楚雄市东南绕城高速公路项目

环境影响报告书

（征求意见稿）

建设单位：楚雄苍子高速公路投资开发有限公司

编制单位：云南湖柏环保科技有限公司

编制日期：2024 年 06 月

目录

概　述 1

一、项目背景及由来 1
二、建设项目特点 3
三、环境影响评价过程概述 4
四、分析判定相关情况 7
五、关注的主要环境问题及环境影响 8
六、环境影响评价的主要结论 8

1. 总则 10

1.1　评价目的及原则 10
1.2　编制依据 11
1.3　环境影响要素识别及评价因子筛选 17
1.4　评价标准 20
1.5　评价等级、评价范围及评价内容 26
1.6　环境保护目标 29
1.7　评价重点及评价时段 45
1.8　评价方法和评价工作程序 45

2　原环评项目回顾性评价 47

2.1　环保手续执行情况 47
2.2　原环评阶段项目基本情况 47
2.3　原环境影响报告书环境影响预测结论 50
2.4　原环境影响报告书及环评批复措施和要求落实情况 53

3　重新报批项目概况与工程分析 59

3.1　重新报批项目概况 59
3.2　重新报批项目工程分析 127

4　环境现状调查与评价 173

4.1　自然环境概况 173
4.2　生态环境现状调查与评价 183
4.3　环境空气现状调查与评价 254
4.4　地表水环境现状调查与评价 258
4.5　地下水环境现状调查与评价 262
4.6　声环境现状调查与评价 278
4.7　景观环境现状评价 286

5　环境影响预测与评价 289

5.1　生态环境影响预测与评价 289
5.2　景观环境影响评价 311
5.3　地表水环境影响预测与评价 315
5.4　环境空气影响预测与评价 331
5.5　声环境影响预测与评价 365

5.6 地下水环境影响预测与评价 400
5.7 固体废物处置及影响分析 411
5.8 项目对楚雄紫溪山风景名胜区影响分析 414

6 环境风险影响分析 443

6.1 本项目环境风险因素分析 443
6.2 本项目环境风险因素分析 444
6.3 环境风险预测评述 450
6.4 事故环境风险防范及应急措施 453
6.5 环境风险事件应急预案 461
6.6 小结 474

7 项目选址选线的环境合理性分析 475

7.1 方案比选 475
7.2 产业政策符合性分析 500
7.3 与相关规划协调性分析 501
7.4 与相关政策、法律法规相符性分析 555
7.5 选线合理性分析小结 566

8 环境保护措施及其可行性论证 567

8.1 设计资料中已采取的对策措施 567
8.2 设计资料采取的环境保护对策的评价 567
8.3 环评补充的对策措施及建议 567
8.4 环境保护对策措施汇总 613

9 环境影响经济损益分析 634

9.1 分析方法 634
9.2 社会效益 634
9.3 环境影响经济损失分析 636
9.4 环保投资估算 639

10 环境管理与监测计划 644

10.1 环境保护管理和监督 644
10.2 环境管理与监控计划 645
10.3 竣工环保验收 657

11 评价结论 662

11.1 工程概况 662
11.2 产业政策和相关规划的符合性 662
11.3 环境现状评价结论 663
11.4 主要环境影响 665
11.5 路线方案环境比选 672
11.6 “三场”设置的环境合理性 673
11.7 环境风险分析 674
11.8 公众参与调查结果 674
11.9 综合评价结论 674

一、附表

附表 1　建设项目环境影响报告书审批基础信息表

附表 2　大气环境影响评价自查表

附表 3　地表水环境影响评价自查表

附表 4　环境风险评价自查表

附表 5　声环境影响评价自查表

附表 6　生态影响评价自查表

二、附录

附录 1 评价区维管植物名录

附录 2　评价区植物样线调查表

附录 3　评价区植物调查样方表

附录 4　评价区陆生野生脊椎动物名录

附录 5　评价区动物样线调查表

附录 6　评价区鱼类名录

三、附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 楚雄市东南绕城高速公路项目平纵面缩图

附图 3 项目评价范围、监测点位及敏感目标分布图

附图 4 项目区域水系及地表水监测点位图

附图 5 评价区植被类型图—总图

附图 5-1 评价区植被类型图—分图 1

附图 5-2 评价区植被类型图—分图 2

附图 5-3 评价区植被类型图—分图 3

附图 5-4 评价区植被类型图—分图 4

附图 5-5 评价区植被类型图—分图 5

附图 5-6 评价区植被类型图—分图 6

附图 6 评价区生态系统分布图

附图 7 评价区植物样线与样方分布图

附图 8 评价区植被盖度分布图

附图 9-1 评价区保护植被分布图

附图 9-2 评价区古树分布图

附图 10 评价区入侵植被分布图

附图 11 评价区动物样线分布图

附图 12 评价区保护动物分布图

附图 13 评价区生态监测分布图

附图 14 评价区土地利用现状图—总图

附图 14-1 评价区土地利用现状图—分图 1

附图 14-2 评价区土地利用现状图—分图 2

附图 14-3 评价区土地利用现状图—分图 3

附图 14-4 评价区土地利用现状图—分图 4

附图 14-5 评价区土地利用现状图—分图 5

附图 14-6 评价区土地利用现状图—分图 6

附图 15 项目与区域公益林位置关系示意图

附图 16 典型生态保护措施设计图

附图 17 项目所在区域水文地质图

附图 18 项目与楚雄紫溪山风景名胜区位置关系示意图

四、附件

附件 1 委托书；

附件 2 云南省发展和改革委员会《关于楚雄市东南绕城高速公路可行性研究报告的批复》（云发改基础【2021】248 号）；

附件 3 云南省交通运输厅《关于楚雄市东南绕城高速公路初步设计的批复》（云交审批【2021】20 号）；

附件 4 楚雄州交通运输局《关于楚雄市东南绕城高速公路两阶段施工图设计的批复》（楚交审批【2023】2 号）；

附件 5 云南省自然资源厅《转发自然资源部关于楚雄市东南绕城高速公路工程建设用地批复的通知》（云自然资征【2022】332 号）；

附件 6 楚雄市自然资源局《关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目划拨用地批复》（楚市自然资用【2022】38 号）；

附件 7 国家林业和草原局准予行政许可决定书《使用林地审核同意书》（林资许准（滇）【2022】12 号）；

附件 8 楚雄州生态环境局准予行政许可决定书（楚环许准【2021】77 号）；

附件 9 云南省水利厅《关于准予楚雄市东南绕城高速公路水土保持方案审批的行政许可决定书》（云水许可【2021】107 号）；

附件 10 楚雄州林业和草原局《关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》；

附件 11 楚雄市自然资源局《关于楚雄市东南绕城高速公路项目占用“三区三线”的查询情况》（永久占地）；

附件 12 楚雄市自然资源局《关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目临时工程是否涉及永久基本农田及稳定耕地的情况说明》；

附件 13 楚雄市林业和草原局《关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目林地占用核实情况说明》；

附件 14 楚雄市东南绕城高速公路项目现状监测报告 1（中科）；

附件 15 楚雄市东南绕城高速公路项目现状监测报告 2（升环）；

附件 16 部分建设项目环境影响评价公众意见；

附件 17 环境影响评价项目技术文件审查、审定表

附件 18 工作进度管理表

附件 19 环评合同

概　述

一、项目背景及由来

楚雄市处于滇西交通要道，是面向南亚、东南亚地区对外开放的陆路门户枢纽，交通区位优势突出。根据《楚雄市城市总体规划修改》（2015～2030），楚雄市呈现出向东、南两侧推进的发展格局，未来的发展重心位于楚雄市东南侧。楚雄市区域主要公路有 G56 杭瑞高速、楚广高速、在建 G8012 弥楚高速、G320、S218 和元双公路，环绕城市区域的高速公路未构建立体公路网络。G56 杭瑞高速和楚广高速均位于楚雄市北侧，片区现状、在建高速公路网络布局与城市总体发展格局矛盾突出，不利于楚雄市的经济社会发展。并且目前楚雄市区对外快速交通主要依赖位于市区北部 G56 杭瑞高速上的楚雄西、楚雄东两个出入口，随着城市空间拓展，已经形成高速穿城而过的格局，加之交通量的日益增加，造成高速出入口以及市区道路的拥堵，严重影响市区对内对外交通。

总体来说，目前楚雄市交通路网布局不完善，尤其是环绕城市区域的高速公路未形成互通，未构建立体公路网络，过境交通、出入境交通与城市交通之间衔接转换不合理，不适应城市发展的需要。

楚雄州交通运输局为实现强化区域干线公路网衔接，构建立体公路网；疏解城市交通与对外交通的联系通道，利用对外交通条件，拓展楚雄东南城市发展空间，引导城市空间和产业布局，构建沿线经济走廊和产业带；加强空港经济区对周边经济发展辐射作用，带动沿线区域协调发展等目标；设计新建楚雄市东南绕城高速公路（简称“东南绕城高速”）。楚雄东南绕城高速公路是《楚雄州十三五及中长期高速公路网规划》、《云南省 2019 年“四个一百”重点建设项目计划的通知》（云发改重点〔2019〕446 号）、《云南省县域高速“互联互通”工程实施方案》（2020）中的一条地方高速公路，是楚雄市高速公路环线的组成部分，是楚雄州骨架路网重要组成部分，为楚雄州一条地方经济干线。同时，项目作为 G56 杭瑞高速和 G8012 弥楚高速的联络线。本项目的实施，一方面将完善国家高速公路网布局，缓解城市交通压力，拓展楚雄市东南侧城市发展空间，加强主城区、航空港地区（楚雄机场）对周边经济发展的辐射带动能力，有利于加强主城区、

航空港地区（楚雄机场）对周边经济发展的辐射带动能力；另一方面可以优化过境交通、出入境交通与城市交通之间的衔接转换。

2016 年 2 月云南省公路工程监理咨询公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程可行性研究报告》，前期勘察工作于 2016 年初开展，2017 年 2 月编制完成了《楚雄市东南绕城高速公路工程可行性研究报告》。2018 年 8 月 9 日取得云南省交通运输厅关于楚雄市东南绕城高速公路工程可行性研究报告的审查意见（云交规划〔2018〕139 号），工可单位于 2018 年 9 月至 2020 年 3 月多次对《可研报告》进行修改，最终于 2020 年 4 月完成《可研报告（报批稿）》，并于 2021 年 3 月 24 日取得云南省发展和改革委员会《关于楚雄市东南绕城高速公路可行性研究报告的批复》（云发改基础[2021]248 号）。

2021 年 8 月，云南省交通规划设计研究院有限公司编制完成了《楚雄市东南绕城高速公路两阶段初步设计》，并于 2021 年 10 月 14 日取得云南省交通运输厅下发的《关于楚雄市东南绕城高速公路初步设计的批复》（云交审批【2021】20 号）。

楚雄州交通运输局委托昆明睿清水土保持咨询有限公司编制完成了《楚雄市东南绕城高速公路水土保持方案报告书》，并于 2021 年 11 月 19 日取得由云南省水利厅下发的《关于准予楚雄市东南绕城高速公路水土保持方案审批的行政许可决定书》（云水许可【2021】107 号）。

楚雄州交通运输局 2021 年 3 月 1 日委托云南莱恩环保技术工程有限公司编制完成了《楚雄市东南绕城高速公路环境影响报告书》，于 2021 年 7 月 25 日通过了楚雄州生态环境技术服务中心主持召开的《楚雄市南绕城高速公路环境影响报告书》技术评审会，并于 2021 年 8 月 24 日取得楚雄州生态环境局下发的《楚雄州生态环境局准予行政许可决定书》（楚环许准【2021】77 号）。

2023 年 1 月，中交远洲交通科技集团有限公司编制完成了《楚雄市东南绕城高速公路两阶段施工图设计》，于 2022 年 10 月 10 日通过技术评审会，并于 2023 年 5 月 10 日取得楚雄州交通运输局下发的《关于楚雄市东南绕城高速公路两阶段施工图设计的批复》，楚交审批【2023】2 号。

《楚雄市东南绕城高速公路两阶段施工图设计》在《楚雄市东南绕城高速公路两阶段初步设计》的基础上对主线及 3 条连接线均进行了不同程度的调整，原

环评报告是以《初步设计》为依据；故原环评报告中建设规模为：总里程长37.135km，其中，主线全长28.025km，设置连接线3条，全长9.11km；现两阶段施工图设计中建设规模为：主线全长36.311km，其中，主线全长27.900km，设置连接线3条，全长8.411km。

2015年6月4日，国家环境保护部办公厅下发了《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办【2015】）52号），该通知中明确规定："根据《环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》有关规定，建设项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施五个因素中的一项或一项以上发生重大变动，且可能导致环境影响显著变化（特别是不利环境影响加重）的，界定为重大变动。属于重大变动的应当重新报批环境影响评价文件，不属于重大变动的纳入竣工环境保护验收管理"。楚雄市东南绕城高速公路两阶段施工图设计阶段，受楚雄市机场选址、高速路网布局、地形条件、功能要求等影响，经多方案比较无法完全避让楚雄紫溪山风景名胜区的一般景区（不可避免从子午向天坟景区北侧边缘地带穿过，涉及面积3.51hm^2，涉及总长度1153m），故导致**项目涉及了**"楚雄紫溪山风景名胜区"范围；经对照，2015年6月4日国家环境保护部办公厅下发的《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办【2015】）52号）中的"高速公路建设项目重大变动清单（试行）"，项目两阶段施工图设计方案阶段拟建项目涉及了该重大变动清单中的第4条（地点），"工程线路、服务区等附属设施或特大桥、特长隧道等发生变化，导致评价范围内出现新的自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等生态敏感区，或导致出现新的城市规划区和建成区"；综上分析，楚雄市东南绕城高速公路项目在施工图设计阶段，由于线路发生了变更，**导致评价范围内出现新的风景名胜区**（楚雄紫溪山风景名胜区），属于建设项目的"地点"发生了重大变动，故界定为重大变动，**需重新报批环境影响评价文件**。

二、建设项目特点

根据《楚雄市东南绕城高速公路两阶段施工图设计》，楚雄市东南绕城高速主线全长27.900km（分为三个标段，其中一标主线长7.300km、二标主线长9.200km、三标主线长11.400km）；全线共设置互通连接线3条，全长8.411km；其中，楚雄南连接线全长3.495km；大马军连接线全长3.377km；子午连接线全

长 1.539km。

路线起于楚雄市苍岭镇云甸村 K0+000，位于楚雄市苍岭镇云甸村，新建云甸互通（T 形枢纽）接 G56 杭瑞高速（安宁～楚雄高速公路小云甸段施工图设计桩号 K125+140），于 K27+900 处接规划楚景高速 SJ-1 标段起点；楚雄南连接线起点接楚雄南互通 A 匝道止点，于大东村东侧接上东升路；大马军连接线起点接大马军互通 A 匝道止点，止点平交接现状 S218 元勐线；子午连接线起点子午互通 E2 匝道止点, 止点接省道 214 改路。

主线共设桥梁 23 座，总长共 9554.8m（其中，有 3 座桥按单幅计，即卡利大桥、上土坡大桥、大保山大桥按单幅计）。若全按单幅计，主线共设桥梁 35 座，总长共 14509.06m，其中，大桥 31 座，共 14202.98m，中桥 4 座，共 306.08m；隧道 3 座共 5387.5 米，其中，长隧道 2 座 4600 米，中隧道共 1 座 787.5 米。互通式立交 4 处、停车区 1 处、匝道收费站 3 处。

本项目特点如下：

（1）本项目路线所经区域地形、地质条件较复杂，河谷地段地面横坡陡峻，路线所经地段山高谷深，沟谷纵横，桥隧比 53.56%，沿线隧道及桥梁工程较多，因此隧道、跨河路段和近河路段是本项目建设的关键控制性工程路段；

（2）据《楚雄市东南绕城高速公路楚雄紫溪山风景名胜区（历史迹保护区）段路线选址唯一性和不可避让性论证报告》，高速公路工程受楚雄市机场选址、高速路网布局、地形条件、功能要求等影响，经多方案比较无法完全避让楚雄紫溪山风景名胜区的一般景区，不可避免从子午向天坟景区北侧边缘地带穿过，涉及面积 3.51hm^2，涉及总长度 1153m；

（3）运营期会随着过往通行车辆数量的增加造成声环境影响的变化；

（4）由于项目所在区域省级公益林分布较集中，故项目无法避免将占用部分公益林；

（5）本项目跨越的阿家河为沙甸河的支流，小箐河、打苴河、樟木箐均最终汇入沙甸河，沙甸河属于 II 类水体；涉及地下水泉点及村庄水井等敏感点；

三、环境影响评价过程概述

根据《中华人民共和国环境保护法》（2015 年）、《中华人民共和国环境影响评价法》）（2018 年）、《建设项目环境保护管理条例》（2017 年）和《建设项目环

境影响评价分类管理名录》（2021 年）等，该项目应编制环境影响报告书。

楚雄市东南绕城高速公路项目在施工图设计阶段，由于线路发生了变更，导致评价范围内出现新的风景名胜区（楚雄紫溪山风景名胜区），属于建设项目的“地点”发生了重大变动，故界定为重大变动，需重新报批环境影响评价文件。

2023 年 2 月 27 日，楚雄苍子高速公路投资开发有限公司委托云南湖柏环保科技有限公司（以下简称“评价单位”）编制《楚雄市东南绕城高速公路项目环境影响报告书》。评价单位接受委托后，组织专业人员赴项目区现场踏勘，在现场搜集了相关环评支撑文件资料，并对评价区域自然环境、生态环境现状等进行了调查，在了解项目区环境质量现状、环境保护目标的调查及资料搜集的基础上，开展了资料收集、现场踏勘及报告编制等相关工作。

本工程的环境影响评价工作程序可分为三个阶段：第一个阶段为准备阶段，接受任务委托后，收集资料、研究设计文件和环保法规，进行环境现状调查和工程初步分析，对项目可能涉及的环境影响因子进行识别和筛选，确定评价项目、评价工作等级、评价范围和评价重点；第二阶段为正式工作阶段，进行环境现状补充调查、环境现状评价、工程分析、环境影响预测和评价；第三阶段为报告书编制阶段，制定环境影响减免措施、监测计划、投资估算及管理规划，提出环境影响评价结论，并编制环境影响报告书。具体工作程序见图 1-1。

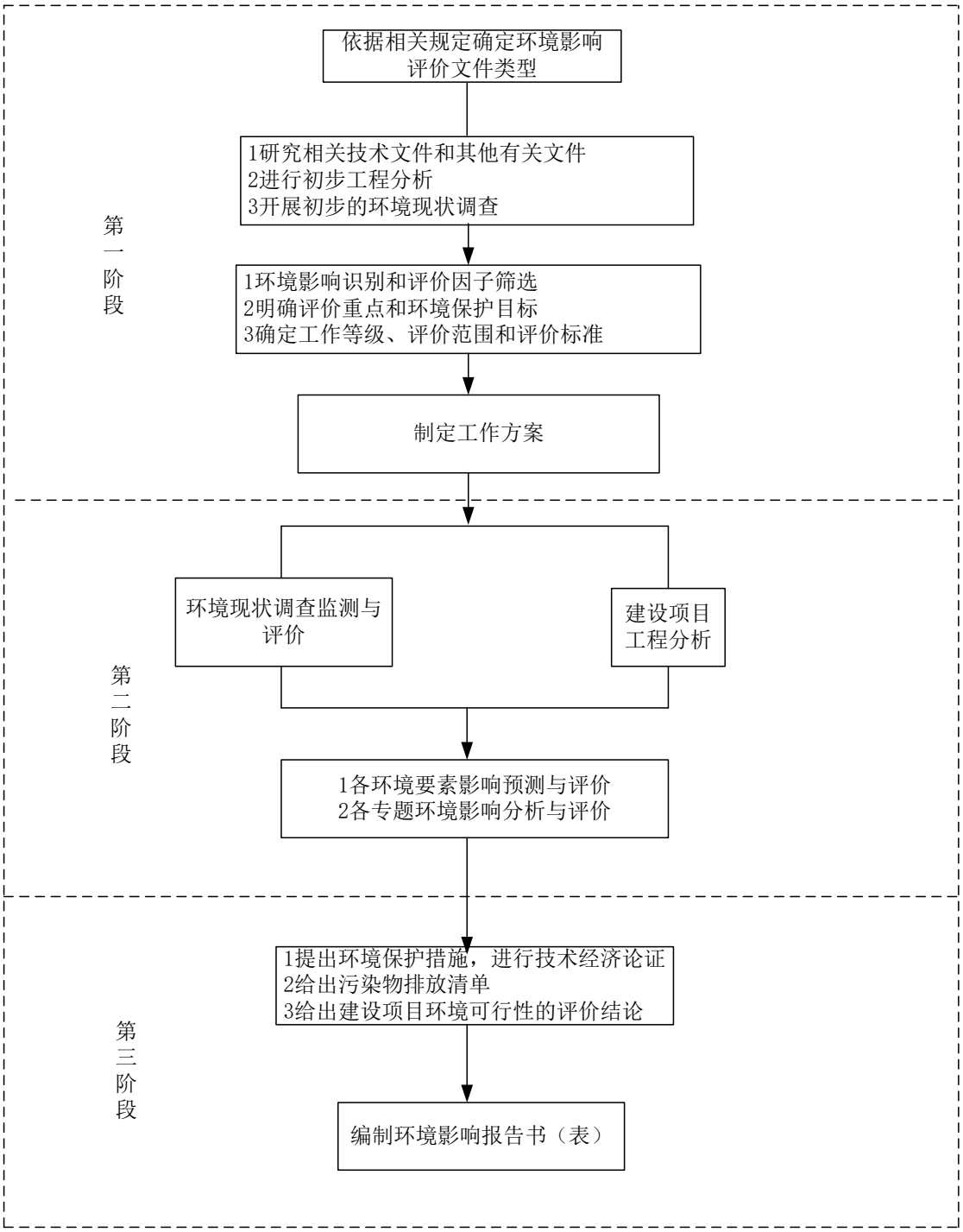


图 1-1 环境影响评价工作技术路线图

评价单位在接受委托后，立即成立了环评项目组，在详细了解本工程相关资料和信息的基础上，2023 年 2 月至今对项目沿线及周边环境进行了多次实地踏勘、调查，开始编制项目环境影响报告书。具体工作程序如下：

2023 年 2 月 27 日，项目课题组在确定项目《两阶段施工图设计方案》的基础上，进行资料收集和第一次现场踏勘。建设单位在项目所在地进行了第一次环

境影响评价信息公示，公布了项目区周边公众参与调查的方式，粘贴了公众参与第一次公示，并发放了公众参与调查表格。另建设单位于 2023 年 3 月 2 日开展了首次公示，2023 年 03 月 02 日~2023 年 03 月 15 日，期间在楚雄市人民政府网站发布了第一次公示信息（网址：http://www.cxs.gov.cn/info/egovinfo/1016/xxgkcontent/cxs022-/2023-0302001.htm），公示内容包括建设项目的名称、建设内容等基本情况，建设单位名称和联系方式，环境影响报告书编制单位的名称，公众意见表的网络连接，提交公众意见表的方式和途径等，期间未收到相关反馈意见。

生态调查组于 2023 年 3 月对项目相关内容进行资料收集和调查准备后，根据项目区域环境特征和项目的特点，对评价区进行现场踏勘和动物调查。

2023 年 12 月 11 日~18 日期间委托云南中科检测技术有限公司对项目涉及的楚雄紫溪山风景名胜区环境空气及部分新增噪声敏感点环境噪声进行了环境质量现状补充监测。2024 年 4 月 12 日~15 日期间委托云南升环检测技术有限公司对项目区域地表水、地下水、声环境进行了环境质量现状监测。2024 年 6 月 20 日，依据环保政策法规、工程资料以及环境影响评价技术导则，编制完成了《楚雄市东南绕城高速公路项目环境影响报告书（征求意见稿）》，在楚雄市人民政府网站发布了第二次公示信息，在网站公示期间，同时在《楚雄日报》上进行 2 次公示。除网站公示及报纸公示外，建设单位在项目区周边也进行了现场粘贴公示，征求与该项目环境影响有关的意见，环境影响报告书公示过程中，未收到公众的咨询和意见反馈电话。之后评价单位结合建设单位的反馈意见，对环评报告进行了修改完善，形成《楚雄市东南绕城高速公路项目环境影响报告书（送审稿）》，供建设单位上报审批，并作为环境管理的依据。

四、分析判定相关情况

根据属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号）中的鼓励类项目，符合国家产业政策要求。

楚雄市东南绕城高速公路工程位于楚雄州楚雄市境内，根据《云南省道网规划修编(2016—2030 年)》、《云南省高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年）环境影响报告书》《楚雄州十三五及中长期高速公路网规划》，绕城高速属于“两环”中的滇中城市群环线，是楚雄州骨架路网重要组成部分，为楚雄州一条地方

经济干线，因此，拟建项目的建设符合相关路网规划。同时，经核实，本项目的建设与《云南省生态功能区划》、《云南省主体功能区规划》、《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012~2030 年）》等相符合。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于公路及道路运输项目；项目符合云南省、楚雄州相关路网规划等。

因此，本项目符合国家及地方相关政策及规划。

五、关注的主要环境问题及环境影响

本项目关注的主要环境问题是施工期和营运期对沿线生态环境的影响，施工期对地表水、地下水的影响和营运期交通噪声对沿线居民声环境的影响等。

（1）生态影响：工程建设对公路沿线野生动植物的影响，特别是项目对沿线周边的古树名木（黄连木 *Pistacia chinensis*）的影响；

（2）由于项目部分路段涉及了楚雄紫溪山风景名胜区范围，特别关注施工期间对楚雄紫溪山风景名胜区的影响；

（3）项目线路区对耕地（特别基本农田）、公益林的影响；弃渣场、施工场地、便道等临时占地对沿线植被的破坏和生态恢复等；

（4）主体工程，弃渣场、表土堆场等的选址、选线的环境合理性分析；

（5）营运期交通噪声对沿线居民声环境的影响；

（6）项目对沙甸河支流阿家河及其他小支流（小箐河、打苴河、樟木箐）等地表水环境的影响，隧道、桥梁等对区域地下水环境及水源点的影响；

六、环境影响评价的主要结论

楚雄市东南绕城高速公路位于云南省楚雄彝族自治州楚雄市境内。项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的鼓励类项目，符合国家产业政策的要求，是《云南省高速公路网中长期布局规划（2016—2030 年）》、《云南省道网规划修编（2016-2030 年）》中“五纵五横一边两环二十联”中“两环”中的滇中城市群环线，为《云南省县域高速公路“互通互联”工程实施方案》及《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》中的一项。且项目建设符合《云南省主体功能区规划》《云南省生态功能区划》和沿线经过的各乡镇规划的要求。

项目不涉及国家公园、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区、重要湿地等生态保护红线区域。由于地质条件、交通安全等原因，无法完全

避让涉及楚雄紫溪山风景名胜区，且已取得《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》；根据《楚雄市自然资源局关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目与生态保护红线核查情况的复函》查询意见，绕城高速不涉及占用生态保护红线区域；通过各方案的方案比选可知，本项目选线不存在重大环境制约因素，从环境保护角度分析，选线合理可行。

本次评价对施工期和营运期可能产生的环境影响进行了全面的分析和评价，提出了针对性且具有可操作性的措施和建议。虽然拟建公路开发建设和运营将会对沿线生态环境、水环境、声环境及环境空气产生一定的不利影响，但只要落实本报告提出的减缓措施和保护措施，真正落实环保设施与主体工程建设的“三同时”制度，所产生的不利影响可以得到有效控制，并降至环境能接受的最低程度。根据公众参与调查，公示期间未收到反馈意见。

综上，本评价认为，在落实本报告书提出的环境保护措施和建议后，从环境保护的技术角度，楚雄市东南绕城高速公路工程项目的建设是可行的。

1.总则

1.1 评价目的及原则

1.1.1评价目的

根据拟建公路沿线的自然、生态、社会环境特点，调查分析评价区域内的环境质量现状，对项目施工期及营运期带来的各种环境影响作定性或定量的预测分析，以期达到如下目标：

1、通过对公路沿线评价范围内自然环境现状调查，针对拟建公路设计、施工和运营各阶段，分析其对环境质量的影响，并提出相应的优化方案和切实可行的环境保护措施及对策。

2、将环境保护措施、建议和评价结论反馈于工程设计和施工过程中，为工程优化设计提供依据，以避免或减缓工程对沿线环境的负面影响。

3、通过对运营期交通事故诱发的环境风险事故进行预测分析，提出相应风险防范措施和应急预案，减缓事故风险对沿线地表水、生态环境和公众的影响。

4、为拟建项目施工期、运营期的环境管理，以及沿线经济发展、城镇建设及环境规划提供依据。

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

规范环境影响评价方法，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，根据规划环境影响评价结论和审查意见，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国家相关法律

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014.4.24 修订）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12.29 修订）；

（3）《中华人民共和国水法》（2016.7.2 修订）；

（4）《中华人民共和国森林法》（2020.7.1 施行）；

（5）《中华人民共和国土地管理法》（2004.8.28 第二次修正）；

（6）《中华人民共和国水土保持法》（2010.12.25 修订）；

（7）《中华人民共和国水污染防治法》（2017.6.27 第二次修正）；

（8）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018.12.29 修订）；

（9）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10.26 修订）；

（10）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020.4.29 修订）；

（11）《中华人民共和国公路法》（2017.11.4 修改）；

（12）《中华人民共和国防洪法》（2016.7.2 修改）；

（13）《中华人民共和国农业法》（2012.12.28 修订）；

（14）《中华人民共和国野生动物保护法》（2018.10.26 修正）；

（15）《中华人民共和国城乡规划法》（2019.4.23 修正）；

（16）《中华人民共和国突发事件应对法》（2006.8.30 颁布，2007.11.1 实施）；

（17）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019.1.1）。

1.2.2国家相关法规及规范性文件

（1）《基本农田保护条例》（国务院令第 257 号，2011 年 1 月 8 日修订）；

（2）《国家级公益林管理办法》（林资发[2013]71 号，2013 年 4 月 27 日实施，2017 年 4 月 28 日修订）；

（3）《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016.2.6 修订）；

（4）《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017.10.7 修改）；

（5）《中华人民共和国森林法实施条例》（2018.3.19 修改）；

（6）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014.7.29 修订）；

（7）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011.1.8 修订）；

（8）《中华人民共和国河道管理条例》（2017.10.7 修改）；

（9）《建设项目环境保护管理条例》（国务院 682 号令，2017.7.16 修改）；

（10）《交通建设项目环境保护管理办法》（2003.6.1 起实施）；

（11）《土地复垦条例》（国务院令第 592 号，2011.3.5 实施）；

（12）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（国务院令第 645 号，2013 年 12 月 7 日修订）；

（13）《中华人民共和国自然保护区条例》，（国务院令第 687 号，1994.12.1）。

1.2.3部门规章和规范性文件

（1）《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 3 日颁布）；

（2）《国务院关于印发全国生态保护纲要的通知》（国发[2000]38 号，2000 年 11 月 26 日实施）；

（3）《国务院关于环境保护若干问题的决定》（国发（1996）31 号，1996 年 8 月 3 日颁布）；

（4）《国务院关于严格保护珍贵稀有野生动物的通令》（国发[1983]62 号，1983 年 4 月 13 日实施）；

（5）《关于坚决制止占用基本农田进行植树等行为的紧急通知》（国发电[2004]1 号，2003 年 3 月 20 日颁布）；

（6）《国务院办公厅关于加强饮用水安全保障工作的通知》（国发办[2005]45 号，2005 年 8 月 17 日颁布）；

（7）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日实施）；

（8）《关于执行建设项目环境影响评价制度有关问题的通知》（环发[1999]107 号，2002 年 12 月 6 日颁布）；

（9）《关于西部大开发中加强建设项目环境保护管理的若干意见》（环发[2001]4 号，2001 年 1 月 8 日颁布）；

（10）《关于进一步推进建设项目环境监理试点工作的通知》（环办[2012]5 号，2012 年 1 月 10 日颁布）；

（11）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部第 4 号令，2019 年 1 月 1

日实施）；

（12）《关于加强公路规划和建设环境影响评价工作的通知》（环发[2007]184号，2007年12月1日颁布）；

（13）《关于进一步加强生态环境保护工作的意见》（环发[2007]37号，2006年3月15日颁布）；

（14）《关于发布<地面交通噪声污染防治技术政策>的通知》（环发[2010]7号，2010年1月13日颁布）；

（15）《关于公路、铁路（含轻轨）等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题的通知》（环发[2003]94号，2003年5月27日颁布）；

（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3日颁布）；

（17）《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，2013年11月14日颁布）；

（18）《关于在公路建设中实行最严格的耕地保护制度的若干意见》（交公路发[2004]164号，2003年4月6日颁布）；

（19）《关于在公路水运工程建设监理中增加施工安全监理和施工环保监理内容的通知》（交质监发[2007]158号，2017年4月9日颁布）；

（20）《关于进一步做好基本农田保护有关工作的意见》（国土资发[2005]196号，2004年9月28日颁布）；

（21）《关于进一步加强山区公路建设生态保护和水土保持工作的指导意见》（交公路发[2005]441号，2005年9月23日颁布）；

（22）《集中式饮用水水源环境保护指南（试行）》（环办[2012]50 号，2012年3月）；

（23）《国家重点保护野生动物名录》（2021年2月5日）；

（24）《国家重点保护野生植物名录》（2021年9月7日）；

（25）《国家珍稀保护植物名录》（1984年）；

（26）《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号，2018.8.31）；

（27）《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》

（2019.11.1）；

（28）《关于印发<国家林业局财政部重点公益林区划界定办法>的通知》（林策发[2004]94 号，2004.5.26 发布、施行）。

1.2.4地方法规、规章

（1）《云南省实施<中华人民共和国水法>办法》（云南省人大常委会，2005年5 月 27 日修订）；

（2）《云南省实施<中华人民共和国文物保护法>办法》（云南省人大常委会，1993 年 1 月 7 日实施）；

（3）《云南省环境保护条例》（云南省人大常委会，2004 年 6 月 29 日修正）；
（4）《云南省森林条例》（云南省人大常委会，2018 年 11 月 29 日修正）；
（5）《云南省基本农田保护条例》（云南省人大常委会，2000 年 5 月 26 日）；
（6）《云南省农业环境保护条例》（云南省人大常委会，1997 年 6 月 5 日实施）；
（7）《云南省珍贵树种保护条例》（云南省人大常委会，1994 年 12 月 1 日实施，2002 年 1 月 21 日修订）；

（8）《云南省陆生野生动物保护条例》（云南省人大常委，1997 年 1 月 1 日实施，2014 年 7 月 27 日修正）；

（9）《云南省风景名胜区条例》（云南省人大常委会，2012 年 1 月 1 日）；

（10）《云南省自然保护区管理条例》（云南省人大常委会，2018 年 11 月 29 日修正）；

（11）《云南省林地管理条例》（2010 年 7 月 30 日）；

（12）《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，2002 年 1 月 1 日施行）；

（13）《云南省主体功能区规划》（云政发[2014]1 号，2014 年 1 月 6 日）；

（14）《云南省地方公益林管理办法》（云政发[2009]58 号，2009 年 4 月 1 日实施）；

（15）《云南省珍稀保护动物名录》（云政函[1989]89 号，1989 年 10 月 20 日）；

（16）《云南省城市区域环境噪声功能适用区划分》（2006 年 3 月）；

（17）《云南省水功能区划》（云南省水利厅，2014 年修订，2014 年 5 月）；

（18）《云南省环境保护厅建设项目环境影响评价政府信息公开工作规程（试行）》的通知（云环发[2014]62 号，2014 年 6 月 26 日）；

（19）《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030）》（2013.4）；

（20） 云南省生态环境厅关于印发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）的通知”（云环发[2022]34 号）；

（21）《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，2018 年 6 月 29 日）；

（22）《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》；

（23）《楚雄州人民政府关于印发楚雄州“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》；

（24）《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022 年版）》。

（25）《云南省省级重点保护野生动物名录》（1988 年）；

（26）《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》（1989 年）；

（27）《云南省生物多样性保护条例》（2019.1.1）。

1.2.5技术规范和标准

（1）《建设项目环境影响评价技术导则—总纲》（HJ/T2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2-2018）；

（3）《环境影响评价技术导则—地表水环境》（HJ/T2.3-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则—声环境》（HJT2.4-2021）；

（5）《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2022）；

（6）《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ 610-2016）；

（7）《公路建设项目环境影响评价规范》（JTGB03-2006，交通部）；

（8）《公路环境保护设计规范》（JTGB04－2010）；

（9）《建设项目风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）；

（10）《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014）；

（11）《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433—2008）；

1.2.6项目相关技术文件

（1）委托书（楚雄苍子高速公路投资开发有限公司）；

（2）云南省人民政府办公厅关于印发《云南省县城高速公路“互联互通”工

程实施方案》的通知；

（3）《楚雄市东南绕城高速公路工程可行性研究报告》，云南省公路工程监理咨询公司，2016.3；

（4）《楚雄东南绕城高速公路两阶段初步设计》中交远洲交通科技集团有限公司，2021.2；

（5）云南省发展和改革委员会关于《楚雄市东南绕城高速公路可行性研究报告》的批复（云发改基础[2020]248 号）；

（6）云南省交通运输厅关于《楚雄东南绕城高速公路初步设计》的批复（云交审批【2021】20 号）；

（7）《楚雄市东南绕城高速公路工程两阶段施工图设计》（中交远洲交通科技集团有限公司，2023 年 1 月）；

（8）《楚雄市东南绕城高速公路水土保持方案报告书》，昆明睿清水土保持咨询有限公司，2021.7；

（9）云南省水利厅《关于准予楚雄市东南绕城高速公路水土保持方案审批的行政许可决定书》（云水许可【2021】107 号，2021 年 11 月 19 日）

（10）《楚雄市东南绕城高速公路紫溪山风景名胜区（历史迹保护区）段路线选址唯一性和不可避让性论证报告》，中交远洲交通科技集团有限公司，2022 年 2 月；

（11）《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，云南方城规划设计有限公司，2022 年 2 月；

（12）楚雄州林业和草原局《关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》（2022 年 2 月 22 日）；

（13）《云南省高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年）环境影响报告书》（云南省环境工程评估中心）；

（14）《云南省环境保护厅关于<云南省高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年）环境影响报告书>的审查意见》（云环函【2017】133 号，2017 年 5 月 3 日）；

（15）《云南省道网规划修编（2016 年～2030 年）环境影响报告书》（云南省环境工程评估中心，2017 年 11 月）；

（16）《云南省环境保护厅关于<云南省道网规划修编（2016-2030 年）环境影响报告书>的审查意见》（云环函【2018】239 号，2018 年 5 月 29 日）；

（17）《云南省“十四五”综合交通运输发展规划环境影响报告书》（云南省生态环境工程评估中心，2022 年 3 月）；

（18）《云南省生态环境厅关于<云南省“十四五”综合交通运输发展规划环境影响报告书>的审查意见》（云环函【2022】175 号，2022 年 4 月 8 日）；

（19）《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》；

1.3 环境影响要素识别及评价因子筛选

1.3.1环境影响因子识别

项目施工期主要有粉尘、沥青烟对大气环境的影响；跨河桥梁施工对地表水环境的影响，项目建设对沿线分布泉点水质的影响；施工噪声的影响以及工程占地、弃渣场等临时占地对生态环境的影响。运营期主要是沿线汽车尾气对大气环境的影响和交通噪声对沿线分布居民点的影响。本次评价采用矩阵法就建设项目对环境的影响进行识别，识别结果详见表 1.3.1-1。

表 1.3.1-1　主要环境影响因子识别矩阵

施工行为 / 环境要素		前期	施工期									运营期					
		占地	取弃土（渣）	路基	路面	材料运输	机械作业	施工人员活动	运输行驶	桥涵工程	隧道工程	附属工程	绿化	复垦	道路养护	隧道工程	附属工程	公路运输
生态环境	土地利用	■	●	●					□	□		●					□	
	植被	■	●			●		●	●	●	●	●	□	□			□	
	动物		●				●	●	●	●	●	●	□	□				
	公益林	■	●	●		●			●									
	基本农田	■	●	●		●			●									
	保护区、风景名胜区										●							
水环境	地表水水质			●	●			●				●	□	□	●			
	地表水水文																	
	地下水环境		●	●					●	●	●				○			
环境空气		●	●	●	●	●	●		■		■	●	□		□			
声环境						●	●	●	■		■	●	□					
固体废物			●					●		●	●	●		□				
事故风险																		●

注：□/○：长期/短期影响；涂黑/白：不利/有利影响；空白：无相互作用

1.3.2评价因子筛选

根据本工程特点和主要环境问题识别结果，采用矩阵法对可能受本工程影响的环境要素进行识别和筛选，其结果如下：

表 1.3.2-1　项目主要评价因子筛选

环境因素	现状评价	影响评价	
		施工期	运营期
生态环境	生态敏感区调查	主体工程、临时工程、附属工程等对生态敏感区影响分析	临时工程对生态敏感区影响分析
	生态系统类型、植被类型、水土流失现状	主体工程、临时工程、附属工程等，造成农作物、植被的损失以及水土流失	临时工程的防护工程及土地复垦、绿化、植被恢复
	保护动植物调查	主体工程、临时工程、附属工程等对野生动植物、重点保护野生动植物的影响	临时工程的植被的恢复，主体工程、附属工程对动物迁徙的阻隔
	重点公益林、基本农田、林地、生态红线	主体工程、临时工程、附属工程等，对重点公益林、基本农田、林地、生态红线的占用及保护	主体工程、附属工程的补偿、恢复
	楚雄紫溪山风景名胜区	工程施工对楚雄紫溪山风景名胜区影响分析	项目运营对风景名胜区影响分析
声环境	环境噪声：等效声级，Leq	主体工程、临时工程、附属工程等施工噪声：等效声级 Leq	交通噪声：等效声级 Leq
地表水环境	饮用水源保护区调查	饮用水源保护区影响	饮用水源保护区影响
	地表水质（水温、溶解氧、pH、COD_{Cr}、SS、BOD_5、氨氮、石油类）	主体工程、临时工程、附属工程等施工场地生产废水、施工人员生活污水（如SS、COD、石油类等）	辅助工程生活污水（如COD、氨氮等）
地下水环境	区域水文地质条件、地下水水质	主体工程、临时工程、附属工程等施工废水处理不当可能造成地下水水质污染	辅助工程生活污水不经收集处理、随意排放可能造成地下水水质污染
环境空气	SO_2、NO_2、CO、O_3、PM_{10}、$PM_{2.5}$、TSP	主体工程、临时工程、附属工程等施工扬尘 TSP、沥青烟	机动车尾气 NO_2、CO（隧道内）
固体废物	/	主体工程、临时工程、附属工程等弃渣、生活垃圾	附属工程生活垃圾
事故风险	/	/	公路运输危险品事故

根据环境影响分析的初步结果及相关导则的有关规定，本次环境影响评价的主要评价因子选择如下：

现状评价：

环境空气：SO_2、NO_2、CO、O_3、PM_{10}、$PM_{2.5}$、TSP；

声环境：等效连续 A 声级，即 Leq（A）；

地表水：pH、CODcr、BOD_5、氨氮、TP、石油类、SS；

地下水： pH、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、挥发酚、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、八大阴阳离子（K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^-、HCO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}）共 18 项。

生态：土地利用（含基本农田）、植被分布、生态公益林、风景名胜区、野生动植物资源（含鱼类）、生态系统完整性分析、水土流失、项目与周边生态敏感区位置关系、景观现状等。

土壤环境：土壤类别。

影响评价：

地表水环境影响：BOD_5、COD、SS、NH_3-N、动植物油；

地下水环境影响：SS、石油类、水质；

环境空气影响：沿线 NO_2（汽车尾气）、CO；

声环境影响：等效连续 A 声级，即 Leq（A）；

生态影响：工程占地对土地利用（含基本农田）、植被及生态系统完整性、生态公益林占用、生态红线占用、风景名胜区、野生动植物资源（含鱼类）、名木古树等的影响，水土流失、景观影响。

环境风险：事故。

1.4 评价标准

1.4.1环境质量评价标准

1.4.1.1水环境

（1）地表水

拟建公路所在区域处于红河流域、长江流域，项目区域及周边的河流主要有：阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐、大坡河、铃铃小河、倮倮冲（为马军小河上

流河段）、马军小河、青龙河、垮去河、以口小河、中石坝大沟；周边的水库有梨木冲水库、弯腰柳箐水库、沿柴河水库、大兴坝、双龙坝水库（倮倮冲）、大拦河坝水库、腊水坝；其中，阿家河为沙甸河支流；草堵河为沙甸河支流，打苴河为草堵河支流；小箐河、樟木箐为打苴河支流；青龙河为龙川江支流；大坡河、富民河、以口小河、中石坝大沟均为青龙河支流；铃铃小河为富民河支流，马军小河、倮倮冲均为富民河上流河段；垮去河为以口小河支流。

依据《云南省水功能区划》（2014 修订），沙甸河（源头—绿汁江口）属于沙甸河双柏—禄丰保留区，规划水平年水质目标为 II 类水体，所以，阿家河、打苴河、小箐河、樟木箐均参照沙甸河执行《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）II 类标准；依据《云南省水功能区划》（2014 修订），龙川江（南华县毛板桥水库库区—楚雄水文站）属于龙川江南华—楚雄开发利用区，拟建项目所在区域段属于该区中的龙川江楚雄景观、农业用水区（楚雄青山嘴水库坝址--楚雄水文站），规划水质目标为 III 类水体，所以，青龙河、大坡河、以口小河、中石坝大沟、铃铃小河、马军小河、倮倮冲、垮去河均参照龙川江执行《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）III 类标准。

周边的梨木冲水库、弯腰柳箐水库、沿柴河水库、大兴坝、双龙坝水库（倮倮冲）、大拦河坝水库、腊水坝等均未划定功能区划，水库主要功能均以灌溉为主，故均参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）III 类标准。具体标准值摘录见表 1.4.1-2。

表 1.4.1-1　项目沿线主要河流及其执行标准一览表

序号	河流名称	涉及河段	执行标准	备注
1	阿家河	沙甸河双柏—禄丰保留区	II 类	沙甸河支流
2	打苴河	沙甸河双柏—禄丰保留区	II 类	打苴河--草堵河--沙甸河
3	小箐河	沙甸河双柏—禄丰保留区	II 类	小箐河--打苴河--草堵河--沙甸河
4	樟木箐	沙甸河双柏—禄丰保留区	II 类	樟木箐--打苴河--草堵河--沙甸河
5	大坡河	龙川江南华—楚雄开发利用区	III 类	坡河--土窝坡水库--青龙河
6	铃铃小河	龙川江南华—楚雄开发利用区	III 类	铃铃小河--富民河--青龙河
7	倮倮冲	龙川江南华—楚雄开发利用区	III 类	富民河上流河段
8	马军小河	龙川江南华—楚雄开发利用区	III 类	富民河上游河段
9	青龙河	龙川江南华—楚雄开发利用区	III 类	龙川江一级支流
10	垮去河	龙川江南华—楚雄开发利用区	III 类	垮去河--以口小河--青龙河

11	以口小河	龙川江南华—楚雄开发利用区	III类	以口小河--青龙河
12	中石坝大沟	龙川江南华—楚雄开发利用区	III类	中石坝大沟--青龙河

（注：支流未进行功能区划的参照所属干流类别执行）

表 1.4.1-2　地表水环境质量标准（摘录）　　单位:mg/L（pH 除外）

项目	pH	石油类	总磷	COD	BOD_5	高锰酸盐指数	NH_3-N
II类标准	6～9	≤0.05	≤0.1 （湖库 0.025）	≤15	≤3	≤4	≤0.5
III类标准	6～9	≤0.05	≤0.2 （湖库 0.05）	≤20	≤4	≤6	≤1.0

（2）地下水

本项目评价范围内地下水执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类标准，标准限值详见 1.4.1-3：

表 1.4.1-3　地下水质量标准单位：pH 无量纲，其余均为 mg/L

序号	项目	III类	标准来源
1	pH(无量纲)	6.5≤pH≤8.5	《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)III类标准
2	总硬度	≤450	
3	溶解性总固体	≤1000	
4	硫酸盐	≤250	
5	氯化物	≤250	
6	铁	≤0.3	
7	锰	≤0.10	
8	铜	≤1.00	
9	锌	≤1.00	
10	铝	≤0.20	
11	挥发性酚类	≤0.002	
12	阴离子表面活性剂	≤0.3	
13	耗氧量	≤3.0	
14	氨氮	≤0.50	
15	硫化物	≤0.02	
16	钠	≤200	
17	总大肠菌群(MPN/100mL)	≤3.0	
18	菌落总数(CFU/mL)	≤100	
19	亚硝酸盐	≤1.00	
20	硝酸盐	≤20.0	
21	氰化物	≤0.05	
22	氟化物	≤1.0	
23	汞	≤0.001	
24	砷	≤0.01	
25	硒	≤0.01	
26	镉	≤0.005	

27	铬(六价)	≤0.05	
28	铅	≤0.01	

1.4.1.2环境空气

拟建项目沿线以农村地区为主，环境空气质量功能区划属于二类区，项目区环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准及其 2018 年修改单的二类标准；项目沿线涉及楚雄紫溪山风景名胜区路段环境空气功能区划为一类区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中一级标准及其 2018 年修改单的一类标准，具体标准值见表 1.4.1-4。

表 1.4.1-4　环境空气质量标准

污染物名称	取值时间	浓度限值		单位	执行标准
		一级标准	二级标准		
二氧化硫（SO_2）	年平均	20	60	μg/m^3	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）
	24 小时平均	50	150		
	1 小时平均	150	500		
二氧化氮（NO_2）	年平均	40	40		
	24 小时平均	80	80		
	1 小时平均	200	200		
一氧化碳（CO）	24 小时平均	4	4	mg/m^3	
	1 小时平均	10	10		
臭氧（O_3）	日最大 8 小时平均	100	160	μg/m^3	
	1 小时平均	160	200		
颗粒物（PM_{10}）	年平均	40	70		
	24 小时平均	50	150		
颗粒物（$PM_{2.5}$）	年平均	15	35		
	24 小时平均	35	75		
TSP	年平均	80	200		
	24 小时平均	120	300		

1.4.1.3声环境

（1）现状声环境质量标准

拟建公路沿线经过区域主要为城郊地区，位于现有道路杭瑞高速两侧红线外 35m 以内区域居民点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 4a 类标准，两侧红线外 35m 以外居民点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。项目沿线其余居民点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类

标准；项目沿线学校等噪声敏感建筑物执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。具体标准值见表 1.4.1-5。

（2）运营期声环境质量标准

参照国家环保总局环发[2003]94 号《关于公路、铁路（含轻轨）等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题的通知》、《声环境质量标准》（GB3096-2008）和《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014），本项目为高速公路，公路两侧临路建筑以低于三层楼房的建筑（含开阔地）为主，公路红线外一定距离内的区域为交通干线两侧区域，且相邻区域为 2 类标准适用区域。因此，本项目公路及现有杭瑞高速红线 35m 以内的区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 4a 类标准，红线 35m 以外的区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准；对于学校、医院等特殊敏感点，仍按《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准执行，具体标准值摘录见表 1.4.1-6。

表 1.4.1-5　现状环境噪声限值 单位：dB（A）

适用区域	声环境功能区划	等效声级 Leq	
		昼间	夜间
评价范围内分布的学校等噪声敏感建筑	2 类	60	50
现有交通干线（公路）红线两侧 35m 范围内	4a 类	70	55
现有交通干线（公路）红线两侧 35m 范围外	2 类	60	50

表 1.4.1-6　声环境质量标准单位：LAeq（dB）

适用区域		声环境功能区划	等效声级 Leq	
			昼间	昼间
评价范围内分布的学校等噪声敏感建筑		2 类	60	50
拟建道路噪声评价区内若临路以低于三层楼房建筑（含开阔地）为主，相邻区域为 2 类区	道路红线外 35m 以外	2 类	60	50
	道路红线外 35m 以内	4a 类	70	55
拟建道路噪声评价区内若临路以高于三层楼房建筑以上（含三层）的建筑物为主，相邻区域为 2 类区	临路第一排建筑物面向道路一侧的区域	4a 类	70	55
	临路第一排建筑物以后区域	2 类	60	50

1.4.2污染物排放标准

1.4.2.1水污染物排放标准

施工期间产生的施工废水经处理后回用于施工工序，产生的生活废水经处理后用于洒水降尘，基本全部综合利用。

营运期楚雄紫溪山风景名胜区路段污水禁止排放，项目沿线Ⅱ类水体禁止排污，服务设施生活污水经处理回用于绿化，绿化回用水执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）城市绿化标准，标准限制见表 1.4.2-1。

表 1.4.2-1 《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》

序号	项目指标	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0～9.0
2	色（度）≤	30
3	嗅	无不快感觉
4	浊度（NTU）≤	10
5	五日生化耗氧量BOD_5（mg/L）≤	10
6	氨氮（mg/L）≤	8
7	阴离子表面活性剂（mg/L）≤	0.5
8	铁（mg/L）≤	-
9	锰（mg/L）≤	-
10	溶解性总固体（mg/L）≤	1000（2000）*
11	溶解氧（mg/L）≥	2.0
12	总氯（mg/L）≥	1.0（出厂）0.2[b]（管网末端）
13	大肠埃希氏菌（MPN/100ml或CFU/100ml）	无[c]
a 括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。 b 用于城市绿化时，不应超过2.5mg/L c 大肠埃希氏菌不应检出。		

1.4.2.2大气污染物排放标准

施工期 TSP 和 NO_X 执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-96）无组织排放监控点浓度限值；沥青混凝土搅拌站沥青烟排放执行《大气污染物排放标准》中二级标准，环境空气一类区禁止新建污染源。具体标准值分别见表 1.4.2-2。

营运期停车区、收费站等服务设施餐饮油烟执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001），具体标准值见表 1.4.2-3。

表 1.4.2-2 大气污染物综合排放标准 单位：mg/m³

污染物	最高浓度限值	无组织排放监控浓度限值	
		监控点	浓度(mg/m³)

颗粒物	120(其他)	周界外浓度最高点	1.0
沥青烟	40(沥青熔炼)	生产设备不得有明显的无组织排放	
	75(沥青搅拌)		
苯并[a]芘	0.3×10^{-3}	周界外浓度最高点	0.008ug/m^3

表 1.4.2-3　油烟最高允许排放浓度和净化设施最低去除效率

规模	净化设施最低去除效率（%）	最高允许排放浓度（mg/m^3）
大型	85	2.0
中型	75	
小型	60	

1.4.2.3噪声排放标准

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523－2011）标准，具体标准值见表 1.4.2-5。

表 1.4.2-5　建筑施工场界环境噪声排放标准等效声级　LAeq：dB

昼间	夜间
70	55

1.4.2.4固体废物标准

危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023），一般工业固体废物储存、处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）要求。

1.5 评价等级、评价范围及评价内容

1.5.1评价等级

根据本项目工程特点、建设地区环境特征、《环境影响评价技术导则》，本评价采用等级如表 1.4.1-1 所示。社会环境影响评述按《公路建设项目环境影响评价规范》（JTG B03-2006）的有关要求进行。

表 1.5.1-1　环境影响评价等级及判据

评价内容	工作等级	依　　据
生态环境	三级	依据《环境影响评价技术导则 生态环境》（HJ19-2022），本拟建项目属于 g（除 a、b、c、d、e、f 以外的情况），评价等级为三级。
地表水	三级 B	依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），结合服务设

环境		施设置情况，沿线服务设施排放的污水均为生活污水，经处理后全部回用不外排，评价等级为三级 B。
地下水环境	简单分析	根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，公路建设项目属于 IV 类建设项目，不开展地下水环境影响评价。但鉴于工程沿线隧址处分布有居民点，隧道施工可能影响隧址处地下水补给径流区的地下水环境，故本次评价内容主要针对隧址处居民饮用水的影响进行。（沿线及地下水影响范围内不涉及饮用水源保护区）
声环境	一级	依据《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4-2021），项目满足建设项目建设前后评价范围内部分敏感目标噪声级增高量达 5dB（A）以上（不含 5dB（A）），本项目声环境评价按一级评价。
环境空气	三级	按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中关于评价工作等级的划分依据，对于等级公路、铁路项目应分别按项目沿线主要集中式排放源（如服务区、车站大气污染源）排放的污染物计算其评价等级。本项目设置停车区、收费站、隧道管理所、养护工区均采用清洁能源作为生活能源，不存在集中式大气污染源，因此环境空气质量影响评定为三级。
环境风险	简单分析	按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169－2018），本项目不设加油站，营运期有加油站进驻时需单独向当地环境主管部门申报相关手续，不属于本次评价范围，本项目不属于风险评价对象范围，因此，本项目环境风险简要分析。
土壤环境	不开展评价	根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）附录 A，本项目为交通类项目，不自建加油站（本项目仅提供加油站建设场地，营运期有加油站进驻时需单独向当地环境主管部门申报相关手续，不在本次评价范围），属于交通运输仓储邮政业的Ⅳ类项目，不开展土壤环境影响评价。

1.5.2评价范围

根据《环境影响评价技术导则》和《公路建设项目环境影响评价规范》的要求，结合本项目的特点，本拟建项目各环境要素评价范围确定详见下表：

表 1.5.2-1　拟建公路环境影响评价范围

环境要素	评 价 范 围
生态环境	根据《环境影响评价技术导则－生态影响》（HJ19－2022），线性工程穿越非生态敏感区时，以线路中心线向两侧外延 300m 为参考评价范围，本拟建项目未涉及生态敏感区，故生态评价范围为项目中心线两侧各 300m 范围内的区域。
地表水环境	拟建公路沿线两侧 200m 范围内地表水体；跨河路段为桥位上游 100m 至下游 1000m 范围内的地表水体。
地下水环境	以工程边界两侧向外延伸 200m 作为评价范围，同时也包括公路建设、运营可能导致地下水水位变化的影响区域和隧道址区域及与之所在水文地质单元存在直接补给关系的区域。
环境空气	拟建公路中心线两侧 200m 范围
声环境	拟建公路中心线两侧 200m 范围
环境风险	跨越、伴行水体等水环境敏感区域。

1.5.3评价内容

根据工程污染因素分析和评价因子筛选，结合项目特点对路线方案的外业踏勘，调研成果，确定该项目的环境影响评价工作的主要内容如下：

（1）工程分析

根据主体工程前期工作研究成果结合工程概况，进行工程环境影响因素分析，并对施工期及营运期主要环境污染排放源强进行分析。

（2）生态环境影响评价

包括公路建设对土地利用、农业生态、植被损失及恢复、野生动植物保护、固体废弃物处置的影响评价，着重于对沿线基本农田、公益林占用的影响分析，以及弃渣场设置合理性、土地复垦可能性的分析；通过对沿线景观资源敏感性分析、阈值评价分析，识别出项目沿线景观保护目标。根据识别的影响保护目标有针对性的提出设计期和施工期的景观保护措施及对策。

（3）地表水环境影响评价

通过环境现状监测，评价项目区河流水系水质现状，根据类比预测，分析评价公路建设施工期生产和生活废水、隧道施工废水、营运期沿线收费站、停车区、养护工区、隧道管理所等附属设施污水对沿线地表水水质的影响，并提出实践上可行、操作性较强的水环境保护措施。

（4）地下水环境影响评价

① 查明隧道区域地下水开采利用现状与规划，含水层之间以及与地表水之间的水力联系，对地下水环境进行现状监测。

② 查明隧道区域地下水化学特征，进行地下水资源评价。

③ 分析预测隧道建设对地下水水位、流向的影响程度。

④ 调查隧道周边区域居民用水情况，评价工程施工期、运营期对附近居民用水的影响。分析评价工程建设、运营期对地下水水位的影响、地质环境扰动的影响及其存在的环境地质隐患。

⑤ 提出合理的工程处理措施、建议；针对隧道施工可能出现的地下水环境影响问题，如作为生产、生活用水的重要井、泉漏失，针对地下水体污染提出合理的治理措施。

（5）声环境影响评价

在路线方案的现状监测与现状评价的基础上，按相应规范和国家声环境质量标准的要求进行影响预测评价和对比分析，为施工期和营运期噪声治理工程和环境管理提供依据。

（6）环境空气影响评价

在针对工程沿线环境空气质量现状监测和评价的基础上，按相关规范和国家环境空气质量标准的要求预测分析汽车尾气对沿线环境空气质量的影响范围和程度，为环境管理提供依据。

（7）固体废弃物影响评价

公路工程固体废弃物主要是指施工期间产生的废方弃料和生活垃圾。营运期是指公路运输车辆抛洒物和沿线管理服务设施产生的生活垃圾。

在对施工期、运营期项目产生的固体废物的种类及特性分析的基础上，提出可靠有效的处理措施及对策。

（8）环境敏感区影响评价

本项目部分路段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，公路工程实施的路段施工行为不可避免会对区域动植物造成一定的不良影响，因此，本环评以敏感区功能、结构完整性、生物多样性影响评价为重点，提出相应的避让、预防保护及生态恢复等对策措施。

（9）路线比较方案环境影响分析

主要从环境敏感区、生态环境、水环境、环境空气、声环境等方面进行综合分析推荐方案和比较方案对环境的影响，结合工程方面提出综合比选意见。

除以上评价内容外，评价还包括危险品运输风险分析、环境污染防治措施及技术经济性分析、环境经济损益分析、环境保护管理计划和监测计划等内容。

1.6 环境保护目标

根据拟建项目《两阶段施工图设计》提供的线路方案，经过沿线实地调查，拟建公路涉及楚雄紫溪山风景名胜区（一般景区）（约 1153m），不涉及依法依规设立的自然保护区、国家公园、森林公园、饮用水源保护区等环境敏感区。

拟建项目沿线的环境保护目标包括公路沿线自然植被、人工植被、野生动植物资源、河流、水库、学校、村庄、居民点等。

1.6.1生态环境保护目标

生态影响保护目标主要是公路在施工期间和运营期间所有可能影响到的生态系统和生物资源；详见表 1.6.1-1。

表 1.6.1 -1　拟建公路生态环境保护目标一览表

保护对象		主要保护对象概况	位置	影响源及影响途径
主线、连接线	基本农田	不占永久基本农田 （仅占耕地后备资源 2.4215 公顷，占耕地保护目标 39.8446 公顷，占稳定耕地 38.1913 公顷）	①以桥梁的形式跨越了基本农田路段：AK0+309~AK0+660(云甸互通 A 匝道桥)、ZK4+925~ZK4+982（卡利大桥）、ZK5+443~ZK5+650（下土坡大桥）、ZK6+493~ZK6+630、ZK6+800~ZK6+885（上土坡大桥）、ZK10+580~ZK10+665（田房头大桥）、K17+255~K17+348、K17+450~K17+475（上各邑 2 号大桥）、K17+990~K18+100（邓家冲 1 号大桥）、K18+580~K18+715（邓家冲 2 号大桥）、K19+495~K19+638（大余节大桥）、DK0+000~DK0+240、DK0+390~DK0+435（大马军互通 D 匝道桥）、AK0+600~AK0+650、AK0+712~AK0+795（大马军 A 匝道 2 号桥）、LDL1+070~LDK1+342（天子堂大桥）、K20+363~K20+585（朱家大桥）、K22+865~K23+065（鲁家大桥）、K24+408~K24+525、K24+638~K25+247（甸尾大桥）、A0+000~A0+127（子午 A 匝道桥）、K26+300~K26+376（双龙大桥）、K26+880~K27+200（此苴大桥）、B2K0+230~B2K0+517、B2K0+550~B2K0+868（子午 B2 匝道桥）、LZK1+380~LZK1+400（此苴中桥）、LCK0+100~LCK0+117（田房头大桥）； ②以隧道的形式穿越了基本农田（此段不计入占地）：K3+210~K3+236、ZK3+215~ZK3+265（卡利隧道）、ZK10+120~ZK10+140（上土坡隧道）；	工程占地、施工扰动
	国家级公益林	未占用国家级公益林	/	/
	省级公益林	共占用省级公益林 40.0446 公顷	①以路基的形式占用了省级公益林路段：ZK1+738~ZK2+100、K1+895~K2+082、K4+375~K4+488、K4+570~K4+935、ZK5+105~ZK5+323、K5+130~K5+317、ZK5+809~ ZK6+218、K5+804~ K6+211、ZK10+252~ZK10+405、K10+294~K10+429、ZK10+850~ZK10+900、K10+777~K10+918、K12+200~K12+740、ZK12+900~ZK12+990、ZK13+142 ~ZK13+220、K13+139~K13+150、ZK14+807~ ZK15+155、K14+755~ K15+159、ZK16+044~ ZK16+100、K16+047~ K16+103、ZK16+495~	工程占地、施工扰动

			ZK16+699 、K16+510~ K16+699、ZK16+825~ ZK17+045、K16+825~ K17+045 、 ZK17+591~ ZK17+860 、 K17+591~K17+860、K21+923~K22+055、ZK23+149~ZK23+190、K23+149~K23+215 、 K23+600~K23+905 、 K26+500~K26+632 、LZK0+544~LZK0+560 、 LZK0+594~LZK0+670 、LZK0+762~LZK0+890（子午连接线）、AK1+213~AK1+410（大马军连接线）、LCK0+340~LCK0+395、LCK0+463~LCK0+611（楚雄南连接线）； ②以隧道的形式穿越了省级公益林路段：ZK2+100~ZK3+230、K2+082~K3+283 （卡利隧道）、ZK9+415~ZK10+065 、K9+415~K10+165（上土坡隧道）、ZK13+220~ ZK13+705 、K13+150~ K13+711（塔普隧道）； ③以桥梁的形式跨越了省级公益林路段：ZK5+065~ZK5+105、K5+050~K5+130 （卡利大桥）、ZK5+323~ZK5+420 、K5+317~K5+430、ZK5+677~ZK5+809、K5+670~K5+804（下土坡大桥）、ZK6+218~ZK6+510、K6+211~K6+540（上土坡大桥）、ZK10+405~ZK10+450、K10+429~K10+453、K10+490~K10+532、ZK10+527~ZK10+600、K10+626~K10+645、K10+709~K10+735、（田房头大桥）、K11+780~K12+100（楚雄南互通匝道桥）、ZK12+740~ZK12+900（塔普 1 号大桥）、K12+709~K13+139（塔普大桥）、ZK12+990~ZK13+142（塔普 1 号大桥）、ZK15+155~ZK15+400 、K15+159~ K15+407、ZK15+822~ ZK16+044 、K15+830~ K16+047（关沟大桥）、ZK16+100~ ZK16+258 、K16+103~ K16+167（龙箐坡中桥）、ZK16+699~ ZK16+825、K16+699~K16+825（上各邑 1 号大桥）、ZK17+045~ZK17+082、K17+045~K17+071、ZK17+470~ZK17+591、K17+485~K17+591（上各邑 2 号大桥）、ZK17+860~ZK17+950、K17+860~K17+934（邓家冲 1 号大桥）、ZK23+100~ZK23+149、K23+108~K23+149（鲁家大桥）、ZK26+632~ZK26+750、K26+632~K26+750（此	

			苴特大桥）、K27+600~K27+830（互通立交桥）、LCK0+000~LCK0+046（田房头大桥）；	
	生态红线	未占用生态保护红线	/	/
	风景名胜区	楚雄紫溪山风景名胜区	拟建项目部分路段涉及楚雄紫溪山风景名胜区的一般景区，不可避免从子午向天坟景区北侧边缘地带穿过，涉及面积3.51hm^2，涉及总长度1153m，其中，主线1段441m，占地面积1.95hm^2，匝道3段669m，占地面积1.4 hm^2，连接线1段43m，占地面积0.16 hm^2。	工程占地、施工扰动
	自然植被	评价区自然植被类型包括3个植被型、3个植被亚型（暖温性针叶林、落叶阔叶林、暖温性灌丛）、5个群系（云南松林、云南松、栓皮栎林、尼泊尔桤木林、栓皮栎林、华西小石积灌丛）；另有人工植被包括人工林、耕地、果园及其他园地。评价区有维管束植物112科340属438种。	全线	土地占用造成植被及植物的损失及生物量的减少，影响时段为施工期
	古树名木	黄连木（三级保护）	共有6株古树，均为黄连木，分布于道路沿线周边村寨内，其中有3株挂牌保护（以口夸2株，盐井冲1株），1株为当地神树，被围墙保护（此苴村），其他2株则无挂牌在村寨旁分布（盐井冲村）	项目占地区域外，项目建设对6株古树无影响
	陆生野生脊椎动物	评价区分布的脊椎动物共约190种，隶属5纲26目66科135属。	评价区域	陆生动物的栖息环境造成一定破坏，使其被迫迁徙，影响时段为施工期和运营期
	保护动物	根据相关历史资料记载，评价区内记录到云南省重点保护野生哺乳动物1种，赤麂。记录到国家重点保护鸟类9种，均为国家II级保护鸟类，分别是黑鸢、白尾鹞、鹊鹞、普通鵟、红隼*s*、游隼、斑头鸺鹠*s*、棕背田鸡、原鸡。	评价区域	保护动物的栖息环境可能造成一定破坏，使其被迫迁徙，影响时段为施工期和运营期

	水土保持	工程影响范围内的水土保持措施	全线以及“三场”等	工程占地、施工扰动
	“三场”生态环境	临时占地范围内的生态环境	评价区域内	取弃土石方、占地

1.6.2地表水环境保护目标

沿线地表水环境保护目标统计时已考虑主线及 3 条连接线。沿线地表水环境保护目标见表 1.6.2-1、表 1.6.2-2。拟建公路沿线水体伴行路段共计 6895m，见表 1.6.2-3。

表 1.6.2-1　沿线主要地表水环境（跨越河流）保护目标一览表

序号	保护目标名称	跨越桥梁名称	桥梁起止桩号	桥梁形式	桥墩及基础	环境特征	水环境功能区划	水质类别
1	阿家河	云甸互通	CK125+497~CK124+592（拼宽桥）	20	柱式墩、桩基础	跨越处河宽约 0.7m，流量小，无涉水桥墩，阿家河--沙甸河	未划分、参照干流	II类
2	小箐河	卡利大桥	K4+913.96～K5+130.04	7*30（右）、6*30（左）	柱式墩、桩基础	跨越处河宽约 1.0m，流量小，无涉水桥墩，小箐河--打苴河--草堵河--沙甸河	未划分、参照干流	II类
3	打苴河	下土坡大桥	K5+317.96～K5+804.04	12*40	桩柱式台，桩基础	跨越处河宽约 1.0m，流量小，无涉水桥墩，打苴河--草堵河--沙甸河	未划分、参照干流	II类
4	樟木箐	上土坡大桥	K6+210.96～K7+207.04	33*30（右）、22*30（左）	柱式墩、桩基础	跨越处河宽约 0.8m，流量小，无涉水桥墩，樟木箐--打苴河--草堵河--沙甸河	未划分、参照干流	II类
5	大坡河	楚雄南互通立交	K10+850～K12+200	B 型单喇叭	柱式墩、桩基础	跨越处河宽约 1.1m，流量小，无涉水桥墩，大坡河--土窝坡水库--青龙河	未划分，参照干流	III类
6	铃铃小河	关沟大桥	K15+158.96～K16+047.00	22*40	柱式墩、空心薄壁墩、桩基础	跨越处河宽约 0.9m，流量小，无涉水桥墩，铃铃小河--富民河--青龙河	未划分，参照干流	III类
7	倮倮冲	邓家冲1号大桥	K17+859.96～K18+258.00	13*30	柱式墩、桩基础	跨越处河宽约 0.7m，流量小，无涉水桥墩，倮倮冲--马军小河（倮倮冲下游河段）--富民河--青龙河	未划分，参照干流	III类
8	马军	邓家冲	K18+409.96～K19+058.00	16*40	柱式墩、	跨越处河宽约 0.7m，流量小，无	未划分，	III

	小河	2 号大桥			空心薄壁墩、桩基础	涉水桥墩，马军小河--富民河--青龙河	参照干流	类
9	青龙河	甸尾大桥	K24+400.96～K25+307.04	30*30	柱式墩、桩基础	跨越处河宽约 7.3m，流量中，无涉水桥墩，青龙河—龙川江	未划分，参照干流	III 类
10	垮去河	子午互通立交	K25+370~ K27+900	A 型单喇叭+连接段	柱式墩、桩基础	跨越处河宽约 0.6m，流量小，无涉水桥墩，垮去河--以口小河--青龙河	未划分，参照干流	III 类
11	以口小河	子午互通匝道桥	B20+078.718~2K0+569.798	7*30+4*29.5+3*30+2*35	柱式墩、桩基础	跨越处河宽约 0.8m，流量小，无涉水桥墩，以口小河--青龙河	未划分，参照干流	III 类

表 1.6.2-2　沿线主要地表水环境（水库）保护目标一览表

序号	保护目标名称	与线路位置关系	桩号	环境特征	水环境功能区划	水质类别
1	梨木冲水库	云甸互通枢纽右侧约 38m	GK126+007	小型灌溉水库，主要用于农田灌溉	未划定功能区划，功能是农业灌溉	III类
2	弯腰柳箐水库	主线 ZK7+520 左侧约 250m	ZK7+520	小（二）型水库，主要功能以农灌为主、兼顾供水	未划定功能区划，主要功能以农业灌溉为主	III类
3	沿柴河水库	主线 ZK15+200 左侧约 280m	ZK15+200	小（二）型水库，主要功能以农灌为主、兼顾供水	未划定功能区划，主要功能以农业灌溉为主	III类
4	大兴坝	上各邑 1 号大桥--跨越	K16+698.96～K16+825.04	小型灌溉水库；本项目以上各邑 1 号大桥形式跨越该水库，无涉水桥墩；大兴坝--富民大河--青龙河	农业灌溉；未划定功能区划，参照干流	III类
5	双龙坝水库	上各邑 2 号大桥--跨越	K17+477~K17+500	库区面积约 2.1×104m^2，为	未划定功能区	III类

	（倮倮冲）			小（二）型水库，主要用于农田灌溉	划，功能是农业灌溉	
6	大拦河坝水库	路左约 192m	K20+900	库区面积约 $2.8\times10^4m^2$，为小（二）型水库，主要用于农田灌溉	未划定功能区划，功能是农业灌溉	III类
7	腊水坝	子午互通匝道桥左侧约 135m	B2K0+500	小（二）型灌溉、防洪水库，主要用于农田灌溉、防洪	未划定功能区划，功能是农业灌溉	III类

表 1.6.2-3　项目沿线临近水体路段统计一览表

序号	保护目标名称	桩号	水体与路线关系	环境特征	路段长度（m）
1	阿家河	云甸互通 K0+000～K1+115	桥下左、右侧 10~200m	河宽约 0.7m，互通、匝道桥伴行	3200
2	樟木箐	K6+550~K7+520	路、桥下右侧 5~35m	河宽约 0.8m，路基、桥梁伴行	970
3	倮倮冲	K17+477~K18+013	路、桥下右侧 10~147 m	河宽约 0.7m，路基、桥梁伴行	536
		K18+013~K18+675	路、桥下左侧 30~180 m	河宽约 0.7m，路基、桥梁伴行	662
4	中石坝大沟	LDK1+850~LDK3+377	路、桥右侧 97~200m	河宽约 0.6m，路基、桥梁伴行	1527
合计：					**6895**

1.6.3地下水环境保护目标

根据现场调查和有关部门收集资料，线路附近存在数个村民地下水饮用水点。地下水环境保护目标如下表。

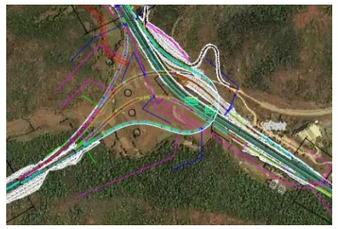
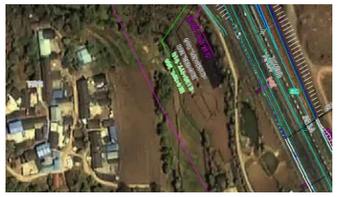
表 1.6.3-1　地下水环境保护目标

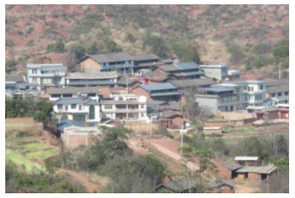
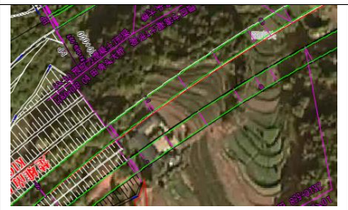
保护目标	关心点名称	功能	与隧道（线路）最近距离	保护级别	出露地层
地下水	龙潭水井 1#	村民饮用	约 48m	《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中III类标准值	泥岩夹砂岩(K_1p)
	龙潭水井 2#	村民饮用	约 33m		泥岩夹砂岩(K_1p)
	龙潭水井 3#	村民饮用	约 115m		泥岩夹砂岩(K_1p)
	小白庙 15 口水井	村民饮用	约 0.33~0.95km		泥岩夹砂岩(K_1p)、粉砂质粘土(Q)
	上土坡水井	村民饮用	约 248m		含岩屑泥砾长石石英砂岩(K_1g)
	大东水井	村民饮用	约 239m		含砾长石石英砂岩夹泥岩(K_2m)
	孙家村水井	村民饮用	约 465m		含砾长石石英砂岩夹泥岩(K_2m)
	东屯水井	村民饮用	约 344m		泥岩夹砂岩(K_1p)
	上各邑水井	生活用水	约 120m		泥岩夹砂岩(K_1p)
	天子堂水井	备用水源	约 205m		含岩屑泥砾长石石英砂岩(K_1g)
	项目区及下游孔隙水裂隙水含水层	-	-		粉砂质粘土(Q)、泥岩、泥灰岩、钙质粉细砂岩(K_2j^1) 、含砾长石石英砂岩夹泥岩(K_2m)、泥岩夹砂岩(K_1p) 、含岩屑泥砾长石石英砂岩(K_1g)、含岩屑泥砾长石石英砂岩(K_1g)、富钙质泥岩夹多层泥灰岩(J_3t^2)、泥岩夹泥灰岩（J_3t^1）

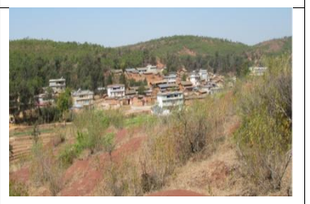
1.6.4声环境、环境空气保护目标

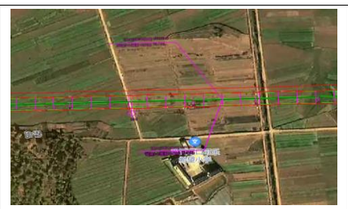
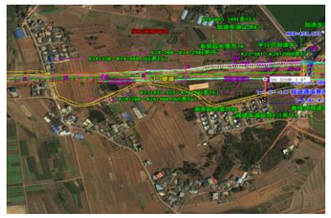
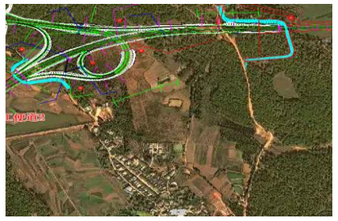
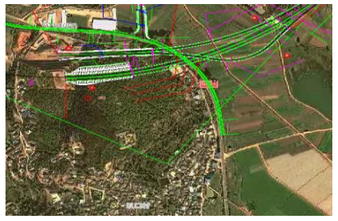
沿线声环境、环境空气保护目标统计时已考虑主线及 3 条立交连接线。拟建公路沿线主要声环境、环境空气敏感点共有 28 处，其中主线 22 处、连接线 6 处。其中包括居民点 26 处、学校 2 处，各环境保护目标与拟建公路的相关关系见表 1.6.4-1。

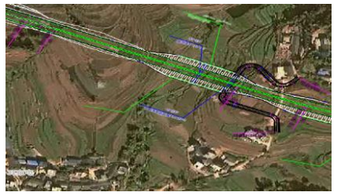
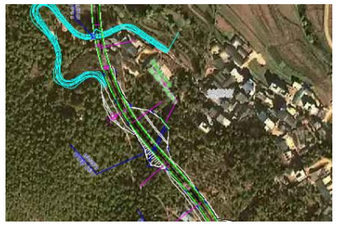
表 1.6.4-1　拟建公路声环境、环境空气保护目标一览表

序号	关心点	路段桩号	与路红线最近距离/高差（m）		与路中心线最近距离/高差（m）		评价范围内人数		通过形式	环境特征	敏感点卫星地图	敏感点现场照片
			2类	4a	2类	4a	2类	4a				
一、主线												
1	云甸村	主线K0+000匝道桥左侧	35/-20.5	0/-20.5	47.75/-20.5	14.75/-20.5	15户68人	8户36人	云甸互通	房屋主要以1~2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约23户，104人；临路第一排主要为1~2层砖混结构，面向公路；		
2	云甸完小	主线K0+000匝道桥左侧	80/-23	–	92.75/-23	–	约210人	–	云甸互通	该学校以2~3层砖结构为主，受影响师生约210人		
3	伍桂田	主线K0+000匝道桥右侧	101/-22	–	113.75/-22	–	30户125人	–	云甸互通（匝道桥右侧）	房屋主要以1~2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约30户125人；临路第一排主要为1~2层砖瓦结构，侧向公路；		
4	下高包	主线K0+000匝道桥右侧	164/-25	–	176.75/-25	–	40户148人	–	云甸互通（匝道桥左侧）	房屋主要以1~3层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约40户148人；临路第一排主要为1~3层砖瓦结构，侧向公路；		
5	上高包	主线K0+000匝道桥左侧	40/-23	–	52.75/-23	–	22户82人	–	云甸互通（匝道桥左侧）	房屋主要以1~3层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约22户82人；临路第一排主要为1~3层砖瓦结构，侧向公路；		

6	卡利	主线K4+300~4+500左右侧	38/-0	0/-0	50.75/-0	14.75/-0	9户33人	6户23人	路基	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约15户56人；临路第一排主要为1-2层砖瓦结构，背向公路。（部分涉及拆迁）		
7	下土坡	主线K5+300-K5+470左侧	57/-51	22/-51	69.75/-51	34.75/-51	23户84人	2户9人	下土坡大桥	房屋主要以2-3层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约25户93人；临路第一排主要为2-3层砖瓦结构，背向公路。		
8	樟木箐	主线K6+600-K6+700右侧	40/-28.5	11/-28.5	52.75/-28.5	23.75/-28.5	6户28人	1户4人	上土坡大桥	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约7户32人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，侧向公路。		
9	田房头	主线K10+550-K10+730左右侧	72/-30.5	0/-30.5	84.75/-30.5	14.75/-30.5	4户19人	2户9人	田房头大桥	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约6户28人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，背向公路。		
10	关沟	主线K15+440-K15+700右侧	134/-68.5	–	146.75/-68.5	–	13户66人	–	关沟大桥	房屋主要以1-3层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约13户66人；临路第一排主要为1-3层砖混结构，背向公路。		
11	上各邑	主线K16+500-K16+740右侧	48/-23	33/-23	60.75/-23	45.75/-23	21户95人	2户9人	路基+上各邑1号大桥	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约23户104人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，背向公路。		

12	邓家冲	主线K18+150-K18+320右侧	74/-33.5	10/-33.5	86.75/-33.5	22.75/-33.5	19户87人	2户8人	邓家冲1号大桥	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约21户95人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，侧向公路；		
13	大余节	主线K19+500-K20+020左侧	125/-48.4	–	137.75/-48.4	–	5户23人	–	大余节大桥	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约5户23人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，侧向公路；		
14	朱家村	主线K20+800-K21+350右侧	63/-4	–	75.75/-4	–	6户27人	–	路基	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约6户27人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，侧向公路；		
15	宝山屯	主线K21+600-K22+500左侧	46/-3	0/-0	58.75/-3	20.75/-2	28户156人	3户11人	路基	房屋主要以2-3层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约31户145人；临路第一排主要为2-3层砖混结构，侧向公路；（1-2户涉及拆迁）		
16	鲁家村	主线K23+25-K23+120右侧	53/-26	–	65.75/-30.5	–	10户45人	–	鲁家大桥	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约10户45人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，背向公路；		
17	罗只碑村	主线K23+850-K24+600右侧	42/-22.5	5/-22.5	54.75/-22.5	17.75/-22.5	19户70人	2户8人	路基+甸尾大桥	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约21户78人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，侧向公路；		

18	罗只碑希望小学	主线 K24+880-K24+990 左侧	85/-22.5	–	97.75/-22.5	–	约300师生	–	甸尾大桥	全校共有师生约300人，砖混结构；一栋3层教学楼背对公路，两栋教学楼面对公路，中间隔有操场；		
19	甸尾	主线 K24+000-K24+600 左侧	60/-22.5	5/-22.5	72.75/-22.5	17.75/-22.5	38户140人	3户11人	路基+甸尾大桥	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约41户151人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，侧向公路；		
20	此苴	主线 K25+950-K26+100 左侧	110/-25	–	122.75/-25	–	4户18人	–	互通（匝道桥）	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约4户18人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，侧向公路；		
21	罗定庵	主线 K26+900-k27+050 左侧	72/-37	–	84.75/-37	–	13户48人	–	此苴特大桥	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约13户48人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，侧向公路；		
22	以口村	主线 K27+500-K27+700 左右侧	52/-24	0/-24	64.75/-24	14.75/-24	15户73人	6户22人	互通（匝道桥）	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约21户95人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，背向公路；（部分涉及拆迁）		
二、楚雄南连接线												

23	耳东屯	楚雄南连接线 LCK1+100~LCK1+270左右侧	70/3	25/-2	80/3	35/-2	15户 56人	2户 9人	路基	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约17户65人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，背向公路；		
24	大东社区	楚雄南连接线 LCK3+100~LCK3+300匝道桥左侧	115/-41	–	125/-41	–	15户 56人	–	互通（匝道桥）	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约15户56人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，侧向公路；		
三、大马军连接线												
25	小马军	大马军连接线 AK1+100+~AK1+500右侧	120/-20	5/-20	126/-20	11/-20	13户 48人	3户 11人	路基	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约16户59人；临路第一排主要为1-2层砖瓦结构，背向公路；		
26	益起坡	大马军连接线 LDK1+000~LDK1+130右侧	63/-2	5/-2	69/-2	11/-2	22户 81人	3户 12人	路基	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约25户93人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，背向公路；		
27	天子堂	大马军连接线 LDK1+500~LDK1+650右侧	48/-12	–	54/-12	–	66户 297人	–	路基	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约66户297人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，背向公路；		
28	江头村	大马军连接线 LDK2+000~LDK2+900右侧	47/-25	15/-25	53/-25	21/-25	65户 240人	5户 19人	路基+江头村中桥	房屋主要以1-2层砖瓦结构为主；200m受影响范围内共约70户259人；临路第一排主要为1-2层砖混结构，背向公路；		

1.7 评价重点及评价时段

1.7.1评价重点

本项目环境影响评价工作的重点包括以下几个方面：

（1）以工程建设对风景名胜区、生态公益林、占用耕地（特别是基本农田）、弃渣场以及生态恢复为重点的生态环境影响评价；

（2）工程建设对楚雄紫溪山风景名胜区的影响；

（3）工程选址选线的环境合理性分析；

（4）工程隧道建设对沿线居民用水的影响；

（5）以施工期扬尘、噪声及水污染为重点的环境影响评价；

（6）建设项目施工期三场对生态环境的影响；

（7）以营运期交通噪声影响评价为重点的声环境影响评价；

（8）以营运期交通运输风险事故对沿线敏感水体的影响评价为重点的环境风险评价。

1.7.2评价时段

根据工程建设年限和交通量预测，评价时段为：

（1）施工期：2023 年初～2025 年底，施工期为 3 年。

（2）营运期：按近期 2026 年、中期 2032 年、远期 2040 年三个特征年。

1.8 评价方法和评价工作程序

本工程为线性工程，根据对拟建公路沿线的多次实地踏勘，大部分路段环境现状基本相似，评价方法总体为“在路段内以点为主，点段结合，反馈全线”的原则进行评价。

（1）路段评价：根据路段预测交通量、工程、地形、气象等环境特征划分，有针对性地进行分析评价；

（2）现状评价中声环境、环境空气、水环境评价采用现场监测和调研统计分析等方法；对有国家标准的项目采用单项指数法或超标值来评价；植被和土地利用现状利用有关部门的资料、借助卫星遥感并结合专家路线调查，并在此基础上进行分析评价；

（3）生态环境影响评价采用定性分析和准定量评价相结合，并采用生态机理法、图形叠置法和类比分析等方法；大气环境、声环境的影响评价采用预测模式计算法；水环境预测评价采用定性和类比方法；

（4）对主要环境保护目标进行逐点分析评价；

（5）对局部路线方案的环境保护比选方案，将采用列表方式对工程的主要环境影响因素进行对比分析。评价工作程序见图 1.8-1。

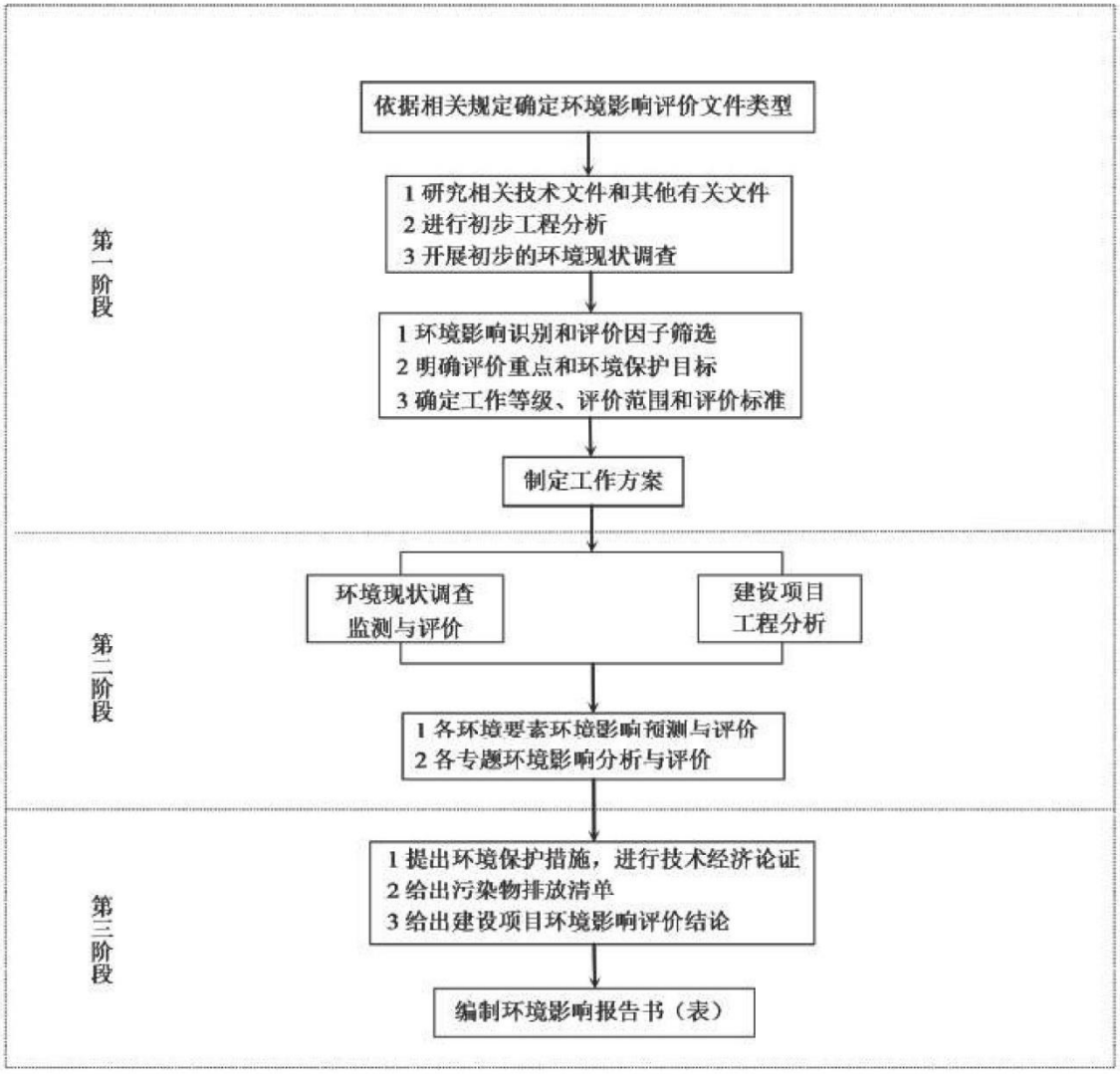


图 1.8-1　评价工作程序图

2 原环评项目回顾性评价

2.1 环保手续执行情况

楚雄市东南绕城高速公路位于楚雄市境内。原建设单位为楚雄彝族自治州交通运输局，项目性质为新建。

该项目于 2021 年 7 月由云南莱恩环保技术工程有限公司编制完成了《楚雄市东南绕城高速公路环境影响报告书》，并于 2021 年 8 月 24 日取得楚雄州生态环境局下发的《准予行政许可决定书》（楚环许准【2021】77 号）。

目前该项目处于建设阶段，经与建设单位核实，该项目监理单位于 2023 年 5 月 28 日下发开工令，开工时间为 2023 年 6 月 1 日，计划完工时间为 2026 年 5 月 31 日，截止 2024 年 4 月 26 日工程量完成情况如下：

路基工程：全线路基工程挖方设计量 665 万方，累计完成 453.3 万方，完成率 68.1%；填方设计量 230 万方，累计完成 200 万方，完成率 86.96%；挡土墙设计量 15.25 万方，累计完成 13.5 万方，完成率 88.51%；边坡防护设计量 478116 ㎡，累计完成 15.92 万㎡，完成率 33.3%；涵洞、通道设计量 65 道，累计完成 56 道，完成率 86.15%。

桥梁工程：全线桥梁工程桩基设计量 2107 颗，累计完成 2025 颗，完成率 96.11%；圆柱墩设计量 26765m，累计完成 15459m,完成率 57.76%；薄壁空心墩设计量 2745m，累计完成 933.18m,完成率 33.99%，T 梁预制设计量 3416 片，累计完成 449 片，完成率 13.04%；T 梁吊装设计量 3416 片，累计完成 350 片，完成率 10.17%；

隧道工程：掘进 3860.9 米，完成率 32.71%；仰拱 3440.6 米，完成率 29.06%；二衬 3112.2 米，完成率 26.2%。

目前该项目处于建设阶段，未开展验收工作。

2.2 原环评阶段项目基本情况

2.2.1 原环评项目概况

项目名称： 楚雄市东南绕城高速公路；

建设单位：楚雄彝族自治州交通运输局；

建设地点：楚雄州楚雄市境内；

项目性质：新建；

工程等级：双向四车道高速公路，设计速度 80km/h；

建设规模：项目初步设计方案里程长 37.135km，其中，设计主线线路全长28.025km，主线采用双向四车道高速公路标准，设计速度 80km/h，路基宽度 25.5m。主线（含立交区，按单幅计）共设桥梁 18325.6m/47 座，其中特大桥 2172.16m/2 座，大桥 15905.2m/42 座，中桥 248.24m/3 座。隧道 5465m/3 座（按右幅计），其中长隧道 4675m/2 座，中隧道 790m/1 座；桥、隧比为 52.11%。设置涵洞 11 道，天桥 2 座。

本项目设置连接线 3 条，全长 9.11km，其中楚雄南连接线 3.612km，大马军连接线 3.377km，子午连接线 2.121km。楚雄南连接线采用一级公路标准进行建设，设计速度为 60km/h，路基宽度为 20m；大马军连接线和子午连接线采用二级公路标准进行建设，设计速度为 60km/h，路基宽度为 12m。连接线设置大桥 1352.4m/7 座（含立交区，按单幅计），中隧道 570m/1 座（按右幅计），涵洞 13 道。

全线设匝道收费站 3 处，停车区 1 处，隧道管理所 1 处、养护工区 1 处及路政管理 1 处（与楚雄南收费站合建）、监控通信分中心 1 处（与楚雄南收费站合建）、养护工区 1 处（与楚雄南收费站合建），互通式立交 4 处，通道 5 处，平面交叉 7 处，通道涵 5 处，改移地方道路 10395m、沟渠 3336m，不涉及改移河道。

建设工期：计划 2021 年 9 月开工，2024 年 9 月建成通车，建设期 3 年；

工程投资：楚雄东南绕城高速公路推荐方案初步设计里程长 37.135km，本项目总造价为 587093 万元。

2.2.2 原环评项目建设内容

项目原环评阶段项目建设内容详见下表：

表 1.2.2-1 原环评阶段建设项目内容一览表

工程名称		工程内容
主体	线路长度	推荐方案初步设计里程长 37.135km，其中主线（G56 杭瑞高速-规划楚景高速）路线全长 28.025km，楚雄南连接线（楚雄南互通-东升路）路

工程		线长 3.612km，大马军连接线（马军立交-S218）路线长 3.377km，子午连接线（子午立交-S214）路线长 2.121km。
	建设标准	主线：按全封闭，全立交高速公路标准建设，双向四车道，设计速度 80km/h、路基宽度 25.5m，分离式路基宽度 12.75m。
		连接线：楚雄南连接线采用一级公路标准进行建设，设计速度为 60km/h，路基宽度为 20m；大马军连接线和子午连接线采用二级公路标准进行建设，设计速度为 60km/h，路基宽度均为 12m。
	桥涵	主线（含立交区，按单幅计）：桥梁 47 座，共设置特大桥 2 座/长 2172.16m，大桥 42 座/长 15905.2m，中桥 3 座/长 248.24m； 连接线（含立交区，按单幅计）：楚雄南连接线设大桥 332m/2 座、大马军连接线设大桥 1020.4m/4 座、子午连接线无桥梁。
	隧道	主线（按右幅计）：共设隧道 5465m/3 座，长隧道 4675m/2 座，中隧道 790m/1 座； 连接线（按右幅计）：中隧道 570m/1 座。
	交叉及通道	互通式立交 4 处，通道 5 处，天桥 2 座。
附属设施	停车区	综合考虑本项目周边路网服务设施情况，并充分结合本项目实际情况，不设服务区，设置宝山屯停车区（双侧），不设洗车台。
	收费站	设置收费站 3 处，分别为楚雄南匝道收费站、大马军匝道收费站、子午匝道收费站。
	养护工区	设 1 处养护工区及路政管理中心，与楚雄南收费站共建。
	监控通信中心	设 1 处监控通信中心，与楚雄南收费站共建。
	隧道管理所	设 1 处隧道管理所，与楚雄南收费站共建。
	隧道变电站	设 4 处变电站，分别位于隧道出口。
临时工程	弃渣场	项目全线共设置 12 处弃土场，弃渣场占地面积为 89.343hm^2，总容量为 1151.20 万 m^3。
	表土堆场	项目规划 23 处表土临时堆场，其中利用已规划 12 处弃渣场，利用规划的 4 处施工场地，利用工程区 7 处占地，无需新增占地，可堆存 101.88 万 m^3。
	施工场地（施工营地）	项目规划设置 20 处施工场地，其中利用线路工程区建设用地布设施工场地 16 处，其余 4 处站场需要新增临时占地；其中预制场 5 处（里伍、田房头、邓家冲、小马军、鲁家村预制场），3 处拌合站（下土坡混凝土拌和站，塔普、朱家村路面（沥青）拌合站）、其余均为临时堆场等；施工营地与其合建，用于各施工段人员住宿，新增占地面积总计 1.76hm^2。
	施工便道	项目设计新建施工便道 39.371km（其中主线 30.139km、连接线 4.07km、渣场 5.162km），路基宽度 4.5/6.5m，采用级配碎石或砂石路面；改建原有道路 17.416km（主线 8.59km、渣场 8.826km），改建后路基宽度 4.5/6.5m，采用级配碎石或砂石路面。
改移工程		本项目主线涉及改移地方道路 7905m，改移后的路基宽度为 4.5m/6.5m/8.5m；连接线涉及改移地方道路 2490m，改移后的路基宽度为 4.5m；主线涉及改移灌溉沟渠 2876m，涉及改移灌溉沟渠 460m。
拆迁工程		拆迁工程量为 127979.56m^2；拆迁房屋建筑 35600.49m^2，其中砖混房 11288.78m^2、砖瓦房 11003.91m^2、简易房 7197.41m^2、木瓦房 6110.39m^2；其余建筑：大棚 66452.47m^2、水泥地坪 2791.64m^2、砖围墙 2545.56m^2、土围墙 394.14m^2、围栏 9451.06m^2、沥青路 7399.54m^2、水泥路 3344.64m^2。

占地	本项目总占地面积 461.178hm^2，其中永久占地 264.665hm^2，临时占地 196.513hm^2。占地类型主要包括：水田、旱地、园地、林地、草地、住宅用地、水域及水利设施用地、交通运输用地和其他用地。
土石方	工程挖方总量 1334.41 万 m^3；填方总量 532.82 万 m^3，土石方通过内部调配后产生废弃方 801.59 万 m^3 作为永久弃渣运至规划的 12 座弃渣场堆存。产生的 84.90 万 m^3 表土临时堆放在规划的 23 处表土堆场内，后期调运至各个需要绿化或复耕的区域回填。
绿化	全线绿化面积 330.564hm^2，包括主线及连接线。
投资	58.7093 亿元。
工期安排	施工期限为 3 年。

2.3 原环境影响报告书环境影响预测结论

2.3.1 原环评生态影响评价小结

对区域自然体系生态完整性的影响是由工程占地引起的，工程永久占地 264.665hm^2，拟建项目占用的主要是林地以及耕地。工程建成后，各种植被类型面积发生变化导致区域自然生态体系生产能力和稳定状况的发生改变，可能对本区域生态完整性具有一定影响。

工程实施需要占用一定面积的植被，占用植被面积就造成植被破坏，进一步造成占地区生态系统生产力的损失。但项目所占用植被类型的单位面积生物量在云南省处于较低水平。

但总的来说，项目区自然环境稳定，适合植物的生长。永久占地可以通过边坡绿化得到一定的补偿，临时占地是临时性的，占用后经植被恢复可以得到很大程度的补偿。

2.3.2 原环评声环境影响评价小结

施工期噪声源主要有装载机、挖掘机、混凝土搅拌机、摊铺机、压路机等。环评预测，施工期噪声最大超标范围为夜间 200m，昼间 50m，环评要求合理布局施工场地，合理安排施工时间，禁止夜间施工，尽量选用低噪声设备，运输车辆进入施工现场严禁鸣笛，强化施工期噪声环境管理。环评认为，施工期噪声随施工结束而停止，采取以上措施后施工期噪声队周围环境影响较小。

运营期噪声源主要为车辆备产生的交通噪声，在采取建安装隔声屏措施，加强公路沿线的植被绿化，项目产生噪声可以得到一定程度衰减，环评预测各敏感点的声环境质量达《声环境质量标准》（GB3096- 2008）4a、2 类；噪声对周围居

民的影响较小，可以接受。

2.3.3 原环评地表水环境影响评价小结

本项目工程施工不可避免地会对沿线水环境产生一定的影响，主要包括跨河桥梁基础施工对水体水质的影响、施工营地生活污水对周边环境的影响、隧道施工废水对周边环境的影响、预制厂及拌合站生产废水排放以及建筑材料运输与堆放对水体的影响等。桥梁施工废水经临时沉淀池收集沉淀处理后上清液全部回用于施工场地降尘洒水，不外排；泥浆池沉渣定期清掏。卡利隧道废水优先回用于隧道各项施工环节，剩余部分由负责施工标段的项目部安排洒水车进行抽取用于施工道路、料场洒水降尘，不外排；上土坡、塔普、耳东屯等隧道施工出水应进行收集沉淀处理，施工废水优先回用于各项施工环节，剩余部分满足达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准要求达标排入周边。桥梁在预制场、拌合站、桥梁及隧道施工区附近设置沉淀池对施工生产废水进行处理回用，不外排，并应加强施工管理，以减小对地表水环境的污染。施工场地建议设置油水分离+沉淀设施，处理后用于洒水抑尘，不外排，并设置旱厕处理粪便污水回用于周边农田施肥。

运行期公路沿线辅助设施生活污水经各项措施处理后优先回用，分别设置生活污水回水池，可满足各服务设施生活污水暂存要求，雨天时生活污水暂存于生活污水暂存池，待非雨天全部回用于场地及匝道绿化。敏感区段设置径流收集系统，两端各设置 1 座初期雨水收集池，径流经收集处理后回用或处理满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准外排。

严格落实以上地表水环境保护措施后，项目建设和运营对周围地表水影响较小。

2.3.4 原环评地下水环境影响评价小结

从项目建设对地下水环境影响的角度分析，本段公路主要穿越了粉质质岩地区，地质特征复杂适中，公路的建设，尤其是隧道的建设会对区域地下水径流产生一定的影响，但项目建设对沿线泉点、水井的影响总体较小。在做好前期水文地质勘察，采取相应措施后，项目建设对地下水环境影响在可接受的范围内。

2.3.5 原环评环境空气影响评价小结

施工期的主要污染物为粉尘、扬尘和沥青烟。由于本工程施工期较长，因此它们将对沿线环境空气质量产生一定的不利影响，但影响范围不大，而且主要是短期影响。建议采取经常洒水、合理确定拌和场站的位置等适当的防护措施，以缓解工程施工对沿线环境空气质量的影响。

营运期汽车尾气将对周边环境空气质量产生一定的影响，建议加强路域及桥梁护栏的绿化，同时地方政府也应加强公路两侧绿化带的建设，采取绿化措施后可使汽车尾气的影响得以缓解。

2.3.6 原环评固体废物影响评价小结

施工期：本项目在施工过程中会有一定数量的废弃砖石、水泥凝结废渣、废弃的施工材料等产生。建筑垃圾能回收利用的进行回收利用，不能回收利用的部分委托有资质的单位按相应规定进行清运、处置，运送至手续齐全的弃渣场。综上所述，施工期固体废物的处理率达到 100%，项目施工期固体废物对环境不影响很小，施工结束后固体废物影响终止。

营运期：运营期产生的固废主要为沿线管理设施产生的生活垃圾及车辆行驶过程中产生的车窗垃圾，生活垃圾通过收集，清扫、集中处理定期运至项目周边指定的垃圾堆放点堆放；停车区、收费站、监控中心、隧道管理所生活垃圾有环卫部门清运处理。本项目运营期产生的固体废物合理处置率可达到 100%，对环境的影响可以接受。

2.3.7 原环评选址选线合理性评价小结

根据上述分析结果，楚雄市东南绕城高速公路属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的鼓励类项目，符合国家产业政策的要求，是《云南省高速公路网中长期布局规划（2016—2030 年）》、《云南省道网规划修编（2016-2030 年）》中“五纵五横一边两环二十联” 中正是“两环”中的滇中城市群环线，且项目建设符合《云南省主体功能区规划》《云南省生态功能区划》和沿线经过的各乡镇规划的要求。

据调查本项目**不涉及**依法设立的各级自然保护区、饮用水源保护区、风景名胜区等环境敏感区；根据根据《楚雄市自然资源局关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目与生态保护红线核查情况的复函》查询意见，绕城高速不设计占用生态保护红线区域；各站场、临时设施选址符合相关规范要求；通过各方案的方案比

选可知，本项目选线不存在重大环境制约因素，从环境保护角度分析，选线合理可行。

本评价要求，项目后续设计、施工应尽可能避让植被保存较好区域，尽量避让天然林地。尽量利用沿线现状各级道路，减少新建施工便道；施工便道、站场营地等临时工程选址选线需避让生态红线、基本农田、生态公益林、自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区等环境敏感保护目标，尽量布置在公路红线范围内，减少工程占地，严禁越界施工。加强对弃渣管理，弃渣必须按照规定送入堆场堆存，不得顺坡和沿水体倾倒；后续设计需变更弃渣场、表土堆场和施工营（场）地等，选址禁止设置在河滩地、基本农田、生态公益林、自然保护区、风景名胜区等不符合相关要求的区域，并尽量远离河道、水库、居民点。

2.3.8 原环评报告书综合评价结论

楚雄市东南绕城高速公路工程属于产业政策中的鼓励类项目，符合国家产业政策；本项目道路网的相关规划；本项目**不涉及**自然保护区、风景名胜区、世界文化遗产地、森林公园、地质公园、饮用水源保护区、文物保护单位等敏感区；项目选址合理。

项目建设及运营后对区域生态环境、声环境、地表水、地下水及环境空气造成一定影响。经过综合预测和环保措施分析，本项目建设和运营期，只要认真落实本报告所提出的减缓措施，落实环保措施与主体工程建设的“三同时”制度，从环境保护角度分析，项目建设不存在重大环境制约因素，选线合理，从环境保护角度分析是可行的。

2.4 原环境影响报告书及环评批复措施和要求落实情况

2021 年 8 月 24 日，楚雄州生态环境局以 楚环许准【2021】77 号《楚雄市东南绕城高速公路环境影响报告书 准予行政许可决定书》对本项目环境影响报告书进行了批复，批复意见详见附件。本工程施工阶段对原环评批复要求的落实情况见表 1.4-1。

由表 1.4-1 可见，原环评报告书及环评批复中措施和要求基本得到了落实。

表 1.4-1　原环评批复落实情况对照一览表

批复意见	落实情况
一、项目建设和生产过程中应重点做好的工作	
（一）优化线路走向和工程选址布局。工程建设应尽可能避让植被保存较好区域，其中临时工程不得占用基本农田、公益林和生态保护红线，并尽量远离河道、水库、居民点。拟设置的弃渣场、表土堆场和施工营（场）地等选址不符合上述要求的，应另行选址。优先利用已有道路作为施工便道，尽可能将施工营（场）地、施工便道等布置在公路红线范围内，减少工程占地，严禁越界施工；弃渣必须先期建设拦挡墙，不得顺坡和沿水体倾倒。	①本项目目前建设过程中已经尽可能地避让了植被保存较好的区域。经楚雄市自然资源局核查，本工程永久占地不占生态保护红线、不占永久基本农田，仅占城镇开发边界 4.6549 公顷；临时占地不占生态保护红线、不占永久基本农田，均在城镇开发边界范围外。由于项目所在区域省级公益林分布较集中，故无法避免的涉及了部分省级公益林，但未涉及禁止占用的林地类型。②本项目拟设置的弃渣场、表土堆场和施工营（场）地等选址符合要求。 ③项目选址过程中优选使用既有道路作为进场便道，采用扩宽处理，如 7#、7-2#、8#、8-2#等，均在原有道路基础上扩宽使用。④目前使用的弃渣场已建设了拦挡墙。
（二）落实地表水污染防治措施。加强施工管理，落实施工期和运营期水污染防治措施，施工废水经收集处理后回用或洒水降尘。可能发生涌水的隧道口应设置应急收集池，隧道施工涌水须收集处理后尽量回用，外排不得对周边水体造成影响。桥梁施工尽量安排在枯水期进行，采取围堰施工方式减少对水环境的影响。桥梁、涵洞施工开挖产生的淤泥及时运至弃渣场规范堆存。落实公路全线两侧的集排水设施， 跨河桥梁两侧及沿河路段岸边须设置加强型防撞护栏、警示牌、限速牌等。停车区、 收费站等生活污水须收集经一体化污水处理装置处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920—2020）相应限值要求后回用于绿化，不外排。	①本项目目前施工阶段产生的施工废水经收集处理后均回用或用于洒水降尘。②项目截止目前施工阶段未出现涌水现象。③本项目截止目前已经开展了涉水桥梁的施工（双龙大桥），在枯水期进行施工，施工时没有水源，现已完成下部构造。④截止目前有关沟大桥桥梁桩基施工开挖产生的淤泥，现已将其及时运至 9 号弃渣场规范堆存。⑤截止目前已经设置了公路全线两侧的集排水设施，路基边沟及路基坡脚排水沟等。⑥截止目前全线跨河桥梁两侧及沿河路段岸边有设置了加强型防撞护栏、警示牌、限速牌等（鲁家大桥桥梁两侧设置了标准护栏 660 米、警示牌 2 个、限速牌 2 个）
（三）加强地下水保护。加强隧址区水文地质勘察和隧道防排水设计，隧道施工须采取超前探水、排堵结合等措施，避	①本项目设计阶段加强了隧址区水文地质勘察和隧道防排水设计。设计过程中严格按照地质勘察情况，对隧道围堰、防排水严格按规范设计。②项目截止目前已经开展了卡利隧道、上土坡

免施工中突发涌水，落实地下水保护要求。施工中加强支护，做到边掘进边衬砌，尽可能保护地下水资源。隧道口应设置隔油、沉淀池， 施工废水经收集处理后回用，防止污染地下水。高度关注沿线居民饮用水源的保护，加强对隧道周边井泉的水位、水质、水量监测，同时预留经费，若因项目建设、运营影响周边居民生产生活用水， 你单位应负责及时妥善解决，确保供水安全。	隧道、塔普隧道、耳东屯隧道的施工，隧道施工中采取了超前探水、排堵结合等措施。③项目截止目前各个隧道施工过程中都加强了支护，做到边掘进边衬砌。④本项目截止目前各个隧道施工过程中在各个隧道口均设置了隔油、沉淀池（卡利隧道进口 1 个、出口 1 个，容积 6 立方；上土隧道进口 1 个、出口 1 个，容积 8 立方，塔普隧道出口 1 个，容积 8 立方；耳东屯隧道进口 1 个，容积 6 立方），施工废水经收集处理后全部回用。⑤本项目截止目前在施工过程中未出现沿线居民饮用水源受到影响的情况发生。⑥本项目截止目前已经开展了施工期监测工作，并对隧道周边井泉的水位、水质、水量等进行了监测。截止目前，项目已经开展了施工环境监测工作，监测单位为云南升环检测技术有限公司，监测内容工作内容：在施工期，按照环评报告监测要求，对施工行为所产生的废水、废气、噪声进行采样监测，并出具监测报告。监测时间暂定 60 个月（其中，建设期 36 个月，运营期 24 个月）,具体以实际工期为准。⑦项目预留了对周边地下水井的监测经费。
（四）落实生态保护和恢复措施。建设单位应妥善保存所占用耕地、林地、草地等表层土壤，以便施工后期用于施工迹地和公路两侧的土地复垦、植被恢复。加强施工管理和对施工人员的宣传教育管理，禁止破坏植被和捕猎野生动物，对施工占地范围内黄连木、清香木实施挂牌保护，如有必要应设置施工围挡。施工结束须严格按照相关规范要求，开展工程沿线绿化和生态恢复工作，优先选用当地适生乡土物种，加强绿化和生态恢复区后续管理。加强桥梁、隧道进出口景观设计和公路两侧绿化，提升景观协调性。强化对路基边坡的防护。	①项目截止目前，施工过程中已经将所占用耕地、林地、草地等表层土壤保存，保存在棠梨沟 4 号弃土场。②项目公司高度重视环境保护工作，对施工人员开展过保护生态环境方面的宣传教育工作，2022 年 11 月 20 日对总承包单位、施工分包单位进行了环水保工作专题会培训。③本环评期间，经现场踏勘核实，本项目施工占地范围不涉及黄连木、清香木，评价区 6 株黄连木古树均在项目占地之外，其中有 3 株挂牌保护（以口夸 2 株，盐井冲 1 株），1 株为当地神树，被围墙保护（此苴村），其他 2 株则无挂牌在村寨旁分布（盐井冲村），本项目建设对 6 株古树无影响。
（五）落实噪声防治措施。材料运输路线尽量避让学校和居民区。尽量选用低噪声施工机械和工艺，采取措施降低噪声源强。 合理安排施工布局和施工时间，声环境敏感点路段应设置临时隔声屏障，混凝土拌合站、高噪声施工机械等应尽可能远离敏感点。严禁夜间高噪声施工作业，敏感点附近路	①施工期施工材料运输路线已避让了学校和居民区。②施工中均选用了低噪声施工机械和工艺。③截止目前，在施工道路沿线没有声环境敏感点路段，故未设置临时隔声屏障。④项目截止目前，施工过程中设置的混凝土拌合站、高噪声施工机械等均远离了敏感点。⑤截止目前，项目夜间没有开展过高噪声施工作业。⑥截止目前，施工工艺暂未涉及要求必须连续作业的。⑦本项目预留了噪声监测和治理费用，监测单位定期开展监测工作。⑧截止目前，本项目施工

段禁止夜间施工作业，施工工艺要求必须连续作业的，应按有关规定向相关行政主管部门申报，并提前向附近居民公告。针对运营期噪声预测值超标的敏感点， 须采取声屏障等降噪措施，确保声环境质量达标。村庄及学校路段两端应设置限速禁鸣标识。预留噪声监测和治理费用，对运营期沿线区域敏感保护目标实施跟踪监测，根据监测结果及时增补完善噪声污染防治措施，防止噪声扰民。	过程中没有出现过噪声扰民现象。
（六）加强管理，文明施工，制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，强化施工期环境管理和保通工作。沥青、混凝土拌合设备须配备除尘装置，拌合站应按照《公路环境保护设计规范》(JTGB04—2010)要求进行设置，远离居民点、学校等环境敏感点。施工期间采取喷淋洒水、及时清扫、择时分段湿法作业、防尘网抑尘、篷布遮盖运输等措施，减小扬尘对周围环境的影响。施工工地内堆放建筑材料，应按照“粉状入仓、块状入棚”的原则，采取封闭或者遮盖等防尘措施。土石方施工作业面应采取防尘抑尘措施；施工现场的主要道路及材料加工区地面，以及经过村庄和人口密集区的施工便道，应采用不易产生扬尘的物料进行硬化处理。敏感点附近施工路段、施工便道、未铺装的道路及弃渣场等应加大洒水频次；城市规划区内开挖后暂时不能开工可能产生扬尘污染的裸露地面应及时覆盖；超过 3 个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。生活垃圾须妥善处置。	①本项目截止目前，在现阶段设置的沥青、混凝土拌合设备处均配备了除尘装置（拌合站、湿喷站均分别设置了除尘设备，T3 沥青拌合站设置了除尘设备 1 套、脱硝装置 1 套）。②施工期间均采取了喷淋洒水、及时清扫、择时分段湿法作业、防尘网抑尘、篷布遮盖运输等措施。如全线所有进场便道、施工便道均配置洒水车每天进行喷淋洒水；楚雄南连接线止点接东升路便道进出口、K21+238 处 218 线便道进出口处、元双公路便道进出口处进行专人进行及时清扫；运输车辆经东升路、元双公路、218 线时采用篷布遮盖运输。③项目截止目前，项目建筑材料堆放均按照“粉状入仓、块状入棚”的原则， 采取了封闭或者遮盖等防尘措施。④施工过程中土石方施工作业面采取了防尘抑尘措施，洒水车进行洒水降尘，并采用防尘网抑尘。⑤截止目前，施工现场的主要道路及材料加工区地面以及经过村庄和人口密集区的施工便道均采用混凝土硬化处理（如云甸互通进场便道、卡利隧道出口进场便道、上土坡隧道进出口进场便道、塔普隧道出口进场便道、关沟大桥进场便道均采用混凝土硬化）、钢筋加工场、预制场、拌合站、湿喷站、驻地等区域都进行地面硬化处理。⑥截止目前，项目所有施工便道均配置洒水车进行洒水降尘，其中在敏感点附近施工路段、施工便道、未铺装的道路及弃渣场等区域加大了洒水频次，如云甸互通进场便道、棠梨沟弃土场便道、塔普隧道出口进场便道每天不最低2次洒水。⑦在城市规划区内开挖后暂时不能开工可能产生扬尘污染的裸露地面区域采取了“及时覆盖”的措施，截止目前均已全部开工，施工正常。⑧截止目前，施工过程中尚未有涉及裸露地面超过 3 个月的区域。⑨截止目前，施工中产生的生活垃圾采用垃圾箱进行收集，然后采用专用垃圾运输车运至当地垃圾场进场处理。
（七）加强运输车辆管理。运营期要加强对载有毒有害物质、	目前本项目仅为施工期，不涉及此项

油类车辆及其他危险品的运输管理，限制运输危险品车辆的车速。制定和完善交通事故引发的环境风险及突发环境事件应急预案，并报相关生态环境主管部门备案。运输散装物料须防抛撒并用篷布遮盖车厢。隧道内通风设施应定期维护、检修。建立应急报告制度，落实应急设施、物资和经费，定期开展事故应急演练。	
二、其他	
（一）开展环境保护专项设计，并在施工、运营中严格落实。项目占用基本农田部分的路段开工建设，须报有关行政主管部门依法办理相关手续。	①本项目截止目前开展了环境保护专项设计（开展了绿化专项设计），设计单位为中交远洲交通科技集团有限公司。②本项目于 2022 年 8 月 2 日已取得《云南省自然资源厅转发自然资源部关于楚雄市东南绕城高速公路工程建设用地批复的通知》（云自然资征【2022】332 号）及其附件《自然资源部关于楚雄市东南绕城高速公路工程建设用地的批复》（自然资函【2022】779 号）。
（二）你单位应向楚雄州人民政府书面报告，一是将项目突发环境事件应急预案纳入到公路沿线各级政府应急管理体系，加强风险管控和应急联动；二是严格控制沿线土地的开发利用规划，不应在线路两侧噪声超标范围内新建学校、医院、居民住宅等声环境敏感建筑物。	项目突发环境事件应急预案已编制，已备案，备案号 532301-2023-038-L

（三）严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。在施工招标文件、 施工合同和工程监理招标文件中明确环保条款和责任，认真落实施工期环境监理工作，项目投运前向社会公开工程环境监理报告。制定并实施环境监测计划，施工期环境监测报告和环境监理报告应作为项目竣工环境保护验收的依据之一。项目建成须按规定进行竣工环境保护验收。	①本项目在施工招标文件、施工总承包合同、施工分包合同、监理合同已明确了环保条款和责任。并在监理合同中签订了施工期环境监理工作，委托的监理单位为云南元土工程监理有限公司、安徽省公路工程建设监理有限责任公司，2022 年 9 月 30 日签订合同委托，委托期暂定 60 个月，施工阶段 36 个月，缺陷期 24 个月，目前监理工作正常有序，对施工过程中的环境监测及水土保持监测现场监督检查，发现问题并在及时停工整改消除。 ②截止目前，项目已经开展了施工环境监测工作，监测单位为云南升环检测技术有限公司，监测内容工作内容：在施工期，按照环评报告监测要求，对施工行为所产生的废水、废气、噪声进行采样监测，并出具监测报告。监测时间暂定 60 个月（其中，建设期 36 个月，运营期 24 个月），具体以实际工期为准。
（四）项目若发生重大变动，须另行组织开展环境影响评价并依法重新报批。自环境影响报告书批准之日起，如超过 5 年项目才开始建设的，环境影响报告书应当报我局重新审核。	本项目目前属于重大变动，正在开展另行环评工作。

3 重新报批项目概况与工程分析

3.1 重新报批项目概况

3.1.1 工程规模及特性

（1）项目名称：楚雄市东南绕城高速公路项目

（2）建设单位：楚雄苍子高速公路投资开发有限公司

（3）建设地点：楚雄市苍岭镇、鹿城镇、子午镇境内

（4）项目性质：新建

（5）工程建设工期：总工期为 3 年（36 个月），经与建设单位核实，本工程于 2023 年 6 月 1 日开工，计划于 2026 年 5 月 31 竣工。

（6）建设规模：主线全长 27.900km（分为三个标段，其中一标主线长 7.300km、二标主线长 9.200km、三标主线长 11.400km）；全线共设置互通连接线 3 条，全长 8.411km；其中，楚雄南连接线全长 3.495km；大马军连接线全长 3.377km；子午连接线全长 1.539km。

（7）公路设计等级：主线采用高速公路标准进行建设；楚雄南连接线连接线采用一级公路标准进行建设；大马军连接线、子午连接线均采用二级公路标准进行建设。

（8）设计车速：主线设计速度为 80km/h（双向四车道），楚雄南连接线连接线设计速度为 60km/h（双向四车道），大马军连接线、子午连接线设计速度均为 60km/h（双向两车道）。

（9）工程总投资 ：总投资为 569324.3813--万元。

3.1.2 路线方案

3.1.2.1推荐路线方案走向

（1）主线路线走向

路线起于楚雄市苍岭镇云甸村 K0+000，位于楚雄市苍岭镇云甸村，新建云甸互通（T 形枢纽）接 G56 杭瑞高速（安宁～楚雄高速公路小云甸段施工图设计桩号 K125+140），在楚雄方向 G56 杭瑞高速左右两侧增设辅助车道与现状云甸互通组成复合式互通立交，K0+000～K1+115 属于云甸互通范围，之后路线沿

西南方山脊升坡，到达盐井冲村南侧，设 1970 米卡利隧道穿越山脊，出隧道后到达卡利村。路线经过卡利村南侧后向西前行。穿过山脊后设卡利大桥 7×30 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过山箐，来到下土坡村北侧。然后设下土坡大桥 12×40 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过山沟，于 K6+000 附近设中摆拉互通（预留），该互通通过苍岭连接线（一级路，路基宽 20 米）连接苍岭工业园区及楚南一级路。

出互通后，路线右转，沿山脚布线，设上土坡大桥 33×30 米预应力混凝土 T 型梁桥顺山沟升坡。到达上土坡村南侧，路线向西北布设，设 2680 米上土坡隧道穿过山脊，到达田房头东侧山脊，之后路线左转，在 K10+850～K12+200 设楚雄南互通，通过楚雄南连接线（一级路，路基宽 20 米）连接楚雄市东升路。

出互通后，路线向西南展线升坡，穿过一段挖方路基后，在 K12+924 设塔普大桥 14×30 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过山箐，到达塔普村后山脊。路线沿山脊展线，设 820 米塔普隧道穿过大山，出隧道后，路线继续向西南布设，于沿柴河水库西侧分别设 4×30 米和 3×30 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过山箐。然后路线左转，在关沟村东侧设关沟大桥 22×40 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过沿柴河水库大坝下游山沟。到达关沟东南侧，路线顺半山布设。到达上各邑东侧，之后路线右转，设邓家冲 1 号大桥 13×30 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过山箐，向西南布设，于马金河水库大坝下游设邓家冲 2 号大桥 27×40 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过山沟后到达大余节北侧， 于 K19+390～K20+225 附近设大马军互通，通过大马军连接线（二级路，路基宽 12 米）连接现状省道 S218 元勐线。

出互通后，路线向西布设，设朱家大桥 16×30 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过大拦河水库下游山箐后沿山脊布线。于 K21+238.871 下穿 S218 后到达子午坝区，之后路线右转向西沿子午坝区北侧丘陵布线，于鲁家村南侧设鲁家大桥 11×30 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过山箐。于 K23+240～K24+200 宝山屯停车区，出停车区后，在 K24+854 设甸尾大桥 30×30 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过甸尾坝子，路线左转在 K25+821.235 设置 A 型单喇叭通过子午连接线（二级路，路基宽 12 米）连接规划楚雄机场和子午镇。出互通后，路线右转在 K27+166.400 设此苴特大桥 12×30+6×30+2×35+7×30.5+58.5+6×30 预应力混凝土 T 梁+现浇箱梁+钢箱梁上跨 S214 元双线，同时，设置连接段连接已建 G8012 玉楚高速

子午互通出口，主线路线继续向西布设，于 K27+900 处接规划楚景高速 SJ-1 标段起点。主线路线全长 27.900 公里。

（2）连接线路线走向

本项目共设 3 条连接线，全长 8.411 公里；分别是楚雄南连接线、大马军连接线、子午连接线。

①楚雄南连接线

楚雄南连接线起点接楚雄南互通 A 匝道止点，路线左转起点设田房头大桥 5×30 米跨越鱼塘，过田房头东侧后路线向西布设展线降坡，到耳东屯北侧后路线左转，设 565 米耳东屯隧道穿过山体，于大东村东侧接上东升路。采用一级公路标准建设，设计速度 60km/h，路基宽度 20 米，路线全长 3.495 公里。

②大马军连接线

大马军连接线起点接大马军互通 A 匝道止点，路线向西北布设展线降坡，在 LDK0+213、LDK0+533 分别设小马军 1 号大桥 10×30 米和小马军 2 号大桥 4×30 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过山谷，继续向北布线，到达益起坡村西北侧，之后路线右转，设天子堂大桥 12×30 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过山沟天子堂村后侧山体，路线左转到达江头村西南侧，在 LDK2+684 设江头村 1 号大桥 3×30 米 T 形梁桥跨越鱼塘下游，尔后路线开始升坡，设江头村 2 号大桥 4×30 米预应力混凝土 T 型梁桥跨过冲沟，止点平交接现状 S218 元勐线，采用二级公路标准建设，设计速度 60km/h，路基宽度 12 米，路线全长 3.377 公里。

③子午连接线

子午连接线起点子午互通 E2 匝道止点,路线向西北布设，后路线左转，沿山坡展线降坡，止点接省道 214 改路，采用二级公路标准建设，设计速度 60km/h，路基宽度 12 米，路线全长 1.539 公里。

3.1.2.2主要控制点

根据项目《两阶段施工图设计》，本拟建项目两阶段施工图设计方案将主线全线划分为 3 个勘察设计标段，即 1 标段、2 标段、3 标段；故以下具体内容按 3 个标段的设计内容分别进行论述。

1、主线主要控制点

（1）1 标段

起点：本标段段路线起点 K0+000，位于楚雄市苍岭镇云甸村，接 G56 杭瑞高速（安宁～楚雄高速公路小云甸段施工图设计桩号 K125+140）。

止点：本标段路线止点 K7+300，位于苍岭镇卡利村附近，接第二标段设计起点 K7+300。

主要控制点：G56 杭瑞高速、云甸村、盐井冲、卡利村、上土坡村。

线路全长：本标段全长 7.300 公里。

（2）2 标段

起点：本标段段路线起点 K7+300，位于楚雄市苍岭镇上土坡村，顺接第一标段设计终点 K7+300。

止点：本标段路线止点 K16+500，位于鹿城镇上各邑村，接第三标段设计起点 K16+500。

主要控制点：上土坡、十三湾、沿柴河水库、关沟、上各邑。

线路全长：本标段全长 9.200 公里。

（3）3 标段

起点：本标段段路线起点 K16+500，位于楚雄市鹿城镇上各邑村，顺接第二标段设计终点 K16+500。

止点：本标段路线止点 K27+900，位于楚雄市子午镇以口村，接楚景高速公路 SJ-1 标段设计起点 K0+000。

主要控制点：上各邑、马金河水库、大余节、大拦河水库、宝山屯、以口村、玉楚高速、楚景高速。

线路全长：本标段全长 11.400 公里。

2、连接线主要控制点

（1）楚雄南连接线

起点:楚雄南连接线路线起点 LCK0+000，位于鹿城镇田房头村，顺接楚雄南收费站出口 A 匝道止点 AK1+069.927。

止点:楚雄南连接线路线止点 LCK3+494.917，位于鹿城镇大东村西侧，接东升路。

主要控制点：楚雄南立交 A 匝道、田房头、团山、耳东屯、东升路。

线路全长：本连接线全长 3.495 公里。

（2）大马军连接线

起点：大马军连接线路线起点 LDK0+000，位于鹿城镇小马军西侧，顺接大马军收费站出口 A 匝道止点 AK1+504.954。

止点：大马军连接线路线止点 LDK3+377.196，位于鹿城镇江头村西北侧，接省道 S218。

主要控制点：大马军立交 A 匝道、小马军、益起坡、天子堂、江头村、S218。

线路全长：本连接线全长 3.377 公里。

（3）子午连接线

起点：子午连接线路线起点 LZK0+000，位于子午镇此苴村西北侧，顺接子午收费站出口 E 匝道止点 EK0+800.336。

止点：子午连接线路线止点 LZK1+537.933，接省道 S214。

主要控制点：子午立交 E 匝道、太阳鸟赛鸽中心、S214。

线路全长：本连接线全长 1.539 公里。

工程路线平纵面图见附图 2。

3.1.3 主要技术标准及建设规模

3.1.3.1主要技术标准

（1）主线技术标准

本项目主线设计速度为 80km/h、路基宽度 25.5m、分离式路基宽度 12.75m，汽车荷载等级采用公路－Ⅰ级；本项目主线主要技术指标规范值与采用值详见下表：

表 3.1.3-1　主线主要技术指标一览表

指标名称		单 位	技术指标值	
			整体式路基	分离式路基
公路等级			高速公路	高速公路
设计速度		km/h	80	80
路基宽度		m	25.5	12.75
行车道宽		m	4×3.75	2×3.75
圆曲线最小半径	一般值	m	400（400）	400（400）
	极限值	m	250	250
最大纵坡		%	5	5
最小坡长		m	200	200
停车视距		m	110	110
设计洪水频率	路基		1/100	1/100
	特大桥		1/300	1/300
	其他桥涵		1/100	1/100
汽车荷载等级			公路-I级	公路-I级

地震动峰值加速度	g	0.2/0.15	0.2/0.15
反应谱特征周期	s	0.45	0.45
隧道建筑界限净宽	m	2×10.25	10.25
交通工程及设施	等级	A	A

（2）连接线主要技术标准

本项目共设 3 条连接线，分别是楚雄南连接线、大马军连接线、子午连接线，连接线主要技术标准详见下表。

表 3.1.3-2　连接线主要技术指标一览表

指标名称		单位	技术指标值		
			楚雄南连接线	大马军连接线	子午连接线
公路等级			一级公路	二级公路	二级公路
设计速度		km/h	60	60	60
路基宽度		m	20	12	12
行车道宽		m	4×3.5	2×3.5	2×3.5
圆曲线最小半径	一般值	m	200	200	200
	极限值	m	125	125	125
最大纵坡		%	6	6	6
最小坡长		m	150	150	150
停车视距		m	75	75	75
设计洪水频率	路基		1/100	1/100	1/100
	特大桥		1/300	1/300	1/300
	其他桥涵		1/100	1/100	1/100
汽车荷载等级			公路-I级	公路-I级	公路-I级
地震动峰值加速度		g	0.2/0.15	0.2/0.15	0.2/0.15
反应谱特征周期		s	0.45	0.45	0.45
隧道建筑界限净宽		m	2×9.75	—	—
交通工程及设施		等级	A	B	B

3.1.3.2建设规模

（1）主线

根据项目《两阶段施工图设计》资料，本项目施工图设计路线主线全长 27.900 公里，其中桥隧总长 14.942 公里，占路线全长 53.56%。

主线共设桥梁 23 座，总长共 9554.8m（其中，有 3 座桥按单幅计，即卡利大桥、上土坡大桥、大保山大桥按单幅计）。若全按单幅计，主线共设桥梁 35 座，总长共 14509.06m，其中，大桥 31 座，共 14202.98m，中桥 4 座，共 306.08m；隧道 3 座共 5387.5 米，其中，长隧道 2 座 4600 米，中隧道共 1 座 787.5 米。互通式立交 4 处、分离式立体交叉 1 处、停车区 1 处、匝道收费站 3 处。

主线建设规模详见下表：

表 3.1.3-3　主线主要工程规模一览表

序号	指标名称	单位	施工图设计	备注
一	基本指标			
1	公路等级		高速	
2	设计速度	km/h	80	
3	交通量（小客车）	辆/日	37814	
4	征用土地	亩	3000.15	含三改
5	拆迁建筑物	千平方米	19.33	
二	路线			
6	路线总长	km	27.9	
7	平曲线最小半径	m	750	
8	最大纵坡	%	4	
三	路基路面			
9	路基宽度	m	25.5	
10	路基计价土石方	万立方米	291.335	不含互通区
11	平均每公里土石方	万立方米	28.492	不含互通区
12	排水工程	千立方米	20.425	
13	边坡防护工程	千平方米	215.066	不含互通区
14	沥青混凝土路面	千平方米	188.933	不含互通区
四	桥涵			
15	特大桥	m/座	/	不含互通区
16	大桥	m/座	14202.98/31	不含互通区
17	中桥	m/座	306.08/4	不含互通区
18	桥梁总长	m	14509.06/35	不含互通区
19	涵洞	道	12	不含互通区
五	隧道			
20	长隧道	m/座	9200/4	单幅计
21	中隧道	m/座	1575/2	单幅计
22	隧道总长	m/座	10775/6	单幅计
六	路线交叉			
23	互通式立体交叉	处	4	
24	分离式立体交叉	处	1	
25	通道	道	4	
七	沿线设施			
26	收费站	处	3	
27	停车区	处	1	
工程投资		万元	569324.3813	
建安费		万元	443229.588243	

（2）连接线

①楚雄南连接线

楚雄南连接线全长 3.495km，共设大桥 1 座长 156.08 米，涵洞 7 道，中隧道 1 座 551 米。桥隧总长 0.707 公里，占路线全长 20.23%。

②大马军连接线

大马军连接线全长 3.377km，共设桥梁 5 座共 1024.32 米，其中大桥 4 座共 928.24 米，中桥 1 座 96.08 米，涵洞 6 道，无隧道。桥隧总长 1.024 公里，占路线全长 30.33%。

③子午连接线

子午连接线全长 1.539km，共设中桥 1 座 41 米，涵洞 6 道，无隧道。桥隧总长 0.041km，占路线全长 2.66%。

3.1.4 主要工程及工程数量

3.1.4.1路基工程

1.1.4.1.1 路基宽度及横断面形式

本段主线设计速度为 80Km/h，采用 4 车道高速公路标准建设，路基宽主线采用 25.5 米。设计载荷等级为公路－Ⅰ级。主线路基断面形式有整体式、分离式两种。

（1）主线路基横断面布置

①整体式路基

路基宽 25.5m，其中：0.75m（土路肩）+3.0m（硬路肩）+2×3.75m（行车道）+0.50m（路缘带）+2.0m（中央分隔带）+0.50m（路缘带）+2×3.75m（行车道）+3.0m（硬路肩）+0.75m（土路肩）。

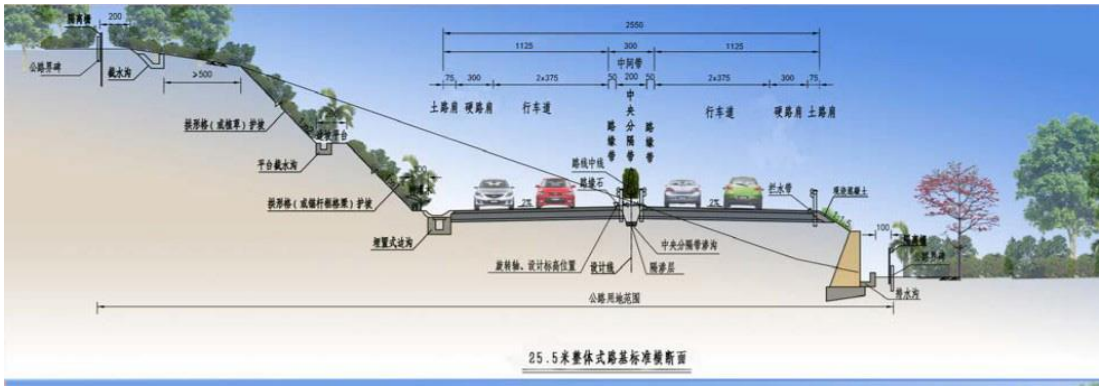


图 3.1.4-1 主线--25.5m 整体式路基标准横断面示意图

②分离式路基

路基宽 12.75m，其中：0.75m（土路肩）+3.0m（右侧硬路肩）+2×3.75m（行车道）+0.75m （左侧硬路肩）+0.75m（土路肩）。

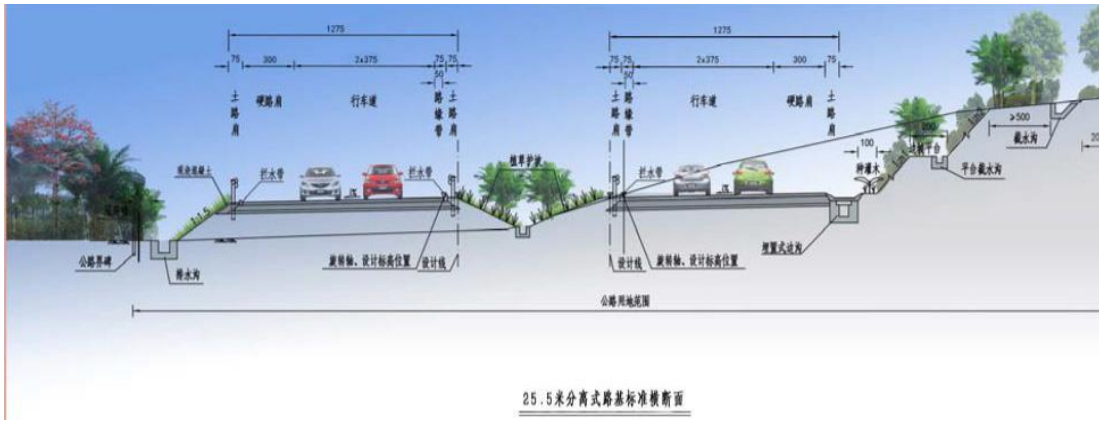


图 3.1.4-2　主线--12.75m 分离式路基标准横断面示意图

（2）连接线路基横断面布置

根据项目《两阶段施工图设计》方案，本拟建项目共有 3 条连接线，其中，楚雄南连接线路宽为 20.0m，大马军连接线、子午连接线的宽度均为 12m。

①楚雄南连接线

楚雄南连接线设计速度为 60km/h，采用 4 车道一级公路标准建设，路基宽主线采用 20.0 米。设计载荷等级为公路－Ⅰ级。主线路基断面形式有整体式、分离式两种。

A、整体式路基

路基宽 20.0m，其中：0.75m（土路肩）+0.75m（硬路肩）+2×3.50m（行车道）+0.50m（路缘带）+2.0m（中央分隔带）+0.50m（路缘带）+2×3.50m（行车道）+0.75m（硬路肩）+0.75m（土路肩）。

图 3.1.4-3　楚雄南连接线--整体式路基标准横断面示意图

B、分离式路基

路基宽 10.0m，其中：0.75m（土路肩）+0.75m（硬路肩）+2×3.50m（行车道）+0.75m（硬路肩）+0.75m（土路肩）。

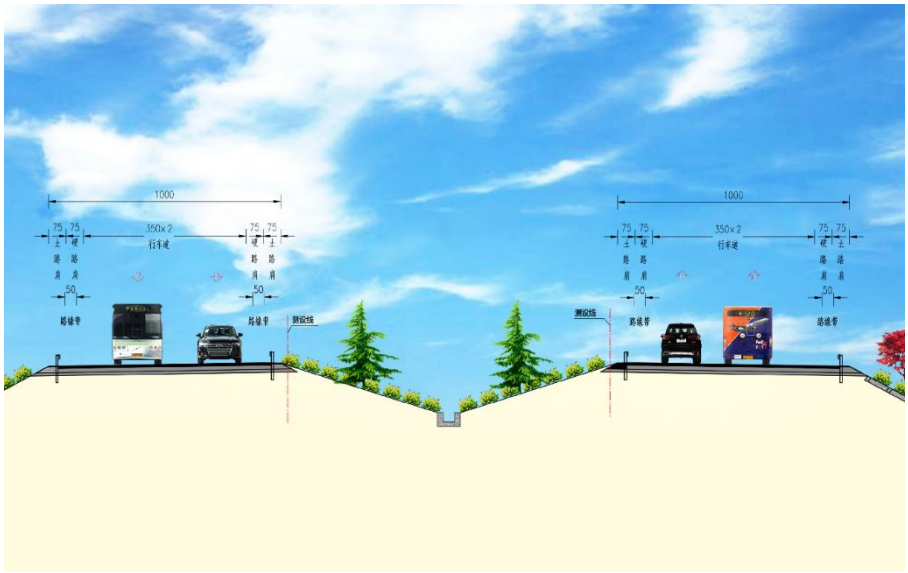


图 3.1.4-4　楚雄南连接线---分离式路基标准横断面示意图

②大马军连接线、子午连接线

大马军连接线、子午连接线设计速度均为 60km/h，均采用两车道二级公路标准建设，路基宽采用 12.0 米。设计载荷等级为公路－Ⅰ级。路基断面形式均为整体式。

路基宽均为 12.0m，其中：0.75m（土路肩）+1.75m（硬路肩）+2×3.50m（行车道）+1.75m（硬路肩）+0.75m（土路肩）。

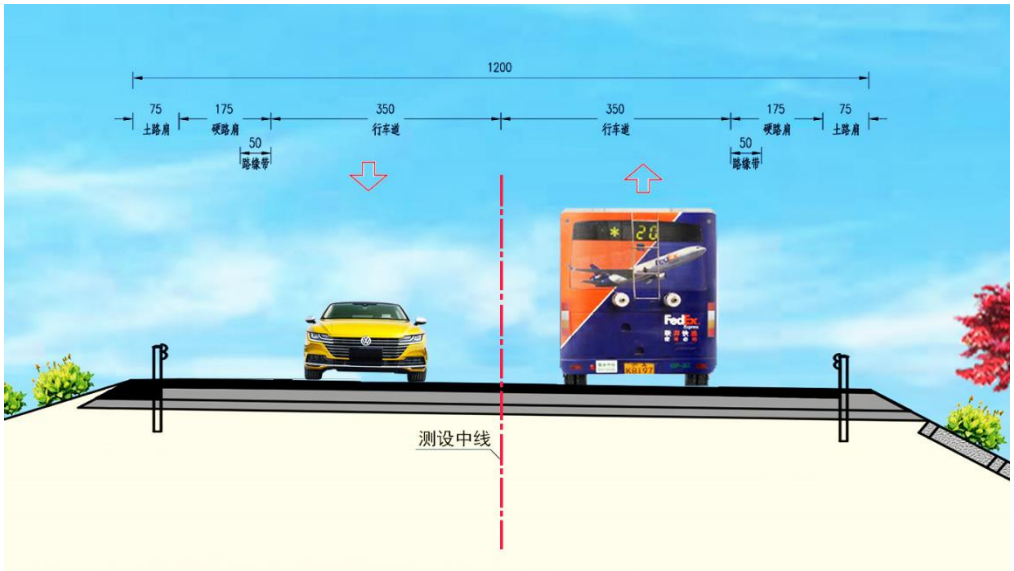


图 3.1.4-5　大马军连接线、子午连接线--12m 整体式路基标准横断面示意图

1.1.4.1.2 路基排水

本拟建项目通过设置边沟、排水沟、截水沟、桥梁涵洞等排水设施，形成完善的路基排水系统，保证路基和周围水系的通畅，防止地表水和地下水对路基稳定造成危害。

（1）边沟: 边沟的形式根据沿线地形、地貌、水文和气象条件确定，挖方边坡采用盖板沟，主线一般地段过水断面 0.5×0.66 米；楚雄南连接线一般地段过水断面 0.5×0.6 米；大马军连接线、子午连接线一般地段过水断面均为 0.5×0.5 米。

（2）排水沟：排水沟的设置与沿线排灌系统相一致，断面形式、尺寸与其所接水沟相同。主线、楚雄南连接线一般地段排水沟均采用 0.6×0.6 米矩形沟；大马军连接线、子午连接线一般地段排水沟均采用 0.5×0.5 米矩形沟。

（3）截水沟：主线及 3 条连接线一般在边坡平台上的截水沟均采用 0.4×0.4 米的沟（混凝土结构）。截水沟的设置应按路基路面排水系统图中的截水沟标示实施。

（4）急流槽和跌水：为使路基边坡内的水尽快排出路线范围外，根据路线所经区域的水文气候条件，在一定间隔距离内设置了急流槽和跌水等消能防冲刷工程。

（5）盲沟：在地下水位较高地段设置了碎石盲沟和复式盲沟，在老河道等低洼地段设置片石盲沟。

1.1.4.1.3 路面排水设计

（1）主线、楚雄南连接线路面排水

一般地段路面水直接漫流入路基边沟或排水沟排出路基外，中央分隔带底部设置 40×20 厘米纵向碎石渗沟，渗沟顶面铺设反滤织物，其余各面用隔渗层包裹，渗沟中纵向埋设φ100mm 塑料滤水管，每间隔约 60 米设置一根横向排水管将渗沟内集水排出路基以外，横向排水管采用φ110mm HDPE 塑料管(密闭不透水）。

超高地段在超高侧中央分隔带外侧设置纵向盖板矩形沟、集水井和横向排水管，横向面排水管采用φ40 厘米的钢筋混凝土管，将超高侧路面水通过盖板矩形沟、集水井和横向排水管集中排出路基以外，集水井及横向排水管每间隔约 90

米设置一道。当挖方路段或路基高度较低，无法保证横向排水管排水时，横向排水管设置间距可作适当调整，以利于将水排出路基以外。

路面面层下渗的地表水通过位于路面边缘、基层上部的碎石盲沟排除至路基。

（2）大马军连接线、子午连接线路面排水

采用路面横向坡度向两侧排流，通过路基边沟或排水沟排出路基外，为及时将路面面层的少量可能聚积的水排出，采用碎石排水层及碎石盲沟将路面内部的聚集水引出路基外。

1.1.4.1.4 桥面排水设计

对于路线交叉、跨越沟渠、沟壑等区域的桥梁（大中桥）均设置排水管，将桥面泄水管的水集中通过桥下设置的排水沟排出公路范围。

1.1.4.1.5 线外排水设计

路基、路面排水系统通过设置排水沟、急流槽、边沟、涵洞等排水工程，将公路范围内的汇水排入到自然排水沟渠。

1.1.4.1.6 高填深挖路段

本拟建项目高填深挖路基路段详见下表：

表 3.1.4-1　拟建线路沿线高填深挖路段统计一览表

标段	路段起止桩号	长度（m）	备注
一、主线推荐方案			
1 标段	K1+115.00 ～ K1+278.80	163.8	主要是路堑（锚索（杆）框格梁）防护工程，由坡面工程、框格内工程、锚固结点工程等组成。
	K1+115.00 ～ K1+263.84	148.8	
	K1+133.20 ～ K1+152.49	19.3	
	K1+208.07 ～ K1+247.00	38.9	
	K1+520.00 ～ K1+680.00	160.0	
	K1+533.14 ～ K1+654.82	121.7	
	ZK1+880.00 ～ ZK2+015.73	135.7	
	ZK1+880.00 ～ ZK1+986.44	106.4	
	ZK1+912.34 ～ ZK1+969.82	57.5	
	ZK2+043.00 ～ ZK2+100.00	57.0	
	ZK2+054.78 ～ ZK2+095.66	40.9	
	K4+316.81 ～ K4+504.95	188.1	
	K4+352.63 ～ K4+465.63	113.0	
	K4+681.38 ～ K4+899.41	218.0	
	K4+714.28 ～ K4+862.30	148.0	
	K4+750.75 ～ K4+829.58	78.8	
	K4+792.47 ～ K4+811.70	19.2	
	K5+804.04 ～ K6+210.96	406.9	
	K5+852.53 ～ K6+175.00	322.5	

标段	路段起止桩号	长度（m）	备注
	K5+997.73 ～ K6+163.	165.27	
	K6+091.70 ～ K6+148.	56.3	
	ZK4+704.80 ～ ZK4+892	187.2	
	ZK4+723.64 ～ ZK4+868	144.36	
	ZK4+743.18 ～ ZK4+844	100.82	
	ZK5+840.63 ～ ZK6+174	333.37	
	ZK5+866.16 ～ ZK6+142	275.84	
	ZK5+900.00 ～ZK6+081.00	181.0	
	ZK5+965.82 ～ZK6+030.69	64.9	
	ZK7+013.81 ～ZK7+122.96	109.1	
	ZK7+061.36 ～ZK7+121.41	60.1	
	ZK7+078.39 ～ZK7+117.79	39.4	
	ZK7+205.09 ～ZK7+297.02	91.9	
	ZK7+214.49 ～ZK7+277.93	63.4	
	ZK7+223.38 ～ZK7+271.00	47.6	
	ZK7+231.55 ～ZK7+264.08	32.5	
	K1+438.00～K1+520.00	82.0	主要是路堑（现浇拱形格植草灌绿化）防护工程，由坡面工程、框内工程、支撑渗沟、碎落台等工程组成。
	K1+680.00～K1+767.00	87.0	
	ZK1+827.50～ZK1+880.00	52.5	
	K4+314.000 ～ K4+493.877	179.9	主要是桩板墙工程，由桩身、挡土板、锁口、护壁、爬梯、锚萦等工程组成。
	ZK2+039.058 ～ ZK2+100	60.9	
	ZK4+705.000 ～ ZK4+894.679	189.7	
	ZK5+840.000 ～ ZK6+175.326	335.3	
	ZK7+205.000 ～ ZK7+315.376	110.4	
2 标段	ZK7+329.00 ～ ZK7+517.49	188.5	主要是路堑（锚萦（杆）框格梁、框格梁）防护工程，由坡面工程、框格内工程、锚固结点工程等组成。
	ZK7+352.29 ～ ZK7+506.45	154.2	
	ZK7+369.15 ～ ZK7+498.00	128.9	
	ZK7+392.66 ～ ZK7+492.46	99.8	
	ZK7+409.17 ～ ZK7+484.14	75.0	
	ZK7+424.29 ～ ZK7+471.53	47.2	
	ZK10+175.48 ～ ZK10+368.03	192.5	
	ZK10+216.86 ～ ZK10+343.84	127.0	
	ZK10+235.40 ～ ZK10+323.73	88.3	
	ZK10+263.64 ～ ZK10+303.70	40.1	
	K13+139.00 ～ K13+150.00	11.0	
	K13+139.00 ～ K13+150.00	11.0	
	K13+139.00 ～ K13+143.77	4.8	
	K13+970.00 ～ K14+070.66	100.7	
	K13+970.00 ～ K14+042.09	72.1	
	K13+971.92 ～ K14+015.61	43.7	
	K13+976.79 ～ K14+004.97	28.2	
	K14+081.21 ～ K14+251.96	170.7	
	K14+084.42 ～ K14+217.14	132.7	
	K14+107.53 ～ K14+192	84.47	
	K14+603.77 ～ K15+023	419.23	
	K14+627.98 ～ K14+939	311.02	

标段	路段起止桩号	长度（m）	备注
	K14+648.59 ～ K14+740	91.41	
	K14+767.38 ～ K14+903	135.62	
	ZK12+348.42 ～ ZK12+600	251.58	
	ZK12+368.75 ～ ZK12+660	291.25	
	ZK12+384.76 ～ ZK12+570.87	186.1	
	ZK13+182.79 ～ ZK13+220.00	37.2	
	ZK13+193.96 ～ ZK13+220.00	26.0	
	ZK13+975.00 ～ ZK14+054.37	79.4	
	ZK13+975.00 ～ ZK14+017.04	42.0	
	ZK13+975.00 ～ ZK14+003.00	28.0	
	ZK14+593.04 ～ ZK14+680.00	87.0	
	ZK14+680.00 ～ ZK14+780.00	100.0	
	ZK14+780.00 ～ ZK14+900.00	120.0	
	ZK14+900.00 ～ ZK15+020.00	120.0	
	ZK15+020.00 ～ ZK15+155.00	135.0	
	ZK14+612.89 ～ ZK14+827.04	214.2	
	ZK14+873.87 ～ ZK15+083.00	209.1	
	ZK16+041.94 ～ ZK16+101.96	60.0	
	ZK16+046.41 ～ ZK16+101.96	55.5	
	ZK16+051.76 ～ ZK16+095.40	43.6	
	ZK16+057.10 ～ ZK16+086.10	29.0	
	ZK14+638.52～ZK14+786.68	148.2	主要是路堑（现浇拱形格植草灌绿化）防护工程
	K10+735.04 ～ K10+850.00	115.0	路堤（人字格、现浇拱形、植草）工程
	K10+735.04 ～ K10+850.00	115.0	
	K10+735.04 ～ K10+846.51	111.5	
	K10+737.10 ～ K10+767.42	30.3	
3 标段	K16+500.00 ～ K16+698.96	199.0	主要是路堑（锚萦（杆）框格梁）防护工程，由坡面工程、框格内工程、锚固结点工程等组成。
	K16+500.00 ～ K16+683.25	183.2	
	K16+518.64 ～ K16+669.01	150.4	
	K16+838.14 ～ K17+036.57	198.4	
	K16+856.37 ～ K17+023.07	166.7	
	K16+874.09 ～ K16+970.50	96.4	
	K17+680.00 ～ K17+859.96	180.0	
	K17+727.81 ～ K17+846.46	118.7	
	K17+743.17 ～ K17+830.20	87.0	
	K17+753.51 ～ K17+809.02	55.5	
	K17+765.88 ～ K17+792.36	26.5	
	K19+056.04 ～ K19+390.00	334.0	
	K19+056.04 ～ K19+362.22	306.2	
	K19+073.28 ～ K19+316.71	243.4	
	K19+149.17 ～ K19+266.51	117.3	
	K20+877.50 ～ K20+980.00	102.5	
	K20+980.00 ～ K21+080.00	100.0	
	K21+080.00 ～ K21+343.50	263.5	
	K16+825.04 ～K17+044.96	219.9	主要是路堑（现浇拱形格植草灌绿化）防护工程，
	K16+893.49 ～K16+954.34	60.8	

标段	路段起止桩号	长度（m）	备注
	K20+877.50 ～K20+980.00	51.9	由坡面工程、框内工程、支撑渗沟、碎落台等工程组成。
	K20+877.50 ～K20+980.00	20.0	
	K20+980.00 ～K21+080.00	100.0	
	K20+980.00 ～K21+080.00	57.0	
	K21+080.00 ～K21+343.50	140.0	
	K21+080.00 ～K21+343.50	45.0	
	K20+780.0 ～K20+876.00	96.0	高填路堤、基底补强工程
	K20+780.00 ～K20+876.34	96.3	路堤（人字格、浇拱形、植草）工程
	K20+785.73 ～K20+841.30	55.6	
	K20+796.18 ～K20+821.14	25.0	
合　计：		14884.54	

1.1.4.1.7 特殊地质路基设计

本拟建项目特殊路基路段及特殊路基设计情况详见下表：

表 3.1.4-2　特殊路基路段及特殊路基设计情况统计一览表

标段	起讫桩号	长度（m）	处治方式	片石换填		挖基	碎石垫层		碎石土垫层		土工格栅		碎石盲沟（60×60）			Φ100mm 底部腹膜盲管	
				厚度(m)	片石(m^3)	非适用性材料(m^3)	厚度(m)	碎石(m^3)	厚度(m)	碎石土(m^3)	层数	面积(m^2)	长度（m）	土工布(m^2)	碎石(m^3)	长度（m）	土工布(m^2)
1标	K1+900.000-K2+075.000	175.0	浅层换填	1.50	9397.5	9397.5	0.3	1879.5	0.3	1879.5	2	12530.0	350	945.0	126.0	350.0	127.4
	K4+050.000-K4+285.000	235.0	浅层换填	1.80	14339.7	14339.7	0.3	2390.0	0.3	2390.0	2	15933.0	470	1269.0	169.2	470.0	171.1
	ZK2+010.000-ZK2+047.0	37.0	浅层换填	2.10	2424.2	2424.2	0.3	346.3	0.3	346.3	2	208.8	74	199.8	26.6	74.0	26.9
	ZK4+065.000-ZK4+300.0	235.0	浅层换填	2.10	17025.7	17025.7	0.3	2432.3	0.3	2432.3	2	16215.0	470	1269.0	169.2	470.0	171.1
	K4+520.000-K4+570.000	50.0	浅层换填	2.10	3318.0	3318.0	0.3	474.0	0.3	474.0	2	3160.0	100	270.0	36.0	100.0	36.4
	K4+645.000-K4+691.000	46.0	浅层换填	2.10	2646.8	2646.8	0.3	378.1	0.3	378.1	2	2520.8	92	248.4	33.1	92.0	33.5
	ZK4+525.000-ZK4+575.0	50.0	浅层换填	2.10	3580.5	3580.5	0.3	511.5	0.3	511.5	2	3410.0	100	270.0	36.0	100.0	36.4
	ZK4+652.000-ZK4+690.0	38.0	浅层换填	1.60	1757.1	1757.1	0.3	329.5	0.3	329.5	2	2196.4	76	205.2	27.4	76.0	27.7
3标	K21+800.000-K21+955.000	155.0	浅层换填	2.10	19660.2	19660.2	0.3	2808.6	0.3	2808.6	2	18724.0	310	837.0	111.6	310.0	112.8
楚雄南	LCK0+265～LCK0+285	20	浅层换填	2.40	1416.0	1416.0	0.3	177.0	0.3	177.0	2	1180.0	40	100.0	14.4	-	-
	LCK1+360～LCK1+380	20	浅层换填	1.80	1213.2	1213.2	0.3	202.2	0.3	202.2	2	1348.0	40	100.0	14.4	-	-
子午	LZK1+410 ～LZK1+515	105	浅层换填	1.20	4092.0	4092.0	0.3	1023.0	0.3	1023.0	2	6820.0	210	525.0	75.6	-	-
大马	LDK2+420 ～LDK2+490	70	浅层换填	1.50	4096.8	4096.8	0.3	819.3	0.3	819.3	2	5462.4	140	350	50.4	-	-

军连接线	注浆钢管桩+地基注浆																
	起讫桩号	位置	工程名称	主要尺寸及说明（最小桩长-最大桩 m）		长度(m)	注浆钢管桩							地基注浆			
							桩身					冠梁					
				钢管桩	地基注浆管		根数	无缝钢管	300 钻孔	M3 注浆（充盈系数 1.5）	钢筋	C25 砼	钢筋	根数	无缝钢管	M30 注浆	碎石
	LDK3+260 ～ZK3+270	右侧	注浆钢管桩	6.0	-	10.0	8	102.0	10.5	10.5	0.04	23.4	1.341	-	-	-	233.1
	LDK3+270 ～ZK3+280	右侧	注浆钢管桩	8.0	-	10.0	17	120.0	12.3	12.3	0.042	23.4	1.341	-	-	-	190.0
	LDK3+280 ～ZK3+290	右侧	注浆钢管桩+地基注浆	10.0	6.0	10.0	15	150.0	15.3	15.3	0.048	23.4	1.341	202	1212	2.424	210.0
	LDK3+290 ～ZK3+300	右侧	注浆钢管桩+地基注浆	10.0	7.0	10.0	15	170.0	17.3	17.3	0.054	23.4	2.211	233	1631	3.162	232.2
	LDK3+300 ～ZK3+310	右侧	注浆钢管桩+地基注浆	12.0	8.0	10.0	17	300.0	30.5	30.5	0.09	43.1	2.211	240	1920	3.840	222.0
	LDK3+310 ～ZK3+320	右侧	注浆钢管桩+地基注浆	14.0	8.0	10.0	25	350.0	35.5	35.5	0.101	43.1	2.211	240	1920	3.840	222.0
	LDK3+320 ～ZK3+330	右侧	注浆钢管桩+	14.0	9.5	10.0	25	350.0	35.5	35.5	0.101	43.1	2.211	240	2280	4.560	222.0

			地基注浆														
	LDK3+330 ～ZK3+340	右侧	注浆钢管桩+地基注浆	14.0	9.5	10.0	25	350.0	35.5	35.5	0.101	43.1	2.211	240	2280	4.560	222.0
	LDK3+340 ～ZK3+350	右侧	注浆钢管桩+地基注浆	14.0	9.0	10.0	25	350.0	35.5	35.5	0.101	43.1	2.211	245	2205	4.410	240.0
	LDK3+350 ～ZK3+360	右侧	注浆钢管桩+地基注浆	14.0	10.5	10.0	25	420.0	42.6	42.6	0.121	46.5	2.336	326	3423	6.846	390.0
	LDK3+360 ～ZK3+370	右侧	注浆钢管桩+地基注浆	14.0	8.0	10.0	30	420.0	42.6	42.6	0.121	46.5	2.336	615	4920	9.840	620.0

3.1.4.2路面工程

施工图阶段根据实测轴载和预测轴测，进一步验算路面基层厚度及结构强度。路面采用沥青混凝土，路面结构方案为：主线：4cmSBS 改性沥青玛蹄脂碎石（SMA-13）+6cm 中粒式 SBS 改性沥青混凝土（AC-20C）+8cm 粗粒式沥青混凝土（AC－25C）+1cmSBS 改性沥青同步碎石下封层+44cm 水泥稳定级配碎石+20cm 级配碎石，总厚度：83cm。

3.1.4.3桥涵工程

（1）桥涵设计技术标准

桥涵设计荷载等级为公路—I 级；特大桥设计洪水频率为 1/300，大、中、小桥及其它构造物设计洪水频率为 1/100；本项目位于楚雄市苍岭镇、子午镇、鹿城镇辖区内，苍岭镇区域地震基本烈度VII度，场地基本地震动峰值加速度为 0.15g；子午镇、鹿城镇区域地震基本烈度VIII度，场地基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期值均为 0.45S。

（2）桥涵设计情况

主线共设桥梁 23 座，总长共 9554.8m（其中，有 3 座桥按单幅计，即卡利大桥、上土坡大桥、大保山大桥按单幅计）。若全按单幅计，主线共设桥梁 35 座，总长共 14509.06m，其中，大桥 31 座，共 14202.98m，中桥 4 座，共 306.08m，涵洞 12 道。

楚雄南连接线共设大桥 1 座长 156.08 米，涵洞 7 道。

大马军连接线共设桥梁 5 座共 1024.32 米，其中大桥 4 座共 928.24 米，中桥 1 座 96.08 米，涵洞 6 道。

子午连接线共设中桥 1 座 41 米，涵洞 6 道。

项目全线共设桥梁 15730.46m/42 座（按单幅计），其中，大桥 15287.3m /36 座，中桥 443.16m /6 座。

主线桥梁设置情况详见表 3.1.4-3 及 3.1.4-4；连接线桥梁设置情况详见表 3.1.4-5 及 3.1.4-6。

表 3.1.4-3　主线桥梁设置情况一览表

序号	中心桩号	起止桩号	河流名称或桥名	孔数及跨径（孔-m）	水中墩数量（组）	桥长（单幅）（m）	桥面净宽（m）	最大墩高（m）	结构类型			跨越水体情况
									上部构造	下部构造		
										桥墩及基础	桥台及基础	
1 标段：												
1	右幅 K5+022.0	K4+913.96～K5+130.04	卡利大桥	7*30	/	216.08	1*11.45	26	预应力混凝土 T 形梁	柱式墩、桩基础	桩柱式台，桩基础	小箐河
2	ZK5+012.500	ZK4+919.460～ZK5+105.540		6*30	/	186.08	1*11.45	24				小箐河
3	右幅 K5+561.0	K5+317.96～K5+804.04	下土坡大桥	12*40	/	486.08	1*11.45	51		柱式墩、空心薄壁墩、桩基础	桩柱式台，桩基础	打苴河
4	ZK5+566.500	ZK5+323.460～ZK809.540		12*40	/	486.08	1*11.45	49.5				打苴河
5	右幅 K6+709.0	K6+210.96～K7+207.04	上土坡大桥	33*30	/	996.08	1*11.45	28.5		柱式墩、桩基础	桩柱式台肋板台，桩基础	樟木箐
6	ZK6+551.000	ZK6+217.960～ZK6+884.040		22*30	/	666.08	1*11.45	28				樟木箐
7	ZK7+156.000	ZK7+121.000～ZK7+191.000	上土坡中桥	2*30	/	70.0	1*11.45	6		柱式墩、桩基础	重力式台，扩大基础	/
合计：						**3106.48**						
2 标段：												
8	右幅 K10+582.0	K10+428.96～K10+735.04	田房头大桥	10*30	/	306.08	1*11.45	30.5	预应力混凝土 T 形梁	柱式墩、桩基础	肋板式桥台、柱式台，桩基础	/
9	ZK10+558.000	ZK10+404.960~ZK10+711.040		10*30	/	306.08	1*11.45	27			桩柱式台，桩基础	/
10	右幅 K12+924.0	K12+709.00～K13+139.00	塔普大桥	14*30	/	430.0	1*11.45	31		柱式墩、桩基础	重力式台，扩大基础	/
11	ZK12+822.000	ZK12+742.000~ZK12+900.040	塔普 1 号大桥	5*30	/	158.04	1*11.45	23			重力式台、肋板台，扩大基础、桩基础	/

序号	中心桩号	起止桩号	河流名称或桥名	孔数及跨径（孔-m）	水中墩数量（组）	桥长（单幅）（m）	桥面净宽（m）	最大墩高（m）	结构类型 上部构造	结构类型 下部构造 桥墩及基础	结构类型 下部构造 桥台及基础	跨越水体情况
12	ZK13+064.000	ZK12+985.960~ZK13+142.040	塔普 2 号大桥	5*30	/	156.08	1*11.45	15.5			肋板台，桩基础	/
13	右幅 K14+315.0	K14+251.96～K14+378.04	大保山大桥	4*30	/	126.08	1*11.45	19.5	预应力混凝土 T 形梁	柱式墩、桩基础	桩柱式台，桩基础	/
14	右幅 K14+545.0	K14+496.96～K14+593.04	大保山中桥	3*30	/	96.08	1*11.45	14				/
15	ZK14+335.000	ZK14+076.960~ZK14+593.040	大保山大桥	17*30	/	516.08	1*11.45	22				/
16	右幅 K15+603.0	K15+158.96～K16+047.00	关沟大桥	22*40	/	888.04	1*11.45	68.5		柱式墩、空心薄壁墩、桩基础	桩柱式台,重力式台，扩大基础、桩基础	铃铃小河
17	ZK15+599.880	ZK15+155.860~ZK16+043.900		22*40	/	888.04	1*11.45	67			桩柱式台，桩基础	铃铃小河
18	右幅 K16+138.0	K16+103.00～K16+173.00	龙箐坡中桥	2*30	/	70.0	1*11.45	14		柱式墩、桩基础	重力式台，扩大基础	/
19	ZK16+135.000	ZK16+100.000~ZK16+170.000	龙箐坡中桥	2*30	/	70.0	1*11.45	8.5				/
20	右幅 K16+342.0	K16+216.00～K16+465.04	龙箐坡大桥	8*30	/	249.04	1*11.45	37		柱式墩、桩基础	重力式台、桩柱式台，扩大基础、桩基础	/
21	ZK16+337.920	ZK16+213.900~ZK16+461.940		8*30	/	248.04	1*11.45	36				/
合计：						**4507.68**						
3 标段：												
22	右幅 K16+762.0	K16+698.96～K16+825.04	上各邑 1 号大桥	3*40	/	126.08	2*11.45	23	预应力混凝土 T 形梁	柱式墩、桩基础	桩柱式台、桩基础	大兴坝
23	左幅 K16+762.0	K16+698.96～K16+825.04		3*40	/	126.08		23				大兴坝
24	右幅 K17+318.0	K17+044.96～K17+591.04	上各邑 2 号大桥	18*30	/	546.08	2*11.45	18		柱式墩、桩基础	桩柱式台、桩基础	倮倮冲
25	左幅 K17+318.0	K17+044.96～K17+591.04		18*30	/	546.08		18				倮倮冲
26	右幅 K18+058.0	K17+859.96～K18+258.00	邓家冲 1 号大桥	13*30	/	398.04	2*11.45	33.5		柱式墩、桩基础	桩柱式台、桩基础	倮倮冲
27	左幅 K18+058.0	K17+859.96～K18+256.04		13*30	/	396.08		33.5				倮倮冲
28	右幅 K18+733.0	K18+409.96～K19+058.00		16*40	/	648.04	2*11.45	48				马军小河

序号	中心桩号	起止桩号	河流名称或桥名	孔数及跨径（孔-m）	水中墩数量（组）	桥长（单幅）（m）	桥面净宽（m）	最大墩高（m）	结构类型 上部构造	结构类型 下部构造 桥墩及基础	结构类型 下部构造 桥台及基础	跨越水体情况
29	左幅 K18+733.0	K18+409.96～K19+058.00	邓家冲 2 号大桥	16*40	/	648.04		48		柱式墩、空心薄壁墩、桩基础	桩柱式台、重力式台、扩大基础、桩基础	马军小河
30	右幅 K20+470.0	K20+225.00～K20+713.04	朱家大桥	16*30	/	488.04	2*11.45	30.5		柱式墩、桩基础	柱式台、重力式台，桩基础	/
31	右幅 K20+470.0	K20+225.00～K20+713.04		16*30	/	488.04		31.5				/
32	右幅 K22+981.0	K22+812.96～K23+149.04	鲁家大桥	11*30	/	336.08	2*11.45	26		柱式墩、桩基础	肋板式台、桩柱式台、桩基础	/
33	左幅 K22+981.0	K22+812.96～K23+149.04		11*30	/	336.08		26				/
34	右幅 K24+854.0	K24+400.96～K25+307.04	甸尾大桥	30*30	/	906.08	2*11.45	22.5		柱式墩、桩基础	桩柱式台、桩基础	青龙河
35	左幅 K24+854.0	K24+400.96～K25+307.04		30*30	/	906.08		22.5				青龙河
合计：						**6894.9**						
总 计：				**主线设置桥梁 14509.06m /35 座（按单幅计），其中，大桥 14202.98m /31 座、中桥 306.08m /4 座。**								

表 3.1.4-4　主线桥梁设计说明一览表

序号	桥名	桥梁设计概述	桥梁技术标准
1 标段：			
1	K5+022　卡利大桥	K5+022 卡利大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 7×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 2 联，右幅采用 4 孔一联+3 孔一联。下部结构桥台均为柱式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	1.设计荷载:（1）汽车荷载：公路-Ⅰ级；（2）设计基本地震动加速度值为 0.15g，桥梁类别 B 类，抗震措施等级四级，桥梁抗震设防烈度为Ⅶ度；2.桥面净宽：2×净-11.45
2	K6+709　上土坡大桥	K6+709 上土坡大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 33×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 7 联，右幅采用 4 孔一联+5 孔一联+5 孔一联+5 孔一联+5 孔一联+5 孔一联+4 孔一联。下部结构 0 号台为柱式台，33 号台为肋板式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
3	K5+561　下土坡大桥	K5+561 下土坡大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右	

		幅 12×40 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 4 联，右幅采用 3 孔一联+3 孔一联+3 孔一联+3 孔一联。下部结构桥台均为柱式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	米； 3.设计车速:80km／h； 4.设计使用年限 100 年； 5.设计洪水频率：1/100。
4	ZK7+156 上土坡中桥	ZK7+156 上土坡中桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：左幅 2×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，左幅共 1 联，左幅采用 2 孔一联。下部结构桥台均为重力式桥台，扩大基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
2 标段：			
5	K10+582 田房头大桥	K10+582 田房头大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 10×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 2 联，右幅采用 5 孔一联+5 孔一联。下部结构 0 号台为柱式台，10 号台为肋板式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	1.设计荷载: （1）汽车荷载：公路-Ⅰ级；（2）设计基本地震动加速度值为 0.2g，桥梁类别 B 类，抗震措施等级四级，桥梁抗震设防烈度为Ⅶ度； 2.桥面净宽: 2×净-11.45 米； 3.设计车速:80km／h； 4.设计使用年限 100 年； 5.设计洪水频率：1/100
6	K12+924 塔普大桥	K12+924 塔普大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为： 右幅 14×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 3 联，右幅采用 5 孔一联+5 孔一联+4 孔一联。下部结构桥台均为重力式台，扩大基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
7	ZK12+822 塔普 1 号大桥	ZK12+822 塔普 1 号大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：左幅 5×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，左幅共 1 联，左幅采用 5 孔一联。下部结构 0 号桥台为重力式台，扩大基础；5 号桥台为肋板式桥台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
8	ZK13+064 塔普 2 号大桥	ZK13+064 塔普 2 号大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：左幅 5×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，左幅共 1 联，左幅采用 5 孔一联。下部结构桥台均为肋板式桥台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
9	K14+315 大保山大桥	K14+315 大保山大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 4×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 1 联，右幅采用 4 孔一联。下部结构桥台均为柱式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
10	K14+545 大保山中桥	K14+545 大保山中桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 3×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 1 联，右幅采用 3 孔一联。下部结构桥台均为柱式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
11	K15+602 关沟大桥	K15+602 关沟大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越水码子砂场而设。孔跨布置为：右幅 22×40 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 5 联，右幅采用 4 孔一联+4 孔一联+5 孔一联+5 孔一联+4 孔一联。下部结构桥台 0 号台为柱式台，桩基础，22 号桥台为重力式桥台， 扩大基础；桥墩采用柱式墩、空心薄壁墩，桩基础。	
12	K16+342 龙箐坡大桥	K16+342 龙箐坡大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 8×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 3 联，右幅采用 2 孔一联+3 孔一联+3 孔一联。下部结构 0 号台为重力式桥台，扩大基础；8 号台为柱式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	

13	K16+138 龙箐坡中桥	K16+138 龙箐坡中桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 2×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 1 联，右幅采用 2 孔一联。下部结构桥台均为为重力式桥台，扩大基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
3 标段：			
14	K16+762 上各邑 1 号大桥	K16+762 上各邑 1 号大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方池塘而设。孔跨布置为：右幅 3×40 米 T 形梁桥，左幅 3×40 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 1 联，右幅采用 3 孔一联；左幅共 1 联，左幅采用 3 孔一联。下部结构均采用柱式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	1.设计荷载: （1）汽车荷载：公路-Ⅰ级；（2）设计基本地震动加速度值为 0.2g，桥梁类别 B 类，抗震措施等级四级，桥梁抗震设防烈度为Ⅶ度； 2.桥面净宽: 2×净-11.45 米； 3.设计车速:80km / h； 4.设计使用年限 100 年； 5.设计洪水频率：1/100
15	K17+318 上各邑 2 号大桥	K17+318 上各邑 2 号大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 18×30 米 T 形梁桥，左幅 18×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 4 联，右幅采用 4 孔一联+4 孔一联+5 孔一联+5 孔一联；左幅共 4 联，左幅采用 4 孔一联+4 孔一联+5 孔一联+5 孔一联。下部结构均为柱式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
16	K18+058 邓家冲 1 号大桥	18+058 邓家冲 1 号大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 13×30 米 T 形梁桥，左幅 13×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 3 联，右幅采用 3 孔一联+4 孔一联+5 孔一联；左幅共 3 联，左幅采用 3 孔一联+5 孔一联+5 孔一联。下部结构 0 号台为柱式台，桩基础，13 号台为重力式台，扩大基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
17	K18+733 邓家冲 2 号大桥	18+733 邓家冲 2 号大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方池塘而设。孔跨布置为：右幅 16×40 米 T 形梁桥，左幅 16×40 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 4 联，右幅采用 4 孔一联+4 孔一联+4 孔一联+4 孔一联；左幅共 4 联，左幅采用 4 孔一联+4 孔一联+4 孔一联+4 孔一联。下部结构 0 号台采用柱式台，桩基础，16 号台采用重力式台，扩大基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
18	K20+470 朱家大桥	K20+470 朱家大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 16×30 米 T 形梁桥，左幅 16×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 4 联，右幅采用 4 孔一联+4 孔一联+4 孔一联+4 孔一联；左幅共 4 联，左幅采用 4 孔一联+4 孔一联+4 孔一联。下部结构 0 号台为重力式台，桩基础，16 号台为柱式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
19	K22+981 鲁家大桥	K22+981 鲁家大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越地方山谷而设。孔跨布置为：右幅 11×30 米 T 形梁桥，左幅 11×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 3 联，右幅采用 4 孔一联+4 孔一联+3 孔一联；左幅共 3 联，左幅采用 4 孔一联+4 孔一联+3 孔一联。下部结构 0 号台肋板式台，桩基础，11 号台为柱式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	
20	K24+854 甸尾大桥	K24+854 甸尾大桥位于楚雄市东南绕城高速公路段，为跨越高填方而设。孔跨布置为：右幅 30×30 米 T 形梁桥，左幅 30×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，右幅共 6 联，右幅采用 5 孔一联+5 孔一联+5 孔一联+5 孔一联+5 孔一联+5 孔一联；左幅共 6 联，左幅采用 5 孔一联+5 孔	

		一联+5 孔一联+5 孔一联+5 孔一联+5 孔一联。下部结构均为柱式台，桩基础；桥墩均用柱式墩，桩基础。	

表 3.1.4-5　连接线桥梁设置一览表

序号	中心桩号	起止桩号	河流名称或桥名	孔数及跨径（孔-m）	水中墩数量（组）	桥长（单幅）（m）	桥面净宽（m）	最大墩高（m）	结构类型 上部构造	结构类型 下部构造 桥墩及基础	结构类型 下部构造 桥台及基础	跨越水体情况
楚雄南连接线：												
1	左幅 LCK0+078.040	LCK0+000.000~LCK0+156.080	田房头大桥	5*30	/	156.08	2*8.7	18.22	预应力混凝土 T 梁	双柱式桥墩、桩基础	柱式台、桩基础	/
2	右幅 LCK0+078.040	LCK0+000.000~LCK0+156.080		5*30	/	156.08	2*8.7	18.22				/
合　计：						**312.16**						
大马军连接线：												
1	LDK0+213.0	LDK0+059.96～LDK0+368.00	小马军 1 号大桥	10*30	/	308.04	1*10.9	40	预应力混凝土 T 形梁	柱式墩、桩基础	0 号桩柱式台，桩基础；10 号重力式台，扩大基础	/
2	LDK0+533.0	LDK0+469.96～LDK0+596.04	小马军 2 号大桥	4*30	/	126.08	1*10.9	13		柱式墩、桩基础	桩柱式台,桩基础	/
3	LDK1+248.0	LDK1+064.96～LDK1+431.04	天子堂大桥	12*30	/	366.08	1*10.9	32.5	预应力混凝土 T 形梁	柱式墩、桩基础	桩柱式台,桩基础	/
4	LDK2+684.0	LDK2+635.96～LDK2+732.04	江头村中桥	3*30	/	96.08	1*10.9	25		柱式墩、桩基础	桩柱式台,桩基础	/
5	LDK3+174.0	LDK3+110.96～LDK3+239.00	江头村大桥	4*30	/	128.04	1*10.9	24.5		柱式墩、桩基础	0 号桩柱式台，桩基础；4 号重力式台，　扩大基础	/
合　计：						**1024.32**						
子午连接线：												
1	LZK1+384.000	LZK1+364.000～LZK1+405.000	此苴中桥	1*30	/	41	1*10.9	13	预应力混凝土 T 形梁	--	重力式台,桩基础	垮去河
合　计：						**41**						

序号	中心桩号	起止桩号	河流名称或桥名	孔数及跨径	水中墩数量	桥长（单幅）	桥面净宽	最大墩高	结构类型			跨越水体情况
									上部构造	下部构造		
				（孔-m）	（组）	（m）	（m）	（m）		桥墩及基础	桥台及基础	
总 计：				连接线桥梁 1221.4m /7 座（按单幅计），其中，大桥 1084.32m /5 座、中桥 137.08m2 座。								

表 3.1.4-6 连接线桥梁设计说明一览表

序号	桥名	桥梁设计概述	桥梁技术标准
楚雄南连接线：			
1	LCK0+078.04 田房头大桥	LCK0+078.04 田房头大桥位于楚雄市东南绕城高速公路楚雄南连接线，为跨越水塘及箐沟而设，孔跨布置为：右幅 5×30 米 T 形简支梁桥，左幅 5×30 米 T 形简支梁桥，桥面连续，右幅共 1 联，右幅采用 5 孔一联；左幅共 1 联，左幅采用 5 孔一联。下部结构均采用柱式台，摩擦桩基础；桥墩均用柱式墩，摩擦桩基础。	1.设计荷载:（1）汽车荷载：公路-Ⅰ级；（2）设计基本地震动加速度值为 0.2g，桥梁类别 B 类，抗震措施等级四级，桥梁抗震设防烈度为Ⅶ度；2.桥面净宽: 2×净-8.7 米；3.设计车速:60km／h；4.设计使用年限 100 年；5.设计洪水频率：1/100。
大马军连接线：			
2	LDK0+213 小马军 1 号大桥	LDK0+213 小马军 1 号大桥位于楚雄市东南绕城高速公路大马军连接线段，为跨越陡坡及沟箐而设。孔跨布置为：4×30+4×30+2×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，全桥共 3 联；下部结构 0 号桥台采用柱式台，10 号桥台采用 U 台，桥墩采用柱式墩，10 号桥台采用扩大基础，其余墩台采用摩擦桩基础。	1.设计荷载: （1）汽车荷载：公路-Ⅰ级； （2）设计基本地震动加速度值为 0.2g，桥梁类别 B 类，抗震措施等级四级，桥梁抗震设防烈度为Ⅶ度；2.桥面净宽: 2×净-10.9 米； 3.设计车速:60km／h； 4.设计使用年限 100 年； 5.设计洪水频率：1/100。
3	LDK0+533 小马军 2 号大桥	LDK0+533 小马军 2 号大桥位于楚雄市东南绕城高速公路大马军连接线段，为跨越陡坡及沟箐而设。孔跨布置为：4×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，全桥共 1 联；下部结构采用柱式墩，墩台采用摩擦桩基础。	
4	LDK1+248 天子堂大桥	LDK1+248 天子堂大桥位于楚雄市东南绕城高速公路大马军连接线段，为跨越陡坡及沟箐而设。孔跨布置为： 4×30+5×30+3×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，全桥共 3 联；下部结构采用柱式墩，墩台采用摩擦桩基础。	
5	LDK2+684 江头村中桥	LDK2+684 江头村中桥位于楚雄市东南绕城高速公路大马军连接线段，为跨越陡坡及沟箐而设。孔跨布置为： 3×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，全桥共 1 联；下部结构采用柱式墩，墩台采用摩擦桩基础。	1.设计荷载:（1）汽车荷载：公路-Ⅰ级；（2）设计基本地震动加速度值为 0.2g，桥梁类别 C 类，抗震措施等级三级，桥梁抗震设防烈度为Ⅶ度；2.桥面净宽: 2×净-10.9 米；3.设计车速:60km／

			h；4.设计使用年限 50 年；5.设计洪水频率：1/100。
6	LDK3+174　江头村大桥	LDK3+174 江头村大桥位于楚雄市东南绕城高速公路大马军连接线段，为跨越陡坡及沟箐而设。孔跨布置为：4×30 米 T 形梁桥，先简支后连续结构，全桥共 1 联；下部结构 0 号桥台采用柱式台，4 号桥台采用 U 台，桥墩采用柱式墩，4 号桥台采用扩大基础，其余墩台采用摩擦桩基础。	1.设计荷载:（1）汽车荷载：公路-Ⅰ级；（2）设计基本地震动加速度值为 0.2g，桥梁类别 B 类，抗震措施等级四级，桥梁抗震设防烈度为Ⅶ度；2.桥面净宽: 2×净-10.9 米；3.设计车速:60km／h；4.设计使用年限 100 年；5.设计洪水频率：1/100。
子午连接线：			
7	LZK1+384　此苴中桥	LZK1+384 此苴中桥位于楚雄市东南绕城高速公路子午连接线，为跨越农村公路及灌溉沟而设，孔跨布置为：1×30 米 T 形简支梁桥，全桥共 1 联，下部结构采用重力式桥台，承台+ 摩擦桩基础。	1.设计荷载:（1）汽车荷载：公路-Ⅰ级；（2）设计基本地震动加速度值为 0.2g，桥梁类别 C 类，抗震措施等级三级，桥梁抗震设防烈度为Ⅶ度；2.桥面净宽: 2×净-10.9 米+加宽值；3.设计车速:60km／h；4.设计使用年限 50 年；5.设计洪水频率：1/100。

3.1.4.4隧道工程

拟建项目主线共设隧道 3 座，长 5387.5m；其中，长隧道 2 座，长 4600m、中隧道 1 座，长 787.5m；楚雄南连接线设中隧道 1 座，长 551m；大马军连接线、子午连接线无隧道。

各标段隧道分布情况如下：

① 1 标段：

1 标段主线推荐设置 1 座隧道（按双幅计），即“卡利隧道”，为分离式长隧道，左幅长 1945m、右幅长 1933m，总长 3878m。

② 2 标段：

2 标主线推荐设置 2 座隧道（按双幅计），即“上土坡隧道、塔普隧道”，其中“上土坡隧道”为分离式长隧道，左幅长 2642m、右幅长 2680m，总长 5322m；“塔普隧道”为分离式中隧道，左幅长 755m、右幅长 820m，总长 1575m。

③ 3 标段：

3 标段无隧道。

④ 连接线：

本项目 3 条连接线中仅楚雄南连接线有隧道，大马军连接线、子午连接线无隧道。

楚雄南连接线设置 1 座隧道（按双幅计），即“耳东屯隧道”，为分离式中隧道，左幅长 537m、右幅长 565m，总长 1102m。

1、主线--隧道设计标准

①公路等级：高速公路

②设计速度：80km/h

③隧道建筑限界：净宽 0.75+0.50+2×3.75+0.75+0.75=10.25m；净高 5.0m

④隧道紧急停车带建筑限界：净宽：0.75+0.50+2×3.75+0.75+3.00+0.75=13.25m；净高：5.0m

⑤车行横通道建筑限界：净宽：4.5m；净高：5.0m

⑥人行横通道建筑限界：净宽：2.0m；净高：2.5m

⑦洞内纵坡：最大±3%，最小±0.3%

⑧洞内路面横坡：单向坡 i=2%（曲线地段超高-4%≤i≤4%）

⑨汽车荷载等级：公路－I级

⑩路面设计标准轴载：BZZ－100

⑪地震基本烈度：VIII度

⑫基本地震加速度值：0.20g

⑬地震动参数反应谱特征周期：0.45s

⑭隧道抗震设防等级：四级

2、楚雄南连接线--隧道设计标准

①公路等级：一级公路设计速度：60km/h

②隧道建筑限界：净宽 0.75+0.50+2×3.5+0.75+0.75=9.75m；净高 5.0m

③人行横通道建筑限界：净宽：2.0m；净高：2.5m

④洞内纵坡：最大±3%，最小±0.3%

⑤洞内路面横坡：单向坡 i=2%（曲线地段超高-3%≤i≤3%）

⑥汽车荷载等级：公路－I级 路面设计标准轴载：BZZ－100 地震基本烈度：VIII度

⑦基本地震加速度值：0.20g

⑧地震动参数反应谱特征周期：0.45s

⑨隧道抗震设防等级：四级

3、防排水方案

隧道防排水遵循“防、排、截、堵结合，因地制宜，综合治理”的原则，保证隧道结构物和营运设备的正常使用和行车安全。设计中针对隧道区地表水、地下水作以下处理，使洞内外应形成一个完整通畅的防排水系统。

（1）防水措施

①隧道明洞段采用粘土隔水层作为第一道防水措施防止地表水渗透，明洞衬砌外铺设土工布和防水卷材作为第二道防水措施。

②隧道暗洞段在初期支护和二次衬砌间敷设排水管、土工布和 EVA 防水卷材作为防水措施，防水板敷设范围为隧道拱顶至边墙下部纵向排水管；隧道变形缝处设置背贴式止水带+中埋式止水带，施工缝处设置中埋式止水带和注浆管膨胀止水条，防震缝结合变形缝和施工缝共同设置，防水设计同变形缝。

③明洞衬砌、二次衬砌拱墙部采用防水混凝土浇筑，其抗渗等级不得小于 P8。

④岩性接触带富水区、基岩岩溶裂隙水富水区开挖后，采用径向钢花管进行堵水注浆；断层碎破带富水区开挖前，采取超前帷幕注浆作为堵水减渗措施。

（2）排水措施

①根据地形情况，在洞口地段采用改沟、坡顶截水沟及洞顶水沟，将洞口地表汇水排入洞口附近的沟谷或路基边沟。

②当洞口处于下坡段时，为防止洞外路面水流进入隧道，在隧道洞口处设路面截水沟，洞外路基段设置反向排水边沟，将洞口段水流反向排出；当洞口处于上坡段时，在洞口将洞内侧边沟水引入洞外路基排水边沟。

③隧道采用隧道两侧设排水沟方案，即洁污分排方案，也就是在隧道行车道两侧设路侧排水沟和排水暗沟，隧道内雨水、路面积水及隧道清洁污水等汇入隧道行车道两侧设置的侧排水沟排出隧道区，而隧道衬砌外围岩渗水通过横向排水管引入路侧排水沟下方的排水暗沟排走。

④环向排水采用 φ50 软式透水管，一般路段沿初期支护表面纵向均匀铺设，平均 10m 设置一道，局部水量大时可酌情增加；隧道开挖后有股状渗水部位，沿岩面铺设 1～3 根 Φ100Ω 型弹簧排水管（竖向排水盲管）进行引排，为使 Ω 型弹簧排水管与岩面密贴,隧道开挖后先喷 2～5cm 厚混凝土再铺设 Ω 型弹簧排水管；对股状渗水特别严重部位，可采用 Φ50mmHDPE 单壁无孔波纹管直接引排至侧向排水沟。

⑤横向导水管 A 采用 Φ100HDPE 无孔双壁波纹管，沿隧纵向 10m 设置一道，以连接墙背排水盲管与路侧排水暗沟，横向排水管 B 采用 Φ100HDPE 打孔双壁波纹管（半边打孔），打孔要求与纵向排水管相同，沿隧纵向 10m 设置一道，并尽量设置于仰拱的环向施工缝处,以排除路面积水。

⑥衬砌两侧墙背排水盲管采用 Φ100HDPE 半边打孔双壁波纹管，沿隧道底部通长设置，其坡度与隧道纵坡一致，各横洞与主洞交叉处应断开并设置堵头；

⑦纵、环向排水盲管以及纵、横向排水盲管均采用三通连接,环、纵、横向盲沟外均缠绕无纺土工布，以防止水泥或泥土堵塞管道，确保排水畅通；

环向排水盲管与纵向排水盲管连通，再通过横向导水管汇入排水暗沟，最终引水至洞外沟谷。两侧排水沟每 30m 设置沉砂井（兼检查井）一处，沉沙井采用暗井。

拟建项目隧道设置情况见表 3.1.4-7。

表 3.1.4-7　　隧道设置一览表

序号	隧道名称	结构形式	起迄桩号	隧道长度（m）	净空（宽×高）（m	洞门形式		照明方式	通风方式	备注
						进口	出口			
一、主线隧道										
1 标段：										
1	卡利隧道	分离式长隧道	左线：ZK2+100～ZK4+045	1945	10.25×5.0	端墙式	端墙式	LED照明	机械通风	左、右测设线间距约 30m 最大埋深 178m
			右线：K2+082～K4+015	1933						
2 标段：										
2	上土坡隧道	分离式长隧道	左线：ZK7+528～ZK10+170	2642	10.25×5.0	端墙式	端墙式	LED照明	机械通风	左、右测设线间 距 26～40m 最大埋深 278m
			右线：K7+520～K10+200	2680						
3	塔普隧道	分离式中隧道	左线：ZK13+220～ZK13+975	755	10.25×5.0	端墙式	端墙式	LED照明	自然通风	左、右测设线间距 32～37m 最大埋深 113m
			右线：K13+150～K13+970	820		偏压端墙式	端墙式			
二、连接线隧道										
楚雄南连接线：										
4	耳东屯隧道	分离式中隧道	左线：LCZK2+333~LCZK2+870	537	9.75×5.0	端墙式	端墙式	LED照明	自然通风	左、右测设线间距约 30m 最大埋深 114m
			右线：LCK2+285~ LCK2+850	565						

3.1.4.5交叉工程

本项目共设互通式立交 4 处、分离式立体交叉 1 处、平面交叉 3 处、通道 4 处。

1、互通式立交

本项目主线共设互通式立交 4 处，分别是：云甸枢纽、楚雄南互通、大马军互通、子午互通；推荐主线互通式立交设置情况详见表 3.1.4-8。

表 3.1.4-8　　推荐主线互通式立交设置情况一览表

序号	立交名称	中心桩号	起止桩号	互通形式	交叉方式	相交道路
1 标段：						
1	云甸枢纽	K125+207.354	K0+000～K1+115	T 型枢纽互通	匝道上跨	G56/高速
2 标段：						
2	楚雄南互通	K11+407.972	K10+850～K12+200(右幅)	B 型单喇叭	主线上跨	楚雄南连接线
		ZK11+377.829	ZK10+770～ZK11+469.857			
3 标段：						
3	大马军互通	K19+796.605	K19+390～K20+225	A 型单喇叭	主线上跨	大马军连接线
4	子午互通	K25+821.235/K27+487.084	K25+370～K27+900	A 型单喇叭+连接段	主线下穿/ 上跨	S214 元双路/三级

（1）云甸枢纽互通立交

①设置概况：

云甸枢纽互通立交由位于云甸镇云甸村西北，与 G56 杭瑞高速交叉设立 T 型枢纽互通，交叉桩号 K125+207.354（G56 杭瑞高速）。云甸枢纽互通起终点桩号为 K0+000~K1+115，互通交叉桩号分别为 CK0+626.412= K125+207.354（C 匝道上跨杭瑞高速），交叉角度分别为 50°21'40"。

云甸枢纽互通布设于杭瑞高速云甸互通（K126+830.0）东侧，与云甸互通复合为云甸枢纽互通，实现与杭瑞高速车辆的交通转换。杭瑞高速设计起终点：G56K124+335 ～ G56K126+300 ， 路 线 总 长 1965m 。 路 基 横 断 面 ：0.5+0.5+3.5+2x3.75+0.25+1.5+0.25+2x3.75+3.5+0.5+0.5m。最小平曲线半径 R-415m ， 最大 纵坡 2.60% 。 其 中， GK124+666.902~GK125+393.695 左侧 、GK124+742.329~GK125+365.543 右侧路基未拓宽，维持现状。

云甸枢纽互通主线设计长 1115.0 米，匝道设计全长 3338.156 米。路基填方数量 122160 立方米（压实方），挖方数量 633170 立方米。匝道桥 1838.84 米/4 座，杭瑞高速拼宽桥 116.0 米/4 座，通道与涵洞共 10 道。

②设计标准：

云甸枢纽互通立交作为高接高的重要节点，通过与杭瑞高速云甸互通复合，主要服务于杭瑞高速车辆上下楚雄高速公路。根据区域路网特点和规划、交通量、建设项目的使用功能及其交通需求，结合地形、地物、地质、经济等因素，项目主线按双向四车道高速公路标准新建， 互通式立体交叉采用的标准、规范和技术指标如下：

① 部颁《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；

② 部颁《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）；

③ 部颁《公路立体设计设计细则》（JTG/T D21-2014）；

④ 主线设计速度：80 公里/小时；

⑤ 匝道设计速度：A、C 匝道 40 公里/小时；B、D 匝道 60 公里/小时；

⑥ 车辆荷载：公路－I 级。

（2）楚雄南互通式立交

①设计概况：

楚雄南互通式立交由位于楚雄市田房头村附近的 B 型单喇叭。楚雄南互通起终点桩号为 K10+850～K12+200(右幅)、 ZK10+770～ZK11+469.857，互通交叉桩号分别为 K11+407.972（主线上跨 A 匝道），交叉角度为 68°。

楚雄南互通布设于楚雄市田房头附近，实现楚雄市及周边城镇与项目的交通转换，该处互通为落地互通。楚雄南互通距离云甸枢纽互通 9.735 公里。

楚雄南互通主线设计长 1350 米，匝道设计全长 2059.336 米。路基填方数量 120080 立方米（压实方），挖方数量 1591077 立方米（其中土方 702991 立方米，石方 888087 立方米）。主线桥 746.2 米/4 座，匝道桥 557 米/3 座，通道 0 处，涵洞 4 道。

②设计标准：

楚雄南互通立交作为高速公路的出入口，主要服务于楚雄市及其周边城镇。根据区域路网特点和规划、交通量、城市总体规划、建设项目的使用功能及其交

通需求，结合地形、地物、地质、经济等因素，项目主线按双向四车道高速公路标准新建，互通式立体交叉采用的标准、规范和技术指标如下：

① 部颁《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；

② 部颁《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）；

③ 部颁《公路立体设计设计细则》（JTG/T D21-2014）；

④ 主线设计速度：80 公里/小时；

⑤ 匝道设计速度：40 公里/小时；

⑥ 车辆荷载：公路－I 级。

（3）大马军互通立交

①设置概况：

大马军互通式立交由位于楚雄市大余节村附近的 A 型单喇叭。大马军互通起终点桩号为 K19+390～K20+225，互通交叉桩号分别为 K19+796.605（主线上跨 A 匝道），交叉角度为 67°。大马军互通布设于楚雄市大余节村附近，实现楚雄市及周边城镇与项目的交通转换，该处互通为落地互通。大马军互通距离楚雄南互通 7.19 公里。

大马军互通主线设计长 835 米，匝道设计全长 2309.518 米。路基填方数量 64036 立方米（压实方），挖方数量 740405 立方米（其中土方 340476 立方米，石方 399929 立方米）。主线桥 786 米/2 座，匝道桥 912 米/4 座，通道 0 处，涵洞 2 道。

②设计标准：

大马军互通立交作为高速公路的出入口，主要服务于楚雄市及其周边城镇。根据区域路网特点和规划、交通量、城市总体规划、建设项目的使用功能及其交通需求，结合地形、地物、地质、经济等因素，项目主线按双向四车道高速公路标准新建，互通式立体交叉采用的标准、规范和技术指标如下：

① 部颁《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；

② 部颁《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）；

③ 部颁《公路立体设计设计细则》（JTG/T D21-2014）；

④ 主线设计速度：80 公里/小时；

⑤ 匝道设计速度：40 公里/小时；

⑥ 车辆荷载：公路－I 级。

（4）子午互通立交

①设置概况：

子午互通式立交由位于楚雄市此苴村附近的 A 型单喇叭+连接段。子午互通起终点桩号为 K25+370～K27+900，互通交叉桩号分别为 K25+821.235（主线下穿 E 匝道），交叉角度为 62°,互通交叉桩号分别为 K27+487.084（主线上跨 B2 匝道），交叉角度为 33°。

子午互通布设于楚雄市此苴村附近，实现楚雄市、规划楚雄机场及周边城镇与项目的交通转换，该处互通为落地互通；同时，通过设置连接道实现楚雄市东南绕城高速公路与已建国高网 G8012 弥勒至楚雄高速公路玉溪至楚雄段的交通量高接高转换。子午互通距离大马军互通 6.02 公里。

子午互通主线设计长 2530 米，匝道设计全长 3169.861 米。路基填方数量 246045 立方米（压实方），挖方数量 152058 立方米（其中土方 108285 立方米，石方 43773 立方米）。主线桥 1314.16 米/2 座，匝道桥 935.16 米/3 座，通道 0 处，涵洞 6 道。

②设计标准：

子午互通立交作为高速公路的出入口，主要服务于楚雄市、规划楚雄机场及其周边城镇。根据区域路网特点和规划、交通量、城市总体规划、建设项目的使用功能及其交通需求，结合地形、地物、地质、经济等因素，项目主线按双向四车道高速公路标准新建，互通式立体交叉采用的标准、规范和技术指标如下：

①部颁《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；

②部颁《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）；

③部颁《公路立体设计设计细则》（JTG/T D21-2014）；

④主线设计速度：80 公里/小时；

⑤匝道设计速度：40/60 公里/小时；

⑥车辆荷载：公路－I 级。

2、分离式立体交叉

在拟建项目终点处设置一处分离式立体交叉，于 K27+900 处接规划楚景高速 SJ-1 标段起点。

3、平面交叉工程

本项目主线没有设置平面交叉，仅在 3 条连接线与地方路连接处共设置 3 处平面交叉。

平面交叉工程设置情况详见表 3.1.4-9 及表 3.1.4-10。

表 3.1.4-9　　平面交叉工程设置情况一览表

序号	起止桩号	位置	被交叉路名称	交叉形式	交叉角度（。）	被交路改建标准	被交路设计速度（km/h)	路基宽度（m）
1	LCK3+460.492 ～ LCK3+494.917	全幅	东升路	T 形交叉	93	主干路	40	25
2	LDK3+240 ～ LDK3+377.196	全幅	S218	T 形交叉	90	三级	30	6.5
3	LZK1+492.381 ～ LZK1+537.933	全幅	S214	T 形交叉	67	三级	30	8.5

表 3.1.4-10　　平面交叉工程设计情况一览表

序号	平面交叉工程名称	平面交叉工程设计
1	楚雄南连接线平面交叉	楚雄南连接线在终点处与东升路形成“T”型平面交叉。交叉口采用平面交叉衔接。处理如下：①增设一条右转辅助车道，提高交叉口的通行能力；②增设一条左转车道，车道宽不小于 3.5 米，确保行车安全；③设置相应的交通标线、标志指示进行诱导交通。
2	大马军连接线平面交叉	大马军连接线在终点处与 S218 形成“T”型平面交叉。交叉口采用平面交叉衔接。处理如下：①增设一条右转辅助车道，提高交叉口的通行能力；②增设一条左转车道，车道宽不小于 3.5 米，确保行车安全；③设置相应的交通标线、标志指示进行诱导交通。
3	子午连接线平面交叉	子午连接线终点处与 S214 形成成“T”型平面交叉。交叉口采用平面交叉衔接。处理如下：①增设一条右转辅助车道，提高交叉口的通行能力；②增设一条左转车道，车道宽不小于 3.5 米，确保行车安全；③设置相应的交通标线、标志指示进行诱导交通。

4、通道

本项目推荐线全线共设置通道 4 处；其中，主线 1 标段设置通道 1 处；2 标段无通道；3 标段设置通道 3 处。

3.1.4.6连接线工程

本项目共设 3 条连接线，全长 8.411km；其中，楚雄南连接线全长 3.495km；大马军连接线全长 3.377km；子午连接线全长 1.539km。连接线工程数量详见下表：

表 3.1.4-11　　连接线工程数量一览表

序号	名称	起止桩号	里程长度（km）	公路等级	设计速度（km/h）	路基宽（m）
1	楚雄南连接线	LCK0+000~ LCK3+494.917	3.495	一级	60	20
2	大马军连接线	LDK0+000~ LDK3+377.196	3.377	二级	60	12
3	子午连接线	LZK0+000~ LZK1+537.933	1.539	二级	60	12

3.1.4.7交通工程及沿线服务设施

本拟建项目设置 1 处停车区、3 处收费站；沿线服务设施设置情况详见表 3.1.4-12。

表 3.1.4-12　　沿线服务设施设置情况一览表

序号	工程名称	起止/中心桩号	标段	备注
一、停车区				
1	宝山屯停车区	K23+240～K24+200	3 标	广场用地 30 亩
宝山屯停车区设置概况： 宝山屯停车区位于楚雄市宝山屯村西侧，停车区右侧地形起伏较大，左侧地形相对平缓。该停车区距离 G56 杭瑞高速大平地停车区 43.7 公里。停车区起点桩号为 K23+240,终点桩号右幅 K24+200，停车区场区用地面积为 30 亩，北侧 A 场区 15 亩，南侧 B 场区 15 亩。停车区对原有农村公路侵占，需对原有老路进行改移，改移长度 490 米。 宝山屯停车区主线设计长 960 米，匝道设计全长 777.434 米。占地面积 109.74 亩。停车区共设置通道 2 道。 设计标准：主线设计速度：80 公里/小时；匝道设计速度：40 公里/小时。				
二、收费站				
1	楚雄南收费站	AK1+069.927		4 进 6 出
2	大马军收费站	AK1+280		3 进 5 出
3	子午收费站	EK0+600		3 进 5 出
三、其他服务设施布局				
1	1 处监控通信分中心、1 处养护工区、1 处隧道管理所、1 处交警及路政用房，其中楚雄南收费站管理用房与监控通信分中心、养护工区、隧道管理所、交警及路政用房合建。核定全线管理、养护及服务设施总建筑面积 11834 平方米，占地 95 亩。			

3.1.4.8改移地方道路工程

本拟建项目全线共计改移地方道路约 7442.397m；其中，主线改移地方道路约 5230.66m、连接线改移地方道路约 2211.737m。

表 3.1.4-13　　改移地方道路工程一览表

序号	工程名称	起止桩号	老路情况			新路情况			
			等级	路基宽（m）	路面结构	等级	路基宽（m）	路面结构	改移长度（m）
1 标段：									
1	K4+500 改路	K0+000~K0+625	基本级	4..5	水泥混凝土	基本级	6.5	水泥混凝土	625
2	K5+560 改路	K0+000~K0+155	等外	3.5	水泥混凝土	基本级	4.5	水泥混凝土	155
小　计：									**780**
2 标段：									
1	K7+240 改路	K0+000~K0+190	等外	3.5	泥结碎石	基本级	4.5	水泥混凝土	190
2	塔普改路	K0+000~K1+025	等外	4.5	泥结碎石	基本级	4.5	泥结碎石	1025
3	白雨河林场改路	K0+000~K0+755	等外	3.0	泥结碎石	基本级	4.5	泥结碎石	755
4	水麻子砂场改路	K0+000~K0+090	等外	4.5	泥结碎石	基本级	4.5	泥结碎石	90
小　计：									**2060**
3 标段：									
1	K16+840 改路	K0+000~K1+250	四级	6.5	弹石路	四级	6.5	水泥混凝土	1250
2	K17+050 改路	K0+000~K0+130	等外	3.5	水泥混凝土	基本级	4.5	水泥混凝土	130
3	K21+300 改路	K0+000~K0+249	等外	3.5	水泥混凝土	基本级	6.5	水泥混凝土	249
4	K22+100 改路	K0+000~K0+301.660	等外	3.5	泥结碎石	四级	4.5	泥结碎石	301.66
5	K22+350 改路	K0+000~K0+180	等外	4.5	水泥混凝土	基本级	6.5	水泥混凝土	180
6	K22+750 改路	K0+000~K0+280	等外	4.5	泥结碎石	基本级	4.5	泥结碎石	280
小　计：									**2390.66**
主线合计：									**5230.66**
楚雄南连接线：									
1	楚雄南连接线 LCK1+313 改路	GL1K0+000 ～GL1K0+294.97.0	等外	3-3.5	水泥	等外	4.5	水泥	262
2	楚雄南连接线 LCK2+037 改路	GL2K0+000 ～GL2K0+666.06.9	等 外	4-4.5	水泥	等外	4.5	水泥	599
小　计：									**861**

大马军连接线：									
1	大马军连接线 LDK0+090 改路	K0+000 ～ K0+932.441	四级	4.5	水泥	四级	4.5	水泥	932.441
2	大马军连接线 LDK1+060 改路	K0+000 ～ K0+418.296	等外	3.0	土路面	等外	4.5	水泥	418.296
小　计：									**1350.737**
连接线合计：									**2211.737**
总 计：									**7442.397**

3.1.5 工程占地及拆迁

3.1.5.1工程占地

通过实地勘测，水保方案在主体设计用地（186.8414hm^2）的基础上，对主体工程现阶段考虑弃渣场等进行优化设计，对没有考虑的其他临时工程用地进行了补充完善，确定补充完善后工程总占地面积 252.0236hm^2。

拟建项目占地涉及楚雄州楚雄市，项目总占地面积为 252.0236hm^2（其中永久占地 186.8414hm^2，临时占地 65.1822hm^2）。临时占地中弃渣场 34.8081hm^2、施工营场地 7.3210hm^2、施工便道 22.1293hm^2、临时堆土场 0.9238 hm^2。占地类型中耕地 36.9184hm^2，园地 4.5294hm^2，林地 197.9151hm^2、其他农用地 3.4643hm^2、建设用地 3.6316hm^2、未利用地 5.5648hm^2。

占地情况详见表 3.1.5-1。

表 3.1.5-1 拟建项目占地情况一览表

工程单元		土地类型及面积						小计	备注
		耕地	园地	林地	其他农用地	建设用地	未利用地		
主线	路基工程	10.22	1.0608	46.3743	1.6714	2.2962	0.98	62.6027	永久占地
	桥涵工程	4.2648	0.5121	10.788	0.3731	0.1869	-	16.1249	
	隧道工程	0.86	-	3.7028	-	-	-	4.5628	
	立交工程	10.447	1.0825	44.3652	-	-	3.9848	59.8795	
	沿线设施	0.6	-	5.0334	-	-	-	5.6334	
小计		26.3918	2.6554	110.2637	2.0445	2.4831	4.9648	148.8033	
连接线	路基工程	7.559	0.7092	20.6617	1.0258	1.1485	0.6	31.7042	
	桥涵工程	1.24	0.2392	2.7473	0.2215	-	-	4.4480	
	隧道工程	0.62	-	1.2659	-	-	-	1.8859	
小计		9.419	0.9484	24.6749	1.2473	1.1485	0.6	38.0381	
合计		**35.8108**	**3.6038**	**134.9386**	**3.2918**	**3.6316**	**5.5648**	**186.8414**	
临时工程	弃渣场	-	-	34.8081	-	-	-	34.8081	临时占地
	施工营场地	0.2242	0.2808	6.7187	0.0973	-	-	7.3210	
	施工便道	0.8834	0.6448	20.5259	0.0752	-	-	22.1293	
	临时堆场	-	-	0.9238	-	-	-	0.9238	
	合计	**1.1076**	**0.9256**	**62.9765**	**0.1725**	**-**	**-**	**65.1822**	
总计		**36.9184**	**4.5294**	**197.9151**	**3.4643**	**3.6316**	**5.5648**	**252.0236**	

3.1.5.2拆迁建筑物

根据项目施工图设计方案，拟建项目共拆迁建筑物约 19334.35m^2，其中，1 标段拆迁建筑物 9385.75m^2、2 标段拆迁建筑物 992.26m^2、3 标段拆迁建筑物 6335.69m^2；楚雄南连接线拆迁建筑物 1587.74m^2、大马军连接线拆迁建筑物

1003.68 m^2、子午连接线拆迁建筑物 29.23 m^2。

3.1.6 交通量分析

3.1.6.1预测时段

本次环境影响评价按运营近期、中期、远期综合考虑，运营期预测年限取公路竣工投入运营后的第 1 年、第 7 年、第 15 年，经与建设单位核实，本项目于 2023 年 6 月 1 日开工，计划于 2026 年 5 月 31 日竣工，计划施工期 36 个月；因此，运营期的预测评价时段为近期-2026 年（第一年）、中期-2032 年（第七年）、远期-2040 年（第十五年）三个时段。

3.1.6.2基础交通量及参数

（1）基础交通量

根据项目《两阶段施工图设计》，本拟建项目交通量采用《初步设计》中的交通量，交通量未发生变化，本次采用交通设计规范中各车型比例预测，各特征年主线分段预测交通量及预测车型比例如下：

表 3.1.6-1　交通量预测结果一览表　　单位：pcu/d

路段	2026 年	2029 年	2034 年	2039 年	2043 年
云甸互通立交-楚雄南互通	13705	20608	26934	33565	39865
楚雄南互通-大马军互通	12169	18298	23914	29802	35395
大马军互通-子午互通	13136	19753	25816	32171	38209
子午互通-以口枢纽立交	12992	19536	25532	31818	37789
全线平均	13000	19549	25549	31839	37814

注：初步设计确定：整个项目 2026 年至 2043 年，年均增长率约为 3.28%。

根据项目“《初步设计》”报告交通量预测结论，本项目运营期交通量预测结果见下表。

表 3.1.6-2　项目环评预测交通量一览表　　单位：pcu/d

路段 \ 特征年		近期 2026 年		中期 2032 年		远期 2040 年	
		近期	高峰	中期	高峰	远期	高峰
主线	云甸互通立交-楚雄南互通	13705	15076	16633	18297	21533	23687
	楚雄南互通-大马军互通	12169	13386	14769	16246	19120	21032
	大马军互通-子午互通	13136	14450	15943	17537	20639	22704
	子午互通-以口枢纽立交	12992	14291	15768	17344	20413	22454
主线平均		**13000**	**14300**	**15778**	**17355**	**20425**	**22468**
连接	楚雄南连接线	5575	6133	6766	7443	8758	9634

线	大马军连接线	4747	5222	5761	6338	7457	8203
	子午连接线	3339	3673	4053	4458	5246	5771

注：2026 年为运营第 1 年，2032 年为运营第 7 年，2040 年为运营第 15 年。

3.1.6.3相关交通特性参数

（1）昼间系数

根据初步设计说明中的交通量调查，项目全线昼间车流量位 80%，夜间车流量为 20%。

（2）车型比

根据初步设计说明调查，小型车、中型车和大型车比例见表 3.1.6-3。

表 3.1.6-3　交通量车型比例预测一览表　（ 单位：%）

年份	小货	中货	大货	特大货	大客	小客	集装箱	合计
2026 年	6.28%	5.93%	3.76%	7.78%	2.95%	68.95%	4.35%	100.00%
2029 年	6.09%	4.15%	3.68%	8.13%	3.09%	70.36%	4.5%	100.00%
2034 年	5.48%	3.69%	3.61%	8.47%	3.25%	70.91%	4.59%	100.00%
2039 年	4.93%	3.17%	3.52%	8.71%	3.41%	71.64%	4.62%	100.00%
2043 年	4.28%	2.72%	3.42%	8.96%	3.58%	72.33%	4.71%	100.00%

（3）车型折算

各种车型分类及车辆折算系数见下表。

表 3.1.6-4　车型分类及折算系数一览表

车型	一级分类	二级分类	额定荷载参数	备注	标准小客车当量折算系数
汽车	小型车	小客车	额定座位≤19座		1
		小型货车	载质量≤2吨	包括三轮载货汽车	1
	中型车	大客车	额定座位＞19座		1.5
		中型货车	2 吨＜载质量≤7 吨	包括专用汽车	1.5
	大型车	大型货车	7 吨＜载质量≤20 吨		3
	特大型车	特大货车	载质量＞20 吨		4
		集装箱			4

3.1.6.4本评价交通量预测

本项目运营期小时车流量自然数预测见表 3.1.6-5。

表 3.1.6-5　拟建项目小时车流量自然数预测一览表　　（ 单位：辆/h）

特征年 路段		车型	营运近期（2026 年）				营运中期（2032 年）				营运远期（2040 年）			
			昼间	夜间	高峰	日均	昼间	夜间	高峰	日均	昼间	夜间	高峰	日均
主线	云甸互通立交-楚雄南互通	小型车	516	258	568	430	635	318	699	529	824	412	906	687
		中型车	61	30	67	51	58	29	64	48	71	35	78	59
		大型车	109	54	120	91	139	69	153	116	181	91	199	151
	楚雄南互通-大马军互通	小型车	458	229	504	382	564	282	620	470	732	366	805	610
		中型车	54	27	59	45	51	26	56	43	63	31	69	52
		大型车	97	48	107	81	123	62	135	103	161	81	177	134
	大马军互通-子午互通	小型车	494	247	543	412	609	304	670	507	790	395	869	658
		中型车	58	29	64	48	55	28	61	46	68	34	75	57
		大型车	104	52	114	87	133	66	146	111	174	87	191	145
	子午互通-以口枢纽立交	小型车	489	244	538	407	602	301	662	502	782	391	860	652
		中型车	58	29	64	48	55	27	61	46	67	34	74	56
		大型车	103	52	113	86	131	66	144	109	172	86	189	143
连接线	楚雄南连接线	小型车	210	105	231	175	258	129	284	215	335	168	369	279
		中型车	25	12	28	21	23	12	25	19	29	14	32	24
		大型车	44	22	48	37	56	28	62	47	74	37	81	62
	大马军连接线	小型车	179	89	197	149	220	110	242	183	286	143	315	238
		中型车	21	11	23	18	20	10	22	17	25	12	28	21
		大型车	38	19	42	32	48	24	53	40	63	31	69	52
	子午连接线	小型车	126	63	139	105	155	77	171	129	201	100	221	167
		中型车	15	7	17	12	14	7	15	12	17	9	19	14
		大型车	27	13	30	22	34	17	37	28	44	22	48	37

3.1.7 施工组织

3.1.7.1施工便道

根据项目《两阶段施工图设计》资料，拟建项目全线共修建施工便道共 42 条，总长度共约 27.39km，便道平均宽度 3.8m，便道共计占地 22.1293hm^2（含便道边坡面积）。施工便道采用混凝土或泥结碎石路面。施工便道使用结束后，部分便道保留作为乡村道路使用，部分进行植被恢复，部分进行复耕。

施工便道详细情况详见表 3.1.7-1。

表 3.1.7-1　施工便道统计表

序号	道路名称	长度（m）	面积（hm^2）	路面、路基等设计内容	位置
一、主线进场便道					
1	1-1 号支进场便道	110	0.1282	0.2m 混凝土	云甸互通
2	3-6 号支进场便道	1170	1.0717	0.2m 混凝土	卡利隧道出口左侧
3	4-1 支进场便道	756	1.3125	0.2m 泥结碎石	下土坡大桥进口
4	4-2 号进场便道	2280	2.7399	0.2m 混凝土	上土坡隧道进口
5	6 号进场便道	490	0.3462	0.2m 混凝土	上土坡隧道出口
6	6-2 号进场便道	1178	1.5485	0.2m 混凝土	上土坡隧道出口
7	6-1#便道	173	0.1092	混凝土、泥结碎石	塔普隧进口
8	7#便道	2150	0.8132	混凝土、泥结碎石	军屯社区大凹村
9	7-1#便道	1576	0.8959	混凝土、泥结碎石	K15+800 关沟大桥
10	7-2#便道	1061	1.156	混凝土、泥结碎石	K14+200 塔普隧道出口
11	8 号便道	1344	0.7415	0.2m 泥结碎石	上各邑 2 号大桥右侧
12	8-1 号便道	610	0.5892	0.2m 泥结碎石	K16+760 左侧
13	8-2 号便道	2290	0.7542	混凝土、泥结碎石	K17+313 邓家冲 1 号，2 号大桥两侧
14	8-3 号便道	440	0.6667	0.2m 泥结碎石	K18+733 邓家冲 2 号大桥右侧
15	10 号便道	144	0.0402	0.2m 泥结碎石	大马军连接线右侧
16	9-1 号便道	331	0.2759	0.2m 混凝土	K19+390 左侧
17	10-2 号便道	1085	0.946	0.2m 泥结碎石	LDK0+000 大马军连接线（小马军 1 号、2 号大桥）

18	12 号进场便道	874	0.7339	0.2m 泥结碎石	LDK1+530（天子堂大桥尾）大马军连接线左侧
19	17-1 便道	514	0.4544	0.2m 泥结碎石	K23+900（宝山屯停车区）路基两侧
20	17-3 便道	343	0.3774	0.2m 泥结碎石	K24+550（甸尾大桥）右侧
主进场便道上合计：		**18919**	**15.7007**	**-**	**-**
二、施工场地便道					
21	下土坡大桥施工便道	217	0.2456	0.2m 混凝土	下土坡大桥 K5+500
22	S4 湿喷站便道	102	0.1358	0.2m 混凝土	上土坡隧道出口
23	十三湾 1 号施工便道	121	0.271	0.2m 泥结碎石	十三湾 3 号桥靠刘家小组
24	十三湾 2 号施工便道	115	0.231	0.2m 泥结碎石	十三湾 3 号桥靠富民上村一组
25	楚雄南互通 A 匝 1 号便道	271.3	0.1296	0.2m 泥结碎石	A 匝道靠二组靠东屯二组方向
26	关沟大桥 1 号施工便道	93	0.1042	0.2m 泥结碎石	K15+260 关沟大桥
27	关沟大桥 2 号施工便道	459	0.654	0.2m 泥结碎石	K15+900 关沟大桥
28	邓家冲 2 号大桥 1 号施工便道	234	0.5242	0.2 泥结碎石	邓家冲 2 号大桥 K19+058 右侧
29	3-3 施工便道 1	105	0.0703	混凝土、泥结碎石	K26+800 左侧（此苴特大桥）
30	3-3 施工便道 2	124	0.1242	0.2m 泥结碎石	K26+180 右侧（双龙大桥）
31	江头村大桥 1 号施工便道	191	0.3011	0.2m 泥结碎石	江头村大桥 LDK3+174
32	江头村中桥 1 号施工便道	104.5	0.1131	0.2m 泥结碎石	江头村中桥 LDK2+684
33	天子堂大桥 1 号施工便道	254	0.1155	0.2m 泥结碎石	天子堂大桥 LDK1+284
34	大余大桥 1 号施工便道	149	0.1832	0.2m 泥结碎石	大马军互通大余节大桥、A 匝 1 号桥右侧
35	大马军互通 A 匝 1 号桥 1 号施工便道	231	0.2772	0.2m 泥结碎石	大马军互通 A 匝 2 号桥右侧
36	朱家大桥 1 号施工便道	258	0.2664	0.2m 泥结碎石	朱家大桥 K20+470
37	鲁家大桥 1 号施工便道	165	0.1363	0.2m 泥结碎石	鲁家大桥右侧 K22+981

38	朱家村保通 1 号施工便道	15	0.0338	0.2m 泥结碎石	K21+300
39	大余节大桥 2 号施工便道	110	0.0332	0.2m 泥结碎石	大马军互通大余节大桥左侧
40	小马军小组大马军互通 A 匝 1 号桥 1 号施工便道	52	0.0149	0.2m 泥结碎石	大马军互通 A 匝道 1 号桥左侧
施工场地便道合计：		**3370.8**	**3.9646**	**-**	**-**
三、弃土场便道					
41	4 号弃土场便道	244	0.2766	0.2m 混凝土	苍岭镇西云社区
42	上土坡 6#弃土场便道	4863	2.1874	0.2m 泥结碎石	鹿城镇大东社区
弃土场便道合计：		**5107**	**2.464**	**-**	**-**
合计：		**27396.8**	**22.1293**	**--**	**--**

3.1.7.2施工生产生活区

本拟建项目施工生产生活区包括施工人员的居住用房、办公室等，一般可租用工地附近的民房，但距离居民点较远的标段，则在施工临时用地范围内自建工棚。施工生产区主要包括施工驻地、预制场、拌和站、钢筋加工场等。根据《两阶段施工图设计》资料，主体共布设 19 处施工生产生活区，包括拌合站 3 处、3 处湿喷站、民工及项目驻地 8 处、5 处 T 梁预制场。详细情况见表 3.1.7-2。

表 3.1.7-2　拟建线路施工生产生活区布设情况一览表

序号	名 称	面积（m^2）	类 型	位 置
一、拌合站				
1	卡利隧道出口拌合站	0.3213	混凝土拌合站	ZK3+930 左侧约 38m
2	T2 拌合站	1.3074	混凝土拌合站	K6+410 右侧约 123m
3	T3 沥青拌合站	1.864	沥青拌合站	桃园工业园区
二、湿喷站				
1	S1 湿喷站	0.0509	湿喷站	K1+655~K1+730 路基段
2	S4 湿喷站	0.3374	湿喷站	K10+360 右侧约 30m
3	S6 湿喷站	0.8217	湿喷站	ZK14+590~ZK14+650 左侧约 22m
三、民工及项目驻地				
1	2-1 号民工驻地	0.1512	民工驻地	K6+800 右侧约 165m
2	2-3-1 民工驻地	0.3117	民工驻地	K14+400 右侧约 85m
3	2-3-2 民工驻地	0.1649	民工驻地	K16+170 右侧约 115m
4	2-3-3 号民工驻地	0.626	民工驻地	K14+900 右侧约 15m
5	3-1-1 号民工驻地	0.835	民工驻地	K17+365 左侧紧临路基
6	3-1-2 号民工驻地	0.3223	民工驻地	K18+500 左侧约 27m
7	3-2 项目驻地	0.1361	项目驻地	K20+800 右侧约 1130m
8	3-2-1 号民工驻地	0.0711	民工驻地	大马军互通 C 匝道右侧
合计		**7.321**		
四、T 梁预制场				

1	1 号 T 梁预制场	0.676	制梁台座 26 个	K4+330~K4+490 主线路基段
2	2 号 T 梁预制场	0.9	制梁台座 21 个、钢筋加工场 1 个	K10+755~K10+915 主线路基段
3	3 号 T 梁预制场	1.512	制梁台座 36 个、钢筋加工场 1 个	K14+850~K15+010 主线路基段
4	4 号 T 梁预制场	1.071	制梁台座 24 个、含钢筋加工场 1 个	K17+658~K17+850 主线路基段
5	5 号 T 梁预制场	1.505	制梁台座 46 个含钢筋加工场 1 个	K23+545~K23+918 主线路基段
备注：以上 5 个 T 梁预制场均设置在主体工程征占地范围内，不新增占地。				

3.1.7.3施工期水、电、通讯

项目路线区分布有阿家河、小箐河、樟木箐、马军小河等及其他几条无名支流，项目沿线区域区分布有较多的水库、塘坝，生活、施工用水较为便利，基本都可就地取用。

路线经过的村落、城镇较多，电网覆盖面广，供、输电网稠密，工程用电沿线各城镇、乡村均可协商接线供电。也可架设临时输电线路电网供电，电线架设长度较短。但仍需预备部分自发电， 以备急用。

3.1.7.4筑路材料

3.1.7.4.1 主要料场

（1）土料

根据项目《两阶段施工图设计》资料，各隧道、深挖路堑开挖形成的泥岩、粉砂岩弃土可用于本项目的路堤填料，但因泥岩具遇水软化的特性，用其作路堤填料时，路堤底部应增设盲沟和硬质岩碎块石垫层，并加强地下水截排设计。

（2）石料

1）水泥混凝土用料

根据项目《两阶段施工图设计》资料，拟建项目路线附近无符合本项目材料需要的石料场。本项目所需碎石、粗集料、细集料、块石需外购。现将距本项目较近的料场分述如下：

①楚雄市苍岭镇小寨山石场（E:101°38′45.99" N:25°2′56.96"）

该料场位于楚雄彝族自治州楚雄市苍岭镇李家村委会小寨山附近，石料场至本项目 K0+000 支线运距约 22.4 公里，交通便利。石料岩性以红质砂岩为

主，生产规模 9.87 万立方米/年，经营期限至 2030 年 8 月。目前正在开采，生产各级碎石、块石和砂，可满足本项目水泥混凝土集料要求。

②楚雄市甬江建材有限公司采石场（E:101°28′13.80" N:24°58′45.44"）

位于楚雄彝族自治州楚雄市东华镇新柳村民委员会小波岩小组，石料场至本项目 K27+200 运距约 14.2 公里，交通便利。矿区外漏部分绝大多数属于红质砂岩，深处经过勘探拥有约 1000 余万吨的青石，岩质坚硬，材质较好，储量大，目前正在开采，生产各级碎石、块石和砂，可满足本项目水泥混凝土集料要求。

2）沥青混凝土路面用料

根据项目《两阶段施工图设计》资料，本项目附近无路面沥青混凝土所需玄武岩石料场。距离较近且开采规模较大的玄武岩料有禄丰生鸿石业有限责任公司采石场，敘述如下：

①禄丰生鸿石业有限责任公司采石场（E:102°19′16.51" N:25°9′34.77"）

位于楚雄彝族自治州禄丰县勤丰镇马关营村附近，石料场至本项目 K0+000 运距约 151.6 公里， 交通方便。岩性为多为暗红色玄武岩，深部存在青灰色玄武岩，岩质坚硬，储量大，生产规模 10.00 万吨/年，营业期限为长期。目前正在开采，生产各级碎石、块石和砂，可满足本项目路面沥青混凝土集料要求。

3.1.7.4.2 钢材、水泥、木材和沥青四大材料

钢材从安宁采购，沥青从昆明购买，木材在当地采购。水泥主要由安宁市水泥生产企业（厂） 提供。为保证材料的强度和其它技术指标满足工程质量的要求，高标号水泥到昆明、安宁等大型水泥厂购买。项目建设中可根据用量和行情灵活采购，减少库存，降低管理成本，提高资金使用率。

3.1.7.5取土（石）场

根据项目《两阶段施工图》设计资料，公路在建设过程中总体上挖方较多，通过项目自身挖方的本桩利用和相邻标段的调运利用，可满足各路段之间的填方需求。此外路基、边坡等挖出的土料质量较好，能够满足工程建设要求，因此，主体设计在此阶段不再设置取土场。

3.1.7.6弃渣场规划

3.1.7.6.1 弃渣场选址原则

① 工程弃渣或表土应遵循合理集中的原则，进行优化设计，作到既经济合理又注重水土保持；

② 弃渣场或表土堆场不得对公路运营造成安全隐患，也不得危及其它基础设施及周边人民的生命财产安全；

③ 不得在易引发崩塌滑坡的地区或泥石流沟道设置弃渣场；

④ 尽量选择荒沟和山凹且离拟建项目运距近；

⑤ 弃渣场和表土堆场不宜设置在临河、水库的陡坡地，更不得直接弃入河道和水库中（即弃渣场选址不得位于河、水库设计防洪水位以下）；

⑥ 弃渣场的设置尽量位于公路路域视野之外，以减少对公路路域景观的影响；

⑦ 斜坡路堤内侧因填方形成洼地时，从有效利用土地及排水角度来考虑应弃渣填平。利用公路一侧山谷作弃渣场进行弃渣时，配合排水措施进行综合处理。

⑧ 弃渣场选址不能在风景区视野范围之内，且应远离公路沿线其他应避让的区域；

⑨弃渣场不应设置于自然保护区、风景名胜区、森林公园、文物保护单位、饮用水源保护区和地质遗迹保护区、基本农田保护区等环境敏感区域；

⑩弃渣场不应该设置于重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响的区域；

3.1.7.6.2 弃渣场设置

根据项目《两阶段施工图设计》及《水土保持方案》资料，本工程施工期间拟布设弃渣场7座，这7座弃渣场设计总容量为668万m^3，占地面积约34.8081hm^2，占地类型主要为林地。拟建公路弃渣场设置情况见表3.1.7-3。

表 3.1.7-3　拟建公路弃渣场特性一览表

序号	弃渣场名称	位置	渣场类型	占地	占地（hm²）		周边交通情况	设计容量（万m³）	实际堆放（万 m³）	
				类型	合计	林地			自然方	松方（压实后）
1	卡利隧道进口 1 号弃土场	云甸村委会盐井冲村小组	缓坡	林地	5.3718	5.3718	已有道路	115	99.471	111.90
2	棠梨沟 4 号弃土场	苍岭镇西云村委西排村	沟谷	林地	9.1202	9.1202	新修便道 244m	105	89.536	100.73
3	9 号弃土场（塔普隧道出口）	K14+900 右侧 150 米（水马子）	沟谷	林地	8.0419	8.0419	已有道路	155	134.94	151.81
4	7 号弃土场	鹿城镇大东社区刘家村小组	缓坡	林地	1.9799	1.9799	紧邻主线	45	38.44	43.25
5	上土坡隧道 6 号弃土场	富民社区水草箐村小组	沟谷	林地	3.0091	3.0091	新修便道 4863m	95	82.41	92.71
6	汉麻路 2 号弃土场	鹿城镇大东社区东屯一组	沟谷	林地	3.0078	3.0078	已有道路	65	56.96	64.08
7	18 号弃土场	鹿城镇军屯社区大麦地小组肖山线 K3+300 左侧	沟谷	林地	4.2774	4.2774	已有道路	88	77.18	86.83
合计：					**34.8081**	**34.8081**		**668**	**578.937**	**651.31**

3.1.7.7临时表土堆场

临时表土堆场主要是临时存放施工期剥离的表土。本工程具备剥离条件的土地类型为水田、旱地、园地、林地和草地，根据项目《水保》编制单位统计，本工程可剥离面积为156.9199hm^2（其中：主线为109.84hm^2、临时用地47.0799hm^2，按用地类型分：耕地24.84hm^2，园地4.5294hm^2，林地127.5505hm^2），根据土壤肥力和施工条件，确定水田可剥离厚度约 20～50cm，旱地可剥离厚度约 15～45cm，园地可剥离厚度约15～35cm，林地和草地可剥离厚度约10～25cm，共可剥离表土46.81万m^3（自然方）。此阶段主体工程尚未考虑表土的堆存，水保方案将给与补充。为减少临时征占地，本项目表土全部运至互通立交绿化区、辅助设施区、施工场地内空余区域、弃渣场区上部较为平缓的区域堆放，不再新增用地。施工期间需采取临时拦挡及覆盖措施，待施工结束后，调运至各个绿化区域、复耕区域进行回填，之后对相应场地进行复耕或植被恢复即可。临时表土堆场布设情况详见下表。

表 3.1.7-4　临时表土堆场布设情况一览表（临时用地）

序号	弃渣场名称	位置	渣场类型	占地类型	占地（hm²）		周边交通情况	堆土量（自然方）	堆土量（松方）
					合计	林地		(万 m^3)	(万 m^3)
1	罗只碑村委会胡家村1号植生土临时堆料场	子午镇罗只碑村委会胡家村	缓坡	林地	0.9328	0.9328	已有道路	4.5	5.85
合计					0.9238	0.9238		4.5	5.85

表 3.1.7-5　临时表土堆场布设情况一览表（主线用地）

序号	设置位置	堆土量(万 m^3)（自然方）	堆土量(万 m^3)（松方）	堆高（m）	占地面积（hm^2）	后期利用情况
1	互通立交绿化区域	4.5	5.85	1.5～3	1.2201	所有的表土最终全部用于各个绿化、复耕区域回填，之后对相应场地进行复耕或植被恢复。利用主线用地，不
2	辅助设施区域（养护工区、服务区等占地较大的区域）	4.65	6.045	1.5～3	0.9851	
3	施工场地空余区域	9.007	11.7091	1.5～3	3.4412	
4	各个弃渣场上部较缓区域	16.55	21.515	4.5～7.5	7.9548	
合计		**34.707**	**45.1191**	**--**	**13.6012**	

					计入临时用地面积。

3.1.8 土石方平衡分析

根据《水保》报告，工程共开挖土石方 873.83 万 m^3（含软基 21.15 万 m^3，清表 46.81 万 m^3，建筑垃圾 3.46 万 m^3，一般土石方 802.38 万 m^3），回填土石方 294.893 万 m^3，最终产生废弃土石方 578.937 万 m^3（含软基 21.15 万 m^3，清表 7.603 万 m^3，建筑垃圾 3.46 万 m^3，一般土石方 546.724 万 m^3）。土石方平衡汇总情况详见表 3.1.8-1。

表 3.1.8-1　工程土石方平衡及流向一览表　（单位：万 m^3）

工程类别	开挖					回填	调入		调出		废弃				
	小计	软基	清表	建筑垃圾	一般土石方		数量	来源	数量	去向	小计	软基	清表	建筑垃圾	一般土石方
路基工程区	365.54	17.7	20.13	2.17	325.54	91.189	39.499	立交区调入	22.85	桥下空间	288.73	17.7	4.983	2.17	263.877
互通工程区	230.68	0	10.83	1.29	218.56	54.07	26.22	隧道工程	72.2	路基段、连接线	138.04	0	1.16	1.29	135.59
桥涵工程区	14.2		1.12		13.08	10.52	3.65	路基工程表土	0		7.33		0		7.33
隧道工程区	132.5				132.5	1.54			72.493	路基、便道、连接线	58.467		0		58.467
沿线设施区	20.91	0	1.17	0	19.74	44.19	43.18	互通立交	0		19.9	0	0.16	0	19.74
连接线工程区	60.99	3.45	5.55	0	51.99	48.56	26.75	立交区调入	3.48	连接线桥下、纵向调配	37.97	3.45	1.29	0	33.23
施工便道区	41.91		3.61		38.3	37.724	31.724	隧道工程			28.5		0.01		28.49
弃渣场区	2.4		2.4			2.4					0		0		0
施工生产生活区	4.7		2		2.7	4.7					0		0		0
合计	**873.83**	**21.15**	**46.81**	**3.46**	**802.41**	**294.893**	**171.023**		**171.023**		**578.937**	**21.15**	**7.603**	**3.46**	**546.724**

说明：1、工程产生的表土可采取就近堆存或运往弃渣场临时堆存，工程结束后用于绿化覆土及复耕；

表 3.1.8-2　土石方平衡分析一览表　（单位：万 m3）

工程类型	挖方(万 m^3)					回填/利用(万 m^3)			调入(万 m^3)		调出(万 m^3)		废弃(万 m^3)	
	小计	清表	软基	建筑垃圾	一般土石方	小计	本区回填表土	回填土石方	数量	来源	数量	去向	数量	去向
一、主线	**751.85**	**33.25**	**17.7**	**3.46**	**697.41**	**201.169**	**26.947**	**174.222**	**112.549**		**158.163**		**512.467**	
云甸互通立交	41.52	0.93		1.29	39.3	19.43	0.93	18.5	18.5	卡利隧道	0	0	40.59	卡利隧道进口 1 号弃土场

K0+600.790～K2+082	17.51	1.72	2.38		13.41	10.32	1.24	9.08	4.98	卡利隧道			12.17	卡利隧道进口 1 号弃土场
卡利隧道	43.37	0			43.37	0	0	0	0	0	30.359	K0+600.790～K7+520 段 96 区及路基填方	13.011	卡利隧道进口 1 号弃土场
K4+015～K4+913.960	39.46	1.57	5.39		32.5	9.02	0.76	8.26	3.26	卡利隧道			33.7	卡利隧道进口 1 号弃土场
K5+140～K5+317.96	2.26	0.51	0.22		1.53	1.16	0.147	1.013	0.8	卡利隧道			1.9	棠梨沟 4 号弃土场
K5+804～K6+210.960	28.67	0.48	0.13	1.06	27	5.24	0.34	4.9	0.7	卡利隧道			24.13	棠梨沟 4 号弃土场
K7+207～K7+300	4.74	0.34	0.05		4.35	3.27	0.07	3.2	2.1	卡利隧道			3.57	棠梨沟 4 号弃土场
K7+300～K7+520	20.09	1.55	1.46		17.08	1.009	0.18	0.829	0.019	卡利隧道			19.1	棠梨沟 4 号弃土场
桥梁工程	14.2	1.12			13.08	10.52	4.77	5.75	3.65	K12+680～K27+900 表土			7.33	棠梨沟 4 号弃土场
上土坡隧道	59.02				59.02	1.2		1.2			24.314	渣场便道	33.506	棠梨沟 4 号弃土场
K10+200～K10+420	15.72	0.49			15.23	0.18	0.18						15.54	7 号弃土场
K10+740～K10+860	0.39	0.33		0.06	0	0.1	0.1						0.28	7 号弃土场
K12+200～K12+680	24.76	0.81			23.95	2.14	0.4	1.74					22.62	7 号弃土场
塔普隧道	18.13				18.13	0					8.44	K12+680～K16+500	9.69	9 号弃土场（塔普隧道出口）
K12+680～K16+500	78.13	2.56	0.26	0.02	75.29	26.65	2.2	24.45	8.44	塔普隧道	0.36	表土桥下空间使用	59.56	9 号弃土场（塔普隧道出口）
K16+500～K19+390	70.06	2	0.07	0.08	67.91	4.37	1.4	2.97					65.69	9 号弃土场（塔普隧道出口）

K19+390～K24+300	48.12	4.3	4.35	0.55	38.92	4.25	2.15	2.1			21.35	表土桥下空间使用、挖方K24+300～K27+900 使用	22.52	18 号弃土场
K24+300～K27+900	15.63	3.47	3.39	0.4	8.34	23.48	2.33	21.15	19.2	K19+390～K24+300 挖方	1.14	表土桥下空间使用	10.21	18 号弃土场
楚雄南互通立交	114.61	4.6			110.01	22.32	4.14	18.18			13.89	调于楚雄南连接线使用	78.4	上土坡隧道 6 号弃土场
楚雄南收费站（含隧道管理所、监控分中心、养护工区）	13.74	0.56			13.18	0.47	0.47						13.27	汉麻路 2 号弃土场
大马军互通立交	62.28	2.5			59.78	2.5	2.5				58.31	大军马收费站、宝山屯停车区	8.88	18 号弃土场
大马军收费站	1.32	0.12			1.2	35.17	0.06	35.11	35.11	大马军立交			1.26	18 号弃土场
宝山屯停车区（A+B 广场）	4.05	0.4			3.65	8.47	0.4	8.07	8.07	大马军立交			3.65	18 号弃土场
子午互通立交	12.27	2.8			9.47	9.82	2.1	7.72	7.72	大马军立交			10.17	18 号弃土场
子午收费站	1.8	0.09			1.71	0.08	0.08						1.72	18 号弃土场
二、连接线	**72.97**	**5.55**	**3.45**	**0**	**63.97**	**48.9**	**4.26**	**44.64**	**26.75**	**0**	**12.86**	**0**	**37.97**	
1、楚雄南连接线	44.63	1.45	3.45	0	39.73	39.33	1.41	37.92	23.53		9.64		19.2	
路基	32.35	1.36	3.45		27.54	37.42	1.1	36.32	22.27	楚雄南互通、耳东屯隧道	0.26	表土用于连接线桥下使用	16.94	汉麻路 2 号弃土场
桥梁工程	0.3	0.09			0.21	1.57	0.31	1.26	1.26	耳东屯隧道、互通区表土			0	
隧道出渣	11.98	0			11.98	0.34		0.34			9.38	连接线	2.26	汉麻路 2 号弃土场

2、大马军连接线	23.5	2.6			20.9	7.97	2.05	5.92	3.22		3.22		15.53	
路基	21.8	1.82			19.98	3.5	0.8	2.7			3.22	连接线桥下	15.08	18 号弃土场
桥梁工程	1.7	0.78			0.92	4.47	1.25	3.22	3.22	大马军连接线路基			0.45	18 号弃土场
3、子午连接线	4.84	1.5			3.34	1.6	0.8	0.8					3.24	18 号弃土场
三、施工便道区	**41.91**	**3.61**	**0**	**0**	**38.3**	**37.724**	**3.6**	**34.124**	**31.724**		**0**		**28.5**	
1.施工场地进场便道	34.7	2.8			31.9	27.114	2.8	24.314	24.314	上土坡隧道			24.49	汉麻路 2 号弃土场
2.弃土场地进场便道	7.21	0.81			6.4	10.61	0.8	9.81	7.41	施工便道			4.01	上土坡隧道 6 号弃土场
四、施工生产生活区	**4.7**	**2**			**2.7**	**4.7**	**2**	**2.7**						
五、弃渣场区	**2.4**	**2.4**				**2.4**	**2.4**	**0**	**0**	**0**				
小计	**873.83**	**46.81**	**21.15**	**3.46**	**802.38**	**294.893**	**39.207**	**255.686**	**171.023**		**171.023**	**0**	**578.937**	

注：① 表中数据均按自然方计。②土石方按公式“开挖+调入+外借=回填+调出+废弃”进行平衡。

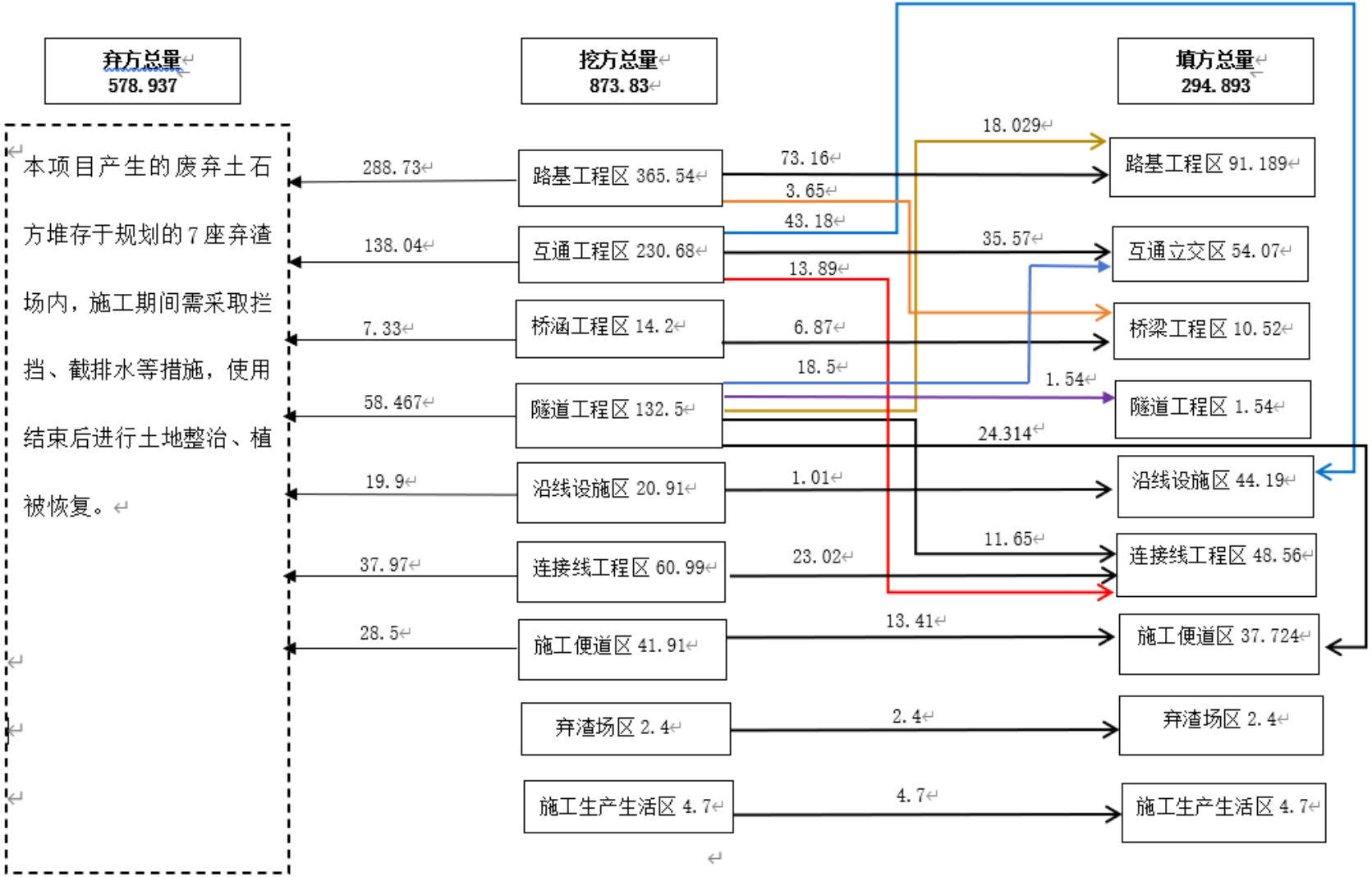


图 3.1.8-1　土石方平衡流向框图　单位：万 m^3

弃渣场综合利用建议：

根据初步设计数据统计分析，初步设计提供的土石方利用率为 39.93%，土石方利用率整体偏低，为了进一步提高土石方综合利用率，水保方案提出如下几点建议：

（1）满足工程设计要求情况下，进一步优化路线标高设计，如采局部调整路线方案增加路基填方量，减少路基挖方量，进而减少弃渣量。

（2）下阶段设计和施工过程中，对施工方法和弃渣再利用进行综合研究，一方面尽量减少施工弃渣，另一方面在地勘和试验的基础上进一步考虑将路基弃渣、隧道弃渣作为路基防护、排水工程石料等筑路材料进行综合利用，从而减少工程建设总弃渣数量。

（3）建议建设单位、施工单位积极与项目周边各开发区管理部门或者企业协商，考虑将可利用的废方运至正在建设的开发区进行场地整平、回填消化，这样不但可以有效减少弃渣对土地的占用，同时也可以减少弃渣场的生态恢复费用。

3.1.9 施工工艺

拟建公路施工中路基工程、路面工程、桥隧工程等施工以机械化施工为主；边坡防护工程以人工施工为主；公路绿化美化工程施工为机械与人工施工相结合。

3.1.9.1路基工程

3.1.9.1.1 一般路基施工

填方路基采用逐层填筑，分层压实的方法施工。填土时适当加大宽度和高度，分层填土、压实，多余部分利用平地机或其他方法铲除修整。设置挡土墙的路段，挡土墙施工完毕后再进行路基填筑作业。

路堑开挖前做好截水沟，并根据土质情况做好防渗工作。在施工期间修建与永久性排水设施相结合的临时排水设施，水流不能引起淤积或冲刷。路堑地段的边坡稳定极为重要。开挖时，不论开挖工程量和开挖深度多少，均按原有自然坡面自上而下挖至坡脚。设有上挡墙路段进行间隔开挖，间隔施工，以免造成山体坍塌。

路基施工产生水土流失的主要环节是在路基清表、填筑和开挖阶段。

3.1.9.1.2 特殊路基施工

本项目沿线的不良地质主要为软土和不稳定边坡，其中不稳定边坡段线路是以桥梁方式从不稳定斜坡前缘 50m 处通过，距离较远且目前边坡处于基本稳定状态，不对其边坡进行处理，因此只针对软土路基的施工进行工艺介绍。

本项目出露的软土主要为软塑状、可塑状粘土和粉质粘土，软土层厚度小于3m，采取浅层换填处治，用片石换填软弱土，再加碎石垫层及碎石土垫层，同时用铺设土工格栅加强稳定。

换土填石法就是采用人工或机械方法把基底下一定深度范围内的软弱土基全部或部分挖除，用砂、碎石、粉质粘土等材料回填。挖除的软土运至邻近弃渣场，换填土石取自本路段或相邻路段的路基、隧道出渣，经过加工筛选后使用。

3.1.9.1.3 施工工艺

路基施工应该符合《公路路基施工技术规范》（JTJ033-1995）的有关规定。

1、施工工序

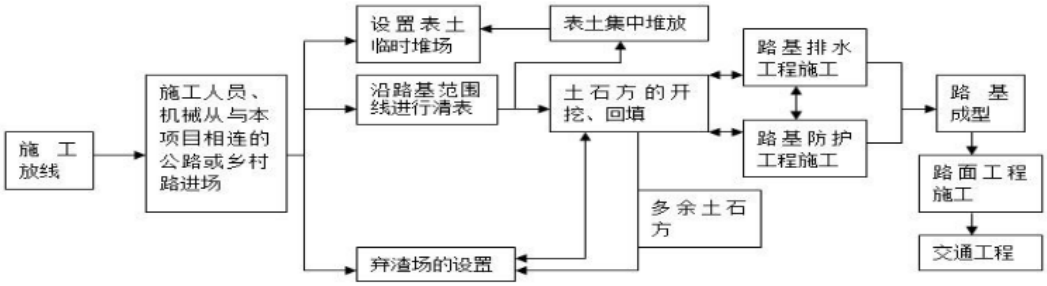


图 3.1.9-1　　路基工程施工工序图

2、表土剥离施工工艺

在主体工程动工前，将项目区的表土剥离后进行集中堆放并采取防护措施进行防护。

耕植土保护施工前的一项必要工序，在施工准备阶段应当合理配置施工机械，合理组织人力物力确保耕植土清理与保护工作的顺利进行。

由于耕植土较为松散，运输过程中极易洒落，现场技术员在指挥装车过程中应当遵循前多后少的原则。装车完成后应当指挥挖掘机等将车上耕植土拍击紧密，防止耕植土随处洒落。在卸车时务必指挥运输车辆由堆场最内侧向堆场外侧卸车，防止松软的耕植土引发安全隐患。

本项目属于线性工程，表土堆存总体应采用“大分散、小集中”的保存方案。表土临时堆存应尽量占用场内空闲地。表土保存过程中应设有临时防护措施（临

时覆盖、临时挡护、临时排水等）。对剥离的耕植土，堆放在空地上，施工结束后作为后期复耕或者绿化用土。

3、路基施工工艺

施工中采用对向开拓的施工方法，以机械施工为主；路基在施工过程中采取随挖、随运、随填、随压的施工方法，即：将开挖的土石方满足填筑要求的将其运至填筑区域进行填筑、压实，多余的土方由运渣车运至规划弃渣场堆存；土、石料在运输过程中采取保护措施，防止沿途洒溢；各施工单位应树立全局观念，做好协调工作，路基土石方调运严格按设计进行，按设计要求进行取弃土石方、严禁任意取弃。

4、路基边坡施工

（1）边坡控制

路基边坡的开挖或回填，以施工机械开挖或回填为主，在边坡控制上：

① 填方边坡控制：当填土高度小于 8m 时，不设平台；大于 8m 时在距路基边缘 8m 高度设一平台、台宽 1.5m。

② 挖方边坡控制：路基挖方边坡坡率视不同情况的土质和密实度采用不同的值，土质挖方边坡坡度采用 1:1，石质挖方边坡坡度采用 1:0.75~1:1；当边坡高度超过 12m 时，每 8m 设一级 2m 宽的边坡平台。

（2）边坡施工工艺

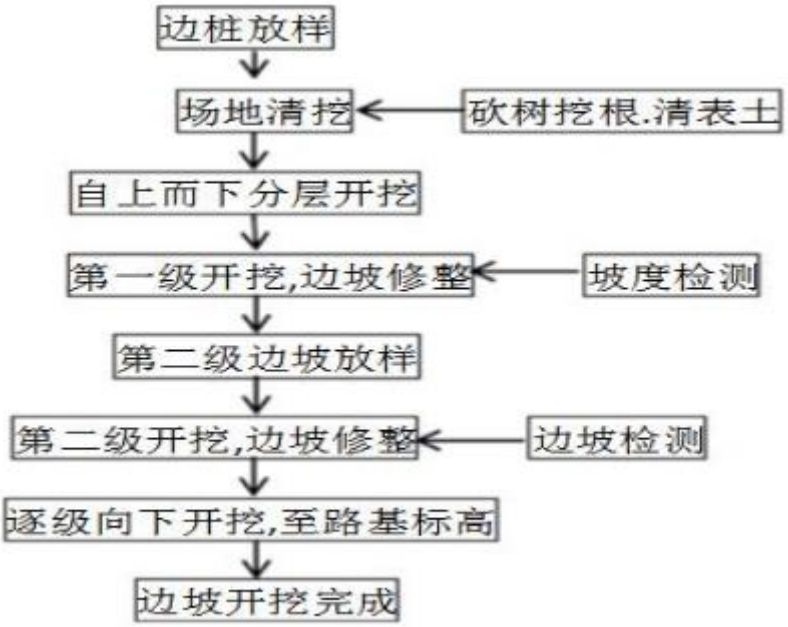


图 3.1.9-2　　路基边坡施工工艺流程

施工时主要是采用挖掘机挖掘，大型自卸汽车配合运输进行施工。土方开挖应自上而下进行，不得乱挖超挖，严禁掏底开挖；对于软石和强风化岩石，可采用机械直接开挖，人工配合的方法进行施工；对于机械不能开挖的岩体，则采用光面爆破工艺进行开挖。施工时要保证路堑坡面平顺，无明显的局部高低差，无凸悬危石、浮石、碴堆、杂物；开挖平台台面设有向路基侧沟排水的坡度；需设防护的边坡，要按设计要求及时支护，避免长期暴露，造成坡面坍塌。

边坡开挖自上而下进行，先沿路堑纵向分层挖出一条通道，然后向通道两侧进行拓宽；上层通道拓宽至路堑边坡后再开挖下层通道，如此纵深开挖至路基设计标高。每层的开挖厚度按 3m 控制，开挖长度根据现场地形实际情况进行确定。开挖至边坡线前，应预留一定宽度，预留的宽度应保证施工过程中设计边坡线外的土层不受扰动。每挖一层均应设置排水纵横坡，并在边坡碎落平台上做好临时排水沟，将水引出路基外。

在开挖至第一级平台控制标高后，及时进行边桩放样，进行第二级的开挖；在留好第一级平台宽度后，用全站仪放样放出开挖边界桩，严禁超挖损伤平台位置土方。第二级边坡开挖修整与第一级一样，逐级往下开挖，直至路基设计标高。

5、路基、路面排水工程施工工艺

在挖方高边超路堑设置截水沟，排除路基边坡坡面以外流向道路的汇水，截水沟两侧设置急流槽将水引至路基范围外，不至冲刷路堤坡脚。在挖方高边坡碎落台上设置碎落台截水沟，并设置急流槽将边坡水引至边沟排出路基范围。在挖方路基边缘设置浆砌石边沟，边沟坡度与路基纵坡一致，路堑和路堤的交接处，边沟沿急流槽排引至路堤两侧外。

6、路基支挡

项目在桥台与路堤接头处、山区填方困难地段以及平缓区填方超过 1.0m 路段为少占用农田设置路肩或路堤挡土墙。

7、边坡防护

结合当地气候、水文、地形、地质条件，采取工程防护和植物防护相结合的综合措施进行设置。根据路基填挖高度，采用不同的防护，本项目主要采用的边坡防护有：浆砌石骨架护坡、现浇混凝土骨架护坡、现浇混凝土锚杆骨架护坡、锚杆（索）框格梁护坡、植草护坡。

8、临河路段施工

施工过程中在靠近河流处严禁放大炮，需采用松动爆破和机械开挖，并在靠河较近一侧设置临时编织袋挡墙以免土石滑入水体，其施工工序为：施工放线→靠河侧设置临时草袋挡墙→砌筑挡墙→边坡开挖→路基回填→临时土袋拆除。

3.1.9.2路面工程

本项目全线采用沥青混凝土路面，由专业队伍承担。由于路面施工工艺复杂，专业技术要求较高，尤其应注意施工队伍的选择。基层混合料应以机械集中拌和，摊铺机分层摊铺、压路机压实，沥青混合料也应集中拌和，自卸汽车及时运输至工点摊铺成型，应严格控制原材料质量和材料配合比，控制压实厚度和压实度。

3.1.9.3桥梁工程

楚雄市东南绕城高速公路均采用工艺成熟的桥型，主要为预应力混凝土 T 形梁、现浇混凝土箱梁。桥梁工程施工工序为：平整施工生产生活区→基础施工→桥梁上部构造施工，其中造成水土流失的主要环节为桥梁基础施工部分。

本项目桥梁均为旱桥，少部分桥梁需跨越河流。桥梁上部构造主要采用标准跨径的 T 梁，少部分采用 T 梁+钢筋砼箱梁。下部构造桥墩以柱式桥墩为主，桥台以柱式桥台为主，施工工艺流程见图 3.1.9-3。

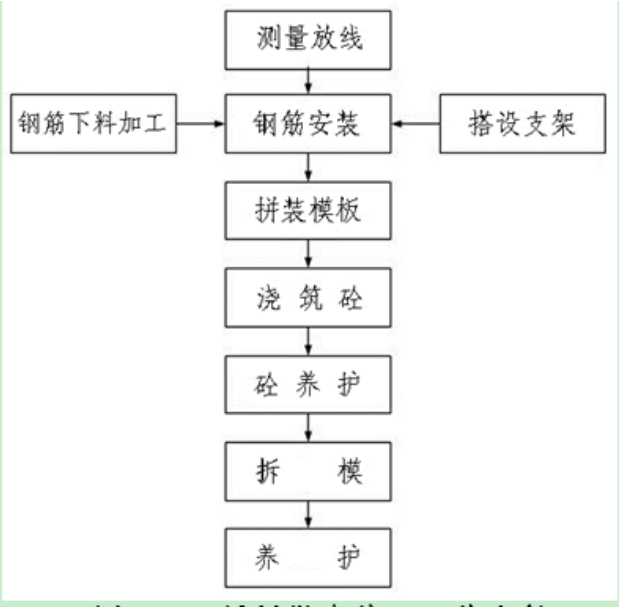


图 3.1.9-3　　桥梁墩台施工工艺流程

拟建线路桥梁基础采用灌注桩型式，其施工工艺根据地下水的埋深不同而分别采用人工挖孔桩、机械钻孔。

①机械钻孔灌注桩

其施工工艺流程见图 3.1.9-4。

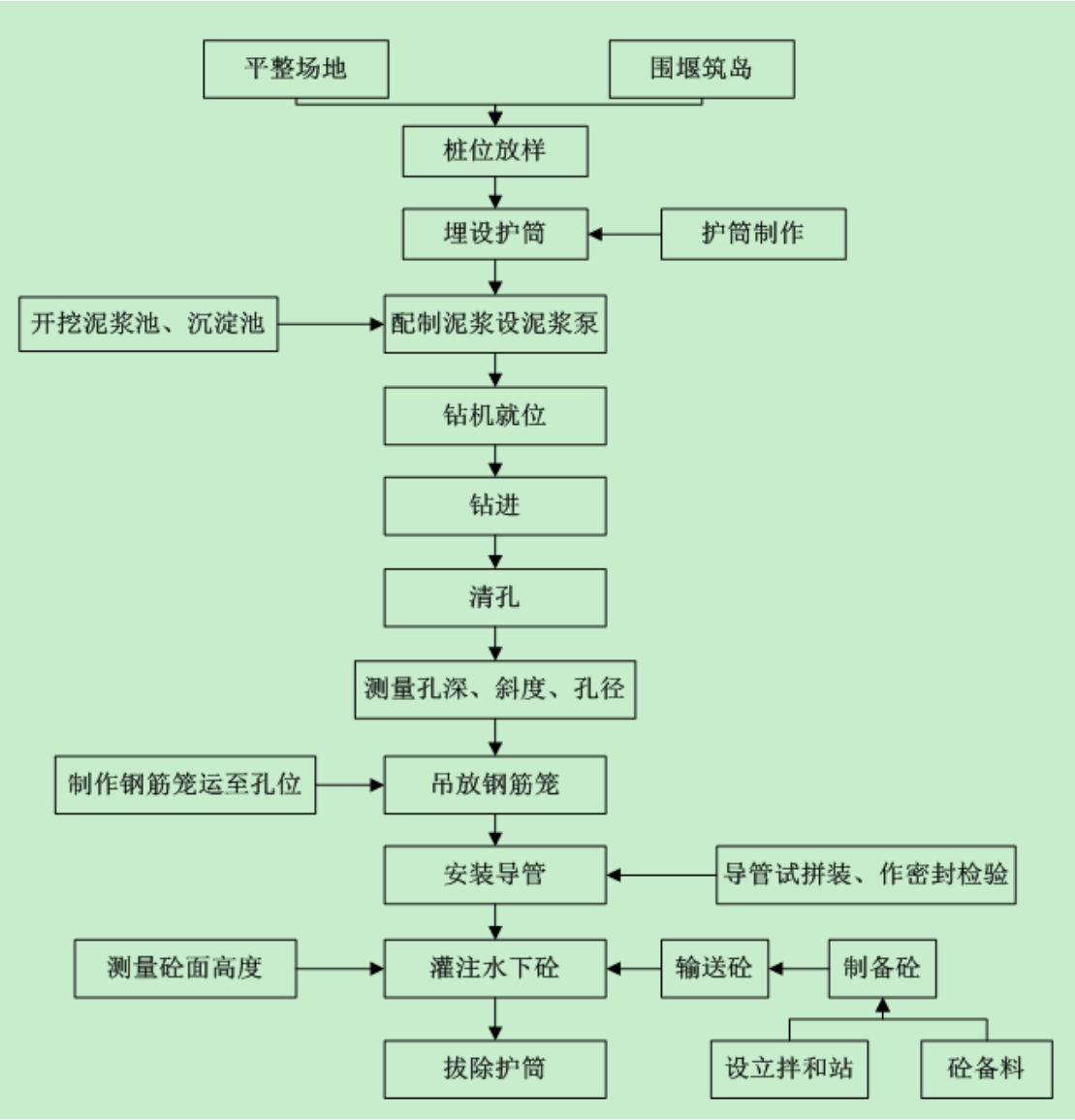


图 3.1.9-4　　钻孔灌注桩基础施工工艺流程

本项目部分桩基施工场地没有积水，无需设置围堰筑岛。钻孔作业前开挖好泥浆池和沉淀池，钻渣进入沉淀池进行沉淀处理。灌桩出浆进入泥浆池进行土石的沉淀，沉淀后的泥浆循环利用，废泥浆进入沉淀池。施工过程中定期对泥浆池和沉淀池进行清理，清出的沉淀物运至临近弃渣场集中堆放。

②人工挖孔灌注桩

人工挖孔灌注桩是一种通过人工开挖而形成井筒的灌注桩成孔工艺，适用于旱地或少水且较密实的土质或岩石地层。其施工工艺流程见图 3.1.9-5。

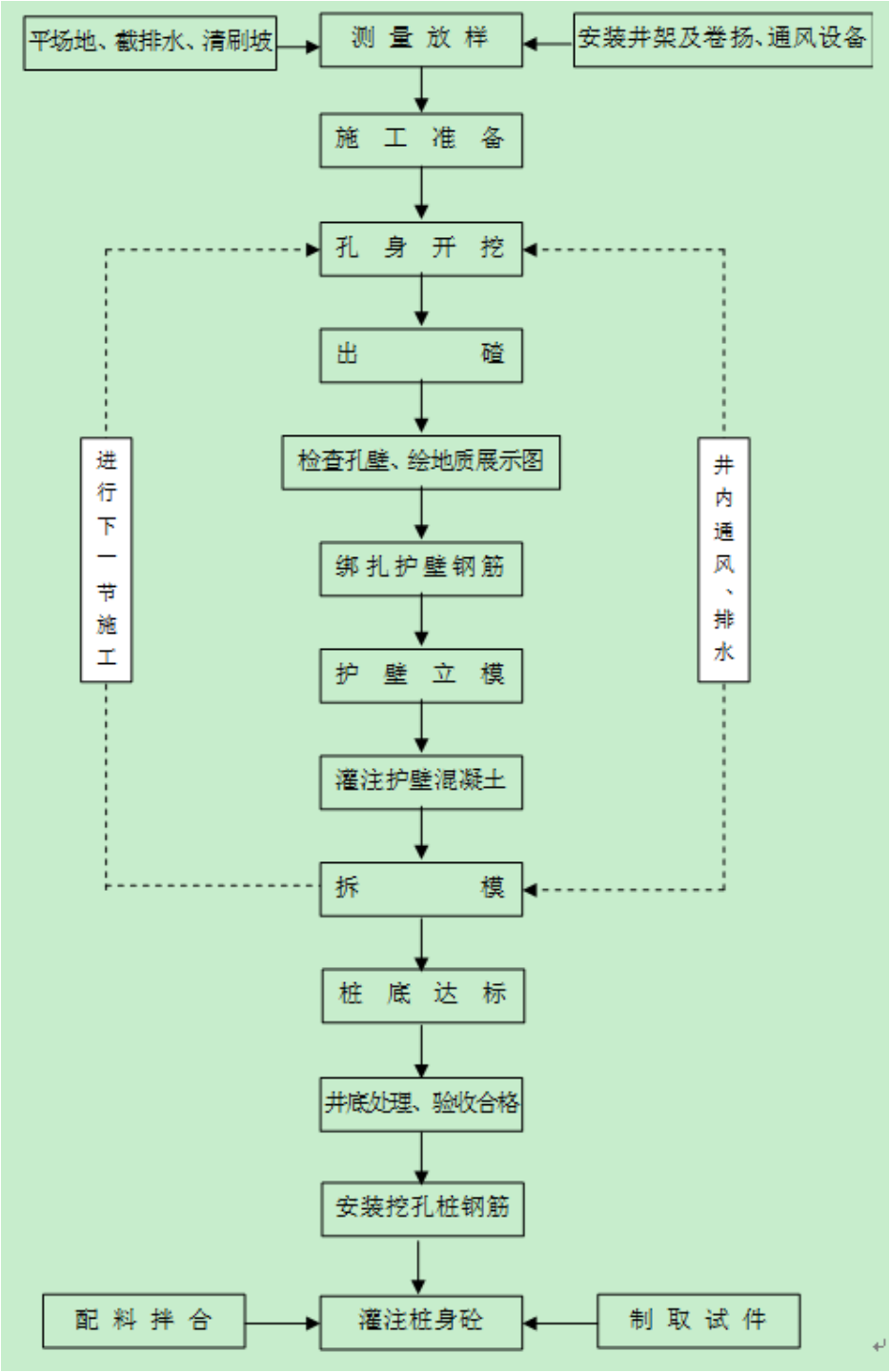


图 3.1.9-5　　人工挖孔桩基础施工工艺流程图

3.1.9.4隧道工程

隧道施工工序为：测量放线→施工准备→明洞开挖→洞门套拱→洞口排水→洞口工程→暗洞开挖→衬砌→防、排水→路基、路面→其他附属工程。

施工准备：隧道施工便道修至洞口附近后，在隧道口占地范围内填筑施工平台，为隧道施工创造条件，用装载机辅以挖掘机整平压实，修建供风、供水、供电设施，并用作材料存放场地和机械停放场地。

隧道施工前需设置截水设施，拦截地表径流，防止其对洞口边坡的冲刷。截水沟开挖以机械为主，人工配合修整。截排水设施一般在洞口开挖之前完成，但此时路基排水工程尚未实施，要适当延长隧道排水工程，将上游来水引至自然沟道，排水顺接工程与路基永久排水工程结合修建。

隧道洞口及明洞段采用明挖法施工，自上而下分台开挖，边开挖边防护；土质地层采用机械开挖，石质地层采用钻爆法开挖。明洞回填，应两侧对称分层夯实。

隧道洞身段支护衬砌按新奥法原理设计，采用初期支护和二次衬砌相结合的复合式衬砌，即以锚杆、湿喷混凝土、格栅钢架、型钢钢架等为初期支护，模筑混凝土为二次衬砌。复合式衬砌分为洞口加强段/浅埋段复合式衬砌和深埋段复合式衬砌。

施工中的隧道止水常常是与围岩加固联系在一起的。涌水的对策大体上分为两大类，即排出涌水的方法（排水方法）和阻止涌水的方法（止水方法），实际上两种方法是相互配合的。

短隧道采取单向掘进法，中长以上隧道采用进出口双向掘进法。洞内采用机械施工，洞渣清出采用汽车运输方式，隧道出渣尽量用于结构物和填筑路基。

隧道施工造成水土流失的主要环节是洞口开挖和隧道弃渣。

3.1.9.5涵洞工程

（1）基础施工

明挖基础基坑采用挖掘机配合人工开挖，开挖至接近基底标高时，预留 20cm 一层，在基础施工前，人工突击挖除。开挖过程中应加强排水，防治泡水软化。基坑开挖到位后，验槽。如各项指标符合设计要求，尽快浇筑基础混凝土，避免基坑长期暴露。基础混凝土模板采用钢模，施工时按设计沉降缝位置设置沉降缝，分节浇筑完成，施工中注意预埋件的埋设。

（2）涵台施工

涵台采用钢管支架配合大平面模板立模，模板用对拉螺杆和内木撑组成固定体系。模板外侧采用斜撑和缆风校正固定。涵台按基础沉降缝位置设置沉降缝，预埋板的位置要准确，固定要牢固，确保沉降缝线条顺直。混凝土浇筑时，采用串筒配合入模，Φ50mm 插入式振动器振捣密实，每层混凝土浇筑厚度为 30cm，混凝土浇筑完成后进行养护。每次浇混凝土现场留取规定组数试件，与墙体同条件养护。

（3）钢筋混凝土板施工

钢筋混凝土盖板集中预制，盖板用平板车运到工点，用汽车吊安装就位，盖板和涵台背墙间的缝隙必须用小石子混凝土填塞密实。沉降缝内沥青麻絮和暗涵板顶防水层施工完后，应快速回填封闭，严禁雨水等浸泡，降低承载力。

3.1.9.6近河（库）路段工程

对于处于近河、近水库路段施工，施工前需在靠河、水库较近一侧设置编织袋装土或彩钢板进行拦挡，以免土石滑入水体。对施工过程中开挖形成的裸露边坡及时实施边坡防护措施，施工过程中产生的废弃土石禁止堆放在近河、水库区域，应将其及时运至指定弃渣点。

3.1.9.7防护及排水工程

本项目路基防护及排水工程基本采用砌石污工，该部分技术难度低，应以人工铺砌为主；对于特殊路基防护工程，由相应资质的施工企业进行施工。

3.1.9.8临时工程

（1）弃渣场施工

弃渣场首先施工排水设施和挡渣墙。弃渣前对占地为耕地的剥离表土，并将表土集中堆置处理，弃渣时从低处分层堆弃，经压实后再堆弃上一层。弃渣结束后回填表土并复耕或恢复植被。

（2）施工便道、施工生产生活区

施工便道主要施工工艺：① 测出施工便道占地范围，平整场地、做好便道施工放样；② 放样后，对施工便道占压范围内的表土根据实际情况进行剥离，剥离厚度为 20~50cm，表土就近堆放于便道附近的表土堆放场内，并做好防护措

施，以便后期治理覆土所用；③ 路基填挖后要及时碾压密实路基面，路面采用碎石路面，碎石路面厚 15~20cm，便于行车。

在生活区采用活动板搭建工棚；对施工场地进行平整碾压，修建引水、引电设施，机械入场后可使用。

3.1.10 投资估算

根据项目《两阶段施工图设计》资料，项目总投资 569324.3813 万元。

3.1.11 工期安排

工期安排上，本着早启动、早实施、早出效的原则，经与建设单位核实，本项目于 2023 年 6 月 1 日开工建设，计划于 2026 年 5 月 31 日竣工，总工期 3 年（36 个月）。施工进度安排详见表 3.1.11-1。

表 3.1.11-1　拟建项目施工进度计划

年份季度 / 工程项目	2023 年				2024 年			2025 年			2026 年	
	6-7 月	7-8 月	8-9 月	10-12 月	3-6 月	6-8 月	8-12 月	1-3 月	4-8 月	9-12 月	1-2 月	3-5 月
施工准备												
桥梁												
隧道												
涵洞												
路基												
排水、防护												
路面												
绿化、照明												
交通工程（含收费站和养护工区等）												
清理验收												

3.2 重新报批项目工程分析

3.2.1 临时工程设置的环境合理性分析

3.2.1.1弃渣场设置的环境合理性

3.2.1.1.1 选址原则

① 工程弃渣或表土应遵循合理集中的原则，进行优化设计，作到既经济合理又注重水土保持；

② 弃渣场或表土堆场不得对公路运营造成安全隐患，也不得危及其它基础设施及周边人民的生命财产安全；

③ 不得在易引发崩塌滑坡的地区或泥石流沟道设置弃渣场；

④ 尽量选择荒沟和山凹且离拟建项目运距近；

⑤ 弃渣场和表土堆场不宜设置在临河、水库的陡坡地，更不得直接弃入河道和水库中（即弃渣场选址不得位于河、水库设计防洪水位以下）；

⑥ 弃渣场的设置尽量位于公路路域视野之外，以减少对公路路域景观的影响；

⑦ 斜坡路堤内侧因填方形成洼地时，从有效利用土地及排水角度来考虑应弃渣填平。利用公路一侧山谷作弃渣场进行弃渣时，配合排水措施进行综合处理。

⑧ 弃渣场选址不能在风景区视野范围之内，且应远离公路沿线其他应避让的区域；

⑨弃渣场不应设置于自然保护区、风景名胜区、森林公园、文物保护单位、饮用水源保护区和地质遗迹保护区、基本农田保护区等环境敏感区域；

⑩弃渣场不应该设置于重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响的区域；

3.2.1.1.2 选址环境合理性分析

1、弃渣场基本情况

本工程共设置弃渣场 7 座，共占地 34.8081hm²，设计堆渣总容量为 668 万 m³，其中，沟谷型弃渣场 5 个、缓坡型弃渣场 2 个。本项目设置的弃渣场不占用保护植物。

弃渣场基本情况详见下表：

表 3.2.1-1　拟建项目全线弃渣场基本情况一览表

序号	弃土场名称	占地面积（hm²）	设计容量（万 m^3）	位　置
1	卡利隧道进口 1 号弃土场	5.3718	115	云甸村委会盐井冲村小组
2	堂梨沟 4 号弃土场	9.1202	105	苍岭镇西云村委西排村
3	9 号弃土场（塔普隧道出口）	8.0419	155	K14+900 右侧 150 米（水码子）
4	7 号弃土场	1.9799	45	鹿城镇大东社区刘家村小组
5	上土坡隧道 6 号弃土场	3.0091	95	富民社区水草箐村小组
6	汉麻路 2 号弃土场	3.0078	65	鹿城镇大东社区东屯一组
7	18 号弃土场	4.2774	88	鹿城镇军屯社区大麦地小组肖山线 K3+300 左侧
合 计：		**34.8081**	**668**	

2、弃渣场选址合理性总体评价

结合弃渣场位置和周边环境特征，对拟设置的弃渣场环境可行性和环境合理性进行评价。从安全性和防护难易、主要环境敏感区与敏感目标、基本农田和公益林等方面对本项目拟布设的 7 处弃渣场进行评价，各弃渣场布设及选址分析详见下表：

表 3.2.1-2　拟建项目全线弃渣场环境合理性分析一览表

序号	渣场名称	对应桩号及位置	渣场类型	设计容量（万 m^3）	占地类型及面积（hm^2）	环境合理性分析							环境合理性结论
						是否涉及生态红线	是否涉及基本农田	是否涉及国家级公益林	是否涉及省级公益林	是否涉及环境敏感区	下游 200m 内是否有公共设施和居民点	涉及植被及重点保护植物情况	
1	卡利隧道进口 1 号弃土场	ZK1+800 左侧约 715m	缓坡型	95	5.3718（林地）	否	否	否	**是**	否	下游主要为林地，下游无公共设施及居民点	暖温性灌丛、暖温性针叶林，不涉及重点保护植物、重点保护野生植物集中分布区、重要保护野生动物的重要生境	合理
2	堂梨沟 4 号弃土场	ZK4+600 左侧约 2560m	沟谷型	95	9.1202（林地）	否	否	否	**是**	否	下游主要为林地、耕地，无其他公共设施，棠梨沟有 2 户居民点	暖温性灌丛，不涉及重点保护植物、重点保护野生植物集中分布区、重要保护野生动物的重要生境	基本合理
3	9 号弃土场（塔普隧道出口）	K14+900 右侧约 80m	沟谷型	79	8.0419（林地）	否	否	否	**是**	否	下游主要为林地、耕地，下游无公共设施及居民点	暖温性灌丛，不涉及重点保护植物、重点保护野生植物集中分布区、重要保护野生动物的重要生境	合理
4	7 号弃土场	ZK11+300 左侧约 170m	缓坡型	12	1.9799（林地）	否	否	否	**是**	否	下游主要为林地、耕地、荒地，下游无公共设施及居民点	暖温性灌丛，不涉及重点保护植物、重点保护野生植物集中分布区、重要保护野生动物的重要生境	合理
5	上土坡隧道 6 号弃土场	ZK13+700 左侧约 690m	沟谷型	47	3.0091（林地）	否	否	否	**是**	否	下游主要为林地、少量耕地，下游无公共设施及居民点	暖温性灌丛、暖温性针叶林，不涉及重点保护植物、重点保护野生植物集中分布区、重要保护野生动物的重要生境	合理
6	汉麻路 2 号弃土场	LCK1+730 右侧约 1200m	沟谷型	38	3.0078（林地）	否	否	否	**是**	否	下游主要为林地，下游无公共设施及居民点	暖温性针叶林、暖温性草丛，不涉及重点保护植物、重点保护野生植物集中分布区、重要保护野生动物的重要生境	合理
7	18 号弃土场	K19+800 左侧约 2800m	沟谷型	46	4.2774（林地）	否	否	否	否	否	下游主要为林地、耕地，下游无公共设施，者纳屯散户有 1 户居民点	暖温性灌丛、暖温性草丛、人工用材林，不涉及重点保护植物、重点保护野生植物集中分布区、重要保护野生动物的重要生境	基本合理

3.2.1.1.3 保护林地管理要求符合性分析

根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》:（一）各类建设项目不得使用I级保护林地。（二）国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用II级及其以下保护林地。

本评价弃渣场占地不涉及Ⅰ级保护林地；占地涉及II级保护林地的弃渣场为1 处（即：卡利隧道进口 1 号弃土场），其余涉及的林地均为II级以下的保护林地。按照《云南省建设项目使用林地指南》：不得使用Ⅰ级保护林地；国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用II级及其以下保护林地。

本项目已于 2021 年 3 月 24 日取得云南省发展和改革委员会《关于楚雄市东南绕城高速公路可行性研究报告的批复》（云发改基础【2021】248 号）、于 2021 年 10 月 14 日取得云南省交通运输厅下发的《关于楚雄市东南绕城高速公路初步设计的批复》（云交审批【2021】20 号）、并于 2023 年 5 月 10 日取得楚雄州交通运输局下发的《关于楚雄市东南绕城高速公路两阶段施工图设计的批复》，楚交审批【2023】2 号。属于有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用II级及其以下保护林地。环评要求，项目开工以前，临时工程需取得林业主管部门的意见方可开工。

3.1.1.4 临时要求符合性分析

本评价弃渣场占地不涉及基本农田，无优化调整和另行选址渣场，与《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2 号）的相关要求不冲突。

3. 2. 1. 2施工场地的环境合理性

3.2.1.2.1 施工生产生活区基本情况

本工程施工生产生活区包括施工人员的居住用房、办公室等，一般可租用工地附近的民房，但距离居民点较远的标段，则在施工临时用地范围内自建工棚。施工生产区主要包括施工驻地、预制场、拌和站、钢筋加工场等。根据《两阶段施工图设计》资料，结合本工程沿线基本农田、公益林、生态保护红线等分布情况，本着尽量少扰动地表，不占基本农田和生态保护红线，少占公益林，同时满足施工要求，主体共布设 19 处施工生产生活区（包括拌合站 3 处、3 处湿喷站、

民工及项目驻地 8 处、5 处 T 梁预制场），这 19 处施工生产生活区总体上能够满足水保、环保要求及施工要求。

本工程共布设的 19 处施工生产生活区，其中，5 处 T 梁预制场位于主线征占地范围内（立交区），其余 14 处施工生产生活区为新增临时占地，占地面积约 7.321hm^2。本工程布设的施工生产生活区不占用保护植物。

3.2.1.2.2 在施工生产生活区选址时，应遵循以下原则和要求：

①满足施工要求，场内道路通畅，运输方便，各种材料能按计划分期分批进场，充分利用场地。材料尽量靠近使用地点，减少二次搬运。

②电器设施、线路、油库、易燃易爆品库、大型吊装设备、拌合设备以及加工场地等的布置必须符合安全、消防、环保的要求。

③现场布置紧凑减少临时设施用地，特别要少占农田。不得占用基本农田和公益林，少占生态红线。

④临时建筑、设施的布置，应便于生产活动开展，选址必须避开饮用水源保护区、自然保护区、森林公园等敏感区。

⑤根据《公路环境保护设计规范》（JTGB-2010）规定，5.4 环境空气污染防治章节内容：“沥青搅拌场站距环境敏感点的距离不宜小于 300m，并应设置在当地施工季节最小频率风向的被保护对象的上风侧；混凝土拌合站距环境敏感点的距离不宜小于 200m，并应设置在当地施工季节最小频率风向的被保护对象的上风侧”。

3.2.1.2.3 选址合理性总体评价及优化调整建议

结合施工生产生活区位置和周边环境特征，对拟设置的施工生产生活区环境可行性和环境合理性进行评价。从安全性和防护难易、主要环境敏感区与敏感目标、基本农田和公益林等方面对 19 处施工生产生活区进行评价。

19 处施工生产生活区中，环境合理性分析如下：

①合理施工营场地共计 15 处；

②基本合理施工营场地 4 处；

③无另行选址施工营场地。

各施工营地布设及选址分析详见表 3.2.1-3。

表 3.2.1-3　拟建项目全线施工营场地环境合理性分析一览表

名称	桩号	位置	工程名称	占地类型	占地面积（hm²）	环境合理性分析							环境合理性结论
						是否涉及生态红线	是否涉及基本农田	是否涉及国家级公益林	是否涉及省级公益林	是否涉及环境敏感区	周边敏感点分布情况	是否涉及重点保护植物情况	
一、拌合站													
卡利隧道出口拌合站	ZK3+930	左侧约 38m	混凝土拌合站	林地	0.3213	否	否	否	否	否	下风向 200m 范围内无敏感点	否	合理
T2 拌合站	K6+410	右侧约 123m	混凝土拌合站	林地、其他农用地	1.3074	否	否	否	**是**	否	西南侧约 143m 有 4 户樟木箐零散户，位于拌合站上风向	否	基本合理
T3 沥青拌合站	桃园工业园区		沥青拌合站	建设用地	1.864	否	否	否	否	否	下风向 300m 范围内无敏感点	否	合理
二、湿喷站													
S1 湿喷站	K1+655~K1+730 路基段		湿喷站	耕地	0.0509	否	否	否	否	否	下风向 200m 范围内无敏感点	否	合理
S4 湿喷站	K10+360	右侧约 30m	湿喷站	园地、其他农用地	0.3374	否	否	否	**是**	否	西南侧约 160m 处有 2 户田房头零散户，位于湿喷站上侧风向	否	基本合理
S6 湿喷站	ZK14+590~ZK14+650	左侧约 22m	湿喷站	园地、林地、其他农用地	0.8217	否	否	否	否	否	下风向 200m 范围内无敏感点	否	合理
三、民工及项目驻地													
2-1 号民工驻地	K6+800	右侧约 165m	民工驻地	林地	0.1512	否	否	否	**是**	否	东侧约 120m 有 4 户居民点	否	基本合理
2-3-1 民工驻地	K14+400	右侧约 85m	民工驻地	林地	0.3117	否	否	否	否	否	200m 范围内无敏感点	否	合理
2-3-2 民工驻地	K16+170	右侧约 115m	民工驻地	林地、建设用地	0.1649	否	否	否	否	否	西侧约 45m 有 3 户居民点	否	合理
2-3-3 号民工驻地	K14+900	右侧约 15m	民工驻地	林地	0.626	否	否	否	**是**	否	200m 范围内无敏感点	否	基本合理

3-1-1 号民工驻地	K17+365	左侧紧临	民工驻地	林地	0.835	否	否	否	否	否	东侧约 5m 有 2 户居民点	否	合理
3-1-2 号民工驻地	K18+500	左侧约 27m	民工驻地	林地	0.3223	否	否	否	否	否	200m 范围内无敏感点	否	合理
3-2 项目驻地	K20+800	右侧约 1130 m	项目驻地	林地	0.1361	否	否	否	否	否	200m 范围内无敏感点	否	合理
3-2-1 号民工驻地	大马军互通 C 匝道右侧		民工驻地	园地	0.0711	否	否	否	否	否	东南侧约 80m 有居民点（大余节）	否	合理
四、T 梁预制场													
1 号 T 梁预制场	K4+330~K4+490 主线路基段		T 梁预制场	主线占地范围内	0.676	否	否	否	**是**	否	南侧约 20m 有居民点（卡利）	否	合理
2 号 T 梁预制场	K10+755~K10+915 主线路基段		T 梁预制场	主线占地范围内	0.9	否	否	否	**是**	否	200m 范围内无敏感点	否	合理
3 号 T 梁预制场	K14+850~K15+010 主线路基段		T 梁预制场	主线占地范围内	1.512	否	否	否	**是**	否	200m 范围内无敏感点	否	合理
4 号 T 梁预制场	K17+658~K17+850 主线路基段		T 梁预制场	主线占地范围内	1.071	否	否	否	**是**	否	200m 范围内无敏感点	否	合理
5 号 T 梁预制场	K23+545~K23+918 主线路基段		T 梁预制场	主线占地范围内	1.505	否	否	否	**是**	否	西南侧约 115 m 有居民点（甸尾）	否	合理

（备注： 5 处 T 梁预制场均设置在主线占地范围内，不新增占地。）

3.2.1.3施工便道环境合理性

3.2.1.3.1 施工便道基本情况

根据项目《两阶段施工图设计》资料，拟建项目全线共修建施工便道共 42 条，总长度约 27.39km，便道平均宽度为 3.8m，共计占地 22.1293hm^2（含便道边坡面积），施工便道采用混凝土或泥结碎石路面。施工便道使用结束后，部分便道保留作为乡村道路使用，部分进行植被恢复，部分进行复耕。

3.2.1.3.2 施工便道选址要求

1、原则性要求

（1）隧道便道布置应尽量利用隧道附近既有道路，少占农田，绕避村庄，并综合考虑施工期间大型车辆与弃渣重车的通行要求。隧道施工便道布置结合全线桥涵、路基工程综合考虑。

（2）施工便道设置于生态红线内，需取得生态红线主管部门的意见才可行。

（3）施工便道需避让基本农田，禁止设置于国家Ⅰ级保护林地和Ⅱ级保护林地中的有林地和灌木林地内，尽量设置于贫瘠的荒地区域。

（4）施工便道使用结束后须及时进行生态恢复，且种植树种必须为土著种类；不得在自然保护区、风景名胜区等环境敏感区内设置施工便道。

2、云南省自然资源厅关于临时用地有关规定

（1）临时用地指建设项目施工、地质勘查等临时使用施工使用，不修建永久性建（构）筑物，使用后可恢复的土地。

（2）公路、铁路等单独选址建设项目应科学组织施工，节约集约使用临时用地。

（3）制梁场、搅拌站等难以恢复原种植条件的不得占用耕地和永久基本农田。

（4）临时用地涉及占用生态保护红线的，由州（市）自然资源主管部门按有关规定办理。

（5）临时用地确需占用永久基本农田的，必须能够恢复种植条件，并符合自然资规〔2019] 1 号文中申请条件、土壤剥离、复垦验收等有关规定。

（6）不得使用Ⅰ级保护林地。

（7）临时用地的期限一般不超过二年，建设周期较长的交通、水利、能源等基础设施建设使用的临时用地，期限不超过四年。土地使用者应当自临时用地期满之日起一年内完成土地复垦，使其达到可供利用状态。

3.2.1.3.3 施工便道选址合理性总体评价

结合施工便道位置和周边环境特征，对拟设置的施工便道环境可行性和环境合理性进行评价。从安全性、主要环境敏感区与敏感目标、基本农田和公益林等方面对本项目拟布设的 42 条施工便道进行评价，详见下表。

表 3.2.1-4　拟建项目全线施工便道环境合理性分析一览表

序号	施工便道名称	位置	进出场临时便道			是否涉及生态红线	是否涉及基本农田	是否涉及国家级公益林	是否涉及省级公益林	是否涉及环境敏感区	是否涉及重点保护植物情况	环境合理性结论
			长度(m)	占地面积(hm^2)	路面类型							
一、主线进场便道												
1	1-1 号支进场便道	云甸互通	110	0.1282	混凝土	否	否	否	否	否	否	合理
2	3-6 号支进场便道	卡利隧道出口左侧	1170	1.0717	混凝土	否	否	否	否	否	否	合理
3	4-1 支进场便道	下土坡大桥 K5+500 右侧	756	1.3125	泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
4	4-2 号进场便道	上土坡隧道进口	2280	2.7399	混凝土	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
5	6 号进场便道	上土坡隧道出口	490	0.3462	混凝土	否	否	否	否	否	否	合理
6	6-2 号进场便道	上土坡隧道出口	1178	1.5485	混凝土	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
7	6-1#便道	塔普隧进口	173	0.1092	混凝土、泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
8	7#便道	军屯社区大凹村	2150	0.8132	混凝土、泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
9	7-1#便道	K15+800 关沟大桥	1576	0.8959	混凝土、泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
10	7-2#便道	K14+200 塔普隧道出口	1061	1.156	混凝土、泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
11	8 号便道	上各邑 2 号大桥右侧	1344	0.7415	泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
12	8-1 号便道	K16+760 左侧	610	0.5892	泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
13	8-2 号便道	K17+313 邓家冲 1 号，2 号大桥两侧	2290	0.7542	混泥土、泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
14	8-3 号便道	K18+733 邓家冲 2 号大桥右侧	440	0.6667	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
15	10 号便道	大马军连接线右侧	144	0.0402	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理

序号	施工便道名称	位置	进出场临时便道			是否涉及生态红线	是否涉及基本农田	是否涉及国家级公益林	是否涉及省级公益林	是否涉及环境敏感区	是否涉及重点保护植物情况	环境合理性结论
			长度(m)	占地面积(hm^2)	路面类型							
一、主线进场便道												
16	9-1 号便道	K19+390 左侧	331	0.2759	混凝土	否	否	否	否	否	否	合理
17	10-2 号便道	LDK0+000 大马军连接线（小马军 1 号、2 号大桥）	1085	0.946	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
18	12 号进场便道	LDK1+530（天子堂大桥尾）大马军连接线左侧	874	0.7339	混凝土、泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
19	17-1 便道	K23+900（宝山屯停车区）路基两侧	514	0.4544	混凝土、泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
20	17-3 便道	K24+550（甸尾大桥）右侧	343	0.3774	混凝土、泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
二、施工场地便道												
21	下土坡大桥施工便道	下土坡大桥 K5+500	217	0.2456	混凝土	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
22	S4 湿喷站便道	上土坡隧道出口	102	0.1358	混凝土	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
23	十三湾 1 号施工便道	十三湾 3 号桥靠刘家小组	121	0.271	泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
24	十三湾 2 号施工便道	十三湾 3 号桥靠富民上村一组	115	0.231	泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
25	楚雄南互通 A 匝 1 号便道	A 匝道靠二组靠东屯二组方向	271.3	0.1296	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
26	关沟大桥 1 号施工便道	K15+260 关沟大桥	93	0.1042	泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
27	关沟大桥 2 号施工便道	K15+900 关沟大桥	459	0.654	泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
28	邓家冲 2 号大桥 1 号施工便道	邓家冲 2 号大桥 K19+058 右侧	234	0.5242	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
29	3-3 施工便道 1	K26+800 左侧（此苴特大桥）	105	0.0703	混凝土、泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理

序号	施工便道名称	位置	进出场临时便道			是否涉及生态红线	是否涉及基本农田	是否涉及国家级公益林	是否涉及省级公益林	是否涉及环境敏感区	是否涉及重点保护植物情况	环境合理性结论
			长度(m)	占地面积(hm^2)	路面类型							
一、主线进场便道												
30	3-3 施工便道 2	K26+180 右侧（双龙大桥）	124	0.1242	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
31	江头村大桥 1 号施工便道	江头村大桥 LDK3+174	191	0.3011	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
32	江头村中桥 1 号施工便道	江头村中桥 LDK2+684	104.5	0.1131	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
33	天子堂大桥 1 号施工便道	天子堂大桥 LDK1+284	254	0.1155	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
34	大余大桥 1 号施工便道	大马军互通大余节大桥、A 匝 1 号桥右侧	149	0.1832	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
35	大马军互通 A 匝 1 号桥 1 号施工便道	大马军互通 A 匝 2 号桥右侧	231	0.2772	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
36	朱家大桥 1 号施工便道	朱家大桥 K20+470	258	0.2664	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
37	鲁家大桥 1 号施工便道	鲁家大桥右侧 K22+981	165	0.1363	泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
38	朱家村保通 1 号施工便道	K21+300	15	0.0338	混凝土	否	否	否	否	否	否	合理
39	大余节大桥 2 号施工便道	大马军互通大余节大桥左侧	110	0.0332	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
40	小马军小组大马军互通 A 匝 1 号桥 1 号施工便道	大马军互通 A 匝道 1 号桥左侧	52	0.0149	泥结碎石	否	否	否	否	否	否	合理
三、弃土场便道												
41	4 号弃土场便道	上土坡隧道进口	244	0.2766	混凝土	否	否	否	**是**	否	否	基本合理
42	上土坡 6#弃土场便道	上土坡隧道出口	4863	2.1874	泥结碎石	否	否	否	**是**	否	否	基本合理

3.2.1.3.4 保护林地管理要求符合性分析

由于保护林地广泛性和区域性及线性工程的连续性和穿越宽泛性特点，路线布设和选址具有局限性，加之施工便道必须与主体工程相连接。工程沿线的施工便道存在不可避免的占用公益林。

根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》：（一）各类建设项目不得使用I级保护林地。（二）国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。

按照《云南省建设项目使用林地指南》：不得使用Ⅰ级保护林地；国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。

根据上述分析，本评价要求：不得使用Ⅰ级保护林地；占用国家Ⅱ级保护林地的，按照《云南省建设项目使用林地指南》要求办理林地手续，未取得手续不可开工建设。

3.2.1.3.5 临时用地管理要求符合性分析

根据《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2 号）：建设项目施工、地质勘查使用临时用地时应坚持“用多少、批多少、占多少、恢复多少”，尽量不占或者少占耕地。使用后土地复垦难度较大的临时用地，要严格控制占用耕地。铁路、公路等单独选址建设项目，应科学组织施工，节约集约使用临时用地。临时用地确需占用永久基本农田的，必须能够恢复原种植条件，并符合《自然资源部农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1 号）中申请条件、土壤剥离、复垦验收等有关规定。

临时用地使用期限一般不超过两年。建设周期较长的能源、交通、水利等基础设施建设项目施工使用的临时用地，期限不超过四年。城镇开发边界内临时建设用地规划许可、临时建设工程规划许可的期限应当与临时用地期限相衔接。临时用地使用期限，从批准之日起算。

根据 2024 年 4 月 8 日楚雄市自然资源局出具的《关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目临时工程是否涉及永久基本农田及稳定耕地的情况说明》，本工程施工期间布设的临时工程不占永久基本农田（查询的临时工程包括 T 梁预制场和堆料场、拌合站及湿喷站、施工便道、民工驻地及项目驻地、弃土场）。同时，

该情况说明中也明确："结合耕地保护相关制度，请依法依规办理用地手续"。

3.2.1.4其他临时工程设置的合理性

3.2.1.4.1 取土场、砂石料场合理性分析

根据项目《两阶段施工图》设计资料，本工程在建设过程中总体上挖方较多，通过项目自身挖方的本桩利用和相邻标段的调运利用，可满足各路段之间的填方需求。此外路基、边坡等挖出的土料质量较好，能够满足工程建设要求，因此，主体设计在此阶段不再设置取土场。

根据项目《两阶段施工图设计》资料，拟建项目路线附近无符合本项目材料需要的石料场。本项目所需碎石、粗集料、细集料、块石采取就近外购的方式（周边可外购的石料场有：楚雄市苍岭镇小寨山石场、楚雄市甬江建材有限公司采石场……）。

综上，本项目在施工期不设置取土场、不设置砂石料场。

3.2.1.4.2 临时表土堆场合理性分析

根据项目《水保》编制单位统计，本工程可剥离面积为 156.9199hm^2，根据土壤肥力和施工条件，确定水田可剥离厚度约 20～50cm，旱地可剥离厚度约 15～45cm，园地可剥离厚度约 15～35cm，林地和草地可剥离厚度约 10～25cm，共可剥离表土 46.81 万 m^3（自然方）。此阶段主体工程尚未考虑表土的堆存，水保方案将给与补充。水保方案补充的临时表土堆场布设方案如下：

表 3.2.1-5　临时表土堆场布设情况一览表

序号	设置位置	堆土量(万 m^3)（自然方）	堆土量(万 m^3)（松方）	堆高（m）	占地面积（hm^2）	后期利用情况
一、新增用地临时表土堆场						
1	罗只碑村委会胡家村 1 号植生土临时堆料场	4.5	5.85	1.5～3	0.9238	
二、布设于主线占地范围内的临时表土堆场						
2	互通立交绿化区域	4.5	5.85	1.5～3	1.2201	所有的表土最终全部用于各个绿化、复耕区域回填，之后对相应场地进行复耕或植被恢复。利用主线用地，不
3	辅助设施区域（养护工区、服务区等占地较大的区域）	4.65	6.045	1.5～3	0.9851	
4	施工场地空余区域	9.007	11.7091	1.5～3	3.4412	
5	各个弃渣场上部较缓区域	16.55	21.515	4.5～7.5	7.9548	
合计		34.707	45.1191	--	13.6012	

					计入临时用地面积。

本评价提出在临时表土堆场选址时，按就近按需堆存和尽量减少临时占地的原则，结合本工程沿线运输条件和运距特点，本工程规划表土临时堆场所在区域为五大区域：互通立交绿化区域、辅助设施区域（养护工区、服务区等占地较大的区域）、施工场地空余区域、各个弃渣场上部较缓区域、罗只碑村委会胡家村1号植生土临时堆料场。临时堆存表土用于本工程后期绿化覆土。

为减少临时征占地，本工程表土大部分均运至互通立交绿化区、辅助设施区、施工场地内空余区域、弃渣场区上部较为平缓的区域堆放，减少新增用地。施工期间需采取临时拦挡及覆盖措施，待施工结束后，调运至各个绿化区域、复耕区域进行回填，之后对相应场地进行复耕或植被恢复即可。

本评价原则同意水保方案确定的临时表土堆场布设情况，并提出必须避让生态敏感区域。

3.2.2 施工工艺环境影响分析分析

项目沿线施工过程中，各类工程因其作业性质和作业方式不同，所产生的污染物种类和数量也有所差异。各类工程中，桥梁和隧道施工的环节比较复杂，产生的污染物类型相对较多，下面以路基路面及桥隧工程为例，分析工艺中各环节产生的污染物。

3.2.2.1路基工程施工环境影响分析

3.2.2.1.1 路基施工工序

路基施工的施工工序为：挖除树根、排除地表水—清除表层淤泥、杂草—平地机、推土机整平—截、排水沟放样—开挖截、排水沟—压路机压实—路基填筑、开挖—路基防护。

1、一般路基施工

填方路基采用逐层填筑，分层压实的方法施工。填土时适当加大宽度和高度，分层填土、压实，多余部分利用平地机或其他方法铲除修整。设置挡土墙的路段，挡土墙施工完毕后再进行路基填筑作业。

路堑开挖前做好截水沟，并根据土质情况做好防渗工作。在施工期间修建与永久性排水设施相结合的临时排水设施，水流不能引起淤积或冲刷。路堑地段的

边坡稳定极为重要。开挖时，不论开挖工程量和开挖深度多少，均按原有自然坡面自上而下挖至坡脚。设有上挡墙路段进行间隔开挖，间隔施工，以免造成山体坍塌。

路基施工产生水土流失的主要环节是在路基清表、填筑和开挖阶段。

2、 特殊路基施工

本项目沿线的不良地质主要为软土和不稳定边坡等，采取的处理措施及施工工艺分述如下：

（1）软土

本项目出露的软土主要为软塑状、可塑状粘土和粉质粘土。浅层软弱土段采用换土填石、深层的采用沉管碎石桩处治、路堤内加铺土工格栅和防水土工布等方式处理。

换土填石法就是采用人工或机械方法把基底下一定深度范围内的软弱土基全部或部分挖除，用砂、碎石、粉质粘土等材料回填。挖除的软土运至邻近弃渣场，换填土石取自本路段或相邻路段的路基、隧道出渣，经过加工筛选后使用。

（2）不稳定边坡

拟建项目沿线的不稳定边坡主要出现在陡峭的岸坡、山坡及河谷谷坡，亦是因项目开挖和采土、石造成。采用预应力锚索框格梁护坡和抗滑桩等处置措施。

3.2.2.1.2 路基工程施工环境影响

（1）征地拆迁：影响沿线居民生活的安定性，并对受拆迁影响者和征地影响者造成直接影响；对沿线征地范围内文物古迹产生影响。

（2）清表或清淤：其过程中会产生松散堆土，处理不当将造成水土流失。

（3）路基施工：直接开挖或填土不及时做好挡护和防水临时工程，将造成水土流失；高填深挖段易产生水土流失和影响景观；施工过程中如果没有很好的纵向调运，可能造成弃渣量增加，引起水土流失；施工弃渣若不进入弃渣场，不仅占用土地资源、破坏植被，同时可能引起水土流失；路基施工过程中产生扬尘和噪声；物料运输过程中产生扬尘和噪声，并损坏地方道路。

（4）边坡修坡：水土流失影响及扬尘影响。

（5）路基施工期对两侧居民噪声影响、交通和安全影响。

（6）施工过程中对农田灌溉造成短期影响；改移沟渠占地对生态环境造成影响。

（7）路面施工：拌和站噪声的影响、施工场地噪声、物料运输车辆影响以及拌合施工沥青烟影响；路面摊铺施工和扬尘影响。

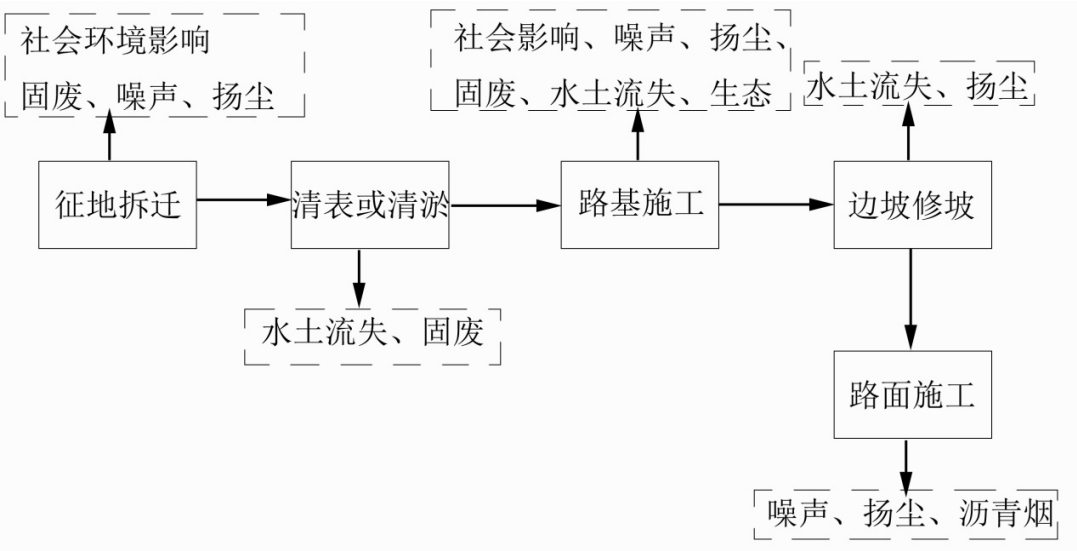


图 3.2.2-1　路基施工工序及产污节点图

3.2.2.2路面施工对环境影响分析

本工程采用沥青混凝土路面，其施工中沥青混合料的拌和与运输、摊铺、压实等过程，所产生的沥青烟是造成路面施工环境污染的主要因素。由于沥青的熬炼、搅拌和摊铺过程中产生沥青烟，沥青烟中含有大量的多环芳烃和苯并[a]芘等有毒有害物质，将有损于操作人员和周围居民的身体健康。路面工程作业对环境影响如下：

（1）拌和站噪声和沥青烟等影响；

（2）路面摊铺施工，施工场地噪声和沥青烟影响，物料运输车辆噪声和扬尘影响；

（3）路面修边，产生废沥青影响。

3.2.2.3桥梁施工环境影响分析

本工程全线共设桥梁 15730.46m/42 座（按单幅计），其中，大桥 15287.3m /36 座，中桥 443.16m /6 座；均采用工艺成熟的桥型，主要为预应力混凝土 T 形梁、预应力混凝土 T 梁+现浇箱梁。

本项目桥梁均为旱桥，少部分桥梁需跨越河流。桥梁上部构造主要采用标准跨径的 T 梁，少部分采用 T 梁+现浇箱梁。下部构造桥墩以柱式墩、桩基础为主。

桥梁工程施工工序为：平整施工生产生活区→基础施工→桥梁上部构造施工，其中造成水土流失的主要环节为桥梁基础施工部分。

本项目桥梁以桩基础为主，以施工中常用的钻孔灌注桩工艺分析污染物产生的流程，其他施工工艺大致相同，见图 3.2.2-2。

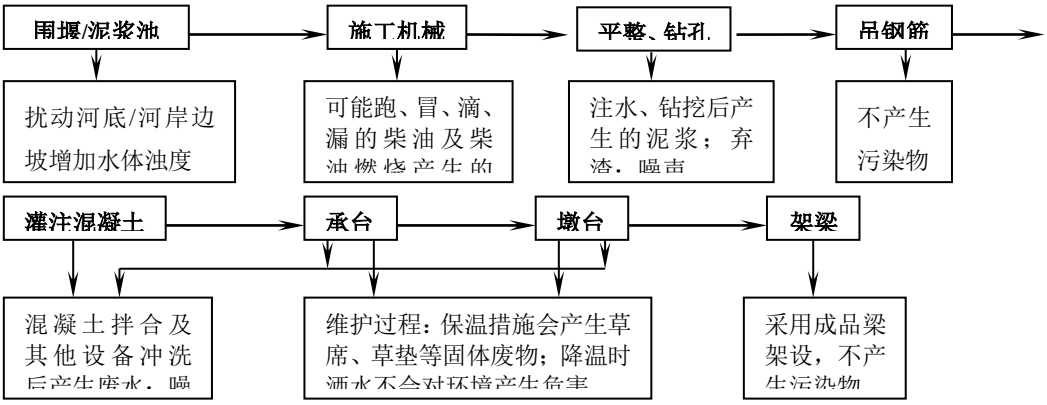


图 3.2.2-2　　涉水/不涉水桥梁施工工艺流程及产污环节图

一般在涉水桥梁的施工过程中，悬浮泥沙主要产生于钻孔桩的施工、打桩船施打钢管桩、承台围堰设立时的安装钢套箱、施工栈桥的拆除等施工过程。桥梁在施工过程中将产生一定的泥浆钻渣，这些弃渣对周边的环境产生一定的影响。桥梁在施工过程中将产生少量的生产废水，其主要污染因子为 SS 和少量石油类。上述施工过程因扰动河床淤泥，导致水体中悬浮物浓度增加。

针对本拟建项目而言，全线桥梁均为旱桥，虽有少部分桥梁需跨越河流，但无涉水桥墩，因此，本拟建项目桥梁施工过程中不会对沿线跨越的河流水体造成扰动。

3.2.2.4隧道施工工艺及产生污染物分析

拟建项目主线共设隧道 3 座，长 5387.5m；其中，长隧道 2 座，长 4600m、中隧道 1 座，长 787.5m；楚雄南连接线设中隧道 1 座，长 551m；大马军连接线、子午连接线无隧道。

隧道施工工序为：测量放线→施工准备→明洞开挖→洞门套拱→洞口排水→洞口工程→暗洞开挖→衬砌→防、排水→路基、路面→其他附属工程。

施工准备：隧道施工便道修至洞口附近后，在隧道口占地范围内填筑施工平台，为隧道施工创造条件，用装载机辅以挖掘机整平压实，修建供风、供水、供

电设施，并用作材料存放场地和机械停放场地。

本项目隧道采用新奥法原理进行设计与施工，施工采用光面爆破和预裂爆破技术，尽量减少对围岩的扰动，严格控制超挖和欠挖。隧道结构采用复合式衬砌，用锚杆、喷射混凝土、钢筋网和钢拱架组成初期支护体系；模注混凝土作为二次衬砌，共同组成永久性承载结构。

隧道施工前需设置截水设施，拦截地表径流，防止其对洞口边坡的冲刷。截水沟开挖以机械为主，人工配合修整。截排水设施一般在洞口开挖之前完成，但此时路基排水工程尚未实施，要适当延长隧道排水工程，将上游来水引至自然沟道，排水顺接工程与路基永久排水工程结合修建。

洞口段开挖可采用台阶法或分部开挖的方法进行施工。断层破碎带的施工采用增加超前注浆锚杆或长短管棚，采取“短进尺，弱爆破，强支护，早成环”的方法进行开挖。

施工中的隧道止水常常是与围岩加固联系在一起的。涌水的对策大体上分为两大类，即排出涌水的方法（排水方法）和阻止涌水的方法（止水方法），实际上两种方法是相互配合的。

短隧道采取单向掘进法，中长以上隧道采用进出口双向掘进法。洞内采用机械施工，洞渣清出采用汽车运输方式，隧道出渣尽量用于结构物和填筑路基。隧道施工工艺及可能的影响环节分析见图 3.2.2-3 所示。

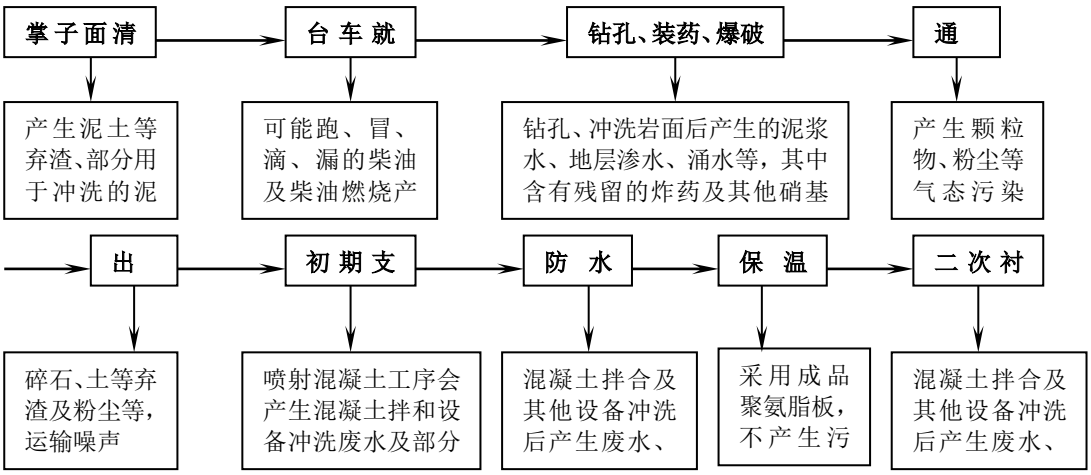


图 3.2.2-3　隧道施工工艺流程及产污环节图

隧道在施工过程中将产生少量的生产废水，隧道施工废水的主要成分有岩屑、泥浆、有机处理剂、无机盐等。隧道施工过程中施工作业开挖、弃渣，防护不当

或措施不到位，容易产生水土流失。土石弃方应严格规划，施工有关的废渣进入弃渣场堆存，施工完后进行植被恢复。

3.2.2.5临时工程施工环境影响分析

公路建设过程中，新的施工便道和施工营（场）地的开辟等一些临时占地行为，临时场地的清理、平整会对占地范围内的植被和地表土壤造成一定程度的破坏，会为水土流失的发生和加剧创造条件；料场施工材料及清理的表层土堆放如防护不到位，在不利气象条件影响下均会造成水土流失；生产生活区生活垃圾的不合理倾倒、生产生活污水的不合理排放都会对项目区带来不良的环境影响；弃渣过程中一般都是采用松散堆弃，如不采取防护措施，由于弃渣结构差，土质松散，孔隙率大，且表面无植被防护，若遇暴雨或上游汇水下泄时，易造成严重的冲沟侵蚀。

3.2.3 工程环境影响因素识别

3.2.3.1勘察设计期

勘察设计阶段对社会经济和生态环境的影响较大，特别是对项目直接影响区的社会经济、城镇规划、土地利用、居民生活、自然生态及景观均会产生重大影响。

（1）线位的布设与楚雄市总体规划和沿线各乡镇规划、云南省高速公路网规划、工程区域国土资源的开发规划以及工程附近村庄的人群生活质量等密切相关。

（2）线位的布设可能会遇到野生保护动植物，也可能破坏野生保护动物生境。

（3）线位的布设可能会对楚雄紫溪山风景名胜区等生态敏感区产生一定影响。

（4）线位的布设涉及农田、林地、草地等土地类型的永久性或临时性占用问题，从而直接或间接地影响农、林业生产，并可能对区域植被覆盖度及区域主要生态环境问题产生影响。

（5）线位的布设关系到居民的拆迁安置问题，从而影响居民的生产和生活质量。

（6）分离式立交、高架桥及大型桥梁以及沿线附属设施的设计涉及与周

围景观的协调性问题。

（7）线位布设及设计方案选择会影响河流水文、农田灌溉水利设施、防洪、水土保持以及路线两侧居民通行交往等。

3.2.3.2施工期

施工期将进行路基、桥梁、隧道、立交及沿线停车区、收费站等的建设，沿线将设置施工便道、施工营场地等，设置一定数量的弃土场，都将占用大面积的林地和荒草地等，加大水土流失强度，产生的施工噪声、施工废水、施工固废等将影响沿线的环境保护目标。

3.2.3.2.1 生态环境影响因素

本项目对生态环境的影响主要表现为工程永久性占地对沿线生态环境和施工期水土流失的影响。

（1）工程占地

工程征地涉及永久性和临时性占地（根据水保报告，工程总占地252.0236hm^2，其中永久占地186.8414hm^2，临时占地65.1822hm^2）；永久占地包括路基路面、桥梁、隧道、互通立交、停车区、收费站等；施工临时占地包括弃渣场、施工道路和施工营（场）地占地等。

由于工程施工占地征用，使路线经过地区耕地及植被面积有所减少，机械碾压、人员踩踏，使土壤结构发生改变，从而导致临时占地在施工结束后较长时间不能恢复其肥力，非耕地的植被自然恢复也需要比较长的时间。因此，施工期工程临时用地也将对当地耕地资源和农业生产产生短期影响。此外，公路建成后对自然环境起着分离和阻隔作用。公路构造物占用土地，减少了绿地面积，不仅限制和威胁着沿线动植物的生长与繁衍，易诱发各种地质灾害及水土流失。

（2）生态环境影响

受地形条件所限，拟建公路将布设一定的填挖路段，工程各类填、挖作业将对沿线自然植被及野生动物的生境造成破坏，并可能导致沿线野生保护动植物的生境破坏。同时，路基工程开挖与填筑将破坏地表原有植被，形成的裸露松散的地表和边坡，在雨水的作用下极易形成水土流失，从而影响生态环境，在河道附近还可能造成河道淤积，影响泄洪能力，在天气干旱季节，又容易引起扬尘，对附近区域环境空气质量产生影响。

（3）水土流失

对水土流失的影响特征，在施工期，由于路基等工程的施工必然掩埋山坡或填高路基，造成局部地形的改变，使地表失去保护层，产生挖方边坡、填方边坡，新产生的坡面面积，除了路面修建了沥青或水泥混凝土予以覆盖外，其他坡面在施工的前期基本上处于裸露状态，降雨对坡面冲刷，易造成水土流失，必须在施工过程中加强对水土流失的综合管理。

3.2.3.2.2 地表水环境污染源

（1）桥梁施工中将产生一定量的生产废水（主要污染因子为 SS 和石油类）和钻孔灌注桩产生的废弃泥浆和泄漏的混凝土，产生的淤泥、岩浆、废渣对沿线水体的水质和沿线农田的影响；

（2）隧道施工废水，隧道施工中外排废水的流量变化较大，通常能从每小时几方到几百方不等，这主要是由于不良地质、施工进度要求等诸多因素造成的。

（3）混凝土搅拌等排放的生产废水和施工营场地的生活污水，分散排入沿线施工场地附近的河渠及农田，影响局部水域和农田的灌溉水源；

（4）混凝土拌和站或工程、各种构件预制场及运输散体建材或废渣，以及施工营地管理不当，因地表径流对沿线水环境产生负面影响；

（5）施工机械跑、冒、滴、漏的污油及露天机械被雨水冲刷后会产生油污染。

3.2.3.2.3 地下水环境污染源

（1）道路施工产生的生产生活废水对地下水的影响；

（2）隧道施工建设时对地下水水位和流场的影响；隧道施工中产生的废水将对水环境产生一定的影响；隧道洞口的开挖将破坏原有植被，在风雨的作用下，极易形成水土流失。

3.2.3.2.4 大气环境污染源

（1）扬尘污染

项目施工期的大气污染主要是扬尘污染。

路基、路面施工过程中，容易产生粉尘污染；施工中的土石方开挖，筑路材料的运输、装卸、拌合过程中有大量的粉尘散落到周围大气中；筑路材料堆放期间由于风吹会引起扬尘污染，尤其是在风速较大或装卸、汽车行驶速度较快的情况下，粉尘污染更为严重。同时，弃渣作业和运输过程中易产生粉尘，弃渣场将导致地表植被的完全丧失，如不采取有效措施将会引起水土流失。

（2）沥青烟气

沥青熬制与拌和设施排放出的沥青烟也会对环境空气质量产生影响。

沥青烟气主要出现在沥青熬炼、搅拌和路面铺设过程中，其中以沥青熬炼过程沥青烟气排放量最大，沥青烟气中主要的有毒有害物质是 THC、酚和 3,4-苯并芘，对大气环境造成一定影响。目前公路施工采用的是密闭型的沥青熬制、拌合设备，一般在间歇性的出料及摊铺过程中由于热油蒸发产生少量的沥青烟、TSP 及极少量的苯并[a]芘，对周围环境的影响很小，影响周期比较短暂。

（3）施工燃油废气

公路施工机械主要有载重车、压路机、打桩机、柴油动力机械等燃油机械和运输车辆，它们排放的污染物主要有 CO、NO_2、THC。

3.2.3.2.5 声环境污染源

施工期间的噪声主要来自施工机械作业和运输车辆。施工期间的作业机械类型较多，公路地基处理时有钻孔机械、真空压力泵和砼拌合机械等，路基填筑时有推土机、压路机、装载机、平地机等，公路路面施工时有铲运机、平地机、压路机、沥青砼摊铺机等。

施工机械的运转将产生噪声和废气污染，会影响施工人员身心健康、沿线居民区居民生活和公共健康，并对现有公用设施和陆地运输产生影响。

3.2.3.2.6 固体废物污染源

施工中会产生大量的固体废物，包括建筑垃圾、拆迁垃圾、废矿物油和施工人员生活垃圾。若不及时处理，则会占用大片的土地。施工建筑垃圾主要是道路工程产生的废弃石料、混凝土以及破损的预制构件。

3.2.3.2.7 社会环境影响

（1）拟建公路对沿线社会经济发展、居民生活水平的提高以及人口素质的提高将起积极作用，同时将促进沿线物质文化交流。

（2）施工中，大量建筑材料的调运、堆放及人员流动，会增加施工区的交通量及拥挤度，对现有交通造成干扰，影响沿线居民的出行和安全。

（3）本项目沿线对房屋拆迁、沿线电力及通讯设施、原有水利排灌、防洪设施的影响，在短期内会对其生活质量和生产产生一定的负面影响，应注重听取和采纳公众合理意见，力求将影响降到最低，以求长远协调发展。

（4）工程施工会影响现有公路正常的交通环境，对沿线居民生产和生活产

生一定的影响。

3.2.3.3营运期

公路营运期间产生的主要污染源为声环境污染、服务设施地表水污染和大气环境污染，另外有一定程度的环境风险、生态环境污染及固体废物。

3.2.3.3.1 声环境污染源

交通量的增长与项目影响区的社会经济发展状况、旅游资源开发、居民生活质量密切相关。

公路营运后，车辆行驶中产生的交通噪声对沿线居民有一定的影响，随着交通量的增加，交通噪声增大，会增大公路沿线交通噪声影响程度，特别是距公路较近的敏感点受影响较大，交通噪声将影响邻近公路的居民的正常工作和休息环境。

3.2.3.3.2 地表水环境污染源

（1）汽车尾气中的有害物质（主要为悬浮物、油及有机物）及大气颗粒物沉降于公路的表面，降雨时随着雨水的冲刷被带入附近的沟渠、农田，造成公路两侧附近的部分水域污染负荷增加。

（2）停车区、隧道管理所、收费站等服务设施或附属设施的生活污水或洗车废水，若不经处理直接外排将会污染土壤，也可能会影响受纳水体水质，从而影响公众健康。

（3）突发性交通事故会影响公路的正常营运和公共安全，危险品运输车辆事故易引发水污染、大气污染、土壤污染等事件，若因危险品运输车辆在跨越水体发生交通事故而导致有毒、有害危险品泄漏，将会危害生态环境质量。

3.2.3.3.3 地下水环境污染源

（1）沿线服务设施产生的生活污水、生产废水等存贮、排放可能对地下水产生的影响；

（2）隧道营运期排水及隧道内油污等废水下渗对地下水的影响；

（3）公路建设导致雨季雨水存积对地下水和土壤的影响。

3.2.3.3.4 大气环境污染源

汽车尾气中所含的多种污染物，如 CO、NO_2 和石油类物质，会对公路沿线的环境空气造成一定污染；此外，车辆行驶产生的道路扬尘也会影响环境空气质量。随着交通量的不断增长，污染物的排放量逐步增大，路线两侧的局部空气环

境污染呈增加趋势。

3.2.3.3.5 生态环境污染源

（1）由于局部工程防护稳定和植被恢复需一定的时间，水土流失在工程营运初期可能存在。

（2）公路建成后，各类环境工程和土地复垦工程的实施将恢复植被、改善被破坏的生态环境，对防止水土流失有着积极有效的作用，且对减少汽车扬尘、降低汽车噪声等有较好的效果。

3.2.3.3.6 固体废物污染源

公路营运后产生的固体废物主要是车辆运输散落的垃圾，不及时处理则会影响周围的景观。

3.2.3.3.7 环境风险分析

公路上运输有毒有害或易燃易爆等危险品是不可避免的，本项目所运输危险品主要有石油以及农药等，风险主要在跨河、沿河路段，隧道路段。

3.2.4 工程污染因素分析

本项目工程建设及运行过程中均会对周围自然环境和社会环境产生不同性质和不同程度的影响，其影响内容、范围和时间亦随工程活动方式的不同而不同，主要表现在工程施工、占地和工程运行等方面。

根据项目建设的特点，本工程的环境影响因素可分为两个阶段，即工程施工期及营运期。

施工期工程的环境影响主要集中于施工准备和路基工程中土石方开挖引发的水土流失、植被破坏等对生态环境的干扰和破坏以及施工噪声、扬尘、废水和生活垃圾排放对局部环境形成的短期影响。

营运期工程的环境影响主要表现为运输车辆运行噪声对两侧局部区域人群生活环境的干扰，车辆尾气排放对两侧局部区域大气环境的污染。根据工程本身和沿线环境特征，归纳本工程各主要环节的环境影响，如**错误!未找到引用源。**。

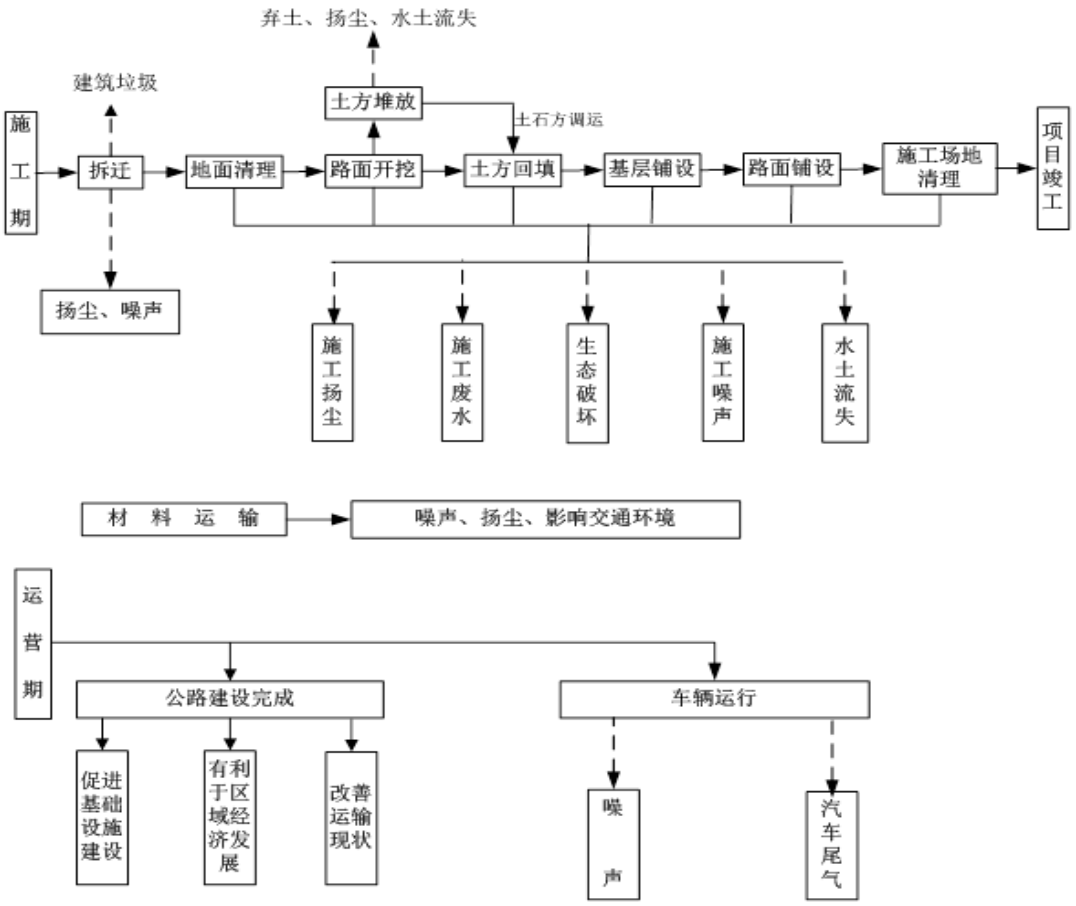


图 3.2.4-1　项目污染环节示意图

3.2.4.1施工期

公路施工期对环境产生的影响主要是生态环境影响，另外不利影响有征地、拆迁，施工场地清理，路基和路面修筑，桥涵施工，取弃土石方，施工机械运作，沥青拌和/铺摊，混凝土拌和，施工人员生活污水排放和垃圾等。

3.2.4.1.1 生态环境

工程施工过程中对陆域生态环境的影响详见表 3.2.4-1 所示。

表 3.2.4-1　工程施工过程生态环境的影响分析

项目	影响特征	影响程度			影响分析
		大	中	小	
路基工程	线状切割	√			路基开挖，直接破坏地表植被和植物种类，使影响区域植被分布面积减少、植物群落盖度和植物物种多样性下降；路基工程建设可改变地表径流方向，导致生态系统退化萎缩或退化等。
弃渣场	斑块扩散	√			通过地表弃渣，破坏地表植被和土壤结构，改变地形地貌以及自然景观，使部分地段植被覆盖和植物多样性下降，自然景观破碎化，影响生态系统的结构和功能。弃渣场在一定程度上加剧水土流失等生态问题。影响对象主要是地表植被、土壤结构及自然景观。
施工便道	带状切割	√			通过运输机械（车辆）碾压，破坏地表植被和土壤物理结构，可影响植物生长发育和生态系统结构和功能，并加剧水土流失等生态过程。

项目	影响特征	影响程度			影响分析
		大	中	小	
桥涵工程	斑块扩散		√		通过桥涵工程建设，可改变地形地貌、水文过程和地表植被，影响生态系统结构和功能。可在一定程度上加剧水土流失等生态问题。影响对象主要是自然景观、地形地貌、水文过程及地表植被等。同时影响河流水质。
隧道工程	/			√	通过隧道挖掘或弃渣处置，可改变或破坏自然景观、地形地貌和地表植被，使区域植被覆盖和植物多样性下降，影响生态系统结构和功能。在一定程度上加剧水土流失等生态问题。影响对象主要是地表植被、自然景观及水文过程。
临时施工营场地	斑块扩散		√		通过场地占用、机械碾压以及人员活动等，可破坏地表植被和土壤结构，降低生态系统功能。其影响范围和程度与站场规模、人员数量以及施工时间长短有密切关系。同时产生生活垃圾等环境问题。
附属设施	斑块扩散			√	通过场地永久占用以及人员活动等，破坏地表植被，降低生态系统功能。其影响范围和程度与站场规模、人员数量等有密切关系。可通过站场绿化改善周区生态环境。

（1）植被、农田减少

根据项目《水保》方案：本项目总占地面积为 252.0236hm^2，其中永久占地 186.8414hm^2，临时占地 65.1822hm^2。其中，占用耕地 39.9184hm^2、园地 4.5294hm^2、林地 197.915hm^2、其他农用地 3.4643hm^2、建设用地 3.6316hm^2、未利用地 5.5648hm^2，公路建设占地会使沿线占地区域内的植被在一定程度上受到破坏。

公路建设过程中，临时用地主要有弃渣场、施工便道、施工生产生活区和临时表土堆放场等。这些施工临时占地将对森林群落及植被产生直接的破坏作用，从而使群落的生物多样性降低。

通过采取公路两侧绿化和对施工临时占地的植被恢复，公路造成的植被和农田损失可以在很大程度上得到补偿。

（2）生态和景观影响

项目建设将占用部分耕地、园地、林地等，工程占地会使沿线的农业资源和植被受到破坏，从植被分布现状调查的结果看，项目直接影响的植被主要是旱地作物、草地及林地植被等。公路临时占地将对植被产生直接的破坏作用，从而降低群落的生物多样性。公路营运期由于公路建设带来的边缘效应影响，会导致林地边缘的植物、动物和微生物等沿林缘～林内的发生不同程度的变化。

公路施工期间，对两栖动物和爬行动物的活动有一定的影响，但它们会迁移到非施工区，对其生存不会造成威胁。施工期间，临时征地区域的鸟类和兽类将被迫离开原来的领域，当临时征地区域的植被恢复后，它们仍可回到原来的领域。营运期交通噪声和夜间车辆行驶时灯光对动物的栖息和繁殖有一定的不利影响，但对该地区的动物不会造成直接的破坏。

拟建工程占地主要是林地、耕地和园地等，在工程建成完成后，各种拼块类型面积发生变化导致区域自然生态体系生产能力和稳定状况的发生改变，对本区域生态完整性具有一定影响。

（3）工程弃渣环境影响

工程弃渣将改变土地原有使用性质，其对环境的影响主要表现为农田占用、植被破坏、水土流失、土方运输过程产生的道路扬尘等。本工程弃渣场占地面积34.8081hm^2，土地类型是林地，工程弃渣将不可避免造成植被损失。弃土施工前后通过保存地表熟土，复耕、植物防护等措施，工程弃土造成的生物损失将得到不同程度的补偿。

工程弃渣处理不当将造成占用土地资源、农业损失及不同程度的水土流失。通过对弃渣场场采取设置挡渣墙、截水沟、复垦或植被恢复等措施，可以使弃渣场造成的损失减到最低。

（4）工程施工便道、施工场地环境影响

工程施工生产生活区临时占地 7.321hm^2，占用林地、耕地、园地、其他农用地；工程新建施工便道占地 22.1293hm^2，占用林地、耕地、园地、其他农用地。

这些临时占地将对植被产生直接的破坏作用，从而使群落的生物多样性降低。由于公路沿线主要在城效结合地区，在临时用地中施工便道等必需占用植被。施工期限内，临时占地范围内的植被将遭到不同程度的破坏。施工期人为活动对项目周围地区植被的影响在于施工过程需要修建一些施工便道通往隧道和大桥施工场地，如果施工管理不善，对乔木层、灌木层和草本层的破坏明显，特别是对灌木层及草本层的破坏。

施工生产生活区占地属于短期的占用，在设置中要避免占用基本农田、公益林、自然保护区、饮用水源保护区等敏感性的区域。在施工结束后应做好恢复、防护工作，可最大限度的减小对生态环境的影响

（5）对生态敏感区的影响

拟建项目部分路段涉及楚雄紫溪山风景名胜区的一般景区，不可避免从子午向天坟景区北侧边缘地带穿过，涉及面积 3.51hm^2，涉及总长度 1153m，其中，主线 1 段 441m，占地面积 1.95hm^2，匝道 3 段 669m，占地面积 1.4 hm^2，连接线 1 段 43m，占地面积 0.16 hm^2；工程建设可能对该风景名胜区的环境质量、生物多样性和自然景观产生一定影响。

3.2.4.1.2 废水

（1）桥梁施工废水

项目全线共设桥梁 15730.46m/42 座（按单幅计），其中，大桥 15287.3m /36 座，中桥 443.16m /6 座；所有桥梁均为旱桥，少部分桥梁需跨越河流。

经统计，工程沿线跨越河流主要有阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐、大坡河、铃铃小河、倮倮冲（为马军小河上流河段）、马军小河、青龙河、垮去河、以口小河、中石坝大沟等；公路工程跨越河流，跨水域路段对水体的污染分为桥梁下部基础施工和桥梁上部结构作业两个部分：

①桥梁下部基础施工

经与项目两阶段施工图设计单位核实，本拟建项目全线桥梁均为旱桥，少部分桥梁需跨越河流，但均无需设置涉水桥墩。桥梁基础工程施工产生的淤泥、岩浆和废渣等易引起水土流失，影响跨越及周边水体质量，桥梁下部分施工采用钻孔灌注桩基础加钢围堰法。

桥梁下部结构采用钻孔灌注桩施工工艺：用红外线测距仪放样→用经纬仪引出桩位控制桩→钻孔→清孔→安设钢筋笼→灌注混凝土，当桩身混凝土强度达到80%以上时，即可开挖桩头凿除多余部分，使桩顶混凝土表面符合要求。钻孔达到要求的深度和满足质量后，立即清孔，所清出的钻渣收集于岸上统一集中处理。

②桥梁上部结构施工

桥梁上部结构的施工用油可能落入跨越及周边水体中，影响水体质量；桥面工程中废弃路面材料可能撒漏进入水体。涵洞工程的施工，易引起水土流失。

桥梁上部结构施工过程中使用的预制构建在施工场地内完成或外部运达，各河道位置处桥梁上部结构作业主要为 T 梁吊装、桥面铺装。桥梁上部结构作业过程中，会有大量的建筑垃圾和粉尘不可避免地落入沿线水体，造成水质污染。施工过程中会有建筑垃圾产生，集中收集并运至指定地点堆放。

（2）隧道施工废水

一般情况下，隧道施工中外排废水的流量变化较大，通常能从每小时几方到几百方不等，这主要是由于不良地质、施工进度要求等诸多因素造成的。根据同类项目监测调查资料，隧道施工废水中主要污染物为 SS 和石油类，其主要污染物浓度见表 3.2.4-2。

表 3.2.4-2　隧道施工废水主要成分及浓度　（单位：mg/L ，pH 为无量纲)

主要污染物 项目	pH	SS	氨氮	总磷	COD	石油类
初期废水	10.170	1425.0	2.297	1.627	159.5	20.243
中期废水	9.24	3969.769	3.435	0.649	71.755	1.248
末期废水	9.057	452.895	1.368	0.329	28.145	0.188

注：①引至杨斌、莫苹、吴东国：隧道施工废水水质特征分析[J]，公路交通技术 2009,6,133-137；②初期、中期及末期废水分别为隧道开挖初期、中期以及末期的施工作业面废水。

（3）施工场地预制场、拌合站等生产废水

预制场、拌合站的施工生产废水主要是施工机械的冲洗废水，一般一处场地的生产废水量（冲洗废水）少于 1.0t/d，其主要污染物为 SS，浓度可达到 3000～5000mg/L。

（4）地表径流

①雨水冲刷裸露土面

施工期，裸露的开挖及填筑边坡较多，在当地降雨条件下，雨水冲刷裸露地表将形成地表径流，这部分污水 SS 含量较高，进入周围地表水体，将影响地表水水质，甚至淤塞泄水通道及掩埋农田。所以，在施工期间要注意对这些裸露边坡的保护。

②沿水域并行路段施工废水

项目施工对沿线水域的影响主要来自于河流及水库径流区域施工过程中，施工过程中若不采取一定的防护措施，开挖的土石就有可能进入沿线水体，将会使水体悬浮物固体（SS），总溶解性固体（DS）大量增加，水体浊度大大增加。

（5）施工机械维护废水

项目施工机械的使用较为集中，各类施工机械燃油及机械润滑油会产生少量的跑、冒、滴、漏，该部分油污大部分附着在泥土中，在雨天可能被冲刷进入地表水体，产生少量含油污水。由于这部分废水掺杂在泥砂废水中不易单独管理，因此，主要从源头抓起，避免油污水的影响，设置隔油池处理后回用。

（6）生活污水

公路施工时，施工人员生活点比较分散，生活污水量较小，且大多数情况为靠近农田和居民区，对环境影响不大。影响较大的为桥梁、互通立交施工，其施

工营地人员比较集中，施工周期长，污水易排入附近水体，对水体造成污染，其影响因素主要是 pH、SS、COD 和 BOD_5 等。

按照每个施工区最高峰施工人员为 50 人估算，参照《公路建设项目环境影响评价规范》（JTGB03-2006）附录 D 表 D.1.1，施工期云南地区施工人员每人每天生活用水量按 40L 计，则按下述公式计算得到每个施工人员每天产生的生活污水量。

施工生产生活区生活污水量按以下公式计算：Qs=（k•q1）/1000

式中：Qs—每人每天生活污水排放量，（t/人•d）；

k—生活污水排放系数（0.6~0.9），取 0.8；

q1—每人每天生活用水量定额，（L/人•d）。

根据上式，每个施工生产生活区产生生活污水为 1.6m^3/d。

施工生产生活区生活污水污染物成分及浓度详见表 3.2.4-3。

表 3.2.4-3　施工期生活污水成分及浓度表　　单位：mg/L

主要污染物	BOD_5	COD	氨氮	SS	石油类	动植物油
浓度（mg/L）	200-250	400-500	40-80	500-600	2-10	15-40

根据公路建设经验和施工路段具体情况，施工人员一般就近租用当地民房作施工营地，生活污水可排入现有的污水处理系统或经化粪池处理用作农家肥，不会对环境造成明显的污染影响。但考虑施工作业点比较分散，全线共需设置 8 处民工、项目驻地及 10 处施工场地（包括 2 处拌合站、3 处湿喷站、5 处 T 预制场），应做好施工人员生活污水的收集和处理。

3.2.4.1.3 地下水

本工程为非污染生产类建设项目，对地下水的影响主要表现在对水质和水量的影响上。施工期地下水影响来源主要体现在生活污水和生产废水未经处理排入地表，通过溶隙等途径进入地下水，造成污染；桥梁、隧道施工可能造成地下水水量减少和水位下降。营运期主要是事故条件下，危化品等有害物质外泄，在地表水和地下水相互交替作用下，污染地下水。

3.2.4.1.4 废气

本工程全线采用沥青砼路面，工程施工过程对环境空气产生的主要污染物为 TSP、沥青烟。主要污染环节为灰土搅拌及混凝土拌和作业，沥青的熬制、拌合，材料的运输和堆放、土石方的开挖和回填等作业过程，上述各环节在受风力的作

用下将会对施工现场及周围环境产生 TSP、沥青烟污染。另外，运输车辆行驶将产生道路二次扬尘污染。

（1）颗粒物

TSP 污染的主要来源是施工区扬尘、开放或封闭不严的灰土拌和、储料场、材料运输过程中的漏撒，临时道路及未铺装道路路面起尘等。

①施工区扬尘

施工期扬尘的产生量与施工方法、土壤湿度、气候条件等有关。施工机械化程度高，粉尘的产生量少；土壤湿度大有利于控制尘土飞扬，雨季时施工扬尘对产生量小。施工区扬尘呈无组织排放。施工区域施工过程中需采取洒水降尘措施，减少扬尘产生量。施工区施工过程遇上大风、干燥天气或土壤含水率低时，需加大洒水量和洒水频率。

②灰土、混凝土拌和粉尘

灰土拌合施工工艺基本上可以分为两种：路拌和站拌，两种拌和方式都会产生许多粉尘。路拌引起的粉尘污染的特点是随施工地点的迁移而移动，污染面较窄，但受污染纵向范围较大，影响范围一般集中在下风向 50m 的条带范围内，且灰土中的石灰成分可能会对路旁农作物的表面形成灼伤；而站拌引起的粉尘污染则集中在拌和站周围，对拌和站附近影响表现为量大而面广，其影响范围可达下风向 150m。

根据类似工程实际调查资料，目前公路施工灰土搅拌均采用站拌形式，并配有除尘设施，根据已建类似工程实际调查资料，灰土拌和站下风向 50m 处 TSP 浓度为 8.90mg/m^3；100m 处为 1.65mg/m^3；150m 处符合环境空气质量二级标准日均值 0.3mg/m^3。在水泥混凝土拌和站下风向 50m 处大气中颗粒物浓度 8.849mg/m^3，100m 处为 1.703mg/m^3，150m 处为 0.483mg/ m^3，在 200m 外基本上能达到国家环境空气质量二级标准的要求。其它作业环节产生的 TSP 污染可控制在施工现场 50～200m 范围内，在此范围以外将符合二级标准。

施工时须将混凝土拌和站设在村庄敏感点的下风向 200m 之外或避开下风向 200m 范围内的村庄、学校。

石灰等散体材料储料场在风力作用下也易发生扬尘，其扬尘基本上集中在下风向 50m 条带范围内，考虑到其对人体和植物的有害作用，对其存放应做好防护工作。通过洒水、蓬布遮挡等措施，可有效地防止风吹扬尘。

③道路扬尘

施工期施工运输车辆的往来将产生道路二次扬尘污染。根据类似施工现场汽车运输引起的扬尘现场监测结果，灰土运输车辆下风向 50m 处 TSP 的浓度为 11.625mg/m^3；下风向 100m 处 TSP 的浓度为 9.694mg/m^3；下风向 150m 处 TSP 的浓度为 5.093mg/m^3，超过环境空气质量二级标准。应加强对施工期的环境空气监测和运输道路的车辆管理工作，减轻道路扬尘造成的空气污染。

（2）沥青烟

沥青烟产生于沥青熬制、拌和器拌和工艺及铺路时的热油蒸发等。

污染物浓度一般在下风向 50m 外苯并[a]芘低于 0.00001mg/m^3，酚在下风向 60m 左右≤0.01mg/m^3，THC 在 60m 左右≤0.16mg/m^3。

（3）施工燃油废气

公路施工机械主要有载重车、压路机、打桩机、柴油动力机械等燃油机械和运输车辆，它们排放的污染物主要有 CO、NO_2、THC。据类比其他同类项目（水任至柳州公路）施工现场监测结果，在距离现场 50m 处 CO、NO_2 小时平均浓度分别为 0.2mg/m^3 和 0.13mg/m^3；日平均浓度分别为 0.13mg/m^3 和 0.062mg/m^3。

3.2.4.1.5 噪声

施工阶段的噪声主要来自于各种施工机械的噪声，其噪声强度与施工设备的种类和施工队伍的管理有关；建筑材料运输过程中产生交通噪声，另外还有突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

施工过程中，不同阶段会使用不同的机械设备，使现场产生具有强度较高、无规则、不连续等特点的噪声。其强度与施工机械的功率、工作状态等因素有关。施工期噪声污染源主要由施工作业机械产生，根据常用机械的实测资料，其污染源强分别见表 3.2.4-4、表 3.2.4-5。

表 3.2.4-4　混凝土搅拌机的测试值

序号	搅拌机型号	测点距施工地点距离(m)	最大声级 Lmax[dB(A)]
1	parker LB1000 型(英国)	2	88
2	LB30 型(西筑)	2	90
3	LB2.5 型(西筑)	2	84
4	MARINI(意大利)	2	90

表 3.2.4-5　道路施工机械噪声测试值

序号	机械类型	型　号	测点距施工机械距离(m)	最大声级 Lmax [dB（A）]
1	轮式装载机	ZL40 型	5	90
2	轮式装载机	ZL50 型	5	90
3	平地机	PY16A 型	5	90
4	振动式压路机	YZJ10B 型	5	86
5	双轮双振压路机	CC21 型	5	81
6	三轮压路机		5	81
7	轮胎压路机	ZL16 型	5	76
8	推土机	T140 型	5	86
9	轮胎式液压挖掘机	W4-60C 型	5	84
10	发电机组(2 台)	FKV-75	1	98
11	冲击式钻井机	22 型	1	87
12	锥形反转出料混凝土搅拌机	JZC350 型	1	79

注：摘自《公路建设项目环境影响评价规范》

施工期噪声影响主要表现为施工道路交通噪声对两侧居民的干扰，以及施工机械所在场所如搅拌站、拌和站等施工场所施工机械噪声对附近居民的影响。其中施工期道路交通噪声的影响范围集中在公路两侧 150m 范围内，施工机械噪声影响主要在距离上述施工场所 200m 范围内。上述噪声影响均会随着施工过程的结束而降低或消失。

3.2.4.1.6 固体废物

项目施工期主要固体废弃物有施工期土石方、拆迁垃圾和施工人员生活垃圾。

（1）土石方

根据项目《水保》方案中提供的土石方量及调配情况，楚雄市东南绕城高速公路项目建设挖方量约为 873.83 万 m^3，填方量约为 294.893 万 m^3，最终产生弃方量约为 578.937 万 m^3。弃方最终均弃至主体设计的弃渣场及，本项目拆迁房屋、建筑物的建筑垃圾较少，且沿线零星分布，其中部分用于施工营地和临时占地中场地平整，其余部分运送附近的城镇垃圾处理场处理。

（2）拆迁垃圾

本工程施工拆迁建筑物 19334.35m^2，拆迁系数取 0.3~0.4m^3/m^2，本项目按 0.35 m^3/m^2 计，经计算，拆除共产生建筑垃圾约 0.677 万 m^3。

（3）生活垃圾

根据设计资料，本项目共设置 8 处施工营场地（民工及项目驻地），根据每

个施工营场地按常驻人员高峰为 50 人/d 计算，生活垃圾产生量按 0.5kg/人计，则施工期间产生的生活垃圾为 200kg/d，施工工期为 3 年，共计 219t。

生活垃圾集中收集后运至附近乡镇生活垃圾收集点与乡镇生活垃圾一同处置，禁止随意乱丢乱弃。

3.2.4.2营运期

公路营运期间产生的主要污染源为噪声污染、大气环境污染和服务设施废水、固体废物等污染。此外，公路上运输有毒有害或易燃易爆等危险品是不可避免的。

3.2.4.2.1 噪声

公路建成后车流量增大，昼间在公路上行驶的车辆构成等间距排列的不连续线声源，夜间由于车流量相对较小，公路上的车流为等间距排列的点声源，为无组织连续排放，昼间排放量大于夜间。车辆行驶过程中车轮与地面摩擦产生的噪声、发动机产生的噪声、汽车鸣笛等产生的交通噪声将对声环境产生影响。该项目噪声源强核算采用《公路建设项目环境影响评价规范》提供公式进行核算。

各类型单车车速预测采用如下公式：

$$v_i = \left[k_1 \cdot u_i + k_2 + \frac{1}{k_3 \cdot u_i + k_4} \right] \times \frac{V}{120}$$

其中车速计算参考如下公式：

$$u_i = N_{单车道小时} \left[\eta_i + m \cdot (1 - \eta_i) \right]$$

式中：vi—i 型车预测车速；

k1、k2、k3、k4—回归系数，按表 3.2.3-3 取值；

ui—该车型当量车数；

$N_{单车道小时}$ —— 单车道小时车流量；

ηi—该车型的车型比；

m—其他车型的加权系数；

v—设计车速。

表 3.2.4-6　预测车速常用系数取值表

车型	k_1	k_2	k_3	k_4	m
小型车	-0.061748	149.65	-0.000023696	-0.02099	1.2102
中型车	-0.057537	149.38	-0.000016390	-0.01245	0.8044
大型车	-0.051900	149.39	-0.000014202	-0.01254	0.70957

第 i 种车型车辆在参照点(7.5m 处)的平均辐射噪声级(dB(A))L 0i 按下式计

算：

大型车：$L_{w,l}=22.0+36.32\ l_gV_l$

中型车：$L_{w,m}=8.8+40.48\ l_gV_m$

小型车：$L_{w,s}=12.6+34.73\ l_gV_s$

式中：$L_{w,l}$、$L_{w,m}$、$L_{w,s}$——分别表示大、中、小型车平均辐射声级。

根据工程概况交通量预测，得到楚雄市东南绕城高速公路项目营运各期小、中、大型车预测小时交通量预测结果见表 3.2.4-7。

本拟建项目由主线及 3 条连接线组成；主线全长 27.900km（分为三个标段，其中一标主线长 7.300km、二标主线长 9.200km、三标主线长 11.400km）；全线共设置互通连接线 3 条，全长 8.411km；其中，楚雄南连接线全长 3.495km；大马军连接线全长 3.377km；子午连接线全长 1.539km。其中，主线设计速度为 80km/h（双向四车道），楚雄南连接线连接线设计速度为 60km/h（双向四车道），大马军连接线、子午连接线设计速度均为 60km/h（双向两车道）。

表 3.2.4-7　拟建项目小时车流量自然数预测表　　单位：辆/h

特征年 路段		车型	营运近期（2026 年）				营运中期（2032 年）				营运远期（2040 年）			
			昼间	夜间	高峰	日均	昼间	夜间	高峰	日均	昼间	夜间	高峰	日均
主线	云甸互通立交-楚雄南互通	小型车	516	258	568	430	635	318	699	529	824	412	906	687
		中型车	61	30	67	51	58	29	64	48	71	35	78	59
		大型车	109	54	120	91	139	69	153	116	181	91	199	151
	楚雄南互通-大马军互通	小型车	458	229	504	382	564	282	620	470	732	366	805	610
		中型车	54	27	59	45	51	26	56	43	63	31	69	52
		大型车	97	48	107	81	123	62	135	103	161	81	177	134
	大马军互通-子午互通	小型车	494	247	543	412	609	304	670	507	790	395	869	658
		中型车	58	29	64	48	55	28	61	46	68	34	75	57
		大型车	104	52	114	87	133	66	146	111	174	87	191	145
	子午互通-以口枢纽立交	小型车	489	244	538	407	602	301	662	502	782	391	860	652
		中型车	58	29	64	48	55	27	61	46	67	34	74	56
		大型车	103	52	113	86	131	66	144	109	172	86	189	143
连接线	楚雄南连接线	小型车	210	105	231	175	258	129	284	215	335	168	369	279
		中型车	25	12	28	21	23	12	25	19	29	14	32	24
		大型车	44	22	48	37	56	28	62	47	74	37	81	62
	大马军连接线	小型车	179	89	197	149	220	110	242	183	286	143	315	238
		中型车	21	11	23	18	20	10	22	17	25	12	28	21
		大型车	38	19	42	32	48	24	53	40	63	31	69	52
	子午连接线	小型车	126	63	139	105	155	77	171	129	201	100	221	167
		中型车	15	7	17	12	14	7	15	12	17	9	19	14
		大型车	27	13	30	22	34	17	37	28	44	22	48	37

根据上面的公式，计算得到拟建公路各期 7.5m 处小、中、大型车单车平均辐射声级预测结果见表 3.2.4-8。

表 3.2.4-8　　各路段各车型单车噪声源强 单位：dB（A）

路段	预测年	车型	单车辐射声级源强	
			昼间	夜间
云甸互通立交-楚雄南互通	2026 年	小型车	75.8	76.2
		中型车	77.2	76.5
		大型车	83.3	82.8
	2032 年	小型车	75.4	76.1
		中型车	77.4	76.6
		大型车	83.5	82.9
	2040 年	小型车	74.7	76.1
		中型车	77.4	76.8
		大型车	83.6	83.0
楚雄南互通-大马军互通	2026 年	小型车	75.9	76.2
		中型车	77.1	76.4
		大型车	83.2	82.7
	2032 年	小型车	75.5	76.2
		中型车	77.4	76.6
		大型车	83.4	82.8
	2040 年	小型车	74.9	76.1
		中型车	77.5	76.8
		大型车	83.6	83.0
大马军互通-子午互通	2026 年	小型车	75.8	76.2
		中型车	77.2	76.4
		大型车	83.3	82.8
	2032 年	小型车	75.4	76.1
		中型车	77.4	76.6
		大型车	83.5	82.9
	2040 年	小型车	74.8	76.1
		中型车	77.5	76.8
		大型车	83.6	83.0
子午互通-以口枢纽立交	2026 年	小型车	75.8	76.2
		中型车	77.2	76.4
		大型车	83.3	82.7
	2032 年	小型车	75.4	76.1
		中型车	77.4	76.6
		大型车	83.5	82.9
	2040 年	小型车	74.8	76.1
		中型车	77.5	76.8
		大型车	83.6	83.0
楚雄南连接线	2026 年	小型车	71.5	71.8
		中型车	72.1	71.4
		大型车	78.7	78.2
	2032 年	小型车	71.0	71.8
		中型车	72.4	71.6
		大型车	78.9	78.3

	2040 年	小型车	70.3	71.7
		中型车	72.4	71.8
		大型车	79.0	78.5
大马军连接线	2026 年	小型车	70.9	71.8
		中型车	72.4	71.6
		大型车	79.0	78.4
	2032 年	小型车	69.8	71.7
		中型车	72.3	71.9
		大型车	79.0	78.5
	2040 年	小型车	68.1	71.5
		中型车	71.5	72.1
		大型车	78.6	78.7
子午连接线	2026 年	小型车	70.8	71.8
		中型车	72.4	71.7
		大型车	79.0	78.4
	2032 年	小型车	69.6	71.7
		中型车	72.2	71.9
		大型车	78.9	78.6
	2040 年	小型车	67.6	71.5
		中型车	71.2	72.1
		大型车	78.4	78.7

3.2.4.2.2 废水

（1）服务设施区生活污水

根据本项目工程概况，项目设置停车区 1 处（宝山屯停车区）、收费站 3 处，分别是：楚雄南收费站（楚雄南收费站管理用房与监控通信分中心、养护工区、隧道管理所、交警及路政用房合建）、大马军收费站、子午收费站；结合项目两阶段施工图设计报告及云南省已建高速公路服务设施的类比资料，沿线设施区生活污水排放量按下式估算：

$$Qs=（k*q1*N1）/1000$$

式中：Q_S—— 生活污水产生量(t/ d)；

K——污水产生系数(0.6～0.9)，取 0.9；

q_1——每人每天生活用水量定额(L/人*d)，（收费站、监控分中心、隧道管理所、养护工区取100L/人·d，就餐人员（常驻）取10L/人·d，停车区过往人员取20L/人·d）；

N1——人数（人）。

根据项目《两阶段施工图设计》服务设施人员数量，拟建项目营运期污水产生量详见下表：

表 3.2.4-9　　项目营运期污水产生量一览表

服务设计名称	产生地（处）	人员类型	用水定额	预计人口（人）	用水量（t/d）	生活污水产生量（t/d）
宝山屯停车区	2	常驻工作人员	100L/人·d	14	1.4	1.26

		就餐人员（常驻）	10L/人·d	14	0.14	0.126
		过往人员冲厕污水	20L/人·d	300	6.0	5.4
楚雄南收费站	1	常驻工作人员	100L/人·d	57	5.7	5.13
		就餐人员（常驻）	10L/人·d	57	0.57	0.513
大马军收费站	1	常驻工作人员	100L/人·d	15	1.5	1.35
子午收费站	1	常驻工作人员	100L/人·d	15	1.5	1.35
合　计					16.81	15.129

根据类比调查，附属设施未经处理的生活污水污染物成分及其浓度详见表 3.2.4-10。

表 3.2.4-10　　附属设施的污水浓度一览表　　单位：mg/L

主要污染物	pH（无量纲）	BOD_5	COD_{cr}	氨氮	SS	动植物油
管理中心、收费站等	6.5~9.0	200	500	45	500	20
服务区生活污水	6.5~9.0	200	600	50	500	40

注：服务设施污水浓度参照《公路建设项目环境影响评价规范》（JTG B03-2006）“附录 D-D.1.3”。

（2）路（桥）面径流

影响路面径流污染物浓度的因素众多，包括降雨量、降雨时间、与车流量有关的路面及空气污染程度、两场降雨之间的间隔时间、路面宽度等。由于各种因素的随机性强、偶然性大，所以，典型的路面雨水污染物浓度也就较难确定。根据华南环科所对南方地区路面径流污染情况的研究，路面雨水污染物浓度变化情况见下表。

表 3.2.4-11　　路面径流污染物浓度测定值一览表

历时 / 项目	5～20min	20～40min	40～60min	平均值
SS（mg/L）	231.42～158.22	158.00～90.36	90.36～18.71	100
BOD_5（mg/L）	7.34～7.3	7.3～4.15	4.15～1.26	5.08
石油类（mg/L）	22.3～19.74	19.74～3.12	3.12～0.21	11.25

路面（桥面）径流污染物排放源强计算公式如下：

$$E=C \cdot H \cdot L \cdot B \cdot a \cdot 10^{-6}$$

其中：E——每 km 路面年排放强度，t/a·km；

C——60 分钟平均值，mg/L；

H——年平均降雨量，mm；

L——单位长度路面（桥面），m；

B——路面（桥面）宽度，m；

a——径流系数，无量纲。

计算本拟建项目路面、桥面径流源强结果见表 3.2.4-12 和表 3.2.4-13。

表 3.2.4-12　　路面径流污染物排放源强一览表

项目		SS	BOD_5	石油类
主线	60 分钟平均值（mg/L）	100	5.08	11.25

	年平均降雨量（mm）	814.4		
	径流系数	0.9		
	路面路宽（m）	25.5		
	路基段路线长度（m）	12957.7		
	径流总量（万 m^3/a）	**24.22**		
	全线年均产生总量（t/a）	**24.22**	**1.23**	**2.73**
连接线	60 分钟平均值（mg/L）	100	5.08	11.25
	年平均降雨量（mm）	814.4		
	径流系数	0.9		
	路面路宽（m）	20①/12②/12③		
	路基段路线长度（m）	2787.92①/2352.68②/1498③=6638.6		
	径流总量（万 m^3/a）	**4.09①/2.07②/1.32③=7.48**		
	全线年均产生总量（t/a）	**7.48**	**0.38**	**0.84**

注：①楚雄南连接线、②大马军连接线、③子午连接线；

表 3.2.4-13　　桥面径流污染物排放源强一览表

项目		SS	BOD_5	石油类
主线	60 分钟平均值（mg/L）	100	5.08	11.25
	年平均降雨量（mm）	814.4		
	径流系数	0.9		
	桥面路宽（m）	25.5		
	桥面段路线长度（m）	14509.06m		
	径流总量（万 m^3/a）	**27.12**		
	全线年均产生总量（t/a）	**27.12**	**1.38**	**3.05**
连接线	60 分钟平均值（mg/L）	100	5.08	11.25
	年平均降雨量（mm）	814.4		
	径流系数	0.9		
	桥面路宽（m）	20①/12②/12③		
	桥面段路线长度（m）	156.08①/1024.32②/41③=1221.4		
	径流总量（万 m^3/a）	**0.23①0.9②/0.036③=1.166**		
	全线年均产生总量（t/a）	**1.166**	**0.059**	**0.13**

注：①楚雄南连接线、②大马军连接线、③子午连接线；

综上，本拟建项目路面及桥面径流总量约为 59.986 万 m^3/a，污染物排放总量为：SS 59.986t/a，BOD_5 3.049t/a，石油类　6.75t/a。

（3）跨河桥梁径流

本次环评对跨常年流水的桥梁的桥面径流进行估算。降雨期间桥面产生的径流量由下式计算：

$$W=A\cdot H\cdot 10^{-3}$$

式中：W——单位长度路面径流量（m^3/a）；

A——桥面面积（m^2）；

H——降雨强度（mm/a）。

由上式可以看出，路面径流量决定于降水量。

楚雄市 20 年一遇 1h 最大降雨量为 40.5mm，同时类比同类高速公路 SS 排放浓度取平均值为 100mg/L，BOD_5 为 5.08mg/L，石油类为 11.25mg/L，营运期间全路段跨河路（桥）面径流污染物产生量见表 3.2.4-14。

表 3.2.4-14　拟建项目营运期桥面径流估算结果一览表

序号	桥名	跨越水体名称	桥长（m）	路、桥面总面积（m^2）	20 年一遇最大桥面径流量（m^3/s）	初期 0.5h 污染物产生量（kg）		
						SS	BOD_5	石油类
1	卡利大桥（右）	小箐河	216.08	5510.04	0.062	11.16	0.57	1.26
	卡利大桥（左）		186.08	4745.04	0.053	9.61	0.49	1.08
2	下土大桥（右）	打苴河	486.08	12395.04	0.139	25.1	1.28	2.82
	下土大桥（左）		486.08	12395.04	0.139	25.1	1.28	2.82
3	上土坡大桥（右）	樟木箐	996.08	25400.04	0.286	51.44	2.61	5.79
	上土坡大桥（左）		666.08	16985.04	0.191	34.39	1.75	3.87
4	关沟大桥（右）	铃铃小河	888.04	22645.02	0.255	45.86	2.33	5.16
	关沟大桥（左）		888.04	22645.02	0.255	45.86	2.33	5.16
5	邓家冲 1 号大桥（右）	倮倮冲	398.04	10150.02	0.114	20.55	1.04	2.31
	邓家冲 1 号大桥（左）		396.08	10100.04	0.114	20.45	1.04	2.3
6	邓家冲 2 号大桥（右）	马军小河	648.04	16525.02	0.186	33.46	1.70	3.76
	邓家冲 2 号大桥（左）		648.04	16525.02	0.186	33.46	1.70	3.76
7	甸尾大桥（右）	青龙河	906.08	23105.04	0.260	46.79	2.38	5.26
	甸尾大桥（左）		906.08	23105.04	0.260	46.79	2.38	5.26
8	此苴特大桥（右）	垮去河	1068.08	27236.04	0.306	55.15	2.80	6.20
	此苴特大桥（左）		1068.08	27236.04	0.306	55.15	2.80	6.20
9	楚雄南互通立交	大坡河	1350	34425	0.387	69.71	3.54	7.84
10	云甸互通	阿家河	905.0	23077.5	0.260	93.46	4.75	10.51

3.2.4.2.3 废气

在运营期，影响区域环境空气质量的主要污染源是汽车尾气；其次，车辆运行过程中，路面还将卷起一定量的扬尘；汽车尾气产生量与车流量、车型等有关。

汽车尾气是大气污染物的主要来源，污染物排放量与交通量成正比，与车辆的类型及汽车运行情况有关；行驶车辆排放按连续污染源计算，线源的中心线即路线中心线；气态污染物排放源源强按下式计算：

$$Q_j = \sum_{i=1}^{3} A_i E_{ij} \mathbf{3600^{-1}}$$

式中：Q_j——j 类气态污染物排放源强度（mg/s·m）；

A_i——I 型车预测年的小时交通量（辆/小时）；

E_{ij}——I 型车 j 类排放物在预测年的单车排放因子（mg/辆•m)。

汽车单车排放因子(Eij)是源强模式中重要的参数，鉴于我国汽车工业的不断发展和汽车技术的不断提高，并逐步与国际接轨，各车型逐渐执行国家第IV、V阶段机动车污

染物排放标准；因此，运营期大气污染物排放源强计算时所有车辆均按国V标准中《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第五阶段）》（GB 18352.5-2013，2018 年 1 月 1 日实施）和《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国III、IV、V阶段） 》（GB17691-2005）V阶段标准计算。结合项目所在区域社会经济发展特点，并考虑国内汽车现状及发展趋势，工程建成运营期车辆执行国V标准，因此，各类型车辆单车排放因子按国V标准进行计算，见表 3.2.4-15。

表 3.2.4-15　　车辆单车排放因子推荐值（单位：g/km·辆）

车型	小型车		中型车		大型车	
排放因子	CO	NO_X	CO	NO_X	CO	NO_X
国 V 标准	1.00	0.18	2.27	0.28	2.77	3.67

注: 在计算中，NO_2 按交通部科研所提供的资料：汽车尾气排放的 NO_x 中，NO_2 占 80% ）；大型车为柴油发动机 。

依据本报告各个预测年预测的交通量、车型比和小时高峰车流量，分别计算得到 NO_X、CO 的日均排放源强和高峰排放源强，并根据相关系数（NO_2/NO_X=0.9），换算得到 NO_2 日均排放源强。计算结果如下表 3.2.4-16。

表 3.2.4-16　　项目污染物 NO_2、CO 排放源强　　（单位：mg/s·m）

路段 \ 特征年		车型	营运近期（2026 年）				营运中期（2032 年）				营运远期（2040 年）			
			日均		高峰		日均		高峰		日均		高峰	
			CO	NO_2	CO	NO_2	CO	NO_2	CO	NO_2	CO	NO_2	CO	NO_2
主线	云甸互通立交-楚雄南互通	小型车	0.11944	0.01720	0.15778	0.02272	0.14694	0.02116	0.19417	0.02796	0.19083	0.02748	0.25167	0.03624
		中型车	0.03216	0.00317	0.04225	0.00417	0.03027	0.00299	0.04036	0.00398	0.03720	0.00367	0.04918	0.00485
		大型车	0.07002	0.07422	0.09233	0.09787	0.08926	0.09160	0.11773	0.12478	0.11619	0.12315	0.15312	0.16230
	楚雄南互通-大马军互通	小型车	0.10611	0.01528	0.14000	0.02016	0.13056	0.01880	0.17222	0.02480	0.16944	0.02440	0.22361	0.03220
		中型车	0.02838	0.00280	0.03720	0.00367	0.02711	0.00268	0.03531	0.00348	0.03279	0.00324	0.04351	0.00429
		大型车	0.06233	0.06606	0.08233	0.08726	0.07925	0.08400	0.10388	0.11010	0.10311	0.10928	0.13619	0.14435
	大马军互通-子午互通	小型车	0.11444	0.01648	0.15083	0.02172	0.14083	0.02028	0.18611	0.02680	0.18278	0.02632	0.24139	0.03476
		中型车	0.03027	0.00299	0.04036	0.00498	0.02901	0.00286	0.03846	0.00380	0.03594	0.00355	0.04729	0.00467
		大型车	0.06694	0.07095	0.08772	0.11622	0.08541	0.09053	0.11234	0.11907	0.11157	0.11826	0.14696	0.15577
	子午互通-以口枢纽立交	小型车	0.11306	0.01628	0.14944	0.02152	0.13944	0.02008	0.18389	0.02648	0.18111	0.02608	0.23889	0.03440
		中型车	0.03027	0.00299	0.04036	0.00398	0.02901	0.00286	0.03846	0.00380	0.03531	0.00348	0.04666	0.00460
		大型车	0.06617	0.07014	0.08695	0.09216	0.08387	0.08890	0.11080	0.11744	0.11003	0.11662	0.14543	0.15414
连接线	楚雄南连接线	小型车	0.04861	0.00700	0.06417	0.00924	0.05972	0.00860	0.07889	0.01136	0.07750	0.01116	0.10250	0.01476
		中型车	0.01324	0.00131	0.01766	0.00174	0.01198	0.00118	0.01576	0.00156	0.01513	0.00149	0.02018	0.00199
		大型车	0.02847	0.03018	0.03693	0.03915	0.03616	0.03833	0.04771	0.05056	0.04771	0.05056	0.06233	0.06606
	大马军连接线	小型车	0.04139	0.00596	0.05472	0.00788	0.05083	0.00732	0.06722	0.00968	0.06611	0.00952	0.08750	0.01260
		中型车	0.01135	0.00112	0.01450	0.00143	0.01072	0.00106	0.01387	0.00137	0.01324	0.00131	0.01766	0.00174
		大型车	0.02462	0.02610	0.03232	0.03425	0.03078	0.03262	0.04078	0.04322	0.04001	0.04241	0.05309	0.05627
	子午连接线	小型车	0.02917	0.00420	0.03861	0.00556	0.03583	0.0516	0.04750	0.00684	0.04639	0.00668	0.06139	0.00884
		中型车	0.00757	0.00075	0.01072	0.00106	0.00757	0.00075	0.00946	0.00093	0.00883	0.00087	0.01198	0.00118
		大型车	0.01693	0.01794	0.02308	0.02447	0.02154	0.02284	0.02847	0.03018	0.02847	0.03018	0.03693	0.03915

表 3.2.4-17　　项目污染物 NO2、CO 排放源强（合计）　　（单位：mg/s·m）

路段 \ 特征年		营运近期（2026 年）				营运中期（2032 年）				营运远期（2040 年）			
		日均		高峰		日均		高峰		日均		高峰	
		CO	NO_2	CO	NO_2	CO	NO_2	CO	NO_2	CO	NO_2	CO	NO_2
主线	云甸互通立交-楚雄南互通	0.22162	0.09459	0.29236	0.12476	0.26647	0.11575	0.35226	0.15672	0.34422	0.1543	0.45397	0.20339
	楚雄南互通-大马军互通	0.19682	0.08414	0.25953	0.11109	0.23692	0.10548	0.31141	0.13838	0.30534	0.13692	0.40331	0.18084
	大马军互通-子午互通	0.21165	0.09042	0.27891	0.14292	0.25525	0.11367	0.33691	0.14967	0.33029	0.14813	0.43564	0.1952
	子午互通-以口枢纽立交	0.2095	0.08941	0.27675	0.11766	0.25232	0.11184	0.33315	0.14772	0.32645	0.14618	0.43098	0.19314
连接线	楚雄南连接线	0.09032	0.03849	0.11876	0.05013	0.10786	0.04811	0.14236	0.06348	0.14034	0.06321	0.18501	0.08281
	大马军连接线	0.07736	0.03318	0.10154	0.04356	0.09233	0.041	0.12187	0.05427	0.11936	0.05324	0.15825	0.07061
	子午连接线	0.05367	0.02289	0.07241	0.03109	0.06494	0.07519	0.08543	0.03795	0.08369	0.03773	0.1103	0.04917

1.2.4.2.4 固体废物

营运期固体废物源强主要来自于各服务设施人员的生活垃圾，本项目设置停车区 1 处（宝山屯停车区），3 个收费站，分别是楚雄南收费站（该收费站包括：养护工区 1 处、路政管理 1 处、监控中心 1 处、隧道管理所 1 个）、大马军收费站、子午收费站；停车区人均垃圾产生量参照《第一次全国污染源普查手册城镇生活污染源排污系数手册》，营运期常驻人员生活垃圾按照 0.5kg/人.d 计、过往人员垃圾按照 0.1kg/人.d 计，营运期各服务设施生活垃圾产生量见下表。

表 3.2.4-18　拟建公路沿线服务设施生活垃圾产生量表

服务设计名称	人员类型	生活垃圾产生量 kg/人·d	预计人口（人）	生活垃圾产生量（kg/d）	生活垃圾产生量（t/a）
宝山屯停车区	常驻工作人员	0.5kg/人·d	14	7.0	2.56
	过往人员	0.1kg/人·d	300	60	21.90
楚雄南收费站	常驻工作人员	0.5kg/人·d	57	28.5	10.40
大马军收费站	常驻工作人员	0.5kg/人·d	15	7.5	2.74
子午收费站	常驻工作人员	0.5kg/人·d	15	7.5	2.74
合计				110.5	40.33

根据营运期主要站点的布设情况，营运期的生活垃圾在各服务设施点集中收集后由垃圾车定期就近运送至周边乡镇的生活垃圾处理场、统一处理处置。

1.2.4.2.5 环境风险分析

公路上运输有毒有害或易燃易爆等危险品是不可避免的，拟建项目所运输危险品主要有石油以及农药等，风险主要在跨河/沿河路段、隧道路段、楚雄紫溪山风景名胜区一般景区。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1地理位置

楚雄市位于楚雄州中西部，地处北纬 24°30′～25°15′，东经 100°35′～101°48′之间。东邻禄丰市，南接双柏县，西连南华县，北与牟定县毗邻。楚雄市距离昆明市城区 152 千米，距离大理市区 179 千米，与昆明市、曲靖市、玉溪市构成滇中城市群；是省会昆明通往滇西 8 州市和进入南亚、东南亚国际大通道的重要承接点和物流集散地，素有“省垣门户、迤西咽喉”之称。

本拟建项目路线起于楚雄市苍岭镇云甸村 K0+000，位于楚雄市苍岭镇云甸村，新建云甸互通（T 形枢纽） 接 G56 杭瑞高速（安宁～楚雄高速公路小云甸段施工图设计桩号 K125+140），于 K27+900 处接规划楚景高速 SJ-1 标段起点。主线路线全长 27.900 公里。

本拟建项目两阶段施工图设计阶段将全线划分为 3 个勘察设计标段，即 1 标段、2 标段、标段；各标段的主要控制点如下：

1 标段主要控制点：G56 杭瑞高速、云甸村、盐井冲、卡利村、上土坡村。

2 标段主要控制点：上土坡、十三湾、沿柴河水库、关沟、上各邑。

3 标段主线主要控制点：上各邑、马金河水库、大余节、大拦河水库、宝山屯、以口村、玉楚高速、楚景高速。

本拟建项目具体位置详见附图 1。

4.1.2地形地貌

楚雄市地势西北高，东南低，从西北向东南倾斜，最高峰为西舍路镇哀牢山脉小越坟山，海拔 2916.1 米，最低点在礼社江与彝家拉河、石羊江交汇处，海拔 691 米。市境地貌可分为山间盆地、中山浅切割宽谷、中山深切割峡谷三大地貌单元。西部为山地，占全市总面积的 55.8%，东部为丘陵和山间盆地，面积在 5 平方千米以上的坝子有鹿城、子午、东华、腰站、饱满街、吕合 6 个。

项目区域地形地貌：路线走廊带位于金沙江水系和红河水系之分水岭地带，西邻哀牢山，东缘绿汁江。区内以高原低中山地形为主，切割较浅，山峰海拔约

1610～2210 米，相对高差一般小于 500 米。高原面尚有保存，群山之中镶嵌着大小不等的盆地。山脉走向与构造线方向基本一致，多呈北西和南北向延伸，地势总体上略显西北高、东南低。

本项目路线区域内地貌形态主要有构造剥蚀低中山地貌、山麓斜坡堆积地貌、河流侵蚀低中山地貌及山间盆地地貌。分述如下：

（1）构造剥蚀低中山地貌

路线主线（K0+300～K4+030 段、K4+220～K5+495 段、K5+640～K6+550 段、K6+830～K7+120 段、K7+170～K7+290 段、K7+350～K7+440 段、K7+510～K10+560 段、K10+610～K12+010 段、K12+040～K14+290 段、K14+335～K15+260 段、K15+290～K15+495 段、K15+675～K16+745 段、K16+780～K17+990 段、K18+080～K18+590 段、K18+710～K19+545 段、K19+600～K20+505 段、K20+570～K22+910 段、K22+960～K24+500 段、K25+235～K26+230 段、K26+280～K26+840 段、K27+500～K27+900 段）、楚雄南连接线（LCK0+000～LCK0+045 段、LCK0+085～LCK0+245 段、LCK0+300～LCK0+410 段、LCK0+445～LCK1+335 段、LCK1+385～LCK2+110 段、LCK2+180～LCK3+494.91 段）、大马军连接线（LDK0+000～LDK1+200 段、LDK1+305～LDK2+305 段、LDK2+350～LDK3+377.196）、子午连接线（LZK0+000～LZK0+075 段、LZK0+260～LZK1+400 段、LZK1+505～LZK1+537.933 段）属于该地貌类型，山脉多呈北西向和南北向延伸，次为北东向，山坡坡度一般在 15～35，局部达 40°以上， 对桥台和隧道进出口仰坡稳定性不利，受构造运动（褶皱、断裂）及风化作用影响，地形起伏较大，对路线克服高差展线影响相对较大，沟谷纵横交错，表现为背斜山和向斜山，山 脊与山间盆地、洼地相间，下伏基岩岩性以白垩系（K）和侏罗系上统（J3）紫红色泥岩、粉砂岩夹黄绿色泥灰岩为主，详见图 4.1.2-1。

图 4.1.2-1　构造剥蚀—河流侵蚀低中山地貌

（2）山麓斜坡堆积地貌

路线主线（K6+550～K6+830 段、K7+120～K7+170 段、K7+290～K7+350 段、K7+440～K7+510 段、K10+560～K10+610 段、K14+290～K14+335 段、K15+260～K15+290 段、K16+745～K16+780 段）、楚雄南连接线（LCK0+045～LCK0+085 段、LCK0+245～LCK0+300 段、LCK0+410～LCK0+445 段）、大马军连接线（LDK2+305～LDK2+350 段）属于该地貌类型，山坡上垂直路线“V”形冲沟较发育，沟内多有小溪径流，小型农田灌溉水库较多，主要分布在山谷冲沟口，山前斜坡地段，表现为洪积扇、坡积裙，前段植被不发育，以荒草、灌木稀疏覆盖，后端植被发育，以乔木为主，地层成分不均，多为粘性土夹碎石、角砾，杂乱无序分布，厚度变化大，详见图 4.1.2-2。

图 4.1.2-2　山麓斜坡堆积地貌

（3）河流侵蚀低中山地貌

路线主线（K0+000～K0+300 段、K4+030～K4+220 段、K5+495～K5+640 段、K12+010～K12+040 段、K15+495～K15+675 段、K17+990～K18+080 段、K18+590～K18+710 段、K19+545～K19+600 段、K20+505～K20+570 段、K22+910～K22+960 段）、楚雄南连接线（LCK1+335～LCK1+385 段、LCK2+110～LCK2+180 段）、大马军连接线（LDK1+200～LDK1+305 段）属于该地貌类型，主要分布在河流、冲沟流径段，地形较为平缓，地层组成主要为粘性土、卵砾石及砂土等，厚度不均，各类不同岩性地层呈透镜状相间夹杂，结构松散。本标段河流、沟谷规模不大，流量多受季节影响，多数为季节性冲沟，即形成的河流侵蚀堆积地貌规模也小，对路线不具有控制性作用，详见图 4.1.2-3。

图 4.1.2-3　河流侵蚀低中山地貌

（4）山间盆地地貌

路线主线（K24+500～K25+235 段、K26+230～K26+280 段、K26+840～K27+500 段）、子午连接线（LZK0+075～LZK0+260 段、LZK1+400～LZK1+505 段）属于该地貌类型，山间盆地平面呈“鸡爪”形嵌于群山之间，盆地内地形平缓开阔，四周群山环绕，山坡坡度约 15～25°。沿线高程 1848～1878 米，盆地内地形起伏较小，上覆厚约 3～10 米冲洪积可塑黏性土夹稍密卵砾石，盆地内均被垦为农田，详见图 4.1.2-4。

图 4.1.2-4　山间盆地地貌

4.1.3地质构造

根据项目施工图设计方案阶段地质调绘、结合区域资料综合分析，本项目走廊带位于扭动褶皱区和会基关～双柏穹隆褶皱区相接处附近。区内褶皱发育，断裂少见且规模不大。构造线总的方向以北西向为主。分述如下：

龙川河断裂（F67）：该断裂北起天申堂附近，向南东延伸，经南华、吕合、楚雄、山咀子、草堵，止于大庄附近，长约 89 公里。断层走向约 315°，切割了上下白垩统，断层南盘有向东倾移之势，属右行平移断裂，主线于 K6+340 处和其斜交。据云南活动断裂分布图（1：100 万）知，该断裂为第四系上更新统（Q3）晚更新世活动断裂，非全新世活动断裂，　对附近构筑物安全稳定性影响甚微，设计时可不考虑全新世活动断裂影响。

云龙断裂（F68）：该断裂位于楚雄之西，全长 21km，东盘为上白垩统，断裂走向 315°，倾向西，倾角大于 60°，西盘上升，为高角度正断层，主线于 K20+120 处和其斜交。据云南活动断裂分布图（1：100 万）知，该断裂为第四系上更新统（Q1-2）早-中更新世断裂，非全新世活动断裂，对附近构筑物安全稳定性影响甚微，设计时可不考虑全新世活动断裂影响。

楚雄-化念断裂（F69）：该断裂全长 20km，向南与绿汁江大断裂相并，其生存与绿汁江大断裂的后期活动有关，断层性质不明，仅在北西端见断层面向南西倾斜，为高角度正断层，主线于 K12+920 处和其斜交。据云南活动断裂分布图（1：100 万）知，该断裂为第四系上更新统（Q1-2）早-中更新世断裂，非全新

世活动断裂，对附近构筑物安全稳定性影响甚微，设计时可不考虑全新世活动断裂影响。

饱满街向斜（35 向斜）：轴向约 5～348°，西翼倾角 5～34°，东翼倾角 6～40°，为倾斜短轴向斜。核部地层为白垩系上统江底河组（K j1），两翼地层以白垩系上统马头山组、下统普昌河组、白垩系下统高丰寺组和侏罗系上统妥甸组上段为主。

楚雄向斜（41 向斜）：轴向约 325～335°，西翼倾角 30～53°，东翼倾角 25～38°，为倾斜短轴向斜。核部地层以白垩系上统江底河组(K j1)和马头山组为主，两翼地层以白垩系上统马头山组和下统普昌河组为主。

子午街向斜（43 向斜）：轴向约 330～0～345°，西翼倾角 22～70°，东翼倾角 30～36°，为倾斜长轴向斜。核部地层以白垩系上统江底河组(K j1)为主，两翼地层以白垩系上统马头山组为主。

中石坝背斜（46 向斜）：轴向约 330～0～342°，西翼倾角 67～30°，东翼倾角 53～30°，为北段倾斜短轴背斜。核部地层以白垩系下统高丰寺组为主，两翼地层以白垩系下统普昌河组为主。

综上所述，路线走廊带内及其附近断层构造较发育，断层带及褶皱带附近的基岩岩体 破碎，对边坡稳定性不利；另据《云南省活动断裂分布图》（1：100 万 2010 年 9 月），路线走廊带内及其附近的断层均非全新世活动断裂，对路线影响较小。

4.1.4地层岩性

据本次工程地质调绘、物探和钻探揭露，结合收集到的区域资料和已有工程勘察资料综合分析，本项目走廊带内出露的地层主要有新生界第四系全新统（Q4），中生界白垩系上统江底河组（K j1）、马头山组，白垩系下统普昌河组、高丰寺组，侏罗系上统妥甸组上段和下段。

路线走廊带内除局部段夹泥灰岩、石英砂岩及泥质粉砂岩外，其余地段均由泥岩、粉砂岩组成，泥岩及粉砂岩局部呈互层状，其中泥岩、粉砂岩及泥质粉砂岩抗压强度低、抗风化能力弱，且泥岩具遇水易软化、日晒易裂的特性，对路堑边坡及隧道仰坡稳定性不利。路线走廊带内下伏基岩露头见照片 1～4。

照片 1:泥岩

照片 2：粉砂岩

照片 3:泥岩夹粉砂岩

照片 4：泥岩夹泥灰岩

4.1.5地震

据《中国地震动参数区划图》及附录 C（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版），本项目位于楚雄市子午镇、鹿城镇和苍岭镇辖区内，子午镇、鹿城镇区域地震基本烈度VIII度，场地基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 0.45s，主线 K7+240～K27+900 段、楚雄南连接线大马军连接线、子午连接线均属于该范围。苍岭镇区域地震基本烈度VII度，场地基本地震动峰值加速度为 0.15g，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 0.45s，主线 K0+000～K7+240 段属于该范围。沿线各构造物设计、布设应按《公路工程抗震设计规范》（JTG B02-2013）和《公路工程技术标准》（JTGB01-2014）的相关要求，进行抗震强度和稳定性验算；其它构筑物还参照应按国家《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）。同时，应执行云南省交通运输厅（云交基建【2008】1081 号文“我省二级（含二级）以上公路的工程结构抗震设防标准在国家规定的抗震设防标准上提高 1 度设防”的规定。

4.1.6水文地质条件

线路穿越砂泥岩区属构造剥蚀低中山地貌区，山体较小，储水能力较弱。区内河流、沟谷呈树枝状发育，主要接受大气降水补给，多为季节性冲沟，雨季有流水，流量随天气变化陡涨陡落，旱季多断流。

本项目走廊带内根据地形地貌、地层岩性及地下水赋存条件，区内地下水类型可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

（1）松散岩类孔隙水

主要赋存于分布在山间盆地、沟谷内第四系冲洪积物的孔隙中，属孔隙型潜水，以大气降水补给为主、次为农田灌溉水，河流附近同时接受河水补给。其富水性和渗透性主要取决于岩性特征，一般砂土和碎石土富水性和渗透性较强，而黏性土富水性和渗透性弱。勘察期间盆地、沟谷内地下水位埋藏一般约 0.5～3.0 米、局部低洼地段近地表，雨季地下水位会升高，对一般路基有影响，应加强地下水截排设计，但对桥梁深基础影响甚微。

（2）基岩裂隙水

主要分布于白垩系（K）和侏罗系（J）基岩的节理裂隙中，以大气降水补给为主，地下水径流方向与地形基本一致，在切割较深的河谷和冲沟中以泉的形式排出地表。

据 1：20 万《区域水文地质普查报告》（楚雄幅）所述：路线所处区域内下伏泥岩夹砂岩径流模数一般小于 0.1～0.3 升·秒/平方公里，富水性弱；砂岩径流模数约 0.5～1.0 升·秒/平方公里，富水性较强。路线走廊带内基岩裂隙水水位埋深一般在 20 米以下，对一般路基影响较小；但对深挖路堑的人工边坡、路基及隧道有影响。

4.1.7气候气象

拟建项目路线途经楚雄市子午镇、鹿城镇和苍岭镇，属亚热带季风气候，但因山高谷 深，气候垂直变化明显。气候总体特征冬夏季短、春秋季长；日温差大、年温差小；冬无 严寒、夏无酷暑；干湿分明、雨热同季；日照充足，霜期较短；降水偏少，春夏旱重。年 均气温为 14.8～21.9℃，最冷月（1 月）平均气温 7.4℃，最热月（6 月）平均气温 21.4℃；极端最高气温 42℃（1963 年 5 月 31 日），极端最低气温-8.4℃（1974 年 1 月 1 日）。多年平均降雨量 814.4 毫

米，80%集中在 6～10 月，旱雨季分明。年蒸发量 1600～2000 毫米，最强 3～5 月。绝对湿度 6.3～30.1 毫巴，相对湿度 50%～88%。

区域内气候条件总体对公路施工及营运有利，但雨季连续降雨和暴雨对填方路堤和路堑的人工边坡稳定性不利，霜冻和大雾对公路营运有一定影响。

4.1.8河流水系

楚雄市境内河流公属元江、金沙江两大水系。元江上游的礼社江，从南华县入境，穿越市境西南部，支流有马龙河、三街河、白衣河、五街河、邑舍河、碧鸡河、自雄河；金沙江水系有其支流龙川江从吕合入境，自西向东流经东瓜、鹿城、苍岭、再由西向北出境，是楚雄市坝区的主要河流。主要支流有紫甸河、西静河、河前河、寨子小河、青龙河、苍岭小河。

根据楚雄州水务局资料，本项目位于金沙江水系和红河水系分水岭地带，主要河流发育方向与山脉走向与地质构造线方向基本一致，而支流与主流多呈直角相交。河水流量严格受降雨制约，雨季大于枯季数十倍乃至数百倍。

（1）河流

盐井冲河，自西向东南汇入岔河、岔河汇入沙甸河，盐井冲河河宽 1.0～2.5m，水深约 0.3m，流量 0.017～0.043m^3/s；流量和水位受季节影响较明显。

三岔河：属于西云河支流，自东北向西南汇入西云河，西云河汇入沙甸河；三岔河河面宽约 0.5～1.0m，水深约 0.3m，流量 0.013～0.026m^3/s；流量和水位受季节影响较明显。

西云河：西云河自北西向南东径流汇入沙甸河，西云河径流面积约 57km^2，河面宽约 1.0～3.0m，水深约 0.5m，流速 0.2m/s。流量和水位受季节影响较明显，雨季河水位和流量易暴涨。

大坡河：水体自东向西径流汇入土窝水库，水库出水向西北径流汇入富民河，富民河汇入龙川江；大坡河河宽 0.5～1.5m，流量 0.021～0.062m^3/s。流量和水位受季节影响较明显，雨季河水位和流量易暴涨。大坡河为上土坡隧道施工过程中的纳污水体。

铃铃小河：铃铃小河自沿柴河水库出水，自东南向西径流，汇入富民河；铃铃小河河宽 1～2m，水深约 0.3m，流量 0.016～0.059m^3/s；流量和水位受季节影响较明显。

倮倮冲：倮倮冲自倮倮冲水库出水，自南向西北径流，汇入富民河；倮倮冲河宽 1～2m，水深约 0.3m，流量 0.011～0.039m^3/s；流量和水位受季节影响较明显。

富民河：铃铃小河、倮倮冲均属富民河支流，富民河总体自南向东北径流至楚雄城区附近汇入青山嘴水库坝址下游的龙川江；富民河径流面积约 56km^2，地表径流模数 8.63$L/s·km^2$。河面宽约 1～4m，水深约 0.5～1.2m。流量和水位受季节影响较明显。富民河为塔普隧道施工过程中的纳污水体。

垮去河：垮去河自竹园水库出水，自西向东径流，汇入子午大河，属于季节性河流，河面河宽 0.5～1m，子午大河汇入龙川江。

子午大河：总体自南向北径流，汇入龙川江；子午大河径流面积约 45km^2，地表径流模数 6.35$L/s·km^2$ 。河面宽约 1.0～4m，水深约 0.3～0.8m，流速 0.2m/s。流量和水位受季节影响较明显，雨季河水位和流量易暴涨。

（2）水库

项目沿线及周边水库主要有梨木冲水库、弯腰柳水库、沿柴河水库、大兴坝水库、双龙坝水库、大拦河坝水库、腊水坝等。

梨木冲水库：为小（二）型水库，主要用于农田灌溉。

弯腰柳箐水库：库区面积约 $1.0\times10^4m^2$，为小（二）型水库，主要用于农田灌溉。

沿柴河水库：库区面积约 $0.93\times10^5m^2$，为小（二）型水库，主要用于农田灌溉。

大兴坝水库：为小（二）型水库，主要用于农田灌溉。

双龙坝水库：库区面积约 $5.0\times10^4m^2$，为小（二）型水库，主要用于农田灌溉。

双龙坝水库（倮倮冲）：库区面积约 $2.1\times10^4m^2$，为小（二）型水库，主要用于农田灌溉。

大拦河坝水库：库区面积约 $2.8\times10^4m^2$，为小（二）型水库，主要用于农田灌溉。

腊水坝：为小（二）型水库，主要用于农田灌溉、防洪。

项目所在区域水系分布情况详见附图 4。

4.1.9土壤

拟建公路沿线由于地貌类型复杂和不同生物气候带的交错分布，以及母质和岩石的多样，导致全区土壤类型多，在分布上以垂直地带性和地域性最为明显。主要土壤类型是水稻土、紫色土和红壤。

（1）水稻土

主要分布在海拔 1700m～1900m 的平坝及丘陵地带，干热河谷地区也有少量分布，成土母质多为紫色砂页岩。由于经过长期的耕作熟化过程，土壤内部的水、肥、气、热状况较为协调，土壤肥力较旱地高。

（2）紫色土

紫色土上层不厚，蓄水能力差、抗蚀能力弱，但富含磷、钾，适宜于种植各种经济作物，尤其是烤烟。

（3）红壤

主要分布在海拔 2300m 以下的广大地区。主要植被为亚热带常绿阔叶林、云南松林和灌丛草地。属中亚热带、北亚热带气候，年平均气温 14～17℃，≥10℃积温 4200～6000℃，年雨量 1000mm 左右。成土母质主要是深厚的古红土发育的山原红壤。西部山高谷深，成土母质主要是页岩、片岩等泥质岩、石英质岩、花岗岩、片麻岩等发育的山地红壤。

4.2 生态环境现状调查与评价

4.2.1调查时间和调查方法

4.2.1.1 调查时间和人员

本区域的植物植被调查开展于 2023 年 3 月 12～15 日，现场有效调查时间 4 天，调查人员由中国林业科学研究院高原林业研究所李帅锋研究员带队，队员由中国林业科学研究院高原林业研究所徐凡迪博士研究生、陈燕旋硕士研究生和郭志红硕士研究生等相关技术人员和当地护林员构成。同时，动物调查由西南林业大学张锐博士开展。调查队共 5 人。

4.2.1.2 生态调查方法

（1）植物物种调查

植物物种调查以现场调查为主，收集相关历史文献资料为辅。现场调查：采取路线调查与样方调查相结合的方法进行全线现场踏勘，对于成片农业生产区、

单一人工林以及乡村居住区路段采取路线调查，在代表性重点工程施工区域（如高填深挖路段、养护工区等）以及植被发育良好的区域实行样方调查。对法定珍稀濒危保护植物、古树名木以及资源植物采取野外调查、专家咨询和民间访问相结合的方法进行。对于有疑问的植物需采集标本并拍摄照片，在后期室内进行标本鉴定。文献收集：到当地相关部门收集该地区地方志、土地利用总体规划和林业资源二类调查报告等地方资料；同时参考《云南植物志》、《中国植物志》、《云南植被》以及其它植物及其种群的区域性研究资料。

（2）植被调查

植被调查采取现场踏勘、无人机与卫星遥感相结合的方法进行。现场踏勘采取路线调查和典型样地调查相结合的技术方法。路线调查主要是对评价区进行踏勘，通过全线观察，记录项目公路沿线大致的植被类型、结构和主要的物种组成情况。典型样方调查主要是了解主要植被类型和重要生境的群落结构特征。样方布设遵循以下基本原则：

①尽量在路线穿越成片植被区域选取样地，并考虑全线布点均匀性，同时考虑地形地貌、海拔等地形因子；

②选取样方植被类型应包括评价区主要植被类型或重要植被类型，在重点工程和植被发育良好路段适当增加样方数，选取的样方应具有该植被类型群落结构的代表性；

③样方面积符合相关规定，针叶林样方面积为 $20\times20m^2$，阔叶林设置样方面积为 $20\times30m^2$，灌草丛群落样方为 $10\times10m^2$，草地群落样方为 $10\times10m^2$，记录样方内所有种类，乔木层要每木检尺，灌木层、草本层及层间植物按 Braun-Blanquet 多优度-群聚度记分，利用 GPS 确定样方位置。样方记录采用法瑞学派目测法估计多优度（盖度）和群聚度综合级。

（3）生物量的调查和估算

评价区生态系统生物量以科研中对云南森林推算的平均生物量作为本次森林生物量估算的基础，参考云南省森林资源连续调查报告及《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云，刘国华，徐嵩龄，1996 年）、《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999 年）、《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005 年）、《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014 年）、《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，

2012 年）等资料，并根据当地的实际情况作适当调整，估算出评价区各植被类型的平均生物量。

（4）生态系统调查

以野外 GPS 定点的植物群落学调查结果和当地森林资源调查资料，参考卫星遥感照片解译结果，利用 3S 技术制作评价区的植被分布图。归并各类森林群落、灌丛群落、草地群落等，制作出包含主要生态系统类型和生态系统分布现状图。据此计算生态系统组成、结构等现状特征。

（5）生态制图

在资料调研和现场调查基础上，利用 ArcGis、Envi5.0sp3 等软件将 Landsat8 卫片与公路工程路线平面图（1:5 万）以及其它相关图件等配准，经人工目视解译，数字化评价区周边地形地貌、水系、交通、敏感目标等数据，最终提取评价区土地利用现状图和植被分布图。在对渣场占地区域沿已有线路踏勘和建立遥感解译标志过程中，选取了该区域主要植被进行了简单的样方调查，并对遥感解译进行了验证。

（6）敏感区调查

通过广泛的资料收集、分析，结合现场观察和访问，调查公路周边及临时用地生态敏感区。在资料收集、分析和现场踏勘的基础上，确定敏感区分布情况，利用 RS、GIS、GPS 技术进行相关数据采集、制图，计算敏感区与项目公路的位置关系，并结合现场勘察进行影响预测和分析。

（5）野生动物调查方法

调查方式包括野外实地调查及文献资料收集分析。野外调查工作的重点为公路两侧及临时用地 300m 范围的评价区及与评价区相邻的地区。野外调查由西南林业大学生态学博士的张锐带队。

①哺乳类调查

野外实地考察：对评价范围内的主要自然景观和哺乳类分布现状进行实地考察。观察植被类型、生境条件、溪流水塘等哺乳类生存的资源条件，同时对动物的足迹、叫声、粪便、取食等予以重点观察。

实地访问调查：以非诱导式的访查方法向沿途过往的当地乡民及林业部门熟知情况的管理员了解情况和深究某些重要问题，特别是进一步查证有疑问的物种。

查阅历史文献：重点查阅专家学者曾在本地区进行调查的“历史文献”，综合

主要植被组成与哺乳类分布关系、邻区哺乳类动物的“扩展分布”规律等，整理确定评价区范围内的哺乳类名录与分布概貌。

②鸟类调查

野外调查：在评价区布设鸟类调查路线进行考察，用双目望远镜观察路线两侧和前面。记录所见鸟类种类、数量；同时记录调查线路所穿过的生境类型、海拔幅度等环境因子。

访问调查法：一些大型鸟类，如鸡形目鸟类、猛禽等，在野外考察中很难发现，通过访问的方式进行调查。一是结合有关鸟类图鉴向村民和基层林业管理人员以非诱导的方式提问，然后调查人员凭借自己的专业知识对访问记录的鸟类进行筛选，确定可能分布的种类；另外，向有经验的猎人询问上述鸟类过去的情况和目前状况的有关信息，如活动地点等。

查阅文献：本次评价中所采用的鸟类本底数据还参考了有关报道评价区鸟类资源的文献。主要收集查阅了《中国鸟类分类与分布名录（第二版）》、《中国鸟类野外手册》、《云南鸟类》等相关文献资料；并对上述各种资料进行综合分析，以估计评价区及相邻地区的鸟类现状。

③两栖爬行类调查

常规路线调查法：大部分爬行动物的调查主要是白天在评价区的小路或溪流边缘设调查线路。有些蛙类不是在调查期间繁殖和活动，所以还需要在溪流和池塘中注重蝌蚪的调查和记录。一些在夜间活动种类的调查主要在夜间以溪流或田间进行，需要照明寻找和观测记录。

访问调查法：主要是与当地林业管理人员和社区群众进行座谈，以此可以确定一些特征突出、明显的种类和分布及大致数量状况，并明确一些物种的地方名称及其在当地的利用等情况及大致数量。

文献收集：在文献资料的收集分析中，主要收集查阅了《中国动物志两栖纲》、《中国动物志爬行纲》、《云南两栖爬行动物》、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》相关文献资料；并对上述各种资料进行综合分析，以估计评价区及相邻地区的陆栖脊椎动物现状。

④鱼类调查

访问调查法：访问调查法采取市场调查、沿线饭店调查和走访捕捞人员相结合的方法。并向沿线县渔业主管部门和渔政管理部门及渔民调查了解渔业资源现

状。

文献收集：主要收集查阅了《云南鱼类志》、《云南鱼类名录》等文献资料。

4.2.2植物植被

4.2.2.1植被现状

1、植被分类原则和依据

根据云南植被区划，项目区属II 亚热带常绿阔叶林区域，IIA 西部（半湿润）常绿阔叶林亚区域，IIA i i 高原亚热带北部常绿阔叶林地带，IIA ii-1 点钟、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区，IIA ii-1a 滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区。区域地带性植被为半湿润常绿阔叶林，但项目沿线分布有多个乡镇，村寨众多，人类活动强度较大，沿线分布有大量的人工植被，现存自然植被亦绝大部分呈现次生化。

2、植被分类系统

本项目拟建线路全线位于楚雄州楚雄市境内。评价区属典型亚热带山地湿润气候，年平均温度在 12.1℃～14.9℃之间，年降雨量在 938.8mm～1056.9mm 之间，每年 5 月～10 月为雨季，11 月至翌年 4 月为旱季，11 月至翌年 1 月为霜期。该地区气候总的特点是干湿季交替明显，雨量充沛，日照时间较少（日照率为 56%），夏无酷暑，冬无严寒。

评价区面积为 3703.99hm^2，其中，自然植被类型包括 3 个植被型、3 个植被亚型、5 个群系，总面积 2218.11hm^2，占评价区面积的 59.88%。评价区的暖温性针叶林累计面积 1479.05hm^2，占评价区面积的 39.93%；落叶阔叶林面积为 195.07hm^2，占评价区面积的 5.27%；暖温性灌丛面积为 543.99hm^2，占评价区面积的 14.69%。评价区的人工植被包括人工用材林、耕地、果园和其他园地，总面积约 1086.56hm^2，占评价区面积的 29.34%，分布于评价区村寨周边，地形较为平缓的区域。

表 4.2.2-1 工程生态影响评价范围的植被分类一览表 （单位 hm^2）

属性	植被型	植被亚型	群系	群丛	面积	%
天然植被	I.针叶林	(I)暖温性针叶林	一、云南松林	1.云南松林	1479.05	39.93
				2.云南松、栓皮栎林		
	II.阔叶林	(II)落叶阔叶林	二、尼泊尔桤木林	3.尼泊尔桤木林	195.07	5.27
			三、栓皮栎林	4.栓皮栎林		

属性	植被型	植被亚型	群系	群丛	面积	%
	III.灌丛	(III)暖温性灌丛	四、华西小石积灌丛	5.华西小石积灌丛	543.99	14.69
人工植被	人工林			6.蓝桉林	277.47	7.49
	耕地	旱地		7.玉蜀黍	220.71	5.96
		水浇地		8.烤烟	0.19	0.005
		水田		9.稻	546.66	14.76
	果园				33.79	0.91
	其他园地				7.74	0.21
非植被	建设用地				175.08	4.73
	交通运输用地				95.02	2.57
	水域及水利设施用地				102.14	2.76
	其他土地				21.41	0.58
	特殊用地				5.66	0.15
合计					**3703.99**	**100**

3、自然植被

评价区的自然植被面积为 2218.11hm^2，占评价区总面积的 59.88%；各类自然植被中，面积最大的暖温性针叶林，面积 1479.05hm^2，占评价区面积的 39.93%；其次是暖温性灌丛，面积 543.99hm^2，占评价区面积的 14.69%；落叶阔叶林，面积 195.07hm^2，占评价区面积的 5.27%。

现将自然植被的主要特征叙述如下：

（1）暖温性针叶林

评价区的暖温性针叶林主要是云南松林。云南松林分布范围广，面积最大，为 1479.05hm^2，占评价区面积的 39.93%。该群系大多是纯林形式存在，和阔叶林交界处则树种较混杂，但优势树种均是云南松 *Pinus yunnanensis*，不同之处在于林下灌木层的种类不同。评价区的云南松林分为 2 个群丛，包括云南松林和云南松、栓皮栎林，大多分布在评价区的山脊和阳坡。群落环境较干旱，土壤为红壤。群落外貌黄绿色，林冠整齐但不密集，疏松而透光，色调一致。

①云南松林

云南松林，该群落是评价区自然植被中分布面积最大的类型，多为次生植被，受当地社区放牧等用材影响。群落结构一般分为乔木层、灌木层和草本层。

乔木层盖度为 75%，高在 10～16m 之间，主要组成物种有云南松、珍珠花、云南油杉等。

灌木层高度在 1.3～5m 之间，盖度在 35～50%左右，主要组成物种有矮杨梅、锐齿槲栎、栓皮栎、滇油杉 *Keteleeria evelyniana*、铁仔、乌鸦果、川滇金丝

桃、米饭花、木帚栒子、马桑 *Coriaria nepalensis*、牛筋条、羊耳菊、地果等。

草本层盖度在 40～60%左右，主要组成种类有野艾蒿、野茼蒿 *Crassocephalum crepidioides*、西南风铃草 *Campanula punctata*、石芒草、十字薹草、野草莓、尼泊尔老鹳草、千针万线草、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、凤尾蕨 *Pteris nervosa*、野拔子 *Elsholtzia rugulosa*、松叶火绒草、铜锤玉带草、草玉梅、披碱草、黄茅、西南委陵菜、大头续断、小鱼眼菊、凤尾蕨、杏叶茴芹、钩苞大丁草等。

②云南松、栓皮栎林

乔木层盖度为 70%，高 18m。主要组成物种有云南松 *Pinus yunnanensis*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、水红木 *Viburnum cylindricum*、川梨及珍珠花 *Lyonia ovalifolia* 等。

灌木层盖度为 35%，高 2.5m。主要组成物种有铁仔 *Myrsine africana*、火棘 *Pyracantha fortuneana*、马桑 *Coriaria nepalensis*、栽秧泡 *Rubus ellipticus* var. *obcordatus* 和爆杖花等。

草本层盖度为 65%，高 1.2m。主要组成物种有紫茎泽兰、苋草、酢浆草、宽穗兔儿风、野拔子 *Elsholtzia rugulosa*、鼠麴草 *Gnaphalium hypoleucum*、野艾蒿 *Artemisia lavandulaefolia*、野茼蒿 *Crassocephalum crepidioides*、截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata*、细柄草、风轮菜 *Clinopodium chinense*、鼠尾粟 *Sporobolus fertilis* 及石芒草 *Arundinella nepalensis* 等。

（2）落叶阔叶林

评价区落叶阔叶林面积有 195.07hm^2，占评价区面积的 5.27%。包括尼泊尔桤木林和栓皮栎林，该两类群系是常绿阔叶林被破坏后出现的次生植被类型。

①尼泊尔桤木林

其群落结构层次分明，有分乔木层、灌木层、草本层和地被层四个层次，群落高度在 15m～20m 范围，总盖度约 85%。乔木层以尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis* 为主，间有水红木 *Viburnum cylindricum* 等树种混生，种类简单，林冠稀疏，冬天落叶，季相变化明显，林内树皮粗糙。灌木层的种类较多，有长尖叶蔷薇、盐肤木 *Rhus chinensis*、马桑 *Coriaria sinica*、黄杨叶栒子、牛筋条、扁核木 *Prinsepia utilis*、窄叶火棘 *Pyracantha angustifolia*、火棘 *Pyracantha fortuneana*、川梨 *Pyrus pashia* 和鸡骨柴 *Elsholtzia fruticosa* 等种类。草本层的种类有毛轴蕨 *Pteridium*

revolutum、凤尾蕨 *Pteris nervosa*、四回毛枝蕨 *Leptorumohra quadripinnata*、芽胞蹄盖蕨 *Athyrium clarkei*、西南委陵菜 *Potentilla fulgens*、紫茎泽兰 *Eupatorium adenophorum* 等。地被层有苔藓、地衣类植物出现。层间植物少，藤本植物有红花五味子，附生植物多为扭瓦韦 *Lepisorus contortus* 等蕨类种类。

②栓皮栎林

该群系成块状分布于评价区海拔 1850-2200m 的阳坡。群落季相变化明显，林分结构简单，乔木层高 6～8m，盖度为 65%，乔木层以栓皮栎占优势，混生锐齿槲栎、旱冬瓜、云南松等。灌木层盖度 30%，高度为 0.7～1.5m，主要组成物种有清香木、余甘子 *Phyllanthus emblica*、地桃花 *Urena lobala*、珍珠花、驳骨丹 *Buddleja asiatica*、波叶山蚂蝗 *Desmodium sinuatum* 等。草本植物盖度 55%，高度 0.5～1.4m，主要组成物种有黄茅、野拔子、细柄草 *Capillipedium parviflorum*、紫茎泽兰、杏叶茴芹、寸金草等。

（3）暖温性灌丛

华西小石积灌丛：该类型在评价区有 543.99hm^2，占评价区面积的 14.69%。

该群落灌木层高 1.5m，盖度为 55%，主要组成物种有华西小石积、粉叶小檗 *Berberis pruinosa*、车桑子、清香木、白刺花等。草本层高 0.6cm，盖度 45%，主要组成物种有黄茅 *Heteropogon contortus*、石芒草 *Arundinella nepalensis*、毛轴蕨 *Pteridium revolutum*、草玉梅 *Anemone rivularis*、牛膝菊 *Galinsoga parviflora*、鬼针草 *Bidens pilosa*、荩草 *Arthraxon hispidus* 等。

4、人工植被

评价区的人工植被包括人工用材林、农田植被、果园和其他园地，总面积约 1086.56hm^2，占评价区面积的 29.34%。零星分布于评价区村寨周边，地形较为平缓的区域。评价区人工用材林为蓝桉林，累计面积 277.47hm^2，占评价区面积的 7.49%。

乔木层盖度 75%，高 15m，主要组成物种有蓝桉、栓皮栎、云南松、川梨。

灌木层盖度 25%，主要有青刺尖、长尖叶蔷薇、火棘、大乌泡、茅莓等。

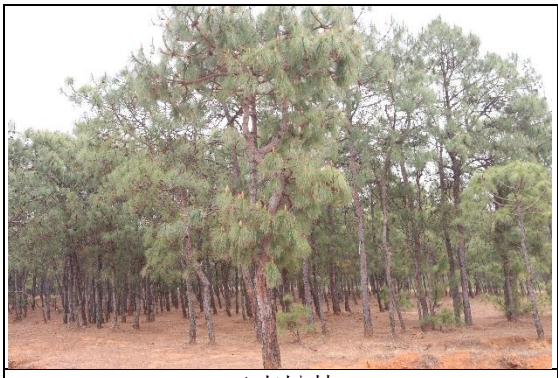
草本层盖度 65%，组成的主要物种有紫茎泽兰、野艾蒿、石芒草、鬼针草、毛轴蕨。

5、植被类型现场照片

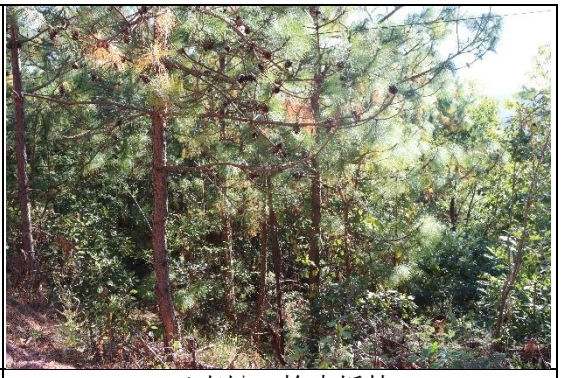
本项目生态影响评价区陆生植被类型现场照片详见图 4.2.2-2，项目主体工程

部分路段、部分临时工程及周边区域植被现状详见图 4.2.2-3。

图 4.2.2-2　评价陆生植被类型现场照片集



云南松林

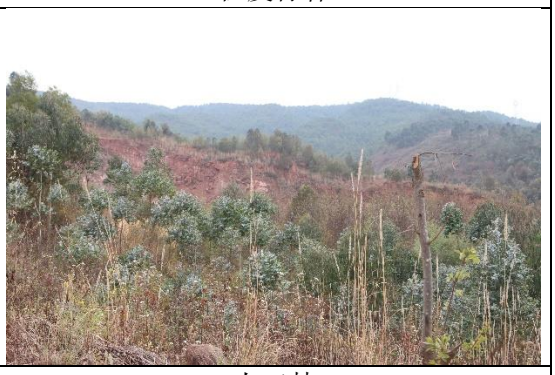


云南松、栓皮栎林

尼泊尔桤木林

栓皮栎林

暖温性灌丛



人工林

农田

农田

图 4.2.2-3　项目部分建设内容及周边区域植被现场照片集

No.	植被类型及简述	照片
1	弥楚高速公路入口 K27-线路终点：人工林	
2	弥楚高速公路入口 K27-线路终点：暖温性针叶林	
3	东华镇 K2+900：人工林	

4	东华镇收费站罗定庵右侧：农田	
5	以口村左侧施工便道：农田、暖温性针叶林	
6	3-3 施工便道 1（罗定庵）：农田、村镇、道路	

7	3-3 施工便道 2（罗定庵）：暖温性针叶林	
8	3-3 施工便道 2 旁：水库、人工林、暖温性针叶林	
9	3-3 施工便道 1 旁：人工林	

10	3-3 施工便道 1 旁：农田	
11	双龙大桥（此苴村周边）：农田、暖温性针叶林	
12	双龙大桥周边（此苴村）：水库	

13	子午互通：耕地	
14	17-3 便道：耕地	
15	卡利隧道进口 1 号弃土场及周边：暖温性针叶林	

16	以口村：暖温性针叶林	
17	17-1 便道+5 号 T 梁预制场（罗只碑村周边）：人工林	
18	17-1 便道旁（罗只碑村）：水库、人工林、暖温性针叶林	

19	鲁家大桥（鲁家村周边）：耕地、人工林、暖温性针叶林、落叶阔叶林	
20	K21-K22（朱家村周边）：耕地、暖温性针叶林	
21	K21+230 周边（车行天桥）：暖温性针叶林	

22	大马军互通：暖温性针叶林	
23	大马军互通：人工林	
24	大马军互通：人工林	

25	3-2-1 号民工驻地：村镇	
26	10-2 施工便道：暖温性针叶林	
27	大马军收费站：暖温性针叶林	

28	大马军收费站：暖温性针叶林	
29	大马军收费站：暖温性针叶林	
30	大马军收费站：暖温性针叶林	

31	10 号便道及周边：村镇	
32	10-2 便道及周边：村镇	
33	10-2 便道及周边：村镇	

34	小马军 2 号大桥及周边：暖温性针叶林、耕地、村镇	
35	天子堂大桥及周边：暖温性针叶林、针叶林、耕地	
36	大马军连接线 LDK1+000（益起坡周边）：耕地、人工林	

37	7#便道：暖温性灌丛、暖温性针叶林、耕地	
38	12 号进场便道：针叶林	
39	大马军连接线 LDK0+500（军屯村周边）：耕地	

40	大马军互通：暖温性灌丛、针叶林	
41	3-1-2 号民工驻地、8-3 号便道：耕地、人工林	
42	3-1-2 号民工驻地、8-3 号便道：落叶阔叶林栓皮栎林	

43	大马军收费站：暖温性针叶林、耕地	
44	3-1-1 号民工驻地：村寨、人工林	
45	8-2 号施工便道：人工林	

46	8-2 号施工便道：人工林	
47	4 号 T 梁预制场、8-2 号便道：暖温性灌丛	
48	8-1 便道（上各邑周边）：暖温性针叶林和人工林	

49	7#施工便道：人工林	
50	2-3-2 民工驻地及周边：耕地、人工林	
51	9 号弃土场、S6 湿喷站、2-3-3 民工驻地、3 号 T 梁预制场周边：暖温性针叶林	

52	6 号进场便道：针叶林、暖温性针叶林	
53	塔普隧洞：人工林、暖温性针叶林	
54	K12 路段及周边：暖温性针叶林、暖温性灌丛	

55	6 号进场便道及周边：耕地、暖温性灌丛	
56	上土坡隧道 6 号弃土场及周边：暖温性灌丛、暖温性针叶林	
57	K5+560 下土坡大桥及周边：耕地、暖温性灌丛	

58	下土坡大桥及周边：暖温性灌丛、耕地	
59	下土坡大桥及周边：耕地、暖温性灌丛	
60	3-6 号支进场道路及周边：耕地、暖温性针叶林、热工林	

61	卡利隧道及周边：耕地、暖温性针叶林	
62	卡里隧道及周边：耕地	
63	棠梨沟 4 号弃土场及周边：暖温性灌丛	

64	K4+200 及周边（里伍村周边）：耕地、暖温性灌丛	
65	K5+600 及周边（下土坡周边）：暖温性针叶林、耕地	
66	4-2 号进场便道及周边：暖温性灌丛、暖温性针叶林	

67	云甸枢纽互通（云甸村周边）：暖温性灌丛、暖温性针叶林、杭瑞高速	
68	云甸枢纽互通（伍桂田周边）：暖温性灌丛、针叶林、耕地、村镇	
69	云甸枢纽互通（山背后、伍桂田周边）：暖温性灌丛、针叶林、耕地、村镇	

70	云甸枢纽互通（山背后周边、伍桂田）：暖温性灌丛、针叶林、耕地、村镇	

4.2.2.2植物资源

1、物种多样性

经过实地调查、查阅历史标本和查阅《云南植物志》、《中国植物志》、《Flora of China》等权威志书，以及这些志书出版后在该区域发表的新物种、新分布物种，初步确认该区域的维管束植物共有 112 科 340 属 438 种（包含变种、亚种等种下等级；详见附录 1　楚雄市东南绕城高速公路生态环境评价区维管束植物名录）。其中蕨类植物 15 科 20 属 24 种，种子植物 97 科 320 属 414 种。裸子植物 2 科 3 属 5 种，被子植物 95 科 317 属 409 种。被子植物中双子叶植物 84 科 257 属 336 种，单子叶植物 11 科 60 属 73 种，见表 4.2.2-4。

表 4.2.2-4　评价区维管植物数值特征一览表

植物类群			科数	属数	种数
蕨类植物			15	20	24
种子植物	裸子植物		2	3	5
	被子植物	双子叶植物	84	257	336
		单子叶植物	11	60	73
		小计	95	317	409
	小计		97	320	414
维管植物合计			112	340	438

2、植物区系组成及特点

评价区海拔范围约在 1800~2450m 内，这些区域适生植物物种多以适应亚热带的为主，故本生态影响评价范围内的植物区系，仅能代表受该楚雄市东南绕城高速公路建设工程直接和直接影响的植物类群的区系性质。另外，该生态影响评

价范围的面积整体呈线状分布，尚不足展示该区域的植物区系性质。

根据吴征镒（1991）对中国种子植物属的分布区类型的划分原则，将生态影响评价范围现有种子植物的 315 属（不包括玉蜀黍属等栽培种）划分为 13 个类型、19 个亚型，与世界其他区域植物区系联系非常广泛，如表 4.2.2-5。对各分布区类型分析如下：

表 4.2.2-5　评价区种子植物属分布区类型统计一览表

属分布区类型	数量	比例%
1 世界分布	40	12.70
2 泛热带分布	62	19.68
2.1 热带亚洲、大洋洲（至新西兰）和中、南美洲（或墨西哥）间断分布	3	0.95
2.2 热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布。	4	1.27
3 热带亚洲和热带美洲间断分布	7	2.22
4 旧世界热带分布	18	5.71
4.1 热带亚洲、非洲（或东非、马达加斯加）和大洋洲间断分布	2	0.63
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	6	1.90
5.1 中国（西南）亚热带和新西兰间断分布	1	0.32
6 热带亚洲至热带非洲分布	22	6.98
6.2 热带亚洲和东非或马达加斯加间断分布	1	0.32
7 热带亚洲(印度-马来西亚）分布	13	4.13
7.1 爪哇（或苏门答腊）、喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南	2	0.63
7.2 热带印度至华南（尤其云南南部）分布	1	0.32
7.4 越南（或中南半岛）至华南（或西南）分布	1	0.32
热带成分（2-7）	183	58.10
8 北温带分布	47	14.92
8.2 北极-高山分布	1	0.32
8.4 北温带和南温带间断分布“全温带”	10	3.17
8.5 欧亚和南美洲温带间断分布。	1	0.32
8.6 地中海、东亚、新西兰和墨西哥-智利间断分布。	1	0.32
9 东亚和北美洲间断分布	19	6.03
9.1 东亚和墨西哥间断分布	1	0.32
10 旧世界温带分布	15	4.76
10.1 地中海区、西亚（或中亚）和东亚间断分布。	5	1.59
10.2 地中海区和喜马拉雅间断分布。	3	0.95
10.3 欧亚和南部非洲（有时也在大洋洲）间断分布。	2	0.63
11 温带亚洲分布	2	0.63
12.3 地中海区至温带-热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布	2	0.63
14 东亚分布	10	3.17
14.1 中国-喜马拉雅分布。	8	2.54
14.2 中国-日本分布	1	0.32
温带成分（8-14）	128	40.63
15 中国特有分布	4	1.27
合计	**315**	**100.00**

评价区生态影响评价范围内，共计有热带性质的属（属的分布区类型 2~7 及

其分布亚型，世界广布属不计）183 属，占非世界广布属属数的 58.1%；温带性质的属（属的分布区类型 8~15 及其分布亚型）128 属，占非世界广布属属数的 40.63%，二者之比约 1.43：1，热带性质分布属占明显优势，说明生态评价范围内的属级种子植物区系具有明显的热带起源性质，这是由于评价区位于滇中高原中部，很多热带成分在此得到很好的发展，因此其区系总体上是属于热带性质的。

3、重要植物

（1）国家重点保护野生植物

按照《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）收录的植物物种，评价范围内发现国家级野生保护植物 1 种，国家 II 级保护植物金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*，见表 4.2.2-6。

金荞麦：为蓼科多年生草本。根状茎木质化，茎直立，叶片三角形，顶端渐尖，基部近戟形，边缘全缘，托叶鞘筒状，膜质，花序伞房状，顶生或腋生；苞片卵状披针形，边缘膜质，花梗中部具关节，与苞片近等长；花白色，花被片长椭圆形，瘦果宽卵形，7-9 月开花，8-10 月结果。分布于中国陕西、华东、华中、华南及西南。印度、尼泊尔、克什米尔地区、越南、泰国也有。生山谷湿地、山坡灌丛，海拔 250-3200 米。金荞麦适应性较强，对土壤肥力、温度、湿度的要求较低，耐旱耐寒性强。该物种为评价区林缘、路旁及田边常见。

表 4.2.2-6　评价区国家重点保护野生植物一览表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	极小种群野生植物（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
1	金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*	国家 II	无危（LC）	否	否	分布几遍及云南省；陕西、华东、华中、华南、西南；印度、锡金、尼泊尔、克什米尔、越南、泰国。	现场调查	是

（2）云南省重点保护野生植物

按照《云南省重点保护野生植物名录》（云南省林业和草原局、云南省农业农村厅，2023）收录的植物物种，本项目生态影响评价范围内**未见**云南省省级保护植物。

（3）中国生物多样性红色名录

经检索，评价范围内的维管束植物，经过了《中国生物多样性红色名录高等植物卷》（生态环境部和中国科学院，2020）种群评估，评价区发现近危物种 6 个，分别是怒江山茶、染用卫矛、叶苞过路黄、乌鸦果、云南油杉和垫状卷柏；易危物种 2 个，分别是滇黄精和滇紫草；**未发现**发现濒危（EN）植物，详见表 4.2.2-7。详见后附管束植物名录物种注释。

表 4.2.2-7　评价区中国生物多样性红色名录高等植物一览表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	极小种群野生植物（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
1	滇紫草 *Onosma paniculatum*	无	易危	否	否	四川西部至西南部、云南西北部至中部及贵州西部；不丹、锡金	现场调查	否
2	滇黄精 *Polygonatum kingianum*	无	易危	否	否	云南、四川、贵州；越南、缅甸。	现场调查	否
3	怒江红山茶 *Camellia saluenensis*	无	近危	是	否	云南；四川南部。	现场调查	是
4	染用卫矛 *Euonymus tignens*	无	近危	否	否	四川、云南、广西及西藏；印度	现场调查	否
5	叶苞过路黄 *Lysimachia hemsleyi*	无	近危	否	否	云南中部和北部、四川西南部和贵州西部	现场调查	是
6	云南油杉 *Keteleeria evelyniana*	无	近危	是	否	云南、贵州西部、四川西南部。	现场调查	是
7	垫状卷柏 *Selaginella pulvinata*	无	近危	否	否	国内广布；蒙古、俄罗斯、朝鲜、日本、印度北部、越南、泰国。	现场调查	是
8	乌鸦果 *Vaccinium fragile*	无	近危	是	否	四川、贵州、西藏（察隅）及云南大部分地区。	现场调查	是

（4）极小种群

依据《云南省极小种群野生植物保护名录（云南省林业和草原局野生动植物保护处，2022 版）》，经检索，本项目生态影响评价范围内的野生维管植物中，**未发现**极小种群野生植物。

（5）特有物种

依据《Flora of China》和中国数字标本馆 CVH（http://www.cvh.ac.cn/）标本

的分布信息的物种分布信息，检索评价范围内的维管束植物名录，确定评价范围内有中国特有维管束植物 61 种，云南特有植物 2 种，未见狭域特有物种。详见附录 1。维管束名录物种注释，详见表 4.2.2-8。

表 4.2.2-8　评价范围特有植物统计一览表

序号	科名	中文名	拉丁名	特有类型
1	蔷薇科	三叶悬钩子	*Rubus delavayi*	云南特有
2	蔷薇科	多齿悬钩子	*Rubus polyodontus*	云南特有
3	木兰科	云南含笑	*Michelia yunnanensis*	中国特有
4	五味子科	红花五味子	*Schisandra rubiflora*	中国特有
5	毛茛科	黄草乌	*Aconitum vilmorinianum*	中国特有
6	毛茛科	毛茛铁线莲	*Clematis ranunculoides*	中国特有
7	毛茛科	偏翅唐松草	*Thalictrum delavayi*	中国特有
8	小檗科	粉叶小檗	*Berberis pruinosa*	中国特有
9	小檗科	金花小檗	*Berberis wilsonae*	中国特有
10	远志科	黄花倒水莲	*Polygala fallax*	中国特有
11	石竹科	云南繁缕	*Stellaria yunnanensis*	中国特有
12	蓼科	中华山蓼	*Oxyria sinensis*	中国特有
13	蓼科	赤胫散	*Polygonum runcinatum* var. *sinense*	中国特有
14	山茶科	怒江红山茶	*Camellia saluenensis*	中国特有
15	金丝桃科	尖萼金丝桃	*Hypericum acmosepalum*	中国特有
16	锦葵科	拔毒散	*Sida szechuensis*	中国特有
17	蔷薇科	华中樱桃	*Cerasus conradinae*	中国特有
18	蔷薇科	牛筋条	*Dichotomanthes tristaniaecarpa*	中国特有
19	蔷薇科	球花石楠	*Photinia glometrata*	中国特有
20	蔷薇科	窄叶火棘	*Pyracantha angustifolia*	中国特有
21	蔷薇科	火棘	*Pyracantha fortuneana*	中国特有
22	蔷薇科	云南绣线菊	*Spiraea yunnanensis*	中国特有
23	蝶形花科	小雀花	*Campylotropis polyantha*	中国特有
24	蝶形花科	巴豆藤	*Craspedolobium schochii*	中国特有
25	蝶形花科	云南高山豆	*Tibetia yunnanensis*	中国特有
26	杨梅科	云南杨梅	*Myrica nana*	中国特有
27	壳斗科	滇青冈	*Cyclobalanopsis glaucoides*	中国特有
28	荨麻科	小果荨麻	*Urtica atrichocaulis*	中国特有
29	冬青科	大果冬青	*Ilex macrocarpa*	中国特有
30	卫矛科	昆明山海棠	*Tripterygium hypoglaucum*	中国特有
31	葡萄科	桦叶葡萄	*Vitis betulifolia*	中国特有
32	漆树科	小漆树	*Toxicodendron delavayi*	中国特有
33	杜鹃花科	碎米花	*Rhododendron spiciferum*	中国特有
34	杜鹃花科	爆杖花	*Rhododendron spinuliferum*	中国特有
35	越桔科	江南越桔	*Vaccinium mandarinorum*	中国特有
36	木犀科	云南木犀榄	*Olea yuennanensis*	中国特有
37	木犀科	管花木樨	*Osmanthus delavayi*	中国特有
38	萝藦科	青羊参	*Cynanchum otophyllum*	中国特有

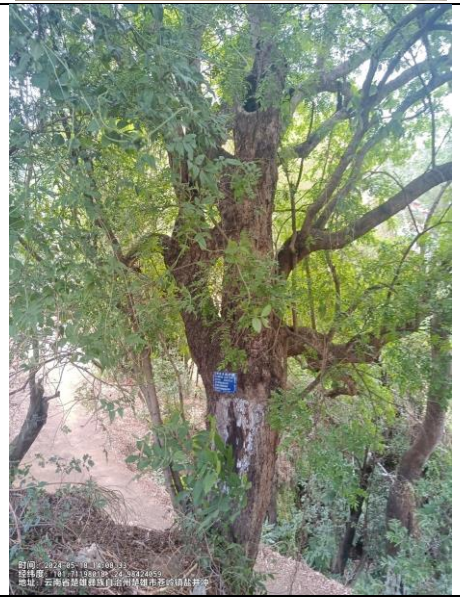
39	萝藦科	云南娃儿藤	*Tylophora yunnanensis*	中国特有
40	茜草科	野丁香	*Leptodermis potanini*	中国特有
41	茜草科	云南鸡矢藤	*Paederia yunnanensis*	中国特有
42	茜草科	卵叶茜草	*Rubia ovatifolia*	中国特有
43	茜草科	柄花茜草	*Rubia podantha*	中国特有
44	忍冬科	小叶六道木	*Abelia parvifolia*	中国特有
45	忍冬科	桦叶荚蒾	*Viburnum betulifolium*	中国特有
46	菊科	二色香青	*Anaphalis bicolor*	中国特有
47	菊科	水朝阳旋覆花	*Inula heliathus-aquatica*	中国特有
48	菊科	滇苦菜	*Picris divaricata*	中国特有
49	菊科	斑鸠菊	*Vernonia esculenta*	中国特有
50	报春花科	过路黄	*Lysimachia christinae*	中国特有
51	桔梗科	球果牧根草	*Asyneuma chinensis*	中国特有
52	马鞭草科	滇常山	*Clerodendrum yunnanense*	中国特有
53	唇形科	寸金草	*Clinopodium megalanthum*	中国特有
54	唇形科	野拔子	*Elsholtzia rugulosa*	中国特有
55	唇形科	鸡脚参	*Orthosiphon wulfenioides*	中国特有
56	唇形科	腺花香茶菜	*Rabdosia adenantha*	中国特有
57	唇形科	西南水苏	*Stachys kouyangensis*	中国特有
58	姜科	阳荷	*Zingiber striolatum*	中国特有
59	百合科	鹭鸶草	*Diuranthera major*	中国特有
60	禾本科	慈竹	*Bambusa emeiensis*	中国特有
61	松科	云南松	*Pinus yunnanensis*	中国特有
62	杉科	干香柏	*Cupressus duclouxiana*	中国特有
63	凤尾蕨科	狭叶凤尾蕨	*Pteris henryi*	中国特有

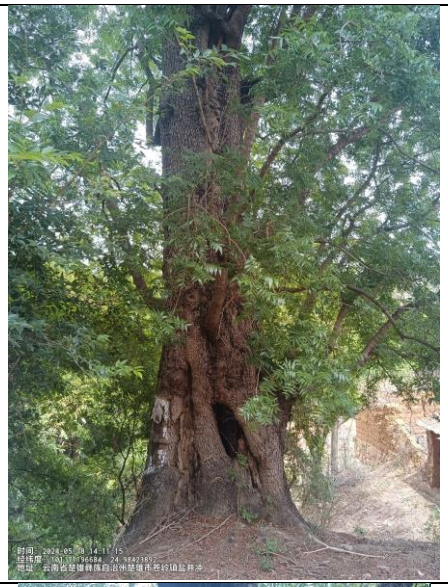
（6）古树名木

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。根据现场调查，评价区内**分布有 6 株古树**（详见表 4.2.2-9 ），均为黄连木 *Pistacia chinensis*，均为三级保护，其中有 3 株挂牌保护（以口夸 2 株，盐井冲 1 株），1 株为当地神树，被围墙保护（此苴村），其他 2 株则无挂牌在村寨旁分布（盐井冲村）。评价区 6 株黄连木古树均在项目占地之外（位置详见附图 9-2 评价区古树分布图）。

表 4.2.2-9　评价区古树名木调查结果统计一览表

序号	树种名称	生长状况	地点	等级	树龄/年	胸径/cm	树高/m	经纬度和海拔	工程占用情况（是/否）	位置生境	图片
1	黄连木 *Pistacia chinensis*	良好	楚雄市子午镇以口夸村	三级	150	220	20	101.52383331E,24.90297671N 海拔：1848m	否	K27+700 右幅 600m，村寨内	
2	黄连木 *Pistacia chinensis*	良好	楚雄市子午镇以口夸村	三级	150	130	18	101.52243830E,24.90292171N 海拔：1852m	否	K27+700 右幅 550m，村寨内	

3	黄连木 *Pistacia chinensis*	良好	楚雄市子午镇此苴村	三级	150	160	15	101.53858505E,24.91283459N 海拔：1835m	否	K25+700 右幅 450m，村寨旁	
4	黄连木 *Pistacia chinensis*	良好	楚雄市苍岭镇盐井冲村	三级	150	120	15	101.71198018E,24.98424059N 海拔：1635.3m	否	K1+400 左幅 510m，村旁边	

5	黄连木 *Pistacia chinensis*	良好	楚雄市苍岭镇盐井冲村	三级	150	230	18	101.71196684E,24.98423892N 海拔：1635.6m	否	K1+400 左幅 510m，村旁边	
6	黄连木 *Pistacia chinensis*	良好	楚雄市苍岭镇盐井冲村	三级	150	160	18	101.71198371E,24.98479928N 海拔：1640.2	否	K1+838 左幅 560m，耕地边	

4.2.2.3外来入侵植物

根据生态环境部发布的4批《中国外来入侵物种名单》现场调查，评价区发现9种外来入侵植物（详见下表4.2.2-7），包括紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、鬼针草 *Bidens pilosa*、小蓬草 *Conyza canadensis*、土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*、钻叶紫菀 *Aster subulatus*、喀西茄 *Solanum khasianum*、藿香蓟 *Ageratum cenyzoides*、圆叶牵牛 *Pharbitis purpurea* 和马缨丹 *Lantana camara*。其中有7种为项目占用，反映了项目建设区及评价区的区域为人为干扰严重区域，适应外来植物定居、繁殖及快速更新。

表 4.2.2-10　评价区外来入侵植物名录一览表

序号	物种名称	批次	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
1	紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*	第一批	原产南美洲；云南广布；广西、贵州；美洲、太平洋岛屿、菲律宾、中南半岛、印尼、澳大利亚	现场调查	是
2	鬼针草 *Bidens pilosa*	第三批	广布于亚洲和美洲的热带和亚热带地区；1857 年在香港被报道，本种随进口农作物和蔬菜带入中国，由于瘦果冠毛芒刺状具倒钩，可能附着于人畜和货物携带到各处而传播。现分布于安徽、澳门、北京、福建、广东、广西、贵州、海南、河北、河南、湖北、湖南、江苏、江西、山东、山西、四川、台湾、天津、西藏、香港、云南、浙江、重庆。	现场调查	是
3	小蓬草 *Erigeron canadensis*	第三批	原产北美洲，现在各地广泛分布。1860 年在山东烟台发现。现分布于安徽、澳门、北京、福建、甘肃、广东、广西、贵州、海南、河北、河南、黑龙江、湖北、湖南、吉林、江苏、江西、辽宁、内蒙古、宁夏、青海、山东、山西、陕西、四川、台湾、天津、西藏、香港、新疆、云南、浙江、重庆。我国各地均有分布，是我国分布最广的入侵物种之一。	现场调查	是
4	土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*	第二批	原产热带美洲，1864 年在台湾省台北淡水采到标本，现已广布于北京、山东、陕西、上海、浙江、江西、福建、台湾、广东、海南、香港、广西、湖南、湖北、重庆、贵州、云南等地。通常生长在路边、河岸等处的荒地以及农田中。	现场调查	是

5	钻叶紫菀 *Aster subulatus*	第三批	原产热带美洲；1827 年在澳门发现。本种可产生大量瘦果，果具冠毛随风散布入侵。现分布于安徽、澳门、北京、福建、广东、广西、贵州、河北、河南、湖 北、湖南、江苏、江西、辽宁、山东、上海、四川、台湾、天津、香港、云南、 浙江、重庆。	现场调查	否
6	藿香蓟 *Ageratum cenyzoides*	第四批	原产热带美洲。现已广泛分布于非洲全境、印度、印度尼西亚、老挝、柬埔寨、越南等地。该种 19 世纪在香港记录。现主要分布于北京、天津、河北、辽宁、 吉林、黑龙江、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、贵州、云南、西藏（东南部）、陕西、台湾、香港、澳门。	现场调查	是
7	喀西茄 *Solanum khasianum*	第四批	原产南美洲热带地区。该种于 19 世纪末在贵州南部首次发现。现主要分布于上海、江苏、浙江、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、贵州、云南、西藏、台湾、香港。	现场调查	是
8	圆叶牵牛 *Pharbitis purpurea*	第三批	原产南美洲，世界各地广泛栽培和归化。1890 年我国已有栽培。本种主要为人为引种而引起的传播和扩散，现分布安徽、北京、福建、甘肃、广东、广西、贵州、海南、河北、河南、湖北、湖南、吉林、江苏、江西、辽宁、内蒙古、宁夏、青海、山东、山西、陕西、上海、四川、台湾、天津、西藏、香港、新疆、黑龙江、云南、浙江、重庆。	现场调查	是
9	马缨丹 *Lantana camara*	第二批	原产热带美洲，现已成为全球泛热带有害植物。明末由西班牙人引入台湾，由于花比较美丽而被广泛栽培引种，后逃逸。现在主要分布于台湾、福建、广东、海南、香港、广西、云南、四川南部等热带及南亚热带地区。	现场调查	是

4.2.2.4主要资源植物

据不完全统计，评价区资源植物可分芳香油、蔬菜、纤维、药用、用材、绿化美化等六类植物，分述如下：

①芳香油植物：评价区芳香油植物较为丰富，主要有密蒙花、臭灵丹、野拔

子、云南松、水红木等。

②野生水果蔬菜：车前、云南杨梅、野草莓、峨眉蔷薇、栽秧泡、茅莓、粘山药等。

③纤维植物：评价区纤维植物主要有云南松、云南铁杉、密蒙花、构树等。

④药用植物：评价区药用植物主要有马桑、马鞭草、一把伞南星、长柱十大功劳、粉叶小檗、大头续断、车前、野拔子等。

⑤用材树种：评价区用材树种主要有：云南油杉、华山松、云南松、云南铁杉、栓皮栎等。

⑥绿化美化植物：评价区绿化美化植物丰富，主要有：云南含笑、火棘、碎米花杜鹃、马缨杜鹃、青榨槭等，种类较多，但数量很少。

4.2.3评价区动物资源

4.2.3.1脊椎动物种类组成

评价区为狭窄的带状区域，海拔在 1800m 至 2450m 之间。评价区陆生野生动物生境类型可划分为森林、灌丛、人工林、农耕地、村寨和河谷 6 类，按照中国生态地理动物群的划分体系，沿线主要为亚高山森林草原-草甸动物群、农田动物群。

根据实地调查和查阅相关历史资料，评价区分布的脊椎动物共约 190 种（见附录），隶属 5 纲 26 目 66 科 135 属，各类群、各分类阶元的数量统计见表 4.2.3-1。

该区域有一定的人为干扰，大型野生动物种类贫乏，以常见的不敏感性动物为主。根据《中国动物地理区划》和《云南陆生脊椎动物地理区划》，评价区陆生动物区划为东洋界西南区的西南山地亚区，三江横断省。评价范围除少数为我国南北广布种外，大多数是东洋界的种类。

表 4.2.3-1　评价区脊椎动物各分类阶元数量统计一览表

纲	目	科	属	种
哺乳纲	6	11	20	23
鸟　纲	14	38	81	122
爬行纲	1	6	13	16
两栖纲	1	5	6	12
鱼类	4	6	15	17
合　计	26	66	135	190

4.2.3.2陆栖脊椎动物区系特点

根据《云南陆栖脊椎动物地理区划》（杨宇明等，1992 年），项目所在的楚雄州楚雄市属于西南山地亚区（IA）—滇中高原小区 IA4。滇中高原小区位于滇中高原蒙自、 红河一线以北，西部以元江为界，西北部与横断山脉小区接壤，东北与滇东北小区相邻，东与贵州相接。包括楚雄、昆明、曲靖和红河州北部、大理州东部地区及昭通地区东南部。地形以滇中高原为主体，一般为山地和高原盆地地貌，气候属亚热带高原季风气候类型，温暖湿润，干湿季分明，是云南的主要农业区，人口较密，森林受破坏，栖息条件较差，动物的种类很少，密度也最低，尤其缺乏大型兽类。小区代表动物为西南区的常见种类，横断山脉—喜马拉雅分布型的种类是小区动物的主要组成部分。另外还有一些华南和华中的成分。华南成分主要是东南亚热带—亚热带型的种类，华中的成分不多，其它多为广布种。分布该小区的古北界种类多为耐旱类群。虽然本小区动物的种类和种群密度都不大，但由于地理上处于南北和东西方向的过渡区域，在动物区系的组成上也反映了西南、华南、华中及古北界成分交混的特点。

表 4.2.3-2　云南动物地理区划一览表

0 级（界）	一级（区）	二级（亚区）	三级（小区）
东洋界	西南区 I0	西南山地亚区（IA）	1.中甸、德钦高山峡谷小区 I_{A1}
			2.滇西北横断山脉小区 IA2
			3.滇西北中山山原小区 IA3
			4.滇中高原小区 IA4
		喜马拉雅亚区（IB）	5.高黎贡山独龙江小区 IB1
	华南区 II0	滇南山地亚区（IIA）	6.滇南中低山山地小区 II A1
			7.滇西南中低山盆地小区 II A2
			8.滇东南山地小区 II A3
	华中区	西部山地高原亚区（IIIA）	9.滇东喀斯特山原小区 III A1
			10.滇东北中山切割小区 III A2

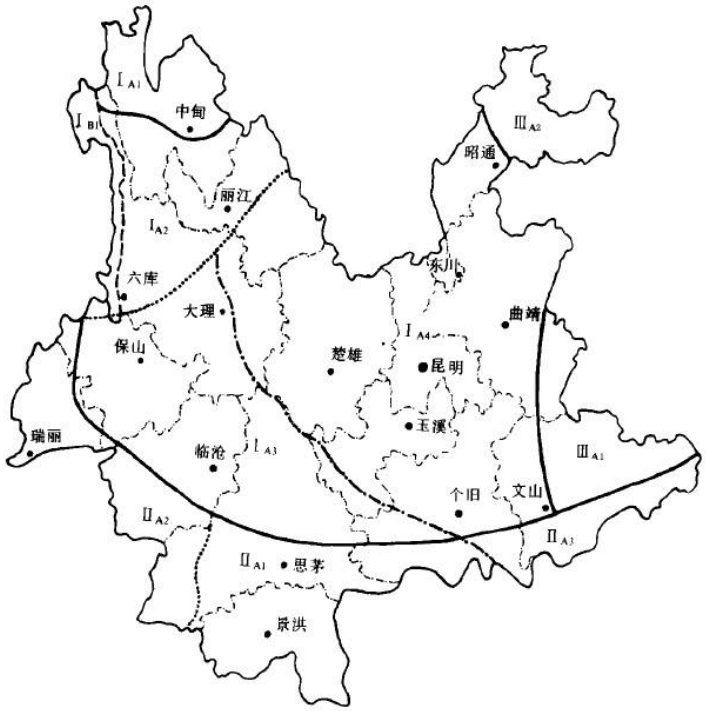


图 4.2.3-1　云南动物地理区划图

4.2.3.3哺乳类

（1）种类及数量

根据实地调查和查阅相关历史资料，评价区哺乳动物约有 23 种，分属 6 目 11 科 20 属。其中，啮齿目 4 科 9 属 11 种，占评价区记录兽类总种数的 47.83%；食虫目 3 科 7 属 17.39%。

在评价区的农耕地和村落活动的鼠科与在林地活动的云南兔 *Lepus comus* 的种类较常见。其余在评价区均属少见物种。

（2）区系特征

在记录的 23 种哺乳动物中，东洋界物种有 21 种，占记录总种数的 91.3%；广泛分布于东洋界与古北界的物种有 2 种，占总种数的 8.7%。

（3）珍稀保护物种与特有种

①国家重点保护物种

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021），评价区内**未记录**到国家重点保护野生动物。

②省级保护物种

根据云南省林业和草原局发布的《云南省重点保护野生动物名录》（2023），

根据相关历史资料记载，评价区内记录到云南省重点保护野生哺乳动物为**赤麂** *Muntiacus muntjak*。

③中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷

根据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》（2020），评价区共计记录到 19 种无危（LC）兽类，3 种近危（NT）兽类，包括华南中赤麂 *Muntiacus muntjak*、花面狸 *Paguma larvata* 和云南兔 *Lepus comus*，1 种易危（VU），为纹鼬 *Mustela strigidorsa*。详见表 4.2.3-3。

④特有物种

评价区未记录到中国特有物种。

表 4.2.3-3　评价区哺乳类保护种、特有种统计一览表

序号	种名	保护/特有	习性	分布	多度
1	赤麂 *Muntiacus muntjak*	省级保护、近危	赤麂主要栖息在山地、丘陵地区灌丛和低海拔阔叶林，草丛也是它常活动的场所，在山寨村旁，田园房角亦可发现其行踪。喜独居或雌雄同栖。营昼夜活动，也常到村旁地角盗食蔬菜或其它农作物。栖于 3000 米以下的山区密林，特别是原始阔叶林中。	评价区	少见
2	纹鼬 *Mustela strigidorsa*	易危	栖于海拔 1200-2200 米的河谷区，活动于常绿林中，农田间或村寨附近，有些居于离地 3-4 米高的树洞中。主要在夜间活动。捕食鼠、鸟类、两栖爬行类及大型昆虫。它们能捕食 3 倍于自身体重的大型啮齿动物。在控制鼠害方面具有一定作用。	评价区	少见
3	花面狸 *Paguma larvata*	近危	主要生活在海拔 200-2000 米的山林中或者靠海的丘陵地带，可见于多种森林栖息地。花面狸喜独居，是夜行性动物，白天在树上的洞穴中睡觉；在农田中会攻击家鸡和水禽，主要吃植物的果实和根，也吃鸟类、啮齿类及昆虫等动物。	评价区	少见
4	云南兔 *Lepus comus*	近危	主要栖息于海拔 1500-3200 米山地灌丛、稀树草坡、林缘开恳区和山区公路附近。巢多筑在茂密的灌丛或草丛中。穴居。多单独或成对自黄昏至夜间活动觅食，食物以禾本科植物嫩叶或小灌木的嫩叶为主，亦常取食农田中的麦苗、玉米苗、豆科作物和红苕的嫩枝叶	评价区	少见

4.2.3.4鸟类

（1）种类及数量

根据实地调查和查阅相关历史资料，项目评价区鸟类共 122 种，隶属于 14

目 38 科 81 属。其中，非雀形目鸟类有 113 目 18 科 32 属 47 种，占评价区记录鸟类总种数的 38.52%；雀形目鸟类有 20 科 49 属 75 种，占总种数的 61.48%。鸟类各分类阶元的数量统计见表 4.2.3-4。

表 4.2.3-4　鸟类各分类阶元的数量统计一览表

目	科	属	种	占总种数
一、鹳形目 CICONIFORMES	1.鹭科 *Ardeidae*	5	7	5.74
二、雁形目 ANSERIFORMES	2.鸭科 *Anatidae*	1	2	1.64
三、隼形目 FALCONIFORMES	3.鹰科 *Accipitridae*	3	4	3.28
	4.隼科 *Falconidae*	1	2	1.64
四、鸡形目 GALLIFORMES	5.雉科 *Pheasianidae*	3	3	2.46
五、鹤形目 GRUIFORMES	6.秧鸡科 *Rallidae*	3	5	4.10
六、鸻形目 CHARADRIIFORMES	7.反嘴鹬科 *Recurvirostridae*	1	1	0.82
	8.鸻科 *Charadriidae*	3	5	4.10
	9.鹬科 *Scolopacidae*	2	4	3.28
七、鸽形目 COLUMBIFORMES	10.鸠鸽科 *Columbidae*	1	3	2.46
八、鹃形目 CUCULIFORMES	11.杜鹃科 *Cuculidae*	1	2	1.64
九、鸮形目 STRIGIFORMES	12.鸱鸮科 *Strigidae*	1	1	0.82
十、雨燕目 APODIFORMES	13.雨燕科 *Apodidae*	1	1	0.82
十一、佛法僧目 CORACIIFORMES	14.翠鸟科 *Alcedinidae*	2	2	1.64
	15.佛法僧科 *Coraciidae*	1	1	0.82
十二、戴胜目 UPUPIFORMES	16.戴胜科 *Upupidae*	1	1	0.82
十三、䴕形目 PICIFORMES	17.须䴕科 *Capitonidae*	1	1	0.82
	18.啄木鸟科 *Picidae*	1	2	1.64
十四、雀形目 PASSERIFORMES	19.百灵科 *Alaudidae*	1	1	0.82
	20.燕科 *Hirundinidae*	1	2	1.64
	21.鹡鸰科 *Motacillidae*	3	5	4.10
	22.鹎科 *Pycnontidae*	3	6	4.92
	23.伯劳科 *Laniidae*	1	4	3.28
	24.卷尾科 *Dicruridae*	1	2	1.64
	25.椋鸟科 *Sturnidae*	2	2	1.64
	26.鸦科 *Corvidae*	3	4	3.28
	27.鸫科 *Turdinae*	9	12	9.84
	28.鹟科 *Muscicapinae*	4	5	4.10
	29.画眉科 *Timaliinae*	4	4	3.28
	30.扇尾莺科 *Cisticolidae*	2	4	3.28
	31.莺科 *Sylviinae*	5	5	4.10
	32.长尾山雀科 *Aegithalidae*	1	1	0.82
	33.山雀科 *Paridae*	1	2	1.64
	34.绣眼鸟科 *Zosteropidae*	1	3	2.46
	35.雀科 *Passeridae*	1	1	0.82
	36.梅花雀科 *Estrildidae*	1	3	2.46
	37.燕雀科 *Fringillidae*	3	3	2.46
	38.鹀科 *Emberizidae*	2	6	4.92

评价区内留鸟 82 种，夏候鸟 7 种，冬候鸟 27 种，旅鸟 6 种，分别占记录总

种数的 67.21%、5.74%、22.13%和 4.92%。

在记录的 122 种鸟类中，以农耕地和村落栖息的燕科、鹡鸰科和雀科鸟类最常见，以林缘、灌丛、草地、农耕地栖息的鸠鸽科、鹎科、和鹟科鸟类较常见，以林地栖息的鸫科鸟类少见。

根据《云南省候鸟迁徙通道重点区域范围（第一批）》（云南省林业和草原局野生动植物处，2023），云南省第一批候鸟迁徙通道重要地点包括 10 处，包括南华大中山、洱源鸟吊山、南涧凤凰山、巍山-弥渡隆庆关、绿春阿倮欧滨森林公园、开远市大黑山、富宁鸟王山、砚山-开元黑巴、新平-镇沅金山垭口和永善马楠-石门坎等，评价区位于楚雄州的楚雄市，**不属于**云南省候鸟迁徙通道重点区域。

（2）区系特征

在进行鸟类区系分析时，特点如下：

广布种鸟类占优势，达 24 种，占评价区鸟总种数的 59.26%；古北界鸟类有 5 种，占评价区鸟总种数的 3.7%；东洋界的鸟类有 60 种，占评价区鸟总种数的 37.04%。

（3）珍稀保护物种与特有种

①国家重点保护物种

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021），结合相关历史资料记载，评价区记录到国家重点保护鸟类 **9 种**，均为国家II级保护鸟类，分别是黑鸢 *Milvus migrans*、白尾鹞 *Circus cyaneus*、鹊鹞 *Circus melanoleucos*、普通鵟 *Buteo buteo*、红隼 *Falco tinnunculus*、游隼 *Falco peregrinus*、斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*、棕背田鸡 *Porzana bicolor*、原鸡 *Gallus gallus*，详见表 4.2.3-5。

②云南省重点保护物种

根据《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023），评价区**未记录**到云南重点保护鸟类。

③中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷

根据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》（2020），结合相关历史资料记载，评价区共记录到 4 种近危（NT），包括白尾鹞 *Circus cyaneus*、鹊鹞 *Circus melanoleucos* 游隼 *Falco peregrinus*、原鸡 *Gallus gallus*，其他均为无危(LC)。

④特有物种

评价区未发现特有鸟类。

表 4.2.3-5　评价区鸟类保护种、特有种统计一览表

序号	物种名	保护/特有	习性	分布	多度
1	黑鸢 *Milvus migrans*	国 II, LC	栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带，也常在城郊、村屯、田野、港湾、湖泊上空活动，偶尔也出现在 2000 米以上的高山森林和林缘地带。	评价区	少见
2	白尾鹞 *Circus cyaneus*	国 II, NT	栖息于平原和低山丘陵地带，尤其是平原上的湖泊、沼泽、河谷、草原、荒野以及低山、林间沼泽和草地、农田耕地、沿海沼泽和芦苇塘等开阔地区，冬季有时也到村屯附近的水田、草坡和疏林地带活动。	评价区	少见
3	鹊鹞 *Circus melanoleucos*	国 II, NT	栖息和活动于开阔的低山丘陵和山脚平原、草地、旷野、河谷、沼泽、林缘和林中路边灌丛和沼泽草地，繁殖期后有时也出没于农田耕地和村庄附近的草地和丛林中活动。	评价区	少见
4	普通鵟 *Buteo buteo*	国 II, LC	主要栖息于山地森林和林缘地带，常见在开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地和村庄上空盘旋翱翔。以鼠类为食。	评价区	少见
5	红隼 *Falco tinnunculus*	国 II, LC	栖息于山区植物稀疏的混合林、开垦耕地、旷野灌丛草地、林缘、林间空地、疏林和有稀疏树木生长的旷野、河谷和农田地区。	评价区	少见
6	游隼 *Falco peregrinus*	国 II, NT	栖息在各种各样的栖息地，包括山地、丘陵、荒漠、半荒漠、海岸、旷野、草原、河流、沼泽与湖泊沿岸地带，也到开阔的农田、耕地和村屯附近活动。垂直分布于海平面至海拔 3300 米的高度。可以生活从海平面到约 4000 米的潮湿和干燥、炎热和凉爽的气候环境。	评价区	少见
7	斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	国 II, LC	栖息于从低山丘陵到海拔 3000m 左右的中山地带的阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛，也出现于村寨和农田附近的疏林和树上，大多单独或成对。	评价区	少见
8	原鸡 *Gallus gallus*	国 II, NT	主要栖息于海拔 2000 米以下的低山、丘陵和山脚平原地带的常绿和落叶阔叶林、混交林、次生林、竹林、灌丛、草坡河谷阔叶林、山地丛林、林缘灌丛、稀树草坡等各类生境中，有时甚至出现在村落附近的耕地上。	评价区	少见
9	棕背田鸡 *Porzana bicolor*	国 II,LC	主要栖息于海拔 2500 米以下的低山丘陵和林缘地带，有时也出现在林中草地和河流两岸的沼泽及草地上。在水稻田、溪流、沼泽、草地、苇塘及其附近草丛、灌丛、湿草地附近地带活动。	评价区	少见

4.2.3.5爬行类

（1）种类及数量

根据实地调查和查阅相关历史资料，记录到爬行动物有 16 种，分属 1 目 6

科 13 属。其中，游蛇科有 6 属 8 种，占评价区记录爬行类总种数的 50%；蝰科有 1 属 1 种，占总种数的 6.3%；石龙子科 2 属 2 种，占总种数的 12.5%；壁虎科 1 属 2 中，鬣蜥科有 2 属 2 种，各占总种数的 12.5%（详见表 4.2.3-6，及附录）。

表 4.2.3-6　评价区内的爬行动物多样性统计一览表

目 Order	科 Family	分类统计		占总种数的百分比(%)
		属	种	
有鳞目 SQUAMATA	壁虎科 *Gekkonidae*	1	2	12.5
	鬣蜥科 *Agamidae*	2	2	12.5
	石龙子科 *Scincidae*	2	2	12.5
	蛇蜥科 *Agamidae*	1	1	6.3
	游蛇科 *Colubridae*	6	8	50
	蝰科 *Viperidae*	1	1	6.3
合计	/	**13**	**16**	100.00

原尾蜥虎 *Hemidactylus bowringii* 常见于农耕地附近的荒草坡、路边草丛、乱石堆或灌木丛下，属常见种。黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura* 和八线腹链蛇 *Amphiesma octolineata* 在林地、草丛、农耕地等各种生境栖息，属少见种。其余各种蛇类主要分布于水域、农耕地或林地，亦属少见种。菜花原矛头蝮 *Protobothrops jerdonii* 见于荒草坡、路边草丛、乱石堆或灌木丛下，属罕见种。

（2）区系特征

影响评价区记载分布区的 16 种爬行动物除黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura* 为广布种外，其余种类均为东洋界物种。

（3）珍稀保护物种与特有种

①国家重点保护物种

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021），评价区**未记录**到国家重点保护野生动物。

②省级保护物种

根据《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023），评价区**未记录**到云南重点保护野生动物。

③中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷

根据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》（2020），脆蛇蜥 *Ophisaurus harti* 为濒危（EN）；三索锦蛇 *Elaphe radiata* 和黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura* 为易危（VU）；灰鼠蛇 *Ptyas korros* 为近危。其余种类均为无危（LC）。

④特有物种

根据相关历史资料记载，评价区记录到中国特有物种八线腹链蛇 *Amphiesma octolineata*，详见表 4.2.3-7。

表 4.2.3-7　评价区两栖爬行类保护种、特有种统计一览表

序号	物种名	保护、特有种	习性	分布	多度
1	八线腹链蛇 *Amphiesma octolineata*	√	在稻田、山坡、草地、静水沟、池塘或水域附近活动。	评价区	少见
2	脆蛇蜥 *Ophisaurus harti*	濒危 EN	山林、草丛、菜园、茶园的土中或大石下。脆蛇蜥营地下洞穴生活，行动像蛇	评价区	少见
3	三索锦蛇 *Elaphe radiata*	易危 VU	半水栖，栖息于平原、丘陵地带，常在池塘边草丛或荒石堆中活动，昼夜活动，受惊后，能竖起前半身，弯曲面“S”形，颈部左右侧扁，并能发出咝咝响声。三索锦蛇以蚯蚓、鼠、鸟、蜥蜴、蛙类为食。	评价区	偶见
4	黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*	易危 VU	生活于高山、平原、丘陵、草地、田园及村舍附近，也常在稻田、河边及草丛中活动。黑眉锦蛇善攀爬，行动敏捷。黑眉锦蛇主要以鼠类、麻雀及蛙类等为食。	评价区	少见
5	灰鼠蛇 *Ptyas korros*	近危 NT	栖息于平原、丘陵和山区地带，常见于草丛、灌丛、稻田、路边、村舍附近甚至房屋内。行动敏捷，能快速地在树枝间穿梭。昼夜都可活动，特别是在阴雨天活动较为频繁。主要捕食鼠类、蛙类、鸟类和蜥蜴，也吃其他小型蛇。	评价区	少见

4. 2. 3. 6两栖类

（1）种类及数量

根据实地调查和查阅相关历史资料，评价区记录到两栖动物 12 种，分属 1 目 5 科 6 属。其中，无尾目角蟾科 1 属 1 种，占评价区记录两栖动物总种数的 8.33%；蟾蜍科 1 属 1 种，占总种数的 8.33%；树蛙科 1 属 1 种，占总种数的 8.33%；姬蛙科 1 属 3 种，占总种数的 25%；蛙科 2 属 6 种，占总种数的 50%（详见表 4.2.3-8，及附录）。

表 4.2.3-8　评价区两栖动物多样性统计一览表

目 Order	科 Family	分类统计		占总种数的百分比(%)
		属	种	
无尾目 ANURA	角蟾科 *Megophryidea*	1	1	8.33
	蟾蜍科 *Bufonidae*	1	1	8.33
	树蛙科 *Rhacophridae*	1	1	8.33
	姬蛙科 *Microhylidae*	1	3	25
	蛙科 *Ranidae*	2	6	50

合计		6	12	100

在影响评价区的耕地、村寨和水沟、水渠活动的有泽蛙 *Rana limnocharis*，在林地、草地和耕地均有分布的有黑眶蟾蜍 *Bufo melanostictus*，在河流附近活动的棘胸蛙 *Rana spinosa*。

（2）区系特征

评价区内记录的两栖动物均为东洋界物种。

（3）珍稀保护物种与特有种

①国家重点保护物种

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021），评价区**未记录到**国家重点保护野生动物。

②省级保护物种

根据《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023），评价区**未记录到**云南重点保护野生动物。

③中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷

根据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》（2020），结合相关历史资料记载，评价区共记录到 1 种易危（VU），棘胸蛙 *Rana spinosa*；2 种近危（NT），包括绿点湍蛙 *Amolops viridimaculatus* 和沼蛙 *Rana guentheri*，其他均为无危(LC)。

④特有物种

根据实地调查和查阅相关历史资料，记录到中国特有两栖动物 1 种，即云南臭蛙，详见表 4.2.3-9。

表 4.2.3-9　评价区两栖类保护种、特有种统计一览表

序号	物种名	特有种	习性	分布	多度
1	云南臭蛙 *Rana andersonii*	√	常伏于山间溪流岸边石上或草丛中，受惊扰时即跳入水中。我国特有种，分布于广西、四川、贵州和云南等省区；云南除滇北和滇西北外都有分布。	评价区	少见
2	棘胸蛙 *Rana spinosa*		生活于海山溪的迴水坑、溪水旁的石缝或石洞中。喜阴凉、昏暗，需洁净的山泉长流水。食物以林间常见昆虫为主，还有蠕虫、甲壳类、小型脊椎动物等，捕食量大。	评价区	少见
3	绿点湍蛙 *Amolops viridimaculatus*		生活于山溪内或其附近。夜间成蛙多栖于流溪中小瀑布附近，常蹲在潮湿的石壁、灌木枝叶或树根上，受惊扰后跳入溪水中。	评价区	少见
4	沼蛙 *Rana*		多栖息于稻田、池塘或水坑内，垦地和阔叶林；	评价区	少见

	guentheri		尤其在水田、池畔、溪流以及排水不良之低地；白天隐伏在草丛洞穴中或石缝中，偶尔亦可见其停栖在近水边有阴影的石头上；夜间外出觅食；常隐蔽在水生植物丛间、土洞或杂草中。		

4.2.3.7鱼类

评价区水库较多，多为养殖类型。

（1）物种组成

根据实地调查和查阅相关历史资料，评价区记录到鱼类 17 种，隶属 4 目、6 科、15 属。其中，鲇形目鮡科 1 属 1 种，占鱼类记录总种数的 5.88%。鲤形目的鲤科 10 属、11 种，占 64.71%；鳢科 1 属、3 种，占 11.76%，其他均 1 属 1 种（见表 4.2.3-10 及附录）。

表 4.2.3-10　评价区内的鱼类多样性统计一览表

目 Order	科 Family	分类统计		占总种数的百分比(%)
		属	种	
鲤形目 CYPRINIFORMES	鳅科 *Cobitidae*	1	1	5.88
	鲤科 *Cyprinidae*	10	11	64.71
鲇形目 SILURIFORMES	胡子鲇科 *Clariidae*	1	1	5.88
	鮡科 *Sisoridae*	1	1	5.88
颌针鱼目 BELONIFORMES	怪颌鳉科 *Adrianichthyidae*	1	1	5.88
鲈形目 PERCIFORMES	鳢科 *Channidae*	1	2	11.76
合计		**15**	**17**	**100.00**

（2）保护物种现状及特点

①国家重点保护物种

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021），评价区**未记录到**国家重点保护野生动物。

②省级保护物种

根据《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023），评价区**未记录到**云南重点保护野生动物。

③中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷

根据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》（2020），均为无危物种。

④特有物种现状及特点

评价区**未发现**特有物种。

4.2.4工程评价区生态系统完整性分析

4.2.4.1土地利用现状分析

本项目位于楚雄州楚雄市，沿线区域以高原山地为主，农田、建筑用地、交通水利用地等分布在相对平坦地带，而林地则以山区中、上部及坡度较大的沟谷地位集中分布地带。林地所占比重大，根据工程所涉及的云南省楚雄市的土地利用总体规划，沿线所涉及的林地面积均在65%以上。说明项目评价区所经县的土地利用类型以林地为主，足见本区森林覆盖率高，林业资源丰富。农业用地或者耕地资源有限。项目公路所经地区以山地为主，大部分土地为林地，说明该区域人为干扰相对较多，大部分林地次生性质较强，农业用地或者耕地资源较多。

本项目的重点评价区为项目公路两侧和临时用地周边300m范围，评价区面积为3703.99hm^2（详见表4.2.4-1）。评价区林地面积最大，为2463.02hm^2，占评价区面积的 66.5%，其中，面积最大的为乔木林地（1857.39hm^2），所占比例为50.15%；灌木林地543.99hm^2，所占比例为14.69%。耕地面积为767.59hm^2，占评价区面积的20.72%，其中，水田面积为545.31hm^2，所占比例为14.72%；旱地217.2hm^2，所占比例为5.86%。其他土地面积为137.35hm^2，占评价区面积的3.71%，其中，建设用地115.94hm^2，所占比例为2.04%。水域及水利设施用地75.59hm^2，所占比例为2.57%，其中交通运输用地为71.55hm^2，占比为1.93%。其他土地利用类型均在1%以下。

表4.2.4-1　项目评价区土地利用类型一览表

一级类型	二级类型	面积	占比%
01 耕地	0101 水田	545.31	14.72
	0102 水浇地	5.08	0.14
	0103 旱地	217.20	5.86
02 园地	0201 果园	31.26	0.84
	0204 其他园地	10.27	0.28
03 林地	0301 乔木林地	1857.39	50.15
	0302 竹林地	1.49	0.04
	0305 灌木林地	543.99	14.69
	0307 其他林地	60.15	1.62
04 草地	0403 其他草地	32.54	0.88
05 商服用地	0501 商业服务业设施用地	2.37	0.06
06 工矿仓储用地	0601 工业用地	23.18	0.63
	0602 采矿用地	11.37	0.31
07 住宅用地	0702 农村宅基地	21.26	0.57
08 公共管理与公共服务用地	0801 机关团体新闻出版用地	0.09	0.00
	0803 科教文卫用地	0.81	0.02
	0809 公用设施用地	0.05	0.00
09 特殊用地	0905 特殊用地	5.66	0.15

10 交通运输用地	1003 公路用地	4.20	0.11
	1004 城镇村道路用地	2.39	0.06
	1005 交通运输用地	71.55	1.93
	1006 农村道路	16.87	0.46
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	1.88	0.05
	1103 水库水面	11.46	0.31
	1104 坑塘水面	11.34	0.31
	1107 沟渠	0.05	0.00
	1109 水工建筑用地	1.82	0.05
	1109 水域及水利设施用地	75.59	2.04
12 其他土地	1201 建设用地	115.94	3.13
	1201 其他土地	15.29	0.41
	1202 设施农用地	6.12	0.17
	总计	**3703.99**	**100.00**

4.2.4.2生态系统结构与功能

（1）主要生态系统类型及其特征

根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166—2021）中生态系统分类体系，评价区的生态系统I级分类体系有 5 种类型，II级分类体系有 10 种类型。评价区斑块共计有 8712 个，斑块最多的生态系统为工矿交通为主的城镇生态系统，为 2125 个，其次是农田生态系统中的耕地，为 1349 个；灌丛生态系统中的阔叶灌丛，为 1138 个，阔叶林，为 1009；面积最大的生态系统为针叶林，面积为 1479.05hm^2；单位斑块面积最大的为针叶林，为 4.88hm^2/块，见表 4.2.4-2。

①森林生态系统

是指以乔木、竹类等为主要生产者的陆地生态系统。系统内动植物种类相对较多，木本植物和种类丰富，群落层次结构、层片结构和营养结构完善，形成完整的食物网，环境空间以及营养物质利用充分；种群的密度和群落的结构能够长期处于较稳定的状态；生产力相对较高，生物量大；生态系统服务功能高，如在调节气候、涵养水源，净化空气，保持水土，防风固沙、吸烟滞尘、改变区域水热状况等方面有着突出的作用。森林生态系统中的野生动物种类相对丰富，主要为鸟类，如杜鹃、麻雀等；偶有野兔、蟾蜍、蛇等。评价区内森林生态系统针叶林和阔叶林 2 个类型。

针叶林：指郁闭度>20%、高度 3～30m，树种为针叶的森林，评价区主要指暖温性针叶林，包括云南松林林。分布十分广泛，面积较大，面积有 1479.05hm^2，

占评价区总面积的 12.76%，表明针叶林分布十分广泛。

阔叶林：阔叶树种蓄积量（株数）占林分总蓄积量（株数）比重 65%及以上的乔木林。评价区主要指的是尼泊尔杞木林和栓皮栎林，另外以桉树为主的人工林也被归为该类型。面积为 472.54hm^2，斑块数量为 1009 个。

②灌丛生态系统

是指以灌木占优势的植被类型。建群种多为中生、簇生的灌木生活型。群落高度通常小于 5m，郁闭度多为 0.3～0.4。在气候过于干燥或寒冷、森林难于生长的地方，常有灌丛分布。灌丛生态系统在维持生物多样性和生态平衡方面起着重要作用。可以为众多动物提供栖息地和食物来源，在土壤保持和水资源管理方面起着重要作用，根系能够吸收和储存水分，减少土壤中的水分蒸发，提供给其他植物和动物使用。同时灌丛生态系统具有重要的经济价值，被广泛用于药物生产、食品加工等领域，对于提高人们的生活质量和经济发展具有积极作用。评价区灌丛生态系统又 1 个类型，为阔叶灌丛。优势物种为华西小石积，面积为 543.99hm^2，斑块数量为 1138 个。

③农田生态系统

是指以作物为主要生产者的陆地生态系统，生物群落结构较简单，常为单优群落，伴生有杂草、昆虫、土壤微生物、鼠、鸟等其他小动物；由于大部分生产力随收获而被移出系统，养分循环主要靠系统外投入而保持平衡；农田生态系统的稳定有赖于一系列耕作栽培措施的人工养地，在相似的自然条件下，土地生产力远高于自然生态系统；其生态系统服务功能主要在于提供食品，其他服务功能较低。农田生态系统内的动物种类包括鸟类如家燕、喜鹊、黑卷尾等，啮齿类动物如褐家鼠、小家鼠等。评价区内农田生态系统下有耕地、园地 2 个类型。

耕地：指人工植被中土地扰动较大的类型，种植水生或旱生作物。评价区内指旱地，面积 26.69hm^2，占评价区总面积的 9.79%，表明耕地分布连片，破碎度不高。

园地：指人工植被中种植经济作物，且郁闭度大于 20%的类型。评价区内主要指零星的黑荆林，占地区内有大面积的人工苗圃，也列入该类型。面积 19.67hm^2，占评价区总面积的 7.22%，表明园地分布较集中。

④湿地生态系统

湿地生态系统属于水域生态系统。其生物群落由水生和陆生种类组成，物质

循环、能量流动和物种迁移与演变活跃，具有较高的生态多样性、物种多样性和生物生产力。根据《环境影响评价技术导则　生态影响》HJ19-2022，水域生态系统包含；河流、湖泊（主要是水库）、湿地生态系统。评价区水库及池塘较多，斑块为 443 个，湿地生态系统面积为 102.14hm^2，单位斑块面积为 0.23hm^2。

⑤城镇生态系统

是人类对自然环境的适应、加工、改造而建设起来的特殊的人工生态系统。它不仅有生物组成要素(植物、动物和细菌、真菌、病毒)和非生物组成要素(光、热、水、大气等)，还包括人类和社会经济要素，这些要素通过能量流动、生物地球化学循环以及物资供应与废物处理系统，形成一个具有内在联系的统一整体。评价区城镇生态系统主要以现状工矿用地和农村居民点生态系统为主。根据现场调查，评价区农村居民点生态系统内人为活动频繁，喜与人类伴居的动物多活动于此，如树麻雀、家燕、黑卷尾和几种鼠类，如小家鼠、褐家鼠、社鼠等。评价区内城镇生态系统下包括居住地、城市绿地和工矿交通两个类型。

A 居住地：指城市、镇、村等聚居区，评价区内指村庄居民点，面积 21.26hm^2，占评价区总面积的 0.57%。

B 城市绿地：指以自然植被和人工植被为主要存在形态的城市用地，面积 7.74hm^2，占评价区总面积的 0.21%。

C 工矿交通：指人工挖掘表面和人工硬表面，　如工矿用地、交通用地。评价区内指工业企业用地、尾矿库用地、交通运输用地、周边企业施工开挖面，面积 275.91hm^2，占评价区总面积的 7.45%。

表 4.2.4-2　生态系统分类一览表

一级类型	二级类型	面积/hm^2	占比%	斑块数量	占比/%	单位斑块面积/hm^2
1 森林生态系统	11 阔叶林	472.54	12.76	1009.00	11.58	0.47
	12 针叶林	1479.05	39.93	303.00	3.48	4.88
2 灌丛生态系统	21 阔叶灌丛	543.99	14.69	1138.00	13.06	0.48
4 湿地生态系统	42 湖泊	100.21	2.71	443.00	5.08	0.23
	43 河流	1.93	0.05	33.00	0.38	0.06
5 农田生态系统	51 耕地	767.57	20.72	1349.00	15.48	0.57
	52 园地	33.79	0.91	140.00	1.61	0.24
6 城镇生态系统	61 居住地	21.26	0.57	171.00	1.96	0.12
	62 城市绿地	7.74	0.21	126.00	1.45	0.06
	63 工矿交通	275.91	7.45	2125.00	24.39	0.13
合计		3703.99	100.00		8712.00	0.43

4.2.4.3工程评价区生态系统生物生产力

（1）评价区生态系统生物量统计方法

区域生态完整性的评价指标主要是其植被生产力。植被生产力指各类土地上的植被生长量，单位用“吨/年（t/a）”表示。而各植被生产量等于各植被类型的面积乘以其单位面积的年生产量，即净生产力，后者通常用“t（干重）/a.hm^2”表示。

（2）评价区生态系统的生物量

根据评价区内各种植被类型（生态系统）的面积，计算得到评价区生态系统的生物量及其总和（如表 4.2.4-3）。在评价区总面积 3703.99hm^2 范围内，目前累计的生物量大约是 246383.897t（干重），平均每 hm^2 达到 61.93t（干重）。这在云南省属于中等的生物量水平。其中，生物量累计最多的生态系统是暖温性针叶林，达 144902.5t，占生物量总和的 53.81%；其次是暖温性灌丛，为 38079.35t，占生物量总和的 15.46%。

表 4.2.4-3　生态评价范围植被生物量和自然生产力一览表

生态系统	面积 (hm^2)	生物量			生产力		
		生物量 (t/hm^2)	总生物量 (t)	比例 (%)	净生产力 (t/a.hm^2)	植被生产力 (t/a)	比例 (%)
暖温性针叶林	1479.05	97.97	144902.50	58.81	11.09	16402.66	55.44
落叶阔叶林	195.07	77.56	15129.33	6.14	9.74	1899.94	6.42
暖温性灌丛	543.99	70	38079.35	15.46	5.83	3171.47	10.72
人工林	277.47	77.56	21520.84	8.73	4.37	1212.56	4.10
果园	33.79	50	1689.55	0.69	8.41	284.18	0.96
耕地	767.57	30	23027.08	9.35	6.50	4989.20	16.86
其他	407.05	5	2035.25	0.83	4.00	1628.20	5.50
合计	3703.99	61.93	246383.89	100.00	7.13	29588.21	100.00

（3）评价区自然体系生产力现状及分析

计算表明，本项目高速公路评价区在其总面积 3703.99hm^2 范围内，每年产生的生物生产力约为 29588.21（干重 t/a），平均每年每 hm^2 达到 7.13 (t/a·hm^2)（干重），其中暖温性针叶林的生产力最大，为 16402.66t/a，占总生产力的 55.44%，其次是暖温性灌丛，生产力为 3171.47t/a，占总生产力的 10.72%，这在云南省属于中等水平。

4.2.5生态敏感区生态现状评价

本工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区路段生态现状评价内容如下：

4.2.5.1生态现状调查

1.2.5.1.1 评价区划定的原则

评价区是指建设项目各阶段全部活动所产生的直接影响和间接影响所及的区域，即楚雄市东南绕城高速公路涉及紫溪山风景名胜区的施工期和运行期由于施工及人为活动、潜在灾害等因素对景区资源与环境、自然生态系统、主要保护对象产生影响的区域。

1.2.5.1.2 评价区划定的方法

根据《建设项目对自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价技术规范》（DB51/T 1511-2012）中评价区确定方法的规定，结合该项目布局图、施工工艺、生态因子受影响的方式与程度、生态系统功能的完整性、施工及人为活动可能波及的范围和该景区生态因子之间的相互依存关系以及湿地生态系统的气候过程、水文过程、生物过程等生物地球化学循环过程的相互作用关系和主要保护对象生态习性，现地采用卫星影像、地形图相结合的方法，将楚雄市东南绕城高速公路楚雄紫溪山风景名胜区子午镇向天坟片区段及工程主线、互通匝道及子午连接公路中心线两侧直线距离≥1km 的区域或两侧第一重自然山脊及工程建设施工期和运行期可能波及到的景区内区域确定为评价区。

根据公路工程建设对风景名胜区影响程度的不同，将评价区分为直接影响区和间接影响区两个部分。

直接影响区指涉及风景名胜区内的公路建设施工需要占用土地或砍伐林木、破坏植被的直接占地区。

间接影响区指工程建设期和运行期人为活动、施工作业、工程运行、潜在危害等因素对风景名胜区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响可及的区域。

该工程主线通过风景名胜区，子午连接线也涉及风景名胜区，所以评价区都为直接影响区。

1.2.5.1.3 评价区的范围和面积

按照评价区划定方法，最终确定楚雄市东南绕城高速公路涉及楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区评价区范围总面积 56.40hm^2，线路方案从子午向天坟北侧边缘地带穿过，**不涉及**风景区的重要景点、环境敏感区。评价区占景区总面

积的 0.91%。海拔高度界于 1800-2020m 之间，相对高差 180m。占用情况详见下表：

表 4.2.5-1　评价区面积分布情况一览表　　单位：hm^2

序号	范围	占风景名胜区面积	
		总面积	占总面积比例%
1	风景名胜区	6182	--
2	评价区	56.4	0.91%

1.2.5.1.4 生态功能定位

根据《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部公告 2015 年 第 61 号），评价区不属于全国重要生态功能区。

按《云南省生态功能区划》，评价区隶属于III1-1 大理、楚雄山原盆地城镇与农业生态功能区，主要以丘状高原地貌为主，为楚雄、大理的城镇和生态农业建设，保护农田生态环境、控制化肥和农药的施用，发展生态旅游，维护本区的自然生态景观和地质遗产。

1.2.5.1.5 调查时间

野外调查时间为 2024 年 5 月 17 日~5 月 18 日进行。

1.2.5.1.6 生态系统现状调查

生态环境调查评价利用有关部门的资料、根据项目设计，以 1:1 万地形图及 Landsat8 卫星影像图为工作用图，以及楚雄紫溪山风景名胜区已有的相关调查研究成果，植被样方调查资料等，在此基础上进行分析评价。

评价区位于楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区的北部边缘，海拔范围介于 1800~2020m 之间，海拔偏高，生态系统主要为森林生态系统、农田生态系统和城镇生态系统。评价区村寨占大部分面积，有一部分的经果林和农地，人为活动的影响比较大。生物多样性丰富度整体偏低。评价区大部分为以口村南北两侧山地，植被盖度较高，生态环境良好，但生态敏感脆弱，一旦受到干扰，很容易发生退化。

4.2.5.2植被及植物多样性调查

在评价区内设置若干条垂直方向和水平方向的、贯穿不同生境的样线。样线的设置采取典型样线法，调查小组沿样线进行调查，逐一记录调查样线上分布的每一种植物的名称、丰富度、海拔等信息。

植被调查：在评价区内采用典型抽样法布设若干条垂直方向的样线，调查时沿样线由低向高行进。在样线上布设若干个样方，样方大小根据所调查的植被类型的复杂情况确定。根据现场踏查所见，评价区植被类型为暖温性针叶林和人工经济林林，其物种组成较为简单，因此，按照专业调查的惯例，森林类型的样方面积设为 400m^2。共计调查了 5 个样方，均为暖温性针叶林样方。样方布设原则是：

（1）植被调查样线的起点、终点分别布设一个样方；

（2）植物群落类型（群系）发生变化的地点布设一个样方；

（3）每一种群落类型内的典型地段布设一个样方；

对每个样方用 GPS 精确定位，记录样方所处位置、坡形、坡向、坡度、坡位、土壤、群落总盖度、高度、各层盖度高度、乔木树种种类、株数、胸径、高度以及群落周边人为干扰情况等要素，多方位拍摄样方影像资料。

采用实地逐株调查，GPS 定位并记载坐标，对典型分布区域进行实地拍照。详细记录分布地点、海拔、数量、生长状况、周边生境、人为干扰等情况，多方位拍摄影像资料。

本工程影响楚雄紫溪山风景名胜区向天坟片区的范围很小，评价区面积较小，植被类型主要是暖温性针叶林。调查中设置了 5 个样方。

1.2.5.2.1 植被类型

1、评价区植被类型

评价区植被类型分可为自然植被和人工植被两大类。按照《云南植被》(1987)的分类原则和体系，评价区自然植被类型为暖温性针叶林，仅有云南松林个群系，共计 5 个群系。人工植被包括桉树林和水稻为主的作物等 2 个群系，见下表。

表 4.2.5-2　影响评价区植被类型一览表

植被属性	植被型	植被亚型	群系	面积(hm^2)	比例（%）
自然植被	暖性针叶林	暖温性针叶林	云南松林	18.56	32.91
	自然植被	小计		18.56	32.91
人工植被	人工林	用材林	桉树	14.02	24.86
	农田农地	农作物型	水稻	3.27	5.80
	人工植被	小计		17.29	30.66
	非植被	道路、村寨等		20.55	36.43
合计				**56.4**	**100.00**

（1）自然植被

I. 暖性针叶林

一、暖温性针叶林

本植被亚型主要分布于云南亚热带北部地区，以滇中高原山地为主体。它分布的主要海拔高度范围在 1800-2020m 左右。暖温性针叶林分布地为中亚热带偏于的气候，年均温约 10-17℃, 年雨量约 700-1200mm，土壤以红壤为主。评价区暖温性针叶林常由单优势的云南松林（**Form. *Pinus yunnanensis***）。乔木层主要组成物种有云南松、栓皮栎、珍珠花、云南油杉等。灌木层主要组成物种有矮杨梅、栓皮栎、铁仔、乌鸦果米饭花、木帚栒子、马桑、牛筋条、羊耳菊、地果等。草本层主要组成种类有野艾蒿、野茼蒿、石芒草、十字薹草、野草莓、尼泊尔老鹳草、千针万线草、紫茎泽兰、凤尾蕨、野拔子、松叶火绒草、铜锤玉带草、披碱草、西南委陵菜、大头续断、小鱼眼菊、凤尾蕨、杏叶茴芹等。

（2）人工植被

评价区的人工植被包括人工林和耕地，其中人工林包括经济作物为单优势种植的桉树林，耕地则为水田。

1.2.5.2.2 植物多样性

经实地调查，评价区记录到野生维管束植物共 83 科 150 属 208 种。其中蕨类植物约 6 科 8 属 12 种；裸子植物 2 科 3 属 4 种；被子植物 75 科 142 属 192 种；双子叶植物 65 科 98 属 142 种；单子叶植物 10 科 41 属 50 种。调查表明，评价区的植物种类数量不多，但评价区面积较小，整体植物资源较丰富（详见下表）。

表 4.2.5-3　评价区野生维管植物科属种构成一览表

<table>
<tr><td colspan="3">蕨类植物</td><td>6</td><td>8</td><td>12</td></tr>
<tr><td rowspan="5">种子植物</td><td colspan="2">裸子植物</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="3">被子植物</td><td>双子叶植物</td><td>65</td><td>98</td><td>142</td></tr>
<tr><td>单子叶植物</td><td>10</td><td>41</td><td>50</td></tr>
<tr><td>被子植物小计</td><td>75</td><td>139</td><td>192</td></tr>
<tr><td colspan="2">种子植物小计</td><td>77</td><td>142</td><td>196</td></tr>
<tr><td colspan="3">维管植物合计</td><td>83</td><td>150</td><td>208</td></tr>
</table>

1、保护植物

按照《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）收录的植物物种，评价范围内**未发现**国家重点保护野生植物；

按照《云南省重点保护野生植物名录》（云南省林业和草原局、云南省农业农村厅，2023）收录的植物物种，本项目生态影响评价范围内**未见**云南省省级保护植物。经检索，评价范围内的维管束植物，经过了《中国生物多样性红色名录高等植物卷》（生态环境部和中国科学院，2020）种群评估，**评价区记录**近危物种 2 个，分别是乌鸦果和云南油杉；**未发现**易危和濒危植物。依据《云南省极小种群野生植物保护名录（云南省林业和草原局野生动植物保护处，2022 版）》，经检索，本项目生态影响评价范围内的野生维管植物中，**未发现**极小种群野生植物。

2、特有植物

依据《Flora of China》和中国数字标本馆 CVH（http://www.cvh.ac.cn/）标本的分布信息的物种分布信息，检索评价范围内的维管束植物名录，确定评价范围内有中国特有维管束植物 **43 种**，**未见**云南特有种和狭域特有物种。维管束名录物种注释，详见下表：

表 4.2.5-4　评价范围特有植物统计一览表

序号	科名	中文名	拉丁名	特有类型
1	木兰科	云南含笑	*Michelia yunnanensis*	中国特有
2	毛茛科	毛茛铁线莲	*Clematis ranunculoides*	中国特有
3	毛茛科	偏翅唐松草	*Thalictrum delavayi*	中国特有
4	小檗科	粉叶小檗	*Berberis pruinosa*	中国特有
5	石竹科	云南繁缕	*Stellaria yunnanensis*	中国特有
6	蓼科	中华山蓼	*Oxyria sinensis*	中国特有
7	蓼科	赤胫散	*Polygonum runcinatum* var. *sinense*	中国特有
8	山茶科	怒江红山茶	*Camellia saluenensis*	中国特有
9	金丝桃科	尖萼金丝桃	*Hypericum acmosepalum*	中国特有
10	锦葵科	拔毒散	*Sida szechuensis*	中国特有
11	蔷薇科	牛筋条	*Dichotomanthes tristaniaecarpa*	中国特有
12	蔷薇科	球花石楠	*Photinia glometrata*	中国特有
13	蔷薇科	窄叶火棘	*Pyracantha angustifolia*	中国特有
14	蔷薇科	火棘	*Pyracantha fortuneana*	中国特有
15	蔷薇科	云南绣线菊	*Spiraea yunnanensis*	中国特有
16	蝶形花科	小雀花	*Campylotropis polyantha*	中国特有
17	蝶形花科	巴豆藤	*Craspedolobium schochii*	中国特有
18	杨梅科	云南杨梅	*Myrica nana*	中国特有
19	壳斗科	滇青冈	*Cyclobalanopsis glaucoides*	中国特有
20	荨麻科	小果荨麻	*Urtica atrichocaulis*	中国特有
21	杜鹃花科	碎米花	*Rhododendron spiciferum*	中国特有
22	杜鹃花科	爆杖花	*Rhododendron spinuliferum*	中国特有
23	越桔科	江南越桔	*Vaccinium mandarinorum*	中国特有
24	萝藦科	青羊参	*Cynanchum otophyllum*	中国特有

25	萝藦科	云南娃儿藤	*Tylophora yunnanensis*	中国特有
26	茜草科	野丁香	*Leptodermis potanini*	中国特有
27	茜草科	云南鸡矢藤	*Paederia yunnanensis*	中国特有
28	茜草科	卵叶茜草	*Rubia ovatifolia*	中国特有
29	茜草科	柄花茜草	*Rubia podantha*	中国特有
30	菊科	二色香青	*Anaphalis bicolor*	中国特有
31	菊科	水朝阳旋覆花	*Inula heliathus-aquatica*	中国特有
32	菊科	滇苦菜	*Picris divaricata*	中国特有
33	菊科	斑鸠菊	*Vernonia esculenta*	中国特有
34	报春花科	过路黄	*Lysimachia christinae*	中国特有
35	马鞭草科	滇常山	*Clerodendrum yunnanense*	中国特有
36	唇形科	寸金草	*Clinopodium megalanthum*	中国特有
37	唇形科	野拔子	*Elsholtzia rugulosa*	中国特有
38	唇形科	腺花香茶菜	*Rabdosia adenantha*	中国特有
39	百合科	鹭鸶草	*Diuranthera major*	中国特有
40	禾本科	慈竹	*Bambusa emeiensis*	中国特有
41	松科	云南松	*Pinus yunnanensis*	中国特有
42	杉科	干香柏	*Cupressus duclouxiana*	中国特有
43	凤尾蕨科	狭叶凤尾蕨	*Pteris henryi*	中国特有

3、外来入侵植物

根据生态环境部发布的 4 批《中国外来入侵物种名单》现场调查，评价区发现 **7 种**外来入侵植物（见表 4.2.2-10），包括紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、鬼针草 *Bidens pilosa*、小蓬草 *Conyza canadensis*、土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*、喀西茄 *Solanum khasianum*、圆叶牵牛 *Pharbitis purpurea* 和马缨丹 *Lantana camara*。其中有破坏草、鬼针草、小蓬草、土荆芥和喀西茄第 5 种外来入侵植物为项目占用，反映了项目建设区及评价区的区域为人为干扰严重区域，适应外来植物定居、繁殖及快速更新。

4.2.5.3动物多样性现状

动物资源的现场调查方法包括样线调查和访问调查。样线调查，记录目击动物实体的种类、数量，动物的活动痕迹、残骸，并进行拍照。访问调查，经实地走访，确定当地主要分布的常见种、保护种和特有种及其生境类型。

调查时间：2024 年 5 月 17 日~5 月 18 日对评价区进行动物现场调查。

调查方法：主要采用样线法，辅以样方法进行调查。大型兽类、鸟类、爬行类和两栖类采用样线法进行调查，不同类群栖息地生境有差别，样线的选择有所不同。其中大型兽类和鸟类可以在一条样线中同时调查。

兽类：对于大中型兽类，通过访问以前长期从事狩猎活动的老猎人等方式，了解当地大中型兽类的种类及资源量等信息；小型兽类（包括食虫类、啮齿类和兔形目鼠兔科的种类）采用样方法进行调查。

鸟类：以实地调查、访问和查阅相关资料等方法确定鸟类组成。鸟类的相对数量主要采用样线法调查，根据样线上鸟类遇见数量和频次推算本区各种鸟类的相对数量。

根据见到的鸟类个体或听到的鸣声(能分出种类的)进行鸟类种类调查。对于大型的鸟类(如鸡形目和隼形目的鸟类)还采用访问法进行种类和相对数量调查。

两栖类、爬行类：野外调查主要采用样线法，通过参照采获的标本确定种类。

资料收集：查阅《中国哺乳动物分布》、《云南鸟类志》、《云南两栖爬行动物》等专著和相关的学术论文。

项目组先后向当地林业局专业技术人员及公路所涉及的乡镇政府工作人员详细咨询了解当地的野生动物的种类和变动情况，走访了公路周边的群众，了解野生动物的种类和变动情况。同时，收集了评价区历史上曾进行的生物考察资料和动物记录等。

在上述基础上整理出本次调查评价区的动物名录。

1.2.5.3.1 陆生脊椎动物多样性

动物资源的现场调查方法包括样线调查和访问调查。样线调查，记录目击动物实体的种类、数量，动物的活动痕迹、残骸，并进行拍照。访问调查，经实地走访，确定当地主要分布的常见种、保护种和特有种及其生境类型。

在云南动物地理区划中，评价区属于属东洋界华中区，海拔 1800m-2020m，植被主要是暖温性针叶林、人工林和耕地，人为干扰大，野生动物的栖息环境差，缺乏隐蔽条件，食物较匮乏。因此，评价区陆生脊椎动物较少。评价区的脊椎动物主要以鸟类和爬行类动物为主。

根据现场调查、资料收集整理，得出评价区分布的脊椎动物共有 4 纲 15 目 44 科 69 种，其中两栖类 1 目 6 科 6 种，爬行类 1 目 6 科 7 种，兽类 5 目 9 科 11 种，鸟类 15 目 45 科 86 种。各类群、各分类阶元的数量统计见下表。

表 4.2.5-5　评价区脊椎动物分类阶元统计一览表

纲	目	科	种
两栖纲	1	6	6
爬行纲	1	6	7

纲	目	科	种
哺乳纲	5	9	11
鸟纲	8	23	45
合计	15	44	69

由于评价区位于楚雄紫溪山风景名胜区向天坟片区北部边缘，面积很小，物种也较少，将不再作脊椎动物的区系分析，其动物区系特征如前所述。

1、两栖类

（1）物种组成

评价区记录到两栖动物有 6 种，隶属 1 目 6 科。其中，蛙科 2 种，占记录总种数的 50%，蟾蜍科，姬蛙科各有 3 种，占 25%。

（2）保护动物

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021），评价区**未记录到**国家重点保护野生动物。根据《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023），**未记录到**云南重点保护野生动物。根据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》（2020），种类**均为**无危（LC）。

（3）特有动物现状及特点

评价区内**未记录**到特有物种。

2、爬行类

（1）物种组成

评价区记录到爬行动物 7 种，隶属 1 目 6 科。其中壁虎科、鬣蜥科、石龙子科、蛇蜥科分别有 2、2、2 和 1 种。

（2）保护动物

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021），评价区**未记录到**国家重点保护野生动物。根据《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023），**未记录到**云南重点保护野生动物。根据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》（2020），种类**均为**无危（LC）。

③特有动物

评价区有**未发现**爬行动物特有物种。

3、鸟类

（1）物种组成

评价区鸟类记录到鸟类 47 种，隶属 8 目 25 科。评价区鸟类以雀形目的类群

为优势，计有有 15 科 31 种，占 65.96%；非雀形目的种类计有 7 目 10 科 16 种，占鸟类记录总种数的 34.04%。

按居留情况统计，在记录的 47 种鸟类中，留鸟 29 种，占 61.70%；夏候鸟 10 种，占 21.28%；冬候鸟 8 种，占 17.02%。

（2）保护动物

评价区的鸟类中，**有 3 种属国家 II 级**重点保护鸟类，黑鸢、普通鵟和红隼。根据《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023），评价区**未记录**到云南重点保护野生鸟类。根据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》（2020），评价区鸟类**均为**无危。

（3）特有动物

评价区**未见**中国特有鸟类。

（4）鸟类迁徙通道

在评价区及其附近**没有**鸟类迁徙通道。

4、兽类

（1）物种组成

评价区及其周边兽类有 11 种，隶属 5 目 9 科。其中，啮齿目有 3 科 4 种，占兽类总种数的 36.36%；食肉目有 3 科 4 种，占 36.36%；偶蹄目、翼手目和兔形目各有 1 科 1 种，各占 9.09%。

（2）保护动物

根据《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023），评价区内**未记录到**国家重点保护兽类。根据《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023），**未记录到**云南重点保护野生兽类。评价区内记录 **1 种易危**（VU），为纹鼬 *Mustela strigidorsa*。

③特有动物现状及特点

评价区内**未记录到**我国特有兽类。

1.2.5.3.2 水生生物调查

评价区村寨有 2 个池塘，无大的季节性河流。因此，综合考虑，本评价不进行水生生物调查和影响评价。

4.2.5.4土地利用及水土流失调查

1、土地利用

评价区面积 56.4hm^2。评价区中面积最大的为乔木林地，面积为 32.58hm^2，占评价区面积的 57.77%；村庄面积为 18.21hm^2，占评价区面积的 32.29 %，分散在评价区边缘的公路两侧；耕地 3.27hm^2，占评价区面积的 5.8%，主要在评价区西北部的边缘；交通运输用地面积为 2.34hm^2，占评价区面积的 4.15%。评价区项目以地面穿越风景区，对紫溪山风景名胜区向天坟片区有一定的影响。

表 4.2.5-6　项目评价区土地利用类型一览表

土地利用类型		面积（hm^2）	比例（%）
林地	乔木林地	32.58	57.77
耕地	水田	3.27	5.80
住宅用地	村庄	18.21	32.29
交通运输用地	道路	2.34	4.15
合计	合计	56.4	100.00

2、水土流失现状

项目区的土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，并以面蚀和沟蚀为主要形式，面蚀主要发生在坡耕地、荒坡及幼残林地上，沟蚀主要发生在山谷两侧、荒山坡及陡坡耕地上。评价区植被覆盖率比较高，坡度不是特别大，很多区域比较平缓。总体上，评价区所在区域以轻度侵蚀为主，零星分布有中度侵蚀，以水力侵蚀为主，并伴有重力侵蚀。

4.2.5.5评价区生态现状综合评价

综上所述，得出评价区生态现状综合评价结论如下：

（1）根据《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部公告 2015 年 第 61 号），评价区**不属于**全国重要生态功能区。

按《云南省生态功能区划》，评价区隶属于III1-1 大理、楚雄山原盆地城镇与农业生态功能区，主要以丘状高原地貌为主，为楚雄、大理的城镇和生态农业建设，保护农田生态环境、控制化肥和农药的施用，发展生态旅游，维护本区的自然生态景观和地质遗产。

（2）评价区范围总面积 56.4hm^2，大部分涉及风景名胜区的一般区域。评价区占楚雄紫溪山风景名胜区总面积的 0.91%。海拔落差小。生态系统主要为森林生态系统和城镇生他机系统，还有少量的人工生态系统和道路。评价区内村寨面积较大，森林受长期人为生产生活影响较大。

（3）评价区自然植被类型为暖温性针叶林，仅有一个云南松林。

（4）经实地调查，评价区记录到野生维管束植物共 83 科 150 属 208 种。其中蕨类植物约 6 科 8 属 12 种；裸子植物 2 科 3 属 4 种；被子植物 75 科 142 属 192 种；双子叶植物 65 科 98 属 142 种；单子叶植物 10 科 41 属 50 种。评价区**未发现**国家重点保护植物和云南省重点保护植物；发现 **2 种**《中国生物多样性红色名录高等植物卷》**近危物种**，**未发现**濒危、易危野生植物。评价区评价区记录到中国特有植物 **43 种**。

（5）在云南动物地理区划中，评价区属于属东洋界华中区，植被主要是暖温性针叶林以及少量的耕地和人工林，人为干扰大，野生动物的栖息环境差，缺乏隐蔽条件，食物较匮乏。因此，评价区陆生脊椎动物较少。评价区的脊椎动物主要以鸟类和爬行类动物为主。根据现场调查、资料收集整理，得出评价区分布的脊椎动物共有 5 纲 19 目 50 科 79 种，其中两栖类 1 目 6 科 6 种，爬行类 1 目 6 科 7 种，兽类 5 目 9 科 11 种，鸟类 15 目 45 科 86 种，鱼类 4 目 6 科 10 种；有 **7 种国家 II 级**重点保护动物，即黑鸢、普通鵟和红隼。

评价区面积 56.4hm^2。评价区中面积最大的为乔木林地，面积为 32.58hm^2，占评价区面积的 57.77%；其次为村庄面积为 18.21hm^2，占评价区面积的 32.29%。

4.2.6生态现状评价小结

（1）评价区自然植被包括 3 个植被型、3 个植被亚型、5 个群系，总面积 3703.99hm^2，占评价区面积的 59.88%。其中以暖温性针叶林面积最大，达 1479.05hm^2，占评价区面积的 39.93%；其次为暖温性灌丛，达 543.99hm^2，占评价区面积的 14.69%；落叶阔叶林面积为 195.07hm^2，占评价区面积的 5.27%。

（2）调查表明，初步确认该区域的维管束植物共有 112 科 340 属 438 种；其中蕨类植物 15 科 20 属 24 种，种子植物 97 科 320 属 414 种。裸子植物 2 科 3 属 5 种，被子植物 95 科 317 属 409 种。被子植物中双子叶植物 84 科 257 属 336 种，单子叶植物 11 科 60 属 73 种。

（3）重要植物：①评价范围内发现国家级野生保护植物 1 种，国家 II 级保护植物金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*。②评价范围内**未见**云南省省级保护植物。③评价区发现近危物种 6 个，分别是怒江山茶、染用卫矛、叶苞过路黄、乌鸦果、云南油杉和垫状卷柏；易危物种 2 个，分别是滇黄精和滇紫草；未发现发现濒危（EN）植物。④经检索，本项目生态影响评价范围内的野生维管植物中，**未发**

现极小种群野生植物。⑤检索评价范围内的维管束植物名录，确定评价范围内有中国特有维管束植物 61 种，云南特有植物 2 种，未见狭域特有物种。⑥根据现场调查，评价区内**分布有 6 株古树**，均为黄连木 *Pistacia chinensis*，均为三级保护，其中有 3 株挂牌保护（以口夸 2 株，盐井冲 1 株），1 株为当地神树，被围墙保护（此苴村），其他 2 株则无挂牌在村寨旁分布（盐井冲村）。评价区 6 株黄连木古树均在项目占地之外。

（4）评价区发现 9 种外来入侵植物，包括紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、鬼针草 *Bidens pilosa*、小蓬草 *Conyza canadensis*、土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*、钻叶紫菀 *Aster subulatus*、喀西茄 *Solanum khasianum*、藿香蓟 *Ageratum cenyzoides*、圆叶牵牛 *Pharbitis purpurea* 和马缨丹 *Lantana camara*。其中有 7 种为项目占用，反映了项目建设区及评价区的区域为人为干扰严重区域，适应外来植物定居、繁殖及快速更新。

（5）评价区动物资源：根据实地调查和查阅相关历史资料，评价区分布的脊椎动物共约 190 种，隶属 5 纲 26 目 66 科 135 属。其中，哺乳动物约有 23 种，分属 6 目 11 科 20 属。鸟类约有 122 种，隶属于 14 目 38 科 81 属。爬行动物约有 16 种，分属 1 目 6 科 13 属。两栖动物约有 12 种，分属 1 目 5 科 6 属。鱼类约 17 种，隶属 4 目、6 科、15 属。

（6）根据实地调查和查阅相关历史资料，评价区记录到的野生保护动物情况如下：

①哺乳类

评价区内**未记录**到国家重点保护野生动物。记录到云南省重点保护野生哺乳动物 1 种，**赤麂** *Muntiacus muntjak*。记录到 19 种无危（LC）兽类，3 种近危（NT）兽类，包括华南中赤麂 *Muntiacus muntjak*、花面狸 *Paguma larvata* 和云南兔 *Lepus comus*，1 种易危（VU），为纹鼬 *Mustela strigidorsa*。

②鸟类

评价区记录到国家重点保护鸟类 **9 种**，均为国家II级保护鸟类，分别是黑鸢 *Milvus migrans*、白尾鹞 *Circus cyaneus*、鹊鹞 *Circus melanoleucos*、普通鵟 *Buteo buteo*、红隼 *Falco tinnunculus*、游隼 *Falco peregrinus*、斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*、棕背田鸡 *Porzana bicolor*、原鸡 *Gallus gallus*。评价区**未记录**到云南重点保护鸟类。评价区共记录到 4 种近危（NT），包括白尾鹞 *Circus cyaneus*、鹊

鹞 *Circus melanoleucos* 游隼 *Falco peregrinus*、原鸡 *Gallus gallus*，其他均为无危(LC)。评价区**未发现**特有鸟类。

③爬行类

评价区**未记录**到国家重点保护野生动物。**未记录**到云南重点保护野生动物。根据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》（2020），脆蛇蜥 *Ophisaurus harti* 为濒危（EN）；三索锦蛇 *Elaphe radiata* 和黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura* 为易危（VU）；灰鼠蛇 *Ptyas korros* 为近危。其余种类均为无危（LC）。记录到中国特有物种 1 种，八线腹链蛇 *Amphiesma octolineata*。

④两栖类

评价区**未记录到**国家重点保护野生动物。**未记录到**云南重点保护野生动物。共记录到 1 种易危（VU），棘胸蛙 *Rana spinosa*；2 种近危（NT），包括绿点湍蛙 *Amolops viridimaculatus* 和沼蛙 *Rana guentheri*，其他均为无危(LC)。记录到中国特有两栖动物 1 种，即云南臭蛙。

⑤鱼类

评价区**未记录到**国家重点保护野生动物。评价区**未记录到**云南重点保护野生动物。根据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》（2020），均为无危物种。评价区**未发现**特有物种。

（7）项目沿线涉及有 1 处生态敏感区，即楚雄紫溪山风景名胜区。

4.3 环境空气现状调查与评价

4.3.1项目所在区域达标区判定

本项目大气评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2-2018），应调查所在区域环境质量达标情况。

（1）楚雄市环境空气质量现状

根据楚雄州生态环境局楚雄市分局于 2024 年 2 月 21 日在官网发布的《2023 年楚雄市环境质量状况报告》，楚雄市 2023 年环境空气中各污染物浓度及达标情况判定如表 4.3.1-1 所示。

表 4.3.1-1　楚雄市 2023 年空气质量达标判定结果一览表

污染物	年评价指标	单位	浓度值	标准值	占标率%	达标情况
SO_2	年平均质量浓度	μg/m^3	9	60	15.0	达标

NO_2	年平均质量浓度	μg/m³	14	40	35.0	达标
PM_{10}	年平均质量浓度	μg/m³	29	70	41.43	达标
$PM_{2.5}$	年平均质量浓度	μg/m³	21	35	60.0	达标
CO	24 小时平均质量浓度，第 95 位百分数	μg/m³	800	4000	20.0	达标
O_3	8 小时平均质量浓度，第 90 位百分数	μg/m³	127	160	79.38	达标

楚雄市现有城区环境空气质量国控监测点位 2 个，分别是“市经济开发区”和“州环境监测站”站点，监测项目包括 SO_2、PM_{10}、O_3、$PM_{2.5}$、CO、NO_2。2023 年，楚雄市城区环境空气质量监测有效天数为 358 天，其中“优”224 天、“良”126 天、“轻度污染”8 天，空气质量优良率为 97.8%。根据表 4.3-1 分析，2023 年楚雄市城区 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年平均浓度、O_3 八小时浓度占标率均小于 100%，CO 24 小时浓度第 95 位百分数占标率小于 100%。

（2）达标区判定

本项目全线位于楚雄市，综上，楚雄市环境空气质量良好，区域内环境空气质量能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求；故本项目所在区域环境空气质量现状属于达标区。

4.3.2环境空气现状监测

为更好了解项目区域环境空气质量现状情况，结合本项目工程特点，需对 SO_2、NO_2、CO、O_3、PM_{10}、$PM_{2.5}$、TSP 进行监测；本环评期委托云南中科检测技术有限公司对项目区域进行了环境空气现状补充监测。

（1）监测项目：SO_2、NO_2、CO、O_3、PM_{10}、$PM_{2.5}$、TSP；

（2）监测点位：楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区 临近项目线路一侧（主线 K27+459~K27+900 段，经度 101°31′26.18″，纬度 24°54′12.62″）；

（3）监测频率：监测频次为连续监测 7 天，按照按国家环保局《空气和废气监测分析方法》中的方法进行监测。

（4）采样时间

云南中科检测技术有限公司于 2023 年 12 月 11 日~2023 年 12 月 18 日进行了环境空气监测。连续监测 7 天，监测同时记录气温、气压和相对湿度、风向、风速及周围环境简况。

（5）监测方法

按照国家环保局编《空气和废气监测分析方法》中的方法进行监测。

表 4.3.2-1　监测项目分析方法一览表

检测项目	检测依据/标准名称	检测仪器设备名称/型号	设备编号	检出限/最低检测质量浓度
二氧化硫	HJ 482-2009 及修改单 环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法	T6 新世纪 紫外可见分光光度计	YNZK-FX088	小时值：0.007mg/m^3 日均值：0.004mg/m^3
		ZR-3922 环境空气颗粒物综合采样器	YNZK-XC322	
		冰河 610GPS	YNZK-XC386	
二氧化氮	HJ479-2009 及修改单 环境空气 氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法	T6 新世纪 紫外可见分光光度计	YNZK-FX217	小时值：0.005 mg/m^3 日均值：0.003 mg/m^3
		ZR-3922 环境空气颗粒物综合采样器	YNZK-XC323	
		冰河 610GPS	YNZK-XC386	
PM_{10}	HJ 618-2011 及修改单 环境空气 PM10 和 PM2.5 的测定 重量法	ESJ30-5B 电子天平	YNZK-FX106	0.010 mg/m^3
		HSX-350 恒温恒湿称重系统	YNZK-FX081	
		ZR-3922 环境空气颗粒物综合采样器	YNZK-XC323	
		冰河 610GPS	YNZK-XC386	
$PM_{2.5}$	HJ 618-2011 及修改单 环境空气 PM10 和 PM2.5 的测定 重量法	ESJ30-5B 电子天平	YNZK-FX106	0.010 mg/m^3
		HSX-350 恒温恒湿称重系统	YNZK-FX081	
		ZR-3922 环境空气颗粒物综合采样器	YNZK-XC324	
		冰河 610GPS	YNZK-XC386	
TSP	HJ1263-2022 环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法	ESJ30-5B 电子天平	YNZK-FX106	7μg/m^3
		HSX-350 恒温恒湿称重系统	YNZK-FX081	
		ZR-3922 环境空气颗粒物综合采样器	YNZK-XC322	
		冰河 610GPS	YNZK-XC386	
CO	GB 9801-88 空气质量 一氧化碳的测定 非红外色散法	GXH-3011A 便携式红外线 CO 分析仪	YNZK-XC026	0mg/m^3
O_3	HJ 504-2009 及修改单 环境空气 臭氧的测定 靛蓝二磺酸钠分光光度法	T6 新世纪 紫外可见分光光度计	YNZK-FX217	0.010 mg/m^3
		ZR-3922	YNZK-XC324	

		环境空气颗粒物综合采样器		
		冰河 610GPS	YNZK-XC386	

（6）评价方法及监测结果

环境空气质量现状评价采用环境统计学方法进行评价，其计算公式如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{oi}} * 100\%$$

其中：i——为某一种污染物；

Pi——为 i 种污染物的最大浓度占标率（%）；

Ci——i 种污染物的实测最大浓度值（μg/m^3）；

Coi——i 种污染物的环境空气质量标准值（μg/m^3）。

经过归纳整理，监测结果详见表 4.3.2-2～4.3.2-4。

表 4.3.2-2　SO_2、NO_2、CO 浓度监测结果一览表

监测项目	1 小时浓度（CO-mg/m^3 、其他 ug/m^3）						24 小时浓度（CO-mg/m^3 、其他 ug/m^3）					
	范围	标准	最大浓度占标率%	超标率%	最大值超标倍数	达标情况	范围	标准	最大浓度占标率%	超标率%	最大值超标倍数	达标情况
二氧化硫	15~46	150	30.67	/	/	达标	10~15	50	30.0	/	/	达标
二氧化氮	13~22	200	11.0	/	/	达标	19～21	80	26.25	/	/	达标
一氧化碳	0.12~0.88	10	8.8	/	/	达标	0.43～0.52	4	13.0	/	/	达标

表 4.3.2-3　PM_{10}、$PM_{2.5}$、TSP 浓度监测结果一览表

监测项目	24 小时平均浓度（ug/m^3）					达标情况
	范围	标准	最大浓度占标率%	超标率%	最大值超标倍数	
PM_{10}	39~48	50	96.0	/	/	达标
$PM_{2.5}$	20～27	35	77.14	/	/	达标
TSP	77~93	120	77.5	/	/	达标

表 4.3.2-4　O_3 浓度监测结果一览表

监测项目	日最大 8 小时平均浓度（ug/m^3）						1 小时平均浓度（ug/m^3）					
	范围	标准	最大浓度占标率%	超标率%	最大值超标倍数	达标情况	范围	标准	最大浓度占标率%	超标率%	最大值超标倍数	达标情况
臭氧	32~38	100	38.0	/	/	达标	26~46	160	28.75	/	/	达标

4.3.3环境空气现状评价结论

项目所在区域楚雄市为空气质量达标区。

根据环境空气现状监测结果表明：监测点“楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区 临近项目线路一侧”的所有监测项目均能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 修改单中一级标准。

4.4 地表水环境现状调查与评价

4.4.1地表水环境现状调查

拟建公路所在区域处于红河流域、长江流域，项目区域及周边涉及的河流主要有：阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐、大坡河、铃铃小河、倮倮冲（为马军小河上流河段）、马军小河、青龙河、垮去河、以口小河、中石坝大沟；周边的水库有梨木冲水库、弯腰柳箐水库、沿柴河水库、大兴坝、双龙坝水库（倮倮冲）、大拦河坝水库、腊水坝；其中，阿家河为沙甸河支流；草堵河为沙甸河支流，打苴河为草堵河支流；小箐河、樟木箐为打苴河支流；青龙河为龙川江支流；大坡河、富民河、以口小河、中石坝大沟均为青龙河支流；铃铃小河为富民河支流，马军小河、倮倮冲均为富民河上流河段；垮去河为以口小河支流。

依据《云南省水功能区划》（2014 修订），沙甸河（源头—绿汁江口）属于沙甸河双柏—禄丰保留区，规划水平年水质目标为 II 类水体，所以，阿家河、打苴河、小箐河、樟木箐均参照沙甸河执行《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）II 类标准；依据《云南省水功能区划》（2014 修订），龙川江（南华县毛板桥水库库区—楚雄水文站）属于龙川江南华—楚雄开发利用区，拟建项目所在区域段属于该区中的龙川江楚雄景观、农业用水区（楚雄青山嘴水库坝址--楚雄水文站），规划水质目标为 III 类水体，所以，青龙河、大坡河、以口小河、中石坝大沟、铃铃小河、马军小河、倮倮冲、垮去河均参照龙川江执行《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）III 类标准。

周边的梨木冲水库、弯腰柳箐水库、沿柴河水库、大兴坝、双龙坝水库（倮倮冲）、大拦河坝水库、腊水坝等均未划定功能区划，水库主要功能均以灌溉为主，故均参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）III 类标准。

楚雄市龙川江青山嘴水库断面位于本项目北面，属于省控断面，水功能类别

整体为IV类；根据2024年2月21日楚雄州生态环境局楚雄市分局在官网发布的《2023 年楚雄市环境质量状况报告》，龙川江青山嘴水库断面水质类别为 III 类，现状水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838 -2002）中III类标准。

双柏县绿汁江断面位于本项目东南面，属于国控断面；根据2023年6月26日楚雄州生态环境局双柏县分局在官网发布的《双柏县2022年度环境质量状况》，依据绿汁江断面每月一次监测数据分析结果可知，2022 年，绿汁江断面年平均值为II类，年度水质达标率为100%，符合国家水质考核的目标要求。

4.4.2地表水环境现状监测

为更好了解项目区域地表水环境质量现状情况，结合本项目工程特点，本环评期委托云南升环检测技术有限公司对项目区域内的地表水体进行了监测。

（1）监测点位：跨阿家河下游50m、跨小箐河下游50m、跨打苴河下游50m、跨樟木箐下游50m、果果冲水库、跨青龙河下游100m；各监测点位置详见下表及监测布点图。

表 4.4.2-1　　地表水环境监测点位一览表

序号	监测点位名称	经纬度
1	跨阿家河下游50m	101.72732003，24.98244335
2	跨小箐河下游50m	101.68363308，24.98220391
3	跨打苴河下游50m	101.67810507，24.98065678
4	跨樟木箐下游50m	101.66869079，24.97911671
5	果果冲水库	101.61260896，24.93843369
6	跨青龙河下游100m	101.54877589，24.91576037

（2）监测因子：pH、CODcr、BOD_5、氨氮、TP、石油类、SS；

（3）监测频率：监测频次为连续监测3天，每天采样1次。

（4）监测时间：2024年4月12日~2024年4月14日。

（5）监测方法：监测方法按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）执行，详见表4.4.2-2。

表 4.4.2-2　　水质检测项目及方法一览表

检测项目	检测方法依据标准代号及名称	主要检测仪器设备型号及名称、编号	检出限或最低检出浓度
pH 值	水质　pH值的测定 电极法 HJ1147-2020	便携式智能酸度计 PHS- 10(编号：11208)	0~14 无量纲
化学需氧量	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法 HJ 828-2017	滴定管 XC-SD-50-1	4mg/L

五日生化需氧量	水质 五日生化需氧量（BOD_5）的测定 稀释与接种法 HJ 505-2009	滴定管 XC-SD-25-1	0.5mg/L
氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009	紫外可见分光光度计 P4 12320	0.025mg/L
总磷	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法 GB 11893-89	紫外可见分光光度计 UV-2100 11901	0.01mg/L
石油类	水质 石油类的测定 紫外分光光度法（试行） HJ 970-2018	紫外可见分光光度计 P4 12320	0.01mg/L
悬浮物	水质 悬浮物的测定 重量法 GB 11901-89	分析电子天平 FA2104 11202	4mg/L

（6）监测结果：

地表水监测结果详见下表：

表 4.4.2-3 地表水监测结果一览表 （单位：mg/L ，pH 为无量纲）

名称 监测点位	日期	pH	CODcr	BOD_5	氨氮	TP	石油类	SS
1# 跨阿家河下游50m	2024.04.12	7.1	17	3.4	0.222	0.189	0.03	16
	2024.04.13	7.1	16	3.0	0.236	0.191	0.02	16
	2024.04.14	7.1	16	3.3	0.204	0.188	0.02	14
	平均值	7.1	16.33	3.23	0.221	0.189	0.0233	15.33
	II类标准值	6～9	≤15	≤3	≤0.5	≤0.1	≤0.05	--
	单因子指数（最大值）	0.05	**1.13**	**1.13**	0.472	**1.91**	0.6	--
	达标情况	达标	超标	超标	达标	超标	达标	--
名称 监测点位	日期	pH	CODcr	BOD_5	氨氮	TP	石油类	SS
2# 跨小箐河下游50m	2024.04.12	7.0	16	3.1	0.543	0.120	0.04	14
	2024.04.13	7.1	15	3.4	0.556	0.121	0.04	14
	2024.04.14	7.1	18	3.0	0.508	0.119	0.03	10
	平均值	7.07	16.33	3.17	0.536	0.12	0.0367	12.667
	II类标准值	6～9	≤15	≤3	≤0.5	≤0.1	≤0.05	--
	单因子指数（最大值）	0.035	**1.2**	**1.13**	**1.112**	**1.21**	0.8	--
	达标情况	达标	超标	超标	超标	超标	达标	--
名称 监测点位	日期	pH	CODcr	BOD_5	氨氮	TP	石油类	SS
3# 跨打苴河下游50m	2024.04.12	7.2	14	3.5	0.406	0.056	0.03	21
	2024.04.13	7.2	13	3.1	0.417	0.057	0.03	24
	2024.04.14	7.0	15	3.3	0.386	0.056	0.02	22
	平均值	7.13	14	3.3	0.403	0.0563	0.0267	22.33
	II类标准值	6～9	≤15	≤3	≤0.5	≤0.1	≤0.05	--
	单因子指数（最大值）	0.065	1.0	**1.17**	0.834	0.57	0.6	--
	达标情况	达标	达标	超标	达标	达标	达标	--
名称 监测点位	日期	pH	CODcr	BOD_5	氨氮	TP	石油类	SS
	2024.04.12	6.9	17	3.1	0.567	0.094	0.04	28

4# 跨樟木箐下游50m	2024.04.13	6.8	15	3.3	0.578	0.092	0.04	28
	2024.04.14	7.0	16	2.9	0.539	0.089	0.04	26
	平均值	6.9	16	3.1	0.561	0.0917	0.04	27.33
	II类标准值	6～9	≤15	≤3	≤0.5	≤0.1	≤0.05	--
	单因子指数（最大值）	0.1	**1.13**	**1.1**	**1.156**	0.94	0.8	--
	达标情况	达标	超标	超标	超标	达标	达标	--
名称 监测点位	**日期**	**pH**	**CODcr**	**BOD_5**	**氨氮**	**TP**	**石油类**	**SS**
5# 果果冲水库	2024.04.12	7.1	16	3.0	0.169	0.021	0.02	15
	2024.04.13	7.2	16	3.1	0.183	0.023	0.02	13
	2024.04.14	7.1	14	3.4	0.156	0.020	0.02	13
	平均值	7.13	15.33	3.17	0.169	0.0213	0.02	13.667
	III类标准值	6～9	≤20	≤4	≤1.0	≤0.05	≤0.05	--
	单因子指数（最大值）	0.065	0.8	0.85	0.183	0.46	0.4	--
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	--
名称 监测点位	**日期**	**pH**	**CODcr**	**BOD_5**	**氨氮**	**TP**	**石油类**	**SS**
6# 跨青龙河下游100m	2024.04.12	6.9	14	2.8	0.633	0.148	0.05	14
	2024.04.13	7.0	16	2.9	0.642	0.149	0.05	12
	2024.04.14	6.8	15	3.3	0.606	0.147	0.04	12
	平均值	6.9	15	3.0	0.627	0.148	0.0467	12.667
	III类标准值	6～9	≤20	≤4	≤1.0	≤0.2	≤0.05	--
	单因子指数（最大值）	0.1	0.8	0.825	0.642	0.745	1.0	--
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	--
备注：“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限。								

4.4.3地表水环境现状评价小结

从表 4.4.2-3 可见，SS 指标无国家标准限值，未进行评价；1# 监测点（阿家河）监测因子中 CODcr、BOD_5、TP 均超标，单因子指数（最大值）分别为：1.13、1.13、1.91，其他监测因子能满足 II 类水标准。2# 监测点（小箐河）监测因子中 CODcr、BOD5、氨氮、TP 均超标，单因子指数（最大值）分别为：1.2、1.13、1.112、1.21，其他监测因子能满足 II 类水标准。3# 监测点（打苴河）监测因子中 BOD_5 超标，单因子指数（最大值）为 1.17，其他监测因子能满足 II 类水标准。4# 监测点（樟木箐）监测因子中 CODcr、BOD_5、氨氮均超标，单因子指数（最大值）分别为：1.13、1.1、1.156，其他监测因子能满足 II 类水标准。5# 监测点（果果冲水库）、6# 监测点（青龙河）所有监测因子均能满足 III 类水标准。

部分监测的地表水体监测因子中 CODcr、BOD_5、氨氮、TP 不同程度超标，主要是由于受周边农业面源污染导致。

4.5 地下水环境现状调查与评价

4.5.1地下水环境现状调查与评价

4.5.1.1区域地质条件和水文条件

（一）区域地质条件

（1）区域地层

据工程地质调绘、物探和钻探揭露的资料，结合收集到的区域资料和已有工程勘察资料综合分析，本项目线路内出露的地层主要有新生界第四系全新统（Q_4），中生界白垩系上统江底河组（K_2j^1）、马头山组（K_2m），白垩系下统普昌河组（K_1p）、高丰寺组（K_1g），侏罗系上统妥甸组上段（J_3t^2）和下段（J_3t^1）。现将路线所经区域内的地层岩性从新到老详述如下：

1）新生界第四系全新统（Q_4）

①素填土（Q）：浅灰色～褐灰色，主要由粘性土夹砾石颗粒组成，砾石含量约占 5～20%，欠压密、欠固结，为新近填土，稳定性差。主要分布于云甸枢纽互通 A、C 匝道、关沟大桥、朱家大桥及大马军连接线 LDK3+250～LDK3+370 位置，厚约 2～20m。

②冲洪积层（Q_4^{al+pl}）：岩性以浅灰、褐灰色可塑状粉质粘土为主、局部段为中密状粉砂、圆砾、卵石，局部夹软塑状粉质粘土透镜体。主要分布于山间沟谷和山间盆地，厚约 2～10m。

③残坡积层（Q_4^{el+dl}）：岩性以含砾粉质粘土为主，浅灰、褐灰色，稍湿，可塑～硬塑，混较多强风化基岩角砾。主要分布于由碎屑岩组成的山坡上，厚约 2～3m、局部厚达 5m 以上，可作一般路基持力层；局部地段为角砾土为主、浅紫、褐黄色，中密状，砾石呈棱角状，粒径 2-20mm 颗粒含量约占 65%，20-200mm 颗粒含量约占 15%，粘性土充填其中，胶结程度一般，母岩成分为泥岩、粉砂岩，厚约 2～3m、局部厚达 5m 以上。

2）中生界白垩系（K）

①白垩系上统江底河组（K_2j^1）：区域厚约 228.4～314.6m。沿线主要分布于 K4+040～K6+060 段及 K24+070～K26+140 段。地层岩性以泥岩、粉砂岩为主局部夹泥灰岩及石英砂岩。泥岩呈紫红色偶夹黄绿色，泥质结构，薄层状构造；粉砂岩呈紫红色，粉粒结构，中厚层状构造；泥灰岩呈紫灰、浅灰色，隐晶质结构，

中厚层状构造；石英砂岩呈浅灰色、褐灰色，细粒结构，中厚层状构造，烟台节理裂隙较发育，岩心多呈块状、短柱状。

②白垩系上统马头山组（K_2m）：区域厚约 137.2～526.2m。线路内主要分布于 3+640～K4+040 段、K6+060～K6+705 段、K12+530～K13+010 段及 K23+530～K24+070 段；楚雄南连接线 LCK2+550～LCK3+494.197(止点)。地层岩性以泥岩、粉砂岩为主。泥岩呈紫红色，泥质结构，薄层状构造；粉砂岩和泥质粉砂岩呈紫红色，粉粒结构，中薄层状构造。

③白垩系下统普昌河组（K_1p）：区域厚约 216.8～1311m。线路内主要分布于 K3+080～K3+640 段、K6+705～K8+910 段、K11+060～K12+530 段、K13+010～K19+030 段及 K22+050～K23+530 段；楚雄南连接线 LCK0+980～LCK2+550 段；大马军连接线 LDK1+200～LDK3+377.196 段。地层岩性以泥岩、粉砂岩为主，局部夹石英砂岩、泥灰岩及泥质粉砂岩，局部段泥岩和粉砂岩呈互层状。泥岩呈紫红色，泥质结构，薄层状构造；粉砂岩呈紫红色，粉粒结构，中薄层状构造；泥质粉砂岩呈紫红色，粉粒结构，中薄层状构造；泥灰岩呈紫灰、浅灰色，隐晶质结构，中厚层状构造；石英砂岩呈浅灰色、褐灰色，细粒结构，中厚层状构造，烟台节理裂隙较发育，岩心多呈块状、短柱状。

④白垩系下统高丰寺组（K_1g）：区域厚约 365.5～702m。线路内主要分布于 K2+440～K3+080 段、K8+910～K11+060 段、K19+030～K22+050 段、K26+140～K27+900（止点）；楚雄南连接线 LCK0+000～LCK0+980；大马军连接线 LDK0+000（起点）～LDK1+120 段；子午连接线 LZK0+000（起点）～LZK2+121.489（止点）段；子午连接线比较线 LZK0+000（起点）～LZK1+537.933（止点）段。地层岩性以泥岩、粉砂岩为主，夹泥质粉砂岩、泥灰岩；局部泥岩与粉砂岩呈互层状。泥岩呈紫红色，泥质结构，薄层状构造；粉砂岩呈紫红色，粉粒结构，中薄层状构造；泥质粉砂岩呈紫红色，粉粒结构，中薄层状构造；泥灰岩呈紫灰、浅灰色，隐晶质结构，中厚层状构造。

3）中生界侏罗系（J）

①侏罗系上统妥甸组上段（J_3t^2）：区域厚约 425.3m。线路内主要分布于 K0+000（起点）～K2+440 段；地层岩性以泥岩夹泥灰岩为主、局部段夹粉砂岩。泥岩呈紫红色，泥质结构，薄层状构造；粉砂岩呈紫红色，粉粒结构，中薄层状构造；泥灰岩呈紫灰、浅灰色，隐晶质结构，中厚层状构造。

②侏罗系上统妥甸组下段（J_3t^1）：区域厚约 1174m。线路内主要分布于云甸枢纽互通 A、C 匝道段。地层岩性以泥岩夹泥灰岩。泥岩呈紫红色，泥质结构，薄层状构造；泥灰岩呈紫灰、浅灰色，隐晶质结构。

综上所述：线路内除局部段夹泥灰岩、石英砂岩及泥质粉砂岩外，其余地段均由泥岩、粉砂岩组成，泥岩及粉砂岩局部呈互层状。

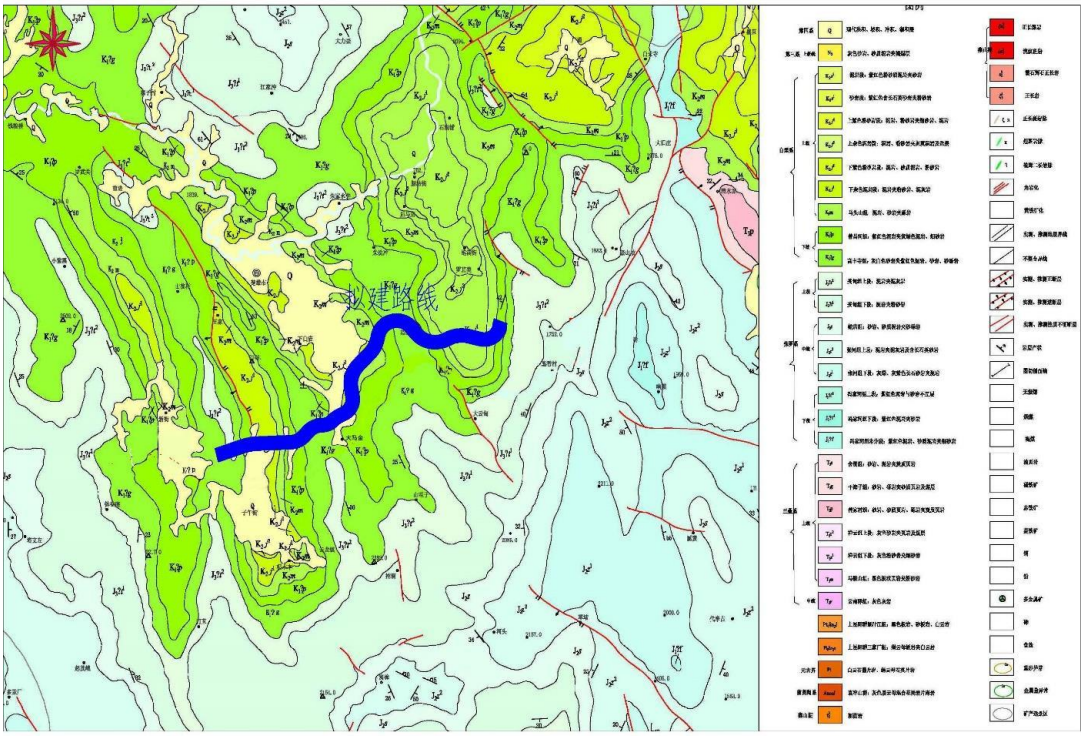


图 4.5-1　区域地质图

（2）区域地质构造

根据地质调绘、结合区域资料综合分析，本项目路线位于南华扭动褶皱区和会基关～双柏穹隆褶皱区相接处附近。区内褶皱发育，断裂少见且规模不大。构造线总的方向以北西向为主。详见区域构造纲要图（4.5-2）。分述如下：

龙川河断裂（F67）：该断裂北起天申堂附近，向南东延伸，经南华、吕合、楚雄、山咀子、草堵，止于大庄附近，长约 89 公里。断层走向约 315°，切割了上下白垩统，断层南盘有向东倾移之势，属右行平移断裂，主线于 K6+340 处和其斜交。据云南活动断裂分布图（1：100 万）知，该断裂为第四系上更新统（Q_3）晚更新世活动断裂，非全新世活动断裂，对附近构筑物安全稳定性影响甚微，设计时可不考虑全新世活动断裂影响。

云龙断裂（F68）：该断裂位于楚雄之西，全长 21km，东盘为上白垩统，断裂走向 315°，倾向西，倾角大于 60°，西盘上升，为高角度正断层，主线于 K20+120 处和其斜交。据云南活动断裂分布图（1：100 万）知，该断裂为第四系上更新统（Q_{1-2}）早-中更新世断裂，非全新世活动断裂，对附近构筑物安全稳定性影响甚微，设计时可不考虑全新世活动断裂影响。

楚雄-化念断裂（F69）：该断裂全长 20km，向南与绿汁江大断裂相并，其生存与绿汁江大断裂的后期活动有关，断层性质不明，仅在北西端见断层面向南西倾斜，为高角度正断层，主线于 K12+920 处和其斜交。据云南活动断裂分布图（1：100 万）知，该断裂为第四系上更新统（Q_{1-2}）早-中更新世断裂，非全新世活动断裂，对附近构筑物安全稳定性影响甚微，设计时可不考虑全新世活动断裂影响。

饱满街向斜（35 向斜）：轴向约 5～348°，西翼倾角 5～34°，东翼倾角 6～40°，为倾斜短轴向斜。核部地层为白垩系上统江底河组（K_2j^1），两翼地层以白垩系上统马头山组（K_2m）、下统普昌河组（K_1p）、白垩系下统高丰寺组（K_1g）和侏罗系上统妥甸组上段（J_3t^2）为主。

枪杆冲背斜（38 背斜）：轴向约 350～310°，西翼倾角 22～48°，东翼倾角 12～40°，为倾斜倾伏（向北）背斜。核部地层以白垩系下统高丰寺组（K_1g）为主，两翼地层以白垩系下统普昌河组（K_1p）为主。

楚雄向斜（41 向斜）：轴向约 325～335°，西翼倾角 30～53°，东翼倾角 25～38°，为倾斜短轴向斜。核部地层以白垩系上统江底河组(K_2j^1)和马头山组(K_2m)为主，两翼地层以白垩系上统马头山组(K_2m)和下统普昌河组(K_1p)为主。

子午街向斜（43 向斜）：轴向约 330～0～345°，西翼倾角 22～70°，东翼倾角 30～36°，为倾斜长轴向斜。核部地层以白垩系上统江底河组(K_2j^1)为主，两翼地层以白垩系上统马头山组(K_2m)为主。

中石坝背斜（46 向斜）：轴向约 330～0～342°，西翼倾角 67～30°，东翼倾角 53～30°，为北段倾斜短轴背斜。核部地层以白垩系下统高丰寺组(K_1g)为主，两翼地层以白垩系下统普昌河组(K_1p)为主。

综上所述，路线内及其附近断层构造较发育，据《云南省活动断裂分布图》（1：100 万 2010 年 9 月），路线内及其附近的断层均非全新世活动断裂，对路线影响较小。

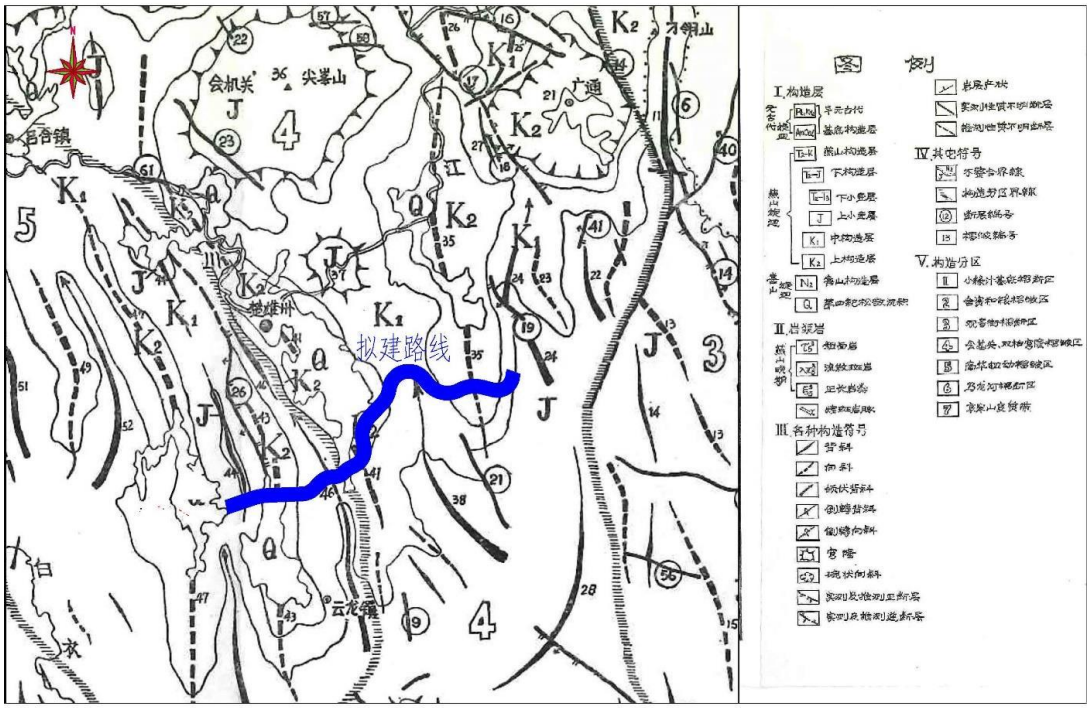


图 4.5-2　区域构造纲要图

（3）区域地震

据《中国地震动参数区划图》及附录 C（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版），本项目位于楚雄市子午镇、鹿城镇和苍岭镇辖区内，子午镇、鹿城镇区域地震基本烈度VIII度，场地基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 0.45s，主线 K7+240～K27+900 段、楚雄南连接线大马军连接线、子午连接线均属于该范围。苍岭镇区域地震基本烈度VII度，场地基本地震动峰值加速度为 0.15g，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 0.45s，主线 K0+000～K7+240 段属于该范围。

（二）区域水文地质条件

线路穿越砂泥岩区属构造剥蚀低中山地貌区，山体较小，储水能力较弱。区内河流、沟谷呈树枝状发育，主要接受大气降水补给，多为季节性冲沟，雨季有流水，流量随天气变化陡涨陡落，旱季多断流。

本项目区根据地形地貌、地层岩性及地下水赋存条件，区内地下水类型可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

（1）松散岩类孔隙水

主要赋存于分布在山间盆地、沟谷内第四系冲洪积物的孔隙中，属孔隙型潜水，以大气降水补给为主、次为农田灌溉水，河流附近同时接受河水补给。其富水性和渗透性主要取决于岩性特征，一般砂土和碎石土富水性和渗透性较强，而黏性土富水性和渗透性弱。调查期间盆地、沟谷内地下水位埋藏一般约 0.5～3.0 米、局部低洼地段近地表，雨季地下水位会升高。

（2）基岩裂隙水

主要分布于白垩系（K）和侏罗系（J）基岩的节理裂隙中，以大气降水补给为主，地下水径流方向与地形基本一致，在切割较深的河谷和冲沟中以泉的形式排出地表。据 1：20 万《区域水文地质普查报告》（楚雄幅）所述：路线所处区域内下伏泥岩夹砂岩径流模数一般小于 0.1～0.3 升·秒/平方公里，富水性弱；砂岩径流模数约 0.5～1.0 升·秒/平方公里，富水性较强。路线内基岩裂隙水水位埋深一般在 20 米以下。

（三）沿线岩溶发育情况

根据区域地质资料结合实地调查，全线不涉及岩溶地层，以裂隙地层和孔隙地层为主，但是一些裂隙地层夹了少量泥灰岩，岩溶不甚发育。

4.5.2环境水文地质问题及区域污染源状况

区内环境水文地质问题主要为震区及断裂等。据调查，本项目沿线无大型工业或企业聚集区，沿线主要为各个村落，主要现状污染源为居民生活污水的无序排放以及农业生产的化肥农药的施用等。

4.5.3各隧道地质构造及水文地质条件

（1）卡利隧道（左幅：ZK2+100～ZK4+045，右幅：K2+082～K4+015）

隧址主要地层包括冲洪积层（Q_4^{al+pl}）粉质粘土、残坡积层（Q_4^{el+dl}）含砾粉质粘土、角砾、白垩系下统普昌河组（K_1p）粉砂岩、白垩系下统高丰寺组（K_1g）粉砂岩以及侏罗系上统妥甸组上段（J_3t^2）泥岩夹泥灰岩。

影响隧址区的断层主要有龙川河断裂（F67），褶皱主要有饱满街向斜（35 向斜）。龙川河断裂（F67）距离隧道路线最近距离约 2.1km，该断裂为第四系上更新统（Q_3）晚更新世活动断裂，非全新世活动断裂，对隧道施工影响较小；该隧道正穿饱满街向斜（35 向斜）翼部，穿越该向斜翼部里程为 K2+082～K4+015，该向斜对隧道施工影响较大。

隧址区地下水为第四系孔隙水类型及基岩裂隙水，第四系孔隙水多赋存于第四系松散土体中，以潜水形式出现，水量甚微，补给来源以大气降水为主，局部受基岩裂隙水补给，排泄于下伏基岩裂隙及沟谷中；水量受气候、地形控制较明显，隧址区第四系厚度薄，富水性弱，基本不含水；基岩裂隙水主要赋存于泥岩、粉砂岩及泥灰岩中，区内岩体受构造影响，节理发育，风化裂隙发育，富水性弱~中等。

（2）上土坡隧道（左幅：ZK7+528～ZK10+170，右幅：K7+520～K10+200）

隧址主要地层包括冲洪积层（Q_4^{al+pl}）卵石、残坡积层（Q_4^{el+dl}）角砾、白垩系下统普昌河组（K_1p）泥岩、粉砂岩、泥质粉砂岩以及白垩系下统高丰寺组（K_1g）粉砂岩。

影响隧址区的断层主要有龙川河断裂（F67），褶皱主要有枪杆冲背斜（38背斜）。龙川河断裂（F67）距离隧道路线最近距离约 1.2km，该断裂为第四系上更新统（Q_3）晚更新世活动断裂，非全新世活动断裂，对隧道施工影响较小；该隧道正穿枪杆冲背斜（38 背斜）核部和翼部，穿越该背斜翼部里程为 K7+520～K8+910，穿越该背斜核部里程为 K8+910～K10+200，该向斜对隧道施工影响较大。

隧址区地下水为第四系孔隙水类型及基岩裂隙水，第四系孔隙水多赋存于第四系松散土体中，以潜水形式出现，水量甚微，补给来源以大气降水为主，局部受基岩裂隙水补给，排泄于下伏基岩裂隙及沟谷中；水量受气候、地形控制较明显，隧址区第四系厚度薄，富水性弱，基本不含水；基岩裂隙水主要赋存于泥岩、粉砂岩，区内岩体受构造影响，节理发育，风化裂隙发育，富水性弱~中等。

（3）塔普隧道（左幅：ZK2+100～ZK4+045，右幅：K2+082～K4+015）

隧址主要地层包括残坡积层（Q_4^{el+dl}）含砾粉质粘土、角砾、白垩系上统马头山组（K_2m）泥岩、粉砂岩和白垩系下统普昌河组（K_1p）泥岩、粉砂岩。

影响隧址区的断层主要有楚雄-化念断裂（F69），隧址区无褶皱通过。楚雄-化念断裂（F69）距离隧道路线最近距离约 0.3km，该断裂为第四系上更新统（Q_{1-2}）早-中更新世断裂，非全新世活动断裂，但距离隧道较近，破碎岩石可能对隧道有一定影响。

隧址区地下水为第四系孔隙水类型及基岩裂隙水，第四系孔隙水多赋存于第四系松散土体中，以潜水形式出现，水量甚微，补给来源以大气降水为主，局部

受基岩裂隙水补给，排泄于下伏基岩裂隙及沟谷中；水量受气候、地形控制较明显，隧址区第四系厚度薄，富水性弱，基本不含水；基岩裂隙水主要赋存于泥岩、粉砂岩，区内岩体受构造影响，节理发育，风化裂隙发育，富水性弱~中等。

（4）耳东屯隧道（左幅：LCZK2+333～LCZK2+870，右幅：LCK2+285～LCK2+850）

隧址主要地层包括冲洪积层（Q_4^{al+pl}）粉质粘土、残坡积层（Q_4^{el+dl}）含砾粉质粘土、白垩系上统马头山组（K_2m）泥岩、粉砂岩以及白垩系下统普昌河组（K_1p）泥岩。

影响隧址区的断层主要有楚雄-化念断裂（F69），隧址区无褶皱通过。楚雄-化念断裂（F69）距离隧道路线最近距离约 0.6km，该断裂为第四系上更新统（Q_{1-2}）早-中更新世断裂，非全新世活动断裂，但距离隧道较近，破碎岩石可能对隧道有一定影响。

隧址区地下水为第四系孔隙水类型及基岩裂隙水，第四系孔隙水多赋存于第四系松散土体中，以潜水形式出现，水量甚微，补给来源以大气降水为主，局部受基岩裂隙水补给，排泄于下伏基岩裂隙及沟谷中；水量受气候、地形控制较明显，隧址区第四系厚度薄，富水性弱，基本不含水；基岩裂隙水主要赋存于泥岩、粉砂岩，区内岩体受构造影响，节理发育，风化裂隙发育，富水性弱。

项目所在区域水文地质见附图 17。

部分隧道地质纵断面图如下。

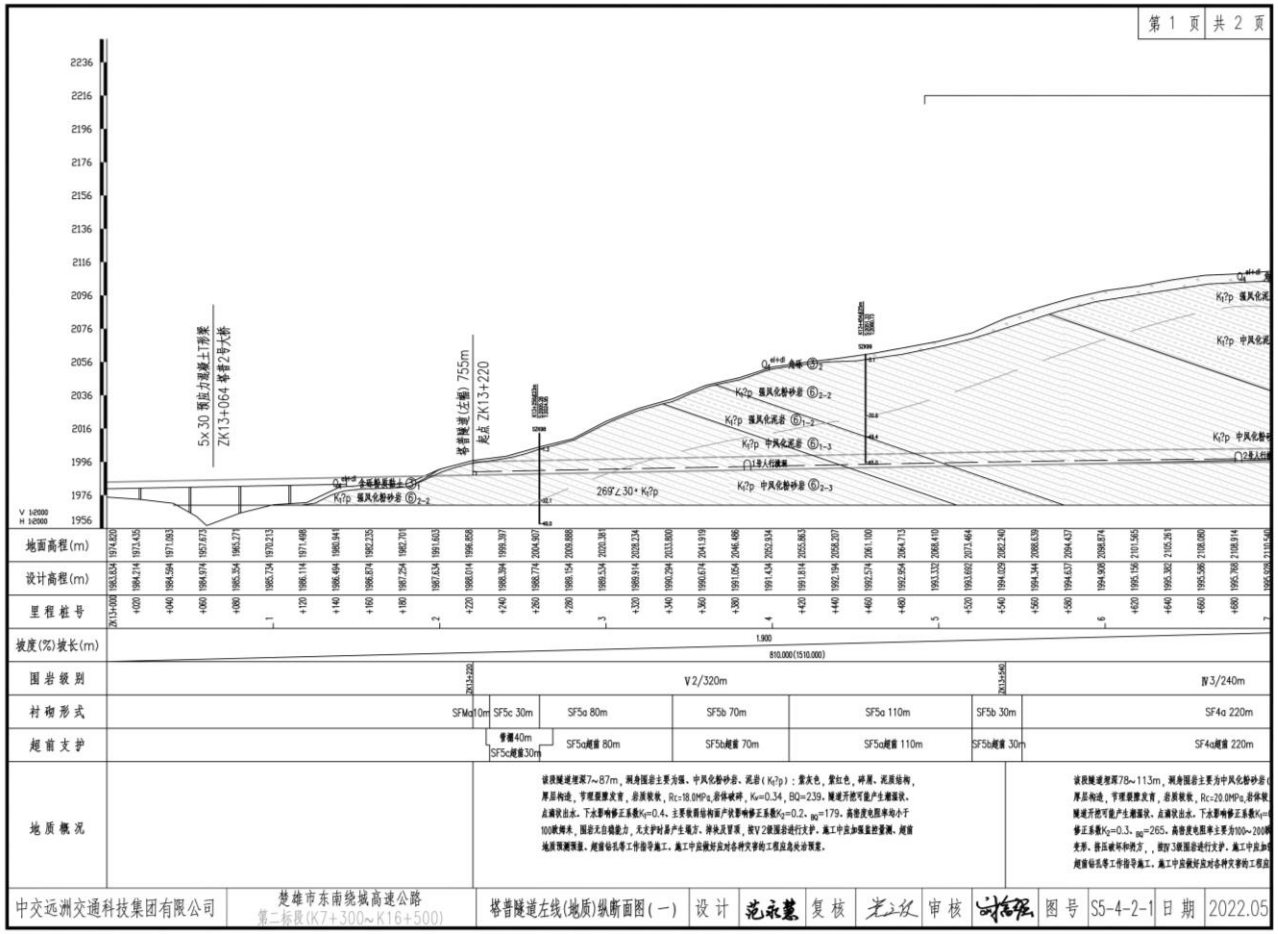


图 4.5-3　塔普隧道左幅地质纵断面图（一）

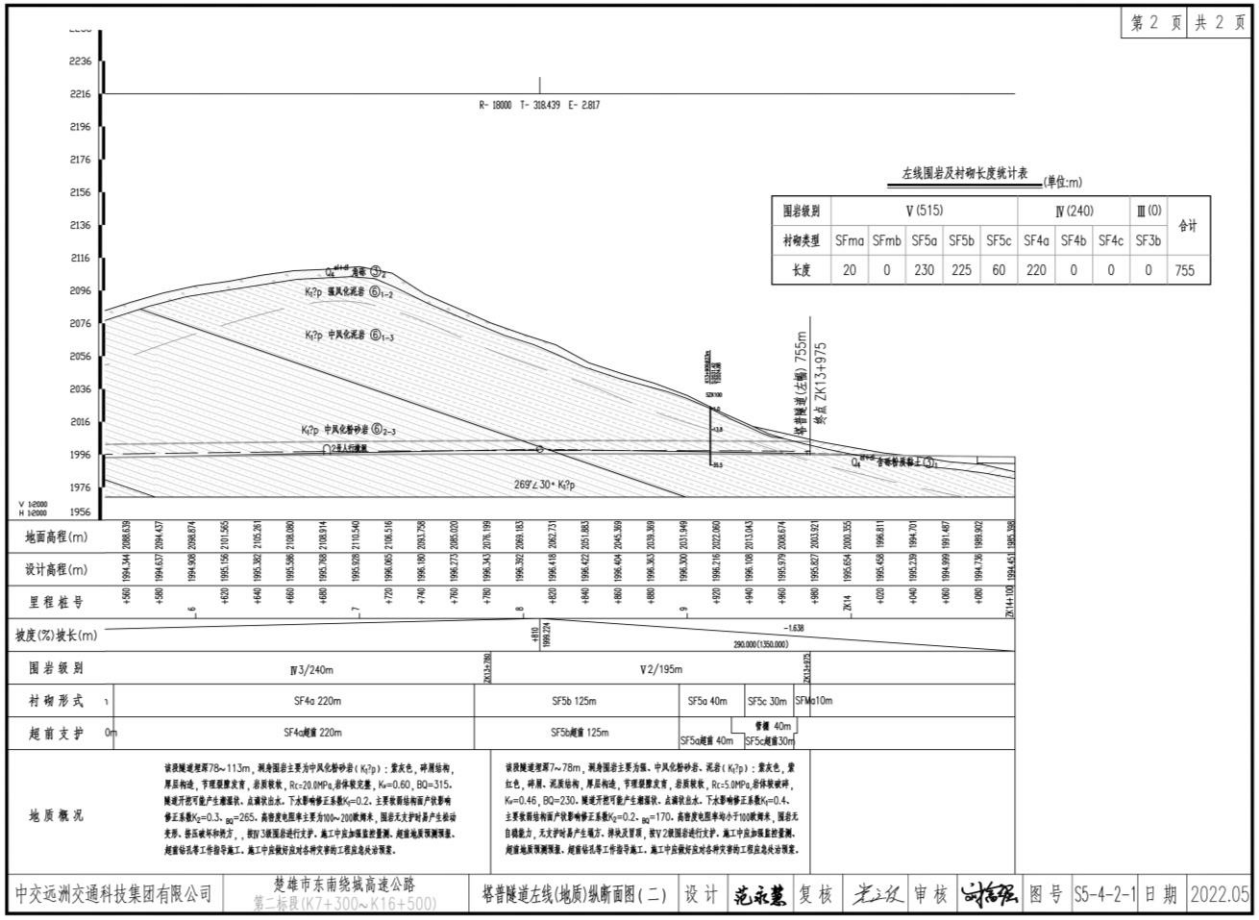


图 4.5-4　塔普隧道左幅地质纵断面图（二）

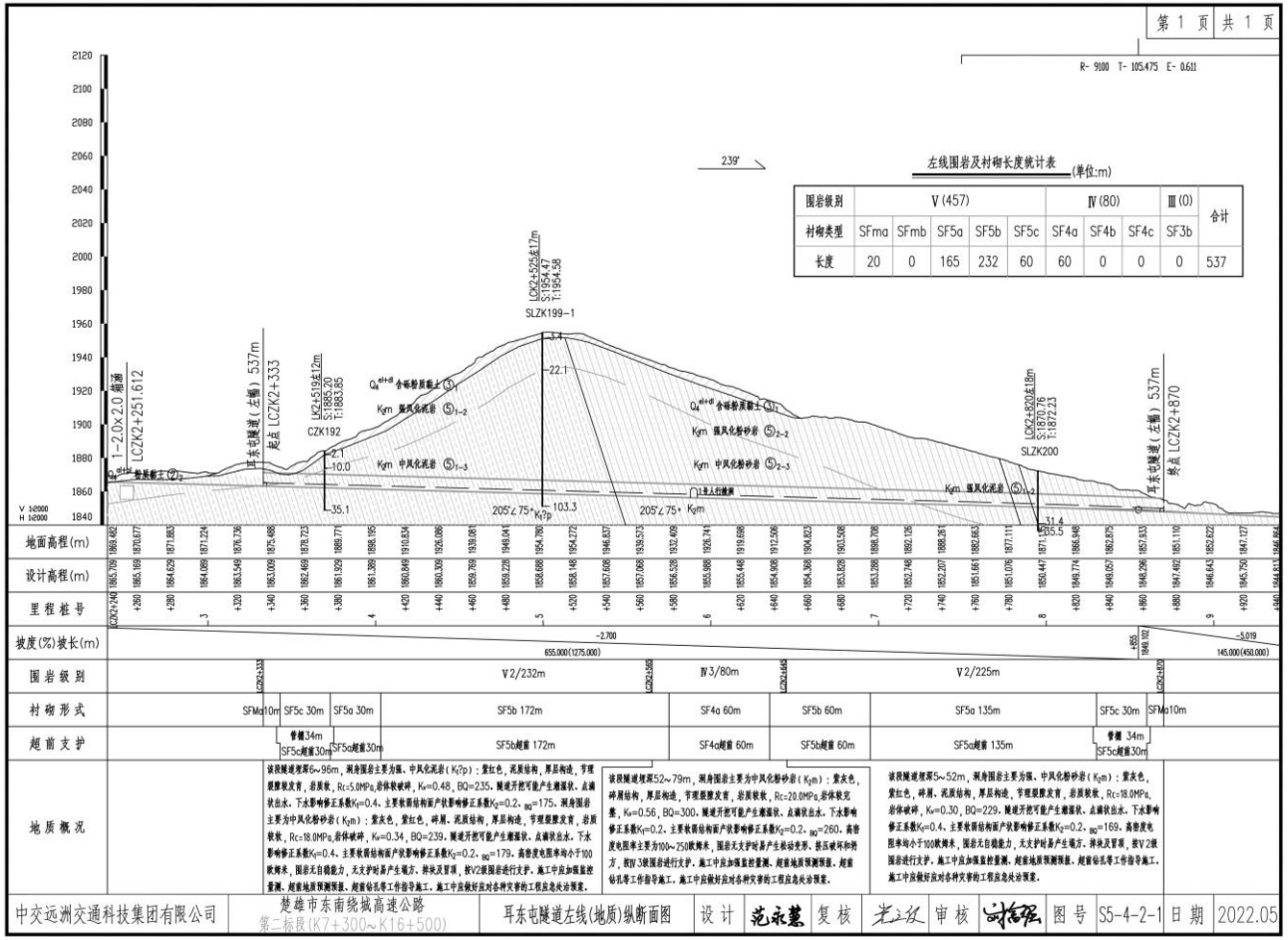


图 4.5-5　耳东屯隧道左幅地质纵断面图

4.5.4沿线地下水出露点调查

根据现场调查，沿线地下水出露点有 27 处（以隧道旁的地下水出露点为主），132 号下降泉已经干涸，其中，卡利隧道附近地下水出露点最多，其地下水下游的小白庙大体上 1~2 户人家一口饮用水井，总共 15 口；沿线地下水出露点情况详见下表：

表 4.5.4-1　沿线地下水出露点状况一览表

名称（序号）	经纬度坐标		位置关系	出露地层	地下水水水（m）	使用情况
盐井冲水井（1）	101.71470°	24.98632°	主线 K1+200 右侧约 589m	泥岩夹泥灰岩（J_3t^2）	不可测	盐井冲饮用水
里伍村水井（2）	101.69085°	24.99044°	主线 K4+200 右侧约 449m	泥岩夹砂岩(K_1p)	不可测	里伍、卡利饮用水
上各邑水井（3）	101.61543°	24.94470°	主线 K16+181 右幅约 120m	泥岩夹砂岩(K_1p)	1891.2	上各邑、邓家冲、大马军等村庄生活用水
天子堂水井（4）	101.59215°	24.95253°	大马军连接线 K1+785 右侧约 205m	含岩屑泥砾长石石英砂岩(K_1g)	1833.8	天子堂、益起坡等备用水源
上土坡水井（5）	101.65696°	24.99097°	主线 K8+100 右侧 248m	含岩屑泥砾长石石英砂岩(K_1g)	2005.6	上土坡饮用水
小白庙 15 口水井（6）	-	-	卡利隧道南部	泥岩夹砂岩(K_1p)、粉砂质粘土(Q)	-	小白庙饮用水
龙潭水井 1#（7）	101.69712°	24.98317°	主线 ZK3+400 左侧 48m	泥岩夹砂岩(K_1p)	不可测	龙潭、黑皮梨饮用水
龙潭水井 2#（8）	101.69743°	24.98318°	主线 ZK3+375 左侧 33m	泥岩夹砂岩(K_1p)	不可测	龙潭饮用水
龙潭水井 3#（9）	101.69690°	24.98259°	主线 ZK3+397 左侧 115m	泥岩夹砂岩(K_1p)	不可测	龙潭饮用水
东屯水井（10）	101.62297°	25.00088°	楚雄南连接线 LCZK1+500 左侧约 344m	泥岩夹砂岩(K_1p)	1858.1	东屯饮用水
大东水井（11）	101.60988°	24.99817°	楚雄南连接线 LCZK3+300 左侧约 239m	含砾长石石英砂岩夹泥岩(K_2m)	-	大东饮用水
孙家村水井（12）	101.60716°	25.00426°	楚雄南连接线 LCK3+200 右侧约 465m	含砾长石石英砂岩夹泥岩(K_2m)	-	孙家村饮用水
塔普二队水井（13）	101.60770°	24.98016°	主线 K13+700 右侧 1241m	含砾长石石英砂岩夹泥岩(K_2m)	-	塔普二队饮用水

图 4.5-6　项目周边区域地下水现场调查照片

（1）盐井冲水井

（2）上土坡水井

（3）龙潭水井 1#

（4）龙潭水井 3#

（5）里伍村水井

（6）上各邑水井

（7）天子堂水井	（8）塔普村饮用水池
（9）大东水井	（10）东屯水井
（11）孙家村水井	

4.5.5地下水环境现状监测

为更好了解项目区域地下水环境质量现状情况，结合本项目工程特点，本环评期委托云南升环检测技术有限公司对项目区域内的地下水体进行了监测。

（1）监测项目：pH、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、挥发酚、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、八大阴阳离子（K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^-、HCO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}）共 18 项。

（2）监测点位：龙潭水井 1#、上土坡水井，共 2 个地下水监测点，各监测点位置详见下表及监测布点图。

表 4.5.5-1　　地下水环境质量监测点位名称及经纬度一览表

点位名称	监测点位经（E）纬（N）度	监测因子	监测频次	监测周期
龙潭水井1#	101.697116561,24.983173208	pH、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、挥发酚、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、总大肠	每天采样1次	连续监测2天

上土坡水井	101.656958528,24.990971733	菌群、八大阴阳离子（K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^-、HCO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}）		

（3）监测频率：每天采样 1 次，连续监测 2 天；

（4）监测时间：2024 年 4 月 13 日~2024 年 4 月 14 日。

（5）监测方法：水样的采集、保存及分析按《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）和《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）等要求的方法进行。

（6）监测结果评价

监测结果评价详见下表 4.5.5-2 至 4.5.5-3。

表 4.5.5-2　　地下水八大离子监测结果一览表（单位：mg/L）

监测点位	监测时间 \ 监测项目		钾离子	钠离子	钙离子	镁离子	碳酸根离子	碳酸氢根离子	氯离子	硫酸根离子
龙潭水井1#	2024.04.13	监测值	2.24	6.30	27.2	5.34	5L	107	8.57	6.02
	2024.04.14		2.21	6.38	29.7	5.89	5L	110	8.65	6.32
	二日均值		2.225	6.34	28.45	5.615	5L	108.5	8.61	6.17
上土坡水井	2024.04.13	监测值	2.22	6.25	14.5	5.37	5L	71	8.37	5.93
	2024.04.14		2.21	6.31	14.4	5.23	5L	76	8.46	6.37
	二日均值		2.215	6.28	14.45	5.3	5L	73.5	8.415	6.15

表 4.5.5-3　地下水体水质现状监测结果（单位：pH 无量纲、总大肠菌群单位为 MPN/100mL 外，其他指标单位均为 mg/L）

监测点	**取样日期**	**pH**	**硝酸盐**	**亚硝酸盐氮**	**氨氮**	**挥发酚**	**总硬度**	**溶解性总固体**	**硫酸盐**	**氯化物**	**总大肠菌群**
1# 龙潭水井1#	2024.04.13	6.8	0.736	0.062	0.056	0.0003L	90	210	8L	12.0	20L
	2024.04.14	6.9	0.730	0.063	0.068	0.0003L	92	212	8L	12.2	20L
	平均值	6.85	0.733	0.0625	0.062	0.0003L	91	211	8L	12.1	20L
	标准值（III类）	6.5～8.5	≤20.0	≤1.00	≤0.50	≤0.002	≤450	≤1000	≤250	≤250	≤3.0
	单因子指数（最大值）	0.3	0.0368	0.063	0.136	0.15	0.204	0.212	0.032	0.0488	0.667
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
监测点	**取样日期**	**pH**	**硝酸盐**	**亚硝酸盐氮**	**氨氮**	**挥发酚**	**总硬度**	**溶解性总固体**	**硫酸盐**	**氯化物**	**总大肠菌群**
2# 上土坡水井	2024.04.13	6.9	0.893	0.046	0.040	0.0003L	59	226	8L	14.2	20L
	2024.04.14	6.9	0.901	0.048	0.044	0.0003L	60	230	8L	15.3	20L
	平均值	6.9	0.897	0.047	0.042	0.0003L	59.5	228	8L	14.75	20L
	标准值（III类）	6.5～8.5	≤20.0	≤1.00	≤0.50	≤0.002	≤450	≤1000	≤250	≤250	≤3.0
	单因子指数（最大值）	0.2	0.045	0.048	0.088	0.15	0.133	0.23	0.032	0.0612	0.667
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
备注		“最低检出限+L”表示检测结果低于分析方法检出限									

4.5.6地下水环境现状评价小结

根据现场调查，沿线地下水出露点有 27 处（以隧道旁的地下水出露点为主），132 号下降泉已经干涸，其中，卡利隧道附近地下水出露点最多，其地下水下游的小白庙大体上 1~2 户人家一口饮用水井，总共 15 口。

根据云南升环检测技术有限公司司提供的地下水环境现状结果可知，本工程沿线代表性地下水点位，龙潭水井 1#、上土坡水井的水质各监测因子满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质要求。

4.6 声环境现状调查与评价

4.6.1声环境现状调查

项目评价区范围内噪声污染源主要来自沿线居民生活噪声和杭瑞高速、Y039、东升路、大东-水草箐公路、Y012、军屯-小余节公路、元谋-勐满公路、Y047、法邑村-罗只碑公路、张掖-孟连（G227）等公路的交通噪声。评价区沿原公路及乡村土路段现状声环境影响主要来自现有公路交通噪声，新建路段沿村庄附近布线的路，现状噪声源主要来自人们生产生活产生的噪声。

4.6.2声环境现状监测

为更好了解项目区域声环境质量现状情况，结合本项目线路变更后的特点，本环评期分别委托云南中科检测技术有限公司、云南升环检测技术有限公司对项目区域声环境质量进行了现状监测。

4.6.2.1中科检测情况

本环评期于 2023 年 12 月 11~12 日委托云南中科检测技术有限公司对项目沿线新增的噪声关心点进行了现状噪声监测。

（1）监测布点

根据项目所经区域的环境特征、噪声污染源和噪声敏感目标现状情况，根据“以点和代表性区段为主、点段结合、反馈全线”的监测选点原则，项目声环境监测补充 2 处敏感目标进行了环境噪声监测，监测点位信息见下表。

表 4.6.2-1　声环境监测点位

序号	监测点位设置情况	路段
N1	云甸完小（临拟建第一排房窗前 1m 处）	主线

N2	江头村（临拟建第一排房窗前 1m 处）	马军连接线

（2）监测因子：LAeq；

（3）监测频率：连续监测 2 天，每天昼间 1 次、夜间 1 次；

（4）监测要求：监测的同时记录车流量（分大、中、小型车）；

（5）监测方法：按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

（6）监测结果：监测结果详见下表。

表 4.6.2-2　新增敏感目标环境噪声监测结果一览表　（单位：dB(A)）

监测点位	监测时间	昼间噪声			夜间噪声		
		Leq	标准值	达标情况	Leq	标准值	达标情况
N1-云甸完小（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2023.12.11	53	60	达标	43	50	达标
	2023.12.12	50	60	达标	43	50	达标
	平均值	51.5	60	达标	43	50	达标
N2-江头村（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2023.12.11	51	60	达标	42	50	达标
	2023.12.12	53	60	达标	44	50	达标
	平均值	52	60	达标	43	50	达标

经对比现状评价标准，监测点云甸完小、江头村昼间夜间均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准要求。

4.6.2.2升环检测情况

本环评期于 2024 年 04 月 12~15 日委托云南升环检测技术有限公司对项目噪声环境进行了现状监测。

一、声环境现状监测

1、环境噪声（背景噪声）监测

（1）监测布点：

①敏感点监测

根据敏感点位置，确定敏感监测点的布置，选取的 11 处环境敏感点点位信息详见下表：

表 4.6.2-3　敏感点噪声监测点位信息一览表

序号	监测点位设置情况	路段	备注
1	上高包（临拟建第一排房窗前 1m 处）	云甸互通	
2	卡利（临拟建第一排房窗前 1m 处）	主线	

3	樟木箐（临拟建第一排房窗前 1m 处）	主线	
4	田房头（临拟建第一排房窗前 1m 处）	主线	
5	耳东屯（临拟建第一排房窗前 1m 处）	楚雄南连接线	
6	上各邑（临拟建第一排房窗前 1m 处）	主线	
7	邓家冲（临拟建第一排房窗前 1m 处）	主线	
8	益起坡（临拟建第一排房窗前 1m 处）	大马军连接线	
9	保山屯（临拟建第一排房窗前 1m 处）	主线	
10	罗只碑村（临拟建第一排房窗前 1m 处）	主线	
11	以口村（临拟建第一排房窗前 1m 处）	主线	

②垂向监测

垂向监测点点位布设：下土坡、罗只碑希望小学居民 1、3 楼；

③24 小时连续监测

24 小时连续监测点位详见下表：

表 4.6.2-4　24h 噪声连续监测点位一览表

序号	监测点	监测位置
1	云甸村	临现有杭瑞高速公路一侧，高度 1.2m
2	以口村	临现有 G227 一侧，高度 1.2m

（2）监测因子：L_{Aeq}；

（3）监测频率：连续监测 2 天，每天昼间 1 次、夜间 1 次；

（4）监测要求：监测的同时记录车流量（分大、中、小型车）；

（5）监测方法：按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

2、交通噪声监测（水平噪声衰减监测断面）

（1）监测布点：拟建项目云甸互通（主线与杭瑞交叉处）外 5m、10m、20m、40m、80m、120m、200m；

（2）监测项目：等效连续 A 声级（LAeq）、车流量；

（3）监测时间及频率：连续两天，每一测点昼间 1 次、夜间 1 次，每次 20 分钟；

（4）监测要求：监测的同时记录车流量（分大、中、小型车），监测结果为等效连续 A 声级 Leq，监测时应注意避开其他噪声源如虫、鸟、狗等的干扰。

二、现状噪声监测结果

1、敏感点环境噪声监测结果

2024 年 04 月 12 日～13 日云南升环检测技术有限公司对本工程沿线的声环

境进行了监测，噪声监测值见表 4.6.2-5。

表 4.6.2-5　沿线声环境敏感点噪声监测结果一览表 单位 dB(A)

监测点位	监测时间	昼间噪声			夜间噪声		
		Leq	标准值	达标情况	Leq	标准值	达标情况
1#上高包（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	50	60	达标	42	50	达标
	2024.04.13	51	60	达标	42	50	达标
	平均值	50.5	60	达标	42	50	达标
2#卡利（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	51	60	达标	42	50	达标
	2024.04.13	51	60	达标	43	50	达标
	平均值	51	60	达标	42.5	50	达标
3#樟木箐（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	50	60	达标	43	50	达标
	2024.04.13	49	60	达标	43	50	达标
	平均值	49.5	60	达标	43	50	达标
4#田房头（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	51	60	达标	44	50	达标
	2024.04.13	52	60	达标	43	50	达标
	平均值	51.5	60	达标	43.5	50	达标
5#耳东屯（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	51	60	达标	42	50	达标
	2024.04.13	50	60	达标	43	50	达标
	平均值	50.5	60	达标	42.5	50	达标
6#上各邑（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	51	60	达标	42	50	达标
	2024.04.13	51	60	达标	44	50	达标
	平均值	51	60	达标	43	50	达标
7#邓家冲（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	52	60	达标	44	50	达标
	2024.04.13	51	60	达标	41	50	达标
	平均值	51.5	60	达标	42.5	50	达标
8#益起坡（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	48	60	达标	42	50	达标
	2024.04.13	48	60	达标	42	50	达标
	平均值	48	60	达标	42	50	达标
9#保山屯（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	50	60	达标	41	50	达标
	2024.04.13	51	60	达标	41	50	达标
	平均值	50.5	60	达标	41	50	达标
10#罗只碑村（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	49	60	达标	41	50	达标
	2024.04.13	49	60	达标	42	50	达标
	平均值	49	60	达标	41.5	50	达标
11#以口村（临拟建第一排房窗前 1m 处）	2024.04.12	48	60	达标	42	50	达标
	2024.04.13	48	60	达标	42	50	达标
	平均值	48	60	达标	42	50	达标

对比现状评价标准，本次监测的 11 个声环境敏感点位昼夜间均能达到 2 类标准。

2、敏感点垂向监测结果

2024 年 04 月 12 日～13 日云南升环检测技术有限公司对本工程沿线的 2 处敏感点进行了垂向监测，分别是下土坡、罗只碑希望小学居民 1、3 楼，监测值见表 4.6.2-6。

表 4.6.2-6　沿线声环境敏感点垂向噪声监测结果一览表　单位 dB(A)

监测点位	监测时间	昼间噪声			夜间噪声		
		Leq	标准值	达标情况	Leq	标准值	达标情况
12#下土坡	2024.04.12	49	60	达标	42	50	达标
	2024.04.13	50	60	达标	41	50	达标
	平均值	49.5	60	达标	41.5	50	达标
13#罗只碑希望小学居民 1 楼	2024.04.12	51	60	达标	42	50	达标
	2024.04.13	51	60	达标	40	50	达标
	平均值	51	60	达标	41	50	达标
14#罗只碑希望小学居民 3 楼	2024.04.12	51	60	达标	43	50	达标
	2024.04.13	51	60	达标	41	50	达标
	平均值	51	60	达标	42	50	达标

对比现状评价标准，本次监测的 2 个声环境敏感点垂向噪声监测点位昼夜间均能达到 2 类标准。

3、24h 监测结果

本次评价监测选择了 2 个点位进行 24 小时噪声监测，2 个监测点位为：云甸村、以口村；其监测结果整理如表 4.6.2-7。

表 4.6.2-7　24h 噪声监测结果一览表　单位 dB(A)

监测点位	日期	时间	Leq	车流量（辆/ h）				道路名称
				小型车	中型车	大型车	折合成小车	
22#云甸村	2024.04.14	06:00-07:00	45	157	42	23	310	杭瑞公路一侧
		07:00-08:00	46	264	37	26	416	
		08:00-09:00	48	322	39	29	487	
		09:00-10:00	49	378	30	32	534	
		10:00-11:00	50	394	41	30	566	
		11:00-12:00	51	421	46	27	594	
		12:00-13:00	51	445	27	33	598	
		13:00-14:00	50	397	38	36	581	
		14:00-15:00	52	467	29	19	582	
		15:00-16:00	54	511	41	28	677	
		16:00-17:00	53	494	37	37	679	

		17:00-18:00	53	327	36	22	465	
		18:00-19:00	52	419	36	27	572	
		19:00-20:00	52	328	37	22	468	
		20:00-21:00	51	284	25	19	391	
		21:00-22:00	48	243	19	21	344	
		22:00-23:00	46	268	32	24	404	
		23:00-00:00	44	231	27	19	342	
		00:00-01:00	43	198	15	20	288	
		01:00-02:00	42	142	15	24	244	
		02:00-03:00	42	94	22	17	189	
		03:00-04:00	41	63	13	16	137	
		04:00-05:00	42	81	17	19	172	
		05:00-06:00	42	102	11	22	190	
	2024.04.15	06:00-07:00	46	278	54	27	467	
		07:00-08:00	47	266	32	32	426	
		08:00-09:00	49	356	48	27	533	
		09:00-10:00	49	379	44	41	590	
		10:00-11:00	51	414	49	36	620	
		11:00-12:00	52	457	37	22	597	
		12:00-13:00	52	327	28	46	521	
		13:00-14:00	51	319	55	27	510	
		14:00-15:00	51	289	37	35	468	
		15:00-16:00	53	421	26	19	530	
		16:00-17:00	53	318	39	48	540	
		17:00-18:00	54	277	41	42	485	
		18:00-19:00	52	346	21	35	493	
		19:00-20:00	55	265	36	26	415	
		20:00-21:00	52	167	41	19	306	
		21:00-22:00	48	212	19	22	316	
		22:00-23:00	45	257	32	17	372	
		23:00-00:00	44	267	26	26	397	
		00:00-01:00	45	221	27	12	311	
		01:00-02:00	43	167	44	33	354	
		02:00-03:00	41	172	35	24	314	
		03:00-04:00	41	135	26	18	241	
		04:00-05:00	41	144	27	12	234	
		05:00-06:00	43	101	18	27	218	
23# 以口村	2024.04.14	06:00-07:00	45	227	38	24	375	G227 一侧
		07:00-08:00	46	288	29	32	442	
		08:00-09:00	49	389	37	27	544	
		09:00-10:00	48	414	44	29	589	
		10:00-11:00	50	337	42	32	517	
		11:00-12:00	52	386	39	33	563	
		12:00-13:00	54	325	44	34	515	

		13:00-14:00	52	367	29	44	557	
		14:00-15:00	52	324	44	27	493	
		15:00-16:00	54	367	32	44	563	
		16:00-17:00	53	375	41	48	601	
		17:00-18:00	55	324	44	42	538	
		18:00-19:00	54	301	46	35	498	
		19:00-20:00	52	329	33	26	473	
		20:00-21:00	52	289	29	35	452	
		21:00-22:00	49	313	31	28	459	
		22:00-23:00	47	287	37	21	424	
		23:00-00:00	45	242	24	24	362	
		00:00-01:00	45	185	16	16	265	
		01:00-02:00	41	163	22	14	249	
		02:00-03:00	43	127	18	15	208	
		03:00-04:00	43	86	14	18	168	
		04:00-05:00	44	95	16	11	160	
		05:00-06:00	43	122	14	12	186	
	2024.04.15	06:00-07:00	46	232	54	24	412	
		07:00-08:00	48	328	32	28	476	
		08:00-09:00	50	421	48	27	598	
		09:00-10:00	51	443	44	32	627	
		10:00-11:00	52	376	49	38	588	
		11:00-12:00	51	357	37	24	503	
		12:00-13:00	54	298	22	27	423	
		13:00-14:00	51	336	32	44	532	
		14:00-15:00	51	299	31	16	409	
		15:00-16:00	52	448	26	27	581	
		16:00-17:00	54	354	39	48	576	
		17:00-18:00	55	314	41	42	522	
		18:00-19:00	53	357	46	35	554	
		19:00-20:00	53	265	27	26	397	
		20:00-21:00	50	327	35	17	448	
		21:00-22:00	48	212	33	22	344	
		22:00-23:00	45	321	32	24	457	
		23:00-00:00	45	267	36	26	417	
		00:00-01:00	43	244	45	27	415	
		01:00-02:00	42	267	37	22	407	
		02:00-03:00	41	189	23	15	280	
		03:00-04:00	42	221	28	24	349	
		04:00-05:00	43	194	19	17	283	
		05:00-06:00	44	142	29	21	263	

根据连续监测分析：云甸村、以口村，两个监测点 24 小时连续监测结果显

示昼、夜间均能满足 4a 类标准要求。

4、交通噪声衰减监测断面监测结果

本次评价监测选择了 1 个点位（拟建项目云甸互通（主线与杭瑞交叉处））进行交通噪声衰减监测，其监测结果整理如表 4.6.2-8。

表 4.6.2-8　交通噪声衰减断面噪声监测结果一览表　　单位 dB(A)

地点		15#~21#　拟建项目云甸互通（主线与杭瑞交叉处）					
		距路肩（m）	Leq	车流量(辆/20 分钟)			
日期	时间			小型车	中型车	大型车	折合成小车
2024.04.12	昼间	5m	57	160	23	54	368
		10m	57	--	--	--	--
		20m	55	--	--	--	--
		40m	54	--	--	--	--
		80m	52	--	--	--	--
		120m	51	--	--	--	--
		200m	48	--	--	--	--
	夜间	5m	46	90	17	22	190
		10m	46	--	--	--	--
		20m	45	--	--	--	--
		40m	45	--	--	--	--
		80m	44	--	--	--	--
		120m	42	--	--	--	--
		200m	40	--	--	--	--
2024.04.13	昼间	5m	57	162	14	48	334
		10m	55	--	--	--	--
		20m	55	--	--	--	--
		40m	54	--	--	--	--
		80m	51	--	--	--	--
		120m	49	--	--	--	--
		200m	47	--	--	--	--
	夜间	5m	45	117	7	12	167
		10m	45	--	--	--	--
		20m	44	--	--	--	--
		40m	43	--	--	--	--
		80m	43	--	--	--	--
		120m	42	--	--	--	--
		200m	40	--	--	--	--

由表 4.6.2-8 可以看出，本次环评选取“拟建项目云甸互通（主线与杭瑞交叉处）”受建筑物影响较小的断面进行了水平衰减监测，随着距路肩距离增大，噪

声值总体上呈逐渐降低的趋势。

根据监测数据，2024 年 4 月 12 日、13 日该监测点昼间、夜间距路肩≥5m 的地方噪声监测结果均能满足《声环境质量标准》2 类标准。

4.6.3声环境现状评价小结

根据 2023 年 12 月 11~12 日委托云南中科检测技术有限公司开展的现状噪声补充监测结果可知：监测点云甸完小、江头村昼间、夜间均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准要求。

根据 2024 年 04 月 12~15 日委托云南升环检测技术有限公司开展的现状噪声监测结果可知：①对比现状评价标准，本次监测的 11 个声环境敏感点位（上高包、卡利、樟木箐、田房头、耳东屯、上各邑、邓家冲、益起坡、保山屯、罗只碑村、以口村）昼夜间均能达到 2 类标准。②对比现状评价标准，本次监测的 2 个声环境敏感点垂向噪声监测点位（下土坡、罗只碑希望小学居民 1、3 楼）昼间、夜间均能达到 2 类标准。③根据连续监测分析：两个监测点（云甸村、以口村）24 小时连续监测结果显示昼、夜间均能满足 4a 类标准要求。④本次环评选取“拟建项目云甸互通（主线与杭瑞交叉处）”受建筑物影响较小的断面进行了水平衰减监测，随着距路肩距离增大，噪声值总体上呈逐渐降低的趋势。根据监测数据，2024 年 4 月 12 日、13 日该监测点昼间、夜间距路肩≥5m 的地方噪声监测结果均能满足《声环境质量标准》2 类标准。

4.7 景观环境现状评价

公路景观包括公路本身形成的景观（即内部景观），也包括其沿线的自然景观和人文景观（即外部景观），它是公路与其周围景观的综合景观体系，即公路景观可划分为公路内部景观与外部景观。鉴于本公路项目尚处于工程可行性研究阶段，尚无特殊工程构造物设计资料，本报告书中景观环境评价专题仅对拟建公路的外部景观进行评价，并根据本项目的建设与运营对外部景观的影响方式和强度，提出景观环境影响减缓措施和建议。

景观环境现状调查以拟建公路中心线为视点，两侧人眼可视范围之内的区域为调查与评价的范围。

4.7.1景观类型构成及分布概况

根据拟建公路沿线区域气候、地貌、植被及人类活动的影响特点，区域景观可划分为山林景观、河流景观、村落与农田景观、城市与集镇景观 4 个景观类型。各景观类型分布情况见表 4.7.1-1。

表 4.7.1-1 拟建公路沿线景观类型及其分布情况

景观类型	分布路段
山林景观	暖温性针叶林、落叶阔叶林、暖温性灌丛
河流水库景观	河流主要有阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐、大坡河、铃铃小河、倮倮冲（为马军小河上流河段）、马军小河、青龙河、垮去河、以口小河、中石坝大沟；周边水库有梨木冲水库、弯腰柳箐水库、沿柴河水库、大兴坝、双龙坝水库（倮倮冲）、大拦河坝水库、腊水坝等；
村落农田景观	沿线各地沿拟建公路均有分布，以旱地为主，子午坝区分布较广；零星的村落点缀其间；
城市与集镇景观	点状分布于公路沿线，包括乡镇及农村居民点；

4.7.2景观类型识别

公路建设重要景观识别的目的在于识别和发现公路沿线最具有保护意义即最具有美学意义、观赏价值、文化价值、科学价值以及潜在经济价值的自然景观资源和人文景观资源，评价公路建设对景观环境的破坏和影响程度，以便合理的保护和利用公路沿线景观资源，防止公路修筑过程中破坏这些资源或使资源的观赏价值受到影响。

（1）景观敏感性分析

公路景观敏感度是公路周围环境景观被人们所注意的程度的量度，是环境景观的可见性、清晰性以及醒目程度等多方面的综合反映。根据拟建公路沿线景观资源构成特点和现场调查结果，选用视距、相对坡度、特殊性、相融性以及出现几率等五个指标，采用专家打分法，对公路沿线景观资源的五个指标得分进行加权平均，评价结果按差值百分比分级法将景观敏感程度分为高度敏感、中等敏感、低敏感三个等级。

（2）景观阈值分析

景观阈值是景观对外界干扰的忍受能力、同化能力和遭到破坏后的自我恢复能力的量度。拟建公路沿线景观阈值在敏感性分析的基础之上，针对公路景观敏

感目标，依据地形地貌稳定度、景观资源的丰富度、珍稀度以及公路建设对其的破坏程度等因素，通过专家打分法将公路沿线景观阈值区划分为三个等级，其阈值按从小到大的顺序代表了景观对公路建设干扰的忍受能力由强到弱。其中：

一级阈值区为地势平缓、土地开垦程度高、人口密集，景观资源少，且多数为常见景观，能够容忍公路建设所造成的破坏活动的区域；

二级阈值区为地势相对平缓，土地开垦程度较高，区内保留有部分自然植被，但面积较小，公路建设活动会带来局部水土流失的区域；具有较多的景观资源，景观较独特，公路建设所造成的破坏活动对景观影响较大；

三级阈值区为目前保留有较完好的自然植被面积，但坡度较陡，一旦植被破坏，在生态上和视觉上都会带来较大的冲击的区域；或景观资源丰富，且独特稀有，景观一旦被破坏将无法恢复。

（3）景观质量评价

公路景观具有构成要素的多元性、人类作用的主导性和景观空间的多维性等特点，景观质量评价为多因子评价，因此，本次评价将在敏感性分析和阈值评价分析的基础上，采用毛文永编著的《建设项目景观影响评价》一书中公路景观质量评价指标体系和综合评价指数法，以景观美学质量评估为重点，通过专家打分法计算出公路景观综合评价指数法，并由该指数差值百分比将景观质量分为好、较好、一般、差四个等级。评价结果详见表 4.7.2-1。

表 4.7.2-1　拟建公路沿线景观重要性判定表

景观类型	评价指标		
	敏感度	阈值	景观质量
山林景观	高	三级	好
河流景观	高	三级	一般
村落与农田景观	中	一级	较好
城市与集镇景观	低	一级	一般

根据表 4.7.2-1，采用专家咨询法识别出拟建公路沿线的重要景观有：山林景观、河流水库景观，这些景观类型的敏感性高、阈值低、景观质量较好，是拟建公路建设中应重点保护的景观类型。

5 环境影响预测与评价

5.1 生态环境影响预测与评价

公路建设对生态环境影响大部分发生在施工期，施工期对生态环境影响和破坏的途径主要是主体工程占用和分割土地，改变土地利用性质，使沿线耕地减少、植被覆盖率降低、林地面积减少、耕地利用压力增大；路基的填筑与开挖、弃渣场等的施工，破坏了地表植被和地形、地貌，在一定时段和一定区域将造成水土流失，土壤肥力和团粒结构发生改变；工程活动打破了原有的自然生态和环境，还会对评价区的动植物生长、分布、栖息和活动产生一定不利的影响。

5.1.1公路占地对土地利用格局的影响分析

5.1.1.1工程用地指标合理性分析

公路设计过程中对用地规模进行了有效、严格的控制。参照国家公路建设相关行业标准，拟建公路推荐 K 线全长 36.311km，其中主线长 27.9km，采用高速公路标准建设，路基宽度 25.5m；楚雄南连接线全长 3.495km，采用一级公路标准建设，路基宽度 20.0m；大马军连接线长 3.377km，采用二级公路标准建设，路基宽度 12.0m；子午连接线长 1.539km，采用二级公路标准建设，路基宽度 12.0m。根据分路段公路路基宽度，计算得主线高速公路（25.5m）、一级公路（20.0m)、二级公路（12.0m）占地值分别为 7.96hm^2/km、6.2323hm^2/km、4.2692hm^2/km，均低于对应的指标值。

表 5.1.1-1 工程用地指标一览表

路段	公路等级	路基宽度（m）	长度（km）			占地（hm^2）	占地值 hm^2/km	指标值 hm^2/km
			总长	隧道	扣除隧道			
主线	高速	25.5	27.9	5.3875	22.5125	149.805	5.369	7.96
楚雄南连接线	一级	20.0	3.495	0.551	2.944	19.2851	5.518	6.2323
大马军连接线	二级	12.0	3.377	-	3.377	12.1333	3.593	4.2692
子午连接线	二级	12.0	1.539	-	1.539	5.6179	3.650	4.2692

因此，本项目占地满足《公路工程项目建设用地指标》的规定，项目总体用地规模合理。

5.1.1.2工程占地影响分析

（1）工程永久占地影响

根据施工图设计资料，工程永久占地 186.8414hm^2，包括主线、楚雄南连接线、大马军连接线、子午连接线。占地类型包括耕地、园地、林地、其他农用地、建设用地及未利用地等。

表 5.1.1-2 主线永久占地一览表单位：hm^2

占地类型	耕地	园地	林地	其他农用地	建设用地	未利用地	合计
永久占地	26.3918	2.6554	110.2637	2.0445	2.4831	4.9648	148.8033
比例（%）	17.74	1.78	74.10	1.37	1.67	3.34	100.00

主线工程永久占地中，占用林地 110.2637hm^2，约占主线总占地的 74.10%，是主线工程永久占用数量最多的土地类型；其次是耕地 26.3918hm^2，约占主线总占地的 17.74%。

表 5.1.1-3 各连接线永久占地一览表单位：hm^2

占地类型	耕地	园地	林地	其他农用地	建设用地	未利用地	合计
永久占地	9.419	0.9484	24.6749	1.2473	1.1485	0.6	38.0381
比例（%）	24.76	2.49	64.87	3.28	3.02	1.58	100.00

各连接线工程永久占地中，占用林地 24.6749hm^2，约占连接线总占地的 64.87%，是连接线工程永久占用数量最多的土地类型；其次是耕地 9.419hm^2，约占连接线总占地的 24.76%。

表 5.1.1-4 整体工程永久占地一览表单位：hm^2

占地类型	旱地	园地	林地	其他农用地	建设用地	未利用地	合计
永久占地	35.8108	3.6038	134.9386	3.2918	3.6316	5.5648	186.8414
比例（%）	19.17	1.93	72.22	1.76	1.94	2.98	100.00

①永久占地类型

从表 5.1.1-4 可以看出，整体工程永久占地 186.8414hm^2，其中以占用林地为主（134.9386hm^2），占永久占地的 72.22%；其次为耕地（35.8108hm^2），比例为

19.17%；其他农用地（3.2918m^2），比例为 1.76%；未利用地（5.5648 hm^2），比例为 2.98%；建设用地（3.6316hm^2），比例为 1.94%；最小的是园地（3.6038hm^2），比例为 1.93%。工程占用的耕地、林地等，会改变沿线原有土地的功能，影响当地土地利用规划。

②工程建设中减少永久占用耕地的可行性分析

A、拟建工程设置桥梁 15730.46m/42 座，隧道 5938.5m/4 座，桥隧比为 53.56%，桥梁和隧道工程总占地为 27.0216hm^2，占总永久占地面积的 14.46%，因而拟建工程在设计上已是较大限度减少土地占用。

表 5.1.1-5 桥梁工程永久占地一览表单位：hm^2

占地类型	耕地	园地	林地	其他农用地	建设用地	未利用地	合计
永久占地	5.5048	0.7513	13.5353	0.5946	0.1869	0	20.5729
比例（%）	26.76	3.65	65.79	2.89	0.91	0.00	100.00

表 5.1.1-6 隧道工程永久占地一览表单位：hm^2

占地类型	耕地	园地	林地	其他农用地	建设用地	未利用地	合计
永久占地	1.48	0	4.9687	0	0	0	6.4487
比例（%）	22.95	0.00	77.05	0.00	0.00	0.00	100.00

施工图设计较初步设计阶段，针对高填深挖路段进行优化设计，对于填方高度可能大于 20m 时，设置桥梁进行替代。对于穿越耕地区的填挖段在满足公路最大设计纵坡的前提下合理确定了路线的纵坡，尽可能的采用低路堤设计，以减低路基设计高度，减少占地宽度，从而达到节约耕地的目的。

B、互通立交、附属设施的布设，结合周围环境，尽量减少征地、拆迁及对农田水利设施、道路、田地切割。

表 5.1.1-8 互通立交区永久占地一览表：hm^2

占地类型	旱地	园地	林地	其他农用地	建设用地	未利用地	合计
永久占地	10.447	1.0825	44.3652	0	0	3.9848	59.8795
比例（%）	17.45	1.81	74.09	0.00	0.00	6.66	100.00

互通立交区永久占地中，占用林地 43.02hm^2，约占互通区总占地的 74.09%，是工程永久占用数量最多的土地类型。因此，互通立交区永久占地中，受扰动最大的土地利用类型是林地。环评建议施工时减少林地占用。

表 5.1.1-9 服务设施区等附属设施永久占地一览表单位：hm^2

占地类型	耕地	园地	林地	其他农用地	建设用地	未利用地	合计
永久占地	0.6	0	5.0334	0	0	0	5.6334
比例（%）	10.70	0.00	89.30	0.00	0.00	0.00	100.00

服务设施区永久占地中，占用林地 5.0334hm^2，约占服务设施区总占地的 89.3%，是工程永久占用数量最多的土地类型。因此，服务设施区永久占地中，受扰动最大的土地利用类型是林地。

C、公路建设用地严格按照有关规定办理建设用地审批手续，其中涉及占用耕地的必须做到占补平衡。经批准占用的耕地，按照“占多少、耕多少”的原则，认真执行占地补偿制度。

D、积极与地方政府协调做好公路沿线占用土地的重新调整工作，使之能够及时适应由于土地占用而产生的变化。

（2）工程临时占地影响

本工程临时占地 65.1822hm^2，其中占用林地的比重最大（62.9765hm^2），占临时占地的 96.62%；其次耕地（1.1076hm^2），比例为 1.70%；其次为园地（0.9256hm^2），比例为 1.42%；其次为其他农用地（0.1725hm^2），比例 0.26%；项目不占建设用地及未利用地。

表 5.1.1-10 临时工程用地一览表单位：hm^2

占地类型	耕地	园地	林地	其他农用地	建设用地	未利用地	合计
临时占地	1.1076	0.9256	62.9765	0.1725	0	0	65.1822
比例（%）	1.70	1.42	96.62	0.26	0.00	0.00	100.00

在本工程的临时占地中，占用了林地、建设用地和耕地，这种占用无法避免，因为本公路的渣场设置于箐沟和缓坡上，而箐沟中大部分生长有林地，缓坡上大部分为耕地。

本工程尽量减少临时占地，用地类型以林地、建设用地及耕地等为主。施工期间，临时占地植被受到破坏，但施工后期通过采取土地整治、表土回覆、复耕及植被恢复等措施，最大程度恢复原土地利用类型。因此，临时占地对地表及植被的损坏影响是短期的，无水土保持制约性因素。临时占地后期最大可能的恢复原地貌，对原有土地类型基本无影响。

项目施工后期，建设单位根据临时用地复垦的相关政策，对临时占地进行土地整治（包括平整、覆土、土壤深翻等），根据原有使用功能，在场地使用结束后结合适宜条件进行复耕或植被恢复，可以有效降低新增水土流失、将其恢复为原地貌类型。

5.1.1.3对生态公益林占用的影响

（1）公益林占用情况

项目位于楚雄州楚雄市，根据市林业和草原局提供的相关公益林矢量数据资料叠图分析，项目永久占地云南省省级公益林 40.0446hm^2。

根据设计单位提供的临时工程布设情况，经叠图分析，临时工程中无占用国家一级、二级公益林的，由于区域公益林的分布，不可避让得占用省级公益林的有 6 个弃渣场、1 个拌合站、1 个湿喷站、5 个制梁场、2 个施工驻地及 17 条施工便道。项目与公益林位置关系详见附图 15。

（2）不可避让性分析

根据《施工图设计》，项目区所经过区域林地及公益林分布密集，公益林主要呈东西纵向连片分布，而高速公路的起点和终点位于集中区两侧，为保证提高公路行车安全和通行效率、预留周边村庄发展建设和农业生产预留联络窗口和通行条件，并与现有高速公路网衔接；其控制意义使得路线总体呈东西向分布。最终导致路线走向与公益林大致形成"十"字交叉穿过。公路属于线性工程，具有区域分布连续性和不可分割性，项目经多次优化调整后仍不可避免占用省级公益林。

（3）占用可行性分析

根据《云南省地方公益林管理办法》（云林规〔2019〕2 号）文件要求：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。

东南绕城高速公路建设项目不占用生态红线，项目永久工程及临时工程占用的省级公益林属于未纳入生态红线范围内的公益林，且项目已列入《云南省

高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年）》、《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》、《云南省县域高速公路"互联互通"工程实施方案》、《楚雄州十三五及中长期高速公路网规划》等文件的地方高速公路，属省级公路网规划确定的高速公路项目，为交通基础设施建设，项目实施将极大的改善沿线交通条件。但需在开工前根据管理办法要求依法办理用地审核、林木采伐审批手续；符合占用条件。

（4）影响分析

项目涉及生态公益林的主要生态功能为水土保持和水源涵养，项目占用比例较小，不会损害公益林主导生态功能的持续发挥，对其整体生态服务能力影响不大，不会破坏区域生态系统的整体性，降低区域林业生态系统的整体稳定性及生态功能，因此本公路的建设对于沿线区域公益林的影响很小；后期须对区域生内态公益林需要采取补偿措施以降低影响。建设单位现已委托第三方开展楚雄市南绕城高速项目林业勘探，本评价要求，施工阶段中若新增、变更工程时，主体工程及临时工程选址需尽量对公益林进行避让，以减轻项目建设对公益林的影响；对无法调整必须占用的生态公益林，需在开工前报林业主管部门批准后，按有关规定如《中华人民共和国森林法》和《国家级公益林管理办法》、《云南省地方公益林管理办法》等办理用地审核、林木采伐审批手续，并进行补偿最终以林业部门批复为准。

5.1.2工程建设对植被、植物的影响

5.1.2.1对植被的影响

1、施工期

本项目建设将占用约 252.02hm^2 的各类自然植被、人工植被和其他非植被土地，其中 186.84hm^2 为主体工程去永久占地，包括主线、支线、联络线等建设用地；65.18hm^2 为临时占地，包括弃渣场、施工便道、施工生产生活区、表土临时堆置区等工程区占地。工程建设将会对当地的植被产生一定的负面影响。包括永久影响和临时影响两个方面，根据工程资料，占用自然植被 175.99hm^2，占用人工植被 59.84hm^2，占用其他土地类型 16.19hm^2（表 5.1.2-1）。

表 5.1.2-1　项目公路占用植被面积统计表　　单位：hm²

属性	植被类型	评价区面积/hm²	永久占地		临时占地		合计/hm²	占评价区同比%
			占地面积/hm²	评价区同比%	占地面积/hm²	占评价区同比%		
自然植被	暖温性针叶林	1479.05	84.93	5.74	18.34	1.24	103.27	6.98
	暖温性灌丛	543.99	33.77	6.21	33.66	6.19	67.43	12.39
	落叶阔叶林	195.07	4.30	2.21	0.99	0.51	5.29	2.71
	小计	2218.11	123.01	5.55	52.98	2.39	175.99	7.93
人工植被	人工林	277.47	10.92	3.94	5.73	2.40	17.59	6.34
	果园	33.79	1.38	4.08	0.63	1.86	2.01	5.95
	旱地	220.71	12.87	5.83	0.81	0.37	13.68	6.20
	水田	546.66	27.03	5.00	0.47	0.09	27.82	5.09
	小计	1086.56	52.20	4.80	7.64	0.70	59.84	5.51
其他		399.32	11.63	2.91	4.56	1.14	16.19	4.05
合计		3703.99	186.84	5.05	65.18	1.76	252.02	6.80

（1）工程永久占地对植被的影响

①工程永久占地对自然植被的影响

主体工程区占用的面积将是永久改变土地属性的面积，约 186.84hm²，占评价区面积的 5.05%。其中 123.01hm² 为自然植被，52.20hm² 为人工植被（包括人工林、果园和耕地），11.63hm² 为非植被的区域（包括水域、道路和居民点等）。其中占地面积最大的是暖温性针叶林（84.93 hm²，占评价区同类植被的 5.74%），以下依次为暖温性灌丛和落叶阔叶林。

项目公路在工程建设方案选择和优化方面，非常重视环境保护和林地资源的节育，在初设阶段的路线方案选择时候，满足公路工程技术标准的条件下优先选择了占用暖温性针叶林植被少的路线方案。路基较少，最大程度的减少了对暖温性针叶林的占用。下一阶段建议路基段，收缩边坡，尽量减小对暖温性针叶林的影响。

综上所述，工程永久占地所损失的各类自然植被在评价区自然植被同比的占比较小，工程建设不会导致评价区乃至项目所在地的各类自然植被的类型衰退甚至消失，这部分占地的自然植被在工程下阶段优化工程建设内容以及后期选用乡土树种进行生态修复的基础上可得到进一步有效的减缓。

②工程永久占用对人工植被的影响

工程建设要永久占用部分人工植被，面积为 52.20hm^2，占评价区同类植被的 4.80%）。包括人工林（10.92hm^2）、果园（1.38hm^2）、旱地（12.87hm^2）和水田（27.03hm^2）。可见，工程永久占用的人工植被中，水田面积最大，占工程永久占用人工植被面积的 51.78%。

评价区内的人工林有要分布在沿线各个地段及部分村寨边，受影响面积不大，为当地老百姓日常用材的主要来源，面积不大，且分布较散，受工程影响也较小。

上述植被本身是非自然植被，此部分土地的占用，对评价区的生态环境及生物多样性影响轻微。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 11.63hm^2 为非植被的区域（其他土地、其他园地、建设用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和特殊用地），占评价区同类非植被面积的 2.91%。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即其生物多样性基本没有影响。

（2）工程临时占地对植被的影响

工程弃渣场、施工便道、施工生产生活区、表土临时堆置区等工程区占地的面积，约 65.18hm^2，占评价区面积的 1.76%。其中 52.98hm^2 为天然植被，占评价区同类植被的 2.39%，人工植被 7.64hm^2，占评价区同类植被的 0.70%。施工中被临时占用而消失的自然植被面积最大的为暖温性灌丛（33.66hm^2，占评价区同类植被的 6.19%），其次是暖温性针叶林和落叶阔叶林。

由于暖温性针叶林在评价区分布广泛，主要集海拔 1800~2400m 区域，而本项目线路长，工程形式多样，工序复杂，临时占地不能避免占用暖温性针叶林，主要是隧道进出口施工场地占用。占比较小，影响有限。工程结束后，及时植被恢复，通过乡土物种的选择，与当地原生植被的群落保持相对一致。

（3）施工活动对植被的影响

在施工过程中，临时占地通过对地表植被的清除，以及材料、弃土等的堆积导致原有植被的死亡。其中施工营地在路途的建设所伴随的各种人为活动及施工

人员的践踏和施工车辆的碾轧，以及施工人员在生活过程中砍柴、取水、做饭等活动将对周边的生境产生较为显著的影响，但对施工人员进行科学教育，并加强施工人员的管理和监督，并严格控制施工区域，避免施工人员和车辆对生态环境造成不必要的损害和破坏。

综上所述，工程占地对当地植被的影响较小。

2、营运期的影响

（1）对植被影响分析公路建设导致原有土地利用方式的改变，重新恢复的边坡植被由于独特的土壤、水分和地形条件，长期维持在草丛或灌草丛阶段，降低了植被正常演替速度，进而对区域植被的连续性产生一定的不利影响。但因本项目公路总体布线位于滇中高原平坝区的边缘，多为自然植被和人工植被的过渡地带，同时，桥隧比相对较高，公路对区域植被的切割和物种交流的影响轻微。

（2）外来物种对当地生态系统的影响分析

现场调查表明，评价区发现 9 种外来入侵植物，包括破坏草、鬼针草、小蓬草、土荆芥、钻叶紫菀、喀西茄、藿香蓟、圆叶牵牛和马缨丹。其中对植被影响较大的为破坏草，在评价区分布海拔上限为 2400m，在评价区的数量较多；鬼针草、小蓬草、土荆芥、喀西茄、钻叶紫菀、藿香蓟、圆叶牵牛和马缨丹则在植被破坏后，易于侵入并形成群落优势，因此在临时占地的植被恢复中，应对这些物种进行防治。

项目施工中及建成后的廊道效应可能会引起沿线现有外来物种的分布范围扩大，工程建设形成裸地，若不及时进行采用本地物种绿化，可能会造成局部区域外来物种侵入并逐步形成单一优势植物群落，进而对本地物种造成不利影响。同时，项目沿线区域主导生态功能为农产品提供，局部区域为水源涵养与生物多样性保护，外来物种入侵会降低群落物种多样性，减缓群落正常演替的速度，对群落生态功能的持续增强和发挥产生一定不利影响。应采取针对性措施预防因项目建设引起外来物种明显扩大分布范围，进一步加重生物入侵，特别是经过保护野生植物集中分布区和重点公益林路段应重点加强预防工作力度，从而可以减缓工程建设后期植被恢复过程中外来入侵种的影响。

（3）隧道建设对地表植被的影响

虽然隧道建设可能造成短暂局部地表水流失和地下水下降，但根据我单位对西南地区公路建设隧道顶部植被生态调查结果表明，隧道施工后地表的优势物种没有变化，植物的种类没有灭绝的可能，群落的生产力状况变化不明显，地表生态群落没有受到影响。隧道施工涌水主要为深层地下水，而隧址区地表植被所需水份主要来自土壤中的毛细管水，一般情况下通过大气降水的补给和上覆土壤层的保水作用，可以充分的满足植被所需水分。故隧道施工涌水对隧道顶部地表植被的影响极小。

考虑公路隧道出渣量较大，若不及时运走利用，将形成临时的堆放渣场，临时压覆地表植被，可能造成不同程度的破坏。在隧道施工中，采取超前探水和防堵水措施，防止地下水流失，保护地表植被。隧道出渣应及时清运利用，无法及时运出时应尽量利用路基永久占地作为临时堆放场所，避免过多的破坏隧址区自然植被。

5.1.2.2工程建设对植物影响分析

植物以植被为载体，受影响的植物种类与受影响的植被类型密切相关。施工前需对占地区的地表植物进行清理，对植物个体、种群将造成影响，造成植物损失，受影响物种的个体数量将会有一定减少，遗传多样性亦会有一定降低。施工产生的粉尘会对附近的植物生长产生一定影响。粉尘降落在植物叶面上，吸收水分成为深灰色的一层薄壳，降低叶面的光合作用；堵塞叶面气孔，阻碍叶面气孔的呼吸作用及水分蒸发，减弱调湿和机体代谢功能，造成叶尖失水、干枯、落叶和减产。粉尘的碱性物质能破坏叶面表层的蜡质和表皮茸毛，使植物生长减退，对其产生不利影响，由于施工和排土场排土过程中采取了相应的防尘措施，以及雨水的冲刷等作用，因此在正常的生产情况下，本工程粉尘排放不会对周围植物产生明显影响。

1. 对保护植物影响分析

（1）对国家级保护野生植物的影响

评价区共发现 1 种国家级保护植物金荞麦，位于农田旁，本次调查在项目占用区发现。工程建设则会对金荞麦的种群有一定影响，因为该物种常在农地及路边常见，种群数量大，尽管公路修建会减少一部分金荞麦种群数量变小，但是并未造成该物种在项目区域、云南和全国的消失。

（2）对省级保护野生植物的影响

未发现省级保护野生植物。

（3）对中国红色植物名录收录植物的影响

评价区未发现极危和濒危物种，近危 6、易危 2 种。其中拟建公路影响的物种有滇紫草、云南油杉、垫状卷柏和怒江红山茶，这 4 个物种在评价区有大量分布，滇紫草在路边、灌丛及林缘都有分布，次生性较强；工程建设可以造成这 4 个物种种群数量的减少，但是不会造成其在评价区、云南省和中国的消失。

2. 对古树名木影响

评价区调查发现 6 株黄连木古树，均在村寨分布，未被项目占用，其中 3 株被挂牌保护，1 株被当地作为神树用围墙圈起来保护，另外 2 株在存在附近，楚雄市东南绕城高速公路建设对 6 株古树无影响。

3.对极小种群的影响

评价区未发现极小种群。

4. 对特有植物的影响

本工程评价区分布 2 种云南特有植物、61 种中国特有植物。公路工程建设对他们都会造成较大的影响。

（1）对狭域特有植物的影响

评价区调查未见狭域特有种。

（2）对云南特有植物的影响

项目评价区内分布有 2 种云南特有植物，在评价区内的分布较为广泛，但是，多数种类是当地原生植被中的固有成分，一旦当地的森林环境消失，他们的生存就会受到显著威胁。工程建设会影响三叶悬钩子和多齿悬钩子种群的变化，其中三叶悬钩子主要分布在海拔 2000~3000m 的山坡杂木林下，次生性较强，在《中国生物多样性红色名录-高等植物卷》（2013 年）为无危，在云南松林下有极大种群分布。多齿悬钩子主要分布在海拔 2300~3200m 的地区，主要分布在林缘，次生性较强。工程建设不会造成该物种在评价区和云南的消失。

（3）对中国特有植物的影响

评价区分布有 61 种中国特有植物，在评价区内出现的频率较高，分布点较多。这些植物除分布于评价区和云南其它地区外，还不同程度的分布于我国的其他地区，他们受工程建设影响的程度最轻，可以略而不计。

在项目建设过程中，特有植物中的部分个体将会受到工程施工的占地直接影响，其个体数量会有所减少。由于工程为带状施工，开挖面积较小，每种减少的个体数量有限。工程建设不会造成某个物种消失。而且，这些云南特有植物、中国特有植物在保护区内分布较广，数量相对较多，保护区外也有分布，所以，该工程建设不会明显影响其种群生存和繁衍，影响为中低度影响。

5.1.3工程建设对野生动物的影响

高速公路建设对野生动物的影响首先体现在对生境的隔离上。道路的修建将原有的自然生态系统一分为二，并且在大多数地段使道路两边的生态系统缺乏有效的连通，在一定程度上影响了两部分生态系统之间的物质交流和能量交换。对动物最直接的影响为“隔离效应”导致的路两边的同种动物无法进行交流和交配（飞禽类除外）。高速公路两侧 200-300m 范围内的噪声污染及大气污染，往往会影响高速公路两侧森林中的动物年龄比、繁殖习性及鸣鸟的性别比。同时，高速公路建设会改变野生动物的生存环境、觅食范围、活动区域及迁移路线等，也会在短期内对动物种群数量产生可恢复性的影响。

5.1.3.1施工期对野生动物影响分析

施工期间对自然环境造成的非污染性破坏，因施工机械的使用及大量的开挖取土，破坏了土体原有的自然结构和水的循环路径，相应地改变了生物的生存环境，影响其生长、活动的规律，阻碍生态系统蔓延。

1.施工期对陆生野生动物的影响分析

公路建设施工过程中，除工程占地造成动物栖息地改变之外，车辆、施工机械、爆破以及人员等产生的噪声、施工过程产生的扬尘等也是对野生动物产生影响的几个主要方面。

（1）栖息地改变对野生动物的影响

工程永久及临时占地使得野生动物的生存空间缩小和破碎化，阻隔了部分野生动物的活动区域、迁移途径、觅食范围等，从而对野生动物的生存产生一定的影响。拟建公路占地范围内穴居动物等由于其洞穴可能被破坏，遇到缺

食、天敌等的机会变大，受到的影响也较大。由于

评价区植被类型变化较大，在大尺度上生境差异较大，因此评价区有许多动物的替代生境，动物比较容易找到栖息场所。另外，公路施工范围较小，工程建设影响的范围不大且影响时间短，因此对野生动物不会造成大的影响，当施工结束、植被恢复后，它们仍可回到原来的领域。

①兽类的影响分析

评价区记录兽类 6 目 11 科 23 种，以小型兽类为主。施工活动的干扰，可能会导致常见物种的数量减少，对少见种和偶见种的影响有限。

施工期间对兽类的影响主要表现为：对动物觅食地所在生态环境的破坏，包括对施工区林地植被的破坏和林木的砍伐、爆破所产生噪声，弃渣场作业，各种施工人员以及施工机械的干扰等，使评价区及其周边环境发生改变，受影响的主要是适生于灌丛、草丛的小型兽类，将迁移至附近受干扰小的区域，在施工区附近区域上述兽类栖息适宜度降低，种类和数量将相应减少，而伴随人类生活的一些啮齿目、食虫目动物，如褐家鼠，其种群数量会有所增加，与之相适应，主要以鼠类为食的黄鼬等种群数量将也会有所增加。工程建成后，随着植被的逐渐恢复，生态环境的好转，人为干扰减少，许多外迁的兽类会陆续回到原来的栖息地。

②对鸟类的影响分析

评价区记录鸟类 14 目 38 科 122 种。主要以雀形目为主，占评价鸟类种数的 61.48%。常见的有鸠鸽科、杜鹃科、雨燕科、燕科、鹡鸰科、鹎科、鸫科、鶲科、画鹛科、莺科等，广泛分布于评价区的各种生境中，施工活动会对他们产生影响。

施工期间对鸟类的影响主要表现为：人为活动的增加以及路基的开挖、开山放炮的震动、巨响，施工机械噪音均会惊吓、干扰某些鸟类，尤其对一些林栖鸟类会产生干扰。但鸟类能凭借自身的飞翔能力离开施工影响区域，寻找适宜的栖息地。只要施工过程没有影响到鸟类集中的栖息或繁殖地，就不会影响公路沿线鸟类种群及其长期生存繁衍的环境。施工活动对于伴人活动的一些鸟类，如：白鹡鸰、麻雀数量可能会有所增加；而对于其他鸟类可能会产生干扰，导致种类和数量明显减少，甚至消失。

总体来看，评价区没有鸟类集中繁殖地，更没有保护鸟种的固定繁殖地。施工期，人为活动、施工噪声等会惊吓干扰上述保护鸟类，鸟类会暂时避绕到影响区外觅食，由于大部分鸟类活动能力与范围较广，受影响施工影响很小。

③对爬行类的影响分析

评价区记录爬行动物 1 目 6 科 13 属 16 种。主要为通常所说的蜥蜴类和蛇类。现场调查表明，评价区爬行动物现存数量不多，相对较常见的有原尾蜥虎、黑眉锦蛇，主要分布在评价区的村寨、农耕地和灌丛、杂草中。施工活动对他们会产生一定影响。

施工期间对爬行类的影响主要表现为：施工活动会产生噪声，频繁往来的施工车辆和施工人员的活动将改变原有的日常宁静环境，对喜欢宁静或避开人群的爬行动物会形成一定惊吓，在动物趋避行为的驱使下，会离开原有的活动区域，会暂时降低影响评价区内敏感物种数量和降低出现的频次。只要爬行类的种类和种群数量没有受到破坏，施工结束后这种影响将会逐渐消除。

另一种潜在的影响则是如果施工人员捕捉或猎杀的话，将会对爬行类动物的种群数量有较大影响，通过对施工人员通过加强宣传教育和采取有效的监督管理等措施可减缓或避免。

④对两栖类的影响分析

评价区记录两栖动物 1 目 5 科 6 属 12 种。由于两栖动物迁徙能力较弱、对环境的依赖性较强，拟建公路沿线的两栖动物主要栖息于农田、溪流及附近的草丛中，受工程影响的主要是栖息于上述环境中的常见物种，如：泽蛙和黑眶蟾蜍等。

施工期间对两栖类的影响主要表现为：工程施工机械、施工人员进入工地及原材料的堆放有可能直接危及和破坏两栖动物的栖息地，甚至可能将坡地和河岸的两栖动物杀伤，本项目跨河桥梁不设置水中墩，对两栖类的生活环境影响较小。另外，人们捕捉娱乐或食用蛙类，将会造成这些种类在工程区及其相邻地区成为残存种。开挖路堑、临时施工场地或便道等也会造成部分生境被破坏，河岸堆渣会直接伤害生活于该生境中的蛙类。

工程施工期虽然存在使项目占地区及施工影响区两栖动物的种类和数量有所减少的可能性，但对整个项目评价区而言，对两栖动物的种群数量的影响有

限。一方面，两栖动物具有趋避性，遇危害因素时它们会迁徙到危害因素低或没有危害因素干扰的区域；另一方面，随着项目建设完成，生境的自然和人工恢复，两栖动物的种群数量将有可能很快得以恢复。

综上所述，项目施工期对野生动物产生过多或少、或大或小的影响是必然的，也是不可避免的。但是，由于高速公路呈狭长的带状分布，所涉及的区域与整体生态系统相比比较狭小，所以这种影响总体上范围较小，程度有限。而且整个施工区的环境与施工区以外的环境十分相似，施工区范围内的野生动物较容易就近找到新的栖息场所，这些野生动物不会因为工程的施工扰动栖息场所而死亡，种群数量也不会有大的变化，但施工区两侧的野生动物密度会有明显降低。

（2）施工机械和施工方式对动物的影响

施工人员及施工机械、车辆的噪声将迫使评价区野生动物离开拟建公路附近区域，施工人员集中爆破和机械噪声对森林动物中的林栖鸟类以及在林地中栖息的豹猫等的影响较大，如强噪声可使鸟类羽毛脱落，不产卵，甚至会使其内出血和死亡，这些动物在施工期间将被迫向远离施工范围的林间迁移。

（3）间接影响

施工本身涉及较大量的泥土开挖作业，期间会产生大量的扬尘，这些扬尘在停工期沉淀后会大量附着在一些植物叶片、花朵、果实表面，这些植物器官往往是某些动物的主食，由此可能导致一些以植物为食的动物（如昆虫、鸟类和啮齿类动物）的取食范围及取食量受到影响。

2、施工期对鱼类的影响分析

（1）项目建设对鱼类的影响分析

项目建设对鱼类的影响主要表现在以下几方面：

①施工人员对鱼类捕捞伤害。

②桥梁在施工期的噪音和震动会对建设点上下游 1km 河段范围的鱼类生态有一定程度的影响。本项目桥梁不设置水中墩，不会对河道产生阻隔影响，因此对鱼类栖息地的影响有限，并且随着施工期的结束，影响将逐渐降低。

③工程废料对水体的污染通常会影响到水体的硬度、pH 及其透明度等。这些变化会导致水体中浮游生物和底栖生物种类及生物量的变化，通常一些耐污

种类会增加，进而导致水体中初级生产力的变化。在这种情况下，鱼类中通常对水质要求较高的种类会减少，而一些对污染耐受力较强的种类，尤其是一些外来种比例会增加。

④施工中水泥、石灰以及沙土进入水体中，会形成泥沙沉淀，原有的卵石会被工程废渣填充，导致河床再造，而河床是河岸带重要的生物栖息地，没有充足泥沙来源，对鱼类而言，河床底部因较平缓而难以形成缓流区，使得一些喜居于流水但非湍流中的鱼类及栖息于缝隙中的鱼类丧失部分栖息环境。

⑤水质变化，对浮游生物区系组成、生物量和初级生产力等都产生影响，常因藻类的大量繁殖而加重评价区水域的富营养化，藻类爆发性增殖时会消耗水体中的大量营养物质，并造成水体缺氧，从而间接影响其它的水生生物，还可能会堵塞鱼鳃，造成鱼类窒息死亡。

从整体来看，道路建设、跨河建桥对鱼类以间接影响为主，影响水环境的变化，主要表现为：由于施工带来的水质的污染，造成浮游生物、底栖动物等饵料生物量的减少，也将影响鱼类的生存、生长和繁衍条件，鱼类将择水而栖迁到其他地方，局部施工区域鱼类密度降低。

沿线涉及的水库较多，有中土坡水库、土窝坡水库、大拦河水库、王家河大坝、鲁家村水库、茨园坝、竹园水库、徐家后闸坝等，均在施工区外。由于降雨偏少，且多数人工养鱼，鱼的种类和数量都较少。

评价区沿线河段记录鱼类 4 目 6 科 15 属 17 种，其中鲤科的几种鱼类为大中型经济鱼类，其他种类个体虽小，但一般个体数量较多，所以多为小型经济鱼类。它们的产卵期一般为每年 5~8 月的丰水期。环评建议施工期安排在枯水季节，减少对鱼类分散的产卵场构成的影响。

（2）鱼类保护措施要求

据《施工图设计》本项目跨河大桥无涉水桥墩，为减缓影响应采取以下措施：

①施工阶段应做好保护措施，施工污水禁止直接排入河流；

②运营期间应设置桥面污水径流收集处理系统。

③项目全线无涉水桥墩。本次评价要求钻孔作业前应先行安排泥浆池和沉淀池的开挖施工，钻孔泥浆废水进入泥浆池重力沉淀，沉淀后的上清液循环利

用，泥浆池沉渣定期清掏；施工废水经临时沉淀池收集沉淀处理后上清液全部回用于施工场地降尘洒水，不外排；沉渣定期清掏运至就近弃渣场堆存。

④设置禁捕警示牌；加强施工人员管理，禁止施工人员以各种方式捕捞鱼类，尽可能保护河流的原生态。

总的来说，公路施工会对评价区河段的鱼类产生一定程度的不利影响，但评价区无重点保护、珍稀濒危鱼类和集中式的鱼类“三场”分布；通过采取上述减缓保护措施，不会导致在评价区河段生活的鱼类物种消失或灭亡，也不会导致其种群数量显著下降，且影响不大。施工结束后，随着扰动的结束，生活在评价区河段中的鱼类的种群数量也将得到恢复。

5.1.3.2营运期对动物的影响分析

营运期对陆生动物的影响主要为交通噪声和夜间车辆行驶时灯光对动物的栖息和繁殖有一定的不利影响，例如影响动物的交配和产卵。道路交通产生很多干扰因子（噪声污染、视觉污染、污染物的排放）其中噪声污染影响显著，动物选择生境和建立巢区时通常会回避和远离高速公路。

（1）对动物阻隔影响分析

高速公路建设会对公路沿线的两栖爬行动物的原有生境和生存活动有一定的分离和阻隔的作用，但工程设计时已经考虑到这些因素，全线设置了桥梁、涵洞、隧道等通道，缓解阻隔作用。加上评价区的动物多为广域分布的物种，生境大部分都在两种以上，路两侧的适宜生境都较大。因而拟建公路产生的动物阻隔效应较小。

（2）环境污染对动物的影响分析

公路营运中产生的噪声、废气、路面径流等将对路侧动物的生存环境造成一定的污染；交通噪声、车辆灯光等则会对动物栖息与繁殖产生一定的不利影响，使部分动物在选择生境和建立巢区时回避路侧区域，造成评价范围内动物种类和数量的减少，这种影响与动物种类和其习性有关，一般高速公路的影响区域在 200m 范围内。

Wilcove(1985)在研究生境片段化对鸣禽的影响时发现，鸟巢被天敌破坏的比例与巢址距森林边缘的距离有关。森林边缘鸟巢被破坏的比率比距离边缘 600m 处高出约一倍。DeUnen(1995)研究了交通噪声与鸟类的繁殖密度关系，

经过对 43 种鸟类的观察研究得出，交通噪声可能影响鸟类的繁殖率，当鸟类栖息地昼夜 24 小时的等效连续 A 声级 Leq(24h)超过 50dB(A)时鸟类繁殖密度下降，下降率为 20-98%。

噪声预测显示，距路中心线 200m 处昼夜 24 小时的等效连续 A 声级 Leq(24h)基本上可以降至 58dB(A)以下，因此，公路营运期的噪声可能使这一范围内的敏感性鸟类迁往森林内部，而在距路中心线 200m 至 600m 的范围内，鸟类的密度也会低于森林内部。由于鸟类具有飞翔能力，公路营运对鸟类的影响较小。

（3）交通运行对动物的影响分析

项目营运初期，野生动物通过路面横穿公路的情况较多，尤其对于两栖爬行类动物而言，因此而死亡的几率较大；但经一定时间后，野生动物可逐渐熟悉经由涵洞、通道等穿越公路，使因交通致死的野生动物数量和几率大大降低；总体而言，交通致死导致评价范围内野生动物数量减少是有限的，不构成重大威胁。

营运期由于高速公路的封闭性，对动物活动形成一定的阻隔，使动物活动范围受到一定影响。本工程沿线人为活动较为频繁，基本无大中型兽类分布，因此对兽类影响不大。另外拟建公路约 78%段以隧道桥梁形式通过避开了对成片林地的破坏，因此相对而言，对兽类的影响更小。另外，拟建公路跨越沟谷地带、河流、小溪段基本以桥梁形式跨越，很大程度上避免了对两栖类动物活动的影响。

5.1.3.3工程建设对珍稀、特有动物的影响分析

（1）对国家重点保护野生动物的影响分析

评价区属国家 II 级重点保护野生动物有黑鸢、白尾鹞、鹊鹞、普通鵟、红隼、游隼、斑头鸺鹠、棕背田鸡和原鸡等 9 种。

黑鸢、白尾鹞、鹊鹞、普通鵟、红隼、游隼、斑头鸺鹠等均属于白天活动的猛禽，善飞翔，活动范围大，公路建设对其影响主要是噪声影响，施工噪声干扰会使他们远离施工区，在其他地方寻找新的活动觅食场所。而棕背田鸡和原鸡在场在疏林、荒野、农田、及水库边活动，公路建设将对他们的栖息地有影响。

上述保护鸟类的重要栖息和繁殖地大都为林地、灌丛环境，其觅食地主要为林地、灌丛，由于鸟类的飞行高度远大于路基和车辆高度，飞行距离远大于公路宽度，公路营运期对这些保护鸟类的栖息地和觅食地影响较小。

（2）对云南省保护野生动物的影响

评价区记录 1 种云南省保护野生动。赤麂 Muntiacus muntjak 主要在评价区主要栖息在山地、丘陵地区灌丛和低海拔阔叶林，草丛也是它常活动的场所，在山寨村旁，田园房角亦可发现其行踪。在施工与营运中，由于人类活动频繁，会使其远离项目建设区域。

（3）对 CITES 保护物种的影响分析

濒危野生动植物种附录 II 的物种有 8 种：树鹨、黑鸢、白尾鹞、鹊鹞、普通鵟、红隼、游隼、斑头鸺鹠。

树鹨主要在评价区森林、林缘灌丛、村寨附近活动，施工活动对其影响明显，可能导致数量下降。

其余物种的影响情况如前所述。

（4）对特有种的影响分析

评价区爬行类特有种有 1 种：八线腹链蛇，主要分布在农田及其沟渠，项目实施将会占用一部分栖息地，导致其生境减少。八线腹链蛇在草地、田地、沟渠、水塘附近活动。评价区两栖类特有种有 1 种：云南臭蛙。它们活动半径小，活动能力不强，而且分布范围及其有限，主要局限于水源附近，全线这样的生境很少，因此，项目实施对它们的影响有限。

（4）关于中国生物多样性红色名录物种的影响分析

虽然这两个红色名录在我国的法律层面不具有法律效力，但它们的评价等级也反映了工程评价区范围内各物种的生存状况，而且这些物种种群数量及生存状况普遍不容乐观，也反映了对它们保护的艰巨性和意义所在。所以，对这些动物本身的保护及对它们生存环境的保护必须引起施工方的高度重视。当然，如果项目从设计到施工各环节均采取了相应的保护措施，对这些物种的影响是可以降至最低的。

5.1.3.4工程建设与《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日第三次修正）的复合性分析

（1）《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日第三次修正）的相关规定如下：

第十三条 县级以上人民政府及其有关部门在编制有关开发利用规划时，应当充分考虑野生动物及其栖息地保护的需要，分析、预测和评估规划实施可能对野生动物及其栖息地保护产生的整体影响，避免或者减少规划实施可能造成的不利后果。

禁止在相关自然保护区域建设法律法规规定不得建设的项目。机场、铁路、公路、水利水电、围堰、围填海等建设项目的选址选线，应当避让相关自然保护区域、野生动物迁徙洄游通道；无法避让的，应当采取修建野生动物通道、过鱼设施等措施，消除或者减少对野生动物的不利影响。

建设项目可能对相关自然保护区域、野生动物迁徙洄游通道产生影响的，环境影响评价文件的审批部门在审批环境影响评价文件时，涉及国家重点保护野生动物的，应当征求国务院野生动物保护主管部门意见；涉及地方重点保护野生动物的，应当征求省、自治区、直辖市人民政府野生动物保护主管部门意见。

（2）符合性分析

本项目属于符合国家相关政策和路网规划的基础设施，工程沿线虽有 9 种国家级重点保护动物，工程建设不涉及保护动物的集中分布地或栖息地，也不涉及野生动物迁徙洄游通道，工程建设与营运将驱使沿线的野生动物到避离项目区域活动与栖息，但不会导致野生动物的种群数量和种群繁殖更新。综上所述，工程建设符合《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日第三次修正）的相关规定。

5.1.4小结

（1）本项目占地满足《公路工程项目建设用地指标》的规定，项目总体用地规模合理。

（2）拟建公路工程建设占地 258.8064hm^2，其中永久占地 186.8414m^2，临时占地 65.1822hm^2。整体工程永久占地 186.8414hm^2，其中以占用林地为主（134.9386hm^2），占永久占地的 72.22%；其次为耕地（35.8108hm^2），比例为 19.17%；其他农用地（3.2918m^2），比例为 1.76%；未利用地（5.5648 hm^2），比

例为 2.98%；建设用地（3.6316hm^2），比例为 1.94%；最小的是园地（3.6038hm^2），比例为 1.93%。工程占用的耕地、林地等，会改变沿线原有土地的功能，影响当地土地利用规划。工程临时性占用土地类型及其占临时用地的比例依次为占用林地的比重最大（62.9765hm^2），占临时占地的 96.62%；其次耕地（1.1076hm^2），比例为 1.70%；其次为园地（0.9256hm^2），比例为 1.42%；其次为其他农用地（0.1725hm^2），比例 0.26%；项目不占建设用地及未利用地。临时占地对地表及植被的损坏影响是短期的，无水土保持制约性因素。临时占地后期最大可能的恢复原地貌，对原有土地类型基本无影响。

（3）对植被及植物的影响：

①对植被的影响

主体工程区占用的面积将是永久改变土地属性的面积，占用自然植被中占地面积最大的是暖温性针叶林，以下依次为暖温性灌丛和落叶阔叶林。经分析工程永久占地所损失的各类自然植被在评价区自然植被同比的占比较小，工程建设不会导致评价区乃至项目所在地的各类自然植被的类型衰退甚至消失，这部分占地的自然植被在工程下阶段优化工程建设内容以及后期选用乡土树种进行生态修复的基础上可得到进一步有效的减缓。工程建设要永久占用部分人工植被，工程永久占用的人工植被中，水田面积最大。评价区内的人工林有要分布在沿线各个地段及部分村寨边，受影响面积不大，为当地老百姓日常用材的主要来源，面积不大，且分布较散，受工程影响也较小。

临时工程区占地中 52.98hm^2 为天然植被，自然植被面积最大的为暖温性灌丛，其次是暖温性针叶林和落叶阔叶林。在施工过程中，临时占地通过对地表植被的清除，以及材料、弃土等的堆积导致原有植被的死亡。其中施工营地在路途的建设所伴随的各种人为活动及施工人员的践踏和施工车辆的碾轧，以及施工人员在生活过程中砍柴、取水、做饭等活动将对周边的生境产生较为显著的影响，但对施工人员进行科学教育，并加强施工人员的管理和监督，并严格控制施工区域，避免施工人员和车辆对生态环境造成不必要的损害和破坏。

②对植物的影响

评价区共发现 1 种国家级保护植物金荞麦，位于农田旁，本次调查在项目占用区发现。工程建设则会对金荞麦的种群有一定影响，但是并未造成该物种

在项目区域、云南和全国的消失。未发现省级保护野生植物。评价区未发现极危和濒危物种，近危 6 种、易危 2 种。其中拟建公路影响的物种有滇紫草、云南油杉、垫状卷柏和怒江红山茶，这 4 个物种在评价区有大量分布，不会造成其在评价区、云南省和中国的消失。

评价区调查发现 6 株黄连木古树，均在村寨分布，未被项目占用，楚雄市东南绕城高速公路建设对 6 株古树无影响。

评价区未发现极小种群。

本工程评价区分布 2 种云南特有植物、61 种中国特有植物。公路工程建设对他们都会造成较大的影响。在项目建设过程中，特有植物中的部分个体将会受到工程施工的占地直接影响，其个体数量会有所减少。由工程建设不会造成某个物种消失。而且，这些云南特有植物、中国特有植物在保护区内分布较广，所以，该工程建设不会明显影响其种群生存和繁衍，影响为中低度影响。

（4）对野生动物的影响：

①对野生动物的影响：评价区记录兽类 6 目 11 科 23 种，以小型兽类为主；评价区记录鸟类 14 目 38 科 122 种，主要以雀形目为主；评价区记录爬行动物 1 目 6 科 13 属 16 种，主要为通常所说的蜥蜴类和蛇类；评价区记录两栖动物 1 目 5 科 6 属 12 种，受工程影响的主要是泽蛙和黑眶蟾蜍等；项目施工期对野生动物产生过多或少、或大或小的影响是必然的，也是不可避免的。但是，由于高速公路呈狭长的带状分布，所涉及的区域与整体生态系统相比比较狭小，所以这种影响总体上范围较小，程度有限。而且整个施工区的环境与施工区以外的环境十分相似，施工区范围内的野生动物较容易就近找到新的栖息场所，这些野生动物不会因为工程的施工扰动栖息场所而死亡，种群数量也不会有大的变化，但施工区两侧的野生动物密度会有明显降低。施工人员及施工机械、车辆的噪声将迫使评价区野生动物离开拟建公路附近区域，施工人员集中爆破和机械噪声对森林动物中的林栖鸟类以及在林地中栖息的豹猫等的影响较大。

②对鱼类的影响：评价区沿线河段记录鱼类 4 目 6 科 15 属 17 种，公路施工会对评价区河段的鱼类产生一定程度的不利影响，但评价区无重点保护、珍稀濒危鱼类和集中式的鱼类“三场”分布；通过施工污水禁止直接排入河流、

运营期间、设置桥面污水径流收集处理系统、设置泥浆池及沉淀池、设置禁捕警示牌等减缓保护措施，不会导致在评价区河段生活的鱼类物种消失或灭亡，也不会导致其种群数量显著下降，且影响不大。施工结束后，随着扰动的结束，生活在评价区河段中的鱼类的种群数量也将得到恢复。环评建议施工期安排在枯水季节，减少对鱼类分散的产卵场构成的影响。

5.2 景观环境影响评价

5.2.1施工期景观环境影响分析

5.2.1.1主体工程施工对景观环境的影响

（1）路基工程

拟建绕城高速公路沿线主要有集镇与村落、人工农田、山地森林、河流谷地等。拟建公路地处山岭重丘区，地形起伏较大，公路路基工程高填深挖，将严重破坏征地范围内的地表植被，形成与施工场地周围环境反差极大、不相融的裸地景观，从而对施工场地周围人群的视觉产生极大冲击。尤其是高填深挖路段，对人的视线形成阻断影响。更为严重的是，由于对地表植被的完全破坏和工程区土壤的扰动，在雨季松散裸露的坡面易形成水土流失，导致区域土壤侵蚀模数增大，对下游植被和水体产生影响，从而对区域景观环境质量产生影响。而在旱季，松散的地表在有风和车辆行驶时易形成扬尘，扬尘覆盖在施工场所以外植被表面，使周围景观的美景度大大降低。根据环境现状调查可知，拟建公路沿线经过地区多为乡村田园景观，大量的施工机械和人员进驻给原有的田园景观环境增添了不和谐的景色。

（2）桥梁工程

桥梁工程施工尤其是跨地表水体桥梁下部结构施工对水体的颜色、浊度、流速、水质产生影响，从而使水体景观的阈值进一步降低。根据地表水环境现状调查结果可知，拟建公路共有 13 座跨河（湖）桥梁，桥梁工程施工对跨越河流景观的影响较大，而该河流均为小、中型河流，桥梁工程施工对其景观环境影响较小。

（3）隧道工程

隧道洞口工程施工时将破坏洞口表面植被和地表土壤及岩层的稳定性，形

成与洞口周围原有景观不和谐的疮疤，同时由于土壤和岩层被扰动，易形成水土流失，因此，洞口下游一定范围内的景观环境的美景度将因洞口开挖而受到影响。

5.2.1.2弃渣场对景观环境的影响

工程共设置 8 处弃渣场，弃渣场的设置将直接破坏选址的原地形地貌及植被，弃渣形成突兀、不规则的堆状物，与周围景观形成反差，同时弃渣运输作业过程中，旱季容易形成扬尘，雨季容易产生土壤侵蚀，对周围景观产生破坏和影响。

为减缓营运期弃渣场对道路景观的影响，设计单位应优化弃渣场选址，优先选址于于低凹地带，同时采用合理的绿化、复垦措施，以降低弃渣后造成的视觉影响。项目施工中必须严格执行水土保持方案提出的防护措施，弃渣结束后，顶面（除复垦外）和坡面应采取相应工程和植物措施进行平整、覆土和绿化，尽量降低弃渣造成对景观不利影响。

5.2.1.3临时工程设施对景观环境的影响

施工期临时工程设施主要包括施工便道、施工生产生活区等。

根据设计资料及结合实地调查，本工程尽可能利用周边现有道路，仅在部分隧道洞口处和立交处及弃渣场处设计施工便道。其对景观的影响主要表现为易产生扬尘污染。

拟建公路沿线村庄居民点较多，施工生产生活区尽量租用当地民房，其对景观环境的影响较小；同时施工期排放出的生活污水若不经处理而直接排放，容易对水体产生污染，影响水体景观环境质量；拌合站排放出烟尘和沥青烟，对区域景观环境形成不和谐的空气污染。且产生的生活垃圾和建筑垃圾若随意存放，将对周围景观环境产生影响。

5.2.2运营期景观环境影响分析

5.2.2.1路基工程对自然景观的切割影响

（1）一般路基段

拟建绕城高速公路完成后，路基工程对沿线原本连续的自然景观环境形成切割，使其空间连续性被破坏，最严重的是切割山坡、林地，使绿色的背景呈

现出明显的人工痕迹。项目沿线的景观类型主要为山地森林景观和河流峡谷景观，而山地森林景观的敏感性较高，阀值较低，公路路基工程对其切割影响较显著。工程施工后应尽量恢复开挖回填边坡的植被，工程对沿线自然景观的切割影响降到最低。

（2）深挖高填段

根据《施工图设计》统计，本项目深挖高填路段共计 121 处，总长约 14.884km，项目深挖高填路段形成的边坡及防护工程设施很难同周边自然环境相协调，降低陆域景观的观赏性；从影响程度来看点比段小，填比挖轻。

深挖路段：深挖路段主要是那些由于地质、坡陡的限制，深挖护坡不得不使用浆砌石片或混凝土作护坡，这样的护坡与青山绿水的自然背景非常不相称、不相融，给行人带来的视觉冲击很大。本次评价要求尤其位于山区沟谷、森林景观的深挖护坡，要进行与环境相融的美化设计。

高填路段：主要是由于高填边坡挡住公路沿线的居民以及旁道行人的视线，从而而造成视觉冲突。

本次评价要求应结合自然环境、经济条件、公路构造物的特点，因路制宜分段进行景观与绿化设计，形成同自然景观相协调的建筑群体；同时，应充分利用绿化以缓解因修建公路给沿线带来的影响。结合车速与视点不断移动的特点，考虑视觉与心理效果，做到尽量与周围景观、自然环境相协调；采取以上措施后拟建公路弃渣场设置对沿线景观影响相对较小。

5.2.2.2弃渣场对景观的影响

拟建公路工程全线土石方量较大，将不可避免地在公路沿线两侧一定范围内设置弃渣场；弃渣场的土壤较为贫瘠、保水保肥能力差，植被完全恢复需要较长的时间，因此，在营运近期，弃渣场与周围景观环境在色彩、形态、质感等方面差别较大，对行车者的视觉冲击较大。

景观距离视点的距离越近、相对坡度越高，景观的敏感性就越高，对人的视觉冲击就越大，为减缓营运期弃渣场对公路景观的影响弃渣场应尽量远离道路，同时采用合理的绿化措施，降低弃渣后造成的视觉影响。弃渣场 8 处，部分弃渣场距离公路较近，对视觉影响相对较大，应采用积极的绿化美化措施使其回复的效果和周围景观更为接近，由于弃渣场弃渣完成后均有相应的植被绿

化和复耕措施，因此，拟建公路弃渣场设置对沿线景观影响相对较小。

5.2.3对景观环境敏感保护目标的影响分析

5.2.3.1对集镇与村落景观的影响

为减缓主线路段对集镇规划区景观的影响，应重点针对上述路段的线位采取遮掩措施或对公路构筑物进行专门的景观设计，建议加强公路用地范围外一定距离内的绿化工作，建议在路侧种植高大的乔木，使公路与集镇规划区之间形成一道绿色屏障遮挡，减缓其景观的影响。拟建公路涉及集镇规划区路段绿化景观规划从整体风貌景观出发，合理规划植物配置、小品、广告位的设置，力图从整体上取得良好的城市景观边界，为市民、旅游者、过境人流提供优美的视域，从而提高城市、集镇的整体形象。线形景观植物选择与色彩搭配。作为道路绿化的线形景观不应只有单一的色彩，而应采用不同色泽的植物绿化进行合理的搭配，才能得以从绿色的背景中衬托出来。应对大部分线形景观选用一些色彩较为纯净的矮小灌木进行配置。在色彩线形体系搭配上，结合人们对不同色彩的感受，进行合理的选择和布置。同时为打破线形景观的单调性，在竖向景观上以变色灌木加以点缀，增加景观的可观性，线形景观的植物以本地植物为主，适当考虑名贵的四季花卉，以造四时之景。

5.2.3.2对农田景观的影响分析

拟建公路路段穿越人工农田景观区，其敏感性相对较低，阀值较高，营运期对其影响一般。

5.2.3.3对森林景观的影响分析

拟建公路山地森林景观带广泛分布，营运期公路上各种构筑物色彩形态、质地将与绿色植被形成反差，公路与山地森林景观的相融性变差，从而对路外观景者的视觉形成冲击，景观环境的敏感性进一步增强，对该类景观环境的质量产生一定程度的影响，因此，应加强公路构筑物的景观设计，增强公路构筑物与森林景观的相融性。同时，需加强该路段水土保持措施及防护工程措施，避免因工程开挖，造成过多景观破坏。

5.2.3.4对河流地景观的影响分析

营运期公路段对河流地景观的影响主要表现为跨河路段对河流水体的景观

视觉分割影响，因此应加强桥梁型式、色彩等景观美学设计，使桥梁较好地融入河流景观环境中，营造新的特色景观。

根据景观环境现状调查与评价结果，在下一阶段设计中，应重点针对跨河桥梁对水体的景观视觉分割影响，因此应加强桥梁型式、色彩等景观美学设计，使桥梁较好地融入江河景观环境中，营造新的特色景观。

工程建设过程中极易发生弃方堵塞河道等现象，不仅严重影响了水体功能，而且对景观也造成了破坏，必须采取严格的保护措施以避免这种情况发生。

5.2.3.5公路构筑物对景观环境的影响

拟建公路建成后，公路路线、桥梁、隧道、收费站等构筑物将改变沿线传统的视觉环境，使沿线居民的景观环境受到影响。高大的路堤阻挡沿线居民的视野，体量庞大的现代化桥梁使曾经使辉煌壮观的古代桥梁相形见拙，高大的立交桥占据整个视觉空间或景观节点，阻断景观廊道或遮挡城市或山峦空间轮廓线等，都造成景观影响。

现阶段施工图设计较初设阶段，研究了公路桥梁、隧道、停车区、互通立交周围的景观环境现状，开展了景观设计，使这些构筑物形状、色彩、质感、体量与周围环境相协调，使公路内部景观融入外部景观，降低对周围景观环境的影响。

5.2.4景观影响小结

拟建公路沿线涉及集镇与村落景观、农田景观、森林景观、河流谷地景观等多种景观类型，其中稀树灌木草丛景观和梯田景观路段具有较高景观美学价值，项目实施会对现有景观造成切割性影响，现施工图阶段已加强涉及路段景观设计和线型设计，将不利影响降低到最小的同时，增强公路构筑物与沿线景观的相融性。

5.3 地表水环境影响预测与评价

本项目施工期对沿线地表水体的影响主要包括跨河桥梁基础施工对水体水质的影响，沿河路段施工对周边水体的影响，施工营场地生活污水排放对周边环境的影响，隧道施工废水对周边环境的影响，预制厂及拌合站生产废水排放

以及建筑材料运输与堆放对水体的影响等。

项目建设不涉及饮用水水源保护区，项目与周边饮用水水源保护区位置关系如下表。

表 5.3-1 项目与周边饮用水水源地保护区位置关系表

水源地名称	级别	工程与水源地位置关系
罗其美水库饮用水水源地保护区	千吨万人	项目线路位于保护区外，不涉及径流区，与保护区最近距离约为 10.77km
自家冲水库饮用水水源地保护区	千吨万人	项目线路位于保护区外，不涉及径流区，与保护区最近距离约为 4.95km
落花冲水库饮用水水源地保护区	乡镇级	项目线路位于保护区外，不涉及径流区，与保护区最近距离约为 6.58km

5.3.1施工期对地表水环境的影响评价

5.3.1.1施工驻地生活污水对地表水环境的影响

公路工程生活污水主要来源于各施工营地，其中主要是施工人员就餐和洗涤产生的污水及粪便污水。根据第 3.3.1 章源强计算，单个施工营地施工人员每天产生的生活污水量约 1.6t，8 个施工驻地共 12.8m^3/d。施工人员排放的生活污水各污染物排放量见表 5.3.1-1。

表 5.3.1-1 施工期生活污水产生量

排放量（m^3/d）	BOD_5（kg/d）	COD（kg/d）	氨氮（kg/d）	SS（kg/d）	石油类（kg/d）	动植物油（kg/d）
12.8	3.2	6.4	1.024	7.68	0.128	0.512

上述污水如果未经处理直接排入附近水体，将会对其功能产生一定影响，因此必须对生活污水实施处理。根据设计及水保资料，本项目全线设置 8 处施工驻地，在施工营场地设旱厕，粪便用于肥田。其余食堂、洗漱、清洗等污水经隔油、沉淀后回用于场地洒水抑尘或周围林地、灌木丛或草地的浇水。禁止向沿线水体倾倒、排放生活污水。采取上述措施可有效减轻施工期生活污水对水环境的影响。

5.3.1.2施工作业生产废水的影响

施工生产废水主要来自工程沿线设置的施工营场地、预制厂、拌合站等处，这些污水污染物浓度较高，若是不经处理直接排入河流或排入附近山坡遇

暴雨进入河道，均会对水质造成影响。

在沿线各施工营场地（共 11 个）设三级沉淀池（有效容积不小于 20m^3），施工生产废水由沉淀池收集，经沉淀处理后，回用于施工营场地及周边道路洒水抑尘及施工生产工序，不外排。项目施工作业对水环境的影响可以接受。

5.3.1.3施工期含油污水对水环境的影响分析

施工期含油污水主要来源于施工机械的修理、维护过程及作业过程中的跑、冒、滴、漏。其成分主要是润滑油、柴油、汽油等石油类物质，这类物质一旦进入水体则漂浮于水面，阻碍气水界面的物质交换，使水体溶解氧得不到及时补给，如进入农田则会严重影响农作物的生长。此类石油类物质回收，按照危险废物运输和处置。

5.3.1.4桥梁施工对地表水的影响分析

项目全线主线共设桥梁 23 座，总长共 9554.8m（其中，有 3 座桥按单幅计，即卡利大桥、上土坡大桥、大保山大桥按单幅计）。若全按单幅计，主线共设桥梁 35 座，总长共 14509.06m，其中，大桥 31 座，共 14202.98m，中桥 4 座，共 306.08m，涵洞 12 道。楚雄南连接线共设大桥 1 座长 156.08 米，涵洞 7 道。大马军连接线共设桥梁 5 座共 1024.32 米，其中大桥 4 座共 928.24 米，中桥 1 座 96.08 米，涵洞 6 道。子午连接线共设中桥 1 座 41 米，涵洞 6 道。分析影响主要来自桥梁施工作业的生产污水和施工人员的生活污水两个方面。施工作业引起的生产污水包括大桥建设过程中的钻孔污染水和含油污水。

本项目跨河路段共 13 座桥，不涉及涉水桥墩；各跨河桥梁与相应地表水体情况见表 5.3.1-2。

表 5.3.1-2 项目主要跨水体桥梁地表水体情况一览表

序号	跨越水体	桥梁名称	桥梁起止桩号	桥梁全长 m	上部构造	下部构造		跨越处河宽（m）	水中桥墩数	水质标准
						桥墩	桥台			
1	阿家河	云甸互通	CK125+497 ~CK124+592（拼宽桥）	58	预应力混凝土 T 形梁+预应力混凝土现浇箱梁+钢箱	柱式墩、桩基础	桩柱式台，桩基础	0.7	/	II 类

					梁					
2	小箐河	卡利大桥	K4+913.96 ~ K5+130.04	216.08	预应力混凝土T形梁	柱式墩、桩基础	桩柱式台，桩基础	1.0	/	Ⅱ类
3	打苴河	下土坡大桥	K5+317.96 ~ K5+804.04	486.08		柱式墩、空心薄壁墩、桩基础	桩柱式台，桩基础	1.0	/	Ⅱ类
4	樟木箐	上土坡大桥	K6+210.96 ~ K7+207.04	996.08		柱式墩、桩基础	桩柱式台肋板台，桩基础	0.8	/	Ⅱ类
5	大坡河	楚雄南互通立交	楚雄南互通立交 K10+850 ～K12+200	1216.6	预应力混凝土T形梁	柱式墩、桩基础	桩柱式台，桩基础	1.1	/	Ⅲ类
5	铃铃小河	关沟大桥	K15+158.96 ~ K16+047.00	888.04	预应力混凝土T形梁	柱式墩、空心薄壁墩、桩基础	桩柱式台,重力式台，扩大基础、桩基础	0.9	/	Ⅲ类
6	大兴坝（水库）	上各邑1号大桥	K16+698.96 ~ K16+825.04	126.08	预应力混凝土T形梁	柱式墩、桩基础	桩柱式台、桩基础	21~23	/	Ⅲ类
7	倮倮冲（水库）	上各邑2号大桥	K17+044.96 ~ K17+591.04	546.08		柱式墩、桩基础	桩柱式台、桩基础	7.9	/	Ⅲ类
8	倮倮冲	邓家冲1号大桥	K17+859.96 ~ K18+258.00	398.04		柱式墩、桩基础	桩柱式台、桩基础	0.7	/	Ⅲ类
9	马军小河	邓家冲2号大桥	K18+409.96 ~ K19+058.00	648.04		柱式墩、空心薄壁墩、桩基础	桩柱式台、重力式台、扩大基础、桩基础	0.7	/	Ⅲ类
10	青龙河	甸尾大桥	K24+400.96 ~ K25+307.04	906.08		柱式墩、桩基础	桩柱式台、桩基础	7.3	/	Ⅲ类
12	垮去河	此苴特大桥	K26+632.360~ K27+700.440	1068.08	预应力混凝土T形梁+现浇箱梁+钢箱梁	柱式墩、空心薄壁墩、桩基础	桩柱式台,桩基础	0.6	/	Ⅲ类
13	以口小河	子午互通匝道桥	子午互通匝道桥 B20+078.718 ~2K0+569.798	246.08	预应力混凝土T形梁	柱式墩、桩基础	桩柱式台,桩基础	0.8	/	Ⅲ类

涉水桥梁施工期对河流水质的污染主要来自两岸引桥桥梁基础施工的泥

沙、施工作业的生产、生活污水几个方面。

桥梁上部施工采用连续 T 梁+简支 T 梁施工工艺，桥梁上部结构可就近进行预制，桥梁利用路基或立交场地进行预制，部分地段场地不能满足的，需设置预制场。

桥梁基础施工主要采用钻孔灌注桩施工及挖孔桩基础施工工艺，钻孔作业前应开挖好泥浆池（有效容积不小于 20m^3）和沉淀池，灌桩出浆进入泥浆池进行土石的沉淀，沉淀后的泥浆循环利用，废泥浆进入沉淀池。桥墩桥台可就地砌筑或浇筑施工。扩大基础的，在施工时注意扩大基础的边坡防护。

桥梁施工期间，对水环境的影响源于桥梁基础施工的泥沙、施工作业的生产、生活污水。

桥梁基础施工中产生的钻渣和废水等未经处理就直接排入周边地表水体，将对水体的水质产生较明显的影响，尤其是山区跨河桥梁施工，由于两侧岸坡较陡，如果不加强临时拦挡措施，桥梁基础施工中产生的钻渣更易顺坡滑溜进入河流中，从而对河流水质产生污染。

本项目桥墩不涉及水体，桥墩周围基础开挖拟产生弃渣，采用钻孔桩等施工，钻孔阶段拟产生泥浆废水，通过将泥浆抽到沉浆池沉淀，泥浆回用，渣体干化后运至弃渣场堆放。同时，桥梁施工作业完毕后，要清理施工现场，以防施工废料等随雨水进入河中。同时应加强管理，施工材料如沥青、油料、化学品等的堆放地点应远离河床，并备有临时遮挡的帆布，防止雨水冲刷。废弃机械油料和废油要及时回收后进行处理，遗漏在土壤中的机械油料和废油要回收并按照。《危险废物贮存污染控制 标准 》（GB18597 -2023 ）进行临时储存，然后交由具有危险品回收及处置资质的单位进行处理。

5.3.1.5伴河路段路基施工对水体影响

拟建公路临河路段情况一览表详见表 5.3.1-3。

表 5.3.1-3 工程沿河路段统计表

序号	起讫桩号	长度(m)	河流名称	水体与路线关系
1	云甸互通 K0+000～K1+115	3200	阿家河	桥下左、右侧 10~200m
2	K6+550~K7+520	970	樟木箐	路、桥下右侧 5~35m
3	K17+477~K18+013	536	倮倮冲	路、桥下右侧 10~147 m
4	K18+013~K18+675	662		路、桥下左侧 30~180 m
5	LDK1+850~LDK3+377	1527	中石坝大沟	路、桥右侧 97~200m

合计	6895		-

注：云甸互通匝道桥不计入全线总长内

本项目少部分线路是沿河进行修建，工程线路总长 36.311km，其中沿河路段长 3.695km，占路线长度的 10.18%。根据山区高速公路工程现场调查，施工过程中地势较平缓路段（坡度小于 5 度）开挖土石方滚落范围一般为下边坡 5m 范围内，地势陡峭路段开挖土石方滚落范围一般为下边坡 10～50m 范围，本项目沿河路段一般坡度达到了 25 度，根据调查施工过程中若不采取一定的防护措施，开挖的土石滚落范围可达到 50m 及以上，就有可能进入沿线河流水体，将会使水体悬浮物固体（SS），总溶解性固体（DS）大量增加，水体浊度大大增加，对水质造成一定影响。

伴行各河流路段路基施工时应注意保护河流水质，施工便道、施工场地等设施应尽量远离河流一侧。同时施工人员施工时应加强环保意识宣传，严禁向河流中倾倒生活垃圾和建筑垃圾。严格遵守上述要求，伴行河流路段建设对河流的影响可以降到最低。

5.3.1.6隧道施工对地表水的影响分析

隧道施工采用施工废水与隧道涌水分开排放的原则。

（1）隧道施工废水

隧道施工工序包括岩石打孔、松动爆破、碎石清理、隧道壁修整、衬砌和锚固。其中在岩石打孔、隧道壁修整、衬砌和锚固过程中，有施工废水的产生。隧道施工废水由地下出水和施工浆液混合后形成，径流中含带有炸药爆炸后的残余或残留物，出水一般呈浑浊态，实验证明，由于隧道出水含有水泥成份，其中所含 CaO、SiO_2 等具有混凝效果，在静止态会很快沉淀，且沉淀后出水效果良好，目前公路施工一般采用干法喷浆，这样，项目隧道施工过程中洞内不会出现隧道施工废水或产生较小的施工废水。

根据文献资料（杨斌，等. 公路隧道施工废水处理工艺探讨. 公路交通技术 2008 年 12 月第 6 期.）：公路隧道施工废水中主要超标污染物为 SS，其 pH 呈碱性，主要是由于注浆主体材料水解产生的硅酸三钙、硅酸二钙、氢氧化钙等均呈碱性，这些物质溶解在水中造成 pH 升高，但大部分都在允许排放指标之内；其余如 COD、氨氮、石油类等污染物含量均满足《污水综合排放标准》

（GB8978-1996）一级标准。隧道施工废水对水体造成影响的主要污染物为SS，SS 浓度过高会降低水体的透明度，导致水体浊度的波动，影响水体景观，水体中 SS 浓度过大，会改变植物、无脊椎动物、脊椎动物的结构和生长，根据国外的研究资料显示，SS 浓度超过 2000mg/L 就会造成龄鱼死亡，从而直接对水生生物产生影响。

根据工程施工图设计说明，拟建高速公路的 4 座隧道洞身岩性主要为泥岩、粉砂岩、泥灰岩、泥质粉砂岩等，爆破后施工出水主要含硝酸盐、SS、石油类，隧道施工期应在隧道洞口设置沉淀池作为基本处理措施，隧道施工废水经沉淀处理后回用于洒水降尘，废水不外排，不会对周边水环境产生影响。

（2）隧道涌水

项目隧道施工期存在涌水的可能，隧道涌水主要为隧道岩层渗水，较为清洁，主要污染物是 SS，一般经沉淀处理后可达到《污水综合排放标准》一级标准。为避免隧道涌水污染沿线地表水质，环评要求在可能发生涌水的隧道口设置沉淀池，隧道涌水经沉淀处理，沉淀的底泥泥浆定时清运至弃渣场，上清液再利用（如用于施工涌水及施工场地的洒水降尘）；回用不完的处理达到《污水综合排放标准》一级标准后，就近排入隧道附近沟箐（禁止排入 II 类水体），通过箐沟汇入沿线地表水体。隧道涌水经沉淀处理后对沿线地表水环境影响很小。

公路隧道施工废水排放去向及处置措施详见表 5.3.1-4。

表 5.3.1-4 高速公路隧道施工废水排放去向表

<table>
<tr><th>序号</th><th>隧道名称</th><th>隧道起点-隧道止点</th><th>长度(m)</th><th>施工废水处置及利用措施</th><th>排放去向</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">卡利隧道</td><td>左线：ZK2+100～ZK4+045</td><td>1945</td><td rowspan="2">隧道进出口两端均设置沉淀池（有效容积 100m^3）对隧道施工废水进行收集处理后部分回用于隧道掘进降尘，剩余部分由负责施工标段的项目部安排洒水车进行抽取用于施工道路、料场洒水降尘</td><td rowspan="2">全部回用</td></tr>
<tr><td>右线：K2+082～K4+015</td><td>1933</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">上土坡隧道</td><td>左线：ZK7+528～ZK10+170</td><td>2642</td><td rowspan="2">进出口两端均设置沉淀池（有效容积 150m^3）”，施工废水沉淀后部分回用，剩余达标排放</td><td rowspan="2">临时管道接至大坡河排放</td></tr>
<tr><td>右线：K7+520～K10+200</td><td>2680</td></tr>
<tr><td>3</td><td>塔普隧道</td><td>左线：ZK13+220～ZK13+975</td><td>755</td><td>隧道进出口两端均设置沉淀池（有效容积 30m^3）对隧道施工</td><td>全部回用</td></tr>
</table>

		右线：K13+150～K13+970	820	废水进行收集处理后部分回用于隧道掘进降尘，剩余部分由负责施工标段的项目部安排洒水车进行抽取用于施工道路、料场洒水降尘	
4	耳东屯隧道	A5ZK19+030～A5ZK19+915	885	隧道进出口两端均设置沉淀池（有效容积 20m³）对隧道施工废水进行收集处理后部分回用于隧道掘进降尘，剩余部分由负责施工标段的项目部安排洒水车进行抽取用于施工道路、料场洒水降尘	全部回用
		A5YK19+045～A5YK19+965	920		

本项目隧道施工废水经沉淀处理后回用于施工及洒水降尘，剩余部分排放到附近箐沟及河流之中，主要排放隧道涌水的下游地表水体主要为大坡河，大坡河为 III 类水体，项目废水排放涉及的下游河段水体无划定的饮用水取水点，项目施工废水的排放不会对下游取水点造成较大影响。

5.3.1.7构件预制场混凝土搅拌废水的影响

构件预制场和拌合站用于制造桥涵等工程所需的各种规格的预制构件及路面工程基层水泥稳定碎石的拌合，在搅拌混凝土的生产过程及制作预制构件时会有废水产生，以混凝土转筒和料罐的冲洗废水为主要的表现形式。混凝土生产废水具有悬浮物浓度高、水量小、间歇集中排放等特点。

根据工程设计及水保资料，本项目共设置 2 处拌合站、3 处湿喷站和 8 处预制场。根据有关资料，混凝土转筒和料罐每次冲洗生产的污水量约 0.5m³，SS 浓度约 5000mg/L，pH 值在 12 左右，废水污染物浓度远超过了《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准限值的要求，因此，混凝土拌合站和预制场产生的生产废水需要设沉淀池集中处理，处理后的尾水回用，不得直接排放。

环评要求构件预制场混凝土搅拌场内设置多级沉淀池，对搅拌车冲洗废水进行沉淀处理，沉淀后的废水回用，用于场地冲洗。同时，场地内设置有导水沟，冲洗水部分蒸发，剩余冲洗水经导水沟进入沉淀池。因此，搅拌站废水均经沉淀处理回用，不外排。对于沉淀池内的沉积物，定期清掏清运，确保多级沉淀池的正常运行。拌合站施工废水的处理工艺流程如下。

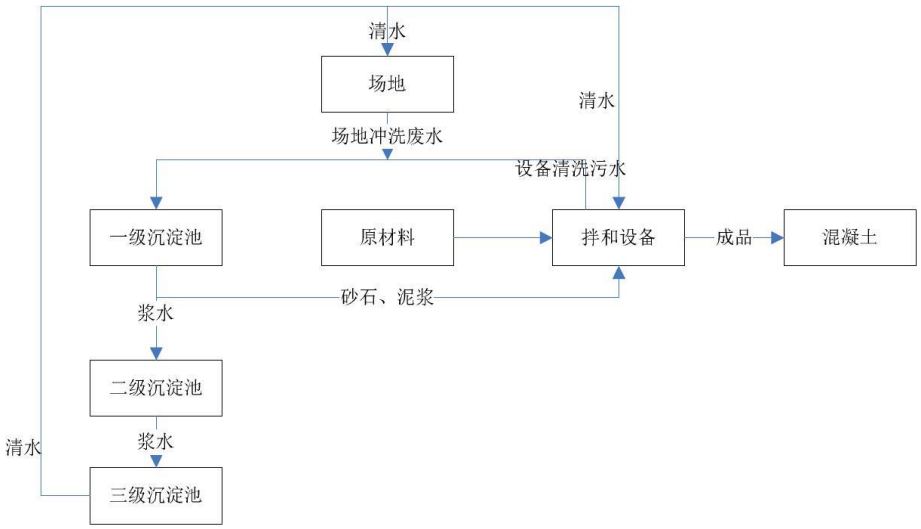


图 5.3.1-1 拌合站施工废水的处理工艺流程图

废水流入沉淀池，第一级沉淀做污水的初次沉淀，将大颗粒的物质通过重力沉降沉淀下来，经沉淀后打开封堵，通过通水沟槽排放上层清水到二级沉淀池；第二级沉淀池用来做进一步的沉淀，去除相对较小的颗粒物，待沉淀完全后，经水沟将清水排放到三级沉淀池；第三级沉淀池是临时存放经过处理的清水；根据废渣的沉积量，不定期安排专人对每个沉淀池中的废渣集中清理。三级沉淀池示意图见图 5.3.1-2。

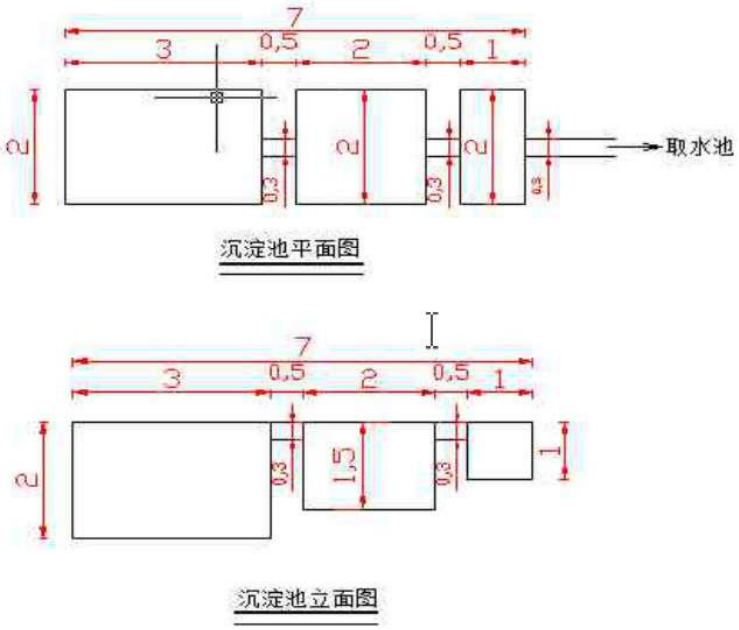


图 5.3.1-2 三级沉淀池示意图

图 5.3.1-2 中一级沉淀池的尺寸为 3m×2m×2m，容量为 12m^3；二级沉淀

池的尺寸为 2m×2m×1.5m，容量为 6m^3；三级沉淀池的尺寸为 1m×2m×1m，容量为 2m^3；各沉淀池间用 30×30cm 的水沟（水管）连接。图 5.3.1-2 中沉淀池的设计尺寸参考国内条件成熟的拌合站的设计资料，其拌合站日最大拌合量为 500m^3、最大排污量为 20m^3。本项目在实施和设计沉淀池尺寸时可根据拌合量和实际污水产生量进行调整。

5.3.1.8建筑材料运输与堆放对水环境的影响

路基的填筑以及各种筑路材料的运输等均会引起扬尘，扬尘飘落到路侧的水体中会对水体产生一定的影响。施工时需要的物料堆放在河岸，若管理不严，遮盖不密，则在雨季和暴雨期受雨水冲刷进入水体从而污染水体；施工区内含有有毒物质的材料如沥青、油料、化学品等物质，如果保管不善被雨水冲刷进入水体会对水体造成较大危害。因此，施工开始前应首先开挖两侧排水沟，保证路面径流不会影响河流的水质；施工作业完毕后，要及时清理施工现场，以防施工废料等随雨水进入河中；同时应加强管理，施工材料如沥青、油料、化学品等的堆放地点应远离河床至少 150m，并备有临时遮挡的帆布，防止雨水冲刷；车辆行走时尽量放低车速，减少扬尘的飘散。

5.3.1.9施工垃圾对水环境的影响

桥梁施工过程中产生的建筑垃圾和生活垃圾若随意丢弃在河道中将影响河流水质，垃圾集中堆放，施工完毕后运走，严禁施工人员向河流中倾倒生活垃圾和建筑垃圾。

5.3.2营运期对地表水环境的影响评价

5.3.2.1沿线设施污水

项目设置停车区 1 处（左右）、收费站 3 处（其中楚雄南收费站管理用房与监控通信分中心、养护工区、隧道管理所、交警及路政用房合建）。沿线停车区、收费站等附属设施较为分散，且无污水管网，生活污水无法进入城市污水处理及排放系统，因此，需要设置污水处理设施将污水处理达标后回用，不外排。

（1）宝山屯停车区生活废水（双侧，建设内容一致，环评考虑一侧的计算）

宝山屯停车区正常开放情况下，停车区常驻管理服务人员和过往驾乘人员会

产生生活污水，产生量为 6.789m^3/d（其中餐饮部分废水量为 0.126m^3/d），生活污水经管网收集经隔油池（有效容积 1m^3）、化粪池（有效容积 15m^3）预处理，进入生活污水处理站，设计选用一体化污水处理设备，处理规模 15m^3/d，经生一体化污水处理设备处理满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中绿化标准要求全部回用不排外。

①隔油池规模为 1m^3（1>0.126），能够保证餐饮废水水利停留时间超过 1h，隔油池设置合理。

②化粪池容积为 15m^3（15>6.789），能够保证每天生活废水水利停留时间超过 24h，同时还有 2 倍的安全系数，化粪池设置合理。

③宝山屯停车区的污水总产生量为 6.789m^3/d，污水处理站的处理规模为 15m^3/d（15>6.789），同时还有 2 倍的安全系数，污水处理站规模设置合理。

废水不外排可行性：

①从污水处理站处理规模上看：污水处理站的处理规模为 15m^3/d，考虑了 2 倍安全系数，能完全处理产生的生活污水，污水处理设置可行；

②从出水水质上看：根据项目所处环境特点，环评提出生活污水采取 AO+MBR 法一体化污水处理装置处理，根据已通过环保验收的多条高速公路实测的数据，AO+MBR 法一体化污水处理装置处理后的出水水质能达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的城市绿化、道路清扫标准，从水质上看，AO+MBR 法一体化污水处理装置可行。

③从回用水去向上看：宝山屯停车区总用地面积 2hm^2，总建筑面积 2070m^2。服务区绿化面积 6000m^2；除建筑及绿化外的其余区域为水泥硬化，服务区硬化面积 11930m^2。

根据《云南省地方标准　用水定额》（DB53/T 168-2019），绿化管理用水定额 3L（m^2·次），道路场地浇洒用水定额 2L（m^2·次）。

则宝山屯停车区绿化用水量为 18m^3/次；宝山屯停车区硬化地面抑尘洒水用水量为 23.86m^3/次。

绿化频次及硬化地面抑尘洒水均按 3 天一次进行考虑，则项目宝山屯停车区 3 天废水总量为 20.367m^3，宝山屯停车区绿化及硬化地面抑尘洒水用水量为 41.86m^3，3 天的废水可一次性回用完（20.367－41.86=－21.493），确保废水全部

回用。

④从回用水收集池规模看：该污水处理站配套有清水池，用于暂存处理达标可回用的废水，污水处理站处理后的废水，本环评要求，该清水池的规模为 70m^3。清水池可收集 10 天的废水（70/6.789>10），能确保绿化用水及硬化地面抑尘洒水 3 天 1 次的回用频率，同时考虑了近 3 倍安全系数，能确保废水回用周期后出现连续 7 天降雨时（7 天+3 天共计 10 天，废水量为 67.89m^3，小于清水池容积 70m^3），废水也不外排。

⑤综上所述，通过环评提出的措施，宝山屯停车区（单侧）产生的废水完全回用不外排可行。

（2）收费站生活废水

①楚雄南收费站

楚雄南收费站属于匝道收费站与养护工区、监控中心、隧道管理所合建，常驻管理服务人员生活污水产生量为 5.13m^3/d（其中餐饮部分废水量为 0.513m^3/d），生活污水经隔油池（有效容积 1.0m^3）、化粪池（有效容积 10.0m^3）预处理后，进入生活污水处理站，设计选用一体化污水处理设备，处理规模 10m^3/d，经生一体化污水处理设备处理满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中绿化标准要求全部回用不排外。

①隔油池规模为 1m^3（1>0.513），能够保证餐饮废水水利停留时间超过 1h，隔油池设置合理。

②化粪池容积为 10m^3（10>5.13），能够保证每天生活废水水利停留时间超过 24h，同时还有近 2 倍的安全系数，化粪池设置合理。

③楚雄南收费站的污水总产生量为 5.13m^3/d，污水处理站的处理规模为 10m^3/d（10>5.13），同时还有近 2 倍的安全系数，污水处理站规模设置合理。

<u>废水不外排可行性：</u>

①从污水处理站处理规模上看：污水处理站的处理规模为 10m^3/d，考虑了近 2 倍安全系数，能完全处理产生的生活污水，污水处理设置可行；

②从出水水质上看：根据项目所处环境特点，环评提出生活污水采取 AO+MBR 法一体化污水处理装置处理，根据已通过环保验收的多条高速公路实测的数据，AO+MBR 法一体化污水处理装置处理后的出水水质能达到《城市污

水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的城市绿化、道路清扫标准，从水质上看，AO+MBR 法一体化污水处理装置可行。

③从回用水去向上看：楚雄南收费站总用地面积 6.33hm^2，总建筑面积 11834m^2。收费站绿化面积 18990m^2；除建筑及绿化外的其余区域为水泥硬化，服务区硬化面积 32476m^2。

根据《云南省地方标准 用水定额》（DB53/T 168-2019），绿化管理用水定额 3L（m^2·次），道路场地浇洒用水定额 2L（m^2·次）。

则楚雄南收费站绿化用水量为 56.97m^3/次；楚雄南收费站硬化地面抑尘洒水用水量为 23.67m^3/次。

绿化频次及硬化地面抑尘洒水均按 3 天一次进行考虑，则项目楚雄南收费站 3 天废水总量为 15.39m^3，楚雄南收费站绿化及硬化地面抑尘洒水用水量为 80.64m^3，3 天的废水可一次性回用完（15.39－80.64=－65.25），确保废水全部回用。

④从回用水收集池规模看：该污水处理站配套有清水池，用于暂存处理达标可回用的废水，污水处理站处理后的废水，本环评要求，该清水池的规模为 55m^3。清水池可收集 10 天的废水（55/5.13>10），能确保绿化用水及硬化地面抑尘洒水 3 天 1 次的回用频率，同时考虑了近 3 倍安全系数，能确保废水回用周期后出现连续 7 天降雨时（7 天+3 天共计 10 天，废水量为 51.3m^3，小于清水池容积 55m^3），废水也不外排。

⑤综上所述，通过环评提出的措施，楚雄南收费站产生的废水完全回用不外排可行。

②大马军收费站、子午收费站

大马军、子午收费站属于匝道收费站，常驻管理服务人员生活污水产生量均为 1.2m^3/d；生活污水经化粪池（有效容积均为 45m^3）经化粪池处理后委托周围村民每月清掏作为农肥使用。

<u>废水不外排可行性：</u>

①大马军收费站及子午收费站产生的生活污水为 1.2m^3/d，化粪池的容积为 45m^3，能够存储 37.5 天的废水，委托周围村民每月（30 天）清掏一次，即使在农忙季节村民推后 5 天清掏，化粪池也能保证全部收集不外溢

（45>1.2*35=42），化粪池的容积设置合理。②化粪池粪便经发酵腐化后可直接作为农肥施用。根据当地的气候条件，化粪池的化粪时间冬季时间长一些，由于温度低，粪便发酵分解慢，一般需要 30 天左右，夏天温度高大约 7 天左右。本项目的化粪池容积能够保证存储超过 35 天，保证发酵腐化效果，每月清掏可作为农肥使用。③大马军收费站、子午收费站产生的生活污水经化粪池处理后全部委托清掏回用不外排可行。

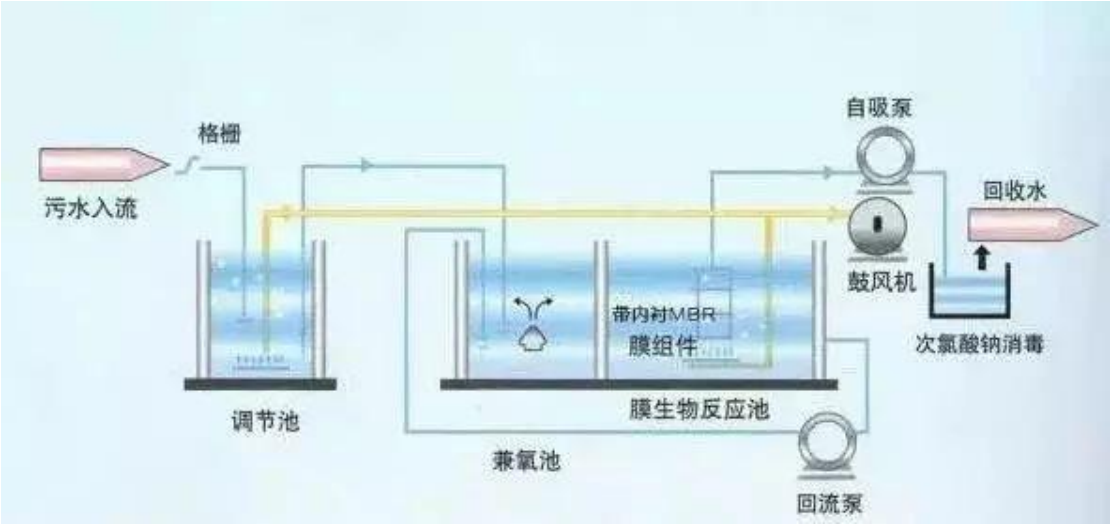


图 5.3.1-3 地埋式一体化污水处理流程图

采取以上措施后基本不会对项目周边水环境造成污染影响。

（3）项目沿线服务设施污水处理设施设置情况汇总

项目沿线服务设施污水处理设施设置情况见下表。

表 5.3.1-5 沿线服务设施污水处理设施设置情况

序号	沿线服务设施	配套污水处理设施		
		设施名称		规模
1	宝山屯停车区（双侧）	隔油池		左侧及右侧各 1m^3
		化粪池		左侧及右侧各 15 m^3
		一体化污水处理站	处理规模	左侧及右侧各 15m^3/d
			清水池容积	左侧及右侧各 70m^3
2	楚雄南收费站+养护工区+监控中心+隧道管理所合建	隔油池		1m^3
		化粪池		10m^3
		一体化污水处理站	处理规模	10m^3/d
			清水池容积	55m^3
3	大马军收费站	化粪池		45m^3
4	子午收费站	化粪池		45m^3

综上所述，项目沿线服务设施生活污水经环评推荐的处理措施是可行的，对

环境影响较小。

5.3.2.2路面及桥面径流影响

（1）路面径流的影响分析

根据相关科研资料，路面径流污染物浓度取决于多种因素，如交通强度、降雨强度、灰尘沉降量和前期干旱时间等。可见影响路面径流的因素很多，并具有一定的不确定性，国内一些公路的实验结果也相差各异。路面径流的主要污染物为 COD、石油类、SS 等。

在公路建成投入营运后，公路交通对沿线水质的主要影响因素是运行车辆所泄漏的石油类物质，通过地表径流流入沿线河流。对于石油类，也仅限于滴漏在道路上的这类物质，经过运行车辆轮胎的挤压，随轮胎带走一部分，其余部分只有在大雨季节，随路面径流经过边沟才有可能到达水体中。由于这类物质量较小，通过降水稀释、边坡对污染物的吸附等作用后才有可能到达水体，从而使污染物浓度变得更低，对水体的影响是极其微弱的。

（2）桥面径流的影响分析

本工程大中桥较多，在降雨强度较大时，桥面会形成雨水径流，尤其在危险品运输或发生交通事故时，桥面径流或事故径流可能会造成有害物质进入水体，造成污染。本评价拟采用类比方法预测桥面径流中污染物对水域的影响。根据长安大学的测定结果，降雨初期到形成径流的 30 分钟内，雨水中的悬浮物和油类物质的浓度比较高，30 分钟后，其浓度随降雨历时的延长下降较快，雨水中 BOD_5 随降雨历时的延长下降速度稍慢，pH 值相对较稳定。降雨 5～20 分钟内，路面径流 SS、石油类浓度达污水综合排放三级标准，pH、BOD_5 浓度达一级标准；降雨历时 30 分钟后，污染物浓度达污水综合排放一级标准。降雨对公路周边水质造成影响的主要是降雨初期 lh 内形成的路面径流。

降雨期间，桥面径流所挟带的污染物主要成分为悬浮物及少量石油类，多发生于一次降水初期，在一般情况下，污染物量远较最大估算量轻微。降雨一段时间后，污染会逐渐降低。但是，路、桥面径流污染源强的测定值只是一个瞬时值，在实际降雨过程中，其通过路面横坡自然散排、漫流到排水沟或边沟中，或通过边坡急流槽集中排入排水沟的过程伴随着雨水稀释、泥沙对污染物的吸附、泥沙沉降等各种作用，桥面径流中污染物到达水体时浓度已大大降

低。本工程建成正常营运后桥面径流对水环境影响不大。

5.3.3小结

（1）施工期生活污水、生产废水如未经处理直接排放，将会导致泥沙、石油类等污染物含量增加，对最终受纳水体产生污染影响。

①本项目全线设置 8 处施工驻地，在施工营场地设旱厕，粪便用于肥田。其余食堂、洗漱、清洗等污水经隔油、沉淀后回用于场地洒水抑尘或周围林地、灌木丛或草地的浇水。禁止向沿线水体倾倒、排放生活污水。

②在沿线各施工营场地（共 10 个）设三级沉淀池，施工生产废水由沉淀池收集，经沉淀处理后，回用于施工营场地及周边道路洒水抑尘及施工生产工序不外排。

③桥梁尽量采用循环钻孔灌注桩施工方式，使泥浆循环使用，将施工产生的含 SS 污水引至临时沉淀池沉淀后达标排放，沉淀废渣弃入指定弃渣场。

④施工期间对靠近水体的路段必须设置编制土袋或修建挡渣墙对废渣进行有效拦挡；同时优先在临水体一侧设置排水沟，并在排水沟出口处设置临时沉砂池，用以收集和处理产生的泥沙废水，经沉淀处理后的上清液可回用于施工现场的洒水降尘和混凝土保养，禁止将未进行沉淀处理的废水排入水体。

⑤隧道施工出水进行沉淀处理后尽量回用，多余的部分达标排放，排入周边水体III类地表水体。

⑥构件预制场及混凝土搅拌场等站场内设置多级沉淀池，对各类施工废水进行三级沉淀处理，沉淀后的废水回用，用于场地冲洗。同时，场地内设置有导水沟，冲洗水部分蒸发，剩余冲洗水经导水沟进入沉淀池。对于沉淀池内的沉积物，定期清掏清运，确保多级沉淀池的正常运行。

⑦加强管理，施工材料如沥青、油料、化学品等的堆放地点应远离河床至少 150m，并备有临时遮挡的帆布，防止雨水冲刷；车辆行走时尽量放低车速，减少扬尘的飘散；尽量减少建筑材料运输与贮存对地表水体的影响。

（2）拟建工程建成营运后，路面污染物随路面径流进入附近水体造成污染，其主要影响因素为：pH、SS、石油类，但路面上的污染物数量较少，总体上影响轻微；运营期附属设置产生的生活污水根据实际情况采用地埋式一体化污水处理装置处理后回用，对地表水环境影响小。

（3）项目区域地表水环境属于达标区，通过采取水污染控制和水环境影响减缓措施后，工程建设和运营对地表水的环境影响是可接受的。

5.4 环境空气影响预测与评价

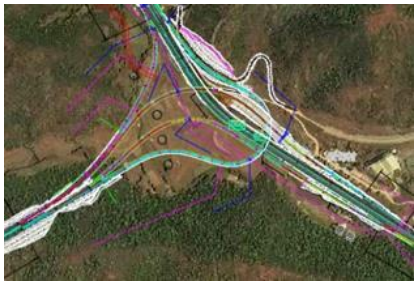
5.4.1施工期环境空气影响分析

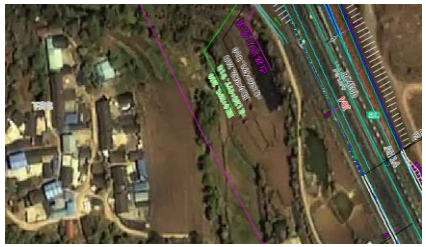
本项目公路路面为沥青混凝土路面，道路施工期对沿线环境空气造成的污染，因此，施工期环境空气污染主要来源于路基开挖、平整及路基填筑产生的扬尘；沿线服务设施（服务区、停车区等）及管理用房（隧道管理站、变电所等）施工产生的扬尘；施工营场地散装物料堆放、灰土拌合产生的扬尘及沥青混凝土拌合、摊铺时产生的沥青烟；弃渣及道路运输产生的扬尘。整个施工期对环境空气的污染因子比较单一，主要为 TSP 和沥青烟。

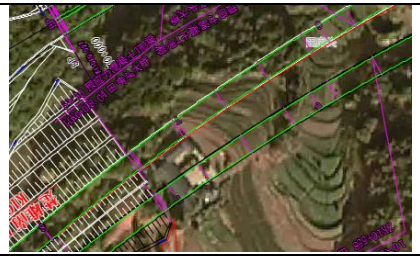
5.4.1.1主体工程路基开挖、平整及填筑扬尘影响分析

高速公路路基开挖、平整及填筑等施工过程，如遇晴天或大风天气，施工扬尘对周围环境空气及线路两侧 200m 范围内的环境保护目标产生的影响较为明显，根据以往公路施工经验，底基层一般采用路拌法施工，基层采用厂拌合摊铺机施工，路基填筑作业可能会对路线两侧 50m 内的村庄影响较大，该线路周边保护目标分布情况及施工扬尘影响分析见表 5.4.1-1。

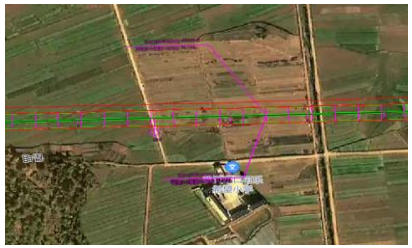
表 5.4.1-1 道路施工过程对线路 200m 范围内的敏感点影响分析表

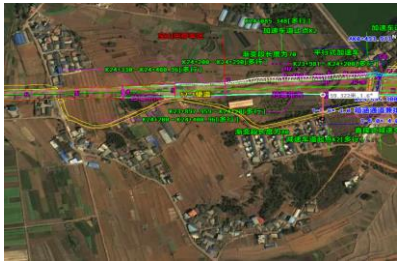
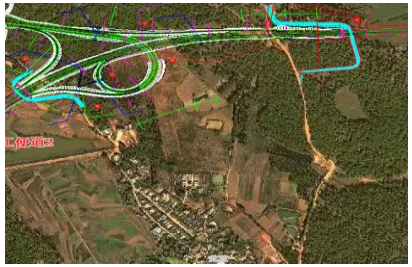
序号	设施情况		附近敏感点距离、方位	卫星影像图	影响分析
	位置	设施相关情况			
1	主线云甸互通 K0+000 匝道桥	互通桥梁	与云甸村居民最近距离为 35m		该段道路与云甸村居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
2	主线云甸互通 K0+000 匝道桥	互通桥梁	与云甸完小师生最近距离为 93m		该段道路与云甸完小师生的距离为 93m，处于道路北侧，虽距离较远，但在施工路段下风向，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
3	主线云甸互通 K0+000 匝道桥	互通桥梁	与伍桂田居民最近距离为 114m		该段道路与伍桂田居民的距离为 114m，处于道路东侧，不在施工路段下风向，施工扬尘会对附近居民产生一定的影响，施工期需采取措施减缓扬尘对周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。

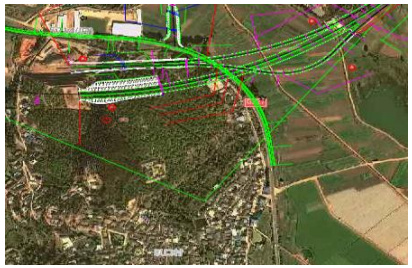
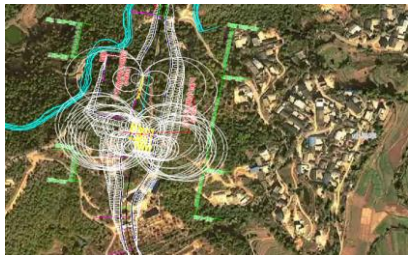
4	主线云甸互通 K0+000 匝道桥	互通桥梁	与下高包居民最近距离为 177m		该段道路与下高包居民的距离为 177m，处于道路西侧，不在施工路段下风向，施工扬尘会对附近居民产生一定的影响，施工期需采取措施减缓扬尘对周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
5	主线云甸互通 K0+000 匝道桥	互通桥梁	与上高包居民最近距离为 53m		该段道路与上高包居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
6	主线 K4+300~4+500	路基	与卡利居民最近距离为 13m		该段道路与卡利居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。

7	主线 K5+300~K5+470	桥梁	与下土坡居民最近距离为 35m		该段道路与下土坡居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
8	主线 K6+600~K6+700	桥梁	与樟木箐居民最近距离为 24m		该段道路与樟木箐居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
9	主线 K10+550~K10+730	桥梁	与田房头居民最近距离为 13m		该段道路与田房头居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
10	主线 K15+440~K15+700	桥梁	与关沟居民最近距离为 147m		该段道路与关沟居民的距离为 147m，处于道路西侧，不在施工路段下风向，施工扬尘会对附近居民产生一定的影响，施工期需采取措施减缓扬尘对周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。

11	主线 K16+500~K16+740	路基+桥梁	与上各邑居民最近距离为 46m		该段道路与上各邑居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
12	主线 K18+150~K18+320	桥梁	与邓家冲居民最近距离为 23m		该段道路与邓家冲居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
13	主线 K19+500~K20+020	桥梁	与大余节居民最近距离为 138m		该段道路与大余节居民的距离为 138m，处于道路西侧，不在施工路段下风向，施工扬尘会对附近居民产生一定的影响，施工期需采取措施减缓扬尘对周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
14	主线 K20+800~K21+350	路基	与朱家村居民最近距离为 76m		该段道路与朱家村居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。

15	主线 K21+600~K22+500	路基	与宝山屯居民最近距离为 21m		该段道路与保山屯居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
16	主线 K23+25~K23+120	桥梁	与鲁家村居民最近距离为 66m		该段道路与鲁家村居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
17	主线 K23+850~K24+600	路基+桥梁	与罗只碑村居民最近距离为 18m		该段道路与罗只碑村居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
18	主线 K24+880~K24+990	桥梁	与罗只碑希望小学师生最近距离为 98m		该段道路与罗只碑希望小学师生的距离为 98m，处于道路南侧，不在施工路段下风向，施工扬尘会对附近居民产生一定的影响，施工期需采取措施减缓扬尘对周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。

19	主线 K24+000~K24+600	路基+桥梁	与甸尾居民最近距离为 18m		该段道路与甸尾居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
20	主线 K25+950~K26+100	互通桥梁	与此苴居民最近距离为 123m		该段道路与此苴居民的距离为 123m，处于道路南侧，不在施工路段下风向，施工扬尘会对附近居民产生一定的影响，施工期需采取措施减缓扬尘对周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
21	主线 K26+900~k27+050	桥梁	与罗定庵居民最近距离为 85m		该段道路与罗定庵居民的距离为 85m，处于道路东南侧，不在施工路段下风向，施工扬尘会对附近居民产生一定的影响，施工期需采取措施减缓扬尘对周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。

22	主线 K27+500~K27+700	互通桥梁	与以口村居民最近距离为 13m		该段道路与以口村居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
23	楚雄南连接线 LCK1+100~LCK1+270	路基	与耳东屯居民最近距离为 35m		该段道路与耳东屯居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
24	楚雄南连接线 LCK3+100~LCK3+300	互通桥梁	与大东社区居民最近距离为 125m		该段道路与大东社区居民的距离为 125m，处于道路东南侧，不在施工路段下风向，施工扬尘会对附近居民产生一定的影响，施工期需采取措施减缓扬尘对周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
25	大马军连接线 AK1+100+~ AK1+500	路基	与小马军居民最近距离为 11m		该段道路与小马军居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。

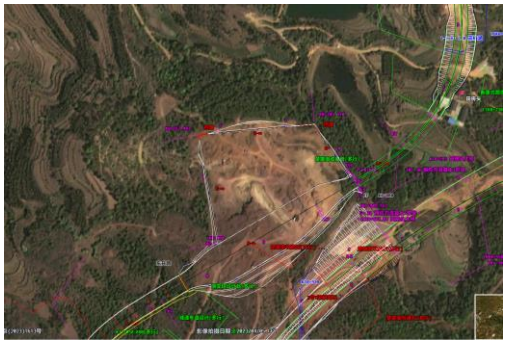
26	大马军连接线 LDK1+000~ LDK1+130	路基	与益起坡居民最近距离为 11m		该段道路与益起坡居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
27	大马军连接线 LDK1+500~ LDK1+650	路基	与天子堂居民最近距离为 54m		该段道路与天子堂居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
28	大马军连接线 LDK2+000~ LDK2+900	路基+桥梁	与江头村居民最近距离为 18m		该段道路与江头村居民距离较近，施工扬尘对其影响较大。因此施工单位应采取扬尘控制措施，减缓施工扬尘对敏感点及周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。

5.4.1.2沿线服务设施（服务区、停车区等）及管理用房（隧道管理站、变电所等）施工扬尘影响分析

沿线服务设施（停车区）及管理用房（收费站、隧道管理站、桥梁管理所等）施工中地面开挖、散体材料堆放、建筑施工作业在气候干燥又有风的情况下，会产生大量扬尘，对区域下风向 200m 范围的保护目标影响较为明显。

根据本项目设计资料中提供的服务设施、管理用房的分布情况，项目设置停车区 1 处（双向 2 个）、收费站 3 处（1 处监控通信分中心、1 处养护工区、1 处隧道管理所、1 处交警及路政用房与楚雄南收费站合建），根据叠图分析，其中 AK1+069.927 楚雄南收费站东北侧约 183m、AK1+280 大马军收费站东北侧约 168m 有居民点，其余设施 200m 范围内无居民点。服务设施、管理用房施工期对敏感点环境空气的影响分析见下表：

表 5.4.1-2 服务设施、管理用房对 200m 范围内的敏感点影响分析表

序号	服务设施名称	桩号	主要功能	附近敏感点距离、方位	卫星影像图	影响分析
1	楚雄南收费站（监控通信分中心、养护工区、隧道管理所、交警及路政用房）	AK1+069.927	收费、隧道供电、办公及住宿、	田房头（东北侧约183m）		该段道路与田房头居民的距离为183m，处于道路东北侧，在施工路段下风向，因此，施工扬尘会对附近居民产生一定的影响，施工期需采取措施减缓扬尘对周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。
2	大马军收费站	AK1+280	收费、办公及住宿、	小马军（东侧 168m）		该段道路与田房头居民的距离为168m，处于道路东侧，不在施工路段下风向，因此，施工扬尘会对附近居民产生一定的影响，施工期需采取措施减缓扬尘对周围环境空气的影响。具体措施见 8.5.2 章节。

5.4.1.3施工期施工营场地对大气环境的影响

（1）施工营地油烟影响分析

施工营地产生的油烟通过安装的油烟净化器（净化效率≥60%，风量4500m^3/h）处理后排放，排放浓度1.88mg/m^3，能够达到《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）最高允许排放标准2.0mg/m^3国家标准，油烟通过大气扩散后对周边环境的影响较小，随之施工期的结束而消失。

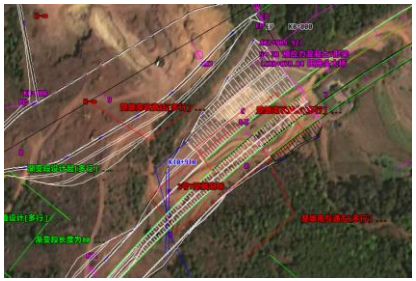
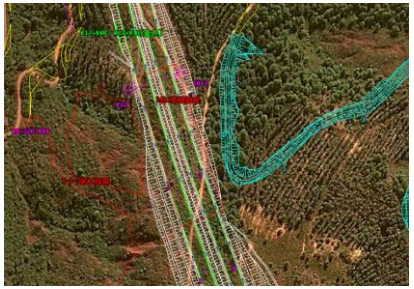
（2）施工营场地扬尘影响分析

施工营场地中散体材料堆放、灰土拌合作业在气候干燥又有风的情况下，会产生大量扬尘，其影响表现为量大而面广，对施工营场地下风向200m范围的保护目标影响较为明显。

根据《公路环境保护设计规范》（JTG B04-2010），沥青混合料集中场站搅拌，场站与敏感点距离不宜小于300m，并应是设置在当地施工季节最小风频风向的敏感点上风向，并且采取全封闭作业。

施工场地周边评价范围内列出分布的保护目标，施工过程中路边的居民点和植物会受到施工扬尘的短暂影响及覆盖，在加强保护目标防护的前提下，以及采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，工程建设对居民点和项目区植被的影响极小。并对应开展施工期的大气污染物影响分析，具体内容见下表。

表 5.4.1-3　项目工程拟设置的施工场地（预制场等）环境保护目标

编号	桩号	位置	占地面积（hm²）	工程说明	施工场场地平整（m²）	环境可行性分析	卫星影像图	污染物影响分析
1	K4+400	主线路基段	0.676	制梁台座 26 个	6760	南侧约 22m 处为卡利散户，居民区位于上侧风向。		施工过程中卡利散户受到施工扬尘的短暂影响，在采取洒水降尘措施后影响不大。整体来说，加强保护目标防护的前提下，本工程建设对卡利散户的影响极小。
2	K10+780-k11+030	主线路基段	0.9	制梁台座 21 个、钢筋加工场 1 个	9000	周边 200m 范围内无居民点分布。		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。
3	K14+700-k15+000	主线路基段	1.512	制梁台座 36 个、钢筋加工场 1 个	15120	周边 200m 范围内无居民点分布。		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。

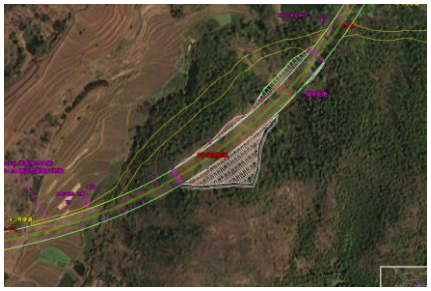
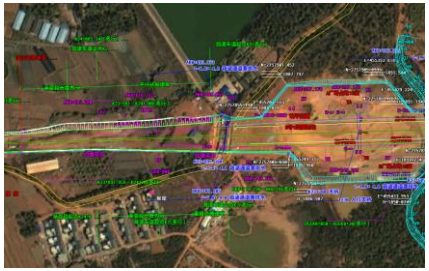
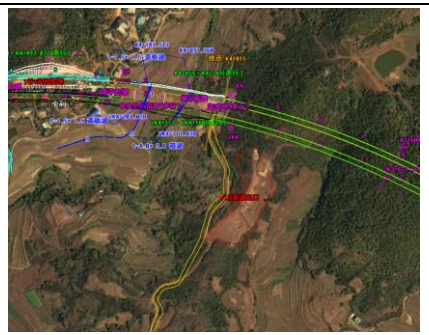
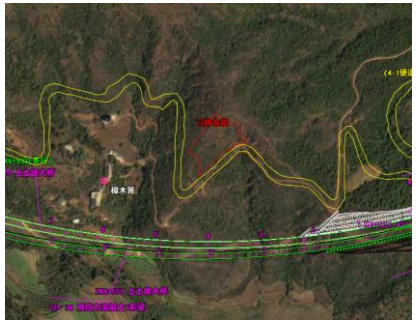
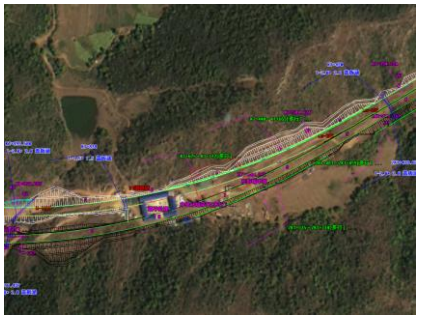
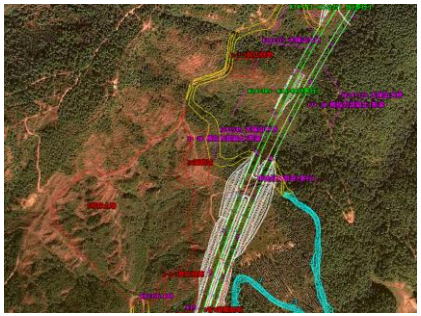
4	K17+660-k17+850	主线路基段	1.071	制梁台座 24 个、含钢筋加工场 1 个	10710	周边 200m 范围内无居民点分布。		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。
5	K23+500-k23+880	主线路基段	1.505	制梁台座 46 个含钢筋加工场 1 个	15050	西南侧约 110m 处为甸尾村，居民区位于上风向。		施工过程中甸尾村受到施工扬尘的短暂影响，在采取洒水降尘措施后影响不大。整体来说，加强保护目标防护的前提下，本工程建设对甸尾村的影响极小。

表 5.4.1-4 拌合站（含湿喷站）环境空气影响分析一览表

编号	名称	位置	占地面积（hm²）	工程说明	施工场场地平整（m²）	环境可行性分析	卫星影像图	污染物影响分析
1	卡利隧道出口拌合站	K3+950 左侧	1.387	混凝土拌合站	13866.66	周边 200m 范围内无居民点分布。		施工过程中白庙会受到施工扬尘的短暂影响，在采取洒水降尘措施后影响不大。整体来说，加强保护目标防护的前提下，本工程建设对白庙的影响极小。

2	T2 拌合站	K6+400 右侧	1.307	混凝土拌合站	13073	西南侧约 143m 处为樟木箐，居民区为拌合站上风向。		施工过程中樟木箐会受到施工扬尘的短暂影响，在采取洒水降尘措施后影响不大。整体来说，加强保护目标防护的前提下，本工程建设对樟木箐的影响极小。
3	S1 湿喷站	K1+800 路基段	0.321	湿喷站	3213	周边 200m 范围内无居民点分布。		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。
4	S4 湿喷站	上土坡隧道出口右侧	0.337	湿喷站	3374.3	西南侧约 160m 处为田房头，居民区为湿喷站上侧风向。		施工过程中田房头会受到施工扬尘的短暂影响，在采取洒水降尘措施后影响不大。整体来说，加强保护目标防护的前提下，本工程建设对田房头的影响极小。

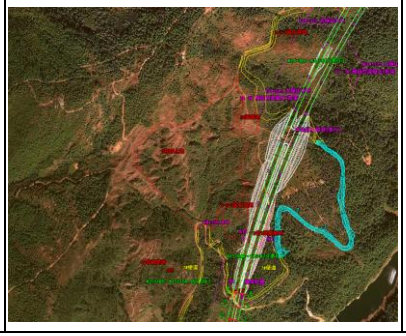
5	S6 湿喷站	K14+718 右侧 140 米塔普隧道出口	0.822	湿喷站	8220	周边 200m 范围内无居民点分布。		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。
6	沥青拌合站	楚雄南连接线 LCK2+598 右侧 8138m 处	1.864	沥青站和站	18640	周边 300m 范围内无居民点分布。		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。

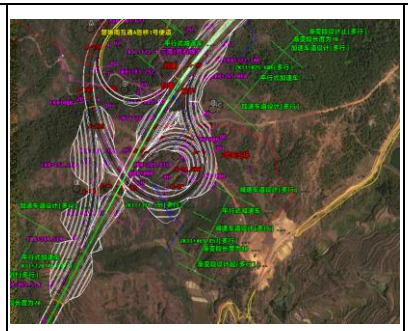
综上，项目沿线 5 处施工场地及 6 处拌合站，2 处场地 200m 范围内存在居民点，但均位于场地上或上侧风向，2 处拌合站（含湿喷站）200m 范围内存在居民点，但均位于场地上或上侧风向。经过影响分析，施工及拌合过程中产生的扬尘及粉尘对外环境影响较小。

5.4.1.4施工期弃渣场对大气环境的影响

弃渣场周边评价范围内列出分布的保护目标，施工弃渣过程中路边的居民点和植物会受到施工扬尘的短暂影响及覆盖，在加强保护目标防护的前提下，以及采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，工程建设对居民点和项目区植被的影响极小。并对应开展施工期的大气污染物影响分析，具体内容见下表。

表 5.4.1-5　项目工程拟设置的弃渣场环境空气影响分析一览表

序号	渣场名称	对应桩号	可弃土方量（万 m^3）	临时占地面积（hm^2）	环境可行性分析	卫星影像图	污染物影响分析
1	卡利隧道出口 1 号弃土场	ZK1+800 左 715m	64	3.649	周边 200m 范围内无居民点分布		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。
2	堂梨沟 4 号弃土场	ZK4+600 左 2560m	115	7.688	南侧 170m 处为棠梨沟散户，居民点为弃渣场侧风向		施工过程中棠梨沟散户会受到施工扬尘的短暂影响，在采取洒水降尘措施后影响不大。整体来说，加强保护目标防护的前提下，本工程建设对棠梨沟散户的影响极小。
3	9 号弃土场（塔普隧道出口）	K14+900 右 80m	86	8.376	周边 200m 范围内无居民点分布		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。

4	7 号弃土场	ZK11+300 左 170m	10	1.544	周边 200m 范围内无居民点分布		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。
5	上土坡隧道 6 号弃土场	ZK13+700 左 690m	31.6	3.067	周边 200m 范围内无居民点分布		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。
6	汉麻路 2 号弃土场	LCK1+730 右 1200m	24.40	1.63	周边 200m 范围内无居民点分布		施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区植被的影响极小。

7	18 号弃土场	ZK19+800 左 2800m	6.61	0.44	东侧 52m 处为者纳屯散户，居民区在渣场的侧风向		施工过程中者纳屯散户会受到施工扬尘的短暂影响，需加大洒水频次，大风天气设置防尘网进行遮盖，减轻对附近居民的影，通过上述措施侯，18 号弃渣场建设对者纳屯散户的影响极小。

5.4.1.5施工中沥青烟对大气环境的影响

本工程将采用沥青混凝土路面。因此，施工过程中需要设置沥青混凝土拌合站，沥青混凝土拌合站主要的大气污染物是粉尘（粉尘在前面已分析）和沥青烟。公路施工期因沥青熬制、搅拌和摊铺过程中会排出沥青烟，将对环境空气产生一定的影响。交通部公路所委托北京市环境保护监测中心对京郊大羊坊沥青混凝土搅拌站进行了现场监测以供类比分析。大羊坊搅拌站使用的设备是意大利马利尼(MARINI）公司制造的，型号为 MV2A，生产能力为 160t/h 沥青混凝土，设有两级除尘装置，排气筒高度为 10m。测试期间使用国产和沙特进口混合沥青原料，实际产量为 120t/h。

采样在搅拌机下风向 100m、300m 和 500m 处各设 1 个采样点，其中，沥青烟在 100m 处设 3 个点，成扇形展开，各点间距离为 30～50m，在搅拌机上风向适当距离设对照点。监测结果见表 5.4.1-6、表 5.4.1-7。

表 5.4.1-6 搅拌机排气筒沥青烟监测结果

监测项目	1	2	3	平均
排放浓度（mg/m^3）	25.7	28.3	14.1	22.7
排放量（kg/h）	0.79	0.87	0.43	0.7

表 5.4.1-7 环境空气监测结果

采样点		沥青烟			TSP（mg/m^3）
		1	2	平均值	
100m	中	1.27	1.31	1.29	0.33
	南	1.21	1.16	1.19	
	北	1.15	1.17	1.16	
300m		1.21	1.03	1.12	0.17
500m		1.13	1.17	1.15	0.28
对照点		1.19	1.17	1.18	0.25

类比监测结果表明，在下风向 100m 处，沥青搅拌站周围的环境空气中沥青烟的浓度在 1.16～1.29 mg/m^3 范围内，比对照点浓度略高。搅拌机排气筒监测结果表明沥青烟排放平均浓度、排放量也基本可满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-96）要求。

本项目与类比的沥青混凝土搅拌站所采用的设备、沥青组分及工艺等均近似，因此，本评价认为，类比项目的监测数据基本可以代表本项目的情况，根据大羊

坊沥青混凝土搅拌站的现场监测结果可以推论在本工程沥青混凝土拌合站施工时，如采取相应的除尘设施，沥青烟是可以达标排放的。

根据本项目设计资料中提供的施工营场地的分布情况，项目设置 1 个沥青拌合站，周围 300m 范围内无居民点，满足要求。

5.4.1.6车辆运输扬尘影响分析

施工区内车辆运输引起的道路扬尘约占场地扬尘总量的 50%以上，道路扬尘的起尘量与运输车辆的车速、载重量、轮胎与地面的接触面积、路面含尘量、相对湿度等因素有关。根据同类工程建设经验，施工期施工区内运输车辆大多行驶在土路便道上，路面含尘量高，道路扬尘比较严重。特别在混凝土工序阶段，运输车引起的扬尘对道路两侧影响更为明显。据有关资料，在距路边下风向 50m，TSP 浓度大于 10mg/m^3；距路边下风向 150m，TSP 浓度大于 5mg/m^3。因此，应加强路面洒水抑尘、蓬布遮挡等措施，可有效地防止风吹扬尘；另外在村庄附近施工时施工现场需设置 2.5m 的临时拦挡。

5.4.2运营期环境空气影响分析

5.4.2.1污染气象特征分析

项目沿线各县主导风向及多年平均风速详见表 5.4.2-1。

表 5.4.2-1 拟建公路沿线各县主导风向及多年平均风速

序号	地区	多年平均风速（m/s）	主导风向
1	楚雄市	1.7	西南

5.4.2.2一般路段环境空气影响评价

根据施工图设计报告，本项目服务设施不设置锅炉，沿线无集中式大气污染排放源。该高速公路服务区不设置锅炉，沿线无集中式大气污染排放源。因此，该公路投入运营后，汽车尾气是影响公路沿线环境空气的主要污染源，汽车尾气中含有 CO、NO_2 等气态污染物，其排放量与交通量成正比，与车辆的类型及汽车运行情况有关。

（1）预测方案

预测时段：营运近中远期典型气象条件下 NO_2、CO 的日均浓度和高峰小时浓度。

预测因子：NO_2、CO。

预测范围：选择距离道路中心线 10m、20m、30m、40m、60m、80m、100m、120m、160m、180m、200m 处进行预测，并选取路肩处（13m）进行预测。

（2）预测模式

本报告选用《公路建设项目环境影响评价规范》提供的预测模型，其相关参数按《公路建设项目环境影响评价规范》及附录 D 选取。

采用的车辆排放污染物扩散浓度预测模式为：

A、当风向与线源夹角为 0< θ <90° 时，其扩散模式为：

$$C_{PR}=\frac{Q_j}{2\pi U}\int_A^B\frac{1}{\sigma_y\sigma_z}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]\times\left\{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-h}{\sigma_z}\right)^2\right]+\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+h}{\sigma_z}\right)^2\right]\right\}dl$$

式中：C_{pR}——公路线源 AB 段对预测点 R0 产生的污染物浓度，mg/m³；

U——预测路段有效排放源高处的平均风速，m/s；

Q_j——气态 j 类污染物排放源强度，mg/辆·m；

Σy，σz——水平横风向和垂直扩散参数，m；

σy=σy(x)，σz=σz(x)

x——线源微元中点至预测点的下风向距离，m；

y——线源微元中点至预测点的横风向距离，m；

z——预测点至地面高度，m(1.2m)；

h——有效排放源高度，m(1.0m)；

A，B——线源起点及终点。

B、当风向与线源垂直（θ=90°）时，当地面污染物浓度扩散模式如下：

$$C_{垂直}=\left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2}\cdot\frac{Q_j}{U\sigma_Z}\exp\left(\frac{-h^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

$$\sigma_z=\left(\sigma_{za}^2+\sigma_{z0}^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_a=a\cdot\left(0.001\cdot x\right)^{\frac{1}{2}}$$

式中：$C_{垂直}$——地面浓度，无线长线源的浓度与横风向位置无关，mg/m³；

Q_j ——气态 j 类污染物排放源排放强度，mg/辆·m；

U——预测路段有效排放源高处的平均风速，m/s；

h——有效排放源高度，m；

σa——常规垂直扩散参数，m；

a，b——分别为回归系数和指数；

σz_0——由于汽车运动所形成的初始垂直扩散参数，m；

σz——铅直风向扩散系数，m。

C、当风向与线源平行（θ=0°）时，其地面污染物浓度扩散模式如下：

$$C_{平行} = \left(\frac{1}{2\pi}\right)^{1/2} \frac{Q_j}{U\sigma_Z(r)}$$

$$r = \left(y^2 + z^2 / e^2\right)^{1/2}$$

$$e = \sigma_z / \sigma_y$$

式中：$C_{平行}$——地面浓度，无限长线源的浓度与顺风向位置无关，mg/m^3；

r——微元至测点的等效距离，m；

e——常规扩散参数比，e≈0.5-0.7，靠近路中心线 e 取小值，反之取大值；

y——线源微元中点至预测点的横风向距离，m；

z——预测点至地面高度，m；

σy——水平横风向扩散系数，m；

其余符号同前。

（3）预测结果

通过模型计算，NO_2 浓度增量分布结果见表 5.4.2-2。CO 浓度增量分布结果见表 5.4.2-3。

表 5.4.2-2 拟建公路沿线 NO_2 日均、高峰小时浓度预测表　单位：mg/m3

路段	年份	交通情况	距公路中心线的距离（m）										
			10m	20m	30m	40m	60m	80m	100m	120m	160m	180m	200m
云甸互通立交-楚雄南互通	近期	日均	0.0151	0.0132	0.0118	0.0106	0.0089	0.0076	0.0067	0.0060	0.0049	0.0042	0.0035
		高峰	0.0530	0.0465	0.0414	0.0374	0.0312	0.0269	0.0236	0.0211	0.0174	0.0148	0.0125
	中期	日均	0.0220	0.0193	0.0172	0.0155	0.0130	0.0112	0.0098	0.0088	0.0072	0.0062	0.0052
		高峰	0.0748	0.0656	0.0585	0.0528	0.0441	0.0380	0.0334	0.0297	0.0246	0.0209	0.0176
	远期	日均	0.0369	0.0323	0.0288	0.0260	0.0217	0.0187	0.0164	0.0147	0.0121	0.0103	0.0087
		高峰	0.1217	0.1067	0.0951	0.0858	0.0717	0.0618	0.0543	0.0484	0.0400	0.0341	0.0287
楚雄南互通-大马军互通	近期	日均	0.0140	0.0123	0.0109	0.0099	0.0082	0.0071	0.0062	0.0056	0.0046	0.0039	0.0033
		高峰	0.0456	0.0400	0.0356	0.0321	0.0269	0.0231	0.0203	0.0181	0.0150	0.0128	0.0107
	中期	日均	0.0187	0.0164	0.0146	0.0132	0.0110	0.0095	0.0083	0.0074	0.0061	0.0052	0.0044
		高峰	0.0640	0.0561	0.0500	0.0452	0.0377	0.0325	0.0285	0.0254	0.0210	0.0179	0.0151
	远期	日均	0.0307	0.0270	0.0240	0.0217	0.0181	0.0156	0.0137	0.0122	0.0101	0.0086	0.0072
		高峰	0.0579	0.0507	0.0452	0.0408	0.0341	0.0294	0.0258	0.0230	0.0190	0.0162	0.0136
大马军互通-子午互通（双喇叭）	近期	日均	0.0146	0.0128	0.0114	0.0103	0.0086	0.0074	0.0065	0.0058	0.0048	0.0041	0.0034
		高峰	0.0471	0.0413	0.0368	0.0332	0.0277	0.0239	0.0210	0.0187	0.0155	0.0132	0.0111
	中期	日均	0.0208	0.0182	0.0162	0.0147	0.0122	0.0105	0.0093	0.0083	0.0068	0.0058	0.0049
		高峰	0.0683	0.0599	0.0534	0.0481	0.0402	0.0346	0.0304	0.0271	0.0224	0.0191	0.0161
	远期	日均	0.0337	0.0296	0.0263	0.0238	0.0199	0.0171	0.0150	0.0134	0.0111	0.0094	0.0079
		高峰	0.1111	0.0974	0.0868	0.0783	0.0655	0.0564	0.0495	0.0441	0.0365	0.0311	0.0262
子午互通（双喇叭）-以口枢纽立交	近期	日均	0.0136	0.0119	0.0106	0.0096	0.0080	0.0069	0.0060	0.0054	0.0045	0.0038	0.0032
		高峰	0.0426	0.0374	0.0333	0.0301	0.0251	0.0216	0.0190	0.0169	0.0140	0.0119	0.0100
	中期	日均	0.0182	0.0160	0.0143	0.0129	0.0107	0.0093	0.0081	0.0072	0.0060	0.0051	0.0043
		高峰	0.0608	0.0534	0.0476	0.0429	0.0359	0.0309	0.0271	0.0242	0.0200	0.0170	0.0143
	远期	日均	0.0299	0.0262	0.0234	0.0211	0.0176	0.0152	0.0133	0.0119	0.0098	0.0084	0.0070
		高峰	0.0984	0.0863	0.0769	0.0694	0.0580	0.0499	0.0439	0.0391	0.0323	0.0275	0.0232
楚雄南连接线	近期	日均	0.0039	0.0034	0.0031	0.0028	0.0023	0.0020	0.0017	0.0016	0.0013	0.0011	0.0009

		高峰	0.0142	0.0125	0.0111	0.0100	0.0084	0.0072	0.0063	0.0056	0.0047	0.0040	0.0033
	中期	日均	0.0056	0.0049	0.0044	0.0040	0.0033	0.0029	0.0025	0.0022	0.0018	0.0016	0.0013
		高峰	0.0201	0.0177	0.0157	0.0142	0.0119	0.0102	0.0090	0.0080	0.0066	0.0056	0.0047
	远期	日均	0.0101	0.0088	0.0079	0.0071	0.0059	0.0051	0.0045	0.0040	0.0033	0.0028	0.0024
		高峰	0.0334	0.0293	0.0261	0.0235	0.0197	0.0169	0.0149	0.0133	0.0110	0.0093	0.0079
大马军连接线	近期	日均	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0012	0.0011	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005
		高峰	0.0056	0.0049	0.0044	0.0040	0.0033	0.0029	0.0025	0.0022	0.0018	0.0016	0.0013
	中期	日均	0.0022	0.0020	0.0017	0.0016	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0007	0.0006	0.0005
		高峰	0.0089	0.0078	0.0070	0.0063	0.0052	0.0045	0.0040	0.0035	0.0029	0.0025	0.0021
	远期	日均	0.0046	0.0040	0.0036	0.0032	0.0027	0.0023	0.0020	0.0018	0.0015	0.0013	0.0011
		高峰	0.0138	0.0121	0.0108	0.0097	0.0081	0.0070	0.0061	0.0055	0.0045	0.0039	0.0032
子午连接线	近期	日均	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0011	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004
		高峰	0.0069	0.0060	0.0054	0.0049	0.0041	0.0035	0.0031	0.0027	0.0023	0.0019	0.0016
	中期	日均	0.0032	0.0028	0.0025	0.0022	0.0019	0.0016	0.0014	0.0013	0.0010	0.0009	0.0007
		高峰	0.0091	0.0080	0.0071	0.0064	0.0054	0.0046	0.0041	0.0036	0.0030	0.0026	0.0021
	远期	日均	0.0047	0.0041	0.0036	0.0033	0.0027	0.0024	0.0021	0.0019	0.0015	0.0013	0.0011
		高峰	0.0152	0.0133	0.0118	0.0107	0.0089	0.0077	0.0068	0.0060	0.0050	0.0042	0.0036

表 5.4.2-3　拟建公路沿线 CO 日均、高峰小时浓度预测表　单位：mg/m^3

路段	年份	交通情况	距公路中心线的距离（m）										
			13m	20m	30m	40m	60m	80m	100m	120m	160m	180m	200m
云甸互通立交-楚雄南互通	近期	日均	0.0676	0.0593	0.0529	0.0477	0.0399	0.0343	0.0302	0.0269	0.0222	0.0189	0.0159
		高峰	0.2262	0.1983	0.1768	0.1595	0.1334	0.1148	0.1009	0.0899	0.0743	0.0633	0.0533
	中期	日均	0.0967	0.0848	0.0756	0.0682	0.0570	0.0491	0.0431	0.0384	0.0317	0.0271	0.0228
		高峰	0.3218	0.2822	0.2516	0.2270	0.1897	0.1633	0.1435	0.1279	0.1057	0.0901	0.0759
	远期	日均	0.1490	0.1307	0.1165	0.1051	0.0879	0.0756	0.0665	0.0592	0.0489	0.0417	0.0351
		高峰	0.4929	0.4322	0.3853	0.3476	0.2906	0.2501	0.2198	0.1959	0.1618	0.1379	0.1162
楚雄南互通-大马军互通	近期	日均	0.0560	0.0491	0.0438	0.0395	0.0330	0.0284	0.0250	0.0222	0.0184	0.0157	0.0132
		高峰	0.1827	0.1602	0.1429	0.1289	0.1077	0.0927	0.0815	0.0726	0.0600	0.0511	0.0431

	中期	日均	0.0780	0.0684	0.0610	0.0550	0.0460	0.0396	0.0348	0.0310	0.0256	0.0218	0.0184
		高峰	0.2610	0.2288	0.2040	0.1840	0.1539	0.1324	0.1164	0.1037	0.0857	0.0730	0.0615
	远期	日均	0.1204	0.1056	0.0941	0.0849	0.0710	0.0611	0.0537	0.0479	0.0395	0.0337	0.0284
		高峰	0.3986	0.3495	0.3116	0.2811	0.2350	0.2023	0.1777	0.1584	0.1309	0.1115	0.0940
大马军互通-子午互通（双喇叭）	近期	日均	0.0623	0.0547	0.0487	0.0440	0.0367	0.0316	0.0278	0.0248	0.0205	0.0174	0.0147
		高峰	0.2048	0.1796	0.1601	0.1444	0.1207	0.1039	0.0913	0.0814	0.0672	0.0573	0.0483
	中期	日均	0.0882	0.0773	0.0689	0.0622	0.0520	0.0448	0.0393	0.0350	0.0290	0.0247	0.0208
		高峰	0.2932	0.2571	0.2292	0.2068	0.1729	0.1488	0.1307	0.1165	0.0963	0.0821	0.0691
	远期	日均	0.1359	0.1192	0.1062	0.0958	0.0801	0.0690	0.0606	0.0540	0.0446	0.0380	0.0320
		高峰	0.4509	0.3954	0.3525	0.3180	0.2658	0.2288	0.2011	0.1792	0.1481	0.1262	0.1063
子午互通（双喇叭）-以口枢纽立交	近期	日均	0.0566	0.0496	0.0442	0.0399	0.0334	0.0287	0.0252	0.0225	0.0186	0.0158	0.0133
		高峰	0.1874	0.1643	0.1465	0.1322	0.1105	0.0951	0.0836	0.0745	0.0615	0.0524	0.0442
	中期	日均	0.0793	0.0695	0.0620	0.0559	0.0467	0.0402	0.0354	0.0315	0.0260	0.0222	0.0187
		高峰	0.2678	0.2348	0.2093	0.1888	0.1579	0.1359	0.1194	0.1064	0.0879	0.0749	0.0631
	远期	日均	0.1227	0.1076	0.0960	0.0866	0.0724	0.0623	0.0547	0.0488	0.0403	0.0344	0.0289
		高峰	0.4098	0.3593	0.3203	0.2890	0.2416	0.2080	0.1827	0.1628	0.1346	0.1147	0.0966
楚雄南连接线	近期	日均	0.0179	0.0157	0.0140	0.0126	0.0106	0.0091	0.0080	0.0071	0.0059	0.0050	0.0042
		高峰	0.0610	0.0534	0.0476	0.0430	0.0359	0.0309	0.0272	0.0242	0.0200	0.0171	0.0144
	中期	日均	0.0257	0.0225	0.0201	0.0181	0.0151	0.0130	0.0114	0.0102	0.0084	0.0072	0.0060
		高峰	0.0873	0.0766	0.0683	0.0616	0.0515	0.0443	0.0389	0.0347	0.0287	0.0244	0.0873
	远期	日均	0.0407	0.0357	0.0318	0.0287	0.0240	0.0207	0.0181	0.0162	0.0134	0.0114	0.0096
		高峰	0.1341	0.1176	0.1048	0.0946	0.0791	0.0680	0.0598	0.0533	0.0440	0.0375	0.0316
大马军连接线	近期	日均	0.0102	0.0089	0.0080	0.0072	0.0060	0.0052	0.0045	0.0040	0.0033	0.0028	0.0024
		高峰	0.0257	0.0225	0.0201	0.0181	0.0151	0.0130	0.0114	0.0102	0.0084	0.0072	0.0060
	中期	日均	0.0108	0.0095	0.0085	0.0076	0.0064	0.0055	0.0048	0.0043	0.0036	0.0030	0.0025
		高峰	0.0378	0.0332	0.0296	0.0267	0.0223	0.0192	0.0169	0.0150	0.0124	0.0106	0.0378
	远期	日均	0.0177	0.0155	0.0138	0.0125	0.0104	0.0090	0.0079	0.0070	0.0058	0.0050	0.0042
		高峰	0.0570	0.0500	0.0446	0.0402	0.0336	0.0289	0.0254	0.0227	0.0187	0.0160	0.0134
子午连接线	近期	日均	0.0082	0.0072	0.0064	0.0058	0.0048	0.0041	0.0036	0.0032	0.0027	0.0023	0.0019

		高峰	0.0283	0.0248	0.0221	0.0200	0.0167	0.0144	0.0126	0.0112	0.0093	0.0079	0.0067
	中期	日均	0.0122	0.0107	0.0095	0.0086	0.0072	0.0062	0.0054	0.0048	0.0040	0.0034	0.0029
		高峰	0.0396	0.0348	0.0310	0.0280	0.0234	0.0201	0.0177	0.0158	0.0130	0.0111	0.0396
	远期	日均	0.0187	0.0164	0.0146	0.0132	0.0110	0.0095	0.0083	0.0074	0.0061	0.0052	0.0044
		高峰	0.0614	0.0538	0.0480	0.0433	0.0362	0.0311	0.0274	0.0244	0.0202	0.0172	0.0145

根据预测结果可知：

①项目区主线涉及紫溪山风景名胜区路段（K27+459.056-K27+900）近期、中期和远期 NO_2 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（0.08mg/m^3、0.2 mg/m^3）；CO 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（4mg/m^3、10 mg/m^3）。子午连接线设计风景名胜区路段近期、中期和远期 NO_2 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（0.08mg/m^3、0.2 mg/m^3）；CO 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（4mg/m^3、10 mg/m^3）。

②项目主线近期、中期和远期 NO_2 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、10m/0m 可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值；项目主线近期、中期和远期 CO 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值。

（3）敏感点影响分析

根据表 5.4.2-2~表 5.4.2-3，拟建项目主线在营运近期、中期及远期距离路中心线 20m 的 NO_2 高峰小时值和日均小时值最大值分别为 0.1067mg/m^3、0.0323mg/m^3，CO 小时值和日均小时值最大值分别为 0.4322mg/m^3、0.1307mg/m^3；项目连接线在营运近期、中期及远期距离路中心线 10m 的 NO_2 高峰小时值和日均小时值最大值分别为 0.0334mg/m^3、0.0101mg/m^3，CO 小时值和日均小时值最大值分别为 0.1423mg/m^3、0.0407mg/m^3，均可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值。

根据以上分析可知，项目区敏感点与项目位置在项目 NO_2 日均浓度达标距离之外，且存在高差，因此沿线位于各路段敏感点营运期各时段 CO、NO_2 日均浓度预测结果均能达到《环境空气质量标准》中的二级标准限值要求。而且随着我国执行单车排放标准的不断提高，单车尾气的排放量将会不断降低，公路

运行对沿线空气质量带来的影响将逐步降低。拟建项目在营运近期、中期及远期各路段 NO_2、CO 对周边环境敏感点环境空气质量影响小。

5.4.2.3营运期隧道空气环境影响预测分析

（1）隧道内环境空气影响评价

根据交通部科研项目“公路汽车污染物排放因子的研究”、国家西部交通建设科技项目专题“秦岭终南山特长公路隧道污染物浓度控制标准与环境影响研究”、“高等级公路机动车污染物排放因子的实验研究”等文献中关于特长隧道内的环境空气污染排放浓度研究成果，隧道废气排放口的环境空气影响范围一般在 60m 范围内。拟建项目主线共设隧道 3 座，长 5387.5m；其中，长隧道 2 座，长 4600m、中隧道 1 座，长 787.5m；楚雄南连接线设中隧道 1 座，长 551m；大马军连接线、子午连接线无隧道。

隧道内环境空气污染源主要来自于机动车尾气成份中的一氧化碳（CO）和氮氧化物（NO_X），其中，CO 具有极大的毒性；NO_X 危害呼吸系统，是光化学烟雾形成的主要因素。隧道内 CO 和 NO_X 有害气体浓度过高，将对隧道检修维护人员及隧道行车安全产生一定程度影响。根据《公路隧道设计规范》，隧道内一氧化碳允许浓度如表 5.4.2-4 所示。本评价选用 CO 作为评价因子。

表 5.4.2-4 隧道内一氧化碳允许浓度

项目		单位	允许浓度	
			L≤1000m	L≥3000m
CO	正常营运	Ppm	250（312.5mg/m³）	200（250mg/m³）
	发生事故，20 分钟内	Ppm	300（375mg/m³）	
	隧道控制室、休息室	Ppm	24（30mg/m³）	
	环境空气质量标准一级标准（小时值）		10mg/m³	

注：1.L 指隧道长度；2.隧道长度在 1000m～3000m 的标准值可采用插入法。

对于单向行驶自然通风隧道，隧道内不同距离处 CO 的浓度由风进口向出口呈线性增加，并容易推导出以下浓度预测模式：

$$C(x)=\frac{qx}{su}$$

式中：C（x）—距隧道进风口 xm 处污染物浓度，mg/m³；

q—机动车气态污染物排放源强，mg/s.m。不同路段，由于其交通量不同其

源强也不一样；

x—距隧道进风口的距离，m。不同的隧道，根据其长度，各取了 5 个不同的距隧道进风口的距离；

s—隧道横断面面积，m^2；

u—隧道内风速，m/s。

根据隧道长度，分别确定了计算风速。

对于隧道单洞，因车流引起的空气流动，风速可达 0.5m/s，对于长隧道，在设计中已考虑了机械通风，隧道设计判断风速根据隧道长度不同而各异，在隧道空气质量预测中机械通风的风速主要参照设计判断风速，本次评价取 2.0m/s。

表 5.4.2-5 隧道不同位置的 CO 浓度预测单位：mg/m³

隧道	长度（m）	预测年	风速 m/s	交通状况	100m	500m	565m	820m	1000m	1400m	1600m	1945m	2000m	2200m	2400m	2600m	2680m
卡利隧道	1945	2026	2	昼间	1.7	8.52	9.71	14.73	17.03	23.85	27.25	33.64					
		2032	2	昼间	2.68	13.38	15.26	23.15	26.77	37.48	42.83	52.87					
		2040	2	昼间	3.91	19.57	22.3	33.85	39.13	54.78	62.61	77.28					
上土坡隧道	2680	2026	2	昼间	1.7	8.52	9.71	14.73	17.03	23.85	27.25	33.64	34.07	37.47	40.88	44.29	46.08
		2032	2	昼间	2.68	13.38	15.26	23.15	26.77	37.48	42.83	52.87	53.54	58.89	64.24	69.6	72.41
		2040	2	昼间	3.91	19.57	22.3	33.85	39.13	54.78	62.61	77.28	78.26	86.09	93.91	101.74	105.85
塔普隧道	820	2026	2	昼间	1.51	7.56	8.62	13.08									
		2032	2	昼间	2.38	11.88	13.55	20.56									
		2040	2	昼间	3.47	17.37	19.8	30.05									
耳东屯隧道	565	2026	2	昼间	2.34	11.69	13.32										
		2032	2	昼间	3.7	18.52	21.12										
		2040	2	昼间	5.44	27.19	31										

从表 5.4.2-5 可知，在正常营运条件下，当隧道内风速为 2.0m/s 时，运营近期、中期和远期，各隧道不同位置 CO 污染物浓度均满足《公路隧道设计规范》隧道内正常运行 CO 允许浓度。

从运营期的隧道空气污染防治和运营安全考虑，长隧道在运营期应安装纵向机械通风设备，并保证隧道通风风速达到相应的设计风速。随着我国执行单车排放标准的不断提高，单车尾气的排放量将会不断降低，隧道内空气质量也将得到提高。

（2）隧道洞口环境空气影响评价

① 隧道洞口敏感点情况

本项目沿线隧道口附近 200m 范围内无敏感点分布

②隧道进出口附近空气污染物影响

长安大学邓顺熙教授采用流体力学和质量守恒原理对我国目前最长的公路隧道——秦岭终南山特长隧道（长 18.02km）洞口外污染物浓度场进行了扩散分析和数值分析求解，得出结论：公路隧道洞口排放污染物浓度分布由洞口中心处的最高浓度随平面距离的增加而衰减，尤其是在无地形阻挡的情况下衰减较为显著；大气稳定度对公路隧道洞口外污染物浓度分布影响很大，在大气处于稳定时，污染物扩散能力受到抑制，当大气不稳定时，湍流运动加强，从洞口排出的污染物扩散迅速，洞口周围污染物浓度较低；模拟大气稳定度分别为 B、D、E 三种情况下隧道洞口外 CO 浓度分布可知，隧道洞口外 60m 及 90m 处最大 CO 浓度分别不超过 10.00mg/m^3 和 8.5mg/m^3。由以上结论可知该特长公路隧道口排污对隧道口 60m 范围以外的环境空气影响很小。

本项目隧道口 90m 范围内均无居民点。上述隧道相对秦岭终南山特长隧道（长 18.02km）很短，因此营运期这 1 个隧道出口处大气污染物可能会对村庄居民产生非常轻微的影响，可以达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

虽然隧道口外环境空气质量没有受到大的影响，但是如果遇到逆温或静风等不利气象条件时，污染程度会加重。随着交通量的增加，隧道口排出的废气对周围的影响会加剧。因此，隧道应设计安装机械通风装置，降低隧道洞口污染物的排放对敏感点的影响，并在隧道洞口密植乔木，净化空气。

5.4.2.4沿线服务设施影响分析

为过往通行人员、工作人员的就餐需要，停车区、养护工区、收费站均设有餐厅、厨房，根据各餐厅的服务功能和人员数量可确定各餐厅的规模均为中型(根据拟建公路交通量预测)。沿线服务设施均不设取暖锅炉，饮水、洗澡等生活用水建议采用电热水器。因此，沿线服务设施的主要空气污染物是餐饮油烟。

表 5.4.2-6 沿线设施油烟废气产排表

设施	人员类型	产生浓度（mg/m^3）	处置措施	排放浓度（mg/m^3）	GB18483-2001	达标性
楚雄南收费站	常驻工作人员	3.80	安装油烟净化设施，顶部设置烟道	0.76	2.0mg/m^3	达标
大马军收费站	常驻工作人员	1.00		0.20		达标
子午收费站	常驻工作人员	1.00		0.20		达标
宝山屯停车区	常驻工作人员	0.93		0.19		达标
	过往人员	8.33		1.0		达标

收费站、停车区运营期油烟废气通过安装油烟净化设施（净化效率≥80%，风量≥4500m^3/h）后，油烟通过食堂顶部油烟排气筒排放，油烟的排放浓度达到《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）最高允许排放标准 2.0mg/m^3 国家标准排放要求，对环境影响较小。

5.4.3小结

（1）施工期

施工期的主要污染物为粉尘、扬尘和沥青烟。由于本工程施工期较长，因此它们将对沿线环境空气质量产生一定的不利影响，但影响范围不大，而且主要是短期影响。建议采取经常洒水、合理确定拌合场站的位置等适当的防护措施，以缓解工程施工对沿线环境空气质量的影响。

（2）营运期

①项目区主线涉及紫溪山风景名胜区路段（K27+459.056-K27+900）近期、中期和远期 NO_2 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（0.08mg/m^3、0.2 mg/m^3）；CO 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（4mg/m^3、10 mg/m^3）。子午连接线设计风景名胜区路段近期、中

期和远期 NO_2 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（0.08mg/m^3、0.2 mg/m^3）；CO 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（4mg/m^3、10 mg/m^3）。

②项目主线近期、中期和远期 NO_2 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、10m/0m 可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值；项目主线近期、中期和远期 CO 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值。

③经比对，项目区敏感点与项目位置在项目 NO_2 日均浓度达标距离之外，且存在高差，因此沿线位于各路段敏感点营运期各时段 CO、NO_2 日均浓度预测结果均能达到《环境空气质量标准》中的二级标准限值要求。而且随着我国执行单车排放标准的不断提高，单车尾气的排放量将会不断降低，公路运行对沿线空气质量带来的影响将逐步降低。

④本项目隧道口 90m 范围内均无居民点。上述隧道相对秦岭终南山特长隧道（长 18.02km）很短，因此营运期这隧道进出口处大气污染物对村庄居民产生非常轻微的影响，可以达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

⑤本项目沿线设施采用电取暖，不排放二氧化硫等污染物质。食堂采用清洁能源液化气做为燃料，基本无污染物排出。因此，项目沿线设施营运期间不会对沿线环境空气产生不良影响。

5.5 声环境影响预测与评价

5.5.1施工期噪声环境预测与评价

5.5.1.1施工期噪声污染源

本项目施工期 36 个月，施工过程中需要使用许多机械和运输车辆，这些设备会产生强烈的噪声，对附近居民产生影响。其中施工机械主要有挖掘机、推土机、装载机、压路机等，运输车辆包括各种卡车、自卸车。根据已在使用的

施工机械及类比其他施工机械数据，施工设备的运行噪声见表 3.3.1-1~3.3.1-5。

5.5.1.2施工期噪声预测方法

施工噪声可按点声源处理，根据合成声源、点声源噪声衰减模式，估算出离声源不同距离处的噪声值，预测模式如下：

合成声源计算模式：

$$L_A = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{Li/10}\right)$$

式中：L_A：合成声源声级，dB（A）；

n：声源个数；

Li：某声源的噪声值，dB（A）。

点声源衰减模式：

$$L_i = L_0 - 20\lg\frac{r_i}{r_0}$$

式中：Li：距声源 ri 处的声级，dB（A）；

L_0：距声源 r_0 处的声级，dB（A）。

5.5.1.3施工期噪声影响范围及分析

（1）预测结果

施工期噪声污染源主要由施工作业机械产生，根据常用机械的实测资料，其污染源强分别见表 5.5.1-1。

表 5.5.1-1 公路工程施工机械噪声值表

序号	机械类型	型号	测点距施工机械距离（m）	最大声级 Lmax[dB（A）]
1	轮式装载机	XL40 型	5	90
2	轮式装载机	XL50 型	5	90
3	平地机	PY16A 型	5	90
4	振动式压路机	YZJ10B 型	5	86
5	双轮双振压路机	CC21 型	5	81
6	三轮压路机	/	5	81
7	轮胎压路机	ZL16	5	76
8	推土机	T140	5	86
9	轮胎式液压挖掘机	W4-60C	5	84

10	发电机组(2 台)	FKV-75	1	98
11	冲击式钻井机	22	1	87
12	锥形反转出料混凝土搅拌机	JZC350	1	79

根据表 5.5.1-1 中施工机械满负荷运行单机噪声值，采用上述公式，计算得到施工期主要施工机械满负荷运行时不同距离处的噪声预测结果见表 5.5.1-2。

表 5.5.1-2 主要施工机械噪声预测结果单位：Leq[dB(A)]

序号	机械类型	距施工点距离(m)										
		5	10	20	40	60	80	100	150	200	300	400
1	轮式装载机	90	84	78	71.9	68.4	65.9	64	60.5	58	54.4	51.9
2	轮式装载机	90	84	78	71.9	68.4	65.9	64	60.5	58	54.4	51.9
3	平地机	90	84	78	71.9	68.4	65.9	64	60.5	58	54.4	51.9
4	振动式压路机	86	80	74	67.9	64.4	61.9	60	56.5	54	50.4	47.9
5	双轮双振压路机	81	75	69	62.9	59.4	56.9	55	51.5	49	45.4	42.9
6	三轮压路机	81	75	69	62.9	59.4	56.9	55	51.5	49	45.4	42.9
7	轮胎压路机	76	70	64	57.9	54.4	51.9	50	46.5	44	40.4	37.9
8	推土机	86	80	74	67.9	64.4	61.9	60	56.5	54	50.4	47.9
9	轮胎式液压挖掘机	84	78	72	65.9	62.4	59.9	58	54.5	52	48.4	45.9
10	发电机组(2 台)	84	78	72	65.9	62.4	59.9	58	54.5	52	48.4	45.9
11	冲击式钻井机	73	67	61	54.9	51.4	48.9	47	43.5	41	37.4	34.9
12	搅拌机	82	76	70	63.9	60.4	57.9	56	52.5	50	46.4	43.9

注：5m 处为监测值。

施工期间，不同施工阶段使用的施工机械的组合形式是不同的。其中路基施工期间施工噪声的影响范围相对较大，按路基施工期间，1 台挖掘机、1 台推土机、1 台装载机组合施工考虑，不同距离处的噪声预测结果见表 5.5.1-3。

表 5.5.1-3 路基施工期间机械噪声预测结果单位：Leq[dB(A)]

施工形式	距施工点距离(m)										
	5	10	20	40	60	80	100	150	200	300	400
挖掘机、推土机、装载机 3 台机械同时施	92.2	86.2	80.2	74.1	70.6	68.1	66.2	62.7	60.2	56.6	54.1

根据现场踏勘，沿线距道路 200m 以内有 28 处声敏感点，挖掘机、推土机、装载机各 1 台组合在路中心线处同时运行敏感点处施工噪声预测结果见表 5.5.1-4。

表 5.5.1-4 施工机械在路中心线处运行敏感点处施工噪声预测结果表

序号	敏感点名称	距离路中心	路基形	施工噪声值	主要噪声

		线距离(m)	式	(dB)	源
1	云甸村、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、邓家冲、宝山屯、罗只碑村、甸尾、耳东屯、小马军、益起坡、江头村	5-50	路基	92.2-72.2	挖掘机、推土机、装载机等
2	上高包、以口村、天子堂	50-65	路基	72.2-69.9	
3	云甸完小、朱家村、鲁家村、罗只碑希望小学、罗定庵	65-100	路基	69.9-66.2	
4	伍桂田、大余节、关沟、此苴、大东社区	100-150	路基	66.2-62.7	
5	下高包	150-200	路基	62.7-60.2	

（2）影响分析

①单机施工机械噪声昼间最大在距源 35m 以外可符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求；夜间最大在 150m 以外可符合该标准要求。

②昼间多种施工机械同时作业，噪声在距源 65m 以外可符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求；夜间在 363m 以外可符合该标准要求。根据实际调查资料，目前国内一般公路施工主要集中在昼间，夜间基本不施工，因此夜间施工噪声影响有限。

③根据现场踏勘，沿线声环境敏感点距路中心线 65m 以内的村庄比较多，包括云甸村、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、邓家冲、保山屯、罗只碑村、甸尾、耳东屯、小马军、益起坡、江头村、上高包、以口村、天子堂，昼间施工将会产生一定的干扰；夜间施工在一定范围内将会对居民、学校的休息产生较大的干扰，所以应严格控制作业时间。必须连续施工作业的工点，施工单位应视具体情况及时与环保部门取得联系，按规定申领夜间施工证，同时发布公告最大限度地争取民众支持。

公路施工噪声是社会发展过程中的短期污染行为，一般居民能够理解和接受。但为了保护沿线居民的正常生活和休息，施工单位应采取必要的噪声控制措施，降低施工噪声对环境的影响。

5.5.1.4桥梁施工作业噪声影响分析

主线共设桥梁 14509.06m/35 座。项目大量的桥梁施工，桥梁施工噪声主要来自桥梁下部桩基础施工，在下部施工时，施工单位必须选用符合国家标准的

施工机械和运输车辆，尽量选用低噪声或带隔声、消声的施工机械，如用液压工具代替气压工具、用低噪声的钻孔灌注桩代替冲击式或振动式打桩等，钻孔灌注桩施工工艺相对冲击式打桩机施工工艺而言，具有噪声小，震动小，无地面隆起和侧移的优点，因此钻孔灌注桩施工工程中产生噪声相对较小，但仍须采取一定措施：

桩施工工程中产生噪声相对较小，但仍须采取一定措施：

（1）合理安排施工时间，尽量避免大量高噪声设备同时施工；

（2）合理布局施工现场，避免在同一地点安排大量高噪声设备，以避免局部声级过高；

（3）降低设备声级，选用低噪声设备和工艺，可从根本上降低源强，同时要加强检查、维护和保养机械设备，保持润滑，紧固各部件，减少运行震动噪声；

（4）减少施工交通噪声，施工期间运输车辆均为大型重车，限制大型载重车的车速，运输路线安排上应尽量避绕环境敏感目标。

5.5.1.5隧道施工作业噪声影响分析

本项目主线设置 5387.56m/3 座，楚雄南连接线设中隧道 1 座，长 551m；隧道施工振动及噪声主要来自隧道口施工爆破对附近居民点等声环境保护目标产生影响。

（1）隧道附近居民点

本项目隧道中心线进出口 200m 范围内无敏感点。

（2）隧道施工作业振动对附近居民的影响分析

①爆破振动安全允许距离预测公式

根据《爆破安全规程》（(GB6722-2011)），本评价采用如下萨道夫斯基经验公式预测爆破振动速度：

$$V = K\left(\sqrt[3]{Q} / R\right)^{\alpha}$$

式中：V——地震安全速度，cm/s

R——爆破地震安全距离，m

Q——炸药量，kg(齐发爆破总炸药；秒差爆破或微差爆破取最大一段药量)；

K，a——衰减指数，与岩性、地质条件及现场地形等因素相关的系数。根据《爆破安全规程》(GB6722-2011)，爆破区域不同岩性可参照值见表5.4.1-6。

表 5.5.1-6 爆区不同岩性的 K、α 值

岩性	K	α
坚硬岩石	50～150	1.3～1.5
中硬岩石	150～250	1.5～1.8
软岩石	250～350	1.8～2.0

根据施工图设计，表 5.5.1-6 所列敏感点处岩性主要属于中硬岩石。因此几个敏感点区域 K 值均取 200，α 值均取 1.65。

②爆破振动环境影响预测

为了定量评价工程在采用爆破法施工时对敏感点的影响，本次评价假定隧道与敏感点的距离为安全距离，在此基础上计算几种振速下的装药量。具体估算结果见表 5.5.1-7。

表 5.5.1-7 隧道爆破振动不同质点振动速度下装药量单位：炸药量，kg

敏感点名称	安全距离（m）	衰减指数取值 K	衰减指数取值 a	振速（cm/s）					
				0.15	0.2	0.45	0.9	1.5	2.5
里伍村	74	200	1.65	1.96	3.30	14.44	50.91	128.87	326.22

③影响评价

根据表 5.5.1-7 可以看出，距离爆炸中心不同距离的敏感点，在不同装药量情况下，可以达到相应的安全振动速度，即敏感点处的振动速度是距离、装药量以及地质情况决定的。爆破振动评价的标准从地面建筑物安全及人体感觉两方面考虑，其中地面建筑物安全评价标准采用国家《爆破安全规程》(GB6722-2014)中规定，“爆破地震安全距离"中规定的建筑物地面质点的安全振动速度，具体要求见表 5.5.1-8。

表 5.5.1-8 爆破振动安全允许标准摘录

序号	保护对象类别	安全允许质点振动速度 V,cm/s		
		f≤10Hz	10Hz≤f≤50Hz	f＞50 Hz
1	土窑洞、土坯房、毛石房屋	0.15～0.45	0.45～0.9	0.9～1.5
2	一般民用建筑	1.5～2.0	2.0～2.5	2.5～3.0
3	工业和商业建筑物	2.5～3.5	3.5～4.5	4.2～5.0

4	交通隧道	10～12	12～15	15～20
5	永久性岩石高边坡	5～9	8～12	10～15

从表 5.5.1-7 可以看出，卡利隧道爆破装药量为 8.69kg 时，可控制敏感点处振速在人体产生不适感觉范围内；隧道爆破装药量为 571.42kg 时，可控制敏感点处振速达到一般民用建筑物安全允许振速 1.5cm/s。

本工程采用钻爆法施工，根据表 5.5.1-7 和表 5.5.1-8 只要采用控制齐发爆破总炸药，秒差爆破或微差爆破取最大一段药量，就可以将爆破施工的影响控制在《爆破安全规程》规定的震速以内。

（3）隧道施工作业噪声对附近居民的影响分析

爆破噪声是指爆破作业时引起的噪音。爆破噪声属于空气动力性噪声，其实质是炸药在介质中爆炸所产生的能量向四周传播时形成的爆炸声。

通过资料查询，未见爆破噪声的源强值，以及爆破噪声与爆破装药量、距离等的预测公式。实际上，爆破噪声的特点表现为无规则的突发噪声，噪声大但持续时间短暂，因此，隧道口施工所产生的爆破噪声也必须得到重视。爆破噪声的分贝值与其爆破工艺、装药量和测点距爆破中心距离密切相关，爆破工艺越先进、单孔装药量越少、测点距离爆破中心越远则爆破噪声越小。根据熊宜栋等人对三峡大坝爆破噪声的监测：①）某石灰石采石场，双排炮孔，装药总量 1.7t，在爆破工作面前 220m 处测试，声压级峰值为 133dB；②某花岗石采石场，三排炮孔 54 个，总装药 3.7t，以平直 V 形起爆，在工作面前 200m 测试，其峰值为 129dB；③某工地爆破，45 个炮孔，总装药量 3t，分为三排，工作面高度为 11.6m，测试在爆破工作面前 553m 处，测得空气中爆破噪声峰值为 112dB。实际上，本项目隧道单孔装药量远少于三峡大坝上述爆破的装药量，隧道开挖的噪声值也远小于该值。在以上隧道附近进行的爆破施工作业，应优先采用先进的爆破工艺和尽量控制单孔装药量，爆破前需提前通知附近居民，同时禁止在夜间进行爆破作业。

通过这些措施，隧道施工的爆破噪声可得到有效控制，隧道口和高填深挖路段施工爆破对沿线居民的影响是短暂的且是可以接受的。

5.5.2运营期噪声环境预测与评价

5.5.2.1公路交通噪声预测模式

根据本工程工程特点、沿线的环境特征，以及工程设计的交通量等因素，本评价采用《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2021）附录 A 中 A.2 中提出的公路（道路）交通运输噪声预测模式进行预测。

（1）第 i 类车等效声级的预测模式：

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{0E}})i + 10\lg(\frac{N_i}{V_i T}) + 10\lg(\frac{7.5}{r}) + 10\lg(\frac{\psi_1 + \psi_2}{\pi}) + \Delta L - 16$$

式中：

Leq（h）$_i$--第 i 类车的小时等效声级，dB（A），通常分为大、中、小型车；

$(\overline{L_{0E}})i$ --第 i 类车速度为 Vi，km/h；水平距离为 7.5 米处的能量平均 A 声级，dB（A）；

Ni--昼间，夜间通过某个预测点的第 i 类车平均小时车流量，辆/h；

r--从车道中心线到预测点的距离，m；（A12）适用于 r＞7.5m 预测的噪声预测。

Vi-第 i 类车的平均车速，km/h；

T--计算等效声级的时间，1h；

△L 距离--距离衰减量 dB(A)，小时车流量大于等于 300 辆/小时： L 距离＝101g(7.5/r)，小时车流量小于 300 辆小时：△L 距离＝151g(7.5/r)；

R--从车道中心线到预测点的距离，m，适用于 r＞7.5m 的预测点的噪声预测；ψ$_1$、ψ$_2$--预测点到有限长路段两端的张角，弧度，具体见下图所示；

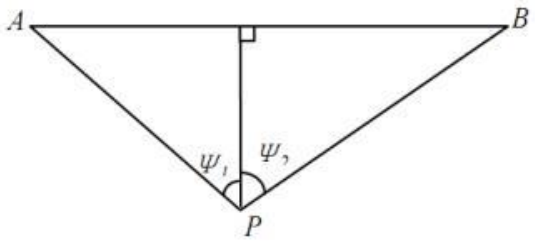


图 5.4.2-1 有限路段的修正函数示意图（A--B 为路段，P 为预测点）

有限路段的修正函数示意图（A--B 为路段，P 为预测点）

ΔL--由其他因素引起的修正量，dB（A），可按下式计算：

$\Delta L=\Delta L_1-\Delta L_2+\Delta L_3$

$\Delta L_1 = \Delta L_{坡度} + \Delta L_{路面}$

$\Delta L_2 = Aatm + Agr + Abar + Amisc$

ΔL_1--线路因素引起的修正量，dB（A）；

$\Delta L_{坡度}$--公路纵坡修正量，dB（A）；

$\Delta L_{路面}$--公路路面材料引起的修正量，dB（A）；

ΔL_2--声波传播途径中引起的衰减量，dB（A）；

ΔL_3--由反射等引起的修正量，dB（A）。

（2）总车流等效声级为：

$$Leq（T）= 10\lg\left[10^{0.1Leq（h）大} + 10^{0.1Leq（h）中} + 10^{0.1Leq（h）小}\right]$$

如某个预测点受多条线路交通噪声影响（如高架桥周边预测点受桥上和桥下多条车道的影响，路边高层建筑预测点受地面多条车道的影响），应分别计算每条车道对该预测点的声级后，经叠加后得到贡献值。

（3）预测点昼间或夜间的环境噪声预测值计算公式

$$L_{eq} = 10\lg\left(10^{0.1Leqg} + 10^{0.1Leqb}\right)$$

式中：

L_{eq}--预测点昼间或夜间的环境噪声预测值，dB；

L_{eqg}--声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

L_{eqb}-- 预测点的背景噪声值，dB。

模式参数的确定

（1）单车源强

本工程运营期期大、中、小型车单车平均辐射声级预测结果见第 2 章。

（2）线路因素引起的修正量（ΔL1）

①纵坡修正量（ΔL 坡度）

公路纵坡修正量ΔL 坡度可按下式计算：

大型车：ΔL 坡度=98×β dB（A）

中型车：ΔL 坡度=73×β dB（A）

小型车：ΔL 坡度=50×β dB（A）

式中：

β-公路纵坡坡度，%。

②路面修正量（$\Delta L_{路面}$）

不同路面的噪声修正量见下表。

表 5.5.2-1 常见路面噪声修正量单位：dB（A）

路面类型	不同行驶速度修正量 km/h		
	30	40	≥50
沥青混凝土	0	0	0
水泥混凝土	1.0	1.5	2.0

注：表中修正量为（L_{OE}）$_i$在沥青混凝土路面测得结果的修正。

（3）声波传播途径中引起的衰减量（ΔL_2）

①空气吸收引起的衰减（Aatm）

空气吸收引起的衰减按下式计算：

$$A_{atm} = \frac{a\ (r - r_0)}{1000}$$

式中：

α为大气吸收衰减系数，是温度、湿度和声波频率的函数，预测计算中一般根据建设项目所处区域常年平均气温和湿度选择相应的空气吸收系数，取值详见下表。

表 5.5.2-2 倍频带噪声的大气吸收衰减系数α

温度（℃）	相对温度（%）	大气吸收衰减系数α（dB/km）							
		倍频带中心频率（Hz）							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0
20	70	0.1	0.3	1.1	2.8	5.0	9.0	22.9	76.6
30	70	0.1	0.3	1.0	3.1	7.4	12.7	23.1	59.3
15	20	0.3	0.6	1.2	2.7	8.2	28.2	28.8	202.0
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129.0
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	23.7	82.8

②地面效应衰减（A_{gr}）$_{grA}$

地面效应引起的倍频带衰减可用下式计算：

$$A_{gr} = 4.8 - \left(\frac{2h_m}{r}\right)\left[17 + \left(\frac{300}{r}\right)\right]$$

式中：

r--声源到预测点的距离，m；

hm--传播路径的平均离地高度，m；可按下图进行计算，hm=F/r，；F：面积，m^2；r，m；

若 *Agr* 计算出负值，则 Agr 可用“0”代替。

其他情况可参照 GB/T17247.2 进行计算。

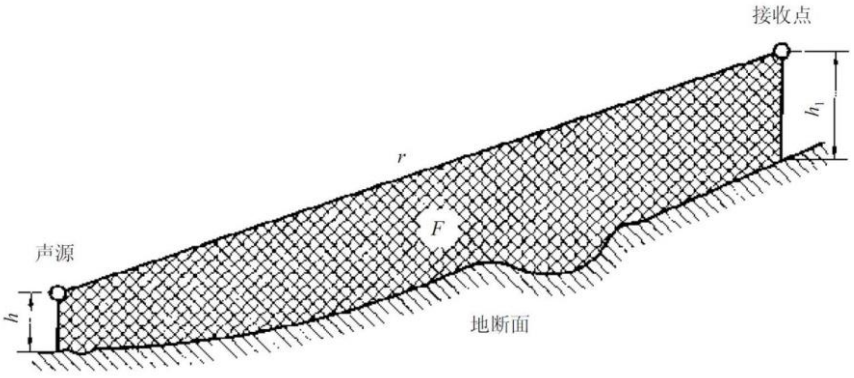


图 5.4.2-2 估算平均高度 hm 的方法

估计平均高度 hm 的方法示意图

③障碍物衰减量（A_{bar}）

a.声屏障衰减量（A_{bar}）计算

无限长声屏障可按下式计算：

$$A_{\mathrm{bar}}=\begin{cases}10\lg\left[\dfrac{3\pi\sqrt{(1-t^2)}}{\mathrm{tarctg}\sqrt{\frac{(1-t)}{(1+t)}}}\right], & t=\frac{40f\delta}{3c}\leqslant 1 \quad dB\\ 10\lg\left[\dfrac{3\pi\sqrt{(t^2-1)}}{2\ln(t+\sqrt{t^2-1})}\right], & t=\frac{40f\delta}{3c}>1 \quad dB\end{cases}$$

式中：

f--声波频率，Hz；

δ--声程差，m；

c--声速，m/s。

在公路建设项目评价中可采用 500Hz 频率的声波计算得到的屏障衰减量近似作为 A 声级的衰减量。

有限长声屏障计算：

$$A_{\mathrm{bar}}\approx -10\lg\left(\frac{\beta}{\theta}10^{-0.1A_{\mathrm{bar}}}+1-\frac{\beta}{\theta}\right)$$

A_{bar}--有限声屏障引起的衰减，dB；

β --受声点与声屏障两端连接线的夹角，（°）

θ --受声点与线声源两端连接线的夹角，（°）；

A_{bar}--无限长声屏障的衰减量，dB，可按式无线长声屏障公式计算。

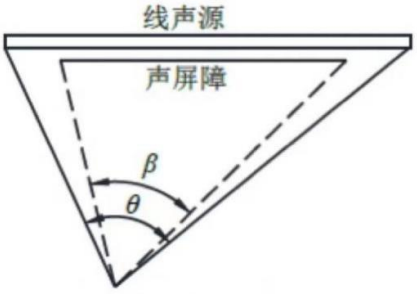


图 5.4.2-3 受声点与线声源两端连接线的夹角(遮蔽角）

④其它多方面原因引起的衰减(Amisc)

其它衰减包括通过工业场所的衰减；通过房屋群的衰减等。在声环境影响评价中，一般情况下，不考虑自然条件(如风、温度梯度、雾)变化引起的附加修正。

工业场所的衰减参照 GB/T17247.2 进行计算。

a.绿化林带噪声衰减计算（Afol）

绿化林带的附加衰减与树种、林带结构和密度等因素有关。通过树叶传播造成的噪声衰减随通过树叶传播距离 df 的增长而增加，其中 $df=d_1+d_2$。

通过总长度为 10m 到 20m 之间的密叶时，由密叶引起的衰减取 1dB；通过总长度 20m 到 200m 之间密叶时的衰减系数取 0.05dB/m；当通过密叶的路径长度大约 200m 时，可使用 200m 的衰减值。

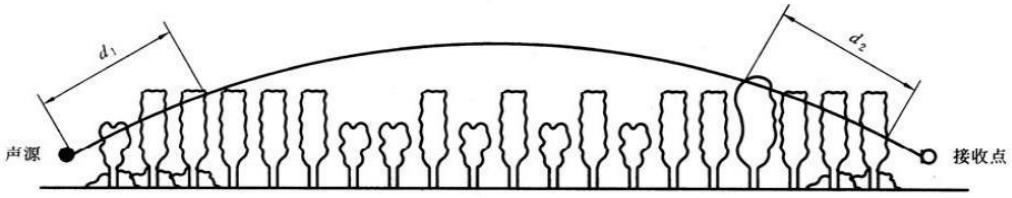


图 5.5.2-4 通过树和灌木时噪声衰减示意图

通常密植林带的平均衰减量用表 5.5.2-3 估算：

表 5.5.2-3 倍频带噪声通过密叶传播时产生的衰减

项目	传播距离 d_f/m	倍频带中心频率/HZ							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
衰减/dB	$10 \le d_f < 20$	0	0	1	1	1	1	2	3
衰减系数/（dB/m）	$20 \le d_f < 200$	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

b.建筑群噪声衰减（Ahous）

建筑群衰减 A_{hous} 不超过 10dB 时，近似等效连续 A 声级按下式估算。

当从受声点可直接观察到线路时，不考虑此项衰减。

$$A_{hous} = A_{hous.1} + A_{hous.2}$$

式中 $A_{hous.1}=0.1Bd_b$，单位为 dB。

Bd_b 沿声传播路线上的建筑物的密度，等于建筑物总平面面积除以总地面面积（包括建筑物所占面积）；

d_b--通过建筑群的声传播路线长度，按 $d_b = d_1 + d_2$ 计算，d_1 和 d_2 如图 5.5-5 所示。

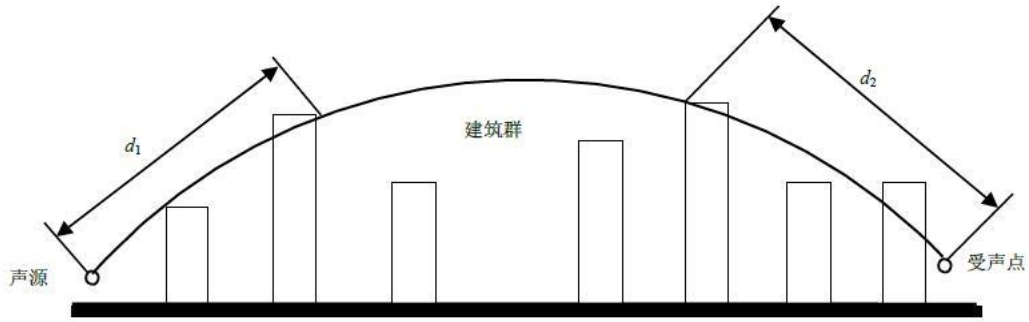


图 5.5.2-5 建筑群中声传播途径

5.5.2.2公路交通噪声预测模式

根据导则推荐的预测方法，对本工程的交通噪声进行预测计算。预测内容主要包括：交通噪声在不同运营期、不同时间段、距路边不同距离的影响预测，以及沿线敏感点环境噪声预测。

5.5.2.3预测结果及评价

1、交通噪声水平衰减断面

根据上述预测模式及参数，对本工程交通噪声进行了预测，结果见下表。

表 5.5.2-4 楚雄市东南绕城高速公路主线交通噪声预测结果 dB（A）

路段	时段		预测点距路中心线距离（m）													
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	180	200
云甸互通立交-楚雄南互通	近期	昼间	72.98	67.63	63.72	61.66	60.27	59.21	58.34	57.59	56.94	56.36	55.35	54.09	53.05	52.42
		夜间	69.10	62.37	57.27	54.50	52.59	51.11	49.90	48.85	47.95	47.13	45.72	43.97	42.53	41.67
	中期	昼间	73.84	68.49	64.58	62.52	61.13	60.07	59.20	58.45	57.81	57.22	56.21	54.96	53.91	53.28
		夜间	70.15	64.80	60.88	58.82	57.42	56.35	55.47	54.72	54.06	53.47	52.44	51.16	50.07	49.43
	远期	昼间	74.74	69.39	65.48	63.42	62.03	60.97	60.10	59.35	58.70	58.12	57.11	55.85	54.80	54.18
		夜间	70.83	65.48	61.57	59.51	58.12	57.06	56.19	55.44	54.79	54.21	53.20	51.94	50.89	50.27
楚雄南互通-大马军互通	近期	昼间	72.35	67.01	63.14	61.11	59.73	58.68	57.83	57.10	56.46	55.89	54.91	53.70	52.70	52.11
		夜间	68.40	61.66	56.62	53.87	51.98	50.52	49.32	48.29	47.40	46.60	45.22	43.52	42.12	41.30
	中期	昼间	73.19	67.84	63.98	61.94	60.57	59.52	58.66	57.93	57.30	56.73	55.75	54.54	53.54	52.95
		夜间	69.19	62.46	57.43	54.71	52.84	51.41	50.24	49.25	48.40	47.64	46.36	44.83	43.62	42.94
	远期	昼间	74.09	68.75	64.88	62.85	61.47	60.42	59.57	58.84	58.20	57.64	56.66	55.44	54.44	53.85
		夜间	70.02	64.67	60.81	58.78	57.40	56.35	55.50	54.77	54.14	53.57	52.59	51.38	50.38	49.79
大马军互通-子午互通	近期	昼间	72.71	67.36	63.49	61.46	60.08	59.03	58.17	57.44	56.80	56.23	55.24	54.02	53.02	52.42
		夜间	68.83	62.09	57.05	54.30	52.40	50.94	49.73	48.70	47.81	47.01	45.62	43.91	42.50	41.68
	中期	昼间	73.58	68.23	64.37	62.33	60.95	59.90	59.04	58.31	57.67	57.10	56.11	54.89	53.88	53.29
		夜间	69.59	62.85	57.81	55.06	53.17	51.71	50.51	49.48	48.59	47.79	46.42	44.73	43.35	42.54
	远期	昼间	74.49	69.15	65.28	63.24	61.86	60.81	59.95	59.22	58.58	58.01	57.03	55.81	54.80	54.20
		夜间	70.51	65.16	61.29	59.26	57.88	56.83	55.97	55.23	54.59	54.02	53.04	51.81	50.80	50.20
子午互通-以口枢纽立交	近期	昼间	72.66	67.31	63.44	61.40	60.02	58.97	58.10	57.37	56.73	56.15	55.16	53.92	52.90	52.30
		夜间	68.80	62.06	57.02	54.27	52.37	50.90	49.69	48.66	47.76	46.95	45.56	43.84	42.42	41.59
	中期	昼间	73.51	68.16	64.29	62.25	60.87	59.82	58.95	58.22	57.58	57.00	56.01	54.78	53.75	53.15
		夜间	69.56	62.82	57.77	55.02	53.12	51.65	50.44	49.41	48.51	47.71	46.31	44.60	43.18	42.35
	远期	昼间	74.43	69.08	65.21	63.17	61.79	60.74	59.87	59.14	58.50	57.92	56.93	55.70	54.68	54.07
		夜间	70.44	65.09	61.22	59.17	57.79	56.73	55.86	55.12	54.48	53.90	52.89	51.65	50.61	49.99

表 5.5.2-5 楚雄市东南绕城高速公路连接线交通噪声预测结果 dB（A）

路段	时段		预测点距路中心线距离（m）													
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	180	200
楚雄南连接线	近期	昼间	65.27	58.65	53.64	50.91	49.01	47.54	46.33	45.29	44.38	43.57	42.16	40.41	38.96	38.11
		夜间	62.02	55.40	50.40	47.67	45.77	44.30	43.08	42.04	41.13	40.32	38.91	37.16	35.71	34.86
	中期	昼间	66.23	61.03	57.16	55.13	53.74	52.68	51.80	51.05	50.39	49.80	48.77	47.48	46.40	45.75
		夜间	61.94	55.32	50.32	47.59	45.69	44.22	43.01	41.97	41.07	40.25	38.85	37.10	35.66	34.81
	远期	昼间	67.67	62.46	58.61	56.58	55.20	54.14	53.27	52.53	51.88	51.30	50.29	49.02	47.97	47.35
		夜间	63.27	56.65	51.64	48.91	47.02	45.54	44.33	43.29	42.39	41.57	40.16	38.42	36.97	36.12
大马军连接线	近期	昼间	63.53	56.96	52.66	50.12	48.30	46.87	45.68	44.67	43.77	42.97	41.59	39.88	38.47	37.64
		夜间	60.07	53.50	49.20	46.67	44.84	43.41	42.23	41.21	40.32	39.52	38.13	36.42	35.01	34.18
	中期	昼间	63.00	56.44	52.16	49.66	47.88	46.49	45.35	44.39	43.56	42.82	41.58	40.10	38.95	38.30
		夜间	60.82	54.25	49.95	47.41	45.59	44.16	42.97	41.95	41.05	40.25	38.87	37.15	35.73	34.89
	远期	昼间	66.14	61.18	57.83	55.95	54.61	53.58	52.72	51.99	51.35	50.77	49.77	48.53	47.49	46.87
		夜间	61.69	55.12	50.82	48.29	46.47	45.03	43.85	42.83	41.93	41.14	39.75	38.04	36.63	35.79
子午连接线	近期	昼间	61.92	55.35	51.04	48.51	46.69	45.25	44.06	43.04	42.15	41.35	39.96	38.24	36.82	35.99
		夜间	58.28	51.71	47.40	44.87	43.05	41.61	40.43	39.41	38.51	37.71	36.33	34.61	33.19	32.36
	中期	昼间	62.39	55.82	51.51	48.98	47.16	45.73	44.54	43.52	42.63	41.84	40.46	38.77	37.38	36.57
		夜间	59.07	52.50	48.20	45.66	43.84	42.41	41.22	40.20	39.30	38.50	37.12	35.40	33.98	33.15
	远期	昼间	64.15	57.58	53.29	50.79	49.00	47.61	46.47	45.50	44.67	43.93	42.68	41.20	40.04	39.40
		夜间	60.17	53.60	49.30	46.76	44.94	43.50	42.31	41.29	40.40	39.60	38.21	36.49	35.07	34.23

2、交通噪声达标距离

根据国家环境保护总局《关于公路、铁路（含轻轨）等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题的通知》（环发〔2003〕94 号），评价范围内的学校、医院（疗养院、敬老院）等特殊敏感建筑物，其室外昼间按 60 分贝、夜间按 50 分贝执行。

根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）道路两侧的临街建筑高于三层的，临街第一排建筑物执行 4a 类标准，第一排建筑以后的区域执行 2 类标准；道路两侧的临街建筑低于三层的和临街无建筑的，道路两侧 35m 以内的区域执行 4a 类标准，35m 以外的区域执行 2 类标准。

在仅考虑距离衰减修正、地面效应修正，不考虑纵坡、路面等线路因素、声屏障、有限长路段修正、前排建筑物和树林的遮挡屏蔽影响，根据本工程营运后不同路段各营运年份的交通噪声预测结果得出该路段昼夜噪声值达到《声环境质量标准》中 4a 类标准（昼间 70dB、夜间 55dB）及 2 类标准（昼间 60dB、夜间 50dB）的距离即防护距离，项目道路红线两侧的交通噪声达标距离预测结果见下表。

表 5.4.2-6 项目道路交通噪声达标距离（距离道路边线）一览表　　单位:m

路段		标准	近期		中期		远期	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
主线	云甸互通立交-楚雄南互通	4a 类	2	26	4	64	6	74
		2 类	40	57	48	170	59	197
	楚雄南互通-大马军互通路段	4a 类	1	23	3	26	5	64
		2 类	36	52	43	60	53	180
	大马军互通-子午互通路段	4a 类	2	25	4	28	6	71
		2 类	38	55	47	63	57	195
	子午互通-以口枢纽立交路段	4a 类	2	25	4	28	6	69
		2 类	38	55	46	62	56	187
连接线	楚雄南连接线	4a 类	＜1	15	＜1	15	2	17
		2 类	12	26	17	25	20	30
	大马军连接线	4a 类	＜1	12	＜1	13	＜1	15
		2 类	10	22	9	24	17	27
	子午连接线	4a 类	＜1	9	＜1	10	＜1	12
		2 类	7	18	8	19	11	22

根据预测结果可知：

（1）主线云甸互通立交-楚雄南互通营运近期、中期和远期昼间距路中心线 4a 达标距离分别为 2m、4m、6m，2 类达标距离为 40m、48m、59m；营运近期、

中期、远期夜间距路中心线 4a 达标距离分别为 26m、64m、74m，2 类达标距离 57m、170m、197m。

（2）主线楚雄南互通-大马军互通路段营运近期、中期和远期昼间距路中心线 4a 达标距离分别为 1m、3m、5m，2 类达标距离为 36m、43m、53m；营运近期、中期、远期夜间距路中心线 4a 达标距离分别为 23m、26m、64m，2 类达标距离 36m、43m、53m。

（3）主线大马军互通-子午互通路段营运近期、中期和远期昼间距路中心线 4a 达标距离分别为 2m、4m、6m，2 类达标距离为 38m、47m、57m；营运近期、中期、远期夜间距路中心线 4a 达标距离分别为 25m、28m、69m，2 类达标距离 55m、63m、195m。

（4）主线子午互通-以口枢纽立交路段营运近期、中期和远期昼间距路中心线 4a 达标距离分别为 2m、4m、6m，2 类达标距离为 38m、46m、56m；营运近期、中期、远期夜间距路中心线 4a 达标距离分别为 25m、28m、69m，2 类达标距离 55m、62m、187m。

（5）楚雄南连接线营运近期、中期和远期昼间距路中心线 4a 达标距离分别为＜1m、＜1m、2m，2 类达标距离为 12m、17m、20m；营运近期、中期、远期夜间距路中心线 4a 达标距离分别为 15m、15m、17m，2 类达标距离 26m、25m、30m。

（6）大马军连接线营运近期、中期和远期昼间距路中心线 4a 达标距离分别为＜1m、＜1m、＜1m，2 类达标距离为 10m、9m、17m；营运近期、中期、远期夜间距路中心线 4a 达标距离分别为 7m、8m、11m，2 类达标距离 22m、24m、27m。

（6）子午连接线营运近期、中期和远期昼间距路中心线 4a 达标距离分别为＜1m、＜1m、＜1m，2 类达标距离为 7m、8m、11m；营运近期、中期、远期夜间距路中心线 4a 达标距离分别为 9m、10m、12m，2 类达标距离 18m、19m、22m。

3、规划建议

按照《公路安全保护条例》（2011 年 7 月 1 日起施行）规定，项目路线建设控制区的范围为项目用地外缘起向外距离不少于 30m，在公路建筑控制区

内，除公路保护需要外，禁止修建建筑物和地面构筑物。

将来在公路沿线两侧如规划房屋建筑，建议各路段按照上表中期夜间设置各路段的噪声防护距离，首排不应规划建设学校、医院及居民住宅等噪声敏感建筑，在规划和建设过程中充分考虑交通噪声的影响。若在控制距离内建声敏感建筑物时，建设单位与设计单位则需按《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）的要求详见下表，采取建筑物隔声围护，以使之室内声环境满足相应建筑物的使用功能要求。

表 5.4.2-7 住宅、学校、医院允许声级表

房间名称	允许噪声级（A 声级，dB）		
	一级（较高标准）	二级（一般标准）	三级（最低限）
卧室、书房（或卧室兼起居室）	≤40	≤45	≤50
起居室	≤45	≤50	
有特殊安静要求的房间	≤40	--	--
一般教室	--	≤50	--
无特殊安静要求的房间	--	--	≤55
病房、医护人员休息室	≤40	≤45	≤50
门诊室	≤55	--	≤60
手术室	≤45	--	≤50
听力测听室	≤25	--	≤30

上表可以作为建筑规划的依据，建议主线全路段不要在距离公路路中心线 125m 的范围内规划直接面对公路的居民区、学校、医院等声敏感建筑。

4、敏感点环境噪声预测结果

环境噪声背景监测结果及根据敏感点规模、类型以及周围环境条件，确定各背景噪声监测点，沿线关心敏感点噪声预测将不对 200 米外的关心点进行预测，共涉及 57 个保护目标。各敏感点背景值选取采用本次环评监测的 2 天监测数据的平均值，无监测数据的敏感点采用临近敏感点的监测数据作为背景值。

（1）敏感点环境噪声预测

本工程沿线的声环境关心点主要为村庄、学校、医院等敏感点。对于新建路段关心点的环境噪声预测值由公路噪声预测值与环境噪声背景值叠加而得到；对于改扩建路段的关心点的环境噪声值由交通噪声贡献值得到。其中，交通噪声预测值将根据关心点所处位置确定其距路中心线的距离与高差、路堤或路堑等的遮挡，通过计算而得到。背景值选取原则：①离现状道路较远，受现

有公路交通影响小的敏感点监测值作为该敏感点背景值，取值为两次监测的最大值。②同一路段或相邻路段的敏感点如特征相似，背景环境相似，其背景值则选取同路段或相邻路段所布设监测点的监测值。

本工程沿线声环境敏感点环境噪声背景值选取情况见下表。

表 5.4.2-8 主线声环境敏感点环境噪声背景值选取情况（单位：dB）

序号	敏感点	位置	昼间	夜间	备注
1	云甸村	主线 K0+000 匝道桥左侧	47.5	39.0	监测
2	云甸完小	主线 K0+000 匝道桥左侧	54.3	44.3	监测
3	伍桂田	主线 K0+000 匝道桥右侧	50.5	42.0	类比上高包
4	下高包	主线 K0+000 匝道桥右侧	50.5	42.0	类比上高包
5	上高包	主线 K0+000 匝道桥左侧	50.5	42.0	监测
6	卡利	主线 K4+300~4+500 左右侧	51.0	42.5	监测
7	下土坡	主线 K5+300~K5+470 左侧	49.5	41.5	监测
8	樟木箐	主线 K6+600~K6+700 右侧	49.5	43.0	监测
9	田房头	主线 K10+550~K10+730 左右侧	51.5	43.5	监测
10	关沟	主线 K15+440~K15+700 右侧	51.0	43.0	类比上各邑
11	上各邑	主线 K16+500~K16+740 右侧	51.0	43.0	监测
12	邓家冲	主线 K18+150~K18+320 右侧	51.5	42.5	监测
13	大余节	主线 K19+500~K20+020 左侧	51.5	42.5	类比邓家冲
14	朱家村	主线 K20+800~K21+350 右侧	50.5	41.0	类比保山屯
15	保山屯	主线 K21+600~K22+500 左侧	50.5	41.0	监测
16	鲁家村	主线 K23+25~K23+120 右侧	50.5	41.0	类比保山屯
17	罗只碑村	主线 K23+850~K24+600 右侧	49.0	41.5	监测
18	罗只碑希望小学	主线 K24+880~K24+990 左侧	51.0	41.0	监测
19	甸尾	主线 K24+000~K24+600 左侧	51.0	41.0	类比罗只碑希望小学
20	此苴	主线 K25+950~K26+100 左侧	51.0	41.0	类比罗只碑希望小学
21	罗定庵	主线 K26+900~k27+050 左侧	48.0	42.0	类比以口村
22	以口村	主线 K27+500~K27+700 左右侧	48.0	42.0	监测

表 5.4.2-9 连接线声环境敏感点环境噪声背景值选取情况（单位：dB）

序号	敏感点	位置	昼间	夜间	备注
1	耳东屯	楚雄南连接线 LCK1+100~LCK1+270 左右侧	50.5	42.5	监测
2	大东社区	楚雄南连接线 LCK3+100~LCK3+300 匝道桥左侧	50.5	42.5	类比耳东屯
3	小马军	大马军连接线 AK1+100+~AK1+500 右侧	48.0	42.0	类比益起坡

4	益起坡	大马军连接线 LDK1+000~ LDK1+130 右侧	48.0	42.0	监测
5	天子堂	大马军连接线 LDK1+500~ LDK1+650 右侧	48.0	42.0	类比益起坡
6	江头村	大马军连接线 LDK2+000~ LDK2+900 右侧	52.1	43.2	监测

将对公路沿线 200m 范围内的敏感点进行噪声影响预测。公路沿线的声环境敏感目标主要为村镇。

公路营运期公路两侧红线外 35m 以内的区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 4a 类标准，但对于学校等特殊敏感点，执行 2 类标准；公路两侧红线外 35m 以外区域执行 2 类标准。

（1）主线、连接线声环境敏感点预测

关心点的声环境评价标准，根据关心点与公路红线距离确定，拟建路段沿线声环境关心点的环境噪声预测见表 5.4.2-10~5.4.2-11。

表 5.4.2-10　主线声环境敏感点环境噪声预测结果及超标情况表

序号	敏感点名称	中心桩号	方位	道路形式	声环境功能	时段	标准值	背景值	近期			中期			远期		
									贡献值	预测值	达标情况	贡献值	预测值	达标情况	贡献值	预测值	达标情况
1	云甸村	主线 K0+000 匝道桥	左	互通	2 类	昼间	60.00	51.00	57.35	58.25	达标	58.27	59.02	达标	59.42	60.00	达标
						夜间	50.00	43.00	50.04	50.83	**超标 0.83**	51.02	51.65	**超标 1.65**	52.38	52.85	**超标 2.85**
					4a	昼间	70.00	51.00	61.05	61.46	达标	61.97	62.31	达标	63.12	63.38	达标
						夜间	55.00	43.00	55.33	55.57	**超标 0.57**	56.31	56.51	**超标 1.51**	57.52	57.67	**超标 2.83**
2	云甸完小	主线 K0+000 匝道桥	左	互通	2 类	昼间	60.00	54.30	54.09	57.75	达标	55.02	58.17	达标	56.16	58.76	达标
						夜间	50.00	44.30	45.43	48.33	达标	46.40	48.85	达标	47.92	49.78	达标
3	伍桂田	主线 K0+000 匝道桥	右	互通	2 类	昼间	60.00	50.50	52.95	54.90	达标	53.87	55.52	达标	55.02	56.33	达标
						夜间	50.00	42.00	43.86	46.04	达标	44.84	46.66	达标	56.30	47.67	达标
4	下高包	主线 K0+000 匝道桥	右	互通匝道桥	2 类	昼间	60.00	50.50	50.33	53.43	达标	51.26	53.90	达标	52.40	54.56	达标
						夜间	50.00	42.00	40.30	44.24	达标	41.27	44.66	达标	42.98	45.53	达标
5	上高包	主线 K0+000 匝道桥	左	互通匝道桥	2 类	昼间	60.00	50.50	56.60	57.55	达标	57.53	58.31	达标	58.68	59.29	达标
						夜间	50.00	42.00	49.08	49.85	达标	50.06	50.69	**超标 0.69**	51.28	51.76	**超标 1.76**
6	卡利	主线 K4+300~4+500	左右	路基	2 类	昼间	60.00	51.00	60.14	60.64	**超标 0.64**	61.00	61.42	**超标 1.42**	61.90	62.24	**超标 2.24**
						夜间	50.00	42.50	52.43	52.85	**超标 2.85**	57.30	57.44	**超标 7.44**	57.99	58.11	**超标 8.11**
					4a	昼间	70.00	51.00	69.89	69.95	达标	70.75	70.80	**超标 0.77**	71.65	71.69	**超标 1.67**
						夜间	55.00	42.50	65.58	65.60	**超标 10.60**	67.06	67.08	**超标 12.08**	67.74	67.75	**超标 12.75**
7	下土坡	主线 K5+300~K5+470	左	桥梁	2 类	昼间	60.00	49.50	57.09	57.79	达标	57.96	58.53	达标	58.85	59.33	达标
						夜间	50.00	41.50	48.19	49.03	达标	54.22	54.44	**超标 4.44**	54.94	55.14	**超标 5.14**
					4a	昼间	70.00	49.50	58.75	59.24	达标	59.61	60.01	达标	60.51	60.84	达标
						夜间	55.00	41.50	50.57	51.08	达标	55.89	56.04	**超标 1.04**	56.60	56.73	**超标 1.73**
8	樟木箐	主线 K6+600~K6+700	左	桥梁	2 类	昼间	60.00	49.50	59.14	59.59	达标	60.00	60.37	**超标 0.37**	60.90	61.20	**超标 1.20**
						夜间	50.00	43.00	51.04	51.67	**超标 1.67**	56.27	56.47	**超标 6.47**	56.99	57.16	**超标 2.16**

					4a	昼间	70.00	49.50	61.57	61.84	达标	62.44	62.65	达标	63.33	63.51	达标
						夜间	55.00	43.00	54.53	54.83	达标	58.73	58.84	**超标 3.84**	59.42	59.52	**超标 4.52**
9	田房头	主线 K10+550~K10+730	左右	桥梁	2 类	昼间	60.00	51.50	56.36	57.59	达标	57.22	58.25	达标	58.12	58.97	达标
						夜间	50.00	43.50	47.36	48.85	达标	53.31	53.74	**超标 3.74**	54.20	54.55	**超标 4.55**
					4a	昼间	70.00	51.50	61.46	61.88	达标	62.32	62.67	达标	63.22	63.51	达标
						夜间	55.00	43.50	54.59	54.92	达标	58.58	58.72	**超标 3.72**	59.31	59.42	**超标 4.42**
10	关沟	主线 K15+440~K15+700	右	桥梁	2 类	昼间	60.00	51.00	53.27	55.29	达标	54.11	55.84	达标	55.01	56.46	达标
						夜间	50.00	43.00	42.92	45.97	达标	44.25	46.68	达标	50.95	51.59	**超标 1.59**
11	上各邑	主线 K16+500~K16+740	右	路基+桥梁	2 类	昼间	60.00	51.00	58.16	58.93	达标	59.00	59.64	达标	59.91	60.43	**超标 0.43**
						夜间	50.00	43.00	49.82	50.64	**超标 0.64**	50.69	51.37	**超标 1.37**	55.84	56.06	**超标 6.06**
					4a	昼间	70.00	51.00	59.47	60.05	达标	60.31	67.79	达标	61.21	61.61	达标
						夜间	55.00	43.00	51.66	52.22	达标	52.50	52.96	达标	57.14	57.31	**超标 2.31**
12	邓家冲	主线 K18+150~K18+320	右	桥梁	2 类	昼间	60.00	51.50	56.08	57.38	达标	56.92	58.01	达标	57.82	58.73	达标
						夜间	50.00	42.50	46.94	48.28	达标	47.86	48.97	达标	53.75	54.07	**超标 4.07**
					4a	昼间	70.00	51.50	60.35	60.88	达标	61.18	61.63	达标	62.09	62.45	达标
						夜间	55.00	42.50	53.03	53.40	达标	53.85	54.16	达标	58.02	58.14	**超标 3.14**
13	大余节	主线 K19+500~K20+020	左	桥梁	2 类	昼间	60.00	51.50	53.21	55.45	达标	54.06	55.97	达标	54.96	56.58	达标
						夜间	50.00	42.50	43.10	45.82	达标	44.14	46.41	达标	50.90	51.49	**超标 1.49**
14	朱家村	主线 K20+800~K21+350	右	路基	2 类	昼间	60.00	50.50	57.67	58.43	达标	58.54	59.17	达标	59.45	59.97	达标
						夜间	50.00	41.00	49.06	49.69	达标	49.83	50.37	**超标 0.37**	55.47	55.62	**超标 5.62**
15	保山屯	主线 K21+600~K22+500	左	路基	2 类	昼间	60.00	50.50	59.13	59.69	达标	60.00	60.46	**超标 0.46**	60.91	61.29	**超标 1.29**
						夜间	50.00	41.00	51.09	51.49	**超标 1.49**	51.85	52.20	**超标 2.20**	56.93	57.04	**超标 7.04**
					4a	昼间	70.00	50.50	67.04	67.14	达标	67.92	67.99	达标	68.83	68.89	达标
						夜间	55.00	41.00	61.66	61.70	**超标 6.70**	62.42	62.45	**超标 7.45**	64.84	64.86	**超标 9.86**
16	鲁家村		右	桥梁	2 类	昼间	60.00	50.50	57.94	58.66	达标	58.81	59.40	达标	59.72	60.21	**超标 0.21**

		主线 K23+25~K23+120				夜间	50.00	41.00	49.42	50.01	**超标 0.01**	50.20	50.69	**超标 0.69**	55.73	55.88	**超标 5.88**
17	罗只碑村	主线 K23+850~K24+600	右	路基+桥梁	2 类	昼间	60.00	49.00	58.92	59.35	达标	59.79	60.14	**超标 0.14**	60.71	60.99	**超标 0.99**
						夜间	50.00	41.50	50.87	51.34	**超标 1.34**	51.62	52.03	**超标 2.03**	56.72	56.85	**超标 6.85**
					4a	昼间	70.00	49.00	62.75	62.93	达标	63.62	63.77	达标	64.53	64.65	达标
						夜间	55.00	41.50	56.29	56.43	**超标 1.43**	57.05	57.17	**超标 2.17**	60.55	60.60	**超标 5.60**
18	罗只碑 希望小学	主线 K24+880~K24+990	左	桥梁	2 类	昼间	60.00	51.00	55.85	57.08	达标	56.72	57.75	达标	57.63	58.49	达标
						夜间	50.00	41.00	46.62	47.67	达标	47.38	48.28	达标	53.64	53.87	**超标 3.87**
19	甸尾	主线 K24+000~K24+600	左	路基+桥梁	2 类	昼间	60.00	51.00	57.59	58.45	达标	58.46	59.18	达标	59.37	59.96	达标
						夜间	50.00	41.00	48.97	49.61	达标	49.73	50.27	**超标 0.27**	55.38	55.54	**超标 5.54**
					4a	昼间	70.00	51.00	62.78	63.06	达标	63.65	63.88	达标	64.56	64.75	达标
						夜间	55.00	41.00	56.32	56.44	**超标 1.44**	57.08	57.18	**超标 2.18**	60.58	60.63	**超标 5.63**
20	此苴	主线 K25+950~K26+100	左	互通匝道桥	2 来	昼间	70.00	51.00	53.29	55.30	达标	54.16	55.87	达标	55.07	56.51	达标
						夜间	55.00	41.00	43.58	45.49	达标	44.34	45.99	达标	51.07	51.47	**超标 1.47**
21	罗定庵	主线 K26+900~k27+050	左	桥梁	2 类	昼间	60.00	48.00	56.55	57.12	达标	57.40	57.88	达标	58.32	58.71	达标
						夜间	50.00	42.00	47.53	48.60	达标	48.28	49.20	达标	54.30	54.55	**超标 4.55**
22	以口村	主线 K27+500~K27+700	左右	互通匝道桥	2 类	昼间	60.00	48.00	57.58	58.03	达标	58.43	58.81	达标	59.36	59.66	达标
						夜间	50.00	42.00	49.21	49.96	达标	49.97	50.61	**超标 0.61**	55.28	55.48	**超标 5.48**
					4a	昼间	70.00	48.00	62.38	62.54	达标	63.23	63.36	达标	64.15	64.26	达标
						夜间	55.00	42.00	55.96	56.13	**超标 1.13**	56.72	56.86	**超标 1.86**	60.15	60.21	**超标 5.21**

表 5.4.2-11　连接线声环境敏感点环境噪声预测结果及超标情况表

序号	敏感点名称	中心桩号	方位	道路形式	声环境功能	时段	标准值	背景值	近期			中期			远期		
									贡献值	预测值	达标情况	贡献值	预测值	达标情况	贡献值	预测值	达标情况
1	耳东屯	楚雄南连接线 LCK1+100~LCK1+270	左右	路基	2 类	昼间	60.00	50.50	45.25	51.63	达标	51.02	53.78	达标	52.49	54.62	达标
						夜间	50.00	42.50	42.00	45.27	达标	41.93	45.23	达标	43.25	45.90	达标
					4a	昼间	70.00	50.50	52.10	54.39	达标	56.01	57.09	达标	57.46	58.25	达标
						夜间	55.00	42.50	48.86	49.76	达标	48.78	49.70	达标	50.10	50.80	达标
2	大东社区	楚雄南连接线 LCK3+100~LCK3+300	左	互通匝道桥	2 类	昼间	60.00	50.50	41.06	50.97	达标	47.66	52.32	达标	49.39	52.99	达标
						夜间	50.00	42.50	37.80	43.77	达标	37.79	43.76	达标	39.07	44.13	达标
3	小马军	大马军连接线 AK1+100+~ AK1+500	右	路基	2 类	昼间	60.00	48.00	41.01	48.79	达标	51.59	48.89	达标	49.35	51.73	达标
						夜间	50.00	42.00	37.57	43.34	达标	38.27	43.53	达标	39.17	43.82	达标
					4a	昼间	70.00	48.00	53.93	54.92	达标	53.44	54.53	达标	58.52	58.89	达标
						夜间	55.00	42.00	50.47	51.05	达标	51.22	51.71	达标	52.09	52.50	达标
4	益起坡	大马军连接线 LDK1+000~ LDK1+130	右	路基	2 类	昼间	60.00	48.00	45.79	50.05	达标	45.46	49.92	达标	52.80	54.04	达标
						夜间	50.00	42.00	42.33	45.18	达标	43.08	45.58	达标	43.95	46.10	超标 3
					4a	昼间	70.00	48.00	62.83	62.97	达标	62.30	62.46	达标	65.62	65.70	达标
						夜间	55.00	42.00	59.37	59.45	**超标 4.45**	60.12	60.19	**超标 5.19**	60.99	61.05	**超标 6.05**
5	天子堂	大马军连接线 LDK1+500~ LDK1+650	右	路基	2 类	昼间	60.00	48.00	47.49	50.76	达标	47.07	50.57	达标	54.01	54.98	达标
						夜间	50.00	42.00	44.03	46.14	达标	44.78	46.62	达标	45.65	47.21	达标
6	江头村	大马军连接线 LDK2+000~ LDK2+900	右	路基+桥梁	2 类	昼间	60.00	52.10	46.53	53.16	达标	46.10	53.07	达标	53.11	55.65	达标
						夜间	50.00	43.20	43.06	46.14	达标	43.81	46.53	达标	44.69	47.02	达标
					4a	昼间	70.00	52.10	51.08	54.63	达标	50.59	54.42	达标	56.43	57.79	达标
						夜间	55.00	43.20	47.62	48.96	达标	48.37	49.52	达标	49.25	50.21	达标

表 5.4.2-12　声环境敏感点超、达标统计表

预测时段	达标情况	主线		连接线	
		敏感点名称统计	敏感点数量（个）	敏感点名称统计	敏感点数量（个）
近期	达标	云甸完小、伍桂田、下高包、上高包、下土坡（2 类）、下土坡（4a 类）、樟木箐（4a 类）、田房头（2 类）、田房头（4a 类）、关沟、上各邑（4a 类）、邓家冲（2 类）、邓家冲（4a 类）、大余节、朱家村、罗只碑希望小学、甸尾（2 类）、此苴、罗定庵、以口村（2 类）	20	耳东屯（2 类）、耳东屯（4a 类）、大东社区、小马军（2 类）、小马军（4a 类）、益起坡（2 类）、天子堂、江头村（2 类）、江头村（4a 类）	9
	超标	云甸村（2 类）、云甸村（4a 类）、卡利（2 类）、卡利（4a 类）、樟木箐（2 类）、上各邑（2 类）、保山屯（2 类）、保山屯（4a 类）、鲁家村、罗只碑村（2 类）、罗只碑村（4a 类）、甸尾（4a 类）、以口村（4a 类）	13	益起坡（4a 类）	1
中期	达标	云甸完小、伍桂田、下高包、关沟、上各邑（4a 类）、邓家冲（2 类）、邓家冲（4a 类）、大余节、罗只碑希望小学、此苴、罗定庵	11	耳东屯（2 类）、耳东屯（4a 类）、大东社区、小马军（2 类）、小马军（4a 类）、益起坡（2 类）、天子堂、江头村（2 类）、江头村（4a 类）	9
	超标	云甸村（2 类）、云甸村（4a 类）、上高包、卡利（2 类）、卡利（4a 类）、下土坡（2 类）、下土坡（4a 类）、樟木箐（2 类）、樟木箐（4a 类）、田房头（2 类）、田房头（4a 类）、上各邑（2 类）、朱家村、保山屯（2 类）、保山屯（4a 类）、鲁家村、罗只碑村（2 类）、罗只碑村（4a 类）、甸尾（2 类）、甸尾（4a 类）、以口村（2 类）、以口村（4a 类）	22	益起坡（4a 类）	1
远期	达标	云甸完小、伍桂田、下高包、田房头（4a 类）	4	耳东屯（2 类）、耳东屯（4a 类）、大东社区、小马军（2 类）、小马军（4a 类）、益起坡（2 类）、天子堂、江头村（2 类）、江头村（4a 类）	9
	超标	云甸村（2 类）、云甸村（4a 类）、卡利（2 类）、卡利（4a 类）、下土坡（2 类）、下土坡（4a	29	益起坡（4a 类）	1

		类）、樟木箐（2 类）、樟木箐（4a 类）、田房头（2 类）、大余节、关沟、上各邑（2 类）、上各邑（4a 类）、邓家冲（2 类）、邓家冲（4a 类）、朱家村、保山屯（2 类）、保山屯（4a 类）、鲁家村、罗只碑村（2 类）、罗只碑村（4a 类）、罗只碑希望小学、甸尾（2 类）、甸尾（4a 类）、此苴、罗定庵、以口村（2 类）、以口村（4a 类）			

（2）敏感点环境噪声预测结果分析

根据表 5.4.2-8~5.4.2-12 可知：

1）主线

①营运近期超标的敏感点 33 处中，32 处昼间达标，1 处超标，超标 0.64 dB（A）；13 处夜间超标，超标 0.57dB（A）～10.60dB（A）。

②营运中期超标的敏感点 33 处中，28 处昼间达标，5 处昼间超标，超标 0.14~1.42 dB（A）；11 处夜间达标，其余 22 处敏感点夜间超标，超标 0.37dB（A）～12.08dB（A）。

③营运远期超标的敏感点 33 处中，26 处昼间超标，7 处达标，超标 0.21dB（A）～2.24dB（A）；3 处夜间达标，30 处夜间超标，超标 1.47dB（A）～12.75dB（A）。

④敏感点超标的主要原因是距离公路较近、敏感点与路线高差小，且敏感点与公路之间遮挡较少。

⑤运营期超标敏感点主要是夜间超标。

2）连接线

3 条连接线的共计 10 个敏感点，营运近、中、远期 10 个声环境敏感点昼间、夜间均达标。1 个敏感点运营期夜间超标，超标 4.45dB（A）～6.05dB（A）。

综上，随着营运年限的增加，车流量增大，交通噪声声级值也随之增强。公路沿线敏感点夜间超标的主要原因是距离公路较近、敏感点与路线高差不大等。本工程运营期交通噪声对沿线部分敏感点将造成较大影响，必须采取切实有效的降噪措施，以保障沿线居民的身心健康。

（2）声环境敏感点垂线预测

本项目主线声环境敏感点中，下高包、上高包、下土坡、关沟、保山屯、罗只碑小学分布 1~3 层建筑。本次环境影响评价对各含 3 层声环境敏感点中与最近的 1 栋的 1 层、3 层进行垂线噪声预测，预测结果如表 5.4.2-13。

表 5.4.2-13　含 3 层建筑声环境保护目标噪声预测结果

序号	敏感点名称	路段	方位	声环境功能	层数	时段	标准值	背景值	近期			中期			远期		
									贡献值	预测值	达标情况	贡献值	预测值	达标情况	贡献值	预测值	达标情况
1	下高包	主线:云甸互通匝道	左	2 类	1F	昼间	60	50.50	50.33	53.43	达标	51.26	53.90	达标	52.40	54.56	达标
						夜间	50	42.00	40.30	44.24	达标	41.27	44.66	达标	42.98	45.53	达标
					3F	昼间	60	50.50	50.96	53.75	达标	51.89	54.26	达标	53.03	54.96	达标
						夜间	50	42.00	40.94	44.51	达标	41.91	44.97	达标	43.56	45.86	达标
2	上高包	主线:云甸互通匝道	左	2 类	1F	昼间	60	50.50	56.60	57.55	达标	57.53	58.31	达标	58.68	59.29	达标
						夜间	50	42.00	49.08	49.85	达标	50.06	50.69	**超标 0.69**	51.28	51.76	**超标 1.76**
					3F	昼间	60	50.50	59.21	59.76	达标	60.14	60.59	**超标 0.59**	61.30	61.64	**超标 1.64**
						夜间	50	42.00	51.79	52.23	**超标 2.23**	52.77	53.12	**超标 3.12**	53.97	54.24	**超标 4.24**
3	下土坡	主线云甸互通立交-楚雄南互通	左	4a	1F	昼间	70	49.50	58.75	59.24	达标	59.61	60.01	**超标 0.01**	60.51	60.84	达标
						夜间	55	41.50	50.57	51.08	达标	55.89	56.04	**超标 1.04**	56.60	56.73	**超标 1.73**
					3F	昼间	70	49.50	60.62	60.94	达标	61.48	61.75	**超标 1.75**	62.38	62.60	达标
						夜间	55	41.50	52.62	52.95	达标	57.77	57.87	**超标 2.87**	59.47	58.56	**超标 3.56**
4	关沟	主线楚雄南互通-大马军互通	右	2 类	1F	昼间	60	51.00	53.27	55.29	达标	54.11	55.84	达标	55.01	56.46	达标
						夜间	50	43.00	42.92	45.97	达标	44.25	46.68	达标	50.95	51.59	**超标 1.59**
					3F	昼间	60	51.00	53.97	55.74	达标	54.81	56.32	达标	55.71	56.98	达标
						夜间	50	43.00	43.65	46.35	达标	44.91	47.07	达标	51.65	52.20	**超标 2.20**
5	保山屯	主线大马军互通-子午互通	左	4a	1F	昼间	70	50.50	67.04	67.14	达标	67.92	67.99	达标	68.83	68.89	达标
						夜间	55	41.00	61.66	61.70	**超标 6.70**	62.42	62.45	**超标 7.45**	64.84	64.86	**超标 9.86**
					3F	昼间	70	50.50	68.04	68.12	达标	68.92	68.98	达标	69.83	69.88	达标
						夜间	55	41.00	62.43	62.46	**超标 7.46**	63.19	63.21	**超标 8.21**	65.84	65.86	**超标 10.86**
6	罗只碑希望小学	主线大马军互通-子午互通	左	2 类	1F	昼间	60	51.00	55.85	57.08	达标	56.72	57.75	达标	57.63	58.49	达标
						夜间	50	41.00	46.62	47.67	达标	47.38	48.28	达标	53.64	53.87	**超标 3.87**

					3F	昼间	60	51.00	57.06	58.02	达标	57.93	58.73	达标	58.85	59.50	达标
						夜间	50	42.00	47.86	48.68	达标	48.62	49.31	达标	54.85	55.03	**超标 5.03**

项目 3 层建筑的 6 个敏感点，经垂线 1F、3F 预测：

营运近期全部 6 个声环境敏感点 1F、3F 昼间均达标；夜间 1 个（上高包）3F 超标，超标值为 2.23 dB（A），1 个（保山屯）1F、3F 均超标，超标量为 6.70 dB（A）、7.46 dB（A）。

营运中期全部 6 个声环境敏感点 5 个 1F 昼间均达标，1 个 3F（上高包）昼间超标，超标 0.01dB（A）；3 个声环境敏感点 1F 夜间超标，超标 0.69 dB（A）、1.04 dB（A）、7.45dB（A），3 个敏感点 3F 夜间超标，超标 3.12dB（A）、2.87dB（A）、8.21dB（A）。

营运远期全部 6 个声环境敏感点 1F 昼间均达标；5 个声环境敏感点 1F 夜间超标，超标 1.76dB（A）、1.73dB（A）、1.59dB（A）、9.86dB（A）、3.87dB（A），5 个敏感点 3F 夜间超标，超标 4.24dB（A）、3.56dB（A）、2.20dB（A）、10.86dB（A）、5.03dB（A）。

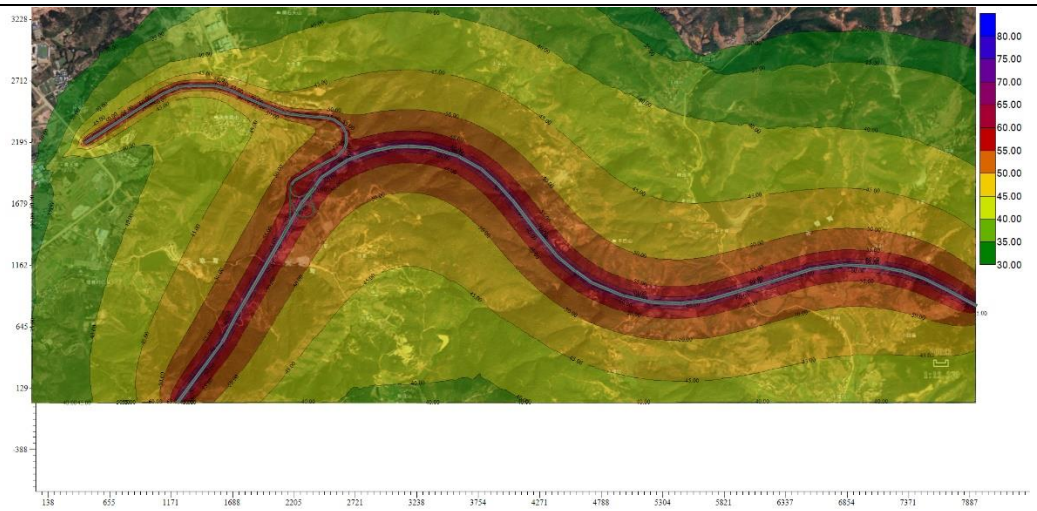
随着营运年限的增加，车流量增大，交通噪声声级值也随之增强。

5.5.2.4等值线图

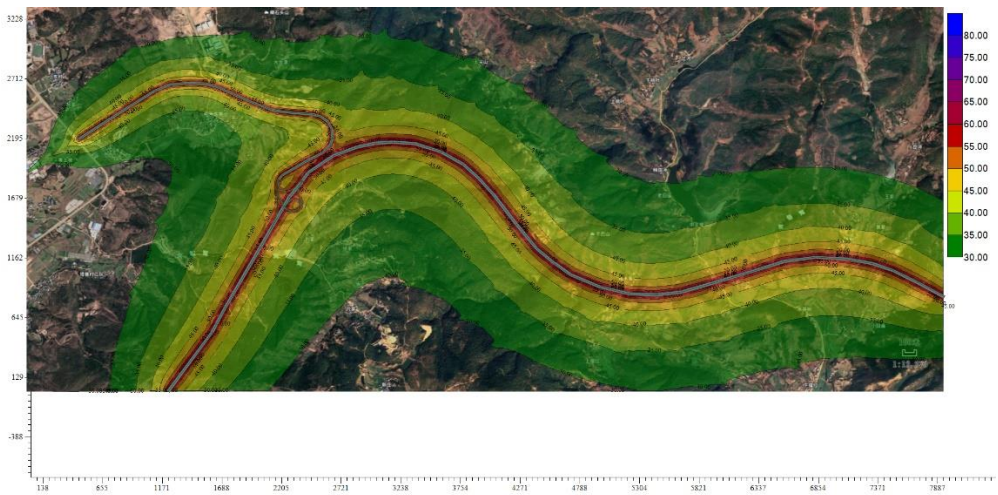
在考虑距离衰减修正、地面效应修正，考虑纵坡、路面等线路因素、有限长路段修正、前排建筑物和树林的遮挡屏蔽影响，对道路在 2029 年、2035 年和 2043 年的昼、夜等声值线图进行绘制，绘制方法为三次拟合法。

由于项目线路较长，本次评价等声值线图绘制选取代表性的路段进行显示，本工程营运期水平声场预测等声级线图如下。由于项目线路较长，本次评价等声值线图绘制选取代表性的路段进行显示，即综合考虑影响最大的段落，最终确定选取 K3+608~ K14+070 段、K19+900~K27+900 段。本项目营运期水平声场预测等声级线图如下。

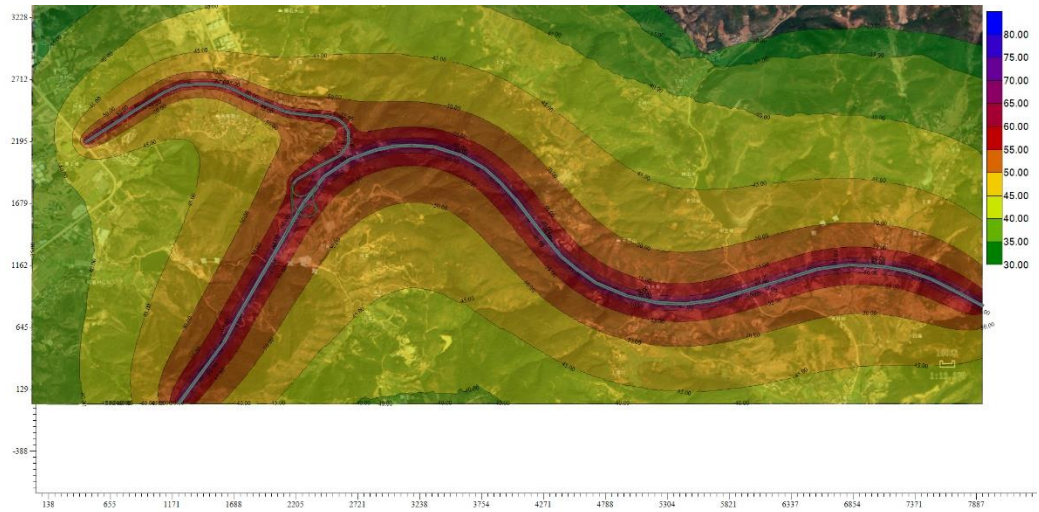
（1）K3+608~ K14+070 段



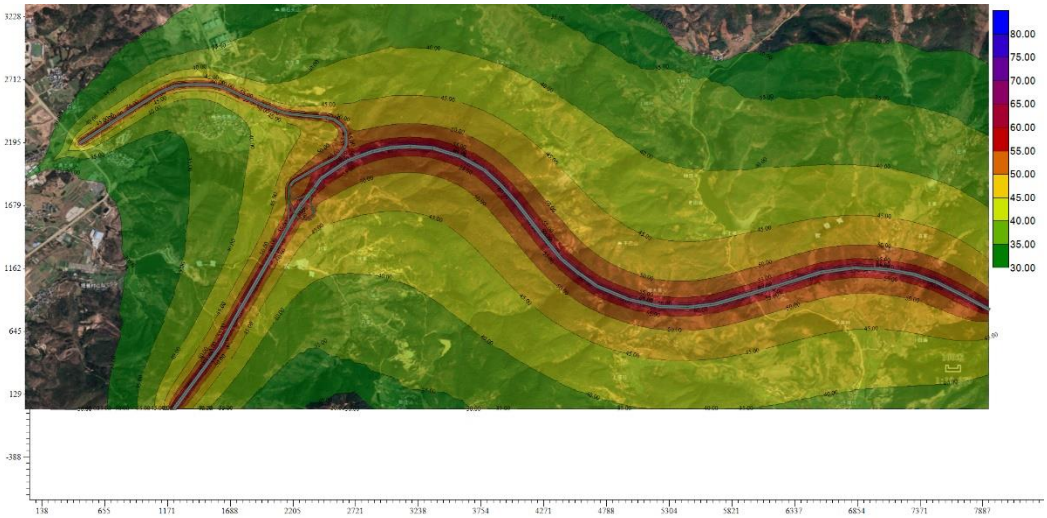
K3+608~ K14+070 段近期昼间



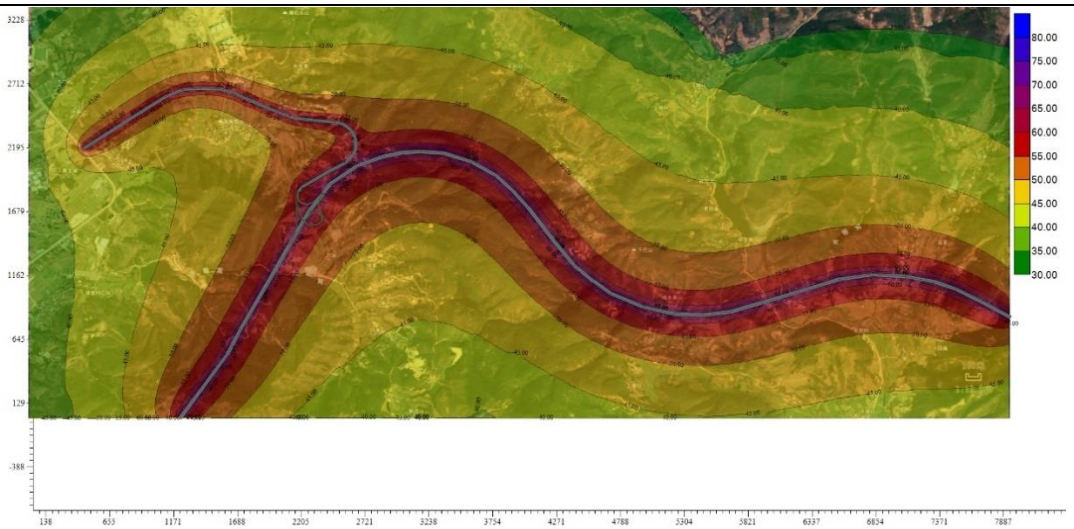
K3+608~ K14+070 段近期夜间



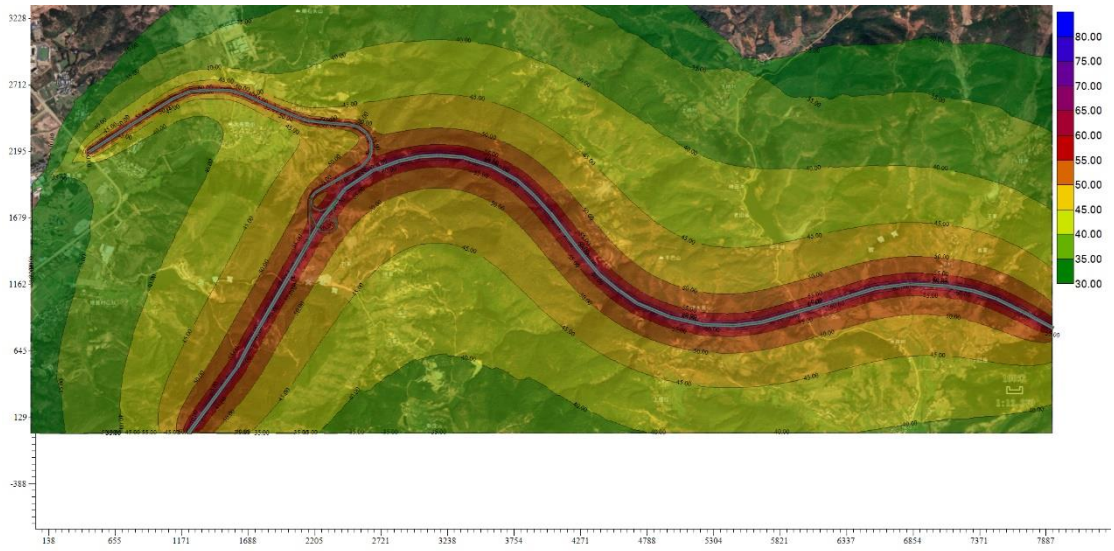
K3+608~ K14+070 段中期昼间



K3+608~ K14+070 段中期夜间

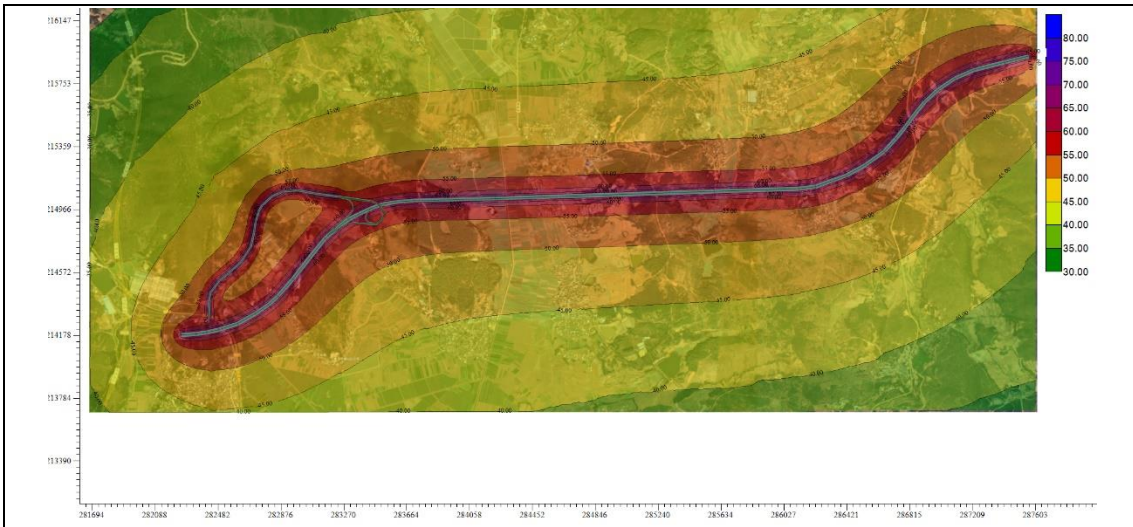


K3+608~ K14+070 段远期昼间

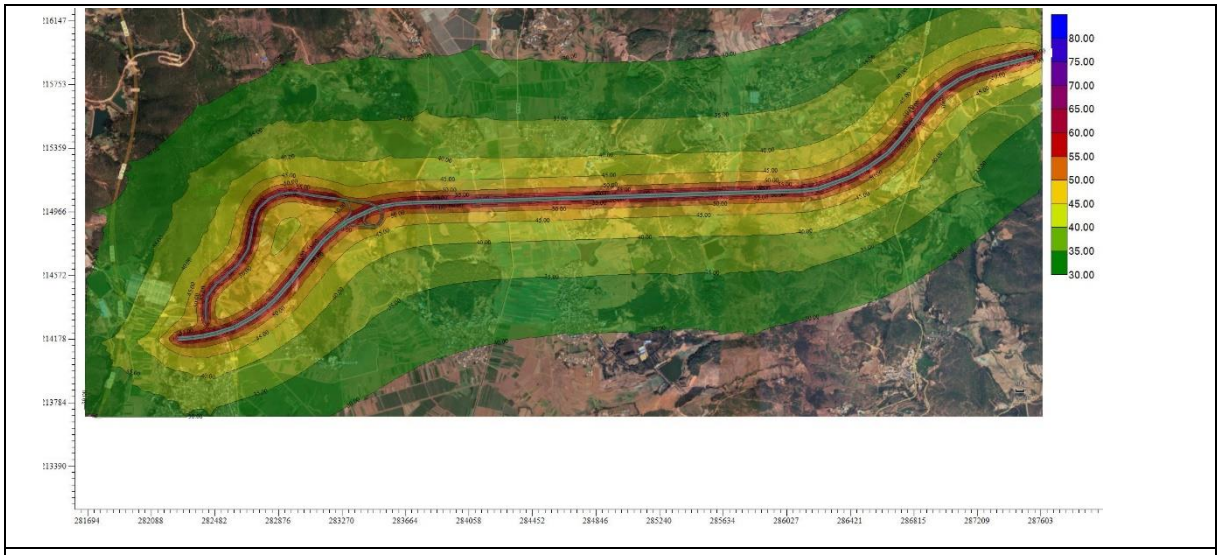


K3+608~ K14+070 段远期夜间

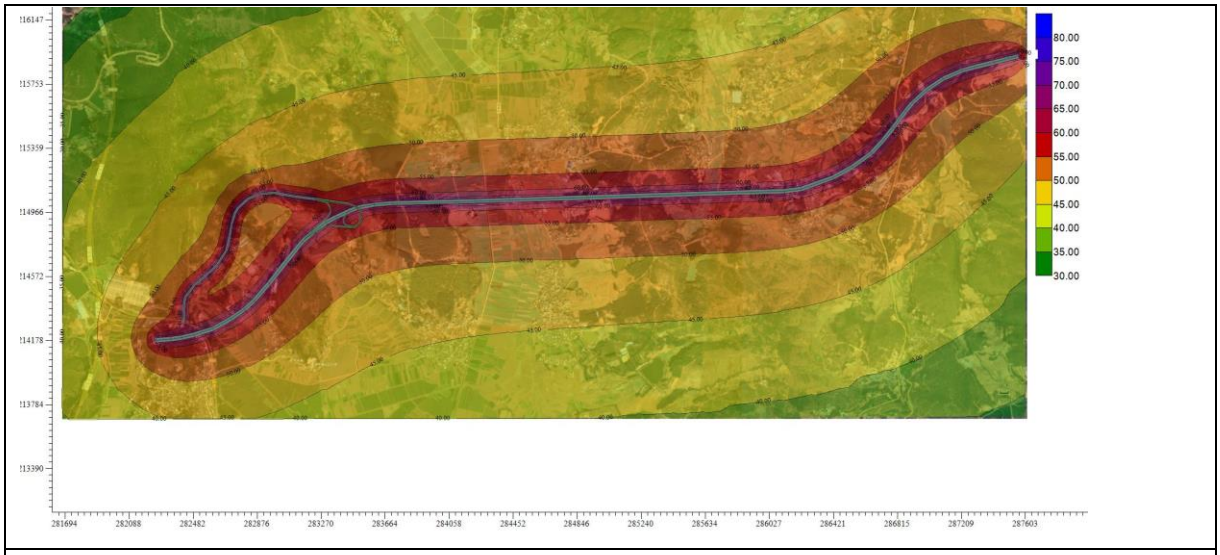
（2）K19+900~K27+900 段



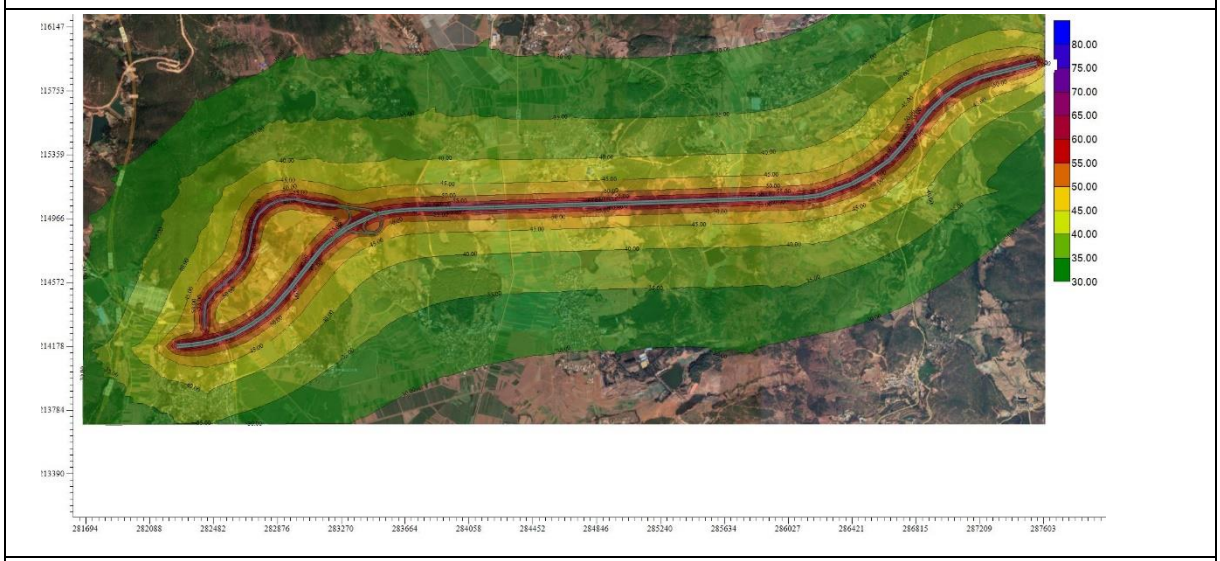
K19+900~K27+900 段近期昼间



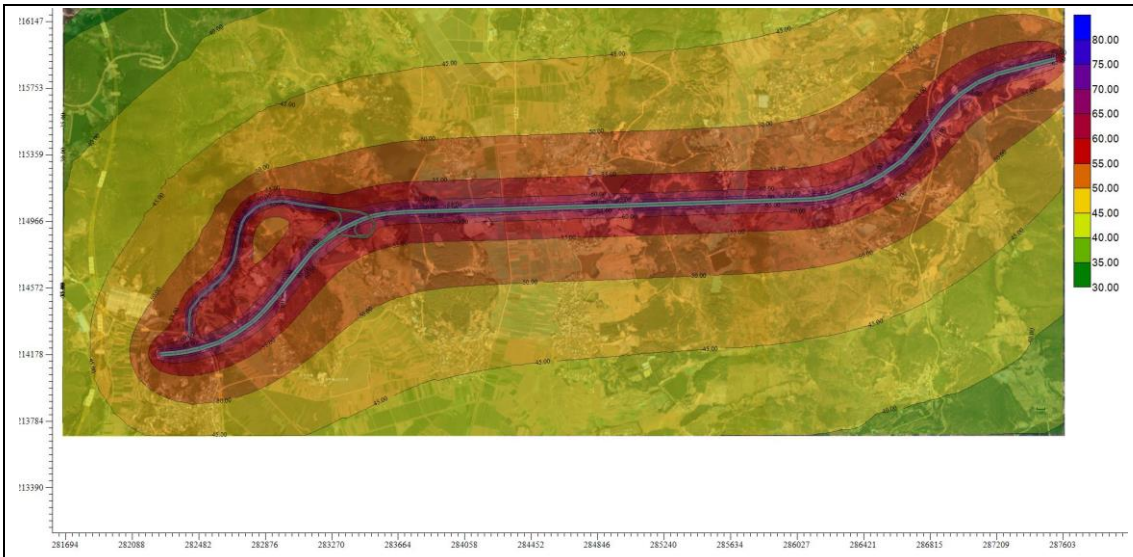
K19+900~K27+900 段近期夜间



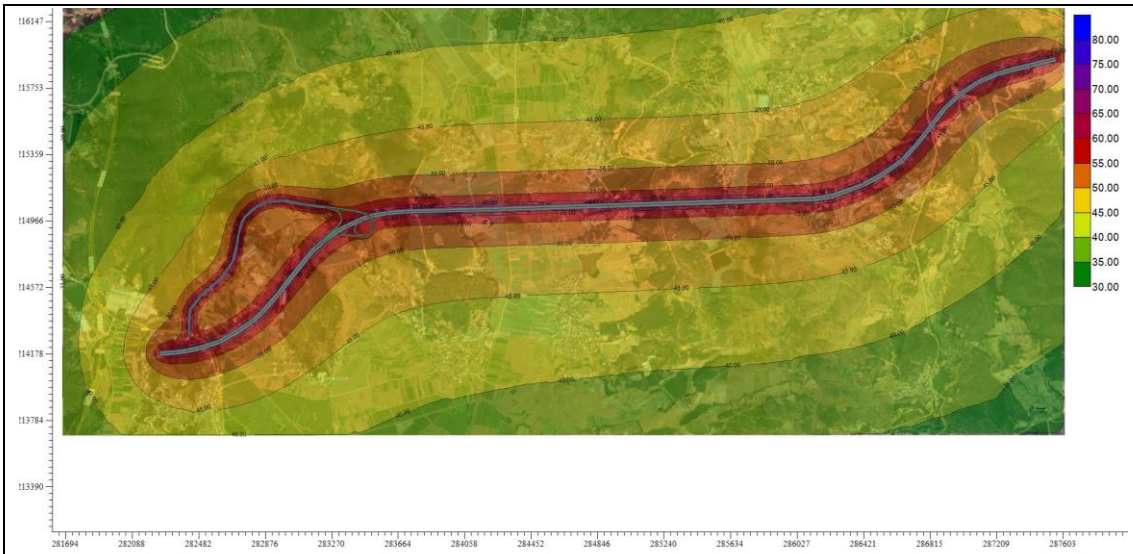
K19+900~K27+900 段段中期昼间



K19+900~K27+900 段中期夜间



K19+900~K27+900 段远期昼间



K19+900~K27+900 段远期夜间

5.5.3小结

1、施工期

（1）根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），单机施工机械持续施工、仅考虑距离衰减的情况，噪声昼间最大在距源 65m 以外可符合标准要求，在该范围内受影响的居民有 17 处；夜间最大在 363m 以外可符合标准要求。

（2）工程推荐方案评价范围内分布的敏感点，公路昼间、夜间施工将对上

述居民点正常生活、休息造成一定得干扰。

（3）公路施工噪声是社会发展过程中的短期污染行为，一般的居民及沿线单位均能理解。但是作为建设施工单位为保护沿线居民、学校的正常工作、生活和休息，应合理地安排施工进度和时间，文明施工、环保施工。局部路段因施工工艺要求必须进行夜间施工时，施工单位应采取必要的噪声控制措施降低施工噪声对环境的影响。

2、运营期

（1）拟建公路随着运营期的增长车流量增大，其交通噪声也随之增强。

（2）按 4a 类标准，因各段交通量的不同，主线营运近中期昼间距路中心线达标距离在 4m 以内；夜间距路中心线达标距离分别在 26～64m 之间；主线营运远期昼间距路中心线达标距离在 6m 以内；夜间距路中心线达标距离分别在 64～74m 之间；连接线道路营运近中期昼间距路中心线达标距离小于 1m；夜间达标距离分别在 9～15m 之间，营运远期昼间距路中心线达标距离小于 1m；夜间达标距离分别在 12～17m 之间。

（3）按 2 类标准，主线营运近中期昼间距路中心线达标距离分别在 43～48m 之间；夜间距路中心线达标距离分别在 60～170m 之间，营运远期昼间距路中心线达标距离分别在 53～59m 之间；夜间距路中心线达标距离分别在 180～197m 之间；连接线道路营运近中期昼间距路中心线达标距离小于 26m；夜间达标距离分别在 19～25m 之间，营运远期昼间距路中心线达标距离小于 20m；夜间达标距离分别在 22～30m 间。

（4）建议根据《报告书》预测结果及《公路安全保护条例》，严格审批道路两侧的新建房屋，建议不宜在距主线中心线 125m 范围内规划直接面对公路的居民区、学校、医院等声敏感建筑。

（5）主线：营运近期超标的敏感点 33 处中，32 处昼间达标，1 处超标；13 处夜间超标；营运中期超标的敏感点 33 处中，28 处昼间达标，5 处昼间超标，11 处夜间达标；营运远期超标的敏感点 33 处中，26 处昼间超标，7 处达标，3 处夜间达标，30 处夜间超标。敏感点超标的主要原因是距离公路较近、敏感点与路线高差小，且敏感点与公路之间遮挡较少。连接线：3 条连接线的共计 10 个敏感点，营运近、中、远期 10 个声环境敏感点昼间、夜间均达标。1

个敏感点运营期夜间超标。

随着营运年限的增加，车流量增大，交通噪声声级值也随之增强。公路沿线敏感点夜间超标的主要原因是距离公路较近、敏感点与路线高差不大等。本工程运营期交通噪声对沿线部分敏感点将造成较大影响，必须采取切实有效的降噪措施，以保障沿线居民的身心健康。

5.6 地下水环境影响预测与评价

5.6.1施工期地下水环境影响分析

施工期对地下水环境的影响主要表现在路基段、桥梁段及隧道段施工带来的地下水环境影响。路基段、桥梁段施工可能会对地下水水质造成影响。隧道施工可能导致的地下水水位下降带来的环境问题，隧道施工后续排水、施工期含油污水、建筑材料堆放期间的淋滤水等对地下水环境的影响。

5.6.1.1隧道段施工地下水环境影响

1. 对地下含水层的破坏

隧道施工时产生的一个重要问题即对地下水含水层的破坏。隧道开挖将可能破坏区域内的地下水系，一个区域的地下水系经过长期演变逐渐稳定，有其自身的水流规律。隧道的存在则可能改变地下水流赋存状况，并成为地下水排出的天然通道，造成地下水的大量流失。

2. 隧道涌水影响

隧道施工过程中，可能会由于水文地质的难以预料或调查不够清楚，揭穿地下含水层，造成掘进过程中的涌水现象，从而对工程区环境造成一定的影响。若打穿的含水层水量较小，水头较低时，涌水量较少，强度不大，可采用封堵的方式进行处理，一般影响不大。但当含水层水头较高，涌水量较大，且强度较大时，大量的涌水将可能挟带开挖施工产生的废渣由隧道洞口沿坡面下泄，造成下游河道的淤塞压埋，对项目区的水利航行和农业生产造成一定的影响。如果揭穿的含水层为隧道山体上部植被赖以生存的水源，且涌水后又难以封堵，将可能造成植被生长用水大量流失，造成水质污染和生态破坏。

本次评价主要针对各隧道评价区以及附近分布有居民饮用水点的4条隧道进行，包括卡利隧道、上土坡隧道、塔普隧道、耳东屯隧道（楚雄南连接线）。隧

道工程开挖时可能产生涌水，或者造成地下水水位下降，是施工过程中可能影响地下水的重要因素。本次评价根据野外调查情况将隧道工程施工按照穿越不同类型含水层组进行分类预测。分别预测影响半径及涌水量。

（1）涌水量预测

本次评价采用降雨入渗系数法对各隧道施工中可能产生的最大涌水量进行预测：

$$Q=2.74\times a\times W\times A$$

式中：Q—涌水量，单位m^3/d

a—降雨入渗系数，无量纲；结合地层岩性和风化程度进行取值。

W—年降雨量，单位mm/a；楚雄州年均降雨量约为864mm/a。

A—隧道所在区域集水面积，单位km^2；按影响半径两倍与隧道长度的乘积计算。

4 座隧道涌水量预测参数及结果见表 5.6.1-1。

表 5.6.1-1 隧道区涌水量预测一览表

序号	隧道	隧道长度（m）	隧道穿越地层岩性	富水性	入渗系数a	集水面积A（km^2）	涌水量（m^3/d）
1	卡利隧道	1945	泥岩、粉砂岩、泥灰岩	富水性弱~中等	0.16	2.01	761
2	上土坡隧道	2680	泥岩、粉砂岩、泥质粉砂岩	富水性弱~中等	0.15	3.74	1328
3	塔普隧道	820	泥岩、粉砂岩	富水性弱~中等	0.15	0.63	224
4	耳东屯隧道	565	泥岩、粉砂岩	富水性弱~中等	0.15	0.44	156
注：隧道长取左右幅中最大值							

（2）影响半径预测

根据现场调查，拟建公路隧道穿越区域稳定地下水位普遍埋深较深，隧道区地下水接受大气降雨补给，影响半径按含水层有补给时确定隧道影响半径公式：

$$R=H\sqrt{\frac{K}{2W}[1-\exp(\frac{-6Wt}{\mu H})]}$$

式中：R—影响宽度，单位 m；

H—潜水含水层厚度，单位 m，按隧道最大埋深计算；

K—含水层渗透系数，单位 m/d；

W—降雨补给强度，单位 m/d，采用楚雄州年均降雨量折算；

t—抽排水时间，单位 d，最大排水时间取 365 天；

μ—给水度，无量纲；

各隧道施工期影响面积及影响半径预测结果见表 5.6.1-2。

表 5.6.1-2 各隧道区地下水涌水量预测表

序号	隧道	t（d）	H（m）	K（m/d）	W（m/d）	μ	R（m）
1	卡利隧道	365	178	0.09	0.002367	0.05	516
2	上土坡隧道	365	278	0.08	0.002367	0.04	698
3	塔普隧道	365	113	0.08	0.002367	0.04	384
4	耳东屯隧道	365	114	0.08	0.002367	0.04	386

5.6.1.2隧道段施工对地下水的影响

1. 隧道施工对周边地下水点的影响

（1）卡利隧道

卡利隧道最大埋深 178m，长 1945（左线）/1933（右线）m，根据前文预测，隧道施工影响半径为 516m。卡利隧道底板平均高程约 1730m，经调查问询，隧道附近的水井整体深度约 80-100m，附近的水井有盐井冲水井、里伍村水井、龙潭的三个水井以及小白庙的 15 个水井。

盐井冲水井位于卡利隧道进口东北约 985m，采取层位为侏罗系上统妥甸组上段（J_3t^2）泥岩夹泥灰岩，该含水层水量一般，地下水主要沿裂隙接受渗入式补给，以及西北部山区的侧向补给，水井位于隧道上游且不在隧道施工影响半径内，故而隧道的开挖对盐井冲水井的影响较小。

里伍村水井位于卡利隧道出口西北约 477m，采取层位为白垩系下统普昌河组（K_1p）泥岩夹砂岩，该含水层水量一般，地下水主要沿裂隙接受渗入式补给，以及北部山区的侧向补给，虽然水井在隧道施工影响半径内，但是与隧道不在一个水文地质内，且中间隔着三岔河，故而隧道的开挖对里伍村水井的影响较小。

龙潭的三个水井位于卡利隧道南部，距离 33-115m 不等，采取层位为白垩系下统普昌河组（K_1p）泥岩夹砂岩，该含水层水量一般，地下水主要沿裂隙接受

渗入式补给，隧道开挖区位于三个水井的地下水上游，且距离比较近，隧道开挖易导致三个水井的水量减少或消失，隧道施工对龙潭的三个水井有影响。

小白庙的 15 口水井位于卡利隧道南部和西南部，距离约 0.33~0.95km 不等，采取层位为白垩系下统普昌河组（K_1p）泥岩夹砂岩和第四系(Q)粉砂质粘土，该含水层水量一般至较丰富，地下水主要沿裂隙或孔隙接受渗入式补给，隧道开挖区位于 15 口水井的地下水上游，结合全文预测的该隧道的施工影响半径，同时适当扩大影响半径，隧道开挖易导致下面卫星影像图黄圈内小白庙居民饮用水井的水量减少或消失，隧道施工对小白庙（下面卫星影像图黄圈内）的水井有影响。

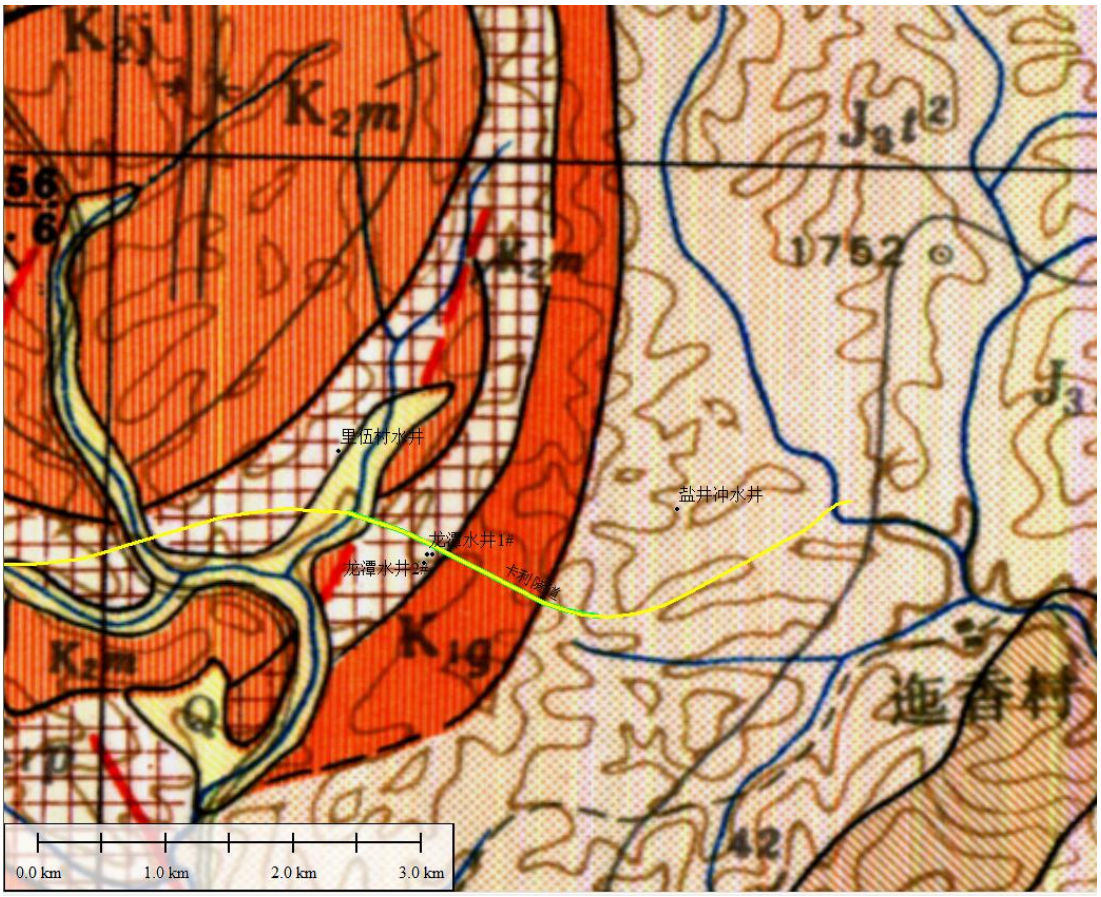


图 5.6.1-1 卡利隧道区域水文地质图

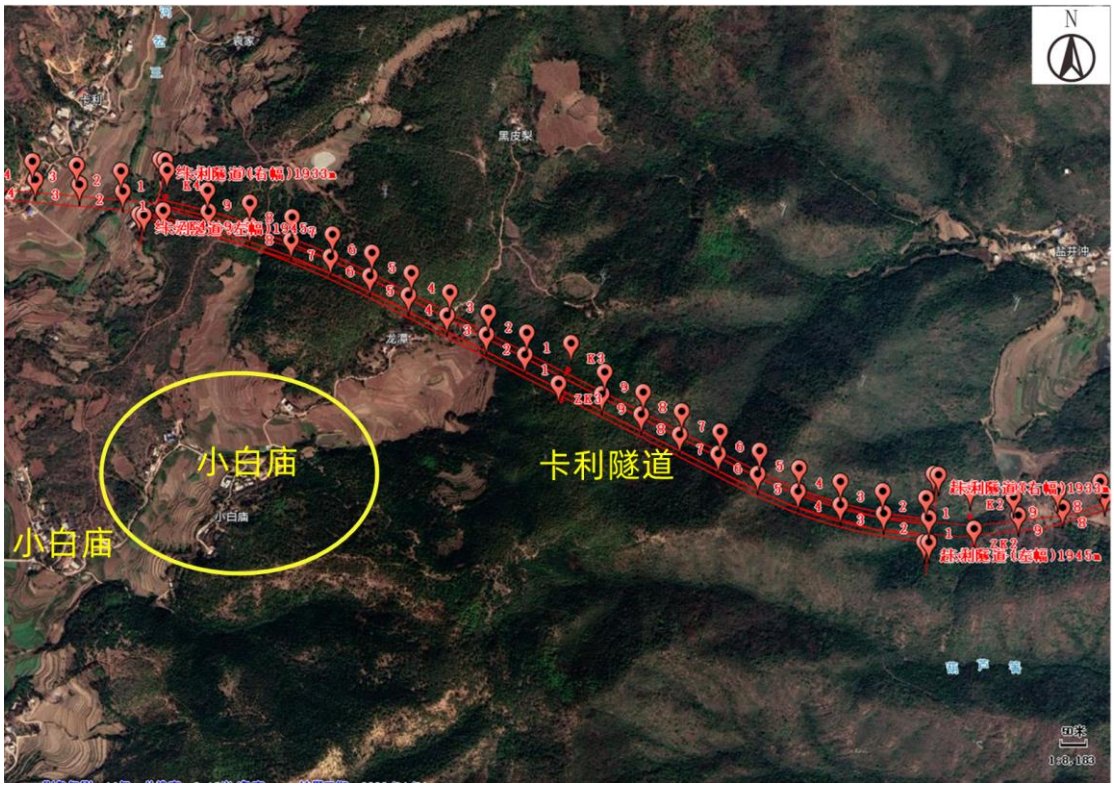


图 5.6.1-2 卡利隧道区域卫星影像图

（2）上土坡隧道

上土坡隧道最大埋深 278m，长 2642（左线）/2680（右线）m，根据前文预测，隧道施工影响半径为 698m。上土坡隧道底板平均高程约 1920m，经调查问询，附近的水井仅有上土坡水井，深度在 100-150m 左右。

上土坡水井位于 K8+100 右侧 248m，采取层位为白垩系下统高丰寺组（K_1g）粉砂岩，该含水层水量较为丰富，地下水主要沿裂隙接受渗入式补给，以及的西部山区的侧向补给，水井位于隧道下游距离较近且在隧道施工影响半径内，虽然隧道开挖高程低于水井底部高程，但粉砂岩裂隙较发育，隧道区与水井存在一定的水力联系，故而隧道施工对上土坡水井有影响。

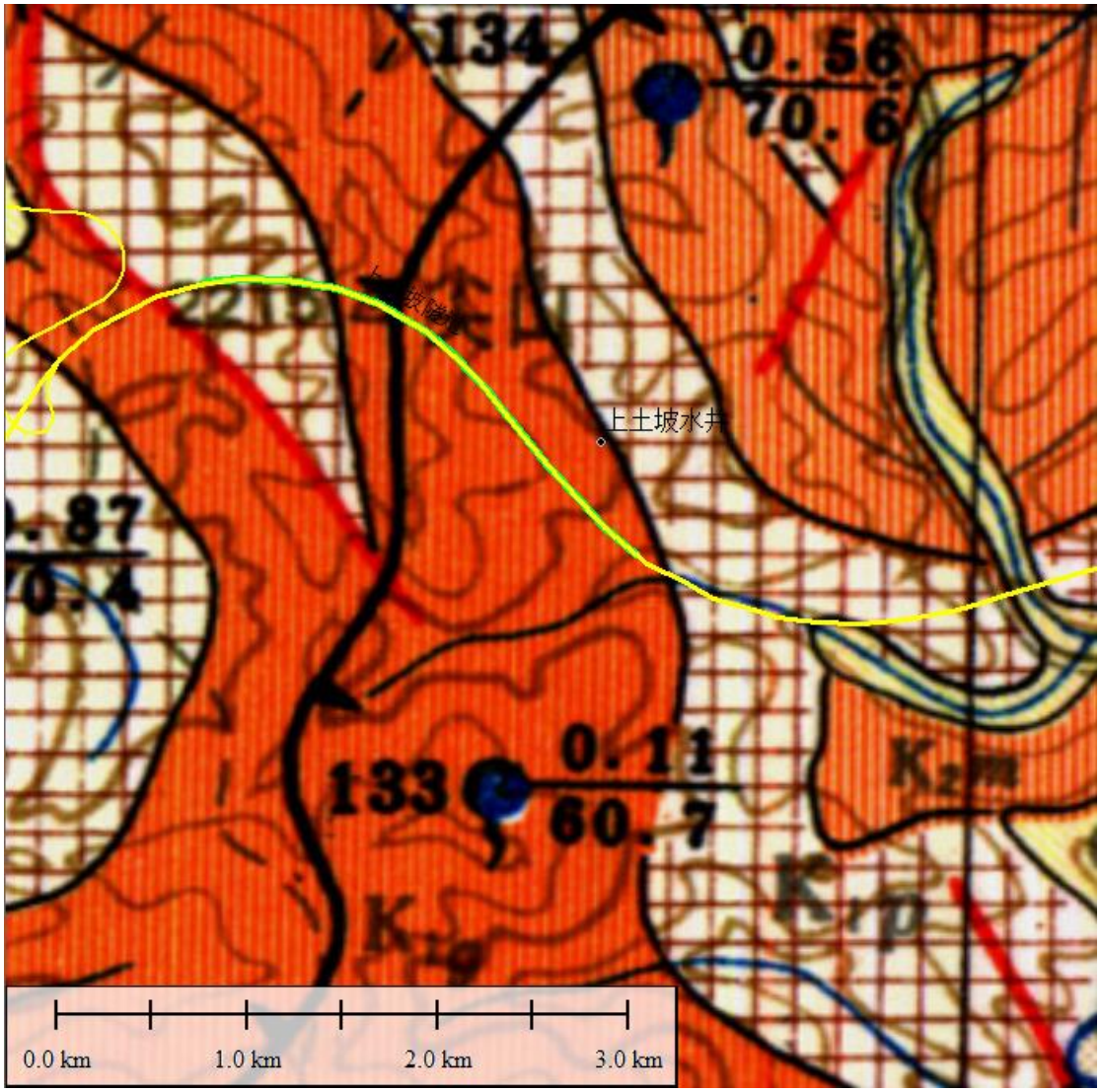


图 5.6.1-3 上土坡隧道区域水文地质图

（3）塔普隧道

塔普隧道最大埋深 113m，长 755（左线）/820（右线）m，根据前文预测，隧道施工影响半径为 384m。塔普隧道底板平均高程约 1900m，经调查问询，附近的水井仅有塔普二队水井，深度在 80-100m 左右。

塔普二队水井位于 K13+700 右侧 1241m，采取层位为白垩系上统马头山组（K_2m）泥岩、粉砂岩，该含水层水量中等，地下水主要沿裂隙接受渗入式补给，以及东部和南部山区的侧向补给，水井与隧道位于山体的不同侧，而且距离远且不在隧道施工影响半径内，同时设计采用边开挖边衬砌的施工工艺，可缩短施工时间，隧道施工对区域地下水水量影响较小，故而隧道的开挖对塔普二队水井的影响较小。

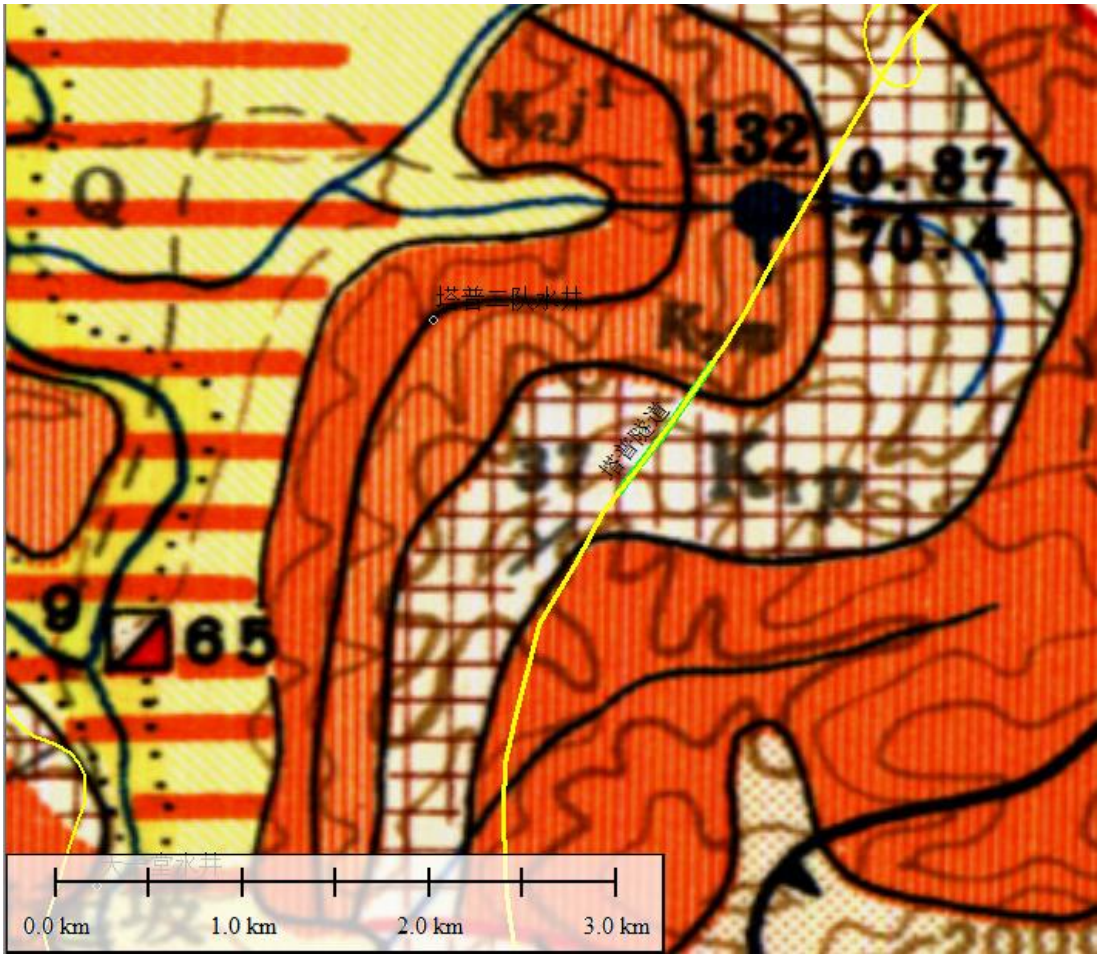


图 5.6.1-4 塔普隧道区域水文地质图

（4）耳东屯隧道

耳东屯隧道最大埋深 114m，长 537（左线）/565（右线）m，根据前文预测，隧道施工影响半径为 386m。耳东屯隧道底板平均高程约 18600m，经调查问询，附近的水井有大东水井、孙家村水井以及东屯水井，深度在 50m 内。

塔普二队水井位于 K13+700 右侧 1241m，孙家村水井和大东水井采取层位为白垩系上统马头山组（K_2m）泥岩、粉砂岩，该含水层水量中等，东屯水井采取层位为白垩系下统普昌河组（K_1p）泥岩夹砂岩，该含水层水量一般，地下水主要沿裂隙接受渗入式补给，以及附近山区的侧向补给，孙家村水井与隧道位于山体的不同侧，三个水井均不在隧道施工影响半径内，补给区与地下水疏干影响区重叠区域较少，同时设计采用边开挖边衬砌的施工工艺，可缩短施工时间，隧道施工对区域地下水水量影响较小，故而隧道的开挖对大东水井、孙家村水井以及东屯水井的影响较小。

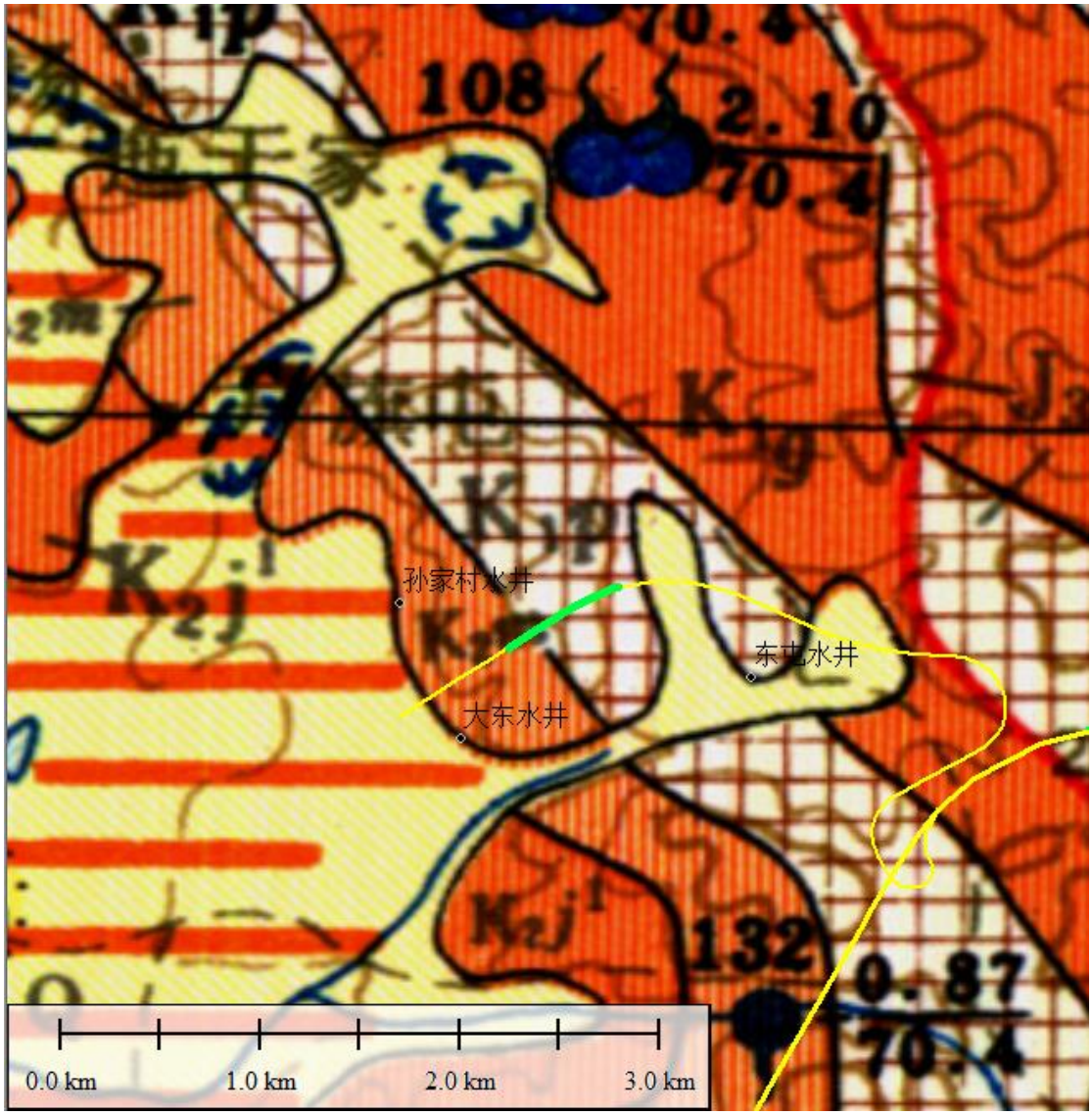


图 5.6.1-5 耳东屯隧道区域水文地质图

此外，各隧道在施工期会产生废污水，污废水下渗会污染含水层及地下水，故而需针对隧道施工期的排水、废污水进行收集处理，防止隧道及周围地下水环境受到污染。

（5）非隧道线路附近地下水点

非隧道线路附近的地下水点主要为上各邑水井和天子堂水井。

上各邑水井取水地层为白垩系下统高丰寺组（K_1g）含岩屑泥砾长石石英砂岩，属裂隙含水层，富水性较强，井深 120m，据走访调查，该水井四面砖砌，供给上各邑、邓家冲、大马军村庄生活用水，水泵抽送至各户，上各邑水井位于 K16+181 右幅侧约 120m，项目在此以路基、桥梁形式通过，路基、桥墩位于该水井所在斜坡东南侧上方径流区，其标高高于水井。

天子堂水井取水地层为白垩系下统普昌河组（K_1p）泥岩夹砂岩，属裂隙弱含水层，井深 15m，据走访调查，水井仅作为备用供给天子堂、益起坡村庄生活用水，天子堂水井位于大马军连接线 K1+785 右幅侧约 205m，项目在此以路基形式通过，路基位于天子堂水井所在斜坡西侧上方径流区，其标高高于水井。

施工过程中路基开挖可能会在水井所处斜坡上游切坡形成临空面，可能导致地下水沿路基开挖边坡坡脚渗出，减少区域地下水对水井取水含水层的补给，可能导致水井水位下降甚至干涸，但区域路基挖深不大，对原地下水流场影响不大，区域补给区与路基施工影响区重叠不多，对水井取水层补给影响不大，施工期加强施工红线管理，严格按照设计开挖，故施工活动使上各邑水井或天子堂水井水量漏失的可能性较小，对水井水位影响不大。

2. 隧道施工对植被生态需水的影响

隧道施工期，如果揭穿的含水层为隧道山体上部植被赖以生存的水源，且涌水后又难以封堵时，将可能造成植被生长用水流失，可能造成隧道开挖影响范围内分布的植被因水分不足而影响生长甚至死亡，对项目区生态环境造成破坏。

沿线隧道洞身穿越的含水层以裂隙含水层为主，岩石节理裂隙发育，此类含水层主要接受大气降雨补给。隧道最大埋深都在 100m 以上，植被需水主要为浅层毛细水提供，隧道施工时少量的深部涌水对上部植被的影响不大。因此，项目施工会对隧道进出口附近的植被造成一定的影响，但不会造成隧道上方及周边比较大区域植被因缺水而死亡的可能性较小。

5.6.1.3路基段施工对地下水环境的影响

本项目的路基区段经过地层主要为第四系残坡积层（Q^{el+dl}）、冰积层（Q_3^{gl}）、冲洪积层（Q^{al+pl}）、残坡积层（Q_4^{el+dl}）、崩积层（Q_4^{col}）、冰渍层（Q_4^{gl}），岩性以碎石土、粉质黏土、粘土、块石土、角砾土、卵石土为主，主要分布于工程沿线河流两岸阶地、区内山体斜坡缓坡地带。渗透系数一般在 10^{-3}~10^{-5}cm/s 以上。透水性差，有一定的厚度，防污性能较强。

据研究资料（刘长礼，2006），天然粘性土渗透系数在 10^{-4} 量级左右，且当粘土层厚度达到为 1.5m 时，COD 等有机污染便能被吸附过滤到安全水平。因此本工程在山岭间盆地、河谷区及香格里拉盆地周边施工期间，只要做好废污水收集处理，对孔隙水现状水质不会产生影响；即使有一定量的污水排放，盆地及河

谷地区孔隙水现状水质带来恶化影响也很小。

拟建公路路基施工时切坡开挖和填方。路基在开挖时，可能揭穿皮下水层，使皮下水外渗变成地表水，但公路路基开挖深度不大，皮下水外渗量估计不大；偶有部分路段路基开挖路段较深，且刚好涉及地下水的浅埋区，则可能造成地下水涌出。路基在填方时，如果封堵了落水洞、漏斗等，可能切断地下水的补给通道，对地下水水量造成影响。因此，公路路基的修建对地下水的影响主要是水量的影响。挖方路段即使涉及地下水，地下水流失量也不会太大；即使水位有所下降，在停止施工后应可以很快恢复。从公路工程施工文献和经验来看，尚未见有路基施工造成地下水大量流失和造成大的危害的案例。因此可认为，拟建公路路基施工不会对地下水造成大的流失，总体影响不大。

但是，仍需关注离路基比较近甚至穿越路基段的居民饮用水沟箐，防止路基开挖时被截断。

5.6.1.4淋滤水对地下水环境的影响

桥梁、隧道和路基施工过程中，若桥梁钻渣处置不当，物料、油料、化学品堆放管理不严，施工机械设备漏油、机械维修过程中的残油等可能污染地下水。鉴于线路大部分区域地下水补给来源为大气降水，建筑材料堆放场地产生的少量淋渗水经土壤的吸附自净作用后，对含水层的影响很小。为防止油料等物质不慎泄露对堆放场地附近的地下水环境带来影响，应在建筑材料堆放地设置一定的防渗区域并采取严格的“三防”措施，专门存放油料及化学品物质。

随着施工期结束，各隧道内地下水防护措施按照要求建设完成，受施工期扰动的地下水流场及水质也会在一定程度上逐渐恢复，针对线性工程的特点，受扰动的地下水环境都将在一个较长的水文周期内得到很大程度的恢复；路基、桥梁施工完成后基本不存在对地下水水质的影响，长期对地下水环境影响较小。

5.6.1.5桥梁施工对地下水环境的影响

桥梁桩基承重层主要为下伏的裂隙含水层，互通立交施工时立交桩基、桥基开挖时可能会由于下伏弱承压性地下水的涌出。同时桩基施工也可能加大浅层基岩裂隙水含水层与深层含水层的连通，导致桥墩钻孔灌注桩基础时用于护壁的泥浆污染深层地下水。因此，桥梁桩基钻孔施工过程中工应采取清水护壁，或采取封闭施工，尽量减小钻孔施工与周围地下环境的接触面积，减少泥浆等污染物进

入地下环境污染地下水。

5.6.2营运期地下水环境影响分析

营运期对地下水环境的影响主要包括路面径流、隧道衬砌排水及沿线服务区收费站等基础设施排放的污水对地下水水质的影响。

5.6.2.1路（桥）面地表径流对地下水水质的影响

公路投入运营后，路面、桥面污水主要来源于初期雨水形成的路面径流，对地下水水质的影响主要是路面、桥面径流中的污染物如 SS、石油类等，这些污染物一旦随降水径流进入周围水体，对地下水的水质将会产生一定的影响。但由于路面径流中 SS、石油类一般在降雨前 20 分钟浓度较高，在降雨一般时期后污染物浓度逐渐降低。由于 SS 本身为泥沙类物质，污染较小，土壤层对其的天然阻滞作用较强，对地下水含水层的影响很小。石油类污染物主要积聚在土壤表层 80cm 以内，对表层土壤影响较大，但对地下水含水层影响较小。

5.6.2.2隧道衬砌排水对地下水环境的影响

隧道贯通后，隧道衬砌持续排水可能会导致周边地下水位下降，若未采取有效措施，可能会引发地面沉降、岩溶塌陷、土地及植被退化等危害。因此在施工中应做好地下水的疏导工作，尽量维持隧道区域补径排条件的动态平衡；后期应采取堵排结合的方式，避免运营期大量地下水从衬砌后排出。

5.6.2.3交通设施污水对保护区地下水水质的影响

本项目全线设有停车区、收费站、养护工区等基础设施。这些交通设施每天均会产生一定量的生活污水，设计要求设置生活污水处理设施，对生活污水进行收集处理，出水达标后回用绿化或外排，一般情况下污染物不会直接渗入地下对地下水造成污染，因此项目沿线设施对地下水的影响很小。

隧道变电站设置事故油池，防止变压器油泄漏。停车区采取分区防渗措施，危险品车辆停放区、隔油池等进行重点防渗，危险品车辆停放区设置围堰，加强其下游地下水的监测，一旦发现特征污染物超标，应及时采取相关措施，及时开展地下水污染治理及修复工作。

5.6.2.4地下水环境风险

线路区发育孔隙水、裂隙水。虽然沿线包气带整体防污性能较好，但隧道开

挖直接揭穿含水层裂隙的路段，由于存在裂隙较发育或发育，防污性能较弱，施工期若不做好工程物料堆存管理，妥善处置施工污废水，则会有一定的地下水环境污染的风险。因此，穿越富水性较强或构造（褶皱、断裂）的重点隧段施工期间应做好地下水探测工作，预防大量涌水造成工程事故的风险，应加强路面防渗处理和事故径流收集系统设置，防止运营期危化品事故对地下水环境造成威胁。

5.6.3小结

线路区发育孔隙水、裂隙水。虽然沿线包气带整体防污性能较好，但隧道开挖直接揭穿含水层裂隙的路段，由于存在裂隙较发育或发育，防污性能较弱，施工期若不做好工程物料堆存管理，妥善处置施工污废水，则会有一定的地下水环境污染的风险。因此，穿越富水性较强或构造（褶皱、断裂）的重点隧段施工期间应做好地下水探测工作，预防大量涌水造成工程事故的风险，应加强路面防渗处理和事故径流收集系统设置，防止运营期危化品事故对地下水环境造成威胁。

5.7 固体废物处置及影响分析

5.7.1施工期固体废物影响分析

本项目施工期产生的固体废物主要为土石方、淤渣土、桥梁墩钻渣和施工泥浆、废建材、建筑垃圾以及施工人员生活垃圾。

5.7.1.1施工期弃渣对周围环境的影响

根据土石方平衡分析，本工程总体上挖方大于填方，回填利用率较低，仅为 39.75%，拟建公路工程产生弃渣产生弃方 578.937 万 m^3，弃渣堆放将占用土地，破坏植被；本项目设置 7 处弃渣场地及 2 处矿山修复渣场土石方进行收集储存，若不采取适当的护坡、排水等防护措施，易造成渣体冲刷、滑落和坍塌，引发水土流失；弃渣在景观上也与周围产生不协调。因此，应做好水土保持工作，严格遵循－先挡后弃的原则。

根据《水土保持方案》，本项目路基、互通立交等产生的余方主要为土料或土夹石料，隧道出渣主要为石料。根据主体地勘资料，项目区挖出的石料以泥岩、粉砂岩、泥灰岩为主，有少部分石英砂岩；土料或土夹石料以素填土、角砾、卵石为主，有少量中砂、强风化泥岩。挖出的石料均不能用作骨料等建材用料使用，只有少部分的石英砂岩可以利用，主设将这些石英砂岩破碎后作为

不良地质换填料了。挖出的石料中的粉砂岩、泥灰岩以及挖出的土料或土夹石料中的素填土、角砾、卵石、中砂、强风化泥岩可作为一般场地回填料使用，根据现场调查，拟建线路沿线、楚雄市内陡石崖矿山修复渣场、鑫宝山采砂场矿山恢复需要大量土石方回填的项目，可将本项目产生的 219.137m^3 的弃方作为矿山生态恢复治理综合利用，剩余 359.8m^3 的弃方进入项目设置的 7 个弃渣场堆存。

按照《水土保持方案》采取各种水土保持措施，减小工程弃渣的产生及妥善堆存，减缓影响。

5.7.1.2施工期生产和生活垃圾对周围环境的影响

根据工程分析，该项目每个施工营地生活垃圾中有机物易腐烂，会发出恶臭，特别在温度较高季节，随意堆放的生活垃圾将为蚊子、苍蝇和鼠类的孳生提供场所。垃圾中有害物质可能随尘粒飘扬空中，污染环境，传播疾病，影响人群健康。因此，应采取措施：在各个施工营地设置垃圾桶，对生活垃圾分类化管理，回收可利用的部分，定期清除不可利用的垃圾，并运送至就近的垃圾处理站处理。

5.7.1.3施工场地建筑垃圾对周围环境的影响

本项目生产固废和生活垃圾对周围环境的影响首先表现在侵占土地，破坏地貌和植被。如果对其不加以处置和利用，堆存在某一个地方，必然要占用一定数量的土地。需要堆存的数量越大，占用的土地就会越多。原可以用来种粮、植树、种花草等的土地，由于堆放了大量的固体废物，失去了原有的功能，从资源保护的角度看，这就是一种资源的浪费。其次是污染土壤和地下水，由于固体废物长期在露天堆放，其中的一部分有害物质会随着渗滤液浸出来，渗入地下，使周围土壤和地下水受到污染。若有毒有害固体废物堆放在一个地方，还会影响当地微生物和动植物的正常繁殖和生长，对当地的生态平衡构成威胁。三是污染地表水，一旦固体废物及其有害物质进入河流，可以造成河道淤积，堵塞及地表水污染，后果也是很严重的。四是污染大气，固体废物中含有大量的粉尘等其它细小颗粒物，这些粉尘和细小颗粒物不仅含有对人体有害物质和致病细菌，还会四处飞扬，污染空气，进而危害人的健康。五是影响工程队所在地居民点景观。

公路施工场地的建筑垃圾主要是指剩余的筑路材料，包括石料、砂、石灰、水泥、钢材、木料、预制构件等。上述筑路材料均是按施工进度有计划购置的，但公路工程规模、工程量大，难免有少量的筑路材料余下来，放置在工棚里或露天堆放、杂乱无序，从宏观上与周围环境很不协调，造成视觉污染。若石灰或水泥随水渗入地下，将使土壤板结、pH 值升高，同时还会污染地下水，使该块土地失去生产能力，浪费了珍贵的土地资源。

5.7.1.4拆迁垃圾对周围环境的影响

本工程主要拆迁建筑物的种类为居民房屋以及电力、电讯等，工程沿线需拆迁建筑物 199334.35m^2。根据第 3.3.1.6 小节的污染源分析，本项目共产生建筑垃圾 0.677 万 m^3。其中部分建筑材料可回收利用，剩余建筑垃圾运送至附近建筑垃圾填埋场进行处置。

5.7.1.5桥梁墩钻渣影响分析

在桥梁施工时要严格按照环境保护的要求，桥梁基础开挖的岩屑、钻渣、泥浆严禁乱堆乱放，要及时清运至沿线设置的弃渣场内。

综上所述，工程施工过程中如按本报告提出的各项措施妥善处理淤渣土、桥梁墩钻渣、施工泥浆、生活垃圾以及建筑垃圾，本工程施工期固体废物对外环境影响小。

5.7.2运营期固体废物影响分析

工程营运期产生的固体废物主要是生活垃圾，主要是由服务区、收费站、养护工区、管理中心等服务设施产生的。本项目设综合停车区 1 处、3 处匝道收费站（包含监控通信分中心、养护工区、隧道管理所、交警及路政用房）。根据 3.3.2.4 小节污染源分析，各服务设施处产生的生活垃圾量共 110.5kg/d。另外，拟建公路通车后会产生部分交通垃圾，如纸屑、果皮、塑料物品等固体废物及公路养护和维修过程中产生的筑路废料。其对沿线周边环境会产生不利影响，增加了公路养护的负担，破坏了陆域景观的观赏性。

对固体废物的处理，严禁随意抛弃，服务设施内放置垃圾桶并定期清运，筑路废料收集后统一运送至周边建筑垃圾填埋场堆放，路面垃圾由环卫工人对道路及时进行清理。只要在营运期加强管理，采取切实可行的措施，本工程营

运期的固体废物不会对周围环境产生影响。

5.7.3小结

项目施工期间，弃渣运至规划的弃渣场集中堆放处置；在施工营地周围建立小型的垃圾临时堆放点，对生活垃圾的分类化管理，聘请专人定期清除垃圾，集中收集后定期运往沿线各乡镇垃圾收集点处理；营运期产生的生活垃圾，采取分类化管理，集中收集后定期运往临近的乡镇垃圾收集点处理。采取上述措施后，项目建设产生的固体废物得到妥善处置，对周围环境影响不大。

5.8 项目对楚雄紫溪山风景名胜区影响分析

5.8.1楚雄紫溪山风景名胜区概况

5.8.1.1基本概况

1993 年，云南省人民政府以云政发〔1993〕199 号文件发布《云南省人民政府转发省建设厅关于审定第二批省级风景名胜区请示的通知》，批准设立楚雄紫溪山风景名胜区为云南省省级风景名胜区。

1996 年，《楚雄紫溪山风景名胜区总体规划(1995-2015)》取得云南省人民政府批复（云政复〔1996〕108 号）。规划确定楚雄紫溪山风景区总面积 61.8km²，包括紫溪山片区、鹿城片区、苍岭恐龙足迹化石、子午向天坟。保护规划分为一级保护区、二级保护区、三级保护区。

2021 年 5 月，按照国家林业和草原局印发《自然保护区等自然保护地勘界立标工作规范》，自然保护地管理司《关于加强和规范自然保护地整合优化预案数据上报工作的函》，楚雄市林业和草原局对楚雄紫溪山风景名胜区进行勘界立标，并上报国家林业和草原局。勘界立标总面积 61.8km²，未进行分级保护区划、功能分区。

5.8.1.2相关规划编制及审批情况

《楚雄紫溪山风景名胜区总体规划(1995-2015)》于 1996 年经云南省人民政府批复实施，规划明确了风景区由紫溪山片区、鹿城片区、苍岭恐龙化石足迹和子午向天坟组成，总面积 61.8km²。规划明确了景区的资源评价、分级保护等内容。规划图纸表达受限于技术条件和基础资料，风景区边界范围并未矢量化。

2019 年 7 月，国家林业和草原局印发《自然保护区等自然保护地勘界立标工作规范》。因此，2021 年 5 月，楚雄市林业和草原局对楚雄紫溪山风景名胜区范围进行勘界立标，并上报云南省林业和草原局，为楚雄紫溪山风景名胜区的管理范围。勘界立标范围已成为地方政府、地方人民认可的风景区范围，并已在国家林业和草原局备案。

根据《风景名胜区条例》第二十三条：“风景名胜区总体规划的规划期届满前 2 年，规划的组织编制机关应当组织专家对规划进行评估，作出是否重新编制规划的决定。在新规划批准前，原规划继续有效。”本项目涉及楚雄紫溪山风景名胜区的规划以《楚雄紫溪山风景名胜区总体规划(1995-2015)》为基础，风景区范围以勘界立标范围为准。

5.8.1.3风景区布局结构与功能分区及保护等级

1、风景区结构

景区结构为“ 二片二点”，两片为紫溪山片区、鹿城片区，两点为苍岭恐龙化石足迹和子午向天坟。

2、风景区范围

总面积 61.8km²，其中紫溪山片区 54.4km²、鹿城片区 5.3km²、苍岭恐龙足迹化石及子午向天坟 2.1km²。见图 5.8.1-1。

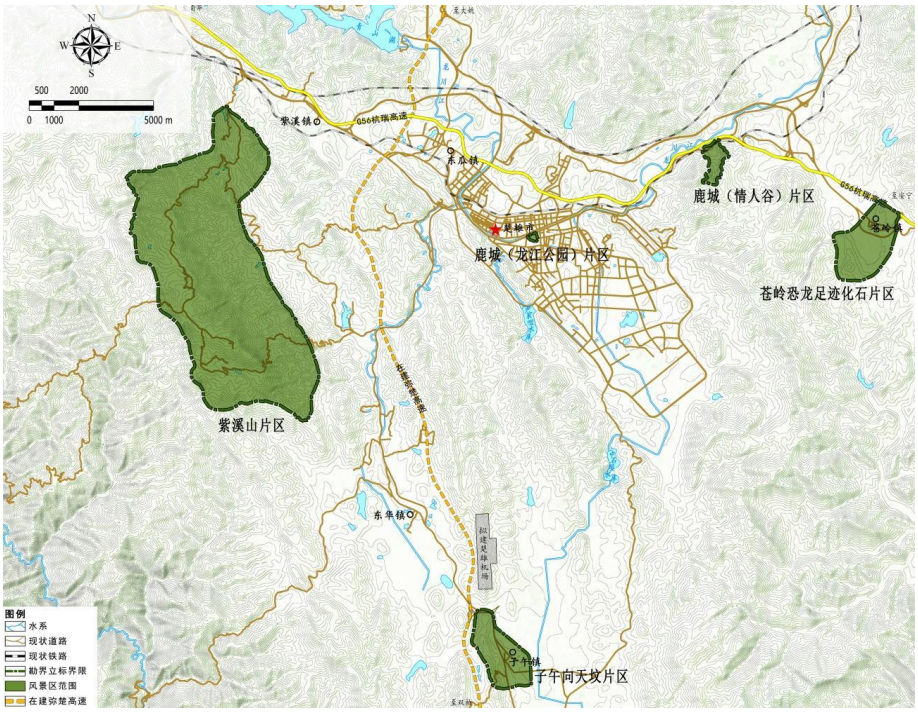


图 5.8.1-1 楚雄紫溪山风景名胜区规划范围示意图

楚雄市东南绕城高速公路工程仅涉及楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区。

3、风景名胜区性质

楚雄紫溪山风景名胜区是由紫溪山植物(花卉、林被、草被)、平缓地形等自然景观和彝族民族、民俗风情、民族历史文化人文景观组成，适宜开展游览观光、休闲度假、宗教文化欣赏、登山健身、科研科考等回归自然、融入民族、民俗文化的活动的省级风景名胜区。

4、保护区规划

规划明确楚雄紫溪山风景名胜区分三级保护，其中三级保护区为环境影响区，不属于法定区域。

一级保护区 15.6km²，保护要求是：要精心维护其完整性，对其原有的地貌、植被、山石、水体等资源严格保护，对区内的珍稀景物、古树名木要挂牌加以保护，区内严禁捕猎，砍伐林木，开山采石等人为的破环活动，不允许有破坏原有自然环境的人工建设活动。

二级保护区保护要求是：注意对原有环境地貌特征以及人文景观特征的保护，严禁砍伐森林，开山采石等与风景区开发建设无关的建设活动，对区内的一切建设项目要严格控制，按规划要求进行实施，一切建筑物，构筑物必须因地制宜,建筑形式、风格要与风景区基调及周围环境协调调，对区内进行的农、牧业生产活动应加以控制、管理。

三级保护区（环境影响区）面积为 136km²，保护要求是:封山育林，加强道路、荒山、河道绿化，在保护区内不允许有大规模的人工设施建设和安排有污染环境的项目。

楚雄市东南绕城高速公路工程涉及子午向天坟片区，该片区分级保护规划仅包括二级保护区、三级保护区。因三级保护区非法定区域，工程涉及区域为二级保护区。

5、景点建设规划

规划明确紫溪山片区、鹿城片区、苍岭恐龙化石足迹和子午向天坟等景点建设要点。关于工程涉及的子午向天坟片区的建设要点为“6.4 苍岭恐龙足迹化石、于午向天坟以整理、发掘、保护、研究为主。”

在环境设计要素中提出："景区内的开发建设必须以不破坏景观及自然环境为基本原则，景区内的建筑应朴素典雅，体量不宜大，建筑材料应以地方材料为主，色彩素朴，不宜使用玻璃瓦、瓷砖等华丽材料……景区内的游路不得对地形造成破坏，步行游路材料应以碎石、石板为主,区内架空线路不得破坏景观，局部地段应采用地下敷设方式。"

绿化规划布局中提出："子午向天坟以种植松、柏为主"。

6、游览组织及交通规划

（1）以 1-3 日游及度假旅游为主。

（2）游览方式可选择：观光游览、文化游览、民俗旅游、登山旅游、专题旅游、休闲旅游等。

（3）修建灵秀湖一紫溪山、万松林——板凳山景区联系干道。

（4）根据规划完善景区内部游览道路，形成旅游环路。

（5）规划于各片区设置停车场。

总体规划在交通规划中提及："楚雄紫溪山风景名胜区现状交通较为发达，与昆明有二级公路、铁路相连，且相距仅 165 公里，西距大理国家级风景区 215km，铁路即将修建，州域内景点与楚雄均有三级公路相连，所以交通规划重点放在景区内联系道路的规划上。"因此，关于风景区的对外交通，规划未作详细布局。

5.8.2工程与风景名胜区位置关系及建设内容

楚雄紫溪山风景名胜区包括紫溪山片区、鹿城片区、苍岭恐龙化石足迹片区和子午向天坟片区。

东南绕城高速公路工程涉及风景区的子午向天坟片区。

工程主线 K27+459.056～K27+900 段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，长 441m，占地 1.95hm²。

匝道 E2：E2K0+000～E2K0+207.394 段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，长 207m，占地 0.64hm²。

匝道 A2：A2K0+475.907～A2K0+683.418 段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，长 207m，占地 0.42hm²。

匝道 B2：B2K0+000～B2K0+255.325 段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，长 255m，占地 0.34hm²。

子午连接线 LZK1+494.616～LZK1+537.933 段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，长 43m，占地 0.16hm²。

工程在风景区内占地总面积为 3.51hm²。项目与楚雄紫溪山风景名胜区位置关系见附图 18。

表 5.8.2-1 工程与楚雄紫溪山风景名胜区勘界立标范围位置关系一览表

工程类型	工程桩号	长度（m）	占地（hm²）
工程主线	K27+459～K27+900	441	1.95
互通匝道	E2K0+000～E2K0+207.394	207	0.64
	A2K0+475.907～A2K0+683.418	207	0.42
	B2K0+000～B2K0+255.325	255	0.34
子午连接线	LZK1+494.616～LZK1+537.933	43	0.16
合计			3.51

5.8.3工程对风景名胜区环境影响分析

5.8.3.1对风景名胜区景观影响分析

1、工程对景区内地形地貌影响分析

东南绕城高速公路走廊带位于金沙江水系和红河水系之分水岭地带，西邻哀牢山，东缘绿汁江。区内以高原低中山地形为主，切割较浅，山峰海拔约 1700～2300m，相对高差一般小于 500m。路线走廊带附近地貌形态主要有构造剥蚀～河流侵蚀低中山地貌、河流侵蚀～堆积河谷阶地地貌及山间盆地地貌。

工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区路段位于子午盆地及其北侧坡体上，盆地内地形平缓开阔，四周群山环绕，山坡坡度约 15～25°。沿线高程 1848～1878m，盆地内地形起伏较小，上覆厚约 3～10m 冲洪积可塑黏性土夹稍密卵砾石，盆地内均被垦为农田。

该段路线从风景区子午向天坟片区北侧边缘穿过，就风景名胜区整体角度而言，从较大尺度上看，涉及区域地形地貌并未发生明显变化。

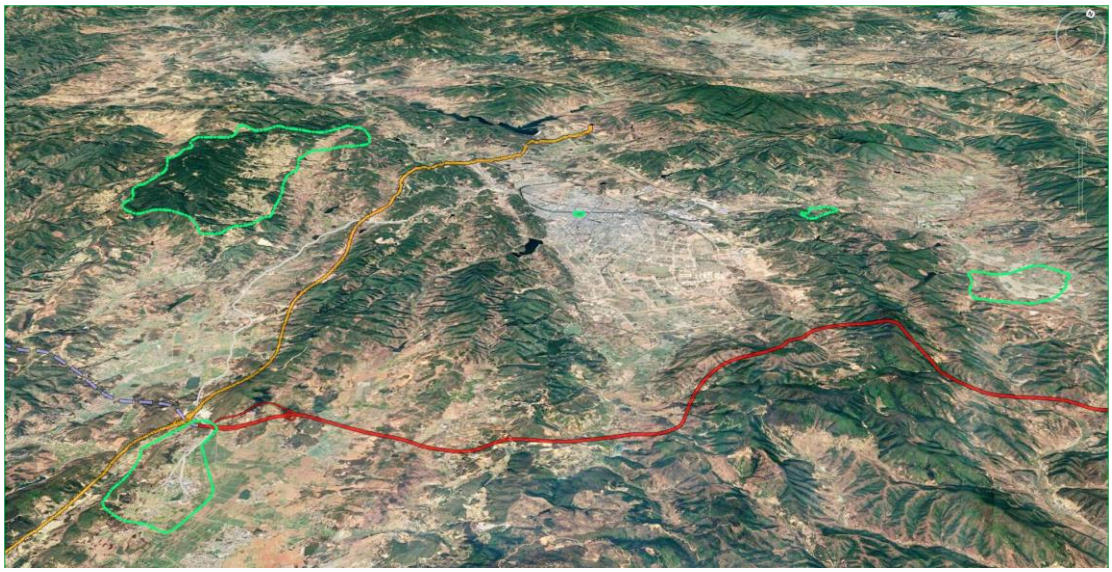


图 5.8.3-1 工程沿线地形地貌图

2、工程与主要景点位置关系

楚雄紫溪山风景名胜区景观构成丰富，景点较为集中，气候条件优越，有山青水秀，富于山林野趣的紫溪山，清新幽静的情人谷，碧波荡漾的灵秀湖等自然景观；有罕见的地质景观——恐龙足迹化石,也有优秀的彝族历史文化和浓郁、神奇的少数民族生活风情等人文景观。

工程与紫溪山片区最短直线距离为 10.54km，工程对片区内的德运碑、紫顶寺、茶花园等无影响。工程与鹿城片区（龙江公园、情人谷）最短直线距离为 7.64km，工程与片区内情人谷最短直线距离为 8.00km、工程与片区内与灵秀湖最短直线距离为 9.13km。工程与恐龙足迹化石最短直线距离为 4.68km。工程建设对上述典型景观价值点无影响。

工程与子午向天坟最短直线距离为 0.21km，工程建设对该景点无直接影响。

表 5.8.3-1 工程与风景名胜区景点位置关系表

景区	景物名称	级别	与直线距离（km）	影响关系
紫溪山片区	德运碑	一级景点	＞17.52	无影响
	紫顶寺	一级景点	＞14.97	无影响
	茶花园	二级景点	＞14.64	无影响
	紫金山	二级景点	＞14.32	无影响
	仙人石	二级景点	＞16.38	无影响
	杜鹃园	二级景点	＞18.64	无影响
	万松林	三级景点	＞17.57	无影响
	龙江公园	二级景点	＞10.61	无影响
	州博物馆	二级景点	＞10.34	无影响

	灵秀湖	二级景点	＞9.13	无影响
	万家坝铜鼓遗址	三级景点	＞7.72	无影响
	情人谷	一级景点	＞8.00	无影响
子午向天坟片区	子午向天坟	二级景点	＞0.21	——
苍岭恐龙化石足迹片区	苍岭恐龙足迹化石	二级景点	＞4.68	无影响

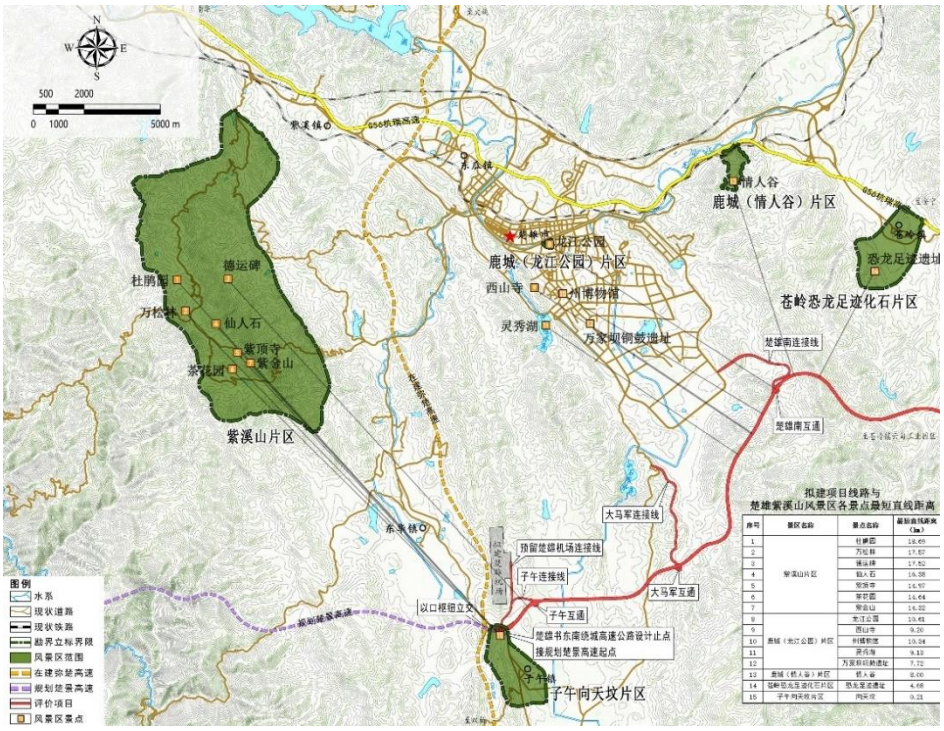


图 5.8.3-2 工程与主要景点位置关系图

3、工程对沿线景观环境影响分析

（1）对子午向天坟景点影响分析

楚雄市东南绕城高速公路涉及楚雄紫溪山风景名胜区的子午向天坟片区，工程周围的主要景点为子午向天坟。

子午向天坟是彝族的火葬墓穴，还是彝族节摩（祭司）从事祭天或观察天象的观象台，是综合彝族文化经典十月太阳历两种观测方法的观象台，彝族向天坟是宝贵的文化遗产，在中国文明史及至世界文明史具有独特的地位。

子午向天坟又名以口火葬墓群，位于楚雄市子午镇以口村后的庙山顶，于 1984 年全州开展文物普查工作时被发现，是元明时期楚雄州境内所发现的重要的保存有火葬习俗的遗存点。墓群占地 3300m²，现存古墓 26 座。葬地表立有球形顶墓志石，有的素面无纹饰，有的在圆台或圆座上刻有莲花、八角光芒等纹样，

并刻有梵文经咒。各墓之间的距离疏密不均，深浅不一，有的一个紧接着一个，有的相距 1～2m。墓冠下葬有用陶罐盛放的骨灰。以口火葬墓群的发现对研究西南民族的火葬文化，具有普遍、深远的现实意义；为研究人类的丧葬习俗与宗教信仰之间的关系提供了重要的实物资料。

东南绕城高速公路从子午向天坟北侧山脚穿过，工程与子午向天坟景点的直线距离为 0.21km，以人的视点从项目区向周边区域看，由于山体的遮挡，工程对子午向天坟无视觉影响。

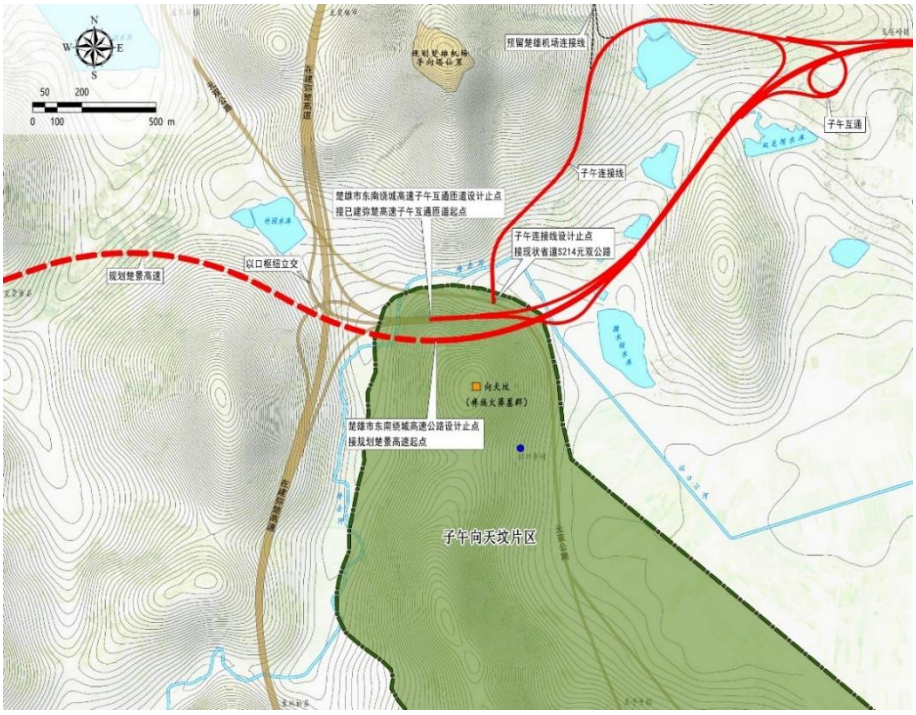


图 5.8.3-3 工程与子午向天坟景点位置关系图

工程景观影响区位于楚雄坝区与山陵区结合部，以口村后的庙山北侧山脚，建设内容包括主线、匝道、连接线。工程主线、匝道上跨 S214 元双路,布线方向基本平行于元双路，所在区域主要为林地；工程影响区为既有的交通廊道，沿线无景点分布，不会对景区景点造成切割，不会破坏景区自然景观的完整性，对风景名胜区景观的影响在可接受范围。建设后加强绿化景观营造后，对该区域景观环境影响较小。子午连接线起于子午互动匝道，在风景区外围北侧展线，止点进入子午向天坟片区，接景区内的 S214 元双路。在风景区内长 43m，占地0.16hm^2。所在区域主要为耕地，无重点景点、生态敏感区，不会对景区景点造成切割，不会破坏景区自然景观的完整性，工程建设对该区域景观环境影响轻微。

工程位于楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区北侧边缘地带，为既有的交

通廊道，景观敏感度低，能够容忍轻度人类干扰。工程建设不会对景区景点造成切割，不会破坏景区自然景观的完整性，对沿线森林、河谷、田园的景观影响轻微。建设中需加强线路的绿化环境设计和生态恢复，使工程顺应自然、融入自然。

图 5.8.3-4（a）工程景观影响区图

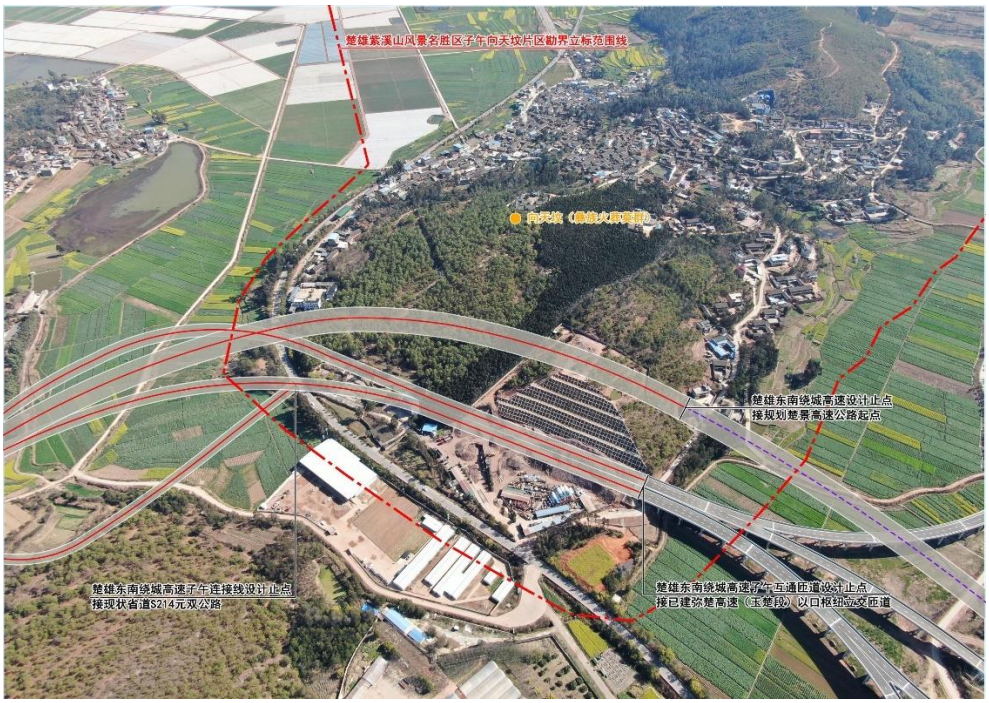


图 5.8.3-4（b）工程景观影响区图

5.8.3.2工程对风景名胜区土地利用影响分析

工程在风景区内永久占地约 3.51hm²，占地类型主要为林地、耕地等；这一占地面积与整个楚雄紫溪山风景名胜区总面积（62.8km²）相比只占 0.06%，占地

面积比例很小，对景区土地面积及土地利用结构影响较小。

5.8.3.3对生态系统和景观生态体系的影响预测

1、对生态系统面积的影响预测

评价区内分布的生态系统有森林生态系统、城镇生态系统、人工生态系统。施工和运行都占用评价区 3.41hm^2 土地，因此，工程建设期和运行期对景区森林生态系统面积有较大影响。其中受影响最大的是暖温性针叶林，永久占用 1.95hm^2 林地，其次是人工林，永久占用 0.64hm^2。

2、对生态系统稳定性的影响预测

生态系统的稳定性，一方面表现为生态系统因受外界干扰而产生的持久性和抵抗性；另一方面表现为生态系统受到内部扰动后回归到原始状态的能力，即恢复性。

（1）建设期

工程建设期，将砍伐主线道路及连接线占地区域的林木，会使工程占地范围及附近区域的土壤、植被等环境发生改变，使局部区域能量流动和物质循环能力降低。此外，施工作业中爆破、挖掘、弃渣运输等活动会产生粉尘、噪声、废气，使得工程附近的森林生态系统的生产者-植物的生产能力有所降低，也会直接或间接影响附近生态系统中消费者的栖息环境，会导致系统内原有的某些物种迁移或死亡。

（2）运行期

运行期，各类施工活动结束，项目施工人员和施工车辆撤出施工区，人为干扰活动减弱，在施工期迁徙出干扰区的部分两栖、爬行类动物，在运行期会陆续回到原栖息地及其附近区域。但是由于运行期受来往车辆量的影响，部分兽类和鸟类会远离公路段区域，从而导致生态系统稳定性降低。

综上所述，虽然建设和运行都不占用评价区，但建设活动和运行都在评价区周边，考虑到生态系统是一个整体，所以建设和运行对评价区的生态系统稳定性有一定的影响。但工程占地区大部分为次生的云南松林等植被，且离评价区有一定距离，综合来看，工程建设个运行对生态系统稳定性的影响预测为小。

3、对生态系统完整性的影响预测

本评价的工程施工区位于楚雄紫溪山风景名胜区向天坟片区北部边缘，生态

系统以暖温性针叶林生态系统为主，其次是城镇生态系统，同时有少量的人工林、农田，现有道路纵横，受人为干扰较大，相较风景名胜区的其他区域生物多样性低。

工程区占评价区的森林生态系统，项目永久占地主要为主线和匝道工程路面。本工程建设对评价区生态系统有较大影响，由此造成较大生态影响。另外，本项目为线性工程，对当地生态环境的影响主要是切割和阻隔，虽然公路修建对生态系统的影响是永久性的，但这种影响并不能对区域生态的完整性影响不大。工程对当地植被的占用是有限的，不会影响到当地的植物资源利用，以及生物多样性减少导致的系统组分失调或简化。

自然系统的稳定和不稳定是对立统一的。由于各种生态因素的变化，自然系统处于一种波动平衡状况。当这种波动平衡被打乱时，自然系统具有不稳定性。自然系统的稳定性包括两种特征，即阻抗和恢复，这是从系统对干扰反应的意义上定义的。阻抗是系统在环境变化或潜在干扰时反抗或阻止变化的能力，它是偏离值的倒数，大的偏离意味着阻抗低；而恢复（或回弹）是系统被改变后返回原来状态的能力。因此，对自然系统稳定状况的度量要从恢复稳定性和阻抗稳定性两个角度来度量。

（1）阻抗稳定性分析

自然系统的阻抗稳定性是由系统中生物组分异质性的高低决定的。异质性是指一个区域里(景观或生态系统)对一个种或更高级的生物组织的存在起决定作用的资源(或某种性质)在空间或时间上的变异程度(或强度)。由于异质性的组分具有不同的生态位，给动物物种和植物物种的栖息、移动以及抵御内外干扰提供了复杂和微妙的相应利用关系。另一方面，当某一斑块形成干扰源时，相邻的异质性组分就成为了干扰的阻断，从而达到增强生态体系抗御内外干扰的作用，有利于体系生态稳定性的提高。

评价区内的主要生态系统以常绿阔叶林生态系统为主，同时有少量的落叶阔叶林、人工林、农田和村庄生态系统，是属于当地的支持型生态系统，但工程并不占用评价区，因此工程实施后对区域自然体系的景观异质化程度和阻抗能力有一定影响，林地减少 2.59hm^2，斑块数量增大至 18 个，交通运输用地增加至 4.93hm^2，斑块增加至 9 个，见下表。

表 5.8.3-2　工程实施前后主要拼块类型数目和面积比较

斑块类型	建成前		建成后	
	面积（hm^2）	数目（块）	面积（hm^2）	数目（块）
耕地	3.27	3	3.27	3
林地	32.58	14	29.99	18
村寨	18.21	6	18.21	6
交通运输用地	2.34	7	4.93	9

对区域自然体系生态完整性的影响是由工程占地引起的，工程施工对评价区的土地利用格局产生影响，对评价范围自然生态系统和人工生态系统的面积有较大影响。项目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提高。另外，在工程建设过程中应注意生态系统的保护，尽量减少对生态系统的自然生产力的影响。

（2）对生态系统生物量的影响

计算表明，在公路评价区总面积 56.4hm2 范围内，其生态系统累积的生物量大约是 3003.81t（干重）。由于公路建设对植被为暖温性针叶林和人工林，面积为 2.59hm2，评价区生态系统的生物量减少 240.68t，占评价区的 8.01%，对评价区生态系统有一定的直接影响。

表 5.8.3-3　项目永久占用生物量变化一览表

生态系统	评价区（hm^2）	永久占用（hm^2）	生物量（t/hm^2）	评价区生物量（t）	永久损失的生物量（t）	占评价区同类（%）
暖温性针叶林	18.56	1.95	97.97	1818.32	191.04	6.36
人工林	14.02	0.64	77.56	1087.39	49.64	1.65
耕地	3.27	0	30	98.10	0.00	0.00
建设用地	18.21	0	——	——	——	——
交通输运用地	2.34	2.92	——	——	——	——
合计	56.4	3.51	——	3003.81	240.68	8.01

（3）对生态系统生产力的影响

公路评价区在其总面积 56.4hm^2 范围内，其生态系统总的生产力约为每年 456.05（干重 t/a）。由于公路建设对植被为暖温性针叶林和人工林，面积为

2.59hm2，评价区生态系统的生产力减少 40.22t/a，占评价区的 8.82%，对评价区生态系统有一定的直接影响。

表 5.8.3-4　生态系统每年永久损失的生产量表

生态系统	评价区（hm^2）	净生产力（$t/a.hm^2$）	评价区植被生产力（t/a）	永久占地（hm^2）	永久减少植被生产力（t/a）	占评价区（%）
暖温性针叶林	18.56	18	334.08	1.95	35.1	7.70
人工林	14.02	8	112.16	0.64	5.12	1.12
耕地	3.27	3	9.81	0	0	0
建设用地	18.21	——	——	0	——	——
交通输运用地	2.34	——	——	2.92	——	——
合计	56.4	——	456.05	3.51	40.22	8.82

通过以上的数据可知，工程对生态系统完整性的几个方面都无直接影响，包括阻抗稳定性、生态系统生物量以及生态系统生产力。但施工过程中的噪音、粉尘等会对生态系统完整性造成间接影响，其具体影响如下。

①建设期

施工期对生态系统完整性的影响主要为工程建设过程中的占地、土石方开挖等将会对土壤、植被、生物生境造成破坏；施工过程产生的噪音、粉尘等环境污染会使评价区的部分野生动物迁徙到评价区以外的区域生活，造成评价区物种丰富度降低；人为捕杀和施工损伤等将造成施工区内野生动植物资源数量减少。工程建设虽不在评价区内，工程间接影响区的野生动物会受到噪音和人活动的干扰而迁移，造成各生态系统内物种和能量流动。

②运行期

公路工程建设完成后，随着施工人员和机械的撤离，由施工期人为活动对生态系统完整性产生的影响将减少，但由于公路运营车流量增加带来的环境干扰，会使公路沿线附近分布的野生动物种类有所降低。

综上所述，虽然建设和运行都不占用评价区，但建设活动和运行都在评价区周边，考虑到生态系统是一个整体，所以建设和运行对评价区的生态系统完整性有一定的影响。但工程占地区大部分为次生的云南松林等植被，且离评价区有一定距离，综合来看，工程建设个运行对生态系统完整性的影响预测为小。

4、对生态系统多样性的影响预测

生态系统多样性是指生物圈内生境、生物群落和生态过程的多样化以及生态系统内生境、生物群落和生态过程变化的多样性。

（1）建设期

建设期，工程占地将使森林生态系统地表植被减少，导致施工区植被数量降低，施工噪声和环境污染也将使部分野生动物迁离施工区附近。虽然工程施工会使植被、野生动物多样性降低，使森林生态系统、人工生态系统面积有所减少，但对景区生态系统面积并无影响。工程建设不会导致评价区的生态系统类型发生变化，因此，建设期工程对评价区暖温性针叶林生态系统类型有较大影响。

（2）运行期

公路运行期，不会在施工期占地的基础上再新增占用生态系统面积，评价区生态系统类型数不发生改变。故工程运营对评价区生态系统类型无影响，对生态系统多样性无影响。

5、对景观生态体系的影响预测

（1）建设期

建设期工程的永久占地和临时占地都不在评价区内，评价区的总斑块数、斑块密度、Shannon 多样性指数、Shannon 均匀指数、分维数和破碎化指数等均呈变大趋势。因此，建设期景观生态体系有一定影响。

（2）运行期

运行期，公路的运行不在评价区内，评价区的总斑块数、斑块密度、Shannon 多样性指数、Shannon 均匀指数、分维数和破碎化指数等均无变化。因此，运行期对评价区的景观生态体系无影响。

5.8.3.4对野生动物资源的影响预测

1、建设期对野生动物资源的影响预测

（1）对鱼类的影响预测

评价区范围内无鱼类分布，因此，建设期对鱼类无影响。

（2）对两栖类动物的影响预测

①影响因素

因工程不在评价区内，对两栖动物无施工工程和人为活动影响。但施工车辆会经过评价区，工程车辆会对两栖动物有一定影响。

环境污染影响：两栖类对环境变化较敏感，运输车辆产生的 CO、NOx、SO_2 等大气污染物将使评价区的两栖类栖息地环境质量变差，影响两栖类的生存和繁衍。

车辆损伤影响：两栖类行动较缓慢，躲避伤害的能力较弱。工程施工期间，施工车辆会驶过评价区的张孟线，可能会误伤部分两栖动物个体，造成种群个体减少。

车辆振动及噪音影响：施工车辆行驶产生的噪声、振动等会使两栖动物受到惊吓，导致其迁离现栖息地。

②影响种类

评价区两栖动物有 6 种，隶属 1 目 6 科。无国家重点保护物种，工程对评价区两栖类动物存在一定程度的影响，但评价区内分布的两栖类动物分布范围广、种群数量较大，且张孟线已经一直都有运行，两栖动物已经基本适应了现有的交通环境。综合来看，施工期对两栖类动物影响预测为小。

（3）对爬行类动物的影响预测

①影响因素

环境污染影响：部分爬行类对环境变化较敏感，运输车辆产生的 CO、NOx、SO_2 等大气污染物将使评价区的爬行类栖息地环境质量变差，影响爬行类的生存和繁衍。

车辆损伤影响：爬行类虽然行动较迅速，但有些种类喜欢在公路边活动，且难于躲避高速行驶的车辆。工程施工期间，施工车辆会驶过评价区的张孟线，可能会误伤部分爬行动物个体，造成种群个体减少。

车辆振动及噪音影响：施工车辆行驶产生的噪声、振动等会使爬行动物受到惊吓，远离振动及噪声。

②影响种类

据调查，评价区分布的爬行类动物较两栖动物多，评价区记录到爬行动物 7 种，隶属 1 目 6 科。

综上所述，工程对评价区爬行类动物存在一定程度的影响，但评价区内分布的爬行类动物分布范围广、种群数量较大、移动能力和适应能力强，且张孟线已一直都有运行，爬行动物已经基本适应了现有的交通环境。综合来看，施工期对

爬行类动物影响预测为小。

（4）对鸟类的影响预测

①影响因素

环境污染影响：大气污染影响：建设期间，运输车辆产生的 CO、NOx、SO_2、施工扬尘等大气污染物对评价区的空气质量将造成一定的影响。会使一部分对环境敏感的鸟类因空气质量降低而离开原栖息地。

车辆振动及噪音影响：施工车辆行驶产生的噪声、振动等会使鸟类受到惊吓，导致其迁离现栖息地。

②影响种类

评价区鸟类记录到鸟类 45 种，隶属 8 目 23 科。评价区的鸟类中，有 4 种属国家 II 级重点保护鸟类，凤头鹰、普通鵟、红隼和白腹锦鸡。

评价区内分布的 4 种保护鸟类中，有 3 中为猛禽，其分布广泛，迁徙能力强，工程的建设对其影响很小。白腹锦鸡飞行能力差，施工运输车辆的增加可能会对生活在公路两侧的种群产生一定影响。其他鸟类，受施工噪声、环境污染等因素的影响，有可能使其种群数量在评价区内暂时减少，导致评价区内的物种丰富度、多样性指数降低，种群数量减小。由于鸟类具有较强的迁移性，同时，评价区道路运输已经是常态，且靠近村寨，人为干扰严重，此地的鸟类已经适应了这样的环境，工程施工对这些鸟类产生的影响较小。

对候鸟栖息地的影响：按居留情况统计，在记录的 45 种鸟类中，留鸟 29 种，占 61.70%；夏候鸟 10 种，占 21.28%；冬候鸟 8 种，占 17.02%。。由于评价区分布的留鸟及夏候鸟较多，故公路运输对留鸟及夏候鸟的栖息地有一定的影响。

综上所述，本工程建设期对景区的鸟类影响预测为小。

（5）对兽类的影响预测

①影响因素

施工噪声影响：施工建材运输等产生的噪声，将使张孟线公路附近区域的兽类受到一定的干扰。

环境污染影响：建设期间，运输车辆产生的大气污染物、光污染等环境污染可能降低部分兽类的生存环境质量。

②影响种类

评价区及其周边兽类有 11 种，隶属 5 目 9 科。评价区内分布的赤腹松鼠、隐纹花鼠、社鼠等小型兽类，大都是在景区或其他区域广泛分布的物种，适应范围广，具有很强的迁移能力，工程建设对这些动物影响较小；评价区内分布的花面狸、狗獾、黄鼬等兽类分布范围广，活动生境多，且张孟线一直有车辆通过。总的来看，高速公路建设对评价区兽类的影响预测为小。

2、运行期对野生动物资源的影响预测

（1）对鱼类的影响预测

评价区范围内无鱼类分布，对鱼类无影响。

（2）对两栖类动物的影响预测

两栖动物的环境敏感点主要位于公路运行两侧 50m 范围。高速公路穿评景区，运行期对两栖动物有一定影响，对两栖类动物的影响预测为小。

（3）对爬行类动物的影响预测

运行期爬行类的环境敏感点分布在公路两侧 100m 范围内。高速公路穿越景区，两侧以桥梁连接，运行期对爬行动物基本无影响，对爬行类动物的影响预测为小。

（4）对鸟类的影响预测

评价区内分布的黑鸢、普通鵟、红隼等行动敏捷、飞行高度高的鸟类，过往车辆不会对其产生较大的影响。而对于飞行高度较低、飞行速度较慢的燕科、鸦科、画眉科等可能因过车过往对低空飞行的鸟类撞击，从而使鸟类个体伤亡。但燕科、鸦科、画眉科等低空飞行的鸟类均为评价区常见种，且高速公路没有实际通过评价区，因此，预计公路运行对鸟类的直接影响为小。

对生存环境的影响：运行期，公路运营带来噪音和尾气会对公路沿线附近的鸟类的生存、繁殖造成一定的影响，但汽车废气在山谷风的作用下会很快消散，考虑到鸟类具有较强的迁移能力和躲避干扰的能力，噪音和尾气的干扰多年来一直存在，机敏性的鸟类不会在公路沿线附近栖息，而在此区域适生的松雀鹰、普通鵟、红隼等大型鸟类和燕科、鸦科、画眉科等常见种在觅食、寻找栖息地方面都具有优越性，适应性较强。因此公路运行不会对该区域鸟类正常活动形成较大干扰，因此，运营期，道路对鸟类的生存环境影响较小。

综合以上影响因素，运行期对鸟类的影响预测为小。

（5）对兽类的影响预测

在 9:00 至 19:00 景区内通车高峰阶段，兽类几乎不会穿越公路进行迁徙，因此，公路的通车高峰期对兽类形成了一个阻隔效应。

对物种多样性的影响：运行期兽类的环境敏感点分布在公路两侧 100 米范围内。且长期以来，受原国道车辆运行的噪声和人为活动影响，大型兽类一直栖息于离公路较远的区域，公路沿线附近区域的这些机敏性兽类物种丰富度一直较低，因此，公路运行对这些兽类多样性的影响较小。

对生存环境的影响：运营期，车辆通行排放的尾气将会对兽类的生存环境造成不良影响，但在山谷风的作用下会很快消散，对兽类生存环境的影响较弱。过往车辆产生的噪声和尾气主要分布在公路沿线附近，预测公路隧道出入口噪声值为 85dB，鸣笛增加至 9585dB，公路 100m 外将降至 55dB。而连接线的噪音值低于隧道出入口的噪音值，且车流量小，连接线离评价区的最近距离为 610m。因此，公路运行对评价区内分布的兽类野生动物生存环境影响预测为小。

综合以上影响因素，运行期对兽类的影响预测为小。

3、对保护动物的影响

评价区分布有 3 种国家 II 级重点保护动物，即黑鸢、普通鵟和红隼。其中，白天活动的猛禽类黑鸢、普通鵟和红隼属偶见种或少见种，它们主要在评价区上空活动，寻找食物，项目实施对其影响有限；而夜间活动的黄鼬属偶见种，主要在林间或者居民区活动，项目实施对其影响较小。

①建设期

施工期不占用评价区土地，所以对保护动物的影响主要为施工噪声影响、环境污染影响，以及张孟线通过的运输车辆有可能撞击、碾压主要保护动物。

施工机械打桩机最大噪音值达 105dB（A），仅在桥梁基础施工阶段使用，其余施工机械噪音值在 90 dB（A）以下，将影响施工点附近 200 米范围内的区域。

环境污染来源主要是施工机械及工程车辆排放的碳氧、氮氧、硫化类以及施工材料的扬尘等，使周围空气质量下降。

主要保护对象中红隼、普通鵟、黑鸢主要在高空活动，其他保护动物则一般比较隐蔽，在评价区的高海拔或者密林区活动，且张孟线已经运行多面，动物已经适应了现有的环境。

因此，综合来看，建设期对国家重点保护动物数量影响预测为小，对国家重点保护动物分布范围的影响预测为小。

②运行期

运行期的影响因素为过往车辆产生的噪音、过往车辆排放的尾气对重点保护动物的影响。

主要保护对象中红隼、普通鵟、黑鸢主要在高空活动，其他保护动物则一般比较隐蔽，隧道出入口离评价区有一定距离，连接线车流量比较小，过往车辆产生的噪音以及尾气在评价区已经基本消减。

总之，不论是建设期还是运营期，由于动物的避让行为和对已建公路的适应，项目实施不会造成以上重点保护动物的种群数量下降，在调查中也没有发现评价区是这些动物的主要繁殖、栖息场所。但工程产生的噪音、粉尘等干扰，公路的阻隔，对这些动物都能产生一定影响。但由于高速公路地面穿越景区，因此工程建设对当地动物的觅食和饮水影响较大，并在很大程度上增加了对保护动物的影响。

因此，运行期对评价区国家重点保护动物数量的影响预测为小，对国家重点保护动物分布范围的影响预测为小。

4、对主要保护对象的影响

楚雄紫溪山风景名胜区向天坟片区主要保护对象是以口夸村民族传统文化生态保护区。经过实地调查，高速公路以穿越的为向天坟片区的北部边缘，避开了以口夸向天坟和何氏祠堂（古戏台）等非物质文化遗产。查阅资料，以口夸村历史悠久、古风长蕴。村后庙山顶遗有宋元时数量众多的彝族火葬墓，又称“向天坟”，为彝族十月太阳历之古观象台。村旁有土主庙、文昌宫、汝兴寺，其中，土主庙内供一神石，为彝族土主崇拜现象中“石崇拜”文化的实物依据之一；村中古树参天、石径曲折、老宅众多，保留着“千年黄楝茶树”、清石板古道，传统民居“四合院”及何、李姓宗氏祠堂，花大门、檐坊、斗拱雕梁画栋，精刻细镂，用材讲究。文化底蕴丰厚的以口夸，村风纯朴，是楚雄花灯的起源和流传地之一，被称为花灯窝子，民俗文化丰富多彩。2009 年被云南省人民政府公布为省级民族传统文化生态保护区。高速公路工程施工期对保护对象无直接影响。公路以穿越景区的北部边缘，对景区形成切割，没有影响到非物质文化遗产，在高速公路

营运期对非物质文化遗产也无影响。

5、对特有动物的影响

对评价区特有动物无影响。

6、对重要物种食物网/链结构的影响

重要物种食物网/链结构的影响主要针对影响评价区内分布的野生动物。由于建设区域位于景区北部边缘，且以隧道形式穿越楚雄紫溪山风景名胜区向天坟片区，因而对景区生境的有较大的影响。但建设项目施工期间产生的干扰，会间接影响到此区域啮齿动物、小型鸟类和蛙类的种群数量，从而影响其食肉类、猛禽类和蛇类天敌的种群数量，但影响程度很小，不会造成某一类群的物种在评价区域内大量消失。因此，工程建设对动植物等重要物种食物网和链结构的影响较小。

7、对重要物种迁移、散布、繁衍的影响

本项目建设会对重要物种的迁移、散布、繁衍，造成轻微的间接的影响，产生轻度干扰和障碍。如前所述，评价区缺少主要的兽类动物，因此本工程建设对楚雄紫溪山风景名胜区向天坟片区的兽类的迁移、散布和繁衍影响小。鸟类的活动能力强，可以通过飞行来避免工程建设施工对其造成的伤害，评价区仅是 3 种属国家重点保护鸟类，即黑鸢、普通鵟、红隼等国家 II 级重点保护鸟的部分活动区域，工程对鸟类重要物种的迁移、散布和繁衍影响小。由于公路建设是线形工程，对景区将会产生一定程度的间隔，且公路建成通车后，车流量将明显增加，因此会对小型兽类、两栖爬行类重要物种的迁移、散布和繁衍产生一定影响。

8、对冬候鸟的影响

评价区涉及冬候鸟 16 种，主要为涉禽、猛禽和鸣禽。

如果施工期在夏季，对冬候鸟都不存在影响。如果施工期在冬季，对猛禽有一定影响，主要表现在施工期间人员、车辆活动，噪声增加，对他们的惊扰，以及捕食动物活动的减少，因此猛禽类会明显减少出现频率；而对涉禽和鸣禽的影响则很明显，施工活动会导致这些鸟类远离施工区。

营运期对冬候鸟的影响较小，通常动物都有一个适应过程，一旦适应，他们会仍然在评价区活动。

5.8.3.5对植被及野生植物多样性的影响预测

1、对植被影响预测

（1）建设期

本项目工程占用景区自然植被 1.95hm^2，占评价区同比同类植被的 10.51%。在施工期间，景区内不设置“三场”及临时生活营地，因而对景区自然植被影响小；施工过程中路边的植物会受到施工扬尘的短暂覆盖，在采取洒水降尘措施后对植物的生长影响不大。整体来说，本工程建设对项目区自然植被和人工植被的影响极小。

表 5.8.3-5　工程建设对植被影响汇总表　　单位：hm^2

植被属性	植被类型	工程占用面积	评价区同类面积	占评价区同比(%)	涉及的工程项目
自然植被	暖温性针叶林	1.95	18.56	10.51	工程主线 K27+459.056~K27+900 段，长 441m
人工	人工林	0.64	14.02	4.56	匝道 E2 中 E2K0+000~E2K0+207.394 段，长 207m
植被	农田农地	0	3.27	0.00	无
其他	建筑及其他用地	0	18.21	0.00	无
	道路	0.92	2.34	39.32	匝道 B2 中的 B2K0+000~B2KO+255.325 段，长 225m；子午连接线 LZK1+494.616~LZK1+537.933
合计		3.51	56.4	6.22	

（2）运营期

营运期，工程竣工后，将要对受施工影响的植被区域进行植被恢复工程，随着时间的推移，受影响的植被会逐渐恢复到施工前的水平。另外，项目竣工通车后，由于道路的完善，过往该区域的人员也将不断增加，这也相应增加了本区植被发生森林火灾的风险。

2、对野生植物多样性的影响预测

（1）建设期

①影响因素

环境污染影响：施工扬尘和废气等会对直接影响区附近区域大气环境、土壤环境造成影响，间接影响评价区植物的生长发育。

②影响种类

根据野外实地调查，结合该区域的历史调查资料，评价区内共有高等植物 59 科 342 种。评价区内没有发现国家级重点保护野生植物和云南省重点保护植物。

③影响效应

公路建设永久用地和临时用地都不在评价区内，对评价区植被的活立木蓄积量、灌木和草本生物量以及物种丰富度无影响。

对植被生长发育的影响：间接影响区分布的阔叶林、人工林等植被，受施工扬尘的影响，光合作用强度将降低，雌花受粉能力将减弱；受运输车辆排放的 CmHn、NOx、SO_2、Pb 等有毒有害物质，可能对土壤、雨水造成污染，将间接地影响植物的生理过程，使其生长发育受到潜在影响。但施工区域离评价区比较远，经过 214 国道的运输车辆也比较有限，整体对植物生长发育影响微小。

综上所述，建设期工程施工对评价区野生植物资源的影响预测为小。

（2）运营期

①影响因素

尾气影响：过往车辆排放出的尾气和颗粒物，可能使公路沿线附近的植物生长受到一定影响。

②影响效应

高速公路运营不在评价区内，对评价区植被的活立木蓄积量、灌木和草本生物量以及物种丰富度无影响。评价区离公路隧道出入口较远，汽车尾气对植物的影响很有限，故运行期对野生植物资源的影响预测为微小。

3、对保护植物影响预测

评价区未发现国家重点保护植物和云南省重点保护植物，对保护植物无影响。

4、对特有植物影响分析

评价区未未发现狭域特有植物，记录到中国特有植物 43 种，高速公路工程对云南松、云南油杉等特有植物有影响。

5.8.3.6临时用地对风景名胜区影响分析

根据本工程水土保持方案，工程所布设的弃渣场、临时堆土场及施工营地均在风景名胜区以外，施工阶段严格控制施工用地，严禁工程临时用地布设于风景名胜区内。

5.8.4线路经过楚雄紫溪山风景名胜区不可避让分析

楚雄市东南绕城高速公路是《楚雄州十三五及中长期高速公路网规划》中的一条地方高速公路，是楚雄市高速公路环线的组成部分，起点接 G56 杭瑞高速，止点接 G8012 弥楚高速。因此，本项目止于以口村北侧附近，接 G8012 玉溪至楚雄高速公路以口枢纽互通立交。

拟建楚雄机场位于子午向天坟片区北侧，拟建楚景高速公路、在建的 G8012 弥楚高速位于向天坟片区西侧，已建弥楚高速以口枢纽互通位于子午向天坟片区西北角。已建 S214 元双路位于片区北侧边缘地带。根据区域公路网及城镇规划布局分析，结合实地调查分析，拟定两个较为可行的接线方案，即以口、桃园两个连接点方案。由于以口方案为本项目中线走廊方案的止点，桃园方案对应为南线走廊方案的止点，经走廊带比选分析论证（7.1.2），南线走廊不作为推荐方案。

以口村北侧山脉为南北纵，在建的 G8012 弥楚高速沿山脚南北向布线，周边地形条件不适宜立交布设。同时，子午向天坟片区北侧为拟建楚雄机场选址，受军事用地、竹园水库等影响，东南绕城高速公路与 G8012 弥楚高速接线方案北移出楚雄紫溪山风景名胜区，在工程技术、用地条件、功能使用等方面均不可行。以口枢纽为楚雄市东南绕城高速公路的连接点，距离楚雄机场、空港新区 0.4km，能较好的连接在建设 G8012 弥楚高速、拟建楚景高速、楚雄机场、空港新区、子午镇和东华镇，促进区域经济发展、完善地区路网、建立乡镇与乡镇之间的快捷通道，与 G8012 弥楚高速、楚景高速、楚雄机场实现交通转换、分流作用，并带动楚雄市空港新区经济发展需求，因此选择在子午镇以口村附近设置以口互通枢纽是非常推荐的。因子午向天坟片区位于楚雄市南侧，已建以口互通位于子午向天坟片区西侧，楚雄市东南绕城高速公路走线为东北—西南走向。受楚雄市机场选址、高速路网布局、地形条件、功能要求、军事用地等影响，楚雄市东南绕城高速公路方案选址无法避让楚雄紫溪山风景名胜区。

5.8.5项目与楚雄紫溪山风景名胜区相关法律法规的符合性分析

5.8.5.1与《风景名胜区条例》的相符性分析

《风景名胜区条例》已于 2006 年 9 月 6 日国务院第 149 次常务会议通过，自 2006 年 12 月 1 日起施行，后于 2016 年修订，《风景名胜区条例》相关规定及其相符性分析详见表 5.8.5-1。

表 5.8.5-1 项目与《风景名胜区条例》相关规定的符合性分析

条例规定	符合性分析
第二十一条 风景名胜区规划未经批准的，不得在风景名胜区内进行各类建设活动。	符合，云南方城规划设计有限公司已编制完成《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，并取得了楚雄州林业和草原局《关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。
第二十六条 在风景名胜区内禁止进行下列活动：（一）开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；（二）修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；（三）在景物或者设施上刻划、涂污；（四）乱扔垃圾。	符合，项目为基础交通设施，不在风景名胜区规划范围内设置取、弃土、临时便道等临时工程，项目不在风景名胜区内进行开山、采石等活动，也不涉及储存爆炸性、易燃性等设施的修建。施工期间对施工人员进行宣传教育和严格管理，禁止乱扔垃圾和破坏景物的行为发生。因此，项目的建设不属于景区内禁止的活动。
第二十七条 禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其它建筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区规划，逐步迁出。	符合，项目为基础交通设施，不在风景名胜区规划范围内设置取、弃土、临时便道等临时工程，项目不涉及在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物。
第二十八条 在风景名胜区内从事本条例第二十六条、第二十七条禁止范围以外的建设活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定办理审批手续。	符合，本工程已取得了楚雄州林业和草原局《关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。
第二十九条 在风景名胜区内进行下列活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定报有关主管部门批准：（一）设置、张贴商业广告；（二）举办大型游乐等活动；（三）改变水资源、水环境自然状态的活动；（四）其他影响生态和景观的活动。	符合，本工程线路涉及楚雄紫溪山风景名胜区，目前已取得了楚雄州林业和草原局《关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》，上述文件同意项目选址。
第三十条 风景名胜区内的建设项目应当符合风景名胜区规划，并与景观相协调，不得破坏景观、污染环境、妨碍游览。	符合，根据云南方城规划设计有限公司编制的《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，根据楚雄州林业和草原局《关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》，宁香高速公路项目符合风景名胜区规划。

5.8.5.2与《云南省风景名胜区条例》的相符性分析

《云南省风景名胜区条例》于 2011 年修订并于 2012 年 1 月 1 日起实施，《云南省风景名胜区条例》相关规定及其相符性分析详见表 5.8.5-2。

表 5.8.5-2 项目与《云南省风景名胜区条例》相关规定的符合性分析

条例规定	符合性分析
第十五条 风景名胜区内的建设项目应当符合经批准的风景名胜区规划。禁止任何单位和个人在风景名胜区规划未经批准前或者违反经批准的风景名胜区规划进行各类建设活动。	符合，项目符合《楚雄紫溪山风景名胜区总体规划(1995-2015)》，目前云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，并取得了楚雄州林业和草原局《关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。
第十六条 在风景名胜区内可以建设符合风景名胜区规划，与风景名胜资源保护和利用有关的基础设施、旅游设施、文化体育设施等项目。禁止在风景名胜区内设立或者变相设立各类开发区，禁止在核心景区内建设宾馆、招待所、疗养院、培训中心以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物、构筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区规划，限期迁出。	符合，项目为基础交通设施，不在风景名胜区规划范围内设置取、弃土、临时便道等临时工程，项目不涉及在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物。
第十七条 风景名胜区内的建设活动实行建设项目选址核准制和建设项目许可制。在国家级风景名胜区内修建缆车、索道等重大建设工程，项目的选址方案应当报国务院建设主管部门核准，其他建设项目的选址方案，应当报省住房和城乡建设主管部门核准；省级风景名胜区内的建设项目选址方案，应当报州（市）风景名胜区行政主管部门核准。经核准后的建设项目选址方案，由州（市）风景名胜区主管部门核发《风景名胜区建设项目选址意见书》。需要穿越风景名胜区的铁路、公路、电力线路、通信等重大建设项目，其选址方案按照权限和程序核准后，由省住房和城乡建设主管部门核发《建设项目选址意见书》。	符合，本工程线路涉及楚雄紫溪山风景名胜区，目前项目已取得楚雄州林业和草原局《关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》，同意项目选址。
第十八条 建设单位在取得《风景名胜区建设项目选址意见书》后，应当依法办理其他有关手续，向风景名胜区所在地的县级风景名胜区主管部门申请并取得《风景名胜区建设许可证》，方可开展建	符合，本工程已取得了楚雄州林业和草原局《关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》，同意项目选址，下一阶段，项目建设单位应依法办理相关行政审批手续后方可开工建设。

设活动。	
第二十六条 风景名胜区内的野生动植物应当依法保护。未经有关主管部门批准，在风景名胜区内不得采集动植物标本、进行娱乐表演等活动，不得将外来物种引入风景名胜区。	符合，项目属于公路基础设施建设项目，不涉及该条例所禁止的活动，且施工期对动植物提出了相应的保护措施及要求。
第二十七条 风景名胜区内的水源、水体应当严加保护，禁止污染水源、水体，禁止擅自围、填、堵塞水面和围湖造田等。	符合，本工程工程施工在风景区周边路段禁止新建排污口，并考虑了水体污染的相应保护措施，避免对风景名胜区环境造成破坏。
第二十九条 在风景名胜区内实施建设项目，建设单位应当采取有效措施，保护风景名胜资源，确保建设项目与周围景观和环境相协调，不得就地取材、乱倒渣土。	符合，本工程环评已经针对施工期涉及风景名胜区的路段提出了相应的环保措施，只要加强施工期间环境管理工作，不会对风景名胜区资源产生明显不利影响。项目线路没有占用各景点资源，弃渣场、表土堆场、施工场地等均未布设在风景名胜区内。
第三十一条 风景名胜区内的单位、居民和进入风景名胜区的游客，应当服从风景名胜区管理机构的管理，遵守风景名胜区的各项管理规定，爱护景观设施，保护环境，不得破坏风景名胜资源或者改变其形态。	符合，本工程施工期间将对施工人员进行宣传教育和加强管理，使其自觉遵守景区内的管理规定。

5.8.6楚雄紫溪山风景名胜区的保护措施

5.8.6.1工程方案优化建议

1、线型优化

（1）在满足相关技术标准的同时，对工程穿越景区部分的线形进一步优化，公路建设不得破坏原有景观、生态环境，使公路景观与周围环境相协调。

（2）工程选线应遵循顺应地势、不大规模破坏自然植被、不改变原有地形地貌、充分利用现状道路等原则。

2、路基边坡

路基边坡防护应遵循“安全绿色、水土保持、恢复自然、环保之路”的原则。

（1）生态防护

针对急、陡、硬岩石边坡通过草本与速生灌木混播的方式，实现坡面快速灌木化，以减缓边坡上的水流速度，利用植物根系固着土壤、涵养水源，减少坡地径流，降低雨水冲刷，以达到稳定边坡的目的。植物防护不仅可以美化公路环境，

调节边坡的湿温，起到固结和稳定边坡、诱导交通作用，而且又比较简单、经济。

（2）工程防护

工程防护主要是针对不适宜植物生长的土质填、挖方边坡或风化严重、节理发育不良的岩石路基边坡等，采取工程防护措施即设置人工构造物防护。

3、施工方案优化设计

（1）提出有效的生态保护措施，严格控制施工场界，禁止随意扩大占压、扰动面积及破坏风景名胜区的生态环境、景观环境等。

（2）尽可能优化施工方案，重视施工过程中的洞渣、路渣对风景区内的植被和景观的影响，在初步设计和施工图设计中要明确洞渣、路基等土石方填挖调配方案，减少弃土、弃碴量。

（3）合理选择取土、弃土场的位置，禁止在风景区内设立取、弃土场、施工营地。

5.8.6.2景观影响减缓措施

在公路建设过程中，应尽量减少公路对自然景观的破坏，对路堑边坡和路堤边坡应予以绿化、防护，规划种植草坪，植物的选择应以地方品种为主，采用自然设计风格，减轻人工雕琢和修饰的痕迹，做到与路域自然生态环境相协调。

根据高速路沿线的景观特点，尽量选用当地适生树种，在公路两侧营造生态防护绿化林带。

公路景观绿化应与土建工程平行开展，与主体工程同步设计、同步施工、同步验收。在路基开挖时把优质的原生林木就近异地假植保留，将地表腐殖土集中收集起来，用于公路绿化，这些措施在一定程度上将降低工程造价，保证了绿化植物的乡土化，有利于植被的快速恢复。

竣工后应及时恢复原有地貌景观，不留有碍自然景观和耕作环境的施工痕迹，以利于当地居民尽快恢复生产。

5.8.6.3施工期环境保护管理措施

1、施工期大气环境保护措施

（1）加强管理，文明施工，制定扬尘污染防治实施方案，强化环境管理和巡视工作。

（2）加强回填土方堆放的表面压实、定期喷湿管理，在工程开挖、钻孔时

对干燥断面采取洒水措施。

（3）建筑材料“粉料入仓、块料进棚”的原则；临时土石方、建筑垃圾增加覆盖措施，物料堆放点尽量远离居民居住点；各产尘点定期喷淋降尘设置洗车池；运输车辆经过清洗后方能驶出。

（4）粉状材料采用罐状或袋状运输；土砂料应加盖篱席，避免抛撒；限定车速。

（5）施工破损路面需及时进行覆盖，长路基挖方段需合理安排施工时间分段施工，完成段及时采用防尘网覆盖；开挖后暂时不能开工可能产生扬尘污染的裸露地面应及时覆盖；等待时间较长的应当进行绿化、铺装或者遮盖。

（6）严禁在景区附近焚烧各种垃圾废弃物。

（7）对车辆运输和机械设备优先使用低含硫量的汽油或柴油，尾气排放满足标准要求。

2、地表水环境保护措施

（1）施工材料（如沥青、油料、化学品等）应远离地面水，并提供环形排水沟和渗水坑，以防止意外溢出污染地面水。

（2）加强施工机械的管理，防止机械跑、冒、滴、漏现象，减少水质污染。

（3）路基填筑、排水沟等工程，要严格按照有关设计规范进行。

3、施工期声环境保护措施

（1）尽量采用低噪声施工机械，实行规范施工、分时段作业等措施，敏感点附近的施工区夜间严禁使用高噪声设备，确保噪声不扰民。

（2）加强对施工机械、运输车辆的维修保养，包括安装有效地消声器。

（3）公路施工现场 200 m 以内有居民时，应合理安排施工时间，尽可能将噪声大的作业安排在白天施工，尽量避免夜间施工。必须在夜间施工时，应征得当地政府及环境管理部门的书面同意。

5.8.6.4运营期环境保护管理措施

（1）对风景名胜区内的公路用地范围按生态学原理和近自然恢复原理，利用乡土植被进行自然绿化，与自然景观协调一致。沿线景观恢复与风景名胜区建设规划密切结合、统筹兼顾。

（2）注重工程穿越风景名胜区路段的公路用地范围内的绿化养护管理，提

高路域植被覆盖率。

5.8.7小结

工程影响区为既有的交通廊道、人为活动频繁区，原生自然植被较少，工程占地类型主要为林地、耕地等。从土地利用、植被、野生动物和环境影响等方面分析，建设项目对生态环境影响整体可控。在施工期及运营期通过采取相应的保护措施，可将影响降至最低。

项目施工期及运营期须加强工程管理，临时设施不得违反风景名胜区相关保护要求。在保证执行严格的生态保护及生态修复前提下，建设项目影响可降至较低程度。

综合以上分析，楚雄市东南绕城高速公路工程符合风景名胜区的相关管理要求，工程建设对楚雄紫溪山风景名胜区的功能结构、主要景观资源没有影响，对风景名胜区的生态环境和景观环境影响较小。建议建设单位加强风景名胜区保护力度，落实有关生态环境保护及措施，将工程建设对环境的破坏和影响减到最低。

6 环境风险影响分析

公路上运输有毒有害或易燃易爆等危险品是不可避免的，其风险主要表现在因交通事故和违反危险品运输的有关规定，使被运送的危险品在运输途中突发性发生逸漏、爆炸、燃烧等，一旦出现将在很短的时间内造成一定面积的恶性污染事故，对当地环境造成较大危害，给国家财产造成巨大的损失。

本项目建成后，运输危险品的车辆在跨河、沿河以及近水路段可能发生运输车辆翻车事故，存在潜在的事故环境风险。同时，在村庄、学校等敏感路段发生危险品运输事故也会对附近村民的身体健康构成威胁。

根据国家环境保护总局环发[2005]152 号文《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》和国家环境保护总局[90]环管字 057 号《关于对重大环境污染事故隐患进行风险评价的通知》的要求，按照《建设项目环境风险评价导则》（HJ169-2018）技术要求，通过风险识别、风险分析和风险后果计算等开展环境风险评价，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

6.1 本项目环境风险因素分析

道路危险货物运输应由具有资质的专业运输企业承担，为规范道路危险货物运输市场秩序，交通部制定了《道路危险货物运输管理规定》中华人民共和国交通部 2006 年第 9 号令），该“规定”对于危险货物运输方面的主要管理规定下。

1）道路危险货物运输企业或者单位应当加强安全生产管理，配备专职安全管理人员，制定突发事件应急预案，远隔落实各项安全制度。

2）在危险货物运输过程中发生燃烧、爆炸、污染、中毒或者被盗、丢失、流散、泄漏等事故，驾驶人员、押运人员应当立即向当地公安部门和本运输企业或者单位报告，说明事故情况、危险货物品名、危害和应急措施，并在现场采取一切可能的警示措施，并积极配合有关部门进行处置。运输企业或者单位应当立即启动应急预案。

3）在危险货物装卸、保管、储存过程中，应当根据危险货物的性质和保管

要求，轻装轻卸，分区存放，堆码整齐，防止混杂、撒漏、破损，不得与普通货物混合存放。

4）运输剧毒、爆炸等危险化学品的车辆，应按照《道路运输危险货物车辆标志》（GB13392）的规定安装或喷涂危险化学品警示标志，配备通讯工具，押运人员在运输过程中应携带《道路危险货物运输安全卡》。运输企业应为车辆配备人员防护和施救设备，有条件的应当安装行驶记录仪、“GPS”卫星定位系统。在车辆或罐体的后部安装告示牌，在告示牌上标明危险化学品的名称、种类、罐体容积、最大载质量、施救方法、企业联系电话：在车身两侧和后部喷涂“毒”“爆”文字，在车辆或罐体的后部和两侧粘贴反光带，标示车辆或罐体的轮廓。

6.2 本项目环境风险因素分析

6.2.1危险品识别

公路运输过程中风险事故造成的影响主要是对沿线水体的影响，化学危险品的泄漏、落水将造成水体的严重污染，危险品散落于陆域，也对土地的正常使用功能带来影响，破坏陆域的生态环境。根据初步设计报告，本项目所运输危险品主要有石油、农药、易燃易爆品、化学危险品等。

6.2.1.1危险品来源

大量的研究成果表明，公路的水污染事故主要来源于交通事故。当公路跨过水体或沿水域经过时，车辆发生事故将可能对水体产生污染，水污染事故类型主要有：

（1）在桥面发生交通事故，汽车连带货物坠入河流。

（2）化学危险品的运输车辆发生交通事故后，化学危险品发生泄漏，排入附近水体。

（3）车辆本身携带的汽油(柴油)和机油泄漏，排入附近水体。

公路风险事故的发生与司机有很大的关系，一般事故的发生多数是由于汽车超载和司机疲劳驾驶导致，事故发生后又有多数司机因害怕不敢报案而延误处理，导致事故影响范围扩大。

根据《物质危险性标准》、《重大危险源辨别》(GB18218-2000)、《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ230-2010)的相关规定，本项目营运期，不存在危险品

生产、贮存等环节，可能涉及的危险性物质为油品及运输的农业化学危险品。

6.2.1.2危险性物质毒理性质

危险性物质毒理以油品为例进行分析，以柴油为个案，其油品的危险特性主要有以下几个方面：①易燃、易爆，②易挥发，③易流动，④热膨涨性，⑤易积聚静电，⑥毒性。柴油的理化、毒理。

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）对项目所涉及的有毒有害、易燃易爆物质进行危险性识别，物质危险性识别标准见表 6.1.1-1、6.1.1-2。

表 6.2.1-1 柴油的理化和毒理性质

类别	项目	柴油
理化性质	外观及性质	稍有粘性的棕色液体
	熔点/沸点（℃）	-18/282-338
	相对密度	对水 0.87-0.9，对空气＞1
	融解性	不溶于水，易溶于苯、二流化碳、醇、可混溶于脂肪。
燃烧爆炸危险性	闪点/引燃温度（℃）	50/227-257
	爆炸极限（vol%）	1.4-4.5
	稳定性	稳定
	建规火险分级	丙 A 类
	爆炸危险组别、类别	T3/ⅡA 高闪点易燃液体
	危险特性	遇明火、高热或氧化剂接触，有引燃爆炸的危险，遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险
	灭火方法	灭火剂种类：二氧化碳、泡沫、干粉、沙土

表 6.2.1-2 汽油的理化性质及危险特性表

名称	汽油[闪点<-18℃]	英文名称	Gasline（flash less than -18℃）
别名	—	分子式	混合物
理化性质	1、无色到浅黄色透明液体 2、相对密度：0.70～0.80 3、闪点：-58～10℃ 4、爆炸极限：1.4%～7.6%		
危险特性	1、高度易燃，蒸气与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热易燃烧爆炸 2、蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃 3、流速过快，容易产生和积聚静电 4、在火场中，受热的容器有爆炸危险		

健康危害	1、急性毒性：大鼠口径 LD_{50}：67000mg/kg（120 号溶剂汽油）；小鼠吸入 LC_{50}:13000mg/m^3（2h）（120 号溶剂汽油） 2、麻醉性毒物 3、高浓度吸入汽油蒸气引起急性中毒，表现为中毒性脑病，出现精神症状、意识障碍。极高浓度吸入引起意识突然丧失、反射性呼吸停止。误将汽油吸入呼吸道可引起吸入性肺炎 4、皮肤长时间接触引起灼伤，个别发生急性皮炎 5、慢性中毒可引起周围神经病、中毒性脑病、肾脏损坏。可致皮肤损害
环境影响	1、在很低的浓度下对水生生物造成危害 2、在土壤中具有极强的迁移性 3、有一定的生物富集性 4、在低的浓度时能生物降解；高浓度时，使微生物中毒，不易生物降解

6.2.2环境风险保护目标

公路运输过程中的风险事故，主要来自化学危险品（主要为腐蚀性物质和易燃液体）的泄漏，泄漏对陆域生态系统和大气环境有一定的影响，但影响均较为有限。

（1）跨越水体段

楚雄市东南绕城高速公路主线共设桥梁 23 座，总长共 9554.8m（其中，有 3 座桥按单幅计，即卡利大桥、上土坡大桥、大保山大桥按单幅计）。若全按单幅计，主线共设桥梁 35 座，总长共 14509.06m，其中，大桥 31 座，共 14202.98m，中桥 4 座，共 306.08m，涵洞 12 道。楚雄南连接线共设大桥 1 座长 156.08 米，涵洞 7 道。大马军连接线共设桥梁 5 座共 1024.32 米，其中大桥 4 座共 928.24 米，中桥 1 座 96.08 米，涵洞 6 道。子午连接线共设中桥 1 座 41 米，涵洞 6 道。

项目有部分桥梁跨越阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐、铃铃小河、倮倮冲、马军小河、青龙河、垮去河、以口小河、大兴坝水库、倮倮冲水库等水域，跨越水体段情况详见表 1.6.2-1~1.6.2-2。因此，项目发生风险事故时腐蚀性物质和易燃液体泄漏很可能对水体造成较严重的污染。

（2）伴河路段

楚雄市东南绕城高速公路伴行河流为阿家河、樟木箐、倮倮冲、中石坝大沟，伴河路段总长 6895m，伴河路段情况详见表 1.6.2-3。因此，项目发生风险事故时腐蚀性物质和易燃液体泄漏很可能对水体造成较严重的污染。

（3）敏感区路段

楚雄市东南绕城高速公路涉及楚雄紫溪山风景名胜区。

（4）长隧道路段

楚雄市东南绕城高速公路主线共设隧道 3 座，长 5387.5m。其中，长隧道 2 座，长 4600m，中隧道 1 座、长 787.5m；楚雄南连接点设中隧道 1 座，长 551m。长隧道路段情况详见表 2.4.4-1。

本评价综合统计了项目公路运输过程中涉及的环境风险保护目标见表 7.1.2-1。

表 错误!文档中没有指定样式的文字。.2-1 楚雄东南绕城高速公路环境风险保护目标

路段	水体名称	桩号	与公路最近距离	执行标准	风险
跨越水体段	河流				
	阿家河	云甸互通 CK125+497~CK124+592（拼宽桥）	跨越	Ⅱ类	运输危险品运输事故的车辆在跨河桥梁处发生运输车辆翻车事故，导致腐蚀性物质和易燃液体泄漏。
	小箐河	K4+913.96～K5+130.04	跨越	Ⅱ类	
	打苴河	K5+317.96～K5+804.04	跨越	Ⅱ类	
	樟木箐	K6+210.96～K7+207.04	跨越	Ⅱ类	
	大坡河	楚雄南互通立交　K10+850～K12+200	跨越	Ⅲ类	
	铃铃小河	K15+158.96～K16+047.00	跨越	Ⅲ类	
	大兴坝（水库）	K16+698.96～K16+825.04	跨越	Ⅲ类	
	倮倮冲（水库）	K17+044.96～K17+591.04	跨越	Ⅲ类	
	倮倮冲	K17+859.96～K18+258.00	跨越	Ⅲ类	
	马军小河	K18+409.96～K19+058.00	跨越	Ⅲ类	
	青龙河	K24+400.96～K25+307.04	跨越	Ⅲ类	
	垮去河	K26+632.360~ K27+700.440	跨越	Ⅲ类	
	以口小河	子午互通匝道桥 B20+078.718~2K0+569.798	跨越	Ⅲ类	
伴河路段	阿家河	云甸互通 K0+000～K1+115	桥下左、右侧 10~200m	Ⅱ类	运输危险品运输事故的车辆在沿水体路段发生运输车辆翻车事故，导致腐蚀性物质和易燃液体泄漏。
	樟木箐	K6+550~K7+520	路、桥下右侧 5~35m	Ⅱ类	
	倮倮冲	K17+477~K18+013	路、桥下左侧 30~180 m	Ⅲ类	
		K18+013~K18+675	路、桥右侧 97~200m		
	中石坝大沟	LDK1+850~LDK3+377	桥下左、右侧 10~200m	Ⅲ类	
长隧道	卡利隧道	左线：ZK2+100～ZK4+045 右线：K2+082～K4+015	隧道通过	/	运输危险品运输事故的车辆在隧道内发生运输车辆翻车事故，导致腐蚀性物质和易燃液体泄漏。
	上土坡隧道	左线：ZK7+528～ZK10+170 右线：K7+520～K10+200	隧道通过	/	

6.2.3环境风险评价等级

本项目属于高速公路建设，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目不属于环境风险影响评价范围，结合项目实际情况，常见的运输危险物质有油类物质（矿物种类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等），项目环境风险主要来源于行驶在公路上的车辆发生交通事故，导致危险品泄露进入地表水体，从而引起水环境污染。

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量表，油类物质（矿物种类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）临界量为 26500t。计算危险物质的总量与其临界量比值，即为 Q，当 Q＜1 时，则项目环境风险潜势为Ⅰ。本项目 Q 值远远小于 1，项目环境风险潜势为Ⅰ，依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）表 1 评价等级划分表，评价工作等级为简单分析。

因此，本项目仅对交通运输的环境风险进行简单分析。

6.2.4环境风险因素识别

6.2.4.1自然因素

本项目沿线地形、地质、气候条件极其较为复杂，存在滑坡等自然灾害因素，这些是潜在自然风险因素。

6.2.4.2人为因素

（1）人为因素主要体现在管理人员和驾驶人员没有遵守相关规章制度，对运输危险品车辆需实行申报管理；运输危险品车辆没有经车道疏导员对证、单验并经安全检查后就放行。

（2）驾驶人员不按规章制度操作。

①疲劳驾驶

运输危险品的驾驶员应当按时休息。一般危险品运输多为长途运输，需要长时间的保持注意力集中，很容易导致精神疲劳，很多交通事故都是由于驾驶员疲劳驾驶在行驶过程中出现瞌睡致使发生交通事故。

②超载

超载是产生交通事故的重要原因之一，尤其是运输危险品的车辆，多为重型

车，在超载的状况下，车速比较高或下坡滑行的时候容易导致刹车失灵，使车辆失去控制，从而导致追尾或冲出公路的交通事故发生。

③酒后驾驶

运输危险品需要驾驶员精力高度集中，始终保持高度的警觉，酒后则不能使驾驶员注意力集中，而且紧急情况下反应迟钝，是发生交通事故的人为风险因素。本段公路沿线以中、低山为主，整体线性较直，容易导致驾驶员麻痹大意，发生交通事故。

④超速

车辆超速行驶也是发生车祸的一个重要因素。在大风天气或傍晚能见度低的情况下，驾驶员视线不好，超速行驶如果遇到前方有违章停车车辆或慢速行驶的重型货车等紧急情况容易发生事故，导致危险品泄漏。

⑤无证驾驶

车辆驾驶也不是一项简单的工作，是需要掌握相应技术并按规则要求进行的，无证驾驶主要是由于驾驶员没有经过驾驶技术培训，对驾驶技术不熟悉，经验少，缺乏处理紧急情况的能力，往往容易导致交通事故的发生。

⑥客观因素

除了主观因素外还存在很多客观因素，如遭遇违章车辆或躲避穿越公路的行人或动物等，这些都是诱发风险事故的因素。

6.2.4.3运输车辆缺陷

①运输车辆本身设计上存在问题，行驶过程中易导致刹车失灵等问题；

②运输车辆的年代过久，部门零件老化；

③对运输车辆没有进行充分的检查；

④运输危险品车辆无运输危险品资质。

6.3 环境风险预测评述

本节主要分析拟建公路营运期运输危险品等有害货物的车辆在跨越河流等环境敏感点的重要路段发生交通事故后，对水体及周围生态环境产生破坏性污染的可能性。

6.3.1事故风险预测

（1）计算公式

本次环评主要分析工程运营期运输危险品的车辆发生交通事故后，对水体和周围环境产生破坏性污染的可能性。

拟建公路建成通车后，危险化学品运输车辆的事故概率估算主要依据楚雄市东南绕城高速运营期的交通量、交通事故率、从事危险品运输车辆所占比重、预测年交通量和考核路段长度等参数。在拟建公路上某预测年全路段或跨河路段危险品运输车辆可能发生交通事故次数，即概率的计算公式为：

$$P_{ij} = \frac{A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E}{F}$$

式中：P_{ij}——在拟建公路全段或考核路段上预测年危险品运输车辆交通事故概率，次/年。

A——交通事故率，次/百万车•km；

B——危险品运输车辆所占比重，%；

C——预测年拟建公路全路段年均交通量，百万辆/年；

D——考核路段（敏感路段）长度，km；

E——可比条件下，由于本公路的修通可能降低交通事故的比重取中间值，取 0.8；

F——危险品运输车辆交通安全系数。

（2）参数确定

①A 的确定：类比该区域其他公路的事故发生率，取 R=0.23 次/百万车 • 公里。

②B 的确定：根据该区域相关资料，运输危险品占货运量的比率约为 0.2%。

③C 的确定：见第二章交通量预测章节。

表 6.3.1-1　不同路段预测年的交通量（百万辆/年）

路段 \ 特征年		近期	中期	远期
主线	云甸互通立交-楚雄南互通	5.0023	6.0710	7.8595
	楚雄南互通-大马军互通	4.4417	5.3907	6.9788
	大马军互通-子午互通	4.7946	5.8192	7.5332
	子午互通-以口枢纽立交	4.7421	5.7553	7.4507
连接线	楚雄南连接线	2.0349	2.4696	3.1967
	大马军连接线	1.7327	2.1028	2.7218

	子午连接线	1.2187	1.4793	1.9148

④D 的确定

本次预测就本项目路线方案跨越水体路段、沿河路段、敏感区路段、隧道路段长度分别预测运营期危险化学品运输交通事故概率。

⑤危险化学品运输车辆交通安全系数：取系数 F 为 1.5。

（3）预测结果

本项目在运营期，事故风险敏感路段包括跨河、临河路段及长隧道路段。本项目危险品运输敏感路段长度及事故风险概率见表 6.3.1-2。

表 6.3.1-2 本项目敏感路段危险化学品运输事故概率（单位：次/年）

路段	水体名称	桩号	长度 m	近期	中期	远期
跨越水体段	阿家河	云甸互通 CK125+497~CK124+592（拼宽桥）	905	0.001111	0.001348	0.001745
	小箐河	K4+913.96～K5+130.04 ZK4+919.460～ZK5+105.540	216.08	0.000265	0.000322	0.000417
	打苴河	K5+317.96～K5+804.04 ZK5+323.460～ZK809.540	468.08	0.000574	0.000697	0.000903
	樟木箐	K6+210.96～K7+207.04 ZK6+217.960～ZK6+884.040	996.08	0.001222	0.001484	0.001921
	大坡河	楚雄南互通立交 K10+850～K12+200	1350	0.001471	0.001785	0.002311
	铃铃小河	K15+158.96～K16+047.00 ZK15+155.860～ZK16+043.900	888.04	0.000968	0.001174	0.001520
	大兴坝（水库）	右幅 K16+698.96～K16+825.04 左幅 K16+698.96～K16+825.04	126.08	0.000137	0.000167	0.000216
	倮倮冲（水库）	右幅 K17+044.96～K17+591.04 左幅 K17+044.96～K17+591.04	546.08	0.000595	0.000722	0.000935
	倮倮冲	右幅 K17+859.96～K18+258.00 左幅 K17+859.96～K18+256.04	398.04	0.000434	0.000526	0.000681
	马军小河	右幅 K18+409.96～K19+058.00 左幅 K18+409.96～K19+058.00	648.04	0.000706	0.000857	0.001110
	青龙河	右幅 K24+400.96～K25+307.04 左幅 K24+400.96～K25+307.04	906.08	0.001054	0.001279	0.001656
	垮去河	右幅 K26+632.360~ K27+700.440 左幅 K26+632.360~ K27+700.440	1068.08	0.001243	0.001508	0.001952
	以口小河	B20+078.718~2K0+569.798	970.2	0.000290	0.000352	0.000456
小计				0.010071	0.012222	0.015823
伴河路段	阿家河	云甸互通 K0+000～K1+115	3200	0.003927	0.004766	0.006170
	樟木箐	K6+550~K7+520	970	0.001190	0.001445	0.001870
	倮倮冲	K17+477~K18+013	1198	0.001305	0.001584	0.002051

		K18+013~K18+675				
	中石坝大沟	LDK1+850~LDK3+377	1527	0.000649	0.000788	0.001020
小计				0.007072	0.008583	0.011111
长隧道	卡利隧道	左线：ZK2+100～ZK4+045 右线：K2+082～K4+015	1945	0.002387	0.002897	0.003750
	上土坡隧道	左线：ZK7+528～ZK10+170 右线：K7+520～K10+200	2680	0.003289	0.003992	0.005168
小计				0.005676	0.006889	0.008918

注：左幅右幅取最大值；

6.3.2事故风险分析

由表 6.3.1-2 计算结果分析可知：

（1）项目公路营运期运输化学危险品车辆在跨越水体路段近、中、远期发生危险品车辆交通事故的概率分别为 0.010071 次/年、0.012222 次/年、0.015823 次/年；

（2）项目公路营运期运输化学危险品车辆在沿河路段近、中、远期发生危险品车辆交通事故的概率分别为 0.007072 次/年、0.008583 次/年、0.011111 次/年；

（3）项目公路建成通车后危险货物运输车辆在通过长隧道路段营运近、中、远期发生危险品车辆交通事故的概率分别为 0.005676 次/年、0.006889 次/年、0.008918 次/年。

本路段危险品运输主要有石油、农药、易燃易爆物品、化学危险品等，危险品运输的风险主要表现为因交通事故或违反危险品运输的有关规定，使被运送的危险品在途中发生爆炸、燃烧或泄露，并对环境造成污染影响。虽然从预测结果分析，拟建公路全线发生危险品运输事故的概率较小，但是一旦发生危险品运输翻车泄漏事故，虽沿线所跨水体下游不涉及饮用水源取水口及划定的饮用水源保护区，但对沿线广布的水体水质及生态环境将造成污染和破坏，因此，必须采取措施减少危险品运输风险，制定危险品运输事故污染风险防治措施及应急预案，跨河桥梁、临河路段、长隧道路段应作为重点防范路段。

6.4 事故环境风险防范及应急措施

6.4.1事故环境风险防范

6.4.1.1一般路段风险防范措施

防范危险化学品运输风险事故的最主要措施是要严格执行国家和行业部门颁布的危险货物运输相关法规。相关法规有：《危险化学品安全管理条例》、《道路危险货物运输管理规定》、《中华人民共和国民用爆炸物品管理条例》、《中华人民共和国放射性同位素与射线装置放射保护条例》、《公路交通突发事件应急预案》等。结合公路运输实际，具体措施如下：

①加强对从事危险货物运输业主、驾驶员及押运员的安全教育和运输车辆的安全检查，使从业人员具有高度责任感，使车辆处于完好的技术状态。

②危险化学品运输车辆在进入公路前，应向当地公路运输管理部门领取申报表，在入口处接受公安或交通管理部门的抽查，并提交申报表。申报表主要报告项目有危险货物运输执照号码、货物品种、等级和编号、收发货人姓名、装卸地点、货物特性等。危险化学品输车辆一般应安排在交通量较少时段通行，在气候不好的条件下应禁止其上路，从而加强对运输车辆进行有效管理。

③实行危险化学品运输车辆的检查制度，在入口处的超宽车道（一般为最外侧车道）设置危化品运输申报点。对申报运输危险品的车辆进行“准运证”、“驾驶员证”、“押运员证”和危化品运输行车路单检查，“三证一单”不全的车辆将不允许驶上公路。除证件检查外，必要时应对运输危险品的车辆进行安全检查。如《压力容器使用证》的有效性及检验合格证等，对有安全隐患的车辆进行安全检查，在未排除隐患前不允许进入公路。

④在穿越临近城镇规划区及居民集中区路段、跨越地表水体桥梁段，以及隧道路段设置“谨慎驾驶、减速慢行”警示牌，提请司机注意安全和控制车速。

⑤拟建公路在匝道收费站设置提示标志牌，提醒危险化学品运输车辆司机靠边行驶，主动申报和接受检查。运输车辆左前方悬挂有黄底黑字“危险品”字样的信号旗。

⑥交通、公安、生态环境部门要相互配合，提高快速反应、处置能力，要改善和提高相应的装备水平。

6.4.1.2跨河路段风险防范措施

根据施工图设计资料，推荐线全线跨河桥梁涉及阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐、铃铃小河、大兴坝、倮倮冲、马军小河、青龙河、垮去河、以口小河等多条沿线河流，其中阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐参照沙甸河执行《地表水

环境质量标准》（GB3838－2002）II 类标准，其余河流及水库均执行《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）Ⅲ类标准。

1、警示及监控措施

在跨越阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐处桥梁设置“安全驾驶、减速慢行”的警示牌，提请司机小心驾驶；均设置摄像头进行连续监控。跨河桥梁处结合交通规定提前设置减速带或其他控速措施。

2、防撞墩及护栏

根据环境风险预测结果及跨越水体敏感程度，对跨越小箐河、打苴河、樟木箐等路段需采取以下危险化学品运输事故环境风险防范及处置措施：

跨 II 类河流（阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐）桥梁两侧（云甸互通 CK125+497~CK124+592（拼宽桥）、卡利大桥 K4+913.96 ~ K5+130.04、ZK4+919.460～ZK5+105.540、下土坡大桥 K5+317.96～K5+804.04、ZK5+323.460～ZK809.540、上土坡大桥 K6+210.96～K7+207.04、ZK6+217.960～ZK6+884.040）设置加强型防撞墩及高等级的防撞护栏（等级为 PL2 级以上），以防污染事故发生。

②其余跨河桥梁路段设置实体式混凝土防撞栏、沿河路段采用具有良好的吸收车辆碰撞能量的金属制梁柱式护栏，施工中应严格按设计图纸和技术规范要求进行，保证防撞栏质量。

6.4.1.3沿河路段风险防范措施

①拟建公路临水体一侧的路基进行加宽加深设计，并采取防渗措施，以便事故情况下，该路段径流可由边沟汇至远离河流的区域排放，防止泄漏液体直接流入河中。

②临河路段两侧的防撞护栏应采用加强型，提高防撞护栏的设计等级。

6.4.1.4其他敏感路段风险防范措施

①在村庄等居民集中路段以及其他路段建设完善道路安全设施，包括道路交通标志、标线、护栏、隔离栅等。

②加强隧道安全设计，建全隧道的运营管理设施，包括通风系统、供电照明系统、消防系统、交通控制系统、紧急电话系统、闭路电视系统、火灾报警系统、中央控制系统、风险应急系统等组成。

③公路管理部门应做好公路的管理、维护与维修，路面有缺损、颠簸不平、大坑凹和设施损坏时，应及时维修，保证公路设施、标志、标牌完好有效。

6.4.1.5事故泄漏液收集措施

根据《公路环境保护设计规范》第 6.4.2 节第 5 条“公路桥梁跨越饮用水水源保护区、执行《地表水环境质量标准》（GB3838）Ⅰ~Ⅱ类标准的水体及《海水水质标准》（GB3097）中一类海域时，桥面排水宜排至桥梁两端并设置沉淀池处理”。楚雄东南绕城高速不涉及饮用水源保护区，但存在跨越Ⅱ类水体路段，需采取相应应急措施避免工程营运期风险事故的发生。建设内容及拟采取的风险防范措施见表 6.4.1-1。

表 6.4.1-1 水环境敏感区路段事故泄露收集措施

序号	Ⅱ类水体	建设内容	事故泄露收集措施
1	阿家河	跨越水体：CK125+497~CK124+592（拼宽桥）（长度 905m）	CK125+497 处设置 1 个事故池、桥面径流收集管长约 905m。
2	小箐河	跨越水体段桩号：K4+913.96～K5+130.04（右幅长 216.08m）ZK4+919.460～ZK5+105.540（左幅长 186.08m）	K5+130.04 处设置 1 个事故池、桥面径流收集管长约 425m。
3	打苴河	跨越水体段桩号：K5+317.96～K5+804.04（右幅长 486.08m）、ZK5+323.460～ZK5+809.540（左幅长 486.08m）	ZK5+809.540 处设置 1 个事故池、桥面径流收集管长约 973m。
4	樟木箐	跨越水体段桩号：K6+210.96～K7+207.04（右幅长 996.08m）、ZK6+217.960～ZK6+884.040（左幅长 666.08m）	K7+207.04 处设置 1 个事故池（总计 1 个）、桥面径流收集管长约 1663m。

根据项目所在区域水文气象资料及《水土保持方案报告》，项目区 20 年一遇 1h 最大降雨量为 40.5mm/h。根据降雨资料、集雨桥面、路面长度和宽度，确定桥面、路面径流量，桥面、路面长度、宽度根据工程施工图设计方案确定，径流池考虑 20min 中径流量。桥面径流系数取 0.8。鉴于危险固体比危险液体易就地收集，以危险液体泄漏核算。根据《道路危险货物运输管理规定》（交通运输部令 2013 年第 2 号）文件，规定“运输爆炸品、强腐蚀性危险货物的罐式专业用车辆的罐体容积不得超过 20m^3”，危险品运输车辆容积按 20m^3 来考虑。工程

沿线事故池的位置根据拟建桥梁、公路平纵面缩图设置。

本项目降雨期间桥面产生的径流量由下式计算：

$$Q= qF\psi T$$

Q——初期雨水排放量

F——汇水面积(m^2)

Ψ——为径流系数（0.4-0.9，取 0.7）

T——为收水时间，一般取 20 分钟。

针对位于Ⅱ类水体内的桥梁，桥梁设置桥面径流收集系统，在地形合适且纵断面局部设计高程较低路段设事故池。

具体位置及容量见表 6.4.1-2。

表 6.4.1-2 拟建公路敏感区内桥梁事故沉淀池位置

Ⅱ类水体	桥梁/隧道/路基	长度 m	汇水面积 m^2	20min 桥面径流量 m^3	排水管长度（km）	事故池总容积（m^3）/个数	事故池设置位置（设计高程较低一侧）
跨越阿家河	云甸互通	905	23077.5	218	0.905	260/1	CK125+497 设置 1 个事故池
跨越小箐河	卡利大桥	216.08	5127.54	48.4	0.425	60/1	K5+130.04 处设置 1 个事故池
跨越打苴河	下土坡大桥	486.08	12395.04	117.1	0.973	145/1	ZK5+809.540 设置 1 个事故池
跨越樟木箐	上土坡大桥	996.08	21192.54	200.3	1.1	240/1	K7+207.04 设置 1 个事故池

事故池由格栅井、沉淀池、冲洗集砂槽、隔油挡板、出水池及相应的控制阀门等组成，其工作原理类似于滞留池。①在正常情况下，桥面径流通过桥面径流收集系统进入应急事故池后，通过沉沙、隔油处理后排放进入桥下原有排水沟渠进入附近地表水体。②高速公路发生危险品运输事故时可通过桥面径流收集系统，将泄露的危险品及冲洗水暂时储存在应急事故池内，待相关部门进行环保处置。

具体运行方式见表 6.4.1-3。

表 6.4.1-3 径流事故收集池运行方式

序号	工况	运行方式
1	晴天，无危险品泄漏。	池空待用。

2	晴天，有危险品泄漏。	设计泄漏量小于池容：危险品储于池内，待专业人员处置。
3	雨天，无危险品泄漏。	雨水先流入池中沉淀，上清液经隔油后排至安全地带，每次降雨后打开放空管，及时排出雨水，保持池体有充足的容量。
4	雨天，有危险品泄露。	管理人员接到泄漏报警,确保池体放空管阀门都处于关闭状态，利用池体的调蓄容量储存危险品；待专业人员处置。

6.4.1.6风险防范措施小结

以上采取的风险防范措施汇总见表 6.4.1-4。

表 6.4.1-4 拟建公路事故防范风险措施一栏表

序号	路段	措施	数量	备注	作用
监控视频（共计 16 处）					
1	CK125+497~CK124+592（拼宽桥）、K4+913.96～K5+130.04、ZK4+919.460～ZK5+105.540、K5+317.96～K5+804.04、ZK5+323.460～ZK809.540、K6+210.96～K7+207.04、ZK6+217.960～ZK6+884.040	摄像头	14	跨越Ⅱ类水体道路两侧设置	对敏感水体路段进行连续监控
防撞墩及护栏（全路段）					
2	CK125+497~CK124+592（拼宽桥）、K4+913.96～K5+130.04、ZK4+919.460～ZK5+105.540、K5+317.96～K5+804.04、ZK5+323.460～ZK809.540、K6+210.96～K7+207.04、ZK6+217.960～ZK6+884.040	加强型防撞高等级的防撞护栏	3966m	跨越Ⅱ类水体道路两侧设置	防止车辆翻出路面
事故池（4 个）及收集渠道、管道					
3	云甸互通	径流收集系统	905m	Ⅱ类水体内桥梁桥面径流收集系统	收集引导桥面径流
			260m^3	CK125+497 处 1 个事故池	
4	卡利大桥	径流收集系统	425m	Ⅱ类水体内桥梁桥面径流收集系统	收集引导桥面径流
			60m^3	K5+130.04 处 1 个事故池	
5	下土坡大桥	径流收集系统	973m	Ⅱ类水体内桥梁桥面径流收集系统	收集引导桥面径流
			145m^3	ZK5+809.540 处 1 个事故池	
6	上土坡大桥	径流收集系统	1663m	Ⅱ类水体内桥梁桥面径流收集系统	收集引导桥面径流
			240 m^3	K7+207.04 处 1 个事故池	

6.4.2管理措施

公路管理部门应加强危险品运输管理，严格执行交通部部颁标准《汽车运输危险货物规则》(JT617-2004)有关危险品运输的规定。

（1）加强对危险品运输车辆的管理

对运输危险品车辆需实行申报制度，运输危险品车辆必须从高速公路的超宽车道进入，经车道输导员对证、单验并经安全检查后方可放行。在气候恶劣（暴雨、浓雾、台风等）的情况下，禁止危险品运输车辆驶入高速公路，若装有雷管、炸药等烈性危险品车辆驶入高速公路时，由路政部门派专人护送运输车。

（2）强化有关危险品运输法规的教育和培训

对从事危险品运输的驾驶员和管理人员，应严格遵守有关危险品运输安全技术规定和操作规程，学习和掌握国家有关部门颁布实施的相关法规。相关法规主要有：

①国务院发布的《化学危险品安全管理条例》；②《汽车运输危险货物规则》(JT617-2004)；③《中华人民共和国民用爆炸品管理条例》；④云南省发布的有关公路运输危险品的安全管理办法等。

（3）加强区域内危险品运输管理

①由地方交通局建立本地区危险货物运输调度和货运代理网络； ②对货运代理和承运单位实行资格认证；③危险货物运输实行“准运证”、“驾驶证”和“押运员”制度，从事危险货物运输的车辆要使用统一的专用标志，实行定点检测制度。④在危险品运输途中，司乘人员应严禁吸烟，停车时不准靠近明火和高温场所。驾驶员在运输途中必须集中精力，要注意观察路标，中途不得随意停车等；⑤如运送剧毒化学品应按公安机关核发的“剧毒化学品公路运输通行证”的规定实施运输；⑥在天气不良的状况下，例如大风天气条件应禁止危险品运输车辆进入；⑦在发生油料、危险化学品、有毒有害物品泄漏紧急情况下，应关闭该路段，启动应急计划，进行泄漏处理；⑧发生事故后司机、押运人应及时报案并说明所有重要的相关事项；⑨交管部门、高速公路管理部门接受报案后及时向沿线各区（县）政府办公部门报告，并启动应急预案。

（4）对从事危险品运输的驾驶员有关部门应定期进行排除危险品运输车辆交通事故的业务培训，以使从业人员增强忧患意识，将危险品运输所产生的事故

风险降为最低。

（5）由于拟建公路运输的危险品主要是化学工业品等，因此，若在运输途中发生燃烧、爆炸、污染、中毒等事故时，驾驶员必须根据承运危险货物的性质，按规定要求，采取相应的救急措施，防止事态扩大。并及时向当地道路运政机关和有关部门（公安、消防或环保）报告，共同采取措施，清除危害。

（6）在重要路段（跨河桥梁及长隧道）两端设置“减速行驶、安全驾驶”的警示牌。危险品运输车辆应保持安全运输车距，严禁超车、超速。

（7）突发性环境污染事故控制指挥系统建议在已有的高速公路监控收费系统的基础上，增加突发性环境污染事故控制的指挥功能。

（8）突发性环境污染事故控制指挥系统

建议在已有的高速公路监控收费系统的基础上，增加突发性环境污染事故控制的指挥功能。

（9）制定应急计划

严格执行《中华人民共和国道路交通安全法》，针对公路运输实际制定风险事故应急管理计划。计划包括指挥机构的职责和任务；应急技术和处理步骤的选择；设备、器材的配置和布局；人力、物力的保证和调配；事故的动态监测制度等。

6.5 环境风险事件应急预案

6.5.1地方应急预案

本项目应急预案主要可包括以下几方面：

应急救援组织机构及其职责：成立沿线县市应急救援领导小组，设立事故现场指挥部；成立事故应急救援专业队伍等。事故应急预案信息流程见图 6.4.1-1。

事故发生地所在地突发环境事故应急指挥部办公室应立即上报并迅速组织环境应急人员到达现场，采取如下措施：

进行环境应急监测、污染源调查；

污染源控制、污染消除；

人员撤离，组织群众开展自救互救；

划定受污染区域，确定污染警戒区，采取必要管制措施；

涉及其它县市的，要及时相互通报；

同时组织突发事件评估专家组分析突发事件的发展趋势，提出应急处置工作建议，及时上报有关情况；

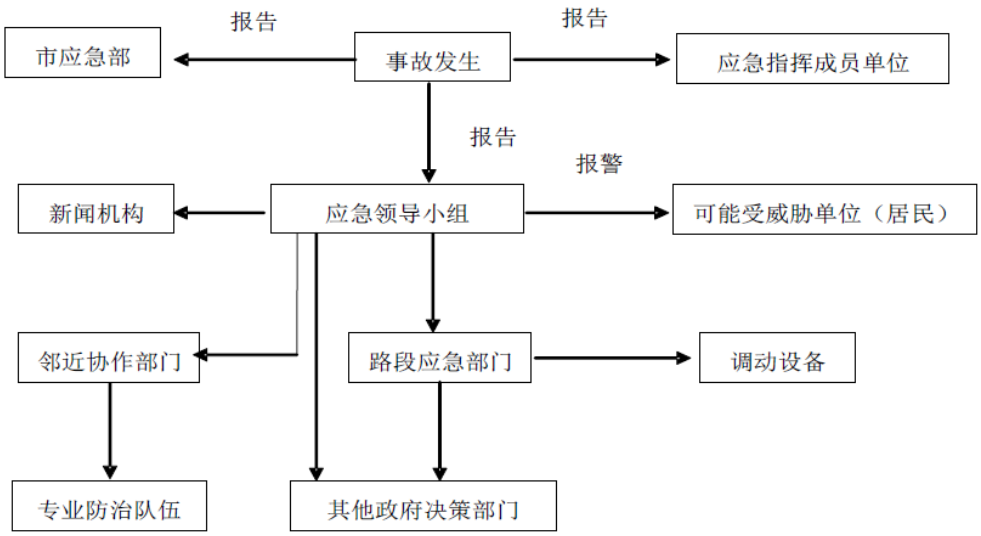


图 6.5.1-1 事故应急预案信息流程图

向社会发出危险或避险警告；

其他必要的处置措施；

县突发环境事故应急指挥部接到报告后，应立即启动应急预案，同时上报市突发环境事故指挥部；

在市突发环境事故应急指挥部的指导下，楚雄市环境保护行政主管部门迅速组织环境监察、环境监测应急队伍和有关技术人员赶到突发环境事故现场，进行环境应急监测、污染源控制、污染源转移、污染消除、人员撤离、受污染区域划定，同时组织突发环境事件评估专家组分析突发事件的发展趋势，提出应急处置工作建议，及时报告有关情况。

相关部门在沿线突发环境事故应急处理指挥部的统一指挥下，按照要求认真履行职责，落实有关控制措施。

沿线楚雄市突发环境事故应急指挥部紧急调动和征集有关人员、物资、交通工具以及相关设施、设备；进行现场隔离、受污染区域的确定与封锁；保证应急处理所需的物资、经费；组织相关部门协助环境保护行政部门做好应急处置工作；做好舆论宣传工作。

6.5.2本项目应急预案

对本项目运营公司而言，应制定《楚雄市东南绕城高速公路化学危险品运输发生水污染事故应急救援预案》，主要内容包括：

（1）应急救援预案的指导思想和原则

应急救援预案的指导思想：体现以人为本，真正将“安全第一，预防为主”方针落到实处。一旦发生危害环境的交通事故，能以最快的速度、最大的效能，有序地实施救援，最大限度减少人员伤亡和财产损失，把事故危害降到最低点，维护沿线群众的生活安全和稳定。

风险事故应急救援原则：快速反应、统一指挥、分级负责和社会救援相结合。

（2）运输危险品基本情况

根据《危险货物品名表》所列品种，主要常用的危险品涉及化工、石化、医药、纺织、轻工、冶金、铁路、民航、公路、物资、农业、环保、地质、航空航天、军工、建筑、教育等各个领域。

按照《危险货物分类和品名编号》(GB6944-2005)涉及爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、毒害品、感染性物品、放射性物品和腐蚀品十大类。

由于危险品的性质复杂以及具有易燃易爆、有毒有害的特点，使得在运输过程中，稍有不当或疏漏，就会引发泄漏、爆炸和火灾等连锁式事故，就会对人民生命、财产、生态环境和社会安定造成重大危害，后果会十分严重。

（3）事故类别及处置措施

危险品运输事故主要有泄漏、火灾(爆炸)两大类。其中火灾又分为固体火灾、液体火灾和气体火灾。主要原因又分为主观原因和客观原因。

针对事故不同类型，采取不同的处置措施。其中主要措施包括：灭火、点火、隔绝、堵漏、拦截、稀释、中和、覆盖、泄压、转移、收集等。

（4）事故现场区域划分

根据危险品事故的危害范围、危害程度与危险化学品事故源的位置划分事故中心区域、事故波及区及事故可能影响区域。

①事故中心区域：中心区即距事故现场 0～500m 的区域。此区域危险化学品浓度指标高，有危险化学品扩散，并伴有爆炸、火灾发生，建筑物设施及设备

损坏，人员急性中毒。

事故中心区的救援人员需要全身防护，并佩戴隔绝式面具。救援工作包括切断事故源、抢救伤员、保护和转移其它危险品、清除渗漏液态毒物、进行局部的空间洗消及封闭现场等。非抢险人员撤离到中心区域以外后应清点人数，并进行登记。事故中心区域边界应有明显警戒标志。

②事故波及区域：事故波及区即距事故现场 500～1000m 的区域。该区域空气中危险品浓度较高，作用时间较长，有可能发生人员或物品的伤害或损坏。该区域的救援工作主要是指导防护、监测污染情况，控制交通，组织排除滞留危险品气体。视事故实际情况组织人员疏散转移。事故波及区域人员撤离到该区域以外后应清点人数，并进行登记。事故波及区域边界应有明显警戒标志。

③受影响区域：受影响区域是指事故波及区外可能受影响的区域，该区域可能有从中心区和波及区扩散的小剂量危险化学品。

该区域救援工作重点放在及时指导群众进行防护，对群众进行有关知识的宣传，稳定群众的思想情绪，做基本应急准备。

（5）危险品运输事故应急救援组织及职责

①危险货物运输突发公共事件的分级（见表 6.5.2-1）

表 6.5.2-1 危险货物运输突发公共事件的分级

级别	一般	较大	重大	特大
影响程度	轻度患者<5 人；经济损失<10 万元。	轻度患者 5～10 人；经济损失 10～50 万元。	死亡人数<3 人，轻度患者>10 人，重度患者<10 人；经济损失 50～100 万元。	死亡人数≥3 人，重度患者≥10 人；经济损失≥100 万元。

②应急机构的设置及人员编制

上级指挥中心

本公路的上级指挥中心由各县交通管理部门、公安局、环保局共同组成，楚雄市东南绕城高速公路项目管理中心主任为其成员。

应急救援指挥小组

公路管理中心成立事故应急指挥领导小组，由管理中心主任和副主任负责。

应急领导小组办公室

公路管理中心应急小组办公室设在公路管理中心办公室，由办公室主任承担。

安全管理监控小组

公路管理中心下设事故安全管理小组，由小组长负责。

安全管理员

由公路管理中心员工组成。

内部协作管理部门

沿线市交通局、路段管理部门成立应急办公室，作为应急行动的协作机构，负责公路的危险品运输管理及应急处理。

③管理中心职责与分工

a)上级指挥中心的职责由区域应急体系确定本报告对管理中心的员工职责和分工进行确定》。

b)指挥领导组长全面负责安全管理工作及安全事故应急救援总指挥工作。

c)指挥领导小组副组长负责督促安全工作的检查、落实及整改，协助组长做好安全事故应急救援工作。定期组织对公路防护设施或设备进行安全检查，并将检查结果上报上级管理中心。

d)办公室主任负责安全管理的日常工作，负责安全生产事故应急救援工作的联络、协调工作。督促领导组织员工进行安全知识教育及技能培训。

e)安全管理小组长落实公路应急设施检查工作和日常管理工作。

f)安全管理员对公路范围内的应急设施、道路防护设施进行日常维护管理，搞好维修工作。

g)事故发生后，按照事故等级内容及时向中心应急监控值班人员电话，明确发生点、数量和货种，值班人员向领导小组报告，由其确认核实后启动应急计划，并向应急计划报告中确认的部门及时通告，提出处理前是否需要外部援助。

h)外部协作部门包括消防、交警、公安等部门。

i)遇到重大事故，应向上级指挥管理中心报告，便于及时组织协作部门采取应急救援工作。

④事故预测、预警发布和报告

a)预测各级突发公共事件日常机构应建立科学的监测预报体系。有计划地定期组织事故演练，增强应急救援队伍对突发事故现场的应变能力。对危险品运输的各环节事先编制预控方案，加强对重点部位的监控，指定专人负责检查落实情

况，把事故隐患消灭。

b)预警按照危险品运输事故的严重性和紧急程度，分为四级：一般（IV，蓝色表示）、较大（III，黄色表示）、重大（Ⅱ，橙色表示）、特大（I，红色表示）。各级突发公共事件领导小组应根据不同的预警级别做出相应的响应。

c)报告

健全危险货物运输突发事件的报告制度，明确信息报送渠道、时限、范围和程序，明确相关人员的责任、义务和要求，严格执行 24 小时值班制度，保障信息渠道畅通、运转有序。

⑤应急处置

项目运营管理公司必须配备一些必要的应急救援设备和仪器，以便进行自救。主要包括应急防护处理车辆、吸油毡、降毒解毒药剂、固液物质清扫、回收设备等，但更多的器材和药物将由相关单位和部门提供。

应急环境监测、抢险、救援及控制措施：由地方环境监测站对事故现场周围水质进行监测，对事故性质、程度与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据。

预案启动与终止：由应急领导小组负责人根据现场情况，判断预警级别，发布启动预警命令。预案启动后，应急领导小组的所有成员立即进入工作岗位，各项抢险设施、物质必须立即进入待命状态。事件处置完毕后，也应当由应急领导小组负责人发布终止命令。

基层单位接到报告后，在应急预案启动前，依据事件的严重性、紧急性、可控性，必须立即进行人员救助及其它必要措施，防止事故向附近蔓延和扩大，必要时可以越权指挥应急处置。

⑥事故救援行动要点

监控部门：监控分中心监控员接到信息应及时向基层突发事件领导小组报告，并实时跟踪、记录（电话、摄像、录像）。按突发事件领导小组指令向有关路段的可变情报板、可变限速标志牌等发布信息，当交通恢复正常时，恢复这些装置的正常显示内容。如在隧道区域发生事故，监控员应根据监控录像，引导隧道内人员向安全地点疏散。

路政部门：事发地基层突发公共事件领导小组应将事件情况按规定及时向上级汇报，并按要求启动应急处置预案，根据事件情况采取先期处置措施，按规定

做好事发现场安全布控，积极抢救伤员，紧急疏散人员，转移重要物资，维护现场秩序。根据事发状态通知公安消防、卫生防疫、环保等相关部门，按危险品的类型采取相应的措施，其中，由武警部队防化连具体负责现场残留物的清理和喷洒工作，残留物的具体处理方案由卫生防疫站和公安局提供，由环保部门进行应急监测。同时，做好相关纪录，及时上报事态进展情况。

⑦后期处置

本公路危险品运输突发事故应急处理程序详见图 6.5.2-1。

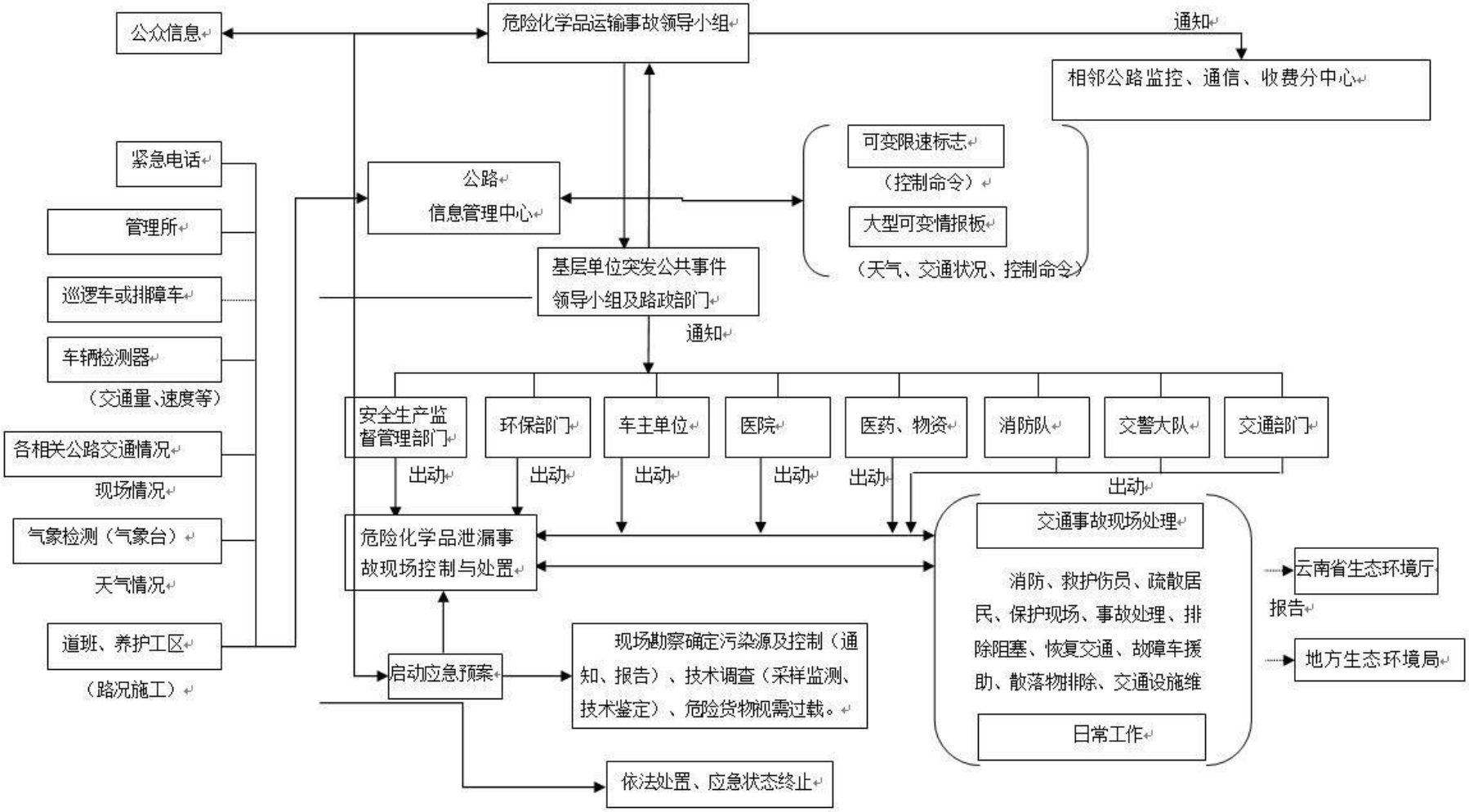


图 6.5.2-1 危险品运输突发事故应急处理程序框图

6.5.3危险品运输事故处置措施

6.5.3.1应急处理设施

在宝山屯停车区两侧各设置一间材料库，配备一定数量事故应急装置，作为应急设备，控制敏感路段发生重大污染事故。应急设备具体配置可参照表 6.5.3-1。

表 6.5.3-1 应急设备配置一览表

序号	项目	单位	数量	资金（万元）	用途	放置地点
1	细沙	吨	15	1.0	吸附洒漏在路面上的废液	普达措服务区和果姑停车区两侧
2	石灰	吨	5	1.0	用石灰中和污染的地面	
3	防化服	套	10	5.0	处理有毒、有害的洒漏液体	
4	防毒面具	个	15	1.0	处理有毒、有害的挥发性液体	
5	灭火器	个	40	1.0	扑灭燃烧的洒漏液体	
6	围油栏	m	200	10.0	阻止油类扩散	
7	应急车	辆	1	16.0	出现突发环境事故，及时赶赴现场	
8	合计			35.0	——	——

6.5.3.2危险品泄漏事故及处置措施

（1）一旦运输危险品车辆在跨越水体路段发生事故时，应急队伍的应急响应时间必须控制在 20min 之内，保证有足够的施救时间投放围油栏、采用拦截和诱导溢油的方式清除油污。

（2）进入泄漏现场进行处理时，应注意安全防护

①进入现场救援人员必须配备必要的个人防护器具。

②如果泄漏物是易燃易爆的，事故中心区应严禁火种、切断电源、禁止车辆进入、立即在边界设置警戒线。根据事故情况和事故发展，确定事故波及区人员的撤离。

③如果泄漏物是有毒的，应使用专用防护服、隔绝式空气面具。为了在现场上能正确使用和适应，平时应进行严格的适应性训练。立即在事故中心区边界设置警戒线。根据事故情况和事故发展，确定事故波及区人员的撤离。

应急处理时严禁单独行动，要有监护人，必要时用水枪、水炮掩护。

（3）泄漏源控制

堵漏，采用合适的材料和技术手段堵住泄漏处。

（4）泄漏物处理

①围堤堵截：筑堤堵截泄漏液体或者引流到安全地点。贮罐发生液体泄漏时，要及时堵住泄漏处，防止物料外流污染环境。

②稀释与覆盖：向有害物蒸汽云喷射雾状水，加速气体向高空扩散。对于可燃物，也可以在现场施放大量水蒸汽或氮气，破坏燃烧条件。对于液体泄漏，为降低物料向大气中的蒸发速度，可用泡沫或其它覆盖物品覆盖外泄的物料，在其表面形成覆盖层，抑制其蒸发。

③收容(集)：将泄漏出的物料抽入容器内或槽车内；当泄漏量小时，可用沙子、吸附材料、中和材料等吸收中和。

④废弃：将收集的泄漏物运至废物处理场所处置。用消防水冲洗剩下的少量物料，冲洗水排入污水系统处理。

6.5.3.3危险品火灾事故及处置措施

（1）先控制，后消灭。针对危险品火灾的火势发展蔓延快和燃烧面积大的特点，积极采取统一指挥、以快制快；堵截火势、防止蔓延；重点突破、排除险情；分割包围、速战速决的灭火战术。

（2）扑救人员应占领上风或侧风阵地。

（3）进行火情侦察、火灾扑救、火场疏散人员应有针对性地采取自我防护措施。如佩戴防护面具，穿戴专用防护服等。

（4）应迅速查明燃烧物品及其周围物品的品名和主要危险特性、火势蔓延的主要途径，燃烧的危险品及燃烧产物是否有毒。

（5）正确选择最适合的灭火剂和灭火方法。火势较大时，应先堵截火势蔓延，控制燃烧范围，然后逐步扑灭火势。

（6）对有可能发生爆炸、爆裂、喷溅等特别危险需紧急撤退的情况，应按照统一的撤退信号和撤退方法及时撤退。撤退信号应格外醒目，能使现场所有人员全部看到或听到，并应经常演练。

（7）火灾扑灭后，仍然要派人监护现场，消灭余火。起火单位应当保护现场，接受事故调查，协助公安消防监督部门和上级安全管理部门调查火灾原因，

核定火灾损失，查明火灾责任，未经公安监督部门和上级安全监督管理部门的同意，不得擅自清理火灾现场。

6.5.3.4压缩气体和液化气体火灾事故及处置措施

（1）扑救气体火灾切忌盲目灭火，即便在扑救周围火势以及冷却过程中不小必把泄漏处的火焰扑灭了，在没有采取堵漏措施的情况下，也必须立即用长点火棒将火点燃，使其恢复稳定燃烧。否则，大量可燃气体泄漏出来与空气混合，遇着火源就会发生爆炸，后果将不堪设想。

（2）首先应扑灭外围被火源引燃的可燃物火势，切断火势蔓延途径，控制燃烧范围，并积极抢救受伤和被困人员。

（3）堵漏工作准备就绪后，即可用水扑救火势，也可用干粉、二氧化碳灭火，但仍需用水冷却烧烫的罐。火扑灭后，应立即用堵漏材料堵漏，同时用雾状水稀释和驱散泄漏出来的气体。

（4）一般情况下完成了堵漏也就完成了灭火工作，但有时一次堵漏不一定能成功，如果一次堵漏失败，再次堵漏需一定时间，应立即用长点火棒将泄漏处点燃，使其恢复稳定燃烧，以防止较长时间泄漏出来的大量可燃气体与空气混合后形成爆炸性混合物，从而存在发生爆炸的危险，并准备再次灭火堵漏。

（5）如果确认泄漏口很大，根本无法堵漏，只需冷却着火容器及其周围容器和可燃物品，控制着火范围，一直到燃气燃尽，火势自动熄灭。

6.5.3.5易燃液体火灾事故及处置措施

易燃液体不管是否着火，如果发生泄漏或溢出，都将顺着地面流淌或水面飘散，而且，易燃液体还有比重和水溶性等设计能否用水和普通泡沫扑救的问题以及危险性很大的沸溢和喷溅问题。

（1）首先应切断火势蔓延的途径，冷却和疏散受火势威胁的密布容器和可燃物，控制燃烧范围，并积极抢救受伤和被困人员。如有液体流淌时，应筑堤（或用围油栏）拦截漂散流淌的易燃液体或挖沟导流。

（2）及时了解和掌握着火液体的品名、比重、水溶性以及有无毒害、腐蚀、沸溢、喷溅等危险性，以便采取相应的灭火和防护措施。

（3）扑救毒害性、腐蚀性或燃烧产物毒害性较强的易燃液体火灾，扑救人员必须佩戴防护面具，采取防护措施。对特殊物品的火灾，应使用专用防护服。

考虑到过滤式防毒面具防毒范围的局限性，在扑救毒害品火灾时应尽量使用隔绝式空气面具。为了在火场上能正确使用相适应，平时应进行严格的适应性训练。

6.5.4隧道风险控制

6.5.4.1隧道施工期风险控制

隧道施工过程中可能发生突发事件，一旦发生重大事故，往往造成惨重的生命、财产损失和环境破坏。由于自然或人为、技术原因，当事故或灾害不可能完全避免的时候，建立重大事故应急救援体系，组织及时有效的应急救援，已成为抵御事故风险或控制灾害蔓延、降低危害后果的关键。

（1）发生火灾应急措施

①火灾发生后，洞内安全员要立即拉响警报并通知洞口值班员，现场施工人员要立即切断电源制通风等，火灾袭来时要迅速疏散逃生；必须穿越浓烟逃生时，应尽量用浸湿的衣物披裹体，用湿毛巾或湿布捂住口鼻，或贴近地面爬行；身着火时，可就地打滚，或用厚重衣物等压灭火苗。

②施工队应急领导小组要及时组织急救人员赴现场进行抢险。消防队：负责灭火和火场供水等接扑灭火灾的任务；通讯组联络组：负责向公安消防报告火警、火场通讯联络以及上报火情、下传命令等通讯联络任务，必要时通报当地急救中心、医疗、消防部门和友邻单位；疏散引导组：采取必要的防护措施组人员迅速疏散；救护组：负责救人、疏散物资等；救援要与灭火组紧密配合，共同作战。如果有人员受伤。据情况进行现场包扎或立即送附近医院进行抢救保人员的安全；在扑救现场过程中，应行动统一，如火势扩大，一般扑救不可能时，应及时组织撤离扑救员，避免不必要的伤亡。同时应注意周围情况，防止中毒、坍塌、坠落、触电、物体打击等二次事故的发生。

（2）发生坍塌的应急措施

①发现隧道内有坍方的迹象，应在危险地段设立标志及派人监守，并迅速报告现场负责人及时采取有效措施，情况严重时应将全部施工人员撤离危险地段。

②一旦发生坍塌事件，现场人员要立即采取有效的措施控制，并及时报告洞口值班员，值班员要立即报告现场负责人，现场负责人立即报告施工队值班员，队值班员要及时报告组长、副组长。

③各小组成员要迅速行动，疏散引导组和救护组要以最快的速度，携带必要

的装备和药品赶赴现场，组织现场人员及时撤离；同时，一方面立即扒掉坍塌土石（物件），抢救伤员并密切注意伤员情况，防止二次受伤，另一方面对伤员上部土石体（物件）采取临时支撑措施，防止二次塌方伤及抢救者或加重事故后果；需外方协作时，通讯联络组应及时通报当地急救中心、医疗卫生部门和友邻单位。

（3）发生爆炸应急措施

若发生爆炸事故，现场人员应立即采取控制措施，控制事故扩大，使灾害限制在尽可能小的范围，隧道内尽量加大通风量，并采取并联通风方式等降低爆炸烟尘浓度；现场安全员要及时报告现场负责人及队应急领导小组组长。

6.5.4.2隧道营运期风险控制

（1）隧道风险措施分析

隧道营运时的环境风险主要是危险品运输，根据第 6.2.1 小节的环境风险计算公式，要减少或规避隧道路段运输危险物品风险，一是降低风险发生的概率，二是一旦风险事件发生尽量降低其损失。

隧道危险品运输的环境风险规避措施如下：

①完全禁止通行：侥幸者仍有可能冒险通行隧道，无条件的禁运并不能给隧道带来绝对安全。

②限定通行时间：在特定日或特定时段允许隧道路段通行运输危险物品，该措施常配合引导车护送危险品的方式实行。

③限速或保持最小行车间距：行车速度和行车安全距离是决定交通发生频率和严重程度的两个重要因素。目前都对通行隧道的行车速度进行了限制，但安全距离进行规定的较少。

④引导车护送通行：只有当危险物品运输车辆经收费隧道通过时，这个方法才能得到实施。

⑤禁运特殊物品：这项措施主要针对事故发生时会导致巨大伤害的某些特定物品，大部分禁运的物质都属易燃易爆品。这类物品遇火或受到摩擦、撞击、震动、高温或其他因素的影响，即可引起燃烧和爆炸，是火灾危险性极大的一类化学危险物品。

⑥限定物品数量：这项措施系依据法令规定适用于某些特定产品上，将运输的数量加以控制，减低运送车辆发生事故时所可能造成的损害。

根据本项目的实际情况，本项目隧道较多，完全禁止的①和⑤措施并不能制止个别的侥幸行为，仍存在一定的环境风险；②、④、⑥比较难以操作且存在一定的局限性；推荐采用③限速或保持最小行车间距的措施对车辆加以控制并要加强管理。

6.6 小结

（1）本项目在运营过程中，由危险品运输事故造成的各种风险具有一定的潜在危险性。

（2）根据预测，本项目发生危险品运输事故的概率小。本项目的重大危险源主要为运输石油、农药、易燃易爆物品、化学危险品等的车辆由于事故造成化学品泄漏对沿线群众的生活安全和生命健康造成威胁。

（3）项目沿线跨越河流水库、临水路段及长隧道，因此必须对这些敏感路段采取措施防止化学品泄露造成污染，针对临河、跨河路段设置防撞墩及护栏。

（4）事故处理按本报告提出的应急方案进行实施，可在最大限度上减轻事故对社会环境和自然环境产生的影响。

7 项目选址选线的环境合理性分析

7.1 方案比选

楚雄市东南绕城高速公路是《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》中的一条地方高速公路，是楚雄市高速公路环线的组成部分，是楚雄州骨架路网重要组成部分，为楚雄州一条地方经济干线。同时，项目作为 G56 杭瑞高速和 G8012 弥楚高速的联络线。

7.1.1选线原则

根据《工可》、《初步设计》《施工图设计》中提及的工程比选，本评价从环境角度对各比较方案分析比较，提出推荐方案。本项目环境比选主要原则如下：

（1）路线方案符合公路网整体规划的要求，路网结构合理，与沿线城镇路网规划的衔接协调；

（2）最大程度地带动区域经济的发展，形成有效的辐射影响范围；

（3）路线方案能适应地形条件，尽量减少工程实施对自然环境的破坏，与自然环境和社会环境相协调；

（4）坚持“地质选线原则”；

（5）注重工程经济，分析比较各方案工程数量和工程投资估算，降低工程造价，节约工程投资；

（6）对大型构造物等控制性工程的建设条件，路线沿线地形地质条件、不良地质分布、筑路材料和运输条件、施工场地布置、施工便道、地方政府支持力度等方面进行评价和比较，方便施工；

（7）最大限度地满足区域交通需求，吸引地方交通，充分发挥公路的整体运营效益；

（8）充分考虑地方政府及相关部门对路线方案选择的意见和建议。

7.1.2走廊带方案比选

楚雄市东南绕城高速公路是《楚雄州十三五及中长期高速公路网规划》中的一条地方高速公路，是楚雄市高速公路环线的组成部分，起点接 G56 杭瑞高速，

止点接 G8012 弥楚高速。主要控制点已在规划中基本明确，路线总体为东北—西南走向，并以经过云甸、子午、东华为路线的主体走向及主要控制点。

结合路线走廊与城市规划的衔接、交通分流效果、地形地质、对沿线经济的影响、对环境的影响程度、工程实施难易程度、占用土地、工程规模及造价等方面进行系统分析研究，拟定了北线走廊【N 线】、中线走廊【K 线】及南线走廊【S 线】等三个路线走廊方案进行综合分析比选。

北线走廊【N 线】：路线起于苍岭坝区连旺坝互通立交与马房枢纽互通立交之间的丁家屯村（设 T 形枢纽互通立交接杭瑞高速），穿越苍岭坝区后，经梅子箐、方家河，沿龙宝闸水库西侧展线，后经马藏郎村、七架山、革凳山，至塔普村，经小保山、中壩、大保山至军屯村，沿马军小河河谷南侧山坡布线，进入子午坝区，经宝山屯、甸尾后接上弥楚高速的以口枢纽互通立交。里程长 26.287km。

中线走廊【K 线】：路线起于云甸工业园区东南侧的三岔河，设 T 形三岔河枢纽互通立交接 G56 杭瑞高速，之后沿张扒拉大箐由东向西展线升坡，经迤香村、张家、狗头坡坝北侧，跨过西云河河谷后继续向西北布线，穿越水草箐后，路线折向南布线，经龙头、上各邑，进入子午坝区。此后，路线沿子午坝区北侧低山丘陵折向西布线，经宝山屯、甸尾，设喇叭形子午落地立交，该立交通过连接线接现状元双公路（子午镇），同时预留机场连接线出线条件，出互通后继续向西布线，在以口村北侧接上弥楚高速的以口枢纽互通立交。里程长 27.510km。

南线走廊【S 线】：路线起于云甸工业园区东南侧的三岔河，设 T 形三岔河枢纽互通立交接 G56 杭瑞高速，之后沿张扒拉大箐由东向西展线升坡，经迤香村、张家、狗头坡坝，沿新田箐水库西侧架桥设隧跨箐沟、穿山脊，出新田箐后，路线折向西布线，上跨吉乐箐沟至石岩子山，之后路线沿石岩子山东侧山腰布线，沿绿拉箐南侧山腰由东向西布线，经箐门口、麦地坪、瓦窑头、者子地、小干坝，至茅草房村后路线折向南布线，经下密康郎，穿打鹰山，经杜家村、挖铜村、大合表、落花冲，沿子午坝区边缘地带向西布线，经曙光村、小力么小村、三家村，至桃园村北侧设 T 形枢纽互通立交与国高网 G8012 弥勒至楚雄高速公路相接。里程长 30.06 km。

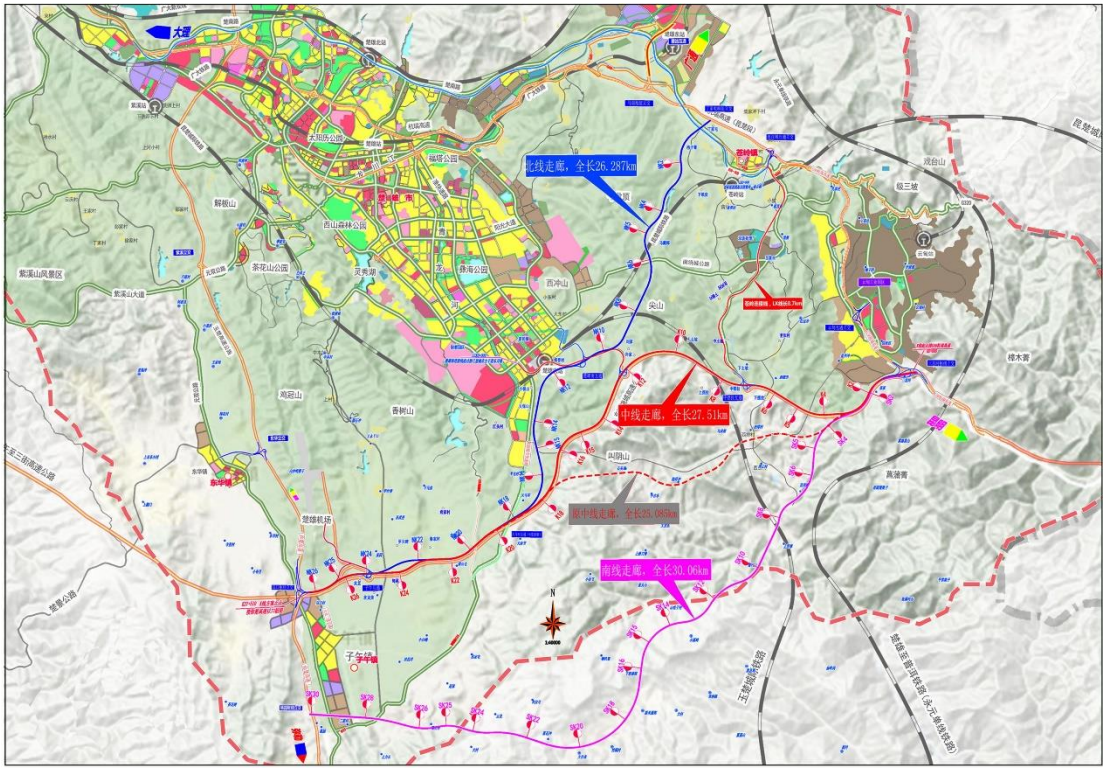


图 7.1.3-1 线路方案比选图

（1）工程方案比选

表 7.1.3-1 走廊工程方案比选

分项		北线走廊【N线】	中线走廊【K线】	南线走廊【S线】	备注
比选段落桩号		NK0+000～NK26+286.783	K0+000～K27+510	SK0+000～SK30+060	/
比选长度		26.287km	27.510km	30.06km	/
桥梁		14692 米/25 座（分幅长度）	15556.16 米/26 座（分幅长度）	20116.72 米/34 座（分幅长度）	/
隧道	长、特长隧道	长隧道 1720 米/1 座	长隧道 4600 米/3 座	长隧道 2160 米/1 座	/
	隧道总长	2400 米/2 座	5270 米/5 座	7565 米/12 座	
桥隧比		37.12%	47.43%	58.63%	/
互通立交		4 座	4 座	2 座	/
主要经济点		苍岭、东南新城、子午、东华	云甸、苍岭、东南新城、子午、东华	云甸、苍岭、子午	/
经济带动性		沿线人口多，经济布局点多，对乡镇经济带动性较好。	沿线人口多，经济布局点多，对乡镇经济带动性较好。	沿线人口少，经济布局点少，对沿线经济带动性差。	N 线及 K 线相当

路网结构布局	不合理	合理	合理	K 线及 S 线相当
城镇规划	与城镇规划衔接较差	与城镇规划衔接总体较好	处于城市未来发展的最南端，符合城市远期发展规划布局要求	K 线最优
与楚雄紫溪山风景名胜区关系	涉及子午向天坟片区北部边缘	涉及子午向天坟片区北部边缘	不涉及	S 线最优
地形、地质条件	较好	一般	差	N 线最优
起止接线条件	起点稍差	好	好	K 线及 S 线相当
运输效率	差	好	好	K 线及 S 线相当
施工建设条件	较好	好	较差	N 线及 K 线相当
征地拆迁	占农田多，拆迁量小	隧道规模较大，拆迁量大	占农田最多，拆迁量较小	K 线最优
匡算投资规模	31.43 亿元	48.82 亿元	46.59 亿元	N 线最优
比选结论	不推荐	推荐	不推荐	比选结论

综上所述，根据区域路网布局、地质条件、工程规模、工程建设条件，考虑楚雄市及沿线地方政府的意见等诸多因素，结合近期路网建设及远期规划，研究推荐采用中线走廊带方案【K 线】。

（2）环境方案比选

表 7.1.3-2 走廊工程环境方案比选

方案指标		**北线走廊【N 线】**	**中线走廊【K 线】**	**南线走廊【S 线】**	备注
路线长度（km)		26.287km	27.510km	30.06km	N 线
社会环境	拆迁	17194.13m^2	19334.35m^2	13478.89m^2	S 线
	交通规划	走向与高速公路网规划一致，但与杭瑞高速连接较差	走向与高速公路网规划一致	走向与高速公路网规划不完全一致	K 线
	城镇规划区	与城镇规划衔接较差	与城镇规划衔接总体较好	处于城市未来发展的最南端，符合城市远期发展规划布局要求	K 线
	文物资源	影响较小；	影响较小；	影响较小；	相当
	分析	**K 方案路线较长，拆迁量大；但是由于隧道较多，占地面积较少，且与交通规划及城镇规划的连接性优于 N 线机 S 线方案，推荐 K 线方案。**			
生态	生态敏感目标	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物	评价区无国家和云南省级重点保护野生动	评价区无国家和云南省级重点保护野	相当

环境		分布	植物分布	生动植物分布	
	野生动植物	不占用珍稀濒危动植物的生境	不占用珍稀濒危动植物的生境	不占用珍稀濒危动植物的生境	相当
	植被类型	相似	相似	相似	相当
	生态红线	不涉及	不涉及	涉及	N 线与 K 线相当
	基本农田（亩）	18.7	0	14.3	K 线
	占地（hm^2）	195.7253	186.8414	188.1257	K 线
	分析	**N 线、K 线均不涉及生态敏感区，不占用珍稀濒危动植物的生境，K 线不占用基本农田且占地面积较小，综合 K 线对生态环境影响相对较小；**			
地表水	河流	跨越 12 次河流、5 次水库，执行 II、III类标准	跨越 11 次河流、7 次水库，执行 II、III类标准	跨越 13 次河流、5 次水库，执行 II、III类标准	K 线
	饮用水源	不涉及	不涉及	不涉及	相当
	分析	**均不涉及饮用水源、无涉水桥墩，各方案对水环境影响相当；**			
地下水	集中式饮用水源	不涉及	不涉及	不涉及	相当
	长隧道	长隧道 1720 米/1 座	长隧道 4600 米/3 座	长隧道 2160 米/1 座	N 线
	分析	**所有隧道上方均无居民点，对区域地下水影响相似；**			
声环境和环境空气		涉及声、气环境敏感点 32 处	涉及声、气环境敏感点 28 处	涉及声、气环境敏感点 29 处	K 线
敏感区		涉及楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区	涉及楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区	不涉及	S 线
分析		A2 方案相比 K 方案涉及敏感点较少，两者污染源源强、排放方式，措施等均相同，从环保角度 A2 较优。			

通过分析，在社会环境影响方面、生态环境影响方面及声环境和环境空气方案， K 线最优；地下水环境影响、水环境影响方面 K 线和 N 线、S 线方案相当。综合来看，从环保角度，K 线方案是最优的方案，推荐 K 线方案。

7.1.3主线局部路线方案比选（初步设计）

路线总体方案选择，应根据指定的路线基本走向(路线起、终点和中间主要控制点)和公路等级及其使用任务和功能，结合地形、地质、水文、气象、筑路材料等自然条件，充分考虑农业及环保等方面的要求，“以人为本，安全、协调、可持续”，注意城镇发展、工业布局、经济开发区规划、资源分布等状况，以及由面到带，从所有可能的路线方案中，通过现场踏勘调查、综合分析研究、定性

定量比选，确定一条最优的路线走向方案。路线方案比选应遵循以下原则。

《初步设计》在可研推荐 $K_{工可}$主线方案（以下“简称 K 线”）基础上，拟定 $K_{初设}$局部路段方案与可研 K 线方案进行对应路段局部方案比选。

7.1.3.1起点至上土坡段（K 线与 A2 线）

本段路线布设的主要影响因素是接 G56 杭瑞高速起点位置不同以及避让基本农田。拟定了 A2 线方案与 K 线方案（工可方案）进行比选。

（1）K 工可线方案（K0+000～K7+240）

路线走向：路线于下高包村东南侧展线，一直升坡到达盐井冲村北侧山脊，设梁桥跨过山箐后，设 1487m 长隧道穿越山脊到达卡利村，路线沿山脚布设，到达下土坡村北侧，设预应力砼 T 型梁桥跨过下土坡村后出中摆拉后路线沿山脚一直升坡至上土坡村南侧山沟，到达上土坡隧道进口；本段 K 线全长 7.24km。

控制点：云甸互通、盐井冲、卡利、上土坡。

（2）A2 线方案（A2K0+000～A2K7+530）

路线走向：路线起于云甸西侧，沿山脊升坡，到达盐井冲村南侧，设 1970m 长隧道穿越山脊，出隧道后到达卡利村。路线经过卡利村南侧后向西前行。穿过山脊后预应力混凝土 T 型梁桥跨过山箐，来到下土坡村北侧。然后设预应力混凝土 T 型梁桥跨过山沟，设中摆拉互通（预留），该互通通过连接线可到达苍岭工业园区。出互通后，路线右转，沿山脚布线，设预应力混凝土 T 型梁桥顺山沟布设，到达上土坡隧道进口。A2 线全长 7.53km。

控制点：云甸、盐井冲、卡利、下土坡、上土坡

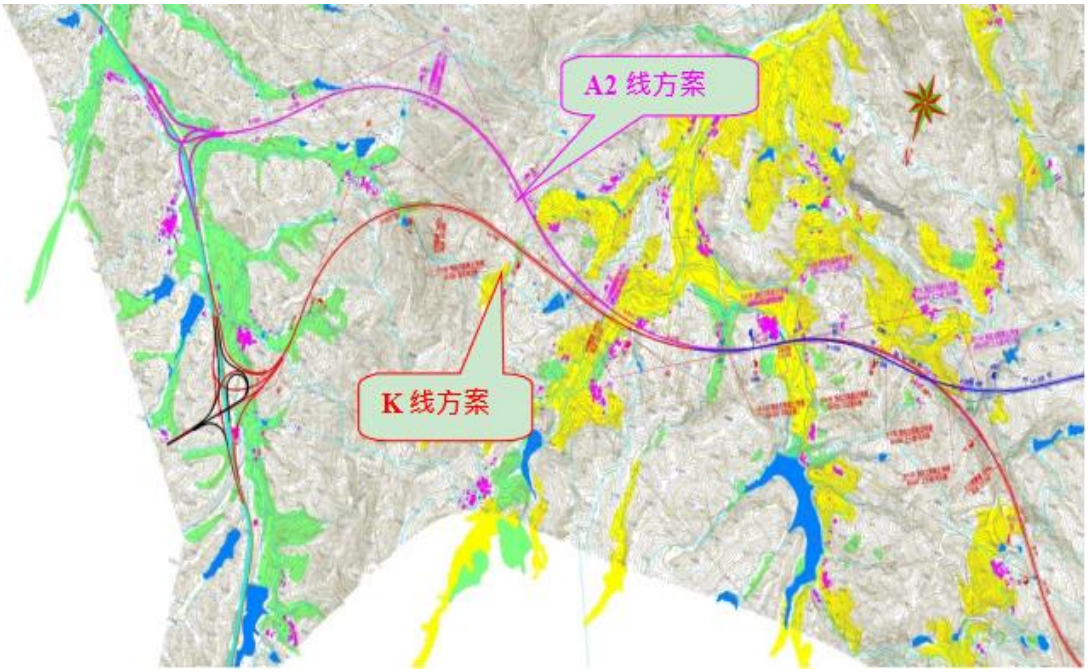


图 7.1.3-2 起点至上土坡段工程方案比选

表 7.1.3-3 起点至上土坡段工程方案比选

主要项目		单位	K 线	A2 线	A2 线与 K 线对比	备注
路线	桩号范围		K0+000～K7+240	AK0+000～AK7+530		
	路线长度	km	7.24	7.53	0.29	K
	设计时速	km/h	80	80		/
	路基宽度	m	25.5	25.5		/
	最小半径	m/处	1079.799m/1	1348.409m/1		/
	最大纵坡	%	2.7/1	4		/
	占地	亩	679.62	609.14	-70.48	A2
	基本农田	亩	73.7	78.3	4.6	K
	拆迁建筑物	m^2	5433.51	7658.27	2224.76	K
	拆迁电力、电讯	m	22231	19044	-3187	A2

（3）工程方案比选

①建设条件对总体方案的影响：K 线方案与 A2 线方案地形、地质条件相差不大。

②公路用地、征用基本农田及拆迁情况：K 线方案总占地面积较 A2 线方案多，基本农田及拆迁工程量较 A2 线略少。

③与铁路、原有公路、农田水利、电力、电讯、重要管线(道)等的干扰情况：K 线方案与 A2 线方案起点均设互通式立交接 G56 杭瑞高速；均与石油管道相交，影响相当。

④与规划区衔接和地方政府意见：K 线方案起点位于楚雄市云甸工业园区内，A2 线位于云甸工业园区东南角，对规划影响相对较小。经与地方政府协调，A2 线方案较优。

⑤工程数量：A2 线方案路基土石方、路基防护、边坡防护、排水工程均小于 K 线方案，桥梁规模小于 K 线方案，隧道规模大于 K 线方案。总造价 A2 线较 K 线方案低。

⑥社会效益和经济效益：K 线方案与 A2 线方案均有隧道，后期运营费用高。

⑦其他：K 线方案与 A2 线方案沿线均无文物、无覆压的矿产资源，对路线布设没有影响。

从工程方案分析，K 线方案起点位于云甸工业园区，互通立交形式对规划区分割严重，干扰较大。结合高速公路走廊带及地方政府和交通部门意见，综合考虑，放弃 K 线局部方案，推荐 A2 线局部方案。

（4）环境方案比选

表 7.1.3-4 起点至上土坡段环境方案比选

方案指标		K 方案	A2 方案	A2 方案-方案
路线长度（km)		7.24	7.53	
社会环境	拆迁	5433.51m^2	7658.27m^2	K
	交通规划	走向与高速公路网规划一致	走向与高速公路网规划一致	相当
	城镇规划区	楚雄市云甸工业园区	不涉及	A2
	文物资源	影响较小；	影响较小；	相当
	分析	**A2 方案路线较长，拆迁量大；但是占地面积较少，且可有效避免对云甸工业园区的切割，A2 线方案路基土石方、路基防护、边坡防护、排水工程均小于 K 线方案，推荐 A2 线方案。**		
生态环境	生态敏感目标	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	相当
	野生动植物	不占用珍稀濒危动植物的生境	不占用珍稀濒危动植物的生境	相当
	植被类型	相似	相似	相当
	生态红线	不涉及	不涉及	相当
	基本农田（亩）	73.7	78.3	K 线
	占地（亩）	679.62	609.14	A2
	分析	**K 线、A2 线均不涉及生态敏感区，不占用珍稀濒危动植物的生境，新增水**		

		土流失等差别不大，A2 线基本农田占用较多，A2 线占地较 K 线少，综合 K 线对生态环境影响相对较小；		
地表水	河流	跨越 1 次三岔河、1 次西云河、1 次岔沟、1 次盐井冲河。均执行 II 类标准，	跨越 1 次三岔河，1 次盐井冲河，1 次西云河。均执行 II 类标准	A2
	桥梁	设 9 座大桥（4244.72m），无涉水桥墩。	共设 7 座大桥（3522.56m），无涉水桥墩。	A2
	饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	分析	**两者均不涉及饮用水源、无涉水桥墩，A2 方案跨越河流次数较小，对水环境影响相对较小；**		
地下水	集中式饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	泉点	小白庙（龙潭）泉点	小白庙（龙潭）泉点	相当
	隧道	设置卡利长隧道（1487m），隧道上方无居民点；	设置卡利长隧道（1970m），隧道上方无居民点；	相当
	分析	**由于隧道上方均无居民点，均以隧道形式自小白庙（龙潭）泉点上游通过；虽然 A2 方案隧道较长，但两者洞口面积、掘进方式相尽，两者对区域地下水影响一致。**		
声环境和环境空气		涉及声、气环境敏感点 7 处	涉及声、气环境敏感点 6 处	A2
分析		A2 方案相比 K 方案涉及敏感点较少，两者污染源源强、排放方式，措施等均相同，从环保角度 A2 较优。		

通过分析，在地下水环境影响、水环境影响方面 K 线和 A2 线方案相当，声环境、大气环境、社会环境影响方面，均是 A2 线优于 K 线方案；基本农田占用方面，K 线优于 A2 线。综合来看，从环保角度，A2 线方案是最优的方案，推荐 A2 线方案。

综合，工程及环境方案比选，同意初设推荐线 A2 方案（A2K0+000～A2K7+530）。

7.1.3.2上土坡隧道至关沟段（K 线与 C4 线）

本段路线是本项目重点研究路段，主要围绕上土坡隧道进、出口设置位置，楚雄南互通设置位置、塔普隧道、避让基本农田及工程投资等因素，拟定了 K 线、C4 线同等深度方案定性比较。

（1）K 线（K7+240～K15+800）

路线走向：路线于上土坡村南侧设 3245m 特长隧道穿过山脊，到达十三湾刘家北侧山脊，设楚雄南互通，通过楚雄南连接线连接楚雄市东升路。出互通后，

设 1380m 长隧道穿过大山，出隧道后，路线继续向西南布设，于沿柴河水库北侧设 420m 大桥跨过山箐，来到白雨河林场。然后路线左转，在关沟东侧设 870m 大桥跨过山沟。到达关沟东南侧，本段 K 线长 8.56km。

控制点：上土坡、十三湾、沿柴河水库、关沟

（2）C4 线方案（C4K7+240～C4K16+341.9）

路线走向：路线于上土坡南侧山沟里设 2690m 长隧道穿过山脊，出隧道后，到达田房头东南侧，之后路线左转，于 C4K10+600 设楚雄南互通，通过楚雄南连接线（一级路）连接楚雄市东升路。出互通后，路线向西南布设，设预应力混凝土 T 型梁桥跨过山谷，之后沿山脊布设，设 875m 中隧道穿越山脊，出隧道后，到达沿柴河水库北侧。路线继续向南布设，设预应力混凝土 T 型梁桥跨过山沟，接上 K 线方案，C4 线长 9.102km。

控制点：上土坡、十三湾、关沟

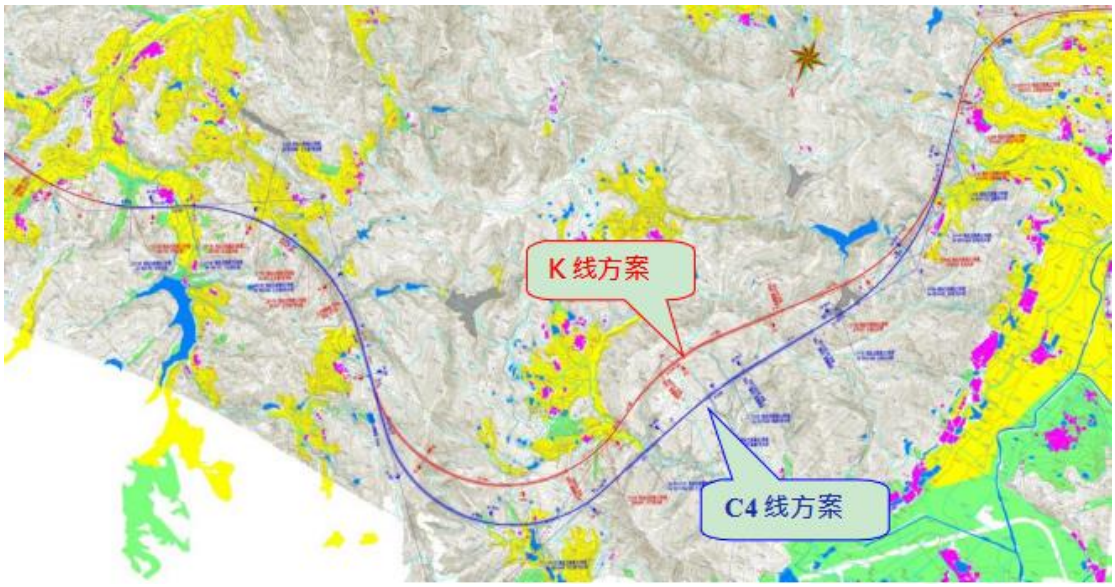


图 7.1.3-2 上土坡隧道至关沟段方案比选

（3）方案比选

表 7.1.3-5 上土坡隧道至关沟段 K 线与 C4 方案比选

主要项目		单位	K 线	C4 线	C4 线与 K 线对比	备注
路线	桩号范围		K7+240～K15+800	C4K7+240～C4K16+341.9		
	路线长度	km	8.56	8.888	0.33	K
	设计时速	km/h	80	80		/
	路基宽度	m	25.5	25.5		/
	最小半径	m/处	1340m/1	1300m/1		/

	最大纵坡	%	2.8/1	4/1		/
	占地	亩	353.29	558.32	205.03	K
	主线基本农田（连接线）	亩	0.77（16.45）	11.46（2.68）	10.69	C4
	拆迁建筑物	m^2	192.21	1104.05	911.84	K
	拆迁电力、电讯	m	8760	17709	8949	K

①建设条件对总体方案的影响：C4 线方案从地形、地质条件优于 K 线方案，有利于工程建设。

②平、纵指标及连续、均衡情况：K 线方案平面（最小圆曲线半径 1340m/1 处）、纵断面（最大纵坡 2.8%/1 处）；C4 线方案平面（最小圆曲线半径 1300m/1 处）、纵断面（4%/1 处）。K 线与 C4 线两个方案线形均连续、均衡、顺适，C4 线路线略有绕行，路线较 K 线方案增长 0.542km。K 线方案平纵指标较 C4 线方案高。

③行车安全、通行能力、服务水平的分析情况：K 线、C4 线方案行车安全、通行能力、服务水平均能达到三级服务水平。C4 线方案主流方向略有绕行，服务水平较 K 线稍差。

④公路用地、征用基本农田及拆迁情况：C4 线方案总占地面积、占用基本农田面积、拆迁电力电讯、拆迁建筑物面积均大于 K 线方案。

⑤与铁路、原有公路、农田水利、电力、电讯、重要管线(道)等的干扰情况：K 线方案与 C4 线方案与铁路、原有公路、农田水利、电力、电讯、重要管线(道)等无交叉。

⑥与规划区衔接和地方政府意见：K 线方案与 C4 线方案均未穿过规划区，经与地方政府协调，同意 K 线方案与 C4 线方案进行比选论证。

⑦环境保护：K 线方案远离城市规划区，对环境保护干扰小，C4 线靠近城区，对城区景观有一定影响。

⑧工程数量：C4 线方案路基土石方、路基防护工程、边坡防护、排水工程略大于 K 线方案，桥梁规模大于 K 线方案，隧道规模小于 K 线方案。总造价较 K 线方案低。

⑨社会效益和经济效益：K 线方案隧道规模较 C4 线方案大，且有特长隧道，后期运营维护费用高于 C4 线方案。

⑩其他：K 线方案与 C4 线方案沿线均无文物、无覆压的矿产资源，对路线

布设没有影响。

从工程方案分析，K 线方案整体优于 C4 线方案，但考虑楚雄南互通及连接线布设情况，K 线方案桥隧规模较大，投资较高；C4 线方案桥隧规模相对较低，地质条件相对较好，施工安全性较好，且楚雄南互通工程规模较小，工程投资较低；结合地方政府发展规划和交通部门意见，综合考虑，放弃 K 线方案，推荐 C4 线方案。

（4）环境方案比选

表 7.1.3-6 上土坡隧道至关沟段环境方案比选

方案指标		K 方案	C4 方案	C4 方案-K 方案
路线长度（km)		8.56	8.888	K
社会环境	拆迁	192.21m^2	1104.05m^2	K
	交通规划	走向与高速公路网规划一致	走向与高速公路网规划一致	相当
	城镇规划区	不涉及	不涉及	相当
	文物资源	影响较小；	影响较小；	相当
	分析	**C4 线方案总占地面积、占用基本农田面积、拆迁电力电讯、拆迁建筑物面积均大于 K 线方案，K 线方案较优；**		
生态环境	生态敏感目标	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	相当
	野生动植物	不占用珍稀濒危动植物的生境	不占用珍稀濒危动植物的生境	相当
	植被类型	相似	相似	相当
	生态红线	不涉及	不涉及	相当
	基本农田（亩）	0.77	11.46	K
	占地（亩）	353.29	558.32	K
	分析	**K 线 C4 线均不涉及生态敏感区，不占用珍稀濒危动植物的生境，新增水土流失等差别不大，K 线占地较 C4 线少，对生态环境影响相对较小；**		
地表水	河流	跨越 1 次大坡河，1 次白雨河，1 次铃铃小河。均执行 IV 类标准	跨越 1 次大坡河，1 次铃铃小河。均执行 IV 类标准	C4
	桥梁	设 6 座大桥（3167.48m），无涉水桥墩。	共设 12 座大桥（4482.88m），无涉水桥墩。	C4
	饮用水源	弯腰柳水库事实饮用水源左侧径流区；沿柴河水库事实饮用水源右侧径流区；	沿柴河水库事实饮用水源右侧径流区；	C4

	分析	**C4 线跨越河流次数较少，仅涉及沿柴河水库事实事实饮用水源，且 C4 线距水库距离优于 K 线，从环保角度 C4 较优。**		
地下水	集中式饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	泉点	不涉及	不涉及	相当
	隧道	设置上土坡特长隧道（3245m），沿柴河长隧道（1380）隧道上方无居民点；	设置上土坡隧道（2715m），隧道上方无居民点；	C4
	分析	由于隧道上方均无居民点，虽然 K 线方案隧道规模较 C4 线方案大，且有特长隧道，但两者洞口面积、掘进方式相尽，两者对区域地下水影响一致。		
声环境和环境空气		涉及声、气环境敏感点 4 处	涉及声、气环境敏感点 3 处	C4
分析		C4 方案相比 K 方案涉及敏感点较少，两者污染源源强、排放方式，措施等均相同，从环保角度 C4 较优。		

通过分析，在地下水环境影响方面 K 线和 C4 线方案相当，声环境、地表水环境方面，C4 线优于 K 线方案；社会环境、生态环境影响方面，K 线优于 C4 线。综合来看，从环保角度，主线 K 线方案较优，但结合楚雄南互通及连接线布设，C4 方案从生态环境基本农田占用方面整体优于 K 方案，故推荐 C4 线方案。

综合，工程及环境方案比选，同意初设推荐线 C4 方案（C4K7+240～C4K16+341.9），但本次评价要求施工图设计阶段从占地、拆迁等方面进一步优化 C4 线方案。

7.1.3.3上各邑至朱家村段（K 线与 D 线）

本段主要围绕避让马金河水库大坝、谢烟双线 110KV 高压及减少基本农田占用三个因素，拟定了 D 线同等深度比选方案。

（1）K 线方案（K15+800～K20+400）

路线走向：路线从上各邑东侧右转，顺半山布设，设钢混组合梁桥跨越山沟，从马金河水库大坝下游通过，路线向西布设，沿山脊布设，于 K18+600 设大马军互通，通过大马军连接线（二级路，路基宽 12m）连接楚雄市东升路。出互通后，路线继续向西沿山脊布设，下穿 S218 后，到达朱家村附近。

控制点：上各邑、马金河水库、大余节、大拦河水库、朱家村

（2）D 线方案（DK15+800～DK20+393.033）

路线走向：路线于上各邑东侧右转，沿山脊布设，路线右转，设预应力混凝土 T 型梁桥跨过山沟，沿马金河水库大坝下游通过。路线向西沿山脊布设，到达

大余节北侧。于 DK18+800 设大马军互通，通过大马军连接线（二级路，路基宽 12m）连接楚雄市东升路。出互通后，路线继续向西，沿山脊布设，于大拦河水库北侧接上 K 线方案。

控制点：上各邑、邓家冲、马军坝水库、大余节、大拦河水库

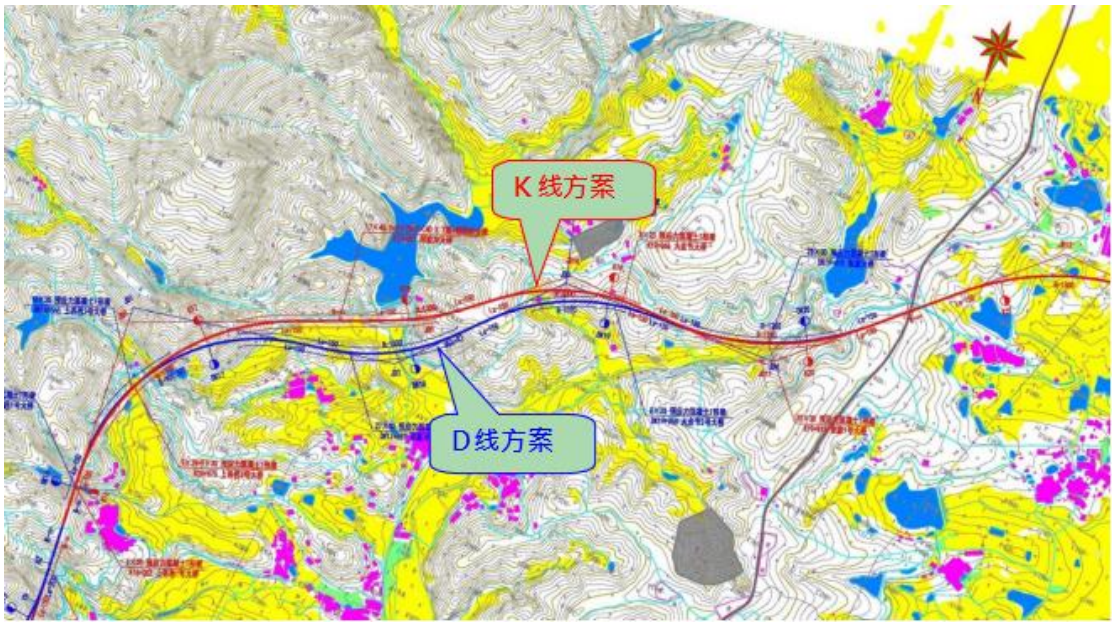


图 7.1.3-3 上各邑至朱家村段方案比选

（3）方案比选

表 7.1.3-7 上各邑至朱家村 K 线与 D 线方案比选

主要项目		单位	K 线	D 线	D 线与 K 线对比	备注
路线	桩号范围		K15+800～K20+400	DK15+800～DK20+393		
	路线长度	km	4.6	4.593	-0.01	D
	设计时速	km/h	80	80		/
	路基宽度	m	25.5	25.5		/
	最小半径	m/处	1000m/1	901.321m/2		/
	最大纵坡	%	2.7/1	2.7/1		/
	占地	亩	344.36	361.19	16.83	K
	基本农田	亩	18.27	32.16	13.89	K
	拆迁建筑物	m^2	921.92	532.92	-389	D
	拆迁电力、电讯	m	45957	43069	-2888	D

①建设条件对总体方案的影响：K 线方案与 D 线方案地形、地质条件相差不大，对路线布设影响不大。

②平、纵指标及连续、均衡情况：K 线方案平面（最小圆曲线半径 1000m/1

处）、纵断面（最大纵坡 2.7%/1 处）；D 线方案平面（最小圆曲线半径 901.321m/1 处）、纵断面（最大纵坡 2.7%/1 处）。K 线与 D 线两个方案线形均连续、均衡、顺适，D 线方案较 K 线方案缩短 0.007km。K 线方案平纵指标较 D 线方案略高。

③行车安全、通行能力、服务水平的分析情况：K 线、D 线方案行车安全、通行能力、服务水平均能达到三级服务水平。

④公路用地、征用基本农田及拆迁情况：D 线方案总占地面积、占用基本农田面积大于 K 线方案，但拆迁建筑物面积及拆迁电力电讯小于 K 线方案。

⑤与铁路、原有公路、农田水利、电力、电讯、重要管线(道)等的干扰情况：K 线方案与 D 线方案与铁路、原有公路、农田水利、电力、电讯、重要管线(道)等无交叉。

⑥与规划区衔接和地方政府意见：K 线方案与 D 线方案均未穿过规划区，经与地方政府协调，同意 K 线方案与 D 线方案进行比选论证。

⑦环境保护：K 线方案靠近马金河水库大坝，对水库大坝有影响；D 线方案远离马金河水库大坝，对环境影响较小。

⑧工程数量：D 线方案路基土石方数量、边皮防护及排水工程大于 K 线方案，路基防护工程小于 K 线方案，桥梁规模较 K 线方案略大。总造价相差不大。

⑨社会效益和经济效益：K 线方案与 D 线方案后期运营维护费用相当。

⑩其他：K 线方案与 D 线方案沿线均无文物、无覆压的矿产资源，对路线布设没有影响。

从工程方案分析，K 线方案与 D 线方案两个方案工程投资、桥梁规模等相差不大，但经征求楚雄市水务部门意见，K 线方案局马金河水库距离较近，对马金河水库大坝影响较大，后期安全隐患较大。经综合比选，为了保证马金河水库大坝的安全，本段推荐采用 D 线方案。

（4）环境方案比选

表 7.1.3-8 上各邑至朱家村环境方案比选

方案指标		K 方案	D 方案	D 方案-K 方案
路线长度（km）		4.6	4.593	D
社会	拆迁	921.92m^2	532.92m^2	K
	交通规划	走向与高速公路网规划一致	走向与高速公路网规划一致	相当
	城镇规划	不涉及	不涉及	D

环境	区			
	文物资源	影响较小；	影响较小；	相当
	分析	**D 线方案线路长度、拆迁建筑物面积及拆迁电力电讯小于 K 线方案，而 K 线方案总占地面积、基本农田占用确较优，总体看影响相当。**		
生态环境	生态敏感目标	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	相当
	野生动植物	不占用珍稀濒危动植物的生境	不占用珍稀濒危动植物的生境	相当
	植被类型	相似	相似	相当
	生态红线	不涉及	不涉及	相当
	基本农田（亩）	18.27	32.16	K 线
	占地（亩）	921.92	532.92	K 线
	分析	**K 线 D 线均不涉及生态敏感区，不占用珍稀濒危动植物的生境，新增水土流失等差别不大，K 线占地及基本农田较 D 线少，综合看 K 线对生态环境影响相对较小；**		
地表水	河流	跨越 1 次大兴坝水库下游小河，1 次马金河水库，2 次倮倮冲小河，1 次大拦河坝下游小河。均执行 IV 类标准	2 次倮倮冲小河，1 次大拦河坝下游小河。均执行 IV 类标准	D
	桥梁	设 9 座大桥（4600.64m），无涉水桥墩。	共设 6 座大桥（2496.48m），无涉水桥墩。	D
	饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	分析	**两方案均不涉及饮用水源，D 线跨越河流次数较少，且不涉及马金河水库大坝及库区，综合比较 D 线较优。**		
地下水	集中式饮用水源	无	无	相当
	泉点	上各邑水井	上各邑水井	相当
	隧道	无	无	相当
	分析	**两者均涉及上各邑村水井，均以桥梁形式自上各邑水井上游通过；综合看两者差别不大**		
声环境和环境空气		涉及声、气环境敏感点 3 处	涉及声、气环境敏感点 3 处	相当
分析		D 方案相比 K 方案涉及敏感点相同，两者污染源源强、排放方式，措施等均相同，从环保角度两者差别不大。		

通过分析，在地下水环境影响、声环境、大气环境、社会环境影响影响方面 K 线和 D 线方案相当；生态环境影响方面，K 线优于 D 线；但从水环境影响方面，经过征求楚雄市水务部门意见，K 线方案对马金河水库大坝影响较大，D 线

经过调整拉开了与马金河水库距离，优于 K 线方案；综合来看，从环保角度，D 线方案较优，本段推荐采用 D 线方案。

综合，工程及环境方案比选，同意初设推荐线 D 方案（DK15+800～DK20+393.）。

7.1.3.4大余节至宝山屯段（K 线与 E 线）

本段围绕避让鑫宝沙场、养殖场及苗圃，拟定了 E 线方案。

（1）K 线方案（K18+366.958～K21+900）

路线走向：路线于大余节北侧向西沿山脊布设，于鑫宝沙场北部边缘设预应力混凝土 T 型梁桥跨过山沟后向西布设，下穿 S218 后到达宝山屯北侧。

控制点：大余节、化官屯、宝山屯。

（2）E 线方案（EK18+366.958～EK22+117.963）

路线走向：路线于马金河水库西侧向南，沿大余节西侧山脊布设，到达化官屯北侧，路线右转向西布设，下穿 S218 后，经宝山屯北侧，接上 K 线方案。

控制点：大余节、化官屯、宝山屯。

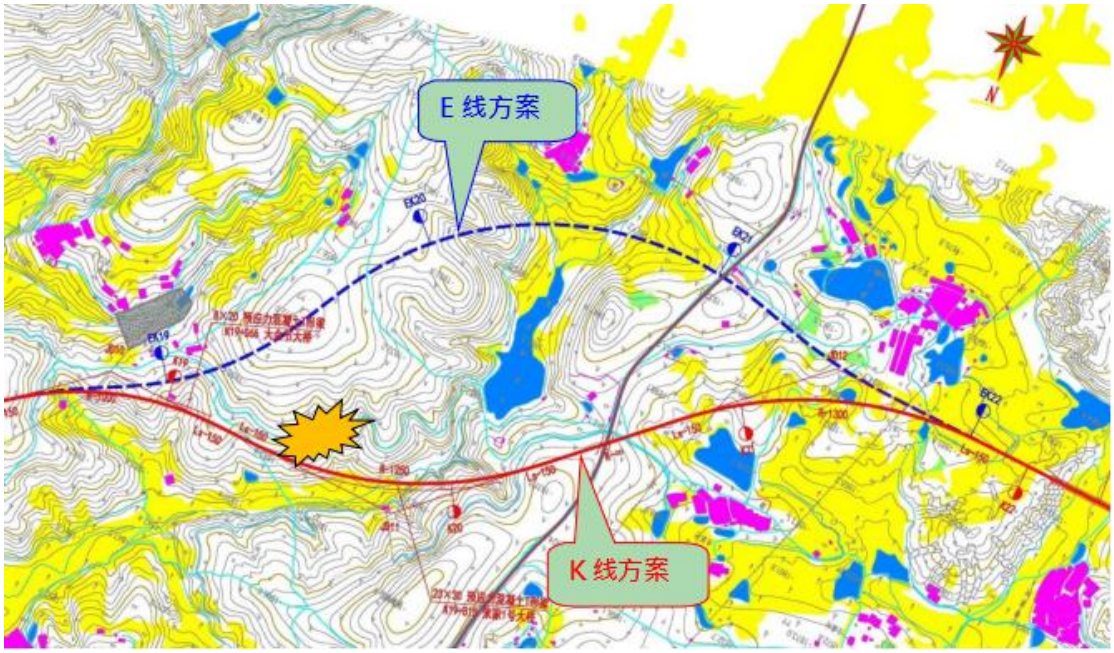


图 7.1.3-4 大余节至宝山屯段方案比选

（3）工程方案比选

表 7.1.3-9 大余节至宝山屯 K 线与 E 线方案比选

主要项目		单位	K 线	E 线	E 线与 K 线对比	备注
路线	桩号范围		K18+366.958～	EK18+366.958～		

			K21+900	EK22+117.963		
	路线长度	km	3.533	3.751	0.22	K
	设计时速	km/h	80	80		/
	路基宽度	m	25.5	25.5		/
	最小半径	m/处	1000/2	1019.7/1		/
	最大纵坡	%	2.7/1	4/1		/
	占地	亩	207.46	346.49	139.03	K
	基本农田	亩	80.75	73.58	-7.17	E
	拆迁建筑物	m2	1613.69	20689.68	19075.99	K
	拆迁电力、电讯	m	27699	33909	6210	K
	矿产压覆	个	1		E	

①建设条件对总体方案的影响：K 线方案与 E 线方案地质、地形条件相差不大，对路线布设影响不大。

②平、纵指标及连续、均衡情况：K 线方案平面（最小平曲线半径 1000m/2 处）、纵断面最大纵坡 2.7%/1 处）；E 线方案平面（最小平曲线半径 1019.7m/1 处）、纵断面（最大纵坡 4%/1 处）。K 线与 E 线两个方案线形均连续、均衡、顺适，E 线方案较 K 线方案增长 0.218km。K 线方案平纵指标较 E 线方案高。

③行车安全、通行能力、服务水平的分析情况：K 线、E 线方案行车安全、通行能力、服务水平均能达到三级服务水平。E 线方案主流方向略有绕行，服务水平较 K 线稍差。

④公路用地、征用基本农田及拆迁情况：E 线方案总占地面积、拆迁建筑物及拆迁电力电讯大于 K 线方案，占用基本农田面积略小于 K 线。

⑤与铁路、原有公路、农田水利、电力、电讯、重要管线(道)等的干扰情况：K 线方案与 D 线方案与铁路、原有公路、农田水利、电力、电讯、重要管线(道)等无交叉。

⑥与规划区衔接和地方政府意见：K 线方案与 E 线方案均未穿过规划区，经与地方政府协调，同意 K 线方案与 E 线方案进行比选论证。

⑦环境保护：K 线方案从大拦河水库下游过，对环境影响较小；E 线方案纵大拦河水库上游经过，对环境有一定影响。

⑧工程数量：E 线方案路基土石方数量、边坡防护、路基防护及排水工程数量均大于 K 线方案，桥梁规模大于 K 线方案，造价大于 K 线方案。

⑨社会效益和经济效益：K 线方案与 E 线方案后期运营维护费用相当。

⑩其他：K 线方案与 E 线方案沿线均无文物、无覆压的矿产资源，对路线布设没有影响。

综上，从工程方案分析，K 线方案与 D 线方案两个方案工程投资、桥梁规模等相差不大，平纵技术指标相当；但 E 线方案虽然避开鑫宝山砂场范围，但是，路线里程较 K 线方案增长 0.22km，且路线方案位于大拦河水库上游，位于水库径流区，经征求楚雄市水务部门意见，建议路线从水库下游通过；且 K 方案概算总投资略低于 E 方案，通过各方面综合比选，本段推荐采用 K 线方案。

（4）环境方案比选

表 7.1.3-10 大余节至宝山屯环境方案比选

方案指标		K 方案	E 方案	E 方案-K 方案
路线长度（km)		3.533	3.751	K
社会环境	拆迁	1613.69m^2	20689.68m^2	K
	交通规划	走向与高速公路网规划一致	走向与高速公路网规划一致	相当
	城镇规划区	不涉及	不涉及	相当
	文物资源	影响较小；	影响较小；	相当
	分析	**E 方案虽然可有效避免占用鑫宝山砂场范围，但 E 线方案路线较长，拆迁量大，总占地面积、拆迁建筑物及拆迁电力电讯大于 K 线方案，综合比较 K 线较优；**		
生态环境	生态敏感目标	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	相当
	野生动植物	不占用珍稀濒危动植物的生境	不占用珍稀濒危动植物的生境	相当
	植被类型	相似	相似	相当
	生态红线	不涉及	不涉及	相当
	基本农田（亩）	80.75	73.58	E
	占地（亩）	207.46	346.49	K
	分析	K 线 E 线均不涉及生态敏感区，不占用珍稀濒危动植物的生境，新增水土流失等差别不大，E 线占地较多，但占用基本农田面积略小于 K 线，综合来看对生态环境影响相当；		
地表	河流	跨越 1 次大拦河水库下游农灌渠。	跨越 1 次大拦河水库上游小河及径流区，均执行 IV 类标准	K

水	桥梁	设 4 座大桥（2034.32m），无涉水桥墩。	共设 6 座大桥（2836.48m），无涉水桥墩。	K
	饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	分析	两者跨越河流次数相当，均不涉及饮用水源，但 E 线方案自水库上游径流区穿过，综合比较 K 线较优；		
地下水	集中式饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	泉点	无	无	相当
	隧道	无	无	相当
	分析	两者均不涉及地下水影响		
声环境和环境空气		涉及声、气环境敏感点 2 处	涉及声、气环境敏感点 3 处	K 方案
分析		E 方案相比 K 方案涉及敏感点较多，两者污染源源强、排放方式，措施等均相同，从环保角度 K 较优。		

通过分析，在地下水环境、生态影响方面 K 线和 E 线方案相当；地表水环境、声环境、大气环境、社会环境影响方面 K 线优于 E 线；且经过征求楚雄市水务部门意见，E 线方案位于大拦河水库上游，位于水库径流区，K 线则是由水库下游经过，优于 E 线方案；综合来看，从环保角度，K 线方案较优，本段推荐采用 K 线方案。

综合，工程及环境方案比选，同意初设推荐线 K 方案（K18+366.958～K21+900）。

7.1.4主线局部路线方案比选（施工图设计）

7.1.4.1起点段云甸枢纽互通方案比选

（1）初设方案：初设云甸互通 A 匝、C 匝和 G56 杭瑞高速处于同一位置交叉，桥梁规模偏大，同时，A 匝指标偏高，挖方边坡较大，用地规模大。

（2）施工图方案：施工图阶段对杭瑞高速进行了详测，确保项目与既有云甸互通衔接顺适；优化了 A 匝道平面线型，采用迂回式设计，增大了与既有云甸互通净距，减少了合流鼻端右侧挖方，减少了用地规模。

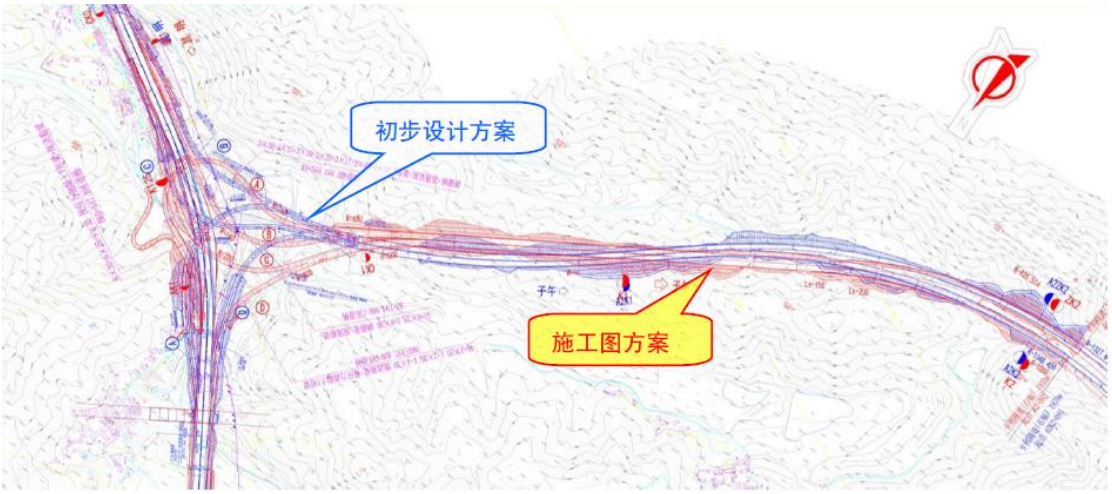


图 7.1.4-1 起点段云甸枢纽互通路线比选图

（3）工程方案比选

表 7.1.4-1 起点段云甸枢纽互通路线优化对比表

序号	项目	单位	初设方案	施设方案	施设-初设
1	路线长度	Km	4.593	5.1	0.507
2	挖方	$1000m^3$	1352.614	913.003	-439.611
3	填方	$1000m^3$	18.854	93.538	74.684
4	桥梁	m/座	1668.64/8	4410/10	-129.02

（4）环境比选

表 7.1.4-2 起点段云甸枢纽互通环境方案比选

方案指标		初设方案	施设方案	初设方案-施设方案
路线长度（km)		4.593	5.1	初设
社会环境	交通规划	走向与高速公路网规划一致	走向与高速公路网规划一致	相当
	城镇规划区	不涉及	不涉及	相当
	文物资源	影响较小；	影响较小；	相当
	分析	**施设方案虽然路线较长，但挖方量小，填方量大，有效的减少弃土的产生，综合比较施设线较优；**		
生态环境	生态敏感目标	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	相当
	野生动植物	不占用珍稀濒危动植物的生境	不占用珍稀濒危动植物的生境	相当
	植被类型	相似	相似	相当
	生态红线	不涉及	不涉及	相当
	基本农田（亩）	3.075	3.121	施设

	占地（亩）	179.683	185.075	初设
	分析	初设线、施设线均不涉及生态敏感区，不占用珍稀濒危动植物的生境，新增水土流失等差别不大，施设线占地较多，但占用基本农田面积略小于初设线，**综合来看对生态环境影响相当；**		
地表水	河流	无跨越，与阿家河伴行	无跨越，与阿家河伴行	相当
	桥梁	无涉水桥墩	无涉水桥墩	相当
	饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	分析	两者均跨越打苴河，均不涉及饮用水源，**综合来看对地表水影响相当；**		
地下水	集中式饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	泉点	无	无	相当
	隧道	无	无	相当
	分析	两者均不涉及地下水影响		
声环境和环境空气		涉及声、气环境敏感点 2 处	涉及声、气环境敏感点 1 处	施设
分析		初设方案相比施设方案涉及敏感点较多，两者污染源源强、排放方式，措施等均相同，**从环保角度施设线较优。**		

从表中可以看出：施设线占地虽较大，但弃渣量较初设线少，施设线与初设线均不涉及生态敏感区与水源保护区，均不跨越河流，均不涉及地下水影响，但施设线敏感点较少，对环境空气及声环境影响均相对较小，因此，环评同意施设的推荐方案。

7.1.4.2下土坡大桥至上土坡隧道进口段（K5+000～K7+500）路线方案比选

（1）初设路线：咨询审查报告提出，A2K5+450 附近，路线从下土坡边缘通过，建议路线适当右移，以避免拆迁。

（2）施工图路线：在初设路线基础上适当向右偏移，减少拆迁、降低挖方边坡高度和桥梁长度。

图 7.1.4-2 下土坡大桥至上土坡隧道进口段路线比选图

（3）工程方案比选

表 7.1.4-3 下土坡大桥至上土坡隧道进口段路线优化对比表

序号	项目	单位	初设方案	施设方案	施设-初设
1	路线长度	Km	2.54	2.5	-0.04
2	挖方	$1000m^3$	671.702	708.452	36.75
3	填方	$1000m^3$	51.335	156.028	104.693
4	桥梁	m/座	1938.24/3	1732.16/3	-206.08

（4）环境比选

表 7.1.4-4 下土坡大桥至上土坡隧道进口段路线环境方案比选

方案指标		初设方案	施设方案	初设方案-施设方案
路线长度（km)		2.54	2.5	施设
社会环境	交通规划	走向与高速公路网规划一致	走向与高速公路网规划一致	相当
	城镇规划区	不涉及	不涉及	相当
	文物资源	影响较小；	影响较小；	相当
	分析	**施设方案路线较短，弃方量小，综合比较施设线较优；**		
生态环境	生态敏感目标	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	相当
	野生动植物	不占用珍稀濒危动植物的生境	不占用珍稀濒危动植物的生境	相当
	植被类型	相似	相似	相当
	生态红线	不涉及	不涉及	相当
	基本农田（亩）	5.81	5.43	施设
	占地	99.06	97.5	施设

	（亩）			
	分析	初设线、施设线均不涉及生态敏感区，不占用珍稀濒危动植物的生境，新增水土流失等差别不大，初设线占地较多，占用基本农田面积略大于施设线，综合来看施**设线对生态环境影响施设线较小**；		
地表水	河流	跨越打苴河 1 次	跨越打苴河 1 次	相当
	桥梁	无涉水桥墩	无涉水桥墩	相当
	饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	分析	两者跨越河流次数相当，均不涉及饮用水源，**综合来看对地表水影响相当；**		
地下水	集中式饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	泉点	无	无	相当
	隧道	无	无	相当
	分析	两者均不涉及地下水影响		
声环境和环境空气		涉及声、气环境敏感点 1 处	涉及声、气环境敏感点 1 处	相当
分析		施设方案相比初设方案涉及敏感点相当，两者污染源源强、排放方式，措施等均相同，**从环保角度两条线路相当**。		

从表中可以看出：施设线占地及弃渣量较初设线少，施设线与初设线均不涉及生态敏感区与水源保护区，均跨越河流一次，均不涉及地下水影响，环境空寂及声环境敏感点相当，因此，环评同意施设的推荐方案。

7.1.4.3上各邑至大余节段（K15+000～K21+300）路线比选

（1）初设路线：K15 至 K16+800 段挖方较大，高边坡数量较多，同时，邓家冲特大桥桥梁规模较大，基本农田占用大。

（2）施工图路线：在初设路线基础上适当向右偏移，减少高边坡防护面积和路基土石方数量，优化了特大桥，避让减少基本农田占用。

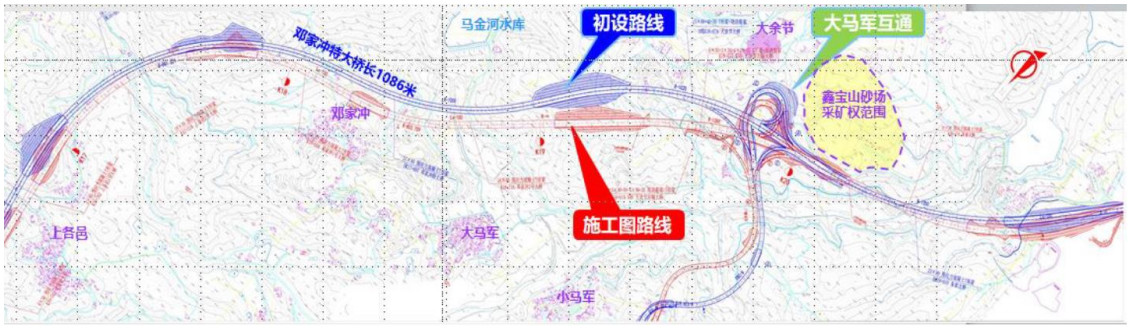


图 7.1.4-3 上各邑至大余节段路线比选图

（3）工程方案比选

表 7.1.4-5 上各邑至大余节段路线优化对比表

序号	项目	单位	初设方案	施设方案	施设-初设

1	路线长度	Km	4.593	5.1	0.507
2	挖方	$1000m^3$	1352.614	913.003	-439.611
3	填方	$1000m^3$	18.854	93.538	104.693
4	桥梁	m/座	4668.64/8	4410.6/10	-129.02

（4）环境比选

表 7.1.4-6 上各邑至大余节段路线环境方案比选

方案指标		初设方案	施设方案	初设方案-施设方案
路线长度（km)		4.593	5.1	初设
社会环境	交通规划	走向与高速公路网规划一致	走向与高速公路网规划一致	相当
	城镇规划区	不涉及	不涉及	相当
	文物资源	影响较小；	影响较小；	相当
	分析	**施设方案虽然路线较长，但挖方量小，填方量大，有效的减少弃土的产生，综合比较施设线较优；**		
生态环境	生态敏感目标	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	评价区无国家和云南省级重点保护野生动植物分布	相当
	野生动植物	不占用珍稀濒危动植物的生境	不占用珍稀濒危动植物的生境	相当
	植被类型	相似	相似	相当
	生态红线	不涉及	不涉及	相当
	基本农田（亩）	14.3	12.6	施设
	占地（亩）	180.5	191.9	初设
	分析	初设线、施设线均不涉及生态敏感区，不占用珍稀濒危动植物的生境，新增水土流失等差别不大，施设线占地较多，但占用基本农田面积略小于初设线，**综合来看对生态环境影响相当；**		
地表水	河流	跨越河流 4 次	跨越河流 3 次	施设
	水库	距离马金河水库 65m	距离马金河水库 279m	施设
	桥梁	无涉水桥墩	无涉水桥墩	相当
	饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	分析	施设线跨越河流次数较初设线少，且距离马金河水库较远，均不涉及饮用水源，**综合来看对地表水影响施设线较少；**		
地下水	集中式饮用水源	不涉及	不涉及	相当
	泉点	无	无	相当
	隧道	无	无	相当
	分析	两者均不涉及地下水影响		
声环境和环境		涉及声、气环境敏感点 3 处	涉及声、气环境敏感点 2 处	施设

空气			
分析	初设方案相比施设方案涉及敏感点较多，两者污染源源强、排放方式，措施等均相同，**从环保角度施设线较优。**		

从表中可以看出：施设线占地虽较大，但弃渣量较初设线少，施设线与初设线均不涉及生态敏感区与水源保护区，是施设线跨越河流次数较初设线少，且距离马金河水库较远，均不涉及地下水影响，施设线敏感点较少，对环境空气及声环境影响均相对较小，因此，环评同意施设的推荐方案。

7.1.5方案比选结论

2016 年 2 月云南省公路工程监理咨询公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程可行性研究报告》，可研阶段公路主线最终确定推荐线为 $K_{工可}$线方案（$K_{工可}$0+000~$K_{工可}$28+300）；2020 年 10 月楚雄州交通运输局另行委托中交远洲交通科技集团有限公司编制《楚雄市东南绕城高速公路两阶段初步设计》,《初步设计》在可研推荐 $K_{工可}$主线方案基础上，拟定 $K_{初设}$A2、$K_{初设}$C4、$K_{初设}$D、$K_{初设}$E 等局部路段方案与可研 $K_{工可}$线方案进行对应路段局部方案比选，经过对 $K_{工可}$线、$K_{初设}$A2 线、$K_{初设}$C4 线、$K_{初设}$D 线、$K_{初设}$E 线从工程、环境、社会经济等方面因素的综合比选，（$K_{初设}$A2+$K_{初设}$C4+$K_{初设}$D+$K_{工可}$局线）优于相应路段的其他局部比选方案，最终《初步设计》主线推荐 $K_{初设}$方案由 $K_{初设}$A2 局部线：A2K0+000~A2K7+530（=C4K7+240）、$K_{初设}$C4 局部线：C4K7+240~C4K16+341（=DK15+800）、$K_{初设}$D 局部线：DK15+800~DK20+393（=$K_{工可}$20+400）、$K_{工可}$局部线：K20+400~K27+200 等四个局部分段组成，初设推荐主线方案全长 28.025km。2023 年 1 月中交远洲交通科技集团有限公司编制《楚雄市东南绕城高速公路两阶段施工图设计》，在初步设计主线方案基础上，对起点段云甸枢纽互通、下土坡大桥至上土坡隧道进口段（K5+000～K7+500）、上各邑至大余节段（K15+000～K21+300）路线进行了优化。经过环境分析比选，本环境影响评价报告同意采用施工图设计推荐的方案。

7.2 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号），楚雄东南绕城高速公路工程建设项目属于《产业结构调整

指导目录（2024 年本）》鼓励类中第二十四大项“公路交通网络建设”中第 1 小项“国家高速公路网项目建设”。因此，项目的建设符合现行产业政策。

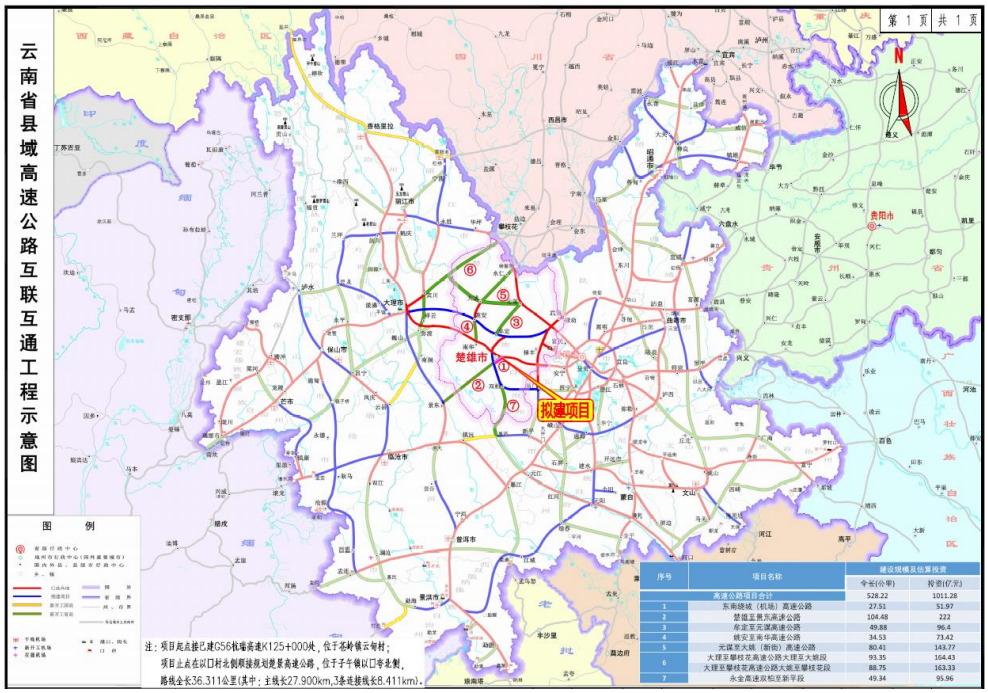
7.3 与相关规划协调性分析

7.3.1与相关路网规划的符合性及协调性分析

7.3.1.1与《云南省道网规划修编（2016 年～2030 年）修编》及其环评审查意见的相符性分析

（一）与《云南省道网规划（2016-2030 年）修编》符合性分析

根据《云南省道网规划（2016-2030 年）修编》，“道网规划”确定建设“五纵五横一边两环二十联”高速公路网，实现云南与周边国家和省（市、区）多路连通，昆明到州市可当日往返，州市间当日到达，125 个县、市、区高速公路通达，滇中城市群内外交通互联互通，沿边高速公路贯通，重要枢纽和重要产业区高速公路连接；高速公路网布局方案规划总里程 14500km。项目属于《云南省县域高速公路“互通互联”工程实施方案》中的一项，是楚雄州东南部快速通道环绕城市区域的高速公路；可强化区域干线公路网衔接，构建立体公路网；本项目符合云南省路网规划要求，符合《云南省道网规划（2016-2030 年）修编》中的相关要求。



序号	项目名称	建设规模及估算投资	
		全长(公里)	投资(亿元)
高速公路项目合计		528.22	1011.28
1	东南绕城（机场）高速公路	27.51	51.97
2	楚雄至凤东高速公路	104.48	222
3	牟定至元谋高速公路	49.88	96.4
4	姚安至南华高速公路	34.53	73.42
5	元谋至大姚（新街）高速公路	80.41	143.77
6	大理至攀枝花高速公路大姚至大姚段	93.35	164.43
7	大理至攀枝花高速公路大姚至攀枝花段	88.75	163.33
	永金高速双柏至新平段	49.34	95.96

图 7.3.1-1 拟建项目在云南省县域高速公路互联互通工程位置示意图

（二）与《云南省道网规划修编（2016-2030 年）环境影响报告书》符合性分析

1、规划环评相关内容摘录

根据《云南省道网规划修编（2016~2030 年）环境影响报告书》：第 16.7.1 小节，建议对涉及敏感区的线路进行优化调整，尽量避让环境敏感区，严禁新建高速公路直接从地表穿越自然保护区核心区和缓冲区、风景名胜区核心景区、饮用水水源保护区一级保护区、国家公园严格保护区、国家地质公园地质遗迹特级和一级保护区等环境敏感区。鉴于目前法律法规中并无明确条文禁止公路以隧道形式穿越自然保护区核心区和缓冲区，对于涉及自然保护区核心区和缓冲区的高速公路、普通省道项目，经过深入论证后无法避让敏感区的，应提前开展环境影响调查，充分调查所涉及敏感区的主要保护对象、存在的生态环境问题，可采取调整开发时序、增加桥隧比、优化技术指标等方式切实降低对敏感区的影响。

2、符合性分析

本项目由于受拟建楚雄机场及在建的 G8012 弥楚高速建设地的影响，主线 K27+459.056～K27+900、匝道 E2：E2K0+000～E2K0+207.394、匝道 A2：A2K0+475.907～A2K0+683.418、匝道 B2：B2K0+000～B2K0+255.325、子午连接线 LZK1+494.616～LZK1+537.933 无法避让楚雄紫溪山风景名胜区，从楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区北侧边缘穿过，沿线无景点分布。据此，楚雄州交通运输局委托云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。

（三）与规划环评审查意见的符合性

根据《云南省环境保护厅关于“云南省道网规划修编（2016~2030 年）环境影响报告书”审查意见》（云环函〔2018〕239 号），符合性见表 8.3.1-1，与《云南省道规划修编（2016 年~2030 年）环境影响报告》及审查意见相符合。

表 7.3.1-1 公路与《云南省道网规划修编（2016-2030 年）环境影响报告书》审查意见符合性分析

云南省道网规划修编（2016-2030 年）环境影响报告书审查意见	符合性分析

1、坚持生态优先、绿色公路理念。进一步充实《规划》的生态定位，突出“生态公路”相关要求和规划理念，将环境保护作为《规划》实施的硬性约束。针对我省生态系统脆弱敏感问题，从维护生态系统完整性和生态功能、格局稳定的角度，加强生态空间保护，将生态环境保护和生态环境修复作为《规划》的重要组成部分，进一步优化《规划》方案。	符合，工程初步设计重视生态环境保护，边坡生态恢复采用挖穴点播喷播绿化+营养袋绿化+挂网喷射厚层有机基材绿化和液压喷播绿化，公路隔离带及两侧种植花草树木，对沿线停车区、立交区、隧道洞口等区域进行生态恢复；经过噪声超标路段设置声屏障和隔声窗。
2、树立底线思维与红线意识，严格遵守法律法规底线和生态保护红线，全面落实《规划》实施可能涉及的自然保护区、风景名胜区、世界遗产地、地质公园、森林公园、国家公园、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区等环境敏感区的保护要求，结合云南省生态保护红线划定情况，统筹保护好水陆域自然生态空间。对优先保护、重点保护的环境敏感区、生态保护地，应优先采取避让措施；对重要保护动植物，应针对物种的保护需求，采取相应的保护措施；对重要生态功能区、生物多样性保护优先区等重要生态保护区域，《规划》实施时应尽量减少对主导生态功能的影响，努力促进主导生态功能的恢复；对公路建设涉及的水土流失严重区域、石漠化区域进行治理修复；对相关区域、水域实施有针对性的生态恢复、污染防治、水土保持等对策措施。	符合，本项目由于受拟建楚雄机场及在建的G8012 弥楚高速建设地的影响，无法完全避让楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区，受区域植被的影响，无法完全避让生态保护红线，本项目不涉及自然保护区、地质公园、森林公园、国家公园、水产种质资源保护区等环境敏感区；对于路线避让不开的主线 K27+459.056～K27+900、匝道 E2：E2K0+000～E2K0+207.394、匝道 A2：A2K0+475.907～A2K0+683.418、匝道 B2：B2K0+000～B2K0+255.325、子午连接线 LZK1+494.616～LZK1+537.933，位于楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区的边缘（一般景区），云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》；项目永久工程不涉及生态保护红线，项目不在生态红线范围内设置临时占地。此外，本环评论述了项目对周边生态环境、地表水环境、地下水环境、环境空气、声环境及环境风险等方面的影响，施工时建设单位将严格控制高速公路建设扰动强度，优化建设方案，同时本环评也提出了各项环境保护对策措施，以预防和减轻项目实施可能产生的不利环境影响，并减少对周边生态环境的影响。
3、进一步优化涉及环境敏感目标的线路方案。按照“避让优先，严格控制”原则，确保与自然保护区等环境敏感区保护要求相协调。对于涉及环境敏感区的隔界河至德钦、德钦至香格里拉等公路和可能对亚洲象等重点保护物种造成较大影响的普洱至江城、绿	符合。项目已主线 K27+459.056～K27+900、匝道 E2：E2K0+000～E2K0+207.394、匝道 A2：A2K0+475.907～A2K0+683.418、匝道 B2：B2K0+000～B2K0+255.325、子午连接线 LZK1+494.616～LZK1+537.933 穿越楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区的边缘（一般

春至江城至勐醒等公路，应结合环境敏感区分布情况、动植物重要生境及通道分布情况，进一步明确需要优化和调整的路段，统筹考虑采取避让、隧洞穿越、区域生境恢复等措施，减缓对区域生态环境的不利影响。项目建设前应在充分调查和跟踪评价的基础上，论证隧洞穿越特殊环境敏感区的可行性，维护区域生态系统功能，并开展长期的生态环境跟踪监测。临时辅助设施应尽量避让环境敏感区。	景区），本项目已按照求编制《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。同时本次环评提出了生态环境跟踪监测。环评提出了临时工程不得占用风景名胜区及生态红线等区域。
4、路线勘察设计阶段要深入论证路线走向与地表水体的相互关系。对于可能涉及饮用水源保护区的泸水至片马、界头腾冲等公路，必须避让一级保护区，并尽可能避让二级保护区，经论证后确实无法避让二级保护区的，须采用桥涵跨越方式，设置桥面径流收集系统，减小对地表水体的影响。线路应尽量绕避 I 类、II 类敏感水体，无法绕避的，要尽可能减少涉水施工，减小对水体的扰动，并做好上部构筑物的防撞和雨污水收集、沉淀、处理工作，完善事故应急设施，确保水环境安全。	符合，项目不涉及饮用水水源保护区一级、二级保护区。项目涉及 II 类敏感水体的路段仅为云甸互通（阿家河）、卡利大桥（小箐河）、下土坡大桥（打苴河）、上土坡大桥（樟木箐）不设置涉水桥墩，尽量减小了对水体的扰动，同时设置了路桥面径流收集系统和事故池，防治环境风险事故对水体的污染。项目跨水体及伴行河流路段采取了相应的环境保护措施。
5、公路规划布线应充分考虑地质危害影响，尽量避开地质灾害危险区。规划路线在确有较大扰动的区域，应优化技术指标，降低对生态环境的影响程度。	符合，本项目已避开地质灾害危险区，已详细列出了环境保护措施和生态补偿措施。
6、高度重视公路项目突发环境风险事故。编制公路项目突发环境事件应急预案，识别主要环境风险源，确定环境保护目标，分析风险源事故环境影响，建立预警机制，明确组织机构、人员配置、应急原则和应急措施，确保突发环境事件能够得到及时妥善处置，减少事故对环境安全的影响。	符合，本项目已对可能发生的环境风险进行了详细的分析与评价。
7、注重与其他行业规划之间的相互协调，进一步加强与铁路、机场、管道、航运等的协调。注意耕地资源、文化遗产和文物资源的保护，避让城镇规划中的居住区、疗养区等功能区。通过科学选线，实现通道资源的高效利用，加快构建资源节约型、环境友好型的现代综合交通体系。	符合，项目取得了楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见，避开了城镇规划中的居住区、疗养区等功能区，项目不涉及文化遗产和文物资源。
8、加强省道网综合管理。综合考虑工程建设条件、环境敏感程度、社会需求等相关因素，合理安排规划项目建设时序。建议将隔	符合，已严格列好保护措施、施工期环境监理计划和环境监测计划、运营期环境监测计划。

界河至德钦、德钦至香格里拉高速公路安排在规划中长期实施。统筹和落实环境敏感区、动植物栖息地生境保护，建立健全敏感项目水环境、生态环境等监测体系，根据动态监测情况，落实和完善环境保护对策措施。	
9、在《规划》实施过程中，适时开展环境影响跟踪评价。《规划》修编时应重新开展环境影响评价工作。	符合，本项目后期实施过程中，应按相关法规和相关要求实施。
10、《规划》所包含的建设项目在开展环境影响评价时，应重点调查沿线环境敏感区域分布变化情况，结合生态空间保护与管控要求，在落实生态保护、治理、修复方案基础上，深入论证选址布局方案的环境合理性，以及项目建设可能产生的声环境、水环境、生态环境影响和对环境敏感区的影响，制定切实可行的环境保护对策措施，预防和减轻项目实施可能产生的不利环境影响。	符合，本项目已对项目的选址选线进行深入分析，对项目建设可能产生的声环境、水环境、生态环境影响和对环境敏感区影响进行深入详细的分析，并制定了切实可行的环境保护对策措施，预防和减轻项目实施可能产生的不利环境影响。

综上所述，项目严格遵守法律法规底线和生态保护红线，已尽量避让生态红线和沿线各环境敏感区，对涉及的敏感区路段提出针对性的环境保护措施要求及建议，故本项目的实施与《云南省道网规划修编（2016-2030 年）环境影响报告书》审查意见相符。

7.3.1.2与《云南省高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年）及其环评审查意见的相符性分析

（一）与《云南省高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年）》相符性分析

《云南省高速公路网中长期布局（2016-2030）规划》提出“五纵五横一边两环二十联”高速公路网布局方案，综合考虑路线走廊带范围的社会发展需求、城镇规划、基本农田规划、环境影响、自然资源状况与开发利用计划等，确定了项目起止点、主要控制点以及与之相平行、交叉等项目的衔接关系，规划总里程 14500 公里，目前，已建成高速公路 4005 公里，"十三五”期间，实施高速公路项目 74 项，里程 6690 公里，中长期剩余路段约 36 项，里程约 3800 公里。

“五纵”：

1.威信（谢家凹）—镇雄—宣威—沾益—麒麟—师宗—罗平—丘北—砚山—文山—麻栗坡—天保；

2.水富—大关—昭阳—会泽—寻甸—嵩明—石林—弥勒—开远—蒙自—河口；

3.永仁—元谋—武定—富民—晋宁—红塔—峨山—墨江—江城—勐康；

4.隔界河—香格里拉—玉龙—大理—巍山—南涧—景东—镇沅—宁洱—景洪—勐腊—磨憨；

5.泸水—隆阳—昌宁—凤庆—云县—临翔—双江—澜沧—勐海—打洛。

“五横”：

1.镇雄（二龙关）—彝良—昭阳—鲁甸—金阳—西昌—香格里拉；

2.宣威（普立）—会泽—巧家—攀枝花—华坪—永胜—古城—玉龙—剑川—兰坪—云龙—泸水—片马；

3.胜境关—富源—沾益—武定—禄丰—牟定—姚安—大理—隆阳—腾冲—猴桥；

4.江底—罗平—师宗—石林—宜良—昆明—安宁—楚雄—巍山—昌宁—施甸—龙陵—瑞丽；

5.罗村口—富宁—砚山—文山—蒙自—建水— 石屏—墨江—镇沅—临翔—清水河。

“一边”：

沿边高速公路，泸水～腾冲～梁河～盈江～陇川～瑞丽～畹町～龙镇桥～镇康～清水河～耿马～沧源～西盟～孟连～勐海～景洪～勐醒～江城～绿春～元阳～蔓耗～河口～马关～西畴～富宁。

“ 两环”：

1、（指昆明绕城环线）嵩明～宜良～澄江～晋宁～安宁～乌龟山～嵩明；2、滇中城市群环线：麒麟～陆良～泸西～弥勒～华宁～通海～峨山～易门～双柏～**楚雄**～牟定～禄丰～武定～禄劝～寻甸～沾益～麒麟。

“二十联”：1、串丝～绥江；2、永善～大关～彝良～筠连(含威信～珙县)；3、富源～兴义；4、罗平～西林～广南～西畴；5、功山～巧家；6、昆明～呈贡～石林～泸西～丘北～广南～富宁～那坡；7、锁龙寺～文山市～马关(含平远街～砚山)；8、蒙自～屏边；9、曲靖～呈贡～通海～建水～元阳(含三宝～清水)；10、皎平渡～武定～易门～晋宁(含昆明～禄丰、昆明～倘甸)；11、永仁～大姚～双

柏～元江～元阳～金平～金水河(含元谋～牟定)；12、鹤庆～上关；13、泸沽湖～永胜～宾川～南涧～云县(含宾川～鹤庆～剑川)；14、大开门～镇沅；15、墨江～思茅～澜沧～勐阿(含思茅～江城)；16、勐腊～勐满口岸(含勐远～关累港)；17、攀枝花～大理～云龙(含祥云～大理)；18、云龙～永平～施甸～永德～勐简；19、峨山～石屏～红河；20、梁河～芒市。

楚雄市东南绕城高速公路正是“两环”中的滇中城市群环线，有利于沟通滇中城市经济圈高速公路网，因此，项目符合《云南省高速公路网中长期布局规划（2016—2030 年）》。

（二）与《云南省高速公路网中长期布局规划（2016—2030 年）环境影响报告书》的相符性分析

1、规划环评相关内容摘录

2017 年 5 月 3 日，云南省环境保护厅以《关于<云南省高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年））环境影响报告书>的审查意见》（云环函〔2017〕133 号）对《云南省高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年）环境影响报告书》进行了批复。

根据该报告书评价认为，云南省高速公路网中长期布局规划提出的规划项目建设规模合理，与相关规划基本协调，不存在重大资源环境制约因素，通过采取优先避让敏感区、加强管理以及各类工程防护措施等手段，不会引发重大环境问题，具备一定的环境合理性。根据分析，规划建设的高速公路涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区等环境敏感区。建议对涉及敏感区的线路进行优化调整，避让环境敏感区，严禁高速公路建设直接穿越自然保护区核心区和缓冲区、风景名胜区核心景区、饮用水水源保护区一级保护区、国家公园严格保护区、国家地质公园地质遗迹特级和一级保护区等环境敏感区。

2、规划环评符合性分析

项目设计选线阶段已尽量避让沿线各环境敏感区，环评阶段，经收集沿线环境敏感区规划资料和项目施工图设计路线进行比对，本项目主线 K27+459.056～K27+900、匝道 E2：E2K0+000～E2K0+207.394、匝道 A2：A2K0+475.907～A2K0+683.418、匝道 B2：B2K0+000～B2K0+255.325、子午连接线 LZK1+494.616～LZK1+537.933 无法避让的穿越楚雄紫溪山风景名胜区子午向

天坟片区的边缘（一般景区）。云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。同时本次环评提出了生态环境跟踪监测。

综上所述，综上所述，本项目的实施与《云南省高速公路网中长期布局（2016-2030 年）规划环境影响报告书》的相关要求相符。

（三）与规划环评审查意见符合性分析

本项目与关于<云南省高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年）环境影响报告书>的审查意见》符合性分析详见表 7.3.1-2。

表 7.3.1-2《云南省高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年）环境影响报告书》审查意见符合性分析

云南省高速公路网中长期布局规划（2016-2030 年）环境影响报告书审查意见	符合性分析
1、坚持生态优先，树立底线思维和红线意识。针对我省生态系统脆弱敏感问题，从维护自然生态系统完整性和生态功能、格局稳定的角度，加强生态空间保护，将生态环境保护和生态环境修复作为优先任务，优化《规划》方案。全面落实《规划》实施可能涉及的自然保护区、风景名胜区、世界遗产地、地质公园、森林公园、国家公园、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区等环境敏感区的保护要求，结合我省生态保护红线划定情况，统筹保护好水陆域生态空间。对优先保护、重点保护的环境敏感区、生态保护地，应优先采取避让措施；对重要保护动植物，应针对物种的保护需求，采取相应的保护措施；对重要生态功能区、生物多样性保护优先区等面积较大的重要生态保护区域，公路网规划实施时应尽量减少对主导生态功能的影响，促进生态功能的恢复；对高速公路建设涉及的水土流失严重区域、石漠化区域进行治理修复；对相关区域、水域实施有针对性的生态恢复、污染防治、水土保持等对策措施。	符合，本项目由于受拟建楚雄机场及在建的 G8012 弥楚高速建设地的影响，无法完全避让楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区，施工图设计阶段，工程对子午互通立交进一步优化，工程在风景区内的占地面积为 3.51hm²，较初设推荐方案的 3.78hm²，减小了 0.27hm²；受区域植被的影响，无法完全避让生态保护红线；本项目不涉及自然保护区、地质公园、森林公园、国家公园、水产种质资源保护区等环境敏感区；对于路线避让不开的主线 K27+459.056～K27+900、匝道 E2：E2K0+000～E2K0+207.394、匝道 A2：A2K0+475.907～A2K0+683.418、匝道 B2：B2K0+000～B2K0+255.325、子午连接线 LZK1+494.616～LZK1+537.933，位于楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区的边缘（一般景区），云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》；项目永久工程不涉及生态保护红线，项目不在生态红线范围内设置临时占地。此外，本环评论述了项目对周边生态环境、地表水环境、地下

	水环境、环境空气、声环境及环境风险等方面的影响，施工时建设单位将严格控制高速公路建设扰动强度，优化建设方案，同时本环评也提出了各项环境保护对策措施，以预防和减轻项目实施可能产生的不利环境影响，并减少对周边生态环境的影响。
2、严格控制高速公路建设扰动强度。根据《报告书》分析预测结论，部分高速公路需要调整及优化，应结合环境敏感区分布情况、动植物重要生境及通道分布情况，进一步明确优化和调整的路段，统筹考虑优化避让、隧洞穿越、区域生境恢复等措施。项目建设前期应根据建设时序，在充分调查论证、跟踪评价基础上，进一步论证隧洞穿越特殊环境敏感区的可靠性，维护区域生态系统功能，并进行长期的生态环境跟踪监测。临时辅助设施原则上应避让环境敏感区。	符合，本项目由于受拟建楚雄机场及在建的G8012 弥楚高速建设地的影响，无法完全避让楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区，施工图设计阶段，工程对子午互通立交进一步优化，工程在风景区内的占地面积为3.51hm²，较初设推荐方案的 3.78hm²，减小了 0.27hm²；受区域植被的影响，无法完全避让生态保护红线；环评提出了临时工程不得占用风景名胜区、生态红线等环境敏感区。
3、在路线勘察设计阶段要深入论证路线走向与地表水的相互关系。在跨越河流、湖泊等水体时，尽量采用桥涵跨越方式，减小对地表水体的影响。尽量绕避 I 类、II 类敏感水体，对于无法绕避的，要尽可能减少涉水施工，减少对水体的扰动，并做好上部构筑物的防撞和雨污水的收集、沉淀、处理工作，完善事故应急措施，确保水环境安全。	符合，项目不涉及饮用水水源保护区一级、二级保护区。项目涉及 II 类敏感水体的路段仅为云甸互通（阿家河）、卡利大桥（小箐河）、下土坡大桥（打苴河）、上土坡大桥（樟木箐）不设置涉水桥墩，尽量减小了对水体的扰动，同时设置了路桥面径流收集系统和事故池，防治环境风险事故对水体的污染。项目跨水体及伴行河流路段采取了相应的环境保护措施。
4、公路规划布线应充分考虑地质危害影响，尽量避开地质灾害危险区。规划路线在确有较大扰动的区域，应优化技术指标，降低对生态及环境的影响程度。	符合，本项目已避开地质灾害危险区，已详细列出了环境保护措施和生态补偿措施。
5、高度重视高速公路突发环境风险，编制高速公路项目突发环境应急预案，识别主要环境风险源，确定环境保护目标，分析风险源事故环境影响，建立预警机制，确定组织机构、人员配置、应急原则和应急措施，使规划高速公路突发环境事件时能够得到合理的控制和处置，减少事故对环境安全的影响。	符合，本项目已对可能发生的环境风险进行了详细的分析与评价。
6、注重与其他行业规划之间的相互协调，进一步加强与铁路、机场、管道、航运等的协调。注意耕地资源、文化遗产和文物资源的保护，避让城镇规划中的居住区、疗养区等功能区。通过科学选线，实现通道资源的高效利用，加快构建资源节约型、环境友好型的现代综合交	符合，项目取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》；避开了城镇规划中的居住区、疗养区等功能区，项目不涉及文化遗产和文物资源。

通体系。	
7、在《规划》实施过程中，适时开展环境影响跟踪评价。《规划》修编时应重新开展环境影响评价工作。	符合，本项目后期实施过程中，应按相关法规和相关要求实施。
8、《规划》所包含的建设项目在开展环境影响评价时，应重点调查沿线环境敏感区域分布变化情况，结合生态空间保护与管控要求，在落实生态保护、治理、修复方案基础上，深入论证选址布局方案的环境合理性，以及项目建设可能产生的声环境、水环境、生态环境影响和对环境敏感区的影响，制定切实可行的环境保护对策措施，预防和减轻项目实施可能产生的不利环境影响。	符合，本项目已对项目的选址选线进行深入分析，对项目建设可能产生的声环境、水环境、生态环境影响和对环境敏感区影响进行深入详细的分析，并制定了切实可行的环境保护对策措施，预防和减轻项目实施可能产生的不利环境影响。

综上所述，本项目的实施与《云南省高速公路网中长期布局（2016-2030 年）规划环境影响报告书》审查意见相关要求相符。

7.3.1.3与《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》的相符性分析

（一）与《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》相符性分析

规划目标：要着力发挥交通运输在构建现代化产业体系上的独特优势，短期内让交通运输成为有效支撑经济平稳运行、推动经济实现国际国内双循环的重要推力，中长期为云南构建现代化产业体系、推动经济高质量发展提供支撑、当好先行、做好服务。

“十四五”期，立足全省综合交通运输发展现状，聚焦综合交通发展主要矛盾，锚定 2035 年远景目标，加快交通强省建设。到 2025 年，交通强省建设迈出坚实步伐，安全、便捷、高效、绿色、经济的现代化综合交通运输体系进一步完善，高品质的快速网、高效率的干线网、广覆盖的基础网、多层级的综合交通枢纽体系建设取得显著成效，多层次交通网络布局更加完善，面向南亚东南亚辐射中心的交通运输支撑保障能力大幅提升。

规划方案：综合交通投资规模力争达到 1.3 万亿元以上，实体线网总里程达到 36 万公里。铁路营运里程力争达到 6000 公里（高铁里程 1600 公里），建成和在建铁路里程力争达到 8000 公里。公路总里程达到 35 万公里，高速公路建成通车总里程确保达到 1.3 万公里、力争达到 1.5 万公里，新改建普通国省道 3000 公里，新改建农村公路 6 万公里。改善航道里程 1000 公里、航道总里程达到 5300 公里，新增内河港口泊位 60 个。在建及运营运输机场总数量达到 20 个。等级结

构更加优化。铁路电气化率达到 80%以上，高铁动车运营里程占比达到 60%。普通国道二级及以上比例达到 70%，普通省道三级及以上比例达到 50%。三级及以上航道里程达到 500 公里以上，1000 吨级及以上港口生产性泊位达到 16 个。服务覆盖更加广泛。

规划实施：作为最高层次的海陆空综合交通运输网络，综合立体交通网的形态、规模、结构和功能等将在一定的历史时期内决定云南交通运输发展的基本格局。构建现代化高质量的综合立体交通网，是云南建设交通强国省域示范区的内在要求，是努力缩小与全国平均发展水平差距的必然选择，是全面建设中国特色社会主义现代化的客观需要。

表 7.3.1-3“十四五”云南综合交通发展规划主要指标

领域	指标		2020 年	2025 年	属性
设施网络	1	投资规模（万亿）	1.15	1.3 以上	预期性
	2	铁路营运里程（公里）	4233	6000	预期性
	3	公路网总里程（万公里）	29.2	35	预期性
	4	水运航道里程（公里）	5108	5300	预期性
	5	运输机场数量（个）	15	20	预期性
	6	高铁里程（公里）	1105	1600	预期性
	7	高速公路里程（公里）	9000	15000	预期性
	8	普通国道二级及以上占比（%）	58.9	70	预期性
	9	高速公路对县级节点覆盖率（%）	85.3	98.4	预期性
	10	通三级公路的乡镇比例（%）	52	65	约束性
	11	30 户以上自然村通畅率（%）	46.9	65	约束性
	12	行政村（社区）快递服务通达率（%）	38	100	约束性
运输服务	13	铁路电气化率（%）	72.1	80	预期性
	14	高速公路优等路率 MQI（%）	90 以上	90 以上	约束性
	15	普通国道优良路率 MQI（%）	80	85 以上	约束性
	16	普通省道优良路率 MQI（%）	70	80 以上	预期性
	17	农村公路优良中等路率 MQI（%）	80 以上	85 以上	预期性
	18	枢纽机场航班正常率（%）	92	95 以上	预期性
	19	民航旅客吞吐量（万人次）	4991.8	10000 以上	预期性
	20	民航货邮吞吐量（万吨）	36.9	50 以上	预期性
转型发展	21	二级及以上汽车客运站和定制客运线路电子客票覆盖率（%）	——	99、80	预期性
	22	营运车船单位运输周转量二氧化碳（CO_2）排放较 2020 年下降率（%）	——	5.0	预期性
	23	营运船舶单位运输周转量二氧化碳（CO_2）排放较 2020 年下降率（%）	——	3.4	预期性
	24	重点港口码头岸电配套设施覆盖率（%）	75	100	约束性
	25	城市公交、出租汽车（含网约车）、城市物流配送领域新能源汽车占比（%）	——	72、35、20	预期性
	26	道路运输较大及以上等级行车事故万车死亡人数下降率（%）	——	12	预期性
	27	交通运输政务服务事项一网通办率（%）	——	90 以上	预期性

根据《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》，本项目属于“十四五”规划高速公路建设项目。本项目已纳入云南省“十四五”综合交通运输发展规划云南省“十四五”规划高速公路建设项目表，属于“十四五”期省内地方高速公路重点项目之一，同时也是县域高速公路“互联互通”工程项目 70 个建设项目之一。

（二）地方高速公路项目（101 个）		7075
1. 县域高速公路“互联互通”工程项目 70 个（云办通（2020）19 号文）		5137
1	大姚—永仁	57
2	紫红坝—大寨	10
3	新平—戛洒	30
4	勐腊—勐满	49
5	勐远—关累港	46
6	澜沧—孟连（勐阿）	93
7	芒市—梁河	75
8	宾川—南涧	97
9	鹤庆—宾川	65
10	链子桥—勐糯	15
11	振太—景谷	52
12	丘北—砚山	44
13	那洒—西畴—兴街	65
14	长水—双龙	10
15	楚雄市东南绕城	30
16	镇雄以勒—七星关林口	25
17	青龙咀—水田新区	11
18	昭阳西环高速	29
19	峨山—石屏—红河	125
20	易门—晋宁	45
21	会泽—巧家	49
22	孟连—勐海	100
23	瑞丽—弄岛	30
24	大理—攀枝花	144

注：以上内容摘至《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》附表 2.6-9

综上所述，楚雄市东南绕城高速公路项目符合《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》。

（二）与《云南省“十四五”综合交通运输发展规划环境影响报告书》环境影响报告书》的相符性分析

1、规划环评相关内容摘录

2017 年 5 月 3 日，云南省环境保护厅以《云南省环境保护厅关于“云南省“十四五”综合交通运输发展规划环境影响报告书”审查意见的函》（云环函〔2022〕175 号）对《云南省“十四五”综合交通运输发展规划环境影响报告书》进行了批复。

根据该报告书提出的环境敏感保护区对策和措施：（1）规划项目涉及环境敏

感区的原则：禁止直接穿越、占用自然保护区核心区与缓冲区、风景名胜区的核心景区、饮用水水源地一级保护区、国家公园严格保护区、地质公园地质遗迹特级和一级保护区等；限制穿越自然保护区实验区、世界自然与文化遗产、风景名胜区核心景区以外的其他范围、水产种质资源保护区、饮用水水源地二级保护区、森林公园、地质公园内地质遗迹二级和三级保护区、国家公园严格保护区以外的其他范围、重要湿地、湿地公园、原始天然林、珍稀濒危野生动植物集中分布区、文物保护单位保护范围、居民集中居住区等。如实在无法避让法律允许建设的环境敏感区域，可通过采取有效措施，合理安排施工工艺和施工组织，加强污染防治和监督管理，将规划项目建设对生态环境敏感区域造成的负面影响降低到最小。

（2）规划项目临时、辅助设施选址原则：取土场、弃渣场和采石场等施工临时设施和储存爆炸性、易燃性等物品的设施不得选址在以上环境敏感区，限制使用生态区位重要、生态脆弱地区的林地和天然林以及单位面积蓄积量高的林地等区域；高速公路服务区、收费站和养护管理站等辅助设施的选址不得涉及自然保护区、风景名胜区的核心及一级景区、世界自然与文化遗产地、水产种质资源保护区、饮用水水源地保护区、森林公园、地质公园、国家公园、重要湿地、湿地公园、原始天然林、珍稀濒危野生动植物集中分布区。

2、规划环评符合性分析

项目施工图设计选线阶段已尽量避让沿线各环境敏感区，环评阶段，经收集沿线环境敏感区规划资料和项目施工图设计路线进行比对，本项目主线K27+459.056～K27+900、匝道 E2：E2K0+000～E2K0+207.394、匝道 A2：A2K0+475.907～A2K0+683.418、匝道 B2：B2K0+000～B2K0+255.325、子午连接线 LZK1+494.616～LZK1+537.933 无法避让的穿越楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区的边缘（一般景区）。云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，根据报告，施工图设计阶段，工程对子午互通立交进一步优化，工程在风景区内的占地面积为 3.51hm²，较初设推荐方案的 3.78hm²，减小了 0.27hm²。该报告取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。同时本次环评提出了生态环境跟踪监测。

综上所述，综上所述，本项目的实施与《云南省“十四五”综合交通运输发

展规划环境影响报告书》的相关要求相符。

（三）与规划环评审查意见符合性分析

根据《云南省环境保护厅关于“云南省“十四五”综合交通运输发展规划环境影响报告书”审查意见的函》（云环函〔2022〕175 号），符合性见表 7.3.1-1，与《云南省“十四五”综合交通运输发展规划环境影响报告书》审查意见相符合。

表 7.3.1-4 公路与《云南省“十四五”综合交通运输发展规划环境影响报告书》审查意见符合性分析

云南省“十四五”综合交通运输发展规划环境影响报告书审查意见	符合性分析
(一)加强规划引导，坚持生态优先、绿色发展理念。根据云南省的环境特点和战略定位，结合区域生态系统保护和环境质量改善要求，合理确定选址选线。加强与国民经济与社会发展规划、国土空间规划、生态保护红线评估调整、自然保护地整合优化等的协调和衔接。	符合，本项目已避开地质灾害危险区，已详细列出了环境保护措施和生态补偿措施。已对项目的选址选线进行深入分析，对项目建设可能产生的声环境、水环境、生态环境影响和对环境敏感区影响进行深入详细的分析，并制定了切实可行的环境保护对策措施，预防和减轻项目实施可能产生的不利环境影响。
(二)树立底线思维和红线意识。严格遵守法律法规底线和生态保护红线。全面落实《规划》实施可能涉及的生态保护红线、国家公园、自然保护区、世界遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区等环境敏感区保护要求，以及“三线一单”管控要求，结合生态保护红线评估调整、自然保护地整合优化情况，统筹保护好水陆域自然生态空间。对涉及生态保护红线和各类法定自然保护地的项目，应合理安排交通布局，优化选址选线，优先采取主动避让措施;确实无法避让的，应进行选址唯一性和环境影响可行性论证，采取隧道、桥梁等穿越方式，尽可能减少对生态环境的扰动;对重点保护野生动植物，应针对物种保护需求，采取相应的保护措施;对重要生态功能区域、生物多样性保护优先区等重要生态保护区域，规划实施时应尽量减少对主导生态功能的影响，促进生态功能的恢复;对相关区域、水域实施有针对性的生态恢复、污染防治等对策措施。禁止在自然保护区、生态保护红线	符合，本项目由于受拟建楚雄机场及在建的 G8012 弥楚高速建设地的影响，无法完全避让楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区，施工图设计阶段，工程对子午互通立交进一步优化，工程在风景区内的占地面积为 3.51hm²，较初设推荐方案的 3.78hm²，减小了 0.27hm²；受区域植被的影响，无法完全避让生态保护红线；本项目不涉及自然保护区、地质公园、森林公园、国家公园、水产种质资源保护区等环境敏感区；对于路线避让不开的主线 K27+459.056～K27+900、匝道 E2：E2K0+000～E2K0+207.394、匝道 A2：A2K0+475.907～A2K0+683.418、匝道 B2：B2K0+000～B2K0+255.325、子午连接线 LZK1+494.616～LZK1+537.933，位于楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区的边缘（一般景区），云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》；项目永久工程不涉及生态保护红线，项目不在生态红线范围内设置临时占地。此外，本环评论述了项目对周边生态环境、地表水环

等环境敏感区范围内设置取弃土场、弃渣场、施工营地等临时工程。落实《报告书》关于环境敏感区的保护要求、生态环境影响减缓对策和措施。	境、地下水环境、环境空气、声环境及环境风险等方面的影响，施工时建设单位将严格控制高速公路建设扰动强度，优化建设方案，同时本环评也提出了各项环境保护对策措施，以预防和减轻项目实施可能产生的不利环境影响，并减少对周边生态环境的影响。
(三)进一步优化涉及环境敏感目标的选址选线，确保与自然保护区等环境敏感区的保护要求相协调。对于涉及环境敏感区以及对旗舰物种等重点保护物种可能造成较大影响的交通项目，应结合区域环境敏感区分布情况、动植物重要生境及通道分布情况，进一步明确需要优化和调整的路段，统筹考虑采取避让、隧洞穿越、桥梁跨越、区域生境恢复等措施。在项目建设前期应根据建设时序，在充分调查论证、跟踪评价基础上，论证保护措施的可行性，维护区域生态系统功能，并进行生态环境跟踪监测与评价。对其他规划交通应结合生态调查进一步论证，减缓对区域生态环境的不利影响。	符合，对于路线避让不开的楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区，建设单位委托第三方编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。专同时本次环评提出了生态环境跟踪监测。环评提出了临时工程不得占用风景名胜区及饮用水源保护区、生态红线等环境敏感区。
(四)落实绿色交通理念及相关技术要求，规划项目在设计、施工、运营各阶段应落实振动和噪声防治措施。对振动和声环境敏感区造成较大影响的规划项目，应尽量优化路线走向、工程布局，采用以工程主动降噪减振手段为主的防控措施。同时，优化临时工程选址，减轻规划建设项目对周边环境敏感目标的影响。	符合，本环评论述了项目对周边声环境的影响，施工时建设单位将严格控制高速公路建设扰动强度，优化建设方案，同时本环评也提出了声环境保护对策措施，以预防和减轻项目实施可能产生的不利环境影响，并减少对周边声环境的影响。环评提出了临时工程不得占用风景名胜区、饮用水源保护区、生态红线等环境敏感区。
(五)在交通项目勘察设计阶段要认真论证路线走向、工程布局与地表水和地下水的相互关系。项目建设应特别重视对饮用水水源保护区的保护，严格落实《水污染防治法》等法律法规规定。隧道工程应重点关注对地下水疏干的影响，采取措施防止工程建设对地下水补给、径流、排泄等造成重大不利影响。	项目不涉及饮用水水源保护区一级、二级保护区。项目涉及 II 类敏感水体的路段仅为云甸互通（阿家河）、卡利大桥（小箐河）、下土坡大桥（打苴河）、上土坡大桥（樟木箐）不设置涉水桥墩，尽量减小了对水体的扰动，同时设置了路桥面径流收集系统和事故池，防治环境风险事故对水体的污染。项目跨水体及伴行河流路段采取了相应的环境保护措施。本次评价对隧道工程下游地下水进行了调查，本项目建设不会造成对地下水补给、径流、排泄等造成重大不利影响。
(六)加强环境风险防范和应急管理，规	本项目已对可能发生的环境风险进行了详细的

划项目实施过程中应编制突发环境事件应急预案，识别主要环境风险源，确定环境保护目标，分析风险源事故环境影响，建立预警机制，落实应急设施、物资和经费，加强环境应急能力保障建设，减少突发环境事件的发生。	分析与评价。
(七)注重与其他规划之间的相互协调。通过科学选址选线，实现交通资源的高效利用，加快构建资源节约型、环境友好型的现代综合交通运输体系。	符合，本评价对本项目与相关规划协调性进行了分析，项目实施符合《云南省道网规划修编（2016 年～2030 年）》、《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》、《云南省高速公路网中长期布局（2016-2030）线位控制性规划》《云南省县域高速公路“互联互通”工程实施方案》等相关规划，为了减缓对生态环境的不利影响，进行了大量的环境影响论证分析工作。
(八)加强规划实施及实施后环境管理，建立环境质量跟踪监测与评价体系，保持区域环境质量稳定。在《规划》实施过程中，适时开展环境影响跟踪评价，《规划》修编时应重新开展环境影响评价工作。	符合，本项目后期实施过程中，应按相关法规和相关要求实施。

7.3.1.4与《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》的相符性分析

1、《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》简介

《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》提出巩固提升综合交通枢纽地位，着力打造北上成渝经济圈和京津冀、南下中南半岛、西接孟中印缅经济走廊、东接长三角和粤港澳大湾区的西部陆海新通道楚雄枢纽，着力打造滇中轨道上的楚雄，着力打造滇中高速公路网上的楚雄，加快形成县县互通的高速公路网，推进“四好农村路”建设，做好昆楚大丽高铁和楚雄民用机场 4F 等级改造项目前期工作，确保楚雄民用机场 4C 建成通航，构建内畅外通、网络完善、运行高效的综合交通网，建设交通强州。

建设高速公路网上的楚雄。构建“五纵五横”的高速公路网，实现高速公路互联互通、全面成网，覆盖全州城镇空间和产业空间。加快州域内高速公路与滇中城市的互联互通、成网成环，贯通滇中“三圈层网络化”的区域性综合交通运输网络体系，畅通大滇西旅游环线，连接“丝绸之路经济带”国际大通道；全面完成县域高速“能通全通”收尾，实施县域高速“互联互通”工程，全力推进昆楚大复线、玉溪至楚雄、永仁至大姚、楚雄市东南绕城、楚雄至景东、牟定至元

谋、双柏至新平、姚安至南华、大理至攀枝花、元谋至大姚、武定至禄丰至双柏等高速公路建设，抓好华坪至永仁、南华至南涧等高速公路前期工作。本项目属于楚雄州“十四五”高速公路规划项目。

专栏一 “十四五”高速公路规划项目
一、继续实施“十三五”结转项目3项，需投资518.6亿元
1.G5621昆明(岷山)至楚雄(广通)段“十三五”累计完成批复概算的98.53%，预计2021年通车； 2.G5621楚雄(广通)至大理段“十三五”累计完成批复概算的72.54%，预计2022年通车； 3.G8012弥楚高速玉溪至楚雄段“十三五”累计完成批复概算的67.34%，预计2022年通车。
二、计划项目9项，规划里程617公里，匡算总投资1270亿元
1.永仁至大姚高速公路：规划里程63公里，匡算投资93亿元； 2.楚雄至景东高速公路：规划里程78公里，匡算投资198亿元； 3.楚雄市东南绕城高速公路：规划里程28公里，匡算投资59亿元； 4.牟定至元谋高速公路：规划里程49公里，匡算投资118亿元； 5.姚安至南华高速公路：规划里程33公里，匡算投资72亿元； 6.元谋至大姚(新街)高速公路：规划里程80公里，匡算投资158亿元； 7.双柏至元江(戛洒)高速公路：规划里程46公里，匡算投资90亿元； 8.大理至攀枝花高速公路：规划里程120公里，匡算投资266亿元； 9.武定至禄丰至双柏高速公路：规划里程120公里，匡算投资216亿元。

表2 楚雄州“十四五”高速公路规划项目表

序号	项目名称	规划里程(公里)	匡算投资(亿元)	计划开工时间	前期工作进展
一、续建项目					
1	楚雄（广通）至大理	113.6	255.8	已开工	已完成
2	弥楚高速玉溪至楚雄段	87.5	148.2	已开工	已完成
3	昆明（岷山）至楚雄（广通）	66.5	114.6	已开工	已完成
小计		267.6	518.6		
二、计划项目					
1	永仁至大姚	63	93	2020年	设计完成
2	牟定至元谋	49	118	2021年	工可
3	大理至攀枝花	120	266	2021年	工可
4	双柏至元江(夏洒)	46	90	2022年	工可
5	姚安至南华	33	72	2022年	工可
6	楚雄市东南绕城	28	59	2020年	工可
7	楚雄至景东	78	198	2021年	工可
8	元谋至大姚(新街)	80	158	2022年	工可
9	武定至禄丰至双柏	120	216	2025年	工可
小计		617	1270		
二、规划研究项目					

综上所述，楚雄市东南绕城高速公路项目符合《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》。

7.3.2与“三线一单”相符性分析

7.3.2.1《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》的符合性分析

根据《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（云政发〔2020〕29 号）全省划分为 1164 个生态环境管控单元，分为优先保护、重点管控和一般管控 3 类，明确总体管控和分类管控要求，制定各类管控单元生态环境准入清单，实施差别化生态环境管控措施。

优先保护单元：生态保护红线优先保护单元按照国家生态保护红线有关要求进行管控；一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定；涉及占用一般生态空间的开发活动应符合法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。

重点管控单元：分为开发区及工业集中区重点管控单元、城镇生活污染重点管控单元、土壤污染重点管控单元、农业面源污染重点管控单元、矿产资源重点管控单元及大气环境布局敏感、弱扩散重点管控单元 6 类，分别提出管控要求。

一般管控单元：落实生态环境保护基本要求，项目建设和运行应满足产业准入、总量控制、排放标准等管理规定。

本项目为高速公路建设项目，涉及优先保护单元中的一般生态空间、重点管控单元及和一般管控单元，不属于其中禁止或限制建设的项目。具体分析内容详见表 7.3.2-1。

表 7.3.2-1　拟建项目与《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》符合性分析一览表

项目	云政发【2020】29 号	项目情况	符合性
生态保护红线	（一）生态保护红线和一般生态空间。执行省人民政府发布的《云南省生态保护红线》，将未划入生态保护红线的自然保护地、饮用水水源保护区、重要湿地、基本草原、生态公益林、天然林等生态功能重要、生态环境敏感区域划为一般生态空间。	经查询，本项目主体工程 K2+200~K2+745、K4+570~K4+930、K5+060~K5+410、上土坡隧道（K9+400~K10+100）、K10+300~K10+410、K16+500~K16+730、K16+765~K17+070、K17+485~K17+923、LZK0+593~LZK0+670（子午连接线）、LZK0+760~LZK0+893、LZK1+410~LZK1+538 及临时工程棠梨沟 4 号弃土场、4 号弃土场便道、下土坡大桥施工便道、S4 湿喷站、S4 湿喷站便道、6-2 号进场便道、8-1 号便道、8-2 号便道、10-2 号便道占用一般生态空间，占用一般生态空间为省级公益林（Ⅱ级保护林地），按照《云南省建设项目使用林地指南》（简称“指南”）：不得使用Ⅰ级保护林地；国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。本项目为《云南省道网规划修编（2016-2030 年）》、《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》、《云南省中长期高速公路网规划布局（2016-2030 年）》、《云南省县域高速公路“互联互通”工程实施方案》中需实施的高速公路，已按照《国家级公益林管理办法》、《云南省地方公益林管理办法》要求办理林地手续。因此，本项目与一般生态空间的管控要求不冲突。	不冲突
环境质量底线	水环境质量底线：到 2020 年底，全省水环境质量总体良好，纳入国家考核的 100 个地表水监测断面水质优良（达到或优于Ⅲ类）的比例达到 73%以上、劣于Ⅴ类的比例控制在 6%以内，省级考核的 50 个地表水监测断面水质达到水环境功能要求；九大高原湖泊水质稳定改善，达到考核目标；珠江、长江和西南诸河流域优良水体比例分别达到 68.7%、50%和 91.7%以上；州市级、县级集中式饮用水水源水质达到或优于Ⅲ类的比例分别达到 97.2%、95%以上；地	本项目涉及沙甸河（源头—绿汁江口）属于沙甸河双柏—禄丰保留区（II 类）及龙川江（南华县毛板桥水库库区—楚雄水文站）属于龙川江南华—楚雄开发利用区（III 类）。本次环评对两个区域的跨阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐、果果冲水库、青龙河进行了监测，由于区域农村生活园及农业面源的影响，CODcr、BOD_5、NH_3-N、TP 阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐存在超过 II 类标准的情况，但超标倍数不大；汇入下游沙甸河，沙甸河汇入绿汁江，根据《双柏县 2022	符合

	级城市建成区黑臭水体消除比例达到 95%以上。到 2025 年，纳入国家和省级考核的地表水监测断面水质优良率稳步提升，重点区域、流域水环境质量进一步改善，基本消除劣Ⅴ类水体，集中式饮用水水源水质巩固改善。到 2035 年，地表水体水质优良率全面提升，各监测断面水质达到水环境功能要求，消除劣Ⅴ类水体，集中式饮用水水源水质稳定达标。	年度环境质量状况》，依据绿汁江断面每月一次监测数据分析结果可知，2022 年绿汁江断面年平均值为 II 类，年度水质达标率为 100%，符合国家水质考核的目标要求。根据《2023 年楚雄市环境质量状况报告》，龙川江青山嘴水库断面水质类别为 III 类，现状水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838 -2002）中 III 类标准。全市境内 3 个州市州市级城市集中式饮用水水源地及 3 个千吨万人”饮用水水源地基本项目水质均符合或优于III类水质要求，达标率为 100%。	
	大气环境质量底线：到 2020 年底，全省环境空气质量总体保持优良，二氧化硫、氮氧化物排放总量较 2015 年下降 1%；细颗粒物（PM2.5）和可吸入颗粒物（PM10）等主要污染指标得到有效控制；州市级城市环境空气质量达到国家二级标准，优良天数比率达到 97.2%以上。到 2025 年，环境空气质量稳中向好，州市级城市环境空气质量稳定达到国家二级标准。到 2035 年，环境空气质量全面改善，州市级、县级城市环境空气质量稳定达到国家二级标准。	项目所在区域为环境空气一类区级二类区，执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）一级及二级标准。根据第四章环境空气质量：项目涉及的楚雄紫溪山风景名胜区环境空气质量达到一级标准要求；根据《2023 年楚雄市环境质量状况报告》：楚雄市城区环境空气质量监测有效天数为 358 天，其中“优”224 天、“良”126 天、“轻度污染”8 天，空气质量优良率为 97.8%。根据表 4.3-1 分析，2023 年楚雄市城区 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年平均浓度、O_3 八小时浓度占标率均小于 100%，CO 24 小时浓度第 95 位百分数占标率小于 100%；根据本次环评设置的楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区 临近项目线路一侧的监测点位数据，所有监测项目均能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 修改单中一级标准。因此，本评价区域为空气质量达标区。	符合
	土壤环境风险防控底线：到 2020 年底，全省土壤环境质量总体保持稳定，农用地和建设用地土壤环境安全得到基本保障，土壤环境风险得到基本管控；受污染耕地安全利用率达到 80%左右，污染地块安全利用率不低于 90%。到 2025 年，土壤环境风险防范体系进一步完善，受污染耕地安全利用率和污染地块安全利用率进一步提高。到 2035 年，土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。	本项目不涉及土壤环境污染	符合

资源利用上线	水资源利用上线：到 2020 年底，全省年用水总量控制在 214.6 亿立方米以内。	本项目为高速公路建设，运营期间仅服务区休息区等需要水资源，用水量较小。	符合
	土地资源利用上线：到 2020 年底，全省耕地保有量不低于 584.53 万公顷，基本农田保护面积不低于 489.4 万公顷，建设用地总规模控制在 115.4 万公顷以内。	本项目永久占地 186.8414hm^2，占地不涉及基本农田	符合
	能源利用上线：到 2020 年底，全省万元地区生产总值能耗较 2015 年下降 14%，能源消费总量控制在国家下达目标以内，非化石能源消费量占能源消费总量比重达到 42%。	本工程属于高速公路建设项目，沿线设施包括停车区、养护工区、收费站、隧道管理所、监控分中心、执法设施、加水站等，主要采用电或太阳能作为能源，不设燃煤锅炉，符合能源利用上线的要求。	符合
生态环境准入清单	严格落实生态环境保护法律法规标准和有关政策，根据生态环境管控单元划分情况，明确总体管控和分类管控要求，制定各类管控单元生态环境准入清单，实施差别化生态环境管控措施。	本项目属于高速建设项目，符合国家和云南省地方当前产业政策，符合当地相关规划。楚雄东南绕城高速公路工程建设项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类中第二十四大项“公路交通网络建设”中第 1 小项“国家高速公路网项目建设”。本项目属于《云南省道网规划修编（2016-2030 年）》、《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》、《云南省中长期高速公路网规划布局（2016-2030 年）》、《云南省县域高速公路“互联互通”工程实施方案》中的项目之一；项目不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行）》（推动长江经济带发展领导小组办公室文件 第 89 号）中所列的禁止类项目。	不冲突
分类管控要求			
优先保护单元	生态保护红线优先保护单元按照国家生态保护红线有关要求进行管控。一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。	经查询，本项目主体工程 K2+200~K2+745、K4+570~K4+930、K5+060~K5+410、上土坡隧道（K9+400~K10+100）、K10+300~K10+410、K16+500~K16+730、K16+765~K17+070、K17+485~K17+923、LZK0+593~LZK0+670（子午连接线）、LZK0+760~LZK0+893、LZK1+410~LZK1+538（占用省级公益林面积 40.0446 公顷）及临时工程棠梨沟 4 号弃土场、4 号弃土场便道、下土坡大桥施工便道、S4 湿喷站、S4 湿喷站便道、6-2 号进场便道、8-1 号便道、8-2 号便道、10-2 号便道（占用省级公益林面积 35.3643 公顷）涉及一般生态空间，根据楚	不冲突

			雄市林业和草原局出具的《关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目林地占用核实情况说明》，本项目永久工程中涉及林地的 134.9386 公顷已获得批复《国家林业和草原局准予行政许可决定书》林资许准(滇)(2022)12 号；临时工程中涉及林地的 50.1843 公顷已取得楚林许准[2022]22 号、楚林许准[2022]23 号、楚林许准[2023]46 号、云林许准[2023]944 号、楚林许准[2023]40 号、楚林许准[2023]85 号、林许准[2024]1 号、楚林许准[2024]8 号获批，剩余涉及林地 12.7922 公顷正在按照相关要求办理林地手续。	
重点管控单元	开发区及工集中区重点管控单元	合理规划产业分区和功能定位……	不涉及	不冲突
	城镇生活污染重点管控单元	完善城镇污水收集管网，强化城中村、老旧城区和城乡结合部污水截流、收集，取缔城市建成区内生活污水直排口，加快污水处理设施建设与提标改造，加强污泥资源化利用处置能力建设。推动州、市人民政府所在地城市建成区现有重污染企业搬迁改造或关闭退出。县级及以上城市划定高污染燃料禁燃区，严格建筑工地施工扬尘监管，加强噪声、臭气异味、油烟、挥发性有机物等污染防治。遵循减量化、资源化、无害化原则，加快完善城市垃圾分类收集、分类投放、分类运输、分类处置设施。深入推进节水型社会和节水型城市建设，加强非常规水资源开发利用和节水产品推广普及，严控高耗水服务业用水。	本项目各服务设施产生的生活污水均处理后回用，不设置生活污水直排口。项目施工期产生的废气主要为施工扬尘及沥青拌合站沥青烟，环评提出了严格的扬尘抑尘措施，沥青拌合站设置废气收集处理系统；运营期废气主要为汽车尾气，根据预测，影响较小。项目产生的固体废弃物收集后集中处置。	
	土壤污染重点管控单元	制定土壤污染风险管控与修复方案……	不涉及	
	农业面源污染重	围绕环境质量改善目标，加强农业农村污染防	本拟建项目属于高速公路建设项目，不涉及	

	点管控单元	治，推进农村环境综合整治和农村环保基础设施建设。加快开展九大高原湖泊流域农田径流污染防治，优化农业种植结构，推行生态种植模式，推广使用测土配方施肥、生物防治、精细农业等技术，严格控制高耗水、高耗肥作物种植，实现化肥农药减量增效。		
	矿产资源重点管控单元	推进矿产资源开发规……	不涉及	
	大气环境布局敏感、弱扩散重点管控单元	优化产业布局，加强大气污染排放管控，严格论证新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色冶炼等高污染项目，确保大气环境质量达标。	本拟建项目属于高速公路建设项目，不涉及	
一般管控单元	落实生态环境保护基本要求，项目建设和运行应满足产业准入、总量控制、排放标准等管理规定。		项目符合产业政策；项目不设置总量控制指标，营运期经预测营运中期超标的敏感点 33 处中，28 处昼间达标，5 处昼间超标，11 处夜间达标；但经隔声屏措施后所有敏感点中期均达标。	符合

综上分析，本拟建项目与《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（云政发〔2020〕29 号）的相关要求不冲突；本环评提出：项目在实施过程中必须严格执行涉及的相关管控单元中提出的各项要求，尽力保护好项目及周边区域生态环境。

7.3.2.2与《楚雄州人民政府关于印发楚雄州“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》符合性分析

（1）根据本项目所有建设内容与《楚雄州“三线一单”生态环境分区管控实施方案》中的各分区管控单元范围图进行叠图分析，得出项目各建设内容与所涉及的分区管控单元位置关系。

本拟建项目与《楚雄州“三线一单”生态环境分区管控实施方案》中的各分区管控单元位置关系详见表 7.3.2-2。

（2）根据楚雄州人民政府于 2021 年 8 月 12 日发布的《楚雄州人民政府关于印发楚雄州“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（楚政通〔2021〕22 号），本次评价将对照楚雄州“三线一单”管控方案进行分析。根据分析结果显示：本项目与楚雄州“三线一单”管控要求不冲突；本环评提出：拟建项目在实施过程中必须严格执行涉及的管控单元中提出的相关“管控要求”，尽力保护好项目及周边区域生态环境。具体分析内容详见表 7.3.2-3。

表 7.3.2-2　　本项目涉及三线一单查询结果一览表

序号	涉及管控单位名称	涉及该管控单位工程内容	
		永久工程	临时工程
1	楚雄市市区城镇生活污染重点管控单元--水环境城镇生活污染重点管控区和大气环境受体敏感重点管控区	云甸互通枢纽、K0+600~K2+280、K10+400~K13+150、楚雄南互通立交、塔普隧道、K13+970~K16+210、LCK0+000~LCK2+285（楚雄南连接线）、耳东屯隧道、LCK2+850~LCK3+494	1-1 号支线进场便道、卡利隧道进口 1 号弃土场、S1 湿喷站、T3 沥青拌合站、汉麻路 2 号弃土场、7 号弃土场、上土坡隧道 6 号弃土场、9 号弃土场、2-3-1 民工驻地、2-3-2 民工驻地、2-3-3 民工驻地、楚雄南互通 A 匝道桥 1 号便道、6-2 号进场便道、6 号进场便道、十三湾 1 号施工便道、十三湾 2 号施工便道、上土坡隧道 6#弃土场便道、6-1 便道、7-2#便道、7#便道、关沟大桥 1 号施工便道、7-1#便道、关沟大桥 2 号施工便道
2	楚雄市农业面源污染重点管控单元--水环境农业面源污染重点管控区	卡利隧道（K2+745~K4+015）、K4+015~K4+570、K4+930~K5+064、K5+405~K5+670、K6+500~K7+520、上土坡隧道（K7+520~K9+400）、K10+100~K10+320、LCK0+270~LCK0+465、LCK0+613~LCK0+735、K16+200~K16+500、K16+730~K16+765、K17+075~K17+485、K17+935~K18+747、K19+295~K21+220、大马军互通、LDK0+253~LDK3+377（大马军连接线）、K21+820~K22+757	卡利隧道出口拌合站、3-6 号支线进场道路、下土坡大桥施工便道、4-2 号进场便道、2-1 民工驻地、4 号弃土场便道、S4 湿喷站便道、8 号便道、8-2 号便道、3-1-1 号民工驻地、8 号便道、8-3 号便道、3-1-2 号民工驻地、江头村大桥 1 号施工便道、江头村中桥 1 号施工便道、12 号进场便道、天子堂大桥 1 号施工便道、10-2 号便道、10 号便道、大马军互通 A 匝 2 号桥 2 号施工便道、大马军互通 A 匝道桥 1 号施工便道、小马军小组大马军互通 A 匝 1 号桥 1 号施工便道、大余节大桥 1 号施工便道、大余节大桥 2 号施工便道、朱家大桥 1 号施工便道、3-2-1 号民工驻地、18 号弃土场
3	楚雄市一般生态空间优先保护单元--一般生态空间	K2+200~K2+745、K4+570~K4+930、K5+060~K5+410、上土坡隧道（K9+400~K10+100）、K10+300~K10+410、K16+500~K16+730、K16+765~K17+070、K17+485~K17+923、LZK0+593~LZK0+670（子午连接线）、LZK0+760~LZK0+893、	棠梨沟 4 号弃土场、4 号弃土场便道、下土坡大桥施工便道、S4 湿喷站、S4 湿喷站便道、6-2 号进场便道、8-1 号便道、8-2 号便道、10-2 号便道

		LZK1+410~LZK1+538	
4	楚雄市一般管控单元	K21+225~K21+820、K22+010~K22+082、K22+755~K23+100、K23+190~K23+600、K23+900~K27+315、子午互通、LZK0+000~LZK0+593（子午连接线）LZK0+670~LZK0+760、LZK0+893~LZK1+410	3-2 项目驻地、朱家村保通 1 号施工便道、鲁家大桥 1 号施工便道、17-1 便道、17-3 便道、3-3 施工便道 1、3-3 施工便道 2、罗只碑村委会胡家村 1 号植生土临时堆料场

表 7.3.2-3　楚雄州“三线一单”生态环境分区管控实施方案的符合性分析

《楚雄州人民政府关于印发楚雄州“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》要求		本项目	符合性分析
一、总体要求			
（一）指导思想	以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，深入贯彻落实习近平生态文明思想和习近平总书记考察云南重要讲话精神，全面落实省委、省政府的工作要求，以改善生态环境质量为核心，建立覆盖全州的“三线一单”生态环境分区管控体系，推进生态环境治理体系和治理能力现代化，建设“中国彝乡·滇中翡翠·红火楚雄”新篇章。	本项目为高速公路建设项目，为云南省内规划的高速公路之一，工程建设后可提高楚雄市内交通发展。	不冲突
（二）主要目标	到 2025 年，楚雄州生态环境质量持续改善。生态空间得到优化和有效保护，生态安全屏障更加牢固。国控、省控地表水监测断面水质优良率高于全国全省平均水平，楚雄市、禄丰市、姚安县、武定县等市县水环境质量明显改善，水生态系统功能逐步恢复，集中式饮用水水源水质达标率 100%。环境空气质量稳中向好，全州 10 县市城市环境空气质量优于全省平均水平，环境空气	（1）本项目涉及沙甸河（源头—绿汁江口）属于沙甸河双柏—禄丰保留区（II 类）及龙川江（南华县毛板桥水库库区—楚雄水文站）属于龙川江南华—楚雄开发利用区（III 类）。本次环评对两个区域的跨阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐、果果冲水库、青龙河进行了监测，由于区域农村生活园及农业面源的影响，CODcr、BOD_5、NH_3-N、TP 阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐存在超过 II 类标准的情况，但超标倍数不大；汇入下游沙甸河，沙甸河汇入绿汁江，根据	不冲突

	优良天数持续稳定。土壤环境风险防范体系进一步完善，受污染耕地安全利用率和污染地块安全利用率进一步提高。 到 2035 年，楚雄州生态环境质量持续提升。生态功能显著优化，生态安全得到全面保障。地表水体水质优良率全面提升，各监测断面水质稳定达到水环境功能要求，集中式饮用水水源水质稳定达标。环境空气质量全面改善，全州 10 县市城市环境空气质量持续稳定，环境空气优良天数保持全省前列。土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。	《双柏县 2022 年度环境质量状况》，依据绿汁江断面每月一次监测数据分析结果可知，2022 年绿汁江断面年平均值为 II 类，年度水质达标率为 100%，符合国家水质考核的目标要求。根据《2023 年楚雄市环境质量状况报告》，龙川江青山嘴水库断面水质类别为 III 类，现状水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838 -2002）中 III 类标准。全市境内 3 个州市州市级城市集中式饮用水水源地及 3 个千吨万人”饮用水水源地基本项目水质均符合或优于Ⅲ类水质要求，达标率为 100%。 （2）项目所在区域为环境空气一类区级二类区，执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）一级及二级标准。根据第四章环境空气质量：项目涉及的楚雄紫溪山风景名胜区环境空气质量达到一级标准要求；根据《2023 年楚雄市环境质量状况报告》：楚雄市城区环境空气质量监测有效天数为 358 天，其中“优”224 天、“良”126 天、“轻度污染”8 天，空气质量优良率为 97.8%。根据表 4.3-1 分析，2023 年楚雄市城区 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年平均浓度、O_3 八小时浓度占标率均小于 100%，CO 24 小时浓度第 95 位百分数占标率小于 100%；根据本次环评设置的楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区临近项目线路一侧的监测点位数据，所有监测项目均能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 修改单中一级标准。因此本评价区域为空气质量达标区。 （3）本项目为高速公路建设项目，项目运营期废气主要为汽车尾气，根据预测，影响较小；项目运营废水收集处理后全部回用，不会对区域地表水体水质造成影响。 （4）根据《环境影响评价技术导则 土壤环境 试 行 ）》（HJ964-2018）附录 A 判定，本项目不在附录 A 中，全部属于Ⅳ类建设项目；营运过程中不会对区域土壤造成污染。	

二、明确生态保护红线、环境质量底线和资源利用上线			
（一）生态保护红线和一般生态空间	执行省人民政府发布的《云南省生态保护红线》，将未划入生态保护红线的自然保护地、饮用水水源保护区、重要湿地、基本草原、生态公益林、天然林等生态功能重要、生态环境敏感区域划为一般生态空间。	经查询，本项目主体工程 K2+200~K2+745、K4+570~K4+930、K5+060~K5+410、上土坡隧道（K9+400~K10+100）、K10+300~K10+410、K16+500~K16+730、K16+765~K17+070、K17+485~K17+923、LZK0+593~LZK0+670（子午连接线）、LZK0+760~LZK0+893、LZK1+410~LZK1+538 及临时工程棠梨沟 4 号弃土场、4 号弃土场便道、下土坡大桥施工便道、S4 湿喷站、S4 湿喷站便道、6-2 号进场便道、8-1 号便道、8-2 号便道、10-2 号便道占用一般生态空间，占用一般生态空间为省级公益林（II 级保护林地），按照《云南省建设项目使用林地指南》（简称“指南”）：不得使用 I 级保护林地；国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用 II 级及其以下保护林地。本项目为《云南省道网规划修编（2016-2030 年）》、《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》、《云南省中长期高速公路网规划布局（2016-2030 年）》、《云南省县域高速公路“互联互通”工程实施方案》中需实施的高速公路，已按照“指南”要求办理林地手续。因此，本项目与一般生态空间的管控要求不冲突。	/
（二）环境质量底线	1.水环境质量底线。到 2025 年，国控、省控地表水监测断面水质优良率高于全国全省平均水平，重点区域、流域水环境质量进一步改善，全面消除劣Ⅴ类水体，集中式饮用水水源水质巩固改善。到 2035 年，地表水体水质优良率全面提升，各监测断面水质达到水环境功能要求，全面消除Ⅴ类及以下水体，集中式饮用水水源水质稳定达标。	本项目涉及沙甸河（源头—绿汁江口）属于沙甸河双柏—禄丰保留区（II 类）及龙川江（南华县毛板桥水库库区—楚雄水文站）属于龙川江南华—楚雄开发利用区（III 类）。本次环评对两个区域的跨阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐、果果冲水库、青龙河进行了监测，由于区域农村生活园及农业面源的影响，CODcr、BOD_5、NH_3-N、TP 阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐存在超过 II 类标准的情况，但超标倍数不大；汇入下游沙甸河，沙甸河汇入绿汁江，根据《双柏县 2022 年度环境质量状况》，依据绿汁江断面每月一次监测数据分析结果可知，2022 年绿汁江断面年平均值为 II 类，年度水质达标率为	符合

		100%，符合国家水质考核的目标要求。根据《2023 年楚雄市环境质量状况报告》，龙川江青山嘴水库断面水质类别为 III 类，现状水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838 -2002）中 III 类标准。全市境内 3 个州市州市级城市集中式饮用水水源地及 3 个千吨万人”饮用水水源地基本项目水质均符合或优于III类水质要求，达标率为 100%。	
	2.大气环境质量底线。到 2025 年，环境空气质量稳中向好，10 县市城市环境空气质量稳定达到国家二级标准。到 2035 年，环境空气质量全面改善，10 县市城市环境空气质量优于国家一级标准天数逐步提高。	项目所在区域为环境空气一类区级二类区，执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）一级及二级标准。根据第四章环境空气质量：项目涉及的楚雄紫溪山风景名胜区环境空气质量达到一级标准要求；根据《2023 年楚雄市环境质量状况报告》：楚雄市城区环境空气质量监测有效天数为 358 天，其中“优”224 天、“良”126 天、“轻度污染”8 天，空气质量优良率为 97.8%。根据表 4.3-1 分析，2023 年楚雄市城区 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年平均浓度、O_3 八小时浓度占标率均小于 100%，CO 24 小时浓度第 95 位百分数占标率小于 100%；根据本次环评设置的楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区 临近项目线路一侧的监测点位数据，所有监测项目均能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 修改单中一级标准。因此，本评价区域为空气质量达标区。本项目为高速公路建设项目，项目运营期废气主要为汽车尾气，根据预测，影响较小。	符合
	3.土壤环境风险防控底线。到 2025 年，土壤环境风险防范体系进一步完善，受污染耕地安全利用率和污染地块安全利用率进一步提高。到 2035 年，土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。	根据《环境影响评价技术导则 土壤环境 试行）》（HJ964-2018） 附录 A 判定，本项目不在附录 A 中，全部属于Ⅳ类建设项目。同时根据该导则“4.2.2”，Ⅳ类建设项目不开展土壤环境影响评价。本项目营运过程中不会对区域土壤造成污染。	符合
（三）资源利用上线	1.水资源利用上线。落实最严格水资源管理制度，稳定达到水资源利用“三条红线”控制指标考核要求。2025 年，各县市用水总量、用水效率（万元 GDP 用水量、	本项目为高速公路建设项目，运营期间仅服务区休息区等需要水资源，用水量较小。	符合

	万元工业增加值用水量、农田灌溉水有效利用系数）、重要江河湖泊水功能区水质达标率满足水资源利用上线的管控要求。		
	2.土地资源利用上线。落实最严格的耕地保护制度。2025 年，各县市土地利用达到自然资源和规划、住建等部门对土地资源开发利用总量及强度的土地资源利用上线管控要求。	本项目永久占地 186.8414hm^2，占地不涉及基本农田，符合土地资源利用上线要求	符合
	3.能源利用上线。严格落实能耗“双控”制度。2025 年全州单位 GDP 能耗、能源消耗总量等满足能源利用上线的管控要求。	本工程属于高速公路建设项目，沿线设施包括停车区、养护工区、收费站、隧道管理所、监控分中心、执法设施、加水站等，主要采用电或太阳能作为能源，不设燃煤锅炉，符合能源利用上线的要求。	符合
三、构建生态环境分区管控体系			
（一）生态环境管控单元划分	全州共划分 94 个生态环境管控单元，分为优先保护、重点管控和一般管控 3 类。		
	1. 优先保护单元。共 30 个，包含生态保护红线和一般生态空间、饮用水源地等，主要分布在哀牢山、金沙江干热河谷以及红河礼社江干热河谷、水源保护区等重点生态功能区域。 2.重点管控单元。共 54 个，包含开发强度高、污染物排放强度大、环境问题相对集中的区域和大气环境布局敏感、弱扩散区等，主要分布在龙川江流域、各类开发区和工业集中区、城镇规划区及环境质量改善压力较大的区域。 3.一般管控单元。共 10 个，为优先保护、重点管控单元之外的区域。	主体工程 K2+200~K2+745、K4+570~K4+930、K5+060~K5+410、上土坡隧道（K9+400~K10+100）、K10+300~K10+410、K16+500~K16+730、K16+765~K17+070、K17+485~K17+923、LZK0+593~LZK0+670（子午连接线）、LZK0+760~LZK0+893、LZK1+410~LZK1+538 及临时工程棠梨沟 4 号弃土场、4 号弃土场便道、下土坡大桥施工便道、S4 湿喷站、S4 湿喷站便道、6-2 号进场便道、8-1 号便道、8-2 号便道、10-2 号便道占用一般生态空间，占用一般生态空间为省级公益林（Ⅱ级保护林地）。	
（二）制定生态环境准入清	严格落实云政发〔2020〕29 号文件管控要求。强化污染防治和自然生态系统保护修复，改善区域生态环境质量，提出全州总体管控要求。根据划分的环境管控单元特征，对每个管控单元分别提出了生态环境管控要求，形成全州生态环境准入清单，构建全州生态环境分区管控体系。		

单				
（一）楚雄州优先保护单元、一般管控单元生态环境准入清单				
市县	**单元名称**	**管控要求**	**本项目**	**符合性分析**
各市县优先保护单元	生态保护红线优先保护单元	原则上按照禁止开发区进行管理，生态保护红线相关管控办法出台后，依据其管理规定执行。	……	不冲突
	一般生态空间优先保护单元	（1）执行《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》。原则上按照限制开发区域的要求进行管理，严格限制大规模开发建设活动。以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，因地制宜地发展不影响主体功能定位的产业。 （2）未纳入生态保护红线的各类自然保护地按照相关法律法规规定进行管控；重要湿地依据《湿地保护管理规定》、《国务院办公厅关于印发湿地保护修复制度方案的通知》、《云南省湿地保护条例》、《云南省人民政府关于加强湿地保护工作的意见》等进行管理；生态公益林依据《国家级公益林管理办法》、《云南省地方公益林管理办法》进行管理；天然林依据《国家 林业局关于严格保护天然林的通知》（林资发〔2015〕181号）、《天然林保护修复制度方案》的通知（厅字〔2019〕39号）等进行管理；基本草原依据《中华人民共和国草原法》进行管理。	本项目主体工程K2+200~K2+745、K4+570~K4+930、K5+060~K5+410、上土坡隧道（K9+400~K10+100）、K10+300~K10+410、K16+500~K16+730、K16+765~K17+070、K17+485~K17+923、LZK0+593~LZK0+670（子午连接线）、LZK0+760~LZK0+893、LZK1+410~LZK1+538及临时工程棠梨沟4号弃土场、4号弃土场便道、下土坡大桥施工便道、S4湿喷站、S4湿喷站便道、6-2号进场便道、8-1号便道、8-2号便道、10-2号便道占用一般生态空间，占用一般生态空间为省级公益林（Ⅱ级保护林地），按照《云南省建设项目使用林地指南》（简称“指南”）：不得使用Ⅰ级保护林地；国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。本项目为《云南省道网规划修编（2016-2030年）》、《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》、《云南省中长期高速公路网规划布局（2016-2030年）》、《云南省县域高速公路“互联互通”工程实施方案》中需实施的高速公路，已按照《国家级公益林管理办法》、《云南省地方公益林管理办法》要求办理林地手续。因此，本项目与一般生态空间的管控要求不冲突。	不冲突
	饮用水水	依据《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水	经核实，本项目不涉及区域饮用水水源地优先保护单元	不冲突

	源地优先保护单元	水源保护区污染防治管理规定》进行管理。		
楚雄市市区城镇生点管控单元	空间布局约束	1.控制楚雄市主城区人口规模，利用滇西、滨西北黄金旅游线重要接点城市区位优势发展休闲、民族文化旅游及民族特色旅游产品。 2.禁止在人口集中地区、交通干线附近和其他依法需要特殊保护的区域内焚烧沥青、油毡、橡胶、塑料、皮革、秸秆、落叶、垃圾以及其他产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质。	本项目为高速公路建设项目，涉及沥青的主要为项目的沥青拌合站，经分析，拌合站 300m 范围内无敏感点，且设置废气收集处理装置。	不冲突
	污染物排放管控	1.龙川江城区段开展截污改造，整治非法排污口。禁止向河中倾倒垃圾和沿河堆放垃圾。严禁洗车污水、餐饮泔水、施工泥浆等通过雨水口进入管网后直排入河。 2.楚雄市建成区确保实现污水管网全覆盖、全收集、全处理，污水处理率达到 95%以上。 3.楚雄市城市生活垃圾无害化处理率确保达到 97%左右，污泥无害化处理处置率确保达到 90%以上。 4.大力推进生活垃圾分类回收利用，建立分类投放、收集、运输、处理的生活垃圾收运处理系统。加快推进以焚烧为主的生活垃圾处理设施转型发展。加快推进楚雄市餐厨垃圾收运处理项目建设进度，到 2022 年底，实现楚雄市主城区生活垃报分类全覆盖;到 2025 年底，基本建成生活垃圾分类处理系统，生活垃圾焚烧处理率、餐厨垃报资源化利用率达 80%。	本项目在沿线各施工营场地（共 11 个）设三级沉淀池，施工生产废水由沉淀池收集，经沉淀处理后，回用于施工营场地及周边道路洒水抑尘及施工生产工序，不外排入河。运营期生活污水经收集后回用，不外排。施工期、运营期生活垃圾经收集后交由环卫部门处置。	符合

	环境风险防控	居民点与工业集中区各片区之间应保留足够的安全防护距离。	本项目为高速公路建设项目，不涉及	不冲突
	资源开发效率要求	1.楚雄市高污染燃料禁燃区内禁止销售、燃用高污染燃料。禁止新建、扩建使用高污染燃料的锅炉、炉密、炉灶等燃烧设施。禁燃区已建成各类高污染燃料的锅炉、炉密炉灶等燃烧设施，应按照国家、省、州要求淘汰或改用清洁能源。 2.鼓励将楚雄市城市生活污水处理厂再生水以及经收集和处理后的雨水用于河道生态补水、城镇绿化等。	本工程属于高速公路建设项目，沿线设施包括停车区、养护工区、收费站、隧道管理所、监控分中心、执法设施、加水站等，主要采用电或太阳能作为能源，不设锅炉。产生的生活污水经收集处理后回用于绿化等，不外排。	符合
楚雄市农业面源污染重点管控单元	空间布局约束	1.团山、九龙甸、西静河水库饮用水水源地严格按已划定的禁养区执行，并建立禁养区日常巡察制度，加强监管。青山嘴水库一级保护区禁止建设规模化养殖场，二级保护区禁止建设有污染物排放的规模化养殖场。 2.禁止在龙川江流域范围内的河道湖库管理范围内垦地种植、放牧和畜禽养殖、围湖造田。禁止畜禽粪污等直接排入水体，禁止倾倒垃圾和排放未经处理的农村生产生活污水。	本项目为高速公路建设项目，不涉及	不冲突
	污染物排放管控	1.鼓励选址合理的养殖场向标准化规模养殖场发展，建设符合要求的环保设施，提商畜禽粪便处理利用水平，遵循资源化、无害化、减量化和综合利用优先的原则，因地制宜，提高畜禽养殖废弃物资源化利用能力。 2.实施水产养殖池塘标准化改造，水产养殖尾水实现有效处理或循环利用。	本项目为高速公路建设项目，不涉及	不冲突

		3.实施农村人居环境综合整治，垃圾污水治理水平稳步提升，实现 90%左右的村庄生活垃圾得到治理，基本完成非正规垃圾堆放点整治。 4.减少化肥农药施用量，主要农作物化肥农药使用量实现负增长，确保化肥、农药利用率均达到 40%以上。		
	资源开发效率要求	1.发展农业节水，加强节水灌溉工程建设和节水改造。农田灌水有效利用系数确保达到 0.55 以上。 2.养殖废弃物处理和资源化利用水平显著提升，畜禽粪污综合利用率确保达到 75%以上。	本项目为高速公路建设项目，不涉及	不冲突
各市县一般管控单元	空间布局约束	落实生态环境保护基本要求，项目建设和运行应满足产业准入、总量控制、排放标准等管理规定和国家法律法规要求。	项目符合产业政策；项目不设置总量控制指标，营运期经预测营运中期超标的敏感点 33 处中，28 处昼间达标，5 处昼间超标，11 处夜间达标；但经隔声屏措施后所有敏感点中期均达标。	不冲突

综上分析，项目建设符合楚雄州人民政府关于印发《楚雄州“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》的相关要求。

7.3.3与沿线城镇总体规划的协调性分析

本项目沿线涉及的城镇主要为楚雄州楚雄市。根据我单位向相关部门收集资料的反馈情况，楚雄市沿线集镇未编制了相应的城镇总体规划。

1、楚雄市总体规划

（1）楚雄市总体规划

通过叠图，本项目线路距楚雄市城区 0.1km，不在楚雄市城市总体规划范围内，与城市总体规划不冲突。

2、与沿线涉及的乡镇规划相符性分析

（1）苍岭镇集镇规划

本项目路线距离苍岭镇 3.2km，不涉及苍岭镇城镇规划区，与苍岭镇城镇规划不冲突。

（2）鹿城镇集镇规划本项目路线距离鹿城镇 0.8km，不涉及鹿城镇城镇规划区，与鹿城镇城镇规划不冲突。

（3）子午镇集镇规划

本项目距离子午镇集镇区 0.4km，以桥梁的形式通过，不会影响其城镇建设及周围自然景观，同时工程在子午镇处设置了子午互通，连接规划机场道路，为进入子午镇开辟了一条快捷通道，有利于地方旅游文化产业发展。因此，本项目的建设与子午镇集镇规划不冲突。项目与城镇规划位置关系详见 2.2-1 平纵缩比图。

7.3.4与《云南省主体功能区规划》的协调性分析

7.3.4.1云南省主体功能区划简介

根据云南省不同区域的资源环境承载力、现有开发密度和未来发展潜力，2014 年 1 月云南省人民政府批复的《云南省主体功能区规划》，将云南省国土空间按照开发方式分为重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域 3 类主体功能区。云南省限制开发区包括农产品主产区和重点生态功能区 2 类，是保障全省乃至全国生态安全、粮食安全的重要区域。

本项目所涉及的楚雄市位于其中的国家重点开发区域。

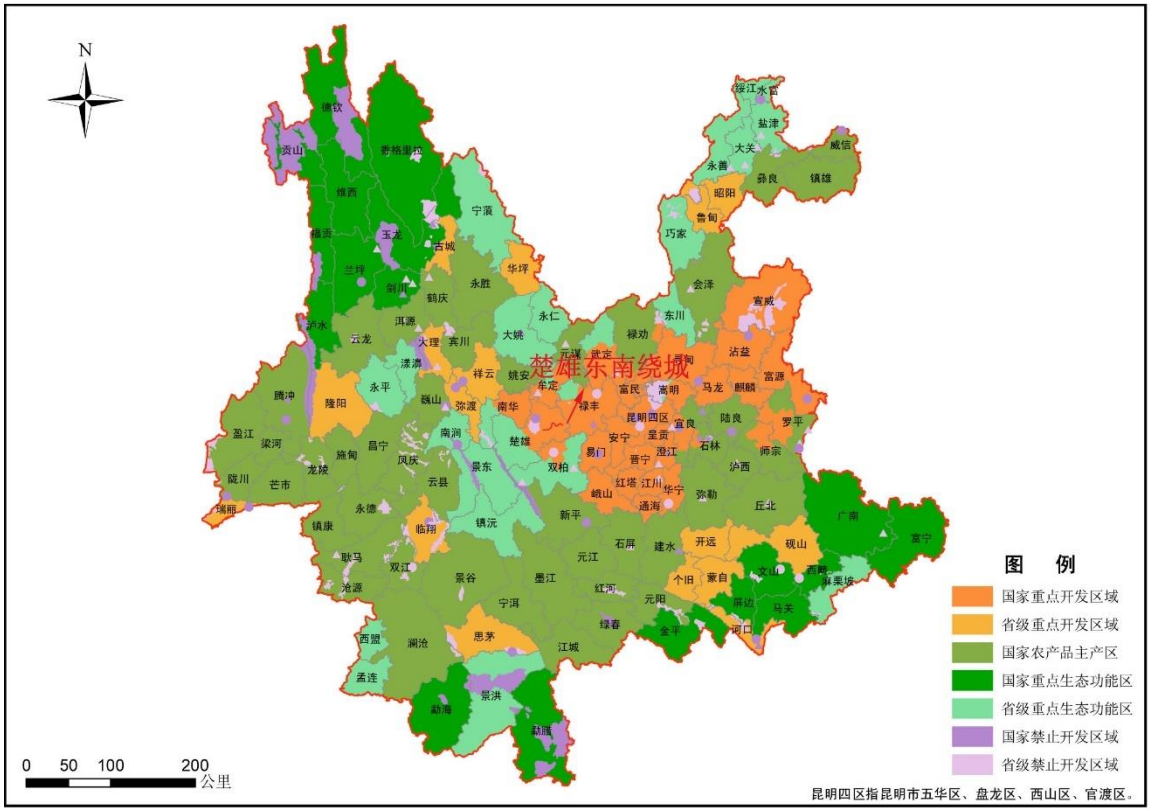


图 7.3.4-1 项目与云南省主体功能区划位置关系图

7.3.4.2国家重点开发区域

1、简介

国家层面重点开发区域是对全国区域经济协调发展有重大意义的城市化地区，是支撑全国经济增长的重要增长极。云南省的国家层面重点开发区域位于滇中地区 10，分布在昆明、玉溪、曲靖和楚雄 4 个州市的 27 个县市区和 12 个乡镇。行政区统计面积为 4.91 万平方千米，占全省国土面积 12.5%。

（1）功能定位

该区域的功能定位为：我国面向西南开放重要桥头堡建设的核心区，连接东南亚、南亚国家的陆路交通枢纽，面向东南亚、南亚对外开放的重要门户；全国重要的烟草、旅游、文化、能源和商贸物流基地，以化工、有色冶炼加工、生物为重点的区域性资源深加工基地，承接产业转移基地和外向型特色优势产业基地；我国城市化发展格局中特色鲜明的高原生态宜居城市群；全省跨越发展的引擎，我国西南地区重要的经济增长极。

（2）发展方向

— 构建"一区、两带、四城、多点，一体化的滇中城市经济圈空间

格局 。 加快滇 中产业聚集 区 11 规划建设 ， 促进形成 昆 (明) 曲 (靖) 绿色经济示范带和昆 (明) 玉 (溪) 旅游文化产 业经济带 ， 重点建设昆明 、 曲靖 、玉溪 、楚雄 4 个中心城市 ， 将以县城为重点的城市和小城镇打造为经济圈城市化、工业化发展 的重要支撑 。以主要快速交通为纽带 ， 打造 1 小时经济圈 。

— 强化昆明 的科技创新 、商贸流通 、信息 、旅游 、文化和 综合服务功能 ， 建设区域性国际交通枢纽 、商贸物流中心、 历史 文化名城、山水园林城市 。

— 曲靖、玉溪和楚雄等城市应依托资源特点和比较优势 ，加强产业分工协作和对接， 实现优势互补、错位发展 ， 形成民族 特色和产业特色鲜明的城市 。

— 完善国际运输大通道 ， 强化面向东南亚 、 南亚陆路枢纽 功能。加强区域内城际快速轨道交通 、 通信等基础设施建设 ， 提 升区域 一体化水平。

— 建设高原特色农产品生产基地 ， 发展农产品加工业 ， 稳步提高农产品质量和效益 ， 推进与周边国家的农业合作 ， 建设外 销精细蔬菜生产基地 、温带鲜切花生产基地和高效林业基地 。

2、相符性分析

拟建公路全线位于楚雄市境内，项目的建设可以完善国际运输大通道，完善滇中城市经济圈高速公路网，完善云南省高速公路网布局，提升区域资的产业化发展，促进区域经济的发展，与云南省主体规划区规划是相符合的。

7.3.5与《云南省生态功能区划》的协调性分析

依据《云南省生态功能区划》，评价区所在区域属于高原亚热带北部常绿阔叶林生态区（III），滇中高原谷盆半湿润常绿阔叶林、暖性针叶林生态亚区（III1），金沙江分水岭红岩山原水源涵养生态功能区（III1-4），面积 52393.96km^2，以山原地貌为主，地处分水岭地带，水系发育不全，水资源相对匮乏，降水量 800—1000mm。地带性植被为半湿润常绿阔叶林，土壤主要为紫色土，森林覆盖率低；林种单一，森林质量差；主要生态系统服务功能是大流域分水岭地带的水源涵养，该区域主要的保护措施和发展方向是封山育林，发展经济林木，推行清洁生产和循环经济，提高森林质量，加强区域的水源涵养能力。详见图 7.3.4-1。

图 7.3.5-1 项目与云南省生态功能区划位置关系图

本项目属于非污染类建设项目，项目的建设会对原有生境的造成一定切割，也会对当地生物多样性造成一定影响，会对沿线的水源涵养功能造成一定影响。但是项目作为线性工程，对当地生态环境、水源涵养功能的影响较为有限。目前建设单位已经委托广西交通科学研究院编制完成水土保持方案报告书，水保报告为了防治工程建设期间所产生的水土流失，减少对下游及周边地区的影响，提出了工程、植物和临时防护措施相结合的水土流失防治体系。环评也提出了要严格做好生态保护，尽可能减少对沿线生态环境不利影响的措施。在认真落实水土保持措施和生态保护措施的基础上，项目不会影响该区域的生态系统服务功能。总体上不会破坏沙江分水岭红岩山原水源涵养生态功能区，公路的建设与云南省生态功能区划不冲突。

7.3.6与《云南省生物多样性保护条例》和《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012~2030 年）》的协调性分析

7.3.6.1与《云南省生物多样性保护条例》的符合性分析

根据《云南省生物多样性保护条例》：第四条企业事业单位和其他生产经营者应当采取资源利用效率高、对生物多样性影响小的绿色生产方式，防止、减少对生物多样性的破坏，对生物多样性所造成的损害依法承担责任。

第二十五条 禁止扩散、放生或者丢弃外来入侵物种。任何单位和个人发现疑似外来物种的，应当及时向当地环境保护、林业、农业、卫生等行政主管部门或者相关自然保护地管理机构报告。接到报告的部门或者机构应当立即组织现场勘查，确认为本行政区域内新出现的外来入侵物种的，应当及时处置，向当地人民政府和上一级主管部门报告，并通报相邻地区。

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。

在生物多样性保护优先区域的建设项目以及自然资源开发，应当评价对生物多样性的影响，并作为环境影响评价的重要组成部分。

本项目由于受拟建楚雄机场及在建的 G8012 弥楚高速建设地的影响，无法完全避让楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区，施工图设计阶段，工程对子午互通立交进一步优化，工程在风景区内的占地面积为 3.51hm²，较初设推荐方案的 3.78hm²，减小了 0.27hm²；受区域植被的影响，无法完全避让生态保护红线；本项目不涉及自然保护区、地质公园、森林公园、国家公园、水产种质资源保护区等环境敏感区；对于路线避让不开的主线 K27+459.056～K27+900、匝道 E2：E2K0+000～E2K0+207.394、匝道 A2：A2K0+475.907～A2K0+683.418、匝道 B2：B2K0+000～B2K0+255.325、子午连接线 LZK1+494.616～LZK1+537.933，位于楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区的边缘（一般景区），云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》；根据云南省人民政府生态红线不可避让论证意见，项目沿线占用生态红线 241.8266 公顷，类型多为滇西北高山峡谷水源涵养、生物多样性维护。项目涉及生态保护红线路段优先采用隧道等无害化形式穿越，以减少对环境的不利影响，项目不在生态红线范围内设置临时占地。

工程建设将对楚雄紫溪山风景名胜区的生态环境和景观质量产生一定影响。本环评论述了项目对周边生态环境、地表水环境、地下水环境、环境空气、声环境及环境风险等方面的影响，施工时建设单位将严格控制高速公路建设扰动强度，

优化建设方案，同时本环评也提出了各项环境保护对策措施，以预防和减轻项目实施可能产生的不利环境影响，并减少对周边生态环境的影响。经过调查及分析，对风景名胜区及生态保护红线内的生物多样性造成的影响很小。

本次环评提出了生态保护措施，建设单位在施工和运营过程中不得扩散、放生或者丢弃外来入侵物种。如果发现可疑物种，应及时向当地管理机构进行报告。

本项目已委托环评单位开展环境影响评价工作，项目的建设不会对沿线重要生态系统、重要物种以及栖息地和生境造成破坏和影响，环评针对项目施工期和运营期造成的生态环境影响提出了相应的保护对策措施，建设项目在按照环评要求严格执行生态保护措施后，对沿线生态系统、生物多样性造成的影响较小。

7.3.6.2与《云南省生物多样性保护战略与行动计划》的位置关系

根据《中国生物多样性保护战略与行动计划（2010—2030 年）》划分的中国生物多样性保护优先区域，结合云南生态系统类型的典型性、特有程度、特殊生态功能以及物种的丰富程度、珍稀濒危程度、受威胁因子、经济用途、科学研究价值等因素，提出了全省生物多样性保护的 6 个一级优先区域和 18 个二级优先区域，涉及 16 个州、市 101 个县、市、区，总面积约 9.5 万平方千米，占云南国土面积的 23.8%。详见图 7.3.6-1。

表 7.3.6-1　6 个一级优先区域和 18 个二级优先区域一览表

序号	一级优先	二级优先区域
1	滇西北高山峡谷针叶林区域	①高黎贡山北段温凉性针叶林区
		②梅里雪山-碧罗雪山寒温性针叶林区
		③云岭山脉寒温性一暖温性针叶林区
		④香格里拉山原寒温性针叶林区
2	云南南部边缘热带雨林区域	①高黎贡山南段中山湿性常绿阔叶林区
		②铜壁关热带雨林区
		③南汀河热带雨林区
		④西双版纳热带雨林区
		⑤红河湿润雨林
3	滇东南喀斯特东南季风阔叶林区域	①滇东南喀斯特东南季风阔叶林区域
4	滇东北乌蒙山湿润常绿阔叶林区域	①蒙山湿润常绿阔叶林区 ②金沙江下游干热、干暖河谷区
5	澜沧江中游一哀牢山中山湿性常绿阔叶林区域	①澜沧江中山宽谷常绿阔叶林区
		②无量山中山湿性常绿阔叶林区
		③哀牢山中山湿性常绿阔叶林区
6	云南高原湿地区域	①滇中高原湖泊区
		②滇西北高原湖泊区

		③滇东北高山沼泽化草甸区

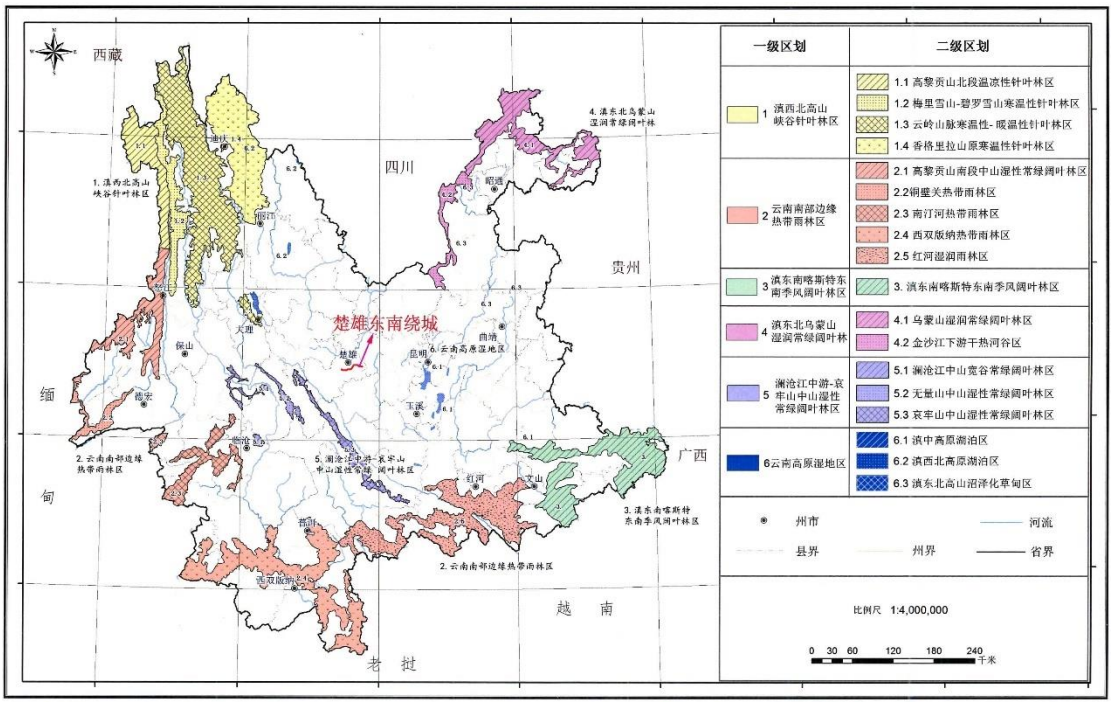


图 7.3.6-2 项目与云南省生物多样性保护战略与行动计划相对位置关系图

根据上图，本项目所在区域不属于生物多样性优先保护区域。

7.3.7与《楚雄紫溪山风景名胜区总体规划(1995-2015)》符合性分析

7.3.7.1楚雄紫溪山风景名胜区概况

一、基本情况

1993 年，云南省人民政府以云政发〔1993〕199 号文件发布《云南省人民政府转发省建设厅关于审定第二批省级风景名胜区请示的通知》，批准设立楚雄紫溪山风景名胜区为云南省省级风景名胜区。

1996 年，《楚雄紫溪山风景名胜区总体规划(1995-2015)》取得云南省人民政府批复（云政复〔1996〕108 号）。规划确定楚雄紫溪山风景区总面积 61.8km²，包括紫溪山片区、鹿城片区、苍岭恐龙足迹化石、子午向天坟。保护规划分为一级保护区、二级保护区、三级保护区。

2021 年 5 月，按照国家林业和草原局印发《自然保护区等自然保护地勘界立标工作规范》，自然保护地管理司《关于加强和规范自然保护地整合优化预案数据上报工作的函》，楚雄市林业和草原局对楚雄紫溪山风景名胜区进行勘界立标，并上报国家林业和草原局。勘界立标总面积 61.8km²，未进行分级保护区划、

功能分区。

二、《楚雄紫溪山风景名胜区总体规划(1995-2015)》规划情况

1、风景区结构

景区结构为“ 二片二点”，两片为紫溪山片区、鹿城片区，两点为苍岭恐龙化石足迹和子午向天坟。

2、风景区范围

总面积 61.8km²，其中紫溪山片区 54.4km²、鹿城片区 5.3km²、苍岭恐龙足迹化石及子午向天坟 2.1km²。

3、风景区资源评价

表 7.3.7-1 景点现状分级评价表

序号	景区名称	级别	景名
1	紫溪山片区	一级	郭家湖、德运碑、仙人谷、紫顶寺、响水箐瀑布。
		二级	三忠湖、杜鹃园、紫溪湖、茶花园、叠水崖、牡丹园、杜鹃山、板凳山、虎山、仙人石、塔林、紫溪山项、紫金山、莲台庵湖、祖复塔、茶花簧。
		三级	营盘山、砚瓦池、万松林、马樱花长廊、忘忧谷、梅岭、大龙箐、白马神树。
2	鹿城片区	一级	峨碌公园、情人谷。
		二级	灵秀湖、龙江公园、州博物馆、文庙、南山雁塔。
		三级	万家坝古墓群，龙泉书院等。
3	外围景点	二级	苍岭恐龙足迹化石、子午向天坟。
		三级	大海波、吕合红豆树、观音寺、钱粮桥、清真寺、三街烈士纪念碑等。

4、风景名胜区性质

楚雄紫溪山风景名胜区是由紫溪山植物(花卉、林被、草被)、平缓地形等自然景观和彝族民族、民俗风情、民族历史文化人文景观组成，适宜开展游览观光、休闲度假、宗教文化欣赏、登山健身、科研科考等回归自然、融入民族、民俗文化的活动的省级风景名胜区。

5、保护区规划

规划明确楚雄紫溪山风景名胜区分三级保护，其中三级保护区为环境影响区，

不属于法定区域。一级保护区 15.6km²，保护要求是：要精心维护其完整性，对其原有的地貌、植被、山石、水体等资源严格保护，对区内的珍稀景物、古树名木要挂牌加以保护，区内严禁捕猎，砍伐林木，开山采石等人为的破环活动，不允许有破坏原有自然环境的人工建设活动。

二级保护区保护要求是：注意对原有环境地貌特征以及人文景观特征的保护，严禁砍伐森林，开山采石等与风景区开发建设无关的建设活动，对区内的一切建设项目要严格控制，按规划要求进行实施，一切建筑物，构筑物必须因地制宜,建筑形式、风格要与风景区基调及周围环境协调调，对区内进行的农、牧业生产活动应加以控制、管理。

三级保护区（环境影响区）面积为 136km²，保护要求是:封山育林，加强道路、荒山、河道绿化，在保护区内不允许有大规模的人工设施建设和安排有污染环境的项目。

6、景点建设规划

规划明确紫溪山片区、鹿城片区、苍岭恐龙化石足迹和子午向天坟等景点建设要点。关于工程涉及的子午向天坟片区的建设要点为“6.4 苍岭恐龙足迹化石、于午向天坟以整理、发掘、保护、研究为主。”

在环境设计要素中提出：“景区内的开发建设必须以不破坏景观及自然环境为基本原则，景区内的建筑应朴素典雅，体量不宜大，建筑材料应以地方材料为主，色彩素朴，不宜使用玻璃瓦、瓷砖等华丽材料……景区内的游路不得对地形造成破坏，步行游路材料应以碎石、石板为主,区内架空线路不得破坏景观，局部地段应采用地下敷设方式。”

绿化规划布局中提出：“子午向天坟以种植松、柏为主”。

7、游览组织及交通规划

（1）以 1-3 日游及度假旅游为主。

（2）游览方式可选择：观光游览、文化游览、民俗旅游、登山旅游、专题旅游、休闲旅游等。

（3）修建灵秀湖一紫溪山、万松林——板凳山景区联系干道。

（4）根据规划完善景区内部游览道路，形成旅游环路。

（5）规划于各片区设置停车场。

总体规划在交通规划中提及："楚雄紫溪山风景名胜区现状交通较为发达，与昆明有二级公路、铁路相连，且相距仅 165 公里，西距大理国家级风景区 215km，铁路即将修建，州域内景点与楚雄均有三级公路相连，所以交通规划重点放在景区内联系道路的规划上。"因此，关于风景区的对外交通，规划未作详细布局。

三、楚雄紫溪山风景名胜区勘界立标范围

2019 年 7 月，国家林业和草原局印发《自然保护区等自然保护地勘界立标工作规范》。该规范规定了自然保护地勘界立标的原则、依据、内容、程序、方法和要求，适用于国家公园、自然保护区、风景名胜区、地质公园（含资格）、森林公园、海洋特别保护区（海洋公园）、湿地公园、沙漠（石漠）公园等自然保护地勘界立标工作。

风景名胜区：国家级风景名胜区以国务院批复的风景名胜区总体规划划定的风景名胜区面积、范围和功能区划为依据。总体规划到期或修编的，在新规划批准前，以原批准的总体规划为依据。尚未编制总体规划的，或总体规划从未经国务院或其授权主管部门批准的，以省级人民政府上报国务院申请新建并通过审查的文件所规定的范围及核心景区的范围为依据。

2021 年 5 月，楚雄市林业和草原局对楚雄紫溪山风景名胜区范围进行勘界立标，勘界范围包括紫溪山片区、鹿城片区（龙江公园、情人谷）、苍岭恐龙化石足迹片区和子午向天坟片区,面积 61.8km² 。具体范围见下图。

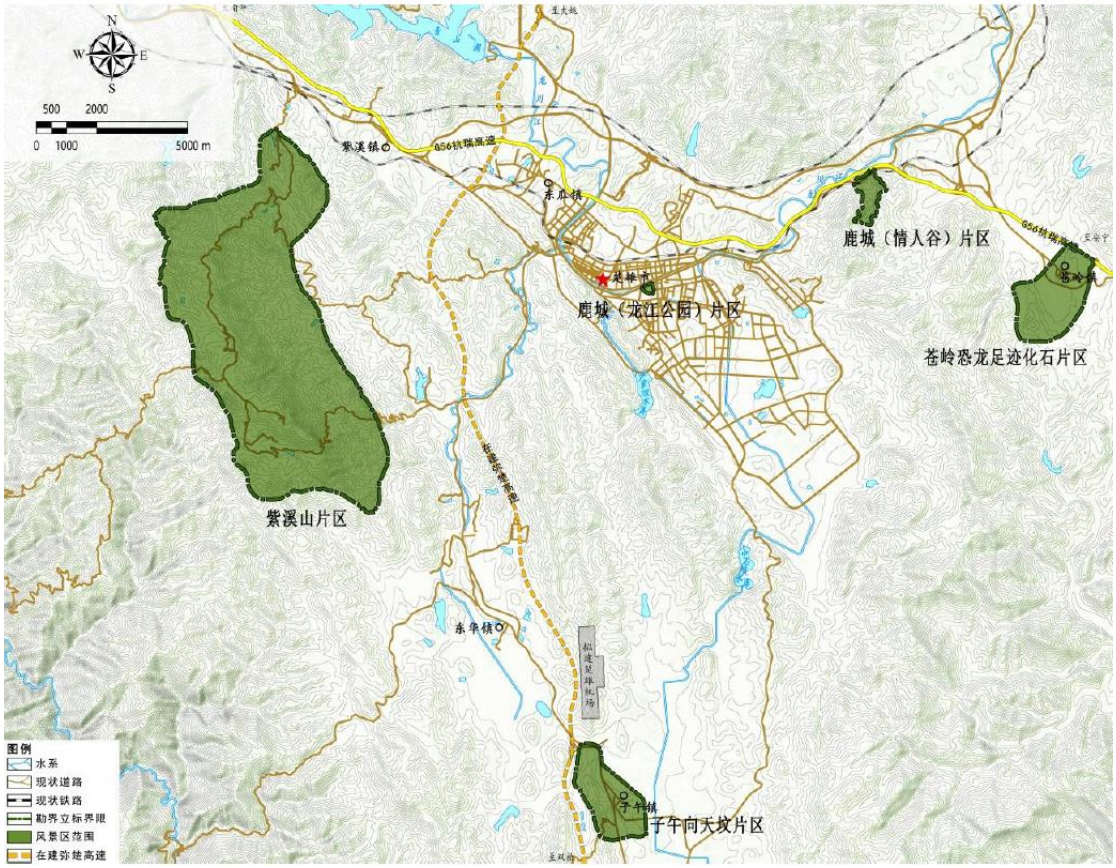


图 7.3.7-1 紫溪山风景名胜区勘界立标范围图

7.3.7.2工程与风景名胜区关系

一、位置关系

工程主线 K27+459.056～K27+900 段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，长 441m，占地 1.95hm²。

匝道 E2：E2K0+000～E2K0+207.394 段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，长 207m，占地 0.64hm²。

匝道 A2：A2K0+475.907～A2K0+683.418 段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，长 207m，占地 0.42hm²。

匝道 B2：B2K0+000～B2K0+255.325 段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，长 255m，占地 0.34hm²。

子午连接线 LZK1+494.616～LZK1+537.933 段涉及楚雄紫溪山风景名胜区，长 43m，占地 0.16hm²。

工程在风景区内占地总面积为 3.51hm²。

表 7.3.7-2 工程与楚雄紫溪山风景名胜区勘界立标范围位置关系一览表

工程类型	工程桩号	长度（m）	占地（hm²）
工程主线	K27+459～K27+900	441	1.95
互通匝道	E2K0+000～E2K0+207.394	207	0.64
	A2K0+475.907～A2K0+683.418	207	0.42
	B2K0+000～B2K0+255.325	255	0.34
子午连接线	LZK1+494.616～LZK1+537.933	43	0.16
合计			3.51

图 7.3.7-2　工程与楚雄紫溪山风景名胜区位置关系图

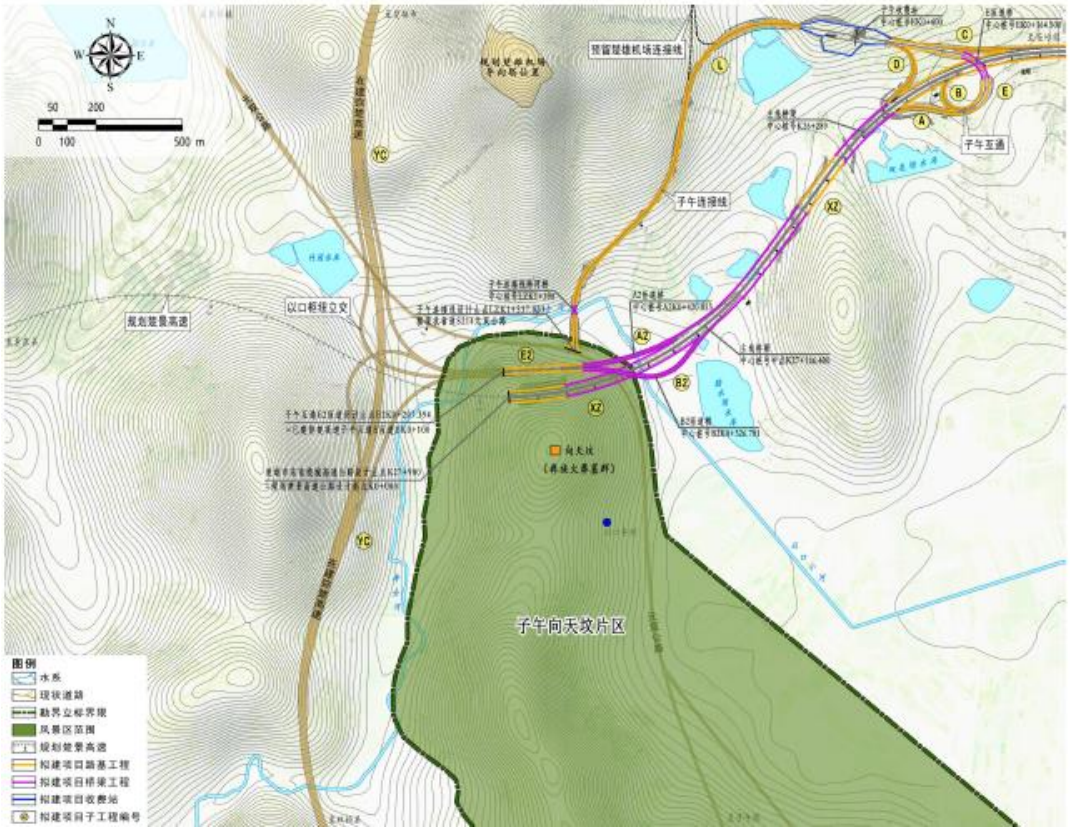


图 7.3.7-3 工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区建设内容图

7.3.7.3项目与楚雄紫溪山风景名胜区相关法律法规的符合性分析

一、与《风景名胜区条例》的相符性分析

《风景名胜区条例》已于 2006 年 9 月 6 日国务院第 149 次常务会议通过，自 2006 年 12 月 1 日起施行，后于 2016 年修订，《风景名胜区条例》相关规定及其相符性分析详见表 7.3.7-3。

表 7.3.7-3 项目与《风景名胜区条例》相关规定的符合性分析

条例规定	符合性分析
第二十一条 风景名胜区规划未经批准的，不得在风景名胜区内进行各类建设活动。	符合，云南方城规划设计有限公司已编制完成云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。
第二十六条 在风景名胜区内禁止进行下列活动：（一）开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；（二）修建储存爆炸性、易燃性、放射	符合，项目为基础交通设施，不在风景名胜区规划范围内设置取、弃土、临时便道等临时工程，项目不在风景名胜区内进行开山、采石等活动，也不涉及储存爆炸

性、毒害性、腐蚀性物品的设施；（三）在景物或者设施上刻划、涂污；（四）乱扔垃圾。	性、易燃性等设施的修建。施工期间对施工人员进行宣传教育和严格管理，禁止乱扔垃圾和破坏景物的行为发生。因此，项目的建设不属于景区内禁止的活动。
第二十七条 禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其它建筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区规划，逐步迁出。	符合，项目为基础交通设施，不在风景名胜区规划范围内设置取、弃土、临时便道等临时工程，项目不涉及在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物。
第二十八条 在风景名胜区内从事本条例第二十六条、第二十七条禁止范围以外的建设活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定办理审批手续。	符合，本项目已取得了楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见。
第二十九条 在风景名胜区内进行下列活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定报有关主管部门批准：（一）设置、张贴商业广告；（二）举办大型游乐等活动；（三）改变水资源、水环境自然状态的活动；（四）其他影响生态和景观的活动。	符合，本项目线路涉及楚雄紫溪山风景名胜区的子午向天坟片区，目前已取得楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见。
第三十条 风景名胜区内的建设项目应当符合风景名胜区规划，并与景观相协调，不得破坏景观、污染环境、妨碍游览。	符合，根据云南方城规划设计有限公司编制的《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》，与风景名胜区规划相符。

二、与《云南省风景名胜区条例》的相符性分析

《云南省风景名胜区条例》于 2011 年修订并于 2012 年 1 月 1 日起实施，《云南省风景名胜区条例》相关规定及其相符性分析详见表 7.3.7-4。

表 7.3.7-4 项目与《云南省风景名胜区条例》相关规定的符合性分析

条例规定	符合性分析
第十五条 风景名胜区内的建设项目应当符合经批准的风景名胜区规划。禁止任何单位和个人在风景名胜区规划未经批准前或者违反经批准的风景名胜区规划进行各类建设活动。	符合，云南方城规划设计有限公司已编制完成云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。

第十六条 在风景名胜区内可以建设符合风景名胜区规划，与风景名胜资源保护和利用有关的基础设施、旅游设施、文化体育设施等项目。禁止在风景名胜区内设立或者变相设立各类开发区，禁止在核心景区内建设宾馆、招待所、疗养院、培训中心以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物、构筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区规划，限期迁出。	符合，项目为基础交通设施，不在风景名胜区规划范围内设置取、弃土、临时便道等临时工程，项目不涉及在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物。
第十七条 风景名胜区内的建设活动实行建设项目选址核准制和建设项目许可制。在国家级风景名胜区内修建缆车、索道等重大建设工程，项目的选址方案应当报国务院建设主管部门核准，其他建设项目的选址方案，应当报省住房和城乡建设主管部门核准；省级风景名胜区内的建设项目选址方案，应当报州（市）风景名胜区行政主管部门核准。经核准后的建设项目选址方案，由州（市）风景名胜区主管部门核发《风景名胜区建设项目选址意见书》。需要穿越风景名胜区的铁路、公路、电力线路、通信等重大建设项目，其选址方案按照权限和程序核准后，由省住房和城乡建设主管部门核发《建设项目选址意见书》。	符合，本项目线路涉及楚雄紫溪山风景名胜区的子午向天坟片区，目前已取得楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见。
第十八条 建设单位在取得《风景名胜区建设项目选址意见书》后，应当依法办理其他有关手续，向风景名胜区所在地的县级风景名胜区主管部门申请并取得《风景名胜区建设许可证》，方可开展建设活动。	符合，符合，本项目线路涉及楚雄紫溪山风景名胜区的子午向天坟片区，目前已取得楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见，《风景名胜区建设许可证》正在办理，下一阶段，项目建设单位应依法办理相关行政审批手续后方可开工建设。
第二十六条 风景名胜区内的野生动植物应当依法保护。未经有关主管部门批准，在风景名胜区内不得采集动植物标本、进行娱乐表演等活动，不得将外来物种引入风景名胜区。	符合，项目属于公路基础设施建设项目，不涉及该条例所禁止的活动，且施工期对动植物提出了相应的保护措施及要求。
第二十七条 风景名胜区内的水源、水体应当严加保护，禁止污染水源、水体，禁止擅自围、填、堵塞水面和围湖造田等。	符合，本项目工程施工在风景区周边路段禁止新建排污口，并考虑了水体污染的相应保护措施，避免对风景名胜区环境造成破坏。
第二十九条 在风景名胜区内实施建设项目，建设单位应当采取有效措施，保护风景名胜资源，确保建设项目与周围景观和	符合，本项目环评已经针对施工期涉及风景名胜区的路段提出了相应的环保措施，只要加强施工期间环境管理工作，不会对

环境相协调，不得就地取材、乱倒渣土。	风景名胜区资源产生明显不利影响。项目线路没有占用各景点资源，弃渣场、表土堆场、施工场地等均未布设在风景名胜区内。
第三十一条 风景名胜区内的单位、居民和进入风景名胜区的游客，应当服从风景名胜区管理机构的管理，遵守风景名胜区的各项管理规定，爱护景观设施，保护环境，不得破坏风景名胜资源或者改变其形态。	符合，本项目施工期间将对施工人员进行宣传教育和加强管理，使其自觉遵守景区内的管理规定。

三、与《风景名胜区条例》、《云南省风景名胜区条例》的相符性分析结论

项目为基础交通设施，不在风景名胜区规划范围内设置取、弃土、临时便道等临时工程，工程不属于《风景名胜区条例》《云南省风景名胜区条例》中禁止建设的内容。工程主线、互通匝道、子午连接线涉及风景名胜区，建设虽对风景名胜区造成一定影响，建设采取有效措施，保护风景名胜资源，确保建设项目与周围景观和环境相协调后，对其影响较小。工程已取得楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见。下阶段严格控制施工用地，严禁在风景名胜区内设置弃渣场、表土堆放场等临时设施，施工生产废水回用，施工后期及时进行植被恢复和绿化等相关保护措施的基础上，项目建设符合《风景名胜区条例》《云南省风景名胜区条例》的相关要求。

7.3.7.4项目与《楚雄紫溪山风景名胜区总体规划（1995-2015）》的相符性分析

《总规（1995-2015）》将景区分为一级保护区、二级保护区、三级保护区。其中，子午向天坟片区仅包括二级保护区、三级保护区。

根据《总规（1995-2015）》说明书及文本知：三级保护区环境影响范围，是与风景区相邻的外围保护地带，不属于法定范围。

东南绕城高速公路仅涉及风景名胜区的二级保护区，工程内容包括主线、匝道、连接线，占地面积 3.51hm² 。

该区域的管理要求为：注意对原有环境地貌特征以及人文景观特征的保护，严禁砍伐森林，开山采石等与风景区开发建设无关的建设活动，对区内的一切建设项目要严格控制，按规划要求进行实施，一切建筑物，构筑物必须因地制宜,建筑形式、风格要与风景区基调及周围环境谐调，对区内进行的农、牧业生产活动应加以控制、管理。

本项目为交通基础设施，有利于景区游览组织和游览体系的形成，工程从子午向天坟片区北侧边缘穿过，不涉及风景区内的重要景点和生态敏感区。工程重要及必要性突出，不属于《风景名胜区条例》及《总规（1995-2015）》中明确禁止的活动类型，项目与《楚雄紫溪山风景名胜区总体规划（1995-2015）》无原则性冲突。

7.3.8与《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）的符合性分析

7.3.8.1云南省生态保护红线简介

2016 年 4 月 7 日，中共云南省委生态文明体制改革专项小组办公室关于印发《云南省生态保护红线划定工作方案》的通知，2018 年 6 月 29 日，云南省人民政府发布《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》（政发[2018]32 号），依据该通知，全省生态保护红线面积 11.84 万 km^2，主要类型为生物多样性维护、水源涵养、水土保持三大红线类型，11 个分区。

2018 年 9 月 29 日，云南省环境保护厅、云南省发展和改革委员会、云南省林业厅联合印发《云南省生态保护红线划定方案》（云环发[2018]28 号），根据《环境保护法》和《生态保护红线划定技术指南》有关规定，结合云南省实际，将在重点生态功能区、生态环境敏感区、脆弱区、禁止开发区和生态公益林等区域划定生态保护红线。生态保护红线划定范围具体包括各级国家公园、自然保护区、森林公园、风景名胜区、地质公园、世界自然遗产地、湿地公园、重点城市集中式饮用水水源保护区、水产种质资源保护区、九大高原湖泊、牛栏江流域水源保护区、公益林、重要湿地、原始林、极小种群物种分布栖息地、重要种质资源保护区（点）海拔 3800m 树线以上区域等区域，以及各地、各部门认为需要划为生态保护红线的区域等，依据生态服务功能分别归并为禁止开发区重点生态功能区红线、生态敏感区/脆弱区红线、禁止开发区红线三个类型。

《方案》明确，结合云南实际，不同类型的生态保护红线区域按“一级管控区”和“二级管控区”两个层次进行分区管控。一级管控区是生态保护红线

的核心区域，实行最严格的管控措施，禁止一切形式开发建设活动，具体范围包括自然保护区核心区和缓冲区、国家公园严格保护区和生态保育区、43 个重点城市主要集中式饮用水水源地保护区一级保护区、牛栏江域水源保护核心区、九大高原湖泊级保护区、珍稀濒危、特有和极小种群等物种分布的栖息地等，以及其他需要纳入一级管控区的区域。二级管控区域即黄线区，实行差别化管措施，严禁有损主导生态功能的开发建设活动，具体范围包括自然保护区实验区、风景名胜区、国家公园游憩展示区、省级以上森林公园、饮用水水源保护区一级保护区、牛栏江流域水源保护区的重点污染控制区和重点水源涵养区、九大高原湖泊一级管控区外的其他生态保护红线区域，以及其他需要纳入管控区的区域。《方案》明确，生态保护红线的划定要严格按保护优先原则、合法性原则、协调性原则、分级分区分类原则、稳定性原则进行。

7.3.8.2工程与云南省生态保护红线的位置关系

①生态红线查询情况

根据《楚雄市自然资源局关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目与生态保护红线核查情况的复函》查询意见，本项目主线、连接线不涉及生态保护红线范围，亦不涉及风景名胜区、自然保护区、森林公园等敏感区；根据《楚雄市东南绕城高速公路弃渣场选址意见表》弃渣场不涉及生态保护红线区域，表土临时堆场、施工营场地、施工便道等临时工程经叠图对比，不涉及生态保护红线；本项目建设与《云南省生态保护红线》不冲突。

②相关要求的符合性分析

根据《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》：“（九）实行严格管控。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。生态保护红线划定后，只能增加、不能减少，因国家重大基础设施、重大民生保障项目建设等需要调整的，由省级政府组织论证，提出调整方案，经环境保护部、国家发展改革委会同有关部门提出审核意见后，报国务院批准。因国家重大战略资源勘查需要，在不影响主体功能定位的前提下，经依法批准后予以安排勘查项目。

根据生态环境部《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86 号）要求：涉及生态保护红线和相

关法定保护区的线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。

工程为交通基础设施建设，属于国家鼓励类重大基础设施建设项目，不属于生产经营活动，不属于生态环境部《关于征求<生态保护红线管理办法（暂行）（征求意见稿）>的函》（环办生态函〔2018〕322 号）中明确禁止的活动类型。

项目属高速公路工程，项目实施将极大的改善滇东南东交通条件，同时公路两侧将建设边坡防护设施，恢复工程建设破坏的林草植被，减缓对区域生态环境扰动的影响；综上所述，本工程与《云南省生态保护红线》、《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》、《生态保护红线划定指南》的相关要求不冲突。

7.4 与相关政策、法律法规相符性分析

7.4.1与《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日第三次修正）的符合性分析

（1）《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日第三次修正）的相关规定如下：

第十三条 县级以上人民政府及其有关部门在编制有关开发利用规划时，应当充分考虑野生动物及其栖息地保护的需要，分析、预测和评估规划实施可能对野生动物及其栖息地保护产生的整体影响，避免或者减少规划实施可能造成的不利后果。

禁止在相关自然保护区域建设法律法规规定不得建设的项目。机场、铁路、公路、水利水电、围堰、围填海等建设项目的选址选线，应当避让相关自然保护区域、野生动物迁徙洄游通道；无法避让的，应当采取修建野生动物通道、过鱼设施等措施，消除或者减少对野生动物的不利影响。

建设项目可能对相关自然保护区域、野生动物迁徙洄游通道产生影响的，环境影响评价文件的审批部门在审批环境影响评价文件时，涉及国家重点保护野生动物的，应当征求国务院野生动物保护主管部门意见；涉及地方重点保护野生动物的，应当征求省、自治区、直辖市人民政府野生动物保护主管部门意见。

（2）符合性分析

本项目属于符合国家相关政策和路网规划的基础设施，工程沿线无国家级重点保护动物，不涉及保护动物的集中分布地或栖息地，也不涉及野生动物迁徙洄游通道。综上所述，工程建设符合《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日第三次修正）的相关规定。

7.4.2与《中华人民共和国长江保护法》的符合性分析

（1）相关内容

根据《中华人民共和国长江保护法》（2020 年 12 月 26 日公布，自 2021 年 3 月 1 日起施行）：长江流域是指由长江干流、支流和湖泊形成的集水区域所涉及的包括云南省在内的省份及相关县级行政区域。长江干流指长江源头至长江河口，流经云南省等的长江主河段；长江支流，是指直接或者间接流入长江干流的河流，支流可以分为一级支流、二级支流等；长江重要支流，是指流域面积一万平方公里以上的支流。

第二章 规划与管控 第二十二条 长江流域产业结构和布局应当与长江流域生态系统和资源环境承载能力相适应。禁止在长江流域重点生态功能区布局对生态系统有严重影响的产业。禁止重污染企业和项目向长江中上游转移。

第二十七条 国务院交通运输主管部门会同国务院自然资源、水行政、生态环境、农业农村、林业和草原主管部门在长江流域水生生物重要栖息地科学划定禁止航行区域和限制航行区域。

禁止船舶在划定的禁止航行区域内航行。因国家发展战略和国计民生需要，在水生生物重要栖息地禁止航行区域内航行的，应当由国务院交通运输主管部门商国务院农业农村主管部门同意，并应当采取必要措施，减少对重要水生生物的干扰。

严格限制在长江流域生态保护红线、自然保护地、水生生物重要栖息地水域实施航道整治工程；确需整治的，应当经科学论证，并依法办理相关手续。

第四章 水污染防治 第五十一条 禁止在长江流域水上运输剧毒化学品和国家规定禁止通过内河运输的其他危险化学品。长江流域县级以上地方人民政府交通运输主管部门会同本级人民政府有关部门加强对长江流域危险化学品运输

的管控。

第五章 生态环境修复 第五十五条 长江流域县级以上地方人民政府按照长江流域河湖岸线保护规划、修复规范和指标要求，制定并组织实施河湖岸线修复计划，保障自然岸线比例，恢复河湖岸线生态功能。

禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。

第五十九条 在长江流域水生生物产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道等重要栖息地应当实施生态环境修复和其他保护措施。对鱼类等水生生物洄游产生阻隔的涉水工程应当结合实际采取建设过鱼设施、河湖连通、生态调度、灌江纳苗、基因保存、增殖放流、人工繁育等多种措施，充分满足水生生物的生态需求。

第六章 绿色发展 第七十二条 具备岸电使用条件的船舶靠港应当按照国家有关规定使用岸电，但使用清洁能源的除外。

（2）符合性分析

根据《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》（云发改基础〔2019〕924 号）附件 1 中云南省长江一级支流清单，云南省一级支流仅有南广河、赤水河。本拟建项目周边的河流主要为沙甸河及青龙河，沙甸河为红河流域，青龙河为龙川江直流属于金沙江流域。没有列入云南省长江一级支流。

楚雄市东南绕城高速公路位于云南省楚雄州楚雄市境内，路线仅在楚雄市境内，属于《云南省县域高速公路“互通互联”工程实施方案》及《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》中的建设项目。

综上分析，本拟建项目与《中华人民共和国长江保护法》的相关要求不冲突。

7.4.3与《长江经济带生态环境保护规划》的符合性分析

（1）相关内容

2017 年 7 月 13 日由环境保护部、发展改革委、水利部联合发布的|“关于印发《长江经济带生态环境保护规划》的通知，明确为落实党中央、国务院关于推动长江经济带发展的重大决策部署，环境保护部、发展改革委、水利部会同有关部门编制了《长江经济带生态环境保护规划》，通知涉及单位需认真贯彻执行。

规划的主要目标：

到 2020 年，生态环境明显改善，生态系统稳定性全面提升，河湖、湿地生态功能基本恢复，生态环境保护体制机制进一步完善。

——建设和谐长江。水资源得到有效保护和合理利用，生态流量得到有效保障，江湖关系趋于和谐。

——建设健康长江。水源涵养、水土保持等生态功能增强，生物种类多样，自然保护区面积稳步增加，湿地生态系统稳定性和生态服务功能逐步提升。

——建设清洁长江。水环境质量持续改善，长江干流水质稳定保持在优良水平，饮用水水源达到III类水质比例持续提升。

——建设优美长江。城市空气质量持续好转，主要农产品产地土壤环境安全得到基本保障。

——建设安全长江。涉危企业环境风险防控体系基本健全，区域环境风险得到有效控制。

到 2030 年，干支流生态水量充足，水环境质量、空气质量和水生态质量全面改善，生态系统服务功能显著增强，生态环境更加美好。

分区保护重点：上游区包括重庆、四川、贵州、云南等省市，区域水土流失、荒漠化严重，矿产资源开发等带来的环境污染和生态破坏问题突出，大城市及周边污染形势严峻。应重点加强水源涵养、水土保持、生物多样性维护和高原湖泊湿地保护，强化自然保护区建设和管护，合理开发利用水资源，禁止煤炭、有色金属、磷矿等资源的无序开发，加大湖库、湿地等敏感区的保护力度，加强云贵川喀斯特地区、金沙江中下游、嘉陵江流域、沱江流域、乌江中上游、三峡库区等区域水土流失治理与生态恢复，推进成渝城市群环境质量持续改善。

（2）符合性分析

根据《长江经济带生态环境保护规划》中将长江经济带进行区域划分，分为上游区（包括重庆、四川、贵州、云南等省市）、中游区（包括江西、湖北、湖南等省）、下游区（包括上海、江苏、浙江、安徽等省市），云南属于上游区。本拟建项目为《云南省县域高速公路“互通互联”工程实施方案》及《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》中的建设项目，不涉及煤炭、有色金属、磷矿等资源的开发，同时，本拟建项目建设范围不涉及生态保护红线，涉及楚雄紫溪山风景名胜区，为了减缓对生态环境的不利影响，进行了大量的环境影响论证分析工作，建设单位委托云南方城规划设计有限公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州

林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》，同时本次环评提出了生态环境跟踪监测；用地不涉及土壤污染。

综上，项目为基础设施建设项目，施工期完成后不利影响消失，营运期环境不利影响有限，拟建项目总体符合《长江经济带生态环境保护规划》。

7.4.4与《长江经济带发展负面清单指南（试行）》的符合性分析

2022 年 1 月 19 日，推动长江经济带发展领导小组办公室发布“关于印发长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）的通知”（长江办【2022】7 号），本拟建项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》相关要求符合性分析见下表 7.4.3-1。

表 7.4.3-1 《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》符合性分析

序号	相关规定	规划情况	符合性
1	禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目，禁止建设不符合《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目。	本拟建项目为《云南省县域高速公路“互通互联”工程实施方案》及《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》中建设的高速公路，不涉及码头及过长江通道	符合
2	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。	本拟建项目用地不涉及自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围；不涉及风景名胜区核心景区的岸线和河段范围。	符合
3	禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。	本拟建项目不涉及饮用水源保护区。	符合
4	禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围海造地或围填海等投资建设项目。禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙、采矿，以及任何不符合主体功能定位的投资建设项目。	本拟建项目不涉及水产种质资源保护区的岸线和河段范围；不涉及国家湿地公园的岸线和河段范围；也不属于不符合主体功能定位的投资项目。	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	经核实，本拟建项目不涉及《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段保护区、保留区。	符合

	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。		
6	禁止未经许可在长江干支流及湖泊新设、改设或扩大排污。	各服务区及配套设施产生的废水经各类污水处理设施处理达标后全部回用，不外排；拟建项目不设置排污口。	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。	本项目为高速公路建设项目，不涉及捕捞	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。	本拟建项目为高速公路建设项目，不属于该项禁止项目	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。	本拟建项目不涉及	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。	本拟建项目不涉及石化、煤化工等项目	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。	本拟建项目不涉及	符合
12	法律法规及相关政策文件有更加严格规定的从其规定。	无	符合

综上分析，本拟建项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》的相关要求不冲突。

7.4.5与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》的符合性分析

云南省推动长江经济带发展领导小组办公室于2022年8月19日印发了《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022年版）》，本项目与其符合性见下表。

本拟建项目与《实施细则》相关要求符合性分析见下表7.4.4-1。

表 7.4.4-1《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022 年版）》符合性分析

序号	指南内容	本项目情况	相符性
1	禁止新建、改建和扩建不符合《全国内河航道与港口布局规划》等全国港口规划和《昭通市港口码头岸线规划（金沙江段 2019 年一 2035 年）》，《景洪港总体规划（2019- -2035 年）》等州（市）级以上港口布局规划以及港口总体规划的码头项目。	本项目属于高速公路建设项目，不属于码头项目。	符合
2	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止建设与自然保护区保护方向不一致的旅游项目。禁止在自然保护区内进行开矿、采石、挖沙等活动。禁止在自然保护区的核心区和缓冲区内建设任何生产设施，禁止在自然保护区的实验区内建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。	本项目用地不涉及自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围。	符合
3	禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。禁止在风景名胜区内进行开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动以及修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；禁止在风景名胜区内设立开发区和在核心景区内建设宾馆、会所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的投资建设项目。	本项目涉及 风景名胜区一般景区，用地不涉及风景名胜区核心景区的岸线和河段范围。	符合
4	禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的投资建设项目，以及网箱养殖、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。	本项目用地不涉及饮用水水源一级、二级保护区的岸线和河段范围。	符合
5	禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围湖造地或围填海等投资建设项目。禁止擅自征收、占用国家湿地公园的土地；禁	本项目用地不涉及水产种质资源保护区的岸线和河段范围。	符合

	止在国家湿地公园内挖沙、采矿，以及建设度假村、高尔夫球场等任何不符合主体功能定位的投资建设项目。		
6	禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在金沙江岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在金沙江干流、九大高原湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。	本项目用地不涉及利用、占用长江流域河湖岸线，同时不涉及占用金沙江干流、九大高原湖泊保护区、保留区。	符合
7	禁止在金沙江干流、长江一级支流建设除党中央、国务院、国家投资主管部门、省级有关部门批复同意以外的过江基础设施项目；禁止未经许可在金沙江干流、长江一级支流、九大高原湖泊流域新设、改设或扩大排污口。	本项目不在金沙江干流、长江一级支流范围内，同时项目所有废水不外排。	符合
8	禁止在金沙江干流、长江一级支流、水生生物保护区和长江流域禁捕水域开展天然渔业资源生产性捕捞。	项目选址位于楚雄市，不在金沙江干流、长江一级支流、水生生物保护区和长江流域内，属于铅锌冶炼项目，不涉及捕捞。	符合
9	禁止在金沙江干流，长江一级支流和九大高原湖泊岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在金沙江干流岸线三公里范围内和长江一级支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的改建除外。	项目选址位于楚雄市，属于有色高速公路建设项目，不属于化工项目。对照《云南省长江经济带负面清单重点管控区目录》，项目涉及水体不属于长江重点干支流。	符合
10	禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业中的高污染项目。	本拟建项目不涉及该项禁止项目	符合
11	禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。禁止列入《云南省城镇人口密集区危险化学品生产企业搬迁改造名单》的搬迁改造企业在原址新建、扩建危险化学品生产项目。	本拟建项目不涉及该项禁止项目	符合
12	禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目，依法依规关停退出能耗、环保、质量、安全不达标产能和技术落后产能。禁止新	本项目属于高速公路建设项目，不涉及该项禁止项目	符合

	建、扩建不符合国家产能置换要求的过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能、高排放项目，推动退出重点高耗能行业“限制类”产能。禁止建设高毒高残留以及对环境影响大的农药原药生产装置，严控尿素、磷铵、电石、焦炭、黄磷、烧碱、纯碱、聚氯乙烯等行业新增产能。		

综上所述，本项目符合《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022 年版）》中相关要求。

7.4.6项目与风景名胜区相关法律法规的符合性分析

7.4.6.1与《风景名胜区条例》的相符性分析

《风景名胜区条例》已于 2006 年 9 月 6 日国务院第 149 次常务会议通过，自 2006 年 12 月 1 日起施行，后于 2016 年修订，《风景名胜区条例》相关规定及其相符性分析详见表 7.4.6-1。

表 7.4.6-1 项目与《风景名胜区条例》相关规定的符合性分析

条例规定	符合性分析
第二十一条 风景名胜区规划未经批准的，不得在风景名胜区内进行各类建设活动。	符合，云南方城规划设计有限公司已编制完成《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。
第二十六条 在风景名胜区内禁止进行下列活动：（一）开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；（二）修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；（三）在景物或者设施上刻划、涂污；（四）乱扔垃圾。	符合，项目为基础交通设施，不在风景名胜区规划范围内设置取、弃土、临时便道等临时工程，项目不在风景名胜区内进行开山、采石等活动，也不涉及储存爆炸性、易燃性等设施的修建。施工期间对施工人员进行宣传教育和严格管理，禁止乱扔垃圾和破坏景物的行为发生。因此，项目的建设不属于景区内禁止的活动。
第二十七条 禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其它建筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区	符合，项目为基础交通设施，不在风景名胜区规划范围内设置取、弃土、临时便道等临时工程，项目不涉及在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风

规划，逐步迁出。	景名胜资源保护无关的其他建筑物。
第二十八条 在风景名胜区内从事本条例第二十六条、第二十七条禁止范围以外的建设活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定办理审批手续。	符合，本工程已取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。
第二十九条 在风景名胜区内进行下列活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定报有关主管部门批准：（一）设置、张贴商业广告；（二）举办大型游乐等活动；（三）改变水资源、水环境自然状态的活动；（四）其他影响生态和景观的活动。	符合，本工程线路涉及楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区的边缘（一般景区），目前已取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。
第三十条 风景名胜区内的建设项目应当符合风景名胜区规划，并与景观相协调，不得破坏景观、污染环境、妨碍游览。	符合，根据云南方城规划设计有限公司编制的《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》，楚雄南绕城高速公路项目符合风景名胜区规划。

7.4.6.2与《云南省风景名胜区条例》的相符性分析

《云南省风景名胜区条例》于 2011 年修订并于 2012 年 1 月 1 日起实施，《云南省风景名胜区条例》相关规定及其相符性分析详见表 7.4.6-2。

表 7.4.6-2 项目与《云南省风景名胜区条例》相关规定的符合性分析

条例规定	符合性分析
第十五条 风景名胜区内的建设项目应当符合经批准的风景名胜区规划。禁止任何单位和个人在风景名胜区规划未经批准前或者违反经批准的风景名胜区规划进行各类建设活动。	符合，项目符合《楚雄紫溪山风景名胜区总体规划(1995-2015) 》，目前云南方城规划设计有限公司编制已编制完成《楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址影响评价报告》，且取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。
第十六条 在风景名胜区内可以建设符合风景名胜区规划，与风景名胜资源保护和利用有关的基础设施、旅游设施、文化体育设施等项目。禁止在风景名胜区内设立或者变相设立各类开发区，禁止在核心景区内建设宾馆、招待所、疗养院、培训中心	符合，项目为基础交通设施，不在风景名胜区规划范围内设置取、弃土、临时便道等临时工程，项目不涉及在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物。

以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物、构筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区规划，限期迁出。	
第十七条 风景名胜区内的建设活动实行建设项目选址核准制和建设项目许可制。在国家级风景名胜区内修建缆车、索道等重大建设工程，项目的选址方案应当报国务院建设主管部门核准，其他建设项目的选址方案，应当报省住房和城乡建设主管部门核准；省级风景名胜区内的建设项目选址方案，应当报州（市）风景名胜区行政主管部门核准。经核准后的建设项目选址方案，由州（市）风景名胜区主管部门核发《风景名胜区建设项目选址意见书》。需要穿越风景名胜区的铁路、公路、电力线路、通信等重大建设项目，其选址方案按照权限和程序核准后，由省住房和城乡建设主管部门核发《建设项目选址意见书》。	符合，本工程线路涉及楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区的边缘（一般景区），目前项目已取得《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》。
第十八条 建设单位在取得《风景名胜区建设项目选址意见书》后，应当依法办理其他有关手续，向风景名胜区所在地的县级风景名胜区主管部门申请并取得《风景名胜区建设许可证》，方可开展建设活动。	符合，本工程已取得了《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》，同意项目选址，下一阶段，项目建设单位应依法办理相关行政审批手续后方可开工建设。
第二十六条 风景名胜区内的野生动植物应当依法保护。未经有关主管部门批准，在风景名胜区内不得采集动植物标本、进行娱乐表演等活动，不得将外来物种引入风景名胜区。	符合，项目属于公路基础设施建设项目，不涉及该条例所禁止的活动，且施工期对动植物提出了相应的保护措施及要求。
第二十七条 风景名胜区内的水源、水体应当严加保护，禁止污染水源、水体，禁止擅自围、填、堵塞水面和围湖造田等。	符合，本工程施工在风景区周边路段禁止新建排污口，并考虑了水体污染的相应保护措施，避免对风景名胜区环境造成破坏。
第二十九条 在风景名胜区内实施建设项目，建设单位应当采取有效措施，保护风景名胜资源，确保建设项目与周围景观和环境相协调，不得就地取材、乱倒渣土。	符合，本工程环评已经针对施工期涉及风景名胜区的路段提出了相应的环保措施，只要加强施工期间环境管理工作，不会对风景名胜区资源产生明显不利影响。项目线路没有占用各景点资源，弃渣场、表土堆场、施工场地等均未布设在风景名胜区内。
第三十一条 风景名胜区内的单位、居民和进入风景名胜区的游客，应当服从风景名胜区管理机构的管理，遵守风景名胜区的各项管理规定，爱护景观设施，保护环	符合，本工程施工期间将对施工人员进行宣传教育和加强管理，使其自觉遵守景区内的管理规定。

境，不得破坏风景名胜资源或者改变其形态。	

7.5 选线合理性分析小结

楚雄市东南绕城高速公路属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的鼓励类项目，符合国家产业政策的要求，是《云南省高速公路网中长期布局规划（2016—2030 年）》、《云南省道网规划修编（2016-2030 年）》中“五纵五横一边两环二十联” 中正是“两环”中的滇中城市群环线，为《云南省县域高速公路“互通互联”工程实施方案》及《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》中的一项，且项目建设符合《云南省主体功能区规划》《云南省生态功能区划》和沿线经过的各乡镇规划的要求。

据调查本项目不涉及依法设立的各级自然保护区、饮用水源保护区等环境敏感区，不可避让的涉及楚雄紫溪山风景名胜区，且已取得《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》；根据《楚雄市自然资源局关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目与生态保护红线核查情况的复函》查询意见，绕城高速不涉及占用生态保护红线区域；各站场、临时设施选址符合相关规范要求；通过各方案的方案比选可知，本项目选线不存在重大环境制约因素，从环境保护角度分析，选线合理可行。

8 环境保护措施及其可行性论证

8.1 设计资料中已采取的对策措施

为了减缓本项目建设对环境造成的影响，本项目设计资料中已采取的对策措施如下：

1.本项目在路线走廊选择中尽可能避

让风景名胜区，已完全避让生态红线、水源地保护区的占用。

2.公路布设线位时与城市组团、城镇规划相协调，采取“近而不进，离而不远”的原则，既不干扰、破坏城市组团、城镇规划，又便于车辆进出城镇。

3.路线经过河流、深沟、峡谷时采用桥梁跨越，穿越山岭时采用隧道通过，尽可能减少高填深挖路段，尽量减少工程对环境的破坏。

4.已委托按设计资料编制了《楚雄市东南绕城高速公路项目水土保持方案报告书》，提出了本项目水土保持措施。

8.2 设计资料采取的环境保护对策的评价

（1）选线中对线路进行了优化，最终选定的线路涉及风景名胜区，但不涉及饮用水水源保护区、生态保护红线等敏感区。

（2）水土保持报告书针对主体工程和临时工程提出较为详细的水土流失控制措施。

（3）未对施工期噪声、废水、扬尘防治及固废处置提出具体的环保对策措施。

（4）未对营运期交通噪声对沿线保护目标的影响提出具体的噪声减缓措施。

（5）未对营运期服务设施生活污水的处理提出具体对策措施。

（6）未考虑风险防范工程措施。

8.3 环评补充的对策措施及建议

项目目前已进行了施工图设计资料，且施工图设计已取得批复，因此，本次评价提出了施工期及营运期的环境保护要求。

8.3.1施工期环境保护对策措施及建议

8.3.1.1生态影响减缓措施

针对工程沿线生态保护目标提出如下的保护措施：

⑴植被保护与恢复措施

①开工前对施工临时设施的规划要进行严格的审查，以达到既少占农田、林地，又方便施工的目的。

②严格按照设计文件确定征占土地范围，进行地表植被的清理工作。

③严格控制路基开挖、隧道洞口开挖施工作业面，避免超挖破坏周围植被。

④工程施工过程中，要严格按设计规定的弃渣场进行取弃土作业；严格控制取土面积和取土深度，不得随意扩大取土范围及破坏周围农田、植被。弃渣场禁止占用基本农田。

⑤公路穿越林地路段，各施工单位应加强防火知识教育，防止人为原因导致森林火灾的发生。

⑥施工期临时设施用地尽量选择在公路征地范围内（如互通立交区、服务区、收费站等），施工营地租用当地民房和场地。凡因公路施工破坏植被而裸露的土地（包括路界内外）均应在施工结束后立即整治利用，恢复植被或造田还耕。

⑦路基施工和弃土场应尽可能保护表层有肥力的土壤，集中堆放并采取临时防护措施，以便于后期绿化和土地复垦用。

⑧路线经过优良耕地路段，应尽量收缩路基边坡，以减少占用耕地，对于坡面工程应及时采取工程或植物措施加以防护以减少水土流失现象发生。

⑨及时处理固体废物如粪便、生活垃圾等，以减少对生态环境的污染影响。

⑵生态公益林保护措施

①生态公益林路段划定明显的征地范围，加强路基清表作业控制，严禁跨越红线施工；严禁工程占用国家一级生态公益林。

②施工营地、预制场、拌合站以及施工便道等临时工程设施严禁占用生态公益林。

③对工程占用的生态公益林，需经同级人民政府同意，报林业主管部门批准后，按有关规定地审核、林木采伐审批手续。建设单位应按照《中华人民共和国森林法》等有关规定进行补偿。

⑶植物保护措施

①保护植物

公路沿线在施工期若发现保护植物应及时上报，并要求建设单位进行就近移栽保护。对现场调查到的占地区内的金荞麦和云南甘草，由于其数量大，种群易于更新，可以不用进行移栽种植。除此之外，项目评价区占地范围内还有未调查到但仍位于占地区内的保护植物，建议预留专项迁地保护费用，下阶段由当地林业部门在施工前对占地区的保护植物进行详细排查后移栽保护。

而工程沿线的其他位于占地区外的保护植物因均位于自然生态环境下，并不适合进行挂牌和围栏保护，建议进行就地保护即可。并在项目施工前做好施工人员的宣传教育工作，严格控制施工用地，严禁施工人员乱砍滥伐。

工程建设施工期、营运期都应进行生态环境的监控或调查。施工期主要是对涉及施工活动的林地路段进行监控与火险监测。

⑷陆生动物保护建议

①避免与消减措施

提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家级野生保护动物，在施工时严禁进行猎捕，严禁施工人员和当地居民捕杀两栖和爬行类动物。

在施工前对施工区及影响区的动物进行轰赶，减少施工过程中造成对动物的伤害；根据野生动物活动规律，合理规划施工、爆破等时间，降低施工中噪音对动物的影响；对在施工中遇到受伤或年幼的野生动物需交由森林公安或林业局的专业人员妥善处理；合理规划管理，避免工程中不必要的树木砍伐和生境开挖等破坏野生动物栖息环境的活动；施工中高度重视水体污染对周边的蛙类的生境造成了破坏。

②管理措施

除了开展集体的保护意识培训之外，在施工区域内合理的放置保护环境、保护动物一类的标语或提示牌，以强化工作人员及周围居民的保护意识，严禁捕猎野生动物。

工程中褐家鼠、小家鼠等伴随人类生活的兽类其种群数量将会增加，在控制

鼠害过程中，尽量减少毒药使用，因为随着鼠类被猛禽捕食，农药随着生物链产生富集作用，危害食物链顶级捕食者的生存。施工过程中应注意加强对施工人员生活垃圾的收集处置，减少鼠类滋生。

③恢复与补偿措施

对跨林区的路段采用加密绿化带，防止灯光和噪声对动物的不利影响。对边坡处尽快尽好地做好植被恢复，使之有利于动物适应新的生境。

⑸鱼类保护措施

施工期间加强弃渣场管理，加强施工人员的卫生管理，避免施工期间生活垃圾、生产废水、生活污水禁止排入水库，减少水体污染，最大限度保护动物生境；将钻渣在临时堆存场进行沥干晾晒，最终将晾晒干的施工钻渣集中运送至指定的弃渣场地进行永久处置。

⑹保护动物保护措施

①在林区施工应优化施工方案，抓紧施工进度，尽量缩短在林区内的施工作业时间，尽量减少爆破作业，减少对野生动物的惊扰。

②施工期严禁捕猎可能遇到的各类重点保护动物。

③优选施工时间，避开野生动物活动的高峰时段。在隧道路段特别是超长隧道路段施工时应尽量避免在早晨、黄昏和晚上进行爆破、打桩等高噪声作。

环评建议隧道施工应优选施工时间，避开动物活动的高峰时段，在隧道路段施工时应尽量避免在早晨、黄昏和晚上进行爆破高噪声作业，隧道爆破选择低爆速炸药——乳化炸药，单次炸药量控制在 1.2kg 以内，隧道爆破采用微差爆破，最佳微差间隔时间一般取（3～6）周。

④在沿线河段，应加强施工管理与生活区的管理，避免对水质的污染，禁止向水体排

⑺临时工程用地环境减缓措施

建设单位应严格执行国家有关“土地复垦”的规定，在施工结束时对各类临时用地及时复垦，对于有进场耕作条件的土地尽量复耕利用，无条件的则种植乔灌草进行植被恢复。

⑻路基清表工作应严格控制在公路用地范围以内，对于有保护价值的植物进行移植。杜绝在公路用地红线以外乱砍乱伐。

⑼严格按设计要求弃渣，设置在施工单位要制定相应的规章，业主监督执行。

（10）对农业及农田的保护措施

①进一步减少占地、保护耕地的建议

在工程量增加不大的情况下，应优先选择能够最大限度节约土地、保护耕地的方案，要充分利用荒山、荒坡地、废弃地、劣质地。本工程在工可阶段的路线方案选择时候，满足公路工程技术标准的条件下，优先选择了占用耕地少的路线方案。但由于要满足公路技术标准的要求，且沿线耕地与基本农田较密集，所以仍占用了一定的耕地，因而在下一阶段设计中，仍应高度重视工程占地问题，优化路线方案，合理布设附属设施，从而尽可能的节约耕地。

合理设置弃渣场，尽量不占用农田，将弃土和改地结合起来；施工场地、施工营地等临时占地尽量选择永久占地范围内或租赁当地民房或厂房，以减少这部分临时占地量，有效保护沿线的耕地。

②对农田的保护与补偿措施

主体工程施工前，先剥离表层熟土，清除树根及杂草根系后再进行主体工程建设，表土剥离厚度一般为 0.5m。剥离的表土集中堆放，要采取土袋挡护坡脚的临时防护措施。

主体工程施工，最好在一季作物成熟收割后进行，要避开雨季施工，做好原材料的堆放和废弃料的处理，避免污染耕作土，间接影响周围植被的生长。

对不可避免的农田临时占地要缩短占用时间，做到边使用、边平整、边绿化、边复耕。且施工时，必须严格控制施工临时占地范围，对于运输车辆，也要尽量走固定的路线，将影响减小到最少范围。

③农田水网体系影响减缓措施

桥涵布设：项目公路所在区域地表水系主要为山间河流，桥位在符合路线走向和路线设计规范的情况下，尽量选择河流顺直、岸线稳定，地质条件好的河段。

农田灌溉设施：项目的建设将破坏部分既有的水利设施，在工程设计和建设过程中将对这些被破坏的水利设施进行恢复和补偿。对于与路线相交的农田排灌沟渠等水利设施，根据地形条件分别设涵、倒虹吸、渡槽或采取改沟、改渠等措施予以恢复，以确保农灌沟渠原有功能，保证沿线地区农业的可持续发展。

路基排水：路基排水应汇集至排水边沟集中排放，排放口应设沉淀、过滤池，

同时在距进水口 0.5m 处设挡板，使路基排水经沉砂、过滤、消能后排放于农灌沟渠，减轻对现有的农田灌溉系统的影响。

④复耕措施

及时复耕：施工结束后及时把剥离的表层熟土回填至周围的临时用地复耕区内；

设置灌排系统：施工场地和弃渣场土地复耕时应设置排灌系统，并且衔接既有排水系统，保证弃渣场土地复垦区的排水和灌溉，结合进场道路及既有农村道路，在复耕区范围内结合排灌渠道布设道路系统。

改良土壤：先采取工程或生物措施保土，使土壤流失量控制在容许流失量范围内，再种植豆科绿肥或多施农家肥改土，当土壤过砂或过粘时，可采用砂粘结互掺的办法，此外，在种植绿肥作物改土时必须施用磷肥。

抚育管理：土地复耕后必须进行抚育管理，通过采取松土、灌溉、施肥、除蘖、修枝等措施进行管护，对自然灾害和人为损坏采取一定的补植措施，避免“只造不管”和“重造轻管”，提高土地复耕的实际成效。

（11）地表水体生态保护措施

①跨越沿线河流的施工过程中，应严格要求施工人员杜绝随地吐痰、便溺、丢弃废物的陋习，不能在水体区域内从事钓鱼、洗澡、打鱼等破坏环境的活动。

②施工期间，应对河流两岸施工道路的修建、挖机废弃的油污、泥浆及施工留下的其他各种废弃物进行及时处理，严禁排放或倾倒至河流及其岸边。施工单位应加强施工管理，尽量避免和减少施工期间对环境的影响。工程完工后，对河道水环境及周边环境不会造成不利影响。

（12）水土流失防治措施

①合理安排施工进度及施工时间，施工时选择无雨、小风的季节进行，避免扬尘和水土流失。在河流和沟渠开挖段施工时应做到随挖、随运、随铺、随压，不留或尽可能少留疏松地面，废弃土方要及时清运处理；尽量缩短施工期，使土壤暴露时间缩短，并快速回填。

②施工中产生的弃土石方可以从以下几个方面进行处理：可以修路垫路基使用；可以用于水土保持工程使用；剩余部分应设专门渣场堆放，渣场的选择要合理，应避开当地的泄洪道，并征得当地水土保持和环保管理部门的同意，堆渣场

应修筑拦碴坝、截水沟、并进行平整绿化。

③对开挖土方采取保护措施，如适当拍压，旱季表面喷水或用织物遮盖等，在临时堆放场周围采取必要的防护措施。

④对于邻近河流水体的施工区，应在施工区边界设立截流沟，防治施工区地表径流污染地表水体。

（13）生态敏感区的生态保护措施

（1）生态红线生态保护措施

①严格控制工程用地红线，禁止在红线外进行施工活动，尽量减少施工造成的地表扰动。加强对施工现场和施工人员的管理，不人为破坏原生植被景观。

②尽可能以隧道穿过，并不影响生态红线自然植被及其景观的破坏，但是要严格控制隧道口炸药的使用量，减小爆破振动诱发山体边坡崩塌、滑坡等地质灾害，从而导致山体、植被遭到破坏的可能。

③禁止向生态红线内倾倒施工弃渣和废土石，防止生态红线内的景观和环境。

④施工时需要林业管理机构人员加强监督巡查，严格按照林业批准实施的范围内施工，加强森林防火、野生动植物保护等宣传工作。

⑤严格按照总体设计中规划的弃渣场及临时弃渣场进行渣土存放。

⑥进入生态红线的施工工期尽可能缩短，在施工时加强施工管理，应及时清理施工场地，种植与原生植被景观相协调的景观植被，使对生态红线的影响减小到最小程度。

⑦要做好辅助工程项目对生态红线的影响管理，如施工便道、材料运输，做好文明施工，保护环境。

⑧隧道进出口边坡及桥墩基坑开挖易引发边坡失稳等，应做好相关地质灾害防治工作。

8.3.1.2地表水环境影响减缓措施

1、施工期间生活污水污染防治措施

在施工营场地、服务设施及管理用房施工场地设旱厕，粪便用于肥田。其余食堂、洗漱、清洗等污水经隔油、沉淀后回用于场地洒水抑尘或周围林地、灌木丛或草地的浇水。禁止向沿线水体倾倒、排放生活污水。

2、施工作业生产废水防治措施

（1）工程承包合同中应明确筑路材料（如沥青、油料、化学品、粉煤灰、水泥、砂、石料等）的运输过程中防止洒漏条款，堆放场地不得设在水体岸边，以免被雨水冲入水体造成污染。

（2）施工材料如沥青、油料、化学品等有害物质堆放场地应设蓬盖，以减少雨水冲刷造成污染。

（3）构件预制场混凝土搅拌场内设置多级沉淀池，对混凝土生产废水、搅拌车冲洗废水进行沉淀处理，沉淀后的废水回用不外排。

（4）项目沿线Ⅱ类水体（阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐）禁止排污。

（5）构件预制场混凝土搅拌场内设置 11 个三级沉淀池（有效容积不小于 $20m^3$），对搅拌车冲洗废水进行沉淀处理，沉淀后的废水回用，用于场地冲洗。同时，场地内设置有导水沟，冲洗水部分蒸发，剩余冲洗水经导水沟进入沉淀池。

（6）机械、设备及运输车辆的维修保养尽量集中于附近乡镇的维修点进行，在施工营场地设隔油沉淀池，含油污水经隔油沉淀处理后回用。

（7）尽量选用先进的设备、机械，以有效地减少跑、冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的生产量。

3、含油污水控制措施

采用施工过程控制，清洁生产的方案进行含油污水的控制。

（1）尽量选用先进的设备、机械，以有效地减少跑，冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的产生量；

（2）在不可避免冒、滴、漏油的施工过程中尽量采用固体吸油材料（如棉纱、木屑等）将废油收集转化到固体物质中，避免产生过多的含油污水。对渗漏到土场的油污应及时利用刮削装置收集封存，运至垃圾场集中处理。

（3）机械设备及运输车辆的维修保养，尽量集中于各路段处的维修点进行，以方便含油污水的收集；在不能集中进行的情况下，由于含油污水的产生量一般小于 $0.5m^3/d$，因此可全部用固体吸油材料吸收后委托有资质单位处理。对施工机械冲洗污水进行收集处理。

4、桥梁施工的防护工程措施

（1）拟建公路沿线水体较多，跨河路段共 13 座桥，但均不涉及涉水桥墩；无桥墩施工对水体的影响。

（2）此苴特大桥（左右幅各 1 座）跨越河流特大桥各设 2 座沉淀池，其余 12 座桥梁施工工区应各设 1 座沉淀池，施工生产废水由沉淀池收集，经沉淀、隔油除渣等简单处理后，主要污染物 SS 去除率控制到 80%，石油类等其它污染物浓度减小。

（3）桥梁施工过程中，应加强现场管理，禁止将施工固体废物、废油、废水等弃入水体。同时，桥梁施工作业完毕后，要清理好施工现场，以防止施工废料等垃圾随雨水进入水体。

（4）应加强管理，施工材料如沥青、油料、化学品等的堆放地点应远离河床，并备有临时遮挡的帆布，防止雨水冲刷。废弃机械油料和废油要及时回收后进行处理，遗漏在土壤中的机械油料和废油要回收并按照《危险废物储存污染控制标准》（GB18597-2001）进行临时储存，然后交由具有危险品回收及处置资质的单位进行处理。

4、隧道施工水环境减缓措施

在各隧道口附近设置沉淀池（共 8 个），隧道施工涌水经沉淀处理后部分回用，剩余达标排放。具体见表 8.3.1-1。

表 8.3.1-1 高速公路隧道施工废水排放去向表

序号	隧道名称	隧道起点-隧道止点	施工废水处置及利用措施	排放去向
1	卡利隧道	左线：ZK2+100～ZK4+045	隧道进出口两端均设置沉淀池（有效容积 100m^3）对隧道施工废水进行收集处理后部分回用于隧道掘进降尘，剩余部分由负责施工标段的项目部安排洒水车进行抽取用于施工道路、料场洒水降尘	全部回用
		右线：K2+082～K4+015		
2	上土坡隧道	左线：ZK7+528～ZK10+170	进出口两端均设置沉淀池（有效容积 150m^3）”，施工废水沉淀后部分回用，剩余达标排放	临时管道接至大坡河排放
		右线：K7+520～K10+200		
3	塔普隧道	左线：ZK13+220～ZK13+975	隧道进出口两端均设置沉淀池（有效容积 30m^3）对隧道施工废水进行收集处理后部分回用于隧道掘进降尘，剩余部分由负责施工标段的项目部安排洒水车进行抽取用于施工道路、料场洒水降尘	全部回用
		右线：K13+150～K13+970		
4	耳东屯隧道	A5ZK19+030～A5ZK19+915	隧道进出口两端均设置沉淀池（有效容积 20m^3）对隧道施工废水进行收集处理后部分回用于隧道掘进降尘，剩余部分由负责施工标段的项目部安排洒水车进行抽取用于施工道路、料场洒水降尘	全部回用
		A5YK19+045～A5YK19+965		

5、临河路段保护措施

施工期间对在大坡河、铃铃小河、倮倮冲、马军小河、青龙河、垮去河、以口小河布线的路段，在距离河流水体距离小于 30m 且地面坡度大于 25 度的施工区域和水体之间设置编织土袋或修建挡渣墙进行有效拦挡，以减少施工开挖及填筑过程对沿线水体水质的影响。

此外，开展施工场所的水环境保护教育，让施工人员理解水保护的重要性，严禁向河流中倾倒生活垃圾和建筑垃圾；严格检查施工机械，防止油料泄漏污染水体。施工材料如油料、化学品等不宜堆放在地表水体附近，并应备有临时遮挡的帆布；采取措施防止泥土和散体施工材料阻塞水渠或现有的灌溉沟渠及水管。临河路段施工时严禁在路线两侧设置弃土场。

6、大兴坝水库、倮倮冲水库的保护措施

大兴坝水库大桥施工点位设置 1 座沉淀池，施工废水经沉淀后回用，禁止外排；倮倮冲水库，施工点位设置 1 座沉淀池，施工废水经沉淀后回用，禁止外排。施工期在大兴坝水库、倮倮冲水库路段设置一告示牌，加强对施工工人环保教育宣传。项目施工期禁止在大兴坝水库、倮倮冲水库径流区内设置施工营地和取弃渣场等临时占地，施工废水禁止排入水库径流区内。

8.3.1.3环境空气影响减缓措施

应根据《中华人民共和国大气污染防治法》、《云南省大气污染防治条例》、《打赢蓝天保卫战三年行动计划》（国发〔2018〕22 号）、《云南省人民政府关于印发云南省打赢蓝天保卫战三年行动实施方案的通知》（云政发〔2018〕44 号）、《住房和城乡建设部办公厅关于进一步加强施工工地和道路扬尘管控工作的通知》（建办质〔2019〕23 号）、《公路环境保护设计规范》（JTGB04-2010）、《建设工程施工现场环境与卫生标准》（JGJ146-2013）、《云南省生态环境厅云南省交通运输厅关于加强高等级公路建设项目施工扬尘污染防治的通知》（云环发（2021）6 号）等法律法规、部门规章、技术规范和标准的要求，结合项目所在区域环境特点以及工程特点，提出切实可行、有效的施工扬尘治理措施。

（1）严格落实施工扬尘污染防治责任

①建设单位要严格执行环境保护“三同时”制度，防治施工扬尘污染的费用须列入工程投资，施工合同中须明确施工单位扬尘污染防治责任，在组织施工图

设计交底时应将施工扬尘污染防治措施一并纳入进行交底，并督促施工单位落实施工扬尘污染防治措施。

②施工单位应制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，在施工现场明显位置设置公示牌，公示牌内容包括：施工现场负责人、环保监督员、防尘措施、扬尘监督管理部门、举报投诉电话等信息。

（2）积极采取防尘抑尘措施

①在土石方施工作业过程中，作业面应当采取防尘抑尘措施，对已完成的并可能产生扬尘污染的作业面，应当采取洒水或喷雾等防尘措施。

②加强公路配套的停车区、收费站等构筑物施工扬尘污染防治，施工场地应设置硬质围挡并采取覆盖、分段作业、择时施工、洒水抑尘、冲洗地面及车辆等有效防尘降尘措施。施工现场的主要道路及材料加工区地面，应采用不易产生扬尘的物料进行硬化处理。

③加强物料堆存及运输管理。在施工工地内堆放水泥、灰土、砂石、建筑土方等易产生扬尘的粉状、粒状和块状建筑材料，应采取“粉状入仓、块状入棚”的原则，采取封闭或者遮盖等防尘措施。现场搅拌混凝土、砂浆等建筑材料，物料落料点应采取湿法除尘、收尘等措施；运输物料、渣土的车辆应采用密闭或其他措施，防止物料遗撒造成扬尘污染。

④合理布置沥青搅拌站、混合料拌和站场，站场应设置在环境敏感目标下风向，其中，沥青搅拌站与敏感目标距离不宜小于 300 米，混合料拌和站与敏感目标距离不宜小于 200 米。

⑤落实施工路段及施工便道防尘措施。对施工路段及便道应适时洒水，减轻扬尘污染。其中，施工便道应尽量利用现有公路，确需新建的，应分段采取防尘抑尘措施；经过村庄及人口密集区的应采用不易产尘的物料进行硬化。

⑥合理设置弃渣场，弃渣场应远离以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的环境敏感区。

（4）根据“施工图设计”，项目沿线设置 5 处预制场及钢筋加工厂，其中 1#、5#预制场（包含钢筋加工场）200m 范围内存在敏感点，环评要求需加大洒水频次，物料堆场周边设置高于堆存物料的围挡、防风网等设施，并采取遮盖、喷淋等防尘措施，减轻对附近居民的影响。

（5）T2 拌合站及 S4 湿喷站在 200m 范围内有居民点分布，本评价已对以上拌合站提出调整建议，若在项目施工过程中混凝土拌合站位置有变动，则混凝土拌合站距敏感目标不宜小于 200m，并应设置在当地施工季节主导风向的下风向。各拌合站施工期应采取的扬尘防治措施如下：

①建设单位要严格执行环境保护“三同时”制度，防治施工扬尘污染的费用须列入工程投资，施工合同中须明确施工单位扬尘污染防治责任，在组织施工图设计交底时应将施工扬尘污染防治措施一并纳入进行交底，并督促施工单位落实施工扬尘污染防治措施。

②施工单位应制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，在施工现场明显位置设置公示牌，公示牌内容包括：施工现场负责人、环保监督员、防尘措施、扬尘监督管理部门、举报投诉电话等信息。

③工程施工工地要做到工地周边围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输“六个百分之百”，鼓励安装在线监测和视频监控设备，并与当地有关主管部门联网。当环境空气质量指数达到中度及以上污染时，施工现场应增加洒水频次，加强覆盖措施，减少易造成大气污染的施工作业。

④加强物料堆存及运输管理。在施工工地内堆放水泥、灰土、砂石、建筑土方等易产生扬尘的粉状、粒状和块状建筑材料，应采取“粉状入仓、块状入棚”的原则，采取封闭或者遮盖等防尘措施。现场搅拌混凝土、砂浆等建筑材料，物料落料点应采取湿法除尘、收尘等措施；运输物料、渣土的车辆应采用密闭或其他措施，防止物料遗撒造成扬尘污染。

⑤ 加强管理，文明施工，建筑材料轻装轻卸；车辆驶出工地前尽可能清除表面粘附的泥土等。

⑥施工工地内道路及材料堆放场地应进行硬化处理。

⑦料场内由于积尘较大，进入料场的道路应经常洒水，使路面保持湿润，并铺设竹笆、草包等，以减少由于汽车经过和风吹引起的道路扬尘。

⑧全省各级生态环境部门、交通运输部门要加强公路项目建设的过程监管。生态环境部门要强化执法监督检查，交通运输部门要强化行业监管，在执法监督检查和行业监管过程中发现项目施工未落实相应防尘措施的，应根据相关法律法

规规定予以处理。

（5）项目设置的其余混凝土拌合站及湿喷站200m范围内没有居民点分布。上述施工站场施工期应采取的扬尘防治措施如下：

①建设单位要严格执行环境保护“三同时”制度，防治施工扬尘污染的费用须列入工程投资，施工合同中须明确施工单位扬尘污染防治责任，在组织施工图设计交底时应将施工扬尘污染防治措施一并纳入进行交底，并督促施工单位落实施工扬尘污染防治措施。

②施工单位应制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，在施工现场明显位置设置公示牌，公示牌内容包括：施工现场负责人、环保监督员、防尘措施、扬尘监督管理部门、举报投诉电话等信息。

③在施工工地设置硬质围挡，并采取覆盖、分段作业、择时施工、洒水抑尘、冲洗地面和车辆。

④加强物料堆存及运输管理。在施工工地内堆放水泥、灰土、砂石、建筑土方等易产生扬尘的粉状、粒状和块状建筑材料，应采取“粉状入仓、块状入棚”的原则，采取封闭或者遮盖等防尘措施。现场搅拌混凝土、砂浆等建筑材料，物料落料点应采取湿法除尘、收尘等措施；运输物料、渣土的车辆应采用密闭或其他措施，防止物料遗撒造成扬尘污染。

⑤加强管理，文明施工，建筑材料轻装轻卸；车辆驶出工地前尽可能清除表面粘附的泥土等。

⑥施工工地内道路及材料堆放场地应进行硬化处理。

⑦料场内由于积尘较大，进入料场的道路应经常洒水，使路面保持湿润，并铺设竹笆、草包等，以减少由于汽车经过和风吹引起的道路扬尘。

⑧全省各级生态环境部门、交通运输部门要加强公路项目建设的过程监管。生态环境部门要强化执法监督检查，交通运输部门要强化行业监管，在执法监督检查和行业监管过程中发现项目施工未落实相应防尘措施的，应根据相关法律法规规定予以处理。

（6）拌合站选址指导性意见

①全线应集中设置拌合站。

②拌合站应设置在开阔空旷的地方，拌合站设置在学校、城乡居民区和有特

殊要求的地区的下风向，混凝土及湿喷站距离不宜小于 200m，沥青拌合站不宜小于 300m，减少拌合站对环境敏感点的粉尘及沥青烟污染。环境空气一类区不能设置沥青拌合站。

③禁止在楚雄紫溪山风景名胜区内设置拌合站、预制场等施工场地。

④新建拌合站的选址应征求生态环境局、林业和草原局、国土局、自然资源局、水务局等主管部门意见。

本项目施工期针对施工营驻地、弃渣场、施工便道采取的扬尘防治措施见下表。

表 8.3.1-2　项目施工期施工场地、弃渣场、主线、施工便道采取的扬尘防治措施一栏表

名称	功能	位置	附近敏感点距离、方位	拟采取的环保措施
施工场地	不在城市规划区的一般钢筋加工场、预制场、拌合站			（1）建设单位应将防治施工扬尘污染的费用列入工程投资，并在施工合同中明确施工单位扬尘污染防治责任。施工单位应制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，在施工现场明显位置设置公示牌，公示牌内容包括:施工现场负责人、环保监督员、防尘措施、扬尘监督管理部门、举报投诉电话等信息。 （2）在土石方施工作业过程中，作业面应当采取防尘抑尘措施，对已完成的并可能产生扬尘污染的作业面应当采取洒水、遮盖等防尘措施。 （3）加强公路配套服务区、收费站、隧道管理所等构筑物施工防尘。施工场地应设置封闭围挡并采取喷淋措施，湿法作业，分段作业、择时施工，施工现场的主要道路及材料加工区地面应进行硬化处理，物料堆场采用密闭式防尘网遮盖，物料和弃渣采用加盖运输，清洗出入车辆。 （4）加强物料堆存及运输管理。在施工工地内堆放水泥、灰土、砂石、建筑土方等易产生扬尘的粉状、粒状和块状建筑材料的，现场搅拌混凝土、砂浆等建筑材料的，应采取粉状入仓、块状入棚的原则，采取封闭或者遮盖等防尘措施，落料点应采取收尘、湿法除尘措施；现场搅拌混凝土、砂浆等建筑材料的，物料落料点应采取湿法除尘、收尘等措施；运输物料、渣土的车辆应采用密闭或其他措施防止物料遗撒造成扬尘污染。 （5）沥青拌合站建议采用先进的沥青混凝土拌合设备，即拌合机具有密封除尘装置。
	1#T 梁预制场	K4+400 主线路基段	南侧约 22m 处为卡利散户	由于 1#、5#周围 200m 范围内存在居民点，因此其污染防治措施提出更高的要求。

	5# T 梁预制场	K23+500-k23+880 主线路基段	西南侧约 110m 处为甸尾村	（1）采取一般施工营场地环保措施。 （2）在严格执行一般施工营场地环保措施要求外，还应符合下列防尘要求: 在施工现场周边按照标准设置硬质围挡、采用喷淋等措施; 对施工现场的物料堆放场所采用密闭式防尘网遮盖等措施，对土石方、建筑垃圾及时清运并进行资源化处理; 施工车辆应当采取除泥、冲洗等除尘措施后方可驶出工地; 道路挖掘施工应当及时覆盖破损路面，并采取洒水等措施防治扬尘污染;道路挖掘施工完成后应当及时修复路面; 对开挖后暂时不能开工可能产生扬尘污染的建设用地，建设单位应当对裸露地面进行覆盖，超过 3 个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。	
混凝土拌合站	T2 拌合站	K6+400 右侧 124m	西南侧约 143m 处为樟木箐	调整至 K6+350 右侧 135m，周围 200m 内无居民点分布	（1）调整后采取一般施工场地环保措施。 （2）风大时，加大洒水频次。
湿喷站	S4 湿喷站	上土坡隧道出口右侧 30m	西南侧约 160m 处为田房头	调整至 K10+300 左侧 25m，周围 200m 内无居民点分布	（1）调整后采取一般施工场地环保措施。 （2）风大时，加大洒水频次。
弃渣场	一般弃渣场（200m 范围内无居民点）			加强弃渣场的扬尘防治，对弃渣场进行洒水降尘，弃渣场暂停使用的应当对裸露地面进行覆盖； 超过 3 个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。防尘网的密度应当符合要求，并采取有效防风加固措施；防尘网应当保持完整无损，破损的应当及时修复或者更换。	
	4 号弃渣场	ZK4+600 左 2560m	南侧 170m 处为棠梨沟散户	弃渣场 200m 范围内有居民点，除采取一般弃渣场防治要求外，还需加大洒水频次，大风天气设置防尘网进行遮盖，减轻对附近居民的影响。	
	18 号弃土场	ZK19+800 左 2800m	东侧 52m 处为者纳屯散户		
施工路段	一般路段施工（位于城镇规划区之外且线路 200m 范围内无敏感点分布的）			（1）在土石方施工作业过程中，作业面应当采取防尘抑尘措施，对已完成的并可能产生扬尘污染的作业面应当采取洒水、遮盖等防尘措施。 （2）加强物料堆存及运输管理。运输物料、渣土的车辆应采用密闭或其他措施防止物料遗撒造成扬尘污染。 （3）落实施工路段防尘措施。施工路段应适时洒水，减轻扬尘污染。	

	线路 200m 范围内有敏感点分布路段	在该路段范围内施工时，要求： ①在配套构筑物的施工现场周边设置硬质封闭围挡或者围墙，位于主要路段的，高度不低于 2.5m，位于一般路段的，高度不低于 1.8m，并在围挡底端设置不低于 0.2m 的防溢座，采用喷淋等措施； ②对施工现场出入口、场内施工道路、材料加工堆放区、办公区、生活区进行硬化处理，并保持地面整洁； ③划分物料区域和道路界限，及时清除散落的物料，保持物料堆放区域和道路整洁，场地进行硬化处理，并及时清扫、清洗，物料堆场周边设置高于堆存物料的围挡、防风网等设施，并采取遮盖、喷淋等防尘措施； ④对土石方、建筑垃圾及时清运并进行资源化处理； ⑤道路挖掘施工应当及时覆盖破损路面，并采取洒水等措施防治扬尘污染；道路挖掘施工完成后应当及时修复路面； ⑥对开挖后暂时不能开工可能产生扬尘污染的建设用地，建设单位应当对裸露地面进行覆盖；超过 3 个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。
沿线服务设施	停车区 1 处（双向 2 个）、收费站 3 处（1 处监控通信分中心、1 处养护工区、1 处隧道管理所、1 处交警及路政用房与楚雄南收费站合建）	（1）在服务设施、管理用房的施工作业过程中，作业面应当采取防尘抑尘措施，对已经清表但暂不能开工的建设用地裸露地面应当采取洒水、遮盖等防尘措施。 （2）加强施工防尘。施工场地应设置硬质围挡并采取覆盖、分段作业、择时施工、洒水抑尘、冲洗地面及车辆等有效防尘降尘措施。施工现场的主要道路及材料加工区地面应采用不易产生扬尘的物料进行硬化处理。 （3）加强物料堆存及运输管理。在施工工地内堆放水泥、灰土、砂石、建筑土方等易产生扬尘的粉状、粒状和块状建筑材料的，应按照“粉状入仓、块状入棚”的原则，采取封闭或者遮盖等防尘措施，现场搅拌混凝土、砂浆等建筑材料的，物料落料点应采取湿法除尘、收尘等措施；运输物料、渣土的车辆应采用密闭或其他措施防止物料遗撒造成扬尘污染。

施工便道	施工便道	落实施工便道防尘措施。施工便道应适时洒水，减轻扬尘污染。施工便道应尽量利用现有公路，确需新建的，宜分段采取措施；经过村庄及人口密集区的，应采用不易产尘的物料进行硬化。施工便道使用结束后，根据与地方政府的协商情况，可作为地方道路使用的，交由地方进行管理，如不能作为地方道路继续使用的，应根据原占地类型开展生态恢复或复垦。 距离村庄、乡镇较近弃渣场便道在经过居民区路段应进行路面硬化。施工便道使用结束后，根据与地方政府的协商情况，可作为地方道路使用的，交由地方进行管理，如不能作为地方道路继续使用的，应根据原占地类型开展生态恢复或复垦。

8.3.1.4声环境影响减缓措施

根据预测昼间施工机械噪声在距施工场地 200m 处可达到标准限值，夜间在 422m 处可达到标准限值；夜间在敏感点附近禁止施工，因此施工时需采取以下措施，以防止施工噪声对沿线声环境敏感点的影响。

（1）合理布局施工现场

合理科学地布局施工现场是减少施工噪声的主要途径，如将施工现场的固定振动源相对集中，以减少影响的范围；如对可固定的机械设备如空压机、发电机安置在施工场地临时房间内，房屋内设隔音板，降低噪声。另外在村庄敏感点附近施工时，需提前告知周边居民，设立群众意见反馈处，听取并采纳群众合理意见。

（2）合理安排施工作业时间

在保证进度的前提下，合理安排作业时间，对于敏感点附近路段施工的须把排放噪声强度大的施工应安排在白天施工。严格限制夜间进行有强振动的施工作业。特殊情况需连续作业时，除采取有效措施外，报环保局批准后施工，并公告附近群众。

（3）合理安排施工运输车辆的行走路线和行走时间

施工运输车辆，尤其是大型运输车辆，应按照有关部门的规定，确定合理运输路线和时间。选择主要运输道路应尽可能远离村镇、学校等敏感点；施工车辆在经过各敏感点路段时禁止鸣笛等措施。

（4）合理选择施工机械设备

施工单位应尽量选用低噪音、振动的各类施工机械设备，并带有消声和隔音的附属设备；避免多台高噪音的机械设备在同一工场和同一时间使用；对排放高强度噪音的施工机械设备工场，应在靠近敏感点一侧设置隔声挡板或吸声屏障，减少施工噪声对环境的影响。主线及连接线道路边界线（路肩）外 200m 范围内有 28 个村庄（云甸村、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、邓家冲、宝山屯、罗只碑村、甸尾、耳东屯、小马军、益起坡、江头村、上高包、以口村、天子堂、云甸完小、朱家村、鲁家村、罗只碑希望小学、罗定庵、伍桂田、大余节、关沟、此苴、大东社区、下高包），沿线声环境敏感点距路中心线 65m 以内的村庄有 15 个，包括云甸村、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、邓家冲、宝山屯、罗只碑村、甸尾、耳东屯、小马军、益起坡、江头村、上高包、以口村、天子堂，昼间施工将会产生一定的干扰；在上述敏感点附近施工时，需在靠近村庄一侧放置临时隔声屏障。

（5）做好宣传工作，倡导科学管理和文明施工

由于技术条件、施工现场客观环境限制，即使采用了相应的控制对策和措施，施工噪声、振动仍可能对周围环境产生一定的影响，为此要向沿线受影响的居民和有关单位做好宣传工作，以提高人们对不利影响的心理承受力；加强施工现场的科学管理，做好施工人员的环境保护意识的教育；大力倡导文明施工的自觉性，尽量降低人为因素造成施工噪声的加重。

（6）加强环境管理，接受环保部门环境监督

为了有效地控制施工噪声对城市环境的影响，除落实有关的控制措施外，还必须加强环境管理；根据国家和地方的有关法律、法令、条例、规定，施工单位应主动接受环保部门的监督管理和检查；建设单位在进行工程承包时，应将有关施工噪声控制纳入承包内容，并在施工和工程监理过程中设专人负责，以确保控制施工噪声措施的实施。

（7）施工单位需贯彻各项施工管理制度

施工单位要确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），认真贯彻《中华人民共和国噪声污染防治法》等有关国家和地方的规定。

（8）本工程采用隧道钻爆法施工，隧道爆破施工过程中应加强管理，合理

安排爆破作业时间，禁止在夜间进行爆破作业，以免影响附近居民的正常工作和生活，将爆破振动和噪声对环境产生的不利影响减小到最低程度。

8.3.1.5地下水污染防治措施

（1）加强施工期管理，严格物料、油料、化学品堆放管理，定期检修施工机械设备防止漏油污染地下水。建筑材料堆放地设置一定的防渗区域并采取严格的“三防”措施，专门存放油料及化学品物质。

（2）加强水文地质、工程地质调查。拟建工程线路穿越区域水文地质环境相对简单，隧道主要穿越裂隙水含水层，裂隙发育，部分隧道穿越构造或富水性较强的地层，可能会发生涌水、突水及突泥现象，尤其是长隧道施工期较长，可能会出现雨季施工。因此在施工前应根据实际遂址区水文地质条件制定严密的防水、排水方案，施工过程中采用疏导、勾补、铺砌和填平等处置措施；加强衬砌结构，及时支护，加强地下水的疏导排措施；加强水文地质、工程地质调查，加强超前地质预报，查明施工区围岩稳定性、构造发育情况及地下水赋存情况。

（3）针对穿越构造或富水性较强的地层的区域，应提前制定有针对性的处置措施，制定应急预案，加强不良围岩的加固工作，对裂隙较发育地段可以采取注浆止水等措施，同时加强涌水量和洞身稳定性监测。

（4）施工期间及投入运营后对龙潭的三个水井、小白庙 15 口水井以及上土坡水井进行水量和水质跟踪监测，若发现水量明显减少或干涸，或水质异常，建设单位承诺立即为受影响的村子提供饮用水，确保村民饮用水不受影响。由于线路周边零星分布部分自然村，因此在工程施工过程中应进一步加强对线路周边，尤其是遂址周边村民饮用水的调查工作，应确保其水源不受影响。

8.3.1.6固体废物处置措施

施工期固体废物主要包括废弃土石方、建筑垃圾和施工人员生活垃圾。对施工期固体废物应采取“集中收集、分类处理、尽量回用”的原则，其中废弃土石方在设置的弃渣场进行处置，拆迁房屋、建筑物的建筑垃圾部分用于施工生产生活区和临时占地中场地平整，生活垃圾集中收集后运送至附近各县垃圾处理场集中处理。

（1）不得在运输过程中沿途丢弃、遗撒固体废物。

（2）施工机械的机修油污集中处理，揩擦有油污的固体废物等不得随地乱

扔，统一收集后送具有相关资质的单位处理。

（3）在施工营地设置改良式化粪池和垃圾箱，由承包商按时清理。

（4）按计划和施工的操作规程，严格控制并尽量减少余下的物料。一旦有余下的材料，将其有序地存放好，妥善保管，可供周边地区修补乡村道路或建筑使用。

（5）对收集、贮存、运输、处置固体废物的设施、设备和场所，应当加强管理和维护，保证其正常运行和使用。

（6）桥墩施工中挖掘出的泥渣，不能直接随意处排放，应设临时沉淀池进行沉淀。将沉淀后的钻渣进行统一收集后运至弃渣场堆放，并采取一定的防护措施。运送存放过程必须有环保人员监督，不允许随意丢弃钻渣，以便最大限度地减少泥渣对河流(沟渠、水库)水质的影响，防止钻渣堆置对水环境产生不利影响。

（7）施工结束后，施工场地应及时平整，清场要彻底，建筑垃圾部分用于场地回填，不可利用部分运送至沿线附近建筑垃圾填埋场进行处置。

8.3.2运营期环境保护对策措施及建议

8.3.2.1生态影响减缓措施

（1）施工结束后，及时实施公路的绿化工程，并加强对绿化植物的管理与养护，保证成活率。

（2）强化公路沿线固体废弃物污染治理的监督工作，要求运输含尘物料的汽车加盖蓬布，各收费站、停车区等沿线设施设置垃圾箱。

（3）对于植被占用地段，特别是占用暖性针叶林、暖温性灌丛等路段，施工后及时进行植被恢复，建议尽量利用乡土植物进行自然绿化，根据不同的水热条件选择相应的物种。对于占用暖性针叶林，建议植被恢复选择，如银木荷、云南松、华山松、尼泊尔桤木、香叶树等物种；对于占用暖温性灌丛，则选用清香木、马桑、火棘、川梨、杨梅、蔷薇、石楠等树种恢复，与本地自然植被景观协调一致。

（4）对跨林区的路段采用加密绿化带，防止灯光和噪声对动物的不利影响。对边坡处尽快尽好地做好植被恢复，使之有利于动物适应新的生境。

（5）对楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区北侧边缘穿过的路段设置标牌，对边坡处尽快尽好地做好植被恢复。

（6）在沿线有野生保护动物分布路段设置禁鸣标志，加强对野生动物通过的涵洞的清理，以减少对野生动物的阻隔。

（7）楚雄市东南绕城高速公路项目建议开展项目环境影响后评价。

（8）根据相关法律法规政策，对于占用生态公益林路段，建议纳入生态保护补偿机制，推进生态文明建设。

8.3.2.2地表水环境影响减缓措施

1、沿线设施生活污水处理方案技术经济比较

公路沿线设施生活污水处理主要采用一体化污水处理装置、化粪池 2 种处理方案，一体化处理设施采用 MBR 工艺处理工艺。

（1）MBR 工艺

MBR 是一种将高效膜分离技术与传统活性污泥法相结合的新型高效污水处理工艺，它用具有独特结构的 MBR 平片膜组件置于曝气池中，经过好氧曝气和生物处理后的水，由泵通过滤膜过滤后抽出。它利用膜分离设备将生化反应池中的活性污泥和大分子有机物质截留住，省掉二沉池。活性污泥浓度因此大大提高，水力停留时间（HRT）和污泥停留时间（SRT）可以分别控制，而难降解的物质在反应器中不断反应、降解。工艺流程件图 8.3.2-1。

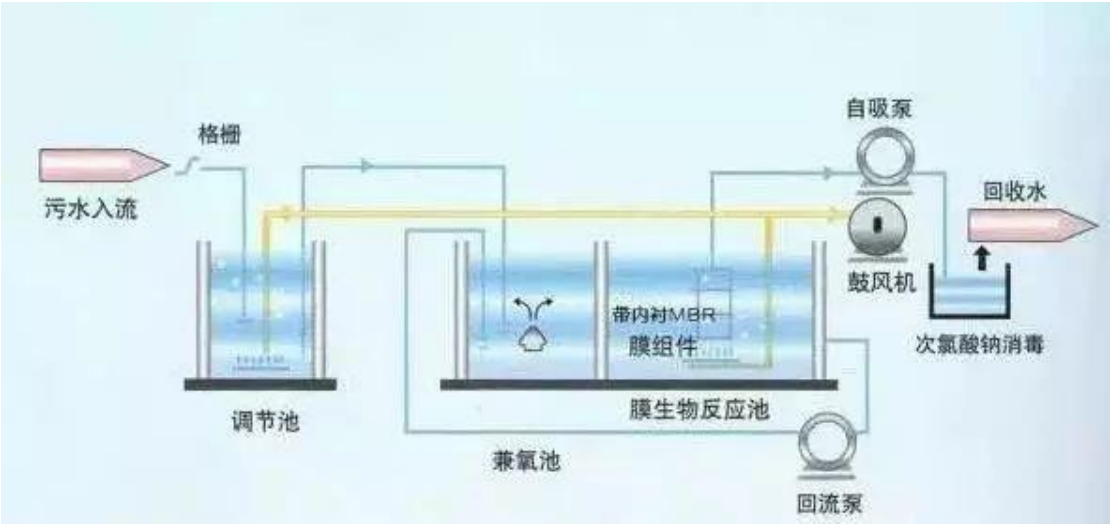


图 8.3.2-1 MBR 工艺流程图

（2）化粪池

主要是利用水解酸化工艺，去除生活污水中污染物。由于该工艺简单，占地小，建设费用低，被广泛用于处理污水量小，可委托环卫部门或者当地农户清掏

的地方。

2、沿线设施生活污水拟采取处理措施及措施可行性

停车区、监控分中心、养护工区及停车区等的生活污水浓度详见第 3.4.2.2 小节表 3.4.2-4。一般生活污水 MBR 工艺的处理效率为 BOD_5≥95%，COD≥88%，氨氮≥85%，SS≥95%。处理后废水浓度为：BOD_5≤10mg/L、COD≤72mg/L、氨氮≤7.5mg/L、SS≤25mg/L，能够满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中绿化标准和《污水综合排放标准》一级标准，处理工艺可行。

在污水处理设备运行及管理中，还存在一些需要注意和必须解决的实际问题，只有解决和处理好这些问题，才能使污水处理设备达到净化水质的目的，对本项目附属设施提出如下要求：

（1）建议与污水处理设施供应商签订协议，委托设备生产厂家负责营运期的后续服务工作。

（2）设专人负责定期检查设备的运行状况及维修养护，并对维修养护和检查管理人员进行相关知识的培训。

（3）为准确控制污水处理设施的处理效果，定期将处理后污水送至有监测资质的机构进行检测，以便及时掌握污水处理设备出水的水质情况，并应建立污水处理台帐。

（4）沿线各服务设施的生活污水处理方法见下表。

表 8.3.2-1　沿线服务设施污水处理设施设置情况

<table>
<tr><th rowspan="2">序号</th><th rowspan="2">沿线服务设施</th><th colspan="3">配套污水处理设施</th><th rowspan="2">污水处理要求</th></tr>
<tr><th colspan="2">设施名称</th><th>规模</th></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">宝山屯停车区（双侧）</td><td colspan="2">隔油池</td><td>左侧及右侧各 1m³</td><td rowspan="4">生活污水经隔油池、化粪池预处理后进入自建的一体化污水处理站处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的城市绿化道路清扫标准后，全部用于绿化及道路清扫，不外排。</td></tr>
<tr><td colspan="2">化粪池</td><td>左侧及右侧各 15 m³</td></tr>
<tr><td rowspan="2">一体化污水处理站</td><td>处理规模</td><td>左侧及右侧各 15m³/d</td></tr>
<tr><td>清水池容积</td><td>左侧及右侧各 70m³</td></tr>
<tr><td rowspan="4">2</td><td rowspan="4">楚雄南收费站+养护工区+监控中心+隧道管理所合建</td><td colspan="2">隔油池</td><td>1m³</td><td rowspan="4">生活污水经隔油池、化粪池预处理后进入自建的一体化污水处理站处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的城市绿化道路清扫标准</td></tr>
<tr><td colspan="2">化粪池</td><td>10m³</td></tr>
<tr><td rowspan="2">一体化污水处理站</td><td>处理规模</td><td>10m³/d</td></tr>
<tr><td>清水池容积</td><td>55m³</td></tr>
</table>

					后，全部用于绿化及道路清扫，不外排。
3	大马军收费站	化粪池		$45m^3$	生活污水经化粪池预处理后委托周围村民清掏作为农肥使用，不外排。
4	子午收费站	化粪池		$45m^3$	生活污水经化粪池预处理后委托周围村民清掏作为农肥使用，不外排。

3、其他水环境保护措施

（1）应加强公路排水设施的管理，维持经常性的巡查和养护，对跨河桥梁路段进行重点管理，及时修复被毁坏的排水设施，防止公路路面、桥面径流直接排入沿线河流水体。

（2）对从事危险品运输的驾驶员和管理人员，需严格遵守有关危险品运输安全技术规范和操作规程，学习和掌握国家有关部门的相关法律法规。

（3）危险货物运输实行“准运证”、“驾驶证”和“押运员”制度，从事危险货物的运输车辆使用统一的专用标志，实行定点检查制度。

（4）公路管理部门加强危险品运输管理，严格执行危险品运输规定。

（5）制定危险品运输事故应急预案，减少污染事故的影响范围和程度。

需对污水处理设施进行分区防渗，且需符合相应的防渗标准，防治污水渗漏。

8.3.2.3环境空气影响减缓措施

（1）公路两侧茂密树林对机动车排放的污染物有很好的过滤吸附作用，本工程应加强公路两侧绿化。

（2）公路入口处进行检查，运送易洒落及颗粒物品的车辆应密闭或车厢需加盖蓬布。

（3）公路运营管理部门定期组织对路面进行清扫。

（4）辅助设施的厨房应配备油烟净化设施，油烟废气处理达《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）要求后经烟道排放，禁止无规则排放；定期对油烟净化设施进行维护保养，保证油烟净化设施的正常运行；油烟排放口应尽量避开易受影响的建筑物。

（5）严格执行汽车排放检测制度，利用收费站对汽车排放状况进行抽查，限制尾气排放严重车辆上路。

（6）加强对隧道通风设备的维修、管护。

（7）执行环境空气监测计划。

8.3.2.4声环境影响减缓措施

1、沿线村镇规划的布局要求

（1）按照《公路安全保护条例》规定，本项目建设控制区的范围为项目用地外缘起向外距离不少于30m，连接线按县道考虑为项目用地外缘起向外距离不少于10m，在公路建筑控制区内，除公路保护需要外，禁止修建建筑物和地面构筑物。

（2）除按以上要求禁止在拟建项目建筑控制区范围内修建建筑物外，沿线村镇建设如果向本项目靠近，应在进行规划时参考本报告书交通噪声4a和2类区域标准的防护距离，在防护距离内不宜建设敏感建筑物。

（3）建议根据报告书噪声预测结果以及《公路安全保护条例》，高速公路管理部门商情地方规划建设管理部门合理审批道路两侧的新建房屋，建议不宜在距离公路主线路肩两侧125m范围内规划直接面对公路的学校、医院、养老院等声敏感建筑。除按以上要求禁止在拟建公路建筑控制区范围内修建建筑物外，沿线村镇建设如果向本项目靠近，地方规划建设管理部门应严格审批道路两侧的新建房屋，在规划和建设过程中充分考虑交通噪声的影响。若在控制距离内建声敏感建筑物时，临路侧房屋尽量背向道路，或临路侧修建阳台、厨房、客厅、卫生间等对声环境要求较低的建筑物。建设单位与设计单位则需按《建筑隔声评价标准》（GB 50121-2005）和《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）及的要求，采取建筑物隔声防护，以使之室内声环境满足相应建筑物的使用功能要求。

2、工程措施

（1）声环境保护措施配置原则

拟建公路在改善区域交通条件的同时，将对周边环境增加新的噪声污染源，并对沿线环境敏感点产生交通噪声污染防治公路交通噪声可以从以下几个方面着手：第一、做好规划设计工作，这包括做好路线的规划设计，尽可能将线路远离噪声敏感点较多的集中区，这在项目初设报告中已做了较多考虑。同样，规划居民住宅区、学校、医院等噪声敏感目标时，也应使其远离交通干道；第二，采取工程措施控制和降低交通噪声的危害，例如：公路两侧加设声屏障、种植绿化林带降噪或对建筑物做吸隔声处理等。针对拟建工程的具体建设情况和环境特点，

本评价提出以下声环境保护原则：

①对于营运中期环境噪声预测超标的敏感点（云甸村、上高包、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、朱家村、保山屯、鲁家村、罗只碑村、甸尾、以口村）均推荐采取工程降噪措施。营运远期预测超标的敏感点采取跟踪监测，视超标情况采取相应的降噪措施。

②加强交通管理，严格执行限速和禁止超载等交通规则，在通过人口密度较大的村寨路段、附近设置禁鸣标志，以减少交通噪声扰民问题。

③加强拟建公路沿线的声环境质量的环境监测工作，对可能受到较严重污染的敏感点实行环境噪声定期监测制度，根据因交通量增大引起的声环境污染程度，及时采取相应的减缓措施。

④经常养护路面，保证拟建公路的良好路况。

⑤结合当地生态建设规划，加强拟建工程征地范围内可绿化地段的绿化工作。对路堤边坡、排水沟边及立交路段等进行统一的绿化工程设计，公路村庄路段两侧在可能情况下营造多层次结构的绿化林带，使之形成立体屏障，加强对交通噪声的阻隔、吸收作用。

⑥根据本项目交通噪声预测达标距离，建议规划部门在距本项目推荐主线路中心线 125m 以内的区域修建第一排房屋时不宜作为居住用地或教育用地（尤其是学校、医院、疗养院敏感建筑等），并应注意设计时房屋的功能。

（2）噪声环保措施及其经济、技术论证

公路工程中可供选择的声环境保护措施有：公路线位调整、声屏障、居民住宅环保搬迁、隔声窗、绿化降噪、改变建筑物的使用功能等。

本次评价结合沿线超标敏感点房屋高度、朝向和与公路距离等，同时考虑降噪措施的可操作性和降噪设备的经济成本和性价比。目前常用的降噪措施主要有线位避让、声屏障、搬迁、隔声窗、降噪林等。现将几种降噪措施进行比较，从而确定本项目各超标敏感点应采取的措施，具体见表 8.6.2-2。

表 8.3.2-2 常见噪声防治措施比较表

措施名称	降噪效果	投资	备注
降噪绿化林带	密植常绿乔灌，高度在 4.5m 以上时，每 10m 宽度可降噪 1-1.5dB，最多只能降 10dB	道路所在区域不同，投资也不同，一般在 80-200 元/m	除了隔声还有防尘、改善环境等效果，但占地较多
声屏障	对于距路中心线两侧 80m 以	1000-3000 元/延	分为直壁型、薄屏

	内的低层（<5 层）声环境敏感点效果明显，一般可降噪5-15dB。	m，具体根据利用的声学材料不同而不同	式、折壁式，表面倾斜型、土堤式、封闭型等；节约土地
隔声窗	降噪效果明显；在窗户全部关闭不通风的情况下，平均隔声量为43dB；在通风状态下，平均隔声量为25dB。	800-2000 元/m^2，具体根据材料和形式的不同而不同	可定做，路两侧砖混构的房子均可采用，实施较难
围墙	加高/修建围墙，一般可将3-5dB。	——	要考虑住宅与道路之间有无建围墙的位置
低噪声路面	通车初期可降噪3-6dB，随时间推移降噪效果会降低。	与非减噪路面造价基本相同	可保持沿线原有风貌，但耐久性差
环保搬迁	一次性解决噪声污染	5.0-50.0 万元/户	投资较大
改变临路受噪声影响房屋的使用功能	能从根本上解决噪声扰民问题。	根据改变的功能不同，投资也不同。	与居民的环境保护意识、居民经济等有关，难以操作
降低车辆噪声	降噪效果显著，降到一定噪声机值后成本会明显上升	——	难以控制，可操作性较差。
交通指挥、噪声标准和法规	从行政管理的角度，可更有效地降低城镇区域的交通噪声	——	与居民和行车人的环境保护意识和执行力度有关，多在城镇区域采用

①声屏障措施降噪原理，效果及其可行性分析

当噪声源发出的声波遇到声屏障时，它将沿着3条路径传播：一部分越过声屏障顶端绕射到达受声点；一部分穿透声屏障到达受声点；一部分在声屏障壁面上产生反射。声屏障的插入损失主要取决于声源发出的声波沿这3条路径传播的声能分配。声屏障的作用就是阻止直达声的传播，隔离透射声，并使衍射声有足够的衰减。噪声在传播途中，若遇到障碍物此存远大于声波波长时，则大部分声能被衰减。噪声在传播途中，若遇到障碍物尺寸远大于声波波长时，则大部分声能被反射，一部分被衍射，于是在障碍物背后一定距离内形成“声影区”，如果被保护点处于声影区，等效声级可降低5~15dB。

声屏障的建造降低了噪声，但也会产生一些副作用，如对驾驶员产生心理上的压抑感，且在一定程度上破坏了公路景观。因此，在穿越公益林路段，应尽量减少设置声屏障，并且当声屏障长度大于1km 时，应设紧急疏散口。

公路声屏障分为直壁型、折壁型、表面倾斜型和封闭型。而我国目前建成的

声屏障以直壁型和折壁型中的倒 L 型为主。在此，简单介绍下这两种声屏障的特点。

直壁型：多用于填方路段、挖方路段、平路段等，整个声屏障墙体为上下竖直。多用混凝土或金属柱来保持稳定性。由于直壁型声屏障用材简易，施工方便，造价较低，与环境有较好的融合性，在国内外有广泛的应用。有厚壁式（以混凝土砌块或砖石类为主）、薄屏式（以金属板、木板、轻型复合板为主）等形式，直立型是在众多种类的声屏障中形式最简单的一种，但降噪效果较弱。

折壁型：一般用于降噪要求较高但声屏障的高度又有一定限制的场合。把声屏障上部折向道路方向，折角小于 45 度，面向道路的一侧通常做成吸声表面。声屏障的支撑件多采用 H 型钢。这种声屏障可增加声称差，提高降噪效果，但用材有一定要求。

由于本项目周边公路景观较好，为减轻声屏障对景观的影响，故本环评推荐采用折壁型声屏障，声屏障上部做成折角小于 45°，面向道路的一侧做成吸声表面，中部采用透明塑料板，详见图 8.3.2-2。

图 8.3.2-2 道路声屏障示意图

②通风隔声窗降噪原理、效果及其可行性分析

为保证窗户既有较好的隔声性能，又具有与普通窗户同样的通风、采光效果，建议采用隔声性能较好的中空玻璃，窗框采用密封性能较好的塑钢结构，在窗户的上部朝室内侧安装小型风机，通过位于窗户下部的室外铝合金百叶风口进风，将室外新风经消声风道引入室内。风机运行，在进风口造成负压，室外新鲜空气

经进风口进入消声风道，消声后经出风口由风机吹入室内。在窗户全部关闭不通风的情况下，平均隔声量为43dB；在通风状态下，平均隔声量为25dB。

③跟踪监测措施可行性分析

根据公路项目竣工验收经验，营运期的实际车流量、车型比、昼夜比往往和理论预测值有出入，因此对于超标量预测较小的敏感点，须进行环境噪声跟踪监测，以便及时采取适当的噪声污染防治补救措施。

（3）根据声环境影响预测，对营运中期夜间超标的居民敏感点采取修建声屏障、跟踪监测措施。

（4）施工图设计、验收关注重点

表8.3.2-3 是针对施设情况预测采取的措施。由于公路是线性建设项目，从工程可行性研究报告到初步设计、施工图设计等会发生一些线位、高差的变化。如果完全按照项目《初设》的情况制定措施，会出现采取措施的敏感点，措施的位置及规模等不尽合理的情况，使噪声防治措施失去应有的作用或需要上措施的敏感点未采取措施。所以在下阶段设计期间应根据路线、高差等变化进行环境保护方案设计的调整。在声环境预测的基础上，在下阶段对于超标敏感点可采取的措施如下。

①规模较大的村庄，且与公路高差微小或比公路低时，应安装声屏障，使整体区域环境噪声有所降低。

②评价范围内零散住户，房屋比较破旧的，采取搬迁措施。

③根据通车公路调查，车辆鸣笛影响较大，在沿途所有村庄、学校路段安装禁鸣提示，减少鸣笛的现象。

④对于远期超标的敏感点，采取加强道路两侧绿化，并跟踪监测措施。

⑤拟建道路沿线敏感点有28处，营运中期超标的主线敏感点13处。考虑到当地气候条件、房屋结构以及当地居民的习惯问题，建议主线13处设置声屏障进行降噪，具体措施见表8.3.2-3。

表8.3.2-3　声环境敏感点降噪措施一览表

序号	敏感点名称	桩号	长度m	位置	降噪措施	降噪效果
1	云甸村	K0+000匝道桥	115	左	H-3.5m 桥侧声屏障	达标
2	上高包	K0+000	130	左	H-3.5m 桥侧声屏	达标

		匝道桥			障	
3	卡利	K4+300~4+500	96	右	H-3.5m 路基声屏障	达标
4	下土坡	K5+300~K5+470	135	左	H-3.5m 桥侧声屏障	达标
5	樟木箐	K6+600~K6+700	90	左	H-3.5m 桥侧声屏障	达标
6	田房头	K10+550~K10+730	85/96	左/右	H-3.5m 桥侧声屏障	达标
7	上各邑	K16+500~K16+740	192	右	H-3.5m 桥侧、路基侧声屏障	达标
8	朱家村	K20+800~K21+350	85	右	H-3.5m 路基侧声屏障	达标
9	保山屯	K21+600~K22+500	176	左	H-5.0m 路基侧声屏障	达标
10	鲁家村	K23+25~K23+120	138	右	H-3.5m 桥侧声屏障	达标
11	罗只碑村	K23+850~K24+600	155	右	H-3.5m 桥侧、路基侧声屏障	达标
12	甸尾	K24+000~K24+600	196	左	H-3.5m 桥侧、路基侧声屏障	达标
13	以口村	K27+500~K27+700	105/90	左/右	H-3.5m 桥侧声屏障	达标

参考云南多条高速公路的竣工环境保护验收噪声监测数据，从对有无声屏障的对照点监测数据可以看出，针对声环境保护目标采取声屏障降噪措施技术上可行，降噪效果有效、运行稳定可靠。

上表是针对《施工图设计》报告资料情况预测采取的措施。由于公路是线性建设项目，施工时等会发生一些线位、高差的变化。如果完全按照项目设计的情况制定措施，会出现采取措施的声环境保护目标，措施的位置及规模等不尽合理的情况，使噪声防治措施失去应有的作用或需要上措施的声环境保护目标未采取措施。所以在下阶段施工期间应根据路线、高差等变化进行环境保护专项设计的调整。

本次评价以营运中期超标声环境保护目标噪声预测值作为采取降噪措施依据，项目营运中期超标的声环境保护目标采取噪声治理措施声屏障后的降噪预测见下表。

表 8.3.2-4　声环境敏感点采取降噪措施后噪声预测结果

序号	敏感点名称	中心桩号	方位	道路形式	声环境功能	时段	标准值	背景值	近期			中期			远期		
									贡献值	预测值	达标情况	贡献值	预测值	达标情况	贡献值	预测值	达标情况
1	云甸村	主线 K0+000 匝道桥	左	互通	2 类	昼间	60.00	51.00	42.38	51.56	达标	43.24	51.68	达标	44.29	51.84	达标
						夜间	50.00	43.00	34.81	43.61	达标	35.67	43.74	达标	39.11	44.49	达标
					4a	昼间	70.00	51.00	43.34	51.69	达标	44.25	51.83	达标	45.35	52.05	达标
						夜间	55.00	43.00	37.61	44.10	达标	38.54	44.33	达标	40.19	44.83	达标
2	上高包	主线 K0+000 匝道桥	左	互通匝道桥	2 类	昼间	60.00	50.50	39.30	50.82	达标	40.21	50.89	达标	41.31	50.99	达标
						夜间	50.00	42.00	31.68	42.39	达标	32.62	42.47	达标	34.84	42.76	达标
3	卡利	主线 K4+300~4+500	左右	路基	2 类	昼间	60.00	51.00	49.02	53.13	达标	49.88	53.49	达标	50.78	53.90	达标
						夜间	50.00	42.50	41.23	44.92	达标	46.09	47.66	达标	46.87	48.22	达标
					4a	昼间	70.00	51.00	51.34	54.18	达标	52.20	54.65	达标	53.10	55.19	达标
						夜间	55.00	42.50	46.85	48.21	达标	48.50	49.47	达标	49.19	50.03	达标
4	下土坡	主线 K5+300~K5+470	左	桥梁	2 类	昼间	60.00	49.50	39.53	49.92	达标	40.38	50.00	达标	41.28	50.11	达标
						夜间	50.00	41.50	30.60	41.84	达标	35.46	42.46	达标	37.32	42.90	达标
					4a	昼间	70.00	49.50	41.24	50.10	达标	42.09	50.22	达标	42.99	50.38	达标
						夜间	55.00	41.50	33.05	42.08	达标	37.51	42.96	达标	39.04	43.45	达标
5	樟木箐	主线 K6+600~K6+700	左	桥梁	2 类	昼间	60.00	49.50	42.00	50.21	达标	42.85	50.35	达标	43.75	50.52	达标
						夜间	50.00	43.00	33.87	43.50	达标	37.17	44.24	达标	39.79	44.69	达标
					4a	昼间	70.00	49.50	43.53	50.48	达标	44.39	50.67	达标	45.29	50.90	达标
						夜间	55.00	43.00	36.51	43.88	达标	40.16	44.82	达标	41.35	45.26	达标
6	田房头	主线 K10+550~K10+730	左右	桥梁	2 类	昼间	60.00	51.50	41.58	51.92	达标	42.43	52.01	达标	43.33	52.11	达标
						夜间	50.00	43.50	35.53	43.83	达标	36.72	44.33	达标	39.34	44.91	达标
					4a	昼间	70.00	51.50	45.26	52.43	达标	46.11	52.60	达标	47.01	52.82	达标
						夜间	55.00	43.50	38.43	44.68	达标	41.62	45.67	达标	43.06	46.29	达标

7	上各邑	主线 K16+500~K16+740	右	路基+桥梁	2 类	昼间	60.00	51.00	42.84	51.61	达标	43.69	51.73	达标	44.60	51.88	达标
						夜间	50.00	43.00	34.51	43.56	达标	36.23	43.82	达标	40.57	44.93	达标
					4a	昼间	70.00	51.00	43.40	51.69	达标	44.25	51.82	达标	45.16	51.99	达标
						夜间	55.00	43.00	35.60	43.72	达标	37.11	43.98	达标	41.13	45.15	达标
8	朱家村	主线 K20+800~K21+350	右	路基	2 类	昼间	60.00	50.50	46.11	51.41	达标	46.97	51.59	达标	47.88	51.81	达标
						夜间	50.00	41.00	37.45	42.08	达标	39.37	42.33	达标	43.89	44.52	达标
9	保山屯	主线 K21+600~K22+500	左	路基	2 类	昼间	60.00	50.50	47.31	51.63	达标	48.18	51.85	达标	49.09	52.11	达标
						夜间	50.00	41.00	39.21	42.49	达标	40.07	42.78	达标	45.10	45.15	达标
					4a	昼间	70.00	50.50	49.66	52.24	达标	50.53	52.51	达标	51.44	52.91	达标
						夜间	55.00	41.00	44.09	44.45	达标	44.87	44.90	达标	47.45	46.61	达标
10	鲁家村	主线 K23+25~K23+120	右	桥梁	2 类	昼间	60.00	50.50	42.04	50.98	达标	42.90	51.08	达标	43.82	51.20	达标
						夜间	50.00	41.00	33.51	41.59	达标	34.49	41.74	达标	39.78	43.09	达标
11	罗只碑村	主线 K23+850~K24+600	右	路基+桥梁	2 类	昼间	60.00	49.00	43.36	49.88	达标	44.23	50.05	达标	45.14	50.27	达标
						夜间	50.00	41.50	35.29	42.28	达标	36.06	42.42	达标	41.11	43.93	达标
					4a	昼间	70.00	49.00	45.19	50.22	达标	46.06	50.45	达标	46.97	50.73	达标
						夜间	55.00	41.50	38.80	43.02	达标	39.56	43.26	达标	42.97	44.71	达标
12	甸尾	主线 K24+000~K24+600	左	路基+桥梁	2 类	昼间	60.00	51.00	42.68	51.48	达标	43.55	51.58	达标	44.46	51.71	达标
						夜间	50.00	41.00	34.05	41.65	达标	34.82	41.76	达标	40.42	43.29	达标
					4a	昼间	70.00	51.00	44.92	51.75	达标	45.79	51.90	达标	46.70	52.08	达标
						夜间	55.00	41.00	38.53	42.55	达标	39.29	42.80	达标	42.69	44.26	达标
13	以口村	主线 K27+500~K27+700	左右	互通匝道桥	2 类	昼间	60.00	48.00	42.08	48.98	达标	42.96	49.18	达标	43.96	49.44	达标
						夜间	50.00	42.00	33.83	42.61	达标	34.67	42.73	达标	38.91	43.72	达标
					4a	昼间	70.00	48.00	44.86	49.72	达标	44.25	50.02	达标	46.69	50.41	达标
						夜间	55.00	42.00	38.61	43.64	达标	39.41	43.91	达标	42.39	45.21	达标

表 8.3.2-5　　含 3 层建筑声环境保护目标采取降噪措施后噪声预测结果

序号	敏感点名称	路段	方位	声环境功能	层数	时段	标准值	背景值	近期			中期			远期		
									贡献值	预测值	达标情况	贡献值	预测值	达标情况	贡献值	预测值	达标情况
1	上高包	主线:云甸互通匝道	左	2 类	1F	昼间	60	50.50	39.30	50.82	达标	40.21	50.89	达标	41.31	50.99	达标
						夜间	50	42.00	31.68	42.39	达标	36.62	42.47	达标	34.84	42.76	达标
					3F	昼间	60	50.50	40.28	50.89	达标	41.19	50.98	达标	42.30	51.11	达标
						夜间	50	42.00	32.76	42.49	达标	33.70	42.60	达标	35.75	42.92	达标
2	下土坡	主线云甸互通立交-楚雄南互通	左	4a	1F	昼间	70	49.50	41.24	50.10	达标	42.09	50.22	达标	42.99	50.38	达标
						夜间	55	41.50	33.05	42.08	达标	37.51	42.96	达标	39.04	43.45	达标
					3F	昼间	70	49.50	41.50	50.14	达标	42.36	50.27	达标	43.26	50.43	达标
						夜间	55	41.50	33.51	42.15	达标	37.82	43.06	达标	39.30	43.56	达标
3	保山屯	主线大马军互通-子午互通	左	4a	1F	昼间	70	50.50	47.42	52.24	达标	48.29	52.54	达标	49.20	52.91	达标
						夜间	55	41.00	41.84	44.45	达标	42.63	44.90	达标	45.21	46.61	达标
					3F	昼间	70	50.50	55.12	56.41	达标	55.99	57.07	达标	56.90	57.80	达标
						夜间	55	41.00	49.28	49.88	达标	50.04	50.55	达标	52.91	53.19	达标

由上表可知，项目营运中期超标的声环境保护目标采取噪声治理措施声屏障后，声环境保护目标运营中期能达标，因此采取噪声治理措施声屏障后降噪效果较好。

根据沿线噪声预测超标的声环境保护目标的实际环境现状特征，进行针对性的噪声治理措施设计。主要要求如下：声屏障安装位置下阶段设计单位进行工程声屏障设计时应严格遵照原国家环境保护总局发布的《声屏障声学设计和测量规范》(HJ/T90－2004)、《公路环境保护设计规范》(JTG B04－2010)要求，选择合理的声屏障结构形式具体设置位置。声屏障安装应与地面紧密结合，不留缝隙，防止声波由空洞、缝隙产生衍射传播而降低声屏障的隔声效果。建议采用《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》（JT/T327-2016）中的无缝式伸缩装置，可最大程度降低桥梁接头处伸缩缝噪音。声屏障设计和建设单位应着重考虑声屏障的隔声性能，采用吸声材质的声屏障。

⑥公路沿线绿化对减轻交通噪声对敏感点的影响也有一定的效果，但受公路用地范围的限制，绿化措施只能作为降噪的辅助手段，在采取前述措施的基础上，可以利用公路与敏感点之间的空地（特别是公路征地范围内的）进行植树绿化。

⑦综上所述，对项目沿线声敏感点采取措施：对主线中期超标的云甸村、上高包、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、朱家村、保山屯、鲁家村、罗只碑村、甸尾、以口村共 13 处设置 1884 延米/13 段声屏障，费用共计 376.8 万元。

对于远期超标主线邓家冲、罗只碑希望小学共 2 处敏感点进行跟踪监测，跟踪监测费用 2 万元，预留上述 2 个敏感点噪声超标治理费用共 100 万元，敏感点噪声超标治理措施均为安装声屏障。

通过对项目沿线声敏感点采取上述措施，评价范围内的房屋室内噪声满足《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）中起居室室内允许噪声级的要求，安装声屏障的敏感点满足《声环境质量标准》中的 4a 和 2 类标准。

8.3.2.5地下水污染防治措施

运营期间，在沿线服务设施设置污水处理设施，生活生产污水集中排放至污水处理设施。注重停车区地表防渗措施，特别是污水排放、垃圾堆放地带应加强防渗措施。同时排污管线需符合标准，防止污水渗漏等情况。

根据沿线停车区设施设置情况，对地下水水质可能产生影响的主要是危险品运输车辆停车位区、一般客车休息区、服务区生活污水生化处理设备区等进行分区防渗。

根据建设项目场地天然包气带防污性能、污染控制难易程度和污染物特性，参照《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）提出本工程的防渗技术要求。本工程沿线停车区场地主要涉及了灰岩、白云质灰岩、白云岩，多位于河谷或高山斜坡地带，地下水径流条件较好，各地层分布连续、稳定，综合来说各服务区场地防污性能中等。本工程污染物泄漏后，可及时发现和处理，故污染控制难易程度分级为易。综上，确定本工程停车区场地防渗分区见下表：

表 8.3.2-6 沿线服务区及停车区分区防渗措施一览表

<table>
<tr><th>污染源</th><th>天然包气带防污性能</th><th>污染控制易程度</th><th>污染物类型</th><th>防渗分区</th><th>防渗技术要求</th></tr>
<tr><td>危险品运输车辆停车位区</td><td>中</td><td>易</td><td>危险化学品类物质</td><td rowspan="2">一般防渗区</td><td rowspan="2">等效粘土防渗层 Mb≥1.5m，K≤10^{-7}cm/s；或参照《生活垃圾填埋 场污染控制标准》（GB16889-2008）执行</td></tr>
<tr><td>服务区生活污水生化处理设备区</td><td>中</td><td>易</td><td>COD、氨氮等</td></tr>
<tr><td>一般客车休息区</td><td>中</td><td>易</td><td>/</td><td rowspan="2">简单防渗区</td><td rowspan="2">一般地面硬化</td></tr>
<tr><td>场地其他区域</td><td>中</td><td>易</td><td>/</td></tr>
</table>

8.3.2.6固体废物处置措施

（1）通过制定和宣传法规，禁止乘客在高速公路上乱丢饮料袋、易拉罐等垃圾，以保证行车安全和公路两侧的清洁卫生。

（2）停车区、隧道管理所等处的生活垃圾应集中收集，定期清运至附近县城垃圾处理场集中处理，严禁随意丢弃。

8.3.3环境风险污染防范及应急措施

8.3.3.1编制依据

防范危险化学品运输风险事故的最主要措施是要严格执行国家和有关部门颁布的危险货物运输相关法规。相关法规有：

《中华人民共和国监控化学品管理条例》（国务院 190 号令）；

《中华人民共和国民用爆炸物品管理条例》；

《中华人民共和国农药管理条例》（国务院令第 677 号）；

《危险货物分类和品名编号》（GB6944-2012）；

《特种设备安全监察条例》（国务院令第 549 号）；

《危险化学品登记管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 53 号）；

《危险化学品经营许可证管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 55 号）；

《道路危险货物运输管理规定》（交通运输部令 2016 年第 36 号）；

《公路、水路危险货物运输包装基本要求和性能试验》（JT0017-88）；

《汽车运输、装卸危险货物作业规程》（JT618-2004）；

《农药储运、销售和使用的防毒规程》（GB12475-2006）；

《中华人民共和国道路交通安全法》（中华人民共和国主席令第 8 号）；

《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》（第 687 号国务院令）；

《交通运输部关于危险废物是否纳入道路危险货物运输管理有关问题的复函》（交函运〔2012〕309 号）。

8.3.3.2工程措施

1、警示及监控措施

在跨越阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐处桥梁设置“安全驾驶、减速慢行”的警示牌，提请司机小心驾驶；均设置摄像头进行连续监控。跨河桥梁处结合交通规定提前设置减速带或其他控速措施。

2、防撞墩及护栏

根据环境风险预测结果及跨越水体敏感程度，对跨越小箐河、打苴河、樟木箐等路段需采取以下危险化学品运输事故环境风险防范及处置措施：

跨Ⅱ类河流（阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐）桥梁两侧（云甸互通 CK125+497~CK124+592（拼宽桥）、卡利大桥 K4+913.96 ~ K5+130.04、ZK4+919.460～ZK5+105.540、下土坡大桥 K5+317.96～K5+804.04、ZK5+323.460～ZK809.540、上土坡大桥 K6+210.96～K7+207.04、ZK6+217.960～ZK6+884.040）设置加强型防撞墩及高等级的防撞护栏（等级为 PL2 级以上），以防污染事故发生。

②其余跨河桥梁路段设置实体式混凝土防撞栏、沿河路段采用具有良好的吸

收车辆碰撞能量的金属制梁柱式护栏，施工中应严格按设计图纸和技术规范要求进行，保证防撞栏质量。

3、事故泄漏液收集措施

根据《公路环境保护设计规范》第 6.4.2 节第 5 条“公路桥梁跨越饮用水水源保护区、执行《地表水环境质量标准》（GB3838）Ⅰ~Ⅱ类标准的水体及《海水水质标准》（GB3097）中一类海域时，桥面排水宜排至桥梁两端并设置沉淀池处理”。楚雄东南绕城高速不涉及饮用水源保护区，但存在跨越Ⅱ类水体路段，需采取相应应急措施避免工程营运期风险事故的发生。以上采取的风险防范措施汇总见表 8.3.3-1。

表 8.3.3-1 拟建公路事故防范风险措施一栏表

序号	路段	措施	数量	备注	作用
监控视频（共计 16 处）					
1	CK125+497~CK124+592（拼宽桥）、K4+913.96～K5+130.04、ZK4+919.460～ZK5+105.540、K5+317.96～K5+804.04、ZK5+323.460～ZK809.540、K6+210.96～K7+207.04、ZK6+217.960～ZK6+884.040	摄像头	14	跨越Ⅱ类水体道路两侧设置	对敏感水体路段进行连续监控
防撞墩及护栏（全路段）					
2	CK125+497~CK124+592（拼宽桥）、K4+913.96～K5+130.04、ZK4+919.460～ZK5+105.540、K5+317.96～K5+804.04、ZK5+323.460～ZK809.540、K6+210.96～K7+207.04、ZK6+217.960～ZK6+884.040	加强型防撞高等级的防撞护栏	3966m	跨越Ⅱ类水体道路两侧设置	防止车辆翻出路面
事故池（4 个）及收集渠道、管道					
3	云甸互通	径流收集系统	905m	Ⅱ类水体内桥梁桥面径流收集系统	收集引导桥面径流
			260m^3	CK125+497 处 1 个事故池	
4	卡利大桥	径流收集系统	425m	Ⅱ类水体内桥梁桥面径流收集系统	收集引导桥面径流
			60m^3	K5+130.04 处 1 个事故池	
5	下土坡大桥	径流收集系统	973m	Ⅱ类水体内桥梁桥面径流收集系统	收集引导桥面径流
			145m^3	ZK5+809.540 处 1 个事故池	
6	上土坡大桥	径流收集系统	1663m	Ⅱ类水体内桥梁桥面径流收集系统	收集引导桥面径流
			240 m^3	K7+207.04 处 1 个事故池	

8.3.3.3管理措施

公路管理部门应加强危险品运输管理，严格执行交通部部颁标准《汽车运输危险货物规则》(JT617-2004)有关危险品运输的规定。

（1）加强对危险品运输车辆的管理

对运输危险品车辆需实行申报制度，运输危险品车辆必须从高速公路的超宽车道进入，经车道输导员对证、单验并经安全检查后方可放行。在气候恶劣（暴雨、浓雾、台风等）的情况下，禁止危险品运输车辆驶入高速公路，若装有雷管、炸药等烈性危险品车辆驶入高速公路时，由路政部门派专人护送运输车。

（2）强化有关危险品运输法规的教育和培训

对从事危险品运输的驾驶员和管理人员，应严格遵守有关危险品运输安全技术规定和操作规程，学习和掌握国家有关部门颁布实施的相关法规。相关法规主要有：

①国务院发布的《化学危险品安全管理条例》；②《汽车运输危险货物规则》(JT617-2004)；③《中华人民共和国民用爆炸品管理条例》；④云南省发布的有关公路运输危险品的安全管理办法等。

（3）加强区域内危险品运输管理

①由地方交通局建立本地区危险货物运输调度和货运代理网络； ②对货运代理和承运单位实行资格认证；③危险货物运输实行“准运证”、“驾驶证”和“押运员”制度，从事危险货物运输的车辆要使用统一的专用标志，实行定点检测制度。④在危险品运输途中，司乘人员应严禁吸烟，停车时不准靠近明火和高温场所。驾驶员在运输途中必须集中精力，要注意观察路标，中途不得随意停车等；⑤如运送剧毒化学品应按公安机关核发的“剧毒化学品公路运输通行证”的规定实施运输；⑥在天气不良的状况下，例如大风天气条件应禁止危险品运输车辆进入；⑦在发生油料、危险化学品、有毒有害物品泄漏紧急情况下，应关闭该路段，启动应急计划，进行泄漏处理；⑧发生事故后司机、押运人应及时报案并说明所有重要的相关事项；⑨交管部门、高速公路管理部门接受报案后及时向沿线各区（县）政府办公部门报告，并启动应急预案。

（4）对从事危险品运输的驾驶员有关部门应定期进行排除危险品运输车辆交通事故的业务培训，以使从业人员增强忧患意识，将危险品运输所产生的事故

风险降为最低。

（5）由于拟建公路运输的危险品主要是化学工业品等，因此，若在运输途中发生燃烧、爆炸、污染、中毒等事故时，驾驶员必须根据承运危险货物的性质，按规定要求，采取相应的救急措施，防止事态扩大。并及时向当地道路运政机关和有关部门（公安、消防或环保）报告，共同采取措施，清除危害。

（6）在重要路段（跨河桥梁及长隧道）两端设置“减速行驶、安全驾驶”的警示牌。危险品运输车辆应保持安全运输车距，严禁超车、超速。

（7）突发性环境污染事故控制指挥系统建议在已有的高速公路监控收费系统的基础上，增加突发性环境污染事故控制的指挥功能。

（8）突发性环境污染事故控制指挥系统

建议在已有的高速公路监控收费系统的基础上，增加突发性环境污染事故控制的指挥功能。

（9）制定应急计划

严格执行《中华人民共和国道路交通安全法》，针对公路运输实际制定风险事故应急管理计划。计划包括指挥机构的职责和任务；应急技术和处理步骤的选择；设备、器材的配置和布局；人力、物力的保证和调配；事故的动态监测制度等。

8.3.3.4事故应急救援预案

建设单位在高速公路建成投入运营前，需组织编制《环境风险事故应急预案》，明确应急救援组织机构，制定应急处置规程和处置原则。

1）应急救援组织机构

本项目应急救援纳入所途经辖区危险货物运输事故应急救援体系，根据事故发生的路段，由高速公路管理分中心在接警后第一时间内通知事故发生路段的地方政府，由各级地方政府统一领导和指挥事故救援工作。

2）指导思想与处置原则

应急救援的指导思想和方针为“预防为主，安全第一”，处置原则为“预防为主、快速反应、统一指挥、分工负责”。

3）应急工作规程及处置原则

a.一旦事故发生，任何发现人员应及时通过路侧紧急电话向监控通信分中心

报告或拨打常用报警电话如 110、122、119 等。

b.监控通信管理所或领导小组接到事故报告后，应立即通知就近的公路巡警前往事故地点控制现场。同时，通知就近的地方消防部门前往救援。

c.如果危险品为固态，可清扫处置，并对事故记录备案。

d.如果危险品为气态且有剧毒，消防人员应戴防毒面具进行处理；在危险品逸漏无法避免的情况下，需立即通知环保部门、公安部门，必要时对沿线处于污染范围内的人员进行疏离，避免发生人员中毒伤亡。

e.如果危险品为液态，并已进入公共水体，应立即通知环保部门。环保部门接报后立即派环保专家和监测人员到现场进行监测分析，配合相关部门及时打捞掉入水体的危险品容器。

4）应急处理组织

a.危险目标

明确本高速公路危险化学品运输种类、特性及污染的特点。

b.现场处置专业组的建立及职责

根据事故实际情况，成立危险源控制组、伤员抢救组、灭火救援组、安全疏散组、安全警戒组、物资供应组、环境监测组以及专家咨询组等处置专业组，并明确相应职责。其中：

危险源控制组：负责在紧急状态下的现场抢险作业，及时控制危险源，并根据危险化学品的性质立即组织专用的防护用品及专用工具等。该组由消防支队组成，人员由消防队伍、企业义务消防抢险队伍和专家组成。

伤员抢救组：负责在现场附近的安全区域内设立临时医疗救护点，对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院进一步治疗。

灭火救援组：负责现场灭火、现场伤员的搜救、设备容器的冷却、抢救伤员及事故后对被污染区域的洗消工作。

安全疏散组：负责对现场及周围人员进行防护指导、人员疏散及周围物资转移等工作。

安全警戒组：负责布置安全警戒，禁止无关人员和车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻。

物资供应组：负责组织抢险物资的供应，组织车辆运送抢险物资。

环境监测组：负责对大气、水体、土壤等进行环境即时监测，确定危险物质的成分及浓度，确定污染区域范围，对事故造成的环境影响进行评估，制定环境修复方案并组织实施。由环境监测及化学品检测机构组成，该组由沿线地方环保局负责。

专家咨询组：负责对事故应急救援提出应急救援方案和安全措施，为现场指挥救援工作提供技术咨询。

5）危险化学品事故处置措施

针对高速公路运输的各种危险化学品的危险性和水污染特性，制定相应的事故处置措施。

6）危险化学品事故现场区域划分

针对高速公路运输的各种危险化学品的危险性和污染特性，明确事故现场危险区域、保护区域、安全区域的划分，并以挂图形式张贴于醒目位置。

7）事故应急设施、设备及药剂

a.主要应急设施

监控分中心：配有人员全天值班，具有报警装置及报警专用电话。一旦紧急情况定级，监控分中心就作为应急指挥中心。

常用应急物资储备仓库：在养护工区、匝道收费站、桥隧管理所等沿线设施配备应急处置的设施、设备和药剂。

b.主要应急设备

主要设备：分为人员防护设备、消防设备、牵引设备、电力照明设备、撇油设备等。

主要应急药剂：为油类/化学物质的吸附剂，中和制剂，如珍珠岩、锯木、稻草、聚丙烯纤维、索科罗（sokerol）、酸碱等。

8）应急处置单位、人员名单及联系方式

明确危险化学品应急处置单位、人员名单和有效联系方式，以便事故发生时及时处置。

8.3.4环境敏感区（楚雄紫溪山风景名胜区）保护措施

8.3.4.1工程方案优化建议

1、线型优化

（1）在满足相关技术标准的同时，对工程穿越景区部分的线形进一步优化，公路建设不得破坏原有景观、生态环境，使公路景观与周围环境相协调。

（2）工程选线应遵循顺应地势、不大规模破坏自然植被、不改变原有地形地貌、充分利用现状道路等原则。

2、路基边坡

路基边坡防护应遵循“安全绿色、水土保持、恢复自然、环保之路”的原则。

（1）生态防护

针对急、陡、硬岩石边坡通过草本与速生灌木混播的方式，实现坡面快速灌木化，以减缓边坡上的水流速度，利用植物根系固着土壤、涵养水源，减少坡地径流，降低雨水冲刷，以达到稳定边坡的目的。植物防护不仅可以美化公路环境，调节边坡的湿温，起到固结和稳定边坡、诱导交通作用，而且又比较简单、经济。

（2）工程防护

工程防护主要是针对不适宜植物生长的土质填、挖方边坡或风化严重、节理发育不良的岩石路基边坡等，采取工程防护措施即设置人工构造物防护。

3、施工方案优化设计

（1）提出有效的生态保护措施，严格控制施工场界，禁止随意扩大占压、扰动面积及破坏风景名胜区的生态环境、景观环境等。

（2）尽可能优化施工方案，重视施工过程中的洞渣、路渣对风景区内的植被和景观的影响，在初步设计和施工图设计中要明确洞渣、路基等土石方填挖调配方案，减少弃土、弃碴量。

（3）合理选择取土、弃土场的位置，禁止在风景区内设立取、弃土场、施工营地。

8.3.4.2景观影响减缓措施

在公路建设过程中，应尽量减少公路对自然景观的破坏，对路堑边坡和路堤边坡应予以绿化、防护，规划种植草坪，植物的选择应以地方品种为主，采用自然设计风格，减轻人工雕琢和修饰的痕迹，做到与路域自然生态环境相协调。

根据高速路沿线的景观特点，尽量选用当地适生树种，在公路两侧营造生态防护绿化林带。

公路景观绿化应与土建工程平行开展，与主体工程同步设计、同步施工、同

步验收。在路基开挖时把优质的原生林木就近异地假植保留，将地表腐殖土集中收集起来，用于公路绿化，这些措施在一定程度上将降低工程造价，保证了绿化植物的乡土化，有利于植被的快速恢复。

竣工后应及时恢复原有地貌景观，不留有碍自然景观和耕作环境的施工痕迹，以利于当地居民尽快恢复生产。

8.3.4.3施工期环境保护管理措施

1、施工期大气环境保护措施

（1）加强管理，文明施工，制定扬尘污染防治实施方案，强化环境管理和巡视工作。

（2）加强回填土方堆放的表面压实、定期喷湿管理，在工程开挖、钻孔时对干燥断面采取洒水措施。

（3）建筑材料“粉料入仓、块料进棚”的原则；临时土石方、建筑垃圾增加覆盖措施，物料堆放点尽量远离居民居住点；各产尘点定期喷淋降尘设置洗车池；运输车辆经过清洗后方能驶出。

（4）粉状材料采用罐状或袋状运输；土砂料应加盖篱席，避免抛撒；限定车速。

（5）施工破损路面需及时进行覆盖，长路基挖方段需合理安排施工时间分段施工，完成段及时采用防尘网覆盖；开挖后暂时不能开工可能产生扬尘污染的裸露地面应及时覆盖；等待时间较长的应当进行绿化、铺装或者遮盖。

（6）严禁在景区附近焚烧各种垃圾废弃物。

（7）对车辆运输和机械设备优先使用低含硫量的汽油或柴油，尾气排放满足标准要求。

2、地表水环境保护措施

（1）施工材料（如沥青、油料、化学品等）应远离地面水，并提供环形排水沟和渗水坑，以防止意外溢出污染地面水。

（2）加强施工机械的管理，防止机械跑、冒、滴、漏现象，减少水质污染。

（3）路基填筑、排水沟等工程，要严格按照有关设计规范进行。

3、施工期声环境保护措施

（1）尽量采用低噪声施工机械，实行规范施工、分时段作业等措施，敏感

点附近的施工区夜间严禁使用高噪声设备，确保噪声不扰民。

（2）加强对施工机械、运输车辆的维修保养，包括安装有效地消声器。

（3）公路施工现场 200 m 以内有居民时，应合理安排施工时间，尽可能将噪声大的作业安排在白天施工，尽量避免夜间施工。必须在夜间施工时，应征得当地政府及环境管理部门的书面同意。

8.3.4.4运营期环境保护管理措施

（1）对风景名胜区内的公路用地范围按生态学原理和近自然恢复原理，利用乡土植被进行自然绿化，与自然景观协调一致。沿线景观恢复与风景名胜区建设规划密切结合、统筹兼顾。

（2）注重工程穿越风景名胜区路段的公路用地范围内的绿化养护管理，提高路域植被覆盖率。

8.3.5景观环境保护措施

（1）公路选线及设计建议：

在进行公路的线形设计时考虑到使线形连续均顺、圆滑，与周围环境景观相协调。为进一步减缓工程建设对沿线景观的负面影响，提出以下措施和建议：

1)在弃渣场、施工便道及施工营地设置的场址选择应遵循环境保护的原则。

2）设计总体线形顺畅，顺应地形地貌，不要过分追求高标准而破坏自然景观。

3）隧道设计采用/前进后出的方式，尽量减少对山体的切削。隧道洞口设计要自然，最好采用薄型水泥混凝土拱门，周边再饰以本地的藤本植物。

4）在设计中注意桥梁造型、桥面线形和色彩对景观环境的影响，对位于山岭沟谷区域的桥梁栏杆不要使用和环境对比度大的颜色，可以使用草绿色，与自然山体匹配，使行车视觉舒适。

5）排水设施设计要隐蔽，或设于地下，或隐匿于草木之中，尽量不要显露可视，最好能浑然融于自然环境之中。边沟的设置在满足功能的前提下，尽量不用人工混凝土边坡，可以用呈缓坡状的植被滩沟，在一定长度处以窨井方式横向或纵向排水。

（2）绿化方案：

沿线中央分隔带的绿化以防眩为主，兼顾景观，其高度在 1.5m 左右，主要

种植常绿灌木，以高低错落的方式进行搭配。在地形、线形变化处，通过中央分隔带植物种类的变化，给驾乘人员以视觉上的提示。

路基边坡两侧坡面作自然生态化处理，采用当地土生树种、草种。

路侧绿化选用开花乔木和落叶乔木相间种植，采用乡土树种。两侧行道树以列植形式形成线条。用植物材料在立面上形成竖线条。主要栽植地方特色植物，与背景景观相连接。

（3）隧道景观绿化方案

选择适合洞口周边环境的洞门造型，设计遵循简洁、大方的原则。结合洞门造型和周边环境，在隧道洞口仰坡和前区场地配置植物景观和雕塑小品。

（4）互通景观绿化设计

合理运用本土树种，以乔、灌、草为一体合理搭配进行造景。整个绿化方案结合立交的柔美曲线，展示植物群落及整体的曲线美，运用粗线条和大色块整体划一的设计手法，以流动的大色块配以自然式种植的乔灌花组合的模式，点缀乔木、花灌木和造型。

（5）停车区绿化设计

绿化环境设计依据建筑、道路等总体布局，以庭院绿化的手法来体现其功能；以植物为造园并辅助划分环境空间；以园林构造物点缀其间，烘托气氛，同时结合该地区的地域文化特色，综合采用植物和花坛、人行道、庭院灯、廊架、休息凳等园林构造物。

（6）重要景观路段设计

部分临沟路段在工程设计中在做好水土保持设计的前提下，进行景观设计工作，路基边坡进行植草防护，草皮护坡应选择当地耐旱、根系发达、易成活、生长快、固土作用好的多年生草种草皮，在绿化树种的选择上与临沟一侧的树种保持一致。

尽量保留现有的河流生态景观。

高填深挖和不良地质路段，除采取工程防护措施外，考虑植物防护措施。

（7）远离城镇区域的公路景观设计

尽量减少公路对自然景观的破坏，对路堑边坡和路堤边坡应予以绿化、防护，规划种植草坪，植物选择以地方品种为主，采用自然设计风格，做到与路域自然

生态环境相协调。

在原有景观较好的情况下，应尊重原有景观，不系统种植，只是填补空间；在原有景观不理想的情况下，重新种植植物以适应或改善现有景观；绿化植物应选择在当地区域自然条件下发展起来的建群种或优势种等；绿化应构筑和突出各种交错的风景组；利用景观作为路线发生变化的信号来确保使用者的安全；通过选择适合当地的颜色和特性的材料来注意工程结构的美学。

（8）跨河路段景观设计

桥两侧以乡土树种和灌木、花卉及形态较好的常绿树为主，种植不可过密。桥梁及其他附属构筑物应成为景观组织的组成部分，设计时需注意桥型的美观和整体性。

（9）对杂乱和景观不佳处的景观美化

在项目建设后期，对路线上景观不佳之处，如采石场、弃渣场等恢复植被覆盖，规划种植草坪、花卉、灌木和乔木并尽量做到美观，并有计划复耕，同时带动和动员全社会有计划的植树造林，使公路、绿化带与沿线山脉的植被融为一体。

营运期间应严格管理沿线的广告，防止不雅观画面。

8.3.6社会环境减缓措施

（1）在线路经过村庄、学校的施工路段，以及线路与当地公路交叉路段施工作业时，设置安全警示牌，提醒当地居民或过往车辆注意慢行；并合理设置临时挡墙将施工场地与外界分隔，以保障施工安全。在必要的情况下，应安排专人指挥交通。

（2）在路线经过的居民点布设宣传专栏进行宣传，设立告示牌，使项目沿线居民了解项目情况，使广大人民群众更加支持项目建设，增加对项目建设带来的暂时干扰的理解和体谅。

（3）施工现场的入口设置公告，写明工程承包商、施工监理单位以及环保投诉电话，以便群众受到施工带来的不利影响时与有关部门进行联系，并得到解决。

（4）加强与当地交通管理部门的沟通、联系，同当地政府进行协调以避免现有道路的交通堵塞。共同制定合理的运输方案和运输路线，减缓物料运输、施工车辆对村民的干扰和污染影响。

（5）确保公路施工行为不破坏沿线的公众服务设施；工程承包商都将装备临时供电、通讯、供水以及其它装置；在进行管道线路连接前应做好协商工作。

（6）与本工程交叉或受到破坏的农田基础设施，应及时予以恢复或改造，保证其畅通，不影响沿线居民的生产。

（7）由于道路施工需要拆迁相关基础设施，包括电讯线、电力线等，应与相关部门密切配合，优化施工，缩短拆迁时间，尽可能减缓对当地居民生活的不利影响。同时对毁坏的电力系统及时采取改移、升高杆塔、设涵跨越或从通道等结构物下通过等措施进行恢复。

（8）在施工中，应做好沿线村庄供水设施的调查，并提前进行供水管的改移，再进行道路施工，确保沿线饮用水管道不因施工而阻断，影响居民饮水。同时对部分居民采用塑料软管接山泉水的情况，应做好居民的工作，保证施工期间居民饮水来源。在枢纽立交路段施工中严格控制施工作业带。

（9）做好征地拆迁补偿工作，各级人民政府及各村民委员会应当把征地拆迁补偿费标准、补偿办法等向被征用土地的单位和个人公开。

（10）对因拟建公路建设占用或毁坏的地方道路进行改移或防护处理，并进行路面的恢复及绿化；

（11）施工中应采取措施减缓公路施工对现有交通的影响。施工主要运输便道的设置应远离居民区，尽可能避免与现有交通线路交叉；公路预留足够的通道，保证高速公路两侧居民的正常通行，不影响居民正常通行。

（12）在施工中如果发现重要文物，应及时与文物行政部门联系，以便妥善处理。

（13）若实施过程中发生群众信访事件，建设单位需会同设计、施工单位等开展信访回复，涉及重大事项可通过沟通会、座谈会等形式开展讨论，对于群众信访诉求需逐一解答；不采纳意见需明确依据及根由，采纳意见需在设计及后续施工管理中体现、落实。

8.4 环境保护对策措施汇总

设计期、施工期及营运期环境保护措施汇总表详见表 8.4-1。

表 8.4-1　公路环保措施汇总一览表

环境因素	环境保护措施环保措施
一、生态环境	
施工期	⑴植被保护与恢复措施 ①开工前对施工临时设施的规划要进行严格的审查，以达到既少占农田、林地，又方便施工的目的。 ②严格按照设计文件确定征占土地范围，进行地表植被的清理工作。 ③严格控制路基开挖、隧道洞口开挖施工作业面，避免超挖破坏周围植被。 ④工程施工过程中，要严格按设计规定的弃渣场进行取弃土作业；严格控制取土面积和取土深度，不得随意扩大取土范围及破坏周围农田、植被。弃渣场禁止占用基本农田。 ⑤公路穿越林地路段，各施工单位应加强防火知识教育，防止人为原因导致森林火灾的发生。 ⑥施工期临时设施用地尽量选择在公路征地范围内（如互通立交区、服务区、收费站等），施工营地租用当地民房和场地。凡因公路施工破坏植被而裸露的土地（包括路界内外）均应在施工结束后立即整治利用，恢复植被或造田还耕。 ⑦路基施工和弃土场应尽可能保护表层有肥力的土壤，集中堆放并采取临时防护措施，以便于后期绿化和土地复垦用。 ⑧路线经过优良耕地路段，应尽量收缩路基边坡，以减少占用耕地，对于坡面工程应及时采取工程或植物措施加以防护以减少水土流失现象发生。 ⑨及时处理固体废物如粪便、生活垃圾等，以减少对生态环境的污染影响。 ⑵生态公益林保护措施 ①生态公益林路段划定明显的征地范围，加强路基清表作业控制，严禁跨越红线施工；严禁工程占用国家一级生态公益林。 ②施工营地、预制场、拌合站以及施工便道等临时工程设施严禁占用生态公益林。 ③对工程占用的生态公益林，需经同级人民政府同意，报林业主管部门批准后，按有关规定地审核、林木采伐审批手续。建设单位应按照《中华人民共和国森林法》等有关规定进行补偿。 ⑶植物保护措施 ①保护植物 公路沿线在施工期若发现保护植物应及时上报，并要求建设单位进行就近移栽保护。对现场调查到的占地区内的金荞麦和云南甘草，由于其数量大，种群易于更新，可以不用进行移栽种植。除此之外，项目评价区占地范围内还有未调查到但仍位于占地区内的保护植物，建议预留

	专项迁地保护费用，下阶段由当地林业部门在施工前对占地区的保护植物进行详细排查后移栽保护。 而工程沿线的其他位于占地区外的保护植物因均位于自然生态环境下，并不适合进行挂牌和围栏保护，建议进行就地保护即可。并在项目施工前做好施工人员的宣传教育工作，严格控制施工用地，严禁施工人员乱砍滥伐。 工程建设施工期、营运期都应进行生态环境的监控或调查。施工期主要是对涉及施工活动的林地路段进行监控与火险监测。 ⑷陆生动物保护建议 ①避免与消减措施 提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家级野生保护动物，在施工时严禁进行猎捕，严禁施工人员和当地居民捕杀两栖和爬行类动物。 在施工前对施工区及影响区的动物进行轰赶，减少施工过程中造成对动物的伤害；根据野生动物活动规律，合理规划施工、爆破等时间，降低施工中噪音对动物的影响；对在施工中遇到受伤或年幼的野生动物需交由森林公安或林业局的专业人员妥善处理；合理规划管理，避免工程中不必要的树木砍伐和生境开挖等破坏野生动物栖息环境的活动；施工中高度重视水体污染对周边的蛙类的生境造成了破坏。 ②管理措施 除了开展集体的保护意识培训之外，在施工区域内合理的放置保护环境、保护动物一类的标语或提示牌，以强化工作人员及周围居民的保护意识，严禁捕猎野生动物。 工程中褐家鼠、小家鼠等伴随人类生活的兽类其种群数量将会增加，在控制鼠害过程中，尽量减少毒药使用，因为随着鼠类被猛禽捕食，农药随着生物链产生富集作用，危害食物链顶级捕食者的生存。施工过程中应注意加强对施工人员生活垃圾的收集处置，减少鼠类滋生。 ③恢复与补偿措施 对跨林区的路段采用加密绿化带，防止灯光和噪声对动物的不利影响。对边坡处尽快尽好地做好植被恢复，使之有利于动物适应新的生境。 ⑸鱼类保护措施 施工期间加强弃渣场管理，加强施工人员的卫生管理，避免施工期间生活垃圾、生产废水、生活污水禁止排入水库，减少水体污染，最大限度保护动物生境；将钻渣在临时堆存场进行沥干晾晒，最终将晾晒干的施工钻渣集中运送至指定的弃渣场地进行永久处置。 ⑹保护动物保护措施 ①在林区施工应优化施工方案，抓紧施工进度，尽量缩短在林区内的施工作业时间，尽量减少爆破作业，减少对野生动物的惊扰。 ②施工期严禁捕猎可能遇到的各类重点保护动物。 ③优选施工时间，避开野生动物活动的高峰时段。在隧道路段特别是超长隧道路段施工时应尽量避免在早晨、黄昏和晚上进行爆破、打桩等高噪声作。

	环评建议隧道施工应优选施工时间，避开动物活动的高峰时段，在隧道路段施工时应尽量避免在早晨、黄昏和晚上进行爆破高噪声作业，隧道爆破选择低爆速炸药——乳化炸药，单次炸药量控制在 1.2kg 以内，隧道爆破采用微差爆破，最佳微差间隔时间一般取（3～6）周。 ④在沿线河段，应加强施工管理与生活区的管理，避免对水质的污染，禁止向水体排 ⑺临时工程用地环境减缓措施 建设单位应严格执行国家有关“土地复垦”的规定，在施工结束时对各类临时用地及时复垦，对于有进场耕作条件的土地尽量复耕利用，无条件的则种植乔灌草进行植被恢复。 ⑻路基清表工作应严格控制在公路用地范围以内，对于有保护价值的植物进行移植。杜绝在公路用地红线以外乱砍乱伐。 ⑼严格按设计要求弃渣，设置在施工单位要制定相应的规章，业主监督执行。 （10）对农业及农田的保护措施 ①进一步减少占地、保护耕地的建议 在工程量增加不大的情况下，应优先选择能够最大限度节约土地、保护耕地的方案，要充分利用荒山、荒坡地、废弃地、劣质地。本工程在工可阶段的路线方案选择时候，满足公路工程技术标准的条件下，优先选择了占用耕地少的路线方案。但由于要满足公路技术标准的要求，且沿线耕地与基本农田较密集，所以仍占用了一定的耕地，因而在下一阶段设计中，仍应高度重视工程占地问题，优化路线方案，合理布设附属设施，从而尽可能的节约耕地。 合理设置弃渣场，尽量不占用农田，将弃土和改地结合起来；施工场地、施工营地等临时占地尽量选择永久占地范围内或租赁当地民房或厂房，以减少这部分临时占地量，有效保护沿线的耕地。 ②对农田的保护与补偿措施 主体工程施工前，先剥离表层熟土，清除树根及杂草根系后再进行主体工程建设，表土剥离厚度一般为 0.5m。剥离的表土集中堆放，要采取土袋挡护坡脚的临时防护措施。 主体工程施工，最好在一季作物成熟收割后进行，要避开雨季施工，做好原材料的堆放和废弃料的处理，避免污染耕作土，间接影响周围植被的生长。 对不可避免的农田临时占地要缩短占用时间，做到边使用、边平整、边绿化、边复耕。且施工时，必须严格控制施工临时占地范围，对于运输车辆，也要尽量走固定的路线，将影响减小到最少范围。 ③农田水网体系影响减缓措施 桥涵布设：项目公路所在区域地表水系主要为山间河流，桥位在符合路线走向和路线设计规范的情况下，尽量选择河流顺直、岸线稳定，地质条件好的河段。

	农田灌溉设施：项目的建设将破坏部分既有的水利设施，在工程设计和建设过程中将对这些被破坏的水利设施进行恢复和补偿。对于与路线相交的农田排灌沟渠等水利设施，根据地形条件分别设涵、倒虹吸、渡槽或采取改沟、改渠等措施予以恢复，以确保农灌沟渠原有功能，保证沿线地区农业的可持续发展。 路基排水：路基排水应汇集至排水边沟集中排放，排放口应设沉淀、过滤池，同时在距进水口 0.5m 处设挡板，使路基排水经沉砂、过滤、消能后排放于农灌沟渠，减轻对现有的农田灌溉系统的影响。 ④复耕措施 及时复耕：施工结束后及时把剥离的表层熟土回填至周围的临时用地复耕区内； 设置灌排系统：施工场地和弃渣场土地复耕时应设置排灌系统，并且衔接既有排水系统，保证弃渣场土地复垦区的排水和灌溉，结合进场道路及既有农村道路，在复耕区范围内结合排灌渠道布设道路系统。 改良土壤：先采取工程或生物措施保土，使土壤流失量控制在容许流失量范围内，再种植豆科绿肥或多施农家肥改土，当土壤过砂或过粘时，可采用砂粘结互掺的办法，此外，在种植绿肥作物改土时必须施用磷肥。 抚育管理：土地复耕后必须进行抚育管理，通过采取松土、灌溉、施肥、除蘖、修枝等措施进行管护，对自然灾害和人为损坏采取一定的补植措施，避免“只造不管”和“重造轻管”，提高土地复耕的实际成效。 （11）地表水体生态保护措施 ①跨越沿线河流的施工过程中，应严格要求施工人员杜绝随地吐痰、便溺、丢弃废物的陋习，不能在水体区域内从事钓鱼、洗澡、打鱼等破坏环境的活动。 ②施工期间，应对河流两岸施工道路的修建、挖机废弃的油污、泥浆及施工留下的其他各种废弃物进行及时处理，严禁排放或倾倒至河流及其岸边。施工单位应加强施工管理，尽量避免和减少施工期间对环境的影响。工程完工后，对河道水环境及周边环境不会造成不利影响。 （12）水土流失防治措施 ①合理安排施工进度及施工时间，施工时选择无雨、小风的季节进行，避免扬尘和水土流失。在河流和沟渠开挖段施工时应做到随挖、随运、随铺、随压，不留或尽可能少留疏松地面，废弃土方要及时清运处理；尽量缩短施工期，使土壤暴露时间缩短，并快速回填。 ②施工中产生的弃土石方可以从以下几个方面进行处理：可以修路垫路基使用；可以用于水土保持工程使用；剩余部分应设专门渣场堆放，渣场的选择要合理，应避开当地的泄洪道，并征得当地水土保持和环保管理部门的同意，堆渣场应修筑拦碴坝、截水沟、并进行平整绿化。 ③对开挖土方采取保护措施，如适当拍压，旱季表面喷水或用织物遮盖等，在临时堆放场周围采取必要的防护措施。 ④对于邻近河流水体的施工区，应在施工区边界设立截流沟，防治施工区地表径流污染地表水体。 （13）生态敏感区的生态保护措施

	（1）生态红线生态保护措施 ①严格控制工程用地红线，禁止在红线外进行施工活动，尽量减少施工造成的地表扰动。加强对施工现场和施工人员的管理，不人为破坏原生植被景观。 ②尽可能以隧道穿过，并不影响生态红线自然植被及其景观的破坏，但是要严格控制隧道口炸药的使用量，减小爆破振动诱发山体边坡崩塌、滑坡等地质灾害，从而导致山体、植被遭到破坏的可能。 ③禁止向生态红线内倾倒施工弃渣和废土石，防止生态红线内的景观和环境。 ④施工时需要林业管理机构人员加强监督巡查，严格按照林业批准实施的范围内施工，加强森林防火、野生动植物保护等宣传工作。 ⑤严格按照总体设计中规划的弃渣场及临时弃渣场进行渣土存放。 ⑥进入生态红线的施工工期尽可能缩短，在施工时加强施工管理，应及时清理施工场地，种植与原生植被景观相协调的景观植被，使对生态红线的影响减小到最小程度。 ⑦要做好辅助工程项目对生态红线的影响管理，如施工便道、材料运输，做好文明施工，保护环境。 ⑧隧道进出口边坡及桥墩基坑开挖易引发边坡失稳等，应做好相关地质灾害防治工作。
运营期	（1）施工结束后，及时实施公路的绿化工程，并加强对绿化植物的管理与养护，保证成活率。 （2）强化公路沿线固体废弃物污染治理的监督工作，要求运输含尘物料的汽车加盖蓬布，各收费站、停车区等沿线设施设置垃圾箱。 （3）对于植被占用地段，特别是占用暖性针叶林、暖温性灌丛等路段，施工后及时进行植被恢复，建议尽量利用乡土植物进行自然绿化，根据不同的水热条件选择相应的物种。对于占用暖性针叶林，建议植被恢复选择，如银木荷、云南松、华山松、尼泊尔桤木、香叶树等物种；对于占用暖温性灌丛，则选用清香木、马桑、火棘、川梨、杨梅、蔷薇、石楠等树种恢复，与本地自然植被景观协调一致。 （4）对跨林区的路段采用加密绿化带，防止灯光和噪声对动物的不利影响。对边坡处尽快尽好地做好植被恢复，使之有利于动物适应新的生境。 （5）对楚雄紫溪山风景名胜区子午向天坟片区北侧边缘穿过的路段设置标牌，对边坡处尽快尽好地做好植被恢复。 （6）在沿线有野生保护动物分布路段设置禁鸣标志，加强对野生动物通过的涵洞的清理，以减少对野生动物的阻隔。 （7）楚雄市东南绕城高速公路项目建议开展项目环境影响后评价。 （8）根据相关法律法规政策，对于占用生态公益林路段，建议纳入生态保护补偿机制，推进生态文明建设。
二、地表水	
施工期	**1、施工期间生活污水污染防治措施** 在施工营场地、服务设施及管理用房施工场地设旱厕，粪便用于肥田。其余食堂、洗漱、清洗等污水经隔油、沉淀后回用于场地洒水抑尘

	或周围林地、灌木丛或草地的浇水。禁止向沿线水体倾倒、排放生活污水。 **2、施工作业生产废水防治措施** （1）工程承包合同中应明确筑路材料（如沥青、油料、化学品、粉煤灰、水泥、砂、石料等）的运输过程中防止洒漏条款，堆放场地不得设在水体岸边，以免被雨水冲入水体造成污染。 （2）施工材料如沥青、油料、化学品等有害物质堆放场地应设蓬盖，以减少雨水冲刷造成污染。 （3）构件预制场混凝土搅拌场内设置多级沉淀池，对混凝土生产废水、搅拌车冲洗废水进行沉淀处理，沉淀后的废水回用不外排。 （4）项目沿线Ⅱ类水体（阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐）禁止排污。 （5）构件预制场混凝土搅拌场内设置 10 个多级沉淀池，对搅拌车冲洗废水进行沉淀处理，沉淀后的废水回用，用于场地冲洗。同时，场地内设置有导水沟，冲洗水部分蒸发，剩余冲洗水经导水沟进入沉淀池。 （6）机械、设备及运输车辆的维修保养尽量集中于附近乡镇的维修点进行，在施工营场地设隔油沉淀池，含油污水经隔油沉淀处理后回用。 （7）尽量选用先进的设备、机械，以有效地减少跑、冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的生产量。 **3、含油污水控制措施** 采用施工过程控制，清洁生产的方案进行含油污水的控制。 （1）尽量选用先进的设备、机械，以有效地减少跑，冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的产生量； （2）在不可避免冒、滴、漏油的施工过程中尽量采用固体吸油材料（如棉纱、木屑等）将废油收集转化到固体物质中，避免产生过多的含油污水。对渗漏到土场的油污应及时利用刮削装置收集封存，运至垃圾场集中处理。 （3）机械设备及运输车辆的维修保养，尽量集中于各路段处的维修点进行，以方便含油污水的收集；在不能集中进行的情况下，由于含油污水的产生量一般小于 $0.5m^3/d$，因此可全部用固体吸油材料吸收后委托有资质单位处理。对施工机械冲洗污水进行收集处理。 **4、桥梁施工的防护工程措施** （1）拟建公路沿线水体较多，跨河路段共 12 座桥，但均不涉及涉水桥墩；无桥墩施工对水体的影响。 （2）此苴特大桥（左右幅各 1 座）跨越河流特大桥各设 2 座沉淀池，其余 12 座桥梁施工工区应各设 1 座沉淀池，施工生产废水由沉淀池收集，经沉淀、隔油除渣等简单处理后，主要污染物 SS 去除率控制到 80%，石油类等其它污染物浓度减小。 （3）桥梁施工过程中，应加强现场管理，禁止将施工固体废物、废油、废水等弃入水体。同时，桥梁施工作业完毕后，要清理好施工现场，以防止施工废料等垃圾随雨水进入水体。 （4）应加强管理，施工材料如沥青、油料、化学品等的堆放地点应远离河床，并备有临时遮挡的帆布，防止雨水冲刷。废弃机械油料和废

	油要及时回收后进行处理，遗漏在土壤中的机械油料和废油要回收并按照《危险废物储存污染控制标准》（GB18597-2001）进行临时储存，然后交由具有危险品回收及处置资质的单位进行处理。 **4、隧道施工水环境减缓措施** 在各隧道口附近设置沉淀池（共 8 个），隧道施工涌水经沉淀处理后部分回用，剩余达标排放。 **5、临河路段保护措施** 施工期间对在大坡河、铃铃小河、倮倮冲、马军小河、青龙河、垮去河、以口小河布线的路段，在距离河流水体距离小于 30m 且地面坡度大于 25 度的施工区域和水体之间设置编织土袋或修建挡渣墙进行有效拦挡，以减少施工开挖及填筑过程对沿线水体水质的影响。 此外，开展施工场所的水环境保护教育，让施工人员理解水保护的重要性，严禁向河流中倾倒生活垃圾和建筑垃圾；严格检查施工机械，防止油料泄漏污染水体。施工材料如油料、化学品等不宜堆放在地表水体附近，并应备有临时遮挡的帆布；采取措施防止泥土和散体施工材料阻塞水渠或现有的灌溉沟渠及水管。临河路段施工时严禁在路线两侧设置弃土场。 **6、大兴坝水库、倮倮冲水库的保护措施** 大兴坝水库大桥施工点位设置 1 座沉淀池，施工废水经沉淀后回用，禁止外排；倮倮冲水库，施工点位设置 1 座沉淀池，施工废水经沉淀后回用，禁止外排。施工期在大兴坝水库、倮倮冲水库路段设置一告示牌，加强对施工工人环保教育宣传。项目施工期禁止在大兴坝水库、倮倮冲水库径流区内设置施工营地和取弃渣场等临时占地，施工废水禁止排入水库径流区内。
运营期	**1、沿线服务设施污水处理设施** 项目设置停车区 1 处（左右幅各一处）、收费站 3 处。沿线停车区、收费站等附属设施较为分散，且无污水管网，生活污水无法进入城市污水处理及排放系统，因此，需要设置污水处理设施将污水处理达标后尽量回用，不外排。 （1）宝山屯停车区（双侧）：均设置 $1m^3$ 隔油池、$15m^3$ 化粪池、规模 $15m^3/d$ 的一体化污水处理站（AO+MBR 工艺）及 $70m^3$ 的清水池，生活污水经隔油池、化粪池预处理后进入自建的一体化污水处理站处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的城市绿化道路清扫标准后，全部用于绿化及道路清扫，不外排。 （2）楚雄南收费站+养护工区+监控中心+隧道管理所合建：设置 $1m^3$ 隔油池、$10m^3$ 化粪池、规模 $10m^3/d$ 的一体化污水处理站（AO+MBR 工艺）及 $55m^3$ 的清水池，生活污水经隔油池、化粪池预处理后进入自建的一体化污水处理站处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的城市绿化道路清扫标准后，全部用于绿化及道路清扫，不外排。 （3）大马军收费站及子午收费站：均设置 $45m^3$ 的化粪池，生活污水经化粪池预处理后委托周围村民清掏作为农肥使用，不外排。 **2、其他水环境保护措施** （1）应加强公路排水设施的管理，维持经常性的巡查和养护，对跨河桥梁路段进行重点管理，及时修复被毁坏的排水设施，防止公路路

	面、桥面径流直接排入沿线河流水体。 （2）对从事危险品运输的驾驶员和管理人员，需严格遵守有关危险品运输安全技术规范和操作规程，学习和掌握国家有关部门的相关法律法规。 （3）危险货物运输实行“准运证”、“驾驶证”和“押运员”制度，从事危险货物的运输车辆使用统一的专用标志，实行定点检查制度。 （4）公路管理部门加强危险品运输管理，严格执行危险品运输规定。 （5）制定危险品运输事故应急预案，减少污染事故的影响范围和程度。 需对污水处理设施进行分区防渗，且需符合相应的防渗标准，防治污水渗漏。
三、环境空气	
施工期	（1）严格落实施工扬尘污染防治责任 ①建设单位要严格执行环境保护“三同时”制度，防治施工扬尘污染的费用须列入工程投资，施工合同中须明确施工单位扬尘污染防治责任，在组织施工图设计交底时应将施工扬尘污染防治措施一并纳入进行交底，并督促施工单位落实施工扬尘污染防治措施。 ②施工单位应制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，在施工现场明显位置设置公示牌，公示牌内容包括：施工现场负责人、环保监督员、防尘措施、扬尘监督管理部门、举报投诉电话等信息。 （2）积极采取防尘抑尘措施 ①在土石方施工作业过程中，作业面应当采取防尘抑尘措施，对已完成的并可能产生扬尘污染的作业面，应当采取洒水或喷雾等防尘措施。 ②加强公路配套的停车区、收费站等构筑物施工扬尘污染防治，施工场地应设置硬质围挡并采取覆盖、分段作业、择时施工、洒水抑尘、冲洗地面及车辆等有效防尘降尘措施。施工现场的主要道路及材料加工区地面，应采用不易产生扬尘的物料进行硬化处理。 ③加强物料堆存及运输管理。在施工工地内堆放水泥、灰土、砂石、建筑土方等易产生扬尘的粉状、粒状和块状建筑材料，应采取“粉状入仓、块状入棚”的原则，采取封闭或者遮盖等防尘措施。现场搅拌混凝土、砂浆等建筑材料，物料落料点应采取湿法除尘、收尘等措施；运输物料、渣土的车辆应采用密闭或其他措施，防止物料遗撒造成扬尘污染。 ④合理布置沥青搅拌站、混合料拌和站场，站场应设置在环境敏感目标下风向，其中，沥青搅拌站与敏感目标距离不宜小于 300 米，混合料拌和站与敏感目标距离不宜小于 200 米。 ⑤落实施工路段及施工便道防尘措施。对施工路段及便道应适时洒水，减轻扬尘污染。其中，施工便道应尽量利用现有公路，确需新建的，应分段采取防尘抑尘措施；经过村庄及人口密集区的应采用不易产尘的物料进行硬化。 ⑥合理设置弃渣场，弃渣场应远离以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的环境敏感区。

	（4）根据“施工图设计”，项目沿线设置 5 处预制场及钢筋加工厂，其中 1#、5#预制场（包含钢筋加工场）200m 范围内存在敏感点，环评要求需加大洒水频次，物料堆场周边设置高于堆存物料的围挡、防风网等设施，并采取遮盖、喷淋等防尘措施，减轻对附近居民的影响。 （5）T2 拌合站及 S4 湿喷站在 200m 范围内有居民点分布，本评价已对以上拌合站提出调整建议，若在项目施工过程中混凝土拌合站位置有变动，则混凝土拌合站距敏感目标不宜小于 200m，并应设置在当地施工季节主导风向的下风向。各拌合站施工期应采取的扬尘防治措施如下： ①建设单位要严格执行环境保护“三同时”制度，防治施工扬尘污染的费用须列入工程投资，施工合同中须明确施工单位扬尘污染防治责任，在组织施工图设计交底时应将施工扬尘污染防治措施一并纳入进行交底，并督促施工单位落实施工扬尘污染防治措施。 ②施工单位应制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，在施工现场明显位置设置公示牌，公示牌内容包括：施工现场负责人、环保监督员、防尘措施、扬尘监督管理部门、举报投诉电话等信息。 ③工程施工工地要做到工地周边围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输“六个百分之百”，鼓励安装在线监测和视频监控设备，并与当地有关主管部门联网。当环境空气质量指数达到中度及以上污染时，施工现场应增加洒水频次，加强覆盖措施，减少易造成大气污染的施工作业。 ④加强物料堆存及运输管理。在施工工地内堆放水泥、灰土、砂石、建筑土方等易产生扬尘的粉状、粒状和块状建筑材料，应采取“粉状入仓、块状入棚”的原则，采取封闭或者遮盖等防尘措施。现场搅拌混凝土、砂浆等建筑材料，物料落料点应采取湿法除尘、收尘等措施；运输物料、渣土的车辆应采用密闭或其他措施，防止物料遗撒造成扬尘污染。 ⑤ 加强管理，文明施工，建筑材料轻装轻卸；车辆驶出工地前尽可能清除表面粘附的泥土等。 ⑥施工工地内道路及材料堆放场地应进行硬化处理。 ⑦料场内由于积尘较大，进入料场的道路应经常洒水，使路面保持湿润，并铺设竹笆、草包等，以减少由于汽车经过和风吹引起的道路扬尘。 ⑧全省各级生态环境部门、交通运输部门要加强公路项目建设的过程监管。生态环境部门要强化执法监督检查，交通运输部门要强化行业监管，在执法监督检查和行业监管过程中发现项目施工未落实相应防尘措施的，应根据相关法律法规规定予以处理。 （5）项目设置的其余混凝土拌合站及湿喷站 200m 范围内没有居民点分布。上述施工站场施工期应采取的扬尘防治措施如下： ①建设单位要严格执行环境保护“三同时”制度，防治施工扬尘污染的费用须列入工程投资，施工合同中须明确施工单位扬尘污染防治责任，在组织施工图设计交底时应将施工扬尘污染防治措施一并纳入进行交底，并督促施工单位落实施工扬尘污染防治措施。 ②施工单位应制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，在施工现场明显位置设置公示牌，公示牌内容包括：施工现场负责人、环保监督员、防尘措施、扬尘监督管理部门、举报投诉电话等信息。

	③在施工工地设置硬质围挡，并采取覆盖、分段作业、择时施工、洒水抑尘、冲洗地面和车辆。 ④加强物料堆存及运输管理。在施工工地内堆放水泥、灰土、砂石、建筑土方等易产生扬尘的粉状、粒状和块状建筑材料，应采取“粉状入仓、块状入棚”的原则，采取封闭或者遮盖等防尘措施。现场搅拌混凝土、砂浆等建筑材料，物料落料点应采取湿法除尘、收尘等措施；运输物料、渣土的车辆应采用密闭或其他措施，防止物料遗撒造成扬尘污染。 ⑤加强管理，文明施工，建筑材料轻装轻卸；车辆驶出工地前尽可能清除表面粘附的泥土等。 ⑥施工工地内道路及材料堆放场地应进行硬化处理。 ⑦料场内由于积尘较大，进入料场的道路应经常洒水，使路面保持湿润，并铺设竹笆、草包等，以减少由于汽车经过和风吹引起的道路扬尘。 ⑧全省各级生态环境部门、交通运输部门要加强公路项目建设的过程监管。生态环境部门要强化执法监督检查，交通运输部门要强化行业监管，在执法监督检查和行业监管过程中发现项目施工未落实相应防尘措施的，应根据相关法律法规规定予以处理。 （6）拌合站选址指导性意见 ①全线应集中设置拌合站。 ②拌合站应设置在开阔空旷的地方，拌合站设置在学校、城乡居民区和有特殊要求的地区的下风向，混凝土及湿喷站距离不宜小于200m，沥青拌合站不宜小于 300m，减少拌合站对环境敏感点的粉尘及沥青烟污染。环境空气一类区不能设置沥青拌合站。 ③禁止在楚雄紫溪山风景名胜区内设置拌合站、预制场等施工场地。 ④新建拌合站的选址应征求生态环境局、林业和草原局、国土局、自然资源局、水务局等主管部门意见。
运营期	（1）公路两侧茂密树林对机动车排放的污染物有很好的过滤吸附作用，本工程应加强公路两侧绿化。 （2）公路入口处进行检查，运送易洒落及颗粒物品的车辆应密闭或车厢需加盖蓬布。 （3）公路运营管理部门定期组织对路面进行清扫。 （4）辅助设施的厨房应配备油烟净化设施，油烟废气处理达《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）要求后经烟道排放，禁止无规则排放；定期对油烟净化设施进行维护保养，保证油烟净化设施的正常运行；油烟排放口应尽量避开易受影响的建筑物。 （5）严格执行汽车排放检测制度，利用收费站对汽车排放状况进行抽查，限制尾气排放严重车辆上路。 （6）加强对隧道通风设备的维修、管护。 （7）执行环境空气监测计划。
四、声环境	
施工	根据预测昼间施工机械噪声在距施工场地 200m 处可达到标准限值，夜间在 422m 处可达到标准限值；夜间在敏感点附近禁止施工，因此

期	施工时需采取以下措施，以防止施工噪声对沿线声环境敏感点的影响。 （1）合理布局施工现场 合理科学地布局施工现场是减少施工噪声的主要途径，如将施工现场的固定振动源相对集中，以减少影响的范围；如对可固定的机械设备如空压机、发电机安置在施工场地临时房间内，房屋内设隔音板，降低噪声。另外在村庄敏感点附近施工时，需提前告知周边居民，设立群众意见反馈处，听取并采纳群众合理意见。 （2）合理安排施工作业时间 在保证进度的前提下，合理安排作业时间，对于敏感点附近路段施工的须把排放噪声强度大的施工应安排在白天施工。严格限制夜间进行有强振动的施工作业。特殊情况需连续作业时，除采取有效措施外，报环保局批准后施工，并公告附近群众。 （3）合理安排施工运输车辆的行走路线和行走时间 施工运输车辆，尤其是大型运输车辆，应按照有关部门的规定，确定合理运输路线和时间。选择主要运输道路应尽可能远离村镇、学校等敏感点；施工车辆在经过各敏感点路段时禁止鸣笛等措施。 （4）合理选择施工机械设备 施工单位应尽量选用低噪音、振动的各类施工机械设备，并带有消声和隔音的附属设备；避免多台高噪音的机械设备在同一工场和同一时间使用；对排放高强度噪音的施工机械设备工场，应在靠近敏感点一侧设置隔声挡板或吸声屏障，减少施工噪声对环境的影响。主线及连接线道路边界线（路肩）外 200m 范围内有 28 个村庄（云甸村、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、邓家冲、宝山屯、罗只碑村、甸尾、耳东屯、小马军、益起坡、江头村、上高包、以口村、天子堂、云甸完小、朱家村、鲁家村、罗只碑希望小学、罗定庵、伍桂田、大余节、关沟、此苴、大东社区、下高包），沿线声环境敏感点距路中心线 65m 以内的村庄有 15 个，包括云甸村、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、邓家冲、宝山屯、罗只碑村、甸尾、耳东屯、小马军、益起坡、江头村、上高包、以口村、天子堂，昼间施工将会产生一定的干扰；在上述敏感点附近施工时，需在靠近村庄一侧放置临时隔声屏障。 （5）做好宣传工作，倡导科学管理和文明施工 由于技术条件、施工现场客观环境限制，即使采用了相应的控制对策和措施，施工噪声、振动仍可能对周围环境产生一定的影响，为此要向沿线受影响的居民和有关单位做好宣传工作，以提高人们对不利影响的心理承受力；加强施工现场的科学管理，做好施工人员的环境保护意识的教育；大力倡导文明施工的自觉性，尽量降低人为因素造成施工噪声的加重。 （6）加强环境管理，接受环保部门环境监督 为了有效地控制施工噪声对城市环境的影响，除落实有关的控制措施外，还必须加强环境管理；根据国家和地方的有关法律、法令、条例、规定，施工单位应主动接受环保部门的监督管理和检查；建设单位在进行工程承包时，应将有关施工噪声控制纳入承包内容，并在施工

	和工程监理过程中设专人负责，以确保控制施工噪声措施的实施。 （7）施工单位需贯彻各项施工管理制度 施工单位要确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），认真贯彻《中华人民共和国噪声污染防治法》等有关国家和地方的规定。 （8）本工程采用隧道钻爆法施工，隧道爆破施工过程中应加强管理，合理安排爆破作业时间，禁止在夜间进行爆破作业，以免影响附近居民的正常工作和生活，将爆破振动和噪声对环境产生的不利影响减小到最低程度。
运营期	**1、城镇规划建议** （1）按照《公路安全保护条例》规定，本项目建设控制区的范围为项目用地外缘起向外距离不少于 30m，连接线按县道考虑为项目用地外缘起向外距离不少于 10m，在公路建筑控制区内，除公路保护需要外，禁止修建建筑物和地面构筑物。 （2）除按以上要求禁止在拟建项目建筑控制区范围内修建建筑物外，沿线村镇建设如果向本项目靠近，应在进行规划时参考本报告书交通噪声 4a 和 2 类区域标准的防护距离，在防护距离内不宜建设敏感建筑物。 （3）建议根据报告书噪声预测结果以及《公路安全保护条例》，高速公路管理部门商情地方规划建设管理部门合理审批道路两侧的新建房屋，建议不宜在距离公路主线路肩两侧 125m 范围内规划直接面对公路的学校、医院、养老院等声敏感建筑。除按以上要求禁止在拟建公路建筑控制区范围内修建建筑物外，沿线村镇建设如果向本项目靠近，地方规划建设管理部门应严格审批道路两侧的新建房屋，在规划和建设过程中充分考虑交通噪声的影响。若在控制距离内建声敏感建筑物时，临路侧房屋尽量背向道路，或临路侧修建阳台、厨房、客厅、卫生间等对声环境要求较低的建筑物。建设单位与设计单位则需按《建筑隔声评价标准》（GB 50121-2005）和《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）及的要求，采取建筑物隔声防护，以使之室内声环境满足相应建筑物的使用功能要求。 **2、工程措施** ①规模较大的村庄，且与公路高差微小或比公路低时，应安装声屏障，使整体区域环境噪声有所降低。 ②评价范围内零散住户，房屋比较破旧的，采取搬迁措施。 ③根据通车公路调查，车辆鸣笛影响较大，在沿途所有村庄、学校路段安装禁鸣提示，减少鸣笛的现象。 ④对于远期超标的敏感点，采取加强道路两侧绿化，并跟踪监测措施。 ⑤拟建道路沿线敏感点有 28 处，营运中期超标的敏感点 14 处（主线 13 处，连接线 1 处）。考虑到当地气候条件、房屋结构以及当地居民的习惯问题，建议主线 13 处设置声屏障进行降噪。 ⑥公路沿线绿化对减轻交通噪声对敏感点的影响也有一定的效果，但受公路用地范围的限制，绿化措施只能作为降噪的辅助手段，在采取前述措施的基础上，可以利用公路与敏感点之间的空地（特别是公路征地范围内的）进行植树绿化。

	⑦综上所述，对项目沿线声敏感点采取措施：对主线中期超标的云甸村、上高包、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、朱家村、保山屯、鲁家村、罗只碑村、甸尾、以口村共 13 处设置 1884 延米/13 段声屏障，费用共计 376.8 万元。 对于远期超标主线邓家冲、罗只碑希望小学共 2 处敏感点进行跟踪监测，跟踪监测费用 2 万元，预留上述 2 个敏感点噪声超标治理费用共 100 万元，敏感点噪声超标治理措施均为安装声屏障。
五、地下水	
施工期	（1）加强施工期管理，严格物料、油料、化学品堆放管理，定期检修施工机械设备防止漏油污染地下水。建筑材料堆放地设置一定的防渗区域并采取严格的“三防”措施，专门存放油料及化学品物质。 （2）加强水文地质、工程地质调查。拟建工程线路穿越区域水文地质环境相对简单，隧道主要穿越裂隙水含水层，裂隙发育，部分隧道穿越构造或富水性较强的地层，可能会发生涌水、突水及突泥现象，尤其是长隧道施工期较长，可能会出现雨季施工。因此在施工前应根据实际遂址区水文地质条件制定严密的防水、排水方案，施工过程中采用疏导、勾补、铺砌和填平等处置措施；加强衬砌结构，及时支护，加强地下水的疏导排措施；加强水文地质、工程地质调查，加强超前地质预报，查明施工区围岩稳定性、构造发育情况及地下水赋存情况。 （3）针对穿越构造或富水性较强的地层的区域，应提前制定有针对性的处置措施，制定应急预案，加强不良围岩的加固工作，对裂隙较发育地段可以采取注浆止水等措施，同时加强涌水量和洞身稳定性监测。 （4）施工期间及投入运营后对龙潭的三个水井、小白庙 15 口水井以及上土坡水井进行水量和水质跟踪监测，若发现水量明显减少或干涸，或水质异常，建设单位承诺立即为受影响的村子提供饮用水，确保村民饮用水不受影响。由于线路周边零星分布部分自然村，因此在工程施工过程中应进一步加强对线路周边，尤其是遂址周边村民饮用水的调查工作，应确保其水源不受影响。
运营期	运营期间，在沿线服务设施设置污水处理设施，生活生产污水集中排放至污水处理设施。注重停车区地表防渗措施，特别是污水排放、垃圾堆放地带应加强防渗措施。同时排污管线需符合标准，防止污水渗漏等情况。 根据沿线停车区设施设置情况，对地下水水质可能产生影响的主要是危险品运输车辆停车位区、一般客车休息区、服务区生活污水生化处理设备区等进行分区防渗。
六、固体废物	
施工期	施工期固体废物主要包括废弃土石方、建筑垃圾和施工人员生活垃圾。对施工期固体废物应采取“集中收集、分类处理、尽量回用”的原则，其中废弃土石方在设置的弃渣场进行处置，拆迁房屋、建筑物的建筑垃圾部分用于施工生产生活区和临时占地中场地平整，生活垃圾集中收集后运送至附近各县垃圾处理场集中处理。 （1）不得在运输过程中沿途丢弃、遗撒固体废物。 （2）施工机械的机修油污集中处理，揩擦有油污的固体废物等不得随地乱扔，统一收集后送具有相关资质的单位处理。

	（3）在施工营地设置改良式化粪池和垃圾箱，由承包商按时清理。 （4）按计划和施工的操作规程，严格控制并尽量减少余下的物料。一旦有余下的材料，将其有序地存放好，妥善保管，可供周边地区修补乡村道路或建筑使用。 （5）对收集、贮存、运输、处置固体废物的设施、设备和场所，应当加强管理和维护，保证其正常运行和使用。 （6）桥墩施工中挖掘出的泥渣，不能直接随意处排放，应设临时沉淀池进行沉淀。将沉淀后的钻渣进行统一收集后运至弃渣场堆放，并采取一定的防护措施。运送存放过程必须有环保人员监督，不允许随意丢弃钻渣，以便最大限度地减少泥渣对河流(沟渠、水库)水质的影响，防止钻渣堆置对水环境产生不利影响。 （7）施工结束后，施工场地应及时平整，清场要彻底，建筑垃圾部分用于场地回填，不可利用部分运送至沿线附近建筑垃圾填埋场进行处置。
运营期	（1）通过制定和宣传法规，禁止乘客在高速公路上乱丢饮料袋、易拉罐等垃圾，以保证行车安全和公路两侧的清洁卫生。 （2）停车区、隧道管理所等处的生活垃圾应集中收集，定期清运至附近县城垃圾处理场集中处理，严禁随意丢弃。
七、风险污染防治	
工程措施	1、警示及监控措施 在跨越阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐处桥梁设置“安全驾驶、减速慢行”的警示牌，提请司机小心驾驶；均设置摄像头进行连续监控。跨河桥梁处结合交通规定提前设置减速带或其他控速措施。 2、防撞墩及护栏 根据环境风险预测结果及跨越水体敏感程度，对跨越小箐河、打苴河、樟木箐等路段需采取以下危险化学品运输事故环境风险防范及处置措施： 跨Ⅱ类河流（阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐）桥梁两侧（云甸互通 CK125+497~CK124+592（拼宽桥）、卡利大桥 K4+913.96～K5+130.04、ZK4+919.460～ZK5+105.540、下土坡大桥 K5+317.96～K5+804.04、ZK5+323.460～ZK809.540、上土坡大桥 K6+210.96～K7+207.04、ZK6+217.960～ZK6+884.040）设置加强型防撞墩及高等级的防撞护栏（等级为 PL2 级以上），以防污染事故发生。 ②其余跨河桥梁路段设置实体式混凝土防撞栏、沿河路段采用具有良好的吸收车辆碰撞能量的金属制梁柱式护栏，施工中应严格按设计图纸和技术规范要求进行，保证防撞栏质量。 3、事故泄漏液收集措施 根据《公路环境保护设计规范》第 6.4.2 节第 5 条“公路桥梁跨越饮用水水源保护区、执行《地表水环境质量标准》（GB3838）Ⅰ～Ⅱ类标准的水体及《海水水质标准》（GB3097）中一类海域时，桥面排水宜排至桥梁两端并设置沉淀池处理”。楚雄东南绕城高速不涉及饮用水源

	保护区，但存在跨越Ⅱ类水体路段，需采取相应应急措施避免工程营运期风险事故的发生。
管理措施	（1）加强对危险品运输车辆的管理 对运输危险品车辆需实行申报制度，运输危险品车辆必须从高速公路的超宽车道进入，经车道输导员对证、单验并经安全检查后方可放行。在气候恶劣（暴雨、浓雾、台风等）的情况下，禁止危险品运输车辆驶入高速公路，若装有雷管、炸药等烈性危险品车辆驶入高速公路时，由路政部门派专人护送运输车。 （2）强化有关危险品运输法规的教育和培训 对从事危险品运输的驾驶员和管理人员，应严格遵守有关危险品运输安全技术规定和操作规程，学习和掌握国家有关部门颁布实施的相关法规。相关法规主要有： ①国务院发布的《化学危险品安全管理条例》；②《汽车运输危险货物规则》(JT617-2004)；③《中华人民共和国民用爆炸品管理条例》；④云南省发布的有关公路运输危险品的安全管理办法等。 （3）加强区域内危险品运输管理 ①由地方交通局建立本地区危险货物运输调度和货运代理网络；②对货运代理和承运单位实行资格认证；③危险货物运输实行“准运证”、“驾驶证”和“押运员”制度，从事危险货物运输的车辆要使用统一的专用标志，实行定点检测制度。④在危险品运输途中，司乘人员应严禁吸烟，停车时不准靠近明火和高温场所。驾驶员在运输途中必须集中精力，要注意观察路标，中途不得随意停车等；⑤如运送剧毒化学品应按公安机关核发的“剧毒化学品公路运输通行证”的规定实施运输；⑥在天气不良的状况下，例如大风天气条件应禁止危险品运输车辆进入；⑦在发生油料、危险化学品、有毒有害物品泄漏紧急情况下，应关闭该路段，启动应急计划，进行泄漏处理；⑧发生事故后司机、押运人应及时报案并说明所有重要的相关事项；⑨交管部门、高速公路管理部门接受报案后及时向沿线各区（县）政府办公部门报告，并启动应急预案。 （4）对从事危险品运输的驾驶员有关部门应定期进行排除危险品运输车辆交通事故的业务培训，以使从业人员增强忧患意识，将危险品运输所产生的事故风险降为最低。 （5）由于拟建公路运输的危险品主要是化学工业品等，因此，若在运输途中发生燃烧、爆炸、污染、中毒等事故时，驾驶员必须根据承运危险货物的性质，按规定要求，采取相应的救急措施，防止事态扩大。并及时向当地道路运政机关和有关部门（公安、消防或环保）报告，共同采取措施，清除危害。 （6）在重要路段（跨河桥梁及长隧道）两端设置“减速行驶、安全驾驶”的警示牌。危险品运输车辆应保持安全运输车距，严禁超车、超速。 （7）突发性环境污染事故控制指挥系统建议在已有的高速公路监控收费系统的基础上，增加突发性环境污染事故控制的指挥功能。 （8）突发性环境污染事故控制指挥系统

	建议在已有的高速公路监控收费系统的基础上，增加突发性环境污染事故控制的指挥功能。 （9）制定应急计划 严格执行《中华人民共和国道路交通安全法》，针对公路运输实际制定风险事故应急管理计划。计划包括指挥机构的职责和任务；应急技术和处理步骤的选择；设备、器材的配置和布局；人力、物力的保证和调配；事故的动态监测制度等。
事故应急救援预案	建设单位在高速公路建成投入运营前，需组织编制《环境风险事故应急预案》，明确应急救援组织机构，制定应急处置规程和处置原则。
八、生态敏感区	
楚雄紫溪山风景名胜区	**工程方案优化建议** 1、线型优化 （1）在满足相关技术标准的同时，对工程穿越景区部分的线形进一步优化，公路建设不得破坏原有景观、生态环境，使公路景观与周围环境相协调。 （2）工程选线应遵循顺应地势、不大规模破坏自然植被、不改变原有地形地貌、充分利用现状道路等原则。 2、路基边坡 路基边坡防护应遵循“安全绿色、水土保持、恢复自然、环保之路”的原则。 （1）生态防护 针对急、陡、硬岩石边坡通过草本与速生灌木混播的方式，实现坡面快速灌木化，以减缓边坡上的水流速度，利用植物根系固着土壤、涵养水源，减少坡地径流，降低雨水冲刷，以达到稳定边坡的目的。植物防护不仅可以美化公路环境，调节边坡的湿温，起到固结和稳定边坡、诱导交通作用，而且又比较简单、经济。 （2）工程防护 工程防护主要是针对不适宜植物生长的土质填、挖方边坡或风化严重、节理发育不良的岩石路基边坡等，采取工程防护措施即设置人工构造物防护。 3、施工方案优化设计 （1）提出有效的生态保护措施，严格控制施工场界，禁止随意扩大占压、扰动面积及破坏风景名胜区的生态环境、景观环境等。 （2）尽可能优化施工方案，重视施工过程中的洞渣、路渣对风景区内的植被和景观的影响，在初步设计和施工图设计中要明确洞渣、路

	基等土石方填挖调配方案，减少弃土、弃碴量。 （3）合理选择取土、弃土场的位置，禁止在风景区内设立取、弃土场、施工营地。 景观影响减缓措施 在公路建设过程中，应尽量减少公路对自然景观的破坏，对路堑边坡和路堤边坡应予以绿化、防护，规划种植草坪，植物的选择应以地方品种为主，采用自然设计风格，减轻人工雕琢和修饰的痕迹，做到与路域自然生态环境相协调。 根据高速路沿线的景观特点，尽量选用当地适生树种，在公路两侧营造生态防护绿化林带。 公路景观绿化应与土建工程平行开展，与主体工程同步设计、同步施工、同步验收。在路基开挖时把优质的原生林木就近异地假植保留，将地表腐殖土集中收集起来，用于公路绿化，这些措施在一定程度上将降低工程造价，保证了绿化植物的乡土化，有利于植被的快速恢复。 竣工后应及时恢复原有地貌景观，不留有碍自然景观和耕作环境的施工痕迹，以利于当地居民尽快恢复生产。 **施工期环境保护管理措施** 1、施工期大气环境保护措施 （1）加强管理，文明施工，制定扬尘污染防治实施方案，强化环境管理和巡视工作。 （2）加强回填土方堆放的表面压实、定期喷湿管理，在工程开挖、钻孔时对干燥断面采取洒水措施。 （3）建筑材料“粉料入仓、块料进棚”的原则；临时土石方、建筑垃圾增加覆盖措施，物料堆放点尽量远离居民居住点；各产尘点定期喷淋降尘设置洗车池；运输车辆经过清洗后方能驶出。 （4）粉状材料采用罐状或袋状运输；土砂料应加盖篱席，避免抛撒；限定车速。 （5）施工破损路面需及时进行覆盖，长路基挖方段需合理安排施工时间分段施工，完成段及时采用防尘网覆盖；开挖后暂时不能开工可能产生扬尘污染的裸露地面应及时覆盖；等待时间较长的应当进行绿化、铺装或者遮盖。 （6）严禁在景区附近焚烧各种垃圾废弃物。 （7）对车辆运输和机械设备优先使用低含硫量的汽油或柴油，尾气排放满足标准要求。 2、地表水环境保护措施 （1）施工材料（如沥青、油料、化学品等）应远离地面水，并提供环形排水沟和渗水坑，以防止意外溢出污染地面水。 （2）加强施工机械的管理，防止机械跑、冒、滴、漏现象，减少水质污染。 （3）路基填筑、排水沟等工程，要严格按照有关设计规范进行。 3、施工期声环境保护措施

	（1）尽量采用低噪声施工机械，实行规范施工、分时段作业等措施，敏感点附近的施工区夜间严禁使用高噪声设备，确保噪声不扰民。 （2）加强对施工机械、运输车辆的维修保养，包括安装有效地消声器。 （3）公路施工现场 200 m 以内有居民时，应合理安排施工时间，尽可能将噪声大的作业安排在白天施工，尽量避免夜间施工。必须在夜间施工时，应征得当地政府及环境管理部门的书面同意。 **运营期环境保护管理措施** （1）对风景名胜区内的公路用地范围按生态学原理和近自然恢复原理，利用乡土植被进行自然绿化，与自然景观协调一致。沿线景观恢复与风景名胜区建设规划密切结合、统筹兼顾。 （2）注重工程穿越风景名胜区路段的公路用地范围内的绿化养护管理，提高路域植被覆盖率。
九、景观环境	
景观环境	（1）公路选线及设计建议： 在进行公路的线形设计时考虑到使线形连续均顺、圆滑，与周围环境景观相协调。为进一步减缓工程建设对沿线景观的负面影响，提出以下措施和建议： 1）在弃渣场、施工便道及施工营地设置的场址选择应遵循环境保护的原则。 2）设计总体线形顺畅，顺应地形地貌，不要过分追求高标准而破坏自然景观。 3）隧道设计采用/前进后出的方式，尽量减少对山体的切削。隧道洞口设计要自然，最好采用薄型水泥混凝土拱门，周边再饰以本地的藤本植物。 4）在设计中注意桥梁造型、桥面线形和色彩对景观环境的影响，对位于山岭沟谷区域的桥梁栏杆不要使用和环境对比度大的颜色，可以使用草绿色，与自然山体匹配，使行车视觉舒适。 5）排水设施设计要隐蔽，或设于地下，或隐匿于草木之中，尽量不要显露可视，最好能浑然融于自然环境之中。边沟的设置在满足功能的前提下，尽量不用人工混凝土边坡，可以用呈缓坡状的植被滩沟，在一定长度处以窨井方式横向或纵向排水。 （2）绿化方案： 沿线中央分隔带的绿化以防眩为主，兼顾景观，其高度在 1.5m 左右，主要种植常绿灌木，以高低错落的方式进行搭配。在地形、线形变化处，通过中央分隔带植物种类的变化，给驾乘人员以视觉上的提示。 路基边坡两侧坡面作自然生态化处理，采用当地土生树种、草种。 路侧绿化选用开花乔木和落叶乔木相间种植，采用乡土树种。两侧行道树以列植形式形成线条。用植物材料在立面上形成竖线条。主要栽植地方特色植物，与背景景观相连接。

	（3）隧道景观绿化方案 选择适合洞口周边环境的洞门造型，设计遵循简洁、大方的原则。结合洞门造型和周边环境，在隧道洞口仰坡和前区场地配置植物景观和雕塑小品。 （4）互通景观绿化设计 合理运用本土树种，以乔、灌、草为一体合理搭配进行造景。整个绿化方案结合立交的柔美曲线，展示植物群落及整体的曲线美，运用粗线条和大色块整体划一的设计手法，以流动的大色块配以自然式种植的乔灌花组合的模式，点缀乔木、花灌木和造型。 （5）停车区绿化设计 绿化环境设计依据建筑、道路等总体布局，以庭院绿化的手法来体现其功能；以植物为造园并辅助划分环境空间；以园林构造物点缀其间，烘托气氛，同时结合该地区的地域文化特色，综合采用植物和花坛、人行道、庭院灯、廊架、休息凳等园林构造物。 （6）重要景观路段设计 部分临沟路段在工程设计中在做好水土保持设计的前提下，进行景观设计工作，路基边坡进行植草防护，草皮护坡应选择当地耐旱、根系发达、易成活、生长快、固土作用好的多年生草种草皮，在绿化树种的选择上与临沟一侧的树种保持一致。 尽量保留现有的河流生态景观。 高填深挖和不良地质路段，除采取工程防护措施外，考虑植物防护措施。 （7）远离城镇区域的公路景观设计 尽量减少公路对自然景观的破坏，对路堑边坡和路堤边坡应予以绿化、防护，规划种植草坪，植物选择以地方品种为主，采用自然设计风格，做到与路域自然生态环境相协调。 在原有景观较好的情况下，应尊重原有景观，不系统种植，只是填补空间；在原有景观不理想的情况下，重新种植植物以适应或改善现有景观；绿化植物应选择在当地区域自然条件下发展起来的建群种或优势种等；绿化应构筑和突出各种交错的风景组；利用景观作为路线发生变化的信号来确保使用者的安全；通过选择适合当地的颜色和特性的材料来注意工程结构的美学。 （8）跨河路段景观设计 桥两侧以乡土树种和灌木、花卉及形态较好的常绿树为主，种植不可过密。桥梁及其他附属构筑物应成为景观组织的组成部分，设计时需注意桥型的美观和整体性。 （9）对杂乱和景观不佳处的景观美化 在项目建设后期，对路线上景观不佳之处，如采石场、弃渣场等恢复植被覆盖，规划种植草坪、花卉、灌木和乔木并尽量做到美观，并有计划复耕，同时带动和动员全社会有计划的植树造林，使公路、绿化带与沿线山脉的植被融为一体。

	营运期间应严格管理沿线的广告，防止不雅观画面。
十、社会环境减缓措施	
社会环境	（1）在线路经过村庄、学校的施工路段，以及线路与当地公路交叉路段施工作业时，设置安全警示牌，提醒当地居民或过往车辆注意慢行；并合理设置临时挡墙将施工场地与外界分隔，以保障施工安全。在必要的情况下，应安排专人指挥交通。 （2）在路线经过的居民点布设宣传专栏进行宣传，设立告示牌，使项目沿线居民了解项目情况，使广大人民群众更加支持项目建设，增加对项目建设带来的暂时干扰的理解和体谅。 （3）施工现场的入口设置公告，写明工程承包商、施工监理单位以及环保投诉电话，以便群众受到施工带来的不利影响时与有关部门进行联系，并得到解决。 （4）加强与当地交通管理部门的沟通、联系，同当地政府进行协调以避免现有道路的交通堵塞。共同制定合理的运输方案和运输路线，减缓物料运输、施工车辆对村民的干扰和污染影响。 （5）确保公路施工行为不破坏沿线的公众服务设施；工程承包商都将装备临时供电、通讯、供水以及其它装置；在进行管道线路连接前应做好协商工作。 （6）与本工程交叉或受到破坏的农田基础设施，应及时予以恢复或改造，保证其畅通，不影响沿线居民的生产。 （7）由于道路施工需要拆迁相关基础设施，包括电讯线、电力线等，应与相关部门密切配合，优化施工，缩短拆迁时间，尽可能减缓对当地居民生活的不利影响。同时对毁坏的电力系统及时采取改移、升高杆塔、设涵跨越或从通道等结构物下通过等措施进行恢复。 （8）在施工中，应做好沿线村庄供水设施的调查，并提前进行供水管的改移，再进行道路施工，确保沿线饮用水管道不因施工而阻断，影响居民饮水。同时对部分居民采用塑料软管接山泉水的情况，应做好居民的工作，保证施工期间居民饮水来源。在枢纽立交路段施工中严格控制施工作业带。 （9）做好征地拆迁补偿工作，各级人民政府及各村民委员会应当把征地拆迁补偿费标准、补偿办法等向被征用土地的单位和个人公开。 （10）对因拟建公路建设占用或毁坏的地方道路进行改移或防护处理，并进行路面的恢复及绿化； （11）施工中应采取措施减缓公路施工对现有交通的影响。施工主要运输便道的设置应远离居民区，尽可能避免与现有交通线路交叉；公路预留足够的通道，保证高速公路两侧居民的正常通行，不影响居民正常通行。 （12）在施工中如果发现重要文物，应及时与文物行政部门联系，以便妥善处理。 （13）若实施过程中发生群众信访事件，建设单位需会同设计、施工单位等开展信访回复，涉及重大事项可通过沟通会、座谈会等形式开展讨论，对于群众信访诉求需逐一解答；不采纳意见需明确依据及根由，采纳意见需在设计及后续施工管理中体现、落实。

9 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析即是针对项目的性质和当地的具体情况，确定环境影响因子，从而对项目影响范围内的环境影响总体作出经济评价。即主要从项目的环境保护措施投资估算、环境影响经济损失、环境经济效益以及项目环境影响总体经济方面评价。

本项目位于楚雄市，道路总体呈东南走向，建成后将成为楚雄市高速公路环线的组成部分，楚雄州骨架路网重要组成部分，是楚雄州一条地方经济干线。项目属于非污染型生态建设项目，本身可以直接创造经济效益，此外还可以通过改善交通条件、减少堵车、节省时间等获取较大的综合经济效益（运输效益、社会效益、生态效益）。

9.1 分析方法

工程成本、环保设施的运营费用、工程建设对自然生态环境、社会环境产生的负面效益等均纳入了成本范畴。共分为三种类型：直接经济损失、间接经济损失和被破坏的生态资源的恢复费用，即总经济损失=资源破坏直接损失+资源破坏间接损失+被破坏资源的恢复费用。本次评价对可量化的经济损失以货币计量，对不可量化的隐形经济损失进行定性论述。分析以调查和资料分析为主，在详细了解项目的工程概况、环保投资及施工运营各环节环境影响程度和范围的基础上，运用相应的计算方法进行经济损益定性或定量估算，据此进行分析评价。

9.2 社会效益

9.2.1正效益

（1）带动相关产业发展，提供更多就业机会

首先，公路建设是劳动密集型项目，需要投入大量的人力、物力。建设期间将增加对筑路材料的需求，可为地方建材工业、钢铁工业和交通运输业的发展创造良机；其次，项目建成通车后，将向社会提供养护、管理等就业岗位，诱发服务等相关行业增加就业岗位，可减少一定的社会压力；第三，随着出行条件的改

善，有利于区域劳务的输出，增加外出就业的机会。

（2）加强沿线片区开发建设，促进区域经济发展

项目建成后，对于沿线片区的建设发展、区域品质和土地价值的提升有着积极的作用，改善区域投资环境，增强对社会投资者的吸引力，也将促进区域经济的联动快速发展。同时，项目建成后将有利于沿线地区与省内其他地区的经济交流，实现商品的快速流通和交换，从而为沿线地区商业企业提供更为广阔的市场机会和发展空间。

（3）促进旅游事业的发展

项目的建设将加大沿线旅游资源的开发，极大改善区域旅游基础设施条件，促进沿线区域旅游业的发展。

（4）有利于改善人民群众的生存和生活环境

交通条件的改善将增加群众的就业机会和就业选择。行方便后，可以促进教育资源的相互交流，开阔眼界和视野，提升当地儿童接受高等级教育的积极性，推动高等级教育入学率的提高。

9.2.2负效益

公路项目带来的社会负效益主要表现在耕地面积的减少、土地资源利用形式的改变，施工期造成的道路拥堵等。

（1）耕地面积减少

公路永久占用的耕地将永久丧失农业生产功能，带来相当数量的经济损失，对耕地的占用将不同程度的影响沿线村组的农业生产，给沿线农民带来不同程度的经济损失，局部村组受公路建设的影响更大。

（2）土地资源利用形式的改变

拟建公路除占用耕地外，还将占用一定面积的林地、草地等其他类型土地。

公路建成后，各种土地类型发生变化，公路占地造成农业用地、建设用地和其他土地面积减少，公路占地增加。引起区域土地利用格局的改变，项目建设引起土地资源利用形式的改变。

（3）施工期交通拥堵

施工期间车辆的进出将不可避免造成沿线村镇现有道路交通拥堵。

（4）拆迁损失

居民房屋拆迁将给受影响者的正常生活习惯带来一定的影响，部分基础设施的拆迁还将在一段时间内影响该区域正常的生产、生活。

9.3 环境影响经济损失分析

9.3.1直接效益

楚雄东南绕城高速公路在施工和运营期间对沿线区域所引起的环境问题是多方面的。因此，采取操作性强和切实可行的环境保护措施后，每年所挽回的经济损失，亦即环境保护投资的直接效益是显而易见的，但目前很难用货币的形式来衡量。只能对若不采取相应措施时，因工程建设而导致的生态环境、水环境、声环境和环境空气质量的变化所引起的对沿线人体健康、生活质量以及农业生产等方面的经济损失作粗略计算或定性分析，以反馈环境保护投资的直接经济效益。

9.3.2间接效益

在实施有效的环境保护措施后，会产生以下间接效益：保证沿线居民的生活质量和正常生活秩序，维护居民的环境心理健康和减轻居民的烦躁情绪，减少社会不稳定的诱发因素等。所有这些间接效益在目前很难用货币形式来度量，但可以肯定的是，它是环境保护投资所获取的社会效益的主要组成部分。鉴于目前环境保护投资的直接效益和间接效益均难以量化，在此仅对楚雄东南绕城高速公路环境保护投资所带来的环境、社会经济和综合效益作简要定性分析。

（1）环境效益

本工程采取生态防护、恢复措施：表土回填，施工便道、施工生产生活区的恢复措施，水土保持防护（包括植物恢复措施，施工便道、施工场地、施工生产生活区的防护措施）。防护措施产生的生态效益虽然暂时难以定量化换算为货币价值，但其效益显著，对可持续发展的贡献也不容忽视，详见表 9.3.2-1。

表 9.3.2-1　拟建高速公路建设造成的主要环境损失

环境要素	造成影响	可能影响程度
水环境	施工人员生活污水、施工机械产生的含油废水对环境的影响	施工人员生活污水，生产废水对土壤及其他环境不同程度的影响
环境空气	平整土地，打桩、铺浇路面，材料运输和混凝土搅拌、水泥装卸和加料搅拌等施工环节产生的扬尘与沥青烟气对周围环境空气质量的影响	施工扬尘影响范围基本在施工场界 300m 之内，沥青烟污染影响距离约为下风向 300m 左

		右
声环境	施工期间公路施工机械设备（推土机、装载机、挖掘机等）及营运期公路运输车辆产生的噪声对环境的影响	施工机械噪声对周围环境的影响范围为昼间 65m，夜间 363m；夜间基本不施工，因此夜间施工噪声影响有限。
固体废物	分布在公路两侧和公路所用施工营场地附近，施工期间施工人员产生的生活垃圾主要产生于公路建设路段两侧、公路所用料场、拌和站、运输便道等区域附近的生产垃圾	将对公路沿线景观和公路周围的自然生态环境造成一定不利影响，如果弃入水体中，将会污染公路沿线的水体环境
生态环境	工程临时占地、永久占地造成村庄的耕地、农田面积减少，公路施工过程中地表取沙石料、桥涵工程建设、临时施工营场地、对生态因素的影响	沿线人均耕地永久性减少，农业收入减少，破坏地表植被和土壤结构，改变了地形地貌、自然景观及地表植被。加剧水土流失；机械碾压，会影响植物生长发育等；总之会改变地形地貌以及自然景观，使区域植被覆盖和植物多样性有所下降，自然景观破碎化，导致生态系统的结构和功能有所下降
社会环境	沿线人均耕地永久性减少，农业产量有所减少	在一定程度上加重了对剩余耕地的压力

由于工程在设计、修建过程中，采取了各类生态防护和恢复措施，注重保护生态环境。随着人均收入的提高，全民环保意识也将逐步增强。由于人员流动性增大，货运量也有一定程度的增长。这些增加的客货运收入即为因环境质量改善获得的经济效益。工程采取的环保措施取得的环境效益详见表 9.3.2-2。

表 9.3.2-2　环保措施取得的环境效益

环境要素	拟采取措施	环境效益
水环境	泥浆废水、施工营地生活污水主要通过在施工过程中控制和末端处理，在污水控制过程中还会产生部分固态废物或分离物，采取既定的措施进行处理	避免泥浆废水形成凝块，破坏河床；避免进入土壤，影响土壤表面的传质过程，影响植物的生长发育
声环境	限制施工作业时间，将噪声大、冲击性强并伴有强烈震动的工作安排在白天进行，除有特殊工艺要求外禁止在夜间施工。合理安排施工计划和施工方法。做好现场人员的教育和劳动保护工作	减轻对居民生活的干扰，减轻对施工人员的危害
环境空气	加强运输管理，科学选择运输路线。定时洒水，粉状材料应罐装或袋装，禁止超载，并盖篷布。采用先进的沥青拌合装置，并配备除尘设备、沥青烟净化和排放设施。	减缓施工区内车辆运输引起的道路扬尘；减少在沥青裂变熬炼、搅拌和路面铺设过程中沥青烟气中主要有毒有害物

	沥青拌合避开植被生长期。合理安排拌合点，尽量减少拌合点设置	质 THC、酚和 3，4-苯并芘的排放量
生态环境	集中弃渣场、施工营地实施必要的水土保持措施，弃渣后采取平整、覆土绿化。严格限制施工人员活动和机械车辆作业范围，减少人为活动对植被的破坏	减缓对地表植被和土壤结构、自然景观及地表植被的破坏。减缓对植物生长发育的影响，减轻对于河道地形地貌、水文过程和地表植被及生态系统结构和功能的影响。减轻水土流失的影响
固体废物	弃土石方及时清运，不得倒入河流或弃置河中。施工过程产生的废弃机具、配件、包装物以及各营地产生的生活垃圾，应集中收集、封存，及时外运	减缓对公路沿线以及公路周围的自然生态环境造成不利影响，减缓对公路沿线水体的污染

（2）环境影响经济损益

表 9.3.2-3　环境保护投资的环境和经济效益分析表

环境保护投资分类	环境效益	社会经济效益	综合效益
施工期环境保护措施	1.防止噪声扰民 2.防止水环境污染 3.防止空气污染 4.保护耕地 5.保护动植物 6.保护公众安全，出入方便	1.保护人民生活、生产环境 2.保护土地、农业、林业及植被等 3.保护国家财产安全、公众人身安全	1.使施工期对环境的不利影响降低到最小程度 2.公路建设得到社会公众的支持
公路用地、绿化荒地整治与复垦	1.公路景观 2.水土保持 3.恢复或补偿植被 4.荒地改造，改善生态环境 5.农田补偿	1.改造整体环境 2.防止土壤侵蚀进一步扩大 3.路基稳定性 4.保护土地资源和耕地平衡 5.提高土地的使用价值	1.改善地区的生态生态环境 2.保障公路运输安全 3.增加旅行安全和舒适度
噪声防治工程	防止交通噪声对沿线地区声环境的污染	保护村镇居民的生活环境	保护人民生产、生活环境质量和人们的健康
污水处理工程排水和防护工程	保护公路沿线地区水体的水质	1.保护水体水质 2.水土保持	保护水资源
环境监测环境管理	1.监测沿线地区环境质量 2.保护沿线地区环境	保护人类及生物生存环境	经济与环境可持续发展

9.3.3环境经济损益分析

本次评价针对本工程影响的主要环境因素，分别采用补偿法、专家打分法等

分析方法对拟建公路的环境经济损益进行定性或定量分析，具体分析过程见表9.3.3 -1。

表 9.3.3-1　环境影响的经济效益分析一览表

序号	环境要素	影响、措施及投资	效益
1	环境空气、声环境	公路沿线环境空气和声环境质量有所下降，但采取措施后可以改善	0
2	水质	施工期对沿线水环境的水质会产生不利影响	-1
3	农业	占地影响农业生产	-1
4	人群健康	无显著不利影响，交通条件的改善方便沿线群众就医	+1
5	人民生活水平	提供部分就业机会，改善当地人民生活水平	+1
6	植被及野生动植物	无显著不利影响	-1
7	风景名胜区	无显著不利影响	0
8	城镇规划	无显著不利影响，有利于城镇、社会的发展	+3
9	景观绿化美化	无显著不利影响，增加环保投资，改善沿线环境质量	-1
10	拆迁安置	拆迁货币补偿，对部分居民有一定的影响	-1
11	土地价值	交通方便利带动沿线地区房产、工、商业土地增值	+1
12	公路直接社会效益	提高公路等级、降低运输成本、改善路网结构、节约时间、提高安全性	+3
13	公路间接社会效益	提高人民生活水平、改善投资环境、增加就业机会、促进城镇化发展	+3
14	环保措施	增加工程投资，减少不利影响	+2
合计		正效益：（+14）；负效益：（-5）；正效益/负效益=2.8	

注：1.按影响程度由小到大分别打 1、2、3 分；2.+表示正效益、-表示负效益。

项目环境损益分析结果表明：公路的环境正负效益比为 2.8，说明公路所产生的环境经济的正效益占主导地位。从环境经济角度来看，项目是可行的。

9.4 环保投资估算

9.4.1环境负效益

（1）生物量的损失

根据公路占用土地类型分析，公路工程主要占用土地类型为林地、坡耕地，其次为草地、水田、坡耕地、建设用地等。公路永久占用这部分土地，将造成相当数量的农作物损失以及各种类型植被的损失。从土地利用经济价值的改变来看，公路建设占用的土地资源增值，通过环境的局部或暂时的损失换来的。

（2）环境空气、声环境影响损失

工程施工期间和营运期均将造成公路沿线的环境空气和声环境损失。其中环

境空气损失较小，声环境方面将给沿线部分居民带来一定的损失。

9.4.2环保投资

为减轻项目建设的环境负效益，项目将设置多项环保设施，加大环保投资额度。

（1）投资估算原则

①可行性研究已确定的环境保护工程纳入本估算；

②对于有环境效益，但已列入工程专项资金的项目，不计入环境保护投资中；

③对于施工期临时环境保护设施等难以估算的项目，按实际经验、走访专家、类比国内工程等方法估算；

④鉴于环评报告书编制处于工程可行性研究阶段，本报告对施工过程中不可预见的临时环保措施采取预留费计列。

（2）环保投资估算

环保投资包括环保设施、设备、环境监测以及水土保持等费用。根据公路沿线的环境特点以及本报告书中提出的设计、施工和营运三个时段应采取的环保措施及建议。

根据本评价提出的环保措施，估算环保投资见表 9.4.2-1，拟建公路环保总投资为 42626.41 万元（其中水土保持措施投资 41051.22 万元，已列入《水土保持方案》；其余各项环保投资 1575.19 万元），工程环保总投资费用占工程总投资 568380.37343 的 7.50%。

表 9.4.2-1　　拟建公路环保措施直接投资估算表

环保项目	措施内容			数量	金额(万元)	备注
生态环境保护及恢复	施工期	路基、路面排水及防护工程		全线	41051.22	水土保持方案投资已列。根据水土保持报告，估算水土保持措施投资 41051.22 万元
		桥梁施工防护工程		——		
		弃渣场防护措施及植被恢复		7 处弃渣场		
		施工生产生活区、施工便道				
		土堆放场防护措施及植被恢复		——		
		施工期临时水保措施		——		
		大兴坝水库、倮倮冲水库、跨河路段标识及警示牌等保护措施		——	10	
	运营期	绿化养护			200	
噪声防治	施工期		噪声防护措施	—	60	估列
	营运近、中期、远期		声屏障	1184 延米/13 处	376.8	概算已列，按《云南省高速公路声屏障 标准通用图设计》中推荐标准形式估算，以 2000 元/延米
			跟踪监测费用预留	2 处	100	估列
地表水污染防治	施工期	施工生产生活区设置旱厕		8 处	16	旱厕，以 2 万元/处
		跨河桥梁施工污水处置		13 处	39	临时沉淀池，除此苴特大桥（左右幅各 1 座）外，其余 1 座桥 1 个，按 3 万元/处
		施工营地临时沉淀池		11 处	22	临时沉淀池，按 2 万元/处
		沿河路段临时拦挡		6895m	0	水土保持方案投资已列
	营运期	宝山屯停车区污水处理设施		2 处	120	“A/O+MBR”工艺，隔油池、化粪池、一体化污水处理设备；规模为 15m^3/d 及清水池，按 60 万元/处

		楚雄南收费站+养护工区+监控中心+隧道管理所合建污水处理设施	1 处	50	“A/O+MBR”工艺，隔油池、化粪池、一体化污水处理设备；规模为 10m^3/d 及清水池，按 50 万元/处
		大马军收费站 、子午收费站污水处理设施	2 处	10	大马军收费站、子午收费站化粪池 45m^3，按 5 万元/处
环境空气污染防治	旱季洒水费用		12 月	48	估列
固体废物	附属设施设置垃圾桶集中收集		39 处	19.5	估列
地下水环境保护措施	施工期	隧道施工污水处置	8 处	40	4 座隧道进出口段（8 处）分别设沉淀池，按 5 万元/处
		隧道涌水排放管网	/	5	上土坡隧道回用不完的隧道施工废水，临时管道接至大坡河排放
	运营期	停车区、服务设施分区防渗	3 处	30	危险化学品车辆停放区及污水处理设施区域，按 10 万元/处
事故污染风险	跨越阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐的云甸互通、卡利大桥、下土坡大桥、上土坡大桥路段摄像头		14 处	1.4	0.1 万元/处
	云甸互通、卡利大桥、下土坡大桥、上土坡大桥路段以及拌行阿家河路段桥梁加强型防撞护栏		3966 米	39.66	0.01 万元/m
	云甸互通、卡利大桥、下土坡大桥、上土坡大桥路段桥梁桥面径流导排管		3966 米	19.83	0.005 万元/m
	云甸互通、卡利大桥、下土坡大桥、上土坡大桥路段事故池		4 座	32	8 万元/个
	危险品运输突发环境事件应急预案			10	
环境监理	施工期环境监理		3 年	190	含环境监理实施方案编制

环境监测	施工期环境监测	4 年	41.6	
	营运期环境监测	2 年	14.4	项目环境监测计划
环保验收	含会议费、编制费、监测费等	——	80	估列
合计			42626.41	

10 环境管理与监测计划

10.1 环境保护管理和监督

10.1.1 环境管理目标

通过制定系统科学的环境管理计划，使拟建道路的建设和运营符合国家经济建设和环境同步设计、同步施工和同步运营的“三同时”的基本指导思想，为环境保护措施得以有计划的落实，地方环保部门对其进行监督提供依据。

通过实施环境管理计划，力图将拟建道路对环境带来的不利影响减缓到最低限度，使道路建设的经济效益和环境效益得到协调、持续和稳定的发展。

10.1.2 环境保护管理体系

本项目环境保护工作的管理体系组成如下框图 10.1.2-1。

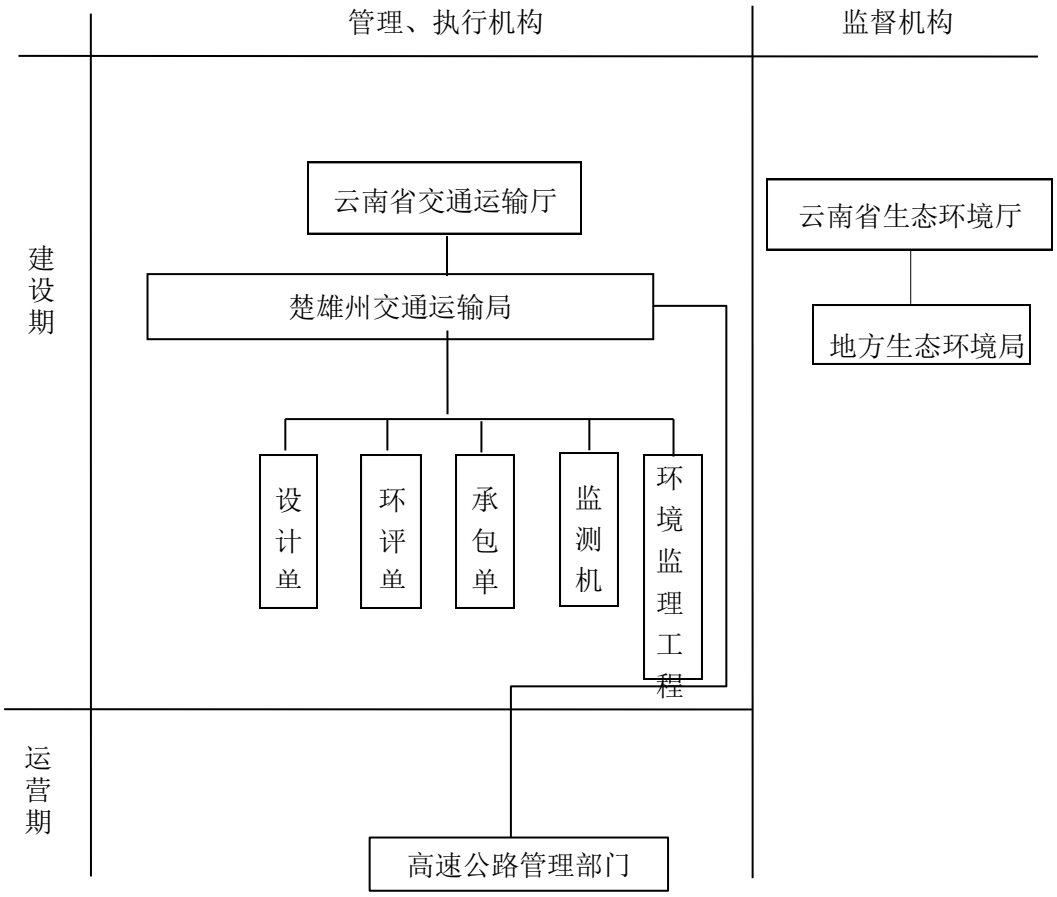


图 10.1.2-1 环保工作的管理体系组成框图

其主要责职是：

① 贯彻执行国家、地方各项环境保护方针、政策、法规和标准。

②随着工程进展情况，不断落实环评中的境保护措施，确保环境保护与工程实施。

③制定项目污染物排放和环保设施运转情况，协同当地环保部门处理与本有关的环境问题，以及公众提出的意见和建议，并做好统计工作。

④编制项目环境保护和环境监测年度计划以及规划，设计并组织实施；建立健全各种规章制度，并检查督促实施。

⑤领导并组织项目环境监测工作，建立监测档案。根据监测结果，优化污染防治措施。

⑥完成项目环境监控规定的各项目监控任务，按有关编制各种报告与报表，并负责向上级领导及环保部门呈报。

⑦组织开展环境教育和技术培训、提高全体工作人员保护意识。

⑧参与项目的污染事故调查工作，协调环境问题解决。

10.2 环境管理与监控计划

施工期和营运期环境管理与监控计划见表 10.2-1、表 10.2-2。

表 10.2-1 施工期环境管理与监控计划

<table>
<tr><th>环境要素</th><th>环境保护措施与对策</th><th>执行单位</th><th>监督单位</th></tr>
<tr><td>生态环境</td><td>①弃渣场的生态保护措施。
②防治水土流失措施。
③其它生态环境保护措施。
④加强对施工人员的环保教育工作，禁止施工人员随意破坏植被和猎捕野生动物；禁止施工人员进入楚雄紫溪山风景名胜区的核心景区。</td><td rowspan="3">建设单位</td><td rowspan="3">楚雄州生态环境局</td></tr>
<tr><td>水环境</td><td>①施工废弃物要有组织地堆放，及时清运，不得弃入河道，避免影响河道行洪功能。
②文明安全施工，避免对河道堤坝等防护设施产生破坏影响。
③施工人员的生活污水、生活垃圾的合理处置。
④施工期生产废水的合理处置。
⑤施工期间雨季对龙潭的三个水井、小白庙的 15 口水井、上土坡水井进行水量跟踪监测，若发现水量明显减少或干涸，建设单位承诺立即为受影响的村子提供饮用水，确保村民饮用水不受影响。</td></tr>
<tr><td>大气</td><td>①加强汽车维护，保证汽车正常、安全运行。</td></tr>
</table>

环境	②加强对施工机械的科学管理，合理安排运行时间，发挥其最大效率。 ③加强运输管理，保证汽车安全、文明、中速行驶。 ④科学选择运输路线，运输道路应定时洒水，每天至少两次。 ⑤运送散装含尘物料的车辆，要用蓬布苫盖，以防物料飞扬。 ⑥合理选择拌和站的位置，加强防护措施。 ⑦筑路材料堆放地点选在环境敏感点下风向，距离在 200m 以上，遇恶劣天气加蓬覆盖。		
声环境	①施工营地、料场、材料制备场地应远离环境保护目标。 ②合理安排施工活动，减少施工噪声影响时间。 ③施工中注意选用效率高、噪声低的机械设备，并注意维修养护和正确使用。 ④打桩机、推土机、铲平机、挖土机等强噪声源设备的操作人员应配备耳塞，加强防护。 ⑤对附近建筑物设置防振措施或给予合理补偿，对特殊目标加以防护。 ⑥地方道路交通高峰时间停止或减少施工运输车辆运行。		

表 10.2-2　　营运期环境管理与监控计划

环境要素	环境保护措施与对策	执行单位	监督单位
生态环境	①弃渣场等临时占地的恢复措施。 ②公路的绿化工程。	建设单位	楚雄州生态环境局
大气环境	①严格执行国家制定的尾气排放标准，对路线上机动车辆尾气进行监测，超标车辆禁止上路。 ②加强公路两侧绿化。 ③加强道路管理及路面养护，保持道路良好运营状态。 ④执行环境监测制度，定期对公路沿线环境空气质量进行监测。		
地表水环境	①沿线服务设施采用一体化污水处理设施。 ②对进入Ⅱ类水体路段起止点处设置摄像头（具体路段桩号详见风险措施一览表），共设置警示牌 14 块。 ③在涉及Ⅱ类水体的全路段设置加强型防撞墩及高等级防撞护栏（具体路段桩号详见风险措施一览表）。 ④在云甸互通设置径流收集系统（收集渠道、管道），长度约 905m；在卡利大桥路段设置径流收集系统（收集渠道、管道），长度约 425m；在下土坡大桥路段设置径流收集系统（收集渠道、管道），长度约 973m；在上土坡大桥路段设置径流收集系统（收集渠道、管道），长度约 973m。 ⑤在云甸互通、卡利大桥、下土坡大桥、上土坡大桥路段共设置事故池 4 座（分别为 260 m^3、60 m^3、145 m^3、240 m^3）。		
地下水环境	①投入运营后雨季对龙潭的三个水井、小白庙的 15 口水井、上土坡水井进行水量跟踪监测，若发现水量明显减少或干涸，建设单位承诺立即为受影响的村子提供饮用水，确保村民饮用水不受影响。		

声 环境	①结合当地有关规定，在公路两侧利用沟渠及闲散空地绿化。 ②声环境敏感地区的路段，对于路基的处理采取加强措施，保证在道路营运期不发生下沉、裂缝、凹凸不平等而增加车辆行驶噪声。 ③根据对项目沿线环境敏感点的位置、规模的调查结果，结合公路噪声对其影响的程度、范围及其敏感程度和保护要求依据营运期噪声预测结果，执行拟建公路沿线敏感点噪声污染防治措施的方案。 ④本报告书确定的噪声影响较大范围内不再新建居民区、学校、宾馆、医院等环境敏感设施。		

10.2.1 工程环境监理

根据交通部交环发【2004】314 号文“关于开展交通工程环境监理工作的通知”以及“开展交通工程环境监理工作实施方案”，工程环境监理工作主要依据国家和地方有关环境保护的法律法规和文件、环境影响报告书、有关的技术规范及设计文件等，工程环境监理包括生态保护、水土保持、绿化、污染物防治等环境保护工作的所有方面。考虑到本项目施工时间较长，工程环境监理工作应单独开展，不纳入工程监理体系。

（1）工程环境监理的组织与实施

①工程环境监理单位和人员的资质

建设单位应委托具有工程监理资质并经过环境保护专业培训的单位承担工程环境监理工作，工程环境监理单位和人员的资质按照交通部关于工程监理的有关规定执行。

②工程招标、合同等文件的管理

建设单位应依据本环境影响报告书、工程设计等文件的有关要求，制定施工期工程环境监理计划，并在施工招标文件、施工合同、工程监理招标文件和监理合同中明确施工单位和工程监理单位的环境保护责任和目标任务。

③工程环境监理的原则要求

a、环境监理的依据：国家和地方有关的环境保护法律、法规和文件，环境影响报告书或项目的环境行动计划、技术规范、设计文件，工程和环境质量标准等。

b、环境监理主要内容：主要包括环保达标监理和环保工程监理。环保达标监理是使主体工程的施工符合环境保护的要求，噪声、废气、污水等排放应达到本环境影响报告书中列出的标准；环保工程监理包括生态环境保护、水土保持等，

同时包括污水处理设施、绿化等在内的环保设施建设的监理。

c、环境监理机构：建设项目的总监办负责对环境实施监理工作。一般可在总监办设置一名工程环境监理的兼职或专职的副总监，重点负责工程的环境监理工作。

d、环境监理考核：完成工程环境监理情况的总结报告，该总结报告应作为环保单项验收的资料之一。环境保护单项工程考核和验收时，应有交通管理部门负责环保工作的人员参加。

（2）本项目施工期工程环境监理的具体工作内容

项目工程环境监理的具体内容见表 10.2.1-1。

表 10.2.1-1　项目施工期主要环境监理内容一览表

项目	监理内容	责任单位	管理部门
生态环境保护措施	（1）严格按照设计文件确定征占土地范围，进行地表植被的清理工作。 （2）严格控制路基开挖、隧道洞口开挖施工作业面，避免超挖破坏周围植被。 （3）严格按设计规定的弃渣场进行弃土作业；弃渣场禁止占用基本农田。 （4）公路穿越林地路段，各施工单位应加强防火知识教育，防止人为原因导致森林火灾的发生。 （5）施工期临时设施用地尽量选择在公路征地范围内（如互通立交区、停车区、收费站等），有条件的路段，施工营地尽量租用当地民房和场地。凡因公路施工破坏植被而裸露的土地（包括路界内外）均应在施工结束后立即整治利用，恢复植被或造田还耕。 （6）路基施工和弃土场应尽可能保护表层有肥力的土壤，集中堆放并采取临时防护措施，以便于后期绿化和土地复垦用。 （7）路线经过优良耕地路段，应尽量收缩路基边坡，以减少占用耕地，对于坡面工程应及时采取工程或植物措施加以防护以减少水土流失现象发生。 （8）及时处理固体废弃物，如旱厕污染物、生活垃圾等，以减少对生态环境的污染影响。 （9）是否按本环评提出的“生态公益林保护措施”实施（具体措施内容详见环评文本 8.2.2 施工期生态环境影响减缓措施）。 （10）公路沿线在施工期若发现保护植物应及时上报，并要求建设单位进行就近移栽保护。除此之外，项目评价区占地范围内还有未调查到但仍位于占地区内的保护植物，建议预留专项迁地保护费用，下阶段由当地林业部门在施工前对占地区的保护植物进行详细排查后移栽保护。 （11）工程沿线的其他位于占地区外的保护植物，因均位于自然生态环境下，并不适合进行挂牌和围栏保护，建议进行就地保护即可。并在项目施工前做好施工人员的宣传教育工作，严格控制施工用地，严禁施工人员乱砍滥伐。 （12）工程建设施工期、营运期都应进行生态环境的监控或调查。施工期主要是对涉及施工活动的林地路段进行监控与火险监测。 （13）陆生动物保护建议（具体内容详见环评文本 8.2.2 施工期生态环境影响减缓措施章节）。 （14）保护动物保护措施，在林区施工应优化施工方案，抓紧施工进度，尽量缩短在林区内的施工作业时间，尽	建设单位	楚雄州生态环境局楚雄分局

	量减少爆破作业，减少对野生动物的惊扰；严禁捕猎可能遇到的各类重点保护动物；隧道施工应优选施工时间，避开动物活动的高峰时段在隧道路段施工时应尽量避免在早晨、黄昏和晚上进行爆破高噪声作业等。 （15）建设单位应严格执行国家有关“土地复垦”的规定，在施工结束时对各类临时用地及时复垦，对于有进场耕作条件的土地尽量复耕利用，无条件的则种植乔灌草进行植被恢复。 （16）路基清表工作应严格控制在公路用地范围以内，对于有保护价值的植物进行移植。杜绝在公路用地红线以外乱砍乱伐。 （17）严格按设计要求弃渣，禁止在紫溪山风景名胜区内弃渣；建设对施工单位制定相应的环境保护规章制度，且业主方监督执行。 （18）是否按本环评提出的“对农业及农田的保护措施”实施（具体措施内容详见环评文本 8.2.2 施工期生态环境影响减缓措施）。 （19）水土流失防治措施：合理安排施工进度及施工时间，施工时选择无雨、小风的季节进行，避免扬尘和水土流失。在河流和沟渠开挖段施工时应做到随挖、随运、随铺、随压，不留或尽可能少留疏松地面，废弃土方要及时清运处理；尽量缩短施工期，使土壤暴露时间缩短，并快速回填。对开挖土方采取保护措施，如适当拍压，旱季表面喷水或用织物遮盖等，在临时堆放场周围采取必要的防护措施。对于邻近河流水体的施工区，应在施工区边界设立截流沟，防治施工区地表径流污染地表水体。		
地表水环境保护措施	（1）施工材料如沥青、油料、化学品等有害物质堆放场地是否设置了蓬盖。 （2）构件预制场混凝土搅拌场内是否设置了多级沉淀池，对混凝土生产废水、搅拌车冲洗废水进行沉淀处理，沉淀后的废水回用不外排。 （3）项目沿线所有Ⅱ类水体均禁止排污（沿线具体Ⅱ类水体名称详见环评文本 8.2.2.1 章节）。 （4）是否按照环评文本 8.2.2.1 章节中列出的“含油污水控制措施”实施。 （5）施工生产生活区是否设置了旱厕，定期清理并用于农业用肥。 （6）桥梁施工过程中，应加强现场管理，禁止将施工固体废物、废油、废水等弃入水体。同时，桥梁施工作业完毕后，要清理好施工现场，以防止施工废料等垃圾随雨水进入水体。 （7）隧道施工期是否在隧道洞口是否设置了沉淀池。沉淀的底泥泥浆是否定时清运至弃渣场，上清液是否再利用（如用于施工场地的洒水降尘），也可临时存放在沉淀池中，供循环利用。 （9）施工期间对在阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐布线的路段，在距离河流水体距离小于 30m 且地面坡度大		

	于 25 度的施工区域和水体之间设置编织土袋或修建挡渣墙进行有效拦挡，以减少施工开挖及填筑过程对沿线水体水质的影响。开展施工场所的水环境保护教育，让施工人员理解水保护的重要性，严禁向河流中倾倒生活垃圾和建筑垃圾；严格检查施工机械，防止油料泄漏污染水体。施工材料如油料、化学品等不宜堆放在地表水体附近，并应备有临时遮挡的帆布；采取措施防止泥土和散体施工材料阻塞水渠或现有的灌溉沟渠及水管。临河路段施工时严禁在路线两侧设置弃土场。 （10）各沿线服务设施是否按照本环评报告书中地表水措施章节要求设置地埋式一体化污水处理设施和化粪池（各服务设施污水处理设施设置情况详见环评文本表 8.2.3-1）；		
地下水环境保护措施	（1）加强施工期管理，严格物料、油料、化学品堆放管理，定期检修施工机械设备防止漏油污染地下水。建筑材料堆放地设置一定的防渗区域并采取严格的“三防”措施，专门存放油料及化学品物质。 （2）加强水文地质、工程地质调查。拟建工程线路穿越区域水文地质环境相对简单，隧道主要穿越碳酸盐岩类岩溶水、基岩裂隙水、玄武岩风化裂隙水含水层，裂隙发育，部分隧道穿越岩溶含水层及断层破碎带，富水性中等，可能会发生涌水、突水及突泥现象，尤其是超长隧道施工期较长，可能会出现雨季施工。因此在施工前应根据实际遂址区水文地质条件制定严密的防水、排水方案，施工过程中采用疏导、勾补、铺砌和填平等处置措施；加强衬砌结构，及时支护，加强地下水的疏导排措施；加强水文地质、工程地质调查，加强超前地质预报，查明施工区围岩稳定性、构造发育情况及地下水赋存情况。 （3）针对穿越断层破碎带、岩溶溶隙发育等地下水富水性强的区域，应提前制定有针对性的处置措施，制定应急预案，加强断层破碎带的围岩加固工作，对溶隙较发育地段可以采取注浆止水等措施，同时加强涌水量和洞身稳定性监测。 （4）施工期间及投入运营后雨季对龙潭的三个水井、小白庙的 15 口水井、上土坡水井进行水量跟踪监测，若发现水量明显减少或干涸，建设单位承诺立即为受影响的村子提供饮用水，确保村民饮用水不受影响。由于线路周边零星分布部分自然村，因此在工程施工过程中应进一步加强对线路周边，尤其是遂址周边村民饮用水的调查工作，应确保其水源不受影响。		
声环境保护措施	（1）合理科学地布局施工现场；在村庄敏感点附近施工时，需提前告知周边居民，设立群众意见反馈处，听取并采纳群众合理意见。 （2）在保证进度的前提下，合理安排作业时间，对于敏感点附近路段施工的须把排放噪声强度大的施工应安排在白天施工。严格限制夜间进行有强振动的施工作业。		

	（3）合理安排施工运输车辆的行走路线和行走时间。 （4）施工单位应尽量选用低噪音、振动的各类施工机械设备，并带有消声和隔音的附属设备；避免多台高噪音的机械设备在同一工场和同一时间使用；对排放高强度噪音的施工机械设备工场，应在靠近敏感点一侧设置隔声挡板或吸声屏障，减少施工噪声对环境的影响。主线及连接线道路边界线（路肩）外 65m 范围内有 15 个村庄（具体村庄名称详见环评文本 8.5.2 施工期噪声防治措施章节），在这些敏感点附近施工时，需在靠近村庄一侧放置临时隔声屏障。 （5）做好宣传工作，倡导科学管理和文明施工，加强环境管理。 （6）施工单位需贯彻各项施工管理制度。 （7）爆破尽量采用“小药量、光面爆破”的爆破方式以降低爆破振动对周边环境的影响。通过采用分段延迟起爆技术，减少一次起爆药包的个数和装药量，或开挖减震沟或是铺垫缓冲材料减震，减少爆破产生的振动强度。并且禁止在夜间进行施工爆破作业。 （8）声环境保护目标措施：是否按照本环评报告中噪声影响措施章节的（9.5.3 章节）要求，对中期超标的敏感点设置声屏障；对于远期超标的敏感点进行跟踪监测。		
环境空气保护措施	（1）在土石方施工作业过程中，是否对作业面采取了防尘抑尘措施，是否对已完成的并可能产生扬尘污染的作业面采取了洒水或喷雾等防尘措施。 （2）是否加强了公路配套的停车区、收费站等构筑物施工扬尘污染防治，施工场地是否设置了硬质围挡并采取了覆盖、分段作业、择时施工、洒水抑尘、冲洗地面及车辆等防尘降尘措施。施工现场的主要道路及材料加工区地面，是否采用了不易产生扬尘的物料进行硬化处理。 （3）是否加强了物料堆存及运输管理。在施工工地内堆放水泥、灰土、砂石、建筑土方等易产生扬尘的粉状、粒状和块状建筑材料，是否采取“粉状入仓、块状入棚”的原则，是否采取了封闭或者遮盖等防尘措施。现场搅拌混凝土、砂浆等建筑材料，物料落料点是否采取了湿法除尘、收尘等措施；运输物料、渣土的车辆是否采用密闭或其他措施，防止物料遗撒造成扬尘污染。 （4）是否合理布置了沥青及混合料拌和场站。混合料拌和站距环境敏感目标的距离是否均大于 200 米，沥青拌和站距环境敏感目标的距离是否均大于 300 米，是否均设置在当地施工季节主导风向的下风向。 （5）是否落实了施工路段及施工便道防尘措施。是否对施工路段及便道适时洒水。 （6）是否合理设置了弃渣场，设置的弃渣场是否均远离了以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主		

	要功能的环境敏感区。 （7）本环评 8.4.2 章节提出了“各拌合站施工期应采取的扬尘防治措施”，施工环境监理期间需核实是否按该相应防治措施实施了。 （8）本环评 8.4.2 章节提出了“施工营场地施工期应采取的扬尘防治措施”，施工环境监理期间需核实是否按该相应防治措施实施了。 （9）环评 8.4.2 章节提出了“拌合站选址指导性意见”，施工环境监理期间需核实是否采纳了该选址指导性意见。		
固体废物预防措施	（1）不得在运输过程中沿途丢弃、遗撒固体废物； （2）施工机械的机修油污集中处理，揩擦有油污的固体废弃物等不得随地乱扔，统一收集后送具有相关资质的单位妥善处理； （3）在施工营地设置旱厕和垃圾箱，由承包商按时清理； （4）按计划和施工的操作规程，严格控制并尽量减少余下的物料；一旦有余下的材料，将其有序地存放好，妥善保管，可供周边地区修补乡村道路或建筑使用； （5）对收集、贮存、运输、处置固体废物的设施、设备和场所，应当加强管理和维护，保证其正常运行和使用； （6）桥墩施工中挖出的泥渣，不能直接随意排放，应设临时沉淀池进行沉淀；将沉淀后的钻渣进行统一收集后运至指定的弃渣场堆放，并采取一定的防护措施；运送存放过程必须有环保人员监督，不允许随意丢弃钻渣，以便最大限度地减少泥渣对河流（沟渠、水库）水质的影响，防止钻渣堆置对水环境造成不利影响； （7）施工结束后，施工场地应及时平整，清场要彻底，建筑垃圾部分用于场地回填，不可利用部分运送至沿线附近建筑垃圾填埋场进行处置。		
环境风险预防措施	（1）在主线涉及Ⅱ类水体路段 CK125+497~CK124+592（拼宽桥）、K4+913.96 ~ K5+130.04、ZK4+919.460 ~ ZK5+105.540、K5+317.96 ~ K5+804.04、ZK5+323.460 ~ ZK809.540、K6+210.96 ~ K7+207.04、ZK6+217.960 ~ ZK6+884.040 共设置 14 个摄像头。 （2）在涉及Ⅱ类水体全路段 CK125+497~CK124+592（拼宽桥）、K4+913.96 ~ K5+130.04、ZK4+919.460 ~ ZK5+105.540、K5+317.96 ~ K5+804.04、ZK5+323.460 ~ ZK809.540、K6+210.96 ~ K7+207.04、ZK6+217.960 ~ ZK6+884.040 设置加强型防撞墩及高等级的防撞护栏。 （3）在云甸互通、卡利大桥、下土坡大桥、上土坡大桥路段设置径流收集系统（收集渠道、管道），共 3966m 及 4 座事故池。		

环境监测实施	是否按照环境影响报告书实施施工期环境监测方案。		
环保投资落实情况	环境保护经费落实情况，是否按照环境影响报告书审定的资金落实工程环境保护措施。		

10.2.2 工程环境监测计划

（1）制定目的、原则

制定环境监测计划的目的是为了监督各项措施的落实，根据监测结果适时调整环境保护行动计划，为环保措施的实施时间和实施方案提供依据，制定的原则是根据预期的各个时间的主要环境影响。

（2）监测项目

拟建道路环境影响主要在施工阶段和营运期，其中施工阶段的监测项目主要是 TSP 和噪声。营运期的监测项目主要是 NO_2、噪声。施工期和营运期的监测计划，包括：监测点位、时段、频次、监测因子及环境监测机构。环境管理部门可根据环境监测结果调整环境保护管理计划并监督各项环保措施的落实，对各项环保处理措施效果进行分析。

（3）监测计划

监测重点为水质、噪声，监测计划分别见表 10.2.2-1 和表 10.2.2-2。

表 10.2.2-1　施工期环境监测计划一览表

监测项目	监测因子	监测站点	监测频次	实施机构	负责机构	监督机构
噪声	LeqdB(A)	云甸村、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、邓家冲、宝山屯、罗只碑村、甸尾、耳东屯、小马军、益起坡、江头村	对应点位路段施工高峰期监测 1 次，连续 2 天	受委托监测单位	建设单位	楚雄州生态环境局、楚雄州生态环境局楚雄分局
地表水	pH、COD、石油类、氨氮、SS、总磷	阿家河（云甸互通 CK124+592）处上游 100m、下游 500m 处各设置 1 个水质监测点，小箐河（K5+130.04）处上游 100m、下游 500m 处各设置 1 个监测点，打苴河（K5+804.04）处上游 100m、下游 500m 处各设置 1 个监测点，樟木箐（K7+207.04）处上游 100m、下游 500m 处各设置 1 个监测点	桥梁基础施工时监测一次，连续监测 3 天			
地下水	水量、水质（pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、溶解性总	龙潭的三个水井、小白庙的 15 口水井、上土坡水井	2 次/年（具体视施工情况而变化）			

	固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物）					
大气	TSP	云甸村、上高包、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、邓家冲、宝山屯、罗只碑村、甸尾、以口村、耳朵屯、小马军、益起坡、天子堂、江头村、者纳屯	1 次 / 年（具体视施工情况而变化），每次 3 天			
生 态 环境	占地、水土流失、生态回复等生态因子	施工现场	抽查			

注：表中所列出的监测站点、监测时间和监测频次，可根据当地具体情况进行调整。根据监测结果，应适时采取相应环保措施。

表 10.2.2-2　营运期环境监测计划一览表

监测项目	监测因子	监测站点	监测频次	实施机构	负责机构	监督机构
噪声	LeqdB(A)	云甸村、上高包、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、朱家村、保山屯、鲁家村、罗只碑村、甸尾、以口村	每年监测 1 次；每次连续监测 2 天，每天昼夜各 1 次	受委托监测单位	建设单位	楚雄州生态环境局、楚雄州生态环境局楚雄分局
水 环 境	pH、COD、石油类、氨氮、SS、动植物油、TP	宝山屯停车区（左右两侧）、楚雄南收费站+养护工区+监控中心+隧道管理所污水处理设施进出口	每年监测 1 次，每次 3 天，每天采样 1 次			
地 下 水	水量、水质（pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物）	龙潭水井 1#、小白庙水井、上各邑水井	试运营期监测 1 次，连续监测 3 天			
环 境 空气	TSP、NO_2、CO	紫溪山风景名胜区	每年监测 1 次，连续监测 7 天			

注：表中所列出的监测站点、监测时间和监测频次，可根据当地具体情况进行调整。根据监测结果，应适时采取相应环保措施。

10.3 竣工环保验收

根据《中华人民共和国环境保护法》及《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）的规定，本项目应执行环境影响评价制度和环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。竣工环境保护验收是为了查清本工程措施环境保护措施落实情况，分析已采取环保措施的有效性，确定项目对环境造成的实际影响及可能存在的潜在的影响，全面做好生态恢复与污染防治工作。

竣工环保调查目的如下：

（1）补充因工程内容变化的环境影响评价内容，找出已产生环境问题，提出减缓环境影响的补充措施；

（2）调查工程在设计、施工、运行、管理等方面落实环境影响报告书所提环保措施的执行情况以及存在的问题，重点调查工程已采取生态恢复、水土保持与污染控制措施，分析其有效性，对不完善的措施提出改进意见；对工程其他实际环境问题及潜在的环境影响，提出环境保护补救措施；

（3）调查工程环境保护设施的落实情况和运行效果，调查环境管理和环境监测计划的实施情况，收集公路运营后的公众意见，对当地经济的发展、沿线居民生活和工作影响情况，提出相应的环境管理、治理要求。

建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护施进行验收，编制验收报告。

根据本环评提出的环保措施，工程竣工验收时可针对表 11.3-1 进行验收。

表 11.3-1 竣工环境保护验收调查内容一览表

序号	项目		验收主要内容	验收因子/范围	验收要求	验收标准
1	生态环境保护		路基边坡、互通立交、沿线设施区及隧道口绿化工程	验收因子：野生动植物保护、弃渣场的生态恢复措施及防护、土地使用功能、迹地恢复及景观。验收范围：道路沿线 300m 范围内及临时用地区域。	土地使用功能恢复到位，路域景观恢复效果佳。保护植物未受到破坏。施工便道修复后交付地方使用，同时要在路边绿化植树，恢复景观环境。施工期临时防护措施应提供照片和视频材料	/
			弃渣场排水及工程防护措施、复耕或植被恢复情况			
			施工期临时工程设施占地的恢复情况			
2	地表水环境保护	施工期	施工期场地隔油沉淀池、施工营场地旱厕，废水不外排	-	提供照片和视频材料	阿家河、打苴河、小箐河、樟木箐执行《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）II 类标准；青龙河、大坡河、以口小河、中石坝大沟、铃铃小河、马军小河、倮倮冲、垮去河执行《地表水环境质量标准》（GB3838－
			施工材料如沥青、油料、化学品等有害物质堆放场地帆布遮盖	-	提供照片和视频材料	
			设置编织土袋或修建挡渣墙	对在阿家河、小箐河、打苴河、樟木箐布线的路段，在距离河流水体距离小于 30m 且地面坡度大于 25 度的施工区域和水体之间设置编织土袋或修建挡渣墙进行有效拦挡	提供照片和视频材料	
			沉淀池+告示牌	此苴特大桥（左右幅各 1 座）跨越河流特大桥各设 2 座沉淀池，其余 12 座桥梁施工工区应各设 1 座沉淀池	提供照片和视频材料	

						2002）III 类标准
		营运期	地埋式污水一体化处理设备（MBR 处理工艺）	验收因子：pH、SS、CODcr、总磷、氨氮、动植物油和石油类 验收范围：宝山屯停车区（双侧）、楚雄南收费站+养护工区+监控中心+隧道管理所合建污水处理设施进出口	建设3套地埋式污水一体化处理设备（MBR处理工艺）及3个清水池	回用水质达到《城市污水再生利用城市杂用水标准》（GB/T18920-2002）中的城市绿化标准
			隔油池及化粪池	宝山屯停车区（双侧）、楚雄南收费站+养护工区+监控中心+隧道管理所合建、大马军收费站、子午收费站	建设2个隔油池及4个化粪池	收费站污水经化粪池预处理后委托周围村民清掏作为农肥使用，不外排
3	地下水环境保护	施工期	隧道施工区沉淀池	卡利隧道、上土坡隧道、塔普隧道、耳东屯隧道进出口	4个隧道进出口8个沉淀池	没有对隧道地下水水质造成明显污染
4	环境空气保护	施工期	防尘抑尘措施	-	根据施工图阶段线路与保护目标的实际距离，结合季节特点、不同施工阶段，制定并实施相应的施工扬尘污染防治专项方案，并进行动态调整。对于线路或施工便道、施工营场地200m 范围有敏感点分布的，应采取施工工地设置围挡；全路段采取覆盖、分段作业、择时施	紫溪山风景名胜区处执行环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中的一级标准，其余区域执行环境空气质

					工、洒水抑尘、冲洗地面和车辆、渣土车辆采用篷布遮盖方式密闭运输等有效防尘降尘措施，提供照片和视频材料	量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准
			沿线绿化	-	-	
5	声环境保护		施工期噪声防护措施	施工营场地及云甸村、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、邓家冲、宝山屯、罗只碑村、甸尾、耳东屯、小马军、益起坡、江头村、上高包、以口村、天子堂等临时隔声措施	施工期噪声防护措施提供照片和视频材料	执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)
			声屏障 （1884 延米/13 段）	验收因子：LeqA 验收监测点：云甸村、上高包、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、朱家村、保山屯、鲁家村、罗只碑村、甸尾、以口村	在云甸村、上高包、卡利、下土坡、樟木箐、田房头、上各邑、朱家村、保山屯、鲁家村、罗只碑村、甸尾、以口村安装声屏障	执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类和 2 类标准
			跟踪监测	共 2 处跟踪监测敏感点：邓家冲、罗只碑希望小学	保护声环境保护目标的声环境质量	
			定期修缮公路	公路全线	避免交通噪声非正常增加	
6	固体废物处理		各施工生产生活区垃圾收集装置	沿线服务及管理设施内	各设施内各设置 1～2 个垃圾桶	100%合理处置
			弃渣、沉淀池的沉淀物	不随意丢弃，运至弃渣场处置	提供照片和视频材料	
7	风险预防应急措施		制定应急处理预案	公路危险品运输事故		-
			摄像头	在跨越阿家河、跨越小箐河、跨越打苴河、跨越樟木箐 设置 14 处摄像头		
			加强型防撞墩及高等级的防撞护栏	CK125+497~CK124+592（拼宽桥）、K4+913.96～K5+130.04、ZK4+919.460～ZK5+105.540、K5+317.96～K5+804.04、ZK5+323.460～ZK809.540、K6+210.96～K7+207.04、ZK6+217.960～ZK6+884.040 设置加强型防撞高等级的防撞护栏		
			路桥面径流收集系统、径	在云甸互通、卡利大桥、下土坡大桥、上土坡大桥处设置径流收集系统，收集渠		

		流事故收集池	道、管道 3966m，事故池 4 座，容积分别为 260 m^3、60 m^3、145 m^3、240 m^3		
8	环境监测	施工期环境监测报告及试营运期环境监测报告	-	-	-
9	环境监理	施工期环境监理报告	-	-	-

11 评价结论

11.1 工程概况

楚雄市东南绕城高速公路工程为新建项目，项目施工图设计方案里程长36.311km，其中，设计主线线路全长27.900km，主线采用双向四车道高速公路标准，设计速度80km/h，路基宽度25.5m。主线（含立交区，按单幅计）共设桥梁19156.06m/46 座，其中特大桥 2136.16m/2 座，大桥 16713.82m/40 座，中桥306.08m/4 座。隧道5387.5m/3 座（按右幅计），其中长隧道4600m/2 座，中隧道790m/1 座；桥、隧比为53.56%。设置涵洞12 道。

本项目设置连接线3 条，全长8.411km，其中楚雄南连接线3.495km，大马军连接线3.377km，子午连接线1.539km。楚雄南连接线采用一级公路标准进行建设，设计速度为 60km/h，路基宽度为 20m；大马军连接线和子午连接线采用二级公路标准进行建设，设计速度为 60km/h，路基宽度为 12m。连接线设置大桥1221.4m/7 座（含立交区，按单幅计），中隧道565m/1 座（按右幅计），涵洞19 道。

全线设匝道收费站3 处，停车区1 处，隧道管理所1 处、路政管理1 处（与楚雄南收费站合建）、监控通信分中心1 处（与楚雄南收费站合建）、养护工区1 处（与楚雄南收费站合建），互通式立交4 处，通道5 处，平面交叉7 处，通道涵5 处，改移地方道路7442.397m，不涉及改移河道。

公路总投资565215.4693 万元，其中环保投资2844.9 万元（不含水保投资）。

11.2 产业政策和相关规划的符合性

楚雄市东南绕城高速公路属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号）中的鼓励类项目，符合国家产业政策的要求，是《云南省高速公路网中长期布局规划（2016—2030 年）》、《云南省道网规划修编（2016-2030 年）》中“五纵五横一边两环二十联” 中正是“两环”中的滇中城市群环线，为《云南省县域高速公路“互通互联”工程实施方案》及《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》中的一项，且项目建设符合《云南省主体

功能区规划》《云南省生态功能区划》和沿线经过的各乡镇规划的要求。

据调查本项目不涉及依法设立的各级自然保护区、饮用水源保护区等环境敏感区，不可避让的涉及楚雄紫溪山风景名胜区，且已取得《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》；根据《楚雄市自然资源局关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目与生态保护红线核查情况的复函》查询意见，绕城高速不设计占用生态保护红线区域；各站场、临时设施选址符合相关规范要求；通过各方案的方案比选可知，本项目选线不存在重大环境制约因素，从环境保护角度分析，选线合理可行。

11.3 环境现状评价结论

11.3.1 生态环境现状评价

拟建高速公路占地区及调查区内的自然植被主要为常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、暖性针叶林和灌丛，人工植被主要为黑荆树、桉树林、板栗林、冬桃林。

根据现场调查和查阅相关资料，评价区记录分布有维管植物种类共计 127 科、312 属、461 种。其中，蕨类植物 18 科、27 属、41 种；种子植物中，裸子植物 3 科、5 属、6 种，被子植物 106 科、280 属、414 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）、《中国植物红皮书—稀有濒危植物（第一册）》（1992 年）、《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》（1989 年）等资料，评价区没有调查到受国家法律保护的国家级及云南省级重点保护野生植物，评价区共记录到古树 6 株。

经实地调查和查阅相关资料，项目评价区记录分布有陆生脊椎动物属 4 纲、20 目、42 科、71 种；本次评价范围区域内仅有国家 II 级保护鸟类 3 种，未记录其他国家级和云南省省级重点保护野生动物；保护鸟类占评价区动物总量较小。

楚雄市东南绕城高速公路工程，不涉及自然保护区、世界文化遗产地、森林公园、地质公园、饮用水源保护区、基本农田保护区、文物保护单位等敏感区，不可避免的涉及楚雄紫溪山风景名胜区。

11.3.2 环境空气现状评价

项目所在区域楚雄市为空气质量达标区。

根据环境空气现状监测结果表明：监测点“楚雄紫溪山风景名胜区子午向天

坟片区 临近项目线路一侧”的所有监测项目均能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 修改单中一级标准。

11.3.3 地表水环境现状评价

项目所在区域的地表水系分属于金沙江、红河流域。小箐河、樟木箐汇入打苴河，打苴河汇入草堵河，阿家河、草堵河汇入沙甸河，经绿汁江，最终流入红河；依据《云南省水功能区划》（2014 修订），沙甸河（源头—绿汁江口）属于沙甸河双柏—禄丰保留区，规划为 II 类水体。富民河及其支流（铃铃小河、倮倮冲、大坡河）、子午大河及其支流（垮去河）等河流汇入龙川江，最终流入金沙江；依据《云南省水功能区划》（2014 修订），龙川江（南华县毛板桥水库库区—楚雄水文站）属于龙川江南华—楚雄开发利用区，拟建项目所在区域段属于该区中的龙川江楚雄景观、农业用水区（楚雄青山嘴水库坝址--楚雄水文站），规划水质目标为 III 类水体。线路周边沿柴河水库、弯腰柳箐水库、马金河水库、大拦河坝水库、倮倮冲水库、双龙坝水库、竹园水库等未划定功能区划，参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）III 类标准。

SS 指标无国家标准限值，未进行评价；1# 监测点（阿家河）监测因子中 CODcr、BOD_5、TP 均超标，单因子指数（最大值）分别为：1.13、1.13、1.91，其他监测因子能满足 II 类水标准。2# 监测点（小箐河）监测因子中 CODcr、BOD5、氨氮、TP 均超标，单因子指数（最大值）分别为：1.2、1.13、1.112、1.21，其他监测因子能满足 II 类水标准。3# 监测点（打苴河）监测因子中 BOD_5 超标，单因子指数（最大值）为 1.17，其他监测因子能满足 II 类水标准。4# 监测点（樟木箐）监测因子中 CODcr、BOD_5、氨氮均超标，单因子指数（最大值）分别为：1.13、1.1、1.156，其他监测因子能满足 II 类水标准。5# 监测点（果果冲水库）、6# 监测点（青龙河）所有监测因子均能满足 III 类水标准。部分监测的地表水体监测因子中 CODcr、BOD_5、氨氮、TP 不同程度超标，主要是由于受周边农业面源污染导致。

11.3.4 地下水环境现状评价

根据现场调查，沿线地下水出露点有 27 处（以隧道旁的地下水出露点为主），132 号下降泉已经干涸，其中，卡利隧道附近地下水出露点最多，其地下水下游

的小白庙大体上 1~2 户人家一口饮用水井，总共 15 口。

根据云南升环检测技术有限公司司提供的地下水环境现状结果可知，本工程沿线代表性地下水点位，龙潭水井 1#、上土坡水井的水质各监测因子满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质要求。

11.3.5 声环境

根据 2023 年 12 月 11~12 日委托云南中科检测技术有限公司开展的现状噪声补充监测结果可知：监测点云甸完小、江头村昼间、夜间均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准要求。

根据 2024 年 04 月 12~15 日委托云南升环检测技术有限公司开展的现状噪声监测结果可知：①对比现状评价标准，本次监测的 11 个声环境敏感点位（上高包、卡利、樟木箐、田房头、耳东屯、上各邑、邓家冲、益起坡、保山屯、罗只碑村、以口村）昼夜间均能达到 2 类标准。②对比现状评价标准，本次监测的 2 个声环境敏感点垂向噪声监测点位（下土坡、罗只碑希望小学居民 1、3 楼）昼间、夜间均能达到 2 类标准。③根据连续监测分析：两个监测点（云甸村、以口村）24 小时连续监测结果显示昼、夜间均能满足 4a 类标准要求。④本次环评选取“拟建项目云甸互通（主线与杭瑞交叉处）”受建筑物影响较小的断面进行了水平衰减监测，随着距路肩距离增大，噪声值总体上呈逐渐降低的趋势。根据监测数据，2024 年 4 月 12 日、13 日该监测点昼间、夜间距路肩≥5m 的地方噪声监测结果均能满足《声环境质量标准》2 类标准。

11.4 主要环境影响

11.4.1 生态环境影响评价

（1）本项目占地满足《公路工程项目建设用地指标》的规定，项目总体用地规模合理。

（2）拟建公路工程建设占地 258.8064hm^2，其中永久占地 186.8414m^2，临时占地 65.1822hm^2。整体工程永久占地 186.8414hm^2，其中以占用林地为主（134.9386hm2），占永久占地的 72.22%；其次为耕地（35.8108hm^2），比例为 19.17%；其他农用地（3.2918m^2），比例为 1.76%；未利用地（5.5648 hm^2），比例为 2.98%；建设用地（3.6316hm^2），比例为 1.94%；最小的是园地

（3.6038hm^2），比例为 1.93%。工程占用的耕地、林地等，会改变沿线原有土地的功能，影响当地土地利用规划。工程临时性占用土地类型及其占临时用地的比例依次为占用林地的比重最大（62.9765hm^2），占临时占地的 96.62%；其次耕地（1.1076hm^2），比例为 1.70%；其次为园地（0.9256hm^2），比例为 1.42%；其次为其他农用地（0.1725hm^2），比例 0.26%；项目不占建设用地及未利用地。临时占地对地表及植被的损坏影响是短期的，无水土保持制约性因素。临时占地后期最大可能的恢复原地貌，对原有土地类型基本无影响。

（3）对植被及植物的影响：

①对植被的影响

主体工程区占用的面积将是永久改变土地属性的面积，占用自然植被中占地面积最大的是暖温性针叶林，以下依次为暖温性灌丛和落叶阔叶林。经分析工程永久占地所损失的各类自然植被在评价区自然植被同比的占比较小，工程建设不会导致评价区乃至项目所在地的各类自然植被的类型衰退甚至消失，这部分占地的自然植被在工程下阶段优化工程建设内容以及后期选用乡土树种进行生态修复的基础上可得到进一步有效的减缓。工程建设要永久占用部分人工植被，工程永久占用的人工植被中，水田面积最大。评价区内的人工林有要分布在沿线各个地段及部分村寨边，受影响面积不大，为当地老百姓日常用材的主要来源，面积不大，且分布较散，受工程影响也较小。

临时工程区占地中 52.98hm2 为天然植被，自然植被面积最大的为暖温性灌丛，其次是暖温性针叶林和落叶阔叶林。在施工过程中，临时占地通过对地表植被的清除，以及材料、弃土等的堆积导致原有植被的死亡。其中施工营地在路途的建设所伴随的各种人为活动及施工人员的践踏和施工车辆的碾轧，以及施工人员在生活过程中砍柴、取水、做饭等活动将对周边的生境产生较为显著的影响，但对施工人员进行科学教育，并加强施工人员的管理和监督，并严格控制施工区域，避免施工人员和车辆对生态环境造成不必要的损害和破坏。

②对植物的影响

评价区共发现 1 种国家级保护植物金荞麦，位于农田旁，本次调查在项目占用区发现。工程建设则会对金荞麦的种群有一定影响，但是并未造成该物种在项目区域、云南和全国的消失。未发现省级保护野生植物。评价区未发现极

危和濒危物种，近危 6 种、易危 2 种。其中拟建公路影响的物种有滇紫草、云南油杉、垫状卷柏和怒江红山茶，这 4 个物种在评价区有大量分布，不会造成其在评价区、云南省和中国的消失。

评价区调查发现 6 株黄连木古树，均在村寨分布，未被项目占用，楚雄市东南绕城高速公路建设对 6 株古树无影响。

评价区未发现极小种群。

本工程评价区分布 2 种云南特有植物、61 种中国特有植物。公路工程建设对他们都会造成较大的影响。在项目建设过程中，特有植物中的部分个体将会受到工程施工的占地直接影响，其个体数量会有所减少。由工程建设不会造成某个物种消失。而且，这些云南特有植物、中国特有植物在保护区内分布较广，所以，该工程建设不会明显影响其种群生存和繁衍，影响为中低度影响。

（4）对野生动物的影响：

①对野生动物的影响：评价区记录兽类 6 目 11 科 23 种，以小型兽类为主；评价区记录鸟类 14 目 38 科 122 种，主要以雀形目为主；评价区记录爬行动物 1 目 6 科 13 属 16 种，主要为通常所说的蜥蜴类和蛇类；评价区记录两栖动物 1 目 5 科 6 属 12 种，受工程影响的主要是泽蛙和黑眶蟾蜍等；项目施工期对野生动物产生过多或少、或大或小的影响是必然的，也是不可避免的。但是，由于高速公路呈狭长的带状分布，所涉及的区域与整体生态系统相比比较狭小，所以这种影响总体上范围较小，程度有限。而且整个施工区的环境与施工区以外的环境十分相似，施工区范围内的野生动物较容易就近找到新的栖息场所，这些野生动物不会因为工程的施工扰动栖息场所而死亡，种群数量也不会有大的变化，但施工区两侧的野生动物密度会有明显降低。施工人员及施工机械、车辆的噪声将迫使评价区野生动物离开拟建公路附近区域，施工人员集中爆破和机械噪声对森林动物中的林栖鸟类以及在林地中栖息的豹猫等的影响较大。

②对鱼类的影响：评价区沿线河段记录鱼类 4 目 6 科 15 属 17 种，公路施工会对评价区河段的鱼类产生一定程度的不利影响，但评价区无重点保护、珍稀濒危鱼类和集中式的鱼类“三场”分布；通过施工污水禁止直接排入河流、运营期间、设置桥面污水径流收集处理系统、设置泥浆池及沉淀池、设置禁捕

警示牌等减缓保护措施，不会导致在评价区河段生活的鱼类物种消失或灭亡，也不会导致其种群数量显著下降，且影响不大。施工结束后，随着扰动的结束，生活在评价区河段中的鱼类的种群数量也将得到恢复。环评建议施工期安排在枯水季节，减少对鱼类分散的产卵场构成的影响。

11.4.2 地表水环境影响评价

（1）施工期生活污水、生产废水如未经处理直接排放，将会导致泥沙、石油类等污染物含量增加，对最终受纳水体产生污染影响。

①本项目全线设置 8 处施工驻地，在施工营场地设旱厕，粪便用于肥田。其余食堂、洗漱、清洗等污水经隔油、沉淀后回用于场地洒水抑尘或周围林地、灌木丛或草地的浇水。禁止向沿线水体倾倒、排放生活污水。

②在沿线各施工营场地（共 11 个）设三级沉淀池，施工生产废水由沉淀池收集，经沉淀处理后，回用于施工营场地及周边道路洒水抑尘及施工生产工序不外排。

③桥梁尽量采用循环钻孔灌注桩施工方式，使泥浆循环使用，将施工产生的含 SS 污水引至临时沉淀池沉淀后达标排放，沉淀废渣弃入指定弃渣场。

④施工期间对靠近水体的路段必须设置编制土袋或修建挡渣墙对废渣进行有效拦挡；同时优先在临水体一侧设置排水沟，并在排水沟出口处设置临时沉砂池，用以收集和处理产生的泥沙废水，经沉淀处理后的上清液可回用于施工现场的洒水降尘和混凝土保养，禁止将未进行沉淀处理的废水排入水体。

⑤隧道施工出水进行沉淀处理后尽量回用，多余的部分达标排放，排入周边水体Ⅲ类地表水体。

⑥构件预制场及混凝土搅拌场等站场内设置多级沉淀池，对各类施工废水进行三级沉淀处理，沉淀后的废水回用，用于场地冲洗。同时，场地内设置有导水沟，冲洗水部分蒸发，剩余冲洗水经导水沟进入沉淀池。对于沉淀池内的沉积物，定期清掏清运，确保多级沉淀池的正常运行。

⑦加强管理，施工材料如沥青、油料、化学品等的堆放地点应远离河床至少 150m，并备有临时遮挡的帆布，防止雨水冲刷；车辆行走时尽量放低车速，减少扬尘的飘散；尽量减少建筑材料运输与贮存对地表水体的影响。

（2）拟建工程建成营运后，路面污染物随路面径流进入附近水体造成污染，

其主要影响因素为：pH、SS、石油类，但路面上的污染物数量较少，总体上影响轻微；运营期附属设置产生的生活污水根据实际情况采用地埋式一体化污水处理装置处理后回用，对地表水环境影响小。

（3）项目区域地表水环境属于达标区，通过采取水污染控制和水环境影响减缓措施后，工程建设和运营对地表水的环境影响是可接受的。

11.4.3 环境空气影响评价

（1）施工期

施工期的主要污染物为粉尘、扬尘和沥青烟。由于本工程施工期较长，因此它们将对沿线环境空气质量产生一定的不利影响，但影响范围不大，而且主要是短期影响。建议采取经常洒水、合理确定拌合场站的位置等适当的防护措施，以缓解工程施工对沿线环境空气质量的影响。

（2）营运期

①项目区主线涉及紫溪山风景名胜区路段（K27+459.056-K27+900）近期、中期和远期 NO_2 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（0.08mg/m^3、0.2 mg/m^3）；CO 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（4mg/m^3、10 mg/m^3）。子午连接线设计风景名胜区路段近期、中期和远期 NO_2 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（0.08mg/m^3、0.2 mg/m^3）；CO 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 即可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的一级标准限值（4mg/m^3、10 mg/m^3）。

②项目主线近期、中期和远期 NO_2 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、10m/0m 可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值；项目主线近期、中期和远期 CO 日均浓度/高峰小时浓度分别在公路路肩外 0m/0m、0m/0m、0m/0m 可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准限值。

③经比对，项目区敏感点与项目位置在项目 NO_2 日均浓度达标距离之外，且

存在高差，因此沿线位于各路段敏感点营运期各时段 CO、NO_2 日均浓度预测结果均能达到《环境空气质量标准》中的二级标准限值要求。而且随着我国执行单车排放标准的不断提高，单车尾气的排放量将会不断降低，公路运行对沿线空气质量带来的影响将逐步降低。

④本项目隧道口 90m 范围内均无居民点。上述隧道相对秦岭终南山特长隧道（长 18.02km）很短，因此营运期这隧道进出口处大气污染物对村庄居民产生非常轻微的影响，可以达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

⑤本项目沿线设施采用电取暖，不排放二氧化硫等污染物质。食堂采用清洁能源液化气做为燃料，基本无污染物排出。因此，项目沿线设施营运期间不会对沿线环境空气产生不良影响。

11.4.4 声环境影响评价

1、施工期

（1）根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），单机施工机械持续施工、仅考虑距离衰减的情况，噪声昼间最大在距源 65m 以外可符合标准要求，在该范围内受影响的居民有 17 处；夜间最大在 363m 以外可符合标准要求。

（2）工程推荐方案评价范围内分布的敏感点，公路昼间、夜间施工将对上述居民点正常生活、休息造成一定得干扰。

（3）公路施工噪声是社会发展过程中的短期污染行为，一般的居民及沿线单位均能理解。但是作为建设施工单位为保护沿线居民、学校的正常工作、生活和休息，应合理地安排施工进度和时间，文明施工、环保施工。局部路段因施工工艺要求必须进行夜间施工时，施工单位应采取必要的噪声控制措施降低施工噪声对环境的影响。

2、运营期

（1）拟建公路随着运营期的增长车流量增大，其交通噪声也随之增强。

（2）按 4a 类标准，因各段交通量的不同，主线营运近中期昼间距路中心线达标距离在 4m 以内；夜间距路中心线达标距离分别在 26～64m 之间；主线营运远期昼间距路中心线达标距离在 6m 以内；夜间距路中心线达标距离分别

在 64～74m 之间；连接线道路营运近中期昼间距路中心线达标距离小于 1m；夜间达标距离分别在 9～15m 之间，营运远期昼间距路中心线达标距离小于 1m；夜间达标距离分别在 12～17m 之间。

（3）按 2 类标准，主线营运近中期昼间距路中心线达标距离分别在 43～48m 之间；夜间距路中心线达标距离分别在 60～170m 之间，营运远期昼间距路中心线达标距离分别在 53～59m 之间；夜间距路中心线达标距离分别在 180～197m 之间；连接线道路营运近中期昼间距路中心线达标距离小于 26m；夜间达标距离分别在 19～25m 之间，营运远期昼间距路中心线达标距离小于 20m；夜间达标距离分别在 22～30m 间。

（4）建议根据《报告书》预测结果及《公路安全保护条例》，严格审批道路两侧的新建房屋，建议不宜在距主线中心线 125m 范围内规划直接面对公路的居民区、学校、医院等声敏感建筑。

（5）主线：营运近期超标的敏感点 33 处中，32 处昼间达标，1 处超标；13 处夜间超标；营运中期超标的敏感点 33 处中，28 处昼间达标，5 处昼间超标，11 处夜间达标；营运远期超标的敏感点 33 处中，26 处昼间超标，7 处达标，3 处夜间达标，30 处夜间超标。敏感点超标的主要原因是距离公路较近、敏感点与路线高差小，且敏感点与公路之间遮挡较少。连接线：3 条连接线的共计 10 个敏感点，营运近、中、远期 10 个声环境敏感点昼间、夜间均达标。1 个敏感点运营期夜间超标。

随着营运年限的增加，车流量增大，交通噪声声级值也随之增强。公路沿线敏感点夜间超标的主要原因是距离公路较近、敏感点与路线高差不大等。本工程运营期交通噪声对沿线部分敏感点将造成较大影响，必须采取切实有效的降噪措施，以保障沿线居民的身心健康。

11.4.5 地下水环境影响评价

线路区发育孔隙水、裂隙水。虽然沿线包气带整体防污性能较好，但隧道开挖直接揭穿含水层裂隙的路段，由于存在裂隙较发育或发育，防污性能较弱，施工期若不做好工程物料堆存管理，妥善处置施工污废水，则会有一定的地下水环境污染的风险。因此，穿越富水性较强或构造（褶皱、断裂）的重点隧段施工期间应做好地下水探测工作，预防大量涌水造成工程事故的风险，应加强路面防渗

处理和事故径流收集系统设置，防止运营期危化品事故对地下水环境造成威胁。

11.4.6 固体废物处置及影响评价

项目施工期间，弃渣运至规划的弃渣场集中堆放处置；在施工营地周围建立小型的垃圾临时堆放点，对生活垃圾的分类化管理，聘请专人定期清除垃圾，集中收集后定期运往沿线各乡镇垃圾收集点处理；营运期产生的生活垃圾，采取分类化管理，集中收集后定期运往临近的乡镇垃圾收集点处理。采取上述措施后，项目建设产生的固体废物得到妥善处置，对周围环境影响不大。

11.4.7 对楚雄紫溪山风景名胜区影响评价

工程影响区为既有的交通廊道、人为活动频繁区，原生自然植被较少，工程占地类型主要为林地、耕地等。从土地利用、植被、野生动物和环境影响等方面分析，建设项目对生态环境影响整体可控。在施工期及运营期通过采取相应的保护措施，可将影响降至最低。

项目施工期及运营期须加强工程管理，临时设施不得违反风景名胜区相关保护要求。在保证执行严格的生态保护及生态修复前提下，建设项目影响可降至较低程度。

综合以上分析，楚雄市东南绕城高速公路工程符合风景名胜区的相关管理要求，工程建设对楚雄紫溪山风景名胜区的功能结构、主要景观资源没有影响，对风景名胜区的生态环境和景观环境影响较小。建议建设单位加强风景名胜区保护力度，落实有关生态环境保护及措施，将工程建设对环境的破坏和影响减到最低。

11.5 路线方案环境比选

2016 年 2 月云南省公路工程监理咨询公司编制了《楚雄市东南绕城高速公路工程可行性研究报告》，可研阶段公路主线最终确定推荐线为 $K_{工可}$线方案（$K_{工可}$0+000~$K_{工可}$28+300）；2020 年 10 月楚雄州交通运输局另行委托中交远洲交通科技集团有限公司编制《楚雄市东南绕城高速公路两阶段初步设计》，《初步设计》在可研推荐 $K_{工可}$主线方案基础上，拟定 $K_{初设}$A2、$K_{初设}$C4、$K_{初设}$D、$K_{初设}$E 等局部路段方案与可研 $K_{工可}$线方案进行对应路段局部方案比选，经过对 $K_{工可}$线、$K_{初设}$A2 线、$K_{初设}$C4 线、$K_{初设}$D 线、$K_{初设}$E 线从工程、环境、社会经济等方面因素的综合比选，（$K_{初设}$A2+$K_{初设}$C4+$K_{初设}$D+$K_{工可}$局线）优于相应路段的其他局部比

选方案，最终《初步设计》主线推荐 $K_{初设}$方案由 $K_{初设}$A2 局部线：A2K0+000~A2K7+530（=C4K7+240）、$K_{初设}$C4 局部线：C4K7+240~C4K16+341（=DK15+800）、$K_{初设}$D 局部线：DK15+800~DK20+393（=$K_{工可}$20+400）、$K_{工可}$局部线：K20+400~K27+200 等四个局部分段组成，初设推荐主线方案全长 28.025km。2023 年 1 月中交远洲交通科技集团有限公司编制《楚雄市东南绕城高速公路两阶段施工图设计》，在初步设计主线方案基础上，对起点段云甸枢纽互通、下土坡大桥至上土坡隧道进口段（K5+000～K7+500）、上各邑至大余节段（K15+000～K21+300）路线进行了优化。经过环境分析比选，本环境影响评价报告同意采用施工图设计推荐的方案

11.6 “三场”设置的环境合理性

（1）弃渣场合理性分析

本工程共设置弃渣场 7 座，均不涉及生态红线、基本农田、国家级公益林及环境敏感区，6 座涉及省级公益林，主要占用植被类型为暖温性灌丛、暖温性针叶林，不涉及重点保护植物、重点保护野生植物集中分布区、重要保护野生动物的重要生境，选址均为合理或基本合理，与《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2 号）的相关要求不冲突。环评要求，项目开工以前，临时工程需取得林业主管部门的意见方可开工。

（2）施工场地合理性分析

本工程设置 19 处施工生产生活区（包括拌合站 3 处、3 处湿喷站、民工及项目驻地 8 处、5 处 T 梁预制场），均不涉及生态红线、基本农田、国家级公益林及环境敏感区，1 处混凝土拌合站、1 处湿喷站、2 处民工驻地及 5 处 T 梁预制场（在主线占地范围内，不新增占地）涉及省级公益林；根据《公路环境保护设计规范》（JTGB-2010）相关要求规定，所有施工场地选址合理或基本合理。

（3）施工便道合理性分析

本项目设置 42 条施工便道，均不涉及生态红线、基本农田、国家级公益林及环境敏感区，17 条涉及省级公益林；所有施工便道选址合理或基本合理。

（4）其他临时工程合理性分析

本项目在施工期不设置取土场、不设置砂石料场。本工程表土大部分均运至互通立交绿化区、辅助设施区、施工场地内空余区域、弃渣场区上部较为平缓的

区域堆放，用于本工程后期绿化覆土。本评价原则同意水保方案确定的临时表土堆场布设情况，并提出必须避让生态敏感区域。

11.7 环境风险分析

（1）本项目在运营过程中，由危险品运输事故造成的各种风险具有一定的潜在危险性。

（2）根据预测，本项目发生危险品运输事故的概率小。本项目的重大危险源主要为运输石油、农药、易燃易爆物品、化学危险品等的车辆由于事故造成化学品泄漏对沿线群众的生活安全和生命健康造成威胁。

（3）项目沿线跨越河流水库、临水路段及长隧道，因此必须对这些敏感路段采取措施防止化学品泄露造成污染，针对临河、跨河路段设置防撞墩及护栏。

（4）事故处理按本报告提出的应急方案进行实施，可在最大限度上减轻事故对社会环境和自然环境产生的影响。

11.8 公众参与调查结果

根据《环境影响评价公众参与办法》（环保部令[2018]第 4 号）规定，本次评价采取网络平台公开、报纸公示、粘贴公示等形式开展了公众参与调查。

（1）建设单位于 2023 年 3 月 2 日开展了首次公示，2023 年 03 月 02 日~2023 年 03 月 15 日，期间在楚雄市人民政府网站发布了第一次公示信息（网址：http://www.cxs.gov.cn/info/egovinfo/1016/xxgkcontent/cxs022-/2023-0302001.htm）；公示期间未收到单位和个人的意见及建议。

（2）该项目环评报告征求意见稿编制完毕后在楚雄市人民政府网站发布了第二次公示信息）在网站公示期间，同时在《楚雄日报》上进行 2 次公示，除网站公示及报纸公示外，建设单位在项目区周边也进行了现场粘贴公示，征求与该项目环境影响有关的意见，本项目二次公示期间，均未收到公众任何途径的反馈信息及意见。

调查结果表明，区域群众和团体均未表示反对意见。建设单位承诺充分考虑公众意见，维护群众利益，以保证建设项目顺利实施。

11.9 综合评价结论

楚雄市东南绕城高速公路位于云南省楚雄彝族自治州楚雄市境内。项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的鼓励类项目，符合国家产业政策的要求，是《云南省高速公路网中长期布局规划（2016—2030 年）》、《云南省道网规划修编（2016-2030 年）》中“五纵五横一边两环二十联” 中正是“两环”中的滇中城市群环线，为《云南省县域高速公路“互通互联”工程实施方案》及《楚雄州“十四五”综合交通运输发展规划》中的一项。且项目建设符合《云南省主体功能区规划》《云南省生态功能区划》和沿线经过的各乡镇规划的要求。

项目不涉及国家公园、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区、重要湿地等生态保护红线区域。由于地质条件、交通安全等原因，无法完全避让涉及楚雄紫溪山风景名胜区，且已取得《楚雄州林业和草原局关于楚雄市东南绕城高速公路工程涉及楚雄紫溪山风景名胜区方案选址的意见》；根据《楚雄市自然资源局关于楚雄市东南绕城高速公路建设项目与生态保护红线核查情况的复函》查询意见，绕城高速不涉及占用生态保护红线区域；通过各方案的方案比选可知，本项目选线不存在重大环境制约因素，从环境保护角度分析，选线合理可行。

本评价采用的是水保方案于 2023 年 8 月 15 日提供的“三场”资料，该内容是当前可控范围内最低的情况，本评价据此进行“三场”设置的环境合理性分析，施工“三场”设置符合相关要求。

本次评价对施工期和营运期可能产生的环境影响进行了全面的分析和评价，提出了针对性且具有可操作性的措施和建议。虽然拟建公路开发建设和运营将会对沿线生态环境、水环境、声环境及环境空气产生一定的不利影响，但只要落实本报告提出的减缓措施和保护措施，真正落实环保设施与主体工程建设的“三同时”制度，所产生的不利影响可以得到有效控制，并降至环境能接受的最低程度。根据公众参与调查，公示期间未收到反馈意见。

综上，本评价认为，在落实本报告书提出的环境保护措施和建议后，从环境保护的技术角度，楚雄市东南绕城高速公路工程项目的建设是可行的。