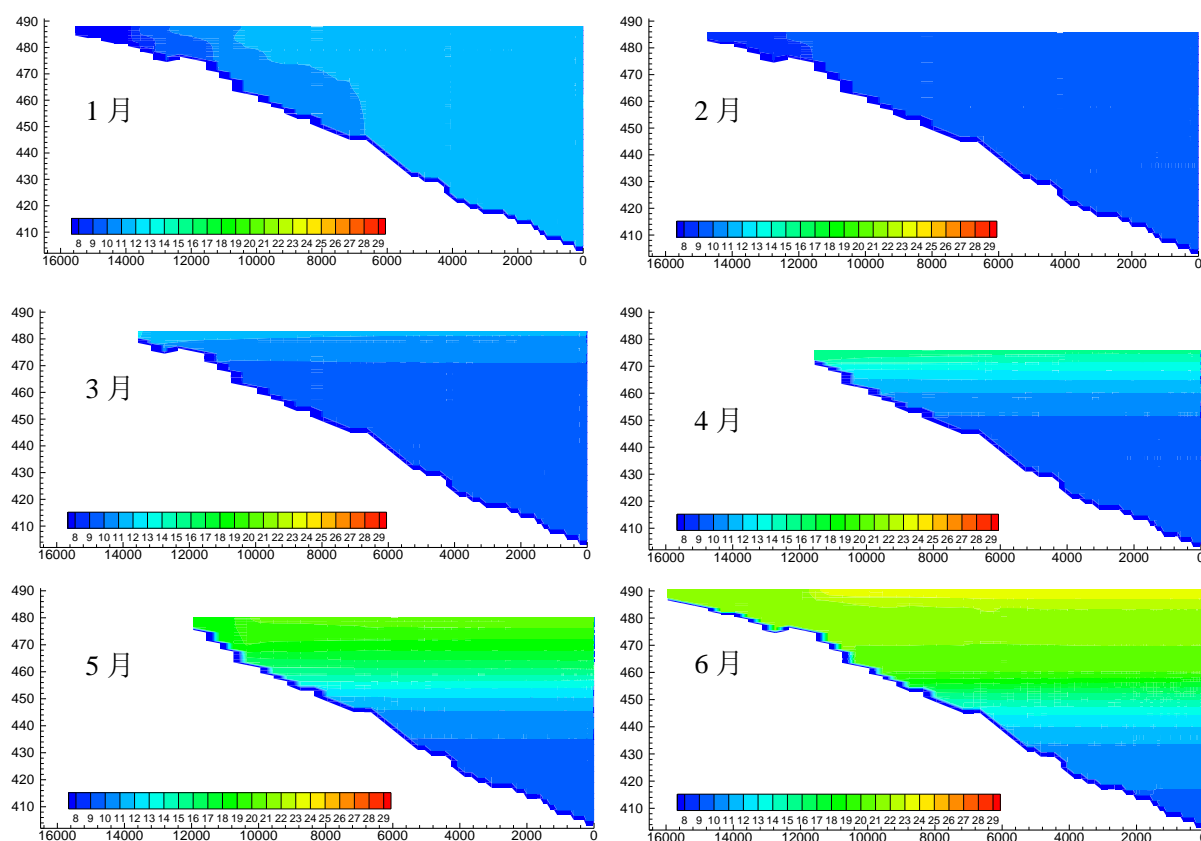
总体来看水库呈季节性分层水温结构特征。以平水年为例，坝前水体在 12 月~翌年 2 月出现同温现象，3 月~11 月存在明显温差，其中 4~10 月存在表层或下层温跃层，最大温差达 16.1℃，库底水温不易受到扰动，库底存在相对稳定的低温区。

平水年库区水温在 2 月最低，入库水温升至 9.3℃，但受上月冷水入库影响，库区水温整体降至全年最低的 9.8℃，坝前约 11.0km 范围内大部同温。

3 月入流水温、气温、太阳辐射逐渐升高，库区垂向出现温差，表层水温升高至 11.1°C ，库底水温仍维持在 9.7°C ，温差 1.4°C ，库底低温区厚度为 60m 左右；库区表层有出现温跃层的趋势。4 月受气象条件和来流水温影响库区水温继续上升，增长迅速，表层水温升高为 15.2°C ，表层温跃层已形成，梯度为 $0.26^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 。5 月气温和入流温度仍大幅上升，使表层水温在来流基础上升高为 20.9°C ，库底低温水层厚度减为 38m 。

6 月~8 月，来流水温和气温等继续升高，辐射强度在 $180\text{W}/\text{m}^2$ 以上；7 月来流温度为接近全年最高的 23.3°C ，太阳辐射为 $182.0\text{W}/\text{m}^2$ ，气温为全年最高的 27.9°C ，坝前表层水温在入流水温基础上升至 27.1°C ，库底水温升至 10.4°C ；8 月的气象条件与 7 月基本相当，持续的高温天气和高温来流使得库区水温达到了全年的最高值，表层水温为 28.2°C ，底层水温为 11.8°C ，库底水温开始升高。

9 月辐射水平、来流水温和气温进入下降期，由于密度和热交换的影响，库区水温整体开始下降。10 月~12 月气温与来流水温均大幅下降，库区水温继续降低，坝前水体在 11 月完成秋季反转。



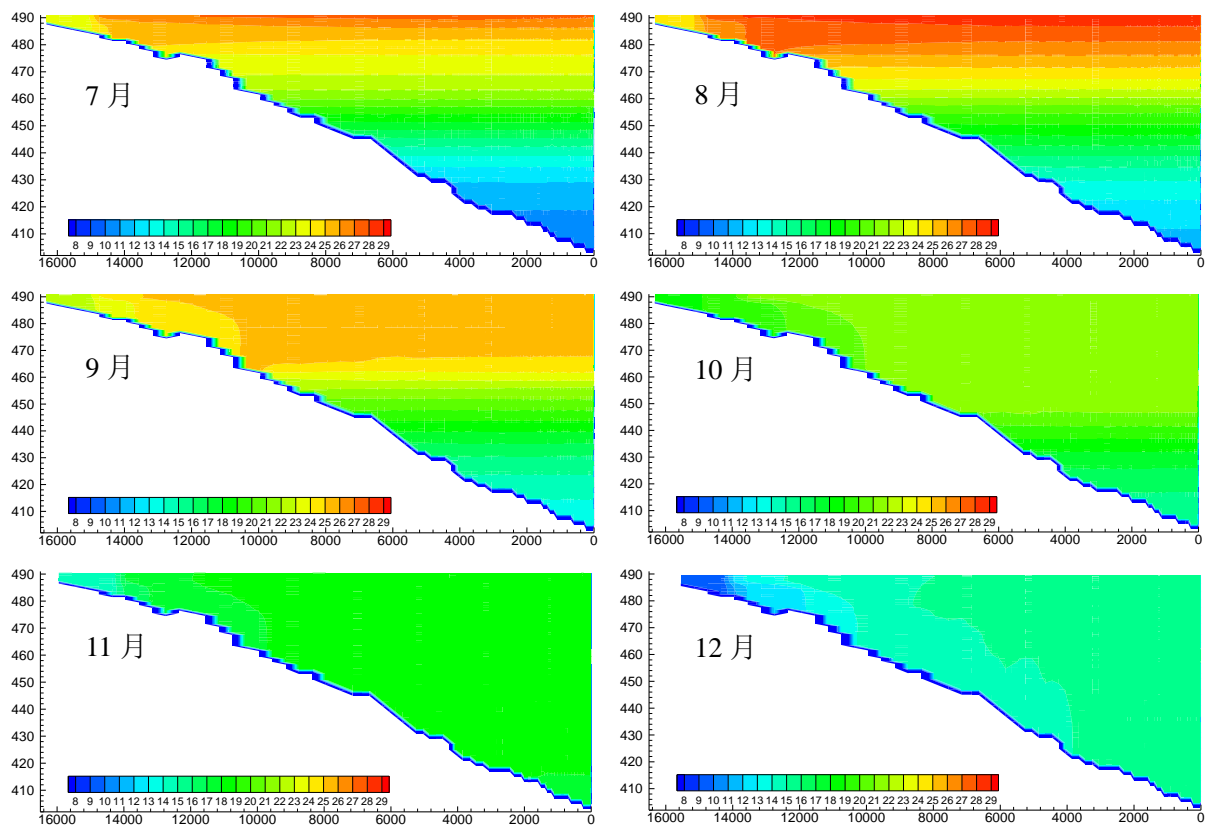


图 5.3.2-5 花滩子库区平水年 1~12 月二维水温分布

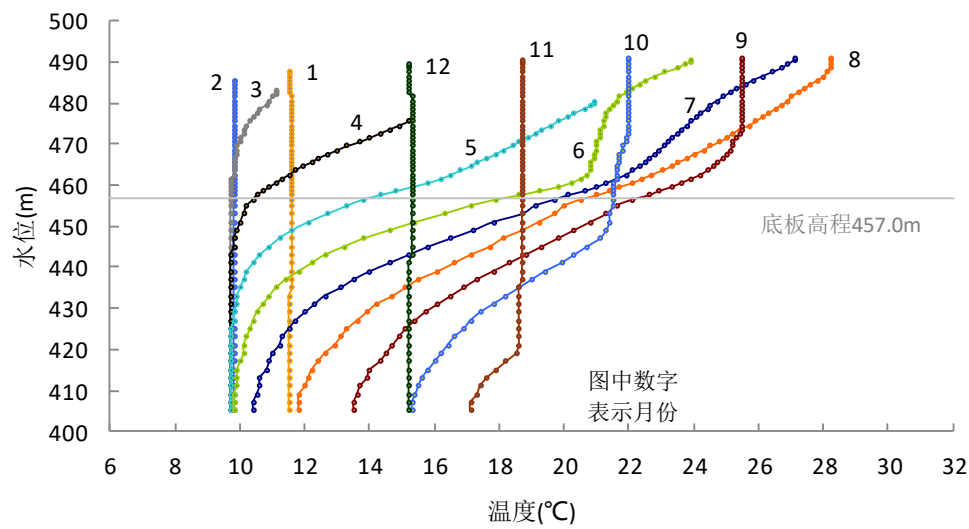


图 5.3.2-6 平水年各月坝前垂向水温分布

表 5.3.2-2 比较了平水年坝前表层水温、库底水温、表底温差的年内过程。就表层水温而言 2 月最低，为 9.8℃，8 月最高为 28.2℃，年内变化 18.4℃。受低温入流及水库调节的影响，水库水温在 2 月达到全年最低。3~8 月库区水温受入流水温升高和升温期气象条件影响而有较大幅度增长，8 月坝前水温由于长波、短波辐射的提高而达到全

年最高的 28.2℃。9 月来流水温和气温持续下降，入流流量依然较大，库区由于流速较大，热量难以蓄积，库区水温开始急剧下降。10 月以后受来流水温降低和气象条件影响，库区水温降幅明显。

水库最大坝高 108.5m，正常蓄水位下水深 89m，泄流孔口远离库底，库底水温不易受到扰动，库底存在相对稳定的低温区。坝前水体在 12 月~翌年 2 月出现同温现象，3~11 月存在明显温差，其中 4~10 月存在表层或下层温跃层，垂向最大温差达 16.9℃，水库总体呈季节性分层型水温结构特征。

表 5.3.2-2 平水年表层水温、库底水温及温差(℃)

月份	气温	表层水温	库底水温	表底温差
1 月	6.4	11.5	11.5	0.0
2 月	8.9	9.8	9.8	0.0
3 月	13.2	11.1	9.7	1.4
4 月	17.8	15.2	9.7	5.5
5 月	21.8	20.9	9.7	11.2
6 月	24.7	23.9	9.8	14.1
7 月	27.9	27.1	10.4	16.7
8 月	27.6	28.2	11.8	16.4
9 月	24.0	25.5	13.5	12.0
10 月	18.8	22.0	15.3	6.7
11 月	13.8	18.7	17.1	1.6
12 月	8.4	15.2	15.2	0.0
年均	17.8	19.1	12.0	7.1
最大值	27.9	28.2	17.1	16.7
最小值	6.4	9.8	9.7	0.0
年内变幅	21.5	18.4	7.4	-

注：表层水温和库底水温为该月 15 日均值。

②丰水年库区水温

总体看库区在典型丰水年的水温结构和平水年相近，仍呈季节性分层结构特征。水库 11 月~翌年 2 月的坝前垂向基本同温，3 月~10 月存在明显温差，其中 4~10 月存在表层或下层温跃层，最大温差达 16.1℃。

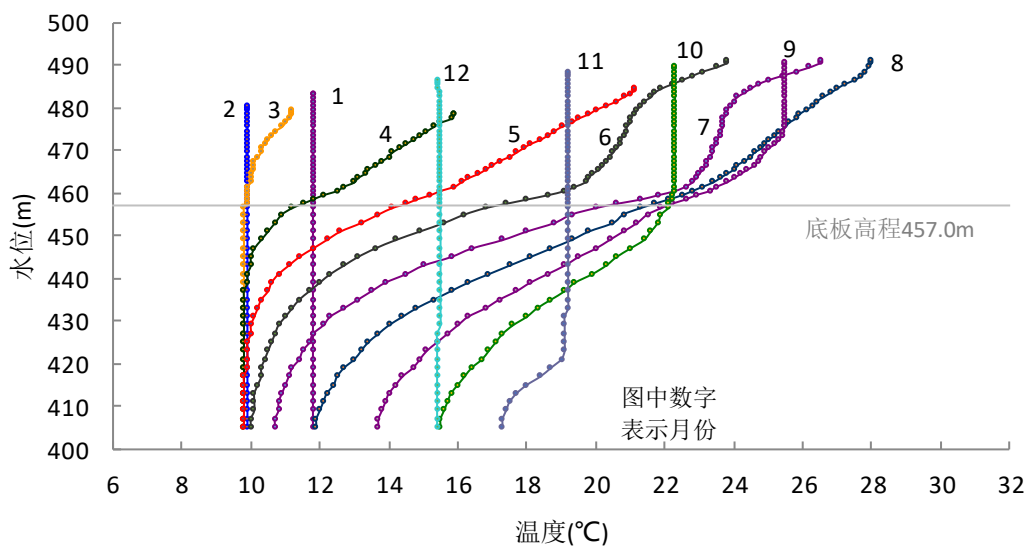


图 5.3.2-7 丰水年各月坝前垂向水温分布

丰水年库区表层水温在 2 月最低，为 9.9℃，8 月最高为 28.0℃，年内变化 18.1℃。受低温入流及气温的影响，水库水温在 2 月达到全年最低。3~8 月库区水温受入流水温升高和升温期气象条件影响而有较大幅度增长，8 月坝前水温由于长波、短波辐射的提高而达到全年最高的 28.0℃。9 月来流水温和气温持续下降，入流流量依然较大，库区由于流速较大，热量难以蓄积，库区水温开始急剧下降。10 月以后受来流水温降低和气象条件影响，库区水温降幅明显。

表 5.3.2-3 丰水年表层水温、库底水温及温差(℃)

月份	气温	表层水温	库底水温	表底温差
1 月	6.4	11.8	11.8	0.0
2 月	8.9	9.9	9.9	0.0
3 月	13.2	11.2	9.8	1.4
4 月	17.8	15.9	9.8	6.1
5 月	21.8	21.1	9.8	11.3
6 月	24.7	23.8	10.0	13.8
7 月	27.9	26.5	10.7	15.8
8 月	27.6	28.0	11.9	16.1
9 月	24.0	25.5	13.7	11.8
10 月	18.8	22.3	15.5	6.8
11 月	13.8	19.2	17.3	1.9
12 月	8.4	15.4	15.4	0.0
年均	17.8	19.2	12.1	7.1
最大值	27.9	28.0	17.3	16.1
最小值	6.4	9.9	9.8	0.0
年内变幅	21.5	18.1	7.5	-

③枯水年库区水温

总体看枯水年水库呈季节性分层水温结构特征。水库 12 月~翌年 2 月出现同温现象，3 月~11 月存在明显温差，其中 4-10 月存在表层或下层温跃层，最大温差达 16.8℃。

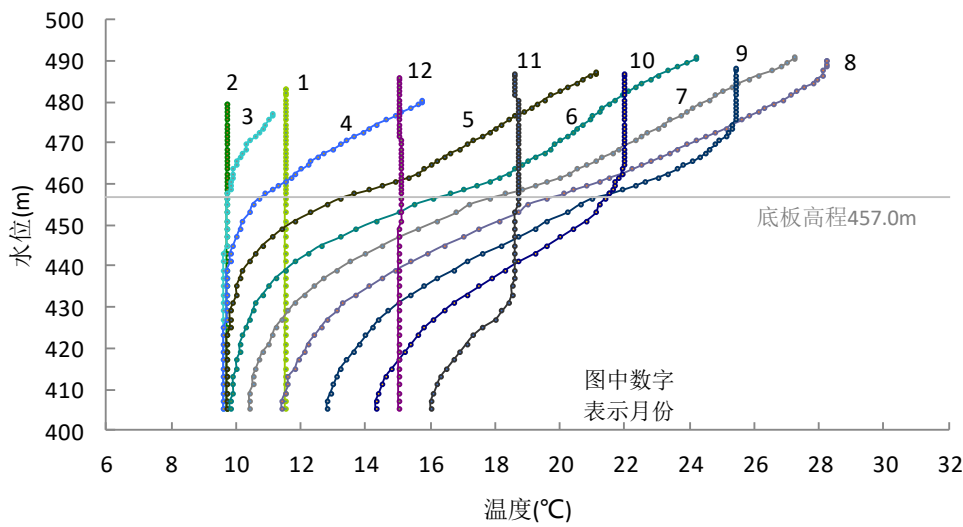


图 5.3.2-8 枯水年各月坝前垂向水温分布

枯水年表层库区水温在 2 月最低，为 9.7℃，8 月最高为 28.2℃，年内变化 18.5℃。受低温入流及气温的影响，水库水温在 2 月达到全年最低。3~8 月库区水温受入流水温升高和升温期气象条件影响而有较大幅度增长，8 月坝前水温由于长波、短波辐射的提高而达到全年最高的 28.2℃。9 月来流水温和气温持续下降，入流流量依然较大，库区由于流速较大，热量难以蓄积，库区水温开始急剧下降。10 月以后受来流水温降低和气象条件影响，库区水温降幅明显。

表 5.3.2-4 枯水年表层水温、库底水温及温差(℃)

月份	气温	表层水温	库底水温	表底温差
1 月	6.4	11.5	11.5	0.0
2 月	8.9	9.7	9.7	0.0
3 月	13.2	11.1	9.6	1.5
4 月	17.8	15.7	9.6	6.1
5 月	21.8	21.1	9.7	11.4
6 月	24.7	24.2	9.8	14.4
7 月	27.9	27.2	10.4	16.8
8 月	27.6	28.2	11.4	16.8
9 月	24.0	25.4	12.8	12.6
10 月	18.8	22.0	14.3	7.7
11 月	13.8	18.6	16.0	2.6
12 月	8.4	15.0	15.0	0.0
年均	17.8	19.1	11.7	7.4
最大值	27.9	28.2	16.0	16.8
最小值	6.4	9.7	9.6	0.0
年内变幅	21.5	18.5	6.4	-

(2) 库区流场分析

为说明库区水温分层与流动的关系，图 5.3.2-9~图 5.3.2-14 分别绘出了平水年低温水降幅相对偏大的 4 月和高温水升幅相对偏大的 12 月的温度场叠加流场。

在图 5.3.2-9 的 4 月流场中可见库尾方向沿表层的流动层在坝前逐步下潜到发电孔高程出库，在坝前 2~3km 附近完成下潜过程。图 5.3.2-10、图 5.3.2-11 则表明了泄流孔口对坝前垂向流速分布的影响，靠近库尾方向的流速垂向分布相对较为均匀；随流动向坝前推进，孔口高程附近的流速逐渐加大，主流动层边缘处的流速则减小，越接近泄流孔口主流动层边界越清晰。

图 5.3.2-12~图 5.3.2-14 为 12 月流场，来流水温低于库区水温，从入库开始即下潜沿河床向坝前推进，库区底部水体流速较大，表层有回流现象。

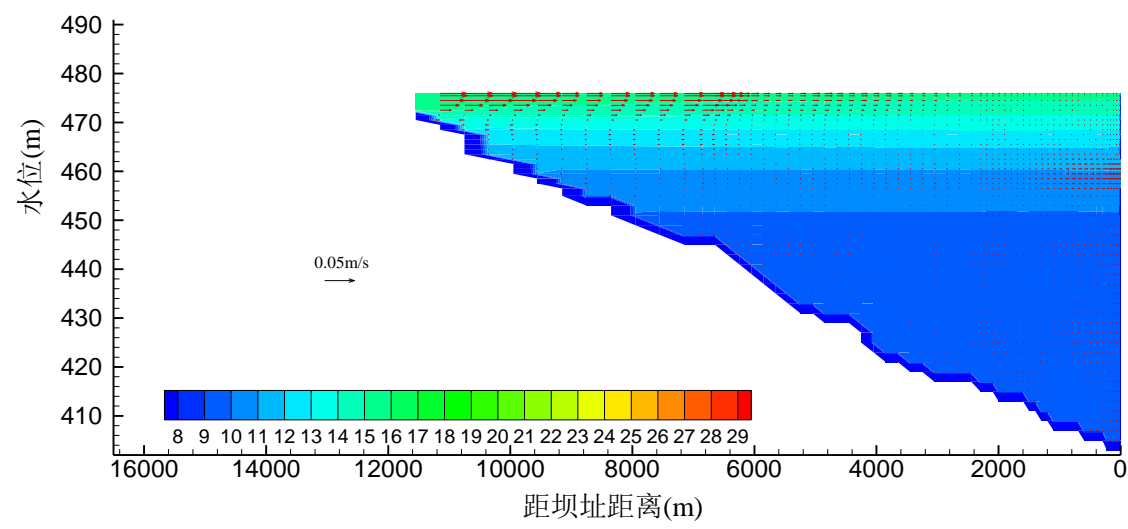


图 5.3.2-9 花滩子水库典型平水年 4 月库区流场

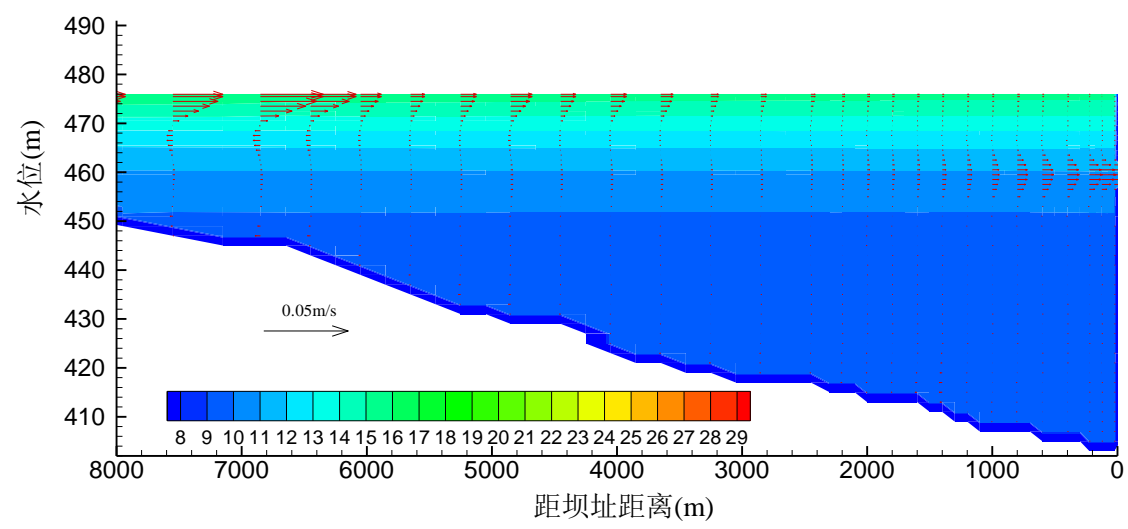


图 5.3.2-10 花滩子水库典型平水年 4 月坝前 8.0km 流场

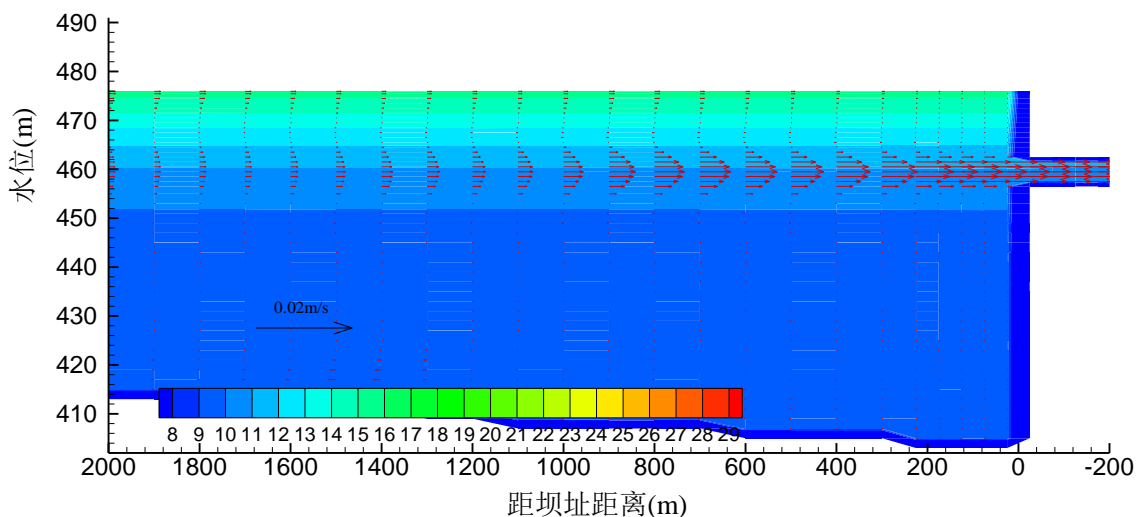


图 5.3.2-11 花滩子水库典型平水年 4 月坝前 2km 流场

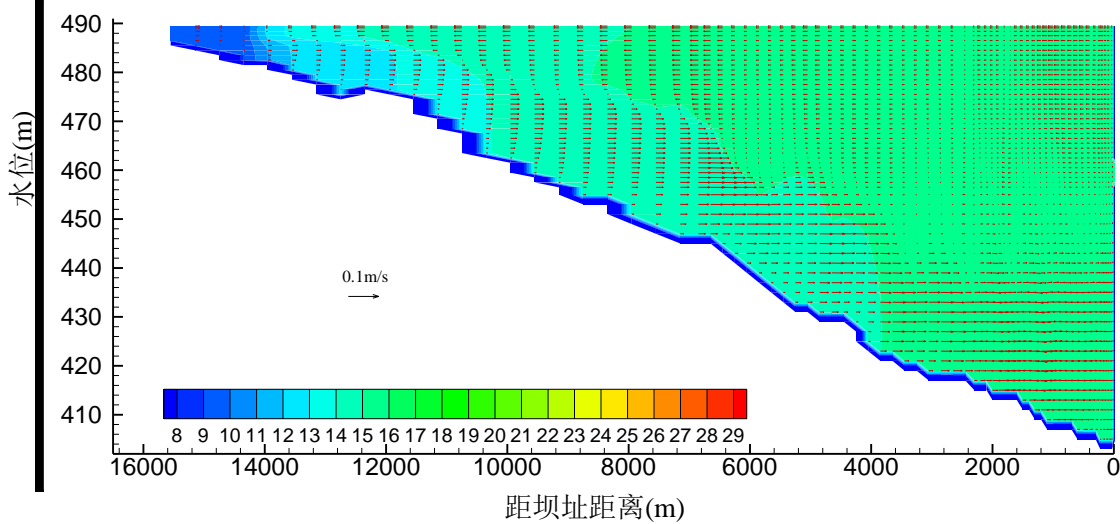


图 5.3.2-12 花滩子水库典型平水年 12 月库区流场

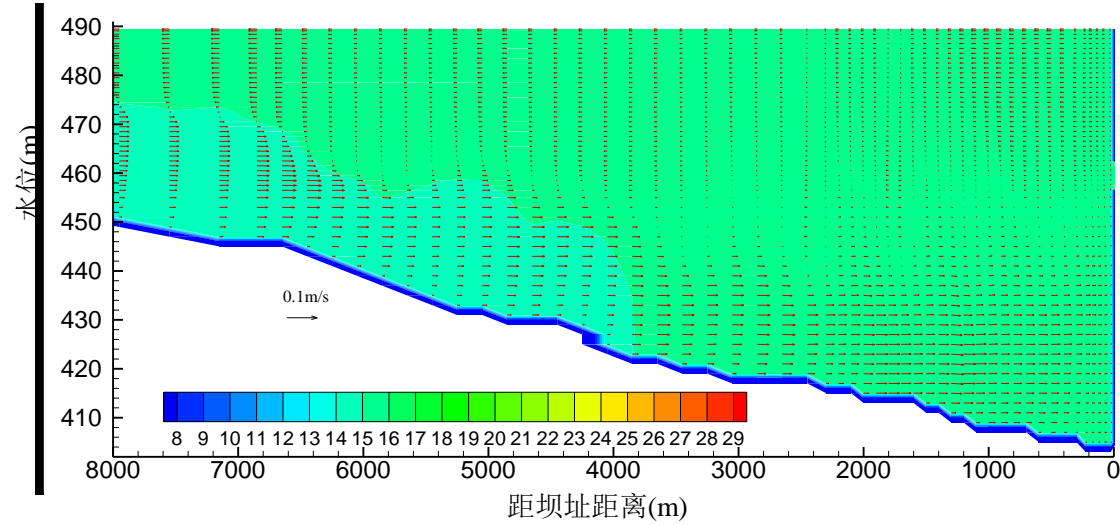


图 5.3.2-13 花滩子水库典型平水年 12 月坝前 8.0m 流场

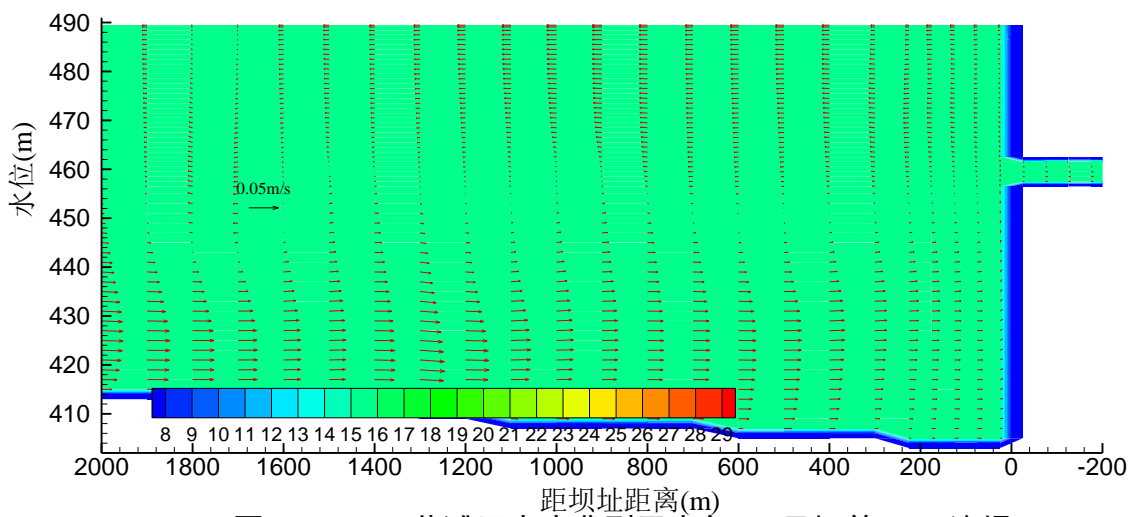


图 5.3.2-14 花滩子水库典型平水年 12 月坝前 2km 流场

(3) 下泄水温预测及分析

①平水年下泄水温

平水年水库下泄水温与坝址天然水温相比改变显著。下泄水温在 3 月~8 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 3.0℃，4 月份降低最多，达 4.2℃。9 月~翌年 2 月，下泄水温平均上升 2.7℃，12 月温升幅度最大，为 5.2℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前为 8 月，建坝后为 9 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 3 月；月均最高温度从建坝前的 24.7℃降为建坝后的 23.2℃，月均最低温度从建坝前的 8.6℃升为建坝后的 9.7℃，温差减小了 2.6℃。

表 5.3.2-5 平水年月均下泄水温、坝址天然水温及差值(℃)

月份	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值
1 月	8.6	11.7	3.1
2 月	9.5	9.9	0.4
3 月	11.9	9.7	-2.2
4 月	15.4	11.2	-4.2
5 月	19.5	15.4	-4.1
6 月	21.2	19.6	-1.6
7 月	23.7	21	-2.7
8 月	24.7	21.8	-2.9
9 月	22.0	23.2	1.2
10 月	19.1	21.6	2.5
11 月	14.9	18.7	3.8
12 月	10.1	15.3	5.2
年均	16.7	16.6	-0.1
最大值	24.7	23.2	5.2
最小值	8.6	9.7	-4.2
年内变幅	16.1	13.5	-

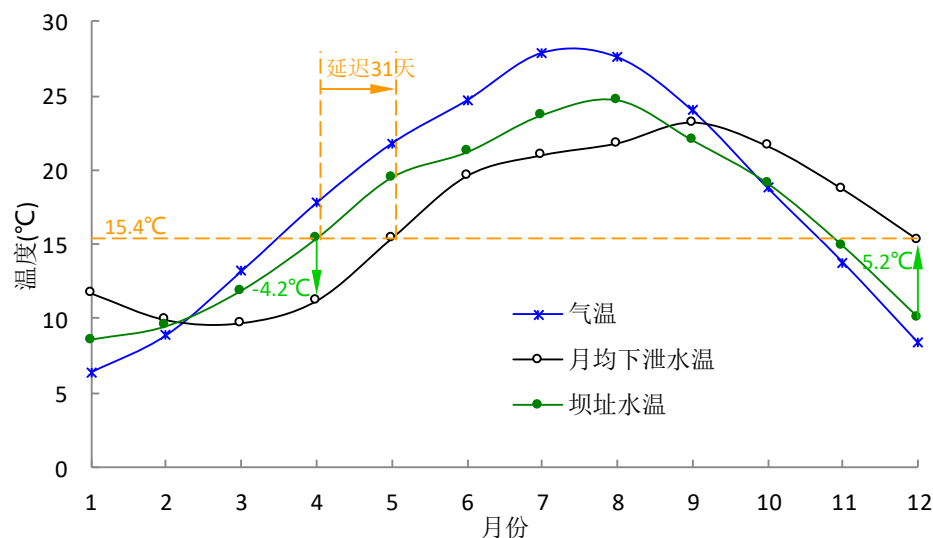


图 5.3.2-15 平水年月均下泄水温、坝址处天然水温比较

表 5.3.2-6 为旬均下泄水温与坝址天然水温的对比，水库在 4 月中旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 5.2℃；在 12 月上旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 5.4℃。

建坝前旬均最高温度出现在 8 月上旬，建坝后在 9 月下旬；建坝前旬均最低温度出现在 1 月下旬，建坝后在 2 月下旬；旬均最高温度从建坝前的 25.1℃降为建坝后的 23.4℃，旬均最低温度从建坝前的 8.4℃升为建坝后的 9.7℃，温差缩小了 3.0℃。

表 5.3.2-6 平水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比(℃)

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
1 月上旬	8.8	12.8	4.0
1 月中旬	8.7	11.7	3.0
1 月下旬	8.4	10.9	2.5
2 月上旬	9.4	10.2	0.8
2 月中旬	9.0	9.8	0.8
2 月下旬	10.4	9.7	-0.7
3 月上旬	10.2	9.7	-0.5
3 月中旬	12.4	9.7	-2.7
3 月下旬	13.1	9.8	-3.3
4 月上旬	13.6	10.1	-3.5
4 月中旬	16.1	10.9	-5.2
4 月下旬	16.6	12.4	-4.2
5 月上旬	19.2	14.1	-5.1
5 月中旬	19.4	15.3	-4.1
5 月下旬	20.1	16.8	-3.3
6 月上旬	19.9	18.5	-1.4
6 月中旬	21.4	19.8	-1.6
6 月下旬	22.4	20.5	-1.9
7 月上旬	23.3	20.9	-2.4
7 月中旬	23.6	21.0	-2.6

表 5.3.2-6 平水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比(°C)

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
7 月下旬	24.2	21.0	-3.2
8 月上旬	25.1	21.2	-3.9
8 月中旬	25.1	21.8	-3.3
8 月下旬	23.9	22.4	-1.5
9 月上旬	22.8	22.9	0.1
9 月中旬	22.5	23.3	0.8
9 月下旬	20.8	23.4	2.6
10 月上旬	20.3	22.7	2.4
10 月中旬	19.0	21.6	2.6
10 月下旬	17.9	20.6	2.7
11 月上旬	16.7	19.6	2.9
11 月中旬	14.4	18.8	4.4
11 月下旬	13.5	17.9	4.4
12 月上旬	11.3	16.7	5.4
12 月中旬	10.0	15.3	5.3
12 月下旬	9.3	14.0	4.7
平均	16.7	16.6	-0.1
最大值	25.1	23.4	5.4
最小值	8.4	9.7	-5.2
变幅	16.7	13.7	10.6

表 5.3.2-7 比较了花滩子典型平水年 4 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比,花滩子 4 月下泄水温整体偏低,最大降幅为 6.4°C(4 月 16 日),最小降幅 2.8°C(4 月 5 日)。

图 5.3.2-16 比较了花滩子典型平水年全年的逐日下泄水温过程与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比,花滩子下泄水温最大降幅为 6.4°C(4 月 16 日),最大升幅为 6.0°C(12 月 16 日)。

以 4 月坝址现状水温 15.4°C 为特征温度统计延迟时间,建坝前坝址处水温在 4 月 15 日到达 15.4°C,建坝后下泄水温在 5 月 16 日到达 15.4°C,延迟了 31 天。

表 5.3.2-7 平水年 4 月逐日下泄水温与坝址现状水温 单位: °C

日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值
4 月 1 日	14.4	9.9	-4.5	4 月 16 日	17.3	10.9	-6.4
4 月 2 日	14.0	10.0	-4.0	4 月 17 日	17.1	11.0	-6.1
4 月 3 日	13.4	10.0	-3.4	4 月 18 日	17.5	11.2	-6.3
4 月 4 日	12.9	10.0	-2.9	4 月 19 日	17.5	11.3	-6.2
4 月 5 日	12.9	10.1	-2.8	4 月 20 日	16.4	11.4	-5.0
4 月 6 日	13.3	10.1	-3.2	4 月 21 日	16.0	11.6	-4.4
4 月 7 日	13.4	10.2	-3.2	4 月 22 日	15.7	11.8	-3.9
4 月 8 日	13.8	10.2	-3.6	4 月 23 日	16.1	11.9	-4.2
4 月 9 日	13.7	10.3	-3.4	4 月 24 日	15.7	12.1	-3.6

表 5.3.2-7 平水年 4 月逐日下泄水温与坝址现状水温 单位：℃

日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值
4 月 10 日	14.5	10.4	-4.1	4 月 25 日	15.9	12.3	-3.6
4 月 11 日	15.0	10.5	-4.5	4 月 26 日	16.0	12.5	-3.5
4 月 12 日	14.4	10.5	-3.9	4 月 27 日	16.9	12.7	-4.2
4 月 13 日	14.6	10.6	-4.0	4 月 28 日	17.4	12.9	-4.5
4 月 14 日	15.0	10.7	-4.3	4 月 29 日	17.7	13.2	-4.5
4 月 15 日	16.3	10.8	-5.5	4 月 30 日	18.2	13.4	-4.8

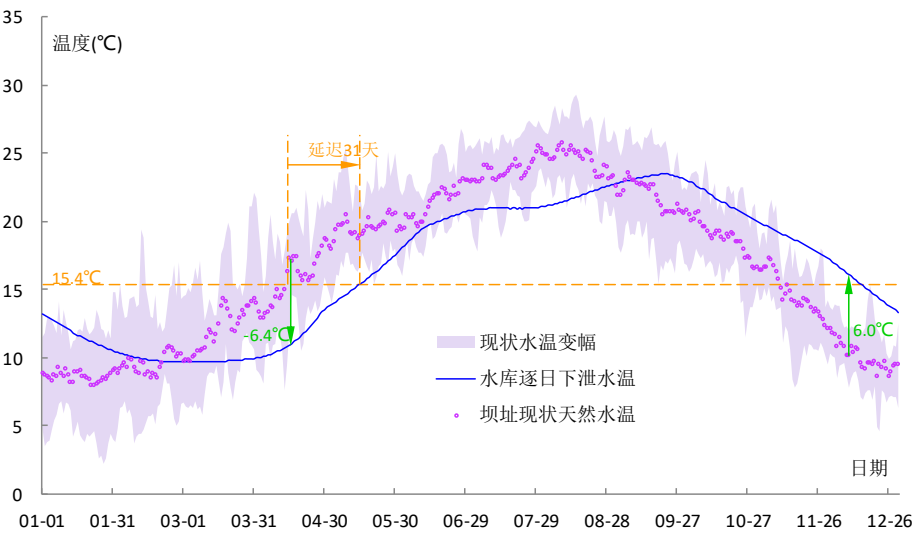


图 5.3.2-16 典型平水年逐日下泄水温与现状水温比较

②丰水年下泄水温

与坝址水温相比，丰水年水库对下游水温有较大影响。水库年均下泄水温比建坝前升高 0.4℃。下泄水温在 3 月~8 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 2.2℃，5 月份降低最多，达 4.2℃。9 月~翌年 2 月，下泄水温平均上升 3.0℃，12 月温升幅度最大，为 5.5℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前为 8 月，建坝后为 7 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 3 月；月均最高温度从建坝前的 24.7℃降为建坝后的 23.6℃，月均最低温度从建坝前的 8.6℃升为建坝后的 10.0℃，温差减小了 2.5℃。

表 5.3.2-8 丰水年月均下泄水温、坝址天然水温及差值(℃)

月份	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值
1 月	8.6	12.0	3.4
2 月	9.5	10.1	0.6
3 月	11.9	10.0	-1.9
4 月	15.4	12.3	-3.1
5 月	19.5	15.3	-4.2
6 月	21.2	19.9	-1.3
7 月	23.7	23.6	-0.1

表 5.3.2-8 丰水年月均下泄水温、坝址天然水温及差值(℃)

月份	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值
8 月	24.7	22.4	-2.3
9 月	22.0	22.9	0.9
10 月	19.1	22.1	3.0
11 月	14.9	19.3	4.4
12 月	10.1	15.6	5.5
年均	16.7	17.1	0.4
最大值	24.7	23.6	5.5
最小值	8.6	10.0	-4.2
年内变幅	16.1	13.6	-

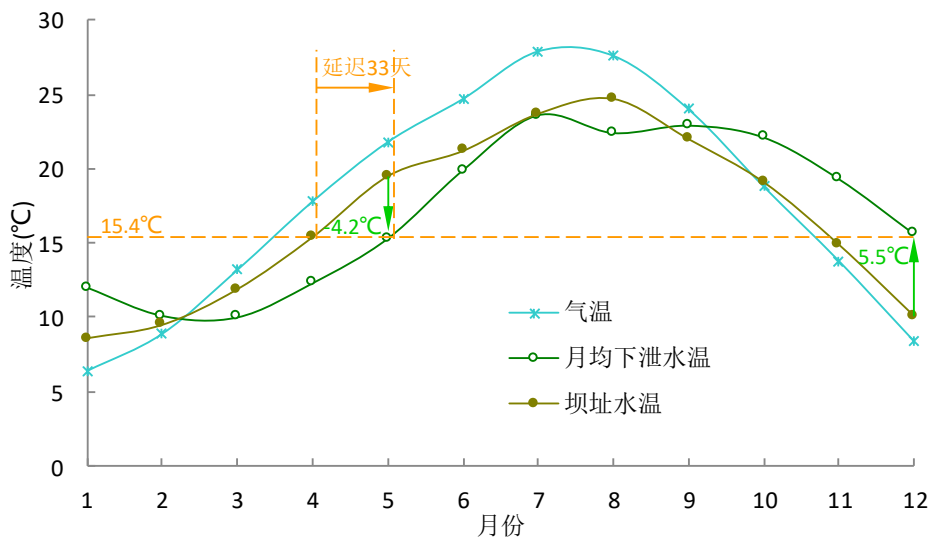


图 5.3.2-17 丰水年月均下泄水温、坝址处天然水温比较

表 5.3.2-9 为旬均下泄水温与坝址天然水温的对比，水库在 5 月上旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 4.6℃；在 12 月上旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 5.7℃。

建坝前旬均最高温度出现在 8 月上旬，建坝后在 7 月下旬；建坝前旬均最低温度出现在 1 月下旬，建坝后在 2 月下旬；旬均最高温度从建坝前的 25.1℃降为建坝后的 24.5℃，旬均最低温度从建坝前的 8.4℃升为建坝后的 9.8℃，温差缩小了 2.0℃。

表 5.3.2-9 丰水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比(℃)

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
1 月上旬	8.8	13.0	4.2
1 月中旬	8.7	12.0	3.3
1 月下旬	8.4	11.1	2.7
2 月上旬	9.4	10.4	1.0
2 月中旬	9.0	10.0	1.0
2 月下旬	10.4	9.8	-0.6
3 月上旬	10.2	9.8	-0.4

表 5.3.2-9 丰水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比(°C)

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
3 月中旬	12.4	9.9	-2.5
3 月下旬	13.1	10.2	-2.9
4 月上旬	13.6	10.9	-2.7
4 月中旬	16.1	12.2	-3.9
4 月下旬	16.6	13.7	-2.9
5 月上旬	19.2	14.6	-4.6
5 月中旬	19.4	15.2	-4.2
5 月下旬	20.1	16.1	-4.0
6 月上旬	19.9	19.1	-0.8
6 月中旬	21.4	19.7	-1.7
6 月下旬	22.4	20.9	-1.5
7 月上旬	23.3	22.7	-0.6
7 月中旬	23.6	23.4	-0.2
7 月下旬	24.2	24.5	0.3
8 月上旬	25.1	22.4	-2.7
8 月中旬	25.1	22.5	-2.6
8 月下旬	23.9	22.4	-1.5
9 月上旬	22.8	22.5	-0.3
9 月中旬	22.5	23.0	0.5
9 月下旬	20.8	23.2	2.4
10 月上旬	20.3	22.8	2.5
10 月中旬	19.0	22.3	3.3
10 月下旬	17.9	21.4	3.5
11 月上旬	16.7	20.4	3.7
11 月中旬	14.4	19.3	4.9
11 月下旬	13.5	18.2	4.7
12 月上旬	11.3	17.0	5.7
12 月中旬	10.0	15.7	5.7
12 月下旬	9.3	14.3	5.0
平均	16.7	17.1	0.4
最大值	25.1	24.5	5.7
最小值	8.4	9.8	-4.6
变幅	16.7	14.7	10.3

表 5.3.2-10 比较了花滩子典型丰水年 5 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比,花滩子 5 月下泄水温整体偏低,最大降幅为 5.6°C(5 月 10 日),最小降幅 3.4°C(5 月 4 日)。

图 5.3.2-18 比较了花滩子典型丰水年全年的逐日下泄水温过程与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比,花滩子下泄水温最大降幅为 5.6°C(5 月 10 日),最大升幅为 6.3°C(12 月 17 日)。

以4月坝址现状水温15.4℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在4月15日到达15.4℃，建坝后下泄水温在5月18日到达15.4℃，延迟了33天。

表 5.3.2-10 丰水年 4 月逐日下泄水温与坝址现状水温 单位：℃

日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值	日期	坝址处多年平均水温	平水年下泄水温	与坝址水温差值
4月1日	14.4	10.5	-3.9	4月16日	17.3	12.2	-5.1
4月2日	14.0	10.5	-3.5	4月17日	17.1	12.4	-4.7
4月3日	13.4	10.6	-2.8	4月18日	17.5	12.5	-5.0
4月4日	12.9	10.7	-2.2	4月19日	17.5	12.7	-4.8
4月5日	12.9	10.8	-2.1	4月20日	16.4	12.8	-3.6
4月6日	13.3	11.0	-2.3	4月21日	16.0	13.0	-3.0
4月7日	13.4	11.1	-2.3	4月22日	15.7	13.2	-2.5
4月8日	13.8	11.2	-2.6	4月23日	16.1	13.3	-2.8
4月9日	13.7	11.3	-2.4	4月24日	15.7	13.5	-2.2
4月10日	14.5	11.4	-3.1	4月25日	15.9	13.6	-2.3
4月11日	15.0	11.6	-3.4	4月26日	16.0	13.8	-2.2
4月12日	14.4	11.7	-2.7	4月27日	16.9	13.9	-3.0
4月13日	14.6	11.8	-2.8	4月28日	17.4	14.1	-3.3
4月14日	15.0	12.0	-3.0	4月29日	17.7	14.1	-3.6
4月15日	16.3	12.1	-4.2	4月30日	18.2	14.3	-3.9

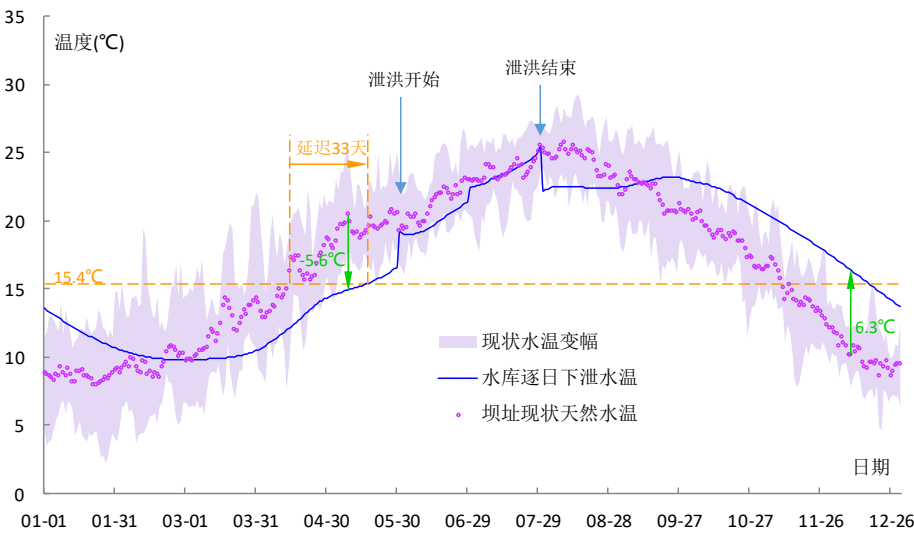


图 5.3.2-18 典型丰水年逐日下泄水温与现状水温比较

③枯水年下泄水温

与坝址水温相比，枯水年水库对下游水温有较大影响。年均下泄水温比建坝前降低0.7℃。下泄水温在3月~8月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了3.9℃，5月份降低最多，达4.9℃。9月~翌年2月，下泄水温平均上升2.5℃，12月温升幅度最大，为5.0℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前为8月，建坝后为9月；全年出现月均最低

温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 2 月；月均最高温度从建坝前的 24.7℃降为建坝后的 22.2℃，月均最低温度从建坝前的 8.6℃升为建坝后的 9.9℃，温差减小了 3.8℃。

表 5.3.2-11 枯水年月均下泄水温、坝址天然水温及差值(℃)

月份	坝址水温	月均下泄水温	与坝址水温差值
1 月	8.6	11.7	3.1
2 月	9.5	9.9	0.4
3 月	11.9	9.9	-2
4 月	15.4	11.4	-4
5 月	19.5	14.6	-4.9
6 月	21.2	17.4	-3.8
7 月	23.7	19.2	-4.5
8 月	24.7	20.8	-3.9
9 月	22.0	22.2	0.2
10 月	19.1	21.6	2.5
11 月	14.9	18.7	3.8
12 月	10.1	15.1	5
年均	16.7	16	-0.7
最大值	24.7	22.2	5
最小值	8.6	9.9	-4.9
年内变幅	16.1	12.3	-

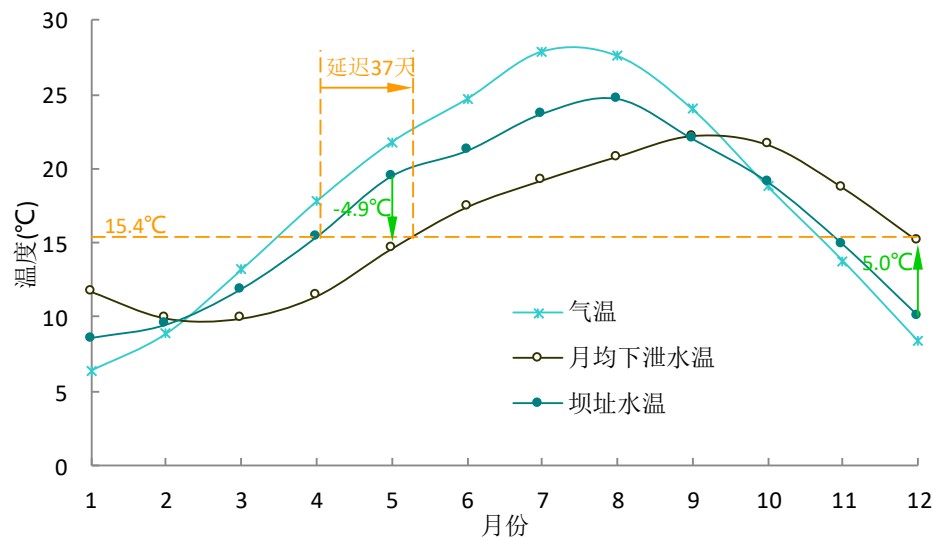


图 5.3.2-19 枯水年月均下泄水温、坝址处天然水温比较

表 5.3.2-12 为枯水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比，水库在 5 月上旬对低温水降幅贡献最大，降幅为 5.9℃；在 12 月上旬对高温水升幅贡献最大，升幅为 5.2℃。

建坝前旬均最高温度出现在 8 月上旬，建坝后在 9 月下旬；建坝前旬均最低温度出现在 1 月下旬，建坝后在 2 月下旬；旬均最高温度从建坝前的 25.1℃降为建坝后的 22.6℃，旬均最低温度从建坝前的 8.4℃升为建坝后的 9.7℃，温差缩小了 3.8℃。

表 5.3.2-12 枯水年旬均下泄水温与坝址天然水温的对比(℃)

时间	坝址现状逐旬水温	水库下泄逐旬水温	下泄-天然
1 月上旬	8.8	12.7	3.9
1 月中旬	8.7	11.7	3.0
1 月下旬	8.4	10.8	2.4
2 月上旬	9.4	10.2	0.8
2 月中旬	9.0	9.8	0.8
2 月下旬	10.4	9.7	-0.7
3 月上旬	10.2	9.7	-0.5
3 月中旬	12.4	9.8	-2.6
3 月下旬	13.1	10.1	-3.0
4 月上旬	13.6	10.6	-3.0
4 月中旬	16.1	11.3	-4.8
4 月下旬	16.6	12.2	-4.4
5 月上旬	19.2	13.3	-5.9
5 月中旬	19.4	14.6	-4.8
5 月下旬	20.1	15.9	-4.2
6 月上旬	19.9	16.8	-3.1
6 月中旬	21.4	17.4	-4.0
6 月下旬	22.4	17.9	-4.5
7 月上旬	23.3	18.5	-4.8
7 月中旬	23.6	19.2	-4.4
7 月下旬	24.2	19.9	-4.3
8 月上旬	25.1	20.5	-4.6
8 月中旬	25.1	20.8	-4.3
8 月下旬	23.9	21.2	-2.7
9 月上旬	22.8	21.8	-1.0
9 月中旬	22.5	22.3	-0.2
9 月下旬	20.8	22.6	1.8
10 月上旬	20.3	22.4	2.1
10 月中旬	19.0	21.7	2.7
10 月下旬	17.9	20.9	3.0
11 月上旬	16.7	19.8	3.1
11 月中旬	14.4	18.7	4.3
11 月下旬	13.5	17.6	4.1
12 月上旬	11.3	16.5	5.2
12 月中旬	10.0	15.2	5.2
12 月下旬	9.3	13.9	4.6
平均	16.7	16.1	-0.7
最大值	25.1	22.6	5.2
最小值	8.4	9.7	-5.9
变幅	16.7	12.9	11.1

表 5.3.2-13 比较了花滩子典型枯水年 5 月的逐日下泄水温与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，花滩子 5 月下泄水温整体偏低，最大降幅为 6.7℃(5 月 10 日)，最小降幅 3.9℃(5 月 27 日)。

图 5.3.2-20 比较了花滩子典型枯水年全年的逐日下泄水温过程与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，花滩子下泄水温最大降幅为 6.7℃(5 月 10 日)，最大升幅为 5.8℃(12 月 17 日)。

以 4 月坝址现状水温 15.4℃为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 15 日到达 15.4℃，建坝后下泄水温在 5 月 22 日到达 15.4℃，延迟了 37 天。

表 5.3.2-13 枯水年 5 月逐日下泄水温与坝址现状水温 单位：℃

日期	坝址处多年 平均水温	平水年下 泄水温	与坝址水 温差值	日期	坝址处多年 平均水温	平水年下 泄水温	与坝址水 温差值
4 月 1 日	14.4	10.4	-4.0	4 月 16 日	17.3	11.3	-6.0
4 月 2 日	14.0	10.4	-3.6	4 月 17 日	17.1	11.4	-5.7
4 月 3 日	13.4	10.5	-2.9	4 月 18 日	17.5	11.5	-6.0
4 月 4 日	12.9	10.5	-2.4	4 月 19 日	17.5	11.5	-6.0
4 月 5 日	12.9	10.6	-2.3	4 月 20 日	16.4	11.6	-4.8
4 月 6 日	13.3	10.6	-2.7	4 月 21 日	16.0	11.7	-4.3
4 月 7 日	13.4	10.7	-2.7	4 月 22 日	15.7	11.8	-3.9
4 月 8 日	13.8	10.8	-3.0	4 月 23 日	16.1	11.9	-4.2
4 月 9 日	13.7	10.8	-2.9	4 月 24 日	15.7	12.0	-3.7
4 月 10 日	14.5	10.9	-3.6	4 月 25 日	15.9	12.1	-3.8
4 月 11 日	15.0	11.0	-4.0	4 月 26 日	16.0	12.2	-3.8
4 月 12 日	14.4	11.0	-3.4	4 月 27 日	16.9	12.3	-4.6
4 月 13 日	14.6	11.1	-3.5	4 月 28 日	17.4	12.4	-5.0
4 月 14 日	15.0	11.2	-3.8	4 月 29 日	17.7	12.5	-5.2
4 月 15 日	16.3	11.2	-5.1	4 月 30 日	18.2	12.6	-5.6

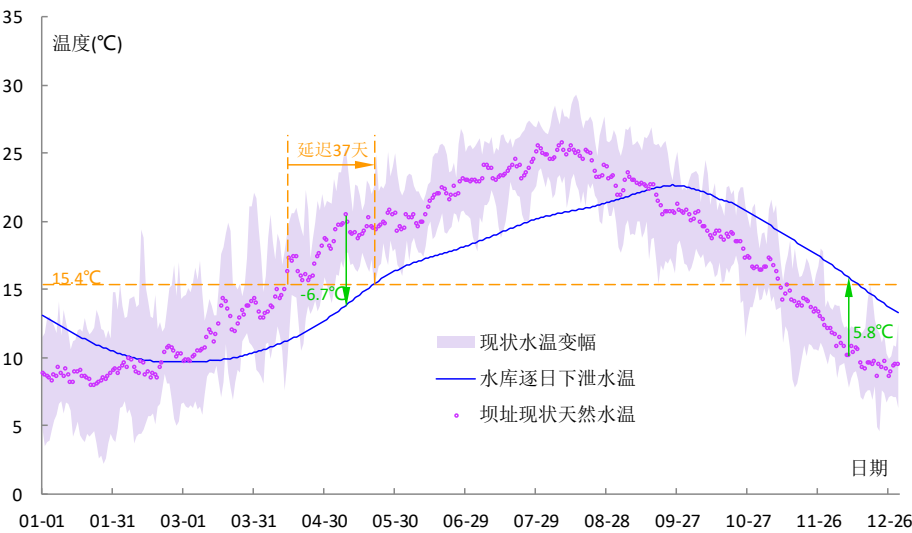


图 5.3.2-20 典型枯水年逐日下泄水温与现状水温比较

5.3.2.5 三层取水口方案下泄水温预测

为减缓花滩子水库建设后产生的下泄低温水影响,工程设计方案采取了三层取水口型的分层取水措施,结合单层取水水库下泄低温水分布时段,三层取水口仅在 3~8 月份水位满足条件情况下启用中上层取水口,其余时段采用底层取水口,此处采用立面二维水温模型对三层取水口 3~8 月的下泄水温进行预测,并分析其低温水减缓效果。

(1) 调度方案

本阶段初步拟定的三层孔口分层取水方案为:① 进水口底板高程 457m;② 进水口底板高程 468m;③ 进水口底板高程 479m。

水库运行过程中,水位 L 高于 482m 以上时开启 479m 高程的闸门,水位在 482m~471m 之间开启中间层闸门,低于 471m 时开启底部取水口闸门。三层孔口调度与水位的对对应关系见表 5.3.2-14。

表 5.3.2-14 三层孔口调度与水位的对对应关系

序号	采用孔口	对应水位范围
1	上	$482.0\text{m} \leq L$
2	中	$471.0\text{m} \leq L < 482.0\text{m}$
3	下	$L < 471.0\text{m}$

(2) 取水效果

表 5.3.2-15 对比了花滩子水库平水年三层孔口方案的下泄水温。

平水年花滩子水库采用三层孔口方案取水后,3~8 月下泄水温比单层取水提高 1.0~4.9℃,平均提高了 3.1℃;其中 8 月改善效果最好,比单层取水时提高了 4.9℃。低温水最大降幅由单层取水时的 4.2℃减小为 1.6℃,6 月开始的下泄水温已接近天然水温,下泄水温的春季低温水现象得到了有效缓解。

以 4 月坝址天然水温 15.4℃为特征水温统计延迟时间,建坝前坝址处水温在 4 月 15 日到达 15.4℃,建坝后三层取水时下泄水温在 4 月 23 日到达 15.4℃,延迟了 8 天,比单层取水时提前了 23 天。

表 5.3.2-15 平水年三层孔口方案取水效果对比 (℃)

月份	坝址现状水温	单层下泄水温	b - a	三层下泄水温	d - a	d - b
	a	b	c	d	e	f
3 月	11.9	9.7	-2.2	10.7	-1.2	1.0
4 月	15.4	11.2	-4.2	13.8	-1.6	2.6
5 月	19.5	15.4	-4.1	19.3	-0.2	3.9
6 月	21.2	19.6	-1.6	21.9	0.7	2.3
7 月	23.7	21.0	-2.7	24.7	1.0	3.7
8 月	24.7	21.8	-2.9	26.7	2.0	4.9

表 5.3.2-16 对比了花滩子水库丰水年三层孔口方案的下泄水温。

丰水年花滩子水库采用三层孔口方案取水后，3-8 月下泄水温比单层取水提高 0.5-4.1℃，平均提高了 2.1℃；其中 5 月改善效果最好，比单层取水时提高了 4.1℃。低温水最大降幅由单层取水时的 4.2℃减小为 1.4℃，5 月开始的下泄水温接近于天然水温，春季低温水现象得到了有效缓解。

以 4 月坝址天然水温 15.4℃为特征水温统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 15 日到达 15.4℃，建坝后三层取水时下泄水温在 4 月 20 日到达 15.4℃，延迟了 5 天，比单层取水时提前了 28 天。

表 5.3.2-16 丰水年三层孔口方案取水效果对比（℃）

月份	坝址现状水温	单层下泄水温	b - a	三层下泄水温	d - a	d - b
	a	b	c	d	e	f
3 月	11.9	10.0	-1.9	10.5	-1.4	0.5
4 月	15.4	12.3	-3.1	14.3	-1.1	2.0
5 月	19.5	15.3	-4.2	19.4	-0.1	4.1
6 月	21.2	19.9	-1.3	21.6	0.4	1.7
7 月	23.7	23.6	-0.1	23.9	0.2	0.3
8 月	24.7	22.4	-2.3	26.1	1.4	3.7

表 5.3.2-17 对比了花滩子水库枯水年三层孔口方案的下泄水温。

枯水年花滩子水库采用三层孔口方案取水后，3-8 月下泄水温比单层取水提高 0.7-5.9℃，平均提高了 4.0℃；其中 8 月改善效果最好，比单层取水时提高了 5.9℃。低温水最大降幅由单层取水时的 4.9℃减小为 3.1℃，5 月及以后的下泄水温已不低于天然水温，下泄水温的春季低温水现象得到了有效缓解。

以 4 月坝址天然水温 15.4℃为特征水温统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 15 日到达 15.4℃，建坝后三层取水时下泄水温在 4 月 23 日到达 15.4℃，延迟了 8 天，比单层取水时提前了 29 天。

表 5.3.2-17 枯水年三层孔口方案取水效果对比（℃）

月份	坝址现状水温	单层下泄水温	b - a	三层下泄水温	d - a	d - b
	a	b	c	d	e	f
3 月	11.9	9.9	-2.0	10.6	-1.3	0.7
4 月	15.4	11.4	-4.0	14.1	-1.3	2.7
5 月	19.5	14.6	-4.9	19.4	-0.1	4.8
6 月	21.2	17.4	-3.8	21.8	0.6	4.4
7 月	23.7	19.2	-4.5	24.6	0.9	5.4
8 月	24.7	20.8	-3.9	26.7	2.0	5.9

5.3.2.6 坝下河道水温预测

花滩子坝下至清渡河口约 8.5km，距离坝址下游 5.5km 建有花滩子电站，花滩子电站至清渡河河口约 3km，为天然河道，根据分析，该电站对河道水温影响较小，因此有必要在花滩子水库下泄水温预测的基础上，研究坝下河段的水温变化过程，计算范围至下游清渡河河口处，根据坝下河段水力学特点，采用纵向一维水温数学模型预测花滩子坝下河道典型丰、平、枯水年的沿程水温，花滩子水库下泄水温作为坝下研究河段的上游入流水温边界。

表 5.3.2-18~表 5.3.2-20 对各工况下泄水温在坝下 8.5km 处清渡河口处的恢复情况进行了对比。由于坝址距离河口较近，无论是春季低温水还是冬季高温水现象，在下游至河口间的恢复程度较为有限。

平水年单层取水时，与河口处天然水温相比，春季低温水降幅最大为 4.0℃(4 月)，冬季高温水最大升幅 4.6℃(12 月)；三层取水时，河口处春季低温水最大降幅为 1.5℃。

丰水年单层取水时，与河口处天然水温相比，春季低温水降幅最大为 4.0℃(5 月)，冬季高温水最大升幅 4.9℃(12 月)；三层取水时，河口处春季低温水最大降幅为 1.3℃。

枯水年单层取水时，与河口处天然水温相比，春季低温水降幅最大为 4.6℃(5 月)，冬季高温水最大升幅 4.5℃(12 月)；三层取水时，河口处春季低温水最大降幅为 1.2℃。

表 5.3.2-18 平水年清渡河口水温(℃)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
河口处天然水温	8.7	9.7	12.1	15.6	19.7	21.4	23.9	24.9	22.2	19.2	15.0	10.3	16.9
建库后平水年单层取水河口水温	11.5	10.1	10.0	11.6	15.8	19.9	21.4	22.2	23.3	21.3	18.3	14.9	16.7
建库后平水年三层取水河口水温	11.5	10.1	11.0	14.1	19.5	22.1	24.8	26.7	23.3	21.3	18.3	14.9	18.1
单层 - 天然	2.8	0.4	-2.1	-4.0	-3.9	-1.5	-2.5	-2.7	1.1	2.1	3.3	4.6	-0.2
三层 - 天然	2.8	0.4	-1.1	-1.5	-0.2	0.7	0.9	1.8	1.1	2.1	3.3	4.6	1.2

表 5.3.2-19 丰水年清渡河口水温(℃)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
河口处天然水温	8.7	9.7	12.1	15.6	19.7	21.4	23.9	24.9	22.2	19.2	15.0	10.3	16.9
建库后平水年单层取水河口水温	11.8	10.2	10.3	12.7	15.7	20.2	23.8	22.8	23.0	21.7	18.8	15.2	17.2
建库后平水年三层取水河口水温	11.8	10.2	10.8	14.6	19.6	21.8	24.1	26.2	23.0	21.7	18.8	15.2	18.2
单层 - 天然	3.1	0.5	-1.8	-2.9	-4.0	-1.2	-0.1	-2.1	0.8	2.5	3.8	4.9	0.3
三层 - 天然	3.1	0.5	-1.3	-1.0	-0.1	0.4	0.2	1.3	0.8	2.5	3.8	4.9	1.3

表 5.3.2-20 枯水年清渡河口水温(°C)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
河口处天然水温	8.7	9.7	12.1	15.6	19.7	21.4	23.9	24.9	22.2	19.2	15.0	10.3	16.9
建库后平水年单层取水河口水温	11.5	10.1	10.2	11.8	15.1	17.8	19.7	21.2	22.4	21.3	18.3	14.8	16.2
建库后平水年三层取水河口水温	11.5	10.1	10.9	14.4	19.6	22.0	24.7	26.7	22.4	21.3	18.3	14.8	18.1
单层 - 天然	2.8	0.4	-1.9	-3.8	-4.6	-3.6	-4.2	-3.7	0.2	2.1	3.3	4.5	-0.7
三层 - 天然	2.8	0.4	-1.2	-1.2	-0.1	0.6	0.8	1.8	0.2	2.1	3.3	4.5	1.2

5.4 地下水环境影响

2017 年 8 月,我院委托河海大学完成《花滩子水库工程地下水环境影响评价报告》。工作组于 2017 年 11 月进行了野外实地调查、实验和取样测试,对水库枢纽工程和供水管线区域的地下水环境水文地质问题进行了调查,并对重点隧洞水文地质问题以及影响范围进行系统分析评价。

施工期工程废污水均在地表产生,经处理后基本不会进入地下水,因此施工废污水对地下水水质基本无影响。本工程对地下水的影响主要是施工期隧洞等地下工程开挖对区域地下水流场、地下水水位造成的影响,以及由此可能对居民取用水产生的影响;运行期水库蓄水后,由于库区及周边地下水位抬升,可能对周边泉、井,以及土地浸没等产生影响。

5.4.1 地下工程概况

水库枢纽区地下工程主要为导流洞、引水发电隧洞,供水灌溉工程区地下工程有总干邵家桥隧洞、塘头 1#隧洞、塘头 2#隧洞、灯油坝隧洞。各地下工程断面尺寸及与地下水关系见表 5.4.1-1。

表 5.4.1-1

主要地下工程断面尺寸及与地下水关系表

工程形式		起止桩号	隧洞长度(m)	埋深(m)	线路穿越地层	与地下水位关系	地下水影响程度及特点预判
枢纽区	导流洞	K0+000.00-K0+010.00	10	6-18.3	强溶蚀风化带岩体	高于地下水位	地下水对隧洞施工无影响,不会产生涌水等突发事件;隧洞施工也不会影响地下水渗流场。
		K0+010.00-K0+431.41	421.41	9.8-131.8	弱溶蚀风化带中部至微溶蚀风化带岩体	低于地下水位	围岩为硬质岩,岩层走向与洞轴线大角度相交,有利于围岩稳定,虽隧洞位于地下水位之下,但围岩稳定受地下水影响小,突涌水现象不会严重
		K0+431.41-K0+ 446.41	15	2.0-9.8	强溶蚀风化带至弱溶蚀风化带上部岩体	高于地下水位	地下水对隧洞施工无影响,不会产生涌水等突发事件;隧洞施工也不会影响地下水渗流场。
供水灌溉工程区	邵家桥隧洞	K0+000.0-K0+005.0	5	2-29	P _{1m} 灰白色块状灰岩、灰色中厚、厚层状灰岩等	高于地下水位	地下水对隧洞施工无影响,不会产生涌水等突发事件;隧洞施工也不会影响地下水渗流场。
		K0+005.0-K0+509.6	504.9	29-94	P _{1m} 灰白色块状灰岩、灰色中厚、厚层状灰岩等,局部发育溶洞或溶隙		地下水对隧洞施工无影响,不会产生涌水等突发事件;隧洞施工也不会影响地下水渗流场。
		K0+509.6-K0+899.6	390	93-121	P _{2w} 灰、深灰色薄层、中厚层状灰岩,含燧石结核;底部为粘土页岩,含煤、黄铁矿及菱铁矿等	低于地下水位	灰岩洞段受地下水影响较小,隧洞开挖中局部可能会产生掉块、垮塌、涌水、突泥等现象。
		K0+899.6-K1+187.1	287.5	124-181	P _{2c} 灰、深灰色中厚、厚层状灰岩,局部夹泥质灰岩、炭质灰岩或炭质泥岩,含燧石结核		隧洞位于稳定地下水位之下,但围岩为硬质岩,地下水软化作用小;隧洞开挖中局部可能会产生掉块、垮塌、涌水、突泥等现象。
		K1+187.1-K1+243.1	56	113-124	T _{1y} ¹ 浅灰、黄灰色薄层状粘土页岩及钙质页岩夹灰色薄层状泥灰岩及泥质灰岩		围岩以软质岩为主,遇水易软化,围岩稳定性差。隧洞开挖中局部可能会产生掉块、垮塌、涌水、突泥等现象。
		K1+243.1-K1+848.6	605.5	33-113	T _{1y} ² 浅灰、灰色薄层、中厚层状灰岩,偶夹钙质页岩及泥灰岩		围岩为硬质岩,地下水软化作用小,局部发育溶洞或溶隙,此类洞段围岩稳定性较差或差,局部可能会产生掉块、垮塌、涌水、突泥等现象
		K1+848.6-K1+962.5	113.9	33-86	T _{1y} ³ 紫、紫红色钙质页岩及泥灰岩	地下水位附近	局部可能会产生掉块、垮塌、涌水、突泥等现象
		K1+962.5-K2+574.3	611.8	30-100	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云	高于地下	地下水对隧洞施工无影响,不会产生涌水等突

表 5.4.1-1

主要地下工程断面尺寸及与地下水关系表

工程形式		起止桩号	隧洞长度(m)	埋深(m)	线路穿越地层	与地下水位关系	地下水影响程度及特点预判
塘头1#隧洞					岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等，局部发育溶洞或溶隙	水位	发事故；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K2+574.3-K3+704.7	1130.4	14-43	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等。该段岩溶洼地、槽谷、落水洞、竖井、漏斗等极发育		地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K3+704.7-K3+725.1	20.4	6-18	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等		地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
	塘头1#隧洞	K6+795.2-K6+816.6	21.4	3-11	T _{2g} ^l 浅灰色薄层泥灰岩夹泥岩、泥质灰岩等	高于地下水位	地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K6+816.6-K7+327.0	510.4	12-67	T _{2g} ^l 浅灰色薄层泥灰岩夹泥岩、泥质灰岩等		地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K7+327.0-K8+705.6	1378.6	27-108	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等	地下水位附近	围岩稳定性较好，局部发育溶洞或溶隙现象。地下水对隧洞施工影响小，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工对地下水渗流场的影响也较小
		K8+705.6-K8+745.6	40	27-35	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等	高于地下水位	地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K8+745.6-K8+900.0	154.4	13-37	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等		围岩为微至弱溶蚀风化岩体，总体完整较好，地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K8+900.0-K8+935.8	35.8	5-13	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等		地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
	塘头2#	K9+659.9-K9+679.9	20	8-20	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等。	高于地下水位	地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场

表 5.4.1-1

主要地下工程断面尺寸及与地下水关系表

工程形式		起止桩号	隧洞长度(m)	埋深(m)	线路穿越地层	与地下水位关系	地下水影响程度及特点预判
隧洞		K9+679.9-K10+011.6	331.7	10-70	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等		地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K10+011.6-K10+086.5	74.9	10-11	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等		地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K10+086.5-K11+524.3	1437.8	10-189	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等	低于地下水位	岩体总体完整质硬，岩层较厚，受地下水软化影响小；局部发育溶洞或溶隙发育现象，局部可能会产生掉块、垮塌、涌水、突泥等现象
		K11+524.3-K11+544.3	20	7-21	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等	高于地下水位	地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
	灯油坝隧洞	K5+650.3-K5+707.8	57.5	4-13	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等	高于地下水位	地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K5+707.8-K6+624.3	916.5	13-124	T _{1y} ⁿ 灰白至灰色中厚、厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩及岩溶角砾岩等		地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K6+624.3-K6+716.9	92.6	60-110	T _{1y} ³ 紫、紫红色钙质页岩及泥灰岩		地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K6+716.9-K7+768.7	1051.8	25-90	T _{1y} ² 浅灰、灰色薄层、中厚层状灰岩，偶夹钙质页岩及泥灰		地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场
		K7+768.7-K7+778	9.3	2-25	T _{1y} ² 浅灰、灰色薄层、中厚层状灰岩，偶夹钙质页岩及泥灰岩		地下水对隧洞施工无影响，不会产生涌水等突发事件；隧洞施工也不会影响地下水渗流场

5.4.2 预测模型

(1) 水流模型

采用三维地下水流非稳定运动的数学模型，如下：

$$\begin{cases} \mu \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) + \varepsilon, & x, y, z \in \Omega, t \geq 0, \\ h(x, y, z, t)|_{t=0} = h_0, & x, y, z \in \Omega, t \geq 0, \\ K_n \frac{\partial h}{\partial n} \Big|_{\Gamma_1} = q(x, y, z, t), & x, y, z \in \Gamma_1, t \geq 0 \end{cases}$$

式中： Ω 为渗流区域； h 为含水层的水位标高(m)； K_x 、 K_y 、 K_z 分别为 x 、 y 、 z 方向的渗透系数(m/d)； μ 为潜水含水层中潜水面上的重力给水度，对于承压含水层为贮水率； ε 为含水层的源汇项(1/d)； P 为潜水面的蒸发和降水补给等(1/d)； h_0 为含水层的初始水位分布(m)； Γ_1 为渗流区域二类边界，包括承压含水层底部隔水边界和渗流区域的侧向流量或隔水边界； n 为边界面的法向方向； K_n 为边界面法向方向的渗透系数(m/d)； $q(x, y, z, t)$ 为定义为二类边界的单位面积流量(m³/d.m²)，流入为正、流出为负、隔水边界为0； Γ_1 为定流量边界。

(2) 污染物运移模型

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ610-2011)导则要求，污染物对地下水的影响可以通过解析法预测，计算时不考虑水流的源汇项目，且对污染物在含水层中的吸附、挥发、生物化学反应等不做考虑，将被当作保守性污染物考虑，从而可简化地下水水流及水质模型。

本次地下水环境影响预测采用一维稳定流动一维水动力弥散问题，概化条件为一维半无限长多孔介质柱体，一端为定浓度边界，则一维连续污染物运移预测方程为：

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\frac{x-ut}{2\sqrt{D_L t}} \right) + \frac{1}{2} e^{\frac{ux}{D_L}} \operatorname{erfc} \left(\frac{x+ut}{2\sqrt{D_L t}} \right)$$

$$u = K \times I$$

$$D_L = a_L \times u$$

式中： x 为预测点距污染源强的距离(m)； t 为预测时间(d)； C 为 t 时刻 x 处的污染物浓度(mg/L)； C_0 为地下水污染源强浓度(mg/L)； u 为水流速度(m/d)； D_L 为纵向弥散系数(m²/d)； $\operatorname{erfc}()$ 为余误差函数； K 为渗透系数(m/d)； I 为水力坡度； a_L 为纵向弥散度。

此外，一端为浓度瞬时注入，则一维污染物运移预测方程为：

$$C = (x, t) = \frac{m/W}{2n_e\sqrt{\pi D_L t}} e^{-\frac{(x-ut)^2}{4D_L t}}$$

式中：x 为预测点距注入点的距离(m)；t 为预测时间(d)；C 为 t 时刻 x 处的污染物浓度(mg/L)；m 为注入的示踪剂质量(mg)；W 为横截面面积(m²)；u 为水流速度(m/d)；n_e 为有效孔隙度，无量纲；D_L 为纵向弥散系数(m²/d)。

5.4.3 水文地质参数确定

结合工程区地形地貌、地层岩性、地质构造、岩溶发育程度等，以及工程区的钻孔资料，对渗透系数和降雨入渗系数取值见表 5.4.3-1。

表 5.4.3-1 工程区岩体渗透系数和大气降雨入渗系数的取值表

岩性	渗透系数 K(m/d)	降雨入渗系数(a)
砂岩、砾岩	0.001-0.4	0.015-0.030
纯碳酸盐岩或夹少量非碳酸盐岩	0.08-0.8	0.03-0.18
纯碳酸盐岩与非碳酸盐岩互层	0.045-0.110	0.030-0.12
纯碳酸盐岩与非碳酸盐岩夹层	0.04-0.45	0.02

5.4.4 水库枢纽工程区地下水影响

5.4.4.1 施工期影响分析

(1) 地下水位影响

花滩子水库枢纽区主要地下工程有导流洞、厂房，由表 5.4.4-1 可知，导流洞开挖长度较短，最长 433.61m，埋深较小，约为 2~131.8m。工程施工过程中可能会导致部分工程段出现滴水或局部涌水的现象，周围无敏感点，地下水位局部、短期的下降不会对周围地下水含水系统造成很大影响。

(2) 地下水水质影响

花滩子水库施工期废污水包括生产废水和生活污水，经处理后回用，不外排，在做好污废水处理并减少和杜绝处理设施的跑冒滴漏现象后，对周边地下水的影响很小。本次评价对废水处理设施防渗不到位或防渗失效的情况下，预测废污水渗漏对地下水水质的影响，污染因子为高锰酸盐指数（COD 浓度为高锰酸盐指数浓度的 3~5 倍）、石油类，各计算参数见表 5.4.4-1，计算成果见表 5.4.4-2。

表 5.4.4-1 计算参数一览表

渗透系数 $K(m/d)$	水力坡度 I	水流速度 $u(m/d)$	纵向弥散系数 $D_L (m^2/d)$	污染源强 $C_0(mg/L)$	
				高锰酸盐指数	石油类
0.15	0.10	0.0015	30	130	200

施工期为 4 年，按照最大可能的渗漏时间设置连续污染源下渗的周期为四年，分别计算非正常工况的污染物施工期内的污染物的超标扩散距离。表 5.4.4-2 列出了施工期污废水中污染物在非正常工况下，污废水持续排出后 100 天、1 年、1.5 年、2 年、2.5 年、3 年和 4 年后的超标扩散距离。

表 5.4.4-2 污染物在非正常工况下运移的超标扩散距离预测结果表

污染物种类	标准值	污染物运移的超标扩散距离(m)						
		100 天	1 年	1.5 年	2 年	2.5 年	3 年	4 年
高锰酸盐指数	超标最远距离 III类地下水 标准浓度 (3mg/L)	177	340	415	475	530	582	672
石油类	超标最远距离 III类地表水 标准浓度 (0.05mg/L)	284	540	666	768	858	942	1085

由计算结果，非正常状况下，污染物扩散距离随时间增加而增加，1 年后，高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 340m，石油类在纵向方向上运移的最大超标扩散距离约为 540m；2 年后，高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 475m，石油类在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 768m；到施工期结束的 4 年时，高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 672m，石油类在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 1085m。因此，在施工区下游 1100m 处以外区域在施工期不会发生污染物超标事件。说明污染物的持续渗漏会在施工区局部造成地下水水质超标，但是其影响范围较小。

5.4.3.2 运行期影响分析

水库蓄水后，水库库区水位抬升、水体规模扩大，增加了水库库底的压力，可能影响水库库区范围内局部区域的地表水~地下水补给关系。

根据“5.7.1 水库渗漏”章节影响分析，水库库区地形封闭条件较好，坝前不存在向邻谷渗漏问题；库首经防渗处理后不存在水库渗漏问题。因此，本工程运行期水库蓄水对地下水的影响限于水库库区内，且影响程度有限。

5.4.4.3 对泉点的影响

花滩子水库枢纽区主要分布有 3 个泉点, 根据施工布置与泉点的位置关系, 工程施工区对水库枢纽工程区主要泉点无影响, 水库蓄水后, 库周天桥乡三溪村 1 处泉点, 距离库区水平距离 1.8km, 运行期库区水体水质可能对泉点水量、水质产生一定影响, 施工期污染物迁移的距离较近, 对该泉点水质无影响。

表 5.4.4-3 水库枢纽工程区主要泉点的环境影响预测

工程形式	序号	地理位置	坐标		与工程区位置关系	影响评价
			E	N		
枢纽区导流洞	1	天桥乡楼房坡村	108°18'35.73"	27°50'14.25"	水平距离导流洞 1.3km	导流洞施工时对地下水的最大影响半径仅为 50m 左右, 因此, 导流洞的施工不会对泉点产生影响。
	2	天桥乡楼房坡村	108°18'39.82"	27°50'11.94"	水平距离导流洞 1.5km	导流洞施工时对地下水的最大影响半径仅为 50m 左右, 因此, 导流洞的施工不会对泉点产生影响。
库区	3	天桥乡三溪村山羊顶组	108°20'41.59"	27°50'31.29"	水平距离库区 1.8km	水库蓄水后泉点的流量可能增加, 同时库水水质可能对泉点水质产生一定影响, 施工期污染物迁移的距离较近, 对该泉点水质无影响。

5.4.5 灌区及供水管线区地下水影响

5.4.5.1 施工期影响分析

(1) 地下水位影响

根据隧洞不同工程段施工可能造成的地下水量及涌水量, 采用水均衡法和解析法分别计算了不同段位的影响半径及涌水量, 并综合几种方法给出了最终影响半径及涌水量的预测值, 见表 5.4.5-1。

表 5.4.5-1

输水隧洞影响半径及单位涌水量预测值

工程形式		起止桩号	隧洞长度(m)	埋深(m)	线路穿越 地层	渗透系数 (m/d)	影响半径(m)	涌水量	
								总涌水量 (m ³ /d)	单位涌水量 (m ³ /d/m)
供水灌溉工程区	邵家桥隧洞	K0+000.0-K0+005.0	5	2-29	P ₁ m	-	-	-	-
		K0+005.0-K0+509.6	504.9	29-94	P ₁ m	-	-	-	-
		K0+509.6-K0+899.6	390	93-121	P ₂ w	0.015	22.7	115.3	0.296
		K0+899.6-K1+187.1	287.5	124-181	P ₂ c	0.011	45.8	93.7	0.326
		K1+187.1-K1+243.1	56	113-124	T ₁ y ¹	0.01	20.3	14.0	0.251
		K1+243.1-K1+848.6	605.5	33-113	T ₁ y ²	0.016	4.9	143.8	0.238
		K1+848.6-K1+962.5	113.9	33-86	T ₁ y ³	-	-	-	-
		K1+962.5-K2+574.3	611.8	30-100	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
		K2+574.3-K3+704.7	1130.4	14-43	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
		K3+704.7-K3+725.1	20.4	6-18	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
	塘头 1#隧洞	K6+795.2-K6+816.6	21.4	3-11	T ₂ g ¹	-	-	-	-
		K6+816.6-K7+327.0	510.4	12-67	T ₂ g ¹	-	-	-	-
		K7+327.0-K8+705.6	1378.6	27-108	T ₁ y ⁿ	0.018	3.5	287.3	0.208
		K8+705.6-K8+745.6	40	27-35	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
		K8+745.6-K8+900.0	154.4	13-37	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
		K8+900.0-K8+935.8	35.8	5-13	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
	塘头 2#隧洞	K9+659.9-K9+679.9	20	8-20	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
		K9+679.9-K10+011.6	331.7	10-70	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
		K10+011.6-K10+086.5	74.9	10-11	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
		K10+086.5-K11+524.3	1437.8	10-189	T ₁ y ⁿ	0.018	16.4	401.0	0.279
		K11+524.3-K11+544.3	20	7-21	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
	灯油坝隧洞	K5+650.3-K5+707.8	57.5	4-13	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
		K5+707.8-K6+624.3	916.5	13-124	T ₁ y ⁿ	-	-	-	-
		K6+624.3-K6+716.9	92.6	60-110	T ₁ y ³	-	-	-	-
		K6+716.9-K7+768.7	1051.8	25-90	T ₁ y ²	-	-	-	-
		K7+768.7-K7+778	9.3	2-25	T ₁ y ²	-	-	-	-

由工程资料可知，花滩子水库工程输水线路区隧洞长 9.94km，约 5.62km 隧洞位于地下水位线以上，邵家桥隧洞 K0+509.6~K1+848.6 段、塘头 2#隧洞 K10+086.5-K11+524.3 段约 4.15km 洞段位于地下水位线以下，邵家桥隧洞 K1+848.6-K1+962.5 段、塘头 1#隧洞 K7+327.0-K8+705.6 段约 1.49km 洞段位于地下水位附近。

邵家桥隧洞、塘头 1#隧洞、塘头 2#隧洞、灯油坝各隧洞长度均小于 5km，同时，洞线主要穿越二叠系下统茅口组、上统吴家坪组、长兴组，以及三叠系下统夜郎组、永宁镇组、中统关岭组，岩性主要为碳酸盐岩和碎屑岩，隧洞穿越地层岩性总体渗透性较低，由计算可知，隧洞施工噪声的地下水影响半径为 3.5~45.8m，影响半径最大值出现在邵家桥隧洞 K0+509.6~K1+848.6 段，隧洞施工用水量总体较小。

邵家桥隧洞、塘头 1#隧洞、塘头 2#隧洞、灯油坝各隧洞影响范围内无地下水环境敏感点，隧洞施工涌水对地下水泉点影响较小。

灌区的主要补给源为降雨补给，灌溉回归水对地下水的补给影响较小，不会明显引起地下水位的变化。

(2) 地下水水质影响

非正常条件下施工废水渗漏对地下水影响较大的情况主要出现在岩溶地层和碎屑岩裂隙介质地层。因此，以石灰岩和碎屑岩工区为例预测两种不同岩性下地下水渗漏造成的影响。计算参数见表 5.4.5-2，计算成果见表 5.4.5-3。

表 5.4.5-2 计算参数一览表

工区	渗透系数 K(m/d)	水力 坡度 I	水流速度 u(m/d)	纵向弥散系数 DL (m ² /d)	污染源强 C ₀ (mg/L)
					高锰酸盐指数
石灰岩工区	0.015	0.1	0.0015	30	130
碎屑岩工区	0.005	0.1	0.0005	20	130

施工期为 4 年，按照最大可能的渗漏时间设置连续污染源下渗的周期为四年，分别计算非正常工况的污染物施工期内的污染物的超标扩散距离。表 5.4.5-3 列出了施工期污废水中污染物在非正常工况下，污废水持续排出后 100 天、1 年、1.5 年、2 年、2.5 年、3 年和 4 年后的超标扩散距离。

表 5.4.5-3 污染物在非正常工况下运移的超标扩散距离预测结果表

工区	污染物 种类	标准值	污染物运移的超标扩散距离(m)						
			100 天	1 年	1.5 年	2 年	2.5 年	3 年	4 年
石灰岩 工区	高锰酸 盐指数	超标最远距离-III类地 下水标准浓度(3mg/L)	177	335	414	476	532	585	674
碎屑岩 工区		超标最远距离-III类地 下水标准浓度(3mg/L)	143	274	338	389	436	477	548

由计算结果可知，在施工期非正常状况下，随着时间的增加，污染物的超标扩散距离越大。1年后，石灰岩工区高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 335m；碎屑岩工区高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 274m；2年后，石灰岩工区高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 476m；碎屑岩工区高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 389m；到施工期结束的 4 年时，石灰岩工区高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 674m；碎屑岩工区高锰酸盐指数在纵向方向（沿水流方向）上运移的最大超标扩散距离约为 548m。说明污染物的持续渗漏会在施工区局部造成地下水水质超标，但是其影响范围较小。

5.4.5.2 运行期影响分析

运行期间的污染源主要为业主营地等处生活污水和水库检修、事故时产生的油污水，以及固体废弃物堆放场地的淋滤液对输水水质的影响。在施工期结束后，污废水停止排放的情况下，在输水线路施工区，无论是石灰岩地层还是碎屑岩地层，随着时间的增加，污染物的浓度迅速减小，在施工区下游 200m 处，随着时间的增加，污染物的浓度先减小再增加，在施工区下游 500m 处，无论是石灰岩地层还是碎屑岩地层，在运行期的 10 年内高锰酸盐浓度都已经小于高锰酸盐Ⅲ类地下水标准浓度（3mg/L），并且，碎屑岩地层中污染物减小的比石灰岩地层更加明显。在施工期结束后，污废水中的污染物以瞬时点源污染的形式对周围地下水环境造成污染，但是在运行期的 10 年内，影响范围也就在 500m 以内，影响范围很小。

在运行期间，输水管道内的水为库水，无明显污染源，对地下水水质影响较小。但要防止输水管道沿线周边居民生活污水进入管道，从而污染管道内的水源，对地下水造成污染。灌溉水对地下水资源将有一定的补给作用，部分灌溉回归水以及降水将入渗补给地下水，使得地下水水位有一定程度的上升。可使土壤以及化肥中的氮、磷等随地表水入渗补给潜水而进入地下水，由于近年严格控制农药、化肥施用量，使用低毒、低残留农药，回归水所携带的面源污染物量十分有限，经过土壤的过滤净化作用，水体中大部分有害物质均被吸附、分解，总体灌溉退水对地下水水质影响不大。

5.4.5.3 对泉点的影响

花滩子水库供水灌溉工程区主要分布有 6 个泉点，均为当地村民生活饮用水源。输水隧洞施工期间，地下水影响半径最大值为约 50m，根据施工布置与泉点的位置关系，输水隧洞施工对周围泉点产生影响较小。供水灌溉工程除隧洞外为浅埋管，对管线周边泉点基本无影响。

5.4.5-4 供水灌溉工程区主要泉点的环境影响预测

工程形式	序号	地理位置	坐标		与线路位置关系	影响评价
			E(度 分 秒)	N(度 分 秒)		
南干管	1	塘头镇关脚下村	108 13 36.05	27 47 14.52	距离最近的塘头 2#隧洞为 200m	塘头 2#隧洞大部分位于地下水位以上，一小段位于地下水位以下，但是隧洞施工对地下水的影响半径仅为 10 几米，因此，不会对该泉点有影响。
邵家桥隧洞	2	邵家桥镇渔溪村	108 15 43.56	27 50 03.03	距离最近的邵家桥隧洞为 1000m	邵家桥隧洞施工对地下水的影响半径最大处仅为 50 米，因此，不会对该泉点有影响。
关中支管	3	凉水井镇凉山村小河桥	108 20 17.18	27 58 06.73	距离最近的塘头支管为 1500m	由于该支管无隧洞段，因此，支管施工对该泉点无影响。
灯油坝隧洞	4	孙家坝镇石门坎双宏村	108 16 58.23	27 52 13.52	距离最近的灯油坝隧洞为 950m	由于灯油坝隧洞全段都位于地下水位线以上，因此，隧洞施工对该泉点无影响。
天桥支管	5	天桥乡张家坝村	108 19 33.86	27 48 01.63	距离最近的天桥支管水平距离 400m	由于天桥支管没有隧洞段，同时，由于地下水位相对于管线埋藏较深，因此，对该泉点无影响。
北干管	6	田家坝村	108 15 44.46	27 57 46.74	距离最近的北干管水平距离 700m	由于该位置无隧洞段，因此，管线施工对该泉点无影响。

5.5 陆生生态影响

5.5.1 土地利用变化情况

本项目工程区分为枢纽工程区（含淹没区）和供水灌溉工程区。枢纽工程建设区占地总面积 459.72hm²，其中，永久占地 437.63hm²（含淹没区面积 377.96 hm²），临时占地 22.09 hm²；供水灌溉工程征地面积 88.43 hm²，其中，永久占地 2.00 hm²，临时占地

86.43 hm²。施工占地扰动原地表，会改变占地区土地利用现状，植物个体损失，植被生物量减少，动物生境破坏，评价区农业生产、林业经营受到一定影响。施工占地包括永久性占地和临时性占地两类，永久占地为不可逆影响，直接破坏动植物多样性及其生境；临时占地为可逆影响，施工期将暂时破坏动植物多样性及其生境。

(1) 枢纽区工程区土地利用变化分析

本工程建设前后枢纽工程评价区各类拼块数量以及面积的变化见表 5.5.1-1。

表 5.5.1-1 工程实施前后枢纽工程评价区主要斑块类型数目和面积变化表

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目(块)	面积(hm ²)	数目(块)	面积(hm ²)	数目(块)	面积(hm ²)
林地	1295	947.94	1266	867.91	-29	-80.03
草地	1772	377.15	1740	338.47	-32	-38.67
园地	113	82.43	96	70.16	-17	-12.27
耕地	1044	343.58	1010	138.12	-34	-205.45
水域及水利设施用地	79	19.80	94	329.21	15	309.41
建设用地	658	289.01	669	316.01	11	27.00
合计	4961	2059.90	4875	2059.89	-86	0.00

注：表中建设用地包含未利用地或其他土地。

由上表可知，本工程建后枢纽工程评价区各土地利用类型面积及斑块数发生了变化，其中林地、草地和耕地的面积及斑块数目均有所减少，减少幅度最大的是耕地，水域及水利设施用地、建设用地面积增加，水域及水利设施用地斑块数目减少。枢纽工程评价区各土地利用类型面积及斑块数目变化主要是由于枢纽工程评价区建设和库区蓄水淹没了林地、草地、耕地，坝址上游河流、坑塘、沟渠等水域汇集，水域及水利设施用地斑块数目减少。

(2) 供水灌溉工程评价区土地利用变化分析

本工程建设前后供水灌溉工程评价区各类拼块数量以及面积的变化见表 5.5.1-2。

表 0-2 工程实施前后供水灌溉工程评价区主要斑块类型数目和面积变化表

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	数目(块)	面积(hm ²)	数目(块)	面积(hm ²)	数目(块)	面积(hm ²)
林地	7051	4192.96	7049	4192.02	-2	-0.95
草地	10038	1923.35	10038	1923.35	0	0.00
园地	371	220.68	371	220.68	0	0.00
耕地	5739	2171.68	5736	2170.62	-3	-1.05
水域及水利设施用地	185	629.64	185	629.64	0	0.00
建设用地	4562	4806.86	4564	4808.86	2	2.00
合计	27946	13945.16	27944	13945.16	-2	0.00

注：表中建设用地包含未利用地或其他土地。

本工程供水灌溉工程大多为临时占地，施工结束后进行复垦和植被恢复，因此，建设后供水灌溉工程评价区各土地利用类型面积及斑块数发生了一定变化，但变化的幅度

均较小；其中林地、耕地面积及斑块数目均有所减少，建设用地面积及斑块数目有所增加。

5.5.2 陆生植物及植被影响

5.5.2.1 施工期对陆生植物及植被的影响

工程施工区主要包括枢纽工程建设区和供水灌溉工程建设区，施工期对植物及植被的主要影响为工程占地、拆迁和移民安置、施工活动等影响。

(1) 工程占地对植物及植被的影响

1) 枢纽工程区

根据工程布置，枢纽工程区占地总面积 459.72hm²，其中，永久占地 437.63hm²，临时占地 22.09hm²，永久占地和临时占地均以耕地为主，占总面积的 47.12%，占用植被类型主要为农作物。枢纽工程区占地类型及生物量损失详见表 5.5.2-1。

表 5.5.2-1 枢纽工程施工占地类型及生物量损失一览表

类型	永久占地面积 (hm ²)	临时占地面积 (hm ²)	平均生物量 (t/hm ²)	永久占地生物 量损失(t)	临时占地生物 量损失(t)
针叶林	24.85	3.16	26.34	654.58	83.30
阔叶林	55.17	7.02	90.47	4991.61	635.19
灌丛和灌草丛	38.67	0.00	19.8	765.68	0.00
经济林	12.27	0.00	23.7	290.70	0.00
农作物	205.45	11.16	6	1232.72	66.97
河流水域	68.55	0.37	1.2	82.25	0.45
建设用地	32.67	0.37	/	/	/
合计	437.63	22.09	/	8017.55	785.90

永久占地的影响：永久占地对植物的影响是长期的、不可逆的。永久占地区施工将使区域内土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。根据现场调查，永久占地区植被以耕地为主，占永久占地面积的 46.95%，其次为林地，占永久占地面积的 18.29%；永久占地范围内常见的植物群系有盐肤木群系、马棘群系、硬秆子草群系、白茅群系、菰群系、眼子菜群系、黑藻群系等，常见的植物有黄连木、火棘、盐肤木、云实、水麻、苎麻、竹叶花椒、白茅、荩草、水芹、菹草等。受枢纽工程永久占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此枢纽工程区永久占地对植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少；根据各植被类型生物量统计，枢纽工程建设区永久占地区植被损失的生物量约为 8017.55t，占枢纽工程评价区总生物量的 10.23%，变化幅度不

大。因此，枢纽工程建设区永久占地对占地区植物种类、植被类型及生物量的影响较小，对评价区土地利用方式影响较小，对评价区农业、林业生产影响较小。

临时占地的影响：临时占地对植物及植被的影响是暂时的、可恢复的。根据现场调查，临时占地区自然植被以林地为主，常见的植物群系有柏木群系、响叶杨群系、枫香树群系、慈竹群系等，常见的植物有柏木、枫香树、黄连木、火棘、水麻、粗叶悬钩子、竹叶花椒、石岩枫、牛膝、白茅、荩草、野菊、野艾蒿等；临时占地区农作物以水稻、玉米为主，常见的经济树种有柑橘、桃等。临时占地区植物均为常见类型，因此枢纽工程区临时占地对植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少。据统计，临时占地区植被损失的生物量约 785.90t，占枢纽工程评价区总生物量的 1.00%，所占比例较小，随着施工结束，对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复，临时施工区植物及植被可迅速得到恢复，因此，工程临时占地对占地区植物种类、植被类型影响较小。

2) 供水灌溉工程区

供水灌溉工程区占地面积 88.43hm²，其中永久占地面积 2.00hm²，临时占地面积 86.43hm²，永久占地区和临时占地区土地利用类型均以耕地为主。

表 5.5.2-2 供水灌溉工程占地类型及生物量损失一览表

类型	永久占地面积 (hm ²)	临时占地面积 (hm ²)	平均生物量 (t/hm ²)	永久占地生物 量损失(t)	临时占地生物 量损失(t)
针叶林	0.25	7.75	30.26	7.64	234.57
阔叶林	0.69	21.26	82.55	57.18	1754.64
灌丛和灌草丛	0.00	0.88	25.27	0.00	22.15
经济林	0.00	0.00	19.8	0.00	0.00
农作物	1.05	49.06	6	6.32	294.33
河流水域	0.00	0.54	1.2	0.00	0.64
建设用地	0.00	6.95	/	/	/
合计	2.00	86.43	/	71.15	2306.34

结合具体工程布置，根据现场调查，供水灌溉工程永久占地较少，以临时占地为主，临时占地为总占地的 97.95%；占地类型以耕地为主、其次为林地，分别占总面积的 56.67%和 33.87%。常见的农作物有水稻、玉米、油菜、蚕豆、薯类等；供水灌溉工程评价区森林以阔叶林为主，常见的群系有响叶杨群系、枫香树群系、柏木群系、马尾松群系等，常见的植物有黄连木、化香树、黄荆、小果蔷薇、烟管荚蒾、小黄构、苎麻、野艾蒿、白茅、五节芒等；常见的经济树种有柑橘、桃、李、木犀等。受供水灌溉工程占地影响的植物均为常见种，受影响的植被均为常见类型，因此供水灌溉工程占地对区

域植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据计算，供水灌溉工程评价区植被损失的生物量约 2377.49t，占供水灌溉工程评价区总生物量的 0.67%，所占比例较小。因此，供水灌溉工程占地对区域植物及植被的影响较小。

（2）蓄水淹没对植物及植被的影响

水库蓄水前，将对水库淹没区内植物及植被进行清理，处于库区正常蓄水位 491m 以下的植物将直接受到破坏。结合工程布置，本工程淹没区占地面积 377.96hm²，土地类型以耕地为主，其次为林地及灌草地，根据现场调查，淹没区耕地上植被以农业植被为主，常见的农作物有水稻、玉米、油菜、蔬菜等；林地上植被以经济林、灌丛、阔叶林为主，常见的经济树种有柑橘、桃、梨、葡萄等，常见的群系有柏木群系、枫香树群系、响叶杨群系、马桑群系、火棘群系等，常见的植物有马尾松、黄连木、构树、麻栎、竹叶花椒、水麻、小果蔷薇、苎麻、狗牙根、硬秆子草、白茅等。受工程淹没影响的植物均为常见种，植被均为常见类型且在水库库区淹没线以上均有分布，工程蓄水对淹没区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量，淹没区植被损失的生物量约为 6712.75t，占评价区总生物量的 1.54%，变化幅度不大。因此，淹没区占地对区域植物及植被的影响较小，不会影响植物区系的组成。

（2）征地拆迁、安置等对植物及植被的影响

本工程生产安置人口为 1799 人，搬迁安置人口至规划水平年共计 3004 人，全部为枢纽工程区人口，生产及移民安置会对安置区原有的植物及植被造成破坏。根据现场调查，本工程征地拆迁及安置区植被以经济林及农业植被为主，常见的经济树种有梨、桃、木犀、李等，常见的农作物有水稻、玉米、油菜等；自然植被受人为影响较大，呈零星分布，自然植被以灌草丛为主，常见的群系有黄荆群系、白茅群系等，常见的植物有构树、枫香树、黄连木、臭椿、酸模等。受工程征地拆迁及安置影响的植物多为常见种，植被为常见类型，因此工程拆迁、安置对植物及植被的影响较小。

（3）隧洞工程施工对植物及植被的影响

根据工程布置，本工程供水灌溉工程布置有隧洞 4 座，邵家桥隧洞 3.75km，灯油坝隧洞 2.13km，塘头 1#隧洞 2.16km，塘头 2#隧洞 1.91km，总长 9.95km；邵家桥隧洞断面尺寸 2.5m×2.696m，其余隧洞断面 1.5m×1.828m。隧洞工程对植物及植被的影响主要有隧洞主体施工、隧洞口施工、隧洞弃渣及施工废水等。

地表塌陷对植物及植被的影响：根据项目前期地质勘探工作，隧洞工程区地质条件

良好，工程施工过程中遇到岩溶塌陷的可能性不大，同时本工程隧洞内径小于 3m，工程采掘强度不大，加之隧洞区山体海拔较高，隧洞主体工程与地表距离较远，隧洞工程区出现采空塌陷的可能性较小，因此本工程遇到地表塌陷的塌陷的可能性不大，地表塌陷对对植物及植被的影响较小。

地表水漏失及地下水的径流改变对植物的影响：评价区位于我国中纬度中亚热带地区，区域内自然植被属于亚热带东部湿润常绿阔叶林区域。通过现场调查，结合具体工程布置及卫片等可知，隧洞上方土地利用类型以林地、耕地为主，植被以针叶林、农田植被为主，通过现场调查，隧洞上方主要的群系有柏木群系、马尾松群系等，主要的农作物有玉米、油菜、土豆等，主要的经济树种有柑橘、李、梨等，常见的植物有麻栎、白栎、黄连木、花椒、火棘、杜鹃、五节芒等，隧洞上方植物均为中生植物，对生境的适应能力强，此外，该地区气候温暖湿润，在植物生长期雨量多，因此本工程隧洞施工引起的地表水漏失及地下水径流的改变对隧洞上方植物及植被的影响较小。

隧洞口施工对占地区植物及植被的影响：根据工程布置，供水灌溉工程邵家桥隧洞断面尺寸为 2.5m×2.696m，灯油坝隧洞、塘头 1#隧洞、塘头 2#隧洞断面尺寸为 1.5m×1.828m，占地面积较小。根据现场调查，在邵家桥隧洞口区，由于生境恶劣，土壤层瘠薄，植物生长状况较差，植被覆盖度不高，植被类型相对较简单，群系结构及种类组成较简单，常见的群系有响叶杨群系、柏木群系、白茅群系等，常见的植物有柏木、响叶杨、朴树、油桐、金樱子、火棘、小黄构、水麻、野菊、野艾蒿、五节芒、白茅等。在地势较平缓的隧洞口区，土地利用类型以经济林地、耕地为主，常见的经果树种有柑橘、梨、李等，常见的农作物有玉米、油菜等；隧洞口区植物及植被在评价区均具有广泛分布，因此隧洞口施工对占地区植物及植被的影响较小，仅为个体损失，植被生物量减少。

5.5.1.2 运行期对陆生植物及植被的影响

（1）枢纽工程对植物及植被的影响

运营期枢纽工程区对植物及植被的影响因素主要有库区蓄水、坝址下游河段减水、库区水湿条件改变等。

1) 库区蓄水对植物及植被的影响

水库蓄水前，将对水库淹没区内植物及植被进行清理，处于库区正常蓄水位 491m 以下的植物将直接受到破坏。结合工程布置，本工程淹没区占地面积 377.96hm²，土地类型以耕地为主，其次为林地及灌草地，根据现场调查，淹没区耕地上植被以农业植被

为主，常见的农作物有水稻、玉米、油菜、蔬菜等；林地上植被以经济林、灌丛、阔叶林为主，常见的经济树种有柑橘、桃、梨、葡萄等，常见的群系有柏木群系、枫香树群系、响叶杨群系、马桑群系、火棘群系等，常见的植物有马尾松、黄连木、构树、麻栎、竹叶花椒、水麻、小果蔷薇、苎麻、狗牙根、硬秆子草、白茅等。受工程淹没影响的植物均为常见种，植被均为常见类型且在水库库区淹没线以上均有分布，工程蓄水对淹没区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量，淹没区植被损失的生物量约为 6712.75t，占评价区总生物量的 1.54%，变化幅度不大。因此，淹没区占地对区域植物及植被的影响较小，不会影响植物区系的组成。

2) 减水河段对植物及植被的影响

根据现场调查，评价区减水河段清渡河两岸坡度陡峭，水位较深，滩涂面积较小，区域内人为活动干扰强烈，湿地植物种类较少，湿地植被类型单一，常见的群系有苍耳群系、菰群系、黑藻群系等，常见的植物有狗牙根、长刺酸模、火炭母、眼子菜、菹草等，受减水影响的植物及植被在评价区内具有广泛分布，多为抗逆性较强的种类，其对水分变化不敏感，且减水区域不大，对于区域小气候的影响有限。下游水分减少对植被产生的影响较小。

(2) 供水灌溉工程对植物及植被的影响

运营期输水系统工程区对植物及植被的影响因素主要有输水管道阻隔等。输水管道的布置会改变区域地表结构，阻断区域内物质、能量的流动和基因流，造成对植物群落的切割，使其破碎化和趋于岛屿化，进而使区域内植物的物种交流受到影响，但由于本工程输水管道内径不大，输水管道两侧土地利用类型以耕地、林地为主，受影响的植物及植被多为常见种，且以风媒传粉为主，因此本工程输水区管道阻隔对植物及植被影响较小。

花滩子水库工程新增灌溉面积 3058hm²，改善灌溉面积 281.3 hm²。根据现场调查，由于原来的耕地生产力较低、水分条件差，部分成为撂荒地，坡耕地出现轻度水土流失，废弃耕地上植被以白茅灌草丛、野菊灌草丛等为主，植被覆盖度和生产力较低，随着灌区工程的实施，有利于灌区农作物的生长，植被覆盖度和生产力将会增加。

5.5.1.3 国家重点保护陆生植物及古树的影响

(1) 对国家重点保护陆生植物的影响

根据现场调查,评价区有国家Ⅱ级重点保护野生植物金荞麦 2 处,共计约 4 m²。其中一处 3 m², 25 株,位于坝址左坝肩附近(108°18'29.12"E, 27°50'11.17"N, 海拔 484 m),淹没线以下约 7m;另一处 1 m², 10 株,位于坝址左坝肩附近(108°18'27.95"E, 27°50'11.61"N, 海拔 487m),淹没线以下约 4m。

金荞麦分布在坝址左坝肩附近,施工期施工活动产生的扬尘、弃渣、废水等可能会对其产生不利影响,运营期受水库蓄水淹没影响。金荞麦喜温湿气候,抗逆性强,适应性较强,生态幅较宽,其广布于我国亚热带气候区,在我国陕西、华东、华中、华南及西南地区分布广泛,在贵州省各地均有分布。本工程所在行政区自然环境优越、气候适宜,金荞麦可通过迁地保护等措施减缓工程对其造成的影响。

(2) 对古树名木影响

结合资料和现场调查,在工程区外 300m 范围内古树有 8 种 29 株。其中,正常蓄水以下古树有 1 株,为重阳木,位于新寨镇撕栗村;其余 28 株古树均位于正常蓄水位以上。

1) 对淹没区古树的影响:本项目正常蓄水位以下古树有 1 株重阳木,工程蓄水对其影响是长期的、不可逆的。由于重阳木在评价区内分布广泛;重阳木适应性较强、抗逆行强、生态幅较宽,为评价区内最为常见的树种之一,工程蓄水对正常蓄水位以下古树的影响仅为使其个体死亡,古树资源损失。

2) 对淹没区以上古树的影响:工程区外 300m 范围内、正常蓄水位以上的古树有 28 株。距离淹没区 50m 以内的古树分布有 3 株,其中,印江县新寨乡凯望村的 1 株重阳木位于淹没区边缘的右边河堤上,与淹没区距离较近,水库蓄水后其生境可能遭到破坏影响正常生长,但重阳木耐水湿,抗性较强,且库区水湿条件等变化程度较小,水库正常蓄水对其影响较小;思南县鞍山村龙洞湾的 1 株朴树和印江县新寨镇大桥组的 1 株樟树距离淹没区约 30m,但高程均高于正常蓄水位 20m 以上,水库蓄水对其影响不大;其余 25 株古树均分布于淹没线 50m 以外,距离较远,水库淹没对其影响较小。

5.5.3 陆生动物的影响

5.5.3.1 施工期对陆生动物的影响

施工期对陆生动物的影响主要包括施工占地对动物生境的占用,施工废水、废气、固体废物等对动物生境的破坏、污染,施工噪声对动物的惊扰、驱赶以及人为干扰的影响。

(1) 枢纽工程区

1) 对两栖类的影响

枢纽工程评价区的两栖动物主要分布在清渡河干支流及两岸山地丘陵中。枢纽工程施工期，会占用部分两栖类的生境，导致其生境范围有所缩小。除占用其部分生境外，施工噪声等会驱赶两栖动物暂时离开栖息地，但这种影响是短期和有限的，施工区附近相似生境较多，且随着施工结束临时占地区域植被恢复，两栖类的生存环境将会逐步得到恢复。

枢纽工程施工期的生产废水、含油废水及生活污水等若排放至清渡河干支流中，对两栖类栖息活动生境造成污染，水体的 PH 值和无机盐浓度的改变将破坏两栖类体表内外的渗透压平衡、酸碱度平衡，影响其对外界环境的适应能力，导致栖息地缩小和种群数量的减少。

棘胸蛙等种类，有一定经济价值，施工人员进驻后，区域人为干扰增多，如不加强施工人员管理，这些蛙类可能会遭到捕食。此外，爆破、施工人员活动等噪音会对两栖类造成惊吓，驱赶这些两栖类暂时离开栖息地。

2) 对爬行类的影响

枢纽工程评价区的爬行类多为灌丛石隙型和林栖傍水型种类，尤其是中国石龙子、北草蜥、王锦蛇、黑眉锦蛇和玉斑锦蛇等，它们在坝址区及周边的林地灌丛中栖息活动，在修筑大坝、厂房及施工附属设施期间，其生境会被占用或污染，个体也会被噪声驱赶，因此，施工期间，它们将远离工程影响区，寻找适宜生境，由于水源评价区周围相似生境较多，因此，生境破坏及噪声驱赶对其影响较小。

施工所产生的废弃物、施工废水和生活污水对陆地和水体造成污染，会破坏爬行类局部的生存环境，导致动物的暂时迁离；蜥蜴类和蛇类等爬行动物，主要栖息在低山和丘陵的针阔混交林、阴暗潮湿的林间灌丛、农田等处，以昆虫、蛙类、鸟、鼠为食，施工期间随着施工人员的聚集，啮齿类尤其是鼠类可能聚集在生活营地等附近，有可能吸引爬行动物到此觅食，但由于该区域活动的人员较多，人为干扰较大，多种爬行动物到此活动的可能性较小，因此对爬行动物种类和数量影响较小。

此外，施工期间蛙类和小型鸟类会因为施工干扰远离工程影响区，这些物种的迁离或种群数量的减少，都会增加爬行动物的捕食难度，在一定程度上影响爬行类种群数量的变动和分布格局的变化。

3) 对鸟类的影响

枢纽工程评价区的鸟类包括游禽、涉禽、陆禽、猛禽、攀禽和鸣禽，以鸣禽最多。

游禽、涉禽主要分布在清渡河及其支流、沿岸滩涂和水田中，枢纽工程施工对其影响主要是噪声驱赶和水质变化对生境的影响。

陆禽和攀禽包括环颈雉、山斑鸠、珠颈斑鸠、火斑鸠、白腰雨燕、戴胜等，它们主要在清渡河两岸山林地和林缘村庄等处活动，施工对其影响主要是占用生境，噪声驱赶及人为猎捕。

攀禽和鸣禽多为森林活动的鸟类，行动能力较强，在枢纽工程评价区分布广泛，施工永久及临时占地、施工噪声等会对其栖息活动产生一定的影响，但由于工程占地面积相对较小，周围相似生境较多，且施工噪声随施工结束而停止，临时占地也采取植被恢复等措施，总体而言，对攀禽和鸣禽的影响也较小。

猛禽主要有黑鸢、红隼、斑头鸺鹠等，数量少，飞行能力强，活动范围广，工程施工对猛禽的直接影响主要是噪声驱赶，此外，施工对其他动物，如两栖类、爬行类、小型鸟类的影响，将对猛禽捕食产生间接影响，但由于枢纽工程施工区域周围相似生境较多，且猛禽活动范围大，因此这种影响甚微。

总体上，工程区附近植被类型相似，鸟类善于飞翔，使得这些鸟类在施工期容易找到替代生境，工程对其直接影响不大。

4) 对兽类的影响

枢纽工程评价区的兽类以半地下生活型和地面生活型兽类为主，多分布在清渡河河干支流两岸的灌丛和森林中。施工期占地可能会占用其局部生境，施工开挖破坏其巢穴，施工人员噪声、机械设备噪声等也会惊扰其正常活动，对其栖息活动觅食产生不利影响。此外，像小家鼠、褐家鼠、黄胸鼠等与人类关系密切，集中在居民点附近的啮齿类也会因施工人员的进驻、生活垃圾的堆放而引起部分种类种群密度上升。

地面生活型兽类种类主要有豹猫、野猪等，它们主要分布在远离人类干扰，远离工程影响区的海拔相对较高的区域，枢纽工程区施工期间对它们的影响主要来自于施工和机械噪声对它们的驱赶作用，为避免施工期间的噪声和其他危害，这些兽类将被迫向工程影响区以外的适宜生境中迁移。当工程完工后，它们仍可以回到原来的栖息地。因此这种不利影响只是暂时的，等施工结束影响即可消失。

总体上，枢纽工程施工对兽类的影响主要是栖息生境占用、干扰和破坏，噪声的干扰以及施工人员的捕杀等，受工程影响的兽类会迁移至远离工程影响区的相似生境中，但不会导致枢纽工程评价区物种种类及数量的变化。

（2）输水灌溉工程区

1）对两栖类的影响

输水灌溉工程区内分布的两栖类主要有中华蟾蜍、沼水蛙、泽陆蛙、黑斑侧褶蛙、饰纹姬蛙等，主要为静水型和陆栖型，多分布于渠道两侧农田、水域及周边陆域。

管道工程、交通工程等施工会永久占用部分两栖动物的生境，渣料场等也会临时占用两栖类的部分生境，但由于输水灌溉工程区工程内的永久占地面积较小，且输水管道两侧有较多的适宜生境，因此，占地对两栖类影响较小。

两栖动物产卵、授精、孵化等生活史都离不开水，水环境变化对它们影响较大，施工过程中的机械废水、生产废水和生活污水等若不经处理直接进入沿线的水体，会对区域内的水质造成影响，进而对周围分布的两栖类造成不利影响。

施工期间的机械噪声、人为活动噪声以及隧洞的爆破噪声等都会对两栖类造成惊吓，驱赶这些两栖类暂时离开栖息地，但由于输水灌溉工程区附近相似生境较多，而且噪声在施工结束后就停止，影响不大。

2）对爬行类的影响

输水灌溉工程区内分布的爬行动物主要有水栖型的平胸龟、鳖，灌丛石隙型的中国石龙子、北草蜥等以及林栖傍水型的黑眉锦蛇、翠青蛇等。工程对水栖型爬行动物的影响主要是输水管道工程施工过程中产生的废水进入沿线的水体对其生境造成污染；对灌丛石隙型的中国石龙子、北草蜥等的影响主要有占地及开挖直接占用、破坏其生境，施工噪声驱赶以及施工过程中废气、废水、固体废物对其生境的破坏等；对林栖傍水型蛇类的影响主要是工程占地占用部分生境以及施工废水对活动环境的污染等。

除此之外，输水灌溉工程区内施工时，人为干扰，如非法捕猎等会对区域内的爬行类产生一定的影响，尤其是对具有食用价值或其他经济价值的如鳖、王锦蛇等。

3）对鸟类的影响

输水灌溉工程区内分布的鸟类主要有：小鸊鷉、普通鸊鷉等游禽；白鹭、中白鹭、等涉禽；黑鸢、红隼等猛禽；灰胸竹鸡、环颈雉、珠颈斑鸠等陆禽；大杜鹃、戴胜、普通翠鸟等攀禽；白鹡鸰、棕背伯劳、黑脸噪鹛等鸣禽。由于输水灌溉工程区内的农田分布较多，人为干扰明显，区域内分布的鸟类多为喜与人类伴居的物种。

输水灌溉工程区内的游禽和涉禽多分布在乌江附近，输水管道工程等施工对其的影响主要是废水及噪声的影响，尤其是临近水域施工时，施工废水若不经处理直接进入水体可能会对游禽和涉禽的栖息活动环境造成一定的污染，此外，临近水域施工的噪声等

也会对其进行驱赶，迫使其迁移至远离工程影响区。

输水灌溉区施工对猛禽的影响主要是噪声的影响，猛禽活动范围较广，飞行能力强，且噪声在施工结束后即停止，输水灌溉工程区内周围相似生境丰富，因此，对猛禽的影响较小。

攀禽及鸣禽多在输水灌溉工程区内的灌丛、林缘及园地中活动，输水灌溉工程施工对其影响主要是占用部分生境及噪声驱赶的影响，但输水灌溉工程占地面积相对较小，噪声在施工结束后即停止，而且鸟类都有一定的适应性，施工区周围相似生境较多，因此，占地和噪声对攀禽和鸣禽的影响较小。

4) 对兽类的影响

输水灌溉工程区内分布的兽类动物主要为岩洞栖息型和半地下生活型种类，包括翼手目的普通伏翼，啮齿类的黑线姬鼠、小家鼠、黄胸鼠以及食肉目的猪獾、狗獾和黄鼬等，尤其分布数量较多的是啮齿目鼠类。

黄胸鼠、小家鼠、黑线姬鼠等常见物种与人类关系密切，喜欢在人类活动范围如村落、耕地活动，工程施工对输水灌溉工程区内兽类的影响主要是生境占用、噪声驱赶等。由于工程占地面积较小，输水灌溉工程区周边适宜生境较多，噪声影响在施工结束后即停止，因此，占地和噪声驱赶对其影响较小。

此外，输水灌溉工程区内由于施工人员的进入、生活垃圾及生产材料等的堆放而引起部分种类种群密度上升，特别是那些作为自然疫源性疾病的传播源的鼠类，如小家鼠、黄胸鼠等，将增加与人类及其生活物资的接触频率，有可能将对当地居民与施工人员健康构成威胁，增加自然疫源病的传播。

综上，花滩子水库工程输水灌溉工程区主要为耕地等人为干扰较大区域，分布在渠道两侧的陆生动物均为区域常见种类，基本都能在供水灌溉工程区及附近区域寻觅到相似的替代生境。输水线路 69.56km，管线长度较大，但输水灌溉工程的永久占地面积较小，工程实施后，临时征地区域进行植被恢复，野生动物的活动范围可得到一定的改善，施工结束后，它们仍可以回到原来的领域。因此施工期对陆生脊椎动物的影响只是暂时的，施工结束影响即逐渐消失。

5.5.3.2 运营期对陆生动物的影响

(1) 对枢纽工程评价区陆生动物的影响

水库蓄水将淹没部分林地、灌丛及农田，原栖息于此的部分野生动物生境减少，使其栖息活动受到一定影响。大多数野生动物都会随着水库蓄水水位的逐步抬升，被迫向

水库周边的高海拔区域迁移。评价区内相似的生境较多，它们会向周围相似生境转移，因此水库蓄水淹没对陆生动物栖息和觅食影响不大。

水库建成蓄水后，库区水域面积增加较大，为沼水蛙、黑斑侧褶蛙等静水型两栖动物提供适宜的生境。库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的动物的栖息和觅食有利。此外对游禽、涉禽等类型的鸟类，如鸕鹚目、雁形目和鹤形目等的部分种类有一定的吸引作用。爬行类和小型哺乳动物，受水库淹没影响，在蓄水初期他们会向其他合适的生境中迁移，经过一段时间的调节后，其种群密度将达到新的平衡状态。

花滩子水库具有年调节性能，兴利调节时水位在 463m（死水位）~491m（正常蓄水位）之间变动，水位变幅 28m，水库消落带深 0~28m。消落带区域由原来的陆生生态系统演变为季节性湿地生态系统，原来适应陆生环境生长的物种逐渐消亡，被适应水生环境生长的物种取代。原本栖息于灌丛、林地生境的动物（陆栖型两栖类、灌丛石隙型爬行类、半地下生活和地面型兽类）逐渐上迁而数量减少，消落带区域动物多为适应湿地生境的静水型两栖类、林栖傍水型爬行类、涉禽游禽以及小型啮齿目兽类，由于消落带区域生态系统较脆弱和敏感，植物种类和覆盖度远低于工程施工前，区域动物种类数量有所减少，多样性较工程建设前有所下降。

水库运营后将减少大坝下游河段水量，改变坝下游水文情势。坝下受影响河段为坝址下游 8.5km，该河段水量减少，水位下降，水域面积相应减小，裸露的河滩面积会增加。该河段水位及水量变化会对周围分布的动植物产生一定的影响，尤其是对分布在河岸两侧低海拔处及傍水生活的动物影响。花滩子水库运行期采用发电机组+生态放水管方式下放生态流量，枯期 10~3 月下放流量为 1.18m³/s，汛期 4-9 月下放流量为 2.36m³/s，因此本项目减水河段水资源情况较为丰沛，不会出现断流河段，减水对该河段两岸动物的影响也较小。

（2）对供水灌溉工程评价区陆生动物的影响

1）灌区

灌区引水灌溉后，灌区的水域、灌溉农田等面积大幅度扩大，运行期在灌区工程评价区内活动于农田、水域周围的动物数量会增加，如小鸕鹚、普通鸕鹚等游禽，白鹭、苍鹭、池鹭等涉禽，沼水蛙等静水型两栖类等，动物的分布格局有所改变，动物的密度将有所增加。

2）输水管线区

输水灌溉工程运营期对陆生动物的影响主要表现为田间工程排水系统动物活动的阻隔，受阻隔影响较为明显主要是爬行能力较差的两栖、爬行和小型兽类。

输水灌溉工程主要建筑物为管道、隧洞、泵站、管桥，不会对野生动物造成阻隔影响。田间排水系统排水沟为明渠，对区域生态环境产生分割作用，使陆生动物的生境更加片段化（特别是对两栖爬行和小型兽类），对它们的觅食活动与交流产生一定影响，影响生态系统的有机联系。生境破碎化的直接后果是带来了动物数量的，使得原本稳定持续的动物种群被分割成小而孤立的动物种群，阻隔作用还影响了动物的迁移。虽然明管对动物的生境存在一定阻隔影响，但田间排水系统布置与农业生态系统，人为干扰较大，且排水沟采用梯形断面，边坡为 1:1，为了便于施工底宽采用 1~3m，宽度相对较窄对动物的阻隔影响有限。

5.5.3.3 对重点保护陆生动物的影响

（1）国家重点保护动物

评价区的国家Ⅱ级重点保护野生动物有 11 种，即鸳鸯、黑鸢、雀鹰、普通鵟、鹊鹑、红隼、红腹锦鸡、草鸛、斑头鸛鹑、穿山甲和小灵猫。贵州省级重点保护野生动物有 35 种。工程的施工和运营会带来一定程度的生态环境的扰动和生境的占用，从而对这些重点保护野生动物产生一定的影响。

评价区有国家Ⅱ级重点保护野生动物 11 种，其具体影响分析见下表 5.5.3-1。

表 5.5.3-1 对国家重点保护野生动物的影响

序号	种名	保护级别	数量级	分布区域	动物影响	
					施工期	运营期
1	鸳鸯 (<i>Aix galericulata</i>)	国家Ⅱ级	+	清渡河上游乐茂江等水域	施工噪声人为活动驱离其离开施工区域。施工期废水都经过处理后排放，对水质水生生物影响较小，因此对鸟类生境、觅食影响较小。	水库蓄水后，由于水位上升且相对恒定，将造成库区岸滩、农田等生境减少、水域面积增加，游禽的栖息地增加，另外水域面积增加可吸引更多游禽，对其栖息或迁徙具有有利影响。
2	黑鸢 (<i>Milvus migrans</i>)	国家Ⅱ级	++	活动范围广泛，评价区林缘、灌丛、河谷等生境	施工噪声、扬尘、废气、灯光等对施工区周围环境产生干扰，从而影响鸟类的栖息，但这些鸟类都为猛禽，其性甚机警，善于飞翔，在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境	枢纽区因水库蓄水使栖息地受到一定面积的损失，这些猛禽善飞翔，容易找到其它适宜栖息的生境，也更容易找到食物，因而对其影响甚小。 对输水灌溉工程区的鸟
3	雀鹰 (<i>Accipiter nisus</i>)	国家Ⅱ级	++			
4	鹊鹑 (<i>Circus melanoleucos</i>)	国家Ⅱ级	+			

表 5.5.3-1 对国家重点保护野生动物的影响

序号	种名	保护级别	数量级	分布区域	动物影响	
					施工期	运营期
5	普通鵟 (<i>Buteo buteo</i>)	国家Ⅱ级	+		中, 工程对其影响较小。	类基本无影响。
6	红隼 (<i>Falco tinnunculus</i>)	国家Ⅱ级	+			
7	红腹锦鸡 (<i>Chrysolophus pictus</i>)	国家Ⅱ级	+	输水灌溉工程区两岸山体的林地、灌丛等生境, 较少见	施工区未见其分布, 可能影响源为施工爆破噪声。	水库蓄水可能会淹没一定面积的原栖息地, 驱使向上迁徙, 另寻栖息场所。枢纽工程区海拔相对较高处生态环境良好, 森林茂密, 其可以找到合适其栖息的相似生境, 影响不大。
8	草鸮 (<i>Tyto capensis</i>)	国家Ⅱ级	+	活动范围广泛, 评价区林缘、灌丛、河谷等生境	施工噪声、扬尘、废气、灯光等对施工区周围环境产生干扰, 从而影响鸟类的栖息, 但这些鸟类都为猛禽, 其性甚机警, 善于飞翔, 在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境中, 工程对其影响较小。	枢纽区因水库蓄水使栖息地受到一定面积的损失, 这些猛禽善飞翔, 容易找到其它适宜栖息的生境, 也更容易找到食物, 因而对其影响甚小。对供水灌溉工程区的鸟类基本无影响。
9	斑头鸺鹠 (<i>Glaucidium cuculoides</i>)	国家Ⅱ级	+			
10	穿山甲 (<i>Manis pentadactyla</i>)	国家Ⅱ级	+	多在山麓地带的草丛中或丘陵杂灌丛较潮湿的地方挖穴而居, 多筑洞于泥土地带, 洞道较长, 末端有巢	施工区未见其分布, 可能影响源为施工爆破噪声。	水库蓄水可能会淹没一定面积的原栖息地, 驱使向上迁徙, 另寻栖息场所。枢纽工程区海拔相对较高处生态环境良好, 森林茂密, 其可以找到合适其栖息的相似生境, 影响不大。
11	小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	国家Ⅱ级	+	分布在人为干扰小的山地较茂密的林中, 喜欢居住在岩穴、土洞或树洞中, 昼伏夜出。		

(2) 贵州省省级保护动物

评价区有贵州省省级保护动物 35 种, 多为当地常见物种。对保护动物的影响主要是淹没区水位抬高淹没了其适宜生境, 迫使其向高海拔区域迁移, 工程占地破坏其栖息生境, 以及施工噪声和人为干扰使得这些种类远离施工区。上述影响对两栖类和爬行类较显著, 鸟类和兽类因迁移能力较强, 影响程度相对较小。

工程永久占地和淹没的影响是长期的，由于工程占地面积较小、淹没面积有限，区域适宜生境较多，影响不大；而施工噪声和人为干扰影响主要发生在施工期，随着施工结束而消失，因此工程施工对保护动物的影响有限。且水库蓄水后，水库水位抬升可为对水依赖性较高的种类如蛙类、傍水生活的其他动物提供更多适宜的繁殖和觅食环境，对其有一定的有利影响。总体而言，工程施工扰动范围较小，时间较短，工程影响范围和干扰程度有限，运营期区域内水域面积增加，随着施工结束、植被修复措施的落实等，工程建设和运营对保护动物的影响有限。

5.5.4 生态系统完整性的影响

5.5.4.1 生产力影响

(1) 对评价区自然体系生产力的影响

工程施工建设及库区蓄水等会破坏区域植物及植被，会对区域自然体系生产力产生不利影响。由于临时占地区植被在施工结束后将得到恢复，其对区域自然体系生产力的影响是暂时的，可恢复的，但施工区的物种组成会有所变化。而永久占地区、水库淹没区对地表植被的破坏是永久的、不可恢复的，由于自然植被的减少，将导致自然体系生产力降低。

1) 枢纽工程评价区

本工程枢纽区永久占地和水库淹没的面积为 445.21hm²，永久占用和淹没损失的主要是耕地上的植被。评价区各生态类型的生产力变化情况见表 5.5.4-1。

表 5.5.4-1 枢纽工程评价区工程实施后评价区生产力变化情况表

生态类型变化		平均生产力[gC/ (m ² .a)]
类型	面积(hm ²)	
针叶林	-24.85	970
阔叶林	-55.17	1037
灌丛及灌草丛	-38.67	852
经济林	-12.27	790
农作物	-205.45	740
河流水域	309.41	315
合计	-27.00	784
现状平均生产力[gC/ (m ² .a)]		922.70
平均生产力减少[gC/ (m ² .a)]		19.54

注：表中未包括增加的建筑用地 27.00hm²。各植被类型平均净生产力数据来源于：冯宗炜，王效科，吴刚，中国森林生态系统的生物量和生产力[M]，北京：科学出版社，1999。

由上表数据可知，本工程建设后，枢纽工程评价区的生产力有所下降，生产力减少了 19.54gC/ (m².a)，减少的幅度不大，因此本工程建设对枢纽工程评价区植被生产力

的影响较小。

2) 供水灌溉工程评价区

输水线路工程永久占地 2.00hm²，永久占用的损失的主要是耕地上的植被。评价区各斑块类型和生产力变化情况见表 5.5.4-2。

表 0 供水灌溉工程评价区工程实施后评价区生产力变化情况表

生态类型变化		平均生产力[gC/ (m ² .a)]
类型	面积(hm ²)	
针叶林	-0.25	820.55
阔叶林	-0.69	913.7
灌丛和灌草丛	0.00	753
经济林	0.00	852
农作物	-1.05	765
河流水域	0.00	300
合计	-2.00	734.04
现状平均生产力[gC/ (m ² .a)]		816.45
平均生产力减少[gC/ (m ² .a)]		0.18

注：表中未包括增加的建筑用地 2.00hm²。各植被类型平均净生产力数据来源于：冯宗炜，王效科，吴刚．中国森林生态系统的生物量和生产力[M]．北京：科学出版社，1999。

由上表数据可知，本工程建设后，供水灌溉工程评价区的生产力有所下降，生产力减少了 1646.02gC/ (m².a)，减少量占现状生产力的 0.02%，减少的幅度不大，因此本工程建设对供水灌溉工程评价区植被生产力的影响较小。

5.5.4.2 生物量影响

工程的实施将改变土地利用类型，破坏占地区植物及植被，使评价区内植被面积减少，从而影响评价区的植被生物量。

(1) 对枢纽工程评价区生物量的影响

枢纽工程评价区各植被类型损失的生物量见表 5.5.4-3。

表 5.5.4-3 评价区各植被类型损失的生物量

植被类型面积变化		平均生物量(t/hm ²)	生物量变化(t)
类型	面积(hm ²)		
针叶林	-24.85	26.34	-654.58
阔叶林	-55.17	90.47	-4991.61
灌丛及灌草丛	-38.67	19.8	-765.68
经济林	-12.27	23.7	-290.70
农作物	-205.45	6	-1232.72
水域	309.41	1.2	371.30
合计	-27.00		-7564.00

注：表中未包括增加的建筑用地 32.93hm²。

由上表可知，枢纽工程评价区生物量总损失为 7564.00t，占评价区总生物量的 9.65%，所占比例不大。各植被类型中阔叶林植被损失的生物量所占比例最大，占枢纽工程评价区损失生物量的 66.00%，其余植被生物量损失均较小。

(2) 对供水灌溉工程评价区生物量的影响

供水灌溉工程评价区各植被类型损失的生物量见表 5.5.4-4。

表 5.5.4-4 供水灌溉工程评价区各植被类型损失的生物量

植被类型面积变化		平均生物量(t/hm ²)	生物量变化(t)
类型	面积(hm ²)		
针叶林	-0.25	30.26	-7.64
阔叶林	-0.69	82.55	-57.18
灌丛及灌草丛	0.00	25.27	0.00
经济林	0.00	19.8	0.00
农作物	-1.05	6	-6.32
水域	0.00	1.2	0.00
合计	-2.00		-71.15

注：表中未包括增加的建筑用地 2.00hm²。

由上表可知，供水灌溉工程评价区生物量总损失为 71.15t，占评价区总生物量的 0.02%，所占比例不大。各植被类型中阔叶林植被损失的生物量所占比例最大，占枢纽工程评价区损失生物量的 80.37%，其余植被生物量损失均较小。

5.5.4.3 生态体系稳定性影响

水利工程对自然生态体系稳定状况的影响可以从恢复稳定性和阻抗稳定性两方面进行分析。

(1) 对恢复稳定性的影响

枢纽工程建成后，各土地类型发生变化，林地、草地和耕地面积减少，水域面积增加。水库建成后水域面积增加以及水文条件的改善使水库湿地生态系统的生物量将会增加，但由于陆地生物量的减少量大于水域生物量的增加量，从而使区域自然体系的生物量减少了 7564.00t，占枢纽工程评价区总生物量的 9.65%，减少量较小，因此其对自然体系恢复稳定性影响不大，在区域自然系统可以承受的范围之内。

输水工程建成后，各土地类型发生变化，林地、耕地面积减少。本工程建成后供水灌溉工程评价区自然体系的生物量减少了 71.15t，占供水灌溉工程评价区总生物量的 0.02%，减少的幅度不大，因此其对自然体系恢复稳定性影响不大，在区域自然系统可以承受的范围之内。

(2) 对阻抗稳定性的影响

从枢纽工程评价区的斑块类型数目和面积分析，工程实施后土地利用格局发生了变化。大坝主体工程区建设用地的斑块面积增加，其它斑块类型均有所减少，增加的水域由自然的生态系统变为受人工调控的半自然生态系统，因此，大坝主体工程区的建设用地斑块和库区的水域斑块均属于干扰斑块，这种干扰斑块的增加不利于自然系统生态平衡的维护。林地、草地面积分别减少了 80.03hm²、38.67hm²，这种变化影响了该区域抗御干扰的能力，影响了局部景观的稳定性，阻抗稳定性有所降低。从整个枢纽工程评价区来看，林地面积减少了 8.44%，减少后的林地在该区域仍占优势，说明景观的多样性、异质性变化不大。因此枢纽工程建成后对景观自然体系的生产能力和稳定状况及组分异质化程度影响不大，区域自然体系抗干扰能力仍较强，阻抗稳定性仍较好。

从供水灌溉工程评价区的斑块类型数目和面积分析，工程实施后土地利用格局发生了变化。林地、耕地的面积和斑块数目有所减少，建设用地的面积和斑块数目有所增加。输水线路工程对区域自然体系生态完整性的影响主要由输水管道、出水池、进水池、泵站等建筑景观的变化引起的，由于输水线路工程永久占地面积不大，为 2.00hm²，供水灌溉工程评价区村落、道路等建筑用地分布较多，输水线路工程建设和运行不会改变各类斑块总体异质化程度，对评价范围内生态体系的阻抗稳定性影响不大。

5.5.4.4 景观生态体系质量影响

本评价区域各类斑块在水利工程建设后所发生的变化主要是斑块面积的变化较大，而在斑块数量（密度）、斑块频率等要素特征上发生变化较小。根据对区内各景观类型的优势度值进行计算。

枢纽工程评价区各类景观斑块的优势度值预测情况见表 5.5.4-5。

表 5.5.4-5 枢纽工程评价区工程实施前后评价区主要斑块类型优势度值

斑块类型	R _d (%)		R _f (%)		L _p (%)		D _o (%)	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地	26.11	25.97	47.12	42.99	46.02	42.13	41.32	38.31
草地	35.72	35.70	19.34	17.12	18.31	16.43	22.92	21.42
园地	2.27	1.97	4.65	3.54	4.00	3.41	3.73	3.08
耕地	21.04	20.71	17.23	7.62	16.68	6.71	17.91	10.44
水域	1.59	1.92	1.26	15.23	0.96	15.98	1.19	12.28
建设用地	13.26	13.73	14.97	16.13	14.03	15.34	14.07	15.14

由上表数据可知，本工程建成后，枢纽工程评价区土地利用格局发生了变化，其中水域斑块因库区蓄水，其优势度值由蓄水前的 1.19%上升到 12.28%，耕地优势度值由蓄水前的 17.91%减少到 10.44%，其他斑块优势度变化的幅度不大。作为模地的林地，其优势度值减少了 3.01%，优势度值变化不大，仍占绝对优势。由此可以判定工程建成后

林地仍然是该地区的模地，对生态环境质量仍将具有较强的调控能力，表明景观生态体系的生产能力和受干扰以后的恢复能力仍较强。因此，工程实施和运行不会改变区域的模地地位，对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。供水灌溉工程评价区各类景观斑块的优势度值预测情况见表 5.5.4-6。

表 5.5.4-6 供水灌溉工程评价区工程实施前后评价区主要斑块类型优势度值

斑块类型	R _d (%)		R _r (%)		L _p (%)		D _o (%)	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地	25.23	25.23	31.01	30.99	30.07	30.06	29.09	29.08
草地	35.92	35.92	14.56	14.56	13.79	13.79	19.52	19.52
园地	1.33	1.33	2.13	2.13	1.58	1.58	1.66	1.66
耕地	20.54	20.53	16.43	16.41	15.57	15.57	17.03	17.02
水域	0.66	0.66	5.25	4.52	4.52	4.52	3.74	3.55
建设用地	16.32	16.33	35.17	35.86	34.47	34.48	30.11	30.29

由上表数据可知，工程实施后林地、耕地因输水管道等建筑物的占用，优势度值减少，减小幅度分别为 0.01%、0.01%，而建筑用地的优势度值增加，增加的幅度为 0.18%，输水线路工程实施后土地利用格局发生了变化，但变化的幅度均较小，评价区建设用地优势度值仍然最高，依然是供水灌溉工程评价区内的模地。因此，工程实施和运行对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

5.6 水生生态影响

5.6.1 对水生生境的影响

5.6.1.1 库区河段

(1) 水文情势变化

花滩子水库建成后，工程所在河段将由河流流水生境变成库区+减水河段并存的水生生境，水库回水 16.46km，原为峡谷急流生境的河段将成为水库区，水面变宽，流速变缓，水深增加，库区河段的水域面积由原河道的 0.62km²，增加至正常蓄水位时 3.65km²，比天然状态下增加了 4.9 倍。河流的水动力学形态总体上将发生较大变化。

大坝阻隔导致库区河段流速均较原天然流速有不同程度的减缓，越靠近坝址减缓越明显，至坝前接近为 0，库区河段从河道急流型转为湖泊缓流型。

在多年平均条件下，干流库尾断面平均水深由 0.62m 提高到 4.08m，提高了 3.46m；平均水面宽度由 14.0m 增加到 34.0m，增加了 20.0m；流速由 0.46m/s 降低到 0.15m/s，降低了 0.31m/s。

库中断面平均水深由 0.76m 提高到 31.64m，提高了 30.88m；平均水面宽度由 11.0m 增加到 67.0m，增加了 56.0m；流速由 0.83m/s 降低到 0.0048m/s。

坝前断面平均水深由 1.90m 提高到 82.65m, 提高了 80.75m; 平均水面宽度由 38.4m 增加到 183m, 增加了 144.6m; 流速由 0.211m/s 降低到 0.001m/s, 坝前流速基本维持近静水状态。

表 5.6.1-1 多年平均条件下库尾、库中、坝前断面平均水深、平均水面宽度、流速变化

断面	平均水深(m)			平均水面宽度(m)			流速(m/s)		
	建库前	建库后	变化	建库前	建库后	变化	建库前	建库后	变化
干流库尾	0.62	4.08	3.46	14	34	20	0.46	0.15	-0.31
库中断面	0.76	31.64	30.88	11	67	56	0.83	0.0048	-0.825
坝前断面	1.90	82.65	80.75	38.4	183	144.6	0.211	0.001	-0.210

花滩子水库具有年调节性能, 兴利调节时水位在 463m(死水位)~491m(正常蓄水位)之间变动, 水位变幅 28, 水库消落带深 28m。

(2) 透明度

现状清渡河干流已建成运行雁水(1970 年代)、天桥(1968 年)、花滩子电站(2006 年), 库区泥沙情势已呈现基本稳定状态。目前各电站库区水体透明度为 0.3~0.8m, 花滩子水库建成后, 库区回水、面积进一步增加, 上游流水河段流速减缓, 泥沙的沉降作用增强, 水体透明度会得到一定的改善, 特别是平水期明显增大。随着水库使用年限的继续增加, 出入本水库的泥沙特性趋于稳定, 库区泥沙情势将呈现基本稳定的状态。透明度的增加有利于水生生物特别是浮游生物的生长繁殖。

(3) 水质

花滩子水库上游集水区内主要有居民生活污染源及农业面源。根据水质监测结果, 清渡河干流水质满足水功能区Ⅲ类目标, 随着后期饮用水水源地保护工作的实施, 上游污染负荷必将低于现状值, 水质进一步趋于改善。另外本工程水库淹没区人口、耕地主要集中在 491m 以下, 移民搬迁, 水库淹没后, 坝址上游农村生活和农业污染源较现状有所减少。根据水质预测结果, 花滩子水库建成后, 库区水质满足Ⅲ类水质要求, 库区不易发生富营养化。

(4) 水温变化

清渡河干流已建电站库区均为混合型水库, 表底温差很小, 花滩子水库为大型水库, 正常蓄水位为 491m, 相应库容为 1.045 亿 m³, 总体呈稳定型水温结构特征。根据花滩子水库水温影响预测成果库区水温在全年均出现不同程度的分层现象。采用单层取水口情况下, 水库 12 月到翌年 2 月的坝前垂向基本同温, 从 3 月开始库区垂向水温分层逐

渐明显，至 11 月逐渐减弱，7~8 月月表层和底层温差最大达到 11.6℃，库底在 2 月~7 月存在较为稳定的低温水区域。

5.6.1.2 坝下河段

(1) 水文情势变化

花滩子水库建成后，运行期受工程调蓄和供水影响，坝下水文情势较天然状况将发生明显改变。多年平均情况下，坝址断面丰水年（ $P=10\%$ ）各月流量变化幅度在-83.78%（4 月）~-6.27%（1 月）之间；平水年（ $P=50\%$ ）各月流量变幅为-82.56%（5 月）~-5.52%（3 月）；偏枯水年（ $P=75\%$ ）各月流量变幅为-82.67%（5 月）~-12.98%（1 月）；枯水年（ $P=90\%$ ）各月流量变幅为-82.21%（5 月）~-68.08%（1 月）、244.72（2 月）；特枯年（ $P=95\%$ ）各月流量变幅为-84.05%（5 月）~55.02%（1 月）；多年平均条件下各月流量变幅为-60.91%（4 月）~-8.33%（1 月）。总的说来，花滩子水库的建设使得下泄径流量有不同程度的降低，同时使得下泄径流过程更加均匀，在枯水年（ $P=90\%$ ）1 月、2 月和特枯年份（ $P=95\%$ ）7 月、12 月、次年 1 月下泄流量超过天然流量，对现状下游河道起到一定的补水作用。工程电站主要利用下泄生态流量及汛期弃水发电，不承担调峰任务，坝址下河道日内水文情势变化不明显。

花滩子水库坝下无较大支流汇入，坝址到乌江汇口间最长形成约 8.5km 的减水河段，该减水河段沿程支流汇入多年平均流量为 $0.73\text{m}^3/\text{s}$ ，占坝址多年平均流量的 9.3%，由于花滩子水库坝址下游 5.5km 有已建花滩子电站，为径流式运行，正常蓄水位为 410.4m 相应回水长度约 5.3km，因此花滩子坝址下游 0.2km 水位将出现一定变幅，坝址下游到乌江汇口 8.5km 沿程各断面水文情势受花滩子水库坝址下泄流量影响。

工程在日调节运行过程中，坝址下游水位日内将出现一定的变幅，主要影响范围为坝下 8.5km 河段。

(2) 下泄气体过饱和

水库泄洪是水流冲泄过程产生很大的压力并带入部分空气，水与空气中的气体混合后一起释放到坝下河道中，在流体静压力的作用下，空气以气泡的形式溶解到水中，易使下游水域形成气体过饱和状态，花滩子水库采用挑流消能，加之水库调节性能为多年调节，泄洪频率不高，根据流域暴雨洪水特性，泄洪历时一般在 2~3 天以内，下泄洪峰流量峰值最高可达

(3) 水温变化

花滩子水库采用三层孔口方案取水后，平水年3月~5月月均下泄水温较天然低，降低幅度在0.2~1.6℃，3月降幅最大，平水年下泄水温达到特征水温15.4℃较天然延迟了8天。

（4）水质

根据预测，花滩子坝下清渡河水质COD、NH₃-N、TP均满足Ⅲ类水质标准，满足鱼类繁殖生长。坝址下游乌江干流退水区受上游来水的影响，总磷指标超标，贵州省政府高度重视乌江水质保护工作，实施了《乌江流域水环境保护规划（2015年-2020年）》、《乌江流域水体达标方案》，地方政府制定了《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030年）》。花滩子水库建成运行后，在严格执行受水区水污染防治规划后，坝址下游河段清渡河、受水区石阡河水质水质涉及清渡河、石阡河河段满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域功能要求；涉及乌江干流退水河段至设计水平年主要受上游来流水质控制，新增污染负荷对河道水质改变不大，仍然能够满足水生生态系统基本条件。

5.6.2 对浮游生物的影响

（1）库区河段

花滩子水库建成蓄水，库区上游原有的天生桥电站、天桥电站“河流+水库”形态将变成河道型水库，由于库区水面、水流进一步变宽、变缓，上游来流营养物质增加，浮游生物量会有所增加。运行期水库淹没正常水位以下的土地和植被，营养物质在总量上大于建库前天然河流水体中的含量，库区水流速度减缓，来水营养物质滞留、泥沙沉降，水体透明度增大，被淹没区域土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质增加，这些条件的变化均有利于浮游生物的生长繁殖。

预计建库后库区浮游生物种类数量和生物量均会有所增加，原有的大部分藻类会保留下来，在沿岸的“滞水区”以及营养物质相对丰富的库湾，绿藻门和蓝藻门的种群数量和生物量有明显的增加，但硅藻仍将是水库的主要优势种类。同时浮游植物等饵料生物的增加，为浮游动物的生长繁殖提供有利的环境条件。尤其是在库湾、库汊段，浮游动物中的原生动物和轮虫的种类和数量将会有增加，而枝角类、桡足类的生物量可能占优。总之，水库建成蓄水后，库区水域面积较大增加，库区水体中浮游生物总量会有较大增加。

（2）坝下河段

根据建库前后坝下断面的水文情势分析可知，建库前 1-12 月份多年平均天然流量在 $1.3\text{--}17.9\text{m}^3/\text{s}$ 间波动，建库后多年平均流量在 $1.18\text{--}11.669\text{m}^3/\text{s}$ 间波动，水库建成后，对下游河道冲刷作用，河道下切、并滩归槽，下游河道水面面积有一定萎缩。发电泄水使坝下浮游生物来源增加，单位水体浮游动物数量和生物量有所增加，但水体浮游生物总体生物量会因为生存空间变小和而有所减少。从种类组成上预测，坝下河段仍将保持河流特性，无论是浮游植物还是浮游动物，种类组成与现状相似，变化不大。

（3）退水区涉及河流

退水区涉及的石阡河、清渡河、乌江，供水回归水的汇入，使得各河流量会较天然状况下略有增加，水体营养水平在现有本地营养来源的情况下会有所增加，浮游生物的密度和生物量也会相应增大，水体总生物量会有有所增加，但因供水区分散、退水不集中、水量也有限，对退水区涉及河流浮游生物种类组成影响较小。

5.6.3 对底栖动物的影响

（1）库区河段

根据工程建设前后水文情势变化，水库建成后库区坝前断面平均水深由 1.90m 增加到 82.65m ，平均水面宽度由 38.4m 增加到 144.6m ，流速由 0.21m/s 减小为接近 0m/s ，库区河段的水域面积由原河道的 0.6218km^2 ，增加至正常蓄水位时的 3.65km^2 ，水库建成后库区水位上升，水域拓宽，泥沙沉降，底质由砾石、沙质型为主逐步向泥沙型、淤泥型发展，有利于现状静水型、耐污性种类生物量进一步增加，水生寡毛类在种类和数量上会有所增加，并成为中下层鱼类的重要饵料；甲壳动物中的虾类等将逐渐增多，并成为捕捞对象和鱼类的饵料；软体动物中如萝卜螺、蚬类在种类和数量上将有所增加，并成为优势种类。原适宜流动水体的水生昆虫如毛翅目等在种类和数量上会呈下降趋势。

总之，库区底栖动物的种类组成有所变化，原有河流性种类减少甚至消失，静水性、耐污性种类增加，底栖动物的密度和生物量也将有增长的趋势。

（2）坝下河段

坝下河段流量较蓄水前有一定减少，清水下泄会使河道冲刷下切，下游河道水面面积有一定萎缩，坝下底栖动物的但在水位稳定后，在新的沿河浅水区，将形成新的底栖动物栖息地，底栖动物的密度和生物量将有所恢复，底栖动物种类和现存量基本维持现状水平。

（3）退水区涉及河流

受水区涉及河流水量略有增加，有利于底栖动物的繁衍，但因水量增加有限，底栖动物的种类组成变化不大。

5.6.4 对水生维管束植物的影响

（1）库区河段

根据工程建设前后水文情势变化，水库建成后库区坝前断面平均水面宽度由 38.4m 增加到 144m，流速由 0.21m/s 减小为接近 0m/s；库中断面平均水面宽度由 11m 增加到 56m，流速由 0.83m/s 减小为接近 0m/s；库区河段的水域面积由原河道的 0.6218km²，增加至正常蓄水位时的 3.65km²。建库后，水位提高，流速变缓，泥沙沉积改变河流底质，库尾、库汉和库湾及消落带和浅水地带的湿生环境增加等这些有利的环境变化，扩大了湿生植物的生存场所，将使水生维管束植物在种类组成和群落结构上趋于复杂，生物量也将呈上升趋势。但花滩子水库位于典型岩溶地区，库区岸坡比降大、底质贫瘠、水位变幅大，不利于浅水区泥土和营养物质的长期、大量积累，植物生长的环境条件不能保持稳定，因此，库区的水生维管束植物将基本维持现有水平；而库湾浅水带的水生维管束植物的种类和数量会有一定的变化，可能出现水生挺水植物、浮叶植物和漂浮植物的稀疏群落。

（2）坝下河段

现状河段水生维管束植物稀少，从工程建设前后的水文情势变化预测可知，花滩子水库建成后，丰水年、平水年各月下泄流量均降低，建库后坝下河流仍保持流水特征，但流量相对减小，坝下河段水生维管束植物种类和现存量基本维持现状水平。

（3）受水区涉及河流

受水区涉及河流水量略有增加，但因供水和灌溉区域较为分散、退水不集中、水量也有限，水生维管束植物增加有限。

5.6.5 对鱼类资源的影响

5.6.5.1 梯级开发对鱼类资源的累积性影响

清渡河干流已建成雁水电站、天桥电站、花滩子电站等 3 座水利水电工程，上述梯级由于建设较早，均未考虑鱼类保护措施，在花滩子水库建设前，受上游雁水电站和下游花滩子电站大坝阻隔的影响，清渡河上下游河段以及清渡河与乌江干流之间的鱼类种群交流受限。花滩子水库建成后，上游天桥电站（已建，正常水位 435m）、天生桥电站（停建，正常水位 468.38m）将被淹没，雁水电站、下铺子、雷公岩电站无影响，坝

址上游约 20km（坝址-雁水电站）河段得以连通，原受天桥电站阻隔，鱼类生境碎片化得到缓解；但坝址下游河段生境即花滩子水库至花滩子电站段鱼类将被限制在约 5.5km 的库区生境生活。整体来看，花滩子水库建成后，清渡河干流大坝阻隔将导致鱼类种群分为雁水电站~花滩子水库段、花滩子水库~花滩子电站段、花滩子电站至乌江汇口段 3 个群体，因此，清渡河干流生境破碎化较为严重。

清渡河水利水电工程对鱼类的累积性影响主要是水电梯级开发加剧了生境破碎化，则可能影响不同水域群体之间的遗传交流，鱼类只能在局部水域内完成生活史，导致种群整体遗传性退化。各梯级间分布的鱼类，主要为产粘沉性卵、完成生活史不需要大的空间的群体，由原来的区域分布演变成点状分布，形成多个相互隔离的异质种群。据调查，清渡河流域不存在长距离洄游鱼类分布，但存在短距离生殖洄游、索饵洄游、越冬洄游的鱼类。

另外，水利水电建设改变了鱼类生长的外源因子，对鱼类生长产生一定的影响，主要包括食物、温度、溶氧、光照、盐度以及其他理化因子。水库建成后，水体初级生产力会有一定的增加，使得饵料生物增多，有利于鱼类的生长；由于梯级水库首尾相连，库区受河谷气候影响，库表水温会有一定程度的升高。库区部分鱼类适应低温水环境，水温的升高在鱼类代谢适温范围时，鱼类的摄食强度和活动性相对增加，超过适温范围后可能导致鱼类摄食活动减弱，甚至生长停止。

5.6.5.2 大坝阻隔影响

目前清渡河干流分布有雁水、花滩子电站等水利水电设施，各梯级修建时间较早均未建设过鱼设施，在花滩子水库建设前，清渡河上下游河段以及清渡河与乌江干流之间的鱼类种群交流受限。花滩子水库建成后，上游天桥电站（已建，正常水位 435m）、天生桥电站（停建，正常水位 468.38m）将被淹没，雁水电站、下铺子、雷公岩电站无影响，坝址上游约 20km（坝址-雁水电站）河段得以连通，原受天桥电站阻隔，鱼类生境碎片化得到缓解；但坝址下游河段生境即花滩子水库至花滩子电站段鱼类将被限制在约 5.5km 的库区生境生活。整体来看，花滩子水库建成后，清渡河干流大坝阻隔将导致鱼类种群分为雁水电站~花滩子水库段、花滩子水库~花滩子电站段、花滩子电站至乌江汇口段 3 个群体，群体间不能进行双向遗传交流，鱼类只能在局部水域内完成生活史。

根据调查，评价河段内产粘沉性卵的鱼类中，没有长距离会有习性，这些种类经过长期自然选择，已经适应该地区独特流水环境。这些种类通常在急流的砾石底浅滩上产沉粘性卵。仔鱼孵出后则在产卵场附近进行索饵，受水流影响向下漂流，漂流的距离不

长，由于不同种类的繁殖对环境条件要求不同，只要还存在其繁殖、索饵的生态环境条件，就能维持一定的种群。大坝将使亲鱼群体阻隔、成熟亲鱼无法上溯到产卵场繁殖，繁殖与发育条件分离，在产卵场繁殖后的受精卵、仔幼鱼无法顺利下坝，这些鱼类在下游河段的分布将减少。

由于花滩子水库坝址下游 5.5km 的花滩子电站、上游 20m 的雁水电站水库大坝已经造成了阻隔影响，花滩子水库的建设将淹没天生桥水库，对所在河段的阻隔作用维持现有影响。

5.6.5.3 生境变化对鱼类的影响

(1) 水文情势变化对鱼类的影响

花滩子水库建成蓄水后，库区水位抬高，水深增加，水面积增加，水流变缓，河流的水动力学过程发生较大的变化。清渡河干支流多位于高山峡谷地带，库尾河道狭窄，水深浅，仍然保持流水状态，特别是水库低水位运行时，库尾流水段会比较长，其水文情势的变化主要受汛期降水补给以及上一级雁水电站梯级泄水的影响；坝前水域水深、面广，水流缓甚至静水，呈现湖泊水动力学特征，为水库湖泊段，水库中间水域间于河流段和湖泊段，属于过渡段。

水文情势变化，库区鱼类种类组成将由“河流相”演变为“湖泊相”。库区河段原适应于底栖急流、砾石、洞穴、岩盘等底质环境产粘沉性卵的鱼类，将逐渐转移向库尾及缠溪河等流水河段，种群数量将明显下降，而库区的数量急剧减少或消失，如宽鳍鱲、白甲鱼、波纹鳅等种类。而适应缓流或静水环境生活的鱼类，由于水库大繁殖条件能够满足其繁衍、生存，且饵料生物丰富，栖息水域广，其资源量将上升，并逐渐成为库区的优势物种，如麦穗鱼、鲤、鲫、棒花鱼等。

坝下河段受上游来水量的减少，鱼类生活空间压缩，饵料竞争压力加大，下泄水温度偏低，对坝下鱼类栖息影响较大，原分布于坝下河段的鱼类数量和生物量下降，下泄低温水导致坝下河段鱼类生长发育变慢，生长期缩短，繁殖期推迟。

(2) 水质变化对鱼类的影响

工程建设后，库区水动力学特征发生显著变化，相应水体理化性质也会发生一系列变化。库区水流变缓，泥沙沉积，透明度升高，有利于浮游藻类对光能的利用，浮游藻类现存量的升高，会提高水体生物生产力，相应地库区鱼类资源量会升高。库区支流回水区以下部分水流较缓，有利于浮游动植物等水生生物生长，对于鱼类的生长繁殖也起到促进作用，鱼类种类和资源量将有所增加。

建库后，下泄流量和天然河流相比，透明度升高，水质仍满足Ⅲ类标准要求，清水下泄主要是对坝下河段造成冲刷下切，导致河势河态的变化，坝下河段河床底质多为基岩，且受花滩子电站库区作用，其影响程度和范围很有限。

（3）水温变化对鱼类的影响

花滩子水库在采取三层取水口进行分层取水后，平水年3~5月存在下泄低温水问题，3月下泄水温较天然最大降幅1.4℃。下泄低温水影响河段主要分布在坝下花滩子电站库尾及坝下至河口段。清渡河鱼类繁殖主要集中在4~6月，此期间多数时段下泄水温较天然水温低，可能造成下游鱼类繁殖时间推迟等。

（4）总溶解气体过饱和对鱼类的影响

根据花滩子水库所在区域暴雨洪水特性及时间，泄洪可能发生在6~8月的部分时间，结合水生生态调查成果，评价范围内鱼类产卵主要在4~6月份，主要泄洪时期不在鱼类的主要产卵期，因此泄洪产生的溶解气体过饱和对仔幼鱼的影响有限。

（5）饵料生物基础变化的影响

水库建成蓄水后，随着水库生态系统的发育，库区水生生物种类组成、群落结构也相应发生演变。库区水面变宽、水流变缓、营养物质蓄积、透明度升高，有利于浮游生物的繁衍，浮游生物的种类和生物量会增加，水生生物生产力提高；鉴于水库蓄水、供水和调蓄作用，水库水位涨落幅度较大，形成生物贫乏的消落带，沿岸带着生藻类和底栖动物较少；库区由于水体较深（死水位463m），下层深水区缺乏底栖动物分布的条件。可见，库区鱼类的饵料生物基础从原河道流水生境为主的底栖动物、着生藻类演变为以浮游生物为主，库区饵料生物资源的群落结构发生改变，有利于仔幼鱼的肥育和以浮游生物为食的静缓流鱼类的生长、繁衍。

库区蓄水初期，库区小型鱼类如棒花鱼、鲫、麦穗鱼等由于性成熟时间短、繁殖快，在库区中大量繁衍；而肉食性种类黄颡鱼、鲇等以丰富的小型鱼类资源作为饵料基础得到发展，从而达到种群控制的相对平衡。而滤食性鱼类鲢、鳙，虽然库区提供了丰富的饵料生物资源，但由于库区不具备其繁殖条件，如不采取人工放养的方式，其种群不能够得到发展，甚至在库区中消失。由于库区饵料生物种群结构的改变，过去以着生藻类作为饵料基础的鱼类如白甲鱼、云南光唇鱼等将退缩至库区支流和其他水域生境。

水库形成后对坝下河段水生生物群落结构影响较大，坝下水量减少不利于浮游生物的繁衍，浮游生物的种类和生物量降低，底栖动物生存空间缩小，原河道分布的鱼类退缩至其他水域，种群资源量和渔获量下降，鱼类呈现个体小型化现象。

5.6.5.4 对鱼类区系组成的影响

清渡河的天生桥水库库尾以上鱼类以喜急流或流水生境的土著鱼类为主，库区主要以喜静缓流生境的鱼类为主。花滩子水库工程建成后，将进一步拓宽天生桥库区范围，增加了静缓流水域范围，天生桥水库库区的静水或缓流水域中喜静缓流如麦穗鱼、鲫、鲤等的鱼类活动范围得到增大，库尾的喜流水的鱼类栖息生境会进一步减少。

5.6.5.5 对鱼类“三场”的影响

（1）对鱼类产卵场的影响

清渡河上适宜产粘沉性卵鱼类的产卵生境广泛分布，相对集中的产卵场所位于坝址下游约 0.35km，坝址上游约 4.5km 的洲滩、库尾河段、支流缠溪河汇入口等水域，产卵鱼类以宽鳍鱲、白甲鱼、侧条光唇鱼等喜流水生境鱼类为主。花滩子水库正常蓄水后，库区河段产卵场将被淹没，库区内原喜流水鱼类产卵场功能将消失。库尾河段距离坝址约 12.6km，受蓄水影响较小；支流缠溪河河口有一定距离的回流区。由于清渡河鱼类以产粘沉性卵为主，适宜鱼类产卵的砾石、岩石、砂质等底质的流水生境广泛分布，库区河段原有产卵生境将消失，对产粘沉性卵鱼类繁殖造成不利影响，这些鱼类将迁徙至剩余的流水河段寻找替代产卵生境。

库区河段原有产粘沉性卵鱼类产卵场被淹没后，其产卵场的演变根据产卵习性的不同主要分为两类：一类是适应于静缓流水环境产卵的鱼类，水库的形成为其提供了良好的繁殖条件，形成了规模大、数量多的新的产卵场，如鲤、鲫、麦穗鱼、棒花鱼等；另一类是需要一定流水条件产粘沉性卵的鱼类，主要栖息于流水生境中的鱼类退缩至坝下河段、库尾以上自然河段及缠溪河支流水域，产卵空间和产卵规模会有明显的萎缩，如白甲鱼、云南光唇鱼等。

（2）对鱼类索饵场的影响

清渡河干流从江河流生态转变为水库静缓流水生态，浮游生物、着生藻类、底栖动物等鱼类饵料生物种类也随之发生了改变。适应静缓流水环境索饵肥育的鱼类在清渡河干支流往往在河流深潭、回水湾、深水缓流河槽和下游宽谷河段索饵肥育。花滩子水库建成后，外源性营养物质增多，且滞留在库区内，库区浮游生物、底栖动物数量远大于建库前，鱼类饵料生物增多，为静缓流水鱼类鲤、鲫、棒花鱼等提供了空间大、饵料丰富的索饵场。

而在流水中以底栖动物、着生藻类等为食的鱼类光唇鱼、白甲鱼等，由于库区形成后，饵料生物基础的结构演变为以浮游生物为主，流水生境大规模萎缩，其索饵场萎缩至库尾以上干流、支流或大坝以下流水河段。

（3）对鱼类越冬场的影响

清渡河干支流鱼类多在河流深潭和深水河槽中越冬，花滩子水库建成后，水深显著增加，水面扩大，有利于鱼类越冬条件的改善。同时，下游花滩子电站梯级调节性能较强，能改变水量的年内、甚至年际间的水量分配，冬季枯水期水量增加，对于花滩子水库坝下游河段鱼类越冬有利。

5.6.5.6 对渔业生产的影响

目前，调查区域无专业渔民，渔业生产仅限于天然捕捞，产量小、品种组成复杂，受季节等因素影响大，无法形成规模化的稳定供应。水库建成后，具有向城镇供水功能，水产养殖将受到限制，渔业生产基本同现状一致。

5.7 环境地质影响

5.7.1 水库渗漏

水库库区两岸山体较雄厚，无低矮垭口，地表分水岭宽厚，隔水性能可靠，地形封闭条件总体较好，水库左岸低邻谷为石阡河，右岸低邻谷为印江河，两岸地下水位高于拟建水库正常蓄水位，坝前不存在向邻谷渗漏问题；库首存在绕坝渗漏问题，防渗帷幕向上游接韩家店群碎屑岩地层，经防渗处理后，库首不存在水库渗漏问题。

5.7.2 库岸稳定

由于拟建库区河道较长，清渡河走向在拟建库区段河流由入库时的南西向渐变为北西向，其流向的改变，导致河谷类型也随之发生改变，从而改变了岸坡边坡结构。同时，库区分布的地层较多，岩性较复杂。支流、冲沟众多。但，水库两岸由基岩构成的峡谷岸坡，岩体完整性较好，水库蓄水后破坏形式以局部塌落为主，对水库影响小，总体库岸稳定条件较好。

5.7.3 水库浸（淹）没

水库位于峡谷区，库岸地形较陡，库水向周边浸渗的范围有限，除库尾凯望村等个别库段地势较低，为较为宽缓地或民房，基本没有集中分布的大片农田与居民点，水库

蓄水后，无重要矿产淹没；两岸无封闭的低洼地势，靠近水库部位有可能发生浸没，但由于地处库尾，水位抬高不大，预测地下水壅高不大，浸没范围较小。

5.7.4 诱发地震

正常蓄水位时水库坝前水位抬高约 81m，库区内无区域性活断裂通过、场区无大的岩溶洞穴和通道，库区地震动峰值加速度 $<0.05g$ ，相应地震基本烈度小于 VI 度）。区内及外围的几条主要断层新生代以来无明显活动迹象，水库诱发构造型地震的可能性较小；其次库区碳酸盐岩分布较广，据可研勘察，未发现深部较大导水构造发育，据坝址区钻孔揭露，未发现深度规模较大的岩溶发育，岩溶发育较弱，且分布高程绝大多数高于正常高蓄水位，建库蓄水后水库诱发较大震级的构造型地震、岩溶塌陷型地震的可能性较小，但存在诱发小震级气爆型地震的可能。

5.8 社会环境影响

5.8.1 社会经济影响

施工期花滩子水库工程施工对工程所在区域社会经济发展具有一定促进作用，具体表现在：工程开工建设可带动工程区原材料加工业、运输业等各相关产业的发展；随着施工人员的大量进驻，将促进当地肉类、蔬菜等副食品的生产和销售，也将促进当地服务业等第三产业的发展，各类临时设施的施工将为当地居民创造大量的就业机会，有利于搞活当地的乡村经济，增加群众经济收入，提高当地人民群众的生活质量；另外，本工程建设将极大地改善当地的交通、通讯、电力等基础设施条件，对当地人民群众脱贫致富具有较大的促进作用。

工程运行后对社会经济的影响主要体现在供水效益、发电效益等方面。

供水灌溉效益：工程运行后，每年向思南县供水 8909 万 m^3 ，其中城镇生产生活供水量 7443 万 m^3 ，供水效益 16375 万元；灌溉水量 1466 万 m^3 ，灌溉效益 5716 万元。

发电效益：电站装机容量 7.0MW，产生的发电效益一方面可以补贴工程运行需求，另一方面还可以增加上网电量及地方财政收入，每年发电效益为 536 万元。

综上，扣除减少下游花滩子电站发点小于 122 万元及提水工程费 806 万元，花滩子水库工程总效益共 21698 万元，工程将为受水区城镇生产生活安全用水打下坚实基础，为受水区社会稳定、经济发展和生态建设提供用水保障，具有不可估量的社会经济效益。

5.8.2 对矿产资源和文物古迹的影响

工程不涉及矿产资源的压覆，工程兴建对矿产资源没有影响。

贵州省文物考古研究所 2017 年 6 月完成《贵州省思南县花滩子水利枢纽工程文物考古调查、勘探及保护规划报告》，贵州省文物局以“黔文物投函〔2017〕35 号”文印发了《关于贵州省思南县花滩子水利枢纽工程用地范围内文物保护的函》。

根据文物专题成果，花滩子水库淹没区涉及文物 4 处：思大桥和大兴凉桥以及硝洞洞穴遗址、楼房坡遗址。根据文物调查报告成果以及《中华人民共和国文物保护法》第三章，考古发掘的有关条款规定，对发现的各时期的古遗址、古墓葬根据面积大小和文化内涵的丰富程度以及对该地区历史研究的重要性和学术价值，分别采取相应的保护规划；文物调查报告结论：在不改变原有设计和施工的前提下，根据发现的地下文物在建设中有可能会受到的破坏和影响程度，分别采取不同的保护规划措施，对历史价值大且工程建设将局部影响或破坏的项目采取重点专探、特殊发掘、一般性局部发掘等措施。

文物保护专题根据工程淹没涉及的文物价值和内涵，分别进行以下保护方案：

规划对思大桥采取资料提取，整理文史；对大兴凉桥采取迁移异地保护；对硝洞洞穴遗址采取发掘保护，重点发掘 50m²，整理文史；对楼房坡遗址采取钻探与发掘，重点钻探 4000 m²，重点发掘 800 m²。

应严格按照《中华人民共和国文物保护法》和《贵州省思南县花滩子水利枢纽工程文物考古调查、勘探及保护规划报告》提出的保护措施，对花滩子淹没涉及的文物专项进行妥善发掘与保护。

5.8.3 人群健康影响

（1）施工期人群健康影响

施工期间，施工人员聚集，若不加强环境卫生、饮用水卫生、食品卫生管理，可能导致介水传染病流行。若不加强对外来施工人员的检疫工作，疟疾、肝炎等随施工人员带入，有可能在施工人群中造成疟疾发病率上升。施工人员高度密集，也增大了接触鼠类的机会。在施工期可能引起流行的主要传染病有细菌性痢疾、病毒性肝炎等，应提高警惕，有关部门应及早预防，防止各类传染性疾病在施工期尤其在施工前期医疗卫生条件较差的条件下蔓延，以保证人群健康。

（2）运行期人群健康影响

按照法定传染病分类及传染病传播途径，水库蓄水后，多发的乙类传染病主要有介水传染病和虫媒传染病。此外，还有自然疫源性传染病。

介水传染病：花滩子水库工程建成后，将极大改善当地城乡居民、尤其是农村居民的饮用水卫生条件，从而有利于控制肝炎、痢疾等疾病的发生和传染，对受水区人群健康有利。

虫媒传染病：水库建成后，库区水库面积扩大，水库形成的库湾、库汊有利于水草生长，为蚊媒的孳生提供了条件。

自然疫源性疾病：工程区建设在一定程度上会改变当地自然生态环境，迫使病原体的储存宿主，如兽类、鸟类及其体外寄生物（如蝉、螨、蚤类）的转移，而扩大疾病流行。

总体来看，由于工程区各级疾病防疫机制基本健全，只要落实有效的防疫措施，加强环境卫生管理，并注意消灭蚊蝇鼠虫，本工程不会对人群健康产生明显的不利影响；而从城乡及农村饮水安全角度来看，工程实施后有利于供水条件的改善，将对该区域人群健康起到积极的作用。

5.9 对环境敏感区的影响

5.9.1 对万圣山森林公园的影响

根据具体工程布置，结合森林公园功能区划图可知，本工程输水管线北干管及邵塘支管的输水管道穿越森林公园，穿越形式为地埋式输水管道及隧洞。其中穿越游览观光区 1.058km，穿越生态保育区约 0.535km。

（1）对森林公园内植物的影响

本工程建设对森林公园内植物及植被的影响因素在施工期主要为占地、施工活动、弃渣、废水、扬尘、人为干扰等；在管线运营期，森林公园供水得到进一步保障，基本无影响。

① 工程占地对植物的影响

本工程北干管有部分位于森林公园的游览观光区生态保育区内，本工程在森林公园内的占地主要为输水管道为临时占地，工程占地会破坏占地区植物及植被，根据现场调查，森林公园内输水管线占地区位于公园的边缘，远离核心景区，植物种类较少，植被类型单一，常见的群系有黄荆群系、火棘群系等，常见的植物有柏木、朴树、构树、马桑、小果蔷薇、白茅、五节芒、野菊、千里光等，受工程占地影响的植物及植被在评价

区内分布广泛，本工程占地对其影响较小，仅为个体损失，植被生物量减少，随着施工结束，输水管道等占地区植被恢复会在一定程度上减缓工程对森林公园植被的影响。因此，本工程占地对森林公园植物的影响较小。

② 施工活动对植物的影响

施工期，森林公园内输水管道沟槽等施工会对区域植物产生不利影响，主要影响因素有人为活动、弃渣、废水、固废、扬尘等。由于本工程在森林公园穿越长度不大，工程在森林公园内占地面积较小，本工程在森林公园内施工时间不长，施工期人员较少，再加上森林公园内工程占地区及周边植物多以抗逆性较强的植物为主，因此，工程施工活动对森林公园内的植物影响较小。

③ 运营期有利影响

工程运营期引水灌溉，将使森林公园局部区域的水分条件得到改善，有利于其附近植物的生长，植被的发育。

（2）对森林公园内动物的影响

本工程对森林公园内动物的影响主要在于施工占地、施工产生的噪声、灯光、振动、人为干扰。

① 占地对动物的影响

施工期占地影响为临时占地对动物的影响，临时占地的影响会随着施工结束后生境的恢复而结束，由于森林公园内相似的动物生境较多，动物可以迁移到类似生境生活，因此本工程占地对动物的影响较小。

② 施工活动等对动物的影响

施工期施工产生的噪声、灯光、人员活动等将对森林公园内动物产生一定的惊扰，施工时段迫使动物远离工程影响区域。施工时车辆频繁运输、人员活动等也有可能危害森林公园内的动物。由于本工程输水管道区占地面积较小，工程在森林公园内的施工时间不长，且由于穿越段人为活动频繁，在此处活动的动物种类较少，主要为适应噪声、灯光等干扰的种类，因此，施工活动等对森林公园动物的影响较小。

（3）对森林公园内景观的影响

本工程对森林公园景观的影响主要包括施工活动、河段减水、人为景观等对其影响。

① 施工期对景观的影响

施工期输水管道沟槽开挖、材料运输等工程活动将会对森林公园内的自然景观产生一定的视觉影响；施工活动产生的扬尘、废水、固废等也会污染附近的环境；沟槽开挖

区也会对景观产生一定的影响，造成景观疤痕，产生视觉突兀，但由于森林公园内施工规模较小、施工期不长，施工期对景观的影响较小，随着施工结束，施工期对景观的影响将逐渐减轻。

② 运营期对景观的影响

工程完工后，输水管道区植被逐渐恢复，基本能与周围景观相协调一致，不会产生视觉突兀，森林公园的景观完整性会得到恢复，且工程远离核心景区。对游人观赏的视觉效果影响较小。因此，本工程输水管道等工程对景观影响较小。

工程对森林公园生态环境的影响主要是占地、施工活动和景观的影响，临时占地的影响也可以在施工后通过采取措施得到恢复；本工程在森林公园内的规模不大，施工期较短，施工活动的影响是暂时的，影响程度较为有限，输水管线建好后，公园的灌溉条件、水分条件将得到改善，有利于植物的生长和森林的发育，因此工程灌渠的建设对森林公园的总体影响有限。

5.9.2 对河西水厂水源保护区的影响

本工程仅北干管采用路面下埋管形式从河西水厂饮用水源保护区一级、二级和准保护区内下穿，根据工程布置，结合水源保护区划分可知，本工程水库区及枢纽区不涉及水源保护区，花滩子水库工程北干管 8+092-9+692 涉及一级保护区，北干管 5+962-8+092 涉及二级保护区，北干管 2+262-5+962 涉及准保护区。本工程北干管及其支管共穿越河西水厂一级保护区管线长度为 1.6km，穿越二级保护区管线长度为 3.3km，穿越准保护区 3.7km。本项目建成后将取代该水源点。

根据工程布置，花滩子水库施工料场、渣场、施工营地等均不在保护区范围内，水源保护区内管线施工生产、生活废水等经过处理达标后回用于生产，禁止外排，水库工程施工对河西水厂饮用水源保护区水质基本没有影响。同时，花滩子水库运行后将取代上述水源对思南县城供水。目前已取得贵州省环保厅集中式饮用水水源保护区和准保护区建设项目征求意见表（黔环水表〔2017〕361 号）。

根据供水灌溉工程区地下水影响分析，下穿河西水厂饮用水源保护区的灯油坝隧洞起止桩号为北干 5+650.3~北干 7+778.00 段，隧洞段长 2.13km，沿埋深在 2~124m，该段隧洞整体位于地下水位以上，影响半径很小，由于乌江为区域的相对最低排泄基准面，该段隧洞开挖对乌江水位的影响很小。

因此，为进一步降低施工对饮用水水源地的影响，建议在施工前加强地质预测预报，施工期间加强该段隧洞防渗工程，在取水口处设置水位监测点，制定应急预案，最大限

度的降低涌突水危害及对暗河水资源破坏。因此，在采取有效的环境保护措施后，能够有效控制隧洞开挖对饮用水水源地保护区的影响。

5.9.3 对白鹭洲省级风景名胜区和乌江喀斯特国家地质公园的影响

根据具体工程布置，结合风景名胜区功能区划图可知，思南乌江白鹭洲风景名胜区划分为 1 个独立景群和 5 个景区，本工程距离风景名胜区石阡河景区的三级保护区边界最近处为 1.1km，管线 200m 范围内独立景群景点有三个：腾龙峡、赤壁摩崖和镇江阁，其中独立景群景点为镇江阁与管线距离最近，为 81m，管线施工临时占地、施工交通、施工扰动等会不会对其产生影响。花滩子水库工程不占用思南乌江白鹭洲省级风景名胜区范围，不会破坏风景名胜区内景观及生物资源。仅施工活动可能会对游客游览造成视觉上的轻微影响，因此本工程建设对思南乌江白鹭洲省级风景名胜区影响较小。

5.9.4 对乌江喀斯特国家地质公园的影响

可研设计阶段通过优化输水管线和施工布置，避让思南乌江喀斯特国家地质公园，不涉及地质遗迹，思南乌江喀斯特国家地质公园主要地质遗迹类型为地貌景观大类岩石地貌景观类喀斯特地貌景观亚类，且地质公园景区位于清渡河汇口上游，项目取水不影响地质公园景观。

根据具体工程布置，结合地质公园功能区划图可知，本工程不涉及思南乌江喀斯特国家地质公园，工程南干管附近的弃渣场距离地质公园最近，距离约 140m。花滩子水库施工料场、渣场、施工营地等均不在地质公园范围内，供水管线采用埋管的方式布置，占地类型为耕地及灌木林地，周围植被以耕地为主，不破坏区域地形地貌，不涉及地质公园，竣工后即覆土绿化，所占地类逐渐恢复到施工前的状态；且管线区水土保持措施的实施有利于水土流失防治，有利于森林植被的恢复。综上，严格落实施工期环境保护措施，本工程建设对思南乌江喀斯特国家地质公园甚微。

5.9.5 对龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区的影响

本阶段工程管线不涉及龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区，管线与该保护区实验区最近距离约 90m。花滩子水库施工料场、渣场、施工营地等均不在水产种质资源保护区，施工期对其基本无影响，项目建设对其不利影响主要体现在塘头灌区退水进入龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区实验区，设计水平年 2030 年塘头镇生活污水退水量约 285m³/a，塘头灌区灌溉回归水约 325m³/a，直接排入河道将在一定程度上影响受纳河流水体质量。根据《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划

（2017-2030 年）》，规划水平年塘头镇生活污水收集处理率 100%，已建塘头镇污水处理厂实施提标改造，出水执行一级 A 排放标准，同时优化农业种植结构和布局，实施耕地改良、测土施肥，推广利用高效、低毒、低残留的农药，有效减少灌溉退水中污染物的含量。在严格落实施工期环境保护措施和运行期水污染防治规划，石阡河流域主要污染负荷不增加，水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准要求，本工程建设对龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区基本无影响。

5.10 移民安置环境影响分析

5.10.1 移民安置生态适宜性分析

（1）环境容量分析

本工程移民安置环境容量考虑农业安置、一次性补偿安置、养老保障安置、园区就业安置，结合建设征地涉及移民区的区位、资源、经济、交通条件，至规划水平年生产安置人口共计 1799 人。

花滩子水库工程淹没影响区及枢纽工程建设区征地涉及思南县天桥乡以及印江县的新寨乡、缠溪镇共 3 个乡镇 11 个行政村。安置区流转耕地安置移民，原则是流转土地不超过原有耕地面积的 25%，根据土地流转意愿及库周附近村组的耕地资源情况，结合生产安置人口及安置标准 0.5~1.5 亩不等的标准，流转耕地满足生产安置人口容量的要求。各安置区流转土地涉及村组原有人均耕地面积为 1.1 亩~4.2 亩，最高为天桥社区上坝组，最低为黄河村河坝组，流转耕地后人均减少耕地面积为 0.01 亩~0.75 亩。

输水线路建设区建设征地涉及思南县天桥乡、孙家坝镇、邵家桥镇、关中坝、凉水井镇、塘头镇、鹦鹉溪镇 7 个乡镇 44 个行政村。由于管道为线性工程，且为埋管设方式，故管线占地为临时占地，仅有沿线的泵站、水池以及出水钢管等占地为永久征地，永久征收的耕地较分散（仅为 14.8 亩），人均减少耕地均较少，不足 0.1 亩，影响甚微。因此各涉及村民组均只进行一次调剂耕地补偿。水库淹没区和枢纽工程建设区安置容量充足。

（2）生态适宜性分析

工程生产安置所需耕地通过调剂解决，安置耕地属于已开垦的宜种植的熟地，经过多年的耕作改造、改良与肥力调剂，其熟化程度较高，土地生产能力较高，移民分配到土地后就可以直接耕种收获，满足移民耕种需要。本工程移民安置规划报告提出了详细的移民安置方案，为各项环境保护措施的落实提供了保障。移民安置环境适宜性较好。

5.10.2 移民安置对环境的影响分析

5.10.2.1 对生态环境的影响

(1) 对动植物的影响

根据移民安置初步规划，生产安置主要采取调剂耕地的方式，不新开垦耕地。本工程拟选择水土条件较好的区域作为集中安置点用于安置大部分移民，以减轻移民压力，与开垦耕地安置方式相比，移民直接利用调剂出来的成熟耕地进行耕作，避免坡耕地垦殖、毁林造地等破坏生态环境的行为。

移民安置点场地平整、房屋和配套生活基础设施的修建将永久占据一定空间，挤占自然植被和野生动物的空间。建房建筑材料的开采，会形成裸地。建房所用木料从安置区及其周边森林中伐取，对区域森林也有影响。搬迁后，如果煤、沼气、电等生活能源供应不上，搬迁户又可能向区域及其附近森林灌丛索取薪柴，都会造成对植被的破坏，并使栖息于此的野生动物数量减少。根据移民安置规划概况，农村建房占用的土地面积中大部分占用的是耕地和未利用地，专项设施迁改建、移民安置点道路建设涉及的林地也较少，虽然安置区短期内因占用会使局部区域植被覆盖率有所降低，然而随着移民安置利用库周闲置荒地发展林业的投入不断增加，减少的植被面积将会得到不断恢复。

移民安置对陆生动物的影响主要有移民安置活动占地侵占动物栖息地造成生境范围缩小和人为捕猎活动破坏动物种群而造成动物数量减小两方面。本工程移民集中安置区大部分位于交通便利的国道边，占地类型中多为耕地和未利用地，立地条件的限制造成原有植被和动物分布较少，据调查，集中移民直接影响区域没有发现受国家保护的珍稀野生动物，因此较大程度地避免了移民安置对陆生动物的影响。而且由于移民安置区地域分布连续性较好、空间连通性较高、动物环境的可恢复性较强等优势，只要没有人为了捕猎活动等严重的干扰和影响，预计移民安置区动物种群结构不会改变。

(2) 水土流失影响

移民安置需要占用一定的土地，破坏原有植被，会造成一定范围和有限时间的水土流失。

根据同类水利工程移民安置经验，移民安置区水土流失主要发生在“三通一平”时期，移民安置点的房屋建设和各专项设施的复建必然在一定范围挖取松散的表土层，并抛弃不需要的土、石方，如处理不当，不但破坏原有景观地貌，且可能造成废弃物堆体垮塌，加剧水土流失。

为了防止上述水土流失产生，必须统一规范安置区的各项建设活动，对施工弃土弃渣，选择合适的场地集中堆放，并采取相应的工程拦挡、植被恢复措施，通过采取合适的水土保持措施可以消除或降低水土流失风险。

5.10.2.2 对水环境的影响

（1）施工期对水环境的影响

施工期对水环境的影响源主要是移民集中安置点的建设排放的施工废水。生产废水中混凝土拌合废水具有悬浮物浓度高、水量小，间隙集中排放的特点，机械冲洗废水石油类污染物质及固体悬浮物浓度较高，由于集中安置点规模不大，生产废水排放量小，基本不会产生径流，且安置点周边也无地表水水体，对地表水体水质影响较小。施工人员数量很少，且大多租住当地村民住房，不会对周边环境及水体造成不利影响。

（2）城镇集中安置点生活污水影响

天桥乡移民安置点（1260 人）位于花滩子水库库区左岸，坝址取水口正常蓄水位侧外径向 5.2km，东干管取水口外径向 2.5km，距淹没线最近的陆域距离为 0.55km，据《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2018），天桥集镇安置点可能位于花滩子水库工程建库后根据《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-20018）划定的二级水源保护区内。天桥集镇安置点生活污水产生量为 111m³/d，废污水按照一级 A 标准处理后，进一步分散引排至远离库区水体的农田、林地、草地等进行灌溉，不向库区排放，对水环境影响很小。

印江县城安置点（100 人）不属于清河度流域范围，距离取水口直线距离 19.5km，且退水纳入印江县城市政管网集中处理，对花滩子水库库区和退水区水质无影响；新寨集镇安置点（466 人）位于库尾上游约 2km 处右岸，坝址取水口正常蓄水位侧外径向 10.8km，与清渡河最近的陆域距离为 2.2km；孙家坝集镇安置点（316 人）位于花滩子水库坝址下游，陆域距离清渡河 1.32km；思南县城集镇安置点（562 人）位于下游于乌江左岸，距离乌江干流最近陆域距离约 0.7km。印江县城集中安置点、新寨集镇安置点、孙家坝集镇安置点、思南县城安置点 4 个集中安置点均不在工程建库后根据《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-20018）划定的一级和二级水源保护区内。另外，原移民的生活污水主要为无组织排放，印江县城、新寨集镇、思南县城、孙家坝镇集镇集中安置点设计水平年 2030 年可接入城镇污水处理及生活垃圾收集系统，安置点居民生活污水接入市政污水收集处理管网，对水环境影响很小。

（2）农村安置点生活污水影响

对于凯望村农村安置点，安置人口分别为 300 人，规模相对较小，生活污水产生量为 $28.8\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水并不直接排放入河，根据安置点典型设计，凯望村安置点配套化粪池、生活污水经一体化污水处理设施，有条件的安置户生活污水和人畜粪便可采用沼气池进行处理（生活垃圾可与粪坑发酵物一起转化为农用肥料），生活污水主要去向为附近农田、林地、草地，对当地水环境影响很小。

5.10.2.3 固体废弃物对环境的影响

根据现场调查，花滩子水库工程移民所涉及的集中安置区和后靠安置区的村庄，均没有对生活垃圾设固定的堆放场所，其中部分生活垃圾作为饲料和农肥等被就近消纳，而大部分的生活垃圾则直接堆放至村庄的道路边缘及河岸裸露处，在雨季节可能会随暴雨等水流冲进河道，对水环境带来污染。

由于农村集中安置点主要是农村地区的农业人口，生活垃圾常以厨余等有机物为主，长期随意堆弃，将占用安置区道路旁、屋舍、农田附近的空地，影响安置区的村容村貌等景观环境，还会由于有机物的腐烂产生难闻的气味，对环境空气产生不利影响，且容易造成蚊蝇孳生，鼠类大量繁殖，增大各类疾病的传播机会，危害人体健康，对环境带来不利影响。此外，未经收集、处理的渗滤液还可能会对附近的地表水、地下水、农田等造成污染。因此需对其进行收集并运至附近垃圾填埋场等进行填埋处理。

5.10.2.4 对环境空气和声环境的影响

移民安置工程对环境空气和声环境的影响，主要发生在安置区建设的施工期间。由于各安置点分布较分散，且施工规模较小，对安置点周边环境空气和声环境的影响较小。

大气污染主要来自施工期间取土地地的开挖、地基开挖、爆破、混凝土系统及施工机械运输过程中的扬尘，但由于建设规模较小，且地势较为宽阔，适于扬尘等的疏散，不会对周围大气环境及安置区所在村组带来不利影响；施工机械设备使用的柴油或汽油，燃油排放的 SO_2 、 CO_2 等污染物，但这部分污染物量十分小，不会造成不利影响。

噪声污染主要是施工期材料运输过程中车辆产生的流动噪声以及施工机械运行时产生的固定噪声，各噪声源产生噪声程度不同。据实测资料，机械设备噪声一般均在 $80\sim 110\text{dB(A)}$ 之间，超过国家环境噪声标准。因此，施工过程中将会对施工人员及周围居民产生一定的噪声影响，可能会在施工高峰时段影响到周围村民的日常生活，但施工时间段，施工区范围小，对声环境影响有限。

5.10.2.5 对人群健康的影响

移民安置采取在本村后靠安置或本乡镇外迁集中安置的方式。搬迁后，安置区基础设施健全，医疗和卫生条件较搬迁前将有较大的改善，移民的生活环境质量也有所提高，不会对移民及安置区原居民健康产生不良影响。

5.10.3 专项设施复建的环境影响分析

花滩子水库工程专业项目复建主要包括交通、电力和通讯设施复建，涉及 532 县道及其公路桥 8.04km，河田坝小学、凯望小学、龙井幼儿园、冉氏堂水文站、移动通信光缆 8km，电信光缆 8km、联通光缆 8km。对环境影响较大的为交通复建工程，工程复建 X532 县道及其公路桥 8.04km、村组公路 0.64km、人行便道 5.25km、人行索桥 2 处。专项复建工程以线性工程为主，占地相对较少。专业复建过程中，将产生污废水、扬尘、固废等污染物，并不可避免地扰动地表，对周边生态环境产生一定影响。此外，对于这些复建项目，需关注选址的环境适宜性、由复建引起的生态破坏、对水库库区水质安全等的影响问题。

5.10.3.1 复建交通工程环境影响分析

（1）生态环境影响

交通复建工程均为线性工程，工程占地较小，占用的植被均为农田植被和灌草丛，不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园等环境敏感区，可能涉及水库建成后划定的饮用水源二级保护区，对陆生植被和生物多样性影响很小。施工产生的噪音、生产及生活废物等，会使生物栖息的生态环境恶化，可能导致植物种类减少和野生动物迁移，引起区域内的动物种群数量发生变化。由于工程区长期受人为活动干扰严重，野生动植物分布较少，因此工程施工对野生动植物的影响很小。

（2）水环境影响

交通复建工程施工期对水环境的影响分析主要表现在施工中产生的施工废水及施工人员生活废水。混凝土拌和系统冲洗废水排放量很小，废水主要污染物为 pH 和 SS，若随意排放将对周围环境产生一定影响。施工中生活废水为施工人员日常生活所产生，施工人员一般租住在附近村庄，生活污水纳入当地处理，对环境影响较小。

交通复建工程营运期无经常性污水来源，主要水污染源是非经常性污水，即路、桥面径流。影响路、桥面径流量和水质因素较多，包括降雨量、车流量、两场降雨间隔时间等，其水量和水质变幅较大。根据目前国内对公路路面径流浓度的测试结果，降雨

初期到形成路面径流的 30min 内，水中的悬浮物和石油类浓度较高；半个小时后，其浓度随着降雨历时延长而较快下降，降雨历时 40~60min 分钟后，路面基本被冲洗干净，路面径流污染物浓度基本稳定在较低水平。

此外，车辆在行驶过程中，由于高速或者操作不当，会发生交通事故。尤其是装载危险品的车辆发生事故时，造成危险品外溢，可能造成清渡河干流及其支沟水体污染。因此需采取相应的风险事故防范措施及应急预案，防患于未然。

（3）空气环境影响

交通复建工程在施工期对周围环境空气质量的影响主要是扬尘污染。其中最主要的是运输车辆道路扬尘和施工作业扬尘。

复建公路通车后，车辆尾气是大气污染物的主要来源，其排放量与交通量、车型构成比及汽车运行情况有关。复建公路包括 X532 县道四级公路 8.04km 及等级外公路 12.9km，污染源为流动型、较分散，加之大气扩散作用，道路扬尘和汽车尾气对周边环境空气的影响较小。

（4）声环境影响

交通复建工程建设施工期间，噪声主要来源于施工机械和运输车辆辐射的噪声。施工前期钻探工作使用钻探机会产生较高的噪声；复建公路及公路桥建设工作期间的打桩机、推土机、平地机、拌合机等将是主要的噪声源。各种机械运行时噪声值较高，最大声级一般在 80dB 以上，但随着距离的增加，噪声逐渐衰减，昼间 80m 距离处除打桩机外其它机械均可达到要求、夜间 300m 距离处可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的 55dB。复建工程施工期间施工噪声虽然较大，但随着工程的竣工施工噪声影响将不再存在，施工噪声对环境的影响是暂时的、短期的。

拟改复建的道路现有交通量不大，拟建项目主要是对原有道路的恢复，建成后仍主要承担原有交通量，因此道路交通情况不会发生太大变化，改复建后交通噪声对周边环境的影响较现状不会明显加剧。

（5）固体废物

交通复建工程的固体废物主要是工程建设的弃渣、施工生活垃圾，由于改复建线路较短，弃渣量较少，设置弃渣场放置后采取生态恢复措施后，对周边环境影响不大；交通复建工程施工期较长，施工人员将产生一定的生活垃圾，这些生活垃圾如果处理不当，将对道路沿线环境卫生、景观造成一定的污染，甚至造成疾病传播。

（6）水土流失影响

交通复建工程设置的渣场若不及时进行防护,将产生较大的水土流失,严重的水土流失很容易对区域土地生产力、区域生态环境、河道水质等造成不同程度的危害。

(7) 对拟划定的花滩子水库水源保护区影响

交通复建工程要求在花滩子水库蓄水前建成,花滩子水库建成后需要划定水源保护区,根据现有资料,交通复建工程将位于花滩子水库水源保护区二级保护区范围内。交通复建工程营运期无经常性污水来源,主要水污染源是非经常性污水及事故性污水排放,如果不做好交通复建工程非经常性污水或事故性污水收集处理措施,制定相应的环境应急预案,会对花滩子水库水源保护区存在事故影响风险。

5.10.3.2 其他复建工程环境影响分析

花滩子水库工程建设征地涉及影响通信线路、电力设施等,拟进行迁改建。改复建项目均在工程原址附近择址改复建,上述项目复建过程中不可避免对周边环境产生一定不利环境影响,主要表现为植被占用、水土流失、施工废水、粉尘、噪声及废弃物排放污染等,总体而言,以上专业项目改复建工程量较小,产生的不利环境影响较小。专项设施复建后,将为周边居民的正常生产生活提供保障。

5.11 施工期环境影响

5.11.1 水环境

5.11.1.1 水库枢纽工程区

施工期的水污染源主要包括生产废水和生活污水两部分。其中生产废水大部分来源于砂石骨料加工废水,另有少量的混凝土拌和系统冲洗废水和机修系统含油污水、隧洞施工废水和基坑废水;生活污水主要来源于生活营地。

施工废(污)水应处理后回用、洒水降尘或农林灌溉等综合利用。管线区所在乌江流域为Ⅱ类水域,废、污水禁止直接排入水体。

(1) 砂石加工系统废水

① 污染源分析

水库枢纽区砂石系统废水产生量分别为 $145\text{m}^3/\text{h}$,冲洗废水主要污染物质为悬浮物,SS浓度为 50000mg/L 。

② 预测工况

A、正常工况

在砂石废水处理系统正常运行情况下,可以实现砂石废水零排放,对地表水无影响。

B、非正常工况

当废水处理设备检修或故障等原因使水处理设施无法正常运行时;或当砂石加工工序有所调整,进水水质异常,超过处理系统设计处理能力时,大量的高悬浮物废水通过沟道进入清渡河将形成岸边污染带。以砂石加工废水处理系统事故排放为预测工况进行预测,预测时段选择枯水期 1 月份,此时坝址处流量为 $1.75\text{m}^3/\text{s}$, 河流 SS 浓度参照 2018 年 1 月坝址断面监测数据取 6mg/L 。

③ 预测模型

A、混合过程段

采用二维稳态混合模式预测砂石加工系统废水对河流水质的影响,根据废水排放口位置、河流扩散作用,采用岸边排放、河岸一次反射的二维稳态混合方程。

$$C(x, y) = C_h + \frac{C_p Q_p}{H \sqrt{\pi M_y x u}} \left\{ \exp\left(-\frac{uy^2}{4M_y x}\right) + \exp\left[-\frac{u(2B-y)^2}{4M_y x}\right] \right\}$$

$$L = \frac{(0.4B - 0.6a)Bu}{M_y}$$

混合过程段的长度可由下式估算:

用泰勒 (Taylor) 公式确定横向混合系数: $M_y = (0.058H + 0.0065B)\sqrt{gHI}$

式中: $c(x, y)$ —— (x, y) 点污染物垂向平均浓度;

x, y ——预测点 x, y 方向坐标值, m ;

C_h ——河流上游污染物浓度, mg/L ;

Q_h ——河流流量, m^3/s ;

C_p ——污染物排放浓度, mg/L ;

Q_p ——废水排放量, 按高峰排放量计, m^3/s ;

c ——废水与河流完全混合后污染物浓度, mg/L ;

H ——河流平均水深, 取各月平均水深, m ;

B ——河流宽度, 取各月多年平均河面宽度, m ;

a ——排放口距岸边的距离, m ;

u —— x 方向平均流速 (断面平均流速), 取各月多年平均流速, m/s ;

L ——混合过程段长度, m ;

M_y ——横向混合系数, m^2/s ;

I ——河流底坡, m/m ;

g——重力加速度，取 9.8m/s²。

B、充分混合段

充分混合后，SS 浓度为：

$$C = \frac{C_h Q_h + C_p Q_p}{Q_h + Q_p}$$

式中：C_p—污染物排放浓度，取 50000mg/L；

Q_p—废水排放量，m³/s；

C_h—河流本底污染物浓度，mg/L；

Q_h—河流枯水年最枯月流量。

④ 预测参数

枢纽工程砂石加工系统废水排放预测水文参数见表 5.11.1-1。

表 5.11.1-1 砂石加工系统废水预测水文参数表

时段	流量（m ³ /s）	平均水深(m)	平均河宽(m)	流速(m/s)	平均坡降
枯水期	1.75	1.74	42.41	0.058	0.0049

⑤ 预测结果

采用以上预测模型，对枯水期水质进行预测，预测结果见表 5.11-2~5.11-3，由表可知，砂石废水进入清渡河流后，形成 378.1m 的污染带。根据最不利情况，砂石废水充分混合后，河流中 SS 浓度为 1130.8mg/L，增加了 1124.8mg/l，对河流水质有较大影响。在汛期，由于来水量大，河流天然含沙量大，废水若不经处理且事故排放到清渡河中，对河流水质影响较枯水期要小。考虑到工程河段下游 8.5km 为河口进入乌江，乌江干流为Ⅱ类水体，因此本工程废水尽量回用不外排，因此应做好砂石废水处理系统的环境风险管理工作，确保事故情况下，废水得到有效处理。

表 5.11.1-2 砂石加工系统废水预测参数表

时段	横向混合系数	混合过程段长度(m)
枯水期	0.1084	378.1

表 5.11.1-3 非正常工况(枯水期)砂石系统废水排放 SS 预测结果(单位：mg/L)

Y(m) X(m)	0	5	10	20	30	40	42.5
50	1171	1096	897	406	111	22	15
100	830	803	727	488	253	103	80
200	588	579	551	452	325	206	180
300	482	476	461	404	324	239	219
378	430	426	415	374	314	247	230
400	418	414	404	366	311	247	231
500	374	372	365	337	296	246	233
1000	266	266	263	253	237	216	211

表 5.11.1-3 非正常工况(枯水期)砂石系统废水排放 SS 预测结果(单位: mg/L)

2000	190	190	189	185	179	171	169
4000	136	136	136	135	132	129	129
5000	122	122	122	121	120	118	117

(2) 混凝土拌和系统冲洗废水

混凝土拌和站废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗, 大坝区拌和楼废水产生量约 $3\text{m}^3/\text{次}$, $9\text{m}^3/\text{d}$ 。该废水经处理后回用或洒水降尘, 正常情况下不外排。若处理设备非正常运行导致废水外排, 因废水流量小, 不易形成地表径流, 其影响范围和程度均较小。

(3) 含油废水

含油废水主要来自设备检修停放场施工机械车辆保养、清洗过程, 含油废水产生量为 $20\text{m}^3/\text{d}$, 石油类和 SS 浓度分别为 100mg/L 和 1000mg/L , 按处理后经处理后石油类和 SS 浓度分别为 5mg/L 和 100mg/L , 则浮油产生量约 $28.5\text{kg}/\text{月}$ 、污泥产生量(含水率 60%)约 $1395.5\text{kg}/\text{月}$ 。正常情况下, 含油污水处理后回用或洒水降尘不外排; 若事故排放, 则在水体表面形成油膜, 对溶解氧恢复和河流水质造成一定的影响。但由于废水量少而分散, 其影响范围和程度均较小。此外, 浮油和污泥如处理不当, 将对周边土壤、水体水质产生较大影响。

(4) 隧洞施工废水

隧洞施工废水主要是地下开挖面产生的涌水, SS 浓度约 500mg/L , 并伴有少量油污和炸药残留物。枢纽工程区导流隧洞规模较小, 隧洞高于地下水位, 涌水量很小。通过在隧洞进出口设置沉淀池处理废水, 然后用于洒水降尘等用途后, 不会对河流水质产生不利影响。然后用于灯油坝隧洞施工区下穿河西水厂饮用水源保护区, 应优化施工布置, 做好隧洞涌水的环境风险管理工作, 确保事故情况下, 废水得到有效处理。

(5) 基坑废水

基坑废水包括初期废水和经常性废水两部分, 基坑废水主要是初期废水, 初期废水由基坑积水和降雨形成的地表径流等组成, 水质与清渡河天然水体水质基本相同, 对清渡河江水体水质影响很小; 经常性废水产生量少, 并且仅产生于大坝围堰施工期, 根据已建水利水电工程监测数据, 废水 pH 值约为 9~11, 悬浮物浓度为 2000mg/L 左右, 但废水在基坑内加絮凝剂静置 2h 后的处理方法, 悬浮物的浓度便可降到 70mg/L 以下, 经处理后的基坑废水可回用于生产或综合利用, 不外排, 对环境的影响较小。

(6) 生活污水

枢纽工程区高峰区施工人数约 450 人，生活污水最大排放量为 $4.5\text{m}^3/\text{h}$ ，日排放量 43.2m^3 。施工区生活污水优先回用，不能回用的污水经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）后才允许外排。但当水处理设备检修或故障使水处理设施无法正常运行时，或其它各种可能原因导致生活污水事故排放时，污水进入清渡河将会形成岸边污染带。按污水集中排放，采用污径比法预测，枯水期坝址最小月均流量为 $1.35\text{m}^3/\text{s}$ ，污径比为 1: 1080，因此生活污水对河流的水质有一定的影响，应做好生活污水环境风险防范工作，确保事故情况下，废水得到有效收集处理。

5.11.1.2 供水灌溉工程区

供水灌溉工程区施工区范围广、呈分散布置，单个施工区废污水排放量很小，但由于涉及支流水系流量也较小，如废污水外排，尤其是砂石废水、隧洞废水量较大、外排可能对附近水体产生较大影响，其他废水如混凝土拌和废水、生活污水因量小，外排对附近水体影响小。供水灌溉工程区施工区涉及河流有清渡河、石阡河、乌江干流等。其中清渡河、石阡河为Ⅲ类水域功能，乌江为Ⅱ类水域功能。

（1）砂石加工系统废水

供水灌溉工程区共布置有 4 条无压隧洞，隧洞进出口共设置 4 处砂石加工系统，单个砂石废水排放量约 $35\text{m}^3/\text{h}$ 。本工程砂石废水正常情况下均处理后回用，为避免砂石废水外排对附近地表水、土壤的影响同时节约水资源，各系统均应配套废水处理设施，使废水达到循环利用。

（2）混凝土拌和系统冲洗废水

供水灌溉工程区由于线路长，施工点多、分散，混凝土浇筑工程量较小，各隧洞进出口各布置 2 台混凝土拌和机，每次冲洗用水量约 1m^3 ，其余工区采用移动式混凝土拌和机，每次冲洗用水量约 0.5m^3 ，冲洗废水产生量很小，经沉淀后回用不会外环境产生影响。

（3）生活污水

供水灌溉工程区共设置 28 处施工区，每处生活污水产生量约 $0.28\text{m}^3/\text{h}$ ，污水排水量较小，施工区污水于施工场地洒水降尘等用途，基本不外排，对周边环境影响较小。

（4）隧洞施工废水

供水灌溉工程区共布置有 4 条无压隧洞，若隧洞施工中渗水量过大且不采取有效的处理措施将渗出水从隧洞中抽出直接外排，将对排放口下游水体带来一定的影响。为避

免隧洞废水外排对外环境的影响同时节约水资源，各隧洞进出口均应配套废水处理设施，使废水达到循环利用，不外排。

供水灌溉工程区共布置有 4 条隧洞，其中邵家桥隧洞 K0+509.6~K1+848.6 段、塘头 2#隧洞 K10+086.5-K11+524.3 段约 4.15km 洞段位于地下水位线以下，邵家桥隧洞 K1+848.6-K1+962.5 段、塘头 1#隧洞 K7+327.0-K8+705.6 段约 1.49km 洞段位于地下水位附近，存在隧洞施工涌水问题，邵家桥隧洞、塘头 1#、2#隧洞总涌水量分别约 366.8 m³/d、287.3 m³/d、401m³/d。

邵家桥隧洞进出口排水去向为清渡河。

塘头 1#隧洞进出口排水去向为乌江。

塘头 2#隧洞进口排水去向为乌江，出口排水去向为石阡河。

为避免隧洞废水外排对外环境的影响同时节约水资源，各隧洞进出口均应配套废水处理设施，使废水达到循环利用，不外排。

5.11.2 声环境

5.11.2.1 水库枢纽施工区

(1) 固定点声源影响预测

① 预测模式

$$L_{A(r)}=L_{A(r_0)}-20\lg(r/r_0)$$

式中：L_{A(r)}——距离声源 r 处的 A 声级；

L_{A(r0)}——参考位置 r₀ 处的 A 声级；

r——预测点距离声源的距离，m；

r₀——参考位置距离声源的距离，m。

② 预测结果

在噪声预测过程中，不考虑噪声在传播过程中的几何发散、遮挡、空气吸收和地面效应作用下产生的衰减量，点噪声源贡献值预测结果见表 5.11.2-1。

表 5.11.2-1 水库枢纽工程施工区主要固定点源噪声源衰减预测表

声源	源强 dB(A)	与声源不同距离的噪声值 dB(A)						达到《建筑施工场 界环境噪声排放 标准》的距离(m)		达到《声环境质量 标准》2 类标准的 距离(m)	
		10m	20m	50m	100 m	200 m	400 m	昼间	夜间	昼间	夜间
砂石系统	103	83	77	69	63	57	51	43	238	134	422
混凝土系统	92	72	66	58	52	46	40	13	71	38	119

表 5.11.2-1 水库枢纽工程施工区主要固定点源噪声源衰减预测表

水库枢纽工程施工	95	75	69	61	55	49	43	18	100	54	168
施工工厂	90	70	64	56	50	44	38	10	56	30	95

根据表 5.11.2-1 可知：

砂石加工系统噪声在距离声源 43m 和 238m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源 134m 和 442m，分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准昼间和夜间限值。

混凝土拌和系统噪声在距离声源 13m 和 71m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源 38m 和 119m，分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间和夜间限值。

枢纽工程施工在距声源 18m 和 100m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源 54m 和 168m，分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间和夜间限值。

施工工厂在距声源 10m 和 56m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源 30m 和 95m，分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间和夜间限值。

③ 声环境敏感点影响分析

根据调查，水库枢纽工程区声环境敏感目标有马路岩居民点、坨里居民点 2 处。其中受固定点源噪声影响的有大坝混凝土拌和站附近的马路岩居民点、砂石加工附近的坨里居民点，预测结果见表 5.11.2-2。

表 5.11.2-2 施工点源噪声对敏感点影响计算结果表

敏感点	主要噪声源	距离（m）		源强 dB(A)	贡献值 dB(A)	背景值 dB(A)		叠加值预测 dB(A)		声环境质量标准
		水平	垂直			昼	夜	昼	夜	
坨里居民点	砂石加工	145	50	103	59.3	48.7	42.7	59.7	59.4	2 类
马路岩居民点	混凝土拌和	42	20	95	61.7	49.2	43.6	62.0	61.8	2 类

根据预测结果，坨里居民点昼间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，夜间超标 9.4 dB(A)，马路岩居民点受混凝土拌和系统影响，昼间、夜间分别超过 2

类标准 2.0 dB(A)和 11.8 dB(A)，应对混凝土拌和系统采取降噪措施，并禁止夜间施工，可降低对两处居民点的噪声影响。

(2) 线声源影响预测

① 预测模式

工程施工车辆以大型载重汽车为主，车型较为单一，主要为承担工程物资、土石方、砂石料及混凝土运输任务的自卸运载车。

预测模式：

$$L = 10Lg \frac{N}{r} + 30Lg \frac{V}{50} + 64$$

式中：L——距声源 r 处的噪声值 dB (A)；

N——车流量 (辆/h)；

V——车速 (km/h)；

r——预测点距公路中心线的距离 (m)。

② 敏感点预测结果

料场连接公路东北侧的坨里居民点噪声预测结果达标，预测结果见表 5.11.2-3。

表 5.11.2-3 水源工程施工区敏感点交通噪声预测表

敏感点	最近距离(m)		背景值		贡献值 dB(A)		预测叠加值 dB(A)	
	水平	垂直	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
坨里民点	30	0	48.7	42.7	57.3	48.3	57.9	49.4

(3) 爆破噪声影响分析

由于爆破噪声具有短时、定时、定点的特点，噪声强度可达 130~140dB(A)，本工程爆破点有主要集中在枢纽区和石料场。马路岩居民点距离大坝在 500m 范围内，石料场周边 500m 范围内有坨里居民点。因爆破为瞬时点生源，对区域声环境的影响时间短暂，在合理安排好爆破时间后，爆破施工对周围声环境影响有限。

5.11.2.2 供水灌溉工程区

供水灌溉工程区范围广，施工布置较分散，主要是相对集中施工区施工噪声的影响，如泵站、砂石加工系统、隧洞洞口，主要为固定点声源影响，线声源影响由于施工时间短，交通量不大，夜间基本不施工影响相对较小。爆破噪声由于为瞬时声源，影响短暂。

主要分析固定点声源噪声影响，根据表 5.11.2-4，不采取降噪措施情况下，灯油坝隧洞进口东北响水洞居民点距离隧洞出口较近，昼间超标 0.5dB(A)，夜间超标

10.3dB(A)，塘头 1#隧洞出口附近坨家坝居民点夜间超标 2.5dB(A)。凉水井泵站附近息乐溪居民点夜间超标 4.7 dB(A)，天桥泵站附近鞍山村居民点夜间超标 6.2 dB(A)

表 5.11.2-4 供水灌溉工程区环境敏感点噪声预测一览表

管线	敏感点	位置关系	源强 dB(A)	距离 (m)	贡献值 dB(A)	背景值 dB(A)		叠加值 dB(A)		标准
						昼间	夜间	昼间	夜间	
南干管	坨家坝居民点 19 户 70 人	塘头 1#隧洞出口南 140m	95	140	52.1	48.7	42.3	53.7	52.5	2 类
北干管	响水洞居民点 10 户 45 人	灯油坝隧洞进口东北 55m	95	55	60.2	48.7	42.3	60.5	60.3	2 类
北干管	息乐溪居民点, 28 户 110 人	凉水井泵站东南 60m	90	60	54.4	48.6	42.4	55.4	54.7	2 类
北干管	官庄居民点, 30 户 120 人	双塘泵站东南 120m	90	12	48.4	47.5	41.8	51.0	49.3	2 类
东干管	鞍山村居民点, 2 户 6 人	天桥泵站东南 50m	90	50	56.0	48.7	42.7	56.8	56.2	2 类

5.11.2.3 运行期声环境影响预测

运行期声环境影响主要来自提水泵站运行噪声，泵站噪声源强约 85dB(A)，预测结果见表 5.11.2-5，不采取隔声降噪措施情况下，凉水井泵站周边居民点附近息乐溪居民点夜间超过《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准 0.2 dB(A)，天桥泵站周边鞍山村居民点夜间超标 1.6 dB(A)。

表 5.11.2-5 运行期泵站运行噪声预测一览表

工程	敏感点	位置关系	源强 dB(A)	距离 (m)	贡献值 dB(A)	背景值 dB(A)		叠加值 dB(A)		标准
						昼间	夜间	昼间	夜间	
凉水井泵站	息乐溪居民点, 28 户 110 人	凉水井泵站东南 60m	85	60	49.4	48.6	42.4	52.0	50.2	2 类
双塘泵站	官庄居民点, 30 户 120 人	双塘泵站东南 120m	85	12	43.4	47.5	41.8	48.9	45.7	2 类
天桥泵站	鞍山村居民点, 2 户 6 人	天桥泵站东南 50m	85	50	51.0	48.7	42.7	53.0	51.6	2 类

5.11.3 环境空气

工程施工期环境空气污染物主要来源于砂石加工系统运行、施工作业面扬尘和施工车辆运输引起的扬尘、尾气等。本工程主要针对砂石加工系统运行，施工爆破及燃油和交通扬尘等对环境空气的影响进行预测分析。

5.11.3.1 施工作业面扬尘

水库枢纽工程、供水灌溉区管线沿线等开挖面，料场和弃渣场等施工作业面均会产生扬尘；建筑物料道路运输、装卸或储存方式不当，也可能造成扬尘，扬尘产生量与天气干燥程度及风力、施工条件、工法及管理水平，以及采取的抑尘措施等诸多因素有关。

类比同类工程，在不采取措施抑尘时，将对施工区附近 200m 范围内的居民点产生影响。施工场地周边地区 TSP 浓度值在 50m 范围内呈明显下降趋势，50m 范围以外，TSP 浓度变化基本稳定，采取洒水降尘后，40m 处的 TSP 日均浓度检测值为 $0.27\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。因此，施工期间可以通过采取洒水降尘（非雨天洒水降尘 3~5 次），避免大风天气进行土石方开挖等措施降低施工扬尘对工程建设对环境空气的影响。

5.11.3.2 施工爆破及燃油废气

本工程开挖爆破、施工机械运行过程中将产生 CO、NO_x、SO₂ 等废气，污染源排放具有流动性、间歇性特点，但日排放量不大。本工程区城区范围较大，施工机械布置也较为分散，且是根据施工进度分时段分区域施工，燃油废气排放范围小、程度轻，加上施工区域周边大气扩散条件较好，总体上燃油废气对环境空气的影响仅限于施工现场及邻近区域。使用符合环保标准的机械设备，并加强对施工机械及车辆的维护保养，使之处于良好的工作状态，燃油废气对工程区环境空气质量总体影响不大。

5.11.3.3 交通运输产生的扬尘及尾气

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。一般情况下，车辆行驶产生的扬尘，在同样路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面越脏扬尘量越大。水库枢纽工程区施工对外运输量大，场内交通道路多为碎石路面，在重型施工车辆机械反复碾压下，易发生扬尘。根据资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60% 以上，一辆载重 25t 的汽车，在时速小于 60km 的情况下，不考虑洒水降

尘等措施的情况下，粉尘排放量约为 0.625kg/辆·km，场内施工道路总长约 11.1km，估算施工道路扬尘排放强度约为 159.56kg/h。

本工程施工期车流量不大，运输车辆尾气排放源强较小，CO 约为 14.1kg/h，NO₂ 约为 29.5kg/h。

本工程道路沿线评价范围内，交通运输扬尘和尾气将对居民点产生一定影响。可通过限制车速、路面洒水等临时措施减轻扬尘不利影响。

5.11.3.4 混凝土拌和系统粉尘

混凝土拌和系统粉尘产生在骨料、水泥等的运输、装卸及进料过程中。水库枢纽区布置 2 座混凝土拌和系统，北侧有双山村马路岩居民点，最近距离约 50m，粉尘将对马路岩居民点及施工人员的产生影响，为降低系统粉尘影响，混凝土拌和楼顶部安装袋式除尘设备，并辅以洒水降尘，混凝土拌和系统粉尘影响较小。其他区域设置的移动拌和机扬尘污染很小。

5.11.3.5 砂石加工系统粉尘

(1) 污染源分析

根据施工期工程分析，砂石加工系统施工高峰期污染物（TSP）排放量为 45kg/h。在采取先进、低尘破碎工艺和环境保护措施的条件下，除尘率将达到 99.9% 以上，则 TSP 排放强度为 0.045kg/h(合 0.0125g/s)。

表 5.11.3-1 砂石加工系统无组织排放粉尘污染源参数

位置	无组织排放有			污染物	正常排放源强 (g/s)	非正常排放源强 (g/s)	按日均值 3 倍折 算质量标准 (μg/m ³)
	长	宽	高				
砂石加工 系统	150	85	3.0	TSP	0.0125	12.5	900

(2) 预测模式

采用《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）推荐模式清单中的 AERSCREEN 模型进行预测，考虑最不利情况，计算预测因子最大落地地面浓度值。根据项目所在地环境特点，项目估算模型参数详见 5.11.3-2。

表 5.11.3-2 估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市选项时）	/
最低环境温度/°C		40.7
最低环境温度/°C		-5.5

表 5.11.3-2 估算模型参数表

土地利用类型		草地
区域湿度条件		潮湿
是否考虑地形	考虑地形	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
	地形分辨率/m	/
是否考虑岸边熏烟	考虑岸线熏烟	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
	岸线距离/km	/
	岸线方向/°	/

通过采用 AERSCREEN 估算模式对项目正常工况和非正常工况（未采取环保措施）无组织排放粉尘情况进行计算，结果见表 5.11.3-3。

表 5.11.3-3 砂石加工系统粉尘污染预测结果表

距离(m)	正常工况下	
	最大地面浓度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率(%)
50.0	57.42	6.38
100.0	76.66	8.52
200.0	78.32	8.70
300.0	72.45	8.05
400.0	63.70	7.08
500.0	56.45	6.27
600.0	50.49	5.61
700.0	45.38	5.04
800.0	41.52	4.61
900.0	38.80	4.31
1000.0	36.31	4.03
1200.0	32.04	3.56
1400.0	28.63	3.18
1600.0	25.77	2.86
1800.0	23.38	2.60
2000.0	21.35	2.37
2500.0	17.93	1.99
3000.0	14.95	1.66
3500.0	12.77	1.42
4000.0	11.11	1.23
4500.0	9.81	1.09
5000.0	8.76	0.97
10000.0	4.05	0.45
11000.0	3.63	0.40
12000.0	3.29	0.37
13000.0	3.00	0.33
14000.0	2.75	0.31
15000.0	2.54	0.28
20000.0	1.82	0.20
25000.0	1.40	0.16
下风向最大浓度	78.42	8.71
下风向最大浓度出现距离	190.0	190.0
D10%最远距离	/	/

根据估算模型计算结果显示,水库枢纽区砂石系统在施工高峰期,不利气象条件下,在采取相应环境保护措施下,项目砂石加工系统作业区下风向 2.5km 范围内的最大落地浓度为 $78.42\mu\text{g}/\text{m}^3$, 相应的占标率为 8.71% ($<10\%$), 出现在距砂石加工及混凝土拌和系统厂界下风向 190m 处, TSP 的浓度均小于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准规定的 24 小时平均浓度限值 ($300\mu\text{g}/\text{m}^3$)。本项目大气环境影响评价等级为二级评价。而在非正常工况下(未采取环保措施), 最大落地浓度高达 $78423.0\mu\text{g}/\text{m}^3$, 超标 86 倍, 因此, 必须严格落实粉尘防治措施。

(3) 污染物排放量核算

根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ 2.2-2018) 要求, 对污染物排放量进行核算。砂石加工系统无组织排放粉尘量核算见下表。

表 5.13.3-4 污染物排放量核算表

污染物排放位置	产污环节	污染物	核算排放浓度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	核算排放速率(kg/h)	核算年排放量(t/a)
砂石加工系统	筛选、破碎、传输	TSP	78.42	0.045	0.394

因此, 通过模型预测可知, 砂石加工及统通过采取密闭破碎传输、袋式除尘等措施后, 无组织排放粉尘最大落地浓度为 $78.42\mu\text{g}/\text{m}^3$, 因此砂石加工系统厂界外无浓度超标点。故在落实除袋式除尘等措施后, 对周边环境空气质量影响有限。环评建议定期对除尘设备进行检修, 一旦发现设备有损坏, 则应立即停产, 待废气处置设备恢复运行后再行生产。

总体来说, 工程区环境空气本底状况良好, 水库枢纽区污染源相对集中, 对附近居民点影响稍大, 供水灌溉工程区较分散、工程规模也小, 影响相对较小。在采取有关降尘抑尘措施后, 施工扬尘粉尘污染对敏感点的影响较小。

水库枢纽工程区砂石加工系统附近 500m 范围内有双山村坨里组, 在采取相关降尘措施情况下, 对环境敏感点空气质量产生影响较小。

5.11.4 固体废物

工程施工产生固体废弃物主要包括生活垃圾、建筑垃圾和辅助企业生产垃圾、工程弃渣等。

(1) 生活垃圾

生活垃圾主要集中产生于施工营地。生活垃圾以厨余为主, 此外草木、塑料包装袋、纸类、砖渣相对含量较高。

枢纽工程区高峰施工人数约 450 人，供水灌溉工程区高峰期施工人数 800 人，高峰期日产生生活垃圾 1.25t。生活垃圾如任意堆放，不仅污染空气，而且在一定气象条件下，造成蚊蝇孳生、鼠类大量繁殖，加大各种疾病的传播机会。生活垃圾的各种有机污染物和病菌随径流或其他条件一旦进入河流水体，将增加水体中污染物浓度，污染附近水体水质。

（2）建筑垃圾和辅助企业生产垃圾

建筑垃圾主要是临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块、弃土等。这些建筑垃圾的来源主要是场平、道路铺设和其它施工现场。建筑垃圾除部分回收利用外，其它如不妥善处置，会对周围环境产生环境污染。

施工辅助企业生产过程中产生一定数量的废弃物，如废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材等。这些废弃物若露天堆放锈蚀、腐烂后不仅造成物资财产的损失，也会对周围土壤、水体等造成污染，故应加强管理及时回收利用。

（3）工程弃渣

工程总弃渣 150.8 万 m^3 （松方），其中枢纽工程区弃渣 115.7 万 m^3 ，供水灌溉工程区弃渣 35.1 万 m^3 。工程弃渣将按照水土保持要求堆放在指定的弃渣场，并采取相关的工程措施和植物措施防止流失。工程开挖产生的土石方除一部分作为混凝土系统料源和浆砌石填筑外，大部分作为弃渣堆放在弃渣场。渣场占压将破坏原地貌、植被与地表组成物。同时由于弃渣属人工塑造的松散堆积体，若不采取适当的护坡、排水措施，容易造成渣体冲刷、滑落和坍塌，引发新的水土流失。

5.12 水土流失影响

5.12.1 新增水土流失分析与预测

工程建设中本工程扰动地表 245.78 hm^2 ；损坏林灌草等水保设施 245.78 hm^2 ；建设期弃渣 150.8 万 m^3 （松方）；项目区工程建设期产生水土流失总量为 5.46 万 t，其中新增水土流失量 3.87 万 t。

5.12.2 水土流失危害分析与评价

本工程新增水土流失的主要原因是工程建设过程中，地表开挖扰动、弃土弃渣在外营力作用下发生加速侵蚀，新增水土流失量集中于施工期。针对本工程的实际情况，对各分区的水土流失危害简述如下：

（1）水库枢纽工程

工程建设对坝基坝肩河床进行开挖，将产生大量的弃渣，如果处理不当，将会淤塞河道，降低水库使用年限，甚至影响行洪造成严重的洪涝灾害。同时，导流兼泄洪放空隧洞的开挖也会产生大量弃渣，如果不对其进行及时处理，将会破坏地表植被，并且造成一定的水土流失。

施工区地类多为耕地，土层较疏松，非耕地林草植被稀少。如果不做好表土剥离和保护，将难以进行复耕，造成耕地资源损失。

道路工程在工程建设过程中，对地面开挖，使原地表植被、土壤结构受到破坏，降低原地表水土保持功能，加剧了水土流失的发生。且山区公路建设对下边坡影响范围较大，若不采取得当的补救措施将会造成土地生产力下降，生态恢复困难，影响当地居民的生产生活。

料场区施工开挖将破坏原地表，形成了裸露坡地，若不对临时堆存的松散土石方采取有效的水土保持措施加以防护，挖损面上松散岩土受到坡面径流的浸泡、冲蚀后，易造成水土流失。

渣场区的新增水土流失主要成因是在弃渣排放时，弃渣在外营力作用下发生加速侵蚀。渣场上游有一定的集雨面积，渣体若无任何水保措施拦挡，在雨水的冲刷下可能会发生渣体的滑塌，造成安全事故。

（2）供水灌溉工程

输水线路较长，水土流失类型多样。主要沿线开挖土石渣沿下边坡方向滑落，埋压植被，在雨水冲刷下产生水土流失。在工程建设过程中对地面的开挖，使原地表植被、土壤结构受到破坏，降低原地表水土保持功能，加剧了水土流失的发生，如不及时采取有效的土地整治和其他补救措施，弃土弃渣受到暴雨冲刷，淤积农田。

施工生产生活区占地类型多为梯坪地，土层较疏松，非耕地林草植被稀少。在此布置施工场地和营地，施工活动频繁，扰动地表将会造成严重的水土流失，使扰动地表内的侵蚀模数增大，土地生产力大幅下降。如果不对其恢复，归还农民使用后耕作困难，将会影响当地农民生产生活。

道路工程建设占地主要是农耕地和林地。在工程建设的过程中对地面开挖，使原地表植被、土壤结构受到破坏，降低原地表水土保持功能，加剧了水土流失的发生。且山区公路建设对下边坡影响范围很大，尤其是部分区域地势陡峻，更是造成下边坡方向很长的影响范围，加速侵蚀严重。如果不采取土地整治和其他补救措施将会造成土地生产力下降，生态恢复困难，影响当地农民的生产生活。

工程产生的弃渣，利用挡渣墙进行支挡，是基本可以避免或减轻其水土流失量。但施工初期防护措施没有实施以前，由于弃渣结构差，土质松散，孔隙率大，且表面无植物防护，加之人为因素可能有部分弃渣流失，如弃渣的随意堆放、挡渣墙防护高度和稳定性不符合要求，将造成的弃渣流失，从而对周围环境产生危害。弃渣流失产生的危害主要表现为对农田耕地的影响，还可能淤积下游河道，阻碍行洪，因此须对所设弃渣场采取有效的防止弃渣流失的措施。

表 5.12.2-1 水土流失量预测汇总表

项目区	占地面积 (hm ²)	水土流失总 量(t)	背景流失量 (t)	新增水土流 失量(t)	新增量百分 比(%)
枢纽工程区	21.18	10277	884	9393	7.45%
供水灌溉工程区	100.44	46124	4593	41531	32.96%
永久办公生活区	1.14	575	54	522	0.41%
料场	12.02	6479	577	5902	4.68%
弃渣场	68.05	34365	3266	31099	24.68%
施工生产生活区	21.55	6551	1207	5344	4.24%
交通道路	72.72	21894	4014	17879	14.19%
移民安置及专项复建区	52.13	16249	1918	14331	11.37%
合计	349.23	142514	16514	126000	100.00%

5.13 对土壤环境的影响分析

花滩子水库为生态影响型建设项目，从工程建设运行可能导致土壤环境盐化、酸化、碱化等方面进行影响预测分析。

(1) 土壤盐化预测

根据本次土壤现状调查成果，参照《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》(HJ964-2018)附录 F 土壤盐化综合评分预测方法进行土壤盐化预测。

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i$$

式中：n——影响因素指标数目；

Ixi——影响因素 i 指标评分；

Wxi——影响因素 i 指标权重。

表 5.13.3-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水埋深 (GWD) / (m)	GWD ≥	1.5 ≤ GWD <	1.0 ≤ GWD <	GWD < 1.0	0.35

表 5.13.3-1 土壤盐化影响因素赋值表

	2.5	2.5	1.5		
干燥度（蒸降比值）（EPR）	$EPR < 1.2$	$1.2 \leq EPR < 2.5$	$2.5 \leq EPR < 6$	$EPR \geq 6$	0.25
土壤本底含盐量（SSC） /（g/kg）	$SSC < 1$	$1 \leq SSC < 2$	$2 \leq SSC < 4$	$SSC \geq 4$	0.15
地下水溶解性总固体（TDS） /（g/L）	$TDS < 1$	$1 \leq TDS < 2$	$2 \leq TDS < 5$	$TDS \geq 5$	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.1

表 5.12.3-2 土壤盐化预测表

土壤盐化综合评分值（Sa）	$Sa < 1$	$1 \leq Sa < 2$	$2 \leq Sa < 3$	$3 \leq Sa < 4.5$	$Sa \geq 4.5$
土壤盐化综合评分预测结果	未盐化	轻度盐化	中度盐化	重度盐化	极重度盐化

根据本工程水文地质资料，本项目所在的清渡河为两岸地下水的最低排泄基准面，地下水平均埋深较深， $GWD \geq 2.5m$ ；根据水文气象资料，本工程干燥度（蒸降比值） $EPR < 1.2$ ；土壤本底含盐量 $1 \leq SSC < 2$ ；地下水总溶解固体 $TDS < 1$ ，土壤质地为壤土。综上，计算土壤盐化综合评分值（Sa）为 0.7，土壤盐化综合评分预测结果为未盐化。

（2）土壤酸碱化预测

根据现状监测结果，本工程评价区内外坝址区、枢纽区施工区、总干管 1#渣场区、塘头灌区、双塘受水区等 4 个土壤监测点位 $5.5 \leq pH < 8.5$ ，为无酸化或碱化，库周天桥乡楼房坡村未被淹没区、库周新寨镇龙井村未被淹没区监测点位 pH 值分别为 5.1 和 5.4，为轻度酸化，由于本工程所在区域土壤类型以黄壤为主，黄壤属湿润、干湿季不明显生物气候条件下发育而成的土壤，土壤中氧化铁、氧化铝很容易发生水化作用，质地粘重，呈酸性，土壤 pH 值背景值较低。本工程施工期及运行期不向土壤环境排放酸碱废水，因此本工程施工期及运行期做好废污水处理情况下，不会对土壤酸碱程度产生影响。

5.14 环境风险分析

5.14.1 施工期环境风险分析

本工程建设对环境的影响主要为生态影响，根据工程施工特点、周围环境情况，施工期环境风险主要体现在水库枢纽施工区废污水事故排放对清渡河干流水质的污染风险、管线区污废水对乌江干流河西水厂保护区的水质污染风险和施工期油料炸药材料的运输过程中发生的泄漏对清渡河、乌江水质的污染风险。

5.14.1.1 废污水事故排放风险

（1）水库枢纽工程区

花滩子水库所在的清渡河水域功能为Ⅲ类水域，施工废（污）水处理达标后回用、洒水降尘或农林灌溉等综合利用，多余部分排放。正常情况下，本工程施工活动和运行对水质基本无影响，若事故排放，则将对河流水质造成一定影响。施工期废污水以砂石废水影响最大，其他废污水因水量较小，产生的环境风险相对较轻。

砂石加工系统废水主要污染指标为 SS，最大排放浓度可达 50000mg/L，砂石废水排放量为 116m³/h，事故排放时，砂石废水经直接排入清渡河，考虑最不利情况，采用河流二维稳态混合模式进行计算，废水若不经处理且事故排放到清渡河中，充分混合后河流中 SS 浓度增加了 1124.8mg/L，对河流水质有较大影响。

（2）供水灌溉工程区

供水灌溉工程区共布置有 4 条无压隧洞，隧洞进出口共设置 4 处砂石加工系统，单个砂石废水排放量约 35m³/h。本工程砂石废水正常情况下均处理后回用，不外排。砂石废水事故排放对受纳水体水质影响较大，使得受纳水体 SS 严重超标。

5.14.1.2 油料、炸药储运风险影响分析

根据主体设计，工程施工共需要油料 5246t、炸药 491t，施工区不设置油料和炸药库，主要环境风险来自于油料、炸药运输至施工区时发生的泄漏对清渡河水质的污染风险。由于本工程跨河交通桥和左、右岸公路只是提供本工程施工期间的物资运输，运输量较小，发生危险品运输事故的可能性也较小。

5.14.2 运行期环境风险分析

5.14.2.1 水库水质污染风险分析

水库水质污染风险源主要为上游城镇的污水处理设施因管理不善造成的废污水事故排放风险，以及穿过库区的县道河段运输危险化学品车辆事故风险产生的环境风险。

（1）城镇生活污染事故排放风险

清渡河花滩子水库坝址以上流域分布有天桥乡、缠溪镇、新寨镇等乡镇，总人口规模超过 7 万人，目前均未建有生活污水处理设施，随着社会发展，逐步落实《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，规划水平年各乡镇均将配套建设污水处理设施，在污水处理设施非正常运行情况下污水外排对花滩子库区水质会造成一定威胁。但因各乡镇镇区污水处理设施规模较小，且分布广泛，同时发生事故的可能性较低，污水经河道自净等作用后对花滩子水库水质影响较小。

（2）交通运输危险化学品车辆事故风险

水库淹没四级公路（X532 县道）及四级公路桥 1 座、凯望至新寨通村公路及公路桥 1 座、以及龙井村至新寨通村公路，从花滩子水库库中经过，拟采用局部改线进行复建，复建线路跨越清渡河。

在以上路段发生危险化学品运输安全事故，则泄漏的污染物有可能经清渡河干支流进入到花滩子水库中，进而影响库区水质。

5.14.2.2 供水灌溉工程环境风险分析

供水灌溉工程环境风险主要是输水隧洞通过复杂地质段和人为活动干扰，其主要涉及隧洞、管桥、管道等，但由于输水系统基本采用管道、隧洞输水，人为活动、外界对水质干扰较小，在输水隧洞做防渗工作的前提下，发生外环境污染管道内水质的风险很小。

5.14.3 生态风险分析

（1）生态调查不足风险

本工程评价区内分布有 12 种植被型，于水库淹没区的河道两侧、枢纽区及供水灌溉工程区广泛分布，共计 34 个群系，物种多样性较为丰富。限于调查难以完全覆盖所有植物，此可能存在部分珍稀保护物种未被调查到，受到施工及水库淹没等风险。

（2）生态入侵风险

外来物种的引进、栽培和抚育，在失去天敌的条件下，外来物种的生长范围将迅速扩展，并且占领当地物种栖息地、压缩当地物种生存空间，降低生物多样性、造成物种单一化。同时将降低当地农作物、经济作物产量和收入，威胁当地的生态安全 and 经济发展，造成不可估量的生态和经济损失。

评价区属于亚热带常绿阔叶林带——中亚热带常绿阔叶林亚带——贵州高原湿润性常绿阔叶林地带——黔北山原山地常绿栎林马尾松林柏木林地区——思南、凤岗丘陵山地常绿栎林、柏木林及石灰岩植被小区。本小区原生植被为中亚热带常绿阔叶林，但由于评价区人为活动频繁，常绿阔叶林已被破坏，现状以次生植被和人工植被为主。植被主要包括以柏木、马尾松、枫香树、响叶杨等为主的乔木林，以及以槲栎、白栎、黄荆等为主的灌丛，组成各植被类型、群落稳定性一般，因此生物入侵的主要危害因素为人为带入的外来物种。工程实施景观绿化、植被恢复措施过程中，禁止使用易引起入侵的植物种类，优先选择乡土种、本地种或已被证明无入侵风险的物种；加强管理，不允

许任何人将未知种类植物种植于工程区。根据其它类似工程情况，发生生物入侵事故的概率很小。

6 环境保护措施及其可行性论证

6.1 环保措施设计体系布局

6.1.1 环保措施设计原则

(1) 预防为主和环境影响最小化原则

在环境保护对策措施的方案设计时，借鉴成熟的经验和科学知识，预防为主，防治结合，防止不利影响的产生，把对环境的不利影响降到最低。

(2) 全局观点、协调性及生态优先原则

各项措施与工程区的生态建设紧密协调、互为裨益，切实作到生态优先。

(3) 综合防治，因地制宜，因害设防，突出重点的原则

针对本工程的废污水产生特点，所在河流及影响区下游河流水域功能及废气、噪声产生的时段与特点，有针对性地提出防护措施，突出重点、合理配置，形成综合防治体系。

(4) “三同时”原则

环境保护措施布设与工程设计中已有的环境保护措施相衔接，并构成一体，且在设计深度和实施进度安排上与主体工程设计和施工进度相适应。并且各项环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的。

(5) 经济性、有效性原则

遵循环境保护措施投资省、效益好和可操作性强的原则。

6.1.2 环保措施总体布局

根据工程建设对环境的影响特点和环境影响预测评价结论，以及工程的环境保护目标和污染控制目标要求，本工程环境保护措施包括水环境保护措施、水生生态保护措施、陆生生态环境保护措施、水土保持措施、社会环境保护措施、移民安置区环境保护措施、施工期环境保护措施等。

表 6.1.2-1 花滩子水库工程环境保护措施一览表

项 目		措 施
水库枢纽工程区		
水环境保护	生态流量保障措施	初期蓄水阶段：通过溢流坝段下部 DN1000 的临时生态放水管+放空底孔； 运行期：机组发电或连接于引水压力钢管 1#Y 型岔管上的 DN700 永久生态放水管；

表 6.1.2-1 花滩子水库工程环境保护措施一览表

项 目		措 施
		设置生态流量在线监测系统；
地表水水质保护	水库水质	库底清理； 划定水源保护区； 设置水源保护区物理隔离措施； 库区集水区污染源治理和管理要求；
	水温影响减缓措施	三层取水口，底板高程 457.0m、468.0m、479.0m
	管理区生活污水处理	采用施工期设置的一体化设备
水生生态保护	栖息地保护	栖息地保护范围：清渡河花滩子水库库尾至在建清渡河水库坝址间约 22.3km 干流河段、坝址下游花滩子电站坝址至清渡河乌江汇口间约 3km 干流河段； 采取过鱼措施连通雁水电站上下游； 对局部河段底斜坡实施改造、岸边带营造； 开展生态调度研究； 对干支流局部流水河段设置人工鱼巢； 渔业管理措施。
	过鱼措施	在花滩子电站尾水下游设集鱼平台，即一级集鱼（花滩子电站坝下）+多级运送和放流（花滩子电站、花滩子水库及雁水电站上游），配套车辆船只。
	增殖放流	建一座鱼类增殖放流站，近期放流对象中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼，放流规模 12 万尾/a。连续放流 5 年，中长期根据监测及栖息地保护情况进行调整。
	其他措施	进水口拦鱼设施、渔政管理
陆生生态保护措施	植被保护措施	加强对施工占地区的管理； 永久占地区采取不同的防护及植被恢复方式； 移栽水库淹没区古树名木；
	陆生动物保护	加强动物生境建设；蓄水前进行搜救。
施工期环境保护措施	废污水处理	枢纽工程区砂石系统废水采用高效净化器法处理，出水回用于生产不外排； 混凝土废水采用沉淀池处理； 机修含油废水采用沉淀池+油水分离器处理； 生活污水采用一体化污水处理设施处理；
	环境空气保护	开挖现场粉尘影响较大的作业面定期洒水； 车辆运输扬尘控制； 加强路面养护、洒水降尘； 混凝土拌和系统和砂石加工系统区域洒水降尘，采用湿法破碎的低尘工艺；
	声环境保护	施工期从噪声源头控制噪声，如避免夜间施工、砂石系统设备设置隔声减振措施、临时声屏障等； 运输道路两旁设施减速标志，临时声屏障等。
	固体废物处理	水库枢纽区施工区内布置垃圾桶，统一收集后外运至思南县生活垃圾填埋场处理； 弃土弃渣统一运至渣场，按水土保持要求采取拦挡防护措施；
移民安置区环境保护措施	污水处理	县城和集镇集中安置点污水市政污水处理设施； 农村集中安置点配套一体化污水处理设施；
	生活垃圾处理	生活垃圾处理纳入所在乡镇垃圾处理体系
	移民安置专项复	下阶段移民安置规划报告成果的基础上开展集中安置点以及专

表 6.1.2-1 花滩子水库工程环境保护措施一览表

项 目		措 施
	建工程	项设施复建工程的环境影响评价工作和环境保护设计工作，落实集中安置点、复建工程环保措施。
供水灌溉工程区		
地表水水质保护	受水区水质保护	实施受水区水污染治理规划及有关项目。 提高桥乡、孙家坝镇、思南县城一期、二期、鹦鹉溪镇、凉水井镇、邵家桥镇、教育园区、塘头镇、双塘片区、关中坝片区、灯油坝片区污水处理厂为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，在此基础上，进一步提出后续开展水污染防治规划实施效果评估，在乌江干流水质未完全达到 II 类标准前，按照评价区 TP 污染负荷不增加的要求，对受纳水体乌江开展水环境综合治理，制定总量控制指标，加强环境管理。
地下水保护	地下水保护	加强水文地质勘察和超前地质预报； 隧洞施工中要贯彻以“疏”和“堵”为主，“堵”排相结合的原则； 对隧洞附近井泉加强监测；
陆生生态保护措施	植被保护措施	加强对施工占地区的管理； 永久占地区采取不同的防护及植被恢复方式；
	陆生动物保护	加强动物生境建设； 加强施工管理教育；
社会环境保护措施	饮用水源保护区、森林公园保护	输水管道景观设计与周边景观的协调。
施工期环境保护措施	废污水处理	供水灌溉工程区砂石废水采用絮凝沉淀法处理，出水回用于生产不外排； 混凝土废水采用沉淀池处理； 生活污水采用一体化污水处理设施处理； 隧洞开挖废水采用沉淀池处理，预留事故处理池，并且对其出水水质进行监测；
	环境空气保护	开挖现场的粉尘影响较大的作业面采用人工控制定期洒水； 车辆运输扬尘控制； 加强路面养护、洒水降尘； 砂石系统区域多洒水降尘，采用湿法破碎的低尘工艺；
	声环境保护	施工期从噪声源头控制噪声，如避免夜间施工、砂石系统设备设置隔声减振措施、临时声屏障、泵房设置隔声措施等； 运行期对泵房的水泵基础安装减震器和防震材料，泵房采用隔声建筑材料；
	固体废物处理	灌区及供水工程区设置垃圾分类收集桶，纳入附近乡镇现有垃圾处理体系； 弃土弃渣按水土保持要求采取拦挡防护措施；

6.2 水环境保护措施

6.2.1 生态流量保障措施

根据 5.2.1 节的论证，花滩子水库工程生态流量下泄方案为：在枯水期（10 月~3 月）最低下泄流量为坝址断面多年平均天然流量的 15%（ $1.18\text{m}^3/\text{s}$ ）；汛期（4~9 月）按水库坝址多年平均流量的 30%考虑，即为 $2.36\text{m}^3/\text{s}$ 。

6.2.1.1 初期蓄水期间生态流量下放措施

根据施工进度计划安排，导流隧洞于第三年 10 月初下闸封堵，水库开始蓄水。初期蓄水阶段，水库从导流隧洞下闸封堵~水库蓄水至放空底孔进口底板 434.0m 高程期间，利用埋设在坝内的临时生态放水管下放河道生态用水；水库从放空底孔进口底板高程 434.0m 蓄水至发电灌溉取水口进口底板高程 460.0m 期间，利用放空底孔下放下游河道生态用水；水库蓄水至 460.0m 高程后，利用发电灌溉引水系统或永久生态放水管下放生态用水。

初期蓄水阶段临时生态放水管采用 DN1000 钢管，生态放水管布置在溢流坝段下部，管道中心桩号坝右 0+000.00，管道中心高程 390.5m，生态放水管长 76.0m。临时生态放水管穿过底层灌浆廊道，并在廊道内设置 DN1000 闸阀，水库蓄水至放空底孔进口底板高程 434.0m 后，在灌浆廊道内关闭闸阀，并用泵送混凝土将闸阀后管段封堵。

下闸蓄水时，上游水位处于导流洞进口底板 411.0m 高程以上，此时下闸后临时放水管过流能力为 $1.87\text{m}^3/\text{s}$ ，满足最小下泄流量要求。

6.2.1.2 运行期生态流量下放措施

（1）花滩子水库生态流量下放措施

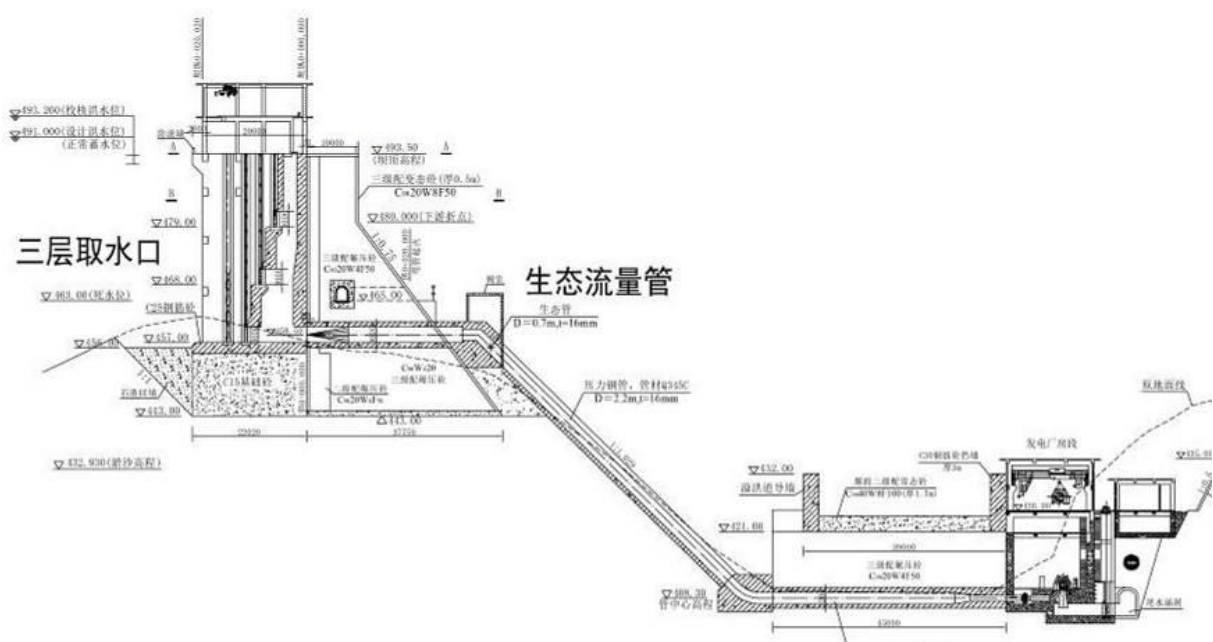
水库正常运行过程中，通过电站发电下放生态水，在运行过程中实行机组轮流检修，尽可能避免同时检修。

本工程坝后机组在电网中不承担调峰任务，利用生态流量和汛期弃水发电，单台大机组额定引用流量为 $4.63\text{m}^3/\text{s}$ ，小机组额定引用流量为 $1.55\text{m}^3/\text{s}$ ，因此电站运行时通过发电方式可以满足下游生态流量要求。

如在 10 月~3 月期间需保证下泄不低于 $1.18\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量，则只需小机组单独发电运行即可，此时如小机组故障，则通过永久生态流量流量管下放，或加大下泄流量，通

过单台大机组下放不小于 $1.18\text{m}^3/\text{s}$ 。如在 4 月~9 月期间需保证下泄不低于 $2.36\text{m}^3/\text{s}$ 生态流量，可采取单台大机组发电，或小机组与单台大机组联合发电运行。

为保证极端特殊情况下（比如三台机组同时检修或同时停机）生态流量能够正常下放，通过在引水发电主管上设置的支管下放，生态流量管连接于引水压力钢管 1#Y 型岔管上的桩号引 0+077.67 处，采用直径 0.7m 的钢管，并设置闸阀控制。生态钢管全长 36.6m，钢管管材为 Q345R 钢材，壁厚 20mm。管道中心高程 458.5m。水库死水位 463m 时，管径 700mm 的生态放水管过流能力为 $1.285\text{m}^3/\text{s}$ ，满足不低于 $1.18\text{m}^3/\text{s}$ 的基本要求，汛期来流量较大，通过弃水及机组发电可满足生态流量泄放要求。



(2) 花滩子电站生态流量泄放措施要求

花滩子水库坝址下游 5.5km 有已建花滩子电站，为径流式运行，没有调节能力，本工程建成后，受花滩子水库泄流控制，本次评价对其后续运行生态流量下泄方案制定提出相关要求。根据上游花滩子水库环境水下放原则，并考虑区间流量汇入影响。花滩子电站与花滩子水库同步，即枯期 10~3 月按坝址处多年平均流量的 15% 均匀下放，汛期 4-9 月按坝址处多年平均流量的 30% 均匀下放。

花滩子电站主要利用弃水及生态水发电，通过取水口取水后以一条压力引水管向两台水轮机供水，当中用 Y 型钢岔管将水流引入两支管后接入机组。花滩子电站正常发电时，单台机组引用流量 $6.71\text{m}^3/\text{s}$ ，为了确保电站在事故或检修时不影响生态水的下放，当机组检修无法利用机组下放环境水时，主要采用放空底孔进行下放环境水。

根据《水利部 生态环境部关于加强长江经济带小水电站生态流量监管的通知》（水电〔2019〕241号），明确小水电站生态调度运行要遵循“兴利服从防洪、区域服从流域、电调服从水调”原则，建立健全干支流梯级水电站联合调度或协作机制，统筹协调上下游水量蓄泄方式，协同解决好全流域生态用水问题。花滩子水库建成后，花滩子电站应按照小水电生态流量保障的政策及要求，提出制定生态流量下放方案，与花滩子水库同步联合调度运行。

6.2.1.3 生态调度

运行期工程拟在每年主要鱼类繁殖期间 5 至 6 月择机实施一次生态调度，详见 2.10.2.4 节生态调度相关内容。

6.2.1.4 生态流量实时在线监测系统

在水库初期蓄水前，在花滩子水库坝下、花滩子电站坝下应建成生态流量实时监测系统，并与省环保、水利行政主管部门联网，实时监控蓄水期和运行期坝址下游河道的流量情况，同时为实施联合调度提供支撑，当下泄流量低于要求下泄的生态流量时，及时报警。系统应具有数据远程传输和监控的功能，将实时流量数据传输至集控中心，并结合管理需要将数据同时传输至相关管理部门。

6.2.2 地表水水质保护措施

6.2.2.1 水库水质保护措施

（1）蓄水前库底清理

根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290—2009）的规定，为了防止淹没于水库内的树木、杂物等对水体水质和水库运行造成影响，在水库蓄水前必须对库底进行清理，具体操作主要由铜仁市移民局组织进行，清理工作完成后，由省移民办公室、建设单位、设计单位、思南县、印江县人民政府和移民局以及其他相关单位的领导与专家组成验收工作组对库区进行验收，验收合格后方可进行水库蓄水。花滩子水库库底清理无特殊清理，仅有一般清理。

① 清理对象

a. 正常蓄水位（491m 高程）以下的林木砍伐与迹地清理，防止水质污染的卫生防疫清理。

b. 正常蓄水位以下 2m 范围内大体积建筑物、构筑物残留体和林地等清理。

c. 正常蓄水位以下的生活垃圾和固体废物。

② 清理要求

a. 卫生清理

清理现场表面用农田土或建筑渣土填平压实。粪便消毒处理后要达到《粪便无害化卫生标准》的指标要求，由县级疾病预防控制中心提供检测报告，粪便大肠菌按照《粪便无害化卫生标准》检测。

鼠密度按照《动物鼠疫监测标准》（GB16882）检查，不得超过 1%。

卫生清理验收应由县以上卫生防疫部门提供检测报告。

b. 建（构）筑物的拆除与清理

建筑物、构筑物残留高度不得超过地面 0.5m，拆除的线材、铁制品、木杆不得残留库区。

建筑物、构筑物清理后的易漂浮材料，不得堆放在库区移民迁移线以下，且需有固定措施。

田间和农舍旁堆置的柴草、秸秆等，残留量不应大于清理量的百分之一。

对库岸稳定性有利的建筑物基础、挡土墙等可不予拆除，对确难清理的较大障碍物，应设置蓄水后可见标志，并在地形图上注明其位置与标高。

c. 林木清理

林木砍伐并清理运至库外，残留树桩高度不得超过地面 0.3m。

d. 库底清理去向

需要清理的房屋、水利设施就地推到、推平；线路、林木及林地灌木、田间和农舍旁堆置的柴草、秸秆等易漂物全部清理出库外，且需有固定措施，处理处置场地的选择必须满足相应选址的环境保护要求。坟墓清理应在卫生部门指导下进行卫生防疫清理，将其污物运出库外，处置场地选择应符合卫生、环保要求，残留于地面的要进行曝晒消毒，并且对其坑穴应进行消毒，污水坑用净土填塞。

e. 危险废物

水库蓄水前，按照《危险废物处置工程技术导则》(HJ2042-2014)、《医疗废物集中处置技术规范》等相关要求，对水库淹没区范围发现的危险废物及受污染土壤等应委托有资质的单位进行处理。

（2）划定饮用水源保护区

花滩子水库建库后，应及时开展饮用水源地保护区的划定保护，加强水库的运行管理和水质监测工作，实时掌握水质的变化动态，严格执行水源地各项保护措施，确保水质达到其水域功能区划要求。

① 制定水源地保护办法，加强水资源行政管理

建议由思南县人民政府提出花滩子水库水源保护区划定方案，报贵州省人民政府批准后正式实行，并制定、颁布“花滩子水库水源地保护及水污染防治办法”，设置水源保护的专项管理机构，配备相应的管理人员、管理设备和监测仪器。

管理人员的设置，根据水库规模及管理要求，配备相应的管理人员和技术人员；根据水源地保护要求，配置专业的管理设备，以满足执法、水源地保护要求；同时，配套相应的监测仪器，实地监控水库水质情况。

② 划定水源保护区

本阶段根据《饮用水保护区划定技术指南》，初步划定花滩子水库水源保护区范围，初拟一级和二级保护区范围内目前没有集中污染源。

花滩子水库属于大型水库，按照《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ/T 338-2018)的要求：可将取水口半径不小于 500m 范围的水域、取水口侧正常蓄水位线以上 200m 范围内的陆域划定为一级保护区；一级保护区外径向距离不小于 2000m 的水域（不超过水面范围）、一级保护区外径向不小于 3000m 的陆域划定为二级保护区；二级保护区以外的汇水区域可根据库周污染源的情况划定为准保护区。根据《集中式饮用水水源环境保护指南（试行）》和《中华人民共和国水污染防治法》的要求，一级保护区内不得有与取水设施和保护水源无关的建设项目及其他禁止行为。二级保护区内禁止新建、改建和扩建排放污染物的建设项目；已建成排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或关闭。准保护区内禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目，改建建设项目，不得增加排污量。

天桥集镇安置点（1260 人）位于花滩子水库库区左岸，坝址取水口正常蓄水位侧外径向 5.2km，东干管取水口外径向 2.5km，距淹没线最近的陆域距离为 0.55km，根据《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ/T 338-2018)，天桥集镇安置点（1260 人）可能涉及位于花滩子水库工程建库后划定的二级水源保护区内。二级保护区内禁止新建、改建和扩建排放污染物的建设项目。天桥集镇集中安置点生活污水，建议达标处理后尽量回用于林草灌溉，严禁直接排放进入花滩子水库库区，以满足花滩子水库作为供水水源地的保护要求。

因此，花滩子水库的移民应避免安置在花滩子水库工程建库后可能划定的一、二级水源保护区内，以避免移民发生二次搬迁，专项复建交通工程设计选线避免水源一级和二级保护区内，避免对水源保护区产生影响。具体的划定工作可结合花滩子水库和输水线路的实地情况进行确定，建议由思南县人民政府提出划定方案，报经贵州省人民政府批准后正式实行。

③ 水源保护功能区的界定

根据花滩子水库各个功能保护区的划定情况，明确各个功能区的地理界线，并在各个功能区边界设立界桩、界碑、公示牌、警戒线等标志，在一级、二级保护区内设置有明显标志的警示牌。

④ 设置水源地保护宣传牌

加强水库水源地保护的宣传力度，在水库周围设置明显的宣传标牌，标牌中应该包括以下内容：①水库的地理位置，各级保护区边界的示意图；②保护水库水质的意义，以及与广大公众的紧密利益；③明确在水库各功能区的禁止行为，以及相关的惩罚规定。

⑤ 加强水源地保护法律法规的执行

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治法》，结合花滩子水库及周围环境特点，切实落实水源地保护的法律法规。

饮用水地表水源保护区需达到相应的功能区水质要求。在饮用水地表水源保护区内还必须遵守下列规定：

在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。

禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由当地县级以上人民政府责令拆除或者关闭。

禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。

禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目，已建成的排放污染物的建设项目，由当地县级以上人民政府责令拆除或者关闭。

在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。

禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目，改建建设项目，不得增加排污量。

对位于水源保护区范围内的村庄，应做好水源保护宣传教育工作，禁止在河道内洗衣服、刷洗车辆、倾倒垃圾等；粪便污水用于浇灌农田；对当地民众进行宣传，不使用含磷洗涤剂，禁止当地含磷洗涤剂的销售。

限制流域内化肥、农药的使用，加强管理，科学施肥，提高肥料利用率，禁止高残留、有毒有害农药的使用，大力提倡生态农业，着力推广绿色食品生产模式。

当地县级以上人民政府应当根据保护饮用水水源的实际需要，在准保护区内采取工程措施或者建造湿地、水源涵养林等生态保护措施，防止水污染物直接排入饮用水水体。

饮用水水源受到污染可能威胁供水安全的，当地环境保护主管部门应当责令有关企业事业单位采取停止或者减少排放水污染物等措施。

(3) 水源保护区物理隔离措施

划定后水源保护区应建设必要的物理隔离防护带，防止人类活动等对水源地保护和管理的干扰，物理隔离防护带主要采用铁丝防护网，长度约 20km。另外，在水源保护区范围内易受外界干扰的区域设置饮用水源地警示牌，宣传保护水源水质，共设置 30 个。

(4) 集水区污染源治理和管理

对上游集水区污染源治理和管理的目标是控制流域新增污染源和使花滩子水库库尾入库水质达到水功能区水质要求，为此拟提出以下治理和管理要求：

① 控制花滩子水库库区库周及上游流域新增污染源。花滩子水库以上流域范围内加快实施流域范围主要乡镇污水处理厂建设。完善生活垃圾处理体系。对流域范围内现有污染源开展详细普查工作，有针对性的制定集水区域污染防治和减排规划。

② 地方政府对花滩子水库上游集水范围内农村生活环境进行综合整治，督促落实污染防治措施及风险防范措施，减少对入库河流水质的污染影响。

③ 地方政府制定并实施上游地区绿色农业发展规划，提倡绿色农业生产，降低农药、化肥施用水平，利用高效、低毒、低残留的化学农药和生物农药进行病虫害的综合防治。控制减少氮肥使用量，增加有机复合肥及氮磷钾复合肥用量，以减少农田面源污染。

④ 建立库区以上流域水质监测体系，定期进行水质监测，为掌握水质状况及制订环保政策提供依据。

⑤ 花滩子水库库区禁止开展水上旅游项目和网箱养殖项目。

⑥ 加强水政及环保法规宣传教育，使库区上游河段及库周居民依法保护河道和库区水质。

⑦ 根据《突发环境事件应急预案管理暂行办法》，制定《贵州省花滩子水库工程突发环境事件应急预案》，特别针对花滩子水库集水区域公路、集镇等制定专项突发环境事件应急预案，并向当地环境保护主管部门备案。

⑧ 地方环境保护行政管理部门应对水库流域范围内建设项目的环境保护工作从严管理。

6.2.2.2 输水系统水质保护措施

（1）取水口水质保护措施

在取水口设置格栅，滤去进水中杂草、漂浮物等较大体积杂物，保证供水进水水质。

（2）管道水质保护措施

本工程主要采用管道方式供水，有 2 处管桥和 4 处隧洞，由于供水采用管道运输，安全性较好，不容易受外界人为原因造成水质污染，但应加强少量外露明管的管理和维护，完善包覆、基墩等防护措施。

6.2.2.3 受水区污染防治措施

根据预测，花滩子水库供水后受水区退水对清渡河、石阡河、乌江水质有一定影响，为满足下游断面水质不发生恶化，满足各收纳水体水质要求，结合受水区水污染防治规划，拟针对退水采取以下措施：

（1）加大乌江上游磷污染源治理力度

针对思南县入境断面总磷超标问题，上游各级政府应加大重点磷污染源的治理力度，尽早实现入境水体稳定达标与此同时，根据《贵州省水功能区划》（2015 年），乌江干流地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类标准，不得新设排污口。

（2）加强思南工业退水治理，削减污染物总量

① 推进产业结构调整与转型，严格环境准入

根据流域水质目标和主体功能区规划要求，严格对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，逐步淘汰已有不符合产业项目，严禁新增不符合产业项目。各单位严禁引进高耗能、高污染项目，严把项目立项关、切实加强整治区域内规划环评和项目环评工作，严格执行环境影响评价和环评“三同时”制度，对项目选址不合理、不符合产业政策及

地方经济发展的项目不予审批。要将排污总量作为项目审批一项重要依据，企业必须对老污染进行治理，腾出环境容量后才能实施新项目。推行项目审批终身负责制，促进项目审批人增强责任意识。

② 着力整治工业企业污染

全面排查全县工业企业，按照水污染防治法律法规要求，全部取缔现有的小型造纸等不符合产业政策的严重污染水环境的生产项目，对整治区域内外排污染物达不到标准或超过排污总量指标的单位实施限期治理。对装备水平低、环保设施差的涉水工业企业要限期整改；结合实际，加大对水泥、城镇生活污水处理厂、酿造、屠宰等行业污染治理，对污染物排放不达标的，按照“一厂一策”制定整改方案，并及时实施整改。

③ 加强思南工业园区废水处理设施建设

积极推进工业园区关中坝工业聚集区、双塘工业聚集区、灯油坝工业聚集区集中污水处理厂建设，配套完善工业废水管网及中水回用系统，确保园内企业排水接管率达100%，加强自动在线监控装置的安装与运行；加快推进关中坝工业集聚区、灯油坝工业集聚区集中式污水处理厂及配套管网的建设；园内企业应做到“清污分流、雨污分流”，实现废水分类收集、分质处理，并对废水进行预处理。工业聚集区内工业企业排出的污水必须在厂内进行预处理达到《污水综合排放标准》（GB8978—1996）三级标准后方可排入工业集聚区污水管网。各工业集聚区根据产业特色和污水特征污染物情况进行处理工艺比选论证经相关部门批准后实施，处理出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准。

④ 加强污水资源化利用

工业集聚区鼓励入住企业一水多用、中水回用、污水综合利用措施，企业的设备冷却水要全部循环使用，提高水的重复利用率。建议编制《工业集聚区污水资源化规划》，各工业集聚区污水处理厂配套建设中水处理设施，处理出水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB18920 - 2002）标准后，用于工业集聚区内绿化、道路浇洒、洗车等。园区应制定优惠政策，鼓励区内企业利用中水作为工业循环用水系统补充水、车间地坪和生产设备冲洗水等。

⑤ 大力发展循环经济

按照循环经济理念调整区域经济发展模式和产业结构，拓展资源加工产业并延长产业链。制定固体废物综合利用更加优惠的税收、经济政策和行政管理措施，促进企业由末端治理向生产全过程控制转变，改造传统生产工艺和产品升级换代，对轻工、食品酿

造、非木竹浆制造等企业要实施清洁生产审核。同时推进一般工业固体废物综合利用。鼓励和支持工业废渣资源化、减量化、无害化循环利用。一般工业固体废物综合利用率达到 80% 以上。

⑥ 加大环境执法监管力度

在全县持续开展“六个一律”环保利剑执法专项行动；对超标和超总量的企业予以“黄牌”警示，一律限制生产或停产整治；对整治仍不能达到要求且情节严重的企业予以“红牌”处罚，一律停产停业，关闭。定期公布环保“黄牌”、“红牌”企业名单。定期抽查排污单位达标排放情况，结果向社会公布。重点打击私设暗管或利用渗井、渗坑、溶洞排放、倾倒含有毒有害污染物废水，监测数据弄虚作假，不正常使用水污染物处理设施，或者未经批准拆除、闲置水污染物处理设施等环境违法行为。对造成生态损害的责任者严格落实赔偿制度。严肃查处建设项目环境影响评价领域未批先建、边批边建、久试不验等违法违规行为。

（3）加强思南县污水处理设施建设

一是加强城镇现有污水处理设施的运行监管和提标改造，对县城污水处理厂（一期、二期）、塘头镇、许家坝镇、邵家桥镇、鹦鹉镇、大坝场镇及凉水井镇污水处理厂进行提标改造，使出水水质稳定达标，出水水质达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 类标准。二是从解决流域城镇污水处理设施建设发展不平衡问题着手，按照填平补齐的原则，新建双塘片区、教育园区、天桥乡、孙家坝等乡镇污水处理厂，出水水质执行一级 A 类标准。至规划水平年 2030 年城镇污水处理率提高到 100%。

表 6.2.2-1 水污染防治规划中评价区城镇生活污水处理项目表

序号	项目名称	建设情况	建设地点	工程规模与主要建设内容	承担单位	排口所在位置	建设	备注
1	思南县污水处理厂（一期）	扩建及提标改造	思塘办事处城北社区江村	原设计规模为 8000m ³ /d，扩建至 16000m ³ /d，提标改造，确保达到一级 A 排放标准。	思南县水务局	乌江	2018-2025 年	
2	思南县污水处理厂（二期）	扩建及提标改造	思塘办事处关中坝街道	原设计规模为 3000m ³ /d，扩建至 6000m ³ /d，提标改造，确保达到一级 A 排放标准。		乌江	2018-2025 年	
3	鹦鹉溪镇污水处理工程	扩建及提标改造	鹦鹉溪社区窝坨组	原设计规模为 1000m ³ /d，扩建至 2000m ³ /d 提标改造，确保达到一级 A 排放标准。		乌江	2025-2030 年	
4	邵家桥污水处理厂	扩建及提标改造	邵家桥镇	原设计规模为 1000 m ³ /d，提标改造达到一级 A 排放标准；扩建至 15000m ³ /d。		乌江	2018-2025 年	
5	孙家坝镇污水处理厂	新建	孙家坝	原设计规模为 2000 m ³ /d，一级 A 标排放；扩建至 5000 m ³ /d。		清渡河	2018-2020（一期） 2025-2030（二期）	
6	思南县教育园区污水处理工程	新建	思南中学	新建规模 800m ³ /d，一级 A 标排放；扩建至 1600 m ³ /d；并进行配套管网建设。		乌江	2018-2020（一期） 2025-2030（二期）	
7	思南县城双塘片区污水处理工程	新建	双塘片区高家洞	近期新建处理 5000m ³ /d 污水处理厂一座，处理标准为一级 A 标准，远期扩建至 10000m ³ /d。		乌江	2018-2020（一期） 2025-2030（二期）	
8	凉水井污水处理厂	扩建及提标改造	凉水井镇	原设计规模为 400m ³ /d，扩建至 1000m ³ /d，提标改造，确保达到一级 A 排放标准。		息乐溪河	2025-2030 年	
9	天桥乡污水处理厂	新建	天桥乡	新建处理 800m ³ /d 污水处理厂一座，一级 A 标排放，并进行配套管网建设。		清渡河	2018-2025 年	
10	塘头镇污水处理厂	扩建及提标改造	塘头镇	原设计规模为 2000m ³ /d，扩建至 5000m ³ /d，提标改造，确保达到一级 A 排放标准。		石阡河	2018-2025	

表 6.2.2-2 水污染防治规划中工业污染集中治理项目表

序号	项目名称	建设情况	建设地点	工程规模与主要建设内容	承担单位	排口所在位置	建设	备注
1	思南县关中坝工业聚集区工业废水治理工程及配套管网建设工程	新建	关中坝工业集中区	建设工业废水处理厂（0.4 万 t/d）一座，并建设废水收集和运输管网	思南县工业和商务局	乌江	2018-2025 年	

表 6.2.2-2 水污染防治规划中工业污染集中治理项目表

序号	项目名称	建设情况	建设地点	工程规模与主要建设内容	承担单位	排口所在位置	建设	备注
2	思南县灯油坝工业聚集区工业废水治理工程及配套管网建设工程	新建	孙家坝	建设工业废水处理厂（2 万 t/d）一座，并建设废水收集管网		清渡河	2018-2025 年	
3	思南经开区双塘工业聚集区污水处理厂配套管网建设工程	已建	双塘街道办事处	建设工业废水处理厂（5 万 t/d）一座，并建设废水收集管网		相思溪河	2018-2025 年	

（4）加强污水处理厂配套管网建设

根据污水处理设施规模和运行要求，合理确定管网规模，切实提高污水收集率和污水处理厂进水浓度。优先解决已建污水处理设施配套管网不足的问题，补建配套管网，优先解决县城及环境敏感地区即乌江近岸城镇污水配套管网不足和管网改造问题。

对于城市周边地下饮用水水源受威胁的重点地区，加快推进污水管网防渗处理和改造，避免污染地下水。因地制宜推进雨污分流和现有合流管网系统改造，系统提高城镇污水收集能力和处理效率，推进流域内城镇污水处理厂配套管网建设和示范小城镇污水处理设施建设。促进县域水环境质量的改善。

（5）推进农业农村环境综合整治

① 推进农村生活污水治理

坚持统筹城乡发展，结合社会主义新农村建设，强化农村环境综合整治。积极开展流域农村环境连片整治。以行政村行为单元，实施农村污水治理。以乌江近岸及重要饮用水源地周边村庄和“问题村”为重点推进污水收集和处理。加强对农村生活污水处理设施运行监管，确保正常运行，发挥环境效益。加强农村生活污水收集，尽量考虑全程重力自流排水，依地形坡度铺设，取短捷路线，干管沿道布设等措施，做到污水收集全覆盖。根据自然村寨的实际情况，因地制宜地的选择农村污水处理工艺。具体处理方式：20 户以下且生活污水便于收集的自然村寨采用三格化粪池和人工湿地或小型净化槽工艺处理，20 户以上采用一体化 MBR 技术，日收集量达 500 吨以上采用氧化沟活性污泥法技术。流域两岸及饮用水源地周边村寨污水处理按一级 A 标处理，其余村寨按一级 B 标进行处理。

② 灌溉退水处理

灌溉退水排放较规律，具有季节性、分散性特点，主要表现为灌溉季节的面上退水。面上退水不便集中处理，因此可考虑优化农业种植结构和布局，实施耕地改良、测土施肥，推广利用高效、低毒、低残留的化学农药和生物农药，减少氮肥用量，增加有机复合肥及氮磷钾复合肥用量，减少灌溉退水中污染物的含量。推广使用节水灌溉技术，科学灌溉，减少灌溉用水量和退水量。

③ 加强农村生活垃圾处置

大力推进农村生活垃圾分类处理，建立健全乡村生活垃圾“户分类、村收集、镇转运、县处理”机制。5 户以上连片自然村寨设分类垃圾亭，重要路段和户设分类垃圾桶，每个行政村建一个垃圾转运站，并配保洁员，配置必要的保洁清扫工具。每个乡镇建一

个压缩式垃圾转运站和再生资源回收站，并配置两台密闭转运车，以及其它必须的清运工具，垃圾收集转运点进入互联网监控，转运至县城集中处理。

表 6.2.2-3

农业农村环境综合整治项目表

序号	项目名称	建设情况	建设地点	工程规模与主要建设内容	承担单位	涉及河段	建设年限
1	思塘街道江星村、堰塘村农村垃圾、生活污水处理项目	新建	思塘街道江星村	1、每村新建农村生活污水收集处置工程各村 1 座及污水收集管网； 2、每村新建农村生活垃圾收集系统，配备垃圾收集桶及移动密闭式垃圾箱，钩臂式垃圾收运车等。	思南县人民政府	乌江干流	2018-2025 年
2	关中坝街道白沙井村、江东社区、扑龟塘村、沙洲社区生活垃圾、生活污水处理项目	新建	关中坝街道	1、每村新建农村生活污水收集处置工程 1 座及污水收集管网； 2、每村新建农村生活垃圾收集系统，配备垃圾收集桶及移动密闭式垃圾箱，钩臂式垃圾收运车等。	思南县人民政府	乌江干流	2018-2025 年
5	鹦鹉溪镇联江社区生活垃圾、生活污水处理项目	新建	鹦鹉溪镇联江社区	1、新建农村生活污水收集处置工程 1 座及污水收集管网； 2、新建农村生活垃圾收集系统，配备垃圾收集桶及移动密闭式垃圾箱，钩臂式垃圾收运车等。	思南县人民政府	乌江干流	2018-2025 年
7	邵家桥镇上头坝村、边江村、全江村、向家湾村、东风村、凤鸣场、洪江村、江寨村、官坡村、堆上村、石家寨村、洋蕉溪村生活垃圾、生活污水处理项目（第一批）	新建	邵家桥镇上头坝村、边江村、全江村、向家湾村	1、每村新建农村生活污水收集处置工程每村 1 座及污水收集管网； 2、每村新建农村生活垃圾收集系统，配备垃圾收集桶及移动密闭式垃圾箱，钩臂式垃圾收运车等。	思南县人民政府	乌江干流	2018-2025 年
8	邵家桥镇坪原村、三角坝村、大面山村生活污水处理项目（第二批）			每村新建农村生活污水收集处置工程每村 1 座及污水收集管网。	思南县人民政府	乌江干流	2018-2025 年
9	塘头镇唐乔社区、坚强村、关中坝村、小溪河村、卢山村、风清村、穿洞村生活垃圾、生活污水处理项目（第一批）	新建	塘头镇唐乔社区、坚强村、关中坝村、小溪河村	1、每村新建农村生活污水收集处置工程每村 1 座及污水收集管网； 2、每村新建农村生活垃圾收集系统，配备垃圾收集桶及移动密闭式垃圾箱，钩臂式垃圾收运车等。	思南县人民政府	乌江干流	2018-2025 年
10	塘头镇坪新村生活污水处理项目（第二批）	新建	塘头镇坪新村	新建农村生活污水收集处置工程每村 1 座及污水收集管网。	思南县人民政府	乌江干流	2018-2025 年
14	孙家坝牌坊村生活污水处理系统及管网建设项目	新建	孙家坝牌坊村	新建农村生活污水收集处置工程 1 座及污水收集管网。	思南县人民政府	乌江干流	2018-2025 年
15	塘头镇水源村寨（关中坝村、	新建	塘头镇（关中	每村新建农村生活污水收集处置工程 1 座及污水收	思南县水	乌江干流	2018-2025

表 6.2.2-3

农业农村环境综合整治项目表

序号	项目名称	建设情况	建设地点	工程规模与主要建设内容	承担单位	涉及河段	建设年限
	小溪河村、坚强村）、邵家桥镇（向家湾）生活污水处理系统及管网建设项目		坝村、小溪河村、坚强村）、邵家桥镇（向家湾）	集管网。	务局		年
16	规模化畜禽养殖污染治理工程	新建	思南县	规模化畜禽养殖场和小区污染治理工程。	县畜牧发展中心及 各乡镇人民政府	所有单元	2018-2025 年
17	县城生活垃圾资源化利用	新建	大河坝	日处理生活垃圾 400 吨。	住建局	乌江干流	2018-2025 年
18	贵州广宇水泥有限公司利用水泥窑协同处置生活垃圾项目	新建	规划区	日处理生活垃圾 100 吨，覆盖区域思南县城、塘头镇、大坝场镇、鹦鹉溪镇、凉水井镇、邵家桥镇。	市生态环境局思南分局	乌江干流	2018-2025 年
21	塘头镇甲秀社区传统村落环境综合整治项目	新建	塘头镇甲秀社区	1、兴建农村生活污水收集处置工程 1 座； 2、新建排污管（渠）3 km； 3、农村生活垃圾收集系统：配备 200 个垃圾收集桶和 2 个移动密闭式垃圾箱（容积为 3m ³ ）；钩臂式垃圾收运车 1 台（容积为 3m ³ ） 4、饮用水源保护工程：建设围栏及标志牌 1 座。	市生态环境局思南分局	石阡河	2018-2025 年
22	塘头镇街上村传统村落环境综合整治项目	新建	塘头镇街上村	1、兴建农村生活污水收集处置工程 1 座； 2、新建排污管（渠）3.7 km； 3、农村生活垃圾收集系统：配备 260 个垃圾收集桶和 2 个移动密闭式垃圾箱（容积为 3m ³ ）； 4、饮用水源保护工程：建设围栏及标志牌 1 座。	市生态环境局思南分局	石阡河	2018-2025 年
23	兴隆乡天山村传统村落环境综合整治项目	新建	兴隆乡天山村	1、新建农村生活污水收集处置工程 1 座； 2、新建排污管（渠）2.9 km； 3、农村生活垃圾收集系统：配备 100 个垃圾收集桶和 2 个移动密闭式垃圾箱（容积为 3m ³ ）；钩臂式垃圾收运车 1 台（容积为 3m ³ ）； 4、饮用水源保护工程：建设围栏及标志牌 1 座。	市生态环境局思南分局	石阡河	2018-2025 年

④ 切实加强养殖业污染整治

a. 加大依法治污力度。各有关部门要严格执行《环境保护法》、《畜禽养殖污染防治管理办法》、《畜禽养殖污染物排放标准》等法律法规，各负其责，密切配合，加大对养殖业污染的整治和监管力度。

b. 严格执行《思南县畜禽养殖禁（限）养区划分方案》。科学规划，严格养殖场选址，遵循循环发展，推进控制流域内规模化畜禽养殖场（区）治理和资源化利用，确保养殖业快速发展与生态保护同步并进。依法关闭或搬迁禁养区内的畜禽养殖场（小区）和养殖专业户。在饮用水源保护区取水口上游 1000m 至下游 50m、沿河两侧 1000m 范围内严禁建设养殖项目。规划建设项目在具体建设时严格按照规定执行，不得在划定禁养限养区域内进行建设，有关部门在进行项目审批时严格参照相关标准执行。

c. 积极推广实用的治污工艺与技术。利用县“一池三改”项目，继续普及推行沼气实用技术；根据养殖种养、规模、清粪方式和当地的自然地理条件，选择合理、适用的污水净化处理工艺和技术路线，尽可能采用自然生物处理的方法，达到回用标准或排放标准。污水经处理后入农田、鱼塘等。畜禽养殖场与还田利用的农田之间应建立有效的污水输送网络，通过车载或管道形式将处理(置)后的污水输送至农田，严格控制污水输送沿途的弃、撒和跑、冒、滴、漏。对没有充足土地消纳污水的畜禽养殖场，可经过生物发酵后，可浓缩制成商品液体有机肥料或进行沼气发酵，对沼渣、沼液应尽可能实现综合利用，同时要避免产生新的污染，沼、渣及时清运至粪便贮存场所；至 2020 年，在每个产业优势区域内建成动物无害化处理场 1 - 2 个；80%以上的规模化养殖场（小区）配套建设固体废弃物和污水贮存、处理设施，80%的养殖专业户实施粪便收集和资源化利用。

d. 加大宣传力度。各级各部门要增强对养殖业污染问题及其严重性的认识，加大宣传力度，营造畜牧生产和污染治理的良好氛围，增强污染治理的必要性和紧迫感，提高人们的环保意识。

⑤ 推进生态健康养殖

合理规划渔业养殖，避开禁养区、限养区和重点生态环境保护区，守住发展和生态两条底线。全面取缔饮用水源保护区及乌江干流水库区网箱养殖，实施水产养殖池塘，充分利用山塘进行水产养殖，养殖网箱进行标准化改造。积极推广人工配合饲料，加强养殖投入品管理，依法规范、限制抗生素等化学药品使用，开展生态健康养殖专项整治。

可采用物理、化学、生物及科学投喂等方法改善养殖水体富氧化状况，并结合宽带工程，完成养殖场的远程监控及信息化管理。

⑥ 推广有机生态农业生产

积极推广农业清洁生产技术，在乌江两岸及饮用水源保护地环境敏感区域实施“环水有机农业行动计划”，大力推行有机肥使用；严禁使用国家禁止和限制使用的农药，使用安全、高效、低毒和低残留的有机磷农药；鼓励使用易降解薄膜，每个乡（镇）设置薄膜回收站，对薄膜进行回收处理、利用，试点开展大田地膜零增长；采取封山育林、退耕还林、种竹种草等措施，增加植被覆盖率，增强水源涵养能力和水质净化功能。

⑦ 加大传统村落的保护

开展传统村落人居环境整治，全面开展青杠坡镇四野屯村等 10 个传统村落农村环境综合整治开工建设，加大传统村落的保护，可通过编制《村庄整治规划》，加强环境整治。通过政府设立传统村落保护的专项资金，政府牵头向社会、企业募集传统村落保护基金，实施市场化运作方式，引导条件较好的传统村落进行休闲旅游等特色产业开发，给予金融、税收等政策支持等多渠道方式筹措资金，加大传统村落的保护。

（6）开展水生态环境修复与整治

① 开展乌江河道综合整治

继续推进乌江流域沿江道路改善工程，对流域生态环境造成破坏和污染的工程建设项目，由相关部门按照各自职能职责责令其停止破坏和污染，立案查处违法行为，责成施工单位制定并履行相应的工程防治措施保护及恢复生态环境；完善道路两侧雨水收集系统；严肃查处在河岸堆弃和直接往河道倾倒工程垃圾、生活垃圾的行为，进行河流周边垃圾清理。

② 生物多样性保护

按《贵州省生物多样性保护战略与行动计划》要求，逐步建立生物多样性监测、评价和预警制度。深入开展流域生物多样性优先区域生物物种资源调查及种质资源库建设。加强外来有害物种入侵防治。加强矿产、水电、旅游资源开发和交通基础设施建设中的生态保护。建立健全生物多样性保护和生态安全监管网，落实野生动植物保护及自然保护区建设工程。

③ 筑牢生态屏障

坚持保护优先、自然恢复为主，实施山水林田湖生态保护和修复，构建生物多样性保护网络，加强思南乌江喀斯特国家地质公园、1000 人以上生活饮用水集中式饮用水

源保护区、万圣屯省级森林公园、基本农田保护区、白鹭州省级风景名胜区、天然林的保护，加快建设白鹭湖国家湿地公园，全面提升森林、河流、湿地等自然生态系统稳定性和生态服务功能。科学划定生态红线，加快编制森林生态保护规划，保护流域生物多样性，促进各类生态系统完整。大力实施天然林保护工程，扩大生态林、经济林、用材林种植面积，发展特色农业园区，保护野生药材植物群落，提高森林覆盖率。

④ 开展水土流失与石漠化治理

重点推进流域内水土保持工作和石漠化治理工程，形成较为完善的以小流域为单元的水土保持综合防护体系，水土流失治理和生态修复面积逐年增加。在乌江干流沿岸进行石漠化治理，沿乌江干流河道两侧正常水位线 50m 范围内建设生态屏障，恢复沿岸植被；加强控制单元内息乐溪河、相思溪河等流域的生态治理恢复，开展河道污染综合整治。

⑤ 提高河流船只安全运输能力

一是干流船只禁止运输有毒、有害危险品。运输其他物品须加强安全防护，避免发生安全事故导致河水污染。二是依法强制报废超过使用年限的船舶，2020 年所有船舶须按新标准改造完毕。全面改造渔船柴油动力为天然气动力，河内航行船只配置污染收集设备，加装生活污水贮存柜和生活垃圾贮藏箱，确保内河渔业船舶减排除污。并保证正常使用。三是完善船舶污染物岸上接收设施建设，形成配套体系。四是实现内河渔业船舶减排除污智能化处理。

(7) 其它

结合区域污染现状及水污染防治规划，建议地方政府严格落实各级政府部门提出的水污染防治规划提出的措施，加强环境管理和监测，综合各方措施治理企业及渣场渗漏污染源，削减区域主要特征污染负荷，完善环境风险应急预案及措施，建设中水回用及利用系统，充分挖掘中水回用于工业、绿地、景观、消防等，开展区域水环境综合整治，进一步留出区域环境容量。

6.2.2.4 管理区生活污水处理

(1) 废水设计指标

运行期管理营地现场管理用房处常驻管理人员为 90 人，生活污水产生量为 8.6m³/d。水源工程现场管理用房污水指标根据典型中等城市生活污水常用指标：COD 为 300mg/L，BOD₅ 为 200mg/L。

(2) 控制目标

水源工程现场管理区涉及清渡河河段均执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水域标准,但由于管理营地靠近乌江干流 II 水域功能区,要求生活污水经过处理后全部回用。

(3) 处理方案

业主营地生活污水沿用施工期建设的一体化设施设备,WSZ-AO 系列一体化污水处理设备,处理能力 $0.9\text{m}^3/\text{h}$,处理后的污水应综合利用于枢纽区绿化用水或周围耕地和林地灌溉。

6.2.3 水温影响减缓措施

目前水利水电工程减缓低温水的措施主要为分层取水,较为常用的型式有叠梁门分层和孔口分层两种,孔口分层可以采用双层取水口、高低取水口或多层进水口布置,本工程设计方案采取了三层取水口型式的分层取水措施,来减缓花滩子水库建设后产生的下泄低温水影响。

6.2.3.1 分层取水措施方案

(1) 分层取水措施设计

发电取水口与灌溉取水口“合二为一”布置,为坝身塔式取水口,中心线桩号为坝右 0+072.00。由于水库最大消落深度达 28m,为了避免坝下鱼类受低温水的影响,因此采用分层取水措施。取水口进口底板高程 457.0m。单节拦污栅孔口尺寸 $3.0\times 36\text{m}$,共 10 节。拦污栅下游设置三层分层取水口,进口底板高程分别为 457.0m、468.0m、479.0m,孔口尺寸均为 $3\times 3\text{m}$ 。

(2) 运行调度要求

分层取水措施当水库水位满足上层取水口 2.5m 淹没水深时优先采用最上层取水口,水位不满足淹没水深时采用下层取水口。

当水库水位大于等于 482.0m 时,使用上层取水口的闸门,当水位 482.0m~471.0m 之间时,使用中层取水口,低于 471.0m 时段使用下层取水口。

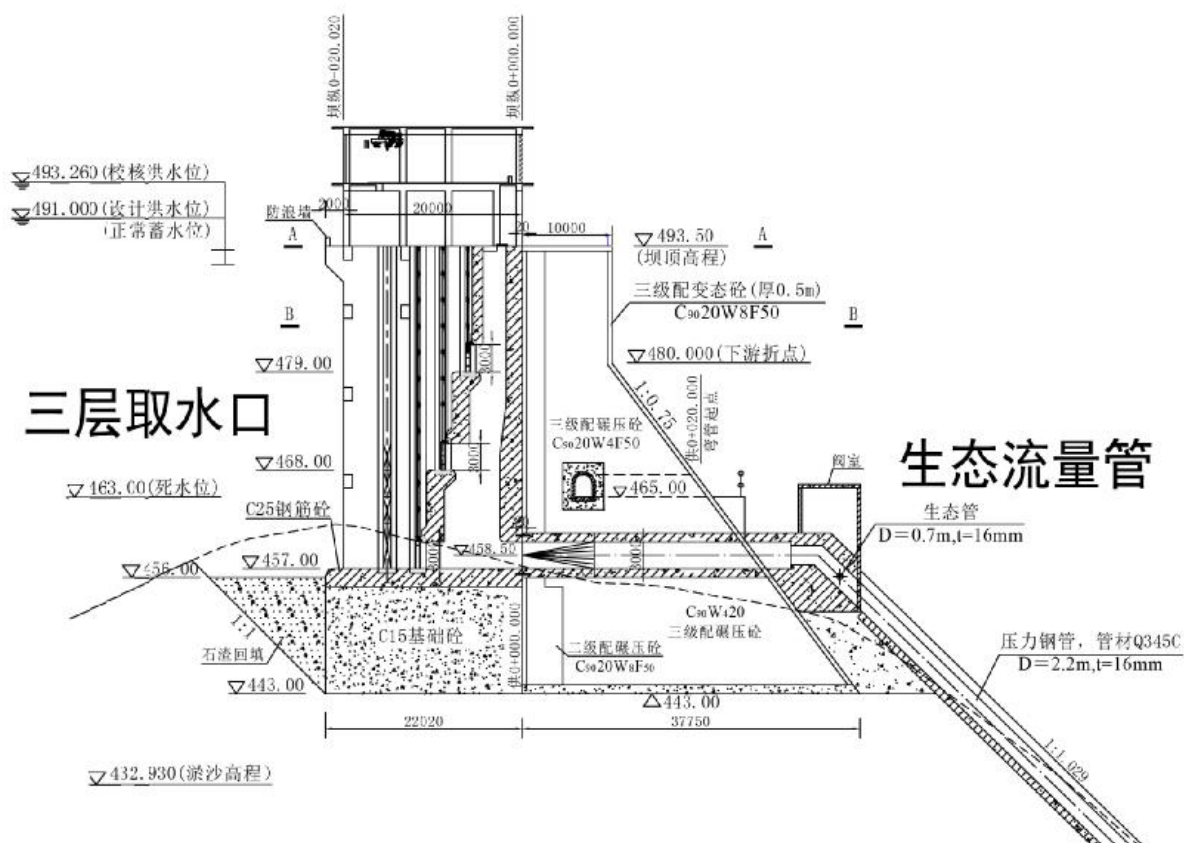


图 6.2.3-1 引水发电进水口三层取水口剖面图

6.2.3.2 措施方案比较分析

目前国内其他水利水电工程也常使用叠梁门分层取水措施，由于叠梁门的取水高程较为灵活，可以取到更靠近库表的高温水体，通常情况下低温水影响减缓效果要优于孔口分层的取水方式。

根据花滩子水库工程的实际低温水减缓需求，坝下河段无重要的水生生态保护目标，并且下游衔接花滩子电站库区，受低温水影响的自然河段较短。在主体工程设计采用的三层取水口方案条件下，丰、平、枯水年能够在低温水影响时段将下泄水温最大提高 4.1℃、4.9℃、5.9℃，将水温延迟时间缩减到 5-8 天，已经能够实现较好的改善效果。

考虑到叠梁门的分层取水理论效果虽然更好，但目前叠梁门在实际使用中的运行调度方面尚存在调度时间过长、门叶移动易受过门流速影响等技术障碍，调度的可靠性相对较差，而下泄水温的改善效果直接依赖于叠梁门的有效调度，相对而言，三层取水口运行调度更为安全、可靠。

综上所述，本次评价推荐采用三层取水口方案，基本能够满足花滩子水库减缓下泄低温水影响的要求，为更好发挥分层取水措施的水温改善效果，下阶段应进一步开展水力学模型试验工作，优化取水口高程及调度方式等。

6.2.4 地下水环境保护

本工程枢纽区及供水灌溉工程区施工开挖及工程施工活动不会影响到生活用水泉点取水要求，本节主要针对枢纽区和输水隧洞施工开挖对地下水水位和水质的影响的防护措施。地下水环境保护措施与对策应按照“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应”的原则确定。

(1) 总体要求

枢纽区的地下厂房施工过程中沿断层及裂隙有渗、滴水现象，局部会产生短时间的涌水现象，渗水量随时间将逐渐减小、并趋于稳定，但不致产生危害性涌水，需采取抽排水措施，厂房开挖完毕后四周需设置了防渗帷幕，以阻止运行期间地下水向地下厂房的渗入。

隧洞施工前加强水文地质勘察，必要时对其进行专项水文地质勘察研究，查清隧洞对环境影响的方式、途径和程度。主要勘察地下水的分布、类型、贮存、补给、径流、排泄条件及隧洞顶部地表水体情况，以及地下水、地表水的利用情况等。

加强综合超前地质预报，探明掌子面前方地质条件，以便采取有效的施工措施，避免施工中突发涌水。隧洞施工采用“短进尺，快循环，弱爆破，少扰动，紧封闭”的施工方法。为防止隧洞开挖过程中出现高压涌水，隧洞施工中要贯彻以“疏”和“堵”为主，“堵”排相结合的原则，对揭露的暗河管道以“疏”为主，对开挖后洞壁渗涌水或经超前钻探探明以及已经涌出工作面的大量地下水，大量溶隙（洞）充填物，富水的松散破碎带等以“堵”为主，尽量保持地下水的原始渗径，从而减少地下水的工程性流失，通过疏、堵措施处理后仍然存在的少量地下水，或其它散存不便处理的少量地下水，在不大影响当地生产生活泉流的情况下，予以限量排放的最后措施。施工中要做到“先探水、预注浆、后开挖、补注浆、再衬砌”施工工序。对于探水孔涌水量 $>10\text{m}^3/\text{h}$ ，采取帷幕注浆；对于涌水量虽 $<10\text{m}^3/\text{h}$ ，但别个单孔出水量 $>2\text{m}^3/\text{h}$ 时，对这些探孔进行局部注浆，对开挖后有水则进行顶水注浆。在可溶岩与非可溶岩接触带则采用径向注浆。

施工中加强支护，做到边掘进边衬砌，在初期衬砌后及时铺设防水板，并进行二次复合式衬砌；在水平施工缝或环形施工缝使用橡胶止水带止水工艺。主要考虑防治方案包括：

①引排方案：对于位于地下水位以下的隧洞施工，为确保下游用水需求与隧洞施工与运营安全，在隧洞施工期间应先设置引排水管道对地下水进行引排，减少地下水对隧洞施工的影响。

②注浆堵水方案：如果溶洞规模较大，溶洞内部充填了大量的填充物且含有丰富的地下水，一旦揭露开，可能发生大规律的突水和突泥，严重影响施工安全，并且大量排放地下水影响当地生态环境及居民用水需求，则应采用“以堵为主，限量排放”的原则，采取全断面注浆堵水加固的方法。通过注浆加固，限制排水量，保证隧洞洞室稳定，确保施工及运营安全，实现有效控制排放，减少和防止水资源流失。洞内注浆方案的选择可根据隧洞岩溶发育地段的不同工程地质、水文地质情况进行初步选定，施工中再结合超前地质预测预报等措施综合分析的成果，确定合理的注浆方案。

③清浊分流方案：隧洞施工排水系统排出的地下水应采取清污分流；生产污水必须经过一定的处理后方可排放，防止对地表水、地下水水质产生影响；清洁水则可以作为施工用水循环使用。在特殊情况下，经过一定的处理达标后，还可以作为工程区的应急备用水源或直接排入当地原有输水渠道。

（2）水库枢纽区地下水污染防治措施

水库枢纽区地下水的保护应以预防为主，生产废（污）水应进行处理后回用，严禁直接外排，同时应优化施工布置，施工生产设施及生活区不能直接设在灰岩和白云岩分布区，以及可能存在岩溶管道的地方，生产区和生活区需采用粘土和混凝土等填实，做好防渗措施。污废水处理设施须进行定期检查，及时发现并采取相应措施（如堵住泄漏管道、采用防渗墙等）减少和杜绝其冒滴漏现象，杜绝形成持续的污染源，使其对周边地下水的影响降至最小。

（3）供水灌溉工程区地下水污染防治措施

沿线输水隧洞采用衬砌结构，地下水的渗入主要是由于衬砌产生裂缝所致。产生裂缝的原因有：混凝土的硬化热和干燥收缩引起的应变，受喷射混凝土的制约，是裂缝产生的主要原因；其次，膨胀性岩石边墙，遇水引起局部下沉，使拱部拉裂；仰拱与衬砌的结合部往往是结构上的受力弱点等。因此，衬砌裂缝的防治可以有效的防止污染因子的入渗。其防治措施有：

① 以锚杆加固围岩；

② 锚杆加钢筋网喷射混凝土加固围岩；

③ 对软弱程度不大的围岩及裂隙进行注浆加固和封堵裂隙，使弱岩加强、水道堵塞，从而起到抗渗防漏作用，避免衬砌混凝土开裂漏水；

④ 在衬砌和喷射混凝土之间加隔离材料或改进衬砌混凝土的质量，也可在特定位置设置诱发裂缝的裂缝，以减少整体的裂缝。

(4) 灌区灌溉回归水影响防治措施

灌溉区域提倡绿色农业生产，提倡使用高效、低残留的农药、化肥。科学施用农药、化肥，发展绿色农业，倡导标准化农业生产。采取有效的控制措施及科学的管理方法后，化肥的使用对灌区土壤的影响降至最低。对于农药要科学合理使用，推广生物防治新技术和新产品，推广用无公害环保型农药，加强生物防治等环境保护措施，遵从相关技术导则的规定的使用量和使用方式，使灌区农药的使用对灌区水质影响最小。

灌区灌溉后将补给地下水，抬高区域地下水位，在地形地低洼处或排注意排灌工程配套，建立农田林网，改善农田生态环境，使土地盐渍化、沼泽化显著减少、减弱。

6.3 水生生态保护措施

6.3.1 保护目标及总体思路

(1) 保护目标

评价河段没有珍稀保护濒危鱼类和特有鱼类分布，没有比较集中、规模较大的产卵场、索饵场和越冬场。分布有中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼等经济和重要价值鱼类，本河段的主要保护要求为维持或改善该河段主要经济鱼类种类和种群数量。

(2) 总体思路

工程建设对鱼类短距离洄游、产卵以及鱼类资源产生一定影响，从水生生态环境保护角度出发，本河段的保护目标为实现鱼类种群交流、维持一定种群数量，做为保护方案拟定的主要目标。保护措施主要包括鱼类栖息地保护、生态调度研究、修建过鱼设施、增殖放流等。

6.3.2 栖息地保护

清渡河流域综合规划环评对栖息地保护提出了结合鱼类资源和保护价值，加强鱼类生境和栖息地的保护的要求，但未明确具体保护河段要求。本次评价对清渡河干支流作为栖息地保护的可行性进行进一步调查分析。

6.3.2.1 栖息地保护河段选择及可行性分析

栖息地保护是保护鱼类自然资源的有效措施之一。栖息地保护应以能够为影响范围内所有鱼类提供完整生活史，维持一定种群为基本原则，依据鱼类资源的现状及其分布特点，结合花滩子水库影响河段干支流特点统筹考虑。

(1) 清渡河干流

清渡河干流全长 62km，受已建在建水利水电工程阻隔影响，目前干流已形成花滩子电站+天桥电站+天生桥电站+雁水电站等 4 座梯级电站库区缓流河段+坝下游减水河段+未衔接流水河段的格局，上游在建的清渡河水库蓄水后，将进一步阻隔坝址上游 14.7km 河段。

花滩子水库建设后，库区回水长 16.46km，回水至雁水电站下游 3.5km 处，将淹没天桥电站和天生桥电站，清渡河干流将总体呈“花滩子电站坝下 3km 流水河段+花滩子电站库区 5.3km 库区缓流河段+花滩子水库库区 16.46 河段+花滩子库尾~雁水电站 3.5km 流水河段+雁水电站库区缓流河段+雁水电站库尾~清渡河水库坝址约 16km 流水河段+清渡河水库坝址上游 4.8km 库区及库尾以上流水河段”的格局，由于清渡河水库以上河段位于河源区，河长短、流量小，保护价值不大，在栖息地筛选时，重点对花滩子水库下游河段、花滩子水库~清渡河水库坝址河段进行比选和适宜性评价。

1) 花滩子水库坝下清渡河干流河段

花滩子水库坝下河段长 8.5km，其中花滩子电站库区 5.5km 为缓流河段，花滩子电站至河口为 3km 长流水河段。根据水生态调查，花滩子电站下游的 3km 流水河段河道较顺直，河床主要为砾石底质，岸坡稳定、植被覆盖较好，水生植物以黑藻为主，渔获物主要有鳡、麦穗鱼、侧条光唇鱼、白甲鱼等，现状已成为部分产粘性卵鱼类的产卵繁殖场所。沙沱水电站蓄水后，该流水河段对于连通沙沱库区及清渡河干流产粘性卵鱼类栖息和繁殖具有较大的保护价值。因此确定将花滩子电站下游 3km 长清渡河干流流水河段作为鱼类栖息地。

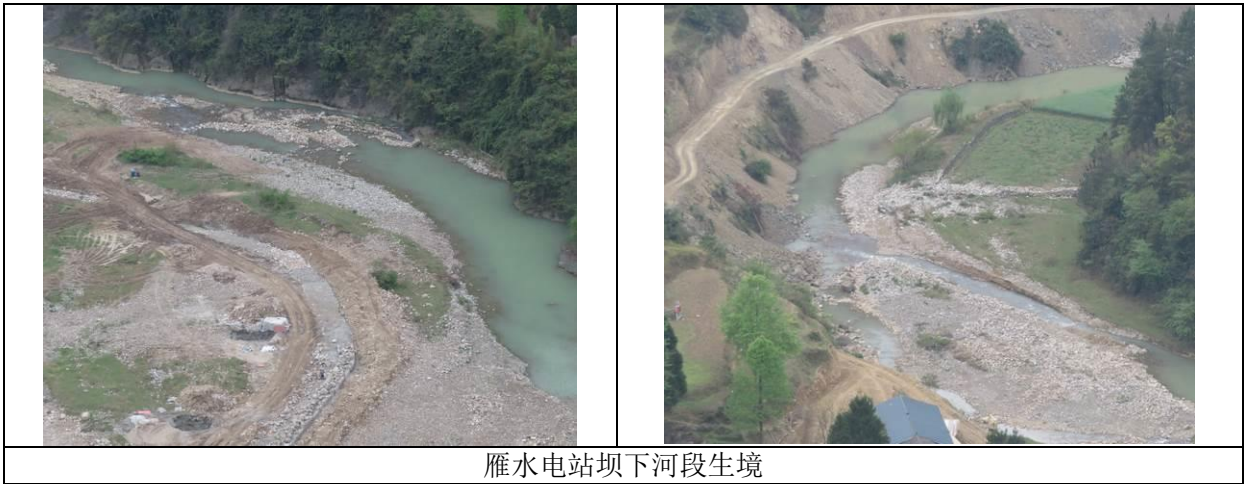




图 6.3.2-1 花滩子水库库尾以上干流河段生境

2) 花滩子水库库尾~清渡河水库坝址河段

该河段全长 22.3km，可以分为花滩子水库库尾~雁水电站坝址 3.5km 河段及雁水电站~清渡河水库坝址 18.5km 河段。该河段蜿蜒曲折、缓急相间、深潭浅滩交错分布，河床底质多为砾石，漫滩、河心滩分布较多，根据本阶段的水生态调查，该河段分布的渔获物主要有马口鱼、侧条光唇鱼、普栉鰕虎鱼、鲮等，因此本河段具备形成鱼类栖息场所的生境条件。但受雁水电站阻隔引水式发电影响，以及沿岸道路建设、农田垦殖等人类活动影响，部分河段生境受到破坏，需要进行生境修复整治以及连通性修复后，才能形成适宜的鱼类栖息地河段。由于雁水电站为 70 年代建设的坝后式电站，目前投入运行时间接近一般中小型水电站的设计年限 50 年，下阶段将结合《水利部 生态环境部关于加强长江经济带小水电站生态流量监管的通知》（2019）241 号）、《贵州省小水电清理整改实施方案》等政策要求及后续整改或退出方案，进一步论证该河段栖息地适宜性和保护方案。





图 6.3.2-2 花滩子水库坝下至汇口河段生境

(3) 支流河段

①缠溪河

支流缠溪河为花滩子水库上游一条入库支流，汇口上游约 4.6km 处设置有雷公岩水电站拦河坝，雷公岩水电站为引水式电站，其拦河坝下产生约 2.6km 的减水河段。

该河段生境结构简单，两侧主要为山体、公路和村落，河床底质为卵石、石砾，雷公岩电站拦河坝下出现断流现象，厂房下游河段枯水期水量较少，调查发现仅在汇入口河段捕获有侧条光唇鱼、鲫、普栉鰕虎鱼等小型鱼类。

缠溪河河段的鱼类主要以产粘沉性卵的鱼类为主，水库形成后，汇口至雷公岩电站厂房段将成为库区回水淹没区河段。库区回水在一定程度上可能对枯水期分布在河口的小型鱼类带来相对宽阔的栖息场所，但雷公岩水电站坝下减水现象并不能得到好转，因此缠溪河作为花滩子水库库区鱼类栖息地保护河段价值不大。



雷公岩电站拦河坝（汇口以上约 4.6km）



坝下减水河段



坝下减水河段



坝下减水河段

图 6.3.2-3 缠溪河支流河段生境

②磨石溪

磨石溪为清渡河干流一条入库支流，该支流位于花滩子水库库区河段。但该支流属于季节性河流，枯水期呈现断流，河床枯竭现象，且河流沿岸为主要农田分布区，受人为干扰较大，不适宜作为鱼类栖息地进行保护。



图 6.3.2-4 磨石溪支流河段生境

表 6.3.2-1 清渡河流域鱼类栖息地适宜性评价表

河段	鱼类种数及生境	河段生境	河流流量	开发情况
①花滩子水库淹没区以上约 6.7km 干流河段	调查鱼类有马口鱼、侧条光唇鱼、普栉鰕虎鱼、鲮等；有 2 处产粘砾石基质卵鱼类产卵场；花滩子水库库区可成为鱼类新的越冬场	上游沿岸受人工道路建设、农田种植等人为干扰，雨季易出现水土流失。	枯水期流量小，支流缠溪河汇入河段保有一定的流量	上游干流有 1 座雁水电站，坝后式
②花滩子水库坝下约 8.5km 干流河段	调查鱼类主要有鲮、麦穗鱼、侧条光唇鱼、白甲鱼等；有 1 处产粘水草基质卵鱼类产卵场；有 2 处鱼类越冬场	河段曲折，生境完整性相对较好，连通乌江干流	枯水期河床保有一定的水流量	下游干流有 1 座花滩子电站，坝后式

表 6.3.2-1 清渡河流域鱼类栖息地适宜性评价表

③缠溪河支流	调查鱼类为鲫、普栉鰕虎鱼、侧条光唇鱼、白甲鱼，无产卵生境	两岸受人为干扰较大，植被稀疏，卵、砾石底质，河床宽浅，水流较小	枯水期河床水流分散，水流量小，水浅，呈溪流状	上游已建有雷公岩水电站，引水式，坝下产生约 2km 的减水河段
④磨石溪支流	无捕捞渔获物	砂砾石底质，河床宽浅，大面积河床裸露	枯水期水量甚小，几近断流	上游无水利枢纽工程

(3) 栖息地保护范围

综上所述，拟定花滩子水库工程栖息地保护河段的保护范围为：花滩子水库库尾~上游在建清渡河水库坝址河段约 22.3km、坝址下游花滩子电站坝址至清渡河乌江汇口间 3.0km 干流河段；下阶段进一步论证采取过鱼措施连通雁水电站上下游。

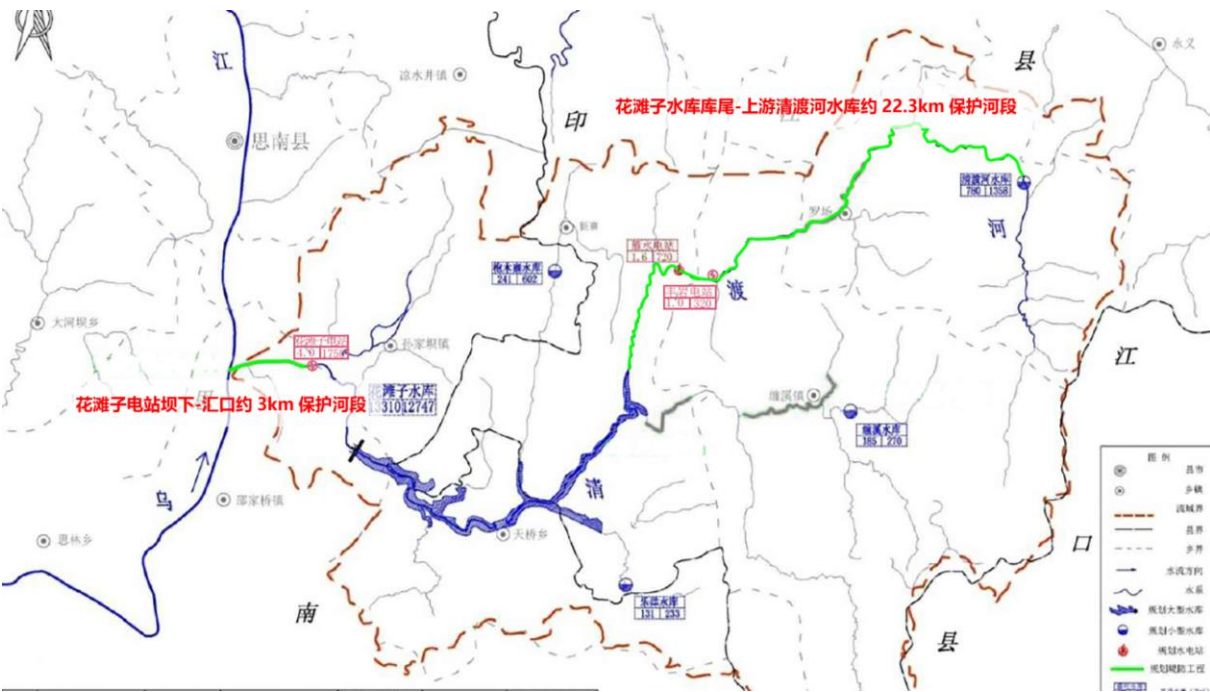


图 6.3.2-5 栖息地保护范围示意图

6.3.2.2 栖息地保护方案

(1) 坝址上游生境连通工程

花滩子水库库区有已建天桥电站和在建（已停建）天生桥电站，花滩子水库建成后将淹没两座电站，且天桥电站为上世纪 80 年代修建，年久失修，设备老化，效益低下，造成水资源的极大浪费。建议对天桥、天生桥电站纳入库底清理专项进行拆除，恢复清渡河干流连通性。

对天桥电站、天生桥进行拆除后，花滩子水库坝址至上游雁水电站坝址约 20km 河道贯通，清渡河主干流连通性增强，花滩子水库库区及以上清渡河干流河段水文形态呈现出“流水—缓流水—静缓流水—静水”，适宜分布在该区不同生活类型的鱼类生存、繁衍。随着花滩子水库拦河蓄水，库区河段鱼类资源总量呈上升趋势。

本工程根据花滩子水库工程的影响范围和干支流生境特点，进一步细化和核实鱼类栖息地保护分析内容，确定栖息地保护范围为：① 清渡河花滩子水库库尾至在建清渡河水库坝址间约 22.3km 干流河段，在雁水电站采取过鱼措施连通雁水电站上下游、取消规划丰岩电站；② 坝址下游花滩子电站坝址至清渡河乌江汇口间约 3km 干流河段，在花滩子电站采取过鱼措施。

下阶段进一步论证比选过鱼技术方案。

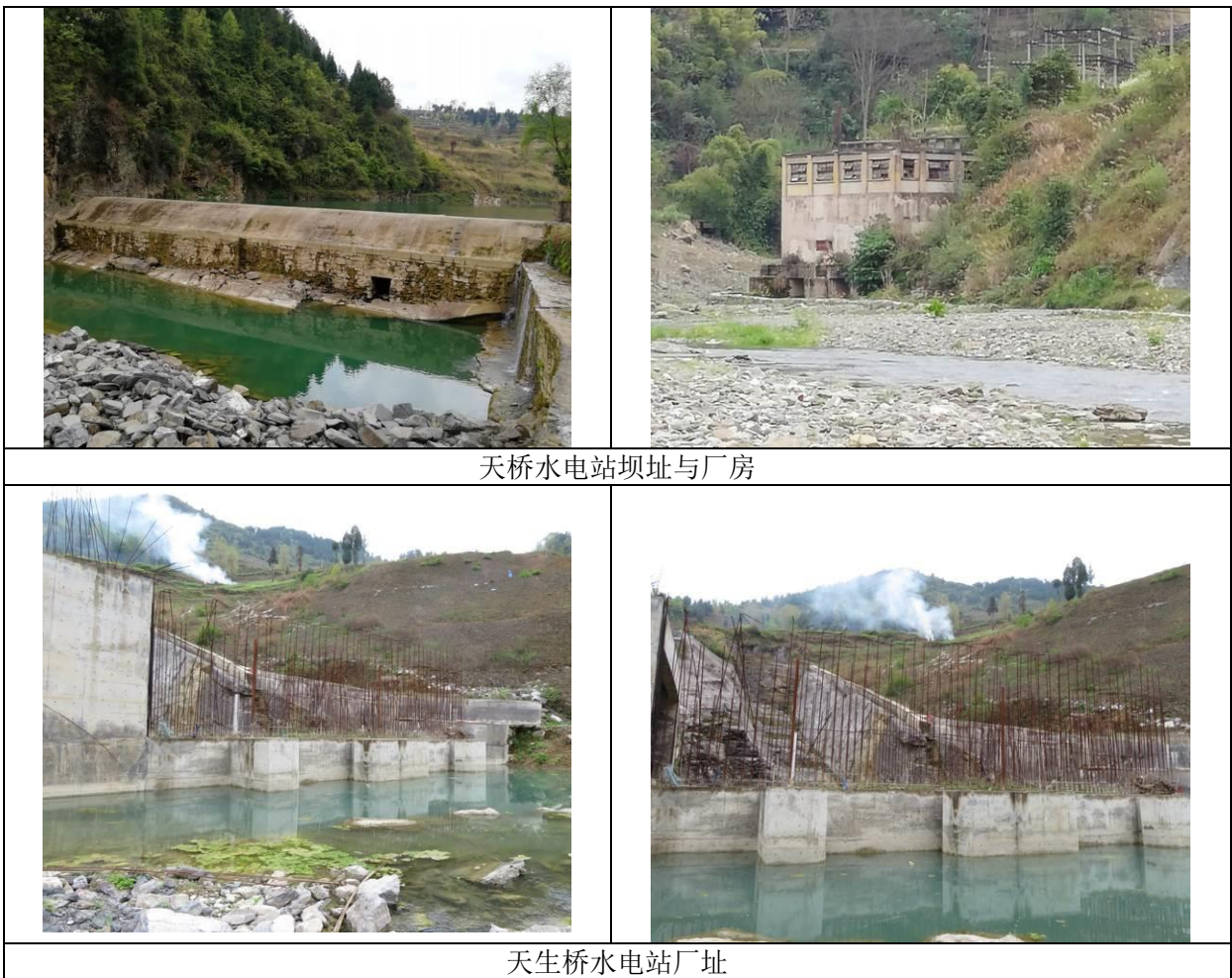


图 6.3.2-6 花滩子水库库区淹没需拆除电站

(2) 水生生境修复

① 营造与保护原则

栖息地营造过程中应尽量保留河道的自然形态，在此基础上根据该河段鱼类的生活史各阶段的生境特征，营造适宜该区域上下游河段鱼类种群交流、繁殖和索饵肥育的生境条件，包括连通性、水体流量要求、繁殖、索饵、越冬场所的地形微建与重塑，使鱼类在该河段能完成其生活史，达到鱼类资源保护的目的。

② 营造与保护目标

栖息地营造与保护目标包括清渡河历史分布鱼类，根据鱼类生态习性，可划分为喜静缓流生境鱼类、喜流水生境鱼类、喜中上层生境鱼类以及喜中下层或底层鱼类。

③营造与保护方案框架

参考清渡河鱼类栖息习性，针对坝址下游的栖息地人工生态营造措施，除上述生境连通工程外，主要还有生态岸坡保护。

需进行岸坡护理的地方主要有河口岸坡侵蚀段、急流岸坡侵蚀段、河弯凸岸侵蚀段以及深潭边坡侵蚀段。护岸形式可根据具体的实际情况进行选择，主要方式有抛石护脚、砌石护岸以及砌石、木桩相结合的形式（见图 6.3.2-7），此外还应加强岸坡植被保护，所用土、石材等护岸基材可就地取材。

图中修复类型 1 适用于岸坡侵蚀较轻、植被较多的河岸，用原木与纤维等铺设于岸坡进行固定，上覆土壤，可种植当地灌木或草丛进行绿化。修复类型 2A 和 2B 适用于岸坡侵蚀较严重的河岸，首先用巨石嵌入岸底护脚，然后使用重粘土、粘土和卵石等混合物填充，上再覆干树枝捆进行固定，最后再覆盖土壤、种植当地灌木或撒入草种进行绿化。

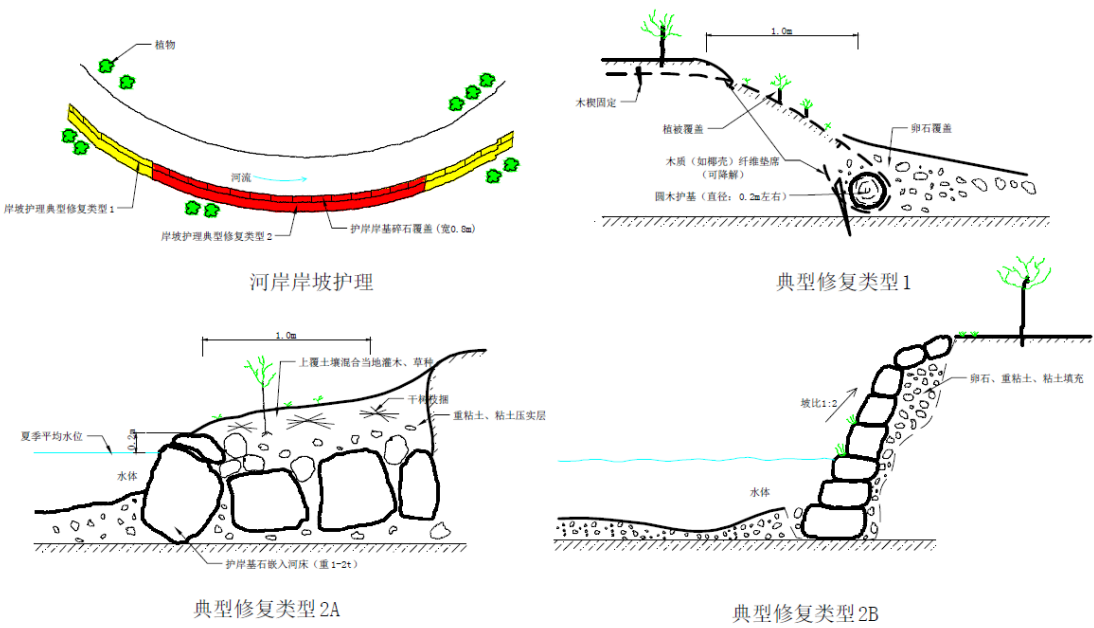


图 6.3.2-7 岸坡护理典型修复平面、剖面图

花滩子水库库尾上游 6.7km 河段受人为影响较大，上游为硬质化岸坡裸露，鲜有植被，下游为人工植被，岸坡较为平缓，为此对河岸裸露部分进行岸坡护理及河岸带植被恢复措施，所选植物应为当地物种，不仅能起到固岸护坡、景观等作用，而且也能起到一定的营养物质输送作用。

(4) 人工鱼巢

通过建设人工鱼巢，改善粘性卵鱼类的繁殖产卵条件。

① 设计原则

a、制作人工鱼巢的材料要无毒、耐用、附着面积大，有较好的稳定性，投放后不发生洗掘、漂移、埋没现象。

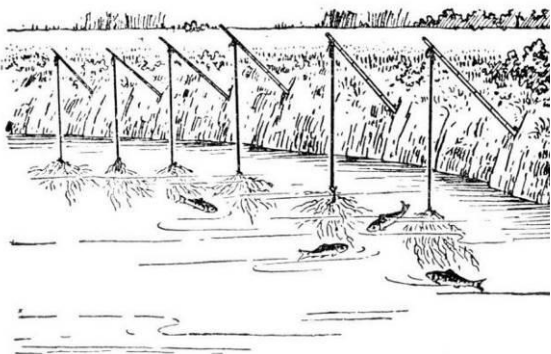
b、可漂浮于水中，散开面积大、便于鱼卵黏附。

c、制作鱼巢材料质地要柔软，鱼碰触时不会伤及鱼体。

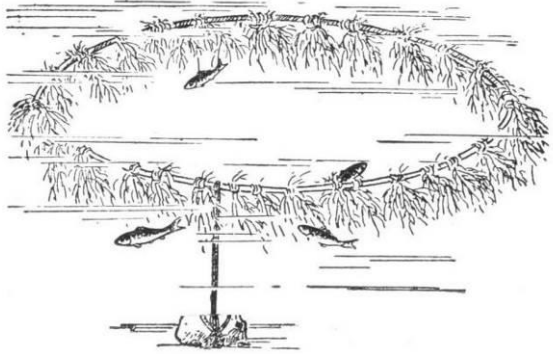
d、要求人工鱼巢不易腐烂，不影响水质变化，有利于受精卵。

② 布置形式

人工鱼巢的布置是否合适，直接影响到产粘性鱼类的产卵效率和效果。可以采用浮性鱼巢与沉性鱼巢相结合，一是沿着岸边插一至二圈长短不同、一端悬吊有单个鱼巢的竹竿，令鱼巢浸入水面下；二是将鱼巢按一定距离扎在绳上，按一定宽度扎成适当长度的许多条鱼巢，平行布置于岸边；三是将若干小束鱼巢扎在一根绳子上，再将其连成环状，投放在岸边。



悬吊式人工鱼巢示意图



圆形式人工鱼巢示意图

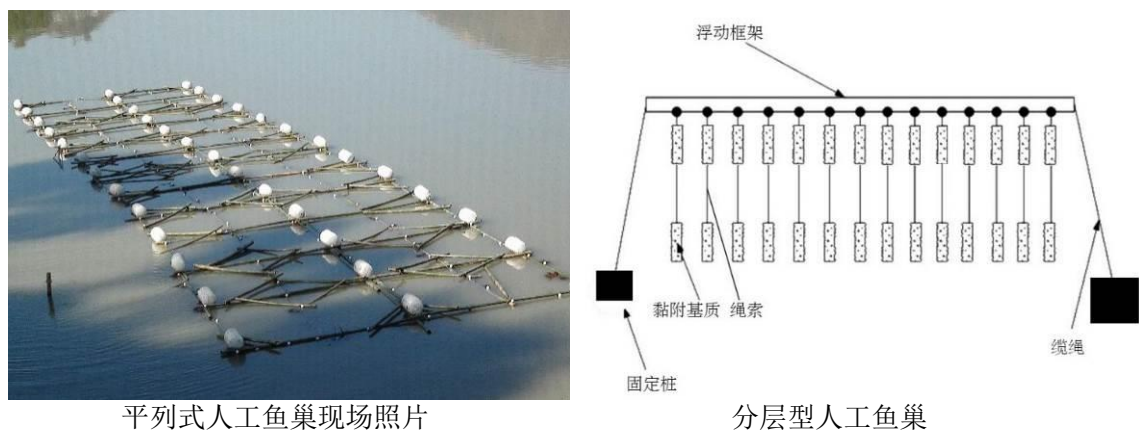


图 6.3.2-8 人工鱼巢示意图

③ 投放时间

几种人工鱼巢主要为满足产粘性卵鱼类产卵要求。根据栖息地保护河段产粘性卵鱼类产卵时间，规划人工鱼巢投放点投放时间为每年 4~7 月，主要为：中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼创造产卵条件。鱼类产卵期后，将人工鱼巢撤下。

④ 预处理及搭建

a、悬吊式、圆形式及平列式人工鱼巢

人工鱼巢用以粘附鱼卵。应选择质地柔软、韧性好、无毒、不易腐烂的材料制作，多选用聚草、金鱼藻、小叶眼子菜、猪毛草、棕榈皮、榕树的气根、杉树的软枝叶等。

根据栖息地保护区现场情况，本项目可选用棕榈皮、杨柳须根、榕树的气根、杉树的软枝叶做为人工鱼巢的制作材料。要求选材新鲜，无病、毒、霉害，材料用前应将其分炼、清洗、消毒（水煮晒干）、扎把，即处理即用。

将鱼巢制作的主要材料进行预处理后，捆绑成长度约 70cm 的草团，一个草团即为一个鱼礁。然后用竹杆制作起了规格约 5×6m 的鱼巢框架，再把鱼礁用绳子拉直悬挂在鱼巢框架上，投放并固定于离岸边 2-3m 的水面上，每个投放点鱼巢沿岸布置长度控制在 200m。

b、分层型人工鱼巢

分层型人工鱼巢考虑了在不同水层产卵鱼类的繁殖习性，通过绳索将黏附基质连接在三角浮动框架上，浮动框架边长 3m，由固定桩固定于岸边。黏附基质可选用多片棕榈皮捆扎成圆柱体，并根据黏附基质布置深度要求填充配重块，每个投放点鱼巢沿岸布置长度控制在 200m。

⑤ 设置规模

鱼巢的布设应根据河道的具体环境（如河面宽度、水流速度等）灵活实施。

⑥ 日常管理

- a、组织工作人员购置人工鱼巢设置所需材料；
- b、对人工鱼巢的制作材料进行分选、清理、消毒等；
- c、现场组织人工鱼巢的布设；
- d、鱼巢实施期间应设专人进行管护，根据现场情况对人工鱼巢进行清洗及更换；
- e、对人工鱼巢的附卵情况进行检查、统计，调整人工鱼巢选材、布设点位等。

d、鱼巢实施期间应对鱼巢实施效果进行鉴定评价，观测记录应包括日期、水温、观测串数、孵卵串数、孵卵串数占比、推算获鱼苗数、可能产卵鱼类，并给出相关评价结论。

(5) 渔政管理方案

建议思南县渔政部门加紧制定清渡河鱼类栖息地保护管理制度，加强花滩子水库库尾~上游在建清渡河水库坝址河段约 22.3km、坝址下游花滩子电站坝址至清渡河乌江汇口间 3km 干流河段的渔业管理，整顿渔业生产秩序、实行禁渔制度，建设单位进行渔政补贴，严禁水利水电开发及其他影响河流水文情势项目的开发活动。

加强对栖息地的渔政管理，应禁止在该区域进行渔业捕捞，特别是要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为，禁止任何破坏河道及沿岸带生境的行为。形成长期、有效的维护和巡视制度，加强对清渡河及缠溪河的巡视和维护，及时发现栖息地内可能阻塞、损坏的河段并加以维护。

将保护河段设为常年禁捕区，设立地理标志区界标，两端河段分别设 3~4 处界牌。同时维护栖息地保护河段周边的自然环境，避免人为干扰对栖息地保护河段的水生生境破坏。

6.3.3 过鱼措施

6.3.3.1 过鱼必要性分析

(1) 满足我国现行法律、法规相关规定的要求

根据《中华人民共和国水法》第三章第二十七条规定“在水生生物洄游通道修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼设施，或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施。”《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。2006 年 1 月 9 日，原国家环境保护总局办公厅下发了《关于印发水电水

利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函〔2006〕11号），会议纪要要求“在珍稀保护、特有、具有重要经济价值的鱼类洄游通道建闸、筑坝，须采取过鱼措施。对于拦河闸和水头较低的大坝，宜修建鱼道、鱼闸等永久性的过鱼建筑物；对于高坝大库，宜设置升鱼机，配备鱼泵、过鱼船，以及采取人工网捕过坝措施。同时应重视掌握各种鱼类生态习性和水电水利工程对鱼类影响的研究，加强过鱼措施实际效果的监测，并据此不断修改过鱼设施设计，调整改建过鱼设施，优化运行管理。”

根据国家法律法规的要求，本工程采取适当过鱼措施是有必要的。

（2）是有效减缓工程建设对水生生物影响的需要

花滩子水库下游是花滩子电站，由于花滩子电站建设期较早，欠缺生态考虑，花滩子电站大坝阻隔了乌江和清渡河流域的鱼类交流。花滩子水库建成后，将再次对清渡河水生生态环境连续性产生了阻隔，进一步造成水生生境的片段化，工程的建成将阻断鱼类的上溯通道，对鱼类的生存环境产生影响，种群间遗传交流受阻，导致遗传多样性下降。

过鱼设施是帮助鱼类顺利通过闸、坝或天然障碍物的专用设施，在维系河流连通性和生物种群交流方面具有不可替代的作用。综合来说，本工程采取适当过鱼措施是必要的。

6.3.3.2 过鱼对象和过鱼季节

根据《水利水电工程鱼道设计导则》（SL609-2013）“3.0.2 主要过鱼对象应选择河段中珍稀、特有以及其他经济价值较高的洄游性、半洄游性鱼类”。花滩子水库所在的清渡河流域分布有鱼类 29 种，没有发现珍稀特有鱼类，过鱼目的在于促进上下游鱼类遗传交流，减少种质退化，因此，全部种类都应作为过鱼对象，其中中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼等主要经济鱼类作为重点对象。

过鱼时间考虑涵盖鱼类繁殖季节，即每年的 4~7。

6.3.3.3 过鱼设施方案选择

花滩子水库下游约 5.5km 为花滩子电站，花滩子电站建设期较早，欠缺生态考虑，未修建过鱼设施，花滩子水库建成后，将进一步对清渡河造成阻隔。为此，需在花滩子电站和花滩子水库均考虑过鱼设施，以改善乌江和清渡河流域的鱼类生境连通与种质交流。

大坝过鱼的措施较多，可采用技术实用的方法（技术型过鱼设施）或模仿自然的方法（仿自然型过鱼设施）来构造，主要包括仿自然通道、技术型鱼道、鱼闸、升鱼机、集运鱼系统等，过鱼措施方式选择需对枢纽工程区地形条件、工程特性（枢纽布置、坝型、坝高）、水力学条件、鱼类生物学特性等方面进行综合比选。增殖放流无法达到促进上下游鱼类基因和种质资源交流的目的，且放流种类有限，因此以增殖放流替代过鱼措施不适宜。本工程过鱼设施类型比选见表 6.3.3-1。

（1）鱼道和仿自然通道

根据《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 号文），“对水头较高的水电建设项目，应结合场地条件和枢纽布置特性，研究采取鱼道、升鱼机、集运鱼系统或不同组合的过鱼措施”。鱼道和仿自然通道需要开阔的地形以满足长度的需要，花滩子电站水头差 42m，花滩子水库水头差 81m，水头差过大，所在地形两岸地形陡峻，也不具备绕坝布置的地形条件。若布置鱼道和仿自然通道，鱼类上溯自行上溯所需时间较长，过鱼过程体力消耗大不利于其继续上溯产卵，在过程中也可能出现鱼类疲劳无法完成过鱼过程。综合来说，本工程不适合布置鱼道和仿自然旁通道。

（2）鱼闸和升鱼机

鱼闸和升鱼机均为诱鱼后通过人工辅助措施进行过鱼，需要在大坝建设构筑物，在下游需设置诱鱼收集装置，过坝后在大坝上游设置过鱼设施。两者的过鱼原理类似，过鱼效果相似。花滩子电站为双曲拱坝，泄流表孔、底孔等均布置在坝上，布置较为紧凑，花滩子水库坝后电站厂房位于大坝坝脚下游右侧，设置鱼闸和升鱼机的难度较大，综合来水，本工程不适宜采用鱼闸和升鱼机。

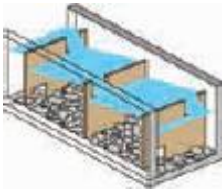

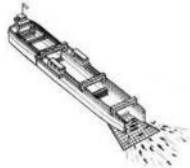
（3）集运鱼系统

集运鱼系统为下游集鱼后通过车船进行转运至大坝上游进行放鱼，与枢纽布置干扰较小，可单独运行。电站运行时下游鱼类聚集位置随发电流量和坝下水位变化而呈现不同区域的变动，采用集运鱼系统，既不影响枢纽布置，又可灵活集鱼、放鱼。此外，还可根据后期运行情况，进行清渡河流域各梯级联动运行，如花滩子电站和花滩子水库联动运行。

（4）综合比选

从诱集鱼和过鱼效果、工程布置的可行性、工程可靠性、可操作性、建设工期、工程量以及工程投资等多方面进行对比，详见表 6.3.3-1。综合考虑，本工程推荐采用集运鱼系统的方式过鱼。

表 6.3.3-1 各种过鱼措施应用范围、效果以及本工程适应性

类型	示意图	原理	应用范围	优缺点	效果	本工程适应性
仿自然旁通式鱼道		绕过大坝并呈模仿自然外观，呈现自然形式的鱼道。	适合于所有具有足够空间的障碍，对于现存的坝堰改善特别有用，在上游设计蓄水水位变化较大时不适用。	占地面积大，枢纽区两侧以及上游具备布置空间，在地面设置深沟，需结合技术型鱼道构造。	可使所有水生动物种类通过(鱼类、饵料生物等)，为流水性水生生物提供栖息空间，是唯一能够绕过大坝且能很好与当地环境结合的鱼道。	本工程坝区河谷狭窄，左右岸地势陡峭，基本为陡坡和悬崖，两侧均不具备建设仿自然旁通式鱼道的地形条件。
技术型鱼道(狭槽鱼道、水池鱼道、丹尼尔鱼道等)		采用混凝土式通道，内部设有各式隔板、狭槽等，将水槽分隔成一系列互相沟通的水池，有时成阶梯式	采用型式较多，适合于中、低水头大坝，或用于大坝改造增设过鱼设施	不适用于高坝(坝高不宜超过 70m)水利水电工程	鱼道型式多样，狭槽型鱼道可通过较大水流，便于形成较好的吸引水流，一般不易堵塞；水池型鱼道所需流量较低，较易堵塞；丹尼尔鱼道需较大的流量，不适宜上游水位变化频繁的区域。	本工程最大水头约 81m，左右岸地势陡峭，基本为陡坡和悬崖，两侧均不具备建设技术型鱼道的地形条件。
鱼闸		为凹形通道，上下游两端都有可控制的闸门，通过控制闸门的开关或往通道注水来形成吸引流。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域。	较高的设计和建造技术要求，需要频繁地维护和运行，建造和维修费用高，但对水消耗较低，适用于需要考虑大型鱼类(如鲟鱼类)的地方	主要适用于鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类，对中、底层以及小型鱼类不适用。	大坝布置鱼闸较为困难，过鱼设施不宜用鱼闸。
升鱼机		为配置有运送水槽和机械装置的升降机，通过把鱼从下游吊起送到上游，通过渠道连通上游。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域，通常是上下游落差在 10m 以上高度的情况下唯一可能建造的鱼道类型，如高坝。	需要空间不大，在设计和建造上对技术要求较高，需频繁地维护和运行，建造和维修费用高。	对鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类效果较好	本工程水头较高，且枢纽区空间狭窄，布置紧凑，受坝型制约布置建设难度大
集运鱼系统		与升鱼机作用原理基本相同，通过坝下集鱼设施把鱼收集后，利用陆域运鱼系统将坝下鱼类运至库区放流，达到坝下、坝上鱼类繁殖交流。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域，如高坝，通常与枢纽工程区地形、枢纽工程布置无关联。	需要空间不大，设施布置灵活，但所需集鱼、运鱼设施要求相对较高，投资相对较高其缺点是运行费用大，受诱鱼效果的制约较大，特别是诱集底层鱼类较困难，噪音、振动及油污也影响集鱼效果。	该类型过鱼设施应用范围较广，针对鱼类生物学特征设计集鱼、运鱼系统，过鱼效果较好。	集放鱼位置灵活，具备集运鱼设施布置条件。

6.3.3.4 过鱼方案初步设计

花滩子水库坝址下游约 5.5km 即为花滩子电站，由于花滩子电站建设期较早，生态考虑欠缺，未设置过鱼设施，为促进乌江和清渡河流域鱼类基因交流，建议本次过鱼设施综合考虑花滩子水库和花滩子电站。

（1）系统组成

本工程集运鱼系统主要由以下四大部分组成：集鱼系统、提升转运系统、放流系统和观测与辅助系统。

① 集鱼系统

集鱼系统的主要功能为在坝下鱼类密集水域利用鱼类对水流等环境因子的趋向性，将鱼类诱集进入该系统，然后将进入系统内的鱼类驱赶汇集至集鱼池中，并防止进入的鱼类逃逸。

② 提升转运系统

提升转运系统的主要功能为通过缆车、导轨或转运木船等设施将集鱼系统中的鱼类安全转移至运鱼设施及放流地点。

③ 放流系统

放流系统的功能为在保证鱼类安全健康的前提下将鱼类在放流地点进行放流。

④ 观测与辅助系统

在整个过鱼过程中，为对过鱼种类、数量等进行监测，在关键位置设置观测及监测设施，用以观察集鱼情况以及对过鱼效果进行监测。

（2）集鱼系统设计

① 集鱼位置选择原则

集鱼进口能否为鱼类较快发现和顺利进入，是集运鱼系统成败的关键。根据《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）“6.2.1 集鱼位置应选择水流、生境等条件适宜于过鱼对象集群且便于集鱼设施开展作业的区域”。根据以往文献和工程调研，一般来说，集鱼位置应选在：

- A 经常性泄水建筑物下方，流速大于过鱼对象感应流速；
- B 位于闸坝下游鱼类能上溯到的最上游处及其两侧角隅；
- C 鱼类无法克服水流时在主流旁的缓流区域休息恢复；
- D 水流平稳顺直，水质新鲜肥沃的水域；
- E 不存在鱼类上溯的流速屏障和流态屏障。

② 集鱼方式

由于花滩子水库距离已建的花滩子电站坝址较近，仅约 5.5km，花滩子电站淹没回水接近花滩子水库坝下。花滩子水库建成运行后，水库坝址——花滩子电站坝址之间河段，大部分成为花滩子电站库区，除了紧靠水库坝址河段因花滩子水库调度运行（电站发电，生态流量下放）而保存一定流速，其余大部分河段多为静缓流。

根据生态调度章节，花滩子电站主要利用弃水及生态水发电下放生态流量，当机组检修无法利用机组下放环境水时，主要采用放空底孔进行下放环境水。花滩子电站枯期 10~3 月按坝址处多年平均流量的 15% 均匀下放，下放流量为 $1.36\text{m}^3/\text{s}$ ，汛期 4-9 月按坝址处多年平均流量的 30% 均匀下放，下放流量为 $2.715\text{m}^3/\text{s}$ 。在花滩子电站生态调度情况下，其坝下保留一定的流水河段。

根据《水电工程过鱼设施设计规范》（NB35054-2015），“集鱼设施包括位于大坝下游可连续集鱼的固定式集鱼设施和间断性集鱼的可移动集鱼船，应根据集鱼位置、鱼类习性和工程实际情况选取。”本工程所在河段河道狭长，不适合采用集鱼船进行集鱼；根据文献资料和工程调研，部分水利水电工程（马岭水利枢纽工程、果多水电站）采用固定集鱼平台集鱼和网箔集鱼。本河段过鱼对象多为喜流水性鱼类，结合集鱼系统布置原则和国内外工程经验，综合考虑，建议在花滩子水库坝下河段设置集鱼网箔，在花滩子电站坝下设置固定集鱼平台集鱼。

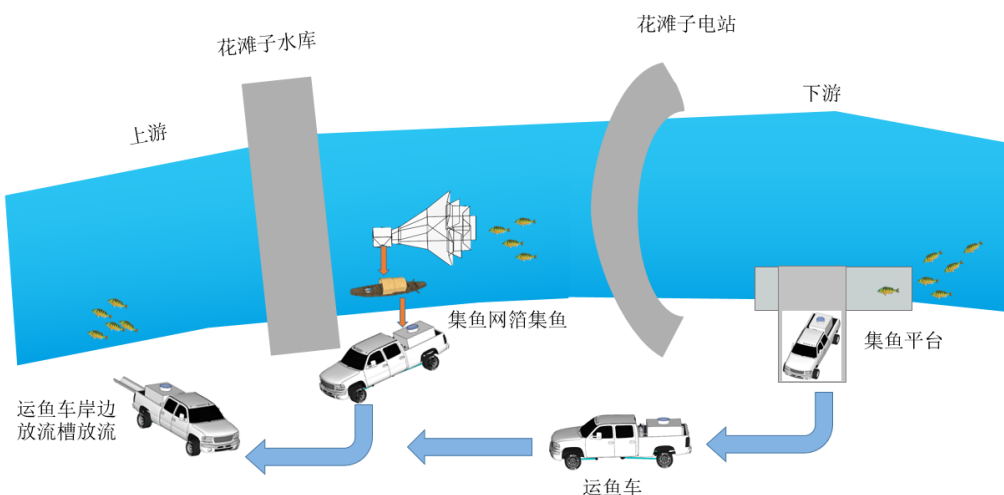


图 6.3.3-1 过鱼示意图

③ 水流条件分析

根据上面分析，花滩子水库~花滩子电站之间河段，多为静缓流，花滩子电站坝下则保留一定的天然水流河段，本节重点对花滩子电站坝下流场进行分析。

1) 模拟范围

通过现场踏勘并采用数值模拟的方式对花滩子电站坝下流场进行数值模拟和预测分析，地形进行概化处理，模拟范围为坝下约 528m 河道，模拟范围见图 6.3.3-2。



图 6.3.3-2 模型计算网格及范围示意图

2) 工况设置

根据生态调度原则选取以下典型工况进行计算分析，① $Q=13.42\text{m}^3/\text{s}$ （机组满发），② $Q=2.715\text{m}^3/\text{s}$ （汛期生态流量），③ $Q=1.36\text{m}^3/\text{s}$ （非汛期生态流量）。

3) 模拟结果

A. $Q=13.42\text{m}^3/\text{s}$ （机组满发）

工况 1 下游流场及水深模拟结果见图 6.3.3-3~5。

坝下 80m~300m 范围($X=527725\sim 527525$)河道宽阔，河谷呈“U”型；坝下 300m~380m 范围($X=527525\sim 527450$)河道束窄，河谷呈“V”型，坝下 380m 后河道逐渐开阔，河谷由“V”型向“U”型过渡。

由数模结果可知，在工况 1 条件下，花滩子电站机组满发，发电流量为 $13.4\text{m}^3/\text{s}$ 。水流从尾水流出，尾水出口流速范围在 $1.25\sim 1.75\text{m/s}$ ，坝下 300m~380m 河道束窄，河谷呈“V”型，水深在 $1.75\sim 2.25\text{m}$ ，流速在 $0.75\sim 1.75\text{m/s}$ ；坝下 380m~510m 河道逐渐开阔，水深较浅，水深在 $0.25\sim 1.5\text{m}$ ，受地形影响部分断面流速较大；坝下 510m~528m 河道坡降较大，河道出现急流，水深较浅，流速较大，部分断面流速超过 1.75m/s 。

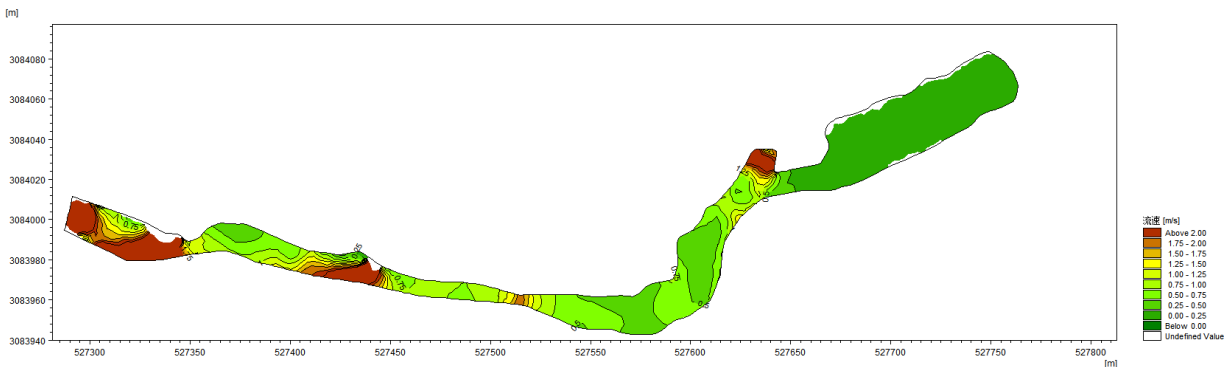


图 6.3.3-3 工况 1 花滩子电站下游流速等值线图

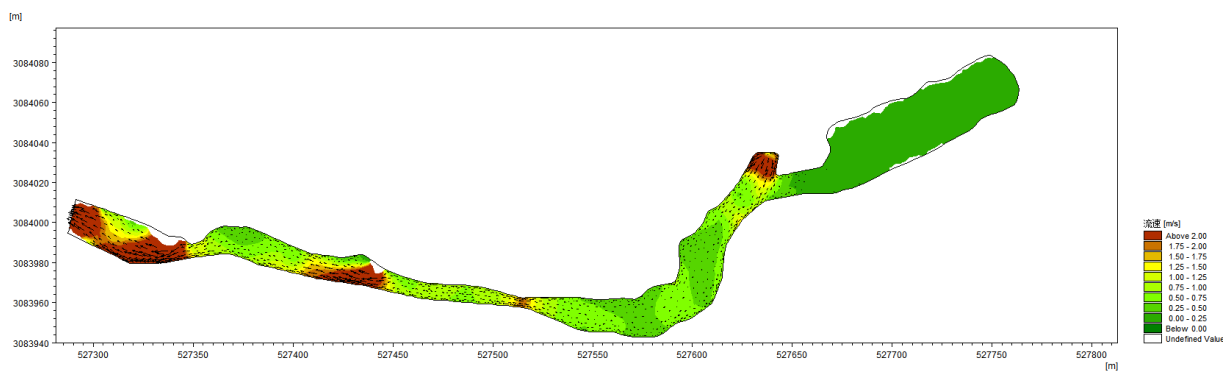


图 6.3.3-4 工况 1 花滩子电站下游流速矢量图

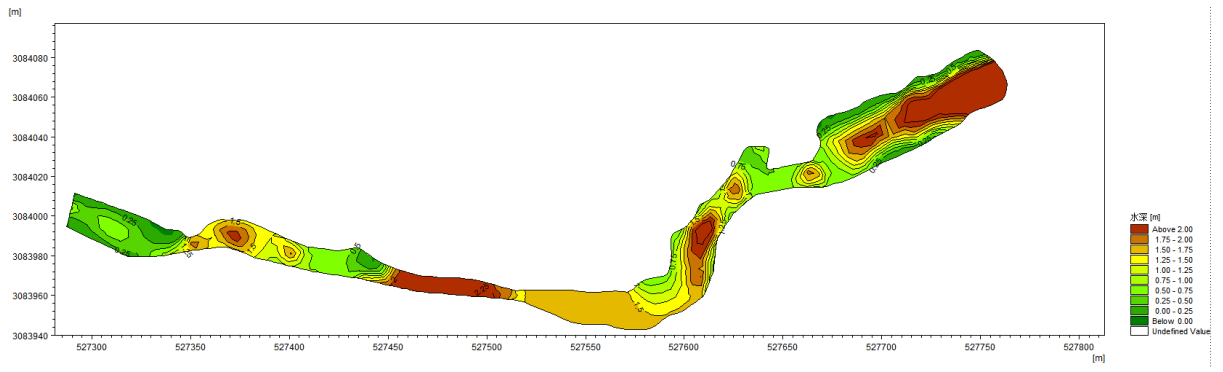


图 6.3.3-5 工况 1 花滩子电站下游水深图

B $Q=6.71\text{m}^3/\text{s}$ （单机发电）

由数模结果可知，在工况 2 条件下，花滩子电站单机发电，发电流量为 $6.71\text{m}^3/\text{s}$ ，此工况坝下流场同工况 1。水流从尾水流出，尾水出口流速范围在 $1.25\sim 1.75\text{m/s}$ ，坝下 $300\text{m}\sim 380\text{m}$ 河道束窄，河谷呈“V”型，水深在 $1.5\sim 1.75\text{m}$ ，流速在 $0.5\sim 1.5\text{m/s}$ ；坝下 $380\text{m}\sim 510\text{m}$ 河道逐渐开阔，水深在 $0.5\sim 1.5\text{m}$ ，受地形影响部分断面流速较大；坝下 $510\text{m}\sim 528\text{m}$ 河道坡降较大，河道出现急流，水深较浅，流速较大，部分断面流速超过 1.75m/s 。

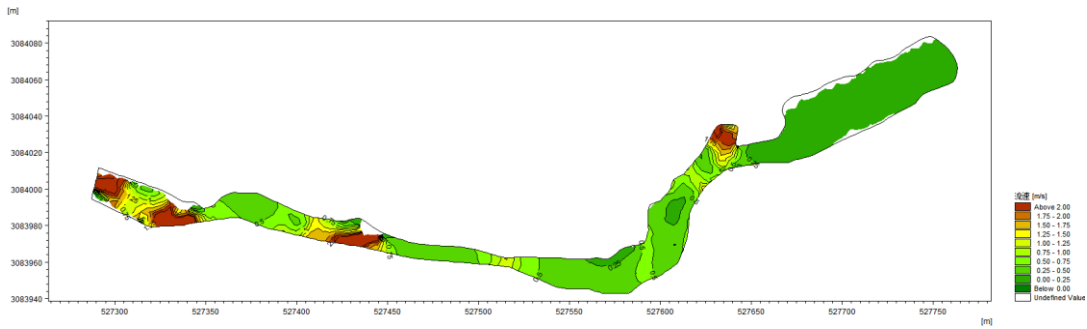


图 6.3.3-6 工况 2 花滩子电站下游流速等值线图

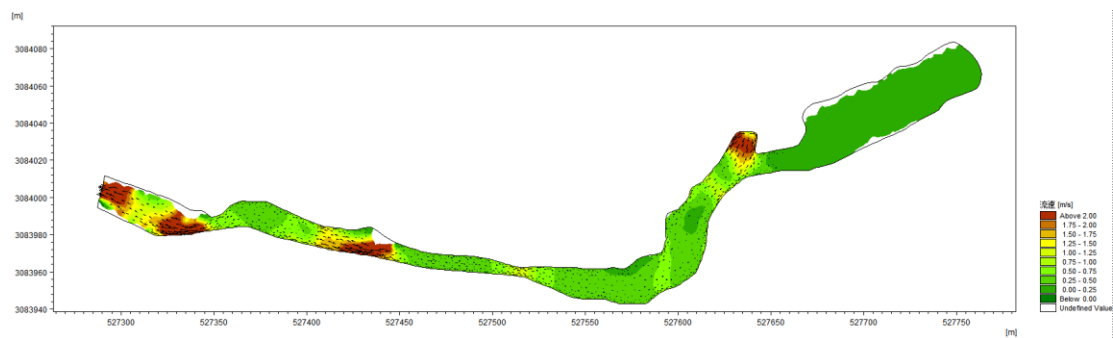


图 6.3.3-7 工况 2 花滩子电站下游流速矢量图

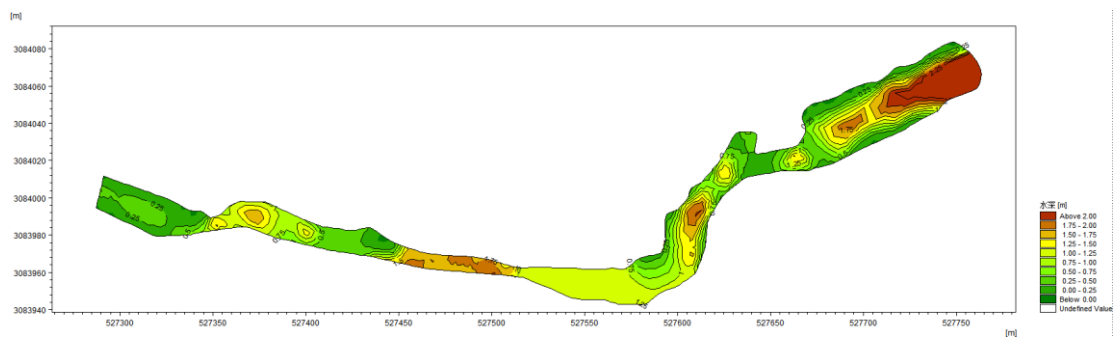


图 6.3.3-8 工况 2 花滩子电站下游水深图

C $Q=2.715\text{m}^3/\text{s}$ （汛期生态流量）

由数模结果可知，在工况 3 条件下，花滩子下放生态流量为 $2.715\text{m}^3/\text{s}$ ，此工况坝下流场同工况 1 和工况 2，但下放流量较小，河道水深和流速较工况 1 和工况 2 均有所减小。水流从尾水流出，尾水出口流速范围在 $0.5\sim 0.75\text{m/s}$ ，坝下 $300\text{m}\sim 380\text{m}$ 河道束窄，河谷呈“V”型，水深在 $1.25\sim 1.5\text{m}$ ，流速在 $0.25\sim 0.5\text{m/s}$ ；坝下 $380\text{m}\sim 510\text{m}$ 河道逐渐开阔，水深在 $0.25\sim 1.0\text{m}$ ，受地形影响部分断面流速较大；坝下 $510\text{m}\sim 528\text{m}$ 河道坡降较大，河道出现急流，水深较浅，流速较大，部分点状流速超过 1.75m/s 。

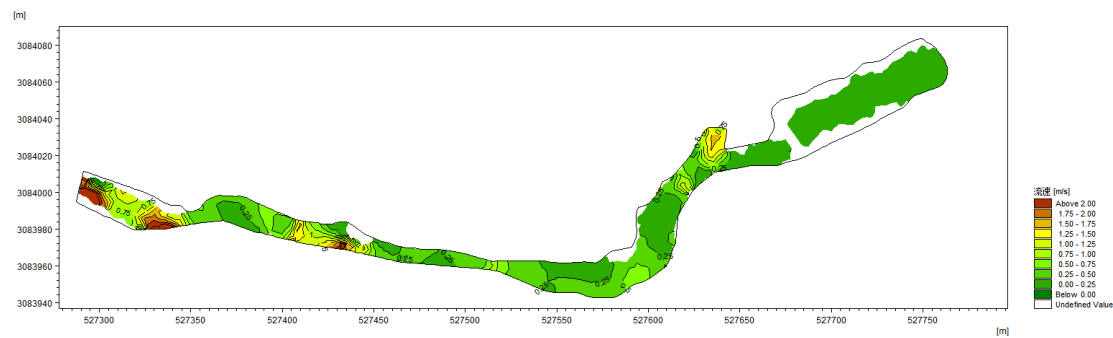


图 6.3.3-9 工况 3 花滩子电站下游流速等值线图

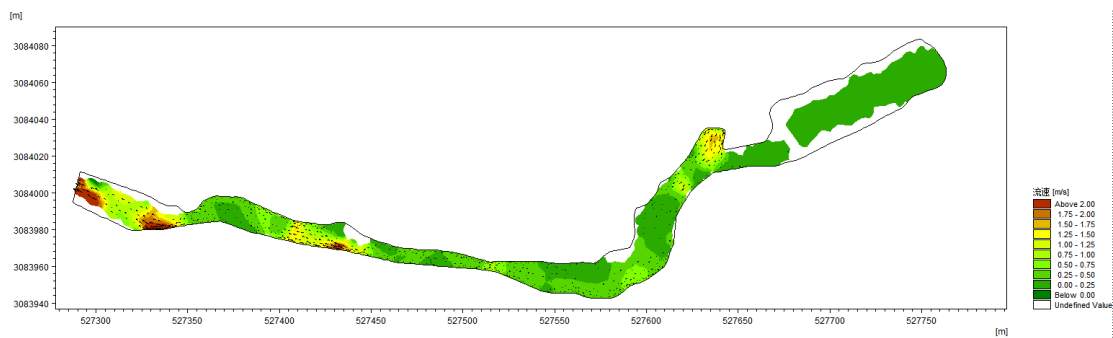


图 6.3.3-10 工况 3 花滩子电站下游流速矢量图

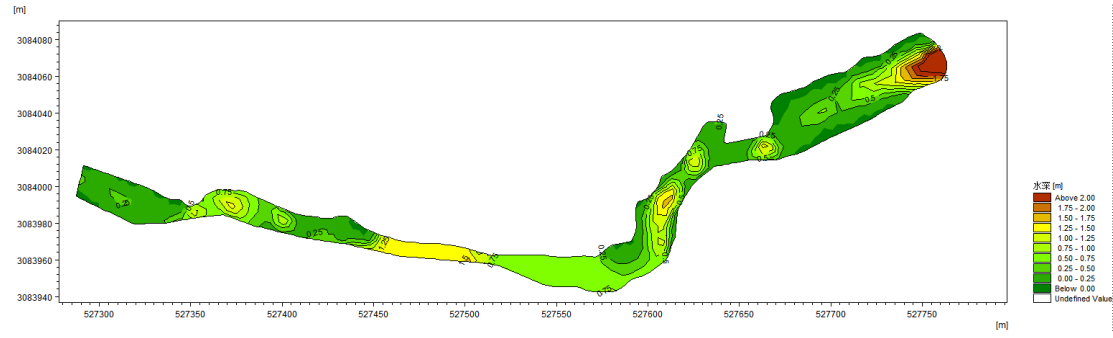


图 6.3.3-11 工况 3 花滩子电站下游水深图

D Q=1.36m³/s（非汛期生态流量）

由数模结果可知，在工况 4 条件下，花滩子下放生态流量为 1.36m³/s，受地形和底坡影响，尾水流出的水难以回流至坝址，此工况下水流从尾水流出，尾水出口流速范围在 0.25~0.75m/s，坝下 300m~380m 河道束窄，河谷呈“V”型，水深在 1~1.25m，流速在 0~0.25m/s；坝下 380m~510m 河道逐渐开阔，水深在 0~0.75m，受地形影响部分断面流速较大；坝下 510m~528m 河道坡降较大，河道出现急流，水深较浅，水深在 0~0.25m。

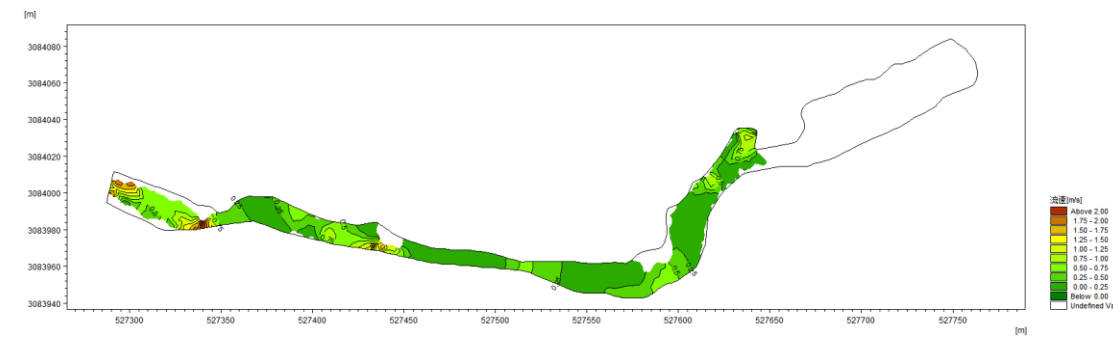


图 6.3.3-12 工况 4 花滩子电站下游流速等值线图

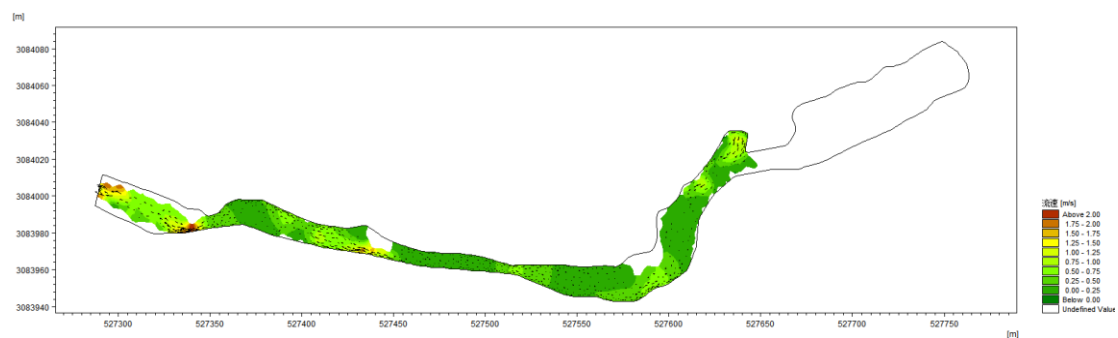


图 6.3.3-13 工况 4 花滩子电站下游流速矢量图

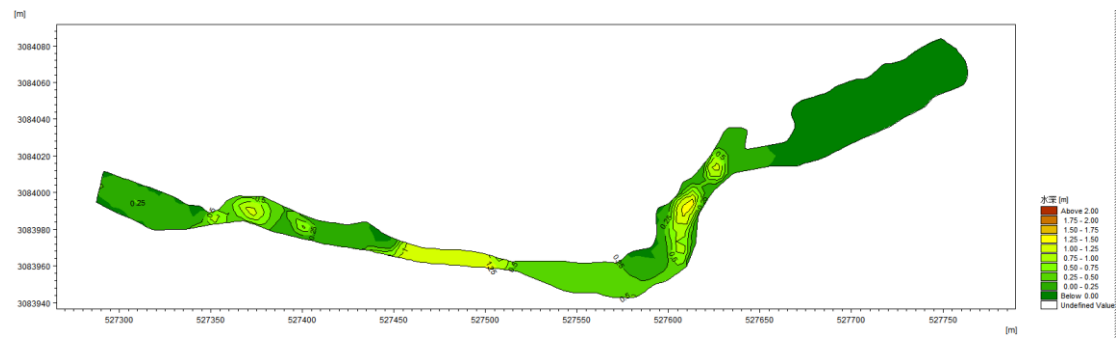


图 6.3.3-14 工况 4 花滩子电站下游水深图

4) 小结

根据上述不同工况下水力学条件分析可知，受坝下地形及底坡影响，坝下 510m~528m 断面河段坡降较大，该段出现急流，流速过大，受坝下河段河谷形态影响，在小流量条件下，部分断面水深较浅。

已有研究指出鱼类大多具有趋向激流的行为，即趋流行为，过鱼设施也是利用鱼类的趋流行为进行诱鱼、集鱼，但鱼类上溯需要一定的水流条件，水深过浅，鱼类活动空间受限，流速过大，超过鱼类克流能力，则对鱼类上溯形成了流速屏障。

为改善坝下过鱼条件，建议对坝下河道进行整治，在坝下 500m~528m (X=527340~52720) 进行削坡处理，降低河道底坡，避免出现急流；在坝下 380m~500m 范围进行河道疏浚，进行河床开挖，降低河床高程，并适当改变河谷形态，使 U 型河谷逐渐形成 V 型河谷断面，增加河道水深，有利于小流量情况下鱼类上溯。

(4) 花滩子电站集鱼系统设计

集运鱼系统方式是通过提升、转运到一定高度直接采用运鱼专车把鱼类运到上游的合适位置放流。

集运鱼系统过鱼流程大致分为：诱鱼→集鱼→提升→转运→运输→放流等六大步骤，集运鱼系统由下游诱鱼系统、下游集鱼及转运系统、公路运输系统，观测与辅助设施系统 4 部分所组成。

首先是诱鱼系统把鱼类诱引到集鱼及转运系统中的集鱼池中，其主要诱鱼方式设计为水流集诱鱼，采用渠道引发电厂房尾水到集鱼池，根据前期的鱼类游泳能力测试和鱼类对感应流速的试验，通过引水渠道进口工作阀门和集鱼池进鱼口横拉门来控制鱼类需要的流速，流速由设置在集鱼池四声路超声波流量计来检测，根据检测情况来提供强化水流，以达到诱鱼要求。同时采用辅助集鱼手段，利用物理及电场形成的屏障起到引导作用，鱼类对声、光等环境因素的趋向性等特殊的诱鱼手段，将鱼类引导至集鱼池进鱼口附近。

集运鱼系统主要由上游沉砂池、进口控制闸门室、集鱼箱及提升排架、下游集鱼廊道等组成，采用 C25 钢筋混凝土结构。

1) 集鱼系统结构设计

① 集鱼廊道

集鱼廊道顺水流方向长 24m，宽 2.1m，底板高程 367.80m，与下游河道基本平齐，边墙高度 4.0m；集鱼廊道设计流速 0.35~0.74m/s，设计水深 0.5~1.5m，对应流量为 0.368~2.331m³/s；补水方式采用 2 根 DN700 钢管从上游沉沙池补水，DN700 钢管长约 16.0m，壁厚 10mm，最大过流能力 2.5m³/s，大于集鱼廊道设计最大流量。DN700 钢管通过布置在上游沉沙池和集鱼廊道间的闸阀室内闸阀控制过流能力，闸阀室尺寸 4.5×5.1×3.5m（长×宽×高），为全封闭式钢筋混凝土结构。

集鱼廊道下游设置一道横拉门和一道拦鱼栅，横拉闸门孔口尺寸为 2.1m×4.0m(宽×高)，底槛高程为 367.80m，为露顶式平面钢闸门，闸门止水设在上游面，止水采用双向止水型式，闸门闭门采用液压启闭机启闭，闸门的运行方式为动水启闭。横拉门下游设置一道防逃拦鱼栅，为固定式结构，拦鱼栅尺寸 2.1m×4.0m(宽×高)，底槛高程为 367.80m。

集鱼廊道内设置 2 套赶鱼栅，赶鱼栅的底槛高程为 367.80m。断面尺寸为 2.1m×4.0m（宽×高），运行方式为动水启闭，单吊点启吊。2 套赶鱼栅采用一套布置在排架顶部高程 381.50m 的移动卷扬式台车操作控制。2 套赶鱼栅其运行方式是：A 套赶鱼栅放置在集鱼廊道上游端的集鱼箱下游侧，B 套放置在集鱼廊道下游出口端，当鱼类进入集鱼廊道后放下 B 套赶鱼栅，并向上游移动将进入集鱼廊道的鱼类赶至集鱼箱；然后提起 A 套赶鱼栅移动至集鱼廊道下游侧，待下游河道的鱼类进入集鱼廊道后放下赶鱼栅，放下 A 套赶鱼栅，并向上游移动将进入集鱼廊道的鱼类赶至集鱼箱；然后提起 B 套赶鱼栅移

动至集鱼廊道下游侧，进行下一次赶鱼，往返进行，当集鱼箱的鱼类达到一定数目后即完成赶鱼任务。

② 上游沉沙池

上游沉沙池长 11.00m，宽 4.1m，底板高程 366.50m，边墙顶高程 371.80m；在沉沙池下游设置 2 根 DN700 放水管和 1 根 DN300 冲沙管，冲沙管长约 32m，布置在集鱼廊道底板混凝土内，在有冲沙需要时打开布置在沉沙池下游侧的闸阀室的闸阀进行冲沙。

③ 集鱼箱及提升系统

集鱼箱尺寸为 1.5×1.5×1.0m（长×宽×高），外形最大尺寸为 2.0×2.0×1.0m（长×宽×高）。为满足集鱼箱下沉放置要求，在集鱼廊道前端集鱼箱位置设置一个 2.1×2.1×1.0m（长×宽×高）集鱼箱坑，集鱼坑底板高程 366.80m，比集鱼廊道低 1.0m。

集鱼廊道顶部设置排架将集鱼箱垂直提升至高程 381.50m 后，通过交通桥水平运输。集鱼廊道排架顶部高程 388.50m，底部高程 381.50m，排架柱高 7m，排架柱采用圆型或尖圆型结构，直径或厚度 1.5m。排架顶部设赶鱼栅台车轨道和集鱼箱提升排架。

集鱼箱运行方式：该集鱼箱平时锁定于检修平台 381.50m 上，当需要集鱼时把集鱼箱下放到高程为 366.8m 的集鱼箱坑里，等赶鱼栅把鱼类赶到集鱼箱后，启动电动葫芦把集鱼箱提到检修平台(381.5m)上，再通过运鱼车将鱼运至指定位置放流或鱼类增殖站。

（5）过鱼设施有效性分析

即采用集鱼平台集鱼，运鱼车+运鱼船进行运鱼，主要设施包括集鱼平台、运鱼船、运鱼车和码头等，即一级集鱼（花滩子电站坝下）+多级运送和放流（花滩子电站、花滩子水库及雁水电站上游），以减缓大坝对鱼类阻隔的影响。

① 集鱼系统的应用及有效性

过鱼设施进鱼口和集鱼系统是其有效运行的关键，本集鱼系统类似鱼道和升鱼机的结合体，综合利用鱼道和升鱼机的优点进行设置，鱼道在国内外广泛使用，升鱼机在国外应用广泛，国内也开始研究和应用，如澜沧江黄登水电站升鱼机等。鱼类一般具有正趋流性，过鱼设施进鱼口和集鱼设施正是利用鱼类的趋流性进行设置，一般将其布置在常泄水流处和鱼类的洄游路线上，本集鱼系统是在坝下水力学模拟的基础上，将集鱼系统布置在在坝下右岸，紧邻发电尾水，不存在鱼类上溯的流速屏障和流态屏障，且集鱼位置位于鱼类上溯的路线上，集鱼网箱适合库区捕鱼，在国内多个水利水电工程上得到应用，国内马岭水利枢纽和黄家湾水利枢纽集鱼系统与本工程类似，具有一定实践经验，综合来说，本工程集鱼系统预计可发挥应有的集鱼功能。

② 提升转运系统的应用及有效性分析

美国下贝克坝位于华盛顿州贝克河上,在下贝克坝修建了长约 40m 的拦鱼堰进行集鱼,并将进入集鱼系统的鱼驱赶至集鱼池,再由提升装置将集鱼池中的鱼提升转运装车后运到大坝上游进行放流。本工程提升转运系统与下贝克坝装置原理上相似,可将鱼类从集鱼设施中转驳至运鱼设施中。

③ 运鱼车的应用及有效性分析

运鱼车在国外有广泛应用,如美国下贝克坝等均有较好的运行效果。国内黄登水电站、马岭水利枢纽等也将采用了运鱼车进行鱼类转运放流研究和应用。

工程上游放鱼采用运鱼车形式,该方法技术较为成熟,工程区道路也较为便捷,运距小,时间短,对鱼类损伤较小。

④ 小结

综合来说,本集鱼系统初步考虑了鱼类的克流能力和坝下的流场,后期在深入开展鱼类游泳能力特性测试和坝下及集鱼系统内部流场研究的基础上,合理开展相关参数的优化设计,过鱼效果将得到较好保障;提升转运和运鱼放流方面,通过运鱼车进行转运放流,在技术上不存在重大制约。

由于花滩子水库工程坝址下游为已建花滩子电站库区,需在花滩子电站坝下布设集运鱼系统,即一级集鱼(花滩子电站坝下)+多级运送和放流,以减缓大坝对鱼类阻隔的影响。由于本阶段缺乏花滩子电站下游河道形态及水下地形等资料,需经过后续进一步补充勘测设计后,补充完善过鱼设施设计。

6.3.4 鱼类增殖放流

6.3.4.1 增殖放流任务与工艺流程

(1) 增殖放流任务

规划环评提出建议清渡河流域采用外购的方式开展鱼类增殖放流工作。可研阶段考虑到依托其他工程增殖站放流存在较多不确定性,拟在花滩子水库配套建设鱼类增殖放流站,开展人工增殖放流,以满足工程库区和坝址下游河段的鱼类放流需求。

(2) 工艺流程

鱼类人工增殖放流技术流程包括苗种生产和放流。其中苗种生产包括亲鱼收集、亲鱼驯养培育、催产、开口苗培育、鱼苗培育和鱼种培育等步骤;苗种放流包括苗种放流前过度培育、放流前检验检疫、放流前标记和放流。

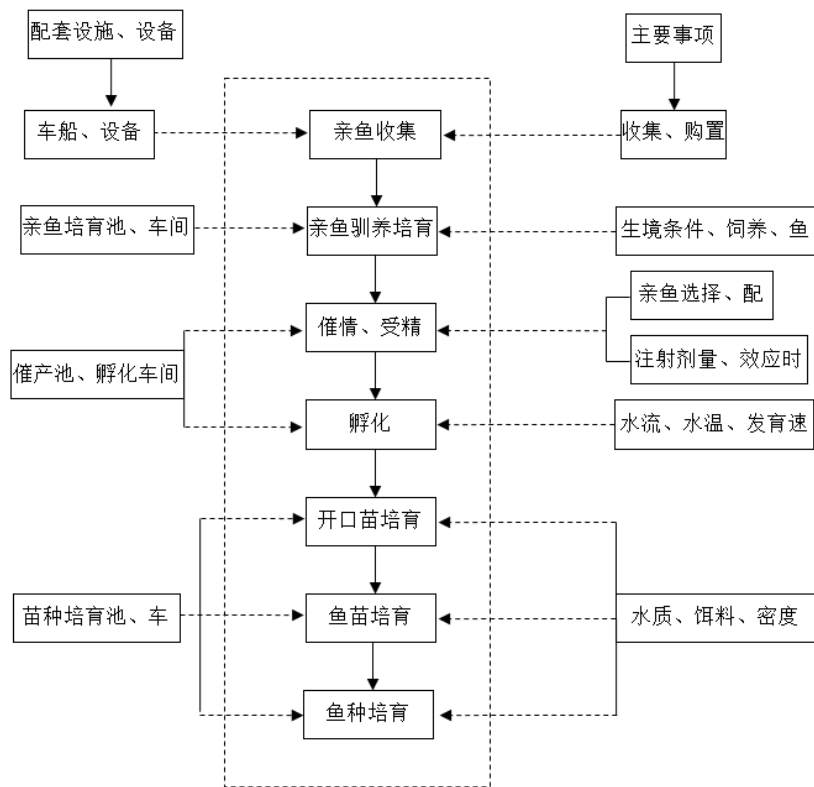


图 6.3.4-1 苗种生产流程图

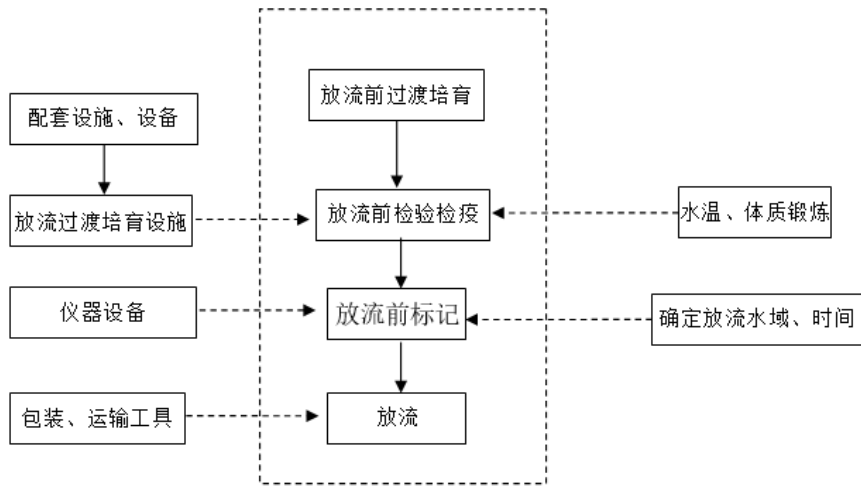


图 6.3.4-2 放流流程图

6.3.4.2 增殖放流方案

(1) 增殖放流对象与规模

1) 放流对象

现有技术条件难以对所有种类进行人工繁殖和放流，放流对象选择应遵循“统筹兼顾”、“突出重点”的原则。结合工程影响河段鱼类资源特点，同时考虑工程河段鱼类的生物学研究和人工繁殖研究进展不一，因此拟对不同鱼类作出不同的增殖放流计划。枢纽区主要影响河段分布鱼类 29 种，根据水生生态专题调查成果，中华倒刺鲃、白甲

鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼等 5 种鱼类为清渡河流域重要经济鱼类。结合工程影响河段鱼类资源特点，同时考虑工程河段鱼类的生物学研究和人工繁殖进展不一，因此拟对不同鱼类做出不同的增殖放流计划。

①近期增殖放流对象

目前中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼的人工繁殖已获成功，增殖放流不存在技术瓶颈，因此可作为近期放流对象。

②中长期增殖放流对象

泉水鱼目前虽已突破了人工繁殖技术，但尚处于基础阶段，应作为中长期考虑放流对象。

2) 放流规模

①放流数量

根据饵料基础估算放流规模，计算公式参考《水库鱼产力评价标准》(SL563-2011)。

根据花滩子水库影响区域水生生态调查的数据资料，采用水体中主要基础饵料生物（浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物）方法估算水体鱼产力。花滩子水库水体鱼产力主要由浮游植物、浮游动物、底栖动物和水生维管束植物提供。相关计算公式如下：

$$F_{\text{浮游植物}} = B_G (P/B) aV \times 100/k \quad (1)$$

$$F_{\text{浮游动物}} = B_{Zp} (P/B) aV \times 100/k \quad (2)$$

$$F_{\text{底栖动物}} = B_{Zb} (P/B) aS/k \quad (3)$$

$$F_{\text{水生维管束植物}} = Pa/k \quad (4)$$

式中：

$F_{\text{浮游植物}}$ ——浮游植物提供的鱼产力，t；

B_G ——浮游植物年平均生物量，mg/L；

P/B ——该类饵料生物年生产量与年平均生物量之比；

a ——鱼类对该类饵料生物最大利用率；

V ——水库表层 10m 以内库容， 10^8 m^3 ；

S ——养殖面积， km^2 ；

k ——鱼类对该类饵料生物的饵料系数；

$F_{\text{浮游动物}}$ ——浮游动物提供的鱼产力，t；

B_{Zp} ——浮游动物年平均生物量，mg/L；

$F_{\text{底栖动物}}$ ——底栖动物提供的鱼产力，t；
 B_{Zb} ——底栖动物年平均生物量， g/m^2 ；
 $F_{\text{水生维管束植物}}$ ——水生维管束植物提供的鱼产力，t；
 P_a ——水生维管束植物年净生产量， g/m^2 。

经计算,浮游植物鱼产力 28.45t，浮游动物鱼产力 12.99t，底栖动物鱼产力 6.66t，水生维管束植物鱼产力 0.12t，合计 48.22t。

根据花滩子水库影响区域水生生态调查的数据资料，计算浮游植物鱼产力 28.45t，浮游动物鱼产力 12.99t，底栖动物鱼产力 6.66t，水生维管束植物鱼产力 0.12t，合计 48.22t。

表 6.3.4-1 基础饵料鱼产力计算表

分类	生物量 B	P/B	a	V(10^8m^3)	k	S(km^2)	鱼产力 (t)
浮游植物	1.022mg/L	80	30%	1.16	100	-	28.45
浮游动物	0.14mg/L	20	40%	1.16	10	-	12.99
底栖动物	12.17g/m ²	3	25%	-	5	3.65	6.66
水生维管束植物	112.41g/m ²	1.25	25%	-	110	0.365	0.12
合计	-	-	-	-	-	-	48.22

清渡河流域鱼产力为 48.22t。计算出来的鱼产力是为了合理利用库区及流水河段渔业资源、提高渔业产量。放养品种为具有良好生产性能、适应水库饵料生物基础的增殖对象，不要求一定能够形成繁殖的种群，故鱼种投放量比较大。而水利水电工程鱼类增殖放流属于补偿性放流，其主要目标是为了促进形成自行繁衍的种群，增殖放流量需要依据放流对象的基础生物学特性和水库形成后生态环境条件以及鱼类自我繁衍能力进一步确定，一般不进行回捕。因此，增殖放流规模应远小于渔业养殖放流规模。

我国水库的放养多以青鱼、草鱼、鲢、鳙四大家鱼为主。就放养水库渔获物统计分析的结果看，除四大家鱼外，其它天然鱼类产量多占水库渔产总量的 10%~30%。因此，放流规模可在水库放养量的 10%~30%的基础上根据实际情况灵活掌握。根据花滩子水库影响区域水生生态调查渔获物的统计结果，放流鱼类所占的比例非常小。所以增殖站的放流规模可按鱼产力的 10%计算。

目前对放流成活率的研究比较少，且研究对象多为经济鱼类。根据相关研究，经济鱼类放流成活率为 30%~99.8%。其他保护鱼类的放流成活率应低于经济鱼类。因此，放流鱼类的成活率按 10%计。成鱼个体体重以 0.5kg/尾计。根据以上参数核算，花滩子水库放流规模约为万尾。

$$N = (48.22 \times 1000 \times 0.1) / (0.1 \times 0.5) = 9.7 \text{ 万尾}$$

根据饵料基础估算放流规模能综合反映放流水域生境条件和生态承载力,但此种方法的部分参数取值具有较大的理论性,因此在估算放流规模的基础上,根据经验做适当调整。根据以上计算结果,适当放大放流规模,确定花滩子水库放流规模为 12 万尾/年。长期增殖放流的数量,需根据区域生态环境、栖息地营造效果及鱼类资源的调查研究和人工繁殖技术情况,适时调整。

②放流苗种规格

一般放流鱼种以鳞被形成期为标准,此阶段鱼种的眼、鳍、口和消化道功能已完全形成,已经从内源性营养转化为主动从外界摄取食物,并形成了自己固有的生活方式。鱼类在水体环境中能够更好的隐藏自己,从而可以更有效的捕食和躲避其它鱼类的捕食。

放流苗种必须是清渡河野生亲本人工繁殖的子一代,放流苗种参照《水产苗种管理办法》(农业部,2004 年),应是无伤残和疾病、体格健壮的个体。放流苗种规格越大,其适应环境和躲避敌害的能力越强,成活率越高,但培育成本高,在保持较高成活率前提下,建议增殖站主要放流苗种规格见表 6.3.4-2。

在增殖放流实际操作中,规格的确定宜根据苗种生长、苗种来源、水域生态环境状况以及凶猛性鱼类资源等灵活掌握。一般放流苗种规格以当年可培育成的大小为准。

表 6.3.4-2 鱼类增殖站放流鱼类的规格和数量

序号	放流种类	规格	数量
		(cm)	(万尾)
1	中华倒刺鲃	5~10	3
2	白甲鱼	5~10	3
3	华鲮	5~10	2
4	黄颡鱼	5~10	2
5	泉水鱼	5~10	2
一年			12

(2) 放流标准

放流的苗种必须是由野生亲本人工繁殖的子一代。放流的苗种必须是无伤残和病害、体格健壮。供应商水产苗种生产和管理符合农业部颁发的《水产苗种管理办法》(2004 年 4 月 1 日),并有省级水产管理部门核发的《水产苗种生产许可证》。

(3) 放流周期和地点

放流周期：从水库建成蓄水后连续每年放流，同时根据放流效果监测决定是否需要调整放流数量。严格按水产苗种生产规范生产放流苗种的要求，鱼类增殖放流时间选在每年 10 月份，主要依据是在 10 月份所有放流鱼种均可达到 5~12cm。

结合栖息地保护方案，放流地点主要为库区以上和坝址下游的干流河段，综合考虑花滩子水库库尾、雁水电站以上河段，应选择在缓流区放流，推荐雁水电站库尾放流约 6 万尾、缠溪河汇入口、花滩子水库库区、库尾放流约 2.4 万尾、花滩子电站坝下河段放流约 3.6 万尾。

（4）标志与放流效果评价

为了使人工增殖放流达到预期效果，必须进行放流效果的评价，这部分工作应由具有相当资质的科研单位承担。其主要工作内容包括：研究鱼类的标志放流技术，建立与放流品种生物学习性相适应的高效标记技术和方法；开展标志放流技术研究，获得具有最佳生物学效果的人工放流方法，包括适宜的放流规格、数量、地点和时机等；开展人工放流增殖效果监测，建立样本回收及监测网络，通过研究人工增殖种群的行为生态学差异、对自然种群的贡献率等，评估增殖放流效果，为物种保护决策提供科学依据。

（5）人工增殖技术研究

针对本工程中远期放流对象泉水鱼，在有关研究机构人工增殖技术研究的基础上，引进相关养殖技术，进一步开展本工程相关驯养、人工繁殖及幼鱼规模化养殖技术研究，为实施增殖放流奠定基础。

6.3.4.3 增殖放流站建设

（1）站址选择

本工程业主营地位于坝址下游右岸，因此增殖站站址考虑到尽量与业主营地靠近的原则，其选址位于业主营地西南侧。占地面积约 1hm²。

（2）场地布置及主要建筑物

依据地形条件和工艺设计要求，按照“功能齐全、管理方便、环境优雅”的原则，站内场地分台阶布置办公生活区、生产区以及养殖废水处理区。

增殖站办公生活区由综合楼、休闲广场、户外休闲绿地组成，综合楼的主要功能为办公、监控、展示、食堂及住宿；生产区主要有高位蓄水池、催产孵化和开口苗培育车间、亲鱼培育池、亲鱼培育车间、活饵培育池、防疫隔离池、亲鱼培育池、苗种培育池、生态鱼池和配套设施；养殖废水处理区主要由生态湿地、污水处理设置组成。

根据上述培育规模，确定各建构物规格见表 6.3.4-3。

表 6.3.4-3 鱼类增殖放流站主要建、构筑物规格一览表

序号	建、构筑物名称	规格			个数	面积（m ² ）
		长（m）	宽（m）	深（m）		
1	人工繁殖及孵化车间	30	18	4.8	1	540
2	鱼苗培育车间	30	18	4.8	1	540
3	室内开口苗培育缸	半径 0.75m		0.5	18	31.79
4	室内鱼苗培育缸	半径 1.25m		0.5	24	117.75
5	催产池	半径 1.5m		1.3	2	14.13
6	尤先科孵化器	3.26	0.85	0.89	4	8.313
7	圆锥形孵化桶	半径为 0.43		1.1	2	2.90
8	活饵培育池	10	7	1.5	2	140
9	防疫隔离池	10	7	1.5	2	140
10	蓄水池	11.7	11.7	4	2	250
11	亲鱼培育池 1	15	10	1.8	2	300
12	亲鱼培育池 2	15	4	1.8	2	120
13	亲鱼培育池 3	环形池		1.8	1	300
14	鱼苗培育池 1	8	4	1.5	7	224
13	苗种培育池 2	15	12	1.8	4	720
15	综合楼(框架结构)					500
16	门卫室（砖混结构）				1	18
						3966.883

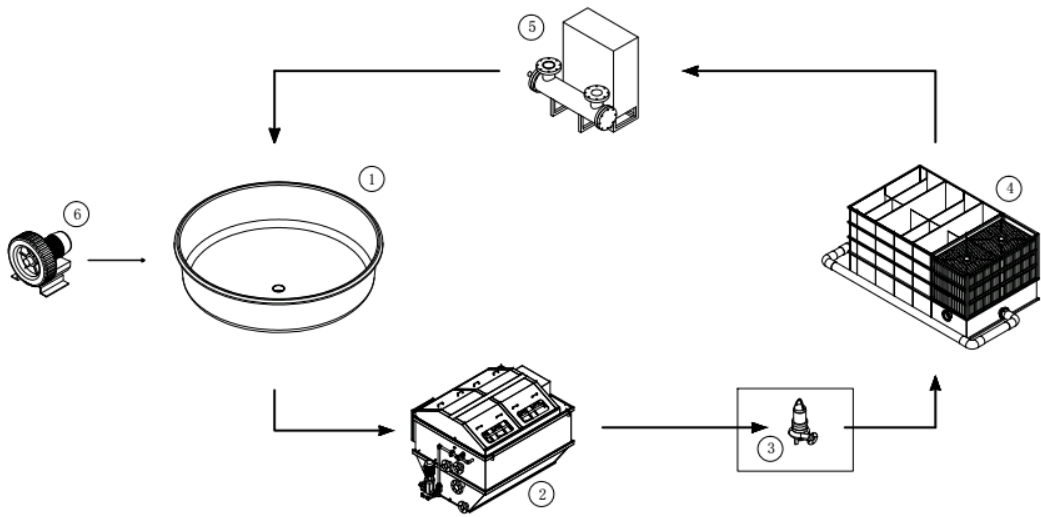
(3) 水源

本项目用水由养殖用水和生活用水两部分组成。养殖用水水源从引水发电系统接引；生活用水引自业主营地。

(4) 仪器设备

1) 室内循环水处理系统

本工程设置室内循环水处理系统 2 套，分别位于亲鱼车间、催产孵化车间，鱼种车间与催产孵化车间共用 1 套循环水处理系统。循环水处理系统设备主要由转盘式微孔过滤器、生物过滤器、紫外线消毒系统、增氧机以及提升水泵组成。



①养殖培育缸；②转盘式微孔过滤器；③提升水泵；④集成式生物过滤器；⑤紫外线消毒系统；⑥旋涡式增氧机

图 6.3.4-3 循环水养殖系统工艺流程图

2) 实验仪器设备

由于水质的好坏直接关系到鱼类能否存活、生长，特别在微流水高密度的增殖条件下，水质控制至关重要，所以有必要对水质进行监测。另外，在亲鱼培育、催产时，需要及时了解亲鱼的成熟度及性腺发育情况，在苗种培育阶段，也需要对苗种进行观察，以便及时发现、解决鱼病等问题，所以要配备常用的观察仪器进行监测。

在综合楼设置小型实验室，配置水质分析仪、显微镜、解剖镜、冷柜、天平和放流标志器械等，以满足日常生产的水质监测、亲鱼和苗种发育观察以及病害诊断和放流标志需要。

3) 其他设备

除培育车间增殖仪器设备外，其余增殖设备包括备用增氧机、各类网具、网箱等。

本增殖放流站需要购置的仪器设备主要有增殖设备、养殖辅助设备、实验设施、办公设施、展示设施等，具体见表 6.4.3-4。

表 6.4.3-4 鱼类增殖放流站主要仪器设备一览表

序号	分项设备名称	型号规格	数量	单位
一、车间仪器设备				
1	养殖水循环处理系统		套	2
2	孵化养殖设施			
	φ 1500mm 食品级玻璃钢培养缸		18	个
	φ 2500mm 食品级玻璃钢培养缸		24	个
	玻璃钢孵化槽		3	个
	尤先科孵化器		4	个
	孵化桶		2	个
3	辅助设施			
	进水、回水、排污、送气管道系统		2	套
二、养殖辅助设备				
	水质在线监控系统		2	套
	增氧机		6	套
	各类网具、网箱		1	套
	临时用潜水泵		1	套
三、实验设施				
	多参数水质分析仪		1	套
	显微镜		1	台
	解剖镜		1	台
	天平		2	台
	冰柜		1	台
四、办公设备				

表 6.4.3-4 鱼类增殖放流站主要仪器设备一览表

	办公桌(椅)		10	套
	计算机		5	台
	打印机		1	台
	传真机		1	台
	数码相机		1	台
	柜式空调		5	台
	挂式空调		5	台
五、展示厅设备				
	鱼类标本		30	件
	宣传画板		15	个
	水族箱		5	个
	其它设备		1	批
六、交通运输设备				
	运输车、运输船	结合水库管理共用		

(5) 运行管理要求

鱼类增殖站建成后应纳入枢纽工程管理范围内，作为水库枢纽永久建筑物，由业主负责统一管理和运行，配备专业运维人员，制定相应的运行管理制度，以确保增殖放流工作长期有效开展。

6.3.5 生态调度措施

花滩子水库下游减水河段河流生态敏感目标为经济鱼类越冬场及产卵场营造点。根据水生生态专题调查成果，清渡河鱼类以白甲鱼、鲤鱼、黄颡鱼等鲤科鱼类为主，产卵时间为4~6月份，鱼类产卵繁殖受水温涨落、水文等影响较大。在每年主要鱼类繁殖期间5至6月择机实施一次生态调度，每次调度时间不低于10天，峰值持续时间不低于7天，峰值流量按5、6月份流量均值 $16.5\text{m}^3/\text{s}$ 考虑。

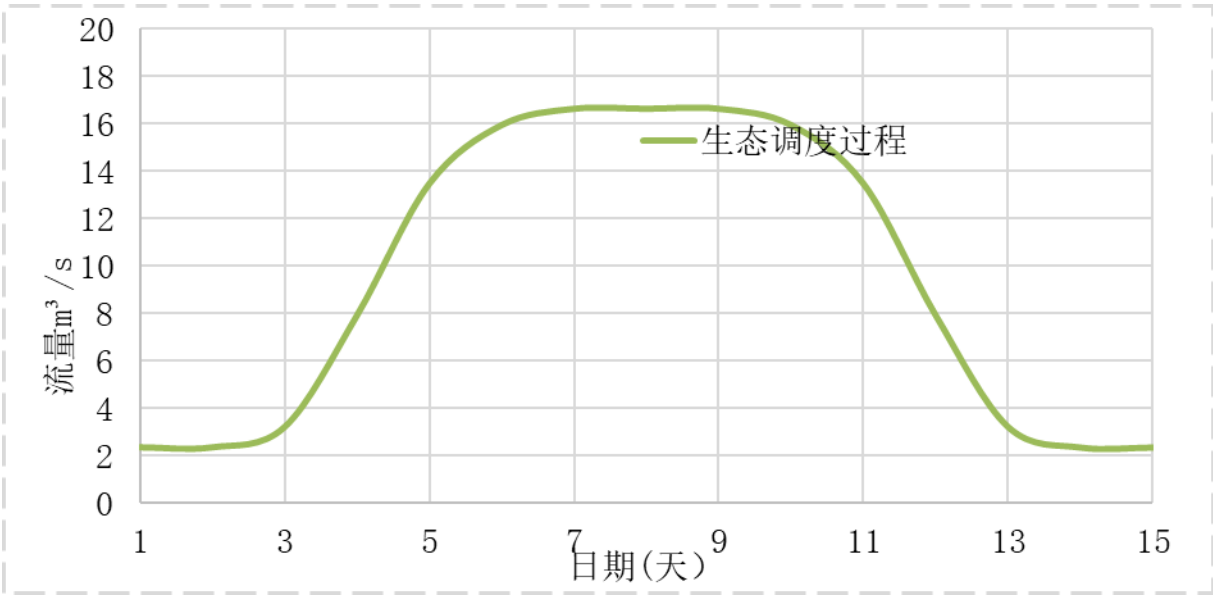


图 6.3.5-1 花滩子水库生态调度过程图

建议下阶段开展生态调度方式研究，针对清渡河下游栖息地保护河段鱼类开展鱼类产卵所需流速、水深等专项研究，进一步优化生态调度方案。

6.3.6 进水口拦鱼设施

水库取水时，误入输水管道的鱼可能发生机械损伤和死亡，针对此种情况，可在进水口处设置细目拦鱼栅网，防止鱼类误入。

结合本工程拦污栅的设计，细目拦鱼栅网安装在进水口，大小尺寸与进水口的尺寸相同，结构要求易安装、控制和维修，拦鱼栅网的网目大小可设置为 4cm，以拦截 13cm 以上的鱼为主。

6.3.7 加强渔政管理

水库建成后，除依靠生态系统自身的恢复功能外，加强库区资源的保护有利于降低项目建设对鱼类资源的影响。要加强渔政管理，严格执行禁渔期和禁渔区管理，防止电、毒、炸鱼事件的发生，对渔业生产过程中网具种类和网目大小都要严格规定；对水产养殖限制开发，加强管理，防止过度开发利用造成资源破坏，影响资源的可持续利用。

6.3.8 其他保护措施

为了进一步降低工程对鱼类资源的影响，还需采取下列措施：

（1）加强宣传和管理，增强环保意识

施工期施工人员进驻，将带来鱼类消费需求量的增加，可能使施工期对鱼类的捕捞量有所增加。因此，施工期应加强施工及管理人员水生生态保护宣传，树立良好生态保

护意识，制作相关环境保护手册、警示牌、管理制度等，严禁施工人员捕捉河道鱼类等事件发生。

（2）优化工艺设计，确保相关环保措施的落实

对施工期间的生产废水、生活污水等严格监管，采取集中收集、回收利用，弃土弃渣弃于指定渣场，禁止排入河道。工程设计尽量减少对河道、河床及植被的破坏，杜绝影响水生生境的污染事故发生。尽量减少和避免在河道中挖沙、取石、改变水流流向，引起下游河道严重缺水甚至断流等行为和事件的发生，水下施工、爆破时，应提前驱赶相关水域鱼类，避免造成直接伤害。同时，科学调度，确保下游保持一定生态流量。对破坏的植被要尽快恢复，建立生态防护林和防护体系，防止水土流失，应尽量避免和减少泥沙和有害物质进入河道。

（3）优化施工组织设计，减少对鱼类资源的影响

清渡河鱼类繁殖期主要集中在 4~6 月，为减少对鱼类的影响，应调整施工进度，在 4~6 月尽量避免在河道及周边进行爆破、截流等施工作业，以减少对鱼类繁殖的影响。

（4）建立鱼类保护应急机制

对施工围堰内的鱼类要及时捕捞、暂养、救治，并放归河道。截流、蓄水期间下游出现减水情况前，要通知并配合渔业主管部门启动应急保护机制，禁止在减水河段捕捞或限捕，对搁浅、受伤的鱼类及时救护，最大限度降低相关影响。

开展相应的鱼类科学研究（投资考虑）

针对已建水利水电工程及本工程建设对水生生态和鱼类资源的影响，在工程开发的同时应重视对水生生态及鱼类影响的相关研究工作，采用野外调查监测、

实验生态学及模型分析等方法，开展相关科学研究，以有效保护影响区生态环境和鱼类资源。主要研究内容：①清渡河梯级开发对水生生物的长期生态效应研究；②重要鱼类生物学和保护技术研究；③珍稀、土著、经济鱼类人工驯养繁育技术研究；④库区重要鱼类种群变动规律的研究；⑤鱼类重要栖息地结构和功能的影响研究；⑥梯级水库生态调度技术研究；⑦梯级水库生态渔业利用规划；⑧增殖放流遗传标记与效果监测评价技术研究。通过技术攻关，为评价区鱼类水生生物多样性保护、水资源与生物资源协调发展提供科学依据，并为工程进行回顾性环境影响评价及科学研究积累数据

6.4 陆生生态保护措施

6.4.1 陆生植物保护措施

6.4.1.1 古大树保护措施

根据现场调查，评价区共发现古树 11 种 110 株，正常蓄水位以下有古树 1 株，库区蓄水会淹没该处古树，应对其采取迁地保护措施；评价区其它古树均位于工程间接影响区，其中与工程区水平距离 300m 内的古树有 8 种 28 株（不含淹没区 1 株），与工程区水平距离 300m 外的古树有 9 种 81 株，本工程建设对其影响较小，应对其采取就地保护措施。

（1）就地保护措施

本工程附近 300m 区域内的古树有 8 种 28 株，其中柏木 7 株，枫香树 12 株，黑壳楠 2 株，虎皮楠 1 株，黄连木 2 株，朴树 2 株，樟 1 株、重阳木 1 株。本工程建设不会破坏该处古树，但施工活动中人为干扰、弃渣、废水、固废、扬尘等可能会对该区域古树的生长活动产生一定影响，工程施工时应对其采取就地保护措施。

①优化工程设计，工程设计时应充分考虑评价区内古树分布，尽量优化施工场地、输水管线、隧洞等工程，使其避让附近古树。

②对评价区内每棵古树进行编号、挂牌管理，标明树的名称、直径、树龄、特点、习性、保护注意事项等，安排专人看护，负责浇灌、施肥、定期上药，并配备专用工具。在当地林业局未建立档案的古树及时建立档案，除了文字资料，还配有每棵树的照片，实行施工全过程跟踪管理。

③印江县新寨乡凯望村的 1 株重阳木位于淹没区边缘的右边河堤上，与淹没区较近，水库蓄水后其生境可能遭到破坏影响正常生长。水库蓄水前可对该株古树围栏进行就地保护。以古树为中心，根据古树地上部分投影，设置浆砌石加钢丝围栏，并挂宣传牌和警示标志，古树周围必须保障排水顺畅，保障古树及周边不出现渍水现象。

④在涉及古树的施工合同中，明确施工单位对古树的保护责任及保护重要性；古树周边场平期间，施工单位要定期向主管部门汇报古树保护及周边施工情况，一旦发现问题，及时进行处置。

⑤防火、防烟气，禁止在古树周围带火、带气作业。

（2）迁地保护措施

为保证古树移栽后能成活，移栽时应由技术人员监督执行，并制定古树抢救移栽技术要求。

①移植区选择

本工程淹没区分布有古树重阳木 1 处 1 株，位于右岸印江县新寨乡撕栗村，区域海拔 455m，土壤为黄壤。为保证移栽保护植物的成活率，移植区应选择相似环境，结合具体工程布置，坝址下游右岸鱼类增殖站高程相近，土壤类型相同，水源光照充足，与被移植的重阳木生长环境相似，根据工程特点及移植区环境适应性及便于后期养护，拟将此株古树移栽至右岸坝址下游鱼类增殖放流站的绿化区。

②制定具体移栽方案

通过测量古树的高度、胸径、冠幅等参数，估测根系分布范围，评估古树的健康状况，调查土壤类型与结构，选择移栽地点，测量迁移距离，制定具体的施工方案。

③移栽时间

根据古树的健康情况，一般需提前 2~3 个月进行断根处理，建议于秋、冬季完成古树修剪与清理加固和断根，于春季开始移栽，以尽可能提高古树的成活率。

④古树修剪与清理加固

修剪 5cm 以下的树枝，标定冠幅的东西朝向，确保移栽后冠幅朝向与原来保持一致。如有树洞，则需清除树洞内污垢；采用稀释多菌灵、硫酸二氢钾加少量尿素对树杆树洞喷雾致表皮湿润为止；洞口填砌砖石，外抹麻刀灰，用草绳进行围扎，对草绳进行喷雾湿润后用塑料薄膜进行包扎。用钢管进行树身加固，防止树身折断和倾斜。

⑤挖掘断根与根部土球包扎

挖掘机距树干 1.5m 环状挖沟，即在古树周围开挖环状沟以切断根系，沟深 0.7m 以上，同时使修理土球有较大操作平面。人工修理土球，要求认真，仔细，确保土球完整。在修理土球同时，准备好包扎材料，易发生塌方时应边修边包扎、支撑。

⑥整树起吊与牵引平移

采用单边挖掘施工，用工字钢进行单边支撑人工挖掘。挖掘掏土厚度不小于 60cm，每挖掘深进 15cm 左右马上用槽钢作底部衬托。单边挖掘进深致土球中心过 20cm 左右，停止掘进。底部单边铺设整木、滚筒，逐一拆除支撑，直至土球完全架在滚筒之上。测量土球底部与种植穴底部两底部成一水平线，开挖路基，采用机械牵引缓慢前进到目的地。移栽地点宜选取与原有立地条件相似的区域，尽可能保持土壤结构、水分条件、光照条件的一致性。

⑦种植与后期养护

定植后拆除土球外包装物，回填沙质耕植土。在种植过程中用生根粉和硫酸二氢钾及适量尿素进行稀释浇灌，四周开排水沟。同时搭外围树架及遮阴网、安装喷雾系统，必要时挂吊瓶补充营养液，投入古树的养护工作。视降雨和虫害情况定期进行浇水、除虫、施肥，每周监测记录古树的抽枝成活状况。移栽半年后由林业部门对古树移植进行验收，成功移植的古树应重新挂牌、建档管理。

6.4.1.2 金荞麦保护措施

评价区有国家Ⅱ级重点保护野生植物金荞麦 2 处共计约 4m²，共 35 株。2 处均位于淹没区内，其中 1 处 3m²，25 株位于坝址左坝肩附近，淹没线以下约 7m；另一处 1m²，10 株位于坝址左坝肩附近，淹没线以下约 4m。为保护金荞麦资源，减小工程实施对金荞麦的破坏，建议对金荞麦实施迁地保护。

根据金荞麦的生长特性，其迁地保护方式主要为移栽、种子繁殖和无性繁殖等。

（1）移栽时间

秋冬季节，金荞麦地上茎叶枯萎时进行采挖，将根刨出，除净泥土，将部分健壮、无病害的根茎取出作种用，或者在果期收集其种子，然后栽培到周边环境相似区域。为保证移栽金荞麦的成活率，结合具体工程布置，坝址下游右岸业主营地海拔相近，土壤类型相似，水源光照较为充足，排水条件良好，与原生长环境相似且便于后期养护，建议在优先将两处金荞麦移植到业主营地，并在业主营地中建立金荞麦保护小区妥善保护。

（2）繁殖方式

一般种子繁殖或根茎繁殖。

种子繁殖：春、秋播均可，以春播为好。春播在 4 月间，整地开沟，播种盖土耙平，播后保持土壤湿润，20 天左右就可见苗。秋播宜在 10、11 月之间，播后最好盖上草保暖越冬。

块茎繁殖：春季植物萌发前，将根茎挖出，选根茎的幼嫩部分及根茎芽苞作繁材，取健康根茎切成小段，栽好，盖土压实，扦插繁殖。

此外，在项目建设中，施工单位应注意识别珍稀植物资源，加强珍稀植物保护宣传工作，一旦在施工中遇到保护植物，应立即向林业部门汇报，协商采取妥善措施后才能进行下一步施工。

6.4.1.3 生态影响的避让、减缓和补偿措施

(1) 避让措施

1) 优化工程布置, 由于评价区林地、在枢纽工程评价区主要分布于坝址左岸的大龙头村、周家寨及坝址右岸野鸡湾、天生桥~垮山沟~撕栗坪村等地; 供水灌溉工程评价区内林地主要分布于邵家桥隧洞大龙头村段~北干管德胜关村段~关中坝等地。工程选址应尽量避免占用该区域林地, 应尽量选择荒地、未利用地, 减少对沿线自然生态和植被的破坏。

2) 优化施工方案, 项目料场、弃渣场、加工系统、坝址等工程的设置要在最大限度上做到挖填平衡, 减少土石方远距离调运, 尽可能地减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失等对植被的破坏。

3) 保护区域农业植被, 评价区农业生态系统多分布于供水灌溉工程区, 该区域施工便道及临时用地要采取“永临结合”的方式, 尽量缩小范围, 减少对耕地的占用; 优化施工时序, 在供水灌溉工程区施工时建议在农作物收获后施工。

4) 加强森林防火工作, 对施工人员和周边的居民进行宣传教育设置警示牌, 严禁携带火种进山, 严防放火烧荒。避免对林地的损毁。

(2) 减缓措施

1) 加强森林资源保护。防止在评价区森林资源的滥砍乱伐和过量采伐林木及毁林开荒等不良现象发生, 保护和培育现有森林。

2) 划定施工活动范围, 加强施工监理工作。确保施工人员在征地范围内活动, 从而减轻非施工因素对周围植物及植被的占用与压踏。

3) 设置警示牌, 施工期间, 在各主要施工区、生态敏感区及植被较好的的地段设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围, 禁止越界施工占地或砍伐林木, 尽量减少占地造成的植被损失。

4) 防止外来入侵种的扩散。加大宣传力度, 对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传; 对现有的外来种, 利用工程施工的机会, 对有种子的植物要现场烧毁, 以防种子扩散, 在临时占地的地方要及时绿化等。

5) 加强宣传教育活动, 强化对现有生态的保护。施工前印发生态保护手册, 加强对施工人员的法律和生态保护知识的宣传教育, 强化生态保护意识。

6) 加强植物检疫。在施工建设过程中要加强包装材料的检疫工作, 防止森林病虫害的爆发。

(3) 补偿措施

1) 大力实施封山育林措施, 促进本区域植被的自然恢复。在库周地势陡峭的灌丛和灌草丛集中分布区划定封山育林区, 设置明显的标志, 采取行之有效的封禁措施, 并配以人工促进措施, 促进灌丛、灌草丛向森林植被的顺向演替。

2) 积极开展退耕还林工作, 通过退耕还林增加森林面积与质量可有效预防水土流失。本工程施工期及运营期应对评价区坡度大于 25° 、土壤侵蚀严重的坡耕地进行退耕还林。

3) 植树造林。通过植树造林, 评价区以灌丛及灌草丛为主的植被类型将向森林植被类型演替, 区域内植被覆盖率增加, 生产力升高, 植被类型多样化, 群系结构及物种组成复杂。因此, 运营期建议在库区、输水管道附近草地及未利用地上进行植树造林活动。

6.4.1.4 生态影响恢复措施

(1) 修复原则

① 保护原有生态系统原则

工程占地区河谷地带受人为活动干扰较强, 河谷阶地或台地上多已被开垦, 承受外来因子干扰和冲击的能力较差。因此植被修复过程中, 必须尽量保护施工占地区原有河谷山地体系的生态环境, 尽量以土著植被为主体的陆生生态系统。

② 保护生物多样性原则

植被修复措施不仅考虑植被覆盖率, 而且需要在利用当地原有物种的情况下, 尽量使物种多样化, 避免单一。

③ 保护耕地资源原则

工程建设对区域耕地资源影响较大, 耕地主要集中在沟谷地带, 可利用的土地范围十分狭窄, 土地资源极为珍贵。因此, 占用耕地区应尽量恢复原有耕地资源。

(二) 生态技术要点

施工结束后, 对耕地及草地区应进行场地清理、土地整治后采取复垦或者抚育的方式恢复生境。林地上植被恢复时应在“适地适树、适地适草”的原则下, 树种、草种的选择当地优良的乡土树种草种为主, 适当引进新的优良树种草种, 保证绿化栽植的成活率。根据当地的气候特点, 在植被恢复措施中应注意的技术要点有:

①保护原有生态系统: 此在植被修复过程中, 必须尽量保护施工占地区原有体系的生态环境, 尽量发展以针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛植被为主体的陆生生态系统。

②选择适宜的恢复物种：根据评价区生态环境的特点，在枢纽工程评价区植被恢复时乔木可选择柏木、樟、化香树、响叶杨等，灌木可选择火棘、黄荆等，草本植物可选择白茅、狗牙根等，藤本植物可选择爬山虎等；在供水灌溉工程区植被恢复时乔木可选择马尾松、樟、响叶杨等，灌木可选择小叶女贞、火棘等，草本植物可选择白茅、狗牙根等，藤本植物可选择忍冬等。这些植物皆为评价区常见种，且可起到较好的水土保持的作用。

③ 根据水分条件、岩土组成及地貌条件进行植被恢复：根据评价区植被分布特点，枢纽工程评价区河谷下部植被恢复时尽量选择水麻、窄叶蚊母树、水芹等植物，枢纽工程评价区河谷两岸应尽量选用化香树、黄连木、火棘等进行植被恢复，在河谷两岸山脊应尽量选用马尾松、枫香树、响叶杨等进行植被恢复；在供水灌溉工程区低山平缓区域应尽量选用樟、刺槐、云实等进行植被恢复，在山坡中上部应尽量选用黄连木、响叶杨、柏木等进行植被恢复。

④根据立地条件进行植被恢复：在枢纽工程评价区清渡河两侧坡度较大的坡地，基本无法进行人工植被恢复，应进行封育管理，使植被自然恢复；在近地面生境条件恶劣或制约着人工植被恢复的地段应选择适应性强、繁殖力强、覆盖力强的速生草本植物，在其迅速覆盖地表后再发展多层次多种结构的人工混交植被。

混交模式必须遵循：混交类型以灌木及草本植物为主，在砾石层坡地及其它水份条件较好的地段，可建立乔木、灌木及草本植物的人工混交植被，但必须控制乔木的比例；进行多林草种的搭配，建立稳定的多样性人工植被，多林草搭配应注意豆科和非豆科、阴性和阳性植物的搭配，混交方式以行间混交为主。

（3）具体植被恢复措施

① 各区植被恢复方式

枢纽区植物恢复措施详见表 6.4.1-1，供水灌溉区植物恢复措施详见表 6.4.1-2。

表 6.4.1-1 枢纽工程区植物恢复措施体系表

分区		措施
大坝枢纽区		坝肩发电厂房绿化，坝顶以上边坡采取挂护坡固定网+客土喷播植草绿化，贴近边坡坡面采用加筋麦克垫固定网+液压喷播绿化
		边坡马道外侧砌筑浆砌石边墙，墙内侧填土植树
		隧洞开挖边坡采用挂固定网喷灌草植被护坡
永久办公生活区		场地内景观绿化美化
施工生产生活区		大坝下游右岸施工区景观绿化
		大坝上游正常蓄水位以上施工区及其他场地林草恢复
交通道路区	永久道路区	开挖上边坡采用挂加筋麦克垫+高次团粒喷播绿化
		下边坡采用挂三维植被网+厚层基质喷播绿化

表 6.4.1-1 枢纽工程区植物恢复措施体系表

		永久道路路旁绿化美化
	临时道路区	边坡采用客土液压喷播植灌草绿化 路面覆土整地，林草恢复
料场区		边坡台阶砌土槽种植攀缘悬挂植物
		场地林草恢复
		开采平台景观绿化
移民安置区		安置点内绿化美化
		渣场林草恢复
专项设施 复建区	交通复建区	交通桥周边、道路两侧路旁绿化
	输变电及光缆复建区	植被恢复

表 6.4.1-2 供水灌溉工程区植物恢复措施体系表

项目区		措施类型
输水线路区	管道区	根据管道原占地类型耕地归还农户耕作，非耕地植草植被恢复
	隧洞区	洞口岩壁底部及顶部种植藤本植物，其他区域林草恢复
	泵站区	边界栽植常绿灌木作为绿篱，场内绿化
施工生产生活区		林草恢复
交通道路区		林草恢复
渣场区		林草恢复

B 具体恢复措施

(1) 枢纽工程区

1) 大坝枢纽区

① 坝肩发电厂房绿化：

坝顶以上的边坡采取挂护坡固定网+客土喷播的方式进行绿化。贴近边坡坡面采用加筋麦克垫固定网+液压喷播机先喷播人工土壤，再喷播育苗基质，喷播时自上而下，分段、分层次进行；喷播育苗基质后，应遮荫浇水防止水份蒸发；根据气温、降水、病虫害、灌木种类等情况，对坡面进行养护。

② 边坡台阶砌土槽植树

边坡马道外侧砌筑浆砌石边墙，边墙高 50cm，厚 30cm，墙内侧填土，土厚 50cm，土槽内交替单排种植油麻藤和迎春花，株间距 0.5m。

③ 隧洞出口边坡绿化

枢纽区隧洞出口洞脸采用挂固定网喷灌草植被护坡，基质喷厚大于 10cm。

2) 永久办公生活区景观绿化美化

选用香樟、雪松、广玉兰、紫薇、枫香、木槿、女贞、樱花树、海桐球、金叶女贞等景观树种，待苗木生长稳定后，对裸露地铺种草皮，防治松散裸地水土流失。乔木或大型灌木在未正式种植前需假植，种植后需对树木支撑并绑扎草绳。后期建设方可布置

花坛，点缀宣传栏、画廊、座椅、景观照明等建筑小品，形成一个优美的人流集散、公共休息、活动的场所。

3) 施工生产生活区

① 大坝下游右岸施工区景观绿化

施工结束清理场地后，对场地进行覆土整地，进行环境绿化美化，可以作为大坝的观景平台，该区选用香樟、紫薇、枫香、木槿、女贞、樱花树、桂花、红叶李等树形美观带有观赏性的树种，辅以美观的地面生态砖铺装，裸露地撒播狗牙根草籽。既治理了水土流失，又利用场地达到景观平台的效果。

② 大坝上游正常蓄水位以上施工区林草恢复

大坝上游正常蓄水位之上以及周围布置的供水、供电系统占地进行林草恢复，需要覆土整地，种植香樟、枫香、刺槐、红叶李、火棘等树形美观带有观赏性的树种，间距3m，品字型种植，空闲裸露地撒播狗牙根草籽，防治水土流失。

③ 大坝下游砂石加工系统占地进行林草恢复：对大坝下游砂石加工系统等占地进行林草恢复，待施工结束后覆土整地，选用刺槐、火棘交替栽种，挖坑种植。待苗木生长稳定后，对空闲裸露地撒播狗牙根草籽。

4) 交通道路区

① 永久道路区

边坡绿化：挂网+喷播灌草的方式进行边坡植被绿化措施。对于永久公路的上边坡可采用挂加筋麦草垫+高次团粒（厚层基质喷播）的措施；公路的下边坡可以采用挂三维网+厚层基质喷播（或覆土后液压喷播）的措施。挂网后用液压喷播机喷播灌草籽，带客土喷射厚度3cm，喷射完成后及时覆盖无纺布养护，并适时补浇充足的水分。

路旁绿化美化：永久道路沿线种植以香樟、悬铃木为主的行道树，交替种植，树下搭配红花榉木和小叶黄杨等灌木，交替单排种植，裸露地撒播狗牙根草籽。

② 临时道路区

道路边坡进行植被恢复，拟使用客土液压喷播植灌草绿化。

临时道路绿化恢复：待施工结束后，进行覆土整地，考虑对种植桃树进行绿化恢复，空闲裸露地撒播狗牙根草籽，防治水土流失。

临时道路林草恢复：保留路面，考虑在外侧种植行道树，选用杉木，在空闲裸露地撒播狗牙根草籽。

5) 料场区

料场开采结束后进行林草恢复，根据料场立地条件，对边坡台阶采用砖砌土槽种植常春油麻藤等攀缘悬挂植物，场地宜选择速生、耐瘠、耐旱、对土壤要求不严的树种。选用青冈栎、杉木、刺槐、火棘混种。待苗木生长稳定后，对余下的空闲裸露地撒播狗牙根草籽。

6) 渣场区

渣场底部占有水田，土壤肥沃，为充分利用土壤资源，大坝渣场堆渣前应剥离表土，剥离厚度为 0.5m。枢纽区渣场在水库蓄水后会被淹没，虽不需要进行回覆表土，但表土资源弥足珍贵，这部分表土可以保存起来供其它需求。

本渣场位于库区死水位以下，水库蓄水后将被淹没，不需要布置植物措施

7) 移民安置区

在安置点的四周及进场道路两边栽植香樟、小叶女贞，穴状整地，带土球种植，小叶女贞株距 0.3m，香樟株距 5m。在渣场及边坡种植刺槐并撒播狗牙根草籽。

8) 专项设施复建区

交通复建区：交通桥周边、道路两侧空闲裸露地撒播草籽进行自然恢复，草种混播，选用狗牙根、黑麦草和三叶草；在道路两侧具有种植条件的地段，种植行道树，树种以高大乔木为主，推荐选用香樟、女贞；采用乔灌木搭配的种植模式，行道树间种植灌木，灌木选用小叶女贞和小叶黄杨。

输变电及光缆复建区：输变电及光缆复建区在空闲裸露地上撒狗牙根草籽。

(2) 供水灌溉工程区

1) 输水线路区

① 管道区：根据占地类型，原占地为耕地的建议撒播紫云英草籽培肥土壤，提高地力，将土地归还给农户进行耕作；原占地为非耕地的考虑植被恢复，撒播狗牙根草籽。。

② 隧洞区

在洞口岩壁底部栽植常春油麻藤和蔷薇，顶部栽植迎春花的方式进行绿化；其他区域进行林草恢复，乔木选用刺槐、火棘交替栽种。待苗木生长稳定后，对余下的空闲裸露地撒播狗牙根草籽。

③ 泵站区

施工结束后，在泵站及高位水池征地范围边界栽植常绿灌木大叶黄杨、小叶黄杨、小叶女贞、紫叶小檗作为绿篱。场内选用香樟、女贞、桂花混搭栽种，待苗木生长稳定后，对余下的空闲裸露地撒播狗牙根草籽。

2) 施工生产生活区

原占地为耕地的考虑撒播紫云英草籽培肥土壤，提高地力，将土地归还给农户进行耕作，原占地为非耕地的考虑林草恢复，有景观要求的区域可选用香樟、女贞、球花石楠，其他区域选用刺槐、杉木，分块交替栽种。待苗木生长稳定后，对余下的空闲裸露地撒播狗牙根。

3) 交通道路区

原占地为耕地的建议撒播紫云英草籽培肥土壤，提高地力，将土地归还给农户进行耕作，撒播紫云英草籽；原占地为非耕地的考虑林草恢复，有绿化要求的区域可选用香樟、女贞、球花石楠，其他区域选用旱冬瓜、青冈栎、杉木，分块交替栽种。待苗木生长稳定后，对余下的空闲裸露地撒播狗牙根。

4) 渣场区

渣场堆渣坡面采用三维网植草网+液压喷播植草的方式恢复植被。对于不进行复耕的渣场进行林草恢复，采用乔、灌木行间混交，乔木选用刺槐，灌木采用火棘和油麻藤。待苗木生长稳定后，撒播狗牙根草籽。

6.4.2 陆生动物保护措施

6.4.3.1 陆生动物保护措施

(1) 避让措施

1) 枢纽工程施工及供水输水线路的隧洞工程施工等大型作业及爆破活动要避开动物活动的高峰期。野生鸟类和兽类大多是晨昏或夜间觅食，正午是鸟类休息的时间。为了减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午开山施炮。

2) 弃渣场、料场、施工场地、临时便道等临时占地，优先避评价区内植被较好的区域，严禁越界施工，尽量少破坏动物生境。

3) 施工时的废水严禁不经处理的直接排放，建筑物及其他材料堆放好，建议采取临时防风、防雨设施；对施工运输车辆应采取遮挡措施，尤其是运输水泥等材料时，避免废水、废渣及废弃对周围动物生境的破坏。

4) 蓄水前搜救。库区淹没将直接破坏和占用动物生境，蓄水前库底清理时将砍伐淹没水位线下的林木，为避免对野生动物的直接伤害，在水库库底清理时同步进行野生

动物的搜救工作，由建设单位报告当地野生动物主管部门，委托具有相关资质及技术水平的单位（例如野生动物救护部门）进行救护。

（2）减缓措施

1）施工期间加强料场、弃渣场防护，防止水土流失。加强施工人员的各类卫生管理，避免生活污水的直接排放，减少水体污染。

2）在工程施工过程中，要采用有效方法去除油污，合理处理生产废水、弃渣及施工人员生活污水等污染物，严禁直接排入附近水域，避免污染两栖爬行类、涉禽以及傍水型鸟类的生境。施工期间的废水达标处理后回用或排放。生活污水采用化粪池进行处理，委托地方环卫部门定期清运，不外排。含油污水收集后经隔油池和油水分离器处理，出水排放，废油由有相关资质的单位回收处理。基坑废水采用向基坑中投加絮凝剂进行絮凝沉淀和酸性中和的方法，基坑废水静置沉淀后外排。

3）对施工期产生的扬尘污染，需严格执行以下措施加以消减，减缓扬尘对鸟类的影响。配备洒水车，定期在易产生扬尘污染的土石路面和多粉尘施工区洒水降尘；爆破前向预爆体表面洒水，湿润表面，以便减少爆破时产生的粉尘；爆破后马上进行洒水喷雾，控制粉尘蔓延，最大限度地减少粉尘的产生量；散装水泥采用罐装封闭运输，避免运输期间的漏洒现象。

4）鉴于鸟类对噪声、振动和施工灯光特殊要求，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛。防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器。

5）施工期间，在各主要施工作业区设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物，尽量减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。

（3）恢复和补偿措施

1）由于工程修建和水库蓄水占用了野生动物的生境，其觅食范围也相应减小，工程完工后所占据的临时用地如弃渣场、料场、临时道路、施工人员生活区等区域的植被恢复工作应尽快进行，并结合动物栖息地进行。以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

2）生产安置或集中居民点安置区的空隙种植一定数量的树木（灌丛），施工营地、弃渣场、料场等临时占地通过水土保持植物措施及时进行绿化，为鸟类和其他野生动物提供栖息环境。

（4）管理措施

1) 在施工的过程中, 施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》, 严禁在施工区及其周围捕猎野生动物, 特别是重点保护野生动物。在施工前, 组织施工人员学习有关国家法律和法规, 确保野生动物的保护落实到每一个环节。

2) 组织施工人员及周边村民开展鸟类保护行动, 对于非法猎捕鸟类的个人及组织交予当地林业、公安等部门。

3) 部分啮齿目鼠类等自然疫源性疾病的传播者, 而银环蛇、尖吻蝮等属毒蛇。施工期及运营期既要维护自然生态系统的食物链连接关系, 又要重视对非工程区的人、畜和工程施工人员毒蛇咬伤防治和防疫工作。

4) 加强工程区的生态环境的监控和管理。加强工程区的生态环境的监控和管理, 防止施工活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏、水环境污染和森林火灾等对当地生物多样性的破坏。

6.4.3.2 重点保护动物保护措施

(1) 国家重点保护动物保护措施

评价区范围内陆生脊椎动物中, 未发现国家 I 级重点保护野生动物分布, 有国家 II 级重点保护野生动物 11 种: 鸳鸯、黑鸢、雀鹰、红隼、草鸺、斑头鸺鹠、普通鵟、鹊鹞、红腹锦鸡、穿山甲和小灵猫。工程对其影响主要是噪声、施工活动等影响。

针对保护动物鸳鸯, 采取以下保护措施:

- 1) 严禁施工人员的猎捕;
- 2) 严格管理废水、废气及生活污水的排放, 加强施工监理和生态监测。

针对黑鸢、雀鹰、红隼、草鸺、斑头鸺鹠、普通鵟、鹊鹞等 7 种保护鸟类, 采取以下保护措施:

- 1) 水库蓄水前如发现其幼鸟, 应采取保护措施;
- 2) 加强施工管理, 严禁施工人员猎杀、破坏鸟巢;
- 3) 施工区夜间停止施工, 减少噪声、施工灯光影响;
- 4) 施工迹地及时恢复, 营造栖息生境;
- 5) 在鸟类繁殖期间, 如发现成鸟和幼鸟, 应及时上报并采取保护措施。

针对红腹锦鸡、穿山甲、小灵猫等 3 种保护动物, 采取保护措施:

- 1) 增加林地面积, 加强林区监管和维护, 严禁施工人员的猎捕;
- 2) 在施工过程中, 若发现受伤的野生保护动物, 应立即上报相关部门并采取积极的救助措施。

除了采取以上保护措施外，还要重点加强有关野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义，法律责任等。

表 6.4.2-1 评价区重点保护动物保护措施一览表

中文名、拉丁名	居留型	保护级别	分布区域	保护措施
鸳鸯 <i>Aix galericulata</i>	留	国家 II 级	乐茂江等水域	严禁施工人员的猎捕；严格管理废水、废气及生活污水的排放，加强施工监理和生态监测。
黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	留	国家 II 级	活动范围广泛，评价区林缘、灌丛、河谷等生境	水库蓄水前如发现其幼鸟，应采取保护措施；加强施工管理，严禁施工人员猎杀、破坏鸟巢；施工区夜间停止施工，减少噪声、施工灯光影响；施工迹地及时恢复，营造栖息生境。在鸟类繁殖期间，如发现成鸟和幼鸟，应及时上报并采取保护措施。
雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	冬	国家 II 级		
普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	冬	国家 II 级		
红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	留	国家 II 级		
鹊鹞 <i>Circus melanoleucos</i>	冬	国家 II 级		
草鸮 <i>Tyto capensis</i>	留	国家 II 级		
斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	留	国家 II 级	活动范围广泛，评价区林缘、灌丛、河谷等生境	增加林地面积，加强林区监管和维护，严禁施工人员猎捕。在施工过程中，若发现受伤的野生保护动物，应立即上报相关部门并采取积极的救助措施。
红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	留	国家 II 级		
穿山甲 <i>Manis pentadactyla</i>	—	国家 II 级		
小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	—	国家 II 级	万圣山森林公园	

(2) 贵州省省级重点保护动物保护措施

评价范围内有贵州省级重点保护野生动物有 35 种，其中两栖类 12 种，爬行类 12 种，鸟类 9 种，兽类 2 种。施工和运行期间严格按照上述相应的生态避让、减缓、恢复、补偿和管理措施进行。

对省级重点保护动物的保护措施包括：

1) 严格避免生产生活污水的直接排放破坏两栖动物的栖息环境，严禁施工人员对蛙类的捕抓。尽量避免在冬季蛙类冬眠期爆破惊扰其正常的冬眠。

2) 避免在蛇类冬眠时使用炸药爆破惊扰其正常的冬眠；禁止施工人员对各种蛇类的捕抓；灌区预留相应的动物通道，以便这些小型爬行类的“交流”；增加林地和灌草丛面积，为这些爬行类提供更多适宜的栖息环境。

3) 鸟类对噪声、振动和施工灯光十分敏感，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛，防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器；工期严禁施工人员抓捕幼鸟，严禁故意惊扰、破坏鸟

巢的行为。野外如遇受伤个体应与野保部门及时联系。

4) 兽类活动范围受施工占地影响, 施工噪声、振动等对其产生惊扰, 严格进行施工范围和施工人员管理, 加强林区监管和维护, 严禁施工人员猎捕。在施工过程中, 若发现受伤的野生保护动物, 应立即上报相关部门并采取积极的救助措施。

表 6.4.2-2 贵州省省级重点保护野生动物的保护措施

中文名、拉丁名	区系类型	数量	分布区域	保护措施
1. 华西雨蛙 <i>Hyla annectans</i>	东洋种	+	评价区近水山林中	严格避免生产生活污水的直接排放破坏两栖动物的栖息环境，严禁施工人员对蛙类的捕抓。尽量避免在冬季蛙类冬眠期爆破惊扰其正常的冬眠。
2. 斑腿泛树蛙 <i>Polypedates megacephalus</i>	东洋种	++		
3. 粗皮姬蛙 <i>Microhyla butleri</i>	东洋种	+	评价区灌草丛、林地附近	
4. 饰纹姬蛙 <i>Microhyla ornata</i>	东洋种	++		
5. 小弧斑姬蛙 <i>Microhyla heymonsi</i>	东洋种	++	评价区近稻田、水坑或沼泽或草丛中	
6. 镇海林蛙 <i>Rana zhenhaiensis</i>	东洋种	++	评价区丘陵至海拔2000m 以下的山区	
7. 黑斑侧褶蛙 <i>Pelophylax nigromaculata</i>	广布种	+++	评价区水域及农田附近	
8. 沼水蛙 <i>Hylarana guentheri</i>	东洋种	++		
9. 弹琴蛙 <i>Rana adenopleura</i>	东洋种	+		
10. 泽陆蛙 <i>Fejervarya limnocharis</i>	东洋种	+++	评价区广泛分布	
11. 棘胸蛙 <i>Paa spinosa</i>	东洋种	+	评价区近水灌草丛、林地附近	
12. 棘腹蛙 <i>Rana boulengeri</i>	东洋种	+		
13. 翠青蛇 <i>Eutechinus major</i>	东洋种	++	评价区靠近水源的灌林、草丛中	避免在蛇类冬眠时使用炸药爆破惊扰其正常的冬眠；禁止施工人员对各种蛇类的捕抓；增加林地和灌草丛面积，为这些爬行类提供更多适宜的栖息环境。
14. 赤链蛇 <i>Dinodon rufozonatum</i>	广布种	++		
15. 王锦蛇 <i>Elaphe carinata</i>	东洋种	++		
16. 玉斑锦蛇 <i>Elaphe mandarina</i>	东洋种	+		
17. 黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>	东洋种	+++		
18. 虎斑颈槽蛇 <i>Rhabdophis tigrinus</i>	广布种	++		
19. 乌梢蛇 <i>Zaocys dhumnades</i>	东洋种	++		
20. 银环蛇 <i>Bungarus multicinctus</i>	东洋种	+	评价区山区、丘陵山地及平坝多水处及灌木林	
21. 尖吻蝮 <i>Deinagkistrodon acutus</i>	东洋种	+	评价区靠近水源的灌林、草丛中	
22. 山烙铁头蛇 <i>Ovophis monticola</i>	东洋种	+	评价区灌木丛及杂草中及住屋周围	
23. 原矛头蝮 <i>Protobothrops</i>	东洋种	+	评价区靠近水源的	

表 6.4.2-2 贵州省省级重点保护野生动物的保护措施

<i>mucrosquamatus</i>			灌林、草丛中	
24. 竹叶青蛇 <i>Trimeresurus stejnegeri</i>	东洋种	++	评价区近水山林中	
25. 四声杜鹃 <i>Cuculus micropterus</i>	东洋种	++	评价区各近水山林、灌丛地	鸟类对噪声、振动和施工灯光十分敏感，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛，防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器；工期严禁施工人员抓捕幼鸟，严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。野外如遇受伤个体应与野保部门及时联系。
26. 大杜鹃 <i>Cuculus canorus</i>	广布种	+		
27. 噪鹛 <i>Eudynamys scolopacea</i>	东洋种	+		
28. 戴胜 <i>Upupa epops</i>	广布种	+	评价区林缘、河谷、农田、草地、村寨等开阔地	
29. 蚁鴛	古北种	+		
30. 斑姬啄木鸟 <i>Picumnus innominatus</i>	东洋种	+	评价区低海拔林中广泛分布	
31. 灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>	广布种	+		
32. 黑枕黄鹂 <i>Oriolus chinensis</i>	东洋种	+		
33. 大山雀 <i>Parus major</i>	广布种	++		
34. 小麂 <i>Muntiacus reevesi</i>	东洋种	+	评价区低山丘陵地区灌丛	严格进行施工范围和施工人员管理，加强林区监管和维护，严禁施工人员猎捕。在施工过程中，若发现受伤的野生保护动物，应立即上报相关部门并采取积极的救助措施。
35. 毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	东洋种	+	评价区林缘以及耕作区附近	

④ 防止外来入侵种的扩散。目前防止外来物种入侵的方法主要有植物检疫、人工方法防治、化学方法防治、生物防治等。结合工程特点，要求加大宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有种子的植物要现场烧毁，以防种子扩散，在临时占地的地方要及时绿化等。

运行期，建设单位应配专人严格监视水库的水面，当水面出现外来入侵植物，一经发现应及时组织人工进行打捞或拔除。

6.4.1.4 生态影响恢复措施

(1) 修复原则

①保护原有生态系统的原则 乡土植物优先原则

工程占地区河谷谷底地带历史人为活动强烈，稍平坦的河谷阶地或台地上多已被开垦，河谷坡地陡坡耕种亦较为常见，属于典型的“生态环境脆弱带”，承受外来因子干扰和冲击的能力较差。

因此植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区原有河谷山地体系的生态环境，尽量以土著植被为主体的陆生生态系统。在植物的选配上优先

6.4.3 陆生动物保护措施

6.4.3.1.避让措施

(1) 枢纽工程施工及供水输水线路的隧洞工程施工等大型作业及爆破活动要避开动物活动的高峰期。野生鸟类和兽类大多是晨昏或夜间觅食，正午是鸟类休息的时间。为了减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午开山施炮。

(2) 弃渣场、料场、施工场地、临时便道等临时占地，优先避评价区内植被较好的区域，严禁越界施工，尽量少破坏动物生境。

(3) 施工时的废水严禁不经处理的直接排放，建筑物及其他材料堆放好，建议采取临时防风、防雨设施；对施工运输车辆应采取遮挡措施，尤其是运输水泥等材料时，避免废水、废渣及废弃对周围动物生境的破坏。

(4) 蓄水前搜救。库区淹没将直接破坏和占用动物生境，蓄水前库底清理时将砍伐淹没水位线下的林木，为避免对野生动物的直接伤害，在水库库底清理时同步进行野生动物的搜救工作，由建设单位报告当地野生动物主管部门，委托具有相关资质及技术水平的单位（例如野生动物救护部门）进行救护。

6.4.3.2 减缓措施

(1) 施工期间加强料场、弃渣场防护，防止水土流失。加强施工人员的各类卫生管理，避免生活污水的直接排放，减少水体污染。

(2) 在工程施工过程中，要采用有效方法去除油污，合理处理生产废水、弃渣及施工人员生活污水等污染物，严禁直接排入附近水域，避免污染两栖爬行类、涉禽以及傍水型鸟类的生境。施工期间的废水达标处理后回用或排放。生活污水采用化粪池进行处理，委托地方环卫部门定期清运，不外排。含油污水收集后经隔油池和油水分离器处理，出水排放，废油由有相关资质的单位回收处理。基坑废水采用向基坑中投加絮凝剂进行絮凝沉淀和酸性中和的方法，基坑废水静置沉淀后外排。

(3) 对施工期产生的扬尘污染，需严格执行以下措施加以消减，减缓扬尘对鸟类的影响。配备洒水车，定期在易产生扬尘污染的土石路面和多粉尘施工区洒水降尘；爆破前向预爆体表面洒水，湿润表面，以便减少爆破时产生的粉尘；爆破后马上进行洒水

喷雾，控制粉尘蔓延，最大限度地减少粉尘的产生量；散装水泥采用罐装封闭运输，避免运输期间的漏洒现象。

（4）鉴于鸟类对噪声、振动和施工灯光特殊要求，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛。防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器。

（5）施工期间，在各主要施工作业区设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物，尽量减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。

（6）根据施工进度计划安排，工程总工期为 48 个月，本环评建议水库蓄水时间避开两栖爬行类的冬眠时期（即 10 月至翌年 3 月），降低动物直接淹没死亡的几率。

6.4.3.3.恢复和补偿措施

（1）由于工程修建和水库蓄水占用了野生动物的生境，其觅食范围也相应减小，工程完工后所占据的临时用地如弃渣场、料场、临时道路、施工人员生活区等区域的植被恢复工作应尽快进行，并结合动物栖息地进行。以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

（2）生产安置或集中居民点安置区的空隙种植一定数量的树木（灌丛），施工营地、弃渣场、料场等临时占地通过水土保持植物措施及时进行绿化，为鸟类和其他野生动物提供栖息环境。

6.4.3.4.管理措施

（1）在施工的过程中，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是重点保护野生动物。在施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

（2）组织施工人员及周边村民开展鸟类保护行动，对于非法猎捕鸟类的个人及组织交予当地林业、公安等部门。

（3）部分啮齿目鼠类等自然疫源性疾病的传播者，而银环蛇、尖吻蝮等属毒蛇。施工期及运营期既要维护自然生态系统的食物链连接关系，又要重视对非工程区的人、畜和工程施工人员毒蛇咬伤防治和防疫工作。

(4) 加强工程区的生态环境的监控和管理。加强工程区的生态环境的监控和管理，防止施工活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏、水环境污染和森林火灾等对当地生物多样性的破坏。

6.4.3.5 重点保护动物保护措施

对于 11 种国家重点保护动物，除了进行一般动物的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义，法律责任等。

表 6.4.3-1 评价区重点保护动物保护措施一览表

中文名、拉丁名	居留型	保护级别	保护措施
1. 鸳鸯 <i>Aix galericulata</i>	留	国家Ⅱ级	严禁施工人员的猎捕；严格管理废水、废气及生活污水的排放，加强施工监理和生态监测。
2. 黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	留	国家Ⅱ级	水库蓄水前如发现其幼鸟，应采取保护措施；加强施工管理，严禁施工人员猎杀、破坏鸟巢；施工区夜间停止施工，减少噪声、施工灯光影响；施工迹地及时恢复，营造栖息生境。在鸟类繁殖期间，如发现成鸟和幼鸟，应及时上报并采取保护措施。
3. 雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	冬	国家Ⅱ级	
4. 红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	留	国家Ⅱ级	
5. 草鸮 <i>Tyto capensis</i>	留	国家Ⅱ级	
6. 斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	留	国家Ⅱ级	
7. 普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	冬	国家Ⅱ级	
8. 鹊鹞 <i>Circus melanoleucos</i>	冬	国家Ⅱ级	增加林地面积，加强林区监管和维护，严禁施工人员猎捕。
9. 红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	留	国家Ⅱ级	
10. 穿山甲 <i>Manis pentadactyla</i>	—	国家Ⅱ级	
11. 小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	—	国家Ⅱ级	增加林地面积，加强林区监管和维护，严禁施工人员猎捕。

6.5 水土流失防治措施

6.5.1 水土流失防治措施体系及总体布局

根据防治分区，针对各分区特点进行水土保持措施总体布置，尽可能将重点治理和面上防治相结合、生物措施与工程措施相结合、防治弃渣流失与治理土壤侵蚀相结合、水保方案措施与主体工程设施布局相结合，统筹安排各类水土保持措施，并经优化布局，形成完整的水土流失综合防治体系。

在具体布置防治措施时，把大坝枢纽区、供水灌溉工程区、交通道路区、料场区和渣场区作为防治的重点区域，建立以水土保持工程措施和植物措施相结合的生态恢复体系，最大限度地减少水土流失量。以工程措施为先导，发挥其速效性和控制性特点，为

后续植物措施的实施创造条件。在面、线上应尽可能多地布置林草措施，充分发挥其后效性和生态修复能力，确保区域生态系统在工程竣工后能维持现状功能，实现水土流失的全面治理，促进当地经济的可持续发展。

（一）水库枢纽工程

（1）大坝枢纽区

大坝坝肩及下游边坡、发电厂房、隧洞出口开挖边坡采用锚固+挂固定网喷灌草植被护坡，边坡马道砌筑土槽，土槽内种植小型乔木和灌木以增加边坡绿化；大坝下游平缓区域绿化恢复；局部布设临时防护措施。

（2）永久办公生活区

种植观赏性树木和花卉，在场地内布设绿化美化措施。

（3）施工生产生活区

考虑施工结束后进行林草恢复；将大坝枢纽区域剥离的表土集中堆放并做好临时拦挡、苫盖等保护措施；场地周边设临时排水沟。

（4）交通道路区

对道路边坡扰动范围铺三维植草网，再客土液压喷播灌草绿化；对永久道路种植树形美观的行道树，植入绿篱；对永久征地范围内的临时道路待施工结束后进行覆土整地、绿化恢复；对临时征地的道路待施工结束后保留路面，考虑在外侧种植行道树，裸露地林草恢复；对交通桥等施工中造成的水土流失采取临时拦挡措施。

（5）料场区

石料场开采边界布设截排水沟；开采结束后覆土整地，并作植被恢复；下边坡布设临时拦挡措施。

（6）渣场区

枢纽区渣场位于水库死水位以下，占地多为水田，土层较肥沃，堆渣前需剥离表土运至枢纽区渣场集中堆存；渣场采用浆砌石拦渣墙作为拦挡措施；周边布设截水沟；堆渣体须分层碾压；为避免施工期弃渣流失进入河道，采取干砌石护坡；施工结束渣场将被淹没，因此渣场不采取植物措施。

（7）移民安置区及专项设施复建区

根据移民安置意愿调查 75%的移民选择集中安置，25%的移民选择分散安置；结合地方相关规划及意见，搬迁人口本阶段均考虑进行集中安置。思南、印江两县政府本阶段初步规划选址分别初步选择在思南县天桥乡集镇安置点，孙家坝集镇集中安置点，思

南县城集中安置点以及印江县新寨乡的凯望村后靠进行集中安置、新寨集镇集中安置点以及印江县城集中安置点共计 6 个集中安置点。并分别对个安置点出具了确认函，各安置点初步安置规模分别为：

本阶段主体设计有典型设计安置点的规划设计方案，方案中有具备水土保持功能的措施（如浆砌石挡墙、截洪沟、排水系统、绿化美化等），并且有计划投资，因此水保不再重复设计，拟补充表土回覆和安置点渣场设计。移民安置区的水土保持投资纳入工程水土保持总投资中。

本阶段主体设计有主要专项设施复建的设计方案，交通复建部分主设考虑了道路路基挡墙、截排水沟等措施，有计划投资，因此水保不再重复设计，拟补充表土回覆、植物措施和临时防护措施。专项设施复建区的水土保持投资纳入工程水土保持总投资中。

（二）输水线路

（1）供水灌溉工程区

管线区待埋管结束后进行土地整治，撒播草籽进行迹地恢复。隧洞区考虑表土回覆并整地，对空闲裸露地进行林草恢复。泵站区考虑采用混凝土框格护坡+填筑植生袋绿化的方式对边坡进行植被恢复，场内设排水沟，顺接至周边自然沟道，考虑表土回覆，在建筑物周边、空闲地布设植物措施，绿化美化环境。各区域考虑布设临时拦挡、临时遮盖、临时排水沟。

（2）施工生产生活区

采取表土回覆并全面整地，原占地为非耕地的考虑林草恢复，施工期间布设临时拦挡、临时遮盖、临时排水沟、临时沉沙池措施。

（3）交通道路区

采取表土回覆并整地，原占地为非耕地的考虑林草恢复，布设临时拦挡、遮盖措施。

（4）渣场区

根据渣场类型进行防护治理，渣场下游修建浆砌石挡渣墙护脚、截水沟、沉沙池，施工前需对渣场进行表土剥离；施工结束后回覆表土进行植被恢复；布设临时拦挡、临时遮盖措施。

6.5.2 水土保持措施典型设计

6.5.2.1 水库枢纽工程防治措施设计

6.5.2.1.1 大坝枢纽区

本区包含了大坝枢纽及发电厂房，本方案主要针对正常蓄水位以上的坝肩边坡喷灌草护坡，对边坡马道砌筑土槽栽种灌木，开挖边线至征地边线之间的空地作景观绿化。

（1）坝肩、发电厂房绿化

大坝坝肩开挖边坡较高，主体设计在坝肩、发电厂房边坡均采用砂浆锚杆+挂网+喷砼的支护方式确保边坡的稳定。施工结束后，坝顶以上的边坡采取挂护坡固定网+客土喷播的方式进行绿化。

在贴近边坡坡面铺挂护坡固定网，固定网采用加筋麦草垫，采用液压喷播机先喷播人工土壤，再喷播育苗基质，喷播时自上而下，分段、分层次进行；喷播育苗基质后，应遮荫浇水防止水份蒸发；根据气温、降水、病虫害、灌木种类等情况，对坡面进行养护。

（2）边坡台阶砌土槽植树

考虑在边坡马道上砌筑土槽植树。在马道外侧砌筑浆砌石边墙，边墙高 50cm，厚 30cm，墙内侧填土，土厚 50cm，土槽内交替单排种植油麻藤和迎春花，株间距 0.5m。

（3）隧洞出口边坡绿化

枢纽区的隧洞出口洞脸采用挂固定网喷灌草植被护坡，基质喷厚大于 10cm。

（4）水库管理范围的绿化

水库管理范围未破坏的原植被保留，在裸露可绿化地表种植乔灌木，树种尽量选择速生及具有良好水土保持功能的当地树种，乔木选择柏木、栎树和刺槐，灌木选择火棘和杜鹃。

（5）临时防护措施

大坝枢纽区在施工中不可避免的扰动地表造成水土流失，采用草袋装土对施工中临时堆放的弃渣进行拦挡，草袋堆砌成 0.5m×1m 的断面。并采用深 0.4m，底宽 0.4m，坡比 1: 0.5 的梯形断面简易土沟排水。

6.5.2.1.2 永久办公生活区

根据主体设计资料，在大坝附近拟修建水源管理站，占地 2.15hm²。

结合地质、水工、施工、移民等相关专业，综合考虑坝址下游地形地貌，将业主营地设置在大坝右岸 2#拌合站位置，将鱼类增殖站设置在加工场地所在处的宽缓地带。

水土保持将对业主营地和鱼类增殖站进行观景平台、景观绿化相结合的综合设计方案。

业主营地区主要是工作人员办公生活的地方，水保措施在满足水土保持要求的前提下，融入景观绿化美化的思路，做到环境美观，布局宜人的效果。本区植被建设等级确定为 1 级。

鱼类增殖站可依据地形地势，依山台阶状布置，结合景观平台的需要进行景观绿化布置，本区植被建设等级确定为 1 级。

本区多选用香樟、雪松、广玉兰、紫薇、枫香、木槿、女贞、樱花树、海桐球、金叶女贞等景观树种，待苗木生长稳定后，对裸露地铺种草皮，防治松散裸地水土流失。

乔木或大型灌木在未正式种植前需假植，种植后需对树木支撑并绑扎草绳。

后期建设方可布置花坛，点缀宣传栏、画廊、座椅、景观照明等建筑小品，形成一个优美的人流集散、公共休息、活动的场所。

施工期剥离表土作为后期绿化美化的土源，集中临时堆置于该区域，周围设置临时拦挡措施。施工结束后进行整地，回覆表土进行绿化美化措施。

6.5.2.1.3 施工生产生活区

大坝下游 1#混凝土拌和站、木工加工厂占用了河道旁较为平缓的耕地，施工结束后应进行复耕。其他施工区以灌草地为主，间隙有部分坡耕地，原地形较陡，为增加大坝周边景观，考虑施工结束后将这部分施工区域全部进行林草恢复。林草恢复面积共计约 7.2hm²，林草恢复考虑液压喷播植草建立草坪，选择高羊茅、早熟禾和黑麦草。草坪内成片栽植侧柏、枫香、青冈栎和刺槐，需栽植侧柏、枫香、青冈栎和刺槐各 2000 株，液压喷播植草面积 70000m²。

6.5.2.1.4 交通道路区

(1) 永久道路区

本区控制水土流失的关键是：保证开挖路段的土、石方在开挖出来至回填利用的时间段内不发生向外流失。为确保公路路基的稳定和道路的安全运行，需对边坡进行防治，修建截排水沟拦截、引导雨水。需要注意的是在施工时，必须先拦挡，再回填，开挖后及时回填，建议截排水沟先期动工，保护下边坡的施工面不受地表径流的冲刷，降低土壤的流失。对开挖的边坡要及时处理、护坡，尤其在雨季不能让土质边坡暴露太久；对边坡稳定较好的地段尽量使用植物护坡；对稳定要求较高的考虑加大挡墙断面，必要时采用锚索抗滑桩、预应力锚索锚固保障边坡稳定。

通过对永久道路区的实际情况和水土流失分析预测，并结合水工、施工设计资料，维系公路安全运行的工程措施在保证主体安全的同时亦满足水土保持的要求（路堑路堤

挡墙、边坡锚固等不界定为水土保持工程），因此，水土保持防护措施主要是植物措施，在公路沿线种植行道树，裸露地表上撒播狗牙根草籽等植物措施。

① 道路边坡植被恢复

边坡被土石渣松散堆积物覆盖，在雨水不断冲刷下草籽无法依附，植被恢复困难。由于该区域边坡面积较大，拟使用挂网+喷播灌草的方式进行边坡植被绿化措施。对于永久公路的上边坡可采用挂加筋麦克垫+高次团粒（厚层基质喷播）的措施；公路的下边坡可以采用挂三维网+厚层基质喷播（或覆土后液压喷播）的措施。施工结束后进行边坡清理、平整坡面，将坡面浇湿，铺固定网或三维网，并用 U 型钉固定，采用土工绳按锯齿型缝合搭接。挂网后用液压喷播机喷播灌草籽，带客土喷射厚度 3cm，喷射完成后及时覆盖无纺布养护，并适时补浇充足的水分。

② 永久道路路旁绿化美化

植被恢复与建设级别确定为一级。在永久道路沿线种植以香樟、悬铃木为主的行道树，行道树株距 3m 交替种植，树下搭配红花榉木和小叶黄杨等灌木，交替单排种植，间距 1m，裸露地撒播狗牙根草籽。

③ 临时拦挡

边坡治理须加强临时防护力度，做到预防为主。道路路基在施工过程中，土石方易滚落到项目建设区外，造成水土流失，为减少施工中产生的水土流失，考虑在部分路堤边缘砌筑装满土的编织袋进行临时拦挡，尽量将路基施工过程中滚落到项目建设区外的土石量降到最小。一般按高度 0.6m，宽度 1.0m 堆垒。

（2）临时道路区

施工专业布设的左岸坝顶道路、溢洪道施工道路等，考虑施工结束后进行环境绿化美化；左右岸上游基坑公路，上游改建道路等均在水库淹没范围，不考虑恢复；石料场连接道路为临时占地，考虑保留路面，两侧裸露面林草恢复。

① 道路边坡植被恢复

边坡被土石渣松散堆积物覆盖，在雨水不断冲刷下草籽无法依附，拟使用客土液压喷播植灌草绿化。措施针对坝肩淹没线以上及坝址下游道路边坡进行植被恢复，淹没范围内道路不在恢复之列。

② 临时道路绿化恢复

针对除淹没外永久征地范围内的临时道路，待施工结束后，进行覆土整地，考虑对种植桃树进行绿化恢复，种植间距 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，品字形排列，空闲裸露地撒播狗牙根草籽，防治水土流失。

③ 临时道路林草恢复

针对属于临时占地的道路，由于周边有居民居住，待施工结束后，保留路面，考虑在外侧种植行道树，选用杉木，株行距 3m ，在空闲裸露地撒播狗牙根草籽。

④ 临时防治

采用编织袋装土进行拦挡，施工结束后拆除。一般按高度 0.6m ，宽度 1.0m 堆垒。

6.5.2.1.5 料场区

(1) 截排水措施

该石料场为独立山头，汇水面积很小，经计算考虑在料场开采之前，在开挖边界外侧（上坡侧） 3m 以外根据具体地形设截水沟，撇开坡面汇水，两侧边缘用排水沟排出，导入自然沟道，中间分段设急流槽。经水文计算，截排水沟断面尺寸深/底宽/上口宽 = $0.4\text{m}/0.4\text{m}/0.8\text{m}$ ，两壁和底部采用 C15 混凝土衬砌，砌体厚 0.3m ，砌体筑成后外侧回填夯实。为了避免截排水沟泄流时对下游产生过度冲刷，考虑在排水沟两出口处各设一座标准沉沙池，沉沙池尾部与自然沟道或道路排水边沟顺接。

(2) 土地整治

石料场施工结束后进行表土回覆，采取全面整地的方法进行土地整治。

(3) 植被恢复

分层开采结束后，对分级开采形成的台阶采用砖砌土槽种植攀缘悬挂植物，台阶外侧用砖砌 30cm 边墙，厚 25cm ，墙内侧填土。在土槽内侧种植常春油麻藤，土槽外侧栽植迎春花，形成“上攀下挂”的绿化方式，覆盖岩壁，恢复景观。采用两年生苗，挖坑种植，挖坑规格 $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ，种植间距 0.5m 。

由于石料场占地为灌木林和疏林地，故料场开采结束后，考虑进行林草恢复，根据料场立地条件，宜选择速生、耐瘠、耐旱、对土壤要求不严的树种。选用青冈栎、杉木、刺槐、火棘混种，苗木胸径 4cm ，树高 1.5m ，株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，品字型排列。待苗木生长稳定后，对余下的空闲裸露地撒播狗牙根草籽，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，防治松散裸土的水土流失。

④ 临时拦挡

考虑在石料场场地的下边坡临河面布设临时拦挡措施，主要是利用开挖的土方装袋后就地拦挡，回填时再拆袋回填，多余的土方在施工结束后拆除，用作绿化覆土。土袋拦挡的高度和宽度与地形和征地边线范围有关，一般按高度 0.6m，宽度 1.0m 堆垒。

6.5.2.1.6 渣场区

(1) 枢纽区渣场

本工程枢纽区设置 1 个弃渣场，位于大坝上游左岸河漫滩地，为保证渣场安全稳定，堆渣体必须由下往上分层堆放，至少按每 1m 进行碾压处理，同时渣体必须按 1:2 放坡，每堆置 10m 高设一级 2m 宽马道。为防止施工期间河水冲刷渣场，渣场坡面采用干砌石压坡防护。

① 拦渣墙

渣场采用浆砌石重力式拦渣墙作为拦挡措施，沿河布置，建基面高程 418m，堤顶高程 424.5m，堤高 6.5m，堤顶宽度 2.0m，堤底宽度 5.5m，埋深约 2-3m，拦渣墙长约 490m。弃渣堆放时，将粒径大于 50cm 的石渣堆放在拦渣墙前，有利于稳定和排水。弃渣在 424m 高程按 1:2 向后放坡，每堆置 10m 高设一级 2m 宽马道，渣面高程为 464m。渣场周围布置截水沟，排出渣场上游来水。

② 截水沟

在渣场周围修筑截水沟，排出上游沟道及坡面来水，两侧截水沟末端顺接排入河道中。

③ 表土剥离

渣场底部占有水田，土壤肥沃，为充分利用土壤资源，大坝渣场堆渣前应剥离表土，剥离厚度为 0.5m。枢纽区渣场在水库蓄水后会被淹没，虽不需要进行回覆表土，但表土资源弥足珍贵，这部分表土可以保存起来供其它需求。

④ 护坡

堆渣体按 1:2 放坡，堆渣体必须由下往上分层堆放，至少按每 1m 进行碾压处理。为防止施工期间雨水冲刷渣场，采用干砌石压坡防护。用干砌石或粒径大于 30cm 的石渣压护，厚度 0.5m，以提高坡面抗冲刷能力。

6.5.2.2 输水线路防治措施设计

6.5.2.2.1 供水灌溉工程区

根据水土流失防治分区，供水灌溉工程区分为管道区、隧洞区、泵站区 3 个防治亚区。

(1) 管道区

灌区管道采取埋管灌溉方式，管道在平面或立面转弯时设镇墩，表土置于沿线开挖放底层，先回填土石再填表土，不需单独考虑表土剥离、回覆。原占地为耕地的建议撒播紫云英草籽培肥土壤，提高地力，将土地归还给农户进行耕作，由于这部分临时占地征地移民专业已考虑土地复垦费，因此不再重复计列撒草、整地的措施费用；原占地为非耕地的考虑植被恢复，撒播狗牙根草籽，撒播密度 $150\text{kg}/\text{hm}^2$ ，待铺管结束后进行土地整治措施。在管线下边坡考虑临时拦挡。

(2) 隧洞区

1) 工程措施

隧洞区考虑覆土厚度 30cm ，表土回覆后进行土地整治。

2) 植物措施

需对隧洞区施工结束后余下的空闲裸露地进行林草恢复，防治其松散裸土的水土流失。洞口壁留下的灰色屏障和整体景观不够协调，在洞口岩壁底部栽植常春油麻藤和蔷薇，顶部栽植迎春花的方式进行绿化，间距 1m ，采用两年生苗，挖坑种植，挖坑规格 $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ 。其他区域进行林草恢复，乔木选用刺槐、火棘交替栽种，纯林株行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，品字型排列，均选用一年生裸根树苗，胸径 3cm ，树高 1.5m ，挖坑种植，规格为 $60\text{cm}\times 40\text{cm}$ 。待苗木生长稳定后，对余下的空闲裸露地撒播狗牙根草籽，撒播面积 0.8hm^2 ，撒播密度 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

考虑在场地的下边坡和临时堆渣堆料区域布设临时拦挡措施，主要是利用开挖的土方装袋后就地拦挡，回填时再拆袋回填，多余的土方在施工结束后拆除，用作绿化覆土。土袋拦挡的高度和宽度与地形和征地边线范围有关，一般按高度 0.6m ，宽度 1.0m 堆垒。在遇到降雨时可以采用土工布遮盖预防水土流失，并可用于后期植物养护。为防止场地内雨水漫流，采用简易人工开挖沟槽，过水断面为梯形断面，顶宽 0.5m ，底宽 0.3m ，深 0.2m ，修建排水沟时，开挖的土方就近堆放在排水沟内壁，并对沟壁和底碾平、压实。

(3) 泵站

1) 工程措施

① 边坡防护

对边坡按生态护坡进行考虑，根据主体设计资料，挖方边坡按 1: 0.75~1: 1 放坡。水土保持考虑在主体工程用锚杆+挂网的支护方式完成边坡稳定后，采用混凝土挂固定网+客土喷播的方式对边坡进行植被恢复。

②表土回覆

考虑覆土厚度 30cm，需回覆表土量 0.18 万 m³。

2) 植物措施

施工结束后，在泵站及高位水池征地范围边界栽植常绿灌木大叶黄杨、小叶黄杨、小叶女贞、紫叶小檗作为绿篱，均选用 2 年生苗，冠幅 50cm，灌高 60cm，株距 0.5m，单排沟植，挖沟规格槽宽×槽深 30cm×25cm，种植绿篱。

场内选用香樟、女贞、桂花混搭栽种，株行距 3m×3m，品字型排列，均选用 2 年生带土球树苗，胸径 4cm，树高 1.5m，土球直径 40cm，挖坑种植，规格为 60cm×40cm。待苗木生长稳定后，对余下的空闲裸露地撒播狗牙根草籽，撒播密度 80kg/hm²。

3) 临时措施

考虑在场地的下边坡和临时堆渣堆料区域布设临时拦挡措施，土袋拦挡的高度和宽度与地形和征地边线范围有关，一般按高度 0.6m，宽度 1.0m 堆垒。在遇到降雨时可以采用土工布遮盖预防水土流失，并可用于后期植物养护。为防止场地内雨水漫流，需临时排水沟约 50m，采用简易人工开挖沟槽，过水断面为梯形断面，顶宽 0.5m，底宽 0.3m，深 0.2m，修建排水沟时，人工开挖沟槽，开挖的土方就近堆放在排水沟内壁，并对沟壁和底碾平、压实。

6.5.2.2.2 施工生产生活区

施工生产生活区为临时占地，主体工程没有考虑防护措施，本方案结合工程实际设临时拦挡、排水、遮盖和植物恢复措施等，并统计工程量。

(1) 工程措施

施工生产生活区范围内的可绿化面积按 0.3m 计算覆土量，待表土回覆后采取全面整地的方法进行土地整治。

(2) 植物措施

原占地为耕地的考虑撒播紫云英草籽培肥土壤，提高地力，将土地归还给农户进行耕作，撒播密度 80kg/hm²；原占地为非耕地的考虑林草恢复，有景观要求的区域可选用香樟、女贞、球花石楠，其他区域选用刺槐、杉木，分块交替栽种，每 0.5hm²更换树种，

株行距 3m×3m，品字型排列。待苗木生长稳定后，对余下的空闲裸露地撒播狗牙根，防治松散裸土的水土流失，撒播密度 80kg/hm²。

（3）临时措施

考虑在场地的下边坡和临时堆渣区域布设临时拦挡措施，主要是利用开挖的土方装袋后就地拦挡，回填时再拆袋回填，多余的土方在施工结束后拆除，用作绿化覆土。土袋拦挡的高度和宽度与地形和征地边线范围有关，一般按高度 0.6m，宽度 1.0m 堆垒。在遇到降雨时可采用土工布遮盖预防水土流失，并可用于后期植物养护。为防止场地内雨水漫流，采用简易人工开挖沟槽，过水断面为梯形断面，顶宽 0.5m，底宽 0.3m，深 0.2m，修建排水沟时，开挖的土方就近堆放在排水沟内壁，并对沟壁和底碾平、压实。

6.5.2.2.3 交通道路区

交通道路区为临时占地，主体工程对工程、植物和临时措施均未考虑，水保将对其补充、完善，并统计工程量。

（1）工程措施

原占地为耕地的临时占地，移民专业已考虑土地复垦费，水保不再重复计列覆土和整地的措施费用。因此交通道路区范围内的可绿化面积按 0.3m 计算覆土量，待表土回覆后进行土地整治。

（2）植物措施

原占地为耕地的建议撒播紫云英草籽培肥土壤，提高地力，将土地归还给农户进行耕作，撒播紫云英草籽，撒播密度 80kg/hm²，由于这部分临时占地征地移民专业已考虑土地复垦费，因此水保不再重复计列撒草措施费；原占地为非耕地的考虑林草恢复，有绿化要求的区域可选用香樟、女贞、球花石楠，其他区域选用旱冬瓜、青冈栎、杉木，分块交替栽种，每 0.5hm²更换树种，株行距 3m×3m，品字型排列。待苗木生长稳定后，对余下的空闲裸露地撒播狗牙根，防治松散裸土的水土流失，撒播密度 80kg/hm²。

（3）临时措施

边坡治理须加强临时防护力度。道路路基在施工过程中，土石方易滚落到项目建设区外，造成水土流失，为减少施工中产生的水土流失，考虑在路堤边缘砌筑装满土的编织袋进行临时拦挡，尽量将路基施工过程中滚落到项目建设区外的土石量降到最小。一般按高度 0.6m，宽度 1.0m 堆垒。遇到降雨时可采用土工布自上而下覆盖边坡的方法预防水土流失，路基填筑完毕后，土工布还可用于边坡植被保湿处理。

6.5.2.2.4 渣场区

输水线路沿线的渣场已基本选定，共 21 个，总占地面积为 19.22hm²。将已选定的 21 个渣场分沟道型渣场和坡地型渣场。

（1）沟道型渣场措施设计

①表土剥离、回覆

本章节考虑堆渣前应尽可能地剥离表土，考虑表土剥离厚度 30cm，清运至渣场库尾表土堆存区域，作为堆渣结束后覆土土源。

②挡渣坝

堆渣前，根据渣场地形情况，在渣场下游坝口设置挡渣坝，最大坝高为 6m。弃渣在坝顶高程以上按 1:2 放坡至渣面，每堆高 10m 设一级 2m 宽马道。

③截水沟

拟在渣场周边修建截水沟引流，排入下游自然沟道，用于疏导坡面来水。冲沟型渣场截水沟的断面尺寸为顶宽 1.2m、底宽 0.6m、深 0.6m，长度共计 500m，采用 C20 混凝土衬砌，厚 15cm，底部设 15cm 厚碎石垫层。砌筑前基础铺筑碎石垫层，垫层厚 10cm，砌体筑成后外侧回填夯实。截水沟施工需开挖土方 540m³，开挖石方 135m³，C15 混凝土 165m³，碎石垫层 60m³。截水沟的尾部与沉沙池顺接。

④沉沙池

为了排水设施尾部与自然沟道顺接，避免截水沟泄流时对下游产生过度冲刷，考虑在截水沟出口处各设一座沉沙池（4.5m³矩形），沉沙池尾部与自然沟道顺接。沟道型渣场共设沉沙池 8 座。

⑤ 植物措施

渣场堆渣结束后对渣面进行植被恢复，采用乔、灌木行间混交，乔木选用刺槐，蓄水保土，栽植行间距为 3m×3m，各需种植 6700 株。灌木采用火棘和油麻藤，其行间距为 1m×1m，各需种植 7000 株。造林后抚育，待苗木生长稳定后，撒播狗牙根草籽各 2.5hm²，撒播密度 80kg/hm²，草籽需 500kg。渣场堆渣坡面采用三维网植草+U 型钉固定，液压喷播植草至养护成坪，三维植草网+液压喷播面积 20000m²。

在表土临时堆存区域的下边坡堆砌大石渣进行临时拦挡，防止表土流失。

（2）坡地型渣场措施设计

堆渣前应尽可能地剥离表土，考虑表土平均剥离厚度为 30cm，清运至渣场库尾表土堆存区域，作为堆渣结束后覆土土源。在表土临时堆存区域的下边坡堆砌大石渣进行

临时拦挡，防止表土流失。坡地型渣场在堆渣下缘设置挡渣墙，周边修建截水沟引流，堆渣结束后对渣面进行植被恢复。

6.6 环境敏感区保护措施和要求

6.6.1 思南万圣山省级森林公园

6.6.1.1 保护要求

根据《贵州省森林公园管理条例》：

第十九条 森林公园的各项建设应当符合森林公园总体规划。需要征、占用土地的，应当依法办理建设用地等相关审批手续。建设单位在施工中应当采取措施，保护施工现场周围环境和森林资源。需经有关部门验收的项目竣工后，经验收合格方可投入使用。

第二十二条 在森林公园内不得修建破坏景观、污染环境工程设施。重点景区和景点周围，除必要的保护和辅助设施外，不得修建其他工程设施。

花滩子水库工程输水管线穿越游览观光区和生态保育区边缘，不在其主要景区和重点景区内，根据《贵州省森林公园管理条例》有关要求，必须得到森林公园主管部门的相关批准后方可建设，同时还需采取相应的保护措施。

6.2.1.2 保护措施

（1）避让措施

① 拟建工程输水管线将穿越思南万圣山省级森林公园，涉及森林公园的游览观光区和生态保育区，为保护公园动植物资源，维持其生态功能完整性，应在设计阶段优化选线，避免穿越生态保育区，绕开植被发育良好的区域，尽量减少占用森林公园的面积；

② 优化施工时间，输水管线工程施工时，应尽量减少施工作业时间，以防作业时间过长对景区观赏度产生较大影响，划定施工红线，避免占压红线外公园植被。

③ 优化邵塘支管 1#弃渣场、邵塘支管 1#施工区选址，临时占地调整出森林公园范围。

（2）减缓措施

① 施工严格控制在划定的施工范围内，减少施工人员对森林公园内动植物的破坏；

② 严格控制建筑材料、渣土的随意堆放，防止污水任意排放，减少对森林公园动植物生境的占用及污染；

③ 运输车辆、材料临时堆放处进行遮盖，减少扬尘等对森林公园植被的破坏；

④ 减少夜间作业，避免灯光、噪声对动物活动的干扰；

⑤ 在施工过程中若发现野生动物的活动处，应进行避让和保护，以防影响野生动物的栖息，同时要杜绝施工人员捕杀野生动物；

（3）恢复与补偿措施

① 最大限度地保护森林公园内原有地形地貌和生态环境，注意对输水管线附近进行绿化和景观生态设计，使输水管道自然地融入周围环境，减少视觉冲突。

② 线施工过程应注意水土保持，坡度较大区域做好边坡防护设计，防止水土流失。

③ 程结束后应及时对输水管道沿线等区域土地进行平整，做好植被恢复措施，植被恢复树种应尽量选择与周围植被一致的植物种类，减少对景观的破坏。

④ 对周边稀疏林地，应适当补植，增大林木密度，尽量恢复绿化覆盖率，同时加强人工管养，确保树木、植被的成活率。

⑤ 对于由于施工人员踩踏、施工车辆碾压，土壤板结，影响植被的自然生长，应进行翻耕。同时对材料运输过程中洒落的沙石、水泥，施工迹地的建筑垃圾，进行清除，对粒径大于 5.0 cm 的碎石块进行捡除。以利用于栽种的植被生长。

（4）管理措施

① 加强宣传教育，提高施工人员及沿线居民的环保意识，加强对绿化工程的管理与抚育，防火、防虫，禁止采伐输水管道沿线栽植的树木，禁止对供水灌溉工程区边坡等种草地段的破坏，以保护水土保持工程设施。

② 施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是重点保护野生动物。在施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，学习识别重点保护动植物，确保动植物的保护落实到每一个环节。

6.6.2 河西水厂饮用水源保护区

6.6.2.1 保护要求

《中华人民共和国水污染防治法》规定：“在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。”、“禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目”。

《饮用水水源保护区污染防治管理规定》中十二条规定：“一级保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目”；“二级保护区内不准新建、扩建向水体排放污染物的建设项目。改建项目必须削减污染物排放量”。

本工程库区及枢纽区不涉及水源保护区，输水管线北干管及支管穿越河西水厂一级保护区管线长度为 1.6km，穿越二级保护区管线长度为 3.3km，穿越准保护区 3.7km。根据工程布置，花滩子水库施工料场、渣场、施工营地等均不在保护区范围内，水源保护区内管线施工生产、生活废水等经过处理达标后回用于生产，禁止外排，水库工程施工对河西水厂饮用水源保护区水质基本没有影响。同时，花滩子水库运行后将取代上述水源对思南县城供水。目前已取得贵州省环保厅集中式饮用水水源保护区和准保护区建设项目征求意见表（黔环水表〔2017〕361 号）。

6.6.2.2 保护措施

施工期间，为防治对水源保护区不利影响，应做好以下保护措施：

（1）加强施工人员教育和管理，防止施工人员破坏和污染水源保护区，在保护区边界设立警示牌；

（2）优化枢纽区的施工布置，在水源保护区内应严格控制施工范围，尽量避免雨天作业；

（3）施工废水应集中收集，处理达标后全部回用，禁止在水源保护区内排放生产废水、生活污水；在污水处理设施处设施围堰挡墙及边沟，污水处理设施设置应急事故池。

（4）及时清运施工产生的弃渣，严格按照要求将施工料渣运至水源保护区外的渣场处置，生活垃圾运至思南县垃圾填埋场无害化处置，禁止在水源保护区内倾倒生活垃圾和工程废渣；

（5）相关部门依法对水源保护区进行监督执法，保护区水面周围禁止毒鱼、砍伐、狩猎、放牧和破坏植被；

（6）加大水土流失的治理，落实水土保持规划。

（7）制定施工期水源地风险防范和应急保护方案，将工程建设可能出现的水污染环境风险纳入防范范围，制定供水应急预案且准备应急物资。

6.6.3 乌江喀斯特国家地质公园

6.6.3.1 保护要求

根据《贵州省地质环境管理条例》：

第二十六条 禁止在地质遗迹保护区、地质公园内进行损害地质遗迹的采矿、采石、采砂、取土、取水、爆破等活动。工程建设应当避开地质遗迹保护区和地质公园。确实无法避开的，应当由省人民政府国土资源行政主管部门组织专家进行评估，根据评估结果确定保护措施。工程建设单位应当按照确定的保护措施进行建设。

环评介入后，进一步识别敏感区的涉及情况并提出优化建议，主体设计采纳建议，优化了输水管线和施工布置，避让思南乌江喀斯特国家地质公园，根据具体工程布置，结合地质公园功能区划图可知，花滩子水库施工料场、渣场、施工营地等均不在地质公园范围内，拟建工程输水管线南干管附近一处弃渣场距离思南乌江喀斯特国家地质公园最近，约为 140m。

6.6.3.2 保护措施

施工期间，为防范对地质公园的不利影响，应做好以下保护措施：

（1）加强宣传教育，提高施工人员及沿线居民的环保意识，遵守法律法规和地质公园的相关管理规定，严禁在施工区及其周围破坏植被、地质遗迹等。在施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，学习识别地质遗迹、重点保护动植物，保护地质公园的生态环境。

（2）施工严格控制在划定的施工范围内，减少施工人员对地质公园内地质遗迹、动植物的破坏；

（3）严格控制建筑材料、渣土的随意堆放，防止污水任意排放，防止对地质公园景观的破坏；

（4）运输车辆、材料临时堆放处进行遮盖，减少扬尘等对地质景观的影响，避免对公园植被的破坏；

（5）为最大限度地保护地质公园周边工程涉及区域原有地形地貌和生态环境，注意对输水管线附近进行绿化和景观生态设计，使输水管道自然地融入周围环境，减少视觉冲突。

（6）管线施工过程应注意水土保持，在坡度较大的区域做好边坡防护设计，防止水土流失，避免引发地质景观的破坏。

（7）工程结束后应及时对输水管道沿线等区域土地进行平整，做好植被恢复措施，植被恢复树种应尽量选择与周围植被一致的植物种类，减少对景观的破坏。

6.6.4 思南乌江白鹭洲风景名胜区

6.6.4.1 保护要求

根据具体工程布置,结合风景名胜区功能区划图可知,思南乌江白鹭洲风景名胜区划分为1个独立景群和5个景区,本工程距离风景名胜区龙底江景区的三级保护区边界最近处为1.1km,管线200m范围内独立景群景点有三个:腾龙峡、赤壁摩崖和镇江阁,其中独立景群景点为镇江阁与管线距离最近,为81m,管线施工临时占地、施工交通、施工扰动等会不会对其产生影响。花滩子水库工程不占用思南乌江白鹭洲省级风景名胜区范围,不会破坏风景名胜区内景观及生物资源。仅施工活动可能会对游客游览造成视觉上的轻微影响,因此本工程建设对思南乌江白鹭洲省级风景名胜区影响较小。

6.6.4.2 保护措施

(1) 严格施工红线,划定工作区和活动范围,防止施工人员和施工机械车辆随意进入风景名胜区;

(2) 优化施工组织方案,尽可能避免施工便道、作业面及工程废渣等对风景资源的影响;施工期及施工结束后加强生态保护与恢复。

(3) 禁止向风景名胜区内排放施工废水和生活污水;

(4) 严禁施工人员随意猎捕风景名胜区内及附近区域的野生动物,在铺设输水管道时应注意早晚及正午减少施工噪音,避免高声、爆破等尽量减少对风景名胜区内内动物的惊扰。

6.6.5 龙底江水产种质资源保护区保护区

6.6.5.1 保护要求

根据《水产种质资源保护区管理暂行办法》(中华人民共和国农业部令 2011 年 第1号)要求:“第二十一条 禁止在水产种质资源保护区内新建排污口”、“建设项目对保护区功能影响及建设项目优化布局方案,拟采取的避让、减缓、补救和生态补偿措施等。”

6.6.5.2 保护措施

(1) 避让措施

可研阶段主体设计采纳环评建议,调整输水管线,避让了龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区。因此本阶段花滩子水库库区、枢纽区、输水管线均不涉及龙底

江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区，输水管线与该保护区最近距离约 90m。花滩子水库施工料场、渣场、施工营地等均不在水产种质资源保护区，施工期对其基本无影响。

（2）减缓措施

花滩子水库建设对龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区的不利影响，主要体现在塘头灌区退水进入石阡河，而该河段为水产种质资源保护区实验区河段，设计水平年 2030，塘头镇生活污水退水量约 $213\text{m}^3/\text{a}$ ，塘头灌区灌溉回归水约 $309\text{m}^3/\text{a}$ ，直接排入河道将在一定程度上影响受纳河流水体质量。

根据《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，规划水平年塘头镇生活污水收集处理率 100%，对已建塘头镇污水处理厂实施提标改造，出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 排放标准，同时优化农业种植结构和布局，实施耕地改良、测土施肥，推广利用高效、低毒、低残留的农药，有效减少灌溉退水中污染物的含量。在严格落实施工期环境保护措施和运行期水污染防治规划，石阡河水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准要求，可有效减缓退水影响。

（3）保护与恢复

加强对水产种质资源保护区渔政管理，设置和维护水产种质资源保护区界碑、标志物及有关保护设施；救护伤病、搁浅、误捕的保护物种；开展水产种质资源保护的宣传教育；禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为，禁止任何破坏河道及沿岸带生境的行为。施工期及施工结束后加强生态保护与恢复。

6.7 社会环境保护措施

根据总纲要求，本工程社会环境保护措施主要为人群健康保护方面。

（1）卫生清理

①各类临时用地在开挖、平整、建筑等施工前，选用生石灰等进行消毒，对废弃物进行清理后利用。

② 施工生活区内应定期进行灭鼠、灭蟑螂、灭蚊和灭蝇工作。

（2）卫生检疫和健康检查

① 凡进入施工区的施工人员和管理人员，需进行卫生检疫，检疫项目包括疟疾、传染性肝炎。

② 施工期间定期对施工人群进行观察和体格检查，及时预防和控制疾病的发生和蔓延。

③ 健康检查中要特别注意对食堂和生活水源工作人员的检查，对传染病菌携带者要及时撤离岗位。

（3）环境卫生及食品卫生管理

① 为保证向工区人员提供符合卫生要求的饮用水，饮用水源水及饮用水水质需进行监测。

② 定期对餐饮场所进行卫生清理和卫生检查。

③ 成立专门的清洁队伍，负责生活、办公区环境卫生清扫工作，并根据办公生活区的布置，分设垃圾筒（箱）。

6.8 工程施工期环境保护对策措施

6.8.1 废（污）水处理措施

本工程枢纽工程施工区所在的清渡河、受纳水体石阡河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准，为降低废污水排放影响，拟将废污水经处理后综合利用，多余部分达标排放；受纳水体乌江干流执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类水域标准，乌江沿线管线施工区废污水禁止排放，需处理后综合利用。

6.8.1.1 砂石加工系统废水

（1）废水排放概况

本工程共设有 1 套砂石加工系统（枢纽区），砂石系统废水产生量约 116 m³/h，废水污染物主要是 SS，浓度约 50000mg/L。

（2）处理目标

枢纽工程区处于清渡河Ⅲ类水域功能区，考虑由于砂石冲洗废水水量大、SS 浓度高，且从水资源合理利用和保护环境角度考虑，本工程砂石冲洗废水按处理后回用于砂石系统生产的要求进行设计，多余部分外排。根据《水电工程施工组织设计规范》（DL/T 5397-2007）规定，确定本设计的处理目标为出水 SS 浓度≤100mg/L。

（3）方案选择

水利水电砂石加工系统生产废水处理常用有自然沉淀法、絮凝沉淀法、机械加速澄清法等，以及高效净化器处理法。

方案一：自然沉淀法

废水进入沉淀池，不使用絮凝剂，在沉淀池中进行自然沉淀，上清液回用。自然沉淀法方案的特点是处理流程简单，基建建设技术和费用相对较低，运行操作简单，运行费用少，但是要达到较好的处理效果，沉淀池的规模要求较大。

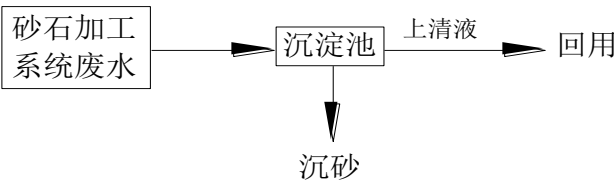


图 6.8.1-1 自然沉淀法处理工艺流程图

方案二：絮凝沉淀法

废水先经过沉砂处理单元把粗砂去除后，再进入絮凝沉淀单元，由于絮凝剂的投加，使小于 0.035mm 的悬浮物得到快速、有效的去除，上清液回用。本方案与方案一相比，增加了机械设备和运行费用，但本方案占地面积小，废水处理效果较好，并且可以回收细砂。

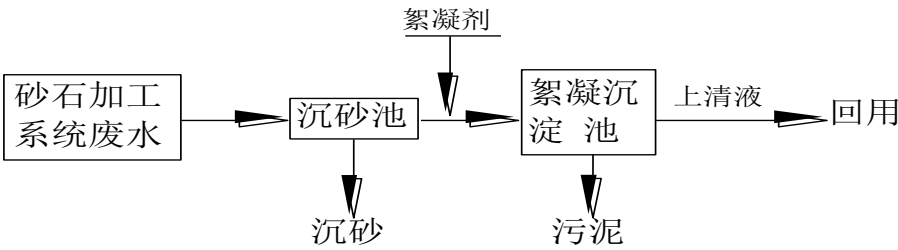


图 6.8.1-2 絮凝沉淀法处理工艺流程图

方案三：机械加速澄清法

本方案与以上两个方案不同之处就是将混合反应池和沉淀池合二为一，即机械加速澄清池具有混合和沉淀双重功能，节约了处理设施占地面积、减少了絮凝剂用量；该工艺处理效果好，占地面积少，但是机械加速澄清池结构复杂，设计难度和基建技术要求比较高，设备费、运行费和维护费都较高。

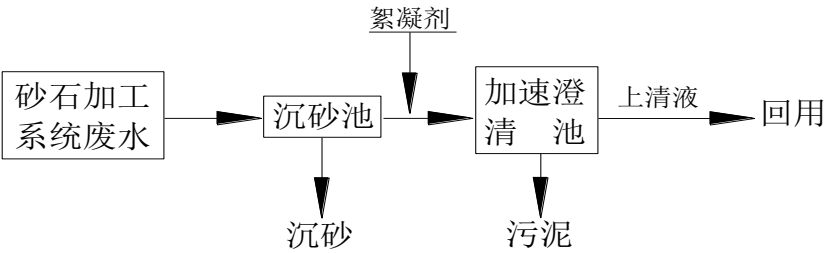


图 6.8.1-3 机械加速澄清法处理工艺流程图

方案四：高效净化器处理法

废水先经调节池中去除颗粒悬浮物，出水后采取投加混凝剂使其形成较大的絮凝体，经水泵提升至高效污水净化器处理后，排至清水池回用。高效污水净化器设计工艺采用自流混凝、微絮凝造粒、离心分离、动态过滤、污泥浓缩等过程有机融合为一体，具有占地面积小、处理效率高等特点。调节池泥渣由人工清运至弃渣场。本方案占地面积较小，已有实施经验，处理效果好；不足的是增加了设备和运行管理费用，提高了运行维护管理要求。

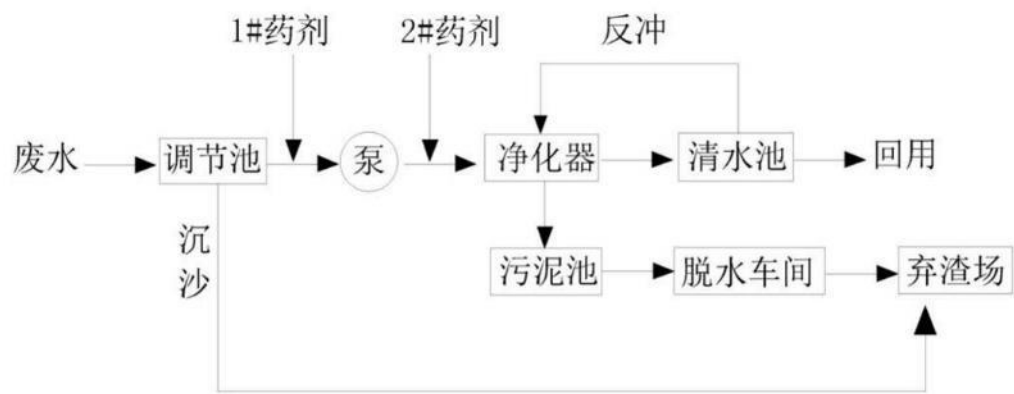


图 6.8.1-4 高效净化器法处理工艺流程图

本工程水库枢纽工程区砂石系统废水量较大，根据实际特点，水库枢纽工程区砂石系统废水采用高效净化器法处理。

(4) 工艺流程设计

水库枢纽工程区砂石废水处理系统由一套加药装置、高效旋流净化器、混凝净化器、废水提升泵、污水泵、调节池、清水池、自然干化池和一套电控系统组成。生产废水首先流入调节池，再经废水提升泵提升到高效旋流净化器中，同时由加药装置将混凝剂及助凝剂分别加入混凝混合器的进水管和出水管上，废水和药剂混合后在净化器中经絮凝反应、离心分离、重力分离、污泥浓缩等过程，处理后的清水由净化器顶端自流入清水池内回用。处理后的污泥进入污泥池，由板框压滤机将污泥脱水后运送至渣场妥善处理。

(5) 主要工艺参数及设备

砂石废水处理系统主要工艺参数及设备见表 6.8.1-1。

表 6.8.1-1 砂石废水处理主要工艺参数及主要设备表

项目	名称		单位	参数值
工艺参数	设计流量		m ³ /h	100
	调节池	停留时间	min	30

表 6.8.1-1 砂石废水处理主要工艺参数及主要设备表

		有效容积	m ³	50
		尺寸	m×m×m	4×5×2.5
		数量	个	1
	事故蓄水池	停留时间	min	60
		有效容积	m ³	100
		尺寸	m×m×m	5.7×5×3.5
		数量	个	1
	沉渣池	停留时间	h	24
		有效容积	m ³	352
		尺寸	m×m×m	10.0×9.0×4.0
		数量	个	1
	清水池	有效容积	m ³	600
		尺寸	m×m×m	12×10×5
		数量		1
设备	高效污水净化器		台	DH-SSQ-50 型 2 台
	混凝器		台	2 台
	一体化加药装置		套	2 套
	电磁流量计		台	2 台
	搅拌电机		台	4 台
	净化器废水提升泵(渣浆泵)		台	4 台, 2 用 2 备
	泵(渣浆泵)		台	3 台, 2 用 1 备
	潜水泵		台	3 台, 2 用 1 备
	回用水泵		台	3 台, 2 用 1 备
	搅拌器		台	4 台, 2 用 2 备
	搅拌器		台	GSJ-2500 型 4 台, 2 用 2 备
	电气控制系统		套	2 套
	真空带式过滤机		台	2 台

(6) 运行管理和维护

①按照“三同时”原则,为了保证废水处理站有效运行,建设单位应该把废水处理系统的建设与有效运行作为合同的条款之一纳入工程承包合同。

②环境管理部门应该定期对处理设施的管理运行进行监督、检查,及时掌握废水处理系统运行情况。

③组织废水处理系统的管理维护人员在上岗前接受专项技术操作培训,以便于对电气仪表设备进行科学的操作与维护,并制订管理、操作规程,保证废水处理站的良好运行。

④运行管理费用应该专款专用,保证废水处理站的正常运行。

(7) 砂石加工系统废水综合利用可行性

①水质

砂石加工系统废水污染物主要是 SS，根据砂石废水处理设备性能，废水经过处理后，SS 浓度能够降低到 100mg/l 以下；经过处理的砂石加工系统废水完全满足砂石加工系统冲洗用水循环利用要求；废水 SS 与砂石骨料属于同一种岩性，不含有影响混凝土质量的物质，并且 SS 浓度也满足混凝土拌和系统用水水质要求。

②水量

水库枢纽工程区砂石系统调节池、事故池、清水池总容积达到了 750m³，可以容纳 6.5h 的废水量，可以有效避免系统故障时废水事故排放。

根据以上经过处理后的废水水质、水量及废水容纳空间分析，砂石加工系统废水循环利用和综合利用是可行的，但应该加强废水处理和程序管理，增强废水处理、循环（综合）利用过程的抗冲击能力。

6.8.1.2 混凝土拌和系统冲洗废水

（1）废水概况

水库枢纽区单个混凝土拌和系统冲洗废水产生量约 3m³/次，9m³/d，废水 pH 一般为 11~12，悬浮物浓度一般为 5000mg/L。

（2）处理目标

处理后废水 SS 浓度控制在 100mg/L 以下，pH 控制在 6~9 范围内，循环用于冲洗等综合利用，不外排。

（3）处理工艺

根据混凝土拌和系统冲洗废水产生量少，间断且短时间排放的特点，选择了以下两套处理方案。

方案 1：竖流式沉淀池，其占地面积小，但是沉淀池要求较深，施工难度大，对冲击负荷适应性较差，造价较高。

方案 2：平流矩形沉淀池法。每台班末的冲洗废水排入池内，静置沉淀到下一班末回用于混凝土搅拌。池的出水端设置为活动式，便于清运和调节水位。

对比以上 2 个方案，方案 2 土建施工简单，造价低，泥渣可定期人工清理；方案 1 施工难度大，对冲击负荷适应性较差，造价较高，所以本工程推荐方案 2。

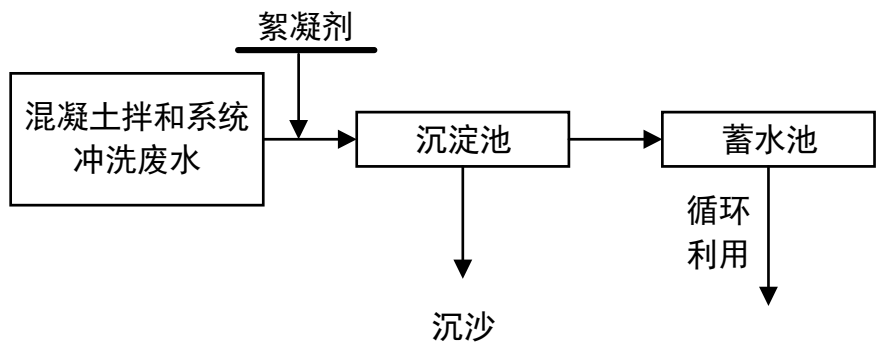


图 6.8.1-5 混凝土拌和系统冲洗废水处理流程图

针对混凝土冲洗废水水量少，废水排放不连续仅每台班冲洗一次，且悬浮物浓度较高等特点，采用间歇式自然沉淀的方式去除易沉淀的砂粒。该处理方法的特点是构造简单，造价低，管理方便，仅需定期清池。冲洗废水 pH 值偏高，但因水量小，影响不大，暂不考虑 pH 中和措施，如运行期间有较大影响，临时投加酸性中和剂即可。混凝土拌和系统间断排水，水量很小，采用统一形式和规模的矩形处理池，每台班末的冲洗废水排入池内，静置沉淀到下一台班末回用于混凝土搅拌。大坝区混凝土拌和系统平流沉淀池的大小 4.0m×2.0m×1.5m，蓄水池容积为 12m³。其他区域移动拌和机平流沉淀池的大小 1.5m×2.0m×1.0m，蓄水池容积为 3m³。

(4) 运行管理与维护

混凝土冲洗废水量很小，处理构筑物简单，无机械设备维护的问题，在运行过程中主要注意定时清理。

(5) 废水循环利用的可行性

混凝土拌和系统冲洗废水产生量很小，且间歇排放，废水经过处理后，主要污染物 SS 浓度≤100mg/L，利用水泵从蓄水池抽取废水与新鲜水混合，完全满足混凝土拌和或场地冲洗的水质要求；所以，混凝土拌和系统冲洗废水循环利用、实现零排放是可行的。

6.8.1.3 含油废水

(1) 污水概况

水库枢纽区机械修配厂含油废水产生量为 20 m³/d，石油类和 SS 浓度分别为 100mg/L 和 1000mg/L。

(2) 处理目标

处理后石油类和 SS 浓度分别控制在 5mg/L 和 100mg/L 以下，回用于冲洗与洒水降尘，不外排。

(3) 处理工艺

废水处理采用沉淀池+成套油水分离器+蓄水池。废水中悬浮物和 COD 以及部分石油类在沉淀池中经絮凝沉淀后得以去除，浓度较高时采用成套油水分离器处理后达标排放。沉淀池采用平流式，考虑到事故储存功能，停留时间 1d，沉淀池和蓄水池尺寸大小为 4×2.5×2m。

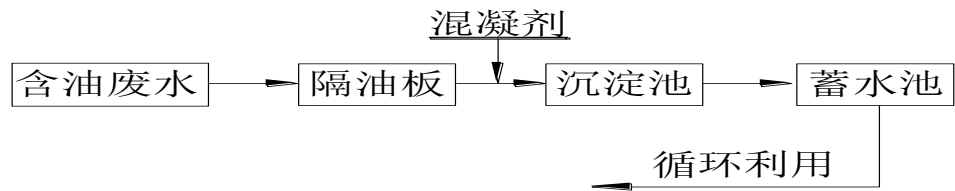


图 6.8.1-6 含油废水处理流程图

(4) 运行管理和维护

由于含油污水量较小，处理构筑物和设备较简单，在运行过程中主要注意定时清理和巡护。管理和维护工作纳入站内统一安排。

(5) 含油废水循环利用的可行性

含油废水经过处理后，石油类浓度≤5mg/L，经过处理的含油废水进入蓄水池，采用水泵抽取废水与新鲜水混合，满足水质标准要求；所以含油废水循环利用、实现零排放是可行的。

6.8.1.4 基坑废水

(1) 设计指标

本工程经常性基坑排水量为 6m³/h，废水中悬浮物浓度一般在 2000mg/L 左右，pH 值在 11-12 之间。

(2) 设计目标

基坑废水处理后回用，不外排，处理目标为 SS≤100mg/L。

(3) 处理措施

根据贵州省已建和在建水利水电工程对基坑废水的处理经验，对基坑初期废水不采用特殊的处理设施，仅向基坑投加絮凝剂，静置、沉淀 2h 满足循环利用或综合利用的水质标准要求，优先考虑用于大坝混凝土养护，剩余污泥定时人工清理。

经常性基坑废水，具有污染物浓度较高、废水量小特点，在大坝基坑内修建 2 个矩形沉淀池，其尺寸为长×宽×深=6.5m×2.0m×1.2m，向沉淀池内投入絮凝剂，静置、

沉淀后，使废水满足综合利用的水质要求，用于混凝土养护和混凝土拌和。该处理方法技术合理，经济指标优越。

6.8.1.5 生活污水

（1）污水概况

水库枢纽工程区施工营地生活污水最大产生量为 $4.2\text{m}^3/\text{h}$ 、日产生量 $44.2\text{m}^3/\text{d}$ ；供水灌溉工程区有 28 处施工区，主要布置施工临时管理房屋，工地仓库等，临时租用民房解决，生活污水较分散，纳入当地污水处理系统处理。

（2）处理目标

水库枢纽工程区处于Ⅲ类水域功能区，生活污水经处理后用于洒水降尘和场区绿化，多余部分外排。处理目标为出水水质应满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）城市绿化水质标准。

（3）处理工艺

由于本项目施工工区生活污水产生量较小，且水质较为简单，可选择具有成熟工艺的一体化污水处理设备。根据污水水质及排放特点，建议采用小型生活污水处理一体化设备，一体化设备具有占地面积小，运行管理简单、处理效果好、施工结束后可拆卸再利用等诸多优点。选择采用 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备，该设备采用的是接触氧化工艺，可埋入地表以下，地表可作为绿化或广场用地，也可以设置于地面。流程见图 6.8.1-7。

WSZ-AO 系列一体化污水处理设备中的 AO 生物处理工艺采用推流式生物接触氧化池，它的处理优于完全混合式或二、三级串联完全混合式生物接触氧化池。并且它比活性污泥池体积小，对水质适应性强，耐冲击性能好，出水水质稳定，不会产生污泥膨胀。同时在生物接触氧化池中采用了新型弹性立体填料，它具有实际比表面积大，微生物挂膜、脱膜方便，在同样有机负荷条件下，比其它填料对有机物的去除率高，能提高空气中的氧在水中的溶解度。由于在 AO 生物处理工艺中采用了生物接触氧化池，其填料的体积负荷比较低，微生物处于自身氧化阶段，因此产泥量较少。此外，生物接触氧化池所产生污泥的含水率远远低于活性污泥池所产生污泥的含水率。因此，污水经 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备后所产生的污泥量较少。

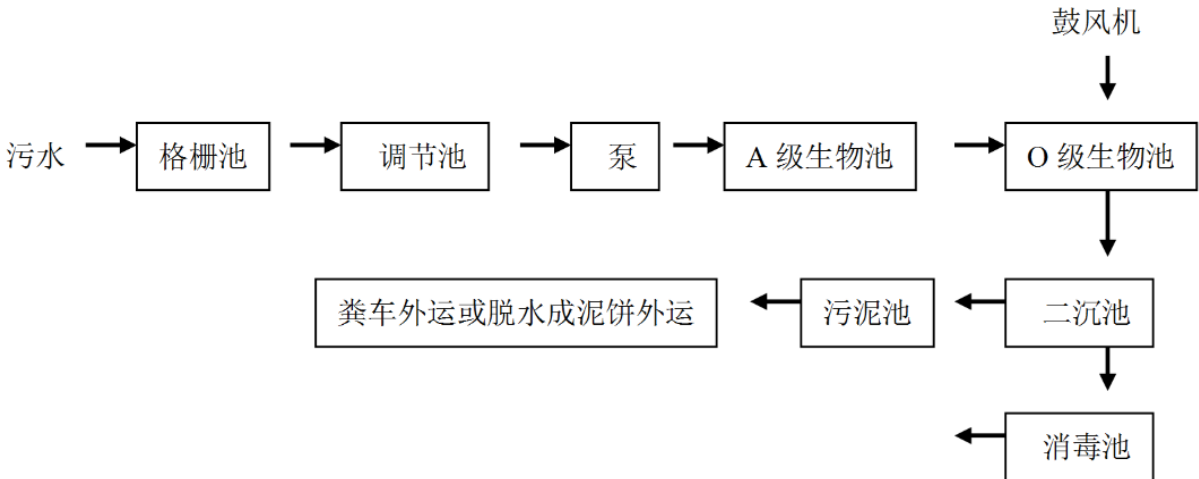


图 6.8.1-7 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备工艺流程图

(4) 处理规模及设备选型

表 6.8.1-2 施工营地污水处理设施设备选型			
分区	项目	污水量 (m³/h)	设备选型
水库枢纽工程区	施工营地	4.2	WSZ-AO-5

(5) 污水循环利用的可行性

WSZ-AO 系列污水处理设施运行稳定，技术成熟，广泛应用于生活污水处理中，污水经过处理后采用次氯酸钠消毒处理后可达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）城市绿化水质标准，同时污水产生量较小，可回用于施工区、道路的除尘或绿化。

6.8.1.6 隧洞施工废水

(1) 废水概况

隧洞施工废水为导流洞施工时产生的废水，废水量与隧洞区水文地质条件有关，主要污染物为 SS，浓度约 500mg/L，以及油类和炸药残留物等。

(2) 处理目标

枢纽工程区处于Ⅲ类功能区，导流隧洞废水经处理后用达《污水综合排放标准》一级标准后优先回用，剩余达标排放；供水灌溉工程区乌江段处于Ⅱ类功能区，隧洞废水经处理后控制 SS 浓度≤100mg/L，用于场地洒水降尘等，不外排。

(3) 处理工艺

采用平流矩形沉淀池法进行处理。池型采用矩形，土建施工简单，没有机械养护修理，造价低；废水由洞口排水沟直接排入沉淀池，静置沉淀，必要时投加絮凝剂，沉淀池后出水根据排水要求来回用或达标排放。

拟在各隧洞进出口及长隧洞施工支洞洞口各设置一处沉淀池和蓄水池，沉淀池尺寸根据废水量大小确定，按容纳 3h 废水量建设，共设置 8 处沉淀池和蓄水池。

(4) 建设与管理

隧洞废水处理系统布置在洞口下游附近的施工征地范围内，该系统将通过招投标的方式进行委托承包，中标的承包人负责废水处理系统的建设与管理。该废水处理系统管理的主要内容包括：废水处理系统中水泵等相关设备的检修；及时清理沉淀池内沉淀物，根据工程渣场规划情况，清理出来的泥渣等运至渣场堆放，具体地点和处理方式由环境监理指定。

6.8.2 环境空气保护措施

6.8.2.1 保护目标

工程区大气环境质量依照《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准要求，TSP 控制目标为 0.30mg/L；污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的新污染源大气污染物无组织排放监控浓度限值二级标准，TSP 控制目标为 1.0mg/m³。

6.8.2.2 对策措施

(1) 扬尘和粉尘影响防护对策措施

① 土石方挖装扬尘及爆破粉尘

在土石方开挖和扰动地表较集中的大坝枢纽施工区、料场、弃渣场等地，非雨日采取洒水措施起到防止扬尘和加速尘土沉降作用，以缩小扬尘影响时长与范围。洒水次数及用水量根据天气情况和场地扬尘情况确定，要求无雨天气至少每天对上述施工区域洒水 3 次，还应据天气情况酌情增加洒水次数。

为减缓爆破粉尘的影响，在实施爆破前及时告知附近居民，爆破结束对爆破点洒水 2~3 次，控制爆破粉尘扩散范围。

② 车辆运输扬尘

车辆运输扬尘产生自运输物料泄露和车辆碾压道路起尘两方面。主要通过三类措施加以控制：一是加强路面养护，控制车速；二是多尘物料运输时需密闭、加湿或苫盖；三是根据天气情况，进行路面洒水抑尘。

装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用篷布遮盖；运送水泥和粉煤灰等细颗粒材料的车辆应采用密封储罐车；装卸、堆放中应防止物料流散并经常清洗运输车辆。

对施工道路进行定期养护，保持路面平整，车速不得超过 30km/h，路边应安装限速标志。

在施工道路区非雨日至少洒水 3 次，还应据天气情况酌情增加洒水次数，具体为：在高温燥热时间，施工人群密度较大区域要求一日内路面洒水 4~6 次，其余路面 2~4 次；气候温和时至少每日洒水 2 次。对穿过附近居民区的道路可适当增加洒水次数。

③ 混凝土拌和系统粉尘

在各混凝土拌和站操作区、水泥堆放区附近辅以洒水措施，控制水泥粉尘影响范围。在高温燥热时间，一日内洒水 2~4 次；气候温和时间，至少洒水 3 次。

④ 砂石加工系统粉尘

根据天气情况，及时为卸料区、粗筛区洒水降尘。

保持湿法筛分和闭路破碎系统运行良好，防止加工过程中粉尘大量从设备中溢出。采用封闭式作业，配置袋式收尘器除尘。

（2）燃油废气控制措施

选用符合国家有关机械、机动车标准的施工机械和运输工具，使用符合标准的油料或清洁能源，使其排放的废气能够达到国家标准。施工用车应保证尾气达标排放。

6.8.3 声环境保护措施

6.8.3.1 控制目标

各施工作业区应满足《建筑施工场界环境噪声排放限值》(GB12523-2011)，昼、夜间噪声限值分别为 70dB(A)、55dB(A)。主体工程建设区、供水灌溉工程施工区满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准，交通干线两侧 35m 范围内满足 4a 类标准。

6.8.3.2 噪声源控制措施

（1）设立警示牌

为提醒进入施工区的外来人员及当地居民注意交通安全和自我防护，拟在进场公路及场内公路的交叉口处设置警示牌，限制车速，禁止鸣笛，提醒来往车辆减速慢行。

（2）固定点源控制

选用符合国家有关标准的施工机具，如打桩机、混凝土振捣器等符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)。加强设备的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声。对砂石加工系统及混凝土拌和系统等振动大的设备使用减噪槽、减振机座等。

(3) 交通噪声控制

- ①在敏感路段车辆应适当减速行驶，并禁鸣高音喇叭。
- ②加强道路养护和车辆的维修保养，禁止使用高噪声车辆，在居民点周围控制机动车辆行驶速度，并且禁止鸣笛；夜间禁止鸣放高音喇叭。

(4) 施工、爆破噪声控制

- ①在施工过程中，优先选择先进、低噪声施工工艺，合理安排施工时间，夜间（22：00～次日 6：00）禁止施工。
- ②严格控制爆破时间，非爆破时间严禁爆破，初步确定爆破时间为 12：30～13：30、18：30～20：00，以保障施工区及其周围人员有良好的生活和工作环境；每次爆破前 15 分钟应鸣警笛，提示警戒，划定安全范围，防止爆破飞石伤害。
- ③在施工爆破过程中，优先采用先进的爆破技术，如采用微差松动爆破可降低噪声 3～10dB。

6.8.3.3 传播途径控制措施

- ①空压机等噪声值较高的施工机械尽量设置在室内或洞内作业。
- ②对于砂石加工系统、混凝土系统等强噪声源，由于其声级较大、声源固定，故可通过修建隔声间或隔音室进行控制。
- ③在场内公路两侧栽植行道树、草，增加噪声在传播过程中的削减。

6.8.3.4 主要敏感对象保护措施

根据噪声预测，受影响敏感点马路岩居民点、坨里居民点、坨家坝居民点、响水洞居民点、息乐溪居民点、官庄居民点和鞍山村居民点，对敏感的保护措施主要从噪声源头控制噪声，如避免夜间施工、砂石系统设备设置隔声减振措施、临时声屏障等，采取措施后预计各敏感点噪声能够满足声功能要求。

表 6.8.3-1 施工期敏感点噪声防治措施

敏感点	声环境质量标准	噪声源	噪声防治措施
马路岩居民点	2 类	混凝土拌合站噪声、大坝爆破	强噪声源设置隔声间，减振设备，临时声屏障，避免夜间运行
坨里居民点	2 类	砂石加工系统噪声、交通噪声	限速、禁止鸣笛、隔声减振设备、临时声屏障，避免夜间运行
坨家坝居民点	2 类	隧洞施工活动	限速、禁止鸣笛、临时声屏障，避免夜间施工
响水洞居民点	2 类	隧洞施工活动	临时声屏障，避免夜间施工
息乐溪居民点	2 类	泵站施工	临时声屏障，避免夜间施工

表 6.8.3-1 施工期敏感点噪声防治措施

官庄居民点	2 类	泵站施工	临时声屏障, 避免夜间施工
鞍山村居民点	2 类	泵站施工	临时声屏障, 避免夜间施工

6.8.4 固体废物处理

(1) 弃渣处理

本工程共产生弃渣量 150.8 万 m^3 , 其中枢纽工程区弃渣 115.7 万 m^3 , 供水灌溉工程区弃渣 35.1 万 m^3 。水源工程区设置渣场 1 个, 规划堆渣容量 120 万 m^3 ; 供水灌溉工程区共规划 21 个弃渣场 (总干管工程区 1 个, 天桥泵站及支管区 3 个、南干管及支管工程区 7、北干管及支管区 10 个), 规划堆渣容量 47.8 万 m^3 。工程开挖弃渣堆放在规划弃渣场内, 按照水土保持要求采取相应的拦挡防护措施。在弃渣的过程中要逐层压实, 始终保持渣场平整, 并且根据弃渣场的现状, 修建完善的排水沟、砌筑挡墙等防护设施, 避免环境污染和水土流失。施工完毕后要对弃渣场进行迹地恢复, 加强植树种草等绿化措施, 防治水土流失。

(2) 生活垃圾处理

本工程施工期生活垃圾产生量 1014.7t (枢纽区 467.2t, 供水灌溉工程区 547.5t)。生活垃圾可分为有机物和无机物, 有机物主要有竹木、厨余、纸类、塑料、皮革、织物等, 其中厨余垃圾大多用于附近农村居民喂养牲畜; 无机物主要有废玻璃、废易拉罐、砖石、灰土等, 其中可回收部分有价值的塑料、金属, 砖石灰土等可运至渣场填埋。

由于施工人员产生的生活垃圾量较少, 因此不具备单独处理的规模, 且相应投资也较高。根据施工期垃圾成分特点, 首先对生活垃圾进行分类收集, 在施工人员生活区及施工工厂等区域放置垃圾分类收集桶, 垃圾桶以颜色区分无机垃圾和有机垃圾, 从而减少垃圾产生量。为避免生活垃圾土壤、水环境、景观和人体健康产生不利影响, 在各施工区分别设置垃圾桶, 安排清洁工负责清扫日常垃圾, 每日将垃圾集中到垃圾桶内, 并在各施工区修建垃圾池共 29 座 (枢纽区 1 座、供水灌溉工程区 28 座), 尺寸 3m×3m×3m, 经常喷洒灭害灵等药水, 以防止苍蝇等害虫的滋生。配备垃圾收集车, 定期清运垃圾, 最终纳入附近乡镇垃圾处理体系。

(3) 建筑垃圾及生产废料处置

尽量实现废物减量化, 可以减少垃圾产生量。对于工程废弃物中有用的下脚料, 如金属、塑料等可回收物, 可收集回收利用, 剩余一些无回收价值的固体废弃物, 多为建筑垃圾, 可统一运送至弃渣场。

6.8.5 其他

施工期严格遵守施工红线，划定工作区和活动范围，同时加强施工人员管理，严禁施工人员捕鱼，特别是要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为，禁止破坏河道及沿岸带生境的行为。

施工期根据施工进度安排，与施工区相关道理管理部门协调制定工程施工期间交通保障，确保工程施工期间的交通安全，降低对工程区周边居民交通出行的影响。

工程所在地区土家族、苗族等少数民族较多，施工期应加强施工人员宣传教育和管

6.9 移民安置环境保护

6.9.1 水环境保护措施

（1）饮用水源保护措施

对集中安置点饮用水源取水口设置 100m 范围的取水点卫生防护带，禁止堆放垃圾、粪便、废渣，不准修建渗水坑、渗水厕所，不准铺设污水管道等；高位集水池池周围 10m 以内不得有渗水坑和堆放和垃圾等污染源。在取水点和高位集水池设置警示标志。

（2）集中安置点生活污水处理措施

根据主体设计移民安置规划成果，本工程搬迁集中安置人口共计 3004 人，其中水库淹没影响区 2987 人，枢纽区 17 人，灌溉供水工程建设区无搬迁安置人口。根据征地区居民意愿以及搬迁安置环境容量分析，共规划 6 个集中安置点分别为：思南县城安置点 562 人、孙家坝集镇安置点 316 人、天桥集镇安置点 1260 人、印江县城安置点 100 人、新寨集镇安置点 466 人、凯望农村后靠安置点 300 人，按供水定额 120L/人 d 计，污水排放系数取 0.8，则各安置点生活污水的产生量分别为 11.2 m³/d~111m³/d。

① 天桥乡集镇集中安置点

天桥集镇安置点（1260 人）位于花滩子水库库区左岸，坝址取水口正常蓄水位侧外径向 5.2km，东干管取水口外径向 2.5km，距淹没线最近的陆域距离为 0.55km，据《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2018），天桥集镇安置点可能位于花滩子水库工程建库后根据《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-20018）划定的二级水源保护区内。天桥乡现状无污水处理设施，根据天桥乡集镇集中安置点典型设计成果，生活污水经一体化污水处理设施集中处理后达标排放，一体化污水处理规模 10m³/h。由于天桥集镇安置点可能位于划二级水源保护区内，二级保护区内禁止新建、改建和扩建排

放污染物的建设项目，天桥集镇集中安置点生活污水按照一级 A 标准达标处理后，严禁直接排放进入花滩子库区，进一步分散引排至远离库区水体的农田、林地、草地进行灌溉，以满足饮用水水源地的保护要求，在移民安置规划方案中需要做好安置点外污水引排措施设计。

表 6.9.1-1 农村集中安置点一体化污水处理设施处理规模表

安置点	人数(人)	生活污水产生量 (m ³ /d)	一体化污水处理设施处理能力(m ³ /h)	处理要求
天桥集镇集中安置点	1260	111	10	按一级 A 标处理后回用于林草灌溉，禁止直接排入库区

② 凯望村农村安置点

凯望村农村安置点（300 人），规模相对较小，位于花滩子水库库区左岸，东岸管取水口外径向 7.5km，距淹没线最近的陆域距离为 0.79km，生活污水产生量为 21.6m³/d，生活污水并不直接排放入河，根据安置点典型设计，凯望村安置点配套化粪池、生活污水经一体化污水处理设施，有条件的安置户生活污水和人畜粪便可采用沼气池进行处理（生活垃圾可与粪坑发酵物一起转化为农用肥料），生活污水主要去向为附近农田、林地、草地，不会对当地水环境造成很大影响。

表 6.9.1-2 农村集中安置点一体化污水处理设施处理规模表

安置点	人数(人)	生活污水产生量 (m ³ /d)	一体化污水处理设施处理能力(m ³ /h)
凯望村农村安置点	300	21.6	5

③ 其他集中安置点

规划水平年，印江县城安置点（100 人）、新寨集镇安置点（466 人）、孙家坝集镇安置点（316 人）、思南县城（562 人），污水产生量分别为 11.2m³/d、41m³/d、27.8m³/d、63m³/d。

印江县城安置点（100 人）不属于清河区流域范围，距离取水口直线距离 19.5km，且退水纳入印江县城市政管网集中处理，对花滩子水库库区和退水区水质无影响。新寨集镇安置点（466 人）位于库尾上游约 2km 处右岸，坝址取水口正常蓄水位侧外径向 10.8km，与清渡河最近的陆域距离为 2.2km；孙家坝集镇安置点（316 人）位于花滩子水库坝址下游，陆域距离清渡河 1.32km；思南县城集镇安置点（562 人）位于下游于乌江左岸，距离乌江干流最近陆域距离约 0.7km。印江县城集中安置点、新寨集镇安置点、孙家坝集镇安置点、思南县城安置点 4 个集中安置点均不在工程建库后根据《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-20018）划定的一级和二级水源保护区内。另外，原

移民的生活污水主要为无组织排放，印江县城、新寨集镇、思南县城、孙家坝镇集镇集中安置点接入城镇污水处理及生活垃圾收集系统，对水环境影响很小。

6.9.2 生活垃圾处理措施

(1) 集中安置点

① 垃圾产生量及特点

6 个集中安置点生活垃圾产生量为 3.113t/d，经同类工程调查，并结合当地生活习惯分析，农村居民厨余多用于家禽及牲畜饲养，垃圾产生量很少，且生活垃圾以无机成分为主。

根据主体设计移民安置规划成果，本工程移民安置采用集中安置方式，共规划 6 个集中安置点，分别为：思南县城安置点 562 人、孙家坝集镇安置点 316 人、天桥集镇安置点 1260 人、印江县城安置点 100 人、新寨集镇安置点 466 人、凯望农村后靠安置点 300 人，搬迁集中安置人口共计 3004 人，按供水定额 120L/人·d 计，污水排放系数取 0.8，则各安置点农村居民生活垃圾按人均产量约 1kg/人·d 计算，则各安置点垃圾日产生量在 0.1t~1.26t 之间。

② 垃圾处理方案

6 个集中安置点中，印江县城集中安置点、新寨集镇安置点、孙家坝集镇安置点、思南县城安置点、天桥乡安置点 5 个安置点位于乡镇集镇区，集镇区移民安置区生活垃圾拟纳入所在镇区垃圾收运体系，各安置点垃圾首先进入所在村垃圾收运体系，最后外运至思南县或印江县垃圾填埋场处置。

凯望村农村安置点生活垃圾采用“户投送—村收集—乡转运—县处置”的处理方式，即在村庄内设置生活垃圾集中收集点，统一收集后运与当地生活垃圾一同处置。

③ 生活垃圾分类

在各安置点每年进行一次生活垃圾分类宣传培训，设立宣传展板，发放宣传材料，将新鲜的厨余及菜叶，果皮等用作家畜私聊，不可回收的无机垃圾送至主干道的公用垃圾桶。

④ 垃圾收运

在各安置点内设置公用垃圾桶和垃圾收集池，不可回收的无机垃圾由居民自行放入安置点的公用垃圾桶，再转运至垃圾收集池内，由专任负责清理，定期清运至附近村组垃圾收集点。

6.9.3 陆生动植物保护措施

在移民安置点建设过程中、移民迁入后开展生态环境保护宣传活动；严格在安置点建设征地范围内施工，禁止占用、破坏施工征地红线外植被。在安置点建设过程中充分利用淹没区的建筑、木材等资源和原有旧料，对淹没区木材资源按归属进行合理调配，减轻由于移民建房和能源需要而产生的对森林资源的压力。

根据场地布置，在集中安置点内的空地、道路两侧、房前屋后进行绿化。植物群落结构以乔木、灌木、草坪相结合为主，街道两侧宜种植行道树，行道树以乡土乔木树种为主。

6.9.4 人群健康保护措施

（1）环境卫生清理

制定和实施安置区的卫生管理工作，搞好移民安置区卫生管理，铲除病媒生物孳生环境。移民迁入新居前应先进行 1 次卫生大扫除，清运建筑垃圾，填平水沟，喷洒灭蚊药物，彻底消灭蚊虫孳生地。

（2）病媒生物的控制

组织库区周围居民开展有计划、大规模的灭鼠活动，使鼠密度降至无危害水平，控制鼠传疾病的发生。其方法可采用简便、高效的毒饵法，在移民安置区内同时投放毒饵，每年进行 2 次，按时按量向移民分发溴敌隆颗粒。

（3）虫媒和自然疫源性疾病预防与接种

为预防传染病，应在移民安置区开展消灭蚊虫及孳生地的活动。移民的新建房屋要通风、透光，避免潮湿黑暗，减少蚊虫躲藏场所。在夏、秋蚊虫活动频繁的季节，积极动员移民挂蚊帐，不露宿，减少蚊虫叮咬机会，以达到控制虫媒传染病流行的目的。

（4）加强管理和宣传

在人群集中的地方采用办墙报和张贴宣传画等方式，在人群分散的地方以发放卫生宣传小手册为主，同时通过广播、电视等媒体进行广泛的卫生宣传。做好移民区人畜饮水规划，选择清洁水源，定期对饮用水水源进行监测，保证饮用水卫生，此外还应加强建筑、生活垃圾和粪便的管理，防止疾病传播，把移民区卫生规划与环境结合起来，为移民创造卫生的环境，减免疾病对安置区居民健康的威胁。

6.9.5 移民安置专项复建工程环评要求

根据《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》（国务院令（第 679 号）第十七条，农村居民点、城（集）镇、工矿企业以及专项设施等基础设施的迁建或者复建选址，应当依法做好环境影响评价；根据《水利建设项目（灌区工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评〔2018〕17 号）第八条：项目移民安置、专业项目改复建等工程建设方式和选址具有环境合理性，提出生态保护和污染防治措施。另行立项的，提出了单独开展环境影响评价要求。

专项复建工程的影响主要体现在施工占地破坏地表植被，可能引发水土流失，建议在下阶段移民安置规划报告成果的基础上单独开展天桥集镇、新寨集镇等集中安置点、天桥乡污水处理厂、X532 县道四级公路及其公路桥专项设施复建工程的环境影响评价工作和环境保护设计工作，落实集中安置点、复建工程环保措施，特别应关注复建工程对花滩子水库将要划定的饮用水源保护区的影响及环境保护措施，对运行期交通复建工程的交通运输环境风险进行进一步分析。

6.10 土壤环境保护措施

6.10.1 源头控制措施

1、运行期地方政府应需加强库周环境管理，确保水库库区良好的水质，避免因水质污染进而造成土壤的酸化、碱化和盐化现象。

2、采用防渗帷幕对坝基及坝肩进行防渗处理，减小坝址处的水量渗漏。

6.10.2 过程防控措施

加强运行期库区周边土壤含盐量和地下水水位的监测，若出现因本项目建设造成的土壤盐化现象($SSC \geq 1$)时，应采取排水排盐或降低地下水位的措施。对于排水排盐措施，可通过设置暗管进行排水排盐，配合种植盐分吸收植物改良土壤；对于降低地下水施，可适当抽取地下水降低地下水水位。

土壤是在生物气候条件下，由岩石风化的母质，经过几百几千年才逐渐形成的，尤其是在喀斯特地区，由于过去的植被破坏，水土流失较严重，所存表土很少，非常宝贵。因此，本工程施工场地开挖表层土壤，尤其是淹没区、施工区、输水管线占地区和渣场的表土，应设专门堆放点并做好堆放场地防护措施防止流失，后期用于土地复垦绿化覆土。

表土剥离直接采用推土机推土至存储区，剥离的表土临时存放在各渣场的库尾，在表面种草进行临时遮盖，并在堆土周边布置临时拦挡，在场地来水方向上布置临时排水沟，临时排水沟末端设置临时沉沙池，以防治水土流失。

剥离的表土用于后期覆土绿化和土地整地的土源。

在生产废水处理过程中，视废水用途适当投加酸性中和剂，避免造成土壤碱化，破坏土壤结构和肥力；严格按照水土保持方案作好水土保持措施，防治水土流失，并充分利用处理后的人畜粪便作为肥料和覆土拌和材料，一方面减少污水和化肥污染，一方面可培肥地力，改善土壤性质。

6.11 环境风险防范措施

6.11.1 施工期环境风险防范措施

6.11.1.1 施工期废污水事故排放风险防范

为保证各废水处理系统设施正常稳定运行，操作人员应严格按照操作技术规程，进行正确的操作和定期的维护。

(1) 按照“三同时”要求，为保证废水处理系统的有效运行，建设单位应把废水处理系统的建设与有效运行作为合同的条款之一纳入工程承包合同；

(2) 环境监理单位应定期对废水处理系统的管理运行进行监督检查，即时掌握废水处理系统的运行情况，对不良情况提出口头或书面的整改意见；

(3) 组织废水处理站的管理维护人员在上岗前接受专项技术操作培训，以保证各项废水处理设施的良好运行；

(4) 在正式运行前进行调试，确定混凝剂的最佳投加量，确保出水水质达标和运行费用的优化；

(5) 沉砂和污泥的及时处理是废水处理系统正常运行的关键。因此在运行管理中一定要特别重视泥渣的及时清运；

(6) 废水处理系统的运行、管理费应专款专用，以保证废水处理系统的正常运行。

(7) 一旦发生事故，应立即停止砂石加工系统的施工生产，从源头上控制污废水的产生，待环保设施恢复正常后才可进行施工。

(8) 输水隧洞施工中，做好隧洞防渗措施，制定地下水风险事故应急响应预案。

(9) 制定河西水厂饮用水源保护区施工期环境污染事故风险应急预案，控制北干管灯油坝隧洞开挖废水对水源保护区水质的影响。

6.11.1.2 油料、炸药运输风险防范措施

(1) 车辆运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，炸药运输不得将炸药和雷管混装运输，运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害。

(2) 在存储燃料油的储灌可能漏油处如法兰、阀门和输油臂下部设托盘。

(3) 在急弯、危险地段设置警示牌，提醒来往车辆慢开慎行，杜绝因车辆碰撞、侧翻导致石油类泄漏进而污染水体事件。

(4) 加强装卸作业管理，装卸作业人员必须具备合格的专业技能，装卸作业机械设备的性能必须符合要求，在装卸作业场所的明显位置贴示“危险”警示标记，不断加强装卸作业人员的技能培训。

6.11.2 运行期环境风险防范措施

6.11.2.1 水库水质污染风险防范措施

(1) 总体措施

① 结合区域发展规划，制定花滩子水库水质保护与流域污染防治专项规划，实行目标责任制度，落实各项保护措施。

② 全面了解水库水质风险来源，依托水质监测和污染源监控计划，有针对性的对水源水质及其集水区内的风险源进行调查与监控。一旦在水库出现入库水质严重超标或库区库周发生突发性污染事故，水质受到污染时，根据污染影响的范围，迅速做出停止取、供水的决定，并立即开展水质污染及污染事故发生原因的调查，采取防止污染扩散和降低污染的应急措施，使水库尽快恢复取、供水功能。

③ 建立健全花滩子水库水质协调保护和风险防范机制，应由水库运行管理单位、地方政府、库区库周交通道路管理单位共同组成协调小组，共同制定花滩子水库水质污染风险应急预案。

④ 加强库区流域集中城镇生活污水治理，加快主要乡镇污水处理厂、湿地处理系统建设，做好运行管理，避免生活污水事故排放。

⑤ 对库区经济特别是农业经济进行统一规划，加大生态农业的发展，实现绿色GDP，防治面源污染。

(2) 交通运输事故污染风险防范措施

① 协调有关交通道路管理单位，制定花滩子水库周边交通公路环境风险应急预案。按照各自责任分别明确各自的应急救援机构、预防措施、应急工作规程及处置原则、应急体系及程序等。

② 在库区复建公路、桥梁段设置警示标识牌，并完善伴河和跨河路段的路桥面径流收集系统、增加限速标识、防撞措施。

6.11.2.2 供水灌溉工程环境风险防范措施

(1) 建立输水隧洞及管道水质监测系统，及时发现污染事故，并及时启动水质污染应急预案。加强输水管道水质管理系统的水环境保护和管理的现代化水平，具备处理突发性污染等紧急事故的能力。

(2) 在水质污染潜在区域设置节制闸和退水闸，降低水质污染的影响范围。一旦发生污染事故，应视事故地点与管道节点位置关系，适当减少管道进水量或停止输水。同时，利用事故点上下的节制闸和退水闸配合排出污染水。根据污染物特性，及时对管道进行清洁处理，同时，及时处理管道排出的受污染水体，以免对环境造成影响。

(3) 在明管、管桥附近有公路及村寨区段，设置警示标识牌，提醒过往车辆及居民此处有供水水源、注意保护输水建筑物，标志牌上说明应急联系方式。

(4) 工业园区污染风险防范措施

① 园区应禁止引入重污染或存在重大环境风险的工矿企业，园区内主要污染企业应尽量远离河道布置。

② 对于拟入工业园区的主要污染企业必须自行建设废污水处理设施、有行业标准的达到行业标准要求，无行业标准的达到《污水综合排放标准》三级标准后方可排放园区管网，再汇入工业园区污水处理厂集中处理。

③ 加强对工业园区主要排污企业的环境监督管理，要求工业园区整体及主要排污企业应制定《环境风险应急预案》，相关排污企业自身应考虑设置事故废水收集设施，暂存废水，对本单位产生的有关固体废物应按照环境保护要求妥善处置处理。

④ 入园企业自身应提高环保意识，加强管理，保证污水处理设施正常运转，不偷排、漏排，发现因管理不当造成水污染事故时应通知环保责任管理单位和水库管理机构，并协助调查处理。

6.11.2.3 生态入侵风险防范措施

为保护工程周边生态系统稳定，须从工程设计和施工两个方面着手，防范生物入侵风险：

- (1) 禁止工程的景观绿化、植被措施等设计使用有入侵风险的物种。
- (2) 严禁施工过程中带入外来物种。
- (3) 发现入侵物种应及时向主管部门汇报。

6.11.3 环境风险应急预案

本工程建设后主要存在的环境风险为库区和输水水质污染风险、河西水厂饮用水水源保护区水质污染风险，风险源主要为城镇污水处理厂事故排放、交通道路、工业园区工业废水排放等，主要针对上述风险事故制定应急预案，实施相关措施。本工程突发事件涉及贵州省思南县，根据《国家突发公共事件总体应急预案》、《贵州省突发公共事件总体应急预案》相关要求和说明，确定本工程应急预案。

6.11.3.1 应急计划区

本工程应急计划区包括：花滩子水库坝址以上流域、主要供水管线沿线、退水区域河段。

应急事件包括：城镇污水处理厂事故排放、隧洞及管道渗漏、交通道路跨越入库河流段危险品运输车辆事故风险排放等。

6.11.3.2 应急组织机构、人员

(1) 应急领导机构

应急总领导机构为贵州省铜仁市人民政府突发公共事件应急委员会，由其作为协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。地方应急领导机构应包括思南县的分管环保的市长、县长、环保局及其他相关部门负责人组成。现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、主要风险源管理及企业单位分管环保的领导组成。

(2) 现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥，一般由环保局负责指挥。

(3) 应急救援人员

应急救援人员包括：

a、污染源控制组，主要负责现场抢险作业，及时控制事故污染源，由当地环保部门组成；

b、安全疏散组，负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由安全保卫人员和当地政府人员组成；

c、安全警戒组，负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入污染区，在人员疏散区域进行治安巡逻，有建设单位、当地公安部门负责；

d、物资供应组，负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由当地政府负责；

e、环境监测组，负责对水质、土壤进行环境应急监测，确定影响区域范围和污染物浓度，对事故造成的环境影响作出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染源提供依据，并负责对事故现场污染源的处置，由建设单位环境保护管理办公室和当地环保局负责；

f、专家咨询组，负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由建设单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织；

g、综合协调组，负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地宣传部门组成；

h、善后处理组，负责现场处置、污染物清理和善后工作，由当地政府相关部门组成。

应急程序见图 6.11.3-1。

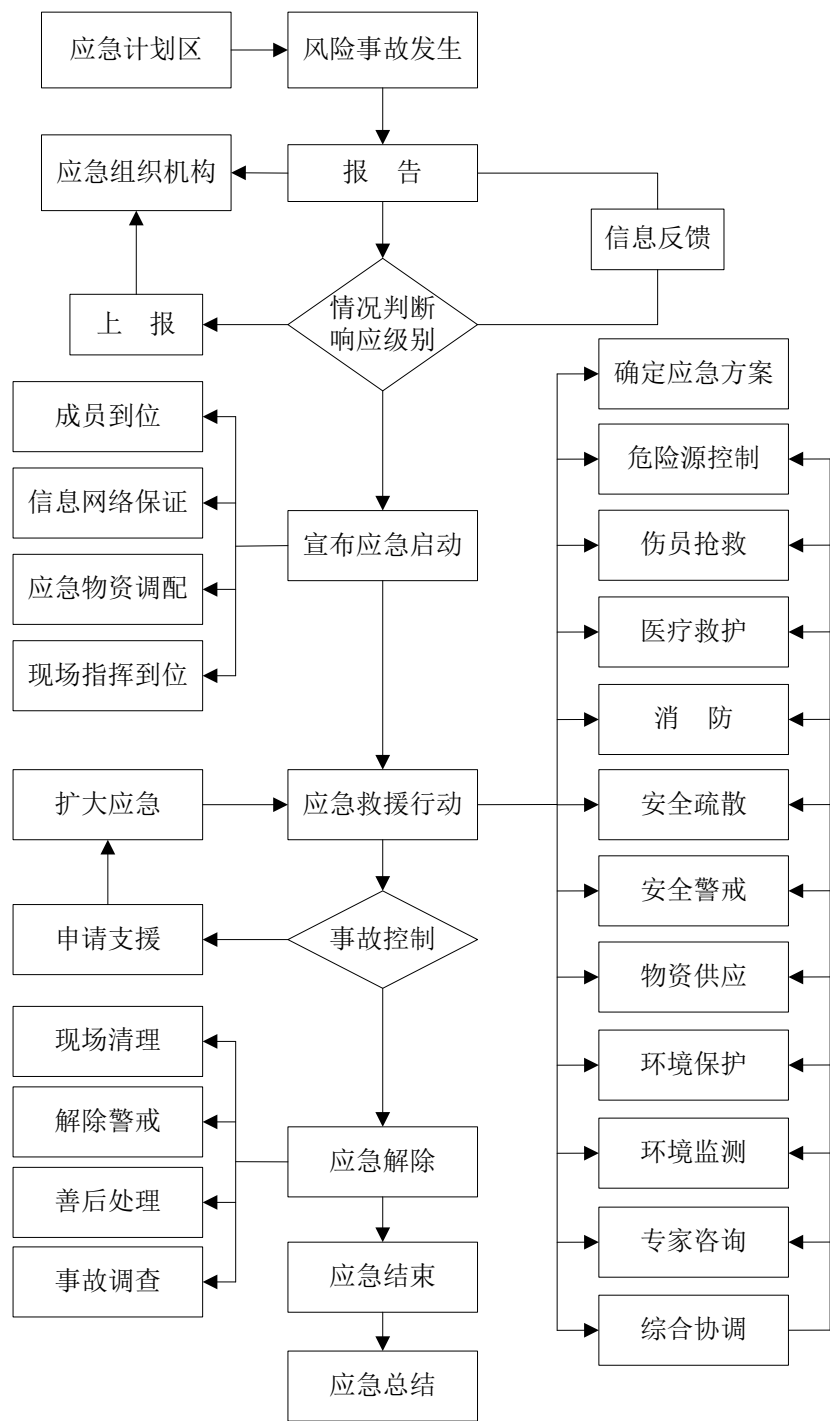


图 6.11.3-1 事故应急程序图

（4）预案分级响应

事故分为以下 4 个等级：特别重大（Ⅰ级），重大（Ⅱ级），较大（Ⅲ级），一般（Ⅳ级）。针对不同事故等级，试行分级响应。

事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，Ⅰ级、Ⅱ级响应：在事故应急领导机构的领导下，安排组织重、特大事故应急救援预案的组织和实施；组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故险情，对应急工作中发生的争议采

取紧急处理措施；根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、救援工作灵活开展；根据现场险情，在技术支撑下，科学组织人员和物资疏散工作；现场应急指挥与经济领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，适时发布公告，将危及的原因责任和处理决定公布于众，接受社会的监督。III级、IV级响应：各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作，防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。

因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

（5）应急救援保障

水库水质污染事故应急设备和器材包括：吸附剂、拦水沙包、污水收集系统、专用应急救援车辆、水质监测设备、无人机等。

（6）通讯联络方式

a、应急通讯：应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系；现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系；应急过程中对讲机均使用同一频道；如无线通讯中断，应急领导机构和现场指挥可组织人员进行人工联络。

b、信息报送程序：发生水库水质污染事故时，必须及时上报，按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后，报告应急领导机构和其他相关部门、上级部门，报送方式采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

（7）应急监督、救援及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场，对事故原因、性质进行初步分析、取样、送样、并做好样品快速检测工作，及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见，并发布应急监测简报，对事故出现后周围的防护距离、应急人员进出场的要求提供科学依据，确保总体掌握事故的全面情况。

（8）应急防护措施

污染源控制组对事故现场进行调查取证，对事故发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。

安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制污染源，对污染源及时进行处理，防止污染扩散，减少二次污染机率，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

（9）事故应急救援关闭程序与恢复措施

整个应急处置和救援工作完成后，即事件现场得到控制，事件条件已经消除；污染源的泄露或释放已降至规定限制以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证水库水质免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。

主要污染源企业、建设单位协同有关部门做好现场清洁与清理，消除致危因素。

善后处理组针对事故对水体、土壤造成的现实危害和可能的危害，提供处置建议等相关技术支持，并对事故现场和周边环境进行跟踪监测，直至符合国家环境保护标准。做好事故调查处理。

（10）应急培训计划

为了确保应急计划的有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。

每年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

定期进行一次应急演习，在模拟的事故状态下，检查应急机构，应急队伍，应急设备和器材，应急通讯等各方面能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

（11）公众教育和信息

对可能发生事故的企业、附近区域居民进行宣传教育，并发布相关信息。

7 环保投资估算及环境影响经济损益分析

7.1 环境保护投资估算

7.1.1 编制原则

(1) “谁污染，谁负责，谁开发，谁保护”原则。对于既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需的投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资。

(2) “突出重点”原则。对项目影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。

(3) “功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应由地方政府或有关部门、产权所有者自行承担。

(4) “一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

7.1.2 编制依据

(1) 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL359-2006)

(2) 关于发布《水利建筑工程预算定额》、《水利建筑工程概算定额》、《水利工程施工机械台时费定额》及《水利工程设计概（估）算编制规定》的通知（水利部文件水总〔2002〕116号）

(3) 《水利工程施工机械台时费定额》

(4) 《水利工程设计概（估）算编制规定》的通知（水总〔2014〕429号）

7.1.3 费用构成

根据《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006），环境保护工程项目共划分为五个部分，分别为：

第一部分：环境保护措施

主要指为减缓、控制工程对环境不利影响和满足工程功能要求而兴建的环境保护措施。包括水环境保护、陆生植物保护、野生动物保护、水生生物保护、人群健康保护以及其他等。

第二部分：环境监测措施

主要是指在施工期开展的环境监测和运行期需要建设的环境监测设施。包括水质监测、大气监测、噪声监测、卫生防疫监测、生态监测等。

第三部分：环境保护仪器设备及安装

指为保护和开展监测工作所需要的仪器设备及安装等。仪器设备包括环境保护设备、环境监测仪器设备和其他设备等。

第四部分：环境保护临时措施

工程施工过程中，为保护施工区及其周围环境和人群健康所采取的临时措施。包括生产废水和生活污水处理、噪声防治、固体废物处理、环境空气质量控制、人群健康保护等临时措施。

第五部分：环境保护独立费用

包括建设管理费、环境监理费、科研勘测设计咨询费、竣工环保验收调查费。

7.1.4 费用估算

花滩子水库工程环境保护投资 12821.63 万元，占工程静态投资 326818 万元的 3.92%，其中枢纽区环境保护投资 11247.89 万元，管线区环境保护投资 1573.74 万元，详见表 7.1.3-1、7.1.3-2。

7.1.3-1 花滩子水库环境保护投资汇总表

序号	工程或费用名称	环境保护投资（万元）		合计（万元）
		水库枢纽工程区	供水灌溉工程区	
第一部分	环境保护措施	5456.36	1.6	5457.96
第二部分	环境监测措施	139.48	72.89	212.37
第三部分	环境保护仪器设备及安装	557.9	270	827.90
第四部分	环境保护临时措施	301.28	232.1	533.38
第五部分	环境保护独立费用	3770.33	854.08	4624.41
一	环境保护建设管理费	408.20	854.08	1262.28
二	环境监理费	600	450	1050.00
三	科研勘测设计咨询费	2762.13	301.02	3063.15
1	环境影响评价费	900	150	1050
2	环境保护勘察设计费	1562.13	151.02	1713.15
3	科学实验研究费	300	0	300
第六部分	第一至第五部分合计	10225.35	1430.67	11656.03
第七部分	基本预备费	1022.54	143.07	1165.6
合计		11247.89	1573.74	12821.63

表 7.1.3-2 水库枢纽工程区环境保护投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备 注
第一部分	环境保护措施				5456.36	
	I 水库枢纽工程				5456.36	
一	水质保护				120.5	
1	水源保护区物理隔离防护带	km	16	40000	64	
2	水源地警示牌	个	10	1500	1.5	
3	运行期厂房废污水处理	套	1	550000	55	
4	库底清理					计入水库专项投资
二	下泄水温减缓措施					
1	分层取水工程					计入主体工程投资
三	水生生态保护				5195.86	
1	栖息地保护				114	
	标识	处	10	1000	1	
	局部河段底坡、岸边带生境改造	处	2	200000	68	
	人工鱼巢	处	3	150000	45	
2	集鱼平台	项	1	23890500	2389.05	
3	鱼类增殖放流				2620.81	
	建安费	项	1	26208100	2620.81	
	增殖站运行及放流费用	年	5	1200000		运行期由建设单位自筹，不列入工程投资
4	进水口拦鱼设施	项	1	1000000	100	拦鱼电栅
四	陆生生态保护				70	
1	宣传教育	项	1	100000	10	
2	动物搜救	项	1	200000	20	
3	古大树移栽及保护	项	1	380000	38	
4	金荞麦移栽及保护	项	1	20000	2	
5	水土保持					计入主体投资
6	植被恢复					计入淹没投资
五	生态流量下泄措施					
1	初期蓄水和运行期放水管					列入主体工程投资
六	移民安置及专项复建工程环保措施				42	
1	集中安置点				42	
	水源保护	项	6	50000	30	
	安置点垃圾收集池	项	6	20000	12	
2	专项复建工程环保措施					列入水库复建工程投资

表 7.1.3-2 水库枢纽工程区环境保护投资估算表

第二部分	环境监测措施				139.48	
I 水库枢纽工程					139.48	
施工期监测					123.08	
一	水环境监测				53	
	砂石加工系统废水	点·次	16	1500	2.4	
	含油废水	点·次	8	2000	1.6	
	生活污水	点·次	16	4000	6.4	
	生活饮用水	点·次	8	15000	12	
	地表水监测	点·次	24	11500	27.6	
	地下水监测	点·次	6	5000	3	
二	环境空气监测	点·次	16	4500	7.2	
三	噪声监测	点·次	24	1200	2.88	
四	人群健康	项	1	100000	10	
五	陆生生态监测	项	1	200000	20	
六	水生生态监测	项	1	300000	30	
运行期监测						运行期由建设单位自筹， 不列入工程投资
一	常规水质监测					
二	底泥监测					
三	陆生生态监测					
四	水生生态监测					
移民安置区监测					16.4	
一	水环境监测				8.4	
	生活饮用水水质	点·次	8	7500	6	
	生活污水	点·次	6	4000	2.4	
二	人群健康监测	项	1	80000	8	
第三部分	环境保护仪器设备 及安装				557.9	
I 水库枢纽工程					557.9	
一	生活污水处理				38	
	施工营地一体化生 活污水成套设备	套	1	200000	20	5m³/h
	业主营地一体化生 活污水成套设备	套	1	180000	18	
二	砂石料生产废水处 理设备费				278.4	
	高效（旋流）污水净 化器	台	2	480000	96	
	高效混凝混合器	台	2	30000	6	
	螺旋分级机	台	2	120000	24	
	加药系统	套	2	60000	12	
	板框压滤机	台	2	342000	68.4	
	调节池搅拌装置	台	4	36000	14.4	
	污泥池搅拌装置	台	4	36000	14.4	
	集水池提升泵	台	3	30000	9	

表 7.1.3-2 水库枢纽工程区环境保护投资估算表

	废水提升泵	台	3	30000	9	
	污泥提升泵	台	3	30000	9	
	电气控制系统	套	2	60000	12	
	电缆	批	1	42000	4.2	
三	生态流量监控设备	套	1	400000	40	
四	水温监测设备	套	1	800000	80	
五	水质在线监控设备	套	2	500000	100	
六	洒水车	辆	1	180000	18	
七	移民安置区				3.5	
1	生活污水处理				0	
	集中安置点一体化生活污水处理设备	套	6	2000000	0	列入水库重建工程投资
2	生活垃圾处理				3.5	
	垃圾桶	项	6	5000	3.5	
第四部分	环境保护临时措施				301.28	
I 水库枢纽工程					301.28	
一	废污水处理				103.2	
(一)	砂石料加工废水处理				62.00	
	调节池	项	1	100000	10	
	事故蓄水池	项	1	100000	10	
	沉渣池	项	1	200000	20	
	清水池	项	1	220000	22	
(二)	混凝土生产系统废水处理	项	2	20000	4	
(三)	含油废水处理	项	1	40000	4	
(四)	施工营地生活污水处理化粪池	座	4	8000	3.2	
(五)	生活污水一体化设备基础	项	2	50000	10	
(六)	隧洞废水处理	项	4	50000	20	
二	噪声防治				22	
1	交通警示牌	块	20	500	1	
2	交通限速牌	块	20	500	1	
3	噪声补偿	项	1	200000	20	
三	固体废物处理				62.1	
1	垃圾桶	个	20	250	0.5	
2	垃圾池	个	2	20000	4	
3	垃圾清运	月	48	10000	48	
4	垃圾日常清扫维护管理	月	48	2000	9.6	
四	环境空气质量保护				38.4	
1	洒水降尘	月	48	8000	38.4	
五	人群健康保护				45.58	
(一)	施工区人群健康保				33.58	

表 7.1.3-2 水库枢纽工程区环境保护投资估算表

	护					
1	卫生清理	hm ²	10	3000	3	
2	灭鼠与灭蚊	hm ²	10	3000	3	
3	进场人员卫生检疫	人·次	192	100	1.92	高峰劳动力 960 人施工人员的 10%，抽检 2 次
4	健康检查	人·次	192	120	2.304	
5	预防免疫	人·次	192	50	0.96	
6	卫生厕所	座	20	6000	12	
7	活动厕所	座	8	13000	10.4	
(二)	移民安置区人群健康保护				12	
1	移民安置工程施工期环境保护措施	项	6	20000	12	
六	移民安置区				30	
	集中安置点施工期环境保护措施	项	1	300000	30	
	第一至第四部分合计				6455.02	
第五部分	环境保护独立费用				3770.33	
一	环境保护建设管理费				408.20	
1	管理人员经常费				129.10	按一～四部分之和的 2% 计
2	环境保护竣工验收费				150	
3	宣传教育费及技术培训费				129.10	按一～四部分之和的 2% 计
二	环境监理费	年	4	1500000	600	
三	科研勘测设计咨询费				2762.13	
1	科学研究试验费				400	
	鱼类驯养及繁殖技术研究	项	1	180000	50	
	过鱼种类行为学及专业设备实验	项	1	1500000	100	包括鱼类游泳能力实验
	鱼类增殖放流效果研究	项	1	1100000	110	2 年，运行期由建设单位自筹，不列入工程投资
	鱼类栖息地保护相关技术研究	项	1	900000	90	
2	环境影响评价费				900	
3	环境保护勘测设计费				1562.13	
3.1	前期勘察咨询费				27.4	
3.2	工程勘察设计费				72.13	
3.3	鱼类增殖放流站				413.8	
3.4	集鱼平台				338.8	

表 7.1.3-2 水库枢纽工程区环境保护投资估算表

3.5	其他专项设计费				710	
	划定饮用水源保护区	项	1			运行期由建设单位自筹，不列入工程投资
	环境影响跟踪评估	项	1	2500000	250	
	环境影响后评价	项	1	3200000	320	
	生态调度研究	项	1	1000000	100	
	施工期环境风险应急预案	项	1	400000	40	
第六部分	第一至第五部分合计				10225.35	
	基本预备费				1022.54	与主体工程一致，取 10%
第七部分	环境保护总投资				11247.89	

表 7.1.3-3 供水灌溉工程区环境保护投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)	备 注
第一部分	环境保护措施				1.6	
II 供水灌溉工程					1.6	
一	水质保护				1.6	
1	水质保护标识牌	处	20	800	1.6	
2	地下水保护					
	隧洞防渗措施					列入主体投资
第二部分	环境监测措施				72.89	
II 供水灌溉工程					72.89	
施工期监测					72.89	
一	水环境监测				32.55	
	砂石加工废水	点·次	32	1200	3.84	
	隧洞废水	点·次	6	1350	0.81	
	地表水监测	点·次	24	10000	24	
	地下水监测	点·次	8	5000	4	
二	人群健康监测	项	1	90000	9	
三	环境空气监测	点·次	36	5000	18	
四	噪声监测	点·次	27	1200	3.24	
五	陆生生态监测	项	1	100000	10	
运行期监测						运行期由建设单位自筹，不列入工程投资
一	地表水监测					
二	地下水监测					
三	陆生生态监测					
四	噪声监测					
第三部分	环境保护仪器设备及安装				270	
II 供水系统工程					270	

表 7.1.3-3 供水灌溉工程区环境保护投资估算表

一	砂石废水处理		8	300000	240	
二	洒水车	辆	1	300000	30	
第四部分	环境保护临时措施				232.1	
II 供水灌溉工程					232.1	
一	废污水处理				53	
(一)	混凝土拌和系统废水处理	处	16	5000	8	
(二)	隧洞废水处理	处	4	80000	32	
(三)	环保厕所	项	10	13000	13	
二	噪声防治				100	
1	移动声屏障	m	800	1000	80	
2	噪声影响补偿	项	1	200000	20	
三	固体废物处理				44.7	
1	垃圾桶	个	60	250	1.5	
2	垃圾清运	月	36	10000	36	
3	垃圾日常清扫维护管理	月	36	2000	7.2	
四	环境空气质量保护				14.4	
1	洒水降尘	月	36	4000	14.4	
五	施工区人群健康保护	项	1	200000	20	
	第一至第四部分合计				576.59	
第五部分	环境保护独立费用				854.08	
一	环境保护建设管理费				103.06	
1	管理人员经常费				11.53	按一~四部分之和的2%计
2	环境保护竣工验收收费				80	
3	宣传教育费及技术培训费				11.53	按一~四部分之和的2%计
二	环境监理费	年	3	1500000	450	
三	科研勘测设计咨询费				301.02	
1	环境影响评价费				150	
2	环境保护勘察设计费				151.02	
2.1	前期勘察咨询费				14.15	
	前期工作咨询费				5.58	
	前期工作勘察费				8.57	
2.2	工程勘察设计费				36.87	
	工程勘察费				14.48	

表 7.1.3-3 供水灌溉工程区环境保护投资估算表

	工程设计费				22.39	
2.3	其他专项费用				100	
	隧洞穿越环境敏感区专题研究				100	
第六部分	第一至第五部分合计				1430.67	
	基本预备费				143.07	与主体工程一致，取10%
第七部分	环境保护总投资				1573.74	

7.2 环境影响经济损益分析

7.2.1 环境效益分析

(1) 经济效益

花滩子水库工程任务以城乡生活和工业供水为主，结合灌溉，兼顾发电等综合利用。工程建成后，将对受水区经济和社会发展起到巨大的作用。工程远期设计水平年 2030 年总供水量 8909 万 m³，灌溉面积 5.009 万亩。随着灌溉能力的提高，将促进灌区农村经济结构的优化调整，提高农业综合生产能力。

经计算，工程可实现经济总效益 47770 万元，其中城市供水效益 42763 万元、农村人畜饮水供水效益 1211 万元，灌溉效益 2310 万元，发电效益 1485 万元。

(2) 社会效益

建设花滩子水库工程可解决思南县中心城区、思南工业园区和部分乡镇及灌区缺水问题，为区域社会经济快速健康发展提供水资源支撑，提高供水保证率，工程的实施必将加速当地经济的发展。工程可解决农村人畜饮水问题，为灌区提供灌溉水源，增强灌区防灾、抗灾、减灾能力，支持农村经济发展，增加农民收入，推动农村经济发展。因此，工程建设对提高农民生活水平，促进农民致富奔小康，保障农村经济可持续发展，改善基础设施条件和促进相关产业发展均将起到推进作用。工程的上述社会效益十分显著，但因其效益难于货币化，在此暂不计列。

此外，工程施工期大量施工人员的生活需求将主要由当地农产品及服务满足，仅此一项，采用市场调查法，以施工人员每人每月平均消费 200 元计，施工期间平均每年可使当地消费额增加 242 万元。

(3) 环境效益

本工程环境保护措施和水土保持措施实施后,工程建设可能造成新增水土流失基本可以得到控制,水土流失的控制、地表植被覆盖度的增加为项目区及当地生态环境的改善创造了有利条件,同时也使施工迹地尽量恢复自然景观,促进生态系统的良性循环。

此外,工程建成后,灌溉条件的改善,将有效提高灌区土地利用率和复种指数,提高区域植被覆盖率,改善区域生态环境。

总体上,本工程具有较好的环境效益。

7.2.2 环境影响损失分析

本工程采用环境资源价值评估中的防护费用法与恢复或重置费用法来计算工程影响的环境损失值,即以减免工程对环境的不利影响或恢复环境功能所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响环境损失大小的尺度。在花滩子水库工程环境损失中,可以货币化体现的主要体现为环境保护措施与补偿费用。

根据工程及区域环境特点,为减免、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容:施工期环境保护措施、生态影响消减与恢复措施以及社会环境影响减免措施等,在进行技术经济分析或多方案比选基础上,提出了各项措施推荐方案及相应费用估算,本工程新增环境保护投资 12821.63 万元可近似作为本工程环境影响的损失值。

7.2.3 环境损益分析

根据以上分析,花滩子水库工程具有较好的经济、社会正效益,为减免不利环境影响所采取的新增环境保护投资为 12821.63 万元。在各项环保措施及水污染防治规划得到落实的情况下,其费用产生的环境效果较为明显,可较大程度地减免因工程建设带来的环境损失。因此从环境损益及环境经济角度分析,工程的建设是可行的。

本工程以供水为主要任务,工程的社会效益、环境效益目前大部分难以量化,同时,因工程建设所带来的上述环境正效益是长期的,而所采取的环保措施投入(即计算的环境损失)是短期的,因此从长远看,本工程的环境效益更加显著。

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理目标

(1) 保证各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

(2) 预防污染事故发生，保证各类污染物合理回用或达标排放，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到相应环境功能要求。

(3) 生态破坏得到有效控制，并采取措施恢复原有的水土保持功能和生态环境质量。

(4) 做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，保护施工人群健康，避免传染病爆发和蔓延。

8.1.2 环境管理机构及职责

8.1.2.1 工程建设期

建设单位全面负责工程建设期各项环境管理工作，工程开工前应成立由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有关单位组成的环境管理机构。负责贯彻执行国家有关环境保护方针、政策及法规条例，制订工程施工期环境保护管理规定与管理办法。按照国家有关环保法规和工程环保规定，对施工区环境保护工作实施统一管理。

(1) 建设单位工程建设期环境管理主要职责

① 加强施工期生态保护和污染防治管理工作，与施工单位签订施工合同时，开展生态环境保护工程招标，将环境保护要求纳入正式合同条款中，明确施工单位环境保护职责，为文明施工和环保工程“三同时”奠定基础。

② 提出施工期生态环境保护措施和环保设施建设的实施进度和要求。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，做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。

③ 委托进行环保专项设计，检查设计进度，组织设计成果的验收和审查，并保证各项环境保护措施的有效实施。

④ 依照法律法规、规定和方法，对整个工程各项环境保护措施的实施情况进行监督和管理。督促承包商环境管理机构的工作，处理环境违法违规行，表彰环保先进。

⑤ 加强环境监测管理，制订环境监测计划，开展环境监测工作。会同当地环保部门环境监督与检查，监督施工合同环境保护条款的执行情况。

⑥ 检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库；定期编制环境质量报告，报送地方生态环境保护主管部门。

⑦ 负责协调处理施工过程中的环境纠纷和环境污染事故。协调各部门之间关系，听取和处理各环境管理机构提交事宜和汇报，不定期向上级生态环境保护主管部门汇报工作

⑧ 加强环境保护宣传教育，提高工程环境管理人员的技术水平。完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，作好档案、资料收集、整理等工作。

（2）施工单位工程建设期环境管理主要职责

施工期的废污水处理、声环境保护、环境空气保护、固体废物处理、生态环境保护等环境保护费用应由施工单位承担，并在招标文件中明确。施工单位应确保措施到位，落实相关费用。

各施工承包单位在进场后均应设置环境保护办公室，设专职人员实施工程招标文件中或设计文件中规定的环境保护对策措施，及时处理施工过程中出现的环境问题，接受有关部门对环保工作的监督和管理。主要包括以下内容工作：

①制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作月、季及年度工作报告；

②检查所承担的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核算年度环境保护经费的使用情况；

④接受环保管理办公室和环境监理单位的监督，报告承包合同中环保条款的执行情况。

（3）监理单位工程建设期环境管理主要职责

为了更加有效地实施工程环境保护管理，成立工程环境监理部，参与工程环境管理。

将环保工程及施工合同中规定执行的各项环保措施作为监理工作重要内容，督促施工单位制定健全的环境保护管理组织体系和相应的规章制度，并要求工程施工严格按照国家、地方有关环保法规、标准进行，对建设项目的各项环保工程建设质量把关，监督施工单位落实施工中应采取的各项环保措施。同时，建立严格的工作制度，包括记录制

度、报告制度、例会制度等，对每日发生的问题和处理结果记录在案，并应将有关情况通报承包商和业主。

(4) 设计单位工程建设期环境管理主要职责

根据国家法律法规、环境保护主管部门要求、环境影响报告书和批复等有关文件，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈于建设单位和施工单位。

8.1.2.2 工程运行期

本工程由花滩子水库工程建设管理局负责运营管理，设环境管理机构和专职人员总体负责管理、维护好各项环保设施，确保其正常运行和达标排放，充分发挥其作用，同时做好日常环境监测工作，及时掌握污染动态，必要时采取适当污染防治措施。

(1) 根据相关的环境保护法律、法规及技术标准，确定工程运行期环境保护方针和环境保护目标，制定运行期环境保护管理办法；

(2) 根据环境保护管理规定和要求，协同地方生态环境主管部门开展环境保护工作，参与库区蓄水前生态保护工作及库底清理工作；协调库区饮用水源保护与污染防治工作。

(3) 负责落实工程运行期各项环境保护措施，制定和落实各项监测计划，委托有资质的环境监测站负责日常的环境监测工作；就生态调度、增殖放流、水温恢复、过鱼等措施的有效性开展长期跟踪监测，适时对监测结果进行评估，根据评估结论进一步优化环境保护措施。

(4) 负责与当地政府或渔政主管部门进行沟通协调，落实栖息地保护河段监管、宣传措施及经费；

(5) 协同环境监理单位，监督移民安置环保措施执行情况，定期对安置区生态与环境进行调查，必要时开展环境监测工作，避免环境问题的发生。

(6) 负责落实环保经费及环境监测工作的正常实施；做好环境信息统计；

(7) 配合地区环境监测站进行日常环境监测，并按时统计上报污染源与环保设施运行动态，协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题，提出防治对策和措施。

8.1.3 环境管理制度

(1) 环境监测和报告制度

环境监测是获取工程区各环境因子变化情况的重要手段，是实施环境管理的主要依据。本工程的生态与环境监测由建设单位选择具有相应资质的单位，依照监测计划对工程区环境质量状况定期进行监测。并对监测成果实行月报、年报和定期编制环境质量报告以及年审的制度。同时，应根据环境监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家标准和地方确定的功能区划要求。

（2）“三同时”验收制度

防治污染的设施执行“三同时”制度，必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。

（3）宣传、培训制度

环境管理机构应经常通过宣传栏、专题讲座等多种途径向工程参建人员宣传，增强环保意识，使他们自觉的参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为；定期组织培训班、交流会对工程管理人员进行环境管理、环境保护方面的培训，提高环境管理水平。

（4）污染事故预防和处理制度

工程施工和运行期间，如发生污染事故或其它突发性事件，除应立即启动应急预案，采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与当地环境保护行政主管部门。建设单位接到事故通报后，会同地方环保部门采取应急措施，及时组织对污染事故的处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，防止以后类似事故的发生。

8.2 环境监理

工程施工期应实施环境监理制度，以便对各项环保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督控制，使环境管理工作融入整个工程施工过程中，变被动的环境管理为主动的环境管理，变事后管理为过程管理，可有效地控制和避免工程施工过程中的生态破坏和环境污染。

8.2.1 环境监理范围

工程环境监理范围包括水库枢纽工程区、供水管线工程区和移民安置区。

8.2.2 机构设置与工作方式

建设单位应当在建设项目开工建设前，通过招投标等方式委托环境监理单位开展环境监理。

根据工程规模和施工规划，施工期环境保护监理单位拟设专职监理人员 1 人、兼职人员 1~2 人。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据，发现问题后，立即要求承包商限期治理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。环境保护行政主管部门按照审批权限，对其审批的建设项目环境监理进行监督管理。

8.2.3 环境监理工作内容

环境监理包括建设项目设计文件环保核查、施工期环境监理。

（1）设计文件环保核查

设计文件环保核查是对建设项目的的设计文件符合环境影响评价及其批准文件要求情况的检查。在项目开工建设前环境监理需完成设计文件环保核查并及时向项目建设单位提交设计文件环保核查报告；建设单位应当在建设项目开工建设时，向环境保护行政主管部门报告并提交环境监理单位关于建设项目设计文件环保核查报告。

（2）施工期环境监理

施工期环境监理的工作范围包括施工区、料场、弃渣场及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。施工环境监理的主要职责为：

①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、检查承包商或环保措施实施单位对施工区环保措施的实施进度、质量及效果。

②指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

③根据实际情况，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

④审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

⑤加强现场监控，重点监督检查生产废水、生活污水收集和处理系统的施工质量、运行情况。对监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

⑥对承包商施工过程及施工结束后的现场，依据环保要求进行检查和质量评定。

(3) 水库枢纽区、供水管线区环境监理重点

① 生活供水：为了保证施工期间水源不受污染，应该加强对水源及水源周围环境的保护，设置明显的卫生防护带，并且加强维护。

② 生产废水处理：对生产废水处理措施、设施进行监督检查，确保承包商及各施工单位产生的生产废水进行处理后综合利用或达标排放。

③ 生活污水处理：检查生活污水处理设施运行情况及处理效率，确保经过处理的生活污水综合利用或达标排放。

④ 固体废弃物处理：固体废弃物包括土石弃渣、生活垃圾和建筑废料。对于固体废弃物的处理，环境监理工程师监督检查承包商处置好承包商的任何设备和废弃材料，竣工时监督检查承包商从现场清除运走所有废料、垃圾，拆除和清理不再需要的临时工程，保持工程所在现场的清洁整齐。

⑤ 环境空气污染防治：施工区大气污染主要来源于施工和生产过程中的废气和粉尘。为防治运输扬尘污染，环境监理工程师监督检查承包商及各施工单位在装运水泥、石灰、垃圾等一切易产生扬尘的车辆时，必须覆盖封闭；对道路产生的扬尘，监督检查路面保护及定期洒水措施落实情况；混凝土拌和系统配备除尘设备；监督检查主体工程边坡开挖爆破等一切露天爆破，采取提前洒水、草袋覆盖等降尘措施；严禁在施工区焚烧会产生有毒有害或恶臭气体的物质。同时，环境监理工程师应监督检查针对受环境空气污染影响的敏感点污染防治措施的落实情况。

⑥ 噪声控制：为防止噪声危害，对产生强烈噪声或振动的施工单位，监理工程师必须要求采取减噪降振措施，选用低噪弱振设备和工艺。对固定噪声源必须安装消音器，设置隔音间或隔音罩；对接触移动噪声源生活营地和居民区的单位必须合理安排作业时间，减少和避免噪声扰民，并妥善解决由此而产生的纠纷，负担相应的责任。同时，环境监理工程师应监督检查针对受噪声污染影响的敏感点污染防治措施的落实情况。

⑦ 生态环境保护：严格控制施工范围，严禁施工人员到施工区外活动，禁止捕食鱼类、蛇、蛙等，减少对植被的扰动、降低对陆生动物和鱼类的影响，加强水土保持；施工结束时恢复当地植被，恢复生态环境。

⑧ 人群健康保护：监理工程师应对承包商的劳动卫生、施工人员个人防护、人群防病免疫保障体系进行重点检查。

⑨ 其他生态保护措施：协调主体工程监理对下泄流量保证措施、集运鱼设施、增殖放流站建设实施监理工作。

(4) 移民安置区环境监理重点

① 审查实施单位在总进度和年度计划下的环保设施施工组织设计和进度计划。

② 在安置点及复建道路建设过程中检查和督促计划的实施，确保“三同时”制度得到执行。

③ 对环保设施是否按批准的规划及批复的环境影响报告书设计标准进行施工。

④ 对环保资金的使用、去向与环保措施实施进度进行控制。

⑤ 参加由实施单位组织的初步验收和由业主或上级主管部门主持的竣工验收活动。

8.2.4 环境监理组织方式

(1) 工作记录制度

环境监理工程师根据工作情况做出工作记录(监理日记)，重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，指出存在的环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，提出处理意见及处理结果。

(2) 监理报告制度

监理工程师应组织编写环境监理工程师的月报、季度报告、半年报告、年度监理报告以及承包商的环境月报，报建设单位环境管理办公室。

(3) 函件往来制度

监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，应下发问题通知单，通知承包商及时纠正或处理。监理工程师对承包商某些方面的规定或要求，一定要通过书面的形式通知对方。

(4) 环境例会制度和会议纪要签发制度

每月召开一次环保会议。在环境例会期间，承包商对本合同段本月的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标段的环境保护工作进行全面评议，会后编写会议纪要并发给与会各方，并督促有关单位遵照执行。

重大环境污染及环境影响事故发生后，由环境总监理工程师组织环保事故的调查，会同建设单位、地方环境保护部门共同研究处理方案，下发给承包商实施。具体环境监理内容详见表 8.2.4-1。

表 8.2.4-1 环境监理内容一览表

项目	内容
监理目的与任务	根据环境保护设计要求,开展施工期环境监理,受业主委托,在业主授权范围内,开展环境监理,全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施和效果,及时处理和解决临时出现的环境污染事件。
监理机构设置	委托具有相关资质的第三方成立环境监理项目部,承担本项目的日常环境监理工作
监理达到的效果	根据相关法律法规、监理合同的有关条款、项目环境评价的内容及相关批复,对工程建设中污染环境、生态破坏防治及恢复的措施进行监督管理,对建设项目配套的环保工程进行施工监理,确保环境保护“三同时”制度的实施,使项目建设与环境保护协调发展。
环境监理范围	枢纽工程建设区及施工区、供水管线工程建设区及施工区等各标承包商及其分包商施工现场、作业区域、生活营地;场内外交通道路;渣场、料场、业主办公及生活区等。
监理内容	<p>(1) 编制环境监理计划,拟定环境监理项目和内容。</p> <p>(2) 对承包商进行监理,防止和减轻施工作业引起的环境污染和对植被、野生动植物的破坏行为和森林火灾的发生。</p> <p>(3) 全面监督和检查各施工单位各项环境保护措施实施情况和实际效果,监测单位的监测成果。</p> <p>——污(废)水处理</p> <p>砂石系统废水处理情况</p> <p>混凝土废水处理情况</p> <p>含油废水处理情况</p> <p>生活污水处理情况</p> <p>隧洞废水处理情况</p> <p>——水土保持</p> <p>枢纽工程区——局部边坡绿化</p> <p>施工辅助设施及生活营地区——临时拦挡、排水沟、迹地恢复</p> <p>料场——临时拦挡、排水沟、边坡绿化</p> <p>渣场——表土堆放、排水沟、钢筋笼护脚、护坡、渣顶绿化</p> <p>交通运输系统区——边坡绿化、迹地恢复、复垦</p> <p>——环境空气保护</p> <p>洒水车、施工人员劳动保护、施工区绿化情况</p> <p>——噪声污染防治措施</p> <p>警示牌、砂石噪声源隔声设施、施工人员劳动保护、施工时间</p> <p>——生活垃圾处理措施</p> <p>垃圾桶设置、垃圾分类收集、垃圾外运处理措施实施情况</p> <p>——人群健康措施</p> <p>检查各单位生活营地、职工食堂、厕所等的环境卫生。</p> <p>——环境监测</p> <p>对环境监测单位进行的环境监测(污水、噪声、空气、河流水质等)实施全过程旁站式监理。</p> <p>——生态保护</p> <p>施工人员活动区域限定、表土保护等。</p> <p>(4) 在日常工作中做好监理记录和监理报告,组织质量评定,参与竣工验收。</p>
监理工作制度	工作记录制度、监理报告制度、函件往来制度、环境例会和会议纪要签发制度

8.2.5 环境监理组织保障体系

建立健全完善的环境监理组织保障体系，是贯彻执行环境保护方针、政策、法律、法规、环保条款、管理办法等的需要和重要保证环节。环境监理工作具有相对的独立性，环境监理组织保障体系需要配备专职的机构和专业素质较高的专职人员。同时，环境监理又属于工程管理范畴，并且是环境管理的一个重要组成部分，因此环境监理机构的设置必须与工程管理机构、环境管理机构等统一起来，只有这样，才能最大程度地发挥环境监理工程师的作用，才能使整个管理体系处于最佳动作状态，使环境监理更好的融入工程和环境管理之中。

8.3 环境监测

8.3.1 监测目的和原则

（1）监测目的

① 掌握工程建设区环境的动态变化，为施工期和运行期环境污染控制、环境管理以及清渡河流域环境保护工作提供科学依据。

② 及时掌握环保措施的实施效果，根据监测结果调整环保措施，预防突发性事故对环境的危害。

③ 验证环境影响评价结论的正确性和可靠性。

④ 为库区水质保护和生态建设、监督管理和工程竣工验收提供依据，也为区域可持续发展提供科学依据。

（2）监测原则

① 与工程建设紧密结合的原则

监测系统的范围、对象和重点应结合工程施工和运行特点，全面反映工程施工和运行过程中周围环境的变化，以及环境变化对工程施工和运行的影响。

② 针对性原则

根据环境现状、环境影响预测评价结果及环境保护措施的需要，选择影响显著、具有代表性的主要因子进行监测，合理选择测点和监测项目，并根据工程运行的实际影响情况，对监测点和监测项目进行适当的调整或增减。

③ 经济性与可操作性原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足本监测系统主要任务为前提，尽量利用附近现有监测机构，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

④ 统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑,统一规划,根据工程不同阶段的重点和要求,分期分步建立,逐步实施和完善。

8.3.2 施工期环境监测计划

8.3.2.1 水环境监测

(1) 施工期

① 水库枢纽工程区

枢纽工程施工期水环境监测内容包括砂石加工系统废水、含油废水、生活污水、生活饮用水、地表水和地下水等 6 部分。

a 砂石加工系统废水

监测点布设:砂石加工系统冲洗废水处理设施进水口和出水口,各布设 1 个监测点。

监测项目: pH、SS、流量。

监测频率: 每期监测 3 天。

监测时间: 每年监测 3 期,主体施工期 32 个月,监测 8 期。

b 含油废水

监测点布设: 含油废水排放口,布设 1 个监测点。

监测项目: pH、石油类。

监测频率: 每期监测 3 天。

监测时间: 每年监测 3 期,监测 8 期。

c 生活污水

监测点布设: 施工营地和业主营地生活污水处理设施排放口各设置 1 个监测点,共布设 2 个监测点。

监测项目: pH、COD、BOD、NH₃-N、TP、污水流量、SS、动植物油等 8 项。

监测频率: 每期监测 3 天。

监测时间: 每年监测 3 期,监测 8 期。

d 生活饮用水卫生监测

监测点的布设: 生活区供水水源出水口布设 1 个监测点。

监测项目：按《生活饮用水卫生标准》（GB5479-2006）进行监测，包括色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、铁、锰、铜、锌、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群，共 17 项。

监测频率：每期监测 2 天。

监测时间：每年监测 3 期，监测 8 期。

e 地表水监测

监测断面布设：枢纽施工区上下游各一个，为上游围堰上游、坝下业主营地附近。

监测内容：水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD、NH₃-N、TP、TN、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、铁、锰、悬浮物等 19 项。

监测频率：每年监测 3 期（丰水期、平水期、枯水期），每期连续监测 3 天。

监测时间：每年监测 3 期，工程总工期 48 个月，监测 12 期。

f 地下水监测

监测点的布设：天桥乡楼房坡村居民点泉水 1 处。

监测项目：流量、pH、高锰酸盐指数、总硬度（以 CaCO₃ 计）、溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐（以 N 计）等 9 项。

监测频率：每年监测 2 期（枯水平和丰水期），每期监测 2 天。

监测时间：每年监测 2 期，监测 6 期。

表 8.3.2-1 枢纽工程区施工期水环境监测统计表

项目	断面（点位）	内容	频率	时间
砂石加工系统废水	废（污）水处理设施排放口排放口	pH、SS、流量	3 期/a， 3 天/期	施工期，共 8 期
含油废水		pH、石油类	3 期/a， 3 天/期	施工期，共 8 期
生活污水		pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、TP、SS、动植物油、污水流量等 8 项	3 期/a， 3 天/期	施工期，共 8 期
生活饮用水	生活区供水水源出水口	色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、铁、锰、铜、锌、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群等 17 项。	3 期/a， 3 天/期	施工期，共 8 期
地表水	上游围堰上游、坝下业主营地附近	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD、NH ₃ -N、TP、TN、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、铁、锰、悬浮物等 19 项	3 期/a， 3 天/期	施工期，共 12 期
地下水	天桥乡楼房坡泉点	流量、pH、高锰酸盐指数、总硬度（以 CaCO ₃ 计）、溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐（以 N 计）等 9 项。	2 期/a， 2 天/期	施工期，共 6 期

② 供水管线工程区

供水管线工程施工期水环境监测内容包括砂石加工系统废水、隧洞开挖废水、地表水和地下水等 4 部分。

a 砂石加工系统废水

监测点布设：砂石加工系统废水处理设施排放口各布设 1 个监测点，供水区共 4 套砂石加工系统，共 4 个监测点。

监测项目：pH、SS、流量。

监测频率：在砂石加工系统正常运行时，每年监测 3 期，每期监测 3 天。

监测时间：隧洞施工期约 32 个月，监测 8 期。

b 隧洞开挖废水

监测点布设：邵家桥隧洞、灯油坝隧洞开挖废水排放口各设 1 个监测点，共布设 2 个监测点。

监测项目：pH、SS、石油类。

监测频率：每年监测 1 期，每期监测 1 天。

监测时间：隧洞施工期约 32 个月，共监测 3 期。

c 地表水监测

监测断面布设：清渡河干流（北干管清渡河管桥）、乌江干流河西水厂断面、石阡河汇口断面共 3 个监测断面。

监测内容：水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD、NH₃-N、TP、TN、氟化物、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、铁、锰、悬浮物等 19 项。

监测频率：每年监测 3 期（丰水期、平水期、枯水期），每期连续监测 3 天。

监测时间：主体工程施工期 32 个月，共监测 8 期。

d 地下水监测

监测点的布设：总干邵家桥隧洞进口附近井泉 1 处。

监测项目：水位、流量、pH、高锰酸盐指数、总硬度（以 CaCO₃ 计）、溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐（以 N 计）等 9 项。

监测频率：每年监测 3 期，每期监测 2 天。

监测时间：隧洞施工期约 32 个月，共监测 8 期。

表 8.3.2-2 灌区及供水工程施工期水环境监测表

项目	断面（点）	内容	频率	时间
砂石加工系统废水	4 处砂石废水处理设施排放口	pH、SS、流量	3 期/a, 3 天/期	施工期, 共 8 期
隧洞开挖废水	邵家桥隧洞、灯油坝隧洞进口	pH、SS、石油类	1 期/a, 3 天/期	施工期, 共 3 期
地表水	清渡河干流（清渡河管桥）、乌江干流河西水厂断面、石阡河汇口断面）	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD、NH ₃ -N、TP、TN、氟化物、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、铁、锰、悬浮物等 19 项	3 期/a, 3 天/期	施工期, 共 8 期
地下水	总干邵家桥隧洞进口附近井泉	水位、流量、pH、高锰酸盐指数、总硬度（以 CaCO ₃ 计）、溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐（以 N 计）等 9 项。	3 期/a, 2 天/期	施工期, 共 8 期

8.3.2.2 环境空气监测

（1）监测点布设

根据本工程施工与周围环境的关系，水库枢纽工程区布设 2 个监测点，分别为坝址右岸马路岩、石料场附近坨里居民点，供水管线工程区布设 4 个监测点，分别在坨家坝（南干管塘头 1#隧洞出口附近）、息乐溪居民点（凉水井泵站附近）、官庄居民点（双塘泵站附近）、鞍山村居民点（天桥泵站附近）。见表 8.3.2-3。

（2）监测内容

TSP 日均值、NO₂ 小时值和日均值和 PM₁₀ 日平均浓度。

（3）监测频率

工程正常施工期，每年监测 2 期，每期连续监测 7 天。

（4）监测时间

工程总工期 48 个月，监测 8 期。供水管线施工期 36 个月，共监测 6 期。

表 8.3.2-3 环境空气监测统计表

施工区	监测点位	监测内容	监测频率
枢纽区	马路岩、坨里	TSP、NO ₂ 、PM ₁₀	2 期/a, 3 天/期
供水管线区	坨家坝、响水洞、息乐溪、官庄居民点、鞍山村		

8.3.2.3 声环境监测

（1）监测点布设

水库枢纽区布设 2 个监测点，分别为坝址右岸马路岩、石料场附近坨里居民点，供水管线工程区布设 5 个监测点，分别在坨家坝、响水洞、息乐溪、官庄、鞍山村居民点布设。见表 8.3.2-4。

(2) 监测内容

等效声级： L_{Aeq} 。

(3) 监测频率

施工期每年监测 3 期，每期监测 2 天。

(4) 监测时间

工程总工期 48 个月，监测 12 期。供水管线施工期 36 个月，共监测 9 期。

表 8.3.2-3 环境空气监测统计表

施工区	监测点位	监测内容	监测频率
枢纽区	马路岩、大龙头	L_{Aeq} ，道路沿线居民点 同时统计车流量	3 期/a，2 天/期
供水管线区	坨家坝、响水洞、息乐溪、官庄 居民点、鞍山村		

8.3.2.4 人群健康调查

(1) 建档及疫情普查

为预防施工区传染病的流行，在施工人员进驻工地前，各施工单位应对施工人员进行全面的健康调查和疫情建档，健康人员才能进入施工区作业。

调查和建档内容主要包括年龄、性别、健康状况、传染病史、来自的地区等。普查项目为：结核病、传染性肝炎、细菌性痢疾，外来施工人员还应检查来源地传染病等。

(2) 疫情抽查及预防计划

在施工期内，根据疫情普查情况定期进行疫情抽样检疫。疫情抽查的内容主要为当地重点防控的肝炎、痢疾等消化道传染病，结核病等呼吸道疾病，发现病情应立即采取隔离措施并及时进行治疗。

按施工期每年检疫一次，检疫人数按施工高峰期施工人员的 10% 计。

8.3.2.5 陆生生态调查监测

(1) 监测目的

施工期主要对施工区物种，区域古树、金荞麦等分布地区、植被发育良好和易发生水土流失的区域进行监测；还要加强对区域性重点保护动植物的调查，在施工过程中若发现有重点保护动植物，应及时上报主管部门，采取相应保护措施。

(2) 监测内容

1) 植物监测

在施工前主要是对占地及淹没区植物及植被、古树、特有种等进行监测，在施工期主要是对施工征地红线范围内的动植物组成、植被破坏及覆盖率，区域古树、特有种等进行监测。

2) 动物监测：施工前主要对占地及淹没区的动物种类、分布、密度和季节动态变化进行监测；重点保护野生动物的种类、数量、栖息地、觅食地等。

调查内容及时间频次见表 8.3.2-5。

表 8.3.2-5 陆生生态调查内容及时间频次一览表

类别	内容	监测时间及频次
植物及植被	植物多样性、区系，植被及群落类型、群落组成、结构、分布规律，重点监测占地及淹没区、库区淹没线上、灌区、供水管线隧洞上方、施工区周边柏木群系、马尾松群系、响叶杨群系等的分布、群落结构及物种组成、覆盖度等	施工期开展 2 期调查，调查时间 4-6 月
古树	对淹没影响区 1 株古树，主要监测移栽情况；对占地及淹没范围外古树主要监测受工程影响情况	
保护植物	对淹没影响区 4m ² 金荞麦，主要监测移栽情况	施工期开展 4 期
动物资源	主要监测占地及淹没区的动物种类、分布、密度和季节动态变化情况。	施工期开展 2 期调查
重点保护野生动物	评价区内国家重点保护动物中 7 种猛禽，因其活动范围较广，监测点位和监测频次与植物监测保持一致；	施工期开展 2 期调查
	评价区国家重点保护动物中鸳鸯、红腹锦鸡、穿山甲、小灵猫的数量、栖息地、觅食地等。	施工期开展 2 期调查

(3) 监测地点

植物、植被和动物资源的监测点主要包括坝区、库区、库尾、业主营地、施工营地、道路区、渣料场区、供水管线管道与隧洞区。

(4) 监测方法

① 遥感监测

利用 ArcGIS Engine 技术和 Visual Basic 开发平台，以基础地理信息、生态专业数据和属性信息为基础建立数据库，依托 GIS 的空间分析性能进行监测，得到生物丰度指数、植物盖度指数、景观多样性值和优势度值等，来判断植物和植被的变化。

② 植物监测

①资料搜集法：采取走访等方式，获取现有能反应评价区生态现状或生态背景的资料。

②线路调查法：根据评价区地形、地势特点，结合卫星遥感图片、地形图、林相图等资料，按照东、西、南、北、中等 5 个方位，确定 5-8 个调查点，在每个调查点设置

2 个调查线路（分别设置水平样线和垂直样线），在调查时采取随机样方法调查植物群落状况。

③样方调查法：根据地形、海拔、坡向坡位、地质土壤，以及植物群落的形态结构和主要组成成分的特点，采取典型选样的方式设置样地。典型样地设置面积大小均以大于其群落最小样地面积为标准，根据不同的植被类型，设置森林植被样方面积为 $20\text{m} \times 20\text{m}$ 、灌丛为 $5\text{m} \times 5\text{m}$ ，灌草丛为 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 。样方调查内容包括：样地的地理位置（包括地理名称、经纬度、海拔和部位等），坡形、坡度、坡向；土壤类型、生境特征；群落的名称，群落外貌特征和郁闭度；乔木层植物进行每木调查，分别记录乔木植株的种名、树高、胸围和冠幅；灌木层记录灌木的种名、高度、盖度和株数（丛数），草本植物和层间植物的种名、高度和分布均匀度。另外，对样地受干扰现状、程度和原因，林内植物死亡状况，分别作为备注进行记载。

④植被勾绘及解译法：结合植被类型和区系调查进行，采用观察核对法对不同植被类型在地形图上勾绘边界，并在卫星图片上进行不同斑块的判读。在进行植被类型现状解译时，结合现场定位采样，解译出地表植被类型，植被类型划分依为植被群落，划分到植被型一级；在进行植被覆盖度解译时，采用归一化植被覆盖指数（NDVI）等方法，提取评价区植被覆盖度分布数据，进行覆盖度等级划分。

3) 动物监测

两栖类和爬行类样方：采用抓捕法、访问法调查两栖类和爬行类动物种类、数量、分布特征等。

小型兽类样方：采用日铗法、访问法调查小型兽类动物种类、数量、分布等。

鸟类样方：采用观测法、座谈访问法调查鸟类种类、数量、分布特征等。

8.3.2.6 水生生物调查调查

（1）调查断面布设

布设 4 个监测断面，即在干流库尾、库中鞍山村、枢纽区业主营地附近、坝下花滩子电站各布设一个断面。鱼类资源调查以区域性调查为主，调查范围主要为清渡河流域，不设置固定监测断面。

（2）调查内容

水生生态要素监测：浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物等水生生物的种类、分布密度、生物量、水温、流态及坝下水体中的溶解性气体等的变化关系。

鱼类种群动态及群落组成变化监测：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，重点监测重要鱼类及特有鱼类的种群动态及鱼类群落构成的变化趋势。

鱼类重要生境监测：监测鱼类重要生境的水温、流速和水位等水环境要素，调查适宜产卵生境分布与规模变化、繁殖种群规模以及繁殖时间和频次。

在水库蓄水前后，重点监测调查典型库湾的水生生态群落演替和水库生态系统结构、功能的变化及其发展趋势。

（3）监测频率及时间

水源枢纽工程总工期 48 个月，每年开展 1 期 2 次监测，分别在鱼类繁殖期(5 月)、肥育期(9 月)，共 8 次。

（4）调查方法

根据《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》推荐的方法进行采样和鉴定。

（5）鱼类资源监测

监测点位：在坝址上、下游河段各布设 1 个监测断面。

监测内容和频率：鱼类的种类组成、种群结构、资源量、等按照一年二次进行（春、秋各一次），施工期监测 2 年，建议在施工期第 1 年和第 5 年进行。

监测要求：详细记录每次采样的时间、水生生物和鱼类种类、数量、优势种，并定期分析变化趋势及时作出效果评价。

8.3.3 运行期环境监测计划

8.3.3.1 水环境监测

（1）常规水质监测

① 监测断面布设

常规水质监测断面布设：水库上下游设置 4 个水质监测断面，分别为水库库尾、库中天桥泵站、水库坝前、坝下业主营地附近。

② 监测项目

水温、pH、悬浮物、溶解氧、生化需氧量、高锰酸盐指数、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、总氮、总磷、总铅、六价铬、氰化物、总镉、石油类、挥发酚、总砷、总汞、粪大肠菌群共 20 项。

③ 监测频率

丰、平、枯各监测 1 次，每次连续监测 3 天。

④ 监测时间

水库蓄水后的前 3 年，第 4 年及以后根据实际进行优化调整。

(2) 在线水质监测

① 监测断面布设：共布设 2 个监测断面，即库尾断面、库中天桥泵站断面。

② 监测内容：水温、pH 值、电导率、溶解氧、浊度、氨氮等 6 项。

③ 监测频率：实时监测

表 8.3.3-1 水环境监测计划一览表

监测类别	监测点位	监测项目	监测时段及频率
常规水质监测	水库库尾、库中天桥泵站、水库坝前、坝下业主营地附近	水温、pH、悬浮物、溶解氧、生化需氧量、高锰酸盐指数、NH ₃ -N、硝酸盐、亚硝酸盐、总氮、总磷、总铅、六价铬、氰化物、总镉、石油类、挥发酚、总砷、总汞、粪大肠菌群共 20 项。	丰、平、枯各监测 1 次，一年 3 次
在线水质监测	干流库尾、库中天桥泵站	pH 值、电导率、溶解氧、COD、氨氮、总磷 6 项。	实时监测

(3) 库区及坝下水温自动观测

① 观测目的

通过观测库区水温情况，为研究水库热效应和水库水温结构变化以及对水环境、水生生态的影响、分层取水措施水温恢复效果提供基础资料。

② 断面布置

A. 布设原则

能较好控制入库水温以及库区水温结构变化，并与水位、流量、泥沙等水文观测断面相结合，便于实施和管理。采取在线连续观测相结合的方式。

B. 观测断面及垂线布设

自动观测断面为坝前和坝下发电尾水下游。坝前设置监测 1 条监测垂线，垂线布置若干监测点，发电尾水下游设置一个监测点，各观测点的数据采集为实时数据采集，观测精度应达到 0.1℃。

(4) 下泄生态流量监控

① 监控目的

为确保生态流量下泄措施的有效运行，需对工程在不同阶段的下泄流量进行实时监控，同时可为生态流量对下游水环境、水生生态及河道景观的影响与效果研究提供基础资料。

② 监控断面布设

考虑到本工程规划建设有水情自动测报系统对施工期和运行期进行水文观测，因此，根据工程施工期和运行期的生态流量泄放措施方案，并结合水情自动测报系统中水文站和水位站规划布设情况，拟在下游花滩子电站坝下约 1km 处、结合水文站设坝区生态流量自动监测系统。

③ 监控方案与技术要求

综合比较目前较常用的流量测量方法，初拟采用缆道流速仪法和 H-ADCP 测流仪相结合的方式对生态流量进行在线监控，数据传输与终端接收入水情自动测报系统。

④ 监控时间

为满足初期蓄水阶段生态流量监控要求，生态流量监测系统需在蓄水前安装完成。

8.3.3.2 陆生生物调查监测

(1) 监测目的

运营期主要监测生境的变化，植被的变化以及生态系统整体性变化。包括主要物种组成和数量。通过对陆生野生动植物的监测了解工程施工和建成运营对陆生生态的影响，掌握陆生生态修复及其它保护措施的实际效果，加强对生态的管理，使生态向良性或有利方向发展。同时为同类型工程提供科学的理论及实践基础。

(2) 监测内容

① 植物监测

在运营期主要是对占地区植被恢复情况，古树及特有种的移栽及成活情况进行调查。

② 动物监测：运营期结合生境恢复情况，重点在植被恢复区监测动物种类、数量、分布的动态变化。

调查内容及时间频次见表 8.3.3-2。

表 8.3.3-2 运行期陆生调查内容及时间频次一览表

类别	内容	监测时间及频次
植物及植被	植物多样性、区系，植被及群落类型、群落组成、结构、分布规律，重点监测占地及淹没区、库区淹没线上、灌区、供水管线隧洞上方、施工区周边柏木群系、马尾松群系、响叶杨群系等的分布、群落结构及物种组成、覆盖度等	运营期第 2 和第 5 年的 4-6 月，共监测 2 期
古树	对淹没影响区 1 株古树，主要监测移栽后成活情况，树高、胸径、冠幅、病虫害情况、管护情况、生长及更新情况；对占地及淹没范围外古树主要监测自然生长及生存情况、保护情况等	
保护植物	对淹没影响区 4m ² 金荞麦，主要监测移栽后成活情况，生长及更新情况、管护情况等；对淹没区外爬竹主要监测自然生长及生存情况、	运营期第 2 和第 5 年的 3-4 月（花期）、

表 8.3.3-2 运行期陆生调查内容及时间频次一览表

	发笋情况、保护情况等	8-9 月（笋期），共监测 4 期
植被恢复	主要监测枢纽工程区（包括大坝枢纽区、永久办公生活区、施工生产生活区、道路区、渣料场、安置区等）、供水及灌区（包括输水管线区、永久办公生活区、施工生产生活区、道路区、渣料场）植被恢复情况、恢复物种、成活率、覆盖率、外来入侵种等	运营期第 2 和第 5 年的 4-6 月，共监测 2 期
动物资源	主要监测占地及淹没区，植被恢复区（包括大坝枢纽区、永久办公生活区、施工生产生活区、道路区、渣料场、安置区等）的动物种类、分布、密度和季节动态变化情况。	运营期第 2 和第 5 年的 4-6 月，共监测 2 期
重点保护野生动物	评价区内国家重点保护动物中 7 种猛禽，因其活动范围较广，监测点位和监测频次与植物监测保持一致；	运营期第 2 和第 5 年的 4-6 月，共监测 2 期
	评价区国家重点保护动物中鸳鸯、红腹锦鸡、穿山甲、小灵猫的数量、栖息地、觅食地等。	运营期第 2 和第 5 年的 8-9 月，共监测 2 期

③ 监测地点

植被恢复的监测点主要包括枢纽工程区（如：大坝枢纽区、永久办公生活区、施工生产生活区、道路区、渣料场、安置区）、供水及灌区（如：输水管线区、永久办公生活区、施工生产生活区、道路区、渣料场）等地。

其他监测地点与施工期监测地点保持一致。

④ 监测方法

与施工期监测方法保持一致。

8.3.3.3 水生生态调查监测

（1）工程河段水生生态调查

①调查断面布设

布设 5 个调查断面，分别为库尾、库中天桥泵站、坝前、坝下花滩子电站、清渡河口各布设一个断面。鱼类资源调查以区域性调查为主，调查范围主要为清渡河流域，不设置固定监测断面。

②调查内容

水生生物调查：浮游动物、浮游植物、底栖动物、大型水生植物的种群（或种类）、现存量（包括生物量、数量或密度）、优势种、地区分布、生态习性、经济价值等；并且增加大坝下游水体溶解气体含量。

鱼类调查：鱼类的种类组成、优势种类、分布、生活习性、年产量、饵料来源、鱼类三场分布位置、生态条件等，鱼类区系历史变化情况；特别是珍稀保护和特有鱼类的种类、数量变化情况。

鱼类产卵场监测：早期资源种类组成与比例、时空分布、早期资源量、水文要素（温度、流速、水位）、产卵场的分布与规模、繁殖时间和频次。

③调查频率及时间

工程竣工后，根据鱼类资源现状以及增殖放流对象的调整，制定进一步的长期监测计划。初步在水库运行每 2 年进行一期水生生物监测，每期监测开展分别在鱼类繁殖期（5 月）、肥育期（9 月）进行。

④调查方法

根据《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》推荐的方法进行采样和鉴定，并且对鱼类采取现场撒网捕捞、附近居民和市场上的渔获物等进行访问调查。

（2）增殖放流效果调查

为了使鱼类人工增殖放流达到预期效果，须对放流效果进行评估，根据评估结果调整增殖放流计划。

① 监测评价区域

工程影响河段及主要支流，包括清渡河花滩子水库库区及花滩子电站坝下河段。

② 监测评价内容

饵料生物：浮游植物、着生藻类、浮游动物和底栖动物的种类和数量。

鱼类资源：鱼类的种类组成与比例、时空分布、种群结构、资源现状重点监测放流鱼类种类的种群变化情况，以此分析评价增殖放流效果。

鱼类重要栖息生境：鱼类重要栖息生境的分布与规模、繁殖时间和频次以及鱼类越冬场和索饵场的情况，重点了解水库建成运行前后鱼类重要栖息生境的变化；监测鱼类产卵规模。

③ 监测评价时间和频率

花滩子水库鱼类增殖站建成后每年监测 1 次，增殖站生产期间长期进行监测。

④ 监测方法

按照《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《淡水浮游生物研究方法》等有关要求进行。

⑤ 监测评价报告内容

增殖放流站运行情况；

定期放流情况；

工程开发涉及水域鱼类资源现状及变化；

放流鱼类增殖效果；

拟开展的下一阶段工作计划。

（3）过鱼效果监测

水库蓄水后应开展过鱼效果的观测评估，包括进口水流条件、过鱼效率等观测评估。

① 进口观测评估

主要内容有：

观测评估在各种运行情况和尾水条件下，鱼类是否都能聚集在进口附近。

进口的光、色、水流条件和影响鱼类寻找进口的其它因素。

下游水位涨落对进口水流条件和鱼类寻找进口的影响。

记录最有利的进鱼条件、进口水流、水深、光色，进鱼量最大的时间和季节。

进行标志投鱼试验，估算正常运行情况下的进鱼比例。

② 过鱼效果评估

对进入集鱼系统的鱼类种类鉴定及统计，并测量其体长、体重及性腺发育情况。

通过监测数据，对日进鱼量、日内各小时进鱼量、各月进鱼量及年进鱼量进行统计，通过水库不同运行工况下的监测数据，对不同运行工况与过鱼数量的相关性和影响程度进行分析和评价。

8.3.3.4 泵站运行噪声监测

监测点布设：在天桥泵站、双塘泵站、凉水井泵站各设置 1 个监测点，共 3 个。

监测项目：昼夜等效声级。

监测频率：运行期内每 3 年监测 1 次，每次 2 天，每天 24 小时昼夜等效声级。

8.3.3.6 土壤环境监测

调查范围：坝址右岸施工区、库周未被淹没区（天桥乡楼房坡村）、管线区（塘头灌区芭蕉坝支管末端）共布设 3 个监测点位。

调查内容：pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍、土壤含盐量，以及现场记录采样点位土壤理化性质，重点关注现状监测出现轻度盐化的坝址右岸施工区土壤，加强土壤含盐量的监测。

监测频率及时间：在水库运行后第 2 年和第 5 年调查 1 次。

调查方法：土样采集按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）的规定执行；样品分析按照《土壤环境质量建设地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）、《土壤环境监测技术规范》、《土壤理化分析》等推荐方法执行。

8.3.4 移民安置区环境监测

（1）水环境监测

① 移民安置区生活饮用水水质

监测点布设：在天桥集中安置点、凯望农村集中安置点生活供水末端分别布设 1 个生活饮用水监测点。

监测项目：按《生活饮用水卫生标准》（GB5479-2006）进行监测，包括色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、铁、锰、铜、锌、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群，共 17 项。

监测频率与时间：移民搬迁安置后监测 1 年，每季度监测 1 期。

② 集中安置点生活污水监测

监测点：选择集中安置点的污水排放口布设生活污水监测点。

监测项目：化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总大肠菌群等 4 项。

监测时段和频次：每年监测一次，至建成后第 3 年止。

（2）人群健康监测

监测对象：集中安置移民。

监测内容：移民搬迁影响的可能传染病，如病毒性肝炎、痢疾、肺结核、流行性乙脑、流行性腮腺炎、流行性脊髓膜炎、伤寒和流行性出血热等。安置区鼠类密度及蚊虫孳生情况，并抽样监测鼠类带病菌情况。

监测时间：搬迁前应进行人群健康普查 1 次。考虑到当地原来无明显地方性疾病和异常的传染性疾病发生，后期的人群健康跟踪监测可纳入当地农村或城镇医保系统筹规划，由有关的医疗机构进行跟踪监控。

8.4 竣工环保验收

依据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照该暂行办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护

设施进行验收。结合分阶段环境保护工程建设要求，花滩子水库工程环境保护验收计划如下：

(1) 蓄水阶段环境保护工程验收

① 施工期部分环境保护工程土建工程验收

施工期阶段环境保护工程验收主要是针对施工期内须开展建设的环境保护工程进行验收，以落实和督促其按要求及时建设，如鱼类增殖放流站、下泄流量措施、环境监测和生态调查情况等。

② 施工期环境保护工程运行阶段验收

主要是针对施工期间已实施的环境保护工程的运行情况进行阶段验收，如施工废水处理系统运行情况验收、生活营地污水处理设施运行情况验收、施工迹地临时修复措施验收、垃圾收集和处理情况验收、库底清理等等。

③验收重点

流域生态环境改善工程、施工期污废水处理措施、水库蓄水及运行期下泄流量环保调度方案、生态流量泄放设施、分层取水设施、过鱼设施、鱼类增殖放流站、栖息地保护措施、珍稀保护植物和古大树移栽情况及移民专项环评应作为主要验收内容。

(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，按照有关规定实施，验收内容包括花滩子水库工程各阶段各项环境保护设施，如污废水处理系统和监测、生态修复和监测措施等。项目竣工后，应按规定程序完成竣工环境保护验收。

若工程或环保措施发生重大变更必须重新报批环境影响报告书。工程自批复之日起5年内未开工建设，本批复文件自动失效，建设单位需重新报审环评文件。项目建成竣工环保验收运行3~5年，应开展环境影响后评价工作。

本项目竣工环境保护验收汇总见表 8.4-1。

表 8.4-1 工程竣工环境保护验收主要内容一览表

时段	项目		措施内容	达到的效果
水库枢纽工程区				
施工期	废水	生活污水	生活营地一体化污水处理设施	废污水处理后优回用，多余部分达标排放
		生产废水	砂石加工系统废水、混凝土拌和系统废水、含油废水经处理后综合利用	
	废气	道路扬尘、燃油废气	加强燃油机械的保养、场内施工道路定期洒水	执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准，无组织排放执行无组织排放监控浓度限值。

表 8.4-1 工程竣工环境保护验收主要内容一览表

时段	项目		措施内容	达到的效果
	噪声	施工噪声	施工期选用低噪声的设备和机械、设立警示牌	执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
	固体废物	生活垃圾	营地生活区和施工区设置垃圾桶，定期外运	及时清运，保持该区清洁卫生
		废渣	运至指定渣场堆放	及时清运
	其他		环境保护管理规章制度、机构，环境监理制度、环境监测和生态调查工作是否落实。	满足相关要求
试运行期	水质保护		库底清理、划定水源保护区	保护库区水质
	陆生生态		施工迹地生态恢复、古大树、金荞麦移栽	尽量减少破坏植被
	水生生态		栖息地保护、增殖放流、过鱼设施	保护水生生境，保障河段水生生境的连通性、鱼类的多样性
	低温水减缓措施		三层取水口	减缓下泄低温水影响
	生态流量保证措施		临时和永久生态流量管、生态流量在线监控系统	保证下放最小生态流量
	移民安置环境保护	移民生活污水	思南县城、印江县城、孙家坝镇、新寨镇城镇安置点接入城镇污水处理管网，凯望村和天桥集镇移民集中安置点依托配套废水处理设施	达标处理，禁止排入花滩子水库库区
		移民生活垃圾	设置垃圾转运站，依托当地垃圾收运设施处理	保护移民安置区环境
	环境管理及监测		落实环境影响报告书管理要求，配备专职或兼职的环境管理人员，按报告提出的监测方案实施了环境监测	
	环境风险防范措施		制定环境风险应急预案，加强上游流域污染源管理	
供水管线工程区				
施工期	废水	生产废水	隧洞段4处砂石加工系统废水、8处混凝土拌和机冲洗废水、4处隧洞开挖废水处理设施	除隧洞废水优先回用、剩余达标排放，其它废污水不外排
	废气	道路扬尘、燃油废气	加强燃油机械的保养、场内施工道路定期洒水	执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准，无组织排放执行无组织排放监控浓度限值。
	噪声	施工噪声	施工期选用低噪声的设备和机械、设置临时声屏障，运行期泵房采用隔声措施	执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
	固体废物	生活垃圾	营地生活区和施工区设置垃圾桶，就近纳入当地垃圾处理体系	及时清运，保持该区清洁卫生
		废渣	运至指定渣场堆放	及时清运
	其他		环境保护管理规章制度、机构，环境监理制度、环境监测和生态调查工作是否落实。	满足相关要求
试运	水质保护		划定水源保护区、受水区污水处	保护渠道水质及退水河流水质

表 8.4-1 工程竣工环境保护验收主要内容一览表

时段	项目	措施内容	达到的效果
行期		理设施建设情况	
	陆生生态	施工迹地生态恢复	尽量减少破坏植被
	泵站运行噪声防治	运行期泵房采用隔声措施	执行《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 2 类标准
	移民安置环境保护	移民生活污水	安置点配套化粪池、生活污水经一体化污水处理设施处理
		移民生活垃圾	设置垃圾转运站, 依托当地垃圾收运设施处理
	环境管理及监测	落实环境影响报告书管理要求, 配备专职或兼职的环境管理人员, 按报告提出的监测方案实施了环境监测	

9 环境影响评价结论

9.1 工程概况

9.1.1 流域概况

花滩子水库工程位于贵州省铜仁市思南县乌江右岸一级支流清渡河下游河段，乌江干流思南县境内河段长 78.1km，思南县关中坝以上流域面积 51414km²，多年平均流量 872m³/s，多年平均年径流量 267.74 亿 m³；清渡河流域面积 502 km²，干流全长 62km，河口处多年平均流量 9.34m³/s，多年平均年径流量 2.945 亿 m³，约占乌江干流与清渡河汇口下游断面年均径流量的 1.07%。花滩子水库坝址距清渡河河口约 8.5km，控制流域面积 423 km²，多年平均径流量 2.48 亿 m³，多年平均流量 7.87m³/s。本工程退水主要受纳水体为乌江、石阡河，石阡河，又名龙底江，为乌江中游右岸一级支流，流域面积 2084 km²，河长 122km，思南县境内长 37km，河口处多年平均流量 38.9m³/s，约占乌江干流与石阡河汇口下游断面年均径流量的 4.46%。

清渡河现状无大、中型水利水电工程，上世纪 60 至 70 年代在干流上建设了天桥电站、雁水电站，2006 年建成了花滩子电站，2014 年开工建设了天生桥电站（目前已停建）。其中雁水电站位于本工程上游约 20km 处，装机 0.4MW，采用堤坝式开发；天桥电站位于本工程上游约 3km 处，装机 0.64MW，减水河段约 2.0km；花滩子电站位于本工程下游约 5.5km 处，装机 4MW，采用堤坝式开发；天生桥电站位于本工程上游约 5km 处，为小水电代燃料项目，设计装机 4MW，因其位于拟建花滩子水库淹没区，目前已停建。

9.1.2 相关规划及规划环评

根据 2015 年 9 月铜仁市人民政府批复的《贵州省清渡河流域综合规划》（铜府函〔2015〕198 号），清渡河干流推荐 5 级开发方案，自上而下依次为清渡河水库（774m，在建）、丰岩电站（561.5m）、雁水电站（541.2m，已建）、花滩子水库（494.0m）、花滩子电站（410.4m，已建）等水利水电工程。其中，花滩子水库工程开发任务为以城乡生产生活供水、农田灌溉为主，兼顾发电，水库正常蓄水位 491m，死水位 463m，总库容 1.103 亿 m³，多年平均供水量 0.8909 亿 m³，灌溉面积 5.009 万亩，电站总装机 7.0MW。

2015 年 9 月，铜仁市环境保护局以铜环审〔2015〕29 号文出具了《贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书》的审查意见，提出流域内各水库、电站应严格执行环评报告书和审查小组提出的各项环境保护具体的减缓措施。严格实施生态用水的下放和保证措施；提高流域生活和工业用水利用率，控制并削减流域内污染排放，完善居民生活污水处理设施和生活垃圾收集设施建设，控制农村面源污染，防止水体富营养化；环境敏感区域，应对其影响方式、范围和程度作出深入评价，开展对敏感区进行专题研究和论证，在取得相关管理部门同意后，方可开展建设，并强化环境保护措施的落实。

9.1.3 拟建工程概况

花滩子水库工程任务以城乡生产生活供水、农田灌溉为主，兼顾发电。水库正常蓄水位 491m，死水位 463m，总库容 1.13 亿 m^3 ，具有多年调节性能。水库建成后多年平均供水量为 8909 万 m^3 ，其中思南县城供水 2847 万 m^3 ，工业园区供水 3932 万 m^3 ，乡镇供水 487 万 m^3 ，农村人畜供水 177 万 m^3 ，灌溉供水 1466 万 m^3 ，电站总装机 7.5MW，多年平均发电量 1816 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

工程包括水库枢纽工程和供水灌溉工程两个部分。水库枢纽工程由挡水建筑物、泄水建筑物、供水灌溉兼发电引水建筑物等组成。其中，挡水建筑物为碾压混凝土重力坝，坝顶全长 223.2m，最大坝高 108.5m。泄水建筑物为 3 孔溢洪道和放空底孔，溢洪道每孔净宽 9m，堰顶高程 480.0m，采用挑流消能；放空底孔孔口尺寸为 3.0×3.0m(宽×高)，进口底板高程 434.0m，采用挑流消能。发电与供水灌溉取水口合并布置，为坝身塔式取水口，采用三层固定进口型式，底板高程分别为 457.0m、468.0m、479.0m，孔口尺寸均为 3.0×3.0m(宽×高)。供水灌溉兼发电引水管在坝后分岔为供水灌溉功能的总干管邵家桥隧洞、永久生态流量泄放管、发电引水系统，其中总干管为城门洞型断面尺寸 2.5m×3.0m，设计引用流量 6.415 m^3/s ；永久生态流量泄放管内径 0.7m，水库死水位时过流能力 1.285 m^3/s ；发电支管内径分别为 1.1m、1.1m、0.7m，设计总引用流量 11.62 m^3/s 。坝后电站利用生态流量和弃水发电，右岸发电厂房设 3 台混流式水轮发电机组，总装机容量为 7.0MW（1 台 1.0MW+2 台 3.0MW），小机组额定引用流量 1.55 m^3/s ，大机组额定引用流量 4.95 m^3/s 。

供水灌溉工程输水线路由输水干支管、无压隧洞、泵站、管桥等组成，其中总干管从大坝供水灌溉兼发电建筑物中取水，东干管从库区中部天桥泵站取水，设计总取水流

量 $6.484\text{m}^3/\text{s}$ 。工程供水干、支管总长 68.93km ，沿线主要建筑物包括：泵站 5 座，隧洞 4 条、总长 9.95km ，管桥 5 座、总长 0.476km 。

水库枢纽工程弃渣 115.7万 m^3 ，共设置 1 个弃渣场和 1 个石料场；供水灌溉工程弃渣 35.1万 m^3 ，共设置 21 个渣场。工程建设征地面积 545.6hm^2 ，其中临时征用 100.37hm^2 ，永久征收 445.21hm^2 ，包括耕地 270.48hm^2 、林地 121.87hm^2 、草地 34.48hm^2 。

至设计水平年 2030 年，工程生产安置人口 1799 人，搬迁安置人口 3004 人，均为集中安置，共设 6 处集中安置点。

工程建设总工期 48 个月，工程静态总投资 32.5 亿元，其中环境保护投资 12821.63 万元（不含水土保持投资），约占工程总投资的 3.95%。

9.2 法规、规划符合性

9.2.1 与相关法律法规的相符性

花滩子水库工程输水管线穿越思南万圣山省级森林公园和河西水厂饮用水水源保护区，工程在森林公园范围内未设置渣场、料场及施工营地等，不在森林公园范围内开山取石，目前已取得省林业厅森林公园管理办公室《关于同意思南县花滩子水库工程输水管线穿过万圣山森林公园的函》（黔林旅字〔2018〕1 号）。花滩子水库工程库区及枢纽区不涉及河西水厂饮用水水源保护区，输水管线北干管穿越河西水厂一级保护区管线长度为 1.6km ，穿越二级保护区管线长度为 3.3km ，穿越准保护区 3.7km ，工程未在该保护区内设置渣场、料场及施工营地等。2017 年 8 月，贵州省环保厅以“黔环水表〔2017〕361 号”出具了意见，原则上同意花滩子水库的选址意见。

花滩子水库建成后将划定饮用水源保护区，替代现有的河西水厂饮用水源保护区供水任务。花滩子水库为与供水设施有关的建设项目，在做好施工期污染防治及应急预案的前提下，与《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的相关规定基本协调。

根据《贵州省生态保护红线划定方案》（黔府发〔2018〕16 号），查询叠图比对分析，本工程涉及生态保护红线范围约 103.1公顷 ，占用类型为武陵山区生物多样性保护与水源涵养重要区。2019 年 10 月，贵州省自然资源厅、生态环境厅、林业局联合印发了《关于进一步做好生态保护红线评估优化工作的通知》（黔自然资函〔2019〕1074 号），贵州省正组织开展生态保护红线自查评估和优化调整工作，以解决包括花滩子水库工程在内的重大基础设施项目与生态保护红线存在的矛盾冲突情况。2019 年 11 月，

中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，贵州省各级政府及部门正在落实相关工作，在目前国土空间规划编制中进一步协调包括本工程在内的重大基础设施项目与生态保护红线的边界矛盾。本工程属于国家重大水利项目，在贵州省生态保护红线评估调整工作中已充分考虑与其的协调性，并在国土空间规划编制中进一步协调边界矛盾。工程建设后将重新划定水源保护区，加强库区范围污染源治理与水源涵养，与所在片区的生态功能定位相协调。因此，在做好花滩子水库工程涉及生态红线评估调整的前提下，本工程总体符合生态保护红线的管控要求。

9.2.2 与相关区域、流域、环保等规划的相符性

花滩子水库建设总体符合《贵州省清渡河流域综合规划报告》，与《全国主体功能区规划》《全国生态功能区划（修编版）》《贵州省主体功能区规划》《贵州省生态功能区划》《长江经济带生态环境保护规划》等基本协调。

乌江干流及支流石阡河、清渡河为工程受水区退水接纳水体，针对工程建成后库区水质保护和受水区新增供水带来的退水污染问题，2018年12月铜仁市人民政府批复了《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030年）》，将乌江干流及支流石阡河、清渡河等纳入规划范围，明确和强化了2030年城镇污水处理率、处理排放标准、中水回用率等控制要求，2030年城镇再生水回用率不低于20%，工业污水回用率不低于40%，思南县拟投入资金约14.74亿元，通过实施工业集聚区集中治理、生活污水处理及管网建设、农业农村环境综合整治、饮用水源保护建设、环境监测与突发环境事件应急处置等规划项目，规划实施后可有效削减退水污染负荷，使2030年清渡河、石阡河河段满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域功能要求；涉及乌江干流退水河段至规划水平年特征指标TP污染负荷不增加、其他指标满足GB3838-2002 II类水域功能要求。综上，本工程建设与区域、流域、环保等相关规划基本协调。花滩子水库在可研阶段下调了正常蓄水位和供水规模，总体属设计阶段工作深度的差异和环境保护要求进行的设计优化调整。报告书提出了下泄生态流量及生态调度、实施鱼类栖息地保护、建设分层取水设施、集运鱼系统、鱼类增殖放流站等环保措施，思南县政府配套制定了《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030年）》，总体满足规划环评有关要求。

9.2.3 公众参与

建设单位通过网络公示、报纸公示、张贴公示及问卷调查相结合的形式开展本工程环境影响公众参与工作。2018年7月12日到22日，建设单位在思南县政府网站上进行了首次网络公示，并在工程涉及各乡镇向公众张贴了关于花滩子水库工程及其环境影响评价相关信息公告，首次公开内容和公开方式满足《环境影响评价公众参与暂行办法》的相关要求。

本次环评报告征求意见稿完成后，2020年5月，建设单位思南县和印江县政府网站上分别开展了网络公示，并在网站公示中附上了建设工程环境影响评价公众意见表及环境影响报告书（征求意见稿）全文；建设单位在2020年5月分别在当地报纸《思南报》、《铜仁日报》各进行了2次报纸公示，与此同时，建设单位还在工程沿线的村镇张贴环境影响报告书征求意见稿公示信息，各期信息公示期间均未收到相关反馈意见。

本工程环境影响报告书征求意见稿编制过程中及形成后，为加强工程所在地公众意见及建议的征集，建设单位在枢纽区、库周及管线区发放了106份纸质《建设项目环境影响评价公众意见表》，收回106份公众意见表。根据征求意见的反馈情况，收回的公众意见表中有24份的39条意见与环境保护相关。其中关注较多的是施工期噪声防治，占反馈意见的23.08%；其次是施工期粉尘扬尘防治，占反馈意见的20.51%；关注库区水质保护方面的反馈意见占比15.38%，关注施工期环境环境卫生与人群健康保护方面的反馈意见占比12.82%。建设单位和环评单位复核采纳了公众参与意见和建议完善了环境影响评价报告，并提出减缓不利环境影响的对策措施，并与主体设计单位和建设单位沟通反馈以保障落实。

综上，铜仁市花滩子水库环境影响公众参与程序基本满足《环境影响评价公众参与办法》要求。

9.3 主要环境影响及对策措施

9.3.1 水环境

（1）现状质量和保护目标

花滩子水库及坝下清渡河干支流及退水区石阡河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准，退水区乌江干流等执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类水域标准。根据2016年~2018年乌江干流思林电站断面（评价区上游）、河西水厂断面以及乌杨树断面（国控断面）常规水质断面监测数据，除TP

指标超标（超标倍数在 1.05~1.85 倍）外，其他指标如高锰酸盐指数、氨氮、氟化物均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准。国控乌杨树断面水质除 TP 最大超标 3.1 倍外，其他指标满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类水域标准，超标原因主要是上游来流水质 TP 超标。清渡河赵家坝断面、石阡河原渡口断面 2017~2018 年水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准。

评价区地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准。根据 2017 年 11 月现状监测结果，评价区地下水总大肠杆菌和细菌总数普遍超标，主要是受到农村生活、牲畜粪便污染所致，其余各项水质监测指标满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类要求。

评价区水环境保护目标为坝下基本生态环境需水得到满足，库区、坝下以及受水区退水接纳水体水质满足相应管理目标要求。

（2）环境影响及拟采取的保护措施

① 水资源

至设计水平年 2030 年，工程设计取用水量 8909 万 m^3 ，占坝址处多年平均来水量 2.48 亿 m^3 的 35.92%，占清渡河流域多年平均径流量 2.945 亿 m^3 的 30.25%。

在多年平均条件下，坝址断面各月下泄径流量占天然入库径流量的比例为 39.13%（4 月）~91.47%（1 月），全年下泄径流量为天然入库径流量的 57.75%，其中汛期（4~9 月）下泄径流量为入库径流量的 80.1%。多年平均情况下，坝下断面年均流量为 4.308 m^3/s ，较工程建设前降低 3.56 m^3/s ，至清渡河河口断面处降幅约 38.13%。

② 水文情势

工程坝下 5.5km 为花滩子电站库区，区间河段无集中式取排水口及其他敏感用水对象，零散分布有适宜产粘沉性卵鱼类产卵的生境，河段鱼类繁殖期一般为每年 4~6 月，工程重点考虑满足坝下河道水生生态基本用水需求。

评价采用 Tennant 法、90%保证率法、R2-Cross 法，同时考虑鱼类生态敏感期产卵要求，综合最大值确定花滩子水库坝址下游生态需水。枯水期（10~3 月）最低下泄流量为坝址断面多年平均天然流量的 15%下放生态环境用水 1.18 m^3/s ；在鱼类产卵期及汛期（4~9 月），最低下泄流量为坝址多年平均流量的 30%即 2.36 m^3/s 。为保障坝下鱼类繁殖的生态水文过程需求，运行期工程拟在每年鱼类繁殖期间 5 至 6 月择机实施一次生态调度，每次调度时间不低于 10 天，峰值持续时间不低于 7 天，峰值流量不低于 16.5 m^3/s 。

工程计划于第五年3月初下闸蓄水，75%来水频率下（下同），从起蓄水位蓄至放空底孔进口底板高程434.0m，约需36天，期间通过坝体390.5m高程预埋的直径1.0m临时生态放水管（泄流能力 $2.95\text{m}^3/\text{s}$ ）下泄生态流量；从434.0m蓄至水库死水位463m，约需70天，期间采用放空底孔下泄生态流量；水位蓄至死水位463m之后，通过供水灌溉发电系统下泄生态流量。运行期工程通过“机组发电+永久生态流量管”的方式下泄生态流量，当水库水位低于463m以及机组停机、检修期间，通过从发电灌溉引水管分出的管径0.7m永久生态流量管（死水位时泄流能力 $1.285\text{m}^3/\text{s}$ ）下放生态流量。同步建设坝下生态流量在线监测系统。

花滩子水库建成后，在多年平均条件下，坝前水位抬升约80.75m，水库水位最大变幅28m，干流回水长度16.46km，正常蓄水位水面面积增加至 3.65km^2 ，坝前断面平均水面宽由38.4m增加至183m，坝前平均流速由0.211m/s降低到0.001m/s，库区河段从河道急流型转为湖泊缓流型。

工程运行期因水库供水调度影响，坝址下游河段径流量减少，河段径流过程将会发生变化。坝下断面丰水年（ $P=10\%$ ）各月流量变化幅度在-83.78%（4月）~-6.27%（1月）之间；平水年（ $P=50\%$ ）各月流量变幅为-82.56%（5月）~-5.52%（3月）；偏枯水年（ $P=75\%$ ）各月流量变幅为-82.67%（5月）~-12.98%（1月）；枯水年（ $P=90\%$ ）各月流量变幅为-82.21%（5月）~-68.08%（1月）、244.72（2月）；特枯年（ $P=95\%$ ）各月流量变幅为-84.05%（5月）~-55.02%（1月）；多年平均条件下各月流量变幅为-60.91%（4月）~-8.33%（1月）。

花滩子水库建成后，丰水年、平水年、偏枯年各月下泄流量均降低。枯水年的1月、2月、特枯年的7月、12月、次年1月下泄流量较天然流量略有增大，主要原因是保障生态流量下泄，其他月份均降低。工程坝后电站主要利用下泄生态流量及汛期弃水发电，不承担调峰任务，坝址下游河道日内水文情势变化不明显。

③ 水温

报告书提出，采用 $\alpha - \beta$ 指数法判别花滩子水库的水温结构类型为分层型。根据立面二维水温模型预测结果，在未采取分层取水措施条件下，丰、平、枯水年3月至8月下泄水温低于天然水温，9月至次年2月下泄水温高于天然水温。其中，月均下泄水温最大降幅4.9摄氏度，出现在枯水年5月；月均下泄水温最大升幅5.5摄氏度，出现在平水年12月。以4月坝址水温15.4摄氏度为特征温度统计延迟时间，建坝后下泄水温达到15.4摄氏度最大将延迟约37天。

报告书对底板高程分别为 457.0 米、568.0 米、479.0 米的三层固定分层取水方案和单层取水口进行了比选，在采取三层取水口进行分层取水后月均水温最大降低 1.6 摄氏度，平、丰、枯水文年的下泄水温分别比单层取水时提高了 1.0 至 4.9 摄氏度(平)、0.3 至 4.1 摄氏度(丰)、0.7 至 5.9 摄氏度(枯)，水库下泄低温水现象得到了明显改善，丰、枯水年在 6 月及以后已不存在明显的低温水现象。平、丰、枯水文年的下泄水温到达 15.4 摄氏度的延迟时间在 5 至 8 天，比单层取水时提前了 23 至 29 天，有效减缓了下泄水温的延迟效应。

报告书综合考虑水温改善效果、调度运行、管理维护等因素，现阶段推荐工程采取三层固定分层取水措施。花滩子水库灌溉输水管与大坝引水发电系统共用取水口，在采取分层取水措施后，对灌区农作物生长的影响不明显。

④ 水质

A. 施工期

工程施工期水污染源主要来自于砂石加工系统废水、混凝土拌和系统冲洗废水、机械维修含油废水、生活污水等。施工高峰期水库枢纽工程施工区砂石生产废水产生量约 $145\text{m}^3/\text{h}$ 、生活污水产生量总计约 $43.2\text{m}^3/\text{d}$ ，供水灌溉工程区混凝土拌和废水产生量 $24\text{m}^3/\text{h}$ 、每处营地生活污水产生量总计约 $2.4\text{m}^3/\text{d}$ 。预测在水库枢纽工程区砂石系统废水事故排入清渡河的情况下，充分混合后河流中 SS 浓度为 1130.8mg/L ，增加了 1124.8mg/L 。混凝土拌和系统冲洗废水、机械维修含油废水、生活污水，以及输水系统供水工程区废水污水的产生量小，对环境影响较小。

施工期水质保护措施主要有：砂石骨料加工废水采用高效污水净化器或沉淀池处理后回用；混凝土拌和系统冲洗废水自然沉淀后回用或洒水降尘；机修含油废水经隔油和混凝沉淀池处理后循环利用；生活污水采用一体化污水处理设备处理后用于绿化和降尘等。

B. 运行期

采用立面二维水质数学模型对水库水质进行预测评价，在预测水平年，95%保证率最枯月的不利条件下，库区 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 BOD_5 均满足Ⅲ类水质要求；根据富营养化预测评价，花滩子水库库区 TP、TN 丰、平、枯各典型年库区综合营养指数（TLI（ Σ ））分别为 42.18、41.39 和 41.5，属于中度富营养水平；丰、平、枯各典型年断面 TP 平均浓度均低于 0.01mg/L ，水库建库后总体水质不易发生富营养化。但由于库区 6 月份 TP、

TN 入流浓度相对较高，且考虑到汛期水温较高，因此不排除库区部分区域发生富营养化的可能。

本工程设计水平年 2030 年受水区污水量 3905 万 m^3/a （其中思南县城城区 1718 万 m^3/a 、工业园区 1472 万 m^3/a 、乡镇水 295 m^3/a 、灌溉退水 421 万 m^3/a ）。根据《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，规划水平年在库区天桥乡污水处理厂、灯油坝片区污水处理厂水、孙家坝镇污水处理厂、思南县城一二期污水厂、邵家桥镇污水厂、鹦鹉溪镇污水厂、凉水井镇污水厂、双塘片区污水厂、关中坝片区污水厂、塘头镇污水处理厂等城镇生活和工业废水处理出水按一级 A 标准排放。

根据预测结果，在落实上述水污染防治措施情况下，花滩子水库退水涉及的清渡河、石阡河河段 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 丰平枯水年均能满足 III 类水质标准。乌江退水段 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 丰平枯水年均能满足 II 类水质标准，TP 超标主要是由于评价范围内上游来流水质 TP 超标，下游点源和面源影响较小，受水区降解有限，乌江干流沿程 TP 皆不满足 II 类水质标准。针对水质超标因子 TP，在落实水污染防治措施的前提下，乌江受水区 TP 污染负荷至规划水平年较现状年降低 2.2t/a，满足 TP 污染负荷不增加、其他指标满足 II 类水质的保护目标。

库区水质保护措施主要为蓄水前开展库底清理、划定饮用水源保护区、集水区污染源治理和管理，移民集中安置点废污水按照一级 A 标准处理后，进一步分散引排至远离库区水体的农田、林地、草地等进行灌溉，不向库区排放；退水区水质保护措施主要为落实水资源配置“三先三后”原则，地方政府严格实施《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，针对工业园区废水处理、面源污染处理、城镇污水提标改造、再生水回用、强化环境执法及监测、加强资金保障等方面制定了相应措施，落实规划目标及技术路线。

⑤ 地下水

花滩子水库蓄水后坝前不存在邻谷渗漏问题；经防渗处理后，库首不存在水库渗漏问题；水库蓄水在一定条件下改变了库区地下水的补径排，但是库区封闭条件较好，清渡河为库区内地表水、地下水最低排泄基准面，库区地下水总体上有所提升、逐步达到平衡状态。水库工程建设对地下水水质基本无影响，主要为导流洞、输水隧洞工程开挖引起的区域地下水水位的变化，但影响范围内无敏感泉点，不会对饮水产生影响。

地下水环境保护措施主要有：加强地下水和可能受影响泉点监测，部分隧洞加强防渗措施，施工过程中重视提前预报，及时治理隧洞涌水。

9.3.2 生态环境

(1) 现状质量和保护目标

① 陆生生态系统

根据 2017 年 8 月~9 月的野外调查及查阅相关文献,评价范围内植被类型包括针叶林、阔叶林、竹林、灌丛及灌草丛和农田植被;陆生维管植物 155 科 457 属 850 种,现场调查工程建设影响范围内发现有 8 种 29 株古大树,其中淹没区 1 株;国家 II 级重点保护野生植物 1 种金荞麦,面积约 4m²。评价区共记录有陆生脊椎动物有 4 纲 26 目 68 科 138 种,其中鸟类 78 种、哺乳动物 29 种、爬行动物 18 种、两栖动物 13 种,有鸳鸯、黑鸢、雀鹰、鹊鹑、普通鵟、红隼、红腹锦鸡、草鹑、斑头鸨鹑、穿山甲和小灵猫等 11 种国家 II 级重点保护野生动物,主要为广域分布动物,周边无大规模集中栖息地分布。有华西雨蛙、玉斑锦蛇、四声杜鹃等 35 种贵州省重点保护野生动物。

② 水生生态系统

通过查阅相关历史文献、现场调查访问,2017 年 7~8 月、2018 年 4 月野外调查,评价河段清渡河共发现浮游植物 78 种、浮游动物 37 种、底栖动物 30 种,水生维管束植物稀疏。调查到鱼类 29 种,隶属 4 目 7 科 29 属,无典型的洄游性、半洄游性鱼类,无国家重点保护和珍稀特有鱼类分布。调查实际采集到鱼类 17 种,无国家重点保护鱼类分布,评价河段鱼类繁殖期为每年 4 月至 6 月,其中 5 月至 6 月为主要繁殖期,基本为产粘沉性卵鱼类,产卵场基质主要为砾石、砂石和水草环境等,在工程上下游河段广泛分布,无成规模的集中产卵场,流域花滩子水库坝下 0.3km 处、坝址上游 4.5km 处、库尾及缠溪河汇口处零星分布有小范围的适宜产卵生境。

本工程生态保护目标主要为国家和贵州省重点保护动物、受工程淹没影响的 1 株重阳木古树、2 处约 4m² 国家 II 级重点保护野生植物金荞麦。

(2) 环境影响与拟采取的环保措施

① 陆生生态

工程施工占地、水库淹没和移民安置将对评价区内植被及植物资源造成影响,造成植被面积损失 439.63hm²,总生物量损失约 7635.15t,但受影响植被类型在评价区有广泛分布,工程建设不会造成植被类型和群落的消亡,也不会造成区域生态景观体系组成和结构的不稳定。

工程对陆生动物的影响主要表现为施工噪声造成的惊扰,水库蓄水、施工占地、土石方开挖、弃渣堆放等造成的生境占用和破坏以及可能发生的施工人员非法捕猎等。评

价范围分布的鸟类飞翔能力较强，工程建设对其影响很小，区域内陆生野生动物栖息活动远离淹没区和施工区域，项目建设对其不会产生影响。

陆生生态系统保护措施主要有：加强施工期生态保护管理及宣传教育，做好施工占地植被恢复工作，加强库周林地保护管理，开展蓄水前动物搜救。

② 水生生态

施工期大坝及上、下游围堰，施工开挖、爆破、围堰截流等将影响上下游生境，并对上下游鱼类及水生生物形成惊扰；但本工程施工时间和影响河段范围均有限，对水生生物及鱼类影响程度和范围很小。

运行期，由于大坝阻隔，水库库区水域面积扩大、水深增加、流速减缓，改变了水生生物及鱼类的栖息环境，有利于喜缓水和静水生活鱼类的生长繁殖，并可能成为优势种群；在鱼类种类组成上，其总趋势仍是以鲤科鱼类为主。在生态类型上将以麦穗鱼、鲤、鲫、鲇、棒花鱼等一些属于广布性的缓流鱼类和静水鱼类占优势，其种类和数量将有明显增加；而喜栖于流水和急流的鱼类数量将有所减少，其分布状况将发生改变。

水生生态系统保护措施主要有：

①栖息地保护。将清渡河花滩子水库库尾至在建清渡河水库坝址约 22.3km、坝址下游花滩子电站坝址至清渡河乌江汇口间 3km 干流河段作为鱼类栖息地进行保护，采取措施包括河流连通性修复、岸边带营造和生境改造、栖息地保护、生态调度科学研究、渔政管理措施等。

②建设过鱼设施。通过集运鱼系统实现过鱼，集运鱼系统主要设施包括集鱼系统、转运系统等。集鱼系统布置在发电厂房尾水渠下游，由上游沉砂池、进口控制闸门室、集鱼箱及提升排架、下游集鱼廊道等组成，总长 42.5 米，内部最小宽度 2.1 米，通过引用发电厂房尾水作为诱鱼水流，待鱼类进入集鱼廊道后实施收集提升转运；转运系统主要为运鱼车，集鱼后由运鱼车运至坝上游雁水电站库区、缠溪河汇入口、花滩子水库库尾、库区、花滩子电站坝下河段进行一级集鱼+多级运送和放流过鱼。工程主要过鱼时间为每年 4 月至 7 月，主要过鱼对象为中华倒刺鲃、白甲鱼、华鲮、黄颡鱼、泉水鱼等。

③实施鱼类增殖放流。在坝下左岸建设 1 座鱼类增殖放流站，占地面积约 1.0hm²，放流对象为白甲鱼、云南光唇鱼、华鲮、黄颡鱼和泉水鱼，年放流规模 12 万尾，放流地点应选择在缓流区放流，推荐雁水电站库区、缠溪河汇入口、花滩子水库库尾、库区、花滩子电站坝下河段放流，同时开展泉水鱼驯养繁殖试验研究。

④低温水减缓措施。采用三层取水口,进口底板高程分别为 457.0m、468.0m、479.0m,孔口尺寸均为 3×3m。

9.3.3 移民安置

工程建设征地涉及思南县 12 个乡镇 52 个行政村和印江县 2 个镇 5 个行政村,征地总面积 5.4815km²,至规划水平年生产安置人口 1799 人,其中水库淹没影响区 2987 人,枢纽区 17 人,采取集镇集中安置方式,共规划 6 个集中安置点,各安置点初步安置规模分别为:思南县城集中安置点 562 人,孙家坝集镇安置点 316 人,天桥集镇安置点 1260 人;印江县城集中安置点 100 人,新寨集镇安置点 466 人、凯望农村后靠集中安置点 300 人。

移民集中安置点不涉自然保护区、风景名胜区等环境敏感区,不涉及珍稀野生动、植物及古树名木等。安置区环境容量、土地承载力等可满足移民安置规划要求。移民安置存在的主要环境影响是安置点建设及专项设施复建对耕地占用、植被破坏、水土流失产生的影响,集中安置点生活污水和生活垃圾排放等产生的影响等。

移民安置环境保护措施主要为集镇集中安置点依托城镇污水处理设施,天桥集中安置点和凯望农村集中安置点设置一体化污水处理系统;各集中安置点配套垃圾桶和垃圾收集池,而后纳入当地村镇垃圾处理体系;加强安置点建设过程中施工管理和宣传教育,减轻对植被的破坏;集中安置点供水水源定期开展监测,保证安置点饮用水卫生。专项复建工程的影响主要体现在施工占地破坏地表植被,可能引发水土流失,X532 县道复建专项设施设计及建设应严格避让拟划定的饮用水源一级保护区范围;下阶段移民安置规划报告成果基础上单独开展天桥集镇、新寨集镇等集中安置点、天桥乡污水处理厂、X532 县道四级公路及其公路桥专项设施复建工程的环境影响评价工作和环境保护设计工作。

9.3.4 施工期环境影响

(1) 水质

工程施工期对水环境的影响主要来自砂石骨料加工系统废水、混凝土拌和系统废水、机械维修含油废水、生活污水等,主要污染物为悬浮物、石油类、化学需氧量、氨氮等。北干管经过河西水厂水源地,在水源保护区内无施工场地布置,施工活动对现有保护区取水水质产生的影响较小。

施工期水环境措施主要包括：砂石加工废水采用高效污水净化器和絮凝沉淀池处理后回用，混凝土拌和冲洗废水经自然沉淀后回用，机修含油废水经隔油和混凝沉淀池处理后回用，生活污水采用一体化污水处理设备处理后用于绿化和降尘，加强河西水厂水源保护区内施工管理与施工期水质监测等。

（2）环境空气和声环境

① 现状质量和保护目标

工程区除输水管线涉及的思南万圣山森林公园执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准，其他区域执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。枢纽工程及供水灌溉工程区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准；交通干线两侧红线外 35m 内区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准。

根据 2017 年对评价区环境空气和声环境的监测结果，各监测点 SO_2 、 NO_2 及 TSP、 PM_{10} 指标满足相应环境空气质量二级标准；声环境各监测点位满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

② 环境影响与拟采取的环保措施

工程对环境空气的影响仅限于施工期、对声环境的影响仅限于施工期作业和运行期泵站噪声，砂石加工系统、混凝土拌和系统、主体工程施工和施工爆破、交通车辆运输等将产生一定的大气污染物和噪声，将对施工区及公路两侧的环境空气和声环境质量造成一定影响，影响对象主要是施工人员和周围居民点。受工程噪声影响的敏感目标主要包括施工期枢纽工程混凝土拌和系统、砂石加工系统附近的马路岩、坨里居民点，供水灌溉工程区隧洞进出口附近的坨家坝、响水洞居民点和运行期提水泵站周边的居民。

环境空气保护措施主要有：加强施工场地洒水降尘；加强施工道路路面养护，控制车速，购置洒水车洒水降尘；砂石加工系统采用封闭式作业，配置袋式收尘器除尘；施工运输车辆尾气达标排放。

声环境保护措施主要有：合理安排施工作业时间段；加强设备的维护和保养，降低运行噪声；砂石加工系统及混凝土拌和系统等振动大的设备使用减噪槽、减振机座，主要噪声产生车间修建隔声间或隔音室；居民点和施工生活区附近限制施工车辆行驶速度；泵站水泵基础安装减震器和防震材料，泵房采用隔声建筑材料。

（3）固体废物

工程施工期生活垃圾总产生量为 1014.7t。施工共产生弃渣 150.8 万 m^3 （松方），其中枢纽工程区弃渣 115.7 万 m^3 ，供水灌溉工程区弃渣 35.1 万 m^3 。枢纽工程施工弃渣集中堆放于 1 个弃渣场，供水灌溉工程施工弃渣分段集中堆放，共设置 21 个弃渣场。

固体废物处置措施主要有：施工期生活垃圾经垃圾桶和收集池收集后纳入当地垃圾处理体系统一处理，各渣场采取防护措施。

9.3.5 环境敏感区

（1）思南万圣山省级森林公园

思南万圣山省级森林公园于 2010 年 12 月由贵州省林业局批准设立。公园位于贵州省铜仁市思南县东北部的思南县城所在地思唐镇的白沙井村和孙家坝镇石门坎村区域，面积 638.75 hm^2 。工程建设对景区的影响主要为输水管线北干管及邵塘支管的输水管道穿越森林公园，穿越形式为地埋式输水管道及隧洞。其中穿越游览观光区 1.058 km ，穿越生态保育区约 0.535 km 。

本工程在森林公园内的占地主要为输水管道为临时占地，工程占地会破坏占地区植物及植被，施工期输水管道沟槽开挖、材料运输等工程活动将会对森林公园内的自然景观产生一定的视觉影响。优化施工时间，输水管线工程施工时，应尽量减少施工作业时间，以防作业时间过长对景区观赏度产生较大影响，划定施工红线，避免占压红线外公园植被。最大限度地保护森林公园内原有地形地貌和生态环境，注意对输水管线附近进行绿化和景观生态设计，使输水管道自然地融入周围环境，减少视觉冲突。

（2）思南县河西水厂集中饮用水源保护区

河西水厂饮用水源保护区于 2007 年 6 月由贵州省人民政府以“黔府函〔2007〕115 号”文《贵州省人民政府关于划定铜仁地区玉屏等 7 县(区)集中式饮用水源保护区的批复》批准成立。河西水厂水源地保护区总面积约 1.25 km^2 。保护区划分为一级保护区、二级保护区和准保护区。工程建设对水源保护区的影响主要是输水管线工程中输水管线北干管及灯油坝隧洞下穿河西水厂饮用水水源保护区一级保护区、二级保护区和准保护区，其余施工设施布置均不涉及河西水厂饮用水源保护区。

本工程属于替代河西水厂供水任务的供水设施，施工期间采用在导流洞外设置溢流堰，生产废水回用等措施，提前对输水隧洞地质条件进行勘察，加强防渗措施，制定应急预案等，保障水源保护区供水水质和水量。项目建成后，重新划定花滩子水库饮用水源保护区替代原河西水厂水源保护区，并报省政府批复。

（3）乌江喀斯特国家地质公园

思南乌江喀斯特国家地质公园属于大型喀斯特地貌型地质公园，2009年8月19日，思南乌江喀斯特国家地质公园正式被授予全国第五批国家地质公园资格。思南乌江喀斯特国家地质公园总占地面积202.99km²，其中一级保护区占地面积23.41km²，是保护区的核心部分，二级保护区占地面积12.53km²。本阶段工程管线比选后避让了思南乌江喀斯特国家地质公园，不涉及地质遗迹，管线与该园区最近距离140m。

施工严格控制在划定的施工范围内，减少施工人员对地质公园内地质遗迹、动植物的破坏；管线施工过程应注意水土保持，在坡度较大的区域做好边坡防护设计，防止水土流失，避免引发地质景观的破坏。工程结束后应及时对输水管道沿线等区域土地进行平整，做好植被恢复措施，植被恢复树种应尽量选择与周围植被一致的植物种类，减少对景观的破坏。

（4）思南乌江白鹭洲风景名胜区

本工程距离风景名胜区石阡河景区的三级保护区边界最近处为1.1km，与县城独立景群景点最近距离约81m，不占用思南乌江白鹭洲省级风景名胜区范围，因此本工程建设对风景名胜区影响较小，据此提出以下措施：

严格施工红线，划定工作区和活动范围，防止施工人员和施工机械车辆随意进入名胜区；禁止在风景名胜区内设置取土场、弃渣场、施工便道和临时施工场地；禁止向风景名胜区内内排放施工废水和生活污水；严禁施工人员随意猎捕风景名胜区内及附近区域的野生动物，在铺设输水管道时应注意早晚及正午减少施工噪音，避免高声、爆破等尽量减少对风景名胜区内内动物的惊扰。

（5）龙底江水产种质资源保护区保护区

龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区位于贵州省铜仁市思南县，总面积285.3hm²。本工程管线不涉及龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区，管线与该保护区实验区最近距离约90m。

施工期严格遵守施工红线，划定工作区和活动范围，禁止施工废污水排放进入石阡河，同时加强施工人员管理，严禁在种质资源保护区捕鱼等行为；运行期落实水污染防治规划，实现石阡河主要污染负荷不增加，塘头污水处理厂实现达标排放，禁止在水产种质资源保护区内新建排污口，保证保护区水体不受污染。

9.3.6 环境风险

施工期环境风险为废（污）水事故排放、炸药和油料运输及储存风险等，运行期环境风险主要为库区水质污染风险、水库水质污染风险源主要为上游城镇集中生活污水处理厂污染事故排放风险、库区上游公路输危险化学品事故风险。

环境风险防范与应对措施主要有：建立健全水库水质协调保护和风险防范机制，制定花滩子水库水质污染风险应急预案；在库周交通道路设置警示标识牌、限速标志，并完善伴河和跨河路段的路桥面径流收集系统，完善防撞措施、隧洞穿越复杂地质段加强防渗处理，定期监测，对输水管道开展定期巡查。

9.4 结论

贵州省铜仁市花滩子工程开发任务以城乡生产生活供水、农田灌溉为主，兼顾发电，具有显著的社会效益、经济效益和一定的环境效益，保障城市和农村生产、生活用水，解决工程性缺水现状问题，促进思南县国民经济社会发展，实现经济、社会和环境可持续发展。本工程对环境的不利影响主要体现在水环境及自然生态环境方面，由于工程施工、水库淹没与移民安置、工程运行等活动对水环境、水生生物、陆生动植物、森林公园、水源保护区等产生一定不利影响，但在采取相应的保护与改善措施后，不利影响可以得到有效的预防和减缓。

总体上，花滩子水库工程对环境的影响有利有弊，在切实落实本报告提出的环境保护措施及环境保护要求，地方政府严格实施相关水污染防治规划，加强环境管理及环境风险防范的前提下，工程建设的不利环境影响可得到控制，从环境影响角度分析，本工程建设可行。

9.6 评价建议

（1）地方政府严格按计划实施《乌江思林电站-思南县出境段水污染防治规划（2017-2030 年）》，并定期跟踪评估其实施效果，必要时及时优化调整，确保实现水污染防治目标。

（2）落实工业园区规划环评相关要求，严格环境准入，积极推行清洁生产，实行总量控制。按照《产业结构调整指导目录》规定，对供水对象思南工业园区内的企业进行清洁生产审核，淘汰落后产能，同时加强流域内工矿企业环境管理。

附表 1 地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目			
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input type="checkbox"/> ；水文要素影响型 <input checked="" type="checkbox"/>			
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 <input checked="" type="checkbox"/> ；饮用水取水口 <input type="checkbox"/> ；涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ；重要湿地 <input type="checkbox"/> ；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 <input type="checkbox"/> ；涉水的风景名胜区 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/> （省级森林公园）			
	影响途径	水污染影响型		水文要素影响型	
		直接排放 <input type="checkbox"/> ；间接排放 <input type="checkbox"/> ；其他： <input type="checkbox"/> ，		水温 <input checked="" type="checkbox"/> ；径流 <input checked="" type="checkbox"/> ；水域面积 <input checked="" type="checkbox"/>	
影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ；有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ；非持久性污染物 <input type="checkbox"/> ；pH 值 <input type="checkbox"/> ；热污染 <input type="checkbox"/> ；富营养化 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		水温 <input checked="" type="checkbox"/> ；水位（水深） <input checked="" type="checkbox"/> ；流速 <input checked="" type="checkbox"/> ；流量 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		
评价等级	水污染影响型		水文要素影响型		
	一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 A <input type="checkbox"/> ；三级 B <input type="checkbox"/>		一级 <input checked="" type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>		
现状调查	区域污染源	调查项目		数据来源	
		已建 <input checked="" type="checkbox"/> ；在建 <input checked="" type="checkbox"/> ；拟建 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	排污许可证 <input type="checkbox"/> ；环评 <input checked="" type="checkbox"/> ；环保验收 <input type="checkbox"/> ；既有实测 <input type="checkbox"/> ；现场监测 <input checked="" type="checkbox"/> ；入河排放口数据 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
	受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源	
		丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		生态环境保护主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ；补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
	区域水资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ；开发量 40%以下 <input checked="" type="checkbox"/> ；开发量 40%以上 <input type="checkbox"/>			
	水文情势调查	调查时期		数据来源	
		丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ；补充监测 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
	补充监测	监测时期		监测因子	监测断面或点位
丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		（30 项）	监测断面或点位个数（8）个		
现状评价	评价范围	河流：长度（28.5）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km ²			
	评价因子	（水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷等）			
	评价标准	河流、湖库、河口：Ⅰ类 <input type="checkbox"/> ；Ⅱ类 <input type="checkbox"/> ；Ⅲ类 <input checked="" type="checkbox"/> ；Ⅳ类 <input type="checkbox"/> ；Ⅴ类 <input type="checkbox"/> 近岸海域：第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准（Ⅲ类）			
	评价时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>			
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况 <input checked="" type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况 <input checked="" type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况 <input checked="" type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况 <input checked="" type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input checked="" type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input type="checkbox"/> 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变			达标区 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标区 <input type="checkbox"/>

工作内容		自查项目				
		状况 <input type="checkbox"/>				
影响预测	预测范围	河流：长度（28.5）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km ²				
	预测因子	（COD、NH ₃ -N、TP）				
	预测时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 设计水文条件 <input type="checkbox"/>				
	预测情景	建设期 <input checked="" type="checkbox"/> ；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> ；非正常工况 <input type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input checked="" type="checkbox"/> 区（流）域环境质量改善目标要求情景 <input type="checkbox"/>				
	预测方法	数值解 <input type="checkbox"/> ；解析解 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>				
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标 <input checked="" type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/>				
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 <input type="checkbox"/> 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input checked="" type="checkbox"/> 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input type="checkbox"/>				
	污染源排放量核算	污染物名称		排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）	
		（/）		（/）	（/）	
	替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）
		（/）	（/）	（/）	（/）	（/）
生态流量确定	生态流量：一般水期（1.18）m ³ /s；鱼类繁殖期（2.36）m ³ /s；其他（2.36）m ³ /s 生态水位：一般水期（/）m；鱼类繁殖期（/）m；其他（/）m					
防治措施	环保措施	污水处理设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；区域削减 <input type="checkbox"/> ； 依托其他工程措施 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>				
	监测计划	环境质量		污染源		
		监测方式	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>		手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>	
		监测点位	（库尾、坝址、河口）		（污水处理设施出口）	
		监测因子	（pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总氮、总磷、挥发酚、石油类等）			
污染物排放清单	<input type="checkbox"/>					
评价结论		可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>				
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。						

附表2 大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input checked="" type="checkbox"/>			三级 <input type="checkbox"/>		
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>			边长=5 km <input checked="" type="checkbox"/>		
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥ 2000 t/a <input type="checkbox"/>		500 ~ 2000t/a <input type="checkbox"/>			<500 t/a <input type="checkbox"/>		
	评价因子	基本污染物 (SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃) 其他污染物 (TSP)					包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>		
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标 <input type="checkbox"/>		附录 D		其他标准 <input type="checkbox"/>	
现状评价	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input checked="" type="checkbox"/>			一类区和二类区 <input type="checkbox"/>		
	评价基准年	(2018) 年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>		主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>			现状补充监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>					不达标区 <input type="checkbox"/>		
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 本项目非正常排放源 <input type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>		拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>		其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>		区域污染源 <input type="checkbox"/>	
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD <input type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AEDT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>	
	预测范围	边长 ≥ 50 km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>			边长=5km <input type="checkbox"/>		
	预测因子	预测因子(\)					包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/>		
	正常排放短期浓度贡献值	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $\leq 100\%$ <input type="checkbox"/>					$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $> 100\%$ <input type="checkbox"/>		
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $\leq 10\%$ <input type="checkbox"/>				$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $> 10\%$ <input type="checkbox"/>		
		二类区	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $\leq 30\%$ <input type="checkbox"/>				$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $> 30\%$ <input type="checkbox"/>		
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 () h		$C_{\text{非正常}}$ 占标率 $\leq 100\%$ <input type="checkbox"/>			$C_{\text{非正常}}$ 占标率 $> 100\%$ <input type="checkbox"/>		
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	$C_{\text{叠加}}$ 达标 <input type="checkbox"/>				$C_{\text{叠加}}$ 不达标 <input type="checkbox"/>			
区域环境质量的整体变化情况	$k \leq -20\%$ <input type="checkbox"/>				$k > -20\%$ <input type="checkbox"/>				
环境监测计划	污染源监测	监测因子: ()			有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input type="checkbox"/>		无监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
	环境质量监测	监测因子: (TSP、NO ₂ 、PM ₁₀)			监测点位数 (6)		无监测 <input type="checkbox"/>		
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/>							
	大气环境防护距离	距 (\) 厂界最远 (\) m							
	污染源年排放量	SO ₂ : () t/a		NO _x : () t/a		颗粒物: () t/a		VOC _s : () t/a	
注: “ <input type="checkbox"/> ” 为勾选项, 填“ <input checked="" type="checkbox"/> ”; “()” 为内容填写项									

附表3 土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况				备注
影响识别	影响类型	污染影响型 <input type="checkbox"/> ; 生态影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ; 两种兼有 <input type="checkbox"/>				
	土地利用类型	建设用地 <input type="checkbox"/> ; 农用地 <input checked="" type="checkbox"/> ; 未利用地 <input type="checkbox"/>				土地利用类型图
	占地规模	(545.58) hm ²				
	敏感目标信息	敏感目标 ()、方位 ()、距离 ()				
	影响途径	大气沉降 <input type="checkbox"/> ; 地面漫流 <input checked="" type="checkbox"/> ; 垂直入渗 <input type="checkbox"/> ; 地下水位 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 ()				
	全部污染物	pH				
	特征因子	pH				
	所属土壤环境影响评价项目类别	I类 <input checked="" type="checkbox"/> ; II类 <input type="checkbox"/> ; III类 <input type="checkbox"/> ; IV类 <input type="checkbox"/>				
	敏感程度	敏感 <input type="checkbox"/> ; 较敏感 <input type="checkbox"/> ; 不敏感 <input checked="" type="checkbox"/>				
评价工作等级		一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 <input checked="" type="checkbox"/>				
现状调查内容	资料收集	a) <input type="checkbox"/> ; b) <input checked="" type="checkbox"/> ; c) <input checked="" type="checkbox"/> ; d) <input type="checkbox"/>				
	理化特性					同附录C
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	点位布置图
		表层样点数	3	4	0.2m	
		柱状样点数				
现状监测因子	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍、石油烃(C ₁₀ ~C ₄₀)、土壤含盐量					
现状评价	评价因子	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍				
	评价标准	GB 15618 <input checked="" type="checkbox"/> ; GB 36600 <input checked="" type="checkbox"/> ; 表 D.1 <input checked="" type="checkbox"/> ; 表 D.2 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 ()				
	现状评价结论	符合风险管制值要求, 镍高于风险筛选值, 未盐化、轻度酸化, 无碱化				
影响预测	预测因子	土壤盐化、酸碱化				
	预测方法	附录 E <input type="checkbox"/> ; 附录 F <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 ()				
	预测分析内容	影响范围 (不产生影响) 影响程度 ()				
	预测结论	达标结论: a) <input checked="" type="checkbox"/> ; b) <input type="checkbox"/> ; c) <input type="checkbox"/> 不达标结论: a) <input type="checkbox"/> ; b) <input type="checkbox"/>				
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障 <input checked="" type="checkbox"/> ; 源头控制 <input type="checkbox"/> ; 过程防控 <input type="checkbox"/> ; 其他 ()				
	跟踪监测	监测点数	监测指标		监测频次	
		3	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍、土壤含盐量		水库运行后第2年和第5年调查1次	
信息公开指标	无					
评价结论		从土壤环境影响的角度, 项目建设可行。				

注1: “☐”为勾选项, 可√; “()”为内容填写项; “备注”为其他补充内容。

注2: 需要分别开展土壤环境影响评价工作的, 分别填写自查表。

附表4 环境风险评价自查表

工作内容		完成情况							
风险调查	危险物质	名称	油类物质						
		存在总量/t	1356						
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数_____人				5km 范围内人口数_____人		
			每公里管段周边 200m 范围内人口数（最大）						_____人
		地表水	地表水功能敏感性	F1 <input type="checkbox"/>		F2 <input checked="" type="checkbox"/>		F3 <input type="checkbox"/>	
			环境敏感目标分级	S1 <input type="checkbox"/>		S2 <input type="checkbox"/>		S3 <input checked="" type="checkbox"/>	
		地下水	地下水功能敏感性	G1 <input type="checkbox"/>		G2 <input type="checkbox"/>		G3 <input checked="" type="checkbox"/>	
			包气带防污性能	D1 <input type="checkbox"/>		D2 <input type="checkbox"/>		D3 <input type="checkbox"/>	
物质及工艺系统危险性	Q 值	Q<1 <input checked="" type="checkbox"/>		1≤Q<10 <input type="checkbox"/>		10≤Q<100 <input type="checkbox"/>		Q>100 <input type="checkbox"/>	
	M 值	M1 <input type="checkbox"/>		M2 <input type="checkbox"/>		M3 <input type="checkbox"/>		M4 <input checked="" type="checkbox"/>	
	P 值	P1 <input type="checkbox"/>		P2 <input type="checkbox"/>		P3 <input type="checkbox"/>		P4 <input checked="" type="checkbox"/>	
环境敏感程度	大气	E1 <input type="checkbox"/>		E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input type="checkbox"/>			
	地表水	E1 <input type="checkbox"/>		E2 <input checked="" type="checkbox"/>		E3 <input type="checkbox"/>			
	地下水	E1 <input type="checkbox"/>		E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input checked="" type="checkbox"/>			
环境风险潜势		IV ⁺ <input type="checkbox"/>		IV <input type="checkbox"/>		III <input type="checkbox"/>		II <input type="checkbox"/>	I <input checked="" type="checkbox"/>
评价等级		一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input type="checkbox"/>		简单分析 <input checked="" type="checkbox"/>	
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input checked="" type="checkbox"/>				易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>			
	环境风险类型	泄 漏 <input checked="" type="checkbox"/>		火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 <input checked="" type="checkbox"/>					
	影响途径	大气 <input type="checkbox"/>		地表水 <input checked="" type="checkbox"/>			地下水 <input checked="" type="checkbox"/>		
事故影响分析		源强设定方法		计算法 <input type="checkbox"/>		经验估算法 <input type="checkbox"/>		其他估算法 <input type="checkbox"/>	
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB <input type="checkbox"/>		AFTOX <input type="checkbox"/>		其他 <input type="checkbox"/>		
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_____m						
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_____m						
	地表水	最近环境敏感目标___/___，到达时间___/___h							
	地下水	下游厂区边界到达时间___/___d							
		最近环境敏感目标___/___，到达时间___/___d							
重点风险防范措施		加强管理，设置事故收集池							
评价结论与建议		本项目环境风险可控，建议按相关要求加强风险防范措施							
注：“□”为勾选项，“_____”为填写项。									



建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：		贵州省水利投资（集团）有限责任公司				填表人（签字）：		张倩		建设单位联系人（签字）：		吴瑶洁			
建 设 项 目	项目名称		贵州省铜仁市花滩子水库工程				建设内容、规模		花滩子水库工程工程任务为以城乡供水和灌溉为主、兼顾发电。工程向思南县中心城区、工业园区及附近乡镇供水。水库总库容为1.13亿m³，正常蓄水位为491.0m，死水位463.0m，电站总装机容量为7.0MW，多年平均年发电量为0.1816亿kW·h。工程由挡水坝、放空兼冲砂底孔、导流兼泄洪冲沙洞、溢洪道、取水兼发电系统及电站厂房等组成。大坝为碾压混凝土重力坝，最大坝高108.5m。供水灌溉工程输水线路由输水干支管、无压隧洞、泵站、管桥等组成，输水线路总长度68.93km。						
	项目代码 ¹		2020-000052-76-01-000909												
	建设地点		贵州省铜仁市												
	项目建设周期（月）		48.0				计划开工时间		2020年12月						
	环境影响评价行业类别		水库				预计投产时间		2023年12月						
	建设性质		新建（迁建）				国民经济行业类型 ²		N7630天然水收集与分配						
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）						项目申请类别		新申项目						
	规划环评开展情况		已开展并通过审查				规划环评文件名		《贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书》						
	规划环评审查机关		铜仁市环境保护局				规划环评审查意见文号		铜环审〔2015〕29号						
	建设地点中心坐标 ³ （非线性工程）		经度	108.306464		纬度	27.840378		环境影响评价文件类别		环境影响报告书				
	建设地点坐标（线性工程）		起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度（千米）				
	总投资（万元）		324958.00				环保投资（万元）		12821.63		环保投资比例	3.95%			
	建 设 单 位	单位名称		贵州省水利投资（集团）有限责任公司		法人代表	周登涛		评价单位	单位名称		中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司		证书编号	甲字第3301号
统一社会信用代码（组织机构代码）		91520000584135266H		技术负责人	吴瑶洁		环评文件项目负责人			赵再兴		联系电话	18985190720		
通讯地址		贵州省贵阳市观山湖区石林西路187号		联系电话	18798626187		通讯地址			贵阳市观山湖区兴黔路16号					
污 染 物 排 放 量	污染物		现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				排放方式				
			①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量 ⁴ （吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年） ⁵	⑦排放增减量（吨/年） ⁵						
	废水	废水量(万吨/年)				0.000						<input checked="" type="radio"/> 不排放 <input type="radio"/> 间接排放： <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 <input type="radio"/> 直接排放：受纳水体_____			
		COD													
		氨氮													
		总磷													
		总氮													
	废气	废气量（万标立方米/年）										/ / / / /			
		二氧化硫													
		氮氧化物													
		颗粒物													
		挥发性有机物													
项目涉及保护区与风景名胜区的 情况		影响及主要措施		名称		级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施				
		生态保护目标													
		自然保护区										<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）			
		饮用水水源保护区（地表）		思南县河西水厂集中饮用水水源地			/			是	0	<input type="checkbox"/> 避让 <input checked="" type="checkbox"/> 减缓 <input checked="" type="checkbox"/> 补偿 <input checked="" type="checkbox"/> 重建（多选）			
		饮用水水源保护区（地下）					/					<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）			
		风景名胜区					/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）				

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)
3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标
4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量
5、⑦=③-④-⑤；⑥=②-④+③，当②=0时，⑥=①-④+③

贵州省水利投资（集团）有限责任公司

委 托 书

中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》关于建设项目环境影响评价工作的有关规定，经我公司研究，特委托贵院编制《贵州省铜仁市花滩子水库工程环境影响报告书》，请严格按照相关法律法规和技术规范要求，组织人员尽快开展相关工作。

特此委托。



（联系人：李倩，联系电话：13765810108）

附录 1 评价区维管植物名录

本名录收集评价区维管植物共计 155 科、457 属、850 种（含种下分类等级，下同），其中野生维管植物有 783 种，隶属于 116 科 402 属。科、属、种的排列方式分别是：蕨类植物科按照秦仁昌蕨类植物分类系统（1978 年）排列，裸子植物科按照郑万钧植物分类系统（1978 年）排列，被子植物科按照恩格勒植物分类系统（1964 年）排列。另外，在植物中文名称右上角标符号“*”表示该植物在该评价区内为栽培植物。

- 一、蕨类植物 **Pteridophyta**
(秦仁昌植物分类系统)
- 一、石松科 **Lycopodiaceae**
 - (一) 石松属 *Lycopodium*
 - 1. 石松 *Lycopodium japonicum*
- 二、卷柏科 **Selaginellaceae**
 - (二) 卷柏属 *Selaginella*
 - 2. 薄叶卷柏 *Selaginella delicatula*
 - 3. 卷柏 *Selaginella tamariscina*
 - 4. 翠云草 *Selaginella uncinata*
- 三、木贼科 **Equisetaceae**
 - (三) 问荆属 *Equisetum*
 - 5. 问荆 *Equisetum arvense*
 - 6. 节节 *Equisetum ramosissimum*
 - 7. 笔管草 *Equisetum ramosissimum* subsp. *debile*
- 四、阴地蕨科 **Botrychiaceae**
 - (四) 阴地蕨属 *Botrychium*
 - 8. 阴地蕨 *Botrychium ternatum*
- 五、紫萁科 **Osmundaceae**
 - (五) 紫萁属 *Osmunda*
 - 9. 紫萁 *Osmunda japonica*
- 六、里白科 **Gleicheniaceae**
 - (六) 里白属 *Diplopterygium*
 - 10. 里白 *Diplopterygium glaucum*
 - (七) 芒萁属 *Dicranopteris*
 - 11. 芒萁 *Dicranopteris pedata*
- 七、海金沙科 **Lygodiaceae**
 - (八) 海金沙属 *Lygodium*
 - 12. 海金沙 *Lygodium japonicum*
- 八、鳞始蕨科 **Lindsaeaceae**
 - (九) 乌蕨属 *Stenoloma*
 - 13. 乌蕨 *Sphenomeris chinensis*
- 九、蕨科 **Pteridiaceae**
 - (十) 蕨属 *Pteridium*
 - 14. 蕨 *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*
 - 15. 毛轴蕨 *Pteridium revolutum*
- 十、中国蕨科
 - (十一) 粉背蕨属 *Aleuritopteris*
 - 16. 银粉背蕨 *Aleuritopteris argentea*
- 十一、凤尾蕨科 **Pteridaceae**
 - (十二) 凤尾蕨属 *Pteris*
 - 17. 井栏边草 *Pteris multifida*
 - 18. 蜈蚣草 *Pteris vittata*
- 十二、裸子蕨科 **Hemionitidaceae**
 - (十三) 凤丫蕨属 *Coniogramme*
 - 19. 凤丫蕨 *Coniogramme japonica*
- 十三、蹄盖蕨科 **Athyriaceae**
 - (十四) 假蹄盖蕨属 *Athyriopsis*
 - 20. 假蹄盖蕨 *Athyriopsis japonica*
 - 21. 毛轴假蹄盖蕨 *Athyriopsis peterseni*
 - (十五) 蹄盖蕨属 *Athyrium*
 - 22. 华中蹄盖蕨 *Athyrium wardii*
- 十四、肿足蕨科 **Hypodematiaceae**
 - (十六) 肿足蕨属 *Hypodematium*
 - 23. 肿足蕨 *Hypodematium crenatum*
- 十五、金星蕨科 **Thelypteridaceae**
 - (十七) 毛蕨属 *Cyclosorus*

24. 渐尖毛蕨 *Cyclosorus acuminatus*
(十八)金星蕨属 *Parathelypteris*
25. 中日金星蕨 *Parathelypteris nipponica*
26. 金星蕨 *Parathelypteris glanduligera*
(十九)新月蕨属 *Pronephrium*
27. 披针新月蕨 *Pronephrium penangianum*
- 十六、铁角蕨科 Aspleniaceae**
(二十)铁角蕨属 *Asplenium*
28. 华中铁角蕨 *Asplenium sarelii*
29. 铁角蕨 *Asplenium trichomanes*
- 十七、岩蕨科 Woodsiaceae**
(二十一)岩蕨属 *Woodsia*
30. 耳羽岩蕨 *Woodsia polystichoides*
- 十八、乌毛蕨科 Blechnaceae**
(二十二)狗脊属 *Woodwardia*
31. 狗脊 *Woodwardia japonica*
32. 顶芽狗脊 *Woodwardia unigemmata*
- 十九、鳞毛蕨科 Dryopteridaceae**
(二十三)贯众属 *Cyrtomium*
33. 贯众 *Cyrtomium fortunei*
(二十四)鳞毛蕨属 *Dryopteris*
34. 阔鳞鳞毛蕨 *Dryopteris championii*
35. 黑足鳞毛蕨 *Dryopteris fuscipes*
36. 无盖鳞毛蕨 *Dryopteris scottii*
37. 变异鳞毛蕨 *Dryopteris varia*
- 二十、水龙骨科 Polypodiaceae**
(二十五)水龙骨科属 *Polypodium*
38. 日本水龙骨科 *Polypodiodes niponica*
(二十六)石韦属 *Pyrrosia*
39. 石韦 *Pyrrosia lingua*
40. 庐山石韦 *Pyrrosia shearerii*
41. 相似石韦 *Pyrrosia similis*
- 二十一、肾蕨科 Nephrolepidaceae**
(二十七)肾蕨属 *Nephrolepis*
42. 肾蕨 *Nephrolepis auriculata*
- 二十二、槲蕨科 Drynariaceae**
(二十八)槲蕨属 *Drynaria*
43. 槲蕨 *Drynaria roosii*
- 二十三、苹科 Marsileaceae**

- (二十九)苹属 *Marsilea*
44. 苹 *Marsilea quadrifolia*
- 二十四、满江红科 Azollaceae**
(三十)满江红属 *Azolla*
45. 满江红 *Azolla imbricata*

二、种子植物 Spermatophyta

(一) 裸子植物 Gymnospermae (郑万钧植物分类系统)

一、苏铁科 Cycadaceae

- (一) 苏铁属 *Cycas*
1. 苏铁**Cycas revoluta*

二、银杏科 Ginkgoaceae

- (二) 银杏属 *Ginkgo*
2. 银杏**Ginkgo biloba*

三、松科 Pinaceae

- (三) 松属 *Pinus*
3. 马尾松 *Pinus massoniana*

四、杉科 Taxodiaceae

- (四) 柳杉属 *Cryptomeria*
4. 柳杉 *Cryptomeria fortunei*
(五) 杉木属 *Cunninghamia*
5. 杉木 *Cunninghamia lanceolata*

五、柏科 Cupressaceae

- (六) 柏木属 *Cupressus*
6. 柏木 *Cupressus funebris*
(七) 侧柏属 *Platycladus*
7. 侧柏**Platycladus orientalis*
(八) 圆柏属 *Sabina*
8. 圆柏 *Sabina chinensis*

(二) 被子植物 Angiospermae (恩格勒植物分类系统)

I. 双子叶植物

一、杨梅科 Myricaceae

- (一) 杨梅属 *Myrica*
1. 杨梅 *Myrica rubra*

二、胡桃科 Juglandaceae

- (二) 胡桃属 *Juglans*
2. 胡桃 *Juglans regia*
(三) 化香树属 *Platycarya*
3. 化香树 *Platycarya strobilacea*

三、杨柳科 *Salicaceae*

(四) 杨属 *Populus*

4. 响叶杨 *Populus adenopoda*

(五) 柳属 *Salix*

5. 垂柳**Salix babylonica*
6. 皂柳 *Salix wallichiana*
7. 翻白柳 *Salix hypoleuca*

四、桦木科 *Betulaceae*

(六) 桦木属 *Betula*

8. 亮叶桦 *Betula luminifera*

(七) 鹅耳枥属 *Carpinus*

9. 多脉鹅耳枥 *Carpinus polyneura*
10. 云贵鹅耳枥 *Carpinus pubescens*

(八) 榛属 *Corylus*

11. 华榛 *Corylus chinensis*
12. 川榛 *Corylus heterophylla* var.
sutchuenensis

五、壳斗科 *Fagaceae*

(九) 栗属 *Castanea*

13. 板栗 *Castanea mollissima*
14. 茅栗 *Castanea seguinii*

(十) 锥属 *Castanopsis*

15. 甜槠 *Castanopsis eyrei*
16. 栲 *Castanopsis fargesii*
17. 苦槠 *Castanopsis sclerophylla*
18. 钩锥 *Castanopsis tibetana*

(十一) 青冈属 *Cyclobalanopsis*

19. 青冈栎 *Cyclobalanopsis glauca*
20. 小叶青冈 *Cyclobalanopsis gracilis*
21. 多脉青冈 *Cyclobalanopsis multinervis*

(十二) 石栎属 *Lithocarpus*

22. 石栎 *Lithocarpus glaber*

(十三) 栎属 *Quercus*

23. 麻栎 *Quercus acutissima*
24. 槲栎 *Quercus aliena*
25. 白栎 *Quercus fabric*

六、榆科 *Ulmaceae*

(十四) 青檀属

26. 青檀 *Pteroceltis tatarinowii*

(十五) 朴树属 *Celtis*

27. 紫弹树 *Celtis biondii*

28. 朴树 *Celtis sinensis*

29. 珊瑚朴 *Celtis julianae*

(十六) 榆属 *Ulmus*

30. 榆树 *Ulmus pumila*

(十七) 榉属 *Zelkova*

31. 大果榉 *Zelkova sinica* Schneid.

七、桑科 *Moraceae*

(十八) 构属 *Broussonetia*

32. 小构树 *Broussonetia kaempferi*

33. 构树 *Broussonetia papyrifera*

(十九) 柘属 *Cudrania*

34. 柘树 *Cudrania tricuspidata*

(二十) 榕属 *Ficus*

35. 无花果 *Ficus carica*

36. 异叶榕 *Ficus heteromorpha*

37. 掌叶榕 *Ficus hirta*

38. 薜荔 *Ficus pumila*

39. 爬藤榕 *Ficus sarmentosa* var.
impressa

40. 地果 *Ficus tikoua*

(二十一) 葎草属 *Humulus*

41. 葎草 *Humulus scandens*

(二十二) 桑属 *Morus*

42. 鸡桑 *Morus australis*

43. 桑 *Morus alba*

八、荨麻科 *Urticaceae*

(二十三) 苎麻属 *Boehmeria*

44. 序叶苎麻 *Boehmeria clidemioides*
var. *diffusa*

45. 苎麻 *Boehmeria nivea*

(二十四) 水麻属 *Debregeasia*

46. 长叶水麻 *Debregeasia longifolia*

47. 水麻 *Debregeasia orientalis*

48. 柳叶水麻 *Debregeasia saeneb*

(二十五) 糯米团属 *Memoralis*

49. 糯米团 *Memoralis hirta*

(二十六) 紫麻属 *Oreocnide*

50. 紫麻 *Oreocnide frutescens*

(二十七) 冷水花属 *Pilea*

51. 冷水花 *Pilea notata*

52. 石筋草 (西南冷水花)
Pilea plataniflora

53. 矮冷水花 *Pilea peploides*
 54. 粗齿冷水花 *Pilea sinofasciata*
 (二十八) 雾水葛属 *Pouzolzia*
 55. 雅致雾水葛 (*Pouzolzia sanguinea* var. *elegans*)
 56. 红雾水葛 *Pouzolzia sanguinea*
- 九、檀香科 Santalaceae**
 (二十九) 百蕊草属 *Thesium*
 57. 百蕊草 *Thesium chinense*
- 十、桑寄生科 Loranthaceae**
 (三十) 大苞寄生属 *Tolypanthus*
 58. 大苞寄生 *Tolypanthus esquirolii*
 (三十一) 槲寄生属 *Viscum*
 59. 枫香槲寄生 *Viscum liquidambaricola*
- 十一、蓼科 Polygonaceae**
 (三十二) 金线草属 *Antenoron*
 60. 金线草 *Antenoron filiforme*
 61. 短毛金线草 *Antenoron neofiliforme*
 (三十三) 荞麦属 *Fagopyrum*
 62. 金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*
 (三十四) 何首乌属 *Fallopia*
 63. 何首乌 *Fallopia multiflora*
 (三十五) 蓼属 *Polygonum*
 64. 扁蓄 *Polygonum aviculare*
 65. 丛枝蓼 *Polygonum caespitosum*
 66. 火炭母 *Polygonum chinense*
 67. 毛血藤 *Polygonum cynanchoides*
 68. 头花蓼 *Polygonum macranthum*
 69. 水蓼 *Polygonum hydropiper*
 70. 荭蓼 *Polygonum orientale*
 71. 习见蓼 *Polygonum plebeium*
 72. 杠板归 *Polygonum perfoliatum*
 73. 赤胫散 *Polygonum runcinatum*
 74. 箭叶蓼 *Polygonum sieboldii*
 75. 戟叶蓼 *Polygonum thunbergii*
 76. 香蓼 *Polygonum viscosum*
 77. 蓼蓝 *Polygonum tinctorium*
 78. 刺蓼 *Polygonum senticosum*
 79. 草血竭 *Polygonum paleaeum*
 (三十六) 虎杖属 *Reynoutria*
 80. 虎杖 *Reynoutria japonica*
- (三十七) 酸模属 *Rumex*
 81. 酸模 *Rumex acetosa*
 82. 羊蹄 *Rumex japonicus*
 83. 齿果酸模 *Rumex dentatus*
 84. 长刺酸模 *Rumex trisetifer*
 85. 尼泊尔酸模 *Rumex nepalensis*
- 十二、商陆科 Phytolaccaceae**
 (三十八) 商陆属 *Phytolacca*
 86. 商陆 *Phytolacca acinosa*
 87. 垂序商陆 *Phytolacca americana*
- 十三、马齿苋科 Portulacaceae**
 (三十九) 马齿苋属 *Portulaca*
 88. 马齿苋 *Portulaca oleracea*
- 十四、落葵科**
 (四十) 落葵属 *Basella rubra*
 89. 落葵 *Basella rubra*
- 十五、石竹科 Caryophyllaceae**
 (四十一) 无心菜属 *Arenaria*
 90. 无心菜 *Arenaria serpyllifolia*
 (四十二) 卷耳属 *Cerastium*
 91. 球序卷耳 *Cerastium glomeratum*
 (四十三) 狗筋蔓属 *Cucubalus*
 92. 狗筋蔓 *Cucubalus baccifera*
 (四十四) 石竹属 *Dianthus*
 93. 瞿麦 *Dianthus superbus*
 94. 须苞石竹 *Dianthus barbatus*
 (四十五) 繁缕属 *Stellaria*
 95. 繁缕 *Stellaria media*
 96. 中国繁缕 *Stellaria chinensis*
 (四十六) 漆姑草属 *Sagina*
 97. 漆姑草 *Sagina japonica*
 (四十七) 假繁缕属 *Theligonum*
 98. 狭叶假繁缕 *Pseudostellaria sylvatica*
- 十六、藜科 Chenopodiaceae**
 (四十八) 甜菜属 *Beta*
 99. 甜菜 *Beta vulgaris*
 (四十九) 藜属 *Chenopodium*
 100. 土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*
 101. 藜 *Chenopodium album*
 102. 小藜 *Chenopodium ficifolium*
 (五十) 地肤属 *Kochia*

103. 地肤 *Kochia scoparia*
- (五十一) 菠菜属 *Spinacia*
104. 菠菜**Spinacia oleracea*
- 十七、苋科 *Amaranthaceae***
- (五十二) 牛膝属 *Achyranthes*
105. 牛膝 *Achyranthes bidentata*
- (五十三) 苋属 *Amaranthus*
106. 反枝苋 *Amaranthus retroflexus*
107. 刺苋 *Amaranthus spinosus*
108. 繁穗苋 *Amaranthus paniculatus*
109. 苋 *Amaranthus tricolor*
110. 野苋 *Amaranthus ascendens*
111. 绿苋 *Amaranthus viridis*
- (五十四) 青葙属 *Celosia*
112. 青葙 *Celosia argentea*
113. 鸡冠花**Celosia cristata*
- 十八、木兰科 *Magnoliaceae***
- (五十五) 木兰属 *Magnolia*
114. 厚朴**Magnolia officinalis*
- 十九、五味子科 *Schisandraceae***
- (五十六) 南五味子属 *Kadsura*
115. 南五味子 *Kadsura longepedunculata*
- (五十七) 五味子属 *Schisandra*
116. 翼梗五味子 *Schisandra henryi*
117. 华中五味子 *Schisandra sphenanthera*
118. 绿叶五味子 *Schisandra viridis*
- 二十、八角科**
- (五十八) 八角属 *Illicium*
119. 红茴香 *Illicium henryi*
120. 八角 *Illicium verum*
- 二十一、樟科 *Lauraceae***
- (五十九) 樟属 *Cinnamomum*
121. 猴樟 *Cinnamomum bodinieri*
122. 樟**Cinnamomum camphora*
123. 尾叶樟 *Cinnamomum caudiferum*
124. 云南樟 *Cinnamomum glanduliferum*
125. 少花桂 *Cinnamomum pauciflorum*
126. 黄樟 *Cinnamomum porrectum*
127. 香桂 *Cinnamomum subavenium*
- (六十) 山胡椒属 *Lindera*
128. 香叶树 *Lindera communis*
129. 香叶子 *Lindera fragrans*
130. 山胡椒 *Lindera glauca*
131. 香粉叶 *Lindera pulcherrima* var. *attenuata*
132. 山榲 *Lindera reflexa*
133. 绿叶甘榲 *Lindera fruticosa*
134. 黑壳楠 *Lindera megaphylla*
- (六十一) 木姜子属 *Litsea*
135. 黄丹木姜子 *Litsea elongata*
136. 毛叶木姜子 *Litsea mollis*
137. 清香木姜子 *Litsea euosma*
138. 山鸡椒 *Litsea cubeba*
- (六十二) 润楠属 *Machilus*
139. 薄叶润楠 *Machilus leptophylla*
140. 小果润楠 *Machilus microcarpa*
141. 狭叶润楠 *Machilus rehderi*
142. 柳叶润楠 *Machilus salicina*
- 二十二、毛茛科 *Ranunculaceae***
- (六十三) 毛茛属 *Ranunculus*
143. 毛茛 *Ranunculus japonicus*
- (六十四) 铁线莲属 *Clematis*
144. 小木通 *Clematis armandii*
145. 山木通 *Clematis finetiana*
146. 毛蕊铁线莲 *Clematis lasiantha*
147. 柱果铁线莲 *Clematis uncinata*
148. 五叶铁线莲 *Clematis quinquefoliolata*
- (六十五) 银莲花属 *Anemone*
149. 打破碗花花 *Anemone hupehensis*
- 二十三、小檗科 *Berberidaceae***
- (六十六) 小檗属 *Berberis*
150. 壮刺小檗 *Berberis cavaleriei*
151. 毕节小檗 *Nandina domestica*
- (六十七) 十大功劳属 *Mahonia*
152. 平坝十大功劳 *Mahonia ganpinensis*
153. 阔叶十大功劳 *Mahonia bealei*
154. 小果十大功劳 *Mahonia bodinieri*
155. 十大功劳 *Mahonia fortunei*
- (六十八) 南天竹属 *Nandina*

156. 南天竹 *Nandina domestica*
- 二十四、木通科 Lardizabalaceae**
- (六十九)木通属 *Akebia*
157. 木通 *Akebia quinata*
158. 三叶木通 *Akebia trifoliata*
- 二十五、防己科 Menispermaceae**
- (七十)千金藤属 *Stephania*
159. 金线吊乌龟 *Stephania cepharantha*
160. 短蕊千金藤 *Stephania excentrica*
- 二十六、金鱼藻科 Ceratophyllaceae**
- (七十一)金鱼藻属 *Ceratophyllum*
161. 金鱼藻 *Ceratophyllum demersum*
- 二十七、三白草科 Saururaceae**
- (七十二)蕺菜属 *Houttuynia*
162. 蕺菜 *Houttuynia cordata*
- (七十三)三白草属 *Saururus*
163. 三白草 *Saururus chinensis*
- 二十八、金粟兰科 Chloranthaceae**
- (七十四)金粟兰属 *Chloranthus*
164. 野珠兰 *Chloranthus elatior*
165. 宽叶金粟兰 *Chloranthus henryi*
166. 及己 *Chloranthus serratus*
- 二十九、马兜铃科 Actinidiaceae**
- (七十五)马兜铃属 *Aristolochia*
167. 马兜铃 *Aristolochia debilis*
- 三十、芍药科 Paeoniaceae**
- (七十六)芍药属 *Hypericum*
168. 牡丹 *Paeonia suffruticosa*
- 三十一、猕猴桃科 Actinidiaceae**
- (七十七)猕猴桃属 *Actinidia* Lindl
169. 中华猕猴桃 *Actinidia chinensis*
170. 黄毛猕猴桃 *Actinidia fulvicoma*
171. 灰毛猕猴桃 *Actinidia fulvicoma* var. *cinerascens*
172. 华南猕猴桃 *Actinidia glaucophylla*
173. 红茎猕猴桃 *Actinidia rubricaulis*
174. 革叶猕猴桃 *Actinidia rubricaulis* var. *coriacea*
- 三十二、山茶科 Theaceae**
- (七十八)山茶属 *Camellia*
175. 贵州连蕊茶 *Camellia costei*
176. 油茶 *Camellia oleifera*
177. 西南红山茶 *Camellia pitardii*
178. 茶树 *Camellia sinensis*
- (七十九)红淡比属 *Cleyera*
179. 红淡比 *Cleyera japonica*
- (八十)柃木属 *Eurya*
180. 柃木 *Eurya japonica*
181. 短柱柃 *Eurya brevistyla*
182. 微毛柃 *Eurya hebeclados*
183. 凹脉柃 *Eurya impressinervis*
184. 贵州毛柃 *Eurya kweichowensis*
185. 细枝柃 *Eurya loquaiana*
186. 格药柃 *Eurya muricata*
187. 细齿柃 *Eurya nitida*
188. 钝叶柃 *Eurya obtusifolia*
- (八十一)木荷属 *Schima*
189. 木荷 *Schima superba*
190. 银木荷 *Schima argentea*
- 三十三、藤黄科 Guttiferae**
- (八十二)金丝桃属 *Hypericum*
191. 金丝桃 *Hypericum monogynum*
192. 贯叶连翘 *Hypericum perforatum*
193. 元宝草 *Hypericum sampsonii*
194. 密腺小连翘 *Hypericum seniawinii*
195. 金丝梅 *Hypericum patulum*
- 三十四、罂粟科 Papaveraceae**
- (八十三)博落回属 *Macleaya*
196. 博落回 *Macleaya cordata*
- (八十四)紫堇属 *Corydalis*
197. 紫堇 *Corydalis edulis*
198. 小花黄堇 *Corydalis racemosa*
- 三十五、十字花科 Cruciferae**
- (八十五)芸苔属 *Brassica*
199. 芜菁甘蓝**Brassica napobrassica*
200. 油菜**Brassica chinensis* var. *oleifera*
201. 白菜**Brassica pekinensis*
- (八十六)碎米荠属 *Cardamine*
202. 弯曲碎米荠 *Cardamine flexuosa*
203. 弹裂碎米荠 *Cardamine impatiens*
204. 碎米荠 *Cardamine hirsuta*
- (八十七)芥属 *Capsella*
205. 芥菜 *Capsella bursa-pastoris*

- (八十八)独行菜属 *Lepidium*
206. 独行菜 *Lepidium apetalum*
- (八十九)豆瓣菜属 *Nasturtium*
207. 豆瓣菜 *Nasturtium officinale*
- (九十)蔊菜属 *Rorippa*
208. 广东蔊菜 *Rorippa cantoniensis*
209. 风花菜 *Rorippa globosa*
210. 蔊菜 *Rorippa montana*
- 三十六、金缕梅科 Hamamelidaceae**
- (九十一)枫香属 *Liquidambar*
211. 枫香树 *Liquidambar formosana*
- (九十二)榿木属 *Loropetalum*
212. 榿木 *Loropetalum chinense*
- 三十七、景天科 Crassulaceae**
- (九十三)景天属 *Sedum*
213. 凹叶景天 *Sedum emarginatum*
214. 垂盆草 *Sedum sarmentosum*
- 三十八、虎耳草科 Saxifragaceae**
- (九十四)溲疏属 *Deutzia*
215. 四川溲疏 *Deutzia setchuenensis*
216. 溲疏 *Deutzia vilmorinae*
- (九十五)常山属 *Dichroa*
217. 常山 *Dichroa febrifuga*
- (九十六)绣球属 *Hydrangea*
218. 圆锥绣球 *Hydrangea paniculata*
219. 蜡莲绣球 *Hydrangea strigosa*
220. 柔毛绣球 *Hydrangea villosa*
- (九十七)虎耳草属 *Saxifraga*
221. 虎耳草 *Saxifraga stolonifera*
- 三十九、海桐花科 Pittosporaceae**
- (九十八)海桐花属 *Pittosporum*
222. 短萼海桐 *Pittosporum brevicalyx*
223. 皱叶海桐 *Pittosporum crispulum*
224. 卵果海桐 *Pittosporum ovoideum*
225. 海桐 *Pittosporum tobira*
226. 棱果海桐 *Pittosporum trigonocarpum*
- 四十、蔷薇科 Rosaceae**
- (九十九)龙芽草属 *Agrimonia*
227. 龙芽草 *Agrimonia pilosa*
- (一百)桃属 *Amygdalus*
228. 桃 *Amygdalus persica*
- (一百〇一)山楂属 *Crataegus*
229. 野山楂 *Crataegus cuneata*
- (一百〇二)枇杷属 *Eriobotrya*
230. 枇杷**Eriobotrya japonica*
- (一百〇三)路边青属 *Geum*
231. 路边青 *Geum aleppicum*
232. 柔毛路边青 *Geum japonicum* var. *chinense*
- (一百〇四)棣棠花属 *Kerria*
233. 棣棠花 *Kerria japonica*
- (一百〇五)委陵菜属 *Potentilla*
234. 蛇含委陵菜 *Potentilla kleiniana*
235. 委陵菜 *Potentilla chinensis*
236. 朝天委陵菜 *Potentilla supina*
- (一百〇六)李属 *Prunus*
237. 李**Prunus salicina*
- (一百〇七)火棘属 *Pyracantha*
238. 全缘火棘 *Pyracantha atalantioides*
239. 火棘 *Pyracantha fortuneana*
- (一百〇八)梨属 *Pyrus*
240. 杜梨 *Pyrus betulifolia*
241. 沙梨 *Pyrus pyrifolia*
- (一百〇九)蔷薇属 *Rosa*
242. 月季**Rosa chinensis*
243. 小果蔷薇 *Rosa cymosa*
244. 卵果蔷薇 *Rosa helenae*
245. 悬钩子蔷薇 *Rosa rubus*
246. 金樱子 *Rosa laevigata*
247. 野蔷薇 *Rosa multiflora*
248. 单瓣缢丝花 *Rosa roxburghii* f. *normalis*
- (一百一十)蛇莓属 *Duchesnea*
249. 蛇莓 *Duchesnea indica*
- (一百一十一)石楠属 *Photinia*
250. 中华石楠 *Photinia beauverdiana*
251. 楔木石楠 *Photinia davidsoniae*
- (一百一十二)樱属 *Cerasus*
252. 微毛樱桃 *Cerasus clarifolia*
253. 樱桃 *Cerasus pseudocerasus*
- (一百一十三)悬钩子属 *Rubus*
254. 粗叶悬钩子 *Rubus alceifolius*
255. 寒莓 *Rubus buergeri*

256. 山莓 *Rubus corchorifolius*
 257. 川莓 *Rubus setchuenensis*
 258. 插田泡 *Rubus coreanus*
 259. 白叶莓 *Rubus innominatus*
 260. 茅莓 *Rubus parvifolius*
 261. 乌泡子 *Rubus parkeri*
 262. 空心泡 *Rubus rosifolius*
 263. 灰白毛莓 *Rubus tephrodes*
 264. 三花悬钩子 *Rubus trianthus*
 (一百一十四)地榆属 *Sanguisorba*
 265. 地榆 *Sanguisorba officinalis*
 266. 长叶地榆 *Sanguisorba officinalis*
 var. longifolia
 (一百一十五)花楸属 *Sorbus*
 267. 石灰花楸 *Sorbus folgneri*
 (一百一十六)绣线菊属 *Spiraea*
 268. 中华绣线菊 *Spiraea chinensis*
 269. 粉花绣线菊 *Spiraea japonica*
- 四十一、豆科 Leguminosae**
- (一百一十七)合欢属 *Albizia*
 270. 山槐 *Albizia kalkora*
 (一百一十八)落花生属 *Arachis*
 271. 落花生**Arachis hypogaea*
 (一百一十九)黄芪属 *Astragalus*
 272. 紫云英 *Astragalus sinicus*
 (一百二十)紫荆属 *Cercis*
 273. 湖北紫荆 *Cercis glabra*
 (一百二十一)羊蹄甲属 *Bauhinia*
 274. 龙须藤 *Bauhinia championii*
 (一百二十二)云实属 *Caesalpinia*
 275. 云实 *Caesalpinia decapetala*
 (一百二十三)黄檀属 *Dalbergia*
 276. 藤黄檀 *Dalbergia hancei*
 277. 黄檀 *Dalbergia hupeana*
 (一百二十四)山蚂蝗属 *Desmodium*
 278. 小槐花 *Desmodium caudatum*
 279. 大叶拿身草 *Desmodium laxiflorum*
 280. 饿蚂蝗 *Desmodium multiflorum*
 281. 小叶三点金 *Desmodium*
 microphyllum
 282. 山蚂蝗 *Desmodium oxyphyllum*
 283. 长波叶山蚂蝗 *Desmodium sequax*
 (一百二十五)长柄山蚂蝗属 *Podocarpium*
 284. 长柄山蚂蝗 *Podocarpium*
 podocarpum
 (一百二十六)千斤拔属 *Flemingia*
 285. 千斤拔 *Flemingia prostrata*
 (一百二十七)皂荚属 *Gleditsia*
 286. 皂荚 *Gleditsia sinensis*
 (一百二十八)大豆属 *Glycine*
 287. 大豆**Glycine max*
 (一百二十九)木蓝属 *Indigofera*
 288. 马棘 *Indigofera pseudotinctoria*
 (一百三十)鸡眼草属 *Kummerowia*
 289. 鸡眼草 *Kummerowia striata*
 290. 长萼鸡眼草 *Kummerowia*
 stipulacea
 (一百三十一)胡枝子属 *Lespedeza*
 291. 铁马鞭 *Lespedeza pilosa*
 292. 多花胡枝子 *Lespedeza floribunda*
 293. 大叶胡枝子 *Lespedeza davidii*
 294. 截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata*
 (一百三十二)崖豆藤属 *Millettia*
 295. 亮叶崖豆藤 *Millettia nitida*
 296. 锈毛崖豆藤 *Millettia sericosema*
 297. 厚果崖豆藤 *Millettia pachycarpa*
 (一百三十三)碗豆属 *Pisum*
 298. 豌豆**Pisum sativum*
 (一百三十四)葛藤属 *Pueraria*
 299. 葛藤 *Pueraria lobata*
 (一百三十五)鹿藿属 *Rhynchosia*
 300. 鹿藿 *Rhynchosia volubilis*
 (一百三十六)刺槐属 *Robinia*
 301. 刺槐 *Robinia pseudoacacia*
 (一百三十七)田菁属 *Sesbania*
 302. 田菁 *Sesbania cannabina*
 (一百三十八)槐属 *Sophora*
 303. 苦参 *Sophora flavescens*
 304. 槐 *Sophora japonica*
 (一百三十九)车轴草属 *Trifolium*
 305. 白车轴草 *Trifolium repens*
 (一百四十)野豌豆属 *Vicia*
 306. 蚕豆**Vicia faba*
 307. 救荒野豌豆 *Vicia sativa*

308. 四籽野豌豆 *Vicia tetrasperma*
 309. 硬毛果野豌豆 *Vicia hirsuta*
 310. 广布野豌豆 *Vicia cracca*
 (一百四十一)土圞儿属 *Apios*
 311. 土圞儿 *Apios fortune*
 (一百四十二)紫藤属 *Wisteria*
 312. 紫藤 *Wisteria sinensis*
- 四十二、酢浆草科 Oxalidaceae**
 (一百四十三)酢浆草属 *Oxalis*
 313. 酢浆草 *Oxalis corniculata*
 314. 铜锤草 *Oxalis debilis* var. *corymbosa*
 315. 山酢浆草 *Oxalis griffithii*
- 四十三、牻牛儿苗科 Geraniaceae**
 (一百四十四)老鹳草属 *Geranium*
 316. 尼泊尔老鹳草 *Geranium nepalense*
 317. 老鹳草 *Geranium wilfordii*
- 四十四、蒺藜科 Zygophyllaceae**
 (一百四十五)蒺藜属 *Tribulus*
 318. 蒺藜 *Tribulus terrestris*
- 四十五、亚麻科 Linaceae**
- 四十六、大戟科 Euphorbiaceae**
 (一百四十六)山麻杆属 *Alchornea*
 319. 山麻杆 *Alchornea davidii*
 (一百四十七)铁苋菜属 *Acalypha*
 320. 铁苋菜 *Acalypha australis*
 (一百四十八)秋风属 *Bischofia*
 321. 重阳木 *Bischofia polycarpa*
 (一百四十九)假爹包叶属 *Discocleidion*
 322. 假爹包叶 *Discocleidion rufescens*
 (一百五十)大戟属 *Euphorbia*
 323. 泽漆 *Euphorbia helioscopia*
 324. 地锦 *Euphorbia humifusa*
 325. 乳浆大戟 *Euphorbia esula*
 326. 大戟 *Euphorbia pekinensis*
 (一百五十一)算盘子属 *Glochidion*
 327. 算盘子 *Glochidion puberum*
 (一百五十二)野桐属 *Mallotus*
 328. 白背叶 *Mallotus apelta*
 329. 毛桐 *Mallotus barbatus*
 330. 野桐 *Mallotus japonicus*
 331. 粗糠柴 *Mallotus philippinensis*
332. 石岩枫 *Mallotus repandus*
 (一百五十三)叶下珠属 *Phyllanthus*
 333. 叶下珠 *Phyllanthus urinaria*
 334. 青灰叶下珠 *Phyllanthus glaucus*
 (一百五十四)乌柏属 *Sapium*
 335. 山乌柏 *Sapium discolor*
 336. 乌柏 *Sapium sebiferum*
 (一百五十五)油桐属 *Vernicia*
 337. 油桐 *Vernicia fordii*
- 四十七、芸香科 Rutaceae**
 (一百五十六)黄皮属 *Clausena*
 338. 齿叶黄皮 *Clausena dunniana*
 (一百五十七)石椒草属 *Boenninghausenia*
 339. 臭节草 *Boenninghausenia albiflora*
 (一百五十八)吴茱萸属 *Evodia*
 340. 臭辣树 *Evodia fargesii*
 341. 吴茱萸 *Evodia rutaecarpa*
 (一百五十九)花椒属 *Zanthoxylum*
 342. 竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum*
 343. 花椒 *Zanthoxylum bungeanum*
 344. 蚬壳花椒 *Zanthoxylum dissitum*
- 四十八、苦木科 Simarubaceae**
 (一百六十)臭椿属 *Ailanthus*
 345. 臭椿 *Ailanthus altissima*
- 四十九、楝科 Meliaceae**
 (一百六十一)楝属 *Melia*
 346. 楝 *Melia azedarach*
 (一百六十二)香椿属 *Toona*
 347. 香椿 *Toona sinensis*
- 五十、远志科 Polygalaceae**
 (一百六十三)远志属 *Polygala*
 348. 尾叶远志 *Polygala caudata*
 349. 贵州远志 *Polygala dunniana*
 350. 瓜子金 *Polygala japonica*
- 五十一、马桑科 Coriariaceae**
 (一百六十四)马桑属 *Coriaria*
 351. 马桑 *Coriaria sinica*
- 五十二、漆树科 Anacardiaceae**
 (一百六十五)黄连木属 *Pistacia*
 352. 黄连木 *Pistacia chinensis*
 (一百六十六)盐肤木属 *Rhus*
 353. 盐肤木 *Rhus chinensis*

- (一百六十七)漆属 *Toxicodendron*
 354. 野漆树 *Toxicodendron succedaneum*
 355. 漆树 *Toxicodendron vernicifluum*
- 五十三、槭树科 Aceraceae**
 (一百六十八)槭树属 *Acer*
 356. 三角槭 *Acer buergerianum*
 357. 青榨槭 *Acer davidii*
 358. 飞蛾槭 *Acer oblongum*
 359. 中华槭 *Acer sinense*
 360. 樟叶槭 *Acer coriaceifolia*
 361. 革叶槭 *Acer coriaceifolium*
- 五十四、无患子科 Sapindaceae**
 (一百六十九)栾树属 *Koelreuteria*
 362. 复羽叶栾树* *Koelreuteria bipinnata*
 363. 全缘叶栾树 *Koelreuteria bipinnata* var. *integrifoliola*
- 五十五、清风藤科 Sabiaceae**
 (一百七十)清风藤属 *Sabia*
 364. 尖叶清风藤 *Sabia swinhoei*
 365. 灰背清风藤 *Sabia discolor*
 366. 云雾清风藤 *Sabia dielsii*
- 五十六、冬青科 Aquifoliaceae**
 (一百七十一)冬青属 *Ilex*
 367. 锈毛冬青 *Ilex ferruginea*
 368. 大果冬青 *Ilex macrocarpa*
 369. 冬青 *Ilex purpurea*
- 五十七、卫矛科 Celastraceae**
 (一百七十二)南蛇藤属 *Celastrus*
 370. 短梗南蛇藤 *Celastrus rosyornianus*
 (一百七十三)卫矛属 *Euonymus*
 371. 刺果卫矛 *Euonymus acanthocarpus*
 372. 卫矛 *Euonymus alatus*
 373. 黄花序卫矛 *Euonymus forbesianus*
 374. 扶芳藤 *Euonymus fortunei*
 375. 冬青卫矛 *Euonymus japonicus*
 376. 裂果卫矛 *Euonymus dielsianus*
 (一百七十四)美登木属 *Maytenus*
 377. 刺茶美登木 *Maytenus variabilis*
- 五十八、沽油科 Staphyleaceae**
 (一百七十五)野鸦椿属 *Euscaphis*
 378. 野鸦椿 *Euscaphis japonica*
- 五十九、黄杨科 Buxaceae**
 (一百七十六)黄杨属 *Buxus*
 379. 雀舌黄杨 *Buxus bodinieri*
 (一百七十七)野扇花属 *Sarcococca*
 380. 野扇花 *Sarcococca ruscifolia*
- 六十、鼠李科 Rhamnaceae**
 (一百七十八)枳椇属
 381. 枳椇 *Hovenia acerba*
 (一百七十九)勾儿茶属 *Berchemia*
 382. 铁包金 *Berchemia lineata*
 383. 多叶勾儿茶 *Berchemia polyphylla*
 (一百八十)猫乳属 *Rhamnella*
 384. 多脉猫乳 *Rhamnella martinii*
 (一百八十一)鼠李属 *Rhamnus*
 385. 冻绿 *Rhamnus utilis*
 386. 长叶冻绿 *Rhamnus crenata*
 387. 贵州鼠李 *Rhamnus esquirolii*
 388. 薄叶鼠李 *Rhamnus leptophylla*
 (一百八十二)雀梅藤属 *Sageretia*
 389. 梗花雀梅藤 *Sageretia omeiensis*
 390. 尾叶雀梅藤 *Berchemia polyphylla*
 391. 皱叶雀梅藤 *Sageretia rugosa*
 392. 疏花雀梅藤 *Sageretia subcaudata*
 (一百八十三)枣属 *Ziziphus*
 393. 枣* *Ziziphus jujuba*
- 六十一、虎皮楠科**
 (一百八十四)虎皮楠属 *Daphniphyllum*
 394. 虎皮楠 *Daphniphyllum oldhami*
- 六十二、葡萄科 Vitaceae**
 (一百八十五)蛇葡萄属 *Ampelopsis*
 395. 三裂蛇葡萄 *Ampelopsis delavayana*
 396. 广东蛇葡萄 *Ampelopsis cantoniensis*
 397. 白蔹 *Ampelopsis japonica*
 (一百八十六)乌蔹莓属 *Cayratia*
 398. 乌蔹莓 *Cayratia japonica*
 (一百八十七)地锦属 *Parthenocissus*

399. 异叶地锦 *Parthenocissus heterophylla*
(一百八十八)崖爬藤属 *Tetrastigma*
400. 三叶崖爬藤 *Tetrastigma hemsleyanum*
401. 崖爬藤 *Tetrastigma obtectum*
(一百八十九)葡萄属 *Vitis*
402. 葡萄**Vitis vinifera*
403. 网脉葡萄 *Vitis wilsonae*
- 六十三、杜英科**
(一百九十)猴欢喜属 *Sloanea*
404. 猴欢喜 *Sloanea sinensis*
(一百九十一)杜英属 *Elaeocarpus*
405. 日本杜英 *Elaeocarpus japonicus*
406. 澜沧杜英 *Elaeocarpus japonicus* var. *lantsangensis*
- 六十四、锦葵科 Malvaceae**
(一百九十二)苘麻属 *Abutilon*
407. 苘麻 *Abutilon theophrasti*
(一百九十三)蜀葵属 *Althaea*
408. 蜀葵**Althaea rosea*
(一百九十四)木槿属 *Hibiscus*
409. 华木槿 *Hibiscus sinosyriacus*
410. 木槿**Hibiscus syriacus*
411. 木芙蓉**Hibiscus mutabilis*
(一百九十五)锦葵属 *Malva*
412. 锦葵**Malva sinensis*.
(一百九十六)黄花稔属 *Sida*
413. 黄花稔 *Sida acuta*
(一百九十七)梵天花属 *Urena*
414. 地桃花 *Urena lobata*
- 六十五、椴树科 Tiliaceae**
(一百九十八)扁担杆属 *Grewia*
415. 扁担杆 *Grewia biloba*
416. 小花扁担杆 *Grewia biloba* var. *parviflora*
(一百九十九)椴树属 *Tilia*
417. 椴树 *Tilia tuan*
(二百)刺蒴麻属 *Triumfetta*
418. 长勾刺蒴麻 *Triumfetta pilosa*
- 六十六、梧桐科 Sterculiaceae**
(二百〇一)梧桐属 *Firmiana*
419. 梧桐 *Firmiana simplex*
(二百〇二)马松子属 *Melochia*
420. 马松子 *Melochia corchorifolia*
- 六十七、瑞香科**
(二百〇三)茛花属 *Wikstroemia*
421. 小黄构 *Wikstroemia micrantha*
- 六十八、胡颓子科 Elaeagnaceae**
(二百〇四)胡颓子属 *Elaeagnus*
422. 长叶胡颓子 *Elaeagnus bockii*
423. 巴东胡颓子 *Elaeagnus difficilis*
424. 胡颓子 *Elaeagnus pungens*
- 六十九、大风子科 Flacourtiaceae**
(二百〇五)山桐子属 *Idesia*
425. 山桐子 *Idesia polycarpa*
(二百〇六)柞木属 *Xylosma*
426. 柞木 *Xylosma japonicum*
- 七十、堇菜科 Violaceae**
(二百〇七)堇菜属 *Viola*
427. 戟叶堇菜 *Viola betonicifolia*
428. 紫花堇菜 *Viola grypoceras*
429. 堇菜 *Viola verecunda*
430. 紫花地丁 *Viola yedoensis*
431. 长萼堇菜 *Viola inconspicua*
432. 七星莲 *Viola diffusa*
- 七十一、旌节花科 Stachyuraceae**
(二百〇八)旌节花属 *Stachyurus*
433. 西域旌节花 *Stachyurus himalaicus*
434. 中国旌节花 *Stachyurus chinensis*
- 七十二、秋海棠科 Begoniaceae**
435. 秋海棠 *Begonia grandis*
436. 裂叶秋海棠 *Begonia palmata*
437. 长柄秋海棠 *Begonia smithiana*
- 七十三、葫芦科 Cucurbitaceae**
(二百〇九)绞股蓝属
438. 绞股蓝 *Gynostemma pentaphyllum*
(二百一十)西瓜属 *Citrullus*
439. 西瓜**Citrullus lanatus*
440. 香瓜**Citrullus melo*
441. 黄瓜**Citrullus sativus*
(二百一十一)南瓜属 *Cucurbita*
442. 南瓜**Cucurbita moschata*
- 七十四、千屈菜科 Lythraceae**

- (二百一十二)紫薇属 *Lagerstroemia*
443. 紫薇**Lagerstroemia indica*
- 七十五、野牡丹科 Melastomaceae**
(二百一十三)野牡丹属 *Melastoma*
444. 地蒨 *Melastoma dodecandrum*
(二百一十四)金锦香属 *Osbeckia*
445. 金锦香 *Osbeckia chinensis*
446. 假朝天罐 *Osbeckia crinita*
447. 阔叶金锦香 *Osbeckia opipara*
- 七十六、八角枫科 Alangiaceae**
(二百一十五)八角枫属 *Alangium*
448. 八角枫 *Alangium chinense*
449. 小花八角枫 *Alangium faberi*
450. 毛八角枫 *Alangium kurzii*
451. 瓜木 *Alangium platanifolium*
- 七十七、山茱萸科 Cornaceae**
(二百一十六)桫欏木属 *Bothrocaryum*
452. 灯台树 *Bothrocaryum controversum*
453. 小桫欏木 *Swida paucinervis*
(二百一十七)四照花属 *Dendrobenthamia*
454. 尖叶四照花 *Dendrobenthamia angustata*
455. 四照花 *Dendrobenthamia japonica* var. *Chinensis*
- 七十八、五加科 Araliaceae**
(二百一十八)五加属 *Acanthopanax*
456. 五加 *Acanthopanax gracilistylus*
457. 白筋 *Acanthopanax trifoliatum*
(二百一十九)楸木属 *Aralia*
458. 楸木 *Aralia chinensis*
459. 棘茎楸木 *Aralia echinocaulis*
(二百二十)常春藤属 *Hedera*
460. 常春藤 *Hedera nepalensis* var. *sinensis*
(二百二十一)刺楸属 *Kalopanax*
461. 刺楸 *Kalopanax septemlobus*
(二百二十二)梁王茶属 *Nothopanax*
462. 异叶梁王茶 *Nothopanax davidii*
(二百二十三)鹅掌柴属 *Schefflera*
463. 穗序鹅掌柴 *Schefflera delavayi*
(二百二十四)通脱木属 *Tetrapanax*
464. 通脱木 *Tetrapanax papyrifer*
- 七十九、伞形科 Umbelliferae**
(二百二十五)积雪草属 *Centella*
465. 积雪草 *Centella asiatica*
(二百二十六)鸭儿芹属 *Cryptotaenia*
466. 鸭儿芹 *Cryptotaenia japonica*
(二百二十七)胡萝卜属 *Daucus*
467. 野胡萝卜 *Daucus carota*
468. 胡萝卜**Daucus carota* var. *sativa*
(二百二十八)天胡荽属 *Hydrocotyle*
469. 天胡荽 *Hydrocotyle sibthorpioides*
(二百二十九)水芹属 *Oenanthe*
470. 水芹 *Oenanthe javanica*
(二百三十)前胡属 *Peucedanum*
471. 前胡 *Peucedanum praeruptorum*
(二百三十一)变豆菜属 *Sanicula*
472. 直刺变豆菜 *Sanicula orthacantha*
(二百三十二)窃衣属 *Torilis*
473. 窃衣 *Torilis scabra*
- 八十、杜鹃花科 Ericaceae**
(二百三十三)马醉木属 *Pieris*
474. 美丽马醉木 *Pieris formosa*
(二百三十四)杜鹃属 *Rhododendron*
475. 多花杜鹃 *Rhododendron cavaleriei*
476. 大喇叭杜鹃 *Rhododendron excellens*
477. 贵定杜鹃 *Rhododendron fuchsifolium*
478. 黄花杜鹃 *Rhododendron lutescens*
479. 满山红 *Rhododendron mariesii*
480. 溪畔杜鹃 *Rhododendron rivulare*
481. 杜鹃 *Rhododendron simsii*
482. 毛果杜鹃 *Rhododendron seniavinii*
(二百三十五)越橘属 *Vaccinium*
483. 黄背越橘 *Vaccinium iteophyllum*
484. 南烛 *Vaccinium bracteatum*
- 八十一、紫金牛科 Myrsinaceae**
(二百三十六)紫金牛属 *Ardisia*
485. 少年红 *Ardisia alyxiaefolia*
486. 百两金 *Ardisia crispa*
487. 紫金牛 *Ardisia japonica*
(二百三十七)酸藤子属 *Embelia*

488. 长叶酸藤子 *Embelia longifolia*
 489. 当归藤 *Embelia parviflora*
 (二百三十八) 杜茎山属 *Maesa*
 490. 杜茎山 *Maesa japonica*
 (二百三十九) 铁仔属 *Myrsine*
 491. 铁仔 *Myrsine africana*
- 八十二、报春花科 Primulaceae**
 (二百四十) 点地梅属 *Androsace*
 492. 点地梅 *Androsace umbellata*
 (二百四十一) 珍珠菜属 *Lysimachia*
 493. 珍珠菜 *Lysimachia clethroides*
 494. 过路黄 *Lysimachia christinae*
 495. 伞叶落地梅 *Lysimachia clethroides*
- 八十三、柿树科 Ebenaceae**
 (二百四十二) 柿树属 *Diospyros*
 496. 柿树* *Diospyros kaki*
 497. 君迁子 *Diospyros lotus*
- 八十四、安息香科 Styracaceae**
 (二百四十三) 安息香属 *Styrax*
 498. 白花龙 *Styrax faberi*
 499. 野茉莉 *Styrax japonicus*
 500. 大花安息香 *Styrax grandiflorus*
- 八十五、山矾科 Symplocaceae**
 (二百四十四) 山矾属 *Symplocos*
 501. 薄叶山矾 *Symplocos anomala*
 502. 白檀 *Symplocos paniculata*
 503. 山矾 *Symplocos sumuntia*
 504. 老鼠矢 *Symplocos stellaris*
- 八十六、木犀科 Oleaceae**
 (二百四十五) 素馨属 *Jasminum*
 505. 清香藤 *Jasminum lanceolarium* var. *puberulum*
 (二百四十六) 木犀属 *Osmanthus*
 506. 木犀 *Osmanthus fragrans*
 (二百四十七) 女贞属 *Ligustrum*
 507. 小叶女贞* *Ligustrum quihoui*
 508. 女贞 *Ligustrum lucidum*
 509. 小蜡 *Ligustrum sinense*
- 八十七、夹竹桃科 Apocynaceae**
 (二百四十八) 夹竹桃属 *Nerium*
 510. 夹竹桃* *Nerium indicum*
 (二百四十九) 络石属 *Trachelospermum*
 511. 络石 *Trachelospermum jasminoides*
- 八十八、萝藦科 Asclepiadaceae**
 (二百五十) 鹅绒藤属 *Cynanchum*
 512. 牛皮消 *Cynanchum auriculatum*
 (二百五十一) 杠柳属 *Periploca*
 513. 杠柳 *Periploca sepium*
- 八十九、茜草科 Rubiaceae**
 (二百五十二) 鸡仔木属
 514. 鸡仔木 *Sinoadina racemosa*
 (二百五十三) 水团花属 *Adina*
 515. 水团花 *Adina pilulifera*
 (二百五十四) 拉拉藤属 *Galium*
 516. 猪殃殃 *Galium aparine* var. *tenerum*
 (二百五十五) 梔子属 *Gardenia*
 517. 梔子花 *Gardenia jasminoides* var. *maruba*
 (二百五十六) 耳草属 *Hedyotis*
 518. 伞房花耳草 *Hedyotis corymbosa*
 (二百五十七) 玉叶金花属 *Mussaenda*
 519. 展枝玉叶金花 *Mussaenda divaricata*
 520. 楠藤 *Mussaenda erosa*
 (二百五十八) 鸡矢藤属 *Paederia*
 521. 广西鸡矢藤 *Paederia pertomentosa*
 522. 鸡矢藤 *Paederia scandens*
 (二百五十九) 茜草属 *Rubia*
 523. 茜草 *Rubia cordifolia*
 (二百六十) 六月雪属 *Serissa*
 524. 六月雪 *Serissa japonica*
 525. 白马骨 *Serissa serissoides*
- 九十、旋花科 Convolvulaceae**
 (二百六十一) 打碗花属 *Calystegia*
 526. 打碗花 *Calystegia hederacea*
 527. 旋花 *Calystegia sepium*
 (二百六十二) 番薯属 *Ipomoea*
 528. 蕹菜 *Ipomoea aquatic*
 529. 红薯* *Ipomoea batatas*
 530. 圆叶牵牛 *Ipomoea purpurea*
 531. 牵牛 *Ipomoea nil*
- 九十一、紫草科 Boraginaceae**
 (二百六十三) 厚壳树属 *Ehretia*

532. 长花厚壳树 *Ehretia longiflora*
(二百六十四) 琉璃草属 *Cynoglossum*
533. 倒提壶 *Cynoglossum amabile*
534. 小花琉璃草 *Cynoglossum lanceolatum*
535. 琉璃草 *Cynoglossum zeylanicum*
- 九十二、马鞭草科 Verbenaceae**
- (二百六十五) 紫珠属 *Callicarpa*
536. 老鸦糊 *Callicarpa bodinieri* var. *giraldii*
537. 白棠子树 *Callicarpa dichotoma*
- (二百六十六) 大青属 *Clerodendron*
538. 臭牡丹 *Clerodendron bungei*
539. 大青 *Clerodendron. cyrtophyllum*
540. 海州常山 *Clerodendron. trichotomum.*
- (二百六十七) 豆腐柴属 *Premna*
541. 黄药 *Antirrhinum majus*
542. 黄毛豆腐柴 *Paulownia tomentosa*
- (二百六十八) 马鞭草属 *Verbena*
543. 马鞭草 *Verbena officinalis*
- (二百六十九) 牡荆属 *Vitex*
544. 黄荆 *Vitex negundo*
545. 牡荆 *Vitex negundo* var. *cannabifolia*
546. 荆条 *Vitex negundo* var. *heterophylla*
- 九十三、水马齿科**
- (二百七十) 水马齿属 *Callitriche*
547. 沼生水马齿 *Callitriche palustris*
- 九十四、唇形科 Labiatae**
- (二百七十一) 藿香属 *Agastache*
548. 藿香 **agastache rugosa*
- (二百七十二) 鼠尾草属 *Salvia*
549. 一串红 **salvia splendens*
- (二百七十三) 薄荷属 *Mentha*
550. 留兰香 *Mentha spicata*
- (二百七十四) 风轮菜属 *Clinopodium*
551. 风轮菜 *Clinopodium chinense*
552. 细风轮菜 *Clinopodium gracile*
- (二百七十五) 香薷属 *Elsholtzia*
553. 香薷 *Elsholtzia ciliata*
554. 野香薷 *Elsholtzia cypriani*
- (二百七十六) 夏至草属 *Lagopsis*
555. 夏至草 *Lagopsis supina*
- (二百七十七) 益母草属 *Leonurus*
556. 益母草 *Leonurus heterophyllus*
- (二百七十八) 牛至属 *Origanum*
557. 牛至 *Origanum vulgare*
- (二百七十九) 假糙苏属 *Paraphlomis*
558. 小叶假糙苏 *Paraphlomis gracilis* var. *lutienensis*
559. 狭叶假糙苏 *Stachys oblongifolia*
- (二百八十) 紫苏属 *Perilla*
560. 紫苏 *Perilla frutescens*
- (二百八十一) 夏枯草属 *Prunella*
561. 夏枯草 *Prunella asiatica*
- (二百八十二) 黄芩属 *Scutellaria*
562. 尾叶黄芩 *Scutellaria caudifolia*
- (二百八十三) 香茶菜属 *Isodon*
563. 碎米桠 *Isodon rubescens*
- 九十五、茄科 Solanaceae**
- (二百八十四) 辣椒属 *Capsicum*
564. 辣椒 **Capsicum annuum*
- (二百八十五) 番茄属 *Lycopersicon*
565. 番茄 **Lycopersicon esculentum*
- (二百八十六) 曼陀罗属 *Datura*
566. 曼陀罗 *Datura stramonium*
- (二百八十七) 枸杞属 *Lycium*
567. 枸杞 **Lycium chinense*
- (二百八十八) 烟草属 *Nicotiana*
568. 烟草 **Nicotiana tabacum*
- (二百八十九) 酸浆属 *Physalis*
569. 挂金灯 *Physalis alkekengi* var. *franchetii*
570. 苦蕒 *Physalis angulata*
571. 小酸浆 *Physalis minima*
- (二百九十) 茄属 *Solanum*
572. 茄 **Solanum melongena*
573. 龙葵 **Solanum nigrum*
574. 木龙葵 **Solanum suffruticosum*
575. 珊瑚豆 *Solanum pseudocapsicum*
576. 马铃薯 **Solanum tuberosum*
577. 黄果茄 *Solanum virginianum*

578. 喀西茄 *Solanum aculeatissimum*
- 九十六、马钱科 Loganiaceae**
- (二百九十一) 醉鱼草属 *Buddleja*
579. 大叶醉鱼草 *Buddleja davidii*
580. 醉鱼草 *Buddleja lindleyana*
581. 密蒙花 *Buddleja officinalis*
- 九十七、玄参科 Scrophulariaceae**
- (二百九十二) 金鱼草属
582. 金鱼草 *Antirrhinum majus*
- (二百九十三) 来江藤属 *Brandisia*
583. 来江藤 *Brandisia hancei*
- (二百九十四) 钟萼草属 *Lindenbergia*
584. 钟萼草 *Lindenbergia philippensis*
- (二百九十五) 通泉草属 *Mazus*
585. 通泉草 *Mazus japonicus*
- (二百九十六) 泡桐属 *Paulownia*
586. 毛泡桐 *Paulownia tomentosa*
587. 泡桐 *Paulownia fortunei*
588. 川泡桐 *Paulownia fargesii*
- (二百九十七) 石龙尾属
589. 石龙尾 *Limnophila sessiliflora*
- (二百九十八) 蝴蝶草属 *Torenia*
590. 紫萼蝴蝶草 *Torenia violacea*
- (二百九十九) 地黄属 *Rehmannia*
591. 地黄**Rehmannia glutinosa*
- (三百) 婆婆纳属 *Veronica*
592. 婆婆纳 *Veronica didyma*
593. 阿拉伯婆婆纳 *Veronica persica*
594. 多枝婆婆纳 *Veronica javanica*
595. 北水苦荬 *Veronica anagallis-aquatica*
- (三百〇一) 阴行草属 *Siphonostegia*
596. 阴行草 *Siphonostegia chinensis*
597. 腺毛阴行草 *Siphonostegia laeta*
- 九十八、紫葳科 Bignoniaceae**
- (三百〇二) 梓属 *Catalpa*
598. 梓**Catalpa ovata*
599. 楸 *Catalpa bungee*
600. 滇楸 *Catalpa fargesii* f. *duclouxii*
- 九十九、爵床科 Acanthaceae**
- (三百〇三) 穿心莲属 *Andrographis*
601. 穿心莲**Andrographis paniculata*
- (三百〇四) 水蓑衣属 *Hygrophila*
602. 水蓑衣 *Hygrophila salicifolia*
- (三百〇五) 观音草属 *Peristrophe*
603. 九头狮子草 *Peristrophe japonica*
- (三百〇六) 爵床属 *Rostellularia*
604. 爵床 *Rostellularia procumbens*
- 一百、胡麻科 Pedaliaceae**
- (三百〇七) 胡麻属 *Sesamum*
605. 芝麻**Sesamum indicum*
- 一百〇一、苦苣苔科 Gesneriaceae**
- (三百〇八) 半蒴苣苔属 *Hemiboea*
606. 半蒴苣苔 *Hemiboea henryi*
- (三百〇九) 吊石苣苔属 *Lysionotus*
607. 吊石苣苔 *Lysionotus pauciflorus*
- (三百一十) 唇柱苣苔属 *Chirita*
608. 牛耳朵 *Chirita eburnea*
- 一百〇二、狸藻科 Lentibulariaceae**
- (三百一十一) 狸藻属 *Utricularia aurea*
609. 黄花狸藻 *Utricularia aurea*
- 一百〇三、车前草科 Plantaginaceae**
- (三百一十二) 车前草属 *Plantago*
610. 车前草 *Plantago asiatica*
611. 大车前 *Plantago major*
- 一百〇四、忍冬科 Caprifoliaceae**
- (三百一十三) 六道木属 *Abelia*
612. 小叶六道木 *Abelia parvifolia*
- (三百一十四) 忍冬属 *Lonicera*
613. 蕊帽忍冬 *Lonicera pileata*
614. 金银木 *Lonicera maackii*
615. 菰腺忍冬 *Lonicera hypoglauca*
616. 忍冬 *Lonicera japonica*
- (三百一十五) 接骨草属 *Sambucus*
617. 接骨草 *Sambucus chinensis*
618. 接骨木 *Sambucus williamsii*
- (三百一十六) 荚蒾属 *Viburnum*
619. 水红木 *Viburnum cylindricum*
620. 荚蒾 *Viburnum dilatatum*
621. 珍珠荚蒾 *Viburnum foetidum* var. *ceanothoides*
622. 球核荚蒾 *Viburnum propinquum*
623. 皱叶荚蒾 *Viburnum rhytidophyllum*
624. 烟管荚蒾 *Viburnum utile*

一百〇五、败酱科 *Valerianaceae*

(三百一十七)败酱属 *Patrinia*

625. 败酱 *Patrinia scabiosaefolia*

626. 攀倒甑 *Patrinia villosa*

(三百一十八)缬草属 *Valeriana*

627. 长序缬草 *Valeriana hardwickii*

一百〇六、川续断科 *Dipsacaceae*

(三百一十九)川续断属 *Dipsacus*

628. 川续断 *Dipsacus asperoides*

一百〇七、桔梗科 *Campanulaceae*

(三百二十)半边莲属 *Lobelia*

629. 半边莲 *Lobelia chinensis*

(三百二十一)铜锤玉带属 *Pratia*

630. 铜锤玉带草 *Lobelia angulata*

一百〇八、菊科 *Compositae*

(三百二十二)蒿属 *Artemisia*

631. 黄花蒿 *Artemisia annus*

632. 野艾蒿 *Artemisia lavandulaefolia*

633. 南艾蒿 *Artemisia verlotorum*

634. 茵陈蒿 *Artemisia capillaris*

635. 青蒿 *Artemisia carvifolia*

636. 牡蒿 *Artemisia japonica*

(三百二十三)紫菀属 *Aster*

637. 三脉紫菀 *Aster ageratoides*

(三百二十四)鱼眼草属 *Dichrocephala*

638. 鱼眼草 *Dichrocephala auriculata*

(三百二十五)苍耳属 *Xanthium*

639. 苍耳 *Xanthium sibiricum*

(三百二十六)旋覆花属

640. 羊耳菊 *Inula cappa*

(三百二十七)天名精属 *Carpesium*

641. 烟管头草 *Carpesium cernuum*

(三百二十八)鬼针草属 *Bidens*

642. 鬼针草 *Bidens bipinnata*

643. 狼把草 *Bidens tripartita*

(三百二十九)蓟属 *Cirsium*

644. 蓟 *Cirsium japonicum*

(三百三十)野苘蒿属 *Crassocephalum*

645. 野苘蒿 *Crassocephalum
crepidioides*

(三百三十一)大丽花属

646. 大丽花 *Dahlia pinnata*

(三百三十二)菊属 *Dendranthema*

647. 菊花 *Dendranthema morifolium*

648. 野菊 *Dendranthema indicum*

(三百三十三)飞蓬属 *Erigeron*

649. 一年蓬 *Erigeron annuus*

(三百三十四)鼠麴草属 *Gnaphalium*

650. 鼠麴草 *Gnaphalium affine*

651. 秋鼠麴草 *Gnaphalium hypoleucum*

(三百三十五)向日葵属 *Helianthus*

652. 向日葵**Helianthus annuus*

653. 菊芋 *Helianthus tuberosus*

(三百三十六)泥胡菜属 *Hemistepta*

654. 泥胡菜 *Hemistepta lyrata*

(三百三十七)马兰属 *Kalimeris*

655. 马兰 *Kalimeris indica*

656. 全叶马兰 *Kalimeris integrifolia*

(三百三十八)橐吾属 *Ligularia*

657. 鹿蹄橐吾 *Ligularia hodgsonii*

(三百三十九)千里光属 *Senecio*

658. 蒲儿根 *Senecio oldhamianus*

659. 千里光 *Senecio scandens*

(三百四十)莴苣属 *Lactuca*

660. 莴苣 *Lactuca sativa*

(三百四十一)苦苣菜属 *Sonchus*

661. 续断菊 *Sonchus asper*

662. 苦苣菜 *Sonchus oleraceus*

(三百四十二)蒲公英属 *Taraxacum*

663. 蒲公英 *Taraxacum mongolicum*

II. 单子叶植物

一百〇九、泽泻科

(三百四十三)慈姑属 *Sagittaria*

664. 华夏慈姑**Sagittaria trifolia* var.
sinensis

一百一十、水鳖科 *Hydrocharitaceae*

(三百四十四)黑藻属 *Hydrilla*

665. 黑藻 *Hydrilla verticillata*

(三百四十五)苦草属 *Vallisneria*

666. 苦草 *Vallisneria natans*

一百一十一、眼子菜科 *Potamogetonaceae*

(三百四十六)眼子菜属 *Potamogeton*

667. 菹草 *Potamogeton crispus*

668. 眼子菜 *Potamogeton distinctus*

669. 微齿眼子菜 *Potamogeton maackianus*
670. 尖叶眼子菜 *Potamogeton oxyphyllus*
671. 鳊齿眼子菜 *Potamogeton pectinatus*
672. 竹叶眼子菜 *Potamogeton wrightii*
- 一百一十二、茨藻科 Najadaceae**
(三百四十七) 茨藻属 *Najas*
673. 草茨藻 *Najas graminea*
674. 茨藻 *Najas japonica*
675. 大茨藻 *Najas marina*
676. 小茨藻 *Najas minor*
- 一百一十三、百合科 Liliaceae**
(三百四十八) 葱属 *Allium*
677. 薤白 *Allium macrostemon*
678. 蒜 *Allium sativum*
679. 韭 *Allium tuberosum*
- (三百四十九) 天门冬属 *Asparagus*
680. 天门冬 *Asparagus cochinchinensis*
681. 羊齿天门冬 *Asparagus filicinus*
- (三百五十) 百合属 *Lilium*
682. 黄绿花滇百合 *Lilium bakerianum* var. *delavayi*
683. 南川百合 *Lilium rosthornii*
684. 野百合 *Lilium brownie*
- (三百五十一) 蜘蛛抱蛋属 *Aspidistra*
685. 蜘蛛抱蛋 *Aspidistra elatior*
- (三百五十二) 山麦冬属 *Liriope*
686. 阔叶麦冬 *Liriope platyphylla*
687. 山麦冬 *Liriope spicata*
688. 禾叶山麦冬 *Liriope graminifolia*
- (三百五十三) 沿阶草属 *Ophiopogon*
689. 沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*
690. 麦冬 *Ophiopogon japonicus*
- (三百五十四) 黄精属 *Polygonatum*
691. 多花黄精 *Polygonatum cyrtonema*
- (三百五十五) 菝葜属 *Smilax*
692. 西南菝葜 *Smilax bockii*
693. 菝葜 *Smilax china*
694. 柔毛菝葜 *Smilax chingii*
695. 土茯苓 *Smilax glabra*
696. 小叶菝葜 *Smilax microphylla*
697. 抱茎菝葜 *Smilax ocreata*
698. 穿鞘菝葜 *Smilax perfoliata*
699. 牛尾菜 *Smilax riparia*
- (三百五十六) 藜芦属 *Veratrum*
700. 黑紫藜芦 *Veratrum japonicum*
- 一百一十四、石蒜科 Amaryllidaceae**
(三百五十七) 石蒜属 *Lycoris*
701. 石蒜 *Lycoris radiata*
- 一百一十五、薯蓣科 Dioscoreaceae**
(三百五十八) 薯蓣属 *Dioscorea*
702. 高山薯蓣 *Dioscorea kamoensis*
703. 日本薯蓣 *Dioscorea japonica*
704. 柔毛薯蓣 *Dioscorea martini*
705. 光亮薯蓣 *Dioscorea nitens*
706. 薯蓣 *Dioscorea opposita*
- 一百一十六、鸢尾科 Iridaceae**
(三百五十九) 射干属 *Belamcanda*
707. 射干 *Belamcanda chinensis*
- (三百六十) 鸢尾属 *Iris*
708. 蝴蝶花 *Iris japonica*
709. 鸢尾 *Iris tectorum*
- 一百一十七、灯心草科 Juncaceae**
(三百六十一) 灯心草属 *Juncus*
710. 翅茎灯心草 *Juncus alatus*
711. 灯心草 *Juncus effusus*
712. 江南灯心草 *Juncus leschenaultii*
- 一百一十八、鸭跖草科 Commelinaceae**
(三百六十二) 鸭跖草属 *Commelina*
713. 鸭跖草 *Commelina communis*
- 一百一十九、禾本科 Gramineae**
(三百六十三) 簕竹属 *Bambusa*
714. 慈竹 *Bambusa emeiensis*
- (三百六十四) 簕竹属 *Indocalamus*
715. 簕竹 *Indocalamus tessellatus*
- (三百六十五) 刚竹属 *Phyllostachys*
716. 毛竹 *Phyllostachys heterocycla* cv. *Pubescens*
717. 水竹 *Phyllostachys heteroclada*
- (三百六十六) 大明竹属 *Pleioblastus*
718. 苦竹 *Pleioblastus amarus*
- (三百六十七) 看麦娘属 *Alopecurus*
719. 看麦娘 *Alopecurus aequalis*

(三百六十八) 荩草属 *Arthraxon*
 720. 茅叶荩草 *Arthraxon prionodes*
 721. 荩草 *Arthraxon hispidus*
 (三百六十九) 野古草属 *Arundinella*
 722. 野古草 *Arundinella hirta*
 723. 刺芒野古草 *Arundinella. Setosa*
 (三百七十) 细柄草属 *Capillipedium*
 724. 细柄草 *Capillipedium parviflorum*
 725. 硬秆子草 *Capillipedium assimile*
 (三百七十一) 狗牙根属 *Cynodon*
 726. 狗牙根 *Cynodon dactylon*
 (三百七十二) 马唐属 *Digitaria*
 727. 升马唐 *Digitaria adscendens*
 728. 马唐 *Digitaria sanguinalis*
 (三百七十三) 稗属 *Echinochloa*
 729. 稗 *Echinochloa crusgalli*
 (三百七十四) 画眉草属 *Eragrostis*
 730. 画眉草 *Eragrostis pilosa*
 (三百七十五) 蜈蚣草属 *Eremochloa*
 731. 假俭草 *Eremochloa ophiuroides*
 732. 野黍 *Eremochloa villosa*
 (三百七十六) 牛鞭草属 *Hemarthria*
 733. 牛鞭草 *Hemarthria fasciculata* var. *fasciculata*
 (三百七十七) 黄茅属 *Heteropogon*
 734. 黄茅 *Heteropogon contortus*
 (三百七十八) 白茅属 *Imperata*
 735. 白茅 *Imperata cylindrica*
 (三百七十九) 假稻属 *Leersia*
 736. 假稻 *Leersia japonica*
 (三百八十) 毒麦属 *Lolium*
 737. 黑麦草 *Lolium perenne*
 (三百八十一) 淡竹叶属 *Lophatherum*
 738. 淡竹叶 *Lophatherum gracile*
 (三百八十二) 芒属 *Miscanthus*
 739. 五节芒 *Miscanthus floridulus*
 740. 芒 *Miscanthus sinensis*
 (三百八十三) 莠竹属 *Microstegium*
 741. 竹叶茅 *Microstegium nudum*
 742. 柔枝莠竹 *Microstegium vimineum*
 (三百八十四) 类芦属 *Neyraudia*
 743. 类芦 *Neyraudia reynaudiana*

(三百八十五) 稻属 *Oryza*
 744. 稻**Oryza sativa*
 (三百八十六) 雀稗属 *Paspalum*
 745. 圆果雀稗 *Paspalum orbiculare*
 746. 雀稗 *Paspalum thunbergii*
 (三百八十七) 狼尾草属 *Pennisetum*
 747. 狼尾草 *Pennisetum alopecuroides*
 (三百八十八) 显子草属 *Phaenosperma*
 748. 显子草 *Phaenosperma globosa*
 (三百八十九) 芦苇属 *Phragmites*
 749. 芦苇 *Phragmites australis*
 (三百九十) 早熟禾属 *Poa*
 750. 早熟禾 *Poa annua*
 (三百九十一) 鹅观草属 *Roegneria*
 751. 鹅观草 *Roegneria kamoji*
 (三百九十二) 甘蔗属 *Saccharum*
 752. 斑茅 *Saccharum arundinaceum*
 (三百九十三) 狗尾草属 *Setaria*
 753. 狗尾草 *Setaria viridis*
 754. 大狗尾草 *Setaria faberii*
 755. 皱叶狗尾草 *Setaria plicata*
 756. 棕叶狗尾草 *Setaria palmifolia*
 (三百九十四) 菅属
 757. 黄背草 *Themeda triandra*
 758. 菅 *Themeda villosa*
 (三百九十五) 高粱属 *Sorghum*
 759. 高粱**Sorghum vulgare*
 (三百九十六) 大油芒属 *Spodiopogon*
 760. 油芒 *Spodiopogon cotulifer*
 (三百九十七) 小麦属 *Triticum*
 761. 小麦**Triticum aestivum*
 (三百九十八) 玉蜀黍属 *Zea*
 762. 玉米**Zea mays*

一百二十、棕榈科 **Palmaceae**

(三百九十九) 棕榈属 *Trachycarpus*
 763. 棕榈 *Trachycarpus fortunei*

一百二十一、天南星科 **Araceae**

(四百) 菖蒲属 *Acorus*
 764. 菖蒲 *Acorus calamus*
 (四百〇一) 魔芋属 *Amorphophallus*
 765. 魔芋 *Amorphophallus rivieri*
 (四百〇二) 天南星属 *Arisaema*

766. 天南星 *Arisaema consanguineum*
 767. 一把伞南星 *Arisaema erubescens*
 (四百〇三) 芋属 *Colocasia*
 768. 芋 *Colocasia esculenta*
 (四百〇四) 半夏属 *Pinellia*
 769. 半夏 *Pinellia ternate*
- 一百二十二、浮萍科 Lemnaceae**
 (四百〇五) 浮萍属 *Lemna*
 770. 浮萍 *Lemna minor*
 (四百〇六) 紫萍属 *Spirodela*
 771. 紫萍 *Spirodela polyrrhiza*
- 一百二十三、莎草科 Cyperaceae**
 (四百〇七) 藁草属 *Carex*
 772. 十字藁草 *Carex cruciata*
 773. 穹隆藁草 *Carex gibba*
 774. 披针藁草 *Carex lancifolia*
 775. 舌叶藁草 *Carex ligulata*
 (四百〇八) 莎草属 *Cyperus*
 776. 风车草 *Clinopodium urticifolium*
 777. 香附子 *Cyperus rotundus*
 (四百〇九) 飘拂草属 *Fimbristylis*
 778. 水虱草 *Fimbristylis miliacea*
 (四百一十) 荸荠属 *Heleocharis*
 779. 荸荠 *Heleocharis dulcis*
 780. 刚毛荸荠 *Heleocharis valliculosa*
 (四百一十一) 水蜈蚣属 *Kyllinga*
 781. 短叶水蜈蚣 *Kyllinga brevifolia*
 (四百一十二) 砖子苗属 *Mariscus*
 782. 砖子苗 *Mariscus sumatrensis*
- 一百二十四、芭蕉科 Musaceae**
 (四百一十三) 芭蕉属 *Musa*
 783. 芭蕉 *Musa basjoo*
- 一百二十五、姜科 Zingiberaceae**
 (四百一十四) 姜属 *Zingiber*
 784. 黄姜花 *Hedychium flavum*
 785. 囊荷 *Zingiber mioga*
 786. 姜 *Zingiber officinale*
- 一百二十六、兰科 Orchidaceae**
 (四百一十五) 白及属 *Bletilla*
 787. 白及 *Bletilla striata*
 788. 小白及 *Bletilla formosana*
 789. 黄花白及 *Bletilla ochracea*
 (四百一十六) 兰属 *Cymbidium*
 790. 春兰 *Cymbidium goeringii*
 791. 线叶春兰 *Cymbidium goeringii* var. *serratum*
 792. 蕙兰 *Cymbidium faberi*
 793. 春剑 *Cymbidium goeringii* var. *longibracteatum*
 794. 兔耳兰 *Cymbidium lancifolium*
 (四百一十七) 天麻属 *Gastrodia*
 795. 天麻 *Gastrodia elata*
 (四百一十八) 绶草属 *Spiranthes*
 796. 绶草 *Spiranthes sinensis*
 (四百一十九) 独蒜兰属 *Pleione*
 797. 美丽独蒜兰 *Pleione pleionoides*

附录 2 评价区动物名录

附录 2-1 评价区两栖动物名录

中文名及拉丁文名	生 境	区 系	数量	保护等级	依据
一、无尾目 ANURA					
(一) 蟾蜍科 Bufonidae					
1.中华蟾蜍 <i>Bufo gargarizans</i>	栖息在离水源不太远的陆地上或阴暗有一定湿度的丘陵地带的林间草丛中。	广	++	—	资料访问
(二) 雨蛙科 Hylidae					
2.华西雨蛙 <i>Hyla annectans</i>	栖于水域或稻田附近或树叶上。	东	++	省级	资料
(三) 树蛙科 Rhacophoridae					
3.斑腿泛树蛙 <i>Polypedates megacephalus</i>	生活在海拔 80~1600m 的丘陵和山区，常栖息在稻田，草丛或泥窝里。	东	++	省级	资料
(四) 姬蛙科 Rhacophoridae					
4.粗皮姬蛙 <i>Microhyla butleri</i>	栖息于海拔 100~900m 靠山披水田、水沟、水坑的土隙或草丛中。	东	+	省级	资料
5.小弧斑姬蛙 <i>Microhyla heymonsi</i>	栖息于山区靠近稻田、水坑或沼泽的泥窝，土穴或草丛中。	东	++	省级	资料
6.饰纹姬蛙 <i>Microhyla ornata</i>	生活在平原或丘陵地带水田、水坑、水沟的泥窝或土穴内，或在水域附近的草丛中。	东	+	省级	资料
(五) 蛙科 Ranidae					
7.镇海林蛙 <i>Rana zhenhaiensis</i>	栖息于近海平面的丘陵至海拔 2000m 以下的山区	东	++	省级	资料
8.黑斑侧褶蛙 <i>Pelophylax nigromaculatus</i>	广泛栖息于平原或丘陵的水田、池塘、沼泽、河流及海拔 2000m 以下的山地。	广	+++	省级	资料访问
9.沼水蛙 <i>Hylarana guentheri</i>	一般都分散生活在静水池或稻田内。	东	++	省级	资料
10.弹琴蛙 <i>Rana adenopleura</i>	海拔 30~1800m 山区的梯田、水草地、水塘。	东	+	省级	资料
11.泽陆蛙 <i>Fejervarya limnocharis</i>	栖息于平原、丘陵、田野、树林或房屋周围静水水域附近。	东	+++	省级	资料访问
12.棘腹蛙 <i>Rana boulengeri</i>	栖息于山溪及水塘边的石下。繁殖季节为 5~8 月。冬季潜伏于水草叶下。	东	+	省级	资料
13.棘胸蛙 <i>Paa spinosa</i>	生活于海拔 600~1500m 林木繁茂的山溪内。	东	+	省级	资料

注：区系：广—广布种、古—古北种、东—东洋种，下同。分类系统参照《中国动物志（两栖纲）》（科学出版社，2009 年）。

附录 2-2 评价区爬行动物名录

名 称	生 境	区系	数量	保护等级	依据
一、龟鳖目 TESTUDOFORMES					
(一) 龟科 Testudinidae					
1. 平胸龟 <i>Platysternon megacephalum</i>	生活于山区溪流，喜栖于清澈的水中，多在夜间活动能爬登岩石	东	+	—	资料
(二) 鳖科 Trionychidae					
2. 鳖 <i>Pelodiscus sinensis</i>	生活在江、河、湖沼、池塘、水库等水流平缓的淡水水域	广	+	—	资料访问
二、有鳞目 SQUAMATA					
(三) 壁虎科 Gekkonidae					
3. 多疣壁虎 <i>Gekko japonicus</i>	栖息于住宅及附近	东	+++	—	资料访问
(四) 蜥蜴科 Acertidae					
4. 北草蜥 <i>Takydromus septentrionalis</i>	栖息于草丛中，爬行迅速	广	+	—	资料
(五) 石龙子科 Scincidae					
5. 中国石龙子 <i>Eumeces chinensis</i>	生活于山区草坡乱石堆中，或在农田周围、开阔地、住宅附近公路边及树林下的落叶杂草中	东	+++	—	资料目击
6. 铜蜓蜥 <i>Sphenomorphus indicus</i>	生活在山区荒地、道旁、田埂和水沟边，潮湿草丛及乱石堆中	东	++	—	资料
(六) 游蛇科 Colubridae					
7. 翠青蛇 <i>Opheodrys major</i>	生活于山区、林地、草丛或田野	东	++	省级	资料
8. 赤链蛇 <i>Dinodromus rufozonatum</i>	生活于山地、丘陵及平原地区，多在稻田、水塘、园地、路边、住屋及近水的草丛中生活，常傍晚出来活动	广	+	省级	资料访问
9. 王锦蛇 <i>Elape carinata</i>	栖息于山区、丘陵地带，平原亦有，常于山地灌丛、田野沟边、山溪旁、草丛中活动	广	+++	省级	资料
10. 玉斑锦蛇 <i>Elape mandarina</i>	生活于山区树林中，常发现于山区居民点附近、水沟边或山上草丛中	广	+	省级	资料
11. 黑眉锦蛇 <i>Elape taeniura</i>	生活于平原、丘陵及山地等处，喜在住屋及其附近栖居，也常在稻田、玉米地、河边及草丛中活动	广	+	省级	资料
12. 虎斑颈槽蛇 <i>Rhabdophis tigrinus</i>	生活于山区、丘陵及平原，常出没于玉米地、路边、菜园地、水沟边以及近水、潮湿多草处，也有隐伏于林内草丛中，或活动于山坡草地坟堆中	广	++	省级	资料
13. 乌梢蛇 <i>Zaocys dhumnades</i>	生活于海拔 300-1600m 的平原、丘陵和山区，常见于田	东	+	省级	资料访问

名 称	生 境	区系	数量	保护等级	依据
	野、林下、河岸旁、溪边、灌丛、草地等处，亦见于民宅周围				
(七) 眼镜蛇科					
14.银环蛇 <i>Bungarus multicinctus</i>	生活于山区、丘陵山地及平坝多水处，常栖息于灌木林	东	+	省级	资料
(八) 腹科 Crotalidae					
15.尖吻蝮 <i>Agkistrodon acutus</i>	多栖息在山区树林及溪涧附近的岩洞或落叶下、杂草地、稻田、沟边、路边、茶山及玉米地里，有时在住屋或厕所附近活动	东	+	省级	资料
16.山烙铁头蛇 <i>Ovophis monticola</i>	生活于高山地区，常栖息于灌木丛及杂草中，有时也见于路上及住屋周围	东	+	省级	资料
17.原矛头蝮 <i>Protobothrops mucrosquamatus</i>	生活于丘陵山区，多栖息在灌木丛、竹林、溪边及住屋附近阴湿的环境中，能上树。	东	+	省级	资料
18.竹叶青 <i>Trimeresurus strjnegeri</i>	生活在山区的树丛及竹林中，也栖息于山区流溪边草丛及岩石上，常吊挂或缠绕在树上、竹上	广	+	省级	资料访问

注：分类系统参考《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》（赵尔宓，张学文等，2000年）

附录 2-3 评价区鸟类名录

中文名及拉丁文名	居留型	区系	数量	生 境	保护级别	依据
一、鸊鷉目 PODICIPEDIFORMES						
(一) 鸊鷉科 Podicipedidae						
1. 小鸊鷉 <i>Podiceps ruficollis</i>	留	广	++	栖息于有芦苇、水草的湖泊、江河、水库和水塘中	—	资料
二、鹈形目 Pelecaniformes						
(二) 鸬鹚科 Phalacrocoracidae						
2. 普通鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	冬	广	+	栖于河溪、水库和湖沼中。	—	资料访问
三、鸛形目 Ciconiiformes						
(三) 鹭科 Ardeidae						
3. 苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	留	广	+	栖息于沼泽、海滩、江河、湖岸边的浅水处，营群巢。	—	目击
4. 大白鹭 <i>Egretta alba</i>	冬	广	++	栖息于海滨、水田、湖泊、红树林及其他湿地。	—	目击
5. 中白鹭 <i>Egretta intermedia</i>	夏	广	++	多单个或成对活动于水稻田内或溪沟边。	—	资料
6. 白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	留	广	++	常见于水稻田、溪流及湖泊、水库边的沼泽地。	—	目击
7. 池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	夏	广	+	活动于溪边或水田中，多 10 只左右成群。	—	资料
四、雁形目 ANSERIFORMES						
(四) 鸭科 Anatidae						
8. 鸳鸯 <i>Aix galericulata</i>	留	广	+	见于小河沟、水库、池塘或水田中。	国家 II 级	目击
9. 斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>	留	广	+++	栖于湖泊、水库、河沟中。	—	目击
五、隼形目 FALCONIFORMES						
(五) 鹰科 Accipitridae						
10. 黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	留	广	++	多栖息在海拔 800~2300m 山区林地、河流沿岸、林边。	国家 II 级	资料
11. 雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	冬	广	++	栖息于低山丘陵、山脚平原、农田地边、以及村庄附近，尤其喜欢在林缘、河谷。	国家 II 级	资料
12. 鹊鹞 <i>Circus melanoleucos</i>	冬	广	+	栖息于开阔的低山丘陵和山脚平原、草地、旷野、河谷、沼泽、林缘灌丛和沼泽草地。	国家 II 级	资料
13. 普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	冬	广	+	栖息于山地森林和林缘地带。	国家 II 级	资料
(六) 隼科 Falconidae						
14. 红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	留	广	+	居民点、山林附近的田野和水边岩石及枯树枝头。	国家 II 级	资料
六、鸡形目 GALLIFORMES						
(七) 雉科 Phasianidae						
15. 灰胸竹鸡 <i>Bambuis coda</i>	留	东	+++	常成群栖于茂密的灌丛或竹林内，也常活动于山边的耕地中。	—	目击

中文名及拉丁文名	居留型	区系	数量	生 境	保护级别	依据
<i>thoracica</i>						
16. 环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	留	广	++	5-8 只成群，栖息于稀树灌丛中。	—	资料
17. 红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	留	东	+	多生活在多岩的山区。在针、阔叶常绿落叶混交林和落叶、常绿阔叶混交林中数量较多。	国家 II 级	资料
七、鹤形目 GRUIFORMES						
(八) 秧鸡科 Rallidae						
18. 白胸苦恶鸟 <i>Amaurornis phoenicurus</i>	夏	东	+	栖于沼泽、池塘、水田、溪边和近水灌丛中。	—	资料
19. 红胸田鸡 <i>Porzana fusca</i>	夏	广	++	栖息在水稻田中、溪流边和沼泽地以及近沼泽的林中。	—	资料
八、鸻形目 CHARADRIIFORMES						
(九) 鸻科 Charadriidae						
20. 剑鸻 <i>Charadrius hiaticula</i>	冬	广	+	常见十余只在湖畔、水塘边、河岸或沙滩觅食。	—	资料
九、鸽形目 COLUMBIFORMES						
(十) 鸠鸽科 Columbidae						
21. 山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	留	广	+++	栖于平原和山地树林间，冬季活动在农田里。	—	资料
22. 珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i>	留	广	++	生活在多树的庭园、村庄、城郊及田野。	—	资料访问
23. 火斑鸠 <i>Ornophaps ytsnurnstivis</i>	留	广	++	常成群活动于开阔的田野和村庄附近，喜栖息在电线或高大的枯树上。	—	资料
(十一) 杜鹃科 Cacusidae						
24. 四声杜鹃 <i>Cuculus micropterus micropterus</i>	夏	广	++	栖息于山地阔叶林或针、阔叶混交林中。	省级	资料访问
25. 大杜鹃 <i>Cuculus canorus</i>	夏	广	+	单个或成对活动于坝区和山地阔叶林或针、阔叶混交林中。常栖息于乔木上。	省级	资料
26. 鹰鹃 <i>Cuculus sparveroides</i>	夏	广	+	常见其单独栖息于高山或丘陵地的阔叶或针叶高大乔木上。	省级	资料
十、鸱形目 STRIGIFORMES						
(十二) 草鸱科 Tytonidae						
27. 草鸱 <i>Tyto capensis</i>	留	东	+	栖息于南部地区的山麓草灌丛中。	国家 II 级	资料
(十三) 鸱鸃科 Strigidae						
28. 斑头鸱鸃 <i>Glaucidium cuculoides</i>	留	东	+	多栖息于山区阔叶林，白天也活动，但黄昏频繁。营巢于树洞中。	国家 II 级	资料
十一、夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES						
(十四) 夜鹰科 Caprimulgidae						
29. 普通夜鹰 <i>Caprimulgus indicus</i>	夏	广	+	栖息于海拔 3000 米以下的阔叶林和针阔叶混交林。	—	资料
十二、雨燕目 APODIFORMES						

中文名及拉丁文名	居留型	区系	数量	生 境	保护级别	依据
(十五)雨燕科 Apodidae						
30. 白腰雨燕 <i>Apus Pacificus</i>	夏	广	+	栖于高山、农田、草地等处。	—	资料
十三、佛法僧目 ORACIIFORMES						
(十六)翠鸟科 Alcedinidae						
31. 普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>	留	广	++	栖息于近水旁的树枝、岩石上和低山丘陵、平原近水的树丛等处。	—	资料
32. 蓝翡翠 <i>Halcyon pileata</i>	夏	广	++	常成对在池塘、小溪边觅食。	—	资料
33. 冠鱼狗 <i>Ceryle lugubris</i>	留	广	++	喜久站在河岸的岩石或树上，以候食物；亦见在河岸上空就地鼓动双翅寻觅食物。	—	资料
十四、戴胜目 UPUPIGORMES						
(十七)戴胜科 Rhinopomastiae						
34. 戴胜 <i>Upupa epops</i>	留	广	+	栖息于山地、平原、森林、林缘、路边、河谷、农田、草地、村屯和果园等开阔地方。	省级	资料访问
十五、鸢形目 PICIFORMES						
(十八)啄木鸟科 Picidae						
35. 蚁鴟 <i>Jynx torquilla</i>	冬	古	+	常单个活动在田边、村寨附近的孤立树上及稀树林中。	省级	资料
36. 灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>	留	广	+	常单个活动在阔叶林中，偶尔亦成群活动。	省级	资料
37. 斑姬啄木鸟 <i>Dendrocopos major</i>	留	东	+	栖息于高于茂密的针阔混交林或针叶林中。	省级	资料
十六、雀形目 PASSERIFORMES						
(十九)百灵科 Alaudidae						
38. 小云雀 <i>Alauda gulgula</i>	留	东	+	栖息于开阔平原、草地、低山平地、河边、沙滩、草丛、坟地、荒山坡、农田和荒地以及沿海平原。	—	资料
(二十)燕科 Hirundinidae						
39. 家燕 <i>Hirundo rustica</i>	夏	广	++	栖息于村落附近，常到田野、森林、水域上空飞行。	—	资料
40. 金腰燕 <i>Hirundo daurica</i>	夏	广	++	栖息于树落附近，常到田野上空飞行。	—	目击
(二十一)鹁鸪科 Motacillidae						
41. 白鹁鸪 <i>Motacilla alba</i>	留	广	+++	栖息于有水域的地方，不到林间活动。	—	目击
42. 灰鹁鸪 <i>Motacilla cinerea</i>	夏	古	+	栖息于溪流、河谷、湖泊、水塘、沼泽等水域岸边或水域附近。	—	资料
(二十二)鹎科 Pycnonotidae						
43. 领雀嘴鹎 <i>Spizixos semitorques</i>	留	东	++	栖息于平原和山区树林中。	—	资料
44. 黄臀鹎 <i>Pycnonotus anthorhous</i>	留	东	++	栖于山地疏林、草地灌丛中。	—	目击
(二十三)伯劳科 Laniidae						
45. 棕背伯劳	留	东	++	栖息于农田、村旁、林边及河谷等	—	目击

中文名及拉丁文名	居留型	区系	数量	生 境	保护级别	依据
<i>Lanius schach</i>				处。常单个活动，捕食昆虫、蛙类。		
46. 红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>	夏	广	+	常活动于水面附近或临水的树木上。	—	资料
(二十四)黄鹡科 Oriolidae						
47. 黑枕黄鹡 <i>Oriolus chinensis</i>	夏	广	++	多生活于平坝或丘陵地带的村寨附近，活动于大树上或疏林间。	省级	资料
(二十五)卷尾科 Dicruridae						
48. 黑卷尾 <i>Dicrurus acrocerus</i>	夏	广	++	多见于河谷、灌木林和村寨边的乔木上，有时停立在农田旁边的电线杆上。	—	资料
49. 灰卷尾 <i>Dicrurus leucophaeus</i>	夏	广	+	喜结群，活动在针叶阔叶混交林及田野和村寨边的树上。	—	资料
50. 发冠卷尾 <i>Dicrurus hottentottus</i>	夏	广	++	林栖性，多单独活动觅食，很少成群。	—	资料
(二十六)椋鸟科 Sturnidae						
51. 八哥 <i>Acridotheres critatellus</i>	留	东	++	栖息于平原村落、园田和山林边缘，竹林等处，常集群活动。	—	目击
(二十七)鸦科 Corvidae						
52. 松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>	留	广	++	多在树上栖居，有时亦飞到地面觅食。	—	资料
53. 红嘴蓝鹊 <i>Cissa erythrorhyncha</i>	留	广	+++	常聚集成小群活动于山林或村寨边小乔木林中。	—	目击
54. 喜鹊 <i>Pica pica</i> .	留	广	++	栖息于平原、丘陵和 400m 以下的低山。常在田野和村落附近树林中集群活动。	—	目击
55. 大嘴乌鸦 <i>Corvus macrohynchus</i>	留	广	++	栖息于平原、低山地带。	—	资料
56. 白颈鸦 <i>Corvus pectoralis</i>	留	广	+	多栖于开阔的农田、河滩和河湾等处。	—	资料
(二十八)河乌科 Cinclidae						
57. 褐河乌 <i>Cinclus pallasii</i>	留	广	+++	栖息于山涧河谷溪流露出的岩石上。	—	目击
(二十九)鸫科 Turdinae						
58. 鹊鸲 <i>Copsychus saularis</i>	留	东	++	栖息于村镇附近的园圃、灌丛及粪堆附近。	—	资料
59. 北红尾鸲 <i>Phoebastria aurea</i>	旅	广	++	常成对活动在村寨附近的灌丛或矮树上，电线或屋脊上。	—	资料
60. 红尾水鸲 <i>Rhyacornis fuliginosus</i>	留	广	++	栖息于山区、河谷、溪边的岩石间。	—	目击
61. 黑背燕尾 <i>Enicurus immaculatus</i>	留	东	+	栖息在山涧溪流旁边及村寨中水沟边，常成对活动	—	资料
62. 紫啸鸫 <i>Myiophonus caeruleus</i>	夏	广	++	栖息活动于山坡林缘灌丛或小树上，常停息于山间溪流岩石上。	—	资料
63. 乌鸫 <i>Turdus merula</i>	留	广	++	栖于村寨附近的乔木上，集群或成对活动。	—	目击
(三十)王鹟科 Monarchidae						
64. 寿带	夏	广	+	栖息于海拔 1200m 以下的低山丘陵	—	资料

中文名及拉丁文名	居留型	区系	数量	生 境	保护级别	依据
<i>Terpsiphone paradisi</i>				和山脚平原地带的阔叶林和次生阔叶林。		
(三十一)画眉科 Timaliidae						
65. 黑脸噪鹛 <i>Garrulax perspicillatus</i>	留	广	+++	常数只成群活动于沟边的灌丛中，有时亦见于乔木的下层。	—	目击
66. 画眉 <i>Garrulax canorus</i>	留	东	++	丘陵、山区的矮树林和灌木丛或村镇附近的竹林和庭园中。	—	资料
67. 白颊噪鹛 <i>Garrulax sannio</i>	留	东	+++	栖于山地森林，在茂密的林下灌丛间活动。	—	目击
(三十二)鸦雀科 Paradoxornithidae						
68. 棕头鸦雀 <i>Paradoxornis webbianus</i>	留	广	++	常成群栖于灌木荆棘丛中，较大的森林内未见。	—	资料
(三十三)莺科 Sylviidae						
69. 黄眉柳莺 <i>Phylloscopus inornatus</i>	旅	广	+	多结群活动于常绿针、阔叶混交林内。	—	资料
(三十四)绣眼鸟科 Zosteropidae						
70. 暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonica</i>	夏	东	++	栖息于阔叶林和以阔叶树为主的针阔叶混交林、竹林、次生林等各种类型森林中。	—	资料
(三十五)山雀科 Paridae						
71. 大山雀 <i>Parus major</i>	留	广	++	多栖息山地林区，越冬移至平原地区林间。	省级	目击
(三十六)雀科 Passeridae						
72. 麻雀 <i>Passer montanus</i>	留	广	++	多栖于居民区的建筑物和树上，活动范围广，多集群活动。	—	目击
73. 山麻雀 <i>Passer rutilans</i>	留	广	++	栖息于海拔 1500 米以下的低山丘陵和山脚平原地带的各类森林和灌丛中。	—	资料
(三十七)梅花雀科 Estrildidae						
74. 白腰文鸟 <i>Lonchura striata</i>	留	东	++	栖于山脚、村落附近、稻田等处。	—	资料
(三十八)燕雀科 Fringillidae						
75. 金翅雀 <i>Carduelis sinica sinica</i>	留	广	++	常成群活动于稀疏的针叶林内，或村寨附近、路旁的树上。	—	资料
76. 黑尾蜡嘴雀 <i>Eophona migratoria</i>	夏	古	+	栖息于低山和山脚平原地带的阔叶林、针阔叶混交林、次生林和人工林。	—	资料
(三十九)鹀科 Emberizidae						
77. 黄喉鹀 <i>Emberiza elegans</i>	留	广	++	栖息于山区疏林或溪旁灌丛中，以昆虫和种子为食。	—	资料
78. 三道眉草鹀 <i>Emberiza cioides</i>	留	古	++	栖息于低山丘陵阔叶林林缘及灌丛。营巢于小乔木或灌木枝桠上或草地地面。	—	资料

注：居留型：留—留鸟、冬—冬候鸟、夏—夏候鸟、旅—旅鸟。分类系统参照《中国鸟类分类与分布名录（第二版）》，郑光美主编，2011 年。

附录 2-4 评价区兽类名录

目、科、种名	生境及习性	区系	保护等级	数量	依据
一、食虫目 INSECTIVORA					
(一) 鼯鼠科 Soricidae					
1. 喜马拉雅水麝鼯 <i>Chinmmarogale himalayica</i>	栖息于高、低山平原的水域。	东	—	+	资料
二、翼手目 CHIROPTERA					
(二) 菊头蝠科 Rhinolophidae					
2. 大菊头蝠 <i>Rhinolophus luctus</i>	栖息于山洞和坑道中，集群生活。	东	—	+	资料
(三) 蹄蝠科 Hipposideridae					
3. 大蹄蝠 <i>Hipposideros armiger</i>	多栖息于高山。	东	—	++	资料
(四) 蝙蝠科 Vespertilionidae					
4. 普通伏翼 <i>Dipistrellus abramus</i>	栖息于森林、草原及居民点附近。	古	—	++	资料访问
三、鳞甲目 PHOLIDAE					
(五) 鲛鲤科 Manidae					
5. 穿山甲 <i>Manis pentadactyla</i>	栖息于丘陵、山麓、平原的树林潮湿地带，喜炎热，能爬树。	东	国家Ⅱ级	+	资料
四、食肉目 CARNIVORA					
(六) 犬科 Canidae					
6. 赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>	栖息生境多样，常见于森林、草原、丘陵和平原。	广	—	+	资料
(七) 鼬科 Mustelidae					
7. 黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>	栖息环境极为广泛，常见于森林林缘、灌丛、沼泽、河谷、丘陵和平原等地。	广	—	++	资料访问
8. 鼬獾 <i>Melogale moschata</i>	栖息河谷及丘陵的森林、草丛中	东	—	+	资料
9. 狗獾 <i>Meles meles</i>	栖息森林、灌丛、荒野、草丛及湖泊堤岸。	广	—	+	资料
10. 猪獾 <i>Arctonyx collaris</i>	穴居于岩石裂缝、树洞或土洞中，亦侵占其他洞穴。	广	—	+	资料
(八) 灵猫科 Viverridae					
11. 小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	广泛栖息于热带、亚热带和暖温带的山区、丘陵台地和农田。	东	国家Ⅱ级	+	资料
12. 花面狸 <i>Paguma larvata</i>	主要栖居于季雨林，常绿或落叶阔叶林，稀树灌丛或稀树裸岩地	广	—	+	资料访问
(九) 猫科 Felidae					
13. 豹猫 <i>Felis bengalensis</i>	栖息于山地林区，亦见于沿河灌丛和林区居民点附近。	广	—	+	资料

目、科、种名	生境及习性	区系	保护等级	数量	依据
五、偶蹄目 ARTIODACTYLA					
(十) 猪科 Suidae					
14. 野猪 <i>Sus scrofa</i>	各种林型、灌丛草地。	广	—	+	资料访问
(十一) 鹿科 Cervidae					
15. 小鹿 <i>Muntiacus reevesi</i>	栖息于低山丘陵地区的灌丛。	东	省级	+	资料
16. 毛冠鹿 <i>Elaphodus cephalophus</i>	多在林缘以及耕作区附近活动，喜独居生活。	东	省级	+	资料
六、啮齿目 RODENTIA					
(十二) 松鼠科 Sciuridae					
17. 赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>	栖息于山区针叶林、阔叶林中。	东	—	+	资料
18. 珀式长吻松鼠 <i>Dremomys pernyi</i>	栖息于长绿阔叶林或针阔混交林中。	东	—	++	资料
(十三) 鼠科 Muridae					
19. 黑线姬鼠 <i>Apodemus agrarius</i>	栖息于草地、灌丛、田野间。掘洞穴居	广	—	++	资料
20. 社鼠 <i>Rattus niviventer</i>	栖息林地、灌丛、作物区及石缝、溪旁草丛中	广	—	+	资料
21. 针毛鼠 <i>Rattus huang</i>	生活于山区及丘陵的林地灌丛、田间、石缝等处。	东	—	++	资料
22. 褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	栖息生境十分广泛，多与人伴居	广	—	+++	资料
23. 黄胸鼠 <i>Rattus flavipectus</i>	喜伴人栖居，多夜间活动，食性杂	东	—	++	资料
24. 白腹巨鼠 <i>Rattus coxingi</i>	栖于村庄、林地及部分农作物地	东	—	+	资料
25. 小家鼠 <i>Mus musculus</i>	喜栖于住宅、仓库以及田野、林地等处。	广	—	+++	资料
(十四) 竹鼠科 Rhizomyidae					
26. 花白竹鼠 <i>Rhizomys pruinosus</i>	栖息于山间竹林中，喜欢掘洞生活	东	—	+	资料
(十五) 豪猪科 Hystricidae					
27. 豪猪 <i>Hystrix hodgsoni</i>	栖息于山地草坡、灌木丛及树林	东	—	+	资料
七、兔形目 LAGOMORPHA					
(十六) 兔科 Leporidae					
28. 华南兔 <i>Lepus sinensis</i>	栖息于农田或农田附近的灌丛、草丛中。	东	—	++	资料访问

注：区系：东—东洋种、古—古北种、广—广布种。分类系统参照《中国哺乳动物种和亚种分类名录和分布大全》（王应祥，2003）。

附录 3 评价区植物群落样方表

表 1 柏木-黄荆-芒萁群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 坝址附近 坐标: 108°18'24.54" E、27°50'26.55"N 海拔: 447 m 坡度: 20° 坡向: EN

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.7 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 30% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m×m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	62	55	8	10	11	13	2×2	2×3	盛	营养期	常绿针叶
杉木	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	A	12	13	7	9	9	12	2×2	3×2	中	营养期	常绿针叶
加杨	<i>Populus × canadensis</i>	A	5	7	8	11	15	20	3×2	3×3	中	营养期	落叶阔叶
全缘叶栎树	<i>Koelreuteria bipinnata</i> var. <i>integrifoliola</i>	A	5	6	4	5.5	5	8	3×3	3×4	中	果期	落叶阔叶
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop2	15	1.5	2					盛	花期	落叶灌木
六月雪	<i>Serissa japonica</i>	F	Cop1	10	0.5	0.8					盛	花期	常绿灌木
小黄构	<i>Wikstroemia micrantha</i>	F	Cop1	6	0.5	1					中	花期	落叶灌木
铁仔	<i>Myrsine africana</i>	F	Sp	3	0.5	1					中	营养期	常绿灌木
截叶铁扫帚	<i>Lespedeza cuneata</i>	F	Sp	3	0.3	0.5					中	花期	落叶灌木
铁马鞭	<i>Lespedeza pilosa</i>	F	Sp	2	0.3	0.6					中	花期	落叶灌木
芒萁	<i>Dicranopteris pedata</i>	H	Cop1	20	0.2	0.4					盛	营养期	多年生草本
蜈蚣草	<i>Pteris vittata</i>	H	Cop1	10	0.6	0.8					中	营养期	多年生草本
打破碗花花	<i>Anemone hupehensis</i>	H	Sp	2	0.4	0.6					中	花期	多年生草本
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Sp	5	0.3	0.4					中	营养期	多年生草本

表 2 响叶杨-黄荆-白茅群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 印江县艳水村枇杷树淹没区附近 坐标: 108°23'38.88"E、27°52'56.39"N 海拔: 512m 坡度: 8°

坡向: EN

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.5 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 30% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层 次	株数或 多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m×m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
响叶杨	<i>Populus adenopoda</i>	A	52	45	11	13	15	20	3×3	4×4	盛	营养期	落叶阔叶
油桐	<i>Vernicia fordii</i>	A	11	13	4	6	10	15	3×3	4×4	中	果期	落叶阔叶
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	8	6	6	7	8	12	2×2	3×2	中	营养期	常绿针叶
乌桕	<i>Sapium sebiferum</i>	A	2	1	4	5	6	7	2×2	3×3	中	果期	落叶阔叶
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop2	25	1.5	2					盛	花期	落叶灌木
南天竹	<i>Nandina domestica</i>	F	Cop1	9	0.6	1.2					中	营养期	常绿灌木
铁马鞭	<i>Lespedeza pilosa</i>	F	Sp	2	0.5	0.8					中	营养期	落叶灌木
地桃花	<i>Urena lobata</i>	F	Un	1	0.6	0.7					中	营养期	落叶灌木
截叶铁扫帚	<i>Lespedeza cuneata</i>	F	Sp	2	0.4	0.6					中	花期	落叶灌木
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Cop2	20	0.5	0.6					盛	营养期	多年生草本
五节芒	<i>Miscanthus floridulus</i>	H	Cop1	15	1.2	1.8					盛	花期	多年生草本
前胡	<i>Peucedanum praeruptorum</i>	H	Sp	1	0.4	0.7					中	果期	多年生草本
野艾蒿	<i>Artemisia lavandulaefolia</i>	H	Cop1	5	0.5	0.7					中	营养期	多年生草本

表3 慈竹-小黄构-五节芒群丛样方表

时间: 2017年9月2日 地点: 坝址左岸附近 坐标: 108°18'22.79" E、27°50'23.76" N 海拔: 447m 坡度: 28° 坡向: E
 乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.5 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 40% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 20%

植物种名		层 次	株数或 多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m×m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
慈竹	<i>Bambusa emeiensis</i>	A	45	50	5	6	5	8	2×2	2.5×3	盛	营养期	常绿阔叶
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	10	5	4	5	5	10	3×2.5	3×3	中	营养期	常绿针叶
小黄构	<i>Wikstroemia micrantha</i>	F	Cop2	30	0.5	1					盛	花期	常绿灌木
南天竹	<i>Nandina domestica</i>	F	Cop1	10	0.6	0.8					中	营养期	常绿灌木
六月雪	<i>Serissa japonica</i>	F	Sp	5	0.4	0.6					中	花期	常绿灌木
小株木	<i>Swida paucinervis</i>	F	Sp	1	1.5	2					中	营养期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Sp	2	1	1.5					中	花期	落叶灌木
铁马鞭	<i>Lespedeza pilosa</i>	F	Sp	1	0.4	0.6					中	花期	落叶灌木
硬杆子草	<i>Capillipedium assimile</i>	H	Cop2	15	0.8	1.3					盛	果期	多年生草本
五节芒	<i>Miscanthus floridulus</i>	H	Cop1	5	1	1.5					中	果期	多年生草本
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	H	Cop1	5	0.1	0.2					中	营养期	多年生草本
卷柏	<i>Selaginella tamariscina</i>	H	Sp	1	0.1	0.1					中	营养期	多年生草本
银粉背蕨	<i>Aleuritopteris argentea</i>	H	Sp	1	0.1	0.1					中	营养期	多年生草本

表 4 苍耳群落样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 上围堰附近 坐标: 108°18'28.56" E、27°50'22.94" N 海拔: 450 m 坡度: 0° 坡向: w

草本层: 样方面积: (1×1) ×3m² 覆盖度: 80%

植物种名		层 次	株数或多 度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
苍耳	<i>Xanthium sibiricum</i>	H	Soc	70	0.4	0.6	盛	果期	一年生草本
香附子	<i>Cyperus rotundus</i>	H	Cop1	5	0.15	0.25	中	果期	多年生草本
狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	H	Cop1	5	0.2	0.4	中	花期	一年生草本
短叶水蜈蚣	<i>Kyllinga brevifolia</i>	H	Cop1	2	0.1	0.15	中	营养期	多年生草本
早熟禾	<i>Poa annua</i>	H	Cop1	2	0.1	0.2	中	花期	一年生草本
马鞭草	<i>Verbena officinalis</i>	H	Sp	2	0.15	0.3	中	花期	多年生草本
地锦	<i>Euphorbia humifusa</i>	H	Sp	1	0.05	0.1	中	营养期	一年生草本

表 5 火炭母群落样方表

时间：2017 年 9 月 2 日 地点：坝址右岸附近 坐标：108°18'24.69"E、27°50'25.39"N 海拔：440 m 坡度：0° 坡向：\

草本层：样方面积：(1×1)×3m² 覆盖度：80%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度(%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
火炭母	<i>Polygonum chinense</i>	H	Soc	80	0.2	0.4	盛	营养期	多年生草本
香附子	<i>Cyperus rotundus</i>	H	Sp	2	0.15	0.25	中	花期	多年生草本
问荆	<i>Equisetum arvense</i>	H	Sp	1	0.1	0.2	中	营养期	一年生草本
看麦娘	<i>Alopecurus aequalis</i>	H	Sp	2	0.1	0.2	中	花期	一年生草本

表 6 白茅群落样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 冉氏堂、坝址附近 坐标: 108°18'34.58" E、27°50'18.52" N 海拔: 443m 坡度: 8° 坡向: WS

草本层: 样方面积: (1×1) ×3m² 覆盖度: 80%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Cop3	65	0.3	0.7	盛	营养期	多年生草本
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	H	Cop1	10	0.1	0.3	中	营养期	多年生草本
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	Sp	5	0.3	0.5	中	营养期	多年生草本
鸡眼草	<i>Kummerowia striata</i>	H	Cop1	15	0.2	0.2	中	花期	一年生草本
龙芽草	<i>Agrimonia pilosa</i>	H	Sp	5	0.6	0.7	中	花期	多年生草本
苎草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Cop1	15	0.1	0.2	中	营养期	一年生草本
狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	H	Cop1	15	0.4	0.7	中	花期	一年生草本
窃衣	<i>Torilis scabra</i>	H	Sp	1	0.4	0.7	中	果期	一年生草本
马兰	<i>Kalimeris indica</i>	H	Sp	2	0.4	0.6	中	花期	多年生草本

表 7 黄荆-白茅群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 孙家坝支管 1#弃渣场 坐标: 108°16'13.88"E、27°57'59.78"N 海拔: 449 m 坡度: 16° 坡向: WS
灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 55% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop2	40	1.5	2	盛	花期	落叶灌木
铁包金	<i>Berchemia lineata</i>	F	Cop1	10	0.7	1	盛	花期	落叶灌木
刺茶美登木	<i>Maytenus variabilis</i>	F	Cop1	8	0.9	1.2	中	果期	落叶灌木
小黄构	<i>Wikstroemia micrantha</i>	F	Cop1	6	0.5	1	中	花期	落叶灌木
截叶铁扫帚	<i>Lespedeza cuneata</i>	F	Sp	3	0.3	0.5	中	花期	落叶灌木
地果	<i>Ficus tikoua</i>	V	Sp	3			中	营养期	落叶灌木
五叶铁线莲	<i>Clematis quinquefoliolata</i>	V	Un	1			中	营养期	落叶灌木
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Cop1	20	0.5	0.7	盛	花期	多年生草本
卷柏	<i>Selaginella tamariscina</i>	H	Cop1	10	0.1	0.15	中	营养期	一年生草本
朝天委陵菜	<i>Potentilla supina</i>	H	Sp	2	0.1	0.15	中	营养期	一年生草本
葎草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Sp	2	0.1	0.2	中	营养期	一年生草本

表 8 南天竹-五节芒群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 天桥干管 3#施工道路 坐标: 108°21'3.81" E、27°49'4.65"N 海拔: 595 m 坡度: 3° 坡向: N
灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 65% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 25%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
南天竹	<i>Nandina domestica</i>	F	Cop2	45	1	1.5	盛	营养期	常绿灌木
竹叶花椒	<i>Zanthoxylum armatum</i>	F	Cop1	10	1	1.5	盛	果期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	8	1.5	2	盛	花期	落叶灌木
檵木	<i>Loropetalum chinense</i>	F	Cop1	6	1	1.2	中	营养期	落叶灌木
南烛	<i>Vaccinium bracteatum</i>	F	Un	3	1.1	1.2	中	营养期	常绿灌木
石岩枫	<i>Mallotus repandus</i>	F	Sp	3	1	1.2	中	营养期	落叶灌木
齿叶黄皮	<i>Clausena dunniana</i>	F	Un	3	1.5	1.5	中	果期	落叶灌木
五节芒	<i>Miscanthus floridulus</i>	H	Cop1	15	1	1.5	盛	营养期	多年生草本
南艾蒿	<i>Artemisia verlotorum</i>	H	Cop1	5	0.6	0.8	中	营养期	多年生草本
黄背草	<i>Themeda triandra</i>	H	Sp	3	0.8	1.2	中	营养期	多年生草本
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	Sp	5	0.9	1.0	中	营养期	多年生草本
卷柏	<i>Selaginella tamariscina</i>	H	Cop1	3	0.1	0.15	中	营养期	多年生草本
荩草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Sp	3	0.2	0.4	中	营养期	一年生草本
藤黄檀	<i>Dalbergia hancei</i>	V	Cop1	10			盛	营养期	落叶藤本

表 9 水麻-荇草群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 皂角溪村 坐标: 108°13'13.53" E、28° 0'57.31"N 海拔: 373.m 坡度: 0° 坡向: /

灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 75% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 25%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
水麻	<i>Debregeasia orientalis</i>	F	Cop2	70	1	1.5	盛	营养期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	8	1.5	2	盛	花期	落叶灌木
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Cop1	6	1	1.2	中	营养期	落叶灌木
石岩枫	<i>Mallotus repandus</i>	F	Sp	3	1	1.2	中	营养期	落叶灌木
苎麻	<i>Boehmeria nivea</i>	F	Sp	3	1.5	1.5	中	果期	落叶灌木
荇草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Cop1	15	0.15	0.2	盛	营养期	一年生草本
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Sp	5	1	1.5	盛	营养期	多年生草本
南艾蒿	<i>Artemisia verlotorum</i>	H	Sp	5	0.6	0.8	中	营养期	多年生草本

表 10 慈竹-构树-牛膝群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 坝址附近改造道路 坐标: 108°18'38.38" E、27°50'8.75"N 海拔: 456 m 坡度: 13° 坡向: WN

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 20% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度(%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
慈竹	<i>Bambusa emeiensis</i>	A	68	55	5	7	6	9	2×1.5	3×2	盛	营养期	常绿阔叶
杉木	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	A	8	10	10	15	9	15	2×2	3×2	中	营养期	常绿针叶
珊瑚朴	<i>Celtis julianae</i>	A	5	7	5	7	9	13	4×4	5×4	中	营养期	落叶阔叶
化香树	<i>Platycarya strobilacea</i>	A	5	6	4	5.5	5	8	3×3	3×4	中	果期	落叶阔叶
臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	A	3	3	9	11	12	15	4×4	5×4	中	果期	落叶阔叶
构树	<i>Broussonetia papyrifera</i>	F	Cop1	15	1.2	2.5					中	果期	落叶灌木
密蒙花	<i>Buddleja officinalis</i>	F	Sp	3	1.2	1.5					中	花期	落叶灌木
苎麻	<i>Boehmeria nivea</i>	F	Sp	3	1.5	1.6					中	花期	落叶半灌木
牛膝	<i>Achyranthes bidentata</i>	H	Cop1	15	0.5	0.7					盛	果期	多年生草本
野苘蒿	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	H	Cop1	10	0.4	0.6					中	花期	一年生草本
地肤	<i>Kochia scoparia</i>	H	Sp	3	0.4	0.6					中	果期	一年生草本
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Sp	5	0.5	0.9					中	营养期	多年生草本
蛇莓	<i>Duchesnea indica</i>	H	Sp	5	0.1	0.15					中	营养期	多年生草本
酢浆草	<i>Oxalis corniculata</i>	H	Sp	2	0.1	0.1					中	营养期	多年生草本
窃衣	<i>Torilis scabra</i>	H	Sp	1	0.5	0.7					中	果期	一年生草本

表 11 枫香树-火棘-荩草群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 南干管 1#渣场 坐标: 108°15'32.84" E、27°49'37.49"N 海拔: 448m 坡度: 10 坡向: EN

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.7 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 25% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 20%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
枫香树	<i>Liquidambar formosana</i>	A	55	65	9	12	11	16	2×3	3×3	盛	营养期	落叶阔叶
马尾松	<i>Pinus massoniana</i>	A	9	10	9	15	8	15	2×2	3×2	中	营养期	常绿针叶
麻栎	<i>Quercus acutissima</i>	A	5	7	5	7	9	12	3×4	4×4	中	营养期	落叶阔叶
长叶冻绿	<i>Rhamnus crenata</i>	A	3	6	4	5.5	8	11	3×3	3×4	中	果期	落叶阔叶
化香树	<i>Platycarya strobilacea</i>	A	3	3	9	11	8	12	2×3	3×3	中	果期	落叶阔叶
黄连木	<i>Pistacia chinensis</i>	A	2	2	6	7	8	10	2×3	3×3	中	果期	落叶阔叶
火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i>	F	Cop1	20	1	1.5					盛	果期	落叶灌木
小果蔷薇	<i>Rosa cymosa</i>	F	Cop1	3	1	1.2					中	果期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Sp	3	1.5	1.7					中	花期	落叶灌木
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Sp	3	1.5	2.5					中	花期	落叶灌木
算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	F	Sp	1	0.5	1.8					中	果期	落叶灌木
马桑	<i>Coriaria nepalensis</i>	F	Sp	1	0.9	1.3					中	营养期	落叶灌木
荩草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Cop1	15	0.1	0.2					盛	营养期	一年生草本
爵床	<i>Justicia procumbens</i>	H	Sp	5	0.2	0.3					中	花期	一年生草本
升马唐	<i>Digitaria ciliaris</i>	H	Sp	2	0.3	0.4					中	营养期	一年生草本
大狗尾草	<i>Setaria faberii</i>	H	Sp	2	0.3	0.5					中	营养期	一年生草本
蕨	<i>Pteridium aquilinum var. latiusculum</i>	H	Sp	1	0.5	0.8					中	营养期	一年生草本

表 12 火棘-野古草群落样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 南干管相逢村大槽附近 坐标: 108°14'13.50" E、27°47'44.26" N 海拔: 529 m 坡度: 6° 坡向: E

灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 65% 草本层: 样方面积: (1×1) × 5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i>	F	Cop2	50	1	2	盛	果期	落叶阔叶
小果蔷薇	<i>Rosa cymosa</i>	F	Cop1	10	1	1.5	中	营养期	落叶阔叶
构树	<i>Broussonetia papyrifera</i>	F	Cop1	15	1.5	1.5	盛	营养期	落叶阔叶
竹叶花椒	<i>Zanthoxylum armatum</i>	F	Sp	5	1	1.5	中	营养期	落叶阔叶
野古草	<i>Arundinella anomala</i>	H	Cop1	15	0.8	1.2	盛	营养期	多年生草本
野艾蒿	<i>Artemisia lavandulifolia</i>	H	Cop1	10	0.3	0.5	中	营养期	多年生草本
五节芒	<i>Miscanthus floridulus</i>	H	Sp	5	1	1.5	中	营养期	多年生草本
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Sp	4	0.5	0.7	中	营养期	多年生草本
酸模	<i>Rumex acetosa</i>	H	Sp	3	0.3	0.3	中	果期	多年生草本

表 13 马尾松-白栎-芒群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 邵家桥隧道 坐标: 108°18'21.25" E、27°50'22.94"N 海拔: 482 坡度: 18 坡向: EW
乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 20% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度(%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
马尾松	<i>Pinus massoniana</i>	A	60	55	8	11	11	16	2×3	3×3	盛	营养期	常绿针叶
枫香树	<i>Liquidambar formosana</i>	A	9	9	8	15	8	15	2×2	3×2	中	营养期	落叶阔叶
麻栎	<i>Quercus acutissima</i>	A	5	7	5	7	9	12	3×4	4×4	中	营养期	落叶阔叶
青冈	<i>Cyclobalanopsis glauca</i>	A	3	5	9	13	8	11	3×3	3×4	中	营养期	落叶阔叶
苦槠	<i>Castanopsis sclerophylla</i>	A	3	3	9	11	8	12	3×3	4×4	中	果期	落叶阔叶
白栎	<i>Quercus fabri</i>	F	Cop1	15	1.5	2.5					盛	果期	落叶灌木
金樱子	<i>Rosa laevigata</i>	F	Sp	3	1	1.2					中	果期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Sp	3	1.5	1.7					中	花期	落叶灌木
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Sp	3	1.5	2.5					中	花期	落叶灌木
算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	F	Sp	1	0.5	1.8					中	果期	落叶灌木
竹叶花椒	<i>Zanthoxylum armatum</i>	F	Sp	1	0.9	1.3					中	营养期	落叶灌木
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop1	20	0.9	1.2					盛	果期	多年生草本
野菊	<i>Chrysanthemum indicum</i>	H	Cop1	8	0.4	0.6					中	花期	一年生草本
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	Sp	5	0.4	0.6					中	营养期	一年生草本
委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	H	Sp	2	0.1	0.25					中	营养期	一年生草本

表 14 柏木-盐肤木-荩草群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 天桥干管下原木堆附近 坐标: 108°20'30.04" E、27°49'14.68"N 海拔: 528 坡度: 10 坡向: N

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 30% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 20%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅(m×m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	56	50	7	11	11	12	2×1.5	2×2	盛	营养期	常绿针叶
响叶杨	<i>Liquidambar formosana</i>	A	8	11	9	15	15	20	2×2	3×4	中	营养期	落叶阔叶
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Cop1	20	1.5	2.5					盛	花期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	8	1.5	1.7					中	花期	落叶灌木
算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	F	Sp	3	0.5	1.8					中	果期	落叶灌木
长波叶山蚂蝗	<i>Desmodium sequax</i>	F	Sp	3	0.7	1.0					中	花期	落叶灌木
荩草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Cop1	15	0.15	0.2					盛	果期	多年生草本
青葙	<i>Celosia argentea</i>	H	Sp	2	0.6	0.8					中	花期	一年生草本
野菊	<i>Chrysanthemum indicum</i>	H	Cop1	8	0.4	0.6					中	花期	一年生草本
委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	H	Sp	2	0.1	0.25					中	营养期	一年生草本

表 15 长波叶山蚂蝗-芒群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 天桥干管 1#施工道路 坐标: 108°19'42.28" E、27°49'18.98" N 海拔: 487m 坡度: 3° 坡向: WN

灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 55% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 35%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
长波叶山蚂蝗	<i>Desmodium sequax</i>	F	Cop1	40	0.8	1.6	盛	花期	落叶灌木
云实	<i>Caesalpinia decapetala</i>	F	Cop1	10	0.7	1.5	中	营养期	落叶灌木
马桑	<i>Coriaria nepalensis</i>	F	Sp	10	0.9	1.2	中	营养期	落叶灌木
插田泡	<i>Rubus coreanus</i>	F	Sp	4	0.5	1	中	花期	落叶灌木
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop1	25	0.5	0.7	盛	花期	多年生草本
卷柏	<i>Selaginella tamariscina</i>	H	Sp	7	0.1	0.15	中	营养期	一年生草本
朝天委陵菜	<i>Potentilla supina</i>	H	Sp	2	0.1	0.15	中	营养期	一年生草本
荩草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Sp	7	0.1	0.2	中	营养期	一年生草本

表 16 马桑-芒群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 天桥干管鞍山村附近 坐标: 108°19'40.52" E、27°49'12.70"N 海拔: 541 m 坡度: 16° 坡向: WN

灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 65% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 25%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
马桑	<i>Coriaria nepalensis</i>	F	Cop2	55	0.8	1.6	盛	营养期	落叶灌木
云实	<i>Caesalpinia decapetala</i>	F	Cop1	10	0.7	1.5	中	营养期	落叶灌木
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Sp	10	1.8	2.5	中	营养期	落叶灌木
插田泡	<i>Rubus coreanus</i>	F	Sp	4	0.5	1	中	果期	落叶灌木
马棘	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	F	Sp	7	1.3	1.8	中	花期	落叶灌木
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop1	25	0.8	1.1	盛	花期	多年生草本
荩草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Sp	7	0.1	0.2	中	营养期	一年生草本

表 17 盐肤木-芒群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 南干管 3#渣场 坐标: 108°13'47.51" E、27°48'33.90" N 海拔: 445 m 坡度: 0° 坡向: /

灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 60% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 35%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Cop1	45	1.8	2.5	中	花期	落叶灌木
云实	<i>Caesalpinia decapetala</i>	F	Cop1	10	0.7	1.5	中	营养期	落叶灌木
马棘	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	F	Sp	10	0.9	1.2	中	花期	落叶灌木
插田泡	<i>Rubus coreanus</i>	F	Sp	4	0.5	1	中	营养期	落叶灌木
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop1	25	1	1.5	盛	营养期	多年生草本
蕨	<i>Pteridium aquilinum var. latiusculum</i>	H	Sp	3	0.4	0.6	中	营养期	一年生草本
朝天委陵菜	<i>Potentilla supina</i>	H	Sp	2	0.1	0.15	中	营养期	一年生草本
蔊草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Sp	7	0.1	0.2	中	营养期	一年生草本

表 18 响叶杨-盐肤木-芒群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 印江县孙家山淹没区附近 坐标: 108°22'12.41" E、27°50'7.87"N 海拔: 674 坡度: 20 坡向: ES

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 30% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
响叶杨	<i>Liquidambar formosana</i>	A	58	50	8	13	15	20	2×2	3×4	盛	营养期	落叶阔叶
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Cop1	20	1.5	2.5					盛	花期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	8	1.5	1.7					中	花期	落叶灌木
云实	<i>Caesalpinia decapetala</i>	F	Cop1	10	0.7	1.5					中	营养期	落叶灌木
算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	F	Sp	3	0.5	1.8					中	果期	落叶灌木
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop1	25	0.5	0.7					盛	花期	多年生草本
野菊	<i>Chrysanthemum indicum</i>	H	Cop1	8	0.4	0.6					中	花期	一年生草本
委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	H	Sp	2	0.1	0.25					中	营养期	一年生草本

表 19 柏木-南天竹-芒群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 小溪口村小溪口附近 坐标: 108°19'43.01" E、27°49'42.06"N 海拔: 478 坡度: 18° 坡向: ES

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 25% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 40%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	49	50	7	11	11	12	2×1.5	2×2	盛	营养期	常绿针叶
响叶杨	<i>Liquidambar formosana</i>	A	8	12	8	13	15	20	2×2	3×4	盛	营养期	落叶阔叶
南天竹	<i>Nandina domestica</i>	F	Cop1	20	1	1.5					盛	营养期	常绿灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Sp	8	1.5	1.7					中	花期	落叶灌木
云实	<i>Caesalpinia decapetala</i>	F	Sp	2	0.7	1.5					中	营养期	落叶灌木
算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	F	Sp	3	0.5	1.8					中	果期	落叶灌木
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop1	40	0.5	0.7					盛	花期	多年生草本
野菊	<i>Chrysanthemum indicum</i>	H	Sp	8	0.4	0.6					中	花期	一年生草本
委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	H	Sp	2	0.1	0.25					中	营养期	一年生草本

表 20 硬秆子草群落样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 北干管 4#施工营地朴龟塘村朴龟塘附近 坐标: 108°14'47.54" E、27°59'23.49" N 海拔: 405m 坡度: —
坡向: — 草本层: 样方面积: (1×1) ×3m² 覆盖度: 80%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
硬秆子草	<i>Capillipedium assimile</i>	H	Cop2	55	0.5	0.8	盛	营养期	多年生草本
狗牙根	<i>Cyclosorus acuminatus</i>	H	Cop1	22	0.1	0.3	中	营养期	多年生草本
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	Sp	5	0.3	0.5	中	营养期	多年生草本
鸡眼草	<i>Artemisia lavandulifolia</i>	H	Sp	5	0.2	0.2	中	花期	一年生草本
龙芽草	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	H	Sp	5	0.6	0.7	中	花期	多年生草本
狗尾草	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Sp	5	0.4	0.7	中	花期	一年生草本

表 21 马棘-苳草群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 关中坝支管德胜关村上渡 坐标: 108°15'23.90"E、27°55'40.93"N 海拔: 428 m 坡度: 0° 坡向: /
灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 70% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 35%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
马棘	<i>Indigofera pseudotinctoria</i>	F	Cop2	40	0.9	1.2	中	花期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	25	1.5	2	盛	花期	落叶灌木
烟管荚蒾	<i>Viburnum utile</i>	F	Sp	5	1.5	1.5	中	果期	落叶灌木
假爹包叶	<i>Discocleidion rufescens</i>	F	Sp	6	1.5	1.6	中	果期	落叶灌木
苳草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Cop1	20	0.1	0.2	中	营养期	一年生
狗牙根	<i>Cyclosorus acuminatus</i>	H	Cop1	15	0.1	0.3	中	营养期	多年生
蜈蚣草	<i>Pteris vittata</i>	H	Sp	5	0.6	0.8	中	营养期	多年生草本

表 22 云实-白茅群丛样方表

时间：2017 年 8 月 29 日 地点：北干管 1#施工营地 坐标：108°16'10.79" E、27°51'35.10" N 海拔：459 m 坡度：8° 坡向：WS

灌木层：样方面积：(5×5) m² 覆盖度：50% 草本层：样方面积：(1×1) ×5m² 覆盖度：40%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
云实	<i>Caesalpinia decapetala</i>	F	Cop2	35	0.7	1.5	中	营养期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	25	1.5	2	盛	花期	落叶灌木
苎麻	<i>Boehmeria nivea</i>	F	Sp	5	1.5	1.5	中	果期	落叶灌木
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Cop2	35	0.4	0.6	盛	营养期	多年生草本
狗牙根	<i>Cyclosorus acuminatus</i>	H	Cop1	15	0.1	0.3	中	营养期	多年生草本
蜈蚣草	<i>Pteris vittata</i>	H	Cop1	5	0.6	0.8	中	营养期	多年生草本
茼草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Sp	7	0.1	0.2	中	营养期	一年生草本

表 23 柏木-黄荆-白茅群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 2 日 地点: 南干管桑树坡附近 坐标: 108°13'55.67" E、27°46'6.34"N 海拔: 781 坡度: 12° 坡向: WS

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 30% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 20%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度(%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	56	50	7	11	11	12	2×1.5	2×2	盛	营养期	常绿针叶
马尾松	<i>Liquidambar formosana</i>	A	8	13	9	15	15	20	2×2	3×4	中	营养期	落叶阔叶
全缘叶栎树	<i>Koelreuteria bipinnata</i> var. <i>integrifoliola</i>	A	4	8	5.5	7	12	15	2×3	3×4	中	花期	落叶阔叶
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	25	1.5	1.7					盛	花期	落叶灌木
云实	<i>Glochidion puberum</i>	F	Sp	5	0.5	1.8					中	果期	落叶灌木
铁仔	<i>Desmodium sequax</i>	F	Sp	3	0.7	1.0					中	花期	落叶灌木
竹叶花椒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Sp	4	0.9	1.2					中	果期	多年生草本
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Cop2	35	0.5	0.8					盛	营养期	多年生草本
青葙	<i>Celosia argentea</i>	H	Sp	2	0.6	0.8					中	花期	一年生草本
小蓬草	<i>Chrysanthemum indicum</i>	H	Sp	6	0.4	0.6					中	花期	一年生草本
紫萁	<i>Osmunda japonica</i>	H	Sp	3	0.3	0.6					中	营养期	多年生草本
委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	H	Sp	2	0.1	0.25					中	营养期	一年生草本

表 24 烟管荚蒾-荇草群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 上头坝村输水管线附近 坐标: 108°14'26.24" E、27°48'30.30"N 海拔: 446 m 坡度: 30° 坡向: WS

灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 65% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 35%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
烟管荚蒾	<i>Viburnum utile</i>	F	Cop1	35	1	1.5	盛	营养期	常绿灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	25	1.5	2	盛	花期	落叶灌木
石岩枫	<i>Mallotus repandus</i>	F	Sp	5	1	1.2	中	营养期	落叶灌木
山麻杆	<i>Alchornea davidii</i>	F	Sp	7	1	1.2	中	营养期	落叶灌木
鼠李	<i>Rhamnus davurica</i>	F	Un	3	1.1	1.2	中	果期	常绿灌木
荇草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Cop1	25	0.15	0.2	盛	营养期	一年生草本
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	H	Cop1	15	0.1	0.15	盛	营养期	多年生草本
腺毛阴行草	<i>Siphonostegia laeta</i>	H	Sp	5	0.4	0.6	中	花期	一年生草本
窃衣	<i>Torilis scabra</i>	H	Sp	2	0.3	0.4	中	果期	一年生草本
黄绿花滇百合	<i>Lilium bakerianum</i> var. <i>delavayi</i>	H	Sp	3	0.8	1.2	中	果期	多年生草本
卷柏	<i>Selaginella tamariscina</i>	H	Sp	6	0.1	0.15	中	营养期	多年生草本

表 25 铁仔-马兰群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 北干管卢家山附近 坐标: 108°16'14.05" E、27°51'8.63" N 海拔: 479 m 坡度: 0 坡向: /
灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 55% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
铁仔	<i>Desmodium sequax</i>	F	Cop1	35	0.7	1.0	盛	营养期	常绿灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	25	1.5	2	盛	花期	落叶灌木
算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	F	Sp	6	0.5	0.8	中	果期	常绿灌木
马兰	<i>Kalimeris indica</i>	H	Cop1	25	0.3	0.5	盛	营养期	多年生草本
鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>	H	Sp	7	0.4	0.7	中	营养期	多年生草本
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Sp	8	0.9	1.5	中	营养期	多年生草本
鸡眼草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Sp	7	0.3	0.4	中	营养期	一年生草本

表 26 慈竹-扁担杆-荩草群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 花滩子水电站附近 坐标: 108°17'4.97" E、27°52'13.07" N 海拔: 478m 坡度: 30° 坡向: WS
 乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.55 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 20% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 20%

植物种名		层 次	株数或 多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m×m)		茂盛 度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
慈竹	<i>Bambusa emeiensis</i>	A	47	50	6	7	5	8	2×2	2.5×3	盛	营养期	常绿阔叶
复羽叶栎树	<i>Koelreuteria bipinnata</i>	A	5	5	11	13	16	19	3×3	3×3	中	花期	落叶阔叶
梧桐	<i>Firmiana simplex</i>	A	4	4	9	12	18	21	3×3	3×3	盛	营养期	落叶阔叶
扁担杆	<i>Grewia biloba</i>	F	Cop1	15	1	1.4					中	营养期	落叶灌木
多花胡枝子	<i>Lespedeza floribunda</i>	F	Sp	5	0.4	0.6					中	花期	落叶灌木
小黄构	<i>Wikstroemia micrantha</i>	F	Sp	6	1.5	2					中	花期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Sp	7	1	1.5					中	花期	落叶灌木
荩草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Cop1	15	0.1	0.2					盛	营养期	一年生草本
蛇莓	<i>Duchesnea indica</i>	H	Sp	7	0.1	0.15					中	营养期	多年生草本
龙芽草	<i>Agrimonia pilosa</i>	H	Sp	5	0.2	0.25					中	花期	多年生草本

表 27 芒+野古草群落样方表

时间：2017 年 8 月 29 日 地点：双山村坨里改造公路附近 坐标：108°17'50.54" E、27°50'53.40" N 海拔：570m 坡度：0 坡向：/

草本层：样方面积：(1×1)×3m² 覆盖度：80%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop2	65	1	1.2	盛	营养期	多年生草本
野古草	<i>Arundinella anomala</i>	H	Cop1	20	0.9	1.0	盛	果期	多年生草本
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Sp	9	0.5	0.8	盛	营养期	多年生草本
狗牙根	<i>Cyclosorus acuminatus</i>	H	Sp	7	0.1	0.3	中	营养期	多年生草本
鸡眼草	<i>Kummerowia striata</i>	H	Sp	5	0.2	0.2	中	花期	一年生草本
龙芽草	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	H	Sp	5	0.6	0.7	中	花期	多年生草本
荩草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Sp	3	0.1	0.2	中	营养期	一年生草本
狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	H	Sp	3	0.4	0.7	中	花期	一年生草本
窃衣	<i>Torilis scabra</i>	H	Sp	1	0.4	0.7	中	果期	一年生草本
马兰	<i>Kalimeris indica</i>	H	Sp	2	0.4	0.6	中	花期	多年生草本

表 28 柏木+马尾松-黄荆-白茅群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 印江县撕栗坪村周家寨淹没区附近 坐标: 108°23'36.10" E、27°51'28.22"N 海拔: 499 m 坡度: 10° 坡向: WS

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.5 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 30% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m×m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	35	55	8	10	11	13	2×2	2×3	盛	果期	常绿针叶
马尾松	<i>Pinus massoniana</i>	A	15	13	7	9	9	12	2×2	3×2	中	果期	常绿针叶
加杨	<i>Populus × canadensis</i>	A	4	7	8	11	15	20	3×2	3×3	中	营养期	落叶阔叶
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop2	25	1.5	2					盛	花期	落叶灌木
南天竹	<i>Nandina domestica</i>	F	Cop1	10	1	1.5					盛	营养期	常绿灌木
小黄构	<i>Wikstroemia micrantha</i>	F	Sp	6	0.5	1					中	花期	落叶灌木
铁仔	<i>Myrsine africana</i>	F	Sp	3	0.5	1					中	营养期	常绿灌木
截叶铁扫帚	<i>Lespedeza cuneata</i>	F	Sp	3	0.3	0.5					中	花期	落叶灌木
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Cop1	25	0.8	1.1					盛	花期	多年生草本
芒萁	<i>Dicranopteris pedata</i>	H	Sp	9	0.2	0.4					盛	营养期	多年生草本
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	H	Cop1	14	0.1	0.2					盛	营养期	多年生草本
细风轮菜	<i>Clinopodium gracile</i>	H	Sp	1	0.2	0.4					中	花期	多年生草本

表 29 柏木-白栎-白茅群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 北干管思南县柑子园附近 坐标: 108°15'27.17" E、27°57'8.74" N 海拔: 417 m 坡度: 16° 坡向: W
乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.7 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 25% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m×m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	65	60	8	10	11	13	2×2	3×3	盛	果期	常绿针叶
马尾松	<i>Pinus massoniana</i>	A	9	10	7	9	9	12	2×2	3×3	中	果期	常绿针叶
白栎	<i>Quercus fabri</i>	F	Cop1	19	1.5	2					盛	营养期	落叶灌木
杜鹃	<i>Rhododendron simsii</i>	F	Cop1	10	1	1.5					中	营养期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	8	1.5	2					盛	花期	落叶灌木
小果蔷薇	<i>Rosa cymosa</i>	F	Sp	6	1.5	1.7					中	果期	落叶灌木
截叶铁扫帚	<i>Lespedeza cuneata</i>	F	Sp	3	0.3	0.5					中	花期	落叶灌木
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Cop1	25	0.3	0.6					盛	果期	多年生草本
芒萁	<i>Dicranopteris pedata</i>	H	Sp	6	0.2	0.4					中	营养期	多年生草本
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	H	Cop1	11	0.1	0.2					盛	营养期	多年生草本
细风轮菜	<i>Clinopodium gracile</i>	H	Sp	1	0.2	0.4					中	花期	多年生草本

表 30 槲栎+白栎-白茅群丛样方表

时间: 2017 年 8 月 29 日 地点: 北干管 2#施工公路敖家寨附近 坐标: 108°15'28.22" E、27°55'22.78" N 海拔: 407 m 坡度: 30° 坡向: WN

灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 55% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
槲栎	<i>Quercus aliena</i>	F	Cop1	35	1.5	1.9	盛	营养期	落叶灌木
白栎	<i>Quercus fabri</i>	F	Cop1	18	1.5	1.7	盛	营养期	落叶灌木
马桑	<i>Coriaria nepalensis</i>	F	Sp	5	1	1.2	中	营养期	落叶灌木
饿蚂蝗	<i>Desmodium multiflorum</i>	F	Sp	6	0.5	1.0	中	营养期	常绿灌木
铁马鞭	<i>Lespedeza pilosa</i>	F	Sp	6	0.7	0.9	中	营养期	落叶灌木
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Cop1	20	0.4	0.6	盛	营养期	
菅	<i>Themeda villosa</i>	H	Cop1	10	0.7	0.7	盛	营养期	多年生草本
荩草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Sp	9	0.1	0.3	中	营养期	一年生草本
黄背草	<i>Themeda triandra</i>	H	Sp	3	0.8	1.2	中	营养期	多年生草本
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	Sp	5	0.9	1.0	中	营养期	多年生草本
狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	H	Sp	3	0.1	0.15	中	营养期	多年生草本

表 31 梧桐-黄荆-打破碗花花群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 1 日 地点: 凉水井支管 2#施工道路响水滩附近 坐标: 108°18'16.87" E、27°57'56.94" N 海拔: 485m 坡度: 6° 坡向:

WS

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 25% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层 次	株数或 多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m×m)		茂盛 度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
梧桐	<i>Firmiana simplex</i>	A	47	60	9	12	18	21	3×3	3×3	盛	营养期	落叶阔叶
复羽叶栎树	<i>Koelreuteria bipinnata</i>	A	5	5	11	13	16	19	3×3	3×3	中	花期	落叶阔叶
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	5	4	7	11	11	12	2×1.5	2×2	中	营养期	常绿针叶
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop1	19	1	1.5					中	花期	落叶灌木
多花胡枝子	<i>Lespedeza floribunda</i>	F	Sp	5	0.4	0.6					中	花期	落叶灌木
小黄构	<i>Wikstroemia micrantha</i>	F	Sp	6	1.5	2					中	花期	落叶灌木
扁担杆	<i>Grewia biloba</i>	F	Sp	7	1	1.4					中	营养期	落叶灌木
打破碗花花	<i>Anemone hupehensis</i>	H	Cop2	20	0.3	0.7					盛	花期	多年生草本
牛膝	<i>Achyranthes bidentata</i>	H	Sp	6	0.3	0.6					盛	营养期	多年生草本
蛇莓	<i>Duchesnea indica</i>	H	Sp	7	0.1	0.15					中	营养期	多年生草本
龙芽草	<i>Agrimonia pilosa</i>	H	Sp	5	0.2	0.25					中	花期	多年生草本

表 32 马尾松-杜鹃-芒群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 1 日 地点: 凉水井支管华溪沟村附近 坐标: 108°17'11.78" E、27°57'51.09"N 海拔: 459 坡度: 12° 坡向: S

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 25% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
马尾松	<i>Pinus massoniana</i>	A	60	55	9	14	15	18	2×3	3×3	盛	果期	常绿针叶
枫香树	<i>Liquidambar formosana</i>	A	9	9	8	15	8	15	2×2	3×2	中	营养期	落叶阔叶
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	6	5	8	10	11	13	2×2	3×3	盛	果期	常绿针叶
栲	<i>Castanopsis fargesii</i>	A	4	5	9	13	8	11	3×3	3×4	中	营养期	落叶阔叶
杜鹃	<i>Rhododendron simsii</i>	F	Cop1	20	1.0	1.5					盛	营养期	落叶灌木
金樱子	<i>Rosa laevigata</i>	F	Sp	3	1	1.2					中	果期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Sp	3	1.5	1.7					中	花期	落叶灌木
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Sp	3	1.5	2.5					中	花期	落叶灌木
算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	F	Sp	1	0.5	1.8					中	果期	落叶灌木
竹叶花椒	<i>Zanthoxylum armatum</i>	F	Sp	3	1	1.3					中	营养期	落叶灌木
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop1	20	0.9	1.2					盛	果期	多年生草本
野菊	<i>Chrysanthemum indicum</i>	H	Sp	8	0.3	0.6					中	花期	一年生草本
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	Sp	5	0.4	0.6					中	营养期	一年生草本
芒萁	<i>Dicranopteris pedata</i>	H	Sp	8	0.3	0.6					中	营养期	多年生草本

表 33 麻栎-槲栎-白茅群丛样方表

时间：2017 年 8 月 29 日 地点：孙家坝支管花滩子附近 坐标：108°16'53.01" E、27°52'19.50"N 海拔：518 坡度：3 坡向：ES

乔木层：样方面积：(20×20) m² 郁闭度：0.6 灌木层：样方面积：(5×5) m² 覆盖度：25% 草本层：样方面积：(1×1) ×5m² 覆盖度：20%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度(%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
麻栎	<i>Quercus acutissima</i>	A	60	55	7	9	14	16	2×3	3×3	盛	营养期	落叶阔叶
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	8	7	7	11	11	12	2×1.5	2×2	中	营养期	常绿针叶
枫香树	<i>Liquidambar formosana</i>	A	9	9	15	19	8	15	2×2	3×2	盛	营养期	落叶阔叶
女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>	A	6	5	8	10	11	13	2×2	3×3	中	果期	常绿阔叶
朴树	<i>Celtis sinensis</i>	A	4	5	9	13	8	11	3×3	3×4	中	营养期	落叶阔叶
槲栎	<i>Quercus aliena</i>	F	Cop1	20	1.5	1.9					盛	营养期	落叶灌木
金樱子	<i>Rosa laevigata</i>	F	Sp	3	1	1.2					中	果期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Sp	3	1.5	1.7					中	花期	落叶灌木
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Sp	3	1.5	2.5					中	花期	落叶灌木
算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	F	Sp	1	0.5	1.8					中	果期	落叶灌木
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Cop1	15	0.2	0.25					盛	果期	多年生草本
爵床	<i>Justicia procumbens</i>	H	Sp	8	0.2	0.2					中	花期	一年生草本
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	Sp	5	0.4	0.6					中	营养期	一年生草本
狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	H	Sp	8	0.2	0.5					中	营养期	一年生草本

表 34 水竹-黄荆-野菊群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 1 日 地点: 思南县原水厂 坐标: 108°14'46.22" E、27°55'29.48"N 海拔: 585m 坡度: 12° 坡向: WS
乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 20% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 20%

植物种名		层 次	株数或 多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m×m)		茂盛 度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
水竹	<i>Phyllostachys heteroclada</i>	A	59	60	3.5	4	2	3	1×1	1×1.5	盛	营养期	常绿阔叶
臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	A	2	4	8	9	15	17	3×3	3×3	盛	营养期	落叶阔叶
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Sp	7	1	1.5					中	花期	落叶灌木
小黄构	<i>Wikstroemia micrantha</i>	F	Sp	6	1.5	2					中	花期	落叶灌木
扁担杆	<i>Grewia biloba</i>	F	Cop1	15	1	1.4					中	营养期	落叶灌木
截叶铁扫帚	<i>Lespedeza cuneata</i>	F	Sp	3	0.3	0.5					中	花期	落叶灌木
野菊	<i>Chrysanthemum indicum</i>	H	Cop1	15	0.3	0.6					盛	营养期	多年生草本
蛇莓	<i>Duchesnea indica</i>	H	Sp	7	0.1	0.15					中	营养期	多年生草本
龙芽草	<i>Agrimonia pilosa</i>	H	Sp	5	0.2	0.25					中	花期	多年生草本

表 35 饿蚂蝗-苳草群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 1 日 地点: 邵塘支管镇江角村镇官庄附近 坐标: 108°14'29.65" E、27°51'39.17"N 海拔: 505 m 坡度: 10° 坡向: _
ES 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 65% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 25%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
饿蚂蝗	<i>Desmodium multiflorum</i>	F	Cop1	60	0.5	0.8	盛	花期	落叶灌木
铁马鞭	<i>Lespedeza pilosa</i>	F	Sp	8	0.5	0.5	盛	花期	落叶灌木
苳草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Cop1	15	0.15	0.2	盛	营养期	一年生草本
狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	H	Sp	5	0.4	0.7	中	果期	一年生草本
鸡眼草	<i>Kummerowia striata</i>	H	Sp	6	0.3	0.3	中	花期	多年生草本
蜈蚣草	<i>Pteris vittata</i>	H	Sp	6	0.4	0.6	中	营养期	多年生草本
鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>	H	Sp	2	0.5	0.7	中	果期	一年生草本

表 36 黄荆-芒群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 1 日 地点: 邵塘支管镇江角村镇江角附近 坐标: 108°14'53.48"E、27°52'45.01"N 海拔: 439m 坡度: 3° 坡向: E
灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 50% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 40%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Cop2	40	1.5	2	盛	花期	落叶灌木
烟管莢蒾	<i>Viburnum utile</i>	F	Sp	5	1.5	1.5	中	果期	落叶灌木
马桑	<i>Coriaria nepalensis</i>	F	Sp	5	1	1.2	中	营养期	落叶灌木
算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	F	Cop1	6	0.5	0.8	中	果期	落叶灌木
截叶铁扫帚	<i>Lespedeza cuneata</i>	F	Sp	3	0.3	0.5	中	花期	落叶灌木
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop1	26	0.9	1.2	盛	花期	多年生草本
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	H	Cop1	15	0.1	0.2	中	营养期	多年生草本
细风轮菜	<i>Clinopodium gracile</i>	H	Sp	1	0.2	0.4	中	营养期	一年生草本
荩草	<i>Arthraxon hispidus</i>	H	Sp	6	0.15	0.2	盛	营养期	一年生草本

表 37 马尾松+柏木-盐肤木-五节芒群丛样方表

时间: 2017 年 9 月 1 日 地点: 邵塘支管高家洞村张家坨附近 坐标: 108°14'31.00"E、27°54'51.76"N 海拔: 454 坡度: 8 坡向: E

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 25% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度(%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
马尾松	<i>Pinus massoniana</i>	A	38	44	8	10	14	16	2×2	2×2	盛	果期	常绿针叶
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	21	18	7	9	11	13	2×2	2×2	盛	果期	常绿针叶
枫香树	<i>Liquidambar formosana</i>	A	6	8	8	11	8	14	2×2	3×3	中	营养期	落叶阔叶
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Sp	3	1.5	2.5					中	花期	落叶灌木
小果蔷薇	<i>Rosa cymosa</i>	F	Sp	3	1	1.2					中	果期	落叶灌木
黄荆	<i>Vitex negundo</i>	F	Sp	3	1.5	1.7					中	花期	落叶灌木
算盘子	<i>Glochidion puberum</i>	F	Sp	1	0.5	1.8					中	果期	落叶灌木
南天竹	<i>Nandina domestica</i>	F	Sp	3	0.6	1.2					中	营养期	落叶灌木
五节芒	<i>Miscanthus floridulus</i>	H	Cop1	20	0.9	1.2					盛	果期	多年生草本
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	Sp	5	0.4	0.6					中	营养期	多年生草本
蕨	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	H	Sp	8	0.3	0.6					中	营养期	多年生草本
芒萁	<i>Dicranopteris pedata</i>	H	Sp	8	0.3	0.6					中	营养期	多年生草本

表 38 菰群落样方表

地点: 2017 年 9 月 3 日 地点: 田家坝村皮家沟溪流附近 坐标: 108°15'52.10"E、27°57'19.30"N 海拔: 379 m 坡度: 0° 坡向: ↘

草本层: 样方面积: (1x1) x3m² 覆盖度: 80%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度(%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活史
中文名	拉丁名				平均	最高			
菰	<i>Zizania latifolia</i>	H	Cop3	55	0.5	1	盛	营养期	挺水
喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	H	Sp	5	0.3	0.5	中	营养期	挺水
紫萍	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	H	Cop2	30			盛	营养期	漂浮

表 39 水芹群落样方表

地点：2017 年 9 月 4 日 地点：潮堡支管长田坝附近 坐标：108°15'11.27"E、27°58'41.07"N 海拔：377m 坡度：0° 坡向：\

草本层：样方面积：(1x1) x5m² 覆盖度：75%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度(%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活史
中文名	拉丁名				平均	最高			
水芹	<i>Oenanthe javanica</i>	H	Sor	70	0.2	0.5	盛	营养期	多年生
窃衣	<i>Torilis scabra</i>	H	Sp	5	0.3	0.5	中	营养期	一年生
狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	H	Cop2	20	0.1	0.2	中	营养期	多年生
长刺酸模	<i>Rumex trisetifer</i>	H	Cop1	10	0.5	0.7	中	花期	一年生
天胡荽	<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	H	Cop1	15	0.1	0.15	中	营养期	多年生

表 40 豆瓣菜群落样方表

地点: 2017 年 9 月 3 日 地点: 潮砥镇大溪口村三角堆河口附近 坐标: 108°13'18.39"E、28°2'2.47"N 海拔: 374 m 坡度: 0° 坡向: \

草本层: 样方面积: (1x1) x3m² 覆盖度: 80%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活史
中文名	拉丁名				平均	最高			
豆瓣菜	<i>Nasturtium officinale</i>	H	Sor	70	0.2	0.4	盛	花期	多年生
棒头草	<i>Polypogon fugax</i>	H	Sp	5	0.15	0.3	中	果期	一年生
火炭母	<i>Polygonum chinense</i>	H	Sol	1	0.2	0.5	中	营养期	多年生
毛茛	<i>Ranunculus japonicus</i>	H	Sp	2	0.2	0.3	中	花期	多年生
水蓼	<i>Polygonum hydropiper</i>	H	Cop1	15	0.2	0.3	中	营养期	一年生

表 41 喜旱莲子草群落样方表

地点: 2017 年 9 月 3 日 地点: 红石梁村红石梁河口附近 坐标: 108°14'2.62"E、28°0'5.79"N 海拔: 382 m 坡度: 0° 坡向: \

草本层: 样方面积: (1x1) x3m² 覆盖度: 75%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活史
中文名	拉丁名				平均	最高			
喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	H	Cop3	60	0.2	0.5	盛	营养期	挺水
紫萍	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	H	Cop2	25			盛	营养期	漂浮
菖蒲	<i>Acorus calamus</i>	H	Sp	5	0.3	0.5	中	营养期	挺水
菰	<i>Zizania latifolia</i>	H	Cop1	10	0.5	1	中	营养期	挺水

表 42 浮萍群落样方表

地点：2017 年 9 月 3 日 地点：镇江角村官庄河口附近 坐标：108°14'52.84"E、27°51'31.96"N 海拔：370m 坡度：0° 坡向：↘

草本层：样方面积：(1x1) x3m² 覆盖度：80%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活史
中文名	拉丁名				平均	最高			
浮萍	<i>Zizania latifolia</i>	H	Sor	70			盛	营养期	漂浮
紫萍	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	H	Cop1	15			中	营养期	漂浮

表 43 眼子菜群落样方表

地点：2017 年 9 月 3 日 地点：关中坝支管红石梁村冷溪河口附近 坐标：108°13'32.40"E、28°0'34.47"N 海拔：380m 坡度：0° 坡向：↘

草本层：样方面积：(1x1) x3m² 覆盖度：70%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活史
中文名	拉丁名				平均	最高			
眼子菜	<i>Potamogeton distinctus</i>	H	Cop3	60			盛	营养期	沉水
大茨藻	<i>Najas marina</i>	H	Sp	5			中	营养期	沉水
菹草	<i>Potamogeton crispus</i>	H	Cop1	15			中	花期	沉水
黑藻	<i>Hydrilla verticillata</i>	H	Sp	5			中	营养期	沉水

表 44 金鱼藻群落样方表

地点: 2017 年 9 月 4 日 地点: 皂角溪村胡家溪河口附近 坐标: 108°13'10.68"E、28°1'35.90"N 海拔: 378m 坡度: 0° 坡向: \

草本层: 样方面积: (1x1) x5m² 覆盖度: 75%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活史
中文名	拉丁名				平均	最高			
金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i>	H	Sor	70			盛	营养期	沉水
黑藻	<i>Hydrilla verticillata</i>	H	Sp	5			中	营养期	沉水
菹草	<i>Potamogeton crispus</i>	H	Cop1	15			中	花期	沉水
大茨藻	<i>Najas marina</i>	H	Sp	5			中	营养期	沉水

表 45 黑藻群落样方表

地点: 2017 年 9 月 4 日 地点: 花滩子水库坝址附近河流 坐标: 108°18'22.33" E、27°50'26.93"N 海拔: 439m 坡度: 0° 坡向: \

草本层: 样方面积: (1x1) x5m² 覆盖度: 75%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活史
中文名	拉丁名				平均	最高			
金鱼藻	<i>Ceratophyllum demersum</i>	H	Sor	70			盛	营养期	沉水
黑藻	<i>Hydrilla verticillata</i>	H	Sp	5			中	营养期	沉水
菹草	<i>Potamogeton crispus</i>	H	Cop1	15			中	花期	沉水
大茨藻	<i>Najas marina</i>	H	Sp	5			中	营养期	沉水

表 46 菹草群落样方表

地点: 2017 年 9 月 4 日 地点: 缠溪镇雁水村铁窑罐河流附近 坐标: 108°24'22.07" E、27°54'9.14"N 海拔: 523m 坡度: 0° 坡
向: ↘

草本层: 样方面积: (1x1) x5m² 覆盖度: 70%

植物种名		层次	株数或 多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活史
中文名	拉丁名				平均	最高			
菹草	<i>Potamogeton crispus</i>	H	Sor	60			盛	花期	沉水
鸡冠眼子菜	<i>Potamogeton cristatus</i>	H	Cop1	10			中	营养期	沉水
眼子菜	<i>Potamogeton distinctus</i>	H	Cop2	15			盛	营养期	沉水
紫萍	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	H	Cop1	10			中	营养期	漂浮

表 47 五节芒+窄叶野豌豆群落样方表

时间: 2018 年 3 月 30 日 地点: 北干管 3#施工营地 坐标: 108°15'20.15" E、27°58'15.37" N 海拔: 413m 坡度: 0 坡向: /

草本层: 样方面积: (1×1) ×3m² 覆盖度: 80%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop2	5	0.8	1.0	盛	营养期	多年生草本
窄叶野豌豆	<i>Vicia pilosa</i>	H	Cop1	25	0.6	0.8	盛	花期	多年生草本
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Sp	9	0.5	0.8	盛	花期	多年生草本
艾	<i>Artemisia argyi</i>	H	Sp	8	0.4	0.6	盛	营养期	多年生草本
五节芒	<i>Miscanthus floridulus</i>	H	Cop2	60	1.2	1.5	中	营养期	多年生草本
苦蕒	<i>Physalis angulata</i>	H	SoL	1	0.5	0.7	中	营养期	一年生草本
马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i>	H	Sp	3	0.2	0.3	中	花期	一年生草本
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	SoL	2	0.4	0.6	中	花期	多年生草本

表 48 牡荆-白茅群丛样方表

时间：2018 年 3 月 30 日 地点：南干管 1#施工营地 坐标：108°15'48.77" E、27°50'3.17" N 海拔：454 m 坡度：8° 坡向：W

灌木层：样方面积：(5×5) m² 覆盖度：50% 草本层：样方面积：(1×1) ×5m² 覆盖度：40%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
牡荆	<i>Vitexnegundo</i> var. <i>cannabifolia</i>	F	Cop2	25	0.8	1.4	中	营养期	落叶灌木
火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i>	F	Cop1	20	0.6	1.2	盛	营养期	常绿灌木
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Sp	6	1.2	1.8	中	营养期	落叶灌木
白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	H	Cop2	40	0.4	0.6	盛	花期	多年生草本
铁马鞭	<i>Lespedeza pilosa</i>	H	Cop1	8	0.3	0.6	中	营养期	多年生草本
苍耳	<i>Xanthium sibiricum</i>	H	Cop1	6	0.6	0.8	中	营养期	多年生草本
地果	<i>Ficus tikoua</i>	V	Sp	3	0.2	0.4	中	营养期	木质藤本

表 49 马桑-芒群丛样方表

时间：2018 年 3 月 30 日 地点：凉水井 2#施工营地 坐标：108°17'13.11" E、27°57'47.47"N 海拔：453 m 坡度：6° 坡向：S

灌木层：样方面积：(5×5) m² 覆盖度：50% 草本层：样方面积：(1×1) ×5m² 覆盖度：40%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高			
马桑	<i>Coriaria nepalensis</i>	F	Cop3	36	1.2	1.7	盛	营养期	落叶灌木
牡荆	<i>Vitexnegundo</i> var. <i>cannabifolia</i>	F	Cop1	12	1.0	1.4	盛	营养期	落叶灌木
醉鱼草	<i>Buddleja lindleyana</i>	F	Sp	8	1.1	1.6	中	营养期	落叶灌木
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Sp	6	0.4	0.6	中	营养期	多年生草本
蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	H	Sp	4	0.1	0.3	中	花期	多年生草本
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	Sp	9	0.4	0.6	中	花期	多年生草本
窄叶野豌豆	<i>Vicia pilosa</i>	H	Sp	6	0.3	0.5	中	花期	一年生草本

表 50 柏木+马尾松-山麻杆-芒群丛样方表

时间: 2018 年 3 月 30 日 地点: 上头坝村羊叉顶塘头 1#隧洞附近 坐标: 108°14'7.29" E、27°46'56.65" N 海拔: 491 坡度: 0 坡向: /

乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 25% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度 (%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
马尾松	<i>Pinus massoniana</i>	A	42	46	8	10	14	16	2×2	2×2	盛	花期	常绿针叶
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	34	23	7	9	11	13	2×2	2×2	盛	营养期	常绿针叶
山麻杆	<i>Alchornea davidii</i>	F	Cop1	16	3	4					盛	营养期	落叶灌木
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	Sp	3	1.5	2.0					中	营养期	落叶灌木
小果蔷薇	<i>Rosa cymosa</i>	F	Sp	3	1.2	1.6					中	营养期	落叶灌木
火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i>	F	Cop1	5	1.3	1.8					盛	营养期	常绿灌木
南天竹	<i>Nandina domestica</i>	F	Cop1	8	0.6	1.0					盛	营养期	常绿灌木
白马骨	<i>Serissa serissoides</i>	F	Cop1	3	0.5	0.8					盛	营养期	常绿灌木
千里光	<i>Senecio scandens</i>	H	Sp	3	0.4	0.6					中	营养期	多年生草本
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Cop1	8	0.4	0.8					盛	营养期	多年生草本

表 51 柏木+响叶杨-牡荆-狗牙根群丛样方表

时间: 2018 年 3 月 30 日 地点: 北干管 3#渣场 坐标: 108°15'13.27" E、27°58'41.31" N 海拔: 379 坡度: 8 坡向: ES
乔木层: 样方面积: (20×20) m² 郁闭度: 0.6 灌木层: 样方面积: (5×5) m² 覆盖度: 25% 草本层: 样方面积: (1×1) ×5m² 覆盖度: 30%

植物种名		层次	株数或多度	覆盖度(%)	高度 (m)		胸径 (cm)		冠幅 (m × m)		茂盛度	物候期	生活型
中文名	拉丁名				平均	最高	平均	最大	平均	最大			
响叶杨	<i>Populus adenopoda</i>	A	26	46	8	12	12	16	2×2	2×2	盛	花期	常绿阔叶
香椿	<i>Toona sinensis</i>	A	20	30	10	14	14	18	2×2	2×2	中	花期	落叶阔叶
柏木	<i>Cupressus funebris</i>	A	19	28	6	10	14	16	2×2	2×2	中	营养期	常绿针叶
牡荆	<i>Vitex negundo</i> var. <i>cannabifolia</i>	F	Cop1	8	1.2	1.5					中	营养期	落叶灌木
乌桕	<i>Sapium sebiferum</i>	F	Sp	3	1.1	1.4					中	营养期	落叶灌木
紫麻	<i>Oreocnide frutescens</i>	F	Sp	2	1.2	1.5					中	花期	落叶灌木
火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i>	F	SoL	3	1.3	1.7					中	营养期	常绿灌木
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	F	SoL	4	1.2	1.6					中	营养期	落叶灌木
鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>	H	Cop1	13	0.5	1.2					盛	营养期	一年生草本
冷水花	<i>Pilea notata</i>	H	SoL	3	0.3	0.5					中	营养期	多年生草本
通泉草	<i>Mazus pumilus</i>	H	SoL	2	0.2	0.4					中	花期	一年生草本
芒	<i>Miscanthus sinensis</i>	H	Sp	4	0.4	0.6					中	营养期	多年生草本

附录4 评价区浮游植物名录

种类	I		II		III		IV		V		VI	
I 蓝藻门 Cyanophyta	7月	4月	7月	4月	7月	4月	7月	4月	7月	4月	7月	4月
1. 优美平裂藻 <i>Oscillatoria minima</i>					+		+					
2. 拟鱼腥藻属 <i>Anabaenopsis</i> sp					+	+						
3. 阿氏颤藻 <i>Oscillatoria agardhii</i>							+				+	
4. 颤藻 <i>Oscillatoria</i> sp.		+		+						+		+
5. 巨颤藻 <i>Oscillatoria princeps</i>		+						+		+		
6. 小颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>			+		+			+	+		+	
7. 泥生颤藻 <i>Oscillatoria limosa</i>					+				+	+		
8. 色球藻 <i>Chroococcus</i> sp	+		+	+	+	+			+		+	
9. 水华微囊藻 <i>Microcystis flos-aquae</i>							+					
10. 席藻 <i>Phormidium</i> sp.		+	+		+						+	+
11. 水华束丝藻 <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>							+					
II 硅藻门 Bacillariophyta												
12. 颗粒直链藻 <i>Melosira granulata</i>	+		+		+		+	+	+		+	
13. 颗粒直链藻最窄变种 <i>Melosira granulata var. angustissima</i>	+		+		+						+	+
14. 远距直链藻 <i>Melosira listans</i>			+								+	
15. 扁圆卵形藻 <i>Cocconeis placentula</i>		+		+		+						
16. 曲壳藻 <i>Achnanthes</i> sp.		+	+	+		+		+		+		+
17. 线性曲壳藻 <i>Achnanthes orenulata</i>						+						
18. 湖沼圆筛藻 <i>Coscinodiscus lacustris</i>		+										
19. 尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>	+				+	+		+	+		+	+
20. 肘状针杆藻 <i>Synedra ulna</i>	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+
21. 肘状针杆藻狭细变种 <i>Synedra ulna var. danica</i>											+	
22. 近缘针杆藻 <i>Synedra affinis</i>	+						+	+				
23. 偏突针杆藻 <i>Synedra aucheriae</i>							+					
24. 偏突针杆藻小头变种 <i>Synedra aucheriae var. danica</i>							+					
25. 钝脆杆藻 <i>Fragilaria capucina</i>					+		+				+	+
26. 中型脆杆藻 <i>Fragilaria intermedia</i>			+	+		+					+	
27. 中间异极藻 <i>Gomphonema intricalum</i>				+								
28. 溢缩异极藻 <i>Gomphonema constrictum</i>		+										+
29. 纤细异极藻 <i>Gomphonema gracile</i>		+		+						+	+	+
30. 舟形藻 <i>Navicula</i> sp.		+		+		+		+				+
31. 微绿舟形藻 <i>Navicula viridula</i>	+	+			+	+						
32. 最小舟形藻 <i>Navicula exigua</i>		+						+				+
33. 喙头舟形藻 <i>Navicula rhynchocephala</i>							+			+	+	+
34. 系带舟形藻 <i>Navicula cincta</i>		+								+	+	
35. 线形舟形藻 <i>Navicula graciloides</i>				+			+				+	
36. 菱形藻 <i>Nitzschia</i> sp.		+		+						+		+
37. 线形菱形藻 <i>Nitzschia linearis</i>		+					+	+				
38. 谷皮菱形藻 <i>Nitzschia palea</i>				+				+				+
39. 拟螺形菱形藻 <i>Nitzschia sigmaidea</i>				+				+				

种类	I		II		III		IV		V		VI	
40.羽纹藻 <i>Pinnularia</i> sp.	+	+		+		+						
41.细条羽纹藻 <i>Pinnularia microstauron</i>		+										
42.细布纹藻 <i>Cymbella lunata</i>		+										
43.双头辐节藻 <i>Stauroneis anceps</i>	+	+				+						+
44.肋缝藻 <i>Frustulia</i> sp.				+		+					+	+
45.小环藻 <i>cyclotella</i> sp.				+								
46. 小桥弯藻 <i>Cymbella laevis</i>						+		+	+	+	+	+
47.近缘桥弯藻 <i>Cymbella affinis</i>						+						+
48. 偏肿桥弯藻 <i>Cymbella tumida</i>			+	+				+	+	+	+	+
49. 新月桥弯藻 <i>Cymbella cymbiformis</i>	+						+					
50. 窄异极藻 <i>Gomphonema angustatum</i>					+							
51. 美丽星杆藻 <i>Asterionella formosa</i>							+			+	+	+
52. 尖布纹藻 <i>Gyrosigma acuminatum</i>	+											
III绿藻门 Chlorophyta												
53. 狭形纤维藻 <i>Ankistrodesmus angustus</i>							+				+	+
54. 针形纤维藻 <i>Ankistrodesmus acicularis</i>					+		+	+				
55.十字藻 <i>Crucigenia</i> sp.						+						
56. 四角十字藻 <i>Crucigenia quadrata</i>					+							
57. 四足十字藻 <i>Crucigenia tetrapedia</i>			+				+					
58. 二角盘星藻 <i>Pediastrum duplex</i>					+							
59. 二角盘星藻纤细变种 <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i>					+		+				+	
60. 单角盘星藻具孔变种 <i>Pediastrum simplex</i> var. <i>duodenarium</i>							+					
61. 四角盘星藻 <i>Pediastrum tetras</i>					+			+	+			
62. 双射盘星藻 <i>Pediastrum biradiatum</i>			+								+	
63. 二形栅藻 <i>Scenedesmus dimorphus</i>					+		+					
64. 四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i>									+	+		+
65. 集星藻 <i>Actinastrum hantzschii</i>			+		+							
66.球囊藻 <i>Sphaerocystis</i> sp.				+								
67.卵囊藻 <i>Oocystis</i> sp.			+	+								
68.棒形鼓藻 <i>Gonatozygon</i> sp.				+		+				+		
69.梭形鼓藻 <i>Netrium</i> sp.				+								
70.柱形鼓藻 <i>Penium</i> sp.				+								
71. 月形鼓藻 <i>Cosmarium lunula</i>							+					
72. 扁鼓藻 <i>Cosmarium depressum</i>					+	+			+		+	
73. 螺旋弓形藻 <i>Schroederia spiralis</i>							+					
IV 裸藻门 Euglenophyta												
74. 尖尾裸藻 <i>Euglena oxyuris</i> Schmar							+					
75.裸藻 <i>Euglena</i> sp.				+						+		
76. 囊裸藻 <i>Trachelomonas</i> sp.			+			+	+			+		+
V 黄藻门 Xanthophyceae												
77. 小黄丝藻 <i>Tribonema minus</i>	+			+				+		+	+	
VI 隐藻门 Cryptophyta												
78. 卵形隐藻 <i>Cryptomonas ovata</i>			+		+				+			+

附录5 评价区浮游动物名录


种类	I		II		III		IV		V		VI	
I 原生动物 Protozoa	7月	4月	7月	4月	7月	4月	7月	4月	7月	4月	7月	4月
1.球形砂壳虫 <i>Diffugia globulosa</i>		+	+		+	+	+				+	
2.壶形砂壳虫 <i>Diffugia lebes</i>				+		+						+
3.瓶砂壳虫 <i>Diffugia urceolata</i>				+		+				+		
4.褐砂壳虫 <i>Diffugia avellana</i>				+								
5.尖顶砂壳虫 <i>Diffugia acuminata</i>				+				+				+
6.半圆表壳虫 <i>Arcella hemisphaerica</i>	+						+					
7.弯凸表壳虫 <i>Arcella gibbosa</i>	+		+		+		+		+		+	
8.表壳圆壳虫 <i>Cyclopyxis orcelloides</i>	+		+		+		+		+		+	
9.针棘匣壳虫 <i>Centropyxis aculeata</i>								+		+		
10.东方拟铃壳虫 <i>Tintinnopsis orientalis</i>				+	+	+	+				+	
11.中华拟铃壳虫 <i>Tintinnopsis sinensis</i>					+		+					
12.针棘刺胞虫 <i>Acanthocystis aculeata</i>											+	
13.旋回侠盗虫 <i>Strobilidium gyrans</i>							+					
14.斜管虫 <i>Chilodontopsis</i> sp.				+		+		+				
15.鳞壳虫 <i>Euglypha</i> sp.		+								+		+
16.绿急游虫 <i>Strombidium viride</i>					+							
II 轮虫类 Rotatoria												
17. 萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i>							+				+	
18. 壶状臂尾轮虫 <i>Brachionus urceus</i>					+		+			+	+	
19. 角突臂尾轮虫 <i>Brachionus angularis</i>					+							
20. 剪形臂尾轮虫 <i>Brachionus forficula</i>	+		+		+		+				+	
21. 前节晶囊轮虫 <i>Asplanchna priodonta</i>			+								+	+
22. 螺形龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i>		+		+			+		+	+		+
23. 矩形龟甲轮虫 <i>Keratella quadrata</i>	+							+				
24. 圆筒异尾轮虫 <i>Trichocerca cylindrica</i>				+						+		+
25. 卵形鞍甲轮虫 <i>Lepadella ovalis</i>							+				+	
III 枝角类 Cladocera												
26. 微型裸腹溞 <i>Moina micrura</i>					+		+				+	
27. 透明薄皮溞 <i>Leptodora kindtii</i>	+						+					
28. 短尾秀体溞 <i>Diaphanosoma brachyurum</i>					+			+				
29. 长额象鼻溞 <i>Bosmina longirostris</i>	+		+	+			+		+	+	+	
30. 光滑平直溞 <i>Pleuroxus laevis</i>			+		+							
31. 蚤状溞 <i>Daphnia pulex</i>	+						+					
32. 矩形尖额溞 <i>Alona rectangula</i>			+								+	
IV 桡足类 Copepoda												
33. 桡足无节幼体 <i>Nauplius</i> sp.	+	+		+			+	+		+	+	+
34. 广布中剑水蚤 <i>Mesocyclops teuckarti</i>			+				+			+		
35. 透明温剑水蚤 <i>Thermocyclops dorrii</i>			+				+					
36. 近邻剑水蚤 <i>Cyclops vicinus</i>									+		+	
37. 汤匙华哲水蚤 <i>Sinocalanus dorii</i>	+				+		+					

附录 6 评价区底栖动物名录

种类	I		II		III		IV		V		VI	
	7月	4月	7月	4月	7月	4月	7月	4月	7月	4月	7月	4月
I 环节动物门 Annelida												
1.苏氏尾鳃蚓 <i>Branchiura sowerbyi</i>					+	+	+				+	+
2.霍甫水丝蚓 <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>		+	+						+			+
3.腹平扁蛭 <i>Glossiphonia complanata</i>				+						+		
4.宁静泽蛭 <i>Helobdella stagnalis</i>								+			+	
II 软体动物门 Mollusca						+						
5.铜锈环棱螺 <i>Bellamya aeruginosa</i>				+			+				+	
6.泥泞拟钉螺 <i>Tricula humida</i>			+		+			+	+		+	+
7.格氏拟钉螺 <i>Tricula gredleri</i>	+									+	+	
8.光滑狭口螺 <i>Stenothyra glabra</i>									+			+
9.耳萝卜螺 <i>Radix auricularia</i>				+	+						+	
10.椭圆萝卜螺 <i>Radix swinhoei</i>							+	+				
11.狭萝卜螺 <i>Radix tagoii</i>					+				+		+	
12.小土蜗 <i>Galba pervia</i>		+	+		+	+	+				+	
13.淡水壳菜 <i>Limnoperna lacustris</i>						+		+	+	+	+	+
14.闪蛭 <i>Corbicula nitens</i>		+					+		+		+	
15.河蛭 <i>Corbicula fluminea</i>	+	+	+	+	+							+
16.扁旋螺 <i>Gyraulus compressus</i>									+		+	
III 节肢动物门 Arthropoda												
17.小石蚕 <i>Hydroptila</i> sp.	+					+				+		
18.纹石蚕 <i>Hydropsyche</i>		+					+					+
19.蜉蝣 <i>Ephemera</i> sp.			+	+			+		+			+
20.四节蜉 <i>Baetis</i>					+			+				
21.二翼蜉 <i>Cloeon dipterum</i>						+	+		+			
22.小裳蜉 <i>Leptophlebia</i>	+					+		+				
23.细蜉 <i>Caenis</i>	+	+	+				+				+	+
24.短尾石蝇 <i>Nemoura</i>				+	+				+			
25.毛突摇蚊 <i>Chaetocladius</i> sp.		+					+					
26.环足摇蚊 <i>Cricotopus</i> sp.							+			+		+
27.摇蚊 <i>Chironomus</i> sp.	+			+				+			+	
28.隐摇蚊 <i>Cryptochironomus</i> sp.			+						+	+		+
29.仙女虫 <i>Nais</i> sp.		+			+		+					
30.钩虾 <i>Gammarus</i> sp.			+			+						

附录7 评价区鱼类名录

7-1 重点评价河段清渡河鱼类名录表

目	科	种	规划 报录	分布						
				雁水电站 库区	雁水电站 坝下	缠溪河支 流	清渡河干 流	天桥电站 库区	花滩子电 站库区	乌江汇口
一、鲤形目 Cypriniformes	(1).鲤科 Cyprinidae	1.宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	+		○					
		2.马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	+		●◆		●◆		●	
		3.鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+					●◆	●	
		4.鳙 <i>Aristichthys nobilis</i>	+						○	○
		5.麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	+	●◆			●◆	●◆	●	●◆
		6.棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	+	●				●◆		
		7.青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	+							○
		8.草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	+						○	
		9.华鲮 <i>Sinilabeo rendahli</i>					●◆			●
		10.蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i>					◆			
		11.泉水鱼 <i>Pseudogyrincheilus procheilus</i>	+							
		12.云南光唇鱼 <i>Acrossocheilus yunnanensis</i>	+							
		13.厚唇光唇鱼 <i>Acrossocheilus labiatus</i>	+							
		14.侧条光唇鱼 <i>Acrossocheilus paralensis</i>	+		●	●	●◆			
		15.中华倒刺鲃 <i>Spinibarbus sinensis</i>								●
		16.白甲鱼 <i>Onychostoma sima</i>	+			●◆	●◆			
		17.稀有白甲鱼 <i>Onychostoma rarum</i>	+							
		18.鲮 <i>Hemiculter leuciscus</i>	+	●◆	●		●◆	●◆	●	●◆
		19.鲫 <i>Carassius auratus</i>	+	●		●	◆	●	●◆	●◆
		20.鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	+	●			●		●◆	●◆
	(2).鳅科 Cobitidae	21.泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	+					●	●	●◆
二、鲇形目 Siluriformes	(3).鲿科 Bagridae	22.大鳍鲿 <i>Mystus macropterus</i>	+							○
		23.黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	+	●◆				●	●	●◆
	(4).鲇科 Siluridae	24.鲇 <i>Silurus asotus</i>	+						○	
三、合鳃目 Symbranchiformes	(5).合鳃科 Symbranchidae	25.黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	+					●◆	●◆	◆
四、鲈形目 Perciformes	(6).鮨科 Serranidae	26.波纹鳊 <i>Siniperca undulata</i>	+							●
		27.石鳊 <i>Siniperca whiteheadi</i>	+							
	(7).丽鱼科 Cichlidae	28.尼罗非鲫  <i>Oreochromis niloticus</i>								◆
	(8).鰕虎鱼科 Bobiidae	29.普栉鰕虎鱼 <i>Ctenogobius giurinus</i>	+		●	●◆	●◆			

注：“+”为《贵州省清渡河流域综合规划环境影响报告书》（贵州省水利水电勘测设计研究院，2015）；“●”为2017年7月现场调查记录种；“◆”为2018年4月现场调查种；“○”为现场访问记录种；“✱”为外来入侵鱼类。

附录7 评价区分布鱼类种类一览表

目	科	种	清渡河	石阡河	乌江段		
					思林	思南桥	沙沱
一、鲤形目 Cypriniformes	(1) 胭脂鱼科 Catostomidae	1. 胭脂鱼* <i>Myxocyprinus asiaticus</i>			△▲	▲	△▲
	(2) 鲤科 Cyprinidae	2. 宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	√	+		△▲	△
		3. 马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	√	+△▲	△▲	△▲	△▲
		4. 鲫 <i>Carassius auratus</i>	√	+△▲	△▲	△▲	△▲
		5. 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	√	+△▲	△▲	△▲	△▲
		6. 岩原鲤● <i>Procypris rabaudi</i>		▲	△▲	△▲	
		7. 草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	√	△▲	△▲	△▲	△▲
		8. 青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	√		△▲	△	△▲
		9. 鳊 <i>Elopichthys bambusa</i>			△▲	△▲	△
		10. 鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	√	+	△▲	△▲	△
		11. 鳙 <i>Aristichthys nobilis</i>	√		△▲	△	▲
		12. 华鲮● <i>Sinilabeo rendahli</i>	√	▲	△▲	△	▲
		13. 华缨鱼 <i>Sinocrossocheilus guizhouensis</i>				▲	
		14. 铜鱼 <i>Coreius heterodon</i>					△
		15. 圆口铜鱼● <i>Coreius guichenoti</i>		▲	△	△	
		16. 银色颌须鲃 <i>Gnathopogon argentatus</i>		+	▲		
		17. 蛇鲃 <i>Saurogobio dabryi</i>	√	+	△▲	△▲	△
		18. 吻鲃 <i>Rhinogobio typus</i>		+▲	△▲	△	
		19. 圆筒吻鲃● <i>Rhinogobio cylindricus</i>			△	△▲	△
		20. 棒花鱼 <i>Abbotina rivularis</i>	√	+▲	▲	△▲	△▲
		21. 乐山棒花鱼 <i>Abbottina kiatingensis</i>		+			△▲
		22. 福建棒花鱼 <i>Abbottina fukiensis</i>		+			
		23. 泉水鱼 <i>Pseudogyrincheilus procheilus</i>	√	+△▲	△▲	△▲	△▲
		24. 花鲢 <i>Hemibarbus maculatus</i>		+	△	△▲	△
		25. 唇鲢 <i>Hemibarbus labeo</i>		+	△		△
		26. 银鲃 <i>Xenocypris argentea</i>			△▲	△▲	
		27. 黄尾鲢 <i>Xenocypris davidi</i>		▲	▲		△

附录 7

评价区分布鱼类种类一览表

目	科	种	清渡河	石阡河	乌江段		
					思林	思南桥	沙沱
		28.圆吻鲴 <i>Distoechodon tumirostris</i>		+			
		29.细鳞斜颌鲴 <i>Xenocypris microlepis</i>		+			
		30.云南光唇鱼 <i>Acrossocheilus yunnanensis</i>	√		△▲	△	
		31.宽口光唇鱼● <i>Acrossocheilus monticolus</i>		▲		△	△
		32.厚唇光唇鱼 <i>Acrossocheilus labiatus</i>	√	+			
		33.侧条光唇鱼 <i>Acrossocheilus parallens</i>	√				
		34.小口白甲鱼 <i>Onychostoma lini</i>		+			
		35.南方白甲鱼 <i>Onychostoma gerlachi</i>		▲	△▲		
		36.白甲鱼 <i>Onychostoma sima</i>	√	▲	▲	△	△
		37.稀有白甲鱼 <i>Onychostoma rarum</i>	√				
		38.粗须铲颌鱼 <i>Varicorhinus barbatus</i>			▲		
		39.瓣结鱼 <i>Tor brevifilis</i>		▲	△▲	△	△▲
		40.墨头鱼 <i>Garra pingi</i>			△▲	△	△▲
		41.中华倒刺鲃 <i>Spinibarbus sinensis</i>	√	▲	△▲	△	
		42.翘嘴鲃 <i>Culter alburnus</i>		+	△▲	△▲	△
		43.高体近红鲃● <i>Ancherythroculter kurematsui</i>					▲
		44.麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	√	+△▲	△▲	△▲	△▲
		45.鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	√	+△▲	△▲	△▲	△▲
		46.贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i>				▲	
		47.四川半鲮● <i>Hemiculterella sauvagei</i>			△	▲	
		48.南方拟鲮 <i>Pseudohemiculter dispar</i>		+			
		49.团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i>			△		▲
		50.三角鲂 <i>Megalobrama terminalis</i>			△▲	△	△
		51.银飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>			△	△▲	△
		52.寡鳞飘鱼 <i>Pseudolaubuca engraulis</i>		▲		△	△
		53.长春鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>			△▲	△	
		54.大眼华鳊 <i>Sinibrama macrops</i>		+	△	▲	
		55.南方鳊 <i>Gobiobotia meridionalis</i>		+			
		56.异鳊 <i>Xenophysogobio boulengeri</i>			▲	△	
		57.四川裂腹鱼● <i>Schizothorax kozlovi</i>		▲	△▲	△▲	▲
		58.泸溪直口鲮 <i>Rectoris luxiensis</i>		+			

附录 7

评价区分布鱼类种类一览表

目	科	种	清渡河	石阡河	乌江段		
					思林	思南桥	沙沱
		59.中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>		▲	△	△▲	▲
		60.越南刺鲮 <i>Acanthorhodeus tonkinensis</i>		+			
		61.黑鳍鲮 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>		+	△		
		62.小鲮 <i>Sarcocheilichthys parvus</i>		+			
		63.江西鲮 <i>Sarcocheilichthys kiangsiensis</i>		+			
	(3) 平鳍鳅科 <i>Homalopteridae</i>	64.四川华吸鳅● <i>Sinogastromyzon szechuanensis</i>		▲	△▲		
		65.平舟原缨口鳅 <i>Vanmanenia pingchowensis</i>		+			
		66.短身间吸鳅 <i>Hemimyzon abbreviata</i>			△▲		
		67.犁头鳅 <i>Lepturichthys fimbriata</i>			▲		△
	(4) 鳅科 <i>Cobitidae</i>	68.泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	√	+▲	△▲	▲	△▲
		69.长薄鳅 <i>Leptobotia elongata</i>			△▲	△▲	△▲
		70.中华沙鳅 <i>Botia superciliaris</i>			△▲	△	
		71.宽体沙鳅● <i>Botia reevesae</i>		+			
		72.花斑副沙鳅 <i>Parabotia fasciata</i>		+			
		73.武昌副沙鳅 <i>Parabotia banarescui</i>		+			
		74.短体条鳅 <i>Nemachilus potanini</i>		+			
二、鲇形目 <i>Siluriformes</i>	(5) 鲿科 <i>Bagridae</i>	75.大鳍鲿 <i>Mystus macropterus</i>	√	+	△▲	▲	▲
		76.钝吻鲿 <i>Leiocassis crassirostris</i>			△▲		▲
		77.长吻鲿 <i>Leiocassis longirostris</i>			△▲	▲	
		78.粗吻鲿 <i>Leiocassis crassilabris</i>				△▲	△
		79.黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	√	+	△▲	△▲	▲
		80.瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>		▲	△	△▲	△▲
		81.长脂拟鲿 <i>Pseudobagrus adiposalis</i>		+			
		82.白边拟鲿 <i>Pseudobagrus albomarginatus</i>		+			
		83.切尾拟鲿 <i>Pseudobagrus truncatus</i>		+▲	△▲		
		84.凹尾拟鲿 <i>Pseudobagrus emarginatus</i>		▲	△▲	△	▲△
		85.乌苏里拟鲿 <i>Pseudobagrus ussuriensis</i>		▲	▲	△	△
		86.细体拟鲿 <i>Pseudobagrus pratti</i>		▲	▲		△
	(6) 鲇科 <i>Siluridae</i>	87.鲇 <i>Silurus asotus</i>	√	△▲	△▲	△▲	▲
		88.大口鲇 <i>Silurus meridionalis</i>		+	▲		△▲
	(7) 胡子鲇科 <i>Clariidae</i>	89.胡鲇 <i>Clarias batrachus</i>		▲		△▲	△

附录 7

评价区分布鱼类种类一览表

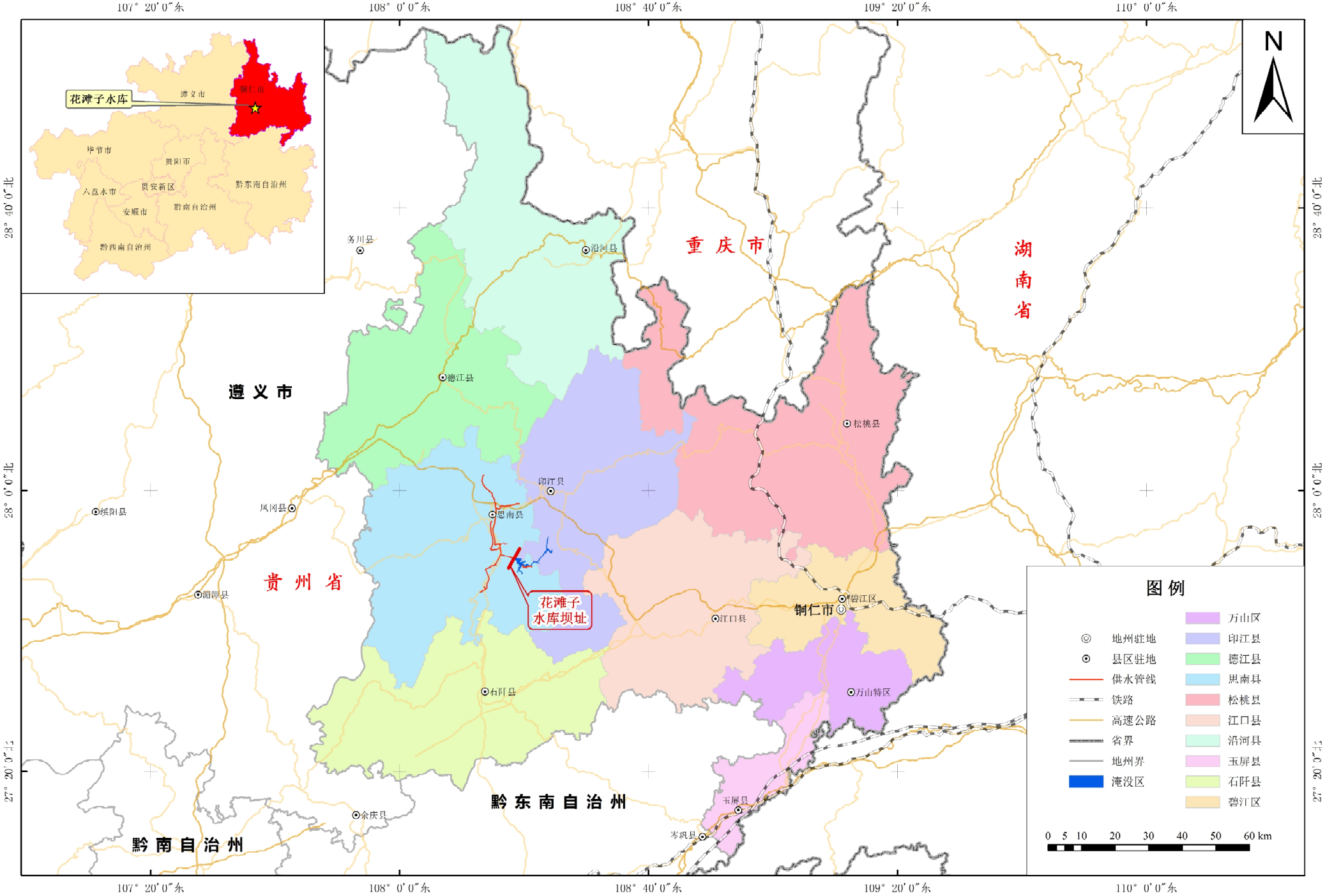
目	科	种	清渡河	石阡河	乌江段		
					思林	思南桥	沙沱
	(8) 鲃科 Sisoridae	90.福建纹胸鲃 <i>Glyptothorax fokiensis</i>		+			
		91.中华纹胸鲃 <i>Glyptothorax sinense</i>			△▲		△
	(9) 鱼央科 Liobagrus	92.白缘鱼央 <i>Liobagrus marginatus</i>			△		▲
		93.黑尾鱼央 <i>Liobagrus nigricauda</i>		▲	△		
三、鲿形目	(10) 青鲿科 Adrianichthyidae	94.青鲿 <i>Oryzias latipes</i>			△	△▲	△▲
四、合鳃鱼目	(11) 合鳃鱼科 Synbranchidae	95.黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	√	△▲	△▲	△▲	△▲
五、鲈形目 Perciformes	(12) 鲈科 Serranidae	96.大眼鲈 <i>Siniperca kneri</i>		+	△▲	△▲	△▲
		97.石鲈 <i>Siniperca whiteheadi</i>	√	+			
		98.斑鲈 <i>Siniperca scherzeri</i>		+	△	△▲	▲
		99.波纹鲈 <i>Siniperca undulate</i>	√	+		▲	
		100.暗鲈 <i>Siniperca obscura</i>		+			
		101.长体鲈 <i>Siniperca roulei</i>		+			
	(13) 鳊科 Channidae	102.乌鳊 <i>Channa argus</i>			△	△▲	
		103.月鳊 <i>Channa asiatica</i>					▲
	(14) 刺鲃科 Mastacembelidae	104.刺鲃 <i>Mastacembelus aculeatus</i>		+			
	(15) 塘鳢科 Eleotridae	105.黄魮 <i>Micropercops swinhonis</i>		+			
	(16) 丽鱼科 Cichlidae	106.尼罗非鲫☆ <i>Oreochromis niloticus</i>	√				
	(17) 鰕虎鱼科 Bobiidae	107.子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>			△▲	▲	▲
		108.普栉鰕虎鱼 <i>Ctenogobius giurinus</i>	√	+▲	▲△	▲△	△
		109.洞庭栉鰕虎鱼 <i>Ctenogobius cliffordpopei</i>		+			

注：本次清渡河流域鱼类采用水生生态专题调查成果（调查时间为 2017 年 7 月、2018 年 4 月）；乌江鱼类资料来源为《乌江沙沱水电站环境影响报告书》（水生生态调查时间分别为 2003 年 11 月、2004 年 3 月和 5 月）、《乌江沙沱水电站竣工环境保护验收调查报告》（水生生态调查时间 2013 年 11 月）；石阡河鱼类资料来自《贵州省思南县龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区考察报告》和《乌江沙沱水电站竣工环境保护验收调查报告》（水生生态调查时间 2013 年 11 月）中水生生态调查成果。

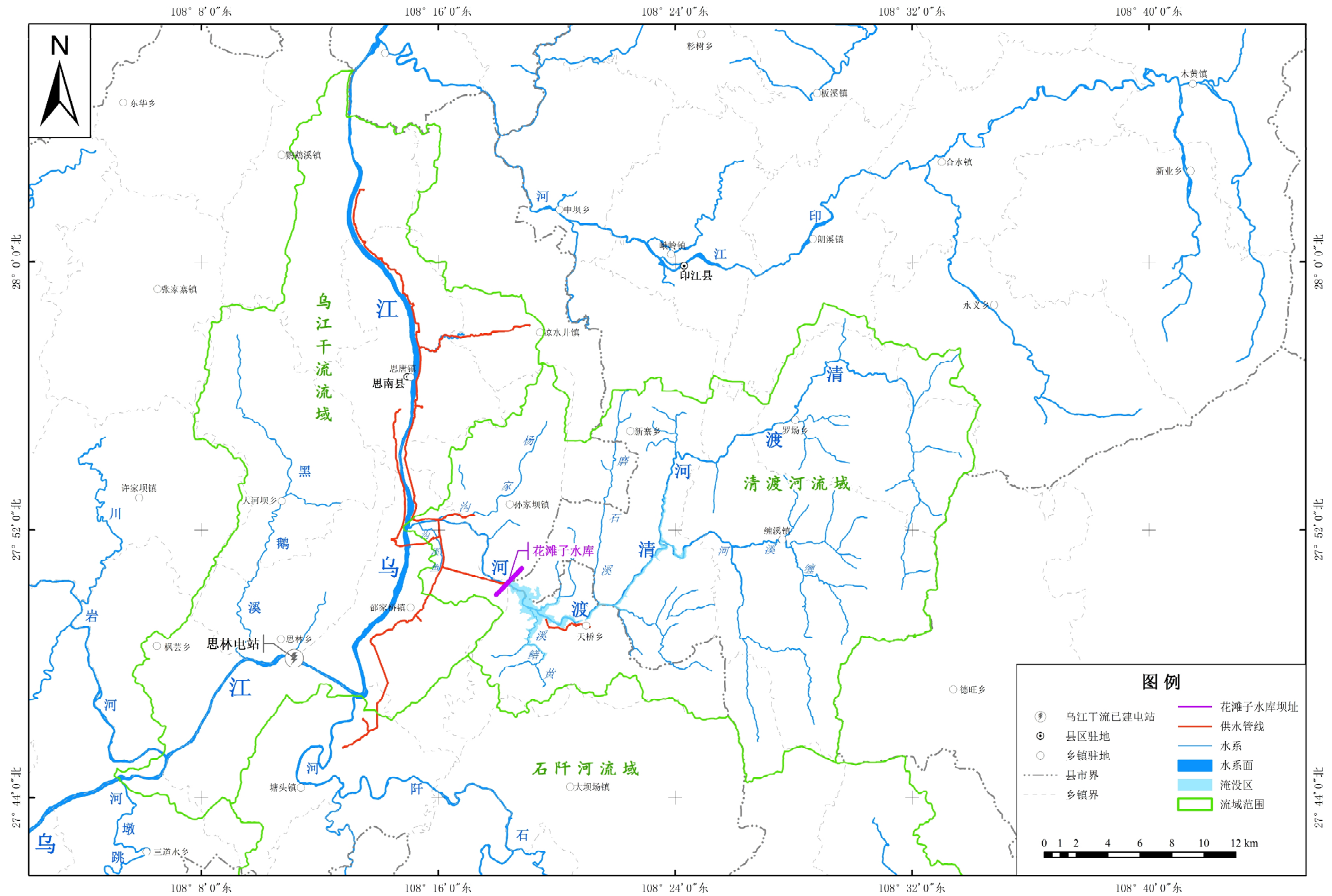
“√”表示本次清渡河流域水生生态专题调查成果（调查时间为 2017 年 7 月、2018 年 4 月）；“△”表示《乌江沙沱水电站竣工环境保护验收调查报告》中环评阶段调查到或访问存在的种类（2003 年 11 月、2004 年 3 月和 5 月）；“▲”表示《乌江沙沱水电站竣工环境保护验收调查报告》中试运行调查到或访问存在的种类（2013 年 11 月）；“+”表示《贵州省思南县龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区考察报告》中石阡河（龙底江）调查到的物种（2013 年 8 月）。

“*”为国家 II 级保护动物；“●”表示长江上游特有鱼类；“☆”表示外来物种。

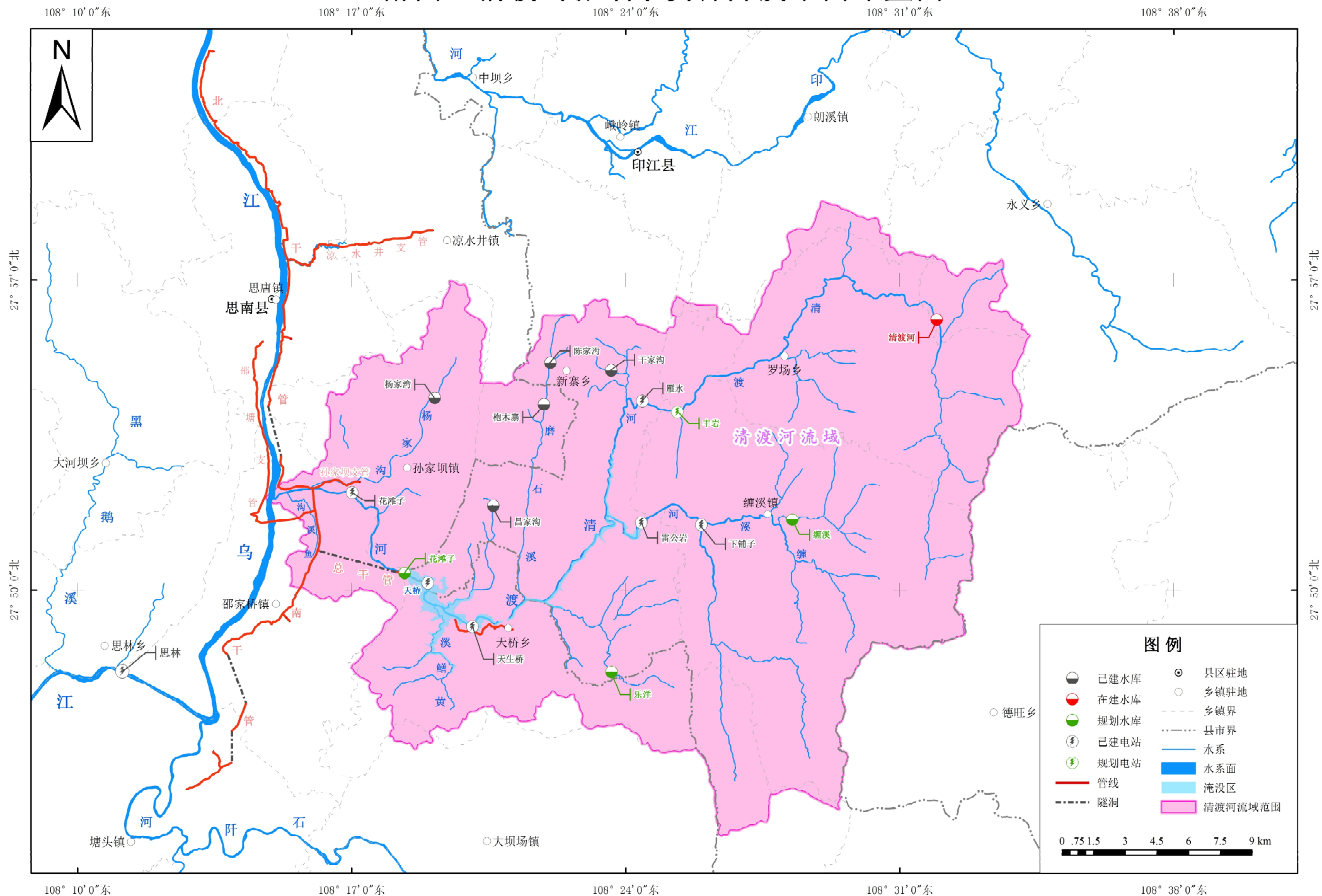
附图1 花滩子水库工程地理位置图



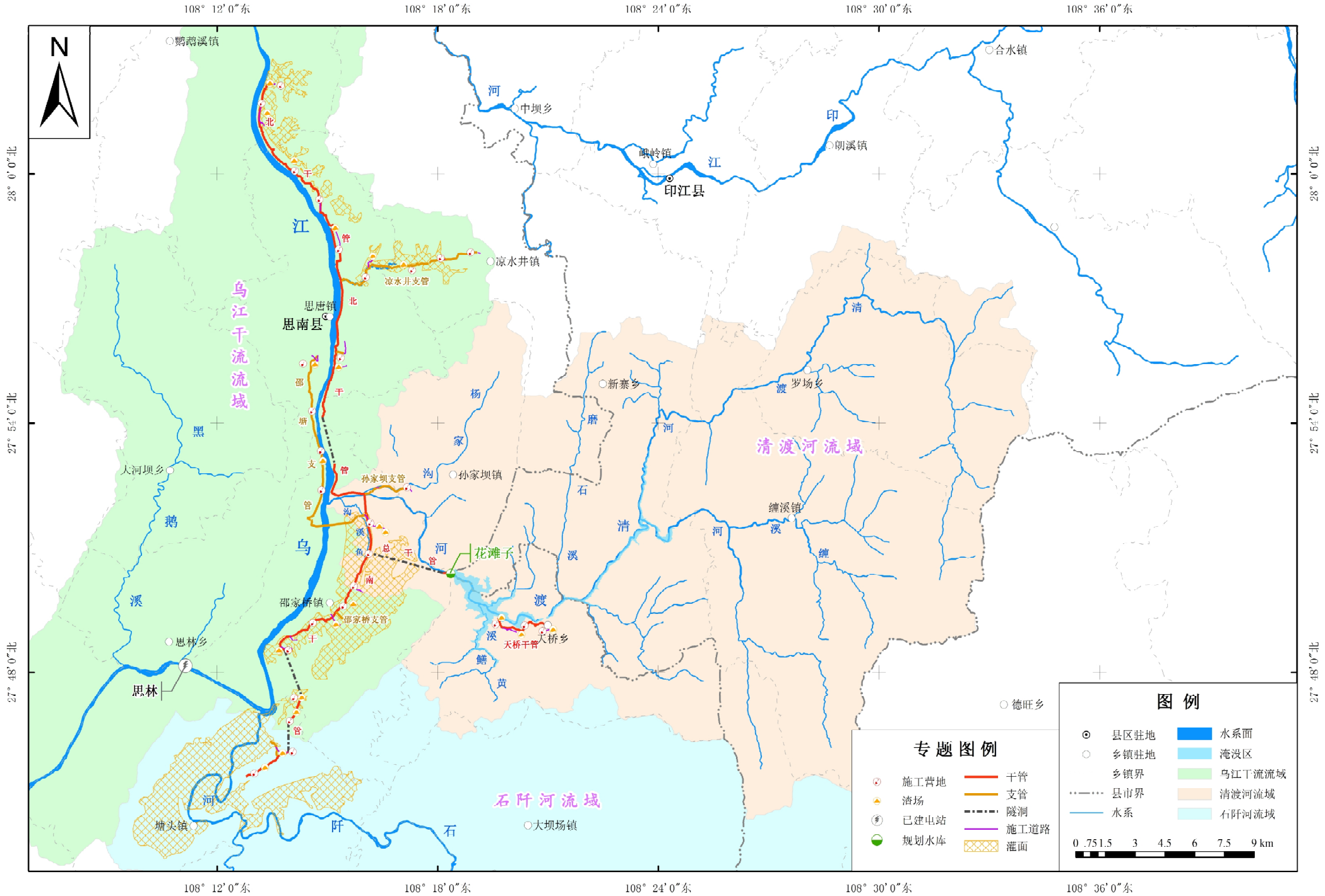
附图2 花滩子水库工程区域水系图



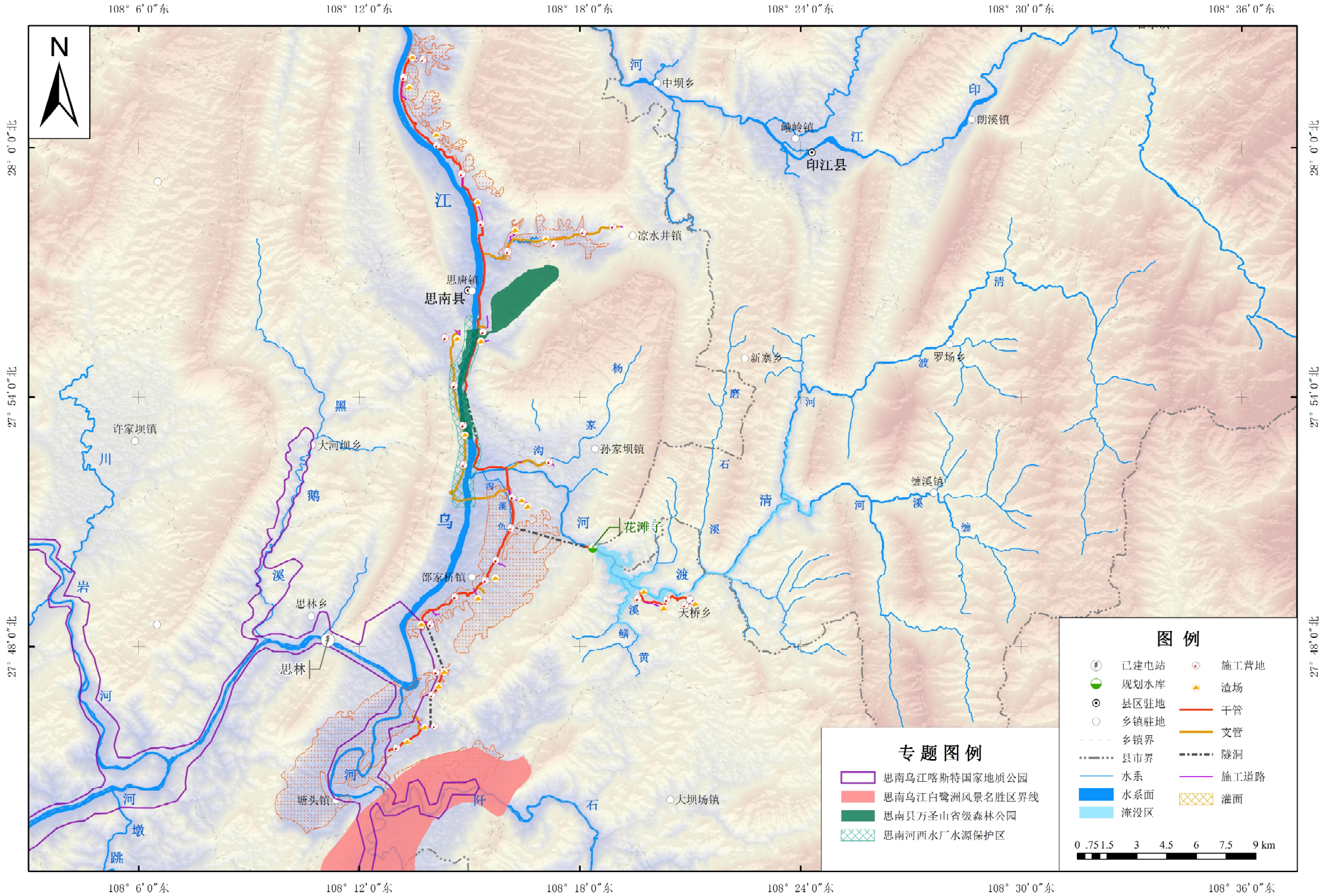
附图3 清渡河流域水资源开发平面布置图



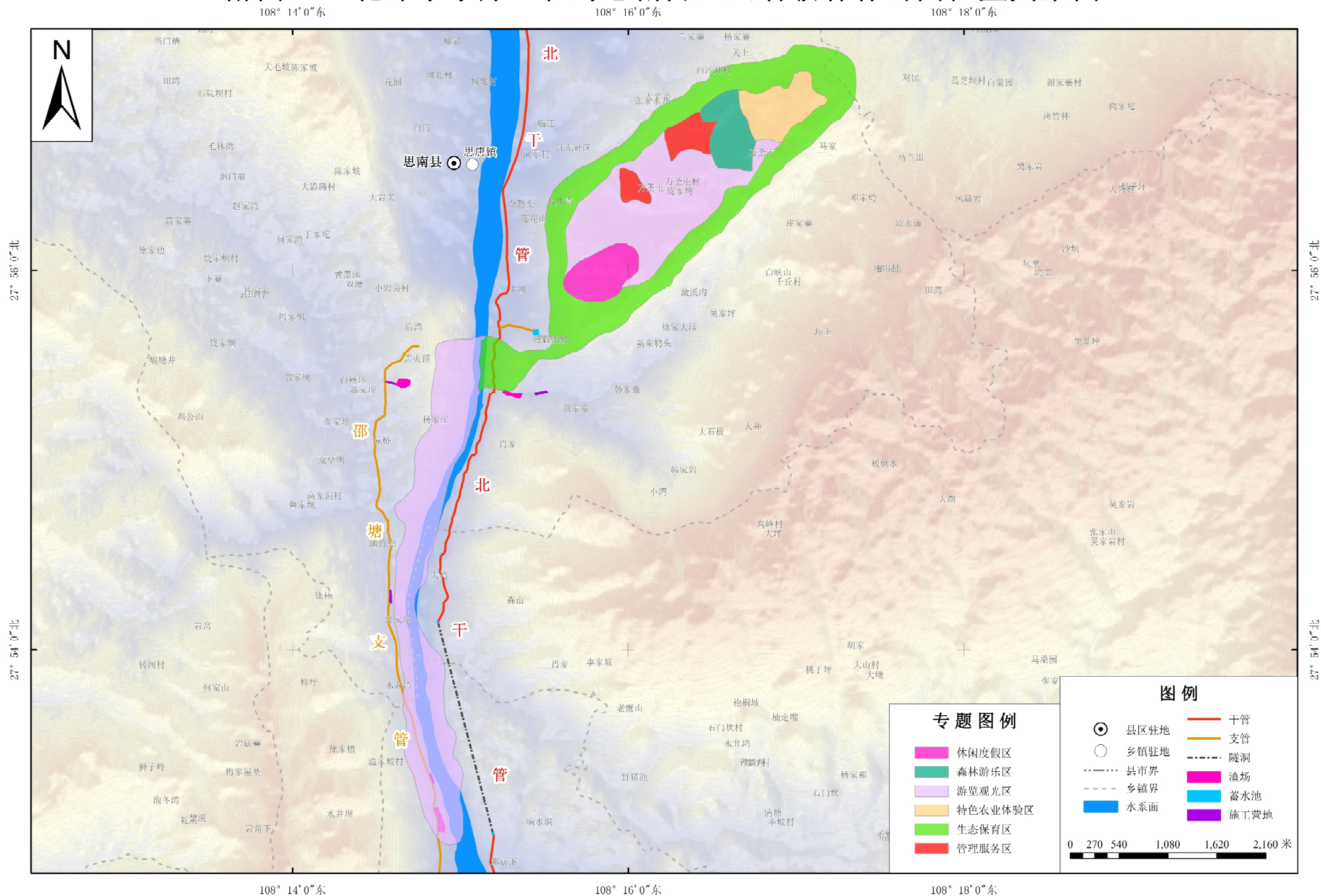
附图4 花滩子水库工程总平面布置图



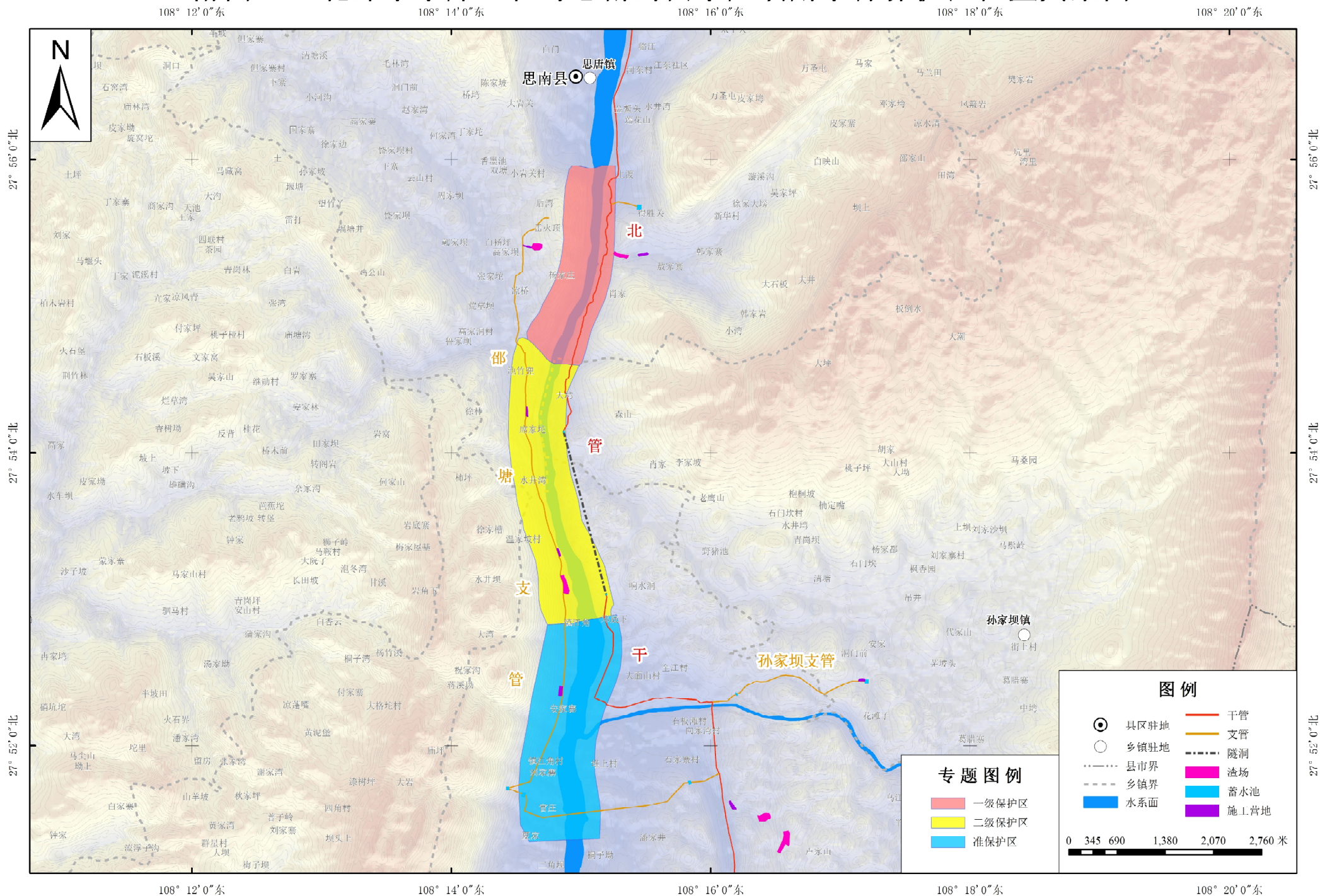
附图5-1 花滩子水库工程外环境关系图



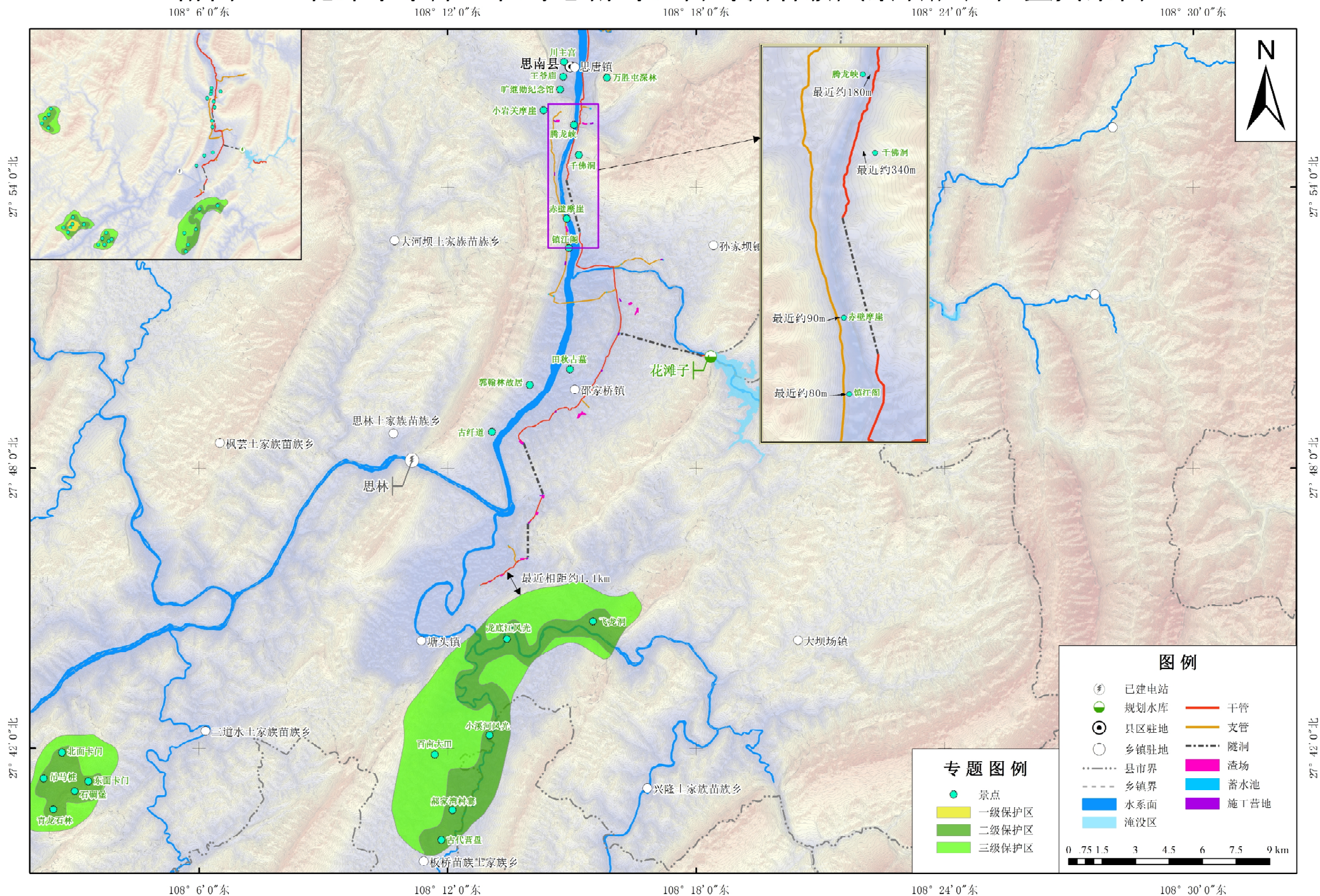
附图5-2 花滩子水库工程与思南万圣山省级森林公园位置关系图



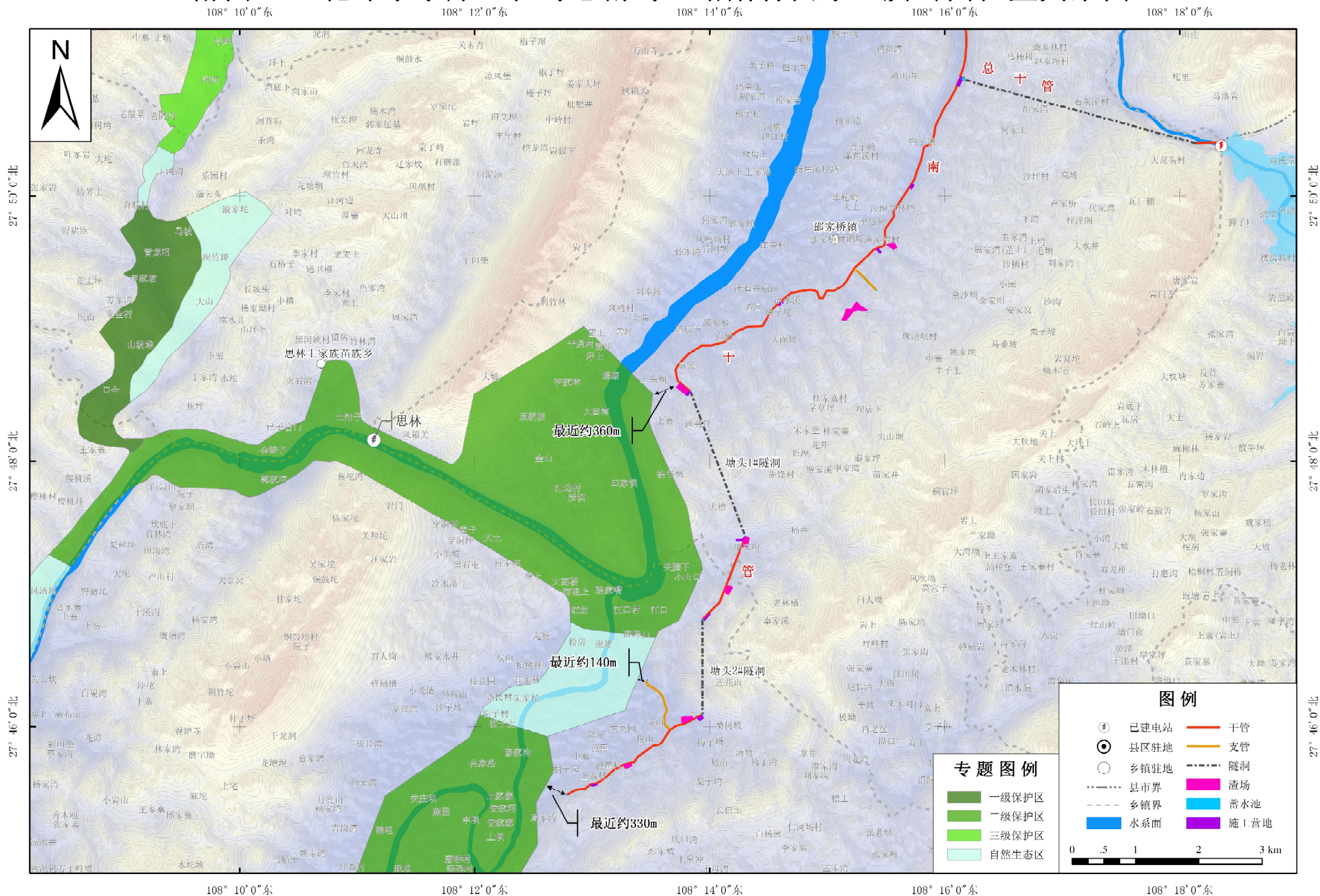
附图5-3 花滩子水库工程与思南河西水厂饮用水水源保护区位置关系图



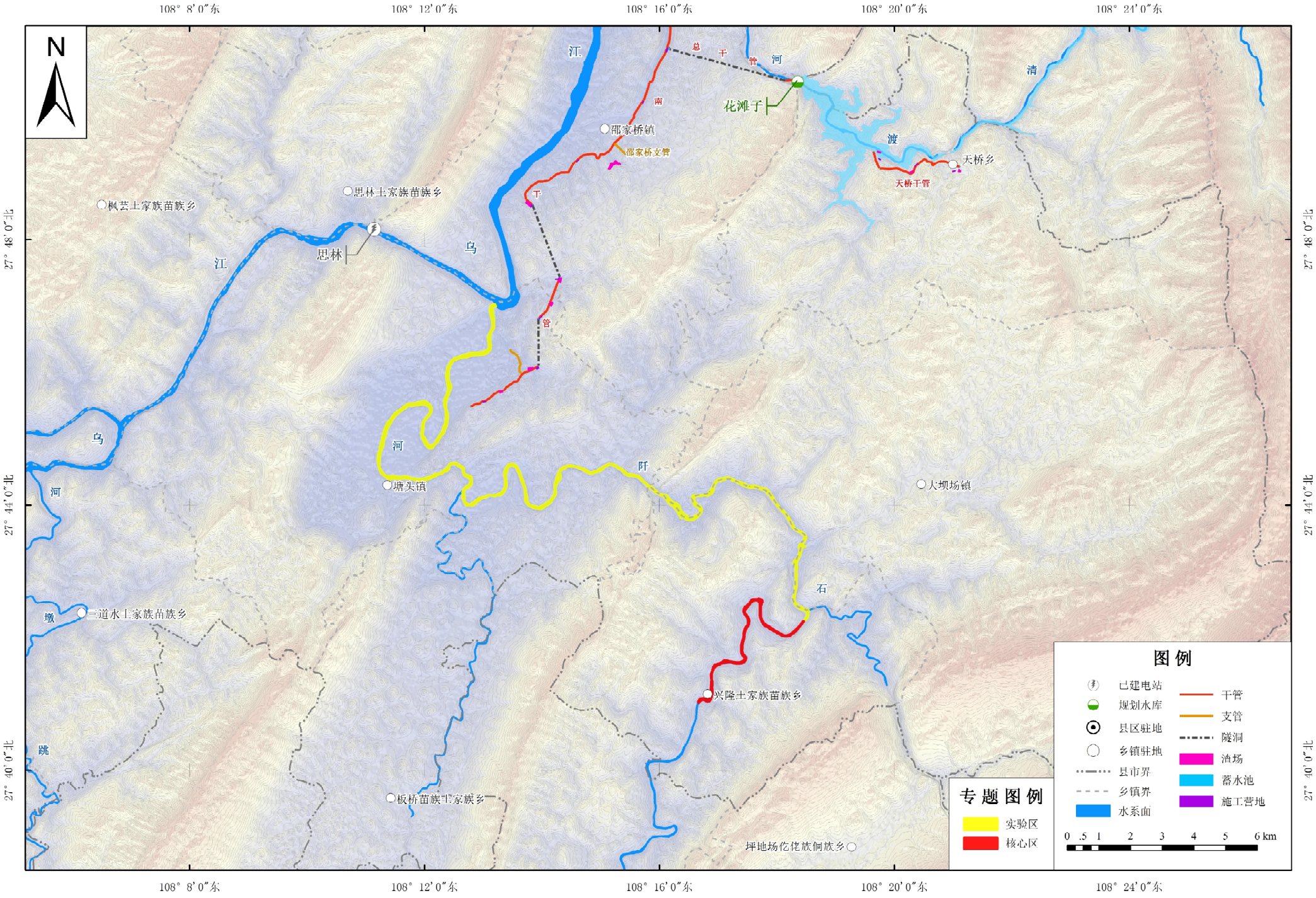
附图5-4 花滩子水库工程与思南乌江白鹭洲省级风景名胜区位关系图



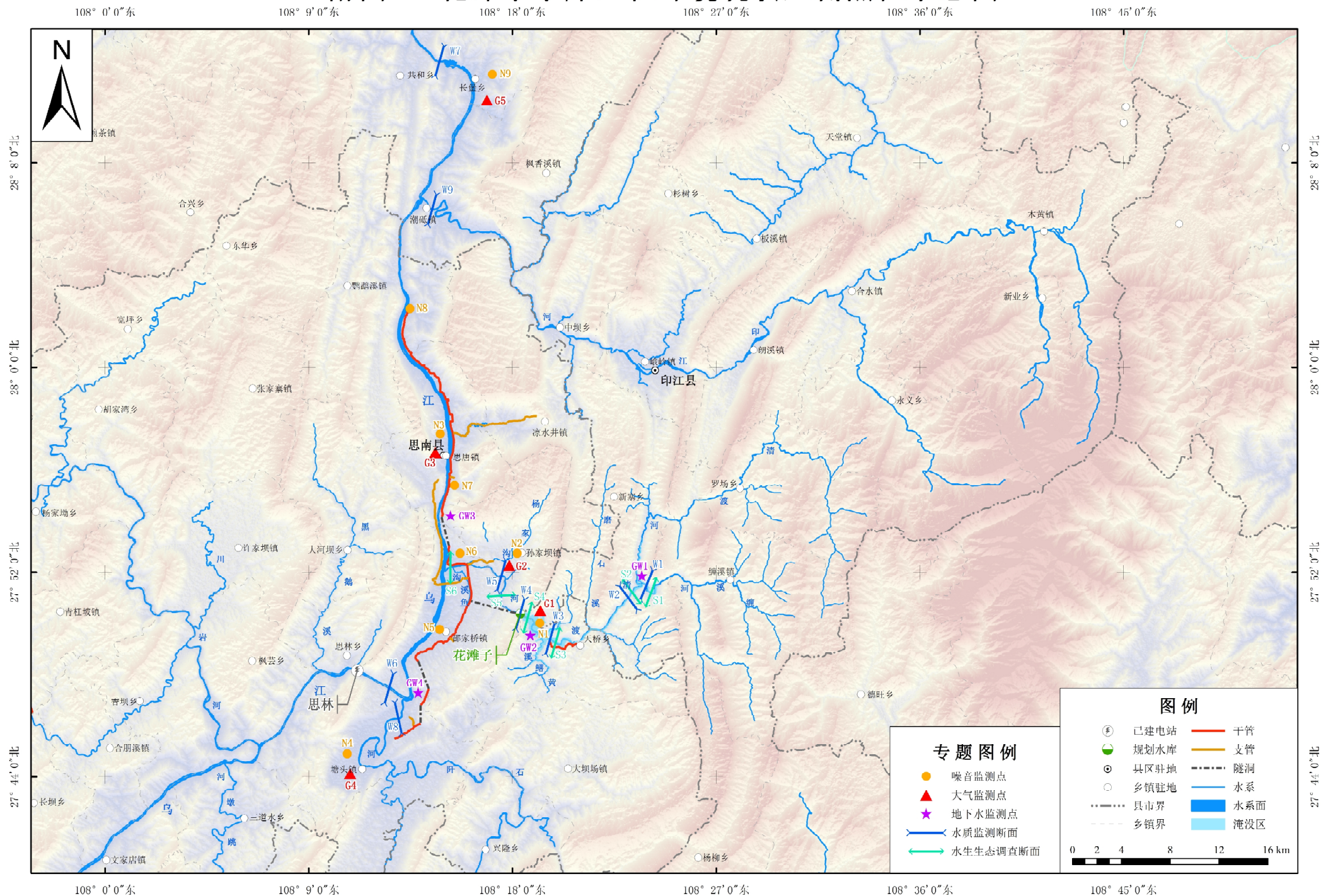
附图5-5 花滩子水库工程与思南乌江喀斯特国家地质公园位置关系图



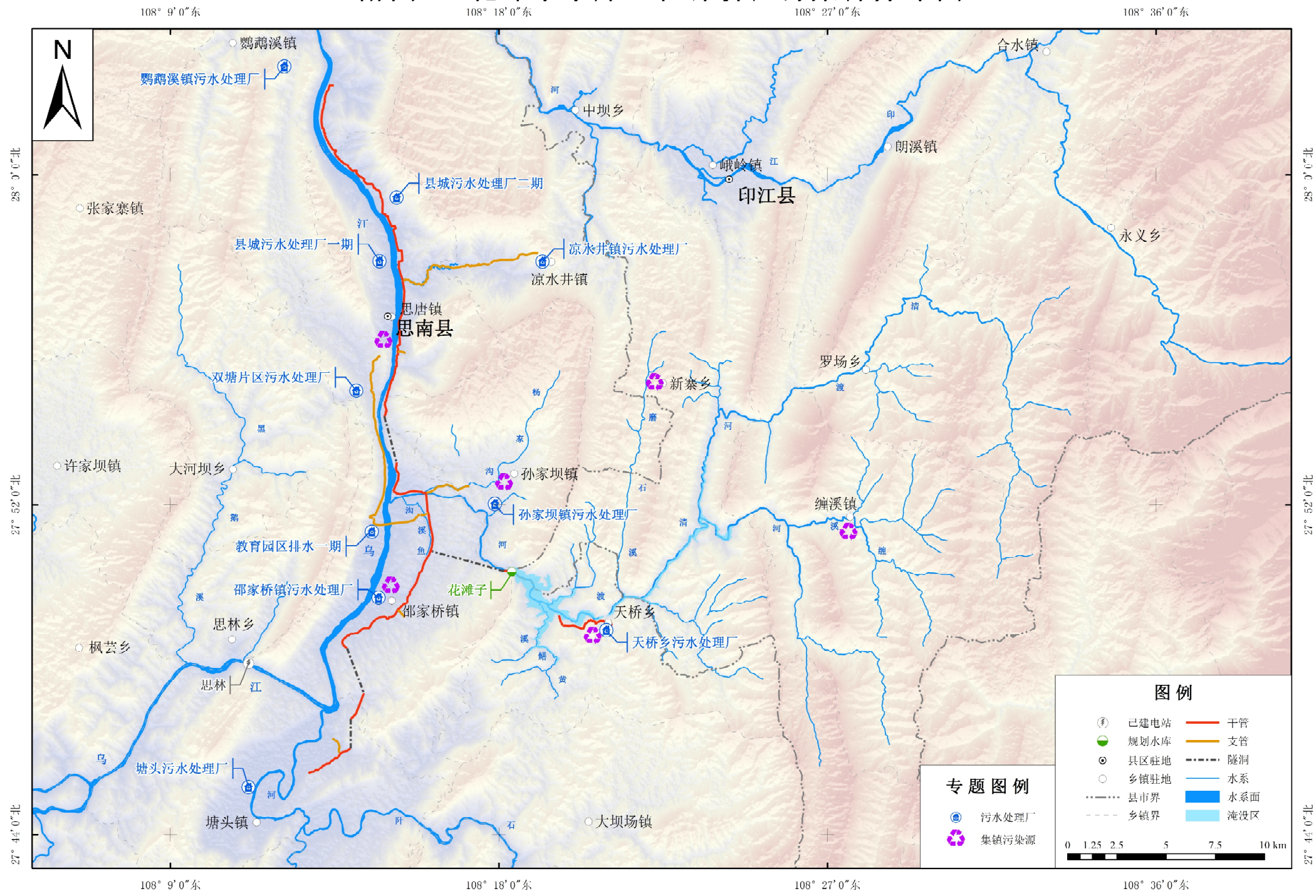
附图5-6 花滩子水库工程与龙底江黄颡鱼大口鲶国家级水产种质资源保护区位置关系图



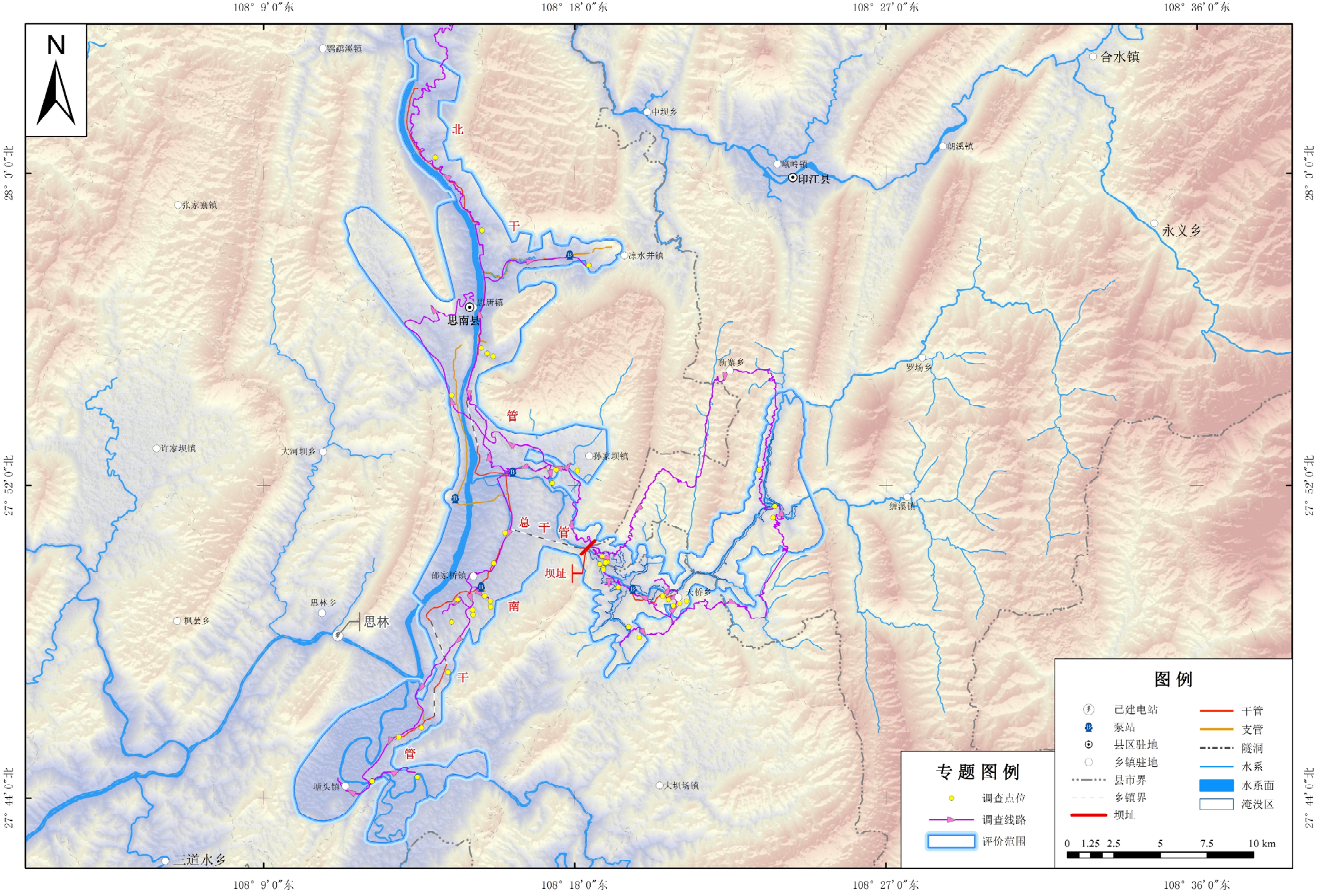
附图14 花滩子水库工程环境现状监测点位示意图



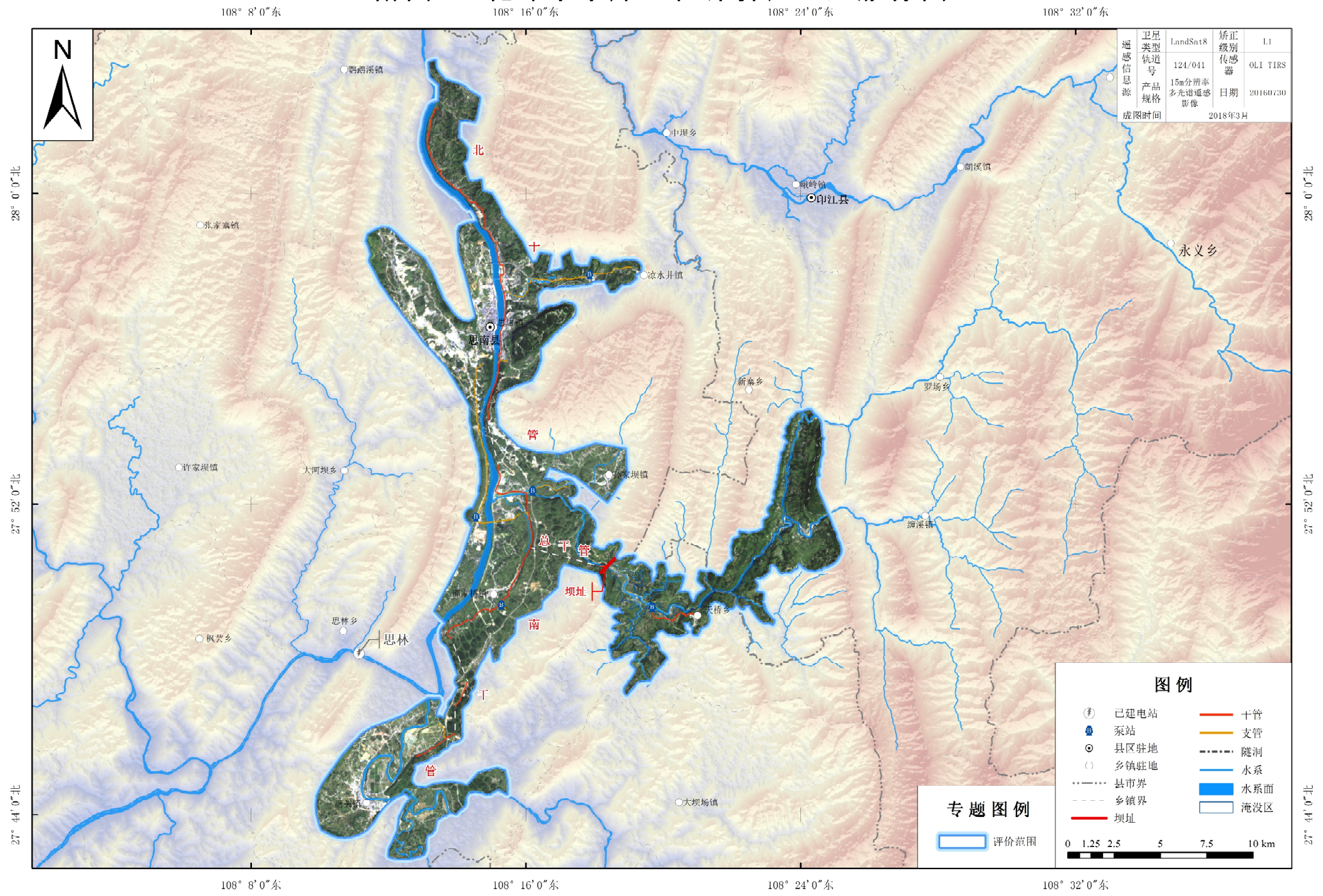
附图15 花滩子水库工程评价区污染源分布图



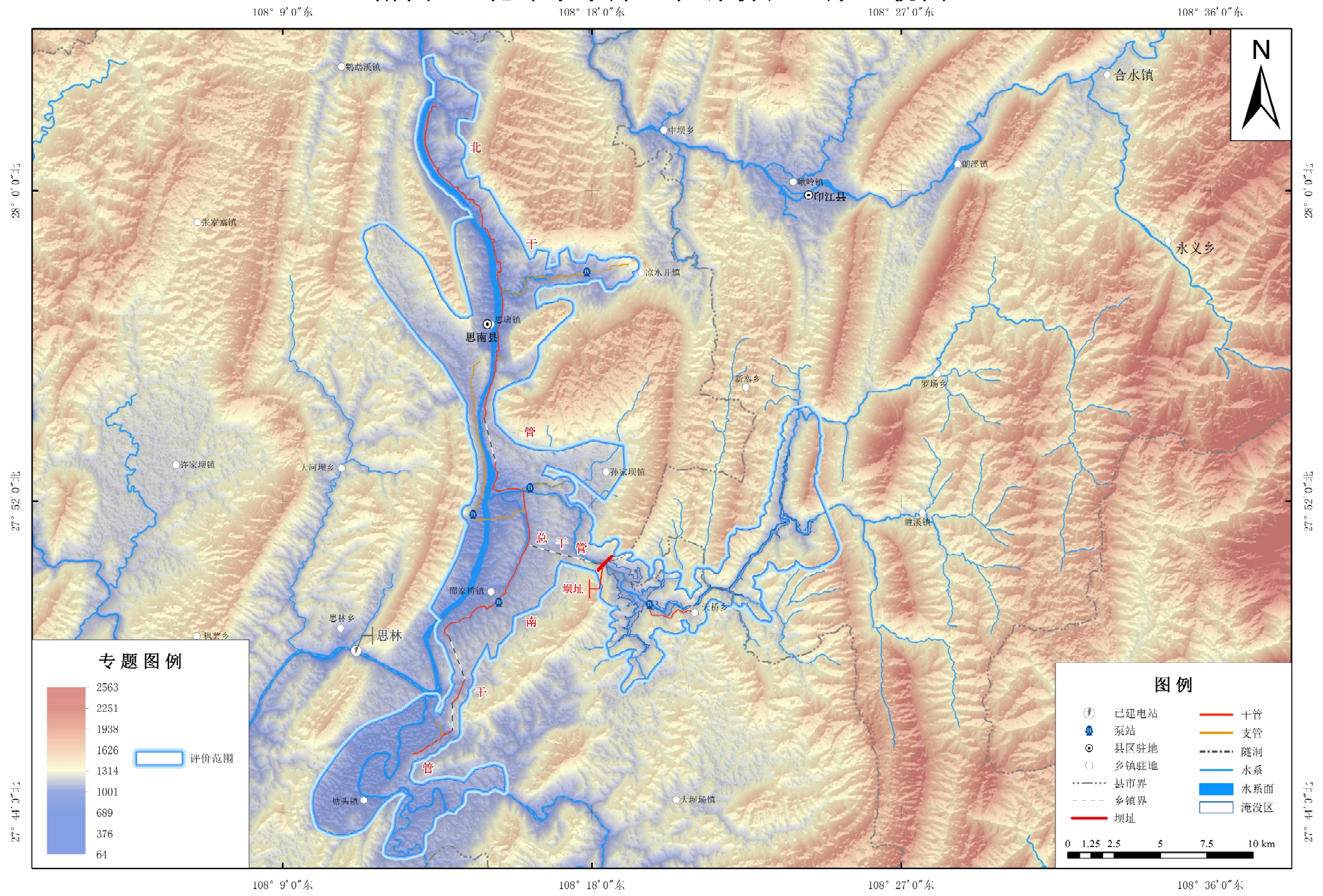
附图16 贵州省铜仁市花滩子水库工程评价区调查线路与调查点位分布图



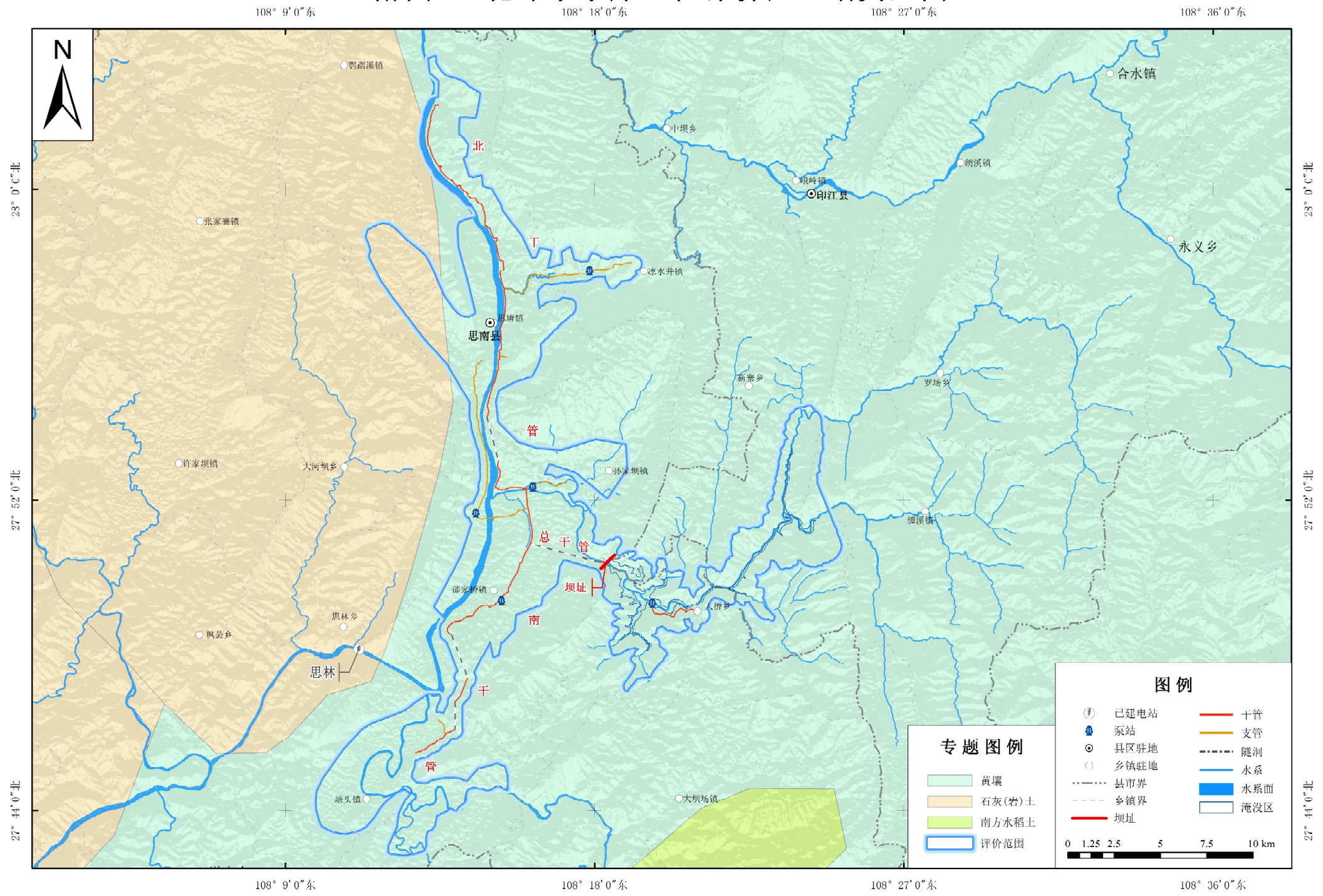
附图17 花滩子水库工程评价区卫星影像图



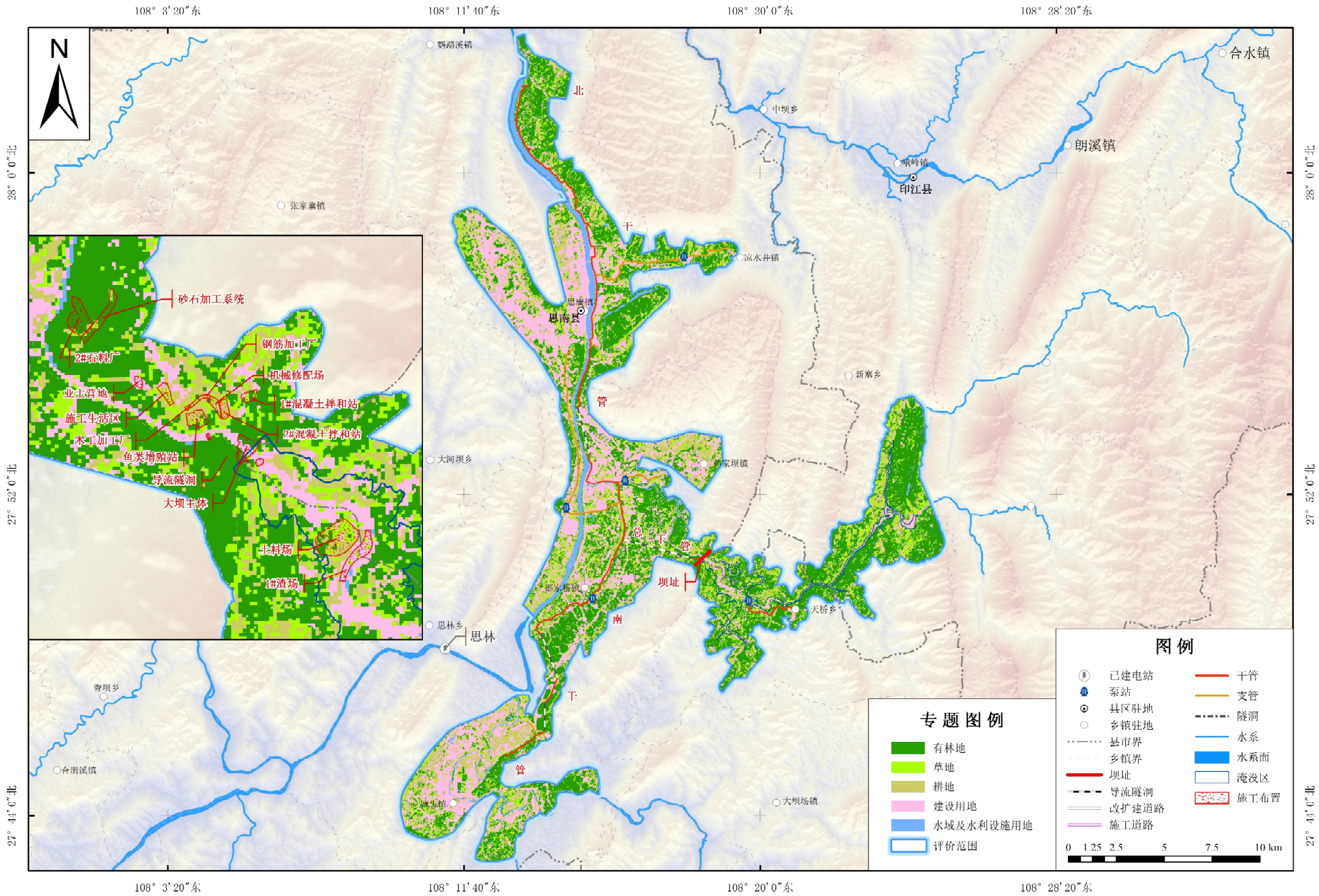
附图18 花滩子水库工程评价区地形地貌图



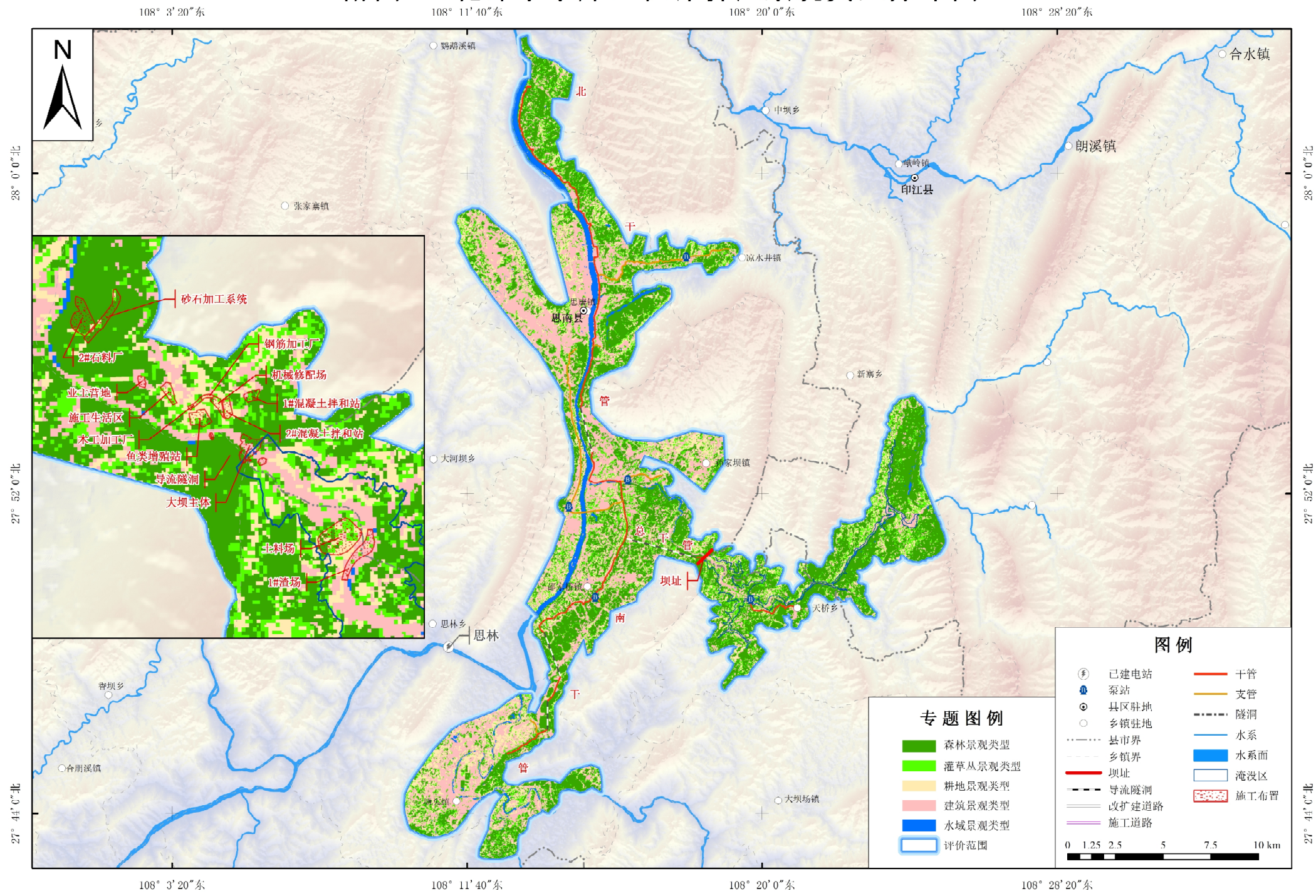
附图19 花滩子水库工程评价区土壤类型图



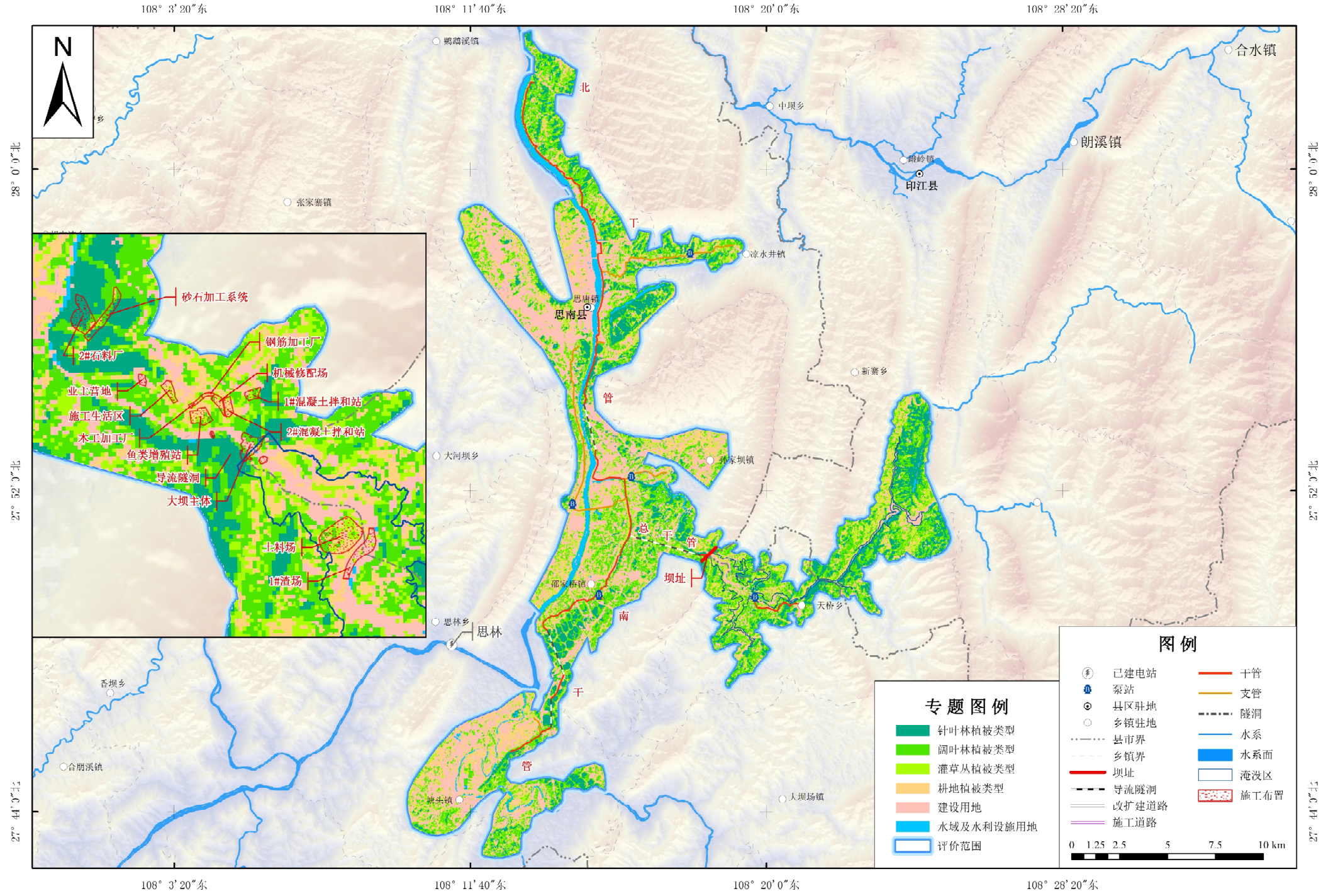
附图20 花滩子水库工程评价区土地利用现状图



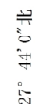
附图21 花滩子水库工程评价区景观类型分布图



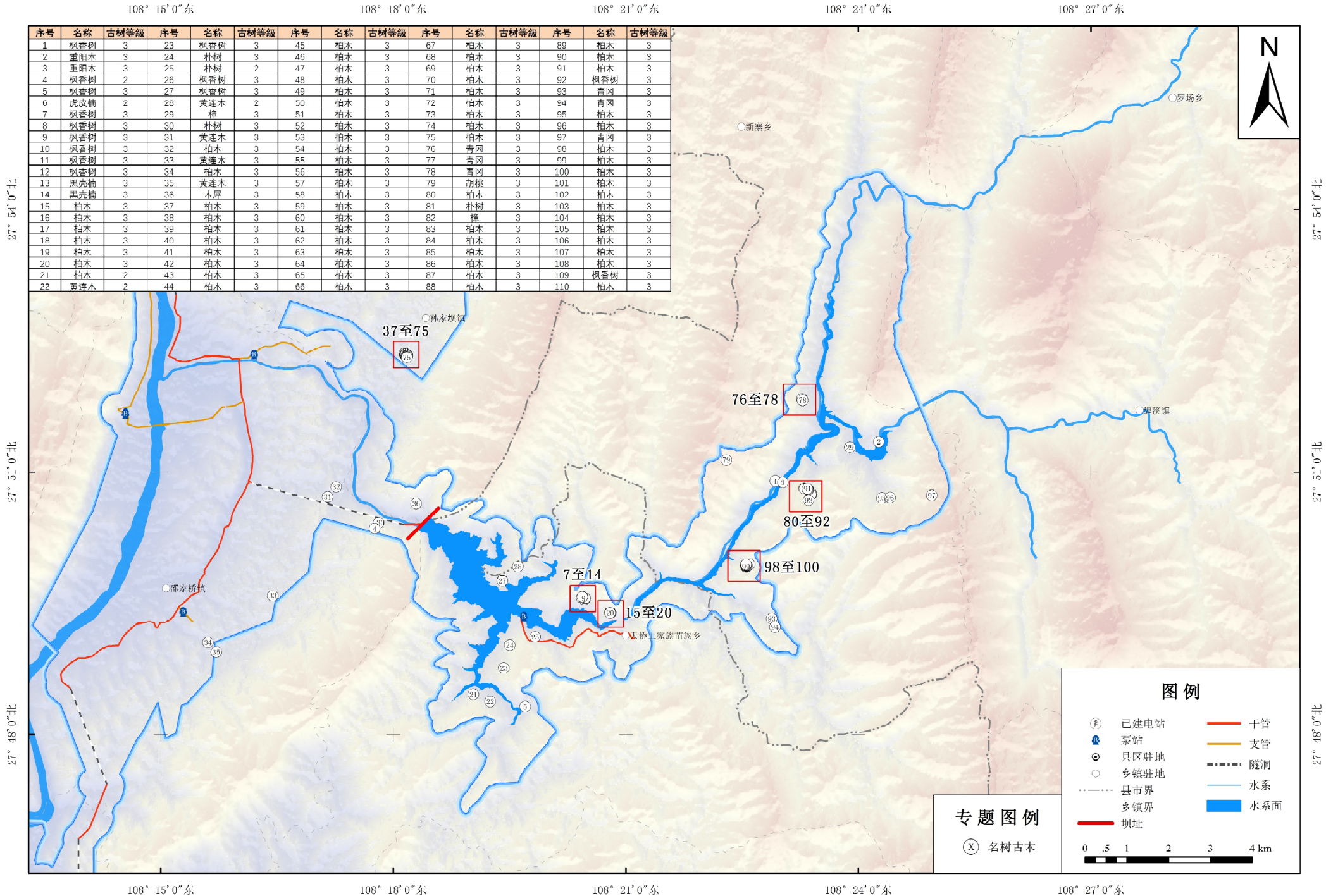
附图22 花滩子水库工程评价区植被类型分布图



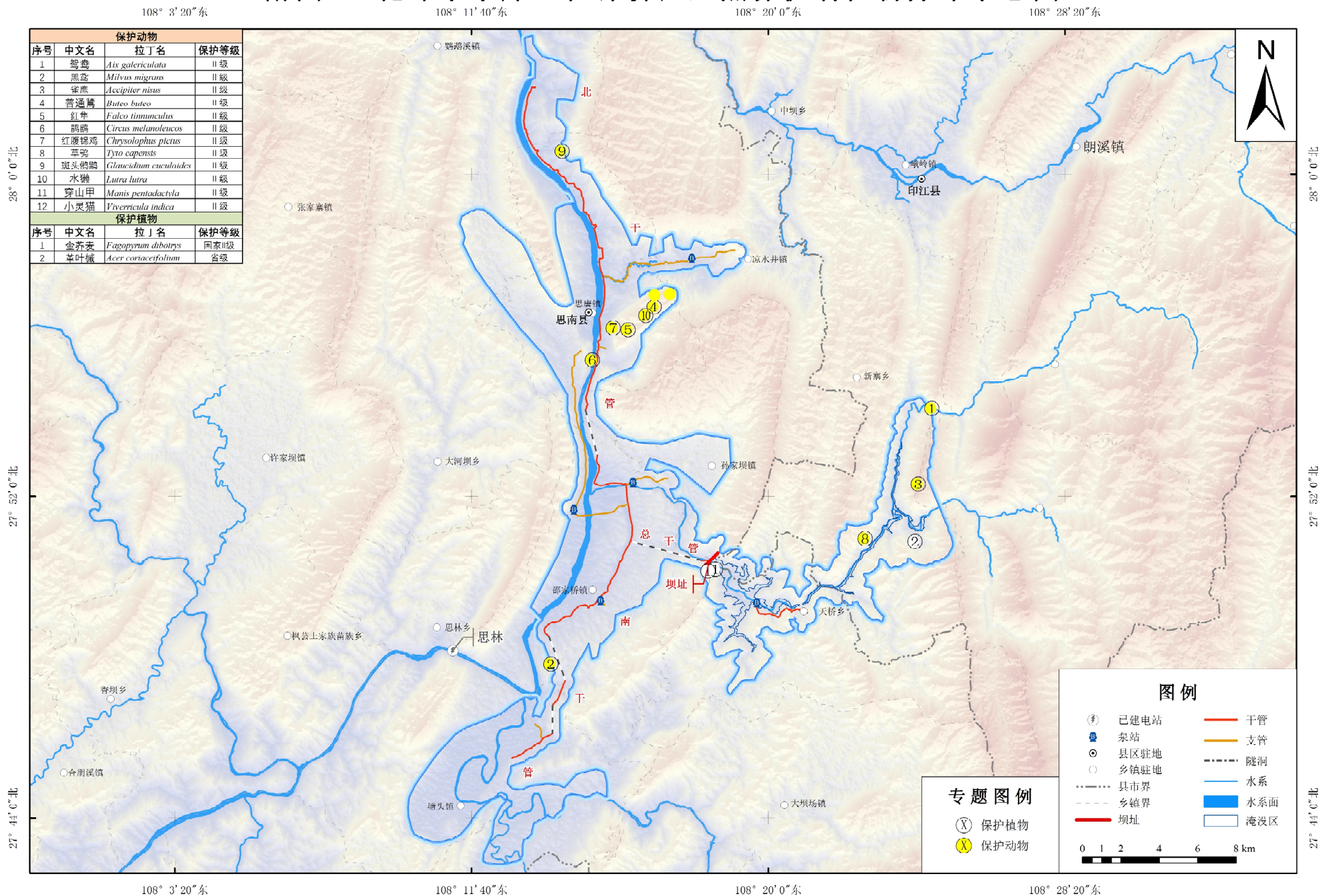
108° 28' 20"东



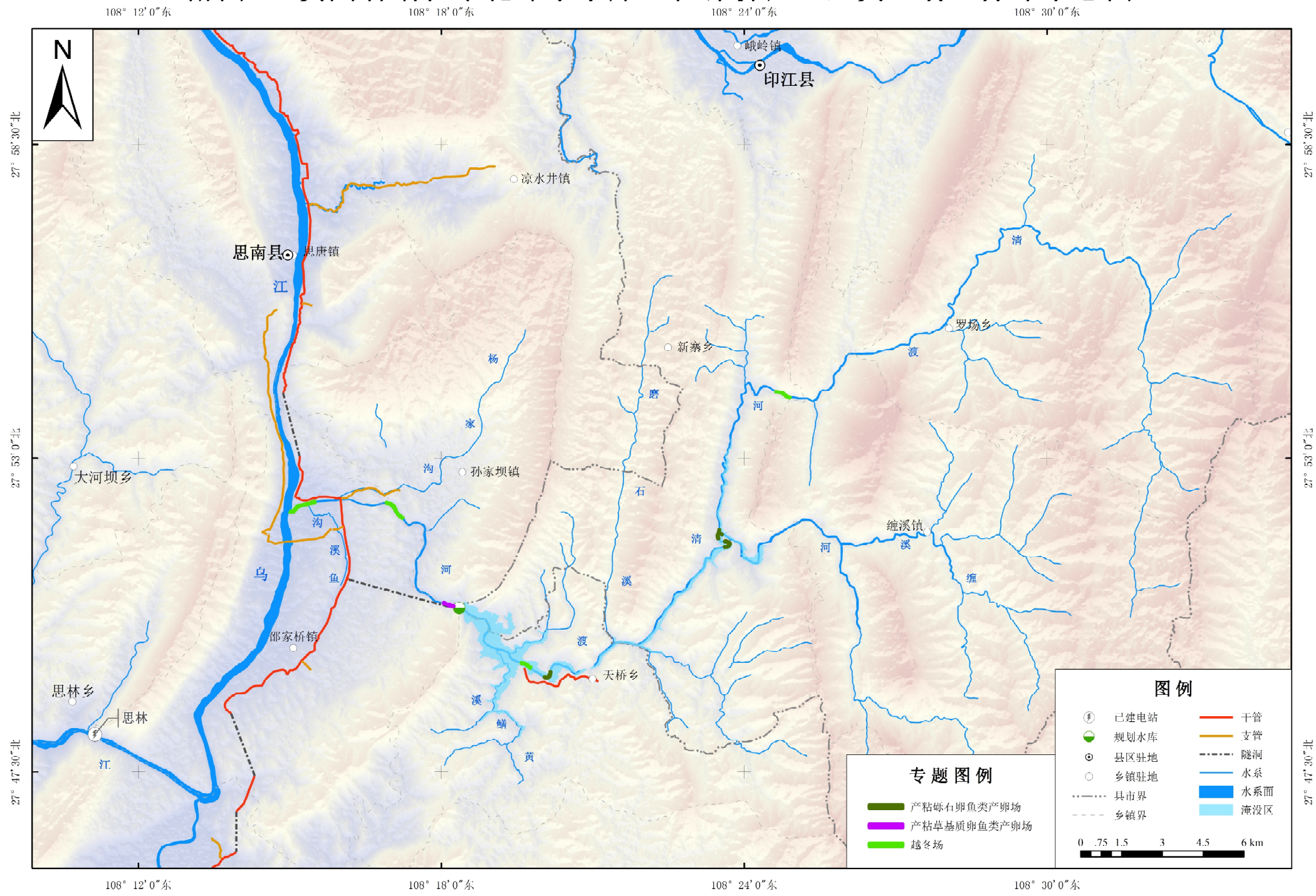
附图24 花滩子水库工程评价区古树名木分布图



附图25 花滩子水库工程评价区重点保护动植物分布示意图



附图26 贵州省铜仁市花滩子水库工程评价区“鱼类三场”分布示意图



108° 12' 0"东 108° 18' 0"东 108° 24' 0"东 108° 30' 0"东 108° 36' 0"东

