

云南省曲靖市车马碧水库工程

蓄水阶段环境保护

验收调查报告



建设单位：曲靖市车马碧水库工程建设管理局

编制单位：中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

2022年3月

建设单位法人：曲靖市车马碧水库工程建设管理局
报告编制单位：中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

批 准： 谭奇林

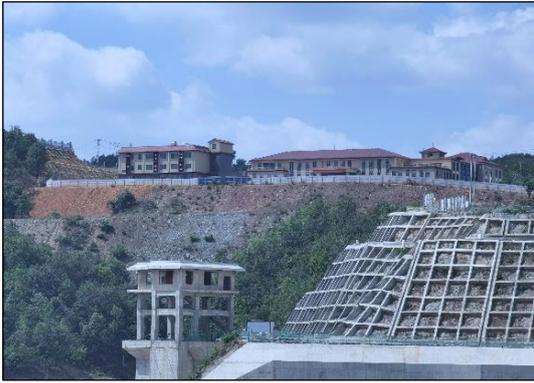
核 定： 金 弈

审 查： 刘桂华

校 核： 张志广

编 写： 张金燕

王龙高



车马碧水库工程业主营地（左岸）



挡水坝（迎水面）



挡水坝（背水面）



挡水坝上游



挡水坝下游



上游围堰



下游围堰



溢洪道控制闸（左岸）



泄洪放空洞出口及生态流量泄放孔



泄洪放空洞进口及分层取水塔



输水隧洞分层取水设施



鱼类增殖站（下游左岸，远景）



鱼类增殖站（近景）



鱼类增殖站（鱼种培育车间）



鱼道出口和码头



施工营地（左岸）



施工营地（左岸）



钢筋加工棚（左岸）



施工便桥（下游）



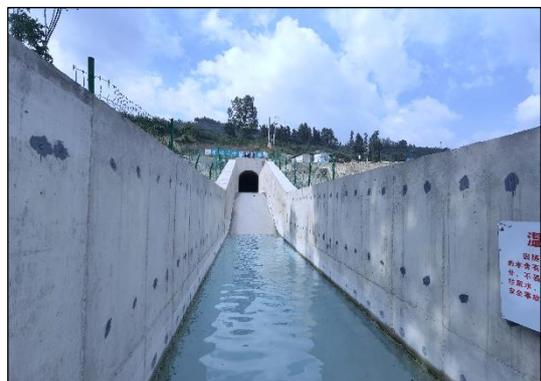
混凝土拌合站



混凝土拌合废水沉淀池



输水隧洞出口（接南盘江流域剪彩河）





施工支洞口 (10#)



施工支洞口 (9#)



支洞口沉淀池 (8#)



支洞口沉淀池 (10#)



生活垃圾储存设施



自备洒水车



王大屯弃渣场



响水街弃渣场



移民安置点（川硐新村）



移民安置点（罗贵新村）



移民安置点（车章村）



移民安置点（西冲新村）



移民安置点（三家村）



移民安置点生活垃圾桶



移民安置点生活垃圾收集设施



移民安置点生活污水处理设施

目 录

前 言	I
1 项目概况	1
1.1 项目基本情况.....	1
1.2 环评文件编制及批复情况.....	2
1.3 工程开工时间及建设情况.....	2
1.4 验收调查工作由来及工作过程.....	3
2 验收依据	4
2.1 法律、法规和规章制度.....	4
2.2 技术规范和指南.....	6
2.3 环境影响报告书及环保部批复.....	6
2.4 其它相关文件.....	6
3 项目建设情况调查	8
3.1 项目建设内容.....	8
3.2 项目建设过程.....	21
3.3 项目变动情况.....	24
3.4 项目验收工况.....	28
4 验收调查依据	36
4.1 环境报告书主要结论与建议.....	36
4.2 环保部审批决定.....	37
4.3 验收执行标准.....	39
5 环境保护设施调查	41
5.1 生态保护工程和设施.....	41
5.2 污染防治和处置设施.....	57
5.3 其它环境保护设施.....	78
5.4 环境保护设施投资及“三同时”落实情况	79

6 环境影响调查	85
6.1 生态影响调查.....	85
6.2 环境影响监测.....	136
7 验收调查结论	171
7.1 工程调查结论.....	171
7.2 工程建设对环境的影响.....	172
7.3 环境保护设施落实情况调查.....	174
7.4 建议和后续工作要求.....	175
7.5 验收调查报告结论.....	175

附表：

- 附表 1 施工期调查区所涉及流域鱼类名录和标本数；
- 附表 2 施工期监测记录的两栖动物名录；
- 附表 3 施工期监测记录的爬行动物名录；
- 附表 4 施工期监测记录的鸟类名录；
- 附表 5 施工期监测记录的哺乳类动物名录。

附件：

- 附件 1 关于《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》的批复（环审〔2016〕125号）；
- 附件 2 国家发展改革委关于云南省曲靖市车马碧水库工程可行性研究报告的批复（发改农经〔2016〕2843号）；
- 附件 3 云南省水利厅关于云南省曲靖市车马碧水库工程初步设计报告的批复（云水规计〔2017〕48号）；
- 附件 4 云南省环境保护厅关于确认云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响评价执行标准的复函（云环函〔2016〕38号）；
- 附件 5 云南省人民政府关于牛栏江流域（云南省部分）水资源综合利用规划修编报告的批复（云政复〔2008〕33号）；
- 附件 6 云南省环保局关于《牛栏江流域（云南省部分）水资源综合利用规

划修编环境影响报告书》审查意见的报告（云环字〔2008〕318号）；

附件 7 马龙县人民政府关于承诺落实车马碧水库建设环境保护对策相关事宜的函，2016年5月25日；

附件 8 马龙区人民政府对车马碧水库库底清理工作的专项验收意见；

附件 9 马龙区疾病预防控制中心对车马碧水库库底卫生清理验收意见；

附件 10 云南省搬迁安置办公室关于印发《云南省曲靖市车马碧水库工程下闸蓄水阶段建设征地移民安置终验报告》的通知（云搬发〔2021〕19号）；

附件 11 云南省水利厅关于印送曲靖市车马碧水库旁路系统工程专项设计报告评审意见的通知（云水建管〔2022〕2号）；

附件 12 《云南省曲靖市车马碧水库旁路系统工程专项设计报告评审意见》（云水技审〔2021〕41号）；

附件 13 公众意见调查问卷；

附件 14 曲靖市马龙人民政府办公室关于<加强车马碧水库相关河段鱼类栖息地保护方案>征求意见的通知，及各部门反馈意见。

附图：

附图 1 调水区牛栏江支流马龙河流域水系图；

附图 2 受水区南盘江流域曲靖灌区水资源规划示意图；

附图 3 车马碧水库工程环境敏感点分布图；

附图 4 车马碧水库工程总体布置示意图；

附图 5 车马碧水库工程枢纽区布置图；

附图 6 车马碧水库工程淹没范围示意图；

附图 7 运行期生态流量泄放设施平面布置图；

附图 8 灌溉和生态流量分层取水设施图；

附图 9 输水隧洞分层取水设施纵剖面图；

附图 10 车马碧水库工程鱼道总平面布置图；

附图 11 车马碧水库工程鱼类增殖站总平面布置图；

附图 12 车马碧水库工程移民安置点分布示意图。

前 言

云南省曲靖市车马碧水库工程为跨流域引水工程。调出区为车马碧水库，位于曲靖市马龙区境内，属长江流域金沙江水系；调入区为曲靖灌区，涉及曲靖市麒麟区、沾益区和陆良县，属于珠江流域南盘江水系。工程开发任务是：工业供水和农业灌溉供水，并为改善受水区河道内水环境创造条件。供水对象为曲靖经济技术开发区的西城工业园区（工业供水）和曲靖灌区（农业灌溉供水）。车马碧水库多年平均供水量为 7135 万 m^3 ，其中，工业供水量为 3739 万 m^3 ，农业供水量为 3396 万 m^3 （西河水库灌区为 1394 万 m^3 ，潇湘水库灌区为 1368 万 m^3 ，莲花田水库灌区为 634 万 m^3 ），置换农田灌溉面积 5.48 万亩，通过农业灌溉供水置换，为曲靖主城区和陆良县城新增供给约 3400 万 m^3 优质水量。

工程由车马碧水库枢纽工程和输水工程组成。车马碧水库枢纽工程由大坝、溢洪道、泄洪放空隧洞、生态灌溉输水管等建筑物组成。大坝位于曲靖市马龙区马过河镇车马碧村上游约 600m 处的马龙河干流，为混凝土面板堆石坝，最大坝高 52m。溢洪道布置在大坝左岸岸坡，为岸边有闸控制，全长 343m。泄洪放空隧洞平行于溢洪道布置在溢洪道左侧山体内，全长 637m。输水工程线路全长 29.623km，隧洞最大设计流量 5.4 m^3/s 。输水隧洞从车马碧水库库内取水，进口位于三家村附近马龙河河谷转弯处的左岸，距坝址河道距离约 6.2km，底板高程 1911.5m。隧洞经大石洞、象头山、马龙县城、杨外营、前进水库、响水河南侧、面店水库南侧至王大屯村附近剪彩河河道，出口底板高程 1897.47m。隧洞出水流经剪彩河进入白石江后最终归入南盘江。

车马碧水库枢纽工程为 II 等工程，工程规模为大(2)型，正常蓄水位 1938.5m，死水位 1915.3m，总库容 1.24 亿 m^3 ，兴利库容 8981 万 m^3 ，死库容为 1354 万 m^3 。大坝设计防洪标准为 100 年一遇、校核防洪标准为 2000 年一遇。调水工程规模为中型，工程等别为 III 等，主要建筑物长输水隧洞级别为 3 级。隧洞洞身及出口设计洪水标准为 30 年一遇，校核防洪标准为 100 年一遇。进口设置上层和底层进水口，上层进水口底板高程 1924.50m，底层进水口底板高程 1911.50m。

2015 年 7 月，国家发展和改革委员会以“发改农经〔2015〕1644 号”文对《云南省车马碧水库工程项目建议书》予以批复。2016 年 9 月，原环境保护部以“环审〔2016〕125 号”文对《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》予以批复。2016 年 12 月，国家发改委以“发改农经〔2016〕2843 号”对《云南省曲靖市

车马碧水库工程可行性研究报告》进行了批复。2017年8月，云南省水利厅以“云水规计〔2017〕48号”对《云南省曲靖市车马碧水库工程初步设计报告》予以批复。

曲靖市车马碧水库工程于2017年11月16日提交申请开工备案，12月5日云南省水利厅批准开工。水库枢纽工程于2017年11月25日开工建设。溢洪道工程2017年12月25日开工，2021年5月21日全部完成具备过流条件。导流泄洪放空隧洞于2018年7月10日贯通，2018年12月25日河道截流，导流洞开始过水。大坝基础开挖于2018年9月1日开工，坝肩及坝基防渗等于2019年11月25日完工。输水隧洞工程于2017年12月8日开工，2020年6月23日浇筑完工。生态输水管道总长337.066m，于2018年11月16日全部安装完成。

截止2022年2月，大坝枢纽工程、输水工程、分层取水设施、生态输水管道、库底清理、移民安置、鱼道及码头、鱼类增殖站等工程已基本完成。旁路系统设计于2021年12月31日通过专家评审，目前正在开展招标工作。鱼类保护栖息地及河流连通性恢复工程马龙区人民政府已完成征求意见和前期征地工作，待政府正式批文出台后正式实施。

车马碧水库计划采用分期蓄水方案，第一阶段蓄水时间为2022年4月1日~2022年12月31日，水库从导流隧洞底板高程1899.39m开始蓄水，控制最高蓄水位为1925.0m；第二阶段蓄水时间为2023年1月1日~2023年12月31日，水位从1925.0m逐步蓄水至正常水位1938.5m。

2021年4月，建设单位委托中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司（以下简称“我院”）开展车马碧水库环境保护蓄水验收调查工作。接受委托后，我院立即组织相关技术人员，在建设单位的大力支持下，开展了多次实地踏勘，收集了工程建设及环水保措施的设计、施工、监理、验收、运行、监测等有关资料，对项目工程区、施工区和影响区进行了详细调查，于2022年2月编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水阶段环境保护设施验收调查报告》。

在验收调查过程中，得到了云南省生态环境厅、曲靖市人民政府、曲靖市生态环境局、曲靖市水务局、马龙区生态环境分局、建设单位、设计单位、施工单位、环保监理单位、监测点位、水土保持单位，以及工程建设其它参建单位的大力支持与协助，在此一并表示衷心感谢！

1 项目概况

1.1 项目基本情况

项目名称：云南省曲靖市车马碧水库工程

项目性质：新建，为跨流域调水工程

建设单位：曲靖市车马碧水库工程建设管理局

建设地点：车马碧水库枢纽工程位于曲靖市马龙区马过河镇车马碧村，输水隧洞工程从车马碧水库库中取水至曲靖市麒麟区境内，地理位置见图 1.1-1。



图 1.1-1 车马碧水库工程地理位置示意图

1.2 环评文件编制及批复情况

2015年7月，曲靖市车马碧水库工程建设管理局委托我院承担《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》的编制工作。

2015年12月，我院编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》。12月21~22日，水利部水利水电规划设计总院在北京主持召开了报告书预审会，会后我院根据预审意见对报告书进行了修改完善。

2016年7月11日~13日，原环境保护部环境工程评估中心在昆明市组织召开了《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》技术评估会，会后我院根据评估意见对报告书进行补充完善，于2016年8月完成《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》（报批稿）。

2016年9月，原环境保护部以“环审〔2016〕125号”文对《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》予以批复。

1.3 工程开工时间及建设情况

2017年11月16日，曲靖市车马碧水库工程建设管理局提交申请开工备案，12月5日，云南省水利厅批准开工备案申请。

2017年11月25日，水库枢纽工程开始开工建设。大坝基础开挖于2018年9月1日开工，坝肩及坝基防渗等于2019年11月25日完工。

2017年12月8日，输水隧洞工程开工，2020年6月23日浇筑完工。

2017年12月25日，溢洪道工程开工，于2021年5月21日全部完成，具备过流条件。

2018年7月10日，泄洪放空隧洞（兼导流洞）贯通。2018年12月25日，河道截流，导流洞开始过水。

2018年11月16日，生态输水管道全部安装完成，总长337.066m。

截止2022年2月，大坝枢纽工程、输水工程、分层取水设施、生态输水管道、库底清理、移民安置、鱼道及码头工程、鱼类增殖站等工程已基本完成。旁路系统设计于2021年12月31日通过专家评审，目前正在开展招标工作。鱼类栖息地及河流连通性恢复工程已完成前期征地工作，马龙人民政府已完成征求意见，待政府正式批文出台后正式实施。

1.4 验收调查工作由来及工作过程

依据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）、《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》及相关技术规范要求，建设单位应当开展车马碧水库工程蓄水阶段环境保护验收调查和车马碧水库工程竣工环境保护验收调查。

2021 年 4 月，建设单位委托我院编制车马碧水库工程蓄水阶段环境保护验收调查报告和工程竣工环境保护验收调查报告编制工作。接受委托后，我院立即组织相关技术人员，研究车马碧水库工程环评文件及批复要求，初次现场踏勘后编制蓄水阶段环保验收调查评估报告，在初步了解工程建设及变更情况、环保措施落实情况、环保监理与监测情况等基础上，提出验收工作计划和后续工作建议。

在建设单位的的大力支持和配合下，我院相关技术人员多次实地查勘，对车马碧水库枢纽工程区和输水隧洞沿线各施工区进行了详细调查，收集工程建设初设报告、环水保监理报告、库底清理报告、移民安置验收意见、施工期废污水及各环境要素监测报告、陆生生态和水生生态专题调查报告等相关资料，于 2022 年 2 月编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水阶段环境保护验收调查报告》。

2 验收依据

2.1 法律、法规和规章制度

2.1.1 法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月修订);
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月修订);
- (3) 《中华人民共和国水法》(2016年7月修订);
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月修订);
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月修订);
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018年12月修订);
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年4月修订);
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》(2010年12月修订);
- (9) 《中华人民共和国土地管理法》(2019年8月修订);
- (10) 《中华人民共和国森林法》(2019年12月修订);
- (11) 《中华人民共和国渔业法》(2013年12月修订);
- (12) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2018年10月修订);
- (13) 《中华人民共和国文物保护法》(2017年11月修订);
- (14) 《中华人民共和国突发事件应对法》(2007年8月)。

2.1.2 行政法规

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年7月修订);
- (2) 《中华人民共和国森林法实施条例》(2018年3月修订);
- (3) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017年10月修订);
- (4) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016年2月修订);
- (5) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013年12月修订);
- (6) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(2011年1月修订);
- (7) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》(2014年7月修订);
- (8) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》(2017年3月修订);
- (9) 《中华人民共和国河道管理条例》(2018年3月修订)。

2.1.3 部门规章及规范性文件

- (1) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）；
- (2) 《关于印发建设项目竣工环境保护验收现场检查及审查要点的通知》（环办〔2015〕113号）；
- (3) 《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号）；
- (4) 《关于建设项目环境保护设施竣工验收监测管理有关问题的通知》（环发〔2000〕38号）；
- (5) 《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）；
- (6) 《关于进一步加强生态保护工作的意见》（环发〔2007〕37号）；
- (7) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号，2018年7月）；
- (8) 《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）。

2.1.4 地方性法规及文件

- (1) 《云南省环境保护条例》（2004年9月修订）；
- (2) 《云南省牛栏江保护条例》（2012年9月）；
- (3) 《云南省大气污染防治条例》（2018年11月）；
- (4) 《云南省生物多样性保护条例》（2018年9月）；
- (5) 《云南省陆生野生动物保护条例》（1996年11月）；
- (6) 《云南省实施〈中华人民共和国水法〉办法》（2005年5月修订）；
- (7) 《云南省建设项目环境保护管理规定》（云南省政府令第105号）（2002年1月）；
- (8) 《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）；
- (9) 《云南省水污染防治工作方案》（云政发〔2016〕3号）；
- (10) 《云南省城市节约用水管理实施办法》（云政发〔1993〕122号）；
- (11) 《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》（1989年）；

- (12) 《云南省珍稀濒危植物保护管理暂行规定》(1995年6月5日);
- (13) 《云南省珍稀保护动物名录》(1989年10月20日);
- (14) 《云南省地表水水环境功能区划(2010-2020)》(云环发〔2014〕34号文);
- (15) 《云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》(云政发〔2007〕165号);
- (16) 《云南省水功能区划》(2014年修订);
- (17) 《云南省主体功能区规划》(2014年);
- (18) 《云南省生态功能区划》(2009年)。

2.2 技术规范和指南

- (1) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 生态影响类》(征求意见稿);
- (2) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 水利水电》(HJ464-2009);
- (3) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》(HJ/T394-2007)。

2.3 环境影响报告书及环保部批复

- (1) 《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》，中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司，2016年8月；
- (2) 《关于云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书的批复》，环审〔2016〕125号。

2.4 其它相关文件

- (1) 《云南省曲靖市车马碧水库工程可行性研究报告》，云南省水利水电勘测设计研究院，2016年4月；
- (2) 《国家发展改革委关于云南省曲靖市车马碧水库工程可行性研究报告的批复》，发改农经〔2016〕2843号；
- (3) 《云南省曲靖市车马碧水库工程初步设计报告》，云南省水利水电勘测设计研究院，2015年8月；
- (4) 《水利部关于云南省曲靖市车马碧水库工程初步设计报告的批复》，云水规计〔2017〕48号；
- (5) 《云南省曲靖市车马碧水库工程技施设计阶段水库库底清理技术方案》，

云南省水利水电勘测设计研究院，2018年10月；

(6)《曲靖市车马碧水库工程库底清理专项验收报告》，车马碧水库工程库底清理专项验收委员会，2020年12月；

(7)《云南省曲靖市车马碧水库工程下闸蓄水阶段建设征地移民安置终验报告》，云南省曲靖市车马碧水库工程下闸蓄水阶段建设征地移民安置终验委员会，2021年1月20日；

(8)《云南省搬迁安置办公室关于印发<云南省曲靖市车马碧水库工程下闸蓄水阶段建设征地移民安置终验报告>》的通知，云搬发〔2021〕19号；

(9)《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水安全鉴定报告》，云南省水利水电勘测设计院，2021年5月；

(10)《云南省曲靖市车马碧水库工程下闸蓄水阶段验收鉴定书》，云南省曲靖市车马碧水库工程下闸蓄水阶段验收委员会，2021年7月1日；

(11)《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水计划和调度方案》，云南省水利水电勘测设计研究院，2021年6月；

(12)《云南省曲靖市车马碧水库工程施工期生态监测报告》，云南环绿环境监测技术有限公司，2020年12月；

(13)《曲靖市车马碧水库工程环保工程监理报告》，中科华水工程管理有限公司环境保护项目监理部，2022年2月；

(14)与本工程相关的其它资料。

3 项目建设情况调查

3.1 项目建设内容

3.1.1 地理位置

3.1.1.1 工程地理位置

车马碧水库工程为跨流域调水工程。调出区水源为新建的车马碧水库，位于长江流域金沙江水系牛栏江一级支流马龙河干流上；输水隧洞出口接珠江水系南盘江流域白石河支流剪彩河，受水区涉及曲靖市麒麟区、沾益区、陆良县。

车马碧水库枢纽工程位于云南省曲靖市马龙区马过河镇境内，坝址位于车马碧村上游 600m 处的马龙河干流，距马龙县城 29km，距曲靖市区 49km，距昆明市区 99km。坝址以上河长 75.8km，河道平均比降 3.55%，集水面积 595km²。工程区有昆曲高速公路和贵昆铁路通过，交通条件便利。

工程地理位置示意图见图 1.1-1。

3.1.1.2 调出区（马龙河）流域概况

马龙河干流发源于马龙区月望乡青草坪山南麓，发源地海拔约 2400m。由北向南流经水箐村、越州屯、竹园、及上、中、下营等村寨后纵贯马龙坝子，并经县城西面在大湾河村附近出坝子进入河谷地带，再经土官寨、马保地、下罗贵、车马碧等村寨到达马过河镇，在莫浪河交汇口下游约 12km 处进入寻甸县境内，经凤龙湾水库后过杨梅冲、腊味等村，在寻甸县七星乡附近汇入牛栏江。河流全长 103km，平均比降 2.4%，集水面积 1005km²。

马龙河流域内水系发育较完全，支流交错纵横，库塘星罗棋布，径流区从上游至下游分布有桃园河、永发河、车章河、白塔河、红桥河和莫浪河等主要支流，支流水系多源于上游库塘季节性泄水和自然地表径流。

桃园河发源于马龙县王家庄镇翠峰山山脊，河源海拔高程 2130m，河长 23.8km，河道平均比降 6.8%，径流面积 101km²。

永发河发源于马龙县王家庄镇青山垭口，河源海拔高程约 2170m，河长 25.8km，河道平均比降 3.4%，径流面积 127km²。

车章河发源于马过河镇，河源海拔高程约 2100m，河长 20.9km，河道平均比降 8.5%，径流面积 42.7km²。

莫浪河发源于马龙县上官坝村，河源海拔高程约 2130m，河长 23.3km，河道平均比降 11%，径流面积 51.9km²。

白塔河发源于马龙县旧县镇，河源海拔高程 2260m，河长 18.5km，河道平均比降 14%，径流面积 29.5km²。

红桥河发源于马龙县旧县镇己沃梁子，河源海拔高程 2120m，河长 35.9km，河道平均比降 3.7%，径流面积 192km²。

以上各支流中，车章河和白塔河两支流汇口处位于车马碧水库库区。马龙河流域支流现状情况见表 3.1-1。

表 3.1-1 马龙河流域主要支流特征值表

位置	支流名称	径流面积 (km ²)	河长 (km)	河源海拔 (m)	比降 (%)
右岸	桃源河	101	23.8	2130	6.8
	永发河	127	25.8	2170	3.4
	车章河	42.7	20.9	2100	8.5
	莫浪河	51.9	23.3	2130	11.0
左岸	白塔河	29.5	18.5	2260	14.0
	红桥河	192	35.9	2120	3.7

调出区马龙河流域水系见附图 1。

3.1.1.3 调入区（剪彩河）流域概况

输水隧洞出口接剪彩河河道，属南盘江流域。南盘江发源于曲靖市沾益区境内乌蒙山脉的马雄山南麓，河源海拔 2444m。南盘江依次流经沾益区、麒麟区、陆良县、石林县、宜良县、澄江县、华宁县、建水县、开远市、弥勒县、丘北县、泸西县、师宗县、罗平县后进入贵州省，后于贵州省望谟县蔗香双江口与北盘江汇合。南盘江河段长 914km，在云南省境内长 677km、集水面积 43342km²，出境地高程 720m，省境内落差 1724m。南盘江在云南省境内的流向大体为从源头至陆良天生关近于北南向，天生关至宜良县境内阳宗海出口河道交汇处呈东西向，以下至泸江口又为北南向，泸江口至黄泥河汇口处流出省境一段呈西南—东北向。上游段河谷开阔，盆地在干流呈串珠状，西桥水文站（位于陆良坝子末端）以上径流面积 3366km²。灌区内各支流发源于盆地四周的群山之间。

南盘江曲靖段主要支流有白浪河、西河、白石江、潇湘河、龙潭河、芳华河、麦子河等。其中受水区涉及支流潇湘河、白石江及剪彩河。

剪彩河为白石江一级支流，在王大屯村附近汇入白石江，河长 5.7km，河口处多年平均流量 0.22m³/s，多年平均径流量 681 万 m³。

白石江原为南盘江一级支流，改道后现汇入潇湘河后再入南盘江，河长 25km，河口处多年平均流量 1.22 m³ /s，多年平均径流量 3854 万 m³。

潇湘河是南盘江右岸一级支流，发源于马龙区月望乡鸭子塘村耗子冲，向北流经三宝镇长坡村、寥廓街道文明村、潇湘村（原潇湘乡）后入潇湘水库，出库后转东北流经曲靖市区，最后于沿江乡南河口入南盘江，全长 43km，流域面积 380km²，河口处多年平均流量 3.29 m³/s，多年平均径流量 10388 万 m³。

受水区曲靖灌区位于云南省东部，属南盘江上游珠江的源头区，行政区划包括曲靖市的沾益、麒麟、陆良三县（区），地理坐标为东经 102° 55'~104° 14'，北纬 24° 45'~25° 55'之间，距省会昆明市 130km，素有入滇门户之称。曲靖灌区是云南省最大的灌区，灌区现有耕地面积 98.8 万亩，农田有效灌溉面积 70.72 万亩，农田有效灌溉程度 71.6%。整个灌区从北到南呈长条形，坝子从上游至下游逐渐开阔，位于上游的松林坝子最小，沾曲坝子（包括越州坝子）次之，陆良坝子最大。灌区南北长约 100km，东西宽 8m~15km。耕地除集中、连片、平坦的坝子外，还包括坝子边缘的二级阶地和山坡地。灌区地势北高南低，东西部高中部低。山脉、河流、盆地均为近北南向展布，与构造线方向一致，坝子高程在 1935m~1800m 之间。南盘江干流自东北向西南贯穿整个灌区。

受水区曲靖灌区和南盘江流域水系位置关系见附图 2。

3.1.2 工程组成

车马碧水库工程由主体工程、施工辅助工程、移民安置工程 and 环境保护工程等组成。

主体工程由大坝枢纽工程和输水工程组成，其中大坝枢纽工程由混凝土面板堆石坝、左岸溢洪道、泄洪放空隧洞等组成；输水工程由取水口、隧洞进口有压段、隧洞竖井段、隧洞无压段、剪彩河出口等组成。

环境保护工程主要包括：生态流量泄放设施、分层取水设施、生态灌溉输水管、鱼道工程、鱼类增殖站、旁路系统工程、鱼类栖息地建设及连通性恢复工程、拦鱼栅网等。

车马碧水库工程项目组成表见表 3.1-2。

表 3.1-2 车马碧水库工程项目组成表

工程项目		工程项目组成		变更情况	
		环评阶段	实施阶段		
主体工程	水库枢纽工程	挡水建筑物	大坝为混凝土面板堆石坝，坝顶高程 1943.2m，最大坝高 52m，坝顶宽度 8m，坝轴线长 214.0m。	大坝为混凝土面板堆石坝，坝顶高程 1943.2m，最大坝高 52m，坝顶宽 8m，坝顶长 224m。坝体从上游到下游分为垫层区、过渡区、主堆石区、下游堆石区，面板上游设坝前覆盖区，周边缝下游侧设置特殊垫层区。大坝坝基防渗采用帷幕灌浆。	基本一致
		泄洪建筑物	溢洪道布置于左岸坝肩，由引渠段、控制段、泄槽段、消力池段及出口护坦段组成，全长 343m，堰顶高程 1932.5m，堰净宽 10m，采用底流消能。	溢洪道布置在左岸坝肩，为岸边有闸控制溢洪道，由引渠段、控制段、泄槽段、联合消力池段及出口护坦段组成，全长 344.993m，堰顶高程 1932.5m。堰型采用驼峰堰。	基本一致
		泄洪放空隧洞	泄洪放空隧洞布置于左岸，平行于溢洪道布置，泄洪放空隧洞全长 637.0m，洞身段长为 456.5m。	泄洪放空隧洞布置在左岸，与导流洞后段结合，全长 614.567m。最大下泄流量 211.8 m ³ /s。洞身段长 437.00m。	基本一致
	输水工程	输水隧洞总长 29.56km，由进口明渠段、有压段、竖井闸室段、洞内消能段、无压段、出口明渠段组成，最大输水流量为 5.8 m ³ /s。竖井取水采取分层取水方式，取水口底板高程分别为 1911.50m、1924.50m。	输水隧洞全长 29.623km，由进口明渠段、有压段、竖井闸室段、无压段、出口明渠段组成，最大输水流量为 5.4m ³ /s。隧洞进口设置上层和底层进水口，上层进水口底板高程 1924.5m、底层进水口底板高程 1911.5m。	基本一致 局部调整	
施工辅助工程	导流工程	上游围堰、下游围堰，泄洪放空隧洞导流洞。	上游围堰、下游围堰，泄洪放空隧洞导流洞。	基本一致	
	施工分区及施工辅企	大坝施工区、象山 1#石料场施工区、1#~11#支洞施工区、隧洞出口施工区；象山 1#石料场砂石骨料加工系统、新发村砂石骨料加工系统、混凝土拌和系统、钢木加工厂、骨料堆放场、钢筋堆放场、木材堆放场、工地试验室、施工机械停放场、水泥库、工具和材料仓库以及综合仓库等。	大坝施工区、象山 1#石料场施工区、1#~11#支洞施工区、隧洞出口施工区；象山 1#石料场砂石骨料加工系统、混凝土拌和系统、钢木加工厂、骨料堆放场、钢筋堆放场、木材堆放场、工地试验室、施工机械停放场、水泥库、工具和材料仓库以及综合仓库等。	基本一致 局部调整	
	施工生活营地	枢纽工程 1 个施工生活营地；输水工程 12 个施工生活营地。	枢纽工程 1 个施工生活营地；输水工程 12 个施工生活营地。	基本一致	
	场内交通	枢纽工程新建、改扩建 9 条场内临时道路，总长 10.9km；输水隧	新建、改扩建 10 条场内临时道路；输水隧洞新建 7 条场内临时	基本一致 局部调整	

工程项目	工程项目组成		变更情况	
	环评阶段	实施阶段		
	洞新建 7 条场内临时道路，总长 4.0km，新建临时跨河桥 2 座。	道路，总长 4.0km，新建临时跨河桥 2 座。		
料场	枢纽工程 2 个石料场（象山 I#、象山 II#），1 个土料场（大罗贵围堰土料开采料场。）； 输水工程 2 个石料场（尹堡石料场和新发村石料场）。	枢纽区：仅启用象山石料场，大罗贵土料场未启用。 输水工程：利用洞挖料，未启用料场。	局部调整	
渣场	枢纽工程 3 个弃渣场； 输水工程 11 个弃渣场。	枢纽区：启用了 1#、3#，原 2#弃渣场取消，1#渣场调整位置。 输水工程：启用了 10 个弃渣场，取消了保家营弃渣场。	局部调整	
建设征 地及移 民安 置	建设征 地	工程建设征地总面积 13704.19 亩，永久征地面积 12463.89 亩、施工临时占地面积 1240.30 亩。	工程建设征地总面积 13819.15 亩。永久征地 11751.27 亩，施工临时占地面积 2067.88 亩。	基本一致 局部调整
	库区清 理工程	库区共需清理建（构）筑物 16370.67m ² 、清理林地 2853.5 亩、清理园地 501.28 亩、清理迹地 7.37km ² 、清理零星林木 50395 株、清理粪池 509 处、清理畜牧栏 12323.51m ² 、清理坟墓 174 冢、清理易漂浮物 7.84km ² 、灭鼠 507 户。	清理建筑物 150315.92 m ² 及水窖 155m ³ 、水井 6 口、围墙 19648.48 m ² 、各种桥梁 17 座等构筑物；清理林地 2755.6 亩、园地 592.37 亩、零星林木 47139 株（丛）；清理林质门窗、杆材等 1908.31 m ² 、农作物秸秆 65441.92 亩、林木枝桠 2755.6 亩；清理集中堆放生活垃圾场地 16 处；清理沼气池 155 个、厕所 1978.06 m ² 、牲畜栏 12557.78 m ² 、坟墓 174 冢。	基本一致 局部调整
	移民安 置	规划水平年工程生产安置人口 2353 人，工程搬迁安置人口 543 户 1977 人。共布置了 8 个移民安置点，其中组内后靠集中安置点 5 个、居委会内跨组后靠集中安置点 3 个。	规划水平年生产安置人口为 2363 人，搬迁安置总人口为 544 户 2193 人。共规划 9 个集中安置点和 5 个分散安置点。	局部调整
	专项设 施复建	王家庄至干冲县道四级公路及农村道路复建，其中改复建四级公路 2.77km；农村道路新建 4.57km、改扩建 1.30km；机耕路新建 6.53km、改扩建 1.06km；还包括输电线和通讯光缆复建等。	对发腾至云水厂段县道四级公路进行改复建处理，长 2.576km，新建 156.16m 长公路连接桥 1 座；对角家至车章段县级四级公路进行路基防护，长 1.953km，对车章桥 1 座桥墩进行加固防护；对农村基本级道路进行改复建、新建和硬化处理，其中改复建长 17.615km，新建 7.753km，硬化 9.862km；新建机耕路 6.169km。	基本一致 局部调整

工程项目		工程项目组成		变更情况
		环评阶段	实施阶段	
环境保护工程	鱼道工程	鱼道布置在大坝左岸，由进口明渠段、隧洞段和出口组成。采用垂直竖缝式鱼道，总长约2.741km。进口布置在泄洪放空隧洞下游约50m，进口底板高程为1892.3m；出口区域布置在库区左岸距大坝约360m，设置了7扇鱼道出口，每个出口适应1.5m的水位变幅，出口底板高程分别为1928.0m、1929.5m、1931.0m、1932.5m、1934.0m、1935.5m、1937.0m。	鱼道布置于大坝左岸，由明槽段（含进口明渠段、进口回转爬升段、傍山明渠段）、隧洞段、出口回转爬升段、闸室段组成，全长2.64km，其中隧洞段长703.7m，明槽段长1997.3m。设置7个出口，分别由1.5m水位变幅的闸室控制。7#出口闸室为底层闸室，底板高程为1927.5m，1#~6#闸室出口高程分别为1929.00m、1930.50m、1932.00m、1933.50m、1935.00m、1936.50m。	基本一致 局部调整
	鱼类增殖站	鱼类增殖站位于坝址下游约250m的河道左岸滩地，占地16亩，包括综合楼、催产孵化车间、鱼苗培育车间、鱼种培育车间等。采用循环水工艺。总放流规模16万尾/年。增殖放流对象为滇池金线鲃、云南盘鮈、云南光唇鱼。	鱼类增殖站位于坝下河道左岸滩地，包括综合楼、催产孵化车间、鱼苗培育车间、鱼种培育车间等。采用循环水工艺。总放流规模16万尾/年。放流对象为滇池金线鲃、云南光唇鱼和云南盘鮈。	基本一致
	生态流量泄放设施及生态流量在线监测设施	通过钢管管径为 $\Phi 670\text{mm}$ 的生态灌溉输水管下泄生态流量，钢管在库区水位进口设在弧形工作门后隧洞竖井边墙上，上部通过浮筒分层取水，中间沿竖井边墙、隧洞底板埋设，在出口明渠（0+470.00m）处抬升并转出明渠边墙，沿消力池边墙延伸至鱼道内，通过鱼道进口下泄流量。鱼道进口下游50m处布置河道生态流量在线监控装置。采用超声波流量计在线监测。	将生态灌溉输水管两个取水口布置在竖井右侧边墙上，其中上层取水口底板高程1924.5m，下层取水口底板高程1914.5m，两取水口前均设置拦污栅，共用一道平板钢闸门。下层取水口闸门槽后为生态灌溉输水管 $\Phi 800\text{mm}$ ，钢管壁厚8mm，管道全长340m。管道沿竖井边墙埋设到竖井底板1898m高程后转而沿隧洞底板向隧洞出口方向埋设。	局部调整
	分层取水设施	枢纽区分层取水采用筒式取水口+固定取水口，在高程1920.00m的泄洪洞取水塔侧壁上开 $\Phi 1500\text{mm}$ 的孔，表层水流通过具有可伸缩性的不锈钢波纹管进入生态管下泄生态流量。	枢纽区分层取水采用固定式分层取水口，在取水塔底板高程1924.50m、1914.50m分别设置上、下两层取水口。	方式变更 （浮筒式取水改为固定分层取水）
	输水隧洞设取水竖井1座，在取水竖井1924.50m、1911.50m高程分别设置上、下两层取水口。	输水隧洞设取水竖井1座，在取水竖井1924.50m、1911.50m高程分别设置上、下两层取水口。	基本一致	

工程项目	工程项目组成		变更情况	
	环评阶段	实施阶段		
环境保护工程	流域连通性恢复及其它工程生态流量下泄设施	<p>①车马碧坝址下游 8.2km 石仙人滚水坝修建过鱼设施，设置生态流量泄放管，下泄流量不小于 1.313m³/s；鱼道进口下游 50m 处布置一个河道生态流量在线监控装置，采用超声波流量计进行在线监测。</p> <p>②车马碧库尾以上 5.5km 滚水坝修建过鱼设施，并通过其下泄一定的生态流量，最小下泄流量不小于本断面多年平均天然流量的 13.2%。</p> <p>③车马碧库尾以上 2.0km 滚水坝拆除。</p> <p>④支流白塔河汇口以上 6.0km 滚水坝修建鱼道。</p> <p>⑤建议结合凤龙湾坝后电站运行，优化水库调度运行方案，为下泄生态流量提供保障，建议最小下泄流量不小于 1.13m³/s。</p>	<p>①石仙人滚水坝修建池式鱼道，位于马龙区马过河街道办事处新车站村委会，现场施工用地 430m²（农田）。</p> <p>②库尾以上 5.5km 的滚水坝修建池式鱼道，位于马龙区鸡头村街道办高视槽居委会八角洞村，现场施工用地 883m²（农田）。</p> <p>③拆除距车马碧库尾 2.0km 的滚水坝，位于马龙区王家庄镇土官寨村，前期已完成征地。</p> <p>④白塔河汇口以上 6km 的滚水坝位于马龙区旧县街道办事处白塔居委会白塔桥道路旁，拆除。</p> <p>⑤库尾马龙河 2#、3#、4#滚水坝修建鱼道（均位于土官寨村，已完成征地）。</p>	局部调整
	鱼类栖息地保护措施	将车马碧坝址至凤龙湾库尾之间的 11km 干流、车马碧库尾以上 7km 干流、白塔河支流汇口至四旗田水库坝址 16km 的河段为栖息地保护河段。并建议四旗田水库泄放生态流量。	<p>马龙河干流 2 处：从车马碧水库坝址至凤龙湾库尾之间约 11km 的河段；车马碧库尾以上约 7km 的河段。</p> <p>白塔河支流 1 处：从白塔河支流汇口至四旗田水库坝址约 16km 的河段。</p>	待政府批文出台
	移民安置环保工程	生活垃圾收集处置，生活污水采用“氧化塘+快渗池”处理工艺处理。	生活垃圾收集处置，9 个集中安置区生活污水均采用“氧化塘+快渗池”处理工艺处理。	基本一致
	环境治理工程	建设马龙河旁路系统工程，马龙河建设规模为 100000m ³ /d，车章河建设规模为 10000m ³ /d，白塔河建设规模为 10000m ³ /d。处理工艺以挺水植物表面流湿地为主体，组合少量氧化塘。	建设马龙河旁路系统，马龙河处理规模调整为 8000m ³ /d；车章河旁路系统取消（占地被划为基本农田），白塔河建设规模调整为 6000m ³ /d。处理工艺采用“塘+表流湿地”。	规模调整

3.1.3 开发任务

可研阶段车马碧水库工程的开发任务是：工业供水和农业灌溉供水，并为改善受水区河道内水环境创造条件。供水对象为曲靖市西城工业园区（工业供水）、旧县和马过河工业园区（工业用水）和曲靖灌区的农田（灌溉供水）。多年平均供水

量 7103 万 m³，其中供本区旧县、马过河工业园供水量 169 万 m³，外调供曲靖市西城工业园区工业用水 3029 万 m³，供曲靖市农田灌溉用水 3905 万 m³，（包括西河水库灌区 1413 万 m³，潇湘水库灌区 1387 万 m³，莲花田水库灌区 1105 万 m³）。

环境影响报告书提出“考虑到车马碧水库本流域工业供水对象旧县、马过河工业园区位于牛栏江上游保护区中的重点污染控制区，不宜新建工业园区，加之此工业园区并未正式批复，故建议取消本项目向旧县、马过河工业园区供水 169 万 m³ 的供水任务”。环评批复要求“根据《云南省牛栏江保护条例》，不得向位于重点污染控制区内的旧县、马过河工业园区供水，多出的水量优先用于车马碧水库坝下游河流生态用水”。

根据《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水计划和调度方案》，实施阶段工程开发任务未发生变化，仍是工业供水和农业灌溉供水，并为改善受水区河道内水环境创造条件。供水对象主要为曲靖市西城工业园区（工业供水）和曲靖灌区（灌溉供水），多年平均供水量 7135 万 m³，其中工业供水 3739 万 m³，农业供水 3396 万 m³（其中，西河水库灌区 1394 万 m³，潇湘水库灌区 1368 万 m³，莲花田水库灌区 634 万 m³），通过农业灌溉供水置换为曲靖主城区和陆良县城新增供给约 3400 万 m³ 优质水量。车马碧水库工程开发任务及供水对象见表 3.1-3。

表 3.1-3 车马碧水库工程开发任务及供水对象 单位：万 m³

项目		环评阶段	设计阶段	备注	
开发任务		工业供水和农业灌溉供水，并为改善受水区河道内水环境创造条件	工业供水和农业灌溉供水，并为改善受水区河道内水环境创造条件	未变化	
供水水源		马龙河车马碧水库	马龙河车马碧水库	未变化	
供水对象及规模	总供水量	7103	7135	基本未变	
	工业供水	工业供水量	3198	3739	基本未变
		曲靖市西城工业园区	3029	3739	基本未变
		旧县和马过河工业园区	169	--	取消
	农业供水	曲靖灌区总水量	3905	3396	基本未变
		①西河水库灌区	1413	1394	基本未变
		②潇湘水库灌区	1387	1368	基本未变
		③莲花田水库灌区	1105	634	基本未变

根据《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水计划和调度方案》，工业供水对象未包括旧县和马过河工业园区。

3.1.4 工程规模

车马碧水库工程等别为II等，工程规模为大（2）型，总库容为12449万m³，正常蓄水位为1938.5m，正常蓄水位以下库容10335万m³，死水位为1915.3m，死库容1354万m³，兴利库容为8981万m³。

工程特性表详见表3.1-4。

表 3.1-4 车马碧水库工程工程特性变化表

指标	单 位	工程特性	
		环评阶段	初设阶段
一、水文			
1.流域面积			
全流域	km ²	1005	1005
坝址以上流域面积	km ²	595	595
2.利用水文系列年限			
	年	60	62
3.多年平均天然年径流量			
	亿 m ³	2.17	2.16
4.代表性流量			
多年平均流量	m ³ /s	6.87	7.12
设计洪水标准及流量	m ³ /s	561 (P=1%)	561 (P=1%)
校核洪水标准及流量	m ³ /s	936 (P=0.05%)	1123 (P=0.05%)
施工导流标准及流量	m ³ /s	29.1 (枯期 P=1%)	29.1 (枯期 P=1%)
5.洪水			
设计洪水洪量(1d)	万 m ³ /s	3489	3849
校核洪水洪量(1d)	万 m ³ /s	5934	7120
6.泥沙			
多年平均悬移质输沙量	万 t	20.2	20.2
多年平均含沙量	kg/m ³	0.932	0.932
多年平均推移质输沙量	万 t	2.0	2.0
二、水库			
1.水库水位			
校核洪水位 (P=0.05%)	m	1941.2	1941.2
设计洪水位 (P=1%)	m	1938.8	1938.75
正常蓄水位	m	1938.5	1938.5
死水位	m	1915.3	1915.3

指标	单位	工程特性	
		环评阶段	初设阶段
2.正常蓄水位时水库面积	km ²	7.42	7.18
回水长度（马龙河干流）	km	20.95	
3.水库容积			
总库容	万 m ³	12449	12449
正常库容	万 m ³	10335	10335
兴利库容	万 m ³	8981	8981
死库容	万 m ³	1354	1354
4.库容系数		0.51	0.51
5.水量利用系数		0.41	0.41
6.调节特性		年调节	年调节
三、工程效益指标			
1.总供水量（水库直供）	万 m ³	7103	7135
其中：工业供水量	万 m ³	3198	3739
农业灌溉供水量	万 m ³	3905	3396
2.灌溉面积	万亩	6.38	5.48
四、淹没损失及工程占地			
1.淹没耕地	亩	7078.07	6391.48
其中：水田	亩	4535.29	4031.55
旱地	亩	2542.78	2359.93
2.淹没果园	亩	501.28	592.37
3.淹没林地	亩	2853.50	2591.16
其中：有林地	亩	2409.26	1576.66
灌木林	亩	444.24	1014.50
生态公益林	亩	75.15	
4.搬迁移民人口(设计水平年)	人	1977	2193
生产安置人口（设计水平年）	人	2534	2363
5.永久工程占地	亩	12463.89	11751.27
其中：耕地	亩	7358.48	6655.89
林地	亩	3097.40	2859.48
园地及其它	亩	2008.01	2235.9

指标	单位	工程特性	
		环评阶段	初设阶段
6.施工临时占地	亩	1240.30	2067.88
其中：耕地	亩	837.11	1654.01
林地	亩	277.39	260.80
园地及其它	亩	125.8	153.07
五、主要建筑物及设备			
1. 枢纽拦河坝型式		混凝土面板堆石坝	混凝土面板堆石坝
基础特性		志留系关底组强风化泥岩	志留系关底组强风化泥岩
地震基本烈度	度	VIII（动峰值 0.311g）	VIII（动峰值 0.311g）
坝顶高程	m	1943.2	1943.2
最大坝高	m	52	52
坝顶长度	m	214	224
主要工程量			
其中：坝基开挖土石方	m ³	164488	151704
2. 水库枢纽溢洪道			
型式		有闸控制	有闸控制
堰顶高程	m	1932.5	1932.5
宽顶堰净宽	m	10	10
设计下泄流量	m ³ /s	277.0	276.7
校核下泄流量	m ³ /s	455.0	454.4
消能型式		底流式	底流式
长度	m	343.0	345
3. 水库枢纽泄洪放空隧洞			
型式		竖井前有压、后无压	前段有压、后段无压
有压段洞径	m	4.5（圆形）	3.2×4.0（矩形）
无压段断面尺寸	m	4.5×6.0（城门洞型）	4.0×5.0（圆拱直墙型）
泄洪放空隧洞进口底板高程	m	1899.39	1915.3
设计下泄流量	m ³ /s	277.0	204.8
校核下泄流量	m ³ /s	455.0	211.8
消能型式	m ³ /s	底流式	底流式

指标	单位	工程特性	
		环评阶段	初设阶段
4. 输水建筑物			
断面尺寸	m	2.5×3.0	2.5×3.0
总长	m	29560	29623
设计流量	m ³ /s	5.8	5.4
隧洞型式		城门洞形, 无压	前段有压、后段无压
进口底板高程	m	1911.50	1911.50
出口底板高程	m	1897.47	1899.69
有压段长度	m	69.0	16.8
六、施工			
1. 主体工程工程量			
明挖土石方	万 m ³	32.06	38.72
土石方填筑	万 m ³	56.83	60.02
洞挖石方	万 m ³	52.18	53.39
浆砌石方	万 m ³	0.84	0.77
砼和钢筋砼	万 m ³	21.96	24.85
2. 主要建筑材料			
水泥	万 t	12.7	12.7
钢筋	万 t	1.7	1.8
油料	万 t	0.56	0.56
炸药	t	1380	1380
3. 所需劳动力			
平均高峰人数	人	2160	2160
高峰工人数	人	2802	2989
4. 交通			
新建进场道路	km	15.8	17.2
进场道路改扩建	km	10.0	7.4
新建场内道路	km	13.50	12.25
场内道路改扩建	km	1.40	2.5
5. 施工占地	亩	1033.5	1828.45
6. 施工总工期	月	54	54

3.1.5 工程总体布局

大坝位于马龙河干流；溢洪道布置在大坝左岸岸坡，为岸边有闸控制溢洪道，全长 344m；泄洪放空隧洞平行于溢洪道布置于大坝左岸，全长 614m。

输水线路长 29.623km。隧洞进口位于三家村下马龙河河谷转弯处的左岸，在面店水库下游王大屯村附近出洞，隧洞出口与面店水库下游剪彩河河道连接，水流经剪彩河进入白石江后最终归入南盘江。隧洞由进口有压段、竖井段、无压段组成，隧洞进口底板高程 1911.5m，出口底板高程 1897.47m。

车马碧水库工程总平面图布置见附图 5。

3.1.6 工程施工布置

(1) 施工总布置

据现场调查，枢纽工程施工较为集中，施工分大坝施工区和石料场施工区 2 个区施工场地。坝址下游左岸车马碧村附近设置 1 个生产生活区，大坝上游左岸平坦位置设置生产区，负责坝址区的施工；象山石料场附近布置砂石加工厂 1 座，生产区在砂石加工厂内统筹设置，负责石料场和土料场的开采、运输以及砂石加工系统的运行管理。

输水隧洞线路施工布置较为分散，在 1#~11#支洞口及隧洞出口分别布置一个施工区，每个施工区布设一个施工营地，并相应布置 1 个弃渣场。

(2) 料场

环评阶段枢纽工程共选择石料场 2 个：象山 I#石料场、象山 II#石料场的 C 区开采料场；土料场 1 个：大罗贵围堰土料开采料场。象山 I#石料场位于库区，坝址东北侧的车章河与马龙河交汇口以北 400m~600m 处车章河左岸，高程为 1904m~2016m，有用层储量为 207.7 万 m³。象山 II#石料场位于距象山 I#石料场约 200m~500m 的车章河上游左、右岸，距坝址运距约 5.3km。大罗贵围堰土料场位于库内大罗贵村北面，马龙河与白塔河相交三角地带的一级阶地之上，至坝址区运距约 1.5km，分布高程 1900m~1903m，有用层储量 44.41 万 m³。

输水工程共选择石料场 2 个：尹堡石料场和新发村石料场。尹堡石料场位于王家庄公社南西方向约 3km 处，尹堡村以西，该料场现由私人开采，具备完整的砂石骨料加工系统，系统生产能力为 180t/h。新发村石料场位于输水隧洞中部北侧煤机厂以西约 700m 处，直线距离输水隧洞约 4.5km。

据现场调查，车马碧枢纽工程仅启用了象山 I #石料场。输水工程利用洞渣，两个石料场均未启用。

(3) 渣场

环评阶段枢纽工程区设置 3 个弃渣场。其中 1#弃渣场位于坝址下游左岸冲沟，2#弃渣场位于库内大罗贵附近，3#弃渣场位于象山石料场附近。输水隧洞沿线设置 11 个弃渣场。

据调查，枢纽区 2#弃渣场未启用，1#弃渣场由于受鱼道布置影响调整到马龙河右岸（鱼类增殖站对面）。输水工程区保家营渣场取消，共启用了 10 个弃渣场，各渣场具体情况见表 3.1-5。

表 3.1-5 工程弃渣统计情况表

工程区	弃渣场名称	类型	堆渣量 (m ³)	弃渣来源
枢纽区	1# 枢纽区 1#弃渣场	沟道型	480732	大坝、溢洪道、鱼道等
	2# 枢纽区 2#弃渣场	库区型	0	未启用
	3# 枢纽区 3#弃渣场	库区型	21125	石料场无用层剥离料
输水线路区	1# 大石洞弃渣场	沟道型	38951	隧洞进口、1#支洞等
	2# 上罗贵弃渣场	沟道型	61657	2#施工支洞、道路开挖等
	3# 梨树坝弃渣场	沟道型	48654	3#施工支洞、道路开挖等
	4# 长坡岭弃渣场	沟道型	64684	4#施工支洞、道路开挖等
	5# 盛家田弃渣场	沟道型	11058	5#施工支洞、道路开挖等
	6# 保家营 1#渣场	沟道型	0	取消
	7# 杨外营弃渣场	沟道型	4615	6#、7#施工支洞开挖等
	8# 前进弃渣场	沟道型	31521	8#施工支洞、道路开挖等
	9# 大海哨弃渣场	沟道型	2108	9#施工支洞、道路开挖等
	10# 响水弃渣场	沟道型	12086	10#施工支洞、道路开挖等
	11# 王大屯弃渣场	沟道型	33238	11#施工支洞、隧洞出口等

3.2 项目建设过程

3.2.1 工程设计及批复过程

车马碧水库工程于 2006 年开始筹建，2017 年 11 月开工建设，工程前期工作内容及批复见表 3.2-1。

表 3.2-1 工程前期主要工作审批过程及批复情况

工作阶段	主要工作内容	文号
项目建议书阶段	2007年4月,云南省水利水电勘测设计研究院与曲靖市能阳水利勘察设计院有限公司编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程项目建议书》。	
	2007年5月,江河水利水电咨询中心组织专家对项目建议书进行了技术咨询,开发任务调整为:向曲靖市南海子工业园区和西城工业园区供水。	
	2013年3月,云南省水利水电勘测设计研究院完成《云南省曲靖市车马碧水库工程水资源配置专题报告》,水库开发任务调整为:工业供水和农业灌溉供水,并为改善受水区河道内水环境创造条件。	
	2013年5月,云南省水利水电勘测设计研究院根据水库功能调整重新编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程项目建议书》。	
	2013年6月,水利部水利水电规划设计总院在北京召开会议,对《云南省曲靖市车马碧水库工程项目建议书》进行了审查。	
	2013年10月,水利部水利水电规划设计总院以“关于报送云南省曲靖市车马碧水库工程项目建议书审查意见的报告”上报水利部。	水总设(2013)1000号
	2014年3月,水利部以“水利部关于报送云南省曲靖市车马碧水库工程项目建议书审查意见的函”转报国家发展与改革委员会。	水规计(2014)1号
	2015年2月,受国家发展和改革委员会委托中国水电顾问集团公司组织专家对《云南省曲靖市车马碧水库工程项目建议书》进行了评估。	
2015年7月,国家发展和改革委员会下发“国家发展改革委关于云南省车马碧水库工程项目建议书的批复”。	发改农经(2015)1644号	
可行性研究阶段	2015年12月,水利部水利水电规划设计总院对《云南省曲靖市车马碧水库工程可行性研究报告》进行了审查。	
	2016年11月,国家发展和改革委员会委托中国水利水电建设工程咨询有限公司对《云南省曲靖市车马碧水库可行性研究报告》进行了评估。	
	2016年12月,国家发改委对《云南省曲靖市车马碧水库工程可行性研究报告》进行了批复。(见附件2)	发改农经(2016)2843号
初步设计阶段	2017年4月,云南省水利厅委托水利部水利水电规划设计总院对《云南省曲靖市车马碧水库工程初步设计报告》进行了评审。	
	2017年8月,云南省水利厅对《云南省曲靖市车马碧水库工程初步设计报告》进行了批复,同意曲靖市车马碧水库工程开工建设。(见附件3)	云水规计(2017)48号

3.2.2 环评制度执行过程

环境影响评价工作在项目可行性研究阶段同步开展,环评文件审批过程如下:

2015年7月,曲靖市车马碧水库工程建设管理局委托我院承担车马碧水库工程环境影响报告书的编制工作。

2015年12月,我院编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告

书》，水利部水利水电规划设计总院于 12 月 21~22 日在北京主持召开环境影响报告书预审会，提出了补充完善意见，会后我院根据意见对报告书进行了修改完善。

2016 年 7 月 11 日至 13 日，原环保部环境工程评估中心在昆明市组织召开了《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》技术评估会，会后我院根据评估意见对报告书进行了补充完善，完成《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》（报批稿）。

2016 年 9 月 24 日，原环境保护部以环审〔2016〕125 号文对《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》进行了批复。见附件 1。

3.2.3 工程建设过程

2017 年 11 月 16 日，车马碧水库工程建设管理局提交申请开工备案，上报曲靖市水务局、云南省水利厅。12 月 5 日，云南省水利厅批准开工备案申请。车马碧水库工程主体工程及配套工程建设过程见表 3.2-2。

表 3.2-2 车马碧水库主体工程开工建设过程

工程名称	工程建设过程
泄洪放空隧洞 (兼导流洞) 工程	2018 年 7 月 10 日，导流泄洪放空隧洞贯通。
	2018 年 11 月 16 日，生态输水管道全部安装完成。
	2018 年 12 月 30 日，河道截流。
	2020 年 1 月 4 日，完成所有分部内容。
拦河面板堆石 坝工程	2018 年 9 月 1 日，大坝基础开挖与处理开工。
	2019 年 4 月 28 日，达到度汛高程 1926.00m。
	2020 年 4 月底，完成剩余坝顶部分。
溢洪道工程	2017 年 10 月 25 日，开始施工。
	2020 年 1 月 18 日，完成引渠段所有分部内容。
输水隧洞工程	2018 年 7 月 13 日，支洞开挖完成。
	2020 年 6 月 28 日，竖井浇筑完工。
	2020 年 5 月 16 日，完工。
鱼道工程	2021 年 3 月开工建设，鱼道工程已贯通，进出口已基本建设完成。
鱼类增殖站	土建工程和设备安装工程已完成。
鱼类栖息地	河道恢复工程已完成前期征地，保护批文待马龙区政府批复后实施。
旁路系统	2021 年 12 月 31 日方案已通过专家评审，目前开始招标工作

3.2.4 主要参建单位

根据工程分标规划及实施情况，建设单位、设计单位、施工单位等见表 3.2-3。

表 3.2-3 车马碧水库工程主要参建单位

主要参建单位	主要参建单位名称
建设单位	曲靖市车马碧水库工程建设管理局
设计单位	云南省水利水电勘测设计研究院
环评单位	中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司
工程监理单位	枢纽区工程监理：黄河勘测规划设计有限公司
	输水隧洞工程监理：中科华水工程管理有限公司
环保水保监理单位	中科华水工程管理有限公司
环境监测单位	云南环绿环境检测技术有限公司
水保监测单位	长江勘测规划设计研究有限责任公司
主要施工单位	枢纽工程区土建标：云南建投第一水利水电建设有限公司
	输水隧洞 1 标：云南建投第一水利水电建设有限公司
	输水隧洞 2 标：水利部长江水利委员会陆水枢纽工程局
	输水隧洞 3 标：中铁十二局集团有限公司
	移民安置区环保措施施工：云南誉达市政工程有限公司
	移民安置区水保措施施工：云南省宣威市城南建筑有限公司
	鱼类增殖站建设及初期运行：武汉中科瑞华生态科技股份有限公司、佳伟建设集团有限公司
鱼道及码头建设单位：水利部长江水利委员会陆水枢纽工程局	

3.3 项目变动情况

3.3.1 主体工程建设调整

主体工程不涉及重大设计变更，仅有局部调整。其中：大坝仅对坝基局部清基加深，属一般性调整。溢洪道在施工过程中根据实际地质条件、设备等原因作出局部优化调整，均属一般设计变更。

3.3.2 施工布置及方案调整

(1) 料场调整

环评阶段设计的石料场仅启用了 1 处，即枢纽区的象山 I #石料场，象山 II #C

区石料场和大罗贵土料场未启用。输水隧洞工程全部利用洞渣，环评阶段设计的新发村石料场和尹保村石料场均未启用。

(2) 渣场调整

环评阶段设计的枢纽区 2#弃渣场取消，1#弃渣场因与鱼道布置位置重叠，调整至河道右岸，新增从坝址至 1#弃渣场施工道路；输水工程区的保家营弃渣场取消，依托杨家营弃渣场。

(3) 移民安置人数及安置方案局部调整

环评阶段规划水平年共需搬迁安置 1977 人，选择了 8 个集中移民安置点和 8 个后靠安置点。根据《云南省曲靖市车马碧水库工程下闸蓄水阶段建设征地移民安置终验报告》，车马碧水库工程共实施完成 9 个集中安置点基础设施建设，完成搬迁安置 513 户 2125 人。

3.3.3 主要环保措施调整

(1) 低温水减缓措施（坝前取水方式）

环评报告书根据下游生态保护需要和水温计算分析结果，提出 3~7 月有分层取水需求。为了分析各分层取水方案低温水改善效果，报告对坝前竖井生态、灌溉取水方式拟定了两个方案（方案一：固定式分层取水和方案二：浮筒式取水口+固定取水口）进行比选，综合分析结果认为两方案均可以起到良好的水温改善效果，由于方案二（浮筒取水+固定取水口）运行较为灵活，更易取到表层水，水温改善效果也较方案一优，故推荐方案二。

初设阶段，设计单位通过市场调查，认为在下放流量较大的情况下方案二（浮筒式取水口+固定取水口）存在较大的技术问题，以目前国内浮动式取水口技术的发展水平难以解决。因此，初设单位对分层取水措施进行了进一步研究，并综合考虑环评阶段水温减缓效果预测结果，推荐采用方案一：固定式分层取水口。

大坝截流时从导流泄洪放空隧洞进口底板高程 1899.412m 下放生态用水，设两层取水口，上层取水口（孔口尺寸 1.5m×1.8m）设置于 1924.5m 高程的竖井壁上，后接 1.5m×1m（长×宽）的过水竖井，下层取水口（孔口尺寸 1.5m×1.8m）设置于 1914.5m 高程的竖井壁上，后接 Φ800mm 的 Q235B 钢管。分层取水口为常规水工设计，技术上可行，水库运行通过上层、下层闸门开度控制表层水的下泄满足低温水减缓措施要求。

(2) 河道连通性恢复措施

环评要求：①车马碧坝址下游 8.2km 石仙人滚水坝修建过鱼设施，并通过鱼道下泄一定的生态流量，并设置生态流量泄放管，下泄流量不小于 $1.313\text{m}^3/\text{s}$ ；②车马碧库尾以上 5.5km 滚水坝修建过鱼设施，并通过其下泄一定的生态流量，最小下泄流量不小于本断面多年平均天然流量的 13.2%；③车马碧库尾以上 2.0km 滚水坝拆除；④支流白塔河汇口以上 6.0km 滚水坝修建鱼道；⑤建议结合凤龙湾坝后电站运行，优化水库调度运行方案，为下泄生态流量提供保障，建议最小下泄流量不小于 $1.13\text{m}^3/\text{s}$ 。

落实情况：①石仙人滚水坝修建池式鱼道，位于马龙区马过河街道办事处新车站村委会，现场施工用地范围（农田 430m^2 ）；②库尾以上 5.5km 的滚水坝修建池式鱼道，位于马龙区鸡头村街道办高视槽居委会八角洞村，现场施工用地范围（农田 883m^2 ）；③拆除距车马碧库尾 2.0km 的滚水坝，位于马龙区王家庄镇土官寨村，前期已经完成征地。④白塔河汇口以上 6km 的滚水坝改为拆除。新增位于库尾附近土官寨村的 2#、3#、4#滚水坝修建鱼道，已完成前期征地。

(3) 旁路系统

鉴于 2015 年-2016 年监测结果显示马龙河水质存在不满足水体功能要求的《地表水环境质量标准》III类标准要求，环评阶段提出“源头减排、过程控源和末端修复”的治理思路，对马龙河、车章河和白塔河三条主要入库河流建设旁路系统工程，采用组合型人工湿地（塘表湿地），以河流末端减污为主要目标，兼顾生态恢复，在对现有鱼塘（尤其是近岸深水鱼塘）基底修复的基础上，建立以挺水植物表面流湿地为主体，组合少量氧化塘的旁路处理系统，通过配水等辅助手段，对河水进行均匀配水及净化。处理以村落污染和农田面源为主的微污染河水，在污染源传输途径上削减入库污染物。

旁路系统设计方案的多次论证修改，于 2021 年 12 月 31 日通过专家评审，根据《云南省水利厅关于印送曲靖市车马碧水库旁路系统工程专项设计报告评审意见的通知》（附件 11）和《云南省曲靖市车马碧水库旁路系统工程专项设计报告评审意见》（附件 12）：

①根据 2020 年 12 月-2021 年 5 月先后 6 次对车章河进行水环境监测，现状水质均达到《地表水环境质量标准》III类标准要求，经综合论证，取消建设支流车章河旁路系统；

②考虑沪昆铁路桥安全、马龙河水质逐年转好等多种因素，确定马龙河旁路系统处理规模调整为 8000m³/d，采用“塘+表流湿地”处理工艺；

③白塔河旁路系统处理规模按初设阶段方案，确定为 6000m³/d，处理工艺为“塘+表流湿地”。

旁路系统工程建征地不涉及移民搬迁。

3.3.4 重大变动清单对照表

根据《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号）《水利建设项目（枢纽类和引调水工程）重大变动清单（试行）》，工程未发生重大变动，重大变动清单对照表见表 3.3-1。

表 3.3-1 车马碧水库工程重大变动清单对照表

分类	主要内容	环评要求	实际建设情况	是否发生重大变动
性质	1.主要开发任务发生变化	开发任务为工业供水和农业灌溉供水，并为改善受水区河道内水环境创造条件。	与环评一致。	否
	2.引调水供水水源、供水对象、供水结构等发生较大变化	水源区为拟建车马碧水库；供水对象为曲靖市西城工业园区、旧县和马过河工业园区（取消）、曲靖灌区；工业供水 3198 万 m ³ ，灌溉供水 3905 万 m ³ 。	供水水源未变；供水对象根据环评批复要求取消了旧县和马过河工业园区；供水结构微调，工业供水 3739 万 m ³ /a，农业供水 3396 万 m ³ /a。	否
规模	3.供水量、引调水量增加 20%及以上。	年平均供水量 7103 万 m ³ 。	年平均供水量 7135 万 m ³ 。	否
	4.引调水线路长度增加 30%及以上。	输水隧洞总长 29.56km。	输水线路总长 29.62km。	否
	5.水库特征水位如正常蓄水位、死水位、汛限水位等发生变化；水库调节性能发生变化	水库正常蓄水位 1938.5m，死水位 1915.3m，不设汛限水位；具有年调节性能。	与环评一致。	否
地点	6.坝址重新选址，或坝轴线调整导致新增重大生态保护目标。	坝址位于马龙河干流车马碧村上游约 600m。	坝址与环评阶段一致，未新增生态保护目标。	否
	7.引调水线路重新选线。	输水隧洞进口位于库区三家村附近，经大石洞、象头山、马龙县城、杨外营、前进水库、响水河南侧、面店水库南侧至王大屯村附近剪彩河。基本呈直线布置。	引调水线路未重新选线，与环评阶段一致。	否

分类	主要内容	环评要求	实际建设情况	是否发生重大变动
生产工艺	8.枢纽坝型变化；输水方式由封闭式变为明渠导致环境风险增加。	挡水建筑物为混凝土面板堆石坝，输水隧洞由进口明渠段、有压段、竖井闸室段、洞内消能段、无压段、出口明渠段组成。	坝型与环评阶段要求一致，输水方式未变化，未导致环境风险增加。	否
	9.施工方案发生变化直接涉及自然保护区、风景名胜、集中饮用水水源保护区等环境敏感区。	工程不涉及自然保护区、世界自然和文化遗产地、风景名胜、森林公园等环境敏感区。	未新增环境敏感区。	否
环保措施	10.枢纽布置取消生态流量下泄保障设施、过鱼措施、分层取水水温减缓措施等主要环保措施。	通过浮筒式取水口分层取水减缓低温水影响，建设生态流量管下泄生态流量，大坝左岸设置鱼道和鱼类增殖站，划分鱼类栖息地、设置拦鱼栅等主要环境保护措施。	主要环保措施与环评要求一致。仅坝前下泄流量分层取水方式由环评推荐的浮筒式调整为固定分层取水方式。	否

3.4 项目验收工况

截止 2022 年 2 月，工程已制订《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水计划和调度方案》，已完成水库库底环境保护清理和移民安置专项验收，已与主体工程同步建设分层取水设施，鱼道工程土建和鱼类增殖站土建及设备安装已基本完成。

3.4.1 水库库底环境保护清理

2018 年 10 月云南省水利水电勘测设计研究院编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程技施设计阶段水库库底清理技术方案》，对建（构）筑物清理、林木清理、易漂浮物清理、固体废物清理、卫生清理等均提出了具体要求。水库库底清理分三期实施：一期清理于 2018 年 12 月 10 日前完成，清理高程范围为截流后上游围堰最高拦洪水位 1902.48m 以下；二期清理于 2019 年 5 月底前完成，清理高程范围为度汛水位 1924.88m；三期清理于 2020 年 9 月底前完成，清理范围为第一期、二期以外的剩余清理范围。

2020 年 12 月 7 日，马龙区人民政府委托曲靖市马龙区车马碧水库工程建设指挥部开展了库底清理专项验收工作。12 月 8 日，马龙区人民政府以文件《曲靖市人民政府关于车马碧水库库底清理专项验收工作情况的报告》同意通过验收。曲靖

市马龙区疾病预防控制中心在《曲靖市马龙区疾病预防控制中心关于车马碧水库库底卫生清理验收评价意见书》中“库区卫生清理工作均符合规范要求，水库淹没线下不存在有害病菌及有害人体健康问题的污染物，符合卫生防疫要求，满足库底清理验收技术要求”。

马龙区人民政府对车马碧水库库底清理工作的专项验收意见见附件 8。

马龙区疾病预防控制中心对车马碧水库库底卫生清理验收意见见附件 9。

车马碧水库淹没范围图见附图 6。

3.4.2 建设征地与移民安置

2016 年 4 月，水利部、云南省人民政府批复了《车马碧水库工程建设征地移民安置规划大纲》（水规计〔2016〕174 号）；2016 年 9 月，云南省移民开发局批复了《车马碧水库工程可研阶段建设征地移民安置规划设计报告》（云移发〔2016〕159 号）；2017 年 8 月，云南省移民开发局对《车马碧水库工程初步设计建设征地移民安置规划报告》（云移发〔2017〕113 号）进行了批复。

根据云南省水利厅批复的《车马碧水库工程初步设计报告》（云水规计〔2017〕48 号），建设征地及移民安置投资 8.51 亿元。工程建设征地总面积 13819 亩，其中永久征地面积 11751 亩、施工临时占地面积 2068 亩。马龙区境内工程建设征地 13489 亩，其中，永久征地 11715 亩，工程临时占地 1774 亩，拆迁各类房屋面积 17.67 万平方米。工程淹没影响涉及旧县、马过河、王家庄 3 个乡镇（街道）、7 个村（居）委会 33 个村（居）民小组，其中，淹地淹房需搬迁安置 18 个村（居）民小组，涉及整村搬迁 3 个村（居）民小组（旧县街道大罗贵村，马过河镇三家村、川洞村），部分搬迁 15 个村（居）民小组。基准年（2017 年）搬迁安置人口 511 户 2121 人，至规划水平年（2020 年）搬迁安置人口 544 户 2193 人。安置采取以农业集中安置为主、分散安置为辅的方式，集中安置 521 户 2075 人，分散安置 23 户 118 人；共规划 9 个集中安置点和 5 个分散安置点。安置点分布见附图 12。

云南省曲靖市车马碧水库工程下闸蓄水阶段建设征地移民安置委员会于 2021 年 1 月 20 日主持召开了建设征地移民安置终验会议，形成了《云南省曲靖市车马碧水库工程下闸蓄水阶段建设征地移民安置终验报告》，主要内容及结论如下：

（1）验收范围

包括《云南省车马碧水库工程初步设计阶段建设征地移民安置规划报告》（以

下简称“规划报告”)确定的水库淹没影响区、枢纽工程建设区、移民安置区、专业项目改(复)建、防护工程等移民工程建设所在区域。

(2) 移民安置实施情况

①实物指标

根据“规划报告”,车马碧水库工程建设征地涉及2个县级行政区5个乡级行政区14个村(居)委会44个村(居)民小组、18个农村居民点和云水机械厂的部分旧址;工程建设征地总面积13819.15亩,其中永久征地面积11751.27亩,临时占地面积2067.88亩。

根据管理工作报告,车马碧水库工程完成永久征地11218.89亩,临时占地1434.40亩,完成土地补偿协议签订2742份,搬迁安置协议签订922份,按照签订的协议,基本完成土地等各类实物补偿兑付,兑付补偿补助资金22002.84万元。

②农村移民安置

根据“规划报告”,车马碧水库基准年涉及搬迁安置人口511户2121人,规划水平年涉及搬迁安置人口544户2193人,规划采取本村就近后靠集中安置为主,其中9个集中安置点共安置521户2075人,分散安置23户118人。

根据相关报件及现场检查,截止2020年12月31日,车马碧水库工程建设征地移民搬迁安置已全面完成,共实施完成9个集中安置点基础设施建设,完成513户2125人的搬迁安置,其中旧县街道完成安置209户809人(小水塘安置点集中安置161户606人、跑马场安置点集中安置9户36人、小冲凹安置点集中安置20户72人,另有19户95人自行在外建(购)房安置),马过河镇完成安置175户779人(关松树安置点集中安置96户444人、老瘦地安置点集中安置22户96人、茶园地安置点集中安置53户209人、另有4户30人采取分散安置),王家庄街道完成安置129户537人(井沟头安置点集中安置35户157人、四凹子安置点集中安置25户94人、大麦塘安置点集中安置56户222人、另有13户64人采取分散安置)。

经现场访问,移民对安置点基础设施及搬迁安置较为满意,移民生活条件较原来有较大提高。

③生产安置

根据“规划报告”,车马碧水库基准年生产安置人口为2261人,其中水库淹没影响区2198人、枢纽工程区55人、输水隧洞工程区8人;规划水平年生产安置

人口为 2363 人，其中水库淹没影响区 2300 人、枢纽工程区 55 人、输水隧洞工程区 8 人。规划采用农业安置为主、自行安置为辅的生产安置方式，对库周中低产耕地进行改造恢复生产。

实施过程中，因生产安置移民意愿发生变化，马龙区组织相关单位开展了生产安置方案意愿调查工作，仅旧县大罗贵居民小组 12 户选择配置土地，其余均选择一次性货币补偿自行安置。

2019 年 11 月 5 日，曲靖市马龙区搬迁安置办公室提交《曲靖市车马碧水库工程移民生产安置设计变更申请报告》，2019 年 12 月 27 日，云南省搬迁安置办以“云搬复〔2019〕106 号”文同意车马碧水库生产安置方案设计变更。

2020 年 4 月，云南省水利水电勘测设计研究院编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程技施阶段移民生产安置方案设计变更报告》，2020 年 6 月 8 日，云南省搬迁安置办以“云搬复〔2020〕26 号”文进行了批复，基本同意以一次性货币补偿后自行安置为主，对大罗贵居民小组提出统一调剂配置耕地需求的少部分农户，辅以农业安置的方案。

截止目前，马龙区按批复的生产安置变更方案基本完成生产安置工作，配置土地面积 54.5 亩，完成土地补偿 22002.84 万元（不含开发区补偿投资 604.33 万元）。

④工矿企业处理（云水机械厂旧址）

根据“规划报告”，车马碧水库淹没影响涉及原厂区高程在 1940.5m（浸没高程）以下的部分厂区房屋及附属建筑、设施设备实物，淹没主要实物成果为：办公用房 2008.7m²、车间厂房 9230.25m²、住房 474.77m²、厕所 162.73m²、铁门 1 道、晒场 17525.39m²、围墙 5498.73m²、水池 86.64m³、厂区绿化 58334m²，绿化树木 1944 株，设施主要为水泥电杆 51 根、抽水泵站 1 座、深井泵站 1 座和抽水站工作桥 1 座（长 40m）。

云水机械厂旧址处理概算投资 775.71 万元。根据实施工作报告，截止目前，已兑付云水机械厂旧址补偿费 400 万元。

⑤专业项目改（复）建及处理

铁路工程：车马碧水库工程库区淹没涉及沪昆铁路客运专线白塔铺特大桥、三家特大桥、上罗贵特大桥和马龙河 2#大桥桥墩合计 36 个，涉及贵昆铁路小车章双线特大桥和小车章老单线大桥桥墩合计 14 个。因贵昆铁路小车章老单线大桥已停用废弃，不再进行处理，水库库底清理时拆除；对淹没影响的其他桥梁桥墩进行加

固防护处理。根据实施工作报告和现场踏勘，已完成 48 个桥墩的防护工作，完成投资 1811.2 万元。

尹堡火车站供水站：车马碧水库淹没影响尹堡火车站供水站房屋 131.58m²、厕所 4 m²、铁门一道、水泥晒场 411.40 m²、水池 58 m³，零星树木 7 株。因贵昆铁路改线后，尹堡火车站已停用废弃，规划采取一次性补偿后，不再迁建。

公路工程：车马碧水库工程建设征地影响四级公路 4 条（王家庄~干冲、角家~车章、秧田冲~川洞、犁园哨~黄土坡）5.32km；农村道路 11 条（14 段）27.19km。规划对发腾至云水厂段县道四级公路进行改复建处理，长 2.576km，新建 156.16m 长公路连接桥 1 座；规划对角家至车章段县级四级公路进行路基防护，长 1.953km，对车章桥 1 座桥墩进行加固防护；规划对农村基本级道路进行改复建、新建和硬化处理，其中改复建长 17.615km，新建 7.753km，硬化 9.862km；规划新建机耕路 6.169km。根据实施工作报告，除县道四级公路改（复）建工程路面铺设和公路桥梁 2 座因林地手续审批时间延长导致正实施收尾工作外，其它工程已全面完工。经验收专家组现场踏勘，县道四级公路改（复）建工程路面还未铺设沥青，公路桥梁正在进行人行道护栏施工等收尾工作。

电力、通讯线路：根据实施工作报告和现场踏勘，电力、通信线路改（复）建工作由权属单位实施，现已全部完成，功能得到恢复。完成复建 110kV 线路 4.143km，35kV 线路 2.18km，10kV 及以下线路 20.78km，投资 713.11 万元；完成通讯线路改复建投资 118.33 万元。

⑥防护工程

根据“规划报告”，车马碧水库防护工程主要任务为对库尾 706.9 亩水田进行垫高防护。根据实施工作报告和现场踏勘，防护工程于 2020 年 3 月已全部完成，共完成防护土地面积 723.06 亩，投资 1317.37 万元。

⑦库底清理

已通过验收。

（3）验收结论

车马碧水库工程下闸蓄水阶段建设征地移民搬迁安置基本完成，移民生产生活得到了恢复和提高，移民个人和集体财产基本完成补偿兑付；专业项目改（复）建和补偿基本实施完毕，功能基本得到恢复；库底清理基本完成，并通过了专项验收；移民资金使用管理基本符合相关规定；移民档案阶段性收集、整理工作基本完

成；参建各方验收报件基本齐全，结论明确。综上，曲靖市车马碧水库建设征地移民安置工作基本满足水库工程下闸蓄水要求。移民安置专项验收意见见附件 10。

3.4.3 工程初期蓄水计划

根据《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水计划和调度方案》（云南省水利水电勘测设计研究院，2021 年 6 月），车马碧水库初期蓄水计划方案如下：

（1）蓄水原则

车马碧水库初期蓄水，在确保水库工程安全、满足下游河道生态基流、下游农业及工业用水需求，不影响工程施工进度前提下，初期蓄水分两期进行。

第一期蓄水，2021 年 12 月 1 日下闸~2022 年 12 月 31 日，水库从导流隧洞底板高程 1899.39m 开始蓄水，控制最高蓄水位为 1925.0m（1925m 水位处坝高为 33.8m，占总坝高的 65%）。

第二期蓄水期，2023 年 1 月 1 日~2023 年 12 月 31 日，水位从 1925.0m 逐步蓄水至正常水位 1938.5m。二期蓄水期间，由输水隧洞向曲靖进行供水，由泵站从库区提水后向马龙工业园区供水，由导流泄洪隧洞内的生态灌溉输水管向下游生态、农业供水，弃水通过泄洪隧洞下泄。

（2）蓄水阶段划分

导流隧洞计划下闸封堵时间为 2021 年 12 月 1 日，车马碧水库初期蓄水拟分为两期进行，初期蓄水计划表见表 3.4-1。

表 3.4-1 车马碧水库初期蓄水计划表

蓄水期	时段	起始水位 (m)	起始库容 (10 ⁴ m ³)	最高蓄水位 (m)	最大蓄水库容 (10 ⁴ m ³)	蓄水量 (10 ⁴ m ³)
第一期	2021.12.1~2022.12.31	1899.39	29	1925.0	3637	3608
第二期	2023.1.1~2023.12.31	1925.0	3637	1938.5	10334.5	6697.5

第一期蓄水从 2021 年 12 月 1 日~2022 年 12 月 31 日，由导流洞进口底板高程 1899.39m 开始蓄水，最高控制水位 1925.0m。一期蓄水期间，水位低于死水位 1915.3m 时，由泵站从库区提水至泄洪洞下放生态、农业水量；水位高于 1915.3m 时，由泄洪洞直接放生态、农业水量，并通过输水隧洞向西城工业园区供水。

第二期蓄水从 2023 年 1 月 1 日~2023 年 12 月 31 日，库水位从 1925.0m 逐步蓄水至正常蓄水位 1938.5m，正常库容 10334.5 万 m³。二期蓄水期间，在优先下泄下游生态用水，满足下游农业灌溉及部分工业园区、灌区用水的条件下，尽量拦

蓄来水，在主汛期结束之前蓄至正常蓄水位 1938.5m。

(3) 蓄水计划结论

第一期蓄水周期(2021年12月1日~2022年12月31日),丰水年、平水年、枯水年、特枯年频率下,车马碧水库在2022年6~8月份可蓄至控制水位1925.0m,相应库容3637万 m^3 ;

第二期蓄水周期(2023年1月1日~2023年12月31日),丰水年、平水年、枯水年频率下,车马碧水库在2023年7~9月份可蓄至正常蓄水位1938.5m,下游河道生态和农业工业供水均可得到满足。特枯年(P=95%),水库最高可蓄至1930.6m,在保证河道生态水量的条件下,最大可供水量为4427.3万 m^3 。

3.4.4 工程验收工况

截止2022年2月,大坝、泄洪放空隧洞、溢洪道等主体工程已完工,工作闸门、检修闸门已安装调试完成。输水隧洞工程进口、竖井已全部完工,检修闸门、工作闸门已安装调试完成。枢纽区鱼道及码头工程已基本完成。鱼类增殖站已完成土建和设备安装。蓄水淹没范围内移民搬迁安置和库底清理已通过验收。水库度汛方案已获得云南省水利厅批准。工程已通过下闸蓄水技术预验收。安全监测仪器、设备已按设计要求安装调试完成。

导流封堵期间采用临时泵站抽水至泄洪放空隧洞进水口,经生态流量泄放管下泄生态流量,生态流量泄放管及主体工程形象面貌见图3.4-1。



临时泵站抽水



生态流量孔泄放流量



大坝主体工程建设面貌

图 3.4-1 导流洞封堵期间生态流量泄放管和工程形象面貌

4 验收调查依据

4.1 环境报告书主要结论与建议

4.1.1 环境影响报告书评价结论

车马碧水库工程建设符合国家产业政策，工程建成后将为曲靖灌区内的西城工业园区及水库下游将建设的旧县和马过河工业园区供给工业用水，解决西城工业园区工业用水的缺水问题，并为旧县和马过河工业园区的建设和发展提供工业用水水源支撑；为曲靖灌区内位置较低的灌区提供农业灌溉用水，减轻曲靖主城区和陆良县城的城市生活用水供水水源潇湘水库、西河水库和莲花田水库的供水压力；同时，为西河、潇湘和莲花田水库泄放生态基流提供支撑，为改善曲靖灌区河道内水环境创造条件；具有明显的社会效益、经济效益和环境效益。工程对环境的不利影响可通过采取相应的环保措施予以减缓。工程建设不涉及自然保护区、世界自然和文化遗产地、风景名胜区、森林公园等环境敏感区，不存在环境制约因素，从环境保护角度分析，工程建设可行。

4.1.2 主要环境保护设施要求

工程主要环保设施包括生态保护设施和施工期污染防治设施。

施工期生态保护设施主要包括：库底清理和移民安置、生态流量泄放设施及在线监测设施、低温水减缓措施、鱼道工程、鱼类增殖站、鱼类栖息地保护及河道连通性恢复、拦鱼栅网、旁路系统、植被恢复工程等。

施工期污染防治设施主要包括：砂石料加工系统废水处理设施、混凝土拌和系统废水处理设施、修配系统废水处理设施、隧洞施工废水处理设施、基坑废水处理设施、生活污水处理设施等水环境保护措施；道路洒水、车辆及装备密闭、砂石料加工系统及混凝土拌和系统除尘装置等大气污染防治措施；施工降噪设施和敏感点保护隔声窗等；生活垃圾收集、运输装备等。

4.1.3 工程建设对环境的影响及要求

施工期项目产生的生产废水和生活污水经处理后回用，禁止外排。施工期大气污染物主要来自燃油、炸药产生的废气及砂石料加工系统、混凝土拌和系统、开挖与爆破等产生的粉尘和交通扬尘，主要污染物为 TSP 等。施工期大气污染物排放

执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)表 2 中无组织排放监控浓度限值,不得对区域大气环境造成明显影响。施工期噪声源主要包括爆破、钻孔、渣场料场施工作业、砂石料加工系统、其它施工工厂等产生的固定噪声和交通运输产生的流动噪声,其中岩石爆破产生的是瞬时噪声。通过合理布置施工,采用低噪声工艺等措施,不降低区域声环境质量标准。控制占地范围,减少对陆生生态干扰,尽可能降低施工对陆生生态和水生生态的影响。

4.2 环保部审批决定

2016 年 9 月 24 日,原环境保护部以“环审(2016)125 号”下发“关于云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书的批复”,批复意见如下:

一、车马碧水库位于云南省曲靖市马龙县金沙江流域牛栏江支流马龙河上,工程开发任务为工业供水和农业灌溉供水,并为改善受水区河道内水环境创造条件。本工程属于跨流域调水,水源区为拟建车马碧水库,受水区为水库下游的旧县、马过河工业园区和珠江水系南盘江流域曲靖灌区的麒麟区、沾益县和陆良县。工程多年平均供水量 7103 万立方米,其中工业供水 3198 万立方米,灌溉供水 3905 万立方米。工程包括水库枢纽和输水隧洞两部分。枢纽工程主要建筑物包括挡水建筑物、泄洪建筑物、过鱼设施、生态灌溉输水管等。挡水建筑物为混凝土面板堆石坝,最大坝高 52 米,水库正常蓄水位 1938.5 米,死水位 1915.3 米,总库容 1.24 亿立方米,具有多年调节性能。输水隧洞总长 29.56 公里,采用无压自流,设计引水流量为 5.8 立方米/秒。

该项目列入《长江流域综合规划(2012~2030 年)》《牛栏江流域(云南省部分)水资源综合利用规划修编报告》,符合《牛栏江流域(云南省部分)水资源综合利用规划修编环境影响报告书》及审查意见的要求。该项目建设对水环境、水生生态、陆生生态等将产生一定不利影响,必须全面落实各项生态保护和污染防治措施,减缓不利环境影响。我部原则同意环境影响报告书中所列建设项目的性质、规模、地点和拟采取的环境保护措施。

二、项目建设和运行管理中应重点做好的工作

(一)优化区域水资源配置,严格落实生态流量下泄措施。根据《云南省牛栏江保护条例》,不得向位于重点污染控制区内的旧县、马过河工业园区供水,多出的水量优先用于车马碧水库坝下游河流生态用水。制定工程蓄水和运行期下泄生

态流量调度方案，流量下泄过程应满足生态需求。鱼类主要繁殖期 5 月至 8 月瞬时下泄生态流量不低于 2.18 立方米/秒，10 月无灌溉需求时下泄生态流量不低于 0.91 立方米/秒，其他月份下泄生态流量不低于 1.03 立方米/秒；若来流量小于生态流量，按实际来流量下泄。初期蓄水期间通过导流泄洪洞下泄生态流量，运行期通过浮筒式取水口和闸门下泄生态流量。同步安装生态流量在线监测系统，进行实时监测。

(二) 落实分层取水措施，减缓低温水影响。水库 3 月至 7 月存在下泄低温水影响，下阶段需对分层取水专项设计深入研究，分层取水设施应与主体工程同步建成。运行期对库区及大坝下游水温开展全面系统的监测工作。

(三) 严格落实水环境保护措施。制定水库清理环境保护方案，蓄水前开展水库库底环境保护清理工作。加强库周及上游汇水范围内污染源治理，切实保证库区水质达标。高度重视受退水区水污染治理，以区域水环境质量改善为目标，完善具体治污方案。落实西城工业园区污水处理厂及配套管网建设工程、分散污染源综合治理工程、河道污染治理工程等，明确责任主体，确保按期完成各项治污工程及水污染防治措施。

(四) 做好水生生态保护工作。采取设置鱼类栖息地、建设鱼道和增殖放流等保护措施。严格落实“以新带老”措施，拆除库尾以上 2 公里处滚水坝，在库尾以上 5.5 公里处拦河坝及坝下石仙人坝、支流白塔河上滚水坝等处修建池式鱼道，恢复河流连通性。将车马碧坝址至凤龙湾库尾之间的干流、车马碧库尾以上干流、支流白塔河汇口至四旗田水库坝址等河段划为鱼类栖息地，不再开发，并采取有效措施予以保护，截流前完成鱼类栖息地建设。下一步开展鱼道水工模型实验，优化设计方案，蓄水前建成鱼道，后期开展过鱼效果监测与评估。截流前完成鱼类增殖站建设，放流对象为滇池金线鲃、云南盘鮠、云南光唇鱼，开展增殖放流标志跟踪监测和评估。

(五) 做好陆生生态保护工作。严格控制施工活动范围，落实水土保持措施，重点对渣场、料场、临时施工占地区、施工道路及其影响区和枢纽建筑物占地区进行水土流失防治。渣场应做到先挡后弃，工程弃渣应运至规定的弃渣场，严禁向马龙河干、支流弃渣。收集施工区表土，单独堆放，后续回用。施工结束后及时对施工迹地等实施生态修复，植被恢复优先选择当地适生植物。

(六) 加强施工期环境管理，落实水环境保护、生活垃圾处置和扬尘、噪声污

染防治等措施。施工废水、生活污水经处理后循环利用或回用，生活垃圾统一收集后委托当地环卫部门定期清运，采取优化施工工艺、洒水降尘、密封运输等措施控制施工扬尘，采取优化施工时间、选用低噪声设备、设置隔声屏等措施控制噪声污染。

（七）做好移民安置环境保护工作。需结合当地自然条件和土地资源条件，合理选择具体的移民安置区及生产方式，加强安置地生态保护、水土流失防治、水环境保护与垃圾处置等措施。落实迁复建工程环保措施。

三、工程建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度，落实各项环境保护措施。落实建设单位内部环境管理部门、人员和制度，进一步明确环境保护责任。根据批复的环保措施重新核定环保投资概算，落实环保投资。落实环保设计合同，同步进行环境保护初步设计、招标设计和技术施工设计。开展环境保护工程招标，将环保措施纳入施工承包合同中。严格落实施工期环境监测和环境监理工作，定期向当地环保部门报送环境监理报告。落实各项环境监测计划，增加水质、生态等监测内容、频次和费用。工程建成后，须按规定程序实施竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可正式投入使用。

四、你局在开展可行性研究工作时，应将各项环境保护措施纳入可行性研究报告。环境影响报告书经批准后，项目的性质、规模、地点或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，应当重新报批该项目的环境影响报告书。自环境影响报告书批复文件批准之日起，如超过 5 年方决定工程开工建设的，环境影响报告书应当报我部重新审核。项目竣工环保验收后运行 3 至 5 年时，应开展环境影响后评价工作。

五、我部委托西南环境保护督查中心和云南省环境保护厅，分别组织开展该项目的“三同时”监督检查和监督管理工作。

4.3 验收执行标准

验收期间的环境质量评价执行现行有效的环境质量标准。验收期间的污染物排放标准采用《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》及其审批部门规定的评价标准（见附件 4），环评批复后新修订或发布的标准作为参考标准。

4.3.1 环境质量标准

地表水环境：调出区马龙河流域干支流、马龙河汇口附近牛栏江干流段执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水标准。

地下水环境：执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。

环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准，涉及交通干线（二级路及以上）道路两侧45m以内区域执行4a类标准。

4.3.2 污染物排放标准

废水：施工期产生的生产废水和生活污水经处理后回用，禁止外排。

大气：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中无组织排放监控浓度限值。

噪声：施工期建筑施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），即昼间70dB（A）、夜间55dB（A）。

5 环境保护设施调查

5.1 生态保护工程和设施

根据环境影响报告书和环评批复文件，本工程生态保护工程主要包括生态流量下泄设施、低温水减缓设施、鱼类保护工程、工程占地及植被恢复工程等，各工程名称及主要功能见表 5.1-1。

表 5.1-1 车马碧工程主要生态保护工程和设施

工程名称		主要生态保护功能
鱼类保护工程	鱼道工程	帮助鱼类上下迁徙，使大坝上、下种群之间可以进行基因交流，减缓工程阻隔对鱼类的不利影响。
	鱼类增殖站	鱼类增殖放流通过补充鱼类种群数量，可在一定程度上缓解水利工程对鱼类资源的不利影响，对鱼类种群数量恢复有一定积极作用。
	拦鱼措施	长输水隧洞进水口处设置细目拦鱼栅网，防止引水期间库区鱼类误入，通过隧洞进入南盘江。
	栖息地保护	为受影响鱼类提供一定的替代生境，保护鱼类资源及鱼类重要栖息生境，使鱼类在其内可以完成产卵、育幼等生活史过程。
	连通性恢复	减轻阻隔影响，促进鱼类种群基因交流。
生态流量泄放工程	制定生态流量调度方案	使不同时期下泄生态流量满足生态需求。
	修建生态流量泄放设施	维持坝下具有一定的水流和水深，以满足鱼类基本的繁殖和生存需求。
	安装生态流量在线监测系统	实施监测生态流量，使不同时期下泄生态流量满足生态需水下泄要求。
低温水减缓设施	坝前生态、灌溉分层取水	通过分层取水，改善 3 月-7 月由于库区水温分层下泄低温水对下游生态、农业的影响。
	库中长距输水隧洞分层取水	通过分层取水，改善 3 月-7 月由于库区水温分层下泄低温水对受水区生态、农业的影响。
安置区环境保护工程		减少移民安置点占地产生的生态破坏和新的污染源对环境的污染。
工程占地及恢复工程		控制占地范围，及时恢复植被，尽可能减少对陆生生态的破坏和干扰。
马龙河旁路系统工程		通过建立人工湿地减少径流区入库污染物，兼顾生态恢复和景观。

截止 2022 年 2 月，表 5.1-1 中所列各项生态保护工程进展情况为：低温水减缓工程坝前和库中分层取水工程已与主体工程同步建设完成；安置区环境保护措施项目已通过专项验收；鱼道工程已基本完成施工；鱼类增殖站已完成土建和设备安装；栖息地保护划分工作马龙区人民政府已完成各部门征求意见；河道连通性工

程中滚水坝拆除和修建池式鱼道工程已完成前期征地；生态流量调度方案已制定，生态流量输水管已与主体工程同步建设，已安装临时生态流量在线监测系统并开始监测；马龙河旁路系统设计方案已通过专家审查，下一步进入招标施工阶段。

各项生态保护工程具体要求及实施情况分述如下：

5.1.1 鱼类保护工程

5.1.1.1 鱼道工程

鱼道类型为横隔板槽式鱼道，布置于大坝左岸，全长约 3696.6m，分为明槽段（长 1979.0m）与隧洞段（长 1717.6m），主要建筑物包括进口、过鱼池、休息池、出口等。设 1 个鱼道进口，布置于泄洪放空隧洞消力池下游约 50m 处，利用原有天然河沟布置，进鱼口底板高程 1892.3m。大坝上游设 7 个鱼道出口，1#~7#出口的底板高程依次为 1937.0m、1935.5m、1934.0m、1932.5m、1931.0m、1929.5m、1928.0m。每个出口处设置闸门竖井，在鱼道运行时，打开与库区水位相对应的鱼道出口闸门，其余闸门处于关闭状态。鱼道工程总平面布置示意图见附图 10。

目前，鱼道主体工程已基本完工，进出口建设情况见图 5.1-1。



图 5.1-1 鱼道进、出口建设现状

根据蓄水计划，一期蓄水最高控制水位为 1925.0m，低于鱼道出水口最低底板高程 1928.0m，因此，一期蓄水期间，库区水位不会淹没鱼道出口。

5.1.1.2 鱼类增殖站

鱼类增殖站布置于坝址下游左岸滩地，总用地面积约 1.06hm²，总建筑面积 1659.80m²。增殖放流对象为：滇池金线鲃、云南盘鮈、云南光唇鱼。增殖放流规模为：16 万尾/年。生产工艺流程包括苗种生产和放流，采用循环水养殖模式。增殖站生活给水取自场区旁边的水库管理所供水，养殖给水取自站水库水，由生态灌

灌溉输水管的闸阀接直管自流供水至站区蓄水沉淀池，再由蓄水沉淀池均匀供水至各养殖用水点。

鱼类增殖站建筑物由综合楼、催产孵化车间、鱼苗培育车间、鱼种培育车间、亲鱼池等组成。鱼类增殖站总平面图布置见附图 11。

2020 年 9 月，建设单位委托武汉中科瑞华生态科技股份有限公司承担鱼类增殖站建设及初期运行工作。截止 2022 年 2 月，鱼类增殖站已基本完成土建工作和设备安装工作。鱼类增殖站建设情况见图 5.1-2。



鱼类增殖站（全貌）



孵化培育间



鱼苗培育车间



鱼种培育间

图 5.1-2 鱼类增殖站建设现状

5.1.1.3 拦鱼栅

按环评报告要求，为防止鱼类误入，长输水隧洞进水口处设置了细目拦鱼栅网。上、下两层输水口均布置 1 个，共布置 2 个。拦鱼栅尺寸为 1.8m×1.8m，细目拦鱼网由铁丝网制成，可活动，孔口设置以拦截 10cm 以上的鱼为主。输水隧洞上下取水口拦鱼栅网见图 5.1-3。

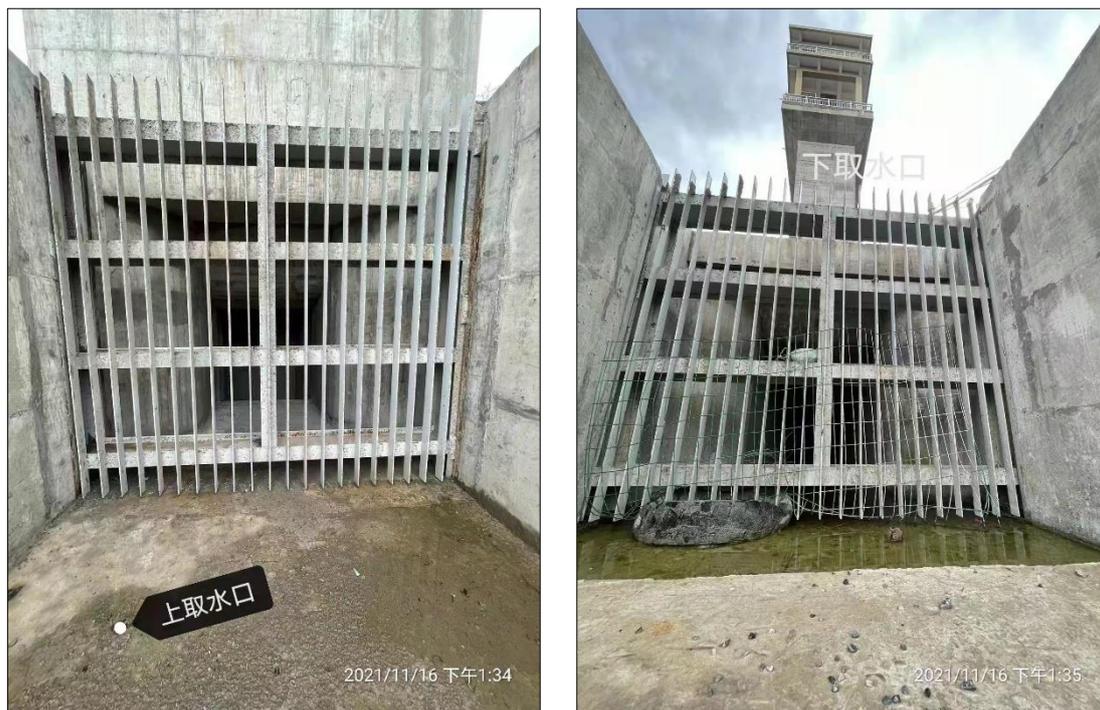


图 5.1-3 输水隧洞进水口拦鱼栅网

5.1.1.4 鱼类栖息地保护

为保护流水性鱼类（云南光唇鱼、云南盘鮈、前鳍高原鳅等）及其它鱼类的生存和繁殖，环评阶段提出将以下河段划为鱼类栖息地进行保护，不再开发，并采取有效措施予以保护：马龙河干流（车马碧坝址~凤龙湾库尾约 11km；车马碧水库库尾以上约 7km）、支流白塔河（汇口至四旗田水库坝址约 16km）。

鱼类栖息地保护河段划分情况见图 5.1-4。

2021 年 11 月，马龙区人民政府以《曲靖市马龙人民政府办公室关于<加强车马碧水库相关河段鱼类栖息地保护方案>征求意见的通知》发文给各相关部门，其中马龙区农业农村局和旧县街道提出具体建议，要点如下：建议增加支流永发河（汇口至永发水库坝下河段）、支流车章河（车章河尾水处至五里箐水库坝下河段）干流、支流红桥河（汇口至马过河镇中和村千工坝下河段）也划为栖息地保护区；建议将车马碧水库建成后蓄水区域划定为鱼类栖息地保护地，同样设为常年禁渔区。

具体意见见附件 14。



图 5.1-4 马龙河干流及白塔河支流栖息地保护河段范围

栖息地保护措施还包括恢复河道连通性、水质保护和管理措施、生态流量泄放措施、加强渔政管理措施、长期维护和巡视措施、科研和监测措施等，各项措施落实情况见表 5.1-2。

表 5.1-2 鱼类栖息地保护措施落实情况

措施名称	环评要求	落实情况	
划定保留的天然河段	马龙河干流：车马碧水库坝址至凤龙湾水库库尾 11km 河段	政府已完成征求意见，待正式批文	
	马龙河干流：车马碧水库库尾至库尾上游 7km 河段		
	马龙河支流：白塔河汇入口至四旗田水库坝址 16km 河段		
恢复连通性 5.1.1.5 节	坝址下游 8.2km 处石仙人滚水坝	修建鱼道，泄放生态流量	已完成征地
	车马碧库尾以上 2.0km 处滚水坝	拆除	已完成征地
	车马碧库尾以上 5.5km 处滚水坝	修建鱼道，泄放生态流量	已完成征地
	白塔河上汇口上游 6km 处滚水坝	修建鱼道，监测后完善措施	拆除
水质保护和管理措施	环评阶段实地踏勘过程中发现干流和支流河道中均有少量漂浮垃圾，在工程实施后，应对河道进行污染清理。		已清理
生态流量泄放	支流白塔河上游建有一座四旗田水库，建议该水库泄放生态流量，以维持白塔河有一定的流水生境。		待正式批文
宣传牌、界碑	地方政府应加强鱼类栖息地管理，在栖息地沿线设置鱼类栖息地宣传牌和界碑，开展鱼类保护日常巡查及栖息地环境调查，并进行鱼类保护法律法规宣传。宣传牌设置 10 块，分别在保护河段始末各设置 1 块，保护河段沿线有居民活动段各设置 1 块；界碑设置 4 块，保护河段始末各设置 1 块。		待正式批文后设立
加强渔政管理	地方有关部门加强对栖息地保护河段渔政管理，应禁止在该区域进行渔业捕捞，特别要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为，禁止任何破坏河道及沿岸带生境的行为。对栖息地保护范围内的河段，严格限制涉水工程建设，禁渔区和禁渔期严禁一切捕捞行为，严禁采砂等破坏河流生境的行为。		待正式批文
进行长期维护和巡视	对距车马碧库尾 2.0km 处已废弃的滚水坝进行拆除，并修复受损河段。工程建成后，形成长期、有效的维护和巡视制度，及时发现栖息地内可能有阻塞、损坏的河段并加以维护。		待正式批文
科研和监测	工程建成后，应对栖息地保护河段进行长期的水质、鱼类和水生生物、重要生境等生态环境监测，从鱼类种类组成与资源数量上验证鱼类栖息地保护效果。通过开展鱼类、环境等长期的监测工作，全方位、全过程了解栖息地的保护情况，为加强鱼类资源保护的适应性管理，为栖息地及鱼类保护提供数据依据。		列入运行期科研监测计划

5.1.1.5 河道连通性恢复

河道连通性恢复工程是栖息地保护工程的重要组成部分。环评文件要求：在车马碧坝址以下 8.2km 处的石仙人滚水坝、库尾上游 5.5km 处的滚水坝、支流白塔河汇口上游 6km 处的滚水坝修建池式鱼道，对车马碧库尾上游 2.0km 处的滚水坝予以拆除，目前均已完成前期征地，拆除和修建池式鱼道工作正在建设中。

5.1.2 生态流量泄放设施及在线监测设施

云南省水利水电勘测设计研究院 2021 年 10 月编制完成的《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水计划和调度方案》，根据初期蓄水计划，第一期蓄水期间水位低于 1915.3m 时，河道生态及下游农业用水没有供水通道，为保障河道的生态基流，同时保障下游农业用水需求，采用在库区布置浮船式泵站的方式，由泵站从库区提水至泄洪洞（底板高程 1915.3m）下泄河道生态流量及下游工农业用水量。第一期蓄水期间水位高于 1915.3m 时，直接由泄洪洞下泄河道生态流量及下游农业用水量。泵站最大提水能力为 2.26m³/s，能满足生态流量要求。

根据调查，生态流量放水管已经安装完成，结合固定分层取水塔设置，将生态灌溉输水管的两个取水口布置在竖井右侧边墙上，其中上层取水口底板高程 1924.5m，下层取水口底板高程 1914.5m，两取水口前均设置拦污栅，共用一道平板钢闸门。下层取水口闸门槽后为 DN800mm 的生态灌溉输水钢管，钢管壁厚 8mm，管道全长 340m。管道沿竖井边墙埋设到竖井底板 1898m 高程后转而沿隧洞底板向隧洞出口方向埋设，出口经消力池后进入下游河道，管道出口设置生态放水管检修阀，阀前水头 41.3m，选用 DN800mm、PN1.0MPa 的偏心半球阀，采用手/电动操作，设置为常开运行，当其后的工作阀门、管道故障或检修维护时关闭使用。检修阀及生态放水阀各 1 套。

生态流量泄放设施平面布置见附图 7。

生态流量泄放孔及管阀室见图 5.1-5。



图 5.1-5 生态流量泄放孔及生态流量管阀室

生态流量在线监测系统已安装，现阶段尚未与地方联网。生态流量在线监测设备见图 5.1-6。



图 5.1-6 生态流量在线监测设备

5.1.3 低温水减缓设施

5.1.3.1 坝下生态灌溉低温水减缓设施

环评报告书根据生态保护需要和水温计算分析结果，提出在 3~7 月有分层取水需求。报告对坝前竖井生态、灌溉取水方式拟定了两个方案（方案一：固定式分层取水；方案二：浮筒式取水口+固定取水口）并进行了综合比选，比选结果认为两个方案均可以起到良好的水温改善效果，考虑方案二运行较为灵活，更易取到表层水，水温改善效果也较方案一优，故推荐了方案二。

初设阶段，设计单位通过市场调查，认为在泄放流量较大的情况下方案二浮筒式取水口+固定取水口存在较大的技术问题，以目前国内浮动式取水口技术的发展水平难以解决。因此，初设单位对分层取水措施进行了进一步研究，并综合考虑环评报告两方案均可行的比选结果，推荐取水口采用方案一固定式分层取水口。

坝下灌溉生态流量分层取水设施剖面图见附图 8。

坝前竖井固定分层取水设施已与主体工程同步建设完成，见图 5.1-7。

5.1.3.2 输水隧洞取水低温水减缓设施

库中长距离输水隧洞采用固定两层分层取水，取水口底板高程分别为 1911.50m、1924.50m。两个取水口前均设置 2.4m×3.5m 的拦污栅和 1.8m×1.8m 的平板检修闸门。

库中长距离输水隧洞取水口两层分层取水方案未发生变化，已与主体工程同步建设完成。分层取水设施剖面图见附图 9。

竖井分层取水设施见图 5.1-7。



坝前竖井分层取水设施



输水隧洞库中分层取水设施

图 5.1-7 低温水减缓（两层分层取水）设施

5.1.4 工程占地及恢复工程

据调查,料场目前处于小范围开挖取料中,启用的 12 个弃渣场中响水弃渣场、小水塘弃渣场等部分弃渣场已使用完毕,正处于植被恢复阶段,移民安置区植物措施已基本恢复,管道安装完成部分已基本同步完成土地复垦工作,工程弃渣按建管处要求运至指定弃渣场,未向马龙河河道弃渣。渣场植被恢复情况见图 5.1-8。



图 5.1-8 施工期渣场植被恢复状况

5.1.5 水库径流区污染源治理工程

5.1.5.1 马龙河旁路系统工程

在“源头减排、过程控源和末端修复”的治理思路下，环评阶段设计了库周及上游汇水范围污染源治理措施，即在马龙河、车章河和白塔河入库末端设置旁路系统，环评报告书阶段马龙河人工湿地处理能力为 100000m³/d，车章河人工湿地处理能力为平均 10000m³/d，白塔河人工湿地处理能力为平均 10000m³/d。处理系统以挺水植物表面流湿地为主体，组合少量氧化塘。

设计单位在对现场实地调查，从工程占地、水质净化效果、地形、水库运行及河道防洪、库尾现有防护工程等因素综合比选，经云南省水利水电工程技术评审中心专家多次讨论和云南省水利水电勘测设计研究院多次修改完善后，于 2021 年 12 月 31 日通过专家评审，并取得云南省水利厅《关于印送曲靖市车马碧水库旁路系统工程专项设计报告评审意见的通知》（云水建管〔2022〕2 号）。最终方案确定为：取消建设车章河旁路系统，马龙河系统处理规模调整为 8000m³/d，白塔河系统处理规模调整为 6000m³/d，处理工艺采用“塘+表流湿地”，目前正在施工招标。

5.1.5.2 安置点污染防治工程

根据调查，车马碧水库工程共实施完成 9 个集中安置点基础设施建设，完成搬迁安置 513 户 2125 人。2021 年 1 月 20 日已通过建设征地移民安置终验委员会验收。9 个安置点均单独建设了污水处理站，采用“氧化塘+快渗池”处理工艺，出水稳定达到一级 A 标，用于农田灌溉。各村配套生活垃圾集运设施，由所在地环卫部门定期清理，统一清运。

安置点污水处理设施和生活垃圾处理措施见图 5.1-9。



白塔村污水处理设施



罗贵新村污水处理设施



车章新村污水处理设施



川洞新村污水处理设施



垃圾收运车



垃圾收集箱



分类垃圾桶



垃圾收集箱

图 5.1-9 移民安置区生活污水处理和生活垃圾集运设施

5.1.5.3 地方政府规划的污染源治理工程

2016年5月，马龙县人民政府以“马龙县人民政府关于承诺落实车马碧水库建设环境保护对策相关事宜的函”（附件7）承诺：一、对水库上游及径流区污染源进行削减，并加强工业点源的监督管理，杜绝偷排水现象，加强监督管理；二、对水库上游及径流区集中养殖场、农业面源进行集中治理，保障库区水质安全。三、及时研究建立马龙河流域环境保护综合管理体制，加强对马龙河流域的环境管理，统筹落实流域环境保护措施。

据调查，2016年以来，曲靖市生态环境局马龙分局制定印发了《马龙区全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战实施方案》、《马龙区全面推行河长制工作实施方案》、《马龙区水源地保护攻坚战实施方案》，编制了《曲靖市马龙区水污染防治规划》、《长江流域牛栏江支流马龙河径流区污染治理可行性研究报告》、《南盘江流域马龙径流区环境综合整治工程实施方案》、《长江流域牛栏江支流马龙河径流区污染治理项目》等，各项污染防治规划正在逐步实施中，在流域点源、面源治理方面已取得一定效果。争取省级环保资金800万元对王家庄街道整乡推进综合治理及马过河镇等村庄开展农村环境综合整治。利用中央土壤污染防治资金3000余万元开展了王家庄永发历史遗留锌废渣堆置场地污染管控治理、云水机械场原厂址污染场地修复治理，利用水污染防治专项资金6710万元开展马龙河流域污染防治工作，累计完成92个村庄污水治理任务，建设污水处理系统49座，自然村污水处理率达20.44%。督促呈钢公司投资4000余万元建设污水收集系统1套，钢渣尾渣处置场1个；督促马龙污水处理厂完成总磷总氮的在线验收工作。

（1）曲靖市节水政策

据调查，“十三五”期间，曲靖共投入资金14.23亿元，建设高效节水灌溉项目83个，发展高效节水灌溉农田面积56.42万亩，项目区灌溉水利用系数提高到0.86以上，灌溉保证率提高到85%以上，年新增节水能力6.3万立方米，新增灌溉效益2.7亿元，实现“政府、企业、群众”三方受益。

市县均成立以政府分管领导为组长的高效节水灌溉工作领导小组，每年1月，市水、财政、国土、烟草联合下文分解建设任务，并分别与对口部门签订责任书，层层压实建设责任，合力推进高效节水灌溉建设。

重点围绕昆曲绿色经济带建设和高原特色农业发展，全面统筹大中型灌区水利建设和高原特色农业产业发展规划，根据水源有保障、土地已流转、企业已入驻

且积极性高、发展高原特色农业产业的原则，项目覆盖全市 9 个县（市、区）的大中小型灌区及部分山区。

实行定期报告制度，责任部门定期向市政府汇报高效节水灌溉进展情况。建立部门联席会议制度，水务、发改、财政、农业、国土、烟草是联席会议成员，轮流定期召集召开联席会议，及时协调解决项目立项、建设、资金、土地流转等方面存在的困难和问题，合力推力高效节水灌溉项目建设工作。

通过 PPP 等模式，广泛吸引企业、个体户参与高效节水灌溉项目建设，一方面减轻财政压力，另一方面提高了参与方的建管积极性，在高效节水灌溉方面取得良好效益。

（2）曲靖中心城区污水处理设施概况

经调查，曲靖市规划区域已建污水处理厂 5 座，分别为：西城污水处理厂、两江口污水处理厂、沾益区污水处理厂、麒麟区城南片区污水处理厂和马龙区污水处理厂，各污水处理厂基本情况如下：

①西城污水处理厂

地理位置：西城污水处理厂位于曲靖市麒麟区西城街道办事处贵昆铁路复线以东（白石江南侧，菁萁凹片区域上东侧，云南模具二厂西侧），占地面积 82.69 亩。厂区中心坐标为：N25° 31' 6"，E103° 47' 9"。

服务范围：主要接纳中心城区西片区约 10km² 范围内（含经开区）的企业和居民区处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）A 等标准后的生产、生活污水，目前片区内已建成瑞和西路、和兴街、环北路、靖阳路、学府路等市政道路配套已建污水管网长度约 128.14km，为确保经开区水环境白石江水质改善目标的要求，2018 年~2019 年政府相关部门加大了污水管网的投资建设，在建污水管网约 13.4km，拟建 8km 污水支线管网联通主干管，目前园区内生活污水约 75%左右，区域生活污水收集后排入西城污水处理厂处理，处理后尾水排入白石江。排污口位置坐标：N25° 31' 5.59"，E103° 47' 14.24"。

处理能力：西城污水处理厂近期处理规模 10.0 万 m³/d，分三期建设，一期建设规模为日处理 3.0 万 m³/d，污水处理工艺类型为生物处理法，污水处理工艺方式为传统活性污泥法，由曲靖市供排水总公司建设，曲靖创业水务有限公司负责经营，工程于 2009 年 9 月 25 日开工建设，2010 年 7 月完工投入试运行，总投资 8608.6 万元，处理后尾水水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）

一级 A 标准后排入白石江。远期处理规模为 13.0 万 m³/d，目前实际日平均处理污水 2.5 万 m³/d，运行负荷率达到设计能力的 80%，各项指标均达到排放标准，运行正常。

②两江口污水处理厂

两江口污水处理厂位于曲靖市白石江、潇湘江两江交汇的北岸，原设计采用活性污泥法 AB 处理工艺，于 2006 年 1 月公司正式投产运行。由于出水水质不能满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 排放标注要求，2008 年 12 月 23 日，曲靖创业水务有限公司对两江口污水处理厂进行升级改造，升级改造采用改良型 A/O 脱氮除磷工艺，改造后的两江口污水处理厂于 2010 年 3 月 1 日正式进入试生产阶段，污水处理量提高到 5.5 万 m³/d，远期 7.0 万 m³/d。

③沾益区污水处理厂

沾益区污水处理厂位于曲靖市沾益区金龙街道曲胜高速公路旁，污水处理厂于 2009 年 4 月开工建设，2010 年 6 月建成投入运行，主体工艺采用 CASS 工艺，近期日处理规模为 2.0 万 m³/d。主要收集处理沾益规划建成区及职教园区的生活污水。为加快区域水环境治理步伐，建设单位于 2017 年 10 月开始进行扩容工程设计，扩容工程处理规模为 3.0 万 m³/d，于 2018 年年初开工建设，预计于 2018 年 11 月底建设投产试运行，扩容后沾益区污水处理厂处理规模为 7.5 万 m³/d。远期规划处理规模为 10.0 万 m³/d。

④麒麟区城南片区污水处理厂

麒麟区城南片区污水处理厂位于曲靖市麒麟区沿江街道龚家坝南盘江西侧，总设计规模 9.6 万 m³/d，其中近期建设规模为 7.3 万 m³/d，主要收集处理南片区、金江生态园区、山地城镇金麟湾、温泉片区、罗汉山物流园区、三宝组团及三宝、沿江部分村庄等区域的生活污水，污水收集面积约 75.5km²。污水处理厂于 2017 年 4 月开工建设，2018 年 6 月一期工程建成并投入试运行。

⑤马龙区污水处理厂

马龙区污水处理厂占地面积 54 亩，于 2011 年 8 月投入试运行，主要收集马龙区城区生活污水，污水处理厂处理规模为近期 2.0 万 m³/d，远期 3.0 万 m³/d。经调查，污水处理厂现阶段实际处理污水量约 6500m³/d，出水水质《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准。

曲靖市 5 座污水处理厂具体情况见表 5.1-3。

表 5.1-3 曲靖市规划区域城镇污水处理厂建设情况

编号	污水处理名称	处理规模 (万 m ³ /d)		处理工艺	排放标准
		近期	远期		
1	西城污水处理厂	10.0	13.0	生物处理法	一级 A 标准
2	两江口污水处理厂	7.3	9.6	改良型 A/O 脱氮除磷工艺	
3	沾益区污水处理厂	7.5	10.0	CASS 工艺	
4	麒麟区域南片区污水处理厂	5.5	7.0		
5	马龙区污水处理厂	2.0	3.0		
合计		32.3	42.6		

由表 5.1-3 可知，曲靖市 5 座污水处理厂现阶段污水处理能力合计为 32.3 万 m³/d，远期污水处理能力合计为 42.6 万 m³/d。其中西城工业园区周边污水管网已经建设完成（北侧和兴街、南侧瑞和西路、东侧靖阳路），园区工业废水和生活污水经处理达标后排入西城污水处理厂进一步处理达标后，汇入白石江。

(3) 分散污染源综合治理工程

① 废旧农膜回收利用

根据《关于做好废旧农膜回收利用推进环境污染防治工作的实施意见》（曲农〔2019〕99 号），由各级农业农村部门负责农膜的科学合理使用、回收利用的指导工作；发展改革部门负责做好项目备案工作；工业和信息化部门负责农膜生产、回收加工企业的指导工作；财政部门会同行业部门负责扶持资金管理工作；生态环境部门负责农膜回收利用过程的环境污染防治监督管理工作；市场监管部门对农膜质量开展监督检查，依法查处生产和流通领域不符合强制性国家标准的违法行为。地方政府积极协调落实企业用地、用电、税收等相关政策。监督指导农膜生产、销售、使用各主体认真履行主体责任。其中车马碧水库引水工程的受水区麒麟区、沾益区、陆良县、马龙县被划为曲靖市废旧农膜污染防治重点县（区）和重点区域（珠江）。

② 畜禽养殖废弃物资源化利用

根据《曲靖市人民政府关于印发曲靖市畜禽养殖废弃物资源化利用实施方案的通知》（曲政办发〔2018〕33 号），到 2020 年，建立科学规范、权责清晰、约束有力的畜禽养殖环境保护和畜禽养殖废弃物资源化利用制度，构建种养循环发展

机制，全市畜禽粪污综合利用率达到 75%以上，规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到 95%以上。2018 年，启动沾益区畜禽养殖废弃物资源化利用整县推进项目，全市畜禽粪污综合利用率达到 73%以上，规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到 90%以上，大型规模化养殖场粪污处理设施装备配套率达到 95%以上；2019 年全市畜禽粪污综合利用率达到 74%以上，规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到 93%以上，大型规模化养殖场粪污处理设施装备配套率达到 100%。据调查，麒麟区纳入养殖场直联直报信息系统统计粪污资源化利用的规模养殖场共 113 个。

③化肥农药减量

根据《曲靖市农业农村局关于印发 2021 年化肥农药减量工作方案的通知》（曲农〔2021〕49 号），化肥减量目标任务为：全市主要农作物测土配方施肥技术覆盖率稳定在 90%以上，化肥利用率达到 40%以上，化肥使用总量保持负增长。加大“两江”流域推广化肥减量措施，力争“两江”流域化肥使用量比上年减少 3%以上。农药减量增效目标任务：主要农作物绿色防控覆盖率达到 36%以上，主要农作物统防统治覆盖率达到 45%；化学农药使用量降低 2%，低微毒农药的使用量提升到 77%以上，农药利用率达到 41%。在“两江”流域推广农药减量措施，推动农药科学合理使用。车马碧水库工程水源区马龙区和受水区麒麟区、沾益区、陆良县 2021 年化肥减量增效指导性任务见表 5.1-4。

表 5.1-4 曲靖市 2021 年化肥减量增效指导性任务

指标	受水区			水源区
	麒麟区	沾益区	陆良县	马龙区
测土配方施肥（万亩）	45.00	67.00	70.00	44.00
绿肥种植（万亩）	10.00	16.00	14.00	8.00
秸秆还田（万亩）	40.20	51.50	37.10	23.70
商品有机肥（万亩）	5.2	6.1	6.7	6.2
水肥一体化（万亩）	0.7	3.2	2.4	3.0
农户施肥调查点（个）	1340	1420	1480	730
耕地质量等级调查点（个）	64	82	91	44

（4）河道污染防治措施

马龙区秉承绿水青山就是金山银山的理念，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主，深入实施“生态文明建设排头兵”马龙行动，环境保护工作取得积极进展。

“十三五”期间，马龙区建成城区污水处理厂及配套污水收集管网。全区 10 个乡镇（街道）全部创成省级生态文明乡镇，在全市率先通过省级生态文明区考核验收。集镇生活污水处理和生活垃圾处理设施实现全覆盖，95%以上村庄生活垃圾得到有效治理。2020 年，划定城市集中式饮用水水源地 1 个、“千吨万人”饮用水水源地保护区 5 个、乡镇级饮用水水源地保护区 7 个；投资 3000 余万元开展原云水机械厂污染场地修复治理、王家庄永发历史遗留锌废渣堆置场污染治理，投资 6710 万元开展马龙河流域污染防治，完成 82 个村庄污水治理，建设污水处理系统 74 座，马鸣、月望、大庄垃圾热解处理场建成使用。完成农村无害化户厕改造 4192 座。马龙区严格落实河长制，实施水安全保障、水资源保护、水环境治理、水生态修复等行动，积极推进生态河湖建设，加大水质监测和巡河保洁力度，水环境质量持续改善，城区集中式饮用水水源地黄草坪水库水质保持 II 类标准，马龙河及主要河库水质达地表水 III 类以上，基本实现“河长治、湖常清”。创新机制，将“十年禁渔”及长江流域水生态修复保护内容纳入河长制考核范围，压实河长职责，坚决把长江“禁渔令”落到实处。完成 17 个砖厂转型升级改造工作。实施中央财政补贴造林 2000 亩，义务植树 53.2 万株。城区绿地率达 35.1%，绿化覆盖率达 40.1%，均高于全市平均水平。

5.2 污染防治和处置设施

5.2.1 水污染防治设施

5.2.1.1 砂石料加工系统废水处理设施

环评阶段，车马碧工程枢纽区和输水工程区各规划 1 处砂石料加工系统，砂石料冲洗废水主要污染物为 SS，浓度一般在 30000~50000mg/L，废水连续排放，各系统高峰期废水产生量为 54m³/h，施工期砂石料加工系统废水总排放量为 103.46 万 m³。设计采用 DH 高效（旋流）污水净化法对砂石料冲洗废水进行处理。

实际建设期间，仅启用了枢纽工程区象山砂石料场，位于车章河与马龙河交汇口上游马龙河右岸的缓坡地带，采用干法加工工艺，基本不产生生产废水。

象山砂石料场与工程的位置关系及砂石料加工系统生产区现状见图 5.2-1。



象山砂石料场

砂石料加工系统



图 5.2-1 象山砂石料场及砂石料加工系统

5.2.1.2 混凝土拌和系统废水处理措施

环评阶段，工程共规划布置 15 座混凝土生产系统，其中，枢纽区 3 座，布置在大坝下游右岸及导流泄洪放空隧洞进出口；输水工程区 12 座，布置在 1#~11#支洞及隧洞出水口施工区。废水主要污染物为 SS、pH，SS 浓度在 5000mg/L 左右，pH 一般大于 10。废水经沉淀池处理满足要求后全部回用于自身，不外排。

工程建设期间，枢纽区混凝土拌和站和输水隧洞施工支洞口均设置了沉淀池，废水经沉淀处理后全部回用。

枢纽区混凝土拌合站沉淀池现状照片及输水隧洞支洞沉淀池现状见图 5.2-2。



枢纽区沉淀池



砼加工区沉淀池



5#支洞口沉淀池



3#支洞口沉淀池



输水线路 8#支洞口沉淀池



输水线路-10#施工支洞口-沉淀池





输水线路-9#施工支洞口-沉淀池



输水隧洞出口处沉淀池

图 5.2-2 混凝土拌合站及输水隧洞支洞口沉淀池

5.2.1.3 施工废污水水质达标情况

根据云南环绿环境检测技术有限公司 2019 年-2021 年各季度废水监测报告，施工期共设置了 24 个废水监测点，其中：

(1) 生产废水达标情况

生产废水监测点 19 个，分布在 3#~11#隧洞排放废水处理系统进、出口和坝址下游左岸混凝土拌合站沉淀池出口，监测指标包括 SS、pH 和石油类。

2019 年~2021 年施工期生产废水处理系统进、出口水质见表 5.2-1~表 5.1-3。

根据各季度监测结果，除 9#、10#隧洞排水处理设施监测结果全部达标外，其余各监测点位各季度均有不同程度的超标，2019 年和 2020 年水质较差，2021 年相对改善，各监测点水质达标情况如下：

3#隧洞排水处理系统出水口：2019 年 1 季度 SS 超标。

4#隧洞排水处理系统出水口：2019 年 1 季度 SS 超标；2020 年 1~3 季度 SS 超标；2021 年 1 季度 SS 超标、4 季度 pH 值超标。

5#隧洞排水处理系统出水口：2019 年 1 季度 SS 超标；2020 年 3 季度和 4 季

度 SS 超标。

6#隧洞排水处理系统出水口：2019 年 1 季度和 3 季度 SS 超标；2021 年 1 季度 SS 超标。

7#隧洞排水处理系统出水口：2019 年 2 季度和 4 季度 SS 超标；2020 年 1~4 季度 SS 均有不同程度超标。

8#隧洞排水处理系统出水口：2019 年 2 季度 SS 超标；2020 年 1 季度和 2 季度 SS 超标；2021 年 1 季度 pH 值超标，2、3 季度 SS 超标。

9#隧洞排水处理系统出水口：均达标。

10#隧洞排水处理系统出水口：均达标。

11#隧洞排水处理系统出水口：2020 年 3 季度和 4 季度 pH 值超标、

坝址下游左岸混凝土拌合站沉淀池出水口：2019 年 1 季度和 4 季度 SS 超标、2019 年 1 季度、2 季度和 4 季度 pH 值超标；2020 年 2 季度和 3 季度 SS 超标、2020 年 1~4 季度 pH 值均超标；2021 年 4 季度 pH 值超标。

（2）生活污水达标情况

生活污水监测点 6 个，分布在枢纽工程生活污水处理设施出口、5#支洞生活区生活污水进出口、8#支洞生活区生活污水进出口、11#支洞生活区生活污水进出口、2 标段项目部让田村、3 标段生活区出口，监测指标为 BOD₅、COD、SS、NH₃-N、TP、动植物油、粪大肠菌群和阴离子表面活性剂。

2019 年~2021 年施工期生活污水处理系统进出口水质见表 5.2-4~表 5.1-6。

根据各季度监测结果，生活污水各监测点位各季度均有不同程度超标，各监测点水质达标情况如下：

枢纽工程生活污水处理设施出口：2019 年 1~4 季度 BOD₅、COD、TP、SS、动植物油、粪大肠菌群均有不同程度超标；2020 年 1~4 季度 BOD₅、COD、NH₃-N、TP、SS、动植物油、粪大肠菌群和阴离子表面活性剂均有不同程度超标。

5#支洞生活区生活污水进出口：2019 年 1~4 季度 BOD₅、COD、TP、SS、动植物油、粪大肠菌群均有不同程度超标；2020 年 1~4 季度 BOD₅、COD、TP 和粪大肠菌群均有不同程度超标；2021 年 1 季度 TP 和粪大肠菌群均有不同程度超标。

8#支洞生活区生活污水进出口：2019 年 2~4 季度 BOD₅、COD、NH₃-N、TP、SS、动植物油、粪大肠菌群均有不同程度超标；2020 年 1~4 季度 BOD₅、TP、粪大肠菌群和阴离子表面活性剂均有不同程度超标。

11#支洞生活区生活污水进出口：2019年1~4季度BOD₅、COD、NH₃-N、TP、SS、动植物油、粪大肠菌群均有不同程度超标。

2标段项目部让田村：2019年1季度BOD₅、COD、NH₃-N、TP、SS、动植物油、粪大肠菌群均有不同程度超标。

3标段生活区污水处理系统出口：2019年1季度BOD₅、COD、NH₃-N、TP、SS、动植物油、粪大肠菌群均有不同程度超标。

输水隧洞生活污水处理系统出口：2019年2季度TP和粪大肠菌群均有不同程度超标，3季度2019年1~4季度BOD₅、COD、TP、SS、粪大肠菌群均有不同程度超标。

表 5.2-1 2019 年施工期生产废水处理系统进、出口水质

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口
3#隧洞排水处理系统	1季度	2019/1/15	123	77	7.76	7.36	0.95	0.06
		2019/1/16	118	74	7.84	7.44	0.99	0.09
		2019/1/17	121	71	7.73	7.29	0.91	0.08
	2季度	2019/5/10	1080	57	7.72	7.37	1.16	0.11
		2019/5/11	998	49	7.82	7.44	1.17	0.08
		2019/5/12	1020	54	7.77	7.29	1.14	0.08
	3季度	2019/8/06	139	35	7.43	7.31	0.20	0.09
		2019/8/07	151	41	7.39	7.26	0.18	0.10
		2019/8/08	126	38	7.48	7.31	0.17	0.08
	4季度	2019/11/9	225	5	7.78	7.37	0.16	0.12
		2019/11/10	217	7	7.85	7.34	0.17	0.11
		2019/11/11	231	6	7.82	7.31	0.18	0.11
4#隧洞排水处理系统	1季度	2019/1/15	783	136	8.11	6.08	0.22	0.10
		2019/1/16	769	142	7.16	6.14	0.24	0.13
		2019/1/17	774	128	8.20	6.21	0.21	0.09
	2季度	2019/5/10	13	7	8.09	7.14	0.21	0.10
		2019/5/11	11	9	8.14	7.11	0.24	0.08
		2019/5/12	10	8	8.18	7.09	0.25	0.10
	3季度	2019/8/06	8	5	6.59	6.49	0.21	0.06L
		2019/8/07	7	4	6.65	6.53	0.20	0.06L
		2019/8/08	9	6	6.69	6.47	0.21	0.06L
	4季度	2019/11/9	155	60	8.01	7.15	0.28	0.06L
		2019/11/10	143	55	8.08	7.13	0.27	0.06L
		2019/11/11	128	67	8.13	7.08	0.27	0.06L

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口
5#隧洞排水处理系统	1季度	2019/1/15	625	84	6.30	6.22	0.48	0.48
		2019/1/16	617	89	6.23	6.23	0.52	0.52
		2019/1/17	612	87	6.34	6.34	0.46	0.46
	2季度	2019/5/10	65	41	7.05	7.16	2.27	0.23
		2019/5/11	71	38	6.97	7.12	2.34	0.25
		2019/5/12	67	43	7.01	7.15	2.29	0.24
	3季度	2019/8/06	183	74	6.36	6.21	1.72	0.23
		2019/8/07	169	69	6.31	6.26	1.67	0.22
		2019/8/08	173	64	6.38	6.30	1.68	0.23
	4季度	2019/11/9	15	4	7.09	7.21	0.85	0.13
		2019/11/10	12	5	7.01	7.15	0.83	0.14
		2019/11/11	14	4	7.05	7.20	0.83	0.15
6#隧洞排水处理系统	1季度	2019/1/15	807	173	7.24	6.70	0.21	0.06L
		2019/1/16	798	162	7.19	6.76	0.19	0.06
		2019/1/17	788	168	7.25	6.81	0.23	0.06L
	2季度	2019/5/10	45	18	7.24	6.74	0.13	0.09
		2019/5/11	48	15	7.21	6.83	0.12	0.07
		2019/5/12	43	17	7.23	6.81	0.17	0.08
	3季度	2019/8/06	163	163	7.24	7.24	0.19	0.19
		2019/8/07	147	147	7.21	7.21	0.17	0.17
		2019/8/08	153	153	7.23	7.23	0.19	0.19
	4季度	2019/11/9	49	35	7.21	6.81	0.13	0.09
		2019/11/10	53	38	7.18	6.91	0.13	0.10
		2019/11/11	45	32	7.19	6.87	0.14	0.09
7#隧洞排水处理系统	1季度	2019/1/15	43	42	7.20	7.2	0.10	0.10
		2019/1/16	48	38	7.26	7.26	0.14	0.14
		2019/1/17	46	39	7.15	7.15	0.13	0.13
	2季度	2019/5/10	212	188	7.19	6.91	0.26	0.10
		2019/5/11	209	192	7.18	6.87	0.24	0.06
		2019/5/12	220	182	7.21	6.94	0.26	0.06
	3季度	2019/8/06	69	46	7.18	7.11	0.30	0.11
		2019/8/07	77	43	7.21	7.15	0.27	0.09
		2019/8/08	81	37	7.25	7.19	0.29	0.08
	4季度	2019/11/9	103	87	7.22	6.9	0.26	0.09
		2019/11/10	115	93	7.21	7.02	0.23	0.08
		2019/11/11	109	79	7.24	7.04	0.26	0.09

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口
8#隧洞排水处理系统	1季度	2019/1/15	10	5	6.41	6.21	0.48	0.06L
		2019/1/16	12	7	6.35	6.30	0.51	0.06
		2019/1/17	13	6	6.45	6.39	0.46	0.06L
	2季度	2019/5/10	504	70	6.44	6.36	2.33	0.11
		2019/5/11	492	86	6.42	6.32	2.30	0.08
		2019/5/12	481	78	6.41	6.31	2.25	0.09
	3季度	2019/8/06	8	8	6.96	6.96	0.06L	0.06L
		2019/8/07	5	5	6.86	6.86	0.06L	0.06L
		2019/8/08	7	7	6.89	6.89	0.06L	0.06L
	4季度	2019/11/9	24	8	6.43	6.46	0.12	0.09
		2019/11/10	27	7	6.41	6.40	0.13	0.08
		2019/11/11	23	9	6.39	6.43	0.13	0.08
9#隧洞排水处理系统	1季度	2019/1/15	1688	13	6.41	8.74	0.09	0.06L
		2019/1/16	1512	15	6.35	8.81	0.07	0.06L
		2019/1/17	1598	14	6.45	8.70	0.08	0.06L
	2季度	2019/5/10	13	11	6.42	8.74	0.09	0.07
		2019/5/11	15	9	6.34	8.81	0.09	0.08
		2019/5/12	12	10	6.44	8.74	0.10	0.07
	3季度	2019/8/06	22	9	6.39	7.03	0.16	0.12
		2019/8/07	18	7	6.44	7.08	0.19	0.10
		2019/8/08	23	8	6.33	6.99	0.20	0.08
	4季度	2019/11/9	32	28	6.52	8.55	0.21	0.14
		2019/11/10	39	30	6.51	8.51	0.21	0.14
		2019/11/11	36	25	6.56	8.54	0.20	0.13
10#隧洞排水处理系统	1季度	2019/1/15	93	6	6.40	7.05	0.08	0.06L
		2019/1/16	97	7	6.48	7.14	0.09	0.06L
		2019/1/17	95	6	6.39	7.21	0.07	0.06
	2季度	2019/5/10	15	11	6.45	7.22	0.13	0.11
		2019/5/11	19	14	6.53	7.27	0.14	0.10
		2019/5/12	17	12	6.51	7.25	0.12	0.11
	3季度	2019/8/06	24	24	6.39	6.39	0.17	0.17
		2019/8/07	16	26	6.43	6.43	0.18	0.18
		2019/8/08	23	23	6.45	6.45	0.19	0.19
	4季度	2019/11/9	28	28	7.23	7.23	0.14	0.14
		2019/11/10	34	34	7.21	7.21	0.14	0.13
		2019/11/11	30	30	7.17	7.17	0.13	0.13

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口
11#隧洞排水处理系统	1季度	2019/1/15	2660	18	7.62	8.81	0.10	0.06L
		2019/1/16	2598	19	7.68	8.75	0.12	0.06L
		2019/1/17	2510	17	7.74	8.65	0.13	0.06L
	2季度	2019/5/10	27	17	7.61	8.79	0.16	0.15
		2019/5/11	25	19	7.57	8.76	0.18	0.13
		2019/5/12	22	18	7.64	6.66	0.17	0.14
	3季度	2019/8/06	235	30	7.33	8.11	1.85	0.14
		2019/8/07	251	27	7.36	8.15	1.79	0.13
		2019/8/08	227	33	7.41	8.21	1.83	0.12
	4季度	2019/11/9	56	21	8.04	8.40	0.08	0.06L
		2019/11/10	63	19	7.61	8.32	0.07	0.06L
		2019/11/11	59	24	7.66	8.28	0.07	0.06L
坝址下游左岸混凝土拌合站沉淀池	1季度	2019/1/15	/	322	/	12.4	/	/
		2019/1/16	/	308	/	13.1	/	/
		2019/1/17	/	314	/	11.9	/	/
	2季度	2019/5/10	/	46	/	10.98	/	/
		2019/5/11	/	41	/	10.92	/	/
		2019/5/12	/	44	/	10.94	/	/
	3季度	2019/8/06	/	52	/	7.03	/	/
		2019/8/07	/	46	/	6.99	/	/
		2019/8/08	/	54	/	7.06	/	/
	4季度	2019/11/9	/	273	/	11.06	/	/
		2019/11/10	/	281	/	10.96	/	/
		2019/11/11	/	266	/	11.09	/	/

备注：表中带“L”数据表示低于方法检出限，“/”表示未进行监测。

表 5.1-2 2020 年施工期生产废水处理系统进、出口水质

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口
3#隧洞排水处理系统	1季度	2020/3/10	572	5	7.23	7.38	0.16	0.06L
		2020/3/11	555	6	7.34	7.31	0.14	0.06L
		2020/3/12	581	5	7.18	7.34	0.15	0.06L
	2季度	2020/5/20	17	6	7.67	7.75	0.27	0.09
		2020/5/21	13	8	7.64	7.78	0.26	0.06
		2020/5/22	15	7	7.69	7.77	0.28	0.06

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)		
			进口	出口	进口	出口	进口	出口	
3 季度	2020/8/20	2020/8/20	12	8	7.75	8.93	0.07	0.06L	
		2020/8/21	15	7	7.69	8.87	0.08	0.06L	
		2020/8/22	13	10	7.78	8.83	0.08	0.06L	
	4 季度	2020/11/15	2020/11/15	54	11	7.59	8.82	0.06L	0.06L
			2020/11/16	47	15	7.70	8.76	0.06L	0.06L
			2020/11/17	51	13	7.74	8.69	0.06L	0.06L
4#隧洞排水 处理系统	1 季度	2020/3/10	2020/3/10	813	76	7.13	6.89	0.20	0.07
			2020/3/11	787	85	7.04	6.84	0.17	0.08
			2020/3/12	805	71	7.10	6.91	0.20	0.07
	2 季度	2020/5/20	2020/5/20	87	96	7.60	7.73	0.06L	0.06L
			2020/5/21	95	91	7.61	7.69	0.06L	0.06L
			2020/5/22	91	89	7.64	7.77	0.06L	0.06L
	3 季度	2020/8/20	2020/8/20	1093	98	8.64	8.25	0.06	0.06L
			2020/8/21	988	78	8.57	8.19	0.06	0.06L
			2020/8/22	1018	85	8.66	8.28	0.06	0.06L
	4 季度	2020/11/15	2020/11/15	16	14	8.69	8.19	0.06L	0.06L
			2020/11/16	21	11	8.71	8.14	0.06L	0.06L
			2020/11/17	18	12	8.63	8.28	0.06L	0.06L
5#隧洞排水 处理系统	1 季度	2020/3/10	2020/3/10	554	4	6.91	7.21	0.76	0.13
			2020/3/11	538	5	6.85	7.15	0.75	0.14
			2020/3/12	562	4	6.93	7.20	0.76	0.15
	2 季度	2020/5/20	2020/5/20	71	41	7.26	7.36	0.11	0.09
			2020/5/21	75	37	7.29	7.31	0.11	0.07
			2020/5/22	69	43	7.23	7.36	0.12	0.08
	3 季度	2020/8/20	2020/8/20	1368	274	7.51	7.73	0.15	0.08
			2020/8/21	1130	258	7.45	7.67	0.16	0.09
			2020/8/22	1256	266	7.55	7.75	0.16	0.08
	4 季度	2020/11/15	2020/11/15	215	81	7.55	7.59	0.15	0.06
			2020/11/16	209	77	7.49	7.68	0.16	0.06
			2020/11/17	221	83	7.59	7.80	0.16	0.06
6#隧洞排水 处理系统	1 季度	2020/3/10	2020/3/10	225	55	6.71	6.83	0.18	0.08
			2020/3/11	251	61	6.82	6.79	0.18	0.08
			2020/3/12	238	57	6.75	6.84	0.19	0.08
	2 季度	2020/5/20	2020/5/20	28	/	7.41	/	0.07	/
			2020/5/21	33	/	7.45	/	0.06	/
			2020/5/22	30	/	7.49	/	0.07	/

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口
3 季度	2020/8/20	2020/8/20	48	/	7.61	/	0.13	/
		2020/8/21	43	29	7.54	7.90	0.13	0.06L
		2020/8/22	46	35	7.66	7.85	0.12	0.06L
	4 季度	2020/11/15	28	33	7.64	7.93	0.06L	0.06L
		2020/11/16	31	17	7.56	7.91	0.06L	0.06L
		2020/11/17	27	21	7.59	7.92	0.06L	0.06L
7#隧洞排水 处理系统	1 季度	2020/3/10	19	124	7.84	7.85	0.06L	0.30
		2020/3/11	18	12	7.13	7.23	0.26	0.09
		2020/3/12	21	15	7.14	7.24	0.23	0.08
	2 季度	2020/5/20	19	13	7.20	7.28	0.24	0.10
		2020/5/21	278	203	8.88	8.69	0.09	0.08
		2020/5/22	268	221	8.84	8.63	0.09	0.09
	3 季度	2020/8/20	283	80	8.77	7.46	0.09	0.07
		2020/8/21	86	69	7.73	7.52	0.12	0.08
		2020/8/22	91	77	7.76	7.56	0.10	0.07
	4 季度	2020/11/15	83	89	7.84	7.57	0.12	0.08
		2020/11/16	117	93	7.80	7.61	0.33	0.07
		2020/11/17	131	100	7.81	7.62	0.32	0.08
8#隧洞排水 处理系统	1 季度	2020/3/10	9	4L	6.83	6.90	0.10	0.06L
		2020/3/11	11	4L	6.85	6.91	0.09	0.06L
		2020/3/12	8	4L	6.88	6.98	0.08	0.06L
	2 季度	2020/5/20	198	78	8.40	8.11	0.28	0.07
		2020/5/21	185	83	8.34	8.10	0.28	0.07
		2020/5/22	201	86	8.31	8.08	0.31	0.08
	3 季度	2020/8/20	41	24	7.57	7.41	0.20	0.09
		2020/8/21	43	19	7.61	7.46	0.20	0.10
		2020/8/22	39	21	7.68	7.34	0.20	0.09
	4 季度	2020/11/15	216	8	7.52	7.50	0.07	0.06L
		2020/11/16	208	11	7.51	7.51	0.08	0.06L
		2020/11/17	221	9	7.60	7.44	0.08	0.06L
9#隧洞排水 处理系统	1 季度	2020/3/10	12	5	6.53	7.04	0.24	0.08
		2020/3/11	10	4	6.57	7.05	0.23	0.09
		2020/3/12	13	4	6.59	7.11	0.23	0.10
	2 季度	2020/5/20	20	18	8.04	7.95	0.13	0.08
		2020/5/21	25	14	8.07	7.92	0.13	0.07
		2020/5/22	23	16	8.11	7.91	0.13	0.08

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)		
			进口	出口	进口	出口	进口	出口	
3季度	2020/8/20	2020/8/20	34	27	8.77	8.08	0.08	0.06L	
		2020/8/21	37	31	8.71	8.11	0.09	0.06L	
		2020/8/22	32	29	8.67	8.16	0.09	0.06L	
	4季度	2020/11/15	2020/11/15	24	14	8.66	8.18	0.08	0.06L
			2020/11/16	19	11	8.60	8.19	0.08	0.06L
			2020/11/17	22	15	8.59	8.22	0.07	0.06L
10#隧洞排水处理系统	1季度	2020/3/10	2020/3/10	6	4L	6.79	7.13	0.21	0.06
			2020/3/11	5	4L	6.85	7.14	0.20	0.08
			2020/3/12	7	4L	6.87	7.17	0.18	0.06
	2季度	2020/5/20	2020/5/20	47	20	7.49	7.56	0.11	0.10
			2020/5/21	51	17	7.43	7.57	0.11	0.10
			2020/5/22	49	21	7.39	7.60	0.14	0.11
	3季度	2020/8/20	2020/8/20	6	4	7.46	7.31	0.08	0.06L
			2020/8/21	7	5	7.52	7.36	0.08	0.06L
			2020/8/22	6	4	7.56	7.43	0.08	0.06L
	4季度	2020/11/15	2020/11/15	18	6	7.58	7.41	0.08	0.06L
			2020/11/16	21	9	7.54	7.33	0.07	0.06L
			2020/11/17	16	8	7.47	7.49	0.07	0.06L
11#隧洞排水处理系统	1季度	2020/3/10	2020/3/10	13	13	7.31	7.31	0.10	0.10
			2020/3/11	17	17	7.34	7.34	0.11	0.11
			2020/3/12	15	15	7.36	7.36	0.13	0.13
	2季度	2020/5/20	2020/5/20	45	4L	8.16	8.28	2.17	0.14
			2020/5/21	51	4L	8.12	8.33	1.96	0.12
			2020/5/22	48	4L	8.19	8.21	2.07	0.14
	3季度	2020/8/20	2020/8/20	94	14	8.29	10.83	0.08	0.13
			2020/8/21	78	11	8.34	10.74	0.07	0.15
			2020/8/22	85	13	8.21	10.88	0.06	0.14
	4季度	2020/11/15	2020/11/15	218	4	8.41	9.11	0.19	0.07
			2020/11/16	211	6	8.43	9.03	0.20	0.08
			2020/11/17	220	5	8.52	9.14	0.19	0.07
坝址下游左岸混凝土拌合站沉淀池	1季度	2020/3/10	2020/3/10	/	44	/	11.40	/	/
			2020/3/11	/	51	/	11.35	/	/
			2020/3/12	/	48	/	11.42	/	/
	2季度	2020/5/20	2020/5/20	/	191	/	12.06	/	/
			2020/5/21	/	214	/	12.02	/	/
			2020/5/22	/	196	/	12.07	/	/

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口
3 季度	2020/8/20		/	1879	/	18.9	/	/
	2020/8/21		/	1684	/	17.8	/	/
	2020/8/22		/	1728	/	19.4	/	/
4 季度	2020/11/15		/	51	/	11.76	/	/
	2020/11/16		/	48	/	11.69	/	/
	2020/11/17		/	54	/	11.78	/	/

备注：表中带“L”数据表示低于方法检出限，“/”表示未进行监测。

表 5.1-3 2021 年施工期生产废水处理系统进、出口水质

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口
3#隧洞排水 处理系统	1 季度	2021/3/18	42	5	7.91	7.66	0.17	0.07
		2021/3/19	39	7	7.85	7.72	0.17	0.07
		2021/3/20	45	6	7.82	7.62	0.16	0.06
	2 季度	2021/6/3	54	5	7.8	7.7	0.46	0.32
		2021/6/4	61	7	7.8	7.7	0.47	0.32
		2021/6/5	57	6	7.8	7.6	0.48	0.32
	3 季度	2021/7/19	80	4L	7.9	7.7	0.90	0.50
		2021/7/20	75	4L	7.8	7.7	0.91	0.49
		2021/7/21	77	4L	7.7	7.6	0.89	0.47
	4 季度	2021/11/28	4L	4L	9.1	9.0	0.06	0.06L
		2021/11/29	4L	4L	9.2	8.9	0.07	0.06L
		2021/11/30	4L	4L	9.2	9.0	0.06	0.06L
4#隧洞排水 处理系统	1 季度	2021/3/18	498	107	8.35	8.23	0.24	0.10
		2021/3/19	511	121	8.29	8.27	0.23	0.10
		2021/3/20	504	115	8.39	8.19	0.24	0.11
	2 季度	2021/6/3	5	4L	8.2	8.1	0.08	0.06L
		2021/6/4	6	4L	8.2	8.1	0.07	0.06L
		2021/6/5	7	4L	8.2	8.0	0.07	0.06L
	3 季度	2021/7/19	65	48	8.1	8.0	0.45	0.27
		2021/7/20	71	43	8.2	8.0	0.45	0.25
		2021/7/21	68	46	8.3	8.1	0.46	0.25
	4 季度	2021/11/28	4L	4L	11.0	10.9	0.09	0.06L
		2021/11/29	4L	4L	11.1	10.9	0.08	0.06L
		2021/11/30	4L	4L	11.0	10.8	0.08	0.06L

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口
5#隧洞排水 处理系统	1 季度	2021/3/18	143	42	7.89	7.79	0.18	0.13
		2021/3/19	127	39	7.91	7.74	0.18	0.13
		2021/3/20	135	44	7.85	7.71	0.17	0.14
	2 季度	2021/6/3	142	24	7.9	7.9	0.45	0.09
		2021/6/4	118	27	8.0	7.8	0.44	0.08
		2021/6/5	133	23	8.0	7.8	0.45	0.08
	3 季度	2021/7/19	20	4L	8.2	8.1	0.60	0.27
		2021/7/20	18	4L	8.2	8.1	0.59	0.23
		2021/7/21	15	4L	8.3	8.0	0.60	0.24
6#隧洞排水 处理系统	1 季度	2021/3/18	207	188	8.54	8.32	0.21	0.17
		2021/3/19	221	195	8.49	8.29	0.22	0.18
		2021/3/20	216	183	8.45	8.37	0.21	0.17
	2 季度	2021/6/3	221	52	8.3	8.2	0.14	0.08
		2021/6/4	218	48	8.4	8.2	0.14	0.08
		2021/6/5	230	55	8.3	8.2	0.13	0.08
	3 季度	2021/7/19	32	4L	8.2	8.2	0.83	0.06L
		2021/7/20	27	4L	8.3	8.1	0.82	0.06L
		2021/7/21	31	4L	8.3	8.1	0.81	0.06L
7#隧洞排水 处理系统	1 季度	2021/3/18	29	15	8.24	8.28	0.07	0.06L
		2021/3/19	33	11	8.28	8.20	0.08	0.06L
		2021/3/20	27	13	8.29	8.17	0.08	0.06L
	2 季度	2021/6/3	4L	4L	8.4	8.2	0.08	0.06L
		2021/6/4	4L	4L	8.4	8.2	0.08	0.06L
		2021/6/5	4L	4L	8.3	8.2	0.09	0.06L
	3 季度	2021/7/19	15	11	8.3	8.2	0.25	0.08
		2021/7/20	13	10	8.4	8.2	0.23	0.06
		2021/7/21	14	12	8.4	8.3	0.23	0.06
8#隧洞排水 处理系统	1 季度	2021/3/18	356	62	7.92	9.13	0.06L	0.06L
		2021/3/19	374	59	7.86	9.17	0.06L	0.06L
		2021/3/20	362	65	7.83	9.08	0.06L	0.06L
	2 季度	2021/6/3	107	104	8.0	8.1	0.06	0.06L
		2021/6/4	120	89	8.0	8.1	0.06	0.06L
		2021/6/5	115	95	8.1	8.2	0.06	0.06L
	3 季度	2021/7/19	214	106	7.9	7.9	0.35	0.14
		2021/7/20	201	89	8.0	7.9	0.33	0.15
		2021/7/21	219	94	8.0	8.0	0.33	0.14

监测点位	监测时间		SS (mg/L)		pH (无量纲)		石油类 (mg/L)	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口
9#隧洞排水处理系统	1季度	2021/3/18	144	31	8.94	8.85	0.14	0.06
		2021/3/19	128	37	8.96	8.81	0.15	0.06
		2021/3/20	136	33	8.89	8.76	0.14	0.07
	2季度	2021/6/3	20	9	8.9	8.9	0.09	0.06L
		2021/6/4	17	10	9.0	8.8	0.08	0.06L
		2021/6/5	21	8	8.9	8.8	0.08	0.06L
	3季度	2021/7/19	409	13	8.5	8.3	0.37	0.18
		2021/7/20	387	16	8.5	8.2	0.35	0.15
		2021/7/21	395	14	8.6	8.3	0.34	0.16
10#隧洞排水处理系统	1季度	2021/3/18	361	4L	7.67	7.55	0.92	0.06L
		2021/3/19	349	4L	7.63	7.54	0.91	0.06L
		2021/3/20	355	4L	7.60	7.47	0.93	0.06L
	2季度	2021/6/3	22	14	7.8	7.8	0.15	0.09
		2021/6/4	25	11	7.9	7.7	0.14	0.09
		2021/6/5	23	13	7.8	7.7	0.13	0.08
	3季度	2021/7/19	694	8	7.8	7.7	0.11	0.06L
		2021/7/20	677	11	7.9	7.6	0.11	0.06L
		2021/7/21	682	9	7.8	7.6	0.11	0.06L
11#隧洞排水处理系统	1季度	2021/3/18	4L	4L	7.86	7.99	0.06L	0.06L
		2021/3/19	4L	4L	7.82	7.93	0.06L	0.06L
		2021/3/20	4L	4L	7.93	7.89	0.06L	0.06L
	2季度	2021/6/3	6	5	7.9	7.81	0.08	0.06L
		2021/6/4	8	4	8.0	7.77	0.08	0.06L
		2021/6/5	7	4	7.9	7.75	0.08	0.06L
坝址下游左岸混凝土拌合站沉淀池	4季度	2021/11/28	111	20	12.3	12.0	/	/
		2021/11/29	102	23	12.2	12.0	/	/
		2021/11/30	107	25	12.3	12.1	/	/

备注：表中带“L”数据表示低于方法检出限。

表 5.1-4 2019 年施工期生活污水监测情况 单位: mg/L (pH 无量纲)

监测点 位	监测时间	BOD ₅		COD		SS		NH ₃ -N		TP		动植物油		粪大肠菌群		阴离子表面活性剂		
		进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	
枢纽工程区生活污水	1 季度	2019/1/15	/	30.5	/	76	/	874	/	9.99	/	3.03	/	41.1	/	24000	/	0.05L
		2019/1/16	/	31.9	/	81	/	858	/	9.87	/	3.01	/	42.3	/	26000	/	0.05L
		2019/1/17	/	30.2	/	78	/	862	/	10.2	/	2.98	/	40.9	/	27000	/	0.05L
	2 季度	2019/5/10	/	142	/	308	/	180	/	4.80	/	1.29	/	4.08	/	280000	/	2.40
		2019/5/11	/	144	/	310	/	176	/	4.71	/	1.31	/	4.00	/	270000	/	2.43
		2019/5/12	/	138	/	300	/	194	/	4.93	/	1.26	/	3.92	/	270000	/	2.37
	3 季度	2019/8/06	/	52.8	/	153	/	72	/	4.12	/	0.32	/	2.22	/	210000	/	2.40
		2019/8/07	/	50.3	/	146	/	69	/	4.28	/	0.34	/	2.28	/	240000	/	2.43
		2019/8/08	/	55.9	/	162	/	78	/	4.31	/	0.36	/	2.26	/	220000	/	2.37
	4 季度	2019/11/9	/	242	/	485	/	120	/	2.37	/	0.91	/	2.32	/	240000	/	1.05
		2019/11/10	/	254	/	492	/	148	/	2.50	/	0.96	/	2.22	/	220000	/	1.01
		2019/11/11	/	236	/	478	/	134	/	2.24	/	0.88	/	2.26	/	250000	/	1.08
5#支洞 生活污水处理 设施	1 季度	2019/1/15	28.6	12.3	88	46	1947	76	31.2	14.2	11.6	2.51	20.1	5.73	33000	27000	0.05L	0.05L
		2019/1/16	27.2	11.0	79	39	1860	81	30.6	13.7	11.3	2.47	19.6	5.69	34000	28000	0.05L	0.05L
		2019/1/17	28.9	11.6	91	43	1898	78	32.1	15.1	11.8	2.49	20.4	5.77	35000	35000	0.05L	0.05L
	2 季度	2019/5/10	150	116	319	246	280	105	22.2	19.3	3.82	1.80	12.5	5.94	330000	260000	3.22	2.86
		2019/5/11	144	106	310	234	273	111	23.6	18.8	3.75	1.69	11.8	5.88	340000	240000	3.25	2.88
		2019/5/12	158	112	326	240	268	118	21.4	19.5	3.86	1.75	12.6	5.97	330000	260000	3.17	2.83
	3 季度	2019/8/06	180	112	407	251	248	46	11.1	9.85	1.21	0.43	1.57	1.44	320000	270000	7.06	5.18
		2019/8/07	170	108	390	236	219	51	11.0	9.97	1.22	0.44	1.54	1.45	300000	240000	7.04	5.22
		2019/8/08	165	116	380	260	222	55	10.9	9.76	1.21	0.42	1.53	1.47	310000	250000	7.08	5.14
	4 季度	2019/11/9	49.6	35.0	150	106	29	24	5.66	4.75	0.94	0.55	7.11	6.30	280000	240000	3.71	3.71
		2019/11/10	48.4	35.4	145	112	33	25	5.22	4.89	0.91	0.53	7.03	6.38	250000	250000	3.74	3.74
		2019/11/11	50.5	34.6	156	100	37	21	5.40	4.59	0.86	0.51	6.92	6.26	220000	220000	3.80	3.80

《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水阶段环境保护设施验收调查报告》

监测点 位	监测时间	BOD ₅		COD		SS		NH ₃ -N		TP		动植物油		粪大肠菌群		阴离子表面活性剂		
		进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	
11#支洞 生活污水 处理 设施	1 季度	2019/1/15	200	28.6	408	73	344	58	70.6	32.9	7.38	2.35	3.41	0.46	43000	24000	2.72	0.05L
		2019/1/16	206	29.0	420	80	320	64	69.3	31.4	7.41	2.33	3.45	0.41	46000	26000	2.71	0.05L
		2019/1/17	196	28.0	400	68	332	61	71.5	33.6	7.35	2.29	3.38	0.52	49000	27000	2.70	0.05L
2 标段 项目部 让田村	1 季度	2019/1/15	/	128	/	265	/	128	/	30.6	/	3.79	/	13.8	/	26000	/	1.36
		2019/1/16	/	132	/	274	/	141	/	31.3	/	3.82	/	14.2	/	27000	/	1.38
		2019/1/17	/	136	/	280	/	134	/	29.5	/	3.77	/	13.4	/	28000	/	1.32
3 标段 生活区	1 季度	2019/1/15	/	108	/	226	/	84	/	74.8	/	6.77	/	3.66	/	73000	/	0.063
		2019/1/16	/	114	/	238	/	88	/	73.4	/	6.73	/	3.61	/	46000	/	0.061
		2019/1/17	/	102	/	214	/	79	/	75.3	/	6.75	/	3.72	/	49000	/	0.052
生活区 #8 支洞 污水处 理系统	2 季度	2019/5/10	/	220	/	499	/	1760	/	99.5	/	11.6	/	19.7	/	160000	/	1.23
		2019/5/11	/	230	/	510	/	1680	/	97.3	/	11.1	/	19.5	/	170000	/	1.25
		2019/5/12	/	216	/	480	/	1720	/	98.6	/	10.8	/	19.9	/	180000	/	1.19
	3 季度	2019/8/06	120	/	270	/	582	/	15.7	/	0.72	/	1.84	/	240000	/	6.49	/
		2019/8/07	125	/	280	/	611	/	15.8	/	0.73	/	1.8	/	250000	/	6.58	/
		2019/8/08	116	/	274	/	592	/	15.9	/	0.72	/	1.87	/	260000	/	6.41	/
	4 季度	2019/11/9	125	7.9	316	39	498	45	23.4	6.68	1.40	0.16	7.41	1.61	290000	250000	4.33	2.79
		2019/11/10	120	7.6	308	35	474	51	22.1	6.75	1.32	0.14	7.44	1.45	320000	220000	4.30	2.75
		2019/11/11	130	8.3	324	42	512	43	24.5	6.59	1.57	0.19	7.31	1.50	310000	240000	4.36	2.86
输水隧 洞生活 污水处 理系统	2 季度	2019/5/10	/	19.6	/	52	/	50	/	6.17	/	1.42	/	6.77	/	170000	/	0.48
		2019/5/11	/	19.2	/	48	/	53	/	6.32	/	1.37	/	6.73	/	160000	/	0.44
		2019/5/12	/	19.8	/	56	/	48	/	6.04	/	1.44	/	6.75	/	140000	/	0.47
	3 季度	2019/8/06	/	66.4	/	163	/	260	/	9.15	/	0.44	/	1.72	/	260000	/	0.123
		2019/8/07	/	63.6	/	155	/	228	/	9.00	/	0.43	/	1.65	/	240000	/	0.101
2019/8/08	/	69.2	/	170	/	249	/	9.21	/	0.42	/	1.69	/	250000	/	0.118		

备注：表中带“L”数据表示低于方法检出限，“/”表示未进行监测。

表 5.1-5 2020 年施工期生活污水监测情况 单位: mg/L (pH 无量纲)

监测点 位	监测时间		BOD ₅		COD		SS		NH ₃ -N		TP		动植物油		粪大肠菌群		阴离子表面活性剂	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口
枢纽工 程区生 活污水	1 季度	2020/3/10	/	262	/	491	/	98	/	1.28	/	1.44	/	8.63	/	210000	/	5.67
		2020/3/11	/	250	/	478	/	111	/	1.24	/	1.47	/	8.49	/	240000	/	5.63
		2020/3/12	/	272	/	500	/	106	/	1.33	/	1.38	/	8.35	/	220000	/	5.71
	2 季度	2020/5/20	/	212	/	423	/	121	/	12.3	/	1.06	/	11.9	/	24000	/	1.51
		2020/5/21	/	206	/	406	/	118	/	11.6	/	1.11	/	12.3	/	21000	/	1.53
		2020/5/22	/	220	/	434	/	135	/	13.1	/	1.03	/	11.7	/	22000	/	1.49
	4 季度	2020/11/15	/	394	/	710	/	225	/	21.7	/	2.89	/	42.1	/	1.4×10⁶	/	3.44
		2020/11/16	/	390	/	702	/	218	/	23.6	/	2.80	/	43.1	/	1.7×10⁶	/	3.47
		2020/11/17	/	393	/	708	/	230	/	22.4	/	2.92	/	43.5	/	2.0×10⁶	/	3.41
5#支洞 生活污 水处理 设施	1 季度	2020/3/10	11.8	9.0	55	42	23	17	1.44	0.300	0.20	0.15	1.35	0.64	23000	2000	2.54	1.65
		2020/3/11	13.2	8.4	62	38	21	15	1.38	0.296	0.21	0.15	1.27	0.67	24000	2400	2.51	1.62
		2020/3/12	12.5	8.6	58	40	25	14	1.50	0.305	0.18	0.16	1.31	0.67	21000	2100	2.58	1.67
	2 季度	2020/5/20	120	80.2	298	212	75	48	0.277	0.109	1.53	1.09	3.86	1.53	230000	220000	2.60	1.00
		2020/5/21	126	78.6	310	200	88	51	0.284	0.116	1.57	1.11	3.70	1.47	250000	190000	2.62	1.02
		2020/5/22	116	84.6	290	226	68	45	0.268	0.101	1.61	1.05	3.77	1.63	240000	210000	2.64	1.04
	3 季度	2020/8/20	18.9	13.9	68	50	42	24	6.95	5.29	0.50	0.26	0.61	0.56	2.4×10 ⁶	2.3×10⁵	4.61	3.33
		2020/8/21	17.8	12.8	64	46	48	21	6.84	5.17	0.48	0.24	0.66	0.54	2.5×10 ⁶	2.4×10⁵	4.67	3.37
		2020/8/22	19.4	13.3	70	48	51	27	7.11	5.38	0.52	0.25	0.66	0.57	2.3×10 ⁶	2.2×10⁵	4.74	3.32
	4 季度	2020/11/15	143	33.3	372	120	92	47	10.7	1.55	0.45	0.32	1.82	1.68	2.8×10 ⁶	2.6×10⁶	5.43	4.87
		2020/11/16	141	35.2	368	116	106	53	11.4	1.47	0.50	0.28	1.90	1.62	2.7×10 ⁶	2.5×10⁶	5.46	4.90
		2020/11/17	142	34.2	370	123	98	49	10.0	1.61	0.48	0.30	2.01	1.53	2.6×10 ⁶	2.7×10⁶	5.39	4.84

监测点位	监测时间		BOD ₅		COD		SS		NH ₃ -N		TP		动植物油		粪大肠菌群		阴离子表面活性剂	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口
生活区#8支洞污水处理系统	1季度	2020/3/10	45.5	21.2	136	79	132	24	13.8	6.09	0.38	0.26	1.61	0.63	36000	28000	8.86	5.20
		2020/3/11	46.4	20.6	144	75	151	21	14.5	6.01	0.40	0.25	1.46	0.57	35000	25000	8.78	5.14
		2020/3/12	45.0	21.5	132	82	143	23	13.6	6.16	0.39	0.26	1.54	0.59	34000	27000	8.82	5.27
	2季度	2020/5/20	48.6	11.0	145	54	55	33	0.241	0.140	2.05	0.94	0.50	0.38	260000	210000	2.26	1.29
		2020/5/21	47.2	10.4	138	50	61	35	0.250	0.149	2.11	1.01	0.47	0.42	280000	240000	2.31	1.31
		2020/5/22	46.2	11.4	130	56	53	31	0.234	0.133	2.07	0.97	0.40	0.32	250000	230000	2.29	1.33
	3季度	2020/8/20	48.4	24.7	155	89	75	23	6.37	5.41	0.62	0.38	0.60	0.41	2.6×10 ⁶	2.5×10⁵	2.81	2.27
		2020/8/21	46.8	23.3	150	84	81	20	6.53	5.24	0.58	0.34	0.58	0.40	2.5×10 ⁶	2.4×10⁵	2.87	2.22
		2020/8/22	49.4	23.9	158	86	70	25	6.18	5.58	0.60	0.36	0.57	0.40	2.7×10 ⁶	2.6×10⁵	2.79	2.29
	4季度	2020/11/15	79.6	17.1	207	65	1032	37	170	0.291	2.81	1.80	3.83	0.88	2.8×10 ⁶	2.3×10⁵	7.29	4.80
		2020/11/16	77.3	16.3	201	62	1008	44	163	0.284	2.76	1.76	3.80	0.89	2.9×10 ⁶	2.4×10⁵	7.34	4.85
		2020/11/17	78.8	17.6	205	67	1096	39	181	0.297	2.88	1.82	3.89	0.86	3.0×10 ⁶	2.2×10⁵	7.27	4.77

表 5.1-6

2021 年施工期生活污水监测情况

单位: mg/L (pH 无量纲)

监测点位	监测时间		BOD ₅		COD		SS		NH ₃ -N		TP		动植物油		粪大肠菌群		阴离子表面活性剂	
			进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口
5#支洞生活污水处理设施	1季度	2021/3/18	50.0	10.8	160	52	48	32	12.2	6.15	1.61	0.88	0.76	0.30	2.7×10 ⁶	2.3×10⁶	7.17	4.20
		2021/3/19	48.8	11.9	156	57	51	27	11.8	6.11	1.58	0.85	0.77	0.29	2.5×10 ⁶	2.5×10⁶	7.22	4.28
		2021/3/20	50.6	11.2	162	54	45	30	12.8	6.19	1.64	0.81	0.78	0.30	2.6×10 ⁶	2.4×10⁶	7.10	4.17

5.2.2 大气污染防治设施

根据施工期环境监理报告，施工机械、车辆均安装了尾气净化器，并在场区内设置了限速警示牌。易起尘的施工材料、临时堆土等采取了洒水或遮挡措施。施工场地、道路定时洒水抑尘。在天气干燥的情况下，适当增加项目施工过程中洒水降尘强度及频次。物料运输车辆采取封闭式运输，施工场地进出口设有车辆冲洗设施，并有专人负责冲洗。

监理部每月对现场扬尘治理措施进行巡视检查，联合建管局对各施工现场进行专项检查，对现场扬尘污染防治问题进行督促整改。现场发现问题及时要求整改，确保环境保护措施及扬尘治理措施的全面有效执行。

工程区运输车辆扬尘及洒水作业现场照片见图 5.2-3。



洒水车作业



洒水车及人工清扫



人工洒水作业



人工洒水作业



图 5.2-3 工程区运输车辆洒水抑尘效果

5.2.3 固体废物处置设施

(1) 生活垃圾

施工期各施工营地生活垃圾集中收集后由附近环卫站定期清理，纳入当地生活垃圾处理体系。施工营地生活垃圾存放点现状见图 5.2-4。



生活垃圾存放点

生活垃圾清运记录

图 5.2-4 工程区生活垃圾储存设施及清运记录

(2) 一般固体废物

沉淀池淤泥：施工单位定期对沉淀池内淤泥进行清理，运至指定渣场填埋。见图 5.2-5。



沉淀池人工清淤



沉淀池机械清淤



沉淀池清淤



沉淀池清淤

图 5.2-5 输水工程施工区沉淀池清淤

工程建设期间产生的固体废物主要包括参建人员生活垃圾、施工废弃物和弃渣。工程建设过程中，参建人员产生的生活垃圾通过收集、外运后纳入马龙区垃圾处理体系一并处理；施工过程中对产生的各类有回收价值废弃物进行了回收利用，其余废弃物作为弃渣运往渣场堆存。工程施工阶段，工程区范围内固体废物基本得到了有效处置，环境卫生面貌良好。

5.2.4 噪声污染防治设施

施工期噪声主要为车辆运输噪声、空压机噪声、施工噪声等。主要采取车辆通过限速、禁止鸣笛等方式降低噪声，空压机安装时已设置减震垫和密闭措施，噪声产生较大的施工区域夜间禁止施工等。各施工作业区，噪声源距离居民区等噪声敏感点均较远，基本不影响周围居民和生活营地施工人员休息。噪声环境下施工人员配置有防噪用具。

5.3 其它环境保护设施

施工期各参建单位在施工区内建立了防火及火灾警报体系，根据施工的具体

情况制定了安全生产事故应急预案等相关管理制度，由建设单位质量安全科和各施工单位安全部门分级管理。除此之外，还对施工人员进行防火宣传教育，严格规范和限制施工人员的野外活动，以确保区域森林资源及居民生命财产安全。为防范各类事故发生，施工区安装的各类风险防范宣传牌、警示牌见图 5.3-1。



预防水质污染宣传牌



严禁烟火宣传牌



沉淀池警示牌



出入现场警示牌

图 5.3-1 施工区风险事故防范宣传警示牌

据调查，车马碧水库工程施工期间，未发生火灾、泄漏等环境风险事故，未因工程施工发生森林火灾，仅在施工初期，5#支洞涌水过多导致直排，业主立即委托设计单位重新设计并扩大沉淀池规模，有效控制了事故排水对周边地表水的影响。

5.4 环境保护设施投资及“三同时”落实情况

5.4.1 环境保护设施投资

根据环境影响报告书，车马碧水库工程环保静态投资 21378.48 万元，环保直接费用 19435 万元。初步设计阶段批复环保投资 17787.75 元。截至 2022 年 2 月，工程共计完成环境保护投资直接费 11672.56 万元，约占初设阶段该部分投资的 65%，蓄水验收阶段环境保护投资执行情况见表 5.4-1。

表 5.4-1 蓄水验收阶段环境保护投资执行情况表

序号	工程费用名称	环保投资（万元）		
		环评概算	初设概算	实际完成
第一部分	环境保护措施	15437.12	11374.02	7268.59
一	水环境保护措施费	7744.99	4735.18	487.30
二	生态保护措施费	7560.83	6529.66	6224.20
三	水库管理局环保措施费	35.3	109.18	35.00
四	供水保障永久措施费	91		0.00
五	移民安置复建环保措施费	5		522.10
第二部分	环境监测措施	470.7	540.92	397.80
一	水质监测费	341.20	362.32	
二	大气监测	45	54	
三	噪声监测	4.5	5.4	
四	水生生物监测	45	80	
五	陆生生态监测	35		
第三部分	环境保护仪器设备及安装	435.48	1651.16	290.00
一	生态流量在线监测系统	60	70	30.00
二	环境保护设备	375.48	1581.16	260.00
第四部分	环境保护临时措施	680.54	451.59	650.32
一	施工废污水处理	475.44	228.83	
二	大气环境保护工程	58.35	61.45	
三	声环境保护工程	94.50	94.50	
四	固体废物处理	53.14	50.81	
第五部分	环境保护独立费用	2411.15	2452.44	2004.71
一	建设管理费	845.95	2452.44	439.27
二	环境监理费	236.00		236.52
三	科研勘测设计费	1329.19		1329.19
第六部分	环境保护预备费	1943.50	1317.61	1061.14
	合 计	21378.48	17787.75	11672.56

目前，旁路系统工程已完成审查，正在施工招标阶段。鱼类保护栖息地待政府正式批文下达后开始建设，旁路系统工程、鱼类栖息地、建设管理费等尚未计入已完成环保投资。根据环境监理报告，环保设施资金到位有保障，满足工程建设进度资金要求。

5.4.2 “三同时”落实情况

5.4.2.1 环保设施设计、施工情况

2017年6月，云南省水利水电勘测设计研究院编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程初步设计报告 第七分册（共九册）10 环境保护设计》（报批稿）。2017年8月，云南省水利厅以“云南省水利厅关于曲靖市车马碧水库工程初步设计报

告的批复”（云水规计〔2017〕48号）予以批复。

2018年10月，云南省水利水电勘测设计研究院编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程技施设计阶段水库库底清理技术方案》。2020年12月，马龙区人民政府完成库底清理专项验收。

2018年12月，云南誉达市政工程有限公司承包《第15标段：移民安置区环保措施施工》，2022年2月16日召开车马碧水库移民安置区环保措施项目验收会。

2020年9月，武汉中科瑞华生态科技股份有限公司、佳伟建设集团有限公司承包《第二十标段：鱼类增殖站建设及初期运行标段施工招标设计》、《第二十一标段：鱼道及码头建设施工招标设计》。

2021年6月，云南省水利水电勘测设计研究院编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水计划和调度方案》。

2021年11月，曲靖市马龙区人民政府办公室对《加强车马碧水库相关河段鱼类栖息地保护方案》进行征求意见。

2021年12月，云南省水利水电勘测设计研究院编制完成的《车马碧水库旁路系统工程专项设计报告》通过云南省水利水电工程技术评审中心审查。

5.4.2.2 “三同时”制度执行情况

车马碧水库工程蓄水阶段各项环保设施落实情况见表 5.4-2。

表 5.4-2 车马碧水库工程蓄水阶段环境保护措施环境影响评价要求、初步设计及实际建设情况一览表

环保要求	环境影响评价要求		初步设计中环保设计	实际建设情况	
	环评批复	环境影响报告书		蓄水阶段执行情况	后续工作建议及要求
优化区域水资源配置,严格落实生态流量下泄措施	根据《云南省牛栏江保护条例》,不得向位于重点污染控制区内的旧县、马过河工业园区供水,多出的水量优先用于车马碧水库坝下游河流生态用水。	考虑到车马碧水库本流域工业供水对象旧县、马过河工业园区位于牛栏江上游保护区中的重点污染控制区,不宜新建工业园区,加之此工业园区并未正式批复,故建议取消本项目向旧县、马过河工业园区供水169万m ³ 的供水任务。	供水对象中取消旧县和马过河工业园区。	供水对象中取消旧县和马过河工业园区。	无
	制定工程蓄水和运行期下泄生态流量调度方案,流量下泄过程应满足生态需求。	制定水库蓄水和运行调度环保方案。	已制定《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水和调度方案》,其中兴利调度原则符合生态流量下泄要求。	已制定《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水和调度方案》,其中兴利调度原则符合生态流量下泄要求。	无
	初期蓄水期间通过导流泄洪洞下泄生态流量。	初期蓄水期间,采用控制弧形工作闸门开度,满足生态流量的下泄要求;蓄水位达到1915.30m高程,可通过1913.8m高程放水孔下泄生态流量,然后关闭弧形工作闸门,蓄水位达到1920.0m高程,可通过1920.0m高程浮筒最低取水口下泄生态流量。	导流泄洪洞由导流专用段、导流与泄洪放空结合段组成,初期下闸蓄水,对导流专用段进行封堵,封堵期间通过水泵抽水至泄洪放空隧洞竖井侧向下层取水口1914.5m处下放下层生态用水;蓄水位达到1914.5m,可通过泄洪放空隧洞竖井下层取水口,闸门槽后为φ800的生态灌溉输水钢管下放下层生态流量。	导流泄洪放空隧洞已与主体工程同步建设完成,施工期通过导流泄洪放空隧洞泄放生态流量,初期下闸蓄水对导流洞封堵,采用临时泵站抽水下泄生态流量。	无
	运行期通过浮筒式取水口和闸门下泄生态流量。	运行期使用浮筒式取水口取水,生态灌溉输水管下泄生态流量。	初步设计阶段生态流量下泄原则与环保部要求一致。分层取水口型式由浮筒式改为固定分层式。	分层取水口型式由浮筒式改为固定分层式,已与主体工程同步建设完成。	无
	同步安装生态流量在线监测系统,进行实时监测。	输水管内安装一台流量计,在钢管出口设锥形消能工作阀和事故检修阀各一套,通过阀门控制下泄流量。在车马碧水库鱼道进口下游50m以及石仙人拦河坝鱼道进口下游50m处,分别布置一个河道生态流量在线监测装置,并与相关监管部门联网。	为监控运行期河道生态流量下泄,在车马碧水库泄洪放空隧洞出口生态放流管及石仙人拦河坝鱼道生态放流管处,分别布置一个生态流量在线监测装置,并与相关监管部门联网。初拟采用河道生态流量监测系统—超声波流量计进行在线监测	目前已安装生态流量在线监测装置。	下阶段完成与相关监管部门联网。
落实分层取水措施,减缓低温水影响	水库3月至7月存在下泄低温水影响,下阶段需对分层取水专项设计深入研究,分层取水设施应与主体工程同步建成。	分别预测固定式分层取水口方案和浮筒式取水口方案水温改善效果,均可以起到良好的水温改善效果,因效果更优和灵活性,推荐坝前取水口采用“浮筒式取水口+固定取水口”方案。 库中远距离输水隧洞采用2层分层取水,取水口底板高程分别为1911.50m、1924.50m。取水口前设拦污栅,两个取水口各设置一道平板检修闸门。	由于浮筒式取水口下接管道的管材对刚度、韧性、伸缩性等要求较高,下放大流量时所需的DN800不锈钢波纹软管目前国内无法生产,存在较大技术问题,故推荐取水口采用固定式取水口。 与环评阶段一致。	采用两层分层式固定取水口,已与主体工程同步建设完成。 采用两层分层式固定取水口,已与主体工程同步建设完成。	无 无
	运行期对库区及大坝下游水温开展全面系统的监测工作			列入下阶段工作。	运行期对库区及大坝下游水温开展全面系统的监测工作
	制定水库清理环境保护方案,蓄水前开展水库库底环境保护清理工作。	清库前制定清库方案,蓄水前报请验收,确保符合规范要求。	在水库蓄水3个月前完成水库库底清理工作。	2020年12月7日已完成库底清理专项验收。	无
严格落实水环境保护措施	加强库周及上游汇水范围内污染源治理,切实保证库区水质达标。	纳入本工程	安置点污染防治工程:各安置点生活污水采用“氧化塘+快渗池”处理工艺;配置垃圾收集房、垃圾筒等处理设施。	2021年2月3日已完成移民安置专项验收;各移民安置点已同步建设生活污水处理设施和配套垃圾收集设施。	保障安置点污水处理设施正常运行,出水水质达标后回用。
			马龙河旁路系统工程:建立以挺水植物表面流湿地为主体,组合少量氧化塘的旁路处理系统,通过配水等辅助手段,对马龙河(10000m ³ /d)、车章河(10000m ³ /d)和白塔河((10000m ³ /d))的河水进行均匀配水及净化。	依托河道两侧农田在马龙河、车章河和白塔河入库末端设置旁路系统,采用曝气塘、表流湿地和稳定塘为主的工艺。根据水量情况,考虑工程区占地面积大小、投资规模等综合确定人工湿地处理能力为:马龙河(16000m ³ /d),车章河(40000m ³ /d),白塔河(6000m ³ /d)。	2021年12月31日,旁路系统专项设计报告通过云南省水利水电工程技术评审中心审查,经综合论证,取消车章河旁路系统,马龙河处理规模调整为8000m ³ /d,白塔河处理规模6000m ³ /d不变。

环保要求	环境影响评价要求		初步设计中环保设计	实际建设情况		
	环评批复	环境影响报告书		蓄水阶段执行情况	后续工作建议及要求	
		地方政府	规模化养殖治理工程	同环评要求。	地方政府正在逐步实施过程中	加快建设进度
			农业农村面源污染治理工程	同环评要求。	地方政府正在逐步实施过程中	加快建设进度
			城镇生活污染防治工程	同环评要求。	地方政府正在逐步实施过程中	加快建设进度
			工业污染防治工程	同环评要求。	地方政府正在逐步实施过程中	加快建设进度
			全面实现流域综合治理和生态建设	同环评要求。	地方政府正在逐步实施过程中	加快建设进度
	高度重视受退水区水污染治理,以区域水环境质量改善为目标,完善具体治污方案。落实西城工业园区污水处理厂及配套管网建设工程、分散污染源综合治理工程、河道污染治理工程等,明确责任主体,确保按期完成各项治污工程及水污染防治措施。	节水措施:工业节水、农业节水、管理节水措施 治理措施:工业退水(旧县、马过河工业园区;西城工业园区);农业回归水、曲靖市水污染防治工作治理要求。		同环评要求。	地方政府正在逐步实施过程中	加快建设进度
做好水生生态保护工作	采取设置鱼类栖息地、建设鱼道和增殖放流等保护措施。	提出了栖息地保护、增殖放流、过鱼设施、科学研究、渔政管理、长期监测等措施。	提出了建设栖息地保护、鱼道、鱼类增殖站、拦鱼栅等系列措施。	建设了鱼道、鱼类增殖站、鱼类栖息地、拦鱼栅等鱼类保护设施。	加快运行进度	
	严格落实“以新带老”措施,拆除库尾以上 2km 处滚水坝,在库尾以上 5.5km 处拦河坝及坝下石仙人坝、支流白塔河上滚水坝等处修建池式鱼道,恢复河流连通性。	建议拆除车马碧库尾以上 2km 处拦河坝;对车马碧库尾以上 5.5km 处拦河坝进行改造;石仙人拦河坝处生态流量通过生态鱼道和生态流量泄放管共同下泄;建议结合凤龙湾坝后电站运行,优化水库调度运行方案,为下泄生态流量提供保障。	按栖息地保护中栖息地连通性恢复要求,对石仙人滚水坝、距车马碧库尾 5.5km 的滚水坝、支流白塔河口以上 6km 上的滚水坝修建池式鱼道,对距车马碧库尾 2.0km 的滚水坝拟对其进行拆除。	已完成前期征地	加快建设进度	
	将车马碧坝址至凤龙湾库尾之间的干流、车马碧库尾以上干流、支流白塔河河口至四旗田水库坝址等河段划为鱼类栖息地,不再开发,并采取有效措施予以保护,截流前完成鱼类栖息地建设。	将车马碧坝址至凤龙湾库尾之间的 11km 干流河段、车马碧库尾至其上游 7km 的干流河段、白塔河支流河口至四旗田水库坝址 16km 的河段划分为鱼类栖息地保护河段。开展滇池金线鲃栖息生境保护研究,对滇池金线鲃栖息生境的水体形态特征、水文条件、水质条件等进行研究。工程建成后,应对干支流栖息地保护河段进行长期的水质、鱼类和水生生物、重要生境等生态环境监测。	划定保留的天然河段+恢复连通性+水质保护和管理+宣传牌、界碑+加强渔政管理+进行长期维护和巡视+科研和监测。	马龙区人民政府于 2021 年 11 月对地方相关部门征求栖息地保护方案意见,待下发正式批文后开始招标施工。	加快栖息地建设进度	
	下一步开展鱼道水工模型实验,优化设计方案,蓄水前建成鱼道,后期开展过鱼效果监测与评估。	推荐鱼道作为本工程的过鱼措施,鱼道采用垂直竖缝式鱼道,由进口、明渠段、隧洞段以及出口组成。	鱼道布置于左岸,设置 1 个鱼道进口,7 个鱼道出口,每个出口设置检修门、工作门、拦污粗栅各一道。	2018 年 10 月由武汉大学开展水工模型实验。鱼道目前已贯通,进出口已基本建设完成。	后期开展过鱼效果监测与评估。	
	截流前完成鱼类增殖站建设,放流对象为滇池金线鲃、云南盘鮈、云南光唇鱼,开展增殖放流标志跟踪监测和评估。	在坝下左岸建设鱼类增殖站,由综合楼、催产孵化车间、鱼苗培育车间、鱼种培育车间、亲鱼池等组成。拟将滇池金线鲃、云南盘鮈、云南光唇鱼作为增殖放流对象。	鱼类增殖站位于坝下河道左岸,建筑物包括综合楼、催产孵化车间、鱼苗培育车间、鱼种培育车间等。增殖放流对象为滇池金线鲃、云南盘鮈、云南光唇鱼。	鱼类增殖站建于坝下河道左岸,土建和设备安装工作已经完成。	开展增殖放流标志跟踪监测和评估。	
做好陆生生态保护工作	严格控制施工活动范围,落实水土保持措施,重点对渣场、料场、临时施工占地区、施工道路及其影响区和枢纽建筑物占地区进行水土流失防治。	生态影响防护措施包括生态保护宣传、生态影响避让和减缓、生态管理等措施。	生态影响防护措施包括生态保护宣传、生态影响避让和减缓、生态管理等措施。	施工期严格控制施工活动范围,对渣场、料场、临时施工占地区等进行水土防治。	水土保持专项验收	
	渣场应做到先挡后弃,工程弃渣应运至规定的弃渣场,严禁向马龙河干、支流弃渣。	生态影响恢复措施,详见水土保持专项。	生态影响恢复措施,详见水土保持专项。	施工期工程弃渣运至规定弃渣场,未向马龙河干支流弃渣。	水土保持专项验收	
	收集施工区表土,单独堆放,后续回用。施工结束后及时对施工迹地等实	生态影响补偿措施包括建设单位应按照国家 and 地方相应的标准缴纳森林植被恢复费等。	生态影响补偿措施包括建设单位应按照国家 and 地方相应的标准缴纳森林植被恢复费等。	收集施工表土单独堆放,后续回用,对已施工结束的迹地及时进行生态修复,植被	水土保持专项验收	

环保要求	环境影响评价要求		初步设计中环保设计	实际建设情况		
	环评批复	环境影响报告书		蓄水阶段执行情况	后续工作建议及要求	
	施生态修复, 植被恢复优先选择当地适生植物。			正在恢复过程中。		
加强施工期环境管理, 落实水环境保护、生活垃圾处置和扬尘、噪声污染防治等措施。	施工废水、生活污水经处理后循环利用或回用。	砂石料加工系统废水: 采用 DH 高效(旋流)污水净化法处理后回用, 不外排。泥渣等就近运至渣场堆放。 混凝土拌和系统废水: 经沉淀法处理后全部回用, 不外排。沉渣就近运至渣场堆放。 机修和冲洗废水: 经沉淀池+小型隔油池处理后回用, 不外排。废油和油泥应委托有资质的单位进行处置。	采用 DH 高效(旋流)污水净化法对废水进行处理后循环利用, 不向外排放。 选用沉淀法对混凝土冲洗废水进行处理, 沉淀池上清液回用于混凝土拌和系统, 不向外排放。 机修含油废水进入调节池, 先利用自然上浮法进行油水分离, 再利用高效油水分离器进行过滤处理, 清水回用, 过滤的费油及油泥委托有资质单位处理。	采用干法工艺, 基本无生产废水产生。 均设置了沉淀池, 沉淀池上层清水回用, 沉渣就近运至渣场堆放。 车辆维修依托当地维修点, 未单独设置。	无 无 无	
		隧洞施工废水: 经沉淀法处理后回用, 不外排。沉渣就近运至渣场堆放。	隧洞排水采用沉淀法进行处理后用于降尘、施工用水等。沉渣就近运至渣场堆放。	经沉淀池沉淀后作施工用水, 沉渣就近运至堆渣场。	无	
		基坑废水: 堰内投加絮凝剂, 静置后抽出综合利用, 不外排。	基坑水: 向基坑投放一定量絮凝剂, 静置沉淀 2h 后用潜水泵抽出用于施工场地洒水降尘。	静置处理后定期抽排后作为施工用水。	无	
		生活污水: 枢纽工程生活区污水选用成套生活污水处理设备+水冲厕所; 输水工程沿线各施工生活区配化粪池处理后定期清掏。	生活污水: 枢纽工程区配置水冲厕所 4 座, 选用生活污水处理成套设备; 输水工程沿线每个生活区配备隔油池和旱厕+化粪池处理后回用不外排。	枢纽工程区经一体化污水处理设备处理后回用, 输水沿线各施工点化粪池委托当地村民定期清掏。	无	
		生活垃圾统一收集后委托当地环卫部门定期清运。	枢纽区生活营地设垃圾收集池, 各施工生活区设置垃圾桶, 委托马龙县住房和城乡建设局的环卫部门定期清运至马龙县县城生活垃圾处理场进行无害化处理。	对垃圾进行分类堆放, 分拣利用后定期委托马龙县住房和城乡建设局的环卫部门清运至马龙县县城生活垃圾处理场进行无害化处理。	各施工区设置生活垃圾桶, 委托当地村民定期收集后运至马龙区生活垃圾场进行无害化处理。	无
		采取优化施工工艺、洒水降尘、密封运输等措施控制施工扬尘。	混凝土生产系统应尽量采用全封闭; 砂石加工系统应采用湿法破碎低尘工艺, 安装除尘设施; 尽量采用湿法作业、密闭运输、洒水降尘等措施。	混凝土生产系统应尽量采用全封闭; 砂石加工系统应采用湿法破碎低尘工艺, 安装除尘设施; 尽量采用湿法作业、密闭运输、洒水降尘等措施。	运输车辆尽量密闭, 对裸露地面苫盖, 各施工单位配备洒水车, 每天对施工场地和施工道路进行洒水降尘。	无
		采取优化施工时间、选用低噪声设备、设置隔声屏等措施控制噪声污染。	选用低噪声设备、工艺和车型, 加强设备和车辆的维护和保养, 合理安排施工时间, 在交通道路两侧设置限速、禁鸣标志等。	选用低噪声设备、工艺和车型, 加强设备和车辆的维护和保养, 合理安排施工时间, 在交通道路两侧设置限速、禁鸣标志等。	尽量选用低噪设备、工艺和车型, 定期维护设备和车辆, 合理安排施工时间, 交通道路两侧设置限速、禁鸣标志等。	无
做好移民安置环境保护工作	需结合当地自然条件和土地资源条件, 合理选择具体的移民安置区及生产方式, 加强安置地生态保护、水土流失防治、水环境保护与垃圾处置等措施。落实迁复建工程环保措施。	生活垃圾: 各村设置垃圾收集点, 定期送至垃圾填埋场; 生活污水: 采用“氧化塘+快渗池”处理后达到一级 A 标准, 用于农田灌溉。	生活垃圾: 各村设置垃圾收集点, 定期送至垃圾填埋场; 生活污水: 采用“氧化塘+快渗池”处理后达到一级 A 标准, 用于农田灌溉。	已完成专项验收。各安置点均配套建设了污水处理设施和生活垃圾处理设施。	无	

6 环境影响调查

6.1 生态影响调查

6.1.1 陆生生态影响

6.1.1.1 调查情况说明

环评阶段陆生生态调查和施工期高峰期陆生生态调查的调查范围、调查时间、调查单位、调查方法等基本情况见表 6.1-1。

表 6.1-1 环评期和施工高峰期陆生生态调查情况

项目	环评阶段调查	施工高峰期调查
调查单位	西南林业大学	云南环绿环境检测技术有限公司
调查时间	2015 年 9 月~10 月	陆生植被监测时间为 2020 年 5 月 2-5 日和 11 月 26-27 日；陆生动物监测时间为 2020 年 4 月、9 月和 11 月各 1 次。
调查范围	<p>① 水库淹没区、浸没区、内涝区、淹没线以上至第一层山脊线范围，及库区正常蓄水位 1938.5m 海拔高程以下范围；② 施工征占地范围内及征占地线外延至第一层山脊线范围；③ 移民安置区征地范围，并外延至第一层山脊线范围；④ 复建公路工程区，并外延至第一层山脊线范围。</p> <p>按照上述原则确定调查范围面积为 29790.86hm²，其海拔范围介于 1880~2150m 之间。</p>	<p>陆生生态环境监测范围涵盖水库淹没影响区、工程占地影响区，水库库周第一重山脊范围，以及工程土料场、石料场、弃渣场周围 1km 范围，同时考虑监测范围的整体性、连续性；具体监测设置 4 个监测点，分别为①坝址水库淹没区周围 200m 范围，②马龙河回水末端，③车章河回水末端、④输水线路区。陆生生态恢复措施效果本阶段主要对坝址区、枢纽区石料场、弃渣场、输水线路沿线的施工点进行了调查。</p>
调查方法	<p>① 资料收集 ② 现场调查 植物及植被：样方样线 动物调查：野外实地调查（实地调查、访问调查、生境推测）及文献资料收集 ③ 面积计算和制图 基础数据主要有马龙县和麒麟区 2008 年的森林资源二类调查数据，及业主提供的高分辨率遥感影像，结合 2015 年的影像判读和实际调查记录的 GPS 数据，对小班范围及属性进行更正。</p>	<p>植被：样方样线监测法、访问监测及资料收集 动物：野外实地调查、访问调查、查阅文献资料等。 按要求布设自动相机，根据自动相机获取的影像进行分析，获取野生动物种类、数量、生态习性和生境信息等的调查方法</p>

6.1.1.2 陆生植被植物影响

(1) 陆生植被类型

根据 2016 年西南林业大学编制的《云南省曲靖市车马碧水库工程对陆生生态环境影响的专题报告》，调查区植被类型包括自然植被和人工植被两大类，其中自然植被被划分为 4 个植被型、4 个植被亚型和 9 个群系，详见表 6.1-2。

表 6.1-2 环评期调查区植被类型概况（2015 年）

属性	植被型	植被亚型	群系
自然植被	常绿阔叶林	半湿润常绿阔叶林	黄毛青冈林
	落叶阔叶林	暖温性落叶阔叶林	栓皮栎+云南松林
	暖性针叶林	暖温性针叶林	云南松林
			云南松+黄毛青冈林
			云南松+华山松林
	灌丛	暖温性灌丛	滇石栎+栓皮栎林
			黄毛青冈+榿栎林
			火棘+柃子灌丛
牛筋木+柃子灌丛			
人工植被	人工用材林	人工云南松林	
		人工柏树林	
		人工华山松林	
		人工圣诞树	
		人工柳杉林	
		人工桉树林	
		人工杨树林	
	人工经济林	人工板栗林	
		人工桃树林	
		人工樱桃园	
	农田植被（耕地）	水田植被	
		旱地植被	

根据 2020 年 12 月云南环绿环境检测技术有限公司编制的《云南省曲靖市车马碧水库工程施工期生态监测报告》，施工期调查区植被类型包括自然植被和人工植被两大类，其中自然植被被划分为 6 个植被型、7 个植被亚型和 16 个群系，详

见表 6.1-3。

表 6.1-3 施工期调查区植被类型概况（2020 年）

分类	植被型	植被亚型	群系
自然植被	I 常绿阔叶林	半湿润常绿阔叶林	1) 滇青冈林*
			2) 黄毛青冈林
	II 落叶阔叶林	暖温性落叶阔叶林	3) 栓皮栎林
	III 暖性针叶林	暖温性针叶林	4) 云南松林
			5) 云南松林、黄毛青冈林
			6) 云南松林、栓皮栎林
			7) 华山松林
	IV 稀树灌木草丛	暖温性稀树灌木草丛	8) 含云南松、白柯的中草草丛
			9) 含黄毛青冈、栓皮栎的中草草丛
	V 灌丛	暖性石灰岩灌丛	10) 火棘、马桑、黄杨叶栒子灌丛
			11) 牛筋木、华西小石积、黄杨叶栒子灌丛
	VI 水生植被	挺水植物	12) 芦苇群落*
			13) 水烛群落*
			14) 水蓼群落*
15) 菖蒲群落*			
	漂浮群落	16) 浮萍群落*	
人工植被	VI 人工用材林	人工用材林	15) 柏树林、华山松林、黑荆木林、柳杉林、桉树林、杨树林
	VII 人工经济林	人工经济林	16) 板栗园、桃园、樱桃园、苹果园等果园
	VIII 农田植被	水田植被	17) 水稻、茨菇、莲等
		旱地植被	18) 玉米、小麦、洋芋、蔬菜等

备注：表中“*”为施工期增加的群系。

对比表 6.1-2 和表 6.1-3 两次调查结果，调查区植被型和植被亚型发生了较大变化，共增加了 2 个植被型和 3 个植被亚型，分别为暖温性稀树灌木草丛、挺水植物、漂浮群落；增加了 6 个群系，分别为滇青冈林、芦苇群落、水烛群落、水蓼群落、菖蒲群落、浮萍群落；演替的群系有：①栓皮栎、云南松林演替为栓皮栎、槲栎林和云南松、栓皮栎林；云南松、华山松林演替为华山松林；白柯、栓皮栎林次生灌丛演替为含云南松、白柯的中草草丛；黄毛青冈、槲栎林次生灌丛演替为含黄毛青冈、栓皮栎的中草草丛。

植被群系增加的原因：项目已进入施工期，进场公路已打通，更易于开展野外监测调查，特别是在环评期基础上调查了水生植被，增加了 2 种植被亚型和 5 个群系；经过约 5 年时间，在国家天保工程和退耕还林等政策影响下，植被总体向更稳定的群落演替，半湿润常绿阔叶林被砍伐后不稳定的次生灌丛逐渐向稀树灌丛演替，因此群系发生了较大的调整；施工高峰期监测开展了 2 次植被调查，随着调查的深入，对植被的调查更加细致。

评价区自然植被累计面积 8682.46hm²，占评价区面积的 29.17%，与 2015 年环评期 28%相比，自然植被略有增加，幅度为 1.17%，说明即使水库建设时期虽然植被有所损失，但总体的自然植被仍在逐渐恢复中，未来预期水库建成后植被面积会略有下降，但不至于影响太大。

(2) 维管植物物种多样性

环评期调查发现，调查区共有维管植物 105 科 269 属 409 种。其中，蕨类植物 11 科 16 属 22 种，种子植物 94 科 253 属 387 种。种子植物中，裸子植物 1 科 1 属 1 种，被子植物 93 科 252 属 386 种。被子植物中，双子叶植物 82 科 211 属 317 种，单子叶植物 11 科 41 属 69 种。详见表 6.1-4。

表 6.1-4 环评期调查区植物资源统计表 (2015 年)

植物类群		科	属	种	
蕨类植物		11	16	22	
种子植物	裸子植物	1	1	1	
	被子植物	双子叶植物	82	211	317
		单子叶植物	11	41	69
		小计	93	252	386
	小计	94	253	387	
合计		105	269	409	

备注：包括外来植物和变种。

施工期调查发现，调查区共有维管植物 118 科 298 属 414 种。其中，蕨类植物 16 科 18 属 27 种，种子植物 102 科 280 属 387 种。种子植物中，裸子植物 3 科 6 属 8 种，被子植物 99 科 274 属 379 种。被子植物中，双子叶植物 85 科 220 属 304 种，单子叶植物 14 科 54 属 75 种。详见表 6.1-5。

表 6.1-5 施工期调查区植物资源统计表（2020 年）

植物类群		科	属	种	
蕨类植物		16	18	27	
种子植物	裸子植物	3	6	8	
	被子植物	双子叶植物	85	220	304
		单子叶植物	14	54	75
		小计	99	274	379
小计		102	280	387	
合计		118	298	414	

备注：包括外来植物和变种。

环评期和施工期调查区植物资源对比情况见表 6.1-6。

表 6.1-6 环评期和施工期调查区植物资源对比表

植物类群		科			属			种			
		2016	2020	变化	2016	2020	变化	2016	2020	变化	
蕨类植物		11	16	+5	16	18	+2	22	27	+5	
种子植物	裸子植物	1	3	+2	1	6	+5	1	8	+7	
	被子植物	双子叶植物	82	85	+3	211	220	+9	317	304	-13
		单子叶植物	11	14	+3	41	54	+13	69	75	+6
		小计	93	99	+6	252	274	+22	386	379	-7
小计		94	102	+8	253	280	+27	387	387	0	
合计		105	118	+13	269	298	+29	409	414	+5	

备注：包括外来植物和变种。

由表 6.1-6 环评期和施工期调查结果对比可以看出，施工期监测调查所记录到的维管植物增加 5 种。其中，以被子植物变化较为明显，增加了 6 科 22 属，减少了 7 种；其次是裸子植物，增加了 2 科 5 属 7 种；蕨类植物增加了 5 科 2 属 5 种。从数据上看，物种数量变化不大，但种类结构和组成发生了明显变化。

导致调查区记录物种明显变化的原因有：①由于施工期交通更为便捷，因此施工期调查能深入到环评期不能抵达的地方，调查的群落更为多样，物种更新上有所发现；②由于近两年生态保护工程得到落实，人们对生态环境的干扰已大大减少，许多植被渐渐得到恢复，开始向更高级的群落演替，一些物种从相邻的四周开始扩散到调查区；③环评阶段调查数据部分由文献资料补充，而施工期监测仅记录了样方中记录的或样线调查中见到的物种；④从实地调查情况看，由于受人为活动长期影响，主要是农业生产及生活的影响，调查区目前的植被类型已发生了较大变化，

原生植被已大量遭受破坏，栽培植物物种明显增加。据统计，栽培的植物数量达到 83 种，而野生种子植物的属从 2016 年到 2020 年，由 253 个减少到 226 个；⑤2020 年项目已开始了大坝建设、库区清理、进场公路修建、营地建设、输水隧洞施工等施工建设，造成部分植被群落遭受到一定程度的损毁，引发大量先锋植物，特别是禾本科、菊科等植物侵入到群落中，造成物种的数量反而有所增加，填补了部分物种在工程建设中损失的空白。

(3) 植物区系组成变化

环评期调查发现，调查区有野生种子植物 253 属。其中，热带类型 104 属（分布区类型 2 至 7），占 253 属的 41.12%；温带类型 116 属（分布区类型 8 至 15），占 253 属的 45.84%（如表 6.1-7）。该数字表明，调查区具有突出的温带植物区系性质。所有这些属中，以北温带分布的属最为突出，计 58 属，占调查区总属数的 22.92%；其次为泛热带分布的属，计 51 属，占调查区总属数的 20.16%。表明调查区的植物区系与北温带亚洲植物区系有密切联系，且属于热带向温带过渡的区域。

施工期调查发现，调查区有野生种子植物 223 属。其中，热带类型的属 90 属（分布区类型 2 至 7），占 223 属的 40.36%；温带类型的属 101 属（分布区类型 8 至 15），占 223 属的 45.29%。该数字表明，调查区具有突出的热带植物区系性质。所有这些属中，以泛热带分布类型最为突出，计 49 属，占调查区总属数的 21.97%；其次为北温带分布的属，计 44 属，占调查区总属数的 19.73%。表明调查区的植物区系既倾向于北温带植物区系分布，又与热带植物区系有着密切的联系，是热带向温带过渡的区域。

表 6.1-7 车马碧水库工程调查区野生种子植物属的分布区类型

地理成分 (根据吴征镒, 1991)	环评期 (2016 年)		施工期 (2020 年)	
	属数 (属)	占总数 (%)	属数 (属)	占总数 (%)
1. 世界分布	33	13.04	32	14.35
2. 泛热带分布	51	20.16	49	21.97
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	9	3.56	6	2.69
4. 旧世界热带分布	11	4.35	10	4.48
5. 热带亚洲和热带大洋洲分布	6	2.37	3	1.35
6. 热带亚洲和热带非洲分布	15	5.93	8	3.59
7. 热带亚洲分布	12	4.74	14	6.28
8. 北温带分布	58	22.92	44	19.73
9. 东亚和北美间断分布	16	6.32	15	6.73

地理成分 (根据吴征镒, 1991)	环评期 (2016 年)		施工期 (2020 年)	
	属数 (属)	占总数 (%)	属数 (属)	占总数 (%)
10. 旧世界温带分布	14	5.53	15	6.73
11. 温带亚洲分布	2	0.79	3	1.35
12. 地中海、西亚至中亚分布	1	0.40	3	1.35
13. 中亚分布	1	0.40	0	0.00
14. 东亚分布	22	8.70	17	7.62
15. 中国特有分布	2	0.79	4	1.79
总计	253	100.00	223	100.00

* 仅对自然分布种子植物进行分析, 栽培植物属未计入区系总数; 各地理成分所占百分比。

由表 6.1-7 可以看出, 施工期植物区系调查结果与环评期调查结果变化不大, 但略有差异。调查区野生种子植物属减少 30 个属, 而人工栽培植物大大增加; 植物区系虽具有突出的热带植物区系性质, 但植物区系分布更加倾向于温带植物区系, 热带成分渐渐减少。

产生差异的原因可能有: ①随着局部植被被破坏, 温带性的先锋植物如禾本科、菊科等大大增加, 而群落中原有的植物逐渐消失, 原来分布于热带的植物逐渐被替代; ②随着演替的进行, 在生境干扰较少的区域, 植被逐渐得到恢复, 其中一些温带分布类型的植物逐渐从邻近的群落中侵入; ③随着调查的深入, 增加了此前未调查到的物种。

(4) 保护植物分布情况

环评期调查期间, 调查区未发现《国家重点保护野生植物名录》(第一批, 1999) 记载的保护植物, 也未发现云南省级重点保护植物或极小种群野生植物。

施工期调查期间, 依据《国家重点保护植物名录》(2021 年版)、《中国珍稀濒危植物红皮书》(1987 年版)、《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》(1989 年版)、《云南省极小种群物种拯救保护规划纲要(2010 年-2020 年)和紧急行动计划(2010-2015)》(云政复〔2010〕15 号)和“关于印发《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划(2011-2015 年)》的通知”(林规发〔2012〕59 号)等, 调查区内也未发现国家重点保护植物、云南省级重点保护植物及极小种群野生植物。

(5) 名木古树及特有植物

环评调查期间, 调查区内未发现古树名木。调查区记录到中国特有植物 85 种, 占调查区植物种类的 20.8%; 记录到云南特有植物 12 种, 占调查区植物种类的 3%。

调查区云南特有植物见表 6.1-8。

表 6.1-8 环评期（2015 年）调查区云南特有植物一览表

序号	中文名	拉丁名	性状
1	滇西委陵菜	<i>Potentilla delavayi</i>	草本
2	云南过路黄	<i>Lysimachia albescens</i>	草本
3	宽穗兔耳风	<i>Ainsliaea latifolia var. platyphylla</i>	草本
4	滑竹	<i>Yushania polytricha</i>	灌木
5	云南沿阶草	<i>Ophiopogon tienensis</i>	草本
6	滇中绣线菊	<i>Spiraea schochiana</i>	灌木
7	昆明小檗	<i>Berberis kunmingensis</i>	灌木
8	小叶鼠李	<i>Rhamnus serpyllifolia</i>	灌木
9	细画眉草	<i>Eragrostiella lolioides</i>	草本
10	东川早熟禾	<i>Poa mairei</i>	草本
11	万丈深	<i>Crepis phoenix</i>	草本
12	昆明香茶菜	<i>Rabdosia kunmingensis</i>	草本

施工期调查期间，调查区也未发现古树名木。

6.1.1.3 陆生动物影响

(1) 陆生动物种类

环评期调查区共记录到陆栖脊椎动物 225 种，隶属 4 纲 21 目 51 科 149 属。施工期监测共记录到陆生脊椎动物 139 种，隶属 4 纲 22 目 63 科 112 属。两期监测数据见表 6.1-9。

表 6.1-9 环评期（2015 年）和施工期（2020 年）陆生动物统计表

类别	环评阶段（2015 年）				施工期（2020 年）			
	目	科	属	种	目	科	属	种
两栖类	1	5	6	12	1	4	6	6
爬行类	2	6	13	16	1	7	7	8
鸟类	13	33	110	169	16	45	92	115
兽类	5	7	20	28	4	7	9	10
合计	21	51	149	225	22	63	112	139

新增保护种有：①兽类的豹猫（照片见图 6.1-1），被 CITES 附录 II 收录，并被《中国脊椎动物红色名录》列为易危种（见）。②鸟类新增国家 II 保护鸟类白腹锦鸡（照片见图 6.1-1）、褐翅鸦鹃（鸣声，未拍摄到照片）、领角鸮（夜间记录鸣

声，未拍摄到照片)和斑头鸺鹠(夜间记录鸣声，未拍摄到照片)4种，其中领角鸮和斑头鸺鹠还被 CITES 列入附录 II。③爬行类新增眼镜王蛇(访查，颈部会扁，身体以黑色为主)，属云南省省级保护动物，被 CITES 列入附录 II，被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危物种(EN)，被 IUCN 红色名录列为易危种(VU)。



豹猫



白腹锦鸡

图 6.1-1 红外相机捕捉到的新增物种(豹猫和白腹锦鸡)

(2) 对两栖类的影响

环评期，记录到两栖动物 12 种，隶属于 1 目 5 科 6 属。

施工期监测记录两栖动物 6 种，隶属于 1 目 4 科 6 属。施工期较环评阶段新增 1 种，即牛蛙 *Rana catesbeiana*，为外来种；5 种和环评阶段记录相同，环评阶段记录的黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*、多疣狭口蛙 *Kaloula verrucosa*、饰纹姬蛙 *Microhyla fissipes*、棘腹蛙 *Quasipaa boulengeri*、棘胸蛙 *Quasipaa spinosa* 和黑斑侧褶蛙 *Pelophylax nigromaculatus* 等 6 种两栖类施工期监测未记录到。

两期监测情况具体见表 6.1-10。

表 6.1-10 环评期与施工期两栖动物种类统计表

环评阶段（2015 年）			施工期（2020 年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
O1	无尾目	Anura	O1	无尾目	Anura	
F1	铃蟾科	Bombinatoridae	F1	铃蟾科	Bombinatoridae	
1	大蹼铃蟾	<i>Bombina maxima</i>	1	大蹼铃蟾	<i>Bombina maxima</i>	特有
F2	蟾蜍科	Bufo	F2	蟾蜍科	Bufo	
2	中华蟾蜍	<i>Bufo gargarizans</i>	2	中华蟾蜍	<i>Bufo gargarizans</i>	
3	黑眶蟾蜍	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>				
F3	雨蛙科	Hylidae	F3	雨蛙科	Hylidae	
4	华西雨蛙	<i>Hyla annectans</i>	3	华西雨蛙	<i>Hyla annectans</i>	特有
F4	姬蛙科	Microhylidae				
5	多疣狭口蛙	<i>Kaloula verrucosa</i>				特有
6	饰纹姬蛙	<i>Microhyla fissipes</i>				
F5	叉舌蛙科	Dicroglossidae				
7	棘腹蛙	<i>Quasipaa boulengeri</i>				VU
8	棘胸蛙	<i>Quasipaa spinosa</i>				VU
F6	蛙科	Ranidae	F4	蛙科	Ranidae	
9	滇蛙	<i>Nidirana pleuraden</i>	4	滇蛙	<i>Nidirana pleuraden</i>	特有
10	无指盘臭蛙	<i>Odorrana grahami</i>	5	无指盘臭蛙	<i>Odorrana grahami</i>	
11	黑斑侧褶蛙	<i>Pelophylax nigromaculatus</i>				
			6	牛蛙	<i>Rana catesbeiana</i>	

两期监测差异的原因主要为：①监测期间雨量较少，如主要在雨天出现的多疣狭口蛙、饰纹姬蛙和华西雨蛙等未记录到实体，存在部分物种没有记录到；②环评阶段调查时间为 2015 年 9-10 月，部分物种通过文献资料得出，可能存在偏差，如棘胸蛙，主要栖息于海拔 600m-1500m 林木繁茂的山溪，主要分布于华中、华南，云南主要分布于东南部，在调查区出现的可能性较小。

环评期记录的特有种有：大蹼铃蟾、华西蟾蜍、无指盘臭蛙、滇蛙、棘腹蛙和

多疣狭口蛙等 6 种，其中，华西蟾蜍属于中华蟾蜍的同物异名，现已不属于特有种；经查《中国脊椎动物红色名录》的特有情况，无指盘臭蛙（越南北部黄连山有分布）和棘腹蛙不属于特有种，环评阶段记录属错误。施工期调查区内记录特有种 3 种，为大蹼铃蟾 *Bombina maxima*、华西雨蛙 *Hyla annectans* 和滇蛙 *Nidirana pleuraden*。

环评期无保护种记录，环评阶段记录到的棘腹蛙和棘胸蛙现已被列为《中国脊椎动物红色名录》（2016 年）易危物种。施工期调查区内未记录到国家和云南省重点保护的两栖动物，没有记录到被 CITES 列入附录的保护种，也没有记录到被列为 IUCN 红色名录和《中国脊椎动物红色名录》的受胁两栖类。

综上分析，由于施工期监测期间均为晴天，主要在雨天出现的两栖类难以遇见，存在遗漏的可能，其次环评阶段记录可能存在错误和偏差，所以施工期监测结果和环评阶段存在差异。通过监测，在施工区周边的河边水塘内均有滇蛙鸣声，在料场边的车章河内记录了无指盘臭蛙，在大坝施工区记录了中华蟾蜍等，说明项目施工影响相对不大。相较于整个调查区而言，施工区（点）占地不大，仅在其周边形成局部干扰，项目施工对调查区的大部分面积并未形成干扰，所以，施工活动对两栖动物的干扰是有限的。

（3）对爬行类的影响

环评期记录到爬行类 16 种，隶属于 2 目 6 科 13 属。施工期监测记录爬行动物 8 种，隶属于 1 目 2 亚目 7 科 7 属。两期监测情况具体见表 6.1-11。

表 6.1-11 环评阶段与施工期爬行动物统计表

环评阶段（2015 年）			施工期（2020 年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
O1	有鳞目	Squamata	O1	有鳞目	Squamata	
I	蜥蜴亚目	Lacertilia	I	蜥蜴亚目	Lacertilia	
F1	壁虎科	Gekkonidae	F1	壁虎科	Gekkonidae	
1	云南半叶趾虎	<i>Hemiphylloda ctylus yunnanensis</i>	1	云南半叶趾虎	<i>Hemiphylloda ctylus yunnanensis</i>	
F2	石龙子科	Scincidae	F2	石龙子科	Scincidae	
2	铜蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	2	铜蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	
3	蓝尾石龙子	<i>Plestiodon elegans</i>				

环评阶段（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
F3	鬣蜥科	Agamidae	F3	鬣蜥科	Agamidae	
4	昆明龙蜥	<i>Diploderma varcoae</i>	3	昆明龙蜥	<i>Diploderma varcoae</i>	特有
II	蛇亚目	Serpentes	II	蛇亚目	Serpentes	
F4	蝰科	Viperidae	F4	蝰科	Viperidae	
5	山烙铁头	<i>Ovophis monticola</i>	4	山烙铁头	<i>Ovophis monticola</i>	
F5	眼镜蛇科	Elapidae	F5	眼镜蛇科	Elapidae	
6	孟加拉眼镜蛇	<i>Naja kaouthia</i>				YN、II、EN-C
			5	眼镜王蛇	<i>Ophiophagus hannah</i>	YN、II、EN-C、VU
F6	游蛇科	Colubridae	F6	游蛇科	Colubridae	
7	灰鼠蛇	<i>Ptyas korros</i>				VU-C
8	黑线乌梢蛇	<i>Ptyas nigromarginata</i>				VU-C
9	赤链蛇	<i>Lycodon rufozonatus</i>				
10	王锦蛇	<i>Elaphe carinata</i>	6	王锦蛇	<i>Elaphe carinata</i>	EN-C
11	黑眉锦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>	7	黑眉锦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>	EN-C
F7	水游蛇科	Natricidae	F7	水游蛇科	Natricidae	
12	八线腹链蛇	<i>Hebius octolineatus</i>	8	八线腹链蛇	<i>Hebius octolineatus</i>	特有
13	颈棱蛇	<i>Pseudoagkistrodon rudis</i>				特有
14	颈槽蛇	<i>Rhabdophis nuchalis</i>				
15	红脖颈槽蛇	<i>Rhabdophis subminiatus</i>				
16	虎斑颈槽蛇	<i>Rhabdophis tigrinus</i>				

差异原因主要为：①爬行类隐蔽性较好，野外遇见率较低，故部分物种没有遇见实体；②爬行类动物特征（特别是蛇类）难以区分，访查过程中有部分当地居民

遇见过的爬行类无法确认到种级阶元；③环评阶段调查时间为9月-10月，属爬行类不甚活跃季节，部分物种通过文献资料得出，可能存在偏差，如孟加拉眼镜蛇 *Naja kaouthia*，其多栖息于热带低山区，调查区当地居民所说的眼镜蛇应为眼镜王蛇。

环评期记录的特有种为昆明龙蜥、八线腹链蛇、颈棱蛇和颈槽蛇等4种，经查《中国脊椎动物红色名录》的特有情况，颈槽蛇（印度、缅甸、越南有分布）不属于特有种，环评阶段记录错误。施工期监测记录到特有种2种，为昆明龙蜥 *Diploderma varcoae* 和八线腹链蛇 *Hebius octolineatus*。

环评期仅记录眼镜蛇为 CITES 附录 II 保护物种，可能记录错误，调查区内的眼镜蛇应为眼镜王蛇，属云南省省级保护动物，被 CITES 列入附录 II，被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危物种（EN），被 IUCN 红色名录列为易危种（VU）。环评阶段的王锦蛇和黑眉锦蛇目前被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危种（EN），灰鼠蛇 *Ptyas korros* 和黑线乌梢蛇 *Ptyas nigromarginata* 被《中国脊椎动物红色名录》列为易危种（VU）。施工期监测记录到保护种3种，其中眼镜王蛇 *Ophiophagus hannah* 为云南省省级保护动物，被 CITES 列入附录 II，被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危物种（EN），被 IUCN 红色名录列为易危种（VU）；王锦蛇 *Elaphe carinata* 和黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura* 被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危种（EN）。

综上所述，项目处于施工阶段，建设活动对爬行类生存空间和活动区域有一定的干扰，但调查区内施工占地较小，施工活动主要集中在坝区、支洞等施工点及周边，对爬行类动物存在局部干扰，对调查区的大部分面积影响很小。施工期记录种类减少的原因可能是：第一，爬行动物的遇见率较低，且多数物种特征相似，访查数据很难到种级阶元；第二，环评阶段多数数据来源于资料，记录可能存在错误和偏差；另外施工亦可能对施工点周边的爬行类形成干扰。

（4）对鸟类的影响

环评期记录到鸟类169种，隶属于15目49科117属。施工期监测记录到鸟类115种，隶属于16目45科92属。两期监测鸟类组成情况具体见表6.1-12。

表 6.1-12 环评期和施工期鸟类统计表

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
O1	鸡形目	Galliformes	O1	鸡形目	Galliformes	

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
F1	雉科	Phasianidae	F1	雉科	Phasianidae	
1	中华鹧鸪	<i>Francolinus pintadeanus</i>				
2	棕胸竹鸡	<i>Bambusicola fytchii</i>	1	棕胸竹鸡	<i>Bambusicola fytchii</i>	
3	环颈雉	<i>Phasianus colchicus</i>	2	环颈雉	<i>Phasianus colchicus</i>	
			3	白腹锦鸡	<i>Chrysolophus amherstiae</i>	II级
O2	雁形目	Anseriformes	O2	雁形目	Anseriformes	
F2	鸭科	Anatidae	F2	鸭科	Anatidae	
4	赤麻鸭	<i>Tadorna ferruginea</i>				
5	绿头鸭	<i>Anas platyrhynchos</i>				
			4	斑嘴鸭	<i>Anas zonorhyncha</i>	
6	绿翅鸭	<i>Anas crecca</i>				
7	凤头潜鸭	<i>Aythya fuligula</i>				
8	普通秋沙鸭	<i>Mergus merganser</i>				
O3	鸊鷉目	Podicipediformes	O3	鸊鷉目	Podicipediformes	
F3	鸊鷉科	Podicipedidae	F3	鸊鷉科	Podicipedidae	
9	小鸊鷉	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	5	小鸊鷉	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	
O4	鸽形目	Columbiformes	O4	鸽形目	Columbiformes	
F4	鸠鸽科	Columbidae	F4	鸠鸽科	Columbidae	
10	斑林鸽	<i>Columba hodgsonii</i>				
11	山斑鸠	<i>Streptopelia orientalis</i>	6	山斑鸠	<i>Streptopelia orientalis</i>	
12	火斑鸠	<i>Streptopelia tranquebarica</i>				
13	珠颈斑鸠	<i>Streptopelia chinensis</i>	7	珠颈斑鸠	<i>Streptopelia chinensis</i>	
O5	夜鹰目	Caprimulgiformes	O5	夜鹰目	Caprimulgiformes	
F5	夜鹰科	Caprimulgidae	F5	夜鹰科	Caprimulgidae	
14	普通夜鹰	<i>Caprimulgus indicus</i>	8	普通夜鹰	<i>Caprimulgus indicus</i>	

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
O6	鹑形目	Cuculiformes	O6	鹑形目	Cuculiformes	
F6	杜鹃科	Cuculidae	F6	杜鹃科	Cuculidae	
			9	褐翅鸦鹃	<i>Centropus sinensis</i>	II级
15	绿嘴地鹑	<i>Phaenicophaeus tristis</i>				
16	噪鹑	<i>Eudynamis scolopacea</i>	10	噪鹑	<i>Eudynamis scolopacea</i>	
17	八声杜鹃	<i>Cacomantis merulinus</i>				
			11	大鹰鹑	<i>Hierococcyx sparverioides</i>	
18	小杜鹃	<i>Cuculus poliocephalus</i>				
			12	中杜鹃	<i>Cuculus saturatus</i>	
19	大杜鹃	<i>Cuculus canorus</i>	13	大杜鹃	<i>Cuculus canorus</i>	
O7	鹤形目	Gruiformes	O7	鹤形目	Gruiformes	
F7	秧鸡科	Rallidae	F7	秧鸡科	Rallidae	
20	董鸡	<i>Gallicrex cinerea</i>				
21	黑水鸡	<i>Gallinula chloropus</i>	14	黑水鸡	<i>Gallinula chloropus</i>	
22	白骨顶	<i>Fulica atra</i>				
O8	鹬形目	Charadriiformes	O8	鹬形目	Charadriiformes	
F8	鹬科	Scolopacidae	F8	鹬科	Scolopacidae	
23	针尾沙锥	<i>Gallinago stenura</i>				
			15	扇尾沙锥	<i>Gallinago gallinago</i>	
24	青脚鹬	<i>Tringa nebularia</i>				
25	白腰草鹬	<i>Tringa ochropus</i>	16	白腰草鹬	<i>Tringa ochropus</i>	
			17	林鹬	<i>Tringa glareola</i>	
26	青脚滨鹬	<i>Calidris temminckii</i>				
O9	鹳形目	Pelecaniformes	O9	鹳形目	Pelecaniformes	
F9	鹭科	Ardeidae	F9	鹭科	Ardeidae	
27	栗苇鹇	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>				

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
28	绿鹭	<i>Butorides striata</i>	18	绿鹭	<i>Butorides striata</i>	
29	池鹭	<i>Ardeola bacchus</i>	19	池鹭	<i>Ardeola bacchus</i>	
			20	牛背鹭	<i>Bubulcus ibis</i>	
30	苍鹭	<i>Ardea cinerea</i>	21	苍鹭	<i>Ardea cinerea</i>	
31	白鹭	<i>Egretta garzetta</i>	22	白鹭	<i>Egretta garzetta</i>	
O10	鹰形目	Accipitriformes	O10	鹰形目	Accipitriformes	
F10	鹰科	Accipitrida	F10	鹰科	Accipitrida	
32	雀鹰	<i>Accipiter nisus</i>				II级、II
33	苍鹰	<i>Accipiter gentilis</i>				II级、II
34	白尾鹞	<i>Circus cyaneus</i>	23	白尾鹞	<i>Circus cyaneus</i>	II级、II
35	鹊鹞	<i>Circus melanoleucos</i>				II级、II
36	普通鵟	<i>Buteo japonicus</i>	24	普通鵟	<i>Buteo japonicus</i>	II级、II
			O11	鸮形目	Strigiformes	
			F11	鸮鸮科	Strigidae	
			25	领角鸮	<i>Otus lettia</i>	II级、II
			26	斑头鸺鹠	<i>Glaucidium cuculoides</i>	II级、II
O11	犀鸟目	Bucerotiformes	O12	犀鸟目	Bucerotiformes	
F11	戴胜科	Upupidae	F12	戴胜科	Upupidae	
37	戴胜	<i>Upupa epops</i>	27	戴胜	<i>Upupa epops</i>	
O12	佛法僧目	Coraciiformes	O13	佛法僧目	Coraciiformes	
F12	佛法僧科	Coraciidae				
38	棕胸佛法僧	<i>Coracias benghalensis</i>				
F13	翠鸟科	Alcedinidae	F13	翠鸟科	Alcedinidae	
39	白胸翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	28	白胸翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	II级
40	普通翠鸟	<i>Alcedo atthis</i>	29	普通翠鸟	<i>Alcedo atthis</i>	
41	冠鱼狗	<i>Megaceryle lugubris</i>				
O13	啄木鸟目	Piciformes	O14	啄木鸟目	Piciformes	
F14	啄木鸟科	Picidae	F14	啄木鸟科	Picidae	
42	蚁鴷	<i>Jynx torquilla</i>	30	蚁鴷	<i>Jynx torquilla</i>	
43	斑姬啄木鸟	<i>Picumnus innominatus</i>	31	斑姬啄木鸟	<i>Picumnus innominatus</i>	

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
			32	星头啄木鸟	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	
44	赤胸啄木鸟	<i>Dendrocopos cathpharius</i>				
45	大斑啄木鸟	<i>Dendrocopos major</i>	33	大斑啄木鸟	<i>Dendrocopos major</i>	
46	灰头绿啄木鸟	<i>Picus canus</i>	34	灰头绿啄木鸟	<i>Picus canus</i>	
O14	隼形目	Falconiformes	O15	隼形目	Falconiformes	
F15	隼科	Falconidae	F15	隼科	Falconidae	
47	红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	35	红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	Ⅱ级、Ⅱ
O15	雀形目	Passeriformes	O16	雀形目	Passeriformes	
F16	黄鹂科	Oriolidae				
48	黑枕黄鹂	<i>Oriolus chinensis</i>				
F17	莺雀科	Vireonidae	F16	莺雀科	Vireonidae	
49	红翅鵙鹑	<i>Pteruthius flaviscapis</i>	36	红翅鵙鹑	<i>Pteruthius flaviscapis</i>	
F18	山椒鸟科	Campephagidae	F17	山椒鸟科	Campephagidae	
50	大鵙鹑	<i>Coracina macei</i>				
51	暗灰鵙鹑	<i>Lalage melaschistos</i>				
52	长尾山椒鸟	<i>Pericrocotus ethologus</i>	37	长尾山椒鸟	<i>Pericrocotus ethologus</i>	
			38	短嘴山椒鸟	<i>Pericrocotus brevirostris</i>	
F19	扇尾鹟科	Rhipiduridae	F18	扇尾鹟科	Rhipiduridae	
53	白喉扇尾鹟	<i>Rhipidura albicollis</i>	39	白喉扇尾鹟	<i>Rhipidura albicollis</i>	
F20	卷尾科	Dicruridae	F19	卷尾科	Dicruridae	
54	黑卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	40	黑卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	
55	灰卷尾	<i>Dicrurus leucophaeus</i>	41	灰卷尾	<i>Dicrurus leucophaeus</i>	
56	发冠卷尾	<i>Dicrurus hottentottus</i>				
F21	伯劳科	Laniidae	F20	伯劳科	Laniidae	
57	虎纹伯劳	<i>Lanius tigrinus</i>				

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
58	红尾伯劳	<i>Lanius cristatus</i>				
59	栗背伯劳	<i>Lanius colluriooides</i>				
60	棕背伯劳	<i>Lanius schach</i>	42	棕背伯劳	<i>Lanius schach</i>	
			43	灰背伯劳	<i>Lanius tephronotus</i>	
F22	鸦科	Corvidae	F21	鸦科	Corvidae	
61	松鸦	<i>Garrulus glandarius</i>	44	松鸦	<i>Garrulus glandarius</i>	
62	红嘴蓝鹊	<i>Urocissa erythrorhyncha</i>	45	红嘴蓝鹊	<i>Urocissa erythrorhyncha</i>	
63	喜鹊	<i>Pica pica</i>	46	喜鹊	<i>Pica pica</i>	
64	达乌里寒鸦	<i>Corvus dauuricus</i>				
65	小嘴乌鸦	<i>Corvus corone</i>				
66	大嘴乌鸦	<i>Corvus macrorhynchos</i>				
F23	玉鹡科	Stenostiridae	F22	玉鹡科	Stenostiridae	
67	方尾鹡	<i>Culicicapa ceylonensis</i>	47	方尾鹡	<i>Culicicapa ceylonensis</i>	
F24	山雀科	Paridae	F23	山雀科	Paridae	
68	大山雀	<i>Parus cinereus</i>	48	大山雀	<i>Parus cinereus</i>	
69	绿背山雀	<i>Parus monticolus</i>	49	绿背山雀	<i>Parus monticolus</i>	
70	黄颊山雀	<i>Machlolophus spilonotus</i>				
F25	百灵科	Alaudidae				
71	小云雀	<i>Alauda gulgula</i>				
F26	扇尾莺科	Cisticolidae	F24	扇尾莺科	Cisticolidae	
72	山鹡莺	<i>Prinia crinigera</i>				
73	纯色山鹡莺	<i>Prinia inornata</i>	50	纯色山鹡莺	<i>Prinia inornata</i>	
F27	苇莺科	Acrocephalidae				
74	东方大苇莺	<i>Acrocephalus orientalis</i>				
F28	蝗莺科	Locustellidae				
75	沼泽大尾莺	<i>Megalurus palustris</i>				
F29	燕科	Hirundinidae	F25	燕科	Hirundinidae	

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
76	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	51	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	
77	金腰燕	<i>Cecropis daurica</i>	52	金腰燕	<i>Cecropis daurica</i>	
F30	鹎科	Pycnonotidae	F26	鹎科	Pycnonotidae	
78	凤头雀嘴鹎	<i>Spizixos canifrons</i>	53	凤头雀嘴鹎	<i>Spizixos canifrons</i>	
79	黄臀鹎	<i>Pycnonotus xanthorrhous</i>	54	黄臀鹎	<i>Pycnonotus xanthorrhous</i>	
80	白喉红臀鹎	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	55	白喉红臀鹎	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	
81	黄绿鹎	<i>Pycnonotus flavescens</i>				
82	绿翅短脚鹎	<i>Ixos mccllellandii</i>	56	绿翅短脚鹎	<i>Ixos mccllellandii</i>	
83	黑短脚鹎	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	57	黑短脚鹎	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	
F31	柳莺科	Phylloscopidae	F27	柳莺科	Phylloscopidae	
84	褐柳莺	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	58	褐柳莺	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	
85	华西柳莺	<i>Phylloscopus occisinensis</i>				
86	黄腰柳莺	<i>Phylloscopus proregulus</i>	59	黄腰柳莺	<i>Phylloscopus proregulus</i>	
87	黄眉柳莺	<i>Phylloscopus inornatus</i>	60	黄眉柳莺	<i>Phylloscopus inornatus</i>	
88	双斑绿柳莺	<i>Phylloscopus plumbeitarsus</i>				
89	乌嘴柳莺	<i>Phylloscopus magnirostris</i>				
90	冠纹柳莺	<i>Phylloscopus claudiae</i>				
91	云南白斑尾柳莺	<i>Phylloscopus davisoni</i>				
92	栗头鹪莺	<i>Seicercus castaniceps</i>				
F32	树莺科	Cettiidae	F28	树莺科	Cettiidae	
93	棕脸鹪莺	<i>Abroscopus albogularis</i>				
			61	强脚树莺	<i>Horoenis fortipes</i>	
F33	长尾山雀科	Aegithalidae	F29	长尾山雀科	Aegithalidae	
94	红头长尾山	<i>Aegithalos concinnus</i>	62	红头长尾山	<i>Aegithalos concinnus</i>	

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
	雀			雀		
95	棕额长尾山雀	<i>Aegithalos iouschistos</i>				
F34	莺鹛科	Sylviidae	F30	莺鹛科	Sylviidae	
			63	棕头雀鹛	<i>Fulvetta ruficapilla</i>	
96	棕头鸦雀	<i>Sinosuthora webbiana</i>	64	棕头鸦雀	<i>Sinosuthora webbiana</i>	
97	灰喉鸦雀	<i>Sinosuthora alphonsiana</i>				
F35	绣眼鸟科	Zosteropidae	F31	绣眼鸟科	Zosteropidae	
98	白领凤鹛	<i>Yuhina diademata</i>	65	白领凤鹛	<i>Yuhina diademata</i>	
99	红胁绣眼鸟	<i>Zosterops erythropleurus</i>				
100	暗绿绣眼鸟	<i>Zosterops japonicus</i>				
101	灰腹绣眼鸟	<i>Zosterops palpebrosus</i>	66	灰腹绣眼鸟	<i>Zosterops palpebrosus</i>	
F36	林鹛科	Timaliidae	F32	林鹛科	Timaliidae	
102	斑胸钩嘴鹛	<i>Pomatorhinus gravivox</i>	67	斑胸钩嘴鹛	<i>Pomatorhinus gravivox</i>	
			68	棕颈钩嘴鹛	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	
103	红头穗鹛	<i>Cyanoderma ruficeps</i>	69	红头穗鹛	<i>Cyanoderma ruficeps</i>	
F37	幽鹛科	Pellorneidae	F33	幽鹛科	Pellorneidae	
104	褐胁雀鹛	<i>Schoeniparus dubia</i>	70	褐胁雀鹛	<i>Schoeniparus dubia</i>	
105	灰眶雀鹛	<i>Alcippe morrisonia</i>	71	灰眶雀鹛	<i>Alcippe morrisonia</i>	
F38	噪鹛科	Leiothrichidae	F34	噪鹛科	Leiothrichidae	
106	矛纹草鹛	<i>Babax lanceolatus</i>	72	矛纹草鹛	<i>Babax lanceolatus</i>	
107	画眉	<i>Garrulax canorus</i>				II
108	灰翅噪鹛	<i>Garrulax cineraceus</i>				
109	眼纹噪鹛	<i>Garrulax ocellatus</i>				
110	白颊噪鹛	<i>Garrulax sannio</i>	73	白颊噪鹛	<i>Garrulax sannio</i>	

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
111	红头噪鹛	<i>Trochalopteron erythrocephalus</i>				
112	蓝翅希鹛	<i>Siva cyanouroptera</i>	74	蓝翅希鹛	<i>Siva cyanouroptera</i>	
			75	斑喉希鹛	<i>Chrysominla strigula</i>	
113	红尾希鹛	<i>Minla ignotincta</i>	76	红尾希鹛	<i>Minla ignotincta</i>	
114	黑头奇鹛	<i>Heterophasia desgodinsi</i>	77	黑头奇鹛	<i>Heterophasia desgodinsi</i>	
F39	鹇科	Sittidae	F35	鹇科	Sittidae	
115	普通鹇	<i>Sitta europaea</i>				
			78	栗臀鹇	<i>Sitta nagaensis</i>	
116	滇鹇	<i>Sitta yunnanensis</i>				VU-C、特有
117	红翅旋壁雀	<i>Tichodroma muraria</i>				
F40	鹇科	Troglodytidae				
118	鹇	<i>Troglodytes troglodytes</i>				
			F36	河乌科	Cinclidae	
			79	褐河乌	<i>Cinclus pallasii</i>	
F41	棕鸟科	Sturnidae	F37	棕鸟科	Sturnidae	
119	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	80	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	
			81	丝光棕鸟	<i>Spodiopsar sericeus</i>	
120	灰棕鸟	<i>Spodiopsar cineraceus</i>				
121	灰头棕鸟	<i>Sturnia malabarica</i>				
F42	鹇科	Turdidae	F38	鹇科	Turdidae	
122	淡背地鹇	<i>Zoothera mollissima</i>				
123	虎斑地鹇	<i>Zoothera aurea</i>				
124	黑胸鹇	<i>Turdus dissimilis</i>	82	黑胸鹇	<i>Turdus dissimilis</i>	
125	乌鹇	<i>Turdus mandarinus</i>	83	乌鹇	<i>Turdus mandarinus</i>	
126	红尾斑鹇	<i>Turdus naumanni</i>				

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
F43	鹟科	Muscicapidae	F39	鹟科	Muscicapidae	
127	红喉歌鸲	<i>Calliope calliope</i>	84	红喉歌鸲	<i>Calliope calliope</i>	
128	蓝喉歌鸲	<i>Luscinia svecica</i>				
129	红胁蓝尾鸲	<i>Tarsiger cyanurus</i>				
			85	蓝眉林鸲	<i>Tarsiger rufilatus</i>	
130	鹊鸲	<i>Copsychus saularis</i>	86	鹊鸲	<i>Copsychus saularis</i>	
131	蓝额红尾鸲	<i>Phoenicuropsis frontalis</i>	87	蓝额红尾鸲	<i>Phoenicuropsis frontalis</i>	
132	北红尾鸲	<i>Phoenicurus aureus</i>	88	北红尾鸲	<i>Phoenicurus aureus</i>	
133	红尾水鸲	<i>Rhyacornis fuliginosa</i>	89	红尾水鸲	<i>Rhyacornis fuliginosa</i>	
134	白顶溪鸲	<i>Chaimarrornis leucocephalus</i>	90	白顶溪鸲	<i>Chaimarrornis leucocephalus</i>	
135	白尾蓝地鸲	<i>Myiomela leucurum</i>	91	白尾蓝地鸲	<i>Myiomela leucurum</i>	
136	紫啸鸲	<i>Myophonus caeruleus</i>	92	紫啸鸲	<i>Myophonus caeruleus</i>	
137	黑背燕尾	<i>Enicurus immaculatus</i>				
			93	灰背燕尾	<i>Enicurus schistaceus</i>	
			94	白额燕尾	<i>Enicurus leschenaulti</i>	
138	黑喉石鸲	<i>Saxicola maurus</i>	95	黑喉石鸲	<i>Saxicola maurus</i>	
139	灰林鸲	<i>Saxicola ferreus</i>	96	灰林鸲	<i>Saxicola ferreus</i>	
140	蓝矶鸲	<i>Monticola solitarius</i>	97	蓝矶鸲	<i>Monticola solitarius</i>	
			98	栗腹矶鸲	<i>Monticola rufiventris</i>	
141	乌鸲	<i>Muscicapa sibirica</i>				
142	褐胸鸲	<i>Muscicapa muttui</i>				
143	橙胸姬鸲	<i>Ficedula strophliata</i>				
144	红喉姬鸲	<i>Ficedula albicilla</i>	99	红喉姬鸲	<i>Ficedula albicilla</i>	

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
			100	灰蓝姬鹀	<i>Ficedula tricolor</i>	
145	铜蓝鹀	<i>Eumyias thalassinus</i>	101	铜蓝鹀	<i>Eumyias thalassinus</i>	
			102	山蓝仙鹀	<i>Cyornis banyumas</i>	
146	棕腹仙鹀	<i>Niltava sundara</i>				
F44	啄花鸟科	Dicaeidae				
147	红胸啄花鸟	<i>Dicaeum ignipectus</i>				
			F40	花蜜鸟科	Nectariniidae	
			103	蓝喉太阳鸟	<i>Aethopyga gouldiae</i>	
F45	梅花雀科	Estrildidae	F41	梅花雀科	Estrildidae	
148	白腰文鸟	<i>Lonchura striata</i>	104	白腰文鸟	<i>Lonchura striata</i>	
149	斑文鸟	<i>Lonchura punctulata</i>	105	斑文鸟	<i>Lonchura punctulata</i>	
F46	雀科	Passeridae	F42	雀科	Passeridae	
150	山麻雀	<i>Passer cinnamomeus</i>				
151	麻雀	<i>Passer montanus</i>	106	麻雀	<i>Passer montanus</i>	
F47	鹛科	Motacillidae	F43	鹛科	Motacillidae	
152	山鹛	<i>Dendronanthus indicus</i>				
153	黄头鹛	<i>Motacilla citreola</i>				
154	灰鹛	<i>Motacilla cinerea</i>	107	灰鹛	<i>Motacilla cinerea</i>	
155	白鹛	<i>Motacilla alba</i>	108	白鹛	<i>Motacilla alba</i>	
156	田鸫	<i>Anthus richardi</i>				
157	树鸫	<i>Anthus hodgsoni</i>	109	树鸫	<i>Anthus hodgsoni</i>	
158	粉红胸鸫	<i>Anthus roseatus</i>	110	粉红胸鸫	<i>Anthus roseatus</i>	
F48	燕雀科	Fringillidae	F44	燕雀科	Fringillidae	
159	燕雀	<i>Fringilla montifringilla</i>	111	燕雀	<i>Fringilla montifringilla</i>	
160	黑尾蜡嘴雀	<i>Eophona migratoria</i>				
161	普通朱雀	<i>Carpodacus erythrinus</i>				
162	红眉松雀	<i>Carpodacus</i>				

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
		<i>subhimachala</i>				
163	黑头金翅雀	<i>Chloris ambigua</i>	112	黑头金翅雀	<i>Chloris ambigua</i>	
F49	鹀科	Emberizidae	F45	鹀科	Emberizidae	
164	凤头鹀	<i>Melophus lathami</i>				
165	淡灰眉岩鹀	<i>Emberiza cia</i>				
			113	灰眉岩鹀	<i>Emberiza godlewskii</i>	
166	栗耳鹀	<i>Emberiza fucata</i>				
167	小鹀	<i>Emberiza pusilla</i>	114	小鹀	<i>Emberiza pusilla</i>	
168	黄喉鹀	<i>Emberiza elegans</i>	115	黄喉鹀	<i>Emberiza elegans</i>	
169	黄胸鹀	<i>Emberiza aureola</i>				EN-C、CR

备注：表中阴影部分为施工期监测新增的 28 种鸟类。

施工期监测中未记录到环评阶段记录的雀鹰、苍鹰、鹊鹀、画眉、滇鹀和黄胸鹀。施工期新增鸟类名录、保护情况及发现方式见表 6.1-13。

表 6.1-13 施工期监测新增鸟类名录

序号	中文名	拉丁名	保护情况	来源
1	白腹锦鸡	<i>Chrysolophus amherstiae</i>	Ⅱ级	红外相机，鸣声
2	斑嘴鸭	<i>Anas zonorhyncha</i>		目击
3	褐翅鸦鹃	<i>Centropus sinensis</i>	Ⅱ级	鸣声
4	大鹰鹃	<i>Hierococcyx sparverioides</i>		红外相机
5	中杜鹃	<i>Cuculus saturatus</i>		鸣声
6	扇尾沙锥	<i>Gallinago gallinago</i>		目击
7	林鹀	<i>Tringa glareola</i>		目击
8	牛背鹭	<i>Bubulcus ibis</i>		目击
9	领角鸮	<i>Otus lettia</i>	Ⅱ级、Ⅱ	夜间两爬调查记录鸣声
10	斑头鸫鹀	<i>Glaucidium cuculoides</i>	Ⅱ级、Ⅱ	夜间两爬调查记录鸣声
11	星头啄木鸟	<i>Dendrocopos canicapillus</i>		目击
12	短嘴山椒鸟	<i>Pericrocotus brevirostris</i>		目击
13	灰背伯劳	<i>Lanius tephronotus</i>		目击
14	强脚树莺	<i>Horoenis fortipes</i>		目击
15	棕头雀鹀	<i>Fulvetta ruficapilla</i>		目击
16	棕颈钩嘴鹀	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>		目击、鸣声

序号	中文名	拉丁名	保护情况	来源
17	斑喉希鹟	<i>Chrysominla strigula</i>		目击
18	栗臀鸮	<i>Sitta nagaensis</i>		目击
19	褐河乌	<i>Cinclus pallasii</i>		目击
20	丝光椋鸟	<i>Spodiopsar sericeus</i>		目击
21	蓝眉林鸮	<i>Tarsiger rufilatus</i>		目击
22	灰背燕尾	<i>Enicurus schistaceus</i>		目击
23	白额燕尾	<i>Enicurus leschenaulti</i>		目击
24	栗腹矶鹬	<i>Monticola rufiventris</i>		目击
25	灰蓝姬鹠	<i>Ficedula tricolor</i>		红外相机
26	山蓝仙鹟	<i>Cyornis banyumas</i>		目击
27	蓝喉太阳鸟	<i>Aethopyga gouldiae</i>		目击
28	灰眉岩鹟	<i>Emberiza godlewskii</i>		目击

两期监测差异原因主要为：①部分鸟类在调查区数量少，遇见率低，如过境的青脚鹬 *Tringa nebularia*、青脚滨鹬 *Calidris temminckii*、苍鹰 *Accipiter gentilis* 等；②环评阶段调查时间为 9-10 月，部分鸟类为通过文献资料得出，可能存在误差，如棕额长尾山雀 *Aegithalos iouschistos*（中国仅分布于西藏南部，云南无分布）、黑背燕尾 *Enicurus immaculatus*（国内仅见于盈江，调查区出现的可能性极低）。此外，如栗背伯劳 *Lanius collurioides*、中华鹧鸪 *Francolinus pintadeanus*、绿嘴地鹑 *Phaenicophaeus tristis*、八声杜鹃 *Cacomantis merulinus*、黄绿鹎 *Pycnonotus flavescens* 等主要分布于热带低山地带，在调查区出现的可能性也较小。

环评阶段记录的特有鸟类有：画眉 *Garrulax canorus*、白领凤鹛 *Yuhina diademata* 和滇鹛 *Sitta yunnanensis* 等 3 种，施工期监测记录了白领凤鹛。经查《中国脊椎动物红色名录》的特有情况，画眉和白领凤鹛并不属于特有种，环评阶段记录有误，因此，施工期监测未记录到特有鸟类。

环评阶段记录的保护鸟类有：国家 II 级保护并被 CITES 列入附录 II 的雀鹰 *Accipiter nisus*、苍鹰 *Accipiter gentilis*、白尾鹞、鹞鹞 *Circus melanoleucos*、普通鵟和红隼等 6 种，还有被 CITES 列入附录 II 的画眉。其中滇鹛被《中国脊椎动物红色名录》列为易危种（VU），黄胸鹌 *Emberiza aureola* 被《中国脊椎动物红色名录》列为濒危种（EN），被 IUCN 红色名录列为极危种。施工期监测到保护鸟类 8 种，包括环评阶段的白尾鹞 *Circus cyaneus*、普通鵟 *Buteo japonicus* 和红隼 *Falco*

tinnunculus、白胸翡翠等 4 种，新增国家 II 保护鸟类白腹锦鸡 *Chrysolophus amherstiae*、褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、领角鸮 *Otus lettia* 和斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides* 等 4 种，其中白尾鸮、普通鵟、领角鸮、斑头鸺鹠和红隼 5 种猛禽亦被 CITES 列为附录 II 保护种。施工期监测过程中未记录到环评阶段记录的雀鹰、苍鹰、鸺鹠、画眉、滇鸭和黄胸鹀。

综上所述：项目处于施工阶段，虽然存在一定的施工干扰，但调查区内施工占地较小，施工仅在坝区等施工点存在干扰，对调查区的大部分面积没有形成干扰，因此，调查区的鸟类较环评阶段差异的主要原因可能由于环评阶段部分鸟类数据来源于文献资料。通过监测，调查区的鸟类适应性相对较强，在大坝施工区 200m 以外区域有白腹锦鸡等保护鸟类活动，坝前水域有小鸕鶿 *Tachybaptus ruficollis*、斑嘴鸭 *Anas zonorhyncha* 和鹭类等水鸟活动，坝下河岸两侧有黄臀鹌 *Pycnonotus xanthorrhous*、白喉红臀鹌 *Pycnonotus aurigaster*、褐柳莺 *Phylloscopus fuscatus*、红尾水鸲 *Rhyacornis fuliginosa* 等鸟类活动。施工区域则受干扰较多，仅偶见白鹡鸰 *Motacilla alba*、麻雀 *Passer montanus* 等伴人居鸟类。

(5) 对兽类的影响

环评阶段调查单位根据现场调查、访问当地年长的老百姓，以共同翻看兽类图谱的方式咨询护林员，查阅历史文献资料等，确定车马碧水库工程调查区分布哺乳动物 28 种，分属于 5 目 7 科 19 属。

施工期调查单位通过实地调查、自动相机调和访问调查，仅记录了目击或访查可信度较高的兽类，施工期在监测区记录到可辨识的兽类 10 种，分属于 4 目 7 科 9 属。环评阶段和施工期调查兽类组成情况见表 6.1-14。

表 6.1-14 环评期和施工期调查兽类组成情况表

环评期（2015 年）			施工期（2020 年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
O1	劳亚食虫目	Eulipotyphla				
F1	鼯鼠科	Soricidae				
1	长尾鼯	<i>Episoriculus caudatus</i>				
2	淡灰黑齿鼯鼠	<i>Blarinella griselda</i>				
3	云南缺齿鼯鼠	<i>Chodsigoa parca</i>				
4	臭鼯	<i>Suncus murinus</i>				

环评期（2015年）			施工期（2020年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
5	白尾梢麝鼯	<i>Crocidura fuliginosa</i>				
6	大麝鼯	<i>Crocidura lasiura</i>				
O2	攀鼯目	Scandentia	O1	攀鼯目	Scandentia	
F2	树鼯科	Tupaiaidae	F1	树鼯科	Tupaiaidae	
7	北树鼯	<i>Tupaia belangeri</i>	1	北树鼯	<i>Tupaia belangeri</i>	II
O3	食肉目	Carnivora	O2	食肉目	Carnivora	
F3	鼬科	Mustelidae	F2	鼬科	Mustelidae	
8	黄鼬	<i>Mustela sibirica</i>	2	黄鼬	<i>Mustela sibirica</i>	
9	鼬獾	<i>Melogale moschata</i>	3	鼬獾	<i>Melogale moschata</i>	
10	猪獾	<i>Arctonyx collaris</i>				
F4	灵猫科	Viverridae	F3	灵猫科	Viverridae	
11	果子狸	<i>Paguma larvata</i>	4	果子狸	<i>Paguma larvata</i>	
			F4	猫科	Felidae	
			5	豹猫	<i>Prionailurus bengalensis</i>	II、VU-C
O4	啮齿目	Rodentia	O3	啮齿目	Rodentia	
F5	松鼠科	Sciuridae	F5	松鼠科	Sciuridae	
12	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>	6	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>	
13	隐纹花松鼠	<i>Tamiops swinhoei</i>				
14	珀氏长吻松鼠	<i>Dremomys pernyi</i>	7	珀氏长吻松鼠	<i>Dremomys pernyi</i>	
15	红颊长吻松鼠	<i>Dremomys rufigenis</i>				
16	岩松鼠	<i>Sciurotamias davidianus</i>				特有
17	侧纹岩松鼠	<i>Rupestes forresti</i>				特有
F6	鼠科	Muridae	F6	鼠科	Muridae	
18	中华姬鼠	<i>Apodemus draco</i>				
19	大林姬鼠	<i>Apodemus peninsulae</i>				

环评期（2015 年）			施工期（2020 年）			保护情况
序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名	
20	大齿鼠	<i>Dacnomys millardi</i>				
21	东亚屋顶鼠	<i>Rattus brunneusculus</i>				
22	褐家鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	8	褐家鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	
23	黄胸鼠	<i>Rattus tanezumi</i>	9	黄胸鼠	<i>Rattus tanezumi</i>	
24	北社鼠	<i>Niviventer confucianus</i>				
25	针毛鼠	<i>Niviventer fulvescens</i>				
26	卡氏小鼠	<i>Mus caroli</i>				
27	小家鼠	<i>Mus musculus</i>				
O5	兔形目	Lagomorpha	O4	兔形目	Lagomorpha	
F7	兔科	Leporidae	F7	兔科	Leporidae	
28	云南兔	<i>Lepus comus</i>	10	云南兔	<i>Lepus comus</i>	

由上表 6.1-14 物种对比结果分析：施工期监测较环评阶段新增 1 种，即豹猫；9 种和环评阶段记录相同；19 种环评阶段记录的兽类施工期监测未记录到。

两期监测差异的原因主要为：①小型兽类，如劳亚食虫目 *Eulipotyphla* 和啮齿目 *Rodentia* 动物体型较小，且多于夜间活动，遇见率较低；②环评阶段调查数据部分由文献资料补充，而施工期监测仅记录了目击或访查可信度较高的物种。因此，施工期记录物种数量较环评阶段较少。

环评阶段记录的特有种有：岩松鼠 *Sciurotamias davidianus* 和侧纹岩松鼠 *Rupestes forresti* 两种。施工期监测未记录到兽类特有种。

环评阶段记录的保护种为被 CITES 附录 II 收录的北树鼯 *Tupaia belangeri*。施工期记录到保护种 2 种，即被 CITES 列入附录 II 的北树鼯 *Tupaia belangeri*，和本次新记录到的豹猫 *Prionailurus bengalensis*，除被 CITES 列入附录 II，亦被《中国脊椎动物红色名录》列为易危种（VU）。

综上所述，因施工期监测仅记录了目击或访查可信度较高的兽类，故导致兽类种类较环评阶段少。从兽类数量来看，调查区兽类以小型兽种群较多，如北树鼯、赤腹松鼠等。通过监测发现，在大坝施工区周边 100m 之外就有豹猫粪便出现，施

工点周边仅北树鼯和赤腹松鼠 *Callosciurus erythraeus* 等伴人居的动物出现。虽然项目正处于施工阶段，但相较于整个调查区来说，施工区（或施工点位）占地面积较小，对兽类资源的影响为局部影响。在大坝施工区边缘约 500m 有豹猫、鼬獾 *Melogale moschata* 等动物出现，说明调查区兽类适应能力较强，能适应一定的施工干扰。

综上所述，虽然在施工区内仅见少量伴人居陆生脊椎动物，但在其周围 100m 以外区域就有很多动物活动，说明调查区的部分动物适应性较强，且没有施工人员非法捕猎等现象。落实了野生动物保护宣传，严禁非法捕杀野生动物等措施。随着项目施工接近尾声，施工活动减少，渣场合理有序开展植被恢复，逐渐恢复野生动物的栖息生境，施工活动对动物的影响也将逐渐由负面影响过度为正影响。

6.1.2 水生生态影响

6.1.2.1 调查情况说明

环评阶段水生生态调查和施工期高峰期水生生态调查的调查范围、调查时间、调查单位、调查方法等情况见表 6.1-15。

表 6.1-15 环评期和施工期水生生态调查情况

项目	环评阶段调查	施工高峰期调查
调查单位	云南大学	云南环绿环境检测技术有限公司
调查时间	2015 年 7 月、9 月	主要鱼类产卵期监测时间是 2020 年 5 月 2-5 日；主要鱼类渔获期监测时间是 2020 年 8 月 3-6 日。
调查范围	包括水源区和受水区。其中，水源区包括：车马碧水库回水末端上游 15km 河段上端至马龙河汇牛栏江入口的马龙河干流河段、其间支流和凤龙湾水库、马龙河汇口附近的牛栏江干流河段；受水区河段包括：剪彩河、白石江至其汇南盘江入口河段、白石江汇口附近的南盘江干流河段。	调查范围包括工程涉及的马龙河、车章河、白塔河。鱼类资源监测以区域监测为主，不设固定监测断面，范围为曲靖车马碧水库坝址至车章河和白塔河。水生植被监测范围从曲靖车马碧水库库尾到车章河和白塔河上游，长约 2 km，重点区域为水库淹没区、建筑物永久占地区、施工营地、渣场、料场、施工临时工作面。湿地水网河道断面地形和水文测定根据不同河道形态与计算需要设置 2-3 个测量断面。
调查断面	根据控制性、代表性原则，在干、支流共布设 15 个断面。其中干流从上游至下游依次为：1) 车马碧水库回水末端、2) 车马碧水库库中、3) 车马碧水库坝址处、4) 红桥河汇口干流下游 1km、5) 凤龙湾水库回水末端、6) 凤龙湾水库库中、7) 凤龙湾水库下游 1km、8) 马龙河汇牛栏江汇入口；支流采样点依次为：9) 车章河支流距汇口以上 2km、10) 白塔河支流距汇口以上 2km、11) 红桥河支流距汇口以上 2km、12) 莫浪河支流距汇口以上 2km；输水河道采样点依次为：13) 剪彩河、14) 剪彩河汇白石江汇口下游 1km、15) 白石江汇南盘江汇口处。	监测范围包括工程涉及的马龙河、车章河和白塔河，坝址位于马龙河干流，并在监测流域设置 6 个断面，每个断面分别设置 2 至 3 个样点。6 个断面分别为，库区 4 个断面：马龙河库尾、车章河库尾、白塔河库尾、坝前；坝下：马龙河干流 2 个断面（坝址 2km 和 6km）。
调查方法	调查方法按照《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）、《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《淡水浮游生物研究方法》进行采样和检测。	通过定性调查采集浮游生物进行属种鉴定，了解水体中浮游生物的种类组成、其分布状况。采用网捕法采集鱼类标本，对采集到的标本用 95% 的酒精溶液进行保存，以等鉴定。

6.1.2.2 浮游植物影响

施工期评价河段共检出浮游植物 5 门 44 属 91 种淡水浮游植物，见表 6.1-16，其中硅藻门 35 种，占检出种类的 38.46%；绿藻门 33 种，占检出种类的 36.26%；

蓝藻门 17 种，占检出种类的 18.68%；裸藻门 4 种，占检出种类的 4.40%；甲藻门 2 种，占检出种类的 2.20%。

表 6.1-16 施工期监测区淡水浮游植物名录

种类		相对数量					
		马龙河库尾	车章河库尾	白塔河库尾	白塔河坝前	马龙河干流坝址下游 2km 处	马龙河干流坝址下游 6km 处
一、硅藻门 Bacillariophyta							
针杆藻	尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>	+	+	+++	+		+
	双头针杆藻 <i>Synedra amphicephala</i>	+	+	+		+	+
	肘状针杆藻 <i>Synedra uina</i>	+		+	++		
	放射针杆藻 <i>Synedra berolinensis</i>	+	+		+	+	+
脆杆藻	短线脆杆藻 <i>Fragilaria brevistriata</i>	+	+++	+		+	
	钝脆杆藻 <i>Fragilaria capucina</i>	+	+	+		+	+
等片藻	普通等片藻 <i>Diatoma vulgare</i>	++		+	++		+
	普通等片藻卵圆变种 <i>Diatoma vulgare var. ovalis</i>	+	++	+		+	+
短缝藻	篦形短缝藻 <i>Eunotia pectinalis</i>		+		+	++	
布纹藻	细布纹藻 <i>Gyrosigma kutzingli</i>	++	+	+	++		+
	尖布纹藻 <i>Gyrosigma acuninatum</i>	+	++	+	+	+	
	狭布纹藻 <i>Gyrosigma atleruatum</i>	++	+	++	+	+	+
舟形藻	隐头舟形藻 <i>Navicula cryptocephala</i>	++		+	+	++	+
	短小舟形藻 <i>Navicula exigua</i>	+		+	+	+	+
	喙头舟形藻 <i>Navicula rhynchocephala</i>		++	+	+	++	+
	尖头舟形藻 <i>Navicula cuspidate</i>	+	+	++	+		+
桥弯藻	近缘桥弯藻 <i>Cymbella affinis</i>	++	+++	++	++		
	埃伦桥弯藻 <i>Cymbella ehrenbergii</i>	+	+	+	+	+	+
	披针桥弯藻 <i>Cymbella lanceolata</i>	+		+	+	+	+
	箱形桥弯藻 <i>Cymbella cistula</i>	+	++	+	++		+
	膨胀桥弯藻 <i>Cymbella tumida</i>	+++	+		+	+	

种类		相对数量					
		马龙河库尾	车章河库尾	白塔河库尾	白塔河坝前	马龙河干流坝址下游 2km 处	马龙河干流坝址下游 6km 处
异极藻	尖异极藻布雷变种 <i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>brebissonii</i>	+	++	++	+++		+
	溢缩异极藻 <i>Gomphonema constrictum</i>	+	+		+		+
曲壳藻	优美曲壳藻 <i>Achnanthes delicatula</i>	+	+	+	+	++	
	短小曲壳藻 <i>Achnanthes exigua</i>		+	+	++		+
卵形藻	扁圆卵形藻 <i>Cocconeis placentula</i>	+	+	+	+	+	+
	扁圆卵形藻多孔变种 <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	+	+	+	+	+	+
窗纹藻	斑纹窗纹藻 <i>Epithemia zebra</i>	+	+	+		+	+
	鼠形窗纹藻 <i>Epithemia orex</i>	+	++	+	+	+	+
菱形藻	奇异菱形藻 <i>Nitzschia paradoxa</i>	+	+	+	+		
	缝合菱形藻 <i>Nitzschia ricta</i>	+	+++	+	+	+	+
	双尖菱板藻 <i>Hantzschia amphioxys</i>	+++	+		+	+	+
双菱藻	卵形双菱藻 <i>Surirella ovata</i>	+		+	+	+	+
	卵形双菱藻羽纹变种 <i>Suwirella ovata</i> var. <i>pinala</i>	++	+		++	+	
	粗壮双菱藻 <i>Sunirella robusta</i>	+	+	+	+	+++	+
二、绿藻门 Chlorophyta							
盘藻	盘藻 <i>Gonitum pectorale</i>	++	+	+			
团藻	美丽团藻 <i>Vehox aurens</i>	+		+	+		
实球藻	实球藻 <i>Pandorina morum</i>	+	+	+	+		+
	桑椹实球藻 <i>Pandorina morum</i>	++	+	+++	+	+	+
空球藻	空球藻 <i>Ewiorina elegans</i>	+	++	+	+		
小球藻	椭圆小球藻 <i>Chlorella ellipsoidea</i>	+		+			++
	小球藻 <i>Chlorella vudgaris</i>	+	+	+	++		

种类		相对数量					
		马龙河库尾	车章河库尾	白塔河库尾	白塔河坝前	马龙河干流坝址下游 2km 处	马龙河干流坝址下游 6km 处
卵囊藻	椭圆卵囊基 <i>Oocystis elliptica</i>	+	+	+	+	+	+
纤维藻	镰形纤维藻 <i>Ankistrodesmum falcatus</i>	+	+	+	+	+	+
肾形藻	肾形藻 <i>Nephrocytium agardhianum</i>	+	++	+		+	+
网球藻	美丽网球藻 <i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	+	+	++	+		++
四角藻	膨胀四角藻 <i>Tetradon tumidulum</i>		++	+	+	+	+
蹄形藻	蹄形藻 <i>Kirchneriella lunaris</i>	+	+	+	+	+	+
丝藻	链丝藻 <i>Ulothrix flaccida</i>	+++	+		++	+	+
	细丝藻 <i>Ulothrix tenerrima</i>	+	+	+	+		
胶毛藻	优美胶毛藻 <i>Chaetophora elegans</i>	+		+	++	+	++
刚毛藻	脆弱刚毛藻 <i>Cladophora fracta</i>	+	+++	+		+	+
中带鼓藻	中带鼓藻 <i>Mesotaenium endlicherianum</i>	+	+	+	+	+	+
双星藻	星芒双星藻 <i>Zygnema stellinum</i>	+	++		+	+	
新月藻	库氏新月藻 <i>Closterium hetzingii</i>	+	+	+	+	+	
	项圈新月藻 <i>Closterium moniliferum</i>	+++	+	+	+		+
	喙新月藻 <i>Closterium rostratum</i>	+	+		+	+	+
	极锐新月藻 <i>Closterium peracerosum</i>	+	+	++	+	+	++

种类		相对数量					
		马龙河库尾	车章河库尾	白塔河库尾	白塔河坝前	马龙河干流坝址下游 2km 处	马龙河干流坝址下游 6km 处
鼓藻	近园鼓藻 <i>Cosmarium connatum</i>	+	+			+	+
	园鼓藻 <i>Cosmarium circulare</i>	+		+	+		+
	钝鼓藻 <i>Cosmarium obtusatum</i>	+	+		+	+	++
	颗粒鼓藻 <i>Cosmarium granatum</i>	+	+	+	+	+++	+
角星鼓藻	芒角角星鼓藻 <i>Siaurastrum aristiferum</i>	+		+	+	+	+
	四角角星鼓藻 <i>Staurastrion tetracerum</i>	+++	+	+		+	+
	成对角星鼓藻 <i>Staurastrum gemelliparum</i>	+	+	+		+	
	具齿角星鼓藻 <i>Srmtastrum indentatum</i>	++	+	++	+	+	+
	纤细角星鼓藻 <i>Staurastrum gracile</i>	+		+	+		+
	广西角星鼓藻 <i>Slaturastrum krangsiense</i>	++	+		+	+	+
三、蓝藻门 Cyanophyta			+	+			
蓝纤维藻	针状蓝纤维藻 <i>Dactylococcopsis acicularis</i>	++	+	++	+		
平裂藻	微小平裂藻 <i>Merismopedia tenuissima</i>	+		+		++	+
	细小平列藻 <i>Merismopedia atenuissima</i>	+	+++	+	+	++	+
	点状平列藻 <i>Merismopedia punctata</i>		+		++		+
微囊藻	铜绿微囊藻 <i>Microcystis aeruginosa</i>	++	++	+	++	++	+
	水花微囊藻 <i>Microcystis flosaquae</i>	++	++	+	++		+
	水华微囊藻 <i>Microcystis flos-aquae</i>		++	+	++	+	+
色球藻	微小色球藻 <i>Chroococcus minutus</i>	+		++	+	++	+
	湖沼色球藻 <i>Chroococcus limneticus</i>		+		+	+	
腔球	不定腔球藻 <i>Coelosphaerium dubium</i>	+	+		+	+	

种类		相对数量					
		马龙河库尾	车章河库尾	白塔河库尾	白塔河坝前	马龙河干流坝址下游 2km 处	马龙河干流坝址下游 6km 处
藻							
颤藻	清浄颤藻 <i>Oscillatoria sancta</i>	++	+	++	+		+
	小颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>	++		++	+	++	+
	泥污颤藻 <i>Oscillatoria limosa</i>	+	++		++		
鱼腥藻	卷曲鱼腥藻 <i>Anabaena circinalis</i>	++	++	++	+		+
	固氮鱼腥藻 <i>Anabaena azotica</i>	+	++		++		+
	水华鱼腥藻 <i>Anabaena flosaquae</i>	++	++	++	++	++	+
束丝藻	水华束丝藻 <i>Aphanizomenon flosaquae</i>	+	++			+	
四、裸藻门 Englenophyta							
裸藻	梭形裸藻 <i>Euglena acus</i>	+		+	+		
囊裸藻	棘刺囊裸藻 <i>Trachelomonas hispida</i>	+++	+	+	+	++	
扁裸藻	沟状扁裸藻 <i>Phacus hamanus</i>	+	+	+	++	+	
	哑铃扁裸藻 <i>Phacus peteloti</i>	+	++		+	+	+
五、甲藻门 Dinophyta							
角甲藻	具角角甲藻 <i>Ceratiun cornutum</i>	+		+	+	+	
	飞燕角甲藻 <i>Ceratium hirundinella</i>	++	+	+			+

从监测区水生藻类的物种区系来看,在马龙河库尾、车章河库尾、白塔河库尾、白塔河坝前、马龙河干流离坝址 2km 处与马龙河干流离坝址 6km 处河段各个采样点的水生藻类植物以硅藻门、绿藻门和蓝藻门种类占优势,硅藻门中奇异菱形藻 (*Nitzschia paradoxa*),短小曲壳藻 (*Achnanthes exigua*),扁圆卵形藻 (*Cocconeis placentula*) 等为常见种,为典型的河流生境浮游植物群落结构。蓝藻门中鱼腥藻属、颤藻属、微囊藻属等 3 个污染带指示种出现率较高。调查河段中,绿藻门的种类主要有角星鼓藻、鼓藻属、纤维藻属和新月藻属等种类。硅藻门的种类主要为舟

形藻属、桥弯藻属、针杆藻属等喜洁净水体生境特征的种类和密度明显减少，由此可见，本次调查断面由于施工区生产废水和生活污水将对水体造成一定程度的污染，使施工期间硅藻、绿藻等喜洁净水体种类的密度和数量下降，其它藻类变化不是很明显。

①密度

通过对工程影响水域各采样点的浮游植物的定量统计，浮游植物的平均密度为 $318.53 \times 10^3 \text{ ind./L}$ ，其中硅藻门为 $178.53 \times 10^3 \text{ ind./L}$ ，绿藻门为 $42.12 \times 10^3 \text{ ind./L}$ ，蓝藻门为 $87.25 \times 10^3 \text{ ind./L}$ ，裸藻门为 $4.02 \times 10^3 \text{ ind./L}$ ，甲藻门为 $6.61 \times 10^3 \text{ ind./L}$ 。从各采样点看，硅藻门藻类的种群密度都略大于绿藻门和蓝藻门藻类的密度，但同2015年环评期调查结果相比，硅藻门和绿藻门等喜洁净水体生境特征的，密度明显降低，而蓝藻门的3个污染带指示种的密度则略有升高。

表 6.1-17 环评期和施工期淡水浮游植物密度监测表 (10^3 ind./L)

监测时间	硅藻门	绿藻门	蓝藻门	裸藻门	甲藻门	平均值
2016 环评期	200.47	53.53	83.51	4.14	6.47	348.12
2020 施工期	178.53	42.12	87.25	4.02	6.61	318.53

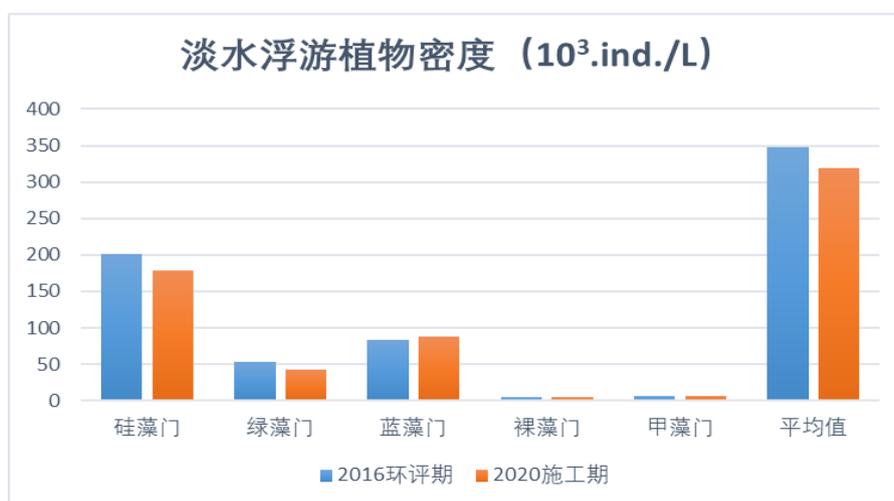


图 6.1-1 施工期和环评期浮游植物密度对比

从采样点藻类植物种群密度来看，浮游藻类的数量在不同采样点有一定差异。在马龙河库尾、车章河库尾、白塔河库尾、白塔河坝前、马龙河干流离坝址 2km 处与马龙河干流离坝址 6km 处河段的藻类种群密度分别为 $333.53 \times 10^3 \text{ ind./L}$ 、 $321.53 \times 10^3 \text{ ind./L}$ 、 $335.53 \times 10^3 \text{ ind./L}$ 、 $282.31 \times 10^3 \text{ ind./L}$ 、 $296.05 \times 10^3 \text{ ind./L}$ 和

$342.23 \times 10^3 \text{ ind./L}$ 。由此可以看出，在各个采样点的藻类种群密度相差不大。

②生物量

施工期调查水域浮游植物生物量平均 $4410 \times 10^{-4} \text{ mg/L}$ ，其中硅藻门 $2178 \times 10^{-4} \text{ mg/L}$ ，占 49.38%；绿藻门 $1269 \times 10^{-4} \text{ mg/L}$ ，占 28.78%；蓝藻门 $679 \times 10^{-4} \text{ mg/L}$ ，占 15.39%；裸藻门 $76 \times 10^{-4} \text{ mg/L}$ ，占 1.72%；隐藻门 $148 \times 10^{-4} \text{ mg/L}$ ，占 3.37%；金藻门 $60 \times 10^{-4} \text{ mg/L}$ ，占 1.36%。

表 6.1-18 环评期和施工期淡水浮游植物生物量监测对比表 (10^{-4} mg/L)

监测时间	硅藻门	绿藻门	蓝藻门	裸藻门	甲藻门	平均值
2016 环评期	2004.73	267.67	83.53	82.87	323.53	2762.33
2020 施工期	1785.45	221.33	88.25	83.45	321.64	2500.12

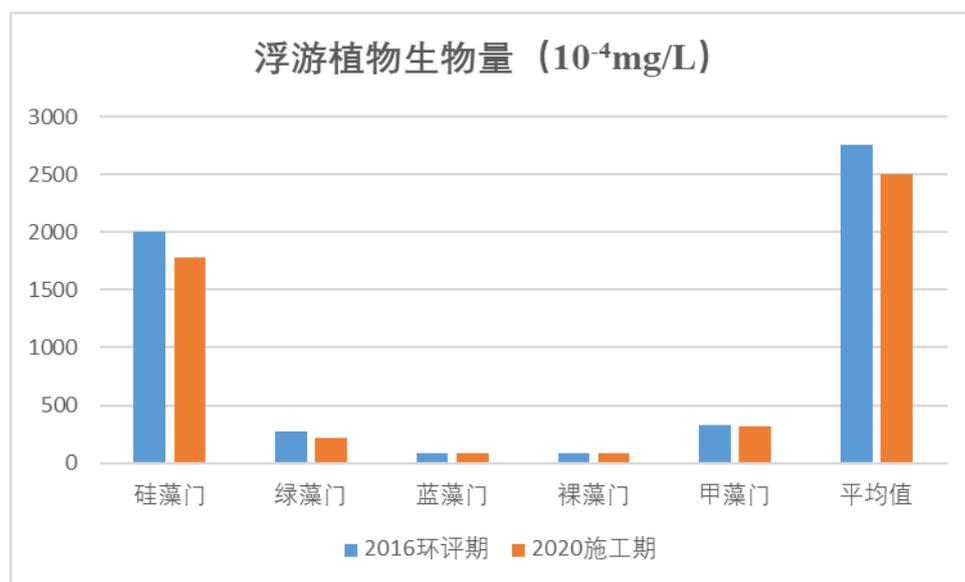


图 6.1-2 施工期和环评期浮游植物生物量对比

由于施工已开始，输水隧洞和大坝等已按计划施工，进场公路已开始修筑，河水受到不同程度的污染，施工前后两次监测对比结果表明，浮游植物种类比 2016 年环评期有所减少，藻类平均密度和生物量也不同程度的降低。施工期监测结果表明：施工期间硅藻、绿藻等喜洁净水体种类的密度和数量下降，而蓝藻等污染带指示种的密度则略有升高。

6.1.2.3 浮游动物影响

工程河段浮游动物种类较少，区系组成结构相对简单，由原生动物、轮虫、节

肢动物组成，共检出浮游动物计 3 门 51 属 97 种，见表 6.1-18。其中原生动物 50 种、占检出种类的 51.55%，轮虫 30 种、占检出种类的 30.93%，节肢动物 17 种、占检出种类的 17.53%。在马龙河库尾、车章河库尾、白塔河库尾、白塔河坝前、马龙河干流离坝址 2km 处与马龙河干流离坝址 6km 处河段中分别采集到 85、86、80、81、66 和 67 种，各个样点采集的种类相差不是很明显。浮游动物群落组成、数量的变化受到食物、温度、盐度、径流以及其它水生动物摄食等多种因素的共同影响。施工期调查中原生动物和轮虫种类最多，桡足类和枝角类的种类在采样中较少，但桡足类和枝角类的密度却很高。其中常见种肉足虫有半圆表壳虫 (*Arcella hemisphaerica*)、普通表壳虫 (*Arcella vulgaris*)、球形砂壳虫 (*Diffugia globulosa*)、橡子砂壳虫 (*Diffugia glans*)、无棘匣壳虫 (*Centropyxis ecornis*)、片口匣壳虫 (*Centropyxis platystoma*) 和馍状圆壳虫 (*Cyclopyxis deflandrei*) 等；常见纤毛虫有瞬目膜袋虫 (*Cyclidium glaucome*)、旋回侠盗虫 (*Strobilidiumgyrans*) 和小筒壳虫 (*Tintinnidiumpusillum*) 等。

表 6.1-19 施工期工程影响河段不同采样点浮游动物名录

种类		相对数量					
		马龙河库尾	车章河库尾	白塔河库尾	白塔河坝前	马龙河干流离坝址 2km 处	马龙河干流离坝址 6km 处
原生动物 PROTOZOA							
变形虫	蛞虫变形虫 <i>Amoeba limax</i>	+	+	++	+++		+
	大变形虫 <i>Amoeba proteus</i>	+	++	+	++	+	
多卓变虫	囊多卓变虫 <i>Polychaos faxixulatum</i>	+	+		++		+
表壳虫	法冠表壳虫 <i>Arcella mitrata</i>	++	++	+		+	+
	盘状表壳虫 <i>Arcella discoides</i>	+	+	++	+		++
	沙表壳虫 <i>Arcella arenaria</i>	++	++		+	+	+
	水藓沙表壳虫 <i>Arcella phagnicola</i>	+	++		+	+	+
	大口表壳虫 <i>Arcella megastoma</i>	++	+	++	+		+
	半圆表壳虫 <i>Arcella hemisphaerica</i>	+	++	++	+++		+
	普通表壳虫 <i>Arcella vulgaris</i>	+	+	++	+	+	
砂壳虫	尖顶砂壳虫 <i>Diffugia aruminata</i>	+	++	+	++	+	++
	冠砂壳虫 <i>Diffugia corona</i>	++	+	+	+		+
	球形砂壳虫 <i>Diffugiaglobulosa</i>	+	++		++		+
	橡子砂壳虫 <i>Diffugia glans</i>	++	+	+	++	+	
	孔头砂壳虫 <i>Diffugia mammillaris</i>		+	++	+		+

种类		相对数量					
		马龙河 库尾	车章河 库尾	白塔 河库 尾	白塔 河坝 前	马龙河干流 离坝址 2km 处	马龙河干 流离坝址 6km 处
葫芦虫	杂葫芦虫 <i>Cucurbitella mespiliformis</i>	++	+	++		+	+
鳞壳虫	有棘鳞壳虫 <i>Eughpha acanthohora</i>		+	+	+	+	+
	长园鳞壳虫 <i>Eugbpha rotunda</i>	+	++	+	+		+
曲颈虫	坛状曲颈虫 <i>Cyphoderia ampulla</i>		+	++	+	+	+
太阳虫	放射太阳虫 <i>Actinophrys sol</i>	++	+	+	+		+
板壳虫	八刺板壳虫 <i>Coleps octospinus</i>		++	+	+	+	+
	毛板壳虫 <i>Coleps hirtus</i>	++	+	+		+	
裸口虫	筒裸口虫 <i>Holophrya simples</i>	+	++		+	+	+
半眉虫	肋状半眉虫 <i>hemiophrys pleurosigma</i>	+	+	++	+		++
	猎状半眉虫 <i>Hemiophrys meleagris</i>	++	+	+		+	+
草履虫	尾草履虫 <i>Paramecium caudatum</i>		++	+	+	+	+
膜袋虫	瓜形膜袋虫 <i>Cyclidium citrullus</i>		+	++	+	+	+
	瞬目膜袋虫 <i>Cyclidium glaucome</i>	+	++	+	+		+
瞬目虫	闪瞬目虫 <i>Glaucoma scintillans</i>	++	+	+	+		+
	大口瞬目虫 <i>Glaucoma macrostoma</i>		++	+	+	+	+
肾形虫	僧帽肾形虫 <i>Colpoda cucallus</i>	+	+	++		+	+
	齿脊肾形虫 <i>Colpoda steinii</i>	++	++	+	+	+	
斜管虫	非游斜管虫 <i>Chilodonella aplanate</i>	++	+	+	+		+
	巴维利亚斜管虫 <i>Chilodonella barvariensis</i>	+	++	++	+	++	+
四膜虫	梨形四膜虫 <i>Tetrahymena pyriformis</i>	+++	+	+		+	+
豆形虫	弯豆形虫 <i>Colpidium compylum</i>	+	++	+	++	+	
喇叭虫	多态喇叭虫 <i>Stentor multiformis</i>	+	++		+		+
弹跳虫	大弹跳虫 <i>Halteria grandinella</i>	+	+	+	+	+	
筒壳虫	小筒壳虫 <i>Tintinnidium pusillum</i>	+		++	+++	+	+
	河生筒壳虫 <i>Tintinnidium fluviatile</i>	+	++	+	++	+	
钟虫	沟钟虫 <i>vorticella convallaria</i>	++	+	+	+	+	
	领钟虫 <i>vorticella acquilata</i>	++	+	++		+	+
累枝虫	褶累枝虫 <i>Epistylis plicatilis</i>		++	+	++	+	+
	湖累枝虫 <i>Epistylis lacustris</i>	++		+	+	+	+
匣壳虫	针棘匣壳虫 <i>Centropyxis aculeate</i>	+	+	++	+++		+
	无棘匣壳虫 <i>Centropyxis ecornis</i>	+	++	+	++	+	

种类		相对数量					
		马龙河 库尾	车章河 库尾	白塔 河库 尾	白塔 河坝 前	马龙河干流 离坝址 2km 处	马龙河干 流离坝址 6km 处
	片口匣壳虫 <i>Centropyxis platystoma</i>	+	+		++		++
	网匣壳 <i>Centropyxis cassis</i>	+		+	+	+	+
圆壳虫	馒头状圆壳虫 <i>Cyclopyxis deflandrei</i>	++	+	+	++	+	
侠盗虫	旋回侠盗虫 <i>Strobilidium gyrans</i>	++	++	+++		+	
轮虫 ROTIFERA							
懒轮虫	懒轮虫 <i>Rotaria tardigrada</i>	+	++	+	+		+
臂尾 轮虫	萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i>	++	+	++		+	+
	剪形臂尾轮虫 <i>Brachionus forficula</i>	++	+	+	+	+	+
龟甲 轮虫	螺形龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i>		+++	+	+	+	+
	曲腿龟甲轮虫 <i>Keratella valga</i>	++	+		+	+	+
	矩形龟甲轮虫 <i>Keratella quadrata</i>	++		+	+	++	+
单趾 轮虫	月形单趾轮虫 <i>Monostyla lunaris</i>	++	+	+		+	+
	囊形单趾轮虫 <i>Monostyla bulla</i>	+	++		+	+	+
三肢 轮虫	长三肢轮虫 <i>Filinia longiseta</i>	+++	+		++		+
	尾三肢轮虫 <i>Filinia maior</i>	+	+		+	+	
异尾 轮虫	冠饰异尾轮虫 <i>Trichocerca lophoessa</i>	++		+	+	+	
	韦氏异尾轮虫 <i>Trichocerca weberi</i>	+	+	+	++		+
	细异尾轮虫 <i>Trichocerca stylata</i>	+	+	++	+	+	
	纵长异尾轮虫 <i>Trichocerca elongata</i>	+	++	+		+	+
	二突异尾轮虫 <i>Trichocerca bicristata</i>	++		+	+	+	+
囊轮虫	卜氏晶囊轮虫 <i>Asplanchna brightwelli</i>	++		++	+		+
	前节晶囊轮虫 <i>Asplanchna priodonta</i>	+		+		+	+
	盖氏晶囊轮虫 <i>Asplanchna girod</i>	++	+	+	++	+	
猪吻 轮虫	尖棘异猪吻轮虫 <i>Dicranophorus caudatus</i>	+	++	++	+++		++
	猪吻轮虫 <i>Dicranophorus pronacis</i>	+	+	++	+	++	
甲轮虫	钝角狭甲轮虫 <i>Colurella obtuse</i>	+	++	++	+++		+
	爱德里亚狭甲轮虫 <i>Colurella adriatica</i>		++	+	+	+	

种类		相对数量					
		马龙河 库尾	车章河 库尾	白塔 河库 尾	白塔 河坝 前	马龙河干流 离坝址 2km 处	马龙河干 流离坝址 6km 处
水轮虫	椎尾水轮虫 <i>Epilphanes senta</i>	+	++	+	+	+	
多肢 轮虫	广布多肢轮虫 <i>Polyarthra vulgaris</i>	+	+		+	++	+
	针簇多肢轮虫 <i>Polyarthra trigla</i>	+	++	+	++		+
腔轮虫	柔韧腔轮虫 <i>Lecane flexilis</i>	+	++		++	+	
	蹄形腔轮虫 <i>Lecane unguolata</i>	+	++	+	+	+	
	月形腔轮虫 <i>Lecane luna</i>	+	++	+		+	+
	凹项腔轮虫 <i>Lecane papkans</i>	++		+	++	+	+
	道李沙腔轮虫 <i>Lecane doryssa</i>	+	++	+			+
节肢动物 ARTHROPODA							
枝角类 Cladocera							
秀体溞	短尾秀体溞 <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	+	++	+	+++	+	
	长肢秀体溞 <i>Diaphanosoma lruchtenber</i>	++	+		+	+	
溞	透明溞 <i>Daphnia hyalina</i>	++	+	+		+	+
	蚤状溞 <i>Daphnia pulex</i>	+		++	+		+
网纹溞	棘爪网纹溞 <i>Ceriodaphnia reticulata</i>	++	+	++	+		+
	方形网纹溞 <i>Ceriodaphnia quadrangulor</i>		+	++	+	+	+
裸腹溞	直额裸腹溞 <i>Moina rectirorstris</i>	+	++	+	+++		
象鼻溞	筒弧象鼻溞 <i>Bosmina coregoni</i>	+	+	++	+	+	
	长额象鼻溞 <i>Bosmina longiroastris</i>		+	+	+	+	+
盘肠溞	圆形盘肠溞 <i>Chydorus sphaericus</i>	+	++	+	+		
桡足类 Copepoda							
中镖水蚤	大型中镖水蚤 <i>Sinodiaptomus sarsi</i>	++	+		++		
叶镖水蚤	舌状叶镖水蚤 <i>Phyllodiaptomus tunguidus</i>	+	+	++	+	+	
真剑水蚤	锯缘真剑水蚤 <i>Eucyclops serrulatus</i>	++	+		++		++
中剑水蚤	广布中剑水蚤 <i>Mesocyclops leuckarti</i>	+	+	++	+	+	
小剑水蚤	跨立小剑水蚤 <i>Microcyclops varicans</i>	+	++		+	+	+
温剑水蚤	台湾温剑水蚤 <i>Thermocyclops taihokuensis</i>	++	+	+		+	++

种类		相对数量					
		马龙河库尾	车章河库尾	白塔河库尾	白塔河坝前	马龙河干流离坝址 2km 处	马龙河干流离坝址 6km 处
外剑水蚤	胸饰外剑水蚤 <i>Ectocyclops phaleratus</i>	+		++	+	++	
总计		85	86	80	81	66	67

①密度

调查显示，调查水域浮游动物密度平均为 364.25ind./L。其中，原生动物密度为 198.33ind./L，占浮游动物的 54.45%；轮虫密度为 145.23ind./L，占浮游动物的 39.87%；枝角类密度为 13.45ind./L，占浮游动物的 3.69%；桡足类密度为 7.24ind./L，占浮游动物的 1.99%。

表 6.1-20 环评期和施工期工程影响河段浮游动物密度 (ind./L)

监测时间	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	平均值
2016 环评期	210.35	152.13	14.71	8.07	385.26
2020 施工期	198.33	145.23	13.45	7.24	364.25

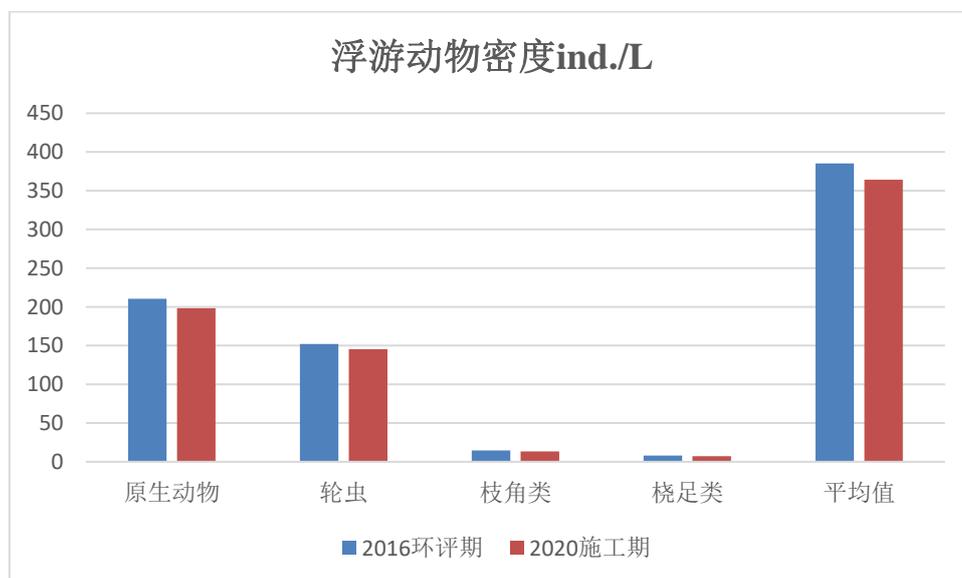


图 6.1-3 施工期和环评期浮游动物密度对比

②生物量

调查水域浮游动物生物量平均为 0.36mg/L。其中，原生动物生物量为 0.01mg/L，占浮游动物的 2.78%；轮虫生物量为 0.02mg/L，占浮游动物的 5.56%；枝角类生物量为 0.26mg/L，占浮游动物的 72.22%；桡足类生物量为 0.07mg/L，占 19.44%。

表 6.1-21 环评期和施工期工程影响河段浮游动物生物量 (mg/L)

监测年份	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	平均值
2016 环评期	0.01	0.03	0.29	0.08	0.41
2020 施工期	0.01	0.02	0.26	0.07	0.36

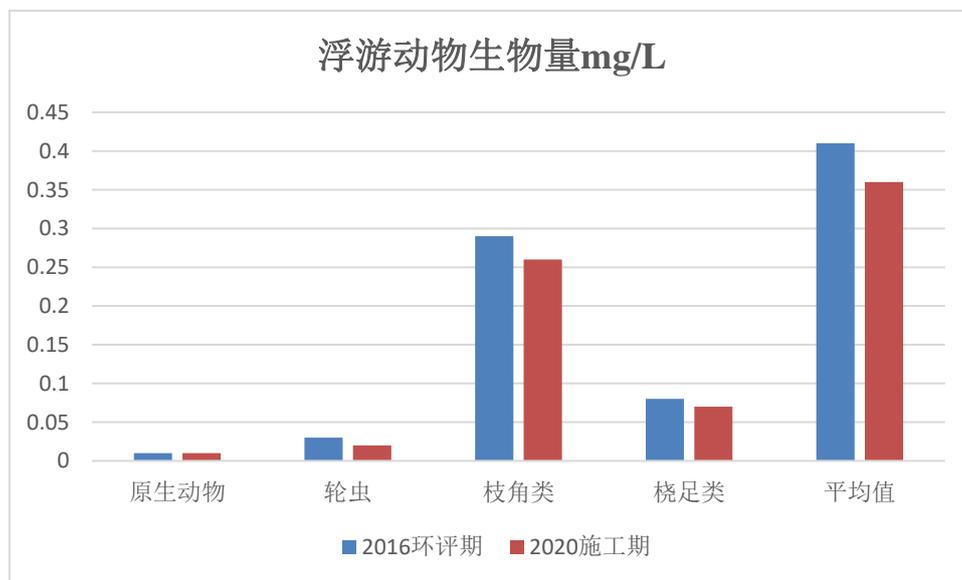


图 6.1-4 施工期和环评期浮游动物生物量变化

两次调查采集到的原生动物,既有适应急流中生存的砂壳虫、匣壳虫、表壳虫,也有适应静水的膜袋虫、侠盗虫;既有喜清洁水体的,也有耐污染的;既有营吞噬营养类型,也有营捕食类型,生态类型十分丰富。从空间分布看,纤毛虫多出现在支流中,而干流则以肉足虫为主。说明支流水生态系统的营养物质较干流丰富,其水流也较缓,更适宜静水耐污性种类生存。

施工期监测结果表明浮游动物物种数量同 2015 年环评期略有减少,生物量也不同程度的降低。原因主要是:施工区生产废水、生活污水部分入河,道路建设及移民搬迁必将缩小植被覆盖面积,使工程施工区周边水土流失量增大,降低水质,从而影响浮游动物的生存和繁衍。

6.1.2.4 底栖动物影响

施工期监测区底栖动物以温带性种类为主,种类组成多样。监测区底栖动物有 3 门 6 纲 38 种,其中,节肢动物门 21 种,占总种数的 55.26%;软体动物门 11 种,占总种数的 28.95%;环节动物门 6 种,占总种数的 15.79%,具体见表 6.1-22。

表 6.1-22 施工期工程评价河段底栖动物名录

序号	种类	调查地区					
		马龙河 库尾	车章 河库 尾	白塔 河库 尾	白塔 河 坝前	马龙河干流 离坝址 2km 处	马龙河干流 离坝址 6km 处
一	环节动物门 ANNELIDA						
(一)	寡毛纲 OLIGOCHAETA						
1	皮氏管水蚓 <i>Aulodrilus pigueti</i>	+	++	+		+	+
2	正颤蚓 <i>Tubifex tubifex</i>	++	+	+	+		+
3	苏氏尾鳃蚓 <i>Branchiurus sowrbyi</i>	+	+		+	+	+
4	淡水单孔蚓 <i>Monopylephorus limosus</i>	+	+	++	+	+	+
(二)	蛭纲 HIRUDINEA						
5	泽蛭一种 <i>Helobdella sp.</i>	++	++	+	+		
6	腹平扁蛭 <i>Glossiphonia complanata</i>	+		+	++	+	+
二	软体动物门 MOLLUSCA						
(三)	腹足纲 GASTROPODA						
7	中华圆田螺 <i>Cipangopaludina cathayensis</i>	+	++	+	+	++	
8	中国圆田螺 <i>Cipangopaludina chinensis</i>	+	+		++		+
9	福寿螺 <i>Ampullaria gigas</i>		++		+	+	
10	耳萝卜螺 <i>Radix auricularia</i>		++	+	++		
11	梨形环棱螺 <i>Bellamya purificata</i>	+++	++		++		+
12	角形环棱螺 <i>Bellamya angularis</i>	+	+	+		+	+
13	尖口圆扁螺 <i>Hippeutis cantori</i>	+	+	++	+	+	+
14	金苹果螺 <i>Pomacea canaliculata</i>	+	++	+	+	+	
(四)	瓣鳃纲 LAMELLIBRANCHIA	+	+		+	+	+
15	石蝇幼虫 <i>Plecoptera perla</i>	++		++	++		+
16	背角无齿蚌 <i>Anodontawoodiana</i>	+	++		+	+	
17	河蚬 <i>Corbicula fluminea</i>	++++	+		+++	+	+
三	节肢动物门 ANTHROPODNSECTA						
(五)	甲壳纲 CRUSTACEAN						
18	中华小长臂虾 <i>Palaemonetes</i>	+	++	+	++		+

序号	种类	调查地区					
		马龙河 库尾	车章 河库 尾	白塔 河库 尾	白塔河 坝前	马龙河干流 离坝址 2km 处	马龙河干流 离坝址 6km 处
	<i>sinensis</i>						
19	秀丽白虾 <i>Exopalaemon modestus</i>		+	++	+	+	
20	中华米虾 <i>Caridina denticulate</i>	++	++	+	++	+	
21	细足米虾 <i>Caridina nilotica</i>	+	++	+	+++		+
22	日本沼虾 <i>Macrobrachium nipponense</i>	+	+		+		+
23	锯齿新米虾 <i>Neocaridina dentioulata</i>	++	++	+	++	++	
24	溪蟹 <i>Potamon denticulatus</i>	+	+	++	++		++
(六)	昆虫纲 CRUSTACEA						
25	小蜉 <i>Ephem erella</i>		++	+	++		+
26	细蜉 <i>Caenis sp.</i>	+	+	+	+		
27	二翼蜉 <i>Cloeon dipterum</i>		+	++	+	+	
28	梯形多足摇蚊 <i>Polypedilum scalaenum</i>	++	++	++	++	+	
29	费塔无突摇蚊 <i>Ablabesmyia phatta</i>	+++	+		+	+	++
30	半绿同直突摇蚊 <i>Synorthocladus semivirens</i>	+	++	+	++		+
31	扁蜉 <i>Ecdyru s sp.</i>	+	++		+++	+	
32	小划蝽 <i>Micronecta quadriseta</i>	+	+	+	+	+	+
33	小螳蝽 <i>Ranatra unicolor</i>	++	+	+	+	+	+
34	马大头 <i>Anax parthenope</i>	+	+	++		+	+
35	螳科一种 <i>Coenagrionidae sp.</i>	+	++	+			+
36	河螳科一种 <i>Calopterygidae sp.</i>	+		+	++	+	+
37	小石蛾科一种 <i>Hydroptilidae sp.</i>	++	+	++	+	+	
38	管石蛾科一种 <i>Psychomyiidae sp.</i>	+	++	+		+	+

施工期调查河段底栖无脊椎动物以节肢动物门种类最多，共有 21 种，占总种数的 55.26%。其中昆虫纲中的常见种类包括：蜉蝣目的扁蜉、小蜉和细蜉，以扁蜉为优势种，数量较多，分布广；腹足纲主要种类为耳萝卜螺、梨形环棱螺、角形环棱螺等；甲壳纲主要以中华米虾、细足米虾、秀丽白虾为主。因此底栖无脊椎动物的类群主要以喜氧的种类为主，其中以水生昆虫的种类组成最为复杂，在急流险

滩和乱石下均有分布。

①密度

监测区底栖动物平均密度 218.45ind./m²，其中环节动物 47.82ind./m²、节肢动物 115.72ind./m²、软体动物 54.91ind./m²，所占比重分别为21.89%、52.97%、25.14%；

表 6.1-23 环评期和施工期工程评价河段底栖动物密度 (ind./m²)

监测时间	环节动物	节肢动物	软体动物	平均值
2016 环评期	53.88	124.16	57.02	235.06
2020 施工期	47.82	115.72	54.91	218.45

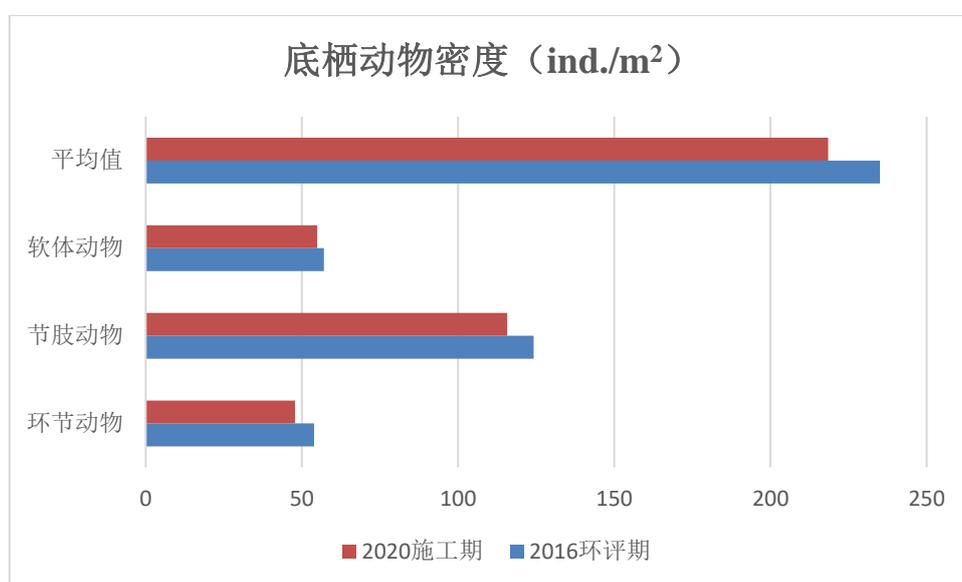


图 6.1-5 施工期和环评期底栖动物密度变化

②生物量

监测区底栖动物平均生物量 11.9191g/m²，其中环节动物 2.8934g/m²、节肢动物 6.3629g/m²、软体动物 2.6628g/m²，所占比重分别为 24.28%、53.38%、22.34%。

表 6.1-24 环评期和施工期工程评价河段底栖动物生物量 (g/m²)

监测时间	环节动物	节肢动物	软体动物	平均值
2016 环评期	3.0856	6.5998	2.7625	12.4479
2020 施工期	2.6934	5.9629	2.4628	11.1191

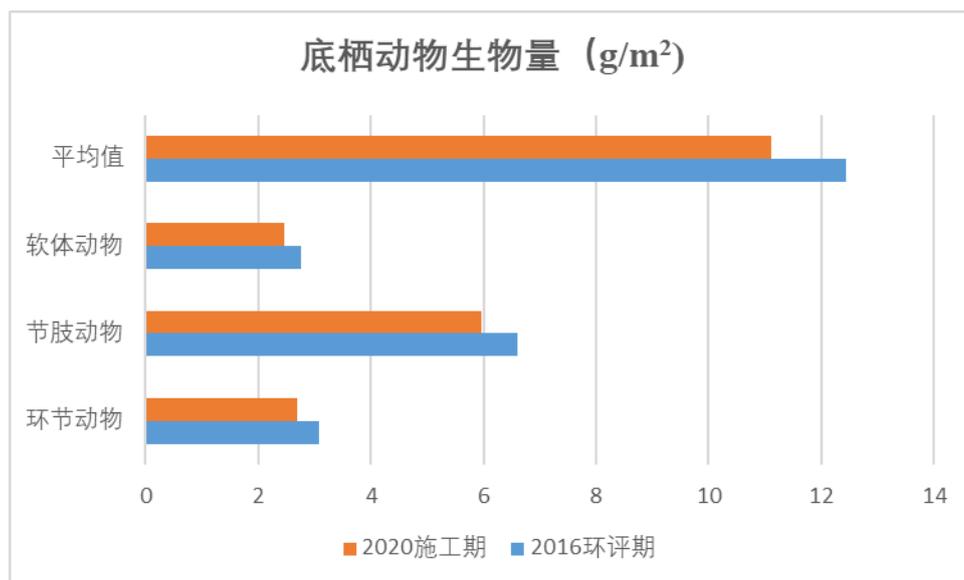


图 6.1-6 施工期和环评期底栖动物生物量变化

施工期监测结果表明：底栖动物物种数量基本无变化，监测到 38 种，比 2015 年环评期少一种，生物量环评期有所减少，主要原因是：施工建设及移民搬迁使植被覆盖面积较小，库周水土流失量增大，降低水质，导致枯水季节评价河段水体浑浊度增大，部分近岸缓流坑凼可能呈现富营养化，而缓流水滩之砾石也将被灰色污泥覆盖，影响水生底栖无脊椎动物的生存和繁衍。

6.1.2.5 水生维管束植物影响

调查范围涉及河段的水生维管植物有 11 科 16 属 18 种，主要种类为禾本科、蓼科、菊科、莎草科等植物，见表 6.1-25。

表 6.1-25 施工期监测区水生维管束植物名录

序号	种类	河段					
		马龙河库尾	车章河库尾	白塔河库尾	白塔河坝前	马龙河干流离坝址 2km 处	马龙河干流离坝址 6km 处
一	水鳖科 Hydrocharitaceae						
1	亚洲苦草 <i>Vallisneria asiatica</i>	+	+	+	+		
二	禾本科 Gramineae						
2	细柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>	+	++		++		++
3	芦苇 <i>Phragmites australis</i>		+		+	++	
4	假苇拂子茅 <i>Calamagrostis pseudophragmites</i>	++	+	++	++	+	+

序号	种类	河段					
		马龙河库尾	车章河库尾	白塔河库尾	白塔河坝前	马龙河干流离坝址2km处	马龙河干流离坝址6km处
三	鸭跖草科 Commelinaceae						
5	鸭跖草 <i>Commelina communis</i>	+	+	++	++		++
四	莎草科 Cyperaceae						
6	华扁穗草 <i>Blysmus sinocompressus</i>	+	+	++	++	++	
7	畦畔莎草 <i>Cyperus haspan</i>	+	+	+	+	+	++
五	香蒲科 Typhaceae						
8	水烛 <i>Typha angustifolia</i>	+	+	+	+	+	
六	蓼科 Polygonaceae						
9	两栖蓼 <i>Polygonum amphibium</i>	+	++	+	++	++	++
10	水蓼 <i>Polygonum hydropiper</i>		++	+	++	+	
11	尼泊尔蓼 <i>Polygonum nepalense</i>	+	++	++	++		++
七	菊科 Compositae						
12	野茼蒿 <i>Crassocephalum crepidioides</i>	+	++	+	++	+	+
13	牛膝菊 <i>Galinsoga parviflora</i>			+++	++		++
14	三脉紫菀 <i>Aster ageratoides</i>	+	+	++	++	++	
八	小二仙草科 Haloragidaceae						
15	狐尾藻 <i>Myriophyllum verticillatum</i>	+	+	+	+	+	++
九	柳叶菜科 Onagraceae						
16	柳叶菜 <i>Epilobium hirsutum</i>		++	+	++	+	++
十	天南星科 Araceae						
17	菖蒲 <i>Acorus calamus</i>	+	++	+	++		++
十一	浮萍科 Lemnaceae						
18	浮萍 <i>Lemna minor</i>	++	++	+	++	+	++

水生维管束植物平均生物量为湿重 627g/m²，优势种为水烛占 41.27%，水蓼占 34.81%，其次为芦苇、假苇拂子茅、野茼蒿和华扁穗草等。

施工期监测到水生维管植物的生物量较 2015 年环评期有所减少，主要原因是施工期间水体透明度下降，也导致水生维管植物的生物量下降。

6.1.2.6 鱼类影响

施工期通过在马龙河库尾、车章河库尾、白塔河库尾、白塔河坝前、马龙河干

流离坝址 2km 处与马龙河干流离坝址 6km 处河段等 6 个工作点进行采集监测，共采集到鱼类标本 48 号（尾），根据采到鱼类标本，依据实物进行鉴定分类，并查阅相关资料得到本监测区涉及流域和池塘内有 5 目 8 科 19 属 23 种鱼类。

（1）鱼类种类

监测区河段分布有鱼类 24 种，隶属 10 科 23 属，其中鲢、鳙、草鱼、食蚊鱼为引入养殖种类，而非原产土著种类，其余全部为原产土著鱼类（附表）。

在 10 个科中，以鲤科和条鳅科鱼类的种类最多，分别有 13 种、3 种，分别占全部鱼类种数的 54.17%、12.50%；其余各科都只有 1 种，分别占全部鱼类物种数的 4.17%。

表 6.1-26 施工期监测区域各工作点鱼类分科统计表

项目	鲤科	条鳅科	鳅科	怪颌 鲮科	合鳃 鱼科	胎鲮科	鲃科	鲮科	虾虎 科	塘鳢 科	合计
属数	13	2	1	1	1	1	1	1	1	1	23
种数	13	3	1	1	1	1	1	1	1	1	24
占总种 数%	54.17	12.50	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	100

（2）珍稀濒危鱼类

在监测区水域分布的 24 种鱼类中，滇池金线鲃为国家二级保护鱼类，同时也被列入《中国濒危动物红皮书》，该种是 2015 年环评期捕获到的，施工期监测未捕获到，是根据资料和生境判断的。

①滇池金线鲃 *Sinocyclocheilus grahami* (Regan)

保护等级：国家二级

分类地位：鲤形目 Cypriniformes；鲤科 Cyprinidae；鲃亚科 Barbinae

鉴别特征：侧线鳞 60-69；背鳍iv-7；臀鳍iii-5；胸鳍i-14-16；腹鳍i-8-9；下咽齿 3 行，体鳞细小，呈覆瓦状排列，侧线鳞较大。

生境及生态习性：栖息于该流域的龙潭、泉水等水域。幼鱼以浮游动物、水生昆虫为主食，也食少量藻类和高等植物碎片；成鱼转食小虾和小鱼，也食浮游动物。滇池金线鲃的繁殖时间在 3-6 月，随着夏季水温的上升，水流量的增大而逐渐开始繁殖，卵产于石砾之中。滇池金线鲃的平均产卵量为 (2118.4±899.1) 粒。产卵量有随着体长增加而增加的趋势。卵的大小与胚胎存活相关，在胚胎发育的前两天，不同批次胚胎的死亡呈现一种稳定的或低的死亡率，而后 5~7d 不同大小的卵呈现

不同的死亡率，即小的卵具有更高的死亡率，而卵径 >2.0 mm 的胚胎死亡率趋于稳定；大的卵有更高的生存潜力，能保证仔鱼开口前继续完善身体器官的形成或发生所需要的能量。

(3) 特有鱼类

监测区未发现仅在该流域内分布的鱼类。

(4) 主要经济鱼类

监测区鱼类大致分为两个类型，一是个体较大、渔业价值高的种类，如：鲫鱼 *Cyprinus auratus auratus*、鲤鱼 *Cyprinus carpio chilia*、草鱼 *Ctenopharyngodon idellus* 等；二是个体虽小，但数量多，能占有市场的一定份额，如泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*、横纹南鳅 *Schistura fasciolata* 等。

综上所述，监测区发现的 24 种鱼类只有滇池金线鲃为国家二级保护鱼类，也被列入《中国濒危动物红皮书》。项目建设对水文的影响主要体现在河段流量、流速的变化，对鱼类多样性的影响将以负面为主，可能导致该流域土著种种群数量减少，但不至于造成各物种的消失和灭绝。

(5) 鱼类的产卵场、索饵场和越冬场

从施工期调查结果看，评价河段未发现洄游性鱼类。调查有土著鱼类 20 种，因此重点调查了土著鱼类的“三场”。

①产卵场

马龙河土著鱼类中，没有典型的产漂流性卵的鱼类，均为定居性种类。这些鱼类产粘性卵和沉性卵，产粘性卵的鱼类有鲫、鲤、麦穗鱼和棒花鱼等，其产卵水域多位于水草丰富的静水水域或有水流的浅滩河段；产沉性卵鱼类其产卵水域多位于水质清新的浅滩石砾之间。

在调查水域均有鱼类完成整个生命史的条件，评价河段处于亚热带南缘，海拔 1500~2000m，水体冬季基本不会结冰。当水温下降，水位降低，水量减少，鱼类进入深水中越冬；随着春季水温回升，水位上涨，越冬鱼类进入卵石滩或沿岸带浅水区索饵肥育；繁殖季节来临，达到繁殖水温，遇到合适的水文条件，繁殖亲鱼就近在合适的砾石滩、洲滩草丛产卵繁殖，孵化出幼鱼后，随水漂流至河流洄水区等缓流区索饵肥育，从而完成整个生命史。

马龙河的土著鱼类多为小型鱼类，对繁殖环境要求不高，河段具有的浅滩、洲滩、草丛都可以成为繁殖产卵的场所。只要温度允许，在水深 20~50cm 的浅小水

体均可以完成产卵。马龙河平均流量较小，流量受雨季影响变化较大，上述产卵场所的位置、大小也不是固定的，常随马龙河水位变动而发生相应变化。因此，马龙河鱼类产卵场规模都比较小且分散，相对较大的产卵场多分布在支流汇入口等处，而且支流汇口也是鱼类分布较多的区域。



鱼类生境照片



鱼类生境照片

图 6.1-7 监测区鱼类生境现状照片

②索饵场

索饵场的环境基本特征是静水或微流水，水深 0~0.5m，其间有砾石、礁石，沙质岸边，这些地方形成较深的水坑、凼、凹岸浅水区、静水缓流区，与干流深水处邻近，易于躲避敌害。同时，这些地方小型鱼类饵料生物丰富，敌害生物少，有利于幼鱼生存。在整个评价河段及支流中，幼鱼常集群于岸边浅水区域索饵。

③越冬场

山地江河鱼类的越冬场，主要在江河的沱、槽、坑凼、回水或微流水或流水、水下岩洞、泉眼、地下河道及巨砾石、砾石间的洞缝隙，并常随当年汛期的砾石堆积、河道改变、泥沙的淤积不同而有所改变。越冬场水体宽大而深，底质多为乱石或礁石，凹凸不平。越冬场的两端或一侧大都有 1~3m 深的流水浅滩和江岸。

(6) 评价

由于过度捕捞等原因，大型鱼类已非常稀少，许多常见鱼类及土著鱼类种群数量显著下降。施工期调查记录次数最多的是食蚊鱼，其次是棒花鱼、黄魮鱼等。在鱼类群落中，无论在物种和个体数量上都以中小型适应急流环境的鱼类为主。施工期监测结果显示，较 2015 年环评期鱼类物种数量无明显减少，本工程建设对鱼类资源影响较小。施工期监测未捕获到国家二级保护鱼类滇池金线鲃，后期水生生态调查应重点关注。

6.2 环境影响监测

6.2.1 地表水环境影响

6.2.1.1 水文情势影响

施工期对水文情势的影响主要为施工围堰建设及导流改变工程区局部河段原始河道走向。施工期截流采用单戽立堵法，截流戽堤顶高程为 1901.5m，龙口处河床高程为 1894.2m，河滩高程为 1899.0m，主河床宽约为 20m。2018 年 7 月导流泄洪放空（兼导流）隧洞贯通，12 月实现截流，泄洪洞正式投入使用。

截流期间，龙口合龙前通过龙口从原河道泄流，龙口合龙过程中水位逐渐壅高至泄洪放空隧洞进口底板高程（1899.39m）开始分流，逐渐从泄洪放空隧洞下泄。

工程自截流后，马龙河坝址上游来水均经导流泄洪放空隧洞泄流，并于坝址下游导流洞出口处汇入河道，由于工程施工期间围堰基本不具备壅水能力，导流洞按来流泄流，工程施工期仅上、下游围堰之间河段水流流程发生改变，因此施工期对马龙河下游河道水文情势基本无影响。

施工期截流后马龙河坝址上游、枢纽区及坝下水文情势见图 6.2-1。



图 6.2-1 施工期截流后马龙河水文情势

6.2.1.2 工程建设前地表水质

(1) 马龙河干、支流水质概况

马龙河干、支流水体执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准。环评阶段收集了马龙县环境监测站 2011 年-2015 年马龙河干流 7 个常规监测断面水质资料,并于 2015 年 5 月和 2016 年 3 月分别对马龙河干、支流断面进行了补充监测,2011 年-2015 年常规监测断面水质达标情况、马龙河流域 2015-2016 年补充监测断面水质达标情况分别见表 6.2-1 和表 6.2-2。

从时间变化趋势来看:2011 年~2016 年马龙河流域水质呈逐年好转趋势。2015 年 5 月车马碧水库库尾至下游牛栏江汇口的各干支流断面水质均可满足水质目标Ⅲ类标准要求;2016 年 3 月仅在库尾断面挥发酚略有超标,其余指标均可满足Ⅲ类水质标准要求。

从空间变化情况来看:马龙河县城以上河段(大龙井断面)水质较好,除部分水期 TP 超标外,其余时段均满足Ⅲ类水质标准要求;经县城河段(利民桥断面、昆曲高速公路断面)水质较差,2011 年为劣Ⅴ类,2012 年为Ⅴ类,2013 年除 COD 为Ⅴ类外,其余均为Ⅳ类,2014 年、2015 年均均为Ⅳ类,主要超标因子为 TP、COD、NH₃-N、氟化物;经县城后,随着下游支流不断汇入,水质有所好转,但仍不能完全满足水环境功能要求,库区河段(土官寨、格里)和坝址断面 2011 年~2014 年水质类别为Ⅳ类,主要超标因子为 TP、NH₃-N、COD、pH 值,均不能满足Ⅲ类水质标准,2015 年 5 月水质满足Ⅲ类标准要求,2016 年 3 月除库尾土官寨断面挥发酚略有超标外,其余指标均满足Ⅲ类标准要求;坝址下游河段(马过河断面、入牛栏江前 1km 断面)水质由差转好,2011 年为劣Ⅴ类,超标因子为 TP、pH 值,2012 年、2015 年和 2016 年水质均满足Ⅲ类标准要求。随着下游支流汇入,水量增加,河流自净能力和纳污能力有所增强,水质较车马碧水库库区和坝址附近有所好转,2012 年、2015 年和 2016 年水质均可满足Ⅲ标准要求。

马龙河主要支流永发河、车章河、白塔河、红桥河各监测断面 2015 年 5 月和 2016 年 3 月监测结果均可满足Ⅲ类水质标准要求。

(2) 牛栏江干流水质概况

牛栏江水质保护目标为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准。环评阶段于 2015 年 5 月和 2016 年 3 月分别对马龙河汇入牛栏江上、下游断面进行了补充监测。补充监测断面水质达标情况见表 6.2-2。

牛栏江干流（马龙河汇口上游 1km）断面 2015 年水质类别为Ⅳ类，超标项为 DO；2016 年水质指标均可满足Ⅲ类水质标准要求。

牛栏江干流（马龙河汇口下游 1km）断面 2015 年水质类别为Ⅳ类，超标项为 TP、DO；2016 年除 TP 超标（劣Ⅴ类）外，其余指标均可满足Ⅲ类水质标准要求。

6.2.1.3 工程施工期地表水水质

施工期间，受建设单位委托，云南环绿环境检测技术有限公司于 2019 年开始进行施工期地表水进行定期监测，每季度监测 1 次。

施工期共设置 4 个地表水监测断面，即：①马龙河干流的车马碧水库输水隧洞进口上游 1km；②车马碧水库坝址下游 1km；③马龙河干流红桥河汇口下游 50m；④面店水库。施工期地表水水质监测点位图见图 6.2-2。

施工期 2019 年~2021 年各监测断面水质监测结果见表 6.2-3~表 6.2-5。

施工期 2019 年~2021 年各监测断面水质评价结果见表 6.2-6~表 6.2-8。

表 6.2-1

马龙河干流 2011 年~2015 年常规监测断面水质达标情况

监测时间		马龙河大龙井断面（坝址以上 43km）	马龙河利民桥断面（坝址以上 38km）	马龙河昆曲高速交叉口（坝址以上 37km）	马龙河土官寨断面（坝址以上 24.9km）	马龙河格里断面（坝址以上 15.8km）	马龙河车马碧断面（坝址处）	马龙河马过河断面（坝址下游 8.5km）
2011 年	5 月	IV类（TP）	V类（TP、NH ₃ -N）	劣V类（TP、NH ₃ -N、COD）	--	--	III类	劣V类（TP）
	7 月	III类	劣V类（NH ₃ -N）	劣V类（TP、NH ₃ -N、）	--	--	II类	II类
	11 月	II类	劣V类（NH ₃ -N）	劣V类（TP、NH ₃ -N、）	--	--	劣V类（pH值）	劣V类（pH值）
2012 年	3 月	II类	V类（TP、NH ₃ -N）	V类（TP、NH ₃ -N）	--	--	I类	I类
	7 月	II类	V类（TP、NH ₃ -N）	V类（NH ₃ -N）	--	--	III类	II类
	11 月	II类	V类（TP、NH ₃ -N）	V类（NH ₃ -N、氟化物）	--	--	II类	II类
2013 年	3 月	--	V类（TP、NH ₃ -N）	IV类（TP、NH ₃ -N）	--	--	IV类（TP、NH ₃ -N、）	--
	7 月	--	V类（TP、NH ₃ -N、COD）	IV类（TP、NH ₃ -N、COD）	--	--	IV类（NH ₃ -N、COD）	--
	11 月	--	IV类（TP）	IV类（TP、COD）	--	--	IV类（TP、COD）	--
2014 年	3 月	--	IV类（TP、NH ₃ -N、COD）	IV类（TP、NH ₃ -N、COD）	--	--	IV类（NH ₃ -N）	--
	7 月	--	--	IV类（TP、NH ₃ -N）	IV类（NH ₃ -N）	IV类（TP、NH ₃ -N）	--	--
	11 月	--	--	IV类（TP、NH ₃ -N）	IV类（TP、NH ₃ -N）	IV类（NH ₃ -N）	--	--
2015 年	1 月	--	--	IV类（Cr ⁶⁺ 、NH ₃ -N）	III类		--	II类
	5 月	--	--	III类	III类	IV类（TP、NH ₃ -N）	--	II类
	8 月	--	--	III类	III类	--	--	II类
	11 月	--	--	III类	III类	--	--	II类
水质目标		III类	III类	III类	III类	III类	III类	III类

备注：“--”表示未收集到监测资料，水质类别后括号内为该断面超标因子。

表 6.2-2 马龙河干、支流及牛栏江 2015 年-2016 年补充监测断面水质达标情况

监测时间	马龙河干流				牛栏江干流		永发河	车章河	白塔河	红桥河
	车马碧库尾河段	车马碧水库坝址	马过河镇下游 1km	入牛栏江前 1km	马龙河汇口上游 1km	马龙河汇口下游 1km	入马龙河前 1km	入马龙河前 1km	入马龙河前 1km	入马龙河前 1km
2015 年 5 月	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅳ类 (DO)	Ⅳ类 (DO、TP)	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类
2016 年 3 月	Ⅳ类 (挥发酚)	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	劣Ⅴ类 (TP)	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类
水质目标	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类

备注：水质类别后的括号内为该断面超标因子。

表 6.2-3

2019 年施工期地表水水质监测结果 (C_{i,j})

单位: mg/L

监测点位	监测时间	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	SS	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群 (个/L)	
马龙河干流 (车马碧水库输水隧洞进口上游 1km)	1 季度	2019/1/15	12.8	6.29	11	5.9	1.4	7	0.8	0.107	0.04	0.01L	0.05L	230
		2019/1/16	11.9	6.33	13	5.8	1.3	8	0.9	0.113	0.04	0.01	0.05L	260
		2019/1/17	12.6	6.25	12	6.1	1.2	8	1.0	0.102	0.03	0.01	0.05L	270
	2 季度	2019/5/10	16.1	6.29	8	5.1	3.2	10	1.8	0.088	0.03	0.03	0.08	20
		2019/5/11	16.3	6.32	9	5.3	3.4	9	1.7	0.084	0.02	0.02	0.09	40
		2019/5/12	15.9	6.31	7	5.8	3.0	11	2.0	0.080	0.03	0.02	0.07	20
	3 季度	2019/8/06	17.1	6.43	14	5.2	3.0	6	1.2	0.116	0.06	0.02	0.05L	640
		2019/8/07	16.8	6.39	16	5.4	3.4	9	1.8	0.135	0.06	0.01	0.05L	630
		2019/8/08	17.4	6.48	13	5.6	3.2	7	1.4	0.120	0.05	0.02	0.05L	620
	4 季度	2019/11/9	12.1	6.30	15	5.3	2.2	9	1.7	0.251	0.03	0.02	0.05L	40
		2019/11/10	13.2	6.28	13	5.1	2.0	8	1.6	0.260	0.02	0.01	0.05L	60
		2019/11/11	13.4	6.33	11	5.9	2.3	6	1.4	0.257	0.03	0.01	0.05L	50
马龙河干流 (车马碧水库坝址下游 1km)	1 季度	2019/1/15	12.4	6.40	7	6.4	1.6	8	0.9	0.124	0.03	0.01L	0.12	460
		2019/1/16	10.8	6.48	9	5.8	1.7	9	1.1	0.132	0.02	0.02	0.11	430
		2019/1/17	11.4	6.33	8	6.1	1.8	8	0.8	0.116	0.02	0.01L	0.12	340
	2 季度	2019/5/10	15.8	6.41	8	6.1	3.4	9	1.8	0.094	0.02	0.02	0.05L	70
		2019/5/11	16.3	6.48	11	6.3	3.7	10	1.9	0.086	0.03	0.03	0.05L	60
		2019/5/12	16.1	6.44	10	5.9	3.5	8	1.6	0.099	0.02	0.02	0.05L	70
	3 季度	2019/8/06	16.8	6.14	17	6.3	3.4	8	1.6	0.163	0.06	0.02	0.056	1200
		2019/8/07	17.2	6.10	19	5.8	3.5	10	2.0	0.173	0.05	0.02	0.065	1100
		2019/8/08	16.7	6.16	15	5.5	3.2	8	1.5	0.154	0.06	0.03	0.050	1300
	4 季度	2019/11/9	13.9	6.44	7	5.6	2.1	7	1.5	0.142	0.02	0.01	0.05L	50
		2019/11/10	14.3	6.50	5	5.9	2.3	6	1.4	0.138	0.02	0.02	0.05L	60
		2019/11/11	14.1	6.46	6	6.1	2.4	9	1.8	0.149	0.01	0.01	0.05L	60

《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水阶段环境保护设施验收调查报告》

监测点位	监测时间	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	SS	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子 表面活性剂	粪大肠 菌群 (个/L)	
马龙河干流 (红桥河汇 口下游 50m)	1 季度	2019/1/15	13.1	6.45	10	6.7	1.3	7	0.7	0.199	0.02	0.02	0.05L	490
		2019/1/16	12.7	6.39	12	6.4	1.2	6	0.6	0.207	0.01	0.01L	0.05L	630
		2019/1/17	11.5	6.48	11	6.3	1.4	7	0.8	0.188	0.02	0.01	0.05L	700
	2 季度	2019/5/10	15.9	6.46	4	6.4	3.4	15	2.5	0.105	0.02	0.02	0.05L	1100
		2019/5/11	16.4	6.41	5	6.6	3.8	13	2.3	0.110	0.03	0.02	0.05L	1300
		2019/5/12	16.6	6.47	4	6.7	3.6	14	2.2	0.109	0.02	0.01	0.05L	1400
	3 季度	2019/8/06	15.8	6.31	8	6.3	2.9	6	1.2	0.025	0.07	0.02	0.067	700
		2019/8/07	16.2	6.27	10	6.2	3.1	8	1.6	0.025	0.06	0.03	0.073	690
		2019/8/08	16.4	6.36	7	6.7	2.7	5	1.0	0.025	0.05	0.02	0.058	720
	4 季度	2019/11/9	13.0	6.40	5	6.4	2.0	6	1.2	0.091	0.02	0.01	0.121	460
		2019/11/10	13.5	6.37	4	5.8	1.8	7	1.4	0.103	0.02	0.01	0.119	430
		2019/11/11	12.9	6.44	5	6.5	2.1	5	1.0	0.096	0.01	0.02	0.127	440
面店水库	1 季度	2019/1/15	15.2	6.40	8	5.4	2.8	10	1.6	0.194	0.02	0.01L	0.05L	330
		2019/1/16	14.8	6.45	7	5.7	2.9	9	1.3	0.186	0.02	0.01L	0.05L	340
		2019/1/17	15.6	6.34	9	5.9	2.5	11	1.7	0.203	0.01	0.01L	0.05L	430
	2 季度	2019/5/10	15.7	6.40	9	5.5	2.1	11	2.1	0.063	0.03	0.01	0.07	110
		2019/5/11	16.3	6.41	8	5.6	2.9	13	2.3	0.069	0.02	0.02	0.06	140
		2019/5/12	15.9	6.44	7	5.3	3.3	10	2.0	0.056	0.03	0.01	0.07	110
	3 季度	2019/8/06	15.9	6.41	8	5.7	3.2	8	1.6	0.315	0.04	0.03	0.103	560
		2019/8/07	16.4	6.48	6	5.3	3.4	11	2.2	0.306	0.03	0.04	0.097	520
		2019/8/08	15.6	6.35	9	5.8	3.0	9	1.8	0.324	0.04	0.03	0.111	540
	4 季度	2019/11/9	15.7	6.46	9	5.8	3.0	11	2.2	0.291	0.02	0.02	0.05L	20
		2019/11/10	16.2	6.49	8	5.3	2.8	10	1.9	0.284	0.01	0.03	0.05L	20
		2019/11/11	15.9	6.51	7	5.6	3.2	13	2.4	0.299	0.02	0.02	0.05L	40

备注：1、马龙河执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准，面店水库执行II类标准；2、“L”表示监测值低于方法检出限。

表 6.2-4

2020 年施工期地表水水质监测结果 ($C_{i,j}$)

单位: mg/L

监测点位	监测时间	水温 ($^{\circ}\text{C}$)	pH 值 (无量纲)	SS	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子 表面活性剂	粪大肠 菌群 (个/L)	
马龙河干流 (车马碧水库输水隧洞进口上游 1km)	1 季度	2020/3/10	15.6	6.69	6	5.4	2.6	6	1.3	0.056	0.05	0.02	0.05L	150
		2020/3/11	15.9	6.71	5	5.1	2.8	8	1.6	0.047	0.06	0.03	0.05L	170
		2020/3/12	16.1	6.77	4	5.6	2.5	6	1.2	0.063	0.05	0.02	0.05L	160
	2 季度	2020/5/20	16.7	7.29	9	5.1	4.1	7	1.4	0.128	0.05	0.02	0.05L	790
		2020/5/21	16.3	7.24	11	5.3	4.3	8	1.8	0.133	0.05	0.01	0.05L	760
		2020/5/22	17.1	7.23	8	5.7	4.0	8	1.7	0.124	0.04	0.02	0.05L	810
	3 季度	2020/8/20	16.4	8.94	4L	4.3	3.0	7	1.4	0.180	0.02	0.01	0.05L	40
		2020/8/21	16.1	8.89	4L	4.6	3.2	6	1.2	0.186	0.01	0.02	0.05L	60
		2020/8/22	15.9	8.83	4L	4.8	2.7	7	1.4	0.174	0.02	0.01	0.05L	50
	4 季度	2020/11/15	14.1	8.69	8	4.8	2.2	7	1.4	0.123	0.03	0.02	0.05L	220
		2020/11/16	14.7	8.64	6	5.0	2.0	8	1.6	0.119	0.03	0.01	0.05L	210
		2020/11/17	15.2	8.60	7	4.4	2.4	6	1.2	0.126	0.04	0.01	0.05L	230
马龙河干流 (车马碧水库坝址下游 1km)	1 季度	2020/3/10	15.8	6.63	4	5.1	2.3	6	1.3	0.036	0.04	0.03	0.05L	170
		2020/3/11	16.4	6.65	5	5.3	2.0	5	1.0	0.030	0.04	0.03	0.05L	160
		2020/3/12	16.7	6.59	4	5.8	2.2	6	1.1	0.042	0.05	0.02	0.05L	190
	2 季度	2020/5/20	17.5	7.40	4	5.5	2.2	4L	0.5L	0.129	0.04	0.01	0.05L	1700
		2020/5/21	17.8	7.44	5	5.9	1.9	4L	0.5L	0.138	0.04	0.01	0.05L	1800
		2020/5/22	18.1	7.46	4	6.1	2.0	4L	0.5L	0.126	0.03	0.01	0.05L	1500
	3 季度	2020/8/20	17.3	8.23	5	3.3	3.7	9	1.8	0.199	0.03	0.02	0.05L	90
		2020/8/21	17.1	8.18	4	3.6	3.4	8	1.6	0.204	0.04	0.03	0.05L	70
		2020/8/22	17.5	8.28	5	3.9	3.5	9	1.8	0.192	0.03	0.02	0.05L	80
	4 季度	2020/11/15	15.8	8.31	5	3.9	2.3	7	1.4	0.108	0.03	0.02	0.05L	2400
		2020/11/16	16.1	8.32	7	4.3	2.1	6	1.2	0.114	0.02	0.02	0.05L	2100
		2020/11/17	15.5	8.39	6	4.8	2.4	9	1.8	0.119	0.03	0.01	0.05L	2200

《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水阶段环境保护设施验收调查报告》

监测点位	监测时间	水温 (°C)	pH值 (无量纲)	SS	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子 表面活性剂	粪大肠 菌群 (个/L)	
马龙河干流 (红桥河口下游 50m)	1 季度	2020/3/10	16.2	6.69	5	6.1	2.3	10	2.0	0.025L	0.04	0.04	0.05L	40
		2020/3/11	15.9	6.73	4	5.9	2.6	13	2.4	0.025L	0.03	0.03	0.05L	20
		2020/3/12	15.4	6.77	5	6.3	2.5	11	2.2	0.025L	0.04	0.03	0.05L	20
	2 季度	2020/5/20	16.9	7.33	4L	6.3	3.8	6	1.3	0.226	0.04	0.01	0.05L	490
		2020/5/21	17.4	7.29	4L	5.8	3.5	6	1.4	0.234	0.03	0.01	0.05L	450
		2020/5/22	18.3	7.25	4L	6.4	3.7	7	1.6	0.221	0.03	0.01	0.05L	480
	3 季度	2020/8/20	17.8	7.62	16	2.7	3.7	6	1.2	0.199	0.04	0.01	0.05L	700
		2020/8/21	17.4	7.66	13	2.9	3.5	8	1.6	0.207	0.05	0.03	0.05L	720
		2020/8/22	17.1	7.61	15	3.3	3.3	5	1.0	0.201	0.04	0.02	0.05L	690
	4 季度	2020/11/15	16.4	7.55	4L	3.1	2.0	5	1.1	0.069	0.02	0.01L	0.05L	330
		2020/11/16	15.8	7.52	4L	2.8	1.8	6	1.2	0.064	0.02	0.01L	0.05L	310
		2020/11/17	16.0	7.46	4L	3.4	2.1	4	0.8	0.071	0.03	0.01L	0.05L	320
面店水库	1 季度	2020/3/10	16.6	6.84	4	6.4	2.8	11	2.2	0.094	0.03	0.04	0.05L	2400
		2020/3/11	16.9	6.77	4	5.6	2.6	10	2.0	0.087	0.04	0.03	0.05L	2200
		2020/3/12	16.3	6.85	5	5.9	3.0	12	2.3	0.099	0.03	0.04	0.05L	2500
	2 季度	2020/5/20	17.7	7.16	18	6.2	2.9	4L	0.5L	0.128	0.02	0.02	0.05L	500
		2020/5/21	16.8	7.12	14	5.9	3.0	4L	0.5L	0.133	0.03	0.02	0.05L	490
		2020/5/22	17.3	7.09	16	6.3	2.7	4L	0.5L	0.125	0.02	0.01	0.05L	470
	3 季度	2020/8/20	17.8	7.63	9	3.8	3.5	12	1.4	0.210	0.04	0.02	0.05L	9200
		2020/8/21	18.0	7.57	8	4.0	3.8	9	1.8	0.219	0.03	0.03	0.05L	8400
		2020/8/22	17.7	7.65	11	3.6	3.2	10	2.0	0.206	0.04	0.03	0.05L	9400
	4 季度	2020/11/15	17.1	7.49	6	4.2	2.6	13	2.5	0.275	0.03	0.02	0.05L	1300
		2020/11/16	16.6	7.39	8	3.9	2.8	11	2.2	0.259	0.03	0.03	0.05L	1100
		2020/11/17	16.9	7.34	7	4.7	3.0	10	2.1	0.264	0.04	0.02	0.05L	1200

备注：1、马龙河执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准，面店水库执行II类标准；2、“L”表示监测值低于方法检出限。

表 6.2-5

2021 年施工期地表水水质监测结果 (C_{i,j})

单位: mg/L

监测点位	监测时间	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	SS	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群 (个/L)	
马龙河干流 (车马碧水库输水隧洞进口上游 1km)	1 季度	2021/3/18	14.8	8.26	4L	3.1	2.4	4	0.8	0.141	0.03	0.01L	0.05L	70
		2021/3/19	14.6	8.20	4L	3.3	2.1	6	1.2	0.137	0.04	0.01L	0.05L	60
		2021/3/20	15.1	8.17	4L	2.9	2.3	5	1.1	0.145	0.03	0.01L	0.05L	80
	2 季度	2021/6/3	15.0	8.2	4L	5.9	3.8	9	1.6	0.230	0.03	0.01	0.05L	220
		2021/6/4	14.8	8.3	4L	5.6	3.6	6	1.9	0.222	0.02	0.02	0.05L	210
		2021/6/5	15.3	8.2	4L	5.8	3.9	8	1.8	0.236	0.03	0.01	0.05L	230
	3 季度	2021/7/19	17.8	7.9	12	5.6	4.4	8	1.6	0.359	0.08	0.02	0.114	230
		2021/7/20	18.1	8.0	9	5.8	4.3	7	1.4	0.351	0.09	0.02	0.121	210
		2021/7/21	17.6	8.0	11	5.4	4.5	9	1.8	0.366	0.08	0.01	0.116	220
	4 季度	2021/11/28	16.7	7.8	10	7.1	2.3	6	1.2	0.48	0.02	0.01	0.05L	5400
		2021/11/29	17.1	7.9	8	6.9	2.5	7	1.3	0.488	0.03	0.01	0.05L	5600
		2021/11/30	16.9	7.8	7	7.4	2.1	8	1.4	0.492	0.02	0.02	0.05L	5800
马龙河干流 (车马碧水库坝址下游 1km)	1 季度	2021/3/18	14.4	8.12	4L	3.4	2.6	5	1.1	0.111	0.01	0.01L	0.061	20
		2021/3/19	14.7	8.09	4L	3.6	2.4	6	1.2	0.105	0.01	0.01L	0.065	40
		2021/3/20	14.9	8.05	4L	3.2	2.2	4	0.8	0.114	0.01	0.01L	0.057	20
	2 季度	2021/6/3	14.7	8.2	4L	5.1	3.5	6	1.3	0.259	0.03	0.02	0.080	50
		2021/6/4	14.9	8.2	4L	5.3	3.4	5	0.9	0.253	0.03	0.02	0.075	40
		2021/6/5	14.5	8.1	4L	5.8	3.7	7	1.5	0.264	0.04	0.01	0.084	60
	3 季度	2021/7/19	18.4	8.1	33	6.1	4.5	7	1.4	0.276	0.05	0.03	0.168	700
		2021/7/20	18.6	8.2	26	5.9	4.4	6	1.2	0.272	0.04	0.04	0.172	720
		2021/7/21	18.1	8.2	30	6.4	4.6	8	1.6	0.285	0.04	0.03	0.176	700
	4 季度	2021/11/28	17.3	7.9	4L	6.4	1.9	12	2.4	0.112	0.01	0.03	0.05L	3500
		2021/11/29	17.0	8.0	4L	6.7	1.8	14	2.6	0.116	0.02	0.03	0.05L	3200
		2021/11/30	17.6	7.9	4L	6.9	1.9	11	2.2	0.121	0.01	0.03	0.05L	3400

《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水阶段环境保护设施验收调查报告》

监测点位	监测时间	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	SS	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子 表面活性剂	粪大肠 菌群 (个/L)	
马龙河干流 (红桥河口下游 50m)	1 季度	2021/3/18	15.2	7.82	4L	3.8	2.4	4L	0.5L	0.092	0.02	0.01L	0.05L	80
		2021/3/19	14.7	7.86	4L	4.1	2.0	4L	0.5L	0.089	0.02	0.01L	0.05L	90
		2021/3/20	15.1	7.76	4L	3.7	2.5	4L	0.5L	0.095	0.03	0.01L	0.05L	70
	2 季度	2021/6/3	15.4	7.9	4L	5.2	3.5	10	1.9	0.329	0.04	0.01	0.05L	320
		2021/6/4	15.6	8.0	4L	5.7	3.6	9	1.7	0.321	0.05	0.02	0.05L	330
		2021/6/5	15.8	7.8	4L	5.4	3.4	11	2.0	0.335	0.04	0.02	0.05L	310
	3 季度	2021/7/19	19.2	7.9	32	6.7	4.2	7	1.4	0.224	0.06	0.02	0.068	1400
		2021/7/20	18.7	8.0	27	6.9	4.3	6	1.2	0.219	0.07	0.02	0.072	1200
		2021/7/21	19.0	8.0	29	7.1	4.5	8	1.6	0.233	0.06	0.03	0.064	1300
	4 季度	2021/11/28	18.1	8	7	7.6	2.1	5	1	0.084	0.02	0.01	0.05L	1600
		2021/11/29	17.8	8.1	6	7.8	2.2	4	0.9	0.086	0.04	0.01	0.05L	1500
		2021/11/30	18.4	8	5	8.1	2.3	5	1.1	0.081	0.02	0.01	0.05L	1400
面店水库	1 季度	2021/3/18	13.1	8.02	20	2.8	5.3	15	2.9	0.250	0.03	0.04	0.05L	220
		2021/3/19	12.9	7.97	15	2.6	5.1	12	2.4	0.241	0.04	0.03	0.05L	210
		2021/3/20	12.7	8.05	17	3.0	5.4	16	3.1	0.256	0.04	0.04	0.05L	230
	2 季度	2021/6/3	16.1	8.0	22	5.7	3.9	19	4.0	0.906	0.04	0.02	0.05L	210
		2021/6/4	15.8	8.0	18	5.5	3.6	17	3.5	0.897	0.03	0.03	0.05L	200
		2021/6/5	16.3	8.0	21	5.2	3.8	18	3.8	0.914	0.04	0.03	0.05L	220
	3 季度	2021/7/19	18.5	7.8	9	5.6	5.4	16	3.0	0.357	0.03	0.04	0.176	140
		2021/7/20	18.3	7.9	12	5.3	5.8	19	3.6	0.351	0.04	0.04	0.172	120
		2021/7/21	17.9	7.9	10	5.8	5.2	17	3.2	0.364	0.04	0.03	0.168	110
	4 季度	2021/11/28	16.3	7.7	4L	8.1	4.4	16	3.2	0.335	0.04	0.04	0.05L	90
		2021/11/29	15.9	7.8	4L	7.9	4.3	17	3.4	0.325	0.04	0.04	0.05L	80
		2021/11/30	16.5	7.7	4L	7.8	4.2	18	3.6	0.328	0.03	0.04	0.05L	70

备注：1、马龙河执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准，面店水库执行II类标准；2、“L”表示监测值低于方法检出限。

表 6.2-6

2019 年施工期地表水水质监测结果评价表 (S_{i,j})

监测点位	监测时间	pH 值	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	
马龙河干流 (车马碧水库 输水隧洞进口 上游 1km)	1 季度	2019/1/15	0.71	0.84	0.23	0.35	0.20	0.11	0.20	--	--	0.02
		2019/1/16	0.67	0.86	0.22	0.40	0.23	0.11	0.20	0.20	--	0.03
		2019/1/17	0.75	0.80	0.20	0.40	0.25	0.10	0.15	0.20	--	0.03
	2 季度	2019/5/10	0.71	0.98	0.53	0.50	0.45	0.09	0.15	0.60	0.40	0.00
		2019/5/11	0.68	0.94	0.57	0.45	0.43	0.08	0.10	0.40	0.45	0.00
		2019/5/12	0.69	0.84	0.50	0.55	0.50	0.08	0.15	0.40	0.35	0.00
	3 季度	2019/8/06	0.57	0.96	0.50	0.30	0.30	0.12	0.30	0.40	--	0.06
		2019/8/07	0.61	0.91	0.57	0.45	0.45	0.14	0.30	0.20	--	0.06
		2019/8/08	0.52	0.87	0.53	0.35	0.35	0.12	0.25	0.40	--	0.06
	4 季度	2019/11/9	0.70	0.95	0.37	0.45	0.43	0.25	0.15	0.40	--	0.00
		2019/11/10	0.72	0.98	0.33	0.40	0.40	0.26	0.10	0.20	--	0.01
		2019/11/11	0.67	0.83	0.38	0.30	0.35	0.26	0.15	0.20	--	0.01
马龙河干流 (车马碧水库 坝址下游 1km)	1 季度	2019/1/15	0.60	0.75	0.27	0.40	0.23	0.12	0.15	--	0.60	0.05
		2019/1/16	0.52	0.87	0.28	0.45	0.28	0.13	0.10	0.40	0.55	0.04
		2019/1/17	0.67	0.81	0.30	0.40	0.20	0.12	0.10	--	0.60	0.03
	2 季度	2019/5/10	0.59	0.77	0.57	0.45	0.45	0.09	0.10	0.40	--	0.01
		2019/5/11	0.52	0.73	0.62	0.50	0.48	0.09	0.15	0.60	--	0.01
		2019/5/12	0.56	0.81	0.58	0.40	0.40	0.10	0.10	0.40	--	0.01
	3 季度	2019/8/06	0.86	0.72	0.57	0.40	0.40	0.16	0.30	0.40	0.28	0.12
		2019/8/07	0.90	0.83	0.58	0.50	0.50	0.17	0.25	0.40	0.33	0.11
		2019/8/08	0.84	0.89	0.53	0.40	0.38	0.15	0.30	0.60	0.25	0.13
	4 季度	2019/11/9	0.56	0.89	0.35	0.35	0.38	0.14	0.10	0.20	--	0.01
		2019/11/10	0.50	0.83	0.38	0.30	0.35	0.14	0.10	0.40	--	0.01
		2019/11/11	0.54	0.79	0.40	0.45	0.45	0.15	0.05	0.20	--	0.01

《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水阶段环境保护设施验收调查报告》

监测点位	监测时间	pH 值	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	
马龙河干流 (红桥河汇口 下游 50m)	1 季度	2019/1/15	0.55	0.69	0.22	0.35	0.18	0.20	0.10	0.40	--	0.05
		2019/1/16	0.61	0.75	0.20	0.30	0.15	0.21	0.05	--	--	0.06
		2019/1/17	0.52	0.78	0.23	0.35	0.20	0.19	0.10	0.20	--	0.07
	2 季度	2019/5/10	0.54	0.71	0.57	0.75	0.63	0.11	0.10	0.40	--	0.11
		2019/5/11	0.59	0.66	0.63	0.65	0.58	0.11	0.15	0.40	--	0.13
		2019/5/12	0.53	0.64	0.60	0.70	0.55	0.11	0.10	0.20	--	0.14
	3 季度	2019/8/06	0.69	0.73	0.48	0.30	0.30	0.03	0.35	0.40	0.34	0.07
		2019/8/07	0.73	0.75	0.52	0.40	0.40	0.03	0.30	0.60	0.37	0.07
		2019/8/08	0.64	0.64	0.45	0.25	0.25	0.03	0.25	0.40	0.29	0.07
	4 季度	2019/11/9	0.60	0.75	0.33	0.30	0.30	0.09	0.10	0.20	0.61	0.05
		2019/11/10	0.63	0.85	0.30	0.35	0.35	0.10	0.10	0.20	0.60	0.04
		2019/11/11	0.56	0.73	0.35	0.25	0.25	0.10	0.05	0.40	0.64	0.04
面店水库	1 季度	2019/1/15	0.60	1.90	0.70	0.67	0.53	0.39	0.08	--	--	0.17
		2019/1/16	0.55	1.45	0.73	0.60	0.43	0.37	0.08	--	--	0.17
		2019/1/17	0.66	1.15	0.63	0.73	0.57	0.41	0.04	--	--	0.22
	2 季度	2019/5/10	0.60	1.75	0.53	0.73	0.70	0.13	0.12	0.20	0.35	0.06
		2019/5/11	0.59	1.60	0.73	0.87	0.77	0.14	0.08	0.40	0.30	0.07
		2019/5/12	0.56	2.05	0.83	0.67	0.67	0.11	0.12	--	0.35	0.06
	3 季度	2019/8/06	0.59	1.45	0.80	0.53	0.53	0.63	0.16	0.60	0.52	0.28
		2019/8/07	0.52	2.05	0.85	0.73	0.73	0.61	0.12	0.80	0.49	0.26
		2019/8/08	0.65	1.30	0.75	0.60	0.60	0.65	0.16	0.60	0.56	0.27
	4 季度	2019/11/9	0.54	1.30	0.75	0.73	0.73	0.58	0.08	0.40	--	0.01
		2019/11/10	0.51	2.05	0.70	0.67	0.63	0.57	0.04	0.60	--	0.01
		2019/11/11	0.49	1.60	0.80	0.87	0.80	0.60	0.08	0.40	--	0.02

备注：1、马龙河执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准，面店水库执行Ⅱ类标准；2、加粗字体表示超标；3、“--”表示未检出。

表 6.2-7

2020 年施工期地表水水质监测结果评价表 ($S_{i,j}$)

监测点位	监测时间	pH 值	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	
马龙河干流 (车马碧水库 输水隧洞进口 上游 1km)	1 季度	2020/3/10	0.31	0.92	0.43	0.30	0.33	0.06	0.25	0.40	--	0.02
		2020/3/11	0.29	0.98	0.47	0.40	0.40	0.05	0.30	0.60	--	0.02
		2020/3/12	0.23	0.88	0.42	0.30	0.30	0.06	0.25	0.40	--	0.02
	2 季度	2020/5/20	0.15	0.98	0.68	0.35	0.35	0.13	0.25	0.40	--	0.08
		2020/5/21	0.12	0.94	0.72	0.40	0.45	0.13	0.25	0.20	--	0.08
		2020/5/22	0.12	0.85	0.67	0.40	0.43	0.12	0.20	0.40	--	0.08
	3 季度	2020/8/20	0.97	2.26	0.50	0.35	0.35	0.18	0.10	0.20	--	0.00
		2020/8/21	0.95	1.72	0.53	0.30	0.30	0.19	0.05	0.40	--	0.01
		2020/8/22	0.92	1.36	0.45	0.35	--	0.17	0.10	0.20	--	0.01
	4 季度	2020/11/15	0.85	1.36	0.37	0.35	0.35	0.12	0.15	0.40	--	0.02
		2020/11/16	0.82	1.00	0.33	0.40	0.40	0.12	0.15	0.20	--	0.02
		2020/11/17	0.80	2.08	0.40	0.30	0.30	0.13	0.20	0.20	--	0.02
马龙河干流 (车马碧水库 坝址下游 1km)	1 季度	2020/3/10	0.37	0.98	0.38	0.30	0.33	0.04	0.20	0.60	--	0.02
		2020/3/11	0.35	0.94	0.33	0.25	0.25	0.03	0.20	0.60	--	0.02
		2020/3/12	0.41	0.83	0.37	0.30	0.28	0.04	0.25	0.40	--	0.02
	2 季度	2020/5/20	0.20	0.89	0.37	--	--	0.13	0.20	0.20	--	0.17
		2020/5/21	0.22	0.80	0.32	--	--	0.14	0.20	0.20	--	0.18
		2020/5/22	0.23	0.75	0.33	--	--	0.13	0.15	0.20	--	0.15
	3 季度	2020/8/20	0.62	4.06	0.62	0.45	0.45	0.20	0.15	0.40	--	0.01
		2020/8/21	0.59	3.52	0.57	0.40	0.40	0.20	0.20	0.60	--	0.01
		2020/8/22	0.64	2.98	0.58	0.45	0.45	0.19	0.15	0.40	--	0.01
	4 季度	2020/11/15	0.66	2.98	0.38	0.35	0.35	0.11	0.15	0.40	--	0.24
		2020/11/16	0.66	2.26	0.35	0.30	0.30	0.11	0.10	0.40	--	0.21
		2020/11/17	0.70	1.36	0.40	0.45	0.45	0.12	0.15	0.20	--	0.22

《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水阶段环境保护设施验收调查报告》

监测点位	监测时间	pH 值	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	
马龙河干流 (红桥河汇口 下游 50m)	1 季度	2020/3/10	0.31	0.77	0.38	0.50	0.50	--	0.20	0.80	--	0.00
		2020/3/11	0.27	0.81	0.43	0.65	0.60	--	0.15	0.60	--	0.00
		2020/3/12	0.23	0.74	0.42	0.55	0.55	--	0.20	0.60	--	0.00
	2 季度	2020/5/20	0.17	0.72	0.63	0.30	0.33	0.23	0.20	0.20	--	0.05
		2020/5/21	0.15	0.82	0.58	0.30	0.35	0.23	0.15	0.20	--	0.05
		2020/5/22	0.13	0.68	0.62	0.35	0.40	0.22	0.15	0.20	--	0.05
	3 季度	2020/8/20	0.31	5.14	0.62	0.30	0.30	0.20	0.20	0.20	--	0.07
		2020/8/21	0.33	4.78	0.58	0.40	0.40	0.21	0.25	0.60	--	0.07
		2020/8/22	0.31	4.06	0.55	0.25	0.25	0.20	0.20	0.40	--	0.07
	4 季度	2020/11/15	0.28	4.42	0.33	0.25	0.28	0.07	0.10	--	--	0.03
		2020/11/16	0.26	4.96	0.30	0.30	0.30	0.06	0.10	--	--	0.03
		2020/11/17	0.23	3.88	0.35	0.20	0.20	0.07	0.15	--	--	0.03
面店水库	1 季度	2020/3/10	0.16	0.89	0.70	0.73	0.73	0.19	0.12	0.80	--	1.20
		2020/3/11	0.23	1.60	0.65	0.67	0.67	0.17	0.16	0.60	--	1.10
		2020/3/12	0.15	1.15	0.75	0.80	0.77	0.20	0.12	0.80	--	1.25
	2 季度	2020/5/20	0.08	0.94	0.73	--	--	0.26	0.08	0.40	--	0.25
		2020/5/21	0.06	1.15	0.75	--	--	0.27	0.12	0.40	--	0.25
		2020/5/22	0.04	0.92	0.68	--	--	0.25	0.08	0.20	--	0.24
	3 季度	2020/8/20	0.32	4.30	0.88	0.80	0.47	0.42	0.16	0.40	--	4.60
		2020/8/21	0.29	4.00	0.95	0.60	0.60	0.44	0.12	0.60	--	4.20
		2020/8/22	0.33	4.60	0.80	0.67	0.67	0.41	0.16	0.60	--	4.70
	4 季度	2020/11/15	0.25	3.70	0.65	0.87	0.83	0.55	0.12	0.40	--	0.65
		2020/11/16	0.20	4.15	0.70	0.73	0.73	0.52	0.12	0.60	--	0.55
		2020/11/17	0.17	2.95	0.75	0.67	0.70	0.53	0.16	0.40	--	0.60

备注：1、马龙河执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准，面店水库执行Ⅱ类标准；2、加粗字体表示超标；3、“--”表示未检出。

表 6.2-8

2021 年施工期地表水水质监测结果评价表 ($S_{i,j}$)

监测点位	监测时间	pH 值	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	
马龙河干流 (车马碧水库 输水隧洞进口 上游 1km)	1 季度	2021/3/18	0.63	4.42	0.40	0.20	0.20	0.14	0.15	--	--	0.01
		2021/3/19	0.60	4.06	0.35	0.30	0.30	0.14	0.20	--	--	0.01
		2021/3/20	0.59	4.78	0.38	0.25	0.28	0.15	0.15	--	--	0.01
	2 季度	2021/6/3	0.60	0.82	0.63	0.45	0.40	0.23	0.15	0.20	--	0.02
		2021/6/4	0.65	0.88	0.60	0.30	0.48	0.22	0.10	0.40	--	0.02
		2021/6/5	0.60	0.84	0.65	0.40	0.45	0.24	0.15	0.20	--	0.02
	3 季度	2021/7/19	0.45	0.87	0.73	0.40	0.40	0.36	0.40	0.40	0.57	0.02
		2021/7/20	0.50	0.82	0.72	0.35	0.35	0.35	0.45	0.40	0.61	0.02
		2021/7/21	0.50	0.91	0.75	0.45	0.45	0.37	0.40	0.20	0.58	0.02
	4 季度	2021/11/28	0.40	0.55	0.38	0.30	0.30	0.48	0.10	0.20	--	0.54
		2021/11/29	0.45	0.59	0.42	0.35	0.33	0.49	0.15	0.20	--	0.56
		2021/11/30	0.40	0.48	0.35	0.40	0.35	0.49	0.10	0.40	--	0.58
马龙河干流 (车马碧水库 坝址下游 1km)	1 季度	2021/3/18	0.56	4.90	0.43	0.25	0.28	0.11	0.05	--	0.31	0.00
		2021/3/19	0.55	4.60	0.40	0.30	0.30	0.11	0.05	--	0.33	0.00
		2021/3/20	0.53	5.20	0.37	0.20	0.20	0.11	0.05	--	0.29	0.00
	2 季度	2021/6/3	0.60	0.98	0.58	0.30	0.33	0.26	0.15	0.40	0.40	0.01
		2021/6/4	0.60	0.94	0.57	0.25	0.23	0.25	0.15	0.40	0.38	0.00
		2021/6/5	0.55	0.84	0.62	0.35	0.38	0.26	0.20	0.20	0.42	0.01
	3 季度	2021/7/19	0.55	0.75	0.75	0.35	0.35	0.28	0.25	0.60	0.84	0.07
		2021/7/20	0.60	0.79	0.73	0.30	0.30	0.27	0.20	0.80	0.86	0.07
		2021/7/21	0.60	0.68	0.77	0.40	0.40	0.29	0.20	0.60	0.88	0.07
	4 季度	2021/11/28	0.45	0.69	0.32	0.60	0.60	0.11	0.05	0.60	--	0.35
		2021/11/29	0.50	0.63	0.30	0.70	0.65	0.12	0.10	0.60	--	0.32
		2021/11/30	0.45	0.58	0.32	0.55	0.55	0.12	0.05	0.60	--	0.34

《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水阶段环境保护设施验收调查报告》

监测点位	监测时间	pH 值	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	石油类	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	
马龙河干流 (红桥河汇口 下游 50m)	1 季度	2021/3/18	0.41	4.30	0.40	--	--	0.09	0.10	--	--	0.01
		2021/3/19	0.43	3.85	0.33	--	--	0.09	0.10	--	--	0.01
		2021/3/20	0.38	4.45	0.42	--	--	0.10	0.15	--	--	0.01
	2 季度	2021/6/3	0.45	0.96	0.58	0.50	0.48	0.33	0.20	0.20	--	0.03
		2021/6/4	0.50	0.86	0.60	0.45	0.43	0.32	0.25	0.40	--	0.03
		2021/6/5	0.40	0.92	0.57	0.55	0.50	0.34	0.20	0.40	--	0.03
	3 季度	2021/7/19	0.45	0.60	0.70	0.35	0.35	0.22	0.30	0.40	0.34	0.14
		2021/7/20	0.50	0.56	0.72	0.30	0.30	0.22	0.35	0.40	0.36	0.12
		2021/7/21	0.50	0.51	0.75	0.40	0.40	0.23	0.30	0.60	0.32	0.13
	4 季度	2021/11/28	0.50	0.41	0.35	0.25	0.25	0.08	0.10	0.20	--	0.16
		2021/11/29	0.55	0.37	0.37	0.20	0.23	0.09	0.20	0.20	--	0.15
		2021/11/30	0.50	0.29	0.38	0.25	0.28	0.08	0.10	0.20	--	0.14
面店水库	1 季度	2021/3/18	0.51	5.80	1.33	1.00	0.97	0.50	1.20	0.80	--	0.11
		2021/3/19	0.49	6.10	1.28	0.80	0.80	0.48	1.60	0.60	--	0.11
		2021/3/20	0.53	5.50	1.35	1.07	1.03	0.51	1.60	0.80	--	0.12
	2 季度	2021/6/3	0.50	1.45	0.98	1.27	1.33	1.81	1.60	0.40	--	0.11
		2021/6/4	0.50	1.75	0.90	1.13	1.17	1.79	1.20	0.60	--	0.10
		2021/6/5	0.50	2.20	0.95	1.20	1.27	1.83	1.60	0.60	--	0.11
	3 季度	2021/7/19	0.40	1.60	1.35	1.07	1.00	0.71	1.20	0.80	0.88	0.07
		2021/7/20	0.45	2.05	1.45	1.27	1.20	0.70	1.60	0.80	0.86	0.06
		2021/7/21	0.45	1.30	1.30	1.13	1.07	0.73	1.60	0.60	0.84	0.06
	4 季度	2021/11/28	0.35	0.35	1.10	1.07	1.07	0.67	1.60	0.80	--	0.05
		2021/11/29	0.40	0.40	1.08	1.13	1.13	0.65	1.60	0.80	--	0.04
		2021/11/30	0.35	0.41	1.05	1.20	1.20	0.66	1.20	0.80	--	0.04

备注：1、马龙河执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准，面店水库执行Ⅱ类标准；2、加粗字体表示超标；3、“--”表示未检出。

6.2.1.4 工程建设对地表水环境影响分析

工程建设前，马龙河流域所有监测断面中 2011 年-2015 年常规监测数据均有部分指标不满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准，水质类别在 III~劣 V 类之间，从时间分布上，呈逐年好转趋势，2015 年第 3 季度和第 4 季度各监测断面均达标。2015 年、2016 年补充监测数据中除挥发酚、溶解氧和总磷部分时段超标外，其余指标各时段均能满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

工程施工期，2019 年-2021 年监测期间：2019 年面店水库溶解氧 (DO) 出现超标，超标倍数为 0.15~1.05 倍；2020 年第 3 季度和第 4 季度四个监测断面的溶解氧 (DO) 均出现超标，超标倍数 0.15~4.14 倍，第 1 季度和第 3 季度面店水库粪大肠菌群出现超标，超标倍数为 0.1~3.7 倍；2021 年第 1 季度四个监测断面的溶解氧 (DO) 均出现超标，超标倍数为 3.06~5.10 倍，面店水库第 1~3 季度的溶解氧 (DO)、高锰酸盐指数 (COD_{Mn})、化学需氧量 (COD)、五日生化需氧量 (BOD₅)、氨氮 (NH₃-N) 均出现不同程度的超标。除此之外，马龙河干流及面店水库水质基本达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准和 II类标准要求，施工期地表水水质与施工前变化不明显，为保护马龙河及面店水库水质，工程应进一步加强施工废水和生活污水处理设施的达标处理和回用，确保生产废水和生活污水外排。

6.2.2 地下水环境影响

6.2.2.1 工程建设前地下水水质

环评阶段，于 2015 年 8 月 (丰水期) 和 2016 年 3 月 (枯水期) 分别对区域内有代表性的岩溶泉、基岩抽水井、已有地质钻探井等 25 个点位进行了水质监测。各监测点水质达标情况见表 6.2-9。

表 6.2-9 环评阶段地下水水质达标情况

监测点位	编号	工程建设前水质达标情况	
		丰水期 (2015 年 8 月)	枯水期 (2016 年 3 月)
旧县镇高堡村委会黄龙潭村	W01	IV类 (亚硝酸盐, 超标 1.0 倍)	III类
	W02	III类	III类
通泉镇大海哨村委会响水街村	W03	III类	III类

监测点位	编号	工程建设前水质达标情况	
		丰水期（2015年8月）	枯水期（2016年3月）
通泉镇杨官田村委会杨官田村	W04	Ⅲ类	Ⅲ类
旧县镇旧县委会大松树村	W05	Ⅲ类	Ⅲ类
旧县镇白塔村委会白塔甫村	W06	Ⅳ类 (亚硝酸盐, 超标 0.4 倍)	Ⅲ类
旧县镇白塔村委会黄土坡村	W07	Ⅲ类	Ⅲ类
旧县镇白塔村委会小石洞村	W08	Ⅲ类	Ⅲ类
旧县镇白塔村委会大石洞村	W09	Ⅳ类 (亚硝酸盐, 超标 0.8 倍)	Ⅲ类
马过河镇车章村委会三家村	W10	Ⅲ类	Ⅲ类
马过河镇车章村委会象山村	W11	Ⅲ类	Ⅲ类
马过河镇车章村委会木龙村	W12	Ⅳ类 (亚硝酸盐, 超标 0.2 倍)	Ⅲ类
旧县镇白塔村委会大罗贵村	W13	Ⅲ类	Ⅲ类
王家庄镇小龙井村	W15	Ⅲ类	Ⅲ类
通泉镇昌隆村委会小屯村	W16	Ⅲ类	Ⅲ类
王家庄镇格里村委会上罗贵村	W17	Ⅲ类	Ⅲ类
王家庄镇格里村委会下罗贵村	W19	Ⅲ类	Ⅲ类
王家庄镇高枧槽村委会八角洞村	W20	Ⅳ类 (亚硝酸盐, 超标 0.2 倍)	Ⅲ类
马过河镇车章村委会马保地村	#01	Ⅳ类 (总硬度 0.19 倍; 硫酸盐 0.6 倍; 氟化物 0.3 倍)	Ⅳ类 (总硬度 0.33 倍; 硫酸盐 0.8 倍; 氟化物 0.12 倍)
通泉镇马家坝村	#02	Ⅲ类	Ⅲ类
王家庄镇格里村委会干冲村	#04	Ⅲ类	Ⅲ类
旧县镇大湾河村	#08	Ⅳ类 (高锰酸钾 0.56 倍; 亚硝酸盐 0.4 倍)	Ⅲ类
通泉镇小田冲村	#09	Ⅳ类 (亚硝酸盐 0.4 倍)	Ⅳ类 (氟化物 1.0 倍)

备注：1、W 代表泉、泉群；#0 代表基岩抽水井；2、括号内为超标因子及超标倍数。

根据表 6.2-9，环评阶段监测的 25 个地下水监测点位（20 个岩溶泉、5 个基岩抽水井）水环境质量整体较好，不同时段、个别点位出现超标。总体表现为：枯水期水质较丰水期水质优，泉水水质较抽水井水质优。

丰水期（2015年8月）：25个点位有8个监测点位出现超标，超标率为32%。其中20个泉样点位中W01、W06、W09、W12、W20超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）III类标准，超标因子为亚硝酸盐，超标倍数为0.2~1.0倍。5个抽水井监测点位中，#01点位总硬度、硫酸盐和氟化物均超标，#08点位高锰酸钾、亚硝酸盐超标，#09点位亚硝酸盐超标。

枯水期（2016年3月）：20个泉水水样各评价因子均达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）III类标准。抽水井中#01总硬度、硫酸盐和氟化物超标，#09氟化物超标，超标原因与其固井方式不完善，浅地表包气带与污染孔隙水渗入有关。

6.2.2.2 施工期地下水水质

施工期间地下水监测共布设了3个监测点位，分别为：响水街村、黄土坡村和木龙村，监测频次为每季度监测一次。

施工期2019年-2021年地下水质量监测结果见表6.2-10~表6.2-12。

6.2.2.3 工程建设对地下水质量影响分析

由表6.2-10~表6.2-12监测结果可知：

2019年，响水街2~4季度pH值出现超标；黄土坡村3~4季度pH值出现超标；木龙村3季度耗氧量（高锰酸盐指数）出现超标。

2020年，木龙村4季度pH值略有超标。

2021年，响水街、黄土坡村和木龙村所有监测指标均能达到《地下水质量标准》（GB/T14848-2017年）III类标准要求。

从2019年到2021年监测结果来看，地下水质量呈逐年变好的趋势。因此，本工程施工活动未对地下水质量造成不利影响。

表 6.2-10

施工期 2019 年地下水水质监测结果统计

单位: mg/L

监测点	监测时间	pH 值 (无量纲)	总硬度	溶解性 总固体	硫酸盐	氯化物	铁	锰	铜	锌	挥发酚	阴离子 表面活性 剂	TP	硝酸盐	亚硝酸 盐	氨氮	氟化物	氰化物	汞	砷	硒	镉	六价铬	铅	铝	总大肠菌 群 MPN/100 mL	矿化 度	耗氧 量	钾	钠	钙	镁	
响水 街村	1 季度	2019/1/15	6.50	212	385	89	25	0.11	0.10	0.01L	0.048	0.0003L	0.05L	0.02	0.50	0.004	0.025L	0.05L	0.004L	0.00013	0.0034	0.0013	0.001L	0.004	0.01L	0.051	/	413	0.5L	1.17	50.5	156	51.5
		2019/1/16	6.58	196	378	87	22	0.10	0.09	0.01L	0.051	0.0003L	0.05L	0.02	0.45	0.006	0.025L	0.05L	0.004L	0.00012	0.0032	0.0012	0.001L	0.006	0.01L	0.048	/	408	0.5L	1.16	49.9	168	56.2
		2019/1/17	6.54	225	397	91	28	0.11	0.10	0.01L	0.050	0.0003L	0.05L	0.01	0.53	0.008	0.025L	0.05L	0.004L	0.00014	0.0035	0.0011	0.001L	0.007	0.01L	0.050	/	416	0.5L	1.21	49.6	162	54.3
	2 季度	2019/5/10	6.41	221	307	59	10L	0.09	0.02L	0.01L	0.009	0.0003L	0.08	0.04	0.60	0.003	0.025L	0.09	0.004L	0.00012	0.0037	0.0008	0.001L	0.004	0.01L	0.127	110	328	0.5	5.80	3.21	62.0	10.0
		2019/5/11	6.51	218	318	56	10L	0.08	0.02L	0.01L	0.008	0.0003L	0.08	0.03	0.64	0.004	0.025L	0.11	0.004L	0.00013	0.0039	0.0009	0.001L	0.005	0.01L	0.131	130	341	0.6	5.01	3.16	60.8	11.7
		2019/5/12	6.48	225	311	53	10L	0.07	0.02L	0.01L	0.009	0.0003L	0.07	0.04	0.66	0.003	0.025L	0.08	0.004L	0.00012	0.0036	0.006	0.001L	0.004	0.01L	0.129	110	333	0.5	5.02	3.24	63.5	9.86
	3 季度	2019/8/6	6.21	218	338	14	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.011	0.0003L	0.05L	0.01	0.02L	0.003L	0.235	0.06	0.004L	0.00023	0.0032	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	170	375	0.5	0.74	7.06	63.3	10.6
		2019/8/7	6.27	204	329	15	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.011	0.0003L	0.05L	0.02	0.02L	0.003L	0.226	0.07	0.004L	0.00023	0.0033	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	160	361	0.6	0.80	6.54	62.2	10.6
		2019/8/8	6.30	240	347	14	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.012	0.0003L	0.05L	0.01	0.02L	0.003L	0.219	0.05	0.004L	0.00023	0.0031	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	170	386	0.5	0.68	6.64	62.2	10.6
	4 季度	2019/11/9	6.40	250	413	67	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.076	0.01	0.73	0.003L	0.057	0.07	0.004L	0.00004L	0.0007	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.028	/	426	0.05L	1.78	2.90	73.0	10.0
		2019/11/10	6.49	236	407	60	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.064	0.02	0.70	0.003L	0.061	0.06	0.004L	0.00004L	0.0006	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.028	/	439	0.05L	2.45	2.97	71.6	10.2
		2019/11/11	6.41	247	421	70	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.085	0.01	0.66	0.003L	0.055	0.08	0.004L	0.00004L	0.0007	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.028	/	441	0.05L	2.55	2.92	73.8	10.1
黄土 坡村	1 季度	2019/1/15	6.53	56	62	8	10L	0.15	0.03	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.38	0.003L	0.079	0.05L	0.004L	0.00014	0.0002L	0.0013	0.001L	0.006	0.01L	0.012	/	93	1.0	1.14	2.51	34.6	16.5
		2019/1/16	6.57	74	78	10	10L	0.16	0.03	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.35	0.003L	0.086	0.05L	0.004L	0.00015	0.0002L	0.0011	0.001L	0.008	0.01L	0.014	/	89	0.9	1.12	2.58	33.7	17.0
		2019/1/17	6.59	63	69	8	10L	0.14	0.03	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.30	0.003L	0.068	0.05L	0.004L	0.00012	0.0002L	0.0012	0.001L	0.005	0.01L	0.011	/	96	1.1	1.16	2.56	35.1	17.3
	2 季度	2019/5/10	6.54	86	100	8L	10L	0.07	0.02L	0.01L	0.016	0.0003L	0.08	0.22	0.88	0.003L	0.050	0.16	0.004L	0.00021	0.0026	0.0006	0.001L	0.004L	0.01L	0.061	560	138	0.5	15.7	1.09	14.9	6.36
		2019/5/11	6.55	82	112	8L	10L	0.06	0.02L	0.01L	0.015	0.0003L	0.10	0.25	0.84	0.003L	0.056	0.13	0.004L	0.00024	0.0027	0.0008	0.001L	0.004L	0.01L	0.065	580	143	0.5	17.2	1.06	16.2	6.42
		2019/5/12	6.51	78	107	8L	10L	0.07	0.02L	0.01L	0.017	0.0003L	0.07	0.20	0.80	0.003L	0.047	0.18	0.004L	0.00024	0.0020	0.0007	0.001L	0.004L	0.01L	0.062	590	135	0.6	14.7	1.01	15.0	6.33
	3 季度	2019/8/6	6.50	202	326	8L	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.026	0.0003L	0.05L	0.01	0.03	0.003L	0.115	0.05L	0.004L	0.00021	0.0070	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	220	353	0.42	1.16	5.10	37.1	20.5
		2019/8/7	6.55	189	311	8L	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.026	0.0003L	0.05L	0.01	0.04	0.003L	0.099	0.05L	0.004L	0.00021	0.0068	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	240	339	0.38	3.82	5.09	37.0	20.4
		2019/8/8	6.45	214	335	8L	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.026	0.0003L	0.05L	0.02	0.04	0.003L	0.108	0.05L	0.004L	0.00021	0.0070	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	230	362	0.46	1.47	5.08	37.6	20.4
	4 季度	2019/11/9	6.47	180	367	76	10L	0.06	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.091	0.01	0.21	0.003L	0.080	0.10	0.004L	0.00004L	0.0016	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.080	/	392	0.05L	2.30	6.71	47.4	23.6
		2019/11/10	6.48	168	379	74	10L	0.06	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.083	0.02	0.25	0.003L	0.082	0.09	0.004L	0.00004L	0.0018	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.082	/	401	0.05L	2.75	6.63	46.2	23.7
		2019/11/11	6.55	194	358	78	10L	0.06	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.098	0.01	0.27	0.003L	0.078	0.08	0.004L	0.00004L	0.0017	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.078	/	388	0.05L	2.15	6.61	46.7	23.7
木龙 村	1 季度	2019/1/15	7.05	320	420	67	10L	0.04	0.02L	0.01L	0.020	0.0003L	0.05L	0.01	0.08	0.003L	0.030	0.06	0.004L	0.00012	0.0008	0.0014	0.001L	0.005	0.01L	0.009	/	458	0.5L	1.10	9.43	231	74.6
		2019/1/16	6.95	338	418	70	10L	0.03	0.02L	0.01L	0.024	0.0003L	0.05L	0.01	0.10	0.003L	0.026	0.08	0.004L	0.00010	0.0007	0.0013	0.001L	0.006	0.01L	0.011	/	454	0.5L	1.08	9.46	240	75.1
		2019/1/17	6.89	317	425	65	10L	0.04	0.02L	0.01L	0.022	0.0003L	0.05L	0.02	0.12	0.003L	0.042	0.09	0.004L	0.00011	0.0008	0.0012	0.001L	0.008	0.01L	0.012	/	449	0.5L	1.14	9.47	236	74.1
	2 季度	2019/5/10	7.05	210	246	18	10L	0.06	0.03	0.01L	0.009	0.0003L	0.08	0.05	0.02L	0.005	0.025	0.39	0.004L	0.00021	0.0025	0.0009	0.001L	0.005	0.01L	0.059	340	268	5.0	28.8	2.79	35.7	20.8
		2019/5/11	6.99	206	258	22	10L	0.08	0.04	0.01L	0.008	0.0003L	0.10	0.04	0.02L	0.006	0.028	0.35	0.004L	0.00019	0.0022	0.0008	0.001L	0.007	0.01L	0.054	330	274	4.7	28.2	2.88	36.9	18.9
		2019/5/12	6.91	203	252	16	10L	0.07	0.03	0.01L	0.008	0.0003L	0.08	0.05	0.02L	0.005	0.031	0.42	0.004L	0.00017	0.0020	0.0007	0.001L	0.006	0.01L	0.059	320	278	4.5	29.5	2.65	34.3	21.5
	3 季度	2019/8/6	6.91	304	447	98	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.077	0.0003L	0.05L	0.01	1.80	0.003L	0.035	0.05L	0.004L	0.00015	0.0032	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	240	474	0.64	1.14	6.46	63.2	21.9
		2019/8/7	6.96	335	475	101	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.073	0.0003L	0.05L	0.02	1.69	0.003L	0.027	0.05L	0.004L	0.00016	0.0030	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	220	497	0.72	3.82	6.43	64.9	21.9
		2019/8/8	6.93	316	458	96	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.073	0.0003L	0.05L	0.01	1.76	0.003L	0.029	0.05L	0.004L	0.00015	0.0029	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	230	486	0.68	1.34	6.56	64.5	21.9
	4 季度	2019/11/9	7.02	256	356	8L	10L	0.03L	0.02L	0																							

表 6.2-11

施工期 2020 年地下水水质监测结果统计

单位: mg/L

监测点 位	监测时间	pH 值 (无量纲)	总硬度	溶解性 总固体	硫酸盐	氯化物	铁	锰	铜	锌	挥发酚	阴离子表 面活性剂	TP	硝酸盐	亚硝酸 盐	氨氮	氟化物	氰化物	汞	砷	硒	镉	六价铬	铅	铝	总大肠菌 群 MPN/100 mL	矿化 度	耗氧 量	钾	钠	钙	镁	
响水街 村	1 季度	2020/3/10	6.85	202	305	64	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	0.55	0.003L	0.041	0.08	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.018	/	333	0.36	0.345	8.08	87.0	11.3
		2020/3/11	6.89	197	291	67	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	0.51	0.003L	0.037	0.09	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.018	/	329	0.40	0.395	8.17	90.5	11.2
		2020/3/12	6.93	210	311	65	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	0.60	0.003L	0.045	0.10	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.017	/	345	0.35	0.360	8.13	97.2	10.7
	2 季度	2020/5/20	7.19	232	306	66	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.012	0.0003L	0.05L	0.01	0.67	0.003L	0.025L	0.06	0.004L	0.00006	0.0018	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009	81	345	0.56	0.570	12.4	37.9	30.2
		2020/5/21	7.23	227	311	69	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.011	0.0003L	0.05L	0.02	0.64	0.003L	0.025L	0.08	0.004L	0.00005	0.0018	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.011	79	339	0.50	0.585	11.9	39.2	31.4
		2020/5/22	7.13	218	303	64	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.011	0.0003L	0.05L	0.01	0.61	0.003L	0.025L	0.07	0.004L	0.00007	0.0017	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.012	76	348	0.62	0.569	12.2	38.1	31.1
	3 季度	2020/8/20	7.05	282	385	63	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.52	0.003L	0.256	0.07	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.027	21	402	1.20	0.680	3.85	69.4	12.4
		2020/8/21	7.11	280	390	65	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.03	0.47	0.003L	0.248	0.09	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.039	25	411	1.24	0.760	3.86	71.7	12.1
		2020/8/22	6.98	278	371	64	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.50	0.003L	0.253	0.08	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.027	23	398	1.22	0.595	3.78	79.5	12.0
	4 季度	2020/11/15	7.16	254	347	61	10L	0.03L	0.02L	0.01	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	0.69	0.003L	0.421	0.09	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.012	2	345	0.48	/	7.35	31.8	29.4
		2020/11/16	7.21	242	361	65	10L	0.03L	0.02L	0.01	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.62	0.003L	0.416	0.11	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.014	2	351	0.46	/	7.36	31.6	29.6
		2020/11/17	7.23	250	353	59	10L	0.03L	0.02L	0.01	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	0.67	0.003L	0.411	0.08	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.016	2	360	0.50	/	7.31	32.6	29.6
黄土坡 村	1 季度	2020/3/10	6.90	216	328	73	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.20	0.003L	0.025L	0.10	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.010	/	339	0.50	1.62	6.45	61.2	19.9
		2020/3/11	6.98	223	341	77	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.22	0.003L	0.025L	0.12	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009	/	353	0.55	1.89	6.58	55.3	20.4
		2020/3/12	6.92	212	330	75	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.24	0.003L	0.025L	0.13	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009	/	342	0.58	1.84	6.58	54.0	21.1
	2 季度	2020/5/20	7.12	222	312	70	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.018	0.0003L	0.05L	0.02	0.17	0.003L	0.046	0.09	0.004L	0.00005	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.011	2000	341	0.64	1.40	8.30	98.3	13.6
		2020/5/21	7.09	209	308	73	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.018	0.0003L	0.05L	0.02	0.14	0.003L	0.043	0.11	0.004L	0.00005	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.011	1700	333	0.60	1.32	8.11	82.6	13.5
		2020/5/22	7.05	214	315	68	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.018	0.0003L	0.05L	0.01	0.11	0.003L	0.049	0.10	0.004L	0.00004	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.011	1900	346	0.70	1.44	7.91	84.4	13.6
	3 季度	2020/8/20	7.75	245	347	85	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.03	0.05	0.003L	0.060	0.11	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.012	140	383	0.32	2.46	4.79	24.9	23.0
		2020/8/21	7.67	240	351	82	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.04	0.04	0.003L	0.050	0.14	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.012	150	369	0.34	2.55	4.94	25.3	23.6
		2020/8/22	7.64	249	357	87	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.03	0.05	0.003L	0.070	0.12	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.014	130	375	0.36	2.30	4.85	26.8	23.5
	4 季度	2020/11/15	7.60	284	387	88	10L	0.03L	0.02L	0.01	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.14	0.003L	0.025L	0.13	0.004L	0.00004L	0.0017	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.011	/	395	0.40	/	1.23	86.6	15.4
		2020/11/16	7.57	270	400	92	10L	0.03L	0.02L	0.01	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	0.11	0.003L	0.025L	0.16	0.004L	0.00004L	0.0017	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.010	/	411	0.38	/	1.23	82.4	15.6
		2020/11/17	7.52	280	392	86	10L	0.03L	0.02L	0.01	0.006L	0.0003L	0.05L	0.03	0.13	0.003L	0.025L	0.12	0.004L	0.00004L	0.0016	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.012	/	405	0.42	/	1.23	84.4	15.9
木龙村	1 季度	2020/3/10	7.09	256	296	8L	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	1.70	0.003L	0.025L	0.46	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.012	2	325	0.52	1.46	0.80	99.5	31.4
		2020/3/11	7.17	248	307	8L	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	1.76	0.003L	0.025L	0.49	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.012	2	339	0.54	1.54	0.68	95.0	30.5
		2020/3/12	7.12	263	318	8L	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	1.62	0.003L	0.025L	0.45	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.011	2	347	0.58	1.38	0.67	96.4	30.7
	2 季度	2020/5/20	6.97	268	301	9	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	1.37	0.003L	0.042	0.38	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	310	333	0.56	1.15	11.3	54.4	34.1
		2020/5/21	6.91	251	287	11	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	1.41	0.003L	0.037	0.41	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	350	316	0.60	1.10	11.6	59.7	34.5
		2020/5/22	6.98	274	295	10	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	1.44	0.003L	0.045	0.36	0.004L	0.00004L	0.0003L	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	340	322	0.52	1.25	11.8	61.1	34.0
	3 季度	2020/8/20	6.81	231	294	12	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	1.19	0.003	0.036	0.39	0.004L	0.00004L	0.0004	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.011	17	333	0.64	2.17	1.18	57.6	28.0
		2020/8/21	6.75	234	301	15	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.02	1.11	0.003	0.025	0.42	0.004L	0.00004L	0.0003	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.012	21	341	0.68	2.24	1.20	55.5	28.3
		2020/8/22	6.84	228	285	11	10L	0.03L	0.02L	0.01L	0.006L	0.0003L	0.05L	0.01	1.15	0.003	0.033	0.37	0.004L	0.00004L	0.0003	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.020	20	328	0.62	2.10	1.17	55.5	28.2
	4 季度																																

表 6.2-12

施工期 2021 年地下水水质监测结果统计

单位: mg/L

监测 点位	监测时间	pH 值 (无量 纲)	总硬度	溶解性 总固体	硫酸盐	氯化物	铁	锰	铜	锌	挥发酚	阴离子表 面活性剂	TP	硝酸盐	亚硝酸盐	氨氮	氟化物	氰化物	汞	砷	硒	镉	六价铬	铅	铝	总大肠 菌群 MPN/ mL	矿化度	耗氧 量	钾	钠	钙	镁	
响水 街村	1 季度	2021/3/18	7.55	240	423	69	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.01	0.58	0.003L	0.028	0.20	0.004L	0.00076	0.0012	0.0013	0.001L	0.004L	0.01L	0.019	--	489	0.5L	1.28	3.61	38.9	13.6
		2021/3/19	7.63	235	411	72	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.02	0.54	0.003L	0.026	0.22	0.004L	0.00088	0.0011	0.0012	0.001L	0.004L	0.01L	0.019	--	463	0.5L	1.26	3.58	38.4	13.6
		2021/3/20	7.58	248	409	67	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.01	0.56	0.003L	0.031	0.18	0.004L	0.00072	0.0011	0.0012	0.001L	0.004L	0.01L	0.023	--	475	0.5L	1.28	3.58	37.8	13.6
	2 季度	2021/6/3	7.5	232	387	73	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.165	0.0003L	0.05L	0.02	0.61	0.003L	0.153	0.07	0.004L	0.00004L	0.0007	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	417	0.5L	18.4	14.1	48.5	13.7
		2021/6/4	7.6	226	395	76	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.165	0.0003L	0.05L	0.03	0.57	0.003L	0.147	0.06	0.004L	0.00004L	0.0007	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	422	0.5L	18.3	14.0	48.4	13.8
		2021/6/5	7.6	236	391	71	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.164	0.0003L	0.05L	0.02	0.59	0.003L	0.164	0.05	0.004L	0.00004L	0.0007	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	419	0.5L	19.5	13.4	47.4	13.8
	3 季度	2021/7/19	7.4	232	320	79	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.03	0.63	0.003L	0.097	0.05L	0.004L	0.00004L	0.0007	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	363	0.5L	16.6	0.48	46.2	35.2
		2021/7/20	7.4	228	341	82	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.03	0.61	0.003L	0.094	0.05L	0.004L	0.00004L	0.0007	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	373	0.5L	17.9	0.47	45.4	35.5
		2021/7/21	7.5	220	333	81	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.04	0.59	0.003L	0.099	0.05L	0.004L	0.00004L	0.0008	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	365	0.5L	18.0	0.48	44.5	34.8
	4 季度	2021/11/28	7.3	240	386	76	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.016	0.0003L	0.05L	0.02	0.54	0.003L	0.273	0.13	0.004L	0.0002	0.0006	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	401	0.72	1.55	0.27	64.4	10.2
		2021/11/29	7.4	236	371	73	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.015	0.0003L	0.05L	0.01	0.52	0.003L	0.279	0.17	0.004L	0.00018	0.0006	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	388	0.7	1.54	0.26	63	10.3
		2021/11/30	7.3	244	382	79	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.015	0.0003L	0.05L	0.02	0.56	0.003L	0.283	0.11	0.004L	0.0002	0.0006	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	394	0.74	1.53	0.26	65	10.1
黄土 坡村	1 季度	2021/3/18	7.52	234	445	88	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.01	0.16	0.003L	0.038	0.13	0.004L	0.00004L	0.0024	0.0013	0.001L	0.004L	0.01L	0.028	--	461	0.6	2.92	1.09	24.2	30.8
		2021/3/19	7.57	226	439	91	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.02	0.14	0.003L	0.034	0.15	0.004L	0.00004L	0.0021	0.0013	0.001L	0.004L	0.01L	0.024	--	463	0.8	2.95	1.11	25.0	30.9
		2021/3/20	7.49	243	450	86	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.02	0.13	0.003L	0.041	0.11	0.004L	0.00004L	0.0024	0.0013	0.001L	0.004L	0.01L	0.027	--	470	0.7	2.83	1.12	24.8	31.1
	2 季度	2021/6/3	7.5	246	421	98	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.01	0.19	0.003L	0.156	0.08	0.004L	0.00008	0.0019	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	2	464	0.5L	12.3	12.2	34.7	29.2
		2021/6/4	7.4	240	417	101	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.01	0.17	0.003L	0.151	0.10	0.004L	0.00009	0.0019	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	2	471	0.5L	11.7	11.1	34.3	29.4
		2021/6/5	7.4	250	423	95	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.02	0.18	0.003L	0.160	0.09	0.004L	0.00009	0.0019	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	2	468	0.5L	11.8	11.6	33.7	29.1
	3 季度	2021/7/19	7.2	244	383	102	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.02	0.37	0.003L	0.115	0.06	0.004L	0.00004L	0.0017	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	381	0.7	3.74	32.2	34.6	32.3
		2021/7/20	7.2	235	381	100	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.01	0.35	0.003L	0.107	0.05	0.004L	0.00004L	0.0017	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	377	0.6	3.90	33.6	33.5	32.4
		2021/7/21	7.3	248	369	104	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.02	0.38	0.003L	0.119	0.07	0.004L	0.00004L	0.0017	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	390	0.8	3.93	36.1	33.2	32.6
	4 季度	2021/11/28	7.2	270	426	113	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.016	0.0003L	0.05L	0.01	0.46	0.003L	0.046	0.16	0.004L	0.00043	0.0013	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	427	0.48	14.1	0.87	38.6	21.1
		2021/11/29	7.3	266	421	110	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.016	0.0003L	0.05L	0.01	0.44	0.003L	0.051	0.14	0.004L	0.00046	0.0013	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	431	0.5	14.2	0.87	38.1	20.9
		2021/11/30	7.1	274	418	117	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.016	0.0003L	0.05L	0.01	0.42	0.003L	0.056	0.18	0.004L	0.00043	0.0013	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	--	449	0.46	14	0.86	37.1	21.3
木龙 村	1 季度	2021/3/18	6.83	296	403	8	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.012	0.0003L	0.05L	0.01	1.18	0.003L	0.039	0.48	0.00026	0.00026	0.0020	0.0012	0.001L	0.004L	0.01L	0.084	2	465	0.5	2.38	2.68	35.5	29.0
		2021/3/19	6.87	280	395	9	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.012	0.0003L	0.05L	0.01	1.15	0.003L	0.035	0.50	0.00028	0.00028	0.0017	0.0012	0.001L	0.004L	0.01L	0.085	2	474	0.6	2.39	2.66	35.5	28.8
		2021/3/20	6.85	285	411	10	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.011	0.0003L	0.05L	0.02	1.14	0.003L	0.042	0.47	0.00021	0.00021	0.0017	0.0011	0.001L	0.004L	0.01L	0.083	2	481	0.8	2.36	2.69	35.3	29.2
	2 季度	2021/6/3	6.8	286	318	8L	10L	0.02	0.01L	0.04L	0.040	0.0003L	0.05L	0.01	1.16	0.004	0.172	0.41	0.004L	0.00018	0.0013	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.014	--	335	0.7	24.1	11.9	47.9	28.8
		2021/6/4	6.7	280	321	8L	10L	0.02	0.01L	0.04L	0.038	0.0003L	0.05L	0.02	1.14	0.003	0.167	0.43	0.004L	0.00017	0.0013	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.016	--	351	0.7	25.7	11.4	47.3	28.3
		2021/6/5	6.7	292	314	8L	10L	0.02	0.01L	0.04L	0.039	0.0003L	0.05L	0.01	1.13	0.004	0.177	0.39	0.004L	0.00017	0.0013	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.016	--	344	0.8	27.0	12.5	47.5	28.4
	3 季度	2021/7/19	6.6	270	301	18	10L	0.01L	0.01	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.02	0.04	0.003	0.091	0.05L	0.004L	0.00004L	0.0009	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	2	340	0.8	4.34	19.5	56.1	15.1
		2021/7/20	6.7	262	321	20	10L	0.01L	0.01	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.02	0.03	0.004	0.087	0.05L	0.004L	0.00004L	0.0008	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	2	351	0.9	4.38	20.0	55.0	14.8
		2021/7/21	6.7	275	315	22	10L	0.01L	0.01	0.04L	0.009L	0.0003L	0.05L	0.03	0.03	0.003	0.093	0.05L	0.004L	0.00004L	0.0008	0.0004L	0.001L	0.004L	0.01L	0.009L	2	339	0.8	4.55	20.0	56.3	15.0
	4 季度	2021/11/28	7.1	260	296	10	10L	0.01L	0.01L	0.04L	0.022	0.0003L	0.05L																				

6.2.3 环境空气质量影响

6.2.3.1 工程建设前环境空气质量

环评阶段，于 2015 年 6 月 4 日~11 日对车马碧村、下罗贵村、土官寨村、王大屯村和西山乡 5 个监测点位环境空气质量进行了 7 天连续监测，各监测点位环境空气质量见表 6.2-13。

表 6.2-13 环评阶段工程区环境空气质量现状 单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

监测项目		监测点位					浓度限值	
		车马碧村	下罗贵村	土官寨村	王大屯村	西山乡	一级	二级
TSP	24h 平均	87.714	96.857	80.571	86.714	86.857	120	300
PM ₁₀	24h 平均	37.000	34.857	37.429	51.857	51.286	50	150
SO ₂	24h 平均	33.714	32.857	34.143	31.857	33.857	50	150
	1h 平均	33.571	32.500	34.107	34.143	33.714	150	500
NO ₂	24h 平均	35.429	34.143	32.571	36.429	36.143	80	80
	1h 平均	34.929	34.286	32.071	34.464	36.464	200	200
CO (mg/m^3)	24h 平均	/	/	/	/	1.231	4	4
	1h 平均	/	/	/	/	1.250	10	10
苯并芘	24h 平均	/	/	/	/	$<2.7 \times 10^{-4}$	0.0025	0.0025

备注：西山乡靠近西城工业园区，监测因子增加了 CO 和苯并芘。

由表 6.2-13 可知，5 个监测点位的 7 天连续监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，除 PM₁₀ 外，其它监测因子甚可达到一级标准，环评阶段工程所在区域环境空气质量良好。

6.2.3.2 工程施工期环境空气质量

工程施工期共设置 6 个大气环境监测点位，较环评阶段增加 1 个点位，其中车马碧村（坝址）、土官寨村（库尾）和王大屯村（隧洞出口）3 个监测点位和环评阶段一致。环境空气质量监测点位图见图 6.2-3。

根据工程施工期污染物排放特点，施工期监测因子为 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}，监测频次为每半年监测一次。

2019 年~2021 年施工期环境空气质量监测结果见表 6.2-14。

表 6.2-14 2019 年-2021 年施工期环境空气质量监测结果统计

监测点位	监测时间		24h 平均值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
			PM ₁₀	TSP	PM _{2.5}
车马碧村 (同环评期)	2019 年	1 月	38~62	69~116	26~36
		5 月	66~80	108~118	31~40
		8 月	48~63	87~118	25~34
	2020 年	3 月	54~63	98~113	29~35
		8 月	36~49	71~84	22~30
	2021 年	3 月	115~127	155~165	55~69
7 月		56~62	85~97	31~35	
土官寨村 (同环评期)	2019 年	1 月	48~66	89~122	26~40
		5 月	60~67	95~113	24~29
		8 月	46~58	84~105	23~30
	2020 年	3 月	46~55	84~100	25~31
		8 月	23~35	51~63	13~25
	2021 年	3 月	132~148	183~198	62~78
7 月		42~48	75~85	24~27	
王大屯村 (同环评期)	2019 年	1 月	51~78	96~146	30~44
		5 月	40~62	81~111	24~28
		8 月	42~60	80~109	22~31
	2020 年	3 月	36~44	65~80	20~26
		8 月	22~33	43~52	12~21
大罗贵村	2019 年	1 月	58~74	103~138	30~42
		5 月	59~75	97~115	31~38
		8 月	54~69	98~125	28~36
川洞村	2019 年	1 月	63~76	113~136	38~43
		5 月	51~60	82~100	30~36
		8 月	46~63	84~115	24~33
上罗贵村	2019 年	1 月	52~79	96~146	26~44
		5 月	71~83	85~105	24~28
		8 月	63~75	115~136	33~39
	2020 年	3 月	57~66	105~120	30~37
		8 月	30~44	65~78	20~27
	2021 年	3 月	36~44	65~80	20~26
8 月		22~33	43~52	12~21	
二级标准限值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			150	300	75

备注：大罗贵村和川洞村 2020 年和 2021 年未监测，王大屯村 2021 年未监测。

6.2.3.3 工程建设对敏感目标环境空气质量影响

由表 6.2-14 可知，工程施工期各监测点 TSP、PM₁₀、PM_{2.5} 日均浓度基本满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准，土官寨村 PM_{2.5} 日均浓度在 2021 年 3 月略有超标，与春季大风天气、地面裸露有关。总的来看，施工期粉尘浓度局

部时段较环评阶段略有升高，表明工程施工活动对区域环境空气质量有一定影响，但未出现明显下降。非下雨天和大风天气应加强洒水频次，对裸露地表及时覆盖，待施工结束后，该扬尘影响将随之消失。

6.2.4 声环境影响

6.2.4.1 工程建设前声环境质量

环评阶段，于2015年6月4日-5日对工程区5个监测点声环境质量进行了现状监测。各监测点声环境质量监测结果见表6.2-15。

表 6.2-15 环评阶段声环境达标情况 单位：dB(A)

测点点位	监测时间		Leq	1类标准	达标情况
王大屯村	6月4日	昼间	46.4	55	达标
		夜间	45.5	45	超标0.5
	6月5日	昼间	45.6	55	达标
		夜间	46.4	45	超标1.4
西山乡村	6月4日	昼间	44.8	55	达标
		夜间	45.1	45	超标0.1
	6月5日	昼间	45.2	55	达标
		夜间	44.4	45	达标
车马碧村	6月4日	昼间	44.2	55	达标
		夜间	37.7	45	达标
	6月5日	昼间	45.2	55	达标
		夜间	39.2	45	达标
下罗贵村	6月4日	昼间	39.6	55	达标
		夜间	38.8	45	达标
	6月5日	昼间	38.5	55	达标
		夜间	39.3	45	达标
土官寨村	6月4日	昼间	38.7	55	达标
		夜间	39.2	45	达标
	6月5日	昼间	38.5	55	达标
		夜间	39.0	45	达标

由表6.2-15可知，5个监测点位中，车马碧村、下罗贵村、上官寨村的昼、夜等效声级均优于《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准；王大屯村和西山乡村昼间均满足1类标准，夜间略有超标，超标0.1~1.4dB(A)，可能受附近道路交通噪声和河内水流声影响，总体来看，工程建设前区域声环境质量总体较好。

6.2.4.2 工程施工期声环境质量

根据施工期环境监测报告，工程区共设置 8 个声环境监测点位，较环评阶段增加 3 个，其中车马碧村、土官寨村、王大屯村和环评阶段点位一致。施工期监测频次为：每半年监测一次，每次监测一天，2019 年~2021 年声环境质量监测结果见表 6.2-16。

表 6.2-16 2019 年~2021 年施工期声环境质量监测结果评价

监测点位	监测时间		Leq dB(A)		评价结果
			昼间	夜间	
车马碧村 (同环评期)	2019 年	1 月 12 日	44	39	达标
		8 月 7 日	43	39	达标
	2020 年	3 月 6 日	44	37	达标
		8 月 20 日	49	40	达标
	2021 年	3 月 22 日	47	38	达标
		7 月 19 日	46.8	37.9	达标
土官寨村 (同环评期)	2019 年	1 月 12 日	44	37	达标
		8 月 7 日	43	38	达标
	2020 年	3 月 6 日	44	40	达标
		8 月 20 日	44	42	达标
	2021 年	3 月 22 日	44	37	达标
		7 月 19 日	44.3	37.6	达标
王大屯村 (同环评期)	2019 年	1 月 12 日	46	39	达标
		8 月 7 日	40	37	达标
	2020 年	3 月 6 日	42	39	达标
		8 月 20 日	47	41	达标
大罗贵村	2019 年	1 月 12 日	48	38	达标
		8 月 7 日	42	37	达标
川碛村	2019 年	1 月 12 日	54	40	达标
		8 月 7 日	43	38	达标
上罗贵村	2019 年	1 月 12 日	47	40	达标
		8 月 7 日	42	35	达标
	2020 年	3 月 6 日	43	38	达标
		8 月 20 日	45	39	达标
	2021 年	3 月 22 日	44	41	达标
		7 月 19 日	43.6	41.4	达标

监测点位	监测时间		Leq dB(A)		评价结果
			昼间	夜间	
马龙县气象局	2019年	1月12日	49	40	达标
		8月7日	49	37	达标
	2020年	3月6日	42	41	达标
		8月20日	48	39	达标
	2021年	3月22日	42	39	达标
		7月19日	42	39.7	达标
马龙县让田村	2019年	1月12日	49	41	达标
		8月7日	43	36	达标
	2020年	3月6日	52	40	达标
		8月20日	45	41	达标
	2021年	3月22日	44	38	达标
		7月19日	44.5	38.3	达标
1类标准限值 dB (A)			55	45	

备注：大罗贵村和川砣村 2020 年和 2021 年未监测，王大屯村 2021 年未监测。

6.2.4.3 工程建设对敏感目标声环境质量影响

由表 6.2-16 可知，2019 年-2021 年施工期间，工程所在地环境敏感目标均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准要求。因此，车马碧水库工程施工期活动未对各环境敏感目标的声环境造成明显影响。

6.2.5 人群健康影响

6.2.5.1 施工人员生活饮用水水质

车马碧水库工程建设期间对施工营地生活用水供水点定期开展水质监测，共设置 4 个施工饮用水供水监测点位，分别为：枢纽工程、5#支洞、8#支洞，以及输水隧洞出口生产区。每季度（2 月、5 月、8 月、12 月）采样分析化验一次，每次三天，每天采样一次。2019 年~2021 年施工期饮用水供水点水质监测结果见表 6.2-17~表 6.2-19。

根据监测结果，2019 年 2 季度水质较差，枢纽区工程区生活饮用水铝、铁超标，5#支洞生活饮用水 pH 值、铝、总大肠菌群、菌落总数出现超标，输水隧洞出口生产区生活饮用水 pH、总大肠菌群出现超标。2020 年和 2021 年水质明显好转，2 季度~4 季度除 5#支洞和 8#支洞出现总大肠菌群和菌落总数超标外，其余指标均

能满足《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）标准限值要求。

6.2.5.2 人群健康监测

各施工单位按施工需要向现场工作人员发放劳动防护用品，并且每年按比例对施工人员及所有食堂人员进行体检。特别是在新冠疫情形势严峻之下，高度重视各生活区食堂卫生工作，保障全体员工身体健康。

施工期间未发生人群健康影响事件。

表 6.2-27

2019 年施工营地饮用水供水处水质监测结果

单位: mg/L

监测点位	监测时间	色度 (度)	浑浊度 NTU	pH 值 (无量纲)	铝	铁	锰	铜	锌	氯化物	硫酸盐	溶解性总固体	总硬度	耗氧量	挥发酚	阴离子表面活性剂	砷	镉	六价铬	铅	汞	硒	氰化物	氟化物	硝酸盐	总大肠菌群 MPN/100mL	菌落总数 CFU/mL	
枢纽工程生活饮用水供水处	1季度	2019/1/15	5L	0.5L	6.75	0.040L	0.0344	0.0162	0.009L	0.014	4.0	50.3	380	308	0.50	0.002L	0.05L	0.002	0.0005L	0.008	0.0025L	0.0002	0.0014	0.002L	0.05	0.5L	/	90
		2019/1/16	5L	0.5	6.84	0.040L	0.0336	0.0159	0.009L	0.013	3.7	47.5	402	296	0.48	0.002L	0.05L	0.001	0.0005L	0.005	0.0025L	0.0002	0.0013	0.002L	0.08	0.5L	/	80
		2019/1/17	5L	0.6	6.94	0.040L	0.0349	0.0164	0.009L	0.014	4.2	54.1	398	321	0.46	0.002L	0.05L	0.001	0.0005L	0.007	0.0025L	0.0002	0.0015	0.002L	0.06	0.5L	/	70
	2季度	2019/5/10	5L	0.5	6.76	0.859	0.544	0.0221	0.009L	0.014	1.0L	26.3	57	50	1.22	0.002L	0.109	0.005	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0003	0.0018	0.002L	0.2L	0.5L	/	45
		2019/5/11	5L	0.5	6.82	0.856	0.538	0.0220	0.009L	0.015	1.0L	25.1	62	47	1.18	0.002L	0.101	0.005	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0003	0.0010	0.002L	0.2L	0.5L	/	40
		2019/5/12	5L	0.6	6.85	0.862	0.538	0.0217	0.009L	0.014	1.0L	25.5	66	55	1.16	0.002L	0.106	0.004	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0002	0.0014	0.002L	0.2L	0.5L	/	51
	3季度	2019/8/6	5L	0.5L	6.85	0.040L	0.0045L	0.0035	0.009L	0.017	1.0L	77.2	216	84	1.20	0.002L	0.050L	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0005	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	40
		2019/8/7	5L	0.5L	6.81	0.040L	0.0045L	0.0034	0.009L	0.018	1.0L	74.7	228	98	1.15	0.002L	0.050L	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0005	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	50
		2019/8/8	5L	0.5L	6.89	0.040L	0.0045L	0.0036	0.009L	0.017	1.0L	78.2	203	77	1.24	0.002L	0.050L	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0005	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	60
	4季度	2019/11/9	5L	0.5	6.79	0.040L	0.2221	0.0050	0.009L	0.002	1.0L	8.0	81	28	1.04	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	30
		2019/11/10	5L	0.5	7.77	0.040L	0.2216	0.0050	0.009L	0.002	1.0L	7.2	98	26	1.00	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	20
		2019/11/11	5L	0.6	6.82	0.040L	0.2208	0.0050	0.009L	0.002	1.0L	8.6	75	25	1.06	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	30
5#支洞生活饮用水供水处	1季度	2019/1/15	5L	0.7	7.03	0.040L	0.0369	0.0062	0.009L	0.043	2.2	9.6	46	22	1.20	0.002L	0.075	0.001L	0.0005L	0.009	0.0025L	0.0002	0.0014	0.002L	0.05L	0.5L	/	80
		2019/1/16	5L	0.8	7.11	0.040L	0.0352	0.0058	0.009L	0.041	1.8	11.1	51	16	1.18	0.002L	0.085	0.001L	0.0005L	0.007	0.0025L	0.0001	0.0012	0.002L	0.05L	0.6	/	70
		2019/1/17	5L	0.7	7.20	0.040L	0.0358	0.0064	0.009L	0.046	1.6	10.8	43	28	1.15	0.002L	0.081	0.001L	0.0005L	0.010	0.0025L	0.0002	0.0013	0.002L	0.05L	0.8	/	60
	2季度	2019/5/10	5L	0.7	7.06	0.040L	0.0420	0.0058	0.009L	0.041	2.0	19.0	64	34	1.12	0.002L	0.05L	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0003L	0.002L	0.2L	0.5L	130	120
		2019/5/11	5L	0.6	7.11	0.040L	0.0387	0.0051	0.009L	0.045	1.8	18.0	59	38	1.10	0.002L	0.05L	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0003L	0.002L	0.2L	0.5L	120	136
		2019/5/12	5L	0.8	7.18	0.040L	0.0398	0.0059	0.009L	0.043	2.0	19.4	68	42	1.14	0.002L	0.05L	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0003L	0.002L	0.2L	0.5L	120	130
	3季度	2019/8/6	5L	0.7	6.69	0.040L	0.0045L	0.0033	0.009L	0.024	4.8	69.3	198	79	1.44	0.002L	0.05L	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0003L	0.002L	0.2L	0.5L	/	60
		2019/8/7	5L	0.7	6.65	0.040L	0.0045L	0.0034	0.009L	0.024	4.6	67.7	186	68	1.38	0.002L	0.05L	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0003L	0.002L	0.2L	0.5L	/	80
		2019/8/8	5L	0.7	6.71	0.040L	0.0045L	0.0034	0.009L	0.023	4.5	71.0	207	81	1.46	0.002L	0.05L	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0003L	0.002L	0.2L	0.5L	/	70
	4季度	2019/11/9	5L	0.7	7.05	0.040	0.0045L	0.0022	0.009L	0.012	4.2	9.1	109	44	1.20	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.39	0.5L	/	90
		2019/11/10	5L	0.8	7.11	0.041	0.0045L	0.0020	0.009L	0.012	4.8	8.4	114	40	1.15	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.37	0.5L	/	70
		2019/11/11	5L	0.6	7.13	0.040	0.0045L	0.0021	0.009L	0.012	4.0	10.1	101	46	1.22	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.38	0.5L	/	80

《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水阶段环境保护设施验收调查报告》

监测点位	监测时间	色度(度)	浑浊度NTU	pH值(无量纲)	铝	铁	锰	铜	锌	氯化物	硫酸盐	溶解性总固体	总硬度	耗氧量	挥发酚	阴离子表面活性剂	砷	镉	六价铬	铅	汞	硒	氰化物	氟化物	硝酸盐	总大肠菌群MPN/100mL	菌落总数CFU/mL	
8#支洞生活饮用水供水处	1季度	2019/1/15	5L	0.8	6.57	0.040L	0.0102	0.0057	0.009L	0.006	12.9	11.3	176	120	0.56	0.002L	0.077	0.001L	0.0005L	0.004	0.0025L	0.0001	0.0013	0.002L	0.07	0.6	/	80
		2019/1/16	5L	0.8	6.53	0.040L	0.0109	0.0060	0.009L	0.006	13.9	9.5	189	109	0.54	0.002L	0.087	0.001L	0.0005L	0.005	0.0025L	0.0001	0.0012	0.002L	0.09	0.8	/	60
		2019/1/17	5L	0.9	6.54	0.040L	0.0105	0.0062	0.009L	0.005	13.4	13.5	174	114	0.55	0.002L	0.068	0.001L	0.0005L	0.007	0.0025L	0.0001	0.0015	0.002L	0.08	1.0	/	70
	2季度	2019/5/10	5L	0.7	6.38	0.227	0.163	0.0051	0.009L	0.012	9.8	11.8	213	152	1.62	0.002L	0.083	0.004	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0003	0.0009	0.002L	0.2L	0.5L	130	178
		2019/5/11	5L	0.8	6.45	0.225	0.158	0.0051	0.009L	0.013	10.0	12.4	208	156	1.70	0.002L	0.091	0.004	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0003	0.0012	0.002L	0.2L	0.5L	120	190
		2019/5/12	5L	0.8	6.58	0.223	0.157	0.0050	0.009L	0.012	10.2	10.4	218	149	1.65	0.002L	0.075	0.005	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0004	0.0010	0.002L	0.2L	0.5L	120	184
	3季度	2019/8/6	5L	0.8	6.73	0.040L	0.0045L	0.0037	0.009L	0.001L	16.8	7.2	274	164	0.80	0.002L	0.050L	0.004	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0002	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	30
		2019/8/7	5L	0.8	6.69	0.040L	0.0045L	0.0038	0.009L	0.001L	16.3	7.8	251	139	0.75	0.002L	0.050L	0.004	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0002	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	50
		2019/8/8	5L	0.8	6.78	0.040L	0.0045L	0.0037	0.009L	0.001L	15.5	7.6	268	152	0.84	0.002L	0.050L	0.004	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0002	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	40
	4季度	2019/11/9	5L	0.8	6.84	0.105	0.0718	0.0027	0.009L	0.010	19.0	7.4	296	172	0.72	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.21	0.5L	/	20
		2019/11/10	5L	0.7	6.92	0.107	0.0717	0.0027	0.009L	0.010	19.6	8.4	283	167	0.68	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.24	0.5L	/	30
		2019/11/11	5L	0.6	6.77	0.106	0.0735	0.0028	0.009L	0.010	18.2	8.6	302	179	0.74	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.25	0.5L	/	20
输水隧洞出口生产区生活饮用水供水处	1季度	2019/1/15	5L	0.5L	6.54	0.064	0.0302	0.0035	0.009L	0.017	13.0	81.1	385	252	2.56	0.002L	0.05L	0.008	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0004	0.0015	0.002L	0.27	2.9	/	80
		2019/1/16	5L	0.5	6.51	0.062	0.0311	0.0032	0.009L	0.015	12.7	84.5	368	245	2.54	0.002L	0.05L	0.009	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0004	0.0016	0.002L	0.25	3.2	/	70
		2019/1/17	5L	0.6	6.58	0.063	0.0295	0.0034	0.009L	0.016	12.3	77.9	394	258	2.50	0.002L	0.05L	0.009	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0005	0.0014	0.002L	0.28	3.5	/	90
	2季度	2019/5/10	5L	0.5L	6.44	0.040L	0.0443	0.0047	0.009L	0.023	13.8	14.6	305	214	1.28	0.002L	0.068	0.002	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0003L	0.002L	0.2L	0.5L	/	184
		2019/5/11	5L	0.5L	6.51	0.040L	0.0441	0.0042	0.009L	0.021	14.2	15.4	294	195	1.24	0.002L	0.075	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0003L	0.002L	0.2L	0.5L	/	190
		2019/5/12	5L	0.5L	6.58	0.040L	0.0449	0.0045	0.009L	0.024	14.6	14.0	310	223	1.25	0.002L	0.063	0.003	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0003L	0.002L	0.2L	0.5L	/	197
	3季度	2019/8/6	5L	0.5L	6.34	0.040L	0.0045L	0.0038	0.009L	0.023	14.3	83.4	489	307	2.38	0.002L	0.050L	0.002	0.0005L	0.008	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	/
		2019/8/7	5L	0.5L	6.39	0.040L	0.0045L	0.0032	0.009L	0.023	13.4	82.6	465	288	2.30	0.002L	0.050L	0.002	0.0005L	0.006	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	60
		2019/8/8	5L	0.5L	6.43	0.040L	0.0045L	0.0031	0.009L	0.023	13.9	83.2	491	302	2.45	0.002L	0.050L	0.002	0.0005L	0.009	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	50
	4季度	2019/11/9	5L	0.5	6.54	0.062	0.0224	0.0009	0.009L	0.015	13.8	91.9	440	298	2.16	0.002L	0.050L	0.002	0.0005L	0.005	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.49	1.36	2	30
		2019/11/10	5L	0.5	6.56	0.062	0.0230	0.0009	0.009L	0.015	14.3	91.3	431	286	2.10	0.002L	0.050L	0.002	0.0005L	0.006	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.47	1.41	2	30
		2019/11/11	5L	0.6	6.51	0.062	0.0216	0.0010	0.009L	0.015	13.0	89.7	427	278	2.14	0.002L	0.050L	0.002	0.0005L	0.005	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.46	1.31	2	40
GB5749-2006		15	1	6.5-8.5	0.2	0.3	0.1	1.0	1.0	250	250	1000	450	3	0.002	0.3	0.01	0.005	0.05	0.01	0.001	0.01	0.05	1.0	10	不得检出	100	

备注：1、带“L”数字表示监测结果低于分析方法检出限；2、加粗字体表示监测结果超标。

表 6.2-18

2020 年施工营地饮用水供水处水质监测结果

单位: mg/L

监测点位	监测时间	色度 (度)	浑浊度 NTU	pH 值 (无量纲)	铝	铁	锰	铜	锌	氯化物	硫酸盐	溶解性总固体	总硬度	耗氧量	挥发酚	阴离子表面活性剂	砷	镉	六价铬	铅	汞	硒	氰化物	氟化物	硝酸盐	总大肠菌群 MPN/100mL	菌落总数 CFU/mL	
枢纽工程生活饮用水供水处	1季度	2020/3/7	5L	0.5L	6.98	0.182	0.0192	0.0013	0.009L	0.005	1.0L	5.0L	57	30	1.10	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	90
		2020/3/8	5L	0.5L	6.91	0.182	0.0210	0.0013	0.009L	0.005	1.0L	5.0L	65	35	1.05	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	80
		2020/3/9	5L	0.5L	6.95	0.180	0.0192	0.0014	0.009L	0.005	1.0L	5.0L	61	28	1.12	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	/	90
	2季度	2020/5/20	5L	0.5L	7.81	0.090	0.0295	0.0039	0.009L	0.001L	1.0L	5.1	61	34	2.32	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2	0.5L	240	90
		2020/5/21	5L	0.5L	7.79	0.088	0.0316	0.0041	0.009L	0.001L	1.0L	5.3	55	47	2.26	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.3	0.5L	230	95
		2020/5/22	5L	0.5L	7.86	0.089	0.0305	0.0033	0.009L	0.001L	1.0L	5.5	57	38	2.36	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2	0.5L	250	100
	3季度	2020/8/20	5L	0.5L	7.90	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	2.0	6.5	259	170	1.04	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.3	1.3	23	260
		2020/8/21	5L	0.5L	7.83	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	1.5	6.9	266	172	1.01	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.5	1.6	22	280
		2020/8/22	5L	0.5L	7.94	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	1.8	6.1	245	168	1.08	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.4	1.4	25	270
	4季度	2020/11/15	5L	0.5L	7.78	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009	0.001L	1.7	5.0L	243	206	0.48	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.4	1.6	6	80
		2020/11/16	5L	0.5L	7.74	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009	0.001L	2.0	5.0L	251	212	0.46	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.7	1.8	8	60
		2020/11/17	5L	0.5L	7.85	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009	0.001L	1.9	5.0L	239	200	0.50	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.3	1.4	7	70
5#支洞生活饮用水供水处	1季度	2020/3/7	5L	0.6	7.07	0.143	0.0185	0.0030	0.009L	0.014	2.8	5.0L	95	58	1.00	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2	0.5	/	80
		2020/3/8	5L	0.5	7.16	0.124	0.0190	0.0037	0.009L	0.014	3.0	5.0L	89	55	0.95	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.3	0.4	/	70
		2020/3/9	5L	0.6	7.09	0.125	0.0224	0.0036	0.009L	0.014	2.6	5.0L	101	63	1.04	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2	0.5	/	80
	2季度	2020/5/20	5L	0.5L	7.29	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.050	1.8	5.0L	73	42	2.40	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5	130	55
		2020/5/21	5L	0.5L	7.25	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.050	1.5	5.0L	65	39	2.30	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5	110	40
		2020/5/22	5L	0.5L	7.26	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.050	1.7	5.0L	69	45	2.36	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2L	0.6	140	50
	3季度	2020/8/20	5L	0.5L	7.35	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	3.0	5.0L	93	78	1.76	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.3	0.5L	1700	110
		2020/8/21	5L	0.5L	7.40	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	2.6	5.0L	90	76	1.72	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2	0.5L	1500	100
		2020/8/22	5L	0.5L	7.29	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	2.8	5.0L	97	82	1.78	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.4	0.5L	1600	120
	4季	2020/11/15	5L	0.5L	7.45	0.040L	0.0045L	0.0316	0.009	0.011	2.5	5.0L	221	194	0.98	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.3	0.5L	/	100
2020/11/16		5L	0.5L	7.38	0.040L	0.0045L	0.0314	0.009	0.010	2.1	5.0L	218	186	0.94	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.5	0.5L	/	120	

监测点	监测时间	色度(度)	浑浊度NTU	pH值(无量纲)	铝	铁	锰	铜	锌	氯化物	硫酸盐	溶解性总固体	总硬度	耗氧量	挥发酚	阴离子表面活性剂	砷	镉	六价铬	铅	汞	硒	氰化物	氟化物	硝酸盐	总大肠菌群MPN/100mL	菌落总数CFU/mL	
	度	2020/11/17	5L	0.5L	7.47	0.040L	0.0045L	0.0316	0.010	0.010	2.3	5.0L	225	202	0.96	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2	0.5L	/	110
8#支洞生活饮用水供水处	1季度	2020/3/8	5L	0.6	6.69	0.100	0.0866	0.0164	0.009L	0.033	21.0	5.7	216	158	0.45	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.4	0.5L	/	60
		2020/3/9	5L	0.7	6.73	0.100	0.0889	0.0165	0.009L	0.033	20.6	5.3	228	162	0.40	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.3	0.5L	/	70
		2020/5/20	5L	0.5L	7.28	0.040L	0.0045L	0.0007	0.009L	0.010	21.1	5.0L	228	176	1.04	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	240	65
	2季度	2020/5/21	5L	0.5L	7.32	0.040L	0.0045L	0.0009	0.009L	0.010	21.3	5.0L	219	163	1.10	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	250	60
		2020/5/22	5L	0.5L	7.25	0.040L	0.0045L	0.0006	0.009L	0.010	21.5	5.0L	230	182	1.06	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	220	70
		2020/8/20	5L	0.5L	7.93	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	18.3	12.8	257	197	1.60	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	2	130
	3季度	2020/8/21	5L	0.5L	7.89	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	19.0	13.2	265	194	1.58	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	2	110
		2020/8/22	5L	0.5L	7.86	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	18.6	12.4	272	200	1.64	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	2	120
		2020/11/15	5L	0.5L	7.96	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001	24.4	6.3	314	252	0.96	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.4	0.5L	920	410
	4季度	2020/11/16	5L	0.5L	7.90	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001	24.1	6.7	321	260	0.92	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.6	0.5L	950	450
		2020/11/17	5L	0.5L	7.86	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001	24.3	5.9	309	246	0.98	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0004L	0.002L	0.2	0.5L	940	430
		2020/3/7	5L	0.5L	6.85	0.121	0.0232	0.0038	0.009L	0.004	3.0	25.1	156	88	0.80	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.7	0.5L	/	60
输水隧洞出口生产区生活饮用水供水处	1季度	2020/3/8	5L	0.5L	6.78	0.129	0.0195	0.0040	0.009L	0.004	3.2	24.7	159	93	0.75	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.9	0.5L	/	80
		2020/3/9	5L	0.5L	6.86	0.127	0.0202	0.0039	0.009L	0.003	2.8	25.7	145	84	0.82	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.8	0.5L	/	70
		2020/5/20	5L	0.5L	6.96	0.118	0.0110	0.0020	0.009L	0.006	5.6	8.4	235	52	1.28	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0002	0.0004L	0.002L	0.9	0.5L	250	70
	2季度	2020/5/21	5L	0.5L	6.97	0.123	0.0110	0.0025	0.009L	0.006	5.8	8.8	211	43	1.20	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0002	0.0004L	0.002L	0.8	0.5L	240	60
		2020/5/22	5L	0.5L	7.04	0.123	0.0114	0.0025	0.009L	0.006	5.9	8.6	224	55	1.34	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0002	0.0004L	0.002L	0.7	0.5L	230	50
		2020/8/20	5L	0.5L	7.35	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	3.0	5.0L	93	78	1.76	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	2	310
	3季度	2020/8/21	5L	0.5L	7.40	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	2.6	5.0L	90	76	1.72	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	2	270
		2020/8/22	5L	0.5L	7.29	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	2.8	5.0L	97	82	1.78	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2L	0.5L	2	290
2020/3/8		5L	0.6	6.69	0.100	0.0866	0.0164	0.009L	0.033	21.0	5.7	216	158	0.45	0.002L	0.050L	0.001L	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.4	0.5L	/	60	
GB5749-2006		15	1	6.5-8.5	0.2	0.3	0.1	1.0	1.0	250	250	1000	450	3	0.002	0.3	0.01	0.005	0.05	0.01	0.001	0.01	0.05	1.0	10	不得检出	100	

备注：1、输水隧洞出口生产区生活饮用水供水处 2020 年 4 季度未监测；2、带“L”数字表示监测结果低于分析方法检出限；3、加粗字体表示监测结果超标。

表 6.2-19

2021 年施工营地饮用水供水处水质监测结果

单位: mg/L

监测点 位	监测时间	色度 (度)	浑浊度 NTU	pH 值	铝	铁	锰	铜	锌	氯化物	硫酸盐	溶解性总 固体	总硬度	耗氧量	挥发酚	阴离子表面 活性剂	砷	镉	六价铬	铅	汞	硒	氰化物	氟化 物	硝酸 盐	总大 肠菌 群 M PN/1 00mL	菌落总 数 CFU/ mL	
枢纽工 程生活 饮用水 供水处	1 季度	2021/3/18	5L	0.5L	8.03	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.020	2.0	8.1	221	176	0.56	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0012	0.002L	0.5	1.5	/	90
		2021/3/19	5L	0.5L	7.96	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.020	1.7	7.7	217	168	0.52	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0013	0.002L	0.6	1.1	/	70
		2021/3/20	5L	0.5L	7.92	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.019	1.6	8.3	235	182	0.58	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0011	0.002L	0.7	1.3	/	80
	2 季度	2021/6/3	5L	0.5L	7.94	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.014	2.5	5.0L	178	140	0.40	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0012	0.002L	0.2	1.4	/	40
		2021/6/4	5L	0.5L	7.95	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.015	2.3	5.0L	182	132	0.42	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0013	0.002L	0.3	1.1	/	60
		2021/6/5	5L	0.5L	7.89	0.040L	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.015	2.4	5.0L	175	142	0.40	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0011	0.002L	0.2	1.2	/	30
	3 季度	2021/7/19	5L	0.5L	7.9	0.040L	0.0132	0.0069	0.009L	0.001L	1.0L	5.0L	72	50	2.74	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.005	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2	0.5L	/	70
		2021/7/20	5L	0.5L	7.8	0.040L	0.0124	0.0067	0.009L	0.001L	1.0L	5.0L	68	53	2.86	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.007	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.3	0.5L	/	60
		2021/7/21	5L	0.5L	7.9	0.040L	0.0137	0.0067	0.009L	0.001L	1.0L	5.0L	75	51	2.69	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.006	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.4	0.5L	/	70
5#支洞 生活饮 用水供 水处	1 季度	2021/3/18	5L	0.5L	7.83	0.086	0.0070	0.0005L	0.009L	0.036	2.5	7.7	219	186	0.96	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0012	0.002L	0.5	0.5L	/	10
		2021/3/19	5L	0.5L	7.85	0.086	0.0065	0.0005L	0.009L	0.036	2.1	7.3	222	192	0.92	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0012	0.002L	0.4	0.5L	/	20
		2021/3/20	5L	0.5L	7.78	0.086	0.0064	0.0005L	0.009L	0.035	2.3	7.9	227	184	0.94	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0011	0.002L	0.3	0.5L	/	10
	2 季度	2021/6/3	5L	0.5L	7.84	0.040	0.0048	0.0038	0.009L	0.004	3.5	5.0L	121	101	1.00	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.4	0.5L	2	90
		2021/6/4	5L	0.5L	7.80	0.041	0.0047	0.0037	0.009L	0.005	3.1	5.0L	119	98	1.08	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.3	0.5L	2	70
		2021/6/5	5L	0.5L	7.78	0.040	0.0047	0.0038	0.009L	0.004	3.3	5.0L	123	105	1.14	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2	0.5L	2	80
	3 季度	2021/7/19	5L	0.5L	7.7	0.172	0.0045L	0.0012	0.009L	0.001L	4.5	5.0L	101	62	1.92	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2	0.5L	/	50
		2021/7/20	5L	0.5L	7.8	0.172	0.0045L	0.0011	0.009L	0.001L	4.3	5.0L	98	64	1.88	0.002L	0.050L	0.002	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.4	0.5L	/	70
		2021/7/21	5L	0.5L	7.8	0.176	0.0045L	0.0013	0.009L	0.001L	4.1	5.0L	103	60	2.01	0.002L	0.050L	0.002	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.5	0.5L	/	60
8#支洞 生活饮 用水供 水处	1 季度	2021/3/18	5L	0.5L	7.78	0.040	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	25.0	6.9	256	192	0.48	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0012	0.002L	0.6	0.5L	/	320
		2021/3/19	5L	0.5L	7.82	0.040	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	24.7	6.5	267	196	0.43	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0013	0.002L	0.8	0.5L	/	300
		2021/3/20	5L	0.5L	7.72	0.043	0.0045L	0.0005L	0.009L	0.001L	25.1	7.1	259	190	0.46	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001	0.0012	0.002L	0.7	0.5L	/	310
	2 季度	2021/6/3	5L	0.5L	7.58	0.040L	0.0073	0.0005L	0.009L	0.006	21.5	7.7	233	182	0.64	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0002	0.0004L	0.002L	0.2	0.5L	/	60
		2021/6/4	5L	0.5L	7.64	0.040L	0.0063	0.0005L	0.009L	0.006	21.3	7.9	245	178	0.58	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0002	0.0004L	0.002L	0.5	0.5L	/	90
		2021/6/5	5L	0.5L	7.54	0.040L	0.0075	0.0005L	0.009L	0.006	21.1	7.5	239	185	0.62	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0002	0.0004L	0.002L	0.3	0.5L	/	70
	3 季度	2021/7/19	5L	0.5L	7.5	0.040L	0.0077	0.0027	0.009L	0.001L	17.0	5.0L	264	184	0.64	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.2	1.1	2	80
		2021/7/20	5L	0.5L	7.6	0.040L	0.0092	0.0029	0.009L	0.001L	16.8	5.0L	257	182	0.71	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.4	0.9	2	90
		2021/7/21	5L	0.5L	7.5	0.040L	0.0094	0.0030	0.009L	0.001L	16.6	5.0L	268	186	0.68	0.002L	0.050L	0.001	0.0005L	0.004L	0.0025L	0.0001L	0.0004L	0.002L	0.3	1.3	2	90
GB5749-2006		15	1	6.5-8.5	0.2	0.3	0.1	1.0	1.0	250	250	1000	450	3	0.002	0.3	0.01	0.005	0.05	0.01	0.001	0.01	0.05	1.0	10	不得 检出	100	

备注：1、输水隧洞出口生产区生活饮用水供水处 2021 年未监测；2、带“L”数字表示监测结果低于分析方法检出限；3、加粗字体表示监测结果超标。

7 验收调查结论

7.1 工程调查结论

7.1.1 工程实施概况

云南省曲靖市车马碧水库工程为跨流域调水工程，工程开发任务是工业供水和农业灌溉供水，并为改善受水区河道内水环境创造条件。供水对象为曲靖经济技术开发区的西城工业园区（工业供水）和曲靖灌区（农业灌溉供水）。车马碧水库多年平均供水量为 7135 万 m^3 ，其中工业供水量为 3739 万 m^3 ，农业供水量为 3396 万 m^3 ，置换农田灌溉面积 5.48 万亩，可为曲靖主城区和陆良县城新增供给约 3400 万 m^3 优质水量。

工程由车马碧水库枢纽工程和输水工程组成。水库枢纽工程为在金沙江水系牛栏江支流马龙河干流上修建拦河坝，形成车马碧水库；输水工程为建设 29.623km 长的输水隧洞，从库区取水后沿隧洞在面店水库附近进入剪彩河，为珠江水系南盘江流域供水。

车马碧水库为大（2）型水库，工程等别 II 等，大坝、溢洪道、泄洪放空隧洞等建筑物级别 2 级，输水隧洞、生态灌溉输水管等建筑物级别 3 级。水库设计洪水标准为 100 年一遇、校核洪水标准为 2000 年一遇。水库设计洪水位 1938.8m，校核洪水位 1941.2m，正常蓄水位 1938.5m，死水位 1915.3m；总库容 12449 万 m^3 ，正常蓄水位以下库容 10335 万 m^3 ，兴利库容 8981 万 m^3 ，死库容 1354 万 m^3 。

2016 年 7 月，由北京院编制完成《云南省曲靖市车马碧水库工程环境影响报告书》，同年 9 月，原国家环境保护部以“环审（2016）125 号”予以批复。

2017 年 11 月 16 日建设单位提交申请开工备案，水库枢纽工程于 11 月 25 日开工建设，输水隧洞 1 标、输水隧洞 2 标和输水隧洞 3 标于 12 月 8 日开工建设。

工程环保静态投资 21378.48 万元，环保直接费用 19435 万元。初步设计阶段批复环保投资 17787.75 元。截至 2022 年 2 月，工程共计完成环境保护投资直接费 11672.56 万元，约占初设阶段该部分投资的 65%。

7.1.2 工程变动情况

施工阶段，本工程未发生重大设计变更，仅有局部调整。工程及主要环保措施

局部调整情况如下：

(1) 大坝对坝基局部清基加深，溢洪道在施工过程中根据实际地质条件、设备等原因作出局部优化调整，均属一般设计变更。

(2) 枢纽区仅启用了象山石料场，输水隧洞施工利用洞渣，未启用设计阶段的新发村石料场和尹保村石料场；枢纽区大罗贵土料场和 2#弃渣场取消，输水工程保家营弃渣场取消，依托杨家营弃渣场；枢纽区 1#弃渣场调整至河道右岸，新增从坝址至 1#弃渣场施工道路。

(3) 环评期规划水平年共需搬迁安置 1977 人，选择 8 个集中移民安置点和 8 个后靠安置点，工程实际完成 9 个集中安置点，完成搬迁安置 513 户 2125 人。

(4) 设计单位根据浮筒式取水设施技术可行性市场调查，将坝前生态灌溉取水方式由环评批复的浮筒式取水方式变更为固定分层取水方式，根据环评阶段对浮筒式和固定式的水温减缓效果预测，两个方案均能满足低温水减缓要求。

(5) 鱼类栖息地保护马龙区人民政府印发的征求意见稿反馈意见中提出：增加永发河（支流汇口至永发水库坝下河段）、车章河（车章河尾水处至五里箐水库坝下河段）、红桥河（支流汇口至马过河镇中和村千工坝下河段）也划分为栖息地，最终方案尚未确定，待政府最终讨论批复。

(6) 旁路系统：旁路系统建设方案经专家多次讨论和设计单位多次修改完善，于 2021 年 12 月 31 日通过云南省水利厅审查，方案取消了车章河旁路系统工程（处理规模 10000m³/d），马龙河干流处理规模由环评阶段的 100000m³/d 调整为 8000m³/d，白塔河旁路系统处理规模由环评阶段的 10000m³/d 调整为 6000m³/d，处理工艺未变。

7.2 工程建设对环境的影响

(1) 地表水环境影响

水文情势：大坝施工导流采用围堰一次断流，隧洞导流方式。截流后坝址上游来水经左岸导流泄洪放空隧洞（兼导流洞）泄流，于坝址下游导流洞出口处汇入马龙河河道，施工期仅在上、下游围堰之间河段水流流程发生改变，未对下游河道水文情势造成影响。

水质：工程建设前马龙河干流存在部分指标超过地表水Ⅲ类标准情况，2015 年、2016 年水质明显好转，施工期坝址断面基本能够满足地表水Ⅲ类标准要求，车马

碧水库主体工程建设未对坝址断面水质造成明显不利影响，由于库区污染治理的逐步实施，流域内水质状况有所改善。

(2) 陆生生态影响

调查范围内植被分布情况与环评阶段基本一致，根据环评阶段和施工期调查结果对比分析，总体来说工程建设未改变区域内陆生动物种类组成和区系，对动物的影响有限。施工期调查期间陆生保护物种增加了豹猫（兽类）、鸟类白腹锦鸡、褐翅鸦鹃、领角鸮、斑头鹤鹑和眼镜王蛇（爬行类）6种。

(3) 水生生态影响

工程建设期间较环评阶段鱼类物种数量无明显减少。环评阶段水生生态调查曾在白塔河支流捕捞到2尾滇池金线鲃，施工期水生生态调查期间未捕捞到滇池金线鲃，下阶段应重点关注滇池金线鲃的生存情况。滇池金线鲃是国家Ⅱ级保护鱼类，也是本工程配套鱼类增殖站的放流对象之一。

(4) 环境空气影响

施工期主要施工作业区污染物排放未出现超标现象，调查区各环境空气敏感点的环境空气质量基本满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，与工程开工前相比未发生明显下降。因此，工程建设未对区域环境空气质量产生明显不利影响，鉴于施工期间个别点位出现瞬时超标现象，工程应进一步加强管理，对裸露地面及时恢复，大风天气增加洒水次数。

(5) 声环境影响

工程施工期间，除枢纽区外，大部分在隧洞内施工，主要施工场区、进场公路场界噪声均可满足施工场界噪声标准，根据监测结果，周边声环境保护点声环境质量较环评阶段未出现明显变化，声环境质量能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。因此，工程施工未对调查区声环境质量造成明显影响。

(6) 固体废物影响

工程建设过程中，参建人员生活垃圾通过收集、外运后纳入马龙区垃圾处理体系一并处理；施工过程中对产生的各类有回收价值废弃物进行了回收利用，其余废弃物作为弃渣运往渣场堆存。总体而言，工程施工阶段，工程区范围内固体废物基本得到了有效处置，环境卫生面貌较好。

(7) 人群健康影响

工程建设期间对施工营地饮用水定期开展水质监测，2019年监测初期水质较

差，2020年和2021年水质明显好转，2021年除5#支洞和8#支洞出现总大肠菌群和菌落总数超标外，其余指标均能满足《生活饮用水水源水质标准》（CJ3020-93）的限值要求。各施工单位按施工需要向现场工作人员发放劳动防护用品，并且每年按比例对施工人员及所有食堂人员进行体检。

（8）移民安置区影响

移民集中搬迁安置点基本均已建成，安置点建设中配套了相应水保措施、路面硬化措施、绿化措施，污水处理设施、生活垃圾分类收集和转运设施，移民安置区环保措施已通过专项验收，因此对安置点所在地生态影响有限。

7.3 环境保护设施落实情况调查

7.3.1 工程环境保护“三同时”执行情况

车马碧水库工程设计阶段同步开展了环境保护设计工作，完成了工程初步设计环保篇、移民安置区环保措施施工招标设计、编制蓄水计划和调度方案等。工程的废水处理设施、固体废物处置措施、噪声和大气污染防治措施等总体上做到了与主体工程同时施工，并同时投入使用，工程建设过程中未产生明显负面环境影响。

7.3.2 生态保护工程和设施

车马碧水库已完成蓄水期库区清理专项验收和移民建设征地集中安置专项验收。已制定《云南省曲靖市车马碧水库工程蓄水计划和调度方案》，并在初期蓄水计划和正常运行调度方案中均考虑了下泄生态流量调度。坝前生态、灌溉分层取水设施和库中输水工程分层取水设施已与主体工程同步建设完成。移民安置区4个渣场基本已恢复植被，输水工程区沿线10个渣场已开始植被恢复工作，枢纽区渣场及临时占地目前正在使用，使用完毕随即开展植被恢复工作。

鱼道工程已全部贯通，进出口段和码头工程已基本建设完成。鱼类增殖站土建工程和设备安装已基本完成。旁路系统设计方案2021年底已通过专家审查，正在进行招标施工。鱼类栖息地马龙区人民政府已完成征求意见，待正式批复后开始招标施工，连通性恢复工程已完成前期征地工作。

7.3.3 污染防治和处置设施

施工期生产废水主要采用沉淀池、隔油池等措施处理后回用，枢纽区生活污水进入化粪池及一体化设备处理达标后回用或洒水降尘、绿化等，输水工程施工区生

生活污水经化粪池处理后由附近村民定期清掏，生产废水和生活污水全部经处理后回用或综合利用，不外排。各施工场区均配备了洒水车，定期通过洒水车或人工洒水降尘，对裸露地面进行苫盖。通过车辆限速、禁止鸣笛、采用低噪设备、保证设备正常运转等措施防治施工期噪声污染。各施工区生活垃圾分类暂存，定期由当地环卫系统清运并统一处理。

7.4 建议和后续工作要求

(1) 加快旁路系统工程的招标工作和建设进度，制定入库水质和库区水质跟踪监测计划，确保蓄水后库区水质达标。

(2) 加快鱼类保护栖息地和河道连通性恢复工程的建设进度。

(3) 加快鱼类增殖站的运行进度，尽早实现增殖放流。

(4) 加快鱼道工程后期建设，制定过鱼效果监测与评估计划方案。

(5) 蓄水阶段需确保坝址下泄流量不低于环评及批复要求，蓄水后应开展坝前垂向及坝下水温监测。

(6) 建立水质监测预警系统，水库蓄水后加强河段水质监测。

(7) 建议优化取水口拦鱼栅网方案，推荐使用电光拦鱼措施。

7.5 验收调查报告结论

云南省曲靖市车马碧水库工程前期审批程序规范、齐全，工程性质、建设地点、工程规模、主要工程特性指标等与经批准的环评文件基本一致，工程已完成库底清理专项验收和移民安置环保措施专项验收，施工期开展了环境监理和环境监测工作，施工期监测了地表水、地下水、水生生态、陆生生态、大气、声环境等，区域环境未因工程建设受到明显不利影响。工程建设过程中总体按照建设项目环境保护管理“三同时”制度落实了环境影响报告书及环评批复提出的主要生态保护和污染防治措施要求，建议通过蓄水阶段环境保护验收。

附表

附表1 车马碧水库工程施工期调查区所涉及流域鱼类名录和标本数

学名（中文名、拉丁名）	标本或调查	备注
O1 鲤形目 CYPRINIFORMES		
F1 鲤科 Cyprinidae		
马口鱼 <i>Opsarichthys bidens</i>	资料	土著种
鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	资料	土著种
草鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	2	外来种
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	2	土著种
棒花鱼 <i>Abbotina rivularis</i>	市场调查、访问	土著种
鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	3	外来种
鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>	资料	外来种
高体鳊 <i>Rhodeus ocellatus</i>	2	土著种
长身鱊 <i>Acheilognathus elongatus</i>	资料	土著种
云南光唇鱼 <i>Acrossocheilus yunnanensis</i>	资料	土著种
滇池金线鲃 <i>Sinocyclocheilus grahami</i>	资料、生境	土著种
鲫 <i>Carassius auratus auratus</i>	2	土著种
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	2	土著种
F2 条鳅科 Nemacheilidae		
横纹南鳅 <i>Schistura fasciolata</i>	市场调查、访问	土著种
戴氏南鳅 <i>Schistura dabryi</i>	市场调查、访问	土著种
红尾副鳅 <i>Paracobitis variegatus</i>	资料	土著种
F3 鳅科 Cobitidae		
泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	2	土著种
O2 颌针鱼目 BELONIFORMES		
F4 怪颌鲂科 Adrianichthyidae		
中华青鲂 <i>Oryzias sinensis</i>	资料	土著种
O3 合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES		
F5 合鳃鱼科 Synbranchidae		
黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	市场调查、访问	土著种
O4 鲿形目 Cyprinodontiformes		
F6 胎鲿科 Poeciliidae		
食蚊鱼 <i>Gambusia affinis</i> *	32	外来种
O5 鲇形目 Siluriformes		
F7 鲇科 Siluridae		
鲇 <i>Silurus asotus</i>	资料	土著种
F8 鲿科 Bagridae		
切尾拟鲿 <i>Pseudobagrus truncatus</i>	资料	土著种
O6 鲈形目 PERCIFORMES		
F9 虾虎科 Gobiidae		
子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	3	土著种
F10 塘鳢科 Eleotridae		
黄黝鱼 <i>Hypseleotris swinhonis</i>	市场调查、访问	土著种
总计种数：6目10科23属24种	48	

附表2 马碧水库工程施工期监测记录的两栖动物名录

序号	中文名	拉丁名	区系	保护情况	资源现状	资料来源	备注
O1	无尾目	Anura					
F1	铃蟾科	Bombinatoridae					
1	大蹼铃蟾	<i>Bombina maxima</i>	SW	特有	++	V	
F2	蟾蜍科	Bufonidae					
2	中华蟾蜍	<i>Bufo gargarizans</i>	POD		++++	S	
F3	雨蛙科	Hylidae					
3	华西雨蛙	<i>Hyla annectans</i>	SC-SW-CC	特有	+++	V	
F4	蛙科	Ranidae					
4	滇蛙	<i>Nidirana pleuraden</i>	SC-SW	特有	+++	S	鸣声
5	无指盘臭蛙	<i>Odorrana grahami</i>	SC-SW		++	S	
6	牛蛙	<i>Rana catesbeiana</i>			+++	S	外来物种

注：①本名录根据中国科学院昆明动物研究所的“中国两栖类”信息系统（2020年）的分类和排列进行编目（网站：<http://www.amphibiachina.org/>）；②序号：O1、O2...：目的编号；F1、F2...：科的编号；1、2...：种的编号；③区系从属：SC-SW：东洋界华南-西南区物种；SC-SW-CC：东洋界华南-西南-华中区物种（东洋界3个区都有分布，但尚达不到东洋广布）；POD：东洋古北两属广布种。加粗表示物种的主要分布区所属区系；④保护情况：I级：国家I级重点保护野生动物；II级：国家II级重点保护野生动物；YN：云南省省级保护野生动物。I：CITES 公约（2019年）附录I；II：CITES 附录II。CR：IUCN 极危种；EN：IUCN 濒危种；VU：IUCN 易危种。CR-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）极危种；EN-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）濒危种；VU-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）易危种。特有：中国特有种；⑤资源现状：+：罕见种；++：稀有种；+++：常见种；++++：优势种；⑥数据来源：S：实地调查（含目击，可分辨鸣声等）；V：访问调查

附表3 车马碧水库工程施工工期监测记录的爬行动物名录

序号	中文名	拉丁名	区系	保护情况	资源现状	资料来源	备注
O1	有鳞目	Squamata					
I	蜥蜴亚目	Lacertilia					
F1	壁虎科	Gekkonidae					
1	云南半叶趾虎	<i>Hemiphyllodactylus yunnanensis</i>	SC-SW		++	V	
F2	石龙子科	Scincidae					
2	铜蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	OD		+++	S	
F3	鬣蜥科	Agamidae					
3	昆明龙蜥	<i>Diploderma varcoae</i>	SC-SW	特有	++	S	
II	蛇亚目	Serpentes					
F4	蝰科	Viperidae					
4	山烙铁头蛇	<i>Ovophis monticola</i>	OD		+	V	
F5	眼镜蛇科	Elapidae					
5	眼镜王蛇	<i>Ophiophagus hannah</i>	SC-SW-CC	YN, II, EN-C, VU	+	V	
F6	游蛇科	Colubridae					
6	王锦蛇	<i>Elaphe carinata</i>	OD	EN-C	++	S	
7	黑眉锦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>	OD	EN-C	++	V	
F7	水游蛇科	Natricidae					
8	八线腹链蛇	<i>Hebius octolineatus</i>	SC-SW	特有	++	S	

注：①本名录根据“中国两栖、爬行动物更新名录”（王凯等，2020）进行编目；②序号：O1、O2...：目的编号；F1、F2...：科的编号；1、2...：种的编号；③区系从属：SC-SW：东洋界华南-西南区物种；SC-SW-CC：东洋界华南-西南-华中区物种（东洋界3个区都有分布，但尚达不到东洋广布）；OD：东洋界广布种。加粗表示物种的主要分布区所属区系；④保护情况：I级：国家I级重点保护野生动物；II级：国家II级重点保护野生动物；YN：云南省省级保护野生动物。I：CITES 公约（2019年）附录I；II：CITES 附录II。CR：IUCN 极危种；EN：IUCN 濒危种；VU：IUCN 易危种。CR-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）极危种；EN-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）濒危种；VU-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）易危种。特有：中国特有种；⑤资源现状：+：罕见种；++：稀有种；+++：常见种；++++：优势种；⑥数据来源：S：实地调查（含目击，可分辨鸣声等）；V：访问调查。

附表4 车马碧水库工程施工期监测记录的鸟类名录

序号	中文名	拉丁名	居留型	区系	保护情况	资源现状	资料来源	备注
O1	鸡形目	Galliformes						
F1	雉科	Phasianidae						
1	棕胸竹鸡	<i>Bambusicola fytchii</i>	R	O		+++	V	
2	环颈雉	<i>Phasianus colchicus</i>	R	OP		+++	V	
3	白腹锦鸡	<i>Chrysolophus amherstiae</i>	R	O	II级	++++	S、V、C	
O2	雁形目	Anseriformes						
F2	鸭科	Anatidae						
4	斑嘴鸭	<i>Anas zonorhyncha</i>	W			++	S	
O3	鸊鷉目	Podicipediformes						
F3	鸊鷉科	Podicipedidae						
5	小鸊鷉	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	R	OP		++++	S	
O4	鸽形目	Columbiformes						
F4	鸠鸽科	Columbidae						
6	山斑鸠	<i>Streptopelia orientalis</i>	R	OP		+++	S、C	
7	珠颈斑鸠	<i>Streptopelia chinensis</i>	R	O		+++	S	
O5	夜鹰目	Caprimulgiformes						
F5	夜鹰科	Caprimulgidae						
8	普通夜鹰	<i>Caprimulgus indicus</i>	S	OP		++	S	鸣
O6	鹃形目	Cuculiformes						
F6	杜鹃科	Cuculidae						
9	褐翅鸦鹃	<i>Centropus sinensis</i>	R	O	II级	++	S	
10	噪鹃	<i>Eudynamys scolopacea</i>	S	O		+++	S	
11	大鹰鹃	<i>Hierococcyx sparveroides</i>	S	O		+++	S、C	鸣
12	中杜鹃	<i>Cuculus saturatus</i>	S	OP		++	S	鸣
13	大杜鹃	<i>Cuculus canorus</i>	S	OP		++++	S	
O7	鹤形目	Gruiformes						
F7	秧鸡科	Rallidae						
14	黑水鸡	<i>Gallinula chloropus</i>	R	OP		++	S	
O8	鹬形目	Charadriiformes						
F8	鹬科	Scolopacidae						
15	扇尾沙锥	<i>Gallinago gallinago</i>	W			++	S	
16	白腰草鹬	<i>Tringa ochropus</i>	W			++	S	
17	林鹬	<i>Tringa glareola</i>	P			+	S	
O9	鹈形目	Pelecaniformes						

序号	中文名	拉丁名	居留型	区系	保护情况	资源现状	资料来源	备注
F9	鹭科	Ardeidae						
18	绿鹭	<i>Butorides striata</i>	S	OP		+	S	
19	池鹭	<i>Ardeola bacchus</i>	R	OP		++	S	
20	牛背鹭	<i>Bubulcus ibis</i>	R	O		+++	S	
21	苍鹭	<i>Ardea cinerea</i>	R	OP		+++	S	
22	白鹭	<i>Egretta garzetta</i>	R	O		++++	S	
O10	鹰形目	Accipitriformes						
F10	鹰科	Accipitrida						
23	白尾鹞	<i>Circus cyaneus</i>	W		Ⅱ级、Ⅱ	+	S	
24	普通鵟	<i>Buteo japonicus</i>	W		Ⅱ级、Ⅱ	++	S	
O11	鸮形目	Strigiformes						
F11	鸮鸮科	Strigidae						
25	领角鸮	<i>Otus lettia</i>	R	OP	Ⅱ级、Ⅱ	+	S	鸣
26	斑头鸺鹠	<i>Glaucidium cuculoides</i>	R	O	Ⅱ级、Ⅱ	+	S	鸣
O12	犀鸟目	Bucerotiformes						
F12	戴胜科	Upupidae						
27	戴胜	<i>Upupa epops</i>	R	OP		+++	S	
O13	佛法僧目	Coraciiformes						
F13	翠鸟科	Alcedinidae						
28	白胸翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	R	O		++	S	
29	普通翠鸟	<i>Alcedo atthis</i>	R	OP		+++	S	
O14	啄木鸟目	Piciformes						
F14	啄木鸟科	Picidae						
30	蚁鴷	<i>Jynx torquilla</i>	W			+	S	
31	斑姬啄木鸟	<i>Picumnus innominatus</i>	R	O		++	S	
32	星头啄木鸟	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	R	OP		+++	S	
33	大斑啄木鸟	<i>Dendrocopos major</i>	R	OP		+++	S	
34	灰头绿啄木鸟	<i>Picus canus</i>	R	OP		+++	S	
O15	隼形目	Falconiformes						
F15	隼科	Falconidae						
35	红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	R	OP	Ⅱ级、Ⅱ	++	S	
O16	雀形目	Passeriformes						
F16	莺雀科	Vireonidae						
36	红翅鵙鹛	<i>Pteruthius flaviscapis</i>	R	O		++	S	
F17	山椒鸟科	Campephagidae						

序号	中文名	拉丁名	居留型	区系	保护情况	资源现状	资料来源	备注
37	长尾山椒鸟	<i>Pericrocotus ethologus</i>	S	O		+++	S	
38	短嘴山椒鸟	<i>Pericrocotus brevirostris</i>	S	O		+++	S	
F18	扇尾鹟科	Rhipiduridae						
39	白喉扇尾鹟	<i>Rhipidura albicollis</i>	R	O		++++	S	
F19	卷尾科	Dicruridae						
40	黑卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	S	OP		++	S	
41	灰卷尾	<i>Dicrurus leucophaeus</i>	S	O		++	S	
F20	伯劳科	Laniidae						
42	棕背伯劳	<i>Lanius schach</i>	R	O		+++	S	
43	灰背伯劳	<i>Lanius tephronotus</i>	R	OP		++	S	
F21	鸦科	Corvidae						
44	松鸦	<i>Garrulus glandarius</i>	R	OP		++	C	
45	红嘴蓝鹊	<i>Urocissa erythrorhyncha</i>	R	OP		++++	S、C	
46	喜鹊	<i>Pica pica</i>	R	OP		++++	S	
F22	玉鹟科	Stenostiridae						
47	方尾鹟	<i>Culicicapa ceylonensis</i>	S	O		+++	S	
F23	山雀科	Paridae						
48	大山雀	<i>Parus cinereus</i>	R	OP		++	S	
49	绿背山雀	<i>Parus monticolus</i>	R	O		+++	S	
F24	扇尾莺科	Cisticolidae						
50	纯色山鹡莺	<i>Prinia inornata</i>	R	O		+++	S	
F25	燕科	Hirundinidae						
51	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	S	OP		++++	S	
52	金腰燕	<i>Cecropis daurica</i>	S	OP		++	S	
F26	鹎科	Pycnonotidae						
53	凤头雀嘴鹎	<i>Spizixos canifrons</i>	R	O		+++	S	
54	黄臀鹎	<i>Pycnonotus xanthorrhous</i>	R	O		++++	S、C	
55	白喉红臀鹎	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	R	O		++++	S	
56	绿翅短脚鹎	<i>Ixos mccllellandii</i>	R	O		+++	S	
57	黑短脚鹎	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	R	O		++	S	
F27	柳莺科	Phylloscopidae						
58	褐柳莺	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	W			+++	S	
59	黄腰柳莺	<i>Phylloscopus proregulus</i>	W			+++	S	
60	黄眉柳莺	<i>Phylloscopus inornatus</i>	W			+++	S	
F28	树莺科	Cettiidae						
61	强脚树莺	<i>Horoenis fortipes</i>	R	O		++	S	

序号	中文名	拉丁名	居留型	区系	保护情况	资源现状	资料来源	备注
F29	长尾山雀科	Aegithalidae						
62	红头长尾山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	R	O		++++	S、C	
F30	莺鹟科	Sylviidae						
63	棕头雀鹟	<i>Fulvetta ruficapilla</i>	R	O		++	S	
64	棕头鸦雀	<i>Sinosuthora webbiana</i>	R	OP		++	S	
F31	绣眼鸟科	Zosteropidae						
65	白领凤鹟	<i>Yuhina diademata</i>	R	O		+++	S	
66	灰腹绣眼鸟	<i>Zosterops palpebrosus</i>	R	O		++++	S	
F32	林鹟科	Timaliidae						
67	斑胸钩嘴鹟	<i>Pomatorhinus gravivox</i>	R	O		+++	S、C	鸣
68	棕颈钩嘴鹟	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	R	O		+++	S	鸣
69	红头穗鹟	<i>Cyanoderma ruficeps</i>	R	O		++	S	鸣
F33	幽鹟科	Pellorneidae						
70	褐胁雀鹟	<i>Schoeniparus dubia</i>	R	O		++++	S、C	
71	灰眶雀鹟	<i>Alcippe morrisonia</i>	R	O		++	S	
F34	噪鹟科	Leiothrichidae						
72	矛纹草鹟	<i>Babax lanceolatus</i>	R	O		++	S	
73	白颊噪鹟	<i>Garrulax sannio</i>	R	O		++++	S、C	
74	蓝翅希鹟	<i>Siva cyanouroptera</i>	R	O		+++	S	
75	斑喉希鹟	<i>Chrysominla strigula</i>	R	O		++	S	
76	红尾希鹟	<i>Minla ignotincta</i>	R	O		++	S	
77	黑头奇鹟	<i>Heterophasia desgodinsi</i>	R	O		++	S	
F35	鹎科	Sittidae						
78	栗臀鹎	<i>Sitta nagaensis</i>	R	O		+++	S	
F36	河乌科	Cinclidae						
79	褐河乌	<i>Cinclus pallasii</i>	R	OP		+	S	
F37	椋鸟科	Sturnidae						
80	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	R	O		+++	S	
81	丝光椋鸟	<i>Spodiopsar sericeus</i>	R	O		++	S	
F38	鸫科	Turdidae						
82	黑胸鸫	<i>Turdus dissimilis</i>	R	O		++	C	
83	乌鸫	<i>Turdus mandarinus</i>	R	O		++	S	
F39	鹟科	Muscicapidae						
84	红喉歌鹟	<i>Calliope calliope</i>	W			++	S	
85	蓝眉林鹟	<i>Tarsiger rufilatus</i>	W			++	S	

序号	中文名	拉丁名	居留型	区系	保护情况	资源现状	资料来源	备注
86	鹊鸂	<i>Copsychus saularis</i>	R	O		++++	S	
87	蓝额红尾鸂	<i>Phoenicuroopsis frontalis</i>	W			+++	S	
88	北红尾鸂	<i>Phoenicurus aureoreus</i>	W			+++	S、C	
89	红尾水鸂	<i>Rhyacornis fuliginosa</i>	R	OP		++++	S	
90	白顶溪鸂	<i>Chaimarrornis leucocephalus</i>	R	O		+++	S	
91	白尾蓝地鸂	<i>Myiomela leucurum</i>	R	O		++	C	
92	紫啸鸂	<i>Myophonus caeruleus</i>	R	O		++++	S、C	
93	灰背燕尾	<i>Enicurus schistaceus</i>	R	O		+	S	
94	白额燕尾	<i>Enicurus leschenaulti</i>	R	O		++	S	
95	黑喉石鸂	<i>Saxicola maurus</i>	R	OP		++++	S	
96	灰林鸂	<i>Saxicola ferreus</i>	R	O		+++	S	
97	蓝矶鸂	<i>Monticola solitarius</i>	R	OP		++	S	
98	栗腹矶鸂	<i>Monticola rufiventris</i>	R	O		++	S	
99	红喉姬鸂	<i>Ficedula albicilla</i>	P			++	S	
100	灰蓝姬鸂	<i>Ficedula tricolor</i>	S	O		++	C	
101	铜蓝鸂	<i>Eumyias thalassinus</i>	S	O		++	S	
102	山蓝仙鸂	<i>Cyornis banyumas</i>	S	O		+	S	
F40	花蜜鸟科	Nectariniidae						
103	蓝喉太阳鸟	<i>Aethopyga gouldiae</i>	R	O		+	S	
F41	梅花雀科	Estrildidae						
104	白腰文鸟	<i>Lonchura striata</i>	R	O		++	S	
105	斑文鸟	<i>Lonchura punctulata</i>	R	O		++	S	
F42	雀科	Passeridae						
106	麻雀	<i>Passer montanus</i>	R	OP		+++	S	
F43	鹊鸂科	Motacillidae						
107	灰鹊鸂	<i>Motacilla cinerea</i>	W			+	S	
108	白鹊鸂	<i>Motacilla alba</i>	R	OP		++++	S	
109	树鸂	<i>Anthus hodgsoni</i>	W			+++	S	
110	粉红胸鸂	<i>Anthus roseatus</i>	R	OP		++	S	
F44	燕雀科	Fringillidae						
111	燕雀	<i>Fringilla montifringilla</i>	W			++	S	
112	黑头金翅雀	<i>Chloris ambigua</i>	R	O		+++	S	
F45	鹀科	Emberizidae						
113	灰眉岩鹀	<i>Emberiza godlewskii</i>	R	OP		+++	S	
114	小鹀	<i>Emberiza pusilla</i>	W			+++	S	
115	黄喉鹀	<i>Emberiza elegans</i>	R	OP		++	C	

注：①本名录根据《中国鸟类分类与分布名录（第三版）》（2017）的分类和排序进行编目；②序号：O1、O2...：目的编号；F1、F2...：科的编号；1、2...：种的编号；③居留型：R：留鸟；W：冬候鸟；S：夏候鸟；P：旅鸟；V：迷鸟；④区系从属：O：东洋种；P：古北种；OP：广布种；⑤保护情况：I级：国家I级重点保护野生动物；II级：国家II级重点保护野生动物；YN：云南省省级保护野生动物。I：CITES 公约（2019年）附录I；II：CITES 附录II。CR：IUCN 极危种；EN：IUCN 濒危种；VU：IUCN 易危种。CR-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）极危种；EN-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）濒危种；VU-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）易危种。特有：中国特有种；⑥资源现状：+：罕见种；++：稀有种；+++：常见种；++++：优势种。⑦数据来源：S：实地调查（含目击，可分辨鸣声等）；V：访问调查；C：红外相机。

附表5 车马碧水库工程施工期监测记录的哺乳类动物名录

序号	中文名	拉丁名	区系	保护情况	资源现状	资料来源	备注
O1	攀鼯目	Scandentia					
F1	树鼯科	Tupaiaidae					
1	北树鼯	<i>Tupaia belangeri</i>	SC-SW-CC	II	++++	S、C	
O2	食肉目	Carnivora					
F2	鼬科	Mustelidae					
2	黄鼬	<i>Mustela sibirica</i>	POD		++	V	
3	鼬獾	<i>Melogale moschata</i>	OD		+++	C	
F3	灵猫科	Viverridae					
4	果子狸	<i>Paguma larvata</i>	OD		+	C	
F4	猫科	Felidae					
5	豹猫	<i>Prionailurus bengalensis</i>	POD	II、VU-C	++	S、C	粪便
O3	啮齿目	Rodentia					
F5	松鼠科	Sciuridae					
6	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>	OD		++++	S、C	
7	珀氏长吻松鼠	<i>Dremomys pernyi</i>	OD		++++	S、C	
F6	鼠科	Muridae					
8	褐家鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	POD		+++	S、V	
9	黄胸鼠	<i>Rattus tanezumi</i>	POD		+++	S、V	
O4	兔形目	Lagomorpha					
F7	兔科	Leporidae					
10	云南兔	<i>Lepus comus</i>	SC-SW		++	S、C、V	

注：①本名录根据“中国哺乳动物多样性（第2版）”（蒋志刚等，2017）进行编目；②序号：O1、O2...：目的编号；F1、F2...：科的编号；1、2...：种的编号；③区系从属：SC-SW：东洋界华南-西南区物种；SC-SW-CC：东洋界华南-西南-华中区物种（东洋界3个区都有分布，但尚达不到东洋广布）；OD：东洋届广布种；POD：东洋古北两届广布种。加粗表示物种的主要分布区所属区系；④保护情况：I级：国家I级重点保护野生动物；II级：国家II级重点保护野生动物；YN：云南省省级保护野生动物。I：CITES 公约（2019年）附录I；II：CITES 附录II。CR：IUCN 极危种；EN：IUCN 濒危种；VU：IUCN 易危种。CR-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）极危种；EN-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）濒危种；VU-C：《中国脊椎动物红色名录》（2016年）易危种。特有：中国特有种；⑤资源现状：+：罕见种；++：稀有种；+++：常见种；++++：优势种；⑥数据来源：S：实地调查（含目击，可分辨鸣声等）；V：访问调查；C：红外相机。