目 录

[概述 1](#bookmark1)

[评价任务由来 1](#bookmark2)

[前期工作 2](#bookmark3)

[评价工作过程 2](#bookmark4)

[建设项目特点 3](#bookmark5)

[项目分析判定情况 3](#bookmark6)

[关注的主要环境问题 4](#bookmark7)

[报告书主要结论 5](#bookmark8)

**[1](#bookmark9)** [总则 6](#bookmark9)

**[1.1](#bookmark10)** [评价目的、原则 6](#bookmark10)

**[1.2](#bookmark11)** [编制依据 7](#bookmark11)

**[1.3](#bookmark12)** [环境影响识别与评价因子确定 10](#bookmark12)

**[1.4](#bookmark13)** [环境功能区划 11](#bookmark13)

**[1.5](#bookmark14)** [评价标准 12](#bookmark14)

**[1.6](#bookmark15)** [评价等级和评价范围 15](#bookmark15)

**[1.7](#bookmark16)** [环境保护目标 21](#bookmark16)

**[1.8](#bookmark17)** [评价重点及评价时段 24](#bookmark17)

**[1.9](#bookmark18)** [评价工作程序 24](#bookmark18)

**[2](#bookmark19)** [工程概况及工程分析 26](#bookmark19)

**[2.1](#bookmark20)** [流域规划及开发概况 26](#bookmark20)

**[2.2](#bookmark21)** [工程任务及规模 33](#bookmark21)

**[2.3](#bookmark22)** [工程组成 40](#bookmark22)

**[2.4](#bookmark23)** [工程分析 79](#bookmark23)

**[3](#bookmark24)** [环境现状调查与评价 98](#bookmark24)

**[3.1](#bookmark25)** [自然环境概况 98](#bookmark25)

**[3.2](#bookmark26)** [环境质量现状调查与评价 104](#bookmark26)

**[3.3](#bookmark27)** [项目区现状污染源及主要环境问题 192](#bookmark27)

**[4](#bookmark28)** [环境影响预测与评价 193](#bookmark28)

**[4.1](#bookmark29)** [水资源利用影响评价 193](#bookmark29)

**[4.2](#bookmark30)** [地表水环境影响预测与评价 193](#bookmark30)

**[4.3](#bookmark31)** [地下水环境影响预测与评价 213](#bookmark31)

**[4.4](#bookmark32)** [生态环境影响评价 216](#bookmark32)

**[4.5](#bookmark33)** [环境空气影响评价 235](#bookmark33)

**[4.6](#bookmark34)** [声环境影响评价 235](#bookmark34)

**[4.7](#bookmark35)** [固体废物影响分析 237](#bookmark35)

**[5](#bookmark36)** [环境风险评价 239](#bookmark36)

**[5.1](#bookmark37)** [施工期环境风险分析 239](#bookmark37)

**[5.2](#bookmark38)** [运营期环境风险分析 243](#bookmark38)

**[6](#bookmark39)** [环境保护措施 246](#bookmark39)

**[6.1](#bookmark40)** [生态环境保护措施 246](#bookmark40)

**[6.2](#bookmark41)** [地表水环境保护措施 249](#bookmark41)

**[6.3](#bookmark42)** [环境空气保护措施 252](#bookmark42)

**[6.4](#bookmark43)** [声环境保护措施 253](#bookmark43)

**[6.5](#bookmark44)** [固体废物污染防治措施 253](#bookmark44)

**[6.6](#bookmark45)** [环境风险防范措施 254](#bookmark45)

**[6.7](#bookmark46)** [环境保护措施汇总 255](#bookmark46)

**[7](#bookmark47)** [环境监测计划、环境监理与环境管理 263](#bookmark47)

**[7.1](#bookmark48)** [环境监测计划 263](#bookmark48)

**[7.2](#bookmark49)** [环境监理 265](#bookmark49)

**[7.3](#bookmark50)** [环境管理 267](#bookmark50)

**[7.4](#bookmark51)** [竣工环境保护验收 269](#bookmark51)

**[8](#bookmark52)** [环境经济损益分析 271](#bookmark52)

**[8.1](#bookmark53)** [环境保护投资 271](#bookmark53)

**[8.2](#bookmark54)** [工程经济效益分析 273](#bookmark54)

**[8.3](#bookmark55)** [社会效益分析 273](#bookmark55)

**[9](#bookmark56)** [结论 274](#bookmark56)

**[9.1](#bookmark57)** [工程概况 274](#bookmark57)

**[9.2](#bookmark58)** [产业政策及规划符合性 274](#bookmark58)

**[9.3](#bookmark59)** [选址合理性 274](#bookmark59)

**[9.4](#bookmark60)** [环境现状评价结论 274](#bookmark60)

**[9.5](#bookmark61)** [环境影响评价 276](#bookmark61)

**[9.6](#bookmark62)** [主要环境保护措施 278](#bookmark62)

**[9.7](#bookmark63)** [总结论 279](#bookmark63)

附件：

附件 **1** 、工作委托书；

附件 **2**、云南省水利厅《关于准予楚雄州大姚县桂花水库工程水资源论证报告书

的行政许可决定书》（云水资源许**[2016]8** 号）；

附件 **3**、云南省水利厅《关于准予楚雄州大姚县桂花水库工程取水许可申请的行

政许可决定书》（云水资源许**[2017]11** 号）；

附件 **4**、长江水利委员会《关于印发云南省楚雄州大姚县桂花水库工程审核意见

的通知》（长规计**[2017]100** 号）；

附件 **5**、云南省水利厅《关于准予大姚县桂花水库屔程水土保持方案的行政许可

决定书》（云水保许**[2017]172** 号）；

附件 **6** 、云南省住房和城乡建设厅《建设项目选址意见书》（选字第省级

**201700062** 号）；

附件 **7**、云南省国土资源厅《关于大姚县桂花水库工程建设项目的用地预审意见》

（云国土资预**[2018]4** 号）；

附件 **8**、云南省发展和改革委员会《关于大姚县桂花水库工程可行性研究报告的

批复》（云发改农经**[2018]249** 号）；

附件 **9**、云南省水利厅《关于准予大姚县桂花水库工程初步设计报告的行政许可

决定书》（云水许可**[2019]1** 号）；

附件 **10** 、国家林业和草原局《使用林地审核同意书》（林资许准**[2019]523** 号）； 附件 **11** 、云南省林业和草原局《关于大姚县桂花水库工程临时占用林地的行政

许可决定》（云林审批**[2019]1167** 号）；

附件 **12** 、国家林业和草原局关于大姚县桂花水库项目使用林地行政许可续展的

决定（林资许续（滇）〔**2021**〕**14** 号）；

附件 **13** 、大姚县桂花水库工程建设项目农用地转用及土地征收的批复（云自然

资复〔**2022**〕**30** 号）；

附件 **14** 、关于大姚县桂花水库工程建设项目划拨用地的批复（楚自然资审批

〔**2022**〕**148** 号）；

附件 **15** 、生态红线查询说明；

附件 **16** 压覆矿说明；

附件 **17** 不占用基本农田说明

附件 **18** 大姚县桂花水库工程占地和水库淹没区文物古迹情况证明的函**(**大姚县

文体广电旅游局**)**

附件 **19** 大姚县桂花水库工程占地和水库淹没区自然保护区情况证明的函**(**大姚

县林业局**)**

附件 **20** 撤销行政许可的通知

附图：

附图 **1**、项目地理位置示意图；

附图 **2**、流域水系、地表水评价范围及监测点位图；

附图 **3** 、大气、声环境评价范围及监测点位图；

附图 **4** 、施工总平面布置图；

附图 **5** 、枢纽施工总平面布置图；

附图 **6** 、灌溉片区示意图；

附图 **7** 、评价区卫星影像图；

附图 **8** 、评价区植被现状图；

附图 **9** 、植被调查样线和样方布置图；

附图 **10** 、评价区生态系统类型分布图；

附图 **11** 、评价区土地利用现状图；

附图 **12** 、评价区土壤侵蚀图；

附图 **13** 、评价区植被覆盖空间分布图；

附图 **14** 、生态保护措施示意图；

附图 **15** 、生态监测布点图；

附图 **16** 、评价区动物调查路线和位点示意图；

附图 **17** 、评价区保护动植物发现点；

附图 **18** 、国家二级保护动物普通鵟适宜生境区；

附图 **19** 、国家二级保护动物红隼适宜生境区；

附图 **20** 、国家二级保护动物雀鹰适宜生境区；

附图 **21** 、国家二级保护动物松雀鹰适宜生境区；

附图 **22** 、国家二级保护动物画眉适宜生境区；

附图 **23** 、地下水评价范围及监测点位布置图；

附图 **24** 、环境敏感目标位置关系图；

附图 **25** 、建设项目与周边基本农田的位置关系；

附图 **26** 、库区与生态红线位置示意图；

附图 **27** 、岔处地块石料场、典型渣场水保措施平面布置图；

附图 **28** 、生态流量下放措施图。

附录：

附录 **1** 、植物群落及现场调查照片；

附录 **2** 、维管植物名录；

附录 **3** 、群落样方调查表；

附录 **4** 、动物名录；

附录 **5** 、水生生物名录；

附录 **6** 、维管植物线路调查记录表。

附表：

附表 **1** 、建设项目大气环境影响评价自查表；

附表 **2** 、环境风险简单分析内容表；

附表 **3** 、建设项目地表水环境影响评价自查表。

概述

评价任务由来

大姚县桂花水库工程位于金沙江一级支流万马河上游支流桂花河上，水库灌 区主要涉及六苴河（含者纳么河）、蜻蛉河流域，该流域耕地集中，有耕地面积 约 13.83 万亩， 六苴河流域是六苴镇楚雄矿冶股份有限公司所在地， 以有色金属 采选及加工工业为主， 是大姚县的重点龙头企业； 蜻蛉河流域是大姚县城的政治 经济文化中心，随着社会经济发展日益加快，城镇人口不断增加，需水量较大， 但该片水利化程度较高， 已无适合新建水源工程的水量和地形条件。桂花河流域 （万马河上游） 地处高山峡谷区需水量少、水资源相对丰富， 位置高， 且具有建 库蓄水的条件。因此， 在万马河上游兴建大姚县桂花水库工程建设项目，跨流域 引水到六苴河及蜻蛉河流域， 解决桂花灌溉片区、者纳么灌溉片区、六苴灌溉片 区、新街灌溉片区、金碧灌溉片区的居民生活用水及工农业缺水问题， 实现水资

源的优化配置，可改善当地群众的生产、生活条件，加快群众脱贫致富步伐。

大姚县桂花水库工程属于《大姚县蜻蛉河流域及相关地区水资源配置规划》 （大政复[2015]42 号）中的重点水源工程， 已被列入了《西南五省（自治区、直 辖市） 重点水源工程建设规划》、《云南省百件骨干水源工程建设规划》、《楚雄州

“十四五”水安全保障规划》、《楚雄北部片区水资源综合利用规划》。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》， 项目开工前应开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名 录》（2021）中“五十一、水利”，库容 1000 万立方米及以上的项目应编制环境 影响报告书， 桂花书库总库容 1207.6 万 m3 ，须编制环境影响报告书。 2022 年 8 月，受大姚县水务局委托， 云南联创环境工程有限公司（以下简称“环评单位”） 承担该项目的环境影响评价工作。接到委托后， 我单位及时组织技术人员进行现 场踏勘和调查， 并委托中博源检测（云南） 有限公司完成本次环评环境质量现状 监测；委托中国科学院昆明植物研究所开展生态影响的专题研究工作。在此基础 上根据国家环保法规、标准和环境影响评价技术导则， 编制《大姚县桂花水库工

程环境影响报告书》，供建设单位上报审批。

前期工作

2016 年 5 月， 项目取得云南省水利厅《关于准予楚雄州大姚县桂花水库工 程水资源论证报告书的行政许可决定书》（云水资源许[2016]8 号），并于 2017 年 12 月取得云南省水利厅《关于准予楚雄州大姚县桂花水库工程取水许可申请的

行政许可决定书》（云水资源许[2017]11 号）。

2017 年 2 月， 项目取得长江水利委员会《关于印发云南省楚雄州大姚县桂

花水库工程审核意见的通知》（长规计[2017]100 号）。

2017 年 12 月， 项目取得云南省水利厅《关于准予大姚县桂花水库屔程水土

保持方案的行政许可决定书》（云水保许[2017]172 号）。

2017 年 12 月， 项目取得云南省住房和城乡建设厅《建设项目选址意见书》

（选字第省级 201700062 号）。

2018 年 1 月， 项目取得云南省国土资源厅《关于大姚县桂花水库工程建设

项目的用地预审意见》（云国土资预[2018]4 号）。

2018 年 2 月， 项目取得云南省发展和改革委员会《关于大姚县桂花水库工

程可行性研究报告的批复》（云发改农经[2018]249 号）。

2019 年 1 月， 项目取得云南省水利厅《关于准予大姚县桂花水库工程初步

设计报告的行政许可决定书》（云水许可[2019]1 号）。

2019 年 9 月， 项目取得国家林业和草原局《使用林地审核同意书》（林资许

准[2019]523 号）。

2019 年 10 月， 项目取得云南省林业和草原局《关于大姚县桂花水库工程临

时占用林地的行政许可决定》（云林审批[2019]1167 号）。

2022 年 2 月， 项目取得云南省自然资源厅《关于大姚县桂花水库工程建设

项目农用地转用及土地征收的批复》（云自然资复[2022]30 号）。

2022 年 2 月， 项目取得楚雄州自然资源和规划局《关于大姚县桂花水库工

程划拨用地的批复》（楚自然资审批[2022]148 号）。

评价工作过程

（1）2022 年 8 月接到委托后， 立即成立项目组， 对建设单位提供的各种资

料进行梳理、查阅相关资料、分析工程内容， 于 2022 年 8 月 1 日进行实地踏勘。

（2）2022 年 8 月 4 日~8 月 17 日，建设单位按《环境影响评价公众参与暂 行 办 法 》 ， 在 大 姚 县 人 民 政 府 网 站 [http://www.dayao.gov.cn/info/egovinfo/1007/overt\_centent/dyx016-/2022-](http://www.dayao.gov.cn/info/egovinfo/1007/overt_centent/dyx016-/2022-0804001.htm) [0804001.htm 、](http://www.dayao.gov.cn/info/egovinfo/1007/overt_centent/dyx016-/2022-0804001.htm)大姚县桂花镇马茨村委会、 大姚县桂花镇皮左黑村委会进行第一 次公示。

（3）2023 年 4 月 01 日~4 月 13 日，委托中博源检测（云南） 有限公司对项

目区域地表水、地下水、环境空气、 声环境、土壤环境质量现状进行监测。

（4）2023 年 4 月 20 日～5 月 6 日，报告书初稿完成后， 建设单位按《环境 影响评价公众参与办法》大姚县人民政府网站、楚雄日报、当地村委会进行征求

意见稿公示。

（5）将公众参与结论纳入环评报告中，完成环境影响报告书。

建设项目特点

大姚县桂花水库工程位于金沙江一级支流万马河上游支流桂花河上。水库坝 址位于东经 101 ° 16 ′2.98 ″ ，北纬 26 °2 ′ 11.27 ″ 。大姚县桂花水库工程规模 为中型，工程等别为Ⅲ等，为完全年调节水库。水库总库容 1192.7 万 m3 ，兴利 库容 914.5 万 m3 ，正常蓄水位 2094.2m，水库年供水量为 1362.9 万 m3 。工程建 设任务是城镇和集镇生活供水、农村人畜生活供水、农业灌溉、工业供水，水库

建成后与现有水利工程联合调度。

大姚县桂花水库工程由引水工程、枢纽工程、引洪工程和输水工程组成。枢 纽工程由大坝、溢洪道、导流输水放空隧洞组成， 大坝为粘土心墙风化料坝， 最 大坝高 93.1m；引水工程由取水坝、引水渠道（4.6km）和引洪隧洞（0.2km）组 成；引洪工程由 4 个取水坝、4 条引洪沟（1.215km）组成， 将汛期洪水引入输水 工程，输水至碧么水库、大罗古水库调蓄；输水工程连接桂花水库和碧么水库， 全长 26.944km，其中管道长 1.435km，渠道长 8.975km（暗渠），隧洞 6 条总长

15.084km，倒虹吸 8 座总长 1.382km，渡槽 2 座总长 68m。

工程总投资 72820.08 万元，计划总工期 54 个月。

项目分析判定情况

（1）根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，项目属于第一类 鼓励中

“二、水利 2、跨流域调水工程和 3、城乡供水水源工程以及 4、农村饮水安全工

程 ”，符合国家产业政策。

（2）项目建设符合《大姚县蜻蛉河流域及相关地区水资源配置规划》、《云 南省百件骨干水源工程建设规划》、《楚雄州“十四五”水安全保障规划》、《楚雄

北部片区水资源综合利用规划》。

（3）项目属于《云南省主体功能区划》中的省级重点生态功能区，项目属 于基础设施建设， 水库的开发任务是提供人畜生活用水以及农田灌溉用水， 可以 保证当地农业用水，促进农业发展。项目符合《云南省主体功能区划》重点生态

功能区的定位与发展。

（4）项目属于《云南省生态功能区划》中的Ⅲ2-4 元谋龙川江干热河谷农业 生态功能区，保护措施与发展方向为调整产业结构、增加沿江河谷面山的森林覆 盖率， 发展热带经济林木， 改善区域的水环境条件， 发展庭院经济， 防止生态环 境荒漠化。项目建设对自然植被破坏小， 不属于所在区域生态功能区中需要禁止 建设的项目，工程建成后有利于调整灌区种植结构、保护农田生态环境及改善灌

区森林覆盖率。因此不违反《云南省生态功能区划报告》的相关规定。

（5）项目区域环境质量满足功能区划要求，项目建设不会改变区域环境功

能。

关注的主要环境问题

结合水库项目特点及项目所处区域环境的敏感程度， 给出项目的主要环境问

题。

（1）项目产业政策、相关规划、法律法规分析其符合性；

（2）项目选址的环境合理性分析；

（3）施工期“三废”及噪声的排放对评价区环境造成的不利影响；

（4）初期蓄水及运行造成拦河坝后段发生减水，对河道水生生态环境造成 影响；库区淹没及施工占地将造成评价区一定量的植被及植物个体资源的损失等

的陆生生态环境影响；

（5）灌溉回归水对地表水水质的影响。

报告书主要结论

大姚县桂花水库工程的建设符合国家产业政策， 项目的建设不违反《云南省

主体功能区规划》、《云南省生态功能区划》等相关法律法规和规划。

工程建设将对区域环境产生一定的不利影响， 主要表现在淹没和施工占地对 陆生动植物资源的影响， 筑坝阻隔引起水环境的变化； 水库取水改变下游河段的 水文情势对下游水资源综合利用和生态环境的影响； 施工“三废”对周围环境的 污染影响； 工程施工和弃渣造成水土流失对当地生态环境的影响； 工程占地对社 会环境的影响等。本环评已针对各环境要素提出了减缓境影响的环保措施及投资，

在采取相应的环境保护措施后，项目建设的各种不利环境影响可以得到减小。

从环境影响的角度分析， 大姚县桂花水库工程建设是可行的。

**1** 总则

**1.1** 评价目的、原则

**1.1.1** 评价目的

根据大姚县桂花水库工程特性， 结合项目所在区域环境背景特征， 依据国家

现行相关法律法规要求，编制本工程环境影响报告书，旨在：

（1）通过实地踏勘、生态与环境质量现状监测与观测、背景资料的收集与 调查， 分析评价工程涉及区水文水资源、水环境、环境空气、声环境和生态环境

现状，识别区域环境功能要求、生态环境敏感目标及区域存在的主要环境问题。

（2）根据工程施工工艺、方法，工程性质、工程运行特点，预测和评价工

程建设、运行对坝区、灌区、 桂花河生态环境的影响。

（3）根据环境影响预测评价结论， 提出减免不利影响的对策措施，使区域 环境质量不因工程建设和运行下降， 生态系统、生物多样性得到有效保护， 充分 发挥工程经济效益、社会效益和环境效益， 促进工程区域经济、社会、资源、环

境可持续发展。

（4）制定工程施工期和运行期环境监测计划， 便于及时掌握工程对环境的

实际影响程度，为工程环境管理提供科学依据。

（5）分析工程区及周边地区生态与环境整体变化趋势，论证工程兴建的环 境可行性， 为工程方案论证、可行性研究和主管部门决策提供科学依据， 为工程

环境保护设计和工程建设环境管理提供依据。

**1.1.2** 评价原则

突出环境影响评价的源头预防作用，坚持保护和改善环境质量。

（1）依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等， 优化项目建设，

服务环境管理。

（2）科学评价

采用规范的环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

（3）突出重点

根据建设项目的工程内容及其特点， 明确与环境要素间的作用效应关系， 充 分利用符合时效的数据资料及成果， 对建设项目主要环境影响予以重点分析和评

价。

**1.2** 编制依据

**1.2.1** 法律

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订施行）；

（3）《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订）；

（4）《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修正）； （5）《中华人民共和国矿产资源法》（2009 年 8 月 27 日修正）；

（6）《中华人民共和国森林法》（2009 年 8 月 27 日修改）；

（7）《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修订， 2018 年 1

月 1 日实施）；

（8）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 12 月 26 日修订施行）；

（9）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修订施

行）；

（10）《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日修改）；

（11）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起施行）；

（12）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 第二次

修订， 2020 年 9 月 1 日起施行） ;

（13）《中华人民共和国环境保护税法》（2018 年 1 月 1 日起施行）。

**1.2.2** 行政法规及部门规章

（1）《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 682 号，

2017 年 10 月；

（2）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021）；

（3）《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》，国发［2005］39

号， 2005 年 12 月；

（4）关于印发《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》的通知，环发

[2015]162 号， 2015 年 12 月；

（5）关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的通知，

环办[2013]103 号， 2014 年 1 月；

（6）《产业结构调整指导目录（2019 年本）》；

（7）《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令第 4 号， 2019 年 1 月；

（8）《基本农田保护条例》，2011年1月8日；

（9）《中华人民共和国河道管理条例》，2017年10月；

（10）国务院关于印发《全国生态环境保护纲要》的通知，国发[2000]38

号， 2000 年11月；

（11）《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；

（12）《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；

（14）《国家重点保护野生植物名录》，国家林业和草原局 农业农村部公

告，2021年第15号；

（15）《国家重点保护野生动物名录》， 国家林业和草原局 农业农村部公

告，2021年第3号；

（16）《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发

[2012]77 号， 2012 年 7 月；

（17）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》， 环发

[2012]98 号， 2012 年 8 月；

（18）国家林业局， 财政部，《国家级公益林管理办法》2017 年 4 月修正；

（19）《土地复垦条例》，于 2011 年 3 月 5 日。

（20）《建设项目使用林地审核审批办法》（2016 年 9 月 22 日国家林业局令

第 42 号修改） .

**1.2.4** 地方性法律、法规

（1）《云南省建设项目环境保护规定》；

（2）《云南省水功能区划（2014 年修订）》；

（3）《云南省建设项目环境保护管理规定》（云南省人民政府令第 105 号）；

（4）《云南省珍稀保护动物名录》（1989 年）；

（5）《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》（云政发[1989]110 号）；

（6）《云南省主体功能区规划》，2014 年 1 月；

（7）《云南省生态功能区划》，2009 年 9 月；

（8）《关于印发云南省古树名木名录的通知》（云林保护字[1996]第 65 号）；

（9）《云南省公益林管理办法》（云林规[2019]2 号）；

（10）《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030 年）》，云环通

[2013]23 号；

（11）云南省人民政府《关于进一步加强自然保护区建设和管理的意见》（云

（12）《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》（云政发

[2018]32 号。

（13）《云南省生物多样性保护条例》（2019 年 1 月 1 日起施行）。

**1.2.5** 技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.l-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）；

（3）《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）；

（5）《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2021）；

（6）《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ19-2012）；

（7）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

（8）《环境影响评价技术导则-土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；

（9）《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88-2003）；

（10）《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；

（11）《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）；

（12）《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）；

（13）《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014）；

（14）《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价

技术指南（试行）》（环评函[2006]4 号）；

（15）《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006）；

（16）《世界自然保护联盟（IUCN）红色名录》（2007 、2011 年）；

（17）《濒危野生动植物种国际贸易公约附录物种名录》（2013 年）。

**1.2.6** 项目相关技术资料及文件

（1）环评工作委托书；

（2）《大姚县桂花水库工程可行性研究报告》及批复；

（3）《大姚县桂花水库工程初步设计报告》及批复；

（4）《大姚县桂花水库工程水资源论证报告书》及许可；

（5）《大姚县桂花水库工程水土保持方案报告书》及批复；

（6）《大姚县桂花水库工程使用林地可行性报告》；

（7）其它相关的资料。

**1.3** 环境影响识别与评价因子确定

**1.3.1** 环境影响识别

环境影响识别采用矩阵法进行识别，详见表 1.3- 1。

表 **1.3-1** 主要环境影响因子识别矩阵

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 环境要素 | 主要环境因子 | 工程活动 | | 累积性 |
| 工程施工 | 工程运行 |
| 地表水环境 | 水文情势 | -1L | -2L | ▲ |
| 水质 | -2R | -1R | ▲ |
| 水温 | / | -2L | ▲ |
| 地下水环境 | 水质 | -1R | / | ▲ |
| 水位 | -1L | -1L | ▲ |
| 环境空气 | TSP、NO2 等废气 | -1L | / | △ |
| 声环境 | 施工或交通噪声 | -1L | / | △ |
| 固体废物 | 生活垃圾 | -1L | -1L | ▲ |
| 工程弃渣 | -2L | / | △ |
| 生态环境 | 植被与陆生植物 | -2L | / | ▲ |
| 陆生动物 | -1L | -1L | ▲ |
| 水生生物 | -1L | -2L | ▲ |
| 水土流失 | -3L | -2L | ▲ |
| 生物多样性 | -1L | -2L | ▲ |
| 生态完整性 | -1L | -2L | ▲ |
| 土壤环境 | 土壤盐化 | / | -1L | ▲ |

注：表中 **1**、**2**、**3** 分别表示影响程度为小、 中、大；“**+**”、“**-** ”分别代表影响性质为有利影响和不利影响；

**R**、**L** 分别表示影响类型为可逆和不可逆影响；△表示本因子影响无累积性，▲表示本因子影响具有累积

性

**1.3.2** 评价因子确定

根据项目污染物排放特征、环境因子的影响程度和环境现状功能要求， 经分

析筛选，确定的评价因子见表 1.3-2。

表 **1.3-2** 评价因子筛选结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 环境要素 | | 环境因子 |
| 生态环境 | 植被 | 自然植被和人工植被 |
| 陆生动植物资源 | 野生陆生动植物 |
| 水生生物 | 鱼类 |
| 土地资源 | 土地利用面积和结构 |
| 地表水环境 | 水文情势 | 水量、流速等 |
| 水质 | pH、溶解氧、水温、石油类、化学需氧量、五日生化需氧  量、阴离子表面活性剂、氯化物、铜、铅、锌、镉、硒、  汞、砷、粪大肠杆菌、六价铬、氟化物、铁、锰、氰化  物、挥发酚、氨氮、总磷、高锰酸钾指数、 总氮、 硝酸  盐、硫酸盐、硫化物，共 29 项 |
| 水温 | 水温 |
| 水资源利用 | 水资源利用 |
| 地下水环境 | 水质 | pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚、氰化物、砷、 汞、铬(六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固 体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌  总数 |
| 水位 | 水位 |
| 声环境 | | dB（A） |
| 大气环境 | | TSP |
| 固体废物 | | 工程弃渣、生活垃圾 |

**1.4** 环境功能区划

项目区域地表水主要为万马河流域（桂花河、罗子左河、马茨河）、蜻蛉河 流域（者纳么河、六苴河、碧么水库、六姑乍箐、昔木乍箐、见簸箐），属于金

沙江一级支流万马河上游支流。

根据《云南省水功能区划》（2014 年修订），项目涉及蜻蛉河流域属蜻蛉河大 姚-元谋保留区，现状水质为Ⅱ类， 规划水平年水质目标为Ⅱ类。因此， 蜻蛉河支 流者纳么河上游者纳么河、六苴河、碧么水库、六姑乍箐、昔木乍箐、见簸箐参

照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标。

根据《楚雄州水功能区划（第二版）》，万马河河源至大姚县桂花， 全长 15.7km，

规划水平年水质目标为Ⅱ类。桂花河、罗子左河、马茨河参照执行《地表水环境

质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标。

项目区未进行声环境、大气环境功能区划。根据《声环境功能区划分技术规 范》（GB/T 15190-2014），项目区声环境功能为 1 类，执行《声环境质量标准》 （GB3096-2008）1 类标准。根据《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》 （HJ14- 1996），区域环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标

准。

**1.5** 评价标准

根据建设项目特点，本项目执行的评价标准如下：

**1.5.1** 环境质量标准

（1）环境空气

项目属于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）环境空气质量功能区的二类

区， 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。 见表 1.5- 1。

表 **1.5-1** 环境空气污染物浓度限值（摘录） 单位： **µg/m3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 污染物名称 | 平均时间 | 浓度限值 |
| TSP | 年平均 | 200 |
| **24** 小时平均 | 300 |
| PM10 | 年平均 | 70 |
| **24** 小时平均 | 150 |
| PM2.5 | 年平均 | 35 |
| **24** 小时平均 | 75 |
| SO2 | 年平均 | 60 |
| **24** 小时平均 | 150 |
| **1** 小时平均 | 500 |
| NO2 | 年平均 | 40 |
| **24** 小时平均 | 80 |
| **1** 小时平均 | 200 |
| CO | **24** 小时平均 | 4000 |
| **1** 小时平均 | 10000 |
| O3 | 日最大 **8** 小时平均 | 160 |
| **1** 小时平均 | 200 |

（2）地表水环境

根据《云南省水功能区划》（2014 年修订），项目涉及蜻蛉河流域属蜻蛉河大 姚-元谋保留区，现状水质为Ⅱ类， 规划水平年水质目标为Ⅱ类。因此， 蜻蛉河支 流者纳么河上游者纳么河、六苴河、碧么水库、六姑乍箐、昔木乍箐、见簸箐参

照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标。

根据《楚雄州水功能区划（第二版）》，万马河河源至大姚县桂花， 全长 15.7km， 规划水平年水质目标为Ⅱ类。桂花河、罗子左河、 马茨河参照执行《地表水环境

质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标。

相应的标准限值见表 1.5-2~1.5-3。

表 **1.5-2** 地表水环境质量标准限值（摘录） 单位： **mg/L**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | pH 值 | 溶解氧 | COD | BOD5 | 氨氮 | 总磷 |
| Ⅲ | 6~9 | ≥5 | ≤20 | ≤4 | ≤1.0 | ≤0.2 |
| 类别 | 总氮 | 铜 | 锌 | 氟化物 | 硒 | 砷 |
| Ⅲ | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤0.01 | ≤0.05 |
| 类别 | 汞 | 镉 | 铬（六价） | 铅 | 氰化物 | 挥发酚 |
| Ⅲ | ≤0.0001 | ≤0.005 | ≤0.05 | ≤0.05 | ≤0.2 | ≤0.005 |
| 类别 | 石油类 | 硫化物 | 高锰酸盐指 数 | 阴离子表面 活性剂 | 粪大肠杆菌 （个/L） | / |
| Ⅲ | ≤0.05 | ≤0.2 | ≤6 | ≤0.2 | ≤10000 | / |

表 **1.5-3** 集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值 （摘录） 单位： **mg/L**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 硫酸盐  （以 **SO42-**计） | 氯化物 （以 **Cl-**计） | 硝酸盐 （以 **N** 计） | 铁 | 锰 |
| 标准值 | ≤250 | ≤250 | ≤10 | ≤0.3 | ≤1.0 |

（3）地下水环境

执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。标准限值详见 1.5-

4。

表 **1.5-4** 地下水质量标准（摘录） 单位： **mg/L**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | Ⅲ类 |
| 1 | pH（无量纲） | 6.5～8.5 |
| 2 | 氨氮 | 0.5 |
| 3 | 硝酸盐（以 N 计） ≤ | 20 |
| 4 | 亚硝酸盐（以 N 计） ≤ | 1.0 |
| 5 | 砷≤ | 0.01 |
| 6 | 汞≤ | 0.001 |
| 7 | 铅≤ | 0.01 |
| 8 | 镉≤ | 0.005 |
| 9 | 铬（六价） ≤ | 0.005 |
| 10 | 总硬度≤ | 450 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | Ⅲ类 |
| 11 | 氯化物≤ | 250 |
| 12 | 溶解性总固体≤ | 1000 |
| 13 | 耗氧量≤ | 3.0 |
| 14 | 硫酸盐≤ | 250 |
| 15 | 总大肠菌群≤ | 3.0 |
| 16 | 菌落总数≤ | 100 |

（4）声环境

项目所在区域属于 1 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-

2008）1 类标准，标准限值如表 1.5-5。

表 **1.5-5** 环境噪声限值（摘录） 单位： **dB**（**A**）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 声环境功能区划 | 适用区域 | 等效声级 **Leq** | |
| 昼间 | 夜间 |
| 1 类 | 居住区 | 55 | 45 |

（4）突土壤环境

项目所在区域及周边土壤主要为林地、耕地， 现状属于农用地， 本工程建设 征地范围内土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试

行）》（GB 15618-2018）中的基本项目风险筛选值，标准限值如表 1.5-6。

表 **1.5-5** 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目） 单位：**mg/kg**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 污染物项目 | | 风险筛选值 | | | |
| **pH≤5.5** | **5.5**＜**pH≤6.5** | **6.5**＜**pH≤7.5** | **pH**＞**7.5** |
| 1 | 镉 | 水田 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| 其他 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.6 |
| 2 | 汞 | 水田 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 1.0 |
| 其他 | 1.3 | 1.8 | 2.4 | 3.4 |
| 3 | 砷 | 水田 | 30 | 30 | 25 | 20 |
| 其他 | 40 | 40 | 30 | 25 |
| 4 | 铅 | 水田 | 80 | 100 | 140 | 240 |
| 其他 | 70 | 90 | 120 | 170 |
| 5 | 铬 | 水田 | 250 | 250 | 300 | 350 |
| 其他 | 150 | 150 | 200 | 250 |
| 6 | 铜 | 果园 | 150 | 150 | 200 | 200 |
| 其他 | 50 | 50 | 100 | 100 |
| 7 | 镍 | | 60 | 70 | 100 | 190 |
| 8 | 锌 | | 200 | 200 | 250 | 300 |

注： 重金属和类金属砷均按元素总量计； 对于水旱轮作地， 采用其中较严格的风险筛选值。

**1.5.2** 排放标准

（1）废气

施工期无组织粉尘执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297- 1996）表 2

相关标准。详见表 1.5-7。

表 **1.5-7** 大气污染物综合排放标准（摘录） 单位： **mg/m3**

|  |  |
| --- | --- |
| 污染物 | 无组织排放浓度限值 |
| 颗粒物 | 1.0 |

（2）废水

施工期生产废水经沉淀处理后全部回用于洒水降尘或工程回用， 不外排， 生 活污水经隔油池、化粪池处理后委托当地村民定期清运，沤熟后用作农业肥料，不

外排；运营期库区管理用房生活污水经化粪池处理后用于农肥。

（3）噪声

施工期建筑噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）

标准，具体标准值见表 1.5-8。

表 **1.5-8** 施工场界环境噪声排放标准 单位：**dB**（**A**）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 昼间 | 夜间 |
| 噪声限值 | 70 | 55 |

（4）固体废物

弃渣执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）

标准。

**1.6** 评价等级和评价范围

**1.6.1** 环境空气

（1）评价等级

项目运营期无大气污染源， 大气污染物占标率视为 0，根据《环境影响评价 技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）评价等级判定依据， 项目大气环境影响评价

等级为三级。

（2）评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），三级评价不需设

置大气环境影响评价范围， 施工期环境空气保护目标调查范围以项目用地外

200m 范围计。

**1.6.2** 地表水环境

（1）评价等级

项目为水库建设， 属于水文要素影响型建设项目。根据《环境影响评价技术 导则地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目由水温、径流、受影响地表水域进行评

价等级判定。

项目年径流量与总库容百分比(α)为 2.71；兴利库容与年径流量百分比(β) 为 28.3%；取水量占多年平均径流量百分比(γ) 为 42.2%；因此本项目进行一

级评价。

（2）评价范围

桂花河大坝回水区、坝址至下游汇入万马河处（中和镇），全长 27.78km 。 罗子左河取水坝至下游汇入桂花河处，长度 2.83km 。马茨河取水坝至下游汇入 桂花河处，长度 3.78km 。马茨河取水坝至下游汇入桂花河处，长度 3.78km 。六

姑乍箐、昔木乍箐、见簸箐取水坝至下游与打厂箐、咪渣史箐汇合处，长度

11.43km。

水库运营期退水主要有农业灌溉回归水， 规划水库灌区分为桂花灌溉片

区、者纳么灌溉片区、六苴灌溉片区、新街灌溉片区、金碧灌溉片区 5 个片

区，其中桂花灌溉片区、者纳么灌溉片区、六苴灌溉片区由桂花水库直接供

水，新街灌溉片区、金碧灌溉片区由碧么水库、大罗古水库供水， 因此本次评 价不把新街灌溉片区、金碧灌溉片区纳入地表水评价范围。 桂花灌溉片区回归 水受纳水体为桂花河， 影响河段长度为 12.56km（灌区起点至桂花河汇入万马 河处），者纳么灌溉片区回归水受纳水体为者纳么河， 影响河段长度为 12.11km （下灌区起点至汇入者纳么村附近大水箐汇入处），六苴灌溉片区回归水受纳水 体为六苴河， 影响河段长度为 3.38km（灌区起点至汇入者纳么村附近大水箐汇

入处）。

**1.6.3** 地下水环境

（1）评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A 地下水环

境影响评价行业分类表， 库区枢纽工程属于Ⅲ类建设项目， 需开展地下水环境影

响评价；配套管道工程属于Ⅳ类建设项目，不开展地下水环境影响评价。

本工程所在区域无集中式饮用水水源保护区以及国家或地方政府设定的与 地下水环境相关的其他保护区， 区域居民饮用水为地表水， 工程所在区域地下水

敏感程度为不敏感，因此，本工程地下水环境影响评价工作等级为三级。

（2）评价范围

评价范围主要为库区所在水文地质单元。

**1.6.4** 声环境

（1）评价等级

项目声环境等级划分依据详见表 1.6- 1。

表 **1.6-1** 声环境影响评价工作等级划分表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目类别 | 一级 | 二级 | 三级 |
| 适用标准 | GB3096-2008 中 0 类 | GB3096-2008 中 1 、2 类地区 | GB3096-2008 中 3 、4 类 地区 |
| 有特别限制要求的保 护区等敏感目标 |
| 建设后噪声增加值 | >5dB(A) | 3-5dB(A) | ＜3dB(A) |
| 受影响人口 | 显著增多 | 增加较多 | 变化不大 |

项目所在地属于声环境 1 类功能区， 建设后噪声增加值＜3dB（A），受影响

人口变化不大，根据《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2009）确定本次

声环境影响评价工作等级为二级。

（2）评价范围

评价范围包括枢纽工程区、施工场地和场内外交通公路中心线两侧外延

200m 的范围。

**1.6.5** 生态环境

（1）评价等级

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）中 6.1 评价等级判

定，项目生态环境影响评价等级判定见表 1.6-2。

表 **1.6-2** 生态影响评价工作等级划分表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 判别依据 | 评价等级 | 项目情况 |
| 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗 | 一级 | 不涉及 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 产、重要生境时 |  |  |
| 涉及自然公园 | 二级 | 不涉及 |
| 涉及生态保护红线时 | 不低于二级 | 涉及 |
| 属于水文要素影响型且地表水评价等级不 低于二级的建设项目 | 不低于二级 | 项目属于属于水文要素  影响型，地表水评价等  级为一级 |
| 地下水水位或土壤影响范围内分布有天然  林、公益林、 湿地等生态保护目标的建设  项目 | 不低于二级 | 不涉及 |
| 当工程占地规模大于 20km2 时（包括永久 和临时占用陆域和水域） | 不低于二级 | 项目占地面积  0.499818km2 ，小于 20  km2 |

注： a. 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级； b.在矿山开采 可能导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评 价等级应上调一级;c.线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感 区， 在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级; d.建设项目涉及经论证

对保护生物多样性具有重要意义的区域时，可适当上调评价等级;e.建设项目同时涉及陆生、

水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

根据表 1.6-2 ，项目属于水文要素影响型，地表水评价等级为一级，生态环 境影响评价等级不低于二级， 河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下， 评价

等级应上调一级，确定项目生态环境影响评价等级为一级。

（2）评价范围

①陆生生态

桂花水库工程评价范围：按照淹没范围外扩 300m 作为重点评价区的评价

范围，该重点评价区面积为 250.6hm2。

其他生态评价范围：引水区、枢纽区、引洪区、输水管道、施工三场、施

工道路等征占地边界外延 300m。

详细调查总面积约 820.5hm2。

②水生生态

桂花水库淹没区 37.425hm2。

库区影响河段：上游桂花河流域，流域面积 55.6km²,主河道长 11.9km。

引水影响河段：左岸邻近的桂花河支流罗子左河，流域面积 20.5km²,主

河长 10.1km。

引洪影响河段：桂花河支流马茨河，蜻蛉河支流者纳么河上游支流六姑乍

箐、昔木乍箐及见簸箐上，总影响范围 40.2km2 ，影响主河段总长 20.88km。

碧么水库灌区范围。

**1.6.6** 土壤环境

工程属生态类影响型项目， 根据《环境影响评价技术导则-土壤环境（试行）》 （HJ964-2018）附录 A，项目属于Ⅲ类项目。根据土壤监测结果，区域土壤 pH 为 6.32~7.28，不属于酸化或碱化土壤，土壤含盐量为 0.3g/kg~1.1g/kg，盐化程度

不敏感， 项目建设所在地土壤环境敏感程度为不敏感。

《环境影响评价技术导则-土壤环境（试行）》（HJ964-2018），生态影响型项

目土壤评价等级划分依据详见表 1.6-3。

表 **1.6-3** 生态影响型评价工作等级划分表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 敏感 | 一级 | 二级 | 三级 |
| 较敏感 | 二级 | 二级 | 三级 |
| 不敏感 | 二级 | 三级 | - |

注：“- ”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

项目属于Ⅲ类项目，建设所在地土壤环境敏感程度为不敏感。项目可不开

展土壤环境影响评价工作。

**1.6.7** 环境风险

项目风险物质为柴油。项目施工区设置 1 座柴油库（1 个油罐），储油量 30m3 （26t）。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 B，柴油临界 量为 2500t。因此， 项目危险物质数量与临界量比值值（Q）为 0.0104。根据《建 设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中规定， Q＜1 时， 项目环境风险

潜势为Ⅰ。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中规定，评价工作

等级划分如下：

表**1.6-4** 评价工作等级划分

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 环境风险潜势 | IV 、IV+ | III | II | I |
| 评价工作等级 | 一 | 二 | 三 | 简单分析 |

根据《建设项目环境风险评价技术导则》 （HJ169-2018），项目环境风险

潜势为Ⅰ,可开展简单分析。

据以上分析确定项目环境影响评价工作等级判定情况详表 1.6-4。

表 **1.6-4** 建设项目评价工作等级、范围一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 评价内容 | | 评价等级 | 评价范围 | 评价时段 |
| 生态  环境 | 陆生  生态 | 一级 | 桂花水库工程评价范围：按照淹没范围外扩 300m 作为重点评价区的评价范围，该重点 评价区面积为 250.6hm2。  其他生态评价范围：引水区、枢纽区、引洪 区、输水管道、施工三场、施工道路等征占 地边界外延 300m。  详细调查总面积约 820.5hm2。 | 施工期  运营期 |
| 水生  生态 | 桂花水库淹没区 37.425hm2。  库区影响河段：上游桂花河流域，流域面积 55.6km²,主河道长 11.9km。  引水影响河段：左岸邻近的桂花河支流罗子 左河，流域面积 20.5km²,主河长 10.1km 。 引洪影响河段：桂花河支流马茨河，蜻蛉河 支流者纳么河上游支流六姑乍箐、昔木乍箐 及见簸箐上，总影响范围 40.2km2 ，影响主 河段总长 20.88km。  碧么水库灌区范围。 |
| 地表水环境 | | 一级 | 水文情势与泥沙淤积：桂花河大坝回水区、 坝址至下游汇入万马河处（中和镇），全长 27.78km。罗子左河取水坝至下游汇入桂花河 处， 长度 2.83km。马茨河取水坝至下游汇入 桂花河处， 长度 3.78km。马茨河取水坝至下 游汇入桂花河处，长度 3.78km。六姑乍箐、 昔木乍箐、见簸箐取水坝至下游与打厂箐、咪 渣史箐汇合处，长度 11.43km。  水温： 低温水影响范围为库区、桂花河坝址 至金沙江段以及灌区， 库区 700m，桂花河坝 址至金沙江段长 9.5km，灌区面积 500hm2。 | 运营期  施工期 |
| 水质： 桂花河大坝回水区、坝址至下游汇入 万马河处（中和镇），全长 27.78km。罗子左 河取水坝至下游汇入桂花河处，长度 2.83km。 马茨河取水坝至下游汇入桂花河处， 长度 3.78km。马茨河取水坝至下游汇入桂花河处， 长度 3.78km。六姑乍箐、昔木乍箐、见簸箐 取水坝至下游与打厂箐、咪渣史箐汇合处， 长 度 11.43km 。回归水受纳水体金沙江。 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 地下水环境 | 三级 | 库区所在水文地质单元。 | 施工期  运营期 |
| 环境空气 | 二级 | 以砂石料加工区为中心，边长为 5km 的范 围。 | 施工期 |
| 环境噪声 | 二级 | 枢纽工程区、施工场地和场内外交通公路中 心线两侧外延 200m 的范围。 | 施工期 |
| 环境风险 | 简单分析 | / | 施工期 |

**1.7** 环境保护目标

**1.7.1** 环境敏感区

项目不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、 海洋特别保护区、饮用水水源保护区， 不涉及永久基本农田、基本草原、自然公 园（森林公园、地质公园、海洋公园等）、重要湿地、天然林，重点保护野生动 物栖息地， 重点保护野生植物生长繁殖地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、

越冬场和洄游通道， 天然渔场。

项目库区枢纽工程征地范围内涉及大姚县生态保护红线（公开版）8.5929hm2， 输水工程、引水工程、弃渣场、料场不涉及大姚县生态保护红线。目前生态红线 最终调整版已将库区枢纽工程征地范围内涉及的生态保护红线调出，项目已不涉

及生态保护红线。

**1.7.2** 环境敏感目标

根据工程设计资料及现场实地踏勘和调查，评价区环境保护目标详见表

1.7- 1。

表 **1.7-1** 环境保护目标及保护要求一览表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 环境要 素 | 保护对象 | 坐标 | 保护对象特征 | 相对位置及  最近距离 | 保护  时段 | 影响源 | 保护要求 |
| 声环境  及环境  空气 | 皮左黑村 | N101°15′12.19″ E26°1′46.01″ | 6 户， 20 人 | 粘土料场西侧 60m，距 离枢纽区 1.3km | 施工期 | 施工噪声  施工扬尘 | 《声环境质量标准》（GB3096-  2008）1 类标准  《环境空气质量标准》  （GB3095-2012）二级标准 |
| 李子地村 | N101°15′52.27″ E26°2′21.33″ | 27 户， 95 人 | 库区枢纽工程西北侧 90m |
| 罗子左村 | N101°14′59.36″ E26°3′30.25″ | 13 户， 46 人 | 17#弃渣场西北侧 96m |
| 比高的么村 | N101°15′42.26″ E26°3′25.96″ | 6 户， 21 人 | 2#弃渣场西南侧 68m |
| 博血乍村 | N101°17′9.39″ E26°3′27.62″ | 19 户， 68 人 | 1#弃渣场东北 180m |
| 岔处地村 | N101°18′17.20″ E26°4′58.94″ | 35 户， 243 人 | 砂石料加工厂西侧 80m |
| 耳子地村 | N101°17′19.68″ E26°1′7.99″ | 10 户， 36 人 | 4#弃渣场东侧 175m |
| 六姑乍下村 | N101°18′48.66″ E25°57′37.51″ | 9 户， 31 人 | 7#弃渣场东侧 175m |
| 谢老屋基村 | N101°17′18.93″ E25°54′42.95″ | 7 户， 25 人 | 独格里排隧洞出口施工 场地东侧 95m |
| 地表水 | 桂花河 | / | | 桂花河上建设大坝 | 施工期  运营期 | 水库蓄水、施 工废水、运营 期灌溉回归水 | 《地表水环境质量标准》  （GB3838-2002） Ⅱ类标准 |
| 罗子左河 | / | | 建设取水坝，引水至桂 花水库 | 水库蓄水、施 工废水 |
| 马茨河 | / | | 建设取水坝， 汛期通过 | 引水、施工废 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 环境要 素 | 保护对象 | 坐标 | 保护对象特征 | 相对位置及  最近距离 | 保护  时段 | 影响源 | 保护要求 |
|  | 者纳么河 （六姑乍 箐、昔木乍  箐、见簸 箐） | / | | 输水工程引水至碧么水 库 |  | 水、运营期灌 溉回归水 |  |
| 六苴河 | / | |
| 地下水 | 水质、水位 | 库区地下水 | | 库区 | 运营期 | 水库蓄水 | 《地下水质量标准》  （GB/T14848-2017）Ⅲ类标准 |
| 生态环 境 | 植被及植物 | 半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶  常绿栎类林、落叶阔叶林、暖温性  针叶林、干热性稀树灌木草丛、暖  温性稀树灌木草丛、暖性石灰岩灌  丛 | | 淹没区、施工区 | 施工期 | 施工占地 | 减少工程施、占地对植被的影 响 |
| 动物 | 国家Ⅱ级重点保护鸟类有 5 种（普  通鵟、雀鷹、松雀鹰、红隼和画  眉）。《中国生物多样性红色名录—  脊椎动物卷》（2015 年） 中濒危物  种仅一种（细脆蛇蜥）；易危物种  有 3 种（乌梢蛇、棘胸蛙、棕点湍  蛙）。4 种中国特有种（棘胸蛙、 棕点湍蛙、滇蛙、昭觉林蛙）。 | | 淹没区、施工区 | 施工期 | 施工、占地 | / |
| 鱼类 | 无国家级、云南省级保护鱼类，无  鱼类“三场”，无列入 CITES 附录  动物及 IUCN 红色名录物种，无特  有物种 | | 桂花河 | 施工期  运营期 | 大坝阻隔及水 文情势变化 | / |

**1.8** 评价重点及评价时段

**1.8.1** 评价重点

本项目为新建项目，本项目环境影响评价工作的重点包括以下几个方面：

（1）选址环境合理性及工程布置环境合理性分析。

（2）生态环境影响：包括自然植被、珍稀濒危动植物、 鱼类、 公益林、土

地利用。

（3）水环境及水资源利用影响： 主要是施工期和运行期对桂花河水文情势、 水温、水质的影响； 水库水质保障、上游水土流失控制及水污染防治； 项目建成

后水库蓄水区的影响、蓄水后对坝址至桂花河入金沙江口河段的影响。

**1.8.2** 评价时段

评价时段为施工期和运营期。

**1.9** 评价工作程序

评价工作程序见图 1.9- 1。

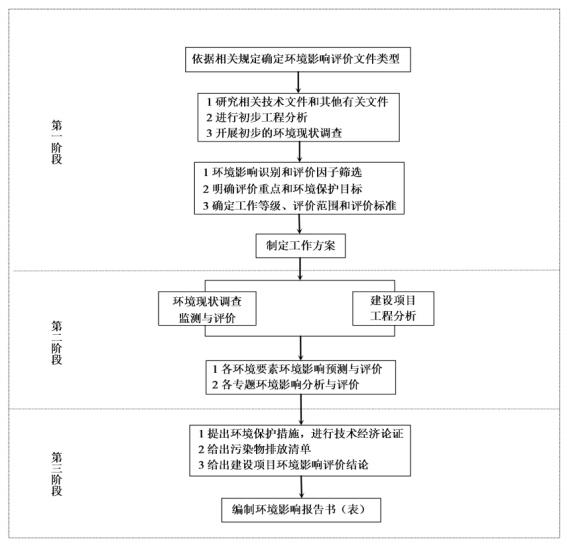


图 **1.9-1** 建设项目环境影响评价工作程序图

**2** 工程概况及工程分析

**2.1** 流域规划及开发概况

**2.1.1** 流域概况

桂花水库取水影响涉及万马河流域、六苴河流域、大姚县蜻蛉河干流流域， 整个分

析范围流域面积为 2395.5km2。

（1）万马河流域概况

万马河位于境内西北部，发源于大姚县昙华山， 河源海拔 3118m，左支流经大姚县 桂花乡， 右支流经大姚县桂花村， 于中和街汇合后， 经万马乡至河门口汇入金沙江， 主 河道长 73km，全河流域面积为 1097km2 ，其中大姚县境内 402.1km2 ，永仁县境内

694.9km2。

（2）六苴河流域概况

六苴河发源于昙华山东麓， 属山中峡谷河流， 由西向东， 经外期地、六苴镇至双河 附近汇入蜻蛉河， 属山中峡谷河流， 主要支流有石房河、木卡拉河、簸箕河、者纳么河，

全流域径流面积 464.9km2。

（3）蜻蛉河流域概况

蜻蛉河属金沙江水系龙川江一级支流，流域介于东径 101°05′～101°50′，北纬 25°25′～26°10′之间，分布于楚雄州的姚安、大姚、永仁县的大部及元谋县的一小部分 地区。与龙川江交汇口以上， 蜻蛉河流域面积为 3585km2 ，主河长 160.6km，河道平均 坡降为 8.25‰，流域平均高程为 2085m。蜻蛉河发源于楚雄州姚安、南华县交界的照 壁山以北（高程为 2440m）， 自南向北经姚安坝， 于席坝附近转向东经大姚坝子， 坝区 内河道平均比降仅为 2.04‰，河道宽浅， 水流缓慢， 河床不稳， 冲淤相间， 河道渲泄能 力较弱。行至苏海冲附近后，河流转向东北偏东向复入山谷，河道平均坡降增大至 11.8‰，河道束窄， 水流湍急， 过水能力加大。蜻蛉河于元谋县大树村附近汇入龙川江， 龙川也于元谋县江边乡汇入金沙江。蜻蛉河域水系发育， 多呈羽状分布， 其中较大支流 左岸有七街河、西河、江底河、羊蹄江、永定河等； 右岸主要有龙街河、上庄河等。流 域地势自西南向东北呈阶梯状倾斜。本次桂花水库受水区大姚县境内蜻蛉河干流流域

径流面积 833.6km2。

（4）桂花河流域

桂花水库位于大姚县桂花乡皮左黑村委会皮左黑村下方的桂花河上，属金沙江一 级支流万马河上游右支流。桂花河流域水资源丰富，发源于大姚县昙华山麓子米地和 百草岭水系， 由南向北经大村至依博拉出入姚县境入永仁县万马河， 全长 95km，流域 面积 1097k ㎡。大姚县境内总长 31.5kln，流域面积： 320k ㎡， 流域内山高谷深，沟谷

密布，水流湍急，是桂花乡内主要河流。

桂花水库坝址地理坐标为东经 101°15′57″，北纬 26°02′22″，水库本区坝址以上流 域面积 55.6k ㎡，主河长 11.9km，河道平均坡降 48.34‰，水库流域水系呈扇形分布， 径流区南北最长 10.2km，东两最宽 8.0km；水库流域最高点昙华山麓子米地，海拔高

程 3118m，最低点为水库坝址， 海拔高程 2014m，水库流域平均高程为 2596m。

桂花水库有一引水区，位于左岸邻近的桂花河支流罗子河上，引水区控制流域面 积 20.5km², 主河长 10.1km，河道平均坡降 55.97‰，流域平均高程 2635m。桂花水库

坝址以上流域面积 55.6km²,罗子左引水区河控制流域面积 20.5km²。

输水干渠沿途有 4 个取水坝，分别位于桂花河支流马茨河，蜻蛉河支流者纳么河 上游支流六姑乍箐、昔木乍箐及见簸箐上， 马茨河取水坝控制流域面积 13.7km², 六姑 乍箐取水坝流域面积 7.4km², 昔木乍箐取水坝流域面积 5.2km² , 见簸箐取水坝流域面

积 13.9km²。

①降雨量

桂花河流域多年平均降水量 929.9mm，最大年降水量为 1257.2mm（1986 年），最 小年降水量为 593.5mm（2011 年）；年内分配也极不均匀， 雨季 5～10 月降水量约占年 降水量的 94%，而干季 11 月至次年 4 月仅占 6%左右；与降水相应，径流的年内丰枯 变化悬殊大， 6～11 月 6 个月径流量占年径流量的 80.3%，其中最丰的 7～9 月三个月 径流量约占年径流量的 54.7%；12～5 月径流量小，占年径流量的 19.7%，最枯的 5

月份径流量仅占年径流量的 2.4%。

②洪水量

桂花水库坝址校核标准 1000 年一遇（P=0.1%）洪峰流量为 369m³/s ，一日洪量为

981 万 m³;设计标准 50 年一遇（P=2%）洪峰流量为 223m³/s ，一 日洪量为 594 万 m

³

。

③泥沙

根据可研， 桂花水库坝址处多年平均来沙量见表 2.1- 1。

表 **2.1-1** 桂花水库坝址多年平均来沙量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 多年平均淤积量 | |
| 重量（万 t） | 体积（万 m 3） |
| 推移质 | 1.83 | 1.35 |
| 悬移质 | 9.12 | 6.74 |
| 泥沙 | 10.95 | 8.09 |

④水文

根据可研， 区域 6 月~10 月为汛期， 12 月~次年 4 月为枯水期。桂花水库坝址及各

取水坝年均径流量见表 2.1-2。

表 **2.1-2** 水库坝址设计年径流量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 径流区 | 径流面积 | 年均径流量 | **Cv** | **Cs/Cv** | **W25%** | **W50%** | **W75%** | **W95%** |
| 桂花水库 坝址 | 55.6km2 | 2357 万 m 3 | 0.4 | 2 | 2906 | 2232 | 1672 | 1048 |
| 罗子左河 坝址 | 20.5km2 | 875.9 万 m 3 | 0.4 | 2 | 1080 | 829.6 | 621.4 | 389.4 |
| 马茨河取 水坝 | 13.7km2 | 556.1 万 m 3 | 0.4 | 2 | 691 | 523.7 | 386.1 | 235.1 |
| 六姑乍箐  取水坝 | 7.4km2 | 301 万 m 3 | 0.4 | 2 | 374.1 | 283.5 | 209 | 127.3 |
| 昔木乍箐  取水坝 | 5.2km2 | 211.6 万 m 3 | 0.4 | 2 | 263 | 199.3 | 146.9 | 89.5 |
| 见簸箐取 水坝 | 13.9km2 | 567 万 m 3 | 0.4 | 2 | 704.5 | 534 | 393.7 | 239.7 |

根据可研， 桂花水库坝址、罗子左河坝址及引洪工程坝址典型年逐月径流量计算

成果详见表 2.1-3。

表 **2.1-3** 逐月径流量计算成果 单位：万 **m3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **P** | **6**月 | **7**月 | **8**月 | **9**月 | **10**月 | **11**月 | **12**月 | **1**月 | **2**月 | **3**月 | **4**月 | **5**月 |
| 桂花 水库 坝址 | 25% | 224.1 | 437.0 | 44.93 | 384.9 | 310.8 | 250.9 | 194.7 | 154.6 | 128.1 | 1362. | 109.5 | 126.2 |
| 50% | 163.0 | 429.2 | 422.1 | 458.5 | 160.6 | 104.4 | 107.9 | 101.1 | 76.3 | 70.4 | 67.9 | 71.1 |
| 75% | 79.7 | 237.4 | 511.4 | 218.9 | 173.4 | 91.0 | 68.1 | 67.3 | 54.3 | 59.6 | 52.9 | 58.0 |
| 95% | 49.9 | 148.8 | 320.5 | 137.2 | 108.7 | 57.1 | 42.7 | 42.2 | 34.1 | 37.4 | 33.2 | 36.3 |
| 罗子 左河 坝址 | 25% | 83.3 | 162.4 | 167.0 | 143.1 | 115.5 | 93.3 | 72.3 | 57.5 | 47.6 | 50.6 | 40.7 | 46.9 |
| 50% | 60.6 | 159.5 | 156.9 | 170.4 | 59.7 | 38.8 | 40.1 | 37.6 | 28.3 | 26.1 | 25.2 | 26.4 |
| 75% | 29.6 | 88.2 | 190.1 | 81.3 | 64.4 | 33.8 | 25.3 | 25.0 | 20.2 | 22.2 | 19.7 | 21.5 |
| 95% | 18.6 | 55.3 | 119.1 | 51.0 | 40.4 | 21.2 | 15.9 | 15.7 | 12.7 | 13.9 | 12.3 | 13.5 |
| 马茨 河取 水坝 | 25% | 53.28 | 103.90 | 106.82 | 91.52 | 73.90 | 59.66 | 46.28 | 36.77 | 30.46 | 32.38 | 26.02 | 30.00 |
| 50% | 38.23 | 100.70 | 99.05 | 107.57 | 37.69 | 24.50 | 25.31 | 23.72 | 17.89 | 16.51 | 15.92 | 16.67 |
| 75% | 18.40 | 54.82 | 118.09 | 50.54 | 40.04 | 21.02 | 15.72 | 15.54 | 12.55 | 13.77 | 12.22 | 13.39 |
| 95% | 11.20 | 33.38 | 71.90 | 30.77 | 24.38 | 12.80 | 9.57 | 9.46 | 7.64 | 8.38 | 7.44 | 8.15 |
| 六姑  乍箐  取水  坝 | 25% | 28.85 | 56.25 | 57.83 | 49.54 | 40.01 | 32.30 | 25.05 | 19.90 | 16.49 | 17.53 | 14.09 | 16.24 |
| 50% | 20.70 | 54.51 | 53.62 | 58.23 | 20.41 | 13.26 | 13.70 | 12.84 | 9.69 | 8.94 | 8.62 | 9.03 |
| 75% | 9.96 | 29.68 | 63.93 | 27.36 | 21.68 | 11.38 | 8.51 | 8.41 | 6.79 | 7.45 | 6.62 | 7.25 |
| 95% | 6.06 | 18.07 | 38.93 | 16.66 | 13.20 | 6.93 | 5.18 | 5.12 | 4.14 | 4.54 | 4.03 | 4.41 |
| 昔木 | 25% | 20.28 | 39.54 | 40.66 | 34.83 | 28.13 | 22.70 | 17.61 | 13.99 | 11.59 | 12.32 | 9.90 | 11.42 |
| 50% | 14.55 | 38.32 | 37.70 | 40.94 | 14.35 | 9.32 | 9.63 | 9.03 | 6.81 | 6.28 | 6.06 | 6.35 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 乍箐  取水  坝 | 75% | 7.00 | 20.86 | 44.95 | 19.24 | 15.24 | 8.00 | 5.98 | 5.91 | 4.78 | 5.24 | 4.65 | 5.10 |
| 95% | 4.26 | 12.70 | 27.37 | 11.71 | 9.28 | 4.87 | 3.64 | 3.60 | 2.91 | 3.19 | 2.83 | 3.10 |
| 见簸 箐取 水坝 | 25% | 54.33 | 105.94 | 108.92 | 93.31 | 75.35 | 60.83 | 47.19 | 37.49 | 31.06 | 33.01 | 26.53 | 30.59 |
| 50% | 38.98 | 102.67 | 100.99 | 109.68 | 38.43 | 24.98 | 25.81 | 24.18 | 18.24 | 16.83 | 16.23 | 17.00 |
| 75% | 18.76 | 55.89 | 120.41 | 51.53 | 40.82 | 21.44 | 16.03 | 15.84 | 12.80 | 14.04 | 12.46 | 13.65 |
| 95% | 11.42 | 34.03 | 73.32 | 31.38 | 24.86 | 13.05 | 9.76 | 9.64 | 7.79 | 8.55 | 7.59 | 8.31 |

**2.1.2** 灌区概况

根据灌区地形、水系及现有水利设施的分布情况，将整个灌区划分为五个灌溉片 区：桂花河流域桂花灌溉片区、者纳么河流域者纳么灌溉片区、六苴河流域六苴灌溉片

区以及西河支流新街灌溉片区、西河大姚县城所在的金碧灌溉片区。

桂花水库直接灌溉区域为桂花灌溉片区、纳么灌溉片区、六苴灌溉片区，新街灌溉

片区、金碧灌溉片区由碧么水库、大罗古水库供水。

（1）桂花灌溉片区

桂花灌溉片区位于大姚县城北部万马河支流大村河两岸，地形以山区坡地为主， 现状主要由一些小型引水渠道引水灌溉， 灌溉保证率较低， 干旱现象严重； 灌区沿桂花 河两岸沿河分布， 上至皮左黑村委会的皮左黑村， 下至大村村委会的依博拉自然村， 灌 溉片区涉及桂花镇大村、 皮左黑、大河 3 个村委会 23 个自然村的耕地，海拔高程在

1840～2000m 之间，灌溉面积 0.75 万亩。

（2）者纳么灌溉片区

者纳么灌溉片区位于大姚县城北部岔河支流者纳么河两岸， 地形以山区坡地为主， 现状主要由河道水量和一些小型引水渠道引水灌溉， 灌溉保证率较低， 干旱现象严重； 灌区沿者纳么河两岸沿河分布，上至者纳么村委会的古底村，下至者纳么村委会的迤 西拉乍自然村，灌溉片区涉及六苴镇者纳么村委会 13 个自然村的耕地，海拔高程在

1680～2020m 之间，灌溉面积 0.40 万亩。

（3）六苴灌溉片区

六苴灌溉片区位于大姚县城北部岔河支流六苴河两岸， 地形以山区丘陵坡地为主， 现状主要由一些提水工程及引水渠道引水灌溉，灌溉保证率较低；灌区沿六苴河两岸 沿河分布， 上至外期地村委会的外期地自然村， 下至六苴村委会的烂泥田自然村， 海拔 高程在 1780～1950m 之间， 灌溉片区涉及六苴镇的外期地、六苴 2 个村委会 32 个自

然村的耕地， 灌溉面积 0.54 万亩。

（4）新街灌片

新街灌片位于大姚县城西北部西河上游两岸，整个新街镇地形以山区丘陵坡地为 主。 西河沿河灌区属蜻蛉河大型灌区工农水库～碧么水库～大罗古水库～永丰水库灌 溉体系的一部分， 现状主要水利工程由工农、碧么、大罗古、大古衙、赵家龙潭 5 件

小（1）型水库及提水工程灌溉。

（5）金碧灌片

金碧镇坝区地形以丘陵、平坝为主， 坝区地形较平坦， 是大姚县经济社会最发达的 地区。灌区耕地覆盖了属蜻蛉河大型灌区的部分工农水库～碧么水库～大罗古水库~

永丰水库灌溉体系、整个白鹤水库～妙峰水库灌溉体系。

**2.1.3** 流域规划概况

根据《楚雄北部片区水资源综合利用规划》，提出蓄水工程 148 件， 重点对其中小 （1）型以上的 43 件水利工程进行规划设计，其中大（2）型水库 2 件，中型水库 14 件，小（1）型水库 27 件。大姚县到 2020 年规划兴建红豆树中型水库和桂花中型水库， 以及大坡、河底、木卡拉、扩建小村小（2）型水库为小（1）型水库等 3 件重点小（1）

型水库；并辅以其它小（2）型水库和五小水利工程的建设。

根据《大姚县蜻蛉河流域及相关地区水资源配置规划》，提出建设桂花水库（中型） 以及小村小（1）型水库。桂花水库与大罗古水库联合调度供水， 引水工程引水至规划 水库调蓄；为充分发挥大罗古水库效益，沿途引入引洪工程 4 个取水坝洪量，并从桂

花水库汛期均匀补水至大罗古水库使之蓄满。

根据《楚雄州“十四五”水安全保障规划》，新开工大姚桂花、南华小箐河、楚雄 白衣河、双柏白水河、元谋麻柳扩建 5 座中型水库，楚雄响水箐等 14 座小（1）型水

库。

根据《云南省百件骨干水源工程建设规划》，列入本次规划的重点水源工程包括大 型水库、中型水库、小（1）型水库、引提水工程、连通工程和具有一定规模的集中供 水的水井工程。其中： 大型水库 7 件，中型水库 138 件， 引、提水工程 48 件， 小型水

库 331 件，联通工程 533km 。大姚县桂花水库为本规划中的位于的中型水库。

桂花水库所在桂花河干流流域未规划其他水利工程。

**2.1.3** 水资源论证结论

2016 年 5 月， 楚雄欣源水利电力勘察设计有限责任公司编制了《大姚县桂花水库

工程水资源论证报告》。 2016 年 5 月 16 日云南省水利厅《关于准予楚雄州大姚县桂花

水库工程水资源论证报告书的行政许可决定书》（云水资源许[2016]8 号），并于 2017 年 12 月 18 日取得云南省水利厅《关于准予楚雄州大姚县桂花水库工程取水许可申请的 行政许可决定书》（云水资源许[2017]11 号），同意大姚县桂花水库工程取水， 本次评价

引用《大姚县桂花水库工程水资源论证报告书》结论如下：

（1）取用水的合理性

桂花水库的建设符合国家西部大开发的战略， 符合《产业结构调整指导目录（2019 年本）》的要求， 符合《西南五省（自治区、直辖市） 重点水源工程建设规划》、《楚雄 北部片区水资源综合利用规划》、《云南省百件骨干水源工程建设规划》、《云南省大姚 县城总体规划修编（2015～2030）》，项目的建设符合国家产业政策。大姚县桂花水库工 程从万马河上游支流桂花河上取水考虑了河道生态环境用水、下游工业用水和农业灌 溉用水的需求， 再充分考虑各用水户的用水需求， 优化配置水资源， 把区域水资源的优 势转化为经济优势， 促进了区域水资源的优化配置， 符合区域水资源配置要求， 取水是

合理的。

（2）用水合理性

桂花水库工程主要建设任务是解决农村人畜生活供水、农业灌溉和工业供水。规 划区的预测的各行业用水指标基本符合《云南省地方标准用水定额》（DB53/T168- 2013）、《云南省楚雄州水资源管理“三条红线”控制指标分解报告》（2013 年 11 月），

并且考虑了节水措施设施，用水过程是合理的。

（3）取水水源的可靠性

桂花水库坝址径流以中和街水文站实测资料作为参考，采用径流相关分析法、水 文比拟法、水量平衡法和查等值线图法四种方法来分析计算， 经分析比较， 本区确定采 用以相关分析法成果计算的成果，引水工程引水区和引洪工程引水区以水库本区为参 证站， 以本区径流成果按面积比加降水修正计算取水坝年径流成果，由此计算的来水 量成果可靠。桂花水库本区控制径流面积 55.6km2 ，多年平均径流量 2357 万 m3 ；引水 工程引水区即罗子左引水区控制径流面积 20.5km2，多年平均径流量 875.9 万 m3；引洪

工程引水区控制径流面积 40.2km2 ，多年平均径流量 1635.7 万 m3。

桂花水库兴利调节方式为完全年调节，与大罗古水库联合调度供水，项目总的可 新增供水量 1989.4 万 m3。取水口断面来水量丰富， 拟定的水库规模可满足供水设计保

证率和用水量要求，供水水质满足用水户要求，取水可靠性高。

（4）取水影响

水库取水将对上游用户产生影响，主要是工程建设征地对居民生活造成的影响。 建议地方政府根据工程建设征地情况及安置规划，及时落实移民安置所需补偿费用、 土地的划拨， 按照扶持规划， 为移民制定相应的优惠政策， 并积极开拓思想， 拓展移民

安置途径，对移民生活进行长期跟踪，确保移民生产、生活水平不断提高。

桂花水库下游工农业生产下泄流量蓄水初期采取导流放空隧洞下放，运行期由输 水隧洞下放。生态流量通过导流放空隧洞预埋的 DN325 钢管向下游河道供水。桂花水

库取水考虑了下游生活、生产用水及生态下泄水量，对下游不产生影响。

引水工程引水区即罗子左引水区以及引洪工程引水区汛期引水， 引水系数为 0.60， 其余季节不引水，引水系数为 0。经分析，引水后剩余水量满足下游生态下泄水量要求，

对下游基本不产生影响。

（5）退水影响

项目施工废水经处理后回用， 生活污水经化粪池处理后由周边村民清掏用于农肥。

施工期退水不会对水功能区造成不利影响。

随着灌区农业生产的最展，农业结构调整和复种指数的增高，农田施用的化肥及 农药施用可能导致农田灌溉退水污染， 灌溉退水中的主要污染物为氨氮、总磷 COD 等， 灌概退水会引起灌区内地表水水体污染物浓度增高。项目运行期退水主要来自灌溉回 归水，本项目农业灌溉回归水 68.5 万 m3（不含新街、金碧片区），其中万马河流域的 灌溉回归水量为 37.4 万 m3，六苴河流域（含者纳么河）的灌溉回归水量为 31.1 万 m3 ， 万马河流域灌溉回归水量占全流域水资源量的 0.1%，六苴河流域（含者纳么河）回归 水量占全流域水资源量的 0.2%，由于灌区退水量小，并以面源的方式分散排入桂花河、 六苴河、者纳么河，沿程还有其他支流汇入，河流来水丰富，水体自净能力相对较强。

因此， 灌溉退水水环境功能区的整体水质影响较小。

（6）水资源保护措施

①水库施工期间，应加强对施工产生的生产废水、生活污水和弃渣、生活垃圾等的

处理，尽可能的降低施工期废污水排放和固废流失对下游河道水质的影响。

②在水库蓄水前，应按有关技术要求对库底进行必要的卫生清理工作，在淹没区 内的树木、杂物， 应进行认真的清理和消毒， 以保证水库水质； 划定饮用水源保护区； 调整库区上游产业结构， 尽量使用有机肥， 控制化肥和农药使用量， 减少面源污染， 水

库内禁止投饵式网箱养鱼及规模化水禽养殖。

③水库径流区要加强水土保持工作， 改善生态环境、涵养水源， 起到保护水质的作

用；水库施工过程中，必须按项目水土保持方案认真实施，做好工程区的水土保持工

作。

④做好水质监测工作，加大水资源保护等法律法规的宣传力度，加强水资源的保

护管理工作、节水措施的推广和对用水户污水排放的管理。

**2.2** 工程任务及规模

**2.2.1** 基本情况

项目名称： 大姚县桂花水库工程

建设地点： 大姚县桂花乡皮左黑村委会皮左黑村下方的桂花河上

建设单位： 大姚县水务局

建设性质：新建

工程规模： 中型库，完全年调节

工程任务：灌溉、人畜饮用、工业

计划工期：建设期 54 个月

项目总投资： 72820.08 万元

**2.2.2** 地理位置

大姚县桂花水库工程位于金沙江一级支流万马河上游支流桂花河上。水库坝址位

于东经 101°16′2.98″，北纬 26°2′11.27″ 。水库距离大姚县城 74km。

桂花水库在北部万马河支流桂花河上建库，并从水库下游临近左岸罗子左河引水 入库， 引洪工程在桂花水库下游输水工程沿途经过的马茨河、六姑乍箐、昔木乍箐、见

簸箐建坝引洪。输水工程起始于桂花水库终至碧么水库。

桂花水库通过输水工程与万马河支流马茨河、蜻蛉河上的者纳么河（六姑乍箐、昔

木乍箐、见簸箐） 连通， 与已建碧么、大罗古水库联合调度。

**2.2.3** 工程任务

桂花水库的开发任务是：集镇、农村人畜生活供水、农业灌溉和工业供水。

工程建成后，项目新增供水量 1941.2 万 m³。其中集镇生活供水量 10.3 万 m³,

解决集镇人口 0.20 万人的饮水问题；农村生活供水量 81.3 万 m³,解决农村人口 1.40 万人、大小牲畜 2.58 万头的饮水问题；工业供水量 57.7 万 m³（桂花灌片）；农业灌

溉供水量 1791.9 万 m³,设计灌溉面积 3.83 万亩（桂花灌片 0.35 万亩，者纳么灌片

0.21 万亩，六苴灌片 0.46 万亩，新街灌片 0.58 万亩，金碧灌片 2.23 万亩），其中新增 灌溉面积 3.16 万亩（桂花灌片、新街灌片、金碧灌片），改善灌溉面积 0.67 万亩（输

水工程沿途的者纳么灌片和六苴灌片）。

设计保证率：

根据《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288-99）规定，工程所在地属半干旱、 半湿润地区，灌区作物以旱作物为主，灌溉设计保证率为 70~80%，结合灌区实际情 况，灌溉设计保证率取 P=75% 。根据《室外给水设计划范》 （GB50013-2006）和

《村镇供水工程设计规范》（SL687-2014），人畜饮水、工业用水供水保证率取

P=95%。

**2.2.4** 工程规模

（1）枢纽工程规模

桂花水库程为中型水库， 工程等别为Ⅲ等。 枢纽工程由挡水建筑物、 泄水建筑物 及输水建筑物组成。挡水建筑物大坝为粘土心墙风化料坝，坝高 93.1m。溢洪道为侧

槽开敞式布置于左岸，全长 352m，采用底流消能。导流输水放空隧洞布置于右岸，

以“龙抬头”型式改造成输水放空隧洞，输水放空隧洞进口底板高程 2055.00m。

桂花水库正常蓄水位为 2094.15m，水库死水位为 2058.80m ，总库容 1192.7 万

m3 ，兴利库容 914.5 万 m3 ，死库容 152.7 万 m3 。设计洪水标准为 50 年一遇洪水，校 核洪水标准为 1000 年一遇洪水，工程下游无防洪要求。 50 年一遇设计洪水最高洪水 位 2096.21m 洪峰流量 223m3/s；1000 年一遇校核洪水最高洪水位 2097.09m ，洪峰流

量 981m3/s。

（2）引水工程规模

桂花水库引水区罗子左河取水坝位于桂花河支流罗子左河上，引水工程由取水坝

和引水渠组成。

罗子左河取水坝为 C20 埋石混凝土重力坝，由溢流坝、冲砂闸及取水闸组成，最 大坝高 5.82m 。引水渠总长 4.8km（其中渠道长 4.6km，引洪隧洞 1 条长 0.2m），引水

设计流量 2.0m3/s。

（3）引洪工程规模

输水工程沿线的桂花河支流马茨河和者纳么河支流的六姑乍箐、昔木乍箐、见簸

箐建坝，并分别通过 4 条引洪沟将洪水引入输水工程。由输水工程输水至碧么水库、

大罗古水库调蓄。

4 座取水坝坝型为 C20 埋石混凝土重力坝，由溢流坝、冲砂闸及取水闸组成，均

采用折线实用堰，最大坝高分别为 6.1m 、5.5m 、5.7m 、7.0m。

马茨河、六姑乍箐、昔木乍箐、见簸箐 4 条引洪沟均为暗渠，长度分别为

310m 、180m 、210m 、515m。

马茨河引洪区引洪设计流量 1.6m3/s，六姑乍箐引洪区引洪设计流量 1.1m3/s，昔

木乍箐引洪区引洪设计流量 0.8m3/s，见簸箐引洪区引洪设计流量 1.7m3/s。

（4）输水工程规模

输水工程全长 26.944km，其中：管道长 1.435km，渠道长 8.975km（暗渠），隧

洞 6 条总长 15.084km，倒虹吸 8 座总长 1.382km，渡槽 2 座总长 68m。

管道为有压管道，设计流量为 1.2m³/s，管材材质为螺旋钢管，管径为 DN1000 渠道设计流量 1.2～5.32m3/s，边墙、底板采用 C20 混凝土衬砌，顶板采用 C25 钢筋 混凝土盖板。 6 条隧洞均采用 C25 钢筋混凝土衬砌。 8 座倒虹吸为单管布设，进口设 置进水前池，闸门，出口设置出水池，低处设置排空阀，倒虹吸跨沟箐除 1#倒虹吸 （马茨河）采用混凝土埋管外，其余均采用管桥通过，设计流量为 1.2～5.32m3/s ，8 座倒虹吸长分别为 78m 、120m 、190m 、195m 、220m 、163m 、325m 、91m，管径分

别为 1000mm 、1200mm 、1600mm 、1600mm 、1600mm 、1600mm 、1600mm、

1600mm 。2 座渡槽长分别为 43m 、25m，采用简支梁渡槽，设计流量为 1.72m3/s、

2.82m3/s，采用 C25 钢筋混凝土衬砌。

工程特性见表 2.2- 1。

表 **2.2-1** 桂花水库工程特性表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 单位 | 项目 | 备注 |

一、水文

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.1 | 流域面积 |  |  |  |
|  | 枢纽坝址以上流域面积 | km2 | 76.1 | 本区 55.6km² ,引水区 20.5km² |
|  | 引洪工程坝址以上流域面 积 | km2 | 40.2 | 分别为马茨河、六姑乍箐、昔木乍 箐、见簸箐引水区 |
| 1.2 | 多年平均年径流量 |  |  |  |
|  | 枢纽工程多年平均年径流 量 | 万  m³ | 3233 | 本区 2357 万 m³ ,引水区 875.9 万 m³ |
|  | 枢纽工程 P=75%入库水量 | 万  m³ | 1981 | 本区 1672 万 m³ ,引水区 309.1 万 m³ |
|  | 引洪工程多年平均径流量 | 万  m³ | 1636 |  |
|  | 引洪工程 P=75%径流量 | 万 | 1136 |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 单位 | 项目 | 备注 |
|  |  | m³ |  |  |
| 1.3 | 代表性流量 |  |  |  |
|  | 正常运用（设计）洪峰流 量 | m³/s | 223 | 洪水标准 P=2% |
|  | 非常运用（校核）洪峰流 量 | m³/s | 369 | 洪水标准 P=0.1% |
|  | 施工枯期导流洪峰流量 | m³/s | 9.98 | 洪水标准 P=10% |
| 1.4 | 洪量 |  |  |  |
|  | 正常运用（设计） 一日洪 量 | 万  m³ | 594 | 洪水标准 P=2% |
|  | 非常运用（校核） 一日洪 量 | 万  m³ | 981 | 洪水标准 P=0.1% |
|  | 施工枯期导流一日洪量 | 万  m³ | 27.2 | 洪水标准 P=10% |
| 1.5 | 泥沙 |  |  |  |
|  | 多年平均悬移质年输沙量 | 万 t | 9.12 |  |
|  | 多年平均推移质年输沙量 | 万 t | 1.83 |  |

二、工程规模

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.1 | 水库水位 |  |  |  |
|  | 校核洪水位 | m | 2097.09 | P=0.1% |
|  | 设计洪水位 | m | 2096.21 | P=2% |
|  | 正常蓄水位 | m | 2094.15 |  |
|  | 死水位 | m | 2058.80 |  |
| 2.2 | 正常蓄水位时水库面积 | 万  m2 | 41.36 |  |
| 2.3 | 水库容积 |  |  |  |
|  | 总库容 | 万  m³ | 1192.70 | 校核洪水位以下 |
|  | 正常库容 | 万  m³ | 1067.20 | 正常蓄水位以下 |
|  | 调洪库容 | 万  m³ | 125.50 | H 校～H 限之间库容 |
|  | 兴利库容 | 万  m³ | 914.50 | H 正～H 死之间库容 |
|  | 死库容 | 万  m³ | 152.70 | 死水位以下库容 |
| 2.4 | 库容系数 |  | 0.28 |  |
|  | 调节特性 |  | 完全年调节 |  |
| 2.5 | 工程效益指标 |  |  |  |
|  | 总供水量 | 万  m³ | 1941.20 |  |
|  | 工业供水量 | 万  m³ | 57.70 |  |
|  | 灌溉供水量 | 万  m³ | 1791.90 |  |
|  | 设计灌溉面积 | 万亩 | 3.83 |  |
|  | 灌溉保证率 | % | 75.00 |  |
|  | 农村生活供水量 | 万  m³ | 81.3 |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 单位 | 项目 | 备注 |
|  | 集镇生活供水量 | 万  m³ | 10.3 |  |

三、工程建设征地与移民安置

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.1 | 水库淹没土地 | 亩 | 561.37 |  |
| 3.2 | 征地区房屋 | m2 | 185.5 | 杂房（不涉及搬迁人口） |
| 3.3 | 工程建设区征（占）地 |  |  |  |
|  | 永久征地 | hm2 | 49.9818 | 含枢纽、引水、引洪、输水 |
|  | 其中：耕地 | 亩 | 11.75 |  |
|  | 临时占地 | hm2 | 71.86 |  |

四、主要建筑及设备

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 4.1 | 挡水建筑物 |  |  |  |
|  | 型式 |  | 粘土心墙  风化料坝 |  |
|  | 坝顶高程 | m | 2098.1 |  |
|  | 坝顶宽 | m | 10.0 |  |
|  | 最大坝高 | m | 93.1 |  |
|  | 坝顶长度 | m | 261.5 |  |
| 4.2 | 输水放空隧洞 |  |  |  |
|  | 型式 |  | 有压洞 |  |
|  | 检修闸门型式  尺寸/数量 |  | 平板钢闸门 1.8m×1.8m/1 |  |
|  | 输水放空隧洞进口底板高 程 | m | 2055.00 |  |
|  | 输水放空隧洞全长 | m | 533.00 |  |
|  | 输水设计最大流量 | m³/s | 1.49 |  |
|  | 放空最大下泄流量 | m³/s | 19.57 |  |
| 4.3 | 溢洪道 |  |  |  |
|  | 型式 |  | 开敞式侧槽 |  |
|  | 堰型 |  | 实用堰 |  |
|  | 堰顶高程 | m | 2094.15 |  |
|  | 控制段宽度 | m | 40.00 |  |
|  | 溢洪道长度 | m | 352.00 |  |
|  | 消能方式 |  | 底流消能 |  |
|  | 设计下泄流量 | m³/s | 198.60 | P=2% |
|  | 校核下泄流量 | m³/s | 338.69 | P=0.1% |
|  | 消能防冲设计流量 | m³/s | 174.19 | P=3.33% |
| 4.4 | 引水工程 |  |  |  |
|  | 引水流量 | m³/s | 2 |  |
|  | 引水沟长 | km | 4.8 |  |
| 4.5 | 输水工程 |  |  |  |
|  | 设计流量 | m³/s | 1.2/1.72/2.82 /3.62/5.32 |  |
|  | 输水渠道 | km | 26.944 |  |
| 4.6 | 引洪工程 |  |  |  |
|  | 引水流量 | m³/s | 1.6/1.1/0.8/1.7 |  |
|  | 引洪沟长 | km | 1.215 |  |
| 五 | 施工 |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 单位 | 项目 | 备注 |
| 5.1 | 主体工程数量 |  |  |  |
|  | 柴油 | 吨 | 5446 |  |
|  | 汽油 | 吨 | 158 |  |
|  | 炸药 | 吨 | 959 |  |
| 5.2 | 永久公路 |  |  |  |
|  | 改复建 | km | 7.517 | 移民占地投资 |
|  | 场内公路 | km | 0.15 |  |
| 5.3 | 施工导流 |  |  |  |
|  | 方式 |  | 分段围堰导 流 |  |
|  | 型式 |  | 土石围堰 |  |
| 5.4 | 施工期 | 年 | 4.5 |  |

六、经济指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 6.1 | 总投资 | 万元 | 72820.08 |  |

**2.2.5** 管理机构

工程管理机构拟设为桂花水库管理局，负责工程的管理、调度运行、安全监测和 维护，劳动定员 8 人。管理机构拟建在大姚县城。库区仅设置一个值班室，日常有 2

人值班。

**2.2.6** 工程调度及运行方式

工程为桂花水库、碧么水库、大罗古水库联合供水调度。为充分利用现有碧么水 库到大罗古水库段输水渠系，考虑碧么水库作为调节错峰的反调节水库，即引洪工程

引水量和桂花水库补水量首先进入碧么水库，碧么水库在满足下游用水要求的条件

下，库内高于死水位以上的水量利用现有渠系输入大罗古水库，为便于调度，汛期 6～10 月份碧么水库一直处于蓄水～补水至大罗古水库后放空的低水位运行状态。经 兴利调节计算表可知，当 P=75%时大罗古水库 10 月份可蓄水至正常库容，大罗古蓄

满后碧么水库开始蓄水，碧么水库在 11 月末也可蓄水至正常库容。

（1）水库兴利运行方式（联合调度）

①引洪工程、引水工程从 6 月~10 月份开始同时引水，引水系数 0.6 ，碧么、大罗

古水库蓄满后应停止引水，其余月份不引水，引水系数为 0。

②桂花水库均匀引水至大罗古水库调蓄，补水流量为 0.10m³/s ，碧么、大罗古水

库蓄满后应停止补水，剩余水量则保留在桂花水库本区。

（2）汛期水库运行方式

桂花水库泄洪设施为侧槽溢洪道，溢洪道堰顶高程为正常蓄水位 2094.15m；当水

位超过 2094.15m，溢洪道开始自由泄洪。

（3）河道生态环境用水及泄放方式

①桂花水库坝址以下河道生态环境用水，各月按多年平均流量的 10%放流。

②引洪工程、引水工程坝下河道生态环境用水，汛期（6 月~10 月）下泄量为

40%来水量， 其余季节全部下泄。

③枢纽工程利用导流输水放空隧洞预埋的 DN325 钢管下泄生态流量；引洪工

程、引水工程不引水季节直接利用冲沙闸下泄生态流量，汛期引水时段通过引水沟埋

设 DN150 的放水管向下游河道供水。

**2.2.7** 水库回水

大姚县桂花水库正常蓄水位以下主要淹没对象为耕地、林地，水库淹没范围内无

居民，水库回水长度为 3.88km。

**2.3** 工程组成

**2.3.1** 工程组成

项目组成见表 2.4- 1。

表 **2.3-1** 项目组成一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程 | | 名称 | 建设内容及规模 | 布置位置 |
| 永久工程 | 枢纽工程 | 大坝 | 大坝为粘土心墙风化料坝，坝顶高程 2098.1m，最大坝高 93.1m，坝轴线长  261.5m，坝顶宽 10.0m 。防渗心墙顶高程 2097.6m，顶宽 4.0m，上、下游坡比均 为 1:0.25，心墙上、下游设反滤层和过渡层，上游侧宽均为 2m；下游侧宽均为 2.5m 。大坝上游坝坡从上至下坡比为 1:2.2 、1:2.3 、1:2.4，下游坝坡坡比为 1:2.0、 1:2.1 、1:2.2 、1:2.0（堆石棱体坡比）；变坡处设 2m 戗台。 |  |
| 溢洪道 | 由进口侧槽段、调整段、泄槽缓坡段、泄槽陡坡段、消力池段、尾水渠段组成， 全长 352.0m 。进口侧槽采用实用堰，堰顶高程 2094.15m（与水库正常蓄水位平 齐），堰宽 40m，泄槽段宽 8m，出口消能采用底流消能，消力池长 52m，池宽 8m，池深 5.5m。 | 溢洪道布置于左岸 |
| 导流输水放空隧洞 | 输水放空隧洞采用“龙抬头”和导流隧洞结合而成，导流隧洞与输水放空隧洞进 口段分开，后半段共用。 输水放空隧洞由进口拦沙井段、有压龙抬头段、检修闸 门井段、无压段，出口闸阀室段组成，全长 533.0m，其中洞身段 507m（与导流 隧洞共用段长 400.88m）。在龙抬头段里程输 0+121.01 堵头起埋设 DN1400 钢管，  钢管沿隧洞底板铺设，长 385.99m（里程输 0+121.01～输 0+507），出口设 DN1200 放空消能阀、 DN1000 输水调流阀、 DN400 输水和生态供水调流阀。 | 布置于右岸 |
| 引水工程 | 取水坝 | 罗子左河取水坝为 C20 埋石混凝土重力坝，由溢流坝、冲砂闸及取水闸组成，取 水坝轴线长 17.7m，其中溢流段长 11m，最大坝高 5.82m，堰顶高程 2110.0m。 | 布置于桂花河支流 罗子左河上 |
| 引水渠 | 引水渠总长 4.8km（其中渠道长 4.6km，引洪隧洞 1 条长 0.2km），引水设计流量 2.0m³/s。明渠道断面型式为 B×H=1.5m×1.25m，边墙、底板为 25cm 厚 C20 砼衬 砌，顶部为 15cm 厚 C25 钢筋砼预制盖板，隧洞为城门洞型断面，采用 C25 钢筋 砼衬砌。 |  |
| 引洪工程 | 取水坝 | 4 座取水坝坝型为 C20 埋石混凝土重力坝，由溢流坝、冲砂闸及取水闸组成，坝 轴线长分别为 22.7m 、16.2m 、11.7m 、21.7m，其中溢流段长分别为 16m 、10m、 6.0m 、15m ，堰顶高程分别为 2056.0m 、2053.5m 、2053.0m 、2041.5m，均采用折 线实用堰，最大坝高分别为 6.1m 、5.5m 、5.7m 、7.0m。 | 取水坝布置在马茨 河、六姑乍箐、昔 木乍箐、见簸箐 |
| 引洪沟 | 马茨河、六姑乍箐、昔木乍箐、见簸箐 4 条引洪沟均为暗渠，长度分别为 310m、 180m 、210m 、515m 。马茨河引洪区引洪设计流量 1.6m³/s，六姑乍箐引洪区引洪 设计流量 1.1m³/s，昔木乍箐引洪区引洪设计流量 0.8m³/s，见簸箐引洪区引洪设计 流量 1.7m³/s 。边墙、底板采用 C20 混凝土衬砌，顶板采用 C25 钢筋混凝土盖板。 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程 | | 名称 | 建设内容及规模 | 布置位置 |
|  |  |  | 分别在输水工程里程 4+754m 、12+319m 、13+624m 、15+355m 处汇入输水工程。 |  |
| 输水工程 | | 输水工程全长 26.944km，其中：管道长 1.435km，渠道长 8.975km（暗渠），隧洞 6 条总长 15.084km，倒虹吸 8 座总长 1.382km，渡槽 2 座总长 68m 。管道为有压 管道，设计流量为 1.2m³/s ，材质为螺旋钢管，管径为 DN1000。  渠道为暗渠， 设计流量 1.2～5.32m³/s 。隧洞 1#长 0.205km 、2#长 7.436km 、3#长 1.28km 、4#长 3.893km 、5#长 1.91km 、6#长 0.36km 。8 座倒虹吸为单管布设，进 口设置进水前池，闸门，出口设置出水池，低处设置排空阀；倒虹吸跨沟箐除 1# 倒虹吸（马茨河）采用混凝土埋管外，其余均采用管桥通过。设计流量为 1.2~ 5.32m³/s 。8 座倒虹吸长分别为 78m 、120m 、190m 、195m 、220m 、163m、  325m 、91m，管径分别为 DN1000 、DN1200 、DN1600 、DN1600 、DN1600、  DN1600 、DN1600 、DN1600 。2 座渡槽长分别为 43m 、25m，采用简支梁渡槽， 设计流量为 1.72m³/s 、2.82m³/s。 | / |
| 管理用房 | | 管理用占地面积 0.24hm2 ，占地类型为耕地，。 | 坝址右岸 |
| 永久道路 | | 桂花水库新永久道路 3 条，共 0.3km，其中上坝道路（右岸） 80m，输水放空隧洞 工作闸房至现有道路 150m，水库管理房接引瓦拉公路 70m ，路基宽 6m，路面宽 4.5m,采用 C20 混凝土路面。 |  |
| 引输水及引洪工程共布置永久道路 3 条，总长 0.8km 。六姑乍箐取水坝至现状道 路长 0.4km ，见簸箐接至取水坝道路长 0.2km ，见簸箐至渠台道路长 0.2km，路面 宽 4.5m，采用 C20 混凝土路面。 |  |
| 临时工程 | 施工导流 | 枢纽导流 | 初期采用围堰挡水，导流输水隧洞泄流，中期采用坝体临时断面挡水，导流输水 隧洞泄流。  围堰： 采用粘土斜墙土石围堰， 堰顶高程 2026.50m，堰高 9.0m，顶宽 5.0m。 |  |
| 引水工程、引洪工程 导流 | 初期采用纵向围堰导流，中期采用冲沙闸导流。  围堰： 采用编制袋装土围堰进行挡水，堰高 1m，顶宽 2m。 |  |
| 辅助工程 | 料场 | 粘土料场 | 设置 1 个粘土料场， 有用层可采储量 51.44 万 m³ 。大坝设计粘土用量 47.28 万 m3。  占地面积 18.72m2 ，占地类型为耕地、林地、园地。 | 水库上游皮左黑村 委会的缓坡地 |
| 风化料场 | 有用层可采储量 309.44 万 m³ , 占地面积 3.89m2 ，占地类型为林地。 | 库区上游皮左黑河 与拉扎如河交汇口 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程 | | 名称 | 建设内容及规模 | 布置位置 |
|  |  |  |  | 凸出山包 |
| 砂石料场 | 石料场采用自上而下分层开采， 台阶高度 15m，潜孔钻钻孔，微差挤压爆破，开  采边坡坡比 1:0.5 。建设 1 套砂石料加工系统。 砂石料场临时占地 4.21hm2 ，均为 林地。 | 水库下游 6.7km |
| 渣场 | | 项目设置 18 个弃渣场， 21 个临时表土堆场。 渣场总占地面积 7.39hm2 ，渣场总规  划容量为 166.39 万 m3 ，总规划堆渣量为万 118.90 万 m3 。渣场拦挡措施主要采用护  脚和压坡，渣场外设置排水沟。渣场总占地面积 15.38hm2 ，均为临时占地，其中  占用林地 11.77hm2 ，耕地 2.30hm2 ，园地 1.31hm2 。表土堆场新增占地面积  0.52hm2 ，均为临时占地， 占地类型为林地。 |  |
| 施工生产生活区 | | 枢纽施工区设置 1 处施工生产生活区， 主要为材料堆放、加工区以及混凝土拌合 场， 占地面积 1.98hm2 ， 占地类型为耕地，为临时占地。 |  |
| 引水工程施工区设置 1 处施工生产生活区，主要为材料堆放、加工区以及混凝土 拌合场， 占地面积 0.13hm2 ，占地类型为林地，为临时占地。 |  |
| 引洪工程施工区设置 4 处施工生产生活区，主要为材料堆放、加工区以及混凝土  拌合场， 占地面积 0.24hm2 ，占地类型为林地（0.07hm2）、耕地（0.17hm2），为临  时占地。 |  |
| 输水工程施工区设置 5 处施工生产生活区，主要为材料堆放、加工区以及混凝土 拌合场， 占地面积 0.32hm2 ，占地类型为林地，为临时占地。 |  |
| 油库 | | 枢纽施工区设 1 座油库，位于枢纽施工生产生活区内。 |  |
| 临时道路 | | 工程大坝枢纽区需新修道路 31.45km。施工道路占地 24.99hm2 ，占地类型有水田  （1.12hm2）、旱地（7.28hm2）、林地（16.59hm2）。 |  |
| 环保工程 | 生态泄流工程 | | 枢纽工程利用导流输水放空隧洞预埋的 DN325 钢管下泄生态流量；引洪工程、引 水工程不引水季节直接利用冲沙闸下泄生态流量，汛期引水时段通过引水沟埋设 DN150 的放水管向下游河道供水。 |  |
| 其他环保措施 | | 1、施工生产生活区修建隔油池、化粪池， 生活污水进入化粪池处理， 并雇用当地村 民定期清运，沤熟后用作农业肥料；  2、枢纽区混凝土拌合站设置 1 个 10m3 废水沉淀池，其余每台混凝土拌合设备处设 置 1 个 5m3 废水沉淀池，施工废水不外排；砂石料加工区设置 1 个 30m3 废水沉淀 池， 清洗废水回用不外排；  3 、库底清理；  4、弃渣场、料场工程防护措施和迹地恢复措施。 |  |

**2.3.2** 工程布置及主要建筑物

（1）总体布置

大姚县桂花水库工程建设内容包括枢纽工程、引水工程、引洪工程、输水工程。其 中枢纽工程主要挡水建筑物、泄水建筑物及输水建筑物组成，引水工程由取水坝和引 水渠组成，引洪工程由 4 座取水坝和 4 条引洪沟组成，输水工程由管道、暗渠、隧洞、

倒虹吸、渡槽组成。

（2）枢纽工程

枢纽工程由大坝、溢洪道、导流输水放空隧洞组成。

①大坝

大坝布置于金沙江一级支流万马河上游右支流桂花河段皮左黑村。

坝型为粘土心墙风化料坝，最大坝高 93.1m，坝顶高程 2098.1m，坝顶上游侧设 1.0m 高防浪墙，坝轴线长 261.5m，坝顶宽 10.0m。防渗心墙顶高程 2097.6m，顶宽 4.0m ， 上、下游坡比均为 1:0.25，心墙上、下游设反滤层和过渡层，上游侧宽均为 2m；下游 侧宽均为 2.5m。大坝下游坝坡风化料与基岩之间铺设 4.0m 厚水平排水层， 连接下游反 滤过渡料与排水棱体。大坝上游坝坡从上至下坡比为 1:2.2 、1:2.3 、1:2.4，下游坝坡坡

比为 1:2.0 、1:2.1 、1:2.2 、1:2.0（堆石棱体坡比）；变坡处设 2m 戗台。

②溢洪道

溢洪道布置于左岸， 由进口侧槽段、调整段、泄槽缓坡段、泄槽陡坡段、消力池段、

尾水渠段组成，全长 352.0m。

进口侧槽采用实用堰，堰顶高程 2094.15m（与水库正常蓄水位平齐），堰宽 40m， 泄槽段宽 8m，溢洪道出口消能采用底流消能，消力池长 52m，池宽 8m，池深 5.5m，

最大下泄流量为 338.69m³/s。

泄槽缓坡段、泄槽陡坡段、消力池段基础设齿墙等抗滑措施。

溢洪道进口侧槽段、调整段采用 C25 钢筋混凝土衬砌、泄槽缓坡段和尾水渠段采

用 C30 钢筋混凝土衬砌、泄槽陡坡段和消力池段采用 C40 钢筋混凝土衬砌。。

③导流输水放空隧洞

导流输水放空隧洞布置于右岸，采用“龙抬头”和导流隧洞结合而成。

输水放空隧洞由进口拦沙井段、有压龙抬头段、检修闸门井段、无压段， 出口闸阀

室段组成，全长 533.0m，其中洞身段 507m（与导流隧洞共用段长 400.88m）。

进口设 2.8m 高叠梁式拦沙井， 龙抬头段采用直径 1.8m 圆形断面， 无压段为 2.6×

2.8m 的城门洞形（由导流流量 91.96m³/s 确定隧洞断面尺寸)。

检修闸门井高 46.23m，断面为 6.0×4.0m、4.0×4.0m，井内设 1.8×1.8m 平板钢闸

门，并配 320kN 卷扬式启闭机启闭。

龙抬头段里程输 0+121.01 堵头起埋设 DN1400 钢管（堵头长 16.5m，采用 C25 混 凝土），钢管沿隧洞底板铺设，长 385.99m（里程输 0+121.01～输 0+507），出口设 DN1200

放空消能阀、 DN1000 输水调流阀、 DN400 输水和生态供水调流阀。

输水设计流量为 1.49m³/s（含生态流量 0.08m³/s），导流最大流量 91.96m³/s，放空

最大流量为 19.57m³/s。

采用 C25 钢筋混凝土衬砌。

（2）引水工程

罗子左河取水坝为 C20 埋石混凝土重力坝，由溢流坝、冲砂闸及取水闸组成，取 水坝轴线长 17.7m，其中溢流段长 11m，最大坝高 5.82m，堰顶高程 2110.0m，校核洪

水位 2111.81m。

引水渠总长 4.8km（其中渠道长 4.6km，引水隧洞 1 条长 0.2km），引水设计流量 2.0 m³/s，多年平均引水量为 433.1 万 m³。明渠底坡为 i=1/500，渠道断面型式为 B× H=1.5m×1.25m，边墙、底板为 25cm 厚 C20 砼衬砌， 顶部为 15cm 厚 C25 钢筋砼预制 盖板，隧洞底坡为 i=1/500，为城门洞型断面，拱顶中心角 120°,采用 C25 钢筋砼衬

砌，衬砌厚度为 30 、35cm。

（3）引洪工程

①取水坝

4 座取水坝坝型为 C20 埋石混凝土重力坝， 由溢流坝、冲砂闸及取水闸组成， 坝轴 线长分别为 22.7m 、16.2m 、11.7m 、21.7m，其中溢流段长分别为 16m 、10m 、6.0m 、 15m，堰顶高程分别为 2056.0m、2053.5m、2053.0m、2041.5m，均采用折线实用堰， 最 大坝高分别为 6.1m 、5.5m 、5.7m 、7.0m。马茨河取水坝设置 2.0×2.5m 冲砂闸、 1.5× 1.5m 进水闸各 1 道，六姑乍箐取水坝设置 2.0×2.5m 冲砂闸、1.0×1.0m 进水闸各 1 道， 昔木乍箐取水坝设置 1.5×2.0m 冲砂闸、 1.0×1.0m 进水闸各 1 道，见簸箐取水坝设置 2.0×2.0m 冲砂闸、1.5×1.5m 进水闸各 1 道。校核洪水为分别为 2057.40m、2054.74m、

2054.47m 、2042.82m。

②引洪沟

马茨河、六姑乍箐、昔木乍箐、见簸箐 4 条引洪渠均为暗渠，长度分别为 310m、

180m 、210m 、515m，底坡除见簸箐引水渠为 1/1000 外，其余均为 1/500。

马茨河引洪区引洪设计流量 1.6m³/s，六姑乍箐引洪区引洪设计流量 1.1m³/s，昔

木乍箐引洪区引洪设计流量 0.8m³/s，见簸箐引洪区引洪设计流量 1.7m³/s。

暗渠过水断面分别为 1.5×1.1m 、1.2×1.1m 、1.2×1.1m 、1.6×1.1m，边墙、底板 采用 C20 混凝土衬砌， 顶板采用 C25 钢筋混凝土盖板。分别在输水工程里程 4+754m、

12+319m 、13+624m 、15+355m 处汇入输水工程。

（4）输水工程

输水工程从导流输水放空隧洞出口取水后， 途经皮左黑河、么他苴、马茨河、六姑 乍箐、昔木乍箐、见簸箐、独格里排、木卡拉河、海古簸、窝铺山、石房河、 杨家山至 碧么水库。输水线路全长 26.944km，其中管道 1 条长 1.435km，渠道总长 8.975km（暗

渠），隧洞 6 条长 15.084km，倒虹吸 8 座总长 1.382km，渡槽 2 座总长 68m。

①管道

管道为有压管道， 设计流量为 1.2m³/s，管材采用螺旋钢管， 管径为 1000mm。镇、

支墩采用 C25 钢筋混凝土衬砌。

②渠道（暗渠）

设计流量 1.2～5.32m³/s，设计底坡 1/1000 、1/500，过水断面为 1.5×1.15m、2.0× 1.4m、2.2×1.6m 矩形， 边墙、底板采用 C20 混凝土衬砌，顶板采用 C25 钢筋混凝土盖

板。

③隧洞（6 条）

1#么他苴隧洞（长 0.205km）、3#六姑乍箐隧洞（长 1.28km）隧洞断面为 1.5×1.8m 城门洞形，设计底坡分别为 1/1000 、1/500；2#马茨河隧洞（长 7.436km，设有 2 条支 洞长分别为 0.464km 、0.494km）、4#独格里排隧洞（长 3.893km）、5#海古簸隧洞（长 1.91km）隧洞断面为 2.2×2.5m，底坡分别为 1/2000 、1/1500 、1/1500，6#碧么隧洞（长 0.36km）隧洞断面为 1.8×2.2m 城门洞形，底坡为 1/500 。6 条隧洞均采用 C25 钢筋混

凝土衬砌。

④倒虹吸（8 座）

为单管布设， 进口设置进水前池，闸门， 出口设置出水池， 低处设置排空阀； 倒虹 吸跨沟箐除 1#倒虹吸（马茨河）采用混凝土埋管外，其余均采用管桥通过。设计流量

为 1.2～5.32m³/s。

8 座倒虹吸长分别为 78m 、120m 、190m 、195m 、220m 、163m 、325m 、91m，管 径分别为 1000mm、1200mm、1600mm、1600mm、1600mm、1600mm、1600mm、1600mm，

壁厚 8mm 、10mm。

⑤渡槽（2 座）

2 座渡槽长分别为 43m 、25m ，采用简支梁渡槽， 设计流量为 1.72m³/s 、2.82m³/s, 设计底坡均为 1/500，槽身断面 1.2×1.40m 、1.5×1.55m 矩形， 采用 C25 钢筋混凝土衬

砌。

**2.3.3** 施工组织规划

（1）施工导流

①枢纽工程导流

a.导流方式

枢纽工程施工导流分为两期导流， 一期为枯期导流，导流为围堰、导流沟配合导 流输水放空隧洞导流段导流；二期为汛期导流，导流为抬头坝配合导流输水放空隧洞

导流段导流。

b.导流标准

水库导流标准：枯期导流洪水标准重现期为 10 年一遇，坝体施工期临时度汛洪

水重现期 20 年。

c.施工导流程序

导流隧洞施工：从第一年的 10 月开始施工，第二年 8 月底完工。

第 1 个枯期导流（第一年 12 月～第二年 4 月），采用河床导流，主要进行导流输

水放空隧洞的施工和开始拦河坝岸坡段开挖。

第 1 个汛期导流度汛（第二年 5 月～第二年 11 月）度汛洪水标准 5 年一遇，设 计最大洪峰流量 101m³/s。原河床宽 6m,河床坡度为 1/20.68，糙率取 0.035，导流洞进 口高程为 2023.0m，该处河床高程为 2020m，河床导流洞进口高程下断面最大过流河 能力为 180m³/s，满足度汛要求，采取从原河床过流的方式度汛。在此期间完成导流 隧洞的施工，隧洞进口底板高程高于河 3m,洪水不会影响隧洞施工。完成大坝原河床

及岸坡的清基及截水槽开挖，截水槽河床段砼盖板浇筑，完成大坝部分坝基灌浆施

工。

第 2 个枯期导流（第二年 12 月～第三年 4 月）导流设计频率 10%的枯期洪水，

设计最大洪峰流量 9.98m³/s，采用导流隧洞导流。隧洞进口底板高程 2023m，在隧洞 进口下游修筑 9.0m 高围堰，洪水经过导流隧洞即可满足枯期导流。此期间将大坝回

填至抬头坝设计高程 2056.50m，总填筑工程量为 33.51 万 m³。

第 2 个汛期导流度汛（第三年 5 月～第三年 11 月）度汛洪水标准 20 年一遇，设 计最大洪峰流量 177m³/s，采取抬头坝挡水，导流隧洞导流度汛。在此期间进行剩余

部分帷幕灌浆。

第 3 个枯期导流（第三年 12 月～第四年 4 月）采用大坝挡水，导流洞导流。在

此期间将大坝由抬头坝开始填筑。

第 3 个汛期导流（第四年 5 月～第四年 11 月）采用大坝挡水，导流洞导流。在

此期间进行溢洪道的施工。

第 4 个枯期导流（第四年 12 月～第五年 4 月）采用大坝挡水，导流洞导流。完

成大坝的填筑，导流洞进行封堵。

d.导流建筑物

Ⅰ.导流输水放空隧洞导流段

工程导流输水放空隧洞导流段主要负责枯期和汛期过流，导流隧洞布置于大坝右

岸，导流段全长 618.0m，导流专用段长 207.12m，与输水放空隧洞共用段长

400.88m，洞身段长 591.0m，洞身为 2.6m×2.8m 城门洞型，顶拱圆心角 120°, C25 钢筋砼衬砌，衬砌厚度 40cm，施工导流结束后，导流洞进口放置叠梁后采用 C20 砼

封堵，与输水放空隧洞共用段铺设 DN1400 钢管用于输水、放空及放生态流量。

Ⅱ.度汛抬头坝

工程施工的汛期施工采用坝体挡水度汛。汛期最高洪水位为 2054.91m，计算坝顶 高程为 2056.45，度汛坝体顶高程为 2056.5m，迎水面坝高 41.7m ，心墙高 22m，坝顶 宽 8m，以 1:2.0 放坡至 2027.0m（平台宽 60m）， 1:2.0 放坡至下游，度汛坝体防渗采 用上游设置临时防水土工膜防渗， 一期度汛坝体填筑量约为 33.51 万 m³,其中粘土心

墙 4.71 万 m³。

Ⅲ.上游围堰

上游围堰为枯期围堰，围堰采用粘土斜墙土石围堰，上游围堰拦洪水位为

2025.92m ，堰顶高程 2026.50m，堰高 9.0m，顶宽 5.0m，上、下游坡度分别为 1:2.0。

上游围堰堰顶高程低于死水位，无需拆除。

Ⅳ.导流沟

工程导流沟主要承担枯期围堰与导流隧洞之间的引流，导流沟过流能力需满足过 流流量 9.65m³/s，导流沟总长 77m，起点高程为 2023.5m，终点为 2023.0m，导流沟

采用 1.5m×1.5m 梯形断面。

②引水、引洪工程导流

取水坝采用分段分期施工， 一期利用纵向围堰挡水导流；二期利用冲沙闸导流。 取水坝为 5 级建筑物，施工导流洪水标准采用枯期重现期为 5 年一遇。纵向围堰挡水

高度小于 0.5m ，采用编制袋装土围堰进行挡水，堰高 1m，顶宽 2m。

③下闸蓄水规划

本工程拟定第 4 年 6 月初导流洞下闸。

工程施工期间需向下游提供生态用水要求，导流隧洞下闸前，由导流隧洞向下游

供水。导流隧洞下闸后，由导流隧洞内引水管向下游供水。

（2）料场规划

本工程所需的建筑材料主要有坝体填筑石料、混凝土骨料、砂砾石料。

①粘土料场

罗斯达料场位于水库上游皮左黑村委会的缓坡地，分布高程 2160～2230m，相对 高差 70m，料场面积约 18.72 万 m2 ，呈台地地形。土料成因为江底河组泥岩风化后的 残坡积土， 料场西半部分靠皮左黑村土质均匀， 厚度大于 3m，以东土层厚度 1.6～5.0m 不等。经计算有用层可采储量 51.44 万 m³(自然方)，经过换算， 压实方储量为 41.15 万

m3，现有进村水泥路面从土料场通过，交通方便，运距约 3.5km。

②风化料场

上游选定坝壳风化料场各一个，料场均分布于白垩系江底河组之上，岩性为紫色

厚层粉砂质泥岩夹粉砂质条带，岩石呈强、弱风化状态，开采运输方便。

上游风化料场位于皮左黑河与拉扎如河交汇口凸出山包（皮左黑村委会对面），分 布白垩系江底河组上杂色泥岩段地层，为紫色厚层状粉砂质泥岩、局部夹中厚层状石 英细砂岩、粉砂岩。岩体呈强、弱风化状态,适宜用于坝壳风化料填筑。地表植被稀疏， 顶部第四系覆盖层零星分布， 地形稍缓， 四周山体陡峻， 基岩大部裸露， 剥离量小，剥

离 7.18 万 m³,有用层可采储量 309.44 万 m³,料场至填筑工作面运距约 1.5km。

③砂石料场

岔处地村白其乍箐石料位于桂花乡岔处地村白其乍箐沟， 距桂花乡 3.0km，料场地

形较陡，箐沟侧自然边坡 42°~50°,至顶部变平缓，料场高程 1850～2050m，相对

高差 200m。料场岩性为浅灰色、紫红色石英砂岩，长石石英砂岩及泥质中细粒砂岩， 层间混有数层泥岩， 料场地形较完整， 起伏不大， 无断裂构造， 夹层较多。根据地表踏 勘及钻探成果， 无用层泥岩夹层占 45%左右，剔除无用层后初步估算可用率按 55%计，

可获取有用层 111.47 万 m3，储量满足要求。料场至枢纽工程建设区沿河运距约 12km。

由于导流输水隧洞施工时，砂石加工系统尚未具备加工能力，故考虑导流输水隧

洞所需混凝土骨料由碧苴石料场外购供应、料由祥云砂料场外购供应。

（2）弃渣场

规划设置 18 个弃渣场。 弃渣场特性见表 2.3-4。

（3）表土堆场

项目设施 21 个表土堆场

表土堆场特性见表 2.3-5。

表 **2.3-4** 弃渣场特性一览表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 位 置 | 渣场类 型 | 占地**(hm2)** | 占地类型 | 容积**(**万 **m3)** | 处理弃  渣**(**自然  方万  **m3)** | 挡墙 高度 （**m**） | 堆渣 高度 （**m**） | 堆渣范围 | 堆渣  坡比 | 弃渣来源 |
| 1＃弃  渣场 | 坝址区东北侧约 6km 处， 博血乍村下侧 | 沟道型 | 2.35 | 林地 | 38.13 | 21.80 | 5 | 55 | 1945~2000 | 1;2.5 | 枢纽区、 公路弃 渣 |
| 2＃弃  渣场 | 比稿的么村西南侧 500m 处 箐沟内 | 沟道型 | 2.77 | 林地 | 41.75 | 23.87 | 5 | 45 | 2030~2075 | 1;2.5 | 枢纽区弃渣、公 路弃渣 |
| 3＃弃  渣场 | 石料场东侧 50m 箐沟内 | 沟道型 | 0.41 | 林地 | 5.88 | 3.36 | 5 | 45 | 1975~2020 | 1;2.5 | 石料场弃渣 |
| 4＃弃  渣场 | 耳子地村东侧 500m 箐沟内 | 沟道型 | 1.12 | 林地 | 10.00 | 5.72 | 5 | 45 | 2125~2170 | 1;2.5 | 枢纽输水隧洞、 马茨河取水坝、 马茨河引洪沟、 马茨河输水隧洞 弃渣、马茨河渡 槽 |
| 5＃弃  渣场 | 马茨河隧洞 1#施工支洞右 侧箐沟 | 沟道型 | 0.53 | 旱地 | 3.69 | 2.12 | 5 | 30 | 2225~2255 | 1;2.5 | 马茨河输水隧 洞、 1 号支洞弃 渣 |
| 6＃弃  渣场 | 马茨河隧洞 2#施工支洞右 侧箐沟 | 沟道型 | 0.65 | 林地 | 3.30 | 1.88 | 5 | 42 | 2210~2252 | 1;2.5 | 马茨河输水隧 洞、 2 号支洞弃 渣 |
| 7＃弃  渣场 | 马茨河隧洞出口，六姑乍箐 隧洞进口附近箐沟 | 沟道型 | 0.67 | 旱地 | 3.48 | 1.99 | 5 | 35 | 2010~2045 | 1;2.5 | 马茨河输水隧洞 出口、六姑乍倒 虹吸、六姑乍取 水坝、六姑乍引 洪沟、六姑乍箐 隧洞进口弃渣 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 位 置 | 渣场类 型 | 占地**(hm2)** | 占地类型 | 容积**(**万 **m3)** | 处理弃  渣**(**自然  方万  **m3)** | 挡墙 高度 （**m**） | 堆渣 高度 （**m**） | 堆渣范围 | 堆渣  坡比 | 弃渣来源 |
| 8＃弃  渣场 | 六姑乍箐隧洞出口附近箐沟 | 沟道型 | 1.07 | 有林 地、 园地 | 6.46 | 3.69 | 5 | 35 | 2010~2045 | 1;2.5 | 六姑乍输水隧洞 出口、昔木乍取 水坝、昔木乍引 洪沟、六姑乍箐 隧洞出口弃渣 |
| 9＃弃  渣场 | 独格里排隧洞进口附近箐沟 | 沟道型 | 1.10 | 旱地 | 4.42 | 2.53 | 5 | 35 | 2000~2035 | 1;2.5 | 见簸箐输水隧洞 出口、见簸箐取 水坝、见簸箐引 洪沟、下嘴子明 渠、 独格里排隧 洞进口弃渣 |
| 10＃弃 渣场 | 独格里排隧洞出口附近箐沟 | 沟道型 | 0.50 | 有林  地 | 3.74 | 2.14 | 5 | 35 | 1990~2025 | 1;2.5 | 独格里排隧洞出 口弃渣、窝铺山 倒虹吸弃渣 |
| 11＃弃 渣场 | 海古簸隧洞进口附近箐沟 | 沟道型 | 0.22 | 有林  地 | 2.35 | 1.34 | 5 | 35 | 2010~2045 | 1;2.5 | 海古簸隧洞进口 弃渣 |
| 12＃弃 渣场 | 海古簸隧洞出口附近箐沟 | 沟道型 | 0.44 | 有林  地 | 3.25 | 1.86 | 5 | 35 | 1950~1985 | 1;2.5 | 窝铺山渡槽弃渣 |
| 13＃弃 渣场 | 6#（窝铺山）倒虹吸左侧附 近箐沟 | 沟道型 | 0.19 | 有林  地 | 0.87 | 0.50 | 5 | 25 | 1940~1965 | 1;2.5 | 输水明渠、杨家 山 1#倒虹吸弃 渣 |
| 14＃弃 渣场 | 碧么隧洞进口下方箐沟 | 沟道型 | 0.48 | 有林  地 | 2.45 | 1.40 | 5 | 35 | 1965~2000 | 1;2.5 | 输水明渠、杨家 山 2#倒虹吸、  碧么隧洞进口弃 渣 |
| 15＃弃 渣场 | 碧么隧洞中段下方箐沟 | 沟道型 | 0.28 | 有林  地 | 1.16 | 0.66 | 5 | 20 | 1965~1985 | 1;2.5 | 碧么隧洞中段及 出口弃渣 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 位 置 | 渣场类 型 | 占地**(hm2)** | 占地类型 | 容积**(**万 **m3)** | 处理弃  渣**(**自然  方万  **m3)** | 挡墙 高度 （**m**） | 堆渣 高度 （**m**） | 堆渣范围 | 堆渣  坡比 | 弃渣来源 |
| 16＃弃 渣场 | 海古簸隧洞出口附近箐沟 | 沟道型 | 0.74 | 有林  地 | 5.38 | 3.08 | 5 | 35 | 1989~2024 | 1;2.5 | 海古簸隧洞出口 |
| 17＃弃 渣场 | 也么大独村东侧箐沟 | 沟道型 | 1.10 | 有林  地 | 17.33 | 9.90 | 5 | 35 | 2124~2159 | 1;2.5 | 引水区弃渣 |
| 18＃弃 渣场 | 阿格朗的村西北侧箐沟 | 沟道型 | 0.76 | 园地 | 12.75 | 7.29 | 5 | 35 | 1928~1963 | 1;2.5 | 枢纽区 |
| 合 计 | |  | 15.38 |  | 166.39 | 95.12 |  |  |  |  |  |

表 **2.3-5** 表土堆场特性一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 位 置 | 占地**(hm2)** | 占地类型 | 容积**(m3)** | 堆存量**(**自 然方 **m3)** | 备注 |
| 1#临时堆土 场 | 引水隧洞出口东侧 250m 处缓地 | 0.07 | 林地 | 6571.1 | 4978.1 | 1#引水渠前中段、 1#引水渠施工生产区及施工临时 道路 YSL1 表土堆存 |
| 2#临时堆土 场 | 大嘎村东侧 400m 处缓坡 | 0.07 | 林地 | 5376.4 | 4073.0 | 1#引水渠中后段、 1#引水渠施工生产区表土堆存 |
| 3#临时堆土 场 | 1#可利用开挖料临时转存场一角 | (0.13) | 林地 | 6563.0 | 4972.0 | 管理所和枢纽区临时道路绿化覆土 |
| 4#临时堆土 场 | 位于粘土料场一角 | (0.63) | 林地 | 37715.0 | 28572.0 | 粘土料场绿化覆土 |
| 5#临时堆土 场 | 位于 2#风化料场一角 | (0.31) | 林地 | 18775.7 | 14224.0 | 2#风化料场绿化覆土 |
| 6#临时堆土 场 | 位于块石料场一角 | (0.12) | 林地 | 6967.0 | 5278.0 | 块石料场绿化覆土 |
| 7#临时堆土 场 | 马茨河渡槽东侧 600m 缓坡地 | 0.22 | 林地 | 7150.0 | 5416.7 | 马茨河渡槽、马茨河明渠、 2#引洪沟、输水区施工 生产区和临时道路 SSL1 表土堆存 |
| 8#临时堆土 场 | 六姑乍村东侧 400m 缓坡地 | 0.10 | 林地 | 6212.5 | 4706.4 | 1#倒虹吸临时占地、 3#引洪沟、输水区临时道路 SSL3 、SSL4 表土堆存 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 位 置 | 占地**(hm2)** | 占地类型 | 容积**(m3)** | 堆存量**(**自 然方 **m3)** | 备注 |
| 9#临时堆土 场 | 3 号取水坝南侧 200m 缓坡地 | 0.06 | 林地 | 5563.4 | 4214.7 | 2#倒虹吸临时占地、 4# 、5#引洪沟、输水区临时道 路 SSL5 表土堆存 |
| 10#临时堆土 场 | 1#弃渣场上游 | (0.19) | 林地 | 9306.0 | 7050.0 | 1#弃渣场绿化覆土 |
| 11#临时堆土 场 | 2#弃渣场上游 | (0.22) | 林地 | 10965.2 | 8307.0 | 2#弃渣场绿化覆土 |
| 12#临时堆土 场 | 3#弃渣场上游 | (0.03) | 林地 | 1623.6 | 1230.0 | 3#弃渣场绿化覆土 |
| 13#临时堆土 场 | 4#弃渣场上游 | (0.06) | 林地 | 3005.6 | 2277.0 | 4#弃渣场绿化覆土 |
| 14#临时堆土 场 | 6#弃渣场上游 | (0.08) | 林地 | 3871.6 | 2933.0 | 4#弃渣场绿化覆土、输水区临时道路 SSL2 表土堆 存 |
| 15#临时堆土 场 | 8#弃渣场上游 | (0.03) | 林地 | 1524.6 | 1155.0 | 6#弃渣场绿化覆土 |
| 16#临时堆土 场 | 10#弃渣场上游 | (0.07) | 林地 | 3261.8 | 2471.0 | 8#弃渣场绿化覆土、 4#倒虹吸临时占地、输水区临 时道路 SSL6 表土堆存 |
| 17#临时堆土 场 | 11#弃渣场上游 | (0.04) | 林地 | 2172.8 | 1646.0 | 9#弃渣场绿化覆土、输水区临时道路 SSL7 表土堆 存 |
| 18#临时堆土 场 | 12#弃渣场上游 | (0.09) | 林地 | 4345.5 | 3292.1 | 10#弃渣场绿化覆土、输水明渠、 输水区临时道路 SSL8 表土堆存 |
| 19#临时堆土 场 | 13#弃渣场上游 | (0.07) | 林地 | 3343.7 | 2533.1 | 11#弃渣场绿化覆土、输水明渠、输水区临时道路 SSL11 表土堆存 |
| 20#临时堆土 场 | 14#弃渣场上游 | (0.09) | 林地 | 4503.9 | 3412.1 | 12#弃渣场绿化覆土、输水明渠、输水区临时道路 SSL9 表土堆存 |
| 21#临时堆土 场 | 15#弃渣场上游 | (0.07) | 林地 | 3692.1 | 2797.1 | 13#弃渣场绿化覆土、输水明渠、输水区临时道路 SSL10 表土堆存 |
| 合计 | | 0.52 |  | 152510.7 | 115538.4 |  |

（4）施工生产区

①砂石加工系统

砂石料场设施 1 套砂石料加工系统，利用料场石料为原料，主要设备为 2 台破碎

机、 2 台筛分机、3 台制砂机。

②混凝土生产系统

枢纽区常规混凝土浇筑主要集中于导流和输水隧洞、大坝灌浆盖板及溢洪道等部 位。水库枢纽工程布置混凝土拌合站，引水工程、引洪水工程布置 0.4m3 混凝土搅拌机，

输水管线布置 0.35m3 混凝土搅拌机。

③压气系统

隧洞施工时，在进、出口各设置 1 台移动式空压机，供隧洞开挖用风，供布置 12 台移动式空压机；其余枢纽区设 2 台移动式空压机，供给溢洪道、坝基开挖； 石料开采

拟设 2 台固定式空压机。

（5）施工营地

枢纽施工区设置 1 处生活区，供部分施工人员食宿。引水工程施工区设置 1 处生 活区，引洪工程施工区设置 4 处施工生产区，输水工程施工区设置 5 处施工生活区，

均无食宿。

（6）施工供水

大坝左岸设 50m³水池一座，高程为 2120m，右岸设 100m³水池一座，高程为

2110m，水源为桂花河。

砂石加工系统附近设 200m³水池一座，高程 1970m ，水源为桂花河。

引水工程用水直接从罗子左河取水。 渠道沿线采用水车运输供给。

引洪工程取水坝施工用水采用水泵抽取箐沟水流满足工程使用，渠道沿线采用水

车运输供给。

输水工程施工用水利用沿途水源点就近解决。

（7）施工交通

①对外交通

桂花水库现有大姚县城至桂花镇公路（四级公路）经过库区，道路满足施工需

要。

②场内交通

枢纽工程施工需要，需新修临时道路 10.55km，扩修现状道路 1.5km，临时道路

路面采用土路面。为便于水库后期运行管理，需新建永久道路 0.3km，路基宽 6.0m，

路面宽 4.5m，混凝土路面，其中现状瓦拉公路接至坝顶及输水隧洞启闭平台 80m，现 状瓦拉公路接至下游启闭室 150m，现状瓦拉公路接至工程管理局 70m。其次水库淹 没线以上至皮左黑村道路由于施工期运输强度增加，部分路面会损坏，施工完毕后需

对皮左黑村进村道路重新进行恢复硬化，硬化长度为 2.0km。

引洪工程均布置在在输水沿线的利用输水工程临时道路满足施工，引水工程罗子

左河为满足罗子左河施工，需新修临时道路 3.3km，临时道路路面采用土路面。

输水工程需新修临时施工道路 17.6km，扩修 1.1km，新建永久道路 0.8km，临时

道路路面采用土路面。永久道路采用混凝土路面。

**2.3.4** 土石方平衡及流向

根据《大姚县桂花水库工程水土保持方案可行性研究报告书》，施工期间共开挖土 石方 164.27 万 m3（含表土剥离 11.55 万 m3）；回填土石方 12.95 万 m3 ，利用土石方

56.20 万 m3 （含绿化覆土 11.55 万 m3），废弃土石方 95.12 万 m3 ；以上均为自然方。

工程需要处理废弃土石方 95.12 万 m3 （自然方）全部堆放在指定的弃渣场内，剥 离的表土 11.55 万 m3 （自然方）经收集后堆放在规划的临时表土堆场内，用作后期绿

化覆土。 项目土石方平衡规划见表 2.3-6。

表 **2.3-6** 项目土石方平衡表 单位： **m3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分区**/**项目区 | | 开挖 | | 回填 | 利用 | | 项目区内部调配 | | | | 弃 渣 | | |
| 调出 | | 调入 | |
| 开挖土  石方 | 表土剥 离 | 数量 | 数量 | 去向 | 数量 | 去向 | 数量 | 来源 | 数量**(**自然  方**)** | 数量**(**松 方**)** | 弃渣流向 |
| 枢纽区 | 拦河坝 | 259701.0 |  |  | 12627 3.6 | 截水槽、棱体开挖 石方的 50%及调入 石方用于坝体填筑 | 6130.0 | 截水槽开挖  土方用于围  堰填筑 | 86791.6 | 来自导流  洞、溢洪  道和输水  隧洞调出  石方 | 214089.0 | 267611.3 | 1# 、2#、  18#弃渣场 |
| 导流放空隧洞 | 11812.0 |  | 196.0 |  |  | 5535.6 | 洞挖石方  70%用于大  坝填筑 |  |  | 6080.4 | 7600.5 | 1#弃渣场 |
| 溢洪道 | 187107.0 |  | 5361.0 |  |  | 74335. 0 | 开挖石方的  50%用于大  坝填筑 |  |  | 107411.0 | 134263.8 | 1# 、2#弃 渣场 |
| 输水隧洞 | 23833.00 |  | 184.0 |  |  | 6921.0 | 一般石方的  50%及洞挖  石方的 35%  用于大坝填  筑 |  |  | 16728.0 | 20910.0 | 2 、4#弃渣 场 |
| 导流围堰 | 1016.0 |  |  |  |  |  |  | 6130.0 | 来自大坝 截水槽开 挖土方 | 7146.0 | 8932.5 | 2#弃渣场 |
| 工程永 久办公 生活区 | 水库管理所 | 695.0 | 200.0 | 695.0 | 200.0 | 1#临时堆土场,用于 后期绿化覆土 |  |  |  |  |  |  |  |
| 引水工 程区 | 取水坝 | 2621.0 |  | 68.0 |  |  |  |  |  |  | 2553.0 | 3191.3 | 2# 、17#弃 渣场 |
| 引水渠 | 118838.0 | 2303.1 | 8136.4 | 10581 6.0 | 沿线集中堆放 |  |  |  |  | 4885.6 | 6107.0 | 2# 、17#弃 渣场 |
| 2303.1 | 1 、2#临时堆土场, 用于后期绿化覆土 |
| 引水隧洞 | 1963.0 |  | 44.0 |  |  |  |  |  |  | 1919.0 | 2398.8 | 2# 、17#弃 渣场 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分区**/**项目区 | | 开挖 | | 回填 | 利用 | | 项目区内部调配 | | | | 弃 渣 | | |
| 调出 | | 调入 | |
| 开挖土 石方 | 表土剥 离 | 数量 | 数量 | 去向 | 数量 | 去向 | 数量 | 来源 | 数量**(**自然  方**)** | 数量**(**松 方**)** | 弃渣流向 |
| 引洪工 程区 | 取水坝 | 4888.0 |  | 352.0 |  |  |  |  |  |  | 4536.0 | 5670.0 | 4 、7 、8、 9#弃渣场 |
| 引洪渠 | 57382.6 | 841.5 | 5942.1 | 16412. 1 | 沿线集中堆放 |  |  |  |  | 35028.4 | 43785.5 | 4 、7 、8、 9#弃渣场 |
| 841.5 | 7 、8 、9#临时堆土  场,用于后期绿化覆  土 |
| 输水工 程区 | 输水明渠 | 131790.0 | 1702.8 | 15300.0 | 113997 .0 | 沿线集中堆放 |  |  |  |  | 2493.0 | 3116.3 | 8 、9、  13 、14#弃  渣场 |
| 1702.8 | 8 、9 、17-20#临时  堆土场,用于后期绿  化覆土 |
| 渡槽 | 389.0 | 126.0 | 145.0 | 126.0 | 7 、18#临时堆土场, 用于后期绿化覆土 |  |  |  |  | 244.0 | 305.0 | 4# 、12# |
| 倒虹吸 | 39860.0 | 1534.0 | 1701.0 | 1534.0 | 8 、9 、17-20#临时  堆土场,用于后期绿  化覆土 |  |  |  |  | 38159.0 | 47698.8 | 7- 10、  12 、13、  14#弃渣场 |
| 输水隧洞和支 洞 | 191978.0 |  | 1845.0 |  |  |  |  |  |  | 190133.0 | 237666.3 | 4- 12、  14~16#弃  渣场 |
| 输水管道 | 33675.0 | 1220.0 | 24114.0 | 1220.0 | 17-20#临时堆土场, 用于后期绿化覆土 |  |  |  |  | 9561.0 | 11951.3 | 15#弃渣场 |
| 料场区 | 粘土料场 | 27640.4 | 28572.0 |  | 17966. 3 | 回填料场底部 |  |  |  |  | 9674.1 | 12092.7 | 2#弃渣场 |
| 28572. 0 | 4#临时堆土场,用于 后期绿化覆土 |  |  |  |  |
| 风化料场 | 53737.3 | 14224.0 |  | 36440 | 回填料场底部 |  |  |  |  | 17297.3 | 21621.7 | 1#弃渣场 |
| 14224. 0 | 5 临时表土堆场,用  于后期绿化覆土 |  |  |  |  |
| 块石料场 | 73843.7 | 5278.0 |  | 29537. 5 | 回填料场底部 |  |  |  |  | 44306.2 | 55382.8 | 3#弃渣场 |
| 5278.0 | 6#临时表土堆场,用 于后期绿化覆土 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分区**/**项目区 | | 开挖 | | 回填 | 利用 | | 项目区内部调配 | | | | 弃 渣 | | |
| 调出 | | 调入 | |
| 开挖土  石方 | 表土剥 离 | 数量 | 数量 | 去向 | 数量 | 去向 | 数量 | 来源 | 数量**(**自然  方**)** | 数量**(**松 方**)** | 弃渣流向 |
| 交通道 路区 | 皮左黑改复建 公路 | 85016.0 |  | 11822.0 |  |  |  |  |  |  | 73194.0 | 91492.5 | 1#弃渣场 |
| 瓦拉改建公路 | 164899.0 |  | 9601.0 |  |  |  |  |  |  | 155298.0 | 194122.5 | 2#弃渣场 |
| 新建上坝公路 | 235.0 |  | 235.0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 坝顶至竖井平 台永久道路 | 311.0 |  | 311.0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 枢纽区施工临 时道路 | 3783.0 | 4772.0 | 3783.0 | 4772.0 | 3 临时表土堆场,用  于后期绿化覆土 |  |  |  |  |  |  |  |
| 引水工程区施 工临时道路 | 5140.0 | 6358.0 | 5140.0 | 6358.0 | 1#临时表土堆场,用 于后期绿化覆土 |  |  |  |  |  |  |  |
| 输水工程区施  工临时道路 | 15179.0 | 18018.0 | 15179.0 | 18018. 0 | 7-9 、13 、15-20#临  时表土堆场,用于后  期绿化覆土 |  |  |  |  |  |  |  |
| 引洪工程区施 工临时道路 | 4415.0 | 720.0 | 4415.0 | 720.0 | 7 、8 、9#临时堆土  场,用于后期绿化覆  土 |  |  |  |  |  |  |  |
| 施工生  产生活  区 | 枢纽区生产生 活区 | 8600.0 |  | 8600.0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 引水工程生产 生活区 | 1300.0 | 390.0 | 1300.0 | 390.0 | 1 、2 、7 、8 、9#表  临时土堆场,用于后  期绿化覆土 |  |  |  |  |  |  |  |
| 输水工程生产 生活区 | 2640.0 | 792.0 | 2640.0 | 792.0 | 7-9 、13 、15-20#临  时表土堆场,用于后  期绿化覆土 |  |  |  |  |  |  |  |
| 引洪工程生产 生活区 | 2446.7 | 230.0 | 2446.7 | 230.0 | 7 、8 、9#临时堆土  场,用于后期绿化覆  土 |  |  |  |  |  |  |  |
| 弃渣场 区 | 1#～18#弃渣 场 | 10473.4 | 28257.0 |  | 28257. 0 | 10-20#临时表土堆  场,用于渣场后期绿  化覆土 |  |  |  |  | 10473.4 | 13091.7 | 1#- 18#弃 渣场 |
| 合 计 | | 1527208. 1 | 115538. 4 | 129556. 2 | 56198 0.8 |  | 92921. 6 |  | 92921.6 |  | 951209.5 | 1189011. 9 |  |

**2.3.5** 施工方法

（1）主体工程施工

①大坝

大坝施工基本施工程序为： 土石方明挖→粘土料填筑→坝壳料填筑→反滤料→混

凝土灌浆盖板→ 固结灌浆→帷幕灌浆。

a.土石方明挖

由人工配合推土机推集，石方由风钻钻孔爆破。开挖料由挖掘机装自卸汽车运至

弃渣场弃置。

b.粘土料填筑

粘土料取至罗斯达土料场，由挖掘机挖装自卸汽车运至工作面填筑， 推土机平

料，采用振动凸块碾碾压，边角地带用蛙式打夯机夯实。

c.坝壳料填筑

由挖掘机装自卸汽车运至工作面， 推土机平料， 振动碾碾压，边角地带用蛙式打

夯机夯实。

d.反滤料

由岔处地砂石加工系统加工供给，由装载机装自卸汽车运至工作面。 推土机平

料， 振动碾碾压，边角地带用振动平板夯夯实。

e.混凝土灌浆盖板

用 0.35m³混凝土搅拌机制备混凝土。河床部分由自卸汽车运至浇筑点附近，人工 入仓，组合钢模施工， 插入式振捣器振捣密实；岸坡部分由自卸汽车运输，溜槽输送

入仓， 插入式振捣器振捣密实。。

f. 固结灌浆

潜孔钻机钻孔， 双层浆液搅拌机制备浆液， 灌浆泵灌浆。

g.帷幕灌浆

钻机钻孔，灌浆方法采用自上而下灌浆法，灌浆方式采用循环式。卧式浆液搅拌

机制备浆液，柱塞式灌浆泵灌浆。

②导流输水隧洞

a.土石方明挖

土方采用人工配合推土机剥离，石方由风钻钻孔爆破开挖。部分石方渣料堆放在

附近，用于回填，其余渣料采用挖掘机装自卸汽车运至弃渣场弃置。

b.石方洞挖

洞挖石方采用风钻钻孔，全断面开挖，周边光面爆破，渣料由人工装机动翻斗车

运至洞口，由挖掘机装 t 自卸汽车转运至弃渣场弃置。

c.石方井挖

自上而下全断面开挖，渣料由卷扬机提吊至井口，由挖掘机装自卸汽车转运至弃

渣场弃置。

d.洞身混凝土浇筑

混凝土衬砌全断面浇筑，用混凝土搅拌机在洞口制备混凝土，由混凝土泵输送入

仓，附着式振捣器和插入式振捣器振捣密实。

e.竖井混凝土浇筑

采用混凝土搅拌机制备混凝土，井身由滑模施工，排架组合钢模施工，井身部分 的混凝土由振动溜管入仓、排架混凝土由混凝土泵输送入仓，采用插入式振捣器振捣

密实。

f. 回填灌浆

回填灌浆应在衬砌混凝土达到 70％设计强度后进行。 灌浆孔采用预埋灌浆孔

（D≥50mm），灌浆前用风钻扫孔， 双层浆液搅拌机制备浆液， 灌浆泵灌浆。

g. 固结灌浆

固结灌浆在该部位的回填灌浆结束 7d 后进行。灌浆方法采用一次灌浆法、单孔 灌浆。灌浆孔采用预埋灌浆孔（D≥50mm），灌浆前用风钻扫孔， 双层浆液搅拌机制

备浆液， 灌浆泵灌浆。

③溢洪道施工

a.土石方明挖

采用自上而下分层开挖，土方由人工配合推土机剥离，石方由风钻钻孔爆破；除

回填料外，其余渣料由挖掘机装自卸汽车运至弃渣场弃置。

b.混凝土浇筑

泄槽段混凝土由溜槽输送，人工入仓，钢模板浇筑， 插入式振捣器振捣密实。引 渠段及消力池段混凝土由胶轮车运输，人工入仓，钢模板浇筑， 插入式振捣器振捣密

实。

c.浆砌石

采用岔处地石料场开采的石料， 挖掘机装自卸汽车运至使用点附近，人工搬运砌

筑，砂浆由混凝土搅拌机就近拌制，人工运至使用点附近，人工砌筑。

d.石渣回填

采用堆放附近的开挖料，人工挑抬回填，振动平板夯夯实。

④输水管道施工

a.输水隧洞

各施工工作面同时开挖掘进，气腿风钻开眼，人工装药爆破， 扒渣机装碴，主洞

施工洞挖采用斗车出渣，支洞工作面采用卷扬机配合斗车出渣。为保证隧洞快速通

风，对长隧洞进出口设轴流式通风机通风外。混凝土衬砌全断面浇筑，用混凝土搅拌

机在洞口制备混凝土，由混凝土泵输送入仓，附着式振捣器和插入式振捣器振捣密

实。

根据钻孔资料， 1#隧洞（么他苴隧洞）、5#隧洞（海古簸隧洞）、6#隧洞（碧么隧

洞）洞身位于地下水水位之上，输水隧洞不存在涌水。

根据钻孔资料， 2#隧洞（马茨河隧洞）、3#隧洞（六姑乍箐隧洞）、4#隧洞（独格 里排隧洞）部分洞身位于地下水水位之下，输水隧洞部分区域存在涌水。隧洞内涌水 通过泵排至洞外沉淀池， 经沉淀处理后外排。因蜻蛉河流域水环境质量执行《地表水 环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标，禁止新建排污口，因此隧洞涌水通过管道

输送至桂花河流域排放，考虑排至马茨河。

b.暗渠

土方采用人工开挖，石方开挖采用手风钻，人工清渣，砌筑采用人工拌合、运输 砂浆及支砌，0.4m3 混凝土拌合拌合，机动翻斗车或胶轮车车运料，人工平仓振捣浇

筑。渠道段若地势平缓， 开挖渣料可就近堆放，地势陡峭段需运输至就近的弃渣场。

c.管道工程施工

土石方明挖自上而下分层开挖，土方采用人工配合推土机剥离、挖掘机进行开

挖。渣料采用挖掘机装自卸汽车运至渣场弃置。

镇墩钢筋砼的浇筑：由砼拌合机拌合，溜槽入仓，振捣器振捣平仓。

管道的安装：在施工生产区设置管道加工区，管道在加工厂加工成 3m 管节，管 节采用载重汽车运输至安装工作面，采用汽车起重机吊装至安装点，陡坡段的安装采

用卷扬机牵引至安装点。每安装 6m 进行一次管槽回填，固定管道位置。

（2）石料开采

石料开采高程为 1995~1860，采料高度 135m，料场开采采用分层开挖，台阶高度

为 15m ，土方开挖坡比采用 1:1，石方开挖坡比采用 1:0.5，每层开挖预留 3m 宽马

道。 剥离土方采用人工配合挖掘机开挖， 推土机进行推集； 渣料采用挖掘机挖装自卸 汽车运至弃渣场弃置。石料爆破开采后需进行分选，级配满足要求的砂岩料运输至砂

石加工系统，可用于坝体填筑的泥岩料由挖掘机装车， 自卸汽车运至坝面。

（3）库底清理

为了保证桂花水库安全运行，防止水库水质污染，满足饮用、工业和农业灌溉用 水的要求，必须在水库蓄水之前，有目的地进行库底清理。 项目库底清理项目主要包

括：污染物的卫生清理，森林砍伐与林地清理。

卫生清理在县卫生防疫站指导下进行，库区内的污染源均应进行卫生清理，应将

其污染物尽量运出库外。

林地清理主要对库区植被应尽可能齐地面砍伐并清理出库，残留树桩不得超出地 面 0.3m。森林砍伐残余的树丫、枯木、灌木丛以及秸秆、泥炭等易漂浮的物质，在水

库蓄水前，应就地烧毁或采取防漂措施。

**2.3.6** 施工进度及工期

工程筹建期： 工程施工筹建期主要进场公路、施工供电、通讯、征地及移民等工

作。从第一年 9 月份开始，第二年 6 月底完成，耗时 10 个月。

工程准备期：主要完成场地平整、场内交通、导流工程、临时房屋及相应施工工

厂等工作。从第一年 9 月开始，第二年 6 月完成，耗时 10 个月。

主体工程施工期：主要完成主体工程施工。主体本工程拦河坝为粘土心墙风化料 坝，坝高 93.1m，总填筑量为 188.63 万 m³。坝体填筑时间取 3 个枯期即 12 个月。输

水工程隧洞单个工作面最长开挖工作长度为 1949m，施工工期为 52 个月。

工程完建期：第六年 1 月至 2 月完成。

由上所述，工程施工总工期为 54 个月。

**2.3.7** 工程占地

工程占地包括工程永久占地和施工临时占地，总工程占地面积 154.61hm2 ，其中

永久占地面积 82.48hm2 ，临时占地面积 72.13hm2 。桂花水库枢纽区永久占地

49.98hm2（含大坝、导流放空隧洞、溢洪道、水库管理所、水库管理区、淹没区）。

项目占用林地 87.53hm2 ，其中永久占用 57.24hm2 ，临时占用 30.29hm2 。工程占地及

主要地类见表 2.3-7。

表 **2.3-7** 工程占地及地类一览表 单位： **hm2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分区**/**项目区 | | 占地地类 | | | | | | | | 合计 |
| 水田 | 旱地 | 林地 | 水域及水  利设施用  地 | 交通运 输用地 | 其他用 地 | 园地 | 小计 |
| 枢纽区 | 拦河坝 |  | 0.38 | 5.23 | 0.31 | 0.16 |  |  | 6.08 | 7.86 |
| 导流放空隧洞 |  |  | 0.21 |  |  |  |  | 0.21 |
| 溢洪道 |  | 0.12 | 1.42 | 0.03 |  |  |  | 1.57 |
| 工程永久办公生活区 | 水库管理所 |  | 0.24 |  |  |  |  |  | 0.24 | 0.24 |
| 水库管理区 | 水库管理区 |  | 1.49 | 4.58 | 0.12 | 0.17 |  |  | 6.36 | 6.36 |
| 引水工程区 | 引水渠永久占地 |  | 0.59 | 3.52 |  |  |  |  | 4.11 | 4.42 |
| 取水坝永久占地 |  | 0.04 | 0.14 | 0.05 |  |  |  | 0.23 |
| 引水隧洞永久占地 |  |  | 0.08 |  |  |  |  | 0.08 |
| 引洪工程区 | 取水坝永久占地 | 0.10 | 0.23 | 0.43 | 0.09 |  |  |  | 0.85 | 2.07 |
| 引洪渠永久占地 |  | 0.25 | 0.97 |  |  |  |  | 1.22 |
| 输水工程区 | 输水明渠永久占地 |  | 1.15 | 10.89 |  |  |  |  | 12.04 | 14.97 |
| 倒虹吸永久占地 | 0.09 | 0.40 | 1.45 |  |  |  |  | 1.94 |
| 渡槽永久占地 |  |  | 0.04 |  |  |  |  | 0.04 |
| 输水隧洞永久占地 | 0.02 | 0.32 | 0.61 |  |  |  |  | 0.95 |
| 输水管道永久占地 | 0.60 | 0.11 |  |  |  |  |  | 0.71 |
| 渡槽临时占地 |  |  | 0.03 |  |  |  |  | 0.03 | 1.48 |
| 倒虹吸临时占地 | 0.03 | 0.11 | 0.41 |  |  |  |  | 0.55 |
| 输水管道临时占地 | 0.66 | 0.13 | 0.08 |  | 0.03 |  |  | 0.9 |
| 料场区 | 粘土料场 |  | 8.14 | 6.43 |  |  |  | 4.15 | 18.72 | 26.82 |
| 风化料场 |  | 1.56 | 2.33 |  |  |  |  | 3.89 |
| 块石料场 |  | 1.88 | 2.33 |  |  |  |  | 4.21 |
| 交通道路区 | 永久道路 |  | 1.43 | 7.06 |  |  | 1.84 |  | 10.33 | 10.33 |
| 枢纽区施工临时道路 |  | 3.16 | 1.81 |  |  |  | 2.01 | 6.98 | 25.26 |
| 引水工程区施工临时道路 |  | 1.62 | 1.58 |  |  |  |  | 3.2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 分区**/**项目区 | 占地地类 | | | | | | | | 合计 |
| 水田 | 旱地 | 林地 | 水域及水  利设施用  地 | 交通运 输用地 | 其他用 地 | 园地 | 小计 |
| 输水工程区施工临时道路 | 1.12 | 5.48 | 6.18 |  |  |  | 2.30 | 15.08 |
| 施工生产生活区 | 枢纽区生产生活区 |  | 1.98 |  |  |  |  |  | 1.98 | 2.67 |
| 引水工程生产生活区 |  |  | 0.13 |  |  |  |  | 0.13 |
| 输水工程生产生活区 |  | 0.20 | 0.12 |  |  |  |  | 0.32 |
| 引洪工程生产生活区 |  | 0.17 | 0.07 |  |  |  |  | 0.24 |
| 弃渣场区 | 1#～18#弃渣场 |  | 4.30 | 8.27 |  |  |  | 2.81 | 15.38 | 15.90 |
| 1#～21#临时表土堆场 |  |  | 0.52 |  |  |  |  | 0.52 |
| 淹没区 | 水库淹没占地范围 |  | 9.39 | 20.61 | 2.62 | 0.91 |  | 1.99 | 35.52 | 35.25 |
| 合 计 | | 2.62 | 44.87 | 87.53 | 3.22 | 1.27 | 1.84 | 13.26 | 154.61 | 154.61 |
| 永久占地 | | 0.81 | 16.14 | 57.24 | 3.22 | 1.24 | 1.84 | 1.99 | 82.48 |  |
| 临时占地 | | 1.81 | 28.73 | 30.29 | 0 | 0.03 | 0 | 11.27 | 71.86 |  |

**2.3.8** 移民安置

根据水库建设征地实物调查公示复核成果， 桂花水库枢纽工程建设程区、引水工

建设区、引洪工建设区和输水工程建设区不涉及居住人口和房屋，无搬迁安置人口。

桂花水库工程生产安置人口为 56 人， 采取村小组自行安置的生产安置方式，将

涉及征收耕地补偿费和安置补助费兑付给村集体，由村集体自行安排移民恢复生产。

**2.3.9** 文物古迹

根据大姚县文体广电旅游局出具的“大姚县桂花水库工程占地和水库淹没区文物

古迹情况证明的函 ”，项目建设用地范围内无地表文物。

**2.3.10** 水资源配置

（1）灌区

①灌区范围

桂花水库直接灌溉区域为桂花灌溉片区、纳么灌溉片区、六苴灌溉片区，新街灌

溉片区、金碧灌溉片区由碧么水库、大罗古水库供水。

②灌区耕（园）地面积复核

灌区内耕地面积量算成果见表 2.3-8。

表 **2.3-8** 灌区耕地复核成果表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 灌片 | 位置 | | | 耕地面积（亩） | | | |
| 乡镇 | 村委会 | 自然村 | 水田 | 水浇地 | 旱地 | 小计 |
| 桂花灌片 | 桂花 | 大村 | 14 | 913 | 0 | 4237 | 5150 |
| 皮左黑 | 2 | 0 | 0 | 1277 | 1277 |
| 大河 | 7 | 39 | 0 | 994 | 1033 |
| 小计 | | | 952 | 0 | 6508 | 7460 |
| 者纳么灌 片 | 六苴镇 | 者纳么 | 13 | 592 | 9 | 3395 | 3996 |
| 六苴灌片 | 六苴镇 | 外期地 | 10 | 235 | 0 | 1820 | 2055 |
| 六苴 | 22 | 566 | 73 | 2731 | 3370 |
| 小计 | | | 801 | 73 | 4551 | 5425 |
| 新街灌片 | 新街镇 | 新街 | 16 | 2373 | 47 | 3564 | 5984 |
| 大桥 | 12 | 801 | 61 | 1573 | 2435 |
| 斑竹箐 | 9 | 808 | 37 | 1187 | 2031 |
| 夏家坝 | 10 | 1748 | 63 | 1671 | 3428 |
| 芦川 | 9 | 2108 | 46 | 2076 | 4230 |
| 团山 | 10 | 1111 | 117 | 1986 | 3214 |
| 小古衙 | 18 | 3459 | 190 | 2295 | 5944 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 灌片 | 位置 | | | 耕地面积（亩） | | | |
| 乡镇 | 村委会 | 自然村 | 水田 | 水浇地 | 旱地 | 小计 |
|  | 大古衙 | 12 | 2203 | 65 | 1233 | 3501 |
| 碧么村 | 17 | 1791 | 23 | 3301 | 5114 |
| 小计 | | | 16403 | 649 | 18885 | 35937 |
| 金碧灌片 | 金碧镇 | 北城 | 4 | 513 | 0 | 38 | 551 |
| 金龙 | 9 | 227 | 59 | 331 | 618 |
| 三槐 | 13 | 1572 | 49 | 1601 | 3222 |
| 范湾 | 15 | 1935 | 86 | 1582 | 3603 |
| 泗溪 | 17 | 2417 | 151 | 2190 | 4758 |
| 金家地 | 21 | 352 | 19 | 5018 | 5389 |
| 厂房 | 28 | 2292 | 111 | 3900 | 6304 |
| 李湾 | 15 | 2311 | 96 | 1138 | 3545 |
| 平山 | 14 | 1675 | 66 | 2003 | 3745 |
| 黄海屯 | 27 | 2459 | 45 | 2915 | 5420 |
| 里长堡 | 14 | 1170 | 61 | 599 | 1830 |
| 马屯村 | 13 | 1705 | 131 | 381 | 2217 |
| 席坝 | 11 | 1381 | 162 | 311 | 1854 |
| 七街 | 16 | 1489 | 105 | 338 | 1931 |
| 锁北 | 10 | 606 | 63 | 487 | 1156 |
| 白鹤 | 11 | 728 | 37 | 3418 | 4183 |
| 凉桥 | 16 | 1256 | 78 | 3260 | 4595 |
| 将军 | 10 | 899 | 10 | 1653 | 2562 |
| 陆林 | 8 | 1060 | 49 | 1978 | 3087 |
| 钟秀 | 21 | 3897 | 70 | 1929 | 5896 |
| 胡屯 | 11 | 1630 | 97 | 619 | 2345 |
| 仓街 | 16 | 2470 | 161 | 752 | 3383 |
| 殷莲 | 9 | 1727 | 108 | 857 | 2692 |
| 妙峰 | 9 | 1392 | 90 | 1268 | 2750 |
| 涧水塘 | 5 | 214 | 29 | 2504 | 2747 |
| 龙林 | 9 | 2972 | 95 | 2041 | 5108 |
| 小计 | | | 40352 | 2029 | 43112 | 85492 |
| 项目区合计 | | | | 59098 | 2760 | 76452 | 138310 |

③灌区作物种植比例

随着桂花水库的建设，灌区水利条件得到改善，由于灌溉水源有了保证，复种指 数可由现在的 171.0%提高到设计水平年 2030 年的 192.5%。现状水平年、 设计水平年

作物种植比例详见表 2.3-9。

表 **2.9-9** 农作物种植比例表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 作物名称 | 生长时段 | 现状 **2020** 年 | **2030** 年 |
| 月～月 | 种植比例（**%**） | 种植比例（**%**） |
| 水稻 | 5～9 | 45.0 | 28.0 |
| 玉米 | 5～9 | 9.5 | 8.0 |
| 烤烟 | 5～9 | 20.0 | 28.0 |
| 大豆 | 5～9 | 2.5 | 3.5 |
| 大春薯杂 | 5～9 | 2.0 | 1.0 |
| 大春小计 | | 79.0 | 68.5 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 作物名称 | 生长时段 | 现状 **2020** 年 | **2030** 年 |
| 月～月 | 种植比例（**%**） | 种植比例（**%**） |
| 小麦 | 11～4 | 20.0 | 22.0 |
| 蚕豆 | 10～4 | 14.0 | 15.0 |
| 油菜 | 10～4 | 10.0 | 15.0 |
| 小春薯杂 | 10～3 | 6.0 | 9.0 |
| 小春小计 | | 50.0 | 61.0 |
| 蔬菜 | 全年 | 10.0 | 15.0 |
| 药材 | 全年 | 2.0 | 3.5 |
| 核桃 | 全年 | 6.5 | 9.0 |
| 板栗 | 全年 | 0.5 | 0.5 |
| 花椒 | 全年 | 1.0 | 2.0 |
| 蚕桑 | 全年 | 1.0 | 1.5 |
| 全年小计 | | 21.0 | 31.5 |
| 复种指数 | | 171.0 | 192.5 |

③灌溉制度

灌溉制度按农作物和经济作物组成划分为水稻和旱作物两大类，并考虑各自的需 水特点和生长阶段进行设计。 灌区作物需水量参照《云南省楚雄州蜻蛉河大型灌区续

建配套与节水改造规划报告（2009～2020 年）》、《云南省地方标准用水定额》

（DB53T168-2019）作物需水量进行分析，结合实际调查和未来发展情况进行调整，

拟订作物灌溉制度。

Ⅰ.水稻灌溉制度

水稻全生育期需水量为秧田期与本田期需水量之和。现状年水育秧秧田期需水量 按 1:10 分配至大田，为 42.5m3/亩， P=75%时水稻本田期净需水量为 446.7m3/亩，全

生育期净需水量为 489.2m3/亩，水稻全生育期（水育秧方式） P=75%需水过程见表

2.9- 10。

规划年随着旱育秧的推广，灌区育秧方式采用旱育秧，秧田期需水量按 1:15 分配 至大田，为 4.6m3/亩， P=75%时水稻本田期净需水量为 446.7m3/亩，全生育期净需水 量为 451.3m3/亩。 水稻全生育期（旱育秧方式） P=75%需水过程见表 2.9- 11。通过查 《云南省地方标准用水定额》（DB53T168-2019）大姚县为滇中区(Ⅰ -2 区），P=75%

水稻用水量为 490m3/亩。

表 **2.9-10** 灌区水稻全生育期 **P=75%**净需水过程（水育秧方式） 单位： **m3/**亩

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |
| 水稻 供水 | 0 | 0 | 28.4 | 45.4 | 270.3 | 69.0 | 57.6 | 18.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 489.2 |

表 **2.9-11** 灌区水稻全生育期 **P=75%**净需水过程（旱育秧方式） 单位： **m3/**亩

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水稻  供水 | 0 | 0 | 2.5 | 33.4 | 270.3 | 69.0 | 57.6 | 18.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 451.3 |

Ⅱ.旱作物灌溉设计

桂花水库灌区主要旱作物有玉米、烤烟、小麦、蚕豆、蔬菜、油菜、蚕桑、林果 等。由于灌区内水利化程度还不高，特别是旱作物，除部分地区能得到充分灌溉外， 大部分地区的旱作物尚无充分灌溉能力，现有水利设施仅能保证水稻的栽插要求。由

于灌区内无灌溉需水试验资料，故旱作物灌溉制度是通过对当地农科部门的访问调

查，并参考我州蜻蛉河大型灌区及其他中小型灌区等资料，按《云南省地方标准用水 定额》（DB53T168-2019）综合分析后拟定的。 灌区各种旱作物 P=75%的灌溉制度设

计成果详见表 2.9- 12。

表 **2.9-12** 规划水平年灌区旱作物灌溉制度成果表（**P=75%**）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 旱作  名称 | 播收时 间  （月） | 灌溉 定额 （**m3/** 亩） | 灌水次 数  （次） | 灌 水 时 间 （旬） 及 灌 水 定 额 （**m3/**亩） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 一 月 | | | 二 月 | | | | 三 月 | | | 四 月 | | | 五 月 | | | 六 月 | | | | |
| 上 | 中 | 下 | 上 | 中 | | 下 | 上 | 中 | 下 | 上 | 中 | 下 | 上 | 中 | 下 | 上 | | 中 | | 下 |
| 水稻 | 5~9 | 151.3 | 多次 |  |  |  |  |  | |  | 19.6 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 36.6 | 123.5 | 89.5 | 57.3 | 7.69 | | 20.1 | | 41.2 |
| 玉米 | 5~9 | 110.0 | 3 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  | 50 |  |  | | 50 | |  |
| 烤烟 | 5~9 | 42 | 6 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | 7 | 7 | 7 | 7 | | 7 | | 7 |
| 大豆 | 5~9 | 90 | 9 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | 10 | 10 | 10 | 10 | | 10 | | 10 |
| 大春  薯杂 | 5~9 | 70 | 3 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  | 250 |  | 25 | |  | | 20 |
| 小麦 | 11~1 | 200 | 1 |  | 50 |  |  |  | |  |  | 50 |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |  |
| 蚕豆 | 10~1 | 180 | 1 | 10 |  |  |  |  | |  | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |  |
| 油菜 | 10~1 | 200 | 5 | 10 |  |  | 10 |  | |  | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |  |
| 小春  薯杂 | 11~1 | 80 | 1 | 20 |  |  | 20 |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |  |
| 蔬菜 | 全年 | 301 | 多次 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 7 | | 7 | | 7 |
| 药材 | 1~11 | 105 | 多次 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |  | |  | |  |
| 核桃 | 全年 | 105 | 多次 |  |  |  | 21 |  | |  | 21 |  |  | 21 |  |  | 21 |  |  |  | |  | |  |
| 板栗 | 全年 | 90 | 多次 |  |  |  | 30 |  | |  |  |  |  |  |  | 30 |  |  |  |  | |  | |  |
| 花椒 | 全年 | 90 | 多次 |  |  | 18 |  |  | | 18 |  |  | 18 |  |  | 18 |  |  | 18 |  | |  | |  |
| 蚕桑 | 全年 | 105 | 多次 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |  | |  | |  |
| 旱作  名称 | 播收时 间  （月） | 灌溉 定额 （m3/ 亩） | 灌水次 数  （次） | 灌 水 时 间 （旬） 及 灌 水 定 额 （m3/亩） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 七 月 | | | 八 月 | | | | 九 月 | | | 十 月 | | | 十 一 月 | | | 十 二 月 | | | | |
| 上 | 中 | 下 | 上 | | 中 | 下 | 上 | 中 | 下 | 上 | 中 | 下 | 上 | 中 | 下 | 上 | 中 | | 下 | |
| 水稻 | 5~9 | 151.3 | 多次 | 16.8 | 28.6 | 12.2 | 18.51 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |
| 玉米 | 5~9 | 110.0 | 3 | 10 |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |
| 烤烟 | 5~9 | 42 | 6 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |
| 大豆 | 5~9 | 90 | 9 | 10 | 10 | 10 |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |
| 大春 | 5~9 | 70 | 3 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 旱作  名称 | 播收时 间  （月） | 灌溉 定额 （**m3/** 亩） | 灌水次 数  （次） | 灌 水 时 间 （旬） 及 灌 水 定 额 （**m3/**亩） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 一 月 | | | 二 月 | | | | 三 月 | | | 四 月 | | | 五 月 | | | 六 月 | | | | |
| 上 | 中 | 下 | 上 | 中 | | 下 | 上 | 中 | 下 | 上 | 中 | 下 | 上 | 中 | 下 | 上 | | 中 | | 下 |
| 薯杂 |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |
| 小麦 | 11~1 | 200 | 1 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 50 |  |  | 50 | |  | |
| 蚕豆 | 10~1 | 180 | 1 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  | 50 |  |  | 50 |  | |  | |
| 油菜 | 10~1 | 200 | 5 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  | 40 |  |  | 40 |  | |  | |
| 小春  薯杂 | 11~1 | 80 | 1 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20 |  |  | 20 | |  | |
| 蔬菜 | 全年 | 301 | 多次 | 7 | 7 | 7 | 7 | |  |  |  |  |  |  |  |  | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | | 12 | |
| 药材 | 1~11 | 105 | 多次 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |
| 核桃 | 全年 | 105 | 多次 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |
| 板栗 | 全年 | 90 | 多次 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 21 |  |  |  | |  | |
| 花椒 | 全年 | 90 | 多次 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 30 |  |  |  | |  | |
| 蚕桑 | 全年 | 105 | 多次 |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |

④灌溉设计保证率与灌溉水利用系数

结合项目区的特点，综合考虑在当地的各项水利设施在逐步完善情况下，规划水

平年灌溉水利用系数取 0.7 。本次设计灌溉设计保证率采用 75%。

⑤农业灌溉需水量

根据可研计算，灌区灌溉水利用系数取 0.70，计算得 P=75%时灌区规划水平年

的农业灌溉需水量为 6467.5 万 m3。

表 **2.3-12** 灌区规划水平年农业需水过程线表（**P=75%**） 单位：万 **m3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 灌片 | 水平  年 | 灌溉面 积（万  亩） | P=75%农业毛需水量（万 m3） | | | | | | | | | | | | |
| 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10  月 | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 合计 |
| 桂花灌片 | 2030 年 | 0.7460 | 38.1 | 27.2 | 6.6 | 0.0 | 0.0 | 36.0 | 33.8 | 33.7 | 17.7 | 34.5 | 19.4 | 101.8 | 348.8 |
| 者纳么灌 片 | 0.3996 | 20.4 | 14.5 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 19.3 | 18.1 | 18.0 | 9.5 | 18.5 | 10.4 | 54.5 | 186.9 |
| 六苴灌片 | 0.5425 | 27.7 | 19.7 | 4.8 | 0.0 | 0.0 | 26.1 | 24.6 | 24.5 | 12.9 | 25.1 | 14.1 | 74.0 | 253.7 |
| 新街灌片 | 3.5937 | 183.8 | 130.8 | 32.0 | 0.0 | 0.0 | 173.2 | 162.7 | 162.3 | 85.5 | 166.3 | 93.4 | 490.4 | 1680.4 |
| 金碧灌片 | 8.5492 | 437.2 | 311.2 | 76.1 | 0.0 | 0.0 | 412.1 | 387.2 | 386.1 | 203.3 | 395.7 | 222.3 | 1166.5 | 3997.7 |
| 合计 | 13.8310 | 707.3 | 503.5 | 123.2 | 0.0 | 0.0 | 666.7 | 626.3 | 624.6 | 329.0 | 640.2 | 359.6 | 1887.2 | 6467.5 |

⑥设计灌水率

根据《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288—99）规定，经修正后求得灌区设

计 灌水率为 q=0.37m³/（s•万亩），灌水率见图 2.3- 1。

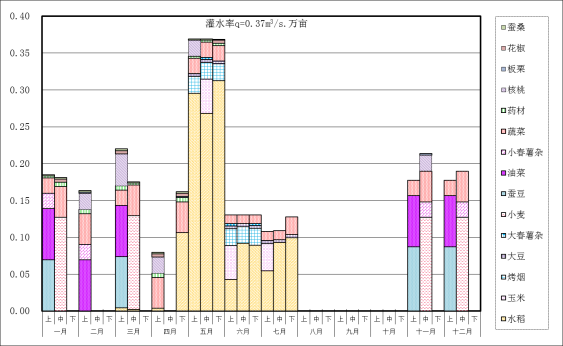


图 **2.3-1** 桂花水库灌区设计灌水率图

（2）城乡生活用水

根据可研，规划水平年 2030 年桂花水库灌区生活总需水量为灌区内的城镇生活

需水、集镇生活需水和农村生活需水量之和。 2030 年生活总需水量为 1447.6 万 m3。

表 **2.3-13** 桂花水库灌区各水平年的生活总需水量成果表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 灌片 | 水平年 | 城镇需水 （万 m3） | 集镇需水 （万 m3） | 农村生活需 水（万 m3） | 城乡生活总  需水（万  m3） |
| 桂花灌片 | 2030 年 |  | 10.3 | 18.8 | 29.1 |
| 者纳么灌片 |  |  | 13.0 | 13.0 |
| 六苴灌片 |  | 30.7 | 19.3 | 50.0 |
| 新街灌片 |  | 23.4 | 138.5 | 161.9 |
| 金碧灌片 | 915.7 |  | 277.9 | 1193.6 |
| 合计 | 915.7 | 64.4 | 467.5 | 1447.6 |

（3）工业用水

根据可研， 规划水平年 2030 年工业用水为 1132.7 万 m3。

表 **2.3-14** 桂花水库灌区不同水平年工业需水预测成果表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 灌片 | 水平年 | 工业产值 （万元） | 工业增加 值**(**万元**)** | 万元工业增 加值用水定 额**(m3/**万元**)** | 净需水  量**(**万  **m3)** | 入厂输  水损失  **(%)** | 总需水 量合计 **(**万 **m3)** |
| 桂花灌片 | 2030 年 | 89778 | 21272 | 43 | 91.5 | 10 | 100.6 |
| 六苴灌片 | 209484 | 49636 | 43 | 213.4 | 10 | 234.8 |
| 新街灌片 | 122774 | 29091 | 35 | 101.8 | 10 | 112.0 |
| 金碧灌片 | 1073543 | 178032 | 35 | 623.1 | 10 | 685.3 |
| 合计 | 1495579 | 278031 |  | 1029.8 |  | 1132.7 |

（5）总需水量

规划水平年 2030 年，桂花水库建成后，桂花水库可新增供水量 1362.9 万 m3 ，其 中农村生活供水量 91.6 万 m3 ，可供工业供水量 57.7 万 m3 ，农业灌溉供水量 1213.6 万 m3 ，设计灌溉面积 2.60 万亩（桂花灌片 0.35 万亩，者纳么灌片 0.21 万亩，六苴灌

片 0.46 万亩，金碧灌片 1.58 万亩）。

引洪工程取水坝引水、桂花水库补水后经输水工程引水至碧么、大罗古水库调蓄 后新增供水量分别为 38.6 万 m3 、539.7 万 m3 ，新增灌溉面积分别为 0.08 万亩、 1.15

万亩。

规划水平年 2030 年， 桂花水库灌区 P=75%不同水平年的总需水量成果见表 2.3-

15。

表 **2.3-15** 灌区 **P=75%**水平年的总需水量成果表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | 灌片 | 集镇需水 （万 **m3**） | 农村生活 需水  （万 **m3**） | 工业需水 （万 **m3**） | 农业需水 （万 **m3**） | 需水合计 （万 **m3**） |
| 桂花水库 | 桂花灌片 | 10.3 | 18.8 | 57.7 | 161.8 | 248.6 |
| 者纳么灌 片 |  |  |  | 98.2 | 98.2 |
| 六苴灌片 |  |  |  | 216.1 | 216.1 |
| 新街灌片 |  | 62.5 |  |  | 62.5 |
| 金碧灌片 |  |  |  | 737.5 | 737.5 |
| 小计 | 10.3 | 81.3 | 57.7 | 1213.6 | 1362.9 |
| 大罗古调蓄 新增供水 | 新街灌片 |  |  |  | 232.3 | 232.3 |
| 金碧灌片 |  |  |  | 307.4 | 307.4 |
| 小计 |  |  |  | 539.7 | 539.7 |
| 碧么水库新 增供水 | 新街灌片 |  |  |  | 38.6 | 38.6 |
| 合计 | | 10.3 | 81.3 | 57.7 | 1791.9 | 1941.2 |

**2.4** 工程分析

**2.4.1** 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，项目属于第一类 鼓励中“二、水 利 2、跨流域调水工程和 3、城乡供水水源工程以及 4、农村饮水安全工程 ”，符合国

家产业政策。

**2.4.2** 与相关法律法规及条例的符合性分析

（1）与《中华人民共和国长江保护法》符合性

项目与《中华人民共和国长江保护法》符合性分析见表 2.4- 1。

表 **2.5-1** 项目与《中华人民共和国长江保护法》对照分析

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 相关内容 | | 本项目 | 符合 性 |
| 第二 十条 | 国家对长江流域国土空间实施用途 管制。长江流域县级以上地方人民政府 自然资源主管部门依照国土空间规划， 对所辖长江流域国土空间实施分区、分 类用途管制。  长江流域国土空间开发利用活动应 当符合国土空间用途管制要求，并依法 取得规划许可。对不符合国土空间用途 管制要求的，县级以上人民政府自然资 源主管部门不得办理规划许可。 | 项目属于基础设施建设，已取 得《云南省自然资源厅关于大姚县 桂花水库工程建设项目农用地转用 及土地征收的批复》（云自然资复 [2022]30 号）、楚雄州自然资源和 规划局《关于大姚县桂花水库工程 划拨用地的批复》（楚自然资审批 [2022]148 号）。 | 符合 |
| 第二 十九 条 | 长江流域水资源保护与利用，应当 根据流域综合规划，优先满足城乡居民 生活用水，保障基本生态用水，并统筹 农业、工业用水以及航运等需要。 | 项目主要功能为城乡居民用水、工 业用水、灌溉用水，符合《大姚县 蜻蛉河流域及相关地区水资源配置 规划》、《云南省百件骨干水源工程 建设规划》、《楚雄州“十四五”水 安全保障规划》、《楚雄北部片区水 资源综合利用规划》。项目设置生 态下泄措施，保障河道基本用水要  求。 | 符合 |

根据表 2.4- 1，项目建设不违反《中华人民共和国长江保护法》相关要求。

（2）与《长江经济带发展负面清单指南（试行,2022）》符合性

项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行,2022）》符合性分析见表 2.4-2。

表 **2.4-2** 项目与《云长江经济带发展负面清单指南（试行**,2022**）》对照分析

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 相关内容 | 项目情况 | 符合性 |
| 1 | 禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体 规划的码头项目，禁止建设不符合《长江干线过江通道 布局规划》的过长江通道项目。 | 不涉及 | 符合 |
| 2 | 禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内 投资建设旅游和生产经营项目。禁止在风景名胜区核心 | 不涉及 | 符合 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 相关内容 | 项目情况 | 符合性 |
|  | 景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护 无关项目。 |  |  |
| 3 | 禁止在饮用水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、 改建、扩建与供水设施和保护水源无关项目，以及网箱 养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建 设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范 围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。 | 不涉及 | 符合 |
| 4 | 禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围 湖造田、围海造地或围填海等投资建设项目。禁止在国 家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙。采矿，以及任何 不符合主体功能定位的投资建设项目。 | 不涉及 | 符合 |
| 5 | 禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在《长江岸 线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留 区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、 河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基 础设施以外的项目。禁止在《全国重要江河湖泊水功能 区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内投资建设不 利于水资源及自然生态保护的项目。 | 项目属于供水 基础设施 | 符合 |
| 6 | 禁止未经许可在长江干流及湖泊新设、改设或扩大排污 口。 | 项目不设置排 污口 | 符合 |
| 7 | 禁止在“ 一江一口两湖七河”和 332 个水生生物保护区开 展生产性捕捞。 | 不涉及 | 符合 |
| 8 | 禁止在长江干支流、重要湖泊岸线一公里范围内新建、 扩建化工园区和化工项目。禁止在长江干流岸线三公里 范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建 尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库， 以提升安全、生态环境保 护水平为目的改建除外。 | 不涉及 | 符合 |
| 9 | 禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、 石化、化工、焦化、 建材、有色制浆造纸等高污染项目。 | 不涉及 | 符合 |
| 10 | 禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布 局规划的项目。 | 不涉及 | 符合 |
| 11 | 禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产 能项目。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严 重过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的 高耗能高排放项目。 | 项目属于基础  设施， 为鼓励  类项目 | 符合 |

根据表 2.4-2，项目不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行,2022）》中内

容。

（3）与《长江经济带生态环境保护规划》符合性

项目与《长江经济带生态环境保护规划》的相关规定对照情况如下表所示。

表 **2.5-3** 项目与《长江经济带生态环境保护规划》对照分析

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 相关内容 | | 本项目 | 符合 性 |
| 确立水资 源利用上 线，妥善 处理江河 | 统筹流域水资源开发利用。重庆、贵州、云南等省 市水利基础设施建设要与生态环境保护相协调， 落实生态环境保护措施，加快水资源配置工程建 设，解决部分地区工程型缺水问题， 提升城乡供水 | 项目属于水利基 础设施， 主要功能为 解决区域缺水问题， 提升城乡供水保障。 | 符合 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 湖库关系 | 保障。 | 项目施工期严格落实 相关环境保护措施， 运营期严格执行生态 流量下泄措施。 |  |
| 划定生态  保护红  线，实施  生态保护  与修复 | 严守生态保护红线。要将生态保护红线作为空间 规划编制的重要基础，相关规划要符合生态保护 红线空间管控要求， 不符合的要及时进行调整。生 态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管 理，严禁不符合主体功能定位的各类开发活动， 严 禁任意改变用途。。 | 项目库区枢纽工 程征地范围内涉及大 姚县生态保护红线  （公开版）  8.5929hm2 ，输水工 程、引水工程、弃渣 场、料场不涉及大姚 县生态保护红线。目 前生态红线最终调整 版已将库区枢纽工程 征地范围内涉及的生 态保护红线调出，项 目已不涉及生态保护 红线。 | 符合 |

根据表 2.4-3，项目建设不违反《长江经济带生态环境保护规划》 的相关规定。

（4）与《云南省生物多样性保护条例》符合性分析

项目与《云南省生物多样性保护条例》对照分析见下表。

表 **2.4-4** 项目与《云南省生物多样性保护条例》对照分析

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 相关内容 | | 本项目 | 符合 性 |
| 第二 十五 条 | 禁止扩散、放生或者丢弃外来入侵 物种。 | 项目区临时占地植被恢复物种 为当地物种， 不引进外来物种；施 工过程中严格管理，禁止带入外来 物种。 | 符合 |
| 第二 十九 条 | 新建、改建、扩建建设项目以及开发 自然资源，应当依法开展环境影响评价。 对可能造成重要生态系统破坏、损害重要 物种及其栖息地和生境的， 应当制定专项 保护、恢复和补偿方案， 纳入环境影响评 价。 | 项目占地范围未涉及保护和濒 危植物，项目占地受影响的植被及 植物在该地区分布较广、面积较  大，项目建设不会造成重要生态系 统破坏。  项目占地及其影响范围内无重 要物种栖息地及其生境，项目建设 不会损害重要物种及其栖息地和生 境。工程建设将使动物的栖息和活 动场所缩小， 结果迫使原栖息在这 一带的动物迁往其他生境适宜的地 区，但不会导致任何物种的消失， 种群在一段时间内将会有大的波  动，最后随着工程建设的结束，生 态环境逐渐恢复，种群又会得以恢 复。 评价区水域未发现明显的、集 中式的鱼类“三场”等重要的鱼类 生境分布，库区河段水文条件的改 变导致鱼类栖息条件、繁殖条件变 化、水体初级生产力的提高和饵料 生物构成变化，将直接或间接地影 | 符合 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 相关内容 | | 本项目 | 符合 性 |
|  |  | 响库区及下游河段鱼类种类组成及 其资源量，但不会导致物种灭绝。 |  |

根据表 2.4-4 ，项目建设不违反《云南省生物多样性保护条例》的相关规定。

（5）与《云南省主体功能区规划》的符合性分析

项目位于《云南省主体功能区划》中的省级重点生态功能区， 属于沿金沙江河谷 干流生态功能区，类型为水土保持型。发展方向为： 大力推行节水灌溉和“五小”水 利工程建设， 发展旱作节水农业， 限制陡坡垦殖。加强小流域综合治理， 实行封山禁 牧，恢复退化植被。加强对能源和矿产资源开发及建设项目的监管， 加大矿山环境整 治和生态修复力度，最大限度地减少人为因素造成新的水土流失。拓宽农民增收渠

道，解决农民长远生计。

项目属于水利工程，项目建设可保障工程范围内人畜饮用水安全并提供灌溉用 水保障， 工程的建设可促进保护区居民的生活水平的提高。根据《大姚县桂花水库工 程水土保持方案可行性研究报告书》，项目水土保持措施后， 使工程占地区域内扰动 的土地整治率达到 96.10%，水土流失总治理度 95.40%，土壤流失控制达 1.0，拦渣 率 99.99%，林草植被恢复率达到 99.99%，林草覆盖率 26.70%，通过有效实施本水

土保持方案，工程建设造成的水土流失影响可以得到消除或有效的减轻。

项目与《云南省主体功能区划》不冲突。

（6）与云南省生态功能区划的符合性分析

项目属于《云南省生态功能区划》中的Ⅲ2-4 元谋龙川江干热河谷农业生态功能 区，保护措施与发展方向为调整产业结构、增加沿江河谷面山的森林覆盖率， 发展热 带经济林木， 改善区域的水环境条件， 发展庭院经济，防止生态环境荒漠化。项目建 设对自然植被破坏小，不属于所在区域生态功能区中需要禁止建设的项目，工程建

成后有利于调整灌区种植结构、保护农田生态环境及改善灌区森林覆盖率。

因此不违反《云南省生态功能区划报告》的相关规定。

（7）与云南省生态功能区划的符合性分析

项目属于《云南省生态功能区划》中的Ⅲ2-4 元谋龙川江干热河谷农业生态功能 区，保护措施与发展方向为调整产业结构、增加沿江河谷面山的森林覆盖率， 发展热 带经济林木， 改善区域的水环境条件， 发展庭院经济， 防止生态环境荒漠化。项目建

设对自然植被破坏小，不属于所在区域生态功能区中需要禁止建设的项目，工程建

成后有利于调整灌区种植结构、保护农田生态环境及改善灌区森林覆盖率。

因此不违反《云南省生态功能区划报告》的相关规定。

（8）与公益林相关法律法规符合性

项目占用公益林地面积 21.7hm2 ，其中：国家二级公益林地面积 7.2812hm2（永 久占用 6.7437hm2 ，临时占用 0.5375hm2），省级公益林面积 14.4188hm2（永久占用

13.7397hm2 ，临时占用 0.6791hm2）。

项目与《国家级公益林管理办法》（林资发[2013]71 号）、《云南省地方公益林管

理办法》（云林规[2019]2 号）符合性分析见下表。

表 **2.4-5** 项目与公益林相关法律法规对照分析

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 相关要求 | 项目情况 | 符合性 |
| 国家级  公益林  管理办  法 | 第十一条 禁止在国家级公益林地开垦、 采石、采沙、取土，严格控制勘查、开采 矿藏和工程建设征收、征用、占用国家级 公益林地。除国务院有关部门和省级人民 政府批准的基础设施建设项目外，不得征  收、征用、占用一级国家级公益林地。 | 项目属于基础设施建设，  不属于国家二级公益林禁  止建设内容，不占用国家  一级公益林。项目永久占  用林地已取得得国家林业  和草原局《使用林地审核  同意书》（林资许准  [2019]523 号），临时占用  林地已取得云南省林业和  草原局《关于大姚县桂花  水库工程临时占用林地的  行政许可决定》（云林审 批[2019]1167 号）。 | 符合 |
| 云南省 地方公 益林管 理办法 | 第二十五条 严格控制勘查、采矿和工程 建设使用公益林地。纳入生态红线范围的 公益林，按生态管控红线相关要求执行； 未纳入生态红线范围、确需使用的公益  林，由县级以上林业和草原主管部门进行 核查，严格按照相关规定办理使用林地和 林木采伐手续。经同意使用的国家级和省 级公益林地，应当实行占补平衡并按本办 法相关规定完善手续。 | 项目属于基础设施建设， 占用的公益林不属于生态 红线保护范围。项目严格 按照《建设项目使用林地 审核审批管理办法》有关  规定，已办理使用林地审 核手续（林资许准  [2019]523 号）、（云林审 批[2019]1167 号）。 | 符合 |

根据表 2.4-5，项目符合《国家级公益林管理办法》（林资发[2013]71 号）、《云南

省地方公益林管理办法》（云林规[2019]2 号）中相关保护要求。

**2.4.3** 与相关规划的符合性分析

（1）与《云南省百件骨干水源工程建设规划》符合性

根据《云南省百件骨干水源工程建设规划》，列入本次规划的重点水源工程包括 大型水库、中型水库、小（1）型水库、引提水工程、连通工程和具有一定规模的集

中供水的水井工程。其中： 大型水库 7 件，中型水库 138 件， 引、提水工程 48 件，

小型水库 331 件，联通工程 533km。大姚县桂花水库为本规划中的位于的中型水库。

（2）与《大姚县蜻蛉河流域及相关地区水资源配置规划》符合性

根据《大姚县蜻蛉河流域及相关地区水资源配置规划》，提出建设桂花水库（中 型）以及小村小（1）型水库。桂花水库与大罗古水库联合调度供水， 引水工程引水 至规划水库调蓄； 为充分发挥大罗古水库效益， 沿途引入引洪工程 4 个取水坝洪量，

并从桂花水库汛期均匀补水至大罗古水库使之蓄满。

（3）与《楚雄北部片区水资源综合利用规划》符合性

根据《楚雄北部片区水资源综合利用规划》，提出蓄水工程 148 件， 重点对其中 小（1）型以上的 43 件水利工程进行规划设计， 其中大（2）型水库 2 件， 中型水库 14 件， 小（1）型水库 27 件。大姚县到 2020 年规划兴建红豆树中型水库和桂花中型 水库， 以及大坡、河底、木卡拉、扩建小村小（2）型水库为小（1）型水库等 3 件重

点小（1）型水库；并辅以其它小（2）型水库和五小水利工程的建设。

（4）《楚雄州“十四五”水安全保障规划》

根据《楚雄州“十四五”水安全保障规划》，新开工大姚桂花、南华小箐河、楚 雄白衣河、双柏白水河、元谋麻柳扩建 5 座中型水库， 楚雄响水箐等 14 座小（1）型

水库。

综上， 项目属于《云南省百件骨干水源工程建设规划》、《大姚县蜻蛉河流域及相 关地区水资源配置规划》、《大姚县蜻蛉河流域及相关地区水资源配置规划》、《楚雄

北部片区水资源综合利用规划》中的水利工程，符合相关水利规划。

**2.4.4** 工程选址选线及布局的环境合理性分析

（1）坝址比选

根据可研， 坝段内根据地形地貌粗选有两个坝址可供比较， 即上坝址和下坝址。 根据河段地形条件，上坝址位于大姚县桂花乡皮左黑村委会皮左黑村下方的桂花河

上，下坝址距上坝址 2.3km 。两处坝址环境比选分析见表 2.4-6。

表 **2.4-6** 坝址环境比选方案表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 比选内容 | 上坝址 | 下坝址 | 比选情况 |
| 环境敏感 区 | 不涉及国家公园、自然保护区、 风景名胜区、世界文化和自然遗 产地、海洋特别保护区、饮用水 水源保护区，不涉及永久基本农 田、基本草原、自然公园（森林  公园、地质公园、海洋公园 等）、重要湿地、天然林，重点 | 不涉及国家公园、 自然保护区、 风景名胜区、世界文化和自然遗 产地、海洋特别保护区、饮用水 水源保护区，不涉及永久基本农 田、基本草原、自然公园（森林  公园、地质公园、海洋公园 等）、重要湿地、天然林，重点 | 相同 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 比选内容 | 上坝址 | 下坝址 | 比选情况 |
|  | 保护野生动物栖息地，重点保护 野生植物生长繁殖地，重要水生  生物的自然产卵场、索饵场、越 冬场和洄游通道，天然渔场。 | 保护野生动物栖息地，重点保护 野生植物生长繁殖地，重要水生  生物的自然产卵场、索饵场、越 冬场和洄游通道，天然渔场。 |  |
| 工程占地 | 库区永久占地 49.98hm2。 | 库区永久占地 55.2hm2。 | 上坝址最 优 |
| 搬迁安置 | 无搬迁人口 | 搬迁人口 6 人 | 上坝址最 优 |
| 区域污染 源 | 汇水面积较下游坝址小，流域内  耕地面积较下游坝址小， 农业面 源污染小。 | 汇水面积较上游坝址大，流域内  耕地面积较上游坝址大，农业面 源污染大。 | 上坝址最 优 |
| 输水管道 | 长度 26.944km ，隧洞长度 15.084km。 | 输水工程长度 26.099k ，隧洞长 度 24.245km 。隧洞长度较上坝址 增加 9.161km ，土石方量增大，  同时隧洞施工对区域地下水影响  较上坝址大。 | 上坝址最 优 |
| 施工周期 | 54 个月 | 72 个月，施工期影响周期长 | 上坝址最 优 |
| 工程比选 结果 | 投资小、单位供水成本低、施工 难度小、施工周期短 | 投资大、单位供水成本高、施工 难度大、施工周期短 | 上坝址最 优 |

根据表 2.4-6 ，从环境影响角度评价，上坝址选址优于下坝址。

（2）取水坝环境合理性分析

项目取水坝无比选方案。

项目取水坝选址不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗 产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区， 不涉及永久基本农田、基本草原、自然 公园（森林公园、地质公园、海洋公园等）、重要湿地、天然林， 重点保护野生动物 栖息地， 重点保护野生植物生长繁殖地， 重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬

场和洄游通道，天然渔场。

取水坝址周边 200m 范围内无声、大气环境敏感点分布，施工期环境影响小。

取水坝占地不涉及公益林。

综上，项目取水坝选址合理。

（3）输水线路环境合理性分析

输水线路全长 26.944km，其中管道 1 条长 1.435km，渠道总长 8.975km（暗渠），

隧洞 6 条长 15.084km，倒虹吸 8 座总长 1.382km，渡槽 2 座总长 68m。

输水线路大部分采用隧洞，倒虹吸采用埋管+管桥，大大减少土地的占用， 从而

减轻管道工程对生态环境的破坏。

输水线路沿线 200m 范围内居民点分布少，施工期环境影响小。

2#马茨河隧洞、3#六姑乍箐隧洞、4#独格里排隧洞施工期会产生隧洞涌水， 对区

域地下水水位有一定影响。根据区域水文地质资料， 马茨河隧洞、六姑乍箐隧洞、独 格里排隧洞上方及地下水疏干影响范围内无泉点分布，隧洞沿线居民点饮用水为山

箐水， 隧洞施工对周边居民点用水影响小。

因此从环境的角度综合分析，输水管线的布置是合理可行的。

（4）料场选址合理性分析

料场（风化料场、粘土料场、砂石料场）不涉及自然保护区、水源地、风景名胜 区、名木古树及文物古迹保护单位、保护动植物、世界自然遗产地等环境敏感区， 不

涉及基本农田及公益林，不涉及生态保护红线。

砂石料场爆破作业产生的瞬时噪声经测算要达到《建筑施工场界环境噪声排放 标准》（GB12523-2011）（昼间 70dB(A)，夜间 55dB(A)），达标距离需在 1000m 以外。 砂石料场周边 1km 范围内仅分布岔处地 1 处居民点，距离采区 210m，爆破噪声对其 影响大， 但随爆破作业结束影响消失。同时砂石料加工会产生噪声和粉尘， 其影响范 围内的居民点仅为岔处地，通过采取减振、隔声以及洒水降尘措施， 砂石料加工区噪

声、 粉尘对其影响降低。

粘土料场、风化料场周边 500m 范围内居民点仅为皮左黑村，通过采取合理安排 施工时间、加强施工管理、洒水降尘等措施， 粘土料场、风化料场噪声、粉尘对其影

响降低。

综上，项目料场选址环境合理。

（5）渣场选址合理性

根据施工区地形及弃渣量规划情况，共布置 18#座弃渣场。

项目渣场不涉及自然保护区、水源地、风景名胜区、名木古树及文物古迹保护单 位、保护动植物、世界自然遗产地等环境敏感区， 不涉及基本农田及公益林，不涉及

生态保护红线。渣场不在库区淹没区范围。

经实地调查，弃渣场为沟谷型， 不占用河道范围， 弃渣场下方无居民点，无重大

环境制约因素。

弃渣场占地性质为临时占地，堆渣结束后，可通过复耕及植被恢复的方式使弃

渣对当地耕地及植被的不利影响得以减免或消除。

渣场位置的选取结合了环境保护，综合考虑了地形、堆渣条件、渣料来源和渣 量、环境敏感目标、运距等方面。各弃渣场的选择不涉及环境敏感区，只要按照工程

主体设计、水土保持方案和环评要求做好渣场的挡护和排水工程， 加强施工管理， 弃

渣场不会产生严重的水土流失， 不会影响河道行洪， 从环境保护角度看，弃渣场的选

址可行。

（6）施工生产生活区布置选址环境合理性分析

枢纽施工区设置 1 处生产生活区，供部分施工人员食宿。引水工程施工区设置 1 处生产生活区，引洪工程施工区设置 4 处施工生产生活区区，输水工程施工区设 置 5 处施工生产生活区，均无食宿。 施工生产生活区不涉及自然保护区、水源地、 风景名胜区、名木古树及文物古迹保护单位、保护动植物、世界自然遗产地等环境

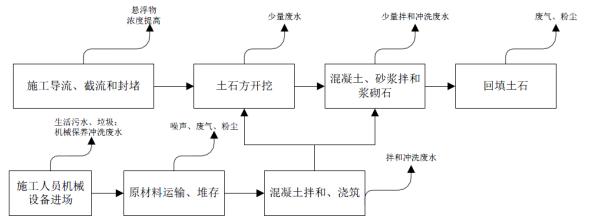
敏感区，不涉及基本农田及公益林，不涉及生态保护红线。

施工生产生活区占地性质为临时占地，施工结束后，可通过植被恢复的方式使

施工区对当地植被的不利影响得以减免或消除。

**2.4.5** 施工期污染源分析

施工期工艺流程



图**2.4.1** 施工期工艺流程及产污节点图

悬

浮

物

（1）施工导流

枢纽工程施工导流分为两期导流，一期为枯期导流，导流为围堰、导流沟配合 导流输水放空隧洞导流段导流；二期为汛期导流，导流为抬头坝配合导流输水放空 隧洞导流段导流。引水、引洪工程导流前期利用纵向围堰挡水导流，后期利用冲沙

闸导流。

导流洞导流能力满足施工期导流要求，对坝下游水文情势影响仅局限于近坝区

河段，但影响范围有限。 因此，工程导流期间对坝下游水文情势影响小。

（2）废水

拟建水库工程施工期废水主要包括生产废水和生活污水。生产废水主要来源于

混凝土拌合系统废水等；生活污水主要来源于施工期施工人员生活污水。

①混凝土拌合系统废水

根据施工组织设计，水库枢纽工程布置混凝土拌合站，其余施工段布置小型移

动式混凝土搅拌设备。

混凝土拌合站生产期间会产生拌合站料罐冲洗废水， 按每天冲洗一次，每次冲 洗产生的废水量约 8m3 ，废水主要污染因子为SS 和pH，废水pH 值一般大于10 ， 悬浮物浓度约 5000mg/L。混凝土拌合站设置 1 个冲洗废水沉淀池， 冲洗废水经沉淀 处理后回用于混凝土拌合， 不外排。沉淀池为混凝土结构， 采用三级沉淀处理， 总容 积 10m3 。其余施工段布置小型移动式混凝土搅拌设备设置 1 个容积 5m3 的沉淀池，

废水经沉淀处理后回用于混凝土拌合，不外排。

②砂石料加工系统废水

料场开采石料进入砂石料加工系统前会进行清洗，去除石料上附带的泥土。砂 石料生产系统处理能力为 60t/h（约 24m3/h），石料清洗用水比例为 0.5（水）：1.0（石）， 则用水量为 12m3/h。冲洗废水中主要污染物为悬浮物， 浓度约 8000mg/L。石料清洗 废经三级沉淀池处理后循环利用，不外排。沉淀池为混凝土结构，采用三级沉淀处

理，总容积 30m3。

③基坑排水

基坑排水主要为坝址开挖产生的基坑渗水，基坑渗水主要为坝基水下部分开挖

期间。

坝址处开挖深度不超过 3m，由于围堰堰身及基础均采用高喷防渗， 渗水量小。

根据岩土工程勘查报告，基坑排水强度约为 2m3/h。基坑排水的主要污染物是悬浮物，

悬浮物浓度约 2000mg/L。

基坑排水设置 1 个沉淀池， 基坑排水经沉淀处理后回用于混凝土拌合、洒水降

尘及其他施工用水，不外排。沉淀池为混凝土结构， 采用三级沉淀处理， 总容积 50m3。

④施工人员生活污水

本工程建设施工期将设置施工人员生活、办公营地，施工期平均施工人员为 120 人。枢纽区施工生活区、砂石料场生活区设置食宿，食宿人员 40 人，其余施工生

活区无食宿。

枢纽区施工生活区、砂石料场生活区生活用水量取110L/人•d ，排放系数按0.8

计算，则施工期平均生活污水产生量为 3.5m3/d。

施工期生活污水主要污染物为 COD、BOD5、NH3-N、磷酸盐等， 类比同类性质 污水，COD 约为 280mg/L，BOD5 约为100mg/L，NH3-N 约为 20mg/L，磷酸盐约为 0.6mg/L 。枢纽区施工生活区、砂石料场生活区分别设置 1 个隔油池和 1 个化粪池， 隔油池容积 1m3，化粪池采用三格化粪池，混凝土结构，容积 30m3。生活污水进入化粪

池处理，并雇用当地村民定期清运用作农业肥料，生活污水不外排。

（3）废气

本工程施工期产生的废气主要有： 施工扬尘、燃油废气、爆破废气。产生的大气

污染物主要是扬尘、 CO 、NO2 等。

燃油废气主要来自施工车辆运输和施工设备运行，排放方式具有分散性；根据 《大姚县桂花水库工程可行性研究报告》，本工程施工中各种机械需耗油料 5604t ， 施工开挖爆破需炸药 959t。施工机械燃油排放的废气主要含 CO、NO2、SO2、CmHn 等污染物； 炸药在爆炸过程中产生高温高压膨胀气体（炮烟），其中除含有大量粉尘 外， 还含有 CO、NO2 、SO2 、CmHn、等污染物， 根据机械燃油及炸药在爆炸过程中

产生的污染物定额估算有害气体的产生量，见表 2.4-7。

表 **2.4-7** 工程施工期燃油、炸药产生的有害气体情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料 | 消耗量（t） | 污染物 | CO | NO2 | SO2 | CmHn |
| 油料 | 2400 | 排放系数（kg/t） | 29.4 | 48.3 | 3.5 | 4.8 |
| 排放量（t） | 164.8 | 270.6 | 19.8 | 26.9 |
| 炸药 | 80 | 排放系数（kg/t） | 44.7 | 3.5 |  | 0.037 |
| 排放量（t） | 42.89 | 3.35 | — | 0.03 |

砂石料加工过程中的破碎、筛分工艺会产生粉尘。 根据《逸散性工业粉尘控制 技术》中粒料加工厂逸散尘排放系数，砂石料加工系统粉尘排放强度为 0.05kg（粉

尘/t 砂子）。项目砂石料生产系统处理能力为 60t/h，相应的砂石料加工粉尘产生量为

3.0kg/h ，施工期粉尘产生量约 7.2t/a 。砂石料加工区采取封闭+洒水降尘措施，除尘 效率按照 90%计算， 则石料加工粉尘排放量为 0.3kg/h ，施工区施工期粉尘产生量约

0.72t/a。

工程施工中扬尘量的大小与风速、运输车辆的车次、道路的清洁度、松散土粒 的数量等有密切关系。易形成扬尘的工区主要是砂、石料堆放场、开挖场地等。另 外，材料运输过程中施工道路沿线也易产生扬尘，本工程的施工道路主要为泥结碎 石路面，在干燥的天气情况下，运输车辆经过泥结碎石路面时会产生一定量的道路

扬尘，尤其是道路局部积尘较多的地方，载重汽车经过时会掀起较大的扬尘。

（4）噪声

施工噪声主要来自施工开挖、钻孔、爆破、混凝土拌和、交通运输等活动。

水库施工期产生噪声的主要区域是爆破作业区、混凝土拌合区、水库大坝建设 区、输水管线施工区及场内道路附近区域。本工程施工主要产生噪声的机械为风钻、 破碎机、挖掘机、搅拌机等，主要流动噪声源为载重汽车和推土机参照《交通部环保 设计规范》、《水利水电工程环境影响评价技术手册》、《环境噪声与振动控制工程技

术导则》等资料，主要施工机械设备单机噪声级见下表 2.4-8。

表 **2.4-8** 施工期主要机械设备及车辆噪声源强表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 声源 | 设备名称 | 噪声强度（**dB(A)**） |
| 固定声源 | 混凝土搅拌机 | 75~88 |
| 混凝土拌和机 | 79~99 |
| 混凝土泵 | 88~95 |
| 混凝土喷射机 | 90~95 |
| 振捣机 | 80~88 |
| 卷扬机 | 95~105 |
| 钻孔机 | 110 |
| 流动声源 | 载重汽车 | 82~90 |
| 拖拉机 | 82~85 |
| 推土机 | 83~88 |
| 装载机 | 90~95 |
| 起重机 | 85~90 |
| 挖掘机 | 82~90 |
| 振动平碾 | 80~90 |
| 瞬时声源 | 爆破 | 120 以上 |

（5）固体废物

项目施工期产生的生活垃圾具有点多分散的特点， 施工期平均人数为 120 人， 生活垃圾产生量以人均 1kg/d 计，则工程施工期生活垃圾的平均产生量为 0.12t/d ， 施工期生活垃圾产生量为 36t/a。项目施工期应在施工生产生活区设置垃圾桶，统一

收集后， 与桂花镇生活垃圾一并处置。

工程建设过程中产生的弃渣量较大的部位主要为大坝、溢洪道、输水管线和施

工导流开挖。弃渣总量为 95.12 万 m3 （自然方）。项目弃渣运至规划弃渣场堆存。

在工程施工过程中会产生一些建筑垃圾，如碎砖块、废石料、水泥块及混凝土 残渣等，还有部分废钢筋等建筑垃圾等。对建筑垃圾尽量再利用，不能利用建筑垃

圾运至弃渣场堆放。

（5）地下水影响因素

输水隧洞开挖时会有渗水现象，不可避免地会增加地下水的排量从而影响原有

水位和排泄量，对地下水水位产生影响。

（7）生态影响源

①工程占地

工程占地分为永久占地和临时占地，工程占地将扰动地表，破坏现有的植被， 生态影响造成一定量的植物生物量损失；且对周围动物生境及活动区域造成影响， 其中永久占地的影响属于长期的，临时占地的影响属于短暂的，待项目建成后将对

临时占地区域进行植被恢复。

②施工活动

施工队伍进驻施工场地带来的人类活动频繁，以及各类施工活动产生的噪声、 扬尘、废气等，都将对施工区及其附近的野生动物产生惊吓和干扰，使该区域动物

的栖息适宜度降低。

**2.4.6** 运营期污染源分析

（1）水库初期蓄水

本工程拟定第 4 年 6 月初导流洞下闸，下闸标准为 10 年一遇的月平均流量。

初期蓄水分为两个阶段， 一阶段是封闭导流隧洞，至水库开始发挥效益的时段， 即水库开始蓄水（2019.5m）到至死水位（2058.8m）部分； 另一阶段是由水库开始发 挥效益至正常运行时段，即水库由死水位（2058.8m）向上蓄水至达到正常蓄水位 （2094.15m）时段。在此期间， 不下泄生态流量将会导致坝下 1.63km 河段（至罗子

左河汇入口）产生脱水影响。

从水库开始蓄水（2019.5m）至导流输水放空隧洞进口底板高程（2058.8m，死库 容 152.7 万 m3），所需蓄水时间为 36d（考虑罗子左河取水坝取水，取水系数 0.6）， 蓄水至正常蓄水位 2094.15m（正常蓄水库容 1067.2 万 m3）所需时间 98 天（考虑罗

子左河取水坝 6~10 月取水，取水系数 0.6）。

初期蓄水时导流隧洞封闭， 由导流输水放空隧洞预埋的 DN325 钢管下泄生态流 量。初期蓄水至死水位期间无法通过导流输水放空隧洞直接取水，须采用临时供水 水泵抽水至生态下泄管道。蓄水期间处于汛期，下泄水量只考虑坝下至罗子左河汇 入口之间生态用水量（0.074m3/s），因此供水水泵设置 2 台， 一备一用， 水量不得小

于下游用水量，即 Q≥0.074m3/s。

水库下闸蓄水后，仅通过生态放流管下泄生态流量，较天然河道相比，导流输 水放空隧洞出口至汇入下游河道的水量、水深、水位、流速、流量等将发生变化， 形

成 30.61km 减水河道（含罗子左河）。

（2）水库库区运行期水文情势

桂花水库库区形成后， 库区水面扩大，水深增加， 库内流速将明显变缓； 当正常 蓄水位 2094.15m 时， 库区水面面积相对于天然河道明显增加， 库区滞洪能力明显增 强； 水库调度运行时水位在正常蓄水位 2094.15m 与死水位 2058.8m 之间变化， 水位 变幅 35.35m；桂花水库库区回水段 3.88km，水库水位、水流速度、水面面积均产生

相应变化。

①对泥沙情势的分析

桂花水库本区多年平均泥沙量（推移质）为 1.83 万 t ，引水区引入的泥沙量

（推移质）为 0.85 万 t ，合计 2.68 万 t ，推移质取 1.7t/m³,则桂花水库年入库泥沙 总量为 1.58 万 m³ 。水库运行50 年后，淤积库容 79 万m3，低于死库容，水库在设计

运行期内不存在淤塞风险。

水库建成运行后，推移质移动过程将发生变化，大量泥沙将沉积在库区，下泄 水含沙量大大降低。水库出水泥沙会明显减少，对水质改善是有利的，这种影响要持

续较长一段时间， 直到水库淤积库容淤满后才会消除其影响。

②水库库区水文情势

桂花水库正常蓄水位 2094.15m，死水位 2058.8m，设计洪水位 2096.21m，校 核洪水位 2097.09m，总库容 1192.70 万 m3 ，兴利库容 914.5 万 m3 ，水库年供水量

1942.2 万m3 ，水库属年调节水库。

a.水位

天然情况下， 桂花河河流水深均小于 1.0m，河道水位 2019.5m（坝前水位）。 水库建成后， 库区水位上升，正常蓄水位 2094.15m 时坝前水位上升 74.65m ，死水

位 2058.8m 时坝前水位上升 39.3m 。坝前水位壅高 39.3~74.65m 。桂花水库运行

期，年内水库水位将随入库流量及出库流量的变化而变化，总体变化趋势为 12 月~

次年 4 月水位逐渐降低，降至最低后又缓慢上升，汛期 6 月开始水位迅速上升，

7~9 月份蓄至最高（正常蓄水位）。

b.水面面积

库区天然河道面积约 2.32hm2 。正常蓄水位 2094.15m 时水库面积 40.72hm2，

死水位 2058.8m 时水库面积 12.13hm2 。库区水面面积相对于天然河道明显增加。

c.水流速度

水库库区形成后， 库区水位明显增高，库内流速将明显减缓，水域环境从急流

河道型转为缓流型。

（3）坝下河段水文情势

水库建成运行后， 将造成下游河道流量发生很大变化。同时， 各代表年各月出

库流量均较入库流量减少，将造成生态放流管道出口至下游汇入万马河处（中和

镇）27.78km 的河段减水。 各取水坝仅在汛期 6~10 月份取水，取水系数为 0.6，汛

期各取水坝下游河段减水率为 60%，其余月份不减水。

为了避免桂花水库坝下游水资源利用影响和河道生态用水的影响，工程可研已 提出，通过在导流输水放空隧洞预埋的 DN325 钢管下泄生态流量。坝址下游生态

需水量为多年平均径流量的 10%，即 0.075m3/s。

在确保生态流量的情况下， P=75%时桂花河下游河段（至罗子左河汇入口）减 水率为 63.74%~96.12%；P=75%时桂花河下游河段（罗子左河汇入口至叭拉河汇入 口，途中有马茨河汇入）减水率为 39.75%~82.54% 。项目生态流量下泄口至汇入万

马河之间还有叭拉河、小河、芭蕉箐河等几条较大支流汇入以及其他小型支流汇

入，河道减水率逐渐降低。

（4）灌溉回归水对河流水文情势

桂花灌溉片区回归水受纳水体为桂花河， 影响河段长度为 12.56km（灌区起点 至桂花河汇入万马河处），者纳么灌溉片区回归水受纳水体为者纳么河， 影响河段 长度为 12.11km（下灌区起点至汇入者纳么村附近大水箐汇入处），六苴灌溉片区回 归水受纳水体为六苴河， 影响河段长度为 3.38km（灌区起点至汇入者纳么村附近

大水箐汇入处）。

根据水资源论证报告， 项目农业灌溉回归水 68.5 万 m3（不含新街、金碧片

区），其中万马河（桂花河）流域的灌溉回归水量为 37.4 万 m3 ，六苴河流域（含者

纳么河）的灌溉回归水量为 31.1 万 m3 ，万马河流域灌溉回归水量占全流域水资源

量的 0.1%，六苴河流域（含者纳么河）回归水量占全流域水资源量的 0.2% ，由于

灌区退水量小，灌溉回归水引起的万马河、六苴河水位变化甚小，可忽略不计。

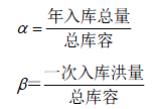
（5）水库水温改变分析

水库水温结构判别通常有参数 α- β 判别法和 Norton 密度佛汝德数判别法。本

评价分别采用两种方法判别水库水温结构。

a. α- β 判别法

项目采用 α- β 参数判别法，对水库水温结构进行判别：



α=多年平均径流量/水库总库容

当 α＜10，水库为分层型；

当10<α＜20，水库为过渡型；

当 α>20，水库为混合型；

β=一次洪量/水库总库容

项目坝址断面多年平均流量为 0.74m3/s，多年平均径流量为 2357 万 m3 ，库区

总库容为 1192.7 万 m3 ，经计算， α 等于 1.98，水库水温结构为分层型。

选取设计洪水 P=3.33%的 1 日一次洪量分别为 821 万 m3 ，计算水库的 β 值为 1.19 、0.69 ，β 值均大于 0.5，说明洪水对水库水温结构有一定影响，如遇 β>1 的

洪水，将出现临时混合现象。

b. 密度弗劳德数法

密度弗劳德数法计算公式为：

Fr = 320 LQ /HV

式中： Fr-密度弗劳德数；

L-水库长度（m）；

Q-入流量（m3/s）；

H-平均水深（m）；

V-蓄水体的体积（m3）。

当 Fr<0.1，水库为分层型；

0.1<Fr<1.0，水库为过渡性；

Fr>1.0，水库为混合型。

水库正常蓄水位时回水长度为 3.88m，水库总库容 1192.7 万 m3 ，平均水深为 56.8m，多年平均流量为 0.74m3/s。经计算， Fr=0.001，初步判断水库水温结构为分层

型。

综上所示， 采用 α- β 指数法、密度佛汝德数法计算的结果见表 2.4-9。

表 **2.4-9** 水库水温结构的经验判别

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水库 | 交换次数法**(α-β** 指数法**)** | | 佛汝德数法 | | 综合判断 |
| **α** | 水温结构 | **Fr** | 水温结构 |
| 桂花水库 | 1.98 | 分层 | 0.001 | 分层 | 分层 |

因此可以确定桂花水库的水温结构为稳定分层型。水库水温分层形成低温水，

若取水和泄水不当，对生态环境和农业用水产生不利影响，其影响是长久的。

（6）运行期水质和富营养化分析

尽管水库蓄水前将对淹没区进行库区清理，不存在大量有机物质在库内腐烂而 导致水库水质恶化的可能。但在水库蓄水初期，可能有机营养物质将进入水体，短 期内库区水质 N、P 等有机物含量将明显增高，随着水流流态结构的变化（流速变 缓，水深加大）以及被淹没的植被和土壤逐渐释放出有机物和氮磷营养盐，为富营 养化发生发展提供有利的水流结构和营养条件，库区水体诱发富营养化的可能性加

大，影响水库及下游河段水质。

（7）大坝阻隔分析

桂花水库最大坝高 93.1m，坝顶宽10m，坝顶长 261.5m。水库下闸蓄水后，阻 断了上下游鱼类交流的自然通道，对上下游水生生物物种的交流产生了阻隔影响， 其影响是长期的，不可逆的。同时，引起坝下游局部河段和蓄水区流速、泥沙、水 深、水位等水文条件改变， 使得水环境发生变化， 改变水生生物的生境， 对水生生物

的生活环境将带来一定的影响。

（8）水资源利用

桂花水库从桂花河上取水后，桂花河段水量减少。桂花水库建成后，可供给桂 花灌片供水量 248.6 万 m3 ，其中生活用水 29.1 万 m3 ，工业供水量 57.7 万 m3 ，农业 灌溉供水量 161.8 万 m3 。桂花灌片内水资源供需基本平衡。 桂花水库建成后，预留

下游生活、工业及灌溉用水， 对该河段的水资源利用影响小。

引洪工程从者纳么河取水后，下游河道水量减少，但规划年水库建成后，桂花 水库可供给者纳么灌片农业灌溉供水 98.2 万 m3 ，且取水坝汛期 6~10 月取水，其余

季节不取水， 汛期取水系数 0.6，枯期不引水， 从者纳么河取水对该河段的水资源利

用影响小。

（9）水污染源

运 营期库 区值班人 员 2 人 ，均 由 当地居 民担任 ，食宿 自理 ，库 区不设 置食宿， 生活污水 主要为卫 生 间污水 ，根据《 云 南 省地方标准用 水 定额 》 （DB53T168 -2019）， 人均生活用水量 以 40L/人 ·d 计，污水排放系数为 0.8， 则生活污水产生量为 0.06m3 /d 、21.9m 3 /a 。污水经化粪池处理后 定期

委托周边居 民清掏用于农肥 ，不外排。

（10） 生活垃圾

生活垃圾以每人每天产生垃圾 0.5kg 计，则水库值班室日产生生活垃圾量为

1kg/d，在水库管值班室设置垃圾桶收集后交由当地环卫部门处置。

（11）生态影响源

营运期对生态造成影响的主要内容是水库淹没。

水库淹没将导致一定区域内土地利用结构发生变化，将使现有的草地、林地等 变为水域， 占用一定的土地资源，植物资源的损失会导致水土流失加剧、恶化生态

环境。

水库淹没使陆生动物栖息地及活动面积有所减少，但由于减少面积在评价区内 所占比例不大，因此，不会从根本上影响陆生脊椎动物的生存状况。水库运行。期

间，由于水域面积增加，因此， 鱼类资源及两栖类动物的个体数量会有所增加。

（12）回归水

项目运营期回归水由生活用水回归水、灌溉回归水、工业用水回归水 3 部分组 成。新街灌片、金碧灌片不由桂花水库直接供水， 本次不评价新街灌片、金碧灌片回

归水影响。

①生活用水回归水

桂花水库未新增桂花灌片、 者纳么灌片、六苴灌片生活用水量，仅改善上述灌 片生活用水供水条件。农村生活污水未建设有污水收集和处理设施，一般经自家化

粪池处理后，定期清掏用于农肥。

②工业用水回归水

桂花水库工业供水主要涉及桂花灌片，可供桂花灌片供水量 57.7 万 m3。工业污 水主要为桂花铜选厂。 目前桂花铜选厂均有专门的污水处理设备，且入河排污口已 经大姚县水务局和大姚县环境保护局审批并备案，污水经处理达相关标准后排入桂

花河。本工程不新增入河排污口以及排污量。

③灌溉回归水

项目农业灌溉回归水 68.5 万 m3（不含新街、金碧片区），其中万马河（桂花河） 流域的灌溉回归水量为 37.4 万 m3 ，六苴河流域（含者纳么河）的灌溉回归水量为

31.1 万 m3。

回归过程为本月用水当月不回归，下月回归 60%，再下月回归 40%，回归峰期 发生于每年的 4 、5 、6 月。由于作物种植中化肥、农药的施用，回归水中将存在一

定的氮、磷污染，通过沿途渠系排入河道后，增加河水中氮、磷含量。

**3** 环境现状调查与评价

**3.1** 自然环境概况

**3.1.1** 地理位置

桂花水库位于大姚县桂花镇皮左黑村委会皮左黑村下方的桂花河上， 属于金 沙江一级支流万马河上游右支流。水库坝址位于东经 101 ° 16 ′2.98″，北纬 26 °

2 ′ 11.27″。桂花水库坝址距离大姚县城 74km，距桂花镇镇政府 12km。

桂花水库在北部万马河支流桂花河上建库， 并从水库下游临近左岸罗子左河 引水入库， 引洪工程在桂花水库下游输水工程沿途经过的马茨河、六姑乍箐、昔

木乍箐、见簸箐建坝引洪。输水工程起始于桂花水库终至碧么水库。

项目地理位置图见附图 1。

**3.1.2** 地形、地貌、 地质

（1）地形地貌

水库位于桂花河上、皮左黑村， 本区径流面积 55.6km2 ，河段长 11.9km，河 床坡降 48.34‰。桂花河由南向北径流，河道委婉呈“蛇曲”状，岩层走向与河 道近于直交，呈单斜倾向上游，为横向“V”型河谷。河流两岸地形基本对称， 自然边坡顺流左岸 33°~38°,顺流右岸 35°~40°,河床分布第四系冲洪积层（Qalp）， 为粘土细纱砾石、结构疏松， 受河水冲刷侵蚀河岸阶地发育不全，连续性差， 阶 地高出河床 1～3m，支沟水系与河交汇口和河流弯道处河漫滩高出河床 0.5~ 1.0m，河流冲刷及侧向侵蚀仍在继续。河谷两岸坡岩层走向与河流近于直交， 为 斜向～横向岩石结构边坡，河床以冲刷侧蚀为主，两岸坡侵蚀、风化剥蚀为主，

属高中山侵蚀构造地形。

皮左黑村河段，库盆呈长条状，在坝址上游 1.0km 处分为两条支，呈“丫” 字形， 顺流左支为如扎拉河， 右支为拉扎河。库盆长 2.3～2.5km，顺流左岸岸顶 高程 2665.0m～2827.0m，顺流右岸岸顶高程 2641.0m～2700.0m，最低点上坝址

河床 2012.0m，相对高差 668m～815m，地势西高东低、南高北低。如扎拉河、

拉扎河河谷狭窄， 阶地不发育，河道外弯以侧向侵蚀为主， 内弯以冲刷为主， 支

沟水系与库盆近于垂直， 源头岩石裸露、溯源侵蚀强烈， 靠近汇口沟壁陡峻， 时

有岩块崩落发生。如扎拉河、拉扎河汇口下游河段河谷微开阔， 河谷断面呈平缓

的“U”字形，两岸阶地不连续。

（2）地质构造

水库位于桂花-树皮厂向斜南段与昙华山向斜北段之间的过渡带上。库区主 要分布白垩系江底河组上杂色泥岩段（K2j3 ）地层。岩层走向与主要褶皱构造线 方向一致， 呈单斜倾向水库上游， 倾向 190°~230°倾角 25°~30°。库区地层分布 连续、相变小、局部层间绕曲发育、未发现断裂构造，经统计最发育的节理为： ①340°~355°∠56°~76° , ②5°~10°∠56°~75° , ③200°~230°∠68°~85°, 裂面 平直， 属剪性节理， 多数充填钙质、泥质， 少部分张开， 隙宽 2～4mm、少部分

3～5mm，密度 4～6 条/m2 ，局部 7～8 条/m2。

库区主要分布白垩系上统江底河组上杂色泥岩段（K2j3）、第四系全新统泥石 流堆积层（Qdf）、冲洪积层（Qalp）、残坡积层（Qeld）等地层， 根据分布范围、岩

性特征由新至老分述如下：

第四系冲洪积层（**Qalp**）：厚度 **1**～**7m**，分布于库区河床，为紫红色含粘土细 纱砾石层， 局部夹粉质粘土透镜体， 砾石成分为粉砂质泥岩、粉砂岩、泥岩、相

变大，厚度不均。

第四系残坡积层（**Qalp**）：厚度 **1**～**6m**，分布于水库河床两岸凹地，为紫红

色、含碎石粘土、砂质粘土、粉质粘土。

泥石流堆积层（**Qdf**）：厚度 **4**～**9m**，分布于且磨刀泥石流沟，为紫红、浅灰

紫色块石、碎石、粘土质泥砂块、碎石，局部夹粘土质砂透镜体。

江底河组上杂色泥岩段（**K2j3**），厚度 **90**～**477.7m**（库区范围未见顶和底），

按岩性、岩相组合特征分为十二小层：

第十二层（K2j3- 12）：紫红色厚层～块状粉砂质泥岩、局部夹薄层灰绿色灰质

泥岩、紫红色中厚层状长石石英细砂岩。

第十一层（K2j3- 11）：紫红色中厚层状粉砂质泥岩夹泥岩， 局部夹薄层粉砂岩。

第十层（K2j3- 10）：紫红色厚层～中厚层状粉砂质泥岩、泥岩夹灰绿色（风化

呈姜黄色）中厚层状钙质泥岩、粉砂质条带。

第九层（K2j3-9）：紫红色中厚层状粉砂质泥岩、泥岩，局部夹薄层粉砂岩。

第八层（K2j3-8）：紫红色厚层状粉砂质泥岩夹薄～中厚层粉砂岩、薄层钙质

泥岩。

第七层（K2j3-7）：紫红色厚层～块状粉砂质泥岩、泥岩。

第六层（K2j3-6）：灰绿色（风化呈姜黄色） 中厚层状钙质泥岩夹粉砂质条带，

微细层理发育。

第五层（K2j3-5）：紫红色厚层～块状粉砂质泥岩、泥岩， 微细层理发育， 局

部夹薄层粉砂岩。

第四层（K2j3-4）：紫红色厚层～块状粉砂质泥岩、泥岩夹灰绿色（风化呈姜

黄色）中厚层状钙质泥岩、粉砂质条带及钙质结核。

第三层（K2j3-3）：紫红色厚层状粉砂质泥岩夹薄层粉砂岩、 钙质泥岩。

第二层（K2j3-2）：灰绿色（风化呈姜黄色） 厚层状钙质泥岩夹紫灰色薄层粉

砂质泥岩。

第一层（K2j3－1）：紫红色厚层状粉砂质泥岩夹灰绿色薄层钙质泥岩、局部为

不等厚互层。

燕山期岩浆岩(**επ53**）：黑云母花岗斑岩， 结晶分异差， 斑状结构、块状构造。 主要矿物成分：钾长石、碱性长石、黑云母、石英等，副矿物：锆石、磷灰石、

金红石等。顺层侵入、呈岩脉产出、与围岩呈突变、无围岩蚀变。

**3.1.3** 气象条件

项目范围内流域属属亚热带季风气候区， 由于受海拔高低差异性和季风气候 的影响， 形成夏无酷暑、冬无严寒、春暖干旱、秋凉湿润、年温差小、日温差大、 降水集中、干湿分明、降水随高程增加而增加的立体气候特征。根据大姚县气象 站（海拔高程 1879m）多年实测资料统计， 多年平均气温 15.6℃, 平均日照时数 为 2570 小时。极端最高气温 33.0℃（1993 年 6 月 4 日）极端最低气温-6.1℃ （1982 年 12 月20 日）。多年平均降水量795.9mm，多年平均水面蒸发量2526.5mm (Φ20cm），多年平均相对湿度 65%。多年平均风速 3.5m/s，主风向为西南和偏

南风。年无霜期 220 天左右。

区域径流来源于降水， 降水量的年际变化大， 根据大姚县气象站 1959～2015 年共 57 年实测资料，最大年降水量 1078.6mm（1961 年），最小年降水量为

461.3mm（2009 年），最大最小值相差近 1 倍；年内分配也极不均匀，雨季 5~

10 月降水量约占年降水量的 91.4% ，7 、8 月两个月占 43.7%，而干季 11 月至次

年 4 月仅占 8.6%左右。

根据拟建桂花水库下游中和街水文站 1967～2015 年共 49 年实测降水资料， 多年平均降水量 929.9mm，最大年降水量为 1257.2mm（1986 年），最小年降水 量为 593.5mm（2011 年），最大最小值相差也是近 1 倍；年内分配也极不均匀， 雨季 5～10 月降水量约占年降水量的 94%，而干季 11 月至次年 4 月仅占 6%左 右； 与降水相应， 径流的年内丰枯变化悬殊大， 6～11 月 6 个月径流量占年径流 量的 80.3%，其中最丰的 7～9 月三个月径流量约占年径流量的 54.7%；12～5 月

径流量小，占年径流量的 19.7%，最枯的 5 月份径流量仅占年径流量的 2.4%。

洪水一般由暴雨形成，发生时间与暴雨对应，多发生 7～9 月， 一场暴雨笼 罩面积小， 历时短， 多为单一的非连续性暴雨。设计流域属山区性河流， 洪水具

有历时短、洪量相对集中、过程陡涨陡落等明显的山区性流域洪水的一般特性。

**3.1.4** 河流水系

大姚县所属河流属金沙江水系， 多为南、北流向， 主要河流有桂花河、多底 河、六苴河、龙街河、渔泡江、蜻蛉河。桂花水库取水影响涉及整个万马河流域， 地跨大姚、永仁两个行政区域。该项目分析范围内涉及万马河流域、六苴河流域、

大姚县蜻蛉河干流流域，整个分范围流域面积为 2395.5km2。

万马河位于境内西北部， 发源于大姚县昙华山， 河源海拔 3118m，左支流经 大姚县桂花乡， 右支流经大姚县桂花村， 于中和街汇合后， 经万马乡至河门口汇 入金沙江，主河道长 73km，全河流域面积为 1097km2 ，其中大姚县境内 402.1

km2 ，永仁县境内 694.9 km2。

六苴河， 发源于昙华山东麓， 属山中峡谷河流， 由西向东， 经外期地、六苴 镇至双河附近汇入蜻蛉河， 属山中峡谷河流， 主要支流有石房河、木卡拉河、簸

箕河、者纳么河，全流域径流面积 464.9 km2。

蜻蛉河属金沙江水系龙川江一级支流，流域介于东径 101°05′～101°50′，北 纬 25°25′～26°10′之间，分布于楚雄州的姚安、大姚、永仁县的大部及元谋县的 一小部分地区。与龙川江交汇口以上，蜻蛉河流域面积为 3585km2 ，主河长 160.6km，河道平均坡降为 8.25‰，流域平均高程为 2085m。蜻蛉河发源于楚雄

州姚安、南华县交界的照壁山以北（高程为 2440m），自南向北经姚安坝，于席

坝附近转向东经大姚坝子， 坝区内河道平均比降仅为 2.04‰， 河道宽浅， 水流缓 慢， 河床不稳， 冲淤相间， 河道渲泄能力较弱。行至苏海冲附近后， 河流转向东 北偏东向复入山谷， 河道平均坡降增大至 11.8‰， 河道束窄， 水流湍急， 过水能 力加大。蜻蛉河于元谋县大树村附近汇入龙川江， 龙川也于元谋县江边乡汇入金 沙江。蜻蛉河域水系发育，多呈羽状分布，其中较大支流左岸有七街河、西河、 江底河、羊蹄江、永定河等； 右岸主要有龙街河、上庄河等。流域地势自西南向 东北呈阶梯状倾斜。本次桂花水库受水区大姚县境内蜻蛉河干流流域径流面积

833.6km2。

项目区水系见附图 2。

**3.1.5** 水文地质

库区地表覆盖层为第四系冲洪积层（Qalp）、第四系残坡积层（Qeld），下伏白 垩系江底河组上杂色泥岩段（K2j3 ）的粉砂质泥岩。库区地下水类型为第四系孔

隙水和碎屑岩孔隙裂隙水，并以碎屑岩孔隙裂隙水为主。

（1）松散岩类孔隙水

松散层孔隙水主要为第四系松散堆积层中的孔隙潜水， 主要由第四系河床冲 洪积层孔隙水和坡前堆积体孔隙潜水构成。其中河床冲洪积层主要分布于库区河 床河漫滩、 Ⅰ级阶地的冲洪积层中， 主要成分为粘土、卵砾石、粉土、 岩屑、砂 砾石等。 一般厚度 5.0m 左右。主要接受大气降雨和河水补给，漫滩地下水位与 河水位关系密切， 随河水涨落而变化， 地下水埋藏较浅， 水位与桂花河水位相当， 属强透水层，含水丰富。单井涌水量 100～600 吨/昼夜， 局部地段达 1000 吨/昼 夜， 富水性中等。坡前堆积体主要分布于河床两岸斜坡坡脚平缓地带， 一般厚度 3.0～5.0m 之间，局部地段厚度达 12.0m。主要接受大气降雨补给，其水位与降 雨密切相关， 属季节性孔隙潜水，雨季含水，旱季贫水，地下水循环周期较短，

含水贫乏。单井涌水量小于 100 吨/昼夜，富水性弱。

（2）碎屑岩孔隙裂隙水

碎屑岩类孔隙裂隙水分布于库区白垩系上统江底河组上杂色泥岩段（K2j3） 地层中， 岩性为厚层状紫红色泥岩、粉砂质泥岩夹钙质泥岩， 以裂隙水、溶孔水 为主， 其富水性与钙质含量及溶蚀程度密切相关， 主要接受大气降水补给， 地下

水径流模数为 0.4～0.9L/s·km2 ，泉水流量 0.2～1.2L/s，局部泉流量达 10.0L/s，

单井涌水量 100～300 吨/昼夜，富水性中等。

（3）地下补给与排泄

库区所在的桂花河是整个研究区最低侵蚀基准面， 因此， 桂花河是研究区地 下水最终排泄基准面。区内地下水主要接受大气降水补给，两岸地下水分水岭与 地形分水岭基本一致， 两岸地下水分水岭水位高于水库正常蓄水位， 因此， 库区 两岸地下水通过第四系松散层、基岩中的裂隙下渗， 以泉和泄流的形式向水库排

泄。

**3.1.6** 土壤

据大姚县土壤普查资料，全县土壤按其发生条件， 主要特点和生产性能共分 6 个土类， 9 个亚类， 16 个土属， 32 个土种。耕作土壤多为红紫土、紫砂砂土及 羊肝土,水田土壤多为紫泥田、紫沙泥田等的水稻土。主要土壤类型按分布面积大

小排序依次为棕壤、黄棕壤、红壤、紫色土、冲击土、水稻土。

项目区土壤有紫色土、冲积土、水稻土 3 个土类， 5 个亚类， 7 个土属， 10 个土种。 10 个土种为紫砂土、红紫泥土、红羊肝土、暗紫泥土、紫羊肝土、鸡粪 土、羊肝土田、羊毛砂土田、紫泥田、灰砂泥田。其中： 紫砂土、红紫泥土、暗 紫泥土为自然土壤； 红羊肝土、紫羊肝土、鸡粪土为旱地土壤； 羊肝土田、羊毛

砂土田、紫泥田、灰砂泥田为水田土壤。

**3.2** 环境质量现状调查与评价

**3.2.1** 地表水环境质量

（1）区域水环境达标分析

根据《2021 楚雄州生态环境状况公报》，长江流域监测的 30 个断面中，达 标的监测断面为 20 个，达标率为 66.7%，优良率为 83.3%，长江流域水质定性评

价为良好。 因此，项目区金沙江达到水环境功能要求。

（2）补充监测

本次评价委托中博源检测（云南）有限公司于 2023 年 4 月 1 日-3 日对评价

范围内的 11 个断面进行了水质检测，具体监测点位见附图 2。

①监测点位及监测因子

监测点位及监测因子见表 3.2- 1。

表**3.2-1** 水质监测点位

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 监测点位 | 监测因子 |
| 1 | 坝址 | pH、溶解氧、水温、石油类、化学需氧 量、五日生化需氧量、阴离子表面活性 剂、氯化物、铜、铅、锌、镉、硒、汞、 砷、粪大肠杆菌、六价铬、氟化物、铁、  锰、氰化物、挥发酚、氨氮、总磷、高锰  酸钾指数、总氮、硝酸盐、硫酸盐、 硫化  物、透明度、叶绿素 a |
| 2 | 库尾 |
| 3 | 罗子左河汇入万马河上游 500m 处 | pH、溶解氧、水温、石油类、化学需氧 量、五日生化需氧量、阴离子表面活性 剂、氯化物、铜、铅、锌、镉、硒、汞、 砷、粪大肠杆菌、六价铬、氟化物、铁、  锰、氰化物、挥发酚、氨氮、总磷、高锰  酸钾指数、总氮、硝酸盐、硫酸盐、硫化  物 |
| 4 | 马茨河取水坝处 |
| 5 | 昔木乍箐与见簸箐交汇口 |
| 6 | 六姑乍箐取水坝处 |
| 7 | 桂花灌片退水区下游（万马河） |
| 8 | 者纳么灌区退水区下游（者纳么 河） |
| 9 | 六苴灌片退水区下游（六苴河） |
| 10 | 输水线汇入碧么水库前 500m 处 |
| 11 | 碧么水库 | pH、溶解氧、水温、石油类、化学需氧 量、五日生化需氧量、阴离子表面活性 剂、氯化物、铜、铅、锌、镉、硒、汞、 砷、粪大肠杆菌、六价铬、氟化物、铁、  锰、氰化物、挥发酚、氨氮、总磷、高锰  酸钾指数、总氮、硝酸盐、硫酸盐、硫化  物、透明度、叶绿素 a |

②监测时间

监测时间为 2023 年 4 月 1 日~4 月 3 日。

③监测频次

连续 3 天；每天各断面各采样一次。

④监测结果

监测结果如表 3.2-2~表 3.2-3 所示。

表**3.2-2** 项目区域水环境质量现状监测结果单位：**mg/L**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测因子 | 监测值 | | | | 标准限值（**III** 类） |
| 坝址 | 库尾 | 罗子左河汇入万马河上 游 **500m** 处 | 马茨河取水坝处 |
| 1 | 水温(℃) | 16.6~17.2 | 16.2~16.8 | 16.4~17.6 | 15.8~16.6 | / |
| 2 | pH（无量纲） | 7.5~7.6 | 7.7~7.8 | 7.4~7.5 | 7.1~7.4 | 6~9 |
| 3 | 溶解氧 | 6.9~7.2 | 5.2~6.0 | 5.3~6.0 | 5.9~6.8 | 5 |
| 4 | 石油类 | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.05 |
| 5 | 化学需氧量 | 4L | 5~6 | 4L | 4~5 | 20 |
| 6 | 五日生化需氧量 | 0.5L | 0.5~0.6 | 0.5L | 0.9~1.0 | 4 |
| 7 | 阴离子表面活性剂 | 0.05L | 0.05L | 0.05L | 0.05L | 0.2 |
| 8 | 氯化物 | 10L | 10L | 10L | 10L | 250 |
| 9 | 铜 | 0.006L | 0.006L | 0.006L | 0.006L | 1.0 |
| 10 | 铅 | 0.010L | 0.010L | 0.010L | 0.010L | 0.05 |
| 11 | 锌 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 1.0 |
| 12 | 镉 | 0.001L | 0.001L | 0.001L | 0.001L | 0.005 |
| 13 | 硒 | 0.4L | 0.4L | 0.4L | 0.4L | 0.01 |
| 14 | 砷 | 0.0027~0.0028 | 0.0031~0.0035 | 0.0025~0.0027 | 0.0026~0.0033 | 0.05 |
| 15 | 汞 | 0.04L | 0.04L | 0.04L | 0.04L | 0.0001 |
| 16 | 粪大肠菌群  （MPN/L） | 440~600 | 490~690 | 340~460 | 280~450 | 10000 |
| 17 | 六价铬 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.05 |
| 18 | 氟化物 | 0.09~0.11 | 0.05~0.09 | 0.13~0.16 | 0.08~0.10 | 1.0 |
| 19 | 铁 | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.3 |
| 20 | 锰 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.1 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测因子 | 监测值 | | | | 标准限值（**III** 类） |
| 坝址 | 库尾 | 罗子左河汇入万马河上 游 **500m** 处 | 马茨河取水坝处 |
| 21 | 氰化物 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.2 |
| 22 | 挥发酚 | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003L | 0.005 |
| 23 | 氨氮 | 0.134~0.142 | 0.036~0.044 | 0.026~0.036 | 0.066~0.072 | 1.0 |
| 24 | 总磷 | 0.02~0.03 | 0.017~0.019 | 0.04~0.05 | 0.06~0.07 | 0.2（0.05） |
| 25 | 高锰酸盐指数 | 0.8~0.9 | 0.9~1.0 | 0.5 | 1.7~1.8 | 6 |
| 26 | 总氮 | 0.4~0.43 | 0.31~0.34 | 0.22~0.3 | 0.35~0.37 | 1.0 |
| 27 | 硝酸盐氮 | 0.24~0.26 | 0.24~0.29 | 0.17~0.21 | 0.25~0.26 | 10 |
| 28 | 硫酸盐 | 9~10 | 11~12 | 65~67 | 8L | 250 |
| 29 | 硫化物 | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.2 |
| 30 | 叶绿素 a | 0.004L | 0.004L | / | / | / |

表**3.2-3** 项目区域水环境质量现状监测结果单位：**mg/L**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 监测因子 | 监测值 | | | | | | | 标准限值  （**II**） |
| 昔木乍箐与见  簸箐交汇口 | 六姑乍箐取水 坝处 | 万马河 | 者纳么河 | 六苴河 | 输水线汇入碧 么水库前  **500m** 处 | 碧么水库 |
| 1 | 水温(℃) | 16.8~17.8 | 16.8~17.4 | 15.8~16.8 | 16.8~17 | 17.0~17.2 | 16.4~16.8 | 17.2~17.6 | / |
| 2 | pH（无量  纲） | 7.5~7.6 | 7.6~7.7 | 7.5~7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6~7.7 | 7.6 | 6~9 |
| 3 | 溶解氧 | 6.3~7.0 | 5.9~6.2 | 5.8~6.4 | 6.9~7.2 | 5.7~6.3 | 5.8~6.2 | 6.9~7.3 | 6 |
| 4 | 石油类 | 0.01 | 0.01 | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.02 | 0.01L | 0.05 |
| 5 | 化学需氧量 | 6~7 | 5~6 | 5~6 | 6~7 | 8~9 | 12~13 | 10~12 | 15 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 监测因子 | 监测值 | | | | | | | 标准限值  （**II**） |
| 昔木乍箐与见  簸箐交汇口 | 六姑乍箐取水 坝处 | 万马河 | 者纳么河 | 六苴河 | 输水线汇入碧 么水库前  **500m** 处 | 碧么水库 |
| 6 | 五日生化需 氧量 | 0.6~0.8 | 0.5L | 0.6~0.7 | 0.7~0.8 | 0.5~0.6 | 2.4~2.6 | 2.2~2.4 | 3 |
| 7 | 阴离子表面 活性剂 | 0.05L | 0.05L | 0.05L | 0.05L | 0.05L | 0.05L | 0.05L | 0.2 |
| 8 | 氯化物 | 10L | 10L | 10L | 10L | 10L | 10L | 10L | 250 |
| 9 | 铜 | 0.006L | 0.006L | 0.006L | 0.006L | 0.006L | 0.006L | 0.006L | 1.0 |
| 10 | 铅 | 0.010L | 0.010L | 0.010L | 0.010L | 0.010L | 0.010L | 0.010L | 0.01 |
| 11 | 锌 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 1.0 |
| 12 | 镉 | 0.001L | 0.001L | 0.001L | 0.001L | 0.001L | 0.001L | 0.001L | 0.005 |
| 13 | 硒 | 0.4L | 0.4L | 0.4L | 0.4L | 0.4L | 0.4L | 0.4L | 0.01 |
| 14 | 砷 | 0.0079~0.0087 | 0.0083~0.009 | 0.003~0.0034 | 0.0137~0.0143 | 0.0088~0.0093 | 0.0021~0.0023 | 0.0021~0.0023 | 0.05 |
| 15 | 汞 | 0.04L | 0.04L | 0.04L | 0.04L | 0.04L | 0.04L | 0.04L | 0.00005 |
| 16 | 粪大肠菌群 （MPN/L） | 360~520 | 470~620 | 360~500 | 490~660 | 300~450 | 840~1100 | 940~1400 | 2000 |
| 17 | 六价铬 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.05 |
| 18 | 氟化物 | 0.16~0.20 | 0.19~0.21 | 0.21~0.25 | 0.18~0.22 | 0.23~0.26 | 0.32~0.38 | 0.26~0.3 | 1.0 |
| 19 | 铁 | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.3 |
| 20 | 锰 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.1 |
| 21 | 氰化物 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.004L | 0.05 |
| 22 | 挥发酚 | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003L | 0.0003L | 0.002 |
| 23 | 氨氮 | 0.28~0.36 | 0.025L | 0.088~0.096 | 0.026~0.031 | 0.025L | 0.142~0.155 | 0.139~0.155 | 0.5 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 监测因子 | 监测值 | | | | | | | 标准限值  （**II**） |
| 昔木乍箐与见  簸箐交汇口 | 六姑乍箐取水 坝处 | 万马河 | 者纳么河 | 六苴河 | 输水线汇入碧 么水库前  **500m** 处 | 碧么水库 |
| 24 | 总磷 | 0.02~0.03 | 0.03~0.04 | 0.03~0.04 | 0.02~0.03 | 0.02~0.03 | 0.04~0.05 | 0.012~0.016 | 0.1  （0.025） |
| 25 | 高锰酸盐指 数 | 1.0~1.1 | 0.6~0.7 | 0.9 | 1.0~1.1 | 0.8~0.9 | 3.6~3.7 | 3.4~3.5 | 4 |
| 26 | 总氮 | 0.25~0.30 | 0.22~0.25 | 0.35~0.41 | 0.41~0.48 | 0.24~0.26 | 0.37~0.42 | 0.37~0.43 | 0.5 |
| 27 | 硝酸盐氮 | 0.18~0.23 | 0.18~0.19 | 0.20~0.22 | 0.25~0.27 | 0.19~0.22 | 0.19~0.22 | 0.19~0.22 | 10 |
| 28 | 硫酸盐 | 232~238 | 219~225 | 62~64 | 232~243 | 228~235 | 36~40 | 30~31 | 250 |
| 29 | 硫化物 | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.01L | 0.1 |
| 30 | 叶绿素 a | / | / | / | / | / | / | 0.004L | / |

⑤评价标准

坝址、库尾、罗子左河汇入万马河上游 500m 处和马茨河取水坝执行《地表 水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准及表 2 标准； 昔木乍箐与见簸箐 交汇口、六姑乍箐取水坝处、万马河、者纳么河、六苴河、输水线汇入碧么水库 前 500m 处和碧么水库执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类水质标

准及表 2 标准。

⑥评价方法

采用水质标准指数法，其公式为：

*S* =  *Ci* ,*j*

*i* ,*j C*

*si*

式中： Si,j －评价因子 i 的水质指数，大于 1 表面该水质因子超标；

Ci,j －评价因子 i 在j 点的实测统计代表值， mg/L；

Csi －评价因子 i 的水质评价标准限值。

pH 的标准指数计算公式为：

*SpH* ,*j* = (7.0 − *pHj* ) ( 7.0 − *pHsd* )

*SpH* ,*j* = (*pHj* − 7.0) (*pH**su* − 7.0)

pHj≤7.0

pHj＞7.0

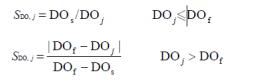
式中： SpH,j—pH 的指数，大于 1 表面该水质因子超标；

pHj—pH 值实测统计代表值；

pHsd—评价标准中 pH 值的下限值；

pHsu—评价标准中 pH 值的上限值。

溶解氧（DO）的标准指数计算公式：



式中： *S*DO,*j*——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO*j*——溶解氧在*j* 点的实测统计代表值， mg/L；

DO*s*——溶解氧的水质评价标准限值， mg/L；

DO f ——饱和溶解氧浓度， mg/L，对于河流，DO f = 468 /（31.6 + *T*），

对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， DO f =（491− 2.65*S*）/ （33.5

+ *T*）；

*S* ——实用盐度符号，量纲一；

*T* ——水温，℃。

⑦评价结果

地表水现状评价统计结果见表 3.2-4~3.2-5。

表**3.2-4** 水质指数评价结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测因子 | 水质指数 | | | | 达标情况 |
| 坝址 | 库尾 | 罗子左河汇入万马河上 游 **500m** 处 | 马茨河取水坝处 |
| 1 | 水温(℃) | 16.6~17.2 | 16.2~16.8 | 16.4~17.6 | 15.8~16.6 | / |
| 2 | pH（无量纲） | 0.25~0.3 | 0.34~0.4 | 0.2~0.25 | 0.05~0.2 | 达标 |
| 3 | 溶解氧 | 0.69~0.72 | 0.83~0.96 | 0.83~0.94 | 0.73~0.84 | 达标 |
| 4 | 石油类 | / | / | / | / | 达标 |
| 5 | 化学需氧量 | / | 0.25~0.3 | / | 0.2~0.25 | 达标 |
| 6 | 五日生化需氧量 | / | 0.125~0.15 | / | 0.225~0.25 | 达标 |
| 7 | 阴离子表面活性剂 | / | / | / | / | 达标 |
| 8 | 氯化物 | / | / | / | / | 达标 |
| 9 | 铜 | / | / | / | / | 达标 |
| 10 | 铅 | / | / | / | / | 达标 |
| 11 | 锌 | / | / | / | / | 达标 |
| 12 | 镉 | / | / | / | / | 达标 |
| 13 | 硒 | / | / | / | / | 达标 |
| 14 | 砷 | 0.054~0.056 | 0.062~0.07 | 0.05~0.054 | 0.052~0.066 | 达标 |
| 15 | 汞 | / | / | / | / | 达标 |
| 16 | 粪大肠菌群  （MPN/L） | 0.044~0.60 | 0.049~0.069 | 0.034~0.046 | 0.028~0.045 | 达标 |
| 17 | 六价铬 | / | / | / | / | 达标 |
| 18 | 氟化物 | 0.09~0.11 | 0.05~0.09 | 0.13~0.16 | 0.08~0.10 | 达标 |
| 19 | 铁 | / | / | / | / | 达标 |
| 20 | 锰 | / | / | / | / | 达标 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测因子 | 水质指数 | | | | 达标情况 |
| 坝址 | 库尾 | 罗子左河汇入万马河上 游 **500m** 处 | 马茨河取水坝处 |
| 21 | 氰化物 | / | / | / | / | 达标 |
| 22 | 挥发酚 | / | / | / | / | 达标 |
| 23 | 氨氮 | 0.134~0.142 | 0.036~0.044 | 0.026~0.036 | 0.066~0.072 | 达标 |
| 24 | 总磷 | 0.4~0.6 | 0.34~0.38 | 0.2~0.25 | 0.3~0.35 | 达标 |
| 25 | 高锰酸盐指数 | 0.133~0.15 | 0.15~0.167 | 0.083 | 0.283~0.3 | 达标 |
| 26 | 总氮 | 0.4~0.43 | 0.31~0.34 | 0.22~0.3 | 0.35~0.37 | 达标 |
| 27 | 硝酸盐氮 | 0.024~0.026 | 0.024~0.029 | 0.017~0.021 | 0.025~0.026 | 达标 |
| 28 | 硫酸盐 | 0.036~0.04 | 0.044~0.048 | 0.26~0.268 | / | 达标 |
| 29 | 硫化物 | / | / | / | / | 达标 |
| 30 | 叶绿素 a | 0.004L | 0.004L | / | / | / |

表**3.2-5** 水质指数评价结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测因子 | 水质指数 | | | | | | | 达标情况 |
| 昔木乍箐与  见簸箐交汇  口 | 六姑乍箐取水 坝处 | 万马河 | 者纳么河 | 六苴河 | 输水线汇入碧 么水库前  **500m** 处 | 碧么水库 |
| 1 | 水温 | 16.8~17.8 | 16.8~17.4 | 15.8~16.8 | 16.8~17 | 17.0~17.2 | 16.4~16.8 | 17.2~17.6 | / |
| 2 | pH | 0.25~0.3 | 0.3~0.35 | 0.25~0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3~0.35 | 0.3 | 达标 |
| 3 | 溶解氧 | 0.85~0.95 | 0.96~1.0 | 0.93~1.0 | 0.83~0.86 | 0.95~1.0 | 0.96~1.0 | 0.82~0.86 | 达标 |
| 4 | 石油类 | 0.2 | 0.2 | / | / | / | 0.4 | / | 达标 |
| 5 | 化学需氧量 | 0.4~0.47 | 0.33~0.4 | 0.33~0.4 | 0.4~0.47 | 0.53~0.6 | 0.8~0.87 | 0.67~0.8 | 达标 |
| 6 | 五日生化需氧 | 0.2~0.27 | / | 0.2~0.23 | 0.23~0.27 | 0.17~0.2 | 0.8~0.87 | 0.73~0.8 | 达标 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测因子 | 水质指数 | | | | | | | 达标情况 |
| 昔木乍箐与  见簸箐交汇  口 | 六姑乍箐取水 坝处 | 万马河 | 者纳么河 | 六苴河 | 输水线汇入碧 么水库前  **500m** 处 | 碧么水库 |
|  | 量 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | 阴离子表面活 性剂 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 8 | 氯化物 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 9 | 铜 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 10 | 铅 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 11 | 锌 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 12 | 镉 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 13 | 硒 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 14 | 砷 | 0.158~0.174 | 0.166~0.18 | 0.06~0.068 | 0.274~0.286 | 0.176~0.186 | 0.042~0.046 | 0.042~0.046 | 达标 |
| 15 | 汞 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 16 | 粪大肠菌群 （MPN/L） | 0.18~0.26 | 0.235~0.31 | 0.18~0.25 | 0.245~0.33 | 0.15~0.225 | 0.42~0.55 | 0.47~0.7 | 达标 |
| 17 | 六价铬 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 18 | 氟化物 | 0.16~0.20 | 0.19~0.21 | 0.21~0.25 | 0.18~0.22 | 0.23~0.26 | 0.32~0.38 | 0.26~0.3 | 达标 |
| 19 | 铁 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 20 | 锰 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 21 | 氰化物 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 22 | 挥发酚 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 23 | 氨氮 | 0.56~0.72 | / | 0.176~0.192 | 0.052~0.062 | / | 0.284~0.31 | 0.278~0.31 | 达标 |
| 24 | 总磷 | 0.2~0.3 | 0.3~0.4 | 0.3~0.4 | 0.2~0.3 | 0.2~0.3 | 0.4~0.5 | 0.48~0.64 | 达标 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测因子 | 水质指数 | | | | | | | 达标情况 |
| 昔木乍箐与  见簸箐交汇  口 | 六姑乍箐取水 坝处 | 万马河 | 者纳么河 | 六苴河 | 输水线汇入碧 么水库前  **500m** 处 | 碧么水库 |
| 25 | 高锰酸盐指数 | 0.25~0.275 | 0.15~0.175 | 0.225 | 0.25~0.275 | 0.2~0.225 | 0.9~0.925 | 0.85~0.875 | 达标 |
| 26 | 总氮 | 0.5~0.6 | 0.44~0.5 | 0.7~0.82 | 0.82~0.096 | 0.48~0.52 | 0.74~0.84 | 0.74~0.86 | 达标 |
| 27 | 硝酸盐氮 | 0.018~0.023 | 0.018~0.019 | 0.020~0.022 | 0.025~0.027 | 0.019~0.022 | 0.019~0.022 | 0.019~0.022 | 达标 |
| 28 | 硫酸盐 | 0.928~0.952 | 0.876~0.9 | 0.248~0.26 | 0.928~0.972 | 0.912~0.94 | 0.144~0.16 | 0.12~0.124 | 达标 |
| 29 | 硫化物 | / | / | / | / | / | / | / | 达标 |
| 30 | 叶绿素 a | / | / | / | / | / | / | 0.004L | / |

根据监测结果， 坝址、库尾、罗子左河汇入万马河上游 500m 处和马茨河取水坝处各项水质指标均能满足《地表水环境质量标准》 （GB3838-2002）Ⅲ类水质标准及表 2 标准；昔木乍箐与见簸箐交汇口、六姑乍箐取水坝处、万马河、者纳么河 、六苴河、输水线汇入

碧么水库前 500m 处和碧么水库各项水质指标均能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002） Ⅱ类水质标准及表 2 标准。

**3.2.2** 环境空气质量

（1）达标区判定

项目区位于大姚县桂花镇皮左黑村委会皮左黑村下方的桂花河上， 根据楚雄 州生态环境局公布的《2021 楚雄州生态环境状况公报》， 2021 年， 全州环境空 气质量优良天数为 364 天，总体优良率为 99.7%，较上年下降 0.3 个百分点， 其中双柏县、永仁县、南华县、大姚县、武定县等 5 个县的优良率为 100%，与

上年一致，持续保持优良。

因此， 项目所在区域环境空气质量能达到《环境空气质量标准》（GB3095-

2012）修改单中二级标准，属达标区。

（2）其它污染物补充监测

项目主要废气污染物为施工期的扬尘（TSP），因此，本评价委托中博源检测（云 南）有限公司对坝址枢纽区和坝址下风向东北侧（950m 处的么他苴村） 进行了补充

监测。

①检测项目： TSP，共 1 项。

②检测点位： 坝址枢纽区、坝址下风向东北侧（950m 处的么他苴村），共 2 个检

测点位。

③检测频率： 2023 年 3 月 28 日至 4 月 3 日，连续检测 7 天，检测日均值。

④监测结果：监测结果见表 3.2-6。

表 **3.2-6** 评价区域环境空气质量现状监测结果表 单位： **µg/m³**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 检测点位 | 日期 | 时间 | **TSP** | 超标率 **(%)** | 超标  倍数 | 标准  限值 | 达标  情况 |
| 1#为坝址 枢纽区 | 2023.3.28~2023.3.29 | 08:00-次日 08:00 | 114 | 0 | 0 | 300 | 达标 |
| 2023.3.29~2023.3.30 | 08:30-次日 08:30 | 117 | 0 | 0 | 达标 |
| 2023.3.30~2023.3.31 | 09:00-次日 09:00 | 118 | 0 | 0 | 达标 |
| 2023.3.31~2023.4.01 | 09:30-次日 09:30 | 110 | 0 | 0 | 达标 |
| 2023.4.01~2023.4.02 | 10:00-次日 10:00 | 111 | 0 | 0 | 达标 |
| 2023.4.02~2023.4.03 | 10:30-次日 | 107 | 0 | 0 | 达标 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 10:30 |  |  |  |  |  |
| 2023.4.03~2023.4.04 | 11:10-次日 11:10 | 113 | 0 | 0 | 达标 |
| 2#为项 目坝址 下风向 东北侧 （950m 处的么  他苴  村） | 2023.3.28~2023.3.29 | 08:40-次日 08:40 | 119 | 0 | 0 | 达标 |
| 2023.3.29~2023.3.30 | 09:03-次日 09:03 | 125 | 0 | 0 | 达标 |
| 2023.3.30~2023.3.31 | 09:36-次日 09:36 | 121 | 0 | 0 | 达标 |
| 2023.3.31~2023.4.01 | 10:05-次日 10:05 | 123 | 0 | 0 | 达标 |
| 2023.4.01~2023.4.02 | 12:00-次日 12:00 | 124 | 0 | 0 | 达标 |
| 2023.4.02~2023.4.03 | 12:30-次日 12:30 | 126 | 0 | 0 | 达标 |
| 2023.4.03~2023.4.04 | 12:51-次日 12:51 | 128 | 0 | 0 | 达标 |

根据上表监测结果， 坝址枢纽区、坝址下风向东北侧（950m 处的么他苴村） TSP 日均浓度均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准， 满足环

境功能要求。

**3.2.3** 声环境质量

评价期间建设单位委托中博源检测（云南） 有限公司对项目区声环境质量进

行现状监测。

（1）监测点位

根据项目工程布置特点，共选取 10 个声环境监测点位，分别为工程枢纽区 附近居民点壤能比独、皮左黑村（料场旁）、扯嘿（施工道路旁）、马茨村（隧洞 旁）、罗子左村（取水坝旁）、输水管线旁代表点位么苴簸（施工生产生活区、弃 渣场旁）、耳子地（输水线路穿过）、谢老屋基（拌合站旁）、么他苴（施工道路

旁）、孙家山（碧么水库旁）。

（2）监测项目

等效连续 A 声级。

（3）监测时间

2023 年 3 月 28 日~29 日，连续监测 2d，昼夜各 1 次。

（4）监测结果及评价

监测结果见表 3.2-7。

表 **3.2-7**

声环境监测值及评价结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测  点位 | 监测时间 | 监测时段 | 主要噪声源 | **Leq[dB(A)]** | 质量标准 **[dB(A)]** | 评价  结论 |
| 扯嘿 （施工 道路 旁） | 2023.3.28 | 昼间 | 环境噪声 | 52 | 昼间：55  夜间： 45 | 达标 |
| 夜间 | 45 |
| 2023.3.29 | 昼间 | 51 |
| 夜间 | 42 |
| 马茨村  （隧洞 旁） | 2023.3.28 | 昼间 | 环境噪声 | 51 | 达标 |
| 夜间 | 46 |
| 2023.3.29 | 昼间 | 51 |
| 夜间 | 43 |
| 耳子地  （输水 线路穿 过） | 2023.3.28 | 昼间 | 环境噪声 | 51 | 达标 |
| 夜间 | 44 |
| 2023.3.29 | 昼间 | 48 |
| 夜间 | 42 |
| 谢老屋 基（拌  合站  旁） | 2023.3.28 | 昼间 | 环境噪声 | 47 | 达标 |
| 夜间 | 44 |
| 2023.3.29 | 昼间 | 49 |
| 夜间 | 41 |
| 孙家山  （碧么 水库 旁） | 2023.3.28 | 昼间 | 环境噪声 | 52 | 达标 |
| 2023.3.29 | 夜间 | 42 |
| 2023.3.29 | 昼间 | 49 |
| 夜间 | 44 |
| 罗子左 村（取  水坝  旁） | 2023.3.28 | 昼间 | 环境噪声 | 44 | 达标 |
| 夜间 | 41 |
| 2023.3.29 | 昼间 | 47 |
| 夜间 | 42 |
| 壤能比 独 | 2023.3.28 | 昼间 | 环境噪声 | 52 | 达标 |
| 夜间 | 44 |
| 2023.3.29 | 昼间 | 52 |
| 夜间 | 44 |
| 么他苴 （施工 道路 旁） | 2023.3.28 | 昼间 | 环境噪声 | 44 | 达标 |
| 夜间 | 42 |
| 2023.3.29 | 昼间 | 46 |
| 夜间 | 42 |
| 皮左黑 村（料 场旁） | 2023.3.28 | 昼间 | 环境噪声 | 51 | 达标 |
| 夜间 | 41 |
| 2023.3.29 | 昼间 | 49 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 夜间 |  | 41 |  |  |
| 么苴簸 （施工 生产生 活区弃  渣场  旁） | 2023.3.28 | 昼间 | 环境噪声 | 48 | 达标 |
| 2023.3.29 | 夜间 | 41 |
| 2023.3.29 | 昼间 | 44 |
| 2023.3.30 | 夜间 | 42 |

根据表 3.2-7 看出， 壤能比独、皮左黑村（料场旁）、扯嘿（施工道路旁）、 马茨村（隧洞旁）、罗子左村（取水坝旁）、输水管线旁代表点位么苴簸（施工生 产生活区、弃渣场旁）、耳子地（输水线路穿过）、谢老屋基（拌合站旁）、么他 苴（施工道路旁）、孙家山（碧么水库旁）昼、夜间声环境能满足《声环境质量

标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求。

**3.2.4** 地下水环境质量

（1）监测布点

为调查项目区域地下水环境质量现状，本次评价共设置了 3 个地下水监测

点。 具体布置情况见表 3.2-8。

表 **3.2-8** 地下水环境监测布点

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 编号 | 监测点名称 | 位置 |
| 1# | 水库上游泉点 | 库区西南测 4205m 处 |
| 2# | 水库下游泉点 | 库区东北侧 4560m 处 |
| 3# | 2#隧洞钻井 | 库区东南侧 2000m 处 |

（2）监测因子

本次评价监测因子为 K++Na+、Ca2+、Mg2+、CO32+、HCO3-、Cl-、SO42- ；pH、 氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚、氰化物、砷、汞、铬(六价）、总硬度、铅、 氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、

细菌总数，同步测量水位、流量、流速。

（3）监测频次

连续监测 3 天，每天采样一次。

（4）执行标准

《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准

（5）监测结果

监测结果见表 3.2-9。

表 **3.2-9** 地下水环境现状监测结果 单位： **mg/L**（**pH** 无量纲）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 标准  值 | 水库上游泉点 | | | | | 水库下游泉点 | | | | | 2#隧洞钻井 | | | | |
| 2023.3.  28 | 2023.3.  29 | 2023.3.  30 | 标准指数 | 评 价 | 2023.3.  28 | 2023.3.  29 | 2023.3.  30 | 标准指数 | 评 价 | 2023.3.  28 | 2023.3.  29 | 2023.3.  30 | 标准指数 | 评 价 |
| pH | 6.5~8  .5 | 7.5 | 7.4 | 7.5 | 0.27~0.33 | 达 标 | 7.4 | 7.4 | 7.5 | 0.27~0.33 | 达 标 | 7.4 | 7.4 | 7.5 | 0.27~0.33 | 达 标 |
| 氨氮 | ≤0.5 | 0.11 | 0.14 | 0.11 | 0.22~0.028 | 达 标 | 0.09 | 0.08 | 0.09 | 0.15~0.18 | 达 标 | 0.06 | 0.09 | 0.07 | 0.12~0.18 | 达 标 |
| 硝酸盐 | ≤20 | 0.31 | 0.37 | 0.35 | 0.0155~0.0  185 | 达 标 | 1.35 | 1.37 | 1.41 | 0.067~0.0  7 | 达 标 | 0.63 | 0.68 | 0.65 | 0.032~0.0  34 | 达 标 |
| 亚硝酸盐 | ≤0.02 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.05~0.1 | 达 标 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.1~0.15 | 达 标 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.05 | 达 标 |
| 挥发性酚类 | ≤0.00 2 | 0.0003  L | 0.0003  L | 0.0003  L | / | 达 标 | 0.0003  L | 0.0003  L | 0.0003  L | / | 达 标 | 0.0003  L | 0.0003  L | 0.0003  L | / | 达 标 |
| 氰化物 | ≤0.05 | 0.002L | 0.002L | 0.002L | / | 达 标 | 0.002L | 0.002L | 0.002L | / | 达 标 | 0.002L | 0.002L | 0.002L | / | 达 标 |
| 砷(μg/L） | ≤50 | 1.0L | 1.0L | 1.0L | / | 达 标 | 1.0L | 1.0L | 1.0L | / | 达 标 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 0.068 | 达 标 |
| 汞(μg/L） | ≤1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 达 标 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 达 标 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 达 标 |
| 六价铬 | ≤0.05 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | / | 达 标 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | / | 达 标 | 0.004L | 0.004L | 0.004L | / | 达 标 |
| 总硬度 | ≤450 | 137 | 135 | 140 | 0.3~0.311 | 达 标 | 151 | 153 | 157 | 0.335~0.3  5 | 达 标 | 166 | 169 | 171 | 0.37~0.38 | 达 标 |
| 铅 | ≤0.05 | 2.5L | 2.5L | 2.5L | / | 达 | 2.5L | 2.5L | 2.5L | / | 达 | 2.5L | 2.5L | 2.5L | / | 达 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | 标 |  |  |  |  | 标 |  |  |  |  | 标 |
| 氟化物 | ≤1 | 0.2L | 0.2L | 0.2L | / | 达 标 | 0.2L | 0.2L | 0.2L | / | 达 标 | 0.2L | 0.2L | 0.2L | / | 达 标 |
| 镉 | ≤0.01 | 0.5L | 0.5L | 0.5L | / | 达 标 | 0.5L | 0.5L | 0.5L | / | 达 标 | 0.5L | 0.5L | 0.5L | / | 达 标 |
| 铁 | ≤0.3 | 0.0045  L | 0.0045  L | 0.0045  L | / | 达 标 | 0.009 | 0.0089 | 0.0093 | 0.029~0.0  31 | 达 标 | 0.0045  L | 0.0045  L | 0.0045  L | / | 达 标 |
| 锰 | ≤0.1 | 0.0005  L | 0.0005  L | 0.0005  L | / | 达 标 | 0.0008 | 0.0009 | 0.0007 | 0.007~0.0  09 | 达 标 | 0.0005  L | 0.0005  L | 0.0005  L | / | 达 标 |
| 溶解性总固体 | ≤100  0 | 239 | 246 | 242 | 0.239~0.24  6 | 达 标 | 284 | 287 | 291 | 0.284~0.2  91 | 达 标 | 291 | 301 | 296 | 0.291~0.3  01 | 达 标 |
| 高锰酸盐指数 | ≤3 | 1.19 | 1.22 | 1.14 | 0.38~0.41 | 达 标 | 1.38 | 1.40 | 1.33 | 0.44~0.47 | 达 标 | 0.46 | 0.50 | 0.46 | 0.15~0.16  7 | 达 标 |
| 硫酸盐 | ≤250 | 23.0 | 24.7 | 23.6 | 0.092~0.09  9 | 达 标 | 23.8 | 24.4 | 24.6 | 0.095~0.0  98 | 达 标 | 96.6 | 98.6 | 98.1 | 0.21~0.22 | 达 标 |
| 氯化物 | ≤250 | 2.2 | 3.8 | 2.2 | 0.088~0.01  5 | 达 标 | 5.0 | 7.0 | 9.0 | 0.02~0.03  6 | 达 标 | 4.0 | 6.5 | 6.0 | 0.016~0.0  14 | 达 标 |
| 总大肠菌群  （MPN/L） | ≤30 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | / | 达 标 | 2 | 未检出 | 未检出 | 0.067 | 达 标 | 未检出 | 未检出 | 2 | 0.067 | 达 标 |
| 细菌总数（个 /mL） | ≤100 | 41 | 48 | 52 | 0.41~0.52 | 达 标 | 58 | 72 | 65 | 0.58~0.72 | 达 标 | 56 | 70 | 77 | 0.56~0.77 | 达 标 |

根据表 3.2-9 地下水质量现状监测结果，各监测点各项监测指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类水质要求。

（3）阴阳离子平衡分析

本次评价采用以下公式对项目区地下水环境中阴阳离子平衡关系进行

计算：

E = Σ *m*c - Σ ma 100%

Σ *m*c + Σ ma

式中：

E ——相对误差， Na+ 、K+为实测值， E 应小于±5%，如果 Na+ 、K+为计

算值， E 应为零或接近零。

Mc —— 阴离子的毫克当量浓度， meq/L；

Ma —— 阳离子的毫克当量浓度， meq/L；

毫克当量（meq/L）=质量浓度（mg/L）×离子的化合价÷离子的原子量

表 **3.2-10** 地下水环境阴阳离子毫克当量一览表 单位： **meq/L**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 离子名称 | K+ | Na+ | Ca2+ | Mg2+ | CO32- | HCO3- | Cl- | SO42- |
| 离子化合价 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 离子原子质 量 | 39 | 23 | 40 | 24 | 60 | 61 | 35.5 | 96 |

根据上述阴离子平衡分析公式及相关内容，本次补充检测的各地下水监测点

位八大离子平衡分析见下表。

表 **3.2-11** 区域地下水八大离子监测结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 水库上游泉点 | | | 水库下游泉点 | | | 2#隧洞钻井 | | |
| 2023.3.28 | 2023.3.29 | 2023.3.30 | 2023.3.28 | 2023.3.29 | 2023.3.30 | 2023.3.28 | 2023.3.29 | 2023.3.30 |
| K+ | 0.81 | 0.80 | 0.82 | 0.72 | 0.76 | 0.77 | 1.11 | 1.09 | 1.16 |
| Na+ | 10.7 | 10.6 | 10.7 | 8.42 | 8.76 | 8.58 | 17.4 | 17.8 | 17.8 |
| Ca2+ | 41.2 | 41.8 | 41.2 | 8.39 | 8.51 | 8.33 | 40.8 | 41.3 | 41.4 |
| Mg+ | 4.75 | 4.92 | 4.74 | 2.33 | 2.45 | 2.47 | 10.2 | 10.4 | 10.3 |
| CO32- | 5L | 5L | 5L | 5L | 5L | 5L | 5L | 5L | 5L |
| HCO3- | 171 | 161 | 169 | 42 | 46 | 45 | 176 | 167 | 161 |
| Cl- | 1.46 | 1.47 | 1.46 | 2.03 | 2.02 | 2.03 | 1.91 | 1.92 | 1.92 |
| SO42- | 13.6 | 13.7 | 13.8 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 48.4 | 48.5 | 48.5 |
| 相对误差 E  （%） | 3.06 | -0.256 | 2.61 | -0.126 | 1.48 | 1.44 | 3.57 | 0.911 | -0.378 |
| 结果判定 | 符合 | 符合 | 符合 | 符合 | 符合 | 符合 | 符合 | 符合 | 符合 |

由上述公式计算得，项目监测点相对误差均小于±5%，说明本次地下水监测数据有效。

**3.2.5** 土壤环境质量

为了解项目区土壤质量现状， 2023 年 3 月 1 日建设单位委托中博源检测（云 南）有限公司对评价范围内的土壤进行监测， 本次监测共布设了 4 个监测点位。

具体点位情况见下表：

表 **3.2-12** 土壤现状监测布点设置情况一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 布点位置 | 采样  深度 | 监测因子 | 执行标准 | 备注 |
| S1 | 枢纽区库头 | 表层样 | pH、镉、汞、砷、铅、铬、 铜、镍、锌、全盐量 | 《土壤环境 质量农用地 污染风险管 控标准（执  行）》  （GB15618- 2018） 中其  他 | 表层 样： 0- 0.2m |
| S2 | 库中 | 表层样 |
| S3 | 库尾 | 表层样 |
| S4 | 淹没区扯嘿旱 地 | 表层样 |
| S5 | 淹没区林地 | 表层样 |
| S6 | 桂花灌片大村 旱地 | 表层样 |
| S7 | 者纳么灌片下 村旱地 | 表层样 |

（2）监测结果与评价

各监测点的含盐量监测结果见表 3.2- 13，项目区土壤理化特性见表 3.2-

14~15 ，监测结果见表 3.2- 16~17。

表 **3.2-13** 项目全盐量监测结果分析

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 监测点位 | 采样层位 | 土壤含盐量**/**  （**g/kg**） | 分析结果 |
| 枢纽区库头 | 0-0.2m | 0.3 | 未盐化 |
| 库中 | 0.7 | 未盐化 |
| 库尾 | 0.4 | 未盐化 |
| 淹没区扯嘿旱地 | 0.9 | 未盐化 |
| 淹没区林地 | 0.3 | 未盐化 |
| 桂花灌片大村旱地 | 0.6 | 未盐化 |
| 者纳么灌片下村旱地 | 1.1 | 未盐化 |

表 **3.2-14** 土壤理化特性调查表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 点号 | **S1**（**0-**  **20cm**） | **S2**（**0-**  **20cm**） | **S3**（**0-**  **20cm**） | **S4**（**0- 20cm**） |
| 时间 | 2023.03.31 | 2023.03.31 | 2023.03.31 | 2023.03.31 |
| 经度 | 101° 16′ 10.05 ″ | 101° 15′58.47 ″ | 101° 15′48.81 ″ | 101° 15′33.7 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |  | 5″ |
| 纬度 | | 26°2′26.35 ″ | 26°2′ 13.85 ″ | 26°2′ 13.92 ″ | 26° 1′30.42 ″ |
| 层次 | | 0-20cm | 0-20cm | 0-20cm | 0-20cm |
| 现场记 录 | 颜色 | 浅棕色 | 浅棕色 | 浅棕色 | 浅棕色 |
| 结构 | 团粒 | 团粒 | 团粒 | 团粒 |
| 质地 | 沙壤土 | 沙壤土 | 沙壤土 | 沙壤土 |
| 砂砾含量% | 5 | 6 | 10 | 5 |
| 其他异物 | 少量根系 | 少量根系 | 无根系 | 少量根系 |
| 实验室 测定 | 阳离子交换量(Cmol+/kg) | 9.4 | 14.0 | 10.4 | 6.8 |
| 氧化还原电位（mV） | 641 | 649 | 636 | 649 |
| 渗透系数（饱和导水率） (mm/min) | 1.79 | 1.57 | 1.70 | 1.21 |
| 土壤容重(g/cm3) | 1.96 | 1.75 | 1.84 | 2.04 |
| 孔隙度(%) | 50.30 | 49.78 | 48.22 | 51.62 |

表 **3.2-15** 土壤理化特性调查表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 点号 | | **S5**（**0-20cm**） | **S6**（**0-20cm**） | **S7**（**0-20cm**） |
| 时间 | | 2023.03.31 | 2023.03.31 | 2023.03.31 |
| 经度 | | 101° 15′49.90 ″ | 101° 18′55.21 ″ | 101°20′55.80 ″ |
| 纬度 | | 26° 1′49.13 ″ | 26°6′42.24 ″ | 25°57′7.95 ″ |
| 层次 | | 0-20cm | 0-20cm | 0-20cm |
| 现场记录 | 颜色 | 浅棕色 | 浅棕色 | 浅棕色 |
| 结构 | 团粒 | 团粒 | 团粒 |
| 质地 | 沙壤土 | 沙壤土 | 沙壤土 |
| 砂砾含量% | 15 | 5 | 8 |
| 其他异物 | 少量根系 | 少量根系 | 少量根系 |
| 实验室 测定 | 阳离子交换量(Cmol+/kg) | 1.6 | 9.4 | 8.6 |
| 氧化还原电位（mV） | 599 | 606 | 552 |
| 渗透系数（饱和导水率） (mm/min) | 0.99 | 1.48 | 1.48 |
| 土壤容重(g/cm3) | 1.64 | 1.86 | 2.02 |
| 孔隙度(%) | 49.79 | 48.36 | 49.30 |

表 **3.2-16** 评价范围内农用地表层样土壤监测结果 单位： **mg/kg**（**pH** 无量纲）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分析项目 | 标准值 | **S1** | | **S2** | | **S3** | | **S4** | | **S7** | |
| 监测值 | 结果 | 监测值 | 结果 | 监测值 | 结果 | 监测值 | 结果 | 监测  值 | 结果 |
| pH | 6.5~7.5 | 6.51 | / | 7.17 | / | 7.28 | / | 6.76 | / | 6.56 | / |
| 镉 | 0.3 | 0.18 | 低于风险筛选值 | 0.12 | 低于风险筛选值 | 0.05 | 低于风险筛选值 | 0.14 | 低于风险筛选值 | 0.21 | 低于风险  筛选值 |
| 汞 | 2.4 | 0.507 | 低于风险筛选值 | 0.464 | 低于风险筛选值 | 0.548 | 低于风险筛选值 | 0.514 | 低于风险筛选值 | 0.523 | 低于风险  筛选值 |
| 砷 | 30 | 10.0 | 低于风险筛选值 | 8.8 | 低于风险筛选值 | 8.7 | 低于风险筛选值 | 13.9 | 低于风险筛选值 | 12.6 | 低于风险  筛选值 |
| 铅 | 120 | 10L | 低于风险筛选值 | 11 | 低于风险筛选值 | 10 | 低于风险筛选值 | 10L | 低于风险筛选值 | 24 | 低于风险  筛选值 |
| 铬 | 200 | 30 | 低于风险筛选值 | 52 | 低于风险筛选值 | 65 | 低于风险筛选值 | 109 | 低于风险筛选值 | 97 | 低于风险  筛选值 |
| 铜 | 100 | 20 | 低于风险筛选值 | 25 | 低于风险筛选值 | 26 | 低于风险筛选值 | 50 | 低于风险筛选值 | 36 | 低于风险  筛选值 |
| 镍 | 100 | 23 | 低于风险筛选值 | 21 | 低于风险筛选值 | 21 | 低于风险筛选值 | 55 | 低于风险筛选值 | 53 | 低于风险  筛选值 |
| 锌 | 250 | 36 | 低于风险筛选值 | 68 | 低于风险筛选值 | 65 | 低于风险筛选值 | 138 | 低于风险筛选值 | 133 | 低于风险  筛选值 |

表 **3.2-17** 评价范围内农用地表层样土壤监测结果 单位： **mg/kg**（**pH** 无量纲）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分析项目 | 标准值 | **S5** | | **S6** | |
| 监测值 | 结果 | 监测值 | 结果 |
| pH | 5.5＜pH≤6.5 | 6.37 | / | 6.32 | / |
| 镉 | 0.3 | 0.25 | 低于风险筛选值 | 0.13 | 低于风险筛选值 |
| 汞 | 1.8 | 0.544 | 低于风险筛选值 | 0.487 | 低于风险筛选值 |
| 砷 | 40 | 14.5 | 低于风险筛选值 | 7.8 | 低于风险筛选值 |
| 铅 | 90 | 30 | 低于风险筛选值 | 40 | 低于风险筛选值 |
| 铬 | 150 | 70 | 低于风险筛选值 | 113 | 低于风险筛选值 |
| 铜 | 50 | 50 | 低于风险筛选值 | 40 | 低于风险筛选值 |
| 镍 | 70 | 43 | 低于风险筛选值 | 50 | 低于风险筛选值 |
| 锌 | 200 | 91 | 低于风险筛选值 | 132 | 低于风险筛选值 |

（3）监测结论

项目区及周边土壤环境土壤未出现酸化和盐碱化； 库区范围和项目占地范围 外的林地和旱地各项监测因子的监测值均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染

风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 1 土壤污染风险筛选值。

**3.2.6** 生态环境

（1）生态现状调查方法

①生态调查范围和时间

本次生态现状调查采用样线和样方调查法详细调查和文献资料法相结合的

方式进行，详细调查总面积约 820.5hm2 ，淹没区重点调查面积 250.6hm2。

a.调查时间

2022 年 4 月 1~3 日进行了第一次现状调查，重点针对水库淹没区及水生生 态； 2022 年 7 月 2~5 日进行了第二次调查， 主要调查植被和动物； 2022 年 10 月 11~13 日进行了第三次补充调查， 重点针对保护区、水库枢纽和淹没区及输水管 线沿线等区域； 2023 年 2 月 4~6 日进行了第四次补充调查，主要调查越冬季动

物。

b.评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19－2022）、《《云南省环境影 响评价维管植物及植被现状调查技术要求（试行）》（2022），本项目不涉及自然 保护区、风景名胜区等生态敏感区， 按照淹没区、枢纽区、引水区、引洪区、输

水管道、施工三场、施工道路等征占地边界外延 300m 作为评价区的评价范围，

该评价区面积为 820.5hm2。

c.调查人员

何华杰， 生态学， 高级工程师， 中国科学院昆明植物研究所， 主要负责植物 专题及校核； 陈智发， 植物学， 工程师， 中国科学院昆明植物研究所， 主要负责 植物专题及报告撰写； 黄俊玲，云南联创环境工程有限公司，主要负责土地利用 现状调查； 谭治刚， 植物学， 野外调查员， 中国科学院昆明植物研究所， 主要负

责野外调查及数据收集。

采用样线和样方调查法详细调查和文献资料法相结合的方式，详细调查总面

积约 820.5hm2 ，淹没区重点调查面积 250.6hm2。

②感数据源的选择与解译

遥感解译使用的信息源主要为地球观测卫星 SPOT-5 遥感影像， 立体成像装 置（HRS）空间分辨率 1.5m，多光谱波段空间分辨率 6m。数据选取地表类型差 异在一年中最为明显的时期，且该时段具有植被发育好、地表信息丰富等特点， 有利于判读各生态环境因子。 SPOT-5 影像各谱段具体用途见表 3.2- 18 。评价区

遥感影像见（波段 4 、3 、2 假彩色合成）。

表 **3.2-18 SPOT-5** 影像各谱段具体用途表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 光谱段 | 波长**/μm** | 功能 |
| 1 | 蓝光波段 0.455~0.525 | 绘制水系图，识别土壤和常绿、落叶植被 |
| 2 | 绿光波段 0.530~0.590 | 探测植被绿色反射率和反映水下特征 |
| 3 | 红光波段 0.625~0.695 | 进行作物识别、土壤和岩石表面判定 |
| 4 | 近红外波段 0.790~0.890 | 用于生物量和作物长势的测定 |
| 5 | 全色波段 0.455~0.745 | —— |

地面调查使用 1：50000 地形图和 GPS，在实地调查的基础上，结合 SPOT-

5 影像图，获取植被组成、土地利用现状、地形地貌、土壤地质等第一手资料， 经与林业局、土地局等有关部门核对，再次实地调查与补充，最后利用 ArcMap 软件绘制评价区 1：50000 相关生态图件和数据统计表。地面现场调研核实如下

信息：

a.林地、草地、耕地、 湿地等生态用地的分布及面积；

b.生态敏感区（点）的现状及动态变化；

c.土地覆被的动态变化；

d.河流水系、道路交通等专题信息。

③现场调查方法及内容

现场调查主要采取普查、详查相结合的方法。通过实地调查掌握项目区范围 内自然生态环境的基本情况， 通过对技术人员、政府管理部门、农民等访问调查， 了解当地森林资源、退耕还林工程、野生植物的种类组成和变动情况。通过走访 群众、收集生物考察历史资料和植物记录并查阅文献， 了解野生植物的种类现状

和变动情况。

a.植物样方、样线设置

调查评价区内植被类型及植物物种，重点关注珍稀濒危保护物种、特有种以 及具有重要经济和科研价值的物种。陆生植物和植被采用路线调查和样方统计相 结合的办法， 采取线路调查方法确定种类， 样方法调查植物群落。根据现场踏查 情况，选取典型群落布设样方，设置样方共 40 个，其中干热河谷硬叶常绿栎类 林 5 个、半湿润常绿阔叶林 5 个、落叶阔叶林 5 个、暖温性针叶林 5 个、干热性 稀树灌木草丛 5 个、暖温性稀树灌木草丛 5 个、暖性石灰岩灌丛 10 个；在水库 淹没区罗子左河引水工程评价区范围内（样方设置见植被样方设置明细表） 所有 植被类型的样方有 40 个，人工植被不稳定未作样地表述。本次调查阔叶林样方 大小设置为 20m×30m，针叶林样方大小设置为 20m×20m，灌丛和稀树灌木草 丛植被样方大小设置为 10m×10m。植被调查的同时， 记下植物物种的组成、 高

度、盖度和多度。

b.动物现状调查内容

调查评价区内动物现状调查包括兽类、鸟类、爬行类和两栖类等， 重点关注

珍稀濒危保护物种、 特有种以及具有重要经济和科研价值的物种。其中：

兽类利用调查路线直接观察， 调查记录路线两侧 300m 内所看到的兽类个体 和数量， 对兽类活动的痕迹， 如粪便、足迹、取食痕迹也进行观测记录， 重点调 查珍稀保护物种及其栖息地。为弥补有的兽类夜间活动不便观测的不足， 还采用

了访问群众的方法收集资料。

鸟类主要采用路线统计法进行调查； 爬行类主要采用查询《中国爬行类图谱》 的方法对收集的资料进行补充； 两栖类用路线法和样方法夜间在河边及溪边用手

电照明进行调查和统计。

c.桂花水库工程现状调查方法和内容

评价通过向云南省林业调查规划院、楚雄市林草局及大姚县林草局的专业技

术人员， 详细了解当地森林资源、退耕还林工程、野生植物的种类组成和变动情 况。由于历史上大姚县境内生物多样性调查极少， 通过收集当地及其邻近地区的 相关生物考察资料和植物记录等， 并尽量结合以下文献， 来开展桂花水库工程评

价区的生态现状调查：

吴征镒, 中国植被编辑委员会, 中国植被(M), 1980, 科学出版社.

吴征镒, 朱彦丞, 姜汉侨, 云南植被(M), 1987, 科学出版社.

吴征镒, 1991. 中国种子植物属的分布区类型(J), 云南植物研究, 1(9): 1- 139.

李锡文, 1995. 云南热带种子植物区系, 云南植物研究, 17(2): 115- 128.

李国昌, 孟广涛, 彭发寿, 等. 滇中紫溪山维管植物区系初步研究(J). 林业

勘查设计, 2010, 001: 65-69.

安科. 紫溪山省级自然保护区现状及保护管理建议(J). 林业调查规划, 2018,

43(05): 126- 129+133.

李光富. 紫溪山珍稀濒危植物区系特征与保护策略的研究(J). 楚雄师范学院

学报, 2006, 021(009): 65-67.

韦宇, 李斌, 童绍玉, 等. 楚雄紫溪山南坡植物物种多样性的海拔梯度分布

格局研究(J). 林业资源管理, 2012, 000(002): 96- 101.

李雪玲, 徐成东. 紫溪山风景区被子植物区系成分分析(J). 云南师范大学学

报:自然科学版(4): 54-58.

王浩波, 马国强, 苏俊彦, 王智飞. 云南大姚昙华山地区种子植物区系调研

(J). 吉林农业, 2019, 20: 26-27.

侯建伟, 钱正富, 曾维成, 王东, 张伟. 楚雄至大姚高速公路沿线典型植物

群落结构和优势物种研究(J). 公路交通科技：应用技术版, 2020, 11: 157- 162.

杨岚, 云南鸟类志（上卷•非雀形目） (M), 1995, 云南科技出版社

杨岚, 杨晓君, 云南鸟类志（下卷•雀形目） (M), 2004, 云南科技出版社.

张荣祖, 赵肯堂, 《中国动物地理区划》的修改(J), 1978, 动物学报, 24(2):

196-202.

李達明, 温世生, 中国野生动物保护协会. 中国爬行动物图鉴(M). 河南科学

技术出版社, 2002.

王应祥. 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全(M). 中国林业出版社,

2003.

约翰, 马敬能卡伦, 菲利普斯. 中国鸟类野外手册(M). 湖南教育出版社,

2003.

费梁, 叶昌媛, 江建平等. 中国两栖动物检索及图解(M). 四川科学技术出版

社, 2005.

费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 黄永昭. 中国动物志-两栖纲(M). 科学出版社发行

处出版社, 2006.

潘清华. 中国哺乳动物彩色图鉴(M). 中国林业出版社, 2007.

岩道, 韩联宪, 程闯等. 紫溪山云南松林春季鸟类的垂直空间分布(J). 西南

林业大学学报, 2012, 032(001): 69-73.

冯莹莹, 李奇生, 梁丹等. 云南紫溪山自然保护区近十年冬季鸟类记录(C)// 第十三届全国野生动物生态与资源保护学术研讨会暨第六届中国西部动物学学

术研讨会论文摘要集. 2017.

冯莹莹, 李奇生, 梁丹, 等. 云南紫溪山冬季鸟类丰富度年间变化研究(J).

西南林业大学学报, 2019, 039(004): 110- 115.

（2）土地利用现状调查

①评价区土地利用现状

参照全国土地利用现状调查技术规程、全国土地利用现状分类系统及云南省 土地利用资料， 根据实地踏勘和卫星遥感影像解译， 将评价区土地利用划分为旱 地、水田、有林地、灌木林地、 园地、草地、水体、 住宅用地和其他用地等 9 种

类型。

表 **3.2-19** 评价区土地利用现状统计

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 土地利用类型 | 项目占地 | | 评价区 | |
| 面积（**hm2**） | 占该类型比例  （**%**） | 面积（**hm2**） | 占总面积比例  （**%**） |
| 水田 | 2.62 | 14.44 | 18.14 | 2.21 |
| 旱地 | 44.87 | 37.88 | 118.45 | 14.44 |
| 有林地 | 16.28 | 6.13 | 265.7 | 32.38 |
| 灌木林地 | 49.38 | 23.16 | 213.17 | 25.98 |
| 草地 | 21.87 | 24.71 | 88.51 | 10.79 |
| 园地 | 13.26 | 34.27 | 38.69 | 4.72 |
| 水体 | 3.22 | 9.08 | 35.45 | 4.32 |
| 其他用地 | 3.11 | 7.34 | 42.39 | 5.17 |
| 合计 | 154.61 | 18.84 | 820.5 | 100.00 |

工程占地面积 154.61hm2 ，其中永久占地面积 82.48hm2 ，临时占地面积

72.13hm2。项目占用林地 87.53hm2，其中永久占用 57.24hm2，临时占用 30.29hm2。

②生态保护红线

项目库区枢纽工程征地范围内涉及大姚县生态保护红线（公开版）8.5929hm2， 输水工程、引水工程、弃渣场、料场不涉及大姚县生态保护红线。目前生态红线 最终调整版已将库区枢纽工程征地范围内涉及的生态保护红线调出，项目已不涉

及生态保护红线。

③基本农田情况

项目不占用基本农田。

④公益林地

项目涉及占用生态公益林 21.70hm2 ，其中永久占用 20.48hm2 ，临时占用 1.22hm2 。项目占用国家二级公益林 7.28hm2（永久占用 6.74hm2 ，临时占用

0.54hm2），省级公益林占用 14.42hm2 （永久占用 13.74m2 ，临时占用 0.68hm2）。

（3）陆生植物现状调查

①评价区植被类型

a. 自然植被

根据现场踏勘与调查， 依据《中国植被》、《云南植被》等专著中确定的植被 分类的依据和原则，实地调查表明， 目前评价区的自然植被类型包括 6 个植被 型、7 个植被亚型、7 个群系。包括了本区主要的植被类型， 植被类型比较复杂， 有一定的代表性， 具体有半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类林、落叶阔 叶林、暖温性针叶林、干热性稀树灌木草丛、暖温性稀树灌木草丛、暖性石灰岩

灌丛；评价区的人工植被包括核桃园、桉树林、水田和旱地等多种类型。

依据《云南植被》，楚雄市大姚桂花水库建设工程所在区域植被分区为：植 被类型属于亚热带常绿阔叶林区域， 西部（半湿润） 常绿阔叶林亚区域， 高原亚 热带北部常绿阔叶林地带， 滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区， 滇 中、北中山峡谷云南松林、高山栎类林亚区(ⅡAii- 1b）。从实地调查的情况看， 因年降雨量少而旱季漫长， 且受到人为活动的长期影响， 次生暖温性针叶林、半 湿润常绿阔叶林、暖温性稀树灌丛和暖性石灰岩灌丛植被发育较好。由于所在区 域地形相对平缓、人口分布较为集中， 而且交通条件较好， 评价区绝大多数的原

生半湿润常绿阔叶林已经遭到破坏而消失， 特别是引水、引洪和输水管道涉及的

桂花镇、昙华乡、六苴镇、新街镇等的多个村寨，多数变为耕地和人工经济林， 一部分变为次生灌丛。只有在陡峻的沟谷部分零星残存下少量次生的群落片断，

其种类组成趋于简单， 次生物种增加，群落高度下降， 生物多样性已经明显降低。

b.评价区植被分类系统

根据现场踏勘与调查， 依据《中国植被》、《云南植被》等专著中确定的植被 分类的依据和原则，实地调查表明， 目前评价区的自然植被类型包括 6 个植被 型、7 个植被亚型、8 个群系。包括了本区主要的植被类型， 植被类型比较复杂， 有一定的代表性， 具体有半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类林、落叶阔 叶林、暖温性针叶林、干热性稀树灌木草丛、暖温性稀树灌木草丛、暖性石灰岩

灌丛 7 种植被亚型；评价区的人工植被包括核桃园、水田和旱地等多种类型。

表 **3.2-20** 评价区植被分类系统

I. 常绿阔叶林

（I）半湿性常绿阔叶林

一、栲类、青冈林

（一）滇青冈林(Form. *Cyclobalanopsis glaucoides*)

1. 滇青冈、 高山锥群落(*Castanopsis delavayi* + *Castanopsis delavayi* Comm.)

II. 落叶阔叶林

一、桤木林

（一）尼泊尔桤木林（Form. *Alnus nepalensis*）

1. 尼泊尔桤木群落（*Alnus nepalensis* Comm.）

III. 硬叶常绿阔叶林

（I）干热河谷硬叶常绿栎类林

（一）锥连栎林（Form. *Quercus franchetii*）

1. 锥连栎、毛脉高山栎群落（*Quercus franchetii* + *Quercus*

*rehderiana* Comm.）

IV. 针叶林

（I）暖温性针叶林

（一）云南松林（Form. Pinus yunnanensis）

1. 云南松、滇青冈、高山锥群落（*Pinus yunnanensis* + *Castanopsis delavayi* + *Castanopsis delavayi* Comm.）

V. 稀树灌木草丛

（I）干热性稀树灌木草丛

（一）含锥连栎、车桑子的中草草丛（Form. Medium grassland containing *Quercus franchetii*, *Dodonaea viscosa*）

1. 锥连栎、车桑子、黄茅群落（*Heteropogon contortus* Comm. Containing *Quercus franchetii*, *Dodonaea viscosa*）

（II）暖温性稀树灌木草丛

（二）含云南松和珍珠花的中草草丛（Form*.* medium grassland containing *Pinus*

*yunnanensis*, *Lyonia ovalifolia*）

2. 云南松、珍珠花、 黄茅群落(*Eulalia pallens* Comm. Containing *Pinus yunnanensis*, *Heteropogon contortus*)

VI. 灌丛

（I）暖性石灰岩灌丛

（一）铁仔灌丛（Form. *Myrsine africana*）

1. 火棘、马桑、长尖叶蔷薇群落（*Pyracantha fortuneana*, *Coriaria nepalensis*, *Rosa longicuspis* Comm.）

（二）车桑子灌丛（Form.*Dodonaea viscosa*）

2. 车桑子群落（*Dodonaea viscosa* Comm.）

**I** 、**II** 、**III** 、 …植被型；**(I)** 、**(II)** 、**(III)** 、…植被亚型；一、二、三、…群系组；**(**一**)**、

**(**二**)** 、**(**三**)** 、…群系； **1.** 、**2.** 、**3.** 、…群丛。

c.现场植被类型调查

植被类型调查结果如下表：

表 **3.2-21** 评价区植被类型占地面积

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 植被  属性 | 植被亚型 | 群系 | 分布情况 | 面积 （**hm2**） | 占评价  区总面  积的比  例  （**%**） |
| ①自  然植  被  （含  萌  生、  次生  植  被） | Ⅰ. 半湿润 常绿阔叶林 | 滇青冈林 | 在库区、引水、引洪和输水管两 侧较陡峭沟谷有零星分布，分布 海拔范围大约为 1950~2400m，  残存于沟谷中 | 34.38 | 4.19 |
| Ⅱ. 落叶阔 叶林 | 尼泊尔桤 木林 | 零星分布于库区、输水管线两侧 海拔 2400m 以下区域 | 5.15 | 0.63 |
| III. 干热河  谷硬叶常绿  栎类林 | 锥连栎林 | 库区两侧两侧较陡峭沟谷有零星 分布，海拔仅限于 2100m 以下 | 15.38 | 1.87 |
| IV. 暖温性 针叶林 | 云南松林 | 在评价大面积分布 | 210.79 | 25.69 |
| V. 干热性  稀树灌木草  丛 | 含锥连  栎、车桑  子的中草  草丛 | 零星分布于在河谷坡面山地， 是  锥连栎被破坏后形成的次生植  被，海拔一般不超过 2100m 受  人为扰动较大的山坡 | 40.3 | 4.91 |
| VI. 暖温性  稀树灌木草  丛 | 含云南松  和珍珠花  的中草草  丛 | 分布在河谷坡面山地，受人为扰 动较大的山坡 | 172.87 | 21.07 |
| VII. 暖性石 灰岩灌丛 | 铁仔灌丛 | 分布较广，在人为扰动较大的山 坡皆有分布 | 60.46 | 7.37 |
| 车桑子灌 丛 | 零星分布于库区，海拔 2200m 以下 | 28.05 | 3.42 |
| ②人  工植  被 | I. 农田植被 | 水田植被 | 零星分布在村寨附近水利条件较 好的地方，主要种植水稻 | 18.14 | 2.21 |
| 旱地植被 | 分布在村寨附近水利条件较差的 地方，主要种植玉米、蔬菜等作 | 118.45 | 14.44 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 植被  属性 | 植被亚型 | 群系 | 分布情况 | 面积 （**hm2**） | 占评价  区总面  积的比  例  （**%**） |
|  |  |  | 物 |  |  |
| II. 经济林 及经济作物 | 核桃园等 | 拟建水库引水、引洪和输水管道 两侧的村庄均栽培 | 38.69 | 4.72 |
| 其他 | | 水域 | 桂花河、马龙河及其支流、山间 的箐沟和水库、池塘等 | 35.45 | 4.32 |
| 公路、道 路 | 原老公路及乡间公路 | 27.8 | 3.39 |
| 采土场 | 水库建设采土场 | 4.35 | 0.53 |
| 居民点 | 村庄、工厂及其生活区 | 10.24 | 1.25 |
| 合计 | | | | 820.5 | 100.00 |

②评价区植被分布规律

a.水平地带性分布规律

评价区在植被区划上属滇中、北中山峡谷云南松林、高山栎类林亚区。由于 评价区大部分地区海拔极少超过 2600m，人为扰动较大， 高山栎类林几乎不复存 在， 大多数成灌木状或零星出现于云南松林中。根据现场调查， 评价区水平地带 性植被是云南松林。该区的云南松林为次生植被， 受人为扰动较大， 有时发育成 暖温性稀树灌木草丛。在桂花河及其支流罗子左河、马茨河， 蜻蛉河支流者纳么 河上游支流六姑乍箐、昔木乍箐及见簸箐上等海拔较低的河谷区零星分布有半湿 润常绿阔叶林， 在人为破坏较大的区域有干热性稀树灌木草丛植被， 局部区域有 尼泊尔桤木林； 常绿阔叶林长期受到人为破坏形成稳定的次生灌丛及稀树灌木草

丛植被。

水生植被面积非常狭小， 仅在在桂花河及其支流罗子左河、马茨河， 蜻蛉河 支流者纳么河上游支流六姑乍箐、昔木乍箐及见簸箐上， 碧幺水库和附近的池塘

等水体中有分布。

b.垂直地带性分布规律

评价区最高点为南部六姑乍大箐和冷水箐的源头分水岭， 标高为 2630.31m， 最低点为北部桂花河与罗子左河交汇处下游岔处地，标高为 1859.78m，区内最 大高差 770.53m。地势起伏虽大， 但人为干扰已极大破坏了原有的植被， 目前的 植被垂直分异已不是很明显， 各植被亚型犬牙交错、镶嵌分布。而土壤基质条件

及人为扰动对植被分布的制约作用突出， 在泥灰岩、砂页岩基质上， 土层为深厚

的赤红壤， 土壤保水能力较强， 或在红土层深厚的溶蚀洼地内部， 以滇青冈、高 山锥为标志的半湿润常绿阔叶林发育较好； 而现有广大的河谷岩溶发育的山坡则 因缺水少土， 大都为云南松林、暖温性稀树灌木草丛和暖性石灰岩灌丛分布， 常 见的种类有云南松、珍珠花、火棘、马桑等； 在低海拔的河谷地段， 由于干热河 谷的嵌入或干旱的持续存在， 有少量锥连栎、毛脉高山栎等乔木树种残存， 形成

极罕见的锥连栎林，而人为干扰下，会形成锥连栎、车桑子类型的稀树灌丛。

c.植被演替规律

评价区的植被受到人为活动的强烈干扰， 原生植被破坏后一般形成云南松林 或次生灌木，它们和原有群落残留树桩逐渐形成与评价区气候和土壤条件相适应 的稀树灌丛和暖性石灰岩灌丛， 但评价区各植被类型植物生长旺盛， 更新苗木较

多，若停止人为破坏加以自然恢复，可重新演替为相应的森林植被类型。

d.主要植被类型特征

植被所处生境的脆弱性： 区域自然植被大多在山地上， 较为陡峭，土层浅薄， 很多地方还岩石裸露，其生境十分脆弱。在这样的生境上， 植被一旦遭到破坏， 恢复起来将十分困难， 林区边缘的森林就因为人为干扰破坏迅速转化成荒山和茅 草坡。而平地坝区和山脚平缓处， 人类活动历史较为悠久， 基本上已经成为农田、

旱地或经济林地，自然植被较为稀少，仅有少量的稀树灌木草丛和灌丛分布。

评价区处于亚热带季风气候区， 适合种植粮食， 主产稻谷、玉米、荞麦， 经 济作物有核桃、板栗、桃、烤烟、土豆、花生、辣椒等。评价范围内陆生自然植 被类型在水平地带上成斑块状分布， 地带性植被为半湿润常绿阔叶林、云南松林 及其次生稀树灌木草丛和灌丛。植物种类以云南松、珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、滇 青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、高山锥 *Castanopsis delavayi* 等为优势种。在垂

直地带上分布不明显。

③样方调查

本次共布设陆生植物现状调查样方 40 个，具体信息见下表。

表 **3.2-22** 植被样方调查表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样方号 | 位置 | 植被类型 | 样方面 积 | 经度 | 纬度 |
| 1 | 楚雄市大姚县桂花镇马 茨村桂花河右岸山坡 | 半湿润常绿阔叶 林 | 20×20m2 | N26°01′51″ | E101°15′53″ |
| 2 | 楚雄市大姚县桂花镇马 | 半湿润常绿阔叶 | 20×20m2 | N26°01′47″ | E101°16′00″ |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样方号 | 位置 | 植被类型 | 样方面 积 | 经度 | 纬度 |
|  | 茨村桂花河右岸山坡 | 林 |  |  |  |
| 3 | 楚雄市大姚县桂花镇罗  子左村罗子左河右岸山  坡 | 半湿润常绿阔叶 林 | 20×20m2 | N26°03′16″ | E101°15′01″ |
| 4 | 楚雄市大姚县桂花镇罗  子左村罗子左河右岸山  坡 | 半湿润常绿阔叶 林 | 20×20m2 | N26°03′17″ | E101°15′22″ |
| 5 | 楚雄市大姚县桂花镇罗  子左村罗子左河右岸山  坡 | 半湿润常绿阔叶 林 | 20×20m2 | N26°03′08″ | E101°15′53″ |
| 6 | 大姚县桂花镇桂花河与  罗子左河交汇处前  200m 左岸山坡 | 硬叶常绿阔叶林 | 20×20m2 | N26°02′43″ | E101°16′15″ |
| 7 | 大姚县桂花镇桂花河与  罗子左河交汇处前  450m 左岸山坡 | 硬叶常绿阔叶林 | 20×20m2 | N26°02′40″ | E101°16′11″ |
| 8 | 大姚县桂花镇桂花河与  罗子左河交汇处前  450m 左岸山坡 | 硬叶常绿阔叶林 | 20×20m2 | N26°02′30″ | E101°16′00″ |
| 9 | 大姚县桂花镇桂花河与  罗子左河交汇处前  550m 左岸山坡 | 硬叶常绿阔叶林 | 20×20m2 | N26°02′32″ | E101°15′16″ |
| 10 | 大姚县桂花镇桂花河与  罗子左河交汇处前  550m 左岸山坡 | 硬叶常绿阔叶林 | 20×20m2 | N26°02′24″ | E101°16′04″ |
| 11 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 左黑村桂花河左岸山坡 | 落叶阔叶林 | 20×20m2 | N26°02′00″ | E101°15′36″ |
| 12 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 左黑村桂花河左岸山坡 | 落叶阔叶林 | 20×20m2 | N26°02′04″ | E101°15′32″ |
| 13 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 左黑村桂花河左岸山坡 | 落叶阔叶林 | 20×20m2 | N26°01′57″ | E101°15′37″ |
| 14 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 左黑村桂花河左岸山坡 | 落叶阔叶林 | 20×20m2 | N26°01′51″″ | E101°15′28″ |
| 15 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 左黑村桂花河左岸山坡 | 落叶阔叶林 | 20×20m2 | N26°01′43″ | E101°15′22″ |
| 16 | 楚雄市大姚县桂花镇马 茨村桂花河右岸山坡 | 暖温性针叶林 | 20×20m2 | N26°01′44″ | E101°16′00″ |
| 17 | 楚雄市大姚县桂花镇扯  嘿村桂花河右岸山坡 | 暖温性针叶林 | 20×20m2 | N26°01′33″ | E101°15′44″ |
| 18 | 楚雄市大姚县桂花镇扯  嘿村桂花河右岸山坡 | 暖温性针叶林 | 20×20m2 | N26°03′30″ | E101°15′37″ |
| 19 | 楚雄市大姚县桂花镇么 他苴村桂花河右岸山坡 | 暖温性针叶林 | 20×20m2 | N26°02′11″ | E101°16′15″ |
| 20 | 楚雄市大姚县桂花水库  工程管理局桂花河右岸  山坡 | 暖温性针叶林 | 20×20m2 | N26°02′28″ | E101°16′28″ |
| 21 | 楚雄市大姚县桂花镇桂 | 干热性稀树灌木 | 10×10m2 | N26°02′47″ | E101°16′14″ |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样方号 | 位置 | 植被类型 | 样方面 积 | 经度 | 纬度 |
|  | 花河与罗子左河交汇处 左岸山坡 | 草丛 |  |  |  |
| 22 | 楚雄市大姚县桂花镇桂  花河与罗子左河交汇处  左岸山坡 | 干热性稀树灌木 草丛 | 10×10m2 | N26°02′42″ | E101°16′12″ |
| 23 | 楚雄市大姚县桂花镇桂  花河与罗子左河交汇处  左岸山坡 | 干热性稀树灌木 草丛 | 10×10m2 | N26°02′32″ | E101°16′04″ |
| 24 | 楚雄市大姚县桂花镇桂  花河与罗子左河交汇处  左岸山坡 | 干热性稀树灌木 草丛 | 10×10m2 | N26°02′27″ | E101°15′59″ |
| 25 | 楚雄市大姚县桂花镇桂  花河与罗子左河交汇处  左岸山坡 | 干热性稀树灌木 草丛 | 10×10m2 | N26°02′22″ | E101°16′00″ |
| 26 | 楚雄市大姚县桂花镇桂  花河与罗子左河交汇处  左岸山坡 | 暖温性稀树灌木 草丛 | 10×10m2 | N26°02′41″ | E101°16′02″ |
| 27 | 楚雄市大姚县桂花镇桂  花河与罗子左河交汇处  左岸山坡 | 暖温性稀树灌木 草丛 | 10×10m2 | N26°02′38″ | E101°16′01″ |
| 28 | 楚雄市大姚县桂花镇朱 子地村桂花河右岸山坡 | 暖温性稀树灌木 草丛 | 10×10m2 | N26°02′17″ | E101°15′44″ |
| 29 | 楚雄市大姚县桂花镇大  嘎村桂花河右岸山坡 | 暖温性稀树灌木 草丛 | 10×10m2 | N26°01′30″ | E101°15′37″ |
| 30 | 楚雄市大姚县桂花镇罗 子左河左岸 | 暖温性稀树灌木 草丛 | 10×10m2 | N26°01′16″ | E101°15′45″ |
| 31 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 黑左村桂花河左岸山坡 | 暖性石灰岩灌丛 | 10×10m2 | N26°02′26″ | E101°15′54″ |
| 32 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 黑左村桂花河左岸山坡 | 暖性石灰岩灌丛 | 10×10m2 | N26°02′34″ | E101°15′52″ |
| 33 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 黑左村桂花河左岸山坡 | 暖性石灰岩灌丛 | 10×10m2 | N26°02′24″ | E101°15′42″ |
| 34 | 楚雄市大姚县桂花镇也  么独来村罗子左河左岸  山坡 | 暖性石灰岩灌丛 | 10×10m2 | N26°03′20″ | E101°14′38″ |
| 35 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 黑左村桂花河左岸山坡 | 暖性石灰岩灌丛 | 10×10m2 | N26°03′24″ | E101°14′51″ |
| 36 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 黑左村桂花河左岸山坡 | 暖性石灰岩灌丛 | 10×10m2 | N26°01′57″ | E101°15′44″ |
| 37 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 黑左村桂花河左岸山坡 | 暖性石灰岩灌丛 | 10×10m2 | N26°01′54″ | E101°15′42″ |
| 38 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 黑左村桂花河左岸山坡 | 暖性石灰岩灌丛 | 10×10m2 | N26°01′52″ | E101°15′42″ |
| 39 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 黑左村桂花河左岸山坡 | 暖性石灰岩灌丛 | 10×10m2 | N26°01′59″ | E101°15′42″ |
| 40 | 楚雄市大姚县桂花镇皮 黑左村桂花河左岸山坡 | 暖性石灰岩灌丛 | 10×10m2 | N26°02′03″ | E101°15′42″ |

④群落结构及物种组成

评价区植被类型分为陆地植被和水生植被。其中，主要植被类型为陆地植被。 典型的湖泊水生植被极为零星， 仅存在于评价区水库、河流、池塘和水塘等较为

平缓的水域中，面积几乎可忽略不计。

a.陆地植被

评价区天然植被为半湿润常绿阔叶林、暖性针叶林、暖温性稀树灌丛、暖性 石灰岩灌丛和水生植被，是一类具有明显次生性质的植被类型， 首先表现在群落 结构并不稳定， 乔木、灌木和草丛三者的比例常随地而异。本区海拔为中山峡谷 地带，人类活动较为频繁， 群落常常受到强烈的扰动，在平地或沟谷水肥较好处， 大多为次生稀树灌丛或人工植被覆盖， 上层乔木树种已被砍伐殆尽， 除局部区域 云南松 *Pinus yunnanensis* 、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、锥连栎 *Quercus franchetii* 等物种稍高且为小乔木外， 该植被类型在本区主要以“稀树灌木草丛”和 “灌丛” 的状态存在。而在海拔较高的山地分布有较大面积的森林植被， 暖温性针 叶林是本区分布面积最大的植被类型， 分布于干旱的山坡两侧， 而半湿润常绿阔 叶林在潮湿的沟谷中零星分布。在人类干扰较大的山坡上， 森林植被已退化， 发 育成暖温性稀树灌丛和暖性石灰岩灌丛，分布也较为广泛。本次调查中，大多数 植被处于次生状态并不稳定， 乔木、灌木和草丛三者的比例常随地而异，如半湿 润常绿阔叶林遭破坏后， 形成次生灌木林， 往往还有大量的云南松侵入群落， 在 人为干扰较大的地方形成了云南松纯林， 在本调查中未作细分， 一并描述为云南

松林群系或云南松群落。因此，本调查一共记录 8 个群系、8 个群落。

Ⅰ.常绿阔叶林

半湿润常绿阔叶林是滇中高原地区的基本植被类型， 它分布于高原宽谷盆地 四周的低山丘陵上，海拔高度大约为 1700-2500m，与整个高原面的起伏高度基 本一致， 由于长期的人为经济活动， 特别是砍取硬栎木作为薪炭及林下放牧的影 响， 原始状态的森林已很少见了。目前， 这类森林都呈岛屿状星散分布， 阴坡和 陡坡保留较好， 保存较好者， 多见于禄劝山区的北部山区和新平、双柏等县的哀 牢山区，具有一些典型的特点：①组成乔木上层的优势或共优种主要是壳斗科， 因此又叫“ 常绿栎林”，而樟科、木兰科等喜温的树种在上层很少见； ②组成本类

型的植物种类区系成分多为中国-喜马拉雅成分；③乔木中常伴生有耐寒耐旱的

硬叶高山栎类树种。此类常绿阔叶林的附近，普遍分布云南松林或松栎混交林、

栎类萌生灌木林或稀树灌木草丛。

以青冈类、锥类、栎类为优势的半湿润常绿阔叶林是本区主要的地带性植被。 然而， 本项目所在大姚县，地形起伏虽大，但农业生产历史悠久， 村寨及人口集 中，土地的农业化开发利用程度高， 当地原生的地带性植被半湿润常绿阔叶林已 经基本散失， 被大量开垦为耕地或受长期砍伐后退化为次生半湿润常绿阔叶林及 萌生稀树灌丛。由于萌生稀树灌从不稳定， 近年来国家实行退耕还林、封山育林 和天然林保护等工程， 该群落极为容易恢复， 故在本次调查中， 全部合并为一个 群落描述。在本次调查中， 经发现有一个群系： 滇青冈林（Form. *Cyclobalanopsis*

*glaucoides*）。

作为一个群系的代表性优势物种， 滇青冈的分布是以云南高原为中心， 并限 于西南季风影响下的中亚热带气候条件。在这一范围内， 滇青冈具有较广的生态 适应幅度。以它为优势的森林，多见于陡坡和石灰岩地区，滇青冈林可分布于 1500~2500m 范围，该群落分布地土壤偏干和较贫瘠，因而多少表现出耐干的生 态特征。本次调查中， 仅发现一个群落： 滇青冈、高山锥群落(*Castanopsis delavayi*

+ *Castanopsis delavayi* Comm.)。

本群落是滇中高原中部和东部石灰岩山地最具有代表性的群落，但在石灰山 以外的土山分布也很广泛，海拔分布范围 1500~2000m。由于长期以来人为活动 的影响， 加之石灰岩地区森林一旦被破坏后难以短期内恢复成林， 目前大多数群 落已经成为次生的半湿润常绿阔叶林及其萌生稀树灌木草丛， 残留在较为湿润的

沟谷中。

评价区的滇青冈、高山锥群落受到中等程度的干扰， 大树极为少见， 群落高 度尚可， 林木密度较大，郁闭度为 80%，但物种较为匮乏的次生群落片段。该群 落主要分布于某些较为湿润的沟谷区域，零星分布于拟建水库回水淹没区、上游 引水管道、下游引洪管道、全线输水管道两侧山坡， 海拔范围大致 2000~2500m ， 坡度达到 35~50°。由于毁林开荒， 常与云南松林和人工核桃林水平交错分布。受

人为砍伐、开荒种地等影响，具有明显的次生性质。

乔木分为两层 。乔木上层高度为 12~16m ， 以滇青 冈 *Cyclobalanopsis*

*glaucoides*、高山锥 *Castanopsis delavayi* 为优势，其他常见的物种有云南松 *Pinus*

*yunnanensis* 、白柯 *Lithocarpus dealbatus*、云南油杉 *Keteleeria evelyniana*、尼泊尔 桤木 *Alnus nepalensis*、香叶树 *Lindera communis* 、栓皮栎 *Quercus variabilis* 、西 南木荷 *Schima wallichii*、四蕊朴 *Celtis tetrandra*，偶见有黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi* 、元江锥 *Castanopsis orthacantha*，都是滇中高原最常见的物种。乔木二 层高度为 5-8m ，清香木 *Pistacia weinmannifolia* 数量较多，常见的树种有鳞斑荚 蒾 *Viburnum punctatum* 、球花石楠 *Photinia glomerata* 、珊瑚冬青 *Ilex corallina* 、 密花树 *Myrsine seguinii* 、 滇杨 *Populus yunnanensis* 、 野漆 *Toxicodendron*

*succedaneum*。

灌木层高 0.5~4.9m，较为发达， 物种也比较丰富， 层盖度约为 50%，主要成 分是珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、火棘 *Pyracantha fortuneana* 、美丽马醉木 *Pieris formosa*、马桑 *Coriaria nepalensis*、长尖叶蔷薇 *Rosa longicuspis*、乌鸦果 *Vaccinium fragile*、牛筋条 *Dichotomanthes tristaniicarpa*、胡颓子 *Elaeagnuspungens*、余甘子 *Phyllanthus emblica* 、 水 红 木 *Viburnum cylindricum* 、 野 牡 丹 *Melastoma malabathricum*、走马胎 *Ardisia gigantifolia* 、小雀花 *Campylotropis polyantha*、野

拔子 *Elsholtzia rugulosa*、云南杨梅 *Myricanana*、云南含笑 *Michelia yunnanensis*、

铁仔*Myrsine africana*、厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*、白背枫*Buddleja asiatica* 、 梁王茶*Metapanax delavayi*、密蒙花*Buddleja officinalis*、水麻*Debregeasia orientalis*、 竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum*、川滇金丝桃 *Hypericum forrestii* 等。其中， 群落 灌木层中也存在不少乔木幼树，如滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* 、云南松 *Pinus yunnanensis* 、高山锥 *Castanopsis delavayi* 、白柯 *Lithocarpus dealbatus* 、云 南 油 杉 *Keteleeria evelyniana* 、 西 南 木 荷 *Schima wallichii* 、 红 叶 木 姜 子

*Litsea rubescens*、尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis*、滇润楠 *Machilus yunnanensis* 等，

很多是当地的阳性次生种类，表明群落具有偏干性质。

草本层植物种类较少，层盖度约为 50%，高度约 0.3~1m，主要种类有黄茅 *Heteropogon contortus*、白健秆 *Eulalia pallens*、破坏草 *Ageratina adenophora*、蔗

茅 *Erianthus rufipilus*、旱茅 *Schizachyrium delavayi*、知风草 *Eragrostis ferruginea*、

白酒草 *Conyza japonica*、益母草 *Leonurus japonicus*、香薷 *Elsholtzia ciliata*、狗牙 根 *Cynodon dactylon*、头花龙胆 *Gentianacephalantha*、风轮菜 *Clinopodium chinense*、

短 葶 飞 蓬 *Erigeron breviscapus* 、 华 北 剪 股 颖 *Agrostis clavata* 、 麦 冬

*Ophiopogon japonicus* 、 暗鳞鳞毛蕨 *Dryopteris atrata* 、云南兔儿风 *Ainsliaea yunnanensis*、刺芒野古草 *Arundinella setosa* 、紫花地丁 *Viola philippica*、芒萁 *Dicranopteris pedata* 、鬼针草 *Bidens pilosa* 、毛轴蕨 *Pteridiumrevolutum* 、缘毛鸟 足兰 *Satyrium nepalense* var. *ciliatum*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、西南风 铃草 *Campanula pallida*、蒲公英 *Taraxacum mongolicum*、荩草*Arthraxon hispidus*、

滇姜花 *Hedychium yunnanense* 等。

群落中藤本植物较为稀少，常见种类有马甲菝葜 *Smilax bockii* 、飞蛾藤 *Dinetus racemosus* 、长托菝葜 *Smilax quadrata*、粘山药 *Dioscorea hemsleyi*、小木 通 *Clematis armandii*、鸡屎藤 *Paederia foetida*、鸡蛋参 *Codonopsis convolvulacea* 、 钝萼铁线莲 *Clematis peterae* 等。 另外，附生植物有桑寄生科植物松柏钝果寄生 *Taxilluscaloreas*、流苏贝母兰 *Coelogynefimbriata*、三出假瘤蕨 *Selliguea trisecta* 、 瓦韦 *Lepisorus thunbergianus* 、 块茎卷柏 *Selaginella chrysocaulos* 、 铁 角 蕨

*Asplenium trichomanes* 等。

Ⅱ.硬叶常绿阔叶林

硬叶常绿阔叶林是世界植被很重要的一个类型， 在地中海沿岸、澳大利亚西 南部、北美西南部和非洲南部非常显著。这类森林的主要树种都具有硬叶、常绿、 多绒毛等旱化的典型特征， 反映了所在地气候的一定季节的温暖干燥性。我国的 硬叶常绿阔叶林主要由常绿硬叶的栎类（*Quercus*，大部分为高山栎组）树种组 成， 分布于我国西南的云南北部、四川西部及藏东南地区， 尤以金沙江流域最为

集中。由于以硬叶的栎类为主，故也长称之为“硬叶常绿栎类林”。

云南的硬叶常绿阔叶林多数分布于滇西北、滇北金沙江流域的高山峡谷地区 的石灰岩坡面， 垂直分布范围低至 1500m，高达 3700m，适应了干旱瘠薄的土壤、 抗风、耐强光照。此类森林一经破坏， 栎类的根系蘖萌能力不久成为栎类萌生灌 丛， 目前灌丛的分布面积已经远远大于其森林面积。根据生态外貌和种类组成及 生境的差异， 该植被可划分为 2 个植被亚型。本评价区位于金沙江流域的干热河 谷中山峡谷地区，海拔跨度从 1900m 到 2600m，由于破坏较为严重，仅含有一

种植被亚型：干热河谷硬叶常绿栎类林。

本亚型主要分布于金沙江河谷两侧海拔 2600m 以下的坡面上，部分顺河谷

科分布至 1500m 或更低，气候以干热为主，越接近河谷底部越干热，但本类植 被一般只分布于干热河谷的中上部， 尤以石灰岩坡面最为常见， 耐干旱的特征十 分明显， 群落内很少有苔藓等附生植物， 群落低矮而树干多弯曲， 耐旱喜阳的灌 木和草本植物较常见， 一部分是临近云南松林、半湿润常绿阔叶林的种类， 一部

分是干热河谷稀树灌木草丛中习见的种类。

锥连栎林分布较广， 常常在海拔 1600-2300m 的金沙江河谷坡面非石灰岩地 区出现， 群落上层以锥连栎为优势， 高度一般在 10m 以下， 树干弯曲而粗壮、生 长稀疏， 具有喜暖、耐旱、耐火烧的生态适应特点， 但萌生力不强。光叶高山栎 林主要分布于干热河谷两侧海拔 2000-2600m 的山地中部地带， 主要局限于石灰 岩地区， 群落高达 10m，树干多弯曲， 萌生力强， 砍烧后多形成萌生灌丛， 与滇 青冈林有着一定的联系。本区域由于人类历史活动较为悠久， 海拔跨度较大， 此 类植被要么退化， 要么零星而分散。在本评价区， 靠近河谷地带零星分布有少量 的干热河谷硬叶常绿栎类林， 在人为干扰下， 锥连栎已与少量光叶高山栎混杂在 一起组成群落， 此处土壤较为肥厚， 群系特征更偏向于锥连栎， 但也具备一些半 湿润常绿阔叶林的特点，在本调查中合并为一个群系描述：锥连栎林（Form. *Quercus franchetii*） ，且只含有一个群落锥连栎、毛脉高山栎群落（*Quercus*

*franchetii* + *Quercus rehderiana* Comm.）。

本群落主要分布于评价区桂花河沿岸两侧 100m 范围内的山坡， 土层薄多小 碎石。物种组成较为简单， 群落外貌为暗绿色， 边缘地带由于树木稀疏， 已经渐 渐过渡成以锥连栎为特征的稀树灌木草丛。本群落高度不超过 10m，上层乔木以 锥连栎 *Quercus franchetii* 为优势，混有少量的光叶高山栎 *Quercus rehderiana* 。 其他常见的树种有云南松 *Pinus yunnanensis* 、云南油杉 *Keteleeria evelyniana* 、滇 青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* 、 白柯 *Lithocarpus dealbatus* 、 四蕊朴 *Celtis tetrandra*、香叶树 *Lindera communis*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、西南木荷 *Schima wallichii* 、 川 梨 *Pyrus pashia* 、 清 香 木 *Pistacia weinmannifolia* 、 黑 弹 树 *Celtis bungeana*、滇杨 *Populus yunnanensis*、火绳树 *Eriolaenaspectabilis*、头状四 照花 *Cornus capitata* 、球花石楠 *Photinia glomerata* 、盐肤木 *Rhus chinensis* 、荷 包山桂花 *Polygala arillata* 、野漆 *Toxicodendron succedaneum* 等，偶见有黄毛青

冈 *Cyclobalanopsis delavayi* 、高山锥 *Castanopsis delavayi*，都是滇中高原最常见

的物种，反映了两个群系的特点。

林下灌木层较为发达，种类丰富，灌木层盖度为 60%。常见的灌木种类皆是 滇中高原常见的物种：火棘 *Pyracantha fortuneana*、长尖叶蔷薇 *Rosa longicuspis* 、 马桑 *Coriaria nepalensis*、粉叶小檗*Berberis pruinosa*、美丽马醉木*Pieris formosa* 、 胡颓子 *Elaeagnuspungens*、余甘子 *Phyllanthus emblica*、牛筋条 *Dichotomanthes tristaniicarpa*、野拔子 *Elsholtzia rugulosa* 、杭子梢 *Campylotropis macrocarpa* 、珍 珠花 *Lyonia ovalifolia*、水红木 *Viburnum cylindricum*、走马胎 *Ardisia gigantifolia* 、 小 雀 花 *Campylotropis polyantha* 、 车 桑 子 *Dodonaea viscosa* 、 沙 针 *Osyris quadripartita*、长波叶山蚂蝗 *Desmodium sequax* 、云南杨梅 *Myrica nana*、 铁仔 *Myrsine africana*、云上杜鹃 *Rhododendron pachypodum*、厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera* 、铁仔 *Myrsine africana* 、 白背枫 *Buddleja asiatica* 、 西南栒子 *Cotoneaster franchetii* 、小叶女贞 *Ligustrum quihoui* 、密蒙花 *Buddleja officinalis*、 腺毛木蓝 *Indigofera scabrida* 、扁核木 *Prinsepia utilis*、乌鸦果 *Vaccinium fragile*、 川滇金丝桃 *Hypericum forrestii*。此外，灌木层中也有一些乔木的幼树， 如锥连栎 *Quercus franchetii*、光叶高山栎 *Quercus rehderiana* 、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* 、云南松 *Pinus yunnanensis* 、 高山锥 *Castanopsis delavayi* 、 白柯 *Lithocarpus dealbatus* 、清香木 *Pistacia weinmannifolia* 、云南油杉 *Keteleeria evelyniana*、滇杨 *Populus yunnanensis*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、西南木荷 *Schima wallichii* 、窄叶柯 *Lithocarpus confinis*、头状四照花 *Cornus capitata* 等， 很多是当

地的阳性次生种类，表明群落具有偏干耐旱的性质。

草本层很发达， 层盖度可达 80%以上， 种类较为丰富， 阳生物种也较多， 与 附近云南松林或稀树灌木草丛的草本层十分接近，主要以黄茅 *Heteropogon contortus* 、旱茅 *Schizachyrium delavayi* 、蔗茅 *Erianthus rufipilus* 、孟加拉野古草 *Arundinella bengalensis*、阿拉伯黄背草 *Themedatriandra* 、知风草 *Eragrostis ferruginea* 、华北剪股颖 *Agrostis clavata* 、刺芒野古草 *Arundinella setosa* 、白健秆 *Eulalia pallens* 、荩草 *Arthraxon hispidus* 、芒 *Miscanthus sinensis* 等禾本科较为优 势，其他较为优势的物种有破坏草 *Ageratina adenophora*，而常见的伴生种有牡 蒿 *Artemisia japonica* 、鬼针草 *Bidens pilosa* 、扁穗雀麦 *Bromus catharticus*、麦冬

*Ophiopogon japonicus* 、 凤 尾 蕨 *Pteris nervosa* 、 黄 龙 尾

*Agrimonia pilosa* var. *nepalensis*、短葶飞蓬 *Erigeron breviscapus*、紫花地丁 *Viola philippica*、牛口刺 *Cirsium shansiense*、滇黄精 *Polygonatum kingianum*、云南猪屎 豆 *Crotalaria yunnanensis* 、毛轴蕨 *Pteridium revolutum* 、天名精 *Carpesium abrotanoides*、川续断 *Dipsacus asperoides* 、云南兔儿风 *Ainsliaea yunnanensis*、白 酒草 *Conyza japonica* 、吉祥草 *Reineckea carnea*、戟叶酸模 *Rumex hastatus* 、小蓬 草 *Erigeron canadensis*、香薷 *Elsholtzia ciliata*、头花龙胆 *Gentiana cephalantha*、 风轮菜 *Clinopodium chinense*、狗牙根 *Cynodon dactylon*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、尼泊尔老鹳草 *Geranium nepalense*、三脉紫菀 *Aster trinervius* subsp. *ageratoides* 、羊耳菊 *Inula cappa* 、宽叶兔儿风 *Ainsliaea latifolia*、绣球防风 *Leucas ciliata*、芒萁 *Dicranopteris dichotoma*、千屈菜 *Lythrum salicaria* 、滇黄芩

*Scutellariaamoena* 等等。

群落中藤本植物极少，仅有钝萼铁线莲 *Clematis peterae*、黑珠芽薯蓣 *Dioscoreamelanophyma*、鸡蛋参 *Codonopsis convolvulacea*、鸡屎藤*Paederia foetida*、 茅瓜*Solena heterophylla*、青羊参 *Cynanchumotophyllum*、何首乌*Fallopia multiflora*、 长 托 菝 葜 *Smilax ferox* 等 。 另 外 ， 附 生 植 物 极 少 ， 仅 有 松 柏 钝 果 寄 生

*Taxilluscaloreas* 、二色瓦韦 *Lepisorus bicolor*、卷柏 *Selaginella tamariscina* 等。

Ⅲ.落叶阔叶林

落叶阔叶林是以落叶树种为优势的森林群落类型。云南南部、西南部的落叶 阔叶林， 都是在当地原生常绿阔叶林遭到破坏之后， 落叶树种大量进入群落中而 形成的次生群落。通常情况下，形成落叶阔叶林次生植被，面积不大而零星， 在 水平分布或垂直分布上，均不占据一个明显而固定的带，冬季落叶， 构成群落因 地而已。评价区内海拔 1900~2500m 人为干扰程度较重的地方，都有次生植被发

育，但仅有一种落叶阔叶林群系出现，即尼泊尔桤木林（Form. *Alnus nepalensis*）。

该群系在云南分布较广，常常以纯林形式出现，分布海拔 1000~3000m，群 落所在地中温湿润， 一般为近山沟谷边， 土层较厚， 坡度平缓的地方。现有的林 分多系常绿阔叶林遭到砍伐后火烧而成， 在我省仍是一种次生的植被。在本评价 区，原始半湿润常绿阔叶林被破坏后，均有可能形成杞木林，这些地方中温潮湿， 尼泊尔桤木是群落中唯一的优势种，仅含有一种群落： 尼泊尔桤木群落（*Alnus*

*nepalensi* Comm.）。

该群落在滇中、滇西及滇西北各地海拔 1300~2500m 水湿条件较好的地段皆 有分布，被当地群众经营为肥源林和薪炭林。在本调查中， 海拔 1900~2500m 村 庄附近的湿润沟谷中偶有分布，群落中多样性大大降低， 结构较为简单， 木本植

物仅有少数几种，且主要以落叶树种为主，灌丛发达，是以合并为一个群落描述。

乔木不分层， 平均高度为 9~14m，主要的优势树种为尼泊尔桤木， 其他常见 的树种主要有滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、云南松 *Pinus yunnanensis* 、云 南油杉 *Keteleeria evelyniana*、高山锥 *Castanopsis delavayi* 、栓皮栎 *Quercus variabilis* 、西南木荷 *Schima wallichii*、四蕊朴 *Celtis tetrandra* 、清香木 *Pistacia weinmannifolia* 、珊瑚冬青 *Ilex corallina* 、球花石楠 *Photinia glomerata*、密花树

*Myrsine seguinii* 、滇杨 *Populus yunnanensis*、黄连木 *Pistacia chinensis*。

林内透光明亮， 仅在树木密集处林下稍荫蔽而湿润。灌木层高 0.5~4.8m，较 为发达，层盖度约为 60%，主要成分是珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、火棘 *Pyracantha fortuneana*、马桑 *Coriaria nepalensis*、长尖叶蔷薇 *Rosa longicuspis* 、美丽马醉木 *Pieris formosa* 、小雀花 *Campylotropis polyantha* 、乌鸦果 *Vaccinium fragile* 、牛筋 条 *Dichotomanthes tristaniicarpa* 、胡颓子 *Elaeagnuspungens*、余甘子 *Phyllanthus emblica*、水红木 *Viburnum cylindricum*、野牡丹 *Melastoma malabathricum*、走马 胎 *Ardisia gigantifolia* 、 野 拔 子 *Elsholtzia rugulosa* 、 芳 香 白 珠 *Gaultheria fragrantissima*、竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum*、铁仔 *Myrsine africana* 等。其中， 群落灌木层中也存在不少乔木幼树， 如尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis*、云南松 *Pinus yunnanensis*、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、元江锥 *Castanopsis orthacantha* 、 云 南油杉 *Keteleeria evelyniana* 、 四蕊朴 *Celtis tetrandra* 、清香木 *Pistacia weinmannifolia* 、香叶树 *Lindera communis*、锥连栎 *Quercus franchetii*、毛脉高山

栎 *Quercus rehderiana* 等。

草本层覆盖程度较高， 为 60%左右， 种类也较为丰富。由于人类活动较为频 繁，大多数为附近荒山草坡中常见的类群，高度 2m 以下，常见的种类有黄茅 *Heteropogon contortus*、白健秆 *Eulalia pallens*、破坏草 *Ageratina adenophora*、蔗 茅 *Erianthus rufipilus* 、旱茅 *Schizachyrium delavayi* 、孟加拉野古草 *Arundinella bengalensis* 、 鬼 针 草 *Bidens pilosa* 、 毛 轴 蕨 *Pteridium revolutum* 、 牡 蒿

*Artemisia japonica*、麦冬 *Ophiopogon japonicus*、扁穗雀麦 *Bromus catharticus*、凤

尾蕨 *Pteris nervosa* 、蒲公英 *Taraxacum mongolicum* 、吉祥草 *Reineckea carnea* 、 宽叶兔儿风 *Ainsliaea latifolia*、大叶冷水花 *Pilea martini*、芒萁 *Dicranopteris dichotoma* 、知风草 *Eragrostis ferruginea* 、半夏 *Pinellia ternata* 、白酒草 *Conyza japonica* 、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、西南风铃草 *Campanula pallida* 、荩 草 *Arthraxon hispidus*、短葶飞蓬 *Erigeron breviscapus*、华北剪股颖 *Agrostis clavata*

等

群落中藤本植物较丰富，但大多数为耐旱喜阳的种类，常见种类有马甲菝葜 *Smilax bockii*、土茯苓 *Smilax glabra*、拉拉藤 *Galiumaparine* var. *echinospermum* 、 青羊参 *Cynanchum otophyllum* 、粘山药 *Dioscorea hemsleyi*、小木通 *Clematis armandii* 、鸡屎藤 *Paederia foetida*、鸡蛋参 *Codonopsis convolvulacea* 、牵牛 *Ipomoea nil*、菟丝子 *Cuscuta chinensis* 、钝萼铁线莲 *Clematis peterae* 等。 另外， 附生植物种类较为稀少， 主要有松柏钝果寄生 *Taxilluscaloreas* 、对马耳蕨 *Polystichum tsus-simense* 、 瓦 韦 *Lepisorus thunbergianus* 、 三 出 假 瘤 蕨 *Selliguea trisecta*、块茎卷柏*Selaginella chrysocaulos*、翠云草*Selaginella uncinata*、

棕鳞瓦韦 *Lepisorusscolopendrium* 等。

Ⅳ.暖性针叶林

暖性针叶林是以用亚热带的针叶树种为优势的森林植被类型。暖性针叶林遍 布于云南亚热带各地， 除了亚热带的干热河谷底部和亚高山中部以上的山地以外， 几乎都有分布。其分布的海拔范围一般为 800~2800m ，可沿着河谷上升或下沿， 分布地的水热条件也是极其多样。在云南， 主要包括云南松林、思茅松林、滇油 杉林、华山松林、翠柏林等。 根据建群种的生态特点， 结合群落的结构、种类组 成和生境， 可以分为两大类： 以云南松为代表的暖温性针叶林， 以思茅松为代表

的暖热性针叶林。

本植被亚型主要分布于云南亚热带北部地区， 中亚热带偏干的气候， 以滇中 高原山地为主体，分布的主要海拔范围为 1500~2800m，但在一些个别的干热河 谷， 常见分布至海拔 1500 以下， 甚至 1000m 左右。土壤以红壤为主， 与之相对 应的常绿阔叶林亚型为半湿润常绿阔叶林， 通常是该类植被被破坏后发育起来的。 由于历史上人为的破坏和干扰， 本植被亚型是目前云南省分布最广的森林， 对当

地环境有着举足轻重的影响。本区域的暖性针叶林分布较广， 云南松林和华山松

林皆有分布，但评价区只有 1 个群系： 云南松林（Form*. Pinus yunnanensis*）。

云南松是云南目前植被类型中分布面积最广的一种类型。云南松林是云贵高 原上常见而重要的针叶林，也是西部偏干性亚热带的典型代表群系，它的分布以 滇中高原为中心。云南松林是评价区所在区域分布极广而重要的用材林， 海拔分 布从 1000~2600m ，由于人为长期干扰，原生的云南松林几乎绝迹，现有大面积 的松林大都是常绿阔叶林破坏后或原生松林砍伐后， 发育起来的次生性植被。本 区的云南松林因为人类干扰较大，很多区域群落的高度、盖度、物种丰度急剧下 降， 在扰动较大的地方， 往往形成暖温性稀树灌木草丛（含云南松和珍珠花的中 草草丛）。评价区人为干扰较大，而本群系是半湿润常绿阔叶林破坏后发育起来 的不稳定群落， 也是本区面积最大的森林植被， 云南松纯林占比较大。而在较为 湿润的沟谷， 半湿润常绿阔叶林的残余物种常常与云南松混杂在一起， 组成混交 林， 由于组成的乔灌草比例常有变化， 群落处于动态中， 故在本调查中全部合并

为一个群落描述：云南松群落（*Pinus yunnanensis* Comm.）。

本 群 落 是 滇 中 高 原 山 地 分 布 最广的一 类 云 南 松 林 ， 分 布 范 围 多在 1500~2000m，中心位于楚雄和曲靖， 南达石屏、新平、景东一线， 北至金沙江流 域，分布面积较大， 比较典型。该群落较为简单， 物种相对不丰富， 林冠较整齐。 本评价区处于金沙江流域， 因人类活动历史较长， 原始的群落已经完全丧失， 余 下扰动后发育起来的次生植被， 群落高度大为降低， 物种多样性急剧减少， 但目 前群落极为稳定， 面积分布极广， 在平地少见， 在丘陵或山地极为常见， 特别是

人为活动中等程度的干旱山坡或陡坡。

群落高 12~16m，郁闭度为 85% 。乔木层中云南松 *Pinus yunnanensis* 较为密 集， 胸径平均在 16cm 左右。此外， 云南油杉 *Keteleeria evelyniana* 是较为常见的 伴 生种 。在湿 润 的沟 谷 中 ， 常 常 与 一 些 常 绿 阔 叶 林残 余 的 树种滇青 冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* 、高山锥 *Castanopsis delavayi* 、尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis* 、白柯 *Lithocarpus dealbatus* 、四蕊朴 *Celtis tetrandra* 、香叶树 *Lindera communis* 、栓皮栎 *Quercus variabilis* 、西南木荷 *Schima wallichii* 等组成混交林， 偶见有黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi*、元江锥 *Castanopsis orthacantha*，都是 滇中高原最常见的物种。乔木二层物种较丰富， 高度为 5-8m，主要有川梨 *Pyrus*

*pashia* 、 清 香 木 *Pistacia weinmannifolia* 、 山 槐 *Albizia kalkora* 、 黑 弹 树

*Celtis bungeana* 、滇杨 *Populus yunnanensis*、鳞斑荚蒾 *Viburnum punctatum*、火绳 树*Eriolaenaspectabilis*、头状四照花 *Cornus capitata*、染用卫矛*Euonymustingens* 、 马缨杜鹃 *Rhododendron delavayi* 、球花石楠 *Photinia glomerata* 、盐肤木 *Rhus chinensis* 、荷包山桂花 *Polygala arillata* 、君迁子 *Diospyros lotus* 、青榨槭 *Acer davidii* 、珊瑚冬青 *Ilex corallina* 、厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera* 、密花树

*Myrsine seguinii*、野漆 *Toxicodendron succedaneum*。

林下灌木层较为发达，种类丰富，灌木层盖度为 50%。常见的灌木种类皆是 滇中高原常见的物种：珍珠花 *Lyonia ovalifolia* 、马桑 *Coriaria nepalensis*、长尖

叶蔷薇 *Rosa longicuspis*、美丽马醉木 *Pieris formosa*、胡颓子 *Elaeagnuspungens*、

水红木 *Viburnum cylindricum*、走马胎 *Ardisia gigantifolia*、小雀花 *Campylotropis polyantha* 、火棘 *Pyracantha fortuneana*、车桑子 *Dodonaea viscosa*、云南山蚂蝗 *Desmodium yunnanense* 、粉叶小檗 *Berberis pruinosa*、牛筋条 *Dichotomanthes tristaniicarpa*、野拔子 *Elsholtzia rugulosa* 、杭子梢 *Campylotropis macrocarpa* 、云 南杨梅 *Myricanana*、云南含笑 *Michelia yunnanensis*、铁仔 *Myrsine africana*、厚

皮香 *Ternstroemia gymnanthera*、铁仔 *Myrsine africana*、白背枫 *Buddleja asiatica*、

梁王茶*Metapanax delavayi*、密蒙花*Buddleja officinalis*、水麻*Debregeasia orientalis*、 竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum*、乌鸦果 *Vaccinium fragile*、川滇金丝桃 *Hypericum forrestii* 等 。 此外 ， 群 落 的 灌 木 层 中 也 存 在 不 少 乔 木 幼 树 ， 如 滇 青 冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、云南松 *Pinus yunnanensis*、高山锥 *Castanopsis delavayi*、 白柯 *Lithocarpus dealbatus* 、川梨 *Pyruspashia* 、清香木 *Pistacia weinmannifolia* 、 云南油杉 *Keteleeria evelyniana* 、滇杨 *Populus yunnanensis* 、栓皮栎 *Quercus variabilis* 、西南木荷 *Schima wallichii* 、红叶木姜子 *Litsea rubescens* 、尼泊尔桤木

*Alnus nepalensis*、滇润楠 *Machilus yunnanensis* 等，很多是当地的阳性次生种类，

表明群落具有偏干性质。

草本层很发达， 林下覆盖度很大， 层盖度可达 80%以上，种类较为简单， 阳 生物种较多。常见的草本种类如下：黄 茅 *Heteropogon contortus* 、 旱茅 *Schizachyrium delavayi* 、蔗茅 *Erianthus rufipilus* 、孟加拉野古草 *Arundinella bengalensis*、阿拉伯黄背草 *Themeda triandra*、知风草 *Eragrostis ferruginea*、华北

剪股颖 *Agrostis clavata* 、白健秆 *Eulalia pallens* 、荩草 *Arthraxon hispidus* 等禾本

科较为繁盛， 其他伴生种有破坏草 *Ageratina adenophora* 、马鞭草 *Verbena officinalis*、黄龙尾 *Agrimonia pilosa* var. *nepalensis*、滇黄精 *Polygonatum kingianum*、 云 南 猪 屎 豆 *Crotalaria yunnanensis* 、 毛 轴 蕨 *Pteridium revolutum* 、 牡 蒿 *Artemisia japonica*、短葶飞蓬 *Erigeron breviscapus*、紫花地丁 *Viola philippica*、牛 口 刺 *Cirsium shansiense* 、 天 名 精 *Carpesium abrotanoides* 、 缘 毛 鸟 足 兰 *Satyrium nepalense* var. *ciliatum* 、扁穗雀麦 *Bromus catharticus* 、麦冬 *Ophiopogon japonicus* 、凤尾蕨 *Pteris nervosa* 、芒 *Miscanthus sinensis*、云南兔儿风 *Ainsliaea yunnanensis*、白酒草 *Conyza japonica* 、吉祥草 *Reineckea carnea* 、鬼针草 *Bidens pilosa*、小蓬草 *Erigeron canadensis*、香薷 *Elsholtzia ciliata* 、头花龙胆 *Gentiana cephalantha*、风轮菜 *Clinopodium chinense* 、狗牙根 *Cynodon dactylon*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、三脉紫菀 *Aster trinervius* subsp. *ageratoides*、羊耳菊 *Inula cappa*、刺芒野古草 *Arundinella setosa* 、宽叶兔儿风 *Ainsliaea latifolia*、大叶冷水 花 *Pilea martini*、芒萁 *Dicranopteris dichotoma*、半夏 *Pinellia ternata* 、西南风铃

草 *Campanula pallida* 等等。

群落中藤本植物极少，常见的藤本植物有钝萼铁线莲 *Clematis peterae*、黑珠 芽薯蓣 *Dioscorea melanophyma* 、鸡蛋参 *Codonopsis convolvulacea* 、古钩藤 *Cryptolepis buchananii*、络石 *Trachelospermum jasminoides*、青羊参 *Cynanchum otophyllum*、何首乌 *Fallopia multiflora*、马甲菝葜 *Smilax lanceifolia* 等。另外， 附 生植物极少，仅有松柏钝果寄生 *Taxilluscaloreas*、瓦韦 *Lepisorus thunbergianus*、

块茎卷柏 *Selaginella chrysocaulos* 、铁角蕨 *Asplenium trichomanes* 等。

Ⅴ.稀树灌木草丛

在云南， 稀树灌木草丛是一类分布十分广泛的类型。群落以草丛为主， 期间 散生灌木和乔木。灌木一般低矮，有时高度不及草丛，散生的乔木一般生长不良， 不规则地在成片草丛上散布着， 外观似为“稀树草原”。本类植被的一个重要特征 是：草丛中以广泛分布于亚热带或热带的多年生丛生禾草为主， 一般较高大粗壮， 其高度从 0.5 米到 4 米多不等。除禾草外， 其他草本种类、木本种类虽十分多样， 但都是当地次生林或此生灌木种的种类。所有的乔木、灌木、草本都为喜阳耐寒 的种类， 而且在土壤贫瘠、耐放牧、耐践踏、耐火烧、萌发力强等等方面， 都有

相似之处。

稀树灌木草丛主要分布于亚热带常绿阔叶林或热带季雨林分布的地区，分布 范围集中在海拔 2500m 以下，比较接近于“稀树草原” 的类型分布在我省亚热带 的干热河谷， 主要是红河、金沙江的深陷河谷。由于当地气候干热， 土壤贫瘠干 旱， 水土冲刷严重， 不断受到放牧、火烧和砍樵等人为影响。这些河谷坡面上的 稀树灌木草丛比较稳定，成林十分困难。除干热河谷外的广大高原面及山地上， 本类植被与耐旱的松林有着比较密切的联系。云南松林进一步砍烧后， 就可能大 面积出现此类植被。 目前所见较大面积的稀树灌木草丛， 都是在原有森林长期不 断地受到砍伐火烧下所形成的一类次生植被，以云南松为稀树的灌木草丛是非 常普遍的。从演替上看， 除干热河谷外， 所有的稀树灌丛都是出于演替过程中某

一阶段的群落，如果停止人为干扰，这些群落会被相应森林植被所替代。

稀树灌木草丛可分为干热性稀树灌木草丛、热性稀树灌木草丛、暖热性稀树 灌木草丛和暖温性稀树灌木草丛植被亚型。本评价区属于滇中西、北中山峡谷云 南松林、高山栎类林亚区，海拔 1600m 以下， 属于典型的干热河谷，海拔 1600m 以上，为典型的中山峡谷，只分布有干热性稀树灌木草丛和暖温性稀树灌木草丛

两种植被亚型。

干热性稀树灌木草丛：

在云南省所有的稀疏灌木草丛中，本植被亚型是一类近于稳定的植被，其生 态环境和群落外貌来看，都比较接近于热带的“稀树草原”（Savana），因为植物 大都喜热耐旱， 通常占据了“干热河谷植被”最主要成分。本评价区属于金沙江流 域， 不仅有热带成分， 也有亚热带成分， 仅含有一种群系： 含锥连栎、车桑子的 中 草 草 丛（Form. Medium grassland containing *Quercus franchetii*, *Dodonaea*

*viscosa*）。

本群系为干热河谷稀疏灌木草丛的北部类型，具有亚热带的性质，主要分布 于我省北部金沙江流域中下游地区 。草丛以中等高度的耐旱禾草黄茅 *Heteropogon contortus* 为优势， 稀树灌木以锥连栎和车桑子为标志。本评价区仅 含有一个群落： 锥连栎、车桑子、黄茅群落（*Heteropogon contortus* Comm.

Containing *Quercus franchetii*, *Dodonaea viscosa*）。

本群落在评价区内分布较为零星，是锥连栎林被严重破坏后逐渐旱化形成的 稀树灌木草丛类型，主要分布于桂花河两侧 200m 以下的山坡，灌木以车桑子为

主，草丛以黄茅为优势，乔木以锥连栎最为常见。

乔木层高 5~8m，层盖度为 10%。除锥连栎 *Quercus franchetii* 外， 高度达到 5m 的木本植物还有清香木 *Pistacia weinmanniifolia* 、栓皮栎 *Quercus variabilis* 、 余甘子 *Phyllanthus emblica* 、密花树 *Myrsine seguinii* 、 云 南 黄 杞

*Engelhardiaspicata* 等。

灌木层高 1~3m，层盖度为 45%。除优势种车桑子 *Dodonaea viscosa* 外， 其 他 物 种 也 是 滇 中 高 原 常 见 的 灌 木 ， 如 白刺花 *Sophora davidii* 、 黄 花 稔

*Sidaszechuensis*、白饭树 *Flueggeavirosa* 、云南山蚂蝗 *Desmodium yunnanense*、

小雀花 *Campylotropis polyantha*、滇鼠刺*Itea yunnanensis*、沙针 *Osyris quadripartita*、 水锦树 *Wendlandiauvariifolia*、牛筋条 *Dichotomanthes tristaniicarpa*、走马胎

*Ardisia gigantifolia*、厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*、野拔子*Elsholtzia rugulosa*、

竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum*、马桑 *Coriaria nepalensis*、截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata*、石海椒 *Reinwardtia indica*、裂果女贞 *Ligustrum sempervirens*、薄叶鼠李 *Rhamnusleptophylla* 、 栽 秧 泡 *Rubus ellipticus* var. *obcordatus* 、 腺 毛 木 蓝 *Indigofera scabrida* 、华西小石积 *Osteomeles schwerinae* 等。此外，群落的灌木层 中也存在一些乔木幼树，如锥连栎 *Quercus franchetii* 、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* 、高山锥 *Castanopsis delavayi* 、川梨 *Pyruspashia* 、清香木 *Pistacia weinmannifolia*、栓皮栎 *Quercus variabilis* 等， 很多是当地的阳性次生种类， 表明

群落具有偏干性质。

草本是群落中最发达的，覆盖率几乎 100%，草本层高度为 80cm。除了优势 种黄茅 *Heteropogon contortus* 外， 蔗茅 *Erianthus rufipilus* 、旱茅 *Schizachyrium*

*delavayi*、孟加拉野古草*Arundinella bengalensis*、阿拉伯黄背草 *Themeda triandra*、

白健秆*Eulalia pallens*、刺芒野古草*Arundinella setosa*、知风草*Eragrostis ferruginea*、 华北剪股颖 *Agrostis clavata* 、细柄草 *Capillipediumparviflorum* 、荩草 *Arthraxon hispidus* 等禾本科较为繁盛， 局部形成优势。此外，伴生的草本有破坏草 *Ageratina adenophora* 、黄龙尾 *Agrimonia pilosa* var. *nepalensis*、白车轴草 *Trifolium repens*、

云南猪屎豆 *Crotalaria yunnanensis* 、尼泊尔老鹳草 *Geranium nepalense* 、牡蒿

*Artemisia japonica*、短葶飞蓬 *Erigeron breviscapus*、紫花地丁 *Viola philippica*、牛 口 刺 *Cirsium shansiense* 、 天 名 精 *Carpesium abrotanoides* 、 扁 穗 雀 麦 *Bromus catharticus* 、 蒲公英 *Taraxacum mongolicum* 、 云 南 兔 儿 风 *Ainsliaea yunnanensis* 、喀西茄 *Solanum aculeatissimum* 、华火绒草 *Leontopodiumsinense* 、 鬼针草 *Bidens pilosa*、小蓬草 *Erigeron canadensis*、香薷 *Elsholtzia ciliata*、风轮 菜 *Clinopodium chinense* 、狗牙根 *Cynodon dactylon* 、 珠 光 香 青 *Anaphalis margaritacea* 、 三 脉 紫 菀 *Aster trinervius* subsp. *ageratoides* 、 密 毛 山 梗 菜

*Lobelia clavata* 、千针万线草 *Stellaria yunnanensis* 、秋英 *Cosmos bipinnata* 等等。

群落中藤本植物极少， 常见的藤本植物有钝萼铁线莲 *Clematis peterae*、黑珠 芽薯蓣 *Dioscoreamelanophyma*、青羊参 *Cynanchumotophyllum*、何首乌 *Fallopia*

*multiflora*、马甲菝葜 *Smilax lanceifolia* 等。此外，未见附生植物。

暖温性稀树灌木草丛：

暖温性稀树灌木草丛也是分布最广的植被类型之一，广泛分布于云南省 1500~2500m 的大部分地区，其主要的原生植被为半湿润常绿阔叶林或暖温性针 叶林，气候特点是气温偏低而干季长， 是云南松林进一步砍伐、烧、放牧等人为 影响下所形成的，在土壤贫瘠的地段， 成为一类较为持久的植被类型。本类植被 的草丛以中草为主， 在放牧过度或海拔更高处， 常成为低草草丛。评价区内仅分 布有一个群系： 含云南松、珍珠花的中草草丛（Form. Medium grassland containing *Pinus yunnanensis* ，*Lyonia ovalifolia* ）。 本 群 系 主 要 分 布 于 滇 中 高 原 海 拔 1500~2500m 的山地， 是半湿润常绿阔叶林和云南松林经反复砍烧后形成的次生 植被。主要位于规划区域四周人类活动较为频繁的山坡和平地上，特别是干旱的

石灰岩山坡上，海拔 1600~2400m。

评价区的稀树灌丛群落主要以草丛为主要层，多数高 50~100cm 的中草草丛， 在经常放牧的情况下， 一般高为 30cm 左右。群落的组成种类多而混杂， 多数为 阳性耐旱的多年生草本， 主要以禾草为优势， 在夏秋之后， 禾杆坚硬， 可食性大 减， 成为丛生状的“粗糙禾草”。靠近湖边、溪流、河沟、池塘等湿地附近， 群落 以芦苇 *Phragmites australis* 、假苇拂子茅 *Calamagrostis pseudophragmites* 为主， 较为干旱的山坡、平地则以黄茅*Heteropogon contortus*、蔗茅 *Saccharum rufipilum*、

旱茅 *Schizachyrium delavayi* 、白健秆 *Eulalia pallens* 、孟加拉野古草 *Arundinella*

*bengalensis* 等禾草为主， 而靠近村庄、农田、旱地、果园附近的山坡、平地上有 大 量 的 破 坏 草 *Ageratina adenophora* 、 青 蒿 *Artemisia carvifolia* 、 牡 蒿 *Artemisia japonica* 、西南牡蒿 *Artemisia Parviflora* 、鬼针草 *Bidens pilosa* 、秋英 *Cosmos bipinnata* 等先锋植物侵入群落，形成了以破坏草、 蒿属或秋英为主的中 草草丛 。还有另外一种类型， 是云南松、高山锥群落(*Pinus yunnanensis* + *Castanopsis delavayi* Comm.)被反复破坏——火烧、砍伐、砍蕉、放牧等人为干扰 的情况下形成的次生植被， 主要位于沟谷两侧受人类活动扰动较大的沟谷坡地中， 形成比较不太稳定的次生暖温性稀树灌木草丛植被类型， 残存的大树较多， 群落 高度也似乎在恢复中， 如果加以保护，幼苗成长后可以恢复到次生常绿阔叶林的 水平。各个群落， 因人为影响频繁而很不稳定， 没有必要划分过细， 在本评价区 内合并为一个群落描述： 即： 云南松、珍珠花、 黄茅群落(*Eulalia pallens* Comm.

Containing *Pinus yunnanensis*, *Heteropogon contortus*)。

乔木层高 6- 10m ，郁闭度小于 15% 。稀树主要为云南松 *Pinus yunnanensis*， 一般生长不良，高在 10m 以下，多扭曲。其次为滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、 云 南 油 杉 *Keteleeria evelyniana* 、 尼 泊 尔 桤 木 *Alnus nepalensis* 、 牛 筋 条 *Dichotomanthes tristaniicarpa*、清香木 *Pistacia weinmannifolia*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、高山锥 *Castanopsis delavayi* 、白柯 *Lithocarpus dealbatus*、华山松 *Pinus*

*armandii* 等大树残留，但数量极为稀少。

灌木层盖度约为 55% ，高度 2~4m ，灌木种类非常丰富，主要种类有珍珠花 *Lyonia ovalifolia* 、火棘 *Pyracantha fortuneana* 、马桑 *Coriaria nepalensis*、长尖叶 蔷薇 *Rosa longicuspis* 、铁仔 *Myrsine africana* 、粉叶小檗 *Berberis pruinosa*、扁核 木 *Prinsepia utilis* 、野拔子 *Elsholtzia rugulosa* 、小雀花 *Campylotropis polyantha*、 西南栒子 *Cotoneaster franchetii* 、车桑子 *Dodonaea viscosa* 、水红木 *Viburnum cylindricum* 、黄花稔 *Sidaszechuensis* 、走 马胎 *Ardisia gigantifolia* 、 厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera* 、栽秧泡 *Rubus ellipticus* var. *obcordatus*、华西小石积

*Osteomeles schwerinae* 、帚枝鼠李 *Rhamnus virgata* 、石海椒 *Reinwardtia indica*、

小叶女贞 *Ligustrum quihoui*、云南山蚂蝗 *Desmodium yunnanense*、白背枫 *Buddleja asiatica*、白刺花 *Sophora davidii*、滇鼠刺*Itea yunnanensis*、沙针 *Osyris quadripartita*、

美丽马醉木 *Pieris formosa*、长波叶山蚂蝗 *Desmodium sequax* 、云南杨梅 *Myrica*

*nana*、云南含笑 *Michelia yunnanensis*、梁王茶 *Metapanax delavayi*、密蒙花 *Buddleja officinalis* 、水麻 *Debregeasia orientalis*、大白杜鹃 *Rhododendron decorum* 、云上 杜鹃 *Rhododendron pachypodum*、爆杖花 *Rhododendron spinuliferum* 、云南越桔 *Vaccinium duclouxii*、竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum*、腺毛木蓝 *Indigofera scabrida*、 杭子梢 *Campylotropis macrocarpa* 、川滇金丝桃 *Hypericum forrestii* 、乌鸦果 *Vaccinium fragile* 等。相对来说群落中的乔木幼树种类也较多， 主要以云南松 *Pinus yunnanensis*、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、高山锥 *Castanopsis delavayi*、 西南木荷 *Schima wallichii*、白柯 *Lithocarpus dealbatus* 、云南油杉 *Keteleeria evelyniana*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、滇杨 *Populus yunnanensis*、尼泊尔桤木*Alnus nepalensis* 、清香木 *Pistacia weinmannifolia*、黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi* 、 绒毛算盘子 *Glochidion heyneanum* 、 窄 叶 柯 *Lithocarpus confinis* 、 余甘子 *Phyllanthus emblica* 、君迁子 *Diospyros lotus* 、四蕊朴 *Celtis tetrandra* 、香叶树 *Lindera communis* 、四子柳 *Salix tetrasperma* 、川梨 *Pyruspashia* 为主，说明该地

区人为干扰比较大。

草本层十分茂盛， 层盖度达到 100%，种类相对较单一，高度 0.5~2m。其中，

最具有优势的物种为黄茅 *Heteropogon contortus*，而蔗茅 *Erianthus rufipilus* 、旱 茅 *Schizachyrium delavayi* 、 白健秆 *Eulalia pallens* 、假苇拂子茅 *Calamagrostis pseudophragmites* 、孟加拉野古草 *Arundinella bengalensis* 、华北剪股颖 *Agrostis clavata* 、细柄草 *Capillipediumparviflorum* 、阿拉伯黄背草 *Themeda triandra* 、知 风草 *Eragrostis ferruginea*、刺芒野古草 *Arundinella setosa*、荩草 *Arthraxon hispidus* 等禾本科较为繁盛， 分布较广，数量也较多，在局部区域能形成单优群落。其他

的常见的草本植物有： 破坏草 *Ageratina adenophora*、牛口刺 *Cirsium shansiense*、

黄 龙 尾 *Agrimonia pilosa* var. *nepalensis* 、 秋 英 *Cosmos bipinnata* 、 牡 蒿

*Artemisia japonica* 、蒲公英 *Taraxacum mongolicum* 、白车轴草 *Trifolium repens*、

云南猪屎豆 *Crotalaria yunnanensis* 、尼泊尔老鹳草 *Geranium nepalense* 、珠光香 青*Anaphalis margaritacea*、滇苦菜 *Picris divaricata*、短葶飞蓬 *Erigeron breviscapus*、 天名精 *Carpesium abrotanoides* 、扁穗雀麦 *Bromus catharticus* 、三脉紫菀 *Aster trinervius* subsp. *ageratoides* 、小草 *Microchloa indica* 、云南兔儿风 *Ainsliaea*

*yunnanensis*、喀西茄 *Solanum aculeatissimum* 、华火绒草 *Leontopodiumsinense*、

马鞭草 *Verbena o****f****icinalis* 、鬼针草 *Bidens pilosa*、小蓬草 *Erigeron canadensis*、香 薷 *Elsholtzia ciliata*、风轮菜 *Clinopodium chinense* 、紫花地丁 *Viola philippica* 、头 花蓼 *Polygonum capitatum*、狗牙根 *Cynodon dactylon*、密毛山梗菜 *Lobelia clavata*、 千针万线草 *Stellaria yunnanensis* 、戟叶酸模 *Rumex hastatus*、假酸浆 *Nicandra physalodes*、毛轴蕨 *Pteridiumrevolutum*、蕨 *Pteridiumaquilinum* var. *latiusculum* 、 大丁草 *Gerbera anandria*、翅茎草 *Pterygiella nigrescens*、华扁穗草 *Blysmus sinocompressus*。此外， 伴生的草本植物有西南委陵菜 *Potentilladelavayi*、鼠麹草 *Gnaphalium affine*、千里光 *Senecio scandens*、紫马唐 *Digitaria violascens*、倒提壶 *Cynoglossumamabile*、尼泊尔酸模 *Rumex nepalensis*、报春花 *Primula malacoides* 、 草 玉 梅 *Anemone rivularis* 、 草 血 竭 *Polygonum paleaceum* 、 川 续 断 *Dipsacus asperoides* 等。除此之外，在局部区域，会形成以外来种破坏草、秋英

为优势的群落，说明当地原生植被破坏十分严重，导致外来种入侵。

群落中藤本植物极少，常见的藤本植物有钝萼铁线莲 *Clematis peterae*、黑珠 芽薯蓣 *Dioscorea melanophyma* 、鸡屎藤 *Paederia foetida*、雷公藤 *Tripterygium wilfordii* 、青羊参 *Cynanchum otophyllum*、何首乌 *Fallopia multiflora*、马甲菝葜

*Smilax lanceifolia* 等。此外，未见附生植物。

Ⅵ.灌丛

在云南的植被中，灌丛类型多样且分布较广，有些是长期以来受到人为的 限制已使得它长久存在，不易恢复成原来的森林，如干热河谷旱生灌丛。评价 区属于典型的滇中高原核心地带，是云南省人类活动较为悠久的地区之一，也 是云南喀斯特地貌分布比较广的地区。历史上由于生产而砍伐平地森林，大多 数平地上的乔木几乎损失殆尽，而靠近人类活动区附近的石灰岩干旱山坡也常 常被破坏，低矮的灌木和禾草往往组成最优势的群落，是滇中高原上较为显著 的植被。有不少次生的灌丛属于不稳定的群落，如果减少人类干扰，可以恢复 成次生稀树灌木草丛或云南松林，在此次调查中这类植被并未划入到灌丛中，

而是列为其他群落的次生类型。 在本评价区，海拔跨度比较小，生境较为均

质，仅有一种植被亚型分布：暖性石灰岩灌丛。

暖性石灰岩灌丛主要分布于亚热带气候下的各低山丘陵，海拔 1400~2500m

左右，具有一定的次生性。它是由滇青冈、清香木为主的半湿润常绿阔叶林因

长期人类活动的影响，保留下来的森林已极为少见，广大的石灰岩山地为一些 耐干旱的，特别是一些喜钙植物，适应性广的植物组成灌丛，成为了石灰岩山

地带有指示性的类型。常常分布于滇中、滇东及滇东南各地的石灰岩山地。

评价区属于滇中高原边缘地带的金沙江流域中山峡谷地区， 喀斯特地貌极为 广泛。这些石灰岩山地因为长期受人类活动的持续影响， 本植被亚型分布极广泛， 群落中含有耐贫瘠的植物种类， 是石灰岩地半湿润常绿阔叶林或云南松林遭破坏 后形成的， 物种组成与本区域的暖温性稀树灌木草丛几乎一致， 只是植被更为退 化、灌丛更加稀疏、多样性大大降低、乔木几乎消失， 若进一步地破坏， 则向旱 生荒草坡石山演变。该群落类型主要分布于海拔约 1900~2400m 的石灰岩裸露地 或低矮丘陵峰岭上， 土壤瘠薄， 表土流失严重， 生境干燥， 调查中仅发现有铁仔

灌丛（Form. *Myrsine africana*）及其变型群系车桑子灌丛（Form.*Dodonaea viscosa*）。

铁仔灌丛（**Form. *Myrsine africana***）：

本群系以铁仔为优势种，或为常见种，至少为群落中较显著的一员，分布 于滇中、滇东、滇北各地的石灰岩山地，特别是那些岩石裸露、土壤干旱的山 地，森林的恢复已经很困难了。本次调查仅发现一个群落： 火棘、马桑、长尖

叶蔷薇群落（*Pyracantha fortuneana*, *Coriaria nepalensis*, *Rosa longicuspis*

Comm. ）。

本群落系铁仔灌丛的变型， 不再以铁仔为优势物种， 铁仔只是群落中的伴生 种， 分布于滇中、滇东、滇北各地的石灰岩山地， 特别是那些岩石裸露、土壤干 旱的山地， 也是分布较为广泛的一种类型， 在海拔 1400~2400m 的山地石灰岩 地区分布甚为广泛， 由于是当地半湿润常绿阔叶林或暖性针叶林长期被破坏—— 火烧、砍伐、砍樵、放牧等人为干扰的情况下形成的比较稳定的次生暖性石灰岩 灌丛植被类型。群落外貌呈灰黑色， 夹杂黄绿色的斑块， 结构分灌木、草本两层。 群落的物种组成除了乔木树种极其稀少外， 与当地的暖温性稀树灌木草丛的物种

组成非常接近，属于人类扰动更大的植被。

该群落以火棘 *Pyracantha fortuneana* 、马桑 *Coriaria nepalensis*、长尖叶蔷薇 *Rosa longicuspis* 为优势种， 与常见较多有刺植物如粉叶小檗 *Berberis pruinosa* 、 帚枝鼠李 *Rhamnus virgata*、金花小檗 *Berberis wilsoniae*、扁核木 *Prinsepia utilis*、

滇鼠刺 *Itea yunnanensis* 、白刺花 *Sophora davidii* 、胡颓子 *Elaeagnuspungens* 、竹

叶花椒 *Zanthoxylum armatum* 、栽秧泡 *Rubus ellipticus* var. *obcordatus*、华西小石 积 *Osteomeles schwerinae* 等共同组成小叶型旱生性的低矮灌木层片， 说明该群落 经常遭受放牧的威胁。 群落高度为 2~4m，层盖度为 55%，种类比较丰富， 除了 上述物种，其他较为优势的物种有珍珠花 *Lyonia ovalifolia* 、车桑子 *Dodonaea viscosa*、云南山蚂蝗 *Desmodium yunnanense*、铁仔 *Myrsine africana*，常常在局部 形成单优群落。其他常见的灌木有小叶女贞 *Ligustrum quihoui* 、白背枫 *Buddleja asiatica* 、 沙 针 *Osyris quadripartita* 、 野 拔 子 *Elsholtzia rugulosa* 、 小 雀 花 *Campylotropis polyantha* 、西南栒子 *Cotoneaster franchetii* 、水红木 *Viburnum cylindricum* 、走马胎 *Ardisia gigantifolia* 、大白杜鹃 *Rhododendron decorum* 、牛筋 条 *Dichotomanthes tristaniicarpa* 、细锥香茶菜 *Isodon coetsa* 、长波叶山蚂蝗 *Desmodium sequax*、石海椒*Reinwardtia indica*、爆杖花*Rhododendron spinuliferum*、 川滇金丝桃 *Hypericum forrestii* 、黄花稔 *Sidaszechuensis* 、云南含笑 *Michelia yunnanensis* 、美丽马醉木 *Pieris formosa* 、云上杜鹃 *Rhododendron pachypodum*、 云南杨梅 *Myrica nana* 、厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera* 、水麻 *Debregeasia orientalis* 、梁王茶 *Metapanax delavayi*、密蒙花 *Buddleja officinalis* 、云南越桔 *Vaccinium duclouxii* 、 腺毛木蓝 *Indigofera scabrida* 、 杭子梢 *Campylotropis macrocarpa* 、乌鸦果 *Vaccinium fragile* 等。相对来说群落中的乔木幼树种类也较 多， 主要以云南松 *Pinus yunnanensis*、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、黄毛青 冈 *Cyclobalanopsis delavayi* 、高山锥 *Castanopsis delavayi* 、 白柯 *Lithocarpus dealbatus* 、云南油杉 *Keteleeria evelyniana* 、栓皮栎 *Quercus variabilis* 、香叶树 *Lindera communis* 、清香木 *Pistacia weinmannifolia* 、余甘子 *Phyllanthus emblica*、

四蕊朴 *Celtis tetrandra* 、川梨 *Pyruspashia* 为主，说明该地区人为干扰比较大。

草本层十分茂盛，层盖度达到 85%以上，种类相对比较丰富完整，高度 0.5~2m 。其 中， 最具有优势的物种为黄茅 *Heteropogon contortus* ，而旱茅 *Schizachyrium delavayi*、白健秆 *Eulalia pallens* 、蔗茅 *Erianthus rufipilus* 、假苇拂 子茅 *Calamagrostis pseudophragmites* 、孟加拉野古草 *Arundinella bengalensis*、阿 拉伯黄背草 *Themeda triandra*、华北剪股颖 *Agrostis clavata*、细柄草 *Capillipedium parviflorum* 、知风草 *Eragrostis ferruginea*、刺芒野古草 *Arundinella setosa* 、荩草

*Arthraxon hispidus* 等禾本科较为繁盛， 分布较广，数量也较多，在局部区域能形

成单优群落。其他的常见的草本植物有：破坏草 *Ageratina adenophora* 、秋英 *Cosmos bipinnata*、牡蒿 *Artemisia japonica*、鬼针草 *Bidens pilosa*、牛口刺 *Cirsium shansiense*、黄龙尾*Agrimonia pilosa* var. *nepalensis*、蒲公英 *Taraxacum mongolicum*、 白车轴草 *Trifolium repens*、云南猪屎豆 *Crotalaria yunnanensis* 、尼泊尔老鹳草

*Geranium nepalense*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、滇苦菜 *Picris divaricata*、

短葶飞蓬 *Erigeron breviscapus* 、天名精 *Carpesium abrotanoides* 、扁穗雀麦 *Bromus catharticus*、三脉紫菀 *Aster trinervius* subsp. *ageratoides* 、小草 *Microchloa indica* 、云南兔儿风 *Ainsliaea yunnanensis*、喀西茄 *Solanum aculeatissimum* 、华火 绒草 *Leontopodiumsinense* 、小蓬草 *Erigeron canadensis*、香薷 *Elsholtzia ciliata* 、 风轮菜 *Clinopodium chinense*、柳叶菜*Epilobiumhirsutum*、紫花地丁 *Viola philippica*、 酢 浆 草 *Oxalis corniculata* 、 头 花 蓼 *Polygonum capitatum* 、 云 南 獐 牙 菜 *Swertia yunnanensis* 、滇龙胆草 *Gentiana rigescens*、戟叶酸模 *Rumex hastatus* 、百 脉根 *Lotus corniculatus* 、千针万线草 *Stellaria yunnanensis* 、假酸浆 *Nicandra physalodes* 、路边青 *Geum aleppicum* 、黄毛草莓 *Fragaria nilgerrensis* 、鞭打绣球 *Hemiphragma heterophyllum*、翅茎草 *Pterygiella nigrescens*、华扁穗草 *Blysmus sinocompressus*。此外， 伴生的草本植物有西南委陵菜 *Potentilladelavayi*、鼠麹草 *Gnaphalium affine* 、绣球防风 *Leucas ciliata* 、千里光 *Senecio scandens* 、紫马唐

*Digitaria violascens*、倒提壶 *Cynoglossumamabile*、尼泊尔酸模 *Rumex nepalensis*、

报春花 *Primula malacoides* 、草玉梅 *Anemone rivularis* 、草血竭 *Polygonum paleaceum*、川续断 *Dipsacus asperoides* 等。除此之外，在局部区域， 会形成以外 来种破坏草、秋英为优势的群落，说明当地原生植被破坏十分严重，导致外来种

入侵。

群落中藤本植物极少，常见的藤本植物有钝萼铁线莲 *Clematis peterae*、黑珠 芽薯蓣 *Dioscoreamelanophyma*、矮探春 *Jasminum humile*、拉拉藤 *Galiumaparine* var. *echinospermum*、青羊参 *Cynanchum otophyllum*、何首乌 *Fallopia multiflora*、

马甲菝葜 *Smilax lanceifolia* 等。此外，未见附生植物。

车桑子灌丛（**Form.*Dodonaea viscosa***）：

车桑子 *Dodonaea viscosa* 是广布于云南干热河谷及滇中高原的旱生物种，

生于较为干旱的山坡、旷地、沙滩、陡崖或石灰岩山地上，常聚成群落，成片

分布，也能与其他物种形成较为优势的群落，或常见于各干热河谷的群落中。

以车桑子为建群种或共优种的灌丛在云南各干热河谷极为常见，尤其在金沙江

及其支流两岸山坡上分布极为广泛，常成片分布，或与余甘子 *Phyllanthus*

*emblica*、疏序黄荆 *Vitex negundo*f. *laxipaniculata*、龙舌兰 *Agave americana* 等物 种形成优势群落。在评价区虽然海拔较高，河谷已经不是典型的干热河谷，但 由于人类破坏等因素，当地环境已发生较大的改变，以车桑子为建群种的群落

出现于河谷两岸较为陡峭的山坡，这些地方人为干扰非常严重，经常遭受放

牧、火烧、砍伐等威胁，物种多样性消失殆尽，只形成了一个群落： 车桑子群

落（*Dodonaea viscosa* Comm.）。

该群落分布极为广泛，在云南各大河谷多有分布，在滇北金沙江河谷中也 极为常见。车桑子在评价区随处可见，但形成的群落仅零星分布于桂花河两侧

的陡峭山坡上。

该群落最显著的特点是外貌极为整齐，在夏天呈鲜绿色，灌木层高度为

1~2m，层盖度在 90%以上。物种较少， 建群种以车桑子最为优势，其他伴生灌 木较少，仅见有火棘 *Pyracantha fortuneana* 、白刺花 *Sophora davidii* 、帚枝鼠李 *Rhamnus virgata* 、华西小石积 *Osteomeles schwerinae*、云南山蚂蝗 *Desmodium*

*yunnanense* 、沙针 *Osyris quadripartita* 、野拔子 *Elsholtzia rugulosa* 、小雀花

*Campylotropis polyantha* 、牛筋条 *Dichotomanthes tristaniicarpa* 、黄花稔

*Sidaszechuensis* 、密蒙花 *Buddleja officinalis* 等。群落中的乔木幼树种类也稀

少， 主要以云南松 *Pinus yunnanensis* 、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* 、高山

锥 *Castanopsis delavayi* 、白柯 *Lithocarpus dealbatus* 、栓皮栎 *Quercus*

*variabilis* 、清香木 *Pistacia weinmannifolia* 、余甘子 *Phyllanthus emblica* 为主，说

明该地区人为干扰比较大，几乎丧失了恢复成林的可能性。

由于车桑子覆盖度较高， 草本层十分不发达，层盖度仅有 40%，种类也相对 较为匮乏，高度不足 1m，主要以禾本科最为优势， 如黄茅 *Heteropogon contortus* 、 旱茅 *Schizachyrium delavayi*、白健秆 *Eulalia pallens* 、蔗茅 *Erianthus rufipilus* 、孟 加拉野古草 *Arundinella bengalensis* 、华北剪股颖 *Agrostis clavata* 、细柄草 *Capillipediumparviflorum* 、荩草 *Arthraxon hispidus* 等，分布较广， 在局部区域能

形成单优群落。其他常见的草本植物有：破坏草 *Ageratina adenophora* 、秋英

*Cosmos bipinnata*、牡蒿 *Artemisia japonica*、鬼针草 *Bidens pilosa*、牛口刺 *Cirsium shansiense* 、蒲公英 *Taraxacum mongolicum* 、尼泊尔老鹳草 *Geranium nepalense* 、 滇 苦 菜 *Picris divaricata* 、 天 名 精 *Carpesium abrotanoides* 、 扁 穗 雀 麦 *Bromus catharticus* 、三脉紫菀 *Aster trinervius* subsp. *ageratoides*、云南兔儿风 *Ainsliaea yunnanensis*、华火绒草 *Leontopodiumsinense*、小蓬草 *Erigeron canadensis*、 香薷 *Elsholtzia ciliata* 、酢浆草 *Oxalis corniculata* 、戟叶酸模 *Rumex hastatus*、千 针万线草 *Stellaria yunnanensis*、假酸浆 *Nicandraphysalodes*、华扁穗草 *Blysmus sinocompressus* 、鼠麹草 *Gnaphalium affine* 、千里光 *Senecio scandens* 、尼泊尔酸 模 *Rumex nepalensis* 等。除此之外，在局部区域， 会形成以外来种破坏草、秋英

为优势的群落，说明当地原生植被破坏十分严重，导致外来种入侵。

群落中藤本植物极少，常见的有钝萼铁线莲 *Clematis peterae*、黑珠芽薯蓣

*Dioscoreamelanophyma*、马甲菝葜 *Smilax lanceifolia* 等。此外，未见附生植

物。

b.湖泊水生植被

湖泊水生植被包括湖泊、池塘、河川沟渠及积水沼泽地域的所有植被类

型，由于云南各大江河水流湍急、大片沼泽不多，很少有真正的水生植被群落

发育，一般都是在湖泊等静水区域才发育有水生植物群落。此外， 在湖区小

河、水沟、水池和龙潭等水流平缓处，偶然有水生植物群落发育。

评价区属于滇中高原湖泊群区域，但属于金沙江流域中山峡谷区，为金沙 江一级支流万马河上游，桂花河及其支流水浅而湍急，人为干扰历史长久， 大 多数水域并无水生植物群落发育，仅在部分水流平缓的河岸、池塘或水塘中 ， 偶然有水生植物出现，也几乎不成群落。目前，调查中发现输水管道终点碧么 水库浅水区有极为狭窄的水生植被发育， 仅有两种植被亚型：挺水植物群落及

沼泽植被和漂浮植物群落。

Ⅰ.挺水植物群落及沼泽植被

挺水植物群落的主要植物扎根于水底泥土中，植物体上部或叶挺出水面， 当干季水位下降，全株大都出露在空气中。挺水植物群落多分布于湖泊沿岸浅 水处，在密集生长的情况下，其下层伴生植物多为湿生的种类，而在上层覆盖

较为稀疏或根层不十分密集时，则常有漂浮植物甚至有些沉水植物伴生。评价

区仅发现一个群系：水蓼群落（*Phragmites australis* Comm.）。

本群系广布于我省湖滨、河漫滩低洼地以及田间浅水沟渠，旱季为沼泽湿 地，雨季水深 30cm 以内，残存在大部分湖泊沿岸地段，也见于浅水洼地及河 漫滩外缘，最高海拔达 2700m 或更高。群落生长地水深 0.3~0.7m ，干季水位下 降有时成为湿地，也有生长于地下水位很高的沼泽地，底质为泥土或沙土，也 可能砾石堆积地。本评价区调查仅发现一种群落：水蓼、稗、 喜旱莲子草群落

（*Persicaria hydropiper*, *Echinochloa crus-galli*, *Alternanthera philoxeroides*

Comm.）。

该群落盖度多在 60%以下，群落优势种为水蓼，茎叶在秋季多少呈红色， 花序穗状、粉红色，构成了群落的季相，伴生种类比较复杂，因地而异，通常

多为田间湿生杂草。

评价区的水蓼、稗、喜旱莲子草群落仅出现于碧么水库两岸浅水区，面积 不超过 1000m2 ，极为零星， 水深通常在 0.3m。群落高 0.5~1m ，有时密集，有 时稀疏，常一丛一丛出现于水域岸边，优势物种为水蓼 *Persicaria hydropiper* 和 稗 *Echinochloa crus-galli* ，其他伴生的水生植物极少，偶有漂浮植物浮萍 *Lemna*

*minor* 分布于其间，在岸边的沼泽地里还有大量的喜旱莲子草

*Alternanthera philoxeroides* 侵入，构成了整个群落的结构。

Ⅱ.漂浮植物群落

组成本类型的植物均漂浮于水面，或根悬浮于水中，有的仅有无根的叶状 体，大都能随水流和风浪漂移，因此群落的组成和结构常不固定。在云南主要 的漂浮植物群落常有凤眼蓝群落、大薸群落、 满江红和槐叶蘋群落、浮萍和紫 萍群落。在本评价区，仅发现有 1 个物种能聚成群，并形成群落，常常出现于

河边、池塘等水体：浮萍群落（Form. *Lemna minor*）。

本群落多分布于本省海拔 2300m 以下的水塘、湖湾中，水深不限，但水体 肥力较高。浮萍 *Lemna minor* 广布于云南亚热带的水田、池塘、水沟及静风的 湖湾，特别是肥力高的污水坑，和冬天水秧田达到最大的繁盛。 群落外貌嫩绿 色，无数细小的片状个体紧密相连，覆盖水面，总高度常达 100% ，群落中浮萍 最大优势，特别在大多数封闭的积水肥坑，浮萍迅速繁殖成为十分茂密的单优

群落。而在水流缓慢的河道或沟渠中，浮萍常与凤眼蓝混杂一起，构成了该地

区漂浮植物的主要成员。

本群落在碧么水库的优势种为浮萍 *Lemna minor*，在某些风小的静水区域

常常聚集， 覆盖于水面，与常见的紫萍 *Spirodela polyrhiza* 、满江红

*Azollaimbricata* 组成了该地区最常见的漂浮植物群落，出没于河道、沟渠、水

田和池塘中，有时也能形成单优群落。

c.人工植被

评价区的人工植被可以分为经济林（园地）和耕地两种类型，总面积约 175.28hm2 ，占评价区面积的 21.36％（表 <2.7.3.4>）。经济林的面积约 38.69hm2， 占评价区面积的 4.72％； 耕地的面积较大，达到 136.59hm2 ， 占评价区面积的 16.65％。 其中，水田面积约 18.14hm2 ， 占评价区面积的 2.21％；水田面积约 118.45hm2 ，占评价区面积的 14.44％。足见本区农业生产的历史悠久， 农业生产

较为发达。

表 **3.2-23** 评价区各植被类型面积

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 植被  属性 | 植被亚型 | 群系 | 分布情况 | 面积  （**hm2** ) | 占评价  区总面  积的比  例  （**%**） |
| ①自  然植  被  （含  萌  生、  次生  植  被） | Ⅰ. 半湿润常 绿阔叶林 | 滇青冈林 | 在库区、引水、引洪和输水管两侧  较陡峭沟谷有零星分布，分布海拔  范围大约为 1950~2400m，残存于  沟谷中 | 34.38 | 4.19 |
| Ⅱ. 落叶阔叶 林 | 尼泊尔桤木 林 | 零星分布于库区、输水管线两侧海 拔 2400m 以下区域 | 5.15 | 0.63 |
| III. 干热河谷  硬叶常绿栎  类林 | 锥连栎林 | 库区两侧两侧较陡峭沟谷有零星分 布，海拔仅限于 2100m 以下 | 15.38 | 1.87 |
| IV. 暖温性 针叶林 | 云南松林 | 在评价大面积分布 | 210.79 | 25.69 |
| V. 干热性稀 树灌木草丛 | 含锥连栎、  车桑子的中 草草丛 | 零星分布于在河谷坡面山地， 是锥  连栎被破坏后形成的次生植被，海  拔一般不超过 2100m 受人为扰动  较大的山坡 | 40.3 | 4.91 |
| VI. 暖温性  稀树灌木草  丛 | 含云南松和  珍珠花的中  草草丛 | 分布在河谷坡面山地，受人为扰动 较大的山坡 | 172.87 | 21.07 |
| VII. 暖性石 灰岩灌丛 | 铁仔灌丛 | 分布较广，在人为扰动较大的山坡 皆有分布 | 60.46 | 7.37 |
| 车桑子灌丛 | 零星分布于库区，海拔 2200m 以 下 | 28.05 | 3.42 |
| ②人 | I. 农田植被 | 水田植被 | 零星分布在村寨附近水利条件较好 | 18.14 | 2.21 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 植被  属性 | 植被亚型 | 群系 | 分布情况 | 面积  （**hm2** ) | 占评价  区总面  积的比  例  （**%**） |
| 工植  被 |  |  | 的地方，主要种植水稻 |  |  |
| 旱地植被 | 分布在村寨附近水利条件较差的地  方，主要种植玉米、蔬菜等作物 | 118.45 | 14.44 |
| II. 经济林及 经济作物 | 核桃园等 | 拟建水库引水、 引洪和输水管道两 侧的村庄均栽培 | 38.69 | 4.72 |
| 其他 | | 水域 | 桂花河、马龙河及其支流、山间的 箐沟和水库、池塘等 | 35.45 | 4.32 |
| 公路、道路 | 原老公路及乡间公路 | 27.8 | 3.39 |
| 采土场 | 水库建设采土场 | 4.35 | 0.53 |
| 居民点 | 村庄、工厂及其生活区 | 10.24 | 1.25 |
| 合计 | | | | 820.5 | 100.00 |

Ⅰ.经济林

评价区的经济林主要是核桃园和桃园，其中核桃园的面积最大，主要分布

在水湿条件较好坡耕地。这几年核桃价格不断上涨，刺激了核桃种植业的扩

大，低海拔地区较为平缓，或者坡度不超过 35° 的低海拔山地、耕地主要种植

了核桃。

Ⅱ.农作物

评价区是传统的农业生产区，具有大量的农田、农地。 农田及农地所在地 段较为开阔平缓、土层深厚。 其中农田种植水稻；农地主要种植烟草、玉米、 果蔬等，其中玉米分布面积最大，在农地边主要分布着一些热带地区常见的杂

草如紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、藿香蓟 *Ageratum conyzoides*、蒿多种

*Artemisia* spp.、莎草多种 *Cyperus* spp. 、鬼针草 *Bidens pilosa*、白酒草 *Conyza*

*japonica*、臭灵丹 *Laggera alata* 等。

农地周边也有一些零星残存或次生的阳性乔灌木树种，如清香木 *Pistacia weinmannifolia*、余甘子 *Phyllanthus emblica* 、斑鸠菊 *Vernonia esculenta*、薄叶鼠

李 *Rhamnusleptophylla*、悬钩子多种 *Rubus* spp.等。

此类农田农地植被，缺乏当地的原生物种，更没有珍稀濒危特有保护植物。

⑤维管植物调查

评价区及附近地区共记录维管植物有 132 科 358 属 499 种。蕨类植物共 20 科 23 属 40 种、种子植物共 112 科 335 属 459 种。其中，裸子植物 3 科 5 属 7

种；被子植物 109 科 330 属 452 种，包含单子叶植物 17 科 64 属 82 种、双子叶

植物 92 科 266 属 370 种。其中，自然分布的植物分属 122 科 301 属 417 种，占

总种数的 83.56%；人工栽培的植物分属 40 科 69 属 82 种， 占总种数的 16.43%，

可见当地的人类活动历史悠长， 栽培植物在当地生物多样性中占了比较多的比重。

表 **3.2-24** 评价区维管植物组成情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 植物类群 | | 统计项目 | | |
| 科 | 属 | 种 |
| 蕨类植物 | | 20 | 23 | 40 |
| 种子植物 | 裸子植物 | 3 | 5 | 7 |
| 被子植物 | 109 | 330 | 452 |
| 合计 | | 132 | 358 | 499 |

⑥评价区植物区系组成

评价区植物区系属于泛北极植物区中国-喜马拉雅植物亚区-云南高原地区

的滇中高原小区（李锡文 1995）。

评价区共有种子植物 112 科 335 属 459 种，其中自然分布的种子植物共有

102 科 278 属 377 种。

表 **3.2-25** 评价区植物区系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地理成分(根据吴征镒， 1991) | 属数 | 占总数% |
| 1. 世界分布 | 39 | 16.38 |
| 2. 泛热带分布 | 63 | 22.66 |
| 3. 热带亚洲和热带美洲间断分布 | 8 | 2.88 |
| 4. 旧世界热带分布 | 15 | 5.40 |
| 5. 热带亚洲和热带大洋洲分布 | 9 | 3.24 |
| 6. 热带亚洲和热带非洲分布 | 8 | 2.88 |
| 7. 热带亚洲分布 | 22 | 7.91 |
| 热带成分合计(2-7) | 125 | 39.21 |
| 8. 北温带分布 | 54 | 19.42 |
| 9. 东亚和北美间断分布 | 13 | 4.68 |
| 10. 旧世界温带分布 | 17 | 6.12 |
| 11. 温带亚洲分布 | 1 | 0.36 |
| 12. 地中海、西亚至中亚分布 | 3 | 1.08 |
| 13. 中亚分布 | 1 | 0.36 |
| 14. 东亚分布 | 20 | 7.19 |
| 温带成分合计（8- 14） | 109 | 44.96 |
| 15. 中国特有分布 | 5 | 1.80 |
| 总计 | 278 | 100 |

分析结果表明，评价区内自然分布的种子植物区系全部 278 个属，中国所

有的 15 个植物区系地理分布类型都在这一地区出现。其中，世界分布类型占

16.38%，热带分布类型占 39.21%，温带分布类型占 44.96，中国特有占

1.80%。相对而言，温带成分相对比较多，与云南植被中描述滇中高原的植物区

系组成基本接近一致。 本评价区属于滇中高原核心区，处于热带向温带过渡的

区域，既有热带成分，也有亚热带成分。另外，评价区植被类型在水平地带性 上滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区，滇中高原盆谷滇青冈林、 元江锥林、云南松林区。中山以上地区，植物区系以温带分布类型为主，分布 有大量的温带植物，而低海拔地区则以以热带和亚热带分布属种为主， 与温带 区系混杂， 植物区系成分混杂，这一特征反映了该地区植物区系与其他地区具

有广泛的联系。

该地区历史上人为干扰较大，栽培物种较多。 其中，记录的维管植物有 132 科 358 属 499 种，人工栽培的植物有 40 科 69 属 82 种；种子植物 112 科 335 属 459 种，自然分布的种子植物有 102 科 278 属 377 种。数据表明，很多

温带分布的植物在评价区的山地消失。

a.世界分布。指遍布世界各大洲而没有特殊分布中心的属，或虽有一个或 数个分布中心而包含世界分布种的属。 评价区属于此分布型的有 39 属，占总数

的 16.38%。常见的如剪股颖属 *Agrostis* 、银莲花属 *Anemone* 、蒿属 *Artemisia*、

黄耆属 *Astragalus* 、鬼针草属 *Bidens* 等。此类分布型属的植物多数为草本，如 莎草属 *Cyperus* 、飞蓬属 *Erigeron* 、大戟属 *Euphorbia* 、牛膝菊属 *Galinsoga* 、拉

拉藤属 *Galium* 、龙胆属 *Gentiana* 、老鹳草属 *Geranium* 等。

**b.**泛热带分布及其变型。 泛热带分布属指普遍分布于东、西两半球热带，

和在全世界热带范围内有一个或数个分布中心，但在其他地区也有一些种类分 布的热带属，有不少属广布于热带、亚热带甚至到温带。 评价区属于此分布型 的有 63 属，占总数的 22.66% 。常见的乔木属有合欢属 *Albizia* 、朴属 *Celtis* 、柿

属 *Diospyros* 、榕属 *Ficus* 等；灌木属有车桑子属 *Dodonaea* 、花椒属

*Zanthoxylum* 、紫金牛属 *Ardisia* 、厚皮香属 *Ternstroemia* 等；草本属如球穗草属

*Hackelochloa* 、黄茅属 *Heteropogon* 、凤仙花属 *Impatiens* 、木蓝属 *Indigofera*、

马缨丹属 *Lantana* 、半边莲属 *Lobelia* 、牛奶菜属 *Marsdenia* 等； 藤本植物则有

南蛇藤属 *Celastrus*、薯蓣属 *Dioscorea* 、素馨属 *Jasminum* 、菝葜属 *Smilax* 等。

**c.**热带亚洲和热带美洲间断分布。指间断分布于美洲和亚洲温暖地区的热 带属，在东半球从亚洲可能延伸到澳大利亚东北部或西南太平洋岛屿。 评价区 属于此分布型较少，仅有 8 属，占总数的 2.88%。此分布型在本区出现的主要

为龙舌兰属 *Agave* 、秋英属 *Cosmos* 、黄杞属 *Engelhardtia* 、柃木属 *Eurya* 、白珠

树属 *Gaultheria* 、木姜子属 *Litsea* 、安息香属 *Styrax* 、旱金莲属 *Tropaeolum* 为代 表，这些属在评价区出现的种类通常是当地阔叶林或针阔混交林物种的主要组

成成分。

**d.**旧世界热带分布及其变型。指分布于亚洲、非洲和大洋洲热带地区及其 邻近岛屿的属。 评价区属于此分布型的有 15 属，占总数的 5.40%，多为延伸到 温带的属，如牛膝属 *Achyranthes* 、荩草属 *Arthraxon* 、雨久花属 *Eichhornia* 、黄

金茅属 *Eulalia* 、白饭树属 *Flueggea* 、爵床属 *Justicia*、菅属 *Themeda* 等。

**e.**热带亚洲至热带大洋洲分布。指旧世界热带分布区的东翼，其西端有时 可达马达加斯加，但一般不到非洲大陆。 评价区属于此分布型的 9 属，占总数 的 3.24%，如臭椿属 *Ailanthus* 、杜英属 *Elaeocarpus* 、瓜馥木属 *Fissistigma* 、糯

米团属 *Gonostegia* 、野牡丹属 *Melastoma* 、梁王茶属 *Nothopanax* 、石仙桃属

*Pholidota* 、茅瓜属 *Solena* 、水锦树属 *Wendlandia*、

**f.**热带亚洲至热带非洲分布及其变型。指旧世界热带分布区的西翼，即从 热带非洲至印度-马来西亚(特别是其西部) ，有的属也分布到斐济等南太平洋岛

屿，但不见于澳大利亚大陆。 评价区属于此分布型的有 8 属，占总数的

2.88% 。该区出现的此类型属也多为主要分布到温带地区的属如水麻属

*Debregeasia* 、姜花属 *Hedychium* 、芒属 *Miscanthus* 、铁仔属 *Myrsine* 、香茶菜属

*Rabdosia* 、鸟足兰属 *Satyrium* 等。

**g.**热带亚洲**(**印度**-**马来西亚**)**分布及其变型。热带亚洲是旧世界热带的中心 部分，热带亚洲分布的范围包括印度、斯里兰卡、中南半岛、印度尼西亚、加 里曼丹、菲律宾及新几内亚等，东可达斐济等南太平洋岛屿，但不到澳大利亚

大陆，其分布区的北部边缘，到达我国西南、华南及台湾，甚至更北地区。

评价区属于此分布型的有 22 属，占总数的 7.91% 。其中，热带亚洲广布的 青冈属 *Cyclobalanopsis* 、茶梨属 *Anneslea* 、木荷*Schima* 、润楠属 *Machilus* 、毒 药树属 *Sladenia* 等为阔叶林中具有显著群落学意义的乔灌木的代表；水蔗草属 (*Apluda*)、舞花姜属（*Globba*）等则为林下多见的草本。鸡屎藤属 (*Paederia*)等

为林下常见藤本。

**h.**北温带分布及其变型。 指广泛分布于欧洲、亚洲和北美洲温带地区的

属，由于历史和地理的原因，有些属沿山脉向南延伸到热带山区，甚至到南半

球温带，但其原始类型或分布中心仍在北温带。 评价区属于此分布型的有 54

属，占总数的 19.42% 。许多此类型的属往往是该地常绿阔叶林、针阔混交林或

针叶林的建群种、优势种或重要成分，如桤木属 *Alnus*、桦木属 *Betula*、栎属

*Quercus*、槭属 *Acer* 、杜鹃花属 *Rhododendron*、蔷薇属 *Rosa*、花楸属 *Sorbus*、

绣线菊属 *Spiraea* 、荚蒾属 *Viburnum* 等。此外，草本属在该类型中所占的比重

较大，如香青属 *Anaphalis*、紫菀属 *Aster*、天南星属 Arisaema 、扁穗草属

*Blysmus* 、柴胡属 *Bupleurum* 、风轮菜属 *Clinopodium*、薄荷属 *Mentha*、夏枯草

属 *Prunella* 等，它们大多是当地不同类型群落中草本层的主要组成成分。

**i.**东亚和北美洲间断分布及其变型。 指间断分布于东亚和北美洲温带及亚热 带地区的属。 评价区属于此分布型的有 13 属，占总数的 4.68% 。本类型中，乔

木有锥属 *Castanopsis* 、柯属 *Lithocarpus* 、漆属 *Toxicodendron* 、长喙木兰属

*Lirianthe* 等，这些属的许多种类在该地区系及群落学上均具有非常重要的意

义；灌木以珍珠花属 *Lyonia* 、石楠属 *Photinia* 、马醉木属 *Pieris* 等为代表，这些

常为当地常绿阔叶林下的重要组成成分；草本中如落新妇属 *Astilbe* 等。

**j.**旧世界温带分布及其变型。指广泛分布于欧洲、亚洲中高纬度的温带和 寒温带，或最多有个别延伸到北非及亚洲-非洲热带山地或澳大利亚的属。 评价 区属于此分布型的有 17 属，占总数的 6.12% 。本区的此分布型属的特点是：除

栒子属 *Cotoneaster*、火棘属 *Pyracantha* 、梨属 *Pyrus* 等少数几个属为木本外，

其余均为草本，以天名精属 *Carpesium* 、川续断属 *Dipsacus* 、羊耳菊属

*Duhaldea* 、香薷属 *Elsholtzia* 、荞麦属 *Fagopyrum* 、益母草属 *Leonurus* 等为代

表。

**h.**温带亚洲分布。指分布区主要局限于亚洲温带地区的属，其分布区范围

一般包括从中亚至东西伯利亚和东北亚，南部界限至喜马拉雅山区，我国西

南、华北至东北，朝鲜和日本北部。也有一些属种分布到亚热带，个别属种到

达亚洲热带，甚至到新几内亚。 评价区属于此分布型的仅 1 属，杭子梢属

*Campylotropis*。

**i.**地中海区、 西亚至中亚分布及其变型。指分布于现代地中海周围，经过西 亚和西南亚至中亚和我国新疆、青藏高原及蒙古高原一带的属。 评价区属于此

分布型的有 3 属，占总数的 1.08%，如常春藤属 *Hedera* 、沙针属 *Osyris* 、黄连

木属 *Pistacia*。

**j.**中亚分布。指仅分布于中亚，延伸至云南高原的属。 评价区属于此分布型

的有 1 属，即冬青属 *Ilex* 。这表明本区系与地中海地区的联系十分微弱。

**k.**东亚分布。指的是从东喜马拉雅一直分布到日本的属。 评价区属于此分 布型的有 20 属，占总数的 7.19% 。木本种类主要以南酸枣属 *Choerospondias* 、 柏木属 *Cupressus* 、栘衣属 *Docynia* 、青荚叶属 *Helwingia* 、侧柏属 *Platycladus* 、 扁核木属 Prinsepia 为代表，这些均为常绿或落叶的乔木、灌木，多为该地常绿 阔叶林、针阔混交林中的重要成分。草本主要有兔儿风属 *Ainsliaea* 、沿阶草属 *Ophiopogon* 、吉祥草属 *Reineckea* 、石莲属 *Sinocrassula* 、半夏属 *Pinellia* 、合耳 菊属 *Synotis* 等，这些属的种类往往是当地不同类型群落中草本层的优势或常见

成分。

**l.**中国特有分布。以云南或西南诸省为分布中心， 向东北、东或西北方向辐 射并逐渐减少，主要分布于秦岭- 山东以南的亚热带和热带地区。 评价区属于此

分布型的有 5 属，占总数的 1.80%，如牛筋条属 *Dichotomanthes* 、油杉属

*Keteleeria* 、地涌金莲属 *Musella* 、松属 *Pinus* 、翅茎草属 *Pterygiella*。

评价区内世界分布、外来物种引种及栽培植物的种类较多。这是由于当地经 济开发历史久远、人口密集， 尤其是近年来当地经济开发迅猛， 人类活动对植被 和环境破坏很大， 当地生长的植物区系已经受到较为严重的人为干扰。原生植物 退缩到一些不可耕种的陡坡、岩石、缺水地区， 区系成分较为复杂， 很多外来物 种已成为先锋物种， 侵入当地生态系统中， 如破坏草、秋英、黑荆木、喜旱莲子

草等，已改变了原有的区系组成。

⑦重点保护植物及名木古树资源

a.重点保护植物

在本项目现场调查爱好期间，评价区内没有发现国家级和云南省级重点保

护植物。

根据《国家重点保护野生植物名录》 （国家林业和草原局 农业农村部公告

2021 年第 15 号），《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》（1989）等资

料，调查期间评价区没有发现国家级和省级保护野生植物。 根据 2012 年国家林

业局（现国家林业和草原局）和国家发展和改革委员会联合下发了“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），最新出版的《云南省极小种群野生植物保护名录（2021

版）》等资料显示，调查期间评价区没有发现极小种群野生植物。根据《中国生 物多样性红色名录— 高等植物卷》（2013 年），评价区内没有发现受威胁的高等

植物。

本区域属于金沙江流域中山峡谷地区， 沿线人口居住稠密，耕种历史长， 植被破坏严重，人为干扰非常剧烈，很少有保护植物出现，在调查期间评价区 内没有发现任何保护植物。假如在后续的施工期、运营期等过程发现国家重点 保护植物、极小种群野生植物或珍稀濒危植物，应根据国家法律法规按照植物

保护的流程设法予以针对性保护，如迁地保护、挂牌等。

b.名木古树

按照全国绿化委员会、国家林业局文件（全绿字﹝2001﹞15 号）对古树名 木的界定，古树指树龄在 100 年以上的树木；名木指在历史上或社会上有重大 影响的中外历代名人、领袖人物所植或者具有极其重要的历史、文化价值、纪 念意义的树木。古树名木的分级及标准：古树分为国家 I 、II 、III 级，国家 I 级 古树树龄 500 年以上， 国家 II 级古树 300-499 年，国家 III 级古树 100-299 年。

国家级名木不受年龄限制，不分级。

据野外实地调查， 昙华山风景名胜区附近有上百株侧柏为名木古树，但距

离最近的工程尚远，超过 5 公里，工程对此处的影响微乎其微。

调查期间， 评价区内没有发现名木古树。 假如在后续的施工期、运营期等 过程发现名木古树，因根据国家法律法规按照植物保护的流程设法予以挂牌保

护。

c.评价区特有植物

依据《楚雄市紫溪山省级自然保护区综合科学考察报告》、《紫溪山省级自 然保护区种子植物区系多样性特征》和《云南大姚昙华山地区种子植物区系调

研》等文献资料，经过现场调查，评价范围内未发现楚雄市狭域特有植物。

如果在未来流域内进行调查时发现新的狭域特有植物，建议立时联系当地林

草部门进行针对性保护。

d.评价区主要资源植物

据不完全统计， 评价区资源植物可分为 6 类， 即用材树种、药用植物、观赏

花卉、绿化美化植物、蜜源植物、野生蔬菜等，分述如下：

I.材用树种：云南松 *Pinus yunnanensis* 、云南油杉 *Keteleeria evelyniana*、侧 柏 *Platycladus orientalis* 、尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis* 、杉木 *Cunninghamia lanceolata* 、白柯 *Lithocarpus dealbatus*、元江锥 *Castanopsis orthacantha* 、高山锥 *Castanopsis delavayi* 、 滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* 、 栓 皮 栎 *Quercus variabilis* 、黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi* 、锐齿槲栎 *Quercus aliena* var. *acutiserrata* 、糙皮桦 *Betula utilis* 、胡桃 *Juglans regia* 、棕榈 *Trachycarpus fortunei*

等；

II.药用植物：芫荽 *Coriandrum sativum*、繁缕 *Stellaria media*、栓皮栎 *Quercus variabilis* 、黄花稔 *Sidaszechuensis* 、松柏钝果寄生 *Taxilluscaloreas* 、金花小檗 *Berberis wilsoniae* 、 野 漆 *Toxicodendron succedaneum* 、 短 葶 飞 蓬 Erigeron breviscapus 、 大 狼 毒 *Euphorbia jolkinii* 、 茅瓜 *Solena heterophylla* 、 川 续 断 *Dipsacus asperoides*、柿树 *Diospyros kaki* 、土瓜狼毒 *Euphorbia prolifera* 、霸王鞭

*Euphorbia royleana* 、白饭树*Flueggeavirosa* 、马桑 Coriaria nepalensis 等；

III.花卉植物：云南含笑*Michelia yunnanensis*、木香花*Rosa banksiae*、李 *Prunus salicina*、矮探春 *Jasminum humile* 、美丽马醉木 *Pieris formosa* 、Don 金花小檗 *Berberis wilsoniae*、滇姜花 *Hedychium yunnanense*、短葶飞蓬 *Erigeron breviscapus*、 天竺葵 *Pelargonium hortorum* 、密蒙花 *Buddleja officinalis* 、三脉紫菀 *Aster ageratoides*、白背枫 *Buddleja asiatica*、三脉紫菀 *Aster ageratoides*、牛口刺 *Cirsium*

*shansiense*、流苏贝母兰 *Coelogynefimbriata*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea* 等；

IV.绿化植物：青榨槭 *Acer davidii* 、鸡爪槭 *Acer palmatum* 、马桑 *Coriaria nepalensis* 、尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis* 、络石 *Trachelospermum jasminoides*、水 红木 *Viburnum cylindricum*、杉木 *Cunninghamia lanceolata*、垂柳 *Salix babylonica* 、 元江锥 *Castanopsis orthacantha* 、 云 南 松 *Pinus yunnanensis* 、 云 南 山 梅 花 *Philadelphus delavayi*、西南栒子 *Cotoneaster franchetii* 、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* 、 白柯 *Lithocarpus dealbatus* 、云南油杉 *Keteleeria evelyniana*、侧柏

*Platycladus orientalis*、高山锥 *Castanopsis delavayi*、栓皮栎 *Quercus variabilis* 等；

V.芳香油植物：云南松 *Pinus yunnanensis*、扁核木 *Prinsepia utilis*、木香花

*Rosa banksiae*、水红木 *Viburnum cylindricum* 、余甘子 *Phyllanthus emblica* 、红叶 木姜子 *Litsea rubescens* 、滇白珠 *Gaultheria leucocarpa* var. *yunnanensis* 、野拔子 *Elsholtzia rugulosa*、芫荽 *Coriandrum sativum* 、小蜡 *Ligustrumsinense* 、粗糠柴

*Mallotus philippinensis* 、苎麻 *Boehmeria nivea*、铁仔 *Myrsine africana* 等；

VI.野生蔬菜：蕺菜 *Houttuyniacordata* 、粘山药 *Dioscorea hemsleyi* 、宽叶

韭 *Allium hookeri*、薄荷 *Mentha canadensis* 、扁核木 *Prinsepia utilis* 、苦荞麦

*Fagopyrum tataricum* 、粗毛碎米荠 *Cardamine hirsuta* 、假酸浆 *Nicandra*

*physalodes* 、蕨 *Pteridiumaquilinum* var. *latiusculum* 、毛轴蕨 *Pteridium*

*revolutum* 、野茼蒿 *Crassocephalum crepidioides* 、水麻 *Debregeasia orientalis* 、扁

核木 *Prinsepia utilis* 、紫苏 *Perilla frutescens*、柳叶菜 *Epilobiumhirsutum* 等。

评价区及其周边地区栽培植物种类繁多、资源丰富， 主要为亚热带经济作物， 其中较常见的有核桃、桃、苹果、烟草、柑橘等， 这些经济作物不仅产量高， 市

场和销路也较广，是当地百姓的重要经济来源。

（4）野生陆生动物现状调查及评价

①调查范围、时间和方法

a.调查范围和时间

Ⅰ.调查范围

本次野生动物现状调查范围楚雄市大姚桂花水库工程评价区，含水库坝址、 淹没区、引水工程、引洪工程、新建道路、渣场、生活区等工程设施外延 300m 范围， 主要调查兽类（哺乳类）、鸟类、爬行类和两栖类 4 个陆生脊椎动物类群。 本项目不涉及自然保护区和风景名胜区， 由于调查期间处于禁渔期， 鱼类采用文 献资料、田野调查和实际访谈获取信息。调查内容包括各类群动物的组成情况、

资源现状及生境特点等。

Ⅱ.调查时间

实地调查为 2022 年 4 月 1~3 日； 2022 年 7 月 2~5 日； 2022 年 10 月 11~13 日；2023 年 2 月 4~6 日，有效调查时间为 11 天，调查期间均为多云或阴云天气。 在调查时段上，上午 12 时之前及下午 16:30 之后主要进行路线调查，其余时段

主要进行访问调查、非线路区调查及外围水库、河流及湿地调查。

b.调查方法

鉴于各陆生脊椎动物类群生物学和生态学特点， 本次调查主要采用了路线调 查、位点（样点） 调查、访问调查以及生境判定法。调查期间， 除了对调查路线 和调查位点出现的动物进行记录以外， 对出现在调查区， 但未出现在调查路线和 位点的动物也进行记录。此外， 对调查区内出现的国家级和云南省级保护动物发

现点进行定位记录。

Ⅰ.踏查和生境分类

2022 年 4 月 1~3 日； 2022 年 7 月 2~5 日； 2022 年 10 月 11~13 日； 2023 年 2 月 4~6 日，对评价区进行了全面踏查， 对调查区的野生动物生境类型和交通条 件进行了摸查， 为调查路线选择提供了依据和参考。基于踏查结果， 将调查区的 野生动物生境划分为 5 类， 即森林、灌草丛、旱地、水域滩涂和居民区， 具体定

义如下：

森林：自然形成或人工种植的森林区域， 调查区内森林主要为云南松林和半

湿润常绿阔叶林。

灌草丛：林间空地、森林边缘、旱地地埂和围界自然形成的灌草丛区域。

旱地：调查区内的旱地区域。

水域滩涂：主要为项目周边的河流、水库及周边滩涂地带。

居民区：调查区内的村庄，含村庄四旁树及绿地。

Ⅱ.路线调查

在调查区内根据不同海拔、不同生境布设调查路线。基于以上前提， 主要利 用调查区内现有的公路、小路、便道、机耕道路作为调查路线， 沿途利用卡尔蔡 司、尼康等品牌的 8×25 双筒望远镜进行观察记录路线两侧（视野范围内， 不定 宽）出现的动物尸体和踪迹（粪便、足迹、羽毛等），鉴定其种类，记录个体数 量以及生境类型等资料。在调查过程中， 对调查路线沿途听到动物鸣声也进行鉴 定记录。本次调查共设置调查路线 25 条，共约 32.75km，调查路线布设情况见

附图 16。

Ⅲ.位点（样点）调查

主要用于桂花河及其支流等河流、碧么水库等周围水库（水塘） 的鸟类调查 以及村庄的动物调查。在水库周边视野较为开阔区域以及村庄内设置调查位点，

利用 8×25 双筒望远镜对位点周边（不定半径）出现的动物进行观察记录。

Ⅳ.访问调查

由于调查季节、调查时间的限制， 且部分动物的警惕性较高， 在实地调查过

程中难以遇见， 故访查调查可有效收集调查区内辨识度较高的动物资料。本次访 查对象主要为调查区内的居民和劳作人员等。访查内容主要为： 调查区及周边可 见的大中型动物主要有哪些； 当地历史上和现在是否存在狩猎习俗， 主要狩猎对 象有哪些； 当地是否有毒蛇分布， 大概特征是什么； 当地主要的食用蛙类有哪些； 在调查区是否有分布； 周边是否有秋季夜间上山采用灯光或火光捕鸟的情况； 秋 季夜间是否有鸟类飞入村舍的现象； 秋季夜间是否听到鸟叫声； 调查区周边是否

有秋季捕鹰场所。

除此之外，也利用《中国兽类野外手册》（史密斯等，2009）、《中国鸟类野 外手册》（约翰·马敬能等， 2000）、《中国鸟类观察手册》（刘阳和陈水华， 2021） 和《中国爬行动物图鉴》（中国野生动物保护协会，2002）的图片请当地居民进

行辨识，收集当地陆生动物资料。参考了以下文献资料：

岩道, 韩联宪, 程闯等. 紫溪山云南松林春季鸟类的垂直空间分布(J). 西南

林业大学学报, 2012, 032(001): 69-73.

冯莹莹, 李奇生, 梁丹等.云南紫溪山自然保护区近十年冬季鸟类记录©//第 十三届全国野生动物生态与资源保护学术研讨会暨第六届中国西部动物学学术

研讨会论文摘要集. 2017.

冯莹莹, 李奇生, 梁丹, 等. 云南紫溪山冬季鸟类丰富度年间变化研究(J).西

南林业大学学报, 2019, 039(004): 110- 115.

②价区陆生动物调查

评价区在中国动物地理二级区划中属于东洋界、中印亚界、西南区、西南山 地亚区，在云南陆栖脊椎动物地理三级区划中属于西南山地亚区、滇中高原小区。 桂花水库工程两侧森林植被覆盖率相对较低， 引水区、引洪区和输水管道沿线虽 然植被覆盖率较高， 但长期受人为活动干扰影响， 评价区不是大型哺乳动物活动 区域， 区域内种群数量相对较多的是较适应人类的物种。根据实地调查、访谈和 查阅相关文献资料，评价区及附近地区分布有陆栖脊椎动物 24 目 70 科 131 属 170 种， 其中： 两栖类 1 目 7 科 13 属 17 种， 爬行类 1 目 6 科 15 属 18 种， 鸟类 15 目 44 科 80 属 105 种， 哺乳类 7 目 13 科 23 属 30 种。具体分布在各纲中的数

量状况参见下表。

表 **3.2-26** 陆栖脊椎动物各纲下分类阶元数量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 目 | 科 | 属 | 种 |
| 两栖类 | 1 | 7 | 13 | 17 |
| 爬行类 | 1 | 6 | 15 | 18 |
| 鸟类 | 15 | 44 | 80 | 105 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 哺乳类 | 7 | 13 | 23 | 30 |
| 小计 | 24 | 70 | 131 | 170 |

a.两栖类

评价区记录分布有两栖动物 17 种，隶属于 1 目 7 科 13 属，两栖动物种类、

数量不多。具体种类见下表。

表 **3.2-27** 评价区两栖动物组成统计表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 目 | 科 | 种数 |
| 无尾目 ANURA | 角蟾科 Megophryidae | 1 |
| 蟾蜍科 Bufonidae | 2 |
| 雨蛙科 Hylidae | 1 |
| 树蛙科 Rhacophoridae | 1 |
| 姬蛙科 Microhylidae | 4 |
| 叉舌蛙科 Dicroglossidae | 1 |
| 蛙科 Ranidae | 7 |
| 合计： 1 目 | 7 科 | 17 种 |

评价区域海拔差异不大， 库区森林植被分布较为稀疏， 而引水工程、引洪工 程和输水工程区域森林植被分布较多， 稀树灌木草丛和耕地植被居多， 显示出评 价区受人为干扰突出， 两栖动物种类、数量不多。常见种类为饰纹姬蛙、黑眶蟾 蜍、棘胸蛙等； 沼水蛙、沼蛙、滇蛙等现为偶见种； 中华蟾蜍、黑斑蛙、棕点湍

蛙等在区域内少见。

评价区分布的 17 种两栖动物均属于东洋界成分，其中广布于东洋界各区的 有 10 种，西南区的 5 种，华南和西南两区共有种 2 种，分别占种数的 58.82%、 29.41%和 11.76%，说明该地区的两栖动物以东洋界、西南区的成分为主， 华南、 西南和华中共有次之。在评价区范围内分布的 17 种两栖动物中，均为云南省常

见物种，分布较广，未发现国家级和云南省级保护物种。

b.爬行类

根据对评价区及邻近地区现场调查及文献记载， 影响区及评价区分布有爬行 动物 18 种， 隶属 1 目 6 科 15 属， 评价区爬行动物种类、数量不多。具体种类见

下表。

表 **3.2-28** 评价区爬行动物组成统计表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 目 | 科 | 种数 |
| 有鳞目 SQUAMATA | 壁虎科 Gekkonidae | 3 |
| 石龙子科 Scincidae | 2 |
| 蛇蜥科 Anguidae | 2 |
| 鬣蜥科 Agamidae | 1 |
| 蝰科 Viperidae | 3 |
| 游蛇科 Colubridae | 7 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 合计： 1 目 | 6 科 | 18 |

评价区域海拔差异不大， 区域内灌丛植被分布广泛， 但受人为干扰突出， 爬 行动物种类、数量不多。中国壁虎、丽纹攀蜥、铜蜓蜥、中国石龙子、黑眉锦蛇 等为区域内常见种类； 云南半叶趾虎、细脆蛇蜥、斜鳞蛇、紫灰蛇、赤练蛇、蝮

蛇、灰鼠蛇、红脖颈槽蛇等区域内少见。

从区系组成情况看，两栖爬行动物区系的组成主要是西南地区的物种成分。 统计各区系成分所占的比例，绝大多数是广布于东洋界各区的，有 12 种，占所 有该类物种数的 66.67%；其次为东洋界西南区成分，共有 3 种， 占所有该类物 种数的 16.67%；华南区成分有 1 种， 占所有该类物种数的 5.56%；华南、华中共 有的物种有 1 种，占所有该类物种数的 5.56%；华南、西南共有的物种有 1 种， 占所有该类物种数的 5.56%。可见，广布于东洋界各区的物种及西南区成分的物 种成分最多， 华中或华南独有的物种成分比较少。各个物种所隶属的动物地理区

划情况及相对数量、分布范围等详见附录 4-2。

c.鸟类

根据对评价区及邻近地区现场调查及文献记载， 评价区分布有鸟类合计： 15 目 44 科 80 属 105 种， 评价区受人为干扰突出， 鸟类种类、数量不多； 区域内常 见的鸟类主要为雀形目的鹎科、鸫科、画眉科、鹡鸰科种类， 其他种类在评价区

内不多见或种群数量不大。具体种类见下表。

表 **3.2-29** 评价区鸟类组成

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 目 | 科 | 数量 |
| 鹏鹏目 Podicipediformes | 鹏鹏科 Podicipedidae | 1 |
| 鹤形目 Ciconiiformes | 鸯科 Ardeidae | 5 |
| 雁形目 Anseriformes | 鸭科 Anatidae | 1 |
| 集形目 Falconiformes | 鹰科 Accipitrida | 3 |
| 集科 Falconidae | 1 |
| 鸡形目 Galliformes | 维科 Phasianidae | 4 |
| 鹤形目 Gruiformes | 秧鸡科 Rallidae | 3 |
| 待形目 Charadriiformes | 待科 Charadriidae | 1 |
| 酗科 Scolopacidae | 4 |
| 鸽形目 Columbiformes | 鸠鸽科 Columbidae | 2 |
| 鹃形目 Cuculiformes | 杜鹃科 Cuculidae | 4 |
| 鹊形目 Strigiformes | 聘鹊科 Strigidae | 1 |
| 草鹊科 Tytonidae | 1 |
| 雨燕目 Apodiformes | 雨燕科 Apodidae | 1 |
| 佛法僧目 Coraciiformes | 翠鸟科 Alcedinidae | 2 |
| 戴胜目 Upupiformes | 戴胜科 Upupidae | 1 |
| 鸳形目 Piciformes | 拟鸳科 Capitonidae | 2 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 目 | 科 | 数量 |
|  | 啄木鸟科 Picidae | 3 |
| 雀形目 Passeriformes | 百灵科 Alaudidae | 1 |
| 燕科 Hirundinidae | 2 |
| 鹡鸰科 Motacillidae | 5 |
| 鹎科 Pycnonotidae | 7 |
| 山椒鸟科 Campephagidae | 1 |
| 伯劳科 Laniidae | 2 |
| 黄鹂科 Oriolidae | 1 |
| 卷尾科 Dicruridae | 2 |
| 鸦科 Corvidae | 4 |
| 鸫科 Turdidae | 6 |
| 鹟科 Muscicapidae | 2 |
| 扇尾鹟科 Rhipiduridae | 1 |
| 画眉科 Timaliidae | 6 |
| 鸦雀科 Paradoxornithidae | 2 |
| 扇尾莺科 Cisticolidae | 2 |
| 莺科 Sylviidae | 4 |
| 绣眼鸟科 Zosteropidae | 2 |
| 长尾山雀科 Aegithalidae | 1 |
| 山雀科 Paridae | 2 |
| 䴓科 Sittidae | 1 |
| 啄花鸟科 Dicaeidae | 1 |
| 花蜜鸟科 Nectariniidae | 1 |
| 雀科 Passeridae | 2 |
| 梅花雀科 Estrildidae | 2 |
| 燕雀科 Fringillidae | 1 |
| 鹀科 Emberizidae | 4 |
| 合计： 15 目 | 44 科 | 105 |

评价区内记述的 105 种鸟类中， 大部分为留鸟和冬候鸟， 分别有 72 种和 16

种，少量夏候鸟（12 种）和旅鸟（5 种），见下表。

表 **3.2-30** 评价区鸟类居留状况统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 居留状态 | 留鸟 | 冬候鸟 | 夏候鸟 | 旅鸟 | 合计 |
| 种数 | 72 | 16 | 12 | 5 | 105 |
| 占所有鸟比例（%） | 68.57 | 15.24 | 11.43 | 4.76 | 100 |

在所记录的 105 种鸟类中， 冬候鸟和旅鸟是非繁殖鸟， 不参与区系分析， 繁 殖鸟有 84 种，大部分为东洋界物种，共有 58 种，占全部繁殖鸟的 69.05%；东 洋-古北两界广布种有 23 种， 占全部繁殖鸟的 27.38%；其余 3 种为古北界种， 占

全部繁殖鸟的 3.57%，详见下表。

表 **3.2-31** 评价区繁殖鸟类区系成分统计表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 区系从属 | 东洋界 | 古北界 | 广布种 | 合计 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 种数 | 58 | 3 | 23 | 84 |
| 占区系鸟比例（%） | 75.61 | 2.44 | 21.95 | 100 |

评价区所处区域在中国动物区划中属于东洋界西南区（滇中高原亚区），从 记述的评价区内分布的鸟类区系特点上， 分界特征上与当地在中国动物地理区划

中的位置大致相符。

d.哺乳类

根据对建设影响区、评价区及邻近地区现场调查及文献记载， 项目评价区分

布有哺乳动物 30 种，隶属于 7 目 13 科 23 属。具体种类见下表。

表 **3.2-32** 评价区哺乳动物组成

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 目 | 科 | 数量 |
| 劳亚食虫目 Eulipotyphla | 鼹科 Talpidae | 1 |
|  | 鼩鼱科 Soricidae | 2 |
| 攀鼩目 Scandentia | 树鼩科 Tupaiidae | 1 |
| 翼手目 Chiroptera | 菊头蝠科 Rhinolophidae | 3 |
| 蹄蝠科 Hipposideridae | 1 |
| 蝙蝠科 Vespertilionidae | 3 |
| 食肉目 Carnivora | 鼬科 Mustelidae | 4 |
| 灵猫科 Viverridae | 1 |
| 偶蹄目 Artiodactyla | 鹿科 Cervidae | 1 |
| 啮齿目 Rodentia | 松鼠科 Sciuridae | 3 |
| 仓鼠科 Cricetidae | 1 |
| 鼠科 Muridae | 6 |
| 兔形目 Lagomorpha | 兔科 Leporidae | 1 |
| 合计： 7 目 | 13 科 | 30 种 |

由于评价区域受人为干扰较大，评价区内活动的哺乳动物种类、数量不多。 区域内常见的哺乳动物为主要为小型啮齿类， 如褐家鼠、小家鼠、赤腹松鼠、珀 氏长吻松鼠、黄胸鼠等。大足鼠、北社鼠、川西白腹鼠、黑线姬鼠、北树鼩等在 评价区内为少见种。长尾鼩鼹、滇绒鼠、云南兔、黄鼬、果子狸等在评价区内为

偶见种，主要活动于评价区灌丛较茂盛区域。

评价区分布有哺乳动物 30 种，隶属 13 科 23 属。其中 18 种属于东洋界广布 种， 占哺乳类的 60.00%；9 种属于古北东洋广布种， 占哺乳类动物的 30.00%；2 种属于古北界广布种， 占哺乳类动物的 6.67%；东洋界西南种有 1 种， 占哺乳类 动物的 3.33%。评价区所处区域在中国动物区划中属于东洋界西南区（滇中高原 亚区）。从记述的评价区内分布的兽类区系特点上看，分界特征与当地在中国动 物地理区划中的位置相符， 为东洋界物种。在东洋界分区的成分分析上， 由于评

价范围狭小、记述兽类种类较少，难于准确反映当地动物的分区特征。

③评价区珍稀、濒危和保护动物

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021 年）、《云南省省级重点保护野生 动物名录》（1988 年）、《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》（2015 年）、《中 国脊椎动物红色名录》（2016 年）、《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》（2016 年）、《濒危野生动植物种国际贸易公约附录物种名录》（2016 年）和特有情况，

评价区的珍稀保护动物情况见下表。

表 **3.2-33** 调查区珍稀、濒危和保护动物一览表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 中文名 | 拉丁名 | 保护情况 | | 特有 | 红色名录 | |
| 中国 | **CITES** | 中国 | **IUCN** |

哺乳纲 MAMMALIA

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | 黄鼬 | *Mustela sibirica* |  | CⅢ |  |  |  |

鸟纲 AVES

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 红隼 | *Falco tinnunculus* | Ⅱ级 | CⅡ |  |  |  |
| 2 | 普通鵟 | *Buteo buteo* | Ⅱ级 | CⅡ |  |  |  |
| 3 | 松雀鹰 | *Accipiter virgatus* | Ⅱ级 | CⅡ |  |  |  |
| 4 | 雀鹰 | *Accipiter nisus* | Ⅱ级 | CⅡ |  |  |  |
| 5 | 画眉 | *Garrulax canorus* | Ⅱ级 | CⅡ |  |  |  |

爬行纲 REPTILIA

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 细脆蛇蜥 | *Dopasiagracilis* |  |  |  | EN |  |
| 2 | 乌梢蛇 | *Zaocys dhumnades* |  |  |  | VU |  |

两栖纲 AMPHIBIAN

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 棘胸蛙 | *Quasipaaspinosa* |  |  | 是 | VU |  |
| 2 | 棕点湍蛙 | *Amolops loloensis* |  |  | 是 | VU |  |
| 3 | 滇蛙 | *Nidiranapleuraden* |  |  | 是 |  |  |
| 4 | 昭觉林蛙 | *Rana chaochiaoensis* |  |  | 是 |  |  |

注：保护级别： 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。省

级：云南省省级保护野生动物。**C**Ⅰ：**2019** 年 **12** 月发布的 **CITES** 公约附录Ⅰ; **C**Ⅱ： **CITES**

附录Ⅱ; **C**Ⅲ： **CITES** 附录Ⅲ。特有：是**-** 中国特有物种。红色名录：在此仅列出受胁物种，

**CR**：极危种； **EN**：濒危种；**VU**：易危种。

根据现场调查和资料查阅， 评价区记录了国家Ⅱ级重点保护动物 5 种，均为 鸟类，分别为普通鵟 *Buteo buteo*、雀鷹 *Accipiter nisus*、松雀鹰（*Accipiter virgatus* 、 红隼 *Falco tinnunculus* 和画眉 *Garrulax canorus* 。其中被列入《濒危野生动植物 种国际贸易公约附录物种名录》（2016 年） 附录Ⅱ的物种有：普通鵟、 雀鷹、松 雀鹰、红隼和画眉； 附录Ⅲ有：黄鼬。被列为《中国生物多样性红色名录—脊椎

动物卷》（2015 年） 中濒危物种仅一种： 细脆蛇蜥 *Dopasiagracilis*；易危物种有

3 种： 乌梢蛇 *Zaocys dhumnades* 、棘胸蛙 *Quasipaa spinosa* 、棕点湍蛙 *Amolops loloensis*。4 种中国特有种， 均为两栖动物： 棘胸蛙 *Quasipaaspinosa* 、棕点湍蛙

*Amolops loloensis* 、滇蛙 *Nidiranapleuraden* 、昭觉林蛙 *Rana chaochiaoensis*。

（5）水生生态现状调查及评价

①调查范围和方法

a.调查范围和时间

Ⅰ.调查时间

为了解本项目评价范围内水生生态现状，评价于 2022 年 10 月 12~13 日对

评价区域的水生生态的现状进行了补充调查。

调查人员： 谭治刚， 植物学， 工程师， 中国科学院昆明植物研究所， 主要负 责资料收集及数据分析； 何华杰， 生态学， 高级工程师， 中国科学院昆明植物研 究所， 主要负责实验室检验及浮游植物鉴定； 黄俊玲，工程师，环境科学， 云南 联创环境工程有限公司，主要负责数据收集及报告撰写：孙锐林， 环境科学， 工

程师，云南联创环境工程有限公司，主要负责野外采样及数据收集。

Ⅱ.调查范围

水生生态调查的范围包括拟建水库坝址至库尾（桂花河）、减水河段至桂花 河与罗子左河交汇口， 引水工程、引洪工程、输水工程涉及的沿线水域， 如碧么

水库其边线外延 300m。

b.调查方法

Ⅰ.监测断面（区域）设置

在根据水库区域河道形态、水文情况和本项项目涉水工程分布情况，设置 4 个监测断面：分别为：拟建水库库尾（桂花河）（W1），拟建坝址区（W2）、 罗子左河引水区（W3）和桂花河与罗子左河交汇口（W4）；每个断面分别设置

1 至 2 个样点，断面位置见生态调查样线样方布置图， 附图 15。

Ⅱ.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。采集方法： 25# 定性网在选定的采集样点上进行水平拖取。

将定性网缚于长 2m 的竹竿上，将网置于水中，使网口在水面以下深约 50cm

处，做“∞”形反复拖曳，拖曳速度每秒约 20cm～30cm，时间为 3～5 分钟。然后 将网提起抖动，待水滤去后，打开集中杯，倒入贴有标签的标本瓶中。用 4%福尔

马林溶液固定样品，进行属种鉴定。

浮游植物的定量计算采用显微镜视野法进行计数，用 0.1ml 计数框，面积 为 20mm×20mm，计数时将样品摇匀，用 0.1ml 吸管在样品中央部位吸出 0.1ml 样品注入计数框内，盖上盖玻片，然后在 200 倍放大倍数下的显微镜视野面积 计数浮游植物细胞数，每片计数 100 个视野，每个样品计数 2 次(2 片)取其平均

值。

用 0.025m2 的改良式彼得生采泥器采集底泥，经 40 目(孔径为 0.45mm)筛过 滤，挑选筛上底栖动物，用 75%(体积分数)酒精固定，带回实验室进行计数和

电了天平称重。根据采样器开口面积推算出水底每平方米内的底栖动物数量

(个)和生物量(mg)，底栖动物鉴定要借助解剖镜和显微镜进行，部分小型底栖

动物用 puris 胶封片，经透明后再进行鉴定。

同时在评价区涉及的桂花河、罗子左河、碧么水库和拟建桂花水库坝址区 的 4 个工作点进行访问、采集调查。 由于调查时处于禁渔期，无法采集鱼类标 本， 是以鱼类信息通过访查和资料调查而获得。记录采样水域的环境特点，包 括两岸土地利用类型、植被类型、水面宽度、水深、河底基质类型、水质状况

等。对调查地区的村民进行走访，了解鱼类的种类与分布情况。

②浮游植物现状及评价

a.浮游植物的种类组成和分布

通过对 4 个浮游植物定性样品的室内镜检，共检出浮游植物 6 门 8 纲 13 目 18 科 23 属 41 种。其中蓝藻门 3 种， 占检出总种数的 7.32%；金藻门 1 种， 占检 出总种数的 2.44%；硅藻门 17 种， 占检出总种数的 41.46%；隐藻门 2 种， 占检 出总种数的 4.88%；甲藻门 1 种， 占检出总种数的 2.44%；绿藻门 17 种， 占检出 总种数的 41.46%。从各门的种类数量和所占比例看，浮游植物以硅藻门和绿藻 门的种类最多， 蓝藻门、金藻门、隐藻门和甲藻门的种类较少。从每个采样断面

上看，各个采样点主要以硅藻和绿藻门种类居多，见下表。

表 **3.2-34** 工程评价区域浮游植物种类组成及分布

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样 断面 | 蓝藻门 | 金藻门 | 硅藻门 | 隐藻门 | 甲藻门 | 绿藻门 | 合计 |
| S（%） | S（%） | S（%） | S（%） | S（%） | S（%） | S（%） |
| W1 | 2  （9.52） | 0  （0.00） | 10  （47.62） | 2  （9.52） | 1  （4.76） | 6  （28.57） | 21  （100.00） |
| W2 | 3  （10.71） | 1  （3.57） | 12  （42.86） | 1  （3.57） | 1  （3.57） | 10  （35.71） | 28  （100.00） |
| W3 | 2  （9.09） | 1  （4.55） | 9  （40.91） | 2  （9.09） | 1  （4.55） | 7  （31.82） | 22  （100.00） |
| W4 | 4 | 1 | 14 | 1 | 1 | 13 | 34 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | （11.76） | （2.94） | （41.18） | （2.94） | （2.94） | （38.24） | （100.00） |
| 总计 | 3 | 1 | 15 | 2 | 1 | 17 | 41 |
| （7.32） | （2.44） | （36.59） | （7.32） | （2.44） | （41.46） | （100.00） |

注： **S** 为种类数，“（**%**）”中数字表示种类数占该点总种数的百分数

在检测出的浮游植物 6 个门类中，种类在所有采样点有不同程度的分布。

其中铜绿微囊藻 *Microcystis aeruginosa*、短小舟形藻 *Navicula exigua*、啮蚀隐藻 *Cryptomonas erosa* 、角甲藻 *Ceratium hirundinella* 、环丝藻 *Ulothrix zonata* 、普通

水绵 *Spirogyra communis* 、钝鼓 *Cosmarium obtusatum*7 种在所有采样点均出

现，占总种数的 17.03%，表明所有采样点的浮游植物种类组成相似性较差。

从上表中可以看出，本次所采集检测到的浮游植物种类组成在 4 个采样点 有一定的区别：断面 W1 有 6 个门共计 21 种；断面 W2 有 5 个门共计 28 种；

断面 W3 有 4 个门共计 22 种；断面 W4 有 4 个门共计 34 种。

从上述样点的浮游植物种类组成上可以看出，主要以硅藻门和绿藻门种类

居多。

b.浮游植物的现存量

根据对浮游植物 4 个定量样品的统计结果， 见下表， 评价区内的浮游植物 的平均数量为 2.30×106cell ·L- 1 ，硅藻 1.18×106cell ·L- 1 ，绿藻 0.80×106cell ·L- 1 ，隐

藻 0.17×106cell ·L- 1 ，甲藻 0.10×106cell ·L- 1 ，金藻 0.05×106cell ·L- 1 ，蓝藻

0.001×106cell ·L- 1 ；平均生物量为 2.33mg·L- 1（湿重），其中绿藻 1.16mg·L- 1 ，硅

藻 1.08mg·L- 1 ，隐藻 0.05mg·L- 1 ，甲藻 0.03mg·L- 1 ，金藻 0.003mg·L- 1 ，蓝藻

0.001mg·L- 1 。从数量上排序为硅藻门>绿藻门>隐藻门>甲藻门>金藻门＞蓝藻；

从生物量上排序为绿藻门>硅藻门>隐藻门 >甲藻门 >金藻门＞蓝藻。

具体各采样断面的数量和生物量的现状为：

断面 W1 浮游植物的数量为 2.11×106cell ·L- 1 ，其中硅藻 1.12×106cell ·L- 1 ，绿

藻 0.74×106cell ·L- 1 ，隐藻 0.16×106cell ·L- 1 ，甲藻 0.08×106cell ·L- 1 ，金藻

0.01cell ·L- 1 ，蓝藻 0.001×106cell ·L- 1 ；生物量为 2.11mg ·L- 1 ，其中绿藻 1.04mg ·L- 1 ，硅藻 1.01mg ·L- 1 ，隐藻 0.04mg ·L- 1 ，甲藻 0.02mg ·L- 1 ，金藻 0.002mg ·L- 1 ，蓝 藻 0.001mg·L- 1 。从数量上排序为硅藻门>绿藻门>隐藻门>甲藻门>金藻门＞蓝

藻；从生物量上排序为绿藻门>硅藻门>隐藻门 >甲藻门 >金藻门＞蓝藻。

断面 W2 浮游植物的数量为 2.146cell ·L- 1 ，其中硅藻 1.12×106cell ·L- 1 ，绿藻

0.78×106cell ·L- 1 ，隐藻 0.15×106cell ·L- 1 ，甲藻 0.08×106cell ·L- 1 ，金藻 0.01cell ·L-

1 ，蓝藻 0.001×106cell ·L- 1 ；生物量为 2.19mg ·L- 1 ，其中绿藻 1.08mg ·L- 1 ，硅藻

1.02mg ·L- 1 ，隐藻 0.05mg ·L- 1 ，甲藻 0.04mg ·L- 1 ，金藻 0.003mg ·L- 1 ，蓝藻

0.001mg·L- 1 。从数量上排序为硅藻门>绿藻门>隐藻门>甲藻门>金藻门＞蓝藻；

从生物量上排序为绿藻门>硅藻门>隐藻门 >甲藻门 >金藻门＞蓝藻。

断面 W3 浮游植物的数量为 2.03×106cell ·L- 1 ，其中硅藻 1.07×106cell ·L- 1，

绿藻 0.71×106cell ·L- 1 ，隐藻 0.13×106cell ·L- 1 ，甲藻 0.10×106cell ·L- 1 ，金藻

0.02cell ·L- 1 ，蓝藻 0.001×106cell ·L- 1 ；生物量为 2.10mg ·L- 1 ，其中绿藻 1.02mg ·L- 1 ，硅藻 1.02mg ·L- 1 ，隐藻 0.04mg ·L- 1 ，甲藻 0.02mg ·L- 1 ，金藻 0.002mg ·L- 1 ，蓝 藻 0.001mg·L- 1 。从数量上排序为硅藻门>绿藻门>隐藻门>甲藻门>金藻门＞蓝

藻；从生物量上排序为绿藻门>硅藻门>隐藻门 >甲藻门 >金藻门＞蓝藻。

断面 W4 浮游植物的数量为 2.90×106cell ·L- 1 ，其中硅藻 1.52×106cell ·L- 1，

绿藻 0.98×106cell ·L- 1 ，隐藻 0.26×106cell ·L- 1 ，甲藻 0.15×106cell ·L- 1 ，金藻

0.01cell ·L- 1 ，蓝藻 0.001×106cell ·L- 1 ；生物量为 2.90mg ·L- 1 ，其中绿藻 1.50mg ·L- 1 ，硅藻 1.28mg ·L- 1 ，隐藻 0.07mg ·L- 1 ，甲藻 0.04mg ·L- 1 ，金藻 0.005mg ·L- 1 蓝藻 0.001mg·L- 1 。从数量上排序为硅藻门>绿藻门>隐藻门>甲藻门>金藻门＞蓝藻；

从生物量上排序为绿藻门>硅藻门>隐藻门 >甲藻门 >金藻门＞蓝藻。

比较 4 个点的浮游植物数量和生物量可以看出： 断面 W4 无论在数量上还是

生物量上均高于断面 W1、断面 W2、断面 W3 ，但总体相差不大。

表 **3.2-35** 工程评价区域浮游植物的数量（**106cell ·L-1**）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样断面 | 硅藻 | 绿藻 | 隐藻 | 甲藻 | 金藻 | 蓝藻 | 细胞密度 |
| W1 | 1.12 | 0.74 | 0.16 | 0.08 | 0.01 | 0.001 | 2.11 |
| W2 | 1.12 | 0.78 | 0.15 | 0.08 | 0.01 | 0.001 | 2.14 |
| W3 | 1.07 | 0.71 | 0.13 | 0.10 | 0.02 | 0.001 | 2.03 |
| W4 | 1.52 | 0.98 | 0.26 | 0.15 | 0.01 | 0.001 | 2.92 |

表 **3.2-36** 工程评价区域浮游植物的生物量（**mg**·**L-1**）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样断面 | 绿藻 | 硅藻 | 隐藻 | 甲藻 | 金藻 | 蓝藻 | 生物量 |
| W1 | 1.04 | 1.01 | 0.04 | 0.02 | 0.002 | 0.001 | 2.11 |
| W2 | 1.08 | 1.02 | 0.05 | 0.04 | 0.003 | 0.001 | 2.19 |
| W3 | 1.02 | 1.02 | 0.04 | 0.02 | 0.002 | 0.001 | 2.10 |
| W4 | 1.50 | 1.28 | 0.07 | 0.04 | 0.005 | 0.001 | 2.90 |

c.浮游植物的现状评价

根据采样、鉴定和分析， 评价区域河段内的浮游植物种类组成复杂， 浮游植 物以硅藻门和绿藻门的种类最多， 蓝藻门、隐藻门、甲藻门、金藻门的种类较少。

从每个采样断面上看， 各个采样点主要以硅藻门和绿藻门种类居多。从浮游植物

数量和生物量可以看出： 硅藻和绿藻是浮游植物的主体， 隐藻、甲藻、金藻、蓝 藻较少；断面 W4 的无论在数量上还是生物量上都要断面 W1、断面 W2、断面

W3，但总体相差不大。

水体中的浮游植物作为初级生产者， 在水生生态系统中起着重要作用， 可以 为浮游动物及鱼类提供饵料来源， 会直接影响食物链下端的物种数量和种类。本 次采集样品中仅发现藻类植物 41 种，表明本评价河段内藻类植物种类少。结合 种类组成、数量和生物量看， 本评价区域四个采样断面的浮游植物在种类和数量

上硅藻和绿藻为主，蓝藻、隐藻、甲藻和金藻较少。

③浮游动物现状及评价

通过对四个采样断面浮游动物定性、定量样品的室内鉴定，其现状如下：

此次调查检测出四个采样断面有浮游动物共 28 种（附录 5-2）。其中原生动 物门 7 种， 轮虫类 15 种，桡足类 3 种，枝角类 3 种， 表明本评价区域河段内浮

游动物种类比较丰富；其分布及组成见下表。

本次所采集检测到的浮游动物种类组成在四个采样断面有一定的区别： 断面 W1 有 15 种，其中原生动物 2 种，占该断面的 14.29%；轮虫类 9 种，占该断面 的 64.26%；枝角类 1 种， 占该断面的 7.14%；桡足类 2 种， 占该断面的 14.29% 。 断面 W2 有 23 种， 其中原生动物 7 种，占该断面的 30.43%；轮虫类 10 种，占 该断面的 43.48%；枝角类 3 种， 占该断面的 13.04%；桡足类 3 种， 占该断面的 13.04%。断面 W3 有 15 种， 其中原生动物 3 种， 占该断面的 20.00%；轮虫类 10 种， 占该断面的 66.67%；枝角类 2 种，占该断面的 13.33%；桡足类未检出。断 面 W4 有 25 种，其中原生动物 7 种，占该断面的 28.00%；轮虫类 13 种， 占该

断面的 53.57%；枝角类 3 种，占该断面的 12.00%；桡足类 2 种，占该断面的 8.00%

表 **3.2-37** 工程评价区域浮游动物种类组成及分布

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样断面 | 原生动物 | 轮虫类 | | 枝角类 | | 桡足类 | 合计 | |
| W1 | 2（14.29%） | 9（64.26%） | | 1（7.14%） | | 2（14.29%） | 14 | （100%） |
| W2 | 7（30.43%） | 10 | （43.48%） | 3 | （13.04%） | 3（13.04%） | 23 | （100%） |
| W3 | 3（20.00%） | 10 | （66.67%） | 2 | （13.33%） | - | 15 | （100%） |
| W4 | 7（28.00%） | 13 | （52.00%） | 3 | （12.00%） | 2（8.00%） | 25 | （100%） |
| 总计 | 7（25.00%） | 15 | （53.57%） | 3 | （10.71%） | 3（10.71%） | 28 | （100%） |

注：“**-** ”表示未检出，“（**%**）”中数字表示种类数占该点总种数的百分数

浮游动物以浮游藻类为食， 但同时其也有是部分鱼类的饵料来源； 因此其种 类的相对丰富， 但由于水体较小， 浮游动物的生物量相对较低， 直接影响食物链

下端的物种， 即鱼类的数量和种类， 这使得本评价区域水库内的鱼类种类和数量

均相对较少。

④底栖动物现状及评价

通过对四个采样断面底栖动物定性、定量样品的室内鉴定，其现状如下：

此次调查的四个采样断面共检出底栖动物 4 类， 但种类稀少， 仅 7 种。断面 W1 有 4 种， 软体动物、水生昆虫、甲壳类和寡毛类各 1 种， 分别占该断面总数 的 25.00%。断面 W2 有 6 种， 软体动物 2、水生昆虫、寡毛类各 2 种， 分别占该 断面总数的 33.33%，甲壳类未检出；水生昆虫 1 种，占该断面总数的 16.67%； 甲壳类 1 种，占该断面总数的 16.67%；寡毛类 1 种，占该断面总数的 16.67%。 断面 W3 有 6 种，软体动物、水生昆虫和寡毛类各 2 种，分别占该断面总数的 33.33%，甲壳类未检出。断面 W4 有 7 种，软体动物、水生昆虫和寡毛类各 2 种，

分别占该断面总数的 28.57%，甲壳类 1 种，占该断面总数的 14.29%。

表 **3.2-38** 工程评价区域底栖动物组成及分布

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样断面 | 软体动物 | | 水生昆虫 | | 甲壳类 | 寡毛类 | | 合计 |
| W1 | 1（25.00%） | | 1（25.00%） | | 1（25.00%） | 1（25.00%） | | 4（100%） |
| W2 | 2 | （33.33%） | 1 | （16.67%） | 1（16.67%） | 2 | （33.33%） | 6（100%） |
| W3 | 2 | （33.33%） | 2 | （33.33%） | - | 2 | （33.33%） | 6（100%） |
| W4 | 2 | （28.57%） | 2 | （28.57%） | 1（14.29%） | 2 | （28.57%） | 7（100%） |
| 合计 | 2 | （28.57%） | 2 | （28.57%） | 1（14.29%） | 2 | （28.57%） | 7（100%） |

注：“**-** ”表示未检出，“（**%**）”中数字表示种类数占该点总种数的百分数

⑤鱼类现状及评价

a.鱼类资源调查

经过市场和田间调查， 查阅相关文献资料， 本项目涉及桂花河及其支流、引 水、引洪、输水管道等沿线河段、水塘和碧么水库。本次调查主要在评价区涉及 的桂花河、罗子左河、拟建桂花水库坝址区和碧么水库 4 个工作点进行访问和市

场调查。由于是禁渔期，没有进行捕捞，没有采到鱼类标本。

通过调查得知， 本评价区涉及流域和水库内有鱼类 5 目 9 科 19 属 19 种，均

不属于珍稀濒危物种、鱼类种质资源等，列表如下。

表 **3.2-39** 评价区域各工作点采集到的鱼类动物名录

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 中文名 | 拉丁名 | 保护 级别 | 主要生境 | 资料来 源 | 备注 |
| O1 | 鲤形目 | **Cypriniformes** |  |  |  |  |
| **F1** | 鲤科 | **Cyprinidae** |  |  |  |  |
| 1 | 棒花鱼 | *Abbottinarivularis* |  | 河流、水 库、鱼塘、 水塘、沟渠 | 资料+ 生境 | 引入非经济 鱼类 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 中文名 | 拉丁名 | 保护 级别 | 主要生境 | 资料来 源 | 备注 |
| 2 | 鲫鱼 | *Carassiusauratus* |  | 河流、水  库、鱼塘 | 目击 | 引入经济鱼 类 |
| 3 | 鲮 | *Cirrhinus molitorella* |  | 河流、水库 | 访查 | 引入非经济 鱼类 |
| 4 | 草鱼 | *Ctenopharyngodon idellus* |  | 河流、水  库、鱼塘 | 目击 | 引入经济鱼 类 |
| 5 | 鲤鱼 | *Cyprinus carpio* |  | 河流、水  库、鱼塘 | 目击 | 引入经济鱼 类 |
| 6 | 马口鱼 | *Opsariichthys bidens* |  | 河流、水库 | 访查 | 土著非经济 鱼类 |
| 7 | 麦穗鱼 | *Pseudorasbora parva* |  | 河流、水 库、鱼塘、 水塘、沟渠 | 目击 | 引入非经济 鱼类 |
| 8 | 中华鳑鲏 | *Rhodeus sinensis* |  | 河流、水 库、鱼塘、 水塘、沟渠 | 访查、 资料+ 生境 | 土著经济鱼 类 |
| **F2** | 鳅科 | **Cobitidae** |  |  |  |  |
| 9 | 泥鳅 | *Misgurnus*  *anguillicaudatus* |  | 沼泽、鱼 塘、水田、 水塘、沟渠 | 访查、 资料+ 生境 | 土著经济鱼 类 |
| 10 | 横纹南鳅 | *Schisturafasciolatus* |  | 沼泽、鱼 塘、水田、 水塘、沟渠 | 捕获 | 土著经济鱼 类 |
| **F3** | 爬鳅科 | **Balitoridae** |  |  |  |  |
| 11 | 长须爬鳅 | *Balitora*  *longibarbata* |  | 河流、水库 | 资料+ 生境 | 土著非经济 鱼类 |
| **O2** | 鲇形目 | **Siluriformes** |  |  |  |  |
| **F4** | 鮡科 | **Sisoridae** |  |  |  |  |
| 12 | 长须纹胸 鮡 | *Glyptothorax*  *longinema* |  | 河流、水库 | 资料+ 生境 | 土著经济鱼 类 |
| 13 | 鲇 | *Silurus asotus* |  | 河流、水库 | 资料+ 生境 | 土著经济鱼 类 |
| 14 | 平吻褶鮡 | *Pseudechenepavie* |  | 河流、水库 | 捕获 | 土著经济鱼 类 |
| **O3** | 合鳃鱼目 | **Syngnathiformes** |  |  |  |  |
| **F5** | 合鳃鱼科 | **Synbranchidae** |  |  |  |  |
| 15 | 鳝鱼 | *Monopterus albus* |  | 沼泽、鱼 塘、水田、 水塘、沟渠 | 访查、 资料+ 生境 | 土著经济鱼 类 |
| **O4** | 鳉形目 | **Cyprinodontiformes** |  |  |  |  |
| **F6** | 胎鳉科 | **Poeciliidae** |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 中文名 | 拉丁名 | 保护 级别 | 主要生境 | 资料来 源 | 备注 |
| 16 | 食蚊鱼 | *Gambusia affinis* |  | 水库、鱼 塘、水田、 水塘、沟渠 | 访查、 资料+ 生境 | 引入非经济 鱼类 |
| **F7** | 青鳉科 | **Oryziatidae** |  |  |  |  |
| 17 | 中华青鳉 | *Oryzias latipes sinensis* |  | 水库、鱼 塘、水田、 水塘、沟渠 | 访查、 资料+ 生境 | 土著非经济 鱼类 |
| **O5** | 鲈形目 | **Perciformes** |  |  |  |  |
| **F8** | 慈鲷科 | **Cichlidae** |  |  |  |  |
| 18 | 尼罗罗非 鱼 | *Oreochromis*  *niloticus* |  | 水库、鱼 塘、水田、 水塘、沟渠 | 访查、 资料+ 生境 | 引入经济鱼 类 |
| **F9** | 鰕虎鱼科 | **Gobiidae** |  |  |  |  |
| 19 | 子陵吻鰕 虎鱼 | *Rhinogobiusgiurinus* |  | 水库、鱼 塘、水塘、  沟渠 | 访查、 资料+ 生境 | 土著经济鱼 类 |

评价区河段分布有鱼类 5 目 9 科 19 属 19 种，其中棒花鱼、 鲫鱼、 鲮、草 鱼、草鱼、 鲤鱼、 麦穗鱼、食蚊鱼、尼罗罗非鱼等 9 种为引入养殖种类，其余

12 种全部为原产土著鱼类（附录 5-3）。

在 6 个科中，以鲤科、 鮡科和鳅科的种类最多，分别有 8 种、 3 种、 2 种， 分别占全部鱼类种数的 42.11% 、15.79% 、10.53%；其余各科均为 1 种， 分别占

全部鱼类物种数的 5.26%。

根据香农威纳指数公式：

H = - ∑（Pi）（lnPi）

H—群落的多样性指数；

S—种数；

Pi—样品种属于第 i 种的个体比例，如样品总个体数为 N，第 i 种个体数为

ni ，则 Pi = ni/N。

本项目鱼类群落多样性指数为 11.53。

具体情况见下表。

表 **3.2-40** 评价区域各工作点鱼类分科统计表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 鲤科 | 鳅科 | 爬鳅科 | 鮡科 | 合鳃  鱼科 | 胎鳉科 | 青鳉科 | 慈鲷科 | 鰕虎 鱼科 | 合计 |
| 属数 | 8 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 19 |
| 种数 | 8 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 19 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 占总种 数% | 42.11 | 10.53 | 5.26 | 15.79 | 5.26 | 5.26 | 5.26 | 5.26 | 5.26 | 100 |

b.评价区濒危鱼类调查

依据《中国濒危动物红皮书》，金沙江水系中分布有后背鲈鲤 *Percocypris retrodorslis*、单纹似鳡 *Luciocyprinus langsoni*、大头鲤 *Cyprinus pellegrini*、翘嘴

鲤 *Cyprinus ilishaestomus*、异鳔裂腹鱼 *Schizothorax heterophysallidos*、双孔鱼

*Gyrinocheilusaymonier*、暗色唇鱼 *Semilabeo obscurus*、裸腹盲鲃 *Typhlobarbus nudiventris* 等珍稀鱼类。在评价区河段分布的 19 种鱼类中， 未发现有上述被列

入中国濒危动物红皮书的鱼类分布。

c.特有鱼类

评价区水域处于万马河上游桂花河及其支流短小河流、沟箐中，流量很

小，水温较低，水流湍急，鱼类物种多样性相对较低。评价区分布的 19 种鱼类

中， 未发现仅分布在万马河，甚至金沙江流域的特有物种。

d.经济鱼类

评价水域河流涉及的经济鱼类主要有横纹南鳅 *Schisturafasciolatus*、棒花

鱼 *Abbottina rivalaris* 及养殖鱼类鲫鱼 *Cyprinus auratus*、鲤鱼 *Cyprinus*

*carpiochilia*、草鱼 *Ctenopharyngodonidellus*、鳝鱼 *Monopterus albus* 等。这些经 济鱼类分布于桂花河的干、支流及附近的鱼塘、水田、池塘和输水管道终点碧

么水库。

e.评价区鱼类重要生境

Ⅰ.产卵场

评价区鱼类对产卵场要求并不严格， 桂花河河床为卵石夹砂型，水流湍

急，滩潭较少， 河床底质多为砾石和沙砾， 极少有淤泥底质，不太符合这些鱼 类繁殖的生境条件。评价区鱼类在调查水域较为普遍，相应地这些鱼类产卵场

也较为分散，适宜繁殖的产卵场分布较为广泛，但未形成规模。

Ⅱ.索饵场

每年 3 月份后，水温逐渐回升，鱼类从桂花河下游万马河或碧么水库上溯 至河流浅水的礁石或砾石滩索饵。调查河段鱼类多为以杂食性、底栖无脊椎动 物等为主要食物的鱼类，浅水区光照条件好，礁石或砾石滩底栖无脊椎动物较

为丰富，往往成为鱼类重要的索饵场所。

6 月以后，干支流水位开始上涨，部分鱼类会沿支流上溯索饵。喜急流性 鱼类早春索饵区多为礁石林立的险滩和平缓的砾石长滩，水流比较湍急，其索 饵区与产卵场重叠较大；缓流水或静水性鱼类往往在险滩间水流平缓的顺直深

潭河段、 河湾洄水区、开阔平缓河段和支流河口河段及支流索饵。

Ⅲ.越冬场

每年 10 月份以后，评价区水域进入枯水期，随着气温下降，水量减少， 水 位降低，鱼类活动减少，鱼类从支流或浅水区进入马万河下游缓流的深水河槽 或深潭中，或进入碧么水库越冬。评价区水域为部分鱼类提供了一定的越冬场 所，但多数鱼类，特别是个体较大的鱼类，会降河至碧么水库深水区越冬，未

形成规模较大的越冬场。

Ⅳ.洄游通道

本项目建设影响水域主要为桂花河和罗子左河部分河段，其中输水线路跨 域多条沟箐部分无水中施工，对其他河段中鱼类影响很小，仅仅对输水终点区

碧么水库有些影响。由于桂花水库、碧么水库未来储水量大增，水体面积增

大，可能会增加这些水库中鱼类的多样性和数量，特别是桂花水库。 根据本次 生态调查及文献资料，评价区没有洄性游鱼类分布，因此不存在对鱼类洄游通

道的影响问题。

故评价区鱼类在调查水域较为普遍，本次生态调查未发现鱼类规模产卵

场；评价区涉及河段无明显的鱼类索饵场所和未形成规模较大的越冬场；评价

区涉及河段未发现洄性游鱼类分布。

综上所述， 本项目评价区范围内水域均不涉及鱼类三场一通道。

（6）生态系统现状评价

根据遥感影像解析和实地调查， 采用图形叠置法， 得出评价区主要有 5 种生

态系统类型，其类型及特征见下表。

表 **3.2-41** 评价区生态系统类型**/**面积统计

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 生态系统类型 | 项目占地区 | | 评价区 | |
| 面积 （**hm2**） | 占该类型总面积 的比例（**%**） | 面积 （**hm2**） | 占评价区总面积的 比例（**%**） |
| 1 | 森林生态系统 | 87.53 | 18.28 | 478.87 | 29.18 |
| 2 | 灌丛生态系统 | 27.58 | 34.79 | 79.28 | 23.78 |
| 3 | 草地生态系统 | 1.58 | 17.12 | 9.23 | 16.47 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 生态系统类型 | 项目占地区 | | 评价区 | |
| 面积 （**hm2**） | 占该类型总面积 的比例（**%**） | 面积 （**hm2**） | 占评价区总面积的 比例（**%**） |
| 4 | 农田生态系统 | 22.86 | 13.04 | 175.28 | 21.24 |
| 5 | 水域生态系统 | 3.32 | 9.37 | 35.45 | 2.56 |
| 6 | 交通运输用地 | 2.75 | 8.55 | 32.15 | 1.64 |
| 7 | 城镇村及工矿用地等 | 0.38 | 3.71 | 10.24 | 5.13 |
| 8 | 合计 | 146 | 17.79 | 820.5 | 100 |

①森林生态系统

森林生态系统是评价区内主要的生态系统类型， 该生态系统一般具有立木层 （乔木层）、下木层（灌木层）和草本地被物层，郁闭度较高，由于受到人为因 素干扰， 现有森林生态系统多以云南松天然次生林为主， 有少量次生的半湿润常 绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、落叶阔叶林。此外，还有大量不稳定的灌木林地， 如稀树灌丛。森林生态系统同时也是野生动物主要栖息场所， 一旦生态系统破坏，

部分野生动物难以生存， 因此森林生态系统是该地区维持生物多样性的重要环节。

②灌丛生态系统

灌丛生态系统属于草地生态系统和森林之间的过渡类型， 对保持水土起着重 要的作用，是评价区分布较为广泛， 面积也较大的类型，主要由暖性灌丛组成， 也是野生动物重要的栖息场所， 特别是鸟类， 一旦生态系统破坏， 部分野生动物

难以生存。灌丛为区域内生态耗水最大的系统类型。

③草地生态系统

草地生态系统由以黄茅、芒、野古草和白茅为建群种， 多分布在湖边滩涂区，

由于地区水量丰沛，自然环境较好，草地植被生长较为茂盛。

④农田生态系统

农田生态系统是区域社会经济稳定的基础。由于当地气候干燥，水量不足，

地区生产力水平一般。

⑤水域生态系统

相对于其他生态系统，评价区内的河流生态系统是最脆弱的生态系统类型， 面临多重威胁。该生态系统由地表水系与河道及周围滩涂构成， 具备完整的从浮 游植物到高等动物的食物链条， 由于水体面积非常狭小， 生物多样性一般。湿地 是水生植物唯一生存区， 一旦失去极难恢复， 而水生植物又是鱼虾青蛙类水生动 物赖以生存的环境， 是水鸟栖息， 觅食的场所， 因此湿地生态环境是生物多样性

最为重要的环节。

（7）土壤侵蚀现状

项目评价区位于金沙江流域的中山峡谷区， 一级支流万马河上游桂花河及其 支流罗子左河等河谷， 为中山侵蚀、剥蚀山地地貌， 总体为南高北低。最高点为 南部六姑乍大箐和冷水箐的源头分水岭，标高为 2630.31m，最低点为北部桂花 河与罗子左河交汇处下游岔处地， 标高为 1859.78m，区内最大高差 770.53m。现

场调查未发现规模较大的冲沟、坍塌、滑坡等现代物理地质现象。

由于评价区降雨量较少，年平均降水量约为 933.7mm，且集中于 6- 10 月。

因此，区内土壤侵蚀以风化剥蚀、冲刷侵蚀为主， 重力侵蚀一般与水力侵蚀共存。

根据遥感影像解译制作的评价区土壤侵蚀现状见附图 29，评价区土壤侵蚀

分级及面积统计见下表。

表 **3.2-42** 评价区土壤侵蚀分级及面积统计

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土壤侵蚀强度 | 面积（hm2） | 所占比例（%） |
| 微度侵蚀 | 478.87 | 58.36 |
| 轻度侵蚀 | 79.28 | 9.66 |
| 中度侵蚀 | 9.23 | 1.12 |
| 强烈侵蚀 | 175.28 | 21.36 |
| 极强烈侵蚀 | 77.84 | 9.49 |
| 合计 | 820.5 | 100.00 |

由上表可见，评价区土壤侵蚀轻度及以下级别面积为 558.15hm2 ，占总面积 的 68.03%；中度侵蚀及以上面积为 262.35hm2 ，占总面积的 30.85% 。本评价区

年均土壤侵蚀模数为 2882.27t/(km2·a)。

（8）植被覆盖度现状

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状，本次评价基于遥感解译，采用 植被指数法估算评价区的植被覆盖度。植被指数法主要是通过对各像元中植被类型及 分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。采用归一化植被指

数（NDVI）估算植被覆盖度的方法如下：

*FVC* = (*NDVI*-*NDVIs*)/(*NDVIv*-*NDVIs*)

式中： *FVC*——所计算像元的植被覆盖度；

*NDVI*——所计算像元的 NDVI 值；

*NDVIv*——纯植物像元的 NDVI 值；

*NDVIs*——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

根据遥感卫星影像数据，对评价区的植被覆盖度指数进行归一化分析 与

计算后，评价区植被覆盖度等级划分及面积比例情况见下表。

表 **3.2-43** 评价区植被覆盖度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 植被覆盖度（FVC） | 植被覆盖度等级 | 面积（公顷） | 面积比例（%） |
| 0＜FVC≤0.25 | 低覆盖度 | 214.43 | 26.13 |
| 0.25＜FVC≤0.5 | 中覆盖度 | 38.69 | 4.72 |
| 0.5＜FVC≤0.75 | 较高覆盖度 | 88.51 | 10.75 |
| FVC＞0.75 | 高覆盖度 | 478.87 | 58.36 |

由上表可见，高覆盖度占评价区植被覆盖度面积最大，占评价区总面积的 58.36%，中覆盖度以下区域占评价区总面积的 41.64%。根据植被覆盖度空间分

布图，评价区植被覆盖度呈现从低海拔到高海拔升高的趋势。

**3.3** 项目区现状污染源及主要环境问题

桂花水库位于金沙江一级支流万马河上游支流桂花河上，水库坝址上游无村 庄， 无工业污染源及生活污染源，污染源主要为农业面源污染。由于种植习惯，

很少用化肥农药， 一般都是用农家肥，所以化肥和农药带来的面源污染很小。

**4** 环境影响预测与评价

**4.1** 水资源利用影响评价

**4.1.1** 施工期

大坝施工导流先利用河道过流， 进行导流输水放空隧洞施工， 此过程河道用 水量均从原河道取水， 对下游水资源利用无影响。河道截流时， 导流为围堰、导 流沟配合导流输水放空隧洞导流段导流，此过程河道用水量通过导流输水放空隧 洞下泄满足， 河道水量较天然河道水量无变化。引水、引洪工程导流前期利用纵

向围堰挡水导流，后期利用冲沙闸导流。

因此，从施工导流至水库下闸蓄水，河道水资源利用不受影响。

**4.1.2** 运营期

桂花水库从桂花河上取水后， 桂花河段水量减少。桂花水库建成后， 可供给 桂花灌片供水量 248.6 万 m3，其中生活用水 29.1 万 m3，工业供水量 57.7 万 m3 ， 农业灌溉供水量 161.8 万 m3 。桂花灌片内水资源供需基本平衡。 桂花水库建成

后，预留下游生活、工业及灌溉用水， 对该河段的水资源利用影响小。

引洪工程从者纳么河取水后， 下游河道水量减少，但规划年水库建成后， 桂 花水库可供给者纳么灌片农业灌溉供水 98.2 万 m3，且取水坝汛期 6~10 月取水， 其余季节不取水，汛期取水系数 0.6 ，枯期不引水， 从者纳么河取水对该河段的

水资源利用影响小。

桂花水库建成后， 全面解决了周边地区灌区干旱缺水严重的现状和解决农村

饮水安全问题， 有利于改善区域水资源利用。

**4.2** 地表水环境影响预测与评价

**4.2.1** 施工期

（1）水文情势分析

大坝施工导流先利用河道过流， 进行导流输水放空隧洞施工，此过程河道用 水量均从原河道取水， 对下游水资源利用无影响。河道截流时， 导流为围堰、导

流沟配合导流输水放空隧洞导流段导流，此过程河道用水量通过导流输水放空隧

洞下泄满足， 河道水量较天然河道水量无变化。引水、引洪工程导流前期利用纵

向围堰挡水导流，后期利用冲沙闸导流。

施工期对坝下游水文情势影响仅局限于近坝区河段， 在导流设施出口区域产 生流速较大的急流段，但影响范围有限， 因此， 导流期间对坝下游水文情势影响

小。

（2）水质影响分析

①施工活动

项目大坝、取水坝在河道上进行修筑， 施工时场地平整、 围堰构筑物填筑以 及施工材料清运均有可能导致固废和施工材料进入地表水体，使得水质 SS 浓度 增大。同时， 施工机械不慎发生跑冒滴漏，油类也可能进入地表水体，影响河流

水质。

施工期间坝址基础开挖产生的土石方应及时运至弃渣场内堆存， 禁止乱丢乱 弃。施工材料尽量在施工现场少堆存， 做到用多少， 堆多少。同时施工期间保证 施工导流设施的正常运行，上游来水均从导流设施通过，不经过坝址施工现场， 这样施工现场泥沙不会进入下游河道， 从源头切断了污染源。另外基础开挖后及 时采取水保方案中提出的措施， 这样也能减小开挖面产生的水土流失进入下游河 道。通过采取上述措施后， 项目施工期间泥沙进入下游河道的可能性较小，对下

游河道水质影响较小。

②混凝土拌和系统废水

枢纽施工区混凝土拌合站生产期间会产生拌合站料罐冲洗废水， 按每天冲洗 一次，每次冲洗产生的废水量约 8m3，混凝土拌合站设置 1 个冲洗废水沉淀池， 冲洗废水经沉淀处理后回用于混凝土拌合， 不外排。沉淀池为混凝土结构， 采用

三级沉淀处理，总容积 10m3。

其余施工段布置小型移动式混凝土搅拌设备设置 1 个容积 5m3 的沉淀池，废

水经沉淀处理后回用于混凝土拌合，不外排。

项目施工废水不外排，对下游地表水环境影响小。

③砂石料加工系统废水

料场开采石料进入砂石料加工系统前会进行清洗，清洗用水量为 12m3/h。石 料清洗废经三级沉淀池处理后循环利用， 不外排。沉淀池为混凝土结构， 采用三

级沉淀处理，总容积 30m3 。砂石料加工系统废水对下游地表水环境影响小。

④基坑排水

基坑排水主要为桂花水库坝址开挖产生的基坑渗水，其余取水坝开挖量小， 无基坑渗水。基坑渗水主要为坝基水下部分开挖期间。根据岩土工程勘查报告， 基坑排水强度约为 2m3/h 。基坑排水设置 1 个沉淀池， 沉淀池为混凝土结构， 采 用三级沉淀处理，总容积 50m3 。基坑排水经沉淀处理后回用于混凝土拌合、洒

水降尘及其他施工用水，不外排，对下游地表水环境影响小。

⑤施工生活污水

枢纽区施工生活区、砂石料场生活区分别设置 1 个隔油池和 1 个化粪池， 隔油池容积 1m3，化粪池采用三格化粪池，混凝土结构，容积 30m3 。生活污水进入 化粪池处理，并雇用当地村民定期清运用作农业肥料，生活污水不外排。施工生活

污水对周围地表水环境影响小。

⑥隧道施工涌水

根据计算，马茨河隧洞、六姑乍箐隧洞、独格里排隧洞施工过程会产生涌

水， 主要污染物为 SS。

隧洞涌水经沉淀池处理后外排， 因六苴河流域属于蜻蛉河大姚-元谋保留区， 水质目类别Ⅱ类，禁止新建排污口，同时涌水量大， 无法全部回用，环评提出将

隧洞涌水抽至桂花河流域排放。

隧洞施工涌水产生及处置情况见表 4.2- 1。

表 **4.2-1** 隧洞施工涌水产生及处置情况表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 涌水隧洞 | 涌水量（**m3/d**） | 环保措施 | 措施规模 | 排放去向 |
| 马茨河隧洞 | 6632.4 | 三级沉淀池+水泵  +排水管道，进口  和1#支洞涌水经沉  淀处理后直接排入  马茨河 | 沉淀池4个（隧洞进出口各  1个），沉淀池单个容积  150m3 ，沉淀时间2h ，水泵  4台（2备2用），管道4.8km | 马茨河 |
| 六姑乍箐隧洞 | 545.3 | 三级沉淀池+水泵 +排水管道 | 沉淀池2个（隧洞进出口各  1个），沉淀池单个容积  30m3 ，沉淀时间2h ，水泵4  台（2备2用），管道6.2km |
|  |  |  | 沉淀池2个（隧洞进出口各 |
| 独格里排隧洞 | 1591.3 | 三级沉淀池+水泵 +排水管道 | 1个），沉淀池单个容积 80m3 ，沉淀时间2h ，水泵4 台（2备2用），管道11.3km |  |

施工涌水中主要污染物为 SS，经沉淀处理后 SS 含量大降低，对马茨河及桂花

河地表水环境质量影响小。

⑦库底清基对水质的影响

库底清基是水库枢纽工程完成后、蓄水之前进行， 清基是对库区正常水位线 以下区域进行清理，清理过程中上游来水通过导流兼供水洞进行泄流， 所有清基 产生的土石方均运至弃渣场，植物清运出库区， 不残留在库区内， 也不会流失至

下游河道，因此，清基对下游河道水质影响较小。

**4.2.2** 运营期

（1）水库水质预测影响评价

桂花水库建成运行， 项目本身并不排放污染物， 但水文特性从河流变为水库 的水文特性， 流速明显下降， 滞留时间增长， 水的自净能力会发生改变， 从而影

响水库水质。

水库蓄水前将对淹没区进行库区清理，不存在大量有机物质在库内腐烂而导 致水库水质恶化的可能。但在水库蓄水初期， 淹没区内少量的林木残留设施受淹 后，有机营养物质将进入水体，短期内库区水质 N 、P 等有机物含量将明显增 高， 随着水文特性的改变（流速变缓， 水深加大） 以及被淹没的植被和土壤逐渐 释放出有机物和氮磷营养盐， 为富营养化发生发展提供有利的水流结构和营养条 件， 库区水体诱发富营养化的可能性加大。但是随着泥沙在库区底层淤积， 形成

覆盖层，会减缓库底有机物释放。

本评价主要采用有关评价导则推荐的数学模式进行分析预测， 评价标准执行 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准， 主要评述对水资源综合利用

和可持续利用的影响。

①氮、磷浓度变化预测

采用狄隆数学模型分析营养元素氮、磷的浓度变化， 预测水库富营养化发展

趋势。

[P]=Ip（1-Rp）/rV= Ip（1-Rp）/rH

*R*p = 1 - Σ qa [*P*]a

Σ qi [*P*]i

r=Q/V

式中： [P]——湖（库）中磷（氮）的平均浓度， mg/L；

Ip——单位时间进入湖（库）的氮（磷）质量，g/a；

Lp——单位时间、单位面积进入湖（库）的氮、磷负荷量， g/（m2.a）；

H——平均水深， m；

Rp——氮、磷在湖（库）中的滞留率，量纲为 1；

qa——年出流的水量，m3/a；

qi——年入流的水量， m3/a；

[P]a——年出流的氮（磷）平均浓度， mg/L；

[P]i——年入流的氮（磷）平均浓度， mg/L；

Q——湖（库）年出流水量， m3/a；

V——水体体积，m3。

参数选择概化： 假设将来桂花水库建设前后磷污染负荷不变， 水库面积以正 常水面积考虑， 水库库容以正常库容计， 入库水量以多年平均水量计， 水库平均 水深按 “正常库容/正常高水面积”计，水库磷总滞留系数以 0.001/a 计， 水库氨

氮滞留系数以 0.001/a 计。

计算结果： 桂花水库现状入库氨氮实测最大值取 0.142mg/L ，计算得水库氨 氮预测值为 0.185mg/L，较现状坝址实测氨氮最大值略有上升； 总磷实测最大值 取 0.024mg/L，计算得水库总磷预测值为 0.028mg/L ，较现状坝址实测总磷最大 值略有上升，均能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质的保护

目标。

②水库富营养化分析

富营养化是指湖库水体接纳过量的氮、磷等营养物质， 使水体中藻类以及其 它水生生物异常繁殖， 水体透明度和溶解氧降低，造成湖、库水质恶化， 加速湖、 库老化， 从而使湖、库生态和水功能受到阻碍和破坏。严重的甚至发生“水华”，

给水资源的利用造成破坏，给湖、库生态系统带来严重后果。

库的富营养化与水中 TP 、TN 浓度关系密切，在水库富营养化评价过程中， 氮、磷营养元素植被评价采用水利部《城市供水水库水质调查评价》中“水库富 营养话状况的氮、磷含量指标”所确定的标准进行评价，湖、库富营养化的判断

关系如表 4.2-2。

表 **4.2-2** 富营养化程度评价标准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 营养化状况 | 总氮**(mg/L)** | 总磷**(mg/L)** |
| 贫～中营养化 | 0.2~0.4 | 0.005~0.01 |
| 中营养化 | 0.3~0.55 | 0.01~0.03 |
| 中～富营养化 | 0.54~1.5 | 0.03~0.14 |
| 富营养化 | >1.5 | >0.14 |

桂花水库工程建成运行后， 原天然河流变成水库，库区流速减少， 水深增大，

滞留时间变长， 水体中溶解氧降低， 入库污染物沉积和积累， 加上水库蓄水初期 库盆土壤和残留物淹没后， 将释放出 N 、P 等营养物质， 可能导致水库水体浮游

植物大量生长，形成水库富营养化，从而影响水资源的利用。

根据桂花水库水质监测报告资料可知， 水库库尾、坝址 TP 监测浓度值最大

为 0.024mg/L 、氨氮监测浓度值为 0.142mg/L。

桂花水库氨氮预测值为 0.185mg/L，较现状实测氨氮最大值 0.142mg/L 略有 上升； 总磷预测值为 0.028mg/L，对照湖、 库富营养化的判别标准， 从整体上而

言， 桂花水库会出现富营养化问题的可能性不大。

③饮用水安全影响分析

据桂花水库水质监测报告资料可知， 现状水质均能满足《地表水环境质量标 准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准及表 2 标准（集中式生活饮用水地表水源地补充项 目标准限值） 要求， 适合作为集中式生活饮用水地表水源地要求，做为饮用水源

地是安全的。

在现状条件不变的前提下，水库氨氮预测值为 0.85mg/L，水库总磷预测值为 0.028mg/L，能满足Ⅲ类水的保护目标。对照湖、库富营养化的判别标准和国内 外“湖、库富营养化形成机理”和文献， 从整体上而言， 桂花水库会出现富营养 化问题的可能性不大。综上所述， 桂花水库建成运行后， 能满足集中式生活饮用

水地表水源地要求，做为集中式生活饮用水水源地是安全的。

桂花水库建成运行后， 饮用水水质的安全， 主要取决于水库径流区的水污染

控制和库内水污染控制及输水过程中的污染控制。

据现状调查水库径流区内无工业企业， 也没有布置养殖业。水库的径流区涉 及农业面源。要保证桂花水库水质的安全， 必需针对水库径流区现有和可能会有 的污染源进行整治，其主要对策措施为： a、水库径流内的农业生产当中，要提

高耕作技术水平， 合理使用化肥农药， 最大限度减少农灌水退水中氮、磷和农药

的含量，从而减少对桂花水库饮用水污染的可能性；b 、桂花水库原则上不能进 行库内网箱养鱼； c 、桂花水库径流区内原则上不得开矿、新建水污染较重的工 业， 工业企业污水禁止外排。综上所述， 只要采取以上 3 条对策措施， 桂花水库

引用水源安全是完全可以保证的。

（2）灌溉回归水影响

项目农业灌溉回归水 68.5 万 m3（不含新街、金碧片区），其中万马河（桂花 河）流域的灌溉回归水量为 37.4 万 m3 ，六苴河流域（含者纳么河）的灌溉回归 水量为 31.1 万 m3 。回归过程为本月用水当月不回归， 下月回归 60%，再下月回 归 40%，回归峰期发生于每年的 4、5、6 月。由于作物种植中化肥、农药的施用， 回归水中将存在一定的氮、磷污染， 通过沿途渠系排入河道后，增加河水中氮、

磷含量。

①灌溉回归水对桂花河的影响

桂花河流域多年平均径流量为 1.39 亿 m3（源头至汇入万马河处），桂花河流 域的灌溉回归水量为 37.4 万 m3 ，回归水占流域水资源量的 0.26% ，灌溉回归水 占流域水资源量比例较小， 下游河道水量十分丰富， 灌溉回归水对河道的水质影

响较小。

②灌溉回归水对六苴河的影响

六苴河流域的灌溉回归水量为 31.1 万 m3 ，回归水占流域水资源量的 0.2%， 灌溉回归水占流域水资源量比例较小， 下游河道水量十分丰富， 灌溉回归水对河

道的水质影响较小。

综合来看， 由于灌区灌溉回归水径流量相比受纳河流的径流量要小很多， 灌 溉回归水进入受纳河流后， 对河流水体的 TN、TP 污染物贡献率较低， 且本环评 对回归水受纳河流污染物贡献浓度的预测是简化为单一排污口的预测方式， 实际 回归水过程中，灌溉回归水是随多处沟渠进入河流的， 其对水质的影响程度要小 于本预测结果。因此， 本水库建成后， 灌溉回归水对桂花河、六苴河的影响程度 有限， 同时通过在灌区采取节水灌溉， 开展测土配方、较少农药、化肥施用量等

措施后， 灌溉回归水对受纳河流的水质影响将会得到进一步减缓。

（3）减水河段纳污能力影响分析

桂花水库营运后，蓄水调水会使得原河道多年平均径流量减少 1620 万 m3，

减少比例为 11.65%（桂花河流域多年平均径流量为 1.39 亿 m3）。P=75%的设计

保证情况下， 桂花水库建成运行后， 减水河段纳污能力将减少 11.65%，其减水河

段纳污能力影响不大。

（4）生活污水

运 营期库 区值班人 员 2 人， 均 由 当地居 民担任 ，食宿 自理 ，库 区 不设置食宿，生活污水主要为卫生间污水。污水经化粪池处理后定期委

托周边居 民清掏用于农肥 ，不外排 ，对 桂花河地表水环境影 响 小。

（5）水文情势影响评价

①初期下闸蓄水期间对水文情势的影响

初期蓄水时导流隧洞封闭， 由导流输水放空隧洞预埋的 DN325 钢管下泄生 态流量。初期蓄水至死水位期间无法通过导流输水放空隧洞直接取水， 须采用临 时供水水泵抽水至生态下泄管道。蓄水期间处于汛期， 下泄水量只考虑坝下至罗 子左河汇入口之间生态用水量（0.03m3/s），因此供水水泵设置 2 台， 一备一用，

水量不得小于下游用水量， 即 Q≥0.03m3/s。

水库下闸蓄水后， 仅通过生态放流管下泄生态流量， 较天然河道相比，导流 输水放空隧洞出口至汇入下游河道的水量、水深、水位、流速、流量等将发生变 化，其中生态放流管出口至罗子左河之间河道水量大大降低， 罗子左河汇入口以

下河段沿线有其他支流汇入，河段减水情况可以得到减缓。

蓄水初期只要保证持续稳定的下泄河道所需的生态用水量， 桂花水库蓄水初

期对下游减水河段水文情势影响可以得到减缓。

②水库正常调蓄水水文情势的影响

桂花水库正常蓄水位 2094.15m，水库形成后， 水库区正常蓄水时回水长度 为 3.88km。由于河谷区水面变宽， 库区水体流速将明显减缓，使库区河段水域环

境从河道急流型转为湖库缓流型，库区滞洪能力明显增强。

运营期， 水库调度运行时水位在正常蓄水位 2094.15m 与死水位 2058.8m 之 间变化， 将会形成 35.35m 高的消落带，水库水位、水体体积、水面面积均产生 相应变化。但这种变化仅限于水库坝址以上 3.88km 的河段，水库运行后水库蓄 水上游水位抬高， 大坝下游的地下水补充量将会有所增加。同时，根据实际调查 库区内无敏感生态问题， 也无珍稀动植物， 工程运行对水库库尾以上河段的水文

情势影响不大。

生态放流管至桂花河汇入万马河之间 27.78km 河段出现减水。桂花河干流减

水河段水量变化见表 4.2-3。

表 **4.2-3** 桂花水库各典型年坝址下游径流量变化表（万 **m3**）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 代表年 | 项目 | **6** 月 | **7** 月 | **8** 月 | **9** 月 | **10** 月 | **11** 月 | **12** 月 | **1** 月 | **2** 月 | **3** 月 | **4** 月 | **5** 月 |
| P=75% | 来水量 | 79.7 | 237.4 | 511.4 | 218.9 | 173.4 | 91 | 68.1 | 67.3 | 54.3 | 59.6 | 52.9 | 58 |
| 生态用水量 | 19.18 | 19.82 | 19.82 | 19.18 | 19.82 | 19.18 | 19.82 | 19.82 | 17.90 | 19.82 | 19.18 | 19.82 |
| 灌溉用水量 | 111.87 | 79.63 | 19.49 | 0.00 | 0.00 | 105.45 | 99.06 | 98.79 | 52.03 | 101.25 | 56.87 | 298.48 |
| 生活、工业 用水量 | 7.53 | 7.78 | 7.78 | 7.53 | 7.78 | 7.53 | 7.78 | 7.78 | 7.03 | 7.78 | 7.53 | 7.78 |
| 库损水量 | 1.08 | 1.92 | 1.75 | 1.67 | 1.69 | 1.64 | 1.62 | 1.86 | 2.27 | 3.19 | 3.33 | 3.35 |
| 月末库容 | 152.70 | 280.95 | 743.51 | 934.03 | 1067.20 | 1024.40 | 964.22 | 903.28 | 878.35 | 805.91 | 771.90 | 500.47 |
| 弃水量 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 减水率 （%） | 坝址至罗子 左河汇入口 | 75.93 | 91.65 | 96.12 | 91.24 | 87.38 | 78.92 | 70.90 | 70.55 | 67.03 | 66.74 | 63.74 | 65.83 |
| 罗子左河汇  入口至叭拉  河汇入口 | 69.94 | 79.75 | 82.54 | 79.50 | 77.83 | 49.25 | 44.24 | 44.03 | 41.81 | 41.62 | 39.75 | 41.10 |

注：死库容为 152.7 万 m3 ，正常蓄水位库容 1067.20 万 m3

由上表可见，枯水年（p=75%）时，桂花水库 10 月坝下有弃水，其余月份 坝下均无弃水。在确保生态流量的情况下， P=75%时桂花河下游河段（至罗子左 河汇入口）减水率为 63.74%~96.12%；P=75%时桂花河下游河段（罗子左河汇入 口至叭拉河汇入口，途中有马茨河汇入）减水率为 39.75%~82.54%。项目生态流 量下泄口至汇入万马河之间还有叭拉河、小河、芭蕉箐河等几条较大支流汇入以

及其他小型支流汇入，河道减水率逐渐降低。

（6）生态流量

①生态用水需求分析

水库的蓄水运行， 将在一定程度上改变坝下河段的水文情势， 为维护下游河 段水生生态系统稳定， 应下泄一定的生态流量， 将其纳入工程水资源综合配置中 统筹考虑。根据原环境保护部发布的《水电水利建设项目生态用水、低温水和过 鱼设施环境影响评价技术指南(试行)》（环评函[2006]4 号)和水利部发布的《河湖 生态环境需水计算规范》（SL/Z712-2014），河流生态需水一般包括河道内生态需 水和河道外生态需水， 河道内生态需水一般包括： 维持水生生态系统稳定所需要 的水量； 维持河流水环境质量的最小稀释净化水量； 河道蒸发需水量； 维持地下 水位动态平衡所需要的补给水量； 河道内输沙需水量； 河道外需水一般指河道外

植被需水等水量。

a.维持水生生态系统稳定所需水量

评价区分布的鱼类 19 种。评价区水域未发现明显的、集中式的鱼类“三场” 等重要的鱼类生境分布。为确保河道内的鱼类生存， 保持水生生态系统稳定， 需

要考虑提供一定的水量。

b.维持河道水质的最小稀释净化水量

工程所在区域桂花河水环境功能为 III 类，河道现状的水质总体良好。因此，

基本不需要考虑下游的水环境容量和维持下游河段水环境功能要求。

c.河道蒸发需水量

桂花河河道较窄， 水面蒸发消耗的水量对于河道内流量来说很小， 因此， 由

水面蒸发引起的水量消耗本次不考虑。

d.维持地下水位动态平衡所需要的补给水量

当河道水位高于两岸地下水位时， 河水将通过渗漏补给地下水； 地下水位高

于河道水位， 地下水补给地表水。工程区地下水类型为第四系松散堆积层孔隙水

与基岩裂隙水， 主要由降水与地表水补给， 地下水位和流量随季节而变化， 向河 谷排泄。因两岸谷坡地形陡峭， 地表径流通畅， 基岩谷坡地表径流迅速泄于河中。 两岸第四系堆积层透水性强， 雨季有孔隙水渗出。地下水与地表水的关系为地下

水单向补给地表水，因此，也不存在维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

e.河道内输沙需水量

根据泥沙资料分析， 水库运行期内水库不排沙，不需维持河口冲淤平衡。因

此，本次不考虑河道内输沙需水量。

f.河道外生态需水量

坝址下游区域两岸植被生长所需水分主要来自地下孔隙水， 而河段地下孔隙

水为单向补给河道，因此，下游无河道外生态需水的需求。

g.用水需求综合分析

综上所述， 工程评价河段生态环境需水量主要考虑维持水生生态系统稳定所

需要的生态流量。

②下泄流量的确定

《河湖生态环境需水计算规范（SL/Z712-2014）》以及《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） （国家环境保护 总局环境工程评估中心文件环评函[2006]4 号） )》中均提出了水文学法、水力学 法等多种计算生态需水的方法。各方法用于桂花水库生态水量计算的适用性分析

见表 4.2-4 所示。

表 **4.2-4** 推荐计算方法的适用性分析

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 方法 | 名称 | 计算方法 | 适用或限制条 件 | 是否适用 | 备注 |
| 水文  学法 | Tennant 法 | 根据水文资料以年平均 径流量百分数来描述河 道内流量状态。最小生 态用水量不应小于工程  所在河流控制断面多年 平均流量的 10%。 | 作为河流进行  最初目标管  理、战略性管  理方法使用 | 适用 |  |
| 最小月  平均径  流法 | 以最小月平均实测径流  量的 多年平均值作为河  流基本生态环境需水  量。 | 适合于干旱、 半干旱区域生 态环境目标复 杂的河流。对 生态目标相对 单一的地区， | 适用 |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 方法 | 名称 | 计算方法 | 适用或限制条 件 | 是否适用 | 备注 |
|  |  |  | 计算结果偏 大。 |  |  |
| 水力  学法 | 湿周法 | 采用湿周作为栖息地的 质量指标，绘制临界栖 息地区域湿周与流量的 关系曲线，根据湿周流 量关系图中的转折点确  定河道推荐流量值。 | 适用于河床形  状稳定的宽浅  矩形和抛物线 型河道。 | 不适用 | 缺少河道断  面实测数 据。 |
| 水文-  生物  分析  法 | 组合法 | 采用多变量回归统计方 法，建立初始生物数据 与环境条件的关系，来 判断生物对河流流量的  需求。 | 适用于受人类  影响较小的河 流。 | 不适用 | 虽然评价河 段受人类活 动影响较小 但该方法对 资料要求很 高，而工程 区域为无资 料地区。 |
| 生境模拟法 | | 根据指示物种所需的水  力条件的模拟， 确定河 流流量。 | 适用河流主要  生态功能为某  些生物物种的 保护。 | 不适用 | 评价河段的 主要生态功 能并非为某 些生物物种  的保护。 |
| 综合法 | | 以 BBM 法为代表，从河 流生态系统整体出发，  根据专家意见综合研究 流量、泥沙运输、河床 形状与河岸带群落之间  的关系。 | 资源消耗大、 时间长， 一般 至少需要 2a 时 间。综合性、 大流域生态需  水。 | 不适用 | 综合法研究 周期过长，  资料要求 高。 |
| 生态水力学法 | | 通过水生生物适应的水  力生境确定合适的流 量，属于生境模拟法。 | 适用于大中型 河流内的水生 生物所需生态 流量的计算。 | 不适用 | 评价河段属  于小型河 流。 |

a.Tennant 法

Tennant 法是依据观测资料建立的流量和河流生态环境状况之间的经验关系， 用历史流量资料就可以确定年内不同时段的生态环境需水量。不同河道内生态环

境状况对应的流量百分比见表 4.2-5。

表 **4.2-5 Tennant** 法推荐的基流标准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 不同流量百分比  对应河道内生态环境状况 | 占年均天然流量百分比  （非汛期） | 占年均天然流量百分比  （汛期） |
| 最佳 | 60~100 | 60~100 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 很好 | 40 | 60 |
| 好 | 30 | 50 |
| 良好 | 20 | 40 |
| 一般 | 10 | 30 |
| 差 | 10 | 10 |
| 极差 | 0~10 | 0~10 |

坝址处多年平均流量 0.74m3/s。选用“一般”级别的标准计算坝下河段的生

态需水量，即非汛期 12 月~次年 4 月选用河道多年平均天然流量的 10%，汛期 6 月~10 月取多年平均天然流量的 30%，作为水库下泄的生态流量。计算得到坝下

生态流量为汛期 6~10 月 0.22m3/s，非汛期 12 月~4 月 0.074m3/s。

b.最小月平均径流法

以最小月平均实测径流量的多年平均值作为河流基本生态环境需水量。根据

计算，坝下生态流量为 0.128m3/s 。桂花河生态目标相对单一，计算结果偏大。

在综合考虑 Tennant 法、最小月平均径流法， 因生态放流管道不安装阀门， 无法控制汛期和非汛期流量大小， 因此项目确定桂花水库最小下泄流量为河道多

年平均天然流量的 10%，即 0.074m3/s。

（7）泥沙情势的影响分析

桂花水库建成后， 水库悬移质和推移质主要来自水库汇水区的水土流失。经

水库拦沙后， 坝址以上入库的全部推移质及部分悬移质泥沙均被拦蓄在水库内。

虽然水库建成后， 水库库区悬移质和推移质含沙量均显著减小。泥沙淤积位 置主要在水库中后部， 易形成锥体淤积， 淤积泥沙在重力作用下向坝前移动。水 库泥沙淤积形态确定为三角洲淤积， 水库径流区的悬移质主要淤积在三角洲洲体 中，推移质泥沙主要淤积在库尾， 随着淤积年限的增加， 库尾推移质泥沙逐年淤 高，并从库尾开始向上游河道淤积， 形成泥沙翘尾巴。水库及工程泥沙问题将较 为突出， 因此水库泥沙调度方式应充分利用汛期大流量时降低水位排沙， 减少库 区泥沙淤积； 中小流量时， 入库沙量少， 造床弱， 水库在高水位运行， 增加水库

蓄水量。

根据项目可研阶段成果， 小型水库使用寿命按 50 年考虑。水库运行 50 年 后， 水库坝址泥沙总淤积总量为 79 万 m3，在设计使用年限内， 库内的泥沙淤积 不会影响输水隧洞正常取水， 输水隧洞及水库运行是安全的，不会影响下游供水

及生态下泄用水。

由于水库拦截作用， 桂花水库出水泥沙会明显减少， 这种影响要持续较长一

段时间， 直到水库淤积库容淤满后才会消除其影响。水库泥沙淤积会减少传送到 坝下游的营养物质，增加库内污染物富积。总体来说，坝下河流水质会相应变好，

对下游河道水质改善属有利影响。

由于水库拦截了对河床形态起稳定作用的推移质沙量，悬移质出沙含量也远 低于天然状态， 下游河床泥沙运动失去平衡， 出库泥沙量减少会增加出库水流冲 刷能力。在水库运行的前 5~10 年内，下游河道将受到冲刷影响，然后逐渐趋于 稳定。水库所在河段河流属山区性河流， 河床多为基岩， 与冲击性河流相比， 山 区性河流具有较强的抗冲刷性， 所以， 生态流量下泄、河道泥沙的减少对河床冲

刷影响作用有限。

（8）水温影响分析

根据工程分析， 桂花水库的水温类型为分层型水温结构， 水库会出现水温分 层和下泄低温水现象。分层型水库库底水温在夏季将低于其库表水温， 冬季将略

高于或等于库表水温， 通过经验预测公式，对水库垂向水温进行预测分析和计算。

①坝址气温

因坝址处无多年平均气温值， 本次评价以大姚县多年平均气温进行修正， 大

姚县近 20 年多年平均气温为 16.5℃,具体各月气温如下表所示。

表 **4.2-6** 大姚县多年（**1994-2015** 年） 平均气温表 单位：℃

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 气温 | 9 | 11.3 | 14.7 | 17.6 | 20.1 | 21.0 | 20.5 | 19.8 | 18.3 | 15.9 | 11.7 | 8.6 |

大姚县气象站海拔为 1879m，桂花水库坝址处原始海拔为 2019m，桂花水库 坝址海拔与大姚县气象站海拔相差 140m。按海拔每上升 1000m，气温下降 6℃, 则坝址处与县城气象站气温相差 0.8℃,通过大姚县气象站多年平均气温推求出

坝址处多年平均气温为 15.7℃,具体气温如下。

表 **4.2-7** 坝址处多年平均气温表 单位：℃

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 气温 | 8.2 | 10.5 | 13.9 | 16.8 | 19.3 | 20.2 | 19.7 | 19 | 17.5 | 15.1 | 10.9 | 7.8 |

②库表水温

多年平均水库表面水温与多年平均气温之间具有良好的相关关系。桂花水库 库表水温采用气温—水温相关法进行估算， 并采用朱伯芳公式进行修正， 库表水

温按下式计算：

T 表=T 气修+△b

*T气修* = 1*/*12*Ti*

式中， T 表——库表面水温(℃);

T 汽修——修正平均气温(℃);

△b——温度增量， 一般情况下取 2-4℃;

Ti——第 i 月的平均气温，当月平均气温小于 0℃时， Ti 取 0℃。

根据朱伯芳公式分析计算， 桂花水库库表逐月水温值详见表 4.2-8。

表 **4.2-8** 水库库表逐月水温表 单位：℃

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 气温 | 12.5 | 14.5 | 16.9 | 19.8 | 22.3 | 23.2 | 22.7 | 22 | 20.5 | 19.1 | 13.9 | 11.8 |

③河道天然水温

桂花水库所在的桂花河没有实测的河道天然水温， 一般情况下水温变化趋势 与气温较接近， 只是相对滞后气温变化， 根据经验估算并根据项目区的海拔高程 与大姚县气象站海拔高程对桂花水库所在的桂花河天然河段水温进行修正， 详见

表 4.2-9。

表 **4.2-9** 河道天然水温逐月水温表 单位：℃

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 气温 | 12.7 | 14.6 | 16.8 | 19 | 21.5 | 19.5 | 19.2 | 19.6 | 17.5 | 15.7 | 13.5 | 11.9 |

④水库库底水温计算

由于库底水温较库表水温低， 故库底水密度也较库表要大。对于分层型水库 来说，其冬季水温度为年内最低， 届时水库表层与底层水温相差较小。因此， 库 底水温可以认为近似等于河道来水的最低三个月月平均水温。以此为依据， 可以 采用 11 月、 12 月和 1 月的河道天然水温月平均水温近似作为库底年平均水温，

即：

T 底≈(T11+T12+T1)/3

通过估算桂花水库年均库底水温为 12.7℃。

④水库运行水位及水深

根据设计资料， 项目运行水位和运行水深如下表所示。

表 **4.2-10** 水库运行水位 单位：**m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

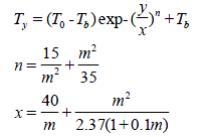
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 运行水位 | 2092.4 | 2092.1 | 2091.3 | 2090.1 | 2082.2 | 2058.8 | 2075.8 | 2088.4 | 2094.1 | 2094.1 | 2093.5 | 2093.4 |
| 导流洞 板高程 | 2058.8 | | | | | | | | | | | |
| 运行水深 | 33.6 | 33.3 | 32.5 | 31.3 | 23.4 | 0 | 17 | 29.6 | 35.3 | 35.3 | 34.7 | 34.6 |

注： 1、本表中的运行水位采用 P=50%设计平水年数据； 2、运行水深即为水库取水口取水水温层至库表 的深度。

⑤水库坝前垂向水温预测

水库水温分布包括横向水温分布和纵向水温分布。国内水库实测成果表明， 瞬时水温等值线的走向基本上是水平的， 只是在库岸、浅滩附近或有洪水入库扰 动时各别情况例外， 即使有波动， 仅仅是局部的和临时的， 且温差很小； 年、 月 平均水温等值线几乎完全是水平的。故本次只预测水库水温的垂向分布情况， 即 水库坝前各深度逐月平均水温。预测公式采用水利部东北勘测设计研究院的经验

公式：



式中： Ty——水深 y 处的月平均水温(℃);

T0——水库表面月平均水温(℃);

y——水深（m）；

m——月份， 1 ，2 ，3 ，……12；

Tb：库底月平均水温(℃);对于分层型水库，各月库底水温与其年

均值差别甚小，可用年均值代替；该式适用于 23°~44°N地区。

根据以上条件分析计算， 桂花水库不同水深情况下坝前水温预测见下表。

表 **4.2-11** 水库运行水温 单位： 水温**(**℃**)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 水深（**m**） | **1** 月 | **2** 月 | **3** 月 | **4** 月 | **5** 月 | **6** 月 | **7** 月 | **8** 月 | **9** 月 | **10** 月 | **11** 月 | **12** 月 |
| 1 | 12.50 | 14.50 | 16.88 | 19.64 | 22.03 | 23.01 | 22.63 | 21.98 | 20.50 | 19.10 | 13.90 | 11.80 |
| 2 | 12.50 | 14.50 | 16.83 | 19.38 | 21.65 | 22.70 | 22.46 | 21.92 | 20.48 | 19.10 | 13.90 | 11.80 |
| 3 | 12.50 | 14.50 | 16.74 | 19.07 | 21.21 | 22.32 | 22.24 | 21.82 | 20.45 | 19.09 | 13.90 | 11.80 |
| 4 | 12.50 | 14.50 | 16.63 | 18.74 | 20.75 | 21.89 | 21.95 | 21.67 | 20.40 | 19.07 | 13.90 | 11.80 |
| 5 | 12.50 | 14.49 | 16.49 | 18.40 | 20.29 | 21.44 | 21.62 | 21.48 | 20.32 | 19.05 | 13.90 | 11.80 |
| 6 | 12.50 | 14.49 | 16.33 | 18.05 | 19.82 | 20.97 | 21.26 | 21.26 | 20.22 | 19.01 | 13.90 | 11.80 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 水深（**m**） | **1** 月 | **2** 月 | **3** 月 | **4** 月 | **5** 月 | **6** 月 | **7** 月 | **8** 月 | **9** 月 | **10** 月 | **11** 月 | **12** 月 |
| 7 | 12.50 | 14.48 | 16.15 | 17.70 | 19.36 | 20.49 | 20.87 | 20.99 | 20.09 | 18.96 | 13.89 | 11.80 |
| 8 | 12.50 | 14.46 | 15.95 | 17.35 | 18.90 | 20.01 | 20.46 | 20.70 | 19.93 | 18.90 | 13.89 | 11.80 |
| 9 | 12.50 | 14.44 | 15.75 | 17.01 | 18.47 | 19.54 | 20.03 | 20.37 | 19.74 | 18.81 | 13.88 | 11.80 |
| 10 | 12.50 | 14.41 | 15.54 | 16.68 | 18.05 | 19.07 | 19.60 | 20.02 | 19.53 | 18.71 | 13.87 | 11.81 |
| 11 | 12.50 | 14.37 | 15.32 | 16.37 | 17.65 | 18.62 | 19.16 | 19.65 | 19.29 | 18.59 | 13.86 | 11.81 |
| 12 | 12.50 | 14.32 | 15.10 | 16.07 | 17.26 | 18.18 | 18.73 | 19.26 | 19.03 | 18.44 | 13.84 | 11.82 |
| 13 | 12.50 | 14.26 | 14.89 | 15.79 | 16.90 | 17.76 | 18.29 | 18.87 | 18.74 | 18.27 | 13.83 | 11.82 |
| 14 | 12.50 | 14.18 | 14.68 | 15.52 | 16.56 | 17.36 | 17.87 | 18.46 | 18.43 | 18.08 | 13.80 | 11.83 |
| 15 | 12.50 | 14.10 | 14.48 | 15.27 | 16.24 | 16.98 | 17.46 | 18.05 | 18.11 | 17.87 | 13.78 | 11.84 |
| 16 | 12.50 | 14.00 | 14.29 | 15.03 | 15.94 | 16.62 | 17.07 | 17.65 | 17.78 | 17.64 | 13.75 | 11.85 |
| 17 | 12.50 | 13.89 | 14.11 | 14.82 | 15.66 | 16.28 | 16.69 | 17.25 | 17.43 | 17.39 | 13.71 | 11.87 |
| 18 | 12.50 | 13.78 | 13.94 | 14.61 | 15.40 | 15.96 | 16.34 | 16.86 | 17.08 | 17.13 | 13.68 | 11.89 |
| 19 | 12.50 | 13.66 | 13.79 | 14.43 | 15.16 | 15.67 | 16.00 | 16.48 | 16.73 | 16.85 | 13.63 | 11.91 |
| 20 | 12.50 | 13.53 | 13.65 | 14.25 | 14.94 | 15.39 | 15.68 | 16.12 | 16.38 | 16.56 | 13.59 | 11.93 |
| 21 | 12.50 | 13.41 | 13.52 | 14.10 | 14.73 | 15.14 | 15.38 | 15.78 | 16.04 | 16.27 | 13.54 | 11.96 |
| 22 | 12.50 | 13.29 | 13.40 | 13.95 | 14.54 | 14.90 | 15.11 | 15.45 | 15.71 | 15.97 | 13.48 | 11.99 |
| 23 | 12.50 | 13.18 | 13.30 | 13.82 | 14.37 | 14.69 | 14.85 | 15.15 | 15.39 | 15.67 | 13.43 | 12.02 |
| 24 | 12.50 | 13.08 | 13.21 | 13.70 | 14.21 | 14.49 | 14.61 | 14.87 | 15.09 | 15.37 | 13.37 | 12.06 |
| 25 | 12.50 | 12.99 | 13.13 | 13.59 | 14.06 | 14.30 | 14.40 | 14.61 | 14.80 | 15.08 | 13.31 | 12.10 |
| 26 | 12.50 | 12.92 | 13.06 | 13.49 | 13.93 | 14.14 | 14.20 | 14.37 | 14.54 | 14.80 | 13.25 | 12.14 |
| 27 | 12.50 | 12.85 | 13.00 | 13.41 | 13.81 | 13.99 | 14.03 | 14.15 | 14.29 | 14.54 | 13.20 | 12.19 |
| 28 | 12.50 | 12.81 | 12.94 | 13.33 | 13.70 | 13.85 | 13.86 | 13.96 | 14.07 | 14.29 | 13.14 | 12.23 |
| 29 | 12.50 | 12.77 | 12.90 | 13.25 | 13.60 | 13.72 | 13.72 | 13.78 | 13.87 | 14.07 | 13.08 | 12.28 |
| 30 | 12.50 | 12.75 | 12.86 | 13.19 | 13.50 | 13.61 | 13.59 | 13.63 | 13.69 | 13.86 | 13.03 | 12.33 |
| 31 | 12.50 | 12.73 | 12.83 | 13.13 | 13.42 | 13.51 | 13.47 | 13.49 | 13.53 | 13.67 | 12.98 | 12.37 |
| 32 | 12.51 | 12.72 | 12.81 | 13.08 | 13.35 | 13.42 | 13.37 | 13.37 | 13.39 | 13.50 | 12.94 | 12.42 |
| 33 | 12.51 | 12.71 | 12.78 | 13.04 | 13.28 | 13.33 | 13.28 | 13.26 | 13.27 | 13.36 | 12.90 | 12.46 |
| 34 | 12.51 | 12.70 | 12.77 | 12.99 | 13.22 | 13.26 | 13.20 | 13.17 | 13.16 | 13.23 | 12.86 | 12.50 |
| 35 | 12.52 | 12.70 | 12.75 | 12.96 | 13.16 | 13.19 | 13.13 | 13.09 | 13.07 | 13.12 | 12.83 | 12.53 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 温度℃ | 24.00  22.00  20.00  18.00  16.00  14.00  12.00  10.00 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35  水深（M） |
| 1月  2月  3月  4月  5月  6月  7月  8月  9月  10月  11月  12月 | | |

图 **4.2-1** 水库坝前垂向水温分布图

由上图 4.2- 1 可见，库区水温呈季节性分层特征，1 月和 12 月不出现分层， 2 月出现弱分层， 其他月份均具有明显的分层现象，特别是 4- 10 月表层 20m 内 存在较强烈的温跃层。夏季库表接受太阳辐射大， 水面下接受辐射小， 故表层水 温大， 水深越大水温月底。冬季则相反， 库表散热大， 水温低， 而水面以下散热

小水温较大或同温，故可能出现与夏季相反的水温结构或同温结构。

⑥出库水温预测

桂花水库运行后， 库内水温分层，水库从输水洞输水， 输水洞进水口底板高 程 2058.8m，水库运行水位深如表 4.2- 10，采用水利部东北勘测设计研究院的经 验公式计算水库出库水温， 水库出口水温与天然河道水温对比一览表如下表所示，

对比图见图 4.2-2。

表 **4.2-12** 桂花水库各月出库水温与库表水温对照表 单位： ℃

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 出库水温 | 12.51 | 12.71 | 12.79 | 13.12 | 14.30 | 19.5 | 16.69 | 13.69 | 13.05 | 13.09 | 12.84 | 11.52 |
| 天然河道 水温 | 12.7 | 14.6 | 16.8 | 19 | 21.5 | 19.5 | 19.2 | 19.6 | 17.5 | 15.7 | 13.5 | 11.9 |
| 弃水水温 | / | / | / | / | / | / | / | / | 17.5 | 15.7 | / | / |
| 弃水与生态 流量比值 | / | / | / | / | / | / | / | / | 10.89 | 6.63 | / | / |
| 混合水温 | 12.51 | 12.71 | 12.79 | 13.12 | 14.3 | 19.5 | 16.69 | 13.69 | 16.32 | 14.64 | 12.84 | 12.52 |
| 温差 | -0.19 | - 1.89 | -4.01 | -5.88 | -7.2 | 0 | -2.51 | -5.91 | - 1.18 | - 1.06 | -0.66 | -0.38 |

注：**9** 、**10** 月水库弃水通过溢洪道泄流，水温取表层水温度。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 25  **水温( ℃ )**  20  15  10  5  0 |  | 出库水温  天然河道 |
| 1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月  **月份** | | |

图 **4.2-2** 桂花水库出库水温与天然水温对比图

由上图可知，工程建成后出库水温除 6 月外（6 月库底水面到死水位），均

低于天然河道水温，温差幅度-7.2~-0.19℃。低温水最大降幅出现 5 月。

⑦对下游耕地灌溉的影响

桂花水库直接灌溉区域为桂花灌片、者纳么灌片、六苴灌片，灌溉水经过管 道、沟渠输送，受太阳辐射及空气热交换影响， 灌溉水温在进入农田之前会有一 定程度的变化， 特别是水流进入农田后水面积大增， 水深较浅， 与大气热交换明

显，受气温影响明显，灌溉水温会升高，对下游耕地灌溉影响小。

**4.3** 地下水环境影响预测与评价

**4.3.1** 水文地质条件

（1）地下水类型及含水层（组）赋水性

工程区地处永仁团山褶皱区， 于昙华山褶皱带与大白草岭褶皱带之间的地块 内， 水文地质条件受区域构造、地层岩性及地貌的控制， 依据工程区域内地质构 造、岩性特征和地下水的赋存条件、泉流量， 地下水径流模数、可将含水层划分

为以下几种类型：

①第四系冲洪积层孔隙水

分布于万马河沿河地带。沿河床及阶地分布第四系冲洪积层（Qalp）、为细砂 卵石、砾石、粘土细砂， 局部夹粉砂土， 地下孔隙水多赋存于细砂砾石中， 地下 水埋藏深度 0.5～1.5m；雨季由大气降水补给，旱季由两岸阶地补给河水向下游

排泄。沿河岸及阶地水量丰富，远离河岸水量平乏。

②碎屑岩裂隙水

裂隙水赋存于白垩系、侏罗系、三迭系碎屑岩中， 富水性受岩性和节理、裂 隙发育程度控制， 经统计裂隙率 0.1～0.79% 、局部最大 2.1～4.2%，裂隙水沿裂 隙发育地段和界线部位溢出，泉流量 0.1～0.79L/s。在么苴地背斜翼部泉流量可 达 2.5～4.46L/s、最大达 15.75～19.6L/s。地下径流模数小于 1L/s▪km2、局部 1~ 2L/s ▪km2。碎屑岩裂隙水由大气降雨补给， 补给方式为： 一是大气降雨沿裂隙下 渗补给浅部含水层， 二是大气降雨沿补给区渗入、顺层补给含水层。大气降雨补 给地下水的强度受降雨量和降雨形式在空间时间分配上的影响， 地下水赋存和运

动受地形及地质构造控制，由南向北径流，向万马河排泄。

③岩浆岩裂隙水

裂隙水赋存于于支拉岩体、直苴岩体、洗的么鮓岩体的霓辉正长岩、石英二 长斑岩、黑云母花岗斑岩中。岩体呈岩株产出， 与围岩接触带常有泉点出露， 泉

流量一般 0.37～0.45L/s，地下水径流模数＜1.045L/s▪km2。

（2）地下水的补给、径流、排泄

地下水受岩性、地质构造的性状影响较大， 靠大气降水补给， 沿节理裂隙和 构造面向河流和沟谷排泄。地下水分水岭与地表分水岭基本一致， 桂花河为区内

地下水的排泄最低基准面，分水岭两侧地下水补给各水系河水，向金沙江排泄。

**4.3.2** 地下水开发利用历史与现状

评价区内村镇饮用水源多来自山箐水，隧洞沿线无出露泉点， 无地下水利用

情况。

**4.3.3** 地下水环境影响分析

（1）隧洞建设对地下水水位、水量的影响

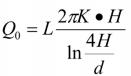
①隧洞涌水水量

项目输水工程、引水工程共设置 7 处隧洞。根据输水隧洞沿线地质勘查资料， 引水工程隧洞、输水工程隧洞（么他苴隧洞、海古簸隧洞、碧么隧洞）洞身位于 地下水水位之上，输水隧洞不存在涌水情况。根据钻孔资料， 马茨河隧洞、六姑 乍箐隧洞、独格里排隧洞部分洞身位于地下水水位之下，输水隧洞部分区域存在

涌水。

根据《水利水电工程水文地质勘察规范》（SL273-2007），采用古德曼公式估

算最大涌水量：



式中： Q0—隧洞通过含水体时地段的最大涌水量（m3/d）；

K—含水体渗透系数（m/d）；

H—静止水位至洞身横断面等价圆中心的距离（m）；

d—洞身横断面等价圆直径（m）；

L—隧洞通过含水体的长度（m）。

计算参数及结果见表 4.3- 1。

表 **4.3-1**

隧洞涌水计算结果表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 隧洞名称 | 涌水里程 | 涌水长 度  （**m**） | 含水体渗 透系数 （**m/d**） | 静止水位至洞  身横断面等价  圆中心的距离  （**m**） | 洞身横断面  等价圆直径  （**m**） | 涌水量  （**m3/d** ) |
| 马茨河隧 洞 | 4+950.46~6  +272.76 | 1322 | 0.072 | 44 | 3.33 | 6632.4 |
| 六姑乍箐 隧洞 | 0+431 ~  0+691 | 260 | 0.084 | 12 | 2.34 | 545.3 |
| 独格里排 隧洞 | 2+728、  3+224 | 496 | 0.076 | 22 | 3.33 | 1591.3 |

②隧洞疏排水对地下水位的影响

根据本次评价时段， 分析隧洞建设时疏干水对地下水水量的影响，采用库萨

金经验公式（适用于潜水），公式如下：

R = 2S√HK

式中： R—为影响半径（m）；

S—为水位降深（m）；

K—为渗透系数（m/d）；

H—为隧洞顶板深度（m）。

计算参数及结果见表 4.3-2。

表 **4.3-2** 隧洞疏排水对地下水位影响计算结果表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 隧洞名称 | 水位降深  （**m**） | 渗透系数  （**m/d**） | 隧洞顶板深度  （**m**） | 影响半径  （**m**） |
| 马茨河隧洞 | 42.7 | 0.072 | 569 | 546.6 |
| 六姑乍箐隧洞 | 11.1 | 0.084 | 212.1 | 93.7 |
| 独格里排隧洞 | 20.7 | 0.076 | 414.4 | 232.3 |

根据上表可知， 马茨河隧洞地下水漏失半径约 546.6m ，六姑乍箐隧洞地下

水漏失半径约 93.7m ，独格里排隧洞地下水漏失半径约 232.3m。

隧洞建设过程中，为了保障安全，需要疏排水，使得隧洞上覆地层及周边 主要含水层水位通过碎屑岩裂隙下降， 会对影响范围内的含水层进行自然疏干， 短期内改变了地下水系统原有的水动力平衡条件， 消耗地下水静储量和动储量，

形成以隧洞为中心的地下水位疏干漏斗区。

根据调查，隧洞影响范围内无地下水出露点，无地下水利用情况。

隧洞建设将以 C25 钢筋混凝土衬砌， 对渗水区采用回填及固结灌浆， 隧洞建 成后不再需要疏排水， 地下水位疏干漏斗区将在隧洞施工完成后通过地下水动

态补给而恢复，不会造成区域地下水水位的持续下降和水资源量持续减少。

（2）地下水疏排对地表生态环境的影响

隧洞影响半径范围内植被需水量主要与浅部含水层的持水度密切相关， 浅部 细粒层持水度大， 为生态需水的主要来源， 浅部含水层的持水度主要靠大气降雨 调节。隧洞上部山体植被需水主要来源于大气降雨， 且隧洞埋深较深，洞径较小，

建设产生的导水裂隙带不会导通地表，对地表植被生长用水产生的影响较小。

**4.4** 生态环境影响评价

**4.4.1** 对土地利用的影响

根据实地踏勘和卫星遥感影像解译，将评价区土地利用划分为旱地、水 田、有林地、灌木林地、园地、草地、水体、住宅用地和其他用地等 9 种类

型。工程占地及主要地类见表 4.4- 1。

表 **4.4-1** 评价区土地利用现状统计

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 土地利用类型 | 项目占地 | | 评价区 | |
| 面积（**hm2**） | 占该类型比例  （**%**） | 面积（**hm2**） | 占总面积比例  （**%**） |
| 水田 | 2.62 | 14.44 | 18.14 | 2.21 |
| 旱地 | 44.87 | 37.88 | 118.45 | 14.44 |
| 有林地 | 16.28 | 6.13 | 265.7 | 32.38 |
| 灌木林地 | 49.38 | 23.16 | 213.17 | 25.98 |
| 草地 | 21.87 | 24.71 | 88.51 | 10.79 |
| 园地 | 13.26 | 34.27 | 38.69 | 4.72 |
| 水体 | 3.22 | 9.08 | 35.45 | 4.32 |
| 其他用地 | 3.11 | 7.34 | 42.39 | 5.17 |
| 合计 | 154.61 | 18.84 | 820.5 | 100.00 |

工程占地面积 154.61hm2 ，其中永久占地面积 82.48hm2 ，临时占地面积

72.13hm2。项目占用林地 87.53hm2，其中永久占用 57.24hm2，临时占用 30.29hm2。

项目占地占比评价区比例较小，不会明显改变评价区土地利用格局。

永久占用对对评价区原有的土地利用形态与方式造成了一定的影响， 临时工 程占地占地在施工结束后， 及时进行绿化恢复和土地复垦， 不会改变土地利用的 类型。总的来说， 工程建设对评价区的土地利用有一定影响， 但并不会对评价区

的土地利用格局产生大的改变。

**4.4.2** 对公益林的影响分析

项目占用公益林地面积 21.7hm2 ，其中：国家二级公益林地面积 7.2812hm2 （永久占用 6.7437hm2 ，临时占用 0.5375hm2），省级公益林面积 14.4188hm2（永

久占用 13.7397hm2 ，临时占用 0.6791hm2）。

根据现场调查， 占用的国家和省级公益林主要为云南松林和含云南松和珍珠 花的中草草丛稀树灌木草丛， 受影响的主要物种为云南松 *Pinus yunnanensis*、云 南油杉 *Keteleeria evelyniana* 、 滇 青 冈 *Cyclobalanopsis glaucoides* 、 高 山 锥 *Castanopsis delavayi*、尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis*、白柯 *Lithocarpus dealbatus*、 香叶树 *Lindera communis*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、川梨 *Pyruspashia*、清香木 *Pistacia weinmannifolia* 、 滇 杨 *Populus yunnanensi*s 、 厚 皮 香 *Ternstroemia gymnanthera*、密花树 *Myrsine seguinii*、珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、马桑 *Coriaria nepalensis*、等。工程建设会影响这些建群物种的个体数量， 但它们都是常见的广 布种， 其周边地区数量非常多， 不会导其灭绝， 而项目建设和运营也不至于影响

其群落的生长。

项目永久占用林地已取得得国家林业和草原局《使用林地审核同意书》（林 资许准[2019]523 号），临时占用林地已取得云南省林业和草原局《关于大姚县桂

花水库工程临时占用林地的行政许可决定》（云林审批[2019]1167 号）。

综上所述，本项目占用的公益林面积不大， 对生态环境影响总体是可接受的。

**4.4.3** 对植物群落的影响

（1）评价区占用植被分析

项目占用植被情况见表 4.4-2。

表 **4.4-2** 占用的植被类型面积统计

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 植被类型 | 评价区内  该类型  面积**(hm2)** | 工程永久占地 | | 工程临时占地 | | 工程占地合计 | |
| 面积 **(hm2)** | 占评价范围  该类植被  的**%** | 面积 **(hm2)** | 占评价范围  该类植被  的**%** | 面积 **(hm2)** | 占评价范 围该类植 被的**%** |
| 半湿润常绿阔叶林 | 34.38 | 2.09 | 6.08 | 0 | 0.00 | 2.09 | 6.08 |
| 硬叶阔叶林 | 5.15 | 1.18 | 22.91 | 0.11 | 2.14 | 1.29 | 25.05 |
| 落叶阔叶林 | 15.38 | 1.52 | 9.88 | 0 | 0.00 | 1.52 | 9.88 |
| 暖温性针叶林 | 210.79 | 15.69 | 7.44 | 1.11 | 0.53 | 16.8 | 7.97 |
| 暖温性稀树灌木草丛 | 213.17 | 36.76 | 17.24 | 29.07 | 13.64 | 65.83 | 30.88 |
| 暖性石灰岩灌丛 | 88.51 | 26.33 | 29.75 | 2.83 | 3.20 | 29.16 | 32.95 |
| 水田 | 18.14 | 0.32 | 1.76 | 2.00 | 11.03 | 2.32 | 12.79 |
| 旱地 | 118.45 | 10.64 | 8.98 | 3.75 | 3.17 | 14.39 | 12.15 |
| 园地 | 38.69 | 0.79 | 2.04 | 5.36 | 13.85 | 6.15 | 15.90 |
| 水体 | 35.45 | 2.21 | 6.23 | 1.11 | 3.13 | 3.32 | 9.37 |
| 公路 | 27.8 | 1.34 | 4.82 | 0.18 | 0.65 | 1.52 | 5.47 |
| 居民点 | 4.35 | 0.15 | 3.45 | 0.23 | 5.29 | 0.38 | 8.74 |
| 其他 | 10.24 | 0.2 | 1.95 | 1.03 | 10.06 | 1.23 | 12.01 |
| 合计 | 820.5 | 99.22 | 12.09 | 46.78 | 5.70 | 146 | 17.79 |

水库的建设将会对生物群落形态方面的结构造成影响，一方面将改变生物群

落的水平结构， 同时对局部地段的群落垂直结构（群落恢复后的种类组成和结构 变化） 造成影响。该建设项目将占用的生物群落面积和范围均较小， 仅在极小范 围改变了生物群落结构，不会造成区域植被类型的消失和植被的格局发生大的改

变。

（2）程永久占地对植被影响的预测评价

①工程永久占地对自然植被影响的预测评价

施工中被永久占用而消失的自然植被的面积约 83.57hm2 ，占永久占地面积 的 84.23%，占评价区自然植被面积的 14.73%，占评价区总面积的 12.09%，是受

工程占地影响较大的一类。

占用自然植被包括： 半湿润常绿落叶林 2.09hm2，占评价区该类植被的 6.08%， 占评价区总面积的 0.25%；硬叶阔叶林 1.18hm2 ，占评价区该类植被的 22.91%，

占评价区总面积的 0.14%；落叶阔叶林 1.52hm2 ，占评价区该类植被的 9.88%，

占评价区总面积的 0.19%；暖温性针叶林 15.69hm2，占评价区该类植被的 7.44% ， 占评价区总面积的 1.91%；稀树灌木草丛 36.76hm2，占评价区该类植被的 17.24%，

占评价区总面积的 4.48%；灌丛 26.33hm2 ，占评价区该类植被的 29.75%，占评

价区总面积的 3.21%。工程永久占用的植被的面积不大， 且所占评价区比例极小，

工程占用不会导致这些植被的灭绝。

工程将要永久占用的暖温性针叶林为云南松林，占用面积最大，约 15.69hm2， 占评价区同类植被的 7.44%。评价区的云南松林是当地的原始半湿润常绿阔叶林 不断遭到破坏后形成的天然次生植被， 由于人为影响的长期存在， 形成的比较稳 定的次生植被类型。受影响的主要物种有云南松、尼泊尔桤木、滇青冈、栓皮栎、 高山锥、白柯、云南油杉等，受影响主要是水库蓄水淹没和输水管道修建占地， 会使其个体数量减少， 但这些物种都是云南常见的植物， 分布较广， 不会因为项

目建设而灭绝。

占用面积最大的是稀树灌木草丛和暖性灌丛，分别为36.76hm2 和26.33hm2 ， 占评价区该类植被的 17.24%和 29.75%，占评价区总面积的 4.48%和 3.21%。这 两类植被受人类生产生活活动的严重影响， 具有明显的次生性质， 且消失面积比 均不大， 项目建设不会对它们在该地区的现状造成大的不利影响。受影响的主要 物种有锥连栎、云南松、珍珠花、 车桑子、火棘、马桑、华西小石积、清香木、 余甘子等， 受影响主要是水库蓄水淹没和输水管道修建占地，会使其个体数量减

少，但这些物种都是云南常见的植物，分布较广，不会因为项目建设而灭绝。

项目建设将造成评价区的各类自然植被永久消失， 对本来已经脆弱的当地自 然生态系统造成一定影响。但影响面积十分有限， 各自然植被类型影响程度均不 超过 5%，而且评价区内的这些自然植被均为受人为破坏干扰后的天然次生植被， 比起同类或该地区原生植被来， 其中的生物多样性已经明显降低， 它们所能产生 的生态功能也大大减弱了。因此， 本项目建设对项目区自然植被的影响不大， 由

此造成的生态影响也小。

②工程永久占地对非自然植被影响的预测评价

工程建设要永久占用部分人工植被， 包括核桃园和耕地等，占工程永久占地 面积的 11.84%，占评价区人工植被面积的 6.70％， 占评价区总面积的 1.43%，是

受工程永久占地影响较小的一类。

上述植被由于本身是非自然植被，因此， 此部分土地的占用， 对评价区的生 态环境及生物多样性没有大的影响。另外， 这部分非自然植被均与当地居民的生 产生活密切相关， 工程的永久占用会造成一定的损失， 但通过占地补偿赔付， 不

会对当地社会经济和居民生活造成大的影响。

③工程永久占地对非植被的影响

工程建设要永久占用部分道路、水域和居民点等无植被的区域，占工程永久 占地面积的 3.93%，占评价区无植被区面积的 5.01％，占评价区总面积的 0.46% ， 包括水域、道路和居民点等。工程建设对评价区非植被区域的影响很小。由于没

有植被分布， 这部分占用对当地的自然生态系统及其生物多样性基本没有影响。

（3）工程临时占地对植被影响的预测评价

施工临时占用的自然植被包括：硬叶阔叶林 0.11hm2 ，占评价区该类植被的 2.14%，占评价区总面积的 0.01%；暖温性针叶林 1.11hm2 ，占评价区该类植被的 0.53% ，占评价区总面积的 0.14%；稀树灌木草丛 29.07hm2 ，占评价区该类植被 的 13.64%，占评价区总面积的 3.54%；灌丛 2.83hm2，占评价区该类植被的 3.20%， 占评价区总面积的 0.34%。工程永久占用的植被的面积不大， 且所占评价区比例

极小，工程占用不会导致这些植被的灭绝。

这部分施工临时占用的植被， 在工程建设期将会暂时消失， 而对评价区的生 态系统产生一定的影响。但是， 这种影响是暂时的， 而且影响的程度只达到评价 区范围的 5.70％，所以由施工临时占用植被而产生的对评价区生态的负面影响是

很小的。

（4）对保护植物的影响

①对保护植物的影响

根据前述对保护植物的现状调查， 评价区内没有发现国家重点保护野生植物、 极小种群野生植物和云南省重点保护野生植物。桂花水库工程对保护植物没有影

响。

②对一般维管植物的影响

项目建设对生物群落关键种类的影响主要是水库枢纽和输水管道施工， 水库 蓄水淹没造成的， 受影响的群落建群种包括云南松 *Pinus yunnanensis*、云南油杉 *Keteleeria evelyniana*、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、高山锥 *Castanopsis delavayi*、尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis*、白柯 *Lithocarpus dealbatus*、香叶树 *Lindera communi*s 、栓皮栎 *Quercus variabilis* 、川梨 *Pyrus pashia* 、清香木 *Pistacia weinmannifolia*、滇杨 *Populus yunnanensis*、厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*、密 花树 *Myrsine seguinii*、珍珠花 *Lyonia ovalifolia* 等。这些物种在云南分布范围较

广， 而且有较大的野生种群， 为常见物种， 工程建设对这些物种的影响不大。因

此，工程建设对生物群落关键种影响不大， 不会造成这些关键种种群结构的显著

改变，也不会导致这些物种灭绝。

（5）对植物群落的影响

①植物群落演替

调查表明， 本地区的原生植被主要是云南松林和半湿润常绿阔叶林。评价区 的云南松林和半湿润常绿阔叶林是遭到破坏之后发育起来的次生植被， 而且随破

坏程度的不同，演变为灌丛和稀树灌木草丛。

工程建设永久占用的自然植被将永久改变土地的性质， 由林地变为库区水域 和建筑用地。临时占地的自然植被，在水库建设竣工后， 将成为施工迹地， 通过 自然演替或者人工植被恢复， 可以逐渐恢复成与上述植被演替特征相对应的次生 植被类型。施工迹地上演替的次生植被类型的质量将低于其对应的原生植被的质 量。因此， 由于水库工程的建设， 评价区内的临时占用的自然植被， 在工程竣工

后虽然能够逐渐恢复，但是其生态质量将比施工前降低。

②水库边坡塌方和滑坡对植被带来的影响

评价区山势陡峻， 水库建设将产生大量陡峻的水库边坡。在水库运行期雨季， 将会加剧评价区山体局部塌方、滑坡的可能性。这样的塌方和滑坡， 许多年内都 将会年年发生。对评价区的植被和景观造成持续不断的影响。而一旦形成塌方和

滑坡， 由于滑坡面陡峻、无土和干燥， 其植被在十多年乃至几十年内都难以恢复

**4.4.4** 对动物的影响分析

（1）对哺乳类的影响

根据现状调查结果，评价区内最常见的是小型啮齿类，如褐家鼠、小家鼠、 赤腹松鼠、珀氏长吻松鼠、黄胸鼠等， 它们一般体型较小， 主要在地面活动觅食， 栖息、避敌于洞穴中， 有的也在地下寻找食物， 包括大足鼠、北社鼠、川西白腹 鼠、黑线姬鼠、北树鼩等较为少见的小型哺乳类。它们喜欢在人类活动范围如村 落、菜地活动， 它们活动范围广、适应能力强， 因此， 工程建设对它们的影响不

大。

云南兔、黄鼬、果子狸等体型较大的哺乳类主要分布海拔较高的深山， 工程 初期对其影响不大， 但随着施工进程不断推进， 大量的林地被占用， 其生境将逐

渐减小，对其活动、食物来源都将产生一定的影响， 但评价范围内环境较为单一，

项目周围存在很多相似的生境云南兔、黄鼬等动物活动能力较强， 很容易找到替

代生境，不会加剧种间竞争。

①施工期影响

施工期期间， 上述哺乳类均会受到干扰而避开该区域， 但可以选择其他非施 工区域进行迁移等活动， 因此其迁移、散布、繁衍受到一定的影响， 但是影响不 大。工程占用一定数量的土地， 包含森林灌丛等， 将使哺乳动物的食物(果实、昆 虫和小型动物、植物嫩枝叶等)分布面积有所减小。但由于工程占地范围仅属影 响评价区域中的一小部分， 因而施工期对哺乳动物的主要食物的分布、数量不会

造成重大影响。

②运行期影响

运行期内， 由于水库建成， 库区生境永久改变， 这对褐家鼠、小家鼠、赤腹 松鼠、珀氏长吻松鼠、黄胸鼠等小型啮齿类的迁移、散布、繁衍造成一定影响， 而对其它如云南兔、黄鼬、 果子狸等活动范围大的哺乳动物迁移、散布、繁衍影 响较小。运行期间， 随着库区蓄水， 部分生境可以得到恢复或稳定， 保护哺乳类

兽类食物链所受影响减轻。

总之由于哺乳类动物会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害， 所以项目施

工和运营对哺乳类动物总的影响不大。

（2）对鸟类的影响

①施工期影响

目前， 评价范围内的水域已受人为因素干扰较大， 建设工程将减小自然生境 范围， 导致自然生境进一步破碎化和岛屿化， 而生境多样性的减少和人工化趋势

的加重，使鸟类栖息和繁衍受到影响。

评价区的鸟类，如山麻雀、红头长尾山雀、栗耳凤鹛、斑姬啄木鸟、栗背短 脚鹎、大杜鹃等， 主要分布在海拔较高的林地， 加之林禽多善于飞翔， 在施工期 较易找到替代生境， 工程对其直接影响不大， 只局限于施工期缩减它们的活动范

围与生境。

评价区鸫科、鹎科、雀科种类， 主要分布在地势较平坦的灌木林地， 工程施 工对其影响较其他鸟类种类而言稍大， 如人为猎捕、噪声及占用生境等， 但其在

评价区内可找到相同或类似生境，工程在施工期对其影响是暂时的。

②运行期影响

随着工程占地面积的逐步扩大， 伴随着植被的损失， 植物的果实、种子以及 昆虫数量将进一步的减少， 影响鸟类的取食， 但项目区森林繁茂， 面积广阔， 鸟 类容易找到替代生境， 工程建设对其影响不大。工程投入运行以后， 由于部分临 时占地进行生态恢复， 从而减少使上述鸟类的食物资源有所恢复， 但工程永久占 地区的食物资源不可能恢复， 因而上述物种的食物资源将较工程施工前下降， 但

下降幅度较小。

（3）对两栖和爬行动物的影响

①施工期影响

建设施工对两栖和爬行动物活动的影响主要为评价区水体污染和水生生境 质量降低； 施工中对两栖和爬行类的栖息地小生境的破坏， 特别是对两栖类小生 境的破坏； 工程对其影响主要是施工人员的生活污水和生活垃圾、施工机械机修 及工作时油污跑冒滴漏产生的含油污水、废渣排放带来的局部生境污染， 以及施

工噪声，施工人员捕杀等都会驱赶这些两栖暂时离开施工范围。

②运行期影响

随着工程占水域面积的逐步扩大， 两栖动物活动区域受到影响， 其种群将进 一步下降， 迫使其迁往远离本项目的生境。因此施工不会对其生存造成威胁， 其 种群数量的下降也只是暂时的、可恢复的，但是新形成的水库边缘的湿地环境，

对两栖爬行动物的生存环境有一定补充。

（4）对鱼类的影响

评价区河段分布有鱼类 5 目 9 科 19 属 19 种，多是常见的棒花鱼、鲫鱼、 鲮、草鱼、草鱼、鲤鱼、麦穗鱼、食蚊鱼、尼罗罗非鱼等， 评价区水系中没有发 现国家级重点保护鱼类， 也没发现列入中国濒危动物红皮书的珍稀濒危鱼类。水

库建设对鱼类会造成一定的负面影响，主要有以下方面：

①施工期影响

涉水坝址、输水管道工程对鱼类的影响主要表现在： a.河流水质改变对鱼类 的影响； b.水流流态改变对鱼类的影响； c. 阻断栖息地对鱼类的影响； d.河床底质 改变对鱼类的影响； e.河段地形改变对鱼类的影响；f.对鱼类产卵场的影响等六

个方面。

水坝建设及截流施工期会对改变桂花河流量减少、河床底质改变、水质变差

等负面影响， 对坝址河段的鱼类造成负面影响， 但在坝址河段发现的多是、食蚊

鱼、棒花鱼、麦穗鱼等常见鱼类， 其适应能力也较强，不至于消失； 在库区建设 过程， 虽然有施工活动如淹没区的林木砍伐、移栽等， 对原有河道基本不进行清 理， 因此对水文基本没有影响， 但施工产生的噪声会对影响评价区河流的鱼类产

生轻微影响。

河流水质改变对鱼类的影响、水流流态改变对鱼类的影响、阻断栖息地对鱼 类的影响、河床底质改变对鱼类的影响、河段地形改变对鱼类的影响和对鱼类产 卵场的影响等对鱼类繁殖、觅食和越冬具有一定的不利影响， 但都是短期的和有

限的，因此水库建设在施工的一个年周期之内对鱼类有一定程度的影响。

②运行期影响

a.对水库库区及上游河段鱼类的影响

水库建成蓄水后， 库区的水体加深、加宽， 水流缓慢， 改变了原来急流的特 点。这些水文的改变， 鱼类种类组成也将发生明显变化， 使原来适应于在急流环 境中栖息的鱼类如横纹南鳅、食蚊鱼和马口鱼， 将由于适生环境缩小而减少。而 一些适应于缓流或静水鱼类如泥鳅、麦穗鱼、子陵吻鰕虎鱼、鲫等将易于在库区

迅速繁衍扩散开来，种群数量会逐渐增加。

在库区回水末端变动回水区以及回水末端以上的桂花河干流上游河道内具 备急流生境条件， 随着库区环境保护力度的增大， 这些上游河道将成为良好的流 水鱼类生境， 加上库区深水水体的存在， 将为许多鱼类提供良好的越冬场， 因此， 喜急流、砾石底质的鱼类将迁移至库区回水变动区及以上的干流河道。桂花河流 域内鱼类物种数量仍将能得以维持。值得指出的是， 在桂花水库库区回水变动区， 有可能形成一片范围较大的、水生生物群落结构完整的湿地， 在水库的运行管理 中逐一加以保护，将其与回水末端以上的桂花河干流河道作为鱼类繁衍的重点水

域之一。

b.库区水温变化对鱼类的影响

桂花水库坝高 93.1m，蓄水后将出现水温分层现象。水温是鱼类生存环境中 的一大要素， 对鱼类的生长、发育、繁殖、分布、产量、免疫等均有重要的影响。 在鱼类的适宜温度范围内， 增温可促进鱼类的摄食生长和鱼产量上升， 使鱼类性 腺发育和产卵时间提前， 缩短胚胎发育所需时间等。鱼类又是一种变温动物， 水 温在短时间内骤变 3℃以上， 有可能造成鱼类生活不适或完成生命周期不畅的危

险。如果水温变化为渐变， 则多数鱼类都有适应的可能， 但鱼类的产卵期可能推

迟或提前，其时间的长短随温差的大小而定。

桂花水库工程的建设，将引起水温分层现象且呈现出季节性变化，可以推测 冬季库区水温稳定及升温对鱼类的越冬、摄食、生长有利， 库区深水水体的存在， 将为鱼类提供良好的越冬场； 夏季库底水温和水库表面温差较大， 水温分层明显 但水温变化为渐变，鱼类会上浮至库区边缘浅水区和回水末端以上桂花河干流河

道区繁衍。

库区河道栖息的鱼类主要是横纹南鳅、泥鳅、棒花鱼、麦穗鱼等适应低温水 种类， 冬季深水水体为鱼类提供良好的越冬场， 夏季在库区边缘浅水区和回水末 端以上桂花河干流河道区均可找到适宜的区域产卵、觅食等， 因此温差对库区内

栖息的土著鱼类影响较小。

c.库区水质变化对鱼类的影响

鉴于评价区水域为楚雄市农业较为集中的区域， 农业发展历史长， 人为干扰 较大， 一些原有的土著鱼类早已消失， 当前只剩下一些常见的、耐污性较强的鱼 类物种， 如麦穗鱼、棒花鱼、子陵吻虾虎鱼、鲫、 鲤、泥鳅、马口鱼等， 这些鱼

类分布广（在南方的各大水系均有分布）、种群量大，耐污性强。

此外， 考虑到运营期库区周边生态恢复措施实施等有利水质保护的因素， 库

区水质可得到保障。因此，运行期库区水质变化对鱼类影响轻微。

d.对坝址以下河段鱼类的影响

对于坝址下游桂花河减水河道，运行期保证至少 0.21m3/s 的生态流量下泄， 河道水量、水深等可满足现有水生生态蓄水要求。下游未分布有珍稀濒危鱼类物 种， 未分布集中大型鱼类三场和洄游通道， 项目运行后下游的鱼类行至坝下受阻 隔作用不能继续上行，但由于河道下游断面浮游动植物数量多于坝址上游断面，

故运行期对坝下减水段水生生态及鱼类影响不大。

e.低温水下泄对鱼类的影响

运行期桂花水库出水库水温为分层型， 其库底水温将低于库表水温。桂花水 库投入运行后， 出库水温及其变化趋势与当地气温变化趋势较接近， 主要月份相 对滞后于气温变化，由分析可知各月出库水库与天然河道水温在 1.1℃~-0.7℃范 围内波动。水库运行后，出库水库水温与天然水温温差小于 1.1℃,减水河段随 着两岸支流不断汇入， 温度将有提高， 水温基本恢复至天然水温， 低温水下泄的

状况明显缓解，水库水经自然升温后对鱼类的影响可得到缓解。

f.鱼类“三场”及洄游通道影响

对现场调查， 本项目没有典型的长距离洄游鱼类分布， 不涉及产卵场、索饵

场、越冬场。因此对鱼类“三场一通”没有直接的影响。

综合大坝的阻隔效应、流量流速降低以及鱼类繁殖期水温略微降低等影响， 桂花水库建设及运行对坝下河段鱼类的栖息有一定不利影响， 但影响不大。目前 按照下泄多年平均流量 20%，即：0.21m³/s 的生态流量过程可以满足坝下河段鱼 类的基本需求。因评价区内无长距离洄游的鱼类， 不涉及鱼类的三场一通道， 且 坝址上下鱼类区系基本相同， 大坝无需建设鱼道。由于存在流量、水深、流速下 降等不利影响， 保障下泄生态流量的基础上， 应开展鱼类增殖放流， 以弥补水库 建设运行对桂花河中上游流域鱼类的不利影响。综上所述， 本项目建设对评价区

鱼类的影响较小。

（5）对保护动物的影响

施工期由于堤坝提高作业和输水管道修建不可避免地会有泥沙等污水进入 水体， 导致浮游动植物种类和数量减少， 以致鱼类和两栖类的栖息环境改变、停

留和越冬水禽栖息环境改变和食物减少，这些不利影响仅在水库建设施工期。

运行期由于水库扩容， 湿地面积增加、水质改善等将有利于动物的栖息繁育，

但也存在水库蓄水后水位上升，觅食地和栖息地面积减少等影响。

评价区不属于这些物种的主要栖息地（生境），本项目占用保护区面积较少， 对其环境的影响不显著， 不会明显改变这些重要物种的食物网链结构， 对其迁移、

散布、繁衍影响甚微。

表 **4.4-3** 水库建设对保护动物的影响预测

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 物种 | 保护 级别 | 栖息地 | 影响预测 |
| 1 | 黄鼬 Mustela sibirica | CⅢ | 林缘、河谷、灌丛、草丘中和林 缘村寨附 | 水库建设不在其活动范围 内，不会受到直接影响 |
| 2 | 普通鵟 Buteo buteo | Ⅱ  级、  CⅡ | 开阔平原、荒漠、旷野、开垦的 耕作区、林缘草地 | 其活动范围较大，影响小 |
| 3 | 红隼 Falco tinnunculus | Ⅱ  级、  CⅡ | 山地森林、森林苔原、旷野、山 区植物稀疏的混合林、开垦耕地 | 其活动范围较大，影响小 |
| 4 | 雀鷹  Accipiter | Ⅱ  级、 | 栖息于针叶林、混交林、阔叶林 等山地森林和林缘地带，冬季主 | 其活动范围较大，影响小 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | nisus | CⅡ | 要栖息于低山丘陵、 山脚平原、 农田地边、以及村庄附近，尤其 喜欢在林缘、河谷，采伐迹地的 次生林和农田附近的小块丛林地  带活动。 |  |
| 5 | 松雀鹰  Accipiter  virgatus | Ⅱ  级、  CⅡ | 山地针叶林、阔叶林和混交林中 | 不在水库建设范围内，不 受影响 |
| 6 | 画眉 Garrulax canorus | Ⅱ  级、  CⅡ | 山丘灌丛和村落附近或城郊的灌 丛、竹林 | 水库建设、水坝提高后， 蓄水将会增加，生境较少 |
| 7 | 细脆蛇蜥  Dopasia  gracilis | EN | 山地针叶林、阔叶林和混交林中 | 不在水库建设范围内，不 受影响 |
| 8 | 乌梢蛇  Zaocys  dhumnades | VU | 常在农田或沿着水田内侧的田 埂、菜地、河沟附近下爬行 | 其活动范围较大， 适应性 强， 影响小 |
| 9 | 棘胸蛙  Quasipaa  spinosa | VU | 生活于海拔 600- 1500 米林木繁茂 的山溪内 | 水库建设、水坝提高后， 蓄水将会增加， 一段时间 生境减少，向上游或各支 流迁移。等蓄水后，生境  恢复，逐渐迁移回来。 |
| 10 | 棕点湍蛙  Amolops  loloensis | VU | 在海拔 2100~3200m 的山溪中 | 水库建设、水坝提高后， 蓄水将会增加， 一段时间 生境减少，向上游或各支 流迁移。等蓄水后，生境  恢复，逐渐迁移回来。 |

注：保护级别： 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。省

级：云南省省级保护野生动物。**C**Ⅰ：**2019** 年 **12** 月发布的 **CITES** 公约附录Ⅰ; **C**Ⅱ： **CITES**

附录Ⅱ; **C**Ⅲ： **CITES** 附录Ⅲ。特有：是**-** 中国特有物种。红色名录：在此仅列出受胁物种，

**CR**：极危种； **EN**：濒危种；**VU**：易危种。

考虑到评价区发现保护动物多是鸟类及动物本身具可移动性， 只要加强施工 管理、有效控制各种狩猎活动， 工程建设项目对评价区内分布的珍稀保护物种造

成的威胁和影响将是可控的。

①对重点保护动物的栖息地连通性的影响： 拟建水库的蓄水后淹没区会占用

部分自然植被，但面积较小，因此对重点保护动物的栖息地连通性影响较小。

②对保护动物活动范围的影响： 拟建水库虽然对保护动物的栖息地连通性的

影响小， 但由于动物会去河边饮水等活动， 水库建好后， 人流量增大， 噪声影响

也会增大，夜间枢纽区光污染等会对附近保护动物有一定影响， 运行期由于水库 扩容， 湿地面积增加、水质改善等将有利于动物的栖息繁育， 但也存在水库蓄水 后水位上升， 觅食地和栖息地面积减少等影响。因此水库建好后， 会对保护动物

活动范围造成一定的不利影响，需进一步采取相应的保护措施。

③综合分析， 水库施工期间或多或少会对重要物种迁移、散布造成直接或间 接的影响， 产生轻度干扰和障碍； 水库运行期间对两栖、爬行类的迁移和散布有 一定的影响。由于该工程的施工主要在枢纽区进行，并不会完全阻断动物迁移、 散布的途径， 且工程完工后， 潜在的影响会进一步降低。同时， 考虑到原有村寨 和公路的存在业已对物种的迁移、散布、繁衍产生一定影响的事实， 动物已具有

一定的适应性，拟建项目的实施对重要动物的迁移、散布、繁衍的影响为较小。

**4.4.5** 对水生生态的影响

（1）施工期对水生生态的影响

项目施工期对水生生物的影响， 主要在枢纽区， 工程开挖、爆破和短期的截 流对水库施工河段底质生境造成永久性破坏， 浮游动植物因悬浮物的增加而减少，

施工结束可以恢复，对水库影响程度有限。

（2）运行期对水生生态的影响

①对库区水生生物的影响

a.对水生维管束植物的影响

运行期， 由于水库水位上升， 生境发生了变化， 一些水生维管束植物不能在 原地生长繁殖， 会向岸边迁移， 种群分布在库区的浅水区域， 对生物种群的不会

产生影响，但数量随着生境地的改善而增加。

b.对浮游植物的影响

运行期间， 水位上升， 上游一些急流河段变成静水， 由于前期土壤中矿质元 素及被淹没的植物枝叶烂， 浮游植物种群数量会逐渐上升； 在中后期浮游植物种 君及数量在单位数量上会恢复到水库修建前的水平， 但由于水面扩大， 绝对数量

会增多。

c.对浮游动物的影响

如果水域面积增大， 浮游植物种群数量逐渐增多， 浮游动物种群也会呈逐渐

上升趋势。

c.对底栖生物的影响

本项目评价范围内底栖生物原本较少， 蓄水后底栖动物迁移到库区浅水区生

长，底栖生物的数量将增加。

②对下游水生生物的影响

a.对水生维管束植物的影响

原来河道由于减水， 深水区变浅， 只要保有一定的生态流量， 加上地表径流 的补充， 这部分河床将变为适于水生维管束植物生长的区域， 所以运行期对下游

水生维管束植物的数量不会产生影响。

b.对浮游植物的影响

运行期间， 由于原流水变为静水， 前期可能会引起一些绿藻及蓝藻的富营养 化藻类较快繁殖， 种群数量会逐渐上升， 排放生态流量用水中自然也藻类种群数

量也会上升，但一段时间后藻类种群数量将回到大坝修建前的水平。

c.对浮游动物的影响

如果水体中藻类种群数量逐渐增多， 短期内浮游动物种群也会呈逐渐上升趋

势，但由于下游水域面积减小，使得浮游动物在总数量上将减少。

d.对底栖生物的影响

运行期下游水面减少， 使得原有的底栖动物失去生存的环境， 导致底栖动物

的种群及数量上减少。

**4.4.6** 对生态系统稳定性分析

（1）对生物多样性维护、水土保持影响分析

根据建设项目使用林地情况简表， 可知本项目占用林地 87.53hm2，含生态公 益林 21.70hm2。其中， 国家二级公益林 7.28hm2 ，省级公益林占用 14.42hm2 。根 据现场调查， 占用的国家二级公益林和省级公益林主要为云南松林和含云南松和 珍珠花的中草草丛稀树灌木草丛， 而占用的其他林地即主要是云南松林和稀树灌 木草丛， 少部分为半湿润常绿阔叶林， 这些群落和物种都是云南广布， 属于当地 常见的植被类型， 且对占用的基本农田、公益林地均按照相关法律法规复垦或补

偿，因此对整个生态环境的生物多样性维护及水土保持功能影响较小。

（2）阻抗稳定性分析

评价区内的生态系统主要是暖性针叶林+常绿阔叶林+硬叶常绿阔叶林+落

叶阔叶林+灌丛+草地+耕地+村寨+水域复合生态系统， 是属于当地的支持性生态 系统， 暖性针叶林是评价区的模地。本项目建设使评价区的部分河谷段转变为水 库库区， 正常蓄水时水库面积增加了 37.42hm2，其余的生态系统面积变化不大。

因此工程实施后对评价区自然体系的景观异质化程度和阻抗能力影响不大。

表 **4.4-4** 工程实施前后主要拼块类型数目和面积比较

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 拼块类型 | 建成前 | | 建成后 | |
| 面积（**hm2**） | 数目（块） | 面积（**hm2**） | 数目（块） |
| 常绿阔叶林 | 34.38 | 20 | 32.29 | 16 |
| 硬叶常绿阔叶林 | 5.15 | 14 | 3.97 | 10 |
| 落叶阔叶林 | 15.38 | 15 | 13.86 | 8 |
| 暖性针叶林 | 210.79 | 78 | 195.10 | 69 |
| 稀树灌木草丛 | 213.17 | 33 | 176.41 | 22 |
| 灌丛 | 88.51 | 56 | 62.18 | 35 |
| 耕地 | 175.28 | 67 | 163.53 | 54 |
| 水域 | 35.45 | 16 | 33.24 | 11 |
| 公路 | 27.80 | 15 | 26.46 | 11 |
| 村庄 | 4.35 | 6 | 4.20 | 4 |
| 其他 | 10.24 | 45 | 10.04 | 36 |
| 合计 | 820.50 | 365 | 721.28 | 240 |

对区域自然体系生态完整性的影响是由工程占地引起的。工程建成后， 各种

拼块类型面积发生变化导致区域自然生态体系生产力和稳定状况发生改变， 水域 面积的增加明显， 但对本区域生态完整性影响不大， 是有利于改善评价区水环境，

促进生态系统良性发展的。

综上所述， 工程施工造成的区域土地利用格局的变化， 将对评价范围自然体 系产生一定的影响， 通过工程涉及区自然生态系统体系的自我调节， 以及施工完 成后进行绿化， 在工程运行一段时间后， 工程影响区自然体系的性质和功能将得 到恢复。另外， 在工程建设过程中应注意生态系统的保护， 使受到影响的生态系

统的自然生产力尽快得到恢复。

（3）对生态系统生物量的影响

本项目评价区面积 820.50hm2 ，其生态系统累积的 10228130t（干重）。由于 拟建项目占用植被， 将减少评价区生态系统的生物量， 但项目建设将增加水域面 积对当地生态系统的物质循环和能量流动产生一定积极的影响， 最终拟建项目将

减少评价区的生物量大约是 937990t（干重），约占评价区生物量的 9.56%。

表 **4.4-5** 项目生物量变化一览表**\***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 生态系统 | 评价区面 积  （**hm2**） | 变化面  积  （**hm2**） | 单位生  物量  （**t/hm2** ) | 评价区生物 量（**t**） | 变化的生 物量（**t**） | 变化占评 价区同类 （**%**） |
| 常绿阔叶林 | 34.38 | -2.09 | 360.00 | 1237680 | -75240 | -6.08 |
| 硬叶常绿阔叶林 | 5.15 | - 1.18 | 320.00 | 164800 | -37760 | -22.91 |
| 落叶阔叶林 | 15.38 | - 1.52 | 200.00 | 307600 | -30400 | -9.88 |
| 暖性针叶林 | 210.79 | - 15.69 | 300.00 | 6323700 | -470700 | -7.44 |
| 稀树灌木草丛 | 213.17 | -36.76 | 60.00 | 1279020 | -220560 | - 17.24 |
| 灌丛 | 88.51 | -26.33 | 40.00 | 354040 | - 105320 | -29.75 |
| 耕地 | 175.28 | - 11.75 | 30.00 | 525840 | -35250 | -6.70 |
| 水域 | 35.45 | 37.24 | 10.00 | 35450 | 37240 | 105.05 |
| 公路 | 27.80 | - 1.34 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 |
| 村庄 | 4.35 | -0.15 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 |
| 其他 | 10.24 | -0.2 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 |
| 合计 | 820.50 | -59.77 |  | 10228130 | -937990 | -9.17 |

**\***吴鹏，丁访军，陈骏**.** 中国西南地区森林生物量及生产力研究综述﹝**J**﹞**.** 湖北农业科

学， **2012** ， **051**（**008**）**:1513-1518.**

（4）对生态系统生产力的影响

价区面积 820.50hm2 ，其生态系统总的生产力约为 4867.45t/a（干重）。由于 拟建项目占用植被， 将减少评价区生态系统的生产力， 但项目建设将增加水域面 积对当地生态系统的物质循环和能量流动产生一定积极的影响； 由此使评价区生 态系统生物生产力减少约 575.77t/a（干重），评价区生态系统植被生产力的变化

率为 11.83％。

表 **4.4-6** 生态系统每年永久变化的生产量表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 生态系统 | 植被面积 （**hm2**） | 变化的面 积（**hm2**） | 净生产力 **(t/a**·**hm2)** | 评价区植 被生产力 （**t/a**） | 变化的植 被生产力 （**t/a**） | 占评价区 （**%**） |
| 常绿阔叶林 | 34.38 | -2.09 | 11 | 378.18 | -22.99 | -6.08 |
| 硬叶常绿阔叶林 | 5.15 | - 1.18 | 10 | 51.5 | - 11.8 | -22.91 |
| 落叶阔叶林 | 15.38 | - 1.52 | 9 | 138.42 | - 13.68 | -9.88 |
| 暖性针叶林 | 210.79 | - 15.69 | 10 | 2107.9 | - 156.9 | -7.44 |
| 稀树灌木草丛 | 213.17 | -36.76 | 4.5 | 959.27 | - 165.42 | - 17.24 |
| 灌丛 | 88.51 | -26.33 | 6 | 531.06 | - 157.98 | -29.75 |
| 耕地 | 175.28 | - 11.75 | 4 | 701.12 | -47 | -6.70 |
| 水域 | 35.45 | 37.42 | - | - | - | - |
| 公路 | 27.80 | - 1.34 | - | - | - | - |
| 村庄 | 4.35 | -0.15 | - | - | - | - |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 生态系统 | 植被面积 （**hm2**） | 变化的面 积（**hm2**） | 净生产力 **(t/a**·**hm2)** | 评价区植 被生产力 （**t/a**） | 变化的植 被生产力 （**t/a**） | 占评价区 （**%**） |
| 其他 | 10.24 | -0.2 | - | - | - | - |
| 合计 | 820.50 | -59.59 |  | 4867.45 | -575.77 | - 11.83 |

恢复稳定性与高亚稳定元素(如植被)的数量和生产能力较为密切。工程建成 后， 各种土地类型发生变化， 林地、草地、耕地等面积减少， 水域面积增加， 这 将使评价区生态系统生物量减少。工程建设后， 将造成评价区植被生物量减少约 939980t，植被生产力减少 370.79t/a。因此， 工程引起的干扰是可以承受的， 生态

系统的完整性和稳定性没有发生大的改变。

**4.4.7** 景观生态影响分析

评价区包括常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、暖性针叶林、落叶阔叶林、稀树

灌木草丛、灌丛、耕地、交通用地、水域、建筑用地等 10 种拼块类型。

景观生态系统的质量现状由生态评价范围内自然环境，各种生物以及人类社 会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说， 结 构是否合理决定了景观功能的优劣， 在组成景观生态系统的各类组分中， 基质是 景观的背景区域， 它在很大程度上决定了景观的性质， 对景观的动态起着主导作 用。本评价范围基质主要采用传统的生态学方法来确定， 即计算组成景观的各类 拼块的优势度值（Do），优势度值大的就是基质， 优势度值通过计算评价范围内 各拼块的重要值的方法判定某拼块在景观中的优势， 由以下 3 种参数计算出： 密

度（Rd）、频度（Rf）和景观比例（Lp）。

密度 Rd＝嵌块 I 的数目/嵌块总数×100%；

频度 Rf＝嵌块 I 出现的样方数/总样方数×100%

景观比例（Lp）=嵌块 I 的面积/样地总面积×100%

优势度值（Do）={（Rd+Rf）/2+Lp}/2×100%

运用上述参数计算生态评价区工程实施前后主要拼块类型优势度值， 其结果

见下表：

表 **4.4-7** 工程实施前后主要拼块类型优势度值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 拼块类型 | **Rd**(%) | | **Rf**(%) | | **Lp**(%) | | **Do**(%) | |
| 实施前 | 实施  后 | 实施前 | 实施  后 | 实施  前 | 实施  后 | 实施  前 | 实施  后 |
| 常绿阔叶林 | 6.36 | 6.33 | 11.34 | 11.28 | 16.32 | 16.20 | 10.51 | 10.37 |
| 硬叶常绿阔叶林 | 5.89 | 5.86 | 10.87 | 10.79 | 15.73 | 15.58 | 9.67 | 9.54 |
| 落叶阔叶林 | 3.48 | 3.05 | 8.60 | 8.57 | 3.31 | 3.07 | 8.53 | 6.30 |
| 暖性针叶林 | 18.27 | 17.41 | 13.26 | 12.61 | 33.66 | 31.38 | 22.13 | 19.07 |
| 稀树灌木草丛 | 19.32 | 16.44 | 17.44 | 21.78 | 20.22 | 17.38 | 16.28 | 13.31 |
| 灌丛 | 22.29 | 20.15 | 15.04 | 14.71 | 30.79 | 28.60 | 24.03 | 21.01 |
| 耕地 | 31.15 | 30.58 | 21.74 | 8.62 | 10.46 | 9.84 | 18.89 | 15.41 |
| 交通用地 | 1.62 | 1.41 | 4.35 | 4.57 | 10.65 | 9.81 | 4.47 | 4.76 |
| 水域 | 16.15 | 16.19 | 13.24 | 18.76 | 3.79 | 4.58 | 7.28 | 11.38 |
| 建筑用地 | 18.19 | 17.32 | 4.31 | 4.27 | 6.36 | 6.06 | 8.17 | 6.78 |

从上表可见： 项目建成后枢纽区和库区的土地利用格局发生了变化， 各地类

的密度、频度、景观比例和优势度值都发生了变化， 原先是评价区模地的暖性针 叶林优势度值由 22.13%降低为 19.07%，减少了 3.06%，其次是灌丛优势度值由 24.03%降低为 21.01%，减少了 3.02%；水域的优势度值由 7.28%上升为 11.38% ， 增加了 3.90%，但评价区的模地仍为暖温性针叶林， 可见工程实施和运行没有改

变评价区自然体系的景观格局。

主体工程区占用的面积将是永久改变土地属性的面积， 占评价区面积的 12.09%。其中， 83.57hm2 为自然植被， 11.75hm2 为人工植被（包括经济林、用材 林和耕地），3.90hm2 为非植被的区域（包括水域、道路和居民点）。这些将要永 久消失的自然植被包括半湿润常绿落叶林 2.09hm2 ，占评价区总面积的 0.25%； 硬叶阔叶林 1.18hm2 ，占评价区总面积的 0.14%；落叶阔叶林 1.52hm2 ，占评价区 总面积的 0.19%；暖温性针叶林 15.69hm2 ，占评价区该类植被的 7.44%，占评价 区总面积的 1.91%；稀树灌木草丛 36.76hm2 ，占评价区总面积的 4.48%；灌丛 26.33hm2 ，占评价区总面积的 3.21%。其中，占用面积最大的为稀树灌木草丛， 也仅占评价区面积的 4.48%；暖温性针叶林也仅为 15.69hm2 ，占评价区该类植被 的 7.44%。项目建设后评价区的模地仍为暖温性针叶林， 没有对评价区景观生态

造成明显影响。

综上所述， 工程建设造成枢纽区和库区的土地利用格局的变化， 将对评价区 自然体系产生影响， 通过工程涉及区自然生态系统体系的自我调节， 以及施工完

成后进行绿化工程， 在工程运行一段时间后， 工程影响区自然体系的性质和功能

将得到恢复。另外， 在工程建设过程中应注意生态系统的保护， 使受到影响的生

态系统的自然生产力尽快得到恢复。

**4.5** 环境空气影响评价

**4.5.1** 施工期

施工期对空气质量影响的污染源主要来自爆破、开挖及填筑时排放的粉尘和 炸药爆破时排放的废气、交通运输中的扬尘和燃油排放的废气、砂石料加工系统 排放的粉尘等。施工各类基础开挖、土石方填筑、混凝土搅拌等施工作业点多而 分散， 粉尘污染物将以面源无组织排放为主，将对周边居民点和现场施工人员产

生不利影响。

项目输水管道施工作业强度小，周围 200m 范围内无居民点分布，输水管线

施工区对周边环境影响小。

项目枢纽区施工区（含粘土料场、风化料场）土方开挖、混凝土拌和会产生 粉尘，且距离居民点近，施工期应加强施工管理， 采取洒水降尘措施， 混凝土拌

合站堆放物料应采取遮盖防尘措施， 如水泥、 砂等。

砂石料加工厂周边分布岔处地 1 个居民点，且距离近（80m），施工期应采

取洒水降尘、砂石料加工区封闭围挡措施，降低扬尘产生量。

部分弃渣场距离居民点较近（1#、2#、4# 、7# 、17#弃渣场），弃渣场应采取

洒降尘+防尘网覆盖措施。

其余施工场地应采取洒降尘以及对易产生扬尘的物料采取遮盖措施。

综上，采取相关措施后，施工期对周围环境影响小。

**4.5.2** 运营期

项目运营期无大气污染源。

**4.6** 声环境影响评价

**4.6.1** 施工期

施工区机械噪声源主要来自大坝施工区、砂石料加工区、输水管道施工区、 爆破及施工道路运输区。施工期间， 特别是施工高峰期， 工程开挖、混凝土拌和

等施工活动将产生强度较高的噪声。

（1）大坝施工区噪声影响分析

由于水库施工中，噪声源较分散，噪声源相互叠加的影响并不明显，因此， 把大坝施工区看做点声源， 采用点声源的几何发散衰减模式进行噪声预测， 预测

公式如下：

Lp= Lw - 20lgr - △L

式中： Lp——距离声源 r 处的声压级（dB）；

Lw——声源源强（dB）；

r——预测点距声源的距离 m；

△L——衰减修正值， 一般取值为 8 dB。

噪声叠加值计算模式：

LPT=10lg（  10 0.1Lpi）

式中： LPT——预测点出新增的总声压级， dB(A)；

Lpi——第 i 个声源至预测点处的声压级， dB(A)；

n——声源个数。

由上式可计算出噪声值随距离衰减及叠加的变化情况，具体见表表 4.6- 1。

表 **4.6-1** 大坝区施工噪声衰减贡献值 单位： **dB**（**A**）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 距离（**m**） 施工阶段 | 噪声随距离衰减贡献值 | | | | | | 排放限值 | |
| 10 | 30 | 50 | 100 | 150 | 200 | 昼 | 夜 |
| 大坝施工区 | 90.4 | 80.9 | 76.4 | 70.4 | 66.9 | 64.4 | 70 | 55 |

库区枢纽工程距离李子地村 90m，施工噪声对其影响大， 应采取合理安排施 工时间、禁止夜间施工、加强施工管理、设置施工围挡等措施降低噪声对李子地

村声环境影响。

（2）砂石料加工区噪声影响分析

砂石料加工区采用点声源的几何发散衰减模式进行噪声预测，预测公式同上。

由上式可计算出噪声值随距离衰减及叠加的变化情况，具体见表表 4.6-2。

表 **46-2** 砂石料加工区噪声衰减贡献值 单位：**dB**（**A**）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 距离（**m**） 施工阶段 | 噪声随距离衰减贡献值 | | | | | | 排放限值 | |
| 10 | 30 | 50 | 100 | 150 | 200 | 昼 | 夜 |
| 砂石料加工区 | 84 | 68.0 | 62.0 | 56.0 | 52.5 | 50.0 | 70 | 55 |

砂石料加工区距离岔处地村 80m，施工噪声对其影响大， 应采取合理安排施 工时间、禁止夜间施工、加强施工管理、封闭厂房隔声等措施降低噪声对岔处地

村声环境影响。

（3）爆破噪声

开采爆破噪声与其它生产活动产生的噪声具有不同时段性。由于爆破时间极 短， 一般仅为几秒到十几秒。破声为瞬间突发噪声， 且伴随发生振动。砂石料开 采区距离岔处地村 80m，爆破噪声对其影响大， 应合理安排爆破时间， 严禁夜间

爆破。

（4）施工道路噪声影响

项目部分材料、设备运输进场产生的运输交通噪声对沿线居民点声环境有一 定影响。本工程施工期较短， 随着工程结束， 施工交通噪声影响将会消除。施工 中合理安排运输时段， 经过村庄路段限速、禁鸣， 减小运输交通噪声对保护目标

的影响。

**4.6.2** 运营期

水库工程运行期通过自然高差进行供水， 无泵站及相关机械提升设备等， 无

设备运行噪声。

**4.7** 固体废物影响分析

**4.7.1** 施工期

工程建设过程中产生的弃渣量较大的部位主要为大坝、溢洪道、输水管线和 施工导流开挖。弃渣总量为 95.12 万 m3 （自然方）。项目弃渣运至规划弃渣场堆 存。工程水土保持措施将与工程同步实施， 在做好渣场的护坡挡墙、排水和覆土

绿化后，可有效减小弃渣对环境的影响。

项目施工期应在施工生产生活区设置垃圾桶， 统一收集后， 与桂花镇生活垃

圾一并处置。

在工程施工过程中会产生一些建筑垃圾， 如碎砖块、废石料、水泥块及混凝 土残渣等， 还有部分废钢筋等建筑垃圾等。对建筑垃圾尽量再利用， 不能利用建

筑垃圾运至弃渣场堆放。

施工期固体废物处置率 100%，对环境影响小。

**4.7.2** 运营期

工程运行期固体废物主要为水库管理人员产生的生活垃圾，在水库管值班室

设置垃圾桶收集后交由当地环卫部门处置。对项目区环境影响小。

**5** 环境风险评价

**5.1** 施工期环境风险分析

**5.1.1** 评价依据

（1）风险调查

项目风险物质为柴油。项目施工区设置 1 座柴油库（1 个油罐），储油量 30m3

（26t）。

（2）风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 B，柴油临界量 为 2500t。因此， 项目危险物质数量与临界量比值值（Q）为 0.0104。根据《建设 项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中规定， Q＜1 时， 项目环境风险潜

势为Ⅰ。

（3）评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中规定，评价工作

等级划分如下：

表**5.1-1** 评价工作等级划分

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 环境风险潜势 | IV 、IV+ | III | II | I |
| 评价工作等级 | 一 | 二 | 三 | 简单分析 |

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），项目环境风险

潜势为Ⅰ,可开展简单分析。

**5.1.2** 环境敏感目标情况

根据现场调查，项目周围敏感点如下所示：

表 **5.1-2** 环境保护目标及保护要求一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 环境要素 | 保护对象 | 保护对象特征 | 相对位置及最近距离（油库） | |
| 环境风险 | 李子地 | 27 户，95 人 | NE， | 410m |
| 桂花河 | 《地表水环境质量标  准》（GB3838-2002）Ⅲ  类 | S， | 80m |

**5.1.3** 环境风险识别

（1）主要危险物质及分布情况

项目风险物质为柴油。项目施工区设置 1 座柴油库（1 个油罐），储油量 30m3

（26t）。柴油物化性质和危险性识别见表 5.1-3。

表 **5.1-3** 柴油物化性质和危险性识别

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 中文名 | 柴油 | 英文名 | Diesel oil；Diesel fuel |
| 危险性类别： | 第3.3类高闪点易燃液体 | 危规号 | / |

第一部分 理化特性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 外观及性状： | 稍有粘性棕色液体 | 主要用途： | 用作柴油机的燃料等 |
| 闪点(℃): | 55 | 相对密度（水＝1）： | 0.87～0.9 |
| 沸点(℃) | 180～370 | 爆炸上限％（V/V）： | 4.5 |
| 自燃点(℃): | 250 | 爆炸下限％（V/V）： | 1.5 |
| 溶解性： | 不溶于水、易溶于苯、二硫化碳、醇、易溶于脂肪。 | | |

第二部分 稳定性及化学活性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 稳定性： | 稳定 | 避免接触的条件： | 明火、高热 |
| 禁配物： | 强氧化剂、 卤素 | 聚合危害： | 不聚合 |
| 燃烧产物： |  | 一氧化碳、二氧化碳。 |  |
| 危险特性 | ①遇明火、高热与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。 ②若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。 | | |

第三部分 健康危害

|  |  |
| --- | --- |
| 侵入途径： | 吸入、食入、经皮吸收。 |
| 急性中毒： | 皮肤接触可引起接触性皮炎、油性痤疮，吸入可引起吸入性肺炎，能经 胎盘进入胎儿血中。 |
| 慢性中毒： | 柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头痛。 |
| 刺激性： | 具有刺激作用。 |

第四部分 环境影响

|  |
| --- |
| ①在很低浓度下对水生生物造成危害，在土壤中具有极强迁移性，有一定生物富集性。 |
| ②在低浓度时能生物降解。 |
| ③在高浓度时，可使微生物中毒，不易生物降解。 |

（2）可能影响环境的途径

①火灾

柴油属易燃液体， 如果操作不当会引起泄漏； 若遇到点火焰可能会燃烧， 将

会对人体健康、员工安全形成威胁。

②泄露

储存罐破损后发生泄露，油品漫流进入水体、土壤会污染地表水、地下水和

土壤。

**5.1.4** 环境风险分析

（1）油料泄露

假设储罐区 1 个油罐输油管路系统或储罐阀门破裂， 发生泄漏。根据（HJ169- 2018）《建设项目环境风险评价技术导则》中相关要求，液体泄漏事件源强计算

公式如下：



式中： Q—液体排出率， kg/s；

Ar—裂口流出面积，管径 100mm、裂口面积为 0.00785m2；

Cd—流量系数， 一般取 0.6～0.64，取 0.62；

P1—操作压力或容器压力，取 1.0×105Pa；

Pa—外界压力或大气压，取 1.0×105Pa；

ρ—液体密度， 按汽油计，取 750kg/m3；

h—罐中液面在排放点以上的高度，取 0.5m。

项目区柴油储油罐体 1 个，容积为 30m3 ，设计储存系数为 0.9，罐内为常压

储存，输油管道的管径为 100mm。

因此假定储罐区输油管道阀门发生破裂，泄漏面积按 100%管径计。按照上 述公式及参数计算，柴油储罐输油管道阀门发生破裂导致的汽油泄漏速率约为 3.65kg/s。假定事件控制响应时间为 15min，则柴油储罐的输油管道阀门发生破裂

导致的柴油泄漏量约为 3.3t。

（2）事故伴生 CO 源强

柴油属于易燃物质， 若泄漏油料油气大量挥发，遇到火源等发生火灾爆炸事 故， 或因其他原因发生火灾爆炸事故， 柴油急剧燃烧所需供氧量不足， 燃烧过程

中会伴生 CO ，CO 产生量计算公式如下：



式中： Gco—CO 产生量， g/kg；

q—物质中碳的质量百分比含量， %，取 83.3；

C—化学不完全燃烧值， 5%~20%，取 10%；

根据上述经验公式及相关参数， 估算出柴油火灾事故的情景下， 柴油不完全

燃烧伴生的 CO 产生速率约为 0.19g/kg。

（3）后果影响分析

储罐发生泄漏事件泄漏量 3.3t。泄漏油品若进入地表河流， 将造成地表河流 的污染。污染首先将造成地表河流的景观破坏， 产生严重的刺鼻气味； 其次， 由 于有机烃类物质难溶于水， 大部分上浮在水层表面， 形成一层油膜使空气与水隔 离，造成水中溶解氧浓度降低， 致使水中生物死亡； 再次， 油料主要成分是 C4~ C9 的烃类、芳烃类、醇酮类以及卤代烃类有机物， 一旦进入水环境，由于可生

化性较差，造成被污染水体长时间得不到净化。

泄漏油品若进入土壤中， 由于土壤中的毛细作用， 泄漏油品会不断地以渗漏 点为中心向四周扩散， 并向上形成地表蒸发。这一过程造成泄漏点周围土壤结构 发生改变， 造成土壤性质的改变、生态系统的严重破坏， 土壤中的各种生物及地

表植物将全部死亡。

泄漏油品若进入地下水， 会使地下水产生严重异味， 并具有较高致畸致癌性，

无法饮用。地下水含水层的自净降解，必将是一个长期的过程。

泄漏油品属易燃液体， 油料蒸发出来聚集至一定浓度范围， 能够与空气形成 爆炸性混合物， 遇明火、静电及高温或与氧化剂接触等易引起火灾或爆炸。一旦 发生火灾、爆炸， 其燃烧过程中会产生 CO，产生量 0.19g/kg，CO 会对区域大气

环境会造成不利影响，导致区域环境空气质量下降。

**5.1.5** 风险防范措施及应急要求

（1）风险防范措施

①油罐均设有高液位报警系统，实时监控罐内液位高度，避免油品溢流。

②场地设火灾自动监控预警系统，出现明火即可启动报警警报。

③采用双层油罐。

④油罐进行防雷、防静电设置。

④配备足够的消防器材，如灭火器、灭火毯、消防砂等

⑤专业单位和专业人员负责修理加油机和电气设备， 并要求其严格按规定操

作。

⑥油库设禁止吸烟、禁止火种等标识牌。

（2）事故应急处置措施

①泄漏事故处置措施

a.发现者马上关闭油罐闸阀和管道阀门，同时施工场地负责人：简要说明地

点、泄漏性质和程度等情况。

b.物资保障人员取来消防器材放至事件现场，应急救援人员佩戴防毒面具、

护目镜、穿防护服，在确保安全的情况下堵漏， 控制泄漏量。

c.若泄漏油品数量较少： 应急救援人员对泄漏油品用油毯和消防砂擦拭或覆

盖。

d.若泄漏油品数量较多， 隔离泄漏区， 设警戒线，疏散和禁止无关人员进入，

组织施工人员用沙土将油品团团围住，防止油品进一步外溢。

②现场急救

如在事件处理过程中， 有人员被油品沾染浸湿， 马上进行防火处理： 夏天应 立即用清水冲洗， 更换衣物，避免附着油品大量挥发遇火源引发明火，烧伤人员； 冬天应脱下被浸湿衣物， 过程中注意动作缓慢， 以防产生静电和皮肤中毒， 并及

时更换衣服。

（3）风险应急预案

建设单位应按照《突发事件应急预案管理办法的通知》、云南省环保厅关于 贯彻实施《突发环境事件应急预案管理暂行办法》的通知、及《企业事业单位突 发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发[2015]4 号）等有关法律和政 策规定，编制《突发环境事件综合应急预案》，并报环保部门审查备案。施工过

程严格按照应急预案措施要求实施。

**5.1.6** 环境风险评价结论

根据上述对项目环境风险分析， 按照各项风险事故的防范措施进行落实， 规 范操作， 即可将事故风险降低到最小。因此， 本环评认为该项目在加强管理， 落

实风险防范措施的前提下，项目环境风险是可以接受的。

**5.2** 运营期环境风险分析

**5.2.1** 风险源分析

项目风险物质为项目库区汇水区范围内无工矿企业、无规模化养殖、无集镇，

库区周边化肥使用量较少， 水库发生水污染事故的可能性不大， 发生突发性水污

染事故的风险概率非常低。

**5.2.2** 风险识别

饮用水水源主要风险如下：

（1）由于气温等自然灾害原因，导致局部污染或集中污染的爆发而影响供

水；由于雨季山洪引发泥石流以及泥沙汇入库区造成的污染等。

（2）农村面源污染汇入库区造成的污染等。

水库上游区域农业面源污染物随降雨冲刷进入水库，导致水库富营养化等。

**5.2.3** 风险防范措施

（1）建议当地政府依法划定饮用水源保护区。

（2）禁止在库区开展养殖业；禁止在水库径流区范围内设置排污口； 禁止 在库区上游堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物； 禁止在水库上

游非法采沙。

（3）加强水库水质的监测，积极预防水体污染，建立健全预警预报系统。

（4）加强水库区的巡查、巡检，及时处理发现问题。

**5.2.4** 环境风险事故应急预案

（1）应急组织机构及人员配备

水库管理局下设环境应急机构， 对机构成员定职定岗， 并建立值班制度； 安 排专门人员对风险源进行常规巡视、管理和监测； 环境应急机构的专职人员进行

专业培训， 必要时进行有规划的环境应急演练。

（2）应急通讯联络方式

在环境风险应急机构设置固定电话和无线通讯系统（移动网络已覆盖本工程 区），并且加强与大姚县政府及县环保、林业、水务、消防、疾控中心、医疗机 构等的沟通协调， 一旦发生风险事故， 环境应急机构负责人（或值班人员） 应立

即向水库环境管理机构及行政主管部门汇报，并启动应急预案。

（3）应急预案的编制

由项目建设管理局或其上级主管部门组织编制风险事故应急预案。一旦发生

风险事故，应立即启动应急预案措施，将危害和损失降至最低。

**5.2.5** 环境风险分析结论

综上所述， 项目运行过程中存在一定的环境风险， 但在加强管理， 建立健全 的防范措施和应急预案， 并予以认真落实和实施的基础上， 本工程项目的环境风

险是可以接受的。

**‘** 环境保护措施

**6.1** 生态环境保护措施

**6.1.1** 避让措施

（1）优化施工组织设计，减少征占地，减少对植被、景观的破坏。

（2）施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》和《云南省野 生动物保护法》，严禁在施工区及其猎捕和食用野生动物， 特别是国家和云南省

重点保护野生动物。

（3）严格按照划定范围施工，禁止滥砍滥伐。

（4）对在施工中遇到的鸟、蛇等动物的卵（蛋）一定要交保护所的专业人

员妥善处置。

（5）做好安全防灾措施。项目业主应督促明确施工承包者的保护责任，在

施工区周边山上竖立防火警示牌，预防森林火灾。

（6）制定合理的施工作业时间表， 合理安排施工方式、时间，尽可能避免

施工对野生动物的惊扰

**6.1.2** 减缓措施

（1）动物

①加强施工单位和施工人员的宣传教育， 通过标志牌、法律宣传等措施进行 宣传， 严禁猎杀野生动物， 并通过对违法活动进行举报奖励的措施以制止偷猎活 动。对于评价区内的 5 种国家级保护动物， 严禁施工人员捕猎， 并以展板形式对 施工人员进行宣传教育； 施工时要合理安排施工爆破等施工作业的时间， 尽量缩

短工期。

②保护野生动物的栖息地， 施工完毕后及时进行生态恢复， 使之有利于动物 适应新的生境。对施工单位及施工人员制定规章， 并认真进行巡查， 禁止在施工 人员非法偷猎野生动物、盗采珍稀保护植物、取食鸟蛋、幼鸟等活动； 加强对施 工器材的管理。对在施工中遇到的幼兽， 一定要交给林业局的专业人员， 不得擅 自处理；对施工中遇到的鸟窝（因砍伐树木） 一定要移到非施工区的其他树上；

对在施工中遇到的幼鸟和鸟卵（蛋） 一定要交林业局的专业人员妥善处置； 安排

专门人员负责评价区施工中的动物多样性保护的监督和管理工作。

③从保护生态与环境的角度出发， 建议本项目开发建设前， 尽量做好施工规 划前期工作； 施工期间加强取土场、弃渣场防护， 加强施工人员生活污水排放管 理， 减少水体污染； 做好工程完工后生态的恢复工作， 以尽量减少因植被破坏对

动物带来的不利影响。

④野生鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息。为了减少工程施工噪声 对野生动物的惊扰， 应做好施工方式和时间的计划， 并力求避免在晨昏和正午爆

破施工。

具体见下表：

表 **6.1-1** 水库建设对保护动物的保护措施

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 物种 | 保护级别 | 栖息地 | 保护措施 |
| 1 | 黄鼬 Mustela sibirica | CⅢ | 林缘、河谷、灌丛、草 丘中和林缘村寨附 | 严禁捕猎 |
| 2 | 普通鵟 Buteo buteo | Ⅱ级、 CⅡ | 开阔平原、荒漠、旷  野、开垦的耕作区、林  缘草地 | 做好施工方式和时间的计划，  并力求避免在晨昏和正午爆破 施工；严禁捕猎 |
| 3 | 红隼 Falco tinnunculus | Ⅱ级、 CⅡ | 山地森林、森林苔原、 旷野、山区植物稀疏的  混合林、开垦耕地 | 做好施工方式和时间的计划，  并力求避免在晨昏和正午爆破 施工；严禁捕猎 |
| 4 | 雀鷹  Accipiter  nisus | Ⅱ级、 CⅡ | 栖息于针叶林、混交 林、阔叶林等山地森林 和林缘地带，冬季主要 栖息于低山丘陵、山脚 平原、农田地边、以及 村庄附近，尤其喜欢在 林缘、河谷，采伐迹地  的次生林和农田附近的 小块丛林地带活动。 | 做好施工方式和时间的计划，  并力求避免在晨昏和正午爆破 施工；严禁捕猎 |
| 5 | 松雀鹰  Accipiter  virgatus | Ⅱ级、 CⅡ | 山地针叶林、阔叶林和 混交林中 | 做好施工方式和时间的计划，  并力求避免在晨昏和正午爆破 施工；严禁捕猎 |
| 6 | 画眉 Garrulax canorus | Ⅱ级、 CⅡ | 山丘灌丛和村落附近或 城郊的灌丛、竹林 | 严禁捕猎 |

（2）水生生态

由于流量较小， 且河道无明显大塘， 评价区鱼类主要分布于其下游干流万马

河中， 桂花河的鱼类主要为万马河的鱼类上溯而来， 繁殖季节由于水量太小甚至

断流， 鱼类上行的可能性不大， 所以大坝阻隔影响并不明显， 评价区河段未发现 长距离洄游性鱼类， 且坝址上下鱼类区系基本相同， 大坝无需建设鱼道。但由于 存在流量、水深、流速下降等不利影响， 在保障下泄生态流量的基础上， 还应开 展鱼类增殖放流， 以弥补水库建设运行对桂花河中上游流域鱼类的不利影响。因

此，本项目主要采取以下水生生态减缓措施：

①对施工期产生的生产生活废水进行有效治理后不外排，避免对水体水质造 成污染， 影响鱼类生长繁殖； 对施工队伍加强环境保护宣传教育， 禁止施工人员

捕捞河道鱼类资源。

②枢纽工程利用导流输水放空隧洞预埋的 DN325 钢管下泄生态流量；引洪 工程、引水工程不引水季节直接利用冲沙闸下泄生态流量， 汛期引水时段通过引

水沟埋设 DN150 的放水管向下游河道供水，并在下游进行实时流量在线监测。

**6.1.3** 补偿措施

（1）对于永久性占用的林地，应根据有关规定采取异地补偿的方法恢复， 原则上应损失多少必须补充多少， 并采取人工抚育至少 5 年的措施， 使每公顷生 物量不低于原有水平。并向被征用单位支付林地补偿费、林木补偿费、安置补助

费，向县以上林业行政主管部门交纳森林植被恢复费。

（2）施工中除了永久占地之外，对其他临时占地形成的施工迹地，要按照 有关要求进行植被恢复， 并尽量连成片， 为陆生动物的迁移和交流有意识地构件

新的生物廊道。

（3）临时用地在施工结束后根据土地原有用途及时恢复， 其中林地恢复应

采用当地物种，禁止引进外来物种。

（4）公益林恢复措施

项目占用的省级公益林、国家二级公益林类型均为水土保持林。公益林恢复 按照《生态公益林建设导则》（GB/T18337.1-2001）、《生态公益林建设技术规程》

（GB/T18337.3-2001）要求建设。

①树种选择

项目恢复公益林类型为水源涵养林，根据《生态公益林建设技术规程》 （GB/T18337.3-2001）要求， 应选择树体高大、冠幅大， 林内枯枝落叶丰富和枯 落物易于分解， 具有深根系、根量多和根域广； 长寿、生长稳定且抗性强的树种

类； 选择种植当地的原生树木， 以恢复原有的植被类型和生态系统， 不得引进外

来树种。

②营造方式

以人工造林为主，封山育林为辅。

③营造模式

以营造混交且垂直郁闭好的复层群落结构模式为主。

（6）料场恢复

风化料场大部分在水库淹没区以下，在水库淹没区以上的料场除了风化料场

外还有粘土料场， 粘土料场原占用地类型主要为耕地，施工结束后进行土地复垦。

风化料场开挖边坡进行人工植被恢复。砂石料场进行土地复垦和植被恢复。

（7）弃渣场恢复

弃渣场占地类型为主要为林地，不涉及生态公益林。弃渣场恢复措施如下：

①坡面及顶面整理

弃渣场恢复前， 为了保证边坡的稳定， 同时也为复绿工程提供有利条件， 施 工前必须对坡面及顶面进行修整，清除坡面的松散浮石、碎石和杂物， 并在坡面

设置平台，稳定坡面。

②修筑截、排水沟

截、排水沟都是边坡生态修复的配套设施工程， 分别位于坡顶、坡面， 使边

坡上部山体的径流水流向边坡两侧和底部，以免植被受到雨水的强力冲刷。

③表土回填

边坡覆土不低于 30cm ，顶部覆土不低于 50cm，压平， 夯实。回填土壤， 不

得回填生活垃圾和建筑垃圾，必须是无污染的土壤。

④植被恢复绿化

按照水源涵养林要求建设， 选择种植当地的原生树木， 以恢复原有的植被类 型和生态系统， 不得引进外来树种。植被恢复以人工造林为主， 营造混交且垂直

郁闭好的复层群落结构。

**6.2** 地表水环境保护措施

**6.2.1** 施工期

（1）砂石料加工系统清洗废经三级沉淀池处理后循环利用，不外排。 沉淀

池为混凝土结构，采用三级沉淀处理， 总容积 30m3。石料冲洗对水质要求不高， 冲洗废水经沉淀处理后完全能够满足循环利用要求。清洗用水量为 12m3/h，沉

淀池总容积 30m3 ，沉淀时间大于 1h。

（2）枢纽工程基坑排水设置 1 个沉淀池，沉淀池为混凝土结构，采用三级 沉淀处理，总容积 50m3 。基坑排水经沉淀处理后回用于混凝土拌合、洒水降尘 及其他施工用水，不外排。基坑排水强度约为 2m3/h，基坑排水沉淀池容积 50m3，

沉淀时间大于 24h，能够满足其余工程用水要求。

（3）混凝土拌合站设置 1 个冲洗废水沉淀池，沉淀池为混凝土结构，采用 三级沉淀处理，总容积 10m3 。冲洗废水经沉淀处理后回用于混凝土拌合， 不外 排。其余施工段布置小型移动式混凝土搅拌设备设置 1 个容积 5m3 的沉淀池， 废

水经沉淀处理后回用于混凝土拌合，不外排。

混凝土拌合站冲洗废水间歇性产生， 废水产生后进入沉淀池的沉淀时间至少 8h，处理效果较好， 澄清液可满足回用要求。目前， 该方法已在各类工程施工中

广泛使用。

（4）枢纽区施工生活区、砂石料场生活区分别设置 1 个隔油池和 1 个化粪 池，隔油池容积 1m3，化粪池采用三格化粪池，混凝土结构，容积 30m3 。生活污水

进入化粪池处理，并雇用当地村民定期清运用作农业肥料，生活污水不外排。

（5）隧洞涌水经沉淀池处理后外排， 因六苴河流域属于蜻蛉河大姚-元谋保 留区，水质目类别Ⅱ类，禁止新建排污口，同时涌水量大， 无法全部回用，环评 提出将隧洞涌水抽至桂花河流域排放。马茨河隧洞设沉淀池 4 个（隧洞进出口各 1 个），沉淀池单个容积 150m3，沉淀时间 2h，水泵 4 台（2 备 2 用），管道 4.8km； 六姑乍箐隧洞设沉淀池 2 个（隧洞进出口各 1 个），沉淀池单个容积 30m3，沉淀 时间 2h，水泵 4 台（2 备 2 用），管道 6.2km；独格里排隧洞设沉淀池 2 个（隧 洞进出口各 1 个），沉淀池单个容积 80m3，沉淀时间 2h，水泵 4 台（2 备 2 用），

管道 11.3km。

（6）库底清基产生的土石方均运至弃渣场，植物清运出库区，不残留在库

区内。

（7）加强施工期间的管理，禁止向河道弃渣。

**6.2.2** 运营期

（1）水库蓄水初期下放生态流量措施

①当水库坝址处来流量小于或等于水库下游河段所需生态流量时， 水库不能

进行蓄水，来水应全部下放作为下游河道生态用水。

②水库蓄水初期， 生态基流量 0.074m3/s。

③初期蓄水至死水位期间无法通过输水管道直接取水，采用临时供水水泵抽 水至输水管道。供水水泵设置 2 台，一备一用， 水量不得小于下游用水量， 即 Q

≥0.074m3/s。

（2）运营期下放生态流量措施

枢纽工程利用导流输水放空隧洞预埋的 DN325 钢管下泄生态流量；引洪工 程、引水工程不引水季节直接利用冲沙闸下泄生态流量， 汛期引水时段通过引水

沟埋设 DN150 的放水管向下游河道供水。

为维护项目取水口下游减水河段河道生态环境， 建设项目取水时必须保证下 游减水河段的河道生态用水。下游减水河段内河道生态需水量按水库坝址断面多 年平均流量的 10%确定，项目最小下泄流量为 0.074m3/s。最小下泄流量符合《建 设项目水资源论证导则》（SL322-2013）和《水利水电建设项目水资源论证导则》

（SL525-2011）的相关规定，其用水量是合理的。

管径计算《混凝土重力坝设计规范》（SL319-2005）附录（A.3.2）式计算：

*Q* = *μ*A *k* 2*gH w*

式中: μ—孔口或管道流量系数， 对短有压深孔， 取 μ=0.83~0.93；对长有

压深孔，μ 必须计算沿程及局部水头损失后确定。本工程取 μ=0.6。

Ak— 出口处的面积，即下放钢管断面积；

HW— 自由出流时为孔口中心处的作用水头。

通过计算，坝址设置的 325mm 钢管最大下放能力为 0.19m³/s，下放流量可

以满足要求，因此生态下放管设置符合要求。

根据工程分析，水库运行50 年后，淤积库容79 万m3，低于死库容（2058.8m）。 输导流输水放空隧洞进口底板高程为 2058.8m，水库在设计运行期内不存在淤塞

风险。因此生态放流管不存在因淤塞而断流情况。运营期应加强生态放流管巡查

和管护，防止堵塞，保障生态流量正常下放。

生态放流管应设置为无管阀控制。

水库管理单位应将环境用水同其他用水一样纳入日常的用水管理范畴，在编 制的用水计划中反应环境用水， 落实专人负责， 对下泄的环境流量做记录， 不定 期的向水利主管部门进行汇报， 并在年终编制生态下泄情况报告， 一并上报主管

部门。

在保证下泄生态补水流量的情况下， 可维持坝下河道基本生态功能， 水文情

势的影响能控制到可控的范围内。

（3）水质保护措施

①为防止淹没水库内的树木、杂物及人畜粪便等对水体的污染和对水库安全 运行的影响， 在水库蓄水前须对库底进行清理， 库底清理应严格按照《水电工程 水库库底清理设计规范》（DL/T5318-2007）的规定进行清理。清理范围为水库淹

没区范围。

②定期开展库区水质监测工作，及时了解水库水质状况， 以便于采取应对措

施。监测工作应纳入常规的环境监测计划。

③水库运行后，水库管理单位应该配合地方在水库周边区域内进行封禁治理，

大面积绿化造林，开展径流区水源涵养林营造和保护工作。

④建议当地政府建立桂花水库水源保护区， 对水库汇水区域应严格管理， 凡

是可能对水库水源涵养林、水库水质等造成破坏和污染的行为，应严格禁止。

⑤为确保区域灌溉及饮水安全， 应对水库水源区的水环境进行保护， 禁止在 库区开展养殖业；禁止在水库径流区范围内设置排污口； 禁止在库区上游堆置和

存放工业废渣、 城市垃圾、粪便和其他废弃物； 禁止在水库上游非法采沙。

⑥水库管理区设置化粪池， 生活污水进入化粪池处理， 处理后的废水用于农

肥，不外排。

⑦为减小本项目灌溉后产生的灌溉回归水对区域水环境的影响， 建议当地政 府应在灌区发展生态农业， 鼓励种植化肥施用量较少的作物， 推广节水灌溉技术、

测土配方技术，减少农药、化肥施用量。

**6.3** 环境空气保护措施

（1）工程土石方开挖作业施工避开大风天气， 并对作业面进行洒水降尘，

减少大气污染物产生量。

（2）混凝土拌合站堆放物料应采取遮盖防尘措施。

（3）砂石料加工场地采取洒水降尘、砂石料加工区封闭围挡措施。

（4）水泥等易产生粉尘材料的运输车辆采用封闭运输，避免在运输过程中

的产生粉尘污染。

（5）砂石料、风化料及土料容易起尘的建筑材料不在项目区内长时间堆放，

用多少，拉多少，临时堆存时采用土工布遮盖。

（6）运输车辆限速。

**6.4** 声环境保护措施

（1）选用低噪声机械设备，同时加强施工设备的维护和保养，对振动大的

机械设备使用减振基座或减振垫，从根本上降低噪声源强。

（2）合理安排施工时间表，禁止夜间进行作业，若需要在夜间进行抢险工

作日时应提前向管理部门进行申报，并告知周围居民。

（3）运输车辆限速，禁止长时间鸣笛

（4）合理安排施工时间，避免夜间爆破，通过控制一次起爆的总导爆索量、 总炸药量和起爆方式降低振动及噪声， 控制爆破抛头方向， 避免正面爆破噪声指

向敏感点。

（5）物资材料运输、渣场运输避免夜间运输， 减少对运输沿线村庄的影响

时间。 物资材料运输尽量安排在白天进行，减少夜间运输。

（6）施工场地设置围挡， 砂石料加工区封闭厂房隔声。

**6.5** 固体废物污染防治措施

**6.5.1** 施工期

（1）项目弃渣运至规划弃渣场堆存。工程水土保持措施将与工程同步实施，

在做好渣场的护坡挡墙、排水。

（2）开挖的表土暂存于规划的表土场内，采取土工布遮盖，设置编织土袋

挡护，在施工结束后对占地恢复。

（3）建筑材料、废弃土石方、生活垃圾禁止随意丢弃至河床内。

（4）项目施工期应在施工生产生活区设置垃圾桶，统一收集后，与桂花镇

生活垃圾一并处置。

（5）建筑垃圾尽量再利用，不能利用建筑垃圾运至弃渣场堆放。

**6.5.2** 运营期

工程运行期固体废物主要为水库管理人员产生的生活垃圾， 在水库管值班室

设置垃圾桶收集后交由当地环卫部门处置。

**6.6** 环境风险防范措施

**6.6.1** 施工期

（1）风险防范措施

①油罐均设有高液位报警系统，实时监控罐内液位高度，避免油品溢流。

②场地设火灾自动监控预警系统，出现明火即可启动报警警报。

③采用双层油罐并配备测漏仪。

④油罐进行防雷、防静电设置。

④配备足够的消防器材，如灭火器、灭火毯、消防砂等

⑤专业单位和专业人员负责修理加油机和电气设备， 并要求其严格按规定操

作。

⑥油库设禁止吸烟、禁止火种等标识牌。

（2）事故应急处置措施

①泄漏事故处置措施

a.发现者马上关闭油罐闸阀和管道阀门， 同时施工场地负责人： 简要说明地

点、泄漏性质和程度等情况。

b.物资保障人员取来消防器材放至事件现场，应急救援人员佩戴防毒面具、

护目镜、穿防护服，在确保安全的情况下堵漏， 控制泄漏量。

c.若泄漏油品数量较少： 应急救援人员对泄漏油品用油毯和消防砂擦拭或覆

盖。

d.若泄漏油品数量较多， 隔离泄漏区，设警戒线， 疏散和禁止无关人员进入，

组织施工人员用沙土将油品团团围住，防止油品进一步外溢。

②现场急救

如在事件处理过程中， 有人员被油品沾染浸湿， 马上进行防火处理： 夏天应

立即用清水冲洗， 更换衣物，避免附着油品大量挥发遇火源引发明火， 烧伤人员； 冬天应脱下被浸湿衣物， 过程中注意动作缓慢， 以防产生静电和皮肤中毒， 并及

时更换衣服。

（3）风险应急预案

建设单位应按照《突发事件应急预案管理办法的通知》、云南省环保厅关于 贯彻实施《突发环境事件应急预案管理暂行办法》的通知、及《企业事业单位突 发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发[2015]4 号）等有关法律和政 策规定，编制《突发环境事件综合应急预案》，并报环保部门审查备案。施工过

程严格按照应急预案措施要求实施。

**6.6.2** 运营期

（1）依法划定饮用水源保护区。

（2）加强水源区森林保护，减少水土流失。

（3）大力发展生态种植，减少化肥使用，有效控制农业面源污染。

（4）禁止在水库区规模化养殖，禁止新建排污口，禁止网箱养鱼。

（5）加强水库水质的监测， 积极预防水体污染，建立健全预警预报系统。

（6）加强水库区的巡查、巡检，及时处理发现问题。

**6.7** 环境保护措施汇总

项目环境保护措施一览表详见表 6.7- 1。

表 **6.7-1** 环境保护措施一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 项目 | 主要控制措施 | 效果 |

施工期

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 生态环境 | 避让措施 | ①优化施工组织设计，减少征占地，减少对植被、景观的破坏。  ②施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》和《云南省野生动物保护法》，严禁 在施工区及其猎捕和食用野生动物，特别是国家和云南省重点保护野生动物。  ③严格按照划定范围施工，禁止滥砍滥伐。  ④对在施工中遇到的鸟、蛇等动物的卵（蛋） 一定要交保护所的专业人员妥善处置。  ⑤做好安全防灾措施。项目业主应督促明确施工承包者的保护责任，在施工区周边山上竖立防 火警示牌，预防森林火灾。  ⑥制定合理的施工作业时间表，合理安排施工方式、时间，尽可能避免施工对野生动物的惊 扰。 | 降低对植被、动 物及景观影响 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 项目 | 主要控制措施 | 效果 |
|  | 减缓措施 | ①加强施工单位和施工人员的宣传教育， 严禁猎杀野生动物；施工时要合理安排施工爆破等施 工作业的时间，尽量缩短工期。  ②保护野生动物的栖息地，施工完毕后及时进行生态恢复，使之有利于动物适应新的生境。对 在施工中遇到的幼兽， 一定要交给林业局的专业人员，不得擅自处理；对施工中遇到的鸟窝  （因砍伐树木） 一定要移到非施工区的其他树上；对在施工中遇到的幼鸟和鸟卵（蛋） 一定要 交林业局的专业人员妥善处置。  ③从保护生态与环境的角度出发，建议本项目开发建设前，尽量做好施工规划前期工作；施工 期间加强取土场、弃渣场防护，加强施工人员生活污水排放管理，减少水体污染；做好工程完 工后生态的恢复工作，以尽量减少因植被破坏对动物带来的不利影响。  ④野生鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊  扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和正午爆破施工。  ⑤对施工期产生的生产生活废水进行有效治理后不外排，避免对水体水质造成污染，影响鱼类 生长繁殖；对施工队伍加强环境保护宣传教育，禁止施工人员捕捞河道鱼类资源。  ⑥枢纽工程利用导流输水放空隧洞预埋的 DN325 钢管下泄生态流量；引洪工程、引水工程不 引水季节直接利用冲沙闸下泄生态流量，汛期引水时段通过引水沟埋设 DN150 的放水管向下 游河道供水，并在下游进行实时流量在线监测。 |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 项目 | 主要控制措施 | 效果 |
|  | 补偿措施 | ①对于永久性占用的林地，应根据有关规定采取异地补偿的方法恢复， 原则上应损失多少必须 补充多少，并采取人工抚育至少 5 年的措施，使每公顷生物量不低于原有水平。 并向被征用单 位支付林地补偿费、林木补偿费、安置补助费，向县以上林业行政主管部门交纳森林植被恢复 费。  ②临时用地在施工结束后根据土地原有用途及时恢复，其中林地恢复应采用当地物种，禁止引 进外来物种。  ③施工中除了永久占地之外， 对其他临时占地形成的施工迹地，要按照有关要求进行植被恢 复，并尽量连成片，为陆生动物的迁移和交流有意识地构件新的生物廊道。  ④项目占用的省级公益林、国家二级公益林类型均为水土保持林。公益林恢复按照《生态公益 林建设导则》（GB/T18337.1-2001）、《生态公益林建设技术规程》（GB/T18337.3-2001）要求建 设。  ⑤粘土料场原占用地类型主要为耕地，施工结束后进行土地复垦。 风化料场开挖边坡进行人工 植被恢复。砂石料场、弃渣场进行土地复垦和植被恢复。 |  |
| 大气  污染物 | 扬尘 | ①工程土石方开挖作业施工避开大风天气，并对作业面进行洒水降尘，减少大气污染物产生 量。  ②混凝土拌合站堆放物料应采取遮盖防尘措施。  ③砂石料加工场地采取洒水降尘、砂石料加工区封闭围挡措施。  ④水泥等易产生粉尘材料的运输车辆采用封闭运输，避免在运输过程中的产生粉尘污染。  ⑤砂石料、风化料及土料容易起尘的建筑材料不在项目区内长时间堆放，用多少，拉多少，临 时堆存时采用土工布遮盖。  ⑥运输车辆限速。 | 减少扬尘 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 项目 | 主要控制措施 | 效果 |
| 水污染物 | 废水 | ①砂石料加工系统清洗废经三级沉淀池处理后循环利用，不外排。沉淀池为混凝土结构，采用 三级沉淀处理，总容积 30m3。  ②枢纽工程基坑排水设置 1 个沉淀池，沉淀池为混凝土结构，采用三级沉淀处理，总容积 50m3 。基坑排水经沉淀处理后回用于混凝土拌合、洒水降尘及其他施工用水，不外排。  ③混凝土拌合站设置 1 个冲洗废水沉淀池，沉淀池为混凝土结构，采用三级沉淀处理，总容积 10m3 。冲洗废水经沉淀处理后回用于混凝土拌合，不外排。其余施工段布置小型移动式混凝 土搅拌设备设置 1 个容积 5m3 的沉淀池，废水经沉淀处理后回用于混凝土拌合，不外排。  ④枢纽区施工生活区、砂石料场生活区分别设置 1 个隔油池和 1 个化粪池，隔油池容积 1m3， 化粪池采用三格化粪池，混凝土结构，容积 30m3 。生活污水进入化粪池处理，并雇用当地村 民定期清运用作农业肥料，生活污水不外排。  ⑤隧洞涌水经沉淀池处理后外排，因六苴河流域属于蜻蛉河大姚-元谋保留区，水质目类别Ⅱ 类，禁止新建排污口，同时涌水量大，无法全部回用，环评提出将隧洞涌水抽至桂花河流域排  放。马茨河隧洞设沉淀池 4 个（隧洞进出口各 1 个），沉淀池单个容积 150m3 ，水泵 4 台（2 备 2 用），管道 4.8km；六姑乍箐隧洞设沉淀池 2 个（隧洞进出口各 1 个），沉淀池单个容积 30m3 ，水泵 4 台（2 备 2 用），管道 6.2km；独格里排隧洞设沉淀池 2 个（隧洞进出口各 1  个），沉淀池单个容积 80m3 ，水泵 4 台（2 备 2 用），管道 11.3km。  ⑥底清基产生的土石方均运至弃渣场，植物清运出库区，不残留在库区内。  ⑦加强施工期间的管理，禁止向河道弃渣。 | 合理处置，不外 排 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 项目 | 主要控制措施 | 效果 |
| 噪声 | 噪声 | ①选用低噪声机械设备，同时加强施工设备的维护和保养，对振动大的机械设备使用减振基座 或减振垫，从根本上降低噪声源强。  ②合理安排施工时间表，禁止夜间进行作业，若需要在夜间进行抢险工作日时应提前向管理部 门进行申报，并告知周围居民。  ③运输车辆限速，禁止长时间鸣笛  ④合理安排施工时间，避免夜间爆破，通过控制一次起爆的总导爆索量、总炸药量和起爆方式  降低振动及噪声，控制爆破抛头方向，避免正面爆破噪声指  向敏感点。  ⑤物资材料运输、渣场运输避免夜间运输，减少对运输沿线村庄的影响时间。物资材料运输尽 量安排在白天进行，减少夜间运输。  ⑥施工场地设置围挡，砂石料加工区封闭厂房隔声。 | 降低对环境不利 影响 |
| 固体废物 | 固废 | ①项目弃渣运至规划弃渣场堆存。工程水土保持措施将与工程同步实施，在做好渣场的护坡挡 墙、排水。  ②开挖的表土暂存于规划的表土场内，采取土工布遮盖，设置编织土袋挡护，在施工结束后对 占地恢复。  ③建筑材料、废弃土石方、生活垃圾禁止随意丢弃至河床内。  ④项目施工期应在施工生产生活区设置垃圾桶，统一收集后，与桂花镇生活垃圾一并处置。 ⑤建筑垃圾尽量再利用，不能利用建筑垃圾运至弃渣场堆。 | 处置率 100% |
| 环境风险 | 储油罐 | ①油罐均设有高液位报警系统，实时监控罐内液位高度，避免油品溢流。  ②场地设火灾自动监控预警系统，出现明火即可启动报警警报。  ③采用双层油罐。  ④油罐进行防雷、防静电设置。  ④配备足够的消防器材， 如灭火器、 灭火毯、消防砂等  ⑤专业单位和专业人员负责修理加油机和电气设备，并要求其严格按规定操作。 ⑥油库设禁止吸烟、禁止火种等标识牌。 | 环境风险可接受 |

营运期

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 项目 | 主要控制措施 | 效果 |
| 水污  染物 | 生态放流 | ①水库蓄水初期当水库坝址处来流量小于或等于水库下游河段所需生态流量时， 水库不能进行 蓄水，来水应全部下放作为下游河道生态用水。  ②水库蓄水初期， 生态基流量 0.074m3/s。  ③初期蓄水至死水位期间无法通过输水管道直接取水，采用临时供水水泵抽水至输水管道。供 水水泵设置 2 台， 一备一用，水量不得小于下游用水量，即 Q≥0.074m3/s。  ④枢纽工程利用导流输水放空隧洞预埋的 DN325 钢管下泄生态流量； 引洪工程、引水工程不引 水季节直接利用冲沙闸下泄生态流量， 汛期引水时段通过引水沟埋设 DN150 的放水管向下游河 道供水，运营期应加强生态放流管巡查和管护，防止堵塞，保障生态流量正常下放。  ⑤水库管理单位应将环境用水同其他用水一样纳入日常的用水管理范畴，在编制的用水计划中 反应环境用水， 落实专人负责， 对下泄的环境流量做记录， 不定期的向水利主管部门进行汇报， 并在年终编制生态下泄情况报告， 一并上报主管部门。 | 确保 下 游 河道 生 态用水 |
| 水质保护 | ①为防止淹没水库内的树木、杂物及人畜粪便等对水体的污染和对水库安全运行的影响，在水 库蓄水前须对库底进行清理，库底清理应严格按照《水电工程水库库底清理设计规范》  （DL/T5318-2007）的规定进行清理。清理范围为水库淹没区范围。  ②定期开展库区水质监测工作，及时了解水库水质状况，以便于采取应对措施。监测工作应纳 入常规的环境监测计划。  ③水库运行后，水库管理单位应该配合地方在水库周边区域内进行封禁治理，大面积绿化造  林，开展径流区水源涵养林营造和保护工作。  ④建议当地政府建立桂花水库水源保护区，对水库汇水区域应严格管理，凡是可能对水库水源 涵养林、水库水质等造成破坏和污染的行为，应严格禁止。  ⑤为确保区域灌溉及饮水安全，应对水库水源区的水环境进行保护，禁止在库区开展养殖业； 禁止在水库径流区范围内设置排污口；禁止在库区上游堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便 和其他废弃物；禁止在水库上游非法采沙。  ⑥水库管理区设置化粪池，生活污水进入化粪池处理，处理后的废水用于农肥，不外排。  ⑦为减小本项目灌溉后产生的灌溉回归水对区域水环境的影响，建议当地政府应在灌区发展生 态农业，鼓励种植化肥施用量较少的作物，推广节水灌溉技术、测土配方技术，减少农药、化 肥施用量。 | 保护库区饮用水 安全 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 项目 | 主要控制措施 | 效果 |
| 固体  废物 | 固废 | 工程运行期固体废物主要为水库管理人员产生的生活垃圾，在水库管值班室设置垃圾桶收集后 交由当地环卫部门处置。 | 处置率 100% |
| 环境风险 | 饮用水安全 | ①建议当地政府依法划定饮用水源保护区。  ②禁止在库区开展养殖业；禁止在水库径流区范围内设置排污口；禁止在库区上游堆置和存放  工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物；禁止在水库上游非法采沙。  ③加强水库水质的监测，积极预防水体污染，建立健全预警预报系统。  ④加强水库区的巡查、巡检， 及时处理发现问题。 坡面必须设置护坡，护坡材料应根据当地情 况选取，采取工程护坡与植物护坡相结合的方式。 堆浸场周边设置截水沟， 堆浸矿料坡面布设 排水沟。 | 环境风险可控 |

**7** 环境监测计划、环境监理与环境管理

**7.1** 环境监测计划

**7.1.1** 环境监测目的

环境要素的变化存在各种不确定因素， 只有通过监测、测试才能够客观准确 地评估环境影响的危害， 预防项目施工、营运中的不利因素， 有利于项目的开发 进度和正常生产， 减轻环境问题对企业生产和公众生存环境的威胁， 避免因项目

开发带来新的环境问题。

为及时掌握本工程施工期废水、废气、噪声、弃渣及生活污水排放情况， 了 解在施工期、运行期的评价区环境质量， 预防突发性污染事故对环境的危害，为 施工期、运行期的环境保护及污染控制、环境监测和环境管理提供科学的依据，

需进行环境监测。

环境监测任务由业主单位组建成立的工程环境管理部门组织实施。环境监测

不设专用监测站，委托当地环境监测部门承担。

工程环境监测内容包括施工期和运行期工程河段地表水、噪声。

**7.1.2** 环境监测计划

环境监测是环境管理的重要基础工作， 是开展环境科学研究、防止环境破坏

和防治污染的重要依据。

环境监测的任务是：

（1）掌握工程建设区、水库淹没区环境的动态变化过程，为施工期和运行

期环境污染控制和环境管理以及流域梯级开发的环境保护工作提供科学依

据。

（2）及时掌握环保措施的实施效果，预防突发性事故对环境的危害。

（3）验证环境影响预测评价结果。

（4）为工程区域生态环境的可持续发展研究提供科学依据。

本工程属于水利工程， 因工程涉及范围小， 环境影响问题简单， 不必在水库 设置环境保护机构， 但应有专职或兼职管理人员负责环境监测计划的落实和运行，

为便于施工管理及满足工程竣工验收要求，应开展下列环境监测工作。

（1）施工期环境监测

①地表水监测

a.监测断面： 马茨河汇入桂花河下游 500m。

b.监测项目：

水温、pH 值、溶解氧、高锰酸钾指数、BOD5、氨氮、总氮、总磷、铜、锌、 氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、总氰化物、 挥发酚、石油类、阴离子 表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐氮、铁、锰、总硬

度。

c.监测时段及频率：每年 2 次，丰水期、 枯水期各一次，连续采样 3 天。

②声环境监测

a.监测点位：李子地村、岔处地村。

b.监测项目：等效连续 A 声级（dB(A)）

c.监测时段及频率：施工期高峰年，昼夜各测一次，共 2 天。

③大气环境监测

a.监测点位： 李子地村、岔处地村。

b.监测项目： TSP

c.监测时段及频率：施工期高峰年，监测 1 次，共 7 天。

（2）运营期水环境监测

①监测断面： 导流放空输水隧洞进口处。

②监测项目：水温、pH 值、溶解氧、高锰酸钾指数、 BOD5 、氨氮、总氮、 总磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、总氰化物、挥发酚、 石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐氮、

铁、锰、总硬度。

③监测时期及频率： 水库蓄水前 1 年、水库蓄水第 2 年、竣工验收后进行每

年丰水期、平水期、枯水期各采样 1 次进行监测。

监测计划一览表见表 7.1- 1。

表 **7.1-1** 环境监测内容及技术要求表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 分类 | 监测断面 | 监测项目 | 监测时段 | 监测频次 |
| 施工期  监测 | 马茨河汇入  桂花河下游  500m | 水温、 pH 值、溶解氧、高锰酸钾 指数、 BOD5、氨氮、总氮、总 磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、  汞、镉、铬（六价）、铅、总氰化 物、挥发酚、石油类、 阴离子表  面活性剂、硫化物、粪大肠菌  群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐  氮、铁、 锰、总硬度 | 施工期 | 每年 2 次，丰水 期、枯水 期各一 次，连续 采样 3 天 |
| 李子地村、 岔处地村 | 等效连续 A 声级（dB(A)） | 施工期高 峰年，昼 夜各测一  次，连续 2 天。 |
| 李子地村、 岔处地村 | TSP | 施工期高 峰年，监 测 1 次，  共 7 天 |
| 营运期  监测 | 导流放空输 水隧洞 | 水温、 pH 值、溶解氧、高锰酸钾  指数、 BOD5 、氨氮、总氮、总 磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、  汞、镉、铬（六价）、铅、总氰化 物、挥发酚、石油类、阴离子表  面活性剂、硫化物、粪大肠菌  群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐  氮、铁、锰、总硬度 | 运营期 | 库蓄水前 1 年、水 库蓄水第 2 年、竣 工验收后 进行每年 丰水期、 平水期、 枯水期各 采样 1 次 进行监测 |

**7.2** 环境监理

**7.2.1** 环境监理目的

（1）在水库施工期间，根据环境保护设计要求，开展施工期环境监理，全 面监督和检查施工单位环境保护措施的实施和效果，使工程的环保措施落实到

实处。

（2）对施工过程中主要的环境影响问题进行全面监控，使工程可能引起的

水土流失、地表破坏、 生态影响等不利影响减小到最小程度。

（3）对施工过程中可能发生的水质污染、噪声扰民、扬尘污染、妨碍交通

等因素进行监控，及时处理和解决临时出现的环境污染事件。

**7.2.2** 环境监理内容

水库工程环境监理应遵循国家及地方有关环境保护的政策和法律法规的要 求，在施工期对所有实施环境保护项目的专业部门及项目承包人的环境保护工

作进行监督、检查，确保工程环境影响报告书中提出的环境保护措施得到落

实，主要工作任务包括：

（1）编制环境监理计划，拟定环境监理项目和内容。

（2）对工程环境保护实施规划的项目进行监督检查，采取检查、 指令文件

等监理方式。

（3）根据有关法律法规及环境保护项目合同，对实施环境保护项目的专业

部门和项目承包人的工作进行抽查、 监督，提出有关环境保护工作的时限；

（4）对施工期各项环保措施进行监理， 监督和检查各施工单位环保措施实

施情况和实际效果；检查施工单位负责的渣场、施工迹地的处理恢复情况。

（5）对工程项目承包人的环境季报、年报进行审查，提出审查、修改意

见。

（6）根据有关法律法规及项目合同，协助项目环境管理机构和有关主管部

门处理工程各种环境事故与环境纠纷；

（7）负责落实环境监测的实施，审核有关环境监测报表，根据水质等监测

结果，对水库工程及管理提出相应要求，尽量减少工程给环境带来的不利影

响。

（8）编制环境监理工作季报和年报送项目环境管理机构，对环境监理工作 进行总结，提出工程存在的主要环境问题和解决问题的建议，并说明今后环境

监理工作安排和工作重点。

本工程环境监理的工作内容主要包括生态环境保护、水环境、声环境、 大

气环境等方面。环境监理具体内容表见表 7.2- 1。

表 **7.2-1** 环境监理内容一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 分项 | 监理内容 |
| 水环境 | 施工生产废水 | 工程施工期是否执行生产废水处理措施，检查处理效果及 循环利用情况，做到全部回用，不外排。 |
| 生活污水 | 施工期是否执行生活污水处理措施，检查处理效果，不外 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 排。 |
| 水资源利用 | 下游取水口水质是否达标、水量是否满足用量要求。 |
| 声环境 | 施工区、施工道路 及运输 | 施工噪声符合相应的环境噪声标准；是否规范施工行为和 控制工时段；施工机械及车辆是否采取防治措施。 |
| 大气环境 | 施工区 | 大气环境符合相应的环境空气质量标准，施工机械是否采 取防治措施，施工区是否采取洒水降尘措施。 |
| 运输道路 | 是否有防尘措施，防尘措施执行情况如何 |
| 生态环境 | 施工迹地 | 工程弃渣是否进入弃渣场，工程治理与迹地恢复措施是否 落实。 |
| 植被恢复措施 | 物种选择是否符合相应的生境，工程进度是否严格符合时  令，措施是否严格按设计要求，绿化数量和成活率应符合  要求，是否执行抚育和管理 |
| 植物保护 | 严禁超计划占地，尽量减少对工程施工区及周边区域植被 的破坏， 是否存在滥砍乱伐现象。 |
| 野生动物保护 | 加强野生动物保护宣传教育。 |
| 固废处置 | 工程弃渣 | 工程开挖弃渣是否完全进入弃渣场。 |
| 施工生活区 | 生活垃圾是否妥善处置。 |

**7.2.3** 环境监理机构

本工程环境监理由建设方委托具有相应资质的单位承担。

**7.3** 环境管理

**7.3.1** 环境管理内容

工程环境管理工作由工程建设单位（业主）负责，设立环境保护管理机

构，参与工程建设的各施工单位应配置专业环保人员或环境监理工程师代理， 按建设单位要求实施环境保护措施。 管理内容主要是根据工程环境影响评价中

提出的施工期和运行期环境保护措施，落实环境保护经费，实施保护对策措

施；协调政府环境管理与工程环境管理间的关系。编制施工期年度投资环境保 护工作报告、竣工验收环境保护工作执行报告和运行期年度投资环境保护工作

报告等。

对工程建设所影响的主要环境因子进行系统的监测，通过定量化的分析比 较，掌握环境质量的变化过程，为具体实施环境保护措施和采取某些补救措施

提供依据和基本资料。

**7.3.2** 环境管理目标

施工期间， 保证施工废水不外排；施工现场噪声执行《建筑施工场界环境 噪声排放标准（GB12523-2011）；施工生活区和交通干线公路旁的噪声控制在 《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准的要求范围内；对施工作业点的 施工人员，做好个人噪声防护工作。控制施工区空气环境质量，特别是做好施 工作业点粉尘污染治理防护工作。控制施工区的植被破坏活动，禁止狩猎和炸 鱼；认真监督落实工程水土保持方案，避免因水土流失造成施工区山体和堆渣 体塌滑；严格施工管理，禁止向水体弃渣、排放污水，保证下游取水饮用水安

全。

**7.3.3** 环境管理机构设置

为完成工程环境管理任务，根据有关法律法规要求和规定，本工程应设置

环境管理机构。结合工程环境特点，建设期的工程指挥部下设环境保护办公

室，运行期环境管理机构为水库环境保护办公室。

根据工程环境管理任务的阶段性，工程建设期和运行期环境保护办公室分 别由办公室主任和环境保护、水土保持、生物等专业的人员专职或兼职组成， 人员费用列入本工程环境保护投资。运行期环境保护办公室应分别由办公室主 任和上岗培训后的专职人员组成，人员及费用列入管理机构总编制及运行费用

中。

（1）工程建设单位任务

由专职环境保护机构具体负责从施工至投产运行后的一系列有关环保管理 工作，落实环境保护工作经费，对施工期和运行期环保工作进行管理和监督， 并负责与政府环境主管部门、保护区主管部门联系和协调落实环境管理事宜，

接受环保主管部门的指导和监督。具体工作内容如下：

①施工期

对工程环境保护设计内容和招标内容进行审核，委托工程设计单位编制

《工程施工环保手册》；负责将环境保护措施的招标设计成果纳入招标文件和承 包商合同；制定年度环境保护工作计划；监督承包商的环境保护对策措施执行

情况；安排、协助环境监测部门进行常规及不定期的监测工作；督促项目环保

治理措施、管理措施的实施；督促检查项目环保设施运行情况，并提出改善环

境的对策及建议；负责职工的环保教育工作，以提高全体工作人员的环保意

识；定期向上级环保部门及地方环保主管部门汇报建设项目的环保工作情况；

落实环境保护经费。

②运行期

制定年度环境保护工作计划；落实环境保护工作经费；同其它部门协调工

作关系，安排环境监测工作。

（2）工程施工单位任务

在工程施工单位内部设置环保机构，具体负责实施招标文件中规定的环境 保护对策和措施，接受工程建设单位和工程监理单位的监督和管理。主要工作

内容如下：

根据合同及招标文件中环境保护措施的具体要求，制定工程年度环境保护 措施落实工作计划；实施工程环境保护措施，协助建设单位环境管理机构处理 实施过程中的有关问题；检查环境保护设施的建设进度、质量、运行状况；核

算年度环境保护费用使用情况；其他涉及环境保护的日常事务。

（3）工程设计单位任务

负责解释该工程可行性研究设计报告中有关环评和环境保护措施规划设计 文件。在工程施工阶段和运行阶段，工程设计单位可为建设单位和施工单位提

供技术咨询。

（4）监理单位任务

受工程业主单位委托，在施工期间对工程施工质量进行现场监理。其中应 有专职或兼职监理工程师负责对施工单位环境保护、水土保持工程措施实施情

况进行现场监理，配合建设单位做好工程的环境保护管理工作。

**7.4** 竣工环境保护验收

项目竣工环境保护措验收项目见表 7.4- 1。

表 **7.4-1** 竣工环境保护验收一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 类别 | 治理对象 | 治理措施和设备 | 治理效果 |
| 1 | 植物保护 | 植被恢复 | 对临时占地（料场、弃渣场、 生产生活 区等） 进行植被恢复 | 达到相关要求 |
| 2 | 水环境保 护 | 运行期废水 | 设置化粪池1个，定期清掏用于农肥 | 无污水外排 |
| 减水河段  生态流量 | 枢纽工程利用导流输水放空隧洞预埋的 DN325钢管下泄生态流量；引洪工程、 引水工程不引水季节直接利用冲沙闸下 泄生态流量，汛期引水时段通过引水沟  埋设DN150的放水管向下游河道供水，  生态放流管为无阀门控制。 | 保证减水河段不断流 |
| 3 | 固体废弃 物处置 | 生活垃圾 | 垃圾桶 | 统一收集后，交由环  卫部门处置，处置率  100% |
| 弃渣 | 弃渣堆放于相应渣场、堆渣结束后进  行覆土植被，弃渣场设置挡墙及截排  水沟 |  |
| 4 | 环境管理 | | 施工期环境监理报告、监测报告 | 严格进行监测和管 理 |

**8** 环境经济损益分析

**8.1** 环境保护投资

**8.1.1** 编制原则

（1）遵循“谁污染， 谁治理，谁开发， 谁保护”原则。 对于既保护环境又为主体工程 服务，以及为减轻或消除因工程兴建对环境造成不利影响需采取的环境保护、环境监测、 环境工程管理等措施，其所需的投资均列入工程环境保护总投资中。其中，工程投资中具

有环境保护性质的投资及水土保持投资单独计列，其余项目投资为环保专项投资。

（2）以水利水电工程设计概算编制的有关规定为基础， 概算本工程为减免、降低不利 环境影响所采取的环境保护工程和管理等措施所需投资，并结合工程建设和环境保护工程

的特点，采用单价法和指标法等计算方法。

（3）对既属于主体工程组成部分的项目， 又具有环境保护效益（如淹没处理和工程占

地处理等），其投资应列入主体工程，不计入环保投资中。

（4）施工区水土保持措施投资采用本工程水土保持方案中所列投资。

（5）其它环境保护费用，参照同类工程单价， 采用综合指标法进行计算或根据实际需

要估列。

**8.1.2** 编制依据

（1）国务院令第 253 号《建设项目环境保护管理条例》；

（2）国家环保局（87）国环字第 002 号令《建设项目环境保护设计规定》；

（3）云南省水利厅（88）云建定字第 505 号文颁发的《云南省水利水电建筑工程预

算定额》；

（4）《水利水电工程环境保护概（估）算编制规程》（SL359-2006）；

（5）《水利水电工程设计概（估）算费用构成及计算标准》；

（6）《云南省环境监测专业服务收费标准》；

（7）《云南省水利水电工程设计概（估）算费用构成及计算标准》（云水建字［2000］

第 5 号）；

（8）主体工程设计有关报告、图纸及参数，有关环境保护设计成果；

（9）单价采用国家现行有关政策与现行物价。

**8.1.3** 环境保护投资概算

工程环境保护投资概算共计为 1447.07 元（包含水土保持投资），占项目总投资的

1.98%，工程环境保护总投资概算见表 8.1- 1。

表 **8.1-1** 环境保护措施投资明细表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 单位 | 数量 | 单价 （万元） | 投资（万元） | 备注 |
| 一 | 环境保护措施 |  |  |  | **1298.42** |  |
| **1** | 生态保护 |  |  |  | **1190.02** |  |
| **1.1** | 森林、野生动物的保护宣 传教育 |  |  | 0.5 | 0.5 | 环评提出 |
| 1.2 | 植被恢复工程 |  |  |  | 1189.52 |  |
| 1.3 | 护坡措施 |  |  |  |
| 1.4 | 施工期临时工程措施 |  |  |  |
| 1.5 | 绿化美化措施 |  |  |  |
| 1.6 | 截排水工程措施 |  |  |  |
| 1.7 | 拦挡工程措施 |  |  |  |
| 1.8 | 迹地恢复措施 |  |  |  |
| **2** | 水环境保护 |  |  |  | **87** |  |
| **2.1** | 施工期水环境保护 |  |  |  | 77 |  |
| 2.1.1 | 混凝土拌合废水沉淀池 | 座 | 8 | 1 | 8 |  |
| 2.1.2 | 砂石料加工系统废水沉淀池 | 座 | 1 | 2 | 2 |  |
| 2.1.3 | 基坑排水沉淀池 | 座 | 1 | 4 | 4 |  |
| 2.1.4 | 生活污水处理设施 | 处 | 2 | 1.5 | 3 | 含隔油池、化粪池 |
| 2.1.5 | 隧洞涌水处理设施 |  |  |  | 60 | 含沉淀池、水泵、 管道 |
| **2.2** | 运营期水环境保护 |  |  |  | 10 |  |
| 2.2.1 | 永久生态放流管 | 项 | 1 | 4 | 4 | 可研已列 |
| 2.2.2 | 库底清理 |  |  |  | 6 | 可研已列 |
| **3** | 固体废物处置 |  |  |  | **3.8** |  |
| 3.1 | 施工生活区垃圾桶 | 个 | 20 | 0.01 | 0.2 |  |
| 3.2 | 施工期垃圾清运、处理费 | 月 | 54 | 3.6 | 3.6 |  |
| **4** | 环境空气保护 |  |  |  | **17** |  |
| 4.1 | 洒水降尘 |  |  |  | 6 |  |
| 4.2 | 砂石料场封闭 | 项 | 1 | 8 | 8 |  |
| 4.3 | 土工布遮盖堆 |  |  |  | 3 |  |
| **5** | 声环境保护 |  |  |  | **0.6** |  |
| 5.1 | 限速标志牌 | 个 | 12 | 0.05 | 0.6 |  |
| 二 | 环境监测措施 |  |  |  | **26.5** | 估列 |
| **1** | 施工期环境监测 |  |  |  | 18.5 |  |
| 1.1 | 地表水质监测 | 点 | 1 | 16 | 16 |  |
| 1.2 | 环境空气监测 | 点 | 2 | 1 | 2 |  |
| 1.3 | 噪声监测 | 点 | 2 | 0.5 | 0.5 |  |
| **2** | 运营期水环境监测 |  |  |  | 8 |  |
| 2.1 | 水库水质监测 | 项 | 1 | 8 | 8 |  |
| 第一和二部分合计 | |  |  |  | **1324.92** |  |
| 三 | 环境保护独立费用 |  |  |  | **122.12** |  |
| **1** | 环境建设管理费 |  |  |  | **57.12** |  |
| 1.1 | 环境管理费 | **%** |  |  | 33.12 | 按前二部分 2.5%计 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 单位 | 数量 | 单价 （万元） | 投资（万元） | 备注 |
| 1.2 | 环境保护竣工验收费 |  |  |  | 20 | 估列 |
| 1.3 | 环境保护宣传及培训费 |  |  |  | 4 | 估列 |
| **2** | 环境监理费 | 万元**/**年 | **5** | **8** | **40** |  |
| **3** | 环境影响评价咨询费 |  |  |  | **25** | 估列 |
| 第一至第三部分合计 | |  |  |  | **1447.04** |  |

**8.2** 工程经济效益分析

（2）本项目效益表现为工程实施后改善灌溉面积带来的农作物产量的增加， 按分摊系 数法计算。灌溉效益分摊系数按扣除农业生产成本确定，其值在 0.40～0.55 之间。根据灌 区主要农作物在保证供水和供水不足的情况下的产量、产值调查结果， 经综合分析计算得

到年灌溉效益为 2825.12 万元。

（2）农村供水量 91.6 万m³,运行成本水价为 0.75 元/m³,年供水效益为 91.6×0.75=68.7

万元。

**8.3** 社会效益分析

桂花水库具有农村人畜供水、工业用水和发展农业灌溉等综合利用任务，社会效益显 著。 桂花水库建成后，全面解决了周边地区灌区干旱缺水严重的现状和解决农村饮水安全

问题，有利于改善区域水资源利用。

综合来说，工程建设将会给区域环境、社会、经济发展带来一定的不利影响，但是不 利影响是局部的，范围较小。对大姚县整个区域来说，项目的建设不仅改善了区域水资源 利用状况，还提高了区域土地生产力和农业发展，拉动区域经济增长和财政收入， 故工程

建设利大于弊。

**9** 结论

**9.1** 工程概况

大姚县桂花水库工程位于金沙江一级支流万马河上游支流桂花河上。水库坝址位于东 经 101 ° 16 ′2.98 ″，北纬 26 °2 ′ 11.27 ″。大姚县桂花水库工程规模为中型，工程等别为 Ⅲ等，为完全年调节水库。水库总库容 1192.7 万 m3 ，兴利库容 914.5 万 m3 ，正常蓄水位 2094.2m，水库年供水量为 1362.9 万 m3 。工程建设任务是城镇和集镇生活供水、农村人畜

生活供水、农业灌溉、 工业供水，水库建成后与现有水利工程联合调度。

大姚县桂花水库工程由引水工程、枢纽工程、引洪工程和输水工程组成。 枢纽工程由 大坝、溢洪道、导流输水放空隧洞组成， 大坝为粘土心墙风化料坝， 最大坝高 93.1m；引水 工程由取水坝、引水渠道（4.6km）和引洪隧洞（0.2km）组成；引洪工程由 4 个取水坝、 4 条引洪沟（1.215km）组成， 将汛期洪水引入输水工程， 输水至碧么水库、大罗古水库调 蓄；输水工程连接桂花水库和碧么水库，全长 26.944km，其中管道长 1.435km，渠道长

8.975km（暗渠），隧洞 6 条总长 15.084km，倒虹吸 8 座总长 1.382km，渡槽 2 座总长 68m。

工程总投资 72820.08 万元，计划总工期 54 个月。

**9.2** 产业政策及规划符合性

项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类项目。

项目建设符合《大姚县蜻蛉河流域及相关地区水资源配置规划》、《云南省百件骨干水 源工程建设规划》、《楚雄州“十四五”水安全保障规划》、《楚雄北部片区水资源综合利用

规划》。

项目符合《中华人民共和国长江保护法》、《长江经济带生态环境保护规划》、《云南省

生物多样性保护条例》要求。

项目属于《云南省主体功能区划》、《云南省生态功能区划》 的相关规定。

**9.3** 选址合理性

项目坝址、库区、施工“三场”不涉及自然保护区、及风景名胜区、饮用水源保护区、

世界自然遗产地等环境敏感区。水库及淹没区不涉及移民搬迁。项目选址合理。

**9.4** 环境现状评价结论

**9.4.1** 地表水环境质量

项目所在区域金沙江属于跨境河流， 执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中

Ⅲ类标准。项目区金沙江达到水环境功能要求。

根据监测结果，桂花河水监测断面水质各项指标均能达到《地表水环境质量标准》

（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准。

**9.4.2** 环境空气质量

根据本项目所在地经纬度，使用国家环境保护环境影响评价数值模拟重点实验室发布

的—环境空气质量模型在线系统查阅本项目所在地环境空气质量

（<http://data.lem.org.cn/eamds/apply/tostepone.html>），经查阅项目 2km 范围内有 1 个环境空 气质量国控监测断面（四川省甘孜藏族自治州），2018 年 SO2 、NO2 、PM10 、PM2.5 年均浓

度分别为 10 ug/m3 、16ug/m3 、31ug/m3 、20ug/m3 ，CO24 小时平均第 95 百分位数为

0.7mg/m3 ，O3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 126ug/m3 ，达到《环境空气质量标准》

（GB3095-2012）中二级标准限值。

评价区内自然保护区属《环境空气质量标准》（GB3095-2012）环境空气质量功能区的 一类区，保护区内无工业企业，项目沿线空气环境基本保持在自然状态，环境空气质量能

够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准。

**9.4.3** 声环境质量

根据监测结果， 桂花村、格面村昼、夜间声环境能满足《声环境质量标准》（GB3096-

2008）中 1 类标准要求。

**9.4.4** 生态环境质量

（1）根据《云南省植被区划》中的植被区划， 评价区在云南植被区划中， 属于亚热带 常绿阔叶林区域，西部（半湿润）常绿阔叶林亚区域，高原亚热带北部常绿阔叶林地带， 滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、 云南松林区，滇中、北中山峡谷云南松林、高山栎类 林亚区(ⅡAii- 1b）。评价区的自然植被类型有半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类 林、落叶阔叶林、暖温性针叶林、干热性稀树灌木草丛、暖温性稀树灌木草丛、暖性石灰 岩灌丛 7 种植被亚型。评价区及附近地区共记录维管植物有 132 科 358 属 499 种。蕨类植 物共 20 科 23 属 40 种、种子植物共 112 科 335 属 459 种。其中，裸子植物 3 科 5 属 7 种； 被子植物 109 科 330 属 452 种，包含单子叶植物 17 科 64 属 82 种、双子叶植物 92 科 266

属 370 种。根据《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告 2021

年第 15 号），《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》（1989）等资料，调查期间评价

区没有发现国家级和省级保护野生植物。

（2）评价区及附近地区分布有陆栖脊椎动物 24 目 70 科 131 属 170 种， 其中： 两栖类 1 目 7 科 13 属 17 种， 爬行类 1 目 6 科 15 属 18 种， 鸟类 15 目 44 科 80 属 105 种， 哺乳类 7 目 13 科 23 属 30 种。 评价区记录国家Ⅱ级重点保护动物 5 种， 均为鸟类， 分别为普通鵟 *Buteo buteo* 、雀鷹 *Accipiter nisus* 、松雀鹰（*Accipiter virgatus*、红隼 *Falco tinnunculus* 和画 眉 *Garrulax canorus* 。其中被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约附录物种名录》（2016 年） 附录Ⅱ的物种有：普通鵟、 雀鷹、松雀鹰、红隼和画眉； 附录Ⅲ有：黄鼬。被列为《中 国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》（2015 年） 中濒危物种仅一种：细脆蛇蜥 *Dopasia gracilis*；易危物种有 3 种： 乌梢蛇 *Zaocys dhumnades* 、棘胸蛙 *Quasipaa spinosa* 、棕点湍 蛙 *Amolops loloensis* 。4 种中国特有种，均为两栖动物： 棘胸蛙 *Quasipaaspinosa* 、棕点湍

蛙 *Amolops loloensis* 、滇蛙 *Nidiranapleuraden* 、昭觉林蛙 *Rana chaochiaoensis*。

（3）评价区河段分布有鱼类 5 目 9 科 19 属 19 种， 其中棒花鱼、鲫鱼、鲮、草鱼、草 鱼、鲤鱼、麦穗鱼、食蚊鱼、尼罗罗非鱼等 9 种为引入养殖种类， 其余 12 种全部为原产土 著鱼类。鱼类未发现有国家级、云南省级保护鱼类物种； 也未发现有列入 CITES 附录动物 及 IUCN 红色名录物种。未发现仅分布于该区域的特物种，亦未发现仅分布于云南的特有

物种。

**9.5** 环境影响评价

**9.5.1** 生态环境影响

（1）对陆生生态环境的影响

项目水库枢纽工程、淹没区、施工道路占地项目工程影响到的植被在该地区分布较广、 面积较大，因此，所占面积不会对植被类型造成太大影响， 不会因为项目的建设而导致消

失。

项目建设施工和水库蓄水期间，区域部分陆生动物的生存环境可能受到人为活动及水 库淹没的影响，但项目评价区外也有大面积与施工区相同的生境，可供野生动物栖息，待 施工期结束后， 随着施工人员的离开及施工区域植被的恢复， 野生动物会逐渐返回原生活

区。区域野生动物受到的影响小。

（2）对水生生物的影响

水库河段没有国家和云南省保护鱼类分布，故没有证据表明水库建设会对国家和云南

省重点保护鱼类产生不利影响。依据 IUCN 红色名录、 CITES 附录物种名录，水库工程评

价区河段无珍稀濒危鱼类分布。

水库的运行将改变坝下河段的水文情势，将使坝下鱼类生境变得更加不稳定。此外， 大坝建成后形成阻隔，可能对生境连通性及物种交流产生不利影响，河道内鱼类在金沙江

中有分布，不会造成鱼类资源的灭绝。

**9.5.2** 水环境影响

施工期生产废水回用不外排，生活污水用于农肥，对地表水环境影响小。隧洞涌水沉

淀池处理后排入马茨河，对马茨河水质影响小。

运营期设置永久生态放流管，不会造成河段的断流现象，减缓对下游 27.78km 减水河 段的水文情势影响。项目生态流量下泄口至汇入万马河之间还有叭拉河、小河、芭蕉箐河

等几条较大支流汇入以及其他小型支流汇入，河道减水率逐渐降低。

桂花水库库区水质不会产生富营养化。施工期、运营期污水不外排， 对桂花河水质影

响小。

**9.5.3** 环境空气影响

施工期大气污染物的局部增加不会对区域环境空气质量造成较大的影响，通过实施洒 水降尘等措施后，施工扬尘对施工人员的影响较小。水库运行期不会对项目区域的环境空

气产生不利影响。

**9.5.4** 声环境影响

水库施工期受施工噪声影响较大的是施工机械噪声，通过采取合理安排施工时间及其

他措施后，可减小对沿线周围村庄的影响。

**9.5.2** 固体废物环境影响

水库产生的弃渣堆存在弃渣场，工程水土保持措施将与工程同步实施， 在做好渣场的

护坡挡墙、排水和覆土绿化后，可有效减小弃渣对环境的影响。

施工期生活垃圾和运营期管理人员生活垃圾，通过设施垃圾桶集中统一收集后， 委托

当地环卫部门进行处置。

项目固废处置率 100%，对环境的影响小。

**9.6** 主要环境保护措施

**9.6.1** 生态环境保护措施

优化施工组织设计，减少征占地，减少对植被、景观的破坏；严禁在施工区及其猎捕 和食用野生动物；严格按照划定范围施工，禁止滥砍滥伐；制定合理的施工作业时间表， 合理安排施工方式、时间，尽可能避免施工对野生动物的惊扰。对于永久性占用的林地，

应根据有关规定采取异地补偿的方法恢复，对临时占地及时进行恢复。

**9.6.2** 水环境保护措施

（1）施工期

混凝土拌和设备清洗废水、基坑排水、砂石料加工系统废水经沉淀处理后回用， 不外 排；隧洞涌水经沉淀处理后排入马茨河； 生活营地修建化粪池， 生活污水进入化粪池处理， 并雇用当地村民定期清运用作农业肥料，生活污水不外排；库底清基产生的土石方均运至

弃渣场，植物清运出库区，不残留在库区内；加强施工期间的管理，禁止向河道弃渣。

（2）运营期

枢纽工程利用导流输水放空隧洞预埋的 DN325 钢管下泄生态流量； 引洪工程、引水工 程不引水季节直接利用冲沙闸下泄生态流量， 汛期引水时段通过引水沟埋设 DN150 的放水 管向下游河道供水；建立桂花水库水源保护区， 对水库汇水区域应严格管理，凡是可能对

水库水源涵养林、水库水质等造成破坏和污染的行为，应严格禁止。

**9.6.3** 环境空气保护措施

洒水降尘；砂石料加工场地采取彩钢瓦封闭措施；运输车辆采用封闭运输、限速；石

料、风化料及土料容易起尘建筑材料不在项目区内长时间堆放， 临时堆存采用土工布遮盖。

**9.6.4** 声环境保护措施

选用低噪声的施工机械或工艺，改进施工现场施工工艺；加强对机械设备的维修和保

养；加强施工运输的管理；合理安排工作时间。

**9.6.5** 固体废物处置措施

废弃土石方运至弃渣场堆放，不得随意丢弃；建筑材料、废弃土石方、生活垃圾禁止 随意丢弃至河床内；施工区设置垃圾收集设施，禁止施工人员随意丢弃生活垃圾， 定期对

工人员生活垃圾进行收集，统一收集后，当地环卫部门处置；弃渣场严格按照水土保持方

案设计采取拦挡、截排水及覆盖措施。

**9.7** 总结论

工程建设将对区域环境产生一定的不利影响，主要表现在淹没和施工占地对陆生动植 物资源的影响，筑坝阻隔引起水环境的变化；水库取水改变下游河段的水文情势对下游水 资源综合利用和生态环境的影响；施工“三废”对周围环境的污染影响；工程施工和弃渣 造成水土流失对当地生态环境的影响。本环评已针对各环境要素提出了减缓境影响的环保

措施及投资， 在采取相应的环境保护措施后， 项目建设的各种不利环境影响可以得到减小。

从环境影响的角度分析， 项目建设是可行的。