

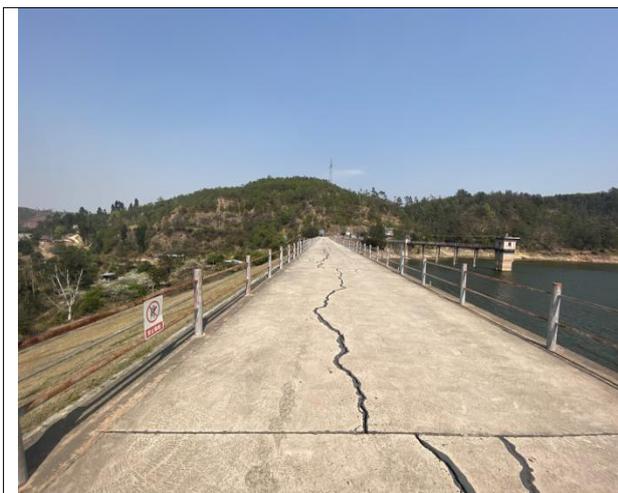
楚雄市中石坝水库扩建工程
环境影响报告书
(送审稿)

建设单位：楚雄市水务局

环评单位：云南绿盟环保技术咨询有限公司

2025年1月

现场照片



现有水库拦河坝



现有溢洪道



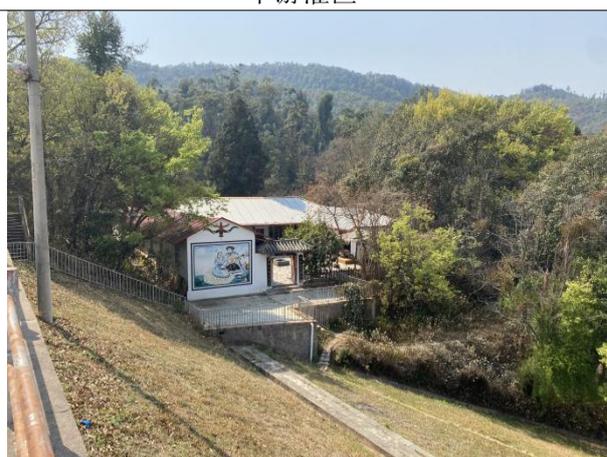
现有溢洪道闸室



下游灌区



现有管理区公厕（水冲厕）



坝址处农家乐（扩建时拆除）



拟防护耕地区



扩容后淹没库尾



项目负责人看现场（进库道路）



项目负责人看现场（生态调查）



项目负责人看现场（敏感目标调查）



目 录

概述	1
1、项目由来及特点	1
2、环境影响评价过程	2
3、分析判定相关情况	3
4、本项目关注的主要环境问题	4
5、环境影响评价主要结论	4
1 总则	6
1.1编制依据	6
1.2评价目的和原则	12
1.3环境影响因素识别及评价因子筛选	14
1.4评价标准	16
1.5评价工作等级	20
1.6评价范围	26
1.7环境敏感区域及保护目标	28
1.8评价时段和评价重点	32
1.9评价重点	32
1.10评价程序	32
2 现有工程概况	34
2.1现有中石坝水库建设过程	34
2.2现有工程建设内容	35
2.3现有工程特性	36
2.4项目现有工程供水对象概况	38
2.5现有工程环境回顾性分析及存在问题	39
3 扩建工程概况	42
3.1扩建工程基本概况	42
3.2流域概况	42
3.3工程任务及规模	52
3.4水库调度方式	65
3.5工程主要组成和特性	69

3.6工程总平面布置及主要构筑物	79
3.7工程施工组织	88
3.8工程占地与移民安置	99
3.9工程投资	103
4工程分析	104
4.1与政策、规划符合性分析	104
4.2工程方案的环境合理性分析	141
4.3水资源配置的合理性分析	147
4.4移民安置合理性分析	155
4.5施工期工程分析	155
4.6运行期环境影响源分析	168
5区域环境现状	178
5.1自然环境概况	178
5.2区域水污染源现状调查	199
5.3环境质量现状调查与评价	203
6环境影响评价	290
6.1地表水环境影响分析	290
6.2地下水环境影响分析	362
6.3大气环境影响分析	365
6.4声环境影响分析	368
6.5固体废物环境影响分析	379
6.6土壤环境影响分析	381
6.7生态环境影响分析	384
6.8环境风险影响分析	404
6.9社会环境影响分析	408
6.10移民安置影响分析	409
6.11专业项目建设影响分析	410
6.12水土流失影响分析	411
7环境保护措施	417
7.1水环境保护措施	417

7.2地下水环境保护措施	421
7.3大气环境保护措施	422
7.4声环境保护措施	424
7.5固体废弃物处理措施	425
7.6土壤环境保护措施	426
7.7生态环境保护措施	427
7.8环境风险防范措施	446
7.9人群健康保护措施	447
7.10移民安置环境保护措施	449
7.11水土流失防治措施	449
7.12环保措施总结	455
8环境保护投资估算及经济损益分析	462
8.1社会效益分析	462
8.2经济效益分析	463
8.3生态环境效益	465
8.4环境影响经济损益分析的结论	469
9环境管理与监测计划	470
9.1环境管理	470
9.2环境监理	474
9.3环境监测	476
9.4竣工验收	480
10总结论	485
10.1项目概况	485
10.2工程分析结论	487
10.3环境现状评价结论	487
10.4主要环境影响预测结论	490
10.5主要环境保护措施	501
10.6环境保护投资	505
10.7公众参与	505
10.8总结论	506

附表

- 附表1：建设项目环评审批基础信息表
- 附表2：地表水环境影响评价自查表
- 附表3：大气环境影响评价自查表
- 附表4：声环境影响评价自查表
- 附表5：土壤环境影响评价自查表
- 附表6：生态环境影响评价自查表
- 附表7：建设项目环境风险简单分析内容表
- 附表8：项目陆生生态样方样线调查记录表
- 附表9：动物样线调查记录表

附件

- 附件1：环评委托书及合同
- 附件2：楚雄州发展和改革委员会关于楚雄市中石坝水库扩建工程建设征地移民安置规划大纲的批复
- 附件3：楚雄州楚雄市中石坝水库扩建工程洪水影响评价报告审查意见及水工程建设规划同意书
- 附件4：楚雄州水务局关于楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告的审查意见
- 附件5：楚雄州发展和改革委员会关于楚雄市中石坝水库工程扩建工程可行性研究报告的批复
- 附件6：楚雄市中石坝水库用地预审及选址意见书
- 附件7：楚雄市林业和草原局关于中石坝水库扩建永久临时用地不涉及占用自然保护区、风景名胜区的情况说明
- 附件8：楚雄市文化和旅游局关于中石坝水库扩建用地区域的文物意见书
- 附件9：楚雄市自然资源局关于楚雄市中石坝水库扩建工程查询三区三线的情况说明
- 附件10：中石坝水库近3年水质状况监测报告

- 附件11：环境质量现状补测报告
- 附件12：内部审查表
- 附件13：环评工作进度表
- 附件14：楚雄市中石坝水库扩建工程环境影响评价报告书评审会专家意见
- 附件15：专家组意见及修改对照表
- 附件15-1：个人专家意见修改对照表—陈杰
- 附件15-2：个人专家意见修改对照表—陈弦
- 附件15-3：个人专家意见修改对照表—陈自明

附图

- 附图1：项目地理位置图
- 附图2：评价区地表水系图
- 附图3-1：项目总平面布置图
- 附图3-2：中石坝水库扩建工程枢纽工程平面布置图
- 附图3-3：中石坝水库扩建工程右岸原输水隧洞平面布置图
- 附图3-4：中石坝水库扩建工程左岸新建输水隧洞平面布置图
- 附图3-5：生态水量放水管平面布置图
- 附图3-6：中石坝水库扩建工程施工布置图
- 附图3-7：中石坝水库工程主要计量监测设施布置图
- 附图4：中石坝水库扩建工程规划区供水线路及供水范围图
- 附图5：中石坝水库扩建工程评价范围图
- 附件6：中石坝水库扩建工程区水文地质图
- 附图7：项目保护目标分布图
- 附图8：中石坝水库扩建工程规划区水量配置图
- 附图9：项目环境质量现状监测布点图
- 附图10：评价区土地利用现状图
- 附图11：生态调查轨迹和样方样线分布图
- 附图12：评价区植被类型现状图
- 附图13：评价区生态系统现状分布图
- 附图14：云南省生态功能区划叠图

附图15：云南省主体功能区划叠图

附图16：云南省生物多样性保护优先区域叠图

附图17：中石坝水库扩建工程生态分区叠图

附录

附录1：评价区维管植物名录

附录2：评价区陆栖脊椎动物名录

附录3：中石坝水库项目调查区域浮游植物名录

附录4：中石坝水库项目涉及浮游动物名录

附录5：中石坝水库项目涉及底栖动物名录

概述

1、项目由来及特点

中石坝水库建设于1957年，位于楚雄市境内的龙川江一级支流青龙河上游，属金沙江水系，地处楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，坝址地理坐标东经101°34'23.52"、北纬24°58'5.52"，水库坝址距下游城区12km。

中石坝水库工程于1957年10月动工兴建，大坝于1958年4月完工，溢洪道于1964年完工，高涵于1965年完工。大坝于1959年、1968年两次进行了灌浆处理，1973年、1974年、1979年三次进行了加固处理，1986年溢洪道陡坡段底板边墙部分被冲毁，1987年进行了修复。2002年3月安全鉴定确认该水库大坝为III类坝，2006年进行了除险加固。

中石坝水库现状为小（一）型水库规模，枢纽主要由大坝、溢洪道、右岸输水隧洞、高涵组成。大坝为均质土坝，40cm厚砼防渗墙防渗，坝高31.5m，坝顶长173m，坝顶宽6m。校核洪水位1838.58m，相应总库容591.70万 m^3 ；设计洪水位1836.82m；正常蓄水位1836.40m，相应正常库容461.3万 m^3 ；调洪库容233.1万 m^3 ；防洪库容130.4万 m^3 ；兴利库容381.30万 m^3 ；死水位1825.80m，相应死库容80万 m^3 。是解决楚雄市鹿城镇富民坝子农业灌溉、城镇防洪、生态供水的主要骨干工程。

水库建成运行至今，由于水库年径流丰富，水库现有库容不满足区域径流存水要求，且随着社会经济的发展，人口的增加，特别是工业的发展建设，规模的加大，灌区土地的开发，灌溉、环境、工业用水量持续增加，水库供水已不能满足近远期用水要求。为充分利用水资源，满足供水需求，楚雄市人民政府决定扩建中石坝水库，即“楚雄市中石坝水库扩建工程”（以下简称“本项目”）。

楚雄市中石坝水库扩建工程于2016年委托楚雄欣源水利电力勘察设计有限责任公司进入前期工作，由于楚雄市力推白衣河中型水库，中石坝前期工作又处于停滞阶段，2019年6月楚雄市又重新启动中石坝水库扩建工程前期工作，楚雄欣源水利电力勘察设计有限责任公司正式进行《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》工作。2022年12月19日取得《楚雄州发展和改革委员会关于楚雄市中石坝水库扩建工程建设征地移民安置规划大纲的批复》（楚发改农经〔2022〕518号）；2023年6月5日取得楚雄州自然和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》；2023年10月16日取得

《楚雄州水务局关于楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告的审查意见》（楚水复〔2023〕91号）；2024年1月24日取得《楚雄州水务局关于准予楚雄州楚雄市中石坝水库扩建工程洪水影响评价报告审批的行政许可决定书》（楚水许〔2024〕2号）；2024年6月28日取得《楚雄州发展和改革委员会关于楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告的批复》（楚发改农经〔2024〕200号）。

中石坝水库扩建工程由枢纽工程和库区河道整治工程组成，规模由现状的小（一）型提高至中型，枢纽工程主要建筑物包括大坝、溢洪道、右岸输水隧洞、左岸新建输水隧洞、高涵。坝轴线向下游平移13.12m，坝体采用粘土斜墙防渗加高4.6m，坝高为36.1m，坝顶高程1845.50m，设1.2m高防浪墙，坝顶长250.60m，坝顶宽6.0m。校核洪水位1843.79m，相应总库容1032.10万m³；设计洪水位1843.51m，相应库容999.0万m³；正常蓄水位1841.50m，相应正常库容811.30万m³；调洪库容355.10万m³；防洪库容322.00万m³；兴利库容672.20万m³；死水位1828.40m，相应死库容139.10万m³。

2、环境影响评价过程

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》以及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目水库扩建工程属于“库容1000万立方米及以上”的水库项目，需编制环境影响报告书；库区河道整治工程属于“其他不涉及环境敏感区”的河湖整治项目，需编制环境影响报告表；故本项目按较严要求编制环境影响报告书。

2021年8月3日，楚雄市水务局委托我公司（云南绿盟环保技术咨询有限公司）承担“楚雄市中石坝水库扩建工程”的环境影响评价工作。

2021年8月4日~6日，2021年10月11日~13日，2021年11月8日，接受委托后，我公司成立了项目环境影响评价工作组，组织相关人员对项目现场及周边区域进行了调查和踏勘，重点调查了项目区和周边环境敏感目标的情况，先后多次对中石水库径流区、灌区、青龙河等进行了现场踏勘，系统收集了相关资料，并与主设人员进行了多次交流，就工程规模、环境限制因素、施工布置优化等进行了深入讨论。

2021年8月10日，根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的要求，楚雄市水务局将项目环评信息在楚雄市人民政府网站（网址：<http://www.cxs.gov.cn/info/1014/71168.htm>）进行了第一次公示，第一次公示期间未收到反馈意见。

2021年11月4日~24日，我公司委托云南天倪检测有限公司对项目区域环境空气、地表水（枯水期）、地下水、土壤、声环境质量现状进行补测。

2021年12月~2024年5月，由于环评工作的早期介入，因中石坝水库扩建征地、移民等问题，设计单位和建设单位优化了征地、移民、工程设计等内容，项目可行性研究报告暂未取得批复，项目环境影响评价工作暂时停滞。

2024年6月28日，《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》取得楚雄州发展和改革委员会的批复（楚发改农经〔2024〕200号），项目代码为：2019-532301-48-01-001907。

2024年8月22日~9月3日，我公司委托保山城投世源检测技术有限公司对项目区域丰水期地表水质量现状进行补测。

2024年9月18日~10月8日，我公司按照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）规定的原则、方法、内容和要求编制完成了《楚雄市中石坝水库扩建项目环境影响报告书》（征求意见稿），并将征求意见稿全文在楚雄市人民政府网站进行了网络公示（网址：<https://www.cxs.gov.cn/info/egovinfo/1016/xxgkcontent/cxs021-/2024-0918001.htm>），网络公示期间同步将征求意见稿在《楚雄日报》进行了2次登报公示，在项目涉及的楚雄市鹿城镇富民村委会、青龙村委会、子午镇袁家村委会公示栏进行了现场公示，征求意见稿公示期间未收到任何反馈意见。

2024年10月中旬，我公司编制完成《楚雄市中石坝水库扩建项目环境影响报告书》（送审稿），供建设单位上报审查。

2024年10月23日，楚雄州生态环境技术服务中心在楚雄市主持召开了本项目技术评估会，按照技术评审会提出的修改意见认真修改，经复核后可上报。

2024年11月8日~11月29日，我公司委托云南天倪检测有限公司对项目区域环境空气、地表水（枯水期）、地下水、土壤、声环境质量等已过期现状监测进行重新补测。

2024年12月中旬，我公司按照《楚雄市中石坝水库扩建工程环境影响报告书技术评审会专家组意见》和与会代表发言对报告书认真修改完善后，编制完成了《楚雄市中石坝水库扩建工程环境影响报告书》（送审稿），供建设单位上报复审。

3、分析判定相关情况

本项目属于水库扩建工程，扩建后的主要工程任务是“以生态供水、农田灌溉以

及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于鼓励类“二、水利1. 水资源利用和优化配置，2. 节水供水工程”，为鼓励类项目。本项目建设符合国家的产业政策要求。

根据第四章分析，本项目符合国家相关政策、法律法规，符合《全国生态功能区划》《云南省生态功能区划》《云南省主体功能区规划》《云南省水利发展规划（2016-2020年）》等规划要求。符合《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》《楚雄州“三线一单”生态环境管控实施方案》《楚雄州生态环境分区管控动态更新实施方案（2023年）》《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030年）》等文件要求。

此外，中石坝水库由小（一）型扩建为中型，属于《云南省百件骨干水源工程建设规划（2010~2012年）》《长江流域（楚雄州片区龙川江流域）防洪规划报告》《楚雄市城市防洪预案》《云南省山区水利发展与改革示范区规划（2010~2014）》中的规划工程，也属于《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划》中的近期重点开发项目。

4、本项目关注的主要环境问题

本项目为中石坝水库的扩建，属于生态影响型建设项目，根据项目的建设内容和场址区域环境特征，项目评价时段分为施工期及运行期。

施工期主要环境问题为：施工扰动对青龙河水质的影响；施工活动对区域生态环境，特别是对水生生态环境的影响；施工临时占地对基本农田的影响；水土流失所产生的影响，工程占地的影响；施工扬尘、车辆尾气对周围环境空气的影响；施工噪声对周围声环境的影响。

运行期主要环境问题为：蓄水期对库区、坝下河段水文情势的影响；运行期水库富营养化状态、水质影响，农灌退水、工业退水对坝下河段（青龙河）水质的影响；工程扩建后水温变化影响。

5、环境影响评价主要结论

中石坝水库扩建后“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，具有显著的社会效益、经济效益和环境效益，扩建中石坝水库成中型水库后，在很大程度上缓解规划区现状严重干旱缺水

问题。

工程建设符合《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定（2010年12月31日）》《产业结构调整指导目录（2024年本）》；符合《长江流域（楚雄州片区龙川江流域）防洪规划报告》《云南省山区水利发展与改革示范区规划（2010~2014）》《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划》中相关要求。

工程施工布置从环境保护的角度看较为合理，采用的施工方法均为有关手册、规范等推荐的施工方法和施工机械，对于扩建后涉及的基本农田淹没区进行了垫地防护，永久占地已避让基本农田，施工工期与施工方法安排较为合理。工程涉及林地及耕地征占，拟采取一次性补偿的方式进行安置。

本工程对环境的不利影响主要体现在自然生态环境方面，由于工程施工、水库淹没与生产安置、工程运行等活动对水环境、水生生物、陆生动植物等自然环境因子产生不利影响，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，在切实落实本报告提出的环境保护措施及环境保护要求的基础上，工程建设可行。

1 总则

1.1 编制依据

1.1.1 法律法规、条例

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日修订）；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日修订）；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021年12月24日发布）；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日修订）；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日）；
- (8) 《中华人民共和国水法》（2016年7月2日修订）；
- (9) 《中华人民共和国防洪法》（2016年7月2日修订）；
- (10) 《中华人民共和国土地管理法》（2004年8月28日修订）；
- (11) 《中华人民共和国森林法》（2019年12月修订）；
- (12) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订）；
- (13) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2019年12月修订）；
- (14) 《中华人民共和国农业法》（2018年10月26日修订）；
- (15) 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月28日修正）；
- (16) 《中华人民共和国文物保护法》（2017年11月4日修正）；
- (17) 《中华人民共和国突发事件应对法》（2007年8月30日）；
- (18) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月1日修订）；
- (19) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2019年8月修订）；
- (20) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》（2016年1月13日修订）；
- (21) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011年1月8日修订）；
- (22) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017年10月7日修订）；
- (23) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016年2月6日修订）；

- (24) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013年12月7日修订）；
- (25) 《基本农田保护条例》（2017年1月修订）；
- (26) 《土地复垦条例》（2011年3月5日）；
- (27) 《中华人民共和国渔业法实施细则》（2000年修订）；
- (27) 《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9号）；
- (29) 《全国生态环境保护“十二五”规划》（环发〔2013〕13号）；
- (30) 《中华人民共和国水产资源繁殖保护条例》（1979年2月）；
- (31) 《云南省水利发展规划（2016-2020年）》（2018年3月）；
- (32) 《中华人民共和国长江保护法》（2021年3月）；
- (33) 《国务院办公厅关于加强长江水生生物保护工作的意见》（国办发〔2018〕95号）；
- (34) 《国家重点保护野生动物名录》（国家林业和草原局、农业农村部2021年第3号）；
- (35) 《国家重点保护野生动物名录的调整种类公布》（国家林业和草原局令第7号）；
- (36) 《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局、农业农村部2021年第15号）；
- (37) 《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（国家林业和草原局公告2023年第23号，2023年12月20日）；
- (38) 《中国生物多样性红色名录-高等植物卷（2020版）》；
- (39) 《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷（2020版）》（2023年5月22日）；
- (40) 《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）；
- (41) 《自然资源部 农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（2019年1月3日）。

1.1.2 部委规章

- (1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）；
- (2) 《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）；

- (3) 《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》（环发〔2015〕178号）；
- (4) 《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）；
- (5) 《建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）》（环发〔2015〕163号）；
- (6) 《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）；
- (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) 《关于印发〈地表水环境质量评价办法（试行）〉的通知》（环办〔2011〕22号）；
- (9) 《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》（环办〔2012〕4号）；
- (10) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部第4号令）；
- (11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）；
- (12) 《关于发布长江经济带发展负面清单指南（试行）的通知》（推动长江经济带发展领导小组办公室文件第89号）；
- (13) 《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）；
- (14) 《关于印发水利水电建设项目水土保持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）；
- (15) 《关于印发城市轨道交通、水利（灌区工程）两个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》（2018年7月21日）；
- (16) 《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（2021年11月2日）；
- (17) 《关于进一步加强生物多样性保护的意見》（2021年8月19日）；
- (18) 《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（2021年11月4日）；
- (19) 《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（2023年1月1日）。

1.1.3地方性法规、条例

- (1) 《云南省建设项目环境保护管理规定》（云南省人民政府第105号令，2001年10月）；
- (2) 《云南省主体功能区规划》（2014年1月，云政发〔2014〕1号）；
- (3) 《云南省生态环境功能区划》（2009年9月7日）；
- (4) 《云南省环境空气质量功能区划分（复审）》（云南省环境保护局2005年10月12日）；
- (5) 《云南省人民政府办公厅关于进一步加强环境影响评价管理工作的通知》（云政办发〔2007〕160号）；
- (6) 《云南省山区水利发展与改革示范区规划（2010~2014）》；
- (7) 《云南省大气污染防治条例》（2018年11月）；
- (8) 《云南省固体废物污染环境防治条例》（2022年11月）；
- (9) 《云南省土壤污染防治条例》（2022年1月）；
- (10) 《云南省生物多样性保护条例》（2019年1月）；
- (11) 《云南省公益林管理办法》（2019年11月）；
- (12) 《云南省重点保护野生植物名录》（2023年12月）；
- (13) 《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023年12月）；
- (14) 《云南省水功能区划》（2014）；
- (15) 《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030年）》云环通〔2013〕23号；
- (16) 《云南省极小种群野生植物拯救保护规划（2021-2030年）》；
- (17) 《云南省生态环境保护条例》（2024年11月1日起施行）；
- (18) 《云南省森林条例》；
- (19) 《云南省渔业条例》（2011年）；
- (20) 《云南省土地管理条例》（1999年9月24日）；
- (21) 《云南省基本农田保护条例（修订）》（2000年5月26日）；
- (22) 《云南省陆生野生动物保护条例》（1996年11月19日）；
- (23) 《云南省水土保持条例》（2014年10月1日施行）；
- (24) 《云南省大气污染防治行动实施方案》（2014年3月20日）；
- (25) 《云南省水污染防治工作方案》（2016年1月10日）；

- (26) 《云南省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》（2012年8月28日）；
- (27) 《云南省生物多样性保护条例》（2018年9月）；
- (28) 《云南省珍稀濒危植物保护管理暂行规定》（1995年6月5日）；
- (29) 《云南省各州市分布的国家重点保护野生动植物名录（2021年）》（2022年10月12日）；
- (30) 《云南省珍稀保护动物名录》（1989年10月20日）；
- (31) 《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023年12月13日）；
- (32) 《云南省重点保护野生植物名录》（2023年12月15日）；
- (33) 《关于进一步加强生物多样性保护的实施意见》（中共云南省委办公厅 云南省人民政府办公厅，2022年8月9日）；
- (34) 《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030年）》（2024年5月20日）。

1.1.4技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T88-2003）；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (10) 《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T712-2021）；
- (11) 《地表水资源质量评价技术规程》（SL395-2007）；
- (12) 《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；
- (13) 《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ710.6-2014）；
- (14) 《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》（HJ710.1-2014）；
- (15) 《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ710.3-2014）；

- (16) 《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ710.5-2014）；
- (17) 《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》（HJ710.8-2014）；
- (18) 《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ710.4-2014）；
- (19) 《外来物种环境风险评估技术导则》（HJ624-2011）；
- (20) 《区域生物多样性评价标准》（HJ623-2011）；
- (21) 《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T35054-2015）；
- (22) 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006）；
- (23) 《建设项目环境保护设计规定》（国环字第002号文）；
- (24) 《环境监测技术规范》（国家环境保护总局1986年）；
- (25) 《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022）；
- (26) 《水电工程环境影响评价规范》（NB/T10347-2019）；
- (27) 《江河流域规划环境影响评价规范》（SL45—2006）；
- (28) 《水库渔业资源调查规范》（SL167—2014）；
- (29) 《渔业生态环境监测规范 第3部分：淡水》（SC/T9102.3—2007）；
- (30) 《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T9402-2010）；
- (31) 《全国生态环境保护纲要》（国务院国发〔2000〕38号）；
- (32) 《生物多样性观测技术导则内陆水域鱼类》（HJ710.7—2014）；
- (33) 《生物多样性观测技术导则淡水底栖大型无脊椎动物》（HJ710.8—2014）；
- (34) 《内陆水域渔业资源调查手册》（张觉敏、何志辉等主编，1991年10月中国农业出版社出版）；
- (35) 《河流水生生物调查指南》（陈大庆主编，2014年1月科学出版社出版）；
- (36) 《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）；
- (37) 《生物多样性（陆域生态系统）遥感调查技术指南》（HJ1340-2023）；
- (38) 《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物多样性观测固定样地的设置》（HJ710.14-2023）；
- (39) 《中国森林认证 标识》（LY/T3118-2019）；
- (40) 《云南省环境影响评价维管植物及植被现状调查技术要求（试行）》；
- (41) 《云南植被》（科学出版社）；

- (42) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；
- (43) 《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）》（2006年1月13日）；
- (44) 《水库生态流量泄放规程》（SL/T819-2023）；
- (45) 《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范》（SL/T820-2023）；
- (46) 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》。

1.1.5 委托书及其他技术报告

- (1) 项目委托书及合同；
- (2) 《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》（楚雄欣源水利电力勘察设计有限责任公司，2024年6月）；
- (3) 《楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告》（楚雄欣源水利电力勘察设计有限责任公司，2024年2月）；
- (4) 《楚雄市中石坝水库扩建工程建设征地移民安置规划大纲》（楚雄欣源水利电力勘察设计有限责任公司，2024年2月）；
- (5) 《楚雄州楚雄市中石坝水库扩建工程洪水影响评价报告》（楚雄欣源水利电力勘察设计有限责任公司，2024年1月）。
- (6) 《滇中调水工程规划报告环境影响报告书》（2005）；
- (7) 《滇中引水工程规划报告（2010年修订）环境影响报告书》（2011.1）；
- (8) 《滇中引水工程环境影响报告书》（2016.8）；
- (9) 《滇中引水二期骨干工程可行性研究阶段环境影响评价专题》（2021.2）
- (10) 《滇中引水二期配套工程可行性研究阶段环境影响评价专题》（2021.2）。

1.2 评价目的和原则

1.2.1 评价目的

- (1) 通过工程建设及其影响区域环境现状调查，明确工程建设及其影响区域环境现状及发展趋势，提出存在的主要环境问题，确定环境保护目标。
- (2) 依据相关环境保护法律法规、技术规程规范的要求，结合拟定的工程施工、运行方案，全面系统地分析工程建设及运行对环境可能产生的影响。
- (3) 针对工程建设可能引发的不利环境影响，提出有针对性的环保措施，保证工

程顺利施工和正常运行，维护工程附近地区社会、生态环境质量与功能，充分发挥工程的环境效益、经济效益和社会效益。

(4) 从环境保护角度出发，论证工程布置及建设规模的环境可行性、环境合理性，为项目决策和工程环境管理提供科学的依据。

(5) 拟定环境管理计划，明确施工期及运行期建设、施工方环境保护职责与义务，为环境保护措施实施提供制度保证。

(6) 进行环保费用概算，将环保投资纳入工程总投资，落实工程环境保护工作费用，为环保措施的顺利实施提供资金保证。

1.2.2 评价原则

(1) 依法评价原则：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) 科学评价原则：采用规范的环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

(3) 突出重点原则：根据中石坝水库扩建工程建设内容及其特点，结合其所处的环境特征，重点分析、预测及评价工程建设对水源区、受退水区地表水环境（水文情势、水温、水质）、地下水、水生生态、陆生生态的影响。

(4) 产业政策及相关规划符合性原则：环境影响评价应论述工程建设是否符合国家产业发展政策的相关要求，与国民经济和社会发展规划、流域规划等是否协调一致。

(5) 生态优先原则：在工程占地处理、生产安置、环境保护措施中认真贯彻生态优先原则，做到源头和过程控制，强化后期恢复，将生态影响降低到最低程度。

(6) 符合环境功能区划原则：工程运行期基本不产生和排放污染物，但工程施工期较长，施工期“三废一噪”的污染问题也不容忽视，施工期“三废一噪”排放应符合环境功能区划要求。

(7) 客观性原则：对工程建设和运行可能产生的环境影响预测和评价应客观、公平、公正。

(8) 可持续发展原则：对工程环境影响评价，其出发点是工程建设能否促进区域经济的协调、健康、可持续发展。

(9) 建设与保护并重原则：工程建设应在落实切实可行的环境保护措施的前提下

进行，并在工程建设时尽量降低对生态环境的不利影响，将环境保护放在与工程同等重要的地位。

(10) 符合国家水资源管理“三条红线”原则：本工程需全面协调区域内水资源开发利用程度，工程将带动区域内相关产业的用水效率，并确保区域内水域满足当地水功能要求，不突破水域的纳污能力，充分体现国家水资源开发利用控制红线、用水效率控制红线和水功能区限制纳污红线要求。

(11) 不改变区域环境功能及污染物达标排放原则：本工程建设所产生的污染物必须达标排放或回用，不得因工程建设造成区域环境功能的降低。

(12) 公众参与原则：环境影响评价应遵循依法、有序、公开、便利的原则，将环境影响评价全过程及时向公众公开，以便及时掌握公众对本工程建设的意见及要求，并对公众意见和要求提出相应对策措施。

1.3 环境影响因素识别及评价因子筛选

1.3.1 环境影响因素识别

根据工程的类型、性质、主要工程组成情况，以及评价区的环境现状，工程建设对评价区域环境的影响，对工程建设可能涉及的环境要素及影响进行初步判别，采用矩阵法对可能受项目影响的环境要素进行识别筛选，其结果见下表。

表 1.3-1 环境影响因素识别

环境要素		主要环境影响因子	工程活动		重要性
			工程施工	工程运行	
水资源与水环境	水资源	地表水资源	-2Si○	±3Li●	II
	水环境	水文情势	-3Si○	±3Li●	III
		淤积与冲刷	/	±2Li●	II
		水温	/	-1Lr●	III
		水质	-2Sr○	-1Lr●	III
		地下水	-1Li○	-1Li●	I
生态环境	水生生态	水生植物	-2Sr○	-1Li●	II
		浮游生物	-2Sr○	-1Li●	II
		鱼类	-2Sr○	-3Li●	III
	陆生生态	植被	-2Li○	±2Li●	II
		陆生植物	-3Li○	±1Li●	III
		陆生脊椎动物	-1L○	-1Li●	III
	生态系统	生态系统多样性及完整性	-2Sr○	-2Li●	II
	其他	土地利用	-2Li○	/	I
水土流失		-3Si○	+1Li●	I	
土壤环境	土壤类型	/	/	I	
	pH	/	-1Li●	I	
	盐度	/	-2Li●	II	

环境要素	主要环境影响因子	工程活动		重要性
		工程施工	工程运行	
大气环境	废气	-1Sr○	/	I
声环境	噪声	-1Sr○	-1Lr○	I

注：（1）+表示环境影响为有利，-表示环境影响为不利，1、2、3分别表示影响程度为小、中、大；
（2）r、i分别表示环境影响类型为可逆影响、不可逆影响；
（3）S、L分别表示环境影响为短期影响、长期影响；
（4）累积性一栏中的○表示本因子影响无累积性，●表示本因子影响具累积性；
（5）重要性一栏中的I、II、III分别表示各环境要素在本次评价中的重要性为不太重要、相对重要和非常重要。

根据项目影响的环境要素识别结果，工程的建设对环境的影响既有有利方面也有不利方面，工程产生的主要不利影响多集中在施工期。从上表可以看出，重要性为III的环境因子有：水文情势、水质、水温、鱼类、陆生脊椎动物，本次评价对这些环境因子进行重点评价；对于其他重要性为II、I的环境因子，在本次评价中作一般评价或简要分析。

1.3.2 评价因子筛选

根据项目工程特征和污染物产生及排放特征，产生的污染物种类、数量及排放方式、所排污染物可能对环境的影响程度和范围及污染物在环境中迁移、转化特征，结合环境影响要素的识别和区域生态环境基本状况，筛选出项目的评价因子，见表1.3-2、表1.3-3。

表 1.3-2 项目环境评价因子

环境要素		评价因子	
		现状评价	影响评价
环境空气		SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ 、TSP	TSP
地表水	水温	水温	水库水温结构、出库水温
	水质	pH值、溶解氧、COD、高锰酸盐指数、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、叶绿素a、透明度	库区水体富营养化、COD、总磷、总氮预测，农灌退水、工业退水影响预测
	水文情势	流速、流量、水位、水深	库区流速、水深、水面宽、流速，坝下河段水文情势
	水资源	生活用水、工业用水、河流生态用水、农业用水、环境用水、水资源利用率	生活用水、工业用水、农灌用水、河流生态用水、环境用水分配情况
地下水		K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性	水位、水质（总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、铁、

	酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟、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、水位	锰)
声环境	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级
土壤环境	农用地: pH、镉、汞、砷、铅、总铬、铜、镍、锌、六六六总量、滴滴涕总量 建设用地: pH 和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)表 1 的基本项目	pH、土壤盐渍化、潜育化
固体废物	/	生活垃圾、建筑垃圾、弃渣、危险废物

表 1.3-3 生态影响评价因子

时段	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	工程占地清除植物,对植物物种为直接影响。	永久占地:长期、不可逆影响;临时占地:短期可逆影响。	中
	生境	生境面积、质量、连通性等	工程占地导致生境面积减小、破坏或丧失,为直接影响;施工噪声、扬尘、振动、灯光等降低生境质量,对野生动物为间接影响。	永久占地:长期、不可逆影响;临时占地:短期可逆影响。	中
	生物群落	物种组成、群落结构	工程占地清除次生性植物群落,群落结构发生变化,为直接影响。	永久占地:长期、不可逆影响;临时占地:短期可逆影响。	弱
	生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	工程占地清除次生植被,生物量短期内小幅降低,但不会明显降低生态系统功能,为间接影响。	短期、可逆影响	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	工程占地会清除少量植物,造成种群在短期内减少,但不会造成植物物种灭绝,为直接影响。	短期、可逆影响	弱
	自然景观	景观多样性、完整性	工程占地区景观破坏,为直接影响。	永久占地:长期、不可逆影响;临时占地:短期可逆影响。	中
运行期	水生生态	基因交流、洄游、生境	大坝阻隔、坝下减水、低温水下泄,为直接影响。	长期、不可逆影响	中
	植被	面积、植被覆盖率	工程临时占地区植被恢复,为直接影响。	短期、可逆影响	弱
	野生动物	分布、种群、栖息地	蓄水淹没占用栖息生境,小气候改善促进植被生长从而增加动物食源和隐蔽生境,库区淹没影响山谷两岸动物交流。	长期、可逆影响	弱

1.4 评价标准

1.4.1 环境质量标准

1.4.1.1 地表水环境

本工程评价范围涉及的地表水体为青龙河、周家箐、富民河、大坡河、水冬瓜箐，周家箐、富民河、大坡河、水冬瓜箐均汇入青龙河，青龙河属金沙江水系龙川江一级支流。根据《楚雄州水功能区划》（第二版2017年3月），项目涉及的地表水体青龙河、周家箐、富民河、大坡河、水冬瓜箐属于其中划定的一级水功能区“青龙河楚雄开发利用区”，二级水功能区为“青龙河楚雄景观、工业用水区”：由青龙河源头至入龙川江口，全长42.3km，水质现状为>V类，2030年目标水质为III类，水功能排序为景观、工业、农业。根据《楚雄市人民政府办公室关于印发楚雄市青龙河水体达标方案的通知》（楚市政办通〔2022〕6号），青龙河入龙川江口断面水质目标为2025年达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准要求，故本次环评青龙河及其支流参照执行IV类水质标准，标准值见下表。

表 1.4-1 地表水环境质量标准 单位：pH 无量纲，菌群个/L，其余 mg/L

序号	项目	标准值	序号	项目	标准值
1	pH	6~9	16	六价铬	≤0.05
2	溶解氧	≥3	17	铅	≤0.05
3	高锰酸盐指数	≤10	18	氰化物	≤0.2
4	化学需氧量	≤30	19	挥发酚	≤0.01
5	五日生化需氧量	≤6	20	石油类	≤0.5
6	氨氮	≤1.5	21	阴离子表面活性剂	≤0.3
7	总磷	≤0.3（湖、库 0.1）	22	硫化物	≤0.5
8	总氮	≤1.5	23	粪大肠菌群	≤20000
9	铜	≤1.0	24	硫酸盐	≤250
10	锌	≤2.0	25	氯化物	≤250
11	氟化物	≤1.5	26	硝酸盐	≤10
12	硒	≤0.02	27	铁	≤0.3
13	砷	≤0.1	28	锰	0.1
14	汞	≤0.001	29	镍	0.02
15	镉	≤0.005	/	/	/

1.4.1.2 地下水环境

项目区域地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，标准值见下表。

表 1.4-2 地下水质量标准 单位：mg/L

序号	项目	III类标准	序号	项目	III类标准
1	pH	6.5-8.5	11	Cd	≤0.005
2	总硬度	≤450	12	亚硝酸盐（以 N 计）	≤1.0

3	挥发性酚类	≤0.002	13	硝酸盐	≤20
4	硫酸盐	≤250	14	氟化物	≤1.0
5	氯化物	≤250	15	菌落总数 (CFU/mL)	≤100
6	氨氮	≤0.5	16	总大肠菌群 (MPN/100mL 或 CFU/100mL)	≤3.0
7	Cu	≤1.00	17	Fe	≤0.3
8	Pb	≤0.01	18	Mn	≤0.10
9	As	≤0.01	19	Cr ⁶⁺	≤0.05
10	Hg	≤0.001	20	Zn	≤1.00

1.4.1.3环境空气

项目位于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，属于环境空气质量二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准，标准值见下表。

表 1.4-3 环境空气质量执行标准

污染物	标准限值 (mg/m ³)		
	1 小时平均	日平均	年平均
NO ₂	0.2	0.08	0.04
SO ₂	0.5	0.15	0.06
TSP	/	0.3	0.2
PM ₁₀	/	0.15	0.07
PM _{2.5}	/	0.075	0.035
CO	10	4	/
O ₃	0.2	0.16 (8h)	/

1.4.1.4声环境

项目区位于农村地区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。

表 1.4-4 声环境质量标准 单位：dB (A)

类别	适用区域	等效声级 Leq	
		昼间	夜间
1类	以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能，需要保持安静的区域（农村地区）。	≤55	≤45

1.4.1.5土壤环境

项目区域土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）用地标准。

表 1.4-5 农用地土壤环境质量标准 单位：mg/kg

污染源项目		风险筛选值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
砷	水田	30	30	25	20
	其他	40	40	30	25

铅	水田	80	100	140	240
	其他	70	90	120	170
铬	水田	250	250	300	350
	其他	150	150	200	250
铜	水田	150	150	200	200
	其他	50	50	100	100
镍		60	70	100	190
锌		200	100	250	300
注：1、重金属和类金属砷均按元素总量计；2、对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值；					
污染源项目	风险管制值				
	pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5	
镉	1.5	2.0	3.0	4.0	
汞	2.0	2.5	4.0	6.0	
砷	200	150	120	100	
铅	400	500	700	1000	
铬	800	850	1000	1300	

1.4.2 污染物排放标准

1.4.2.1 水环境

施工期：施工期灌浆废水、基坑废水经沉淀处理后尽可能回用，回用不完排入青龙河；施工机械/车辆冲洗废水经隔油池、沉淀池处理后回用于洒水降尘，不得外排。施工期生活污水经化粪池处理蒸发后用作周边农田施肥。

根据《污水综合排放标准》（GB8978-1996）“4.1.2排入GB3838中IV、V类水域和排入GB3097中三类海域的污水，执行二级标准。”故施工期灌浆废水、基坑废水排入青龙河需执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表4第二类污染物最高允许排放浓度中的二级标准，标准限值见下表。

表 1.4-6 施工期外排生产废水污染物排放标准限值表

污染物	排放限值 (mg/L)	标准来源
悬浮物	150	《污水综合排放标准》 (GB8978-1996) 表 4
石油类	10	

运营期不产生生产废水，水库管理房生活污水经隔油池、化粪池处理后作为农肥，不外排。

1.4.2.2 大气

1、施工期

施工期大气污染物排放执行《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，标准限值见下表。

表 1.4-7 施工期大气污染物排放标准限值

污染物	厂界无组织最高允许排放浓	标准来源
-----	--------------	------

	度 (mg/m ³)	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)表 2
颗粒物	1.0	
二氧化硫	0.4	
氮氧化物	0.12	

2、运营期

水库管理区设置食堂，就餐人数10人/d，设置1个灶头，规模为小型，食油烟执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）中最高允许排放浓度。

表 1.4-8 饮食业单位排放浓度及油烟最低去除率

规模	小型
最高允许排放浓度 (mg/m ³)	2.0
净化设施最低去除率 (%)	60
排放口位置及排气筒高度	高于屋顶

1.4.2.3 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），标准限值见下表。

表 1.4-9 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值

昼间 (dB (A))	夜间 (dB (A))
70	55

1#提水泵站、上马房泵站位于库尾上游农村区域，运行期泵站执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1类标准。

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

类别	昼间 (dB (A))	夜间 (dB (A))
1类	≤55	≤45

1.4.2.4 固体废弃物

施工期一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

1.5 评价工作等级

项目为水库扩建工程，主要施工影响区为水库枢纽工程施工区、库区河道整治工程区、永久进库道路区、风化石渣料场区、粘土料场区以及施工临时道路区，项目不涉及输水工程建设，利用中石坝水库现有输水干渠（东干渠、西干渠）和输水管道（城镇环境供水管道、提水工程输水管道）进行供水。

1.5.1 地表水环境

本项目为水库类型扩建项目，地表水具有水污染影响型和水文要素影响型。

1、水污染影响型

本工程施工期将会产生一定量的污废水，施工期生产废水处理后回用，生活污水经化粪池处理后作为周边耕地农肥，不外排；运营期水库管理方将会产生一定量生活污水，经隔油池、化粪池处理后作为周边耕地农肥，不外排。

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018）5.2.2表1水污染影响型建设项目评价等级判定“注10建设项目生产工艺中有废水产生，但作为回水利用，不排放到外环境的，按三级B评价”。因此本项目地表水污染影响型环境影响评价等级为三级B。

2、水文要素影响型

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018）水文要素影响型项目评价等级划分根据水温、径流与受影响地表水水域等三类水文要素的影响程度进行判定，项目地表水评价等级见下表。

表 1.5-1 水文要素影响型建设项目评价等级判定表

评价等级	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百分比 $\gamma\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2 ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 $R/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2	
				河流	湖库	入海河口、海域
一级	$\alpha \leq 10$ ，或稳定分层	$\beta \geq 20$ ，或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A_1 \geq 0.3$ ，或 $A_2 \geq 1.5$ ，或 $R \geq 10$	$A_1 \geq 0.3$ ，或 $A_2 \geq 1.5$ ，或 $R \geq 20$	$A_1 \geq 0.5$ ，或 $A_2 \geq 3$
二级	$20 > \alpha > 10$ ，或不稳定分层	$20 > \beta > 2$ ，或季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A_1 > 0.05$ ，或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ，或 $10 > R > 5$	$0.3 > A_1 > 0.05$ ，或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ，或 $20 > R > 5$	$0.5 > A_1 > 0.1$ ，或 $3 > A_2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$ ，或混合型	$\beta \leq 2$ ，或无调节	$\gamma \leq 10$	$A_1 \leq 0.05$ ，或 $A_2 \leq 0.2$ ，或 $R \leq 5$	$A_1 \leq 0.05$ ，或 $A_2 \leq 0.2$ ，或 $R \leq 5$	$A_1 \leq 0.15$ ，或 $A_2 \leq 0.5$

注 1：影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标，评价等级应不低于二级。

注 2：跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮河段影响，评价等级不低于二级。

注 3：造成入海河口（湾口）宽度束窄（束窄尺度达到原宽度的 5%以上），评价等级应不低于二级。

注 4：对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物（如防波堤、导流堤等），其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 2km 时，评价等级应不低于二级。

注 5：允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级。

注 6：同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。

本项目为存在水温、径流、地表水域影响等多个水文要素影响的建设项目，中石

坝水库现状为小（一）型水库规模，总库容591.70万m³、兴利库容381.30万m³，年供水量472.2万m³。中石坝水库扩建后为多年调节型水库，总库容（校核洪水位以下库容）为1032.10万m³，兴利库容672.2万m³、扩建后多年平均年径流量1801万m³、年供水量1073.7万m³，本项目为现有项目扩建工程，工程外扩范围包括垫地防护工程区和永久环库道路，工程永久总占地面积为479.52亩，水域及水域设施用地196.95亩。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）水文要素影响型建设项目评价等级确定标准，中石坝水库扩建后对比现状中石坝水库： $\alpha=408.95\%$ ， $\beta=16.15\%$ ， $\gamma=32.17\%$ ， $A_1=0.32\text{km}^2$ 、 $A_2=0.131\text{km}^2$ ，运行期地表水评价等级为一级。

1.5.2地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中地下水环境影响评价行业分类表，中石坝水库枢纽工程属于地下水环境影响评价的III类建设项目，不涉及灌区工程建设。工程区不涉及集中式地下水饮用水源保护区等地下水环境敏感区。按照评价工作等级分级表，本工程地下水环境评价等级为三级。

表 1.5-2 地下水评价工作等级划分情况表

项目	环境敏感程度	I类项目	II类项目	III类项目
判别标准	敏感	一	一	二
	较敏感	一	二	三
	不敏感	二	三	三
本项目建设用地	较敏感	III类，三级评价		

1.5.3生态环境

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）相关要求，生态影响评价等级判定依据建设项目影响区域的生态敏感性和影响程度进行判定。因本工程同时涉及水生、陆生生态影响，故本次评价分别判定评价工作等级。

项目评价工作等级评价如下：

表 1.5-3 项目生态影响评价工作等级确定表

序号	评价等级判定原则	本项目基本情况	
		陆生生态	水生生态
a	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；	项目不涉及	项目不涉及
b	涉及自然公园时，评价等级为二级；	项目不涉及	项目不涉及
c	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；	项目不涉及生态保护红线	项目不涉及生态保护红线
d	根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且	/	根据 HJ2.3 判断项目属

	地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；		于水文要素影响型，评价等级为一级，项目生态环境影响为二级
e	根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；	项目 HJ964 判断，项目土壤评价范围为项目永久占地和临时占地外扩 1km 范围内，本项目土壤评价范围涉及省级公益林	/
f	当工程占地规模大于 20km ² 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；	本扩建工程新增占用土地总面积（包括永久和临时占用陆域和水域）1190.14 亩（0.793km ² ）	
g	除本条（a）（b）（c）（d）（e）（f）以外的情况，评价等级为三级；	/	/
h	当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。	/	/

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）“6.1.5在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级。”

项目为扩建项目，中石坝水库现状为正常运行状态，项目扩建后，中石坝水库淹没面积将有所增大（现状水库淹没面积约为50.9844hm²，水库扩建后新增淹没面积约为13.13hm²），导致水库水位、水深、水面宽、水面流速有所变化。根据项目水文情势分析预测，对比现状中石坝水库，扩建后水库水位抬高约4.1~5.7m；水面宽、流速因未收集到现状运行数据，无法比较，但水库扩建后淹没面积增大，导致水面宽会增大，新增淹没面积对比现状较小，水面宽变化也较小；扩建后库区水量增加，库区水面流速将变缓，总体而言项目扩建后库区水文情势会发生变化，但较现状变化不会很明显。中石坝水库扩建后加高了拦河坝（加高6m），增加了库区蓄水量，也增加了供水量，导致坝下河段减水率增大（根据预测分析，P=50%时，现状水库运行减水率约为37.2%，水库扩建后减水率约为55.71%，减水率增大18.51%），主要为水库扩建后供水量增大，弃水量减小而导致减水率增大。但中石坝水库现状生态下泄流量为180.1万m³，扩建后生态下泄流量增大为331.1万m³，中石坝水库扩建规划时已充分考虑下游河段的生态需水量，供水任务是优先满足下游河道生态用水及规划区内彝海公园、福塔公园、青龙河沿岸生态需水量后，剩余水量满足农业用水需求后再供给工业供水，水库供水任务明确，避免出现工业、农业用水挤占生态供水情况，且环评提出需在下泄流量设施内设置一套在线监控设施，对下泄生态流量进行监控，提高了生态供水保

障。在有保证下游河道有必需的生态流量的前提下，可保证坝后河段不断流。且随着下游河段农灌退水、工业退水和区间来水，水库的建设对下游河段水文情势的影响也在逐渐减小，对坝后河段水文情势影响不明显。

根据对生态现状调查，项目区域无保护植物，涉及到公益林的区域主要为水库淹没区，项目将严格按照要求进行林地用地手续办理；在施工期间如发现现状调查遗漏的保护植物，施工单位需向相关部门进行汇报，根据要求进行挂牌保护或移栽保护，项目的建设实施不会对区域植物造成较大影响。区域内保护动物主要为鸟类（3种，分别为松雀鹰、普通鳶、红隼）和哺乳动物（1种，豹猫），无两栖保护动物，且项目为扩建工程，工程建设的大部分地段已是受人类活动强烈影响的区域，且大多数地段原有公路布线，原有的人为干扰已经很严重，大多数物种对干扰已经适应，部分物种受工程影响暂时离开原生境，施工结束后这种影响就会消失。总体上，施工期人类活动对野生动物的影响不明显。根据水深生态调查，项目区域无保护鱼类，无集中产卵场，库区为理想越冬场，坝下河段不形成越冬场，无保护和特有浮游动植物，中石坝库区为典型的湖库型底栖动物结构，仅在水库上游河段中有喜流水的底栖动物种类；总体而言，中石坝水库扩建对水生生态的影响不明显。

综上，项目为现有水库扩建工程，现状拦河闸坝已建设运营，项目扩建主要对拦河坝加高，下移坝轴线，不会明显改变现状坝下下游河段水文情势等情况；确定项目生态环境影响的陆生生态评价等级为二级，水生生态评价等级为二级。

1.5.4环境空气

依据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）评价工作等级的确定方法，通过计算项目污染源正常排放的主要大气污染物最大地面浓度占标率 P_i 来确定大气环境影响评价等级。

本项目属水利工程，为非污染生态类建设工程，运行期无排放的废气主要为水库管理所排放的食堂油烟，项目对环境空气的影响主要集中于施工期，污染源以开挖爆破粉尘、施工交通运输扬尘等无组织排放源为主，大气污染物主要为TSP、CO、NO_x等。工程分期分段施工，作业面相对分散，具有大气污染物非连续排放，排放量较小的特点，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），施工期大气污染物排放量较小，且为断续，判断环境空气评价等级为三级。

1.5.5 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）“5.1.3建设项目所处的声环境功能区为GB3096规定的1类、2类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量达3dB(A)~5dB(A)，或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价。”

本工程施工期噪声源主要来自爆破开挖、施工机械和交通车辆的运行等，且影响工程结束后随即消失；运行期噪声源主要来自提升水泵产生的噪声，工程区声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准；运营期提升水泵采取了安装室内、距离削减、植被吸声等措施后，周边居民不受本项目噪声影响，建设前后噪声级增加较小，受影响人口数量增加很少，确定本工程声环境影响评价等级为二级。

1.5.6 土壤环境

根据本工程环境影响特征，工程属于生态影响型建设项目；根据行业类别、库容，库容1000万m³至1亿m³的水库属于II类建设项目。

表 1.5-4 生态影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
敏感	建设项目所在地干燥度 $a > 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $< 1.5m$ 的地势平坦区域；或土壤含盐量 $> 4g/kg$ 的区域	$pH \leq 4.5$	$pH \geq 9.0$
较敏感	建设项目所在地干燥度 > 2.5 且常年地下水位平均埋深 $> 1.5m$ 的，或 $1.8 < \text{干燥度} \leq 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $< 1.8m$ 的地势平坦区域；建设项目所在地干燥度 > 2.5 或常年地下水位平均埋深 $< 1.5m$ 的平原区；或 $2g/kg < \text{土壤含盐量} \leq 4g/kg$ 的区域	$4.5 < pH \leq 5.5$	$8.5 \leq pH < 9.0$
不敏感	其他	$5.5 < pH < 8.5$	

a 是指采用 E601 观测的多年平均水面蒸发量与降水量的比值，及蒸降比值。

本项目位于丘陵地区，地下水埋深 $> 1.8m$ ，根据库区土壤监测结果：项目区域土壤 pH 为 6.77~6.86，属于 $5.5 < pH < 8.5$ ，土壤含盐量（1.5~1.8mg/kg） $\leq 2g/kg$ ，土壤干燥度（2.33） < 2.5 ，建设项目所在地土壤环境敏感程度为“不敏感”。

表 1.5-5 土壤环境（生态影响型）评价工作等级划分表

项目类别 \ 敏感程度	I类	II类	III类
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	-

注：“-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

结合《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）生态影响型评价工作等级划分表，本工程土壤环境影响评价工作等级为三级。

1.5.7环境风险

根据6.8环境风险影响分析判定结果，项目危险物质临界值 $Q=0.2 < 1$ ，环境风险潜势为I，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的要求，本项目环境风险评价等级最终确定为简单分析。

1.6评价范围

1.6.1地表水环境

(1) 水污染影响型

本项目施工期间地表水环境影响评价工作等级为三级B，运行期间无生活废水排放，地表水环境影响评价工作等级为三级B，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）中5.3.2.2三级B其评价范围应符合以下要求：①应满足其依托污水处理设施环境可行性分析的要求；②涉及地表水环境风险的，应覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域。

根据本项目特性，地表水水污染影响型可不设地表水评价范围，重点进行水污染控制措施可行性分析和废水不外排的可行性分析。

(2) 水文要素影响型

项目为水文要素影响型建设项目，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），项目地表水评价范围如下。

表 1.5-6 项目地表水评价范围

评价范围	判定依据
中石坝水库库区及坝下青龙河 1.0km 河段	5.3.3 (a) 水温要素影响评价范围为建设项目形成水温分层水域，以及下游未恢复到天然（或建设项目建设前）水温的水域
坝下青龙河 17.75km 河段	5.3.3 (b) 径流要素影响评价范围为水体天然性状发生变化的水域，以及下游增减水影响水域；
中石坝水库库区	5.3.3 (c) 地表水域影响评价范围为相对建设项目建设前日均或潮均流速及水深、或高（累积频率 5%）低（累积频率 90%）水位（潮位）变化幅度超过+5%的水域；
不涉及	5.3.3 (d) 建设项目影响范围涉及水环境保护目标的，评价范围至少应扩大到水环境保护目标内受影响的水域；
中石坝水库库区及坝下青龙河 19.83km 河段	5.3.3 (e) 存在多类水文要素影响的建设项目，应分别确定各水文要素影响评价范围，取各水文要素评价范围的外包线作为水文要素的评价范围。
中石坝水库回水末端~青龙河汇入龙川江 22.45km 河段、周家箐	6.2.3 对于水文要素影响型建设项目，受影响水体为河流、湖库时，除覆盖评价范围外，一级、二级评价时，还应包括库区及

汇入中石坝水库上游 1.46km 河段、富民河汇入青龙河上游 2.31km 河段、大坡河汇入青龙河上游 1.53km 河段、水冬瓜箐汇入青龙河上游 2km 河段，总长度为 29.75km	支流回水影响区、坝下至下一个梯级或河口、受水区、退水影响区。
---	--------------------------------

综上，本项目地表水评价范围为中石坝水库回水末端～青龙河汇入龙川江河段、周家箐汇入中石坝水库上游1.46km河段、富民河汇入青龙河上游2.31km河段、大坡河汇入青龙河上游1.53km河段、水冬瓜箐汇入青龙河上游2km河段，各分段长度为22.45km、1.46km、2.31km、1.53km、2km，总长度为29.75km。

1.6.2地下水环境

本次评价主要考虑水库浸润影响，围绕库区汇水范围圈定地下水环境影响评价范围，其中东侧以袁家村-迤石坝近南北向地表分水岭作为隔水边界，南侧以罗什排-袁家村北西-南东西地表分水岭作为隔水边界，西侧以罗什排-上野马仅南北向地表分水岭作为隔水边界，北侧以上野马-迤石坝北西-南东西地表分水岭作为泄水影响评估边界，形成1个总面积7.31km²，汇流影响关系相对独立的评价单元，满足《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）关于自定义法对地下水二级评价规范调查的要求，主要影响评价对象为白垩系下统（K1g）高丰寺组碎屑岩裂隙水含水层，对评价区内地下水环境的影响主要体现于地表水入渗补给标高上升导致的地下水富水性和分布标高的上扬，对地下水水质的影响短期内不明显。

1.6.3生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）：“6.2.4水利水电项目评价范围应涵盖枢纽工程建筑物、水库淹没、移民安置等永久占地、施工临时占地以及库区坝上、坝下地表地下、水文水质影响河段及区域、受水区、退水影响区、输水沿线影响区等。”

（1）陆生生态

由于本扩建工程不新建输水工程，因此陆生生态影响评价范围主要针对水库及其施工区域。项目陆生生态以项目占地区域（包括水库枢纽工程区、淹没区、永久道路、临时道路、库区河道整治工程区、风化石渣料场、粘土料场等）外延300m区域，生态评价面积为724.023hm²。

(2) 水生生态

水生生态评价范围与地表水水文要素影响的评价范围一致，即中石坝水库回水末端~青龙河汇入龙川江河段、周家箐汇入中石坝水库上游1.46km河段、富民河汇入青龙河上游2.31km河段、大坡河汇入青龙河上游1.53km河段、水冬瓜箐汇入青龙河上游2km河段，各分段长度为22.45km、1.46km、2.31km、1.53km、2km，总长度为29.75km。

1.6.4环境空气

本项目大气污染物主要产生于施工阶段，确定项目大气环境影响评价范围为项目用地（含永久占地、临时占地）外延200m范围。

1.6.5声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），确定本项目声环境影响评价范围为项目用地（含永久占地、临时占地）外延200m范围。

1.6.6土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），确定本项目土壤评价范围为项目用地（含永久占地、临时占地）外延1000m范围。

1.6.7环境风险

本项目环境风险进行简单分析，可不设评价范围，主要进行环境风险识别和环境风险分析。

1.7环境敏感区域及保护目标

1、生态环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），生态保护目标主要指受影响的重要物种、生态敏感区及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等。本次评价对生态环境的保护原则为：保护评价范围陆生生态系统完整性、保护动植物种群数量；公益林和基本农田面积；采取必要的手段保护工程占地范围内的重点保护动植物，尽量降低工程施工和运行对陆生动物的影响；施工结束后，尽量恢复植被以降低对陆生植物的影响；维护青龙河、龙川江水生生物的多样性。

本项目生态环境保护目标见下表。

表 1.7-1 生态环境保护目标一览表

环境要素	保护目标概况	与本项目位置关系	影响途径	保护级别或要求
公益林	省级公益林	项目占用省级公益林 239.52 亩	项目建设过程需淹没、采伐省级公益林，会造成活立木蓄积量减少。	尽量减少林地占用，无法避免地尽量占用次生性植被，最大限度避免活立木蓄积量的减少。
自然植被	评价区植被以落叶阔叶林、暖性针叶林、暖温性灌丛、稀树灌木草丛为主，由于受放牧、人为等干扰，自然植被次生性较强。	永久占地区（枢纽、库区）以麻栎和云南松林为主，临时占地区（施工道路、风料场、粘土料场等）以暖温性稀树灌木草丛为主。	建设征地、临时占地需对植被清除，损失生物量。	尽量减少林地占用，无法避免地尽量占用次生性植被类型，以维护生态完整性和生态系统功能。
植物资源	评价区分布有维管植物共 68 科 189 属 212 种；其中蕨类植物 15 科 38 属 33 种，种子植物 53 科 151 属 178 种。	占地区受影响的植物主要为栓皮栎、黑荆、蓝桉、赤桉、马桑、云南松、余甘子、华西小石积、紫茎泽兰等，为当地常见种，种群基数较大。	淹没和占地区内的植物将永久清除，临时占地的植物可通过植被恢复得到补偿。	维护区域生物多样性，不因工程建设而造成当地物种消失。
野生陆栖脊椎动物	评价区分布有陆栖脊椎动物 4 纲 21 目 47 科 85 属 105 种，其中以鸟类为主。	各占地区域外延 300m 区域，生态评价面积 724.023hm ² 范围内；	野生动物生境破坏、施工活动干扰。	维护区域生物多样性，不因工程建设而造成当地物种消失，施工结束后尽快进行植被恢复，营造野生动物适宜的生境。
珍稀及受保护动物	松雀鹰、普通鵟、红隼、豹猫。	前述保护动物分布较广泛，项目用地范围不属于各保护动物的重要栖息地。	淹没和占地一定程度减少上述保护动物的觅食区和活动区，但不属于不可替代生境；施工期人员和设备产生噪声、灯光、扬尘干扰。	不因项目建设或运营造成保护动物个体或种群受损，也不因项目建设对保护动物的栖息生境、食源、水源等产生明显影响。
重要保护动物的重要生境	主要为松雀鹰、普通鵟、红隼、豹猫等珍稀及受保护动物的重要生境。	前述保护动物分布较广泛，项目用地范围不属于各保护动物的重要生境	施工噪声、灯光、扬尘及淹没、占地一定程度减少重要保护动物的生境，但不属于不可替代生境。	不因项目建设或运营对保护动物的生境产生明显影响。

水生生态	评价河段分布有 4 目、7 科、16 属、16 种鱼类，种类和数量均较少，无保护鱼类，无洄游鱼类，不涉及鱼类三场。	水库区主要以鲢、鳙、鲫、鳊和鰕虎鱼为主，土著物种相对较少或已绝迹；泥鳅、鲫、高体鳊、食蚊鱼、麦穗鱼等常出现于灌溉河道中。	施工期干扰水生环境，运行期大坝阻隔、低温水影响、坝下减水。	保护鱼类生境，下泄生态流量。
土地利用	评价区总面积 1184.0 亩，土地利用格局以乔木林地为主导，省级公益林、灌木林地占比也相对较高。	枢纽区和淹没区等永久占地以占用乔木林地、省级公益林为主；各料场、渣场、施工便道以占用乔木林地、灌木林地为主。	淹没区和永久占地区将永久用地变为水域或建设用地，改变土地利用性质；临时占地区进行植被恢复或复垦后恢复原有土地利用类型。	尽量避免占用基本农田、公益林、天然林，确实无法避开的，须依法办理相关手续。

2、地表水环境保护目标

本项目地表水评价范围内不涉及饮用水水源保护区、饮用水取水口、涉水的自然保护区、风景名胜区、重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体及水产种质资源保护区等。

本项目地表水环境保护目标见下表。

表 1.7-2 地表水环境保护目标一览表

保护目标名称	保护目标概况	与本项目位置关系	影响途径	保护级别或要求
周家箐	汇入中石坝水库的支流	汇入中石坝水库支流	中石坝水库回水影响	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准。
青龙河	发源于楚雄市云龙镇，流经云龙子午坝子进入中石坝水库调蓄，再进入楚雄盆地的富民等地，再从楚雄城区东郊小河口村汇入龙川江。青龙河控制的径流面积 264km ² ，主河长 50.25km。中石坝水库坝址以上控制径流面积 129km ² ，河长 32.5km，河道平均比降 3.21‰。	本项目大坝建设于青龙河干流上。	水库蓄水及工程运行改变水文情势，坝下河道减水；库区水温分层及坝下低温水对下游农灌、水生生态的影响、工业退水影响	
富民河	汇入青龙河支流	汇入青龙河支流	中石坝水库农灌退水影响	
大坡河				
水冬瓜箐				

3、地下水环境保护目标

本项目不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的敏感区，项目地下水保护目标主要为库区潜水含水层。

项目地下水环境保护目标见下表。

表 1.7-3 地下水环境保护目标一览表

保护目标名称	保护目标概况	与本项目位置关系	影响途径	保护级别或要求
项目区潜水含水层	白垩系下统高丰寺组 (K1g) 碎屑岩裂隙水含水层	水库所在水文地质单元	隧洞施工引起的地下水疏干、水质影响, 工程运行引起的地下水流场、水位变化。	《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类水质标准。

4、大气、声环境保护目标

本项目大气、声环境保护目标为项目用地(含永久占地、临时占地)外延200m范围内的村庄, 具体见下表。

表 1.7-4 大气、声环境保护目标一览表

保护目标名称	坐标		保护对象	保护内容	环境功能区	最近的工程区	相对方位	相对距离(m)
	经度	纬度						
周溪河散户	101.57505691°	24.96808054°	村庄	16人	《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二类	枢纽工程区	东北	110
外石坝	101.57228351°	24.96769636°	村庄	150人		枢纽工程区	东	194
下马房	101.56353951°	24.94153015°	村庄	384人		库区垫地区	西	25
上马房	101.56818509°	24.94143286°	村庄	56人		河道整治区	西	56
郭家村	101.56673670°	24.93884512°	村庄	284人		库区垫地区	东	70
彭家村	101.56841040°	24.93697724°	村庄	284人		库区垫地区	东	130
平地村	101.56499863°	24.93646162°	村庄	140人		库区垫地区	西	25
袁家村	101.56757087°	24.93238282°	村庄	170人		库区垫地区	南	20
小白喇散户	101.55924261°	24.89086718°	村庄	72人		施工便道	东北	16
胡家村散户	101.55568600°	24.90086665°	村庄	20人		施工便道	北	112

5、土壤环境保护目标

本项目土壤环境保护目标见下表。

表 1.7-5 土壤环境保护目标一览表

保护目标名称	与本项目位置关系	影响途径	保护级别或要求
项目用地范围及周边受项目影响的耕地、林地、草地、园地等土壤环境。	工程占地范围内及占地范围外 1km 范围。	施工期土壤流失、少量污染物可能对浅层表土形成污染; 运行期水库蓄水导致土壤潜水位提	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018) 中筛选值限值。

保护目标名称	与本项目位置关系	影响途径	保护级别或要求
		高，可能导致盐渍化、酸化、碱化等。	

1.8评价时段和评价重点

1、现状评价水平年

水环境现状评价采用2021年~2024年河流水质监测资料；生态环境现状评价水平年为2024年，2030年为设计水平年。

2、预测水平年

施工期：预测水平年为施工高峰年（施工第二年）；

运行期预测水平年为2040年。

1.9评价重点

根据项目特点和环境特征，本评价重点为：

（1）生态影响评价：根据水库工程布置和施工布局，结合当地的植被分布、土地利用以及自然景观，重点说明工程建设期的开挖、取料、弃渣、临时道路建设等施工活动影响陆生植被的方式、途径、类型、范围、程度；结合运行期河段水文情势变化，重点分析减脱水河段对水生生态（鱼类）的影响；根据生态用水需求，提出合理下泄流量，并明确下泄方式。

（2）水文情势及水环境：根据工程特征，重点评价水库初期蓄水和建成运行后对下游河道水文情势变化的影响，以及下泄低温水对下游农业灌溉的影响，同时重点关注项目运行后库区及下游减水河段水质的变化情况及灌区退水影响。

1.10评价程序

按照环境影响评价技术导则，本工程环境影响评价工作程序见下图。

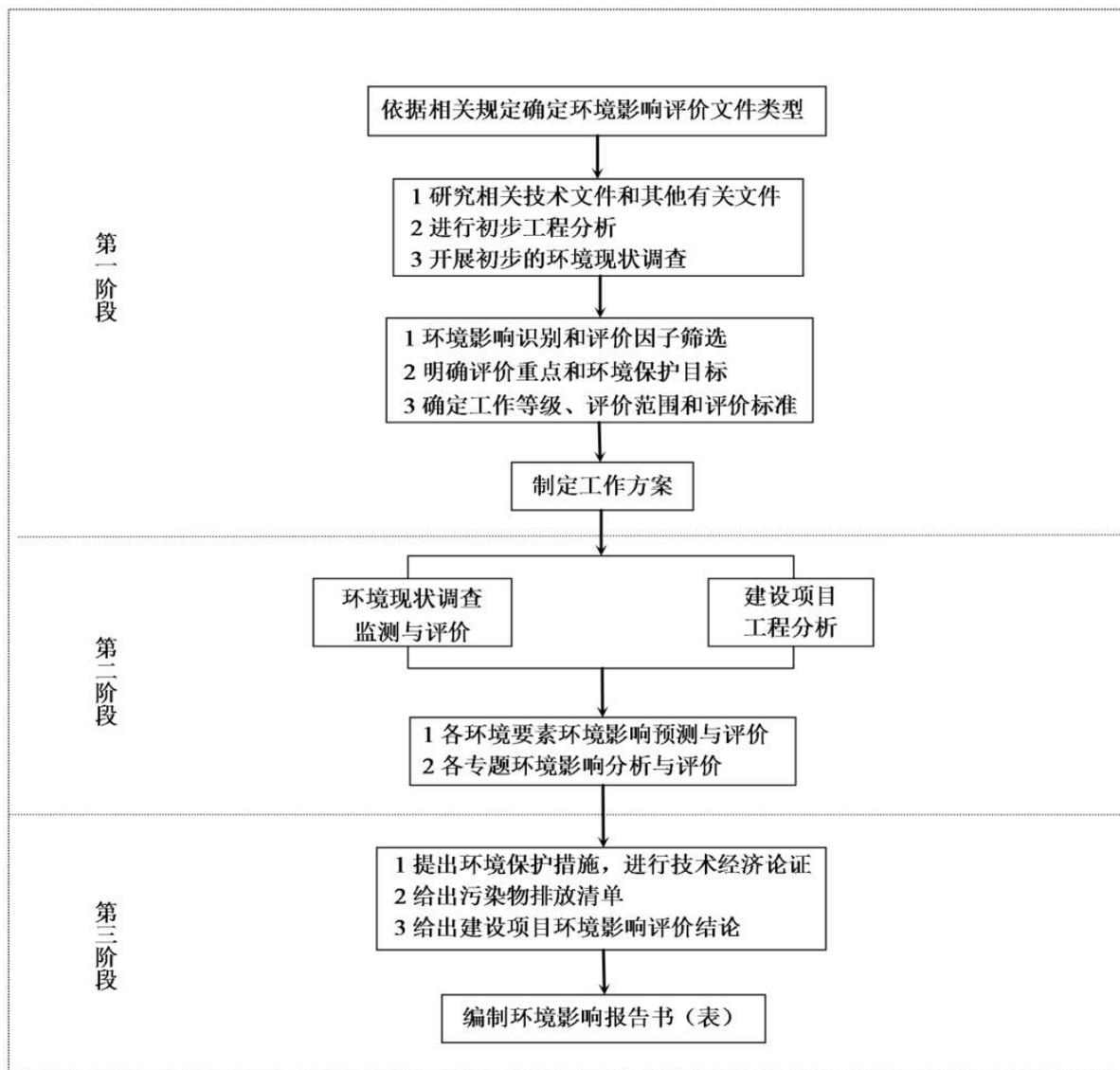


图1.10-1 环境影响评价工作程序

2 现有工程概况

2.1 现有中石坝水库建设过程

现有中石坝水库位于楚雄市境内的龙川江一级支流青龙河上游，属金沙江水系，地处楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，地理坐标东经 $101^{\circ}34'23.52''$ 、北纬 $24^{\circ}58'5.52''$ ，水库坝址距下游城区12km，坝址海拔高程为1809.40m。坝址以上控制径流面积 129km^2 ，上游流域内建有楚双和竹园两座小（一）型水库，楚双水库控制径流面积 22.9km^2 ，总库容 590万m^3 ；竹园水库控制径流面积 10.4km^2 ，总库容 118万m^3 ；楚双、竹园~中石坝区间径流面积 86.9km^2 。中石坝水库坝址以上总河长31.7km，河道平均坡降3.4‰。

中石坝水库工程于1957年10月动工兴建，大坝于1958年4月完工，溢洪道于1964年完工，高涵于1965年完工。大坝于1959年、1968年两次进行了灌浆处理，1973年、1974年、1979年三次进行了加固处理，1986年溢洪道陡坡段底板边墙部分被冲毁，1987年进行了修复。2002年3月安全鉴定确认该水库大坝为III类坝，2006年进行了除险加固。

由于现有中石坝水库建设较早，未办理相关环保手续。但按要求进行了安全鉴定、除险加固等工作。具体如下。

2002年2月，楚雄州水利电力勘测设计研究院受楚雄市水利局委托，承担中石坝水库的安全鉴定工作，并于2002年3月完成安全鉴定全部工作，其成果通过了云南省水利厅组织专家的复核审查，确认该水库大坝为III类坝。

安全鉴定通过后，楚雄州水利电力勘测设计研究院又受楚雄市水利局委托，承担中石坝水库的除险加固初步设计工作，并于2003年5月完成全部工作，其成果通过了上级部门组织专家的审查。受楚雄市水利局委托，楚雄州水利电力勘测设计研究院于2005年4月完成了《楚雄市中石坝水库除险加固工程技术设计》，并于2006年除险加固竣工结束。除险加固后水库维持正常蓄水位1836.4m不变，正常库容为 461.3万m^3 ，总库容 591.7万m^3 ，兴利库容为 381.3万m^3 ，调洪库容为 233.1万m^3 。除险加固后水库工程任务仍然维持新建时供水任务不变：

“以灌溉、防洪为主”，主要承担下游富民镇下白庙、李家庵等7个村公所，共1.16万亩农田的农田灌溉，同时承担下游楚雄城区的城市防洪作用。水库总供

水量为529.3万m³，其中下游河道生态供水量为185.8万m³，农业灌溉供水量为345.3万m³。

2017年为确保彝海公园的水体景观用水及公园内绿化灌溉用水，完善城市功能，确保彝海公园的生态环境持续良好发展，楚雄市水务局委托编制了《楚雄市东南新城水环境治理引水工程实施方案报告》，楚雄市东南新城水环境治理引水工程，以中石坝小（1）型水库为供水水源，从中石坝水库输水隧洞出口新建管道输水至彝海公园，为彝海公园水提供景观用水及公园绿化灌溉用水，设计供水量为77.9万m³。中石坝水库供水任务调整为：“生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪”。

2.2 现有工程建设内容

现有中石坝水库建设于1957年，运行至今中途经历了多次灌浆、加固、修复等过程，现状建设内容为2006年除险加固后的建设内容，主要包括拦河坝、溢洪道、输水隧洞、高涵等。

项目现有工程建设内容见下表。

表 2.2-1 项目现有工程建设内容表

工程项目	建设内容	备注	
枢纽工程	拦河坝	为均质土坝，混凝土防渗墙防渗，坝址高程 1809.4m，坝顶高程 1840.90m，坝高 31.5m，坝顶长 173m，坝顶宽 6m。水库死水位为 1825.80m，死库容为 80 万 m ³ ；汛限水位为 1834.40m，相应库容为 358.60 万 m ³ ；正常蓄水位为 1836.40m，相应库容为 461.30 万 m ³ ，兴利库容为 381.30 万 m ³ ；设计洪水位为 1836.82m，相应库容为 485.3 万 m ³ ；校核洪水位为 1838.58m，相应库容为 591.7 万 m ³ ；防洪库容为 130.40 万 m ³ ；调洪库容为 233.10 万 m ³ 。目前大坝运行状况良好。	本次扩建进行坝体加高、坝轴线后移施工，不拆除原有大坝
	溢洪道	布置于顺流大坝左岸山垭口处，最大下泄洪流量 160.8m ³ /s，全长 399.286m，其中 0+015~0+000 为进口引渠段，0+000~0+010 为闸室段，0+010~0+0328.286 为泄槽段，0+328.286~0+357.286 为消力池段，0+357.286~0+384.286 为海漫段，目前运行状况良好。	本次扩建进行溢洪道闸室后移并实用堰及安装 3 道弧形闸门
	输水隧洞	现状输水隧洞为右岸输水隧洞，于 2006 年除险加固时，输水隧洞主要调节灌区用水，不参与泄洪，进口底板高程 1820.40m，出口底板高程 1819.02m，设计底坡 1/100，隧洞全长 275.92m，设计流量为 1.624m ³ /s，不具备大量泄流条件。隧洞目前运行状况良好，结构完整。	本次扩建右岸输水隧洞拦砂井加高，竖井加高，重建启闭房及工作桥；新建左岸输水隧洞
	高涵	位于大坝左坝肩，进口底板高程 1830.5m，全长 48.6m，底坡 1:200，为 1.0×1.5m 浆砌石城门洞型无压洞。设	本次扩建进行封堵

		0.6×0.6m 平板钢闸门一道，为浆砌石启闭塔启闭。		
输水工程	输水干渠	东干渠	从右岸输水隧洞出口取水，终点止于塔普村附近，全长 14.66km，设计流量 2.5m ³ /s，为浆砌石衬砌结构，目前运行状况良好。	扩建工程不进行施工，利旧利用
		西干渠	全长 9.49km，设计流量 1.0m ³ /s，浆砌石衬砌结构	扩建工程不进行施工，利旧利用
	输水管道	城镇环境供水管道	为中石坝水库至彝海公园的城镇环境供水管道，由输水主管、支管组成，管道总长 12.32km。 输水主管： 全长 9.84km，从中石坝水库输水隧洞出口至彝海公园，采用埋管敷设，管顶覆土 1.0m，管道跨河处采用螺旋钢管架空敷设。供水设计流量为 0.1390m ³ /s； 输水支管： 总长 2.48km，从主管里程主 7+901 处至阳光桥附近的阳光大道与青龙河东路交叉口处，供水设计流量为 0.2250m ³ /s。	扩建工程不进行施工，利旧利用
		提水工程输水管道	为楚雄市福塔提水工程输水管道，分自流管段及提水管段。 自流管段（主管 0+000.00~1+000.00）： 从已建中石坝水库至彝海公园城镇环境供水管道支管里程支 2+200 处至青龙河东路旁的新建提水泵房，长 1.0km，采用埋管敷设，管顶覆土 1.0m，管道跨道路处采用螺旋钢管套管敷设。 提水管段（主管 1+000.00~3+800.00）： 从青龙河东路旁的新建提水泵房至福塔入口停车场处，后沿福塔山脊顺地势而上到福塔外围挡墙，沿福塔外围挡墙边到新建的水体景观。提水管段前段长 1.99km，采用埋管敷设，管顶覆土 1.0m，管道跨道路处采用螺旋钢管套管敷设；福塔路段长 0.41km，管材为螺旋钢管外包钢筋砼埋地敷设；后段长 0.4km，采用埋管敷设，管顶覆土 1.0m。输水主管设计流量为 0.2042m ³ /s。	扩建工程不进行施工，利旧利用
辅助工程	管理房	位于水库左岸坝肩，占地面积 320m ² 。	本次扩建进行原址复建	
	1#提升水泵	位于库尾上游约 500m 处左岸，为灌溉提水泵站，泵站建筑面积为 50m ² ，现状为停用，泵房内无提升水泵。	本次扩建进行改复建	
	2#提升水泵	为占地面积约 52m ² 砖混结构，泵站为灌溉提水泵站，主要将库尾河道内的水抽提至泵站东边的大兴坝塘内，利用水库现状沟渠进行放水灌溉，现状为在用。	本次扩建进行改复建	
	水闸	4 个钢闸，位于提升水泵处，用于拦截上游河道内水流后便于提升水泵抽提水用于农灌。	本次扩建进行改复建	

根据中石坝水库工程现状，本次扩建主要对拦河坝、溢洪道、输水隧洞、高涵等进行改扩建，以解决水库蓄水量增加及防洪等问题，并根据现代化管理的要求，完善大坝安全监测、防汛、通讯等工程管理设施。

2.3 现有工程特性

中石坝水库现状为小（一）型水库规模，枢纽区主要由大坝、溢洪道、右岸输水隧洞、高涵组成。大坝为均质土坝，40cm 厚砼防渗墙防渗，坝高

31.5m，坝顶高程1840.90m，坝顶长173m，坝顶宽6m。校核洪水位1838.58m，相应总库容591.70万m³；设计洪水位1836.82m；正常蓄水位1836.40m，相应正常库容461.3万m³；调洪库容233.1万m³；防洪库容130.4万m³；兴利库容381.30万m³；死水位1825.80m，相应死库容80万m³。

水库建成运行至今，由于水库年径流丰富，水库蓄满后，还有很大一部分弃水，而随着灌区土地的开发，灌溉、环境用水量的增加，水库供水已不能满足近远期用水要求。为充分利用水资源，满足供水需求，楚雄市人民政府决定扩建中石坝水库。

表 2.3-1 现有中石坝水库工程特效一览表

序号	名称	单位	水库现状（除险加固后）	备注
一	水文			
1	坝址以上流域面积	km ²	129	楚、竹~中区间 86.9
2	利用水文序列年限	a	59	
3	径流区多年平均年径流量	万 m ³	1801	
	设计年径流量 P=75%	万 m ³	1168	
4	代表性流量			
	正常运用设计洪峰流量	%	159	P=2%
	非常运用校核洪峰流量	%	270	P=0.1%
	施工导流洪峰流量	%	3.29	P=10%（枯期）
5	洪量			
	设计洪水洪量（d）	万 m ³	925	P=2%
	校核洪水洪量（d）	万 m ³	1614	P=0.1%
	施工导流洪量（d）	万 m ³	19.4	P=10%（枯期）
6	泥沙			
	多年平均悬移质输沙量	万 m ³	1.26	
二	水库			
1	水库水位			
	校核洪水位	m	1838.58	p=0.1%
	设计洪水位	m	1836.82	p=2%
	正常蓄水位	m	1836.4	
	防洪限制水位	m	1834.4	正常蓄水位起调
	死水位	m	1825.8	
2	正常蓄水位水库淹没面积	亩	841.35	
3	水库容积			
	总库容	万 m ³	591.70	校核洪水位以下库容
	正常库容	万 m ³	461.30	正常蓄水位以下库容
	调洪库容	万 m ³	233.10	H 校~H 限之间库容
	防洪库容	万 m ³	130.40	H 防~H 限之间库容
	兴利库容	万 m ³	381.30	H 正~H 死之间库容
	死库容	万 m ³	80.00	死水位以下库容
4	调节特性			多年调节
三	下泄流量			
1	设计洪水位时最大下泄流量	m ³ /s	87.5	溢洪道

2	校核洪水位时最大下泄流量	m ³ /s	160.8	溢洪道
四	灌溉效益			
1	灌区灌溉面积	万亩	1.4674	
2	灌溉设计保证率	%	75	
3	水库年总供水量	万 m ³	472.2	
	其中：农灌供水	万 m ³	381.9	
	工业供水	万 m ³		
	环境供水	万 m ³	90.3	
五	水库淹没及占地			
(一)	淹没			
1	淹没水位	m	1836.62	P=20%/P=10%洪水位

2.4项目现有工程供水对象概况

中石坝水库现供水任务为：“生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪”，现状年正常总供水量为494.2万m³，其中农灌供水381.6万m³，环境供水90.3万m³。

现状水平年2022年，中石坝水库规划区总需水量6973.0万m³，其中城镇生活需水量2037.6万m³，农村生活需水量15.0万m³，富民工业园区工业需水量4204.4万m³、农业灌溉需水量716.0万m³。

设计水平年2040年，中石坝水库规划区总需水量13066.9万m³，其中城镇生活需水量3035.4万m³，农村生活需水量21.2万m³，富民工业园区工业需水量9322.4万m³、农业灌溉需水量687.9万m³。

规划区现状供水工程全部为蓄水工程，蓄水工程有本区水利工程及外流域水利工程两部分，其中本区有中石坝、尹家嘴、马金河3件小（1）型水库，有大拦河、千工坝、土窝坡、沿柴河、自家冲5件小（2）型水库，外流域有青山嘴水库大（二型）及九龙甸中型水库。现状下游灌片城镇生活用水及大小牲畜生活用水由楚雄市第二自来水厂解决，水厂水源为九龙甸中型水库。工业供水由青山嘴水库、尹家嘴水库解决，农灌供水由本区的中石坝、马金河及4件小（2）型水库解决；库尾灌片农村生活用水由子午水厂（自家冲水库）解决，农灌供水由中石坝水库库尾的提水泵站解决。

规划区现状总供水量5173.5万m³，其中城镇生活供水2037.6万m³，农村生活供水15.0万m³，工业供水2571.3万m³，农业灌溉供水量549.6万m³。

规划区现状城镇生活用水、农村生活用水及工业用水均由现有城市供水管网供给供水保障较高，但部分管道仍然存在运行年限较长，严重问题，管网漏损率在15%左右；农灌供水由现有的中石坝水库东、西两条干渠及提水泵站供

给，灌溉渠道长，地质条件差，渗漏严重，渠道水利用系数低，灌溉效益差，水粗放，农业节水程度低。

2.5现有工程环境回顾性分析及存在问题

2.5.1现有工程环境回顾性分析

中石坝水库现有工程于1957年10月动工兴建，大坝于1958年4月完工，溢洪道于1964年完工，高涵于1965年完工。大坝于1959年、1968年两次进行了灌浆处理，1973年、1974年、1979年三次进行了加固处理，1986年溢洪道陡坡段底板边墙部分被冲毁，1987年进行了修复。2002年3月安全鉴定确认该水库大坝为III类坝，2006年进行了除险加固。对中石坝水库现有工程环境影响回顾性分析如下。

1、废气影响回顾性分析

项目为水库运行项目，现有工程运行期的废气为水库管理房饮食油烟，无其他废气，根据建设单位提供信息，项目现有工程水库管理房工作人员为3人，设置有1个灶台，为员工提供三餐，食用油用量平均按0.03kg/人·天计，日耗油量为0.09kg/d。根据不同的烧炸工况，油烟气中烟气浓度及挥发量均有所不同，烹饪过程中的挥发损失约2%，即本项目日产生油烟量为0.0018kg/d，日烹饪时间4h，油烟净化器配套风机风量1000m³/h，则油烟产生量为0.00045kg/h，油烟产生浓度0.45mg/m³，经配套处理效率65%的油烟净化器处理后排放，饮食油烟排放浓度为0.20mg/m³，可达《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）排放限值要求（≤2.0mg/m³）。且水库管理房工作人员并不经常性做饭。

项目现有工程运行废气对环境影响较小。

2、固废影响回顾性分析

项目为水库运行项目，现有工程生产的固废主要为水库管理房工作人员产生的生活垃圾，生活垃圾在水库管理房设置有垃圾收集箱进行垃圾收集，收集到一定量后送至周边村子指定垃圾收集点，由环卫部门统一清运处置。废润滑油需在泵房维修保养时才会产生，产生量极小，现暂未产生，如产生后收集暂存于水库管理所，达到一定量后委托有资质的单位处置。

3、噪声影响回顾性分析

项目为水库运行项目，现有工程产生的噪声影响主要为提升水泵运行噪声，但根据现场实际调查，项目现运行提升水泵为上马房水泵站，泵房内仅有2个水泵，产噪设备较少，距离周边居民较远，对周边居民声环境影响较小。

4、地表水影响回顾性分析

(1) 水文情势影响分析

项目现有工程的建设运行在一定程度上拦截了上游河道水量，库区流水较河道减缓，水位加深、水面变宽，使坝下一定河段水量减少，流速变小，但库区以180万m³/a水量下泄生态流量，保障下游河段生态用水，确保不影响下游河段生态。

现有水库的建设运营对库区、坝下河段有一定影响，但采取下泄生态流量保障下游生态用水后影响较小。

(2) 水质影响回顾性分析

项目为水库运行项目，现有工程运行产生的废水主要为水库管理房工作人员生活产生的生活污水，根据建设单位提供信息，项目现有工程水库管理房工作人员为3人，参考云南省地方标准《用水定额》（DB53/T168-2019），并结合项目实际，食堂用水量按20L/人·d计，则项目食堂用水量为0.06m³/d，污水产生量按80%计，食堂废水产生量为0.048m³/d。员工生活人均用水量取80L/d，则生活用水量约0.24m³/d，蒸发损失0.048m³/d，生活污水量为0.192m³/d。食堂废水经隔油池预处理后排入化粪池与其他生活污水一并处理，水分蒸发损耗后定期请周边村民清掏污泥用于农田施肥。

中石坝水库现有工程供水任务为环境供水、农灌供水，农灌退水会对青龙河水质造成一定影响，但根据中石坝水库、青龙河水质监测报告，中石坝水库及青龙河水质均可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准要求。

综上，项目现有工程运行对中石坝水库及其坝下河段水质影响较小。

2.5.2 现有工程存在问题及“以新代老”措施

1、现有工程存在问题

根据建设单位提供信息及实际调查，项目现有工程运行存在的问题主要为：

(1) 现有高涵由于建成时间太长，老化问题突出，洞身砂浆多处脱落，漏水严重，闸门由于锈蚀，关闭不严，闸门为手动螺杆机启闭，严重老化，启闭困难已不能正常运行，洞身淤积严重，涵洞及其后的渠道常年积水。

(2) 项目需对提水泵站水泵进行检修维护保养，会产生极少量废润滑油，但产生量极少，暂未产生需进行收集暂存，水库管理房工作人员未在水库管理房建设备用的危废暂存间。

2、“以新代老”措施

针对现有工程存在问题，提出“以新代老”措施如下：

(1) 对高涵闸室段采用C20砼封堵及洞身段进行干砌石回填灌水泥砂浆封堵，同时拆除原高涵排架、工作桥及其附属设施。

(2) 本次工程原址重建水库管理房时在水库管理房建设1间危险废物暂存间备用，因废润滑油产生量较小，故危废暂存间占地面积为2m²，如提升泵站维修保养产生废润滑油，需采用桶装收集暂存。根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）“6.1.4贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少1m厚黏土层（渗透系数不大于10⁻⁷cm/s），或至少2mm厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于10⁻¹⁰cm/s），或其他防渗性能等效的材料。”项目产生的废润滑油采用桶装后暂存，库危废暂存间需进行表面防渗，采取“抗渗混凝土硬化”进行防渗，再采用钢板托盘垫底暂存废润滑油桶。

3 扩建工程概况

3.1 扩建工程基本情况

项目名称：楚雄市中石坝水库扩建工程

项目性质：扩建

建设单位：楚雄市水务局

建设地点：楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，地理坐标 $101^{\circ}34'28.0999''E$ 、 $24^{\circ}57'54.5331''N$ 。

主要建设内容：拦河坝加高扩建、溢洪道改造、右岸输水隧洞改造、新建左岸输水隧洞、高涵封堵以及防护工程。

环境影响评价行业类别：五十一、水利 124 水库（库容1000万立方米及以上；涉及环境敏感区的）。

工程投资：总投资22498.62万元。

3.2 流域概况

3.2.1 青龙河流域概况

拟扩建中石坝水库坝址处地理坐标为东经 $101^{\circ}34'20''$ ，北纬 $24^{\circ}58'10''$ ，水库坝址距楚雄市12km，位于楚雄市东南部鹿城镇富民村委会中石坝村附近的青龙河上，属金沙江水系龙川江一级支流青龙河中下游。

龙川江属长江流域金沙江水系，是金沙江右岸的一级支流，也是流经楚雄州境内中心地带的一条重要河流。发源于南华县天子庙坡，源头高程2665m，先后流经南华、楚雄、禄丰、牟定、元谋等县（市）。自河源起由西向东流经南华县的沙桥坝子后纳入北南向的左岸支流双殿河再向东，穿过南华县城龙川镇到达楚雄市的吕合坝子与牟定县西部的紫甸河汇合后约经14km的流程到达青山嘴水库，往下以东南向流经楚雄市区，经紫溪、东瓜，在小河口与青龙河汇合后转为东北向流经大海波水库，经黑井，于正兴坝出狭谷区，入元谋坝子，在小黄瓜园水文站下游纳入由西向东而来的蜻蛉河后至江边乡龙街渡口汇入金沙江。河流全长244.9m，落差1725m，平均坡降5.1‰，集水面积9225km²。

流域呈扇形分布，水系发育，大小支流有30余条，主要支流有紫甸河、青

龙河、龙川河、勐岗河、蜻蛉河等。

龙川江在楚雄市境内流长60km，流域面积1094.7km²，占全市总面积的24.7%，流域两岸多为山间盆地，俗称坝子，现有万亩以上坝子6个。耕地面积32.28万亩，有效灌溉面积20.56万亩，流域内有楚雄州、市政府所在地—鹿城，是楚雄州政治、经济、文化中心，也是省内工农业比较发达的地区之一。龙川江的支流比较多，在楚雄市境内主要有：紫甸河、西静河、河前小河、寨子小河、青龙河、苍岭小河等。较大支流有紫甸河和青龙河。

青龙河为龙川江流域右岸的一级支流，发源于楚雄市子午镇的秧田冲大山、瓦坡里一带，海拔高程2325m~2029m，流域以南为红河流域。青龙河由南向北流经楚双水库、中石坝水库、富民等地后，于楚雄城区小河口水文站上游约1.5km处汇入龙川江。

青龙河与龙川江汇口以上径流面积264.0km²，主河道长50.25km，天然河道平均坡降2.34%，青龙河主河道起于北纬24°49'52.07"、东经101°32'22.17"（位于小白山引水隧洞出口、小白山小（二）型水库坝脚），终于东经25°03'7.87"、东经101°33'26.54"（位于楚雄彝族自治州国税局与楚雄公路管理段之间汇入龙川江）。城区段河槽宽9~15m，河床纵比降1.1‰~0.3‰。现状青龙河主河道治理率为87.7%，其中浆砌石加固衬砌治理率为48.95%，生态河道治理率为26.29%（治理段总长39.75km，其中：浆砌石加固段长22.19km、生态河道治理段长11.92km，天然河道段长5.58km），已建取水闸55件，景观翻板闸1件，配套闸门78套，配套螺杆启闭机110套、翻板闸液压启闭机1套、已建桥涵33座。目前青龙河主要以沿河取水灌溉排涝和城镇防洪、工业生态供水为主。青龙河通过中石坝水库除险加固，调蓄下泄洪水后，青龙河城区段洪水标准由30年一遇提高到50年一遇洪水标准。

中石坝水库坝址以上径流区内已建有楚双和竹园两座小（一）型水库，丰收、自家冲和大石仁3座小（二）型水库以及38座小坝塘。其中楚双水库控制径流面积22.9km²，河长8.68km，河道比降12.2‰，流域平均高程1997m，水库总库容590万m³；竹园水库控制径流面积10.4km²，河长5.21km，河道比降24.4‰，流域平均高程2002m，水库总库容118万m³，竹园水库为“L”型坝，输水涵洞和溢洪道分别位于“L”型坝的两个方向，输水涵洞放水汇入中石坝水库所在的青龙河流域，溢洪道下泄流量进入东华坝子所在的河前河上游支流东华河流

域。丰收水库坝址以上径流面积3.53km²，流域平均高程1942m；自家冲水库坝址以上径流面积2.82km²，流域平均高程2016m；大石仁水库坝址以上径流面积2.44km²，流域平均高程2060m。38座小坝塘总径流面积11.4km²，中石坝水库扣除上游2座小（一）型水库、3座小（二）型水库及38座小坝塘后区间径流面积75.61km²。中石坝水库径流区水系分布示意图附图2评价区地表水系图，中石坝水库径流区水利工程见下表。

表 3.2-1 中石坝水库径流区水利工程统计表

水库名称	类型	径流面积 (km ²)	总库容 (万 m ³)	兴利库容 (万 m ³)
楚双水库	小（1）型	22.9	590	398
竹园水库	小（1）型	10.4	118	78
大石仁水库	小（2）型	2.44	28	24
自家冲水库	小（2）型	2.82	90	70
丰收水库	小（2）型	3.53	90	75
小坝塘	38 件	11.4	86	67
合计	43 件	53.6	1002	712

3.2.2 水资源状况

1、水资源现状

楚雄市境内水资源总量为8.856亿m³，占全州水资源总量的14.0%。其中金沙江水系（以龙川江为主）1.62亿m³，红河水系（以礼社江为主）7.24亿m³。区域内地下水重复计算水资源量为2.46亿m³，其中金沙江水系（以龙川江为主）0.29亿m³，元江水系（以礼社江为主）2.17亿m³。按全市总人口60.16万人计算，人均占有1472m³，仅为全省人均占有4688m³的31.4%，按全市总耕地面积80.42万亩计算，亩均占有水资源量1101m³，仅为全省亩均占有2369m³的46.5%；现状水利工程总供水能力2.13亿m³，水资源开发利用率为24.1%，人均可供水量354m³，人均可供水量略高于同期全省水平（335m³/人），亩均可供水量247m³，亩均可供水量远低于同期全省水平（505m³/亩），目前全市有耕地面积80.42万亩，有效灌溉面积35.66万亩，占全市总耕地面积44.3%，尚有44.76万亩耕地缺水灌溉。属典型的滇中资源性缺水干旱区。

龙川江流域水资源总量为1.62亿m³，占楚雄市水资源总量的18.3%，按流域总人口42.72万人计算，人均占有379m³，仅为全省人均占有4688m³的8.1%，按流域总耕地面积32.35万亩计算，亩均占有水资源量500m³，仅为全省亩均占有

2369m³的21.1%。现状水利工程总供水能力1.70亿m³，水资源开发利用率为104.8%，水资源已过度开发，人均可供水量397m³，人均可供水量略高于同期全省水平（335m³/人），亩均可供水量524m³，亩均可供水量略高于同期全省水平（505m³/亩）。流域有耕地面积32.35万亩，有效灌溉面积21.85万亩，占流域总耕地面积67.5%，目前流域缺灌面积尚有10.50万亩。

青龙河流域面积264km²，水资源总量为3369.4万m³，按流域总人口26.94万人计算，人均占125.1m³，为全省人均占有4688m³的2.6%，按流域总耕地面积6.3万亩计算，亩均占有水资源量976.6m³，为全省亩均占有2369m³的41.2%。现状水利工程总供水能力1837.0万m³，水资源开发利用率为54.5%，水资源开发利用程度高，人均可供水量68.2m³，人均可供水量低于同期全省水平（335m³/人），亩均可供水量291.6m³，亩均可供水量低于同期全省水平505m³/亩）。目前流域内有耕地面积6.3万亩，有效灌溉面积3.03万亩，占流域总耕地面积63.9%，尚有3.27万亩耕地缺水灌溉。

2、水资源特点

楚雄市径流来源于降水，受地形差异因素影响，与降水相应，径流在时程分配和地区分布上极不均衡，径流的年内分配不均，丰、枯变化大，具有明显的季节性。楚雄市雨季5月~11月降水量约占全年降水量的93%左右，12月~4月为旱季，降水量仅占全年降水量的7%。而汛期则比雨季推迟一个月左右，开始于6月结束于11月，6月~11月7个月径流量约占年径流量的88%。其中最丰的7月~9月三个月径流量约占年径流量的55%；12月~5月经流量最小，最枯的4月份径流量仅占年径流量的12%。

楚雄市地跨金沙江、元江两水系，人均占有水资源量不平衡，开发利用条件也难易不同；楚雄市水源工程缺乏，供水保障率低，且水利工程分布不均，工程性缺水和资源性缺水并存。楚雄市龙川江流域，城镇、人口、农田集中，地形、地质条件较好，工商业较发达，需水量多，水资源开发利用条件较好，但水资源量却又偏少，水资源开发利用程度高。楚雄市礼社江、马龙河流域、沙甸河流域，水资源量虽多，但河流穿行于深山峡谷，水低田高，耕地较多且分散，地形、地质条件复杂，水资源开发利用条件较难，山区乡镇农村人畜供水水源工程十分匮乏，农田有效灌溉程度低，干旱缺水形势较为严峻。楚雄市降水时空分布严重不均，蒸发量大，地下水资源比较贫乏，可开发利用量仅可

以解决少量的农村人畜用水和部分农田用水。由于山区面积比重大，占全市总面积的83%，境内无天然湖泊，雨季集中，故降雨形成的地表径流可开发利用率低，但开发利用难度越来越大。

3.2.3 水利工程现状

1、全市水利工程现状

楚雄市现状2022年已建成水利工程107470件（含地下水和集雨工程），其中大（2）型水库1件，青山嘴水库，总库容10805m³，兴利库容5623万m³，P=75%楚雄市供水量4212万m³；中型水库2件，九龙甸水库、西静河水库，总库容8166m³，兴利库容6034万m³，P=75%供水量4541万m³；小（1）型水库15件，总库容3897m³，兴利库容2834万m³，P=75%供水量3240万m³；小（2）型水库220件，总库容5472m³，兴利库容4570万m³，P=75%供水量4823.0万m³；小坝塘4562件，总库容3291万m³，兴利库容2269万m³，P=75%供水量2412万m³；引水工程1948件，P=75%供水量1775万m³；提水工程201件，P=75%供水量459万m³；地下水和集雨工程100521件，P=75%供水量161万m³。各类水利工程P=75%总供水量21622万m³。目前全市有耕地面积80.42万亩，有效灌溉面积35.66万亩，占全市总耕地面积44.3%，尚有44.76万亩耕地缺水灌溉。楚雄市现状供水能力21622万m³计，需水量为37934万m³，当年缺水16312万m³。如果仍不能有效增加蓄水，预计到2040年将缺水17584万m³。因此有效增加工程性蓄水成了楚雄市今后一段时期内解决缺水问题的关键，否则，将严重制约楚雄市未来的社会经济发展。

楚雄市现状2022年水利工程统计见下表。

表 3.2-2 楚雄市 2022 年现状水利工程供水量统计表

县 (市)	工程名称	工程规模	件数	径流面积	总库容	兴利库容	总供水量
			件	km ²	万 m ³	万 m ³	万 m ³
楚雄市	青山嘴水库	大（2）型	1	1228.0	10805.2	5622.9	4212
	九龙甸水库	中型	1	257.6	7043.0	5135.8	3500
	西静河水库	中型	1	60.0	1123.0	897.8	1041
	寨子水库	小（1）型	1	42.5	172.0	156.0	182
	二成坝水库	小（1）型	1	30.2	251.6	240.8	201
	朵基水库	小（1）型	1	19.6	250.0	218.9	182
	团山水库	小（1）型	1	13.4	290.0	240.0	203
	竹园水库	小（1）型	1	10.4	118.0	78.0	114
	楚双水库	小（1）型	1	22.9	590.0	398.0	329
	中石坝水库	小（1）型	1	129.0	591.4	382.8	768

	马金河水库	小(1)型	1	11.0	127.5	78.2	41
	尹家咀水库	小(1)型	1	24.0	647.0	418.1	524
	龙宝闸水库	小(1)型	1	6.8	145.0	137.4	78
	殷家箐水库	小(1)型	1	9.8	146.0	110.0	113
	关坝河水库	小(1)型	1	17.2	220.0	162.0	188
	江家冲水库	小(1)型	1	6.9	105.0	62.9	75
	罗其美水库	小(1)型	1	11.7	120.5	75.1	115
	中土坡水库	小(1)型	1	11.1	123.0	76.0	128
	小(1)型水库	小计	15	365.9	3897.0	2834.2	3240
	小(2)型水库	小计	220	631.5	5471.9	4569.7	4823
	小坝塘		4562		3290.6	2269.4	2412
	引水工程		1948				1775
	提水工程	43台泵 10625k	201				459
	地下水和集雨工程		100521				161
	合计		107470	2543.6	31630.6	21329.8	21622

2、龙川江流域水利工程现状

楚雄市龙川江流域，现状年已建成水利工程23598件（含地下水和集雨工程），其中大（2）型水库1件，青山嘴水库，总库容10805m³，兴利库容5623万m³，P=75%楚雄市供水量4212万m³；中型水库2件，九龙甸水库、西静河水库，总库容8166m³，兴利库容6034万m³，P=75%供水量4541万m³；小（1）型水库14件，总库容3774m³，兴利库容2758万m³，P=75%供水量3148万m³；小（2）型水库178件，总库容4239m³，兴利库容3597万m³，P=75%供水量3677万m³；小坝塘2797件，总库容2391万m³，兴利库容1649万m³，P=75%供水量1717万m³；引水工程496件，P=75%供水量667万m³；提水工程184件，P=75%供水量400万m³；地下水和集雨工程19926件，P=75%供水量39万m³。各类水利工程P=75%总供水量18401万m³。

现状年2022年龙川江流域水利工程供水量统计见下表。

表 3.2-3 现状年龙川江流域水利工程供水量统计表

流域分区	工程名称	工程规模	件数	径流面积	总库容	兴利库容	总供水量
			件	km ²	万 m ³	万 m ³	万 m ³
龙川江流域	青山嘴水库	大(2)型	1	1228	10805	5623	4212
	九龙甸水库	中型	1	258	7043	5136	3500
	西静河水库	中型	1	60	1123	898	1041
	中型水库小计	中型	2	318	8166	6034	4541
	寨子水库	小(1)型	1	43	172	156	182
	二成坝水库	小(1)型	1	30	252	241	201

朵基水库	小（1）型	1	20	250	219	182
团山水库	小（1）型	1	13	290	240	203
竹园水库	小（1）型	1	10	118	78	114
楚双水库	小（1）型	1	23	590	398	329
中石坝水库	小（1）型	1	129	591	383	768
马金河水库	小（1）型	1	11	128	78	77
尹家咀水库	小（1）型	1	24	647	418	524
龙宝闸水库	小（1）型	1	7	145	137	78
殷家箐水库	小（1）型	1	10	146	110	113
关坝河水库	小（1）型	1	17	220	162	188
江家冲水库	小（1）型	1	7	105	63	75
罗其美水库	小（1）型	1	12	121	75	115
小（1）型水库	小（1）型	14	345	3774	2758	3148
小（2）型水库	小（2）型	178	472	4239	3597	3677
小坝塘		2797		2391	1649	1717
引水工程		496				667
提水工程	22台泵 9568kw	184				400
地下水和集雨工程		19926				39
小计		23598	2373	29375	19661	18401

3、规划区水利工程现状

中石坝水库规划区分为下游灌片和库尾灌片两部分。

截止至2022年底，下游灌区由本区水利工程及外流域水利工程两部分供给。本区水利工程主要有小（1）型水库3件，总库容1365.9万m³，兴利库容879.1万m³，供水量为905.5万m³；小（2）型水库4件，总库容181.0万m³，兴利库容118.0万m³，供水量为71.0万m³；小坝塘27件，总库容23.0万m³，兴利库容18.0万m³，供水量为11.9万m³；本区水利工程可供水量949.4万m³。外流域水利工程有九龙甸水库及青山嘴水库。规划区范围内建有自来水厂一座（楚雄市第二自来水厂）供水水源为九龙甸水库，近期日供水能力5万m³/d，远期日供水能力10万m³/d。楚雄市第二自来水厂供水管网已全部覆盖整个灌片，九龙甸主要满足规划区范围内的城镇及农村生活供水，现状年九龙甸水库该区生活供水量为2123.0万m³。青山嘴水库主要规划区内主要供给工业供水，现状年青山嘴水库该区供水量为2014.0万m³。外流域水利工程总供水量为4137.0万m³。下游灌片本区现有水利工程及外流域水利工程（九龙甸、青山嘴水库）总供水

量5086.4万m³。库尾灌片水利工程由本区水利工程及外区水利工程两部分供给，本区水利工程有提供泵站1座，水源为中石坝水库（从中石坝水库库尾取水后，通过提水管道向库尾灌片提供农灌供水），现状供水量为75.6万m³，有小坝塘5件，总库容12万m³，兴利库容10万m³，供水量为7.5万m³，本区水利工程可供水量83.1万m³。外区水利工程为子午水厂（水源为自家冲水库），解决灌片内的农村生活用水，由水厂至灌片的供水管道供给，现状供水量4.0万m³。库尾灌片水利工程由本区水利工程供给及外区水利工程（子午水厂）总供水量为87.1万m³。故现状年整个中石坝水库规划区水利工程总供水量为5173.5万m³，其中城镇生活供水2037.6万m³，农村生活供水15.0万m³，工业供水2571.3万m³，农业灌溉供水量549.6万m³，保证灌溉面积0.68万亩。

中石坝水库规划区2022年现状水利工程供水量统计见下表。

表 3.2-4 中石坝水库现状水利工程供水量统计表（2022 年）

规划区	工程名称	工程规模	件数	径流面积	总库容	兴利库容	总供水量	城镇生活供水	农村生活供水	工业供水量	灌溉供水量	灌溉面积	备注
			件	km ²	万 m ³	万亩							
下游灌片	九龙甸水库（第二自来水厂）	中型	1	257.6	7043.0	5135.8	2123.0	1947.3	11.0	164.7			
	青山嘴水库	大型	1	1228.0	10805.2	5622.9	2014.0			2014.0			
	中石坝水库	小（1）型	1	129.0	591.4	382.8	396.6	90.3			306.3	0.38	城镇生活供水量为城镇环境供水
	尹家嘴水库	小（1）型	1	23.2	647.0	418.1	392.6			392.6			
	马金河水库	小（1）型	1	11.0	127.5	67.0	77.3				77.3	0.10	
	大拦河水库	小（2）型	1	3.2	28.0	14.6	11.0				11.0	0.01	
	千工坝水库	小（2）型	1	5.62	42.0	25.4	18.0				18.0	0.02	
	土窝坡水库	小（2）型	1	6.7	46.0	36.0	20.0				20.0	0.02	
	沿柴河水库	小（2）型	1	5.4	65.0	42.0	22.0				22.0	0.03	
	小塘坝		27		23.0	18.0	11.9				11.9	0.01	
小计		7	184	1547	986	5086.4	2037.6	11.0	2571.3	466.5	0.579		
库尾灌片	中石坝水库（提水泵站供给）	小（1）型	1	129.0	591.4	382.8	75.6				75.6	0.09	
	自家冲水库（子午水厂）	小（2）型	1	2.9	81.3	75.0	4.0		4.0				
	小塘坝		5		12.0	10.0	7.5				7.5	0.01	
	小计						87.1		4.0		83.1	0.10	
中石坝水库	九龙甸水库（第二自来水厂）	中型	1	257.6	7043.0	5135.8	2123.0	1947.3	11.0	164.7			
	青山嘴水库	大型	1	1228.0	10805.2	5622.9	2014.0			2014.0			
	中石坝水库	小（1）型	1	129.0	591.4	382.8	472.2	90.3		0.0	381.9	0.47	

尹家嘴水库	小（1）型	1	23.2	647.0	418.1	392.6			392.6			
马金河水库	小（1）型	1	11.0	127.5	67.0	77.3				77.3	0.10	
大拦河水库	小（2）型	1	3.2	28.0	14.6	11.0				11.0	0.01	
千工坝水库	小（2）型	1	5.6	42.0	25.4	18.0				18.0	0.02	
土窝坡水库	小（2）型	1	6.7	46.0	36.0	20.0				20.0	0.02	
沿柴河水库	小（2）型	1	5.4	65.0	42.0	22.0				22.0	0.03	
自家冲水库（子午水厂）	小（2）型	1	2.9	81.3	75.0	4.0		4.0				
小塘坝		32	0.0	35.0	28.0	19.4		0.0		19.4	0.02	
合计		42	1672.6	19511.4	11847.6	5173.5	2037.6	15.0	2571.3	549.6	0.68	

3.3工程任务及规模

3.3.1工程任务

中石坝水库是解决楚雄市鹿城镇富民坝子农业灌溉、城镇防洪、生态供水的主要骨干工程。扩建后的主要工程任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。

3.3.2工程规模

3.3.2.1工程规模

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》水库扩建后，规模从现状的小（一）型提高至中型，永久性挡水大坝、溢洪道及输水隧洞建筑物级别均为3级，其正常运用洪水标准为50年一遇，非正常运用洪水标准为1000年一遇。枢纽主要由大坝、溢洪道、左岸输水隧洞、右岸输水隧洞组成。

1、死水位确定

中石坝水库使用寿命按50年考虑，根据50年坝前淤积高程为1827.35m，中石坝水库扩建后，对现状右岸输水隧洞进行改造，输水隧洞的拦沙井加高改造成输水隧洞进口取水井，输水隧洞改造后取水方式为“竖井式”取水，现状输水隧洞底板高程为1820.4m，50年坝前淤积高程提高0.05m作为输水隧洞进口取水井井顶高程。同时为保证下游用水，在隧洞进口取水井井顶提高1.0m作为死水位，死水位为1828.40m，死库容为139.1万m³。故在水库使用年限内输水隧洞进口取水井井顶高程以上有1.0m水头，输水隧洞进口底板高程上有8.0m水头。

2、兴利调节和正常蓄水位

（1）正常蓄水位

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，中石坝水库控制径流面积为129km²，经水文计算，滇中引水通水前，中石坝入库水量仅为本区来水量，下游生态水量按坝址多年平均径流量10%下泄，中石坝水库多年平均天然径流量为1801.0万m³，本区多年平均入库水量为1299.0万m³，扣除下游生态用水180.0万m³及蒸发渗漏损失约102.0万m³后的水库多年平均可利用水量为1017万m³。滇中引水通水后，对中石坝水库充蓄，多年平均充蓄水量418万m³，中石坝水库水量为本区来水量及滇中引水充蓄水量两部之和，汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的30%下泄，枯期按水库坝址多年平均天然流

量的10%下泄。充蓄后多年平均入库水量为1717.0万m³，扣除下游生态用水330.2万m³及蒸发渗漏损失约96.6万m³后的水库多年平均可利用水量为1209.3万m³。水库多年平均可利用水量小于规划区总需水量。

根据移民占地调查分析，中石坝水库库尾居民点高程在1842m以上，水位超过1842m，居民点淹没范围将增大，淹没投资将增加，根据移民调查统计分析，1841.0m水位线淹没面积243.63亩（扣除扩建前水库面积和防护区面积），1841.5m水位线淹没面积252.06亩，1842.0m水位线淹没面积258.95亩，淹没投资为6867.22万元；在对中石坝水库进行系列年调节计算时，根据中石坝水库的特殊性，拟定的正常蓄水位为1841.0m、1841.5m和1842.0m。

中石坝水库防洪除考虑坝体自身的防洪安全外，还承担下游楚雄市城区和农田的防洪保护任务。中石坝水库下游为楚雄市的老城区及东南新城位，沿青龙河左右岸分布，城区面积为52.6km²，规划年保护下游青龙河和龙川江两岸城镇人口52.58万人和0.70万亩农田灌溉面积。2040年青龙河防洪标准取50年一遇，中石坝水库现状114.4万m³防洪库容已不能满足下游防洪要求，通过中石坝水库扩建后增加防洪库容，限制50年一遇下泄流量不大于88.7m³/s，可保证青龙河防洪标准达到50年一遇，确保下游城市、农田及龙川江防洪安全。

中石坝水库进行系列年调节计算时，根据中石坝水库的特殊性，根据拟定的正常蓄水位1841.0m、1841.5m和1842.0m，对应正常库容分别为776.0万m³、811.3万m³和846.6万m³，按以供定需的方式计算，首先满足生态需水，其次满足水库下游灌片及库尾灌片0.7万亩灌溉用水量及城镇环境用水量后，剩余水量供给工业供水。

滇中引水工程充蓄前，不同正常蓄水位系列年调节比较表见下表。

表 3.3-1 中石坝水库不同正常蓄水位系列年调节比较表

项目	单位	方案一	方案二	方案三
正常蓄水位	m	1841.0	1841.5	1842.0
正常库容	万 m ³	776.0	811.3	846.6
死水位	m	1828.4	1828.4	1828.4
死库容	万 m ³	139.1	139.1	139.1
兴利库容	万 m ³	636.9	672.2	707.5
本区入库径流（多年平均）	万 m ³	1299	1299	1299
滇中引水工程充蓄水量（多年平均）	万 m ³			
总的入库水量（多年平均）	万 m ³	1299	1299	1299
生态供水量	万 m ³	180.0	180.0	180.0
灌溉供水量（多年平均）	万 m ³	459.3	461.7	463.8

灌溉面积（多年平均）	万亩	0.71	0.71	0.71
灌溉供水破坏年数	年	11	10	10
灌溉供水保证率	%	73.9	76.1	76.1
城镇环境供水量	万 m ³	89.7	89.7	89.7
城镇环境供水破坏年数	年	1	1	1
城镇环境供水保证率	%	95.7	95.7	95.7
工业供水量（多年平均）	万 m ³			
工业供水破坏年数	年			
工业供水保证率	%	93.5	95.7	95.7
总供水量（多年平均）	万 m ³	549	551.4	553.5
损失水量（多年平均）	万 m ³	102.6	105.8	108.9
弃水量（多年平均）	万 m ³	467.4	461.8	456.6
水量利用系数		0.423	0.424	0.426

正常蓄水位1841.0m，对应正常库容776.0万m³，灌溉供水保证率P=73.9%，达不到保证率P=75%的要求，城镇环境供水保证率P=95.7%，达到保证率P=95%的要求，正常蓄水位1841.5m和1842.0m，对应正常库容分别为811.3万m³和846.6万m³，灌溉供水保证率均为P=76.1%，均达到保证率P=75%的要求，城镇环境供水保证率均为P=95.7%，均达到保证率P=95%的要求；正常蓄水位1842.0m比1841.5m增加了库容35.3万m³，但供水保证率一致，灌溉供水最大破坏深度都未超过50%，满足灌溉和城镇环境供水的要求。

表 3.3-2 中石坝水库不同正常蓄水位与工程投资比较表

项目	单位	方案一	方案二	方案三
正常蓄水位	m	1841.0	1841.5	1842.0
正常库容	万 m ³	776.0	811.3	846.6
溢洪道净宽	m	15	15	15
溢洪道底板高程	m	1839.0	1839.5	1840.0
闸门尺寸	m	3孔，5×3m	3孔，5×3m	3孔，5×3m
设计洪水位（P=2%）	m	1843.48	1843.93	1844.36
校核洪水位（P=0.1%）	m	1843.59	1844.10	1844.56
总库容	万 m ³	1008.5	1032.1	1131.3
调洪库容	万 m ³	285.9	355.10	334.6
坝顶高程	m	1845.5	1845.9	1846.3
坝高	m	36.1	36.5	36.9
大坝投资	万元	2753.0	2898.8	3014.1
溢洪道投资	万元	812.9	838.0	905.1
输水隧洞投资	万元	844.0	845.0	846.0
河道整治工程投资	万元	4795.0	5585.7	6702.8
建筑工程总投资	万元	9204.9	10167.5	11467.9
移民征占地投资	万元	6770.3	6821.3	6928.4
建筑工程和征地移民投资	万元	15975.2	16988.8	18396.3
备注			推荐方案	

从技术经济对比来看，三个方案均为溢洪道单独调洪，溢洪道采用闸门尺寸和净宽相同，由于正常蓄水位不同，校核水位在1843.59~1844.56m之间，总

库容在1008.5~1131.3万 m^3 之间，随着正常蓄水位增加，校核水位和总库容增加；从建筑工程投资来看，建筑工程投资在9204.9~11467.9万元之间，从移民征占地投资来看，投资在6770.3~6928.4万元之间，随着正常蓄水位增加投资逐渐增加。从建筑工程投资和移民征占地投资，投资在15975.2~18396.3万元之间。正常蓄水位1841.0m到1841.5m，工程投资增长缓慢，正常蓄水位1841.5m到1842.0m，工程投资增长较快，说明正常蓄水位提升的空间不大。

拟定的正常蓄水位，对于水工建筑布置不存在地形、地质条件制约因素，库区居民点淹没是水库建设的制约因素，水位增高，居民点淹没范围将增大，淹没投资将增加。从水库蓄水角度来看，正常蓄水位1841.0m，调洪后水库总库容为1008.5万 m^3 ，蓄水存在风险，正常蓄水位1841.5m和1842.0m，调洪后水库总库容分别为1070.2万 m^3 和1131.3万 m^3 蓄水安全。从经济比选来看，正常水位1842.0m对比1841.5m，建筑工程和征地移民投资增加1407.5万，正常蓄水位1841.5m投资优于1842.0m，因此选定正常蓄水位为1841.5m。

(2) 兴利调节计算

① 不设结合库容主汛期不降低汛限水位

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，中石坝水库系列年调节计算（计算结果详见表3.3-3），水库多年平均总入库水量为1299.0万 m^3 （滇中引水工程未充蓄），根据系列年调节计算，水库多年平均生态下放水量为180.1万 m^3 ，水库多年平均总供水量551.4万 m^3 ，其中农业灌溉供水量461.7万 m^3 ，城镇环境供水量89.7万 m^3 、工业供水量0.0万 m^3 ， $P=75\%$ 时，水库的生态下放水量为180.1万 m^3 ，水库总供水量642.2万 m^3 ，其中农业灌溉供水量551.9万 m^3 ，城镇环境供水量90.3万 m^3 、工业供水量0.0万 m^3 ； $P=95\%$ 时，水库的生态下放水量为180.1万 m^3 ，水库总供水量339.1万 m^3 ，其中农业灌溉供水量275.9万 m^3 ，城镇环境供水量63.2万 m^3 、工业供水量0.0万 m^3 。根据中石坝水库系列年兴利调节计算成果，农业灌溉的破坏年数为10年，保证率为76.1%，达到保证率75%的要求；城镇环境供水破坏年数为1年，保证率为95.7%，达到保证率95%的要求；因此选定的正常蓄水位1841.5m，正常库容811.3万 m^3 ，兴利库容672.2万 m^3 ，达到了中石坝水库灌区的需水和保证率要求。

表 3.3-3 中石坝水库系列年兴利调节计算成果表（滇中引水工程未充蓄） 单位：万 m³

年份	本区来水量	滇中引水充蓄水量	生态供水	城镇环境供水	工业供水	农业灌溉供水	总供水量	损失水量	弃水量	水利用系数	农灌破坏深度	城镇环境供水破坏深度	工业供水破坏深度	5 月末水位 (m)	次年 6 月末水位 (m)	次年 7 月末水位 (m)
1977-1978	688.2		180.1	90.3		527.3	617.6	65.9	0.0	0.90				1828.41	1831.54	1833.58
1978-1979	1613.9		180.1	90.3		530.0	620.3	100.1	396.5	0.38				1835.69	1834.92	1835.42
1979-1980	1347.3		180.1	90.3		551.9	642.2	103.2	416.7	0.48				1835.79	1834.66	1834.53
1980-1981	528.0		180.1	90.3		510.2	600.5	69.6	0.0	1.14				1828.41	1828.70	1833.20
1981-1982	1056.9		180.1	90.3		527.2	617.5	91.1	0.0	0.58				1832.60	1832.01	1832.93
1982-1983	591.2		179.2	90.3		334.5	424.8	76.1	0.0	0.72	34.60			1830.46	1828.51	1828.40
1983-1984	1085.4		180.1	90.3		544.3	634.6	87.9	0.0	0.58				1834.61	1835.02	1836.56
1984-1985	891.0		180.1	90.3		457.9	548.2	104.7	0.0	0.62				1835.75	1837.11	1841.50
1985-1986	2106.4		180.1	90.3		510.3	600.6	125.2	1073.4	0.29				1838.04	1837.33	1841.15
1986-1987	2346.7		180.1	90.3		551.9	642.2	126.4	1390.9	0.27				1838.16	1837.57	1838.33
1987-1988	1577.7		180.1	90.3		551.9	642.2	120.9	701.7	0.41				1836.99	1836.19	1835.97
1988-1989	596.8		180.1	90.3		450.1	540.4	89.5	0.0	0.91	13.0			1832.74	1831.69	1831.20
1989-1990	655.4		180.1	90.3		502.0	592.3	56.9	0.0	0.90				1828.42	1833.00	1841.50
1990-1991	2681.0		180.1	90.3		480.8	571.1	119.9	1379.2	0.21				1837.76	1838.22	1841.49
1991-1992	2983.2		180.1	90.3		526.1	616.4	128.5	1981.6	0.21				1839.03	1838.47	1839.18
1992-1993	1068.7		180.1	90.3		551.9	642.2	123.0	206.1	0.60				1837.65	1836.88	1836.99
1993-1994	1104.2		180.1	90.3		519.8	610.1	117.2	212.6	0.55				1837.38	1837.86	1841.50
1994-1995	1223.5		180.1	90.3		482.1	572.4	120.6	404.4	0.47				1836.40	1836.46	1840.08
1995-1996	2124.7		180.1	90.3		470.2	560.5	125.8	1095.7	0.26				1839.19	1839.10	1840.79
1996-1997	1207.0		180.1	90.3		495.8	586.1	125.9	394.8	0.49				1837.88	1837.50	1839.30
1997-1998	1543.1		180.1	90.3		514.1	604.4	123.8	621.5	0.39				1838.11	1839.14	1841.50
1998-1999	2198.2		180.1	90.3		479.1	569.4	129.0	1231.6	0.26				1839.53	1839.51	1841.45
1999-2000	2698.7		180.1	90.3		445.4	535.7	130.8	1810.6	0.20				1840.17	1840.57	1841.50
2000-2001	2314.9		180.1	90.3		429.3	519.6	131.2	1450.9	0.22				1840.66	1841.50	1841.50
2001-2002	3074.3		180.1	90.3		417.6	507.9	133.3	2233.8	0.17				1840.95	1841.50	1841.50
2002-2003	3109.7		180.1	90.3		476.1	566.4	132.6	2324.1	0.18				1839.53	1840.44	1840.75
2003-2004	840.8		180.1	90.3		490.2	580.5	123.2	107.8	0.69				1837.03	1836.48	1837.54

2004-2005	1018.6		180.1	90.3		505.6	595.9	116.6	110.3	0.58				1837.30	1837.40	1838.76
2005-2006	1141.9		180.1	90.3		504.4	594.7	120.7	204.9	0.52				1838.02	1837.53	1839.66
2006-2007	906.9		180.1	90.3		483.3	573.6	117.8	98.1	0.63				1836.93	1835.20	1836.23
2007-2008	1260.6		180.1	90.3		502.6	592.9	118.8	268.0	0.47				1838.65	1839.61	1841.36
2008-2009	1499.9		180.1	90.3		500.8	591.1	127.5	648.4	0.39				1837.87	1837.52	1838.39
2009-2010	750.5		180.1	90.3		418.2	508.5	113.5	0.0	0.68	20.6			1836.97	1836.55	1836.96
2010-2011	751.9		180.1	90.3		251.5	341.8	115.0	0.0	0.45	50			1838.92	1838.41	1838.27
2011-2012	333.5		176.9	90.3		269.2	359.5	94.1	0.0	1.08	50			1833.40	1832.93	1833.06
2012-2013	448.4		180.1	63.2		275.9	339.1	64.9	0.0	0.76	50	30.00		1830.19	1829.77	1829.86
2013-2014	574.2		180.1	90.3		299.6	389.9	57.2	0.0	0.68	45.7			1828.82	1828.40	1831.95
2014-2015	816.1		180.1	90.3		265.7	356.0	74.5	0.0	0.44	50			1833.76	1832.73	1833.47
2015-2016	990.8		180.1	90.3		472.5	562.8	101.9	0.0	0.57				1836.62	1836.04	1836.27
2016-2017	889.2		180.1	90.3		491.8	582.1	111.0	16.0	0.65				1836.62	1835.76	1837.47
2017-2018	788.3		180.1	90.3		501.5	591.8	103.7	0.0	0.75				1834.97	1836.18	1836.97
2018-2019	907.2		180.1	90.3		542.9	633.2	107.4	0.0	0.70				1834.69	1833.4	1835.3
2019-2020	773.0		180.1	90.3		551.9	642.2	87.0	0.0	0.83				1831.70	1830.7	1830.9
2020-2021	768.0		180.1	90.3		369.4	459.7	76.5	0.0	0.60	30.8			1832.91	1832.8	1832.8
2021-2022	577.5		180.1	90.3		244.0	334.3	69.5	0.0	0.58	46			1832.76	1831.4	1831.4
多年平均值	1299.0		180.0	89.7		461.7	551.4	105.8	461.8	0.42	10	1	1			

②结合库容主汛期降低汛限水位

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，主汛期溢洪道自由泄流，汛后期通过开启闸门进行泄洪，溢洪道泄流为闸孔出流，闸门控制后满足：50年一遇洪水时限制下泄流量不大于88.7m³/s，超过50年一遇洪水后，下泄水量不超入库水量。

通过主汛期降低汛限水位降低1.0m、1.5m、2.0m、2.5m四个方案进行兴利调节和调洪计算，结合库容主汛期降低汛限水位的兴利调节对比见下表。

表 3.3-4 结合库容主汛期降低汛限水位兴利调节对比表

项目	单位	方案0	方案一	方案二	方案三	方案四
降低水位	m	0.0	1.0	1.5	2.0	2.5
主汛期对应汛限水位	m	1841.5	1840.5	1840	1839.5	1839
主汛期对应库容	万 m ³	811.3	742.5	709.0	677.0	645.0
结合库容	万 m ³		68.8	102.3	134.3	166.3
正常蓄水位	m	1841.5	1841.5	1841.5	1841.5	1841.5
正常库容	万 m ³	811.3	811.3	811.3	811.3	811.3
死水位	m	1828.4	1828.4	1828.4	1828.4	1828.4
死库容	万 m ³	139.1	139.1	139.1	139.1	139.1
兴利库容	万 m ³	672.2	672.2	672.2	672.2	672.2
本区入库径流（多年平均）	万 m ³	1299.0	1299.0	1299.0	1299.0	1299.0
滇中引水工程充蓄水量（多年平均）	万 m ³	418.0	418.0	418.0	418.0	418.0
总的入库水量（多年平均）	万 m ³	1717.0	1717.0	1717.0	1717.0	1717.0
生态供水量（多年平均）	万 m ³	330.2	330.2	330.2	330.2	330.2
灌溉供水量（多年平均）	万 m ³	455.4	455.8	455.6	455.5	454.5
灌溉面积（多年平均）	万亩	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
城镇环境供水破坏年数	年	10	10	10	10	11
最大破坏深度	%	50	50	50	50	50
灌溉供水保证率	%	76.1	76.1	76.1	76.1	73.9
城镇环境供水量	万 m ³	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7
城镇环境供水破坏年数	年	1	1	1	1	1
城镇环境供水保证率	%	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7
最大破坏深度	%	30	30	30	30	30
工业供水量（多年平均）	万 m ³	429.6	429.6	429.6	429.6	429.6
工业供水破坏年数	%	1	1	1	1	1
工业供水保证率	%	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7
最大破坏深度	%	20	20	20	20	20
总供水量（多年平均）	万 m ³	974.7	975.1	974.9	974.8	973.8
损失水量（多年平均）	万 m ³	100.1	99.0	98.1	96.6	93.9
弃水量（多年平均）	万 m ³	312.0	312.7	313.8	315.5	319.2
水库未蓄至正常蓄水位的年数		0.0				
水量利用系数	%	0.568	0.568	0.568	0.568	0.567

从蓄水安全角度分析得出主汛期汛限水位降低1.0m、1.5m、2.0m方案，灌

溉供水破坏均为10年，保证率均达到 $P=76.1\%$ ，达到灌溉保证率 $P=75\%$ 的要求，城镇环境供水均破坏1年，保证率均为 $P=95.7\%$ ，达到保证率 $P=95\%$ 的要求，工业供水均破坏1年，保证率均为 $P=95.7\%$ ，达到保证率 $P=95\%$ 的要求；限水位降低1.0m、1.5m、2.0m方案，均可满足灌溉、城镇环境、工业供水的要求。主汛期汛限水位降低2.5m方案，灌溉供水破坏为11年，保证率达到 $P=73.9\%$ ，达不到灌溉保证率 $P=75\%$ 的要求，城镇环境供水破坏1年，保证率为 $P=95.7\%$ ，达到保证率 $P=95\%$ 的要求，工业供水破坏1年，保证率为 $P=95.7\%$ ，达到保证率 $P=95\%$ 的要求；限水位降低2.5m方案，可满足城镇环境、工业供水的要求，不能满足灌溉供水要求。

表 3.3-5 设结合库容主汛期降低汛限水位技术经济对比表

项目	单位	方案0	方案一	方案二	方案三	方案四
降低水位	m	0.0	1.0	1.5	2.0	2.5
主汛期对应汛限水位	m	1841.5	1840.5	1840.0	1839.5	1839.0
主汛期对应库容	万 m ³	811.3	742.5	709.0	677.0	645.0
结合库容	万 m ³		68.8	102.3	134.3	166.3
正常蓄水位	m	1841.5	1841.5	1841.5	1841.5	1841.5
正常库容	万 m ³	811.3	811.3	811.3	811.3	811.3
溢洪道堰顶高程	m	1839.5	1840.5	1840.0	1839.5	1839.0
溢洪道净宽	m	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
闸门尺寸	m	3孔, 5×3m	3孔, 5×3m	3孔, 5×3m	3孔, 5×3m	3孔, 5×3m
主汛期校核洪水位 ($P=0.1\%$)	m	1844.10	1844.71	1844.26	1843.79	1843.30
主汛期设计洪水位 ($P=2\%$)	m	1843.93	1844.45	1843.99	1843.51	1843.01
汛后期校核洪水位 ($P=0.1\%$)	m		1842.43	1842.39	1842.37	1842.33
汛后期设计洪水位 ($P=2\%$)	m		1841.78	1841.74	1841.72	1841.69
总库容	(万 m ³)	1070.2	1151.2	1091.5	1032.1	974.2
坝顶高程	m	1845.9	1846.4	1845.9	1845.5	1844.9
坝高	m	36.5	37	36.5	36.1	35.5
大坝投资	万元	2898.8	3454.2	2898.8	2753.0	2607.3
溢洪道投资	万元	838.0	938.6	905.1	838.0	812.9
导流输水泄洪隧洞投资	万元	845.0	848.0	847.0	845.0	844.0
河道整治工程投资	万元	5585.7	5585.7	5585.7	5585.7	5585.7
建筑工程总投资	万元	10167.5	10826.4	10236.6	10021.8	9849.9
移民征占地投资	万元	6821.3	6820.3	6820.1	6819.3	6819.3
建筑工程和征地移民投资	万元	16988.8	17646.7	17056.7	16841.0	16669.1
备注					推荐方案	

从技术经济对比来看，五个方案均采用溢洪道单独调洪，溢洪道采用闸门

尺寸和净宽相同，由于溢洪道堰顶高程不同，校核水位在1843.30m~1844.71m之间，相差较小；总库容在974.2万m³~1151.2万m³之间，相差较小；方案四2.5m的校核水位和总库容最小，但规模达不到中型。考虑水库中型规模，从建筑工程投资来看，建筑工程投资在10221.8万元~10826.4万元之间，随着结合水位加深投资逐渐减小，其中方案三2.0m的建筑工程投资最优为10021.8万元；从移民征占地投资来看，投资在6819.3万元~6820.3万元之间，随着结合水位加深投资逐渐减小，其中案三2.0m的移民征占地投资最优为6819.3万元；从建筑工程投资和移民征占地投资，投资在16841.0万元~17646.7万元之间，随着结合水位加深投资逐渐减小，其中案三2.0m的投资最优为16841.0万元。因此方案三2.0m是最优方案。

从蓄水及投资角度主汛期汛限水位选择2.0m是最优方案，对应汛限水位为1839.5m，结合库容为134.3万m³。破坏深度分析与前述不设结合库容主汛期不降低汛限水位是一致的。

中石坝水库正常蓄水位1841.5m（主汛期汛限水位为1839.5m）的系列年兴利调节计算见表3.3-6。

根据系列年调节计算，滇中引水工程充蓄后，水库多年平均入库水量为1717.0万m³（其中本区入库水量1299.0万m³，滇中引水工程充蓄水量为418.0万m³）。多年平均生态供水量为330.2万m³，水库多年平均供水量为974.8万m³，其中灌溉供水455.5万m³、城镇环境供水89.7万m³、工业供水429.6万m³；P=75%时，水库的生态下放水量为331.0万m³，水库总供水1073.7万m³，其中农业灌溉供水551.9万m³、城镇环境供水90.3万m³、工业供水431.5万m³；P=95%时，水库的生态下放水量为331.0万m³，水库总供水783.3万m³、其中农业灌溉供水261.5万m³、城镇环境供水90.3万m³、工业供水431.5万m³。

3.3-6 中石坝水库系列年兴利调节计算成果表（滇中引水工程充蓄后） 单位：万 m³

年份	本区来水量	滇中引水充蓄水量	生态供水	城镇环境供水	工业供水	农业灌溉供水	总供水量	损失水量	弃水量	水利用系数	农灌破坏深度	城镇环境供水破坏深度	工业供水破坏深度	5月末水位(m)	次年6月末水位(m)	次年7月末水位(m)
1977-1978	688.2	686.2	331.0	90.3	431.5	527.3	1049.1	49.7	0.0	0.76				1828.72	1830.77	1831.33
1978-1979	1613.9	153.8	331.0	90.3	431.5	530.0	1051.8	86.8	117.2	0.59				1833.14	1830.70	1829.72
1979-1980	1347.3	615.1	331.0	90.3	431.5	551.9	1073.7	95.3	82.3	0.55				1840.04	1839.50	1838.28
1980-1981	528.0	810.5	328.9	90.3	431.5	510.2	1032.0	93.7	3.8	0.77				1838.12	1837.94	1839.50
1981-1982	1056.9	822.3	331.0	90.3	431.5	527.2	1049.0	112.8	251.2	0.56				1840.27	1839.50	1838.84
1982-1983	591.2	741.0	331.0	90.3	431.5	511.5	1033.3	108.3	29.8	0.78				1837.52	1836.65	1835.25
1983-1984	1085.4	728.1	331.0	90.3	431.5	544.3	1066.1	117.6	115.4	0.59				1840.46	1839.50	1839.50
1984-1985	891.0	574.6	331.0	90.3	431.5	457.9	979.7	118.5	188.8	0.67				1838.06	1838.54	1839.50
1985-1986	2106.4	153.8	331.0	90.3	431.5	510.3	1032.1	117.8	871.0	0.46				1836.43	1834.40	1837.71
1986-1987	2346.7	120.6	331.0	90.3	431.5	551.9	1073.7	115.6	925.7	0.44				1836.82	1834.97	1834.57
1987-1988	1577.7	120.6	331.0	90.3	431.5	551.9	1073.7	105.2	303.9	0.63				1834.62	1832.35	1830.55
1988-1989	596.8	733.3	330.3	90.3	431.5	439.0	960.8	59.5	0.0	0.72	15.2			1834.21	1833.66	1831.68
1989-1990	655.4	707.8	331.0	90.3	431.5	502.0	1023.8	57.5	0.0	0.75				1833.16	1835.99	1839.50
1990-1991	2681.0	132.1	331.0	90.3	431.5	480.8	1002.6	113.8	1230.3	0.36				1835.91	1835.20	1837.93
1991-1992	2983.2	109.7	331.0	90.3	431.5	526.1	1047.9	119.2	1464.6	0.34				1838.22	1836.51	1836.15
1992-1993	1068.7	120.6	331.0	90.3	431.5	540.8	1062.6	92.4	0.0	0.89				1832.45	1829.87	1828.40
1993-1994	1104.2	562.4	331.0	90.3	431.5	519.8	1041.6	78.4	0.0	0.63				1836.81	1837.19	1839.50
1994-1995	1223.5	629.3	331.0	90.3	431.5	482.1	1003.9	113.1	272.7	0.54				1839.06	1839.06	1839.50
1995-1996	2124.7	90.4	331.0	90.3	431.5	470.2	992.0	121.6	877.9	0.45				1837.25	1835.98	1836.84
1996-1997	1207.0	146.2	331.0	90.3	431.5	495.8	1017.6	101.5	87.6	0.75				1833.68	1831.77	1832.84
1997-1998	1543.1	153.4	331.0	90.3	431.5	514.1	1035.9	106.2	55.4	0.61				1836.95	1836.93	1839.50
1998-1999	2198.2	66.2	331.0	90.3	431.5	479.1	1000.9	110.3	871.0	0.44				1836.06	1834.82	1836.12
1999-2000	2698.7	19.5	331.0	90.3	431.5	445.4	967.2	116.9	1146.9	0.36				1838.78	1838.17	1839.50
2000-2001	2314.9	19.5	331.0	90.3	431.5	429.3	951.1	116.4	1001.7	0.41				1837.68	1839.50	1839.50
2001-2002	3074.3	19.5	331.0	90.3	431.5	417.6	939.4	123.7	1580.7	0.30				1839.63	1839.50	1839.50
2002-2003	3109.7	181.6	331.0	90.3	431.5	476.1	997.9	125.7	1819.6	0.30				1839.89	1839.50	1838.79
2003-2004	840.8	503.1	331.0	90.3	431.5	490.2	1012.0	109.2	19.3	0.75				1837.83	1837.27	1837.14
2004-2005	1018.6	580.0	331.0	90.3	431.5	505.6	1027.4	114.0	21.5	0.64				1839.54	1839.50	1839.50

2005-2006	1141.9	611.1	331.0	90.3	431.5	504.4	1026.2	124.2	195.7	0.59				1840.69	1839.50	1839.50
2006-2007	906.9	610.7	331.0	90.3	431.5	483.3	1005.1	120.1	119.1	0.66				1839.82	1838.43	1838.20
2007-2008	1260.6	307.7	331.0	90.3	431.5	502.6	1024.4	119.4	229.3	0.65				1837.60	1837.53	1838.42
2008-2009	1499.9	350.6	331.0	90.3	431.5	500.8	1022.6	118.3	294.1	0.55				1839.01	1837.34	1836.94
2009-2010	750.5	750.7	331.0	90.3	431.5	526.6	1048.4	103.2	0.0	0.70				1839.30	1838.93	1837.86
2010-2011	751.9	788.5	331.0	90.3	431.5	502.9	1024.7	114.9	5.3	0.67				1840.30	1839.50	1838.37
2011-2012	333.5	749.8	311.3	90.3	431.5	299.1	820.9	97.9	14.6	0.76	50			1837.71	1837.08	1836.06
2012-2013	448.4	488.6	330.7	63.2	345.2	275.9	684.3	85.0	0.0	0.73	50	30.00	20	1834.67	1832.97	1831.50
2013-2014	574.2	548.2	326.9	90.3	431.5	275.9	797.7	61.3	0.0	0.71	50			1833.35	1832.84	1834.39
2014-2015	816.1	334.7	331.0	90.3	431.5	265.7	787.5	77.0	0.0	0.68	50			1832.34	1831.93	1831.15
2015-2016	990.8	390.4	331.0	90.3	431.5	472.5	994.3	69.4	0.0	0.72				1832.02	1829.72	1828.41
2016-2017	889.2	402.4	331.0	90.3	431.5	491.8	1013.6	54.6	0.0	0.78				1829.35	1829.83	1830.95
2017-2018	788.3	427.5	331.0	90.3	431.5	269.8	791.6	48.5	0.0	0.65	46.2			1830.49	1832.55	1832.55
2018-2019	907.2	422.0	331.0	90.3	431.5	292.1	813.9	75.3	0.0	0.61	46.2			1833.08	1831.1	1832.2
2019-2020	773.0	419.1	318.7	90.3	431.5	296.9	818.7	66.4	0.0	0.69	46.2			1832.82	1831.0	1829.7
2020-2021	768.0	421.3	331.0	90.3	431.5	287.2	809.0	56.2	0.0	0.68	46.2			1832.66	1833.2	1831.7
2021-2022	577.5	485.1	331.0	90.3	431.5	261.5	783.3	52.4	0.0	0.74	46.4			1830.15	1830.1	1828.4
多年平均值	1299.0	418.0	330.2	89.7	429.6	455.5	974.8	96.6	315.5	0.57	10	1	1			

3、洪水调节和防洪特征水位

中石坝水库扩建后坝型为粘土斜墙石碴料坝，水库总库容为1032.1万m³，最大坝高36.1m，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）的规定，工程等别为Ⅲ等，工程规模为中型。下游防洪对象主要为沿河农田、村庄及楚雄市城区，水库工程设计洪水标准取规定的下限值，即：

设计洪水标准：P=2%（50年一遇）

校核洪水标准：P=0.1%（1000年一遇）

水库下游主要防洪任务是，保护下游沿河楚雄市城区和农田等。中石坝水库坝址50年一遇洪峰流量159m³/s，24小时洪量925万m³；1000年一遇洪峰流量270m³/s，24小时洪量1614万m³。

综上，中石坝水库扩建后，大坝坝轴线向下游平移13.12m，坝顶加高4.6m，扩建后坝顶宽度6.0m，坝顶长250.60m，坝顶设置1.0m高的防浪墙，坝高36.1m。校核洪水位1843.79m，相应总库容1032.10万m³；设计洪水位1843.51m，相应库容999.0万m³；正常蓄水位1841.50m，相应正常库容811.30万m³；调洪库容355.10万m³，防洪库容322.0万m³；兴利库容672.20万m³；死水位1828.40m，相应死库容139.10万m³。

3.3.2.2工程规模与《楚雄州龙川江流域水资源利用规划报告》中本工程规模对比分析

2018年12月，云南省水利水电勘测设计研究院完成了《楚雄州龙川江流域水资源综合利用规划报告》，并于2019年3月获得楚雄州人民政府以“楚政复（2019）2号”文进行的批复。报告明确指出：龙川江流域是楚雄州国民经济和社会发展的核心区域，在楚雄州国民经济和社会发展中占有举足轻重的地位和作用，随着流域内国民经济和社会的发展，流域内水资源供需矛盾日益突出，缺水问题将成为制约龙川江流域国民经济和社会发展的“瓶颈”。为保证国民经济和社会的可持续发展，迫切需要新建一批调节能力强，供水保证率高的骨干水利枢纽工程，以缓解当地生活用水及农业灌溉用水紧张的状况。在充分开发当地水资源的前提下仍不能满足流域内正常合理的需水要求，只能依靠滇中引水工程增加供水量。按照地方要求的迫切性和国民经济评价结果择优选择近期工程，提出近期到2030年规划兴建小石门、直苴（在建）、桂花（在建）、定远河、小箐河（在建）、扩建中石坝水库、罗申河等7件大中型水库，以缓解

流域用水紧张的局势，对保障龙川江流域国民经济和社会发展具有重大作用。中石坝水库扩建可解决楚雄市工业及农业灌溉供水不足问题，同时增加水库防洪库容，确保下游城区和农田防洪安全。

根据《楚雄州龙川江流域水资源利用规划报告》：“中石坝水库坝址处河床高程1809m，由于水库为扩建水库，死水位采用水库现状死水位1825.80m，相应死库容为79万 m^3 。经水库调节分析计算，中石坝水库扩建后的正常蓄水位为1840.70m，兴利库容1116万 m^3 ，库容系数0.66，属多年调节水库，灌溉面积0.51万亩，水库多年平均农业供水量300万 m^3 ，工业供水量398.8万 m^3 ，总供水量699万 m^3 。初选采用有闸控制的溢洪道泄洪，溢洪道底板高程为1836.70m，溢洪道宽度 $B=8.0m$ ，设计洪水位1840.84m，校核洪水位1841.43m，水库总库容1680.4万 m^3 ，最大下泄流量164.0 m^3/s 。”

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，中石坝水库控制径流面积为129 km^2 ，经水文计算，中石坝水库扩建后，坝高36.1m，坝顶高程1845.5m，校核洪水位1843.79m，相应总库容1032.10万 m^3 ；设计洪水位1843.51m，相应库容999.0万 m^3 ；正常蓄水位1841.50m，相应正常库容811.30万 m^3 ；调洪库容355.10万 m^3 ，防洪库容322.0万 m^3 ；兴利库容672.20万 m^3 ；死水位1828.40m，相应死库容139.10万 m^3 。较《楚雄州龙川江流域水资源利用规划报告》中中石坝水库扩建后正常蓄水位高0.8m，兴利库容小304.7万 m^3 ，设计洪水位高2.67m，校核洪水位高2.36m，水库总库容小648.3万 m^3 ，但中石坝水库扩建后可作为滇中引水工程的充蓄水库，水库的生态下放水量为331.0万 m^3 ，水库总供水量1073.7万 m^3 ，可保障农灌面积0.71万亩，其中农业灌溉供水量551.9万 m^3 、城镇环境供水量90.3万 m^3 、工业供水量431.5万 m^3 。较《楚雄州龙川江流域水资源利用规划报告》中中石坝水库扩建后灌溉面积增大0.2万亩，农业供水增大251.9万 m^3 ，工业供水增大32.7万 m^3 ，增加环境供水量90.3万 m^3 ，总供水量增加374.9万 m^3 ，供水对象及水量可满足《楚雄州龙川江流域水资源利用规划报告》规划要求。

中石坝水库扩建后将作为规划区的控制性水源工程，使规划区形成以滇中引水工程、中石坝、尹家嘴、青山嘴、九龙甸为水源，通过以上水源工程的输管道工程、城区供水管网及滇中引水工程供水管道的“蓄、引、调”工程体系，形成多水源联合调度、综合利用的规划区系统格局。

3.3.3供水范围

中石坝水库扩建后，水库总供水量1073.7万m³，其中农业灌溉供水量551.9万m³，设计灌溉面积0.71万亩，城镇环境供水量90.3万m³（彝海公园环境供水量为69.3万m³，福塔公园环境供水量为15.0万m³，青龙河沿岸6.0万m³），工业供水量431.5万m³。保护下游青龙河和龙川江两岸城镇人口52.28万人和0.7万亩农田灌溉面积，可确保下游楚雄城区和农田防洪安全。

表 3.3-7 中石坝水库扩建后供水范围一览表

供水类型		供水设施	供水量（万m ³ /a）		备注
农田灌溉	坝下东侧灌区	14.66km 东干渠	253.1	551.9	项目扩建后利用现有东干渠供水，东干渠从右岸输水隧洞取水，本次扩建不对东干渠进行施工
	坝下西侧灌区	9.49km 西干渠	156.7		项目扩建后利用现有西干渠供水，西干渠从本次扩建工程新建的左岸输水隧洞取水，本次扩建不对西干渠进行施工
	库尾灌区	1#提水泵站	59.1		83.0
2#提水泵站		83.0			
城镇环境供水	彝海公园	12.32km 输水管道	69.3	90.3	项目扩建后利用现有输水管道供水，输水管道从本次扩建工程新建的左岸输水隧洞取水，本次扩建不对输水管道进行施工
	福塔公园		15.0		
	青龙河沿岸		6.0		
工业供水	滇中引水二期工程充蓄水库	输水管道	431.5		项目扩建后从本次扩建工程新建的左岸输水隧洞取水，再由新建的富民工业园区工业输水管道供给（输水管道由富民工业园区建设，本项目不涉及）
合计			1073.7		/

中石坝水库规划区沿水库坝址下游至青龙河与龙川江汇口以上的青龙河两岸分布。中石水库规划区流域涉及楚雄市鹿城镇的学桥街、中大街、米市街、西苑、北浦、灵秀、雁塔、东兴、龙江、万家坝、栗子园、福塔、彝海、青龙、富民、大东、军屯17个社区居委会及子午镇的袁家村委会。共涉及2个乡镇18个社区居委会。

3.4水库调度方式

3.4.1兴利调度

根据规划区内的用水要求和水库的开发条件，综合论证分析中石坝水库扩建的工程任务是：“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。中石坝水库扩建后，正常蓄

水位为1841.5m，死水位为1828.4m，正常库容811.3万m³，死库容139.1万m³，兴利库容为672.2万m³，总供水量1073.7万m³，其中农业灌溉供水量551.9万m³，灌溉面积0.71万亩，城镇环境供水量90.3万m³，工业供水量431.5万m³。

中石坝水库兴利调度的原则和方法如下：

(1) 中石坝水库为长系列调节水库，丰水年多蓄水，用于补充枯水年供水，水库在保证农灌供水、城镇环境供水的前提下，其次是工业供水，水库按照灌溉用水、城镇环境过程和工业用水过程进行供水，水库当年供水后若有多余水量，则不能放空至死水位，应蓄存于水库，用于下一年的供水。

(2) 供水防破坏线和农灌降低供水线之间为保证供水区，库水位介于供水防破坏线和灌溉降低供水线之间时，应按设计灌溉面积正常供水。

(3) 农灌降低供水线和城镇环境、工业降低供水线之间为灌溉减小供水区，库水位低于灌溉降低供水线时，应有计划的提前减少灌溉供水，使缺水造成的损失最小，最大允许破坏的深度不宜超过50%。

(4) 城镇环境、工业降低供水线和死水位之间为城镇环境、工业减小供水区，当库水位低于城镇环境、工业降低供水线时，应及时寻找其它水源以补充城镇环境、工业供水。

(5) 当库水位降到死水位时，除非应急需要，一般应停止供水。

(6) 主汛期6~9月，结合水位1839.50m和校核水位1843.79m之间为调洪区，汛后期10~11月，正常蓄水位1841.50m和校核水位1843.79m之间为调洪区，当库水位超过防洪限制水位（主汛期为结合水位1839.50m，汛后期为正常蓄水位1841.50m）时，应按防洪要求泄水，防止水位超过1843.79m。

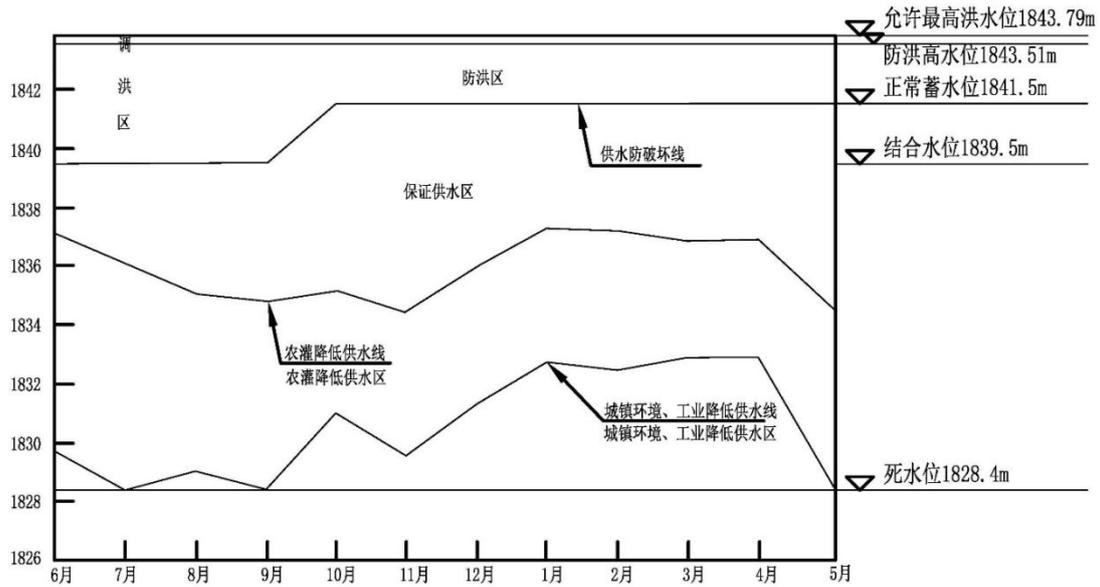


图 3.4-1 中石坝水库扩建后兴利调度图

3.4.2 防洪调度

1、调度原则

中石坝水库调洪采用溢洪道单独泄洪方案，溢洪道堰型为折线型实用堰，堰顶高程为1839.50m，设3道5×3m的闸门，堰净宽15m。主汛期起调水位为溢洪道底板1839.5m，汛后期起调水位为正常蓄水位1841.5m。在防洪调度方面，应根据上级防汛部门的要求和洪水预报，水库应该严格控制水库洪水水位，合理控制闸门开度，20年一遇及50年一遇洪水，根据入库洪峰过程，通过闸门联动调度控制，20年一遇下泄水量不大于83.6m³/s，50年一遇下泄水量不大于88.7m³/s保证下游防洪安全；超过50年一遇洪水后，通过闸门控制满足下泄水量不超入库水量。

2、调度方案

为避免兴利与防洪淹没间的矛盾，水库设结合库容，选取汛限水位降低2.0m方案，即防洪限制水位1839.5m。溢洪道采用闸门控制，50年一遇最大下泄流量满足下游防洪要求，各种工况库水位避免了对淹没产生大的影响，正常蓄水位、防洪汛限水位等特征水位的确定找到了最佳结合点，兼顾了兴利、防洪与淹没三方面的要求。采用库水位作为分级控制泄量的判别条件，结合实际可操作性，拟定中石坝水库防洪调度方案如下：

主汛期起调水位为溢洪道底板1839.5m，汛后期起调水位为正常蓄水位

1841.5m。

(一) 主汛期洪水调节

(1) 为降低移民征占地范围，在满足下游防洪安全前提下，10年一遇及以下小洪水闸门全开泄洪；

(2) 20年一遇及50年一遇洪水，根据入库洪峰过程，通过闸门联动调度控制，20年一遇下泄水量不大于 $83.6\text{m}^3/\text{s}$ ，50年一遇下泄水量不大于 $88.7\text{m}^3/\text{s}$ 保证下游防洪安全；

(3) 超过50年一遇洪水后，通过闸门控制满足下泄水量不超入库水量。

(4) 当入库流量小于 $96.9\text{m}^3/\text{s}$ 时，溢洪道闸门全开下泄，降低移民淹没征占地范围；当入库流量在 $96.9\sim 123\text{m}^3/\text{s}$ 时，闸门开度逐渐关闭至 1.37m ，保证下泄流量不超 $83.6\text{m}^3/\text{s}$ ；当入库流量在 $123\sim 138\text{m}^3/\text{s}$ 时，闸门开度逐渐关闭至 1.20m ，保证下泄流量不超 $88.7\text{m}^3/\text{s}$ ；当入库流量在 $138\sim 159\text{m}^3/\text{s}$ 时，闸门开度逐渐关闭至 1.05m ，保证下泄流量不超 $88.7\text{m}^3/\text{s}$ ；当入库流量在 $159\sim 186\text{m}^3/\text{s}$ 时，闸门开度逐渐开启至 2.40m ，保证下泄流量不超入库流量 $186\text{m}^3/\text{s}$ ；当入库流量在 $186\sim 211\text{m}^3/\text{s}$ 时，闸门开度逐渐开启至 2.82m ，保证下泄流量不超入库流量 $211\text{m}^3/\text{s}$ ；当入库流量在 $211\sim 226\text{m}^3/\text{s}$ 时，闸门开度逐渐开启至 3.00m ，保证下泄流量不超入库流量 $226\text{m}^3/\text{s}$ ；当入库流量超过 $226\text{m}^3/\text{s}$ 时，为保证水库大坝安全，溢洪道闸门全开，全力泄洪。

(二) 汛后期洪水调节

为保证蓄水安全，根据入库洪峰过程，通过闸门联动调度控制，满足下泄洪量不超入库洪量，保证下游防洪安全。

另外，水库在防洪调度运行中，应做到：

(1) 水库防洪调度管理必须根据实际情况，在保证安全生产运行的前提下灵活调度。

(2) 汛期经常与防洪办以及水文站保持联系。

(3) 泄洪时要随时巡视检查各种设备运行情况，对巡视检查中发现的问题要及时向领导汇报，以采取果断措施，防止事故扩大。

(4) 水库运行中，如发现水工建筑物有险情，或遇重大水情有可能超过防洪限制水位，或泄流超过下游允许的安全泄流量等重大问题时，应及时报告上级主管部门。当超过容许时间尚未得到上级批复时，为了保护水库工程和设备

及上下游的安全，水库有权先行处理，但应立即报告上级及中调值班调度员。

(5) 放水、蓄水时应做好各项记录，以便存档查阅和积累资料总结经验。

3.5 工程主要组成和特性

3.5.1 项目组成

1、中石坝水库扩建工程内容

扩建后中石坝水库由枢纽工程、辅助工程、建设征地和环境保护工程等4部分组成。项目组成见下表。

表 3.5-1 项目工程组成一览表

工程项目		工程组成	备注	
主体工程	水库枢纽工程	拦河坝	为粘土斜墙石碴料坝，大坝坝轴线向下游平移 13.12m，坝顶加高 4.6m，扩建后坝顶宽度 6.0m，坝顶长 250.60m，坝顶设置 1.0m 高的防浪墙，坝高 36.1m。坝坡于高程 1837.50m、1827.50m、1817.00m 处分别设 2.0m 宽戽台，在各戽台设置一条 30cm×30cm 混凝土排水沟。坝体下游坝脚设置 7.0m 高堆石排水棱体，扩建棱体与原棱体相连，以确保渗漏水流顺利排出坝体。	改建
		溢洪道	布置于左岸，轴线及闸室下游泄槽段及消力池段保持现状不变，溢洪道闸室后移至现状溢洪道的 0+055.50 里程处，在闸室段新建 12.93m 高的折线型实用堰及安装 3 道（每道 B×H=5m×3m）弧形闸门和在闸室两岸新建挡土墙，溢洪道改造后总长为 399.286m。	改建
		右岸	用于输水东干渠取水，由进口引渠段、拦砂井段、有压洞身段、闸室段、无压洞身段、出口涵洞段、出口段组成，全长 275.92m，改造后总长不变，拦砂井加高 3.1m，竖井加高 5.75m，重建启闭房及工作桥，设计流量为 0.3788m ³ /s。	改建
		左岸	代替现有高涵功能，用于下游河道生态流量、下游灌片西干渠农灌、环境供水，位于大坝左岸，全长 319.00m，由进口段长 19.00m，引渠段长 20.00m，竖井段长 12.60m，井内设检修闸 1 套、工作闸 1 套、取水闸 2 套，均为 1.0m×1.0m 的铸铁闸门，洞身段长度 227.40m，为 1.5m×1.8m 的城门洞型断面，C30 钢筋砼衬砌，出口暗渠段长 20.00m，陡坡段长 4.00m，消力池段长 12.00m，尾水段长 4.00m。	新建
	高涵	高涵采用封堵处理。输水高涵布置于大坝左岸，总长 48.6m，断面为 1.0m×1.5m，无压城门洞型，采用 C20 砼封堵及洞身段进行干砌石回填灌水泥砂浆封堵，同时拆除原高涵排架、工作桥及其附属设施。	封堵 停用	
库区河道整治	河道整治起点为郭家河闸处，终点为库尾埡口节制闸，现状河道整治长 3.038km。河道前段两岸堤线基本按照原水域边界线进行布置，后段河道布置考虑到土地连片开发利用，将河道移向东侧靠山体布置，整体裁弯取直处理。治理前河道轴线长度约 3.054km，治理后河道轴线长度 2.39km。涉及改复建水闸 2 座，改复建泵站 1 座，重建工作桥 4 座（详见辅助工程）。	新建		

		垫地工程	为减少淹没占地，减少移民安置任务，降低安置难度，水库库区垫地改造回填高程为 1842.30m，涉及垫地 483.44 亩，垫地区回填料来源有库区河道整治的开挖料、枢纽区开挖料、进场道路开挖料、风化料场剥离料、库区开挖料以及垫地区耕植土剥离料。	新建
边坡工程		大坝坝肩边坡开挖	大坝左坝肩与溢洪道连接，边坡处理并入溢洪道；大坝右坝肩开挖边坡最大高度为 6.5m，高度相对较小，开挖坡比为 1:0.75，开挖后左岸边坡处于较稳定状态。	新建
		左岸新建输水隧洞进出口开挖	主要在进口段、竖井段、出口暗渠段和出口明渠段，边坡开挖高度 1.50m~11.0m，最大开挖边坡位于隧洞进口竖井段，开挖坡度 1:0.75，为临时边坡，隧洞暗渠段衬砌完成后回填，边坡为斜向结构，边坡处于较稳定状态。	新建
		溢洪道闸室开挖边坡	为临时开挖边坡，开挖坡比为 1:1.4，开挖高度 12.37m，开挖完成后，衬砌为浆砌石结构。	新建
		库区河道整治边坡	库区河道整治河道里程 3+310~3+330 段经过山体，开挖量较大，最大开挖深度达 12m，涉及高边坡开挖，开挖坡比为 1:0.75。	新建
输水工程	输水干渠	东干渠	从右岸输水隧洞出口取水，终点止于塔普村附近，全长 14.66km，设计量 2.5m ³ /s，为浆砌石衬砌结构。	利旧
		西干渠	从左岸新建输水隧洞出口取水，全长 9.49km，设计流量 1.0m ³ /s。	利旧
		城镇环境供水管道	为中石坝水库至彝海公园的城镇环境供水管道，由输水主管、支管组成，管道总长 12.32km。 输水主管： 全长 9.84km，从中石坝水库输水隧洞出口至彝海公园，采用埋管敷设，管顶覆土 1.0m，管道跨河处采用螺旋钢管架空敷设。供水设计流量为 0.1390m ³ /s； 输水支管： 总长 2.48km，从主管里程主 7+901 处至阳光桥附近的阳光大道与青龙河东路交叉口处，供水设计流量为 0.2250m ³ /s。	利旧
		提水工程输水管道	为楚雄市福塔提水工程输水管道，分自流管段及提水管段。 自流管段（主管 0+000.00~1+000.00）： 从已建中石坝水库至彝海公园城镇环境供水管道支管里程支 2+200 处至青龙河东路旁的新建提水泵房，长 1.0km，采用埋管敷设，管顶覆土 1.0m，管道跨道路处采用螺旋钢管套管敷设。 提水管段（主管 1+000.00~3+800.00）： 从青龙河东路旁的新建提水泵房至福塔入口停车场处，后沿福塔山脊顺地势而上到福塔外围挡墙，沿福塔外围挡墙边到新建的水体景观。提水管段前段长 1.99km，采用埋管敷设，管顶覆土 1.0m，管道跨道路处采用螺旋钢管套管敷设；福塔路段长 0.41km，管材为螺旋钢管外包钢筋砼埋地敷设；后段长 0.4km，采用埋管敷设，管顶覆土 1.0m。输水主管设计流量为 0.2042m ³ /s。	利旧
辅助工程	管理房		位于水库左岸坝肩，占地面积 320m ² 。	原址重建
	防洪仓库		位于扩建后坝脚旁，占地面积 750m ²	新建
	道路	永久道路	库区管理	新建永久库区管理道路 3.678km，为混凝土路面，路面宽为 4.5m。

		道路		
		上坝道路	新修永久上坝道路 0.3km，为混凝土路面，路面宽为 6m。	新建
		1#提水泵站	属于库区河道整治工程涉及的 1 座改复建水闸，位于库尾上游约 500m 处左岸，泵站建筑面积为 50m ² ，泵站及机电设备沿用原老泵，设计供水量 59.1 万 m ³ ，设计灌溉面积 0.08 万亩，灌溉设计流量 0.0885m ³ /s。泵房为一般防渗区域，采取混凝土硬化建设。	利旧
		上马房泵站（2#提水泵站）	属于库区河道整治工程涉及的 1 座改复建水闸，位于河道里程 K3+660 段河道右岸，泵站建筑面积为 71m ² ，现状为砖混结构建筑，长 10.8m，宽 6.6m，泵站及机电设备沿用原老泵站内现有设备；泵站取水口在本次新建堤防一侧开口取水，取水口设 1.2×1.2m 平板钢闸门，通过暗渠进入泵站进水池。供水量 83.0 万 m ³ ，设计灌溉面积 0.10 万亩，灌溉设计流量 0.1242m ³ /s。泵房为一般防渗区域，采取混凝土硬化建设。	改复建
		水闸	属于库区河道整治工程涉及的 2 座改复建水闸，分别位于河道里程 K3+026（1#钢坝闸）、K5+330（2#钢坝闸），1#、2#闸均采用底轴驱动式液压钢坝闸，闸门尺寸均为 11m 宽，3.5m 高。	改复建
		工作桥	属于库区河道整治工程涉及的 4 座改复建工作桥，拟在河道里程 K3+996（1#工作桥）、K4+090（2#工作桥）、K4+710（3#工作桥）、K4+995（4#工作桥）分别新建 1 座工作桥。其中 1#~3#工作桥按公路 II 级荷载设计，两端设置限重限速标志，严禁 15t 以上重车通过，4#工作桥位仅供人行。 1#~3#工作桥均为 2 跨 C30 钢筋混凝土 T 型梁桥，边墩为 M7.5 浆砌石结构，中墩为 C25 钢筋砼结构，桥面总宽 5.0m，板厚 0.25m，梁高 1.0m、宽 0.4m。 4#工作桥采用梁板式桥双“T”梁结构，共有 2 跨，每跨净跨度 9.7m，桥面总宽 1.5m，板厚 0.2m，梁高 0.7m、宽 0.3m。	改复建
	料场	粘土料场	位于水库库尾上游胡家村委会，现为旱地，料场长 245m，宽 128m，开采面积约 3.16 万 m ² 。土料运输利用库区土料场改扩建道路及已有道路运输至坝区填筑，有用层储量 7.13 万 m ³ ，剥采比 0.129。	/
		风化石渣料场	位于水库库尾左岸，库尾下马房村附近，距坝址平距约 4km，料场东西方向长 320.0m、南北方向宽 152.0m，料场分布高程 1840~1880m 之间，高差 40m，无公路直达，分开采料利用库区拟修道路运输至坝体填筑区填筑，有用层储量 74.54 万 m ³ ，剥采比 0.125。	/
临时工程		临时道路	需新修临时道路 4.05km，改扩建 3.0km，新建 1.05km，为石渣路面，路宽均为 3.5m。	/
	施工区	枢纽生产生活区	位于坝下游坝脚，占地面积 1800m ² ，其中仓库面积 300m ² ，包括生活区、机械修理及停放场、钢筋加工及预制场、油库等，位于枢纽工程用地范围内，主要在林地上，通过场地平整即可使用，施工完后可恢复。	/
		库区河道整治上游生产生活区	位于库区河道整治工程用地范围内上游，占地面积 1500m ² ，其中仓库面积 100m ² ，包括生活区、机械/车辆维护保养及冲洗点、钢筋加工及预制场、油库等，主要	/

			在林地上，通过场地平整即可使用，施工完后可恢复。		
		库区河道整治上游生产生活区	位于库区河道整治工程用地范围内下游，占地面积1500m ² ，其中仓库面积100m ² ，包括生活区、机械/车辆维护保养及冲洗点、钢筋加工及预制场、油库等，主要在林地上，通过场地平整即可使用，施工完后可恢复。	/	
环保工程	废水	施工期	临时沉淀池	在施工生活生产区各设置1个容积为16m ³ 的临时沉淀池，用于施工期间施工机械/车辆废水沉淀处理。	新建
			帷幕灌浆废水沉淀池	在帷幕灌浆处设置1个容积为5m ³ 的临时沉淀池，用于废水沉淀处理。	新建
			机械/车辆冲洗废水隔油池	在3个施工营地区各设置1个容积为16m ³ 的机修废水隔油池，用于施工期间施工机械/车辆废水隔油处理，隔油池为重点防渗区域，采用抗渗混凝土进行建设。	新建
			生活污水化粪池	在3个施工营地区各设置1个容积为15m ³ 的临时化粪池，为一般防渗区域，用于施工期生活污水处理。	新建
		运营期	隔油池	在水库管理房厨房中设置1个容积为0.5m ³ 的隔油池（或油水分离器）用于厨房废水隔油处理。为一般防渗区域，采用混凝土进行建设。	新建
			化粪池	在水库管理房设置1个容积为10m ³ 的化粪池用于生活污水处理。为一般防渗区域，采用混凝土进行建设。	新建
	废气	施工期	物料遮盖网	施工期物料尽可能进行遮盖、围挡，减少无组织颗粒物的排放。	新建
		运营期	油烟净化器	在水库管理房厨房设置油烟净化器，食堂油烟经油烟净化器处理后外排。	新建
	噪声	施工围挡		在主要施工区域使用施工围挡，削减施工噪声。	新建
		移动声屏障		在库区河道整治施工区临近居民一侧设置移动隔声屏障。	新建
	固体废物	施工期	表土堆场	项目施工期剥离的表土后均进行复垦覆土利用，故在库区河道整治区的垫地回填工程区占地红线范围内根据实际施工情况设置临时表土堆场。	新建
			危废暂存间	位于枢纽工程施工生产生活区，占地面积2m ² ，为重点防渗区域，铺设2mm厚HDPE膜后采用钢板托盘垫底后用于暂存隔油池产生的含油浮渣，防渗措施需满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。	新建
			垃圾桶	在3个施工生活生产区设置若干垃圾桶收集生活垃圾。	新建
		运营期	垃圾收集点	在3个施工生活生产区各设置1个垃圾收集点，将生活垃圾统一收集后待当地环卫部门清运处置。	新建
			垃圾桶	在水库管理房根据需要设置垃圾桶收集生活垃圾。	新建
			垃圾收集点	在水库管理房设置1个统一垃圾收集点，生活垃圾收集后待当地环卫部门清运处置。	新建
	生态	植被护坡		对边坡工程进行植被种植护坡。	新建
		耕地复垦		对临时占用的耕地按“占补平衡”要求在施工结束进行复垦。	新建
植被恢复		对施工区域临时占用自然植被区在施工结束后进行植被	新建		

			恢复。	
		生态下泄流量	汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的 30%下泄，枯期按水库坝址多年平均天然流量的 10%下泄。根据水文计算汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的 30%下泄生态流量 0.1713m ³ /s，枯期按水库坝址多年平均天然流量的 10%下泄生态流量 0.0571m ³ /s。生态下泄水量从左岸输水隧洞取水，生态下泄水量通过左岸输水隧洞出口处的闸阀房至溢洪道的生态水量放水管道向下游河道下放。	利旧
专业项目处理工程	企事业单位	农家乐	涉及各类房屋面积 524.71m ² 及其附属建筑物，零星林果木 6 株，不进行恢复迁建，其地面建筑物和附着物给予合理补偿。	/
		水库管理房	原址重建	/
		交通设施	农村道路 1 条长 0.3km，机耕路 6 条长 2.15km，农用桥 2 座，农村道路垫地回填后仍能使用，机耕路 6 条机耕路恢复耕地后已配置田间交通设施，原河道上农用桥 2 座在库区河道整治工程中需重建 3 座农用桥，对此 2 座农用桥不再建设。	/
		输变电设施	楚雄鹿城供电局 10kV 输电线路 1.8km、380V 输电线路 0.45km，将旧线路拆除进行改复建。	/
		通信设施	中国电信楚雄市分公司 1 条光缆（24 芯），影响长度 1.1km，中国移动楚雄市分公司 1 条光缆（12 芯），影响长度 0.7km，云南广电楚雄支公司 1 条光缆（24 芯），影响长度 0.8km，按原规模、原标准，恢复原功能的原则进行改复建。	/
		水利设施	楚雄市水务局水位雨量站 1 座，经征求市水务局意见后，将水位雨量站迁移至库区河道整治后河道旁。取水井 2 眼、灌溉渠 2 条、水池 1 个、河闸 4 道、泵站 1 座，取水井、水池不再复建，灌溉渠 2 条恢复耕地后已配置田间水利设施，原河道上 4 道水闸、泵站 1 座，在库区河道整治工程中需重建水闸 3 座、1 座泵站。	/

2、滇中引水二期工程概况

中石坝水库扩建后主要工程任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，项目作为滇中引水二期工程充蓄水库，为下游工业园区供水。

滇中引水二期配套工程位于丽江、大理、楚雄、昆明、玉溪、红河六个州（市），是输水总干渠分水口至水厂、灌区、湖泊等配水节点的连通工程及调蓄工程，二期配套工程建设内容包括新建 1 座中村水库，总库容 530.2 万 m³，布置输水线路 155 条（干线 31 条、分干线 82 条、支线 42 条），全长 1719.58 公里；设置提水泵站 50 座，总装机 156.97 兆瓦。输水线路包括管道、倒虹吸、隧洞、渡槽等输水建筑物 539 个。省发展改革委以云发改农经〔2022〕12 号文件批复了该项目可行性研究报告（项目代码为：2013-530000-04-01-112065），且该项目已

于2022年6月29日取得《云南省生态环境厅关于云南省滇中引水二期配套工程环境影响报告书的批复》（云环审〔2022〕1-25号）。

根据《滇中引水工程楚雄州二期工程可行性研究报告》，滇中引水工程楚雄鹿城小区的渠首水量16750万m³，分水口水量16173万m³，小区水量（分干末端）为15932万m³，其中城镇供水量3705万m³，工业供水量10246万m³，农业灌溉1981万m³。滇中引水工程输水干渠从楚雄市北端九龙甸水库上游通过，在牟定县风屯附近出露，设置风屯分水口（分水口水面高程1945.46m），布置一级支渠沿西北至东南方向直接向东华、子午供水，并兼顾沿线吕合、紫溪、东瓜乡镇生活供水，线路尽量靠近上述乡镇，工业用水主要分布在东北部的富民、苍岭2个工业园区，工业用水统一设置富民二级支渠，经富民工业园区末端至苍岭，殷家箐水库为末端调蓄水库。选择中石坝水库作为富民工业供水配套调蓄水库，富民二级支渠线路从中石坝库尾经过。

3.5.2 工程特性

工程特性如下表所示。

表 3.5-2 中石坝水库工程特性一览表

序号	名称	单位	扩建前	扩建后	备注
一	水文				
1	坝址以上流域面积	km ²	129	129	楚、竹~中区间 95.7
2	利用水文序列年限	a	24	45	
3	径流区多年平均年径流量	万 m ³	1801	1801	
	设计年径流量 P=75%	万 m ³	1168	1168	
4	代表性流量				
	正常运用设计洪峰流量	%	96.93	159	P=2%
	非常运用校核洪峰流量	%	203.69	270.0	P=0.1%
	施工导流洪峰流量	%	7.5	3.60	P=10%（枯期）
5	洪量				
	设计洪水洪量（d）	万 m ³	612.7	925	P=2%
	校核洪水洪量（d）	万 m ³	1143.5	1614	P=0.1%
	施工导流洪量（d）	万 m ³	48.6	21.3	P=10%（枯期）
6	泥沙				
	多年平均悬移质输沙量	万 m ³	4.25	4.25	
二	水库				
1	水库水位				
	校核洪水水位	m	1838.58	1843.79	p=0.1%

	设计洪水位	m	1836.82	1843.51	p=2%
	正常蓄水位	m	1836.40	1841.50	
	防洪限制水位	m	1834.40	主汛期 1839.5 汛后期 1841.5	
	死水位	m	1825.80	1828.4	
2	正常蓄水位时水库面积	万 m ²	56.1	70.6	
3	水库容积				
	总库容	万 m ³	591.70	1032.1	校核洪水位以下库容
	正常库容	万 m ³	461.30	811.30	正常蓄水位以下库容
	调洪库容	万 m ³	233.10	355.10	H 校~H 限之间库容
	防洪库容	万 m ³	130.40	322.00	H 防~H 限之间库容
	兴利库容	万 m ³	381.30	672.20	H 正~H 死之间库容
	死库容	万 m ³	80.00	139.10	死水位以下库容
4	调节特性				多年调节
三	下泄流量				
1	设计洪水位时最大下泄流量	m ³ /s	87.5	88.7	溢洪道
2	校核洪水位时最大下泄流量	m ³ /s	160.8	248.05	溢洪道
四	生态流量				
1	坝址多年平均径流量	万 m ³		1801	折合流量为 0.571m ³ /s
	枯期下泄生态流量	m ³ /s		0.0571	水库坝址多年平均天然流量的 10%下泄
	汛期下泄生态流量	m ³ /s		0.1713	水库坝址多年平均天然流量的 30%下泄
2	生态下泄水量	万 m ³		331.01	
	汛期	万 m ³		226.44	
	其中：6月、9月	万 m ³		88.8	平均生态需水量 44.4 万 m ³
	7月、8月、10月	万 m ³		137.64	平均生态需水量 45.88 万 m ³
	枯期	万 m ³		104.57	
	其中：11月、4月	万 m ³		29.6	平均生态需水量 14.8 万 m ³
	12月、1月、3月、5月	万 m ³		61.16	平均生态需水量 15.29 万 m ³
	2月	万 m ³		13.81	
五	灌溉效益				
1	灌区灌溉面积	万亩	0.47	0.71	
2	灌溉设计保证率	%	75	75	
3	水库年总供水量	万 m ³	472.20	1073.7	
	其中：农灌供水	万 m ³	381.9	551.9	
	工业供水	万 m ³		431.5	
	环境供水	万 m ³	90.3	90.3	

六	水库淹没及占地				
1	水库淹没土地	亩		196.95	
	其中：耕地	亩		17.59	
	林地	亩		178.68	
2	枢纽工程区征（占）地	亩		378.74	
2.1	永久征地	亩		160.88	
	其中：耕地	亩		38.49	
	林地	亩		88.6	
	交通运输用地	亩		7.33	
	水域及水利设施用地	亩		26.46	
2.2	临时占地	亩		217.86	
	其中：耕地	亩		44.71	
	园地	亩		0.66	
	林地	亩		165.63	
	交通运输用地	亩		6.86	
3	库区河道整治工程区征（占）地	亩		614.75	
3.1	永久征地	亩		121.69	
	其中：耕地	亩		87.12	
	林地	亩		11.99	
	交通运输用地	亩		0.46	
	水域及水利设施用地	亩		22.12	
3.2	临时占地	亩		493.06	
	其中：耕地	亩		452.52	
	林地	亩		9.78	
	交通运输用地	亩		3.13	
	水域及水利设施用地	亩		27.63	
4	拆迁房屋	m ²		95	
5	零星林（果）木	株/棚		6626	
6	农村小型专项设施				
	引水渠	km		0.9	
	取水井	眼		2	
	水池	m ²		100	
	河闸	道		2	
	抽水泵站	座		1	
	低压输电线路	km		4.2	220V 和 380V
	人行桥	座		4	
7	专业项目				
7.1	企事业单位				
	农家乐	处		1	含房屋 524.71m ²
	水库管理处	处		1	含房屋 821.57m ²

7.2	交通设施				
	平地村小组对外道路	km		0.3	
	机耕路	km		2.15	
	平地村小组对外道路大石桥	座		1	
	农用桥	座		2	
7.3	输变电设施				
	10KV 输电线路（3 条）	km		1.8	
	平地公变（S7-200kVA）	台		1	
7.4	通信设施				
	电信通信光缆	km		1.1	
	移动通信光缆	km		0.7	
	广电通信光缆	km		0.8	
7.5	水利设施				
	水位雨量站	座		1	
七	主要建筑物及设备				
1	挡水建筑物（大坝）				
	坝体型式	现状为均质坝，扩建加高部分为粘土斜墙石碴料坝			
	改造内容	大坝加高、左右岸坝肩帷幕灌浆			
	地震设计烈度	度	VII	VIII	
	坝顶高程	m	1840.90	1845.50	
	加高坝体	m		4.6	
	坝顶宽	m	6	6	
	坝高	m	31.5	36.1	
	坝顶长度	m	173	250.6	
2	泄水建筑物（改造溢洪道）				
	改造内容	闸室抬高后移、新建交通桥			
	总长	m	399.286	399.286	
	型式	正槽设闸控制、折线型实用堰			
	堰顶宽度	m	15	15	
	堰顶高程	m	1834.40	1839.50	
	最大单宽流量	m ³ /s	10.72	16.54	
	弧形闸门	道	3	3	每道 5m×3m（B×H）
	消能方式		底流消能	底流消能	
	设计洪水时下泄流量	m ³ /s	87.5	88.7	P=2%
	校核洪水时最大泄量	m ³ /s	160.8	248.05	P=0.1%
3	右岸输水隧洞改造				
	改造内容	加高拦砂井及竖井、新建工作桥			

	总长	m	275.92	275.92	
	断面型式		城门型有压、无压洞身隧洞，断面：1.5m×1.8m		
	设计流量	m ³ /s	1.624	1.624	
	进口底板高程	m	1820.40	1820.40	
	闸门型式、尺寸、数量		0.8×0.8m 铸铁闸门二道（工作、检修闸）		
	起闭机型式、容量、数量		20T 手电两用 LG 启闭机 1 套		
	消能方式			底流消能	
	衬砌厚度			30cmC20 钢筋 砼	
	设计水头	m	16.0	22.79	
4	左岸新建输水隧洞				代替高涵功能
	总长	m		319	
	断面型式		城门洞型无压洞身，断面：1.5m×1.8m		
	设计流量	m ³ /s		0.5256	
	进口底板高程	m		1830.0	
	闸门型式、尺寸、数量			1.0×1.0m 铸铁闸门 4 道，工作、检修 闸门各 1 道，取水 闸 2 道	
	起闭机型式、容量、数量			手电螺杆启闭机 LG-20t	
	消能方式			底流消能	
	衬砌厚度		无压段 40cm，均为 C30 钢筋砼		
5	高涵封堵				
	总长	m	48.6	48.6	
	断面型式		1.0m×1.5m 无压城门洞 型		
	设计流量	m ³ /s	1.5		
	进口底板高程	m	1830.50		
	封堵方法			预埋骨料灌浆 封堵	
6	库区河道整治				
	治理长度	km		2.39	
八	施工				
1	主体工程量				
	土石方开挖	m ³		1137531	
	洞挖土石方	m ³		1908	
	土石方回填	m ³		1314078	
	砌石方	m ³		58406	
	砼、钢筋砼	m ³		34106	
	帷幕灌浆	m		6731	
2	主要材料				
	钢筋	吨		748	
	水泥	吨		4213	

	柴、汽油	吨		1982	
	炸药	吨		92	
	商品砼	m ³		36833	
	块石	m ³		68269	
	砂	m ³		22753	
	碎石	m ³		19121	
3	对外交通道路	km		1.2	现有
4	施工导流			隧洞、溢洪道	
5	施工期限	月		18	
九	经济指标				
1	静态总投资			22498.62	
(1)	枢纽工程	万元	751.84	9233.25	
(2)	防护工程	万元		7015.66	
(3)	水土保持	万元		152.04	
(4)	环境部分	万元		59.64	
(5)	征地移民部分	万元		6038.03	
2	综合利用经济指标				
	水库单位库容投资	元/m ³	1.27	51.09	扩建工程指增加库容
	单位灌溉面积投资	元/亩	544.43	31688	扩建工程指新增面积
	单位供水量投资	元/m ³		37.4	指新增供水量
	成本水价	元/m ³	0.11	1.621	
	运行水价	元/m ³		0.723	
	经济内部收益率	%	13.36	7.97	
	经济净现值	万元	1937.12	5223	I=7%
	效益费用比		1.759	1.209	I=7%
	供水效益	万元		1726	
	灌溉效益	万元/年		528	

3.6工程总平面布置及主要构筑物

3.6.1工程总布置

中石坝水库扩建工程由枢纽工程和库区河道整治工程组成。

枢纽工程主要建筑物包括拦河坝、溢洪道、右岸输水隧洞、左岸新建输水隧洞、高涵组成。

水库扩建后总库容从591.70万m³增加到1032.10万m³，增加440.40万m³。

拦河坝：为粘土斜墙石碴料坝，原坝顶高程1840.90m，扩建后坝顶高程1845.50m，坝顶加高4.6m，扩建后坝顶宽度6.0m，坝顶长250.60m，坝顶设置1.0m高的防浪墙，坝高36.1m。

溢洪道：布置在左岸，轴线及闸室下游泄槽段及消力池段保持现状不变，重建闸室后移至现状溢洪道的0+055.50里程处，新建12.93m高的折线型实用堰及安装3道（每道B×H=5m×3m）弧形闸门和在闸室两岸新建挡土墙。溢洪道改造后总长为399.286m。

右岸输水隧洞：由进口引渠段、拦砂井段、有压洞身段、闸室段、无压洞身段、出口涵洞段、出口段组成，全长275.92m，改造后总长不变。拦砂井加高，拆除原启闭房，加高竖井，重建启闭房及工作桥。

左岸新建输水隧洞：全长319.00m，由进口段长19.00m，引渠段长20.00m，竖井段长12.60m，井内设检修闸1套、工作闸1套、取水闸2套，均为1.0m×1.0m的铸铁闸门，洞身段长度227.40m，为1.5m×1.8m的城门洞型断面，C30钢筋砼衬砌，出口暗渠段长20.00m，陡坡段长4.00m，消力池段长12.00m，尾水段长4.00m。

高涵：高涵采用封堵处理。输水高涵布置于大坝左岸，洞身总长48.6m，断面为1.0m×1.5m，无压城门洞型。高涵闸室段采用C20砼封堵及洞身段进行干砌石回填灌水泥砂浆封堵，同时拆除原高涵排架、工作桥及其附属设施。

库区河道整治长度2.39km，治理段起点为郭家河闸，终点为库尾垭口节制闸。中石坝水库库区垫地改造回填高程为1842.30m，涉及垫地483.44亩，垫地区回填料来源有库区河道整治的开挖料、枢纽区开挖料、进场道路开挖料、风化料场剥离料、库区开挖料以及垫地区耕植土剥离料。

3.6.2主要建筑物扩建方案

本次扩建的主要内容为：拦河坝加高、溢洪道改造、右岸输水隧洞改造、左岸新建输水隧洞、高涵封堵及防护工程等几个主要工程内容。

1、拦河坝加高扩建

(1) 坝体结构

中石坝水库扩建工程，扩建后的大坝坝型为粘土斜墙石碴料坝。拦河坝坝顶加高4.6m（原坝顶高程1840.90m，扩建后坝顶高程1845.50m，防浪墙顶高程1846.50m），扩建后坝顶设置1.0m高防浪墙，扩建后坝高36.1m。

扩建加坝维持原上游坝坡至高程1837.90m，在上游原坡比基础上新建坝坡坡比1:2.2至加高坝顶，坝轴线向下游移13.12m，培厚加高下游坝坡，使下游坡

度基本维持原坡比。扩建后坝顶宽度6.0m，坝顶长250.60m。

扩建加坝维持原上游坝坡至高程1837.90m，在上游原坡比基础上新建坝坡坡比1:2.2至加高坝顶，自上而下分别为1:2.2，1:2.5、1:3.5、1:4.2，下游坝坡坡比自上而下分别为：1:1.9、1:2.5、1:3.0、1:2.0。上游坝坡不设戽台，下游坝坡于高程1837.50m、1827.50m、1817.00m处分别设2.0m宽戽台，在各戽台设置一条30cm×30cm混凝土排水沟。坝体下游坝脚设置7.0m高堆石排水棱体，棱体顶高程1817.00m，内坡比1:1。扩建棱体与原棱体相连，以确保渗漏水流顺利排出坝体，棱体与坝壳和基础设置碎石和砂反滤层。

原坝体坝型为均质土坝，坝体采用40cm厚防渗墙防渗，防渗墙顶高程1837.90m。加坝部分采用粘土斜墙防渗，粘土斜墙顶高程1844.90m，斜墙顶宽5.3m。粘土斜墙上游坡比从上到下依次为1:2.2，1:2.5，下游坡比为1:0.25反坡，斜墙下游侧各设1.0m厚的砂和碎石反滤层。

上游坝坡采用20cmC20预制混凝土护坡，混凝土下垫20cm厚的砂砾石，上游护坡底界至死水位以下2.5m（即1826.40m），并设基座以利稳定，上端与防浪墙连接；下游护坡采用C25钢筋砼框格梁植草护坡。在下游坝坡与岸坡的连接处设排水沟，在下游坝坡戽台内侧设C20混凝土排水沟，连接至两坝肩岸坡排水沟。

（2）坝肩帷幕灌浆

中石坝水库工程在除险加固建设中已对大坝做了防渗墙，对坝基做了帷幕灌浆防渗处理，本次水库扩建因加坝使水头增加，两坝肩还应作加长、加强帷幕灌浆处理。

帷幕灌浆孔为双排孔布置，分别为下游主帷幕及上游排副帷幕，其中主帷幕坝体段沿原防渗轴线、两岸沿斜墙及新轴线下游1m平行布置。灌浆孔采用双排孔布置，孔间距2.0m，排距2.0m。

根据地质提供的帷幕灌浆底界及帷幕延伸长度，本次扩建坝肩帷幕灌浆的处理措施为：对左右岸坝肩帷幕灌浆进行补强及延伸。其中主帷幕坝体段沿原防渗轴线、两岸沿斜墙及新轴线下游1m平行布置，设计灌浆孔129个，帷幕线全长254m，左岸里程帷0-158.0～0+010m，灌浆长度168.0m，帷幕底界1820.86～1802.30m；右岸里程0-140.0～0+226.0m，灌浆长度86.0m，帷幕底界1800.85～1831.95m；副帷幕沿主帷幕上游2m平行布置，设计灌浆孔96个，帷幕

线全长196m，左岸里程0+129.0~0+011.0m，灌浆长度140.0m，右岸里程0+139.0~0+195m，灌浆长度56.0m；坝基帷幕灌浆采用接地式帷幕，在C25钢筋砼盖板上进行，防渗高程为正常蓄水位（正常蓄水位1841.0m）以下至坝基帷幕底界，分I序、II序、III序施工。

2、溢洪道改造

本次中石坝水库扩建溢洪道轴线及闸室下游泄槽段及消力池段保持不变，由于受右岸地形地质条件限制，溢洪道闸室后移至现状溢洪道的0+055.50里程处（扩建后大坝防渗轴线和原溢洪道轴线交叉处）。需在闸室段新建12.93m高的折线型实用堰（堰顶高程为1839.50m）及安装3道（B×H=5m×3m）弧形闸门（闸门为利用现有闸门，返厂维护后使用）和在闸室两岸新建挡土墙来满足水库扩建后的调度运行管理（设置3道闸门，单孔净宽5m，闸室净宽15m）。在扩建时需拆除现状溢洪道闸室的中墩及工作桥、启闭房。溢洪道改造后总长为399.286m。

闸室具体布置情况为：

溢流堰上游从建基面（1831.033m）底板至距堰顶7.517m（即1838.75m）处为直线段，1838.75m至1839.50m（即堰顶）处采用圆弧连接，圆弧半径为0.75m，圆心角90°。堰的顶部用4.07m长的直线分别与溢流堰上下游圆弧连接。溢流堰下游面：自堰顶直线段末端采用一半径为5m，圆心角为27°的圆弧与下游面的斜线段相连。斜线段坡比为1:2。斜线段末端采用一反弧与溢洪道底板平顺衔接，反弧半径15m，圆心角25°。溢流堰堰体外层采用C25钢筋砼衬砌，衬砌厚度为1m，堰体内部为C20埋石混凝土，并在堰体内距溢流堰上游面3m处开始布设φ15cm的排水管，排水管间距纵横向均为3m。为了保证下泄水流平顺衔接，需对原溢洪道0+083.48~0+095.00段的底板及边墙进行拆除重建，重建后底板及边墙厚度均为1m，采用C25钢筋砼衬砌。因扩建闸室处存在绕闸渗漏，闸室基础采取帷幕灌浆，闸室两岸挡土墙迎水面采用30cm厚的C25钢筋砼防渗面板防渗，挡土墙基础以下设置灌浆盖板并采用帷幕灌浆对基础进行防渗处理与大坝防渗体形成一个完整的防渗体系。

扩建后溢洪道闸室为3孔，每孔净宽5m，设2个中墩，墩厚1.5m，2个边墩，墩厚1m，总净宽15m，闸室总宽20m。中墩从溢流堰堰体外层（1839.50m）开始浇筑，边墩从建基面（1831.033m）开始浇筑，材料均为C25

钢筋砼。中墩、边墩的墩顶高程均为1846.50m。闸孔内安装三道5m×3m (B×H) 弧形闸门, 启闭设备为3台液压式启闭机, 启闭机布设于右岸的启闭机房内, 启闭机房为拆除重建, 启闭机房外轮廓尺寸为7.28m×5.28m×4.6m (L×B×H) 的单层砖混结构。启闭机房室内地坪高程为1846.50m。

闸墩顶高程为1846.50m, 墩顶设6.0m宽的工作桥, 工作桥下游端边墙顶高程随溢流堰面的降低而逐渐下降, 并与原下游原溢洪道泄槽边墙相连, 两边墙间用0.5m×1m的撑杆进行支撑。根据水力复核计算, 原溢洪道泄槽及消力设施均满足泄流要求, 予以保留, 不再改造。溢洪道闸室两岸采用C20埋石混凝土重力式挡土墙进行衬砌, 墙后堆放开挖料。

扩建后正常水位为1841.50m, 根据《楚雄市城市防洪规划》, 中石坝水库具有特别重要的防洪任务, 需满足50年一遇 (P=2%) 下游城市的防洪, 且控制下泄流量不得大于88.70m³/s。根据此需求及结合调洪演算, 扩建后闸室溢流堰顶高程为1839.50m及配合闸门启闭即可满足下游防洪需求。根据调洪计算, 校核洪水位1843.79m时可下泄248.05m³/s, 设计洪水位1843.51m时可下泄88.70m³/s。

3、右岸输水隧洞改造

右岸输水隧洞由进口引渠段、拦砂井段、有压洞身段、闸室段、无压洞身段、出口涵洞段、出口段组成, 全长275.92m, 改造后总长不变。

水库扩建后, 输水洞进口闸门最大工作水头由原来18.18m提高到23.45m, 竖井、有压洞身段断面尺寸及配筋均能满足扩建后的结构受力要求, 故本次输水隧洞扩建改造的工程措施为:

①凿除原拦砂井50cm高后, 对其进行加高至死水位, 其拦砂井加高3.1m。

②因坝体加高, 水位上升, 需拆除原启闭房, 加高竖井, 重建启闭房。具体措施为凿除启闭层以上部分, 将钢筋周围混凝土凿去, 形成条状凹槽和局部片状凹块, 并保证原有钢筋露出足够长的焊接接头, 焊接钢筋使其复位后, 将竖井加高5.75m, 使启闭层高程达到1845.70m, 与加坝后的坝顶齐平, 并重新安装启闭机和重建启闭房及工作桥。

③原输水隧洞进口闸门设计工作水头为16m, 而水库扩建加坝后, 闸门设计工作水头为20.47m, 大于原闸门设计工作水头, 且所需闭门力增加了3.6T。而经复核加坝后, 闸门需启门力17.7T, 小于现状配套的20t手电两用LG启闭机

的设计参数，故可保留现状的启闭机，只需相应延长螺杆5.75m即可。

④为避免库水位上升后，影响输水洞进口周边山坡稳定，产生滑坡危及隧洞进口及竖井，应对进口附近库岸进行护坡处理。

4、左岸新建输水隧洞

新建输水隧洞位于大坝左岸，距离溢洪道约50m，进口底板高程为1830.00m，比水库的死水位高1.60m（死水位1828.40m），隧洞全长319.00m，由进口段、引渠段、竖井段、洞身段、出口暗渠段、陡坡段、消力池段、尾水段组成。具体布置如下：

进口段（K0-039.00m~K0-020.00m）：长19.00m，设计底坡 $i=-1/100$ ，设计开挖边坡1:0.75，边坡高度超过3.0m的位置喷10cm厚的C20砼护坡，进口底板高程1829.61m，为喇叭型进口，断面尺寸底宽从5.00m渐变至2.40m，边墙从1.00m渐变至2.50m，衬砌结构为浆砌石边墙砼底板。

引渠段（K0-020.00m~K0+000.00m）：长20.00m，设计底坡 $i=-1/100$ ，过水断面2.4m×2.5m，结构型式为明渠加盖板，明渠为C30钢筋砼现浇，底板和边墙均为厚度40cm，盖板为C30预制，尺寸长×宽×高=3.2m×0.5m×0.2m，渠底设10cm的C20砼垫层，设计开挖边坡1:0.75，边坡高度超过3.0m的位置喷10cm厚的C20砼护坡，里程K0-020.00m和K0-010.00m设1.5m深的钢筋砼齿槽。

竖井段（K0+000.00m~K0+012.60m）：长12.60m，基础部分宽度4.80m，井筒部分宽度3.60m，总高度17.30m，底板厚度1.80m，井壁厚度1.20m~0.60m，整体为C30钢筋砼浇筑衬砌，井内设检修闸1套、工作闸1套、取水闸2套以满足水库分层取水的要求，均为1.0m×1.0m的铸铁闸门，设1.6m×1.8m的拦污栅3道，分层取水高程分别为1830.00m、1834.00m、1838.00m，竖井底板埋设DN630螺旋钢管（ $\delta=10\text{mm}$ ，153.40kg/m，含内外防腐，材料Q355），竖井开挖边坡1:0.75，边坡高6.0m~9.0m，临时支护采用挂网喷锚的支护形式，边坡喷10cm厚的C20砼，挂网钢筋（I级， $\phi 6.0@200\times 200\text{mm}$ ），设 $\phi 22$ 砂浆锚杆，间排距均为2m，锚杆长度为3.0m、4.5m两种，启闭室高程1845.50m，总长度14.60m、总宽度5.60m，总高度6.60m，总的建筑面积81.76m²，安装4套LG-20t-SD型手电两用螺杆启闭机和一套LDA电动单梁式起重机（10t）。工作桥总长度12.0m，一跨设计，单跨12.0m，工作桥宽度1.6m，设1.2m高仿木预制混凝土栏杆。

无压段（K0+012.60m~K0+240.00m）：长度227.40m，设计底坡 $i=1/500$ ，过水断面为1.5m×1.8m的城门洞型断面，顶拱中心角 120° ，C30钢筋砼衬砌，厚度50cm，底板埋设DN630螺旋钢管（ $\delta=10\text{mm}$ ，153.40kg/m，含内外防腐），材料Q355，C20混凝土包裹，轴线转弯角度 37° ，半径 $R=35.864\text{m}$ ，转弯里程K0+104.59m~K0+127.75m，隧洞埋深较小，顶拱以上的最大覆盖厚度约35m，地质条件相对较差，对整条隧洞进行回填灌浆处理，里程K0+012.60m~K0+121.75m段109.15m进行固结灌浆处理，施工时根据开挖出露的地质条件和围岩稳定性采用钢支撑、超前管棚、喷锚等临时支护措施，进出口锁扣长度3.0m，衬砌厚度30cm。

出口暗渠段（K0+240.00m~K0+260.00m）：长20.00m，该段覆盖层的厚度小于2.5倍洞径，不具备成洞条件，采用明挖施工后回填恢复原地形地貌，过水断面为1.5m×1.8m的矩形暗渠结构，C30钢筋砼浇筑，底板及边墙衬砌厚度40cm，暗渠盖板厚度30cm，设计底坡 $i=1/500$ ，底板埋设DN630螺旋钢管（ $\delta=10\text{mm}$ ，153.40kg/m，含内外防腐），材料Q355，C20混凝土包裹，里程K0+265.00m设1.5m深的钢筋砼齿槽。

出口陡坡段（K0+260.00m~K0+264.00m）：该段长4.00m，底坡 $i=1/4$ ，开挖边坡1:0.75，渠顶以上护坡型式为隔梁植草护坡，底宽由2.0m渐变到3.0m，边墙高从2.4m渐变到3.4m，矩形断面，底板、边墙采用50cm厚C30钢筋混凝土衬砌。

消力池段（K0+264.00m~K0+276.00m）：长12.00m，池深1.50m，底宽3.0m，边墙高3.40m，开挖边坡1:0.75，底板、边墙厚50cm，均采用C30钢筋砼衬砌，底坡 $i=0$ ，下设1.5m深前齿槽，1.0m深后齿槽。

尾水渠段（K0+276.00m~K0+380.00m）：长4.00m，底宽3.0m，边墙高2.0m，开挖边坡1:0.75，底板厚30cm，为C20砼浇筑，边墙M7.5浆砌石衬砌，为重力式挡墙结构，墙顶宽40cm，设10cm厚的C20砼压顶，底坡 $i=1/50$ 。

5、高涵封堵设计

输水高涵布置于大坝左岸，总长48.6m，洞身段长44.2m，断面为1.0m×1.5m，无压城门洞型。由于建成时间太长，老化问题突出，洞身砂浆多处脱落，漏水严重，闸门由于锈蚀，关闭不严，闸门为手动螺杆机启闭，严重老化，启闭困难已不能正常运行，应急能力低，洞身淤积严重，涵洞洞身及其后

的渠道常年积水。严重影响大坝安全运行及水库效益的发挥，本次中石坝水库扩建对其进行封堵处理。

对高涵闸室段采用C20砼封堵及洞身段进行干砌石回填灌水泥砂浆封堵，同时拆除原高涵排架、工作桥及其附属设施。

在0+000.00~0+004.4里程设计C20混凝土封堵闸室，0+004.4~0+016.4里程采用干砌石回填，在干砌石回填过程中在涵洞上部预埋灌浆花管，在0+016.4~0+018.4里程设2.0m厚C20砼堵头，并在堵头上部留灌浆孔，在堵头顶部和底部留排水管，等到堵头砼强度达到70%后，关闭底部堵头排水孔，通过预留灌浆花管灌入水泥砂浆，直到上部排水孔有农浆流出，关闭上部排水孔，改用水灰比为1:0.5的纯水泥浆灌注，灌浆设计压力为0.3Mpa，在设计压力下，灌浆孔停止吸浆，延续灌注5分钟本段灌浆结束，继续下段封堵。在0+018.4~0+030.4里程采用干砌石回填，在0+030.4~0+032.4里程设2.0m厚C20砼堵头；在0+032.4~0+046.6里程采用干砌石回填，在0+046.6~0+048.6里程设2.0m厚C20砼堵头。

6、库区河道整治工程

为了减少淹没占地、降低安置难度，拟对淹没区范围内大冲、下马房、上马房、郭家、彭家、袁家村的部分耕地整体垫高。结合中石坝水库扩建后回水尖灭点、库区耕地、基本农田分布范围等综合因素考虑，本次河道整治起点为郭家河闸处，终点为库尾埡口节制闸，现状河道整治长3.038km。

河道整治：本次中石坝库尾河段综合整治长度2.39km，整治段起点为郭家河闸（K5+330），终点为库尾埡口节制闸（K2+940）。河道内现状有水闸4座，泵站1座，桥梁4座。河道改道治理后，涉及改复建水闸2座，改复建泵站1座，重建工作桥4座。中石坝库尾河道两岸分布耕地，土地资源珍贵。为了减少占地，河道前段两岸堤线基本按照原水域边界线进行布置，后段河道布置考虑到土地连片开发利用，将河道移向东侧靠山体布置，整体裁弯取直处理。治理前河道轴线长度约3.054km，治理后河道轴线长度2.39km。

改复建水闸2座：分别位于河道里程K3+026（1#钢坝闸）、K5+330（2#钢坝闸），均采用底轴驱动式液压钢坝闸，闸门尺寸均为11m宽，3.5m高。

重建工作桥4座：由于河道整治后河道轴线重新调整，需重新规划跨河桥梁布置，本次拟在河道里程K3+996（1#工作桥）、K4+090（2#工作桥）、

K4+710（3#工作桥）、K4+995（4#工作桥）分别新建1座工作桥。其中1#~3#工作桥按公路II级荷载设计，两端设置限重限速标志，严禁15t以上重车通过，4#工作桥位仅供人行。1#~3#工作均为2跨C30钢筋混凝土T型梁桥，边墩为M7.5浆砌石结构，中墩为C25钢筋砼结构，桥面总宽5.0m，板厚0.25m，梁高1.0m、宽0.4m。4#工作桥采用梁板式桥双“T”梁结构，共有2跨，每跨净跨度9.7m，桥面总宽1.5m，板厚0.2m，梁高0.7m、宽0.3m。

改扩建泵站1座：位于河道里程K3+660段河道右岸，泵站建筑面积为71m²，长10.8m，宽6.6m，泵站及机电设备沿用原老泵站内现有设备。泵站取水口在本次新建堤防一侧开口取水，取水口设1.2×1.2m平板钢闸门，通过暗渠进入泵站进水池，进水池池长5.0m，宽2.0m，深5.6m，容积为56m³，采用C25钢筋砼衬砌，边墙及底板厚度均为40cm，池顶覆20cm厚的预制板盖板。

垫地回填：本次中石坝水库库区垫地改造回填高程为1842.30m，共涉及垫地483.44亩，垫地区回填料来源有库区河道整治的开挖料、枢纽区开挖料、进场道路开挖料、风化料场剥离料、库区开挖料以及垫地区耕植土剥离料。垫地区结构层从上至下依次有耕作层、保水层、垫高层组成，除垫地区耕植土剥离料以外的所有料源均作为垫高层使用，垫高层可采用粘土、壤土、砂石料或风化料进行填筑，粘性土控制压实度 ≥ 0.85 ，无粘性土相对密度 ≥ 0.60 。保水层及耕作层采用垫地区剥离料进行回填，其中保水层厚35cm，回填压实度 ≥ 0.9 ，渗透系数 $\leq (1\sim 9) \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ；耕作层厚25cm，待保水层回填后采用机械推平并用犁地机械翻耕即可，其平整度应满足作物种植要求。

7、交通道路

施工期场内交通主要为枢纽工程土石方开挖出渣、料场开采、混凝土、金结设备及其它施工物资的运输。为满足枢纽工程施工需要，需新修临时道路1.25km，新修永久道路3.978km。临时道路为场内三级，永久道路为四级，临时道路为土路面，永久道路为沥青混凝土路面。

8、边坡工程

本次工程建设边坡主要有大坝坝肩边坡开挖、左岸新建输水隧洞进出口开挖、溢洪道闸室开挖边坡以及库区河道整治边坡。

大坝坝肩边坡开挖：大坝左坝肩与溢洪道连接，边坡处理并入溢洪道；大

坝右岸地形坡度约 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 山坡相对平直，基岩裸露，岩层倾向坡内偏上游，倾角 $40^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，为反向坡。岩层为中厚层状长石紫沙岩少量薄层状粉沙岩。为中硬岩，岩石较易风化。山坡基本~中等稳定。大坝右坝肩开挖边坡最大高度为6.5m，高度相对较小，开挖坡比为1:0.75，开挖后左岸边坡处于较稳定状态。

隧洞的边坡开挖：主要发生在进口段、竖井、出口暗渠段和出口明渠段，边坡开挖高度1.50m~11.0m，最大开挖边坡位于隧洞进口竖井段，开挖坡度1:0.75，为临时边坡，隧洞暗渠段衬砌完成后回填，边坡为斜向结构，开挖底线均在强松动岩体下限以上，主要破坏形式为圆弧面滑动。

溢洪道边坡开挖：为闸室改造的临时开挖边坡，开挖坡比为1:1.4，开挖高度12.37m，开挖完成后，衬砌为浆砌石结构。

库区河道整治边坡：永久边坡：河道整治里程3+310~3+330段经过山体，开挖量较大，最大开挖深度达12m，涉及高边坡开挖，开挖坡比为1:0.75。该里程段地质概况：左岸岩层产状为顺坡，右岸为逆坡，覆盖层为含碎石黏土覆盖层，主要地层为泥岩，夹层为石英砂岩，岩体风化较强较破碎。工程地质条件总体分类为C类，属稳定性较差岸坡（III类）。开挖完成后及时进行边坡支护。**临时边坡**主要在施工过程中，新建堤防护脚基础开挖中存在施工临时边坡。堤防护脚基础开挖边坡较低，最大开挖边坡高小于5m，坡面不做处理，临时开挖边坡土质边坡坡比为1:0.5。开挖完成后应及时进行格宾石笼护脚施工，施工完成后及时对开挖面进行回填压实。

3.7 工程施工组织

3.7.1 施工条件

1、施工地理位置及交通运输条件

中石坝水库位于楚雄市东南部富民中石坝村龙川江一级支流青龙河上游，青龙河由南向北经楚雄市东部边缘汇入龙川江，属金沙江水系。水库流域中心位置为东经 $101^{\circ}03'3''$ ，北纬 $24^{\circ}53'$ ，水库流域水系呈扇形状分布。坝址至226国道楚雄—双柏公路1.2km，距楚雄市12km，水库至楚双公路为6m宽，1.2km长的乡村公路，对外交通十分方便，可满足施工交通运输要求。

2、施工地形地质条件

龙川江、青龙河流域两岸发育I~II级阶地：I级堆积阶地高出河床2m~

5m，地形平缓，堆积砂质粘土为现代耕植层；Ⅱ级基座阶地在一般高出河床15~21m，阶地堆积的细砂砾石层不整合于基岩之上。河道呈蛇曲状、断面呈“U”字形，测区段河床坡降2~3‰左右，河床以冲刷（青龙河上段）~堆积为主，两岸为风化剥蚀，楚雄盆地边缘半山区一带微型冲沟发育。

按地貌成因划分，区内可分为构造剥蚀地貌和盆地堆积地貌两大类。构造剥蚀地貌主要指水库区及其南西的低中山和丘陵地带，以构造剥蚀为主，山顶海拔高程一般在1900~2000m，山顶较平缓；盆地堆积地貌主要指楚雄盆地，以堆积作用为主，地势平坦开阔，海拔高程1800m左右。

3、施工场地布置条件

中石坝水库是扩建工程，枢纽工程由大坝、溢洪道、新建输水隧洞、原输水隧洞组成。本次扩建拟对大坝进行加坝及坝肩帷幕灌浆处理、溢洪道溢流堰改造、原输水隧洞进行竖井加高和拦沙井改造、原高涵封堵、新建一输水隧洞。现状道路可到达枢纽工程各工作面，库区垫地区也可利用库区垫地平台到达各个工作面。

拦河坝下游右岸现有平缓坡地，施工时段可利用该平缓坡地满足施工生产需要。

3.7.2 建材及施工用水、电条件

1、建筑材料

项目建设需要建筑材料主要为粘土料、风化石碴料、块石料（粗细骨料）、砂料、水泥、钢材、木材、炸药及油料等。

项目建材来源见下表。

表 3.7-1 项目建材使用来源

序号	建筑材料		来源	运距	
1	自主提供	粘土料	库尾上游胡家村粘土料场	约 7km	
2		风化石碴料	库尾下马房村附近风化石碴料	约 4km	
3		垫底回填料	开挖料	枢纽工程建筑物开挖料	约 4km
				库区道路开挖料	约 2.5km
				河道及垫底区开挖料	约 0.1km
			库区开采	约 2km	
			耕植土	垫底区开挖耕植土	约 0.5km
4	外来建筑材料	块石料（粗细骨料）	东华镇小波岩料场购买	约 27km	
5		砂料			
6		水泥	楚雄市采购	约 15km	
7		钢材			

8		木材	楚雄市林业局木材公司调配供应	/
9		炸药	楚雄市物资公司供应	/
10		油料	楚雄州石油公司采购	/

项目主要材料消耗量见下表。

表 3.7-2 项目建设主要材料消耗量

序号	项目名称	钢筋 (t)	炸药 (t)	水泥 (t)	油料 (t)	商砼 (t)	砂 (m ³)	碎石 (m ³)	块石 (m ³)
枢纽工程部分		580	66	2688	671	26888	16216	14278	28256
1	拦河坝工程	78	46	1430	439	5129	11205	9297	10875
2	溢洪道工程	256			22	8400			1903
3	新建输水隧洞工程	237	5	124	18	4754	191	77	226
4	原隧洞改造工程	9		1	8	107	2		7
5	交通工程		15	1133	184	8498	4818	4904	15245
河道工程部分		168	26	1525	1311	9945	6537	4843	40013
1	河道工程	10	25	1101	1289	6462	4663	4771	34600
2	建筑物工程	158	1	424	17	3483	1874	72	5413
3	临时工程				5				

2、施工用水

坝区供水：在左右岸坝顶附近各设水泵站一座，修建50m³的水池各一个，满足大坝培厚加高、输水隧洞、溢洪道及灌浆用水，采用IS65—32—200B型水泵（Q=11m³/h扬程38m）从水库抽水。

生活区用水：可从水库管理所接水管引水过来。

3、施工用电

枢纽工程区主要使用地方电网供电；库区河道整治工程区各工作面用电量相对较小且位置分散，考虑采用柴油发电供给。从中石坝水库管理所原有供电线路，架设0.5km的10千伏输电线至枢纽工程区供应，布设一台容量为400KVA的变压器。另外，施工单位必须自备供电电源，以便在供电紧张或其他情况下保证工程顺利进行。

3.7.3 施工道路及施工总布置

1、施工道路

水库坝址区已有1.2km的乡村公路连接楚双公路，故现有交通运输线已满足工程对外的施工运输要求。

施工期场内交通主要为枢纽工程土石方开挖出渣、料场开采、混凝土、金结设备及其它施工物资的运输。为满足枢纽工程施工需要，需新修临时道路

4.05km，其中新建1.05km，改扩建3.0km；新修永久库区管理道路3.978km。临时道路为场内三级，永久道路为四级，临时道路为土路面，永久道路为混凝土路面。

项目施工道路布置见下表。

表 3.7-3 项目施工道路布置

编号	道路名称	道路等级	路面性质	路面/路基宽度 (m)	明线长 (km)				备注
					永久		临时		
					新建	改扩建	新建	改扩建	
N1	库区管理道路	四级	混凝土路面	6/7	3.678				
N2	右岸坝顶道路	四级	混凝土路面	6/7	0.2				
N3	左岸坝顶道路	四级	混凝土路面	6/7	0.1				
N4	右岸进场道路	四级	混凝土路面	6/7					混凝土路面恢复 1.0km
R1	新建输水隧洞进口道路	场内三级	石渣路面	3.5/4.5			0.15		
R2	原输水隧洞进口道路	场内三级	石渣路面	3.5/4.5			0.4		
R3	库区开挖道路	场内三级	石渣路面	3.5/4.5			0.5		
R4	土料场道路	场内三级	石渣路面	3.5/4.5				3.0	增加 5 个错车道，混凝土路面恢复 1.5km
合计					3.978	0	1.05	3.0	
轻便铁轨		400m，使用期限 6 个月（隧洞长355m，断面2.0m×2.4m，城门洞型，衬砌厚度 50cm）							

2、“三场”设置

(1) 料场

本次中石坝水库扩建工程施工设置有粘土料场和风化石渣料场，块、石及砂石不设置料场，拟从东华镇小波岩料场外购。

粘土料场：位于库尾上游胡家村，距离水库坝址南侧7km，现状多为旱地，部分为荒地。根据土料性质、厚度分布特征，料场长245m，宽128m，开采面积约3.16万m²。料场料性类别较单一，有用层厚度（区间值）：1.5~4.2m，平均无用层剥离厚度0.3m。料场分布第四系残坡积层（Qel+dl）为紫红色含砾

石砂质粘土~粉质粘土，呈砂土状、碎块状、风化易碎，开采范围内无地下水溢出，料场水土流失不严重，地形平缓，土质稳定，分布均匀，含水量适中，储量丰富，有用层储量7.13万m³，剥采比0.129，厚度变化不大。

风化石渣料场：在库尾下马房村附近选取非公益林地块作为大坝填筑所需风化石渣料，距坝址平距约4km。料场东西方向长320.0m、南北方向宽152.0m，料场分布高程

1840~1880m之间，高差40m，呈长方形状，自然边坡15°~23°，料场地表植被稀疏，多为灌木，表层1~2m为残坡积层，以下全强风化砂岩、粉砂质泥岩，无用层厚度2.0m。出露白垩系下统高丰寺组第五小层（K1g5）灰色、黄色中厚层长石石英砂岩夹少量粉砂质泥岩地层，为层状斜向结构岩土混合边坡，料场下部基岩零星出露，岩石4m以下风化渐弱，适宜用于风化石渣料填筑大坝。上部则分布第四系覆盖层，剥离量大，该层厚度变化大，相变大，无用层较多，有用层储量74.54万m³，剥采比0.125。

(2) 施工场地

项目工程建设的砂石料均考虑外购，不设置加工系统；混凝土考虑采用商品混凝土，不设置混凝土拌合系统。本次工程建设施工场地主要为综合加工厂、机修厂及办公及生活福利设施，将生活、生产设置于一处，为生活及附属生产区。

枢纽工程布置1个生产生活区，位于坝下游坝脚，包括生活区、机械修理及停放场、钢筋加工及预制场、油库等，生产主要是砼浇筑、帷幕灌浆及坝体防渗处理和坝顶回填填筑等大坝和原输水隧洞的改造施工。本区主要在林地上，通过场地平整即可使用，施工完后可恢复。

库区河道整治工程施工部位较为分散，考虑上下游各设置1个生产生活区。

施工生活及生产区布置特性见下表。

表 3.7-4 项目施工生活及生产区布置特性表

序号	项目	仓库面积/m ²	占地面积/m ²	备注
1	枢纽生产生活区	300	1800	位于枢纽工程用地范围内
2	库区河道整治上游生产生活区	100	1500	位于库区河道整治工程用地范围内
3	库区河道整治下游生产生活区	100	1500	

(3) 弃渣场

项目工程开挖土石方平衡，无弃渣产生，故项目不设置弃渣场。

3、施工占地

根据工程的布置及施工要求，征占地共计1190.44亩，其中永久征地总面积为479.52亩（水库淹没区196.95亩，枢纽工程区160.88亩，库区河道整治工程区121.69亩）；临时占地总面积为710.92亩（枢纽工程区217.86亩，库区河道整治工程区493.06亩）。

3.7.4施工方式

3.7.4.1施工导流

1、导流条件

枢纽工程为扩建工程，现状坝体完好，原右岸输水隧洞洞身完好，现有建筑物可作为挡水、泄水建筑物。

库区河道整治工程中河道工程施工局部需进行导、截流，改扩建2座钢坝施工需进行导、截流。

2、导流方式

根据各个建筑物施工特性，枢纽工程各建筑施工受洪水影响区域为上游临水面，库区河道整治工程施工受洪水影响区域为2座钢坝施工。枢纽工程枯期采用老坝体挡水，右岸原输水隧洞导流；汛期采用老坝体挡水，右岸输水隧洞和左岸新建输水隧洞泄洪。

库区河道整治工程2座钢坝枯期采用土石围堰挡水，导流明渠过流；汛期采用改扩建钢坝挡水，河道过流。

表 3.7-5 中石坝水库扩建工程施工导流方式

施工项目	施工时段	临水面施工区最低高程 (m)	导流方式
大坝加高	枯期	1826.4	现状坝体挡水+原右岸输水隧洞过流
	汛期	1837.4	现状坝体挡水+原右岸输水隧洞+新建输水隧洞过流
新建输水隧洞	枯期	1829.4	现状坝体挡水+原右岸输水隧洞过流
原输水隧洞竖井加高	汛期	1839.95	现状坝体挡水+原右岸输水隧洞+新建输水隧洞过流
原输水隧洞拦砂井加高	枯期	1825.8	现状坝体挡水+原右岸输水隧洞过流
高涵封堵	枯期	1830.5	现状坝体挡水+原右岸输水隧洞过流
溢洪道及灌浆工程	枯期	1826.8	现状坝体挡水+原右岸输水隧洞过流
库区 1#钢坝	枯期	1836.73	枯期围堰挡水+导流明渠引流
库区 2#钢坝	枯期	1834.43	枯期围堰挡水+导流明渠引流

3、导流标准

中石坝水库扩建后，总库容1032.1万 m^3 ，规模从现状的小（一）型水库提高至中型水库，工程等别为III等，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规范规定，主要建筑物按3级建筑物设计，临时工程按5级建筑物设计。

根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）的有关规定及各建筑物布置的特点及导流时段，分别确定导流标准如下：

（1）枢纽工程枯期围堰导流标准：枯期围堰利用现状坝体，其导流标准为10~5年洪水重现期。本阶段采用枯期洪水10年一遇洪水（ $P=10\%$ ），设计洪峰流量 $3.29m^3/s$ 。

枢纽工程临时坝体度汛导流标准：根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）的有关规定，坝体施工度汛标准为50~20年洪水重现期。本阶段采用全年洪水20年一遇洪水（ $P=5\%$ ），设计洪峰流量 $123m^3/s$ 。

（2）库区河道整治工程枯期围堰导流标准：枯期采用土石围堰挡水，其导流标准为10~5年洪水重现期。本阶段采用枯期洪水5年一遇洪水（ $P=20\%$ ），1#钢坝、2#钢坝设计洪峰流量分别为 $1.99m^3/s$ 、 $2.15m^3/s$ 。

4、施工导流设计

枢纽工程导流标准为10年一遇，导流时段为第一年12月至第二年4月，由现状坝体挡水，原输水隧洞导流。原输水隧洞进口底板高程为1820.4m，断面尺寸为 $1.5m \times 1.8m$ 城门洞型。经过调洪计算，10年一遇枯期洪水标准，坝前水位1821.42m，隧洞下泄流量 $2.33m^3/s$ ，施工区域最低高程1825.8m。现状建筑物可满足施工导流需要。汛期施工期间标准按20年一遇设计，导流时段为5月至11月，利用原输水隧洞及新建输水隧洞共同导流，经过调洪计算，20年一遇洪水标准，坝前水位1836.54m，隧洞泄流总流量为 $38.72m^3/s$ ，其中右岸输水隧洞泄流 $23.64m^3/s$ ，左岸新建输水隧洞泄流 $15.08m^3/s$ 。现状建筑物可满足施工导流需要。

库尾工程区1#、2#钢坝选择枯期围堰挡水、导流明渠泄流的导流方式，施工安排在一个枯期内完成，导流标准采用枯期5年一遇。

根据导流水利计算，1#钢坝围堰结构采用均质土围堰。堰顶宽度为2m，上下游侧坡比均为1:1.5，上游围堰最大高度为2.5m，堰顶长20m；导流明渠采用

明挖土渠（土工膜防渗），采用梯形断面，底宽0.8m，两侧坡比均为1:1，底坡*i*=0.01。

2#钢坝围堰结构采用均质土围堰。堰顶宽度为2m，上下游侧坡比均为1:1.5，上游围堰最大高度为2.5m，堰顶长15m；导流明渠采用明挖土渠（土工膜防渗），采用梯形断面，底宽0.8m，两侧坡比均为1:1，底坡*i*=0.01。

5、导流建筑物主要工程量

枢纽工程各建筑物施工利用现状建筑物配合导流均能满足工程施工导流需要，本阶段就不再新增导流建筑。

库区河道整治工程中河道工程施工局部需进行导、截流，改复建2座钢坝施工需进行导、截流。

表 3.7-6 施工导流主要工程量统计表

序号	项目	单位	数量
一、	枢纽区	无新增导流工程量	
二、	库区河道整治过程区		
1	土方开挖	m ³	2170
2	土石围堰填筑	m ³	2650
3	土石围堰拆除	m ³	2650
4	土工布	m ³	960
5	彩布条	m ³	1000
6	DN800 混凝土管	m ³	100

3.7.4.2 主体工程施工

1、大坝施工

土方、石方明挖及大坝清基：2m³挖掘机开挖，15t自卸汽车运输至库区河道整治工程区。

浆砌石及砼拆除：挖掘机破碎锤拆除，2m³挖掘机装15t自卸汽车运输至库区河道整治工程区。

浆砌石砌筑：块石从小波岩石料场外购供应，砂浆采用0.25m³砂浆搅拌机制备，胶轮车运至砌筑点，人工砌筑。

混凝土浇筑：采用商品砼运输至工作面，人工手推车运输，溜槽辅以人工入仓，组合钢模浇筑，插入式振捣器振捣。

粘土防渗体回填（斜墙）：铺筑厚度40~60cm，15~20t振动凸碾碾压4~6遍；粘土料从土料场开采，采用8t自卸汽车运输至填筑面，粘土料运距18km。

石碴料填筑：铺筑厚度60~80cm，推土机铺设，15~20t振动平碾碾压4~6

遍；石渣料从风化料场开采，采用8t自卸汽车运输至填筑面，运距3km。

反滤料填筑：铺筑厚度40~60cm，1m³挖掘机铺设，15~20t振动平碾碾压4~6遍；反滤料从小波岩石料场外购，采用8t自卸汽车运输至填筑面，运距27km。

堆石棱体施工：胶轮车运反滤料砂、砾和块石，人工堆砌，回填必须按设计体形施工，应避免风化石料填入，每回填一层必须人工找平，平碾压实，不得使堆石悬空。棱体下游坡用断面平整的块石人工错缝铺砌，坡面应平顺美观。

两坝肩帷幕灌浆：采用150型地质钻机钻孔，BW-200中压灌浆机自上而下分段灌浆法灌浆。

2、溢洪道施工

土方、石方明挖：1m³挖掘机开挖，回填料由8t自卸汽车运0.2km至附近空地临时堆放，弃渣由8t自卸汽车运输至库区河道整治工程区，运距5.0km。

浆砌石及砼拆除：挖掘机破碎锤拆除，1m³挖掘机装8t自卸汽车运输至库区河道整治工程区，运距5.0km。

混凝土浇筑：采用商品砼，3m³混凝土罐车运输至工作面；先浇筑底板，再浇筑边墙，组合钢模立模，人工绑扎钢筋，捣棒振捣；边墙、底板均溜槽入仓。

3、原输水隧洞施工

原输隧洞启闭房采用人工拆除，钢筋砼采用人工凿除。混凝土采用商品混凝土，混凝土泵送入仓，插入式振捣器振捣，组合钢模施工。浆砌石采用人工就地拌浆，人工砌石，块石料由石料场供应，闸门安装采用15T起重机起吊安装。输水隧洞施工须在枯期进行，根据需要可设简易施工围堰。

4、高涵封堵施工

原低涵排架、工作桥及其附属设施采用人工拆除。封堵高涵的块石由人工运至洞内进行回填，同时预埋排气管和灌浆花管；混凝土采商品混凝土，人工送入仓，插入式振捣器振捣，组合钢模施工；采用矿研A-500型灰浆搅拌机制浆，BW250-50型灌浆机进行回填灌浆。

5、新建输水隧洞施工

土方、石方明挖：1m³挖掘机开挖，回填料由8t自卸汽车运0.2km至附近空

地临时堆放，弃渣由8t自卸汽车运输至库区河道整治工程区，运距5.0km。

石方洞挖：手风钻钻孔，爆破后，人工装有轨电车运输100m至洞口，洞口再由1m挖掘机装8t自卸汽车运输至库区河道整治工程区，运距5.0km。

混凝土浇筑：采用商品砼，先浇筑底板，再浇筑边顶拱，组合钢模立模，人工绑扎钢筋，6m³混凝土罐车运输至洞口，泵送入仓，底板振捣棒振捣。

竖井开挖：竖井通过围岩为III~IV类围岩，由手风钻钻孔爆破，自上而下开挖，碴料由人工装箕斗，5t卷扬机提吊运，自卸汽车运输。临时支护紧随开挖进行。竖井开挖采用自上而下全断面开挖方法进行施工。在开挖好平台后，对井口做好锁口工作，做好施工安全措施，以防止井台上杂物坠入井内，并全面检查施工机械，防止由于机械事故造成施工事故。

回填灌浆：预留灌浆孔，手风钻通孔，矿研A—500型灰浆搅拌机制浆，BW250-50型灌浆机施灌。固结灌浆工程量为75m。手风钻钻孔，矿研A—500型灰浆搅拌机制浆，BW250-50型灌浆机施灌。

输水隧洞的进出口各布置一台9m³/min空压机，向洞内供风，施工用水可直接从水库中抽取，施工用电可由设在左岸的SL-400-10/0.4变压器上接线引入。

3.7.4.3 施工期供水对象用水来源及保障

中石坝水库现状供水任务为“以农田灌溉及城镇环境供水为主、兼顾下游城市和农田防洪。”根据建设单位所提供的资料，中石坝水库的扩建工程主要包括拦河坝、溢洪道以及右岸输水隧洞的改复建工作，此外，工程还将新建左岸输水隧洞，并对高涵进行封堵。

拦河坝的施工主要为在上游原坡比基础上新建坝坡坡比1:2.2至加高坝顶，坝轴线向下游移，培厚加高下游坝坡，使下游坡度基本维持原坡比，不拆除现有大坝。整个施工计划安排在枯水期进行，以避免放空水库内的蓄水，从而保障现状供水对象的用水需求。在拦河坝和溢洪道的施工过程中，不会影响水库的蓄水和供水。施工期间，将利用现有的高涵和右岸输水隧洞进行供水。

施工单位将首先进行新建左岸输水隧洞的施工，在具备输水条件的情况下，再进行右岸输水隧洞的改复建和高涵的封堵工作。这样的施工顺序可以确保在施工过程中，水库的蓄水和供水不会受到影响，从而保障供水对象的正常用水需求。

在进行新建左岸输水隧洞的施工过程中，需要将水库内的蓄水降低至左岸输水隧洞进口底板的高程（1830m）以下，以确保施工活动不会受到库内蓄水的影响，但不会将库内蓄水下放太多。根据工程设计单位提供信息，新建左岸输水隧洞施工区域最低高程为1829.4m。根据《云南省楚雄市中石坝水库扩建高程水资源论证报告》分析，当水库的水位降至1830m时，水库的库容约为200.09万m³，水库水位降至1829m时，水库库容约为161.4万m³，即水库枢纽工程施工期间，水库可蓄水约161.4万m³，水量可满足供水对象枯水期用水需求。至于右岸输水隧洞的施工，主要工作包括对拦砂井进行加高处理，竖井的加高，以及重建启闭房和工作桥，在右岸输水隧洞施工期间，将利用现有的高涵和新建的左岸输水隧洞来提供所需的供水。而在封堵高涵的过程中，则会通过左右岸输水隧洞来确保供水的连续性。

通过合理的施工时间和有序的施工安排，可以在不影响水库正常运行的情况下，完成水库枢纽工程区的施工并不影响为现状供水对象进行供水。

3.7.5 施工总进度

本工程建设期划分为工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期、工程完建期三个施工阶段，筹建期不计入施工总工期内。工程筹建期3个月，施工准备期3个月，主体工程施工期13个月，工程完建期2个月，总工期18个月。

单项工程进度计划为：

1、工程筹备期

工程施工筹建期项目施工时间安排为3个月，部分筹建工程项目延长至准备期完成。安排在工程筹建期内应完成的主要工程项目如下：

- （1）施工征地；
- （2）场外交通公路改扩建；
- （3）施工供电线路架设和施工变电站（所）修建；
- （4）施工通讯设施；
- （5）工程招标、评标及合同签订。

2、工程准备期

工程准备工期安排在第1年6月初至第1年8月底，共3个月，主要建设进库道路路基工程。

3、工程施工期

主体工程施工期安排在第1年8月至第2年9月底，共13个月。

(1) 枢纽工程

进库道路：第1年6月初至第1年8月底完成进库路路基工程施工，路面工程可在工程期尾声进行施工。

新建输水隧洞：第1年9月初至第2年4月底完成隧洞施工。

大坝：第1年9月初至第2年6月底完成大坝施工（包括灌浆帷幕施工）。

溢洪道：第1年11月初至第2年5月底完成溢洪道施工。

原输水隧洞改造及高涵封堵：第1年12月初至第2年2月底完成施工。

(2) 库区河道整治工程

第1年6月初至第2年9月底完成库区河道整治工程施工。

3.8工程占地与移民安置

3.8.1建设项目工程占地

中石坝水库扩建工程建设征地区包括水库淹没区、枢纽工程建设区、防护工程建设区。

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》：

工程建设永久占地共计479.52亩，其中耕地143.2亩（水田96.64亩、旱地46.56亩）、林地279.27亩（乔木林地107.07亩、灌木林地14.62亩、省级公益林157.58亩）、交通运输用地（农村道路）8.47亩、水域及水利设施用地48.58亩（河流水面24.21亩、水工建筑用地21.96亩、水库水面2.41亩）。

项目工程建设临时占地共计710.92亩，其中耕地497.23亩（水田448.96亩、旱地48.27亩；其中永久基本农田480.16亩）、园地（果园）0.66亩、林地175.41亩（乔木林地79.1亩、灌木林地14.37亩、省级公益林81.94亩）、交通运输用地（农村道路）9.99亩、水域及水利设施用地27.63亩（河流水面26亩、水库水面1.63亩）。

项目于2023年6月5日取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》，核发的意见书中拟用地面积为项目永久占地且改变用地性质的占地，永久占地但不改变用地性质的占地不需进行申报，临时用地手续因有用地时限要求，故建设单位暂未办理临时用地手续，待具备开工条件后建

设单位将严格按照要求办理临时用地手续并进行管理。

表 3.8-1 项目建设征地面积汇总表

序号	项目	单位	水库淹没区	枢纽工程建设区			库区河道整治工程区			总计		
				合计	永久	临时	合计	永久	临时	总计	永久	临时
1	耕地	亩	17.59	83.2	38.49	44.71	539.64	87.12	452.52	640.43	143.2	497.23
	1、水田	亩		21.17	20.69	0.48	524.43	75.95	448.48	545.6	96.64	448.96
	2、旱地	亩	17.59	62.03	17.8	44.23	15.21	11.17	4.04	94.83	46.56	48.27
	其中：永久基本农田	亩	0	41.39		41.39	438.77		438.77	480.16		480.16
2	园地	亩		0.66		0.66				0.66		0.66
	1、果园	亩		0.66		0.66				0.66		0.66
3	林地	亩	178.68	254.23	88.6	165.63	21.77	11.99	9.78	454.68	279.27	175.41
	1、乔木林地（商品林）	亩	60.39	105.24	35.3	69.94	20.54	11.38	9.16	186.17	107.07	79.1
	2、灌木林地（商品林）	亩	1.76	26.25	12.5	13.75	0.98	0.36	0.62	28.99	14.62	14.37
	3、省级公益林	亩	116.53	122.74	40.8	81.94	0.25	0.25		239.52	157.58	81.94
4	交通运输用地	亩	0.68	14.19	7.33	6.86	3.59	0.46	3.13	18.46	8.47	9.99
	1、农村道路	亩	0.68	14.19	7.33	6.86	3.59	0.46	3.13	18.46	8.47	9.99
5	水域及水利设施用地	亩		26.46	26.46		49.75	22.12	27.63	76.21	48.58	27.63
	1、河流水面	亩		4.5	4.5		45.71	19.71	26	50.21	24.21	26
	2、水工建筑用地	亩		21.96	21.96					21.96	21.96	
	3、水库水面	亩					4.04	2.41	1.63	4.04	2.41	1.63
总计		亩	196.95	378.74	160.88	217.86	614.75	121.69	493.06	1190.44	479.52	710.92

3.8.2 水库移民安置规划

根据可研，中石坝水库淹没区和枢纽工程建设工程区不涉及居住人口，无搬迁安置人口。中石坝水库扩建工程基准年（2022年）生产安置人口为79人，无搬迁安置人口；规划设计水平年生产安置人口为84人。农村移民安置总人口为生产安置人口与搬迁安置人口之和再扣除两者重叠部分。由于本工程无搬迁安置人口，生产安置人口为农村移民安置人口，基准年移民安置人口为79人，规划设计水平年移民安置人口为84人。

中石坝水库扩建工程征收耕地涉及楚雄市2个镇3个村委会（社区）6个村小组，征收耕地比重在1.61%~8.51%之间，对当地农村生产生活影响较小。在征询地方政府意见及移民意愿后，采取自行安置的生产安置方式，通过货币补偿后移民自行流转耕地来恢复生产。

3.8.3 专业项目占压及处理情况

根据可研，本项目建设征地影响到的专业项目为：

1、企事业单位

楚雄绿野碧波公司所属海鑫园农家乐1处，涉及各类房屋面积524.71m²及其附属建筑物，零星林果木6株，不进行恢复迁建，其地面建筑物和附着物给予合理补偿。

中石坝水库管理处生产生活用房及其附属建筑物821.57m²及其附属建筑物，水库扩建后，按原规模在原址重建。

2、交通设施

农村道路1条长0.3km，机耕路6条长2.15km，农用桥2座，农村道路垫地回填后仍能使用，机耕路6条机耕路恢复耕地后已配置田间交通设施，原河道上农用桥2座在库区河道整治工程中需重建3座农用桥。

3、输变电设施

楚雄鹿城供电局10kV输电线路1.8km、380V输电线路0.45km，将旧线路拆除进行改复建。

4、通信设施

中国电信楚雄市分公司1条光缆（24芯），影响长度1.1km，按原规模、原标准、恢复原功能的原则进行改复建。

5、水利设施

楚雄市水务局水位雨量站1座，经征求市水务局意见后，将水位雨量站迁移至库区河道整治后河道旁。

取水井2眼、灌溉渠2条、水池1个、河闸4道、泵站1座，取水井、水池不再复建，灌溉渠2条恢复耕地后已配置田间水利设施，原河道上4道水闸、泵站1座，在库区河道整治工程中需重建水闸3座、1座泵站。

6、矿产压覆

楚雄市水务局现已委托云南地质工程第二勘察院有限公司对建设征地区矿产资源进行调查，经向自然资源部门查询，中石坝水库扩建工程建设征地区未压覆楚雄市级国家探明矿产地和楚雄市级审批矿业权。待矿产资源调查完成后，取得矿产资源调查结果的备案证明后详细说明。

7、文物古迹

楚雄市文物管理所提供的意见书指出，建设征地区目前尚无文物保护单位及文物点，工程建设过程中如发现文物，必须立即停工并及时报告文物管理部门。

3.9 工程投资

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，按2023年12月价格水平编制的中石坝水库扩建工程可研估算总投资22498.62万元，静态投资22498.62万元。其中：枢纽工程部分总投资9233.75万元，河道工程部分投资7015.66万元，建设征地移民补偿投资6038.03万元，水土保持工程部分投资152.04万元，环境保护工程部分投资59.64万元。水库新增库容440.4万m³，单位新增库容投资51.09元/m³。

4工程分析

4.1与政策、规划符合性分析

4.1.1与产业政策的符合性

中石坝水库是解决楚雄市鹿城镇富民坝子农业灌溉、城镇防洪、生态供水的主要骨干工程，扩建中石坝水库后，在很大程度上可缓解规划区现状严重干旱缺水的问题。对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于鼓励类“二、水利1. 水资源利用和优化配置，2. 节水供水工程”。项目与国家产业政策相符。

项目代码为2019-532301-48-01-001907，项目已于2024年6月28日取得《楚雄州发展和改革委员会关于楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告的批复》（楚发改农经〔2024〕200号）。

4.1.2与国家水利发展改革政策的符合性分析

1、与《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》的符合性分析

2010年12月，《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》中提出：力争通过5年到10年努力，从根本上扭转水利建设明显滞后的局面。到2020年，基本建成防洪抗旱减灾体系，重点城市和防洪保护区防洪能力明显提高，抗旱能力显著增强，“十二五”期间基本完成重点中小河流（包括大江大河支流、独流入海河流和内陆河流）重要河段治理、全面完成小型水库除险加固和山洪灾害易发区预警预报系统建设；基本建成水资源合理配置和高效利用体系，全国年用水总量力争控制在6700亿立方米以内，城乡供水保证率显著提高，城乡居民饮水安全得到全面保障，万元国内生产总值和万元工业增加值用水量明显降低，农田灌溉水有效利用系数提高到0.55以上，“十二五”期间新增农田有效灌溉面积4000万亩；基本建成水资源保护和河湖健康保障体系，主要江河湖泊水功能区水质明显改善，城镇供水水源地水质全面达标，重点区域水土流失得到有效治理，地下水超采基本遏制；基本建成有利于水利科学发展的制度体

系，最严格的水资源管理制度基本建立，水利投入稳定增长机制进一步完善，有利于水资源节约和合理配置的水价形成机制基本建立，水利工程良性运行机制基本形成。

中石坝水库扩建后在规划阶段统筹区域用水指标、用水总量指标，优先保障城乡供水、农业灌溉，提高了城乡供水保证率，因此，本项目建设符合国家水利发展改革政策。

2、与《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》的符合性分析

2012年2月，《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）中提出：“确立水资源开发利用控制红线，到2030年全国用水总量控制在7000亿立方米以内；确立用水效率控制红线，到2030年用水效率达到或接近世界先进水平，万元工业增加值用水量（以2000年不变价计，下同）降低到40m³以下，农田灌溉水有效利用系数提高到0.6以上；确立水功能区限制纳污红线，到2030年主要污染物入河湖总量控制在水功能区纳污能力范围之内，水功能区水质达标率提高到95%以上。为实现上述目标，到2015年，全国用水总量力争控制在6350亿立方米以内；万元工业增加值用水量比2010年下降30%以上，农田灌溉水有效利用系数提高到0.53以上；重要江河湖泊水功能区水质达标率提高到60%以上。到2020年，全国用水总量力争控制在6700亿立方米以内；万元工业增加值用水量降低到65立方米以下，农田灌溉水有效利用系数提高到0.55以上；重要江河湖泊水功能区水质达标率提高到80%以上，城镇供水水源地水质全面达标。”

本项目在规划阶段相关需水预测中充分考虑区域用水总量红线等控制指标，中石坝水库规划区人均综合用水量为199.6m³/（人·a），低于云南省的270.0m³/（人·a）和楚雄州的422.8m³/（人·a），城镇生活综合用水定额为180L/（人·d）（含城镇居民生活用水定额为95L/人·d，城镇公共用水定额为65L/人·d，城镇环境用水定额为20L/人·d）；农村生活用水定额为65L/（人·d）与现有生活水平是相适应的，符合《云南省用水定额》（2019年版经云水发〔2019〕122号发布）。农田亩均用水量为805.6m³/亩高于云南省的505.0m³/亩和楚雄州的441.8m³/亩，主要是由于灌区高耗水的水稻种植比例较高，水利设施薄弱，灌溉水利用系数低。规划区所在的青龙河流域水资源开发程度为57.5%，水资源开发利用程度高，水资源开发利用的潜力小，以资源性缺

水为主。项目扩建后，优先考虑节水，估算的供水范围内现状用水可节水量为2181.6万m³，其中农业28.1万m³，工业2153.5万m³，节水目标为灌区灌溉水利系数达到0.70，农业主要作物单项用水定额（毛值）为774.0m³/亩；万元工业增加值用水定额逐步降低，2024年万元工业增加值用水量为20万m³/万元。主要节水措施为减少输配水工程中的渗漏损失，推广新型节水灌溉技术，优化生产工艺，增强居民节水意识。因此，本项目建设符合《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》要求。

3、与《水污染防治行动计划》符合性分析

2015年2月，《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知（国发〔2015〕17号）》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。

中石坝水库扩建后节水优先，优化调整区域水资源配置；同时，在工程调度中也考虑结合水质开展坝址下泄流量调度，配合区域限产限供水，全力保障区域水环境质量稳定性。工程建设带动区域环境治理不断加强，开展联合调度加强水环境管理，开展生态修复保障水生态环境安全。因此，工程建设整体符合水污染防治行动计划。

4、与《中华人民共和国水法》符合性分析

《中华人民共和国水法》规定：“第四条开发、利用、节约、保护水资源和防治水害，应当全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合利用、讲求效益，发挥水资源的多种功能，协调好生活、生产经营和生态环境用水。”“第二十七条国家鼓励开发、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。”

中石坝水库扩建后的主要工程任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。工程建设考虑了满足下游生态、环境、景观等用水需求的最小下泄流量。中石坝水库的扩建，可有效改善鹿城镇的供水条件，保障城乡用水；可带动以农业为主的农业产业带，为项目区实现产业化经营创造有利条件的同时可与青山嘴水库、尹家嘴水库、马金河水库一起保证水库下游耕地面积6955亩（水田6255亩、旱地330亩、水浇地370亩）的灌溉用水。综上，工程建设与《中华人民共和国水法》是相符合的。

5、与《中华人民共和国河道管理条例》的符合性分析

《中华人民共和国河道管理条例》规定：“第十一条修建开发水利、防治水害、整治河道的各类工程和跨河、穿河、穿堤、临河的桥梁、码头、道路、渡口、管道、缆线等建筑物及设施，建设单位必须按照河道管理权限，将工程建设方案报送河道主管机关审查同意后，方可按照基本建设程序履行审批手续。建设项目经批准后，建设单位应当将施工安排告知河道主管机关。”“第十二条修建桥梁、码头和其他设施，必须按照国家规定的防洪标准所确定的河宽进行，不得缩窄行洪通道。桥梁和栈桥的梁底必须高于设计洪水位，并按照防洪和航运的要求，留有一定的超高。设计洪水位由河道主管机关根据防洪规划确定。跨越河道的管道、线路的净空高度必须符合防洪和航运的要求。”

“第十八条河道清淤和加固堤防取土以及按照防洪规划进行河道整治需要占用的土地，由当地人民政府调剂解决。因修建水库、整治河道所增加的可利用土地，属于国家所有，可以由县级以上人民政府用于移民安置和河道整治工程。”“第二十一条在河道管理范围内，水域和土地的利用应当符合江河行洪、输水和航运的要求；滩地的利用，应当由河道主管机关会同土地管理等有关部门制定规划，报县级以上地方人民政府批准后实施。”“第二十四条在河道管理范围内，禁止修建围堤、阻水渠道、阻水道路；种植高秆农作物、芦苇、杞柳、荻柴和树木（堤防防护林除外）；设置拦河渔具；弃置矿渣、石渣、煤灰、泥土、垃圾等。在堤防和护堤地，禁止建房、放牧、开渠、打井、

挖窖、葬坟、晒粮、存放物料、开采地下资源、进行考古发掘以及开展集市贸易活动。”“第二十五条在河道管理范围内进行下列活动，必须报经河道主管机关批准；涉及其他部门的，由河道主管机关会同有关部门批准：（一）采砂、取土、淘金、弃置砂石或者淤泥；（二）爆破、钻探、挖筑鱼塘；（三）在河道滩地存放物料、修建厂房或者其他建筑设施；（四）在河道滩地开采地下资源及进行考古发掘。”

本项目扩建工程不修建阻水渠道、阻水道路，不在河道内弃置矿渣、石渣、煤灰、泥土、垃圾等，不实施条例禁止实施的内容。项目施工严格遵照条例规定执行，符合《中华人民共和国河道管理条例》要求。

4.1.3与国家相关规划符合性分析

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。

中石坝水库扩建后为中型水库，开发任务为“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，项目实施后可优化区域水资源配置，符合水利改革发展规划。

2、与《全国生态功能区划》的符合性分析

根据《全国生态功能区划》（修编版），本项目所在地区属于“重点城镇群人居保障功能区”中的“III-02-19滇中城镇群”。该区包括：昆明、曲靖、楚雄和玉溪四个城市，该类型区的主要生态问题：城镇无序扩张，城镇环境污染严重，环保设施严重滞后，城镇生态功能低下，人居环境恶化。

该类型区的生态保护主要方向：以生态环境承载力为基础，规划城市发展规模、产业方向；建设生态城市，优化产业结构，发展循环经济，提高资源利用效率；加快城市环境保护基础设施建设，加强城乡环境综合整治；城镇发展坚持以人为本，从长计议，节约资源，保护环境，科学规划。

中石坝水库的主要任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防

洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，可有效提高水资源利用率，有利于加快城市环境保护基础设施建设，加强城乡环境综合整治，贯彻新时期治水思路 and 理念，统筹协调流域开发与保护，制定包括供水、灌溉、水土保持在内的任务。工程扩建后，可为下游灌区提供更可靠的灌溉水源，改善灌区生产生活条件，增强区域防灾减灾能力。对城镇生态功能，人居环境有有益影响。因此，本项目符合《全国生态功能区划》（修编版）的相关要求。

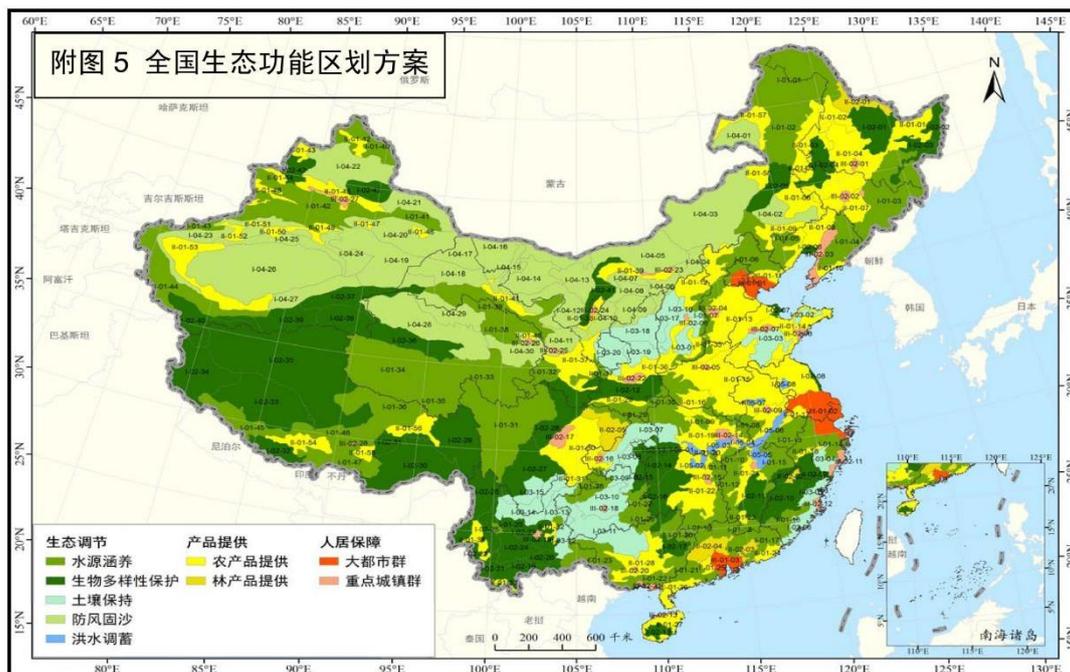


图 4.1.1-1 全国生态功能区划图

4.1.4 与地区相关规划符合性分析

1、与《云南省生态功能区划》的符合性分析

根据《云南省生态功能区划》，项目生态功能区为“III1-2礼社江中山河谷水土保持生态功能区”（项目建设位置与云南省生态功能区划叠图详见附图14），以中山山原地貌为主，河谷地带降雨量800毫米以下，高原面上的降雨量为1000-1200毫米，地带性植被为半湿润常绿阔叶林，现存植被以云南松林为主。土壤类型以紫色土为主。主要问题是森林破坏造成的水土流失。生态环境敏感性为土壤侵蚀中高度敏感；主要生态系统服务功能为礼社江流域的水土保持，保护措施与发展方向改变森林结构，提高森林质量，严格控制矿产资源的开发，发展以生态公益林为主的生态林业，提高本区的水涵养功能，预防水土

流失。

本项目属于水利枢纽工程的扩建项目，水库扩建会淹没部分耕地，通过选择在新增库区内部分浅水淹没区或临时淹没区，将原有的耕地进行填土垫高，恢复原有的耕作条件，减少淹没耕地数量，其余淹没的耕地农田，建设单位需按要求编制基本农田补划方案，完成项目节地评价备案，做好补充耕地、征地补偿、土地复垦等相关工作，施工过程严格按照征占地范围施工，落实施工管理，禁止越界施工。可确保生态环境不恶化，生态功能不降低，项目符合《云南省生态功能区划》的要求。

2、与《云南省主体功能区规划》符合性分析

本项目位于选址位于楚雄市鹿城镇东南部，根据《云南省主体功能区规划》，项目区属于附件1中云南省重点开发区域名录内，属于国家级集中连片重点开发区域，项目建设位置与云南省主体功能区划分叠图详见附图15。

重点开发区域的功能定位：支撑全省乃至全国经济增长的重要增长级，工业化和城镇化的密集区域，落实国家新一轮西部大开发战略、我国面向西南开放重要桥头堡战略，促进区域协调，实现科学发展、和谐发展、跨越发展的重要支撑点。

发展方向和开发原则：统筹规划国土空间、合理发展城市、促进人口加快聚集、提高发展质量、发展都市型农业、保护生态环境、把握开发时序等等。

本项目属于城乡供水水源工程、综合利用水利枢纽工程扩建项目，扩建后的工程任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。项目扩建后有利于规划区域的经济的发展、农业发展，符合重点开发区域的发展方向，符合《云南省主体功能区规划》。

3、与《云南省水利发展规划（2016-2020年）》的符合性分析

2017年3月，云南省人民政府办公厅印发了《云南省水利发展规划（2016-2020年）》，该规划实施的主要任务包括：全面推进节水型社会建设、加快完善水利基础设施、进一步夯实农村水利基础、大力推进水生态文明建设、深化水利重点领域改革、全面强化依法治水管水。规划明确提出：加强直接惠及民生的农村水利工程建设，大兴农田水利，补齐农村水利基础设施短板，进一步

提高农村地区、民族地区、贫困地区水利保障能力。着力推进水利扶贫攻坚，确保贫困群众小康路上“不掉队”；加快灌区建设，提高粮食产能和农业综合生产能力；加快农业高效节水建设，减少农业面源污染排放，改善农业生产条件，大幅度提高农业用水效率和效益；加快小型农田水利建设，打通农田水利“最后一公里”；强化农村水电综合利用功能，促进农村水电科学发展。到2020年，农村自来水普及率达到80%以上，农村集中式供水工程供水率达到85%以上新增农田有效灌溉面积500万亩，新增高效节水灌溉面积500万亩，完成中低产田地改造1200万亩，建成高标准农田2400万亩。

本项目属于城乡供水水源工程、综合利用水利枢纽工程扩建项目，扩建后的主要工程任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。属于“直接惠及民生的农村水利工程建设”，项目建设后有利于改善农业生产条件，大幅度提高农业用水效率和效益。属于该规划的具体落实。

4、与《楚雄州“十三五”水务发展规划》的符合性分析

根据《楚雄州人民政府关于印发楚雄州“十三五”水务发展规划的通知》（楚政通〔2017〕63号），构建“四江三河”（绿汁江、礼舍江、渔泡江、龙川江、马龙河、万马河、勐果河）为主骨架，兴建61座大中小型水库为支撑、20万件‘五小水利’工程为支点，22个大中型灌区和26件连通工程为纽带，60万亩高效节水灌溉工程为示范的水安全保障网”。

中石坝水库已纳入该规划的拟扩建中型水库，项目建设符合《楚雄州人民政府关于印发楚雄州“十三五”水务发展规划的通知》要求。

5、与《楚雄州龙川江流域水资源综合利用规划》的符合性

2019年2月13日，楚雄州环境保护局下发了《关于〈楚雄州龙川江流域水资源综合利用规划环境影响报告书〉的审查意见的函》（楚环函〔2019〕18号）。该规划范围为龙川江全流域，流域集水面积9327.4km²，涉及楚雄州的南华县、楚雄市、牟定县、元谋县、禄丰市、武定县、姚安县、大姚县、永仁县等9个县级行政区该规划。主要规划内容包括两方面：节水规划及重要水源工程规划，中石坝水库位于龙川江右岸一级支流龙桥河上，规划水平年楚雄市用水处于缺水状态，因此规划对中石坝水库进行扩建，供水任务为楚雄市农灌、城

市供水（城市生态环境供水）及工业供水。

因此，本项目建设符合《楚雄州龙川江流域水资源综合利用规划》。

6、与《云南省百件骨干水源工程建设规划》的符合性

2010年，云南省水利厅与云南省发展和改革委员会共同编制了《云南省百件骨干水源工程建设规划》（2010-2012年），将楚雄市上报的水源工程项目中的中石坝水库扩容为中型水库，列入云南省百件骨干水源工程建设计划。

本项目建设符合《云南省百件骨干水源工程建设规划》，是该规划的具体落实。

4.1.5与水资源管理“三条红线”的符合性分析

《关于加快水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1号）明确提出，实行最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、用水效率和水功能区限制纳污“三条红线”。

中石坝水库扩建工程按照《水利部办公厅关于印发大中型水资源开发利用建设项目节水评价篇章编制指南（试行）的通知》（办规计函〔2018〕1691号）要求，《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》中已包含节水评价篇章。

1、用水总量控制红线

根据《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》以及《云南省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》（云政发〔2012〕126号），正式明确规定云南省到2030年用水总量控制在227亿 m^3 ，现状用水总量为151亿 m^3 。因此，到2030年全省用水总量在现状用水基础上可增加76亿 m^3 ，比现状用水量增加50.33%。根据云南省水资源配置总体思路以及《云南省水中长期供求规划》，云南省2030年以后的水资源配置体系，以保证河道生态环境用水，退还和预防城镇用水大量挤占生态用水；继续推进全省骨干水源工程建设，进一步提高水调蓄能力和城乡供水、农田灌溉保证率；实施滇中引水工程，彻底解决滇中地区的缺水问题；满足人民生活水平提高、经济社会发展、粮食安全保障和生态环境保护的用水需求。

现状楚雄市水源工程缺乏，供水保障率低，且水利工程分布不均，工程性

缺水和资源性缺水并存。中石坝水库扩建后，新增供水量601.5万m³（其中农灌供水新增170万m³，工业供水新增431.5万m³），总供水量达1073.7万m³（其中农灌供水达551.9万m³、工业供水431.5万m³、环境供水为90.3万m³），增加了规划区供水量，为规划区农业、工业以及生态环境持续良好发展提供可靠的水源支撑，提高生态供水保障。

中石坝水库扩建工程符合全省中长期水资源配置方案和用水总量控制指标。

2、用水效率控制红线

根据可研，中石坝水库规划区现状水平年（2022年）农业灌溉水利用系数为0.55，城镇、集镇农村生活管网损失率为15%，城镇人均生活用水量为95L/人·d，集镇人均生活用水量为80L/人·d，农村人均生活用水量65L/人·d，工业用水量为万元工业增加值用水量为41m³/万元。

随着灌区渠系全部配套完毕，干、支、斗、农渠全面衬砌，节水农业的推广，水土保持等措施的实施，到规划水平年（2040年），整个规划区灌溉水利用系数提高到0.70。根据2022年云南省实行最严格水资源管理制度工作考核结果，全省农田灌溉水有效利用系数测算结果为0.485，完成年度控制目标。中石坝水库扩建符合规范和地区用水定额节水要求。

3、水功能区限制纳污红线

根据2019年云南省实行最严格水资源管理制度工作考核结果，全省454个水功能区双指标评价总体达标率为90.9%，完成年度目标。

中石坝水库上游无工业污染源排放口，分布部分农村面源污染排放口，坝址上游人口少、居住分散，污染物少，目前青龙河基本处于IV类水质，水环境质量较好，具有一定的纳污承载能力。

综上所述，本项目的建设符合水资源管理“三条红线”指标的要求。

4.1.6与生态环境保护相关要求的符合性分析

1、与《中华人民共和国长江保护法》的符合性分析

根据《中华人民共和国长江保护法》（2021年3月1日施行）：

第二十三条 国家加强对长江流域水能资源开发利用的管理。因国家发展战略和国计民生需要，在长江流域新建大中型水电工程，应当经科学论证，并报

国务院或者国务院授权的部门批准。

对长江流域已建小水电工程，不符合生态保护要求的，县级以上地方人民政府应当组织分类整改或者采取措施逐步退出。

第二十六条 国家对长江流域河湖岸线实施特殊管制。国家长江流域协调机制统筹协调国务院自然资源、水行政、生态环境、住房和城乡建设、农业农村、交通运输、林业和草原等部门和长江流域省级人民政府划定河湖岸线保护范围，制定河湖岸线保护规划，严格控制岸线开发建设，促进岸线合理高效利用。

禁止在长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。

禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库；但是以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。

第二十九条 长江流域水资源保护与利用，应当根据流域综合规划，优先满足城乡居民生活用水，保障基本生态用水，并统筹农业、工业用水以及航运等需要。

第三十一条 长江干流、重要支流和重要湖泊上游的水利水电、航运枢纽等工程应当将生态用水调度纳入日常运行调度规程，建立常规生态调度机制保证河湖生态流量；其下泄流量不符合生态流量泄放要求的，由县级以上人民政府水行政主管部门提出整改措施并监督实施。

第三十二条 国务院有关部门和长江流域地方各级人民政府应当采取措施，加快病险水库除险加固，推进堤防和蓄滞洪区建设，提升洪涝灾害防御工程标准，加强水工程联合调度，开展河道泥沙观测和河势调查，建立与经济社会发展相适应的防洪减灾工程和非工程体系，提高防御水旱灾害的整体能力。

项目所处区域地表水体为青龙河，青龙河属金沙江水系龙川江一级支流，属长江流域。对照云南省推动长江经济带发展领导小组办公室于2022年8月19日印发了《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》中的“云南省长江经济带负面清单重点管控区名录”，青龙河、龙川江均不属于长江重点干支流。项目选址位于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，属于水库扩建类项目，不属于化工项目，不新建尾矿库。且项目本次进行扩建后供水任务为“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，项目扩建运行后在保障下游生态用水的

前提下进行农灌和工业供水，同时项目不在《中华人民共和国长江保护法》“第二十六条国家对长江流域河湖岸线实施特殊管制”的范围内，也未违反“第八十七条违反本法规定，非法侵占长江流域河湖水域，或者违法利用、占用河湖岸线”。

综上，项目符合《中华人民共和国长江保护法》相关规定。

2、与《长江经济带生态环境保护规划》的符合性分析

2017年7月13日，环境保护部（现生态环境部）、发展改革委、水利部联合发布了《长江经济带生态保护规划》（环规财〔2017〕88号）。将长江经济带分为上游、中游和下游，分别进行重点保护，云南省属于长江经济带上游区。规划要求“上游区包括重庆、四川、贵州、云南等省市，区域水土流失、荒漠化严重，矿产资源开发等带来的环境污染和生态破坏问题突出，大城市及周边污染形势严峻。应重点加强水源涵养、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发，加大湖库、湿地等敏感区的保护力度，加强云贵川喀斯特地区、金沙江中下游、嘉陵江流域、沱江流域、乌江中上游、三峡库区等区域水土流失治理与生态恢复，推进成渝城市群环境质量持续改善。”在此基础上，各区域还需“确立水资源利用上线，妥善处理江河湖库关系；划定生态保护红线，实施生态保护与修复；坚守环境质量底线，推进流域水污染统防统治；全面推进环境污染治理，建设宜居城乡环境；强化突发环境事件预防应对，严格管控环境风险；创新大保护的生态环保机制政策，推动区域协同联动；强化保障措施。”

项目所处区域地表水体为青龙河，青龙河属金沙江水系龙川江一级支流，属长江流域，属于长江经济带上游区。项目为水库类项目扩建工程，项目建设过程中会对区域水源涵养、水土保持、生物多样性造成影响，但项目采取尽可能减少施工占地，对临时施工占地在施工结束后进行植被恢复、水土保持植被种植等措施后符合《长江经济带生态环境保护规划》对上游区的重点保护要求。此外，云南省和楚雄州已完成“三线一单”划定工作，本项目与楚雄州“三线一单”的符合性分析见4.1.9，项目为鼓励类发展项目，不属于环境准入清单的禁止和限制发展类项目，项目建设严格按照国家及地方相关法律法规进行建设，项目建设过程中确保废气达标外排；施工期灌浆废水、基坑排水经沉

淀处理后尽可能回用，回用不完的排入青龙河，施工机械/车辆冲洗废水经隔油、沉淀处理后全部回用不外排，固废全部妥善处理，对周边环境影响较小。

综上，项目位于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，用地不涉及生态红线、城镇开发边界，占地涉及永久基本农田，但均为临时占用，报告已提出施工结束后进行水土流失治理和生态恢复、基本农田恢复措施等，项目建设符合《长江经济带生态环境保护规划》。

3、与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》的符合性分析

为认真落实《长江经济带发展规划纲要》，建立生态环境硬约束机制。2022年1月19日，推动长江经济带发展领导小组办公室印发了《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》（长江办〔2022〕7号），本项目与长江经济带发展负面清单指南的内容对照情况详见下表。

表 4.1-1 项目与长江经济带发展负面清单指南的符合性分析对照表

序号	（长江办〔2022〕7号）要求	项目基本建设情况	符合性
1	禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目，禁止建设不符合《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目。	本项目属于《国民经济行业分类》（GB/T4754-2017）中的“N7630 天然水收集与分配”行业。	符合
2	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。	项目建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，项目施工红线不涉及国家级和省级自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、森林公园等环境敏感区和特殊功能生态区。	符合
3	禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和饮用水源无关的项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。	项目建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，项目施工红线不涉及国家级和省级自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、森林公园等环境敏感区和特殊功能生态区。	符合
4	禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围海造地或围填海等投资建设项目。禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙、采矿，以及任何不符合主体功能定位的投资建设项目。	项目为水库类扩建工程，不属于新建围湖造田、围海造地或围填海等投资建设项目；建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，项目施工红线不涉及国家级和省级自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、森林公园等环境敏感区；项目建设符合《云南省主体功能区规划》要求。	符合
5	禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保	项目为水库类扩建工程，属于楚雄州重要基础建设工程，项目建设后可减缓楚雄州缺水现状；项目建设于楚雄	符合

	留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。	市鹿城镇东南部富民中石坝村，项目建设位置不属于《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留区，项目建设位置不涉及国家级和省级自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、森林公园等环境敏感区。	
6	禁止未经许可在长江干支流及湖泊新设、改设或扩大排污口。	项目为水库类扩建工程，施工期废水全部回用不外排，运营期除生活污水外不产生废水，生活污水经隔油池、化粪池处理后用作周边农田施肥，项目不建设排污口。	符合
7	禁止在“一江一口两湖七河”和332个水生生物保护区开展生产性捕捞。	项目区域地表水为青龙河，属于金沙江水系龙川江一级支流，属长江流域，但不属于长江“一江一口两湖七河”和332个水生生物保护区。	符合
8	禁止在长江干支流、重要湖泊岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。	项目为水库类扩建工程，不属于新建、扩建化工园区和化工项目，不属于新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，且中石坝水库区域地表水为青龙河，属于金沙江水系龙川江一级支流，属长江流域，但不属于长江干流岸线和主要支流岸线。	符合
9	禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。	项目为水库类扩建工程，仅施工期产生污染，且项目不属于钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。	符合
10	禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。	项目为水库类扩建工程，不属于国家石化、现代煤化工等产业。	符合
11	禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目。	项目为水库类扩建工程，属于楚雄州主要基础项目，项目建设可有效解决楚雄州缺水严重问题，项目不属于法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目，不属于不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目，不属于不符合要求的高耗能高排放项目。	符合
12	法律法规及相关政策文件有更加严格规定的从其规定。	项目建设符合国家产业政策要求，符合相关规划文件要求。	符合

从上表可看出，项目建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，项目建设内容不涉及《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》中的禁止建设内容，其相关要求。

4、与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》的符合性分析

为深入贯彻落实习近平总书记关于推动长江经济带发展的重要讲话和指示批示精神，认真落实长江保护法，云南省发展和改革委员会根据《长江经济带

发展负面清单指南（试行，2022年版）》（长江办〔2022〕7号），结合云南实际，编制了《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》，本项目与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》中的内容对照情况详见表。

表 4.1-2 项目与《负面清单指南实施细则》符合性分析对照表

序号	实施细则（试行，2022年版）要求	项目基本建设情况	符合性
1	禁止新建、改建和扩建不符合《全国内河航道与港口布局规划》等全国港口规划和《昭通市港口码头岸线规划（金沙江段 2019 年-2035 年）》《景洪港总体规划（2019-2035 年）》等州（市）以上港口布局规划以及港口总体规划的码头项目。	项目为水库类扩建工程，不属于码头项目，且项目建于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，不位于昭通、景洪等地。	符合
2	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止建设与自然保护区保护方向不一致的旅游项目。禁止在自然保护区内进行开矿、采石、挖沙等活动。禁止在自然保护区的核心区和缓冲区内建设任何生产设施，禁止在自然保护区的实验区内建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。	项目建于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，本项目不占压楚雄市生态环境红线，也不涉及未划入生态保护红线的自然保护地、饮用水水源保护区、天然林、原始林、基本草原等生态功能重要、生态环境敏感区域；项目为水库类扩建工程，不属于旅游和生产经营项目，不属于开矿、采石、挖沙等活动；项目仅施工期产生较少污染，且为短暂性的，项目建设运营后除管理房的饮食油烟、生活污水、生活垃圾，不产生废气、废水、固废，饮食油烟经油烟净化器处理后外排，生活污水经隔油池、化粪池处理后作为农肥，生活垃圾收集至周边村庄垃圾点，由当地环卫部门清运处置，不会对区域环境造成污染。	符合
3	禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。禁止在风景名胜区内进行开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动以及修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；禁止在风景名胜区内设立开发区和在核心景区内建设宾馆、会所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的投资建设项目。	项目建于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，建设位置处不涉及国家级和省级自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、森林公园等环境敏感区和特殊功能生态区，且项目施工结束后进行生态恢复、水土保持植被种植等措施。	符合
4	禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的投资建设项目，以	项目建于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，建设位置处不涉及国家级和省级自然保护区、风	符合

	及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。	景名胜区、饮用水源保护区、森林公园等环境敏感区和特殊功能生态区。	
5	禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围湖造地或围填海等投资建设项目。禁止擅自征收、占用国家湿地公园的土地；禁止在国家湿地公园内挖沙、采矿，以及建设度假村、高尔夫球场等任何不符合主体功能定位的投资建设项目。	项目为水库类扩建工程，建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，建设位置处不涉及国家湿地公园。	符合
6	禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在金沙江岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在金沙江干流、九大高原湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。	项目建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，区域地表水为青龙河，属于龙川江水系，金沙江一级支流，属于长江流域，但不属于金沙江岸线保护区和保留区、金沙江干流、九大高原湖泊保护区、保留区，且项目为水库类扩建工程，项目建设运营后工程任务为“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，对楚雄市有较好生态环境、社会以及经济效益。	符合
7	禁止在金沙江干流、长江一级支流建设除党中央、国务院、国家投资主管部门、省级有关部门批复同意以外的过江基础设施项目；禁止未经许可在金沙江干流、长江一级支流、九大高原湖泊流域新设、改建或扩大排污口。	项目建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，区域地表水为青龙河，属于龙川江水系，金沙江一级支流，属于长江流域，但项目为水库类扩建工程，不属于过江基础设施项目，不涉及新设、改建或扩大排污口，项目已于2024年6月28日取得《楚雄州发展和改革委员会关于楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告的批复》（楚发改农经〔2024〕200号）。	符合
8	禁止在金沙江干流、长江一级支流、水生生物保护区和长江流域禁捕水域开展天然渔业资源生产性捕捞。	项目区域地表水为青龙河，属于龙川江水系，金沙江一级支流，属于长江流域，但不属于金沙江干流、长江一级支流、水生生物保护区和长江流域禁捕水域，且项目不涉及天然渔业资源生产性捕捞活动。	符合
9	禁止在金沙江干流，长江一级支流和九大高原湖泊岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在金沙江干流岸线三公里范围内和长江一级支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，以提升安	项目区域地表水为青龙河，属于龙川江水系，金沙江一级支流，属于长江流域，但项目为水库类扩建工程，不属于化工园区和化工项目，不属于尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库类建设项目。	符合

	全、生态环境保护水平为目的的改建除外。		
10	禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业中的高污染项目。	项目属于水库扩建项目，位于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，不属于钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业，不属于高污染项目。	符合
11	禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。禁止列入《云南省城镇人口密集区危险化学品生产企业搬迁改造名单》的搬迁改造企业在原址新建、扩建危险化学品生产项目。	项目属于水库类扩建工程，不属于国家石化、现代煤化工等产业。	符合
12	禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目，依法依规关停退出能耗、环保、质量、安全不达标产能和技术落后产能。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能、高排放项目，推动退出重点高耗能行业“限制类”产能。禁止建设高毒高残留以及对环境影响大的农药原药生产装置，严控尿素、磷铵、电石、焦炭、黄磷、烧碱、纯碱、聚氯乙烯等行业新增产能。	根据上文分析，项目建设符合国家产业政策，项目属于水库类扩建工程，不属于不符合要求的高耗能高排放项目。	符合

综上，项目建设符合《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》要求。

5、与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030年）》符合性分析

2013年2月5日云南省人民政府十二届第二次常务会议审议通过了《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030年）》，提出了全省生物多样性保护的6个一级优先区域和18个二级优先区域，涉及16个州、市101个县、市、区，总面积约9.5万m²，占云南国土面积的23.8%。提出了9大保护优先领域和34项行动。作为未来20年生物多样性资源有效保护和可持续利用的指导性文件。云南省生物多样性保护优先区域划分情况见下表。

表 4.1-3 云南省生物多样性保护优先区域划分

生物多样性保护一级优先区域	生物多样性保护二级优先区域
1.滇西北高山峡谷针叶林区域	1.高黎贡山北段温凉性针叶林区
	2.梅里雪山——碧罗雪山寒温性针叶林区
	3.云岭山脉寒温性——暖温性针叶林区
	4.香格里拉山原寒温性针叶林区
2.云南南部边缘热带雨林区域	5.高黎贡山南段中山湿性常绿阔叶林区
	6.铜壁关热带雨林区
	7.南汀河热带雨林区

	8.西双版纳热带雨林区
	9.红河湿润雨林区
3.滇东南喀斯特东南季风阔叶林区域	10.滇东南喀斯特东南季风阔叶林区域
4.滇东北乌蒙山湿润常绿阔叶林区域	11.乌蒙山湿润常绿阔叶林区
	12.金沙江下游干热河谷区
5.澜沧江中游—哀牢山中山湿性常绿阔叶林区域	13.澜沧江中山宽谷常绿阔叶林区
	14.无量山中山湿性常绿阔叶林区
	15.哀牢山中山湿性常绿阔叶林区
6.云南高原湿地区域	16.滇中高原湖泊区
	17.滇西北高原湖泊区
	18.滇东北高山沼泽化草甸区

对照划分结果叠图（详见附图16）分析，本项目不位于云南省生物多样性保护区域。

本项目为生态类建设项目，不涉及划定的生物多样性保护优先区域，项目建设过程中以保护生态环境及生物多样性为前提，施工期采取具有针对性的、切实可行的环境保护措施，尽量避免和减少工程建设对生态环境造成的破坏和影响。

因此，本项目建设与“生物多样性保护战略与行动计划”是相符的。

6、与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030年）》符合性分析

2024年5月20日，为贯彻党的二十大精神，全面落实《中国生物多样性保护战略与行动计划（2023-2030年）》，积极推动《关于进一步加强生物多样性保护的实施意见》落实，高水平保护生物多样性、高质量推进生物多样性可持续利用和惠益分享，切实支撑美丽中国七彩云南建设和生态文明建设排头兵，在《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030年）》实施成效评估基础上，省生态环境厅会同相关部门更新编制了《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030年）》，明确全省新时期生物多样性保护战略定位、战略目标、战略任务、优先领域和优先行动，为各部门各地区推进生物多样性保护提供指引。项目与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030年）》符合性分析如下。

表 4.1-4 《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030年）》符合性分析

保护战略与写的计划要求		项目基本情况	相符性
加强生态空间	1、生物多样性保护优先区域监管。以生物多样性调查监测为基础，衔接自然保护地、生态保护红线等重要生	项目为水库扩建类工程，根据“三区三线”查询结果（附件9），项目不涉及楚雄市生态保护红线；根据楚雄	符合

管控	<p>态空间，对生物多样性保护优先区域进行优化调整。制定生物多样性保护优先区域规划，加强对生物多样性保护优先区域的保护监督，建立更新调整、跟踪评估等常态化工作机制。强化生物多样性保护优先区域内的自然保护地建设与管理。适时开展生物多样性保护优先区域生物多样性保护成效评估。</p>	<p>市生态分区管控查询，项目区域属于楚雄市农业农村面源污染重点管控单元、一般生态空间优先保护单元以及一般生态空间，一般生态空间优先保护单元涉及的主要为水库扩建后淹没的涉及公益林，建设单位将严格按照要求进行林地用地手续办理；对照《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030年）》划分结果叠图（详见附图16）分析，本项目不位于云南省生物多样性保护区域。</p>	
	<p>2、生态保护红线监管。建立完善生态保护红线在自然资源、土地林地利用、生态功能、环境质量等方面的评价指标体系。定期组织开展生态保护红线保护成效评估。加强生态保护红线监测，开展生态保护红线基础调查遥感监测，及时发现、移交、查处各类生态问题并监督保护修复情况。适时开展生态保护红线优化调整。</p>	<p>项目为水库扩建类工程，根据“三区三线”查询结果（附件9），项目不涉及楚雄市生态保护红线，不在城镇开发边界外，库尾河道整治工程涉及基本农田，建设单位已采取垫地回填措施进行补偿；根据项目区域环境质量现状监测结果，项目区域环境空气、声环境、地下水、地表水以及土壤均满足相应标准要求。</p>	相符
	<p>3、九大高原湖泊流域“三区”管控。优化“九湖”流域生态空间格局，强化以流域为基础的生态空间管控，完善落实九大高原湖泊“三区”管控政策。严格落实九大高原湖泊生态保护核心区、生态保护缓冲区、绿色发展区空间分级管控，强化对湖滨缓冲带保护。严格水域岸线空间管控，提高重要、敏感河湖岸线监管率，有序推进岸线划界确权工作。</p>	<p>项目位于楚雄市鹿城镇，在青龙河上游进行现有中石坝水库扩建，不属于九大高原湖泊流域“三区”管控区域，根据项目占地“三区三线”查询结果（附件9），项目不涉及楚雄市生态保护红线，根据楚雄市林业和草原局出具的情况说明，项目不涉及自然保护区、风景名胜区，中石坝水库扩建工程占地不涉及敏感区。</p>	相符
保育恢复主要物种	<p>1、极小种群野生植物保护恢复。实施第二批极小种群野生植物拯救保护行动，系统开展高寒水韭、毛枝五针松、云南澄广花等101种云南极小种群野生植物分布、种群动态、栖息地与生境、受威胁因素等调查评估。推进极小种群野生植物人工繁育、野外回归。开展极小种群野生动物受损栖息地人工干预措施修复，提升栖息地质量。加强替代生境的研究与示范扩大种群规模。加强种源繁育基地建设。</p>	<p>项目陆生生态评价等级为二级，根据陆生生态现状调查，项目占地红线及评价范围内无《云南省各州市分布的国家重点保护野生动植物名录（2021年）》《云南省极小种群野生植物保护名录（2022年版）》中的极小种群分布，在施工过程中如发现调查遗漏的极小种群，施工单位及建设单位将严格按照要求进行保护。</p>	相符
	<p>2、珍稀濒危野生动物保护。通过人工造林、森林抚育、增设硝塘、种植食源植物、建设生态廊道和管护站点等措施，重点改善亚洲象、绿孔雀、高黎贡白眉长臂猿、白掌长臂猿、西黑冠长臂猿、北白颊长臂猿、灰叶猴等栖息地质量和连通性，扩大适宜栖息地面积，保障种群持续稳步健康发展，诱导种群向自然保护区等人口稀</p>	<p>根据本次环评对陆生生态评价范围内野生动物进行调查，项目评价范围内有国家Ⅱ级重点保护野生动物4种，其中哺乳动物1种，为豹猫；鸟类3种，分别为松雀鹰、普通鵟、红隼。现场调查未发现上述重要野生动物，亦未发现其在评价区范围内筑巢繁殖，也未发现适宜其繁殖的生境。因其在云南区域广泛分布的常见物种，</p>	相符

	少区域适度集中。以迁飞路线上的自然保护地和森林、湿地为重点，修复和串联候鸟迁徙廊道。新建北白颊长臂猿、绿孔雀等濒危物种繁育和野化放归基础设施，加强种源繁育，营造野外适生环境，有序复壮、重建野外种群。新建一批候鸟保护监测站。	在云南大部分地区均有分布，其活动范围广，活动能力强，它们会到评价区活动，根据访问调查及生境调查综合判断，评价区有该物种活动。其活动范围主要是周边区域或项目区上空，它们也见于云南省的其他地区，甚至见于更广泛的范围，项目建设区域及外围生态评价区不属于其重要生境栖息地，且动物活动能力较强，故项目施工对野生动物影响较小。	
	3、珍稀濒危特有鱼类保护。开展九大高原湖泊珍稀濒危特有鱼类及螺蛳等底栖动物的保护、繁育、种质资源储备和科普工作。开展鱼类关键栖息地和生境恢复，完善保护管理设施，健全科研监测体系。	项目为在现有已运行的中石坝水库基础上进行扩建，根据项目水生生态调查，项目区域调查记录到的所有鱼类中没有国家级和省级保护鱼类，也没有列入《中国濒危动物红皮书鱼类》《中国物种红色名录》和《中国生物多样性红色名录》的濒危物种，且中石坝水库扩建后将采取增殖放流等措施对区域鱼类进行保护。	相符
可持续管理生物生态资源	1、长江流域重点水域十年禁渔行动。加大长江流域珍稀濒危土著鱼类人工繁育和增殖放流。加强渔政执法装备设施和禁捕智能监管平台信息化建设，提升长江流域重点水域十年禁渔行动实施成效。	项目青龙河水域为长江流域，但不属于长江重点流域，且根据建设单位提供信息，中石坝水库现状进行生产性鱼类养殖故允许捕捞，但中石坝水库扩建后将不再进行生产性养殖，并不允许在水库区域进行鱼类捕捞。	相符
降低环境污染影响	1、开展环境污染对生物多样性影响评价。试点开展污染物排放和污染防治行动对生物多样性的影响评价，探索建立以生物多样性为重要指标的环境污染生态风险评价体系。	项目为水库类扩建项目，环境影响主要在施工期，施工期物料采取覆盖、遮挡、施工区域洒水降尘等措施减少无组织扬尘产生，施工机械定时维护，减少机械废气产生。施工废水的灌浆废水和基坑废水沉淀处理后优先进行回用，回用不完的排入青龙河；施工机械/车辆冲洗废水进行处理后回用于洒水降尘，不外排；施工期生活污水经化粪池处理后用作农肥。施工固废均妥善处置。项目运营期无生产废水、废气产生，生活污水经化粪池处理后用作农肥，食堂油烟经油烟净化器处理后外排，生活垃圾送至周边村子生活垃圾收集点，由当地环卫部门进行清运处置。项目运营期基本无污染，对区域生物多样性影响较小。	相符
	2.生物多样性与污染协同治理。深入打好污染防治攻坚战，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，推动将生物多样性相关指标纳入污染治理过程。强化大气污染物的协同控制和区域协同治理，持续改善空气质量。持续深化水污染治理和水生态修复，因地制宜开展水体内源污染治理和生态修复。有效管控土壤污染风险，实施化肥农药减量增效行动和农膜回收行动加强农药包装废弃物回收处理，保护蜜蜂、蚯蚓等有益生物。		相符

综上，中石坝水库扩建工程的建设运营符合《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030年）》要求。

4.1.7与《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》符合性分析

临时用地管理制度是《土地管理法》规定的重要制度之一，为规范和严格临时用地管理，切实加强耕地保护，促进节约集约用地，自然资源部于2021年11月4日发布实施《关于规范临时用地管理通知》（自然资规〔2021〕2号），项目建设与《关于规范临时用地管理通知》的符合性分析如下。

表 4.1-5 项目与《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》的符合性分析

序号	自然资规〔2021〕2号要求	项目基本情况	相符性
临时用地选址要求和使用期限	建设项目施工、地质勘查使用临时用地时应坚持“用多少、批多少、占多少、恢复多少”，尽量不占或者少占耕地。使用后土地复垦难度较大的临时用地，要严格控制占用耕地。铁路、公路等单独选址建设项目，应科学组织施工，节约集约使用临时用地。制梁场、拌合站等难以恢复原种植条件的不得以临时用地方式占用耕地和永久基本农田，可以建设用地方式或者临时占用未利用地方式使用土地。临时用地确需占用永久基本农田的，必须能够恢复原种植条件，并符合《自然资源部 农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）中申请条件、土壤剥离、复垦验收等有关规定。	项目临时占地共计 710.92 亩，其中耕地 497.23 亩（基本农田 480.16 亩），项目临时占用的耕地主要为库区河道整治工程的垫地回填工程，是为减少水库扩建蓄水后淹没占地，对库尾上游河道旁耕地进行垫地回填保护。建设单位将严格按照有关要求办理占用临时用地的手续。	相符
	临时用地使用期限一般不超过两年。建设周期较长的能源、交通、水利等基础设施建设项目施工使用的临时用地，期限不超过四年。城镇开发边界内临时建设用地规划许可、临时建设工程规划许可的期限应当与临时用地期限相衔接。临时用地使用期限，从批准之日起算。	在项目施工前建设单位将严格按照要求办理临时用地手续，按个控制施工时间，做到限期内施工完毕进行临时占地恢复，如因客观因素导致临时占地使用期限内未施工完成将及时进行汇报并重新办理临时占地施工手续。	相符
规范临时用地的审批	县（市）自然资源主管部门负责临时用地审批，其中涉及占用耕地和永久基本农田的，由市级或者市级以上自然资源主管部门负责审批。不得下放临时用地审批权或者委托相关部门行使审批权。城镇开发边界内使用临时用地的，可以一并申请临时建设用地规划许可和临时用地审批，具备条件的还可以同时申请临时建设工程规划许可，一并出具相关批准文件。油气资源探采合一开发涉及的钻井及配套建设建设用地，可先以临时用地方式批准使用，勘探结束转入生产使用的，办理建设用地审批手续；不转入生产的，油气企业应当完成土地复垦，按期归还。	项目临时占地共计 710.92 亩，其中耕地 497.23 亩（基本农田 480.16 亩），项目临时占用的耕地主要为库区河道整治工程的垫地回填工程，是为减少水库扩建蓄水后淹没占地，对库尾上游河道旁耕地进行垫地回填保护。建设单位将严格按照有关要求办理占用临时用地的手续。	相符
	申请临时用地应当提供临时用地申请书、临时使用土地合同、项目建设依据文件、土地复垦方案报告表、土地权属材料、勘测定界材料、土地利用现状照片及其他必要的材料。临时用地申请人根据土地权属，与县	建设单位将严格按照要求提供临时用地申请书、临时使用土地合同、项目建设依据文件、土地复垦方案报告表、土地权属材料、勘测定界材料、土地	相符

	<p>(市)自然资源主管部门或者农村集体经济组织、村民委员会签订临时使用土地合同,明确临时用地的地点、四至范围、面积和现状地类,以及临时使用土地的用途、使用期限、土地复垦标准、补偿费用和支付方式、违约责任等。临时用地申请人应当编制临时用地土地复垦方案报告表,由有关自然资源主管部门负责审核。其中,所申请使用的临时用地位于项目建设用地报批时已批准土地复垦方案范围内的,不再重复编制土地复垦方案报告表。</p>	<p>利用现状照片及其他必要的材料向有关自然资源主管部门提交并办理项目临时用地手续。</p>	
落实临时用地恢复责任	<p>临时用地使用人应当按照批准的用途使用土地,不得转让、出租、抵押临时用地。临时用地使用人应当自临时用地期满之日起一年内完成土地复垦,因气候、灾害等不可抗力因素影响复垦的,经批准可以适当延长复垦期限。</p>	<p>项目在施工前严格按照要求办理临时用地手续,严格控制占地红线,严格遵守临时用地要求,不转让、出租、抵押临时用地,施工结束后进行临时用地恢复。</p>	相符
	<p>严格落实临时用地恢复责任,临时用地期满后应当拆除临时建(构)筑物,使用耕地的应当复垦为耕地,确保耕地面积不减少、质量不降低;使用耕地以外的其他农用地的应当恢复为农用地;使用未利用地的,对于符合条件的鼓励复垦为耕地。</p>	<p>建设单位将在施工结束后严格按照要求进行临时用地恢复,占用的耕地 497.23 亩(基本农田 480.16 亩),项目临时占用的耕地主要为库区河道整治工程的垫地回填工程,是为减少水库扩建蓄水后淹没占地,对库尾上游河道旁耕地进行垫地回填保护。</p>	相符
	<p>县(市)自然资源主管部门依法监督临时用地使用人履行复垦义务情况,对逾期不恢复种植条件、违反土地复垦规定的行为,责令限期改正,并依照法律法规的规定进行处罚。按年度统计,县(市)范围内的临时用地,超期一年以上未完成土地复垦规模达到应复垦规模 20%以上的,省级自然资源主管部门应当要求所在县(市)暂停审批新的临时用地,根据县(市)整改情况恢复审批。</p>	<p>建设单位将严格按照要求及时进行临时用地恢复。</p>	相符
严格临时用地监管	<p>建立临时用地信息系统。自 2022 年 3 月 1 日起,县(市)自然资源主管部门应当在临时用地批准后 20 个工作日内,将临时用地的批准文件、合同以及四至范围、土地利用现状照片影像资料信息等传至临时用地信息系统完成系统配号,并向社会公开临时用地批准信息。县(市)自然资源主管部门负责督促临时用地使用人按照土地复垦方案报告表开展土地复垦工作,在信息系统中及时更新土地复垦等信息。</p>	<p>项目在施工前严格按照要求办理临时用地手续,严格控制占地红线,严格遵守临时用地要求。</p>	相符
	<p>建立定期抽查和定期通报制度,部和省级自然资源主管部门负责定期抽查占用耕地和永久基本农田临时用地的使用和复垦情况,对不符合用地要求和未完成复垦任务的,予以公开通报。国家自然资源督察机构要加强临时用地政策执行情况的监督检查,督促地方</p>	<p>项目在施工前严格按照要求办理临时用地手续,严格控制占地红线,严格遵守临时用地要求。</p>	相符

	政府和部门落实审批和监管责任，整改纠正临时用地违法违规突出问题。		
	加强“一张图”管理，各级自然资源主管部门在年度国土变更调查、卫片执法检查中要结合临时用地信息系统中的批准文件、合同、影像资料、土地复垦方案报告表等，认真审核临时用地的批准、复垦情况。各级自然资源主管部门要严肃查处违法违规审批、使用临时用地，未按照批准内容进行临时建设，以及临时用地超出复垦期限未完成复垦等行为，处理结果向社会公开通报，并依规依纪依法移送问题线索，追究责任人的责任。	项目在施工前严格按照要求办理临时用地手续，严格控制占地红线，严格遵守临时用地要求。	相符

综上，项目建设符合《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号）要求。

4.1.8与《自然资源部办公厅关于加强临时用地监管有关工作的通知》（自然资办函〔2023〕1280号）符合性分析

为进一步做好临时用地监督与管理工作，自然资源部办公厅于2023年7月6日发布《关于加强临时用地监管有关工作的通知》（自然资办函〔2023〕1280号），项目与《关于加强临时用地监管有关工作的通知》（自然资办函〔2023〕1280号）符合性分析如下。

表 4.1-6 项目与《关于加强临时用地监管有关工作的通知》符合性分析

序号	（自然资办函〔2023〕1280号）要求	项目基本情况	相符性
一、全面实现临时用地上图入库	为全面掌握各地临时用地情况，加强临时用地监管，部开发了临时用地信息系统（以下简称“系统”）。各省（区、市）自然资源主管部门要指导市、县，在临时用地经依法批准后20个工作日内，通过系统将临时用地信息上图入库，临时用地日常监管和土地卫片执法、自然资源督察、国土变更调查等工作中涉及临时用地的，以系统信息为基本依据。系统中没有上图入库信息的，不予认可为临时用地；上图入库信息经核查，不属于临时用地的，及时指出，整改处理，上图入库的临时用地范围，是在农用地或未利用地上的临时用地，经依法批准的国有或集体建设用地上临时使用土地的，不纳入上图入库范围。	项目临时占地710.92亩，占地类型主要为耕地（497.23亩）、园地（0.66亩）、林地（175.41亩）、交通运输用地（9.99亩）、水域及水利设施用地（27.63亩）等，项目现正进行环境影响评价、初步设计等工作，待取得项目相关手续，满足施工条件前，建设单位按要求办理临时用地手续，再进行施工建设。	符合
二、加快存量临时用地信息	按照2号文件规定，2022年1月1日起新发生的临时用地，应当全部上图入库，对于此前发生的存量临时用地，区分情形后补录信息。以2021年国土变更调查认定的临时用地图斑为基数，由市（县）自然资源主管部门根据临时用地现状分类研究处置，该上图入库的及时补充	项目现正进行环境影响评价、初步设计等工作，待取得项目相关手续，满足施工条件前，建设单位按要求办理临时用地手续，再进行施工建设。	符合

补录	<p>上图入库，属于本通知下发前临时用地已使用完毕、并完成复垦且验收合格的，不再补录信息；属于目前仍在规定的使用期内使用或复垦期限内未复垦的临时用地，市（县）自然资源主管部门应在 2023 年底前将临时用地信息在系统中上图入库，完整填报相关批准文件、合同、影像资料、土地复垦方案（报告书或报告表）、耕地与其他地类矢量数据、土地复垦验收资料、土地复垦费用预存及使用情况等信息；属于超出规定使用期限仍在使用或未复垦的，补录信息后，市（县）自然资源主管部门应督促限期整改，严格按照临时用地规定履行复垦义务；属于实际已经修建永久性建（构）筑物的，临时用地不再补录信息，由市（县）自然资源主管部门建立台账，纳入违法用地进行处理。</p>		
三、 做好 临时 用地 政策 衔接	<p>现行《土地管理法实施条例》修订颁布前，已经批准的能源、交通、水利等基础设施临时用地，使用期限已超过 2 年又确需继续使用的，在不改变用地位置、不扩大用地规模的条件下，经原审批机关批准可以继续使用，但总的使用期限不得超过四年。批准继续使用的临时用地信息应通过系统填报并予标注。</p>	<p>项目现暂未办理临时用地手续，正进行项目环境影响评价、初步设计等工作，待取得项目相关手续，满足施工条件前，建设单位按要求办理临时用地手续，再进行施工建设。</p>	符合
	<p>能源基础设施建设中，油气探采合一开发涉及的钻井及配套设依据 2 号文件审批的临时用地，使用期限不超过四年。油气企业在勘探结束转入开采的，应及时办理建设用地审批手续。建设用地经依法批准后，不再进行土地复垦，相关土地复垦费用退回。未在规定期限内办理建设用地手续的，按违法用地处理。</p>	<p>项目属于水利基础设施扩建项目，不属于能源基础设施建设项目，且项目正进行项目环境影响评价、初步设计等工作，待取得项目相关手续，满足施工条件前，建设单位按要求办理临时用地手续，再进行施工建设。</p>	符合
	<p>对于占用耕地以外其他地类的临时用地，在规定的使用期限内，在不改变用途和范围的前提下，经临时用地原审批机关批准，可以确定给其他建设作为临时用地使用，但必须确保土地复垦义务履行到位。</p>	<p>项目临时用地占地类型主要为耕地（497.23 亩）、园地（0.66 亩）、林地（175.41 亩）、交通运输用地 9.99 亩）、水域及水利设施用地（27.63 亩）等，项目现暂未办理临时用地手续，待取得项目相关手续，满足施工条件前，建设单位按要求办理临时用地手续，再进行施工建设。</p>	符合
	<p>在确保临时用地土地复垦落实的前提下，地方可以探索使用银行保函预存土地复垦费用，减轻企业资金压力。</p>	<p>项目现暂未办理临时用地手续，待取得项目相关手续，满足施工条件前，建设单位按要求办理临时用地手续时再行考虑土地复垦费用</p>	符合

四、 强化 临时 用地 监管	省级自然资源主管部门负责检查把关临时用地上图入库信息，确保信息填报及时准确，对于信息补录、修改量大且排在本省份前列的市（县），及时提出整改要求；定期梳理分析单个项目临时用地规模明显偏大、未按期完成土地复垦等异常情形，监督临时用地审批信息公开情况，及时发现苗头性问题并督促整改；监督管理中，发现违法违规审批临时用地或者批后改变临时用地用途修建永久性建（构）筑物等问题的，要严肃依法依规进行查处，并在系统中核销临时用地信息。部将加强临时用地日常监督检查，督促整改存在的问题，对于问题突出的省份公开通报。	项目临时用地占地类型主要为耕地（497.23亩）、园地（0.66亩）、林地（175.41亩）、交通运输用地（9.99亩）、水域及水利设施用地（27.63亩）等，项目现暂未办理临时用地手续，待取得项目相关手续，满足施工条件前，建设单位按要求办理临时用地手续，再进行施工建设。	符合
----------------------------	---	--	----

综上，项目施工建设符合《自然资源部办公厅关于加强临时用地监管有关工作的通知》（自然资办函〔2023〕1280号）要求。

4.1.9与《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》符合性分析

为贯彻落实《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的通知》（厅字〔2019〕48号）《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）要求，严格规范生态保护红线内有限人为活动和国家重大项目占用生态保护红线审批和监督管理。经省人民政府同意，云南省自然资源厅、云南省生态环境厅、云南省林业和草原局发布《关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98号），中石坝水库扩建工程与该文件符合性分析见下表。

表 4.1-7 项目与《关于加强生态保护红线管理工作的通知》符合性分析

序号	云自然资〔2023〕98号要求	项目基本情况	相符性
一、强化生态保护红线内有限人为活动审批管理			
（一） 实行有限人为活动准入管控	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；自然保护地核心保护区外禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。有限人为活动范围按照《有限人为活动准入目录》（以下简称《准入目录》，详见附件）进行管控。有限人为活动应尽量避让自然保护区、风景名胜区等自然保护地、饮用水水源保护区、世界自然遗产地、重要湿地、九大高原湖泊生态黄线内等特殊区	项目为中石坝水库扩建工程，经项目占地红线查询，项目不涉及生态保护红线，且对照《有限人为活动准入目录》，项目为其中“6 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、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维	符合

	域；确实无法避让的应符合法律法规规定	护改造。”中的水库工程，项目不属于不可准入工程。	
(二) 规范涉及新增建设用地的有限人为活动认定工作	1、在用地预审选址阶段，由州（市）自然资源部门出具用地预审初审报告，并明确是否属于生态保护红线内允许有限人为活动，报有权机关办理用地预审与选址意见书。	经项目占地红线查询，项目不涉及生态保护红线（详见附图 18），项目已于 2023 年 6 月 5 日取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（详见附件 6）。	相符
	2、在农用地转用及土地征收报批阶段，涉及生态保护红线面积超过 10 公顷的建设项目、涉及自然保护区、风景名胜区等自然保护地、饮用水水源保护区、世界自然遗产地、重要湿地、九大高原湖泊生态黄线内等特殊区域，用地单位组织编制涉及生态保护红线不可避让性论证报告，由州（市）人民政府组织相关部门及专家进行审查论证并出具初步认定意见；涉及生态保护红线面积小于等于 10 公顷且不涉及以上特殊区域的，由州（市）人民政府出具初步认定意见。省自然资源厅在征求省生态环境厅、省林业和草原局等有关部门意见后出具审核意见，报请省人民政府出具认定意见。	经项目占地红线查询，项目不涉及生态保护红线（详见附图 18），不涉及自然保护区、风景名胜区等自然保护地、饮用水水源保护区、世界自然遗产地、重要湿地、九大高原湖泊生态黄线内等特殊区域。项目已于 2023 年 6 月 5 日取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（详见附件 6）。	相符
(三) 加强不涉及新增建设用地的有限人为活动监管	应严格控制有限人为活动强度和规模，尽量避免对生态功能造成破坏。由县（市、区）人民政府按照《准入目录》认定，并出具属于生态保护红线内允许有限人为活动认定意见，相关行业主管部门结合职能职责按现行法律法规规定及要求办理有关手续，县（市、区）人民政府和有关部门负责做好后期生态保护监管。	项目为中石坝水库扩建工程，经项目占地红线查询，项目不涉及生态保护红线，且对照《有限人为活动准入目录》，项目为其中“6 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、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。”中的水库工程，项目不属于不可准入工程。	相符
二、严格国家重大项目占用生态保护红线用地审批			
国家重大建设项目占用生态保护红线的，需在用地预审选址阶段，由州（市）自然资源部门在用地预审初审报告中，明确用地属于国家重大建设项目范围，经省自然资源厅审核后报自然资源部预审。在农用地转用及土地征收报批阶段，用地单位组织编制项目占用生态保护红线不可避让性论证报告，州（市）人民政府出具不可避让性论证初步意见，省自然资源厅组织省生态环境厅、省林业和草原局等有关部门及专家审查论证并出具审核意见，报请省人民政府出具不可避让性论证意见。		经项目占地红线查询，项目不涉及生态保护红线（详见附图 18），不涉及自然保护区、风景名胜区等自然保护地、饮用水水源保护区、世界自然遗产地、重要湿地、九大高原湖泊生态黄线内等特殊区域。项目已于 2023 年 6 月 5 日取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（详见附件 6）。	相符
三、规范临时用地办理			

<p>生态保护红线内允许的有限人为活动和国家重大项目所必需的临时用地，要优先避让生态保护红线，尽量少占或不占生态保护红线；要尽量避让自然保护区、重要湿地、重要野生动物栖息地、重点保护野生植物集中分布区及迁徙和洄游通道等重要生态空间，加强生物多样性保护。如确实无法避让的，要充分论证其必要性和不可避让性，强化节约集约用地和逐步恢复生态功能的措施，确保生态功能不降低。临时用地按照自然资源部关于规范临时用地管理的有关要求，参照临时占用永久基本农田规定办理，由县（市、区）人民政府组织自然资源、生态环境、林草等相关部门开展审查论证，并出具论证意见，与临时用地报件一并报州（市）自然资源主管部门审批，如涉及林地的，还应符合林草部门的相关规定。临时用地使用期间做好生态环境保护，使用结束后，应及时开展生态修复，由县级生态环境、林草、自然资源等部门负责做好监管工作，严格督促使用单位落实生态修复责任，将对生态环境的影响降至最低。</p>	<p>根据项目占地红线查询，项目不涉及生态保护红线，且项目已取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（详见附件6）。项目临时占用基本农田480.16亩，对临时占地施工结束后进行垫地回填恢复措施。</p>	<p>相符</p>
--	---	-----------

4.1.10与楚雄州“三线一单”符合性分析

为贯彻落实《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（中发〔2018〕17号）《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（云政发〔2020〕29号）精神，落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单，实施生态环境分区管控，深入打好污染防治攻坚战，推动生态环境质量持续改善，促进生态环境高水平保护和经济社会高质量发展，结合楚雄州实际，制定了《楚雄州“三线一单”生态环境管控实施方案》。本项目与实施方案的符合性分析见下表。

表 4.1-8 项目与楚雄市“三线一单”符合性分析

实施方案要求		项目基本情况	符合性
生态保护红线和一般保护空间	<p>执行省人民政府发布的《云南省生态保护红线》，将未划入生态保护红线的自然保护区、重要湿地、基本草原、生态公益林、天然林等生态功能重要、生态环境敏感区域划为一般生态空间。</p>	<p>项目为水库扩建工程，现中石坝水库以农灌和楚雄市生态环境用水为供水任务，扩建后供水任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪以及城镇环境供水为主，兼顾滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，根据项目三区三线查询（详见附件9），项目不涉及生态保护红线、城镇开发边界，仅临时占用基本农田480.16亩。</p>	相符
环境质量底线	<p>1、水环境质量底线。 到2025年，国控、省控地表水监测断面水质优良率高于全国全省平均水平，重点区域、流域水环境质量进一</p>	<p>项目为水库扩建工程，根据地表水现状监测，中石坝水库及其支流水质均可达到可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水</p>	相符

	步改善，全面消除劣Ⅴ类水体，集中式饮用水水源水质巩固改善。到2035年，地表水体水质优良率全面提升，各监测断面水质达到水环境功能要求，全面消除Ⅴ类及以下水体，集中式饮用水水源水质稳定达标。	质标准要求。施工期生产废水中灌浆废水、基坑废水经沉淀处理后优先回用，回用不完的排入青龙河，施工机械、车辆冲洗废水经隔油、沉淀处理后回用，不外排；生活污水经化粪池处理后作为农肥；运营期不产生生产废水，生活污水经化粪池处理蒸发后定期请周边农户清掏作为农肥。项目的建设运营不会影响中石坝水库及其支流水质。	
	2、大气环境质量底线。到2025年，环境空气质量稳中向好，10县市城市环境空气质量稳定达到国家二级标准。到2035年，环境空气质量全面改善，10县市城市环境空气质量优于国家一级标准天数逐步提高。	项目为水库扩建项目，大气环境污染主要为施工期，主要污染物为TSP，采取围挡、覆盖、洒水降尘等措施后对周边居民影响较小，且施工期结束影响随之消失；运营期废气仅为食堂油烟，经油烟净化器处理后外排。项目建设运营对大气环境影响较小。	相符
	3、土壤环境风险防控底线。到2025年，土壤环境风险防范体系进一步完善，受污染耕地安全利用率和污染地块安全利用率进一步提高。到2035年，土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。	项目为水库扩建项目，对土壤环境的影响主要为水位下降影响、农灌退水对土壤盐渍化、潜育化以及环境质量的影响，经对土壤环境影响的分析预测，项目对土壤影响较小，不会造成土壤盐渍化、潜育化；建议控制周边农田化肥使用量，对环境的影响也较小。	相符
资源 利用 上限	1、水资源利用上线。落实最严格水资源管理制度，稳定达到水资源利用“三条红线”控制指标考核要求。2025年，各县市用水总量、用水效率（万元GDP用水量、万元工业增加值用水量、农田灌溉水有效利用系数）、重要江河湖泊水功能区水质达标率满足水资源利用上线的管控要求。	项目为水库扩建项目，项目建成后供水任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪以及城镇环境供水为主，兼顾滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，运营期仅使用少量生活用水，年使用量为292m ³ ，对楚雄州水资源利用红线影响较小。	相符
	2、土地资源利用上线。落实最严格的耕地保护制度。2025年，各县市土地利用达到自然资源规划和住建等部门对土地资源开发利用总量及强度的土地资源利用上线管控要求。	项目为水库扩建项目，对耕地实施占补平衡，且对库尾河道整治区临时占用的耕地进行垫地回填等措施，项目已于2023年6月5日取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（详见附件6）。	相符
	3、能源利用上线。严格落实能耗“双控”制度。2025年全州单位GDP能耗、能源消耗总量等满足能源利用上线的管控要求。	项目为水库建设项目，施工期使用柴油、电能等能源，但使用量较少，且项目施工单位尽可能规划使用，不浪费。建设运营后仅水库管理房使用少量电能。	相符
生态环境管控总体要求			
空间 布局 约束	(1) 严格落实国家产业政策。将资源承载能力、生态环境容量作为承接产业转移的基础和前提，合理确定承接产业转移重点，禁止引进环境污染	项目为水库扩建项目，对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于鼓励类“二、水利 1. 水资源利用和优化配置，	相符

	大、资源消耗高、技术落后的生产能力。严禁以任何名义、任何方式核准或备案产能严重过剩行业的增加产能项目。	2. 节水供水工程”。项目与国家产业政策相符。且项目建设运营后除生活污水、食堂油烟，不产生废气、废水，不属于环境污染大、资源消耗高、技术落后的生产能力。	
	(2) 严格按照《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则》(试行)要求,禁止在金沙江、长江一级支流(南广河、赤水河)岸线边界1公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目。	项目为水库扩建项目,属于金沙江支流龙川江流域,但项目不属于钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目。	相符
	(3) 禁止在金沙江、长江一级支流(南广河、赤水河)建设除党中央、国务院、国家投资主管部门、省级有关部门批复同意以外的过江基础设施项目。禁止在金沙江岸线3公里、长江一级支流岸线(南广河、赤水河)1公里范围内新建、改建、扩建尾矿库。	项目为水库扩建项目,属于金沙江支流龙川江流域,但项目不属于尾矿库类项目	相符
	(4) 在永久基本农田集中区域,不得新建可能造成土壤污染的建设项目;已建成的应当限期关闭拆除。拟开发为农用地的未利用地,要开展土壤环境质量状况评估,不符合相应标准的,不得种植食用农产品。	项目占地涉及永久基本农田,占用面积为480.16亩,但均为临时用地,主要为库区河道整治工程区的垫地回填施工占用,项目对库尾基本农田进行垫地回填,且项目为水库类建设项目,对土壤环境影响较小。	相符
	(5) 在天然气干、支线可以覆盖的地区原则上不再新建、改建、扩建以煤(油)为燃料的项目。全州产业聚集区集中建设热电联产机组或大型集中供热设施,逐步淘汰分散燃煤锅炉。在不具备热电联产集中供热条件的地区,现有多台燃煤小锅炉的,可按照等容量替代原则建设大容量燃煤锅炉。	项目为水库类建设项目,运营期仅使用少量电能,不使用其他燃料,施工期使用柴油、电能等能源,但使用量较少,项目不属于以煤(油)为燃料的项目,不使用锅炉。	相符
污染物排放管控	(1) 严格控制缺水地区、水污染严重地区和敏感区域高耗水、高污染行业发展,新建、改建、扩建重点行业建设项目实行主要水污染物排放减量置换。	项目为水库类建设项目,建设运营后供水任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪以及城镇环境供水为主,兼顾滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”,不属于高耗水、高污染行业。	相符
	(2) 严格保护城乡饮用水水源地,整治饮用水源保护区内的污染源,确保饮水安全。实现城镇生活污水、生活垃圾处理设施全覆盖和稳定运行。推进农村面源污染治理。对入驻企业较少,主要产生生活污水,工业污水中不含有毒有害物质的工业集中区,其污水可就近依托城镇污水处理厂进	项目为水库类建设项目,建设区域不涉及城乡饮用水水源地,且施工期生产废水中灌浆废水、基坑废水经沉淀处理后优先回用,回用不完的排入青龙河,施工机械、车辆冲洗废水经隔油、沉淀处理后回用,不外排;生活污水经化粪池处理后作为农肥;运营期不产生生产废	相符

	行处理；对工业污水排放量较小的工业集中区，可依托工业企业治污设施处理后达标排放。新建冶金、电镀、有色金属、化工、印染、制革、原料药制造等企业，原则上布局在符合产业定位的园区，其排放的污水由园区污水处理厂集中处理。	水，生活污水经化粪池处理蒸发后定期请周边农户清掏作为农肥。	
	(3) 加大 VOCs 减排力度，扎实推动 PM5 和臭氧协同控制，有效巩固环境空气质量优良天数比例。在持续推进氮氧化物减排的基础上，重点加大石化、化工及含挥发性有机化合物产品制造企业和喷漆、制鞋、印刷、电子、服装干洗等行业清洁生产和污染治理力度，逐步淘汰挥发性有机化合物含量高的产品生产和使用，严控生产过程中逃逸性有机气体的排放。	项目为水库类建设项目，建设运营后仅产生食堂油烟，不产生其他废气，食堂油烟经油烟净化器处理后外排，不排放 VOCs。	相符
	(4) 加强土壤污染防治，对农用地实施分类管理，对重点行业企业建设用地实行环境准入管理，进入各使用环节（储备、转让、收回以及改变用途）之前应按照规定进行土壤污染状况调查，动态更新土壤环境污染重点监管企业名单，实施土壤污染环境风险管控和修复名录制度，对污染地块开发利用实行联动监管。	项目为水库类建设项目，已于 2023 年 6 月 5 日取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（详见附件 6），占用耕地实施占补平衡、垫地回填等措施，项目对土壤环境影响较小。	相符
	(5) 提高钢铁、水泥等高耗能产业减量置换比例，把高能效和低碳排放纳入产能减量置换门槛，明确重点行业二氧化碳排放达峰目标，控制工业、交通、建筑等行业温室气体排放。	项目为水库类建设项目，建设运营后仅外排经油烟净化器处理后的食堂油烟，生活污水经化粪池处理后作为周边农田农肥，不属于钢铁、水泥等高耗能产业。	相符
	(6) 全州主要污染物总量控制目标达到省级考核要求。	项目为水库类建设项目，建设运营后不外排污染物，不需进行污染物质量控制。	相符
环境 风险 防控	(1) 以金沙江楚雄段为重点，研究建立环境风险评估体系，定期评估沿江河湖库工业企业、工业集中区环境风险，落实防控措施。重点开展长江流域金沙江楚雄段生态隐患和环境风险调查评估，划定高风险区域。	项目为水库类建设项目，不属于有环境风险的工业企业生产类项目，且项目扩建运营期建设单位按要求编制《突发环境事件应急预案》。	相符
	(2) 强化全州与其他滇中城市的大气污染防治联防联控协作机制，加强区域内重污染天气应急联动。	项目为水库类项目，建设运营后除外排经油烟净化器处理后的食堂油烟外，不产生其他废气。	相符
	(3) 禁止在环境风险防控重点区域如城乡建设规划区、居民集中区、医院和学校附近、重要水源涵养生态功能区等，以及因环境污染导致环境质量不能稳定达标的区域内新建或扩建可能引发环境风险的项目，如冶金、化工、造纸、危险品生产和储运等。	项目建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，扩建后供水任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪以及城镇环境供水为主，兼顾滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，不属于冶金、化工、造纸、危险品生产和储运等类项目。	相符

	(4) 垃圾处理场、垃圾中转站、污水处理厂、生物发酵、规模化畜禽养殖、屠宰等产生恶臭气体的单位应当科学选址，与机关、学校、医院、居民住宅区等人口集中地区和其他依法需要特殊保护的区域保持符合规定的防护距离。	项目属于水库扩建工程，项目建设运营后除食堂油烟外不外排其他废气，不属于垃圾处理厂、垃圾中转站、污水处理厂、生物发酵、规模化畜禽养殖、屠宰等产生恶臭气体的单位。	相符
资源 利用 效率	(1) 降低水、土地、矿产资源消耗强度，强化约束性指标管理。	项目为水库扩建工程，建设运营后不消耗水、矿产资源等，工程占地已取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（详见附件6）。	相符
	(2) 实行最严格的水资源管理制度，严格用水总量、强度指标管理，严格水管控，建立重点监控取水单位名录，强化重点监控取水单位管理。全州年用水总量、万元工业增加值用水量降幅等指标达到省考核要求。	项目为水库类建设项目，建设运营后供水任务为“以农田灌溉、下游城市和田防洪以及城镇环境供水为主，兼顾滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，除水库管理房消耗少量生活用水外，不消耗水资源。	相符
	(3) 坚持最严格的耕地保护制度，守住耕地保护红线。坚持节约用地，严格执行耕地占补平衡等制度，提高土地投资强度和单位面积产出水平。	项目工程涉及耕地，主要在库区河道整治工程区，项目采取垫地回填、占补平衡等措施进行耕地占用补偿。	相符
	(4) 全州单位 GDP 能耗持续下降，能耗增量控制目标达到省考核要求。	项目属于水库建设类项目，为中石坝水库为缓解楚雄市用水紧张而建设，可提供下游楚雄市工业用水，项目的建设具有较好的社会、经济效益。	相符
	(5) 鼓励全州石化、化工、有色金属冶炼等行业运用工业节水、技术和装备，促进企业废水深度处理回用。	项目建设运营后除消耗少量生活用水外，不消耗水资源。	相符
	(6) 实施金沙江龙川江等重点流域水库群联合调度，增加枯水期下泄流量，确保生态用水比例只增不降。	中石坝水库扩建后汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的 30% 下泄生态流量 0.1713m ³ /s，枯期按水库坝址多年平均天然流量的 10% 下泄生态流量 0.0571m ³ /s。水库在规划过程中已经考虑了水库下游河段的生态需水量，水库在优先满足河道生态环境用水的前提下，才向灌区供水，故水库建设后可保障水库坝址下游河道水生态用水。	相符

综上，项目建设符合《楚雄州“三线一单”生态环境管控实施方案》要求。

4.1.11 与《楚雄州生态环境分区管控动态更新实施方案（2023年）》

为推动实现生态环境分区域差异化精准化管控，结合“十四五”相关规划

要求，实施楚雄州“三线一单”生态环境分区管控调整成果，落实主体功能区战略，衔接国土空间规划和用途管制，建立与高水平保护和高质量发展相适应的“三线一单”生态环境分区管控体系，提出对楚雄市生态分区管控进行调整并于2024年7月11日发布《楚雄州生态环境分区管控动态更新实施方案（2023年）》（楚环发〔2024〕11号），项目为中石坝水库扩建工程，位于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，项目区域涉及楚雄市农业农村面源污染重点管控单元、楚雄市一般生态空间优先保护单元以及楚雄市一般生态空间。项目与实施方案的符合性分析见下表。

表 4.1-9 项目与楚雄市生态分区管控实施方案符合性分析

序号	楚环发〔2024〕11号要求	项目基本情况	相符性
楚雄州生态分区管控总体要求			
空间布局约束	1、严格落实国家产业政策。将资源承载能力、生态环境容量作为承接产业转移的基础和前提，合理确定承接产业转移重点，禁止引进环境污染大、资源消耗高、技术落后的生产能力。严禁以任何名义、任何方式核准或备案产能严重过剩行业的增加产能项目。	项目为水库扩建工程，对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于鼓励类“二、水利 1. 水资源利用和优化配置，2. 节水供水工程”。项目与国家产业政策相符。不属于产能严重过剩行业，	相符
	2、禁止在金沙江干流，长江一级支流一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在金沙江干流岸线三公里范围内和长江一级支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业中的高污染项目。	项目建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，属于金沙江支流龙川江流域支流青龙河流域，不属于金沙江干流，长江一级支流范围内，且项目属于水库建设类项目，不属于尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库建设项目，不属于钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业中的高污染项目。	相符
	3、禁止在金沙江干流建设除党中央、国务院、国家投资主管部门、省级有关部门批复同意以外的过江基础设施项目；禁止未经许可在金沙江干流新设、改设或扩大排污口。	项目建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，属于金沙江支流龙川江流域支流青龙河流域，不属于金沙江干流流域，且项目不属于过江基础设施类项目。	相符
	4、在永久基本农田集中区域，不得新建可能造成土壤污染的建设项目；已建成的应当限期关闭拆除。拟开发为农用地的未利用地，要开展土壤环境质量状况评估，不符合相应标准的，不得种植食用农产品。	项目为水库扩建项目，建设运营后除农灌退水可能会对土壤环境造成污染外，项目不会对土壤环境造成污染，但项目鼓励农灌区采取节水灌溉、农药化肥使用量减少等措施，灌溉退水中农业面源污染物的残留量不大，对土壤的质量影响较小。	相符

	5、支持现有各类产业园区与产业集中区有供热需求的实施热电联产或者集中供热改造，具备条件的产业园区实现集中供热。	项目为水库类建设项目，建设运营后仅水库管理房、提水泵站消耗少量电能、水资源，不使用其他燃料。	相符
	6、禁止在金沙江干流和长江流域禁捕水域开展天然渔业资源生产性捕捞。	项目建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，属于金沙江支流龙川江流域支流青龙河流域，不属于金沙江干流流域。且中石坝水库现状有生产性鱼类养殖，故允许捕捞，但水库扩建后不进行生产性养殖，将不允许在库区进行捕捞。	相符
	7、落实云南省碳达峰碳中和相关要求，处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场的关系，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路。	项目为水库扩建项目，建设运营后仅水库管理房、提水泵站使用少量电能和水资源，不会对云南碳达峰碳中和要求造成影响。	相符
污染物排放管控	1、以菜园河、蜻蛉河、北甸河等污染水体为重点，开展污水处理提质增效、农业面源污染治理、入河排污口整治、开发区污染治理等专项行动，建立水环境质量管理长效机制，持续巩固治理成效。持续打好城市黑臭水体治理攻坚战，有效控制入河污染物排放，强化溯源整治，推进城镇污水管网全覆盖。因地制宜开展水体内源污染治理和生态修复，巩固城市黑臭水体整治成效，建立“长治久清”长效机制。	项目建设于青龙河流域，根据2022年楚雄市人民政府下发的《楚雄市人民政府办公室关于印发楚雄市青龙河水体达标方案的通知》（楚市政办通〔2022〕6号），青龙河区域拟实施17项重点工程，包括城镇两污类、工业污染防治类、农村环境综合整治类、水生态保护及修复类、水资源优化调度类、生态环境管理类6类项目，本项目为其中的水资源优化调度类项目。且项目为水库扩建项目，项目施工期生产废水中灌浆废水、基坑废水处理优先回用，回用不完的排入青龙河，施工机械、车辆冲洗废水处理回用不外排，生活污水经化粪池处理后用作周边农田农肥；建设运营后不产生生产废水，生活污水经化粪池处理后定期请周边农户清掏作为农肥，不外排污染中石坝水库和周边支流水质。	相符
	2、严格保护饮用水水源地，整治饮用水源保护区内的污染源，确保饮水安全。实现城镇生活污水、生活垃圾处理设施全覆盖和稳定运行。推进农村面源污染治理。对入驻企业较少，主要产生生活污水、工业废水中不含有毒有害物质的产业集中区，其污水可就近依托城镇污水处理厂进行处理；对工业废水排放量较小的产业集中区，可依托工业企业治污设施处理后达标排放。新建冶金、电镀、有色金属、化	项目区域不涉及饮用水源保护区，项目为水库扩建项目，扩建后供水任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪以及城镇环境供水为主，兼顾滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，不属于新建冶金、电镀、有色金属、化工、印染、制革、原料药制造等项目，且项目建设运营后不产生	相符

<p>工、印染、制革、原料药制造等企业，原则上布局在符合产业定位的园区，产生的生产废水原则上处理达标后优先全部回用于企业，其次考虑其他再利用路径，经严格论证后，确存在少量不能回用应处理达到受纳水体目标水质要求后排放。</p>	<p>生产废水，生活污水经化粪池处理后定期请周边农户清掏作为农肥，不外排污染中石坝水库和周边支流水质。</p>	
<p>3、加大 VOCs 减排力度，扎实推动 PM_{2.5} 和臭氧协同控制，有效巩固环境空气质量优良天数比例。在持续推进氮氧化物减排的基础上，重点加大石化、化工及含挥发性有机化合物产品制造企业和喷漆、制鞋、印刷、电子、服装干洗等行业清洁生产和污染治理力度，逐步淘汰挥发性有机化合物含量高的产品生产和使用，严控生产过程中逃逸性有机气体的排放。</p>	<p>项目为水库建设类项目，项目污染主要在施工期，主要污染物为 TSP，采取围挡、洒水降尘、覆盖等措施后对周边大气环境污染较小，建设运营后除食堂油烟外不产生其他废气，无其他污染物产生外排。</p>	<p>相符</p>
<p>4、加强土壤污染防治，对农用地实施分类管理，对重点行业企业建设用地实行环境准入管理，进入各使用环节（储备、转让、收回以及改变用途）之前应按照规定进行土壤污染状况调查，动态更新土壤环境污染重点监管企业名单，实施土壤污染风险管控和修复名录制度，对污染地块开发利用实行联动监管。</p>	<p>项目为水库类建设项目，项目可能对土壤环境产生污染的为农灌退水，但项目鼓励农灌区采取节水灌溉、农药化肥使用量减少等措施，灌溉退水中农业面源污染物的残留量不大，对土壤的质量影响较小，项目占地涉及耕地，采取占补平衡、垫地回填等措施进行补偿。</p>	<p>相符</p>
<p>5、加快提升重点行业、企业能效水平，持续开展钢铁行业超低排放改造，到 2025 年，钢铁行业全面完成超低排放改造。</p>	<p>项目为水库类建设项目，不属于排污重点行业、企业。</p>	<p>相符</p>
<p>6、到 2025 年，全州化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物排放总量等主要污染物重点工程减排量分别为 4232 吨、236 吨、861 吨、342 吨。</p>	<p>项目为水库类建设项目，施工期生产废水中灌浆废水、基坑废水处理优先回用，回用不完的排入青龙河，施工机械、车辆冲洗废水处理回用不外排，生活污水经化粪池处理后用作周边农田农肥；使用的柴油会产生 VOCs，但项目施工期较短，柴油使用量较小。项目建设运营后不产生生产废水、不产生除食堂油烟外的其他废气，生活污水经化粪池处理后作为周边耕地农肥，不外排。项目的建设、运营对楚雄州化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物排放总量基本无影响。</p>	<p>相符</p>
<p>7、到 2025 年，全州农村生活污水治理率力争达到 45%，生活垃圾处理设施覆盖率达到 100%以上，农村卫生厕所覆盖率达到 70%以上，农膜回收率达到 85%以上，秸秆综合利用率稳定在 90%以上。</p>	<p>项目建设于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，项目施工期厕所建设为旱厕、运营期水库管理房厕所建设为水冲厕，施工期、运营期生活污水均经化粪池处理蒸发后定期请周边农</p>	<p>相符</p>

		户清掏作为农肥，不外排。	
环境 风险 防控	1、加强涉危涉重企业、化工园区、集中式饮用水水源地及重点流域环境风险调查评估，实施分类分级风险管控，协同推进重点区域流域风险防控、监测预警、污染综合防治与生态修复。以金沙江楚雄段为重点，研究建立环境风险评估体系，定期评估沿江河湖库工业企业、产业集中区环境风险，落实防控措施。	项目建设区域不涉及集中式饮用水水源地，项目为水库类建设项目，不属于涉危涉重企业、化工园区内企业，且项目建设运营前按要求编制《突发环境事件应急预案》。	相符
	2、强化全州与其他滇中城市的大气污染防治联防联控协作机制，加强区域内重污染天气应急联动。	项目建设运营大气污染影响主要在施工期，主要污染物为TSP，采取围挡、洒水降尘、覆盖等措施后对周边大气环境污染较小，建设运营后除食堂油烟外不产生其他废气。	相符
	3、加强相邻地区突发环境事件应急联动机制建设，贯彻国家关于建立跨省流域上下游突发水污染事件联防联控机制要求积极参与共建长江流域应急联防联控机制。	项目建设运营前按要求编制《突发环境事件应急预案》，并按要求备案、演练、总结。	相符
	4、垃圾处理场、垃圾中转站、污水处理厂、生物发酵、规模化畜禽养殖、屠宰等产生恶臭气体的单位应当科学选址，与机关、学校、医院、居民住宅区等人口集中地区和其他依法需要特殊保护的区域保持符合规定的防护距离。	项目为水库类建设项目，不属于垃圾处理场、垃圾中转站、污水处理厂、生物发酵、规模化畜禽养殖、屠宰等产生恶臭气体的单位。	相符
资源 利用 效率	1、降低水、土地、能源、矿产资源消耗强度，强化约束性指标管理。	项目扩建需新增占地，项目用地已于2023年6月5日取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（详见附件6），建设运营过程仅水库管理房和提升泵站使用少量电能、水资源，不使用其他能源、矿产资源。	相符
	2、实行最严格的水资源管理制度，严格用水总量、强度指标管理，严格取水管控，建立重点监控取水单位名录，强化重点监控取水单位管理。到2025年，全州用水总量控制在126000万m ³ 、万元工业增加值用水量比2020年下降16%。	项目为水库类建设项目，建设运营后仅使用少量生活用水，用水量为292m ³ /a，占全州用水总量控制的2.32×10 ⁻⁵ %，对楚雄州用水总量控制影响较小。且中石坝水库扩建后增大农灌供水量，新增工业供水量，可有效解决区域缺水现状。	相符
	3、坚持最严格的耕地保护制度，守住耕地保护红线。坚持节约用地，严格执行耕地占补平衡等制度，提高土地投资强度和单位面积产出水平。	项目为水库类建设项目，为缓解楚雄州用水紧张进行扩建，项目占地涉及耕地，采取占补平衡、垫地回填等措施进行补偿，项目已取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（详见附件6）。	相符

楚雄市一般生态空间优先保护单元生态环境管控清单			
空间布局约束	1、一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合相关法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。	项目为水库类扩建工程，为缓解楚雄市用水紧张而建设，项目属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》中鼓励类项目，严格按照国家、云南省以及楚雄州要求办理相关手续，项目不属于过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害的项目。	相符
	2、暂未纳入生态保护红线的自然保护地按照相关保护地法律法规进行管理；公益林依据《国家级公益林管理办法》《云南省公益林管理办法》进行管理；天然林依据《国家林业和草原局关于严格保护天然林的通知》（林资发〔2015〕181号）和《中共中央办公厅 国务院办公厅关于印发〈天然林保护修复制度方案〉的通知》（厅字〔2019〕39号）等进行管理。	项目涉及一般生态环境保护单元主要为占地涉及省级公益林，主要为水库淹没区增大涉及的占地，项目将严格按照要求进行林勘，办理林地用地手续，现项目林勘正在进行阶段。	相符
楚雄市农业农村面源污染重点管控单元生态环境管控清单			
空间布局约束	1、团山、九龙甸、西静河水库饮用水水源地严格按已划定的禁养区执行，并建立禁养区日常巡察制度，加强监管。青山嘴水库一级保护区禁止建设规模化养殖场，二级保护区禁止建设有污染物排放的规模化养殖场。	项目扩建后供水任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪以及城镇环境供水为主，兼顾滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，不进行饮用水水源供水。	相符
	2、禁止在龙川江流域范围内的河道湖库管理范围内垦地种植、放牧和畜禽养殖、围湖造田。禁止畜禽粪污等直接排入水体。优化调整畜禽养殖布局，推进畜禽养殖标准化示范创建升级，加大畜禽粪污处理和资源化利用力度，带动畜牧业绿色可持续发展。	项目流域为龙川江流域，项目为水库扩建类项目，不属于垦地种植、放牧和畜禽养殖、围湖造田类项目，项目建设运营后不产生生产废水，生活污水经化粪池处理蒸发后定期请周边农户清掏作为农肥，不外排，不会对中石坝及其支流水质造成污染。	相符
	3、开展种植业调控，严格控制龙川江、河前小河和青龙河河道两侧蔬菜种植面积。鼓励绿色有机发展，调动农民积极性增加水稻、豆类、油菜等生态保育型和环境友好型作物种植。	项目为水库类建设项目，中石坝水库扩建后供水任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪以及城镇环境供水为主，兼顾滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，增大了规划区的农灌供水量，可对农业种植进行支持发展。	相符
污染物排放管控	1、对直接影响城市建成区黑臭水体治理成效的城乡结合部等区域全面开展农业农村污染治理，改善城市水体来水水质。	项目为水库类建设项目，根据地表水现状监测数据，中石坝水库及其支流水质均可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准要求，不属于黑臭水体，且项目建设运营后不产生生产废水，生活污水经化粪池处理后	相符

		定期请周边农户清掏作为农肥，不外排。	
	2、水产养殖废水应处理达到相关排放标准后排放。设有污水排放口的规模化畜禽养殖场应当依法申领排污许可证，并严格持证排污、按证排污。严格做好“农家乐”、种植采摘园等范围内的生活及农产品产生污水及垃圾治理。严格控制河流湖库投饵网箱养殖，开展水产养殖尾水整治专项行动。	项目为水库类建设项目，中石坝水库扩建后供水任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪以及城镇环境供水为主，兼顾滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，中石坝水库扩建后不进行生产性养殖。	相符
	3、以乡镇行政区域为单位，实行农村生活污水治理统一规划、统一建设、统一管理，梯次推进农村生活污水治理。开展协同治理，推动城镇污水处理设施和服务向农村延伸，加强改厕与农村生活污水治理的有效衔接，将农村水环境治理纳入河长制、湖长制管理。到2025年，楚雄市农村污水收集处理率达到70%以上，农村生活垃圾收集处理率达100%。	项目建设运营后不产生生产废水，生活污水经化粪池处理后定期请周边农户清掏作为农肥，不外排。	相符
	4、实施化肥农药零增长行动，推进有机肥替代化肥、病虫害绿色防控替代化学防治，推进农业清洁生产。规范农业生产过程，严格管制乱用、滥用农业投入品，引导农民科学合理使用肥料、农药。严格控制化肥施用量，禁止登记、生产、销售和施用重金属等有毒有害物质超标的肥料。开展以循环利用与生态净化相结合的方式治理农田退水，通过生态沟（塘）、地表径流积蓄池等设施拦截和净化农田退水。	中石坝水库扩建后供水任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪以及城镇环境供水为主，兼顾滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。为保障中石坝水库水质、周边土壤环境，建议控制周边耕地地肥使用量。	相符
资源开发效率	1、发展节水农业，加强节水灌溉工程建设和节水改造。到2025年，楚雄市农田灌溉水有效利用系数确保达到0.529以上。	中石坝水库扩建后可保障0.71万亩农田灌溉，农田灌溉水有效利用系数提高到0.55以上。	相符
	2、到2025年，楚雄市肥料、农药利用率均达40%以上，农膜回收率达80%以上；强化养殖业污染治理，到2025年，规模畜禽养殖场全部配套粪污处理设施，畜禽粪污综合利用率达到80%以上。	本项目不涉及。	相符
	3、建立青山嘴水库、中石坝水库和尹家嘴水库水资源联合调度方案，保障龙川江、青龙河流域枯水期生态基流，改善河道水动力条件，增强水体自净能力，保障断面水质稳定。	中石坝水库扩建后汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的30%下泄生态流量0.1713m ³ /s，枯期按水库坝址多年平均天然流量的10%下泄生态流量0.0571m ³ /s。水库在规划过程中已经考虑了水库下游河段的生态需水量，水库在优先满足河道生态环境用水的前提下，才向灌区供水，故水库建设后可保障水库坝址下游河道水生态用水。	相符
楚雄市一般管控单元生态环境准入清单			
空间	落实生态环境保护基本要求，项目建设和	项目为水库类扩建工程，为	相符

布局约束	运行应满足产业准入、污染物削减、污染物排放标准等管理规定和国家法律法规要求。	《产业结构调整指导目录（2024年本）》中鼓励类项目，主要废气、废水、噪声污染在施工期，随着施工结束而消失，运行期仅产生食堂油烟和水库管理房生活污水，食堂油烟经油烟净化器处理后外排，水库管理房生活污水经化粪池处理后用作周边农田农肥，不外排。	
------	--	--	--

综上，项目建设运营符合《楚雄州生态环境分区管控动态更新实施方案（2023年）》（楚环发〔2024〕11号）要求。

4.2 工程方案的环境合理性分析

4.2.1 工程建设不可避免性、唯一性论证

本项目为中石坝水库的扩建工程，该工程的实施将涉及对一定区域的土地进行占用，其中占地涉及省级公益林和基本农田。省级公益林主要为水库库容增大后淹没占用，为永久占用。永久基本农田的占用主要是建设单位为减轻水库淹没占地带来的移民安置压力，采取的库尾垫地回填工程，为临时占用。

中石坝水库位于楚雄市青龙河流域，青龙河流域现状本区水利工程总供水能力1877.6万m³，水资源开发利用率为57.5%，水资源开发利用程度高，但流域内有耕地面积3.66万亩，有效灌溉面积1.63万亩，占流域总耕地面积44.5%，尚有2.03万亩耕地缺水灌溉。设计水平年2040年，中石坝水库规划区总需水量13066.9万m³，中石坝水库未扩建，规划水利工程已实施、滇中引水工程已供水、中水回用工程已供水量、同时对供水结构进行调整，退减生态水量后，规划区总供水量为12465.4万m³，总缺水量601.5万m³，缺水量占总需水量的4.6%，其中工业缺水431.5万m³，缺水率4.6%；农业灌溉缺水170.0万m³，缺灌面积0.22万亩，占总耕地面积的31.6%。规划区缺水严重。如果规划区不增加供水量，规划区社会经济发展将受到严重制约，急需开发新的水源工程作为支撑规划区社会经济的发展。

中石坝水库下游800m即为楚雄市城区建设区域，上游4km属于子午镇坝子，结合《防洪标准》（GB50201-2014）城市防洪标准划分，及相关规划成果，确定2035年，青龙河防洪标准取50年一遇；通过项目洪水成果复核，中石

坝水库现状114.4万m³防洪库容已不能满足下游防洪要求，急需扩建中石坝水库增加防洪库容，满足下游防洪要求；通过中石坝水库扩建后增加防洪库容，限制50年一遇下泄流量不大于88.7m³/s，可保证青龙河防洪标准达到50年一遇，确保下游城市、农田及龙川江防洪安全。

青龙河流域内已建有楚双、竹园、中石坝、尹家咀、马金河5件小（1）型水库，小（2）型水库7件，地下水和集雨工程14353件，引水工程4件。各类水利工程总供水量1877.6万m³，水资源开发利用率57.5%，水资源开发利用程度高。青龙河流域经过多年的水利建设，目前青龙河流域内已无适合新建水利工程的建设和地点和条件，故只能对现有水利工程进行扩建。

为解决区域缺水现状，为下游城市、农田及龙川江防洪安全做保障，中石坝水库扩建亟须进行。

为了应对当前区域水资源短缺的问题，确保下游城市居民的生活用水和农田灌溉需求得到满足，同时保障下游城市、农田及龙川江防洪安全，中石坝水库的扩建工程显得尤为迫切和重要。

中石坝水库扩建工程将不可避免地占用部分现有省级公益林区域，这些公益林主要分布于当前水库两岸。随着水库库容规模扩大，其淹没范围亦将增加，致使原有省级公益林的某些地段将被水体淹没，造成中石坝水库扩建工程实施将无法规避占用公益林现象。建设单位将严格按照要求进行项目林勘报告编制，办理林地使用手续。

中石坝水库由现状的小（1）型扩建至中型水库，扩建工程实施后，水库尾端将淹没大量耕地和基本农田，产生大量淹地不淹房需搬迁的人口，增加了移民安置任务和安置难度。为尽可能缩减淹没面积，减轻移民安置的难度，建设单位拟对淹没范围内下马房、上马房、郭家、彭家、袁家村等村落的部分耕地实施整体垫高处理。此举旨在保留原将被淹没的耕地，同时规避永久占用基本农田的问题。项目完工后，这些经过垫高的耕地将恢复其原有的农业生产功能，确保不对基本农田构成永久性占用。

通过扩建中石坝水库，可以进一步优化水资源配置，提升整个区域的抗旱和防洪能力，为当地社会经济发展提供坚实的水利保障，中石坝水库扩建十分必要，不可避让占用省级公益林需按要求进行林地使用手续办理，并严格按照设计要求通过垫地回填方式减少对农田的占用，避让永久占用基本农田，有效

保护耕地资源。

4.2.1 坝址选择的合理性分析

坝址选择宜在地形相对完整、岸坡对称、有利于工程布置的河段，坝址地质条件应满足建坝条件，库区无低临谷渗漏，绕坝渗漏相对较小，应考虑库区淹没、移民及征占地等方面的影响尽量小，坝址选择应考虑施工方便，材料供应、设备运输条件等因素。

中石坝水库下游800m即为楚雄市城区建设区域，上游4km属于子午镇坝子，水库坝址上、下游地形开阔，扩建坝址地形条件受限，无选址条件，仅现状坝址处具备扩建水库的地形条件，所以坝址唯一。为充分利用现状建筑物，本项目在中石坝水库原址扩建，不涉及自然保护区、风景名胜区和其它需要特殊保护的区域，且扩建中石坝水库库区居民分布点较少，淹没损失较小。因此，中石坝水库扩建选址合理。

4.2.2 坝型选择的合理性分析

为合理确定水库坝型，项目可研对粘土斜墙石碴料坝和混凝土面板斜墙石碴料坝进行比选，从枢纽布置、地质条件、建材、施工及投资等各方面进行综合分析比较，两坝型枢纽布置一样，导流输水隧洞、溢洪道均布置于大坝右岸，且出口均离下游坝脚较远；从地形和地质条件，两种方案均可行，防渗体须与两岸防渗帷幕连接，工程区附近粘土料、砂、石料充足，均满足施工要求；建材开采、运输条件相同；从施工技术和难易程度看，粘土防渗应用较普遍，施工技术成熟，容易施工，但防渗效果不如砼面板防渗，砼面板施工相对复杂，分缝止水困难；粘土心墙风化料坝须填筑粘土料、坝壳石碴料可现场取材，混凝土面板斜墙石碴料坝上游侧采用混凝土面板填筑，块、碎石等建筑材料需要到东华镇小波岩料场购买，运距约27km，坝壳石碴料用量较粘土斜墙高，需增加占地面积。因此，可研推荐工程投资省、技术成熟、容易施工的粘土斜墙防渗方案进行设计。

粘土斜墙石碴料坝壳料填筑量相对较小，料场开采占用耕地面积不大，对周围生态环境影响相对较小，本次评价认为可研报告推荐的粘土斜墙石碴料坝为环境较优方案。

4.2.3取水口设置的合理性分析

中石坝水库坝前淤积高程为1827.35m，中石坝水库扩建后，对现状右岸输水隧洞进行改造，输水隧洞的拦沙井加高改造成输水隧洞进口取水井，输水隧洞首部采用竖井取水，竖井取水进口高程取为1827.90m，同时在井顶以上1m作为死水位，死水位为1828.40m，对应死库容为139.1万m³，已建右岸输水隧洞进口底板高程为1820.40m，新建左岸输水隧洞进口底板高程为1829.40m。中石坝水库供水通过已建的右岸输水隧洞及新建的左岸输水隧洞放水至下游灌溉渠道及管道供往灌区。灌区高程范围在1790~1825m之间，城镇环境用水灌区高程范围在1790~1800m之间。

中石坝水库径流区内植覆盖好，径流区无开荒等破坏生态现象，不影响现状河道河势，水库径流区相对径流悬移物不多，淤积物主要来自库区局部冲沟。中石坝水库扩建后，保持原有河谷、河床地层的组成结构，没有改变河流地质地貌条件，枢纽以上河段因蓄水后，库区水深增加、流速减小，河川以淤积为主，有利于河势稳定。枢纽以下河段由于水库的调节和运行方式，在汛期对洪水有蓄洪和调洪的作用，可将上游入库洪水消峰下泄，从而减小对天然河道的冲刷，而溢洪道采取了消能措施，水库扩建后对下游河道的防洪安全和河道的河势稳定有利，同时由于枢纽以下河段的过流面积和河宽基本无变化，水流条件与天然情况相比没有发生改变，不会因水库扩建发生较大的河床变形。

中石坝水库扩建，对上游用户将造成淹没及建设征地的影响，水库对上游用水户淹没及征地造成的影响，根据国家现行有关规定，采取妥善安置和征地补偿。工程建设征地和移民安置补偿费用已列入工程建设投资。水库扩建后，预留水库下游了生态水量，同时增加水库灌区供水量，对下游现有及其他用水户是有利的。

综上所述，坝址处地质条件良好，水库蓄水后，不存在大的塌岸问题，也不会影响库岸边坡的整体稳定性及水库的正常运行，取水口断面来水量丰富，可满足规划水平年各用水户用水需求，拟定的水库规模满足水库供水要求，水库供水水质可靠稳定，能满足灌区自流引水的需求，取水口布设是合理的。

4.2.4溢洪道设置的合理性分析

根据可研，本项目溢洪道轴线及闸室下游泄槽段及消力设施保持不变，由于受右岸地形地质条件限制，溢洪道闸室后移至现状溢洪道的0+055.50里程处（扩建后大坝防渗轴线和原溢洪道轴线交叉处）。需在闸室段新建12.93m高的折线型实用堰（堰顶高程为1839.50m）及安装3道（B×H=5m×3m）弧形闸门（闸门为利用现有闸门）和在闸室两岸新建挡土墙来满足水库扩建后的调度运行管理（调洪结果为设置3道闸门，单孔净宽5m，闸室净宽15m，3道闸门同时开启和关闭的调度运行方式）。在扩建时需拆除现状溢洪道闸室的中墩及工作桥，溢洪道改造后总长为399.286m。

中石坝水库扩建后正常蓄水位为1841.50m，50年一遇洪水时限制下泄流量不大于88.7m³/s，使青龙河城区段洪水标准由30年一遇提高到50年一遇洪水标准，有利于保证下游农田和楚雄城区防洪安全。

综上，本项目溢洪道设置合理。

4.2.5 施工场地设置的环境合理性分析

1、料场

本项目粘土料和风化石碴料为自采天然建筑材料，粘土料主料场选择胡家村粘土料场，料场位于水库库尾上游胡家村委会，风化石碴料位于水库库尾左岸。块石料（粗细骨料）、砂料从位于东华镇小波岩料场现有采石场购买。

粘土料场：料场长245m，宽128m，开采面积约3.16万m²，现状多为旱地，部分为荒地，现状植被主要为玉米、烤烟和杂草、灌木等。根据土料性质、厚度分布特征，料场料性类别较单一，有用层厚度（区间值）：1.5~4.2m，平均无用层剥离厚度0.3m。料场地形相对完整，总体平缓，坡度5~10°，开垦为梯田，局部稍有起伏，现场探坑及浅井揭露，料场分布第四系残坡积层（Qel+dl）为紫红色含砾石砂质粘土~粉质粘土，成因类型为残坡积土，土料岩土结构：0~0.3m为桔红色含砾粉质粘土（腐殖质土层）；以下为褐红色、紫红色含砾石粉质粘土。砾石含量5%~10%，土料稍湿，可塑；母岩为中生界白垩系上统马头山组（K2m）全强风化砂岩，呈砂土状、碎块状、风化易碎。开采范围内无地下水溢出，料场水土流失不严重，地形平缓，土质稳定，分布均匀，含水量适中，储量丰富，厚度变化不大。

风化石碴场：料场东西方向长320.0m、南北方向宽152.0m，高差40m，呈

长方形状，自然边坡 $15^{\circ} \sim 23^{\circ}$ ，料场地表植被稀疏，多为灌木，表层1~2m为残坡积层，以下全强风化砂岩、粉砂质泥岩，无用层厚度2.0m。出露白垩系下统高丰寺组第五小层（K1g5）灰色、黄色中厚层长石石英砂岩夹少量粉砂质泥岩地层，岩层呈层较好，产状 $30^{\circ} \angle 35^{\circ}$ ，为层状斜向结构岩土混合边坡，料场下部基岩零星出露，岩石4m以下风化渐弱，适宜用于风化石渣料填筑大坝。上部则分布第四系覆盖层，剥离量大，该层厚度变化大，相变大，无用层较多。

综上，粘土料场为旱地，部分为荒地，现状植被主要为玉米、烤烟和杂草、灌木等，周边最近居民距离料场直线距离302m；砂岩风化石渣料场地表植被稀疏，多为灌木，周边500范围内无居民居住，最近居民距离风化石渣场直线距离581m。粘土料场、风化石渣料场开挖均无地下水影响；料场周围无交通干线，不在交通干线的可视范围内；各料场内无保护动植物分布，料场选址不涉及环境敏感区和生态保护红线，也不涉及基本农田、公益林；施工结束后，对料场进行土地平整、恢复植被，使开采区域与周围环境协调一致；本工程料场选址环境合理。

2、弃渣场

根据本项目水土保持方案，施工期间土石方开挖全部用于新增库区内部分浅水淹没区或临时淹没区的垫地防护，无弃渣产生，未设置弃渣场。

3、表土堆场

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》水土保持设计章节，经分析计算，在整个施工期间项目表土剥离29.92万 m^3 （自然方），项目剥离表土主要回用于库尾河道整治区的垫地回填工程，故在库区河道整治工程的垫地回填工程区占地红线范围内根据实际施工情况设置临时表土堆场。剥离表土回用于垫地回填工程区复垦覆土，且项目表土剥离量也主要来源于垫地回填过程区的耕地，在垫地回填工程区根据实际施工情况设置临时边堆场，可有效减少运输距离，减少运输扬尘；在施工占地红线范围内设置临时边堆场还可减少施工占地，有效合理利用土地，减轻生态影响。故临时表土堆场选址合理。

4、施工场地

根据可研，项目工程建设的砂石料均考虑外购，不设置加工系统；混凝土考虑采用商品混凝土，不设置混凝土拌合系统。本次工程建设施工场地主要为综合加工厂、机修厂及办公及生活福利设施，将生活、生产设置于一处，为生活及附属生产区。

枢纽工程布置1个生产生活区，位于坝下游坝脚，优先考虑位于大坝旁后期将拆除的农家乐作为生活区；库区河道整治工程施工部位较为分散，考虑上下游各设置1个生产生活区。生产生活区包括生活区、机械修理及停放场、钢筋加工及预制场、油库等，生产主要是砼浇筑、帷幕灌浆及坝体防渗处理和坝顶回填填筑等大坝和原输水隧洞的改造施工。本区主要在林地上，通过场地平整即可使用，施工完后可恢复。

经核实，本工程生产生活区不涉及风景名胜区、自然保护区、生态保护红线等环境敏感区，距离施工生产生活区200m范围内除了周溪河散户外无其它居民点分布，施工活动对当地居民生活影响较小。生产生活区地势相对平缓，主要占地类型为林地。由于生产生活区属临时占地，工程结束后可以采取复垦措施进行绿化，对环境的损失是可以接受的。

综上所述，本工程的生产生活区选址合理。

5、施工道路

为满足枢纽工程施工需要，需新修临时道路4.05km，其中新建1.05km，改扩建3.0km；新修永久库区管理道路3.978km。临时道路为场内三级，永久道路为四级，临时道路为土路面，永久道路为混凝土路面。

根据现场调查，施工场内道路占地包括旱地、林地、灌木林地、荒山坡地，涉及的植物种类均为该区域常见种和广布种，不涉及珍稀保护植物和古树名木，施工占地对植物植被和景观的影响较小。

因此，本工程施工道路布置较为合理。

4.3水资源配置的合理性分析

楚雄市地跨金沙江、元江两水系，人均占有水资源量不平衡，开发利用条件也难易不同；楚雄市水源工程缺乏，供水保障率低，且水利工程分布不均，工程性缺水和资源性缺水并存。水资源依赖大气降水形成，属典型的滇中资源

性缺水干旱区。青龙河所在的龙川江流域水资源总量为1.62亿m³，目前流域缺灌面积尚有10.50万亩。青龙河流域面积264km²，水资源总量为3369.4万m³，目前流域内尚有3.27万亩耕地缺水灌溉。干旱缺水给当地社会及国民经济发展造成了巨大损失，属工程性缺水区域。

中石坝水库是青龙河城区段洪水调控的关键性工程，受水库规模和管理水平的影响，洪水仍对下游农田和楚雄城区产生威胁。根据楚雄市经信局统计，富民工业园区目前入驻企业共计40家。随着园区入驻企业不断增加，园区工业需水量增加，园区的供水量会挤占城镇生活、农业灌溉、生态等行业的供水量，被挤占用水的行业，出现用水困难现象。

1、需水量

现状水平年2022年，中石坝水库规划区总需水量6973.0万m³，其中城镇生活需水量2037.6万m³，农村生活需水量15.0万m³，富民工业园区工业需水量4204.4万m³、农业灌溉需水量716.0万m³。

设计水平年2040年，中石坝水库灌区总需水量13066.9万m³，其中城镇生活需水量3035.4万m³，农村生活需水量21.2万m³，富民工业园区工业需水量9322.4万m³、农业灌溉需水量687.9万m³。

表 4.3-1 中石坝水库规划区各水平年总需水量成果表

规划区	灌片	水平年	城镇生活需水量 (万 m ³)	农村生活需水量 (万 m ³)	富民工业园区工业需水量 (万 m ³)	农业灌溉需水 (万 m ³)	需水合计 (万 m ³)
中石坝水库规划区	下游灌片	2022年	2037.6	11.0	4204.4	560.3	6813.3
		2040年	3035.4	16.0	9322.4	538.3	12912.1
	库尾灌片	2022年		4.0		155.7	159.7
		2040年		5.2		149.6	154.8
	合计	2022年	2037.6	15.0	4204.4	716.0	6973.0
		2040年	3035.4	21.2	9322.4	687.9	13066.9

2、可供水量

中石坝水库规划区分为下游灌片和库尾灌片两部分。

(1) 现状年可供水量

截止至2022年底，下游灌片由本区水利工程及外流域水利工程两部分供给。本区水利工程主要有小（1）型水库3件，供水量为905.5万m³；小（2）型水库4件，供水量为71.0万m³；小坝塘27件，供水量为11.9万m³；本区水利工程可供水量949.4万m³。外流域水利工程有九龙甸水库及青山嘴水库，现状年九龙甸水库该区生活供水量为2123.0万m³；青山嘴水库主要供给工业供水，现状年

青山嘴水库该区供水量为2014.0万 m^3 ；外流域水利工程总供水量为4137.0万 m^3 。下游灌片本区现有水利工程及外流域水利工程总供水量5086.4万 m^3 。

库尾灌片水利工程由本区水利工程及外区水利工程两部分供给，本区水利工程有提供泵站1座，现状供水量为75.6万 m^3 ，有小坝塘5件，供水量为7.5万 m^3 ，本区水利工程可供水量83.1万 m^3 。外区水利工程为子午水厂（水源为自家冲水库），解决灌片内的农村生活用水，由水厂至灌片的供水管道供给，现状供水量4.0万 m^3 。库尾灌片水利工程由本区水利工程供给及外区水利工程（子午水厂）总供水量87.1万 m^3 。

故现状年整个中石坝水库规划区水利工程总供水量5173.5万 m^3 ，其中城镇生活供水2037.6万 m^3 ，农村生活供水15.0万 m^3 ，工业供水2571.3万 m^3 ，农业灌溉供水量549.6万 m^3 ，保证灌溉面积0.68万亩。

（2）规划年可供水量

①中石坝水库未建，加入规划水利工程

根据《楚雄市水资源综合利用规划报告》（楚市政复〔2017〕77号），到2040年中石水库规划区规划水利工程，除规划扩建中石坝工程外，仅有楚雄市污水处理回用工程。规划年2040年楚雄市污水处理回用工程可新增供水量1336.0万 m^3 。随着生活水平的提高，库尾灌片农村生活用水略有增加，增加水量由子午水厂继续供给，2040年子午水厂供水量增加为5.2万 m^3 ，其余水利工程维持现状供水量不变。2040年，中石坝水库未扩建，中石坝水库规划区水利工程总供水量为6510.7万 m^3 。其中城镇生活供水2037.6万 m^3 ，大小牲畜生活供水21.2万 m^3 ，工业供水3902.3万 m^3 ，农业灌溉供水量549.6万 m^3 ，保证灌溉面积0.71亩。

②中石坝水库已扩建，未加入滇中引水工程

设计水平年2040年，中石坝水库扩建后，滇中引水工程未充蓄，经调节计算，中石坝水库可新增供水量170.0万 m^3 （下游灌片新增103.5万 m^3 ，库尾灌片新增66.5万 m^3 ）总供水量达到642.2万 m^3 ，其中农业灌溉供水量551.9万 m^3 （下游灌片供水量409.8万 m^3 ，库尾灌片142.1万 m^3 ），城镇环境供水量90.3万 m^3 ，设计水平年2040年，为提高下游生态环境质量，马金河水库生态下泄水量由现状多年平均径流的10%调整为30%，经调节计算后，马金河水库供水量为45.6万 m^3 ，比现状减少31.7万 m^3 ，其余水利工程维持扩建前供水量不变。

2040年，中石坝水库已扩建，未加入滇中引水工程，规划区可新增供水量170.0万m³，减去马金河水库供水量减少31.7万m³，设计水平年2040年整个规划区供水量实际增加138.3万m³。规划区水利工程总供水量为6649.0万m³，其中城镇生活供水2037.6万m³，大小牲畜生活供水21.2万m³，工业供水3902.3万m³，农业灌溉供水量687.9万m³，保证灌溉面积0.89万亩。

③中石坝水库已扩建，加入滇中引水工程

设计水平年2040年，中石坝水库扩建后，滇中引水工程充蓄后，总供水量达到1073.7万m³，其中农业灌溉供水量551.9万m³（下游灌片供水量409.8万m³，库尾灌片142.1万m³），城镇环境供水量90.3万m³，工业供水量431.5万m³。

设计水平年2040年，中石坝水库扩建，加入滇中引水工程后，规划区可新增供水量7078.9万m³，减去青山嘴水库对中石坝水库规划区供水量减少611.0万m³，设计水平年2040年整个规划区供水量实际增加6417.9万m³。规划区水利工程总供水量为13066.9万m³。其中城镇生活供水3035.4万m³，大小牲畜生活供水21.2万m³，工业供水9322.4万m³，农业灌溉供水量687.9万m³，保证灌溉面积0.89万亩。

中石坝水库扩建加入滇中引水工程后，项目规划区水量配置图详见附图8

表 4.3-2 中石坝水库规划区各水平年总供水量成果表 单位：万 m³

规划区	灌片	水平年		城镇生活 供水量	农村生活 供水量	工业供水量	农业灌溉 供水	供水合 计
		2022年	2040年					
中石坝水库规划区	下游灌片	2022年		2037.6	11.0	2571.3	466.5	5086.4
		2040年	中石坝水库未建，加入规划水利工程	2037.6	16.0	3902.3	466.5	6422.4
			中石坝水库已扩建，未加入滇中引水工程	2037.6	16.0	3902.3	538.3	6494.2
			中石坝水库已扩建，加入滇中引水工程	3035.4	16.0	9322.4	538.3	12912.1
	库尾灌片	2022年		87.1	4.0			87.1
		2040年	中石坝水库未建，加入规划水利工程		5.2		83.1	88.3
			中石坝水库已扩建，未加入滇中引水工程		5.2		149.6	154.8
			中石坝水库已扩建，加入滇中引水工程		5.2		149.6	154.8
	合计	2022年		2037.6	15.0	2571.3	549.6	5173.5
		2040年	中石坝水库未建，加入规划水利工程	2037.6	21.2	3902.3	549.6	6510.7
			中石坝水库已扩建，未加入滇中引水工程	2037.6	21.2	3902.3	687.9	6649

		中石坝水库已扩建，加入滇中引水工程	3035.4	21.2	9322.4	687.9	13066.9
--	--	-------------------	--------	------	--------	-------	---------

(3) 工程建设对水资源配置影响分析

中石坝水库规划区水资源供需平衡分析见下表。

表 4.3-3 中石坝水库规划区各水平年水资源供需平衡分析表 单位：万 m³

规划区	灌片	水平年		城镇生活	农村生活	工业供	农业灌	供水合	
				用水量	用水量	水量	溉供水	计	
中石坝水库规划区	下游灌片	2022年	需水量	2037.6	11	4204.4	560.3	6813.3	
			供水量	2037.6	11	2571.3	466.5	5086.4	
			缺水量	0	0	1633.1	93.8	1726.9	
		2040年	需水量	3035.4	16	9322.4	538.3	12912.1	
			中石坝水库未建，加入规划水利工程	供水量	2037.6	16	3902.3	466.5	6422.4
				缺水量	997.8	0	5420.1	71.8	6489.7
	中石坝水库已扩建，未加入滇中引水工程		供水量	2037.6	16	3902.3	538.3	6494.2	
		缺水量	997.8	0	5420.1	0	6417.9		
	中石坝水库已扩建，加入滇中引水工程	供水量	3035.4	16	9322.4	538.3	12912.1		
		缺水量	0	0	0	0	0		
	库尾灌片	2022年	需水量		4		155.7	159.7	
			供水量	87.1	4			87.1	
			缺水量	-87.1	0		155.7	72.6	
		2040年	需水量		5.2		149.6	154.8	
			中石坝水库未建，加入规划水利工程	供水量		5.2		83.1	88.3
				缺水量		0		66.5	66.5
	中石坝水库已扩建，未加入滇中引水工程		供水量		5.2		149.6	154.8	
		缺水量		0		0	0		
	中石坝水库已扩建，加入滇中引水工程	供水量		5.2		149.6	154.8		
		缺水量		0		0	0		
合计	2022年	需水量	2037.6	15	4204.4	716	6973		
		供水量	2037.6	15	2571.3	549.6	5173.5		
		缺水量	0	0	1633.1	166.4	1799.5		
	2040年	需水量	3035.4	21.2	9322.4	687.9	13066.9		
		中石坝水库未建，加入规划水利工程	供水量	2037.6	21.2	3902.3	549.6	6510.7	
			缺水量	997.8	0	5420.1	138.3	6556.2	
		中石坝水库已扩建，未加入滇中引水工程	供水量	2037.6	21.2	3902.3	687.9	6649	
			缺水量	997.8	0	5420.1	0	6417.9	
		中石坝水库已扩建，加入滇中引水工程	供水量	3035.4	21.2	9322.4	687.9	13066.9	
	缺水量	0	0	0	0	0			

根据上表分析，中石坝水库扩建工程完成，加入滇中引水工程后，中石坝规划区水资源供需平衡。中石坝水库扩建工程的建设为楚雄市和青龙流域及相关地区的未来发展提供了可靠的水源支撑，极大提高了区域抵抗连续特枯大旱的能力和水资源开发利用程度，解决了经济社会发展对水资源需求与现状水利工程供水量的供求关系和矛盾，提高了区域农村人畜和灌溉供水保证率；为地

方社会持续发展提供水资源保障，对区域水资源配置合理。

中石坝水库扩建并加入滇中引水后规划区水资源供需平衡分析见下表。

表 4.3-4 中石坝水库扩建并加入滇中引水后规划区水资源供需平衡分析表

项目	逐 月 过 程 线												年总量
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
一、可供水量分析													
1、蓄水工程	271.2	238.8	213.2	201.3	201.3	252.4	239.2	248.6	232.0	237.0	230.8	394.7	2960.5
青山嘴水库	112.8	112.8	112.8	112.8	112.8	112.8	112.8	112.8	112.8	112.8	112.8	112.8	1353.0
中石坝水库	109.2	83.1	62.6	53.0	53.0	94.0	83.4	91.0	77.6	81.7	76.7	208.2	1073.7
尹家嘴水库	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	392.6
马金河水库	5.4	3.3	1.6	0.8	0.8	4.2	3.3	3.9	2.8	3.2	2.7	13.6	45.6
小（二）型水库（4件）	8.4	5.1	2.5	1.2	1.2	6.5	5.1	6.1	4.4	4.9	4.3	21.2	71.0
自家冲水库（子午水厂）	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	5.2
小坝塘（32件）	2.3	1.4	0.7	0.3	0.3	1.8	1.4	1.7	1.2	1.3	1.2	5.8	19.4
2、楚雄市第二自来水厂（九龙甸水库）	176.9	176.9	176.9	176.9	176.9	176.9	176.9	176.9	176.9	176.9	176.9	176.9	2123.0
3、污水处理回用	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	111.3	1336.0
4、滇中引水工程	554.0	554.0	554.0	554.0	554.0	554.0	554.0	554.0	554.0	554.0	554.0	554.0	6647.4
供水量小计	1113.4	1081.0	1055.4	1043.5	1043.5	1094.6	1081.4	1090.8	1074.2	1079.2	1073.0	1236.9	13066.9
二、需水量分析													
1、城镇生活需水	252.9	252.9	252.9	252.9	252.9	252.9	252.9	252.9	252.9	252.9	252.9	252.9	3035.4
2、大小牲畜生活需水量	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	21.2
3、工业需水量	776.9	776.9	776.9	776.9	776.9	776.9	776.9	776.9	776.9	776.9	776.9	776.9	9322.4
4、灌区作物万亩综合净定额	64.5	38.9	18.7	9.4	9.4	49.6	39.2	46.6	33.5	37.5	32.6	161.7	541.8
灌区作物万亩综合毛定额（0.70）	92.1	55.6	26.8	13.4	13.4	70.9	56.0	66.6	47.9	53.6	46.6	231.1	774.0
农业需水量（0.89万亩）	81.9	49.4	23.8	11.9	11.9	63.0	49.8	59.2	42.6	47.7	41.4	205.4	687.9
需水量小计	1113.4	1081.0	1055.4	1043.5	1043.5	1094.6	1081.4	1090.8	1074.2	1079.2	1073.0	1236.9	13066.9
三、水量供需平衡													
水量盈亏（供水量-需水量）	0.0												
其中 1、城镇生活缺水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
2、农村生活缺水	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

3、大小牲畜生活缺水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
4、工业缺水	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5、农业灌溉缺水	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
缺灌面积（万亩）	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
保灌面积（万亩）	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89

4.4移民安置合理性分析

根据可研，中石坝水库扩建工程基准年生产安置人口为79人，无搬迁安置人口；规划设计水平年生产安置人口为84人。拟通过采取“垫地+河道整治”的方式，对子午镇袁家村委会下马房、郭家、彭家、平地4个村小组的淹没区成片耕地进行填土垫高，恢复原有的耕作条件，同时将上游主河道改道，依山新建河道。采取自行安置的生产安置方式，通过移民自行流转耕地来恢复生产。

该移民安置方式减少了淹没耕地、降低了安置任务，不产生重新开垦土地过程由于开挖、弃土和占地将对原地表植被产生破坏。本项目移民安置对项目所在区域环境影响较小。从环保角度分析，该移民安置方案合理。

4.5施工期工程分析

4.5.1施工期工艺流程简述

中石坝水库扩建工程施工主要为水库枢纽工程施工和库区河道整治施工。水库工程在建设过程中污染主要集中在施工期，施工期石料开采加工、大坝基础开挖及坝体浇筑、物料运输、施工人员生活等，产生施工扬（粉）尘、建筑垃圾、施工废水、施工噪声、水土流失、生活垃圾、生活污水等，对工程区环境带来一定不利影响。工程征占地、土石方作业等一系列施工活动也将对区域生态环境、景观产生一定的影响。

1、枢纽工程

枢纽工程施工期进行大坝、防渗帷幕、溢洪道、新建输水隧洞、原输水隧洞改造、高涵封堵等的施工，永久、临时道路的修建，工程完建期进行收尾工作。

项目枢纽工程施工期工艺流程及产污节点见下图。

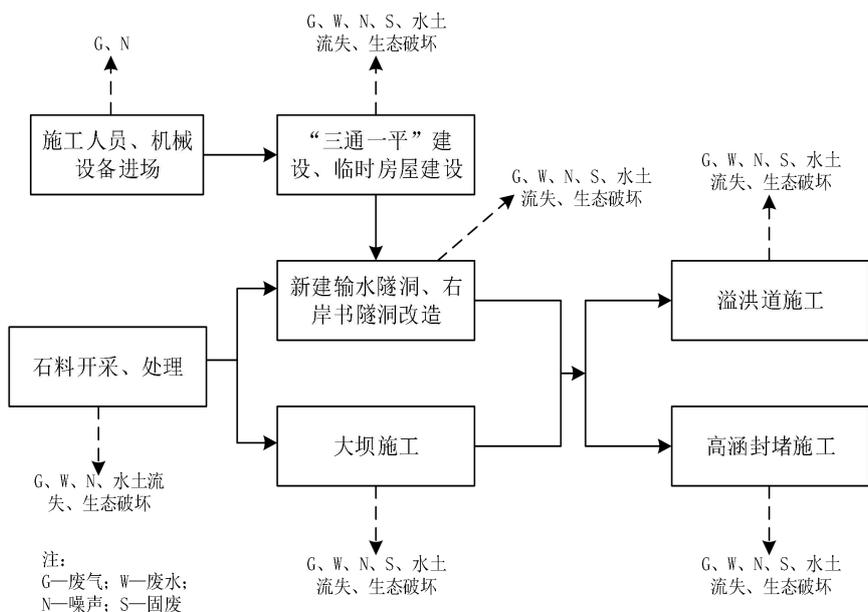


图 4.5-1 项目枢纽工程施工工艺流程及产污节点图

2、库区河道整治

库区河道整治工程包括河道治理、垫地回填、钢坝、桥、灌溉沟等。

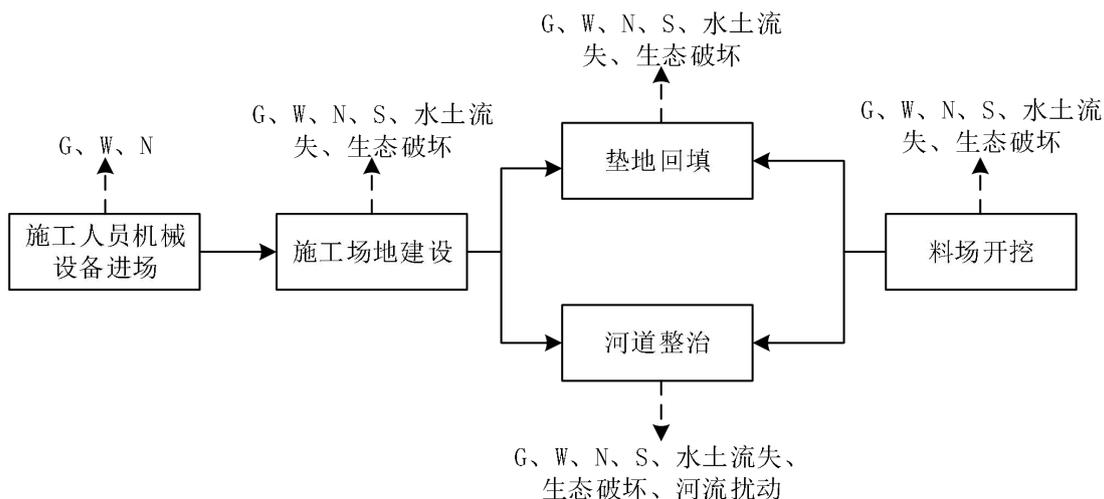


图 4.5-2 项目库区河道整治施工工艺流程及产污节点图

3、施工期主要产污节点分析汇总

施工期各施工场地施工活动产生的污染节点见下表。

表 4.5-1 项目施工期产污节点分析表

施工场地	施工活动	污染物
粘土场	开采、运输	粉尘、开采物、噪声、水土流失、生态破坏
风化石碴场		
水库枢纽工程	大坝、输水隧洞、溢洪道、高涵等工程施工	扬尘、废水、固体废物（建筑垃圾、弃渣）、噪声、水土流失、生态破坏
库区河道整治工程	库尾河流改道、库尾垫地回填	扬尘、固体废物（建筑垃圾、弃渣）、噪声、废水、水土流失、生态破坏
施工生活生产	钢材加工、机械维	废水、噪声、固体废物、生活污水

区	护、施工人员生活	
/	临时或永久道路修建	弃渣、扬尘、噪声、水土流失、生态破坏

4.5.2 施工期污染源强分析

1、废水

本工程施工期的水污染源主要为施工生产废水和生活污水两大部分。本工程沙石料外购、混凝土外购商品混凝土，生产废水主要来源于系统冲洗废水、灌浆废水（帷幕灌浆、固结灌浆）、基坑排水以及机修废水等；生活污水主要来源于施工期施工人员生活用水。施工期间废污水产生的污染物以SS为主，兼有石油类、COD和BOD₅等有机物污染。

（1）灌浆废水

本项目需对两岸绕坝防渗进行帷幕灌浆，灌浆量共计约1568m³，其中右岸灌浆长度约48m以上、深度控制在17~35m；左岸顺轴线延伸至溢洪道左岸，灌浆长度约140m以上，深度控制在17~20m；中部和原灌浆（防渗墙）轴线两边应有3孔左右搭接，使前后两侧的防渗帷幕有机连接起来。

灌浆废水主要包括帷幕钻孔冲洗、制浆、试验、封孔等过程中产生的废水，废水产生量约为3.2m³/d，根据工程施工组织，中石坝水库扩建工程灌浆工序总施工期为7个月，则灌浆废水产生量为672m³。灌浆废水污染物以悬浮物（SS）为主，SS浓度在200~1500mg/L之间。在水库枢纽工程施工场地地势低处设置一个临时沉淀池，灌浆废水排入沉淀池，经沉淀处理后优先用于降尘，回用不完排入坝下青龙河。

（2）基坑排水

水库坝区施工时，将产生基坑排水，基坑排水分初期基坑排水和经常基坑排水。初期排水主要包括基坑积水、基坑渗水两部分，初期排水与河流水质基本相同，不含其它污染物，可直接排放，对河流水质影响很小。

经常性排水主要考虑围堰及基岩渗水、天然降水、施工弃水，在防渗措施完善的情况下，基坑内的经常性排水有限，经一定时段集水后由水泵抽排，主要污染物为SS，同时可能含有少量的油类。基坑经常性排水采取基坑内静置沉淀后优先用于降尘、浇灌附近耕地林地或作为水保植物措施用水等，回用不完的基坑排水经沉淀后可排入青龙河。

(3) 施工机械/车辆机修、冲洗废水

本工程施工期间，各类施工机械维修主要依托附近当地机械修理厂，仅在各生活生产区内配备设备维护车间进行简单的零部件的配换及日常保养、冲洗。施工机械、汽车在冲洗、保养过程中将产生一定的含油废水，主要污染物成分为石油类、悬浮物、COD。

该废水中主要污染物浓度为：石油类10~30mg/L，悬浮物500~4000mg/L，COD25~200mg/L。参照《环境影响评价技术手册水利水电工程》，汽车冲洗设计用水量为400L/辆·次。本项目高峰期配置自卸汽车40辆、洒水车1辆，产污率以90%计，则高峰期日废水产生量为13.1m³/d，该类废水经施工生活生产区的隔油池、临时沉淀池处理后用于施工场地及道路洒水降尘，不外排，含油浮渣收集后委托有资质的单位处置。

(4) 施工人员生活污水

本工程计划施工总工期1.5年（18个月），工程施工人员和技术人员平均每天150人，施工高峰期人数约为200人/d，项目设置有3个施工生活区，主要污染物为COD、SS、BOD₅等。

参照云南省地方标准《用水定额》（DB53/T168-2019），农村居民生活用水定额为65~90L/人·d（亚热带、集中供水）。本项目生活用水按照70L/人·d计算，排污系数取0.8，则施工期生活污水产生量约为10.5m³/d。生活污水中主要污染物浓度约为：SS 150mg/L、COD 250mg/L、BOD₅ 150mg/L、NH₃-N 20mg/L、TP 4.5mg/L。生活区建有旱厕（临时化粪池），生活污水经无害化处理后污染物浓度低，水分蒸发后作为农家肥用于水库周边农田肥料，不外排。

施工期水污染源强汇总如下表所示。

表 4.5-2 施工废水一览表

序号	污染源	产生量 (m ³ /d)	主要污染物产生浓度	处理措施	排放去向
1	灌浆废水	3.2	SS: 200~1500mg/L	临时沉淀池	优先进行回用，回用不完时排入青龙河
2	基坑排水	/	SS: 100~3000mg/L	基坑内沉淀	
3	施工机械、车辆冲洗废水	13.1	石油类: 10~30mg/L、SS: 500~4000mg/L、COD: 25~200mg/L	隔油池、临时沉淀池	
4	施工生活污水	10.5	SS: 150mg/L、COD: 250mg/L、BOD ₅ : 150mg/L、NH ₃ -N: 20mg/L、TP: 4.5mg/L	旱厕（临时化粪池）	水库周边农田施肥

2、大气

施工期大气环境影响主要包括施工场地扬尘、爆破粉尘、交通运输扬尘、施工机械燃油废气等。

(1) 爆破粉尘

炸药在爆炸过程中产生高温高压膨胀气体（炮烟），其中除含有大量粉尘外，还含有CO、NO₂、CmHn等污染物质。爆破后，粒径大的颗粒物在短时间、近距离内沉降，粒径<10μm的飘尘不易沉降，则产生飘散的颗粒物。露天爆破时，产尘强度大，是影响施工环境的主要污染源。工程采用中深孔多排孔、小药量、多次爆破的爆破方式，穿孔采取湿式作业，爆破前地表洒水，风速较小的时段进行爆破。爆破过程中粉尘产生量不大。

根据同类工程类比资料，使用1t炸药，排放CO44.46kg、NO₂3.518kg、CmHn0.0368kg。根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，本工程施工期过程中炸药预计耗量约为92t，则使用炸药污染物排放量为：CO4.09t、NO₂0.324t、CmHn0.0034t。

(2) 施工场地扬尘

施工作业面扬尘主要产生于裸露地面和料场开挖面等，其排放总量估算参考《扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南（试行）》中的施工扬尘源排放量总体计算方法。本工程施工作业面扬尘排放量参照建筑工地施工粉尘排放速率为0.002mg/s•m²。扬尘的产生与挖方干燥程度有关，开挖料湿度越大，产生的扬尘量越小，施工时，施工面积较大且天气干燥时，采取洒水降尘措施，降低扬尘排放量。

①枢纽工程施工区

水库枢纽工程基础开挖采用挖掘机开挖，工程施工场地主要是大坝、溢洪道和导流输水隧洞等。枢纽工程施工区占地10.095hm²（100590m²），裸露面面积按50%计，则枢纽施工区裸露面扬尘产生速率为100.59mg/s，8.69kg/d、3.40t/施工期；经洒水控制后降尘可减少70%以上，洒水降尘扬尘平均排放量约为2.61kg/d、1.02t/施工期。

②库区河道整治工程施工区

库区河道整治工程基础开挖场地主要为库尾上游河道改道和库尾上游垫地回填。库区河道整治工程工区占地40.628hm²（406280m²），裸露面面积按50%

计，则库区河道整治工程施工区裸露面扬尘产生速率为406.28mg/s，35.10kg/d、13.69t/施工期；经洒水控制后降尘可减少70%以上，洒水降尘扬尘平均排放量约为10.53kg/d、4.12t/施工期。

③料场区

料场区生产的扬尘主要为粘土料场、风化石碴料场的粘土、石碴料开采产生，粘土料场、风化石碴料场占地7.329hm²（73290m²），裸露面面积按50%计，则料场区裸露面扬尘产生速率为73.29mg/s，6.33kg/d、2.471t/施工期；经洒水控制后降尘可减少70%以上，洒水降尘扬尘平均排放量约为1.90kg/d、0.74t/施工期。

(3) 交通运输扬尘

施工交通主要是大型车辆运输砂石料、水泥、弃渣等，运输过程中产生的TSP等对沿线的环境将产生一定影响。

下表为一辆载重20t的卡车，通过一段长度为500m的路面时，不同行驶速度和不同路面清洁程度下产生的扬尘量。

表 4.5-3 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘（单位：kg/辆·km）

车速 P	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1
	(kg/m ²)					
5 (km/h)	0.11	0.19	0.25	0.31	0.37	0.63
10 (km/h)	0.22	0.37	0.51	0.63	0.74	1.25
15 (km/h)	0.33	0.56	0.76	0.94	1.12	1.88
20 (km/h)	0.44	0.75	1.01	1.26	1.49	2.63

由此可见，在同样路面清洁情况下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。项目施工区域内道路为混凝土和泥结碎石路面，为保障安全、减小扬尘，限制行驶车速20km/h，根据同类项目类比数据，道路两侧粉尘浓度可达到0.44mg/m³~2.63mg/m³。施工交通运输扬尘为间歇性和流动性的污染源，且项目施工期间进行材料运输时对施工运输道路进行洒水降尘，可有效减少道路运输扬尘的产生。

(4) 施工机械燃油废气

本工程使用的燃油机械主要有自卸汽车、挖掘机、推土机、洒水车等，燃料以柴油为主，柴油总用量约为1982t（约5.08t/d）。机械尾气中排放的主要污染物为CO、THC、NO_x、SO₂等，根据统计资料，施工机械尾气污染物排放系数为：TSP：0.31kg/t柴油、NO_x：48.26kg/t柴油、SO₂：3.52kg/t柴油。则项目柴油使用产生污染物排放量约为：TSP0.0016t/d、NO_x0.245t/d、SO₂0.179t/d。

3、噪声

施工噪声主要来自施工开挖、钻孔、爆破、交通运输等活动，

土石方开挖噪声源强度超过90dB（A），爆破噪声瞬间强度超过100dB（A），石料加工机械如破碎机等声源强度超过100dB（A），大型运输机械声源声级多在85dB（A）以上。施工噪声突出的场所主要是石料采场、土石方开挖场所、建筑材料加工场地、大坝等建筑场地以及施工运输道路。爆破噪声为瞬间噪声，运输噪声为不连续性噪声，施工场地及材料加工场地噪声为连续噪声。

项目施工期噪声源强见下表。

表 4.5-4 施工期噪声源强一览表

声源	设备名称	噪声强度（dB（A））	特点
施工机械噪声	钻机	85~90	固定声源
	蛙式打夯机	75	
	灰浆搅拌机	75~80	
	输送泵	75~85	
	振动器	70~80	
	灌浆机	80~90	
	钢筋切断机	60~75	
	空压机	80~90	
	汽车起重机	85	
	浇筑设备	85	
	单头液压挖掘机	80~90	
交通运输噪声	自卸汽车	82.6	流动声源
	推土机	80~90	
	翻斗车	85	
	装载机	80~90	
	振动碾	85~90	
	洒水车	80	
爆破		120	瞬时声源

4、固体废物

本项目施工期产生的固体废物主要为工程弃渣、建筑垃圾、生活垃圾。

中石坝水库位于楚雄市东南部，距楚雄市区约12km。施工期人员医疗卫生依托楚雄市区医院，项目不设医疗卫生专用室，不产生医疗废物。

（1）工程弃渣

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》水土保持设计章节，经分析计算，在整个施工期间共开挖土石方161.77万m³（自然方），其中

表土剥离29.92万m³（自然方）；回填利用土石方161.77万m³（自然方）（回填土石方117.55万m³，料场区上坝使用土石方14.29万m³，绿化及复耕覆土29.92万m³），工程开挖可以在内部进行平衡，无弃渣。

项目土石方平衡及弃渣流向见下表。

表 4.5-5 项目土石方平衡及弃渣流向表

分区或分段	分区或分段	占地面积 (hm ²)	开挖（自然方）			回填（自然方）		利用（自然方）		调入（自然方）		调出（自然方）	
			开挖土石方	表土剥离量	合计	数量	去向	数量	去向	数量	来源	数量	去向
			m ³	m ³	m ³	m ³		m ³		m ³		m ³	
枢纽区	大坝	2.170	58946	1668	60614	142932	开挖回填	1668		142932	料场区		
	溢洪道	0.203	3862	404	4266	4926	开挖回填	404		1064	输水隧洞		
	涵洞改造工程	0.013	8844	24	8868	1177	开挖回填	24				7666.53	垫地回填区
	输水隧洞	0.16	7044	282	7326	1953	开挖回填	282				5091	垫地区及溢洪道
道路区	永久道路	7.330	142492	21165	163657	15030	开挖回填	21165	绿化复垦覆土			127462	垫地回填区
	施工临时道路	0.547	7111	1608	8719	7111	开挖回填	1608	绿化复垦覆土				
工程防护区	垫地回填区	32.230	544931	255774	800705	875824	开挖回填	255774	复垦覆土	271947	枢纽区、道路区、料场区、河道整治工程区		
	河道整治工程建设区	8.398	402318		402318	269527	河堤开挖回填					132791	垫地回填区
	水库淹没区	13.005											
料场区	风化料场	4.173	101293	10433	111726			10433				101293	大坝及垫地区
	胡家村粘土料场	3.156	41639	7890	49529			7890				41639	大坝及垫地区
	合计	71.385	1318480	299248	1617728	1318480		299248		415943		415943	

（2）建筑垃圾

本项目建筑垃圾主要包括：废弃、残次的建筑材料（溢洪道闸室钢筋砼、上下游坝坡施工范围内的原干砌石等）；房屋拆除及临时建筑物在施工结束后拆除过程产生的废弃物等。施工建筑垃圾产生量按20~50kg/m²计，本工程取30kg/m²。根据可研，本工程施工期应淹没拆除房屋95m²（砖混40m²+土木550m²），故建筑垃圾产生量约2.85t。建筑垃圾分类集中堆存，可再生利用的部分回收利用，不能利用的运至城管部门指定地点处置，禁止与生活垃圾混合处置，禁止随意丢弃。

（3）含油浮渣

工程区交通便利，距离楚雄市较近，工程施工期间，各类施工机械维修主要依托附近当地机械修理厂，仅在各生活生产区内配备设备维护车间进行简单的零部件的配换及日常保养，不产生废润滑油，但施工机械、汽车在冲洗、保养过程中将产生一定的含油废水，经隔油池处理将产生含油浮渣，根据《国家危险废物名录（2025年版）》，含油浮渣属于危险废物，危废类别：HW08废矿物油与含矿物油废物，危废代码900-210-08的“含油废水处理中隔油、气浮、沉淀等处理过程中产生的浮油、浮渣和污泥（不包括废水生化处理污泥）”。收集暂存于水库管理房的危废暂存间，委托有资质的单位处置。在枢纽工程施工生产生活区设置1间危废暂存间用于暂存施工期产生的含油浮渣。委托具有危险废物经营许可证的单位进行处置。

（4）生活垃圾

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》施工组织设计章节，本工程总施工期18个月，施工高峰日人数200人，平均日人数150人，人均产生垃圾量按0.5kg/d·人计，高峰期每日垃圾产生量为0.1t/d，日均产生生活垃圾0.075t/d，施工期垃圾总产量约40.5t。

4.5.3 施工期地下水影响分析

工程施工对地下水环境的影响主要为各施工工作面（尤其是输水隧洞）施工对地下水的疏排和施工废污水，引起地下水水位下降和地下水水质受影响。

4.5.4 施工期土壤环境影响分析

1、对土壤影响分析

工程占地和施工扰动引起的土地利用类型改变，土壤侵蚀、土壤生产力减弱等，少量污染物可能对浅层表土形成污染。

2、对基本农田影响

项目施工临时占用基本农田480.16亩，其中枢纽工程区临时占地41.39亩，库区河道整治区占用438.77亩。库区河道整治工程区占用的基本农田主要为项目为减少淹没占地、减少移民安置任务、降低安置难度，对库尾河道整治区耕地进行保护而进行的垫地回填工程。项目施工过程中对库区河道整治工程区的临时占用基本农田采取垫地回填措施，对枢纽工程及其他施工场地临时占用的基本农田采取施工结束后进行“占补平衡”“基本农田恢复”等措施，项目正在办理临时用地手续，建设单位严格按照要求办理相关手续后方进行施工。

4.5.5施工期生态环境影响

工程施工过程中库区开挖、料场开采、施工道路修筑、施工场地建设、库区河道整治等施工活动，不可避免的扰动工程施工区范围地表，造成地表裸露，加大区域内土壤侵蚀强度，造成新增水土流失危害。同时施工使施工范围的植被受到破坏，动植物资源个体受损。

(1) 水土流失

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》水土保持设计章节，中石坝水库扩建工程属建设类项目，水土流失主要集中于工程施工期，根据工程施工组织设计安排及工程实际情况，水土流失预测重点区域为道路区、料场区、工程防护区及料场区等部位。

据初步分析，本工程可能造成水土流失的面积为71.384hm²。包括枢纽工程区、工程防护区、道路、料场等区。

根据工程施工区各预测分区的水土流失特点，结合施工区的自然条件，水土流失现状，参照同类工程的预测方法和有关技术资料，采用侵蚀模数法和弃渣流失系数法进行预测。施工期及运行初期可能的水土流失总量为7855.0t；扣除原生水土流失量1514.20t，施工期可能的新增水土流失总量为7097.9t。

(2) 陆生生态

施工期对陆生生态的影响主要为永久占地和临时占地造成植被的破坏。永久占地导致不可逆影响，直接破坏植被和动物生境；临时占地为可逆影响，施工期将暂时破坏地表植被和动物生境，扰动原地表、土壤裸露、局部地貌改变，新增水土流失。

中石坝水库工程项目工程建设永久占地共计479.52亩，临时占地共计710.92亩。永久占地将造成植被的永久消失，涉及的植被类型主要为落叶阔叶林、暖温性针叶林、暖温性灌丛、稀疏灌木草丛等自然植被，此类植被在施工区周边有大量分布，均带有次生特点，工程建设不会导致评价区内植被类型的减少；临时占用的植被在施工结束后，可依靠人工和自然恢复还原到现有的质量水平，施工占地及施工行为不会造成植被类型在该区域内的消失，也不会对评价区内的植物及动物资源造成显著影响。总体来说，工程建设永久及临时占用的土地资源对评价区植被、植物和动物资源会产生一定的不利影响，但影响范围和程度有限，不会使评价区的物种在空间分布格局和遗传结构发生明显的改变，不会改变评价区的植被类型及造成某一种物种在评价区的消失。

（3）水生生态

根据施工工艺，工程施工不会阻断河流，不会对河流、调蓄水库水生生境造成显著改变，涉水工程对水体局部范围产生扰动、短期内使水体浑浊度增加，对鱼类等水生生物造成驱赶、短期内影响到水生生境。此外，施工期如管理不善，可能会出现施工弃渣、垃圾等未经收集处理而直接排放入河、库的情况，对河库水质及水生生境产生不利影响，不利于水生生物的保护。

4.5.6环境风险

本工程施工现场不设炸药库、油库，工程建设期间，存在潜在的事故风险和环境风险主要包括：施工危险品运输事故风险、森林火灾风险等。

4.5.7对环境敏感对象的影响

1、对公益林的影响

根据可研阶段实物调查成果数据，中石坝水库建设征地涉及省级公益林239.52亩，其中永久占用157.58亩（永久占用公益林主要为水库淹没区116.53

亩，枢纽工程建设区40.8亩，库区河道整治工程区0.25亩），临时占用81.94亩（主要为枢纽工程建设区临时占用），不涉及国家一级、二级公益林。

根据《云南省地方公益林管理办法》“因建设工程需要占用征用公益林林地的，县级以上林业行政主管部门应当进行核查，确需占用征用公益林林地的，必须依法办理用地审核、林木采伐审批手续”，建设单位现已委托编制《中石坝水库扩建工程使用林地现状调查报告》，严格按照《云南省地方公益林管理办法》等相关法律法规办理林地征占用相关手续。

2、对基本农田的影响

根据可研阶段实物调查成果数据，中石坝水库建设征地涉及永久基本农田441.35亩（均为临时占用），不涉及25°以上坡耕地，占用区域为库尾河道整治工程的垫地回填工程区。

根据《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》（国土资规〔2018〕1号），“（八）按有关要求，重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，在可行性研究阶段，省级国土资源主管部门负责组织对占用的必要性、合理性和补划方案的可行性进行论证，报国土资源部进行用地预审；农用地转用和土地征收依法依规报国务院批准”。

根据《自然资源部关于做好占用永久基本农田重大建设项目用地预审的通知》（自然资规〔2018〕3号），“重大建设项目必须首先依据规划优化选址，避让永久基本农田；确实难以避让的，建设单位在可行性研究阶段，必须对占用永久基本农田的必要性和占用规模的合理性进行充分论证。市县级自然资源主管部门要按照法定程序，依据规划修改和永久基本农田补划的要求，认真组织编制规划修改方案暨永久基本农田补划方案，确保永久基本农田补足补优；省级自然资源主管部门负责组织对占用永久基本农田的必要性和合理性和补划方案的可行性进行踏勘论证，并在用地预审初审中进行实质性审查，对占用和补划永久基本农田的真实性、准确性和合理性负责”。

中石坝水库扩建工程已列入国家和云南省水利发展规划，属于重大建设项目，符合占用永久基本农田占用的条件。中石坝水库扩建工程已于2023年6月5日取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（根据相关要求，意见书中核发的拟用地面积为项目永久占地且改变用地性质

的占地，永久占地但不改变用地性质的占地未进行申报），项目已于2024年6月28日取得《楚雄州发展和改革委员会关于楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告的批复》（楚发改农经〔2024〕200号），因临时用地有用地时限，故建设单位暂未办理临时用地手续，建设单位计划在工程手续办理齐全，满足施工条件时办理临时用地手续进行施工建设。项目临时占用的基本农田主要为库区为减少淹没占地、减少移民安置任务而垫地回填工程的占地，项目在办理临时施工用地手续时将严格按照要求编制相关材料，严格按照要求进行中石坝水库涉及的永久基本农田核实，工程结束后项目涉及的永久基本农田满足数量不减、质量不降的要求。下阶段，建设单位需进一步完善项目涉及基本农田占用审批手续。

4.6运行期环境影响源分析

4.6.1对水质的影响分析

（1）蓄水对库区、下游水质影响

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，中石坝水库扩建工程淹没占地面积为196.95亩，水库蓄水前将对淹没区进行库区清理，不存在大量有机物质在库内腐烂而导致水库水质恶化的可能。但在蓄水初期，淹没区内少量的灌丛、林木等残留体受淹后，植物腐烂将释放出有机物质进入水体，短期内库区水质N、P等有机物含量明显增高，随着水文特性的改变（流速变缓，水深加大）以及被淹没的植被和土壤逐渐释放出有机物和N、P，为富营养化发生发展提供有利的水流结构和营养条件，库区水体诱发富营养化的可能性加大。随着泥沙在库区底层淤积，形成覆盖层，会减缓库底有机物释放。

下游由于水文情势改变，水体稀释自净能力减弱，对下游水体水质影响较小。

（2）管理人员生活污水的影响

中石坝水库的级别为中型水库，定员级别为水库中型四等，中石坝水库管理所计划编制10人。根据云南省地方标准《用水定额》（DB53/T168-2019），人均用水量按100L/d计，产污系数按0.8计，则运行期生活污水产生量为0.8m³/d、292m³/a。该生活污水经管理房化粪池处理后水分蒸发损耗，污泥定期

清掏用作农肥。管理人员生活污水不排入库区，对中石坝水库流域水质基本上无影响。

（3）农田灌溉退水的影响

灌溉退水中的主要污染成分是N、P等有机物，汇入河道后，可能使河水富营养化。灌溉退水主要通过天然冲沟、田间排水沟进入下游河道，排水系统由灌区内分散的天然沟谷及一些排水沟组成，属于面源污染范畴，较难处理，因而不采用集中方式处理灌溉退水，就近排入支流、沟渠，上游灌片汇入中石坝水库库尾河道，下游灌片汇入青龙河。

中石坝水库P=75%农灌设计供水量为551.9万 m^3 ，其中下游灌片409.8万 m^3 ，库尾灌片142.1万 m^3 。农田灌溉回归水量按供水量的20%计，水库运行期灌溉回归水量为110.38万 m^3 ，其中下游灌片81.96万 m^3 ，库尾灌片28.42万 m^3 。中石坝水库坝址以下青龙河段P=75%来水量684.8万 m^3 ，农灌退水量占该青龙河段来水量的16.11%，占比较小；中石坝水库库尾河段P=75%来水量1168.5万 m^3 ，农灌退水量占该青龙河段来水量的9.45%，占比较小；并且从6月份开始进入汛期，上游来水量的增加对农灌退水具有一定的稀释作用，总体而言农灌退水量对退水河段水体质量影响较小。同时为了减少面源污染，建议灌区管理机构要加强宣传工作，严禁使用剧毒农药，限制使用杀虫剂。

（4）工业退水影响

中石坝水库提供富民工业园区工业用水量为431.5万 m^3 ，工业用水水质复杂，有排放特殊污染物的工业污水企业必须配套建设污水处理措施，尽量做到工业企业废水经处理回收利用，零排放或达标排放。根据《楚雄工业园总体规划修改规划》（2018-2035），入园企业应建立生产废水处理和循环回用系统，工业退水系数取15%，则园区工业退水量为64.7万 m^3 ，工业退水通过园区内污水管网直接进入富民工业园区污水处理厂，经污水处理厂处理达“楚雄市富民工业园区污水处理厂工程”“楚雄市富民污水处理厂二期工程”环境影响报告书及其批复要求标准后，排入青龙河，会对青龙河水质造成一定影响。

4.6.2 水文情势影响

（1）初期蓄水

项目为扩建工程，现状水库正常运行，水库建设完成初期蓄水后，库区水域面积、水体体积、水体深度均有不同程度地增加，水库蓄水对库区及坝下河道水文泥沙情势、水生环境均有不同程度地影响，从而对水生生物产生影响。

根据工程特点，本次扩建工程在现有大坝基础上扩建。枯期采用“现状坝体挡水+原输水涵洞过流”的导流方案，汛期采用“现状坝体挡水+原输水涵洞+新建输水隧洞过流”的导流方案。施工期水库最低库容较200.9万 m^3 稍小，根据建设单位提供信息，约为160万 m^3 ，可为供水对象正常供水，施工结束后，蓄水过程主要为水库正常蓄水过程（约从160万 m^3 库容蓄水），坝址下游河道可能会出现减水现象，水文情势将发生一定的改变，但生态流量的下放能够保证坝址下游河段不断流，中石坝水库扩建后汛期向下游生态供水流量为0.1713 m^3/s ，枯期向下游生态供水流量为0.0571 m^3/s ，一定程度上缓解因河道水文情势变化造成的生态环境影响。

（2）水库运行蓄水

水库蓄水运行，将扩大水面面积，有利于改善局地小气候，也有利于两栖动物、鸟的栖息繁衍。据流域环境现状与现场调查，水库流域内无工业污染源，但根据现场流域上游生活用水和农田面源污染都会对水库水质产生影响。还有新增淹没区土壤和残留植被淹没，会增大水库水体漂浮物、有机质和营养物质的含量，影响水库及下游河段水质。

①对泥沙情势的分析

中石坝水库坝址以上流域面积129 km^2 ，根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》水文章节，水库近20年间基本在正常蓄水位及以下运行，水库近20年间水库总淤积量为97.7万 m^3 ，多年平均泥沙淤积量为4.90万 $m^3/年$ 。淤积形态属锥体淤积，不翘尾巴，中石坝水库坝前淤积高程为1827.35m，中石坝水库扩建后，对现状右岸输水隧洞进行改造，输水隧洞的拦沙井加高改造成输水隧洞进口取水井，输水隧洞首部采用竖井取水，竖井取水进口高程取为1827.90m，同时在井顶以上1m作为死水位，死水位为1828.40m，对应死库容为139.1万 m^3 ，已建右岸输水隧洞进口底板高程为1820.40m，新建左岸输水隧洞进口底板高程为1829.40m，中石坝水库供水通过已建的右岸输水隧洞及新建的左岸输水隧洞放水至下游灌溉渠道及管道供往灌区。水库在设计运行期内不存在

淤塞风险。

水库建成运行后，推移质和悬移质移动过程将发生变化，大量泥沙将沉积在库区，下泄水含沙量大大降低。水库出水泥沙会明显减少，对水质改善是有利的，这种影响要持续较长一段时间，直到水库淤积库容淤满后才会消除其影响。

②库区河段

中石坝水库扩建后下游径流年内分配将有较大改变，总体趋势为下泄年均水量减小。中石坝水库扩建前，滇中引水工程未进行充蓄，中石坝水库本区多年平均入库水量为1299.0万m³，水库年实际下泄水量为802.4万m³（生态水量180.1万m³、溢洪道下622.3万m³），占中石坝水库本区入库水量61.8%；中石坝水库扩建后，滇中引水工程多年平均充蓄水量418.0万m³，中石坝水库本区多年平均入库水量为1717.0万m³，扩建建成运行后，水库年实际下泄水量为645.6万m³（生态水量330.2万m³、溢洪道下315.5万m³），占中石坝水库本区入库水量49.7%；较扩建前减少156.8万m³，减幅为19.5%。

水库建成运行后，坝址断面下泄水量较天然情况下减小，但随着下游河段生活生产退水和区间来水，水库的建设对下游河段水文情势的影响也在逐渐减小。

③水温

水库蓄水运行后，水温作为表征热状况的一个水文要素将发生变化。水库的水温分布受太阳辐射、水库容积、入出库水量和水温、水库形状、水库调度运用方式等多种因素的影响。分析库内水温是否因滞留而分层，一般采用《水利水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）中推荐的判别公式对水库水温结构进行判别，即：

$$\alpha = \text{多年平均入库径流量} / \text{总库容}$$

当 $\alpha > 20$ 时，水库水温结构为混合型，水库上下层水温相差较小；当 $\alpha < 10$ 时，为分层型，上下层水温相差较大； $10 < \alpha < 20$ 时，水库水温为过渡型。

中石坝水库多年平均入库水量为1717.0万m³，总库容为1032.1万m³，计算得到中石坝水库 α 值为1.65，小于10，属分层型水库。本工程主要承担农田灌溉、城镇环境、工业的供水任务，全年均有灌溉用水需求，在春季存在低温水

问题，但考虑到工程区地处亚热带区，且水库下放水量经已建渠道输水过程也可看作是沿程升温的过程，据同类工程资料，水温在灌溉明渠中会增温达 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，对灌区作物影响较小。总体来看，中石坝水库建设可能引发的低温水对农业生产影响不大，但下泄生态流量低温水对原河流水生生态系统将产生一定影响。

4.6.3对水资源利用的影响分析

楚雄市地跨金沙江、元江两水系，人均占有水资源量不平衡，开发利用条件也难易不同；楚雄市水源工程缺乏，供水保障率低，且水利工程分布不均，工程性缺水和资源性缺水并存。水资源依赖大气降水形成，属典型的滇中资源性缺水干旱区。青龙河所在的龙川江流域水资源总量为 1.62亿m^3 ，目前流域缺灌面积尚有 10.50万亩 。青龙河流域面积 264km^2 ，水资源总量为 3369.4万m^3 ，目前流域内尚有 3.27万亩 耕地缺水灌溉。干旱缺水给当地社会及国民经济发展造成了巨大损失，属工程性缺水区域。

中石坝水库是青龙河城区段洪水调控的关键性工程，受水库规模和管理水平的影响，洪水仍对下游农田和楚雄城区产生威胁。根据楚雄市经信局统计，富民工业园区目前入驻企业共计 40家 。随着园区入驻企业不断增加，园区工业需水量增加，园区的供水量会挤占城镇生活、农业灌溉、生态等行业的供水量，被挤占用水的行业，出现用水困难现象。

现状水平年2022年，中石坝水库规划区总需水量 6973.0万m^3 ，其中城镇生活需水量 2037.6万m^3 ，农村生活需水量 15.0万m^3 ，富民工业园区工业需水量 4204.4万m^3 、农业灌溉需水量 716.0万m^3 。

设计水平年2040年，中石坝水库灌区总需水量 13066.9万m^3 ，其中城镇生活需水量 3035.4万m^3 ，农村生活需水量 21.2万m^3 ，富民工业园区工业需水量 9322.4万m^3 、农业灌溉需水量 687.9万m^3 。

规划年2040年，中石坝水库未扩建，但规划水利工程已实施，中石坝水库规划区水利工程总供水量为 6510.7万m^3 。其中城镇生活供水 2037.6万m^3 ，大小牲畜生活供水 21.2万m^3 ，工业供水 3902.3万m^3 ，农业灌溉供水量 549.6万m^3 ，保证灌溉面积 0.71万亩 。

设计水平年2040年，中石坝水库扩建，加入滇中引工程后，规划区可新增供水量7078.9万m³，减去青山嘴水库对中石坝水库规划区供水量减少611.0万m³，设计水平年2040年整个规划区供水量实际增加6417.9万m³。规划区水利工程总供水量为13066.9万m³。其中城镇生活供水3035.4万m³，大小牲畜生活供水21.2万m³，工业供水9322.4万m³，农业灌溉供水量687.9万m³，保证灌溉面积0.89万亩。规划年2040年，中石坝水库扩建后，滇中引水工程供水后，中石坝水库规划区总缺水为0.0万m³，中石坝水库规划水资源供需平衡。

综上，中石坝水库为楚雄市和青龙流域及相关地区的未来发展提供了可靠的水源支撑，解决了经济社会发展对水资源需求与现状水利工程供水量的供求关系和矛盾。

4.6.2地下水环境

项目运行不会对地下水产生污染，但坝肩帷幕灌浆、原右岸隧洞改造、新建左岸隧洞等工程实施对水文地质单元地下水补径排关系、地下水流场、水位可能存在一定影响。

4.6.3土壤环境

由于水库蓄水水位大幅上升，导致区域地下水位上升，可能使库周土壤受浸没影响，发生盐碱化、潜育化或沼泽化。

4.6.4生态环境

1、陆生生态影响

水库蓄水后将造成淹没范围内动物栖息地的损失，工程永久占地也会导致植被、植物的损失。区域生态系统生物生产力、恢复稳定性、阻抗稳定性会发生相应的变化，从而对区域生态完整性产生一定影响。但本工程为民生水利工程，工程建成后，工程临时占用的710.92亩土地将逐步恢复，施工期影响逐步消失；项目工程周边动物资源有限，输水工程布置以隧洞、管道等形式相结合的方式布设，因此，不会对陆生脊椎动物产生明显的阻隔影响，本工程建设提供农业灌溉用水，灌区内农业生态系统将更加稳定，水热关系更为协调。总体

而言，工程运行不会对区域陆生生态环境造成持续不利影响。

2、水生生态影响

库区河流型生态变为水库生态，水面面积增加，原有的陆地变成水域，淹没部分植被，使库区周边陆生生态系统演替为水生生态系统，自然系统生产力将会发生较大变化，区域生态完整性受到一定损失。

水库扩建后，坝轴线向下游移13.12m，坝顶宽度6.0m，坝顶长225.17m，坝顶增高4.6m，坝顶总高达36.1m。大坝的建设引起工程河段及坝下河段流速、泥沙、水深、水位、水质等变化，改变了河流原来的河道水生生态环境，鱼类所面临的生境不同于现有状况会使种群生存状态受到一定影响。此外大坝的建设阻断了鱼类的自然通道，使水生生境的片段化和破碎化，增大了对鱼类交流、迁移等的阻隔影响。本工程没有长距离洄游鱼类分布，不涉及产卵场、索饵场、越冬场。因此对鱼类“三场一通”没有直接的影响。

水库建成后，水库蓄水后在大坝阻隔作用下，水体体积大幅增加，河流流速减慢，水体容积增大，悬浮物沉降作用加强，水体悬浮物浓度降低，在不增加污染物排放的前提下，水库水质可能得到改善。水质的改善增加了水生生物的种类和生物量，为鱼类提供丰富的饵料，从而增加水生生物和鱼类产量。水库蓄水，下泄不小于 $0.0571\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量，库区河段由天然激流性河道变成缓流水库，改变了水生生物的生境，喜欢激流生存环境的水生生物和鱼类生物量将减少，而喜欢缓流性水生生物和鱼类将增加，从而改变水库水生生物和鱼类的群落组成。

工程运行期，库区水流变缓、水深增加、急流生境萎缩，河流的水动力学过程将发生变化。水文情势变化可能对库区的水生生境、浮游动植物和底栖动物产生影响。

4.6.5 工程管理污染

中石坝水库工程扩建后运行期建设水库管理区，运行区管理范围包括办公室、会议室、资料档案室、仓库、防汛调度室、值班室、车库、食堂、值班宿舍及其他附属实施等。管理人员10人，管理过程产生食堂油烟、生活污水、生活垃圾及机修固废等。

1、食堂油烟

食堂主要使用电和液化石油气等清洁能源，废气主要是烹饪油烟。就餐人员10人/d，食用油用量平均按0.03kg/人·天计，日耗油量为0.3kg/d。油烟废气经净化效率为65%油烟净化装置处理后，引至室外排放。油烟排放量为2.1g/h，排放浓度0.84mg/m³，小于2.0mg/m³。

2、生活污水

项目运行期废水主要来源于管理职工生活，参考云南省地方标准《用水定额》（DB53/T168-2019），并结合项目实际，食堂用水量按20L/人·d计，则项目食堂用水量为0.2m³/d，污水产生量按80%计，食堂废水产生量为0.16m³/d。员工生活人均用水量取100L/d，则生活用水量约1.0m³/d，蒸发损失0.20m³/d，生活污水量为0.80m³/d，生活污水中主要污染物浓度约为：SS 150mg/L、COD 250mg/L、BOD₅ 150mg/L、NH₃-N 20mg/L、TP 4.5mg/L。食堂废水经隔油池预处理后排入化粪池与其他生活污水一并处理，水分蒸发损耗后定期请周边村民清掏污泥用于农田施肥。

3、固体废物

项目建设运行期固体废物主要为管理人员产生的生活垃圾和泵站设备维修产生的废润滑油。

（1）生活垃圾

工程管理人员共计10人，产生量按照1.0kg/（d·人）计，生活垃圾产生量约0.010t/d，合计3.65t/a。在管理区设置专门垃圾收集设施，并进行集中清运至区域固定垃圾处理场所，由当地环卫部门清运处置。

另外在库区进水口设置有格栅，应进行垃圾的集中定期打捞，设集中垃圾堆放区，定期送当地垃圾处理系统。

（2）废润滑油

项目运行过程中提升泵站设备维修会产生极少量的废润滑油，根据《国家危险废物名录（2025年版）》，废润滑油属于危险废物，危废类别：HW08废矿物油与含矿物油废物，危废代码900-217-08的“使用工业齿轮油进行机械设备润滑过程中产生的废润滑油”。收集暂存于水库管理房的危废暂存间，委托有资质的单位处置。

4、噪声

水库运行期间噪声污染源为泵站，源强一般为85~90dB（A）。

4.6.7社会环境

中石坝水库扩建后，增加了规划区供水量，为青龙河及公园生态环境持续良好发展提供可靠的水源支撑，提高了生态供水保障；为富民工业园区建设提供可靠的水源支撑；配备水情自动测报系统、闸门自动启闭系统，精确调控下泄洪水，确保控制50年一遇限制下泄流量不大于88.7m³/s，使青龙河城区段洪水标准由30年一遇提高到50年一遇洪水标准，有利于保证下游农田和楚雄城区防洪安全；中石坝水库扩建后，滇中引水工程可对其进行充蓄，实现滇中引水工程与本地水源连通，面对严峻的水资源情势，构建全局性系统性的连通工程体系，提高抵御重大干旱风险的能力，同时提高区域水资源配置能力，能较好地解决规划区水资源供需矛盾。

综上，工程运行将有效缓解受水区的水资源供需矛盾，对解决城镇生活用水、工农业用水及改善当地生态环境、促进当地社会经济发展等起到积极作用。

4.6.8移民安置

根据可研，中石坝水库淹没区和枢纽工程建设工程区和不涉及居住人口，无搬迁安置人口。中石坝水库扩建工程基准年生产安置人口为79人，无搬迁安置人口；规划设计水平年生产安置人口为84人。农村移民安置总人口为生产安置人口与搬迁安置人口之和再扣除两者重叠部分。由于本工程无搬迁安置人口，生产安置人口为农村移民安置人口，基准年移民安置人口为79人，规划设计水平年移民安置人口为84人。

中石坝水库扩建工程征收耕地涉及楚雄市2个镇3个村委会（社区）6个村小组，征收耕地比重在1.61%~8.51%之间，对当地农村生产生活影响较小。在征询地方政府意见及移民意愿后，采取自行安置的生产安置方式，通过货币补偿后移民自行流转耕地来恢复生产。

自行安置人员不新增本项目所在区域生活污水、固体废物等排放量，不产

生重新开垦土地过程由于开挖、弃土和占地将对原地表植被产生破坏。

4.6.9环境地质

库盆两岸大部分地段基岩裸露，岩层倾向山内，未见大的滑坡、崩塌等不良物理地质现象，山坡的整体稳定性好，水库边岸较为稳定，库区水位的升降不会对边岸稳定产生影响。库区及其上游，山地植被较好，滑坡、崩塌、活冲沟不发育。因此，中石坝水库扩建完成蓄水后，水位上升对库周边岸影响不大，不会发生大的库岸滑坡、崩塌。

5 区域环境现状

5.1 自然环境概况

5.1.1 地理位置

鹿城镇是楚雄市政治、经济、文化中心，辖区总面积372平方公里，集山区、坝区、城区三位于一体，有耕地2.3万亩（其中水田1.7万亩），森林面积达39万亩，森林覆盖率达66%。下辖19个社区、3个村委会、276个村（居）民小组，总人口达24.2万人（其中户籍人口16.7万人，流动人口7.5万人；直管人口70263人）。多年来一直保持全国环境优美镇、全国文明村镇、省级文明小城镇等荣誉称号。最高海拔1800米，最低海拔1450米，镇人民政府驻地海拔1500米，是全镇的政治、经济、文化中心。

中石坝水库位于楚雄市东南部鹿城镇富民村委会中石坝村附近的青龙河上，属金沙江水系龙川江一级支流青龙河中下游，水库坝址处地理坐标为东经101°34'20"，北纬24°58'10"，水库坝址距楚雄市12km。水库现状规模为小（1）型，总库容591.7万m³。中石坝水库坝址以上控制径流面积129km²，河长32.5km，河道平均比降3.21%，水库流域水系呈扇形状分布，径流区南北最长15.1km，东西最宽10.6km；水库流域最高点为位于流域南部的打英山，海拔高程为2376.8m，最低点为水库坝址，海拔高程1820m，流域平均高程1950m。

青龙河发源于楚雄市云龙镇，流经云龙子午坝子进入中石坝水库调蓄，再进入楚雄盆地的富民等地，再从楚雄城区东郊小河口村汇入龙川江。青龙河控制径流面积264km²，主河长50.25km。

5.1.2 地质及地层岩性

5.1.2.1 水库库区

1、地层岩性

库区主要分布中生界白垩系江底河组（K₂J）、马头山组（K₂m）、白垩系

下统普昌河组 (K_{1p})、高丰寺组 (K_{1g}) 砂泥岩地层以及新生界第四系残坡积、冲洪积地层, 根据该区各类地层分布范围、岩性特征、沉积规律、岩相变化、岩性组合特征, 由新到老分述如下:

(1) 第四系全新统 (Q):

①人工填筑坝土 (Q: 坝土为紫红色含砾~碎石粘土, 排水棱体为块石、碎石土。

②残坡积层 (Q): 由灰紫、浅褐灰、紫红色含砾粘土, 碎石土、粉砂质土组成, 厚3~5m, 分布于库区四周。

③冲洪积层 (Q_{4^{ap1}}): 分布于库尾库区河道、坝址下游河道, 由含砾粘土, 淤泥质粘土、粉细砂、砂卵石、泥炭等组成, 厚度变化大, 与下伏地层呈不整合接触。

(2) 中生界白垩系 (K)

①中生界白垩系上统 (K₂)

a、江底河组 (K_{2j}) 岩性为紫红色、紫色薄~块状层泥岩、砂质泥岩, 夹灰紫色中至厚层状细粒长石石英砂岩, 局部夹钙质泥岩及粉砂岩等。分布于库尾, 区域厚度228.0~442.0m, 构成楚雄向斜核部地层。

b、马头山组 (K_{2m}): 上部为紫红色块状灰质泥岩、砂质泥岩、灰绿色灰质粉砂岩、泥质粉砂岩; 中部为紫红色厚层细~中粒含长石石英砂岩夹紫红色泥岩; 下部为黄褐色砂砾岩。分布于库尾, 厚度137~526m。

②中生界白垩系下统 (K₁)

a、普昌河组 (K_{1p}): 上部为紫红色厚层细粒含长石石英砂岩与紫红色块状泥岩互层; 中部为紫红色、灰绿、黄绿等杂色泥岩夹泥灰岩及粉砂岩; 下部为紫红色灰质泥岩、砂质泥岩、灰黄色细粒石英砂岩、粉砂岩及泥岩。分布于库尾及防护区, 厚度216~311m。

b、高丰寺组 (K_{1g}): 为黄灰色、灰白色厚层状细至中粒含长石石英砂岩, 下部夹砂砾岩; 上部夹紫色泥质粉砂岩及泥岩, 厚150~450m, 与下伏上侏罗系妥甸组杂色泥岩呈假整合接触。分布于整个库区及坝址区, 该层石质坚硬、抗风化强, 是该区主要建筑石材层位。

2、地质构造

库区周边构造行迹以南北向褶皱为主，断裂较少，挽近期为上升期，构造运动不强烈。对水库区河流山脉的走向、地层岩性的展布起控制作用的主要为中石坝背斜。该背斜轴向为 $310^{\circ}\sim 330^{\circ}$ ，延伸长4km左右，背斜轴由库盆向北经溢洪道北西通过。背斜核部出露高丰寺组（ K_{1g} ），两翼依次出露普昌河组（ K_{1p} ）马头山组（ K_{2m} ）江底河组（ K_{2j} ）地层，北西翼岩层倾向 $210^{\circ}\sim 260^{\circ}$ ，倾角 $25^{\circ}\sim 48^{\circ}$ ，南东翼岩层倾向 $20^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，倾角 $35^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。受其控制坝址区及库区大部地段岩层均倾向北东，岩层走向北西。

库区岩层走向与主要构造线方向一致呈南北向展布，库区节理裂隙中等发育程度，主要发育三组节理，多为剪性节理、裂面平直，多数充填泥质，少部分张开。根据节理裂隙的规模、发育程度、结构面分为IV、V两级，库区地层连续分布、岩性单一、岩层产状变化较大、但未发现区域性断裂构造通过，总体上库区工程地质条件良好。

3、地形地貌与不良物理地质现象

水库区位于楚雄盆地边缘，为盆地与高山交接的低中山丘陵地形，地势南西高，库盆地形与区域构造线方向大体一致，呈近南北向展布，库盆前段约1.5km范围内，地形开阔，河谷宽缓，呈“U”型，库盆特性较好；库盆后段，河道弯曲，呈狭长“S”型，相对较差；两岸冲沟、水系呈树枝状发育。库盆东南为山顶浑圆，海拔高程1960.0~2002.40m，西为周家梁子，海拔高程1970.0~2026.2m，北与楚雄盆地相接，最低水库下游江头村高程1799.3m，相对高差227余m。库区为中低山剥蚀，侵蚀地貌，以物理风化为主，库岸两侧沟口见冲洪积层发育，但规模较小，未发现较大规模的滑坡、坍落等不稳定地质体存在，库区自然边坡稳定。库区内分布中生界白垩系上、下统，新生界第四系全新统地层，第四系以风化剥蚀，冲积堆积为主，分布于坡地、河床，库内。库区山地以风化剥蚀为主，上游小河呈树枝状水系发育、并有分水岭向源侵蚀之势。两岸山体森林植被覆盖率较高，山坡平缓，无大的水土流失及坍塌等物理地质现象的发生。

5.1.2.2 水库枢纽工程

（一）大坝

1、地层岩性

坝址区地层主要由白垩系下统高丰寺组 (K_{1g}) 砂泥岩地层及第四系 (Q) 松散堆积层组成, 上下游分布第四系冲洪积 (Q^{alp})、水库淤积层 (Q^1) 含砾粉质黏土、砂卵砾石层, 两岸坡分布第四系残坡积 (Q^{eld}) 含碎石的砂质、粉质黏土层, 按岩性组合特征, 由新至老分述如下:

(1) 第四系 (Q)

①第四系水库淤积层 (Q^1): 分布于库底及坝前, 为淤泥质粘土: 灰褐、湿、软塑、强度软弱, 有腥味, 坝前淤积厚达7.0m。

②第四系人工堆积层 (坝体) (Q_s): 迎水坡坡面为防浪护坡C20砼预制块; 坝体为紫~褐黄色, 含砾粘土, 可塑及硬塑状砂质粘土, 结构中密, 据钻孔揭示最大厚度30.5m;

混凝土: 灰色、浅灰色, 含钢筋, 属于溢洪道底板, 岩芯呈碎块状、柱状。CBZK2号钻孔揭露, 厚度0.70m。

含角砾粉质黏土 (坝土): 褐红色~褐黄色, 局部黄灰色, 可塑~硬塑, 湿。岩芯切面不光滑, 含碎石、角砾、砂土团块。碎石粒径10~50mm, 形状呈棱角~次棱角状, 成分以强风化及弱风化砂岩为主, 局部夹碎石土层。碎石分布不均匀, 上部0.0~10.6m段含量偏多。欠固结, 渗透性较好, 局部夹薄层砂土、粉土, 土质不均匀。主要由坡积层、全~强风化砂岩, 弱风化砂岩作为回填料, 整体含砂量偏高。CBZK6号钻孔揭露, 厚度22.70m。

粉质黏土 (坝土): 褐红色, 硬塑, 湿, 岩芯切面光滑, 有砂痕迹, 含粉砂团块, 土质不均匀, 固结较好, 渗透较差, 防渗性良好。CBZK6号钻孔揭露, 厚度1.80m。

素填土 (棱体右侧填土): 褐红色, 松散, 湿, 主要由粉质黏土、碎石土组成, 未经碾压实, 具高压缩性, 透水性较好。CBZK7号钻孔揭露, 厚度2.00m。

素填土: 褐红色、褐黄色, 松散, 稍密, 湿。主要由粉质黏土、碎石、块石组成。未碾压实, 具高压缩性。CBZK4号钻孔揭露, 厚度0.80m。

③冲洪积层 (Q^{alp}): 分布于上、下游河床部位。含少量泥岩碎块及粘土。卵砾石、砂大小混杂堆积, 透水性强, 局部夹粉细砂层。圆砾卵石分布不均, 底部卵石含量相对高。厚度5.5m左右。

粉质黏土：褐红色，软塑状，湿。含粉砂团块、碳质斑点。土质不均匀。具大孔隙，具高压缩性。CBZK7号钻孔揭露，厚度1.60m。

圆砾含卵石：褐红色～褐黄色，局部褐色，稍密～中密状，饱和，形状为圆～亚圆状。粒径为10～50mm，最大粒径为100mm，圆砾含量为50%～55%，成分为中风化砂岩，由粉、细砂充填。CBZK6、CBZK7号钻孔揭露，厚度4.40～5.50m。

④残坡积层（Q^{eld}）：零星分布于岸坡、岸顶，为褐红色砂质～粉质粘土、碎石土，碎石含量50%，厚度0.5～7.2m。

粉质黏土：褐红色，可塑状，湿。岩芯切面不光滑，含粉砂团块，土质不均匀。含少量强风化状角砾。具大孔隙。CBZK1、CBZK8号钻孔揭露，厚度0.50～1.60m。

碎石土：褐红色、褐黄色，稍密～中密状，湿。形状呈棱角～次棱角状，碎石粒径为10～50mm，含量为50%～55%，成分以强风化状砂岩为主，少量为弱风化砂岩，粉质黏土、粉砂充填，交接一般。CBZK1、CBZK4、CBZK8号钻孔揭露，厚度2.80～7.20m。

（2）中生界白垩系下新统（K₁）

高丰寺组（K_{1g}）为黄灰色、灰白色厚层状细至中粒含长石石英砂岩，下部夹砂砾岩；上部夹紫色泥质粉砂岩及泥岩，厚150～450m。分布于整个坝址区。

泥岩：紫红色、紫色，泥质构造，薄～中层状构造，分为全风化、强风化、弱风化。全风化在CBZK8号钻孔揭露，厚度为0.60m；强风化在CBZK2、CBZK3、CBZK7号钻孔揭露，厚度0.80～7.10m；弱风化在CBZK4、CBZK5号钻孔揭露，厚度1.80～10.60m。

泥岩夹砂岩：紫红色、紫灰色，泥质结构，薄～中层状构造，坝址揭露为强风化。在CBZK1号钻孔揭露，厚度为8.70m。

泥灰岩：紫黄色～褐灰色、深灰色～黑灰色，泥质结构，中层状构造，分为强风化、弱风化。在CBZK3号钻孔揭露，强风化厚度为8.10m，弱风化厚度为15.50m。

角砾状砂岩：灰色～深灰色，中砾结构，薄～中层状构造。坝址揭露为弱

风化。在CBZK1号钻孔揭露，厚度为6.20m。

长石石英砂岩：紫色～紫灰色、褐黄色，中～细粒砂质结构，薄～中层状构造，分全风化、强风化、弱风化。在CBZK1、CBZK6、CBZK8号钻孔揭露，厚度为2.50～6.50m。

长石石英砂岩夹粉砂岩：灰色、浅灰色，中～细粒砂质结构，薄～中层状构造，分全风化、强风化、弱风化。厚度为3.60～8.00m。

长石石英砂岩夹泥岩：灰色～浅灰色中～细粒砂质结构，薄～中层状构造，分全风化、强风化、弱风化。厚度为47.80～24.90m。

2、地质构造

坝址区地层分布连续，构造简单，处于中石坝背斜核部偏东翼，岩层走向与区域构造线一致，主要构造线呈北西及南东走向，构造以褶皱及小型断裂为主，褶皱轴向大致北西走向，发育背斜1个，小型断层2个。常见有层间错动，挤压现象，岩层扭曲，褶皱变形，对坝址渗漏及岸坡稳定有一定影响。

坝址岩层走向与河流一致、呈单斜倾向右岸偏下游，为斜向河谷。岩性单一、地层分布连续、相变小、具规模的断裂构造不发育。按结构面分级坝址区不存在I～III级结构面，III级结构面主要为F1、F2断层；其他零散裂隙，除上述以外的风化裂隙，主要分布于强风化岩体浅表层，弱风化以上岩体中隙面微张、以下消失，结构面小且连续性差，为五级结构面。

3、地形地貌与不良物理地质现象

枢纽区山顶高程1850～1890m，山体走向基本与构造线一致，呈北西向或近南东向。河床高程1809m，坝址区河道呈“S形”，大坝处于河道相对狭窄处。两岸地形不对称，左岸为一圆形山包，右岸上、下游冲沟发育，坝轴线上、下游移动空间不大。

筑坝地段原始河谷呈“U”型，河谷较开阔，两岸地形坡度约30°左右，河流由南向北流，河道相对平直，河水面在坝体下游宽约20m，一级阶地宽15～20m，河床为洪积层覆盖，上部为砂壤土、砂土，厚2～4m，下部为砂卵砾石层夹腐殖土，厚3～5m。

区内物理地质现象不甚发育，由于靠近中石坝背斜轴部及倾伏端，岩石较为破碎，小规模褶皱、饶曲现象较发育，岩石表层存在松动、变形现象，由于

岩石为长石石英砂岩夹粉砂岩、泥岩，抗风化能力中等~差，左岸基岩强风化下限埋深40~50m；河床段基岩强风化下限5~30m；右岸基岩强风化下限埋深5~10m。

坝址具规模的崩塌、滑动变形等不良地质现象不发育。左坝肩地表植被差，开垦为旱地，第四系坡积层较厚，结构疏松，洪水期粉细颗粒受地表水冲刷淋漓向下蠕动，雨裂小冲沟发育，水土流失严重。

右岸基岩出露，岩石风化强烈，以风化剥蚀为主，冲沟发育，坝轴线上下游存在两条冲沟，山岭显单薄，上游冲沟长约160m，深约5~12m，下游冲沟长约65m，深3~8m。岸坡岩体受重力影响，卸荷裂隙及反倾角结构面发育，岩体风化易产生掉块、崩塌。崩塌现象主要位于冲沟两侧、隧洞出口及公路下部，岩体强风化，节理裂隙发育，崩塌堆积物主要为碎石，颗粒一般2~20cm，厚度2~5m，结构松散。

（二）溢洪道

由于大坝扩建加高，新建闸室取水高程已不能满足蓄水运行需求，需进行改建。闸室位于老溢洪道缓坡段，地形平缓，沿轴线方向坡度约2°，属缓坡地形，分布里程0+055.5~0+095m，两侧岸坡植被覆盖差，杂草丛生，大部分为岩石边坡，斜坡未发现滑坡、崩塌等不良物理地质现象，边坡稳定。工程地质条件较好，水工建筑物易于布置。

闸址区主要出露地层为白垩系下统高丰寺组（K_{1g}²）第二层黄色薄层状泥岩、泥质粉砂岩、泥灰岩，以及墙体外侧的第四系松散堆积层（Q^s）组成，松散堆积层岩性为含砾粉质粘土及碎石土，干燥，局部架空。地表未出露大的断裂构造，主要为进口段上游的中石坝背斜褶皱、F1断层影响，岩层产状变化较大，F1断层从老闸室向溢洪道出口倾伏，走向N20°E，倾向SE，倾角较陡60-70°，出露于水库管理所西侧山坡，长100余m，为压扭性断层，两侧岩层明显错动，断层带岩层扭曲强烈，有泥化现象。

闸址区地下水类型主要为第四系松散堆积层孔隙水和中生界碎屑岩裂隙水两种：松散堆积层孔隙水岩性以含砾粉质粘土为主，结构稍松，透水性好。碎屑岩裂隙水主要为闸基泥岩及砂岩，在裂隙发育地段富含地下裂隙水，富水性极不均匀，受岩性的控制，随钙质含量和溶蚀程度而变化，水量大小以裂隙发

育程度有关。

（三）输水隧洞

隧洞布置于顺流左岸，为转弯洞，进口位于坝轴线上游溢洪道进口左岸箬沟汇口，洞身平行溢洪道并沿左侧布置，与原有水工建筑无交叉，出口与原高涵灌沟相连。隧洞沿线地形较完整，进出口段地形总体平缓，洞身段地形高低起伏较大，尾段地形则较顺直。隧洞沿线植被发育差，地表大部分覆盖第四系残坡积（ Q^{eld} ）紫红、浅灰色含砾粘土、粉质粘土层，多为梯田及旱地，其中进口段厚2.5~4.8m不等，洞身段厚0.8~1.2m，出口段厚6.2~6.5m。下伏基岩岩性：进口段、竖井段、无压洞身1段为中生界白垩系下统高丰寺组第一层（ K_{1g}^1 ）石英砂岩夹灰色薄层状泥岩，洞身分布白垩系下统高丰寺组（ K_{1g} ）第二层黄色薄层状泥岩、泥质粉砂岩、泥灰岩，第三小层（ K_{1g}^3 ）灰色、黄色中厚层状长石石英砂岩。岩石弱风化状态，岩层倾向 47° 、倾角 55° ，岩层走向与洞轴线斜交，呈单斜倾向出口偏右壁。岩层走向与洞轴线斜交，洞身范围内地层分布连续，岩性单一，隧洞沿线无断裂构造通过，褶皱构造较发育，处于中石坝背斜核部偏东翼，有层间错动，挤压现象，岩层扭曲，褶皱变形，岩体风化较强，完整性差，破碎~较破碎，以碎块或碎屑状散体结构为主，对洞身稳定影响较大。沿线地表无基岩裂隙水、泉点溢出，洞身围岩属弱透水层，含水微弱或不含水。沿线无规模较大的坍塌、滑坡等不良物理地质现象发育，总体边坡稳定。

5.1.2.5库区河道整治工程

1、地层岩性

中石坝水库扩建加坝蓄水后，为确保库区淹没线以下大片农田可继续耕种，将采用垫地加高方式进行恢复，同时沿库区河道两岸设置治理防护工程。治理思路为河堤采用格宾石笼防护，堤顶设混凝土机耕路面，坡面采用草皮护坡。本次库区河道治理河段位于库区袁家至下马房村一带，治理河道长度（改造后）为2.39km。

治理河段沿线由中生界的白垩系上统马头山组（ K_{2m} ）、下统普昌河组（ K_{1p} ）、下统高丰寺组（ K_{1g} ）构成基底，新生界第四系更新统（ Q ）构成盖层，第四系盖层覆盖于基底之上呈不整合接触。河道沿线穿越地层主要为第四

系河床冲洪积层（ $Q^{alp}-②$ ）、第四系I级阶地冲洪积（ $I-Q^{alp}-①$ ）、中生界白垩系上统马头山组（ K_{2m} ）、下统普昌河组（ K_{1p} ）、下统高丰寺组（ K_{1g} ）等地层。河床及两岸河堤广泛分布第四系全新统河床冲洪积砂砾石土层及阶地冲洪积含砾粉质粘土层。根据各时代地层岩性特征、沉积韵律、岩相变化、岩性组合特征，由新到老分述于下：

（1）第四系更新统（Q）

残坡积层（ Q^{eld} ）：厚度0.5~2m，分布于垫地区缓坡及山路地带，主要为含碎石粘土、碎石土等，砾石成分为砂、泥岩，砾径2~10cm，棱角~次棱角状。

冲洪积层（ Q^{alp} ）：厚度2~6m，分布于河床及两岸阶地，按沉积物特征划分为：河床冲洪积层（ $Q^{alp}-②$ ）、一级阶地冲洪积层（ $I-Q^{alp}-①$ ）。

河床冲积层（ $Q^{alp}-②$ ）：浅褐灰色、棕色粘质砂土、细砂及松散砂砾石层等，局部夹粉质粘土、淤泥质粘土等透镜体，厚度1~3m。砾石成分：石英砂岩、长石石英砂岩、泥岩等，砾径2~12cm，最大12~30cm，砾石磨圆度好、一般呈圆状、少数呈次圆状、分选性差。河床流水范围内主要为砂质粘土层、河闸后部滞水区分布淤泥质粘土，水面以上岸边和河漫滩上部为砂壤土及砂质粘土，下部为细砂砾石。整个沿河床冲积层堆积物成分分布均匀、相变较小。

一级阶地冲洪积层（ $I-Q^{alp}-①$ ）：一般高出河床面（阶高）3~5m。上部褐灰色含砾粉质粘土、砂质粘土，厚度1.5~3m。下部灰色、褐灰色砾石细砂、细砂砾石、卵石、局部夹粉质粘土、细砂透镜体。砾石成分：石英砂岩、长石石英砂岩、泥岩等，砾径1~10cm，最大10~20cm，磨圆度好、呈圆状、分选性差，分布于整个河床两岸阶地。

（2）白垩系下新统高丰寺组（ K_{1g} ）：厚度365~702m。分布于整个中石坝水库库区、坝址区至外石坝一带：

岩性为灰色、黄色中层状长石石英砂岩夹少量薄层状紫色泥质粉砂岩，紫色薄层状泥质粉砂岩、泥岩互层。

河道沿线地形较平坦，河床断面呈“U”字形，宽度5~8m，治理后宽度9~10m，天然河道逶迤弯曲，河道经治理改道后在平面上形似“勺”型，天然河道沿线两岸大面积分布农田，是区内主要的灌溉水源。治理河段河流侧蚀不强

烈，河道形态稳定，两岸河堤塌岸现象少见，仅急弯河段存在流水掏蚀河岸，会发生小规模坍塌，存在一定河岸再造问题。总体来说，河道两岸河堤岸坡稳定性为基本稳定～稳定性较差岸坡。

2、地貌结构

工程区属典型的盆地河谷地貌区，为侵蚀堆积地貌类型、阶地地形沿河床及其主要支流两侧不对称分布，残坡积层及基岩主要分布于盆地边缘。中石坝库区治理天然河道长度2.993km，经人工改道后长度为2.346km，河道经改造治理后平面形态呈“勺”形，前段河道弯折较大，呈“U”形，为天然河道，后段河道流向总体为由南东向北延伸，为人工河道。

(1) 河道：治理段河道委婉弯曲，现状河道大部分宽度在5～8m之间，河床堆积物（ $Q^{alp-②}$ ）一般由砂、卵、砾石组成，厚度2～6m，局部地段夹泥质透镜体，或表层为淤积层、砂类土层，与下伏基岩形成双层或多层结构，基岩出露零星且不连续。

(2) 河漫滩：河道内弯多数有月牙形河漫滩（ $Q^{alp-②}$ ）分布，大小不一，规模不等，主要由砂类土、卵、砾石组成，一般高于枯期河水位，高于河床0.5~1m，汛期被洪水淹没、重塑，为目前河道的主要堆积区，外湾为冲刷区。

(3) 阶地：沿河道两侧均有I级堆积阶地分布，一般高出河床3～5m，阶面相对平缓。主要为细颗粒的砂类土组成，阶面微倾向河床，坡度一般小于5°。

(4) 残坡积层（ Q^{cdl} ）：主要分布于沿河两侧山坡下部缓坡、凹地附近，厚度0.5～2m不等，主要由含砾粉质粘土、碎石土构成。

(5) 基岩：主要出露于盆地周边山麓地带，分布较广，出露地层以白垩系（K）的砂、泥岩为主，受构造影响呈条带状南北展布。

3、工程区地质存在的问题

前段河道沿线多数河堤为田埂、地埋，有柳树、杂木护堤，植被较好。河道现有河岸大部分较缓，以I级冲洪积阶地为主，一般为双层结构，上部多由砂质粘土，含砾粉质粘土构成，下部以含砂土的砂、卵砾石层为主，底部为基岩。局部地段在汛期容易出现垮塌现象，但范围较小，影响不大，工程地质条件总体分类为B～C类，大部属基本稳定～稳定性较差岸坡（II～III类）。受地

层结构控制，冲积阶地为1~3m不等厚的灰褐色含砾粉质粘土层，属中等~弱透水层，不存在产生渗透变形的可能；该段无高边坡开挖，堤身岸坡属基本稳定~稳定性较差。两岸河堤下部基岩埋深较大，堤基均座于冲洪积砂卵砾石层或阶地含砾粉质粘土层上，为单元地质结构特征。

后段河道主要为人工河道，改造后的河道多沿山体一侧布置，局部地段需穿越山体，开挖量较大，边坡较高，工程地质条件总体分类为C类，大部属稳定性较差岸坡（III类）。

河道堤岸、堤基存在的主要工程地质问题表现为：

（1）河床冲洪积砂卵砾石层厚度多大于1.5m，结构稍密实、透水性中等、抗冲刷能力稍强；河堤覆盖层多为阶地冲积层、洪积物，稍湿，结构稍密，局部为人工杂填土及砂土，结构疏松，性质不一，受地下水、地表水的影响，容易产生坍塌和渗水，对开挖边坡稳定性有一定影响，建议开挖后及时进行砌筑、回填，做好排水、支护措施，避免边坡失稳。

（2）本工程原河堤主要为土堤，靠山段为基岩，建议河堤基础嵌入持力层。两岸河堤轴线主要位于I级阶地前缘斜坡，由于河岸受冲刷、掏蚀、侵蚀影响，堤岸现状较不规则。下部河床冲洪积粘土细砂砾石层和河床阶地堆积粉质粘土层承载力及强度总体能满足土堤堤岸、堤身变形稳定及抗滑稳定，主要存在迎水坡脚基础抗冲，渗透变形及抗滑稳定问题，建议清除松软土层，对堤岸、堤身地基土可整平、夯压处理，堤基基础置于持力层冲刷下限以下0.5~1.0m。

（3）选定的堤基持力层中，局部分布粉砂土、淤泥质粘土等软弱夹层，一般厚度0.2~0.5m，物理力学性质差，压缩性高，承载力低，在上覆荷载作用下，将发生长期固结沉降，使堤基将产生不均匀沉降，对堤身稳定构成威胁。如果开挖过程中发现该类夹层，厚度较小的建议清除，厚度大的建议加深基础埋深，在冲刷下限以下设碎、块石垫层强夯处理。

（4）局部堤线段的上覆土层较厚，持力层埋深较大，不能直接作持力层，堤基只能置于上覆土层中，但该类土层承载力、沉降、抗冲、抗滑、地震液化等指标可能不满足要求，对堤防安全威胁较大。针对类似情况，建议加深基础埋深，加大基础宽度，在冲刷下限以下设碎、块石垫层强夯处理。

(5) 尾段河道需穿越山体，最大开挖深度为12m，基岩段涉及高边坡开挖，岩性主要为白垩系砂泥岩地层，岩体风化较强较破碎，建议分台开挖，台高5~8m，建议开挖坡比1:0.5~1:0.75，并及时进行边坡支护。

5.1.3气候气象

本流域属北亚热带干燥季风气候区，干雨季分明。大气环流随季节的变化亦有明显的差异。每年的11月至次年的4月，在高空强盛大陆性干燥偏北气流的控制下，天气晴朗少雨，光照充足，蒸发量大。其降水量仅占全年降水量的10%左右。5月至10月由于受东南和西南暖湿气流的影响，雨量充沛、降水日数增多，该时期降水量占全年89.2%左右，其中7、8月占全年的42.8%。

根据同流域且邻近的楚雄气象站多年的实测资料统计，多年平均气温15.6℃；气温最高的6月月平均气温为20.9℃；最低的1月月平均气温为8.2℃；极端最高气温32.4℃；最低气温-4.8℃；多年平均日照时数2396小时；相对湿度71%；多年平均风速1.7m/s，多年平均最大风速12.7m/s，实测最大风速24.0m/s（风向NW）；多年平均蒸发量（20cm观测值）1976.9mm；多年平均降水量847.0mm；实测一日最大降水量174.0mm（2003年6月17日）。

5.1.4水文地质

5.1.4.1水文地质

区内出露地层以中生界为主，尤以著名的“滇中红层”分布最广，三迭系次之。侏罗系地层发育完善，为红色细碎屑建造。白垩系地层发育较全，分布较广，为红色碎屑含铜、含盐建造。上述地层赋存裂隙水，局部地段埋藏有层间水。第四系赋存有孔隙水，地下水受岩性、构造控制因素不同，其富水性强弱不一。不同类型的地下水，因补给、径流、排泄条件不同，其动态变化不尽相同，基岩裂隙水年变化幅度较大，而孔隙水年变化幅度较小。区内以基岩裂隙水为主，局部富含承压水。龙川江及其支流青龙河自北西向南东横贯市区，两岸发育有I、II级阶，含孔隙水。按富水性分述如下：

1、含水层（组）及其富水性

富水性强的含水层（组）：主要为第四系松散堆积层孔隙水。第四系松散

层分布在山间盆地及河流两岸。以粉砂质黏土、砂砾石及砂质黏土组成。岩性变化大，富水性受岩性和地貌条件控制。靠降雨、地表水和基岩裂隙水补给，水位埋藏浅，主要含水层砂砾石层一般厚4~10m，降升值小于5m，水化学类型为HCO₃-Ca.Na型水，矿化度低于0.5g/L；高丰寺组（K1g）：岩性为细—中粒长石石英砂岩、石英砂岩夹泥岩，砂岩占总厚的70%~90%，裂隙发育，含丰富的裂隙、孔隙承压水。泉水出露较多。但含水层渗透性能好，沟谷密度大，泉流量一般1L/s左右，水质良好。矿化度<0.5g/L。

富水性中等的含水层（组）：以中生界红层为主，白垩系江底河组下杂色泥岩段、下紫色粉砂岩段（K_{2j}¹）多组成向斜核部，为泥岩、粉砂岩夹薄层泥灰岩及含砾砂岩。厚400~800m，80m以上溶孔多，无冲填，其下溶孔减少且多充填。157m以下溶孔少见，含砾砂岩段裂隙最为发育，是该含水层（组）的主要含水段，地下水受降雨补给；白垩系马头山组（K_{2m}）砂岩承压含水层：上部为粉砂质泥岩、粉砂岩，中下部为细—粗粒长石石英砂岩，具底砾岩，砂岩占总厚的70%~90%，连续厚近百米，富水性中等。泉流量一般小于1L/s；侏罗系张河组下段（J_{2z}¹）砂泥岩互层裂隙含水层（组）：为中厚层状细—中粒石英砂岩与泥岩不等厚互层，厚500~600m。砂岩占总厚60%左右，连续厚达80余m，节理裂隙发育，含裂隙水。地下水径流模数0.5~2.0L/s.平方公里，径流量0.1~1.5L/s。

富水性弱的含水层（组）：侏罗系妥甸组上段（J_{3t}²）、蛇甸组（J_{3s}）、三迭系舍资组（T_{3s}）等含弱风化裂隙水，泉流量小于0.3L/s。

富水性微弱或不含水层（组）：包括江底河组上段（K_{2j}³）、普昌河组（K_{1p}）、妥甸组下段（J_{3t}¹）、张河组上段（J_{2z}²）等以泥岩为主，不含水或局部微弱含水。

2、地下水的补迳排特征

本区地表水、地下水为大气降水补给，工程区降雨量相对丰沛，多年平均降雨量900mm，龙川江河床是当地地下水排泄最低基准面，两岸地下水流向河床。地下分水岭与地表分水岭基本一致，地下水最终汇于龙川江，不存在跨流域水系补给现象。

5.1.4.2 水文资料收集与分析

1、参证站

根据《楚雄州楚雄市中石坝水库水资源论证报告》，中石坝水库所在的青龙河流域内的中石坝水库、楚双水库、尹家嘴水库等水库雨量站及邻近的楚雄气象站、楚雄水文站、南华气象站、寨子水库等站点有一定年限的降雨观测资料，根据水库及其邻近流域的各站点分布情况，统计各站点降雨资料情况。由于水库所在流域及其邻近流域各站的实测降雨资料系列长短不一，以代表期系列年限1977~2022年作为降雨统计分析系列。由于各站点除楚雄气象站、楚雄水文站、凤屯水文站和南华气象站外，其它水库站及雨量站降雨系列长度均不满足要求，需对其进行插补延长，根据资料系列情况及其所处位置，本着降水特性一致及就近的原则选择资料系列较长、可靠性、一致性和代表性满足要求且完整的楚雄气象站为参证站。楚雄气象站基本情况见下表。

表 5.1-1 楚雄市气象站基本情况

站名	站别	高程 (m)	资料年限	观测内容	降雨量 (mm)
楚雄	气象	1722	1953~2022	降雨、蒸发、其他	858.0

2、来水分析

根据《楚雄州楚雄市中石坝水库水资源论证报告》，根据资料条件，本次中石坝水库来水分析分别采用水文比拟法、降水径流相关法和等值线图法三种方法对水库径流成果进行分析计算。

(1) 水文比拟法推求中石坝水库天然年径流

中石坝水库设计年径流计算可采用水文比拟法进行计算。凤屯水文站位于龙川江支流紫甸河上游，该站径流面积186km²，该站有1977~2022年径流系列资料。选择与水库径流面积相差相对较小且径流系列满足可靠性、一致性和代表性的凤屯水文站为中石坝水库径流计算的参证站，采用水文比拟法按面积比加径流深修正计算中石坝水库设计年径流量，年径流变差系数C_v值直接移用凤屯站分析成果，年径流偏态系数C_s取2C_v。

设计站和参证站多年平均径流深采用“省图集”中“云南省1956-2000年多年平均径流深等值线图”按面积加权平均计算得。经计算设计站中石坝水库多年平均径流深为158mm，参证站凤屯水文站多年平均径流深为275mm。

$$Q_{\text{设}} = \left(\frac{F_{\text{设}} \times H_{\text{设}}}{F_{\text{参}} \times H_{\text{参}}} \right) \times Q_{\text{参}}$$

$Q_{\text{设}}$ 、 $Q_{\text{参}}$ 分别为设计站、参证站多年平均径流量（ 万m^3 ）；

$F_{\text{设}}$ 、 $F_{\text{参}}$ 分别为设计站、参证站以上径流面积（ km^2 ）；

$H_{\text{设}}$ 、 $H_{\text{参}}$ 分别为设计站、参证站以上流域多年平均径流深（ mm ）。

表 5.1-2 水文比拟法中石坝水库设计年径流计算成果表

流域	径流面积 (km^2)	年径流量 (万 m^3)	年产水模数 ($\text{万 m}^3/\text{km}^2$)	Cv	Cs
风屯水文站	186	4519	24.30	0.52	2Cv
中石坝水库	129	1801	13.96	0.52	2Cv

(2) 降水径流相关分析法推求中石坝天然年径流量

①年降雨径流相关关系推求

根据《水利水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020），径流资料短缺时，工程地址径流量可根据设计流域降水资料，采用设计流域或邻近相似流域的降雨径流关系估算。中石坝水库有1977~2022年实测及插补降雨资料，风屯水文站有1977~2022年降雨、径流资料。采用风屯站的1977年~2022年降雨与径流深建立相关关系（共45个相关点据），由图（图5.1-2）可以看出各点据分布相对集中，存在2个特殊点据偏离，即1982年和2002年。对照该两年月降雨过程，由于1982年各月降雨过程较为均匀相差相对较小，从而使得降雨截留、填洼、下渗等的损失量较大，降雨形成的径流深相对较小，该年点据向下偏离相关线；2002年降雨相对集中在汛期6至9月，从而使得降雨量损失较小，降雨形成的径流深相对较大，该年点据向上偏离相关线。据此，撇开特殊点后目估定出一条综合线过余下点据中心，将相关线应根据实际作适当调整，从而得相关关系式为 $R=0.4395P-180$ （式中： R 为风屯站年径流深（ mm ）， P 为风屯站年降雨量（ mm ）），其相关系数为0.88。由相关关系图可以看出点、线关系密切，各点据离散度较小，点线配合较佳，从而说明降雨与径流深相关关系是较为合理可靠的。

②中石坝水库天然径流量计算

中石坝水库年径流深依据风屯水文站的降雨与径流深相关方程进行推求。由中石坝水库1977~2022年年降雨资料和风屯站年降雨与径流相关关系进行推求，计算得水库1977~2022年径流成果。又依据风屯站历年径流系列年内分配过程将中石坝水库历年年径流成果分配至各月得水库历年（水文年）径流系列过程。又将水库径流系列（水文年）采用P-III型线型按目估适线法确定统计参

数，即水库多年平均径流量为1741万m³，年径流变差系数Cv值为0.52，年径流偏态系数Cs取2Cv。

表 5.1-3 中石坝水库由降雨径流关系所推求得天然年径流成果

断面	面积 (km ²)	统计参数		
		均值 (万 m ³)	Cv	Cs
中石坝	129	1741.0	0.52	2Cv

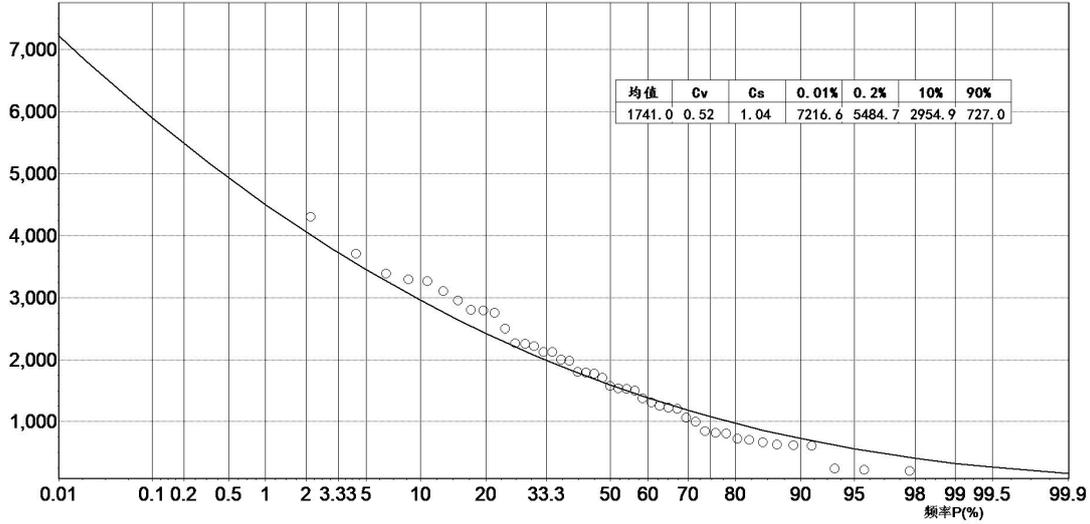


图 5.1-2 中石坝水库由降雨径流深关系推求得年径流系列频率曲线（1977~2022年）

(3) 等值线图法推求中石坝天然年径流量

中石坝水库流域内无实测径流资料，无法按实测资料计算年径流量。对径流而言，本流域径流主要靠降雨补给，径流与降雨的年际年内变化一致，径流参数主要与降雨及流域面积的大小关系较为密切。水库坝址断面多年平均径流量采用《云南省水资源调查评价成果图集》中多年平均径流深等值线图、年径流深变差系数图，并计算相应的多年平均径流量。

表 5.1-4 中石坝水库等值线图法年径流量统计参数成果表

设计流域	径流面积 (km ²)	年产水模数 (万 m ³ /km ²)	年径流量 (万 m ³)	Cv	Cs
中石坝水库	129	15.8	2038.0	0.48	2Cv

(4) 中石坝水库天然年径流选用及合理性分析

中石坝水库设计年径流分别采用水文比拟法、降雨与径流深相关分析法和等值线图法三种方法来分析计算，中石坝水库天然年径流成果见下表。

表 5.1-5 中石坝水库年径流成果比较表

计算断面	计算方法	径流面积 (km ²)	设计年径流 (万 m ³)	年径流模数 (万 m ³ /km ²)	Cv	Cs
中石坝水库	水文比拟法	129	1801	13.96	0.52	2Cv
	降雨径流相关分析法		1741	13.50	0.52	2Cv

	等值线图法		2038	15.8	0.48	2Cv
--	-------	--	------	------	------	-----

由上表可以看出三种方法推求的中石坝水库年径流模数较接近且相差不大。水文比拟法以与水库同流域且邻近的风屯水文站为参证站考虑面积比加径流深修正计算中石坝水库设计年径流，年径流Cv值直接移用风屯站分析成果。降雨与径流深相关分析法采用将水库同流域且邻近的风屯水文站降雨与径流深相关关系移用至中石坝水库流域，并由水库年降雨系列得水库径流系列，并将该径流系列进行频率分析得年径流Cv值；等值线图法查《云南省水资源调查评价成果图集》中“云南省1956-2000年多年平均年径流深等值线图”和“云南省1956-2000年多年平均年径流深Cv等值线图”进行计算。

水文比拟法的参证站风屯水文站所在的紫甸河流域与中石坝水库所在的青龙河，两处均属龙川江支流，且两处距离较近，又考虑两处气象条件、地形特征及下垫面条件等因素在水文比拟过程中进行了径流深修正，风屯站上游无较大的蓄引水工程，其径流实测资料与天然来水情况基本一致，由该站实测年径流成果按面积比加径流深修正计算中石坝水库年径流成果是合理的。降雨与径流深相关分析法直接移用参证站风屯站年降雨径流深相关关系由于风屯站高程及历年降雨均大于中石坝水库，所以风屯站降雨与径流深相关关系及中石坝水库坝址处降雨量计算得的水库多年平均径流量成果偏小。等值线图法采用《云南省水资源调查评价成果图集》中等值线图计算水库设计年径流，该方法符合相关规范要求。但由于“省图集”径流深等值线图各站点资料系列年限至2000年，而水文比拟法中风屯站资料系列年限至2022年，该站资料系列长，且随着资料系列的增加径流量也随之变化，又龙川江流域2009~2019年为连续的枯水年，连续枯水系列加入后参证站多年平均径流量减小，所以水文比拟法径流成果较等值线图法成果略偏小是合理的。所以，中石坝水库设计年径流采用以参证站的水文比拟法成果，即水库多年平均径流量为1801万m³。

5.1.4.2中石坝水库径流区天然径流流量情况

本区地表水、地下水为大气降水补给，工程区降雨量相对丰沛，青龙河、中石坝水库径流区丰、枯水期天然径流流量逐月过程见下表。

表 5.1-6 青龙河径流区丰、枯水期天然径流流量逐月过程表

项目		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	全年
青龙河天然 径流过程 (万 m ³)	多年平均	201.55	464.27	697.96	626.34	449.69	229.45	154.40	121.27	88.41	85.87	74.84	71.27	3265
	25%	253.52	913.53	668.36	455.03	742.24	234.67	229.73	128.63	129.84	78.25	93.61	216.29	4144
	50%	230.67	435.69	591.99	480.25	414.20	211.76	162.55	114.69	79.06	101.40	101.91	93.98	3018
	75%	233.77	314.21	383.22	516.74	194.34	110.20	61.39	63.57	58.73	51.40	65.56	65.75	2119
	90%	74.02	82.68	287.33	342.07	177.77	130.03	105.42	76.48	52.28	51.68	46.01	59.95	1486
	95%	58.71	65.58	227.91	271.33	141.01	103.14	83.62	60.67	41.47	40.99	36.49	47.55	1178

表 5.1-7 中石坝水库径流区丰、枯水期天然径流流量逐月过程表

项目		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	全年
中石坝水库 径流过程 (万 m ³)	多年平均	111.15	256.03	384.90	345.40	247.99	126.53	85.14	66.88	48.76	47.35	41.27	39.30	1801
	25%	139.81	503.78	368.57	250.93	409.32	129.41	126.69	70.94	71.60	43.15	51.62	119.28	2285
	50%	127.21	240.27	326.46	264.84	228.41	116.78	89.64	63.24	43.60	55.92	56.20	51.82	1664
	75%	128.91	173.27	211.33	284.96	107.17	60.77	33.85	35.06	32.39	28.34	36.15	36.26	1168
	90%	40.82	45.60	158.45	188.64	98.03	71.71	58.14	42.18	28.83	28.50	25.37	33.06	819.3
	95%	32.38	36.17	125.68	149.63	77.76	56.88	46.11	33.45	22.87	22.60	20.13	26.22	649.9

5.1.5 水文调查

1、地表径流

中石坝水库坝址以上径流区内已建有楚双和竹园两座小（1）型水库，丰收、自家冲和大石仁3座小（2）型水库以及38座小坝塘。其中楚双水库控制径流面积22.9km²，河长8.68km，河道比降12.2‰，流域平均高程1997m，水库总库容590万m³；竹园水库控制径流面积10.4km²，河长5.21km，河道比降24.4‰，流域平均高程2002m，水库总库容118万m³，竹园水库为“L”型坝，输水涵洞和溢洪道分别位于“L”型坝的两个方向，输水涵洞放水汇入中石坝水库所在的青龙河流域，溢洪道下泄流量进入东华坝子所在的河前河上游支流东华河流域。丰收水库坝址以上径流面积3.53km²，流域平均高程1942m；自家冲水库坝址以上径流面积2.82km²，流域平均高程2016m；大石仁水库坝址以上径流面积2.44km²，流域平均高程2060m。38座小坝塘总径流面积11.4km²，中石坝水库扣除上游2座小（1）型水库、3座小（2）型水库及38座小坝塘后区间径流面积75.51km²。

中石坝水库坝址以下青龙河流域灌区内现已建有尹家嘴和马金河两座小（1）型水库以及大拦河、千工坝、土窝坡和沿柴河4座小（2）型水库。其中尹家嘴水库坝址以上径流面积23.2km²，流域平均高程1989m；马金河水库坝址以上径流面积11.0km²，流域平均高程1918m；大拦河水库坝址以上径流面积3.20km²，流域平均高程1969m；千工坝水库坝址以上径流面积5.62km²，流域平均高程1949m；土窝坡水库坝址以上径流面积6.70km²，流域平均高程1996m；沿柴河水库坝址以上径流面积5.40km²，流域平均高程2067m。

中石坝水库径流区及水库灌区已建水利工程统计见下表。

表 5.1-8 中石坝水库径流区及水库灌区已建水利工程统计表

区域	水库名称	规模	径流面积 (km ²)	总库容 (万 m ³)	兴利库容 (万 m ³)
中石坝水库径流区	楚双水库	小（1）型	22.9	590	398
	竹园水库	小（1）型	10.4	118	78
	大石仁水库	小（2）型	2.44	28	24
	自家冲水库	小（2）型	2.82	90	70
	丰收水库	小（2）型	3.53	90	75
	小坝塘	38 件	11.4	86	67
中石坝水	尹家嘴水库	小（1）型	23.2	647	418
	马金河水库	小（1）型	11.0	128	78

库灌区	大拦河水库	小(2)型	3.20	28	24.0
	千工坝水库	小(2)型	5.62	47.0	40.0
	土窝坡水库	小(2)型	6.70	32.0	28.0
	沿柴河水库	小(2)型	5.40	65.0	55.0

2、洪水调查

龙川江流域属北亚热带冬干夏湿季风气候，全流域年平均降雨量约900mm左右，从上游向下游递减。夏秋季主要受来自印度洋的西南暖湿气流和北部湾的东南暖湿气流的影响，降雨量较多，根据楚雄气象站的资料统计，暴雨95%以上（日雨量大于50mm）都发生在6~9月，1h最大暴雨量占6h的61.6%，6h最大暴雨量占24h的77.1%。通过对流域内实测暴雨资料分析，水库流域内同时发生特大暴雨的机率较小，但极易发生单点特大暴雨。

洪水均由暴雨产生，而产生暴雨的天气系统主要为冷锋低槽和冷锋切变。与暴雨相应，年最大洪水在6~11月均有发生，其中尤以在8、9月的次数最多。根据楚雄站多年实测洪水系列统计，年最大洪峰流量最大发生在8~9月，约占整个系列的57%，少数年份发生在10月，个别年份发生在11月。而实测最大洪峰流量及调查历史最大洪水则出现在10月。洪水汇流时间短，峰型瘦，暴涨暴落，为典型的山区性河流洪水特征。根据流域洪水特性，洪水历时为24h。

3、泥沙

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》水文章节，中石坝水库坝址以上流域内无实测泥沙资料，鉴于此水库泥沙特征值分别采用《楚雄州土壤侵蚀现状图》法和实测资料法进行估算。中石坝水库坝址以上全流域多年平均泥沙量为12.097万T，合8.941万m³，其中悬移质10.081万T，合7.755万m³，推移质2.016万T，合1.186万m³。

中石坝水库建于1957年，建库时正常蓄水位1836.4m，正常库容600万m³，2001年大坝安全鉴定对库容重新进行实测，2021年对现有库容重新进行实测，对比2001年实测库容曲线，20年间水库正常蓄水位以下正常库容减少97.7万m³，根据水库近20年间运行情况调查，水库基本在正常蓄水位以下运行，因此，确定近20年间水库总淤积量为97.7万m³，从而计算得中石坝水库多年平均泥沙淤积量为4.90万m³/年。

4、水面蒸发

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》水文章节，中石坝水库坝址断面多年平均水面蒸发量为1241.7mm。多年平均蒸发增损深度为517.6mm。

5.1.6土壤

楚雄市的土壤有水稻土、砂页岩风化物、红壤和紫色土。盆地的土壤主要为冲积或坡积水稻土，耕地比较集中，大致都有“三山、一坝、一条河”的特点，有利于依山蓄水，沿河灌溉或排洪。是粮食、油菜和烤烟的主要产区。中山浅切割宽谷地貌单元的地区主要分布于坝子周围的山区和半山区。谷底多有小河溪流，沿岸多属当地之高产田，缓坡地段多为梯田或梯地，土壤多为砂页岩风化物，且有红壤覆盖。除耕地外，大部分面积为灌丛和荒山。中山深切割峡谷地貌单元的地区主要分布于市境山区，属哀牢山系。山高谷深，峡谷纵横，大部分为红壤，其次为紫色土。海拔在1200m以下地带，主要出产水稻、玉米和亚热带经济作物。

5.1.7区域水土流失现状

根据2022年《云南省水土保持公报》水土流失强度分级面积统计表，楚雄市土地总面积为4482.0km²，微度侵蚀3692.94km²，水土流失面积789.06km²，其中轻度流失面积694.52km²，占流失面积的88.03%；中度流失面积33.94km²，占总水土流失面积的4.30%；强度流失面积20.84km²，占总流失面积的2.64%；极强度流失面积23.94km²，占总流失面积的3.03%；剧烈流失面积18.82km²，占总流失面积的2.00%。侵蚀类型主要为水力侵蚀，坡面以面蚀、沟状侵蚀为主，河道以冲沟、山洪为主。

根据现场调查结合中华人民共和国行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190--2007）的划分，工程区域位于西南土石山区，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，由工程所处的地理位置、地形地貌和气候特点，可知工程区水土流失其中又以面蚀为主，其次为沟蚀及重力侵蚀。工程区内都是林草地，植被较好，但地表坡度较陡，在30°~40°之间，从地面坡度上看，沟谷占坡面面积等因素可得出该区域水土流失，侵蚀强度总体为轻度侵蚀，区域平均侵蚀模数

为1000t/km²·a，水土流失允许值为500t/km²·a。

5.2 区域水污染源现状调查

5.2.1 区域水污染源现状调查

1、工业污染源

中石坝水库坝址位于楚雄市鹿城镇，中石坝水库径流区下游内有楚雄市富民工业园区，园区生产废水收集进富民工业园区污水处理厂处理达标后外排，入河排污口设置于青龙河阳光桥段。

根据富民工业园区污水处理厂《排污许可证》《楚雄市富民污水处理厂二期工程环境影响报告书》，富民工业园区污水处理厂现状运行工程为一期工程，运行规模为0.5万m³/d，已取得排污许可证（证书编号：91532301217440592H004V）；二期工程规模为1.7万m³/d，现已取得环境影响报告书批复（楚环许准〔2023〕15号），暂未取得排污许可证。

中石坝水库规划区工业退水污染物排放情况见下表。

表 5.2-1 工业退水污染物排放量

污染物		COD	BOD	氨氮	总磷	总氮	氟化物
排放量	一期	34.5	6.88	3.62	0.52	27.375	4.04
	二期	117.43	23.47	12.36	1.79	89.58	13.80
	合计	151.93	30.35	15.98	2.31	116.955	151.93

注：富民工业园区污水处理厂一期工程污染物排放量来源于《排污许可证》，二期工程排放量来源于《楚雄市富民污水处理厂二期工程环境影响报告书》。

2、生活污染

中石坝水库坝址位于楚雄市鹿城镇，上游径流区现状年非集中排水区人口24046人，统计见下表。

表 5.2-2 现状年是指坝水库径流区农村人口数量

区域	片区	农村人口（人）
中石坝水库径流区	中石坝水库坝址以上	22108
	中石坝水库坝址区	1938
	合计	24046

根据第二次全国污染源普查云南省楚雄州农村生活源排污系数（见表5.3-2）计算污染源强（见表5.3-3）。农村生活污水入河系数反映污染负荷实际入河的比例，一般研究认为该比例在0.4~0.7之间，综合研究区域人口、经济情况，农村生活污水入河系数取0.4。

表 5.2-3 生活污染源排污系数表

污染物	农村生活排污系数 (g/人·d)
COD	31
BOD ₅	9.7
NH ₃ -N	2.05
总氮	3.77
总磷	0.28

表 5.2-4 中石坝水库扩建径流区农村生活污染源统计

供水区	人口	农村生活污染源排放量 (t/a)				
		COD	BOD ₅	NH ₃ -N	总氮	总磷
中石坝水库坝址以上	22108	250.152	78.274	16.542	30.421	2.26
中石坝水库坝址区	1938	21.928	6.861	1.450	2.667	0.198
合计	24046	272.080	85.135	17.992	33.088	2.458
入河系数	/	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
实际入河污染源排放量	/	108.832	34.054	7.197	13.235	0.983

根据计算得到中石坝水库扩建径流区农村生活污染物实际入河排放量为 COD: 108.832t/a、BOD₅: 34.054t/a、NH₃-N: 7.197t/a、总氮: 13.235t/a、总磷: 0.983t/a。

3、畜禽养殖污染

根据调查，中石坝水库径流区大小牲畜基本为散养，畜禽粪便常堆放于房前，易随降雨形成污染。乡镇的畜禽养殖种类主要有猪、牛、羊、家禽。畜禽污染物排放系数与畜禽种类、畜禽饲养年限、人类对畜禽排泄物的收集和在种植用地的回用、存储粪肥过程中氨的挥发等众多因素有关。

根据调查，中石坝水库径流区内畜禽养殖数见下表。

表 5.2-5 中石坝径流区畜禽养殖数

区域	片区	畜禽数量	
中石坝水库径流区	中石坝水库坝址以上	猪存栏数 (头)	6632
		牛存栏数 (头)	995
		家禽存栏数 (只)	11054
	中石坝水库坝址区	猪存栏数 (头)	581
		牛存栏数 (头)	87
		家禽存栏数 (只)	969
	合计	猪存栏数 (头)	7213
		牛存栏数 (头)	1082
		家禽存栏数 (只)	12023

根据《排污许可证申请与核发技术规范 畜禽养殖行业》(HJ1029-2019)中表9各类畜禽污染物产生量系数(见表5.3-5)核算项目径流区畜禽养殖污染源(见表5.3-6)。

根据调查，作为有机肥的畜禽粪便有相当一部分会被植物吸收，另外也有一部分会随下渗水进入地下水系统，因此计算时应在考虑相关损失的基础上得

出畜禽养殖污染负荷。参考《云南省重点小流域水污染防治规划》等研究成果，畜禽养殖污染排水系数取0.12。

表 5.2-6 各类畜禽污染物产生量

种类	粪便中污染物含量 (g/d·头/只)				尿液中污染物含量 (g/d·头/只)			
	COD	总氮	总磷	NH ₃ -N	COD	总氮	总磷	NH ₃ -N
生猪	167.4	9.3	2.9	6.1	35.4	11.2	0.3	4.8
肉牛	2435.1	68.8	12.1	28.6	175.3	38.4	2.4	24.3
肉鸡	19.5	1.1	0.3	0.5	—	—	—	—

表 5.2-7 中石坝水库扩建径流区畜禽养殖面源统计

种类	数量	粪便中污染物含量 (t/a)				尿液中污染物含量 (t/a)			
		COD	总氮	总磷	NH ₃ -N	COD	总氮	总磷	NH ₃ -N
生猪	7213	440.722	24.485	7.635	16.060	93.199	29.487	0.790	12.637
肉牛	1082	961.694	27.171	4.779	11.295	69.231	15.165	0.948	9.597
肉鸡	12023	85.574	4.827	1.317	2.194	—	—	—	—
合计		1487.99	56.483	13.731	29.549	162.43	44.652	1.738	22.234
入河系数		0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
实际入河污染源排放量		178.559	6.778	1.648	3.546	19.492	5.358	0.209	2.668

根据计算得到中石坝水库扩建径流区畜禽养殖面源污染物实际入河排放量为 COD: 198.051t/a、总氮: 12.136t/a、总磷: 1.857t/a、NH₃-N: 6.214t/a。

4、灌溉退水污染

灌溉回归水水质主要受农业生产的影响，一般由各级渠道退水和农田排水组成，由于化肥、农药的施用使稻田中有机质、营养物质增多，农田排水至主河网水系，对当地的水环境有一定的影响。

根据规划区水资源配置资料，在计算各个供水区的退水量值时，采用了简化计算的方法。基于该控制区的农业供水的退水，最终退回到该控制区内的假定，参考《全国水环境容量核定技术指南》以及云南省本地实际情况，各控制区、控制单元的一般灌溉退水系数取0.20，节水灌溉退水系数取0.05。

区域农业面源主要为耕地种植的玉米、水稻、烤烟等。

根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中农业源产排污核算方法和系数手册，中石坝水库扩建后新增种植面的农灌退水中氮磷排放量核算如下：

某项污染物排放（流失）量的计算公式如下：

$$Q_j = (A_g \times e_{gj} + A_y \times e_{yj}) \times \frac{q_j}{q_0} \times 10^{-3}$$

式中：Q_j—指种植业第j项污染物排放（流失）量（单位：t）；

A_g —指农作物总播种面积（单位： hm^2 ）；根据《云南省楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告》，中石坝水库扩建后保障农灌种植面积为0.71万亩。

e_{gj} —指农作物种植过程中第j项水污染物流失系数（单位： kg/hm^2 ）；根据农业污染源产排污系数手册中表1种植业氮磷排放（流失系数）云南省农作播种过程中氮磷流失系数为：氨氮 $0.431kg/hm^2$ 、总磷 $0.509kg/hm^2$ 、总氮 $6.387kg/hm^2$ 。

A_y —指园地的面积（单位： hm^2 ）；本项目全按农作物播种面积计算，园地面为 $0hm^2$ 。

e_{yj} —指园地第j项水污染物流失系数（单位： kg/hm^2 ）；

q_j —指调查年度用于种植业的含氮化肥（含磷化肥）单位面积使用量（单位： kg/hm^2 ）；根据楚雄州农业农村局于2022年8月发布的公告《楚雄市化肥减量增效工作初见成效》中，楚雄市2021年施肥强度为 $16.69kg/亩$ ；

q_0 —指2017年度用于种植业的含氮化肥（含磷化肥）单位面积使用量（单位： kg/hm^2 ）；因未查到2017年楚雄市施肥强度，故参考楚雄州农业农村局于2022年8月发布的公告《楚雄市化肥减量增效工作初见成效》中，楚雄市2018年施肥强度为 $18.84kg/亩$ 。

计算得到规划区灌溉退水污染产生的面源污染负荷，结果见下表。

表5.2-8 现状年中石坝水库规划区灌溉退水污染负荷

规划区	灌区	灌溉面积 (万亩)	流失系数 kg/hm^2			污染物 (t/a)		
			氨氮	总磷	总氮	氨氮	总磷	总氮
中石坝水库规划区	下游灌片	0.53	0.431	0.509	6.387	0.134	0.158	1.986
	库尾灌片	0.18				0.046	0.054	0.674
	合计	0.71				0.180	0.212	2.660

根据计算，中石坝水库扩建后灌溉退水污染负荷为氨氮： $0.18t/a$ ，总磷： $0.212t/a$ ，总氮： $2.66t/a$ 。

5.2.2 中石坝水库扩建径流区污染负荷汇总

中石坝水库扩建径流区污染负荷汇总见表5.2-9

表 5.2-9 中石坝水库扩建径流区污染负荷汇总

区域	类别	污染物入河量 (t/a)				所占比重			
		COD	总氮	总磷	NH_3-N	COD	总氮	总磷	NH_3-N

水库规划区	工业退水	151.93	116.96	2.31	15.98	0.529	0.407	0.008	0.056	
	农村生活	108.832	13.235	0.983	7.197	0.836	0.102	0.008	0.055	
	畜禽养殖	198.051	12.136	1.857	6.214	0.907	0.056	0.009	0.028	
	灌溉退水	坝下灌区	/	1.986	0.158	0.134	/	0.872	0.069	0.059
		库尾灌区	/	0.674	0.054	0.046	/	0.871	0.070	0.059
		合计	/	2.660	0.212	0.180	/	0.872	0.069	0.059
	合计	458.813	147.651	5.574	29.751	0.715	0.230	0.009	0.046	

5.3 环境质量现状调查与评价

5.3.1 地表水环境质量现状调查与评价

5.3.1.1 中石坝水库近3年水质监测

为全面了解中石坝水库水质现状，本次环评收集了中石坝水库水质近3年监测数据，监测情况如下。

1、2021年中石坝水库水质

云南圣清环境监测科技有限公司于2021年5月19日对中石坝水库水质进行了监测，监测结果及达标情况见下表。

表 5.3-1 2021 年中石坝水库水质监测结果及达标情况 单位：mg/L

监测项目	中石坝水库			
	监测结果	标准限值	标准指数	达标情况
pH（无量纲）	8.85	6~9	0.925	达标
水温	18.7	/	/	达标
溶解氧	5.75	3	0.522	达标
化学需氧量	30	30	1.000	达标
总磷	0.046	0.3 (湖、库 0.1)	0.460	达标
总氮	1.09	1.5	0.727	达标
氨氮	0.135	1.5	0.090	达标
悬浮物	<4	/	0.925	达标

监测数据显示，2021年中石坝水库水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准要求。

2、2022年中石坝水库水质

2022年中石坝水库水质监测数据引用《云南省楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告》中楚雄磐源环境检测有限公司于2022年11月21日对中石坝水库水质的监测数据，监测结果及达标情况见下表。

表 5.3-2 2022 年中石坝水库监测结果及达标情况

监测因子	标准限值	中石坝水库		
		监测结果	标准指数	达标情况

pH	6~9	8.34	0.67	达标
溶解氧	3	7.1	0.42	达标
高锰酸盐指数	10	4.4	0.44	达标
COD	30	17	0.57	达标
BOD ₅	6	2	0.33	达标
氨氮	1.5	0.138	0.09	达标
总磷	0.3 (湖、库 0.1)	0.058	0.58	达标
总氮	1.5	0.913	0.61	达标
铜	1.0	<0.04	<0.04	达标
锌	2.0	<0.09	<0.05	达标
氟化物	1.5	0.22	0.15	达标
硒	0.02	<0.0004	<0.02	达标
砷	0.1	<0.0003	<0.00	达标
汞	0.001	<0.00004	<0.04	达标
镉	0.005	<0.0005	<0.10	达标
六价铬	0.05	<0.004	<0.08	达标
铅	0.05	<0.0025	<0.05	达标
氰化物	0.2	<0.004	<0.02	达标
挥发酚	0.01	<0.0003	<0.03	达标
石油类	0.5	<0.01	<0.02	达标
阳离子表面活性剂	0.3	<0.05	<0.17	达标
硫化物	0.5	<0.005	<0.01	达标
粪大肠菌	20000	550	0.03	达标
水温	/	18.2	/	/

监测数据显示，2022年中石坝水库水质可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准要求。

3、2023年中石坝水库水质

2023年中石坝水库水质监测数据引用《云南省楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告》中楚雄磐源环境检测有限公司于2023年1月9日、2023年4月23日、2023年7月24日对白石坝水库的监测数据，监测结果及达标情况见下表。

5.3-3 2023 年中石坝水库水质监测结果及达标情况 单位：mg/L

监测因子	标准限值	中石坝水库								
		2023.01.09			2023.04.23			2023.07.24		
		监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况
pH（无量纲）	6~9	8.26	0.630	达标	8.51	0.755	达标	8.26	0.630	达标
溶解氧	3	8.54	0.351	达标	8.12	0.369	达标	7.26	0.413	达标
化学需氧量	30	18	0.600	达标	19	0.633	达标	16	0.533	达标
五日生化需氧量	6	2.2	0.367	达标	2.1	0.350	达标	2.2	0.367	达标
高锰酸盐指数	10	4.3	0.430	达标	4.2	0.420	达标	4.1	0.410	达标
氨氮	1.5	0.225	0.150	达标	0.178	0.119	达标	0.106	0.071	达标
总磷	0.3（湖、库 0.1）	0.039	0.390	达标	0.052	0.520	达标	0.067	0.670	达标
总氮	1.5	0.865	0.577	达标	0.935	0.623	达标	0.895	0.597	达标
铜	1.0	<0.04	/	达标	<0.04	/	达标	<0.04	/	达标
锌	2.0	<0.009	/	达标	<0.009	/	达标	<0.009	/	达标
氟化物	1.5	0.23	0.153	达标	0.21	0.140	达标	0.22	0.147	达标
硒		<0.0004	/	达标	<0.0004	/	达标	<0.0004	/	达标
砷	100	<0.0003	/	达标	<0.0003	/	达标	<0.0003	/	达标
汞	1	<0.00004	/	达标	<0.00004	/	达标	<0.00004	/	达标
镉	5	<0.0005	/	达标	<0.0005	/	达标	<0.0005	/	达标
六价铬	0.05	<0.004	/	达标	<0.004	/	达标	<0.004	/	达标
铅	50	<0.0025	/	达标	<0.0025	/	达标	<0.0025	/	达标
氰化物	0.2	<0.004	/	达标	<0.004	/	达标	<0.004	/	达标
挥发酚	0.01	<0.0003	/	达标	<0.0003	/	达标	<0.0003	/	达标
石油类	0.5	<0.01	/	达标	<0.01	/	达标	<0.01	/	达标
阴离子表面活性剂	0.3	<0.05	/	达标	<0.05	/	达标	<0.05	/	达标
硫化物	0.5	<0.005	/	达标	<0.005	/	达标	<0.005	/	达标
粪大肠菌群(MPN/L)	20000	750	0.038	达标	820	0.041	达标	1300	0.065	达标
水温	/	11.2	/	/	21.6	/	/	25.8	/	/

监测数据显示，2023年中石坝水库水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准要求。

5.3.1.2 补充监测

中石坝水库扩建工程地表水环境影响评价工作等级为一级，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）要求，至少应评价丰水期和枯水期两个时段的区域地表水环境，根据《楚雄州楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告》，中石坝水库流域丰水期为6~10月，枯水期为11~5月。

为全面了解中石坝水库扩建工程所在流域的水质情况，本评价于2024年8月22日~8月24日对W1库尾上游断面、W2入库断面、W3中石坝水库中心断面、W4中石坝水库取水口处断面、W5支流汇入口上游2km断面、W6支流汇入口下游断面等断面进行补充监测；于2024年11月8日~11月10日对W1青龙河袁家村、W2入库断面、W3中石坝水库中心断面、W4中石坝水库坝前断面、W5中石坝水库取水口处断面、W6青龙河坝下1.5km、W7水冬瓜箐汇入青龙河下游1.5km、W8楚雄市富民工业园区污水处理厂工业入河排污口下游1.5km、W9青龙河汇入龙川江上游500m等断面进行监测。

1、丰水期监测数据

（1）监测方案及布点原则

项目区域地表水环境丰水期监测方案见下表。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）“6.2.3对于水文要素影响型建设项目，受影响水体为河流、湖库时，除覆盖评价范围外，一级、二级评价时，还应包括库区及支流回水影响区、坝下至下一个梯级或河口、受水区、退水影响区。”“C.2.1.2对于水文要素影响型建设项目，在取水口、主要入湖（库）断面、坝前、湖（库）中心水域、不同水质类别区、水环境敏感区和需要进行水质预测的水域，应布设取样垂线。对于复合影响型建设项目，应兼顾进行取样垂线的布设。”项目区域地表水环境丰水期布点符合导则要求。

表 5.3-4 项目区域地表水环境丰水期监测方案

监测点位	监测时间	监测因子	监测单位	数据来源	布点原则
W1 库尾上游断面	2024.08.22~2024.08.24	pH 值、溶解氧、COD、高锰酸盐指数、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、叶绿素 a、透明度	保山城投世源检测技术有限公司	环评补测	支流回水影响区、退水影响区
W2 入库断面（水面下 0.5m）					主要入库断面
W3 中石坝水库中心断面（水面下 0.5m、中层 1/2 水深处、水底上 0.5m）					中石坝水库中心区域
W4 中石坝水库取水口处断面（水面下 0.5m）					取水口
W5 支流汇入口上游 2km 断面					坝下至下一个梯级或河口
W6 支流汇入口下游断面					受水区、退水影响区

(2) 监测结果及达标情况

项目于2024年8月对中石坝水库水质补测的监测数据及监测结果见下表。

表 5.3-5 2024 年项目补测结果及达标情况

监测因子	标准限值	W1 库尾上游断面			W2 入库断面			W4 中石坝水库取水口处断面		
		监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况
pH（无量纲）	6~9	7.8~8.0	0.4~0.5	达标	8.2~8.3	0.6~0.65	达标	8.2~8.3	0.6~0.65	达标
溶解氧	3	5.44~5.66	0.53~0.551	达标	5.81~5.9	0.508~0.516	达标	5.64~5.75	0.522~0.532	达标
高锰酸盐指数	10	2.5~3.2	0.25~0.32	达标	3.9~4.0	0.039	达标	2.8~3.0	0.28~0.3	达标
粪大肠菌群(CFU/L)	20000	<10	/	达标	10~20	/	达标	<10	/	达标
硝酸盐	10	0.35~0.37	0.035~0.037	达标	0.4	0.04	达标	0.38~0.40	0.038~0.04	达标
石油类	0.5	0.01	0.02	达标	0.02~0.03	0.04~0.06	达标	0.01	0.02	达标
叶绿素 a(μg/L)	/	14~17	/	/	108~119	/	/	63~67	/	/
化学需氧量	30	17~18	0.567~0.6	达标	15	0.5	达标	15~17	0.5~0.567	达标
五日生化需氧量	6	3.6~3.8	0.6~0.633	达标	3.2~3.3	0.533~0.55	达标	3.4~3.7	0.567~0.617	达标

氟化物	1.5	0.47~0.49	0.313~0.327	达标	0.58~0.62	0.387~0.413	达标	0.56~0.64	0.373~0.427	达标
氰化物	0.2	0.004L	/	达标	0.004L	/	达标	0.004L	/	达标
硫化物	0.5	0.003	0.006	达标	0.003	0.006	达标	0.003	0.006	达标
氯化物	250	48~53	0.192~0.212	达标	27~30	0.108~0.12	达标	26~30	0.104~0.12	达标
氨氮	1.5	0.276~0.281	0.184~0.187	达标	0.328~0.337	0.219~0.225	达标	0.342~0.348	0.228~0.232	达标
总氮	1.5	0.83~0.86	0.553~0.573	达标	0.96~0.98	0.64~0.653	达标	0.85~0.87	0.567~0.58	达标
六价铬	0.05	0.004L	/	达标	0.004L	/	达标	0.004L	/	达标
汞	0.001	0.00004L	/	达标	0.00004L	/	达标	0.00004L	/	达标
砷	0.1	0.0154~0.0192	0.154~0.192	达标	0.009~0.0108	0.009~0.108	达标	0.0088~0.0108	0.088~0.108	达标
硒	0.02	0.0004L	/	达标	0.0004L	/	达标	0.0004L	/	达标
总磷	0.3 (湖、库 0.1)	0.17	0.567	达标	0.12~0.13	0.4~0.433	达标	0.06~0.08	0.2~0.267	达标
挥发酚	0.01	0.0022~0.0023	0.22~0.23	达标	0.0027~0.0029	0.27~0.29	达标	0.0035~0.004	0.35~0.4	达标
阴离子表面活性剂	0.3	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标
硫酸盐	250	24~25	0.096~0.1	达标	23~24	0.092~0.096	达标	22	0.088	达标
铜	1.0	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标
锌	2.0	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标
铅	0.05	0.001L	/	达标	0.001L	/	达标	0.001L	/	达标
镉	0.005	0.0001L	/	达标	0.0001L	/	达标	0.0001L	/	达标
铁	0.3	0.03L	/	达标	0.03L	/	达标	0.03L	/	达标
锰	0.1	0.01L	/	达标	0.01L	/	达标	0.01L	/	达标
水温 (°C)	/	24.9~25.7	/	/	26.4~26.9	/	/	23.7~24.6	/	/
透明度 (cm)	/	102~106	/	/	154	/	/	134~138	/	/
流量 (m³/s)	/	177~307	/	/	不具备检测条件	/	/	不具备检测条件	/	/
监测因子	标准限值	W5 支流汇入口上游 2km 断面				W6 支流汇入口下游断面				
		监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况			
pH (无量纲)	6~9	7.8~8.1	0.4~0.55	达标	7.8~7.9	0.4~0.45	达标			
溶解氧	3	5.14~5.18	0.579~0.584	达标	5.84	0.514	达标			

高锰酸盐指数	10	2.4~2.9	0.24~0.29	达标	2.5~2.7	0.25~0.27	达标
粪大肠菌群(CFU/L)	20000	<10	/	达标	<10	/	达标
硝酸盐	10	0.46~0.48	0.046~0.048	达标	0.44	0.044	达标
石油类	0.5	0.02	0.04	达标	0.01~0.02	0.02~0.04	达标
叶绿素 a(µg/L)	/	16~19	/	/	7~9	/	/
化学需氧量	30	15~16	0.5~0.533	达标	18	0.6	达标
五日生化需氧量	6	3.4~3.7	0.567~0.617	达标	3.8~3.9	0.633~0.65	达标
氟化物	1.5	0.62~0.66	0.413~0.44	达标	0.63~0.67	0.42~0.447	达标
氰化物	0.2	0.004L	/	达标	0.004L	/	达标
硫化物	0.5	0.003	0.006	达标	0.003~0.005	0.006~0.01	达标
氯化物	250	23~27	0.092~0.108	达标	24~28	0.096~0.112	达标
氨氮	1.5	0.309~0.314	0.206~0.209	达标	0.359~0.364	0.239~0.243	达标
总氮	1.5	0.91~0.93	0.607~0.62	达标	0.89~0.90	0.593~0.6	达标
六价铬	0.05	0.004L	/	达标	0.004L	/	达标
汞	0.001	0.00004L	/	达标	0.00004L	/	达标
砷	0.1	0.0134~0.0148	0.134~0.148	达标	0.0088~0.0104	0.088~0.104	达标
硒	0.02	0.0004L	/	达标	0.0004L	/	达标
总磷	0.3 (湖、库 0.1)	0.13~0.14	0.433~0.467	达标	0.11~0.12	0.367~0.4	达标
挥发酚	0.01	0.004~0.0042	0.4~0.42	达标	0.0038~0.0039	0.38~0.39	达标
阴离子表面活性剂	0.3	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标
硫酸盐	250	24~25	0.096~0.1	达标	23	0.092	达标
铜	1.0	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标
锌	2.0	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标
铅	0.05	0.001L	/	达标	0.001L	/	达标
镉	0.005	0.0001L	/	达标	0.0001L	/	达标
铁	0.3	0.03L	/	达标	0.03L	/	达标
锰	0.1	0.01L	/	达标	0.01L	/	达标
水温 (°C)	/	24.6~25.9	/	/	24.9~25.2	/	/

透明度 (cm)	/	114~120	/	/	112	/	/			
流量(m ³ /s)	/	181~249	/	/	435~519	/	/			
监测因子	标准限值	W3 中石坝水库中心断面								
		水面下 0.5m			中层 1/2 水深处			水底上 0.5m		
		监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况
pH (无量纲)	6~9	8.1~8.2	0.55~0.6	达标	7.6~7.7	0.3~0.35	达标	7.2~7.3	0.1~0.15	达标
溶解氧	3	5.54~5.56	0.54~0.542	达标	5.43~5.62	0.552~0.534	达标	4.37~4.59	0.654~0.686	达标
高锰酸盐指数	10	3.8~3.9	0.38~0.39	达标	3.1~3.6	0.31~0.36	达标	3.2~3.7	0.32~0.37	达标
粪大肠菌群(CFU/L)	20000	10~20	0.0005~0.001	达标	10	0.0005	达标	10	0.0005	达标
硝酸盐	10	0.34~0.36	0.034~0.036	达标	0.34~0.36	0.034~0.036	达标	0.34~0.36	0.034~0.036	达标
石油类	0.5	0.01	0.02	达标	0.01~0.02	0.02~0.04	达标	0.01~0.02	0.02~0.04	达标
叶绿素 a(μg/L)	/	83~88	/	/	75~80	/	/	72~76	/	/
化学需氧量	30	16	0.533	达标	15~16	0.5~0.533	达标	15~16	0.5~0.533	达标
五日生化需氧量	6	3.4~3.6	0.567~0.6	达标	3.4~3.6	0.567~0.6	达标	3.3~3.5	0.55~0.583	达标
氟化物	1.5	0.59~0.63	0.393~0.42	达标	0.58~0.60	0.387~0.4	达标	0.57~0.61	0.38~0.407	达标
氰化物	0.2	0.004L	/	达标	0.004L	/	达标	0.004L	/	达标
硫化物	0.5	0.003	0.006	达标	0.003	0.006	达标	0.003	0.006	达标
氯化物	250	28~31	0.112~0.124	达标	28~30	0.112~0.12	达标	27~29	0.108~0.116	达标
氨氮	1.5	0.381~0.387	0.254~0.258	达标	0.37~0.376	0.247~0.251	达标	0.356~0.359	0.507~0.527	达标
总氮	1.5	0.9	0.6	达标	0.86~0.88	0.573~0.587	达标	0.76~0.79	0.507~0.527	达标
六价铬	0.05	0.004L	/	达标	0.004L	/	达标	0.004L	/	达标
汞	0.001	0.00004L	/	达标	0.00004L	/	达标	0.00004L	/	达标
砷	0.1	0.0102~0.0112	0.102~0.112	达标	0.011~0.0116	0.11~0.116	达标	0.0096~0.0114	0.096~0.114	达标
硒	0.02	0.0004L	/	达标	0.0004L	/	达标	0.0004L	/	达标
总磷	0.3 (湖、库 0.1)	0.07~0.08	0.7~0.8	达标	0.06~0.07	0.6~0.7	达标	0.05~0.07	0.5~0.7	达标
挥发酚	0.01	0.0025~0.0027	0.25~0.27	达标	0.002~0.0023	0.2~0.23	达标	0.002~0.0024	0.2~0.24	达标
阴离子表面活性剂	0.3	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标

硫酸盐	250	22	0.088	达标	18~20	0.072~0.08	达标	19~21	0.076~0.084	达标
铜	1.0	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标
锌	2.0	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标	0.05L	/	达标
铅	0.05	0.001L	/	达标	0.001L	/	达标	0.001L	/	达标
镉	0.005	0.0001L	/	达标	0.0001L	/	达标	0.0001L	/	达标
铁	0.3	0.03L	/	达标	0.03L	/	达标	0.03L	/	达标
锰	0.1	0.01L	/	达标	0.01L	/	达标	0.01L	/	达标
水温 (°C)	/	22.9~23.2	/	/	13.8~14.6	/	/	9.1~9.4	/	/
透明度 (cm)	/	124~132	/	/	无法检测	/	/	无法检测	/	/
流量(m ³ /s)	/	不具备检测条件	/	/	不具备检测条件	/	/	不具备检测条件	/	/

监测数据显示，中石坝水库及其汇水支流、退水支流、取水口等处水质均可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准要求。

2、枯水期监测数据

(1) 监测方案及布点原则

项目区域地表水环境枯水期监测方案见下表。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）“6.2.3对于水文要素影响型建设项目，受影响水体为河流、湖库时，除覆盖评价范围外，一级、二级评价时，还应包括库区及支流回水影响区、坝下至下一个梯级或河口、受水区、退水影响区。”“C.2.1.2对于水文要素影响型建设项目，在取水口、主要入湖（库）断面、坝前、湖（库）中心水域、不同水质类别区、水环境敏感区和需要进行水质预测的水域，应布设取样垂线。对于复合影响型建设项目，应兼顾进行取样垂线的布设。”项目区域地表水环境枯水期布点符合导则要求。

表 5.3-6 项目区域地表水环境枯水期监测方案

监测点位	监测时间	监测因子	监测单位	数据来源	布点原则
W1 青龙河袁家村断面	2024.11.08~2024.11.10	pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、总铬、色度、动植物油、悬浮物、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、叶绿素 a、透明度等；同时记录水温、河宽、水深、流速、流量。	云南天倪检测有限公司	环评补测	支流回水影响区、退水影响区
W2 入库断面（水面下 0.5m）	2024.11.08~2024.11.9				主要入库断面
W3 中石坝水库中心断面（水面下 0.5m、中层 1/2 水深处、水底上 0.5m）					中石坝水库中心区域
W4 中石坝水库坝前断面（水面下 0.5m、中层 1/2 水深处、水底上 0.5m）					中石坝水库坝前断面
W5 中石坝水库取水口处断面（水面下 0.5m）	2024.11.08~2024.11.10				取水口
W6 青龙河坝下 1.5km					坝下
W7 水冬瓜箐汇入青龙河下游 1.5km					农业退水影响区
W8 楚雄市富民工业园区污水处理厂工业入河排污口下游 1.5km					工业退水影响区
W9 青龙河汇入龙川江上游 500m					退水影响区

(2) 监测结果及达标情况

项目区域地表水枯水期监测结果及达标情况见下表。

表 5.3-7 2024 年地表水枯水期监测结果及达标情况

监测因子	标准限值	W1 青龙河袁家村断面			W2 入库断面			W5 中石坝水库取水口处断面		
		监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况
pH 值（无量纲）	6~9	7.1~7.3	0.05~0.18	达标	7.2~7.3	0.11~0.18	达标	7.4	0.25	达标
水温（℃）	/	14.2~16.1	/	达标	14.2~16.1	/	达标	14.4~15.5	/	达标

透明度 (cm)	/	65~69	/	达标	65~66	/	达标	63~67	/	达标
溶解氧	≥3	6.10~6.59	0.46~0.49	达标	5.67~5.89	0.51~0.53	达标	5.72~5.97	0.50~0.50	达标
色度 (度)	/	5	/	达标	5	/	达标	5	/	达标
悬浮物	/	5~7	/	达标	6~8	/	达标	5~8	/	达标
高锰酸盐指数	≤10	6.3~6.6	0.63~0.66	/	6.2~6.4	0.62~0.64	/	4.7~4.9	0.47~0.49	/
化学需氧量	≤30	23~26	0.77~0.87	达标	25~28	0.83~0.93	达标	21~23	0.70~0.77	达标
五日生化需氧量	≤6	4.9~5.4	0.82~0.90	达标	4.8~5.1	0.80~0.85	达标	4.1~4.3	0.68~0.72	达标
叶绿素 a (µg/L)	/	2L	/	达标	2L	/	达标	2L	/	达标
总磷	≤0.3 (湖、 库 0.1)	0.09	0.3	达标	0.07	0.23	达标	0.08~0.09	0.27~0.30	达标
总氮 (湖、库, 以 N 计)	≤1.5	1.14~1.25	/	/	1.08~1.14	/	/	1.24~1.25	0.83	/
氨氮	≤1.5	0.126~0.151	0.08~0.10	达标	0.134~0.157	0.09~0.10	达标	0.137~0.148	0.09~0.10	达标
硝酸盐氮	≤10	0.88~0.96	0.09~0.10	达标	0.81~0.87	0.08~0.09	达标	0.87~0.91	0.09	达标
阴离子表面活性 剂	≤0.3	0.05L	<0.17	达标	0.05L	<0.17	达标	0.05L	<0.17	达标
挥发酚	≤0.01	0.0003L	<0.03	达标	0.0003L	<0.03	达标	0.0003L	<0.03	达标
氟化物	≤1.5	0.44~0.50	0.29~0.33	达标	0.50~0.52	0.33~0.35	达标	0.46~0.50	0.31~0.33	达标
硫化物	≤0.5	0.01L	<0.02	达标	0.01L	<0.02	达标	0.01L	<0.02	达标
硫酸盐	≤250	85~88	0.34~0.35	达标	72~74	0.29~0.30	达标	117~118	0.47	达标
氯化物	≤250	25.9~26.7	0.10~0.11	达标	25.1~25.7	0.1	达标	25.2~26.1	0.1	达标
氰化物	≤0.2	0.004L	<0.02	达标	0.004L	<0.02	达标	0.004L	<0.02	达标
总铬	/	0.022~0.028	/	达标	0.019~0.023	/	达标	0.021~0.022	/	达标
六价铬	≤0.05	0.004~0.006	0.08~0.12	达标	0.004~0.006	0.08~0.12	达标	0.005~0.006	0.10~0.12	达标
铜	≤1.0	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标
锌	≤2.0	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标
铁	≤0.3	0.03L	<0.10	达标	0.07~0.11	0.23~0.37	达标	0.03L	<0.10	达标
锰	≤0.1	0.01~0.02	0.10~0.20	达标	0.02~0.05	0.20~0.50	达标	0.05~0.06	0.50~0.60	达标

砷 (μg/L)	≤100	0.7~1.0	0.01	达标	0.3L	<0.003	达标	0.4~05	0.01	达标			
硒 (μg/L)	≤20	0.4L	<0.02	达标	0.4L	<0.02	达标	0.7	0.04	达标			
汞 (μg/L)	≤1	0.04L	<0.04	/	0.08~0.09	0.08~0.09	/	0.04L	<0.04	/			
铅 (μg/L)	≤50	0.25L	<0.01	/	0.25L	<0.01	/	0.25L	<0.01	/			
镉 (μg/L)	≤5	1.05~1.12	0.21~0.22	/	0.938~0.992	0.19~0.20	/	1.33~1.46	0.27~0.29	/			
粪大肠菌群 (MPN/L)	≤20000	130~230	0.01	达标	ND	/	达标	90~140	0.0045~0.007	达标			
石油类	≤0.5	0.06L	<0.12	达标	0.06L	<0.12	达标	0.06L	<0.12	达标			
动植物油	/	0.06L	/	/	0.06L	/	/	0.06L	/	/			
监测因子	标准限值	W6 青龙河坝下 1.5km			W7 水冬瓜箐汇入青龙河下游 1.5km			W8 楚雄市富民工业园区污水处理厂工业入河排污口下游 1.5km			W9 青龙河汇入龙川江上游 500m		
		监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况
pH 值 (无量纲)	6~9	7.2~7.4	0.11~0.25	达标	7.2~7.4	0.11~0.25	达标	7.2~7.3	0.11~0.18	达标	7.3~7.5	0.18~0.33	达标
水温 (°C)	/	14.5~15.7	/	达标	14.3~15.7	/	达标	14.3~15.3	/	达标	15.2~15.7	/	达标
透明度 (cm)	/	38~40	/	达标	41~42	/	达标	36~37	/	达标	35~38	/	达标
溶解氧	≥3	6.36~6.70	0.45~0.47	达标	5.7~6.16	0.49~0.53	达标	5.60~5.97	0.50~0.54	达标	6.96~7.41	0.40~0.43	达标
色度 (度)	/	15	/	达标	10	/	达标	10	/	达标	10	/	达标
悬浮物	/	5~7	/	达标	5~8	/	达标	5~7	/	达标	6~8	/	达标
高锰酸盐指数	≤10	7.7~7.9	0.77~0.79	/	6.9~7.0	0.69~0.70	/	6.0~6.4	0.60~0.64	/	4.8~5.0	0.48~0.50	/
化学需氧量	≤30	21~25	0.70~0.83	达标	20~23	0.67~0.77	达标	23~26	0.77~0.87	达标	18~20	0.60~0.67	达标
五日生化	≤6	4.9~5.5	0.82~0.92	达标	4.2~4.6	0.70~0.77	达标	4.7~5.2	0.78~0.87	达标	3.5~4.0	0.58~0.67	达标

需氧量													
叶绿素 a ($\mu\text{g/L}$)	/	2~3	/	达标	3~4	/	达标	2~3	/	达标	2~3	/	达标
总磷	≤ 0.3 (湖、 库 0.1)	0.22~0.24	0.73~0.80	达标	0.27~0.28	0.90~0.93	达标	0.28~0.29	0.93~0.97	达标	0.27~0.28	0.90~0.93	达标
总氮 (湖、 库, 以 N 计)	≤ 1.5	3.19~3.43	/	/	5.36~5.47	/	/	6.0~6.3	/	/	5.14~5.41	/	/
氨氮	≤ 1.5	0.362~0.39 6	0.24~0.26	达标	0.357~0.37 4	0.24~0.25	达标	0.371~0.3 96	0.25~0.26	达标	0.351~0.3 75	0.23~0.25	达标
硝酸盐氮	≤ 10	0.85~0.94	0.09	达标	0.70~0.78	0.07~0.08	达标	0.89~0.96	0.09~0.10	达标	0.75~0.84	0.08	达标
阴离子表 面活性剂	≤ 0.3	0.05L	< 0.17	达标	0.05~0.06	0.17~0.20	达标	0.07~0.11	0.23~0.37	达标	0.10~0.12	0.33~0.40	达标
挥发酚	≤ 0.01	0.0003L	< 0.03	达标	0.0003L	< 0.03	达标	0.0003L	< 0.03	达标	0.0003L	< 0.03	达标
氟化物	≤ 1.5	0.44~0.54	0.29~0.36	达标	0.30~0.39	0.20~0.26	达标	0.33~0.38	0.22~0.25	达标	0.36~0.44	0.24~0.29	达标
硫化物	≤ 0.5	0.01L	< 0.02	达标	0.01L	< 0.02	达标	0.01L	< 0.02	达标	0.01L	< 0.02	达标
硫酸盐	≤ 250	128~131	0.51~0.52	达标	104~107	0.42~0.43	达标	87~90	0.35~0.36	达标	80~82	0.32~0.33	达标
氯化物	≤ 250	35.7~37.0	0.14~0.15	达标	27.0~28.0	0.11	达标	27.0~28.4	0.11	达标	29.3~30.4	0.12	达标
氰化物	≤ 0.2	0.004L	< 0.02	达标	0.004L	< 0.02	达标	0.004L	< 0.02	达标	0.004L	< 0.02	达标
总铬	/	0.021~0.02 5	/	达标	0.024~0.02 7	/	达标	0.018~0.0 21	/	达标	0.021~0.0 25	/	达标
六价铬	≤ 0.05	0.005~0.00 8	0.10~0.16	达标	0.004~0.00 7	0.08~0.14	达标	0.005~0.0 07	0.10~0.14	达标	0.005~0.0 07	0.10~0.14	达标
铜	≤ 1.0	0.012L~0.0 14	0.01	达标	0.012L~0.0 13	0.01	达标	0.012L	0.01	达标	0.012L	0.01	达标
锌	≤ 2.0	0.012L	< 0.01	达标	0.012L~0.0 16	0.01	达标	0.032~0.0 43	0.02	达标	0.013~0.0 24	0.01	达标
铁	≤ 0.3	0.03L	< 0.10	达标	0.07~0.08	0.23~0.27	达标	0.06~0.13	0.20~0.43	达标	0.013~0.0 24	0.04~0.08	达标

锰	≤0.1	0.06~0.07	0.60~0.70	达标	0.04~0.05	0.40~0.50	达标	0.01L	<0.10	达标	0.03~0.04	0.30~0.40	达标
砷μg/L	≤100	1.2~1.4	0.01	达标	1.2~1.3	0.01	达标	1.4~1.8	0.01~0.02	达标	1.0~1.1	0.01~0.02	达标
硒μg/L	≤20	0.5~0.8	0.03~0.04	达标	0.7~0.9	0.04~0.05	达标	0.5~0.9	0.03~0.05	达标	0.7~0.8	0.04	达标
汞μg/L	≤1	0.04L	<0.04	/	0.04L	<0.04	/	0.04L	<0.04	/	0.04L	<0.04	/
铅μg/L	≤50	0.25L	<0.01	/	0.25L	<0.01	/	0.25L	<0.01	/	0.25L	<0.01	/
镉μg/L	≤5	1.56~1.70	0.31~0.34	/	0.961~1.18	0.19~0.24	/	1.36~1.52	0.27~0.30	/	1.46~1.64	0.29~0.33	/
粪大肠菌群 MPN/L	≤20000	170~230	0.01	达标	210~330	0.01	达标	110~180	0.01	达标	630~790	0.03~0.04	达标
石油类	≤0.5	0.06L	<0.12	达标	0.06L	<0.12	达标	0.06L	<0.12	达标	0.06L	<0.12	达标
动植物油	/	0.06L	/	/	0.06L	/	/	0.06L	/	/	0.06L	/	/
W3 中石坝水库中心断面													
监测因子	标准限值	水面下 0.5m			中心 1/2 水深处			水底上 0.5m					
		监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况			
pH 值 (无量纲)	6~9	7.3~7.4	0.18~0.25	达标	7.2~7.3	0.11~0.18	达标	7.2~7.4	0.11~0.24	达标			
水温 (°C)	/	14.8~15.4	/	达标	14.6~15.1	/	达标	14.1~14.9	/	达标			
透明度 (cm)	/	64~67	/	达标	64~67	/	达标	64~67	/	达标			
溶解氧	≥3	6.22~6.56	0.46~0.48	达标	5.79~6.24	0.48~0.52	达标	5.50~5.72	0.52~0.55	达标			
色度 (度)	/	5	/	达标	5	/	达标	5	/	达标			
悬浮物	/	4~7	/	达标	5~7	/	达标	4~5	/	达标			
高锰酸盐指数	≤10	6.0~6.1	0.60~0.61	/	6.2~6.5	0.62~0.65	/	6.3~6.4	0.63~0.64	/			
化学需氧量	≤30	21~23	0.70~0.77	达标	24~26	0.80~0.87	达标	21~23	0.70~0.77	达标			
五日生化需氧量	≤6	4.2~4.4	0.70~0.73	达标	4.8~5.1	0.80~0.85	达标	4.3~4.5	0.72~0.75	达标			
叶绿素 a (μg/L)	/	2L	/	达标	2L	/	达标	2L	/	达标			
总磷	≤0.3 (湖、库 0.1)	0.07~0.08	0.7~0.8	达标	0.08~0.09	0.80~0.90	达标	0.07~0.08	0.70~0.80	达标			
总氮 (湖、库, 以 N 计)	≤1.5	1.07~1.15	0.71~0.77	达标	1.06~1.11	0.71~0.74	达标	1.10~1.13	0.73~0.75	达标			
氨氮	≤1.5	0.145~0.154	0.1	达标	0.134~0.154	0.09~0.10	达标	0.137~0.157	0.09~0.10	达标			

硝酸盐氮	≤10	0.78~0.84	0.08	达标	0.76~0.79	0.08	达标	0.76~0.81	0.08	达标
阴离子表面活性剂	≤0.3	0.05L	<0.17	达标	0.05L	<0.17	达标	0.05L	<0.17	达标
挥发酚	≤0.01	0.0003L	<0.03	达标	0.0003L	<0.03	达标	0.0003L	<0.03	达标
氟化物	≤1.5	0.46~0.50	0.31~0.33	达标	0.46~0.48	0.31~0.32	达标	0.48~0.52	0.32~0.35	达标
硫化物	≤0.5	0.01L	<0.02	达标	0.01L	<0.02	达标	0.01L	<0.02	达标
硫酸盐	≤250	76~77	0.30~0.31	达标	70~71	0.28	达标	73~75	0.29~0.30	达标
氯化物	≤250	25.5~26.1	0.1	达标	24.9~25.7	0.1	达标	24.1~25.1	0.1	达标
氰化物	≤0.2	0.004L	<0.02	达标	0.004L	<0.02	达标	0.004L	<0.02	达标
总铬	/	0.020~0.022	/	达标	0.020~0.022	/	达标	0.020~0.023	/	达标
六价铬	≤0.05	0.004~0.007	0.08~0.14	达标	0.006	0.12	达标	0.006~0.007	0.12~0.14	达标
铜	≤1.0	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标
锌	≤2.0	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标
铁	≤0.3	0.03~0.07	0.10~0.23	达标	0.09~0.10	0.30~0.33	达标	0.10~0.11	0.33~0.37	达标
锰	≤0.1	0.01L	<0.10	达标	0.02~0.04	0.07~0.13	达标	0.02~0.04	0.20~0.40	达标
砷 (μg/L)	≤100	0.3L	<0.003	达标	0.3L	<0.003	达标	0.3L	<0.003	达标
硒 (μg/L)	≤20	0.4	0.02	达标	0.4L	<0.02	达标	0.4L	<0.04	达标
汞 (μg/L)	≤1	0.06~0.08	0.06~0.08	/	0.08~0.09	0.08~0.09	/	0.04~0.06	0.04~0.06	/
铅 (μg/L)	≤50	0.25L	<0.01	/	0.25L	<0.01	/	0.25L	<0.01	/
镉 (μg/L)	≤5	1.04~1.12	0.21~0.22	/	0.564~0.692	0.11~0.14	/	0.729~0.797	0.15~0.16	/
粪大肠菌群 (MPN/L)	≤20000	ND	/	达标	ND	/	达标	ND	/	达标
石油类	≤0.5	0.06L	<0.12	达标	0.06L	<0.12	达标	0.06L	<0.12	达标
动植物油	/	0.06L	/	/	0.06L	/	/	0.06L	/	/
监测因子	标准限值	W4 中石坝水库坝前断面								
		水面下 0.5m			中心 1/2 水深处			水底上 0.5m		
		监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况	监测结果	标准指数	达标情况
pH 值 (无量纲)	6~9	7.2~7.3	0.11~0.18	达标	7.2~7.4	0.11~0.25	达标	7.3~7.4	0.18~0.25	达标
水温 (°C)	/	14.5~15.6	/	达标	14.3~15.4	/	达标	14.9~14.9	/	达标

透明度 (cm)	/	63~65	/	达标	63~65	/	达标	63~65	/	达标
溶解氧	≥3	6.24~6.44	0.47~0.48	达标	5.60~6.06	0.50~0.54	达标	6.29~6.42	0.47~0.48	达标
色度 (度)	/	5	/	达标	5	/	达标	5	/	达标
悬浮物	/	4~6	/	达标	4~6	/	达标	5~6	/	达标
高锰酸盐指数	≤10	6.2~6.3	0.62~0.63	/	6.2	0.62	/	6.2~6.3	0.62~0.63	/
化学需氧量	≤30	24~25	0.80~0.83	达标	23~25	0.77~0.83	达标	20~22	0.67~0.73	达标
五日生化需氧量	≤6	4.7~5.0	0.78~0.83	达标	4.6~4.9	0.80~0.85	达标	4.1~4.3	0.68~0.72	达标
叶绿素 a (µg/L)	/	2L	/	达标	2L	/	达标	2L	/	达标
总磷	≤0.3 (湖、 库 0.1)	0.09	0.9	达标	0.09	0.9	达标	0.08	0.8	达标
总氮 (湖、库, 以 N 计)	≤1.5	1.03~1.06	0.69~0.71	达标	1.08~1.09	0.72~0.73	达标	1.17~1.18	0.78~0.79	达标
氨氮	≤1.5	0.151~0.168	0.10~0.11	达标	0.145~0.148	0.1	达标	0.151~0.158	0.10~0.11	达标
硝酸盐氮	≤10	0.72~0.77	0.07~0.08	达标	0.68~0.71	0.07	达标	0.84~0.89	0.08~0.09	达标
阴离子表面活性剂	≤0.3	0.05L	<0.17	达标	0.05L~0.07	0.17~0.23	达标	0.05L~0.06	0.17~0.20	达标
挥发酚	≤0.01	0.0003L	<0.03	达标	0.0003L	<0.03	达标	0.0003L	<0.03	达标
氟化物	≤1.5	0.43~0.45	0.29~0.30	达标	0.41~0.43	0.27~0.29	达标	0.46~0.48	0.31~0.32	达标
硫化物	≤0.5	0.01L	<0.02	达标	0.01L	<0.02	达标	0.01L	<0.02	达标
硫酸盐	≤250	78~80	0.31~0.32	达标	67~69	0.27~0.28	达标	77~79	0.31~0.32	达标
氯化物	≤250	25.3~25.9	0.1	达标	25.7~26.3	0.10~0.11	达标	23.5~25.6	0.09~0.10	达标
氰化物	≤0.2	0.004L	<0.02	达标	0.004L	<0.02	达标	0.004L	<0.02	达标
总铬	/	0.018~0.020	/	达标	0.018~0.021	/	达标	0.019~0.022	/	达标
六价铬	≤0.05	0.004L~0.005	0.08~0.10	达标	0.005~0.008	0.10~0.16	达标	0.006~0.007	0.12~0.14	达标
铜	≤1.0	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标
锌	≤2.0	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标	0.012L	<0.01	达标
铁	≤0.3	0.13~0.16	0.43~0.53	达标	0.08	0.27	达标	0.04~0.08	0.13~0.27	达标
锰	≤0.1	0.01L	<0.10	达标	0.03~0.04	0.07~0.13	达标	0.03~0.04	0.30~0.40	达标
砷 (µg/L)	≤100	0.3L	<0.003	达标	0.3L	<0.003	达标	0.3L	<0.003	达标

硒 (µg/L)	≤20	0.4~0.5	0.02~0.03	达标	0.4L	<0.02	达标	0.4L	<0.02	达标
汞 (µg/L)	≤1	0.06	0.06	/	0.04L	0.04~0.09	/	0.04L	0.04~0.06	/
铅 (µg/L)	≤50	0.25L	<0.01	/	0.25L	<0.01	/	0.25L	<0.01	/
镉 (µg/L)	≤5	1.07~1.14	0.21~0.23	/	0.492~0.650	0.10~0.13	/	0.495~0.686	0.10~0.14	/
粪大肠菌群 (MPN/L)	≤20000	ND~50	0.0025	达标	ND	/	达标	ND	/	达标
石油类	≤0.5	0.06L	<0.12	达标	0.06L	<0.12	达标	0.06L	<0.12	达标
动植物油	/	0.06L	/	/	0.06L	/	/	0.06L	/	/

监测数据显示，工程地表水评价范围内枯水期各监测断面的水质均可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准要求。

5.3.2地下水环境现状调查与评价

为了解项目区地下水环境质量现状，本评价委托云南天倪检测有限公司于2024年11月8日对项目评价区域地下水环境质量进行现状监测。

1、监测方案

监测项目： K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟、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，同时记录地下水水位、井深和井口标高。

监测点位：J1库尾上游、J2坝址下游、J3坝址下游。

监测频率：一次性采样监测。

监测方法：参照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中采样及监测方法。

2、布点原则

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）“三级评价项目潜水含水层水质监测点应不少于3个，可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层1-2个。原则上建设项目场地上游及下游影响区的地下水水质监测点各不得少于1个。”本项目地下水评价等级为三级，地下水最终汇入龙川江，项目建设对区域地下水影响较小。在本项目建设区域的地下水上游选取J1作为监测点位，下游选取J2、J3作为下游地下水监测点位，本次环评对点位可满足导则要求。

3、监测结果及达标情况

表 5.3-8 中石坝水库地下水环境质量现状监测结果及达标情况 单位: mg/L

监测点位	监测点坐标/m		污染物	监测时间	评价标准 /mg/L	监测浓度 mg/L	标准指数	超标率/%	达标情况
	UTMx	UTMy							
J1 库尾上游	758872	2760856.4	K ⁺	2024.11.08	/	1.14	/	/	/
			Na ⁺		/	81.4	/	/	/
			Ca ²⁺		/	71.4	/	/	/
			Mg ²⁺		/	16.3	/	/	/
			CO ₃ ²⁻		/	5L	/	/	/
			HCO ₃ ⁻		/	172	/	/	/
			Cl ⁻		/	15.6	/	/	/
			SO ₄ ²⁻		/	237	/	/	/
			pH (无量纲)		6.5~8.5	7.5	0.33	0	达标
			溶解性总固体		≤1000	617	0.62	0	达标
			总硬度		≤450	248	0.55	0	达标
			耗氧量		≤3	1.2	0.40	0	达标
			氨氮		≤0.5	0.05	0.10	0	达标
			硝酸盐 (以 N 计)		≤20	8.98	0.45	0	达标
			亚硝酸盐 (以 N 计)		≤1	0.003	0.003	0	达标
			挥发酚		≤0.002	0.0003L	<0.15	0	达标
			氰化物		≤0.05	0.002L	<0.04	0	达标
			氟化物		≤1	0.14	0.14	0	达标
			硫酸盐		≤250	239	0.96	0	达标
			氯化物		≤250	16.3	0.07	0	达标
六价铬	≤0.05	0.004L	<0.08	0	达标				
铁	≤0.3	0.06	0.20	0	达标				
锰	≤0.1	0.04	0.40	0	达标				
砷(μg/L)	≤10	1.7	0.17	0	达标				

			汞($\mu\text{g/L}$)		≤ 1	0.18	0.18	0	达标
			铅($\mu\text{g/L}$)		≤ 10	0.82	0.08	0	达标
			镉($\mu\text{g/L}$)		≤ 5	2.28	0.46	0	达标
			菌落总数 (CFU/mL)		≤ 100	97	0.97	0	达标
			总大肠菌群 (MPN/L)		≤ 3	ND	/	0	达标
J2 坝址下游	759631.5 4	2764230.82	K^+	2024.11.08	/	0.78	/	/	/
			Na^+		/	12.8	/	/	/
			Ca^{2+}		/	31	/	/	/
			Mg^{2+}		/	1.32	/	/	/
			CO_3^{2-}		/	5L	/	/	/
			HCO_3^-		/	102	/	/	/
			Cl^-		/	0.984	/	/	/
			SO_4^{2-}		/	23.1	/	/	/
			pH (无量纲)		6.5~8.5	7.4	0.27	0	达标
			溶解性总固体		≤ 1000	178	0.18	0	达标
			总硬度		≤ 450	86	0.19	0	达标
			耗氧量		≤ 3	1.1	0.37	0	达标
			氨氮		≤ 0.5	0.064	0.13	0	达标
			硝酸盐 (以 N 计)		≤ 20	0.44	0.02	0	达标
			亚硝酸盐 (以 N 计)		≤ 1	0.003L	<0.003	0	达标
			挥发酚		≤ 0.002	0.0003L	<0.15	0	达标
			氰化物		≤ 0.05	0.002L	<0.04	0	达标
			氟化物		≤ 1	0.07	0.07	0	达标
			硫酸盐		≤ 250	26	0.10	0	达标
			氯化物		≤ 250	2.5L	<0.01	0	达标
六价铬	≤ 0.05	0.004L	<0.08	0	达标				
铁	≤ 0.3	0.04	0.13	0	达标				

			锰		≤0.1	0.06	0.60	0	达标
			砷(μg/L)		≤10	0.4	0.04	0	达标
			汞(μg/L)		≤1	0.33	0.33	0	达标
			铅(μg/L)		≤10	0.25L	<0.03	0	达标
			镉(μg/L)		≤5	1.03	0.21	0	达标
			菌落总数 (CFU/mL)		≤100	84	0.84	0	达标
			总大肠菌群 (MPN/L)		≤3	ND	/	0	达标
J3 坝址下游	760538.8 1	2763691.24	K ⁺	2024.11.08	/	0.63	/	/	/
			Na ⁺		/	9.38	/	/	/
			Ca ²⁺		/	49.7	/	/	/
			Mg ²⁺		/	7.52	/	/	/
			CO ₃ ²⁻		/	5L	/	/	/
			HCO ₃ ⁻		/	186	/	/	/
			Cl ⁻		/	2.88	/	/	/
			SO ₄ ²⁻		/	14.3	/	/	/
			pH (无量纲)		6.5~8.5	7.5	0.33	0	达标
			溶解性总固体		≤1000	234	0.23	0	达标
			总硬度		≤450	200	0.44	0	达标
			耗氧量		≤3	1	0.33	0	达标
			氨氮		≤0.5	0.072	0.14	0	达标
			硝酸盐 (以 N 计)		≤20	0.4	0.02	0	达标
			亚硝酸盐 (以 N 计)		≤1	0.003L	<0.003	0	达标
			挥发酚		≤0.002	0.0003L	<0.15	0	达标
			氰化物		≤0.05	0.002L	<0.04	0	达标
			氟化物		≤1	0.05L	<0.05	0	达标
硫酸盐	≤250	17	0.07	0	达标				
氯化物	≤250	3.6	0.01	0	达标				

			六价铬	≤0.05	0.004L	<0.08	0	达标
			铁	≤0.3	0.03L	<0.10	0	达标
			锰	≤0.1	0.03	0.30	0	达标
			砷(μg/L)	≤10	0.8	0.08	0	达标
			汞(μg/L)	≤1	0.62	0.62	0	达标
			铅(μg/L)	≤10	0.25L	<0.03	0	达标
			镉(μg/L)	≤5	0.727	0.15	0	达标
			菌落总数 (CFU/mL)	≤100	43	0.43	0	达标
			总大肠菌群 (MPN/L)	≤3	ND	/	0	达标

监测结果显示，项目区域地下水各监测点的监测因子均可达《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。

4、八大离子平衡分析

此外，参考《生活饮用水标准检验方法 第3部分：水质分析质量控制》（GB/T5750.3-2023）对八大离子电荷进行了平衡分析，电荷计算结果见下表。

表 5.3-9 地下水监测井离子平衡分析结果表

指标	J1 库尾上游	J2 坝址下游	J3 坝址下游
	2024.11.08	2024.11.08	2024.11.08
K ⁺	1.14	0.78	0.63
Na ⁺	81.4	12.8	9.38
Ca ²⁺	71.4	31	49.7
Mg ²⁺	16.3	1.32	7.52
CO ₃ ²⁻	5L	5L	5L
HCO ₃ ⁻	172	102	186
Cl ⁻	15.6	0.984	2.88
SO ₄ ²⁻	237	23.1	14.3
电荷计算结果	1.70049	1.22658	1.42972
评价	≤10%	≤10%	≤10%

根据分析，各监测点位电荷计算结果均≤10%，电荷基本平衡，监测结果合理。

5.3.3 声环境现状调查与评价

5.3.3.1 声环境达标区判定

项目区域声环境属于农村地区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。

根据楚雄市人民政府于2024年2月21日发布的《2023年楚雄市环境质量状况报告》，2023年，楚雄市功能区声环境监测设噪声监测点位7个，共监测56点次，昼间、夜间各28点次，昼间、夜间点次达标率均为100%。2023年，楚雄市区域环境噪声昼间平均等效声级为48.5分贝，城市区域声环境质量等级为一级；楚雄市区域环境噪声夜间平均等效声级为43.7分贝，城市区域声环境质量等级为二级。2023年，楚雄市道路交通噪声昼间平均等效声级为62.4分贝，噪声强度等级为一级；楚雄市道路交通噪声夜间平均等效声级为56.8分贝，噪声强度等级为一级。

因此，本项目所在区域声环境质量属于达标区。

5.3.3.2 补充监测

为了解项目区声环境质量现状，本评价委托云南天倪检测有限公司于2024年11月10日~11日对项目评价区域声环境质量进行现状监测。

1、监测方案

监测项目：等效连续A声级。

监测点位：N1袁家村、N2平地村、N3彭家村、N4郭家村、N5上马房、N6下马房、N7周溪河散户、N8外石坝村、N9小白喇散户、N10胡家村散户。

监测时段及频率：连续监测2天，昼夜间各监测1次。

2、布点原则

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）“7.3.1.1监测布点原则：（a）布点应覆盖整个评价范围，包括厂界（场界、边界）和声环境保护目标。当声环境保护目标高于（含）三层建筑时，还应按照噪声垂直分布规律、建设项目与声环境保护目标高差等因素选取有代表性的声环境保护目标的代表性楼层设置测点；（b）评价范围内没有明显的声源时（如工业噪声、交通运输噪声、建设施工噪声、社会生活噪声等），可选择有代表性的区域布设测点。”项目噪声影响主要在施工期，本次环评在声环境评价范围内的环境保护目标处均进行了声环境监测，可满足导则监测布点原则要求。

3、监测结果及达标情况

项目声环境补测监测结果及达标情况见下表。

表 5.3-10 声环境质量现状监测结果一览表 单位：dB

监测点位		2024.11.10		2024.11.11	
		昼间	夜间	昼间	夜间
标准限值		≤55	≤45	≤55	≤45
N1 袁家村	监测结果	50	41	51	41
	达标情况	达标	达标	达标	达标
N2 平地村	监测结果	50	42	50	42
	达标情况	达标	达标	达标	达标
N3 彭家村	监测结果	50	42	50	42
	达标情况	达标	达标	达标	达标
N4 郭家村	监测结果	50	42	49	42
	达标情况	达标	达标	达标	达标
N5 上马房	监测结果	49	41	50	42
	达标情况	达标	达标	达标	达标
N6 下马房	监测结果	50	43	50	41
	达标情况	达标	达标	达标	达标
N7 周溪河 散户	监测结果	51	42	49	41
	达标情况	达标	达标	达标	达标
N8 外石坝 村	监测结果	50	42	49	41
	达标情况	达标	达标	达标	达标
N9 小白喇 散户	监测结果	49	42	50	42
	达标情况	达标	达标	达标	达标
N10 胡家村 散户	监测结果	50	41	51	42
	达标情况	达标	达标	达标	达标

监测结果显示，工程区声环境现状质量能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。

5.3.4 大气环境现状评价

5.3.4.1 环境空气质量达标区判定

项目位于楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，区域执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

根据楚雄市人民政府于2024年2月21日发布的《2023年楚雄市环境质量状况报告》，2023年，楚雄市城区环境空气质量监测有效天数为358天，其中“优”224天，“良”126天，“轻度污染”8天，空气质量优良率为97.8%。其中，可吸入颗粒物（PM₁₀）年均值为29μg/m³（一级），同比2022年上升11.5%；细颗粒物（PM_{2.5}）年均值为21μg/m³（二级），同比2022年上升16.7%；二氧化硫（SO₂）年均值为9μg/m³（一级），同比2022年下降10.0%；二氧化氮（NO₂）年均值为14μg/m³（一级），同比2022年无变化；一氧化碳（CO）95百分位数为0.8mg/m³（一级），同比2022年无变化；臭氧（O_{3-8h}）90百分位数为127μg/m³（二级），同比2022年上升9.5%。2023年楚雄市城区环境空气质量达标。因此，本项目所在区域属于达标区。

5.3.4.2 补充监测

为了解项目区环境空气质量现状，本评价委托云南天倪检测有限公司于2024年11月8日~14日对项目评价区域环境空气质量进行现状监测。

1、监测方案

项目监测方案见下表。

表 5.3-11 项目补测监测点位信息一览表

监测点名称	监测点坐标/m		监测因子	监测时段	相对工程方位	相对工程距离/m
	UTMX	UTMY				
A1 郭家村	758996.09	2760292.37	TSP	连续监测 7 天，监测日均浓度	枢纽工程区北侧	76
A2 周溪河散户	759969.25	2763778.79			库区河道整治工程区西侧	89

2、布点原则

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）“监测布点：以近20年统计的当地主导风向为轴向，在厂址及主导风向下风向5km范围内设置1~2个监测点。”本项目补测点位为中石坝水库扩建工程区（包括枢纽工程

区、库区河道整治区)主导风下风向76m处的郭家村、89m处的周溪河散户,可满足导则布点原则要求。

3、监测结果及达标情况

表 5.3-12 环境空气质量现状监测结果一览表 (单位: mg/m³)

监测点位	监测点位坐标/m		污染物	监测时间	评价标准 mg/m ³	监测浓度范围 mg/m ³	最大占标率/%	超标率/%	达标情况
	UTMx	UTMy							
A1 郭家村	758996.09	276029.237	TSP	2024.11.08~ 2024.11.14 (日均值)	0.3	0.107~0.124	41.33	0	达标
A2 周溪河散户	759969.25	276377.879	TSP			0.107~0.126	42	0	达标

监测结果显示,郭家村、周溪河散户监测点处的TSP均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准及其修改单要求。

5.3.5 土壤环境现状调查与分析

为了解项目区土壤环境质量现状,本评价委托云南天倪检测有限公司于2024年11月8日对项目评价区域土壤环境质量进行现状监测。

1、监测方案

监测点: T1垫地回填区耕地、T2彭家村右侧林地、T3迤石坝村旁耕地

监测因子: pH、镉、汞、砷、铅、总铬、铜、镍、锌、六六六总量、滴滴涕总量、苯并[α]芘等;同时记录土壤理化性质(记录土壤质地、颜色、结构、地下水埋深、植被类型,测定阳离子交换量、氧化还原电位、饱和导水率、土壤容重、孔隙度、土壤含盐量,附植被照片和土样照片)。

监测频率: 一次性采样监测;

采样要求: 表层样0~0.2m。

2、布点原则

项目为生态类影响项目,评价等级为三级,根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964-2018)“7.4.2.2调查评价范围内的每种土壤类型应至少设置1个表层样监测点,应尽量设置在未受人为污染或相对未受污染的区域。”“7.4.2.3生态影响型建设项目应根据建设项目所在地的地形特征、地面径流方向设置表层样监测点。”以及表6,项目需在占地范围内布设1个表层样,占地范围外布设2个表层样。根据国家土壤信息服务平台<http://www.soilinfo.cn/map/>网站查询,中石坝水库扩建工程区及其1000m范围内

土壤类型主要为红色壤土、黄色砂土，项目地表水往龙川江方向流，则项目土壤监测布点符合性见下表。

表 5.3-13 土壤监测布点符合性分析表

监测点位	布点原则
T1 垫地回填区耕地	红色壤土，工程占地范围内的 1 个表层样，地表水径流上游
T2 彭家村右侧林地	黄色砂土，占地范围外的 1 个表层样
T3 迪石坝村旁耕地	红色壤土，占地范围外的 1 个表层样，地表水径流下游

根据上表，项目土壤监测点位在不同土壤类型、工程占地范围内/外、地表径流上下游进行布点，符合导则布点原则要求。

3、土壤环境监测结果及达标情况

项目监测结果及达标情况见下表。

表 5.3-14 土壤监测结果及达标情况（单位：mg/kg，pH 无量纲）

监测点 位	监测点坐标/m		污染物	监测时间	评价标准 (mg/kg)	监测结果 (mg/kg)	标准指数	超标率 /%	达标情况
	UTMx	UTMy							
T1 垫地 回填区 耕地	759315.13	2760049.30	pH（无量纲）	2024.11.08	/	6.86	/	/	/
			总铬		200	56	0.28	0	低于风险筛选值
			砷		30	14.9	0.496	0	低于风险筛选值
			汞		2.4	0.343	0.14	0	低于风险筛选值
			铅		120	46	0.38	0	低于风险筛选值
			镉		0.3	0.16	0.53	0	低于风险筛选值
			铜		100	28	0.28	0	低于风险筛选值
			锌		250	51	0.20	0	低于风险筛选值
			镍		100	29	0.29	0	低于风险筛选值
			六六六总量		0.1	0.06L	<0.6	0	低于风险筛选值
			滴滴涕总量		0.1	0.08L	<0.8	0	低于风险筛选值
			苯并[a]芘		0.55	0.17L	<0.31	0	低于风险筛选值
T2 彭家 村右侧 林地	759852.94	2760393.76	pH	2024.11.08	/	6.77	/	/	/
			总铬		200	31	0.16	0	低于风险筛选值
			砷		30	14.1	0.47	0	低于风险筛选值
			汞		2.4	0.754	0.31	0	低于风险筛选值
			铅		120	48	0.40	0	低于风险筛选值
			镉		0.3	0.22	0.73	0	低于风险筛选值
			铜		100	13	0.13	0	低于风险筛选值
			锌		250	21	0.08	0	低于风险筛选值
			镍		100	22	0.22	0	低于风险筛选值

			六六六总量		0.1	0.06L	<0.6	0	低于风险筛选值
			滴滴涕总量		0.1	0.08L	<0.8	0	低于风险筛选值
			苯并[a]芘		0.55	0.17L	<0.31	0	低于风险筛选值
T3 迪石 坝村旁 耕地	760178.53	2764089.47	pH (无量纲)	2021.11.04	/	6.8	/	/	/
			总铬		200	52	0.26	0	低于风险筛选值
			砷		30	6.9	0.23	0	低于风险筛选值
			汞		2.4	0.986	0.41	0	低于风险筛选值
			铅		120	26	0.22	0	低于风险筛选值
			镉		0.3	0.13	0.43	0	低于风险筛选值
			铜		100	24	0.24	0	低于风险筛选值
			锌		250	38	0.15	0	低于风险筛选值
			镍		100	30	0.30	0	低于风险筛选值
			六六六总量		0.1	0.06L	<0.6	0	低于风险筛选值
			滴滴涕总量		0.1	0.08L	<0.8	0	低于风险筛选值
			苯并[a]芘		0.55	0.17L	<0.31	0	低于风险筛选值

监测结果显示，项目区垫地回填区耕地、彭家村右侧林地以及迪石坝村旁耕地各监测因子均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。

4、土壤理化性质

为全面了解项目区域土壤环境，对垫地回填区耕地、彭家村右侧林地以及迪石坝村旁耕地进行了土壤理化性质调查，调查结果如下。

表 5.3-15 项目区域垫地回填区耕地土壤理化性质调查表

点号		T1 垫地回填区耕地	时间	2024.11.08
经度		101.56783774°	纬度	24.93362812°
层次		0~0.2m		
现场记录	颜色	红色		
	结构	颗粒		
	质地	壤土		
	砂砾含量%	无		
	其他异物	无		
实验室测定	pH 值	6.86		
	阳离子交换量 (cmol+/kg)	8.2		
	水溶性盐 (含盐量 g/kg)	1.5		
	饱和导水率/ (mm/min)	1.35		
	土壤容重/ (kg/m ³)	1.24		
	孔隙度 (%)	50.3		
	氧化还原电位 (mv)	435		
注：点号为代表性监测点位				

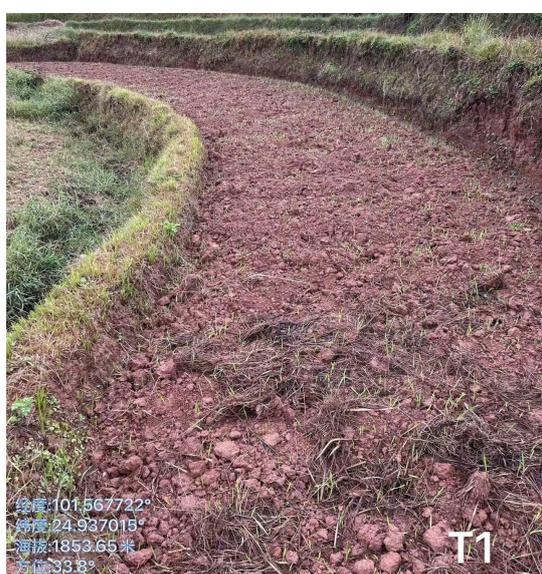
表 5.3-16 项目区域彭家村右侧林地土壤理化性质调查表

点号		T2 彭家村右侧林地	时间	2021.11.04
经度		101.57322362°	纬度	24.93664404°
层次		0~0.2m		
现场记录	颜色	黄色		
	结构	颗粒		
	质地	壤土		
	砂砾含量%	无		
	其他异物	无		
实验室测定	pH 值	6.77		
	阳离子交换量 (cmol+/kg)	4.0		
	水溶性盐 (含盐量 g/kg)	1.7		
	饱和导水率/ (mm/min)	1.65		
	土壤容重/ (kg/m ³)	1.10		
	孔隙度 (%)	43.5		
	氧化还原电位 (mv)	440		
注：点号为代表性监测点位				

表 5.3-17 项目区域迪石坝村旁耕地土壤理化性质调查表

点号		T3 迪石坝村旁耕地	时间	2021.11.04
经度		101.57713965°	纬度	24.96993093°
层次		0~0.2m		

现场记录	颜色	红色
	结构	颗粒
	质地	壤土
	砂砾含量%	无
	其他异物	无
实验室测定	pH 值	6.80
	阳离子交换量 (cmol+/kg)	8.30
	水溶性盐 (含盐量 g/kg)	1.8
	饱和导水率/ (mm/min)	1.25
	土壤容重/ (kg/m ³)	1.14
	孔隙度 (%)	39.7
	氧化还原电位 (mv)	411
注: 点号为代表性监测点位		



T1 垫地回填区耕地



T2 彭家村右侧林地



T3 迪石坝村旁耕地

图 5.3-1 土壤监测采样现场照片

5.3.6 生态环境现状调查与分析

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目生态环境现状调查采用资料收集法和现场勘查法相结合，工程生态影响的评价范围为：

陆生评价范围：以中石坝水库各施工场地（包括枢纽工程区、水库淹没区、库区河道整治区、风化石渣场、粘土料场、永久进库道路、临时施工道路等）外扩300m区域。

水生生态评价范围：中石坝水库回水末端～青龙河汇入龙川江河段、周家箐汇入中石坝水库上游1.46km河段、富民河汇入青龙河上游2.31km河段、大坡河汇入青龙河上游1.53km河段、水冬瓜箐汇入青龙河上游2km河段，各分段长度为22.45km、1.46km、2.31km、1.53km、2km，总长度为29.75km。

5.3.6.1 土地利用现状

依据《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）用地分类体系划分，结合现场调查及卫星影像判读，本项目生态评价区的土地利用类型见表5.3-25，土地利用现状详见附图10，评价区内的土地利用类型包括耕地、园地、林地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地等6种类型，总面积约724.023hm²。其中林地是评价区现状分布最多的土地利用类型，面积达376.762hm²，占评价区总面积的52.04%；其次为耕地，面积约243.895hm²，占评价区面积的33.68%；水域及水利设施面积约69.307hm²，占评价区面积的9.57%；其余占地面积较小。

表 5.3-18 评价区土地利用类型一览表

评价区土地利用现状类型		面积（hm ² ）	比例（%）
一级类	二级类		
01 耕地	0101 水田	86.481	11.94
	0103 旱地	157.414	21.74
02 园地	0201 果园	0.044	0.01
03 林地	0301 乔木林地	319.062	44.07
	0305 灌木林地	57.7	7.97
07 住宅用地	0702 农村宅基地	32.058	4.43
10 交通运输用地	1006 农村道路	1.957	0.27
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	4.16	0.57
	1103 水库水面	59.643	8.24
	1104 坑塘水面	5.504	0.76
总计		724.023	100%

5.3.6.2 生态系统现状

参考《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》(HJ1166-2021)中有关分类标准,根据评价区土地类型,结合遥感影像数据,将评价区内生态系统划分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统。

表 5.3-19 评价区生态系统类型及面积统计表

生态系统类型		评价区		斑块数	斑块密度 Rd (%)
一级类	二级类	面积 (公顷)	比例 (%)	(个)	
森林生态系统	阔叶林	19.926	2.75	28	3.87
	针叶林	296.901	41.01	142	19.61
	人工次生林	2.235	0.31	8	1.10
灌丛生态系统	稀疏灌丛	57.7	7.97	71	9.81
湿地生态系统	湖库	59.643	8.24	37	5.11
	河流	9.664	1.33	34	4.70
农田生态系统	耕地	243.895	33.69	123	16.99
	园地	0.044	0.01	2	0.28
城镇生态系统	居住地	32.058	4.43	47	6.49
	工矿交通	1.957	0.27	10	1.38
总计		724.023	100	502	69.33

由上表可知,评价区的重要生态系统类型为森林生态系统,面积约319.062hm²,占评价区面积的44.07%;其次为农田生态系统,面积为243.939hm²,占评价区总面积的33.62%;湿地生态系统占评价区总面积的9.57%;灌丛生态系统占评价区总面积的7.97%;城镇生态系统占评价区总面积的4.7%。

1、森林生态系统

森林生态系统是森林群落与其环境在功能流的作用下形成一定结构、功能和自调控的自然综合体,是陆地生态系统中面积最大、重要的自然生态系统之一。生态系统有四个主要的组成成分,即非生物环境、生产者、消费者和分解者。评价区内森林生态系统主要分布在山体的中上部,总面积为319.062hm²,占评价区总面积的44.07%。

(1) 生态系统结构

① 植被现状

评价区森林生态系统内植被以暖温性针叶林为主,常见有云南松*Pinus yunnanensis*、栓皮栎*Quercus variabilis*、麻栎*Quercus acutissima Carruth*、黑荆*Acacia mearnsii De Wild*、蓝桉*Eucalyptus globulus*、赤桉*Eucalyptus*

camaldulensis、黄连木 *Pistacia chinensis*、黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi*、旱冬瓜 *Alnus nepalensis*、滇石栎 *Lithocarpus dealbatus*、云南油杉 *Keteleeria evelyniana*等。

阔叶林：指郁闭度>20%、高度3~30m，树种为阔叶的森林，本评价区分布的阔叶林为落叶阔叶林，该生态系统类型主要分布于大坝左侧和库区河道整治区，斑块数为28，斑块密度为3.87%；面积有19.926hm²，占评价区总面积的2.75%。

针叶林：指郁闭度>20%、高度3~30m，树种为针叶的森林，本评价区主要指暖温性针叶林，该生态系统类型在评价区内广泛分布，斑块数为142，斑块密度为19.61%；面积有296.901hm²，占评价区总面积的41.01%。

人工次生林：指郁闭度>20%、高度3~30m，树种为人工林次生的森林，本评价区主要指黑荆林，该生态系统类型在评价区内零星分布，斑块数为8，斑块密度为1.1%；面积有2.235hm²，占评价区总面积的0.31%。

②动物现状

森林生态系统中分布的两栖动物有黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*、华西雨蛙 *Hyla annectans*等，爬行动物云南半叶趾虎 *Hemiphyllodactylus yunnanensis*、红脖颈槽蛇 *Rhabdophis subminiatus*等，鸟类有普通翠鸟 *Alcedo atthis*、家燕 *Hirundo rustica*等，哺乳动物有云南兔 *Lepus comus*、小家鼠 *Mus musculus*等。

(2) 生态系统功能

森林生态系统比地表其他生态系统更加具有复杂的空间结构和营养链式结构，这有助于提高系统自身调节适应能力。其生态服务功能主要有：

①涵养水源：森林对降水的截留、吸收和贮存，将地表水转为地表径流或地下水的作。

②保育土壤：森林中活地被物和凋落物层层截留降水，降低水滴对表土的冲击和地表径流的侵蚀作用，同时林木根系固持土壤，防止土壤崩塌泻溜，减少土壤肥力损失以及改善土壤结构的功能。

③固碳释氧：森林生态系统通过森林植被、土壤动物和微生物固定碳素、释放氧气的功能。

④森林防护：防风固沙林、农田牧场防护林、护岸林、护路林等防护林降低风沙、干旱、洪水、台风、盐碱霜冻、沙压等自然灾害危害的功能等。

2、灌丛生态系统

评价区内灌丛生态系统斑块数为71，斑块密度为9.81%；面积为57.7hm²，占评价区总面积的7.97%，主要分布于评价区林缘、农田周边、道路两侧等区域。

(1) 生态系统结构

①植被现状

评价区位于楚雄州楚雄市鹿城镇、子午镇，评价区主要分布的灌丛为华西小石积*Osteomeles schwerinae*、马桑*Coriaria nepalensis*、西南栒子*Cotoneaster franchetii*、小叶荀子*Cotoneaster microphyllus*、火棘*Pyracantha fortuneana*、小雀花*Campylotropis polyantha*等。

②动物现状

灌丛生态系统由于植被类型较少，陆生动物多样性较低，两栖动物主要有黑眶蟾蜍*Duttaphrynus melanostictus*、华西雨蛙*Hyla annectans*等，爬行动物云南半叶趾虎*Hemiphyllodactylus yunnanensis*、红脖颈槽蛇*Rhabdophis subminiatus*等，鸟类有普通翠鸟*Alcedo atthis*、家燕*Hirundo rustica*等，哺乳动物有云南兔*Lepus comus*、小家鼠*Mus musculus*等。等。

(2) 生态系统功能

灌木生态系统具有多种重要的生态功能，包括水源涵养、土壤保护、固碳释氧、营养物质积累、生物多样性保护等。

①水源涵养：灌木林是重要的水源涵养林，灌木林占林业用地面积的约68%，对维持区域水量平衡发挥关键作用。灌木林通过调节径流过程，减缓土壤侵蚀，对流域的产流贡献较大，其水源涵养作用及产流能力均明显高于低海拔的干性灌木林。

②土壤保护：天山天然灌木林年均涵养水量为7.82亿m³/a，年保育土壤的总量为271.87亿t/a，显示出灌木林在保育土壤方面的显著作用。

③固碳释氧：灌木林通过吸收二氧化碳和放出氧气，参与碳循环和氧平衡的调节。在高海拔地区，灌木林的固碳释氧功能对于维护生态平衡尤为重要。

④营养物质积累：灌木林能够积累营养物质，如年积累营养物质的总量为21.93万t/a，这对于维持生态系统的健康和生产力至关重要。

⑤生物多样性保护：灌木林为多种生物提供栖息地和食物来源，保护生物多样性。在高原地区，灌木的存在为其他动物提供食物和栖息地，也能给各种微生物和细菌等提供生存环境，使得各种生物得以生存和繁殖。

3、农田生态系统

农田生态系统是以种植经济型作物为目的的生态系统，也就是作物群落与其周围环境之间能量流动和物质循环的综合体系，与各种自然生态系统和城镇生态系统之间有着极其密切的联系。根据现场踏勘结合遥感图片解译，评价区农田生态系统斑块数为125，斑块密度为17.26%；面积为243.939hm²，占评价区总面积的比例为33.69%，包括园地和耕地生态系统，耕地主要分布在库区河道整治区域及村庄周边，园地分布在大坝坡脚处。

（1）生态系统结构

①植被现状

评价区内耕地植被以农作物为主，主要为以水稻*Oryza sativa*、玉米（*Zea mays*）等粮食作物及烟草*Nicotiana tabacum*L等经济作物，园地植被为杨梅林。

②动物现状

农田生态系统植被均为人工植被，生境相对简单，陆生动物多样性相对单一，两栖动物有黑眶蟾蜍*Bufo melanostictus*等，水田附近还有沼蛙*Rana guentheri*等分布，爬行动物有铜蜓蜥*Sphenomorphus indicum*等，鸟类有山斑鸠*Streptopelia orientalis*、黑卷尾*Dicrurus macrocercus*、喜鹊*Pica pica*等，哺乳动物以小型啮齿目为主，如褐家鼠*Rattus norvegicus*、黄胸鼠*Rattus tanezumi*等。

（2）生态系统功能

农田生态系统是随着人类的发展而出现的，它的主要功能就是满足人们对粮食的需求，为人们提供充足的食物供给。农田生态系统是以作物为中心的农田中，以生物群落与其生态环境之间的能量和物质的交换和相互作用构成的生态系统，是自然生态系统中重要的组成部分，是关系人类生存的重要因素。

在农业生态系统中，不同的生物群落、光、空气、水分、土壤、无机养分等，都是组成其生态体的主要因素。和其他的生态系统相比，农田生态系统的

生物结构群落较简单，大都是以单一的植物主导整个群体，并伴有杂草、昆虫、土壤微生物、鼠、鸟及少量其他小动物组成的生物群系。正是因为这样单一的食物链循环体系，所以十分地依赖外部养料的供给，并以此保持其生态体系的平衡性，在相同的自然气候条件下，由人工耕作栽培的农田产量，远远高于其他的生态体系。

人们利用农田生态体系中，结构协调，合理种养，全面发展的特点和原理，在遵循自然规律的前提下，应用现代技术，利用生态学的原理、系统工程的方法，从而做到资源高效利用，生态系统内部良性循环，经济资源双效达标的稳定可持续发展。

4、城镇生态系统

城镇生态系统是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。城镇生态系统斑块数为57，斑块密度为7.87%；面积为34.015hm²，占评价区总面积的4.7%，占比较小，主要是由各居民点、交通道路等构成。

(1) 生态系统结构

① 植被现状

评价区城镇生态系统内植物较少，零星分布，以栽培植物为主。

② 动物现状

评价范围内的城镇生态系统中，两栖动物种类较为单一，主要有黑眶蟾蜍 *Bufo melanostictus* 等，鸟类有麻雀 *Passer montanus*、家燕 *Hirundo rustica* 等，兽类主要为啮齿目鼠科种类为优势种，如小家鼠 *Mus musculus*、黄胸鼠 *Rattus flavipectus* 等。

(2) 生态系统功能

城镇是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。城镇生态系统的服务功能主要包括三大类：

① 提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产；

② 与人类日常生活和身心健康相关的生命支持的功能，包括：气候调节、水源涵养、土壤形成与保护、净化空气、生物多样性保护、减轻噪声；

③ 满足人类精神生活需求的功能，包括娱乐文化。

5、湿地生态系统

评价区湿地生态系统由河流、水库组成，属于水域生态系统，其中河流主要为中石坝水库汇水河流，属于常年流水河流，水库为中石坝水库，零散洼塘数个，湿地生态系统斑块数为71，斑块密度为9.81%；面积合计为69.307hm²，占评价区总面积的9.57%，占比较小。鱼类大部分为养殖型常见鱼类。

6、自然体系生物量现状

根据卫片解译、实地抽样调查并参考有关文献，评价区主要植被类型、分布面积及其生物量现状调查统计结果见下表。

表 5.3-20 评价区自然体系生物量现状表

生态系统类型		代表植物	面积 hm ²	占评价 区比例%	平均生物 量 t/hm ²	总生物量 t	生物量 占比%
一级类	二级类						
森林生态 系统	阔叶林	栓皮栎、麻栎 等	19.926	2.75	88.58	1765.05	8.07
	针叶林	云南松等	296.901	41.01	51.32	15236.96	69.63
	人工次生 林	黑荆等	2.235	0.31	68.19	152.40	0.70
灌木生态 系统	稀疏灌丛	华西小石积、 马桑、西南枸 子、小叶荀子 小雀花等	57.7	7.97	47.6	2746.52	12.55
农田生态 系统	耕地、园 地	玉米、水稻、 烟草、杨梅林 等	243.939	33.69	8.12	1980.78	9.05
城镇和 湿地生态 系统	湖库、河 流、居住 地、工矿 交通等	基本无自然植 被	103.322	14.27	/	/	/
合计		/	724.023	100	/	21881.71	100

注：平均生物量数据来源于：（1）冯宗炜，中国森林生态系统的生物量和生产力，1999. 中国。（2）方精云，刘国华，徐蒿龄. 我国森林植被的生物量和净生产量[J]. 生态学报，1996，16（5）：497~508。

根据区域植被生物量相关资料，结合卫片解译和实际调查请，评价区内的总生物量为21881.71t。其中，针叶林的生物量最高，为15236.96t，占评价区总生物量比例的69.63%；其次为灌丛生态系统和农田生态系统，分别占评价区总生物量的12.55%、9.05%；其余生态类型的生物量较低。

5.3.6.3 陆生生态现状调查

1、调查范围、时间、人员

调查时间：评价区陆生生态环境现状调查时间为2024年9月11日~12日。

调查范围：生态评价范围

陆生评价范围：以中石坝水库各施工场地（包括枢纽工程区、水库淹没区、库区河道整治区、风化石渣场、粘土料场、永久进库道路、临时施工道路等）以及水库淹没区外扩300m区域。

调查人员：颜莉、徐政雄、王婷、侯锐佳，主要负责植物专题野外调查、报告撰写。

陆树刚，高级工程师，云南大学生态与环境学院，主要负责报告校核、修正、数据分析。

2、调查方法和内容

(1) 调查方法

① “3S” 技术

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19—2022）《云南省环境影响评价维管植物及植被现状调查技术要求（试行）》，植被调查采用遥感技术（RS）、全球定位系统（GPS）、地理信息系统（GIS）相结合的空间信息技术，根据室内判读卫星影像获得的植被类型初图，现场核实判读的正误，利用GPS定位功能检查初判结果并记录每个GPS取样点地理位置和植被类型，对植被类型发生变化的地方作准确记录。

②样方、样线调查法

陆生植物和植被采用路线调查和样方统计相结合的办法，采取线路调查方法确定种类，样方法调查植物群落。选取典型群落布设样方，根据现场踏查情况，样方设置12个，落叶阔叶林3个、暖热性针叶林3个、干热河谷灌丛3个和稀树灌木草丛3个，人工植被不稳定未作样地表述。落叶阔叶林样方大小设置为30×20m²，暖温性针叶林样方大小设置为20×20m²，灌丛和稀树灌木草丛植被样方大小设置为10×10m²。在做植被调查的同时，记下植物物种的组成、高度、盖度和多度。

项目陆生生态样方样线调查设置情况见下表。

表 5.3-21 项目陆生生态样方样线调查设置情况表

样方/ 样线 编号	位置	植被类型	样线长 度/样方 面积	经度	纬度
1#	大坝旁 区域	落叶阔叶 林、人工次	3.022km	起点：101°34'40.4064" 终点：101°34'04.4863"	起点：24°57'59.5489" 终点：24°58'15.6378"

		生林			
2#	库区周边	暖温性针叶林	2.388km	起点: 101°34'48.8360 终点: 101°34'32.3050"	起点: 24°57'43.3719" 终点: 24°57'22.1167"
3#	风化石渣料场旁	暖温性针叶林、稀树灌木草丛、耕地	2.538km	起点: 101°33'31.2601" 终点: 101°33'47.4773"	起点: 24°56'32.7043" 终点: 24°57'01.1714"
4#	库尾河道整治工程旁	落叶阔叶林、暖温性针叶林、暖温性灌丛、耕地	2.538km	起点: 101°34'01.7295" 终点: 101°34'15.5761"	起点: 24°56'34.7486" 终点: 24°56'54.0274"
5#	粘土料场旁区域	暖温性针叶林、稀树灌木草丛、落叶阔叶林、耕地	3.069km	起点: 101°33'17.9880" 终点: 101°33'29.9807"	起点: 24°54'22.4185" 终点: 24°53'35.1144"
1#	大坝旁	落叶阔叶林	600m ²	101°34'24.3727"	24°57'57.3080"
2#	库区河道整治工程区			101°33'59.6679"	24°56'42.6283"
3#	粘土料场旁			101°33'48.5443"	24°54'13.0649"
4#	永久进库道路旁	暖温性针叶林	400m ²	101°34'15.5375"	24°57'47.3593"
5#	风化石渣料场旁			101°34'05.1573"	24°57'04.3669"
6#	粘土料场评价范围内			101°33'35.3687"	24°54'23.6183"
7#	周溪河散户旁	人工次生林-黑荆林	400m ²	101°34'30.4752"	24°58'00.6037"
8#	外石坝村散户旁			101°34'21.0703"	24°58'02.1794"
9#	外石坝村旁			101°34'20.9448"	24°58'10.8716"
10#	外石坝村旁	稀树灌木草丛	100m ²	101°34'19.8006"	24°58'25.1264"
11#	库尾河道整治工程区旁			101°34'01.7778"	24°56'34.5998"
12#	粘土料场旁			101°33'39.2359"	24°54'17.5622"

③访问调查及资料收集

向云南省林业调查规划院、楚雄市林业局及紫溪山省级自然保护区的专业技术人员详细了解当地森林资源、退耕还林工程、野生植物的种类组成和变动情况。走访群众，了解野生植物的种类和变动情况。收集楚雄市及紫溪山省级自然保护区历史上曾进行的生物考察资料和植物记录等。并查阅以下文献：

吴征镒，中国植被编辑委员会，中国植被〔M〕，1980，科学出版社；

吴征镒、朱彦丞、姜汉侨，云南植被〔M〕，1987，科学出版社；

吴征镒，1991.中国种子植物属的分布区类型〔J〕，云南植物研究，1（9）：1-139；

吴征镒，1991.中国种子植物属的分布区类型〔J〕，云南植物研究，1（9）：1-139；

杨岚，云南鸟类志（上卷•非雀形目）〔M〕，1995，云南科技出版社；

杨岚，杨晓君，云南鸟类志（下卷•雀形目）〔M〕，2004，云南科技出版社；

张荣祖，赵肯堂，《中国动物地理区划》的修改〔J〕，1978，动物学报，24（2）：196-202

李達明，温世生，中国野生动物保护协会.中国爬行动物图鉴〔M〕，2002，河南科学技术出版社；

王应祥，中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全〔M〕，2003，中国林业出版社；

约翰.马敬能卡伦.菲利普斯，中国鸟类野外手册〔M〕，2003，湖南教育出版社；

费梁，叶昌媛，江建平等，中国两栖动物检索及图解〔M〕，2005，四川科学技术出版社；

费梁、胡淑琴、叶昌媛、黄永昭，中国动物志-两栖纲〔M〕，2006，科学出版社发行处出版社；

潘清华，中国哺乳动物彩色图鉴〔M〕，2007，中国林业出版社。

（2）调查内容

调查评价区内的植被类型、植物物种、动物种类、物种等，重点是珍稀濒危保护物种、特有种以及具有重要经济和科研价值的物种，评价区的植被类型

及相关情况。

5.3.6.4 陆生植被现状调查

项目区位于云南省楚雄州楚雄市鹿城镇境内，依据云南植被区划，评价区域属于亚热带常绿阔叶林区域（II），西部（半湿润）常绿阔叶林亚区域（II A），高原亚热带北部常绿阔叶林地带（II Aii），滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区（II Aii-1），滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区（II Aii-1a）。从实际调查情况，因年雨量少而干季漫长，且评价区受人为活动干扰较严重，区域内的原生植被基本消失殆尽，现有植被以次生植被和人工植被为主，自然植被主要见于拟建水库淹没区周边，主要是次生植被落叶阔叶林（麻栎林）、暖温性针叶林（云南松林）和暖温性稀树灌木草丛，生态环境质量一般。

根据野外实地考察，卫星影像判读，按《云南植被》分类系统，评价区的植被可以分为自然植被和人工植被两大类。中石坝水库评价区的植被类型共有4个植被型，4个植被亚型和4个群系，其中评价区自然植被主要为暖温性针叶林的云南松林；人工植被主要有耕地（旱地、水田）、人工林、园地（果园）。各植被类型具体分布情况见评价区植被分布图。

表 5.3-22 评价区植被类型统计表

植被型	植被亚型	群系
I.落叶阔叶林	一、山地落叶阔叶林	1、栓皮栎林
II.针叶林	二、暖温性针叶林	2、云南松林
III.人工林	三、人工次生林	3、黑荆树林
IV.灌丛	四、稀树灌木草丛	4、马桑、华西小石积灌丛

项目评价区植被类型占地面积及其分布规律见下表。

表 5.3-23 项目评价区植被类型占地面积统计表

植被	植被型	植被亚型	群系	分布区域
自然植被	落叶阔叶林	落叶栎林	栓皮栎林	海拔大约为 1700-1880m 的高原宽谷盆地四周的低山丘陵
	暖性针叶林	暖温性针叶林	云南松林	海拔 1500-1950m 附近的坡地、山洼或山地上
	人工林	人工次生林	黑荆树林	海拔 1700-1950m 道路边、林缘边
	灌丛	稀树灌木草丛	华西小石积、马桑灌丛	海拔 1500-1890m 附近的坡地、山洼或山地上
人工植被	人工林（桉树林）			
	耕地（玉米、水稻、烤烟）			

中石坝水库评价区地处滇中高原，其地带性植被为典型的亚热带半湿润常绿阔叶林，但由于人类影响破坏，目前地带性植被亚热带半湿润常绿阔叶林荡然无存，植被现状为次生性的云南松林和局部分布的落叶阔叶林，人工林则属于外来入侵种黑荆树和圣诞树，灌丛属于亚热带常见的荒山灌木草丛。这些植被类型均为滇中高原典型常见的植被类型。

根据调查结果，评价区植被类型分布图见附图12，本报告对评价区主要植物群系进行简单介绍，具体如下：

（一）自然植被

I. 落叶阔叶林

落叶阔叶林，在我省主要分布在滇中高原、滇西、滇西北、滇东南、滇东北各地的低山丘陵、中山及亚高山之中下部，海拔1000-3500m。分布幅度较广，但面积不大而零星。

就其绝大多数类型来说，都是常绿阔叶林经砍伐破坏后而形成的次生被。因此，云南的落叶阔叶林与我国温带地区的落叶阔叶林相比，在形成原因方面是并不相同的。

根据初步分析，云南的落叶阔叶林，约具有下述几个特点：

1、就地理分布而言，云南的落叶阔叶林无论是水平分布或是在垂直方向上，均不占据一个明显而固定的带（水平带或垂直带）。它主要分布于我省北纬23° 39'以北的地区，不但是不连续的，而且是零星的。

2、这一类森林，全都是冬季落叶的。在群落外貌上，具有十分明显的季相变化。

3、构成落叶林的优势种，主要是山毛榉科栎属（*Quercus*）中的落叶种类，桦木科的桦木属（*Betula*）、桤木属（*Alnus*）、槭树科的槭属（*Acer*）、杨柳科的杨属（*Populus*）以及金缕梅科的枫香属（*Liquidambar*）等落叶树种，并在不同的地区构成不同的群落。

4、该类型带有十分明显的次生性质，在我省广阔的亚热带常绿阔叶林分布地区，常绿阔叶林受到破坏（受砍伐）后，就有可能形成落叶阔叶林。因此，群落结构比较简单，只2-3层，种类也较单纯；在人为干扰不断持续的状况下，群落结构日趋简化，而下层种类更为混杂。

(I) 落叶栎林

落叶栎林是我省落叶阔叶林中分布最广，面积较大的一个类型，它对生境条件要求不严，适应性较强，能耐干旱瘠薄的土壤。在云南主要分布于滇中高原的大部分地区及滇东北、滇东南、滇中南、以及滇西北各地，海拔1000-3500m。但分布比较零星，不成大片，并常常因人们经济活动的方式和强度不同而改变，是我省人民广为利用的一种薪炭林和经济林。该植被亚型在评价区共记录1个群系（即栓皮栎林），本群系主要分布在滇中及滇东北各低山丘陵之顶部，及中山坡陡岩石露头较多的地方，海拔1780-2100米，系该区常绿阔叶林受砍伐破坏后繁衍而成的一种次生植被。

(1) 栓皮栎林 (Form. *Quercus variabilis*)

栓皮栎林分布于中石坝水库评价区的局部地段。群落高4~7m，总盖度45~55%。乔木种类以栓皮栎 *Quercus variabilis* 为优势种，也有旱冬瓜 *Alnus nepalensis*、响叶杨 *Populus davidiana*、垂柳 *Salix babylonica*、棠梨刺 *Pyrus pashia*、柃衣 *Docynia delavayi*、盐肤木 *Rhus chinensis*、干香柏 *Cupressus duclouxiana Hickel*、山玉兰 *Magnolia delavayi Franch.*、樟 *Cinnamomum camphora*、木姜子 *Litsea pungens Hemsl.*、银木荷 *Schima argentea*、尼泊尔野桐 *Mallotus nepalensis*、鸡脚蕨 *Rubus delavayi*、山合欢 *Albizia kalkora*、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、多穗石栎 *Lithocarpus polystachyus*、黄连木 *Pistacia chinensis*、野漆树 *Toxicodendron succedaneum*、厚壳树 *Ehretia acuminata* 等其他树种。灌木层的种类高1~2m，盖度10~20%，如西南栒子 *Cotoneaster franchetii*、火棘 *Pyracantha fortuneana*、卵叶南烛 *Lyonia ovalifolia*、乌饭树 *Vaccinium bracteatum*、华灰木 *Symplocos paniculata*、苦刺花 *Sophora davidii*、方秆蕨 *Glaphylopteridopsis erubescens*、长根金星蕨 *Parathelypteris beddomei (Bak.) Ching*、紫柄蕨 *Pseudophegopteris pyrhorachis*、基生鳞毛蕨 *Dryopteris basisora Christ*、丰产鳞毛蕨 *Dryopteris fructuosa Christ*、厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*、球花石楠 *Photinia glomerata*、光叶石栎 *Lithocarpus mairei*、柘树 *Cudrania tricuspidata*、羊奶果 *Elaeagnus umbellata*、梁王茶 *Nothopanax delavayi*、云南木樨榄 *Olea yunnanensis*、鬼吹箫 *Leycesteria formosa*、水红木

Viburnum cylindricum、臭荚迷 *Viburnum foetidum*、斑鸠菊 *Vernonia esculenta* 等。草本层为植被的总盖度10~15%，常见种类有毛蕨菜 *Pteridium revolutum*、紫轴凤尾蕨 *Pteris aspericaulis*、扭黄茅 *Heteropogon contortus*、旱茅 *Eremopogon delavayi*、白茅 *Imperata cylindrica*、刺芒野古草 *Arundinella setosa*、黄背草 *Themeda triandra var. japonica*、白牛胆 *Inula cappa*、截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata*、友水龙骨 *Polypodiodes amoena*、野棉花 *Anemone vitifolia*、水杨梅 *Geum japonicum*、百脉根 *Lotus cornilatus*、密蒙花 *Buddleja officinalis*、血满草 *Sambucus adnata*、珠光香清 *Anaphalis margaritacea*、异叶泽兰 *Eupatorium heterophyllum*、大青（臭大青） *Clerodendron cyrtophyllum*、香薷 *Elsholtzia ciliata*、姜花 *Hedychium coronarium*、草果药 *Hedychium spicatum*、一把伞南星 *Arisaema erubescens*、狗牙根 *Cynodon dactylon* 等。附生植物和藤本植物不存在。

II. 暖温性针叶林

暖性针叶林遍布于云南亚热带各地，除了亚热带的干热河谷底部和亚高山中部以上的山地以外，几乎都有分布。其分布的海拔范围一般为800-2800m，垂直幅度达2000m，甚至个别林地最低至海拔600m，最高达3100m。该植被类型在评价区共记录1个群系（即云南松林）、1个群落（云南松群落）。

（1）云南松群落

中石坝水库评价区的云南松林广泛分布，属于受到人为干扰破坏之后恢复的次生林。群落高在6-8米范围，群落结构层次分明，分乔木层、灌木层、草本层三层。

乔木层以云南松 *Pinus yunnanensis* 为主，在山坡上混生少量滇油杉 *Keteleeria evelyniana*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、响叶杨 *Populus davidiana*、滇杨 *Populus yunnanensis*、毛叶合欢 *Albizia mollis* 和旱冬瓜 *Alnus nepalensis*、华山松 *Pinus armandi Franch*、杉木 *Cunninghamia lanceolata (Lamb.) Hook.*、侧柏 *Platycladus orientalis (L.) Franco*、滇朴 *Celtis yunnanensis*、构树 *Broussonetia papyrifera* 等树种。灌木层有棠梨刺 *Pyrus pashia*、卵叶南烛 *Lyonia ovalifolia*、马醉木 *Pieris formosa*、老鸦炮 *Vaccinium fragile*、扁枝石松 *Diphasiastrum complanatum*、石松 *Lycopodium japonicum*、块茎卷柏 *Selaginella chryocaulis*、圆

枝卷柏*Selaginella sanguinolenta*、蜈蚣蕨*Pteris vittata*、覆盆子*Rubus foliolosus*、红毛悬钩子*Rubus pinfaensis*、圆锥山蚂蝗*Desmodium esquirolii*、疏果假地豆*Desmodium griffithianum*、碎米花杜鹃*Rhododendron speciferum*、臭牡丹*Clerodendron bungei*等种类，高在1-2米范围。草本层的主要种类有毛蕨菜*Pteridium revolutum*、翻白叶*Potentilla fulgens*、旱茅*Eremopogon delavayi*、蔗茅*Erianthus rufipilus*、白健秆*Eulalia pallens*、黄背草*Themeda triandra var. japonica*、白蔗*Fragaria nilgerrensis*、虎掌草*Anemone rivularis*、披散问荆*Equisetum diffusum*、笔管草*Hippochaete debilis*、栗柄金粉蕨*Onychium lucidum*、疏叶蹄盖蕨*Athyrium dissitifolium*、渐尖毛蕨*Cyclosorus acuminatus*、刺齿贯众*Cyrtomium caryotideum*、贯众*Cyrtomium fortunei J. Sm.*、鳞轴小膜盖蕨*Ariostegia perdurans*、扭瓦韦*Lepisorus contortus (Christ) Ching*、紫柄假瘤蕨*Phymatopteris crenato-pinnata*、黄龙尾*Agrimonia nepalensis*、蛇莓*Duchesnea indica*、长柔毛委陵菜*Potentilla griffithii*、黄蔗*Rubus ellipticus*、小雀花*Campylotropis polyantha*、积雪草*Centella asiatica*、窃衣*Torilis japonica*、粘毛香清*Anaphalis bulleyana*、灯盏花*Erigeron breviscapus*、蒲公英*Taraxacum mongolicum*、西南獐牙菜*Swertia cincta*、匍匐风轮菜*Clinopodium repens*、姜味草*Micromeria biflora*、象头花*Arisaema franchetianum*、红果苔草*Carex baccans*、毛果薹草*Carex hebecarpa*、香附子*Cyperus rotundus*、砖子苗*Mariscus sumatrensis*、硬秆子草*Capillipedium assimile*、狗牙根*Cynodon dactylon*、知风草*Eragrostis ferruginea*、画眉草*Eragrostis pilosa*、马鹿草*Eremochloa zeylanica*、白草*Pennisetum flaccidum*、鼠尾粟*Sporobolus indicus*、菅草*Themeda gigantea*等。藤本植物有昆明山海棠*Tripterygium hypoglaucum*和巴豆藤*Craspedolobium schochii*、绣球藤*Clematis ranunculoides Franch.*、野葛藤*Pueraria lobata*等，附生植物几乎不存在。

III.人工次生林

次生林是指在原始森林或人工林在遭受人为或自然的破坏后，未经人为的合理经营，借助自然的力量逐渐恢复形成的森林。次生林的形成过程包括以下几个阶段：

破坏阶段：原始森林或人工林遭受破坏，可能是由人类活动（如砍伐、放牧等）或自然灾害（如火灾、洪水等）引起的。

恢复阶段：破坏后的森林区域开始自然恢复，树木重新生长，植被逐渐恢复。这个阶段可能持续数年甚至数十年，取决于破坏的严重程度和自然条件。

次生林形成阶段：随着自然恢复过程的进行，树木种类逐渐丰富，形成次生林。次生林的结构和物种组成与原始森林有所不同，但仍然具有一定的生态价值和功能。

(1) 黑荆树林 (Form. *Acacia mearnsii*)

中石坝水库评价区的黑荆树林为零星分布，黑荆树早期是人工引种，后期变为外来入侵物种，不请自来，不栽也会自然扩散，长势良好，广泛分布于评价区域，群落高度在3-5米，总盖度约25%。其群落结几乎仅有乔木层，灌木层和草本层的本地物种被黑荆树克制，黑荆树对当地的生物多样性造成危害，故黑荆树被定为外来入侵物种。乔木层以黑荆树 *Acacia mearnsii* 为主（黑荆树开白花），也有圣诞树 *Acacia dealbata*（圣诞树开黄花）混杂其间，仅空旷之处才有马桑 *Coriaria sinica*、西南栒子 *Cotoneaster franchetii*、白牛筋 *Dichotomanthus tristaniaecarpa*、青刺尖 *Prinsepia utilis*、火棘 *Pyracantha fortuneana*、棠梨刺 *Pyrus pashia* 等灌木种类出现。草本层的种类以紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum* 最多，其次有毛蕨菜 *Pteridium revolutum*、凤尾蕨 *Pteris nervosa*、粗齿鳞毛蕨 *Dryopteris juxtaposita* Christ、翻白叶 *Potentilla fulgens*、灯心草 *Juncus effusus*、旱茅 *Eremopogon delavayi*、蔗茅 *Eriarthus rufipilus*、白健秆 *Eulalia pallens*、黄背草 *Themeda triandra* var. *japonica*、笔管草 *Hippochaete debilis*、贯众 *Cyrtomium fortunei* J. Sm.、小雀花 *Campylotropis polyantha*、硬秆子草 *Capillipedium assimile*、狗牙根 *Cynodon dactylon*、白草 *Pennisetum flaccidum*、菅草 *Themeda gigantea*、鬼针草 *Bidens pilosa* 等。层间植物（即附生植物和藤本植物）不存在。

III. 稀树灌木草丛

评价区内的暖温性灌丛不多，主要见于拟建水库淹没区周边和引水管前段周边的山坡，多呈小斑块状零星分布。该植被类型属原生植被遭破坏后形成的次生植被，属次生性灌丛，群落组成物种有灌木也有乔木，由于分布区内土层瘠薄，生境干旱，植物生长缓慢，群落外观上多表现为灌丛状。本植被类型在评价区共记录1个群系（华西小石积、马桑灌丛）、1个群落（华西小石积、马

桑、牛筋条群落)。

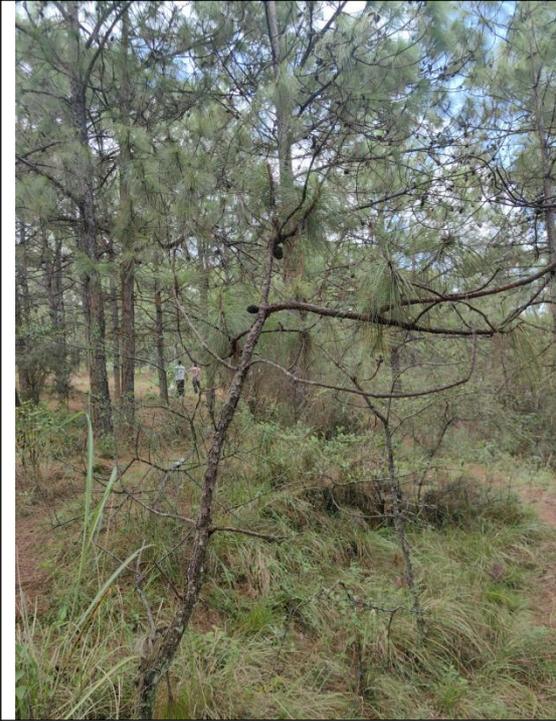
(1) 马桑、华西小石积灌丛

中石坝水库评价区的马桑、华西小石积灌丛常见，以马桑*Coriaria sinica*和华西小石积*Osteomeles schwerinae*为标志，灌丛总盖度约20%，群落中无高大乔木，但有乔木树种的幼苗，如高山栲*Castanopsis delavayi*、黄毛青冈*Cyclobalanopsis delavayi*、锥连栎*Quercus franchetii*、云南松*Pinus yunnanensis*、响叶杨*Populus davidiana*、旱冬瓜*Alnus nepalensis*、石松*Lycopodium japonicum* Thunb、清香木*Pistacia weinmannifolia*、大花野茉莉*Styrax macranthus*等树种的幼树。灌木种类较多，除马桑*Coriaria sinica*和华西小石积*Osteomeles schwerinae*外，还有火把果*Pyracantha fortuneana*、窄叶火把果*Pyracantha angustifolia*、棠梨刺*Pyrus pashia*、苦刺花*Sophora davidii*、西南栒子*Cotoneaster franchetii*、小叶栒子*Cotoneaster microphyllus*、粉果小檗*Berberis centiflora*、青刺尖*Prinsepia utilis*、云南含笑*Michelia yunnanensis* Finet et Gagnep.、红果树*Lindera communis* Hemsl.、戟叶酸模*Rumex hastatus*、朝天罐*Osbeckia crinita*、芒种花*Hypericum uralum*、白背黄花稔*Sida rhombifolia*、云南绣球*Hydrangea yunnanensis*、常绿蔷薇*Rosa longicuspis*、绣线菊*Spiraea japonica*、三棱枝杭子稍*Campylotropis trigonoclada*、黄檀*Dalbergia mimosoides*、波叶山蚂蝗*Desmodium sequax*、马棘*Indigofera pseudotinctoria*、光叶高山栎*Quercus rehderiana*、鸡桑*Morus australis*、水麻柳*Debregeasia edulis*、扶芳藤*Evonymus fortunei*、三裂蛇葡萄*Amelocissus delavayana*、炮仗花杜鹃*Rhododendron spinuliferum*、杜茎山*Maesa montana*、小铁仔*Myrsine africana*、七里香*Buddleja asiatica*、鸡骨柴*Elsholtzia fruticosa*、刺菝葜*Smilax ferox*、铁叶菝葜*Smilax maire*等种类。草本层的种类中，紫茎泽兰*Eupatorium adenophorum*较多，其次有毛蕨菜*Pteridium revolutum*、凤尾蕨*Pteris nervosa*、川续断*Dipsacus asper*、虎掌草*Anemone rivularis*、翻白叶*Potentilla fulgens*、芒萁*Dicranopteris dichotoma* (Thunb) Bernh.、假里白*Diplopterygium glaucoides* (Ching) Ching、碗蕨*Dennstaedtia scabra*、乌蕨*Sphenomeris chinensis*、姬蕨*Hypolepis punctata*、披针新月蕨*Pronephrium penangianum*、西南石韦*Pyrrosia gralla*、头花蓼*Polygonum*

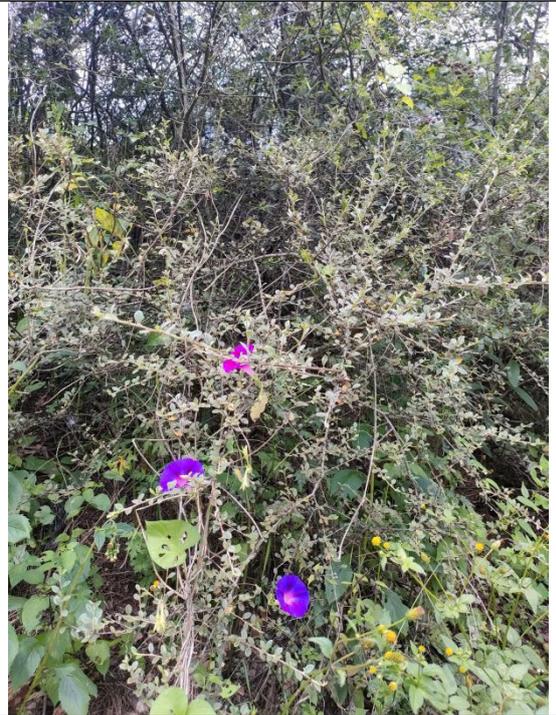
capitatum、黑果拔毒散*Polygonum dielsii*、何首乌*Polygonum multiflorum*、尼泊尔蓼*Polygonum nepalense*、土大黄*Rumex nepalensis*、云南地桃花*Urena lobata*、小叶三点金草*Desmodium microphyllum*、小鹿藿*Rhynchosia minima*、杏叶防风*Pimpinella candolleana*、云南兔儿风*Ainsliaea yunnanensis*、青蒿*Artemisia apiacea*、牡蒿*Artemisia japonica*、山地紫菀*Aster oreophilus*、滇大蓟（鸡脚刺）*Cirsium chlorolepis*、华火绒草*Leontopodium sinense*、滇毛莲菜*Picris divaricata*、千里光*Senecio scandens*、头花龙胆*Gentiana cephalantha*、狗屎花*Cynoglossum amabile*、来江藤*Brandisia hancei*、鞭打绣球*Hemiphragma heterophyllum*、翅茎草*Pterygiella nigrescens*、野拔子*Elsholtzia rugulosa*、夏枯草*Prunella vulgaris*、毛萼香茶菜*Rabdosia eriocalyx*、地涌金莲*Musella lasiocarpa*、锡金黄花草*Anthoxanthum hookeri*、苎草*Arthraxon hispidus*、细柄草*Capillipedium parviflorum*、鹅冠草*Roegneria kamoji*、甜根子草*Saccharum spontaneum*等。层间植物少，藤本植物偶有南蛇藤*Celastrus angulatus*、毛宿苞豆*Shuteria vestita*、三叶爬山虎*Parthenocissus himalayana*、野葡萄*Vitis thunbergii*、常春藤*Hedera nepalensis*、粘薯蓣*Dioscorea hemsleyi*、高山薯蓣*Dioscorea kamoensis*、黑珠芽薯蓣*Dioscorea melanophyma*等种类分布。



栓皮栎林



云南松林



华西小石积、马桑灌丛



草本层照片



航拍调查照片



现场样方调查照片



现场调查照片

图 5.3-2 陆生生态自然植被现场调查照片

(二) 人工植被

(1) 人工林

人工林由其生产目标所确定，首先，人工林是单优的人工群落，通常其培育树种的密度还比较大，林下物种和数量较少；其次，由于每年一次或多次不断的进行人为管理活动，包括砍灌、除草、施肥等，使本来不多的物种和数量，变得更少了。因此上述各种人工林下的生物多样性都是十分贫乏的。评价区的人工林主要为桉树林，村寨周围、道路旁分布，面积不大。

杉木人工林的郁闭度通常较高，林下的植物种类较少，数量也很少，而且生长不良，加之每年进行林地管理和林地抚育，林下的植物种类不断被铲除，阻碍和限制了杉木林下植物多样性的形成和发展。

(2) 经济林

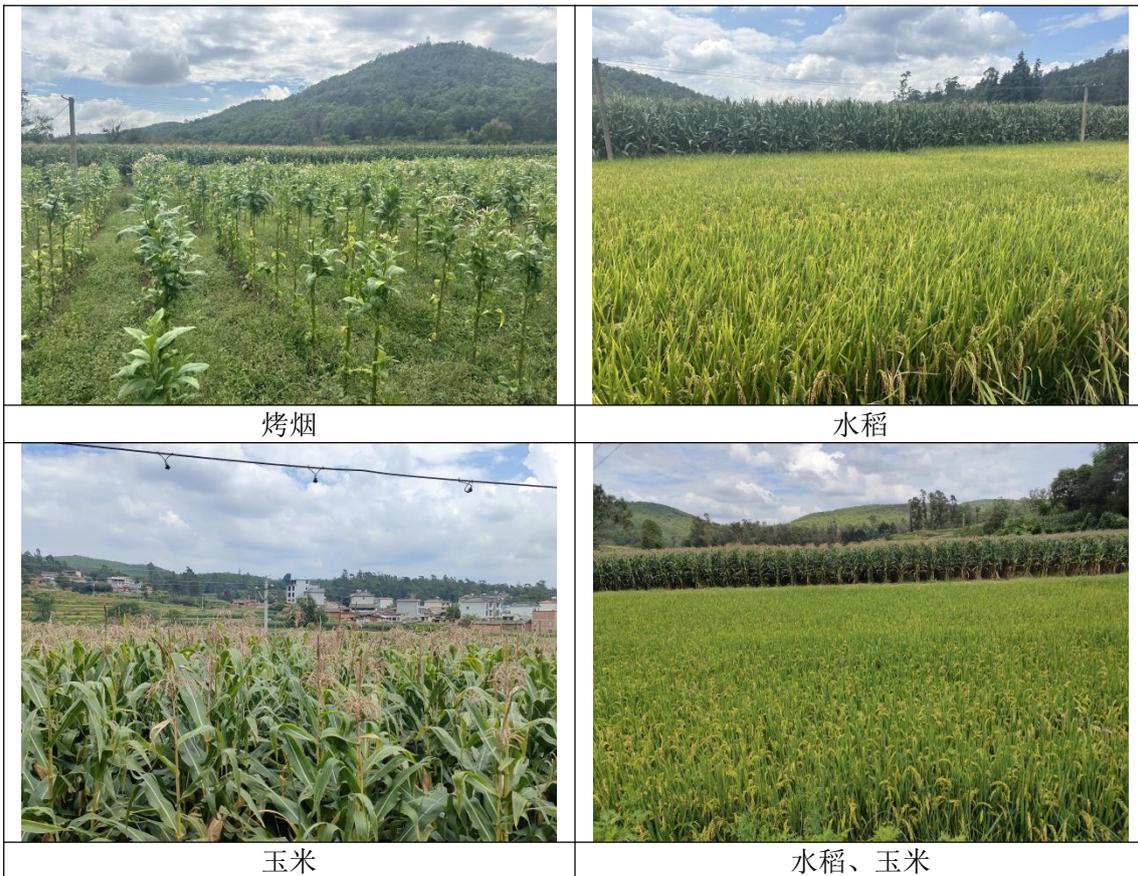
评价区的经济林主要是杨梅园，主要分布在大坝坡脚处。

(3) 农作物

评价区是传统的农业生产区，具有大量的农田农地。农地农地所在地段较为开阔平缓、土层深厚。农田种植水稻；农地主要种植烟草、玉米等，其中玉米分布面积最大，在农地边主要分布着一些热带地区常见的杂草如紫茎泽兰*Ageratina adenophora*、藿香蓟*Ageratum conyzoides*、蒿多种*Artemisia spp.*、莎草多种*Cyperus spp.*、鬼针草*Bidens pilosa*、白酒草*Conyza japonica*、臭灵丹*Laggera alata*等。

农地周边也有一些零星残存或次生的乔灌木树种，如桉树*Eucalyptus spp.*、清香木*Pistacia weinmannifolia*、黄连木*Pistacia chinensis*、华西小石积*Osteomeles schwerinae*、西南栒子*Cotoneaster franchetii*、小叶荀子*Cotoneaster microphyllus*、小雀花*Campylotropis polyantha*等。

此类农田农地植被，缺乏当地的原生物种，没有珍稀濒危特有保护植物。



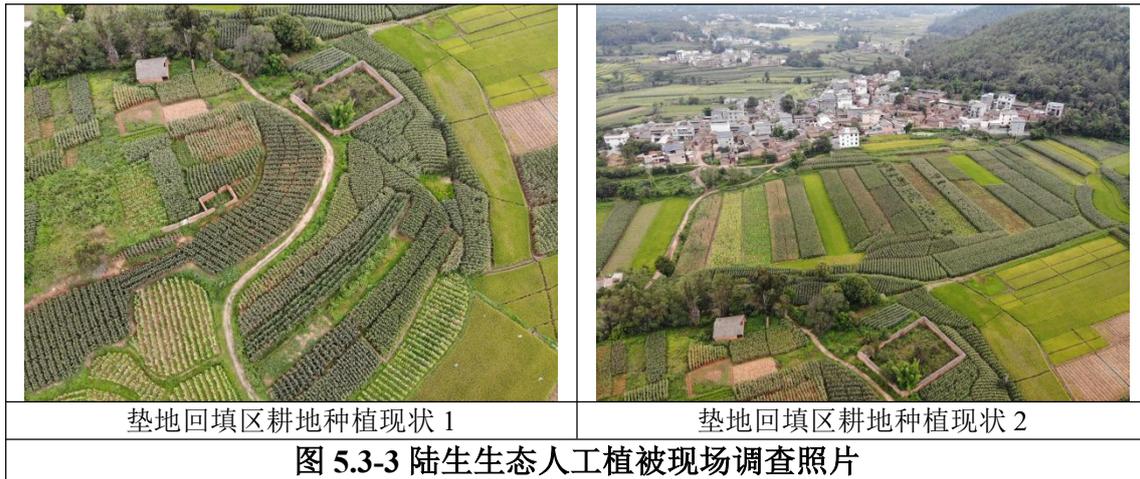


图 5.3-3 陆生生态人工植被现场调查照片

（三）重点物种调查

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），重要物种是在生态影响评价中需要重点关注、具有较高保护价值或保护要求的物种，包括国家及地方重点保护野生动植物名录所列的物种，中国生物多样性红色名录中列为极危（Critically Endangered）、濒危（Endangered）和易危（Vulnerable）的物种，国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种，特有种以及古树名木等。

1、国家及地方重点保护植物

根据现场调查，评价区未发现《国家重点保护野生植物名录》《云南省各州市分布的国家重点保护野生动植物名录（2021年）》《云南省重点保护野生植物名录》（云南省林业和草原局 云南省农业农村厅公告2023年第11号）中的重点保护植物。

2、珍稀濒危植物

依据《中国生物多样性红色名录 高等植物卷》（生态环境部、中国科学院，2023年第15号），参考项目所在地有关珍稀濒危植物及其分布的相关资料，根据标本及文献资料查证，野外实地调查及访问调查，现阶段在评价区未发现有极危、濒危、易危植物分布。

3、特有植物

特有植物指分布范围局限于特定地理区域的植物。在云南，通常将特有植物分为狭域特有植物、云南特有植物、中国特有植物三类。评价区的特有植物，主要依据已经出版发行的《中国植物志》《云南植物志》《中国树木志》《云南树木图志》各卷册以及《中国生物多样性红色名录 高等植物卷》确定。

(1) 狭域特有种

根据上述文献资料和现场调查结果，评价区无狭域特有植物。

(2) 云南特有种

根据上述文献资料和现场调查结果，评价区无狭域特有植物。

4、极小种群

根据现场调查，评价区无《云南省各州市分布的国家重点保护野生动植物名录（2021年）》《云南省极小种群野生植物保护名录（2022年版）》中的极小种群分布。

5、古树名木

根据国家林业局发布的《古树名木鉴定规范》（LY/T2737-2016）、《古树名木普查技术规范》（LY/T2738-2016）（国家林业局公告2016年第19号）、《云南省古树名木名录》（1996年）和昌宁县林业和草原局提供的古树名木信息，同时对项目所在地农林业基层专业技术人员及附近村民进行访问调查及现场实地调查，在评价区未发现有名木及挂牌古树分布。

6、外来入侵物种

根据《云南省外来入侵物种名录（2019版）》发布的名录统计，评价区记录外来入侵植物3种，包含2种恶性入侵物种（I）和1种有待观察类入侵物种（V）。

(1) 恶性入侵物种（I）

2种被列为恶性入侵物种，即紫茎泽兰*Ageratina adenophora*、鬼针草*Bidens pilosa*，他们在评价区分布于较湿润的沟箐边、耕地边、路边等空旷的环境中，数量较多；

(2) 有待观察类入侵物种（V）

1种被列为有待观察类入侵物种，即蓝桉*Eucalyptus globulus*。他们主要分布于评价区路边、村庄边缘、林缘等人为活动较频繁的区域，在评价区数量较多。

5.3.6.5 野生动物现状调查

1、陆栖脊椎动物种类组成

根据对项目评价区现场调查及文献记载，评价区分布的陆栖脊椎动物共有

105种，隶属4纲、21目、47科、85属，如下表所示。分布有两栖动物13种，隶属1目6科11属；分布有爬行动物11种，隶属2目5科9属；分布有鸟类58种，隶属12目24科46属；分布有哺乳动物23种，隶属6目12科23属。

表 5.3-24 陆栖脊椎动物各纲下分类阶元数量

纲	目	科	属	种
两栖纲	1	6	11	13
爬行纲	2	5	9	11
鸟纲	12	24	46	58
哺乳纲	6	12	19	23
总计 4 纲	21	47	85	105

陆栖脊椎动物各目、科中的种数详见下表。

表 5.3-25 评价区陆栖脊椎动物各目、科中的种数统计表

目	科	属	种
两栖纲 AMPHIBIA			
无尾目 ANURA	角蟾科 Megophryidae	1	1
	蟾蜍科 Bufonidae	1	3
	雨蛙科 Hylidae	1	1
	树蛙科 Rhacophoridae	1	1
	蛙科 Ranidae	5	5
	姬蛙科 Microhylidae	2	2
小计：两栖纲，1目6科		11	13
爬行纲 REPTILIA			
蜥蜴目 ACERTILIA	壁虎科 Gekkonidae	3	3
	鬣蜥科 Agamidae	1	1
	石龙子科 Scincidae	1	3
蛇目 SERPENTS	游蛇科 Colubridae	3	3
	蝰科 Viperidae	1	1
小计：爬行纲，2目，5科		9	11
鸟纲 AVES			
鸛形目 CICONIIFORMES	鸛科 Ardeidae	4	4
雁形目 ANSERIFORMES	鸭科 Anatidae	1	1
隼形目 FALCONIFORMES	鹰科 Accipitridae	2	2
	隼科 Falconidae	1	1
鸕鹚目 PODICIPEDIFORMES	鸕鹚科 Podicipedidae	1	1
鸽形目 CHARADRIIFORMES	丘鹑科 Scolopacidae	2	2
佛法僧目 CORACHIFORMES	翠鸟科 Alcedinidae	1	1
	戴胜科 Upupidae	1	1
鸡形目 GALLIFORMES	雉科 Pheasianidae	3	3
鸽形目 COLUMBIFORMES	鸠鸽科 Columbidae	2	4
鸚形目 CUCULIFORMES	杜鹃科 Cuculidae	2	5
雨燕目 APODIFORMES	雨燕科 Apodidae	2	2

鸮形目 PICIFORMES	啄木鸟科 Picidae	4	5
雀形目 PASSERIFORMES	燕科 Hirundinidae	1	2
	伯劳科 Laniidae	1	2
	山雀科 Paridae	1	3
	文鸟科 Ploceidae	1	1
	雀科 Fringillidae	2	2
	山椒鸟科 Campephagida	3	3
	鸦科 Corvidae	5	6
	鸫科 Turdidae	1	1
	鹎科 Muscicapidae	2	2
	鹡鹑科 Motacillidae	2	2
	卷尾科 Dicruridae	1	2
小计：鸟纲，12目，24科		46	58
哺乳纲 MAMMALIA			
食虫目 INSECTIVO	鼯鼠科 Soricidae	2	2
翼手目 CHIROPTERA	菊头蝠科 Rhinolophidae	1	1
	蹄蝠科 Hipposideridae	1	1
	蝙蝠科 Vespertilionidae	1	1
食肉目 CARNIVORA	鼬科 Mustelidae	1	1
	猫科 Felidae	1	1
偶蹄目 ARTIODACTYLA	猪科 Suidae	1	1
兔形目 LAGOMORPHA	兔科 Leporidae	1	1
啮齿目 RODENTIA	仓鼠科 Cricetidae	1	2
	竹鼠科 Rhizomyidae	1	1
	松鼠科 Sciuridae	3	3
	鼠科 Muridae	5	8
小计：哺乳纲，6目，12科		19	23
总计：4纲，21目，47科		85	105

2、陆栖脊椎动物区系特点及主要物种

评价区野生脊椎动物包括两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类，主要为鸟类。该区域人为干扰较多，大型野生动物种类贫乏，以常见的不敏感性动物和伴人动物为主。根据现场调查并结合上述资料进行综合分析，评价区共分布有野生脊椎动物88种，隶属20目41科67属。

(1) 两栖类

评价区记录分布有两栖动物13种，隶属于1目、6科、11属，两栖动物种类、数量不多。

表 5.3-26 评价区两栖动物组成统计表

目	科	种数
无尾目 ANURA	角蟾科 Megophryidae	1
	蟾蜍科 Bufonidae	3

	雨蛙科 Hylidae	1
	树蛙科 Rhacophoridae	1
	蛙科 Ranidae	5
	姬蛙科 Microhylidae	2
合计：1目	6科	13种

评价区域海拔差异不大，库区森林植被分布较多，乔木、灌丛和耕地植被居多，显示出评价区受人为干扰突出，两栖动物种类、数量不多。主要有小角蟾 *Megophrys minor*、中华蟾蜍 *Bufo gargarizans*、华西蟾蜍 *Bufo andrewsi*、黑眶蟾蜍 *Bufo melanostictus*、华西雨蛙 *Hyla annectans*、斑腿泛树蛙 *Polypedates dugritei*、昭觉林蛙 *Rana chaochiaoensis*、沼蛙 *Rana guentheri*、无指盘臭蛙 *Rana grahami*、泽蛙 *Rana limnocharis*、滇蛙 *Rana pleuraden*、多疣狭口蛙 *Kaloula verrucosa*、云南小狭口蛙 *Glyphoglossus yunnanensis*。

评价区分布的13种两栖动物中广布于东洋界的有4种，华南区的5种，西南区的有4种，分别占种数的30.77%、38.46%和30.77%。在评价区范围内分布的13种两栖动物中，在我省分布较广，没有发现国家级和云南省级保护物种。

(2) 爬行类

根据对评价区及邻近地区现场调查及文献记载，影响区及评价区分布有爬行动物11种，隶属5科9属，评价区爬行动物种类、数量不多。

表 5.3-27 评价区爬行动物组成统计表

目	科	种数
蜥蜴目 ACERTILIA	壁虎科 Gekkonidae	3
	鬣蜥科 Agamidae	1
	石龙子科 Scincidae	3
蛇目 SERPENTS	游蛇科 Colubridae	3
	蝰科 Viperidae	1
合计：2目	5科	11种

评价区域海拔差异不大，区域内灌丛植被分布广泛，但受人为干扰突出，爬行动物种类、数量不多。云南半叶趾虎、铜蜓蜥、红脖颈槽蛇等为区域内常见种类；多疣壁虎、截趾虎、棕背树蜥、股鳞蜓蜥等区域内少见。从区系组成情况看，广布于东洋界各区的有6种，华南区的4种，西南区的有1种，分别占种数的54.54%、36.36%和9.09%。评价区内无国家和云南省级重点保护爬行类野生动物，也无珍稀濒危爬行动物，调查未发现该地区特有种类分布。

(3) 鸟类

根据对评价区及邻近地区现场调查及文献记载，评价区分布有鸟类58种，

隶属12目24科，具体种类见下表。

表 5.3-28 评价区鸟类组成

目	科	种
鸛形目 CICONIIFORMES	鹭科 Ardeidae	4
雁形目 ANSERIFORMES	鸭科 Anatidae	1
隼形目 FALCONIFORMES	鹰科 Accipitridae	2
	隼科 Falconidae	1
鸚鵡目 PODICIPEDIFORMES	鸚鵡科 Podicipedidae	1
鴿形目 CHARADRIIFORMES	丘鴿科 Scolopacidae	2
佛法僧目 CORACHIFORMES	翠鳥科 Alcedinidae	1
	戴勝科 Upupidae	1
鸡形目 GALLIFORMES	雉科 Pheasianidae	3
鸽形目 COLUMBIFORMES	鳩鴿科 Columbidae	4
鶇形目 CUCULIFORMES	杜鵑科 Cuculidae	5
雨燕目 APODIFORMES	雨燕科 Apodidae	2
鸞形目 PICIFORMES	啄木鳥科 Picidae	5
雀形目 PASSERIFORMES	燕科 Hirundinidae	2
	伯勞科 Laniidae	2
	山雀科 Paridae	3
	文鳥科 Ploceidae	1
	雀科 Fringillidae	2
	山椒鳥科 Campephagida	5
	鴉科 Corvidae	6
	鶇科 Turdidae	1
	鶇科 Muscicapidae	2
	鸛鴿科 Motacillidae	2
	卷尾科 Dicruridae	2
	合计：12目	24科

工程评价区分布国家Ⅱ级重点保护动物3种，分别为松雀鹰 *Accipiter virgatus*、普通鵟 *Buteo buteo*、红隼 *Falco tinnunculus*，均为猛禽类。主要栖息和活动时于灌丛、针叶林等地；有时也会到河谷区捕食、活动。

评价区内记述的59种鸟类中，大部分为留鸟和夏候鸟，分别有40种和9种，少量夏候鸟（6种）和旅鸟（2种），见下表。

表 5.3-29 评价区鸟类居留状况统计表

居留状态	留鸟	冬候鸟	夏候鸟	旅鸟	合计
种数	40	6	9	3	58
%	68.96	10.34	15.52	5.17	100

在所记录的58种鸟类中，冬候鸟和旅鸟是非繁殖鸟，不参与区系分析，繁殖鸟有49种，大部分为广布种，共有62种，占全部繁殖鸟的75.61%；东洋-古北两界广布种有18种，占全部繁殖鸟的21.95%；其余2种为古北界种，占全部繁殖鸟的2.44%，详见下表：

表 5.3-30 评价区繁殖鸟类区系成分统计表

区系从属	东洋界	古北界	广布种	合计
种数	14	1	34	49
%	28.57	2.04	69.39	100

评价区所处区域在中国动物区划中属于东洋界西南区（滇中高原亚区），从记述的评价区内分布的鸟类区系特点上，分界特征上与当地在中国动物地理区划中的位置大致相符。

(4) 哺乳类

根据对建设影响区、评价区及邻近地区现场调查及文献记载，项目评价区分布有哺乳动物23种，隶属于6目12科。具体种类见下表：

表 5.3-31 评价区哺乳动物组成

目	科	种
食虫目 INSECTIVO	鼯鼠科 Soricidae	2
翼手目 CHIROPTERA	菊头蝠科 Rhinolophidae	1
	蹄蝠科 Hipposideridae	1
	蝙蝠科 Vespertilionidae	1
食肉目 CARNIVORA	鼬科 Mustelidae	1
	猫科 Felidae	1
偶蹄目 ARTIODACTYLA	猪科 Suidae	1
兔形目 LAGOMORPHA	兔科 Leporidae	1
啮齿目 RODENTIA	仓鼠科 Cricetidae	2
	竹鼠科 Rhizomyidae	1
	松鼠科 Sciuridae	3
	鼠科 Muridae	8
合计：6目	12科	23种

由于评价区域受人为干扰较大，评价区内活动的哺乳动物种类、数量不多。评价区分布有哺乳动物23种，隶属12科，其中15种属于东洋界广布种，占哺乳类的62.22%；3种属于华南区种，占哺乳类动物的13.04%；3种属于西南区种，占哺乳类动物的13.04%；2种属于古北界广布种，占哺乳类动物的8.70%。评价区所处区域在中国动物区划中属于东洋界西南区（滇中高原亚区）。从记述的评价区内分布的兽类区系特点上看，分界特征与当地在中国动物地理区划中的位置相符，为东洋界物种。在东洋界分区的成分分析上，由于评价范围狭小、记述兽类种类较少，难于准确反映当地动物的分区特征。

根据查阅相关资料及民间走访，在所记录的22种哺乳动物中，有国家级II级重点保护哺乳动物1种，即豹猫 *Prionailurus bengalensis*，占全部哺乳动物种数的4.54%，此外，豹猫 *Prionailurus bengalensis* 也被《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》列为“易危”动物。调查未发现该地区特有种类分布。

3、重要物种及栖息地

(1) 国家及地方重点保护动物

根据已有资料及文献记录，结合实地考察、咨询访问等，查阅《国家重点保护野生动物名录》（2021）《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023），评价区分布有国家II级重点保护野生动物4种，其中哺乳动物1种，鸟类3种。调查未发现该地区特有种类分布。

表 5.3-32 评价区重要野生动物调查结果统计表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	国 II	无危 LC	否	评价区为少见种类，栖息于山地林区	文献记录、历史调查资料	否，工程建设不直接占用其生境
2	普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	国 II	无危 LC	否	在评价区为冬季常见种类，多停息在高大的乔木等突出部位，也常见单独在稀疏林中和农田等多种生境		
3	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国 II	无危 LC	否	在评价区为常见种类，栖息于林缘、灌丛、田野等开阔地及居民区。		
4	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	国 II	易危 VU	否	评价区及其周边有活动，栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近。		

注：国 II—列入《国家重点保护野生动物名录（2021）》的国家二级重点保护野生动物；
易危 VU—《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷（2020）》中列为易危的物种。

①松雀鹰*Accipiter virgatus*

中等体型，与雀鹰相似，成年雄鸟：上体深灰色，尾具粗横斑，下体白，两肋棕色且具褐色横斑，喉白而具黑色喉中线，有黑色髭纹。雌鸟及亚成鸟：两肋棕色少，下体多具红褐色横斑，背褐，尾褐而具深色横纹。亚成鸟胸部具纵纹。虹膜—黄色；嘴—黑色，蜡膜灰色；腿及脚—黄色。栖息于山地林区，多见单个盘旋于空中或停歇在突出的枝头或枯树枝上。以小型动物为食物。属国家二级重点保护鸟类。



野外调查未发现松雀鹰，但根据访问调查、历史调查资料及生境调查综合判断，评价区有该物种活动，但评价区不属于其主要栖息地。

②普通鵟*Buteo buteo*

羽色变化较大，有黑色型、棕色型及中间型。上体暗褐



色；头顶、颈及颈侧具红棕色羽缘；下体暗褐色或淡褐色，具深棕色横斑；尾羽通常灰褐色，具4-5条不显著的黑褐色横斑，脚为黄色。全身体色大致为暗褐或灰褐色。飞行时腹面淡色，初级飞羽末端黑色、翼角黑色，喉暗褐色、胸及腹部淡褐色，腹部有黑褐色纵斑，尾羽褐色呈扇形，并有数条黑褐色横纹。栖息于海拔3700m以下的各类生境中，多停息在高大的乔木等突出部位，也常见单独在稀疏林中和农田等多种生境的上空翱翔，食物以鼠类为主，也捕食野兔、小型鸟类、蜥蜴、蛙类和昆虫等。

野外调查未发现普通鵟，但根据访问调查、历史调查资料及生境调查综合判断，评价区有该物种活动，但评价区不属于其主要栖息地。

③红隼 *Falco tinnunculus*

属小型猛禽。体长350mm左右，雄鸟头顶至后颈灰，并具黑色条纹，背羽砖红色，布有黑色粗斑；尾羽青灰色，具宽阔的黑色次端斑及棕白色端缘，外侧尾羽较中央尾羽短甚，呈凸尾型。雌鸟上体砖红色，头顶满布黑色纵纹，背具黑色横斑，爪黑色。雌雄鸟胸和腹均淡棕黄色，具黑色纵纹和点斑。



栖息地海拔500~3600m。栖息于林缘、灌丛、田野等开阔地及居民区。常单独或成对活动。捕食昆虫和各种小型陆栖脊椎动物。常见种类，为国家二级重点保护动物。

野外调查未发现红隼，但根据访问调查、历史调查资料及生境调查综合判断，评价区有该物种活动，但评价区不属于其主要栖息地。

④豹猫 *Felis bengalensis*

猫科、豹猫属动物，是体型较小的食肉类，略比家猫大，体长为36~90cm，尾长15~37cm，体重3~8kg，尾长超过体长的一半。头形圆。从头部至肩部有4条棕褐色条纹，两眼内缘向上各有一条白纹。



耳背具有淡黄色斑，全身背面体毛为浅棕色，布满棕褐色至淡褐色斑点。胸腹部及四肢内侧白色，尾背有褐斑点或半环，尾端黑色或暗灰色。主要栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近。在半开阔的稀树灌丛生境中数量最多，浓密的原始森林、垦殖的人工林和空旷的平原农耕地数量较少。主要为地栖，但

攀爬能力强，在树上活动灵敏自如。夜行性，晨昏活动。善游水，喜在水塘边、溪沟边、稻田边等近水之处活动和觅食，主要以鼠类、松鼠、飞鼠、兔类、蛙类、蜥蜴、蛇类、小型鸟类、昆虫等为食，也吃部分嫩叶、嫩草，有时潜入村寨盗食鸡鸭等家禽。属国家二级保护野生动物。

野外调查未发现豹猫，据访问调查，豹猫在评价区及邻近地区尚有分布，但数量较少。评价范围内会有豹猫活动，是因为其活动范围较大，其在云南省、滇中地区大部分区域均有分布，现场调查过程中没有看到豹猫，也没有发现其栖息地，根据访问调查及历史调查资料，评价区有豹猫活动。

现场调查未发现上述重要野生动物，亦未发现其在评价区范围内筑巢繁殖，也未发现适宜其繁殖的生境。因其是云南区域广泛分布的常见物种，在云南大部分地区均有分布，其活动范围广，活动能力强，它们会到评价区活动，根据访问调查及生境调查综合判断，评价区有该物种活动。其活动范围主要是周边区域或项目区上空，它们也见于云南省的其他地区，甚至见于更广泛的范围。项目建设区域及外围生态评价区不属于其重要生境栖息地。

(2) 珍稀濒危动物

现场调查未发现《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷（2020）》收录动物和珍稀濒危动物。评价区除可能分布的豹猫外，无其他被《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷（2020）》列为极危、濒危和易危物种。

(3) 特有种和极小种

调查未发现区域局域分布的物种，无楚雄市、楚雄州特有野生动物物种分布，无《云南省各州市分布的国家重点保护野生动植物名录（2021年）》《云南省极小种群野生植物保护名录（2022年版）》中的极小种群分布。

(4) 陆生野生动物重要栖息地

根据《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（国家林业和草原局公告 2023年第23号），楚雄市内的野生动物重要栖息地为云南楚雄紫溪山黑颈长尾雉重要栖息地，地理坐标同云南紫溪山省级自然保护区，主要保护动物为黑颈长尾雉、白鹇、白腹锦鸡。本项目不涉及云南紫溪山省级自然保护区，占地区及外围生态评价区不涉及陆生野生动物重要栖息地。评价范围内陆生动物主要生境为森林、灌木草丛、耕地、园地等，根据调查，均不属于重要生境。

(5) 候鸟迁徙通道重点区域

根据《云南省候鸟迁徙通道重点区域范围（第一批）》（云南省林业和草原局公告2023年第10号），昭通市永善县，玉溪市新平县，楚雄州南华县，大理州洱源县、南涧县、巍山县、弥渡县，普洱市镇沅县，红河州绿春县、开远市，文山州富宁县、砚山县等7个州（市）12县（市）10处候鸟迁徙通道重要地点。楚雄州楚雄市内不涉及已公布的候鸟迁徙通道重点区域，本工程占地区及外围生态评价区不涉及已公布的候鸟迁徙通道重点区域。

4、陆栖脊椎动物资源现状评价

①种类少、种群小，无资源优势：评价区环境受人为干扰严重，调查到的陆栖脊椎动物数量较少，可供直接经济利用的动物资源少。

②小型有害兽类种群数量大：评价区范围的小型兽类，尤其是啮齿类活动痕迹十分多，这主要与评价区包含大面积的园地和耕地有关系。

③缺乏狭域分布的特有种类：两栖类、爬行类、鸟类和兽类等类群中均无局限分布于评价区的特有属、种。

5.3.6.6水生生态调查

1、调查时间、范围、内容、方法及人员

(1) 调查时间

调查时间为2024年5月12日-14日，9月2日-5日，调查时间共10天。渔获物调查统计了2024年1月，库区渔业捕捞的渔获物统计数据。

(2) 调查人员

舒树森，高级工程师，中国科学院昆明动物研究所，主要负责水生生态专题野外调查及数据分析、报告撰写、专题校核。

(3) 调查范围

调查范围为：生态评价范围。

水生生态评价范围：中石坝水库回水末端~青龙河汇入龙川江河段、周家箐汇入中石坝水库上游1.46km河段、富民河汇入青龙河上游2.31km河段、大坡河汇入青龙河上游1.53km河段、水冬瓜箐汇入青龙河上游2km河段，各分段长度为22.45km、1.46km、2.31km、1.53km、2km，总长度为29.75km。

调查样点6个，分别为袁家村、郭家河闸、库尾、大坝、坝下河段、龙川江

汇口上游。具体调查点见表5.3-33和图5.3-4。

表 5.3-33 中石坝水库扩建调查点

样点	性质	纬度	经度	海拔
袁家村	间接影响区	24.936219°	101.566031°	1850m
郭家河闸	直接影响区	24.950470°	101.564877°	1845m
库尾	直接影响区	24.951405°	101.565640°	1845m
大坝	直接影响区	24.968408°	101.573332°	1845m
坝下河段	直接影响区	24.971880°	101.573351°	1812m
龙川江汇口上游	间接影响区	24.999983°	101.575086°	1784m

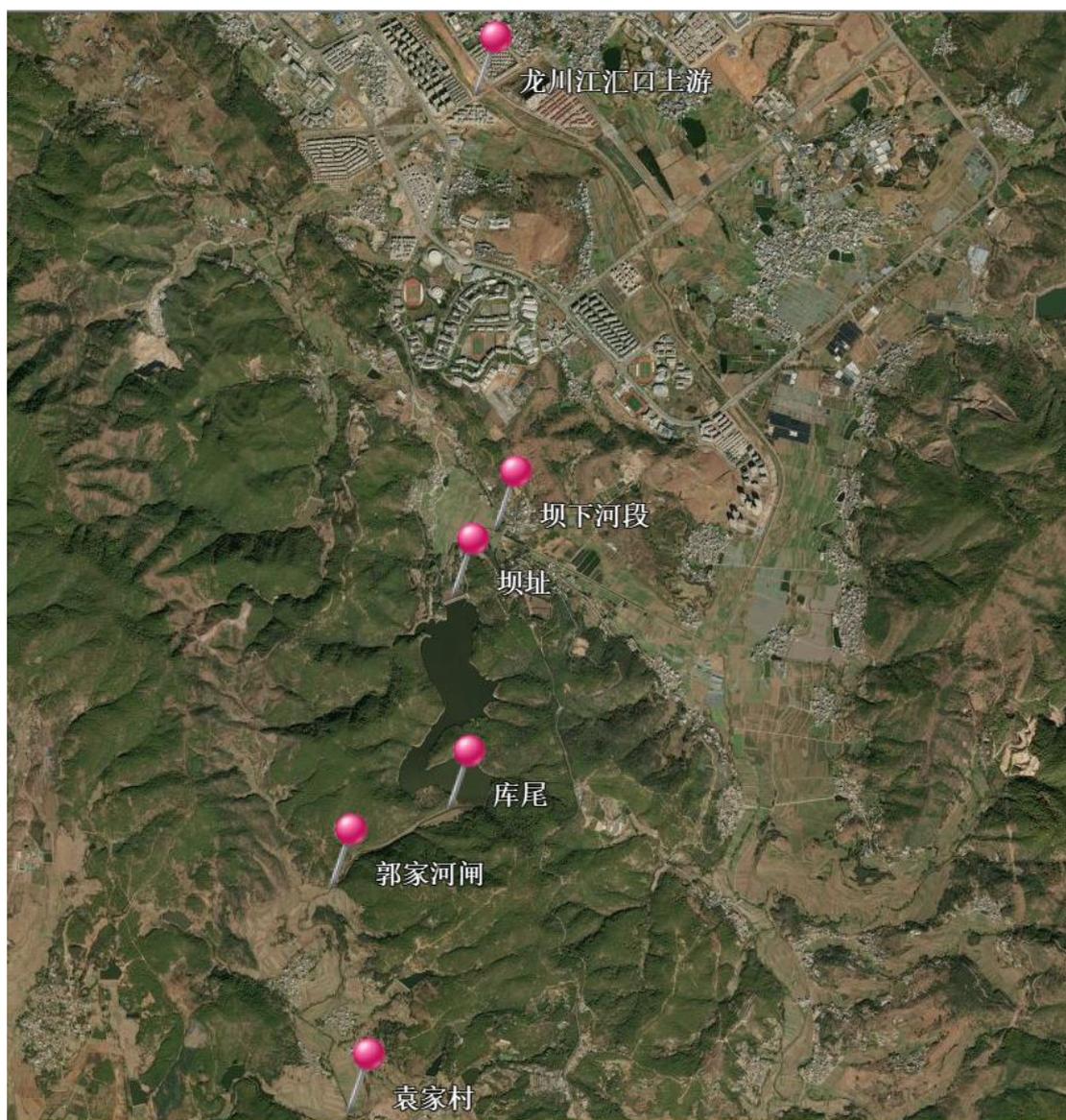


图 5.3-4 中石坝水库扩建调查点分布图

(4) 调查内容

①水环境要素

环境要素调查包括调查水域的河道生境特征、水温、溶解氧、pH值、透明

度、河流底质、植被覆盖情况等。

②水生生物资源

水生生物资源调查包括浮游植物、浮游动物、底栖动物的种类、分布密度、生物量、优势种；水生维管束植物的种类、分布、生物量、优势种。

③鱼类资源

鱼类资源调查包括：

a、种类组成：种属名称、分类地位、组成、地理分布及区系成分等。

b、渔业资源现状：鱼类群体结构（年龄、体长、体重、种类和性别组成），渔获物统计分析（群体结构组成，主要渔获对象的体长和体重组成）、渔业现状调查（渔业从业人员，渔获对象、渔具、渔业方式）。

c、主要鱼类的食性情况和繁殖特性。

d、重要鱼类的生活习性：生境（产卵场、索饵场、越冬场的生境特点（水位、水温、水深、流速、底质、水生植被及饵料资源状况等）。

④其他水生生物

其它水生动物，如水生哺乳类。

（5）调查方法

水生生物的调查方法，依据《水库渔业资源调查规范》（SL167—2014）《水环境监测规范》（SL219-2013）《河流水生生物调查指南》《淡水浮游生物研究方法》和《内陆水域渔业资源调查手册》进行。

①水环境调查方法

采集水样时，在每个监测点用水样采集器取表层水样，用以测定各项指标。其中，pH和水温用玻璃电极法测定，溶解氧用电化学探头法测定、电导率用电极测定、透明度用塞氏盘法测定，以上项目为现场监测。

②水生生物调查方法

a、浮游生物

浮游植物和浮游动物的定性样品分别用浮游生物网采集，用鲁哥氏液和甲醛溶液固定保存，室内用体视显微镜和显微镜分别检测浮游植物、原生动物、轮虫、枝角类和桡足类种类。

b、着生藻类

主要是刮取或剥离水中浸没物诸如石块、木桩、树枝、水草等或硬质底泥等表层藻膜、丝状藻和黏稠状生长物，用鲁哥氏液固定后保存待检。

c、水生维管束植物

依据断面长度布设采样点。水生高等植物定量采用1m²的采样框或0.1m²的定量采样器采集，现场称取湿重。定性样品整株采集，包括植株的根、茎、叶、花和果实，样品力求完整，按自然状态固定在压榨纸中，压干保存待检。

d、大型底栖动物

大型底栖动物分软体动物、水生昆虫和寡毛类三大类。依据断面长度布设采样点，用Petersen氏底泥采集器采集定量样品，每个采样点采泥样2~3个。将采集的泥样，用60目分样筛筛洗，然后装入封口塑料袋中，室内进行挑拣，把底栖动物标本拣入标本瓶中，用7%的福尔马林溶液保存待检。软体动物定性样品用D形踢网（kick-net）进行采集，水生昆虫、寡毛类定性样品采集同定量样品。

e、鱼类

鱼类区系组成

根据鱼类区系研究方法，在不同河段设置站点，对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用福尔马林固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。

鱼类资源现状

鱼类资源量的调查采取社会捕捞渔获物统计分析结合现场调查取样进行。采用访问调查和统计表调查方法，调查资源量和渔获量。向渔业主管部门和渔政管理部门及渔民调查了解渔业资源现状以及鱼类资源管理中存在的问题。对渔获物资料进行整理分析，得出各工作站点主要捕捞对象及其在渔获物中所占比重，不同捕捞渔具渔获物的长度和重量组成，以判断鱼类资源状况。

鱼类生物学

鱼类标本尽量现场鉴定，进行生物学基础数据测定，并取鳞片等作为鉴定年龄的材料。必要时检查性别，取性腺鉴别成熟度。部分标本用5%的甲醛溶液固定保存。现场解剖获取食性和性腺样品，食性样品用甲醛溶液固定，性腺样

品用波恩氏液固定。剪取部分鱼类的鳍条放入95%酒精保存，为分子生物学研究保存DNA样本。

鱼类“三场”

走访周边居民、主要捕捞人员，了解不同季节鱼类主要集中地和鱼类种群组成，结合鱼类生物学特性和水文学特征，分析鱼类“三场”分布情况，并通过有经验的捕捞人员进行验证。鱼类产卵场作为主要调查的对象，并根据龙川江生态特点，采用合适调查方法，对该河段鱼类产卵场位置、产卵江段、产卵场规模等进行详细调查。

③其他水生生物调查

其他水生生物如水生哺乳类，主要以观察和访问调查为主。

(6) 水生生物的现状分析

描述调查范围内各调查（采样）点水生生物调查工作情况（包括图示调查路线，调查点位置及主要调查成果）；调查评价工程所在青龙河河段水生维管束植物、浮游植物、浮游动物、大型底栖动物的种类（附名录）和分布特点、生活环境、区系组成、生物量与生产力、数量和密度、生物指示种对水体污染程度的表征情况、在不同江段的分布特点和规律等，计算各类群的生物多样性指数，进行多样性评价；根据调查成果，分析调查范围内鱼类区系和种类（附名录）组成、分布和生活史特点，说明是否存在国家级和省级保护的、列入红皮书的珍稀物种和特有物种，以及主要的经济物种；分析鱼类分布情况（用图表形式）、生态类群划分（急流、缓流和静水）、资源量、鱼类“三场”分布（索饵场、产卵场和越冬场）、渔获物组成、鱼类资源保护与利用现状与发展趋势、流域分布特点、生物学特性等，重点描述与工程环境影响有关的生活习性（如洄游特征和三场分布），对珍稀保护和特有鱼类进行生境适宜性分析；评价水域生态系统的功能与稳定性状况；用可持续发展的观点评价渔业自然资源现状、发展趋势和承受干扰的能力以及影响渔业资源的主要原因。

(7) 文献资料

《云南湿地》（杨岚等，2010，北京：中国林业出版社）；

《长江鱼类早期资源》（曹文宣等，2008年，中国水利水电出版社）；

《云南鱼类志》（上）（褚新洛等，1989年，北京：科学出版社）；

《云南鱼类志》（下）（褚新洛等，1990年，北京：科学出版社）；
《四川鱼类志》（丁瑞华，1994年，成都：四川科学技术出版社）；
《中国内陆鱼类物种与分布》（张春光等，2016，北京：科学出版社）；
《云南省生物物种名录》（高正文等，2016，云南：云南科学出版社）；
《云南省生物物种红色名录（2017版）》（云南省环境保护厅等，2017，
云南：云南科学出版社）；
《中国淡水鱼类检索》（朱松泉，1995年，南京：江苏科学技术出版社）；
陈小勇.云南鱼类名录.动物学研究，2013，34（4）：281-343.
《中国濒危动物红皮书》（世界自然保护联盟，1998，北京：科学出版社）；
《中国生物多样性红色名录——脊椎动物卷》（环境保护部，2015，北京：中国科学院）；
《中国物种红色名录》（汪松等，2009，北京：高等教育出版社）。

2、中石坝水库水生生态现状评价

（1）水环境现状

①袁家村断面

断面位于库区上游2km处，周围均被农田包围，河道狭窄，底质多为泥沙，夏季水量较大，冬季受上游水库和周边抽水灌溉影响，水量较小，春季有断流情况发生。



5.3-5 袁家村断面现状

②郭家河闸上

河道断面位于郭家河闸以上约200米，河道宽约20米，底质以稀泥为主。河道穿行于盆地中央，水不深，河流较缓，两岸为农田。



5.3-6 郭家河闸上断面现状

③库尾

中石坝原库尾断面位于郭家河闸以下约300米，库区蓄水时淹没至库尾断面。夏季库尾断面为保持一定流速的河道，河床较宽，水深，底质为淤泥，部分露出水面的河床有莎草等植物生长。



5.3-7 库尾断面现状

④坝上

坝上断面为中石坝水库的坝址，原来已经建设有水坝。水坝为土坝，两侧有泥土裸露，水深，水位线季节变化较大。



5.3-8 坝上断面现状

⑤坝下河段

坝下河段断面为中石坝坝址以下约500米，位于青龙河河道，河道已经被砌成三面光大沟，底质为光整的水泥地，水体透明度高，河道无垃圾。



5.3-9 坝下河段断面现状

⑥龙川江汇口上游

龙川江汇口上游断面位于青龙河与西环线交叉口上，位于中石坝坝址以下约4km。断面宽约30米，两岸修葺有垂直的石堤，河道中央为泥底，水浑，水面宽而浅，可见一些莎草等漏出水面。枯水季节河道仅在河床一角，水较小。



5.3-10 龙川江汇口上断面现状

(2) 水环境评价

青龙河流域内主要有众多村庄，集镇分布，区内以农业生产为主，工业项目较少，人口密度大。流域内部分河流受污染严重，生活污染源是评价区河段的主要影响来源，其次农业面源也是影响流域水质的重要因素。总体而言，流域内主要水质污染源为农村生活污水、农业面源。

青龙河为龙川江一级支流，项目两次对青龙河流域野外调查过程中，未发现水质有较大的波动，或者因为水质污染而发生死鱼的情况。调查中已经得中石坝水库水质较好，透明度高，总体较稳定。初步判断认为中石坝水库及上游的汇水水质良好，满足渔业和水生生物需求。

3、水生生物

(1) 浮游植物

①调查结果

根据我们实地调查采样和显微鉴定的结果，中石坝水库及影响上下游河流中，共观察到浮游植物48种（详见附录3），分别隶属于蓝藻门、裸藻门、甲藻门、硅藻门和绿藻门5个门（图5.3-11），其中硅藻门的种类最多，有20种，分别占全部藻类种类的41.66%；其次是绿藻门，有16种，占全部藻类种类33.33%，再次为蓝藻门，有9种，占全部藻类种类的18.75%；裸藻门有1种，占全部藻类种类的2.08%，甲藻门有2种，占全部藻类种类的4.16%。

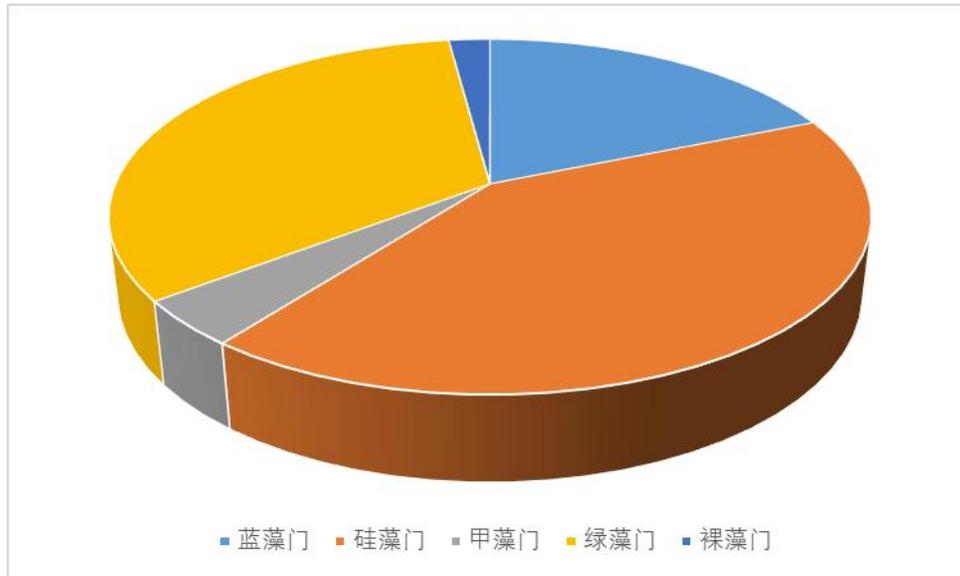


图 5.3-11 调查区域浮游植物组成

②数量和生物量

根据调查，中石坝水库水生生态现状调查中，浮游植物平均密度是90849.6个/L，各样点浮游植物密度见表5.3-34，其中袁家村断面5月枯水季节断流，密度最高的是库区断面，平均密度为189392.5个/L，密度最低为库尾，密度仅为32828.5个/L。

表 5.3-34 调查区域各样点浮游植物密度（个/L）

		蓝藻门	绿藻门	硅藻门	甲藻门	裸藻门	合计
袁家村	5月	0	0	0	0	0	0
	9月	83624	21050	2691	0	0	107365
郭家河闸	5月	26834	8326	12763	0	0	47923
	9月	18692	12551	3804	0	0	35047
库尾	5月	22486	10592	2975	0	0	36053
	9月	15086	8937	5581	0	0	29604
坝上	5月	153308	29864	5590	1876	0	190638
	9月	128935	25667	10860	22685	0	188147
坝下河段	5月	108595	10865	5089	829	0	125378
	9月	82975	11486	8554	1589	0	104604
龙川江汇口上游	5月	15983	24986	57923	0	1583	100475
	9月	100483	17524	6955	0	0	124962

调查断面的浮游植物平均生物量是1.6603mg/L，各样点浮游植物生物量见表5.3-35，其中生物量最高的是坝上断面，平均生物量为3.3826mg/L，生物量最低的是库尾断面，生物量仅为0.7068mg/L。

表 5.3-35 调查区域各样点浮游植物生物量（mg/L）

		蓝藻门	绿藻门	硅藻门	甲藻门	裸藻门	合计
袁家村	5月	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	9月	0.8362	0.8420	0.0807	0.0000	0.0000	1.7590
郭家河闸	5月	0.2683	0.3330	0.3829	0.0000	0.0000	0.9843

	9月	0.1869	0.5020	0.1141	0.0000	0.0000	0.8031
库尾	5月	0.2249	0.4237	0.0893	0.0000	0.0000	0.7378
	9月	0.1509	0.3575	0.1674	0.0000	0.0000	0.6758
坝上	5月	1.5331	1.1946	0.1677	0.0938	0.0000	2.9891
	9月	1.2894	1.0267	0.3258	1.1343	0.0000	3.7761
坝下河段	5月	1.0860	0.4346	0.1527	0.0415	0.0000	1.7147
	9月	0.8298	0.4594	0.2566	0.0795	0.0000	1.6253
龙川江汇口上游	5月	0.1598	0.9994	1.7377	0.0000	0.0475	2.9445
	9月	1.0048	0.7010	0.2087	0.0000	0.0000	1.9144

③评价

本次调查中所观察到的浮游植物中组成有以下显著的特点：其一，河流中浮游植物以硅藻门植物种类为主，表现为典型的河流相。其二，调查中的藻类基本为广布种。其三，中石坝所在青龙河流域已建设水库，河道中也有一些喜静水的藻类存在，可能是库区中的藻类随下泄水进入河道，并在河道中生存。

(2) 浮游动物

①结果

通过对楚雄州中石坝水库扩建水生生态现状评价涉及的6个断面的浮游动物进行调查监测，共检出浮游动物42种（详见附录4）。其中原生动物21种，占总种数的50.00%；轮虫15种，占总种数的37.71%；枝角类2种，占总种数的4.76%；桡足类4种，占总种数的9.52%。浮游动物种类组成如图5.3-12所示。

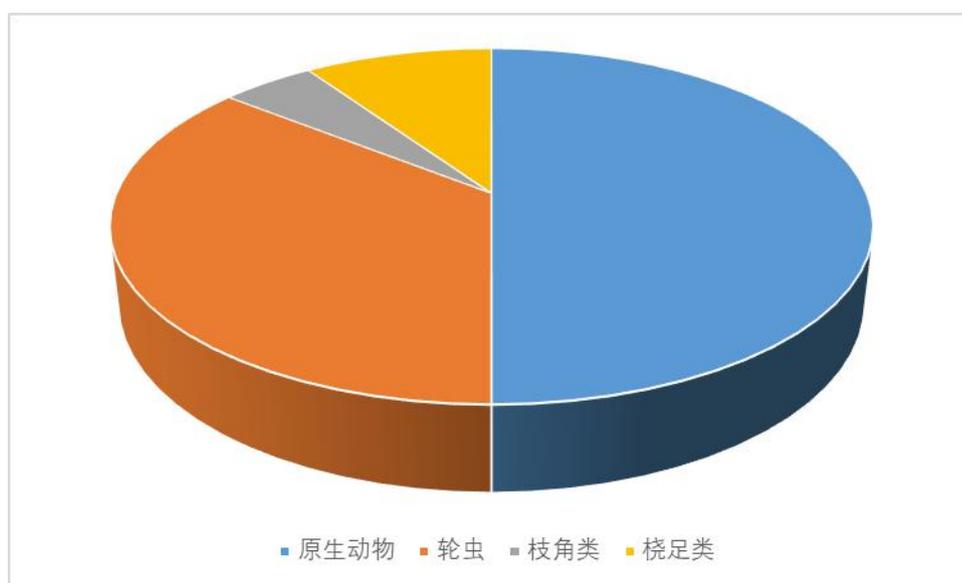


图 5.3-12 调查水域浮游动物种类组成表

在调查的断面中，浮游动物种类组成有如下特点：（1）河流中以表壳虫、沙壳虫和臂尾轮虫等喜流水的种类为主；（2）青龙河在楚雄坝子中河流平直，水流较缓，一些喜静水的种类也出现在河道中；（3）调查河流的上游多建有水

库，导致河道浮游动物受上游水库影响较大，一些水库中的枝角类和桡足类也会出现在河道中。

②数量和生物量

调查区域采集到的各断面浮游动物密度见表5.3-36。浮游动物密度平均为1684.4ind./L，其中坝上断面浮游动物密度最高，为1284.5ind./L，袁家村断面密度最低，仅为354ind./L。

表 5.3-36 调查区域采集到的各断面浮游动物密度 (ind./L)

		原生动物	轮虫类	枝角类	桡足类	合计
袁家村	5月	0	0	0	0	0
	9月	284	65	2	3	354
郭家河闸	5月	527	176	4	2	709
	9月	311	86	3	3	403
库尾	5月	685	355	11	7	1058
	9月	1284	207	8	12	1511
坝上	5月	3495	589	35	28	4147
	9月	6652	880	57	37	7626
坝下河段	5月	692	275	8	2	977
	9月	850	337	2	4	1193
龙川江汇口上游	5月	1186	364	8	5	1563
	9月	527	140	2	3	672

调查水域浮游动物的生物量见表5.3-37。浮游动物生物量为3.3241mg/L，其中，坝上断面生物量最高，为11.0165 mg/L，袁家村断面生物量最低，为0.7540 mg/L。

表 5.3-37 调查区域采集到的各断面浮游动物生物量 (mg/L)

		原生动物	轮虫类	枝角类	桡足类	合计
袁家村	5月	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	9月	0.2840	0.2600	0.0600	0.1500	0.7540
郭家河闸	5月	0.5270	0.7040	0.1200	0.1000	1.4510
	9月	0.3110	0.3440	0.0900	0.1500	0.8950
库尾	5月	0.6850	1.4200	0.3300	0.3500	2.7850
	9月	1.2840	0.8280	0.2400	0.6000	2.9520
坝上	5月	3.4950	2.3560	1.0500	1.4000	8.3010
	9月	6.6520	3.5200	1.7100	1.8500	13.7320
坝下河段	5月	0.6920	1.1000	0.2400	0.1000	2.1320
	9月	0.8500	1.3480	0.0600	0.2000	2.4580
龙川江汇口上游	5月	1.1860	1.4560	0.2400	0.2500	3.1320
	9月	0.5270	0.5600	0.0600	0.1500	1.2970

③评价

通过连词对中石坝水库及涉及的河流水生生态现状评价的浮游动物进行调查，共检出浮游动物42种，浮游动物种类组成有如下特点：（1）河流中以表壳

虫、沙壳虫和臂尾轮虫等喜流水的种类为主，表现为典型的河流型；（2）青龙河在楚雄坝子境内河流平直，水流较缓，一些喜静水的种类也出现在河道中，且原生动物和轮虫数量较多，主要是和江段江水流动缓慢，营养程度高，适合原生动物和轮虫生长有关；（3）调查区域的上游多建有水库，导致河道浮游动物受上游水库影响较大，一些水库中的枝角类和桡足类也会出现在河道中，如永定河。

（3）水生维管束植物

调查中共发现到水生植物3种，均为挺水植物，包含辣蓼 *Polygonum flaccidum*、茭草 *Zizania caduciflora* 和水花生 *Alternanthera philoxeroides* 三种。调查到的三种水生植物为云南高原湖泊和湿地中广泛分布的物种，无特有和保护物种，库区未见水葫芦等漂浮植物。

（4）底栖动物

①调查结果

在两次调查采样中，在6个断面共采集到大型底栖动物15种，隶属于3门（详见附录5）。其中种类最多的是节肢动物门，共有8种，占总种数的53.33%，其次，是软体动物门，共有5种，占总种数的33.3%；环节动物门仅采集到2种，占总种数的13.33%（图5.3-13）。

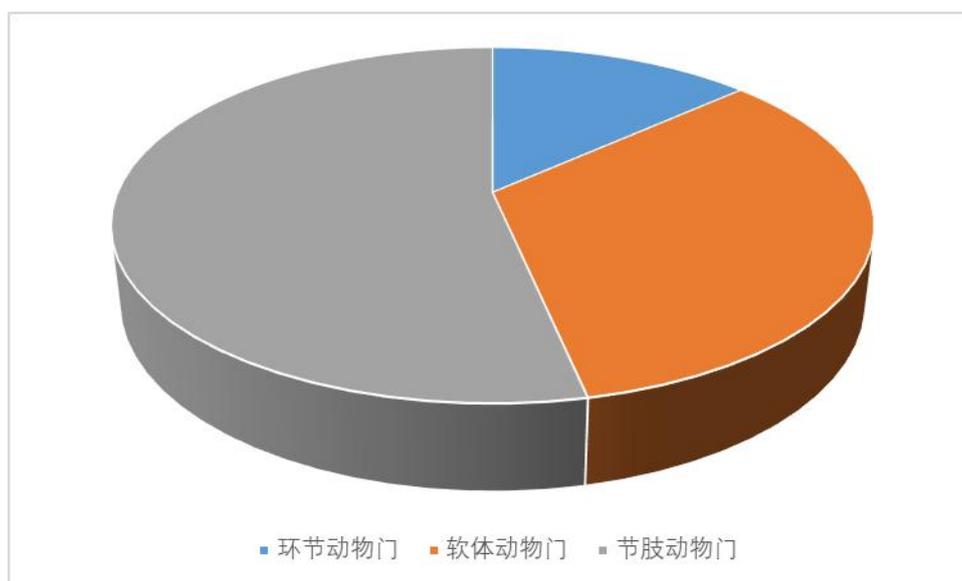


图5.3-13 调查区域底栖动物组成

调查水域各断面底栖动物如表5.3-38，各断面平均密度为1.05g/L，其中密度最高的是郭家河闸断面，为2.15g/L，主要为萝卜螺等软体动物较多，袁家村

断面为季节性河流，底栖动物少，坝址断面仅有零星萝卜螺，未采集到水生昆虫。

表 5.3-38 调查水域底栖动物生物量表（单位：g/L）

		环节动物门	软体动物门	节肢动物门	合计
袁家村	5月	0	0	0	0
	9月	0.1	0	0.2	0.3
郭家河闸	5月	0.3	1.1	0.5	1.9
	9月	0.2	1.5	0.7	2.4
库尾	5月	0.1	0.8	0.5	1.4
	9月	0.1	1.1	0.8	2
坝上	5月	0	0	0.1	0.1
	9月	0	0.4	0.3	0.7
坝下河段	5月	0	0	0.2	0.2
	9月	0	0	0.4	0.4
龙川江汇口上游	5月	0.3	0.6	0.6	1.5
	9月	0.4	0.8	0.5	1.7

②评价

本次调查中发现的大型底栖动物均为广布物种，其中金苹果螺和克氏原螯虾为外来入侵物种，无珍稀和保护物种。

大型底栖动物是重要的水质监测类群。一些河流种，如蜉蝣目、毛翅目幼虫、及短沟蜷和球蚬类均为清水指示种；膀胱螺、扁蜷螺、蜻蜓幼虫一般喜欢静水环境，且有水草分布的地方。在本次调查过程中，采集到毛翅目幼虫及球蚬，可以初步说明部分河段水质较好。但也发现外来入侵种金苹果螺，金苹果螺会啃食水生植物，繁殖较快，将与其它土著螺类竞争食物及生存空间，对该调查区域的水生生态系统形成破坏。

(3) 鱼类

①鱼类组成及特点

鱼类组成

楚雄青龙河及其相关断面的鱼类资源过去并没有进行专门详细的调查。此次调查根据中石坝水库项目需求，分别在库区的上游、下游及龙川江汇口等6个河段设置调查点。通过地笼等渔具进行野外采样带回室内鉴定，收集整理有关历史资料，走访当地捕鱼人和当地管理者等方法，对青龙河等水域的鱼类进行了调查。鱼类历史记录主要参考《云南鱼类名录》（陈小勇，2013）及滇中引水二期项目调查记录。

楚雄州青龙河流域共记录有鱼类4目7科16属16种（详见表5.3-39），此次调

查中土著鱼类有6种，外来鱼类10种。鲮、草鱼、鲢、鳙等为楚雄州库区常见引入养殖经济鱼类；棒花鱼、麦穗鱼、食蚊鱼和子陵吻鰕虎鱼等为引种养殖带入的外来种鱼类，在自然河道为逃逸扩散个体。土著种鱼类中，除鲤、鲫、鲃、黄鳝外，其余均为小型鱼类。调查记录到的所有鱼类中没有国家级和省级保护鱼类，也没有列入《中国濒危动物红皮书 鱼类》《中国物种红色名录》和《中国生物多样性红色名录》的濒危物种。此外，本评价区的6种土著鱼类中部分鱼类至多只有短距离洄游习性，不作长距离繁殖、索饵或越冬洄游，目前分布种类可分别在其所在江河河段内完成整个生活史。

表 5.3-39 青龙河流域鱼类名录

中文名	拉丁文	访问记录	滇中调水二期	本项目调查
I 鲤形目	CYPRINIFORMES			
i 鳅科	Cobitidae			
1 泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor)	√	√	√
2 大鳞副泥鳅*	<i>Paramisgurnus dabryanus</i> (Sauvage)	√		
ii 条鳅科	Nemacheilidae			
3 前鳍高原鳅	<i>Triplophysa anterodorsalis</i> (Zhu et Cao)	√	√	
4 横纹南鳅	<i>Schistura fasciolata</i> (Nichols et Pope)	√	√	√
iii 鲤科	Cyprinidae			
鮪亚科	Cultrinae			
5 鲮*	<i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky)	√	√	√
鮡亚科	Gobioninae			
6 麦穗鱼*	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel)	√	√	√
7 棒花鱼*	<i>Abbotina rivularis</i> (Basilewsky)	√	√	√
雅罗鱼亚科	Leuciscinae			
8 草鱼*	<i>Ctenopharyngodon idellus</i> (Valenciennes)	√		√
鲢亚科	Hypophthalmichthyinae			
9 鳙*	<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson)	√	√	√
10 鲢*	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes)	√	√	√
鲤亚科	Cyprininae			
11 鲤	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus)	√	√	√
12 鲫	<i>Carassius auratus auratus</i> (Linnaeus)	√	√	√
II 鲃形目	SILURIFORMES			
v 鲃科	Siluridae			
13 鲃	<i>Silurus asotus</i> (Linnaeus)	√		
III 鳉形目	CYPRINODONTIFORMES			
vi 胎鳉科	Poeciliidae			
14 食蚊鱼*	<i>Gambusia affinis</i> (Barird et Girard)	√	√	

iv 鲈形目	PERCIFORMES			
viii 沙塘鳢科	Odontobutidae			
15 小黄魮鱼*	<i>Micropercops swinhonis</i> (Günther)	√		
ix 鰕虎鱼科	Gobiidae			
16 褐吻鰕虎鱼*	<i>Rhinogobius brunneus</i> (Temminck et Schlegel)	√		√

注：*表示外来种；√表示调查采集到的种类

鱼类组成特点

结合历次野外调查结果和记录，中石坝水库所在楚雄州青龙河流域共记录有鱼类16种，其中外来种鱼类10种。土著鱼以鲤形目鱼类为主，共6种。现阶段鲤形目12种，占鱼类总数的75.00%；鲈形目鱼类共2种，占总数12.50%；鲇形目和鲢形目鱼类各1种，各占鱼类总数6.25%。这也符合鲤形目在楚雄州的鱼类区系中为主要类群之一的特征。详细的种类组成见表5.3-40。

调查区的鱼类区系组成简单，主要原因，一是流域内部分断面的土地开发程度较高，山区水土流失严重，水源涵养不足，导致青龙河成为季节性河流，旱季有的河段甚至干涸断流，影响鱼类的生存。二是流域及其支流上修建了多道水库大坝、水电站拦河坝和滚水坝，阻断了河流通道，使得大中型土著鱼类不能上溯到调查区河段。调查区内鱼类数量少且形不成产量。三是青龙河与龙川江汇口在楚雄市区，人类活动频繁，工业及生活污水的排放影响了水质，破坏了龙川江和青龙河鱼类的交流。

表 5.3-40 评价区鱼类调查情况

目	科	种数	比例 (%)
鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	8	50.00%
	鳅科 Cobitidae	2	12.50%
	条鳅科 Nemacheilidae	2	12.50%
鲇形目 SILURIFORMES	鲇科 Siluridae	1	6.25%
鲢形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鲢科 Poeciliidae	1	6.25%
鲈形目 PERCIFORMES	沙塘鳢科 Odontobutidae	1	6.25%
	鰕虎鱼科 Gobiidae	1	6.25%
合计：4目	7科	16	100



2024年1月中石坝库区捕捞渔获物



2024年5月调查钓鱼渔获物

图 5.3-14 鱼类调查照片

②鱼类区系特征

楚雄州青龙河流域的鱼类区系组成相对简单，结合历史文献记录及实际调查情况共记录了鱼类4目7科16属16种（详见表5.3-30），此次调查中土著鱼类有6种，外来鱼类10种。土著鱼类主要以鲤科、鳅科、条鳅科鱼类为主。

依据陈宜瑜等（1998）将中国鲤科鱼类所划分的5个类群：老第三纪原始类群、北方冷水性类群、东亚类群、南方类群和青藏高原类群。楚雄州青龙河流域鱼类区系的特点可简要归结为以下几点：

a、鲤科鱼类为该区系鱼类的主要组成部分，以鱼丹亚科、鲤亚科、鱮亚科为代表的“老第三纪类群”是主要区系成分；但“老第三纪类群”缺失了鲃亚科，鱼丹亚科中的宽鳍鱮、马口鱼等都是金沙江流域常见的溪流性鱼类，但是在青龙河流域已经缺失。

b、缺乏以雅罗鱼亚科为代表的“北方冷水性类群”和青藏高原类群（裂腹鱼亚科）物种。裂腹鱼类在金沙江及其支流本属常见，阻隔和环境改变导致其无法自金沙江上溯到其二级支流青龙河上游或者支流产卵，导致青龙河下段即

使具备裂腹鱼类生存的条件，也仅有定居性的条鳅科鱼类生存；

c、缺乏以鲤科鲃亚科、鲴亚科、鮡亚科、鲢亚科和雅罗鱼亚科东亚类群为代表的“东亚类群”本地出现的鳊、麦穗鱼、棒花鱼、鲢、鳙等均为外来种；

d、缺乏以野鲮亚科为代表的“南方类群”

除鲤科外，“老第三纪类群”还包含鲤形目的鳅科、条鳅科、鲇形目鲇科。青龙河流域土著鱼类基本均为“老第三纪类群”。因此，老第三纪原始类群是青龙河流域鱼类区系的主体。

③生态类型

从不同鱼类的栖息水层和喜好生境来看，可将青龙河流域分布的鱼类的生态型划分为以下4类（见表5.3-32）：

江河（湖泊）底栖缓流型，如：鲇、泥鳅等。

江河底栖激流型，这些种类常生活在溪流的石砾缝中，如：南鳅和高原鳅也多生活在激流处。

江河湖泊缓流型，这些类群具有更强的适应能力和扩散能力，包括大多数外来物种。如：鳊、食蚊鱼、吻鰕魮鱼、麦穗鱼、鲫鱼等。

调查区内没有喜冷水性鱼类和喜热水性鱼类。除条鳅科种类（不包括侧纹云南鳅）为喜急流性生活鱼类，该区域分布的鱼类均属广温性喜静水或较平缓流水性生活的鱼类，如棒花鱼、鲤鱼、鲫鱼、泥鳅、麦穗鱼、食蚊鱼等。这与调查区处亚热带季风气候，青龙河上游和下游盆地宽阔，河床较为平坦，大部分地区水流较平缓的环境特征相关。

④食性

根据该河段鱼类的口唇结构和食性组成分析来看，调查区域的16种鱼类可划分为3类，其中杂食性鱼类占优势地位（见表5.3-32）：

滤食性鱼类，主要通过发达的鳃耙和鳃上器滤食水体中的浮游生物，如鲢、鳙、草鱼等。

肉食性鱼类，主要捕食鱼虾、昆虫和底栖无脊椎动物，如鲇、高原鳅、横纹南鳅等。

杂食性鱼类，这些种类既摄食水生昆虫、虾类、软体动物等动物性饵料，也摄食植物的碎片、种子、水草茎叶、丝状藻等，有时还吞食其它鱼类的卵和

幼苗，如泥鳅、麦穗鱼、棒花鱼、鰕虎鱼、鲤、鲫等。

⑤繁殖特性

调查区域分布的16种鱼类的繁殖类型可归纳为4种（见表5.3-32）：

产漂流性卵类型

调查区域水库内的草鱼、鳊、鲢4种属于产漂流性卵的种类，库区不能繁殖。

产沉性卵类型

产沉性卵的鱼类包括前鳍高原鳅、侧纹云南鳅及鰕虎鱼类等。这些鱼类通常选择激流水体产卵，其卵比重较大，无粘性或粘性很弱，产出的鱼卵沉积在石砾缝隙或砂石中孵化。

产粘性卵类型

本地区鱼类中产粘性卵的鱼类包括鲤鱼、鲫鱼、泥鳅、鳊、麦穗鱼、棒花鱼等。这些鱼类通常选择在浅水草滩或静水河浅湾水域产卵，所产卵的比重大于水，卵膜外层具有粘性物，产出后能粘附在水草等物体上。这类产卵时间较为集中，一般集中在3月中旬至5月上旬，有的为分批产卵，6-8月仍可产卵。

其它类型

食蚊鱼为卵胎生，卵在体内受精和孵化。这些鱼类产卵环境通常为水流相对缓慢、水温较高的水体如稻田外侧沟渠，城镇周边的河道等。

表 5.3-41 楚雄州青龙河流域及灌区相关流域鱼类生活史特点及物种丰富度

编号	物种名	生态类型	食性	鱼卵类型	物种丰富度
1	泥鳅	江河湖泊底栖缓流型	杂食性	粘性卵	++
2	大鳞副泥鳅*	江河湖泊底栖缓流型	杂食性	粘性卵	+++
3	横纹南鳅	江河底栖缓流型	肉食性	沉性卵	+
4	前鳍高原鳅	江河底栖激流型	肉食性	沉性卵	
5	鳊*	江河湖泊缓流型	杂食性	粘性卵	++++
6	麦穗鱼*	江河湖泊缓流型	杂食性	粘性卵	+++
7	棒花鱼*	江河湖泊缓流型	杂食性	粘性卵	+
8	草鱼*	江河湖泊缓流型	滤食性	漂流性卵	+
9	鳊*	江河湖泊缓流型	滤食性	漂流性卵	++++
10	鲢*	江河湖泊缓流型	滤食性	漂流性卵	++++
11	鲤	江河湖泊缓流型	杂食性	粘性卵	+++
12	鲫	江河湖泊缓流型	杂食性	粘性卵	++
13	鳊	江河湖泊底栖缓流型	肉食性	粘性卵	+

14	食蚊鱼*	江河湖泊缓流型	杂食性	其他类型	+
15	小黄黝鱼*	江河湖泊缓流型	杂食性	粘性卵	+
16	褐吻鰕虎鱼*	江河湖泊缓流型	杂食性	沉性卵	+

⑥渔获物情况

由于青龙河流域属金沙江流域，为十年禁渔区域，本调查的渔获物主要收集了库区渔业捕捞、垂钓和周边农民访问的鱼类结果。

两次调查渔获物情况具体见下表。

表 5.3-42 渔获物调查情况表

时间	分布区域	种类	数量	重量 (kg)	备注	
2024年 1月调查	库区鱼类	草鱼		100	2024年1月捕捞渔获物数据	
		鳊		2400		
		鲢		3700		
		鲤		800		
		鲫		200		
		鳙		600		
			鳙	5	0.085	钓鱼渔获物
			鲫	2	0.243	
			鲤	2	0.854	
			麦穗鱼	5	0.011	
2024年 5月调查	库区鱼类	横纹南鳅			访问结果	
		鲃				
		鲫鱼				
		泥鳅				
		大鳞副泥鳅				
		鳙	12	0.185	钓鱼渔获物	
		鲫	1	0.121		
		鲤	1	1.22		
		麦穗鱼	3	0.006		

从影响区域流域调查的渔获物的数量可以看出，库区鲫、鲤为常见种，河道中红尾副鳅为常见土著种，棒花鱼，食蚊鱼，鳊鲂和鰕虎鱼为常见外来种，但在各河段鱼类优势类群有所差异。水库区主要以鲢、鳊、鲫、鳙和鰕虎鱼为主，这类鱼类都是水产养殖或者为净化水质人为投放及带入的；泥鳅、鲫、高体鳊、食蚊鱼、麦穗鱼等常出现于灌溉河道中。城市河道由于生活污水或工业废水排放及面源污染，造成部分断面无鱼或者只有食蚊鱼这类抗污性很强的小型鱼类。

从土著种和外来种在渔获物中的相对比例，土著鱼类在青龙河流域的上游以及中石坝水库中占据一定的比重。下游靠近城市和生活污水造成这些河流生境不再适宜于土著鱼类的生存。

中石坝水库中，鲫、鲤等虽然是土著鱼类，但也是人工引入养殖的经济鱼类，库区土著物种相对较少或已绝迹。

⑦鱼类重要生境

产卵场

鱼类产卵场是特指鱼类产卵繁殖的区域，是其生存和繁衍的重要场所，对渔业资源补充具有重要作用。不同的鱼类根据其自然进化历史和生态习性的不同，对产卵场的条件要求也各不相同。我们一般所说的产卵场，是指适合大多数鱼类产卵繁殖的生境。本次调查研究主要针对鱼类比较集中的产卵场，评价主要根据多年鱼类生态学资料的积累、近期相关地区调查资料及查阅文献等，结合各流域生境的特点，推测其主要鱼类产卵场的分布。

青龙河干流大部分断面处于盆地或山谷中，水流较缓，适合流水型小型鱼类产卵，如条鳅科鱼类。同时水库库尾依然保持流水状态，使库区中的红尾副鳅能上溯到河道产卵。青龙河下游水质浑浊，底质多数为泥沙，粗砾，靠近农田灌溉区和城乡生活区，水体污染现象较为严重，不具备典型产卵场，但可能流域弯道缓水处或者河道较深处适合一些耐污性较强的小型鱼类繁殖，如食蚊鱼，棒花鱼等。鳊、鲤、鲫、麦穗鱼、棒花鱼、泥鳅、鰕虎鱼等下游常见种类产卵地点较为广泛，在水库沿岸坡度较缓的浅水区和水库区支流以及水库入库河流缓流区均可产卵，产卵于砂石、水生植物、树枝上，产卵地点分散，一般不会形成集中的产卵场。

索饵场

索饵场，是指鱼类和虾类等群集摄食的水域。根据最适索饵理论，鱼类总是选择饵料相对丰富的水域进行索饵摄食，一般主要位于交汇口附近。在本工程影响区内，由于鱼类习性、环境条件不同，索饵场也有很大变化。

袁家营至郭家河闸一段，水流较缓，浅滩常有不同厚度的淤泥沉积，饵料生物丰富，既有浮游生物、又有一些昆虫幼虫在漫滩卵石间生活，是鱼类理想的觅食场所。

青龙河干流下游河床宽大，水流较缓，应是较为理想的索饵场，但农业面源污染、水坝截流灌溉及生活污水污染较为严重，大部分不可能成为理想的索饵场，只适合如食蚊鱼，棒花鱼、麦穗鱼、泥鳅等小型鱼类生存。

越冬场

调查点水深较浅，部分河道在冬季（干季）过浅的话，反而无法形成越冬场，因此本流域绝大多数干支流都不具备典型意义上的越冬场。鲢鳙等大型鱼类冬季会进入中石坝水库的水域越冬，是这些养殖鱼类理想的越冬场。

③流域重要鱼类简介

前鳍高原鳅，*Triplophysa anterodorsalis* (Zhu et Cao, 1989)



前鳍高原鳅（自《金沙江鱼类》）

分类地位：鲤形目（Cypriniformes），条鳅科（Nemacheilidae），高原鳅属（*Triplophysa*）

鉴别特征：背鳍iii-8~9；胸鳍ii-9~10；腹鳍ii-6~8；臀鳍iii-5。体延长，后部逐渐变扁平。尾柄高度几乎不变。头部，前端短，稍压外。吻长等于或稍长于眼后头长。口下位，上唇有乳突，下唇薄，有浅皱纹。下颌铲形，露与唇外。具三对须，口角须末端后伸达眼中心或眼后缘之间下方。背鳍较长，外缘截形，其起点至吻端的距离为至尾鳍基部距离的0.8~0.9倍。胸鳍较长，后伸接近或达到腹鳍起点，其起点与背部第1~2根分枝鳍条基部相对。尾鳍后缘凹入。肛门靠近臀鳍起点。体裸露无鳞，侧线完全。

地理分布：仅分布于金沙江中下游。

生境及习性：底栖性鱼类，生活在水浅及水草丛生的河汉、沟渠和湖沼中，以水生昆虫及其幼虫、藻类和植物碎屑为食。产卵期为4月初至7月。

红尾副鳅，*Homatula variegata* (Dabry de Thiersant, 1874)



红尾副鳅（自《金沙江鱼类》）

分类地位：鲤形目（Cypriniformes），条鳅科（Nemacheilidae），荷马条鳅属（Homatula）

鉴别特征：同种异名为红尾副鳅。背鳍ii，8~9；臀鳍iii，5；腹鳍i，6~7；胸鳍i，9~10。体细长，前段呈圆形，尾柄侧扁。吻锥形。眼小，侧上位。口下位，口裂弧形。须3对，中等长。鳃孔小。侧线完全。尾柄的上、下缘有发达的皮褶棱。背鳍小，胸鳍位置低，椭圆形，腹鳍起点在背鳍起点稍后，臀鳍小，尾鳍圆形，中央微凹入。背部呈灰褐色，杂有一规则的斑纹，体侧黄褐色，有16~20条深褐色条纹，在体后段的较前段的条纹更明显，腹面浅黄色，尾鳍鲜红色，其它各鳍浅黄色。体前半部裸露无鳞，后半部具细鳞。上颌中央具一齿状突起。背鳍位于体的前半部，背鳍前距为体长的43.5%~47%。腹鳍起点与背鳍起点相对或位于背鳍第一根。

地理分布：黄河支流渭河，长江中上游等。

生境及习性：红尾副鳅平时喜栖息在岩缝、石隙或多巨石的洄水湾。常以下颌发达的角质边缘在岩石上刮取食物。但肠管里食物出现较多的仍是昆虫幼虫（蜉蝣目、襀翅目、鞘翅目等幼虫）。

6环境影响评价

6.1地表水环境影响分析

6.1.1水资源开发利用影响分析

根据前文4.3水资源配置合理性分析，目前中石坝水库规划区干旱缺水给当地社会及国民经济发展造成了巨大损失，属工程性缺水区域。

现状水平年2022年，中石坝水库规划区总需水量6973.0万 m^3 ，其中城镇生活需水量2037.6万 m^3 ，农村生活需水量15.0万 m^3 ，富民工业园区工业需水量4204.4万 m^3 、农业灌溉需水量716.0万 m^3 。

设计水平年2040年，中石坝水库灌区总需水量13066.9万 m^3 ，其中城镇生活需水量3035.4万 m^3 ，农村生活需水量21.2万 m^3 ，富民工业园区工业需水量9322.4万 m^3 、农业灌溉需水量687.9万 m^3 。

规划年2040年，中石坝水库未扩建，但规划水利工程已实施，中石坝水库规划区水利工程总供水量为6510.7万 m^3 。其中城镇生活供水2037.6万 m^3 ，大小牲畜生活供水21.2万 m^3 ，工业供水3902.3万 m^3 ，农业灌溉供水量549.6万 m^3 ，保证灌溉面积0.71亩。

设计水平年2040年，中石坝水库扩建，加入滇中引工程后，规划区可新增供水量7078.9万 m^3 ，减去青山嘴水库对中石坝水库规划区供水量减少611.0万 m^3 ，设计水平年2040年整个规划区供水量实际增加6417.9万 m^3 。规划区水利工程总供水量为13066.9万 m^3 。其中城镇生活供水3035.4万 m^3 ，大小牲畜生活供水21.2万 m^3 ，工业供水9322.4万 m^3 ，农业灌溉供水量687.9万 m^3 ，保证灌溉面积0.89亩。规划年2040年，中石坝水库扩建后，滇中引水工程供水后，中石坝水库规划区总缺水为0.0万 m^3 ，中石坝水库规划水资源供需平衡。

中石坝水库扩建工程完成，加入滇中引水工程后，中石坝规划区水资源供需平衡。中石坝水库扩建工程的建设为楚雄市和青龙流域及相关地区的未来发展提供了可靠的水源支撑，极大提高了区域抵抗连续特枯大旱的能力和水资源开发利用程度，解决了经济社会发展对水资源需求与现状水利工程供水量的供

求关系和矛盾，提高了区域农村人畜和灌溉供水保证率；为地方社会持续发展提供水资源保障，对区域水资源开发利用属有利影响。

6.1.2 水文情势影响预测与分析

6.1.2.1 生态流量论证

6.1.2.1.1 生态流量的确定

中石坝水库扩建工程是以农田灌溉、下游城市和农田防洪为主、兼顾城镇环境供水，同时作为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水的中型水利工程。生态下泄水量从左岸输水隧洞取水，生态下泄水量通过左岸输水隧洞出口处的闸阀房至溢洪道的生态水量放水管道向下游河道下放。

根据《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）和《关于印发〈水电水利建设项目生态用水、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）、《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）及《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）的相关要求，为维护河段水生生态系统稳定，水利水电工程必须下泄一定的生态流量，将其纳入工程水资源综合配置中统筹考虑。

河流生态环境需水量包括水生生态需水量、水环境需水量、湿地需水量、景观需水量、河口压咸需水量等。根据踏勘调查，本项目水文情势影响范围内无污水集中排放口、湿地工程、涉水景观工程；青龙河、龙川江不属于入海河流。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目生态流量主要考虑水生生态需水量、水环境需水量。

（1）水生生态需水量

中石坝水库坝下河段水生生态需水量估算原则如下：（1）首先采用多种方法分别估算生态流量，外包取其最大值；（2）对以上方法取得的生态流量组分，分时段取其外包值，计算生态流量需求过程。

①估算方法

本次评价根据项目特点、坝下河道环境特征，选取《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）》《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T712-2021）中推荐的生态用水计算方法。

《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）》《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T712-2021）中推荐的生态用水计算方法及其适用条件见下表。

表 6.1-1 生态流量计算方法及适用条件

生态流量计算方法		方法概述	适用条件	是否适用本项目
水文学法	Tennant	根据水文资料，以年平均径流量百分数描述河道内的流量状态。	作为河流进行最初目标管理、战略性管理方法使用	适用
	最小月平均径流法	以近 10 年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。	适用于干旱、半干旱区域生态环境目标复杂的河流，对生态环境目标单一的区域，结果偏大。	云南属湿润区，青龙河生态环境目标简单，不适用
	Qp 法（不同频率最枯月平均值法）	以河流控制断面长系列（n>30 年）天然月平均流量、月平均水位或净流量（Q）为基础，用每年的最枯月排频，选择不同频率下的最枯月平均流量、月平均水位或径流量作为河流控制断面的生态基流。	频率 P 根据流域水资源开发利用程度、规模、来水情况等实际情况确定，宜取 90% 或 95%。对于存在冰冻期或季节性河流，可将冰冻期和由于季节性造成的无水期排除后再进行排频。	适用
水力学法	湿周法	采用湿周作为栖息地的质量指标，绘制临界栖息地区域湿周与流量的关系曲线，根据湿周流量关系图中的转折点确定河流推荐流量值。	适用于河床形状稳定的宽浅矩形和抛物线型河道。	本项目坝下河床地形复杂，不适用
	R2-Cross 法	采用河宽、平均水深、平均流速、湿周率指标来评估河流栖息地的保护水平，从而确定河流目标流量。	适用于非季节性的小型河流；不能确定季节性河流的流量；标准设定的河宽为 18~30m。	青龙河流量受季节影响较大，部分季节存在断流，不适用
组合法	水文-生物分析法	采用多变量回归统计方法，建立初始生物数据与环境条件的关系，来判断生物对河流流量的需求及流量变化对生物种群的影响	适用于受人类影响较小的河流。	青龙河坝下河段受人类活动影响剧烈，不适用
	生境模拟法	根据指示物种所需的水力条件的模拟，确定河流流量。	适用于河流主要生态功能为某些生物物种的保护。	本项目地表水、水生生态评价范围内无珍稀水生生物，不适用
	组合法	以 BBM 法为代表，从河流生态系统整体出发，根据专家意见综合研究流量、泥沙运输、	一般至少需要 2a 时间，适用于综合性、大流域生态需水研究。	青龙河流域规模小，不适用

	河床形状与河岸带群落之间的关系。		
生态水力学法	通过水生生物适应的水力生境确定核实的流量，属生境模拟法。	适用于大中型河流内的水生生态所需生态流量的计算。	青龙河属小型河流，不适用

据上表，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）》《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T712-2021）推荐的维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法的适用条件、青龙河河床及水力特征，本次评价采用Tennant法、Qp法2种方法论证下游河段所需的水生生态需水量。

①Tennant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法计算标准见下表。

表 6.1-2 河道内不同生态状况对应的多年平均天然流量百分比

不同流量百分比对应河道内生态状况	推荐的基流标准（多年平均流量百分数）（%）	
	年内水量较枯时段（非汛期）	年内水量较丰时段（汛期）
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

中石坝水库坝址处多年平均径流量为1801万m³，平均流量为0.571m³/s。水库坝址下游受影响河段内无集中式饮用水取水口，该河段主要环境功能为农灌，下游的用水需求主要为河道内水生生态系统最小需水量。

根据《云南省供水安全保障网规划》，“2030水平年，按枯期多年平均来水量的10%、汛期30%退还支流河道生态基流”；根据《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范》（SL/T820-2023），“水资源短缺、用水紧张地区河流，可在表“良好”的分级之下，根据河流控制断面径流特征和生态状况，选择合适的生态流量百分比值。”工程下水库坝址断面多年平均流量为0.571m³/s，属于小河，区域属用水紧张地区，因此，拟按生态状况一般的分级标准进行取值，即汛期（6月~10月）生态流量取多年平均天然流量的30%，非

汛期（11月～次年5月）生态流量取多年平均天然流量的10%。

根据《云南省楚雄州楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告（审定稿）》，中石坝水库坝址处多年平均流量为 $0.571\text{m}^3/\text{s}$ ，则汛期（6月～10月）生态需水量按坝址处多年平均流量的30%控制，即 $0.1713\text{m}^3/\text{s}$ ；非汛期（11月～次年5月）生态需水量按坝址处多年平均流量的10%控制，即 $0.0571\text{m}^3/\text{s}$ 。

②Qp法

Qp法又称不同频率最枯月平均值法，以河流控制断面长系列（ $n \geq 30$ 年）天然月平均流量或径流量为基础，用每年的最枯月排频，选择不同频率下的最枯月平均流量或径流量作为河流控制断面的基本生态流量。频率P根据流域水资源开发利用程度、规模、来水情况等实际情况确定，一般取90%或95%。通常采用90%保证率最枯月平均流量作为河流基本生态流量，主要用于计算维持河流水环境质量的 最小稀释净化水量 。

根据《云南省楚雄州楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告》，中石坝水库天然径流系列成果见下表。

表 6.1-3 中石坝水库上游区间天然年月径流量成果表 单位：万 m³

年份	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	min
1977-1978	20.8	49.2	122.1	152.5	66.1	30.2	19.7	18.5	11.3	15.1	18.6	22.3	11.3
1978-1979	165.8	133.5	306.6	340.4	170.8	61.1	29.8	23.1	15.4	18.1	17.8	10.6	10.6
1979-1980	30.5	63.7	198.4	324.7	273.0	66.3	36.1	22.2	18.2	19.9	20.2	13.8	13.8
1980-1981	18.0	36.7	60.7	31.5	104.0	22.1	21.7	17.0	13.0	16.4	16.4	14.2	13.0
1981-1982	82.6	218.9	255.5	151.3	54.7	26.8	20.3	16.2	14.7	14.0	15.9	5.4	5.4
1982-1983	24.1	67.3	67.9	51.1	111.8	28.0	21.9	20.0	16.6	21.5	17.5	5.1	5.1
1983-1984	16.9	60.1	283.2	192.6	126.3	66.9	47.6	36.7	21.8	17.7	18.2	11.4	11.4
1984-1985	77.4	104.0	126.9	171.1	64.3	36.5	20.3	21.0	19.4	17.0	21.7	21.8	17.0
1985-1986	129.2	405.3	269.4	389.9	166.6	91.9	67.3	54.1	33.7	37.3	28.5	12.0	12.0
1986-1987	23.3	267.0	372.8	301.4	490.6	103.6	68.5	60.7	42.4	33.7	22.1	7.2	7.2
1987-1988	27.3	70.9	223.1	448.0	198.4	70.4	57.1	43.9	29.2	26.5	23.9	10.2	10.2
1988-1989	21.5	24.1	83.6	99.5	51.7	37.8	30.7	22.2	15.2	15.0	13.4	17.4	13.4
1989-1990	37.2	29.5	40.9	39.0	212.8	37.2	20.4	12.0	10.3	13.2	13.4	48.1	10.3
1990-1991	243.8	667.4	336.1	222.9	270.0	86.1	63.7	46.9	25.5	18.6	22.7	11.4	11.4
1991-1992	71.0	227.9	369.8	605.1	387.8	219.9	109.4	80.6	64.7	54.1	34.3	28.3	28.3
1992-1993	26.2	68.5	98.6	103.0	243.5	83.8	55.3	50.5	39.1	29.5	22.7	21.6	21.6
1993-1994	27.9	43.3	158.7	262.4	147.3	65.2	48.1	32.5	28.2	33.1	25.0	12.0	12.0
1994-1995	84.4	287.4	200.2	164.7	56.5	47.1	37.3	34.9	23.9	18.6	18.0	10.8	10.8
1995-1996	55.9	233.9	310.9	362.5	270.6	128.0	99.8	75.8	50.6	48.1	34.9	25.3	25.3
1996-1997	51.2	141.3	286.8	120.4	74.6	82.6	48.1	41.5	31.5	29.5	27.9	10.2	10.2
1997-1998	39.6	144.3	185.8	292.7	262.8	92.5	70.3	46.3	32.6	39.1	31.4	10.8	10.8
1998-1999	127.4	563.4	354.1	200.2	123.9	101.2	67.9	57.1	35.8	36.1	24.4	29.5	24.4
1999-2000	47.1	154.5	637.3	486.4	153.3	218.2	99.2	77.0	65.8	59.5	43.1	49.3	43.1
2000-2001	79.1	203.8	499.1	385.2	161.7	93.1	57.1	44.5	33.1	31.9	26.8	97.4	26.8
2001-2002	271.7	242.3	471.4	406.1	279.6	195.5	104.0	83.0	56.5	50.5	44.2	86.0	44.2
2002-2003	179.8	327.7	727.5	290.4	217.7	128.6	96.2	61.3	45.1	49.9	43.1	35.5	35.5

2003-2004	112.9	46.3	75.8	128.6	56.5	46.5	40.3	31.1	25.1	24.3	24.6	21.1	21.1
2004-2005	36.1	99.8	107.0	252.5	93.2	58.2	41.3	39.2	24.8	41.7	26.6	17.3	17.3
2005-2006	71.0	134.1	182.2	147.8	127.5	65.2	50.0	35.3	24.3	31.2	31.4	28.9	24.3
2006-2007	45.4	163.5	119.7	81.5	132.9	42.0	41.1	23.0	23.2	14.0	16.8	38.7	23.0
2007-2008	14.8	95.0	244.7	225.8	128.7	91.4	65.5	41.0	38.6	31.6	26.4	33.3	14.8
2008-2009	117.5	146.7	363.8	104.2	74.0	182.1	77.6	59.9	38.3	33.4	25.7	21.3	21.3
2009-2010	41.5	86.6	101.6	93.7	60.1	45.7	39.1	31.7	23.7	25.1	28.9	13.6	13.6
2010-2011	20.1	51.8	115.4	90.2	124.5	50.6	39.3	34.3	30.0	31.0	17.2	8.7	8.7
2011-2012	15.9	22.4	21.5	34.3	26.4	20.4	19.2	16.1	8.3	11.5	8.1	2.4	2.4
2012-2013	23.6	34.8	35.3	67.5	43.8	36.4	33.0	12.7	9.3	10.0	9.9	13.5	9.3
2013-2014	34.7	37.4	152.1	88.4	33.9	20.2	18.5	13.9	14.3	17.1	12.9	10.3	10.3
2014-2015	29.3	169.0	152.1	88.4	50.1	34.7	29.8	48.2	17.0	16.4	20.3	21.7	16.4
2015-2016	18.9	74.6	179.2	159.4	138.9	48.4	39.7	37.5	28.4	29.6	22.4	26.0	18.9
2016-2017	38.9	58.4	122.7	129.2	184.0	58.2	39.3	31.9	16.4	17.7	18.7	16.1	16.1
2017-2018	29.9	131.1	150.9	78.0	57.0	40.2	32.1	28.9	19.3	23.3	22.5	27.8	19.3
2018-2019	129.2	98.6	200.2	80.3	59.5	34.0	29.3	25.0	19.6	20.7	21.7	8.7	8.7
2019-2020	11.1	134.4	122.7	101.2	52.2	43.3	46.9	31.3	27.0	18.6	15.1	13.8	11.1
2020-2021	14.0	40.9	184.0	144.3	60.7	40.7	31.3	27.7	27.7	16.2	16.9	18.6	14.0
2021-2022	33.2	29.5	79.4	66.3	42.7	28.5	27.1	27.4	26.9	23.1	34.2	26.8	23.1

对中石坝水库坝址断面1977~2022年最枯月流量进行排频，结果见下表。

表 6.1-4 中石坝水库坝址最枯月流量排频表

序号	年份	最枯月	最枯月径流量 (万 m ³)	最枯月平均流量 (m ³ /s)	频率 (%)
1	2001-2002	4月	44.2	0.1705	2.22%
2	1999-2000	4月	43.1	0.1663	4.44%
3	2002-2003	5月	35.5	0.1325	6.67%
4	1991-1992	5月	28.3	0.1057	8.89%
5	2000-2001	4月	26.8	0.1034	11.11%
6	1995-1996	5月	25.3	0.0945	13.33%
7	1998-1999	4月	24.4	0.0941	15.56%
8	2005-2006	3月	24.3	0.0907	17.78%
9	2021-2022	3月	23.1	0.0862	20.00%
10	2006-2007	1月	23	0.0859	22.22%
11	1992-1993	5月	21.6	0.0806	24.44%
12	2017-2018	2月	19.3	0.0798	26.67%
13	2008-2009	5月	21.3	0.0795	28.89%
14	2003-2004	5月	21.1	0.0788	33.33%
15	2015-2016	6月	18.9	0.0729	33.33%
16	2004-2005	5月	17.3	0.0646	35.56%
17	1984-1985	3月	17	0.0635	37.78%
18	2014-2015	3月	16.4	0.0612	40.00%
19	2016-2017	5月	16.1	0.0601	42.22%
20	2007-2008	6月	14.8	0.0571	44.44%
21	2020-2021	6月	14	0.0540	46.67%
22	1980-1981	2月	13	0.0519	48.89%
23	1988-1989	4月	13.4	0.0517	51.11%
24	1979-1980	5月	13.8	0.0515	53.33%
25	2009-2010	5月	13.6	0.0508	55.56%
26	1977-1978	2月	11.3	0.0467	57.78%
27	1985-1986	5月	12	0.0448	60.00%
28	1993-1994	5月	12	0.0448	62.22%
29	2019-2020	6月	11.1	0.0428	64.44%
30	1983-1984	5月	11.4	0.0426	66.67%
31	1990-1991	5月	11.4	0.0426	68.89%
32	1989-1990	2月	10.3	0.0426	71.11%
33	1994-1995	5月	10.8	0.0403	73.33%
34	1997-1998	5月	10.8	0.0403	75.56%
35	1978-1979	5月	10.6	0.0396	77.78%
36	2013-2014	5月	10.3	0.0385	80.00%
37	1987-1988	5月	10.2	0.0381	82.22%
38	1996-1997	5月	10.2	0.0381	84.44%
39	2012-2013	2月	9.3	0.0371	86.67%
40	2010-2011	5月	8.7	0.0325	88.89%
41	2018-2019	5月	8.7	0.0325	91.11%
42	1986-1987	5月	7.2	0.0269	93.33%

43	1981-1982	5月	5.4	0.0202	95.56%
44	1982-1983	5月	5.1	0.0190	97.78%
45	2011-2012	5月	2.4	0.0090	100.00%

采用Qp法进行排频统计，在90%频率下，中石坝水库坝址断面生态需水量为0.0325m³/s。

采用Tennant法计算青龙河最小生态需水量为0.0571m³/s（汛期6月~10月为0.1713m³/s），采用Qp法进行计算青龙河最小生态需水量为0.0325m³/s。

6.1.2.1.2环境用水量过程

根据《云南省楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告》中石坝水库规划区城镇环境用水量为彝海公园、福塔公园、青龙河沿岸城镇环境用水量，设计水平年城镇环境用水量为90.3万m³。中石坝水库扩建后，城镇环境用水由已建的中石坝水库至彝海公园城镇环境输水管道，及楚雄市福塔提水工程输水管道供给。设计水平年中石坝水库城镇环境用水量过程见下表。

表 6.1-5 设计水平年 2040 年中石坝水库城镇环境用水量过程 单位：万 m³

供水对象	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	全年
彝海公园	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	69.35
福塔公园	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	15.01
青龙河沿岸	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	6.00
城镇环境总用水	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	90.3

6.1.2.1.3生态放水管道管径确定

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，中石坝水库扩建后生态下泄水量从左岸输水隧洞取水，在左岸输水隧洞出口处的闸阀房设置分水阀进行生态下泄流量控制。生态下泄水量通过左岸输水隧洞出口处的闸阀房至溢洪道的生态水量放水管道向下游河道下放。生态水量放水管道长度35m，为DN325螺旋管（δ=6mm，47.70kg/m，含内外防腐，材料Q345）。

采用曼宁公式计算输水管流量：

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}}$$

式中：Q—输水管过水流量， m^3/s 。

n—输水管糙率，取0.012。

A—管道横截面积， m^2 。

R—水力半径，m； $R=D/4$ 。

J—水力坡度，为0.075（ $J=\text{高程差}/\text{水平距离}$ ）。

当管径 $D=325\text{mm}$ 时，螺旋钢管过流能力为 $0.355\text{m}^3/\text{s}$ 。生态下泄水量为汛期 $0.1713\text{m}^3/\text{s}$ ，枯期 $0.0571\text{m}^3/\text{s}$ ，因此， $D325$ 螺旋管可满足生态下泄水量最大过流能力要求。

6.1.2.2 水文情势影响评价

6.1.2.2.1 施工期

根据各个建筑物施工特性，枢纽工程各建筑施工受洪水影响区域为上游临水面，库区河道整治工程施工受洪水影响区域为2座钢坝施工。枢纽工程枯期采用老坝体挡水，右岸原输水隧洞导流；汛期采用老坝体挡水，右岸输水隧洞和左岸新建输水隧洞泄洪。库区河道整治工程2座钢坝枯期采用土石围堰挡水，导流明渠过流；汛期采用改复建的2座钢坝挡水，河道过流。

枢纽工程枯期围堰导流标准：枯期围堰利用现状坝体，其导流标准为10~5年洪水重现期。本阶段采用枯期洪水10年一遇洪水（ $P=10\%$ ），设计洪峰流量 $3.29\text{m}^3/\text{s}$ 。枢纽工程临时坝体度汛导流标准：坝体施工度汛标准为50~20年洪水重现期。本阶段采用全年洪水20年一遇洪水（ $P=5\%$ ），设计洪峰流量 $123\text{m}^3/\text{s}$ 。

库区河道整治工程枯期围堰导流标准：枯期采用土石围堰挡水，其导流标准为10~5年洪水重现期。本阶段采用枯期洪水5年一遇洪水（ $P=20\%$ ），1#钢坝、2#钢坝计洪峰流量分别为 $1.99\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2.15\text{m}^3/\text{s}$ 。

枢纽工程导流标准为10年一遇，导流时段为第一年12月至第二年4月，由现状坝体挡水，原输水隧洞导流，原输水隧洞进口底板高程为 1820.4m ，断面尺寸为 $1.5\text{m}\times 1.8\text{m}$ 城门洞型。经过调洪计算，10年一遇枯期洪水标准，坝前水位 1821.42m ，隧洞下泄流量 $2.33\text{m}^3/\text{s}$ ，施工区域最低高程 1825.8m 。现状建筑物可满足施工导流需要。汛期施工期间标准按20年一遇设计，导流时段为5月至11月，利用原输水隧洞及新建输水隧洞共同导流，经过调洪计算，20年一遇洪水

标准，坝前水位1836.54m，隧洞泄流总流量为38.72m³/s，其中右岸输水隧洞泄流23.64m³/s，左岸新建输水隧洞泄流15.08m³/s。现状建筑物可满足施工导流需要。

库尾工程区1#、2#钢坝选择枯期围堰挡水、导流明渠泄流的导流方式，施工安排在一个枯期内完成，导流标准采用枯期5年一遇。根据导流水利计算，1#钢坝围堰结构采用均质土围堰。堰顶宽度为2m，上下游侧坡比均为1:1.5，上游围堰最大高度为2.5m，堰顶长20m；导流明渠采用明挖土渠（土工膜防渗），采用梯形断面，底宽0.8m，两侧坡比均为1:1，底坡i=0.01。2#钢坝围堰结构采用均质土围堰。堰顶宽度为2m，上下游侧坡比均为1:1.5，上游围堰最大高度为2.5m，堰顶长15m；导流明渠采用明挖土渠（土工膜防渗），采用梯形断面，底宽0.8m，两侧坡比均为1:1，底坡i=0.01。

综上，在施工导流期间，下泄流量与水库扩建前相较不发生变化，库区上游来水经导流设施下泄至河道，对下游水文情势影响较小。河道整治建设期间，下泄水流会携带松散的泥沙，会造成下游河段泥沙含量升高，但泥沙会随着水流逐渐沉降，仅存在坝下不长的一段河段内，影响范围不大，下游水文情势影响较小。

6.1.2.2.2蓄水初期

项目为扩建工程，现状水库正常运行，水库扩建完成进行蓄水后，库区水域面积、水体体积、水体深度均有不同程度地增加，水库蓄水对库区及坝下河道水文泥沙情势、水生生态均有不同程度地影响，从而对水生生物产生影响。

根据工程特点，本次扩建工程在现有大坝基础上扩建。项目施工期不排空水库内蓄水进行施工，枢纽工程施工最低高程为1829.4m，水库内仍有蓄水约161.9万m³，施工结束后，蓄水过程主要为水库正常蓄水过程（约从160万m³库容蓄水），坝址下游河道可能会出现减水现象，水文情势将发生一定的改变，但生态流量的下放能够保证坝址下游河段不断流，中石坝水库扩建后汛期向下游生态供水流量为0.1713m³/s，枯期向下游生态供水流量为0.0571m³/s，一定程度上缓解因河道水文情势变化造成的生态环境影响。

6.1.2.2.3运行期

1、库区水文情势变化

水库工程建成后具有年调节性能。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）中预测内容要求，水库的水文情势预测分析主要包括水域形态、径流条件、水力条件以及冲淤变化等内容，具体包括水面面积、水量、水温、径流过程、水位、水深、流速、水面宽、冲淤变化等。中石坝水库扩建建成运行后，将改变工程所在河段的水文情势，主要表现在库区和坝下水位、流速、水深、水面宽等水力要素的变化。

（1）预测模型构建

运行期水文情势影响评价采用地表水环境数学模型EFDC模型，EFDC（Environmental Fluid Dynamic Code）是由维吉尼亚海洋研究所（VIMS，Virginia Institute of Marine Science at the College of William and Mary）的John Hamrick（Hamrick,1992）等根据多个数学模型集成开发研制的综合模型，被用于模拟水系统一维、二维和三维流场、物质输运（包括温度、盐度和泥沙的输运）、生态过程以及淡水入流等，适用于河流、湖泊、水库、河口、海洋和湿地等地表水生态系统不同时空尺度的水动力、水质及泥沙的数值模拟。该模型在北美James River海湾（Hamrick et al.,2015）、美国佛罗里达州的Okeechobee湖、St.Louis Bay都得到成功的运用，目前国内二滩水库、胶州湾、太湖、长江口等也有应用。

EFDC模型具有公开的源代码，目被前广泛使用的为由美国国家环保署资助开发EFDC-EPA和由美国DSI公司资助开发的EFDC-DSI的两个版本。另外，美国DSI公司基于开源的EFDC-DSI模型开发了环境流体动力学前后处理软件EFDC-EXPLORER。

①水动力基本方程

本次采用EFDC 8.3，EFDC模型垂向上采用 σ 坐标变换，能较好的拟合近岸复杂的岸线和地形；采用Gelperin等修正的Mellor-Yamada 2.5阶湍封闭模式较客观地提供垂向混合系数，避免其人为选取造成的误差。动量方程、连续方程及状态方程为：

x方向的动量方程：

$$\frac{\partial}{\partial t}(m_x m_y H u) + \frac{\partial}{\partial x}(m_y H u u) + \frac{\partial}{\partial y}(m_x H v u) + \frac{\partial}{\partial z}(m_x m_y w u) - m_x m_y f H v - \left(v \frac{\partial m_y}{\partial x} - u \frac{\partial m_x}{\partial y} \right) H v =$$

$$-m_y H \frac{\partial}{\partial x} (g\zeta + p + P_{atm}) - m_y \left(\frac{\partial h}{\partial x} - z \frac{\partial H}{\partial x} \right) \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{m_y}{m_x} HA_H \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{m_x}{m_y} HA_H \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{m_x m_y}{H} A_v \frac{\partial u}{\partial z} \right) \\ - m_x m_y c_p D_p u \sqrt{u^2 + v^2} + S_u$$

y方向的动量方程:

$$\frac{\partial}{\partial t} (m_x m_y H v) + \frac{\partial}{\partial x} (m_y H u v) + \frac{\partial}{\partial y} (m_x H v v) + \frac{\partial}{\partial z} (m_x m_y w v) + m_x m_y f H u + \left(v \frac{\partial m_y}{\partial x} - u \frac{\partial m_x}{\partial y} \right) H u = \\ - m_x H \frac{\partial}{\partial y} (g\zeta + p + P_{atm}) - m_x \left(\frac{\partial h}{\partial y} - z \frac{\partial H}{\partial y} \right) \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{m_y}{m_x} HA_H \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{m_x}{m_y} HA_H \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{m_x m_y}{H} A_v \frac{\partial v}{\partial z} \right) \\ - m_x m_y c_p D_p v \sqrt{u^2 + v^2} + S_v$$

z方向的动量方程:

$$\partial_z p = -gH(\rho - \rho_0)\rho_0^{-1} = -gHb \quad (6)$$

连续性方程:

$$\frac{\partial}{\partial t} (m_x m_y \zeta) + \frac{\partial}{\partial x} (m_y H u) + \frac{\partial}{\partial y} (m_x H v) + \frac{\partial}{\partial z} (m_x m_y w) = S_h \\ \frac{\partial}{\partial t} (m_x m_y \zeta) + \frac{\partial}{\partial x} (m_y H U) + \frac{\partial}{\partial y} (m_x H V) = S_h$$

密度方程:

$$\rho = \rho(p, S, T, C)$$

其中:

$$U = \int_0^1 u dz, \quad V = \int_0^1 v dz$$

$$P = m_y H u, \quad Q = m_x H v$$

其中: (x, y) 为水平方向的曲线-正交坐标; z 为垂向 σ 坐标; u 、 v 、 w 分别是 x 、 y 、 z 方向上的速度分量; m_x 和 m_y 为坐标变换系数, 笛卡尔坐标下, 变换系数等于1; A_H 表示水平动量扩散系数; A_v 表示垂向紊动黏滞系数; f_c 是科里奥利系数, b 为浮力; p 是大气压强; ρ 是密度; S 是盐度; T 是温度; c_p 为植被阻力系数; D_p 为每单位水平面积的流量相交的投影植被区域; S_u 和 S_v 代表 (x, y) 方向动量方程的源汇项, P 和 Q 为 (x, y) 方向的质量通量分量。本次预测分析计算中盐度 S 等于0, 并假设水为不可压缩流体, 密度 ρ 和水温 T 为常量。

本次预测分析计算中, 垂向紊动黏滞系数 A_v 是通过Mellor and Yamada

(1982) 提出的二阶矩紊动闭合模型求得的:

$$A_v = \varphi_A A_0 q l$$

$$\varphi_A = \frac{(1 + R_1^{-1} R_q)}{(1 + R_2^{-1} R_q)(1 + R_3^{-1} R_q)}$$

$$R_1^{-1} = 3A_2 \frac{(B_2 - 3A_2) \left(1 - \frac{6A_1}{B_1}\right) - 3C_1(B_2 + 6A_1)}{\left(1 - 3C_1 - \frac{6A_1}{B_1}\right)} \quad (8)$$

$$R_2^{-1} = 9A_1 A_2$$

$$R_3^{-1} = 3A_2(6A_1 + B_2)$$

动量方程的垂向边界层考虑了水表面的风拖曳力和河底的摩擦力。即河床剪切应力 τ_{xz} 和 τ_{yz} 取决于速度分量, 可以根据二次阻力公式求得, 具体方程为:

$$(\tau_{xz}, \tau_{yz}) = (\tau_{zx}, \tau_{zy}) = c_s \sqrt{U_w^2 + V_w^2} (U_w, V_w) \quad (9)$$

其中: U_w 、 V_w 是x、y方向在水表面10m高处风速。

风拖曳系数求法如下:

$$c_s = 0.001 \frac{\rho_a}{\rho_w} \left(0.8 + 0.065 \sqrt{U_w^2 + V_w^2}\right) \quad (10)$$

式中, ρ_a 和 ρ_w 分别是空气和水的密度。

河底摩擦力的计算方法为:

$$(\tau_{xz}, \tau_{yz}) = (\tau_{bx}, \tau_{by}) = c_b \sqrt{U_1^2 + V_1^2} (U_1, V_1) \quad (11)$$

其中: 下标1指底部的对应流速。

底摩擦系数求取方程为:

$$c_b = \left(\frac{k}{\ln(\Delta l / 2z_0)}\right)^2 \quad (12)$$

式中, k 为卡门常数, Δl 为底层的无量纲厚度, $z_0 = z_0^* / H$ (z_0^* 为对应的糙率)为无量纲的糙率高度, 一般取值在0.002~0.01之间。(为对应的糙率)为无量纲的糙率高度, 一般取值在0.002~0.01之间。

方程组(1)~(12)在离散求解过程中, 空间上采用二阶精度的中心差分

格式，时间上采用三次时间步蛙跳式差分格式。使用质量守恒格式的干湿网格处理方法，更好的模拟河流的漫滩过程，保证浅水区域计算结果的准确性。首先设置干湿临界水深，当网格点水深小于临界值时，则认为该网格为干节点；反之，为湿节点，参与模型计算。

②模型构建

水库采用三维模型进行计算，根据水库正常蓄水位时水库淹没范围线确定库区范围，中石坝水库水平方向上采用笛卡尔直角坐标系，网格尺寸为15m×15m；由于正常蓄水位以下最大水深仅接近20m，因此在垂向上分为1层，本次模拟区域平面上共有3029个网格，水库新建工程地表水模型计算网格及地形高程见图6.1-1和图6.1-3。



图 6.1-1 水库库区高程计算网格图

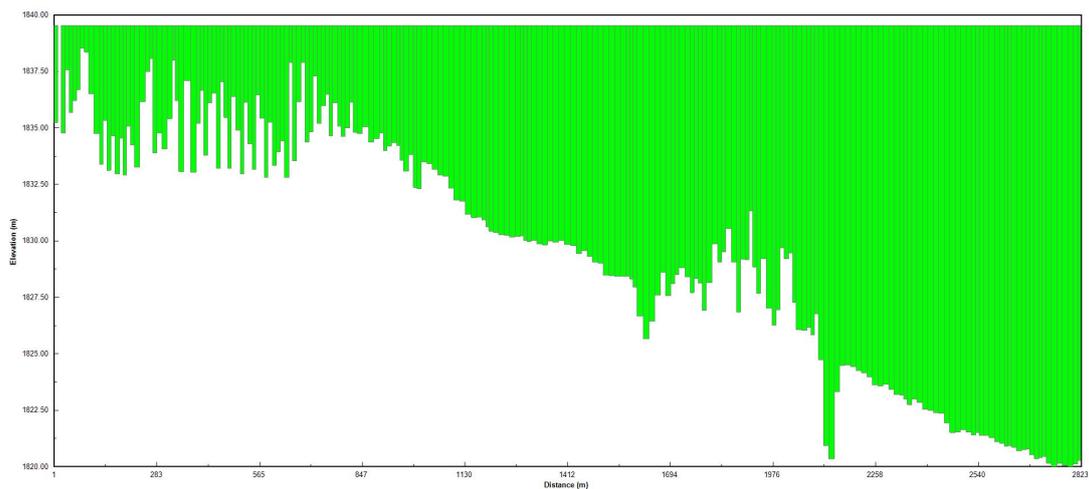


图 6.1-2 水库深泓线垂向计算网格

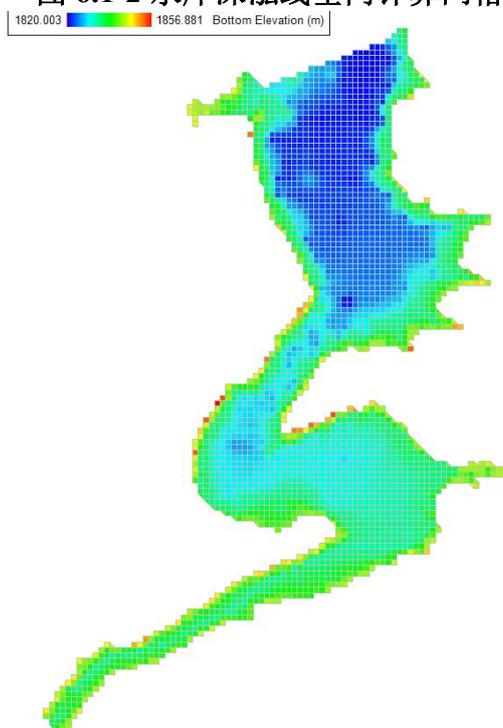


图 6.1-3 水库水下高程地形图

③模型参数设置

边界设置：本次预测模型采用中石坝水库扩建后25%、50%、75%及90%频率下径流年内分配成果表作为丰、平、枯及特枯水年对应的上游流量边界，下边界采用中石坝水库扩建后25%、50%、75%及90%频率下坝址出库水量计算成果，将其设置为模型导入的时间序列文件输入模型结果中。

参数设置：结合网格特征以及模型多次试算的结果，取计算时间步长为2s能够满足模型的计算效率与计算收敛。

本次时间步长、水平动能或物质扩散系数、无量纲水平扩散系数、运动粘

性系数背景值河床糙率系数n，清水消光系数、水体表层最小太阳光辐射吸收率等取值详见下表，其他参数采用模型设置参数的默认值。

表 6.1-6 水库地表水模型主要参数取值表

序号	参数	描述	单位	取值
1	ΔT	时间步长	s	5
2	AHO	水平动能或物质扩散系数	m ² /s	0.1
3	AHD	无量纲水平扩散系数	无量纲	0.1
4	AVO	运动粘性系数背景值	m ² /s	1.00E-06
5	ABO	分子扩散系数背景值	m ² /s	1.00E-06
6	AVMN	最小动能粘性系数	m ² /s	0.001
7	n	河床糙率系数	无量纲	0.03
8	水文参数	清水消光系数	无量纲	0.45
9		水体表层最小太阳光辐射吸收率	无量纲	0.45

(2) 库区水文情势预测评价

中石坝水库扩建运营后，水库具有一定的调节性能，中石坝水库典型断面形状见图6.1-4~图6.1-6，水库典型断面不同典型年的水文情势见表。

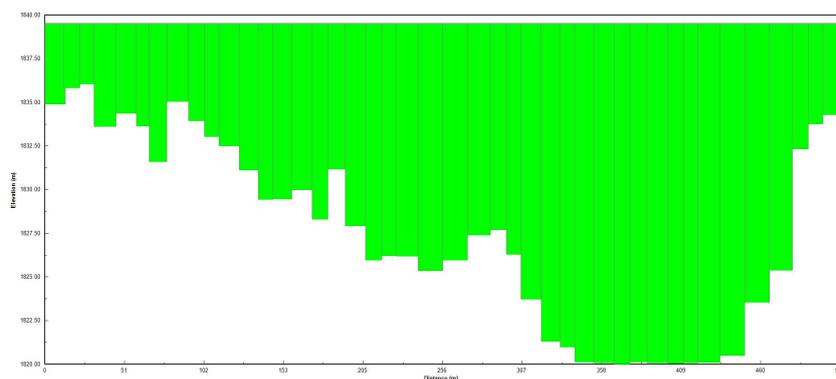


图 6.1-4 坝前断面形态截面图（距坝址 0.05km）

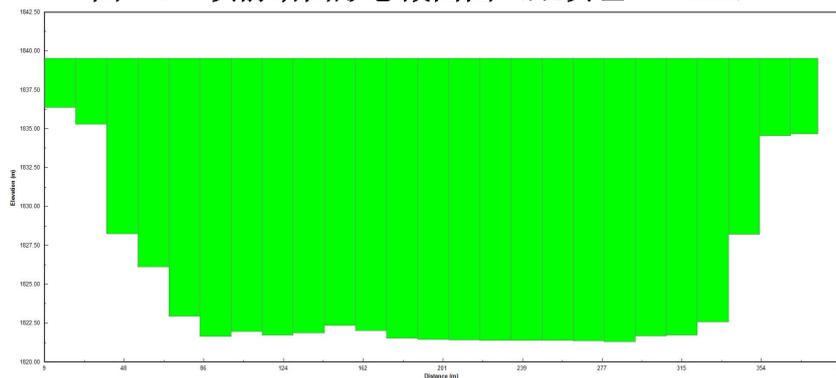


图 6.1-5 库中典型断面形态截面图（距坝址 0.5km）

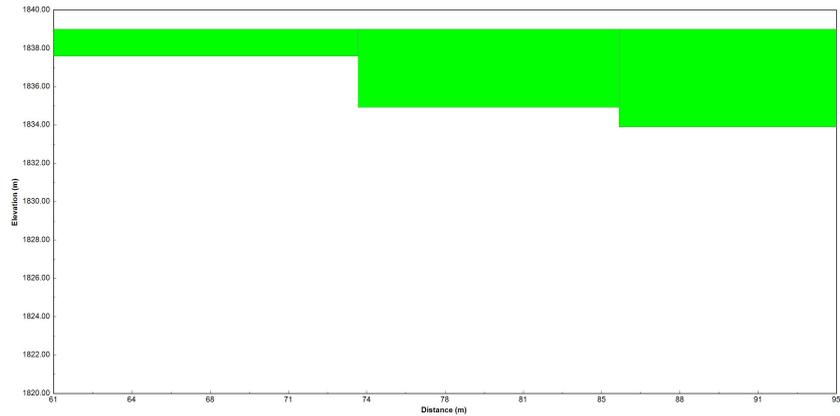


图 6.1-6 库尾典型断面形态截面图（距坝址 2.4km）

本次中石坝水库为扩建工程，现状中石坝水库已建设运营，但因现状中石坝水库库区水位、水深仅监测坝前断面，且仅收集到2023年监测情况，故本次环评无法对比现有水库运行的水位、水深数据进行库尾、库中断面的比较分析。因此本次环评对中石坝水库扩建后库尾断面、库中断面的预测结果对比是否进行滇中引进行分析；库尾断面各典型年的预测结果均与现状2023年水位、水深经比较分析。

中石坝水库扩建后库区各典型年水位、水深变化情况见下表。

表 6.1-7 中石坝水库扩建后库尾各典型年水位变化情况表

时间	多年平均		25%		50%		75%		90%	
	天然来水	滇中引水后								
6月	1837.1	1839.9	1839.7	1839.9	1837.1	1839.4	1837.0	1839.9	1837.5	1837.2
7月	1837.1	1839.8	1839.6	1840.3	1837.1	1838.6	1837.1	1840.3	1837.1	1837.1
8月	1837.1	1840.2	1839.3	1842.9	1837.1	1838.6	1837.6	1842.9	1837.1	1837.1
9月	1837.1	1841.0	1838.7	1845.0	1837.1	1838.6	1838.3	1845.0	1837.1	1837.1
10月	1837.1	1840.3	1838.2	1845.0	1837.3	1838.6	1837.6	1845.0	1837.1	1838.7
11月	1837.1	1838.9	1838.1	1845.1	1837.5	1838.6	1837.1	1845.1	1837.4	1840.2
12月	1837.1	1838.9	1838.0	1845.1	1837.3	1838.6	1837.0	1845.1	1837.7	1840.2
1月	1837.1	1839.7	1838.5	1845.1	1837.2	1838.6	1837.1	1845.1	1838.0	1840.2
2月	1837.1	1840.4	1839.3	1845.2	1837.3	1838.7	1837.5	1845.2	1838.6	1840.3
3月	1837.1	1840.8	1840.1	1845.4	1837.4	1839.4	1838.0	1845.4	1839.1	1840.2
4月	1837.1	1840.8	1840.5	1845.4	1837.2	1839.8	1837.9	1845.4	1839.0	1839.8
5月	1837.1	1840.4	1840.5	1845.7	1837.1	1840.1	1837.4	1845.7	1838.5	1840.2

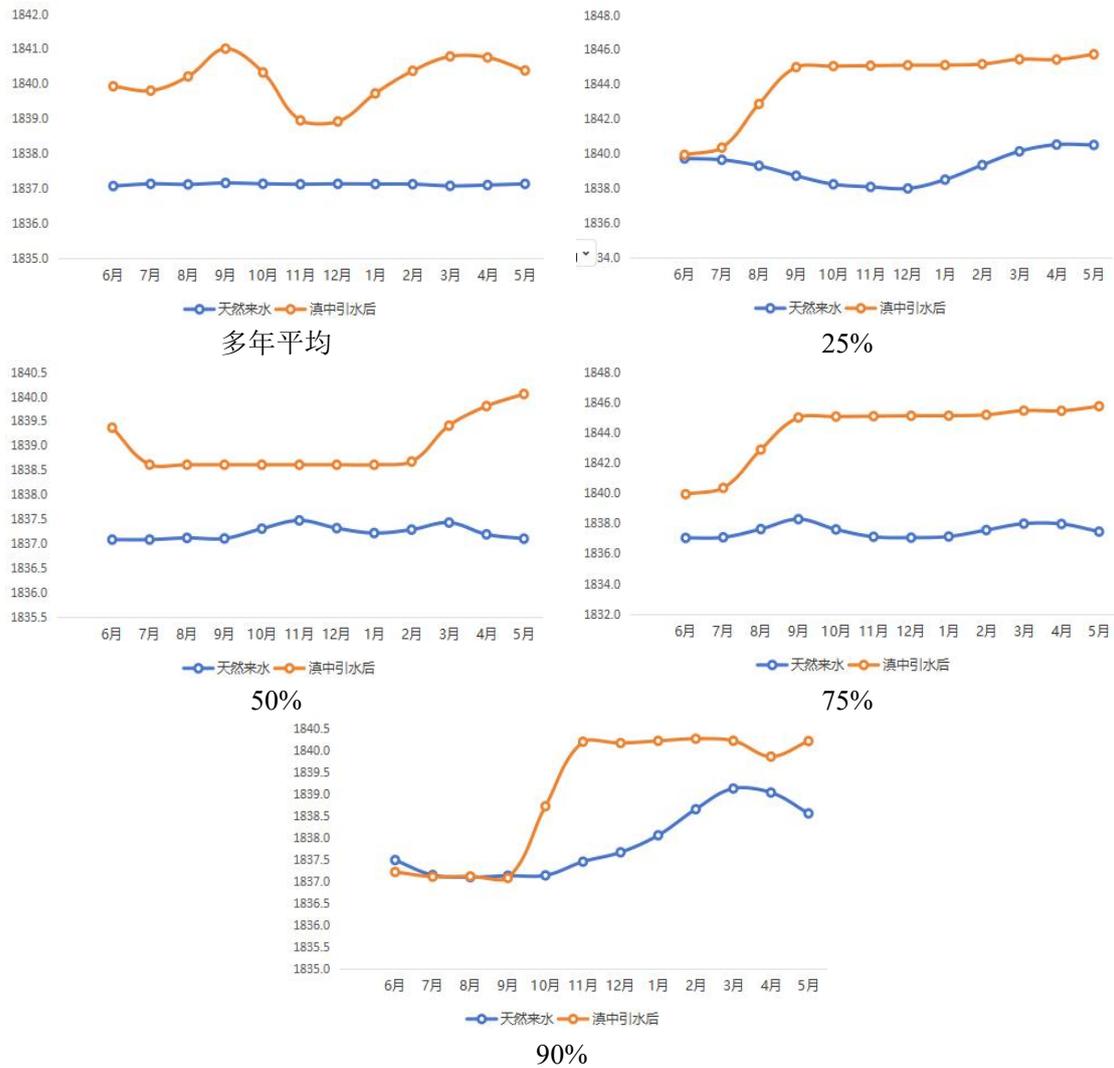


图 6.1-7 中石坝水库扩建后库尾各典型年水位变化情况

中石坝水库扩建后，未进行滇中引水前库尾各典型年水位约在 1837m~1840.5m 之间，平均水位约为 1837.77m；进行滇中引水后，水位约在 1838.6m~1845.7m 之间，平均水位约为 1841.28m；总体而言，中石坝水库扩建后，进行滇中引水后对比引水前，水量增加，库尾断面水位升高。

表 6.1-8 中石坝水库扩建后库中各典型年水位变化情况表

时间	多年平均		25%		50%		75%		90%	
	天然来水	滇中引水后								
6月	1835.8	1839.9	1839.7	1839.9	1835.5	1839.4	1836.8	1839.9	1837.5	1837.0
7月	1835.7	1839.8	1839.6	1840.3	1835.5	1838.4	1837.0	1840.3	1837.1	1836.3
8月	1835.7	1840.2	1839.3	1842.9	1835.8	1838.1	1837.6	1842.9	1836.7	1836.4
9月	1836.0	1841.0	1838.7	1845.0	1836.5	1837.8	1838.3	1845.0	1836.3	1836.9
10月	1836.0	1840.3	1838.2	1845.0	1837.3	1837.1	1837.5	1845.0	1836.8	1838.7
11月	1835.9	1838.9	1838.1	1845.1	1837.4	1836.1	1836.6	1845.1	1837.4	1840.2

月										
12月	1836.0	1838.9	1838.0	1845.1	1837.3	1836.0	1836.8	1845.1	1837.7	1840.2
1月	1836.2	1839.7	1838.5	1845.1	1837.2	1837.3	1837.1	1845.1	1838.1	1840.2
2月	1836.6	1840.4	1839.3	1845.2	1837.3	1838.6	1837.5	1845.2	1838.6	1840.2
3月	1837.0	1840.8	1840.1	1845.4	1837.4	1839.4	1838.0	1845.4	1839.1	1840.2
4月	1836.9	1840.8	1840.5	1845.4	1837.2	1839.8	1837.9	1845.4	1839.0	1839.8
5月	1836.3	1840.4	1840.5	1845.7	1836.5	1840.0	1837.4	1845.7	1838.5	1840.2

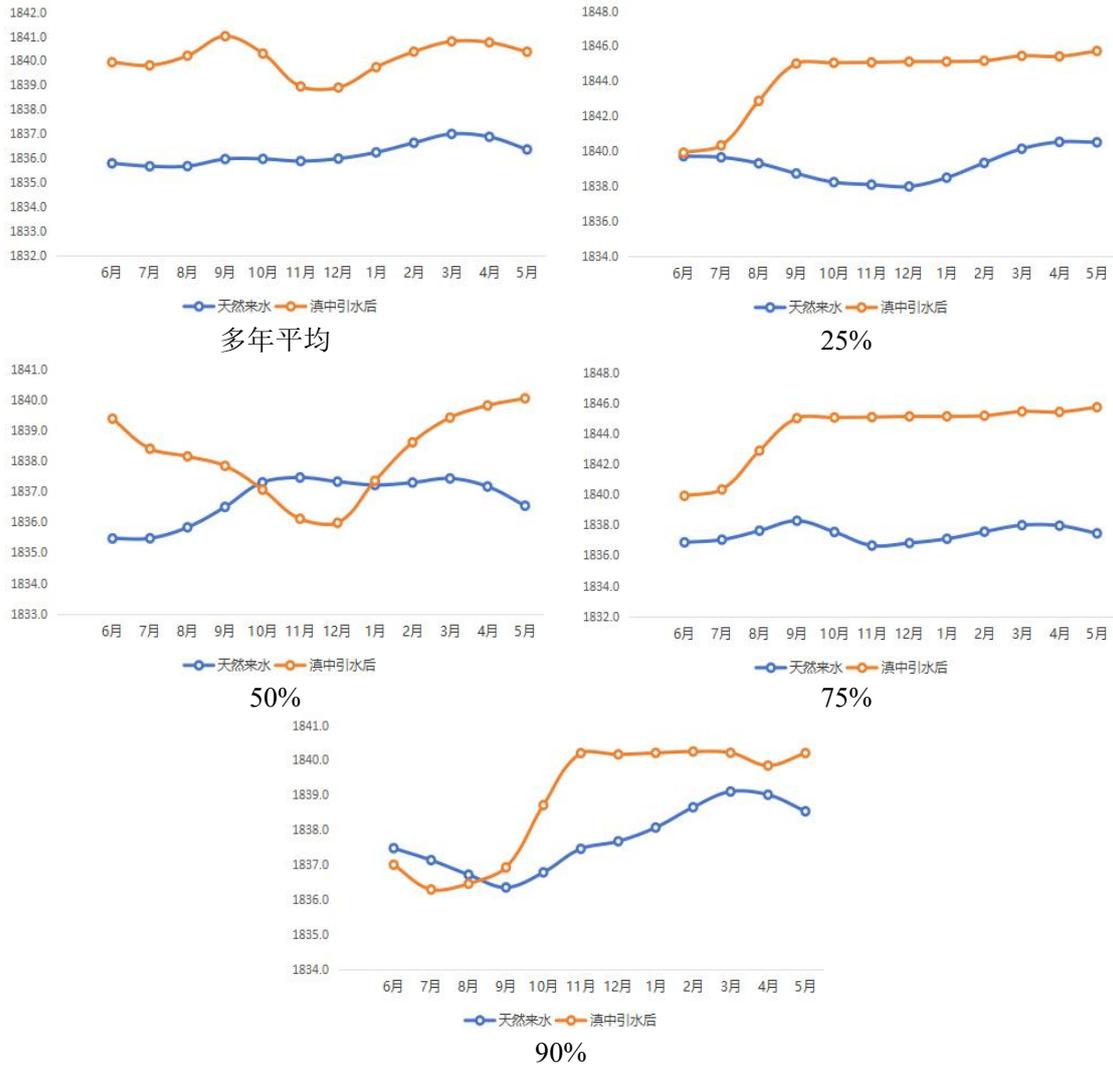


图 6.1-8 中石坝水库扩建后库中各典型年水位变化情况

中石坝水库扩建后，未进行滇中引水前库中各典型年水位约在 1835.5m~1840.5m 之间，平均水位约为 1837.45m；进行滇中引水后，水位约在 1836m~1845.7m 之间，平均水位约为 1841.10m；总体而言，中石坝水库扩建后，进行滇中引水后对比引水前，水量增加，库中断面水位升高。

表 6.1-9 中石坝水库扩建后坝前各典型年水位变化情况表

时间	现状水库运行水位	多年平均		25%		50%		75%		90%	
		天然来水	滇中引水后								
6月	1829.9	1835.8	1839.9	1839.7	1839.9	1835.5	1839.4	1836.9	1839.9	1837.5	1837.0
7月	1829.8	1835.7	1839.8	1839.6	1840.3	1835.5	1838.4	1837.0	1840.3	1837.1	1836.3
8月	1833.4	1835.7	1840.2	1839.3	1842.9	1835.8	1838.2	1837.6	1842.9	1836.7	1836.4
9月	1834.2	1836.0	1841.0	1838.7	1845.0	1836.5	1837.8	1838.3	1845.0	1836.3	1836.9
10月	1835.5	1835.9	1840.3	1838.2	1845.1	1837.3	1837.1	1837.5	1845.1	1836.8	1838.7
11月	1836.3	1835.9	1838.9	1838.1	1845.1	1837.5	1836.1	1836.6	1845.1	1837.4	1840.2
12月	1836.4	1836.0	1838.9	1838.0	1845.1	1837.3	1836.0	1836.8	1845.1	1837.7	1840.2
1月	1833.3	1836.2	1839.7	1838.5	1845.1	1837.2	1837.3	1837.1	1845.1	1838.1	1840.2
2月	1833.0	1836.6	1840.4	1839.3	1845.2	1837.3	1838.6	1837.5	1845.2	1838.6	1840.2
3月	1832.4	1837.0	1840.8	1840.1	1845.5	1837.4	1839.4	1838.0	1845.5	1839.1	1840.2
4月	1831.5	1836.9	1840.8	1840.5	1845.4	1837.1	1839.8	1837.9	1845.4	1839.0	1839.8
5月	1830.8	1836.3	1840.4	1840.5	1845.7	1836.5	1840.0	1837.4	1845.7	1838.6	1840.2

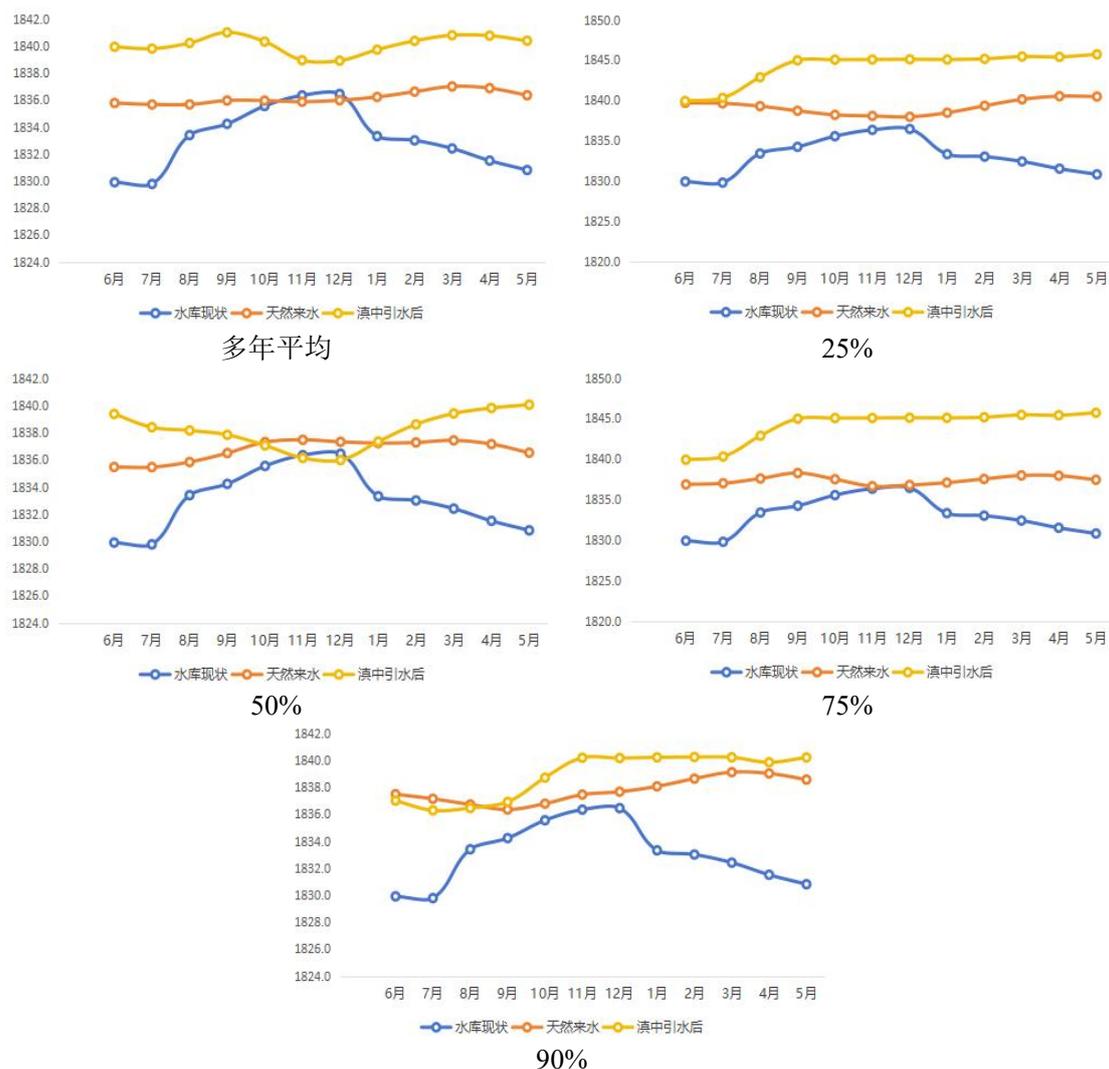


图 6.1-9 中石坝水库扩建后坝前各典型年水位变化情况

中石坝水库扩建后，未进行滇中引水前坝前各典型年水位约在 1835.5m~1840.5m 之间，平均水位约为 1837.44m；进行滇中引水后，水位约在 1836m~1845.7m 之间，平均水位约为 1841.10m；中石坝水库扩建后，进行滇中引水后对比引水前，水量增加，坝前断面水位升高；中石坝水库扩建后，水位较现状抬高，未进行滇中引水前，水位抬高约 4.1m~5.7m；滇中引水充蓄后，水位抬高约 6.2m~9.3m。

表 6.1-10 中石坝水库扩建后库尾各典型年水深变化情况表

时间	多年平均		25%		50%		75%		90%	
	天然来水	滇中引水后								
6月	3.2	6.1	5.8	1.9	3.2	1.3	3.1	1.9	3.6	3.3
7月	3.2	5.9	5.7	2.3	3.2	0.5	3.2	2.3	3.3	3.2
8月	3.2	6.3	5.4	4.8	3.2	0.5	3.7	4.8	3.2	3.2
9月	3.3	7.1	4.8	6.9	3.2	0.5	4.4	6.9	3.2	3.2
10月	3.2	6.4	4.3	7.0	3.4	0.5	3.7	7.0	3.2	4.8

11月	3.2	5.1	4.2	7.0	3.6	0.5	3.2	7.0	3.6	6.3
12月	3.2	5.0	4.1	7.0	3.4	0.5	3.2	7.0	3.8	6.3
1月	3.2	5.8	4.6	7.0	3.3	0.5	3.2	7.0	4.2	6.3
2月	3.2	6.5	5.4	7.1	3.4	0.6	3.7	7.1	4.8	6.4
3月	3.2	6.9	6.2	7.4	3.5	1.3	4.1	7.4	5.2	6.3
4月	3.2	6.9	6.6	7.4	3.3	1.7	4.1	7.4	5.1	6.0
5月	3.2	6.5	6.6	7.7	3.2	2.0	3.6	7.7	4.7	4.7

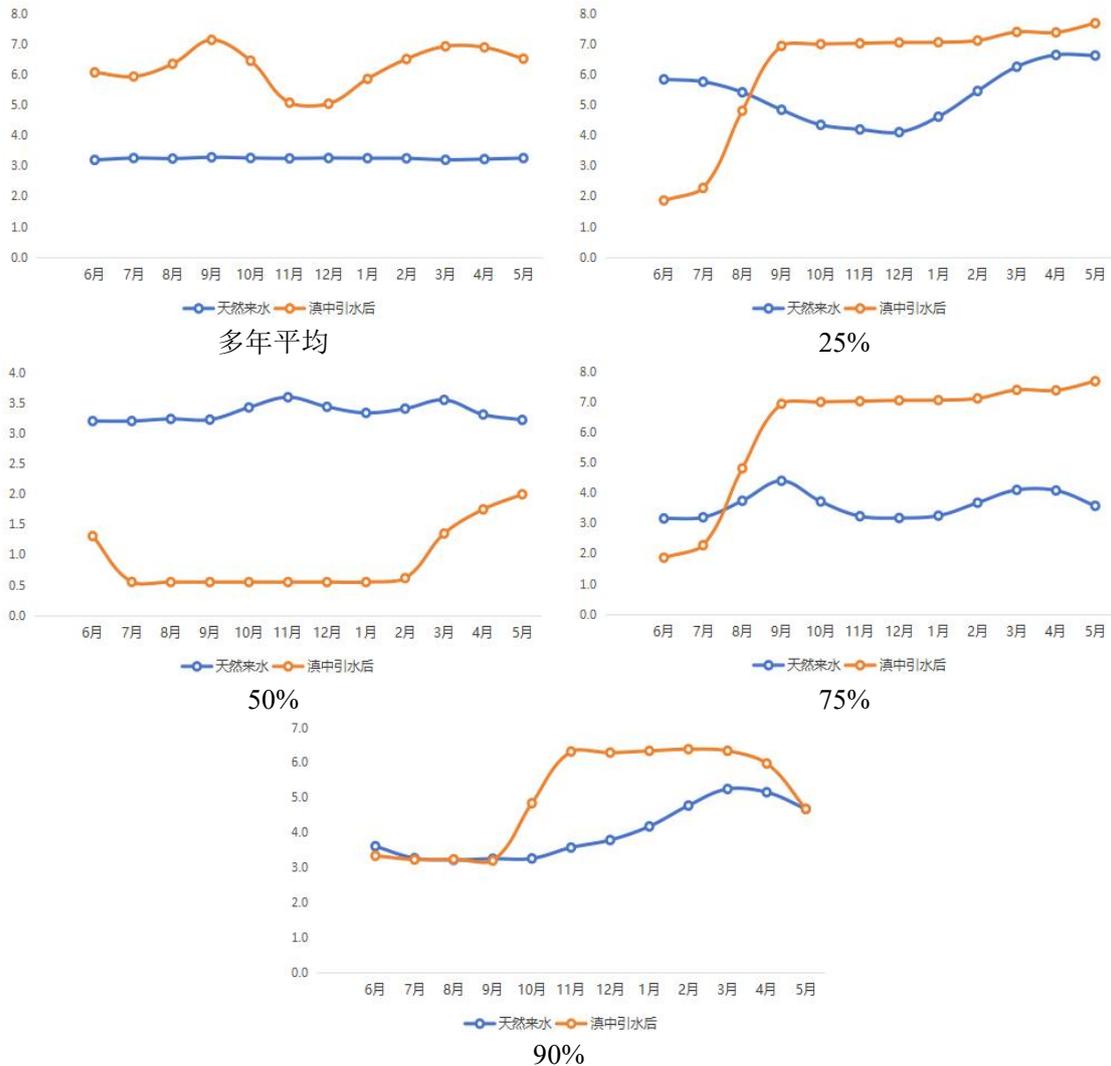


图 6.1-10 中石坝水库扩建后库中各典型年水位变化情况

中石坝水库扩建后，未进行滇中引水前库尾各典型年水深约在3.1m~6.6m之间，平均水深约为3.90m；进行滇中引水后，水位约在0.5m~7.7m之间，平均水位约为4.87m；总体而言，中石坝水库扩建后，进行滇中引水后对比引水前，库尾断面水深较深。

表 6.1-11 中石坝水库扩建后库中各典型年水深变化情况表

时间	多年平均		25%		50%		75%		90%	
	天然来水	滇中引水后								
6月	3.2	6.0	3.2	1.8	3.2	3.2	3.2	1.8	3.2	1.8
7月	3.2	5.9	3.2	0.5	3.2	3.2	3.2	2.2	3.2	2.2
8月	3.2	6.3	3.2	0.5	3.2	3.2	3.2	3.8	3.2	3.8
9月	3.2	7.1	3.2	0.5	3.2	3.2	3.2	6.9	3.2	6.9
10月	3.2	6.5	3.2	0.5	3.2	3.2	3.2	7.0	3.2	7.0
11月	3.2	5.0	3.2	0.5	3.2	3.2	3.2	7.0	3.2	7.0
12月	3.2	4.1	3.2	0.5	3.2	3.2	3.2	7.0	3.2	7.0
1月	3.2	5.8	3.2	0.5	3.2	3.2	3.2	7.0	3.2	7.0
2月	3.2	6.5	3.2	0.5	3.2	3.2	3.2	7.1	3.2	7.1
3月	3.2	6.9	3.2	1.3	3.2	3.2	3.2	7.4	3.2	7.4
4月	3.2	6.9	3.2	1.7	3.2	3.2	3.2	7.4	3.2	7.4
5月	3.2	6.5	3.2	2.0	3.2	3.2	3.2	7.7	3.2	7.7

6月	14.1	18.5	18.0	18.0	9.0	17.5	15.2	18.0	15.8	15.3
7月	14.0	18.4	17.9	18.4	9.0	16.5	15.3	18.4	15.4	14.6
8月	14.0	18.8	17.6	20.9	9.3	16.2	15.9	20.9	15.0	14.8
9月	14.3	19.6	17.0	23.1	10.0	15.9	16.6	23.1	14.6	15.2
10月	14.3	18.9	16.5	23.1	10.8	15.1	15.8	23.1	15.1	17.0
11月	14.2	17.5	16.4	23.2	11.0	14.2	14.9	23.2	15.8	18.5
12月	14.3	17.5	16.3	23.2	10.8	14.1	15.1	23.2	16.0	18.5
1月	14.5	18.3	16.8	23.2	10.7	15.4	15.4	23.2	16.4	18.5
2月	14.9	19.0	17.6	23.2	10.8	16.7	15.9	23.2	17.0	18.6
3月	15.3	19.4	18.4	23.5	10.9	17.5	16.3	23.5	17.4	18.5
4月	15.2	19.4	18.8	23.5	10.7	17.9	16.2	23.5	17.3	18.2
5月	14.7	19.0	18.8	23.8	10.0	18.1	15.7	23.8	16.8	16.8

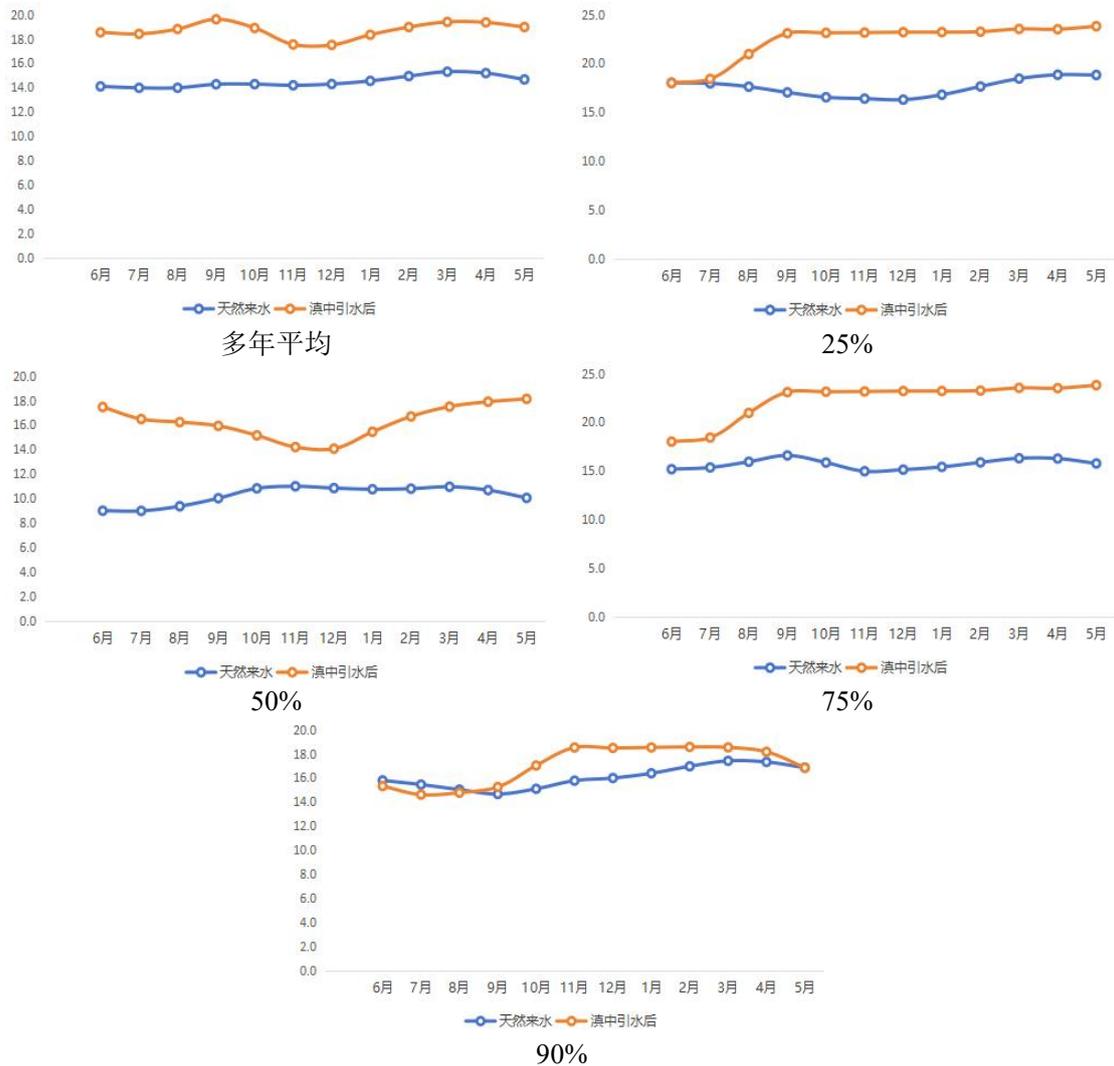


图 6.1-11 中石坝水库扩建后库中各典型年水位变化情况

中石坝水库扩建后，未进行滇中引水前库中各典型年水深约在9.0m~18.8m之间，平均水深约为14.80m；进行滇中引水后，水位约在14.1m~23.8m之间，平均水位约为19.30m；总体而言，中石坝水库扩建后，进行滇中引水后对比引水

前，库中断面水深较深。

表 6.1-12 中石坝水库扩建后坝前各典型年水深变化情况表

时间	现状水库运行水位	多年平均		25%		50%		75%		90%	
		天然来水	滇中引水后								
6月	20.6	9.5	13.6	13.4	13.9	9.0	13.4	10.6	13.9	11.2	10.5
7月	20.4	9.4	13.5	13.3	14.3	9.0	12.4	10.7	14.3	10.9	9.8
8月	24.0	9.4	13.9	13.0	16.9	9.3	12.2	11.3	16.9	10.4	10.0
9月	24.8	9.7	14.7	12.4	19.0	10.0	11.8	12.0	19.0	10.1	10.4
10月	26.1	9.7	14.0	11.9	19.1	10.8	11.1	11.2	19.1	10.5	12.2
11月	26.9	9.6	12.7	11.8	19.1	11.0	10.1	10.4	19.1	11.2	13.7
12月	27.4	9.7	12.6	11.7	19.1	10.8	10.0	10.5	19.1	11.4	13.7
1月	23.9	9.9	13.4	12.2	19.1	10.7	11.3	10.8	19.1	11.8	13.7
2月	23.6	10.3	14.1	13.0	19.2	10.8	12.6	11.3	19.2	12.3	13.7
3月	23.0	10.7	14.5	13.8	19.5	10.9	13.4	11.7	19.5	12.8	13.7
4月	22.2	10.6	14.5	14.2	19.4	10.7	13.8	11.7	19.4	12.7	13.4
5月	21.4	10.1	14.1	14.2	19.7	10.0	14.1	11.2	19.7	12.3	12.3

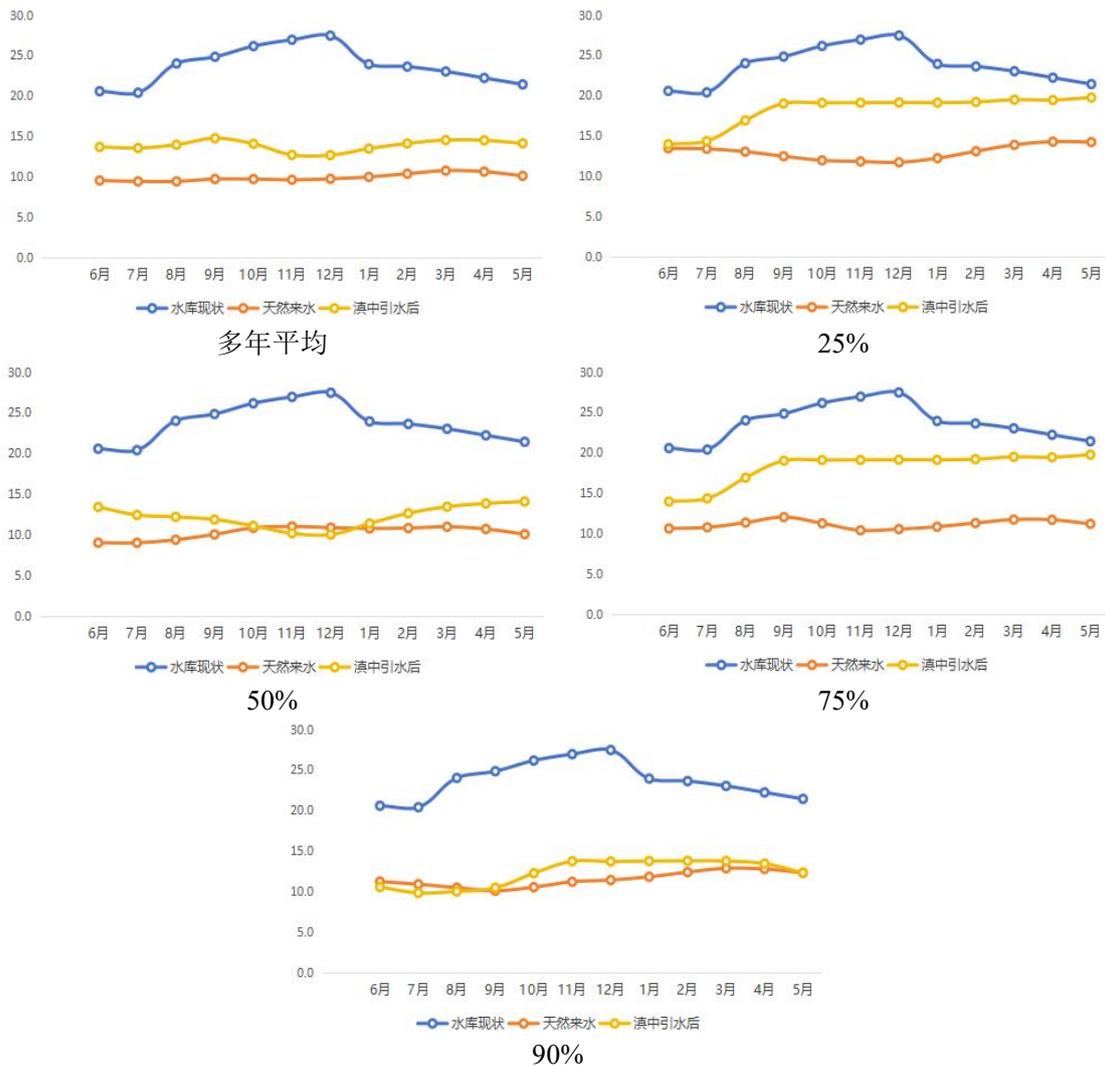


图 6.1-12 中石坝水库扩建后坝前各典型年水位变化情况

中石坝水库扩建后，未进行滇中引水前坝前各典型年水深约在9.0m~14.20m之间，平均水深约为11.12m；进行滇中引水后，水深约在9.8m~19.7m之间，平均水深约为14.93m；总体而言，中石坝水库扩建后，进行滇中引水前、进行引水后对比现状水库运行水深均变小，主要为中石坝水库扩建后供水量增大、生态下泄水量增大，出库的水量较现状增大，水库内蓄水量较少，故水深变小。

本次中石坝水库为扩建工程，现状中石坝水库已建设运营，但因现状中石坝水库库区流速、水面宽不属于常规监测指标，故未收集到现状中石坝运行库区流速和水面宽数据，本次环评无法对比现有运行数据进行比较分析，对中石坝水库扩建后是否进行滇中引水库区流速和水面宽进行分析。中石坝水库扩建后库区各典型年流速、水面宽变化情况见下表。

表 6.1-13 中石坝水库扩建后库尾各典型年流速变化情况表

时间	多年平均	25%	50%	75%	90%
----	------	-----	-----	-----	-----

	天然来水	滇中引水后								
6月	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.03
7月	0.08	0.01	0.01	0.01	0.04	0.05	0.04	0.01	0.03	0.03
8月	0.06	0.01	0.04	0.02	0.05	0.05	0.05	0.02	0.04	0.04
9月	0.07	0.01	0.07	0.01	0.05	0.05	0.06	0.01	0.03	0.03
10月	0.08	0.01	0.06	0.01	0.05	0.05	0.04	0.01	0.07	0.04
11月	0.06	0.02	0.05	0.01	0.04	0.05	0.04	0.01	0.04	0.01
12月	0.08	0.03	0.03	0.01	0.02	0.05	0.03	0.01	0.03	0.01
1月	0.04	0.01	0.03	0.01	0.02	0.05	0.03	0.01	0.02	0.01
2月	0.06	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.03	0.01	0.03	0.01
3月	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
4月	0.05	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
5月	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01

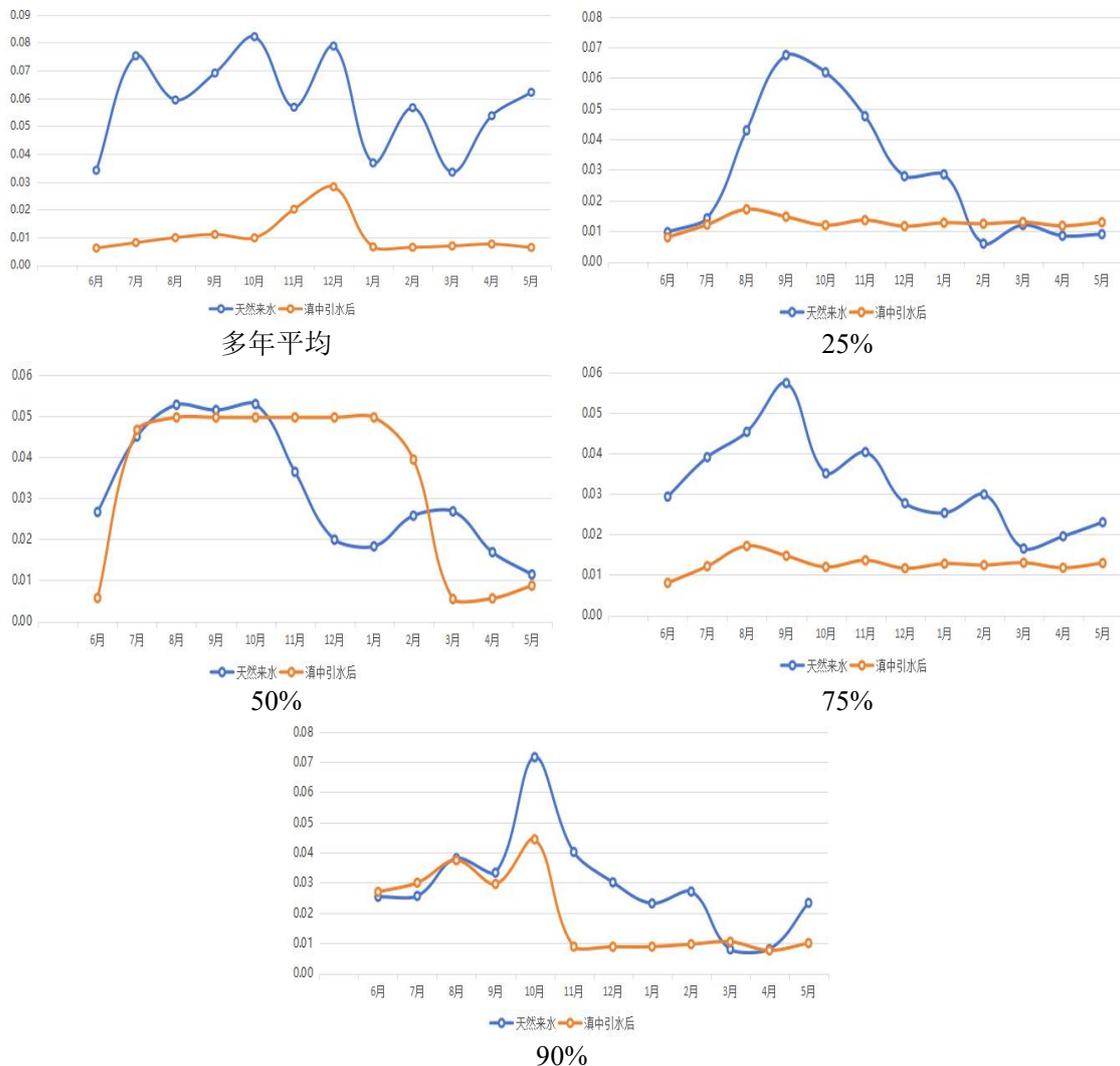


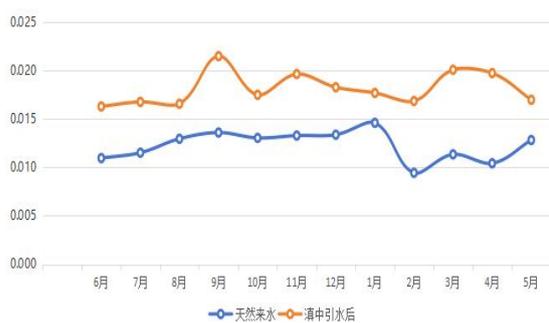
图 6.1-13 中石坝水库扩建后库尾各典型年流速变化情况

中石坝水库扩建后，未进行滇中引水前库尾各典型年流速约在 0.01m/s~0.08m/s 之间，平均流速约为 0.036m/s，最大流速为多年平均径流量的

0.08m/s，在丰水期出现。进行滇中引水后，平均流速为0.018m/s；总体而言，中石坝水库扩建后，进行滇中引水后对比引水前库尾断面流速变慢。

表 6.1-14 中石坝水库扩建后库中各典型年流速变化情况表

时间	多年平均		25%		50%		75%		90%	
	天然来水	滇中引水后								
6月	0.011	0.016	0.017	0.019	0.011	0.015	0.014	0.019	0.014	0.015
7月	0.011	0.017	0.017	0.017	0.012	0.012	0.010	0.017	0.014	0.011
8月	0.013	0.017	0.017	0.017	0.013	0.014	0.011	0.017	0.014	0.013
9月	0.014	0.021	0.016	0.026	0.011	0.011	0.016	0.026	0.012	0.012
10月	0.013	0.017	0.013	0.021	0.011	0.010	0.015	0.021	0.013	0.013
11月	0.013	0.020	0.018	0.020	0.018	0.012	0.012	0.020	0.013	0.018
12月	0.013	0.018	0.015	0.022	0.017	0.013	0.013	0.022	0.015	0.018
1月	0.015	0.018	0.016	0.019	0.017	0.011	0.013	0.019	0.016	0.020
2月	0.009	0.017	0.018	0.019	0.016	0.014	0.014	0.019	0.017	0.020
3月	0.011	0.020	0.019	0.022	0.018	0.016	0.018	0.022	0.018	0.017
4月	0.010	0.020	0.018	0.021	0.014	0.018	0.018	0.021	0.021	0.018
5月	0.013	0.017	0.015	0.022	0.014	0.017	0.014	0.022	0.016	0.018



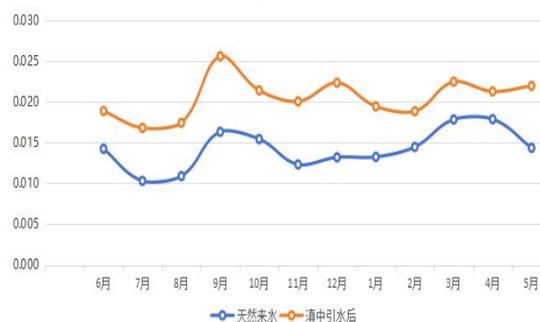
多年平均



25%



50%



75%

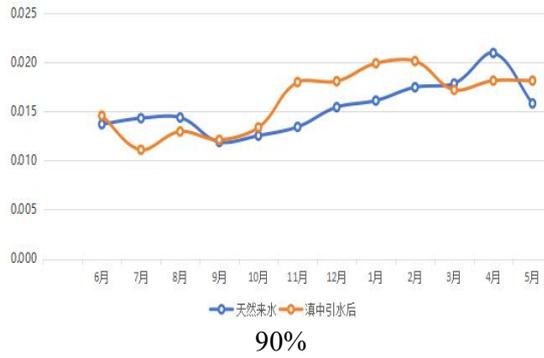
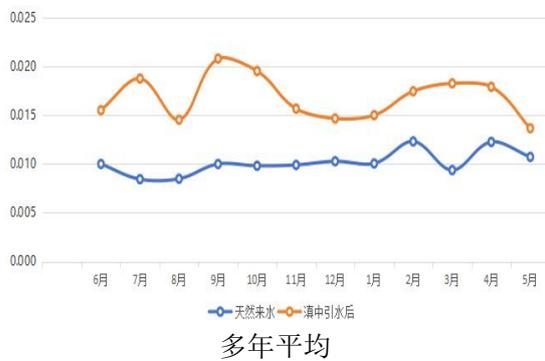


图 6.1-14 中石坝水库扩建后库中各典型年流速变化情况

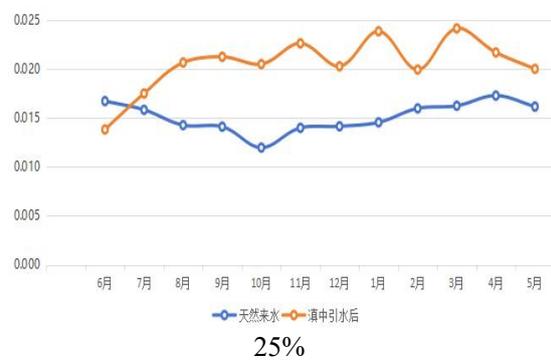
中石坝水库扩建后，库中流速变化较小，水面相对平稳。未进行滇中引水前库中各典型年流速约在0.009m/s~0.021m/s之间，平均流速约为0.015m/s；进行滇中引水后，库中各典型年流速约在0.010m/s~0.026m/s之间，平均流速为0.018m/s，对比引水前，流速变化较小。

表 6.1-15 中石坝水库扩建后坝前各典型年流速变化情况表

时间	多年平均		25%		50%		75%		90%	
	天然来水	滇中引水后								
6月	0.010	0.015	0.017	0.014	0.010	0.016	0.011	0.014	0.015	0.013
7月	0.008	0.019	0.016	0.017	0.010	0.015	0.013	0.017	0.013	0.011
8月	0.008	0.015	0.014	0.021	0.010	0.014	0.011	0.021	0.012	0.012
9月	0.010	0.021	0.014	0.021	0.010	0.012	0.014	0.021	0.015	0.012
10月	0.010	0.019	0.012	0.020	0.012	0.011	0.013	0.020	0.011	0.013
11月	0.010	0.016	0.014	0.023	0.014	0.013	0.013	0.023	0.014	0.016
12月	0.010	0.015	0.014	0.020	0.014	0.012	0.013	0.020	0.012	0.017
1月	0.010	0.015	0.015	0.024	0.017	0.015	0.012	0.024	0.013	0.015
2月	0.012	0.017	0.016	0.020	0.016	0.013	0.014	0.020	0.017	0.019
3月	0.009	0.018	0.016	0.024	0.015	0.018	0.017	0.024	0.015	0.019
4月	0.012	0.018	0.017	0.022	0.014	0.016	0.014	0.022	0.019	0.019
5月	0.011	0.014	0.016	0.020	0.012	0.017	0.014	0.020	0.016	0.019



多年平均



25%

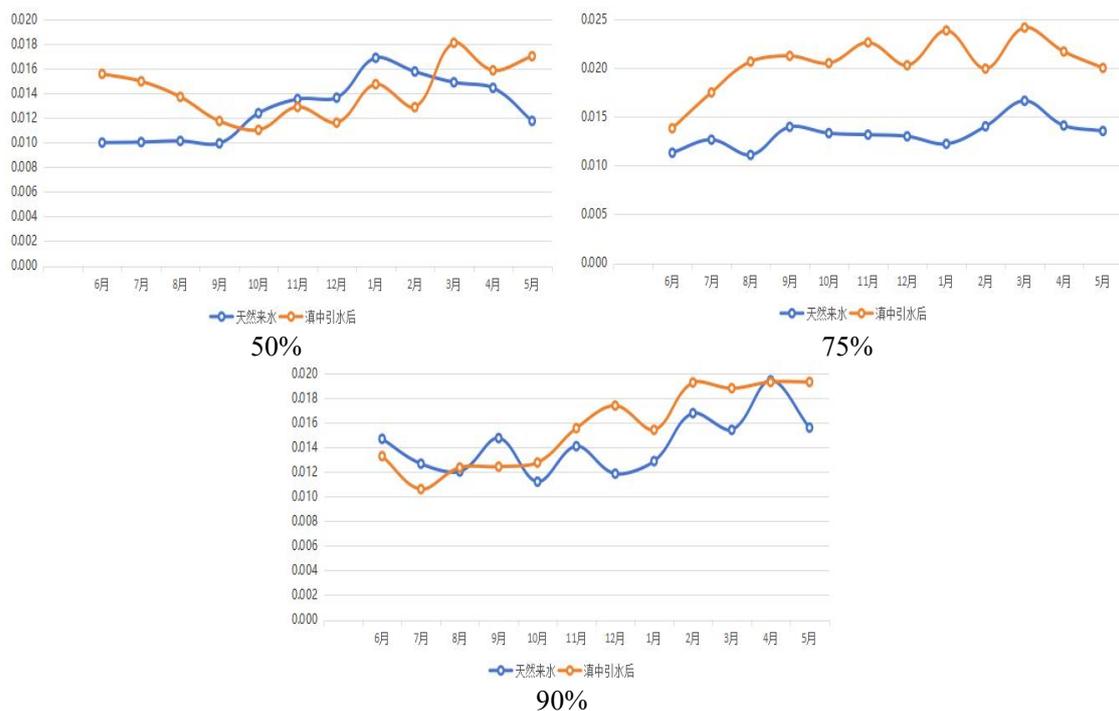


图 6.1-15 中石坝水库扩建后库中各典型年流速变化情况

中石坝水库扩建后，坝前流速变化较小，水面相对平稳。未进行滇中引水前坝前各典型年流速约在0.008m/s~0.019m/s之间，平均流速约为0.013m/s；进行滇中引水后，库中各典型年流速约在0.011m/s~0.024m/s之间，平均流速为0.017m/s，对比引水前，流速变化较小。

表 6.1-16 中石坝水库扩建后库尾各典型年水面宽变化情况表

时间	多年平均		25%		50%		75%		90%	
	天然来水	滇中引水后								
6月	15	30	30	30	15	30	15	30	15	15
7月	15	30	30	45	15	30	15	45	15	15
8月	15	45	30	45	15	30	15	45	15	15
9月	15	45	30	45	15	30	30	45	15	15
10月	15	45	30	45	15	30	15	45	15	30
11月	15	30	30	45	15	30	15	45	15	45
12月	15	30	15	45	15	30	15	45	15	45
1月	15	30	30	45	15	30	15	45	30	45
2月	15	45	30	45	15	30	15	45	30	45
3月	15	45	45	45	15	30	15	45	30	45
4月	15	45	45	45	15	30	15	45	30	30
5月	15	45	45	45	15	45	15	45	30	45

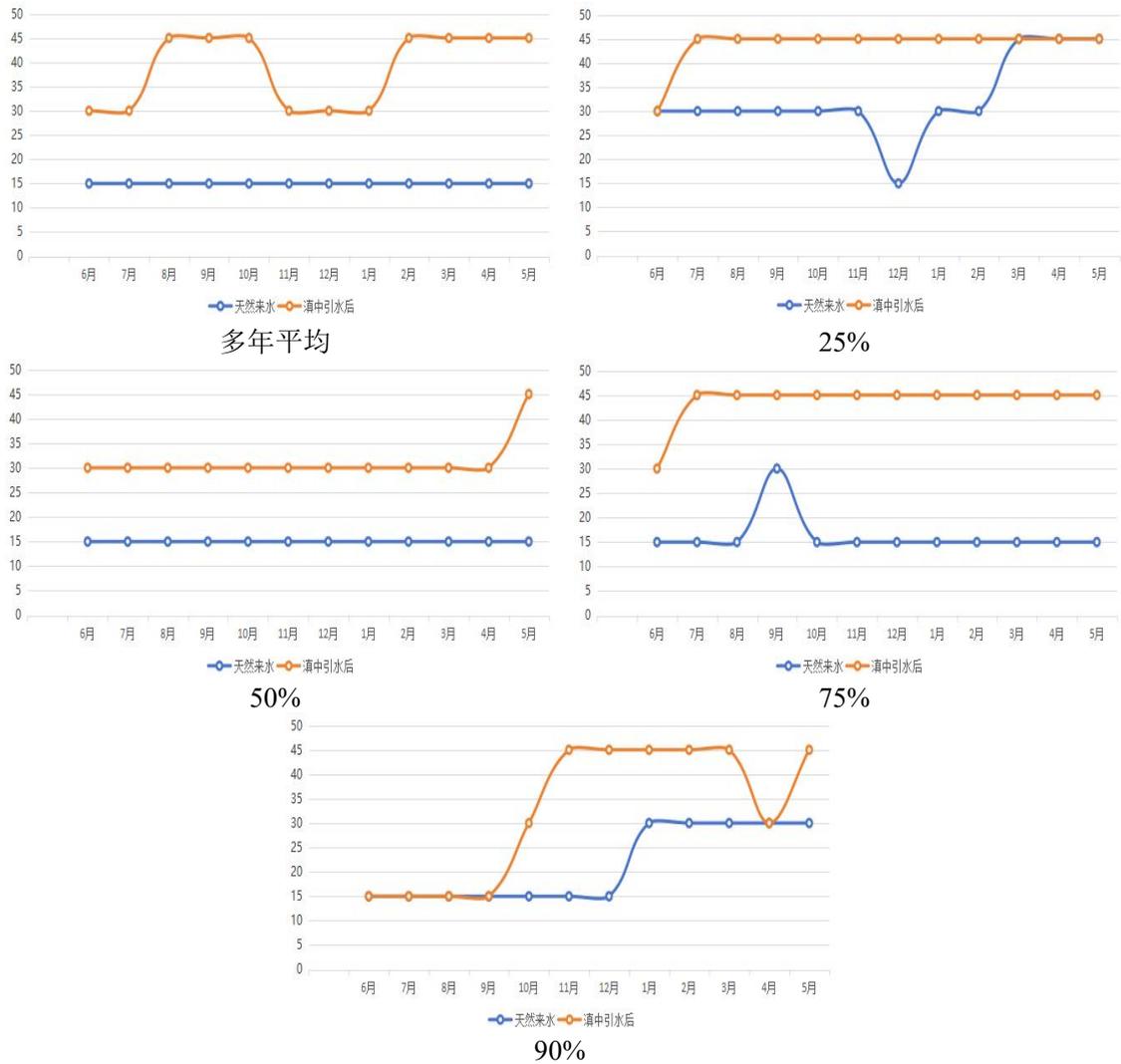


图 6.1-16 中石坝水库扩建后库尾各典型年水面宽变化情况
表 6.1-17 中石坝水库扩建后库中各典型年水面宽变化情况表

时间	多年平均		25%		50%		75%		90%	
	天然来水	滇中引水后								
6月	315	375	375	375	315	375	315	375	345	315
7月	315	375	375	375	315	345	345	375	345	315
8月	315	375	375	375	315	345	345	375	315	315
9月	315	375	345	375	315	345	345	375	315	315
10月	315	375	345	375	345	345	345	375	315	345
11月	315	375	345	375	345	315	315	375	345	375
12月	315	375	345	375	345	315	315	375	345	375
1月	315	375	345	375	345	345	345	375	345	375
2月	315	375	375	375	345	345	345	375	345	375
3月	315	375	375	375	345	375	345	375	375	375
4月	315	375	375	375	345	375	345	375	375	375
5月	315	375	375	375	315	375	345	375	345	375

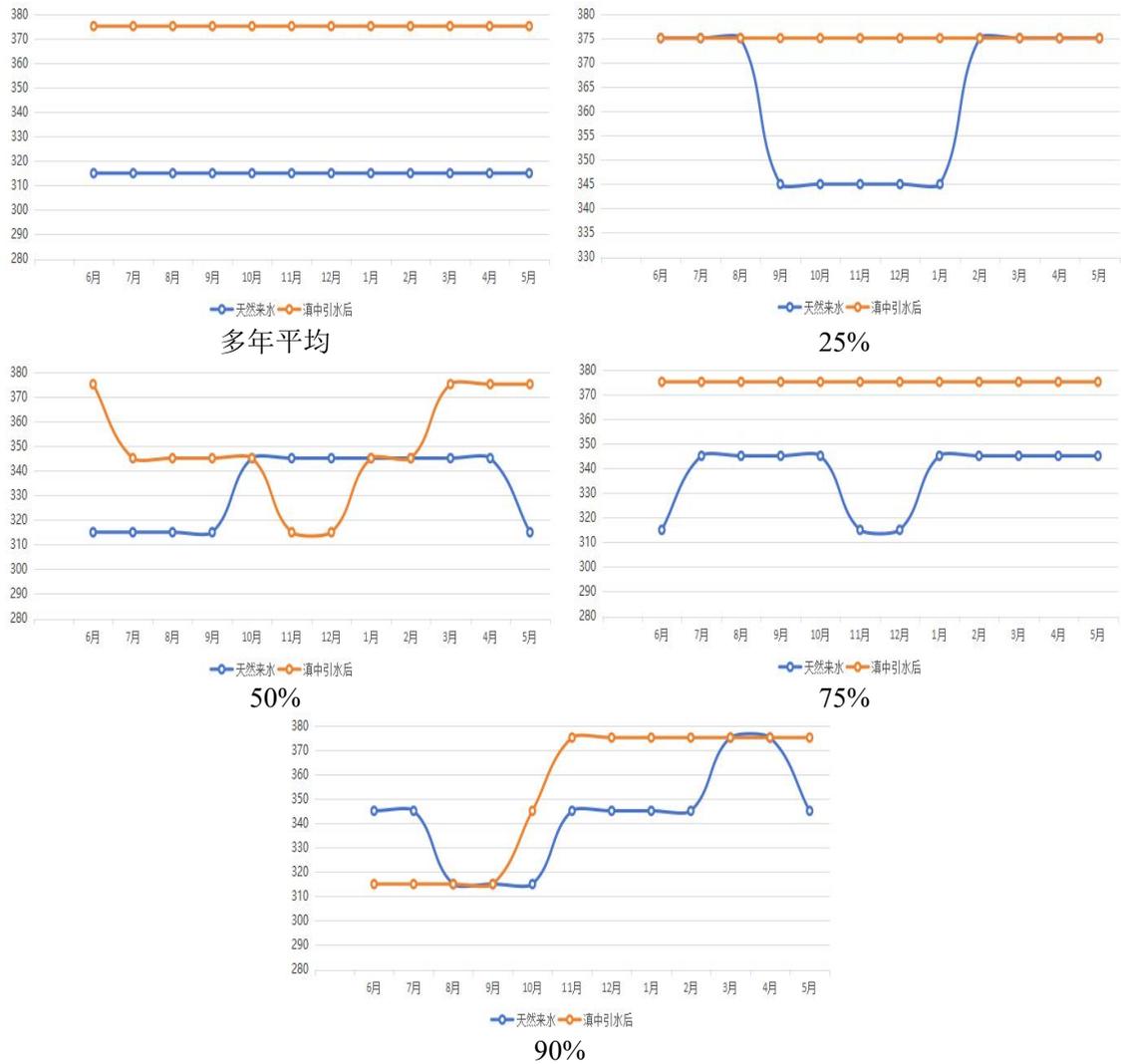


图 6.1-17 中石坝水库扩建后库中各典型年水面宽变化情况
表 6.1-18 中石坝水库扩建后坝前各典型年水面宽变化情况表

时间	多年平均		25%		50%		75%		90%	
	天然来水	滇中引水后								
6月	330	345	345	345	330	345	330	345	345	330
7月	330	345	345	345	330	345	345	345	345	330
8月	330	345	345	345	330	345	345	345	330	330
9月	330	345	345	345	330	345	345	345	330	330
10月	330	345	345	345	345	345	345	345	330	345
11月	330	345	345	345	345	330	330	345	345	345
12月	330	345	345	345	345	330	330	345	345	345
1月	330	345	345	345	345	345	345	345	345	345
2月	330	345	345	345	345	345	345	345	345	345
3月	330	345	345	345	345	345	345	345	345	345
4月	330	345	345	345	345	345	345	345	345	345
5月	330	345	345	345	330	345	345	345	345	345

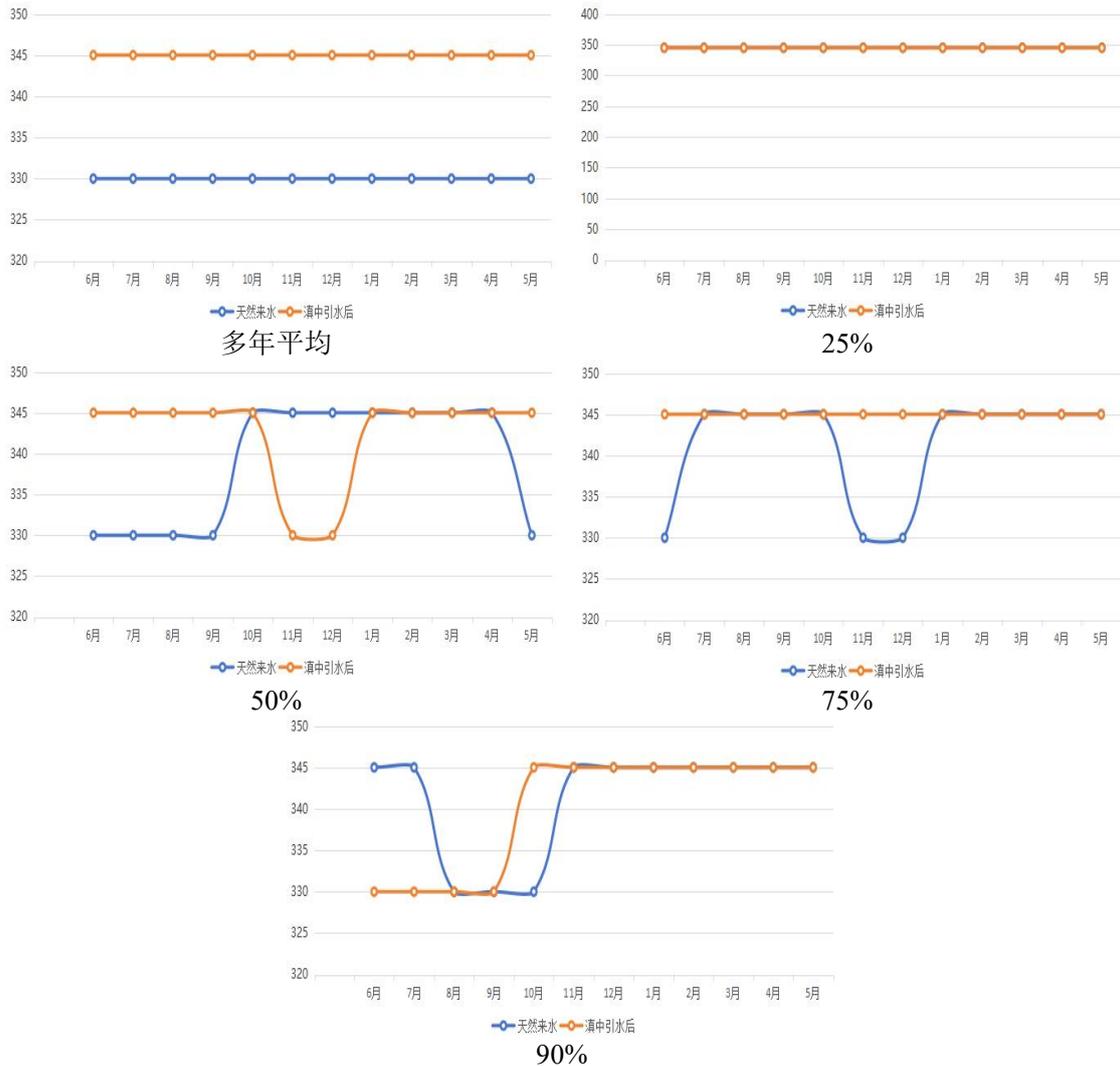


图 6.1-18 中石坝水库扩建后坝前各典型年水面宽变化情况

水面宽与水库蓄水量有关，总体而言，中石坝水库扩建并进行滇中引水后库尾各典型年水面宽对比引水前大。

根据前文分析，对比现状运行水库，中石坝水库扩建后库区水位将抬高，库区水面宽度明显增大，静水面积增大，库区流速变缓。中石坝水库扩建后，进行滇中引水后对比引水前，库区水位将抬高，库区水面宽度明显增大，静水面积增大，库区流速稍有变缓，但变化较小。

综上，中石坝水库扩建蓄水后库区水文情势发生一定变化，但变化情况不是很大。

2、坝后河段水文情势变化

中石坝水库扩建任务是“以农田灌溉、下游城市和农田防洪为主、兼顾城镇环境供水，同时作为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。中石坝水库主要取用坝址以上天然河道的地表径流和滇中引水蓄存，经水库调蓄后经输

水（提水）工程用于灌溉用水、城镇环境用水及工业用水。

受中石坝水库年调节作用，中石坝水库运行期，坝址控制断面河道水量将发生一定变化。水库运行期间，将导致坝址上、下游河段水量分配发生较大变化，导致水文情势发生明显变化，在雨季水量有所减少，而枯季若不进行生态流量下放，则坝后河段可能出现断流现象。

在 $P=90\%$ （特枯）、 $P=75\%$ （枯）、 $P=50\%$ （平）、 $P=25\%$ （丰）保证率下，中石坝水库扩建后水文情势变化如下表所示。

表 6.1-19 中石坝水库扩建坝后河段水文情势变化表 (P=25%)

时段(月)		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	合计	
入库水量 (万 m ³)	本区来水量	211.30	405.50	952.00	570.90	361.30	147.20	116.30	84.80	68.00	73.20	63.90	55.20	3109.60	
	滇中引水水量	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.40	7.20	25.50	14.20	115.40	181.70	
	合计	211.30	405.50	952.00	570.90	361.30	147.20	116.30	104.20	75.20	98.70	78.10	170.60	3291.30	
用水量 (万 m ³)	环境供水	彝海公园	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	69.35
		福塔公园	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	15.01
		青龙河沿岸	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	6.00
		小计	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	90.36
	农灌供水	47.50	34.20	38.20	33.20	164.70	65.70	39.70	19.10	9.50	9.50	50.60	39.90	551.80	
	工业供水	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	432.00
	合计	91.03	77.73	81.73	76.73	208.23	109.23	83.23	62.63	53.03	53.03	94.13	83.43	1074.16	
生态供水量 (万 m ³)		44.40	45.90	45.90	44.40	45.90	14.80	15.30	15.30	13.80	15.30	14.80	15.30	331.10	
损失水量 (万 m ³)		2.11	4.06	9.52	5.71	3.61	1.47	1.16	1.04	0.75	0.99	0.78	1.71	32.91	
库容补给 (万 m ³)		73.76	277.82	814.85	444.06	103.56	21.70	16.61	25.23	7.62	29.38	-31.61	70.16	1853.13	
弃水量 (万 m ³)		0.00	296.50	889.50	463.28	203.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1853.13	
坝址下游下泄量 (万 m ³)		44.40	342.40	935.40	507.68	249.74	14.80	15.30	15.30	13.80	15.30	14.80	15.30	2184.23	
减水率 (%)		78.99	15.56	1.74	11.07	30.88	89.95	86.84	85.32	81.65	84.50	81.05	91.03	33.64	

备注：库容补给中“+”代表当月来水量大于供水量，库容蓄水，“-”代表当月来水量小于供水量，库容缺水；
坝址下游下泄量=生态水量+弃水量；减水率=(入库水量-坝址下游下泄量)/入库水量×100%。

表 6.1-20 中石坝水库扩建坝后河段水文情势变化表 (P=50%)

时段 (月)		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	合计	
入库水量 (万 m ³)	本区来水量	55.1	94.1	211.9	351.6	354.4	74.8	46.8	36.1	31.4	33	32.3	25.9	1347.40	
	滇中引水水量	0	0	0	0	43.1	0	86.1	144.8	68.1	94.7	62.9	115.4	615.10	
	合计	55.10	94.10	211.90	351.60	397.50	74.80	132.90	180.90	99.50	127.70	95.20	141.30	1962.50	
用水量 (万 m ³)	环境供水	彝海公园	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	69.35
		福塔公园	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	15.01
		青龙河沿岸	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	6.00
		小计	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	90.36

	农灌供水	47.5	34.2	38.2	33.2	164.7	65.7	39.7	19.1	9.5	9.5	50.6	39.9	551.80
	工业供水	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	432.00
	合计	91.03	77.73	81.73	76.73	208.23	109.23	83.23	62.63	53.03	53.03	94.13	83.43	1074.16
	生态供水量 (万 m ³)	44.40	45.90	45.90	44.40	45.90	14.80	15.30	15.30	13.80	15.30	14.80	15.30	331.10
	损失水量 (万 m ³)	0.55	0.94	2.12	3.52	3.98	0.75	1.33	1.81	1.00	1.28	0.95	1.41	19.63
	库容补给 (万 m ³)	-80.88	-30.47	82.15	226.95	139.40	-49.98	33.04	101.16	31.68	58.09	-14.68	41.16	537.62
	弃水量 (万 m ³)	0.00	0.00	80.64	268.81	188.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	537.62
	坝址下游下泄量 (万 m ³)	44.40	45.90	126.54	313.21	234.07	14.80	15.30	15.30	13.80	15.30	14.80	15.30	868.72
	减水率 (%)	19.42	51.22	40.28	10.92	41.12	80.21	88.49	91.54	86.13	88.02	84.45	89.17	55.73
备注：库容补给中“+”代表当月来水量大于供水量，库容蓄水，“-”代表当月来水量小于供水量，库容缺水； 坝址下游下泄量=生态水量+弃水量；减水率=(入库水量-坝址下游下泄量)/入库水量×100%。														

表 6.1-21 中石坝水库扩建坝后河段水文情势变化表 (P=75%)

时段 (月)		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	合计	
入库水量 (万 m ³)	本区来水量	82.5	183.3	317	153.1	95.5	91.9	60.9	58.9	48.4	46.6	43.5	25.3	1206.90	
	滇中引水水量	0	0	0	0	0	0	43.6	47.9	15	25.5	14.2	0	146.20	
	合计	82.50	183.30	317.00	153.10	95.50	91.90	104.50	106.80	63.40	72.10	57.70	25.30	1353.10	
用水量 (万 m ³)	环境供水	彝海公园	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	69.35
		福塔公园	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	15.01
		青龙河沿岸	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	6.00
		小计	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	90.36
	农灌供水	64.5	38.9	18.7	9.4	9.4	49.6	39.2	46.6	33.5	37.5	32.6	161.7	541.60	
	工业供水	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	432.00
	合计	108.03	82.43	62.23	52.93	52.93	93.13	82.73	90.13	77.03	81.03	76.13	205.23	1063.96	
	生态供水量 (万 m ³)	44.40	45.90	45.90	44.40	45.90	14.80	15.30	15.30	13.80	15.30	14.80	15.30	331.10	
	损失水量 (万 m ³)	0.83	1.83	3.17	1.53	0.96	0.92	1.05	1.07	0.63	0.72	0.58	0.25	13.53	
	库容补给 (万 m ³)	-70.76	53.14	205.70	54.24	-4.29	-16.95	5.43	0.30	-28.06	-24.95	-33.81	-195.48	-55.49	
	弃水量 (万 m ³)	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	
	坝址下游下泄量 (万 m ³)	44.40	45.90	45.90	44.40	45.90	14.80	15.30	15.30	13.80	15.30	14.80	15.30	331.10	
	减水率 (%)	46.18	74.96	85.52	71.00	51.94	83.90	85.36	85.67	78.23	78.78	74.35	39.53	75.53	

备注：库容补给中“+”代表当月来水量大于供水量，库容蓄水，“-”代表当月来水量小于供水量，库容缺水；
坝址下游下泄量=生态水量+弃水量；减水率=(入库水量-坝址下游下泄量)/入库水量×100%。

表 6.1-22 中石坝水库扩建坝后河段水文情势变化表 (P=90%) 单位: 万 m³

时段 (月)		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	合计	
入库水量 (万 m ³)	本区来水量	63	115.5	116.9	115.9	253.2	94.3	68.2	67.7	55.4	45.4	37.1	36	1068.60	
	滇中引水水量	0	0	0	0	0	0	10.8	32.7	17.2	37.6	22.2	0	120.50	
	合计	63.00	115.50	116.90	115.90	253.20	94.30	79.00	100.40	72.60	83.00	59.30	36.00	1189.10	
用水量 (万 m ³)	环境供水	彝海公园	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78	69.35
		福塔公园	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	15.01
		青龙河沿岸	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	6.00
		小计	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	90.36
	农灌供水	55.3	39.2	19	9.4	9.4	41.6	33.2	42.9	31.1	34.9	26.6	104.4	447.00	
	工业供水	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	312.00
	合计	88.83	72.73	52.53	42.93	42.93	75.13	66.73	76.43	64.63	68.43	60.13	137.93	849.36	
生态供水量 (万 m ³)		44.40	45.90	45.90	44.40	45.90	14.80	15.30	15.30	13.80	15.30	14.80	15.30	331.10	
损失水量 (万 m ³)		0.63	1.16	1.17	1.16	2.53	0.94	0.79	1.00	0.73	0.83	0.59	0.36	11.89	
库容补给 (万 m ³)		-70.86	-4.29	17.30	27.41	161.84	3.43	-3.82	7.67	-6.56	-1.56	-16.22	-117.59	-3.25	
弃水量 (万 m ³)		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	
坝址下游下泄量 (万 m ³)		44.40	45.90	45.90	44.40	45.90	14.80	15.30	15.30	13.80	15.30	14.80	15.30	331.10	
减水率 (%)		29.52	60.26	60.74	61.69	81.87	84.31	80.63	84.76	80.99	81.57	75.04	57.50	72.16	

备注：库容补给中“+”代表当月来水量大于供水量，库容蓄水，“-”代表当月来水量小于供水量，库容缺水；
坝址下游下泄量=生态水量+弃水量；减水率=(入库水量-坝址下游下泄量)/入库水量×100%。

根据上表可知，中石坝水库扩建后年径流主要集中在6~11月，丰、枯水期径流差别很大，丰水期来水量是枯水期来水量的2.77倍。在P=90%保证率下，中石坝水库坝下年减水率达72.16%。因此，水库运行期间必须通过生态放流管不间断的下泄生态流量。

中石坝水库扩建后长系列典型年兴利调节计算结果进行排频，得出典型的丰水年（P=20%）、平水年（P=50%）和枯水年（P=90%）以及多年平均的情况下，对比中石坝水库现状来水量、供水量、弃水量和坝址下游下泄水量，并计算减水率，具体见下表。

表 6.1-23 中石坝水库现状各典型年坝址坝址下游河段水文情势影响分析表

年份	入库水量 (万 m ³)	生态供水 量(万 m ³)	供水量 (万 m ³)						损失水 量(万 m ³)	弃水量 (万 m ³)	坝址下游 下泄水量 (万 m ³)	减水 率/%
			环境供水				农灌供 水	总供水 量				
			彝海公园	福塔公园	青龙河沿岸	小计						
丰水年 (P=30%)	2174.33	180.10	69.30	15.00	6.00	90.30	381.90	472.20	21.74	1500.29	1680.39	22.72
平水年 (P=50%)	1304.60	180.10	69.30	15.00	6.00	90.30	381.90	472.20	13.05	639.25	819.35	37.20
枯水年 (P=90%)	614.20	180.10	69.30	15.00	6.00	90.30	337.05	427.35	6.14	0.00	180.10	70.68
多年平均	1299.00	180.10	69.30	15.00	6.00	90.30	381.90	472.20	24.40	622.30	802.40	38.23

表 6.1-24 中石坝水库扩建后各典型年坝址坝址下游河段水文情势影响分析表

年份	入库水量 (万 m ³)	生态供水 量(万 m ³)	供水量 (万 m ³)							损失水 量(万 m ³)	弃水量 (万 m ³)	坝址下游 下泄水量 (万 m ³)	减水 率/%
			环境供水				农灌供 水	工业供 水	总供水 量				
			彝海 公园	福塔 公园	青龙河 沿岸	小计							
丰水年 (P=30%)	3291.00	331.10	69.30	15.00	6.00	90.30	551.90	431.50	1073.70	32.91	1853.29	2184.39	33.63
平水年 (P=50%)	1962.50	331.10	69.30	15.00	6.00	90.30	551.90	431.50	1073.70	19.63	538.08	869.18	55.71
枯水年 (P=90%)	1189.10	331.10	69.30	15.00	6.00	90.30	551.90	366.60	1008.80	11.89	0.00	331.10	72.16
多年平均	1717.00	331.10	69.30	15.00	6.00	90.30	551.90	431.50	1073.70	17.17	314.60	645.70	62.39

中石坝水库扩建后坝下河段较现状中石坝水库坝下河段减水率有所增大，主要是由于中石坝水库扩建后工程任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪为主、兼顾城镇环境供水，同时作为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，中石坝水库扩建后总供水量增加，总供水量达到1070.3万 m^3 ，较现状增加了农灌供水170万 m^3/a 、工业供水431.5万 m^3/a ，总增加供水任务601.5万 m^3/a ，但滇中引水充蓄中石坝水库水量为多年平均418万 m^3/a ，总体而言，中石坝水库扩建后，增加了供水任务量，导致较现状同等来水量情况下坝址下游下泄水量有所减少。中石坝水库扩建前，滇中引水工程未进行充蓄，中石坝水库本区多年平均入库水量为1299.0万 m^3 ，水库年实际下泄水量为802.4万 m^3 （生态水量180.1万 m^3 、溢洪道下622.3万 m^3 ），占中石坝水库本区入库水量61.8%；中石坝水库扩建后，滇中引水工程多年平均充蓄水量418.0万 m^3 ，中石坝水库本区多年平均入库水量为1717.0万 m^3 ，扩建建成运行后，水库年实际下泄水量为645.6万 m^3 （生态水量331万 m^3 ；溢洪道下314.6万 m^3 ），占中石坝水库本区入库水量49.7%；较扩建前减少156.8万 m^3 ，减幅为19.5%。

根据对比分析，中石坝水库扩建后各典型年坝址下游下泄水量较现状均为有所增加，根据中石坝水库扩建工程设计方案，中石坝水库坝址下游河道生态用水量根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T712-2021）计算，汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的30%下泄，枯期按水库坝址多年平均天然流量的10%下泄。中石坝水库坝址以上控制径流面129.0 km^2 ，根据水文计算天然多年平均径流量为1800.7万 m^3 ，折合流量为0.571 m^3/s ，汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的30%下泄生态流量0.1713 m^3/s ，枯期按水库坝址多年平均天然流量的10%下泄生态流量0.0571 m^3/s 。生态下泄水量从左岸输水隧洞取水，生态下泄水量通过左岸输水隧洞出口处的闸阀房至溢洪道的生态水量放水管向下游河道下放。中石坝水库扩建规划时已充分考虑下游河段的生态需水量，供水任务是优先满足下游河道生态用水及规划区内彝海公园、福塔公园、青龙河沿岸生态需水量后，剩余水量满足农业用水需求后再供给工业供水，水库供水任务明确，避免出现工业、农业用水挤占生态供水情况，且环评提出需在下泄流量设施内设置一套在线监控设施，对下泄生态流量进行监控，提高了生态供水保障。在有保证下游河道有必需的生态流量的前提下，可保证坝后河

段不断流。

中石坝水库扩建建成运行后，径流区同等来水量情况下，坝址下游下泄水量较现有水库减小，但随着下游河段农灌退水、工业退水和区间来水，水库的建设对下游河段水文情势的影响也在逐渐减小，对坝后河段水文情势的影响可接受。

6.1.3 水温影响分析

6.1.3.1 水库水温结构判别

采用 α - β 指数法对水库水温结构进行初步判断。

α = 多年平均入库水量/总库容

β = 一次洪水总量/总库容

当 $\alpha > 20$ 时，水库水温结构为混合型，水库上下层水温相差较小；当 $\alpha < 10$ 时，为分层型，上下层水温相差较大； $20 > \alpha > 10$ 时，水库水温为过渡型。对于分层型水库，以 β 值判断洪水对水库水温结构的影响。如果遇到 $\beta > 1$ 的洪水，将出现临时混合现象；但如果 $\beta < 0.5$ 时，洪水对水库水温的分布结构没有影响。

中石坝水库多年平均径流量为1801万 m^3 ，总库容为1032.8万 m^3 ，经计算，水库 α 值为1.74。

水库无历史实测洪水资料，根据《楚雄州楚雄市中石坝水库扩建工程洪水影响评价报告》，中石坝水库径流区洪水总量见下表，经计算各频率下的 β 值如下表所示。

表 6.1-25 中石坝水库 β 计算结果一览表

频率 项目		0.1%	0.2%	0.33%	0.5%	1%	2%	3.33%	5%	10%	20%
24h	洪量/万 m^3	1614	1448	1331	1239	1085	925	808	719	572	394
	β 值	1.56	1.40	1.29	1.20	1.05	0.9	0.78	0.70	0.55	0.38
3 日	洪量/万 m^3	3153	2857	2618	2419	2098	1850	1616	1438	1144	788
	β 值	3.05	2.77	2.53	2.34	2.03	1.79	1.56	1.39	1.11	0.76
7 日	洪量/万 m^3	4654	4305	3949	3717	3183	2981	2505	2229	1773	1221
	β 值	4.51	4.17	3.82	3.60	3.08	2.89	2.43	2.16	1.72	1.18

综上，中石坝水库为分层型水库，在1日洪量下中石坝水库5年一遇的洪水对水温的结构无太大影响，10年、20年、30年的洪水对水温分层虽有影响，但仍难于破坏水温分层结构；100年一遇及以上的洪水将会破坏水温分层，成为临

时性的混合型。在3日洪量下中石坝水库5年一遇的洪水对水温的结构分层虽有影响，但仍难于破坏水温分层结构；10年一遇及以上的洪水将会破坏水温分层，成为临时性的混合型。在7日洪量下中石坝水库5年一遇及以上的洪水将会破坏水温分层，成为临时性的混合型。

综上，可初步判定建库后水库水温结构为稳定分层型。

水库的水温来自太阳辐射，表层水温与气温的变化趋于一致，深层水温受水温分层影响显著，夏季水温分层明显，秋冬季水温上下层温差小，但均呈现下层水温度低。

6.1.3.2 水库库表水温预测

1、坝址处平均气温

中石坝水库项目区所在的楚雄市气温值采用楚雄市气象站的实测资料，多年平均气温值如下表所示。

表 6.1-26 楚雄市多年平均气温（单位：℃）

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均值
温度（℃）	8.7	11.0	14.7	18	20.5	21.4	20.9	20.4	18.9	16.5	12.3	8.7	16.0

楚雄市气象站与中石坝水库直线距离为8.7km，高程为1772.0m。中石坝水库扩建后水库坝顶高程为1845.5m，正常蓄水位1841.5m。楚雄市气象站与中石坝水库坝址处河面高程差约为69m，按照海拔每增加100m，温度下降0.6~0.8℃的一般性规律，推算出中石坝水库坝址处气温。结果如下表所示。

如下表所示。

表 6.1-27 中石坝水库坝址处多年平均气温（单位：℃）

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均值
温度（℃）	8.3	10.6	14.3	17.6	20.1	21	20.5	20	18.5	16.1	11.9	8.3	15.6

2、库表水温预测

(1) 中石坝水库扩建完成，未进行滇中引水蓄水

中石坝水库为中型水库，库表水温采用气温—水温相关法进行估算，并采用朱伯芳方公式进行修正。坝址处多年平均气温15.5℃，属于普通地区，在冬季水库表面不结冰的情况，表面年平均水温可采用下列公式计算：

$$T_{表} = T_{气} + \Delta b$$

$$T_{\text{气}}=1/12\sum T_i$$

式中：T_表——库表面水温（℃）；

T_气——修正年平均气温（℃）；

T_i——第i月的平均气温，当月平均气温小于0℃时，T_i取0℃。

Δb——温度增量，在一般地区（年平均气温10~20℃）Δb=2~4℃，炎热地区（年平均气温20℃以上）Δb=0~2℃，Δb取3。

计算结果如下表所示。

表 6.1-28 中石坝水库表月平均水温表 单位：℃

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均值
T _表	11.3	13.6	17.3	20.6	23.1	24	23.5	23	21.5	19.1	14.9	11.3	18.6

因水库水温不属于水库监测控制要素，未收集到现状中石坝水库逐月运行水温记录，故本次环评对比中石坝水库现状库表水温分析采用现状监测时期8月、11月中石坝水库库表水温。

现状监测现有中石坝水库库表平均水温为23.06℃、11月库表水温为15.1℃。根据预测，中石坝水库扩建未进行滇中引水蓄水时，8月库表水温为23℃、11月库表水温为14.9℃，8月较现有库表水温降低0.06℃，11月较现有库表水温降低0.2℃。总体而言中石坝水库扩建未进行滇中引水低温水充蓄时，库表水温较现有水库水温变化较小，对水库里生物影响较小。

（2）中石坝水库扩建完成，进行滇中引水蓄水

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，中石坝水库扩建后的主要工程任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。中石坝水库扩建完成进行滇中引水二期工程充蓄库表水温可采用下列公式计算：

$$T_{\text{混}} = (T_1 \times m_1 + T_2 \times m_2) / (m_1 + m_2)$$

式中：T_混——滇中引水蓄水后库表面水温（℃）；

T₁——未进行滇中引水蓄水库表面水温（℃）；

T₂——滇中引入水水温（℃）；

m₁——水库规划区来水量，万m³；

m₂——滇中引水二期工程充蓄水量，万m³；

中石坝水库规划区多年评价来水量为1299万m³，水库扩建后兼顾为滇中引

水二期工程充蓄水库补充工业供水，滇中引水二期工程充蓄水量约为418万m³。根据资料查询，滇中引水工程输水总干渠沿程水温平均值见下表。

表 6.1-29 滇中引水月平均水温表 单位：℃

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均值
T1	5.1	6.9	9.5	12.4	14.7	16.4	17.2	17.3	15.5	12.4	8.5	5.7	5.1

则中石坝水库扩建完成，进行滇中引水蓄水后水库库表水温计算结果如下表所示。

表 6.1-30 中石坝水库表月平均水温表 单位：℃

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均值
T表	9.8	12.0	15.4	18.6	21.1	22.2	22.0	21.6	20.0	17.5	13.3	9.9	11.4

因水库水温不属于水库监测控制要素，未收集到现状中石坝水库逐月运行水温记录，故本次环评对比中石坝水库现状库表水温分析采用现状监测时期8月、11月中石坝水库库表水温。

现状监测现有中石坝水库库表平均水温为23.06℃、11月库表水温为15.1℃。根据预测，中石坝水库扩建并进行滇中引水蓄水后，8月库表水温为21.6℃、11月库表水温为13.3℃，8月较现有库表水温降低1.46℃，11月较现有库表水温降低1.8℃。总体而言中石坝水库扩建并进行滇中引水低温水充蓄后，库表水温较现有水库水温变化在3℃之内，变化较小，对水库里生物影响较小。

6.1.2.3 水库库底水温计算

本工程水库属于稳定分层型水库，根据国家环保部环境工程评估中心文件《水利水电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）中推荐的库底年平均水温估算方法。由于库底水温较库表水温低，故库底水密度也较库表大。对于分层型水库来说，其冬季上游水温度为年内最低，届时水库表层与底层水温相差较小。因此，库底水温可以认为近似等于建设前河道来水的最低三个月月平均水温。

$$T_{\text{底}} \approx (T_{12} + T_1 + T_2) / 3$$

式中：T₁₂、T₁、T₂—分别为12月、1月、2月的平均水温。

中石坝水库扩建完成，未进行滇中引水蓄水，中石坝水库扩建工程T_底计算值为12.1℃。

则中石坝水库扩建完成，进行滇中引水蓄水后，中石坝水库扩建工程T_底计

算值为10.6℃。

本次环评对比中石坝水库现状库底水温分析采用现状监测时期8月、11月中石坝水库库底水温。中石坝水库现状库底水温8月为9.3℃、11月为14.5℃，中石坝水库扩建完成，未进行滇中引水蓄水时，库底水温较现状升高1.3℃，变化较小。中石坝水库扩建完成，进行滇中引水蓄水后，库底水温较现状降低3.9℃。

6.1.3.4 水库坝前垂向水温预测

水库水温分布包括横向水温分布和纵向水温分布。国内水库实测成果表明，瞬时水温等值线的走向基本上是水平的，只是在库岸、浅滩附近或有洪水入库扰动时个别情况例外，即使有波动，仅仅是局部的和临时的，且温差很小。年、月平均水温等值线几乎完全是水平的。故本次只预测水库水温的垂向分布情况，即水库坝前各深度逐月平均水温。预测公式采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）附录E中E.5垂向一维数学模型及《水利水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）计算。公示如下：

$$T_y = (T_{表} - T_{底}) \times e^{-(y/c)^n} + T_{底}$$

在此经验公式中，因每个月的库表与库底水温的温差不同，造成水库温跃层的厚度也随之变化。水利部东北院根据国内许多水库的实测资料，拟合出经验公式各月的n、c计算公式

$$c = \frac{40}{m} + \frac{m^2}{2.37(1+0.1m)} \quad n = \frac{15}{m^2} + \frac{m^2}{35}$$

式中： T_y ——水深y处的月平均水温（℃）；

$T_{表}$ ——水库表面月平均水温（℃）；

$T_{底}$ ——水库底部月平均水温（℃），对于分层型水库各月库底水温与其年平均值差别很小，可用年平均值代替。

y——水深（m）；

m——月份，1，2，3，……12。

中石坝水库扩建后正常蓄水位 1841m，死水位 1828.4m。扩建前坝高为 31.5m，此次扩建加高 4.6m，坝高增加至 36.1m。中石坝水库扩建工程扩建后通过输水隧洞输水管道供水，输水隧洞井口底板高程为 1827.9m，输水隧洞出口

分层取水高程分别为 1829.40m、1832.40m、1835.40m、1838.40m。中石坝水库扩建工程运行水位和运行水深如下表所示。

表 6.1-31 中石坝水库运行水位和运行水深 (P=50%)

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
运行水位/m	1839.7	1838.2	1836.9	1835.7	1834.2	1834.4	1837.37	1841.41	1841.41	1841.1	1841.1	1840.6
最低取水高程	1820	1820	1820	1820	1820	1820	1820.20	1820.20	1820.20	1820.0	1820.0	1820
运行水深	19.7	18.2	16.9	15.7	14.2	14.4	17	21	21	21	21	20.6

(1) 中石坝水库扩建完成，未进行滇中引水蓄水

中石坝水库扩建工程坝前垂向水温预测成果如下表所示。

表 6.1-32 中石坝水库坝前垂向水温预测表 (P=50%) 单位：水温 (°C)

水深 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	10.2	12.5	16.1	19.3	21.7	22.7	22.3	21.8	20.4	18.0	13.8	10.2
2	10.2	12.5	16.1	19.0	21.2	22.3	22.1	21.8	20.3	18.0	13.8	10.2
4	10.2	12.5	15.8	18.2	20.2	21.4	21.5	21.5	20.2	17.9	13.8	10.2
6	10.2	12.5	15.5	17.4	19.1	20.3	20.7	21.0	20.0	17.9	13.8	10.2
8	10.2	12.4	15.0	16.5	18.1	19.3	19.8	20.3	19.7	17.7	13.7	10.2
10	10.2	12.4	14.5	15.7	17.1	18.2	18.8	19.6	19.2	17.5	13.7	10.2
12	10.2	12.3	13.9	15.0	16.2	17.2	17.8	18.7	18.6	17.2	13.6	10.2
14	10.2	12.2	13.4	14.3	15.4	16.2	16.9	17.7	17.9	16.9	13.5	10.2
16	10.2	12.1	12.9	13.8	14.7	15.4	16.0	16.8	17.1	16.4	13.4	10.2
18	10.2	11.9	12.5	13.3	14.1	14.7	15.1	15.8	16.2	15.8	13.2	10.2
20	10.2	11.7	12.1	12.8	13.5	14.0	14.4	15.0	15.4	15.2	13.0	10.3
25	10.2	11.2	11.5	12.0	12.5	12.8	12.9	13.2	13.5	13.6	12.4	10.4
运行水深	10.2	11.8	12.7	13.8	15.3	16.1	15.5	14.6	15.0	14.9	12.9	10.3

中石坝水库扩建工程坝前垂向水温分布如下图所示。

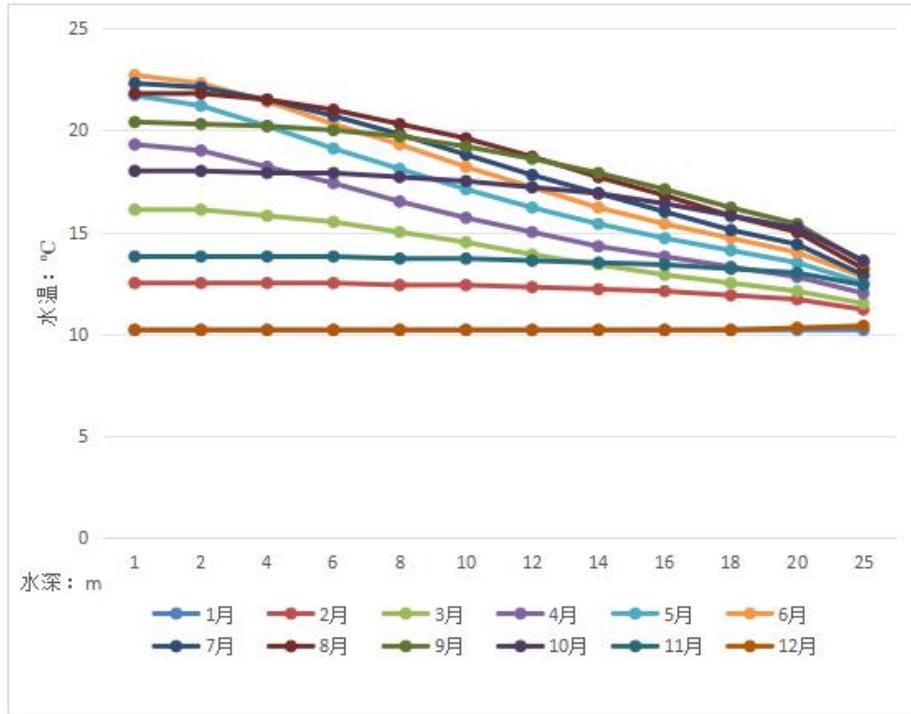


图6.1-19 中石坝水库坝前垂向水温分布图 (P=50%)

(2) 中石坝水库扩建完成，进行滇中引水蓄水

表 6.1-33 中石坝水库坝前垂向水温预测表 (P=50%) 单位：水温 (°C)

水深 (m)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	8.9	11.1	14.5	17.5	19.9	21.0	21.0	20.7	19.1	16.6	12.4	9.0
2	8.9	11.1	14.4	17.2	19.4	20.7	20.8	20.6	19.1	16.6	12.4	9.0
4	8.9	11.1	14.2	16.5	18.5	19.8	20.2	20.3	19.0	16.5	12.4	9.0
6	8.9	11.1	13.8	15.7	17.5	18.8	19.4	19.8	18.8	16.5	12.4	9.0
8	8.9	11.0	13.4	14.9	16.5	17.7	18.5	19.2	18.5	16.4	12.4	9.0
10	8.9	11.0	12.9	14.2	15.5	16.7	17.5	18.4	18.0	16.2	12.4	9.0
12	8.9	10.9	12.5	13.5	14.7	15.7	16.6	17.5	17.4	15.9	12.3	9.1
14	8.9	10.8	12.0	12.9	13.9	14.8	15.6	16.5	16.6	15.5	12.2	9.1
16	8.9	10.7	11.5	12.3	13.2	14.0	14.7	15.6	15.8	15.0	12.1	9.1
18	8.9	10.5	11.1	11.9	12.6	13.3	13.8	14.6	15.0	14.5	11.9	9.1
20	8.9	10.3	10.8	11.5	12.1	12.7	13.1	13.8	14.2	13.8	11.7	9.1
25	8.9	9.9	10.2	10.7	11.2	11.5	11.6	12.0	12.2	12.3	11.1	9.3
运行水深	8.9	10.5	11.3	12.4	13.8	14.7	14.2	13.3	13.7	13.5	11.6	9.1

中石坝水库扩建工程坝前垂向水温分布如下图所示。

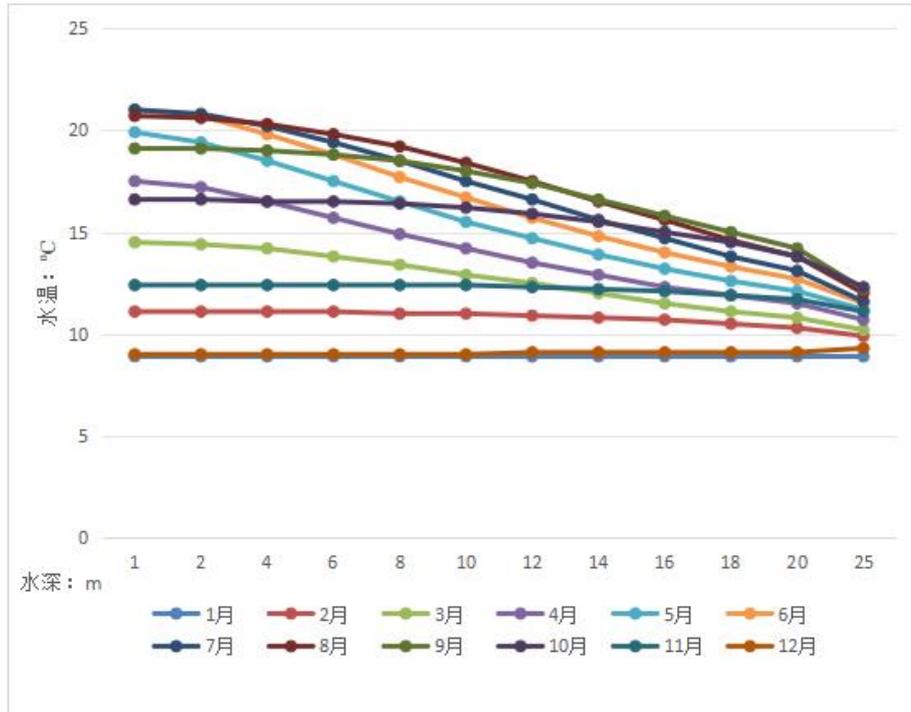


图 6.1-20 滇中蓄水后中石坝水库坝前垂向水温分布图 (P=50%)

综上，中石坝水库扩建投入运行后，输水隧洞下泄水温变幅与大坝运行水位有关系，下泄水温接近或低于库表水温。库区水温呈季节性分层，1月和12月不出现分层，2月、11月出现弱分层，其他月份均有明显的分层现象。特别是在4-10月表层20m内存在较强烈的温跃层。夏季库区接受太阳辐射大，水面下接受辐射小，故表层水温大，水深越大水温越低。冬季则相反，库表散热大，水温低，而水面以下散热小水温较大或同温，故可能出现与夏季相反的水温结构或同温结构。

中石坝水库扩建完成，水库兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水，滇中引水二期工程充蓄水进入水库后会引起水库水温降低，根据上文分析预测，水温变化范围在1.1℃~1.8℃之间，但滇中引水二期工程充蓄水在引水过程中经输水干渠、输水管道等可进行水温提升，故滇中引水二期工程充蓄水对水库水温影响较小。

6.1.3.5 下泄低温水影响

中石坝水库扩建运行后，库内水温分层，水库从输水隧洞输水，水库各月出库水温与库表水温对比如下表所示。

表 6.1-34 中石坝水库各月出库水温与库表水温对照表 单位：水温 (°C)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月

未蓄滇中引水	库表水温	11.3	13.6	17.3	20.6	23.1	24	23.5	23	21.5	19.1	14.9	11.3
	出库水温	10.2	12.5	15.1	18.5	21.3	22.3	21.3	20.3	19.7	17.7	13.7	10.2
	温差	1.1	1.1	2.2	2.1	1.8	1.7	2.2	2.7	1.8	1.4	1.2	1.1
充蓄滇中引水	库表水温	9.8	12	15.4	18.6	21.1	22.2	22	21.6	20	17.5	13.3	9.9
	出库水温	8.9	11.1	14.1	16.8	19.5	20.7	20	19.2	18.5	16.4	12.4	9
	温差	0.9	0.9	1.3	1.8	1.6	1.5	2	2.4	1.5	1.1	0.9	0.9

中石坝水库各月出库水温与库表水温对比如下图所示。

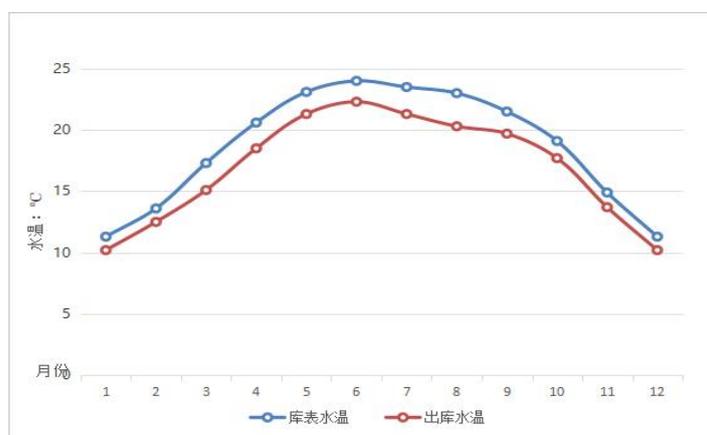


图 6.1-21 未蓄滇中引水时中石坝水库各月出库水温与库表水温对比图

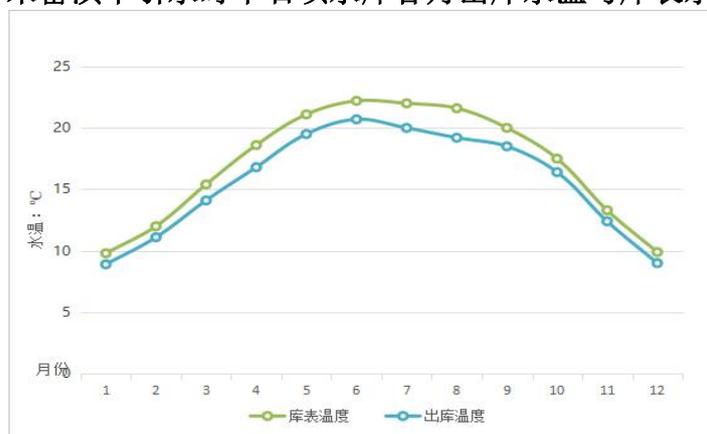


图 6.1-22 蓄滇中引水时中石坝水库各月出库水温与库表水温对比图

综上，水库运行期（P=50%），下泄水温与库表水温变化范围在0.9~2.7℃之间，与丰水期青龙河坝下1.5km处河道天然水温相差5.4℃（河道天然水温为河道在8月监测的实际水温24.6℃），与枯水期青龙河坝下1.5km处河道天然水温相差3.3℃（河道天然水温为河道在11月监测的实际水温15.7）。

(1) 下泄低温水对灌溉区农作物的影响

灌区农作物主要有水稻、玉米、烤烟、蔬菜、小麦、蚕豆、油菜、大豆、薯杂等，除水稻外，其余作物为旱作物，受水温影响较大的主要为水稻。

根据陕西省农业农村厅发布的科普宣传《水稻全生育期》，水稻生长周期包括萌动期、幼苗期、分蘖期、拔节孕穗期、抽穗期、扬花期和灌浆结实期。

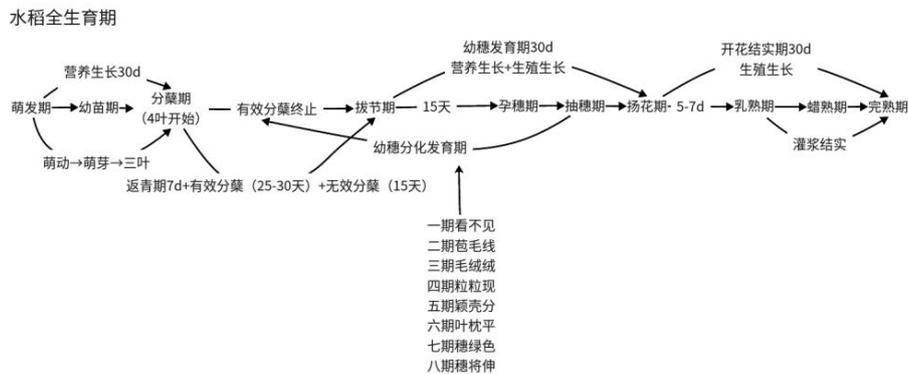


图 6.1-23 水稻生长周期过程

每个生长周期的需水量及适宜水温见下表。

表 6.1-35 水稻各生长周期需水量及适宜温度

生长周期	需水量	温度		
		最低温度	适宜温度	最高温度
萌动期	水分吸收量为种子本身重量的 25%时开始萌发，吸水量达种子干重的 40%时正常发芽	9°C~10°C	22°C~25°C	40°C
幼苗期	保持土壤湿润，但不宜过多浇水	11°C~12°C	22°C~25°C	28°C
分蘖期	需要充足水分，但不能过度淹水，采用浅灌、勤灌、只保留 2-3cm 水层	22°C（低于此温度分蘖缓慢）	30°C~32°C	/
拔节孕穗期	水稻需水最多的时期，需保持田间持水量 90%以上	过低不利于穗分化	25°C~30°C	过高不利于穗分化
抽穗期	需保持田间持水量 80%以上	过低不利于抽穗	25°C~35°C	过高不利于抽穗
扬花期	需保持田间持水量 70%以上	18°C	25°C~32°C	40°C
灌浆结实期	采用间歇灌溉，保持土壤湿润即可	/	20°C~32°C（最适 20°C~22°C）	/

根据《楚雄州楚雄市中石坝水库扩建工程水资源论证报告》，中石坝水库扩建后规划区水稻种植比例为56%，生长时段为3月~9月，设计水平年2040年P=75%时，拟对水稻种植区供水过程如下。

表 6.1-36 水稻灌溉制度表 万 m³/万亩

供水制度	水稻（生长时段 3月~9月）	
	时间	拟灌溉定额
三月	上旬	1.3
	中旬	0.6
	下旬	0.6

四月	上旬	0.6
	中旬	0.6
	下旬	33.6
五月	上旬	113.8
	中旬	84.2
	下旬	54.4
六月	上旬	9.0
	中旬	22.2
	下旬	44.6
七月	上旬	15.7
	中旬	26.1
	下旬	11.0
八月	上旬	16.8
	中旬	/
	下旬	/
九月	上旬	/
	中旬	/
	下旬	/

根据上表可知，灌区水稻灌溉期主要为4月下旬~7月，此时气温已回升，根据预测5月~7月下泄水温为19.5℃~20℃，与青龙河坝下1.5km处河道天然水温相差约5℃。由于中石坝水库灌溉供水由现有中石坝东干渠和中石坝西干渠供给，东干渠从右岸输水隧洞取水，全长14.66km；西干渠全长9.49km，输水距离较长，且现状中石坝水库已在进行农灌供水，根据对比青龙河坝下1.5km处河道天然水温监测，下泄水温虽低于天然河道水温，但经河道、输水干渠慢速升温，在1.5km处河道已恢复水温，根据8月坝下河段1.5km处河道监测水温为24.6℃~25.9℃，在水稻生长周期的适宜温度范围内，故水库下泄水水温对水稻生长影响较小。按国内有关研究资料表明，中型水库水温一般经5~10km流程后，水温将逐步得到提高，较远地区可恢复至天然状况。

另外，楚雄州已建的二十多件以灌溉为主的中型水库，取水深度大多超过30m，取水水温均低于库表水温，经长距离输送至受水区后，均未对农作物生长发育造成影响。

因此，中石坝水库出库水水温不会影响灌区作物生长发育。

(2) 下泄低温水对鱼类的影响

同类水利工程水库下泄的低温水的研究显示：低温水对鱼类直接影响是导致繁殖季节推迟、当年幼鱼的生长期缩短、生长速度减缓、个体变小等问题发生。鱼类生长期延长可导致性腺发育提前，而水温条件达不到产卵要求，有可能出现在第二年繁殖季节到来前部分鱼类性周期遭破坏，性腺被吸收的比率大

大提高。根据渔业要求，水温低于15℃和超过30℃，鱼的食欲减退，不利于渔业养殖，水温在5℃以下停止进食。

根据分析，中石坝水库扩建工程会出现水温分层和下泄低温水现象，但下泄水温与库表水温变化范围在0.9~2.7℃之间，与青龙河坝下1.5km处河道天然水温相差约5℃，会对坝址较近距离河段生物产生一定影响，根据对比青龙河坝下1.5km处河道天然水温监测，下泄水温虽低于天然河道水温，但经河道慢速升温，在1.5km处河道已恢复水温，水库出库低温水影响距离小于1.5km，且由于拦河坝下游水深较浅，受气温、日照等影响，水温恢复很快；从评价河段分布的鱼类的生态习性判断，所有鱼类均不属于对低温水有明显敏感鱼类，因此水库低温水下泄对下游河道的鱼类影响较小。

6.1.3水质影响分析

6.1.3.1施工期

本项目施工期18个月，楚雄市中石坝水库扩建工程施工期的水污染源主要包括施工生产废水和生活污水两大部分。

(1) 施工生活污水

根据施工设计，本工程施工期在枢纽工程区和垫地回填工程区左右岸各设置1个施工生活生产区平缓地带，施工生活污水来自办公生活区的粪尿、食堂、公用设施等排放污水。

施工期生活污水产生量约为10.5m³/d。生活污水中主要污染物浓度约为：SS150mg/L、COD 250mg/L、BOD₅ 150mg/L、NH₃-N 20mg/L、TP 4.5mg/L。生活区建有旱厕（临时化粪池），生活污水经无害化处理后污染物浓度低，水分蒸发后作为农家肥用于水库周边农田肥料，不外排，对周围地表水环境影响较小。

(2) 施工生产废水

项目施工期生产废水主要来源于灌浆废水、基坑排水、施工机械/车辆冲洗废水等。在水库枢纽工程施工场地地势低处设置一个临时沉淀池，灌浆废水排入沉淀池，经沉淀处理后上层清水优先回用于施工场地洒水降尘，回用不完排入坝下青龙河；基坑排水在基坑内沉淀后，采用泵抽取优先用于降尘、浇灌附近耕地林地或作为水保植物措施用水等，回用不完的基坑排水经沉淀后可排入

青龙河。施工机修、车辆冲洗废水经隔油池、临时沉淀池处理后用于施工场地及道路洒水降尘，不外排。

综上所述，施工期废水进行简单处理后尽可能优先回用，主要用于场地和施工道路喷洒、周边耕地用水、农肥，青龙河水质现状为IV类水，灌浆废水、基坑废水主要污染物为悬浮物，经沉淀处理后悬浮物降低，因此对地表水环境影响不大。

6.1.3.2运行期

6.1.3.2.1库区水质预测分析

预测中石坝水库水质选用总磷、总氮、化学需氧量3个因子为参评指标。中石坝水库扩建后运行，水库本身并不排放污染物，但水文特性从河流变为水库的水文特性，流速明显下降，滞留时间增长，水的自净能力发生改变，从而影响水库水质。

1、模型参数

根据中石坝水库入库水量、出库水量、水库形状及运行方式情况分析。预测水库有机污染物化学需氧量采用湖库完全混合衰减模型，总磷、总氮采用狄龙模型进行估算。

湖库完全混合衰减计算公式：

$$C = (C_p Q_p + W_0) / V K_h$$

$$K_h = Q_h / V + K_1$$

式中：C—污染物库内平均浓度；

C_p —入湖水量污染物浓度；

Q_p —入湖水量；

Q_h —出湖水量；

W_0 —水库中现有污染物质；

V—水库蓄水量；

K_1 —综合衰减系数。

狄龙模型：

$$C_p = L (1 - R) / rH$$

式中： C_p —湖（库）中氮、磷的平均浓度，mg/L；

L—湖（库）的氮、磷负荷量， $g/(m^2 \cdot a)$ ， $L=Q_i C_i/A$ （ Q_i ：年入库水量 m^3/a ； C_i 为入库磷（氮）浓度 mg/L ； A 为水库表面积 m^2 ）；

R—滞留系数， $R=0.426e^{(-0.271Q_s)}+0.574e^{(-0.00949Q_s)}$ ，其中 $Q_s=qs/A$ （ qs 为水库出水量 m^3/a ）；

r—水利冲刷系数， $r=Q_i/V$ （ Q_i 为年入库水量 m^3/a ， V 为库容 m^3 ）；

H—平均水深， m ；

2、参数概化

①湖库完全混合衰减预测参数选取

a、污染物入库量

根据调查，进入库区的污染源主要来自分散的农村生活污染源、农村畜禽养殖污染源等。

点源污染：根据调查和相关规划，规划水平年中石坝水库无点源污染负荷。

面源污染：包括农村生活污染源、农村畜禽养殖污染源等。根据5.3.1区域水污染源调查，假设将来进入中石坝水库扩建工程建设前后COD污染负荷不变，则中石坝水库扩建后进入水库中的COD约为306.883t/a（9.73g/s）。

b、其他参数

水库蓄水量以正常库容811.3万 m^3 计，入库水量以多年平均入库水量1801万 m^3 计，水库运行后，多年平均水库出水量约为1783万 m^3 ，入库TP、TN浓度采用项目地表水现状监测入库河流中监测数据，COD_{Cr}枯水期、丰水期监测数据分别为：24.6mg/L、17.5mg/L。水库中COD综合衰减系数 K_1 来源于《楚雄州水功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制方案》：河流水功能区化学需氧量（COD） k 值为0.1~0.35 d^{-1} ，本项目取0.15 d^{-1} 。

②狄龙模型参数概化

中石坝水库扩建后总库容为1032.1万 m^3 ，正常蓄水库容为811.3万 m^3 ，对应水库面积为684000 m^2 ，平均水深18.5m；坝址多年平均入库水量 $Q_i=1801$ 万 m^3 ，水库运行后，多年平均水库出水量约为1783万 m^3 ，入库TP、TN浓度采用项目地表水现状监测入库河流中监测数据，TP枯水期、丰水期监测数据分别为：0.09mg/L、0.17mg/L，TN枯水期、丰水期监测数据分别为：1.145mg/L、

0.845mg/L。

3、库区水质预测

通过模型计算，中石坝水库运行期水质预测结果详如下表所示。

表 6.1-37 中石坝水库水质预测结果 单位：mg/L

项目		CODcr	TN	TP
预测结果	枯水期	24.854	0.549	0.043
	丰水期	17.68	0.405	0.082
IV类水质要求		30	1.5	0.1

中石坝水库为多年调节中型水库，本扩建项目本身并不增加水库库区中的污染负荷，而是污染物的自净能力发生变化，从而可能改变水库中的水质。丰水期由于降雨较大，面源汇入量较大，且来流水温和太阳辐射均较高，水库呈现分层结构，来流水体潜入同密度层，COD、TN与TP在库中呈现一定的分层现象。枯水期水体流动缓慢，使得水质扩散较慢，高浓度区主要集中在库尾，当入库水体进入库区后，迅速潜入同密度层，枯水期水质分布较为均匀，整体水质浓度变化范围较小。根据预测，丰水期、枯水期全库COD、TN与TP均满足IV类水质要求。

6.1.3.2.2 蓄水期库区富营养化趋势预测

富营养化是指湖库水体接纳过量的N、P等营养物质，使水体中藻类以及其它水生生物异常繁殖，水体透明度和溶解氧降低，造成湖、库水质恶化，加速湖、库老化，从而使湖、库生态和水功能受到阻碍和破坏。

尽管水库蓄水前将对淹没区进行库区清理，不存在大量有机物质在库区腐烂而导致水库水质恶化的可能。但水库蓄水期间，库区淹没的植物残体腐烂释放营养元素进入水体，短期内库区水质N、P等污染物含量将明显增高；同时，库区水流流态结构的变化（流速变缓，水深加大），也为富营养化发生发展提供有利的水流结构和营养条件，库区水体诱发富营养化的可能性加大。

1、富营养化限制因子分析

湖库富营养化发展过程是湖库水力特性、营养盐、光照、气温等多种因素的综合作用形成的。营养盐中氮、磷含量是藻类生长的限制性营养物质。研究表明氮磷浓度比（N/P）超过15时，磷为关键性限制元素，氮磷浓度比（N/P）在10以下时，氮为关键性限制元素。根据本次环评对中石坝水库的现状年的TN、TP监测数据分析，其TN平均浓度为0.85mg/L，TP平均浓度为0.065mg/L，

中石坝水库现状氮磷浓度比约为13.08，可以判断氮磷均为中石坝水库富营养化的限制因子。

2、库区富营养化判断标准

根据《地表水资源质量评价技术规程》（SL395-2007）中的湖库营养状态评价方法，进行湖库富营养化程度判断。湖库营养状态评价标准及分级方法见下表。

营养状态等级判别方法：0<指数<20，贫营养；20<指数<50，中营养；50<指数<60，轻度富营养；60<指数<80，中度富营养；80<指数<100，重度富营养。

表 6.1-38 我国湖泊富营养化评分与分级标准 单位：mg/L

营养状态		指数	总磷（以 P 计）	总氮（以 N 计）	叶绿素（a）	高锰酸盐指数	透明度（m）
贫		10	0.001	0.020	0.0005	0.15	10
		20	0.004	0.050	0.0010	0.4	5.0
中		30	0.010	0.10	0.0020	1.0	3.0
		40	0.025	0.30	0.0040	2.0	1.5
		50	0.050	0.50	0.010	4.0	1.0
富	轻度	60	0.1	1.0	0.026	8.0	0.5
	中度	70	0.2	2.0	0.064	10	0.4
		80	0.6	6.0	0.16	25	0.3
	重度	90	0.9	9.0	0.40	40	0.2
		100	1.3	16	1.0	60	0.12

湖库营养状态评价项目应包括总磷、总氮、叶绿素a、高锰酸盐指数和透明度。其中，叶绿素a为必评项目。湖库营养状态评价采用指数法。营养状态评价方法为：

采用线性插值法将水质项目浓度值转换为赋分值（百分制）。

将多个评价项目的赋分值取平均值，计算营养状态指数（EI）。

$$EI = \sum_{n=1}^N E_n / N$$

参照表6.1-38，根据营养状态指数查表确定营养状态分级。

(1) 中石坝水库现状富营养化状态评价

根据本次环评中石坝水库现状监测数据，评价水库现状营养化指数见下表。

表 6.1-39 中石坝水库现状营养化指数表

项目	总磷（以 P 计）	总氮（以 N 计）	叶绿素（a）	高锰酸盐指数	透明度（m）
现状浓度（mg/L）	0.065	0.85	0.079	3.56	1.27

指数	53	57	71.56	47.8	45.4
----	----	----	-------	------	------

对总氮、总磷、叶绿素a、透明度及高锰酸盐指数对应的富营养化指数取平均，中石坝水库现状的富营养化指数为54.95。根据表6.1-38，总体而言，中石坝水库现状属于中~轻富营养化状态。

(2) 中石坝水库扩建后富营养化状态评价

富营养化预测方法：

从营养盐角度出发，以TN、TP指标为预测因子，采用迪隆模型（Dilon），预测分析中石坝水库扩建后的富营养化变化趋势。

稳定状态迪隆模型估算水库营养盐浓度计算模型为：

$$P = \frac{L(1-R)}{z\rho}$$

式中：P—水库营养盐平均浓度（mg/L）；

L—水体年度单位面积营养盐负荷，为年输入磷总量除以水库面积（g/m²·a）；

Z—水库平均深度（m）；

R—磷滞留系数，为年度磷累积量和输入总量之比；

ρ—水力冲刷系数，为年度输出水量除以水库库容之商。

高锰酸盐指数、叶绿素a和透明度参照中石坝水库现状实测值参与评价。

①中石坝水库扩建完成，未进行滇中引水蓄水

中石坝水库扩建完成，正常蓄水位为1841.5m，正常库容为811.3万m³，相应的库面积为68.4万m²，平均水深Z为18.5m。未进行滇中引水蓄水水库多年平均入库水量为1299万m³，出库水量为1073.7万m³，则水力冲刷系数为1.32。本次环评对库尾入库断面以及坝下取水断面进行了监测，TN出库污染物浓度约为入库的80%，则TN滞留系数为0.2；TP出库污染物浓度约为入库的60%，则TP滞留系数为0.4。

本次环评对中石坝水库水质现状监测浓度，TN平均浓度为0.85mg/L，TP平均浓度为0.065mg/L，则以上各参数代入迪隆模型，计算得到中石坝水库扩建后，未进行滇中引水蓄水时稳定状态时总氮浓度为0.452mg/L，总磷浓度为0.026mg/L。

中石坝水库扩建完成，未进行滇中引水蓄水时水库现状营养化指数见下

表。

表 6.1-40 中石坝水库扩建后，未进行滇中引水蓄水时营养化指数表

项目	总磷（以 P 计）	总氮（以 N 计）	叶绿素（a）	高锰酸盐指数	透明度（m）
浓度（mg/L）	0.026	0.451	0.079	3.56	1.27
指数	40.4	47.55	71.56	47.8	45.4

对总氮、总磷、叶绿素a、透明度及高锰酸盐指数对应的富营养化指数取平均，中石坝水库扩建完成，未进行滇中引水蓄水时水库的富营养化指数为50.542。根据表6.1-38，总体而言，中石坝水库扩建完成，未进行滇中引水蓄水时水库属于中~轻富营养化状态，较中石坝水库现状营养化状态相同，但指数稍有降低。

①中石坝水库扩建完成，进行滇中引水蓄水

中石坝水库扩建完成，正常蓄水位为1841.5m，正常库容为811.3万m³，相应的库面积为68.4万m²，平均水深Z为18.5m。进行滇中引水蓄水水库多年平均入库水量为1717万m³，出库水量为1404.7万m³，则水力冲刷系数为1.32。本次环评对库尾入库断面以及坝下取水断面进行了监测，TN出库污染物浓度约为入库的80%，则TN滞留系数为0.2；TP出库污染物浓度约为入库的60%，则TP滞留系数为0.4。

本次环评对中石坝水库水质现状监测浓度，TN平均浓度为0.85mg/L，TP平均浓度为0.065mg/L，则以上各参数代入迪隆模型，计算得到中石坝水库扩建后，进行滇中引水蓄水时稳定状态时总氮浓度为0.533mg/L，总磷浓度为0.031mg/L。

中石坝水库扩建完成，进行滇中引水蓄水时水库现状营养化指数见下表。

表 6.1-41 中石坝水库扩建后，进行滇中引水蓄水时营养化指数表

项目	总磷（以 P 计）	总氮（以 N 计）	叶绿素（a）	高锰酸盐指数	透明度（m）
浓度（mg/L）	0.031	0.533	0.079	3.56	1.27
指数	42.4	50.66	71.56	47.8	45.4

对总氮、总磷、叶绿素a、透明度及高锰酸盐指数对应的富营养化指数取平均，中石坝水库扩建完成，进行滇中引水蓄水时水库的富营养化指数为51.564。根据表6.1-38，总体而言，中石坝水库扩建完成，进行滇中引水蓄水时水库属于中~轻富营养化状态，较中石坝水库现状营养化状态相同，但指数稍有降低。

水库运行期，在防洪限制水位以下运行，水体交换频繁，能有效地抑制水库整体发生富营养化。此外，如果没有污染源的增加，来水水质不发生较大变化时，发生富营养化的现象可能性较小。但由于库底清理不可能100%全部清理去除有机物等，加之建库后库弯等地方水体流动缓慢，可能局部水域富营养化现象。尽管水库蓄水前将淹没区进行库区清理，不存在大量有机物质在库内腐烂而导致水库水质恶化的可能。

综上所述分析，由于中石坝水库扩建自身具有调节能力，库区水体扩散、稀释能力强，运行期对库区整体水质的影响较小。但水库蓄水初期淹没土地、植物等释放到水体中的总氮和总磷营养盐量较大。考虑上述因素，需要保证彻底清库，采取有效措施控制有机物和氮磷营养盐等污染源进入库区水体，防止富营养化的发生。

6.1.3.2.3对下游河段水质的影响

1、水库值班室生活污水的影响

中石坝水库的级别为中型水库，定员级别为水库中型四等，中石坝水库管理所计划编制10人。

根据工程分析，运行期水库管理人员生活污水产生量为 $0.8\text{m}^3/\text{d}$ 、 $292\text{m}^3/\text{a}$ ，生活污水产生量较小。该部分污水经管理房化粪池处理后水分蒸发损耗，污泥定期清掏用作农肥。管理人员生活污水对库区水质基本无影响。

2、灌溉退水的影响

灌溉退水灌溉供水过程滞后1~2个月，主要通过田间沟排渠道、地表径流汇集后最终进入下游青龙河，最终汇入龙川江。在耕作管理技术不变的前提下，农业耕作过程中化肥、农药施用量有所增加；农业回归水量的增加相应的引起下游青龙河总磷、总氮的浓度有所升高，可能对水库下游河流水质带来一定的影响，主要含有因农药化肥的使用、流失所产生的氮、磷污染物。

中石坝水库现状提供农灌用水量为 $381.9\text{万}\text{m}^3$ ，可保证灌溉面积0.47万亩，按照最不利工况考虑，灌溉回归水量约为灌溉供水量的20%（ $76.38\text{万}\text{m}^3$ ）。中石坝水库扩建建成后，提供农灌用水量 $551.9\text{万}\text{m}^3$ ，可保证灌溉面积0.71万亩，按照最不利工况考虑，灌溉回归水量约为灌溉供水量的20%（ $110.38\text{万}\text{m}^3$ ）。中石坝水库扩建工程设计灌溉面积较现状中石坝水库灌溉面积新增0.24万亩，

最大新增灌溉退水34万m³。

根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中农业源产排污核算方法和系数手册，中石坝水库扩建后新增种植面的农灌退水中氮磷排放量核算如下：

某项污染物排放（流失）量的计算公式如下：

$$Q_j = (A_g \times e_{gj} + A_y \times e_{yj}) \times \frac{q_j}{q_0} \times 10^{-3}$$

式中：Q_j—指种植业第j项污染物排放（流失）量（单位：t）；

A_g—指农作物总播种面积（单位：hm²）；项目扩建后新增种植面积0.24万亩=160hm²。

e_{gj}—指农作物种植过程中第j项水污染物流失系数（单位：kg/hm²）；根据农业污染源产排污系数手册中表1种植业氮磷排放（流失系数）云南省农作播种过程中氮磷流失系数为：氨氮0.431kg/hm²、总磷0.509kg/hm²、总氮6.387kg/hm²。

A_y—指园地的面积（单位：hm²）；本项目全按农作物播种面积计算，园地面为为0hm²。

e_{yj}—指园地第j项水污染物流失系数（单位：kg/hm²）；

q_j—指调查年度用于种植业的含氮化肥（含磷化肥）单位面积使用量（单位：kg/hm²）；根据楚雄州农业农村局于2022年8月发布的公告《楚雄市化肥减量增效工作初见成效》中，楚雄市2021年施肥强度为16.69kg/亩；

q₀—指2017年度用于种植业的含氮化肥（含磷化肥）单位面积使用量（单位：kg/hm²）；因未查到2017年楚雄市施肥强度，故参考楚雄州农业农村局于2022年8月发布的公告《楚雄市化肥减量增效工作初见成效》中，楚雄市2018年施肥强度为18.84kg/亩。

根据上式计算，中石坝水库扩建后新增0.24万亩灌溉面积，将导致每年新增总氮899.3kg、总磷71.67kg、氨氮60.68kg随农灌退水进入青龙河，最终进入龙川江。最大新增灌溉退水34万m³，则农灌退水中总氮浓度为2.65mg/L、总磷浓度为0.21mg/L、氨氮浓度为0.18mg/L。

根据本次环评对中石坝水库取水口断面（农灌退水上游）进行了监测，总氮浓度为1.25mg/L、总磷浓度为0.09mg/L、氨氮浓度为0.148mg/L。

采用完全混合模式预测中石坝水库扩建新增农灌面积后农灌退水对坝下河流水质影响。

完全混合模式：

$$C = (C_p Q_p + C_h Q_h) / (Q_p + Q_h)$$

式中：C—混合后污染物浓度，mg/L；

C_p —排放废水中的污染物浓度，mg/L；

Q_p —废水排放量，m³/s；

C_h —河流上游污染物浓度，mg/L；

Q_h —河流流量，m³/s。

中石坝水库扩建新增农灌面积后农灌退水排入青龙河后，青龙河中总氮浓度为1.31mg/L、总磷浓度为0.095mg/L、氨氮浓度为0.149mg/L，总磷、氨氮浓度可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水标准，《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）未对河流总氮设置标准限值，本次环评农灌退水对青龙河总氮影响不予评价。

本次环评对现状农灌退水后青龙河水质（水冬瓜箐汇入青龙河下游1.5km断面）进行了监测，监测结果为总氮5.47mg/L、总磷为0.27mg/L、氨氮为0.374mg/L。中石坝水库扩建后新增农灌退水对青龙河水质影响的预测结果较现状监测结果，总磷、氨氮浓度均有所增大，但仍可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水标准，农灌退水对青龙河水质影响较小。

根据灌区的灌溉制度，退水高峰期发生在7月份左右，此时汛期来临，河段水量丰富，其排放量相对较小。沿途逐渐回归的，属面源排放，经过地面下渗、土壤过滤和河道水体稀释及自净作用后对河道水体的水质影响轻微，更不会影响接纳退水河段的农田取水。

工程营运期间，灌溉采取科学的灌溉措施和完善田间排水系统，尽量减小回归水量。同时考虑到田间的主要污染物为农药和化肥，使用的农药主要为高效低残毒类，化肥主要为氮肥和磷肥，施用量不高，通过土壤渗漏过滤后进入减水河段，故排放进入水体的污染物很少且分散，对水质影响较小。

3、工业退水影响

中石坝水库扩建后工程任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农

田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，工业供水主要是在进行滇中引水蓄水后提供富民工业园区，产生的废水经富民工业园区污水处理厂，经“格栅+混凝沉淀+水解酸化+A²/O生化+MBR深度处理+紫外线消毒”处理工艺进行处理达标后排入青龙河。根据《楚雄市富民工业园区污水处理厂二期工程环境影响报告书》，富民工业园区污水处理厂处理后中水水质中污染物COD、BOD、氨氮需达到《楚雄市富民工业园区污水处理厂二期工程环境影响报告书》要求（COD≤19.68mg/L、BOD≤3.93mg/L、氨氮≤2.07mg/L、氟化物≤2.31mg/L），总磷需达到《楚雄市青龙河入龙川江断面水体达标方案》要求（总磷≤0.3mg/L），其他污染物需达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准中的A标准限值要求。

根据《云南省水功能区划（2014）》《楚雄州水功能区划》（楚政复〔2017〕15号），青龙河划定的一级水功能区为“青龙河楚雄开发利用区”，二级水功能区为“青龙河楚雄景观、工业用水区”，水质现状为IV类，2030年目标水质为III类；但现状水质尚无法满足III类水质要求，根据《楚雄市人民政府办公室关于印发楚雄市青龙河水体达标方案的通知》（楚市政办通〔2022〕6号），青龙河入龙川江口断面水质目标为2025年达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准要求，项目现处于环境影响评价阶段，建设工期计划为18个月，则项目拟建成运营为2027年，因此本次环评预测工业退水影响，在2030年前青龙河参照执行IV类水质标准，2030年后青龙河参照执行III类水质标准。

（1）预测因子

根据《楚雄市富民工业园区污水处理厂二期工程环境影响报告书》，富民工业园区污水处理厂处理的污水主要来源于园区内太阳能电池片生产、单晶硅拉棒及切片、工业大麻加工等企业排放的废水，废水污染物主要为：COD、BOD、SS、氨氮、总氮、总磷、氟化物等，故本次环评预测分析工业退水影响选取预测因子为COD、BOD、氨氮、总氮、总磷、氟化物。

（2）混合过程段

采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）推荐的完全混合段长度计算公式：

$$L_m = \left\{ 0.11 + 0.7 \left[0.5 - \frac{a}{B} - 1.1 \left(0.5 - \frac{a}{B} \right)^2 \right]^{1/2} \right\} \frac{uB^2}{E_y}$$

式中：L_m—混合长度，m；

B—水面宽度，m；

a—排放口到岸边的距离，m；

u—断面流速，m/s；

E_y—污染物横向扩散系数，m²/s；B/H<100时，E_y=
(0.058H+0.0065B)√gHI；

I—河流水力坡度，青龙河为0.077%，龙川江为0.051%。

根据水文资料，本次预测采用的参数见下表。

表 6.1-42 项目预测参数表

河流名称	预测时段	水面宽度 /m	排放口到岸边的距离 a/m	H 平均水深/m	u 河流断面评价流速 m/s	E _y 污染物横向扩散参数 m ² /s	L 完全混合段长度 /m	流量 m ³ /s
青龙河	枯水期	12.98	0	0.7	0.024	0.009087	196.69	0.268
	丰水期	12.98	0	1.2	0.054	0.014659	274.34	0.888
龙川江	枯水期	50	0	1.4	0.018	0.033995	585.13	1.278
	丰水期	50	0	2.6	0.036	0.054266	733.12	4.768

注：青龙河、龙川江流量较《楚雄市富民污水处理厂二期工程环境影响报告书》中增加中石坝水库扩建后新增下泄生态流量 151 万 m³。

(3) 预测模式及参数选择

本项目预测河段宽深比<20，不满足HJ2.3-2018中7.7.2a中视为矩形河流的条件；本项目预测断面河流比较顺直，弯曲系数比<1.3，可视为平直河段。本项目污染源排放特性为：连续、稳定排放，因此根据导则表4，模型时间分类，属于稳态。因此，本次评价河流数学模型在完全混合浓度采用零维模型，完全混合后至评价范围止点采用纵向一维模型。

①完全混合模式

$$C = (C_p Q_p + C_h Q_h) / (Q_p + Q_h)$$

式中：C—混合后污染物浓度，mg/L；

C_p—排放废水中的污染物浓度，mg/L；

Q_p—废水排放量，m³/s；

C_h—河流上游污染物浓度，mg/L；

Q_h—河流流量，m³/s。

②河流纵向一维模型方程的简化、分类判别条件（即：O'Connor数和贝克来数Pe的临界值），选择相应的解析公式。

$$\alpha = \frac{kE_x}{u^2}$$

$$P_e = \frac{uB}{E_x}$$

式中： α —O'Connor数，量纲为1，表征物质离散降解通量与移流通量的比值；

k —污染物综合衰减系数，s⁻¹；

P_e —贝克来数，量纲为1，表征物质移流通量与离散通量的比值；

E_x —污染物纵向扩散参数，m²/s，本项目预测地表水体为河流，采用爱尔德公式： $E_x=5.93H\sqrt{gHI}$ 。

经计算，项目采用的 α 值和 P_e 值见下表。

表 6.1-43 项目采用的 α 值和 P_e 值计算结果表

河流	预测时段	污染物	k 污染物综合衰减系数 s ⁻¹	河流流速 m/s	B 水面宽度 m	Ex 污染物纵向扩散参数 m ² /s	α 值	P_e 值
青龙河	枯水期	COD	0.00000174	0.024	12.98	0.302	0.00091	1.033
		BOD	0.00000185				0.00097	
		氨氮	0.00000116				0.00061	
		总磷	0.00000036				0.00019	
		总氮	0.00000036				0.00019	
		氟化物	0				0	
	丰水期	COD	0.00000174	0.054	12.98	0.677	0.00040	1.035
		BOD	0.00000185				0.00043	
		氨氮	0.00000116				0.00027	
		总磷	0.00000036				0.00008	
		总氮	0.00000036				0.00008	
		氟化物	0				0	
龙川江	枯水期	COD	0.00000174	0.018	50	0.6945	0.00373	1.296
		BOD	0.00000185				0.00397	
		氨氮	0.00000116				0.00249	
		总磷	0.00000036				0.00077	
		总氮	0.00000036				0.00077	
		氟化物	0				0	
	丰水期	COD	0.00000174	0.036	50	1.7576	0.00236	1.024
		BOD	0.00000185				0.00251	
		氨氮	0.00000116				0.00157	
		总磷	0.00000036				0.00049	
		总氮	0.00000036				0.00049	
		氟化物	0				0	

COD、氨氮衰减系数来源于《楚雄州水功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制方案》：河流水功能区化学需氧量（COD）k值为0.1~0.351d⁻¹，本项目取0.15d⁻¹；氨氮K值为0.05~0.3d⁻¹，本项目取0.1d⁻¹，总磷、总氮衰减系数来源于《浅析水域纳污能力计算在工程中的运用》中取值0.031d⁻¹；BOD5降解速率引用石维、刘德文等《海河流域河流污染物综合降解系数研究》（华北水力水电大学学报[自然科学版]2021年2月），取0.16d⁻¹；氟化物基本不会衰减，衰减系数取0。

根据计算结果，α值<0.027、Pe值>1，根据地表水导则附录E3.2-1，本次地表水预测适用对流降解模型。

$$C = C_0 \exp\left(-\frac{kx}{u}\right) \quad x \geq 0$$

式中：C—距离x处污染物的浓度，mg/L；

C₀—初始断面污染物浓度，mg/L；

x—河流沿程坐标，m；x=0指排放口处，x>0指排放口下游段，x<0指排放口上游段。

u—河流断面平均流速，m/s；

k—污染物综合衰减系数，s⁻¹。

(4) 河流初始本底值

本次环评对青龙河进行了现状监测，故本次预测2030年前时间段青龙河选取青龙河上富民工业园区排污口上游最近监测断面现状监测最大值作为背景值进行预测，龙川江选取《楚雄市富民工业园区污水处理厂二期工程环境影响报告书》中对龙川江的实测最大值作为背景值。2030年规划青龙河水质目标为Ⅲ类，但现状尚未达到，本次环评以青龙河环境质量得以改善，实现达到地表水Ⅲ类水质目标的情景下进行模拟预测，故现状未达到Ⅲ类水质的因子以地表水Ⅲ类水环境质量浓度作为预测背景值预测2030年后工业退水影响。

表 6.1-44 青龙河、龙川江预测背景值 单位：mg/L

河流	预测时段	COD	BOD	氨氮	总磷	总氮	氟化物	
青龙河	2030年前	枯水期	23	4.6	0.374	0.28	5.47	0.39
		丰水期	18	3.9	0.364	0.12	3.98	0.67
	2030年	枯水期	20	4	0.374	0.2	3.98	0.39
		丰水期	18	3.9	0.364	0.12	3.98	0.67
龙川江	枯水期	20	2.8	0.27	0.08	6.86	0.44	
	丰水期	14	3.3	0.06	0.101	4.83	0.23	

(5) 工业退水水质浓度

本次评价预测富民工业园区污水处理厂排水在枯水期、丰水期分别对青龙河和龙川江的影响。

根据楚雄磐源环境检测有限公司2024年1~10月对富民工业园区污水处理厂出水水质检测报告，富民工业园区污水处理厂排水水质情况见下表。

表 6.1-45 富民工业园区排水水质 单位：mg/L

污染物	流量	COD	BOD	氨氮	总磷	总氮	氟化物
排放浓度	0.255m ³ /s	18.707	1.363	1.441	0.098	6.433	2.31
注：流量以富民工业园区污水处理厂远期许可排水水量 2.2 万 m ³ /d 核算； COD、BOD、氨氮、总磷、总氮排放浓度为楚雄磐源环境检测有限公司 2024 年 1~10 月对富民工业园区污水处理厂出水水质检测数据平均值，因富民工业园区污水处理厂未对氟化物进行监测，故氟化物排放浓度以排放限值进行预测。							

(6) 预测结果

本次环评预测富民工业园区污水处理厂排水进入青龙河、龙川江后对其的水质浓度影响，预测结果见下表。

表 6.1-46 2030 年前丰水期富民工业园区污水处理厂排放的废水对青龙河、龙川江水质的影响预测结果

河段	计算点离排放口 流线距离/m	COD 预测浓度 mg/L	BOD 预测浓度 mg/L	氨氮预测浓度 mg/L	总磷预测浓度 mg/L	总氮预测浓 度 mg/L	氟化物预测浓 度 mg/L	备注
青龙河	275	17.998	3.303	0.601	0.115	4.519	1.036	完全混合段
	500	17.868	3.277	0.598	0.115	4.512	1.036	
	1000	17.582	3.222	0.591	0.114	4.497	1.036	
	1500	17.301	3.167	0.585	0.114	4.482	1.036	
	3420	16.263	2.965	0.561	0.112	4.425	1.036	青龙河入龙川江
	地表水IV类标准	≤30	≤6	≤1.5	≤0.3	/	≤1.5	
	达标情况	达标	达标	达标	达标	/	达标	
龙川江	733	13.856	3.127	0.135	0.102	4.732	0.357	完全混合段
	1000	13.678	3.085	0.135	0.102	4.719	0.357	
	1500	13.351	3.006	0.132	0.101	4.695	0.357	楚雄市第二污水 处理厂汇入前
	地表水IV类标准	≤30	≤6	≤1.5	≤0.3	/	≤1.5	
	达标情况	达标	达标	达标	达标	/	达标	

表 6.1-47 2030 年前枯水期富民工业园区污水处理厂排放的废水对青龙河、龙川江水质的影响预测结果

河段	计算点离排放口 流线距离/m	COD 预测浓度 mg/L	BOD 预测浓度 mg/L	氨氮预测浓度 mg/L	总磷预测浓度 mg/L	总氮预测浓 度 mg/L	氟化物预测浓 度 mg/L	备注
青龙河	197	20.160	2.976	0.886	0.191	5.922	1.326	完全混合段
	500	20.163	2.907	0.873	0.190	5.895	1.326	
	1000	19.445	2.789	0.852	0.188	5.851	1.326	
	1500	18.753	2.692	0.832	0.187	5.807	1.326	
	3420	16.316	2.321	0.758	0.182	5.643	1.326	青龙河入龙川江
	地表水IV类标准	≤30	≤6	≤1.5	≤0.3	/	≤1.5	
	达标情况	达标	达标	达标	达标	/	达标	
龙川江	585	18.297	2.558	0.341	0.097	6.572	0.594	完全混合段
	1000	17.577	2.452	0.332	0.096	6.517	0.594	
	1500	16.748	2.329	0.322	0.095	6.453	0.594	楚雄市第二污水 处理厂汇入前

	地表水IV类标准	≤30	≤6	≤1.5	≤0.3	/	≤1.5	
	达标情况	达标	达标	达标	达标	/	达标	

表 6.1-48 2030 年丰水期富民工业园区污水处理厂排放的废水对青龙河、龙川江水质的影响预测结果

河段	计算点离排放口 流线距离/m	COD 预测浓度 mg/L	BOD 预测浓度 mg/L	氨氮预测浓度 mg/L	总磷预测浓度 mg/L	总氮预测浓度 mg/L	氟化物预测浓度 mg/L	备注
青龙河	275	17.998	3.303	0.601	0.115	4.519	1.036	完全混合段
	500	17.868	3.277	0.598	0.115	4.512	1.036	
	1000	17.582	3.222	0.591	0.114	4.497	1.036	
	1500	17.301	3.167	0.585	0.114	4.482	1.036	
	3420	16.263	2.965	0.561	0.112	4.425	1.036	青龙河入龙川江
	地表水III类标准	≤20	≤4	≤1.0	≤0.2	/	≤1.0	
	达标情况	达标	达标	达标	达标	/	超标	
龙川江	733	13.856	3.127	0.135	0.102	4.732	0.357	完全混合段
	1000	13.678	3.085	0.134	0.102	4.719	0.357	
	1500	13.351	3.006	0.132	0.101	4.695	0.357	楚雄市第二污水处理厂汇入前
	地表水IV类标准	≤30	≤6	≤1.5	≤0.3	/	≤1.5	
	达标情况	达标	达标	达标	达标	/	达标	

表 6.1-49 2030 年枯水期富民工业园区污水处理厂排放的废水对青龙河、龙川江水质的影响预测结果

河段	计算点离排放口 流线距离/m	COD 预测浓度 mg/L	BOD 预测浓度 mg/L	氨氮预测浓度 mg/L	总磷预测浓度 mg/L	总氮预测浓度 mg/L	氟化物预测浓度 mg/L	备注
青龙河	197	19.095	2.673	0.886	0.150	5.161	1.326	完全混合段
	500	18.680	2.612	0.873	0.149	5.137	1.326	
	1000	18.015	2.513	0.852	0.148	5.099	1.326	
	1500	17.374	2.418	0.832	0.147	5.061	1.326	
	3420	15.116	2.085	0.758	0.143	4.917	1.326	青龙河入龙川江
	地表水III类标准	≤20	≤4	≤1.0	≤0.2	/	≤1.0	
	达标情况	达标	达标	达标	达标	/	超标	
龙川江	585	18.100	2.520	0.338	0.090	6.447	0.648	完全混合段
	1000	17.389	2.415	0.332	0.089	6.394	0.648	

	1500	16.568	2.294	0.322	0.088	6.330	0.648	楚雄市第二污水处理厂汇入前
	地表水IV类标准	≤30	≤6	≤1.5	≤0.3	/	≤1.5	
	达标情况	达标	达标	达标	达标	/	达标	

中石坝水库扩建并进行滇中引水后为富民工业园区进行供水，富民工业园区企业产生的废水收集进富民工业园区污水处理厂处理达标后外排进入青龙河。本次环评以中石坝水库扩建后生态下泄流量增加至331万m³（较现状180万m³增加了151万m³），富民工业园区污水处理厂远期排水2.2万m³/d进行预测。

根据预测结果，2030年前，富民工业园区污水处理厂排水正常排放情况下，经过完全混合后，预测因子COD、BOD、氨氮、总磷和氟化物均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类水体标准限值；在3420m后汇入龙川江，也未改变龙川江IV类水体的水质要求。对比本次环评楚雄市富民工业园区污水处理厂工业入河排污口下游1.5km断面、W9青龙河汇入龙川江上游500m断面现状监测值，中石坝水库扩建后增加生态下泄流量，COD、BOD、总磷浓度减小，青龙河水质会稍有改善。

根据预测结果，2030年前，富民工业园区污水处理厂排水正常排放情况下，经过完全混合后，预测因子COD、BOD、氨氮、总磷、总氮和氟化物对比《楚雄市富民工业园区污水处理厂二期工程环境影响报告书》中预测值均减小，主要原因为现状富民工业园区污水处理厂已建成运营，本次环评预测时选取富民工业园区污水处理厂排水实测值进行预测，而富民工业园区污水处理厂二期工程环境影响报告中选取各污染因子排放标准限值进行预测，富民工业园区污水处理厂排水实测浓度均比排放限值低。

2030年后，在青龙河现状水质部分因子未达到III类水体要求而采用GB3838-2002中III类水体标准限值进行预测的情景下，根据预测结果，富民工业园区污水处理厂排水正常排放情况下，经过完全混合后，预测因子COD、BOD、氨氮、总磷均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类水体标准限值要求。在3420m后汇入龙川江，也未改变龙川江IV类水体的水质要求。且COD预留有18.68%~24.42%安全余量、BOD预留有25.87%~47.87%安全余量、氨氮预留有24.2%~43.9%安全余量、总磷预留有28.5%~44%安全余量，满足地表水环境质量管理及安全余量要求（III类水体要求有10%安全余量）。但本次环评未收集到富民工业园区污水处理厂排水中氟化物的实测值，采用氟化物排放标准限值进行预测，在3420m后汇入龙川江时氟化物未达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类水体标准限值要求，超标率

为3.6%，但汇入龙川江后未改变龙川江IV类水体的水质要求，对龙川江的增量影响不大。

《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）对河流中总氮未设置标准限值，且根据中华人民共和国生态环境部部长信箱2020年8月10日对“关于地表水质量标准中总氮限值问题的回复：总氮不作为日常水质评价标准，必要时可作为参考指标单独评价。”因此，本次环评总氮作为参考指标单独进行评价。根据预测结果，富民工业园区污水处理厂总氮达标排入青龙河完全混合后的浓度为4.519mg/L，青龙河总氮背景浓度值为3.98mg/L，富民工业园区污水处理厂正常排污对青龙河的总氮增量为0.135倍；在行进3420m汇入龙川江完全混合后的浓度为4.732mg/L，龙川江总氮背景浓度值为4.83mg/L，富民工业园区污水处理厂正常排污对龙川江的总氮影响不大。从上述情况看，富民工业园区污水处理厂排污是青龙河总氮升高的主要原因。

本次环评总氮预测值对比《楚雄市富民工业园区污水处理厂二期工程环境影响报告书》中预测值减小，主要原因为本次环评预测时选取富民工业园区污水处理厂排水中总氮实测值进行预测，而富民工业园区污水处理厂二期工程环境影响报告中选取总氮排放标准限值进行预测，富民工业园区污水处理厂排水实测浓度（6.433mg/L）比排放限值（15mg/L）低。

本环评建议严格要求富民工业园区污水处理厂排水水质控制，不得超过排放标准限值要求；提议富民工业园区污水处理厂尽可能完善废水工艺，减小排水污染物浓度。

综上，在严格控制富民工业园区污水处理厂排水水质的前提下，工业退水对青龙河水质影响较小。

6.1.4泥沙情势变化影响分析

中石坝水库坝址以上径流区内土壤侵蚀类型主要为水蚀，因此河流输沙与降水具有一致性。楚雄市属北亚热带干燥季风气候区，干雨季分明。大气环流随季节的变化亦有明显的差异。每年的11月至次年的4月，在高空强盛大陆性干燥偏北气流的控制下，天气晴朗少雨，光照充足，蒸发量大。其降水量仅占全年降水量的10%左右。5月至10月由于受东南和西南暖湿气流的影响，雨量充沛、降水日数增多，该时期降水量90%左右。其中7、8月占45%左右。区内降

水主要集中在5-10月份，导致河段年内输沙主要集中在雨季5-10月份。

在工程施工期间，溢洪道、输水隧洞等建筑物的施工对现有水体有一定的扰动，大量的泥沙将被搅起并携入水体中，使水体的泥沙含量增加。该影响仅限于施工期，影响时间较短，而且影响仅限于施工区局部，影响较小。

在水库正常运行期间，中石坝水库库区河床落差小，水库建成后，挡水建筑物壅高了库区水位，形成壅水曲线，水深沿流程加大，流速则沿程降低，水流可以挟带的沙量也沿程递减，水库壅水明流产生淤积。坝址以上入库的全部推移质及大部分悬移质泥沙均被拦蓄在水库内，下泄水含沙量大大降低。

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，水库来沙量估算采用由实测资料估算成果，水库多年平均泥沙淤积量为4.90万 m^3/a 。水库坝址以上流域多年推移质输沙量占多年平均悬移质输沙量的比例，山区性河流取0.15~0.3，本流域取0.2。经计算，中水库多年平均入库泥沙量为6.63万t，其中悬移质来沙量为5.53万t，推移质来沙量1.10万t。泥沙容重悬移质取 $1.3T/m^3$ ，推移质取 $1.7T/m^3$ ，经计算，中石坝水库多年平均悬移质输沙量为4.25万 m^3 ，多年平均推移质输沙量为0.65万 m^3 。中石坝水库库区中段库身狭窄，泥沙淤积主要分布在库区前后两段，占了总淤积量的78%左右。随着水库运行年限的增加，三角洲逐渐向坝前推进，水库运行50年后坝前泥沙淤积高程为1827.85m。低于输水隧洞进口取水井井顶高程0.05米。因此，泥沙淤积对取水口不会产生影响。

6.2地下水环境影响分析

6.2.1库周地下水影响分析

1、坝址枢纽区施工影响

水库枢纽区为红层，岩石均为砂、泥质碎屑建造。受岩性控制，地下水类型单一，主要为碎屑岩层间裂隙水和松散岩类孔隙水。松散岩类孔隙水主要接受大气降水及基岩裂隙水补给，由于该含水层的分布受地形条件的限制，多分布于河流、沟谷边缘，因此径流短，沿河流、沟谷排泄，地下水补给河水。碎屑岩类裂隙水主要接受大气降水补给，沿基岩裂隙径流，在冲沟地部和河流两岸呈散流或小泉的形式排泄。地下水位一般高于河水位，地下水补给河水。

本工程新建左岸输水隧洞总长319m，采用C30钢筋砼衬砌，对开挖面附近

局部小范围的地下水水位和水质影响较小。

2、淹没影响

根据可研，水库正常蓄水位以下库区不存在有开采价值的矿产资源、文物保护单位。水库扩建前正常蓄水位1836.4m、死水位1825.8m，扩建后正常蓄水位1841.5m、死水位1828.4m，水库扩建完成正常蓄水后，水库淹没：耕地17.59亩（均为旱地）、林地176.81亩（乔木林60.39亩，灌木林1.76亩，公益林114.66亩）、交通运输用地（农村道路）0.68亩。

坝址以上地区地表水与地下水有着紧密的关系，水库扩建完成后，蓄水位增加5.1m，库区正常蓄水后水位升高，该区域的地下水位也随之上升。水位上升时，河岸两侧附近发生潜水的非稳定运动，水位上升到一定程度后可基本达到稳定状态。

3、库岸稳定影响

根据可研工程地质，库盆两岸大部分地段基岩裸露，岩层倾向山内，未见大的滑坡、崩塌等不良物理地质现象，山坡的整体稳定性好，水库边岸较为稳定，库区水位的升降不会对边岸稳定产生影响。因此，水库扩建完成蓄水后，水位上升对库周边岸影响不大。

4、水库渗漏影响

根据可研，中石坝水库库区东边无低邻谷存在，其西边平距1km左右的周起河、大桥头一带比水库正常高水位低20余米，成为水库的低邻谷，然而从岩性分布上看库盆范围内全为北垭系高丰寺组（K1g）砂岩夹泥岩分布，无大的断裂影响破坏，泥岩可视为相对隔水层，再加之两岸山体宽厚，地下水位高于河水位，地下水补给河水，虽然库盆西边存在低邻谷，但库水不会向西边邻谷渗漏。据多年蓄水情况及库区地质条件分析，库区其余地段不存在邻谷渗漏问题。

坝址区及溢洪道处为小背斜通过处，高丰寺组（K1g）砂岩岩体结构完整性稍差，虽然建坝时作了清基，但库水向下游渗漏的途径决定于基岩的岩石透水率，现状是已经沿坝轴线进行了基础帷幕灌浆，并深入坝下11~15m，两岸坝肩也作了适当帷幕灌浆处理，现状条件下不会产生向下游渗漏问题。但随着加坝扩建，水头抬高，两坝肩还应作加长加强帷幕灌浆处理。本次扩建坝肩帷

幕灌浆的处理措施为：对左右岸坝肩帷幕灌浆进行补强及延伸，帷幕灌浆总长度为205m，总共布置灌浆钻孔102个，其中右岸灌浆长度为58m，布置灌浆孔29个，深度控制在16~30m；左岸顺轴线延伸至溢洪道左岸，左岸灌浆长度147m，布置灌浆孔73个，深度控制在21~38m。总计帷幕灌浆钻孔工程量1978m，其中坝土非灌浆段22m，坝土灌浆段18.4m，岩石非灌浆段393.1m，岩石灌浆段1549.5m。

综上，中石坝库区地层单一，山体宽厚，周边无低邻谷。岩石为长石石英砂岩、粉砂岩，为相对隔水层，地下水分水岭与地表水分水岭一致。因此，水库不存在邻谷渗漏问题，不存在通往库外渗漏通道。

5、水质影响

水库蓄水水位抬升后，库周淹没范围增大，但淹没区内未发现盐岩、石膏等影响水质的矿产分布，也未发现影响水质的重金属矿分布，根据2021年9月对库尾上游、坝址下游的地下水监测结果，各项指标达到地下水Ⅲ类标准。根据中石坝水库于2006年除险加固后运行至今，地下水水质未发生明显变化。因此，预测水库蓄水及运营过程中，对地下水水质不会产生不良的影响。

6、对地下水敏感目标的影响

根据工程地质调查，评价区无集中式饮用水水源，也未分布有其他特殊地下水资源（热水、矿泉水、温泉等）保护区等地下水环境敏感区。

6.2.2坝址下游地下水影响分析

1、水位影响

中石坝水库蓄水期间，坝址下游流量相对减少，青龙河水位下降，地下水水位也相应下降，但水位下降幅度有限，影响范围为河流两侧。根据《地下水资源勘察规范》（SL454—2010），影响半径经验值判断：粉细砂层影响范围在100m以内，粗砂~砾石影响范围600m以内。总体而言地下水影响范围较小。

水库正常运行期间，青龙河道内、外生态流量较扩建前增加，地下水位较扩建前同时期相较升高。

2、水质影响

（1）施工期废水

施工期废水包括施工生产废水和施工人员生活污水。其中，施工生产废水

主要包括灌浆废水、基坑排水及施工机械、车辆冲洗废水，施工生产废水经临时沉淀池收集处理后回用于施工场地及道路洒水降尘，不外排。施工人员生活污水生活区建有旱厕（临时化粪池），生活污水经无害化处理后污染物浓度低，作为农家肥用于水库周边农田肥料，不外排。

本项目开挖土石方新建隧洞开挖弃渣均及时用于库区垫地回填、边坡防护，项目未设置弃渣场，项目土石方“挖填平衡”，无永久弃渣产生，临时堆放的淋溶水对地下水水质的影响不大。

综上，中石坝水库扩建项目施工期生产废水、生产生活污水对地下水水质影响不大。

（2）运行期废水

运行期仅水库管理房有极少量生活污水产生，该部分污水利用管理房化粪池处理，处理后水分蒸发损耗，污泥定期清掏用作农肥。因此，运行期管理人员生活污水对地下水水质影响不大。

（3）隧洞内水质污染风险

项目新建左岸引水隧洞期间，周边地下水有可能渗入隧洞，污染引水水质。根据可研设计，新建隧洞长319m，采用混凝土衬砌，工程量小、施工周期较短。经现场调查，本项目新建引水隧洞施工不涉及矿产资源分布，现状地下水水质良好，因此地下水渗入引发污染水质风险的概率很小。

6.3 大气环境影响分析

6.3.1 施工期

施工期对大气环境产生影响的主要包括施工场地扬尘、爆破粉尘、交通运输扬尘、施工机械燃油废气等。

1、施工场地扬尘影响分析

随着工程开展，爆破、主体工程区施工、施工便道修建等引起的空气和地面的振动都是导致粉尘、扬尘污染的主要途径。粉尘、扬尘污染程度与工程施工区风速、道路积尘量、爆破次数等因素有直接关系，污染的防治可通过对各因素的控制降低污染影响。工程建设产生粉尘、扬尘、机械燃油烟气等，将使施工区周边空气质量下降。

废气的排放特性为间歇性、流动性排放，每天的排放量较小，在排放的同

时就得以不断稀释。扬尘则属于较容易沉降的污染物，其影响在扩散的过程当中就已经开始消减，无法形成积累，且扬尘主要源于部分施工区域和工程运输道路附近，影响范围较有限。研究表明，当粒径为 $250\mu\text{m}$ 时，主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。根据现场的气候不同，其影响范围也有所不同。根据同类工程实际调查资料，在采取防尘措施时，扬尘的影响范围基本上控制在 150m 以内不超过 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ ， 200m 左右TSP浓度贡献值降至 $0.39\text{mg}/\text{m}^3$ 。如果采取的防尘措施不得力， 250m 以内将会受到施工扬尘较大的影响，贡献值可达 $1.26\text{mg}/\text{m}^3$ ； 350m 以外减少到 $0.69\text{mg}/\text{m}^3$ ； 450m 以外可减少到 $0.44\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。如果不采取措施， 450m 以内将会受到施工扬尘的严重影响，施工现场周围的TSP浓度大幅超标。

施工过程中对施工物料进行覆盖遮挡、加强施工区域洒水降尘，在严格落实大气污染防治措施后，工程施工排放的废气量可得到有效消减，且水库枢纽工程施工区域植被分布广泛，对扬（粉）尘具有良好的阻隔作用，因此本工程的粉尘、扬尘及燃油烟气等对评价区的空气环境影响较小，同时考虑到工程所处的地区有利于空气的流通，则可进一步减轻上述不利影响。

2、爆破粉尘影响分析

本项目在隧洞开挖期间需进行爆破，炸药在爆炸过程中产生高温高压膨胀气体（炮烟），这部分气体中除含有大量粉尘外，还含有 CO 、 NO_2 、 C_mH_n 等污染物质。隧洞爆破后将使隧洞内污染物浓度升高，会对施工人员造成影响。需要根据《水电水利工程施工安全防护设施技术规范》（DL5162—2013）《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）等相关规定，采取相应的环境保护措施：通风系统在爆破后应立即重新启动，并充分防止危险或有害灰尘、气体的积聚及空气的污染。对整个通风系统进行有计划的检查和维修，并做适当的记录。每天应检查洞内空气流速并做记录；爆破前后应往可能起灰裸露面洒水，从而降低爆破的大气环境影响。同时应做好施工通风与施工人员的劳动保护。且爆破作业持续时间短，对坝址枢纽区施工人员产生的影响较小。

3、交通运输扬尘影响分析

本工程施工期交通对环境空气的影响主要包括车辆运输过程中产生的扬尘

和尾气排放的影响。

国家已经对出厂及正在投入行驶的各类机动车辆制定了严格的检测、限制要求，施工期使用的运输车要求选择达到相应国家标准的车辆，其尾气排放中的主要污染物CO、NO₂等对沿线环境的影响很小。

施工交通主要是大型车辆运输砂石料、水泥、弃渣等，运输过程中产生的TSP等对沿线的环境将产生一定影响。项目施工区域内道路为混凝土和泥结碎石路面，为保障安全、减小扬尘，限制行驶车速20km/h，尘粒在空气中的传播扩散情况与风速等气象条件有关，也与尘粒本身的沉降速度有关。不同粒径的尘粒的沉降速度见下表。

表 6.3-1 不同粒径尘粒的沉降速度

粒径 (μm)	10	20	30	40	50	60	70
沉降速度 (m/s)	0.003	0.012	0.027	0.048	0.075	0.108	0.147
粒径 (μm)	80	90	100	150	200	250	350
沉降速度 (m/s)	0.158	0.170	0.182	0.239	0.804	1.005	1.829
粒径 (μm)	450	550	650	750	850	950	1050
沉降速度 (m/s)	2.211	2.614	3.016	3.418	3.820	4.222	4.624

由表可知，尘粒的沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为250μm时，沉降速度为1.005m/s，因此可以认为当尘粒大于250μm时，主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。据类比分析，在正常风速等天气条件下运输过程中扬尘浓度随距离增加而迅速降低，一般情况下，在自然风作用下，道路扬尘影响范围在100m以内；在大风天气，扬尘量及影响范围将有所扩大，但通常在下风向150m范围内，施工道路扬尘浓度可达《环境空气质量标准》（GB3095-2012）级标准。施工道路扬尘具有明显局地污染特征，类比同类工程施工经验，在车辆行驶路面实施洒水抑尘措施，可使扬尘量减少80%；另外，施工车辆装载时通过采取篷布加盖措施等可有效减免物料洒落，减免施工道路扬尘。

4、施工机械燃油废气

柴油在燃烧过程中将产生SO₂、CO、NO₂、C_mH_n等污染物质，工程燃油废气的排放主要集中于坝址枢纽区。废气容纳环境较大，经过稀释和净化后，对空气环境质量不会造成明显的影响。加之施工区植被状况良好，有较大的环境容量，因此，施工区大气污染物浓度的局部增加不会使当地大气环境质量发生质的变化。

5、对环境敏感目标的影响分析

根据施工布置，项目施工区域周边200m范围内有周溪河散户、外石坝、下马房、上马房、郭家村、彭家村、平地村、袁家村、小白喇散户、胡家村散户等，上述村庄和居民点等敏感点可能在施工期受到短时间内的大气污染影响，主要是粉尘影响。

表 6.3-2 施工废气对关心点的影响及措施

工程施工位置	关心点	对关心点影响及保护措施
枢纽工程区东北侧	周溪河散户，16人	有林木阻隔，施工过程中加强施工区域洒水降尘
枢纽工程区东侧	外石坝，150人	施工过程产生的扬尘对关心点会有一定影响，施工材料堆放区域设置施工围挡、进行临时覆盖，加大洒水降尘频率
库区垫地区西侧	下马房，384人	
河道整治区西侧	上马房，56人	
库区垫地区东侧	郭家村，284人	
库区垫地区东侧	彭家村，284人	
库区垫地区西侧	平地村，140人	
库区垫地区南侧	袁家村，170人	设置施工围挡，加大洒水降尘频率
施工便道东北侧	小白喇散户，72人	施工车辆装载时通过采取篷布加盖措施等可有效减免物料洒落，减免施工道路扬尘
施工便道北侧	胡家村散户，20人	

根据前文各废气影响分析，项目施工区采取设置施工围挡、进行临时覆盖、进行洒水降尘等措施后，产生的粉尘量经空气稀释、林木阻隔、沉降等作用后对周边环境敏感目标影响较小。

6.3.2运行期

运行期大气污染物主要是水库管理区人员活动产生的食堂油烟。

食堂主要使用电和液化石油气等清洁能源，运行期的废气主要是食堂烹饪油烟。就餐人员10人/d，油烟废气经净化效率为65%油烟净化装置处理后，引入室外排放。油烟排放量为2.1g/h，排放浓度小于2.0mg/m³，满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）中最高允许排放浓度限值要求。项目废气排放量小，周边植被覆盖率较高，环境容量大，油烟稀释扩散后对周边环境影响较小。

6.4声环境影响分析

6.4.1施工期

1、施工噪声源强

项目建设施工过程中推土机、挖掘机、装卸机和运输车辆等机械作业和车辆运输会产生噪声（施工期噪声源强详见表4.3-4）。由于施工场地的噪声源主

要为高噪声施工机械，这些机械的单体声级一般均在70dB（A）以上，施工噪声贯穿于施工的全过程，机械施工时的噪声具有突发性、无规则、不连续、高强度等特点，施工机械的噪声与设备的工作状态、机械功率等因素有关。

2、敏感目标

根据工程布置及评价区内声环境敏感目标分布情况，工程区内17个声环境敏感目标根据受影响程度可分为施工作业噪声影响型和施工交通运输噪声影响型两类。声环境敏感目标情况见下表。

表 6.4-1 声环境敏感保护目标一览表

序号	类型		敏感目标	最近直线距离 (m)	影响时段	备注
1	施 工 噪 声	枢纽工程 区	周溪河散户	110	6:00~22:00	夜间禁止施工工 作
2			外石坝	194		
3		库区河道 整治工程 区	下马房	25		
4			上马房	56		
5			郭家村	70		
6			彭家村	130		
7			平地村	25		
8			袁家村	20		
9	施工交通运输噪 声		小白喇散户	16	24h	夜间减速慢行， 车流量减小
10			胡家村散户	112		

注：因上述目标距离工程区较近，为减小噪声对临近工程区居民生产生活的影响，环评要求夜间禁止施工。

3、施工噪声影响预测

(1) 预测内容

按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）的要求，预测内容为：

①预测砼搅拌机、风钻、打夯机等固定声源和挖掘机、自卸汽车、推土机等流动声源对施工边界的噪声贡献值，进行叠加后作为最终的场界噪声贡献值；

②预测砼搅拌机、风钻、振捣器、打夯机等固定声源和挖掘机、自卸汽车、推土机等流动声源对声环境敏感目标的噪声贡献值，再叠加声环境敏感目标处的噪声现状值作为最终的预测值；

③施工爆破影响分析；

④根据噪声二级评价要求，评价施工边界噪声贡献值达标情况、环境敏感目标处的声环境达标情况，并提出相应的噪声防治措施。

(2) 预测模式

噪声从声源传播到受声点，会因传播距离、阻挡物的反射与屏障等因素的影响而产生衰减。施工机械噪声预测采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中推荐的无指向性点源户外声传播衰减模式，公式如下：

$$L_i=L_1-20lg(r_i/r_1)$$

式中： L_i —与声源相距 r_i （m）处的施工机械噪声级（dB）；

L_1 —与声源相距 r_1 （m）处的施工机械噪声级（dB）。

噪声源强取中值，为预测噪声对周围环境的影响，考虑最不利情况，即忽略建筑物墙体和植被等遮挡物对噪声的衰减、空气吸收引起的衰减、地面效应引起的附加衰减。通过计算，各施工机械不同距离噪声影响范围见下表6.4-2。联合作业噪声叠加采用声能叠加求出预测点的综合噪声级，公式如

$$LA=10lg[\sum 10^{0.1Li}]$$

式中： L_i —第 i 个声源在预测点的声级，dB（A）；

LA —某预测点噪声总叠加值，dB（A）；

n —声源个数。

(3) 预测结果

表 6.4-2 施工噪声预测结果一览表 单位: dB (A)

施工机械		单台 1m 处噪声源强 dB (A)	距声源不同距离 (m)											
			5	10	20	30	50	80	100	150	200	300	400	500
施工机械噪声	钻机	88	74	68	62	58	54	50	48	44	42	38	36	34
	蛙式打夯机	75	61	55	49	45	40	37	35	31	29	25	23	21
	灰浆搅拌机	78	64	58	52	48	46	40	38	34	32	28	26	24
	输送泵	80	66	60	54	50	47	42	40	36	34	30	28	26
	振动器	75	61	55	49	45	42	37	35	31	29	25	23	21
	灌浆机	85	71	65	59	55	53	47	45	41	39	35	33	31
	钢筋切断机	70	56	50	44	40	36	32	30	26	24	20	18	16
	空压机	85	71	65	59	55	54	47	45	41	39	35	33	31
	汽车起重机	85	71	65	59	55	50	47	45	41	39	35	33	31
	浇筑设备	85	71	65	59	55	51	47	45	41	39	35	33	31
	自卸汽车	85	71	65	59	55	51	47	45	41	39	35	33	31
	推土机	82	68	62	56	52	48	44	42	38	36	32	30	28
	翻斗机	85	71	65	59	55	51	47	45	41	39	35	33	31
	装载机	85	71	65	59	55	51	47	45	41	39	35	33	31
	挖掘机	85	71	65	59	55	51	47	45	41	39	35	33	31
	振动碾	88	74	68	62	58	54	50	48	44	42	38	36	34
洒水车	80	66	60	54	50	46	42	40	36	34	30	28	26	
叠加值			82	76	70	67	63	58	56	53	50	47	44	42
爆破		120	106	100	94	90	86	82	80	76	74	70	68	66

①施工场地达标距离分析

在施工过程中，施工机械噪声将成为主要噪声源。根据上表施工期噪声预测结果，约距离噪声源20m处昼间噪声值能达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求（昼间 $\leq 70\text{dB}(\text{A})$ ），夜间约需距离声源100m以上噪声值方能达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求（昼间 $\leq 55\text{dB}(\text{A})$ ），故建议项目夜间不进行施工。

②敏感目标声环境影响预测分析

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），预测点的贡献值和背景值按能量叠加方法计算得到的声级，噪声预测值（ L_{eq} ）计算公式为：

$$L_{eq}=10\lg(10^{0.1L_{eqg}}+10^{0.1L_{eqb}})$$

式中： L_{eq} —预测点的噪声预测值，dB；

L_{eqg} —建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

L_{eqb} —预测点的背景噪声值，dB。

项目声环境保护目标施工期噪声影响进行预测分析，预测值详见下表。

表 6.4-3 施工期声环境保护目标噪声预测值一览表 单位: dB (A)

序号	类型	保护目标	最近直线距离 (m)	背景值		施工期噪声贡献值		噪声预测值		标准值		达标分析	
				昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	施工噪声	周溪河散户	110	50	42	52	0	67.11	42.00	55	45	达标	达标
2		外石坝	194	50	42	48	0	52.12	42.00			达标	达标
3		下马房	25	50	43	66	0	66.11	43.00			超标	达标
4		上马房	56	50	42	59	0	59.51	42.00			超标	达标
5		郭家村	70	50	42	57	0	57.79	42.00			超标	达标
6		彭家村	130	50	42	51	0	53.54	42.00			达标	达标
7		平地村	25	50	42	66	0	66.11	42.00			超标	达标
8		袁家村	20	51	41	68	0	68.09	41.00			超标	达标
9	施工交通运输噪声	小白喇散户	16	50	42	65	65	65.14	65.02			超标	超标
10		胡家村散户	112	51	42	49	49	53.12	49.79			超标	超标

根据上表施工期声环境保护目标噪声预测结果：

工程枢纽工程区施工期昼间施工噪声对环境敏感目标有一定影响，但因距离环境敏感目标较远，影响较小，环境敏感目标处声环境质量可达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类昼间标准限值要求；夜间不进行施工，对周边声环境敏感目标无影响。

工程库尾河道整治工程区施工期昼间施工噪声因距离环境敏感目标较近，对环境敏感目标影响较大，除彭家村因距离较远可达到GB3096-2008 1类昼间标准限值要求外，上马房、下马房、郭家村、平地村、袁家村均不能达到要求。夜间不进行施工，对周边声环境敏感目标无影响。

施工期交通运输噪声根据预测结果为超标，但预测为施工期间运输车辆同时运行时对小白喇散户、胡家村散户影响的情形进行预测，实际施工期间根据实际交通运输情况，不会同时运行所有运输车辆，交通运输噪声对小白喇散户、胡家村散户的影响没有预测结果大。

综上，本次环评提出工程在施工期间夜间应禁止爆破作业和施工，减少对周围环境的影响，且需对下马房、上马房、郭家村、平地村以及袁家村在邻近项目施工区一侧设置隔声屏障，减小施工噪声对周边居民的声环境影响。

6.4.2运行期

1、噪声源强

运行期间主要噪声来源于提升泵站噪声，设置专用泵房，降噪效率参考《污染源源强核算技术指南有色金属冶炼》（HJ983-2018）附录E.1，则项目厂房隔声降噪效率为10~15dB（A），通过泵房隔声后，根据项目平面布置图、设备清单及声源特点，以项目提升水泵设置区域经纬度为：E101.56716183°，N24.94338580°的点位作为中心坐标（0，0）建立坐标系，项目运营期主要设备噪声源强调查情况详见下表。

表 6.4-4 项目主要设备噪声源强调查表

序号	建筑物名称	声源名称	声功率级/dB (A)	声源控制措施	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB (A)	运行时段	建筑物插入损失/dB (A)	建筑物外噪声	
					X	Y	Z					声压级/dB (A)	建筑外距离
1	1#提升泵站	水泵 1#	85	建筑隔声	-124	433	0.5	1	85	昼间、 夜间断 续运行	13	72	1.5
2		水泵 2#	85		-142	435	0.5	1	85		13	72	1.5
3	2#提升泵站	水泵 1#	85	建筑隔声	39	-183	0.5	1	85		13	72	1.5
4		水泵 2#	85		34	-197	0.5	1	85		13	72	1.5

2、噪声预测

(1) 预测内容

预测是在拟采取治理措施情况下，项目主要噪声源全部同时正常运转时对厂界噪声的影响。

(2) 预测点位的设置

根据环境保护目标分析，运营期提升水泵站200m评价范围内有2个声环境敏感目标（上马房、郭家村），因此主要预测噪声源对声环境敏感目标的贡献值，具体范围为X=（-602，641），Y=（-842，904），每隔10m设置1个预测点。

(3) 预测模式

①室内声源

如果已知声源的声压级 $L(r_0)$ ，且声源位于地面上，则：

$$L_w = L(r_0) + 20 \lg r_0 + 8$$

计算出某个室内声源靠近围护结构处的声压级：

$$L_{p1} = L_w + 10 \lg \left(\frac{Q}{4\pi R^2} + \frac{4}{R} \right)$$

式中： L_{p1} ——某个室内声源靠近围护结构处的声压级。

L_w ——某个室内声源靠近围护结构处产生的声功率级。

Q ——指向性因数；通常对无指向性声源，当声源放在房间中心时， $Q=1$ ；当放在一面墙的中心时， $Q=2$ ；当放在两面墙夹角处时， $Q=4$ ；当放在三面墙夹角处时， $Q=8$ 。

R ——房间常数； $R = Sa / (1-a)$ ， S 为房间内表面面积， m^2 ； a 为平均吸声系数，本评价 a 取0.2。

r ——声源到靠近围护结构某点处的距离， m 。

计算出所有室内声源在靠近围护结构处产生的总声压级：

$$L_{p1}(T) = 10 \lg \left[\sum_{i=1}^N 10^{0.1L_{p1i}} \right]$$

式中： L_{p1j} —— j 声源的声压级， $dB(A)$ ； N ——室内声源总数。

$L_{p1(T)}$ ——靠近围护结构处室内 N 个声源的叠加声压级， $dB(A)$ ；

计算出室外靠近围护结构处的声压级：

$$L_{p2}(T) = L_{p1}(T) - (TL+6)$$

式中： $L_{p2}(T)$ ——靠近围护结构处室外N个声源的叠加声压级，dB(A)；

TL——围护结构的隔声量，dB(A)。

将室外声级 $L_{p2}(T)$ 和透声面积换算成等效的室外声源，计算出等效声源的声功率级LW。

等效室外声源的位置为围护结构的位置，其声功率级为Lw，由此按室外声源方法计算等效室外声源在预测点产生的A声级。

②室外声源

计算某个声源在预测点的声压级

$$L(r) = L(r_0) - A$$

式中： $L(r)$ ——点声源在预测点产生的声压级，dB(A)；

$L(r_0)$ ——参考位置 r_0 处的声压级，dB(A)；

r ——预测点距声源的距离，m；

r_0 ——参考位置距声源的距离，m；

A——各种因素引起的衰减量（包括几何发散衰减、声屏障衰减，其计算方法详见“导则”正文）。

③总声压级

设第i室外声源在预测点产生的A声级为 L_{Ai} ，在T时间内该声源工作时间为 t_i ；第j个等效室外声源在预测点产生的A声级为 L_{Aj} ，在T时间内该声源工作时间为 t_j ，则项目声源对预测点产生的贡献值（ L_{eqg} ）：

$$L_{eqg} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \left[\sum_{i=1}^N t_i 10^{0.1L_{Ai}} + \sum_{j=1}^M t_j 10^{0.1L_{Aj}} \right] \right)$$

式中： t_j ——在T时间内j声源工作时间，s；

t_i ——在T时间内i声源工作时间，s；

T——用于计算等效声级的时间，s；

N——室外声源个数；

M——等效室外声源个数

(4) 预测结果

本次预测采用EIAN2.0噪声预测软件进行预测，运营期提升泵站及声环境

敏感目标的贡献值根据噪声预测软件计算，项目运营期提升泵站预测范围内等声值线见下图。

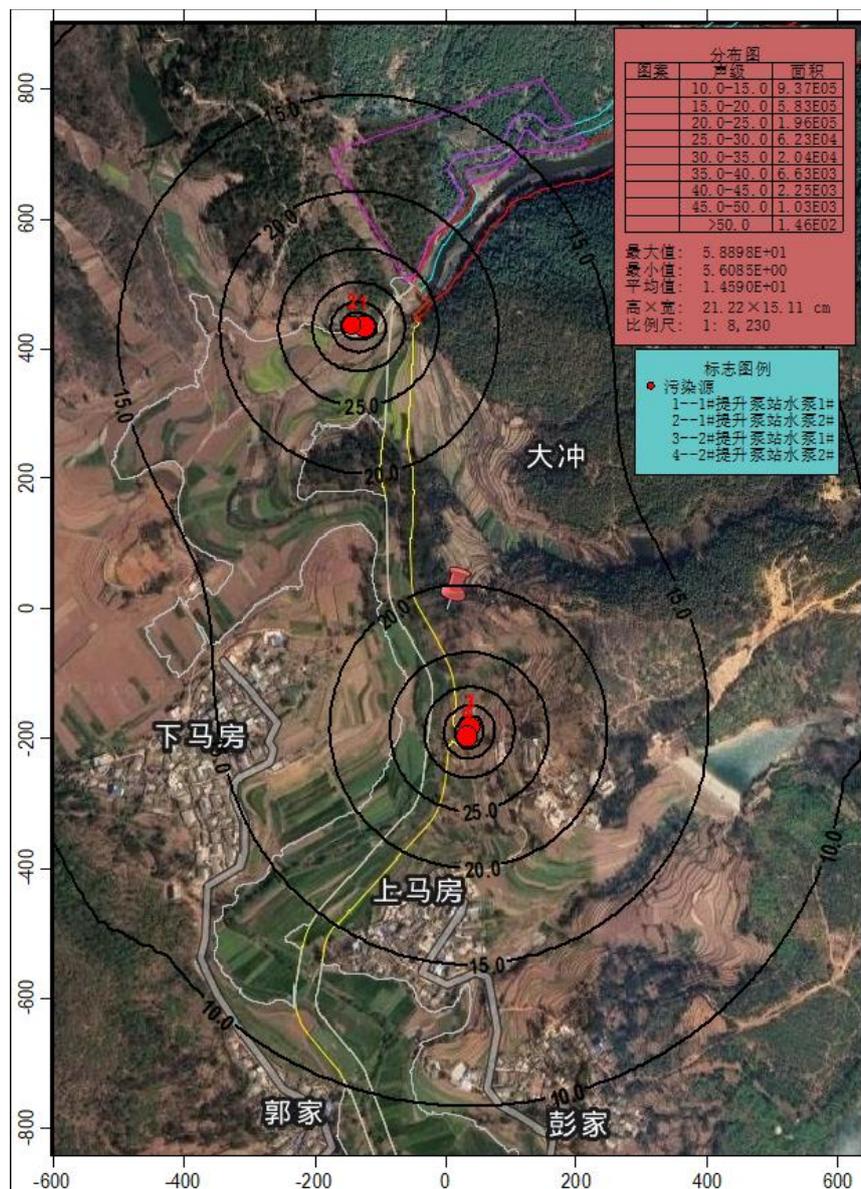


图 6.4-1 项目噪声贡献等值声线图

项目运营期提升泵站水泵噪声预测结果见下表。

表 6.4-5 项目运营期提升泵站水泵噪声预测结果一览表 单位: dB (A)

Y\X	-200	-150	-100	-50	0	10	30	50	100	150	200
-200	18.93	21.01	23.75	27.71	34.84	37.3	46.55	42.25	30.82	25.65	22.34
-150	18.92	20.91	23.48	27.03	32.16	33.35	35.38	35.38	29.67	25.25	22.15
-100	18.61	20.31	22.36	24.77	27.12	27.47	27.9	27.88	26.15	23.61	21.27
-50	18.14	19.47	20.94	22.44	23.61	23.76	23.93	23.91	23.12	21.67	20.05
0	17.7	18.68	19.67	20.58	21.2	21.27	21.34	21.31	20.85	19.95	18.81
10	17.63	18.55	19.46	20.27	20.82	20.87	20.93	20.91	20.48	19.64	18.58
30	17.52	18.32	19.08	19.73	20.14	20.18	20.22	20.18	19.8	19.08	18.14
50	17.46	18.15	18.78	19.29	19.59	19.61	19.62	19.58	19.23	18.58	17.74
100	17.57	18.06	18.43	18.65	18.69	18.68	18.62	18.54	18.17	17.62	16.92
150	18.12	18.52	18.7	18.68	18.48	18.42	18.28	18.13	17.64	17.05	16.37
200	19.18	19.59	19.65	19.39	18.9	18.78	18.53	18.27	17.58	16.85	16.09

项目运营期噪声源为提升泵站的水泵，经泵房隔声，距离衰减、植被削减后对周边环境影响较小。

运营期提升泵站200m评价范围内有2个声环境敏感目标（上马房、郭家村），根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），预测噪声值计算公式为：

$$Leq=10lg(10^{0.1Leqg}+10^{0.1Leqb})$$

式中：Leq—预测点的噪声值，dB；

Leqg—建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

Leqb—预测点的背景噪声值，dB；

本项目运营期提升泵站周边声环境敏感目标处的噪声预测值见下表。

表 6.4-6 运营期环境保护目标处声环境预测

		环境保护目标名称	
		上马房	郭家村
空间坐标		(134, -233)	(13, -405)
距泵站最近直线距离/m		70	198
背景噪声值	昼间	50	50
	夜间	42	42
噪声贡献值	昼间	26.61	19.8
	夜间	26.61	19.8
噪声预测值	昼间	50.02	50.00
	夜间	42.12	42.03
标准值	昼间	55	55
	夜间	45	45
达标情况	昼间	达标	达标
	夜间	达标	达标

根据上表预测结果可知，项目运营期提水泵站水泵噪声经厂房和距离衰减、植被削减后，环境保护目标上马房、郭家村处的声环境均可达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准，项目运行期水泵对周边声环境敏感目标基本没有影响。

6.5 固体废物环境影响分析

6.5.1 施工期

本项目产生的固体废物主要为生活垃圾、弃渣、建筑垃圾、施工机械/车辆冲洗水隔油产生的含油浮渣。施工期现场人员医疗卫生依托附近城镇卫生院，仅在施工现场配备常用药品，不设医疗卫生专用室，不产生医疗废物，。

1、工程弃渣

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》水土保持设计章节，经分析计算，在整个施工期间共开挖土石方161.77万m³（自然方），其中表土剥离29.92万m³（自然方）；回填利用土石方161.77万m³（自然方）（回填土石方117.55万m³，料场区上坝使用土石方14.29万m³，绿化及复耕覆土29.92万m³），工程开挖可以再内部进行平衡，无弃渣，对周围环境影响较小。

2、建筑垃圾

本项目建筑垃圾主要包括：废弃、残次的建筑材料（溢洪道闸室钢筋砼、上下游坝坡施工范围内的原干砌石等）；房屋拆除及临时建筑物在施工结束后拆除过程产生的废弃物等。建筑垃圾分类集中堆存，可再生利用的部分回收利用，不能利用的运至城管部门指定地点处置，禁止与生活垃圾混合处置，禁止随意丢弃。建筑垃圾经妥善处置后，对周围环境影响较小。

3、含油浮渣

工程区交通便利，距离楚雄市较近，工程施工期间，各类施工机械维修主要依托附近当地机械修理厂，仅在各生活生产区内配备设备维护车间进行简单的零部件的配换及日常保养，不产生废润滑油，但施工机械、汽车在冲洗、保养过程中将产生一定的含油废水，经隔油池处理将产生含油浮渣，在枢纽工程施工生产生活区设置1间危废暂存间用于暂存施工期产生的含油浮渣。委托具有危险废物经营许可证的单位进行处置。含油浮渣经妥善暂存处置后，对周围环境影响较小。

4、生活垃圾

根据工程分析，施工高峰期每日垃圾产生量为0.1t/d，日均产生生活垃圾0.075t/d，施工期垃圾总产量约40.5t。

中石坝水库扩建施工期长，生活垃圾产生量较大，若任意排放或随意堆置于水库沿岸，不仅污染生活区、施工区的空气环境、影响美观，且5~10月由于受东南和西南暖湿气流的影响，雨量充沛、降水日数多，垃圾渗滤液及病菌随地表径流一旦进入河流水体，将污染工程区域河段及下游河段水质。同时，任意排放的垃圾，在一定条件下容易造成蚊蝇滋生，鼠类大量繁殖，增加工程区疾病传播机会，可能会引起传染病流行，直接影响施工人员的身体健康。

生活区、施工区设置专门的生活垃圾收集设施进行集中收集，并委托当地

环卫部门定期清运、处置，对环境影响较小。

5、库区清理垃圾

水库扩建完成蓄水前要进行库区清理，清理范围主要是扩建前、后正常蓄水位之间的地表植被和移民区的建筑物。水库淹没线以下的地表植被砍伐清理后作为木材外售。移民搬迁后的建筑物采用人工拆除结合机械的方式进行清理，建筑垃圾清理后分类收集，尽可能回收利用，若不能利用，则运至当地政府部门指定的建筑垃圾存放点进行堆存、处置。库区移民搬迁后的厕所、牲畜圈中的粪便彻底清掏至库外用于周边农田施肥，清理后采用漂白粉进行消毒处理。

综上，本项目施工期间产生的各固体废弃物能得到合理妥善处置，对周围环境的影响不大。

6.5.2运行期

根据工程分析，项目运行期管理人员10人，生活垃圾产生量约0.010t/d，合计3.65t/a。在管理区设置专门垃圾收集设施，并进行集中清运至区域固定垃圾处理场所，由当地环卫部门清运处置。

另外在库区进水口设置有格栅，应进行垃圾的集中定期打捞，设集中垃圾堆放区，定期送当地垃圾处理系统。

项目运行过程中提升泵站设备维修会产生极少量的废润滑油，根据《国家危险废物名录（2025年版）》，废润滑油属于危险废物，收集暂存于水库管理房的危废暂存间，委托有资质的单位处置。废润滑油经妥善暂存处置后，对周围环境影响较小。

运行期固废均能得到合理妥善处置，对周围环境影响不大。

6.6土壤环境影响分析

本工程建设对土壤环境的影响，在施工期主要表现为土壤流失、少量污染物可能对浅层表土形成污染；运行期水库工程对土壤的影响，主要表现为水库蓄水导致土壤潜水位提高，可能导致盐渍化、酸碱化等。

6.6.1施工期

1、施工废水对土壤环境的影响

项目施工期生产废水主要来源于灌浆废水、基坑排水、施工机械/车辆冲洗废水等。在水库枢纽工程施工场地地势低处设置一个临时沉淀池，灌浆废水排入沉淀池，经沉淀处理后上层清水优先回用于施工场地洒水降尘，回用不完排入坝下青龙河；基坑排水在基坑内沉淀后，采用泵抽取优先用于降尘、浇灌附近耕地林地或作为水保植物措施用水等，回用不完的基坑排水经沉淀后可排入青龙河。施工机修、车辆冲洗废水经隔油池、临时沉淀池处理后用于施工场地及道路洒水降尘，不外排。

施工期废水进行简单处理后尽可能优先回用，主要用于场地和施工道路喷洒、周边耕地用水、农肥，青龙河水质现状为IV类水，灌浆废水、基坑废水主要污染物为悬浮物，经沉淀处理后悬浮物降低，因此对周边土壤基本无影响。

2、工程施工对土壤环境的影响

工程建设造成施工期表土扰动，弃渣等，将导致部分地区土壤紧实度、含水量等性质发生改变，表层土壤环境被破坏，从而影响植物的生长。本工程粘土场、石渣料场、永久建筑物占地等剥离表土，直接导致这些区域表土丧失，而表土经过运输、机械翻动、堆存，土壤的结构、孔隙率等均发生变化。但根据水利水电工程经验，施工开挖产生的临时表土可用于绿化覆土，垫地防护剥离的表土可用于农田覆土，采取土地平整、沟槽改造及撒播草种等复垦措施后还可用于农业生产。

6.6.2运行期

本工程为水利项目，属于生态影响型项目，对土壤的影响途径主要是物质输入/运移及水位变化。水库运行过程中无废水产生，水库淹没区无物质输入，但因水库淹没，库内的水位上升，同时地下水位也跟着上升，库区淹没线两边的山体植被较好，覆盖率较高，植被保水能力较强。淹没区水位变化，但地下水的蒸发量不大，不会造成库区周围土壤盐渍化。

灌区因灌溉退水，存在物质的输入及运移，可能对土壤会产生影响。土壤如果长期受污水灌溉，会对土壤环境产生影响。会增加土壤容重，堵塞土壤孔隙，破坏土壤结构，使土壤出现板结现象等，使土壤肥力降低。污水在带来营养物质的同时，有些还带来重金属离子及盐分，对土壤质量造成巨大的威胁，

并进一步威胁着人类健康。本工程取水水质良好，满足饮用及灌溉用水要求，不会对土壤造成威胁。灌溉回水中存在农药化肥等物质，对土壤可能的影响包括土壤盐渍化、潜育化影响。

1、农灌退水对土壤盐渍化的影响

耕作土壤的次生盐渍化主要与大气蒸发力、地下水埋深、土壤特性、矿化度和人为灌溉、施肥和种植方式有着直接的关系。本次评价参考《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预测，预测模型如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i$$

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

对照HJ964-2018表F1得出项目土壤盐化影响因素的赋值。

表 6.6-1 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	
地下水位埋深（GWD）/（m）	GWD≥2.5	1.5≤GWD<2.5	1.0≤GWD<1.5	GWD>1.0	0.35
干燥度（蒸降比值）（EPR）	EPR<1.2	1.2≤EPR<2.5	2.5≤EPR<6	EPR≥6	0.25
土壤本地含盐量（SSC）/（g/kg）	SSC<1	1≤SSC<2	2≤SSC<4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体（TDS）/（g/L）	TDS<1	1≤TDS<2	2≤TDS<5	TDS≥5	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

根据现状监测情况得出项目区域土壤盐化综合评分预测结果。

表 6.6-2 项目土壤盐化影响因素赋值结果表

影响因素	预测污染物			Sa
	本工程值	评分	权重	合计
地下水位埋深（GWD）/（m）	平均≥2.5	0分	0.35	0
干燥度（蒸降比值）（EPR）	2.3	2分	0.25	0.5
土壤本地含盐量（SSC）（g/kg）	0.0015~0.0018	0分	0.15	0
地下水溶解性总固体（TDS）/（g/L）	0.234	0分	0.15	0
土壤质地	壤土	4分	0.10	0.4
合计				0.9

表 6.6-3 土壤盐化预测表

土壤盐化综合评分值（Sa）	Sa<1	1≤Sa<2	2≤Sa<3	3≤Sa<4.5	Sa≥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

综上，本工程受水区的灌区具有天然的地表水排泄通道，且建有排涝、排水措施，无大面积沼泽化、盐碱土。灌溉水源水质良好，满足饮用、灌溉用水标准，引起区内地下水位抬升影响范围有限，本工程所在地土壤属于未盐化状态，蒸发浓缩作用的影响微弱，受自然环境影响小，不会发生大面积土壤次生盐碱化影响。

2、农灌退水对土壤潜育化的影响

土壤潜育化是指土壤长期滞水，严重缺氧，产生较多还原物质，使高价铁、锰化合物转化为低价状态，使土壤变成蓝灰色或青灰色的现象。潜育化土壤较非潜育化土壤还原性有害物质较多，土性冷，土壤的生物活动较弱，有机物矿化作用受抑制。易导致稻田僵苗不发，迟熟低产。而本工程供水灌区表层土层透水性较好，灌溉水利条件较好，且排泄条件好使其灌溉时间短而排水快，因此不存在对土壤潜育化影响。

3、农灌退水对土壤环境质量的影响

本工程退水区的灌区土壤以红壤为主。土壤是一种多孔体，土壤水分和土壤空气共存于土壤孔隙中，土壤中的水分，直接制约着通气状况。水分过多及由之引起的地下水位抬升，土壤渍涝和沼泽化均可恶化土壤的通气状况。灌溉后将促进作物对土壤养分的吸收能力，对土壤微生物活动有提高作用。但灌水过多，将导致有效养分流失，同时土壤在腐殖质化的同时，积累大量的有机酸、硫化氢、甲烷等物质，对作物和微生物产生毒害作用。在通气不良的土壤中，速效性的硝态氮也容易受到反硝化细菌的作用变成游离氨消失在大气中。

本工程供水后，将解决水库下游灌区0.71万亩农田的灌溉供水问题，灌溉面积较工程建设前大大增加，现状灌区农作物为水稻、玉米、小麦、蔬菜等，受水区的灌区灌溉农药、化肥使用量不大，工程建设前后不会改变灌区灌溉方式及农药化肥使用量，灌溉退水中农业面源污染物的残留量不大，对土壤的质量影响不大。

6.7生态环境影响分析

6.7.1土地利用变化影响

本工程建设对土地的占用包括临时占地和永久占地两类，两类用地对土地

利用类型和土地功能的影响不同。

1、施工期临时占地对土地利用的影响分析

在工程建设过程中，临时占地只发生在工程施工期间，包括各施工区、风化石渣场、粘土料场、临时施工道路区、施工生活生产区等，占地面积约710.92亩，占地类型包括耕地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地等。

这些临时占地如发生在作物生长期，则可能会破坏一部分农作物、林地，对农、林业生产带来一定损失，也会使其他自然植被遭到一定程度的损伤。但工程结束后，临时占用的耕地可进行垫地回填、复垦，临时占用林地等区域可恢复原有的土地利用功能，土地利用类型不会发生改变。

2、运营期永久占地对土地利用的影响分析

本工程永久占地主要为水库淹没占地、枢纽工程（大坝、溢洪道、输水隧洞、提升泵站等）占地、库区河道整治工程（河道改道）占地，面积约31.969hm²。其中占用耕地的面积约9.54hm²，占用林地的面积约18.625hm²，占用交通运输用地面积约0.565hm²，占用水域及水利设施用地面积约3.239hm²，永久占地区的土地将永久变为建设用地。

由于临时占地施工结束后可以进行植被恢复，影响是短期的，因此，本评价着重分析永久占地对生态完整性的影响。本工程建成后评价区土地利用面积变化情况见下表。

表 6.7-1 项目用地红线占评价区用地情况

评价区土地利用现状类型		评价区		工程占用面积 (hm ²)		占用评价区比例 (%)
一级类	二级类	面积 (hm ²)	比例 (%)	永久占地	临时占地	
01 耕地	0101 水田	86.481	11.94	6.44	29.93	5.02
	0103 旱地	157.414	21.74	3.1	3.218	0.87
02 园地	0201 果园	0.044	0.01	0	0.044	0.01
03 林地	0301 乔木林地	319.062	44.07	17.65	10.73	3.92
	0305 灌木林地	57.7	7.97	0.975	0.958	0.27
07 住宅用地	0702 农村宅基地	32.058	4.43	0	0	0.00
10 交通运输用地	1006 农村道路	1.957	0.27	0.565	0.666	0.17
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	4.16	0.57	1.614	1.73	0.46
	1103 水库水面	59.643	8.24	1.625	0.109	0.24
	1104 坑塘水面	5.504	0.76	0	0	0.00
总计		724.023	100%	31.969	47.385	10.96

根据工程布置可知，本次中石坝水库扩建占地土地主要类型为耕地、林

地、交通运输用地和水域及水利设施用地。本工程建设后，评价区耕地、林地面积都有不同程度的减少，但变化比例较小，工程建设不会导致区域土地利用的结构性变化，施工结束后及时清理现场，尽可能恢复地貌，并按国家及地方规定对占用的土地给予补偿。项目实施不会带来明显的土地利用结构与功能变化，对土地利用的影响较小。

6.7.2对生态系统的影响评价

评价区范围生态系统由自然生态系统和人工生态系统组成，具体包括森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统。工程实施后，工程永久占地和临时施工占地会导致生态系统面积减少，评价区内生态系统类型面积变化最大的是农田生态系统，其面积减少了42.679hm²；其次为森林生态系统，其面积减少了28.88hm²。但整体来看，评价区森林生态系统面积仍然占优势，对本区域内的生态系统调控能力较强。

表 6.7-2 工程实施前后评价区生态系统面积变化

生态系统类型		评价区		工程占用面积 (hm ²)		评价区变化比例 (%)
一级类	二级类	面积 (hm ²)	比例 (%)	永久占地	临时占地	
森林生态系统	阔叶林	19.926	2.75	5.295	3.219	-42.73
	针叶林	296.901	41.01	12.355	7.511	-6.69
	人工次生林	2.235	0.31	0	0.5	-22.37
灌丛生态系统	稀疏灌丛	57.7	7.97	0.975	0.958	-3.35
湿地生态系统	湖库	59.643	8.24	1.625	0.109	-2.91
	河流	9.664	1.33	1.614	1.73	-34.60
农田生态系统	耕地、园地	243.939	33.69	9.54	33.139	-17.50
城镇生态系统	居住地	32.058	4.43	0	0	0.00
	工矿交通	1.957	0.27	0.565	0.666	-62.90
总计		724.023	100	31.969	47.832	-11.02

6.7.3对生态系统自然体系生物量的影响

工程区施工占地破坏原有地貌结构，扰动地表，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，植被覆盖率降低，评价区植被生物量减少，植被生产能力减弱。评价区植被类型与生物量变化详见下表。

表 6.7-3 生物量损失一览表

生态系统类型		代表植物	平均生物量 t/hm ²	总生物量 t	变化面积 hm ²	变化生物量
一级类	二级类					

森林生态系统	阔叶林	栓皮栎、麻栎等	88.58	1765.05	-8.51	-754.17	
	针叶林	云南松等	51.32	15236.96	-19.87	-1019.52	
	人工次生林	黑荆等	68.19	152.40	-0.50	-34.10	
灌木生态系统	稀疏灌丛	华西小石积、马桑、西南栒子、小叶荀子小雀花等	47.6	2746.52	-1.93	-92.01	
农田生态系统	耕地、园地	玉米、水稻、烟草、杨梅林等	8.12	1980.78	-42.68	-346.55	
城镇和湿地生态系统	湖库、河流、居住地、工矿交通等	基本无自然植被	/	/	/	/	
合计			/	/	21881.71	-73.49	-2246.35

本工程永久占地和施工临时占地会导致评价区生物量减少2246.35t，工程损失的生物量占评价区总生物量的10.79%。此外，本工程施工结束后，将对临时占地区域进行植被恢复，临时用地使用完成后根据实际情况进行植被恢复。只要按照植被正向演替规律选择植被物种，就能尽快提高植被覆盖率和生产力，减少生物量损失，同时还可有效改善本工程对生态环境的影响。因此，本工程对生物量的影响是可接受的。

6.7.4陆生植被影响分析

水库建设对生态环境的影响时间比较长，其中，施工期可能会破坏原有的一些自然植被以及山体构造；拦河坝的修建会明显改变水文情势，对减水河段造成影响；施工期对生态环境影响和破坏的途径主要是主体工程占用和分割土地，改变土地利用性质、使植被覆盖率降低、林地面积减少、耕地利用压力增大；水库坝体的建造、取弃土场等的施工，破坏了地表植被和地形、地貌，在一定时段和一定区域将造成水土流失，土壤肥力和团粒结构发生改变；工程活动打破了原有的自然生态和环境，还会对评价区的动植物生长、分布、栖息和活动产生一定不利的影响。工程完工投入运营后也会对库区原有的水汽条件发生变化，可能会形成新的植被群落。

6.7.4.1施工期陆生植被影响分析

1、工程占地对陆生植被影响分析

工程占地不可避免地会破坏占地区植物及植被，其中，永久占地是长期的、不可逆的，临时占地是暂时的、可恢复的。

①工程永久占地对植被影响分析

项目建设将永久改变土地属性的面积约31.969hm²，其中18.625hm²为自然植被。这些将要永久消失的自然植被主要为落叶阔叶林5.295hm²、暖温性针叶林12.355hm²、稀树灌木草丛0.975hm²。工程永久占用自然植被中占用面积最大的暖温性针叶林。

永久占地区自然植被主要由麻栎、桉树、云南松、云南油松等树种构成，它们分别构成落叶阔叶林和暖温性针叶林，落叶阔叶林和暖温性针叶林受人类生产生活活动影响，具有明显的次生性质，为天然次生林。项目建设将造成评价区的各类自然植被永久消失，对本来已经脆弱的当地自然生态系统造成一定影响。各自然植被类型影响程度最大的为落叶阔叶林，主要为项目评价区主要自然植被为暖温性针叶林，但评价区落叶阔叶林主要分布于项目占地红线内，而评价区内的这些自然植被均为受人为破坏干扰后的天然次生植被，比起同类或该地区原生植被来，其中的生物多样性已经明显降低，它们所能产生的生态功能也大大减弱了。因此，本项目建设对项目区自然植被的影响不大，由此造成的生态影响也小。

工程建设将永久占用非自然植被区13.344hm²，其中3.239hm²为水体、9.54hm²为耕地、0.565hm²为交通运输用地。工程建设永久占用非植被区的各类土地占工程永久占地的34.42%。这部分占地植被主要为人工植被，对当地的自然生态系统及其生物多样性基本没有影响。

水库永久占地影响的植被类型以自然植被的暖温性针叶林和落叶阔叶林为主，所占比例不大，在评价区分布也较广，且已大多受到人为干扰，影响也不大。水库的建设将使其生态价值降低，存在引发新的水土流失的可能，对当地生态环境和水土保持造成一定程度的负面影响。通过《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》水土保持章节提出的工程水土保持措施的实施与落实，这些影响将有所减轻。人工植被由于本身是非自然植被，因此，此部分土地的占用，对评价区的生态环境及生物多样性没有大的影响。另外，这部分非自然植被均与当地居民的生产生活密切相关，工程的永久占用会造成一定的损失，但通过占地补偿赔付以及垫地回填充补，不会对当地社会经济和居民生活造成大的影响。

水库永久占地虽造成评价区各植被类型的面积有不同程度的减少，但总的来说，减少的面积占评价区同类植被面积的比例不大，不会造成任何一种植被

类型在评价区消失，其影响不显著。

②工程临时占地对植被影响分析

中石坝水库扩建临时占地47.832hm²，受临时占地影响而损失的自然植被为落叶阔叶林3.219hm²、暖温性针叶林7.511hm²、人工次生林0.5hm²、稀树灌木草丛0.958hm²。

这部分施工临时占用的植被，在工程建设期将会暂时消失，而对评价区的生态系统产生一定的影响。但这种影响是暂时的，而且影响的程度也很小，但还是要尽量避免对原生植被的占用；且施工结束后尽可能对临时占地进行植被恢复，所以由施工临时占用植被而产生的对评价区生态的负面影响是很小的。

表 6.7-4 工程施工占地对植被的影响

植被	植被型	植被亚型	群系	评价区		工程占用面积 (hm ²)		占用评价区比例/%
				面积	比例	永久占地	临时占地	
				(hm ²)	/%			
自然植被	落叶阔叶林	落叶栎林	栓皮栎群	19.926	2.75	5.295	3.219	1.18
	暖性针叶林	暖温性针叶林	云南松林	296.901	41.01	12.355	7.511	2.74
	人工林	人工次生林	黑荆林	2.235	0.31	0	0.5	0.07
	灌丛	稀树灌木草丛	华西小石积、马桑灌丛	57.7	7.97	0.975	0.958	0.27
人工植被	人工林			0.044	0.01	0	0.044	0.01
	耕地			243.895	33.69	9.54	33.095	5.89
非植被型	工况住宅交通运输水域及水利设施用地			103.322	14.27	3.804	2.505	0.87
合计				724.023	100	31.969	47.832	11.02

6.7.4.2运行期陆生植被影响分析

水库工程营运期对植被的影响主要有以下方面：

1、工程建设对当地植物群落演替的影响

项目建设对当地植物群落演替的影响主要发生在营运期。

调查表明，本评价区内主要为落叶阔叶林、暖温性针叶林。这些植被遭到破坏之后，随破坏程度的不同，将会演变为灌丛或草丛。

中石坝水库扩建工程建设临时占地的自然植被在水库工程建设竣工后，将成为施工迹地，通过自然演替或者人工植被恢复，可以逐渐恢复成与上述植被演替特征相对应的次生植被类型。施工迹地上演替的次生植被类型的质量将低

于其对应的原生植被的质量。也就是说，由于水库工程的建设，评价区内面积约8.307hm²的临时占用的自然植被，在工程竣工后虽然能够逐渐恢复，但是其生态质量将比施工前降低。

2、项目施工道路施工或扩建引发塌方和滑坡对植被带来的影响

评价区山势陡峻，项目道路建设将产生大量陡峻的公路边坡。在公路运营期雨季，将会加剧评价区山体局部塌方、滑坡的可能性。这样的塌方和滑坡，许多年内都将会年年发生。对评价区的植被和景观造成持续不断的影响。而一旦形成塌方和滑坡，那么，由于滑坡面陡峻、无土和干燥，其植被在十多年乃至几十年内都难以恢复。

3、项目建设人员活动增多对植被带来的影响

水库建设期间，相关的配套设施和人员进场，使许多原先行人或车辆不能进入的地区变得易于进入，使当地保存较好的自然植被即落叶阔叶林、暖性针叶林、暖温性灌丛、稀树灌木草丛受到直接威胁，增加了环境的压力。

4、对保护植物的影响

根据前文生态环境现状调查，中石坝水库扩建工程生态环境评价区内评价区没有发现国家级、云南省级保护植物。施工过程中如果发现调查错漏的珍稀保护植物，应及时采取保护措施：（1）挂牌保护：在评价区范围内发现的、不受项目建设和运营直接影响的保护植物，其距离工程区较远的不会造成直接影响，挂牌、立牌保护即可。施工前对评价区范围内保护植物拍照、登记，并挂牌，便于施工人员辨识。并对现场施工人员发放保护植物的图片识别和保护方法介绍，严禁施工人员对其砍伐、破坏，并安排人员定期对挂牌保护植物进行巡视、拍照记录，若发现异常情况及时向林草局汇报。（2）移栽保护：对避让不开的保护植物，在运行期将被水库蓄水而淹没，采取迁地移栽措施。保护植物移栽前与当地林业局汇报审批，在林业局或自然保护区工程技术人员的指导下进行移栽。

通过采取以上措施后，工程施工对评价区范围内保护植物影响较小。

5、外来入侵种的影响

经现场调查得知，评价区内分布的外来入侵植物种类不多，但有一定的数量，主要为紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、鬼针草 *Bidens pilosa*、蓝桉 *Eucalyptus globulus*等。

工程建设时公路沿途的人员走动和汽车运输可能会带来的外来物种的入侵。由于本项目所在地目前已有乡村公路存在，以上外来物种由于具有较高的传播性，在评价区域内入侵已经比较严重，项目的实施不会导致外来物种入侵问题在现有基础上显著增加，但仍应注意防范，避免外来物种入侵。

6.7.5陆生动物影响分析

1、对鸟类的影响

水库的建设将占用部分调查区内的植被，对鸟类栖息地产生一定的影响，主要影响途径如下：

(1) 施工人员的施工活动对鸟类栖息地生境的干扰和破坏。如水库施工永久性和临时性道路的施工等均有可能破坏生境和干扰灌丛栖息鸟类的小生境。

(2) 施工人员的生活活动对鸟类栖息地生境的干扰和破坏。

(3) 施工机械噪声对鸟类栖息地声环境的破坏和机械噪声对鸟类的驱赶。

(4) 施工人员对鸟类的捕捉。

(5) 施工中对鸟类的栖息地小生境如由于施工中砍伐树木对鸟类巢穴的破坏。

上述5项对鸟类的主要影响，其结果将使得大部分鸟类迁移他处，远离施工区范围；小部分鸟类地栖和灌木林栖鸟类由于栖息地的散失而从项目区消失；一部分鸟类的种群数量由于巢穴被破坏而减少，特别是当施工期正在鸟类的繁殖季节中时（夏季）。总的结果是项目区范围内鸟类的种类和数量将减少。

总之由于本次项目调查中大多数鸟类均栖息在水库周边的林区范围内，大多数鸟类会通过飞翔，短距离的迁移来避免项目施工对其造成伤害，故项目施工对鸟类总的影晌不大。

项目施工期产生的噪声将干扰鸟类的正常活动，影响鸟类在项目区域的正常的觅食等活动，导致原本生活在该区域的鸟类向周边区域迁移。但这种影响只是暂时的，等施工期结束项目运行后，这种影响就会结束，区内鸟类就可能重新迁入项目区，并且在运行期，水库还能为鸟类提供额外的水源和栖息地。

综上所述，项目建设对鸟类的影响是可以接受的。

2、对爬行及两栖动物的影响

水库工程施工对其爬行及两栖动物的影响主要为：

(1) 施工活动造成两栖和爬行类栖息地生境的干扰和破坏，缩小了脊椎动物的栖息空间，阻隔其活动区域、迁移途径、觅食范围等，特别是对两栖动物的交配活动，产卵和卵的孵化以及蝌的生长等影响更大；

(2) 施工机械噪声对两栖和爬行类的栖息地声环境的破坏和机械噪声对两栖和爬行类的驱赶；

(3) 施工人员对两栖和爬行类的捕捉。

上述3项对两栖和爬行类的主要影响，其结果将使得大部分爬行动物迁移他处，远离施工区范围；大部分两栖类由于栖息地的破坏和散失而在项目区消失，特别是在繁殖季节；一部分两栖和爬行类由于巢穴的被破坏而减少。两栖爬行动物迁徙能力较弱、对环境的依赖性较强。拟扩建库区的河流、水库流域是两栖动物的主要栖息地。项目施工期会造成两栖动物在繁殖季节施工种类和数量将减少。工程施工期虽然会使项目占地区及施工影响区两栖动物的种类和数量有所减少，但对整个项目区两栖动物的种群数量的影响有限。项目为扩建工程，工程建设的大部分地段已是受人类活动强烈影响的区域，且大多数地段原有公路布线，原有的人为干扰已经很严重，大多数物种对干扰已经适应，部分物种受工程影响暂时离开原生境，施工结束后这种影响就会消失。总体上，施工期人类活动对野生动物的影响不明显。

3、对兽类的影响

根据现状调查结果，评价区无国家和云南省重点保护野生动物。

评价区内最常见的是小型啮齿类，如小家鼠、赤腹松鼠、黄胸鼠、褐家鼠等，它们一般体型较小，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。它们喜欢在人类活动范围如村落、菜地活动，它们活动范围广、适应能力强，因此，工程建设对它们的影响不大。云南兔等体型较大的兽类主要分布海拔较高的深山，工程初期对其影响不大，但随着施工进度不断推进，林地被占用，其生境将逐渐减小，对其活动、食物来源都将产生一定的影响，但评价范围内环境较为单一，项目周围存在很多相似的生境，云南兔等动物活动能力较强，很容易找到替代生境，不会加剧种间竞争。

总之由于兽类会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害，所以项目施工对兽类总的影晌不大。

4、对保护动物的影响

施工期由于施工作业不可避免的会保护动物造成一定影响，具体见下表：

表 6.7-5 水库建设对保护动物的影响预测

序号	物种	保护级别	栖息地	影响预测
1	普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	II级、CII	开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地	其活动范围较大，影响小
2	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	II级、CII	山地森林、森林苔原、旷野、山区植物稀疏的混合林、开垦耕地	其活动范围较大，影响小
3	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	II级、CII	山地针叶林、阔叶林和混交林中	不在水库建设范围内，不受影响
4	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	II级、VU	评价区及其周边有活动，栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近	不在水库建设范围内，活动范围较大，影响小

项目评价区不属于这些物种的主要栖息地（生境），拟建工程占用保护区面积较少，对其环境的影响不显著，不会明显改变这些重要物种的食物网链结构，对其迁移、散布、繁衍影响甚微。

6.7.6 水生生态

6.7.6.1 对浮游植物的影响预测

通过对中石坝水库水生生态现状调查结果显示，共观察到浮游植物48种，分别隶属于蓝藻门、裸藻门、甲藻门、硅藻门和绿藻门等5个门。这些藻类都是广布种，无保护和特有种类。中石坝水库的扩建，不会对流域内的浮游植物形成威胁。

滇中调水环评结果显示，2014年对水源区和调水区的调查，共检出浮游植物7门46属135种。其中硅藻门107种、占检出种类的79.26%；蓝藻门15种、占检出种类的11.11%；绿藻门9种、占检出种类的6.67%；甲藻门1种、均占检出种类的0.74%；裸藻门和红藻门各1种、占检出种类的0.74%；金藻门1种、占检出种类的0.74%。

对比滇中调水水源区和中石坝库区扩建项目范围调查结果对比，调水区浮游植物以硅藻门为主，种类多为喜流水的种类；中石坝库区受上游水库和自身建库时间较长的影响，浮游植物中绿藻门种类较多。预测金沙江来水中的硅藻，在库区中因为环境变化，静水环境并不适合硅藻生长，其大量种类将会消亡，库区原有的藻类依然占有优势。

中石坝水库和项目灌区属同一流域，为金沙江一级支流龙川江水系，不会

形成新的外来物种入侵。

水库建设过程后，水生生态系统将恢复到原有的静水生态系统，库区就变得较为平缓，水位上升，水位的升高，容积增大，加之滇中引水来水，库区在外源营养盐不变的情况下，水体透明度会慢慢提高，水质变好，藻类会有所减少。

6.7.6.2对浮游动物的影响预测

根据对中石坝水库及涉及的河流水生生态现状的调查，浮游动物种类均是广布种，并未发现有特有、珍稀的浮游动物种类，预测将来重建水库，对浮游动物多样性的影响较小。

滇中调水环境影响评价报告对水源区的浮游动物调查结果显示，水源区及调出区共检出浮游动物23属32种，原生动物12属17种，占总种数的53.13%；轮虫为11属15种，占46.87%；枝角类和桡足类在两次调查中未检出。中石坝水库扩建项目调查中，共检出浮游动物42种。其中原生动物21种，占总种数的50.00%；轮虫15种，占总种数的37.71%；枝角类2种，占总种数的4.76%；桡足类4种，占总种数的9.52%。

对比两者的结果，水源区浮游动物为典型的河流型浮游动物结构，以原生动物和轮虫作为绝对的优势类群。中石坝水库扩建项目中的浮游动物则是湖库类型，其四个类群的浮游动物物种均有发现。滇中引水引入金沙江水源后，原有的原生动物和轮虫，将在库区中不具有竞争性，被库区原有的浮游动物和鲢鳙等摄食浮游生物鱼类摄食，导致其在库区难以形成种群，也难以入侵到中石坝库区。

水库建设后，库区库容加大，加之滇中引水补充水源，水温略低于库区，导致库区营养程度有所降低，浮游动物因浮游植物减少，密度和生物量也会减少，但一些喜清洁的物种将会出现。

中石坝水库和下游灌区属同一流域，不会形成新的外来物种入侵。

6.7.6.3对水生维管束植物的影响预测

调查区域共发现水生植物3种，多为云南高原湖泊和湿地中广泛分布的物种。滇中引水环境影响评价在水源区未发现有水生植物生长，调水过程不会引起外来物种入侵，项目实施不会对水生植物形成较大影响。

项目建设后，库区由库容增加，以水葫芦为代表的漂浮植物容易在库区发展起来，并形成优势群落，影响水库水体环境，需要加强监测和清除。

6.7.6.4对底栖动物的影响预测

滇中引水环境影响评价中，对水源区及调出区干流的调查，共发现底栖动物30种，优势种有四节蜉、大蚊、拟突摇蚊、多足摇蚊、直突摇蚊、蚋等。为典型的激流河道底栖动物类型。中石坝水库扩建项目的调查结果，共采集到大型底栖动物15种，其中种类最多的是节肢动物门，共有8种，其次是软体动物门，共有5种，环节动物门仅采集到2种。中石坝库区为典型的湖库型底栖动物结构，仅在水库上游河段中有喜流水的种类。

在项目建设过程中，坝址附近河道将被施工完全破坏，但中石坝原有的大坝上，未发现稳定的底栖动物群落，下游减水河段因为建设成三面光大沟，底栖动物也较少，也未发现有保护或特有种类。因此，库区建设对底栖动物影响较小。

金沙江调水进入中石坝水库后，喜激流的底栖动物预测难以在库区形成种群，库区中没有砾石和急流水环境供喜激流底栖动物生活，库区原有的软体动物和环节动物等类群，依然是中石坝水库扩建后的优势类群。

水库建设运行后，预测库区种类将与现在中石坝的情况基本一致。水库和灌区属同一流域，不会形成新的外来物种入侵。

6.7.6.5对鱼类的影响预测

此次楚雄州青龙河流域鱼类资源调查，共记录有鱼类16种，调查记录到的所有鱼类中没有国家级和省级保护鱼类，也没有列入《中国濒危动物红皮书鱼类》《中国物种红色名录》和《中国生物多样性红色名录》的濒危物种。所涉及的大部分土著种在楚雄及龙川江流域广泛分布。该规划项目所涉及的水库扩容工程建设和运行期间对当地鱼类会产生一定的影响，具体情况如下：

1、工程建设期对鱼类的影响

楚雄州中石坝水库工程建设期间，对鱼类的影响十分广泛，主要集中在以下2个方面：

(1) 对鱼类生境和生长的影响

水库大坝建设期间，工程建筑工人活动增加，所产生的工程弃渣、废水、

生活污水以及生产垃圾，势必会影响到青龙河的水质，导致鱼类所生存的环境受到一定影响，生活污水主要为施工人员临时居住工地粪便污水，同时包括厨房污水、浴室废水等，这些污染水体包含有机物因子，对鱼类胚胎发育产生影响，鱼类仔鱼的畸形率大幅度提高。施工期对建筑材料清洗、车辆等设备冲洗、场地降尘洒水、地表基础开挖和基坑排水会造成坝址局部河段水体浑浊，透明度降低，影响浮游植物光合作用产氧量，导致水质下降。水库配套的道路工程建设时，如果施工地靠近河流，工程中不可避免地会使沿线地表植被遭到破坏，影响农业生态系统和森林生态系统的稳定性和完整性，造成水土流失，当遇到暴雨季节或洪水，水土流失物中营养物质氮、磷及有毒有害物质会伴随泥沙进入水体，加剧对河流水体水质的破坏，对鱼类生长造成影响；大型货运车辆因燃料箱容积较大，携带燃料较多，若发生严重的交通事故后燃油泄漏量较大，雨水冲刷使得石油类进入河道（杨世勇，2013）；汽车废气中主要含有水蒸气、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、硫化物、甲烷、乙烯、醛和铅颗粒等污染物，这些污染物排放到大气中并渗透到水中（卢林果，2013）；此外，在运输原材料过程中，如在运输水泥、砂石、粉煤灰等原材料过程中粉尘飞扬，同时在运出开挖出来的土方时，使道路上到处都是尘土等颗粒物，造成环境污染，经雨水冲刷一些污染物进河道，将引起河水悬浮物偏高。大坝施工期间，料场开挖，坝基开挖等，各种机械在水中作业，将搅动水体河床底泥，局部范围内破坏了鱼类的栖息地，对鱼类有驱赶作用；工程泥沙冲击河道使得河道水体含氧量下降，可能会造成鱼类大量窒息而死，另外泥沙淤积会造成一定区域的生境发生改变，而在繁殖季节则会使得鱼卵无法正常孵化，从而使得渔业资源急剧下降。上述这些都会造成河流水质发生变化，影响浮游生物生物量，从而影响了鱼类索饵场以及适宜生境，甚至造成大量水生动植物死亡。施工期间的爆破噪声将驱赶鱼远离施工区，此外发生爆炸产生的冲击波可能会对鱼类体内的器官产生损伤，如鳔。

（2）对鱼类繁殖影响

施工期间，地表基础开挖、天然料场建立等造成鱼类产卵场的破坏，同时所产生的悬浮泥沙可能粘附在鱼卵上而导致鱼类胚胎发育窒息死亡。施工过程中产生的振动、机械噪声可能对鱼类产生生理干扰，若在繁殖季节，则将导致鱼类产卵受到一定程度抑制。围堰排水施工将使围坝江段鱼类死亡或被滥捕；

筑坝引水将导致坝下江段大幅度减水，甚至脱水，威胁减脱水江段鱼类的生存，如果减水处于鱼类繁殖期，会影响下游江段的鱼类繁殖，或使受精卵、仔幼鱼搁浅死亡等；将导致局部河段鱼类时段性的影响物种数量和种群密度的下降。如果配套道路工程有过河桥梁建设，虽不会阻断鱼类通道，但施工期间的各种干扰将对鱼类产生驱离效应，工程河段的鱼类的正常活动将受到一定程度负面影响，如果在繁殖季节，鱼类可能会无法进行繁殖活动，从而导致施工影响河道鱼类大幅度减少。随着施工结束，生境逐渐恢复，鱼类会扩散到工程影响河道并寻找适应的生境繁殖。

2、工程运行期对鱼类的影响

中石坝水库工程以及灌溉工程运行后，对鱼类的影响主要是以下5个方面：

(1) 环境承载力下降

中石坝水库以下水量减少，下游青龙河河段营养物质输入也有所减少，水体总的生物承载量相对减少，水位下降后，原来淹没于水下的部分底质裸露，鱼类的生境必然有所缩小，且底栖动物、附着性藻类等饵料生物减少，造成鱼类资源量下降，并可能发生小型化；引水工程可能还会导致一定的鱼卵、鱼苗进入输水管线从而造成资源损失，另外一些外来种通过引水管道进入其他地区。

(2) 水库蓄水淹没影响

水库重建结束后，抬高的水位将不同程度淹没所在河流的天然河段，坝上河段水文情势变化对鱼类的影响主要集中在库区的回水河道范围内，即原流水河道上的湾潭石滩被淹没。河道断面将由复式变为单一断面，原来地形复杂的河道地形将简单化，回水区的水头差和河道的弯曲度将降低，天然河流复杂多变的水流流态将趋于稳定，这些水域自然环境的单一化将造成鱼类栖息环境的单一化，适应流水性鱼类的栖息地减少（李芳，2009），特别是对适应河道底层石隙中穿行觅食的种类（如条鳅科）产生较大影响，另外一些流水性种类的种群在失去栖息地之后将向库尾的上游方向或者入库支流退缩，其分布范围被压缩或分布海拔相应上移，其种群的繁衍和扩张也将受到限制，从而降低鱼类群落物种的多样性和资源量。此外，库区蓄水，致使流速减缓、泥沙沉积、水体透明度增大、溶解氧降低，也导致流水性耗氧量高的鱼类明显减少。目前在青龙河流域中仅生存着小型条鳅科鱼类，这些鱼类为定居型，生存能力较强，水

库会造成这些鱼类资源量损失，分布区压缩，但总体影响有限，不会造成物种灭绝。

另一方面，库区河段由于淹没，导致营养盐类增加，初级生产力提高形成一个良好的渔业基地，适宜于静水、摄食浮游生物、喜栖居于水体中上层的鱼类如鲤科、鲢科，以及鲇科等的鱼类将得到不同程度的发展，成为库区优势种群。整体而言，库区形成后，原开放型水生生态系统将转变为峡谷型水库生态系统。流水河段减少了，静水面积却大大增加，原分布于支流的激流型鱼类通过自游能力寻找适宜的生活条件而进行短距离的迁移，对于小型鱼类，如条鳅科等，它们活动范围较小，且有较强的适应性，物种较容易得到延续。

(3) 水坝阻隔对鱼类的影响

水库筑坝截流将阻隔水库坝上与坝下河流及其水生生物的连通性，导致鱼类生境的片段化。生境可分为坝前的静水区、库尾和库区支流的急流区以及连接坝前和库尾的微流水区。水坝将阻隔坝上、坝下鱼类种群的基因交流，即将原有河流中同种鱼类较大的基因库分隔为小基因库，导致鱼类遗传多样性的下降；同时片段化会限制鱼类的索饵游动范围，使其难觅充足食物，进而影响物种生存和繁殖。由于青龙河无保护及洄游性鱼类分布，现存土著鱼类多为小型定居型鱼类，因此水坝阻隔对土著鱼类的总体影响较小。

(4) 水文情势改变对鱼类的影响

水库蓄水调峰运行改变了原有河流自然的水文特征，如水位、流速、流量等以及这些特征的周期性变化，从而使鱼类生活生长、繁殖发育所需的特殊生境受到影响。大坝建成后库区内水体流速变缓，底质泥沙增多，将造成一些喜在岩石砂砾基底产卵的鱼类无法产卵或卵无法成活。条鳅科鱼类一般将卵产于激流的石缝中或石块下，水库建成蓄水后水位加深、底层水温低、溶氧量低的环境将导致其卵无法孵化。

库区内的静水环境将使漂浮性的鱼卵下沉而导致鱼卵死亡，但是在本工程流域内无产漂流性卵的土著鱼类分布。鱼类的产卵期多集中在每年4-6月份，而水库3-5月份为蓄水期，也是灌区的用水高峰期，因水交换量小，水位低，可能导致部分鱼类所需繁殖水流量和流速达不到产卵要求，繁殖活动终止。鱼类生存水深至少大于10cm，中大型鱼类的产卵场水深要求达到大于30cm，小型定居型鱼类产卵场水深最低要求为大于鱼类的体长，如果下游河段出现减水甚至

脱水，将对鱼类生存和繁殖产生较大影响，所以水库生态调度需要满足生态环境需水量（谭婕，2012）。

此外项目引入金沙江低温水，以及水库水温分层，这期间下泄的低温水将导致库区和坝下河段鱼类延迟产卵，并导致当年幼鱼的生长周期缩短，生长速度减缓等问题，从而导致鱼类性早熟和小型化；如果产卵期延迟过长，刚孵化的卵在汛期将被水流破坏死亡。而洪水期集中泄洪又将使流量过大、流速过快，对下游河道和水生生物形成较大的冲刷力，使下游河段的生境受到损害，这将对下游河段的鱼类和其它水生生物，特别是喜流水性鱼类的栖息造成不利的影响。

根据对中石坝水库扩建后和引入金沙江水源后的水温模拟结果，中石坝水库运行后较现在水温将会降低1.1-1.8℃，降温幅度较小。因此预测因低温水将导致库区和坝下河段鱼类产卵时间延后，生长速度减缓。但总体来说，水温降幅较小，对鱼类和渔业的影响较小。

（5）外来物种影响

中石坝水库扩建后，将接受滇中引水的调入水源，存在金沙江上游物种随水流入侵到中石坝库区的风险。

滇中引水环境影响评价报告中，对水源区及调出区影响范围内（旭龙至虎跳峡）的调查显示，共分布有鱼类20种，其中土著鱼类15种，分别为短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、硬刺松潘裸鲤、软刺裸裂尻鱼、戴氏山鳅、修长高原鳅、短尾高原鳅、斯氏高原鳅、勃氏高原鳅、安氏高原鳅、细尾高原鳅、拟硬鳍高原鳅、中华金沙鳅、长须石爬鮡；外来鱼类5种，分别为：棒花鱼、麦穗鱼、高体鲮鱼、鲫、泥鳅。

项目调查中，楚雄州青龙河流域共记录有鱼类3目7科16属16种，其中土著鱼类有6种，外来鱼类10种。鲮、草鱼、鲢、鳙等为楚雄州库区常见引入养殖经济鱼类；棒花鱼、麦穗鱼、食蚊鱼和子陵吻鰕虎鱼等为引种养殖带入的外来种鱼类，在自然河道为逃逸扩散个体。土著种鱼类中，仅有前鳍高原鳅、红尾副鳅、鲤、鲫、鲃、黄鲢等六种。

对比水源区和青龙河流域的鱼类组成，两者土著鱼类的物种组成并不相同，金沙江水源区以裂腹鱼类和高原鳅类为主，属于青藏高原鱼类区系范围，青龙河流域则是兼有南方类群、东亚类群和老第三纪类群成分。

根据滇中引水环境影响评价报告中对引水管道下游鱼类入侵风险的分析，

(1) 输水管道入口需要采用一定的拦鱼措施阻止鱼类进入引水渠，在引水渠内设置拦鱼电栅，利用电极形成电场，使鱼感电后发生防御性反应后改变游向，避开电场达到拦鱼目的的一种设施。(2) 输水管线一般为封闭的渡槽、隧洞、倒吸虹、暗涵等，但是在进行输水管线维修时，可能会放空部分输水管道内的水，这样水源区鱼卵和幼鱼能够通过输水管道存活进入其他水系，也不会受水水体存活，也就不可能产生生物入侵等不利的环境影响。(3) 因为滇中引水工程的特点，引水进入引水湖泊和水库后，城镇生活用水、农田灌溉用水用完后流入退水河流中，基本难以会有大、小鱼及鱼苗成活，因此上游金沙江物种入侵下游退水河流的风险为可接受。

因此，总体来看，水库工程运行后，下游江段鱼类资源势必会有所减少，但目前青龙河上下游鱼类区系基本一致明显，绝大多数为外来种，广泛分布于流域不同水体，库区水温降幅较小，低温水对坝下土著鱼类的影响有限。引水工程运行可能会产生外来种入侵风险，水源区和输水线路依据《滇中引水环境影响评价报告》采取拦鱼栅和清理输水管线等措施后，入侵下游退水河流的风险为可接受。此外，水库运行期对水域生态影响主要是环境风险事故中产生的货物或燃油及化学品泄漏进入水体，对鱼类产生影响甚至导致死亡。

3、对鱼类“三场”的影响

(1) 对产卵场影响

中石坝水库改扩建工程建设主要影响坝址下游河段产卵场，前期工程建设，工程挖掘，抽水等都会较大程度地破坏产卵场的生境；施工所产生的泥浆水，将会改变产卵场的水质，条鳅类土著鱼类受精卵孵化需要含氧量高、清澈的水质。

建设后工程运行，水库蓄水后，水位抬升5米，将淹没原有的一些产卵场，由于水位的抬升，土著鱼类的产卵场将会上移，可能在支流河段形成新的产卵场所。本工程影响区的大多数土著鱼类产沉性卵。产沉性卵鱼类的产卵场一般处于浅滩、岸边较多水草处或流速较慢，水流平缓的洄水处，底质为沙砾或砾石，以便于鱼卵附着或沉入石缝中，同时周边又有一定的深水区，供亲鱼活动和藏身，在产卵场附近一般都会有索饵场。水库水量稳定后，随着水深增加，深水的水温，含氧量不足以提供孵化条件，此外水库的石砾环境慢慢转变为泥

质，这种环境的改变将不适应原有的土著鱼类的繁殖，但仍然可能会有一些种类在浅滩繁殖。下游鱼类受水流量影响相对较大，而且变幅越大，变化越频繁，其影响越大，如果水文情势变化不大，则对产卵场影响不大，鳅类能在30-50cm的水深中繁殖。

(2) 对索饵场影响

建设后工程运行，水库蓄水后，水位抬升5米，加之来水增加，导致水体营养盐减低，库区水质变好，饵料生物资源会降低。

根据评价河段的渔获物组成，以及水生生物的数量情况，分析认为青龙河流域基本满足鱼类的索饵需求。随着水库的建设，库区水位上升，水面变宽，水流减缓，短期内浮游动、植物和底栖生物总量增加，使基础饵料生物资源量显著增加，索饵场面积增大，会为鱼类的天然生物饵料资源提供保证，并随着浮游动植物生物量逐渐达到新的平衡，鱼类索饵场也将达到稳定状态。

(3) 对越冬场的影响

水库的建设，使库区水位抬升，水域面积增大，水位加深，这些为库区鱼类提供了理想的越冬场所。坝下越冬场所水文情势不会发生明显变化，对鱼类越冬没有太大影响。

6.7.6.6 滇中引水带来的外来物种入侵影响预测

1、浮游植物

中石坝水库及青龙河流域水生生态现状调查结果显示，共观察到浮游植物48种，分别隶属于蓝藻门、裸藻门、甲藻门、硅藻门和绿藻门等5个门。青龙河流域河道中浮游植物以硅藻门为主，中石坝水库及库下河段以蓝藻门和绿藻门为主。

滇中调水环评结果显示，2014年对水源区和调水区的调查，共检出浮游植物7门46属135种。其中硅藻门107种，蓝藻门15种，绿藻门9种，甲藻门、金藻门、裸藻门和红藻门各1种，金沙江水源区的浮游植物物种组成为典型的河流相。

对比滇中调水水源区和中石坝库区扩建项目范围调查结果对比，调水区浮游植物以硅藻门为主，种类多为喜流水的种类；中石坝库区受上游水库和自身建库时间较长的影响，浮游植物中绿藻门种类较多。预测金沙江来水中的硅藻，在库区中因为环境变化，静水环境并不适合硅藻生长，其大量种类将会消

亡，库区原有的藻类依然占有优势。

2、浮游动物

中石坝水库扩建水生生态现状评价涉及的6个断面，浮游动物共检出42种。其中原生动物21种，轮虫15种，枝角类2种，桡足类4种。库区上游河流中以表壳虫、沙壳虫和臂尾轮虫等喜流水的种类为主；中石坝水库和下游青龙河河道浮游动物受上游水库影响较大，一些水库中的枝角类和桡足类也会出现在河道中。

滇中调水环境影响评价报告对水源区的浮游动物调查结果显示，水源区及调出区共检出浮游动物23属32种，原生动物12属17种，轮虫为11属15种，枝角类和桡足类在两次调查中未检出。为典型的河流相浮游动物结构。

对比两者的结果，水源区浮游动物为典型的河流型浮游动物结构，以原生动物和轮虫作为绝对的优势类群。中石坝水库扩建项目中的浮游动物则是湖库类型，其四个类群的浮游动物物种均有发现。滇中引水引入金沙江水源后，原有的原生动物和轮虫，将在库区中不具有竞争性，被库区原有的浮游动物和鲢鳙等摄食浮游生物鱼类摄食，导致其在库区难以形成种群，也难以入侵到中石坝库区。

3、水生植物

中石坝水库和青龙河流域调查中，共发现水生植物3种：辣蓼、菱草和水花生，三种均为挺水植物，在云南高原湖泊和湿地中广泛分布的物种。滇中引水环境影响评价在水源区未发现有水生植物生长。因此调水过程不会引起外来物种入侵。

4、底栖动物

中石坝水库及青龙河调查中，6个断面共采集到大型底栖动物15种，其中种类最多的是节肢动物门，共有8种；其次，是软体动物门，共有5种；环节动物门仅采集到2种。

滇中引水环境影响评价报告中，水源区及调出区影响范围内底栖动物共54种，其中环节动物3种；软体动物1种；节肢动物50种，优势种有四节蜉、斑特突摇蚊、斑特突摇蚊、多足摇蚊、直突摇蚊属、趋流摇蚊等。

金沙江调水进入中石坝水库后，喜激流的底栖动物，如四节蜉、多足摇蚊等，因库区中没有砾石和急流水环境供喜激流底栖动物生活，预测难以在库区

形成种群。库区原有的软体动物和环节动物等类群，依然是中石坝水库扩建后的优势类群。

5、鱼类

滇中引水环境影响评价报告中，对水源区及调出区影响范围内（旭龙至虎跳峡）的调查显示，共分布有鱼类20种，其中土著鱼类15种，分别为短须裂腹鱼、长丝裂腹鱼、四川裂腹鱼、硬刺松潘裸鲤、软刺裸裂尻鱼、戴氏山鳅、修长高原鳅、短尾高原鳅、斯氏高原鳅、勃氏高原鳅、安氏高原鳅、细尾高原鳅、拟硬鳍高原鳅、中华金沙鳅、长须石爬鮡；外来鱼类5种，分别为：棒花鱼、麦穗鱼、高体鲮鱼、鲫、泥鳅。

项目调查中，楚雄州青龙河流域共记录有鱼类3目7科16属16种，其中土著鱼类有6种，外来鱼类10种。鳊、草鱼、鲢、鳙等为楚雄州库区常见引入养殖经济鱼类；棒花鱼、麦穗鱼、食蚊鱼和子陵吻鰕虎鱼等为引种养殖带入的外来种鱼类，在自然河道为逃逸扩散个体。土著种鱼类中，仅有前鳍高原鳅、红尾副鳅、鲤、鲫、鲃、黄鲢等六种。

对比水源区和青龙河流域的鱼类组成，两者土著鱼类的物种组成并不相同，金沙江水源区以裂腹鱼类和高原鳅类为主，属于青藏高原鱼类区系范围，青龙河流域则是兼有南方类群、东亚类群和老第三纪类群成分。

根据滇中引水环境影响评价报告中对引水管道下游鱼类入侵风险的分析，（1）输水管道入口需要采用一定的拦鱼措施阻止鱼类进入引水渠，在引水渠内设置拦鱼电栅，利用电极形成电场，使鱼感电后发生防御性反应后改变游向，避开电场达到拦鱼目的的一种设施。（2）输水管线一般为封闭的渡槽、隧洞、倒吸虹、暗涵等，但是在进行输水管线维修时，可能会放空部分输水管道内的水，这样水源区鱼卵和幼鱼能够通过输水管道存活进入其他水系，也不会受水水体存活，也就不可能产生生物入侵等不利的环境影响。（3）因为滇中引水工程的特点，引水进入引水湖泊和水库后，城镇生活用水、农田灌溉用水用完后流入退水河流中，基本难以会有大、小鱼及鱼苗成活，因此上游金沙江物种入侵下游退水河流的风险为可接受。

6、总结

通过对金沙江水源区和中石坝水库中的浮游植物、浮游动物、水生植物、底栖动物和鱼类几个类群的比较和分析，水生植物因水源区没有发现水生

植物，不存在滇中引水导致的外来种入侵。金沙江水源区底栖动物基本是喜激流类型，多吸附在岩石表面或者石缝中生活，受水区中石坝水库不具备这样的激流环境，底质多为淤泥，不适合底栖动物生存，难以形成外来物种入侵。金沙江水源区浮游植物、浮游动物多为喜流水类型，进入库区后不具备竞争力，很快会被淘汰，加之库区中有大量的鲢鳙等滤食性鱼类对浮游动植物进行调控，浮游动植物形成入侵的可能性不大。

按照滇中调水的工程设计和前期环境影响评价的内容，将在进水口、输水管道上设置拦鱼的设施，包括（1）在输水管道入口引水渠内，设置拦鱼电栅，利用电极形成电场，使鱼感电后发生防御性反应后改变游向，避开电场达到拦鱼目的。（2）输水管线一般为封闭的渡槽、隧洞、倒吸虹、暗涵等，但是在进行输水管线维修时，可能会放空部分输水管道内的水，这样水源区鱼卵和幼鱼能够通过输水管道存活进入其他水系，也不会受水水体存活，也就不可能产生生物入侵等不利的环境影响。（3）因为滇中引水工程的特点，引水进入引水湖泊和水库后，城镇生活用水、农田灌溉用水用完后流入退水河流中，基本难以会有大、小鱼及鱼苗成活，因此上游金沙江物种入侵下游退水河流的风险为可接受。

6.8环境风险影响分析

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的要求，环境风险评价应以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险预防、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据。

6.8.1环境风险调查

本工程为综合利用水利枢纽工程建设项目，不涉及具有危险性的生产系统，运行期不涉及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录B中风险物质，涉及的风险源主要为施工期的生活生产区设置的油库。

柴油最可能发生的事故是贮存的柴油发生火灾爆炸，油桶泄漏，遇明火发生火灾后会对周围人员造成伤亡，油品燃烧产生的辐射热将影响其周围的邻罐或周围建筑物，甚至引起新的火灾。

项目涉及的环境风险物质柴油的理化性质及危险特性见下表。

表 6.8-1 柴油理化性质及危险特性表

标识	中文名	柴油		危险货物编号		/	
	英文名	Diesel oil		CAS 号		68334-30-5	
理化性质	外观与性状	稍有粘性的棕色液体					
	熔点 (°C)	-18		沸点 (°C)		282-338	
	相对密度 (水=1)	0.87-0.9		相对密度 (空气=1)			
	主要用途	用作柴油机的燃料					
	溶解性	不溶于水, 能与多种有机溶剂混溶					
燃烧爆炸危险性	引燃温度 (°C)	55	爆炸上限 V%)	5	闪点 (°C)	55	
			爆炸下限 V%)	0.7			
	危险特性	遇明火、高热或与氧化剂接触, 有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险。					
	禁忌物	强氧化剂、卤素。					
	灭火方法	喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂: 泡沫、干粉、二氧化碳。用水灭火无效。					
毒性及健康危害	环境标准	未制定标准					
	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收。					
	毒理学资料	LD50: 7500mg/kg (大鼠经口) LC50: 无资料					
	健康危害	皮肤接触可为主要吸收途径, 可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状, 头晕及头痛。					
包装与储运	危险货物包装标志	Z01					
	储运注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与氧化剂、卤素分开存放, 切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。					
防护措施	<p>皮肤接触: 立即脱去污染的衣着, 用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。</p> <p>眼睛接触: 提起眼睑, 用流动清水或生理盐水冲洗。就医。</p> <p>吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医。</p> <p>食入: 尽快彻底洗胃。就医</p>						
泄漏处置	<p>迅速撤离泄漏污染区人员至安全区, 并进行隔离, 严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器, 穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏处置漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏: 用活性炭或其它惰性材料吸收。大量泄漏: 构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内, 回收或运至废物处理场所处置。</p>						

6.8.2 环境风险潜势和风险评价等级判断

1、危险物质数量与临界量的比值 (Q)

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 附录C, 危险物质数量与临界量的比值 (Q) 如下:

当只涉及一种危险物质时, 计算该物质总量与临界量的比值, 即为Q;

当存在多种危险物质时, 按照下列公式计算物质总量与临界量的比值

(Q) ;

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： $q_1、q_2 \dots q_n$ —每种危险物质最大存在总量 (t)；

$Q_1、Q_2 \dots Q_n$ —每种物质的临界量 (t)。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势划为I；

当 $Q \geq 1$ 时，将Q值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（2）

$Q \geq 100$ 。

本项目涉及的风险物质为项目施工期使用的柴油，本项目危险物质的Q值核算如下：

表 6.8-2 本项目 Q 值核算表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 /t	临界量/t	危险物质 Q 值
1	柴油	68334-30-5	500	2500	0.2
ΣQ					0.2
项目施工期柴油使用量约为 1982t，分工期运输进入施工生活生产区的油库暂存，施工生活生产区暂存的柴油最大量约为 500t。					

2、环境风险评价等级判断

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价工作等级判别表见下表。

表 6.8-3 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a
^a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见附录 A。				

项目危险物质临界值 $Q=0.2 < 1$ ，环境风险潜势为I，本项目环境风险评价等级最终确定为简单分析。

本项目环境风险进行简单分析，可不设评价范围，主要进行环境风险识别和环境风险分析。

6.8.3 环境风险识别

施工期风险物质为柴油，集中在油罐内，其次施工机械油箱少量携带。存在的主要环境风险事故类型为泄漏、火灾、爆炸。污染途径主要是容器受外力撞击导致泄漏，或遇高热或明火引发火灾爆炸。火灾消防废水可能进入地表水体、地下水和土壤，对其造成污染。

6.8.4环境风险影响分析

(1) 对大气环境影响分析

柴油桶、汽油桶火灾热辐射影响主要在施工办公生活区。柴油、汽油在燃烧过程中同时会伴生大量的烟尘、CO、SO₂和NO₂等污染物，会在短时间内对周围环境产生不利影响。由于柴油、汽油中硫含量很小，燃烧过程中SO₂产生量不大，但不完全燃烧产生的CO毒性较大，对人体健康产生的危害较大。由于本工程的柴油、汽油储存量不大，产生的CO量不大，并且通过大气扩散稀释后，不会引起中毒反应。

(2) 对水环境影响分析

项目柴油、汽油发生泄漏火灾时，油料会随着消防废水进入地表水体及渗透地下，会对水体产生污染。

6.8.5环境风险防范措施

(1) 加油管道设置紧急截断阀，以备事故发生时切断与罐车的联系。同时配备灭火装置，降低发生火灾后发生连锁效应的可能性。

(2) 加油区为相对独立的区域，加油区域将设置1.2m高的围堰。围堰内利用水泥进行硬底化处理后，采用沙子填充平铺，一旦发生泄漏，围堰可用于收集部分油品，同时泄漏油品可通过专用管道引流至应急事故池暂存。

(3) 加油区设立明显标志，禁止明火。同时环评建议项目在加油区安装可燃气体检测报警仪。

(4) 根据相关的环境管理要求，结合具体情况，制定该项目的各项安全生产管理制度、严格的生产操作规则和完善的事故应急计划及相应的应急处理手段和设施，同时加强安全教育，以提高职工的安全意识和安全防范能力。

6.8.6环境风险影响分析结论

根据对施工生产、运输、储存及污染治理等过程涉及的化学物质的分析，涉及的物质风险物质为柴油，环境风险类型为泄漏、火灾、爆炸，环境风险评价等级为简单分析。严格按照有关规范标准的要求对风险源进行监管；同时做好环境风险物质的储存管理，编制突发环境事件应急预案并定期演练。在认真

落实工程拟采取的安全措施及评价所提出的安全措施后，施工期环境风险可以接受。

6.9社会环境影响分析

中石坝水库的主要任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。因此，本工程建成后，具有明显的社会环境效益。

6.9.1社会经济影响分析

工程建设期间，需要大量的劳动力资源，可增加工程区域劳动人员的就业机会，并可带动区域第三产业的发展，增加当地居民的经济收入，改善居民生活水平。工程建设需要砂料、粗骨料、块石、土料等建筑材料，这些建筑材料的需求将对当地经济发展有一定促进作用。

6.9.2土地利用的影响

项目占地为铲除地表植被、剥离表土并形成边坡，在建设过程中对生态环境的影响主要表现在：土地利用类型的改变，库区淹没占地、引水工程占地、库区整治工程以及施工临时占地将既有耕地、林地、园地、水域及水利设施用地等变更为水库或水利设施用地。

本项目永久占地包括水库淹没区、库区河道整治区以及枢纽工程的拦河坝加高扩建、溢洪道改造、右岸输水隧洞改造、新建左岸输水隧洞、高涵封堵等水工建筑物的建筑区和管理区等。永久占地共计479.52亩，其中耕地143.2亩（水田96.64亩、旱地46.56亩）、林地279.27亩（乔木林地107.07亩、灌木林地14.62亩、省级公益林157.58亩）、交通运输用地（农村道路）8.47亩、水域及水利设施用地48.58亩（河流水面24.21亩、水工建筑用地21.96亩、水库水面2.41亩）。工程建设完成后所占用的土地性质改变为水域或水利设施用地。工程永久占地将造成土地资源的功能和生产力发生变化，耕地、林地、园地等被建筑物占用，将造成原有耕地、林地、园地等土地资源损失，对当地农业等生产造成一定量的损失。

项目临时占地包括垫地回填区域、临时施工场地、临时道路等区域。临时占地共计710.92亩，其中耕地497.23亩（水田448.96亩、旱地48.27亩；其中永久基本农田480.16亩）、园地（果园）0.66亩、林地175.41亩（乔木林地79.1亩、灌木林地14.37亩、省级公益林81.94亩）、交通运输用地（农村道路）9.99亩、水域及水利设施用地27.63亩（河流水面26亩、水库水面1.63亩）。临时占地将使土地利用的结构和类型发生改变，地表植被遭到破坏，临时占地范围内的土地只是临时性改变土地利用的状态，地表植被被破坏，对于临时占地，项目在施工过程中采取工程措施，施工结束后采取植被恢复措施，进行一定程度的恢复，对植被影响较小。本项目施工工期18个月，施工结束后，可根据情况恢复原有功能和合理开发利用，大部分工程临时占地将进行恢复，因此工程临时占地对土地利用影响较小，是暂时的。

6.9.4人群健康影响分析

（1）施工人员入驻后，会带来生活垃圾、生活污水、粪便等，如不妥善处理，将为鼠蝇滋生提供环境，为疾病传播提供媒介，使传染病发病机率上升；

（2）施工人员入驻还将造成施工区环境卫生质量下降；随着人口密度增加，环境自净能力也会下降，造成居住卫生状况的不良；

（3）外来人员增加，可能带来新的传染病，使得施工人员极易成为易感人群。

6.10移民安置影响分析

根据可研，中石坝水库淹没区和枢纽工程建设工程区不涉及居住人口，无搬迁安置人口。中石坝水库扩建工程基准年生产安置人口为79人，无搬迁安置人口；规划设计水平年生产安置人口为84人。农村移民安置总人口为生产安置人口与搬迁安置人口之和再扣除两者重叠部分。由于本工程无搬迁安置人口，生产安置人口为农村移民安置人口，基准年移民安置人口为79人，规划设计水平年移民安置人口为84人。

中石坝水库扩建工程征收耕地涉及楚雄市2个镇3个村委会（社区）6个村小组，征收耕地比重在1.61%~8.51%之间，对当地农村生产生活影响较小。在征

询地方政府意见及移民意愿后，采取自行安置的生产安置方式，通过货币补偿后移民自行流转耕地来恢复生产。

移民自行安置不新增本项目所在区域生活污水、固体废物等排放量，不产生重新开垦土地过程由于开挖、弃土和占地将对原地表植被产生破坏。

6.11专业项目建设影响分析

根据可研，本项目建设征地影响到的专业项目为：

楚雄绿野碧波公司所属海鑫园农家乐1处，涉及各类房屋面积524.71m²及其附属建筑物，零星林果木6株，不进行恢复迁建，其地面建筑物和附着物给予合理补偿。

中石坝水库管理处生产生活用房及其附属建筑物821.57m²及其附属建筑物，水库扩建后，按原规模在原址重建。

农村道路1条长0.3km，机耕路6条长2.15km，农用桥2座，农村道路垫地回填后仍能使用，机耕路6条机耕路恢复耕地后已配置田间交通设施，原河道上农用桥2座在库区河道整治工程中需重建3座农用桥。

楚雄鹿城供电局10kV输电线路1.8km、380V输电线路0.45km，将现有线路拆除进行改复建。

中国电信楚雄市分公司1条光缆（24芯），影响长度1.1km，按原规模、原标准，恢复原功能的原则进行改复建。

楚雄市水务局水位雨量站1座，经征求市水务局意见后，将水位雨量站迁移至库区河道整治后河道旁。

取水井2眼、灌溉渠2条、水池1个、河闸4道、泵站1座，取水井、水池不再复建，灌溉渠2条恢复耕地后已配置田间水利设施，原河道上4道水闸、泵站1座，在库区河道整治工程中需重建水闸3座、1座泵站。

上述交通设施、输变电设施、水库管理处生产生活用房及其附属建筑物等改复建施工期间，施工开挖、地表裸露和堆渣等将造成新增水土流失影响。工程永久占地范围内的林木、灌木、草丛等遭受砍伐、排埋等人为活动影响，导致生物量及生态价值下降，这些破坏都是永久的，不可逆的。施工结束后，随着临时占地的植被恢复，植物资源将得到逐步恢复。施工期间施工灌浆废水、基坑废水经沉淀处理后尽可能回用，回用不完的排入青龙河；施工机械/车辆冲

洗废水经隔油池、沉淀池处理后回用，不外排。产生的废气、噪声、固体废物还对周围环境存在一定程度的影响，但随着施工结束而影响消除。

交通设施、输变电设施等均按原规模、原标准，恢复原功能的原则进行改建，运行期不新增污染物排放。

6.12 水土流失影响分析

6.12.1 水土流失防治责任范围

项目水土流失影响分析引用《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》“水土保持”专题。

根据该工程建设的实际情况，结合外业调查和资料分析，将本工程水土流失防治责任范围划分为二个一级防治区，即永久占地区和临时占地区；根据分区原则对工程建设区进行二级分区，分为枢纽区、工程防护区、料场区、道路区、水库淹没区五部分组成。防治责任范围总面积为78.933hm²，其中永久占地区面积为38.770hm²，临时占地区面积为40.163hm²。

各分区防治责任面积如下表所示。

表 6.12-1 水土流失防治责任范围表 单位：亩

分区/项目区		永久占地/hm ²	临时占地/hm ²	水土流失责任面积/hm ²
枢纽区	大坝	2.17		2.170
	溢洪道	0.203		0.203
	闸阀门	0.013		0.013
	输水隧洞	0.160		0.160
	工程管理区	7.549		7.549
道路区	永久道路	7.33		7.329
	临时施工道路		0.547	0.547
工程防护区	垫地回填工程		32.230	32.230
	河道整治工程	8.341	0.057	8.398
水库淹没区		13.005		13.005
料场区	风化料场		4.173	4.173
	黏土料场		3.156	3.156
合计		38.771	40.163	78.934

6.12.2 水土流失预测

1、水土流失面积

由于本项目用地方式不同，水土流失特点不同，造成的危害也不相同，根据水土流失防治分区进行预测，预测总面积为58.380hm²（扣除水库管理区面积7.549hm²及水库淹没区13.005hm²）。

表 6.12-2 水土流失面积统计表 单位：hm²

项目区		水土流失面积占地类型						合计
		水田	旱地	园地	林地	交通运输用地	水域及水利设施用地	
枢纽区	大坝				0.834	0.083	1.253	2.170
	溢洪道		0.007		0.195	0.001		0.203
	闸阀房		0.012			0.001		0.013
	输水隧洞		0.117		0.024	0.019		0.160
道路区	永久道路	0.160	0.371		6.524	0.275		7.330
	施工临时道路	0.015			0.521	0.011		0.547
工程防护区	垫地回填区	29.323	0.159		0.632	0.209	1.907	32.230
	河道整治工程建设区	5.063	0.745		1.037	0.031	1.522	8.398
料场区	风化料场	0.017	0.177		3.979			4.173
	胡家村粘土料场			1.937	1.219			3.156
合计		34.578	1.588	1.937	14.965	0.630	4.682	58.380

2、扰动原地貌、损坏土地面积

楚雄市中石坝水库扩建工程项目建设区面积为78.934hm²，扣除水库管理区面积7.549hm²及水库淹没区13.005hm²，工程施工扰动原地貌、损坏土地面积58.380hm²，工程扰动原地貌、损坏土地和植被面积统计见下表。

表 6.12-3 扰动原地貌、损坏土地面积统计表 单位：hm²

项目区		占地面积	扰动原地貌、损坏土地面积及类型					小计
			水田	旱地	园地	林地	交通运输用地	
枢纽区	大坝	2.170				0.834	0.083	1.253
	溢洪道	0.203		0.007		0.195	0.001	
	闸阀房	0.013		0.012			0.001	
	输水隧洞	0.160		0.117		0.024	0.019	
道路区	永久道路	7.330	0.160	0.371		6.524	0.275	
	施工临时道路	0.547	0.015			0.521	0.011	
工程防护区	垫地回填区	32.230	29.323	0.159		0.632	0.209	1.907
	河道整治工程建设区	8.398	5.063	0.745		1.037	0.031	1.522
料场区	风化料场	4.173	0.017	0.177		3.979		
	胡家村粘土料场	3.156			1.937	1.219		

合计	58.380	34.578	1.588	1.937	14.965	0.630	4.682	58.380
----	--------	--------	-------	-------	--------	-------	-------	--------

3、损毁植被面积

根据云总环〔2019〕635号文件，结合工程占地资料和现场调查情况综合测算，在工程扰动损坏的土地中，本项目损毁植被面积主要为林地、园地，面积为16.902hm²。项目损毁植被类型及面积见下表。

表 6.12-4 损毁植被类型及面积统计表 单位：hm²

分区		扰动土地面积	损毁植被类型及面积		
			小计	园地	林地
枢纽区	大坝	2.17	0.834		0.834
	溢洪道	0.203	0.195		0.195
	闸阀房	0.013			
	输水隧洞	0.16	0.024		0.024
道路区	永久道路	7.33	6.524		6.524
	施工临时道路	0.547	0.521		0.521
工程防护区	垫地回填区	32.23	0.632		0.632
	河道整治工程建设区	8.398	1.037		1.037
料场区	风化料场	4.173	3.979		3.979
	胡家村粘土料场	3.156	3.156	1.937	1.219
合计		58.380	16.902	1.937	14.965

4、水土流失量预测

(1) 原生水土流失量预测

经预测，工程建设区原生水土流失量为805.553t，详见下表。

表 6.12-5 工程建设区原生水土流失量预测

分区	施工区名称	占地面积 (hm ²)	水田	旱地	园地	林地	交通运输用地	水域及水利设 施用地	年背景侵蚀 量 (t)	预测时段 (a)	流失量 (t)
			400t/km ² ·a	800t/km ² ·a	500t/km ² ·a	450t/km ² ·a	3000t/km ² ·a	200t/km ² ·a			
枢纽区	大坝	2.170				0.834	0.083	1.253	41.758	0.83	34.798
	溢洪道	0.203		0.007		0.195	0.001		0.911	0.58	0.531
	闸阀房	0.013		0.012			0.001		0.053	0.25	0.013
	输水隧洞	0.160		0.117		0.024	0.019		0.671	0.25	0.168
	工程管理区	7.549	1.261	1.088		4.350	0.339	0.511	43.474	1.08	47.097
道路区	永久道路	7.330	0.160	0.371		6.524	0.275		32.537	1.08	35.248
	施工临时道路	0.547	0.015			0.521	0.011		2.430	1.08	2.632
工程防护 区	垫地回填区	32.230	29.323	0.159		0.632	0.209	1.907	120.381	1.08	130.413
	河道整治建设区	8.398	5.063	0.745		1.037	0.031	1.522	63.588	1.08	68.886
	水库淹没区	13.005		1.173		11.787	0.045		57.959	1.08	1.08
料场区	风化料场	4.173	0.017	0.177		3.979			18.648	1.08	20.201
	胡家村粘土料场	3.156			1.937	1.219			20.982	1.08	402.777
	合计	78.934	35.839	3.849	1.937	31.102	1.014	5.193	403.389		805.553

(2) 工程建设水土流失量预测

工程建设区扰动地貌可能造成的水土流失量为7388.54t。各预测分区扰动地表后各工程区可能造成的水土流失量见下表

表 6.12-6 工程建设可能造成水土流失量预测表

项目区	流失面积 (hm ²)	施工准备期		施工期		自然恢复期		流失总量 (t)	
		侵蚀模数 (t/km ² ·a)	预测时段 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	预测时段 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	预测时段 (a)		
枢纽区	大坝	2.170		9000	0.83	200		162.75	
	溢洪道	0.203		10000	0.58	200		11.84	
	闸阀房	0.013		7000	0.25	200		0.23	
	输水隧洞	0.160		7000	0.25	200		2.80	
道路区	永久道路	7.330	10000	0.25	12000	1.33	200	2	1385.37

	施工临时道路	0.547	10000	0.25	12000	1.33	200	2	103.38
工程防护区	垫地回填区	32.230	12000	0.25	6500	1.33	200	2	3889.09
	河道整治工程建设区	8.398	12000	0.25	6500	1.33	200	2	1013.36
料场区	风化料场	4.173	12000	0.25	6000	1.33	200	2	475.72
	胡家村粘土料场	3.156	10000	0.25	6000	1.33	200	2	344.00
合计		58.380				9.92			7388.54

(3) 新增水土流失量分析

经预测，项目建设区在预测时段内原生水土流失量为805.60t；根据预测，推算得出在不采取水土保持措施的情况下，项目区在预测时段内可能产生的水土流失总量为7388.50t，新增水土流失量为5745.50t，详见下表。

表 6.12-7 新增水土流失量预测表

水土流失预测分区		流失面积 (hm ²)	原生水土流失量 (t)	预测期水土流失量 (t)	新增水土流失量 (t)	分布 (%)
枢纽区	大坝	2.170	34.8	162.8	128.0	2.23%
	溢洪道	0.203	0.5	11.8	11.3	0.20%
	闸阀房	0.013	0.0	0.2	0.2	0.004%
	输水隧洞	0.160	0.2	2.8	2.6	0.05%
	工程管理区	(7.549)	47.1			
道路区	永久道路	7.330	35.2	1385.4		
	施工临时道路	0.547	2.6	103.4	100.8	1.75%
工程防护区	垫地回填区	32.230	130.4	3889.1	3758.7	65.42%
	河道整治工程建设区	8.398	68.9	1013.4	944.5	16.44%
水库淹没区		(13.005)	62.8			
料场区	风化料场	4.173	20.2	475.7	455.5	7.93%
	胡家村粘土料场	3.156	402.8	344.0	344.0	5.99%
合计		58.380	805.6	7388.5	5745.5	100%

6.12.3 水土流失危害分析

楚雄中石坝水库扩建工程建设期间可能造成水土流失危害表现为以下几个方面：

1、对工程本身的影响

工程建设和运行初期，扰动地表，破坏植被，如果不进行水土流失治理，会诱发滑坡、坍塌、泥石流等地质灾害，影响工程建设和正常运行，对今后水库工程和下游水库的安全运行构成潜在的威胁。

2、对土地生产力的影响

工程建设扰动地表将使大量的表土层剥离，若不采取水土保持措施，表层松散土壤将随地表径流被冲走，土壤中的氮、磷、钾等有效养分及有机质也随之丧失，使工程区域土壤趋于贫瘠化，土地生产力降低，可利用土地减少。

3、对社会环境的影响

库区所在地主要以农业经济为主。工程在建设过程中，如果不采取水土保持措施，水土流失将会对库区周边的农耕地，居民生活造成较大的影响，加速该地区的贫困化。

4、对生态环境的影响

由于工程施工、占地等将使植被遭到破坏，工程建设区内具有水土保持功能的植被随着工程的建设大量消失，由于植被的破坏，使当地的景观、生态环境遭受一定程度影响和破坏。

5、对水质的影响

由于工程建设所引起的水土流失，将使河流泥沙含量增大，水体使用功能降低。

7环境保护措施

7.1水环境保护措施

7.1.1施工期

1、灌浆废水

灌浆废水主要包括帷幕钻孔冲洗、制浆、试验、封孔等过程中产生的废水，废水产生量约为 $3.2\text{m}^3/\text{d}$ ，灌浆废水污染物以悬浮物（SS）为主，SS浓度在 $200\sim 1500\text{mg/L}$ 之间。在水库枢纽工程施工场地地势低处设置一个临时沉淀池，灌浆废水排入沉淀池，经沉淀处理后优先用于降尘，回用不完排入坝下青龙河。

2、基坑排水

水库坝区施工时，将产生基坑排水，基坑排水分初期基坑排水和经常基坑排水。初期排水主要包括基坑积水、基坑渗水两部分，初期排水与河流水质基本相同，不含其它污染物，可直接排放，对河流水质影响很小。

经常性排水主要考虑围堰及基岩渗水、天然降水、施工弃水，在防渗措施完善的情况下，基坑内的经常性排水有限，经一定时段集水后由水泵抽排，主要污染物为SS，同时可能含有少量的油类。基坑经常性排水采取基坑内静置沉淀后优先用于降尘、浇灌附近耕地林地或作为水保植物措施用水等，回用不完的基坑排水经沉淀后可排入青龙河。

3、施工机械/车辆机修、冲洗废水

本工程施工期间，各类施工机械维修主要依托附近当地机械修理厂，仅在各生活生产区内配备设备维护车间进行简单的零部件的配换及日常保养、冲洗。施工机械、汽车在冲洗、保养过程中将产生一定的含油废水，主要污染物成分为石油类、悬浮物、COD。

该废水中主要污染物浓度为：石油类 $10\sim 30\text{mg/L}$ ，悬浮物 $500\sim 4000\text{mg/L}$ ，COD $25\sim 200\text{mg/L}$ 。该类废水经施工生活生产区的隔油池、临时沉淀池处理后用于施工场地及道路洒水降尘，不外排，含油浮渣收集后委托有资质的单位处置。

4、施工人员生活污水

本工程计划施工总工期1.5年（18个月），工程施工人员和技术人员平均每天150人，施工高峰期人数约为200人/d，施工期生活污水产生量约为10.5m³/d。项目设置有3个施工生活区，生活区建有旱厕（临时化粪池），生活污水经无害化处理后污染物浓度低，水分蒸发后作为农家肥用于水库周边农田肥料，不外排。

化粪池：根据工程分析，中石坝水库扩建施工期生活污水产生量为10.5m³/d，项目设置有3个施工生活区（各施工生活区生活污水产生量约为3.6m³/d），在各施工生活区各设置1个为15m³的化粪池，可用于生活污水暂存4.2天，满足废水停留时间大于24h的要求，用于雨天暂存处理过的生活废水，待晴天委托周边村民清掏用作农肥，从水量的角度来看，是可行的。化粪池容积可满足施工期各施工区生活污水暂存需求。

生活污水中主要污染物浓度约为：SS 150mg/L、COD 250mg/L、BOD₅ 150mg/L、NH₃-N 20mg/L、TP 4.5mg/L。根据《化粪池原理及水污染物去除率》，化粪池对水污染物有一定去除效率，则中石坝水库管理房扩建后运营期生活污水处理效果见下表。

表 7.1-1 运营期生活污水处理效果

污染物	SS	COD	BOD ₅	NH ₃ -N
污染物浓度（mg/L）	150	250	150	4.5
处理措施	化粪池			
处理效率	30%	15%	9%	3%
处理后浓度	105	212.5	136.5	4.365

生活污水中污染物相对简单，经化粪池处理后委托周边村民清掏用作农肥，根据现场踏勘，项目区周边耕地面积分布较广，经收集后的生活污水全部回用不外排。

7.1.2运营期

7.1.2.1水文情势改变缓解措施

根据工程分析结果，水文情势改变主要体现在库区和坝下减水河段，库区水文情势变化无法改变，缓解措施主要针对坝下减水河段。

1、生态下泄流量措施

水库坝址下游河道生态用水量根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T712-2021）计算，汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的30%下

泄，枯期按水库坝址多年平均天然流量的10%下泄。中石坝水库坝址以上控制径流面129.0km²，根据水文计算天然多年平均径流量为1800.7万m³，折合流量为0.571m³/s，汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的30%下泄生态流量0.1713m³/s，枯期按水库坝址多年平均天然流量的10%下泄生态流量0.0571m³/s。生态下泄水量从左岸输水隧洞取水，生态下泄水量通过左岸输水隧洞出口处的闸阀房至溢洪道的生态水量放水管道向下游河道下放。水库在规划过程中已经考虑了水库下游河段的生态需水量，水库在优先满足河道生态环境用水的前提下，才向灌区供水，故水库的建设基本不会对水库坝址下游河道水生态造成影响。

2、生态下泄水量监控措施

生态下泄量通过导流泄洪输水隧洞出口闸阀房内设置放水管向下游河道下放。为了保证河道生态用水量，需在下泄流量设施内设置一套在线监控设施，拟建议选择SULN-200F型超声波流量计。该流量计采用非接触式超声波进行流量测量，适用于水、海水等可均匀传导超声波、流速在0~30m/s的液体，可测量15mm~6000mm的钢、铸铁、水泥等管道，可安装于放水管处。该流量计具有自动数据存储功能，并可与电脑连接进行流量监测原始数据的长期备份与储存。

7.1.2.2 水库水质保障措施

1、蓄水准备期水库水质保护措施

为保证水库运行安全及水库蓄水水质，要在水库蓄水前进行库底清理，清理范围为水库淹没区范围。具体措施如下：

①对新增淹没区内各类污染源进行清理，并对库区内垃圾等污染源地场应进行卫生防疫清理，将污染物运出库外，被污染的土壤反复曝晒消毒，对坑穴应进行药物消毒并以净土填塞，若有特殊地点要在卫生防疫部门指导下进行。

②对新增淹没区内林木进行清理。林木清理后，残留树桩高度不得超过地面0.3m，枝丫不得残留库区；迹地及林木砍伐残余的枝桠、枯木、灌木丛及农作物和秸秆等其他各种易漂浮物，在水库蓄水就地烧毁或者采取防漂措施。

③由于表层土壤有机质含量丰富，在清库时应将表层土壤彻底清除，堆置于风化料场的临时堆土场，用于施工临时占地的植被恢复。

2、运行期水库水质保护措施

(1) 农业面源污染（受水区和退水区）控制措施

本工程运行后主要工程任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，建议灌区管理机构要加强宣传工作，严禁使用剧毒农药，限制使用杀虫剂，推广均衡施肥技术，引导农民种植绿色食品，以减少灌区面源污染。

在枯水年灌溉季节，农业灌溉退水会对河流水质产生一定不利影响，灌区应大力推广测土配方施肥技术，合理控制农药及化肥使用量，尽可能减少农田营养物流失，进一步减少农田退水对受纳水体的影响。

(2) 运营期生活污水处理措施

根据工程分析，中石坝水库扩建运营期生活污水产生量约为 $0.96\text{m}^3/\text{d}$ ，水库管理房设置隔油池、化粪池，定期对化粪池消毒、清运，供当地农户作农肥。厂区生活污水处理设施可行性分析如下。

隔油池：根据工程分析，食堂废水产生量为 $0.16\text{m}^3/\text{d}$ ，经隔油池预处理后排入化粪池，根据中华人民共和国国家环境保护标准《饮食业环境保护技术规范》（HJ554-2010）：“含油污水的水力停留时间不宜小于 0.5h ，人工除油的隔油池内存油部分的容积不得小于该池有效容积的 25% ”本项目食堂餐饮废水按每日产生时间 4h 计，含油污水在池内的停留时间均为 60min ，则隔油池有效容积应不小于 0.1m^3 ，项目设置隔油池容积为 0.5m^3 ，能满足中石坝水库管理房扩建后运营期食堂废水停留时间要求。

化粪池：根据工程分析，生活污水产生量为 $0.8\text{m}^3/\text{d}$ ，化粪池设置容积为 10m^3 ，可用于生活污水暂存 12.5 天，满足废水停留时间大于 24h 的要求，用于雨天暂存处理过的生活废水，待晴天委托周边村民清掏用作农肥，从水量的角度来看，是可行的。化粪池容积可满足水库管理房生活污水暂存需求。

生活污水中主要污染物浓度约为：SS 150mg/L 、COD 250mg/L 、 BOD_5 150mg/L 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 20mg/L 、TP 4.5mg/L 。根据《化粪池原理及水污染物去除率》，化粪池对水污染物有一定去除效率，则中石坝水库管理房扩建后运营期生活污水处理效果见下表。

表 7.1-2 运营期生活污水处理效果

污染物	SS	COD	BOD_5	$\text{NH}_3\text{-N}$
-----	----	-----	----------------	------------------------

污染物浓度 (mg/L)	150	250	150	4.5
处理措施	化粪池			
处理效率	30%	15%	9%	3%
处理后浓度	105	212.5	136.5	4.365

生活污水中污染物相对简单，项目食堂废水经隔油池（0.5m³）处理后，和生活污水再经化粪池处理后委托周边村民清掏用作农肥，根据现场踏勘，项目区周边耕地面积分布较广，经收集后的生活污水全部回用不外排。项目运营期生活污水处理措施可行。

③水库水质管理

中石坝水库扩建工程投运后，如果不采取一定的防范措施，库区具备一定藻类繁殖的条件，为防止应采取相应的预防和监测措施如下：

a、水体富营养化是一个复杂的动态过程，需要长期定量的监测资料来掌握库区水质，因此水库投入运行后要求水库管理局划拨专项经费，并委托具有监测资质的单位对库区水质进行常规监测。平时应当加强管理，降低农田回归水向水库输入营养盐，禁止网箱养鱼投放饲料等造成水质污染，一旦发现有富营养化的趋势，应及时采取措施，消除造成富营养化的因素，减少N、P等营养盐的输入。

b、控制水库水区内农业面源入库量，并制定水体富营养化应急处置预案。

c、相关部门加强水库管理，禁止非相关人员进入库区，严禁库区放养家禽，同时建议对小流域进行污染源治理以保证中石坝水库水质不变差。

7.2地下水环境保护措施

1、新建隧洞施工地下水环境保护措施

根据工程可研，新建左岸隧道洞身经过地层主要为高丰寺组（K_{1g}¹）第一段砂岩，强~弱风化，岩质坚硬，强度高，岩层产状倾向52°~61°、倾角50~54°，岩层走向与隧洞轴线呈小角度斜交，隧洞有转角拐点，洞身上覆岩体厚13~27m，节理裂隙较为发育，岩层透水性中等，富水性弱，地下水位高于隧洞高程，隧洞开挖施工中会有渗水或者滴水，但不会产生大的涌水。

为尽量减少隧洞施工对地下水的影响，在隧洞开挖前应做好工程地质的勘探和考察工作，确定富水带位置，并做好相应的准备工作和处置措施。在施工时间的选择上，尽可能选择在旱季施工，避开雨季，减少隧道渗水量。

2、坝基防渗措施

中石坝水库工程在除险加固建设中已对大坝做了防渗墙，对坝基做了帷幕灌浆防渗处理，本次水库扩建因加坝使水头增加，两坝肩还应作加长加强帷幕灌浆处理。根据地质提供的帷幕灌浆底界及帷幕延伸长度，本次扩建坝肩帷幕灌浆的处理措施为，对左右岸坝肩帷幕灌浆进行补强及延伸，帷幕灌浆总长度为205m，总共布置灌浆钻孔102个，其中右岸灌浆长度为58m，布置灌浆孔29个，深度控制在16~30m；左岸顺轴线延伸至溢洪道左岸，左岸灌浆长度147m，布置灌浆孔73个，深度控制在21~38m。总计帷幕灌浆钻孔工程量1978m，其中坝土非灌浆段22m，坝土灌浆段18.4m，岩石非灌浆段393.1m，岩石灌浆段1549.5m。

运行期为了解大坝的渗漏量，设计采用坝体内埋设测压管进行观测：选取河床中最大坝高共2个横断面及两岸选取典型断面各一个为坝体浸润线观测断面，每个断面设4个测压管，共布置坝体浸润线测压管16个进行坝体浸润线观测；采用在坝脚排水沟尾段设1个三角量水堰进行坝体渗流量观测。

3、新建隧洞上部植被缺水的预防措施

新建输水隧洞位于右岸溢洪道右侧岸坡，进出口自然边坡坡度15~23°，出露地层主要为高丰寺组（K_{1g}¹）砂岩夹泥岩、泥质粉砂岩。在进出隧洞口段或者破碎带段，局部会疏于基岩风化带地表浅部孔隙裂隙潜层水，因此在隧洞进出口应紧密观察上层植被情况，一旦出现缺水症状应及时人工补水。

7.3大气环境保护措施

7.3.1施工期

1、工程开挖、爆破粉尘影响防治措施

（1）选用低尘施工工艺。爆破工艺优先选择粉尘产生量较少的工艺进行，如：凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破等爆破工艺，凿裂、钻孔尽量采用湿法作业，降低粉尘产生量；钻孔要安装除尘装置或采用无尘钻机。

（2）采取洒水降尘措施。爆破前向预爆体表面洒水，在预爆区钻孔采用高压注水；非雨日采取洒水措施，加速粉尘沉降。

（3）工程开挖及爆破产生土石方应集中堆放，缩小粉尘影响范围，及时清运、回填，并采取围挡、遮盖等防尘措施，减少粉尘影响。

（4）开挖土石方时应严格控制地表剥离面积，对破坏的植被做到边开采边

恢复，尽量减少工程施工引起的粉尘排放。

2、建材堆放粉尘防治措施

- (1) 粘土料场和风化石碴料场地合理布局。
- (2) 细骨料堆场采取围挡、遮盖等防尘措施，减少粉尘影响。
- (3) 工程所需的块、碎石料需到东华镇小波岩料场购买，项目不设置石料加工场，所需的混凝土使用商品砼。

3、交通运输扬尘防治措施

(1) 加强车辆管理，设置限速标准，保持车辆出入口路面清洁、润湿，减少交通运输扬尘产生量。

(2) 施工场地出入口处设置车辆冲洗设施和排水、泥浆沉淀设施，运输车辆应当冲洗干净后出场，并保持出入口通道及道路两侧各50m范围内的整洁。

(3) 施工现场还应铺设临时的施工便道，铺设碎石或细沙，以减少运输车辆轮胎带泥上路和造成二次扬尘。

(4) 施工期配置1辆洒水车，定期进行路面洒水。建议非雨日每天洒水5~6次以上，减小交通运输扬尘影响。

(5) 物料运输采取密闭、遮盖等措施，不得沿路泄漏、遗撒，避免二次污染。

(6) 加强驾驶员的职业德教育，按规定线路运输，按规定地点处置弃碴和建筑垃圾。

4、施工机械燃油废气防治措施

(1) 选用环保型施工机械、运输车辆，并选用质量较好的燃油，建议在排放口安装合适的尾气吸收装置，减少燃油废气排放。

(2) 加强对施工机械、运输车辆的维修保养。禁止不符合国家废气排放标准的机械和车辆进入工区，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟尘和颗粒物排放。

(4) 严格执行汽车报废标准。对于发动机耗油多、效率低、尾气排放严重超标的老、旧车辆，及时更新。

7.3.2运营期

运行期的废气主要是管理区食堂烹饪油烟，食堂安装油烟净化装置，油烟

处理后引出室外排放。

7.4声环境保护措施

7.4.1施工期噪声污染防治措施

1、施工噪声预防措施

(1) 降低噪声源强

①优化施工方案，尽量选用低噪声设备、工艺，降低噪声源强。采用低噪声振器、风机、电动空压机、电锯等。

②定期对机械进行维护、保养，确保机械设备在良好的条件下运行，以减小其运行噪声。

③在空压机等声源处安装消声器消声。

(2) 传输途径控制

①采取封闭作业的方式进行，即施工厂界建设围墙或彩钢板围栏、结构施工采用立面安全护网的措施，减轻噪声对周围环境的影响。

②在设备安装及设备与管路连接处可采用减震垫或柔性接头等措施，利用吸声材料或隔声结构降低噪声声级。

(3) 加强管理

①合理安排施工时间：合理安排电锯、电钻、切割机等高噪声设备的施工时间，禁止在午休（12：00~14：00）、夜间（22：00~次日6：00）进行施工作业。若确有需要施工作业时，需报当地环保部门审批，并通告当地附近居民，尽可能减少噪声产生的影响。

②合理布局，高噪声设备的设置应远离居民区。

③加强施工人员的日常管理，防止施工人员日常生活产生的噪声扰民现象的发生，特别是库区河道整治邻近居民的工程区。

④加强人员技能培训，确保正确、合理操作施工机械，降低施工机构运行噪声。

⑤下马房、上马房、郭家村、平地村以及袁家村等受施工噪声影响较大的村庄，设置移动隔声屏；其它村庄根据施工期现场噪声监测结果，若超标也需设置移动隔声屏。

2、交通运输噪声防治措施

(1) 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，拟在对外公路及主要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。加强施工车辆管理，经过村庄时应尽量减速且禁鸣喇叭，减少对道路两侧居民的影响。

(2) 合理安排施工区域内汽车数量和行车密度。

(3) 夜间（22：00~次日6：00）经过村庄时应尽可能减速且禁鸣喇叭运输，夜间尽可能减少运输车辆运行。

(4) 加强道路养护和车辆的维修保养，禁止使用高噪声车辆。

3、爆破噪声防治措施

(1) 减少单孔最大炸药量，减少预裂或光面爆破导爆索的用量；

(2) 对于深孔台阶爆破，注意爆破投掷方向，尽量使投掷的正方向避开受影响敏感点；

(3) 禁止夜间爆破。

(4) 采用先进的爆破技术。如采用微差爆破技术，可使爆破噪声降低3~10dB（A）。

7.4.2运营期噪声污染防治措施

运行期本工程噪声源较少，主要为泵站等设备运行产生的噪声。泵站等设备运行噪声源强约85~90dB（A），水泵等放置于专用房内，经厂房、山体阻隔及距离衰减后，可得到较大幅削减，因此本工程运行期噪声对外环境影响不大。本工程运行期间复用施工期间的设置警示牌，限制车速，禁止鸣笛，提醒来往车辆减速慢行。

7.5固体废弃物处理措施

7.5.1施工期

1、工程弃渣处置措施

工程可用于回填的临时弃渣按规定地点进行堆放，弃渣及时清运、回填。施工期间开挖的土石方全部用于库区垫地防护，表土全部回填，无永久弃渣产生。

2、建筑垃圾处置措施

本项目建筑垃圾主要包括：废弃、残次的建筑材料；房屋拆除及临时建筑

物在施工结束后拆除过程产生的废弃物等。建筑垃圾经分类收集，尽可能回收利用，若不能利用，则运至当地政府部门指定的建筑垃圾存放点进行堆存、处置。

3、含油浮渣

工程区交通便利，距离楚雄市较近，工程施工期间，各类施工机械维修主要依托附近当地机械修理厂，仅在各生活生产区内配备设备维护车间进行简单的零部件的配换及日常保养，不产生废润滑油，但施工机械、汽车在冲洗、保养过程中将产生一定的含油废水，经隔油池处理将产生含油浮渣，在枢纽工程施工生产生活区设置1间危废暂存间用于暂存施工期产生的含油浮渣。委托具有危险废物经营许可证的单位进行处置。

4、生活垃圾处置措施

本项目共布置3个施工生产生活区，即枢纽工程施工区、库区河道整治施工区上游、下游各设置1个施工生活生产区，各生产生活区设置生活垃圾临时分类收集桶。生活区、施工场地内产生的生活垃圾经分类集中收集，并委托当地环卫部门进行定期清运、处置。

5、库区清理垃圾

水库淹没线以下的地表植被砍伐清理后作为木材外售。

7.5.2运营期

1、管理人员生活垃圾设垃圾桶进行集中收集，并委托当地环卫部门进行定期清运、处置。

2、在食堂设置专门泔水桶，泔水桶收集物联系当地农户定期挑走用于饲养禽畜。

3、化粪池污泥定期清掏，用于水库周边菜地施肥。

4、废润滑油采用专用容器收集，放置于防渗、封闭的暂存间，定期交由有资质的单位处置。水库管理区内设置危废暂存间1间，采用“抗渗混凝土”防渗，防渗措施需满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求。暂存间内在收集桶下方设置钢板托盘，保证泄漏的废润滑油能有效收集。

5、定期打捞的坝前水面漂浮物委托当地环卫部门进行定期清运、处置。

7.6土壤环境保护措施

1、积极发展生态农业，推广施用高效、低毒、低残留农药，禁止使用剧毒农药。要尽量施用有机肥、农家肥，严格控制化肥和农药的施用量。

2、针对灌区农田土壤化学成分实际情况采取合适的灌溉方式、灌溉技术和种植方式，加强灌溉用水管理和排泄通道的维护，确保排泄通畅等，以降低灌区土地发生次盐碱化问题。

7.7生态环境保护措施

根据中石坝水库扩建工程的组成情况及特点，结合研究区环境特征，本次评价进行生态影响的保护与恢复的原则是：

(1) 全面协调，生态优先的原则

在保障区域生态功能正常发挥的前提下，保障区域经济、社会和生态环境协调发展。

(2) 自然资源损失的补偿原则

对由于工程建设而受损的自然资源可通过生态补偿而得到恢复，保证区域的生态服务功能得到正常发挥。

(3) 恢复生态效益和生态功能原则

保障对由于引水工程建设而受损的生态环境，在生态修复措施的保障下，能正常发挥其生态效益。

(4) 针对性、可操作性和先进性原则

对将要受到影响的生态环境提出的有针对性、可操作性和技术先进的恢复措施。

项目生态环境保护措施如下：

7.7.1陆生生态保护措施

1、设计及避让措施

设计时需合理规划设置水库占地、水库工程施工方式等措施，确保落实以下避让措施：

(1) 根据工程占地情况查询，项目不涉及自然保护区、饮用水水源保护区、0类声环境功能区、居民区、珍稀濒危物种/保护植物和保护动物的栖息地等区域，但在施工期间，需严格控制占地红线，不得超出占地红线外施工。

(2) 水库施工临时占地避让集中林区，确需占用林地的，尽量选择林间斑

块无树木、稀树荒草地处落塔，以减少林木砍伐。

(3) 设计阶段需进行施工组织设计，合理规划临时施工场地（粘土场、风化石渣场、施工便道、临时表土堆场），确保施工临时占地避让生态保护红线、居民建筑物等施工期的环境敏感目标，划定临时占用的基本农田区域，不得超过临时占用基本农田用地红线范围。

(4) 项目开工建设前应当对项目最终设计方案与环评方案进行梳理对比，构成重大变动的应当对变动内容进行环境影响评价并重新报批，构成一般变动的应当向有审批权限的生态环境主管部门进行备案。

2、减缓措施

生态影响主要在施工期，生态影响的减缓是对难以避免的不利生态影响采取一定措施减轻受影响范围和程度。根据工程特点，建议采用以下生态影响的消减措施：

(1) 爆破工序前应先对附近动物进行驱赶，以尽量减少对动物的直接伤害，部分行动较慢的动物可捕捉后再迁至其它环境中放生。

(2) 严格划定施工范围，禁止扩大施工划定区域，除征占区域外，尽可能保持现有陆生生态的完整。项目施工期尽可能地保留原有的自然生态环境，减少对植被、农田的破坏，尽量利用原有的道路作为施工道路，避免对动物生境造成更大的破坏。

(3) 禁止任意砍伐施工区周边植被以作施工使用，施工所需的木材尽可能从占地范围取用。在砍伐作业阶段，如果发现调查错漏的珍稀保护植物，应及时采取保护措施，移出占地区，异地栽培，以保证其种群的生存和繁衍。加强生产生活用火用电安全的管理，提高消防意识，防止森林火灾的发生。

(4) 加强施工单位和施工人员的宣传教育，通过环境保护法律知识普及、在施工区设置保护动物的告示牌及警告牌等措施进行宣传，树立施工人员的模范环保意识。以公告、发放宣传册等形式，教育施工人员。

(5) 尽可能不在动物的繁殖季节中施工或不进行爆破等发出大噪声的施工。

(6) 对施工人员明确规定严禁猎杀、购买和食用野生动物，建立与环境保护有关的奖励惩罚制度，对积极举报违法活动人员给以奖励和隐私保护，对于

证据确凿的违法活动者给以严厉惩罚。

(7) 为保护水库及周边支流中鱼类，设置水生生物保护警示牌，禁止施工人员非法捕鱼，如炸鱼、电鱼、毒鱼和拖网捕鱼等。

(8) 加强对土著种鱼类保护力度。严格控制外来物种的引进，对于特别需要引进的物种应进行生态安全风险评价和检疫，防范外来物种对水域生态造成的危害。

3、恢复措施

对于永久用地、临时用地占地的表层土予以收集保存，待工程完工后再回填用于植被恢复。

表 7.7-1 工程土地整治、表土收集以及覆土工程量

分区/项目区		土地整治	表土收集	厚度	表土收集面积	
道路区	永久道路	2.565	7759	0.11	7.054	永久道路
	施工临时道路	0.521	1608	0.3	0.536	施工临时道路
料场区	风化料场	3.979	12662	0.27	4.173	风化料场
	黏土料场	1.219	5373	0.15	3.156	黏土料场
合计		8.284	27402		14.919	

项目工程植被恢复建设如下：

(1) 枢纽工程

导流输水隧洞工程竣工投入使用后，输水隧洞出口开挖边坡进行土地治理后撒播黑麦草进行护坡。

(2) 道路区

道路区主要包括新修进公路3.684km，施工临时道路1.25km，除主体工程已考虑的道路排水沟外，新修进公路在道路两侧栽植行道树（蓝花楹、樱花、垂柳）737株及栽植叶子花2211株。

临时道路在工程完工后恢复植被，栽植乔木1736株，撒播草种狗牙根0.366hm²，需要草籽18.24kg，撒播车桑子0.156hm²，需要车桑子籽7.81kg。

(3) 料场区

料场包括粘土料场及风化料场，根据料场地形情况，在料场开采前，设置临时排水沟，并对表土剥离进行临时拦挡措施，开采结束后对料场开挖平台营造水保林，对开挖边坡栽植爬山虎保护边坡。

开采结束后，对粘土料场和风化料场占地范围（占用耕地）进行土地整治

复耕。对料场（临时占用林地部分）栽植乔木17325株，栽植灌木爬山虎4849株，撒播草种狗牙根3.639hm²，需要草籽181.93kg，撒播车桑子1.559hm²，需要车桑子籽77.97kg。

项目植被恢复措施见下表

表 7.7-2 项目生态植被恢复措施工程量一览表

分区/项目区		可绿化面积 (hm ²)	栽植乔木 (株)	栽植灌木 (株)	人工乔木换土 (株)	人工灌木换土 (株)	撒播狗牙根 (hm ²)	撒播车桑子 (hm ²)	乔木苗 (株)	灌木苗 (株)	狗牙根量 (kg)	车桑子量 (kg)	抚育管理 (hm ²)	覆土 (m ³)
道路区	永久道路	7.329	737	2211	737	2211			848	2322			2.565	6413
	施工临时道路	0.521	1736		1736		0.365	0.156	1997		18.235	7.815	0.521	1303
料场区	风化料场	3.979	13262		13262		2.785	1.194	15251		139.265	59.685	3.979	9948
	黏土料场	1.219	4063		4063		0.853	0.366	4672		42.665	18.285	1.219	3048
主体复垦覆土														6690
合计		13.048	19798	2211	19798	2211	4.003	1.716	22768	2322	200.165	85.785	8.28415	27402

表 7.7-3 永久道路区植被恢复措施工程量一览表

分区/项目区		长度 (m)	措施面积 (hm ²)	栽植乔木 (株)			人工乔木换土 (株)			需苗木 (株)			灌木叶子花	叶子花苗	抚育管理 (hm ²)	覆土 (m ³)
				蓝花楹	樱花	垂柳	蓝花楹	樱花	垂柳	蓝花楹	樱花	垂柳				
道路区	永久道路	3684.2	7.329	246	246	244	246	246	244	283	283	281	2211	2542.65	2.1987	6596.1
合计		3684.2	7.329	246	246	244	246	246	244	283	283	281	2211	2542.65	2.1987	6596.1

4、补偿措施

(1) 耕地补偿措施

①基本农田

根据可研阶段实物调查成果数据，中石坝水库建设征地涉及永久基本农田480.16亩（均为临时占用），不涉及25°以上坡耕地。

根据《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》（国土资规〔2018〕1号），“（八）按有关要求，重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，在可行性研究阶段，省级国土资源主管部门负责组织对占用的必要性、合理性和补划方案的可行性进行论证，报国土资源部进行用地预审；农用地转用和土地征收依法依规报国务院批准”。

根据《自然资源部关于做好占用永久基本农田重大建设项目用地预审的通知》（自然资规〔2018〕3号），“重大建设项目必须首先依据规划优化选址，避让永久基本农田；确实难以避让的，建设单位在可行性研究阶段，必须对占用永久基本农田的必要性和占用规模的合理性进行充分论证。市县级自然资源主管部门要按照法定程序，依据规划修改和永久基本农田补划的要求，认真组织编制规划修改方案暨永久基本农田补划方案，确保永久基本农田补足补优；省级自然资源主管部门负责组织对占用永久基本农田的必要性和合理性和补划方案的可行性进行踏勘论证，并在用地预审初审中进行实质性审查，对占用和补划永久基本农田的真实性、准确性和合理性负责”。

中石坝水库扩建工程已列入国家和云南省水利发展规划，属于重大建设项目，符合占用永久基本农田占用的条件。中石坝水库扩建工程已于2023年6月5日取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（根据相关要求，意见书中核发的拟用地面积为项目永久占地且改变用地性质的占地，永久占地但不改变用地性质的占地未进行申报），项目已于2024年6月28日取得《楚雄州发展和改革委员会关于楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告的批复》（楚发改农经〔2024〕200号），因临时用地有用地时限，故建设单位暂未办理临时用地手续，建设单位计划在工程手续办理齐全，满足施工条件时办理临时用地手续进行施工建设。

根据《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》，项目临时占用的基

本农田主要为库区为减少淹没占地、减少移民安置任务而垫地回填工程的占地，拟采取垫地回填措施进行补偿。项目在办理临时施工用地手续时将严格按照要求编制相关材料，严格按照要求进行中石坝水库涉及的永久基本农田核实，工程结束后项目涉及的永久基本农田满足数量不减、质量不降的要求。下一阶段，建设单位需进一步完善项目涉及基本农田占用审批手续。

②耕地占补平衡

按照《中华人民共和国土地管理法》《云南省土地管理条例》《关于强化管控落实最严格耕地保护制度的通知》（国土资发〔2014〕18号）《中共中央国务院关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》（中发〔2017〕4号）及《国土资源部关于补足耕地数量与提升耕地质量相结合落实占补平衡的指导意见》（国土资规〔2016〕8号）规定，建设占用耕地应保证占补平衡，并确保耕地占补质量，做到占优补优、占水田补水田，补充耕地资金必须落实，且按照程序办理建设用地报批手续，本工程方可实施。

本工程耕地占补平衡考虑建设征地区征收耕地面积扣除25°以上坡耕地。根据移民安置方案，不开垦新的耕地，采取自行安置的生产安置方式，通过获得合理补偿补助资金，由移民自行安置。因此，耕地占补平衡开垦面积为建设征地区征收的耕地面积扣除25°以上坡耕地。

中石坝水库扩建工程共占用耕地640.43亩（永久占用143.2亩，临时占用497.23亩），其中基本农田480.16亩，均为临时占用，将严格按照基本农田占用审批手续进行办理，并采取垫地回填方式进行补偿。不涉及25°以上坡耕地，需进行耕地占补平衡的面积为160.27亩。

③临时用地复垦规划

规划临时占地共计710.92亩，其中耕地497.23亩（水田448.96亩、旱地48.27亩；其中永久基本农田480.16亩）、园地（果园）0.66亩、林地175.41亩（乔木林地79.1亩、灌木林地14.37亩、省级公益林81.94亩）、交通运输用地（农村道路）9.99亩、水域及水利设施用地27.63亩（河流水面26亩、水库水面1.63亩）。

临时用地需根据各临时用地地块的原地类和使用年限，在使用期按“占一季、补一季”的原则处理，临时占用的耕地采取合理补偿后，在估算中计列相

关的临时耕地复垦费用，在本工程业主使用完成后将临时占用耕地进行复垦，交耕地权属所有者继续耕种。

中石坝水库扩建工程临时占用耕地后，应恢复到施工占用前的质量水平。在施工中临时占用耕地时，施工单位应对拟破坏的土地从施工阶段就注重预防，使破坏程度降到最低。具体措施如下：

临时占地前对场地的清理和表土的剥离，剥离深度不小于0.3m，表土集中堆放于库区垫地回填施工场地内，并做好临时拦挡和遮蔽措施，防止水土流失；场地使用完成后进行土地平整，然后进行腐土回填，腐土来源于场内临时堆放表土，回填深度水田不小于0.4m，旱地不小于0.3m。复垦后，通过施用农家肥或改良种植结构来增加耕地有机质，改良土壤结构，恢复或提高耕地肥力。

(2) 林地补偿措施

按照《中华人民共和国森林法》第三十七条规定，矿藏勘查、开采以及其他各类工程建设，应当不占或者少占林地；确需占用林地的，应当经县级以上人民政府林业主管部门审核同意，依法办理建设用地审批手续。占用林地的单位应当缴纳森林植被恢复费。森林植被恢复费征收使用管理办法由国务院财政部门会同林业主管部门制定。县级以上人民政府林业主管部门应当按照规定安排植树造林，恢复森林植被，植树造林面积不得少于因占用林地而减少的森林植被面积。上级林业主管部门应当定期督促下级林业主管部门组织植树造林、恢复森林植被，并进行检查。

第三十八条规定，需要临时使用林地的，应当经县级以上人民政府林业主管部门批准；临时使用林地的期限一般不超过二年，并不得在临时使用的林地上修建永久性建筑物。临时使用林地期满后一年内，用地单位或者个人应当恢复植被和林业生产条件。

按照《云南省林地管理条例》第三十七条的规定，建设工程应当不占或者少占林地；确需占用、征收、征用林地的，应当经县级以上人民政府林业主管部门审核同意后，依法办理建设用地审批手续。

第三十九条的规定，占用、征收、征用林地的单位或者个人应当向被占用、征收、征用林地的所有权人或者使用权人支付林地补偿费，向林木所有权

人支付林木补偿费，向林地使用权人支付安置补助费。临时占用林地的，应当向所有权人或者使用权人支付林地补偿费，向林木所有权人支付林木补偿费。林地补偿费、林木补偿费和安置补助费标准，由省人民政府林业主管部门会同价格、财政主管部门拟定，报省人民政府批准。

根据《云南省林地管理办法》规定，占用、征用林地的单位或者个人应向被占用、征用林地的单位、个人支付林地补偿费、林木补偿费、安置补助费，向市级以上林业行政主管部门交纳森林植被恢复费。

根据工程可研，拟建中石坝水库扩建工程建设将征占公益林229.94亩，其中永久占用222.31亩，临时占用7.63亩，本工程已向楚雄州自然资源和规划局提交《楚雄市中石坝水库扩建工程用地预审与选址意见申请书》《楚雄市中石坝水库扩建工程用地预审与选址意见书申请报告》，并于2023年6月5日取得楚雄州自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第532300202300001号）。建设单位现已委托编制《中石坝水库扩建工程使用林地现状调查报告》，严格按照《云南省地方公益林管理办法》等相关法律法规办理林地征占用相关手续。

5、管理措施

（1）严格按照征地范围进行施工，划定最小施工范围，严格划定施工界限，禁止超范围占地，避免超计划占用林地、林木，严禁随意扩大占地范围，严禁施工人员砍伐、破坏工程占地区外的植被，严禁在征地范围外堆渣等作业，减少植被受影响面积。

（2）加强对施工人员的生态保护宣传教育和管理，向施工人员宣讲野生动物保护法和野生植物保护条例，设置野生动植物保护和生态保护宣传牌，增强施工人员的保护意识。禁止施工人员捕猎野生动物，禁止参与边境地区野生动物非法交易；禁止施工人员非法采挖、砍伐施工占地区以外的野生植物，禁止破坏施工区以外的自然植被。

（3）加强施工人员管理，要求施工人员在施工中遇到的幼兽、幼鸟、鸟卵（蛋）、受伤的野生动物需交由森林公安或林草部门的专业人员妥善处理。

（4）施工应加强施工期的环境监理工作，定期编制环境监理报送相关部门。

(5) 植被恢复期应注意加强管理巡查，做好浇水、施肥保障措施，若发现种植的植物死亡，应查明死亡原因，并进行补种和加强管理。

(6) 严格施工期项目场区烟火管理，注意森林防火，避免森林火灾的发生。

(7) 设置生态保护警示牌，禁止施工人员随意进入生态保护红线区；遵守施工工序；严禁超范围开挖，工程完工后应迅速对开挖区、边坡等区域进行水土流失防治和植被恢复。

6、对重点保护植物的保护措施

根据前文生态环境现状调查，中石坝水库扩建工程生态环境评价区内评价区没有发现国家级、云南省级保护植物。施工过程中如果发现调查错漏的珍稀保护植物，应及时采取保护措施：

(1) 挂牌保护

在评价区范围内发现的、不受项目建设和运营直接影响的保护植物，其距离工程区较远的不会造成直接影响，挂牌、立牌保护即可。施工前对评价区范围内保护植物拍照、登记，并挂牌，便于施工人员辨识。并对现场施工人员发放保护植物的图片识别和保护方法介绍，严禁施工人员对其砍伐、破坏，并安排人员定期对挂牌保护植物进行巡视、拍照记录，若发现异常情况及时向林草局汇报。

(2) 移栽保护

对避让不开的保护植物，在运行期将被水库蓄水而淹没，采取迁地移栽措施。具体如下：

①迁地移栽区域考虑移栽区域植被类型及原生生境相似，且方便移栽及后期养护等区域。根据保护植物的习性以及在评价区范围的分布情况，选择移栽位置。

②建议移植大树挖土球时以人工操作为好，挖掘机易将土球大块挖散，造成土球不完整；种植时最好用吊机，吊树平稳，不易伤到树枝和土球。挖树要选择晴天或等土壤干燥时进行，以避免雨后挖土球松散；挖出土球用遮阳网盖好，避免土球被太阳直射而引起水分蒸发，最好做到即挖即种；挖树土球直径一般为树干直径的8至10倍，挖时要扁和大，用铲修整土球，深度一般为1m左

右；在起吊树木时应在树干上包扎麻袋片，还要在麻袋周围均匀加木条，再扣帆布吊树带，以免将树皮拉伤；树干吊点最好选择在分叉与树节处；准备树穴选择种植点时不得在积水、地势低处。

③养护管理种植后如阳光很强，要尽快加盖遮阳网，适当浇水；为确保枝、叶水分供应，晴天每日喷水保持2至3次；种植后要及时加固大树，不得让其摇动，以免影响成活率，固定材料可用铁丝或长竹，稳固即可，捆扎树枝处要先用麻袋或胶皮将其包好后再固定。

④保护植物是草本，移栽时应尽量挖全其根系，若移栽时有种子，应该先采集其种子，播撒到选定的适宜生境附近。

保护植物移栽前与当地林业局汇报审批，在林业局或自然保护区工程技术人员的指导下进行移栽。

7、重点保护动物保护措施

①加强施工单位和施工人员的宣传教育，通过标志牌、法律宣传等措施进行宣传，严禁猎杀野生动物，并通过对违法活动进行举报奖励的措施以制止偷猎活动。对于评价区内的濒危、保护动物，严禁施工人员捕猎，并以展板形式对施工人员进行宣传教育；施工时要合理安排施工爆破等施工作业的时间，尽量缩短工期。

②保护野生动物的栖息地，施工完毕后及时进行生态恢复，使之有利于动物适应新的生境。对施工单位及施工人员制定规章，并认真进行巡查，禁止施工人员非法偷猎野生动物、盗采珍稀保护植物、取食鸟蛋、幼鸟等活动；加强对施工器材的管理。对在施工中遇到的幼兽，一定要交给林业局的专业人员，不得擅自处理；对施工中遇到的鸟窝（因砍伐树木）一定要移到非施工区的其他树上；对在施工中遇到的幼鸟和鸟卵（蛋）要交林业局的专业人员妥善处置；安排专门人员负责评价区施工中的动物多样性保护的监督和管理的工作。

③从保护生态与环境的角度出发，建议本项目开发建设前，尽量做好施工规划前期工作；施工期间加强取土场防护，加强施工人员生活污水不外排管理，减少水体污染；做好工程完工后生态的恢复工作，以尽量减少因植被破坏对动物带来的不利影响。

④野生鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息。为了减少工程施工噪

声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和正午爆破施工。

⑤对于两栖类，发放照片，做好宣传，禁止捕杀，施工前建议集中捕捞其幼体，放归上游，在水库的生态监测期间做好种群数量的监测，若种群数量下降，应采取制定的专项保护、恢复和补偿方案进行种群的恢复和补偿。

⑥对堤坝进行生态修复，选择自然型驳岸，自然缓坡在蓄水期有利于不同水禽的栖息和觅食。

以上生态影响保护措施技术可行，经济合理，便于实施，在采取上述措施后，可有效保护区域生态环境，使本项目的建设对生态环境的影响在环境可接受的范围内。

7.7.2水生生态保护措施

1、设计原则

(1) 针对性原则

针对中石坝水库相关工程建设和运行过程中可能存在的主要环境问题及其保护措施，建立相应的环境管理机构，使工程的环境保护措施得以切实有效的实施，达到工程建设与生态环境保护协调可持续发展，防止、减少工程活动对自然环境的破坏。

(2) 预防为主，防治结合、综合治理的原则

楚雄州中石坝水库工程建设和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境问题和环境破坏的发生，并把防治作为核心，预防作为环境管理的重要原则。对已经明确的对环境不利的影晌采取针对性措施的同时，对于一些目前难以准确评价环境影晌的要采取预防措施。有效防止环境问题的产生和恶化，并采用多种手段综合治理已经产生环境污染和环境破坏，有效地保护和改善环境质量。

(3) 重视鱼类保护的重要性原则

目前，中石坝水库及灌区所涉及的流域大多数野生土著鱼类虽均未被列入保护动物名单或濒危动物名单，但仍有许多条鳅科种类具有一定经济、科研和观赏价值，从生物多样性保护角度出发，所有土著鱼类物种资源均需要大力保护。

2、设计规划目标

水生生物保护措施是工程环境保护工作的重要组成部分。楚雄州中石坝水库及灌区工程的环境保护目的是在当前的先进的技术背景条件下尽量避免或减少工程对鱼类和其他水生生物及其生境的不利影响，维护水生生态结构的相对稳定性，促进农业发展与自然资源保护协调发展。

3、工程环保措施

(1) 工程建设中应根据《中华人民共和国环境保护法》及国家和地方相关的法律法规，制定施工现场环保措施，防止污染和其它公害，减少水生生态环境的破坏。在工程施工期间，针对机械噪声、振动以及废水、废气排放和固体废物处理等进行全面控制，满足国家和省市有关法规的要求，尽量减少这些污染排放所造成生态污染。

(2) 建设单位应负责提高施工人员的环保意识，在施工过程中避免工程的施工人员影响环境保护问题的出现，要加大对施工人员的环境意识的培训，严格按照要求进行施工尽最大的努力做好减少建筑工程对当地生态环境的破坏。

(3) 编制环境风险应急规划和鱼类大量意外死亡紧急处理预案；应与环保管理部门建立紧急救护协调机制，一旦发生风险事故或鱼类大量意外死亡事故，立即启动紧急救护机制，将水生野生动物的死亡率影响降到最低。

工程建设过程中可能出现的破坏水生环境因素主要有：污水排放、粉尘颗粒物、噪音、运输遗洒、声光污染等，具体如下：

表 7.7-4 工程建设过程中可能出现的破坏水生环境因素

序号	环境因素	造成原因	生态影响
1	生产生活污水排放	油漆、汽油、乙炔气、施工用化学材料	污染水体
2	化学危险品泄漏	油漆、汽油、乙炔气、施工用化学材料	污染土地水体
3	有毒有害废气排放	燃油机械、机械保养维修的废油、施工用的废塑料、废油漆、废电焊条等	污染土地水体
4	粉尘颗粒物排放	土方工程、沙和水泥等搬运。砂浆搅拌、料场开挖等，	污染大气环境，雨水进入水体，污染水体
5	噪音排放	施工机械、混凝土振捣、脚手架安装和拆除、爆破等施工活动。	驱赶鱼类
6	运输遗洒	混凝土、渣土、垃圾、材料等的运输	雨水冲刷污染水体，危害水生生物
7	光污染	施工现场的照明、电焊机等使用	影响鱼类正常活动

工程建设过程中可能出现的破坏水生环境因素防治措施详见7.1.1-7.1.5。

4、鱼类保护措施

青龙河流域中的鱼类以主要分布着适应急流生活的条鳅科鱼类（高原鳅、副鳅）为主，下游青龙河流域内这类土著种的资源量非常小，鱼类组成主要以适应生活在静水缓流的鲤科鱼类（如高体鳊、鲫、棒花鱼等）以及食蚊鱼、鰕虎鱼等为主，而且多为外来种，没有保护价值。中石坝水库已建设多年，但未开展水生生态保护措施，后期对中石坝水库的改扩建，为保护当地鱼类资源，维持上下游鱼类间的基因交流，降低工程对河流连通性的阻隔影响，本项目应考虑适宜的土著鱼类保护措施。

（1）确定保护对象

理论上而言，所有受工程影响的鱼类均应作为保护对象，但其涉及的工程量较大，因此，需要根据实际情况，坚持统筹兼顾、突出重点的原则，合理确定保护对象和优先保护顺序。从重要性的角度考虑，通常按照以下顺序进行选择：列入国家级或省级保护动物名录的鱼类、列入濒危动物红皮书的鱼类、地域性特有鱼类、水域生态系统中的关键物种、重要经济鱼类；从受工程影响程度考虑，分布区域狭窄、抗逆能力差、生境受损程度高、与工程影响水域生态环境适应性强的鱼类优先选择；依鱼类资源现状考虑，可按濒危、易危、稀有、依赖保护、接近受胁的顺序选择；从鱼类生活史考虑，生活史复杂、洄游距离长、繁殖条件要求高、生长繁育缓慢、性成熟年龄和繁殖周期、繁殖力低的鱼类优先考虑。从现状调查结果看，本项目影响区现有土著鱼类中没有符合上述标准的物种，因此无法建议明确的保护对象。但基于鱼类群落整体保护的理念，建议对所有土著鱼类进行保护，主要是分布于青龙河流域的条鳅科鱼类。

（2）栖息地修复

在保护维持好现存鱼类生境的基础上，通过一定的工程措施，修复河段内曾被破坏的生境，并在局部区域营造一定面积的原有生境，达到维护、修复、补偿该河道生态功能。生境修复的主要措施包括：（1）受损和裸露河床、河滩等的植被恢复，需根据水下地形等数据模拟引水后下游减水河段河滩裸露情况，计算其裸露的面积，据此进行河滩生态修复计划；（2）水库下游或引水工程的调出区水位下降后，河床深切，可能导致河岸的不稳定，需对陡峭、松软

等易产生塌方的河岸带进行评估，并采用生态工程的方法维持河岸带的稳定性，如卵石堆砌、木桩固定等方法；（3）水位下降后，原来适宜于产粘沉性卵鱼类产卵繁殖的场所裸露或水位变浅，产卵场功能受到影响，但可能会在邻近或其他水深和底质适宜的地方形成新的产卵场，因此需对鱼类繁殖时期新形成的水深在0.5m左右的浅滩进行生境修复，可铺设直径不等的石块、砾石、卵石等，为鱼类营造适宜的产卵环境。工程建设期间合理调度施工班次，避开清晨和涨水等鱼类产卵高峰时间。在工区及营地设立警告标示碑牌，严禁在河谷范围内挖取砂石和倾倒废料。为了避免施工期噪声、振动等因素对鱼类繁殖活动的干扰，施工期应避开鱼类繁殖季节，即3-6月。在敏感水域附近区域设立“鱼类重要生境”“鱼类重要产卵场”等警告标示，加强施工人员的保护环境意识和行车安全。

（3）增殖放流

当外界栖息环境变化时，如因开发各种类型水电站后，改变鱼类原有的生境，繁殖力大的鱼类比繁殖力小的鱼类能更快的适应这种变化。因此，对繁殖力低的鱼类，要通过增殖放流等方式，保护其种群数量。

中石坝水库的施工将对当地渔业资源造成一定损失，实施鱼类增殖放流可以在一定程度上弥补这些损失。增殖放流是目前用于鱼类资源修复中最常用，也是最快捷的手段，其在增加生物资源量，修复渔业种群结构，净化水质，改善水域生态环境上起到了良好作用。依据《中国水生生物资源养护行动纲要》和农业部《水生生物增殖放流管理规定》等有关规定，放流种类的选择原则是：特有鱼类，资源量少，濒危物种，人工繁殖已获得成功，有稳定的苗种来源，放流个体规格和数量不会导致水域生态系统结构发生剧烈扰动。

综合上述因素，拟选定短须裂腹鱼为放流种类。其中短须裂腹鱼为再引入种，短须裂腹鱼为金沙江其所属支流主要经济鱼类，被列入《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》（IUCN），属近危种，云南主要分布在丽江、会泽、富民、宁蒍、宜良等地。楚雄州龙川江作为金沙江一级较大支流，由于层层水电站和水坝的阻隔导致短须裂腹鱼无法上溯洄游产卵，在楚雄州的短须裂腹鱼在龙川江流域消失踪迹。

经这次调查，中石坝水库生境满足短须裂腹鱼的基本生存繁殖。短须裂腹

鱼喜清新流水，易驯化摄食人工配合全价颗粒饲料。近年来，为缓解水电开发对江河鱼类资源的影响，建设鱼类增殖放流站已作为水电站建设的重要生态补偿工程。金沙江鲁地拉水电站、阿海水电站、雅砻江锦屏一级、锦屏二级、官地水电站都将短须裂腹鱼列为增殖放流对象。成熟增殖技术是开展大规模增殖放流的前提，短须裂腹鱼从2001年云南省水产研究所开始在云南省鹤庆县水产技术推广站流水养鱼基地进行池塘人工驯养，2005年开展人工繁殖试验后期取得了突破；2012年雅砻江流域水电开发有限公司对短须裂腹鱼进行人工繁殖，孵化率为80%，2013年云南省渔业科学研究院为提高短须裂腹鱼人工繁育能力，以刚涌出的清澈无致病菌和虫的地下泉水为水源，采用水流培育亲鱼、流水孵化受精卵、活体饵料培育鱼苗等关键技术，进行短须裂腹鱼规模化人工繁育技术研究，受精卵孵化率高达91.2%，2015年雅砻江流域水电开发有限公司将孵化率提高到了92.8%（向成权，2013；刘跃天，2007；林俊峰，2018；李光华，2014；甘维熊，2015）。为了快速培育又符合绿色养殖概念，鲁地拉鱼类增殖放流站全程采用循环水养殖模式完成短须裂腹鱼从亲鱼培育直至增殖放流各环节。云南宜良已经实现了大规模人工繁殖产业链。短须裂腹鱼是植食性鱼类，主要利用口部角质部分刮食藻类，目前青龙河流域河道中丝状藻类资源较为丰富，可以为短须裂腹鱼提供充足的饵料。短须裂腹鱼肉质鲜美，经济价值较高，通过该种的增殖放流和种群恢复，既可以促进生物多样性保护，也可以促进当地休闲渔业的发展。

由此，目前基于短须裂腹鱼的人工养殖技术相对成熟，建议列为近期放流目标，通过增殖放流减少中石坝水库工程所造成渔业资源的损失。增殖放流根据《水产苗种管理办法》，放流的幼鱼必须是由野生亲本人工繁殖的子一代。放流苗种必须无伤残、无病害，体格健壮。放流数量主要从物种保护的角度出发，在经济合理的基础上，以增加鱼类种群数量，遏制鱼类资源衰退为目的。苗种的规格通常是越大成活率越高，但培育大规格的苗种成本高，需要的养殖场地大，从经济合理性出发，综合考虑养殖场地、苗种成本、成活率及放流最低需求等多种因素，初步确定放流规格应为体长5-8cm以上的短须裂腹鱼鱼种。苗种来源：放流苗种可以从其他增殖站、养殖场购买，苗种需经渔业相关部门检验。参考5-8厘米裂腹鱼鱼苗单价约为3元，每年投入短须裂腹鱼增殖放流费

用约为6万元。

增殖放流活动应严格按照农业部《水生生物增殖放流管理规定》执行，放流时间建议11月左右的秋冬季。放流地点的选择应满足以下要求：①交通方便；②水流平缓，水域较开阔的库湾或河道中回水湾；③水深5m以内，凶猛性鱼类少；④饵料生物相对丰富。根据项目的实际调查情况、鱼类生活习性、环境适宜度和交通便利等综合考虑，可以将放流地点选择在中石坝水库大坝上，与其他增殖放流活动一起放流。

表 7.7-5 鱼类增殖放流地点和数量

序号	放流种类	放流年限	放流地点	放流规格 (cm)	放流数量 (万尾/年)	放流总数 (万尾)
1	短须裂腹鱼	10	库区	5-8	2	20
合计					2	20

(4) 库区保水渔业

由于水库环境有利于家鱼和野杂鱼的繁衍和生长，一些适应能力强的外来鱼类如鳙、鲢、鲤、棒花鱼、鰕虎鱼、麦穗鱼等，极易容易在库区迅速繁衍起来。鳙、鲢和鲤鱼适应能力强，极易成为库区优势物种。鰕虎鱼、麦穗鱼等鱼类虽然体型小，但会吞噬土著鱼类产在砾石和水草上的卵子，极易导致土著鱼类的种群数量急剧下降，这一现象已在云南滇池，洱海等高原湖泊中多次重复出现。水库建成后使得原有的自然水体的净化能力减弱，建设期所遗留的废水、泥浆水，乡村及农田区域的支流所携带的污水、农药水沉积，造成水体透明度不高或富营养化，滋养了大量的藻类，因此从净化水体，保证水质角度出发，可根据实际情况放流一定规模的产漂流性鱼卵在水库不能繁殖的种类，如花白鲢等，但不宜放养银鱼、间下鱊等以浮游动物为主食的种类。水生植物对净化水体具有十分重要的作用，而草鱼会摄食水生植物，过量放养草鱼会导致水生植物消亡，异龙湖中的水生植物完全消失和滇池湖体海菜花消亡皆是由过量引进草鱼所致，同理草鱼、鲤鱼和鲫鱼等主要以水生植物为食的鱼类也不宜放养（杨君兴等，2013）。为保护土著鱼类，应采取严格的保护措施，严禁以经济为目的的苗种放养和网箱养殖，对于引入库区养殖鱼类物种要经过当地渔业部门组织的专家论证，制定因引种养殖可能带来的外来种入侵应急预案，增强当地渔业监管部门在该流域鱼类资源的保护意识和监管能力。为保证花白鲢苗种质量，放养之前，苗种必须通过省级或以上水产种质鉴定机构、检验检

疫机构的品种及种质鉴定和检验，并将放流方案报送至当地渔业部门备案。放流过程也应规范，应邀请当地公证处对放流品种、数量，放流活动与放流方案的符合性等进行公证，并通过宣传，邀请当地群众参加和见证放流活动，增加公众参与度，以此保障放流活动的公益性和科学性。应加强宣传教育，普及外来入侵种的入侵会给人们的生活、生产带来的不利影响，杜绝因人无意识的携带或各种放生活动将该流域原本没有的外来种鱼类如罗非鱼、银鱼扩散到其它的地方。

根据《滇中引水二期工程环境影响评价 水生生态专题》的要求，在中石坝库区每年需投放鲢鳙3万尾，维持保水渔业的要求。

表 7.7-6 库区保水渔业增殖放流地点和数量

序号	放流种类	放流年限	放流地点	放流规格 (cm)	放流数量(万 尾/年)	放流总数 (万尾)
1	鲢	10	库区	5-8	2.5	25
2	鳙	10	库区	5-8	0.5	5
合计					3	30

(5) 生态调度

中石坝水库工程建成对上游来水进行调蓄，坝下河段水流量将明显减少，减水河段水环境，水文情势发生一系列变化，主要是坝下河水流速减缓，水深变浅，浅滩裸露，库区形成静水水域，这在一定程度上改变了鱼类的生存环境，对鱼类将产生一系列的直接、间接的影响。尽量避免在鱼类繁殖季节大幅调整引水量，进行生态调度保证鱼类所需生态流量，尽量维持下游流水江段水位稳定，以满足鱼类产卵、繁殖、生长生态要求（李庆庆，2014）。

为了保护坝址下游河道水量水质和水生生态环境，在初期蓄水及运行期生态用水按枯季不低于坝址多年平均径流量的10%（即0.0571m³/s）下放，汛期不少于多年平均天然径流量的30%（即0.1713m³/s）下放。因此，工程需建立水库生态补水输水通道，保证河道的生态需水。

(6) 渔政管理

①加强渔政队伍建设

水库管理部门应积极支持和配合当地渔政部门，提高政府渔政部门的执法能力和力度，依法管理。进一步落实河长制，形成鱼类资源保护的长效机制。做好水生资源保护和宣传，禁止在禁渔区内进行任何渔业生产活动，特别是电鱼、炸鱼、毒鱼等违法行为需要严格禁止并依法查处。同时应加强水污染防治

工作，杜绝水污染事件的发生，保证鱼类良好的生活环境，水库的渔业管理尤须加强。

②严格执行禁渔期

为了自然资源的稳定发展和可持续利用，须对库区及上游河道水域设定禁渔期，在鱼类集群产卵容易捕捞的时段禁止捕鱼，以维护库区正常的渔业秩序，禁渔期间整个库区、库尾或坝下水域禁止任何形式的鱼类采捕。

③加强环保宣传

加强环保意识的宣传和教育的力度，制定水库管理的规章制度，在水库周边设置水生生物保护警示牌，同时增强施工人员的环保意识，严禁施工人员下河捕捞鱼类。

(7) 生态监测

利用物理、化学、生化、生态等技术手段对生态环境中的各个要素，生物与环境的关系、生态系统结构和功能进行生态监测，了解环境污染或者变化所产生的变化，从生物学角度为环境质量的监测和评价提供依据。而科学研究是开发与保护的基础，目前关于该河流生态学、鱼类生物学和生态学等方面研究基础还相当薄弱，严重制约了该河流的开发与保护。因此应积极开展相关监测与研究，主要包括以下几个方面：

河流常规生态监测，通过对浮游生物、底栖动物、固着类生物、周丛生物、水生维管束植物、土著鱼类集合和种群动态、鱼类种质与遗传多样性、水域生态健康状况等方面的监测，及时反映中石坝水库工程运行前后水生生态变化趋势，为环境保护措施的制定和调整提供科学依据。监测应该聘请第三方专业研究机构进行。监测分为施工期监测和运行期监测，水库管理人员应对生境和水质作定期、定点长期持续观测，运行期监测周期不少于十年。监测获得的数据可以有效地适时预警预报工程施工期及运行期出现的突发事件并可给出具体处理措施的建议。具体建议如下：

建议在青龙河及中石坝库区内设置至少5个监测断面，持续关注水生生态各因素的变动情况。水生生物监测频次以一年两次（丰水期和枯水期）较为适宜，每次监测时间不少于7天，而鱼类种群动态监测在3~6月进行，监测天数30天左右。水生生态监测断面可以根据实际情况做适当调整，但是调查结果必须能够反映工程影响区内的水生生物及鱼类资源现状及其变化趋势。

鉴于楚雄州中石坝库区改扩建工程对水生生态及鱼类资源的影响范围与程度，监测内容包括水质、饵料水生生物、鱼类等的监测。

水质

水温、透明度、pH、悬浮物、COD、BOD₅、叶绿素、溶氧、电导率等水化学项目。

饵料水生生物

浮游植物、浮游动物、着生藻类、底栖动物的种类组成、生物量、分布密度、优势种等。水生高等植物的种类组成、生物量、优势种及其季节变化等。

鱼类

鱼类资源监测包括：特有鱼类、主要经济鱼类的种类组成、资源量、优势种、种群动态、鱼类群落构成的变化趋势以及主要经济鱼类的年龄、生长、食性、繁殖习性、鱼类“三场”变化等。鱼类产卵场的分布、繁殖时间和繁殖种群的规模变化。

统计各河段渔获物的种类组成、数量组成、长度组成、重量组成，以及专业和副业渔民人数、渔具渔法及其数量、经济效益。

7.8环境风险防范措施

本工程不涉及具有危险性的生产系统，运行期不涉及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录B中风险物质，涉及的风险源主要为施工期柴油库。施工期柴油环境风险防范措施如下：

（1）重点加强柴油储存区的安全生产管理，严格执行国家和有关部门颁布的标准规范和规定，施工办公生活区内设备严格执行有关防火、防爆规定，建筑物及设备设施的防火距离必须保证设计规范要求的距离，留有合理的消防道路。

（2）柴油储存库采用密封性良好的阀门，尽可能减少跑、冒、滴、漏，降低对环境的影响，降低泄漏、火灾、爆炸事故的概率。

（3）为防范公路与灌区内水利设施交叉处事故风险可能的危害，应加强油类及化学危险品运输车辆管理的安全检查及上路管理，特别是在灌区内的重要渠道、排干、桥以及保护区周边设置禁止超车、超载、限速等标志，加强防撞护栏的设计及颜色标志，建议增设防护措施，

(4) 建立健全安全生产责任制实行定期性安全检查，设置专人进行巡查并设置巡查记录，定期对柴油桶、油库进行检查，及时发现事故隐患并迅速予以消除。

(5) 同时成立应急事故处理领导小组，配备事故急救设备和器材，制定详细的事故应急计划，防止污染和危险的扩散。

(6) 增强安全意识，加强安全教育，增强职工安全意识，严禁火源进入，认真贯彻安全法规和制度，防止人的错误行为，制定相应的应急措施。

7.9 人群健康保护措施

7.9.1 综合防治措施

1、施工人员进场、移民迁入安置区时，对施工生产、生活区采取消毒、杀虫、灭鼠等卫生措施，对饮用水进行消毒，从源头进行防治，减少传染源。

2、为预防施工区传染病的流行，进场人员需进行健康体检，并建立健康检查和传染病档案。发现传染病及时上报防疫部门，做到防治结合。

3、施工区应设置生活饮用水净化、消毒设施，饮用水必须符合国家生活饮用水卫生标准，确保饮用水安全。在饮用水水源附近禁止设置污水池、粪堆（坑）、垃圾堆放场。

4、施工期间加强食堂、餐馆的卫生管理。定期对饮食环境、从业人员健康、食品质量进行检查。

5、施工区修建移动环保厕所，并对垃圾和粪便进行处置。

6、施工生活区定期进行消毒处理，定期进行生活垃圾和公厕的清运处理，保持环境卫生，消除蚊蝇滋生的可能性。

7、建设单位和施工单位要组织各部门经常开展灭蝇、灭蚊、灭鼠等卫生防疫活动。在办公区、宿舍区、食堂等重点防疫区还应长期配备灭蝇、灭鼠药物，定期发放各种预防疫源性、流行性病毒的药品。

8、在人群中普及传染病防治知识，通过宣传教育提高施工人员的环保意识，进而加强个人防护，改善环境卫生。

9、做好施工现场突发疫情应急处置准备，施工区一旦发生疫情，应立即报告上级部门并采取治疗、抢救和隔离措施。

7.9.2 肠道传染病防治措施

1、工程区发病率最高的是较为常见的痢疾，对人群健康的保护应重点做好肠道传染病的防治工作。

2、认真管理好施工区及移民安置区生活水源，设蓄水池集中供给，定期消毒，保证不受粪便等其它污物的污染，并由县卫生防疫站定期对生活水源取样化验，合格后方能饮用。

3、教育施工人员及移民养成良好的卫生习惯，并做好疾病的宣传预防工作。

4、水库扩建完成蓄水前，进行库周淹没区清理，避免蓄水后病菌通过水体传染而引起介水传染病的流行暴发。

7.9.3自然疫源性疾病防治措施

1、灭鼠防鼠

搞好环境卫生及卫生整顿，清除鼠类栖息活动的隐蔽场所，一般春季重点在居民区，秋季重点在居民区周围及野外有组织地发动群众性的灭鼠活动。

2、灭蚊和防蚊

做好灭蚊和防蚊工作。生活区采用环境改造和环境处理、化学灭蚊；野外进行环境清理，清除地面积水，修整沟渠，去除杂草，填平坑洼，消除蚊虫孳生地；进行化学灭蚊。

3、个人防护

不直接用手接触鼠及其排泄物，捕杀的鼠类应焚烧和深埋。注意饮食卫生，鼠类污染的食物、食具要消毒。

4、野外工地预防措施

建立工棚宿营时宜选择高地、干燥向阳，远土坑等鼠洞密集的地方；搭棚前要平整地面、铲除杂草、清除鼠洞、挖防鼠沟（深、宽各0.6m，沟壁垂直光滑）、灭鼠、灭蚤、灭螨；工棚宿舍与粮仓、厨房分开，开展经常性的以灭鼠、灭蚤、灭螨活动。

7.9.4虫媒传染病防治措施

1、疟疾

大力开展爱护卫生活动，消灭传播媒介（蚊虫）、控制传染源（现症病人和带虫者）、保护易感人群。对确诊疟疾病例按照正规治疗方案进行根治，控

制疟疾传播和流行。

2、流行性乙型脑炎

施工人员多且集中可能发生乙脑的传播和流行几率大，采取灭蚊防蚊和预防接种两方面措施。

7.9.5介水传染病防治措施

工程所在区介水传染病以细菌性痢疾为主，预防措施为：

1、普及卫生防疫知识，提高自我保健意识，做到食熟食，喝开水，饭前便后洗净手。

2、开展三管一灭（管水、管粪、管饮食、消灭苍蝇）综合性防治措施，把好病从口入关。

3、严格执行食品卫生法，对饮食从业人员每年进行食品卫生知识的培训，坚持持证上岗。

7.10移民安置环境保护措施

中石坝水库扩建工程基准年生产安置人口为79人，无搬迁安置人口，中石坝水库扩建工程征收耕地涉及楚雄市2个镇3个村委会（社区）6个村小组，征收耕地比重在1.61%~8.51%之间，对当地农村生产生活影响较小。在征询地方政府意见及移民意愿后，采取自行安置的生产安置方式，通过货币补偿后移民自行流转耕地来恢复生产。

移民自行安置不新增本项目所在区域生活污水、固体废物等排放量，不产生重新开垦土地过程由于开挖、弃土和占地将对原地表植被产生破坏。

7.11水土流失防治措施

本节内容引用《楚雄市中石坝水库扩建工程可行性研究报告》水土保持章节的相关成果。

7.11.1水土流失防治原则

（1）因地制宜、因害设防、除害兴利和综合治理原则。针对项目工程特征和工程水土流失特点，因地制宜、合理配置水土保持措施，防治水土流失。在布设水土保持措施时，应先采取临时性水土保持措施，防止生产建设过程中的水土流失，并建成一套完整的水土流失防治体系。

(2) 分类布局，分区防治原则。在认真分析主体工程设计资料基础上，结合野外现场调查，根据各防治分区的差异性和功能的不同，分类布局、分区设计，力求使各项措施布置、设计更加合理、可行。

(3) 生态优先原则。项目工程水土保持措施除采用工程措施以外，同时采取植物措施，并与周边的生态环境相协调。临时堆放点除满足堆渣容量、堆渣安全和防治水土流失等要求以外，还应积极建设生态环境。

(4) 安全、经济与整体性原则。水土保持措施的布设要以防治工程水土流失为主，以保护主体工程安全、稳定为目标，全面考虑工程建设、生态环境建设、防洪安全构筑成一个整体性系统工程。在主体工程设计中，将具有水土保持功能的措施纳入本防治方案，作为水土保持防治体系的一个组成部分，本方案对此只进行评价，且列入水土保持总费用。

(5) 源头控制，减少治理原则。为了不加剧项目建设可能诱发的项目建设区以外的其它区域的水土流失，减少水土流失防治责任范围和投资，在措施布置上力求从源头上控制水土流失的发生发展。

(6) 预防措施先行，最小扰动原则。优化工程布局和规模，优选建设时序，合理安排工期，强化管理、监理和监督，做好施工期水土流失的预防和控制工作，尽量减少破坏地表植被面积，进一步优化土石方的平衡方案，提高开挖土石方利用率。同时在施工中必须保证最小扰动原则，尽可能的不破坏原生植被，维持生态的相对稳定性。在工程建设中注重生态环境保护，充分重视项目施工过程中造成的人为扰动区及所产生的废弃物，设计临时性水土保持措施，尽量减少新增水土流失。

(7) 永久防护和临时防护并行原则

在土石方施工过程中加强地表洒水，减少扬尘量，做好临时排水与沉沙措施，加强砂、土、石等建筑材料和清场、清基废料的挡护、覆盖，减少施工过程中造成人为水土流失，以确保临时性防治措施与主体防治措施的衔接，达到控制新增水土流失的目的。

7.11.2 水土流失防治标准

根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保〔2013〕188号），项目所在地

楚雄市不属于国家级重点治理区和重点预防区

中石坝水库位于楚雄市的鹿城镇，根据《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（云南省水利厅公告第49号），鹿城镇不属于省级重点治理区和重点预防区。

中石坝水库扩建工程涉及鹿城镇富民社区。根据《楚雄州水务局关于划分州级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（2022年9月7日）：属于滇中北楚雄州州级水土流失重点治理区；根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）和“关于印发《全国水土保持区划（试行）》的通知（办水保〔2012〕512号）”，执行建设类一级标准（西南岩溶区）。

7.11.3水土流失防治目标

结合工程区地形地貌、工程建设实际等情况，项目水土流失防治目标如下：

1、通过有针对性布设水土保持工程措施和植物措施，使工程建设过程中新增水土流失得到有效防治；

2、水土流失得到基本治理，减少新增水土流失造成的危害，恢复和保护工程施工区及周边区域的水土保持设施，改善项目区生态环境，实现项目建设过程中水土流失危害的最小化。

3、结合方案编制的原则和工程建设范围内地形地貌、土壤及水土流失特点，本项目为建设类项目。因此，水土流失发生在施工期。项目区多年平均降水量843.9mm，项目区的现状土壤侵蚀强度属轻度侵蚀为主的区域，对于土壤流失控制比做相应调整。

本工程水土流失防治指标值为：水土流失治理度 97%、土壤流失控制比 1.0、渣土防护率94%、表土保护率95%、林草植被恢复率96%、林草覆盖率 23%。

7.11.4水土流失防治分区

本工程植被恢复区域主要为施工扰动地表的枢纽区、料场区、工程防护区、道路区等占地区域。依据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）的相关规定确定本工程的植被恢复与建设工程级别为1级和3级。

1级植被建设工程级别：枢纽区。应根据生态防护和环境保护要求，按生态

公益林绿化标准执行；有景观、游憩等功能要求的，结合工程所在地的园林绿化标准，在生态公益林标准基础上适度提高。

3级植被建设工程级别：料场区、工程防护区、道路区，执行生态公益林绿化标准。

树种选择：根据项目区气候特征及不同防治区的立地条件，根据“适地适树、因地制宜”和“乡土树种”为主的原则。

7.11.3分区防治措施

1、枢纽区

枢纽工程区包括大坝、溢洪道、闸阀房及输水隧洞。其水土流失主要时段在工程施工期，开挖、填筑扰动原地貌，破坏了原有的地表、植被，从而导致其原有的水土保持功能降低，受降雨及溅及地表径流冲刷，存在一定程度的溅蚀，松散表土的虽小土石颗粒也容易流失。

(1) 大坝

大坝部分，主体工程已设计了大坝下游草皮护坡，能够满足该区域的水土保持要求，本方案新增措施为：表土收集 1668m³，用于主体复垦覆土。

拦河坝：拦河坝在施工结束后全部为建筑物占地，且上下游坝坡均采用15cm厚的C15混凝土护坡，混凝土下垫20cm厚的砂砾石，因此不再考虑新增水土保持措施。

②溢洪道：为建筑物占地，溢洪道开挖边坡主体工程也进行喷锚处理，不再考虑新增水土保持措施。

③导流输水隧洞：工程竣工投入使用后，进口处于常年水位以下，不再考虑水保措施；输水隧洞出口，除了主体工程已考虑的洞脸护坡外，对出口开挖边坡进行土地治理后撒播黑麦草进行护坡，防治水土流失。

2、工程防护区：包括河道整治工程、垫地回填工程，主体工程已采取了河道整治，草皮护坡，表土收集、水体景观等。

3、道路区：包括恢复进库永久公路3.684km，新建临时施工道路1.25km，除主体工程已采取的防护措施外，本方案对永久公路两侧栽植行道树，对临时

施工道路占地范围内营造水保林恢复植被。

①除主体工程已考虑的道路排水沟外，新修进公路在道路两侧栽植行道树蓝花楹、樱花、垂柳及栽植叶子花。

②临时道路在工程完工后恢复植被，栽植乔木1736株，撒播草种狗牙根0.366hm²，撒播车桑子0.156hm²。

4、料场区：中石坝水库扩建工程，料场主要指粘土料场及风化料场，在料场开采前，设置临时排水沟，并对表土剥离进行临时拦挡措施，开采结束后进行植物措施治理水土流失。

①粘土料场：开采结束后，对料场占地范围（占用耕地）进行土地整治复耕。

②风化料场：对料场占地范围（占用耕地）进行土地整治复耕。

③其他措施：对料场（临时占用林地部分）栽植乔木17325株，栽植灌木爬山虎4849株，撒播草种狗牙根3.639hm²，撒播车桑子1.559hm²。

5、水库淹没区：工程建设对水库淹没区的影响较小，扩建大坝后，流失的土壤沉积在库内，基本是不流失的。所以，对水库淹没区只是提出一些防治要求，主要是进行生态修复，不再进行具体的措施治理。

项目水土保持措施比哦啊图收集工程、植物工程量等详见表7.1-1~7.1-3。

7.11.4水土流失监测计划

根据中华人民共和国水利部第12号令关于《水土保持生态环境监测网络管理办法》，要求有水土流失防治任务的建设项目，建设和管理单位应设立专项监测点，对水土流失状况进行监测，监测工作由具有水土保持监测资质的单位承担。

对该项目建设引起的水土流失面积、分布状况和流失程度、水土流失危害等发展趋势以及水土保持情况和防治效果进行监测是十分必要的。

1、监测目的

水土保持监测的目的主要有以下几方面：

①通过建设期水土保持监测，及时获取水土流失参数，掌握工程建设对水土流失的实际影响，及时发现工程建设过程中新出现的水土流失问题，以便因害设防，及时采取有效的防治措施，最大限度降低水土流失。

②通过建设期水土保持监测，及时掌握水土保持方案的落实情况，掌握各项水土流失防治措施在控制新增水土流失过程中的实际作用和可能存在的问题，及时采取补救措施。

③通过运行初期水土保持监测，验证水土保持方案实施后的水土保持效益，进而检验水土保持方案效益分析的合理性。

④通过水土保持监测，了解可能造成水土流失对下游的影响。

⑤通过对防治措施运行初期水土保持监测，了解各项水土保持设施经历建设期后的运行情况，从耐久性、有效性等方面检验方案水保设施的质量，为水库水土流失防治提供技术管理依据和补充设施的设计依据，也为建设项目的水土保持科学研究积累数据。

⑥为水库水土保持监督、检查及专项验收提供依据，通过对项目建设全过程的监测，说明施工、建设、运行初期造成的水土流失情况和水土流失的防治效果，是否达到国家规定的允许标准。

2、监测内容

（1）水土流失情况监测

①扰动地表面积监测；

②损坏水土保持设施数量监测；

③造成水土流失面积监测；

④建设期弃土（渣）量、回填场水土流失情况监测。

（2）水土流失危害监测

（3）水土流失防治情况监测

①水土流失防治措施实施数量监测：主要对实施的各项措施内容，措施面积、数量监测。

②水土流失防治措施质量监测：

a、各项措施的实施规格、技术指标情况监测；

b、工程措施的稳定性、完好程度和运行情况监测；

c、生物措施的成活率、保存率、生长状况监测；

d、水土流失防治效果。所有造成流失的区域是否都实施了防治措施，各项水土流失防治措施实施后防治区域内的水土流失是否得到有效控制。

③监督、管理措施的落实情况。

(4) 水土流失因子监测

包括降水、土壤、植被等。

(5) “六项指标”达标情况

①水土流失治理度；②土壤流失控制比；③渣土防护率；④表土保护率；
⑤林草植物恢复率；⑥林草覆盖率。

3、监测方法

扰动地表面积、造成水土流失面积、损坏水土保持生物设施数量、土石方工程量及平稳监测，采用GPS调查、测量、资料收集等方法；水土流失量监测，采用简易水土流失观测场、简易坡面量测法监测；水土流失对当地群众生产生活影响监测，采用巡查、走访、面谈、问卷调查相结合监测；水土流失防治措施情况监测采用普查、GPS调查、抽样调查、资料收集、样地调查、巡查等方法监测。

4、监测点布设

根据工程特点、施工布置，分区进行监测，各类监测点共布置6个，其中垫地回填工程区2个，枢纽区1个，料场区2个，道路区1个。

5、监测时段及频率

本项目监测时段为3.5年，包括新建期1.5年，植被恢复期2年。

建设期雨季每月监测1次， $R_{z4h} \geq 50\text{mm}$ 时需加测一次；旱季每季监测1次。运行初期监测一次。

7.12环保措施总结

中石坝水库扩建工程环保措施汇总如下表所示。

表 7.12-1 中石坝水库工程环保措施一览表

要素	阶段	环境保护措施
水环境	施工期	<p>1、灌浆废水：在水库枢纽工程施工场地地势低处设置一个临时沉淀池，灌浆废水排入沉淀池，经沉淀处理后优先用于降尘，回用不完排入坝下青龙河。</p> <p>2、基坑排水：采取基坑内静置沉淀后优先用于降尘、浇灌附近耕地林地或作为水保植物措施用水等，回用不完的基坑排水经沉淀后可排入青龙河。</p> <p>3、施工机械/车辆维护保养、冲洗废水：经施工生活生产区的隔油池（容积 16m³）、临时沉淀池（16m³）处理后用于施工场地及道路洒水降尘，不外排。</p> <p>4、施工人员绝大部分招聘周边村庄村民，不在施工营地食宿，清洗废水用于场地洒水降尘，生活区建有旱厕（临时化粪池），其他生活污水经无害化处理后污染物浓度低，水分蒸发后作为农家肥用于水库周边农田肥料，不外排。</p>
	水文情势缓解措施	<p>1、汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的 30%下泄，枯期按水库坝址多年平均天然流量的 10%下泄。中石坝水库坝址以上控制径流面 129.0km²，根据水文计算天然多年平均径流量为 1800.7 万 m³，折合流量为 0.571m³/s，汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的 30%下泄生态流量 0.1713m³/s，枯期按水库坝址多年平均天然流量的 10%下泄生态流量 0.0571m³/s。通过输水洞向下游泄放。</p> <p>2、为了保证河道生态用水量，需在下泄流量设施内设置一套在线监控设施。</p>
	运营期 水质保障措施	<p>1、为保证水库运行安全及水库蓄水水质，要在水库蓄水前进行库底清理，清理范围为水库新增淹没区范围。</p> <p>2、水库管理区设置隔油池、化粪池，废水经隔油池和化粪池处理水分蒸发后，定期消毒、清运，请周边农户清掏作为农肥，不得直接排入河道。</p> <p>3、水库投运后，如果不采取一定的防范措施，库区具备一定藻类繁殖的条件，为防止应采取相应的预防和监测措施如下： ①水体富营养化是一个复杂的动态过程，需要长期定量的监测资料来掌握库区水质，因此水库投入运行后要求水库管理局划拨专项经费，并委托具有监测资质的单位对库区水质进行常规监测。平时应当加强管理，降低农田回归水向水库输入营养盐，禁止网箱养鱼投放饲料等造成水质污染，一旦发现富营养化的趋势，应及时采取措施，消除造成富营养化的因素，减少 N、P 等营养盐的输入。 ②控制水库水区内农业面源入库量，并制定水体富营养化应急处置预案。</p> <p>4、相关部门加强水库管理，禁止非相关人员进入库区，严禁库区放养家禽，同时建议对小流域进行污染源治理以保证中石坝水库水质不变差。</p>
地下水	/	<p>1、做好工程地质的勘探和考察工作，确定富水带位置，并做好相应的准备工作和处置措施；在施工时间的选择上，尽可能选择在旱季施工，避开雨季，减少隧道渗水量。</p> <p>2、坝基固结灌浆。</p> <p>3、帷幕灌浆。</p>

大气	施工期	<p>1、工程爆破作业采用中深孔多排孔、小药量、多次爆破的爆破方式，穿孔采取湿式作业，爆破前地表洒水，风速较小的时段进行爆破。</p> <p>2、砂石料采取封闭、安装水雾喷淋装置等措施降尘；粉料采用相对封闭的料仓存放，物料密闭输送，粉料密闭运输，细碎物料篷布遮盖。</p> <p>3、施工区细碎物料尽量堆存于背风面；石料采场配置水罐定期洒水降尘；施工场地干燥及大风天气作业时增加洒水降尘的次数。</p> <p>4、在施工场地采取人工洒水，在干燥无雨的天气情况下，采取洒水降尘措施，每日早、中、晚对施工道路、首部枢纽施工区等粉尘源头洒水，减少粉尘的产生量。在村落附近施工区、居民集中处增加洒水次数。</p> <p>5、场内运输时限制施工车辆速度。运输车辆村庄路段减速慢行。</p>
	运营期	食堂安装油烟净化装置，油烟处理后引出室外排放。
声环境	施工期	<p>1、严格选择噪声值符合国家环境保护标准的施工机械、选用低噪的施工机械和施工工艺。空压机、发电机、搅拌机布置于远离关心点地段，并对空压机、发电机等设备设置隔声装置。</p> <p>2、爆破作业采用中深孔多排孔、小药量、多次爆破的爆破方式。运输车辆在敏感区域内禁止鸣笛，要减速慢行。</p> <p>3、加强施工机械和车辆的维护和保养，做好施工道路养护工作，减振降噪。</p> <p>4、在临近村庄地段，施工集中在昼间进行，夜间 22:00 至次日 6:00 之间禁止施工，合理安排高噪声设备的使用时段，避开周围环境对噪声敏感的时间。</p> <p>5、对下马房、上马房、郭家村、彭家村以及袁家村在邻近项目施工区一侧设置移动隔声屏障，减小施工噪声对周边居民的声环境影响。</p> <p>6、施工前提前向水库枢纽工程周边及输水管线沿线的居民发布信息，避免施工物料运输、施工作业等对沿线交通造成拥堵。</p>
	运营期	<p>1、运行期本工程噪声源较少，主要为泵站等设备运行产生的噪声。泵站等设备运行噪声源强约 85~90dB(A)，水泵等放置于专用房内，经厂房、山体阻隔及距离衰减后，可得到较大幅削减，因此本工程运行期噪声对外环境影响不大。</p> <p>2、本工程运行期间复用施工期间的设置警示牌，限制车速，禁止鸣笛，提醒来往车辆减速慢行。</p>
固体废物	施工期	<p>1、工程临时弃渣按规定地点进行堆放，弃渣及时清运、回填。施工期间开挖的土石方全部用于库区垫地防护，表土全部回填，无永久弃渣产生。</p> <p>2、建筑垃圾分类集中堆存，可再生利用的部分回收利用，不能利用的运至城管部门指定地点处置，禁止与生活垃圾混合处置，禁止随意丢弃。</p> <p>3、施工期机械/车辆冲洗废水隔油处理产生的含油浮渣为危险废物，收集暂存于施工生产生活区设置的危废暂存间内，施工结束后委托有资质的单位处置。</p> <p>4、施工人员会产生的生活垃圾袋装后统一交当地环卫部门处置。</p>

	运营期	<p>1、管理人员生活垃圾设垃圾桶进行集中收集，并委托当地环卫部门进行定期清运、处置。</p> <p>2、在食堂设置专门泔水桶，泔水桶收集物联系当地农户定期挑走用于饲养禽畜。</p> <p>3、化粪池污泥定期清掏，用于水库周边菜地施肥。</p> <p>4、水库管理区内设置危废暂存间 1 间，按防渗要求进行防渗，暂存间内设置围堰或在收集桶下方设置托盘，保证泄漏的危废能有效收集。废润滑油采用专用容器收集，放置于防渗、封闭的暂存间，定期交由有资质的单位处置。</p> <p>5、定期打捞的坝前水面漂浮物委托当地环卫部门进行定期清运、处置。</p>
土壤环境	/	<p>1、积极发展生态农业，推广施用高效、低毒、低残留农药，禁止使用剧毒农药。要尽量施用有机肥、农家肥，严格控制化肥和农药的施用量。</p> <p>2、针对灌区农田土壤化学成分实际情况采取合适的灌溉方式、灌溉技术和种植方式，加强灌溉用水管理和排泄通道的维护，确保排泄通畅等，以降低灌区土地发生次盐碱化问题。</p>
生态环境	避让措施	<p>1、水库永久占地和施工临时占地均不涉及自然保护区、饮用水水源保护区、0 类声环境功能区、居民区、珍稀濒危物种/保护植物和保护动物的栖息地等区域，需严格控制施工占地红线，不得超出红线外施工。</p> <p>2、水库施工临时占地避让集中林区，确需占用林地的，尽量选择林间斑块无树木、稀树荒草地处落塔，以减少林木砍伐。</p> <p>3、水库施工临时占地避让农田、耕地，确实无法避让的，尽量布置在农田、耕地边角处，减少对农业耕作的影响。</p> <p>4、设计阶段需进行施工组织设计，合理规划临时施工场地（粘土场、风化石渣场、施工便道），确保施工临时占地避让生态保护红线、居民建筑物等施工期的环境敏感目标，严格划定施工红线范围，不得超出已划定施工红线进行施工。</p> <p>5、项目开工建设前应当对项目最终设计方案与环评方案进行梳理对比，构成重大变动的应当对变动内容进行环境影响评价并重新报批，构成一般变动的应当向有审批权限的生态环境主管部门进行备案。</p>
	减缓措施	<p>1、爆破工序前应先对附近动物进行驱赶，以尽量减少对动物的直接伤害，部分行动较慢的动物可捕捉后再迁至其它环境中放生。</p> <p>2、严格划定施工范围，禁止施工扩大划定以外的区域，除征占区域外，尽可能保持现有陆生生态的完整。项目施工期尽可能地保留原有的自然生态环境，减少对植被、农田的破坏，尽量利用原有的道路作为施工道路，避免对动物生境造成更大的破坏。</p> <p>3、禁止任意砍伐施工区周边植被以作施工使用，施工所需的木材尽可能从占地范围取用。在砍伐作业阶段，如果发现调查错漏的珍稀保护植物，应及时采取保护措施，移出占地区，异地栽培，以保证其种群的生存和繁衍。加强生产生活用火用电安全的管理，提高消防意识，防止森林火灾的发生。</p> <p>4、加强施工单位和施工人员的宣传教育，通过环境保护法律知识普及、在施工区设置保护动物的告示牌及警告牌等措施进行宣传，树立施工人员的模范环保意识。以公告、发放宣传册等形式，教育施工人员。</p> <p>5、尽可能不在动物的繁殖季节中（如春季和夏季）施工或不进行爆破等发出大噪声的施工。</p> <p>6、对施工人员明确规定严禁猎杀、购买和食用野生动物，建立与环境保护有关的奖励惩罚制度，对积极举报违法活动人员</p>

		<p>给以奖励和隐私保护，对于证据确凿的违法活动者给以严厉惩罚。</p> <p>7、为保护水库及周边支流中鱼类，设置水生生物保护警示牌，禁止施工人员非法捕鱼，如炸鱼、电鱼、毒鱼和拖网捕鱼等。</p> <p>8、加强对土著种鱼类保护力度。严格控制外来物种的引进，对于特别需要引进的物种应进行生态安全风险评价和检疫，防范外来物种对水域生态造成的危害。</p>
	恢复措施	粘土采场、风化石碴采场和其它施工区域，除采取必要的防护措施外，主要采取植树、种草进行恢复。生态恢复必须选择与当地环境相适应的植物种类，要求植物耐干旱、耐贫瘠，根系发达、速生丰产，并需美观、耐病虫害。
	补偿措施	<p>1、临时占用林地采用植树和抚育的补偿方式恢复生境。永久性占用的林地采用异地抚育的补偿方式恢复生境。异地抚育需对原植被类型的主要优势种进行采种，异地育苗，浇水病虫害防治等，在异地进行人工抚育。</p> <p>2、下一阶段的工作中应进一步复核勘测设计成果，尽量优化选址选线及工程布置方案，在满足工程建设要求的前提下，尽可能减少耕地的占地面积，减轻工程建设对植被的破坏和动植物资源的影响。对施工期不能避让临时占用耕地，工期结束后，应及时清理平整，对临时占用耕地进行复耕。</p> <p>3、对水库库区的农业生产影响最大的因素是水，因此，在施工中要特别注意保护和改善原有的农业水利设施；对已经遭到破坏的农业水利设施要进行维修和改善。</p>
	管理措施	<p>1、严格按照征地范围进行施工，划定最小施工范围，严格划定施工界限，禁止超范围占地，避免超计划占用林地、林木，严禁随意扩大占地范围，严禁施工人员砍伐、破坏工程占地区外的植被，严禁在征地范围外堆渣等作业，减少植被受影响面积。</p> <p>2、加强对施工人员的生态保护宣传教育和管理，向施工人员宣讲野生动物保护法和野生植物保护条例，设置野生动植物保护和生态保护宣传牌，增强施工人员的保护意识。禁止施工人员捕猎野生动物，禁止参与边境地区野生动物非法交易；禁止施工人员非法采挖、砍伐施工占地区以外的野生植物，禁止破坏施工区以外的自然植被。</p> <p>3、加强施工人员管理，要求施工人员在施工中遇到的幼兽、幼鸟、鸟卵（蛋）、受伤的野生动物需交由森林公安或林草部门的专业人员妥善处理。</p> <p>4、施工应加强施工期的环境监理工作，定期编制环境监理报送相关部门。</p> <p>5、植被恢复期应注意加强管理巡查，做好浇水、施肥保障措施，若发现种植的植物死亡，应查明死亡原因，并进行补种和加强管理。</p> <p>6、严格施工期项目场区烟火管理，注意森林防火，避免森林火灾的发生。</p> <p>7、设置生态保护警示牌，禁止施工人员随意进入生态保护红线区；遵守施工工序；严禁超范围开挖，工程完工后应迅速对开挖区、边坡等区域进行水土流失防治和植被恢复。</p>
	重点保护植物	根据前文生态环境现状调查，中石坝水库扩建工程生态环境评价区内评价区没有发现国家级、云南省级保护植物。施工过程中如果发现调查错漏的珍稀保护植物，应及时采取保护措施：（1）挂牌保护；（2）移栽保护。

		重点保护动物	<p>1、对于评价区内的濒危、保护动物，严禁施工人员捕猎，并以展板形式对施工人员进行宣传教育；施工时要合理安排施工爆破等施工作业的时间，尽量缩短工期。</p> <p>2、保护野生动物的栖息地，施工完毕后及时进行生态恢复，使之有利于动物适应新的生境。对施工单位及施工人员制定规章，并认真进行巡查，禁止施工人员非法偷猎野生动物、盗采珍稀保护植物、取食鸟蛋、幼鸟等活动；加强对施工器材的管理。对在施工中遇到的幼兽，一定要交给林业局的专业人员，不得擅自处理；对施工中遇到的鸟窝（因砍伐树木）一定要移到非施工区的其他树上；对在施工中遇到的幼鸟和鸟卵（蛋）一定要交林业局的专业人员妥善处置；安排专门人员负责评价区施工中的动物多样性保护的监督和管理。</p> <p>3、从保护生态与环境的角度出发，建议本项目开发建设前，尽量做好施工规划前期工作；施工期间加强取土场、弃渣场防护，加强施工人员生活污水排放管理，减少水体污染；做好工程完工后生态的恢复工作，以尽量减少因植被破坏对动物带来的不利影响。</p> <p>4、野生鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和正午爆破施工。</p> <p>5、对于两栖类，应当制定专项保护、恢复和补偿方案。发放照片，做好宣传，禁止捕杀，施工前建议集中捕捞其幼体，放回上游石门峡内，在水库的生态监测期间做好种群数量的监测，若种群数量下降，应采取制定的专项保护、恢复和补偿方案进行种群的恢复和补偿。</p> <p>6、对堤坝进行生态修复，选择自然型驳岸，自然缓坡在蓄水期有利于不同水禽的栖息和觅食。</p>
	水生生态	鱼类保护	<p>1、汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的 30%下泄，枯期按水库坝址多年平均天然流量的 10%下泄。中石坝水库坝址以上控制径流面 129.0km²，根据水文计算天然多年平均径流量为 1800.7 万 m³，折合流量为 0.571m³/s，汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的 30%下泄生态流量 0.1713m³/s，枯期按水库坝址多年平均天然流量的 10%下泄生态流量 0.0571m³/s。通过输水洞向下游泄放。</p> <p>2、根据本地区鱼类繁殖季节和生长特性，制定禁渔期，网目大小及捕捞目标的规格等。</p> <p>3、建立鱼类保护点，以保护物种及其栖息地，保证鱼类资源的持续利用，保护所拥有的鱼类区系和基因库。</p>
环境风险		施工期	<p>1、施工生活生产区油库建设以及所配套的安全、消防设施的平面布局等均需符合《石油库设计规范》（GB50074-2014）及《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008[2018年版]）中的相关标准要求，所有建、构筑物之间或与其它场所之间留有足够的防火间距，防止在火灾或爆炸时相互影响；严格按工艺处理物料特性，将库区进行危险区划分。</p> <p>2、油库为相对独立的区域，对油库区域将设置围堰及收集沟，围堰内采用沙子填充平铺，一旦发生泄漏，围堰可用于收集部分油品，同时泄漏油品可通过收集沟和专用管道引流至应急事故池暂存。</p> <p>3、入口设立明显标志，禁止明火。同时环评建议项目在油库区安装可燃气体检测报警仪，同时引入控制室进行监控。</p> <p>4、根据相关的环境管理要求，结合具体情况，制定该项目的各项安全生产管理制度、严格的生产操作规则和完善的事故应急计划及相应的应急处理手段和设施，同时加强安全教育，以提高职工的安全意识和安全防范能力。</p>

社会环境	人群健康	<p>(1) 施工人员入驻之前对施工生产生活区进行一次全面的清理;</p> <p>(2) 施工人员进场前由各施工单位对施工人员进行一次疫情调查建档, 体检合格的健康人员方能进场作业; 施工过程中一经发现染病病例, 马上进行隔离、治疗、观察。</p> <p>(3) 加强饮食卫生管理。</p>
水土保持	/	<p>采取有效的工程措施、植物措施、临时防护措施, 进行全面防护, 以形成完整、科学的水土流失防治体系, 达到良好的防治效果。</p> <p>1、枢纽区: 包括拦河坝、溢洪道、输水隧洞, 除主体工程已采取的挡墙防护措施, 项目对管理所空地、输水隧洞出口开挖边坡进行土地整治并撒草, 有效控制水土流失。</p> <p>①拦河坝: 拦河坝在施工结束后全部为建筑物占地, 且上下游坝坡均采用 15cm 厚的 C15 混凝土护坡, 混凝土下垫 20cm 厚的砂砾石, 因此不再考虑新增水土保持措施。</p> <p>②溢洪道: 为建筑物占地, 溢洪道开挖边坡主体工程也进行喷猫处理, 不再考虑新增水土保持措施。</p> <p>③导流输水隧洞: 工程竣工投入使用后, 进口处于常年水位以下, 不再考虑水土保持措施; 输水隧洞出口, 除了主体工程已考虑的洞脸护坡外, 对出口开挖边坡进行土地治理后撒播黑麦草进行护坡, 防治水土流失。</p> <p>2、工程防护区: 包括河道整治工程、垫地回填工程, 主体工程已采取了河道整治, 草皮护坡, 表土收集、水体景观等。</p> <p>3、道路区: 包括恢复进库永久公路 3.684km, 新建临时施工道路 1.25km, 除主体工程已采取的防护措施外, 本方案对永久公路两侧栽植行道树, 对临时施工道路占地范围内营造水保林恢复植被。</p> <p>①除主体工程已考虑的道路排水沟外, 新修进公路在道路两侧栽植行道树蓝花楹、樱花、垂柳及栽植叶子花。</p> <p>②临时道路在工程完工后恢复植被, 栽植乔木 1736 株, 撒播草种狗牙根 0.366hm², 撒播车桑子 0.156hm²。</p> <p>4、料场区: 中石坝水库扩建工程, 料场主要指粘土料场及风化料场, 在料场开采前, 设置临时排水沟, 并对表土剥离进行临时拦挡措施, 开采结束后进行植物措施治理水土流失。</p> <p>①粘土料场: 开采结束后, 对料场占地范围 (占用耕地) 进行土地整治复耕。</p> <p>②风化料场: 对料场占地范围 (占用耕地) 进行土地整治复耕。</p> <p>③其他措施: 对料场 (临时占用林地部分) 栽植乔木 17325 株, 栽植灌木爬山虎 4849 株, 撒播草种狗牙根 3.639hm², 撒播车桑子 1.559hm²。</p> <p>5、水库淹没区: 工程建设对水库淹没区的影响较小, 扩建大坝后, 流失的土壤沉积在库内, 基本是不流失的。所以, 对水库淹没区只是提出一些防治要求, 主要是进行生态修复, 不再进行具体的措施治理。</p> <p>6、水土保持监测。</p>

8环境保护投资估算及经济损益分析

环境影响经济损益分析目的是运用生态学和经济学原理，在考虑工程建设与区域生态建设、社会经济持续、稳定、协调发展的前提下，运用费用—效益分析法对环境效益和损失进行全面的分析，对减免工程引起的不利影响所采取对策措施的投资进行综合的经济评价，为工程论证提供科学依据。

8.1社会经济效益分析

现状水平年2022年，中石坝水库规划区总需水量6973.0万 m^3 ，其中城镇生活需水量2037.6万 m^3 ，农村生活需水量15.0万 m^3 ，富民工业园区工业需水量4204.4万 m^3 、农业灌溉需水量716.0万 m^3 。

设计水平年2040年，中石坝水库灌区总需水量13066.9万 m^3 ，其中城镇生活需水量3035.4万 m^3 ，农村生活需水量21.2万 m^3 ，富民工业园区工业需水量9322.4万 m^3 、农业灌溉需水量687.9万 m^3 。

规划年2040年，中石坝水库未扩建，但规划水利工程已实施，中石坝水库规划区水利工程总供水量为6510.7万 m^3 。其中城镇生活供水2037.6万 m^3 ，大小牲畜生活供水21.2万 m^3 ，工业供水3902.3万 m^3 ，农业灌溉供水量549.6万 m^3 ，保证灌溉面积0.71亩。

设计水平年2040年，中石坝水库扩建，加入滇中引工程后，规划区可新增供水量7078.9万 m^3 ，减去青山嘴水库对中石坝水库规划区供水量减少611.0万 m^3 ，设计水平年2040年整个规划区供水量实际增加6417.9万 m^3 。规划区水利工程总供水量为13066.9万 m^3 。其中城镇生活供水3035.4万 m^3 ，大小牲畜生活供水21.2万 m^3 ，工业供水9322.4万 m^3 ，农业灌溉供水量687.9万 m^3 ，保证灌溉面积0.89亩。规划年2040年，中石坝水库扩建后，滇中引水工程供水后，中石坝水库规划区总缺水为0.0万 m^3 ，中石坝水库规划水资源供需平衡。

中石坝水库扩建，滇中引水工程供水后，保障了水库下游工业用水、农业灌溉用水以及生态环境用水，确保人民生活生产与工业生产正常运行，将为楚雄市经济社会可持续发展提供水资源安全保障和粮食生产安全保障，将在社会主义新农村建设中发挥重要作用，是楚雄市不可替代的水资源配置工程，具有显著的社会效益。

8.2经济效益分析

中石坝水库工程总投资22498.62万元。工程任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。

1、灌溉效益

扩建中石坝水库可解决0.71万亩农田的灌溉问题水库建成后可有效改善灌区农田生产条件，扭转灌区严重缺水的状况，增强抗旱能力。

根据工程规划，灌区农作物主要有水稻、玉米、烤烟、大小春蔬菜、小麦、蚕豆、油菜、大小春薯杂、亚麻、林果等。以水利条件较好的典型村多年平均单产代表灌溉后的作物平均单产，以水利条件较差的典型村多年平均单产代表灌溉前的作物平均单产。

水库灌区农作物的增产效益是包括水利灌溉和其它农业技术措施的综合效益，应将总效益进行合理分配。根据历史调查资料和统计资料并参照《实用水利经济学》灌溉效益分摊方法进行预测。由于规划灌溉区较干旱，故略取高值，各种作物分摊系数在《规范》规定的0.2~0.6范围内。

灌区内农作物价格采用县城市场调查价作为影子价格。

根据灌区面积和不同类型作物组成，达到设计效益年设计单产值和现状作物单产值，农作物价格，水利分摊系数计算灌溉水利效益，水库工程水利灌溉年效益为527.99万元。

2、工业供水效益

扩建后水库年工业供水量431.5万m³，按4.00元/m³计算供水效益。计算得出项目完工后年均供水效益为1726万元。

3、综合效益

合计以上灌溉效益、工业供水效益，水库工程总效益为2253.99万元。

项目投资经济效益费用流量表见下表。

表 8.2-1 项目投资经济效益费用流量表

序号	年份	建设期及运行期										合计	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9~41	42		
一	效益流量 B			2253.99	2253.99	2253.99	2253.99	2253.99	2253.99	2253.99	74382	2253.99	90159
	灌溉效益			527.99	527.99	527.99	527.99	527.99	527.99	527.99	17424	527.99	21119
	工业供水效益			1726.00	1726.00	1726.00	1726.00	1726.00	1726.00	1726.00	56958	1726.00	69040
	回收流动资金												0
二	费用流量 C	13308.00	7360.00	469.90	435.09	435.09	435.09	435.09	435.09	435.09	14358	435.09	38107
	固定资产投资	13308.00	7360.00										20668
	流动资金			34.81									35
	年运行费用			435.09	435.09	435.09	435.09	435.09	435.09	435.09	14358	435.09	17404
三	净效益 (B-C)	-13308.00	-7360.00	1784.08	1818.89	1818.89	1818.89	1818.89	1818.89	1818.89	60023	1818.89	52053
四	累计净效益流量	-13308	-20668	-18884	-17065	-15246	-13427	-11608	-9789	50234	52053		

经济评价指标：内部收益率7.97%，Is=6%时，经济净现值5223万元，效益费用比1.209。

从评价指标看出，当社会折现率为6%时，经济内部收益率7.97%大于社会折现率，经济净现值5223万元为正值，经济效益费用比1.209大于1，所有指标均符合《规范》要求的评价准则，工程的扩建在经济上是合理的，对国民经济的发展贡献是大的。

8.3生态环境效益

8.3.1环保投资概算

1、编制原则

(1) 环境保护作为工程建设的一项重要内容，其费用构成、估算依据、价格水平年应与主体工程一致；

(2) 工程本身具有的环境保护措施，其费用列入主体工程估算，本估算不再重复计列；

(3) 建筑工程基础单价，包括人工单价、主要材料价格及建筑工程单价，与主体工程一致；

(4) 材料、苗木价格采用当地市场价格计算。植物措施单价依据当地水土保持植树造林价格确定；

(5) 对于受设计深度限制，本阶段无法明确工程量的环境保护措施，参照同类工程单价，采用综合指标法进行估算。

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) 《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（水总〔2003〕67号）；

(3) 《水土保持工程概算定额》（水总〔2010〕67号）；

(4) 《水利工程施工机械台时费定额》；

(5) 国家计委“关于加强对基本建设项目概算中‘价差预备费’管理有关问题的通知”（计投资〔2010〕1340号）；

(6) 工程主体工程设计成果及环境保护设计成果；

(7) 其他有关资料。

3、项目划分和取费

根据《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL359-2006)，中石坝水

库扩建工程环境保护投资划分为由环境保护措施费、环境监测措施费、环境保护仪器设备及安装费、环境保护临时措施费、环境保护独立费、环境保护预备费等。

4、概算单价

建筑工程单价直接采用主体工程预算单价。水保植物工程单价按常规施工方法及有关定额进行计算，工程单价由直接工程费、间接费、利润、税金组成，其中直接工程费分为基本直接费、其他直接费及现场经费。

5、独立费用

主要包括环境建设管理费、环境监理费、科研勘测设计咨询费。

(1) 环境建设管理费

包括环境管理人员经常费、环境保护设施竣工验收费、环境保护宣传及技术培训费。其中：

环境管理人员经常费：按环境保护措施实际费用的3%计列；

环境保护设施竣工验收费：按实际工作量计列；

环境保护宣传及技术培训费：按环境保护措施实际费用的3%计列。

(2) 环境监理费

参照主体工程监理人员费用标准，按实际环境保护监理人数和时间计算。

(3) 科研勘测设计咨询费

包括环境保护科学研究实验费、环境影响评价费、环境保护勘测设计费、技术咨询费。其中：

环境保护科学研究实验费：按实际需要计列；

环境影响评价费：按有关收费标准计列；

环境保护勘测设计费：按有关收费标准计列；

技术咨询费：按国家有关规定计列。

6、基本预备费

基本预备费采用与主体工程一致的费率标准，基本预备费费率为10%。

7、投资概算

根据上述编制依据和环境保护措施相应工程量，经计算环境保护措施投资977.15万元。

表 8.3-1 项目环保投资一览表

编号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (万元)	合计 /万元	备注
第一部分 环境保护						
1	水质保护工程					
1.1	施工生活生产区临时沉淀池	项	3	2.7	8.1	
1.2	帷幕灌浆废水沉淀池	个	1	2.5	1.5	
1.3	机修、车辆冲洗废水隔油沉淀池	项	3	2.7	8.1	
1.4	施工期生活污水处理设施（临时化粪池）	个	3	2.3	6.9	
1.5	运营期管理处生活污水处理设施（化粪池）	个	1	2.3	2.3	
1.6	运营期厨房隔油池	个	1	0.6	0.6	
1.7	库底清理（新增淹没区）	—	—	—	48.57	
2	环境空气保护					
2.1	起尘物料遮盖	—	多处	10.36	10.36	
2.2	洒水车	辆	4	2.1	8.4	
2.3	运营期食堂油烟净化设备	套	1	0.7	0.7	
3	声环境保护工程					
3.1	施工遮挡	—	多处	11.23	11.23	
3.2	移动隔声屏障	—	1000m	0.01	10	上马房、下马房、郭家村、平地村、袁家村临近施工区一侧
4	固废处置					
4.1	施工期危废暂存间	间	1	0.7	0.7	
4.2	施工临时垃圾桶	个	多处	0.5	0.5	
4.3	施工临时垃圾收集点	处	8	0.3	2.4	
4.4	卫生清运、清理、消毒	项	1	3	3	
4.5	水库管理局垃圾桶	个	多处	0.3	0.3	
4.6	水库管理局垃圾收集点	处	1	0.3	0.3	
4.7	运营期危废暂存间	间	1	0.7	0.7	
5	施工期生态保护工程					
5.1	陆生动物保护措施	项	1	3	3	
5.2	陆生植物保护措施	项	1	13.5	13.5	
5.3	水生生态保护措施	项	1	8.5	8.5	
5.4	鱼类增殖放流措施	项	1	6	6	6万/年
7	下泄生态流量措施	项	1	8.6	8.6	生态流量在线监测投资
8	水土保持措施	—	—	—		
8.1	植草护坡（含种植土铺设）	平方米	15402	0.0015	23.1	

8.2	耕地复垦	水田	亩	440.32 5	0.673	296.34	
		旱地	亩	5.04	0.558	2.81	
		园地	亩	29.055	0.6351	18.45	
8.3	水土保持工程措施		—	—	—	27.19	建安工程费
8.4	表土收集		立方米	20784 1	0.001467	304.9	
8.5	植物措施		—	—	—	37.8	
8.6	施工临时工程		—	—	—	1.3	
9	环境风险防范投资		项	1	2	2	
第二部分 环境监测措施							
1	施工期监测		次	18	0.5	9	
2	运行期监测		次	长期投资, 不计入环保投资			
3	生态调查		次	1	10	10	
第三部分 环境保护独立费用							
1	环境监理费		项	1	20	20	
2	环境影响评价费		项	1	45	45	
3	环保工程竣工验收		项	1	25	25	
环保总投资						977.85	

8.3.2 环境效益分析

以减免工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程环境影响损失大小的尺度, 计算其损失值。在工程建设所带来的各类损失中, 可以货币化体现的主要包括工程永久占地投资、环境保护措施及补偿费用。

1、环境正效益

(1) 水库建成之后, 通过营造水源涵养林、水土保持林, 可有效改善库区周边区域的生态环境, 提高森林覆盖率, 有效涵养水土。

(2) 水库可以为地下蓄水层补充水源, 成为浅层地下水系统的一部分得以保持, 为周围地区供水, 维持水位。

(3) 本工程为多年调节水库, 即使在枯水期内, 也能保证下泄生态流量; 而雨季也可对洪水起到调蓄作用, 可以更科学的调配水资源的利用。

(4) 中小水体在不同的程度上对减少污染、降低噪声、改善土壤水系、改善居住环境等方面都能起到积极的作用。

2、环境负效益

本工程因工程施工占地、蓄水淹没、施工“三废”排放等, 对环境资源、环境质量带来一定程度的损失和不利影响。主要影响有以下几点:

(1) 水库淹没改变了土地的利用方式，永久占地将完全改变土地利用状态，地植被将全部消失，其影响是永久的；施工临时占地暂时的改变了土地利用状态，植被被破坏，待工程完成后，进行植被恢复，其影响是暂时的；林地的占用造成了生态的局部破坏，降低了该地区的植被覆盖率。

(2) 因工程建设、表土开挖、林木砍伐，地表植被遭到破坏，使土壤抗蚀能力降低，固土保水能力减弱，产生新的水土流失，需要采取工程措施、植被措施等进行综合治理。

(3) 污水、废气的排放和噪声污染对环境造成一定的影响。为了减少和避免这些不利影响，本环评提出了削减措施，中石坝水库扩建工程环境保护总投资947.06万元。

8.4环境影响经济损益分析的结论

根据以上分析，本工程实施后将保障供水安全，确保人民生活和工业生产正常运行，对促进社会经济和环境的协调发展具有重要意义，具有较好的经济、社会及环境效益。为减免不利环境影响所采取的环保措施总费用为947.06万元。在各项环保措施得到落实的情况下，其费用产生的环境效果较为明显，可较大程度的减免因环境损失而造成的潜在经济损失。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。

9环境管理与监测计划

9.1环境管理

9.1.1环境管理目标

1、保护好工程征地范围周边的林草植被和河滩，严禁砍伐施工区范围以外的树木或破坏灌木草地，使工程建设对当地植被及动植物资源的影响降低至最低程度。

2、保证施工期各项污染防治措施落实，做好施工作业点粉尘污染治理和防护工作，加强无组织控制措施落实。施工生产废水的施工机械/车辆冲洗废水、生活污水处理后全部回用，不外排；灌浆废水、基坑排水沉淀处理后优先进行回用，回用不完的排入青龙河。生活垃圾必须集中收集，由环卫部门清运处置；施工建筑垃圾分类收集，合理处置。对施工作业点的施工人员，作好个人噪声防护工作；对于库区垫地回填施工区噪声影响的上马房、下马房、郭家村、平地村和袁家村按环评要求设置移动隔声屏障。按要求落实油库区环境风险应急预防及处置措施。确保施工过程满足《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）。

3、控制施工区的植被破坏活动，认真监督落实工程水土保持方案，避免因水土流失造成施工区山体和堆土体塌滑。

4、消除水库施工期间可能出现的交通、爆破等各种意外事故对人身安全的威胁隐患。

5、控制施工区与工程建设有关的传染病发病率，做好施工人员卫生防疫工作，避免某些传染病出现爆发式流行和蔓延。

6、水库运行管理人员严格按设计要求下放生态流量，避免出现下游断流事故。

7、维护工程河段及中石坝水库现有水域功能，工程施工期和运行期满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水域标准。工程运行期间，水库管理区厂界满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1类。

9.1.2环境管理原则

1、预防为主原则

在工程设计、建设及运行过程中，应采取防范措施，防治工程建设造成环境污染和生态破坏的现象。

2、主体责任原则

建设单位是主要责任人，工程建设和运行应接受各级环境保护行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

3、相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。中石坝水库工程环境管理的目的在于保证工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程的兴建对环境的不利影响得以减免，维护区域生态稳定，保证工程区环保工作的顺利进行，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

4、针对性原则

工程建设不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理机构和管理制度，针对性地解决项目建设及运行中出现的环保问题。

9.1.3环境保护管理机构的设置

中石坝水库为扩建工程，现有中石坝水库管理所为楚雄市水务局下属事业单位，对水库、灌区实行统一管理。负责水库的调度运行，日常维护，水费的征收等工作。

中石坝水库总库容为1032.10万 m^3 。根据《水库工程管理设计规范》（SL106-2017）和《水利工程管理单位定岗标准（试点）》（水办〔2004〕307号），中石坝水库的级别为中型水库，定员级别为水库中型四等。

1、工程建设期

工程施工建设实行业主负责制和工程监理制。工程建设中根据工程建设管理的需要，协调工程建设中的各种关系，建设期间成立中石坝水库扩建工程管理局，负责工程施工准备工作，完成风、水、电、通讯、交通、土地征用及落实资金，施工队伍选择（招、议标）等工作，确保工程按期开工，施工队伍应选择技术力量雄厚，机械化程度高的等级内水利专业施工队伍。施工中，工

程监理部门应配合指挥部认真搞好“质量控制、投资控制、合同管理和组织协调”等工作，严格控制施工质量、施工进度和工程投资。

2、工程运行期

扩建工程完成后，根据工程规模、管理任务和管理运用的特点，其主管部门为楚雄市水务局，水库管理所为工程管理局下设机构，管理局属准公益性水管单位，不具备自收自支，定性为事业单位，根据实际情况，本着统一管理，统一调度的原则，主要进行大坝、输水、泄洪、水工建筑物、闸门启闭机的监测、维护，水文观测、水库调度运行、水费征收等工作。

中石坝水库扩建工程管理局行政上隶属楚雄市水务局（负责全局的领导、管理、工程安全运行、生产、生活等工作）其下设：

（1）办公室：负责全局的人事、财务、固定资产管理、供水成本核算、工资、福利、档案、水政、渔政、保卫、日常工作；

（2）水库管理所：负责中石坝水库的水情调度、水工、水文观测资料收集、整理、归档、工程的管理与维修养护；

（3）灌区管理站：负责水库灌区的输水渠道、建筑物的维护养护及灌区用水的管理与水费收缴；

管理局的机构设置如下图所示：

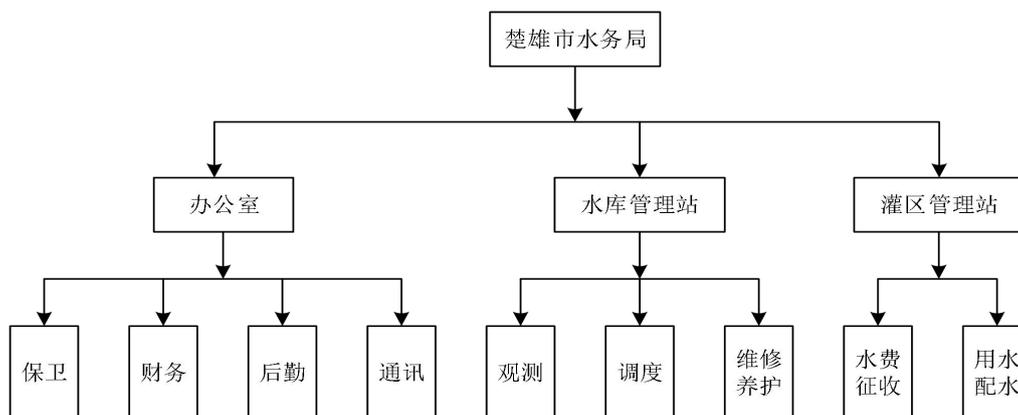


图 9.1-1 中石坝水库扩建工程管理局机构设置

本工程属于国家投资修建的建设项目，其工程固定资产属全民所有，由国家实行统一管理。工程管理机构由楚雄市人民政府领导，成立具有法人资格的中石坝水库扩建工程建设管理局，对水库、灌区实行统一管理。管理局属准公益水管单位，不具备自收自支条件，定性为事业单位。其基本任务是负责中石坝水库扩建工程的项目建设管理，在工程建成后确保工程安全，特别是在水库

的管理运用过程中要以开发目标作为编制水量调度的依据，对水库及灌区建筑物、观测、实验等逐步实行自动化操作管理，提高调度的准确性和高效性，为楚雄市经济建设的高速发展提供水资源和防洪安全保障。

9.1.4工程环境管理内容

1、工程可研阶段

建设单位根据国家《建设项目环境保护管理条例》及有关法规，按照工程规模及投资渠道来源，委托持有相应等级环境影响评价资格证书的单位编制中石坝水库扩建工程的《环境影响报告书》，并负责上报审批。

可行性研究阶段的环境管理工作重点是：项目主管部门要求建设单位执行建设项目环境影响评价制度；地方政府环保、水行政主管部门审查环评和水保文件内容是否全面，保证工程建设潜在的主要环境影响都得到反映，环境保护措施和水土保持措施规划合理，投资落实。

2、工程设计阶段

建设单位按照政府环境保护主管部门对工程可行性研究阶段环境影响报告书的批复意见，委托工程设计单位在招标设计阶段报告中对环境保护措施进行进一步的细化设计，并提出环境保护投资概算。

招标设计阶段的环境保护管理工作重点是：行业主管部门在进行工程设计文件审查时，要求设计文件对环境保护、水土保持措施的设计达到行业规范要求，环保、水保投资在工程投资概算中落实。

为了保证环境保护设施的施工质量，在招标阶段应提出明确的环境保护监理工程要求及监理工作计划。

3、工程施工阶段

建设单位根据工程环境影响评价文件和环境保护设计文件，在有关环境保护措施招标设计单位的配合下，向施工单位下达有关环境保护措施的实施任务，并委托施工监理单位进行环境保护监理工作，监督、检查其实施进度；同时接受地方生态环境部门、水行政主管部门的监督、检查。

工程建成后，建设单位应编制工程环境保护工作总结报告，在工程竣工验收工作中，接受楚雄州、楚雄市水行政主管部门和环境保护行政主管部门的审查。

4、工程运行阶段

工程建成运行后，环境保护工作的重点是转变为执行环境监测计划、实施环境保护管理计划。主要工作内容是：监测、检查各种环境保护、水土保持工程设施的运行状况；监测、评价各环境保护目标区域环境质量状况；解决存在的环境问题，并作工作总结。

中石坝水库环境管理计划的具体工作内容详见下表。

表 9.1-1 中石坝水库环境监督计划

阶段	监督内容	监督目的
可行性研究阶段	审核环境影响报告书； 审核水土保持方案报告书	保证环评内容全面，专题设置得当，重点突出； 保证本项目可能产生的、重大的、潜在的问题都已得到反映； 保证减缓环境影响的措施（包括水保措施），有具体可行的计划
设计和施工建设阶段	审核环保初步设计； 检查环保投资是否落实； 检查污染物排放、控制和处理； 检查建设施工占地的选择与恢复处理； 检查环保设施“三同时”，确定最终完成期限，环保设施是否达到标准要求	严格执行“三同时”； 确保环保投资； 减少建设对周围环境的影响，执行相关环保法规与标准； 确保施工场所满足环保要求，资源不被严重破坏； 验收环保设施
运行阶段	检查监测计划的实施完成期限； 检查有无必要采取进一步的环保措施（可能出现原来未估计到的环境问题）； 检查生活服务区污水处理； 加强监督防止突发事故，消除事故隐患，预先制定紧急事故应急方案，一旦发生事故，能及时消除危险及剧毒材料的泄漏； 进行环保竣工验收； 检查后环境影响评估工作	落实监测计划； 切实保护环境； 加强环境管理，切实保护人群健康； 确保污水排放满足排放标准； 消除事故隐患，避免发生恶性污染环境事件； 验收环保措施的落实程度； 对本工程的环评工作进行总结

9.2环境监理

9.2.1环境监理目的、任务

施工期环境监理是工程监理的重要组成部分，贯穿工程建设全过程，应由具有监理资质的单位承担。环境监理的主要目的在于落实环境保护设计中所提出的各项措施，将不利影响降低到可接受程度，主要任务包括：

(1) 将环境监理工作任务落实到工程招标设计文件中。工程监理单位在投标文件中应编制制定环境保护监理实施计划。

(2) 对工程监理人员进行环境保护工程方面的监理培训。

(3) 制订工程环保工作和措施落实计划，监督建设方和施工单位环保措施的执行情况。

(4) 建设单位在施工开始后应配备专职人员，按设计文件要求，负责施工期环境管理与监督。尤其是对施工区的水土流失、油污泄漏、废弃物处置等严加管理。

(5) 环境监理记录应编入工程建设档案，作为工程环境保护验收的依据之一。

(6) 环保工程质量控制：监理单位应依照合同条款及国家环境保护法律法规、政策要求，根据环境监测数据及巡查结果，监督、审查和评估施工单位各项环保措施执行情况，及时发现、纠正违反合同环保条款及国家环保要求的施工行为。

(7) 信息管理：及时掌握工程影响区各类环境信息，对信息进行分类、反馈、处理和储存管理，便于监理决策和协调各施工单位环境保护工作。

(8) 组织协调：协调业主与当地环保部门、承包商、设计方的关系。

9.2.2 施工监理范围和内容

本工程环境监理范围包括淹没区、工程枢纽区、库区河道整治区施工范围、石料场、风化石渣场、施工营地及场内交通、对外交通道路等所有可能造成环境污染和生态破坏的区域。

环境监理内容：①水资源保护；②施工区生活供水灭菌消毒的监测与检查；③生活污水和生产废水的处理，水质监测；④粉尘及有毒、有害气体的控制和大气监测；⑤噪声污染控制和监测；⑥固体废弃物的处理；⑦公路、施工场地等水土流失的防治与植被恢复；⑧人群健康保护；⑨施工建设与景观的协调，生态保护及恢复；⑩环保设施的建设，环保措施能否处于正常运行状态，发挥环境效益。

项目具体环境监理内容见下表。

表 9.2-1 项目环境监理内容

分类	项目	监理内容
水环境	生态流量	采纳本报告上的处理措施，并保证在此过程中不断流。
	灌浆废水	采纳本报告上的处理措施，处理后优先回用，回用不完的排入青龙河。
	基坑废水	采纳本报告上的处理措施，处理后优先回用，回用不完的排入青龙河。

		河。
	施工机械维护保养、冲洗废水	采纳本报告上的处理措施，处理后回用于洒水降尘，不外排。
	生活污水	采纳报告上的处理措施，经隔油池、沉淀预处理后请周边村民清掏作为农肥。
大气环境	石渣料、粘土料开采	采场洒水降尘，开采场地建设围挡，物料进行遮盖。
	施工开挖	施工开挖工序采用湿式除尘作业、洒水降尘，施工场地进行围挡，物料进行遮盖。
	施工道路及场地	干旱季节，场内施工公路用洒水车洒水降尘
	施工机械燃油	燃油机械设备定期检修维护、限速。
声环境	公路建设及运输	加强设备的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声；声敏感地段设置限速标志，禁止车辆夜间鸣放喇叭。
	枢纽施工区	严格控制爆破时间，禁止夜间大型机械施工；施工生活区建筑物尽量选用有较强吸声、消声、隔声性能的建筑材料。
	库区河道整治区	禁止夜间大型机械施工，在下马房、上马房、郭家村、彭家村以及袁家村等受施工噪声影响较大的村庄设置移动隔声屏，施工生活区建筑物尽量选用有较强吸声、消声、隔声性能的建筑材料。
生态环境	植物保护	加强项目植被恢复措施；严防施工人员破坏工程区域以外的植被，特别严禁砍伐森林。
	野生动物及鱼类保护	严格管理，禁止施工人员捕杀野生动物、捕捞鱼类。
	水土保持	采纳水土保持报告中提出的水保措施。
固废处置	/	枢纽工程弃渣及时清运至库区河道整治工程区进行垫地回填，应按照规定要求进行弃渣临时堆放。
	建筑垃圾	分类收集，尽可能回用，按规处置。
	生活垃圾处置	设立垃圾收集点，统一收集后委托在环卫部门集中处理。
人群健康	传染病预防	进行卫生清理，加强环境卫生及食品卫生管理；定期组织施工区工作人员开展身体检查。

9.3环境监测

为便于工程施工管理以及满足工程竣工验收要求，作好工程区环境保护工作，验证环境影响预测评价结果，预防突发性事故对环境的危害。同时为工程施工期和运行期环境污染控制和环境管理提供科学依据，有必要开展施工期和运行期的环境监测工作。

9.3.1环境监测目的

建设项目实施后的跟踪监测制度是我国环境影响评价的必要手段。结合工程建设和运行特点，环境监测目的为：

(1) 通过监测可以更加客观地评估环境影响的危害，及时掌握、发现和处理项目施工、运行过程中未预见的环境问题；

(2) 及时掌握施工期废水、废气、噪声各项施工活动及运行期对环境的影响，提出改进措施；

(3) 掌握环保措施的实施效果，预防突发性事故对环境的危害；

(4) 为工程竣工环境保护验收提供依据，为环保举证提供依据；

(5) 验证环境影响预测评价结论，为工程施工期和运行期环境污染控制、环境管理和环境监理提供科学依据。

9.3.2环境监测规划原则

1、统一规划，分步实施原则

监测计划从整体考虑，统一规划，根据工程不同阶段重点和要求，逐步实施和完善。

2、与工程建设紧密结合原则

监测的范围、对象和重点应结合工程施工、运行特点及周围环境敏感点的分布，及时反映工程施工和运行过程中周边环境的变化以及环境变化对工程施工和运行的影响。

3、针对性和代表性原则

根据环境现状和环境预测评价结果，选择对环境影响显著，对工程区域环境影响有控制性和代表性的因子进行监测，合理选择监测点位和监测项目，力求做到监测方案有针对性和代表性。

4、经济性和可操作性原则

按照相关专业技术规范要求，监测项目频次、时段和方法以满足本工程环境保护需要为前提，科学安排监测计划，尽量利用现有监测机构的监测成果，力求以较少的投资获得较完整准确的监测数据。

9.3.3环境监测机构及监测内容

环境监测工作应由建设单位委托具有相关资质的单位负责。若发现问题，应及时找出原因，采取措施消除污染源，并上报环境主管部门。

1、监测方式

工程环境监测应充分利用地方环境保护、卫生防疫、水土保持等部门现有技术设备和人员，在工程环境保护管理部门的协调下，建立完整的工程环境监测体系。工程环境监测可采取委托或招标的方式选择有资质的监测单位，以合

同的方式确定双方的权利和义务。

2、监测内容

结合监测的目的、监测的环境因子及本工程的环境影响评价结论和措施，中石坝水库环境监测系统，包括主体枢纽工程环境监测和库区河道整治施工环境监测，主体枢纽工程环境监测内容为：水环境监测、大气环境监测、声环境监测、土壤环境监测、陆生生态监测、水生生态监测、水土保持监测等。

9.3.4环境监测计划

1、地表水环境监测

项目地表水环境监测计划如下。

表 9.3-1 地表水环境监测表

监测对象	监测断面		监测项目	监测时间及频次	监测方法
施工期	地表水	W1 库尾上游	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中因子；同时记录水温、河宽、水深、流速、流量	施工期间每半年 1 次，每次连续监测 3 天，每天采样 1 次	按照相关规范要求，委托有资质的单位进行
		W2 中石坝水库水质			
		W3 坝址下游 2km			
	施工废水	灌浆废水			
基坑废水	悬浮物、石油类				
运行期	地表水	W1 青龙河袁家村断面	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中因子；同时记录水温、河宽、水深、流速、流量	丰水期、枯水期分别连续监测三天，每天监测一次	
		W2 中石坝水库水质			
		W3 水冬瓜箐汇入青龙河下游 1.5km			
		W4 楚雄市富民工业园区污水处理厂工业入河排污口下游 1.5km			

2、环境空气监测

项目环境空气监测计划见下表。

表 9.3-2 环境空气监测计划

监测对象	监测点位		监测项目	监测时间及频率	监测方法
施工期	枢纽工程施工区	周溪河散户	TSP	施工期每季度 1 次	按照相关规范要求，委托有资质的单位进行
	库区河道整治施工区	郭家村			

3、声环境监测

项目声环境监测计划见下表。

表 9.3-3 声环境监测计划

监测对象	监测点位		监测项目	监测时间及频率	监测方法
施工期	枢纽工程施工区	周溪河散户	等效连续 A 声级	每月 1 次	按照相关规范要求，委托有资质的单位进行
	库区河道整治施工区	上马房			
		平地村			
		郭家村			
		下马房			
	袁家村散户				

4、生态监测

(1) 陆生生态监测

①监测范围

监测水库重点影响区域：中石坝水库扩建工程枢纽工程施工区、库区河道整治施工区、临时占用的施工区。

②监测内容

陆生植物监测：植物种类及组成、植被类型、国家重点保护野生植物及古树名木、外来种等。

陆生动物监测：动物种类、分布、密度和种群动态变化；重点保护野生动物的种类、数量、栖息地、动态变化等。

③监测时间及频率

根据本工程施工规划及进度安排，在水库蓄水前调查一次，正常运转后一次。

(2) 水生生态监测

①监测范围

中石坝水库入库处、中石坝水库以及中石坝水库坝下支流

②监测内容

a、对水生态因子的监测包括水环境和水生生物两个方面。

水环境监测：对重要水质指标水温、pH、溶解氧、电导率等进行监测，其中部分要素的监测可结合水环境监测计划进行。

水生生物监测：对浮游植物、浮游动物、底栖动物的种类组成、密度及群落结构变化进行监测，对水生维管束植物的种类组成、分布密度、生物量进行监测。

b、鱼类群落结构及种群动态监测

鱼类群落结构监测：工程影响区域鱼类物种组成及相对丰富度、鱼类生活型组成等，并监测其年际变化。

种群动态监测：以珍稀、濒危、特有、代表不同生活型及对环境变化敏感程度不同为原则选取典型代表鱼类进行监测，监测指标有相对种群大小及年际变化等。

c、鱼类种质与遗传多样性监测

对主要保护对象天然种群的形态学、生态学、分子生物学等种质指标及遗传结构进行监测。

d、鱼类放流效果监测

开展生态放流后，应每年进行放流效果监测。

③监测时间及频率

根据本工程施工规划及进度安排，在水库蓄水前调查一次，正常运转后一次。

9.4竣工验收

根据《建设项目环境保护“三同时”环境管理办法》中的有关要求，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置，结合本工程环境保护工程实施要求，中石坝水库扩建环境保护工程验收计划如下：

1、筹建期环境保护工程验收

对主体工程施工期所需投入的环境保护土建情况进行验收，以落实和监督其按要求及时建设，如弃渣场堆放场土建、筹建期砂石料加工废水处理系统建设及运行情况验收、生活污水处理系统建设及运行情况验收等，本部分环保工程在筹建后期进行验收。

2、施工期环境保护工程运行验收

主要是针对鱼类栖息地保护、鱼类增殖站放流运行、环境监测及环境监理、环境管理、部分区域生态修复、施工迹地清理及水土保持工程措施等进行验收。

3、工程竣工环境保护工程验收

主要是工程竣工后的环境保护工程验收，按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》有关规定实施，中石坝水库扩建项目的验收内容包括：水库枢纽区、库区河道整治区、临时施工区的各项环境保护措施。

中石坝水库各阶段环境保护竣工验收重点内容见下表。

表 9.4-1 中石坝水库扩建施工期环境保护竣工验收重点一览表

时期	环境要素	污染源	位置	环保措施及设施情况	验收标准和要求
施工期	水环境	基坑排水	各施工场地	在基坑内沉淀处理，处理后优先回用，回用不完的排入青龙河。	中石坝水库水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类标准要求
		灌浆废水	水库枢纽施工场地	地势低处设置一个临时沉淀池，灌浆废水排入沉淀池，经沉淀处理后上层清水优先进行回用，回用不完的排入青龙河。	
		施工机械/车辆维护保养、冲洗废水	施工营地机修车间	各施工生活生产区均设置隔油池及沉淀池各1个，机修含油废水经隔油和沉淀池处理后，用于施工场地和道路洒水降尘，不外排。	
		生活污水	各施工生活营地	施工营地1个化粪池，厨房污水经隔油池处理后，与其他生活污水经化粪池处理用于周边农田施肥。	
	大气环境	施工扬尘、道路扬尘	枢纽工程施工区、粘土料场、风化石渣料场、库区河道整治施工区等施工场地及运输道路	易产尘物料采用篷布等遮盖，各施工场地洒水降尘，车辆运输加覆盖篷布，施工场地设置围挡。	按要求建设，满足GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》（DB32/4041-2021）有组织排放限值，厂界满足无组织排放要求。
	声环境	设备噪声	各施工区域	1、选用低噪的施工机械和施工工艺。 2、空压机、发电机、搅拌机布置于远离关心点地段，并对空压机、发电机等设备设置隔声装置。 3、加强施工机械和车辆的维护和保养，做好施工道路养护工作，减振降噪。 4、合理安排高噪声设备的使用时段，在临近村庄地段，施工集中在昼间进行，夜间22:0至次日6:00之间禁止施工。 5、对库区河道整治区施工区周边居民（下马房、上马房、郭家村、平地村以及袁家村散户）临近施工区一侧设置隔声屏障。	落实各项措施，场、施工场界满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），声环境敏感目标处声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。
固废	弃渣、建筑垃圾、生活垃圾	各施工区域及施工营地	1、项目土石方开挖回填平衡，不设置弃渣场，施工期弃渣及时清运至水库河道整治施工区进行垫地回填；剥离表土在垫地回填区根据实际施工情况在合适位置设置临时表土堆场。 2、水库扩建工程施工过程产生的建筑垃圾分类集中堆存，可再生利用的部分回	落实各项措施，固废全部合理处置	

				收利用，不能利用的运至城管部门指定地点处置，禁止与生活垃圾混合处置，禁止随意丢弃。 3、施工人员会产生的生活垃圾袋装后统一交环卫部门处置。	
	生态环境	/	各施工区域及施工营地	1、工单位和施工人员的宣传教育，通过标志牌、法律宣传等措施进行宣传，严禁砍伐植物、猎杀野生动物。 2、淹没区保护植物迁地移栽、挂牌保护，其余保护植物挂牌保护。 3、料场、临时施工便道等各施工迹地的绿化恢复。 4、生态流量下放，水库坝址下游河道生态用水量根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T712-2021）计算，汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的30%下泄，枯期按水库坝址多年平均天然流量的10%下泄。中石坝水库坝址以上控制径流面129.0km ² ，根据水文计算天然多年平均径流量为1800.7万m ³ ，折合流量为0.571m ³ /s，汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的30%下泄生态流量0.1713m ³ /s，枯期按水库坝址多年平均天然流量的10%下泄生态流量0.0571m ³ /s。生态下泄水量从左岸输水隧洞取水，生态下泄水量通过左岸输水隧洞出口处的闸阀房至溢洪道的生态水量放水管道向下游河道下放。	落实各项措施
运行期	水环境	/	蓄水前水质保护	1、对淹没区内各类污染源进行清理，并对库区内垃圾等污染源地场应进行卫生防疫清理，将污染物运出库外，若有特殊地点要在卫生防疫部门指导下进行； 2、对淹没区内林木进行清理。林木清理后，残留树桩高度不得超过地面0.3m，枝丫不得残留库区；迹地及林木砍伐残余的枝桠、枯木、灌木丛及农作物和秸秆等各种易漂浮物，在水库蓄水就地烧毁或者采取防漂措施。 3、由于表层土壤有机质含量丰富，在清库时应将表层土壤彻底清除，堆置于风化石料场的临时堆土场，用于施工临时占地的植被恢复。	落实各项措施，中石坝水库及其支流水质均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准
		生活污水	水库管理区	水库管理区设置0.5m ³ 隔油池1座、10m ³ 化粪池1座，食堂废水经隔油池处理后与其他生活污水进入化粪池处理，经化粪池处理，水分蒸发后请周边农户清掏作为农肥，不得直接排入河道。	/
	大气环境	食堂烹饪油烟	水库管理区	食堂安装油烟净化装置，油烟处理后引出室外排放。	按要求设置

	声环境	设备噪声	加压泵站	加压泵站设置专用房，水泵等放置于专用房内	厂界满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1类标准
	固废	废润滑油、生活垃圾、污水处理污泥	水库管理区	1、水库管理区内设置危废暂存间1间，采取“抗渗混凝土硬化”进行防渗，需满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023），暂存间内设置钢板托盘在收集桶下方，保证泄漏的危废能有效收集。废润滑油采用专用容器收集，放置于防渗、封闭的暂存间，定期交由有资质的单位处置。 2、管理区设置垃圾收集箱，管理人员产生的袋装收集后运至镇生活垃圾处置系统处置。	落实各项措施，不得随意丢弃固体废物
	生态环境	/	/	生态下泄水量从左岸输水隧洞取水，生态下泄水量通过左岸输水隧洞出口处的闸阀房至溢洪道的生态水量放水管道向下游河道下放。枯期生态下泄水量不小于0.571m ³ /s，汛期生态流量不小于0.1713m ³ /s。	落实各项措施

10 总结论

10.1 项目概况

10.1.1 现有项目概况

中石坝水库建设于1957年，位于楚雄市境内的龙川江一级支流青龙河上游，属金沙江水系，地处楚雄市鹿城镇东南部富民中石坝村，坝址地理坐标东经101°34'23.52"、北纬24°58'5.52"，水库坝址距下游城区12km。

中石坝水库工程于1957年10月动工兴建，大坝于1958年4月完工，溢洪道于1964年完工，高涵于1965年完工。大坝于1959年、1968年两次进行了灌浆处理，1973年、1974年、1979年三次进行了加固处理，1986年溢洪道陡坡段底板边墙部分被冲毁，1987年进行了修复。2002年3月安全鉴定确认该水库大坝为III类坝，2006年进行了除险加固。

中石坝水库现状为小（一）型水库规模，枢纽主要由大坝、溢洪道、右岸输水隧洞、高涵组成。大坝为均质土坝，40cm厚砼防渗墙防渗，坝高31.5m，坝顶长173m，坝顶宽6m。校核洪水位1838.58m，相应总库容591.70万m³；设计洪水位1836.82m；正常蓄水位1836.40m，相应正常库容461.3万m³；调洪库容233.1万m³；防洪库容130.4万m³；兴利库容381.30万m³；死水位1825.80m，相应死库容80万m³。

10.1.2 扩建项目概况

中石坝水库扩建工程已于《云南省山区水利发展与改革示范区规划》（2010—2014）《西南五省（自治区、直辖市）重点水源工程近期建设规划》《滇中引水工程楚雄受水区配套工程总体规划报告》《全国水利改革发展“十三五”规划》《云南省水利发展规划（2016-2020年）》《楚雄州“十三五”水务发展规划》（楚政通〔2017〕63号）《楚雄州供水安全保障网规划》《楚雄市水资源综合利用规划报告》（楚市政复〔2017〕77号）《滇中引水工程楚雄州二期工程可行性研究报告》中列为近期重点开发项目。中石坝扩建水库由小（一）型扩建为中型，将作为滇中引水二期工程充蓄调节水库，是滇中引水二期工程调蓄水源工程。

中石坝扩建水库的主要任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。中石坝水库扩建后，可作为滇中引水工程的充蓄水库，将成为规划区的控制性水源工程，使规划区形成以滇中引水工程、中石坝、尹家嘴、青山嘴、九龙甸为水源，通过以上水源工程的输管道工程、城区供水管网及滇中引水工程供水管道的“蓄、引、调”工程体系，形成多水源联合调度、综合利用的规划区系统格局。因此，本工程建成后，具有明显的社会环境效益。

10.1.3项目组成

中石坝水库扩建工程由枢纽工程和库区防护工程组成。中石坝水库扩建工程由枢纽工程和库区河道整治工程组成。

枢纽工程主要建筑物包括拦河坝、溢洪道、右岸输水隧洞、左岸新建输水隧洞、高涵组成。

水库扩建后总库容从591.70万 m^3 增加到1032.10万 m^3 ，增加440.40万 m^3 。

拦河坝：为粘土斜墙石碴料坝，原坝顶高程1840.90m，扩建后坝顶高程1845.50m，坝顶加高4.6m，扩建后坝顶宽度6.0m，坝顶长250.60m，坝顶设置1.0m高的防浪墙，坝高36.1m，坝轴线向下游移13.12m。

溢洪道：布置在左岸，轴线及闸室下游泄槽段及消力池段保持现状不变，重建闸室后移至现状溢洪道的0+055.50里程处，新建12.93m高的折线型实用堰及安装3道（每道 $B\times H=5m\times 3m$ ）弧形闸门和在闸室两岸新建挡土墙。溢洪道改造后总长为399.286m。

右岸输水隧洞：由进口引渠段、拦砂井段、有压洞身段、闸室段、无压洞身段、出口涵洞段、出口段组成，全长275.92m，改造后总长不变。拦砂井加高，拆除原启闭房，加高竖井，重建启闭房及工作桥。

左岸新建输水隧洞：全长319.00m，由进口段、引渠段、竖井段、洞身段、出口暗渠段、陡坡段、消力池段、尾水段组成。进口段长19.00m、引渠段长20.00m，竖井段长12.60m（井内设检修闸1套、工作闸1套、取水闸2套，均为1.0m \times 1.0m的铸铁闸门）、洞身段长度227.40m（为1.5m \times 1.8m的城门洞型断面，C30钢筋砼衬砌）、出口暗渠段长20.00m、陡坡段长4.00m，消力池段长12.00m、尾水段长4.00m。

高涵：高涵采用封堵处理。输水高涵布置于大坝左岸，洞身总长48.6m，断面为1.0m×1.5m，无压城门洞型。高涵闸室段采用C20砼封堵及洞身段进行干砌石回填灌水泥砂浆封堵，同时拆除原高涵排架、工作桥及其附属设施。

库区河道整治长度2.39km，治理段起点为郭家河闸，终点为库尾垭口节制闸。中石坝水库库区垫地改造回填高程为1842.30m，涉及垫地483.44亩，垫地区回填料来源有库区河道整治的开挖料、枢纽区开挖料、进场道路开挖料、风化料场剥离料、库区开挖料以及垫地区耕植土剥离料。

中石坝水库为多年调节水库，扩建后正常蓄水位为1841.5m，死水位为1828.4m，正常库容811.30万m³，死库容139.10万m³，兴利库容为672.20万m³，总供水量1073.7万m³，环境供水量90.3万m³（彝海公园生态供水量69.3万m³，福塔公园生态供水量15.0万m³，青龙河沿岸生态供水量6.0万m³），工业供水量431.5万m³、农业灌溉供水量551.9万m³，设计灌溉面积0.71万亩。

10.2工程分析结论

中石坝水库扩建工程建设符合国家产业政策，并与全国及云南省主体功能区规划、生态功能区划，国家及地方“十三五”规划、“三线一单”、龙川江流域水资源综合利用规划、生物多样性保护战略与行动计划及相关规划环评成果等协调一致。

主体工程坝址、施工规划、移民安置、对外交通等主体设计从环境保护角度分析均合理。

工程施工期对环境的影响主要表现为：“三废”及噪声排放、施工开挖、爆破、占地等活动对陆生生态的破坏，新增水土流失等；

工程运行期对环境的影响主要表现为：水库蓄水后引起库区和坝下水环境变化及其对鱼类生境产生影响；工程占地和水库淹没对植被的影响。

移民安置对环境的影响主要表现为：在生活区建设、专项设施复建等对植被及动植物生境的破坏、新增水土流失、安置区生活污水及固废排放影响等。

10.3环境现状评价结论

10.3.1环境质量现状

1、地表水

中石坝水库近3年水质状况：根据收集中石坝水库近3年监测资料，中石坝

水库水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准要求。

评价范围内地表水丰水期水质状况：2024年8月22日~2024年8月24日委托保山城投世源检测技术有限公司对库尾上游断面、入库断面、中石坝水库中心断面、中石坝水库取水口处断面、支流汇入口上游2km断面、支流汇入口下游断面进行补充监测，各监测断面水质均可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准要求。

评价范围内地表水枯水期水质状况：2024年11月8日~2024年11月10日委托云南天倪检测有限公司对青龙河袁家村、入库、中石坝水库中心、中石坝水库坝前、中石坝水库取水口处、青龙河坝下1.5km、水冬瓜箐汇入青龙河下游1.5km、楚雄市富民工业园区污水处理厂工业入河排污口下游1.5km、青龙河汇入龙川江上游500m等断面进行补充监测，各监测断面水质均可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质标准要求。

2、地下水

根据云南天倪检测有限公司于2024年11月8日对项目库尾上游（J1）、坝址下游（J2）、坝址下游（J3）监测结果，项目区域地下水监测点位的监测项目均可达《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。

3、环境空气

根据云南天倪检测有限公司于2024年11月8日对周溪河散户、郭家村处TSP监测结果，各监测点TSP均可达《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准，项目区环境空气质量现状良好。

4、声环境

云南天倪检测有限公司于2024年11月10日~2024年11月11日对项目声环境评价范围内袁家村、平地村、彭家村、郭家村、上马房、下马房、周溪河散户、外石坝村、小白喇散户、胡家村散户等环境保护目标处昼、夜间声环境质量现状监测结果，工程区声环境现状质量能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。

5、土壤环境

云南天倪检测有限公司于2024年11月8日对项目垫地回填区耕地、彭家村右侧林地、迤石坝村旁耕地处进行监测。监测结果显示，项目项目垫地回填区耕

地、彭家村右侧林地、迪石坝村旁耕地各监测因子均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。

10.3.2生态环境

1、陆生生态

评价区内无名木古树，无国家级和云南省级重点保护野生植物。常见的一般自然植物包括栓皮栎、麻栎、黑荆、云南松、黄连木、华西小石积、马桑、西南栒子、小叶栒子、铁仔、密蒙花、小雀花、毛枝绣线菊、紫茎泽兰、鬼针草等。人工植被主要包括耕地（主要种植烤烟、玉米、水稻等）、人工林（桉树林，主要在村寨周围、道路旁）、园林（杨梅园，主要分布于大坝坡脚处）。

评价区内无国家级地方重点保护植物、珍稀濒危植物、特有植物、极小种群、古树名木，评价区记录外来入侵植物3种，包含2种恶性入侵物种（I）（即：紫茎泽兰、鬼针草）和1种有待观察类入侵物种（V）（即蓝桉）。

评价区内最常见的野生动物主要有黑眶蟾蜍、华西雨蛙、泽蛙、沼蛙、棕背树蜥、铜蜓蜥、斑蜓蜥、红脖颈槽蛇、白鹭、鹧鸪、山斑鸠、家燕、乌鸫、大山雀、山麻雀、短尾鹞、云南兔、小家鼠、褐家鼠等，

评价区分布有国家Ⅱ级重点保护野生动物4种，其中哺乳动物1种（豹猫），鸟类3种（松雀鹰、普通鵟、红隼）。未发现珍稀濒危动物、特有种和极小种，不涉及陆生野生动物重要栖息地、候鸟迁徙通道。

2、水生生态

（1）水环境

本次调查的6个监测断面的基本水环境要素正常，各河段水质5月份相比于9月份更为清澈，电导率降低，这是由于9月份雨季造成土壤流失或携带路面、农田等污水进入河体，造成水质浑浊。初步判断认为中石坝水库及所在流域的水质良好。

（2）浮游植物

通过对中石坝水库及影响区5个水生生态现状调查结果显示，共观察到浮游植物48种，分别隶属于蓝藻门、裸藻门、甲藻门、硅藻门和绿藻门5个门，这些藻类都是广布种，无保护和特有种类。

(3) 浮游动物

通过对中石坝水库改扩建及涉及的河流水生生态现状评价的浮游动物进行调查，共检出浮游动物42种。其中原生动物21种，轮虫15种，枝角类2种，桡足类4种。

(4) 水生维管束植物

调查的6个断面共发现水生维管束植物3种，主要为挺水植物，自然河段水生植物较少，仅在岸边生长辣蓼和茭草等挺水植物。

(5) 底栖动物

调查的6个断面中共采集到大型底栖动物15种，发现的大型底栖动物均为广布物种，其中金苹果螺和克氏原螯虾为外来入侵物种，无珍稀和保护物种。

(6) 鱼类

①楚雄州青龙河及中石坝水库相关调查流域共记录有鱼类16种。

②水库影响流域调查中发现土著鱼类有6种，外来鱼类10种。鳊、草鱼、鲢、鳙等为库区常见引入养殖经济鱼类；棒花鱼、麦穗鱼、食蚊鱼和子陵吻鰕虎鱼等为引种养殖带入的外来种鱼类，并能够在自然水体中繁殖并形成一定种群。土著种鱼类中，除鲫、鲃、鲤外，其余均为小型鱼类，红尾副鳅为青龙河自然河道中土著种的优势种。

③青龙河流域的鱼类区系简单，主要以老第三纪原始类群为主，兼有东亚和南方类群。调查记录到的所有鱼类中没有国家级和省级保护鱼类，也没有列入《中国濒危动物红皮书鱼类》《中国物种红色名录》和《中国生物多样性红色名录》的濒危物种。

④中石坝水库改扩建工程影响流域内鱼类主要为杂食性，生活在江河缓流中产粘性卵。建设水库区域所在青龙河断面的土著鱼类多为定居底栖，肉食性，产沉性卵的条鳅科鱼类。

10.4主要环境影响预测结论

10.4.1地表水环境影响评价结论

1、水文情势

(1) 施工期

项目施工期不排空水库内蓄水进行施工，本工程施工期间采用原右岸原输

水隧洞下泄生态流量，不截断河道，对下游水文情势无影响。

(2) 蓄水初期

项目施工期不排空水库内蓄水进行施工，枢纽工程施工最低高程为1829.4m，水库内仍有蓄水约161.9万 m^3 ，施工结束后，蓄水过程主要为水库正常蓄水过程（约从160万 m^3 库容蓄水），坝址下游河道可能会出现减水现象，水文情势将发生一定的改变，但生态流量的下放能够保证坝址下游河段不断流，中石坝水库扩建后汛期向下游生态供水流量为0.1713 m^3/s ，枯期向下游生态供水流量为0.0571 m^3/s ，一定程度上缓解因河道水文情势变化造成的生态环境影响。

(3) 运行期

①库区水文情势变化

中石坝水库扩建后，坝轴线向下游平移13.12m，坝体增加高4.6m，坝高为36.1m。正蓄水位、死水位均分别增高5.1m、2.6m，水库运行水位在死水位~正常蓄水位之间变动，年内最大运行水位变幅在13.1m左右。水库蓄水后，库区水位明显抬升，坝前水深增加、库区水域面积增加，水流减缓。库区水文情势发生明显变化。

②坝下河段水文情势变化

根据坝下河段水文情势变化分析，中石坝水库扩建后坝下河段较现状中石坝水库坝下河段减水率有所增大，主要是由于中石坝水库扩建后工程任务为“以农田灌溉、下游城市和农田防洪为主、兼顾城镇环境供水，同时作为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”，中石坝水库扩建后总供水量增加，总供水量达到1070.3万 m^3 ，较现状增加了农灌供水170万 m^3/a 、工业供水431.5万 m^3/a ，总增加供水任务601.5万 m^3/a ，但滇中引水充蓄中石坝水库水量为多年平均418万 m^3/a ，总体而言，中石坝水库扩建后，增加了供水任务量，导致较现状同等来水量情况下坝址下游下泄水量有所减少。但中石坝水库扩建后各典型年坝址下游下泄水量较现状均为有所增加，中石坝水库扩建后汛期生态流量为水库坝址多年平均天然流量的30%下泄生态流量0.1713 m^3/s ，枯期按水库坝址多年平均天然流量的10%下泄生态流量0.0571 m^3/s 。

生态下泄水量从左岸输水隧洞取水，生态下泄水量通过左岸输水隧洞出口处的闸阀房至溢洪道的生态水量放水管道向下游河道下放。中石坝水库扩建规

划时已充分考虑下游河段的生态需水量，供水任务是优先满足下游河道生态用水及规划区内彝海公园、福塔公园、青龙河沿岸生态需水量后，剩余水量满足农业用水需求后再供给工业供水，水库供水任务明确，避免出现工业、农业用水挤占生态供水情况，且环评提出需在下泄流量设施内设置一套在线监控设施，对下泄生态流量进行监控，提高了生态供水保障。在有保证下游河道有必需的生态流量的前提下，可保证坝后河段不断流。

中石坝水库扩建建成运行后，径流区同等来水量情况下，坝址下游下泄水量较现有水库减小，但随着下游河段农灌退水、工业退水和区间来水，水库的建设对下游河段水文情势的影响也在逐渐减小，对坝后河段水文情势的影响可接受。

2、水质

(1) 施工期

本项目施工期18个月，施工期废水包括施工生产废水（主要包括灌浆废水、基坑排水、施工机械/车辆冲洗废水等）和施工人员生活污水。

施工机械/车辆冲洗废水经隔油池、沉淀处理后回用于施工场地及道路洒水降尘，不外排；灌浆废水、基坑排水经沉淀处理后优先进行回用，回用不完的排入青龙河。施工人员生活污水经化粪池处理蒸发后用作周边农田施肥，对周围地表水环境影响较小。

(2) 运行期

①库区水质预测

中石坝水库扩建后运行，水库本身并不排放污染物，但水文特性从河流变为水库的水文特性，流速明显下降，滞留时间增长，水的自净能力发生改变，从而影响水库水质。预测水库有机污染物化学需氧量采用湖库完全混合衰减模型，总磷、总氮采用狄龙模型进行估算。

中石坝水库为多年调节中型水库，本扩建项目本身并不增加水库库区中的污染负荷，而是污染物的自净能力发生变化，从而可能改变水库中的水质。丰水期由于降雨较大，面源汇入量较大，且来流水温和太阳辐射均较高，水库呈现分层结构，来流水体潜入同密度层，COD、TN与TP在库中呈现一定的分层现象。枯水期水体流动缓慢，使得水质扩散较慢，高浓度区主要集中在库尾，当

入库水体进入库区后，迅速潜入同密度层，枯水期水质分布较为均匀，整体水质浓度变化范围较小。根据预测，丰水期、枯水期全库COD、TN与TP均满足IV类水质要求。

②蓄水期库区富营养化趋势预测

根据预测分析，中石坝水库扩建完成，进行滇中引水蓄水时水库属于中~轻富营养化状态，较中石坝水库现状营养化状态相同，但营养化指数稍有降低。

水库运行期，在防洪限制水位以下运行，水体交换频繁，能有效地抑制水库整体发生富营养化。此外，如果没有污染源的增加，来水水质不发生较大变化时，发生富营养化的现象可能性较小。但由于库底清理不可能100%全部清理去除有机物等，加之建库后库弯等地方水体流动缓慢，可能局部水域富营养化现象。尽管水库蓄水前将淹没区进行库区清理，不存在大量有机物质在库内腐烂而导致水库水质恶化的可能。

综上所述分析，由于中石坝水库扩建自身具有调节能力，库区水体扩散、稀释能力强，运行期对库区整体水质的影响较小。但水库蓄水初期淹没土地、植物等释放到水体中的总氮和总磷营养盐量较大。考虑上述因素，需要保证彻底清库，采取有效措施控制有机物和氮磷营养盐等污染源进入库区水体，防止富营养化的发生。

③对下游河段的影响

a、生活污水

水库管理房生活污水经管理房化粪池处理后水分蒸发损耗，污泥定期清掏用作农肥。管理人员生活污水对库区水质基本无影响。

b、农灌退水

根据预测分析，中石坝水库扩建新增农灌面积后农灌退水排入青龙河后，青龙河中总氮浓度为1.31mg/L、总磷浓度为0.095mg/L、氨氮浓度为0.149mg/L，总磷、氨氮浓度可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水标准，《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）未对河流总氮设置标准限值，本次环评农灌退水对青龙河总氮影响不予评价。

本次环评对现状农灌退水后青龙河水质（水冬瓜箐汇入青龙河下游1.5km断面）进行了监测，监测结果为总氮1.31mg/L、总磷为0.27mg/L、氨氮为

0.374mg/L。中石坝水库扩建后新增农灌退水对青龙河水质影响的预测结果较现状监测结果，总氮、总磷、氨氮浓度均未增大，农灌退水对青龙河水质影响较小。

根据灌区的灌溉制度，退水高峰期发生在7月份左右，此时汛期来临，河段水量丰富，其排放量相对较小。沿途逐渐回归的，属面源排放，经过地面下渗、土壤过滤和河道水体稀释及自净作用后对河道水体的水质影响轻微，更不会影响接纳退水河段的农田取水。

工程营运期间，灌溉采取科学的灌溉措施和完善田间排水系统，尽量减小回归水量。同时考虑到田间的主要污染物为农药和化肥，使用的农药主要为高效低残毒类，化肥主要为氮肥和磷肥，施用量不高，通过土壤渗漏过滤后进入减水河段，故排放进入水体的污染物很少且分散，对水质影响较小。

c、工业退水

中石坝水库扩建并进行滇中引水后为富民工业园区进行供水，富民工业园区企业产生的废水收集进富民工业园区污水处理厂处理达标后外排进入青龙河。本次环评以中石坝水库扩建后生态下泄流量增加至331万m³（较现状180万m³增加了151万m³），富民工业园区污水处理厂远期排水2.2万m³/d进行预测。

根据预测结果，2030年前，富民工业园区污水处理厂排水正常排放情况下，经过完全混合后，预测因子COD、BOD、氨氮、总磷和氟化物均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类水体标准限值；在3420m后汇入龙川江，也未改变龙川江IV类水体的水质要求。对比本次环评楚雄市富民工业园区污水处理厂工业入河排污口下游1.5km断面、W9青龙河汇入龙川江上游500m断面现状监测值，中石坝水库扩建后增加生态下泄流量，COD、BOD、总磷浓度减小，青龙河水质会稍有改善。

根据预测结果，2030年前，富民工业园区污水处理厂排水正常排放情况下，经过完全混合后，预测因子COD、BOD、氨氮、总磷、总氮和氟化物对比《楚雄市富民工业园区污水处理厂二期工程环境影响报告书》中预测值均减小，主要原因为现状富民工业园区污水处理厂已建成运营，本次环评预测时选取富民工业园区污水处理厂排水实测值进行预测，而富民工业园区污水处理厂二期工程环境影响报告中选取各污染因子排放标准限值进行预测，富民工业园

区污水处理厂排水实测浓度均比排放限值低。

2030年后，在青龙河现状水质部分因子未达到Ⅲ类水体要求而采用GB3838-2002中Ⅲ类水体标准限值进行预测的情景下，根据预测结果，富民工业园区污水处理厂排水正常排放情况下，经过完全混合后，预测因子COD、BOD、氨氮、总磷均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水体标准限值要求。在3420m后汇入龙川江，也未改变龙川江Ⅳ类水体的水质要求。且COD预留有18.68%~24.42%安全余量、BOD预留有25.87%~47.87%安全余量、氨氮预留有24.2%~43.9%安全余量、总磷预留有28.5%~44%安全余量，满足地表水环境质量管理及安全余量要求（Ⅲ类水体要求有10%安全余量）。但本次环评未收集到富民工业园区污水处理厂排水中氟化物的实测值，采用氟化物排放标准限值进行预测，在3420m后汇入龙川江时氟化物未达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水体标准限值要求，超标率为3.6%，但汇入龙川江后未改变龙川江Ⅳ类水体的水质要求，对龙川江的增量影响不大。

3、水温

中石坝水库为分层型水库，中石坝水库5年一遇的洪水对水温的结构无太大影响，为稳定分层型。

根据水温预测分析，现状监测现有中石坝水库库表平均水温为23.06℃、11月库表水温为15.1℃。中石坝水库扩建未进行滇中引水蓄水时，8月库表水温为23℃、11月库表水温为14.9℃，8月较现有库表水温降低0.06℃，11月较现有库表水温降低0.2℃。进行滇中引水蓄水后，8月库表水温为21.6℃、11月库表水温为13.3℃，8月较现有库表水温降低1.46℃，11月较现有库表水温降低1.8℃。总体而言中石坝水库扩建并进行滇中引水低温水充蓄后，库表水温较现有水库水温变化在3℃之内，变化较小，对水库里生物影响较小。

灌区水稻灌溉期主要为4月下旬~7月，此时气温已回升，根据预测5月~7月下泄水温为19.5℃~20℃，与青龙河坝下1.5km处河道天然水温相差约5℃。由于中石坝水库灌溉供水由现有中石坝东干渠和中石坝西干渠供给，东干渠从右岸输水隧洞取水，全长14.66km；西干渠全长9.49km，输水距离较长，且现状中石坝水库已在进行农灌供水，根据对比青龙河坝下1.5km处河道天然水温监测，下

泄水温虽低于天然河道水温，但经河道、输水干渠慢速升温，在1.5km处河道已恢复水温，根据8月坝下河段1.5km处河道监测水温为24.6℃~25.9℃，在水稻生长周期的适宜温度范围内，故水库下泄水水温对水稻生长影响较小。按国内有关研究资料表明，中型水库水温一般经5~10km流程后，水温将逐步得到提高，较远地区可恢复至天然状况。另外，楚雄州已建的二十多件以灌溉为主的中型水库，取水深度大多超过30m，取水水温均低于库表水温，经长距离输送至受水区后，均未对农作物生长发育造成影响。出库水水温不会影响灌区作物生长发育，对下游河道的鱼类影响较小。

4、泥沙情势

中石坝水库库区河床落差小，水库建成后，挡水建筑物壅高了库区水位，形成壅水曲线，水深沿流程加大，流速则沿程降低，水流可以挟带的沙量也沿程递减，水库壅水明流产生淤积。

水库多年平均淤积量为4.9万m³/年，水库正常工作年限为50年，50年泥沙淤积量为245万m³。中石坝水库库区中段库身狭窄，泥沙淤积主要分布在库区前后两段，占了总淤积量的78%左右。随着水库运行年限的增加，三角洲逐渐向坝前推进，水库运行50年后坝前泥沙淤积高程为1827.85m，低于输水隧洞进口取水井井顶高程0.05m，因此，泥沙淤积对取水口不会产生影响。

10.4.2地下水环境影响评价结论

1、施工期

本工程新建左岸输水隧洞总长310m，采用C30钢筋砼衬砌，对开挖面附近局部小范围的地下水水位和水质影响较小。

2、运行期

库盆两岸大部分地段基岩裸露，岩层倾向山内，未见大的滑坡、崩塌等不良物理地质现象，山坡的整体稳定性好，水库边岸较为稳定，库区水位的升降不会对边岸稳定产生影响。因此，水库扩建完成蓄水后，水位上升对库周边岸影响不大。

中石坝库区地层单一，山体宽厚，周边无低邻谷。岩石为长石石英砂岩、粉砂岩，为相对隔水层，地下水分水岭与地表水分水岭一致。因此，水库不存在邻谷渗漏问题，不存在通往库外渗漏通道。根据可研，中石坝水库于2006年

除险加固后运行至今，地下水水质未发生明显变化。

因此，预测水库蓄水及运营过程中，对地下水水质不会产生不良的影响。

10.4.3大气环境影响评价结论

1、施工期

施工期间工程开挖、爆破、混凝土拌和、交通运输等过程会产生大量扬尘、施工机械燃油废气，对周围环境产生一定的影响，但只要施工单位严格执行本环评报告中所提出的污染防治对策，确保扬尘达标排放，同时加强管理，实行文明施工，施工期粉尘的影响可以得到有效控制。随着工程建设完成，施工期产生的大气污染就会消失。

2、运行期

本项目运行期间基本无生产废气产生，仅水库管理房会产生饮食油烟，经油烟净化器处理后外排，中石坝水库扩建后运行对周边大气环境无影响。

10.4.4声环境影响评价结论

1、施工期

本项目施工期噪声主要来自施工开挖、钻孔、爆破、混凝土拌合和交通运输等活动。施工噪声贯穿于施工的全过程，机械设施工时的噪声具有突发性、无规则、不连续、高强度等特点，施工机械的噪声与设备的工作状态、机械功率等因素有关。施工交通运输噪声是瞬时性的，只在运输车辆经过时才产生，对沿线道路两侧居民住宅产生的影响程度不大。施工爆破噪声声级较高，但是瞬时的、间歇的，爆破地点附近无人居住。

建设单位必须严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的限值和规定，尽量避免夜间施工，必要的夜间施工必须在施工前向当地环保部门申请审批，并公告周边居民及企业。施工机械应选用低噪声施工设备，固定的高噪声施工机械应加以工棚，施工场地尽量选择远离居民房的地方。加强施工期的环境管理，提高施工人员的环保意识。加强施工设备的维护和生产管理，以降低噪声对环境的影响。

通过采取本环评报告提出的相关防治措施，可最大限度降低施工噪声影响。且声环境影响是暂时的，随着工程竣工，这些影响也将随之消失。

2、运行期

本项目运营对周边声环境基本没有影响。

10.4.5 固体废物

1、施工期

本项目产生的固体废物主要为生活垃圾、土石方弃渣、建筑垃圾、含油浮渣等。施工生活生产区设置专门的生活垃圾收集设施进行集中收集，并委托当地环卫部门定期清运、处置。土石方弃渣全部用于库区垫地防护，表土全部用于垫地回填区覆土回植。建筑垃圾经分类收集，尽可能回收利用，若不能利用，则运至当地政府部门指定的建筑垃圾存放点进行堆存、处置。含油浮渣收集暂存于施工生活生产区危废暂存间，待施工结束后委托有资质的单位处置。

综上，通过采取本环评报告提出的相关措施后，本项目施工期间产生的各固体废弃物能得到合理妥善处置，对周围环境影响不大。

2、运行期

生活垃圾产生量约0.01t/d、3.65t/a。设置垃圾箱对生活垃圾进行集中收集，并委托当地环卫部门进行定期清运、处置。运行期生活垃圾能得到合理妥善处置，对周围环境影响不大。

提升泵站维修保养产生的废润滑油收集暂存于水库管理房危废暂存间，达到一定量后委托有资质的单位处置。

10.4.6 土壤环境

中石坝水库工程扩建完成后，水库正常蓄水水位较扩建前上升5.1m，导致区域地下水位上升。由于中石坝水库区域为湿润区，地下水位抬高诱发土壤盐渍化的可能性较低，分析地表水和基岩裂隙水pH均呈中性，受浸没影响的土壤不会发生碱化或酸化。库周消落带土壤的理化性质将发生变化。主体设计已考虑对浸没影响的区域采取垫地防护措施，避免影响农作物耕种。运行期应建立土壤环境质量监测和反馈机制，及时进行跟踪评价，发现有明显不良影响的应及时采取改进措施，把不利影响降至最低水平。

10.4.7 生态环境

1、陆生生态

工程施工占地及水库淹没会造成占地范围内原有植被的破坏，但不会造成当地任何一种植被类型的消失；施工临时占地范围的植被在施工结束后，通过

复垦、植被绿化将逐渐得到恢复。水库的建设对野生动物、鱼类产生短时期不利影响，随着施工的开始而开始，水生生态环境将恢复。工程占地范围内无国家珍稀保护动植物。工程结束后，人员撤离，水库库区及周边生态环境恢复，其影响也会逐渐消除。

工程建设破坏了原有地表形态，增加了水土流失强度，在采取相应的工程和植物恢复措施后，产生的水土流失影响可降至最低程度。

水库蓄水对坝下河段水量减少及鱼类生境会造成一定的不利影响，可通过采取相应的生态放流措施，使其影响的范围及程度尽量降低和避免。

2、水生生态

(1) 对水环境的影响

中石坝水库改扩建后，水库库区水域增加，在滇中引水增加来水量后，水体透明度有增大趋势，在外源不变的情况下，库区营养盐类有减少趋势。同时水库坝下一定距离水体将会有减少的趋势，但有利于保持全年水量平衡，减少干旱时段河道干枯，对维持水生态有利。总体而言，改扩建后对青龙河流域水环境正面影响较大。

(2) 对浮游植物的影响

通过对中石坝水库及影响河流断面调查结果显示，浮游植物都是广布种，无保护和特有种类。中石坝水库改扩建，在水质改善的情况下，库区浮游植物密度和生物量将会降低。

(3) 对浮游动物的影响

根据对中石坝水库及涉及的河流水生生态现状的调查，浮游动物种类均是广布种，并未发现有特有、珍稀的浮游动物种类，预测中石坝水库将来水体营养盐下降，水质改善，浮游植物减少的情况下，浮游动物的生物量也会减少，一些喜清洁的物种将会出现。

(4) 对水生维管束植物的影响

水库改扩建将导致新增淹没区和坝址附近水生植被消亡，但调查中的水生植物均为广泛分布，项目实施不会对这些物种的分布和生存构成较大影响。

(5) 对底栖动物的影响

在项目建设过程中，坝址附近河道将被施工完全破坏，原有的底栖动物群

落也将消失，但由于水库建设，水质得到改善，在保证生态流量的情况下，底栖动物群落将在下游得到恢复。调查中发现的大型底栖动物均为广布物种，水库建设不会对这些物种的生存构成威胁。水库和灌区属同一流域，不会形成新的外来物种入侵。

(6) 对鱼类的影响

中石坝水库建设和运行期间对当地鱼类会产生一定的影响。水库工程建设时期，工程建筑工人活动增加，所造成的水污染、粉尘污染、固体废弃物、声光污染等对鱼类的栖息地、生长、繁殖产生较大影响；预建水库稳定运行后，环境承载力下降；水库蓄水淹没造成影响，水库筑坝截流将影响水库坝上与坝下河流及其水生生物的连通性，导致鱼类生境的片段化，阻断坝上、坝下鱼类种群的基因交流，导致鱼类遗传多样性下降；同时片段化造成库区鱼类的搜寻能力降低，难觅充足食物，由于青龙河无保护及洄游性鱼类分布，而土著小型鱼类，如条鳅科等，它们活动范围较小，且有较强的适应性，物种较容易得到延续，因此影响较小；水文情势改变，坝上的水域面积、水深和水体增大，流速减缓，泥沙沉积，水体透光度降低，水体溶解氧有所降低使得激流性土著鱼类减少，江河缓流型外来种鱼类增多；此外，水库水量变化及调度使得鱼类繁殖需水量不够或水库下泄的低温水推迟了坝下河段鱼类的产卵期。水库泄洪、灌区引水工程使得一些上游土著鱼类资源量流失。根据《滇中引水环境影响评价报告》中的分析，在采取电子拦鱼栅、输水管线清理和工农业使用后，引水带来的外来种入侵风险为可接受。项目工程对鱼类的“三场”有一定影响，但程度并不严重。

10.4.8 移民安置的环境影响结论

根据可研，中石坝水库淹没区和枢纽工程建设工程区不涉及居住人口，无搬迁安置人口。中石坝水库扩建工程基准年生产安置人口为79人，无搬迁安置人口；规划设计水平年生产安置人口为84人。农村移民安置总人口为生产安置人口与搬迁安置人口之和再扣除两者重叠部分。由于本工程无搬迁安置人口，生产安置人口为农村移民安置人口，基准年移民安置人口为79人，规划设计水平年移民安置人口为84人。

中石坝水库扩建工程征收耕地涉及楚雄市2个镇3个村委会（社区）6个村小组，征收耕地比重在1.61%~8.51%之间，对当地农村生产生活影响较小。在征询地方政府意见及移民意愿后，采取自行安置的生产安置方式，通过货币补偿后移民自行流转耕地来恢复生产。

移民自行安置不新增本项目所在区域生活污水、固体废物等排放量，不产生重新开垦土地过程由于开挖、弃土和占地将对原地表植被产生破坏。

10.5主要环境保护措施

10.5.1地表水环境保护措施

1、水质保护措施

施工机械/车辆冲洗废水经隔油、沉淀处理后回用于施工场地及道路洒水降尘，灌浆废水、基坑废水经沉淀后优先进行回用，回用不完的排入青龙河。施工人员生活污水经化粪池处理蒸发后用作周边农田施肥，对周围地表水环境影响较小。

运营期生活污水产生量较小，利用现有管理房化粪池处理后水分蒸发损耗，污泥定期清掏用作农肥。

2、生态流量保障措施

现状青龙河河道内生态下泄流量由输水隧洞出口至溢洪道尾部的渠道，再经渠道设置的闸门下放至青龙河，渠道长度为100m，为1.2x1.0m的混凝土沟，最大过流能力为0.58m³/s。现状输水隧洞出口至溢洪道尾部的渠道满足生态水量下放要求，青龙河河道内生态下放流量采用现状生态流量下放设施放水。

本次环评要求在输水隧洞改造时单独设置一根DN100生态放流管以满足不间断的下泄不少于0.0571m³/s生态流量，生态放流管委托有资质单位进行设计，并严格管理，同时设置流量在线监控设施。

3、分层取水措施

中石坝水库为稳定分层型水库，平水年（P=50%）下泄水温与库表水温变化范围在0~1.8℃之间，温度变化程度不大。右岸输水隧洞改造后取水方式为“竖井式”取水，左岸新建输水隧洞设检修闸1套、工作闸1套、取水闸3套以满足水库分层取水的要求，分层取水高程分别为1829.40m、1832.40m、1835.40m、1838.40m。

10.5.2地下水环境保护措施

合理安排施工顺序，生产废水收集沟道及沉淀池等处理设施在施工准备期建成并调试完毕；基础开挖应尽量避免雨季；施工生产场地应做好防渗；施工生产废水不外排，施工人员生活污水达标排放。

隧洞施工避开雨季；在隧洞进出口紧密观察上层植被情况，一旦出现缺水症状应及时人工补水。

10.5.3大气环境保护措施

选用低尘施工工艺；土石方集中堆放，并及时清运、回填；严格控制地表剥离面积，对破坏的植被做到边开采边恢复。

混凝土拌和场地合理布局，设封闭搅拌机棚，料斗处采取洒水降尘，尽量使用罐装水泥；细骨料堆场采取围挡、遮盖等防尘措施；不设石料加工场。

强化车辆管理，设置限速标准。施工期配置1辆洒水车，定期进行路面洒水；物料运输采取密闭、遮盖等措施。

选用环保型施工机械、运输车辆，选用质量较好的燃油；加强施工机械、运输车辆维修保养；严格执行汽车报废标准；加强施工期大气质量监测。

10.5.4噪声防治措施

降低噪声源强：优化施工方案，尽量选用低噪声设备、工艺，定期对机械进行维护、保养。

传输途径控制：采取封闭作业方式，设围墙或彩钢板围栏，结构施工采用立面安全护网的措施；压缩机等声源处安装消声器，安装减振装置，采用吸声材料或隔声结构。

加强管理：合理布局高噪声设备应远离居民点，合理安排作业时间，禁止午休、夜间作业，加强施工人员的日常管理，加强人员技能培训，设置限速标志和禁鸣标志。

减少单孔最大炸药量；禁止夜间爆破；采用先进的爆破技术。

10.5.5固体废物防治措施

施工期设置生活垃圾临时分类收集桶，生活垃圾经分类集中收集，并委托当地环卫部门进行定期清运、处置。开挖的土石方全部用于库区垫地防护，表土全部回填，无永久弃渣产生。建筑垃圾分类收集，尽可能回收利用，若不能

利用，则运至当地政府部门指定的建筑垃圾存放点进行堆存、处置。库区清理垃圾中水库淹没线以下的地表植被砍伐清理后作为木材外售。

运行期生活垃圾经垃圾桶集中收集，与定期打捞的水面漂浮物，委托当地环卫部门进行定期清运、处置。

本项目固体废物均能得到妥善处置，处置率100%。

10.5.6土壤环境保护措施

严格控制地表剥离面积，表土妥善堆存，用于后期植被恢复，采取拦挡、截排水及种植水保植物等措施；定期进行施工机械设备的维护、保养，减少机械设备油类的跑、冒、滴、漏对土壤环境的影响；根据设计要求，坝肩作加长加强帷幕灌浆处理，库区采取垫地防护措施；运行期应建立土壤环境质量监测和反馈机制。

10.5.7生态保护措施

1、陆生生态保护措施

施工期严格按照征占地范围施工，及时进行土地复垦、植被恢复，且优先选用本土物种进行绿化。加强施工人员宣传教育和管理工作，禁止捕杀野生动物、砍伐树木。运行期加强环境管理。

2、水生生态保护措施

(1) 工程环保措施

工程建设中应根据《中华人民共和国环境保护法》及国家和地方相关的法律法规，制定施工现场环保措施，防止污染和其它公害，减少水生生态环境的破坏。在工程施工期间，针对机械噪声、振动以及废水、废气排放和固体废弃物处理等进行全面控制，满足国家和省市有关法规的要求，尽量减少这些污染排放所造成生态污染。

(2) 确立保护对象

本项目影响区现有土著鱼类中没有符合保护标准的物种，因此无法建议明确的保护对象。但基于鱼类群落整体保护的理念，建议对所有土著鱼类进行保护，主要是分布于青龙河流域的条鳅科鱼类。

(3) 栖息地保护

保护栖息地应以能够为工程影响范围内所有鱼类提供完成生活史、维持一

定种群数量为基本原则，依据鱼类资源的现状及其分布特点，结合影响区流域干支流鱼类资源严重程度进行综合考虑。对于在库区有可能繁殖的鱼类，保护其产卵场所；对适应流水性鱼类迁徙至库尾和上游自然河段的鱼类，设立保护区、禁渔区、禁渔期，重点针对施工河段周围开展生境修复工作，对裸露的滩地进行植被恢复，对缩小的鱼类重要生境进行补偿性的修复。为实现栖息地保护目标，应加强对保护河段的管护，切实落实河长制。

（4）增殖放流

增殖放流是目前用于鱼类资源修复中最常用，也是最快捷的手段，其在增加生物资源量，修复渔业种群结构，净化水质，改善水域生态环境上起到了良好作用。通过增殖放流，即可以促进种群恢复，保护生物多样性，也可以促进当地休闲渔业的发展。增殖放流放流对象为短须裂腹鱼、红尾副鳅，年放流为3万尾，选择在库尾、库区放流，放流年限建议暂定十年。

（5）库区保水渔业

从净化水体，保证水质角度出发，根据实际情况可放流一定规模的产漂流性鱼卵在水库不能繁殖的种类，建议按照滇中调水环评报告要求，每年在库区放流鲢鳙3万尾。但是，因引种养殖可能带来的外来种入侵需拟定应急预案，与此同时增强当地渔业监管部门在青龙河流域及相关流域的鱼类资源保护意识和监管能力。杜绝因人无意识的携带或各种放生活动，建立外来种风险评估。

（6）生态调度

工程建成蓄水、灌区引水后，下游河段水流量减少，水位下降，浅滩裸露，应制定科学合理的运行生态调度规程，尽量避免在鱼类繁殖季节大幅调整引水量，在初期蓄水及运行期生态用水因枯季按坝址多年平均径流量的10%（即0.47m³/s）下放，汛期不少于多年平均天然径流量的30%（即1.41m³/s）下放并在枯水期，保证鱼类所需生态流量。

（7）渔政管理

水库管理部门应积极支持和配合当地渔政部门，提高政府渔政部门的执法能力和力度，依法管理。进一步落实河长制，形成鱼类资源保护的长效机制。严格执行禁渔期与禁渔区制度，禁止酷渔滥捕，禁止人为引入外来物种放入天然水体，加强监管和环保宣传，引导当地群众保护当地的鱼类资源。

（8）生态监测

中石坝水库的改扩建，将促进原有的自然河道的减少，库区加深后也面临水温、pH值、溶氧量和电导率等水文数据的周期性变化和影响，应加强青龙河流域及相关流域的水生生态监测。建议在青龙河和中石坝水库覆盖区域内设置至少5个监测点，持续关注水生生态各因素的变动情况。

10.5.8移民安置区环境保护措施

中石坝水库扩建工程基准年生产安置人口为79人，无搬迁安置人口，中石坝水库扩建工程征收耕地涉及楚雄市2个镇3个村委会（社区）6个村小组，征收耕地比重在1.61%~8.51%之间，对当地农村生产生活影响较小。在征询地方政府意见及移民意愿后，采取自行安置的生产安置方式，通过货币补偿后移民自行流转耕地来恢复生产。

移民自行安置不新增本项目所在区域生活污水、固体废物等排放量，不产生重新开垦土地过程由于开挖、弃土和占地将对原地表植被产生破坏。

10.5.9人群健康保护措施

加强施工区生活饮用水净化和消毒处理，加强食堂、餐馆的卫生管理，普及传染病防治知识，全员新型冠状病毒肺炎预防接种。

10.6环境保护投资

工程总投资22498.62万元，环保措施总投资为977.85万元，占工程总投资的4.35%。

10.7公众参与

公众参与以张贴公告、网站公示、媒体公告的形式听取评价范围内有关单位及群众代表对项目建设的意见和建议。

2021年8月10日~8月23日（共10个工作日），根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的要求，楚雄市水务局将项目环评信息在楚雄市人民政府网站（网址：<http://www.cxs.gov.cn/info/1014/71168.htm>）进行了第一次公示，告知公众“楚雄市中石坝水库扩建工程”名称、选址、建设内容、建设单位名称及联系方式、评价单位名称及联系方式、环境影响评价的工作程序和主要工作内容、征求公众意见的主要事项以及公众提出意见的主要方式等，

第一次公示期间未收到反馈意见。

2024年9月18日~10月8日，我公司编制完成了《楚雄市中石坝水库扩建项目环境影响报告书》（征求意见稿），并将征求意见稿全文在楚雄市人民政府网站进行了网络公示（<https://www.cxs.gov.cn/info/egovinfo/1016/xxgkcontent/cxs021-/2024-0918001.htm>），网络公示期间同步将征求意见稿在《楚雄日报》进行了2次登报公示，在项目涉及的楚雄市鹿城镇富民村委会、青龙村委会、子午镇袁家村村委会公示栏进行了现场公示，征求意见稿公示期间未收到任何反馈意见。

10.8 总结论

中石坝扩建水库的主要任务是“以生态供水、农田灌溉以及下游城市和农田防洪为主，兼顾为滇中引水二期工程充蓄水库补充工业供水”。中石坝水库扩建后，可作为滇中引水工程的充蓄水库。经调节计算，中石坝水库可新增供水量601.5万m³，总供水量达到1073.7万m³，补充了规划区不足供水量。该工程建设符合相关政策及规划，进一步优化区域水资源配置格局，具有明显的经济效益、社会效益。

本工程对环境的不利影响主要体现在对水文情势和水温的影响、坝体增高阻隔鱼类迁移、水库淹没及施工占地破坏植被及动植物资源、移民安置环境影响、施工期“三废”及噪声污染、施工扰动地表产生的水土流失影响等方面。本评价认为工程设计已考虑了环境保护的要求，规划了最小生态流量（0.0571m³/s）泄放、植被补偿恢复措施、野生动植物和鱼类的保护、管理措施，尽可能地减小工程对生态环境产生的各种不利环境影响；设计了施工期“三废”及噪声污染防治措施，施工期施工机械/车辆冲洗废水处理后回用于施工场地及道路洒水降尘不外排；灌浆废水、基坑排水沉淀处理后优先进行回用，回用不完的排入青龙河；生活污水回用不外排。其他污染物能按排放标准达标排放，有效减免了对居民点和周边环境的影响。

综上，建设单位应切实落实本报告提出的环境保护措施及环境保护要求，从环境保护角度，中石坝水库扩建工程建设是可行的。