

目 录

概述	1
评价任务由来	1
评价工作过程	1
建设项目特点	2
项目分析判定情况	2
关注的主要环境问题	3
报告书主要结论	3
1 总则	5
1.1 评价目的、原则	5
1.2 编制依据	6
1.3 环境影响识别与评价因子确定	10
1.4 环境功能区划	11
1.5 评价标准	12
1.6 评价等级和评价范围	15
1.7 环境保护目标	19
1.8 评价重点及评价时段	32
1.9 评价工作程序	32
2 工程概况及工程分析	34
2.1 建设项目基本情况	34
2.2 建设内容及规模	34
2.3 工程气源、目标市场	38
2.4 管道敷设	39
2.5 管道防腐与阴极保护	42
2.6 管道沿线附属设施	42
2.7 施工组织规划	42
3 工程分析	51
3.1 产业政策符合性	51
3.2 与相关法律法规及条例的符合性分析	51
3.3 工程选线环境合理性分析	63
3.4 污染源分析	74
4 环境现状调查与评价	81
4.1 自然环境概况	81
4.2 环境质量现状调查与评价	85
5 环境影响预测与评价	115
5.1 地表水环境影响评价	115
5.2 地下水环境影响评价	117
5.3 环境空气影响评价	118
5.4 声环境影响评价	119
5.5 固体废物影响分析	120
5.6 生态环境影响评价	122
7 环境敏感区影响评价	132
7.1 楚雄三峰山州级自然保护区	132

7.2 生态保护红线	142
8 环境风险评价	144
8.1 评价目的与原则	144
8.2 风险调查	144
8.3 评价等级和范围	145
8.4 环境风险识别	148
8.5 风险事故情形分析	152
8.6 源项分析	154
8.7 环境风险评价	157
8.8 环境风险防范措施	158
8.9 突发环境事件应急预案	159
8.10 环境风险评价结论	159
9 环境保护措施	161
9.1 生态环境保护措施	161
9.2 地表水环境保护措施	164
9.3 环境空气保护措施	164
9.4 声环境保护措施	165
9.5 固体废物污染防治措施	165
9.6 环境敏感区保护措施	166
9.7 环境保护措施汇总	168
10 环境监测计划、环境监理与环境管理	176
10.1 环境监测计划	176
10.2 环境监理	177
10.3 环境管理	179
10.4 竣工环境保护验收	181
11 环境经济损益分析	182
11.1 环境保护投资	182
11.2 环境效益分析	183
11.3 经济效益分析	183
11.4 社会效益分析	183
12 结论	184
12.1 工程概况	184
12.2 产业政策及规划符合性	184
12.3 选线合理性	184
12.4 环境现状评价结论	184
12.5 环境影响评价	186
12.6 主要环境保护措施	188
12.7 总结论	189

概述

评价任务由来

姚安县天然气工程始建于 2015 年，城区已覆盖城市燃气管网，已建成中压管网约 45km，由姚安门站接出，接气压力 0.3Mpa，至今安装居民用户 3650 户，商业用户 61 户，工业用户 3 户。姚安县目前气源采用 CNG 压缩天然气，供气规模为 1000m³/h。随着姚安县社会经济的不断发展以及大力发展清洁能源要求，采用 CNG 压缩天然气供气已不能满足姚安县用气需求。中缅天然气管道途经南华县，设计输量为 100×10⁸Nm³/a，设计压力 10MPa，管径 1016mm，已于 2013 年 10 月建成通气。云南锦铎能源开发有限公司拟投资建设中缅天然气管道至姚安门站燃气管道，增加姚安门站的供气规模，降低用气成本，促进姚安县经济发展。

项目部分管道穿过楚雄三峰山自然保护区实验区，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021）中“五十二、交通运输业、管道运输业”，原油、成品油、天然气管线涉及环境敏感区的项目应编制环境影响报告书。

2024 年 5 月，云南锦铎能源开发有限公司委托昆明博安环环境科技合伙企业（有限合伙）编制《姚安县燃气支线管道建设项目环境影响报告书》，接到委托后，我单位及时组织技术人员进行现场踏勘和调查，并委托云南速测环境科技有限公司完成本次环评环境质量现状监测，委托云南大学开展陆生生态影响的专题研究工作。在此基础上根据国家环保法规、标准和环境影响评价技术导则，编制《安县燃气支线管道建设项目环境影响报告书》，供建设单位上报审批。

评价工作过程

（1）2024 年 5 月接到委托后，立即成立项目组，对建设单位提供的各种资料进行梳理、查阅相关资料、分析工程内容，于 2024 年 5 月 10 日进行实地踏勘。

（2）2024 年 7 月 4 日～7 月 17 日，建设单位按《环境影响评价公众参与

暂行办法》，在姚安县人民政府网站 http://yaoan.gov.cn/pages_757_93028.aspx 进行第一次公示。

(3) 2024年7月14日~7月23日，委托云南速测环境科技有限公司对项目区域地下水、环境空气、声环境现状进行监测。

建设项目特点

项目新建输气管道起于中缅天然气管道20#阀室，止于姚安门站，全长45.8km，设计压力4.0Mpa，供气规模 $0.358 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ ，管道采用D219无缝钢管，管道沿线设置3个阀井。

工程总投资12662.83万元，计划总工期6个月。

项目分析判定情况

(1) 根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，项目属于第一类鼓励中“七、石油天然气2、油气管网建设”，符合国家产业政策。

(2) 项目管道涉及三峰山州级自然保护区实验区，涉及长度10924m，其中姚安县境内管道长度4420m，南华县境内管道长度6504km。项目属于基础设施建设，不属于排放污染物的建设项目，不属于自然保护区实验区禁止建设内容，符合《中华人民共和国自然保护区条例》、《云南省自然保护区管理条例》要求。

(3) 项目管线涉及姚安县、南华县，同时穿过三峰山州级自然保护区实验区。根据《云南省主体功能区划》，三峰山州级自然保护区属于禁止开发区域，姚安县属于《云南省主体功能区划》中的国家级农产品主产区（限制开发区域），南华县属于《云南省主体功能区划》中的国家级重点开发区域。项目属于基础设施建设，不属于排放污染物的建设项目，不属于自然保护区实验区禁止建设内容，符合《中华人民共和国自然保护区条例》、《云南省自然保护区管理条例》要求，同时项目占用耕地为临时占用，施工结束后复耕，对农业生产影响小。项目与《云南省主体功能区划》不冲突。

(4) 项目属于《云南省生态功能区划》中的III1-4金沙江分水岭红岩山原水源涵养生态功能区，保护措施与发展方向为封山育林，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。项目建设对

自然植被破坏小，施工期结束后可进行植被恢复。因此不违反《云南省生态功能区划报告》的相关规定。

(5) 项目不会导致生态保护红线生态功能降低，不会减少生态保护红线功能面积，不会改变生态保护红线功能性质，对生物多样性影响小，符合《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024—2030 年）》、《云南省生物多样性保护条例》中相关要求。

(6) 项目不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022）》、《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）》负面清单内容。

(7) 项目区域环境质量满足功能区划要求，项目建设不会改变区域环境功能。

关注的主要环境问题

结合项目特点及项目所处区域环境的敏感程度，给出项目的主要环境问题。

- (1) 项目产业政策、相关规划、法律法规分析其符合性；
- (2) 项目选线的环境合理性分析；
- (3) 施工期“三废”及噪声的排放对评价区环境造成的不利影响；
- (4) 项目建设对生态环境影响。
- (5) 项目建设对自然保护区、生态保护红线的影响。

报告书主要结论

项目建设符合国家产业政策，不违反《云南省主体功能区规划》、《云南省生态功能区划》、《中华人民共和国自然保护区条例》、《云南省自然保护区管理条例》等相关法律法规和规划。

工程建设将对区域环境产生一定的不利影响，主要表现在施工占地对陆生动植物资源的影响；施工“三废”对周围环境的污染影响；工程施工造成水土流失对当地生态环境的影响。

项目管道有 10924m 位于楚雄三峰山州级自然保护区实验区。项目管道无法避让自然保护区，楚雄彝族自治州发展和改革委员会已出具《关于姚安县燃气支线管道建设项目楚雄三峰山自然保护区段输气线路选址唯一性和不可避让

的确认意见》。项目属于基础设施，不属于开发性、生产性建设活动，为对生态功能不造成破坏的有限人为活动，符合《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）中要求。项目在自然保护区实验区内占地为临时占地，施工结束后进行复垦或植被恢复。项目只要加强管理并采取切实可行的环保措施，工程施工期和运行期均不会破坏保护区资源或污染保护区环境，符合《中华人民共和国自然保护区条例》、《云南省自然保护区管理条例》要求。

本环评已针对各环境要素提出了减缓环境影响的环保措施及投资，在采取相应的环境保护措施后，项目建设的各种不利环境影响可以得到减小。

从环境影响的角度分析，姚安县燃气支线管道建设项目是可行的。

1 总则

1.1 评价目的、原则

1.1.1 评价目的

根据姚安县燃气支线管道建设项目工程特性，结合项目所在区域环境背景特征，依据国家现行相关法律法规要求，编制本工程环境影响报告书，旨在：

（1）通过实地踏勘、生态与环境质量现状监测与观测、背景资料的收集与调查，分析评价工程涉及区域水环境、环境空气、声环境和生态环境现状，识别区域环境功能要求、生态环境敏感目标及区域存在的主要环境问题。

（2）根据工程施工工艺、方法，工程性质、工程运行特点，预测和评价工程建设、运行对生态环境的影响。

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

（4）制定工程施工期环境监测计划，便于及时掌握工程对环境的实际影响程度，为工程环境管理提供科学依据。

（5）分析工程区及周边地区生态与环境整体变化趋势，论证工程兴建的环境可行性，为工程方案论证、可行性研究和主管部门决策提供科学依据，为工程环境保护设计和工程建设环境管理提供依据。

1.1.2 评价原则

突出环境影响评价的源头预防作用，坚持保护和改善环境质量。

（1）依法评价

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

（2）科学评价

采用规范的环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

（3）突出重点

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

1.2 编制依据

1.2.1 法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订施行）；
- (3) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订）；
- (4) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修正）；
- (5) 《中华人民共和国矿产资源法》（2009 年 8 月 27 日修正）；
- (6) 《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日修订）；
- (7) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修订，2018 年 1 月 1 日施行）；
- (8) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 12 月 26 日修订施行）；
- (9) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日施行）；
- (10) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2023 年 5 月 1 日施行）；
- (11) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起施行）；
- (12) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日第二次修订，2020 年 9 月 1 日起施行）；
- (13) 《中华人民共和国文物保护法》（2017 年 11 月 4 日修正）；
- (14) 《中华人民共和国长江保护法》（2021 年 3 月 1 日施行）；
- (15) 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》（2010 年 10 月 1 日起施行）；
- (16) 《中华人民共和国突发事件应对法》（2024 年 6 月 28 日修订）；
- (17) 《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日修订）。

1.2.2 行政法规及部门规章

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第 682 号，

2017年10月；

(2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021)；

(3) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》，国发〔2005〕39号，2005年12月；

(4) 关于印发《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》的通知，环发〔2015〕162号，2015年12月；

(5) 关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知，环办〔2013〕103号，2014年1月；

(6) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》；

(7) 《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令第4号，2019年1月；

(8) 《基本农田保护条例》，2011年1月8日；

(9) 《中华人民共和国河道管理条例》，2017年10月；

(10) 关于印发《全国生态环境保护纲要》的通知，国发〔2000〕38号，2000年11月；

(11) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》，2016年2月修订；

(12) 《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；

(13) 《国家重点保护野生动物名录》，国家林业和草原局 农业农村部公告，2021年第3号；

(14) 《具有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》，国家林业和草原局公告 2023年第17号；

(15) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，2017年10月修订；

(16) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发〔2012〕77号，2012年7月；

(17) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，环发〔2012〕98号，2012年8月；

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

(19) 《土地复垦条例》，2011年3月5日；

(20) 《建设项目使用林地审核审批办法》（2016年9月22日国家林业和草原局令第42号修改）；

(21) 《地下水管理条例》，国令第748号，2021年12月；

(22) 《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划（2011—2015年）》；

(23) 《中国外来入侵物种名单》，2023年1月；

(24) 《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，2022年1月，

(25) 《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，2021年11月4日实施；

(26) 《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142号；

(24) 《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》，国家环境保护部，环发〔2015〕57号。

1.2.4 地方性法律、法规

(1) 《云南省建设项目环境保护规定》；

(2) 《云南省水功能区划（2014年修订）》；

(3) 《云南省建设项目环境保护管理规定》（云南省人民政府令第105号）；

(4) 《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023年）；

(5) 《云南省重点保护野生植物名录》（2023年）；

(6) 《云南省主体功能区规划》，2014年1月；

(7) 《云南省生态功能区划》，2009年9月；

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

(9) 《云南省公益林管理办法》（云林规〔2019〕2号）；

(10) 《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024—2030年）》；

(11) 云南省人民政府《关于进一步加强自然保护区建设和管理的意见》（云政发〔2011〕225号）；

(12) 云南省人民政府办公厅《关于做好自然保护区管理有关工作的意见》

（云政办发〔2011〕232号）；

（13）《云南省生物多样性保护条例》（2019年1月1日起施行）；

（14）《云南省自然保护区管理条例》（2021年9月29日起施行）；

（15）《关于印发云南省土壤、地下水污染防治“十四五”规划的通知》，云环通〔2022〕120号，2022年7月；

（16）《关于印发〈云南省“十四五”生态环境保护规划〉的通知》，云环发〔2022〕13号，2022年4月；

（17）《云南省生态文明建设排头兵规划（2021—2025年）》；

（18）《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98号）；

（19）《云南省极小种群野生植物拯救保护规划（2021—2030年）》；

（20）《云南省外来入侵物种名录（2019版）》。

（21）《楚雄州人民政府关于印发〈楚雄彝族自治州“十四五”生态环境保护规划〉的通知》，楚政通〔2022〕47号，2022年7月；

（22）《楚雄州生态环境局关于印发〈楚雄州生态环境分区管控动态更新实施方案（2023年）〉的通知》，楚环发〔2024〕11号，2024年7月；

1.2.5 技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则—总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）；

（3）《环境影响评价技术导则—地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）；

（5）《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2021）；

（6）《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2022）；

（7）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

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

（9）《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；

（10）《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022）；

（11）《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014）；

（12）《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）；

- (13) 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)；
- (14) 《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)；
- (15) 《油气长输管道工程施工及验收规范》(GB50369-2014)；
- (16) 《世界自然保护联盟(IUCN)红色名录》(2007、2011年)；
- (17) 《濒危野生动植物种国际贸易公约附录物种名录》(2013年)；
- (18) 《云南省极小种群野生植物保护名录(2021版)》；
- (19) 《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统质量评估》(HJ 1172-2021)；
- (20) 《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统格局评估》(HJ 1171-2021)；
- (21) 《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)。

1.2.6 项目相关技术资料及文件

- (1) 环评工作委托书；
- (2) 姚安县燃气支线管道建设项目核准批复；
- (3) 《姚安县燃气支线管道建设项目初步设计(代可研)》
- (4) 《姚安县燃气支线管道建设项目生物多样性评价报告》；
- (5) 其他相关的资料。

1.3 环境影响识别与评价因子确定

1.3.1 环境影响识别

环境影响识别采用矩阵法进行识别，详见表 1.3-1。

表 1.3-1 主要环境影响因子识别矩阵

施工行为 环境要素	施工期						运营期
	施工带 清理	管沟开 挖	定向钻、顶 管穿越	管道试压	施工便 道	车辆运输	事故
地表水环境		●					
地下水环境			▲				
环境空气	▲	▲	▲		▲	▲	■
声环境	●	●	●		●	●	
地表植被	■	■			■		
野生动物	●	▲			●	●	

施工行为 环境要素	施工期						运营期
	施工带 清理	管沟开 挖	定向钻、顶 管穿越	管道试压	施工便 道	车辆运输	事故
生态系统	▲	▲			▲	▲	
土壤环境							

注：负面影响：■表示明显，●表示一般，▲表示小；正面影响：□表示明显，○表示一般，△表示小

1.3.2 评价因子确定

根据项目污染物排放特征、环境因子的影响程度和环境现状功能要求，经分析筛选，确定的评价因子见表 1.3-2。

表 1.3-2 评价因子筛选结果

环境要素		环境因子	
		现状评价	预测分析
生态环境	植被	植被类型及分布、群落结构、保护植物及分布	植被类型、保护植物、生态系统稳定性、景观生态
	野生动物	野生动物种类、保护动物种类及分布	野生动物种类、保护动物生境
	土地资源	土地利用面积和结构	土地利用面积和结构
地表水环境	水质	pH、石油类、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷	/
地下水环境	水质	pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数	/
声环境		连续等效 A 声级 LAeq	连续等效 A 声级 LAeq
大气环境		TSP、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、SO ₂ 、NO ₂ 、CO、O ₃	/
固体废物		工程弃渣、生活垃圾	工程弃渣、生活垃圾
环境风险		/	天然气（CH ₄ ）泄漏、火灾爆炸伴生/次生污染物 CO

1.4 环境功能区划

根据《云南省水功能区划》（2014 年修订）和《楚雄州水功能区划》（楚政复〔2017〕15 号），项目涉及蜻蛉河流域、龙川江流域。工程涉及水功能区划详见表 1.4-1。

表 1.4-1 工程涉及水功能区划表

水系	河流	一级水功能区	二级水功能区	范围			水质目标	
				起	止	长度 (km)	2020	2030
金沙	蜻蛉	蜻蛉河姚安一	蜻蛉河姚安一大	姚安太平	大姚团塘	92.3	III	III

江	河	大姚开发利用区	姚农业、工业用水区					
金沙江	龙川江	龙川江南华-楚雄卡法利用区	龙川江南华-楚雄工业、农业用水区	毛板桥水库坝址	青山嘴水库库区	48.1	III	III

项目区未进行声环境、大气环境功能区划。根据《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014），项目区声环境功能为1类、2类、4a类。根据《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》（HJ14-1996），楚雄三峰山州级自然保护区环境空气功能区为一类区，其余区域为二类区。

1.5 评价标准

根据建设项目特点，本项目执行的评价标准如下：

1.5.1 环境质量标准

（1）环境空气

楚雄三峰山州级自然保护区属于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）环境空气质量功能区的一类区，其余区域为二类区，分别执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级、二级标准。见表 1.5-1。

表 1.5-1 环境空气污染物浓度限值（摘录） 单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

污染物名称	平均时间	浓度限值	
		一级	二级
TSP	年平均	80	200
	24 小时平均	120	300
PM ₁₀	年平均	40	70
	24 小时平均	50	150
PM _{2.5}	年平均	15	35
	24 小时平均	35	75
SO ₂	年平均	20	60
	24 小时平均	50	150
	1 小时平均	150	500
NO ₂	年平均	40	40
	24 小时平均	80	80
	1 小时平均	200	200
CO	24 小时平均	4000	4000
	1 小时平均	10000	10000
O ₃	日最大 8 小时平均	100	160

污染物名称	平均时间	浓度限值	
		一级	二级
	1 小时平均	160	200

(2) 地表水环境

项目地表示执行标准限值见表 1.5-2。

表 1.5-2 地表水环境质量标准限值（摘录） 单位：mg/L

水质指标	III类标准值
pH（无量纲）	6~9
COD	≤20
BOD ₅	≤4
NH ₃ -N	≤1.0
高锰酸盐指数	≤6
总磷	≤0.2（湖库 0.05）
铜	≤1.0
石油类	≤0.05

(3) 地下水环境

执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。标准限值详见 1.5-3。

表 1.5-3 地下水质量标准（摘录） 单位：mg/L

序号	项目	III类
1	pH（无量纲）	6.5~8.5
2	氨氮	0.5
3	硝酸盐（以 N 计）≤	20
4	亚硝酸盐（以 N 计）≤	1.0
5	砷≤	0.01
6	汞≤	0.001
7	铅≤	0.01
8	镉≤	0.005
9	铬（六价）≤	0.005
10	总硬度≤	450
11	氯化物≤	250
12	溶解性总固体≤	1000
13	耗氧量≤	3.0
14	硫酸盐≤	250
15	总大肠菌群≤	3.0
16	菌落总数≤	100

(4) 声环境

项目所在区域属于 1 类、2 类、4a 声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类、2 类、4a 标准，标准限值如表 1.5-4。

表 1.5-4 环境噪声限值（摘录） 单位：dB（A）

声环境功能区划	适用区域	等效声级 Leq	
		昼间	夜间
1 类	居住区	55	45
2 类	商住混杂区	60	50
4a 类	交通干线两侧	70	55

1.5.2 排放标准

(1) 废气

施工期无组织粉尘执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 相关标准。详见表 1.5-5。

表 1.5-5 大气污染物综合排放标准（摘录） 单位：mg/m³

污染物	无组织排放浓度限值
颗粒物	1.0

项目无站场，运营期无废气排放。

(2) 废水

项目施工过程中不设施工营地和生活办公等设施，施工期施工人员租用管道沿线城镇或村庄民房，生活污水纳入现有排水体系；管道试压废水经沉淀处理后用于施工作业带洒水。

项目无站场，运营期无废水排放。

(3) 噪声

施工期建筑噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准，具体标准值见表 1.5-10。

表 1.5-10 施工场界环境噪声排放标准 单位：dB（A）

	昼间	夜间
噪声限值	70	55

项目无站场，且管道敷设于地下，无噪声。

(4) 固体废物

施工期固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）标准。

1.6 评价等级和评价范围

1.6.1 环境空气

(1) 评价等级

项目无站场，工程管道全线采用密闭输送工艺，正常工况下无废气排放，不设评级等级。根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ 2.2-2018），确定大气环境影响评价等级定为三级。

(2) 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），三级评价不需设置大气环境影响评价范围，施工期环境空气保护目标调查范围以项目用地外200m范围计。

1.6.2 地表水环境

(1) 评价等级

项目管道穿过河流过程中不向河流排放污水；项目施工过程中不设施工营地和生活办公等设施，施工期施工人员租用管道沿线城镇或村庄民房，生活污水纳入现有排水体系；管道试压废水经沉淀处理后用于施工作业带洒水。运营期无污水排放。

综上，确定本工程地表水环境水污染影响评价的工作等级为三级 B。

(2) 评价范围

项目不涉及地表水环境风险，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），三级 B 评价分析污水处理措施可行性。

1.6.3 地下水环境

(1) 评价等级

①项目类型确定

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016），项目属于III类建设项目，需开展地下水环境影响评价。

②地下水环境敏感程度分级

建设项目场地的地下水环境敏感程度可分为敏感、较敏感、不敏感三级，

分级原则见表 1.6-1。

表 1.6-1 地下水环境敏感程度分级

分级	项目场地的地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 ^a 。
不敏感	上述地区之外的其他地区。

注：a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的敏感区。

项目管道不涉及集中式饮用水水源保护区以及国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，评价范围内有分散式水源，区域地下水敏感程度为较敏感。

③地下水评价等级确定

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）中 6.2.2.4“线性工程应根据所涉地下水环境敏感程度和主要站场（如输油站、泵站、加油站、机务段、服务站等）位置进行分段判定评价工作等级，并按相应等级分别开展评价工作”。

项目属于线性工程，工程内容仅包含管道，不含站场工程，且管道沿线不涉及地下水集中式饮用水水源保护区。正常工况下，由于输气管线是全封闭系统，输送的天然气不会与地下水发生联系，对地下水环境无影响。即使发生管道泄漏情况，管道发生破裂造成天然气外泄，但由于天然气不溶于水，泄漏的天然气会泄漏到大气中，不会对地下水产生影响。

因此，项目地下水环境不设置评价等级。

（2）评价范围

管道评价范围为管道中心线两侧 200m。

1.6.4 声环境

（1）评价等级

项目声环境等级划分依据详见表 1.6-2。

表 1.6-2 声环境影响评价工作等级划分表

项目类别	一级	二级	三级
------	----	----	----

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

项目涉及声环境 1 类功能区，建设后噪声增加值<3dB(A)，受影响人口变化不大，根据《环境影响评价技术导则-声环境》(HJ2.4-2009)确定本次声环境影响评价工作等级为二级。

(2) 评价范围

评价范围管道两侧外延 200m 的范围。

1.6.5 生态环境

(1) 评价等级

根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2022)中 6.1 评价等级判定，项目生态环境影响评价等级判定见表 1.6-3。

表 1.6-3 生态影响评价工作等级划分表

判别依据	评价等级	项目情况
涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时	一级	涉及楚雄三峰山州级自然保护区实验区
涉及自然公园	二级	不涉及
涉及生态保护红线时	不低于二级	涉及
属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目	不低于二级	不涉及
地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目	不低于二级	不涉及
当工程占地规模大于 20km ² 时（包括永久和临时占用陆域和水域）	不低于二级	项目占地面积 0.481km ² ，小于 20 km ²

注：a.当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级；b.在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级；c.线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级；d.建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时，可适当上调评价等级；e.建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

项目管道涉及三峰山州级自然保护区实验长度 3.485km，涉及自然保护区段生态环境影响评价等级为一级。项目管道涉及生态保护红线 557m，涉及生态保护红线段生态环境影响评价等级为二级，其余管道途径区域生态环境影响评

价等级为三级。

(2) 评价范围

管道穿过自然保护区、生态保护红线段生态评价范围：以管道穿越段向两端外延 1km、管道中心线向两侧外延 1km 为评价范围；其余区域评价范围为管道中心线向两侧外延 300m 为评价范围。

1.6.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本工程为天然气输送管道项目，属于附录 A 中 IV 类项目，可不开展土壤环境影响评价。

1.6.7 环境风险

(1) 评价等级

工程输送介质为天然气，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，临界量为 10t。

项目管道长度 45.8km，沿线设置 3 个阀井，无站场、阀室。项目相邻阀井之间管道为危险单元，工程共有线路危险单元 4 个。

工程输送介质为天然气，事故状态下，泄漏的天然气或火灾爆炸产生的 CO 均不溶于水，环境风险主要体现在对周边大气环境的污染。因此，本评价仅对大气环境风险进行评价。

按照导则要求，本工程各危险单元的风险潜势初判及评价等级判定过程如表 1.6-4 所示。

表1.6-4 评价工作等级划分

序号	管段名称	长度 (km)	Q值	M值	P值	每公里 管段 200m范 围内人 口数	E值	环境 风险 潜势	评价等 级
1	中缅天然 气管道 20#阀 室~1#阀 井	10.1	3.28	M3	P4	123	E2	II	三级
2	1#阀井~ 2#阀井	12.4	4.02	M3	P4	87	E3	I	简单 分析

3	2#阀井~ 3#阀井	12.1	3.93	M3	P4	121	E2	II	三级
4	3#阀井~ 姚安门站	11.2	3.63	M3	P4	191	E2	II	三级

由表可知，本工程各危险单元的环境风险潜势最高为III，评价等级为三级。

(2) 评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），项目环境风险评价范围为管道中心线两侧各 100m 区域。

据以上分析确定项目环境影响评价工作等级判定情况详表 1.6-5。

表 1.6-5 建设项目评价工作等级、范围一览表

评价内容		评价等级	评价范围	评价时段
生态 环境	陆生 生态	一级	以管道穿越段向两端外延 1km、管道中心线向两侧外延 1km 为评价范围；其余区域评价范围为管道中心线向两侧外延 300m 为评价范围。	施工期 运营期
地表水环境		三级 B	分析污水处理措施可行性。	施工期
地下水环境		三级	管道中心线两侧 200m。	施工期
环境空气		三级	施工区域为用地外延 200m 范围。	施工期
环境噪声		二级	管道两侧外延 200m 的范围。	施工期
环境风险		三级	管道中心线两侧各 100m 范围。	运营期

1.7 环境保护目标

1.7.1 环境敏感区

项目不涉及国家公园、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区，不涉及基本草原、自然公园（森林公园、地质公园、海洋公园等）、重要湿地、天然林，重点保护野生动物栖息地，重点保护野生植物生长繁殖地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场。

项目 10924m 管道位于楚雄三峰山州级自然保护区实验区，具体位置关系详见表 1.7-1。

表 1.7-1 项目与楚雄三峰山州级自然保护区实验区位置关系

建设内容	位置关系	占地面积
10924m 管道	楚雄三峰山州级自然保护区实验区	管道施工作业带宽度 6m，占地面积约 65544m ² ，其中占用林地面积 16289m ² ，占用草地面积 1627m ² ，占用耕地面积 36437m ² ，占用园地面积 4899m ² ，占用水域面积 2300m ² ，占用其他用地 4000m ² 。

项目管道 557m 位于生态保护红线范围内，管道施工作业带宽度 6m，生态保护红线占地面积约 3342m²。

1.7.2 环境敏感目标

(1) 大气、声环境保护目标

根据工程设计资料及现场实地踏勘和调查，评价区大气、声环境保护目标详见表 1.7-1。

(2) 地表水环境保护目标

根据工程设计资料及现场实地踏勘和调查，管道沿线地表水环境保护目标详见表 1.7-2。

(3) 地下水环境保护目标

根据工程设计资料及现场实地踏勘和调查，管道施工区域无出露泉点，管道沿线 200m 范围内地下水环境保护目标详见表 1.7-3。

(4) 环境风险保护目标

根据工程设计资料及现场实地踏勘和调查，管道沿线 100m 范围内环境风险保护目标详见表 1.7-4。

(5) 生态环境保护目标

根据工程设计资料及现场实地踏勘和调查，管道沿线 1000m 范围内生态环境保护目标详见表 1.7-5。

表 1.7-1 大气、声环境保护目标及保护要求一览表

环境要素	保护对象	坐标	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源	保护要求
声环境 环境空气	上民村	E101°18'06.03" N25°12'08.96"	44 户, 154 人	管道两侧, 20m	施工期	施工噪声 施工扬尘	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	麦地坪	E101°17'04.31" N25°12'31.24"	28 户, 101 人	管道南侧, 26m			
	黄家山村	E101°16'51.51" N25°12'47.18"	52 户, 194 人	管道两侧, 21m			
	戴家村	E101°16'19.87" N25°12'50.64"	13 户, 47 人	管道西侧, 93m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	黄家村	E101°16'25.40" N25°13'00.78"	12 户, 43 人	管道东侧, 82m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	大李家村	E101°16'18.26" N25°13'13.33"	39 户, 138 人	管道东侧, 45m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	钱家村	E101°16'10.24" N25°13'10.76"	23 户, 82 人	管道西侧, 56m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	凤头冲村	E101°15'54.93" N25°13'43.63"	16 户, 58 人	管道两侧, 21m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	老马村	E101°15'52.57" N25°13'56.38"	17 户, 62 人	管道西侧, 44m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准

环境要素	保护对象	坐标	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源	保护要求
	大智阁村	E101°16'03.17" N25°14'00.33"	29 户，103 人	管道东侧，30m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准，《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	老东湾村	E101°15'42.2909" N25°14'53.5314"	26 户，94 人	管道西侧，50m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准，《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	汉军屯村	E101°15'52.57" N25°14'45.74"	4 户，15 人	管道东侧，176m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准，《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	梨园村	E101°15'50.50" N25°15'28.71"	25 户，90 人	管道西侧，80m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准，《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	回民村	E101°16'01.66" N25°15'25.08"	4 户，14 人	管道东侧，126m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准，《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	民家村	E101°15'54.60" N25°15'50.07"	17 户，60 人	管道西侧，27m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准，《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 一级标准
	大村	E101°16'01.70" N25°16'12.55"	28 户，100 人	管道西侧，37m			
	碾子房村	E101°16'10.81" N25°16'20.01"	25 户，89 人	管道西侧，8m			
	戴家村	E101°16'11.27" N25°16'30.38"	12 户，44 人	管道西侧，89m			
	柳家村	E101°16'23.16" N25°16'30.23"	5 户，18 人	管道西侧，154m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准，《环境空气质量标准》

环境要素	保护对象	坐标	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源	保护要求
							(GB3095-2012) 一级标准
	马鞍山村	E101°16'23.28" N25°17'59.63"	19 户, 66 人	管道西侧, 28m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 一级标准
	新房子村	E101°16'14.69" N25°18'32.72"	15 户, 47 人	管道西侧, 10m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	三家寨村	E101°16'29.29" N25°18'50.87"	14 户, 42 人	管道东侧, 15m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	岔河村	E101°16'08.47" N25°19'02.08"	25 户, 91 人	管道两侧, 10m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	岔河小学	E101°16'09.90" N25°18'58.94"	在校师生约 200 人	管道东侧, 55m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	小岔河村	E101°15'41.56" N25°19'20.43"	30 户, 107 人	管道两侧, 10m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	丫口村	E 101°15'37.48" N 25°19'28.47"	7 户, 26 人	管道东侧, 56m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	岔河村委会	E101°15'33.95" N25°19'53.37"	68 户, 240 人	管道西侧, 27m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	下盐井村	E101°15'05.01" N25°22'08.46"	32 户, 114 人	管道两侧, 10m			《声环境质量标准》
	文化村	E101°15'17.18"	3 户, 14 人	管道东侧, 88m			

环境要素	保护对象	坐标	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源	保护要求
		N 25°22'34.84"					(GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	太平村	E101°14'11.62" N25°23'31.55"	124 户, 436 人	管道西侧, 28m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	太平中心小学	E101°14'18.38" N25°23'42.38"	在校师生约 300 人	管道西侧, 66m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	太平镇中心幼儿园	E101°14'21.61" N25°23'48.65"	在校师生约 150 人	管道西侧, 72m			
	周家村	E101°14'25.76" N25°23'42.06"	21 户, 74 人	管道东侧, 61m			
	周明庄村	E101°14'33.75" N25°24'11.34"	51 户, 182 人	管道西侧, 35m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	者乐村	E101°15'32.26" N25°25'09.83"	27 户, 97 人	管道两侧, 18m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	下口坝村	E101°15'15.43" N25°25'50.42"	5 户, 17 人	管道西侧, 147m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	三角店村	E101°15'31.74" N25°25'47.06"	6 户, 20 人	管道西侧, 54m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准,

环境要素	保护对象	坐标	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源	保护要求
							《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	老韩家村	E101°15'32.94" N25°26'02.46"	15 户, 53 人	管道东侧, 60m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	老蜂窝村	E101°15'37.03" N25°26'15.08"	38 户, 135 人	管道东侧, 95m			
	白石地村	E101°15'54.49" N25°26'42.28"	66 户, 238 人	管道东侧, 65m			
	全家山咀村	E101°15'23.76" N25°27'25.68"	17 户, 64 人	管道东北侧, 57m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	芭蕉冲村	E101°15'16.59" N25°27'51.69"	6 户, 19 人	管道东侧, 117m			
	仁和村	E101°14'59.76" N25°28'04.97"	13 户, 47 人	管道西侧, 102m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	赤乐村	E101°15'09.46" N25°28'10.20"	25 户, 90 人	管道东侧, 7m			
	莲花池村	E101°15'28.51" N25°28'54.64"	6 户, 20 人	管道东侧, 162m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	中排村	E101°15'25.5786" N25°29'03.8469"	25 户, 91 人	管道东侧, 58m			
	大石湖村	E101°15'15.50" N25°29'08.67"	14 户, 50 人	管道西侧, 38m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类标准, 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	黄家屯村	E101°15'01.98" N25°29'41.99"	46 户, 169 人	管道两侧, 24m			

环境要素	保护对象	坐标	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源	保护要求
	孙家坝村	E101°15'12.6333" N25°29'46.7308"	47 户，173 人	管道东侧，31m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准， 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	聂家村	E101°15'13.64" N25°30'07.31"	11 户，39 人	管道西侧，91m			
	冯家村	E101°15'27.26" N25°30'03.56"	5 户，17 人	管道东侧，166m			
	沈家村	E101°15'28.65" N25°30'10.97"	22 户，78 人	管道东侧，31m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类、4a 类 标准，《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	曾家桥村	E101°15'14.55" N25°30'21.56"	25 户，90 人	管道西侧，51m			
	岩家桥村	E101°15'26.20" N25°30'19.35"	23 户，81 人	管道东侧，56m			
	陶官屯村	E101°15'11.84" N25°30'30.74"	4 户，15 人	管道西侧，118m			《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类标准， 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	海埂屯村	E101°15'07.75" N25°31'01.27"	26 户，95 人	管道东侧，97m			
	袁家桥村	E101°15'01.06" N25°30'54.75"	30 户，112 人	管道西侧，30m			
	海埂屯小学	E101°15'10.28" N25°30'57.23"	在校师生约 350 人	管道东侧，95m			
	润德佳荷小区	E101°14'50.53" N25°30'59.61"	48 户，172 人	管道西侧，174m			

表 1.7-2 地表水环境保护目标及保护要求一览表

环境要素	保护对象	穿越长度	穿越次数	河流等级	穿越方式	保护时段	影响源	保护要求
地表水	蜻蛉河	141.8m	下穿 17 次	小型河流	开挖	施工期	施工开挖	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准
	双甸河	152.4m	下穿 18 次	小型河流	开挖			
	下口坝水库	/	/	/	距离管道 124m			

表 1.7-3 地下水环境保护目标及保护要求一览表

环境要素	保护对象	位置	相对位置及最近距离	保护时段	影响源	保护要求
地下水	黄家山水井	E101°16'57.271"、 N25°12'50.905"	管道北侧 240m	施工期	/	《地下水质量标准》 （GB/T14848-2017）III类标准
	太平村水井	E 101°14'13.595"、25°23'30.101"	管道西侧 54m	施工期	/	
	赤乐村水井	E101°15'09.442"、25°28'10.888"	管道东侧 120m	施工期	/	

表 1.7-4 环境风险保护目标及保护要求一览表

环境要素	保护对象	坐标	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源
环境风险	上民村	E101°18'06.03"、N25°12'08.96"	44 户，154 人	管道两侧，20m	运营期	事故排放
	麦地坪	E101°17'04.31"、N25°12'31.24"	28 户，101 人	管道南侧，26m		
	黄家山村	E101°16'51.51"、N25°12'47.18"	52 户，194 人	管道两侧，21m		
	戴家村	E101°16'19.87"、N25°12'50.64"	13 户，47 人	管道西侧，93m		
	黄家村	E101°16'25.40"、N25°13'00.78"	12 户，43 人	管道东侧，82m		
	大李家村	E101°16'18.26"、N25°13'13.33"	39 户，138 人	管道东侧，45m		
	钱家村	E101°16'10.24"、N25°13'10.76"	23 户，82 人	管道西侧，56m		

环境要素	保护对象	坐标	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源
	凤头冲村	E101°15'54.93"、N25°13'43.63"	16 户，58 人	管道两侧，21m		
	老马村	E101°15'52.57"、N25°13'56.38"	17 户，62 人	管道西侧，44m		
	大智阁村	E101°16'03.17"、N25°14'00.33"	29 户，103 人	管道东侧，30m		
	老东湾村	E101°15'42.29"、N25°14'53.53"	26 户，94 人	管道西侧，50m		
	梨园村	E101°15'50.50"、N25°15'28.71"	25 户，90 人	管道西侧，80m		
	民家村	E101°15'54.60"、N25°15'50.07"	17 户，60 人	管道西侧，27m		
	大村	E101°16'01.70"、N25°16'12.55"	28 户，100 人	管道西侧，37m		
	碾子房村	E101°16'10.81"、N25°16'20.01"	25 户，89 人	管道西侧，8m		
	戴家村	E101°16'11.27"、N25°16'30.38"	12 户，44 人	管道西侧，89m		
	马鞍山村	E101°16'23.28"、N25°17'59.63"	19 户，66 人	管道西侧，28m		
	新房子村	E101°16'14.69"、N25°18'32.72"	15 户，47 人	管道西侧，8m		
	三家寨村	E101°16'29.29"、N25°18'50.87"	14 户，42 人	管道东侧，15m		
	岔河村	E101°16'08.47"、N25°19'02.08"	25 户，91 人	管道两侧，10m		
	岔河小学	E101°16'09.90"、N25°18'58.94"	在校师生约 200 人	管道东侧，55m		
	小岔河村	E101°15'41.56"、N25°19'20.43"	30 户，107 人	管道两侧，8m		
	丫口村	E101°15'37.48"、N 25°19'28.47"	7 户，26 人	管道东侧，56m		
	岔河村委会	E101°15'33.95"、N25°19'53.37"	68 户，240 人	管道西侧，27m		
	下盐井村	E101°15'05.01"、N25°22'08.46"	32 户，114 人	管道两侧，10m		
	文化村	E101°15'17.18"、N 25°22'34.84"	3 户，14 人	管道东侧，88m		
	太平村	E101°14'11.62"、N25°23'31.55"	124 户，436 人	管道西侧，28m		

环境要素	保护对象	坐标	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源
	太平中心小学	E101°14'18.38"、N25°23'42.38"	在校师生约 300 人	管道西侧，66m		
	太平镇中心幼儿园	E101°14'21.61"、N25°23'48.65"	在校师生约 150 人	管道西侧，72m		
	周家村	E101°14'25.76"、N25°23'42.06"	21 户，74 人	管道东侧，61m		
	周明庄村	E101°14'33.75"、N25°24'11.34"	51 户，182 人	管道西侧，35m		
	者乐村	E101°15'32.26"、N25°25'09.83"	27 户，97 人	管道两侧，18m		
	三角店村	E101°15'31.74"、N25°25'47.06"	6 户，20 人	管道西侧，54m		
	老韩家村	E101°15'32.94"、N25°26'02.46"	15 户，53 人	管道东侧，60m		
	老蜂窝村	E101°15'37.03"、N25°26'15.08"	38 户，135 人	管道东侧，95m		
	白石地村	E101°15'54.49"、N25°26'42.28"	66 户，238 人	管道东侧，65m		
	全家山咀村	E101°15'23.76"、N25°27'25.68"	17 户，64 人	管道东北侧，57m		
	赤乐村	E101°15'09.46"、N25°28'10.20"	25 户，90 人	管道东侧，7m		
	中排村	E101°15'25.58"、N25°29'03.85"	25 户，91 人	管道东侧，58m		
	大石湖村	E101°15'15.50"、N25°29'08.67"	14 户，50 人	管道西侧，38m		
	黄家屯村	E101°15'01.98"、N25°29'41.99"	46 户，169 人	管道两侧，24m		
	孙家坝村	E101°15'12.63"、N25°29'46.73"	47 户，173 人	管道东侧，31m		
	聂家村	E101°15'13.64"、N25°30'07.31"	11 户，39 人	管道西侧，91m		
	沈家村	E101°15'28.65"、N25°30'10.97"	22 户，78 人	管道东侧，31m		
	曾家桥村	E101°15'14.55"、N25°30'21.56"	25 户，90 人	管道西侧，51m		
	岩家桥村	E101°15'26.20"、N25°30'19.35"	23 户，81 人	管道东侧，56m		
	海埂屯村	E101°15'07.75"、N25°31'01.27"	26 户，95 人	管道东侧，97m		

环境要素	保护对象	坐标	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源
	袁家桥村	E101°15′01.06″、N25°30′54.75″	30 户，112 人	管道西侧，30m		
	海埂屯小学	E101°15′10.28″、N25°30′57.23″	在校师生约 350 人	管道东侧，95m		

表 1.7-5 生态环境保护目标及保护要求一览表

环境要素	保护对象	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源	保护要求
生态环境	植被及植物	半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类林、暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛、暖温性杂草类草丛；国家重点保护野生植物金荞麦和大花香水月季。	施工区；金荞麦共计 2 丛位于管道施工作业带东侧 55m，大花香水月季共 2 株分别位于管道施工作业带东侧 45m 和 173m。	施工期 运营期	施工占地	减少工程施工、占地对植被的影响；减缓工程建设对其产生的不利影响；施工结束后对裸露地表按照原有植被类型进行生态修复。
	动物	国家二级重点保护动物 9 种，包括 1 种哺乳类（豹猫）和 5 种鸟类（白腹锦鸡、黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟、红隼）；云南省级重点保护动物 1 种（小鹿）；《濒危野生动植物种国际贸易公约附录物种名录》（2023 年）附录 II 的物种有 2 种哺乳类（北树鼩、豹猫）、4 种鸟类（黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟、红隼）。被列为《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》（2016 年）中濒危物种 2 种（黑眉锦蛇、滑鼠蛇），易危物种有 3 种，分别为颈槽蛇、黑线乌梢蛇和豹猫。6 种中国特有种，昆明龙蜥、颈槽	/	施工期	施工活动、施工场地	严禁猎杀野生动物；做好施工方式和时间的计划，尽量缩短工期；施工完毕后及时进行生态恢复；开展生态监测。

环境要素	保护对象	保护对象特征	相对位置及最近距离	保护时段	影响源	保护要求
		蛇、大蹼铃蟾、华西雨蛙、昭觉林蛙、滇蛙。				
	鱼类	无国家级、云南省级保护鱼类，无鱼类“三场”，无列入 CITES 附录动物及 IUCN 红色名录物种，无特有物种	蜻蛉河、双甸河	施工期	施工开挖河道	严禁捕鱼；做好施工方式和时间的计划，尽量缩短工期；施工完毕后及时进行河道恢复。
	公益林	主要为半湿润常绿阔叶林和暖温带针叶林，占用公益林地面积 0.96hm ²	施工区	施工期 运营期	施工占地	减少工程施工、占地对植被的影响；减缓工程建设对其产生的不利影响；施工结束后对裸露地表按照原有植被类型进行生态修复。按照《生态公益林建设导则》（GB/T18337.1-2001）、《生态公益林建设技术规程》（GB/T18337.3-2001）要求建设
环境敏感区	楚雄三峰山州级自然保护区	野生动植物	管道 10924m 位于楚雄三峰山州级自然保护区实验区	施工期 运营期	施工场地、施工活动	
	生态保护红线					

1.8 评价重点及评价时段

1.8.1 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）项目相关规划、法律法规分析其符合性；
- （2）项目选址的环境合理性分析；
- （3）施工期“三废”及噪声的排放对评价区环境造成的不利影响；
- （4）生态环境影响，包括自然植被、珍稀濒危动植物、鱼类、公益林、土地利用；对楚雄三峰山州级自然保护区的影响。

1.8.2 评价时段

评价时段为施工期和运营期。

1.9 评价工作程序

评价工作程序见图 1.9-1。

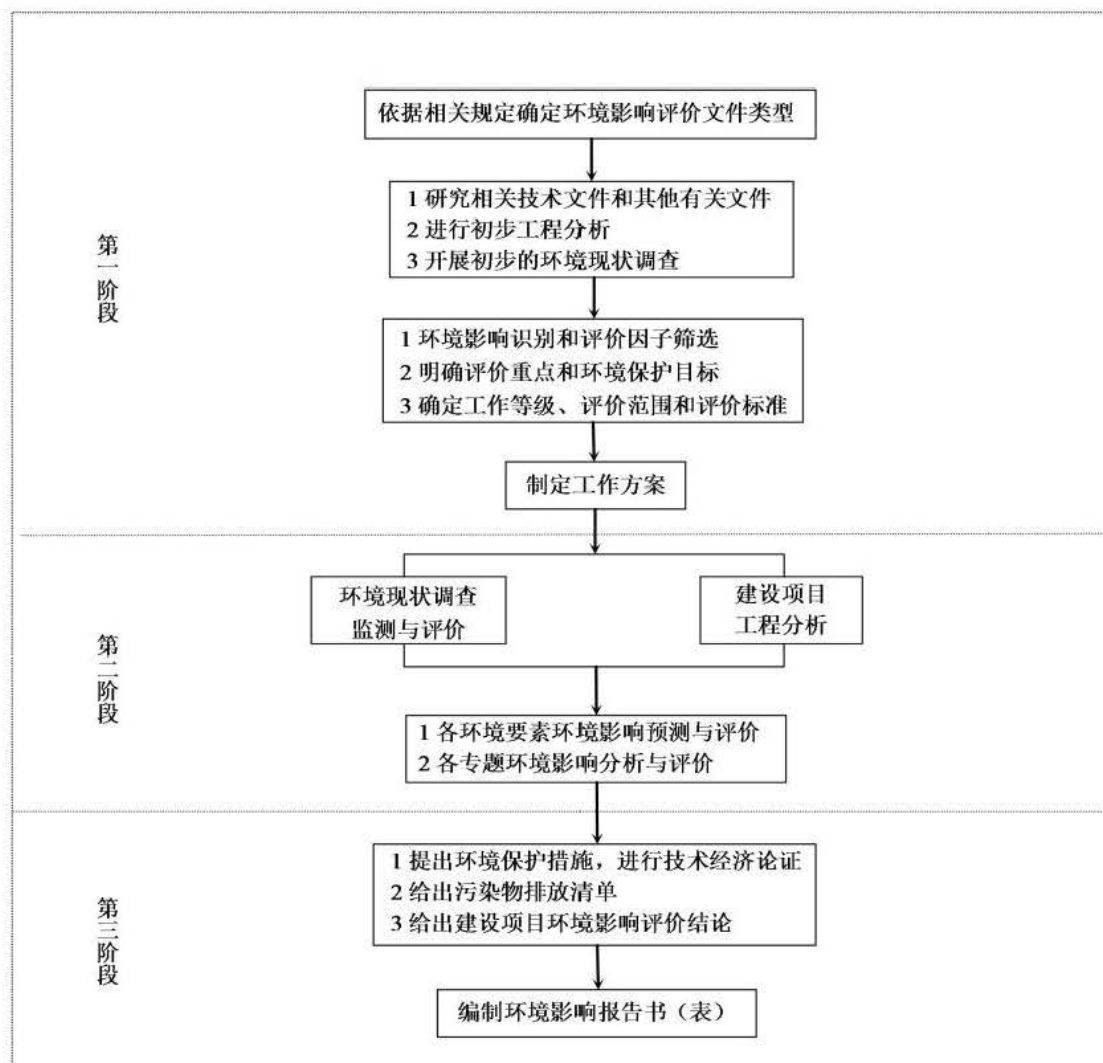


图 1.9-1 建设项目环境影响评价工作程序图

2 工程概况及工程分析

2.1 建设项目基本情况

项目名称：姚安县燃气支线管道建设项目

建设地点：起于中缅天然气管道 20#阀室（E101°18'12.934"、N25°12'05.172"），止于姚安门站（E101°14'45.454"、N25°31'09.353"）

建设单位：云南锦铎能源开发有限公司

建设性质：新建

工程规模：管道全长 45.8km，设计压力 4.0Mpa，供气规模 $0.358 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ ，管道采用 D219 无缝钢管，管道沿线设置 3 个阀门井

工程占地：占地面积 27.8529hm²，其中永久占地 0.0027hm²（阀门井）、临时占地 27.85hm²。

计划工期：建设期 6 个月

项目总投资：12662.83 万元

2.2 建设内容及规模

项目工程组成包括管道、阀门井。

项目组成见表 2.2-1。

表 2.2-1 项目组成一览表

工程	名称		建设内容及规模	备注
主体工程	管道工程		管道长度 45.8km，管径 D219mm，设计压力 4.0Mpa，供气规模 $0.358 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ 。管道埋深距离地表 $\geq 1.2\text{m}$ 。	
	穿越工程	公路	下穿 G5621 昆楚大高速连接线 1 次，穿越长度 54m，采用顶管+钢筋混凝土套管保护方式穿越，管顶距离路面 $\geq 1.2\text{m}$ 。	
			下穿 G227 线 1 次，穿越长度 28m，采用顶管+钢筋混凝土套管保护方式穿越，管顶距离路面 $\geq 1.2\text{m}$ 。	
			下穿 S220 线 14 次，其中定向钻穿越 2 次（474m/2 次），采用顶管+钢筋混凝土套管保护方式穿越 12 次（298m/12 次），管顶距离路面 $\geq 1.2\text{m}$ 。	
			下穿其余非等级水泥公路 52 次，穿越长度 496m，采用开挖+钢筋混凝土套管保护方式穿越，管顶距离路面 $\geq 1.2\text{m}$ 。	
		河流	下穿蜻蛉河 17 次，总穿越长度 141.8m，开挖穿越，管顶距离河床 $\geq 1.0\text{m}$ 。	
		地下管道、光缆、电缆穿越	下穿沟渠 12 次，开挖穿越，管顶距离河床 $\geq 1.0\text{m}$ 。	
临时工程	施工作业带		施工作业带宽度 6m，占地面积 26.17hm^2 。	
	施工场地		在定向钻施工区设置钻机场地（入土点）和回托管场地（出土点，共 7 个，全线共设置 2 处定向钻施工场地，占地面积 1.04hm^2 。其余利用施工作业带即可满足要求，不再单独考虑施工场地。	
	施工便道		施工便道以现有道路为主，整修施工便道长度约为 2.56km，占地面积 0.64hm^2 。	
	施工营地		不在现场设施工营地，依托沿线居民点。	
辅助工程	阀井		管道沿线设置 3 个阀井，每个阀井占地面积 9m^2 。阀井设置阀门，用于开启和关闭部分管网。	

工程	名称	建设内容及规模	备注
环保工程	警示标志	输气管道沿线设置标志桩 461 个及警示牌 34 个。	
	管道防腐	管道采用三层 PE 加强级防腐预制。热煨弯管外防腐采用三层辐射交联聚乙烯热收缩套虾米状搭接包覆；补口采用带配套底漆的三层辐射交联聚乙烯热收缩带。	
	水环境保护措施	管道试压废水经沉淀处理后 70%回用于下一段管道试压，剩余 30%用于施工作业带洒水降尘。管道分段试压，共设置 10 个废水沉淀池，单个容积 200m ³ ，布置在施工作业带内。	
		定向钻泥浆废水经沉淀处理后上清液用于施工作业带洒水降尘。管道设置 2 处定向钻施工场地，设置 2 个泥浆池，单个容积 40m ³ ，布置在施工作业带内。	
	大气环境保护措施	施工作业带洒水降尘。	
		临时堆土采取防尘网遮盖措施。	
	噪声污染防治	运输车辆采用篷布遮盖。	
		加强施工管理，合理安排施工时间、禁止夜间；施工运输车辆经过村庄路段采取限速、禁鸣。	
	固体废物防治	施工废料部分回收利用，不可回收部分送指定地点处置。	
		项目不设施工营地，生活垃圾依托当地村镇生活垃圾收运系统处置。	
	生态恢复	定向钻泥浆经固化后就地填埋。	
		对施工作业带、临时道路等临时占地进行植被恢复。	

表 2.2-2 主要工程量一览表

序号	工程内容	单位	数量	备注
一	管道长度	km	45.8	
二	管材			
1	无缝钢管 (L245N PSL2)			GB/T9711-2023
	D219×6.3 (三层 PE 加强级防腐)	km	27.8	
	D219×12 (三层 PE 加强级防腐)	km	3.1	
	D219×8.8 (三层 PE 加强级防腐)	km	0.2	
	D219×6.3 (裸管)	km	0.5	
2	无缝钢管 (20#)			GB/T8163-2018
	D219×6.3 (三层 PE 加强级防腐)	km	14.2	
三	管件			
1	热弯弯管制作、组装焊接	个	323	
四	管材焊接			
1	D219 焊口	口	6521	
2	焊接检验			
(1)	超声波探伤	口	6521	
(2)	X 射线探伤	口	6521	
五	穿越工程			
1	道路穿越			
(1)	S220 省道定向钻穿越	m/次	474/2	定向钻
(2)	S220 省道顶管穿越	m/次	298/12	顶管
(3)	G5621 昆楚大高速顶管穿越	m/次	54/1	顶管
(4)	G227 国道顶管穿越	m/次	28/1	顶管
(5)	乡村水泥路开挖加套管穿越	m/次	496/52	开挖加套管
(6)	土路开挖加钢筋混凝土盖板穿越	m/次	190/25	开挖加盖板
2	河流开挖穿越	m/次	294.2/35	开挖
3	与埋地管道交叉			
(1)	燃气管道	次	10	
(2)	其他管道	次	18	
六	水工保护			
1	草袋素土	m ³	12000	
2	浆砌石	m ³	15000	
七	土石方			

序号	工程内容	单位	数量	备注
1	管沟土方量	m ³	225752	
2	作业带土方量	m ³	7612	
八	征地			
1	临时征地			
(1)	施工作业带（一般地段带宽 6m、公路边沟敷设带宽 2m）	hm ²	26.17	
(2)	堆管场	hm ²	0.625	租用沿线空地
(3)	定向钻施工场地	hm ²	1.04	2 处定向钻
(4)	施工便道	hm ²	0.64	
2	永久征地（阀井）	m ²	27	3 个阀井
九	附属工程			
1	标志桩（转角桩、穿越桩、加密桩）	个	461	
2	警示牌	个	34	
3	警示带	km	45.8	

表 2.2-3 主要经济技术指标表

序号	项目	单位	数量	备注
一	设计规模			
1	设计规模	Nm ³ /a	0.358×10 ⁸	
2	设计压力	MPa	4	
二	管材耗量			
1	高压燃气管道	km	45.8	设计长度
三	项目投资总额	万元	12662.83	
四	劳动定员	人	0	由姚安门站调配

2.3 工程气源、目标市场

2.3.3 工程气源及气源参数

项目从中缅干线 20#阀室预留口接入。天然气主要成分见表 2.3-1，天然气物性参数表见表 2.3-2。

表 2.3-1 天然气组分

序号	组分	分子式	摩尔含量 (mol%)
1	甲烷	CH ₄	99.07
2	乙烷	C ₂ H ₆	0.12
3	丙烷	C ₃ H ₈	0.03
4	异丁烷	i-C ₄ H ₁₀	0.01
5	壬烷以上重烃	C ₉ H ₂₀₊	0.08
6	水	H ₂ O	0.01

7	二氧化碳	CO ₂	0.50
8	氮	N ₂	0.18
合计			100.00

表 2.3-2 天然气物性参数

水露点		≤-5℃在 10Mpa 下
烃露点		≤-5℃在 6.9Mpa 下
CH ₄	甲烷	>97% (Mole)
C ₅ +	戊烷及以上组分	≤0.08% (Mole)
H ₂ S	硫化氢	≤15mg/Nm ³
CO ₂	二氧化碳	≤2.5% (Mole)
TotalS	总硫	≤100mg/Nm ³
O ₂	氧气	≤0.5% (Mole)
Hg	汞	≤50μg/Nm ³
N ₂	氮气	不适用
GHV	高位发热量	950~1050BTU/SCF
入口温度		10~50℃

2.3.3 目标市场区域

项目目标市场范围为姚安县居民、商业、工业和汽车等天然气用户。

2.4 管道敷设

工程的线路走向大致为南—北走向，从中缅天然气管道 20#阀室接出后，主要沿 S220 省道敷设，途经南华县龙川镇上民村、大智阁村、梨园村、民家村、大村、戴家村、岔河村、丫口村、新村；姚安县太平镇太平村、者乐村、三角店村、岭丰村、白石地村；栋川镇仁和村、亦乐村、海埂屯村后接入姚安门站。

根据管道沿线地形地貌，全线大部分地段采用沟埋敷设为主，局部特殊穿越地段采用定向钻和顶管等非开挖方式敷设。

2.4.1 一般地段管道敷设

工程一般线路段管道全部采用沟埋式敷设方式。

(1) 作业带宽度

一般管道线路段无永久征地，除输气管道沿线阀井按永久征地外，其余均为临时占地。一般地段作业带宽度 6m。

(2) 管道埋深

项目管道管顶埋设深度不小于 1.2m。岩石、卵石、砾石地段管底应超挖 0.3m，并回填细土至管顶以上 0.3m，并用细土或细砂将深挖部分垫平后方可下管。石方段管沟回填时，应先用细土或细砂（最大粒径不应大于 3mm）回填至管顶以上 0.3m，方

可用土、砂或粒径小于 100mm 的碎石回填并压实。陡坡地段管沟回填应采取袋装土分段回填。管沟回填土应高出地面 0.3m。

2.4.2 特殊地段管道敷设

(1) 耕地段敷设

严格控制作业带宽度，尽量减少对耕地的破坏。耕地附着物清点完、征地赔偿后，才能进行施工作业带的清理平整。

①施工作业带及埋深

施工作业带宽度 6m，管道埋深一般不小于 1.2m。

②施工要求

a.修筑便道时，要充分利用当地道路、作业带或附近荒地开辟，尽可能减少对耕地的破坏。耕地作业带内运布管分段进行，每段不宜超过 2km，采用吊管机从每段两头分别进行布管，减少车辆进入，避免超占地发生。

b.施工开挖时应将地表 300mm 的耕作土（熟土）与下层土分别堆放，以便后期进行地貌恢复时仍然覆于地表，为复耕、复植创造条件，下层土应放置在靠近管沟的一侧。

c.将开挖出的生熟土采用临时遮盖、临时拦挡等措施围护，避免过多占地和水土流失。

③恢复要求

a.坚持“谁破坏、谁复垦”的原则，对作业带内杂物、弃土弃渣清理干净，进行原貌恢复。

b.地貌恢复使用的表层土必须为原地貌表面的熟土，恢复原有生态。

c.耕地段恢复后的高度不得高于或低于原地面，以免影响当地的灌溉，耕地段产生多余弃土可在整条线路其余段回填。

d.修复地貌原有的各项设施，并将由于施工需要修建的所有临时设施清除。

(2) 林地段敷设

严格控制作业带宽度，尽量减少对植被的破坏，取得林业用地手续后，才能进行施工作业带的清理平整。

①施工作业带及埋深

施工作业带宽度 6m，管道埋深一般不小于 1.2m。

②施工要求

- a. 尽量利用作业带，减少施工便道修筑。
- b. 管沟开挖和回填应严格执行表土剥离、分层堆放和分层回填，以利于植被生长。
- c. 林区段施工需要重点考虑防火要求。施工过程中严格遵守林区的各项森林防火规定，避免引发森林火灾。

③恢复要求

- a. 对作业带内杂物清理干净。
- b. 施工作业带范围内选择当地较为适合的浅根系草本植物进行栽植。

(3) 穿越河流段敷设

项目沿线穿越小型河流 35 次，采用开挖方式穿越。管道管顶埋设深度不小于 1.0m（距河床底部），施工作业带宽度 6m。

表 2.4-1 小型河流穿越统计表

名称	穿越长度/m	穿越次数	河流等级	穿越方式
蜻蛉河	141.8	17 次	小型河流	开挖
双甸河	152.4	18 次		
合计	294.2	35 次		

(4) 穿越公路段敷设

管道穿越 G5621 昆楚大高速连接线 1 次、G227 国道 1 次、S220 省道 14 次，穿越其余非等级水泥公路 52 次。管线穿越公路情况详见表 2.4-2。

表 2.4-2 管道穿越道路情况一览表

名称	公路等级	穿越长度（m/次）	穿越方式
G5621 昆楚大高速连接线	高速公路	54/1	顶管+套管
G227 国道	二级公路	28/1	顶管+套管
S220 省道	二级公路	474/2	定向钻
	二级公路	298/12	顶管+套管
非等级水泥公路	四级以下	496/52	开挖+盖板

(5) 沿公路边沟敷设

管道沿 S220 省道边沟底部平行敷设 7 段，长度 3.27km，采用开挖施工，不破坏道路。管道管顶埋设深度不小于 1.2m，施工作业带宽度 2m。

(7) 与其他管道交叉、并行敷设

项目管道部分与已建国防光缆并行，按照《输气管道工程设计规范》（GB 50251-2015），与已建国防光缆净间距不小于 6m，沿线不采用爆破方式开挖。

项目管道与其他管道交叉时，垂直净距不小于 0.3m，与电（光）缆交叉时，垂直净距不小于 0.5m，并对穿越电（光）缆设置护缆角钢保护。

（8）穿越生态环境敏感区段敷设

项目管道穿越楚雄三峰山州级自然保护区实验区和生态保护红线，穿越自然保护区实验区长度为 10924m，穿越生态保护红线 557m。

①敏感区地段管道施工，严格控制施工作业带宽度不大于 6m。

②管道施工时设置隔离设施和明显的警示标志。

③管道防腐采用加强级。

④结合地质情况、地形地貌适当增加埋深，管道环焊缝采用 100%DR 检测和 100%超声波探伤。

2.5 管道防腐与阴极保护

2.5.1 管道防腐

D219 埋地管道采用三层 PE 加强级防腐层预制。三层 PE 全部采用最高设计温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ 的常温型（N）加强级（S），D219 管道三层 PE 防腐层厚度应 $\geq 2.7\text{mm}$ ，管道防腐质量应符合《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》（GB/T23257-2017）的相关要求。

热煨弯管防腐热收缩套包覆方式。

2.5.2 阴极保护

阴极保护采用牺牲阳极电流阴极保护法。管道沿线埋设牺牲阳极 368 支，并设置测试桩 92 支。

2.6 管道沿线附属设施

管道沿线设置标志桩 461 个及警示牌 34 个。

管道全线敷设宽 400mm，长 45.8km 的警示带，警示带埋设在管顶以上 0.5m。

管道沿线设置 3 个阀井，钢混结构，单个占地面积 9m^2 ，阀井内安装 1 台 PN4.0MPa DN200 焊接式手动球阀。

2.7 施工组织规划

2.7.1 施工条件

(1) 施工用水

管道线路施工用水主要为套管混凝土垫层用水、挡墙施工用水、管道试压用水，施工过程中一般都根据线路周边水源情况确定取水方案，线路附近有水源的，可就近接取水管引用河水，如线路附近无任何水源，则可考虑采用水车就近输送来满足施工用水。

(2) 建筑材料

管件材料、工程所需水泥、钢材、焊接材料等均可外购，通过既有公路运输至工地；其他所需砂石料均就近采购，不单独设置砂石料场。

(3) 施工交通

管道整体沿 S220 敷设，同时沿线分布有乡村道路网，交通较为便捷，施工运输主要依靠上述道路进行。

项目实际施工过程主要依托 S220 省道、G227 国道、县乡道路、机耕道路以及施工作业带，局部地段现有机耕道、乡村道路，道路路窄弯急，路面为土路，不能满足运管要求，对现有机耕道进行整修，修整便道长度 2.56km，占地 0.64hm²。

管道位于环境敏感区内施工交通依托 S220 省道、县乡道路、机耕道路和施工作业带，不修建施工便道。

2.7.2 施工“三场”设置

(1) 施工营地和堆管场

施工过程中不单独建设施工营地，租用附近民房作为施工营地。

施工过程中租用沿线空地管材存放和保管，管道每天的需求量直接从堆放场运至管道施工作业带堆放即可。

(2) 砂石料场、弃土场、临时堆土场

砂石料等建筑材料均通过购买的方式，不单独设置砂石料场。

项目管沟开挖回填后少量多余土方就近平摊于作业带内，无永久弃渣产生。

项目管沟开挖土石方临时堆放在施工作业带内，表土单独堆放，不设置专门的临时堆土场和表土堆场。

(3) 施工场地

项目一般路段开挖施工、穿河开挖施工、顶管施工均在施工作业带内进行，无须

设置单独施工场。

管道沿线穿 S220 省道 2 次采用定向钻施工。定向钻施工工艺较复杂，涉及的机具设备较多，需要单独布设出、入土点。定向钻工程入土点场地大小为 $60\times 60\text{m}$ ，出土点场地大小为 $40\times 40\text{m}$ ，临时占地面积 1.04hm^2 。

定向钻施工场地不在环境敏感区范围，占地类型为空气、耕地（非基本农田）和园地。

2.7.3 土石方平衡

根据《姚安县燃气支线管道建设项目水土保持方案可行性研究报告》，项目建设共开挖土石方 23.33万 m^3 ，其中剥离表土 3.46万 m^3 、一般土石方开挖 19.87万 m^3 ；回填土石方 23.33万 m^3 ；土石方内部调运 0.06万 m^3 ；无永久弃方产生。

2.7.4 施工方法

管线路由确定后，进行作业线路清理、修整部分施工便道，在完成管沟开挖，河流、公路穿越等基础工程后，将钢管运至各施工现场。将管段及必要的弯头等组装后，用人工或自动方式焊接，并检查焊缝、进行管道防腐，再按管道施工规范下到管沟内，安装无误后，对管道进行清管、试压及干燥，合格后进行覆土回填。清理作业现场并恢复地貌，管道试运行正常并验收合格后投入运营。

（1）施工作业带清理

施工前，需对施工作业带占地进行清理、平整。考虑到施工运输设备和管道的焊接安装场地的要求，工程一般施工作业带宽度为 6m ，沿公路边沟敷设段施工作业带宽度为 2m 。穿越耕地、林地、环境敏感区等特殊地段应在保证施工手段展开的前提下，尽量减少作业带宽度。

施工作业带清理、平整应遵循保护农田、植被及配套设施，减少或防止产生水土流失的原则，施工作业带只进行临时性征用土地，

施工完毕后应立即恢复原有状态。在施工作业带范围内，对于影响施工机具通行或施工作业的石块、杂草、树木应清理干净，沟、坎应予平整，有积水的地势低洼地段应排水。施工作业带清理时，应注意对土地的保护，减少或防止产生水土流失，应尽量减少破坏地表植被。

项目实际施工过程主要依托 S220 省道、G227 国道、县乡道路、机耕道路以及施工作业带，局部地段现有机耕道、乡村道路，道路路窄弯急，路面为土路，不能满足

运管要求，对现有机耕道进行整修，修整便道长度 2.56km，占地 0.64hm²。

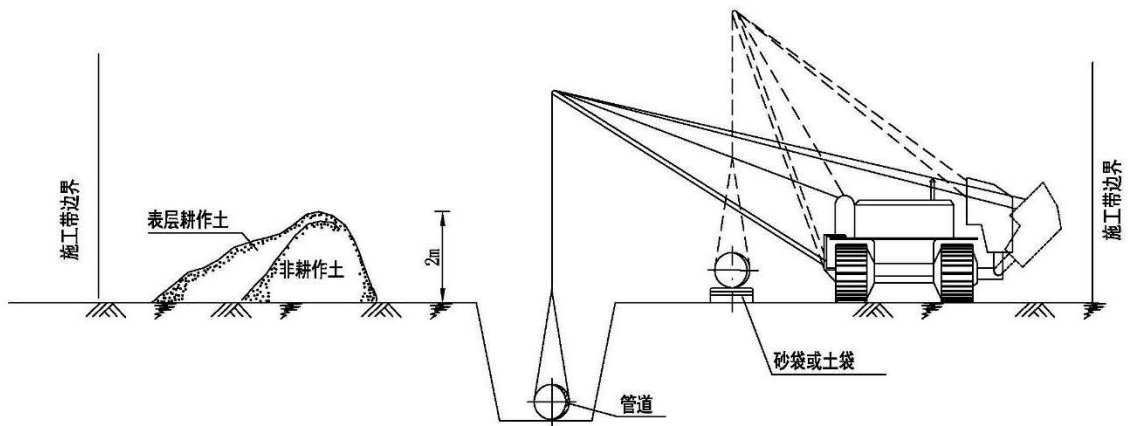


图 2.7.1 施工作业带布置图

(2) 管沟开挖

①一般地段管道敷设

一般地段管沟采取机械开挖，部分特殊地段采用人工开挖，管沟开挖断面宽约 1.2m，深约 2.0m。一般地段管沟开挖时，管顶覆土深度要求不小于 1.2m。

在耕作区开挖管沟时，将地表 300mm 的耕作土（熟土）与下层土分别堆放在施工作业带内的管沟一侧，下层土应放置在靠近管沟的一侧，表层耕作土放置在下层土的外侧，以便后期进行地貌恢复时仍然覆于地表，为复耕、复植创造条件。管节及施工机械布置在管沟另一侧，施工布置不得超出施工作业带范围。

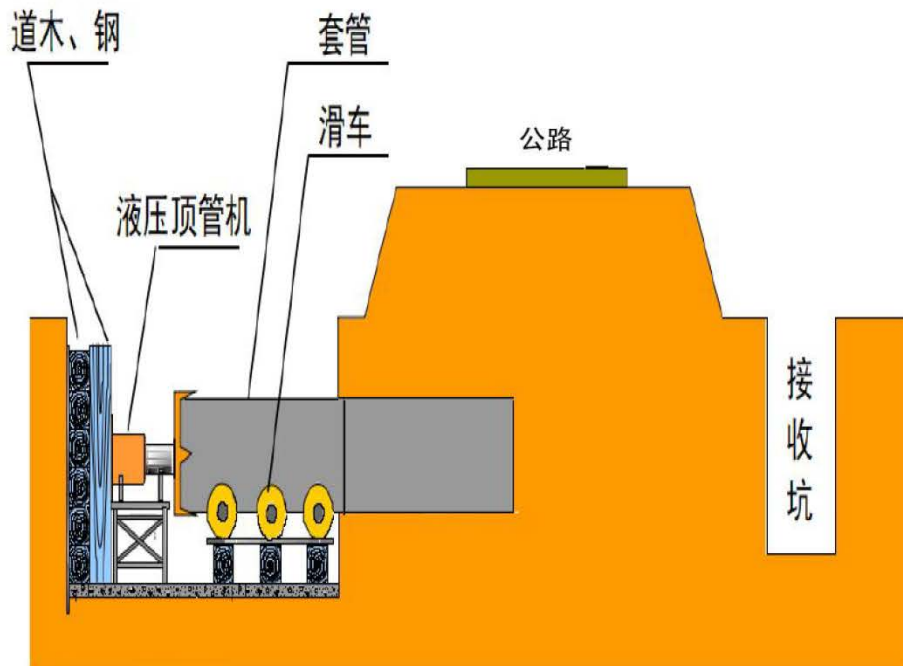
管道在通过石方段时，管沟应超挖 0.2m，在经过一些沟渠、陡坎时，为满足管道的弹性敷设要求及管道的轴向稳定性，局部地段应适当挖深，管沟宽度适当放大。作业中断或作业后，开挖面应做成稳定边坡。机械开挖作业时，必须避开建（构）筑物、管线。沟槽中基底干燥到能满足施工条件后，工人利用铁锹对槽底进行清理，修整管基础，做好边坡。

②穿越工程施工

a. 顶管穿越施工

项目公路顶管穿越采用套管加顶管的方式，顶管施工技术是国内外比较成熟的一项非开挖敷设管线的施工技术，该技术分为泥水平衡法、土压平衡法和人工掘土顶进法。项目采用的是采用大推力的千斤顶直接将预制套管压入土层中，再在管内采用人工或机械掏挖土石、清除余土而成管的施工方法。主要分为测量放线、开挖工作坑、铺设导向轨道、安装液压千斤顶、吊放混凝土预制管、挖土、顶管、再挖土、再顶管、

竣工验收等工序。



穿越公路纵断面图

图 2.7.2 顶管施工示意图及穿越公路断面图

b. 定向钻穿越施工

项目穿越 S220 省道有 2 处采用定向钻施工，工程采用水平定向钻的穿越方式通过，每处定向钻穿越水平长度 237m。

定向钻施工流程如下：

I. 测量放线

根据穿越施工图设计的穿越控制桩及线路定位桩坐标点，引出相对坐标点和标高，

测量、放出管沟的中心线位置。

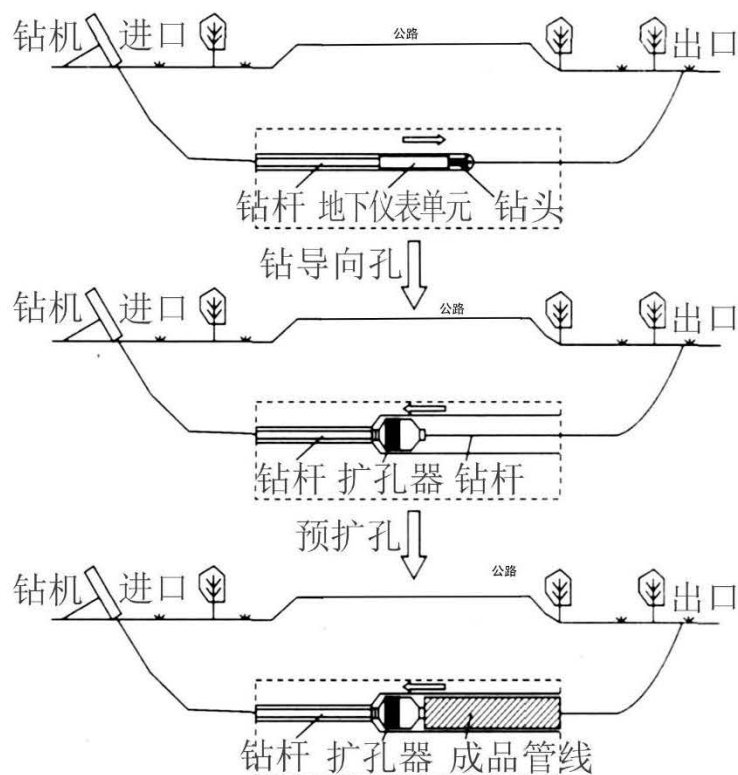
II. 导向孔及扩孔

钻导向孔时，钻杆折角不应超过 5.4° 。导向孔实际曲线与设计曲线的偏差不应大于穿越长度的 1%，且偏差应符合下表规定。导向孔实际曲线与设计穿越曲线的偏差不大于 1%。且横向偏差 $\pm 1\text{m}$ ；上下偏差 $+0\sim-2\text{m}$ ，出土点横向偏差 $\pm 1\text{m}$ ，纵向偏差 $+1\sim-1\text{m}$ 。扩孔直径应不小于 1.5 倍管径。

III. 回拖

扩孔完成以后，成品管道即可拖入钻孔。管道预制应在钻机对面的一侧完成。扩孔器一端接上钻杆，另一端通过旋转接头接到成品管道上。回拖由钻机完成，该过程同样需要泥浆配合，回拖过程要连续进行直到扩孔器和成品管道自钻机一侧破土而出。

IV. 地貌恢复



回填完成以后，设备退场，然后进行场地清理、发送沟回填地貌恢复。

图 2.7.3 定向钻施工示意图

c. 穿河开挖施工

项目穿越河道均为小型河流，地势平缓，河水较浅，水流量小，采用开挖方式穿越河流。

对于沿线所经过的季节性河流，施工作业一般选在枯水期进行，枯水期施工无需

导流、围堰措施。若确需在有水时施工，需采取导流、围堰措施。

I。首先开挖导流渠，其横断面根据河水流量情况确定。

II。完成导流沟开挖后，立即进行围堰施工，围堰形式可以采用草袋围堰、草土围堰、竹笼围堰等，根据穿越地段的土质情况、管道埋深和河流流向，确定河流上游和下游两道围堰之间的距离，围堰尺寸分别为：顶宽 3m~5m，坡度为 1:1~1:1.5，堰高应高于河面 1m~1.5m。考虑到围堰的防渗功能，可在围堰的迎水面上用无纺布做防渗层。

III。在完成围堰施工后，立即采用水泵进行抽水，将上、下游堰体内的积水排到堰外。

IV。开挖管沟，并进行管道焊接、安装施工，采用管段上加混凝土压块进行稳管处理，管道埋深在河底稳定层中，管顶埋深约在河流最大冲刷层以下 1m。

V。最后进行管沟回填（回填物由下至上由细到粗，河床底砌筑干砌片石，两岸陡坡设浆砌块石护岸）、围堰拆除、导流沟回填，恢复原貌。

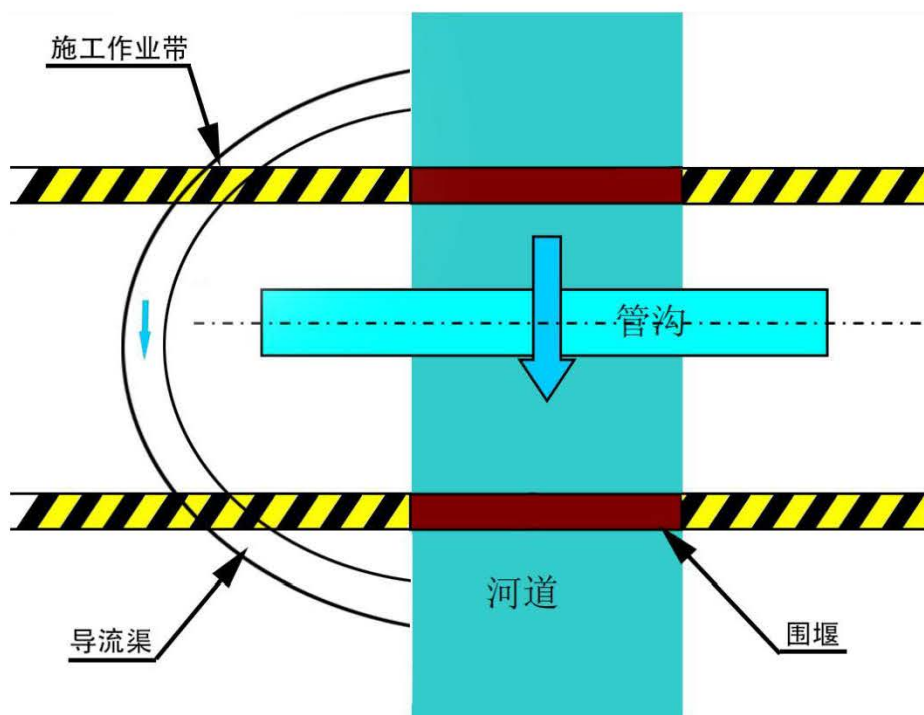


图 2.7.4 穿河围堰施工示意图

(3) 管材准备

将管材防腐绝缘后运到施工现场，按照施工规范，进行布管、组装焊接、无损探伤。

管道直管段防腐及弯管防腐均在管道制造厂内完成，现场不需再防腐；焊道补口

补伤在现场完成，补口补伤采用热收缩套；管道焊接及检验按照《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369-2014）进行。

（4）下管

对于一般地段，管沟开挖基础工程完成后，采用专用起吊工具将完成焊接、防腐的管材起吊、轻放至开挖好的管沟。

（5）分段清管

管沟回填后，对管段进行分段清管。项目采用清管器进行清管，清管器接收装置应选择在地势较高且 50m 内没有建筑物和人口的区域内，并应设置警示装置。

分段清管时，设临时收发、球清管装置，管道首端安装发球筒、末端安装收球筒。清管时，将清管器置于发球筒中，用空压机将空气介质从发球端注入空气，清管器在两侧空气压差作用下，移动并推动管内杂质，最终杂质及清管器由管道末端（设有收球筒）推出。

（6）分段试压、干燥

分段清管后，需进行分段试压试验，内容为管段强度试压试验和严密性试压试验。项目采用清洁水作为试压介质，试压水取自附近村镇供水管网。

分段试压过程为：首先连通上水流程向管线内注水，注水点选在管道的较低端，管道的高端放气；注满水后，关闭放空阀门，接高压泵车开始进行水压试验，先缓慢升至 1.5 倍设计压力，稳压 4 小时，压降值不大于 0.1MPa 强度试验合格；之后缓慢降压至设计压力，进行严密性试验，稳压 24 小时，压降值不大于 0.063MPa，严密性试验合格。最后将试压管段两端放空阀打开进行放空，管道内压力降为常压。水压试验如不符合设计要求，将试压管段两端放空阀门打开进行放空，修补漏点后重新进行试压。

管道试压合格后，采用预干燥压缩空气对管道进行干燥吹扫，管道干燥气体吹扫时，在管道末端配置水露点分析仪，干燥后排出气体水露点值应连续 4h 低于 -15℃（常压下的露点），变化幅度不大于 3℃为合格。

管道沿线试压段划分，由施工单位根据地形、水源等条件而综合确定。

（7）空气置换

项目设计采用氮气进行置换空气工作，以保证在未投产前管内的防锈蚀和天然气进气时的安全。项目投运时，再用天然气置换管道内的氮气。

（8）管沟回填

管道试压合格后应及时进行管沟回填。耕作土地段的管沟应分层回填，应将表面耕作土置于最上层。管沟回填前宜将阴极保护测试线焊好并引出，待管沟回填后安装测试桩。管道穿越地下电缆、管道、构筑物处的保护处理，应在管沟回填前按设计的要求配合管沟回填施工。

（10）埋设三桩一牌

管道主体工程完毕后，埋设三桩一牌。线路三桩一牌，包括里程桩、阴保测试桩、标志桩（转角桩）、警示牌。

（11）埋设三桩一牌

管道主体工程完毕后，埋设三桩一牌。线路三桩一牌，包括里程桩、阴保测试桩、标志桩（转角桩）、警示牌。

（12）地表恢复

清理施工作业现场、恢复地貌、复耕或恢复地表植被。

2.7.5 施工进度

项目预计 2025 年 3 月开工，2025 年 8 月完工，总工期为 6 个月。

2.7.6 工程占地

工程占地面积 27.8527hm²，其中永久占地面积 0.0027hm²，临时占地面积 27.85hm²。项目占用耕地面积 18.7527hm²，占用园地面积 1.4hm²，占用林地面积 4.22hm²，占用草地面积 0.56hm²，占用水域面积 0.17hm²，占用交通设施用地面积 1.25hm²。项目占地及主要地类见表 2.7-1。

表 2.7-1 项目占地类型统计表

土地利用类型	项目占地		
	永久占地面积 (hm ²)	临时占地面积 (hm ²)	合计
耕地	0.0027	18.75	18.7527
园地	0	1.4	1.4
林地	0	4.22	4.22
草地	0	0.56	0.56
水域	0	0.17	0.17
交通	0	1.25	1.25
其他	0	1.5	1.5
合计	0.0027	27.85	27.8527

2.7.7 拆迁安置

项目不涉及居住人口和房屋，无搬迁安置人口。

3 工程分析

3.1 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，项目属于第一类 鼓励中“七、石油天然气 2、原油、天然气、液化天然气、成品油的储存和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设、技术装备开发与应用”。

项目于 2024 年 3 月 25 日取得楚雄彝族自治州发展和改革委员会“关于姚安县燃气支线管道建设项目核准的批复”（楚发改能源〔2024〕88 号）。

项目属于《楚雄州纳入国家“十四五”规划〈纲要〉102 项重大工程项目表》中内容。

项目符合国家、地方产业政策。

3.2 与相关法律法规及条例的符合性分析

3.2.1 与《中华人民共和国水污染防治法》符合性

项目与《中华人民共和国水污染防治法》符合性分析见表 3.2-1。

表 3.2-1 项目与《中华人民共和国水污染防治法》对照分析

相关内容（摘要）		本项目	符合性
第三十三条	禁止向水体排放油类、酸液、碱液或者剧毒废液。	项目穿越河流采用围堰施工，不向水体排放油类、酸液、碱液或者剧毒废液。管道试压废水主要污染物为 SS，经沉淀处理后部分回用，剩余部分用于施工作业带洒水降尘。	符合
第三十七条	禁止向水体排放、倾倒工业废渣、城镇垃圾和其他废弃物。	项目施工产生的土石方临时堆放在施工作业带内，施工结束后全部回填，不向水体排放固体废物。	符合

根据表 3.2-1，项目建设符合《中华人民共和国水污染防治法》相关要求。

3.2.2 与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022）》符合性

根据推动长江经济带发展领导小组办公室发布的《关于印发〈长江经济带发展负面清单指南（试行，2022）〉的通知》（长江办〔2022〕7 号），项目符合性分析见表 3.2.2。

表 3.2.2 项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022）》对照分析

序号	相关内容	项目情况	符合性
1	禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目，禁止建设不符合《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目。	不涉及	符合

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

根据表 3.2-2，项目不涉及《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022）》中禁止建设内容。

3.2.3 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）》符合性

根据云南省推动长江经济带发展领导小组办公室《关于印发〈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）〉的通知》（云发改基础〔2022〕894 号），项目符合性分析见表 3.2-3。

表 3.2-3 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）对照分析

序号	细则内容	建设项目	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—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。	不涉及	符合
2	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止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。	不涉及	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。	不涉及	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。	不涉及	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。	不涉及	符合
6	禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在金沙江岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在金沙江干流、九大高原湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。	不涉及	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地过江基础设施项目；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。	不涉及	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。	不涉及	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的改建除外。	不涉及	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。	不涉及	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	不涉及	符合

	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。		
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、安全等不达标产能和技术落后产能。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目，推动退出重点高耗能行业“限制类”产能。禁止建设高毒高残留以及对环境影响大的农药原药生产装置，严控尿素磷、电石、焦炭、黄磷、烧碱、纯碱、聚氯乙烯等行业新增产能。	项目属于基础设施，为鼓励类项目	符合

根据表 3.2-3，项目不涉及《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）》中禁止建设内容。

3.2.4 与《中华人民共和国自然保护区条例》符合性

项目与《中华人民共和国自然保护区条例》的相关规定对照情况如下表所示。

表 3.2-4 项目与《中华人民共和国自然保护区条例》对照分析

	相关内容	本项目	符合性
第二十六条	禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外。	项目管道有 10924m 位于楚雄三峰山州级自然保护区实验区。项目管道无法避让自然保护区，楚雄彝族自治州发展和改革委员会已出具《关于姚安县燃气支线管道建设项目楚雄三峰山自然保护区段输气线路选址唯一性和不可避让的确认意见》。 项目属于基础设施，不属于开发性、生产性建设活动，为对生态功能不造成破坏的有限人为活动，符合《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）中要求。	符合
第三十二条	在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的实验区内已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补救措施。	项目管道有 10924m 位于楚雄三峰山州级自然保护区实验区，不涉及核心区。 项目属于基础设施，不属于开发性、生产性建设活动和生产设施。 项目在自然保护区实验区内占地为临时占地，施工结束后进行复垦或植被恢复。 项目只要加强管理并采取切实可行的环保措施，工程施工期和运行期均不会破	符合

	坏保护区资源或污染保护区环境，满足条例要求。	
--	------------------------	--

根据表 3.2-4，项目建设符合《中华人民共和国自然保护区条例》的相关规定。

3.2.5 与《云南省自然保护区管理条例》符合性

项目与《云南省自然保护区管理条例》符合性分析见表 3.2-5。

表 3.2-5 项目与《云南省自然保护区管理条例》对照分析

《云南省自然保护区管理条例》内容		本项目	符合性
第十四条	实验区经同级有关自然保护区行政主管部门批准可以从事参观考察、旅游及驯化、繁殖珍稀濒危野生动植物等活动；不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。	项目属于基础设施，不属于开发性、生产性建设活动和生产设施。 项目在自然保护区实验区内占地为临时占地，施工结束后进行复垦或植被恢复。 项目只要加强管理并采取切实可行的环保措施，工程施工期和运行期均不会破坏保护区资源或污染保护区环境，满足条例要求。	符合

根据表 3.2-5，项目建设符合《云南省自然保护区管理条例》相关要求。

3.2.6 与《云南省生物多样性保护条例》符合性

项目与《云南省生物多样性保护条例》对照分析见下表。

表 3.2-6 项目与《云南省生物多样性保护条例》对照分析

相关内容		本项目	符合性
第二十四条	任何单位和个人不得擅自向自然保护区引进外来物种。确需引进的，应当依法办理审批手续，并按照有关技术规范进行试验。	项目施工作业带临时占地植被恢复物种为当地物种，不引进外来物种；施工过程中严格管理，禁止带入外来物种。	符合
第二十五条	禁止扩散、放生或者丢弃外来入侵物种。		符合
第二十九条	新建、改建、扩建建设项目以及开发自然资源，应当依法开展环境影响评价。对可能造成重要生态系统破坏、损害重要物种及其栖息地和生境的，应当制定专项保护、恢复和补偿方案，纳入环境影响评价。	项目占地范围未涉及保护和濒危植物，项目占地受影响的植被及植物在该地区分布较广、面积较大，项目建设不会造成重要生态系统破坏。 项目占地及其影响范围内无重要物种栖息地及其生境，项目建设不会损害重要物种及其栖息地和生境。工程建设将使动物的栖息和活动场所缩小，结果迫使原栖息在这一带的动物迁往其他生境适宜的地区，但不会导致任何物种的消失，种群在一段时间内将会有大的波	符合

	相关内容	本项目	符合性
		动，最后随着工程建设的结束，生态环境逐渐恢复，种群又会得以恢复。	

根据表 3.2-6，项目建设符合《云南省生物多样性保护条例》的相关规定。

3.2.7 与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024—2030 年）》的符合性

《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024—2030 年）》中“优先领域二、强化生物多样性保护体系 优先行动 7：加强生态空间管控”要求：……有序推动生态保护红线勘界定标，推进生态保护红线监管平台建设，加强人为活动管理管控，强化生态环境监督，确保生态保护红线生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。优化生物多样性保护优先区域，强化区内大中型建设工程项目及矿产、能源、旅游等自然资源开发项目生物多样性影响评价，并加强事中事后生物多样性影响监测评估。

项目不涉及云南省生物多样性保护优先区域。

项目管道涉及生态红线长度 557m，占用生态红线管道敷设在道路边沟、耕地下方，施工过程中不破坏植被，施工结束后即可恢复原有功能，不会导致生态保护红线生态功能降低，不会减少生态保护红线功能面积，不会改变不少生态保护红线功能性质。

项目管道涉及三峰山州级自然保护区实验区，涉及长度 10924m。项目管道涉及自然保护区段已开展生物多样性评价，根据生物多样性评价结论，项目建设对三峰山州级自然保护区实验区生物多样性影响小。

综上，项目符合《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024—2030 年）》中相关要求。

3.2.8 与《云南省主体功能区规划》符合性

三峰山州级自然保护区属于《云南省主体功能区划》中禁止开发区域，管制原则：依据《中华人民共和国自然保护区条例》《云南省自然保护区管理条例》、本规划以及自然保护区总体规划进行管理。项目管道涉及三峰山州级自然保护区实验区，涉及长度 10924m。项目属于基础设施建设，不属于排放污染物的建设项目，不属于自然保护区实验区禁止建设内容，符合《中华人民共和国自然保护区条例》、《云南省自然保护区管理条例》要求。

项目姚安段属于《云南省主体功能区划》中国国家级农产品主产区（限制开发区域），农产品主产区要以大力发展高原特色农业为重点，切实保护耕地，稳定粮食生产，发展现代农业，增强农业综合生产能力，增加农民收入，加快建设社会主义新农村，有效增强农产品供给保障能力，确保国家粮食安全和食品安全。项目占用耕地为临时占用，施工结束后复耕，对农业生产影响小。

项目南华段属于《云南省主体功能区划》中国国家级重点开发区，发展方向和开发原则：保护生态环境，做好生态环境、基本农田等的保护规划，切实保护好耕地、水域、林地等绿色空间，减少工业化和城镇化对生态环境的影响，避免出现土地过多占用和环境污染等问题。项目占用耕地为临时占用，施工结束后复耕，对农业生产影响小。项目施工期采取措施后对环境的影响小，运营期无污染物排放。

综上，项目与《云南省主体功能区划》不冲突。

3.2.9 与《云南省生态功能区划》符合性

项目属于《云南省生态功能区划》中的III1-4 金沙江分水岭红岩山原水源涵养生态功能区，保护措施与发展方向为封山育林，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。项目建设对自然植被破坏小，施工期结束后可进行植被恢复。因此不违反《云南省生态功能区划报告》的相关规定。

因此，项目建设不违反《云南省生态功能区划报告》的相关规定。

3.2.10 与生态保护红线符合性

（1）与云南省生态保护红线的关系

2022年11月15日，云南省自然资源厅办公室以云自然资办便笺〔2022〕1054号《云南省自然资源厅办公室关于正式应用“三区三线”划定成果数据作为报批建设项目用地依据的通知》规定：全省统一于11月15日起正式应用下发的“三区三线”划定成果，作为建设项目用地组卷报批审查、矿业权出让登记的依据。

经核查，项目线路工程穿越哀牢山—无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线（264m）、金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线（293m），穿越段共计557m。

（2）相关政策符合性分析

项目与生态保护红线相关政策符合性分析对照分析见下表。

表 3.2-7 项目生态保护红线相关政策对照分析

相关文件	相关内容（摘要）	本项目	符合性
《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）	第一（一）条提出：“除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动”。	项目属于天然气管道基础设施，工程沿线已尽可能避让生态保护红线，部分管道受限于民房、地形，无法完全避让生态保护红线。 项目共计 4 段穿越生态保护红线，其中 2 段敷设在耕地中，2 断沿公路边沟敷设，涉及生态保护红线管道邻近 S220 省道，施工条件好，施工作业带宽度可缩减，施工过程中占地为耕地和公路设施用地，不破坏自然植被，对生态保护红线功能影响小，不会对生态功能造成破坏，不影响整体生态系统功能发挥。	符合
《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）	第二（五）条提出：“对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，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。”	项目属于天然气管道基础设施，工程沿线已尽可能避让生态保护红线，部分管道受限于民房、地形，无法完全避让生态保护红线。 楚雄彝族自治州发展和改革委员会已出具《关于姚安县燃气支线管道建设项目楚雄三峰山自然保护区段输气线路选址唯一性和不可避让的确认意见》。 项目共计 4 段穿越生态保护红线，其中 2 段敷设在耕地中，2 断沿公路边沟敷设，涉及生态保护红线管道邻近 S220 省道，施工条件好，施工作业带宽度可缩减，施工过程中占地为耕地和公路设施用地，不破坏自然植被，对生态保护红线功能影响小，不会对生态功能造成破坏，不影响整体生态系统功能发挥。	符合
《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》（厅字〔2019〕48号）	第二（四）条提出：“生态保护红线内，自然保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：……必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。”	项目属于天然气管道基础设施，工程沿线已尽可能避让生态保护红线，部分管道受限于民房、地形，无法完全避让生态保护红线。 楚雄彝族自治州发展和改革委员会已出具《关于姚安县燃气支线管道建设项目楚雄三峰山自然保护区段输气线路选址唯一性和不可避让的确认意见》。 项目属于《楚雄州纳入国家“十四五”规划〈纲要〉102 项重大工程项目表》中内容，工程建设符合县级以上国土空间规划。	符合
《自然资源部	第一条（一）提出“规范管	项目属于《楚雄州纳入国家	符

相关文件	相关内容（摘要）	本项目	符合性
生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）	控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护区核心区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动……6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造……”	“十四五”规划《纲要》102项重大工程项目表》中内容，工程建设符合县级以上国土空间规划。 项目属于基础设施，不属于开发性、生产性建设活动，为对生态功能不造成破坏的有限人为活动。	符合
《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98号）	第一条（一）提出“生态保护红线内，自然保护区核心区原则上禁止人为活动；自然保护区核心区外禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。有限人为活动范围按照《有限人为活动准入目录》（以下简称《准入目录》，详见附件）进行管控。有限人为活动应尽量避让自然保护区、风景名胜区等自然保护区、饮用水水源保护区、世界自然遗产地、重要湿地、九大高原湖泊生态黄线内等特殊区域，确实无法避让的应符合法律法规规定。”	项目属于天然气管道基础设施，工程沿线已尽可能避让生态保护红线，部分管道受限于民房、地形，无法完全避让生态保护红线。 楚雄彝族自治州发展和改革委员会已出具《关于姚安县燃气支线管道建设项目楚雄三峰山自然保护区段输气线路选址唯一性和不可避让的确认意见》。 项目属于《有限人为活动准入目录》中的“燃气管道线性基础设施”。 项目属于《楚雄州纳入国家“十四五”规划《纲要》102项重大工程项目表》中内容，工程建设符合县级以上国土空间规划。	

根据表 3.2-7，项目建设符合生态保护红线相关政策的要求。

3.2.11 与公益林相关法律法规符合性

项目占用省级公益林地面积 0.96hm²，不占用国家级公益林，占用性质为临时占用。

项目与《云南省地方公益林管理办法》（云林规〔2019〕2号）符合性分析见下表。

表 3.2-8 项目与公益林相关法律法规对照分析

序号	相关要求	项目情况	符合性
云南省地方公益林管理办法	第二十五条 严格控制勘查、采矿和工程建设使用公益林地。纳入生态红线范围的公益林，按生态管控红线相关要求执行；未纳入生态红线范围、确需使用的公益林，	项目属于基础设施建设，占用的公益林不属于生态红线保护范围。项目应严格按照《建设项目使	符合

序号	相关要求	项目情况	符合性
	由县级以上林业和草原主管部门进行核查，严格按照相关规定办理使用林地和林木采伐手续。经同意使用的国家级和省级公益林地，应当实行占补平衡并按本办法相关规定完善手续。	用林地审核审批管理办法》有关规定，办理使用林地审核手续。	

根据表 3.2-8，项目符合《云南省地方公益林管理办法》（云林规〔2019〕2 号）中相关保护要求。

3.2.12 与生态环境分区管控符合性

经查询，项目涉及南华县生态保护红线优先保护单元（ZH53232410001）、南华县一般生态空间优先保护单元（ZH53232410002）、南华县农业农村面源污染重点管控单元（ZH53232420004）、南华县一般管控单元（ZH53232430001）、姚安县生态保护红线优先保护单元（ZH53232510001）、姚安县一般生态空间优先保护单元（ZH53232510002）、姚安县农业农村面源污染重点管控单元（ZH53232520004）、姚安县一般管控单元（ZH53232530001）。

项目与《楚雄州生态环境分区管控动态更新实施方案（2023 年）》符合性分析见表 3.2-9。根据分析，项目与《楚雄州生态环境分区管控动态更新实施方案（2023 年）》各项管控要求相协调。

表 3.2-9 与《楚雄州生态环境分区管控动态更新实施方案（2023 年）》符合性分析表

市县	单元名称	管控要求		本项目	符合情况
姚安县	姚安县生态保护红线优先保护单元	空间约束布局	按《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）和《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98 号）执行。后续若国家和省生态保护红线相关管控政策发生调整，按调整后的管控办法执行。	根据前文分析，项目符合《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）和《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98 号）相关要求。	符合
	姚安县一般生态空间优先保护单元	空间约束布局	1.一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合相关法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。 2.暂未纳入生态保护红线的自然保护地按照相关保护地法律法规进行管理；公益林依据《国家级公益林管理办法》《云南省公益林管理办法》进行管理；天然林依据《国家林业和草原局关于严格保护天然林的通知》（林资发〔2015〕181 号）和《中共中央办公厅 国务院办公厅关于印发〈天然林保护修复制度方案〉的通知》（厅字〔2019〕39 号）。	项目占用的一般生态空间优先保护单元为林地，为临时占用，施工结束后进行恢复，对自然生态的干扰小，不稳定和完整性，符合《云南省主体功能区规划》中重点生态功能区的开发和管制原则要求。 项目占用省级公益林地面积 0.96hm ² ，不占用国家级公益林，占用性质为临时占用，符合《云南省地方公益林管理办法》（云林规〔2019〕2 号）相关规定。	符合
	姚安县农业农村面源污染重点管控单元	/	/	本项目不涉及该单元管控内容。	/
	姚安县一般管控单元	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、污染物削减、污染物排放标准等管理规定和国家法律法规要求。	项目建设符合产业准入要求，在落实本评价提出的各项环保措施后污染物的排放均能满足相关管理规定和国家法律法规要求，对生态环境影响小。	符合

市县	单元名称	管控要求		本项目	符合情况
南华县	南华县生态保护红线优先保护单元	空间约束布局	按《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）和《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98号）执行。后续若国家和省生态保护红线相关管控政策发生调整，按调整后的管控办法执行。	根据前文分析，项目符合《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）和《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98号）相关要求。	符合
	南华县一般生态空间优先保护单元	空间约束布局	1.一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合相关法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。 2.暂未纳入生态保护红线的自然保护地按照相关保护地法律法规进行管理；公益林依据《国家级公益林管理办法》《云南省公益林管理办法》进行管理；天然林依据《国家林业和草原局关于严格保护天然林的通知》（林资发〔2015〕181号）和《中共中央办公厅 国务院办公厅关于印发〈天然林保护修复制度方案〉的通知》（厅字〔2019〕39号）。	项目占用的一般生态空间优先保护单元为林地，为临时占用，施工结束后进行恢复，对自然生态的干扰小，不稳定和完整性，符合《云南省主体功能区规划》中重点生态功能区的开发和管制原则要求。 项目占用省级公益林地面积0.96hm ² ，不占用国家级公益林，占用性质为临时占用，符合《云南省地方公益林管理办法》（云林规〔2019〕2号）相关规定。	符合
	南华县农业农村面源污染重点管控单元	/	/	本项目不涉及该单元管控内容。	符合
	南华县一般管控单元	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、污染物削减、污染物排放标准等管理规定和国家法律法规要求。	项目建设符合产业准入要求，在落实本评价提出的各项环保措施后污染物的排放均能满足相关管理规定和国家法律法规要求，对生态环境影响小。	符合

3.2.13 与“三区三线”符合性

根据查询结果，项目不涉姚安县、南华县城镇开发边界，但涉及姚安县生态保护红线、南华县生态保护红线、姚安县永久基本农田、南华县永久基本农田。

（1）与生态红线符合性分析

根据前文分析，项目符合生态保护红线相关要求。

（2）与基本农田符合性分析

项目沿线分布大片的永久基本农田，无法完全避让基本农田。

项目阀井占地为永久占地，阀井占地已避让基本农田。管道施工作业带占地为临时占地，占用基本农田面积永久基本农田 $X\text{hm}^2$ 。

项目管线建设工程属于临时用地，在不修建永久用性建（构）筑物、经复垦能恢复原种植条件的前提下，建设单位按照法定程序申请临时用地并编制土地复垦方案，同时，通过耕地耕作层土壤剥离再利用等工程技术措施，减少对耕作层的破坏可临时占用。临时用地到期后应按照相关要求及时复垦并恢复原种植条件。

项目属于天然气管道运输业，不属于《中华人民共和国基本农田保护条例》中禁止的行业，项目临时占地施工期对农业生产会产生一定影响，按评价提出的基本农田保护措施实施后，对农业生产的影响是短期可逆的，因此，项目符合基本农田保护条例要求。

3.3 工程选线环境合理性分析

3.3.1 管道总体走向

姚安县燃气支线管道建设项目涉及姚安县和南华县两个县区。线路起于国家石油天然气管网集团有限公司云南分公司中缅天然气管道 20#阀室，沿 S220 省道布线，经上民村、麦地坪村、黄家山村、黄家村、大李家、大智阁村、老东湾、回民村、戴家村，马鞍山隧道、岔河村、新村、下盐井、太平村、周明庄、者乐村、三角店村、白石地村、仁和村、黄家屯、孙家坝、袁家桥等村庄止于姚安县门站。主要建设内容为新建输气管道 45.8km，设计压力为 4.0MPa，设计规模 $0.358 \times 108\text{Nm}^3/\text{a}$ ，管道采用 D219 无缝钢管。

管道穿越楚雄三峰山州级自然保护区实验区、姚安县生态保护红线、南华县生态保护红线。管道 10924m 位于楚雄三峰山州级自然保护区实验区，557m 位于生态保护红线范围内，其中生态保护红线与楚雄三峰山州级自然保护区实验区重叠部分

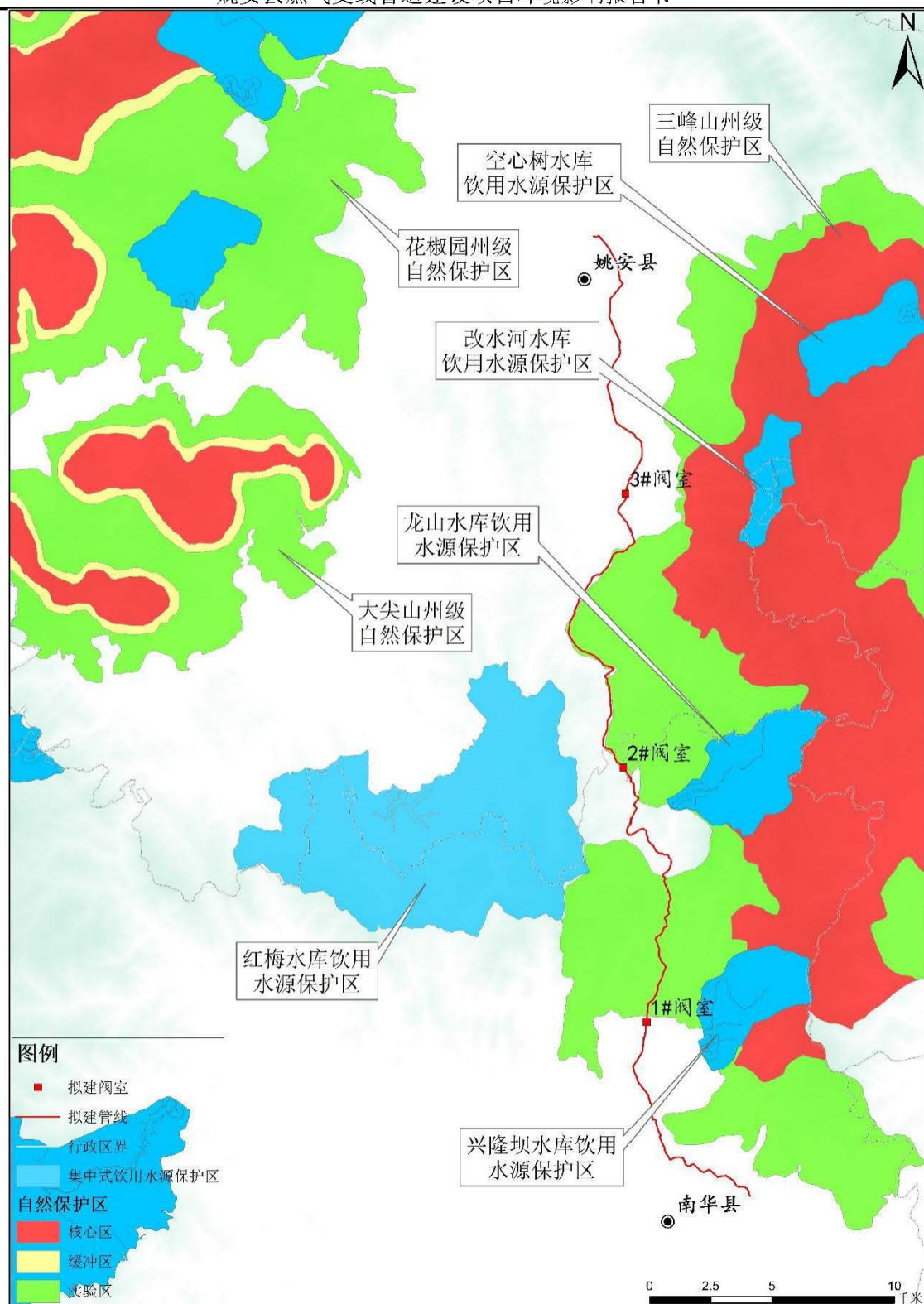


图 3.3-1 项目沿线敏感区分布图

由图可看出，本项目管线布设大部分沿 S220 省道道路两侧布设，管线布置在三峰山自然保护区边缘处，在综合考虑周边地形地貌后，部分区域不得不占用自然保护区范围，造成无法避让，为减小对三峰山自然保护区的影响，主体设计研究了沿在建姚南高速的施工道路、山谷平地以及箐沟布线（A 方案）、沿在建姚南高速

的施工道路、山谷平地以及穿越山林布线（B 方案）以及沿 S220 省道一侧地势平缓的区域布线（C 方案）。三条选线方案示意图如下：

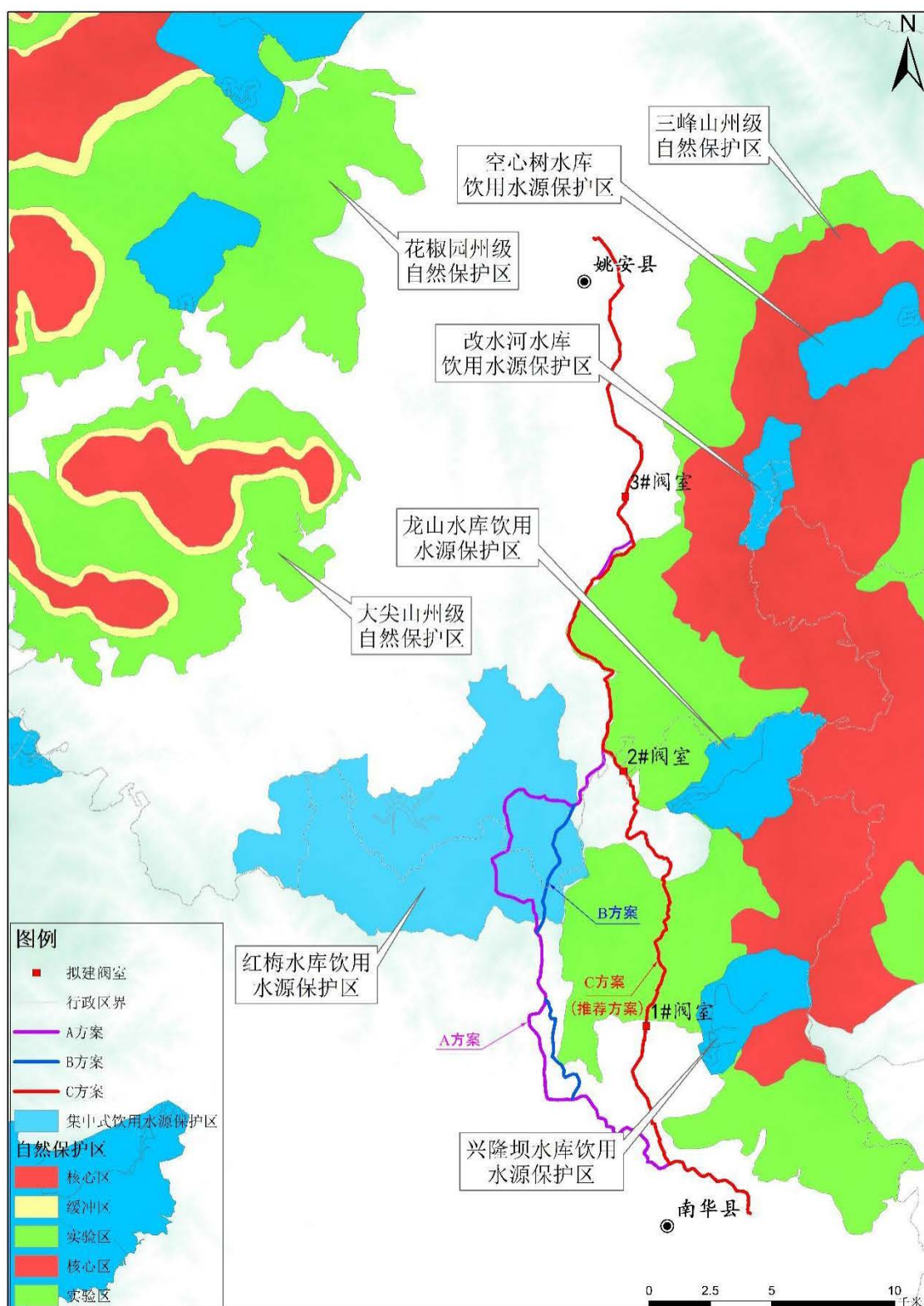


图 3.3-2 选线方案图

①C 方案（推荐方案）

管线从比选起点 K4+325 处（即管线首次下穿 S220 省道处）后沿 S220 省道周

边的耕地由南向北敷设，经碾子房段穿越三峰山自然保护区，由南向北沿现状水田敷设，在下穿滇中引水柳家村渡槽后向西北沿乡村道路敷设，绕过养鸡场后翻越马鞍山隧道沿老南姚公路敷设，随后继续沿 S220 省道东侧耕地敷设，其间避让村庄和植被较好区域，经过岔河新村时线路避让村庄沿现状旱地翻越山脊避让村庄后再沿 S220 省道东侧耕地进行敷设，途经下盐井村、太平村、周明庄的水田区域，通过周明庄后穿过花卉大棚后沿 S220 省道东侧山坡敷设，后沿耕地以及沟箐铺设避让者乐村以及其后山植被较好的林地区域，最后到达比选终点者乐村村子东侧。该路线在不具备避让条件的情况下大部分占用耕地（水田和旱地）和林地，占用小部分公路用地、农村道路、沟渠和草地。该段线路穿越省道 7 次，下穿滇中引水柳家村渡槽 1 次，全长为 28.76km，其中穿越三峰山自然保护区共计 10.92 km。

②A 方案

管线从比选起点 K4+325 处（即管线首次下穿 S220 省道处）后沿在建姚南高速的施工道路敷设，至赵家村后山时由东向西布线穿过在建的姚南高速从山谷间经高速路施工场地敷设后到达杨家村，随后沿山谷间的耕地由南向北布线，敷设至田房村后沿在建高速的施工道路一侧布线，到达黄泥沟村后由东向西沿在建高速施工道路敷设，到达滇中引水隧洞施工场地后由南向北沿山谷间的耕地布设，敷设至雾露蚌村后由西向东沿山箐进行布设，穿越滇中引水隧洞后由南向北沿在建姚南高速西侧布线并行约 1.5km，后下穿在建高速由西向东沿山谷间的耕地进行布线，与滇中引水隧洞施工道路连通后沿施工道路一侧布线，随后到达 S220 省道西侧再次下穿 S220 省道后沿道路东侧耕地和沟渠进行敷设，途经下盐井村、太平村、周明庄东侧的水田区域，过周明庄后穿过花卉大棚后沿 S220 省道东侧道路边坡脚进行敷设，到达者乐村前沿山箐向东布设避让村庄到达比选终点者乐村东侧。该路线在不具备避让条件的情况下大部分占用耕地（水田和旱地）和林地，占用小部分公路用地、农村道路、沟渠、园地和草地。该段线路穿越在建姚南高速 1 次，并行 1.5km，穿越滇中引水隧洞 1 次，穿越省道 3 次，全长为 35.60km，其中穿越三峰山自然保护区共计 3.09km。

③B 方案

管线从比选起点 K4+325 处（即管线首次下穿 S220 省道处）后沿在建姚南高速的施工道路敷设，到达山后村处受地形地貌限制沿在建的姚南高速线路一侧布线约 2.7km 后，在石膏厂村沿山谷间的耕地进行由南向北敷设，布设至黄泥沟村南侧 395m 处穿过在建的姚南高速，随后沿山箐向北布设，分别穿过在建高速和滇中引

水隧洞弃渣场后沿滇中引水隧洞施工道路一侧布线，随后到达 S220 省道西侧再次下穿 S220 省道后沿道路东侧耕地和沟渠进行敷设，途径下盐井村、太平村、周明庄东侧的水田区域，过周明庄后穿过花卉大棚后沿 S220 省道东侧道路边坡脚进行敷设，到达者乐村前沿山箐向东布设避让村庄到达比选终点者乐村东侧。该路线在不具备避让条件的情况下大部分占用耕地（水田和旱地）和林地，占用小部分公路用地、农村道路、沟渠、园地和草地。该段线路穿越在建姚南高速 2 次，并行 2.7km，穿越弃渣场 2 座，穿越滇中引水隧洞 1 次，穿越省道 3 次，全长为 31.53km，其中穿越三峰山自然保护区共计 3.09km。

（3）线路比选

本项目起点为国家石油天然气管网集团有限公司云南分公司中缅天然气管道 20#阀室，终点为姚安县门站。由于南华县和姚安县之间规划有三峰山自然保护区，结合本项目的功能定位，在对地形地貌、地质水文、生态环境敏感区、道路规划、特定结构物等进行调查后对线路方案进行综合比选。

上述 3 方案中，比选 A 方案线路全长 35.60km，较推荐线路长 7.26km，管线敷设在 K4+325 处（即管线首次下穿 S220 省道处）开始沿在建的姚南高速施工道路一侧、山谷间的平地 and 山间沟箐进行布线。管线布设穿越自然保护区 3.09km，较推荐路线减少 7.83km，占地类型多为林地和耕地，耕地多分布于山谷间的平地，林地分布在建姚南高速和滇中引水隧洞施工道路一侧，以及道路未通达的山间沟箐中，部分区域占用公益林，且由于部分区域道路未通达，项目建设扰动破坏面积较 A 方案较大；该方案各穿越在建姚南高速和滇中引水隧洞 1 次，与姚南高速并行 1.5km；同时该方案在避让自然保护区的管段建设区域地形起伏较大，分布有多条季节性箐沟，无法采用非开挖方式穿越林区和箐沟，机械开挖敷设对地表扰动和植被破坏较大不利于生态保护；该方案涉及拟划定的姚安县红梅水库饮用水水源保护区。

比选 B 方案线路全长 31.53km，较推荐长 2.77km，管线敷设在 K4+325 处（即管线首次下穿 S220 省道处）开始沿在建的姚南高速施工道路一侧进行布线。管线布设穿越自然保护区 3.09km，较推荐路线减少 7.83km，但大部分占用林地，林地郁闭度较高且部分线路经过省级公益林，同时该线路穿越姚南高速 2 次并行 2.7km，穿越滇中引水隧洞 1 次，穿越弃渣场 2 座。该方案在避让自然保护区的管段建设区域地形起伏较大，布线的高速路施工道路一侧边坡坡度较大，难以采用定向钻施工工艺进行线路敷设，采用机械开挖埋设破坏林木较多，且恢复难度较大；线路穿越在建的姚南高速和滇中引水隧洞以及弃渣场，施工难度较大且后续运营风险较大；

同时管道沿道路边坡横坡敷设且大部分穿过林区，对于管道运营安全风险较大；该方案涉及拟划定的姚安县红梅水库饮用水水源保护区。

比选 C 方案线路全长 28.76km，沿现有 S220 省道东西侧进行布线，穿越三峰山自然保护区 10.92km，均位于保护区边缘处，现状土地类型为林地、耕地、园地、草地、公路用地、农村道路和沟渠，且相邻的保护区林地植被生长情况一般，人为扰动较大，无国家级保护动植物分布，该布线区域地势平坦，整体施工线路顺直，管道全部采用地埋方式敷设，施工结束后可原状恢复，对于周边环境影响较小。

A、B、C 三个方案占地类型一致，但具体各类型占地面积存在一定差异，针对各方案布线的地形情况，采用的施工工艺具有针对性。工程的建设和运营，将使得施工区域的生态环境发生一定程度的改变，尤其施工期的地表破坏会对林木生长造成一定影响。下面从几个方面对三个方案进行比选。

①从地形条件方面比较

A 方案线路在 K4+325 处（即管线首次下穿 S220 省道处）开始沿在建的姚南高速施工道路一侧、山间平地 and 沟箐进行布线，涉及三峰山自然保护区 3.09km，但布线地形起伏较大，线路布线高程在 1864.73~2329.78m 之间，相对高差为 465.05m，涉及季节性箐沟较多，山体地形坡度较大，水工保护措施工程量大，不符合《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB 50423-2013）的穿越规范要求，不利于管道安全运行，安全运行风险高。并且受限于山体坡度和地质情况的影响，不具备定向钻的实施性，建设过程中开挖扰动破坏面积较大。

B 方案线路在 K4+325 处（即管线首次下穿 S220 省道处）开始沿在建的姚南高速施工道路一侧、山间平地 and 山谷林地进行布线，涉及三峰山自然保护区 3.09km，线路布线地形起伏较大，翻山越岭，线路布线高程在 1864.73~2368.41m 之间，相对高差为 503.68m，且山体坡度较大，不利于管道安全运行。现有在建高速的施工临时道路两侧边坡较陡，无合适的定向钻施工场地，需要大量削坡整平，部分管段周边没有可依托的施工道路时还需要修筑较长的施工便道，且涉及的山体数量较多，不具备定向钻的实施性。

C 方案线路沿 S220 省道东西侧的耕地进行布线，途经村庄时选择占用山地进行避让，线路布线高程在 1895.45~2187.00m 之间，相对高差为 2891.55m。大部分位于道路周边的平坦区域，地形起伏不大，对于管道施工要求不高。该方案穿越三峰山自然保护区实验区边缘约为 10.92km，涉及自然保护区的区域大部分现状占地类型为林地和耕地（水田和旱地），小部分为草地、沟渠、公路用地、农村道路和

园地，但地形坡度较小，涉及的林地大部分为人工林和次生林，植被较好区域可通过定向钻施工工艺减少对林地的扰动。

②从项目占用林地情况比较

根据各方案线路长度需开挖地面埋管以及沟管、河流穿越施工场地推算（根据工可说明，管道施工带宽度为6m）A方案临时占用林地8.29hm²，临时占用非林地13.29hm²，共计占用土地21.58hm²；B方案临时占用林地10.58hm²，临时占用非林地8.34hm²，共计占用土地18.92hm²；C方案临时占用林地3.05hm²，临时占用非林地14.20hm²，共计占用土地17.25hm²。可见C方案占用土地较少，且临时占用林地面积最少，对应的林地破坏较小，工程建设投资需土地青苗补偿以及植被恢复较少。

③从项目占用公益林情况比较

通过与2021林草生态综合监测成果数据对比分析，本项目推荐线路和比选线路均未涉及占用国家级公益林但占用省级公益林。经统计，A方案占用公益林0.52hm²，B方案占用公益林1.64hm²，C方案占用公益林0.96hm²。A方案占用省级公益林较少，但多位于交通不便的山区，实际施工过程中将新修施工便道，项目实施过程中将增加对公益林的占用；B占用省级公益林较多，且分布区域地势起伏较大不利于采用定向钻技术来减小施工影响，由于地形地势受限施工过程中存在增加占用的可能性较大，不利于公益林的保护；C方案占用省级公益林介于A、B方案之间，大部分分布于现有道路一侧，施工过程中增加占用的风险较小，同时由于交通便利建设单位可通过定向钻技术敷设管道，减小对林木的破坏。综合分析后，C方案虽占用的公益林虽多于A方案，但分布位置交通便利，容易采用定向钻技术来减少施工期间对林木的破坏。

④从施工对生态影响方面比较

C方案布线涉及三峰山自然保护区管线长度约为10.92km，均为自然保护区的实验区边缘，现状占地类型为水田、旱地、园地、林地、草地、公路用地、沟渠和农村道路。人为扰动较大，林地植被类型由天然云南松林、栎树林、人工核桃林和人工桉树林组成，植被长势一般，项目施工采用地埋式管道，穿越天然林时采取定向钻技术减少原生植被破坏，且其他土地临时占用后及时进行土地恢复，不影响原土地利用，对生态影响较小。A、B方案涉及三峰山自然保护区管线长度约为3.09km，均为自然保护区的实验区边缘，现状占地类型为水田、旱地、园地、林地、草地、公路用地、沟渠和农村道路，大部分管段占用林地，且占用林地植被生

长较好，为郁闭度较高的原生林木。A、B 方案地形起伏较大，无法实施定向钻，需要通过机械开挖进行管道的埋设，对地表植被破坏较大，同时由于部分管段不邻路加之地形受限需要大面积开挖才能完成项目建设，对周边植被影响较大，同时由于线路穿越山体较长，施工的噪声及植被破坏对周边动物有一定的不利影响，一定程度地破坏了动植物的生境，对生态影响相对 C 方案较大。

⑤从其与道路工程的协调方面比较

A 方案主要涉及 S220 省道和在建的姚南高速，其中穿越 S220 省道 3 次，穿越在建姚南高速 1 次且与在建姚南高速伴行 1.5km；B 方案主要涉及 S220 省道和在建的姚南高速，其中穿越 S220 省道 3 次，穿越在建姚南高速 1 次与在建姚南高速伴行 2.7km；C 方案主要涉及 S220 省道，沿途布线共计穿越 S220 省道 7 次。由于 A、B 方案涉及高等级公路且还在建设过程中，协调难度较大，并且 A、B 方案大部分沿在建高速施工道路一侧布设，施工道路沿线地形坡度较大，施工难度较大。因此 C 方案优于 A、B 方案。

⑥从其与特定工程的协调方面比较

根据现场踏勘，三个方案的布线均涉及滇中引水工程，其中 C 方案下穿滇中引水的渡槽工程，A、B 方案为穿越滇中引水的隧洞，隧洞为隐蔽工程。A、B 方案的协调难度大于 C 方案。同时 A、B 方案布线区域穿越在建姚南高速和滇中引水隧洞建设设置的弃渣场，在施工和运行过程中安全风险较高，C 方案不涉及穿越弃渣场。因此 C 方案优于 A、B 方案。

⑦从项目建设扰动土地数量方面比较

根据各方案线路长度需开挖地面埋管以及沟箐、河流穿越施工场地推算本项目施工过程中施工带宽度设计为 6m。在未考虑必要的施工便道修建情况下，A 方案占地总面积为 21.56hm²，B 方案占地总面积为 13.31hm²，C 方案占地总面积为 11.74hm²。C 方案占地面积小于 A、B 方案，同时 C 方案周边交通便利，敷设区域地势相对 A、B 方案较为平缓，基本不需要修建施工便道，施工期新增占地和地表扰动的可能性较小，符合最小占地原则，同时减少了因施工新增临时占地和地表破坏产生的水土流失。因此 C 方案优于 A、B 方案。

综上所述，对三个方案进行技术比选，比选情况详见表 3.3-3

表 3.3-3 线路比选情况一览表

序号	比选要素	A 方案（占用）	B 方案（占用）	C 方案（占用）	比选结果
1	比选管线长度	35.60km	31.53km	28.76km	C 方案优先
2	线路土石方量	23.50 万 m ³	21.36 万 m ³	14.77 万 m ³	C 方案优先
3	涉及保护区范围	长度 3.09km，施工带设计宽度为 6m，占用自然保护区面积为 1.81hm ² ；	长度 3.09km，施工带设计宽度为 6m，占用自然保护区面积为 1.81hm ²	长度 10.92km，施工带设计宽度为 6m，占用自然保护区面积为 6.56hm ²	A.B 方案优先
4	涉及饮用水源保护区	管道涉及拟划定的姚安县红梅水库饮用水水源保护区	管道涉及拟划定的姚安县红梅水库饮用水水源保护区	不涉及	C 方案优先
5	地形条件	1、存在山坡坡体坡度较大的问题，沿线存在大量横切斜坡敷设，且属于同坡向的陡坡，水工保护措施工程量较大，且不符合设计规范的穿越要求，不具备可实施性； 2、交通依托条件相对差一些，仅能依托在建高速施工便道，部分区域道路未通达，需要新建施工便道。	1、存在山坡坡体坡度较大的问题，沿线存在大量横切斜坡敷设，且属于同坡向的陡坡，水工保护措施工程量较大，且不符合设计规范的穿越要求，不具备可实施性； 2、交通依托条件相对差一些，仅能依托在建高速施工便道，部分区域道路未通达，需要新建施工便道。	1、管道多沿耕地敷设，地形比较平坦，施工难度小； 2、交通依托条件好，大部分区域施工机械可直接通过省道及乡村道路进出，施工道路可直接使用施工带。	C 方案优先
6	占用林地	占用林地 8.29hm ² （公益林 0.52hm ² ）	占用林地 10.58hm ² （公益林 1.64hm ² ）	占用林地 3.05hm ² （公益林 0.96hm ² ）	C 方案优先
7	施工对生态影响	占用林地区域大部分植被长势较好，林地郁闭度较高，且山体坡度较大，无法使用定向钻技术，且部分区域道路为通达需要新建施工便道，导致施工扰动面积较大，破坏原生地貌和植被，且不容易恢复	占用林地区域大部分植被长势较好，林地郁闭度较高，且山体坡度较大，施工扰动面积较大，容易对原生植被破坏较大	1、该方案穿越三峰山自然保护区，但仅涉及保护区的边缘地带，占地类型多为林地和耕地，且人为扰动较大，生态环境一般，林地多为人工林，且针对植被较好区域设计采用定向钻工艺，项目施工对生态影响较小； 2、线路占用林地较少，且地形平坦，开挖扰动面积相对较少，相应地对植被影响	C 方案优先

序号	比选要素	A 方案（占用）	B 方案（占用）	C 方案（占用）	比选结果
				较小。	
8	道路工程	穿越 S217 省道 3 次，穿越在建姚南高速 1 次，伴行 1.5km	穿越 S217 省道 3 次，穿越在建姚南高速 1 次，伴行 2.7km	穿越 S217 省道 7 次	C 方案优先
9	特定工程	穿越滇中引水隧洞、弃渣场	穿越滇中引水隧洞、弃渣场	下穿滇中引水渡槽	C 方案优先
10	建设扰动	林地补偿费和植被恢复投资较大，地形复杂施工难度大，投资高	林地补偿费和植被恢复投资较大，地形复杂施工难度大，投资高	占用林地较少、林地补偿费和植被恢复投资相对较低，新建施工便道较少，地势平坦施工费用相对较低，经济效益较高	C 方案优先
11	管道安全性	管道布线区域高差大，涉及大量的横切斜坡敷设和施工道路边坡，管道运营安全风险高	管道布线区域高差大，涉及大量的横切斜坡敷设和施工道路边坡，管道运营安全风险高	管道布线地势不大，管道运营安全	C 方案优先
12	优点	涉及自然保护区管段较短	涉及自然保护区管段较短	项目建设依托条件较好，破坏植被较小，可以采用定向钻施工	C 方案优先
13	缺点	管道横坡敷设，且地形起伏较大，施工难度大，破坏生态植被较多，植被恢复难度大	管道横坡敷设，且地形起伏较大，施工难度大，破坏生态植被较多，植被恢复难度大	涉及自然保护区管段较长	C 方案优先
比选结论		不推荐	不推荐	推荐	

结合上述分析，A、B方案虽涉及三峰山自然保护区管段较短，但布线方案存在横切斜坡敷设，《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB 50423-2013）要求；同时地形起伏较大，不具备定向钻施工条件，施工难度较大，施工扰动破坏地表较大；且线路布设穿越在建姚南高速和滇中引水隧洞以及其设置的弃渣场，协调难度较大；A、B方案占用大量的林地郁闭度较高，植被生长环境较好，项目建设对生态影响较大，并且林地的植被恢复费用较高，恢复周期较长；A、B方案线路长度相对较长，受地形条件限制，施工难度提高，项目投资随之提高，由于方案布线大部分穿过林区后续运行维护成本也随之增加，故不同意A、B方案。而C方案虽穿过三峰山自然保护区管段较长，但均为自然保护区实验区的边缘地带，同时设计方案已采用定向钻技术以减少施工对自然保护区的不利影响，且C方案布线区域总体地势相对平坦，施工难度较小，占用林地面积较小，虽然施工期必不可少地对自然保护区范围内的生态环境具有一定影响，但施工完成后及时进行土地复垦复绿，可以减小影响，因此推荐C方案作为本段线路的敷设方案。

3.3.3 项目选线永久基本农田不可避免性

项目起终点及宏观走向基本明确，管线走向选择性不大，根据姚安县、南华县“三区三线”永久基本农田分布分析，管道沿线永久基本农田连片。考虑到自然保护区、饮用水源保护区以及林地占用，管道难以避让永久基本农田。

项目永久占地不涉及基本农田，临时占地施工期对农业生产会产生一定影响。施工期结束后管道管顶距离地表 $\geq 1.2\text{m}$ ，对农业生产无影响。

3.4 污染源分析

3.4.1 施工期污染源分析

施工期工艺流程及产污节点见图 3.4-1。

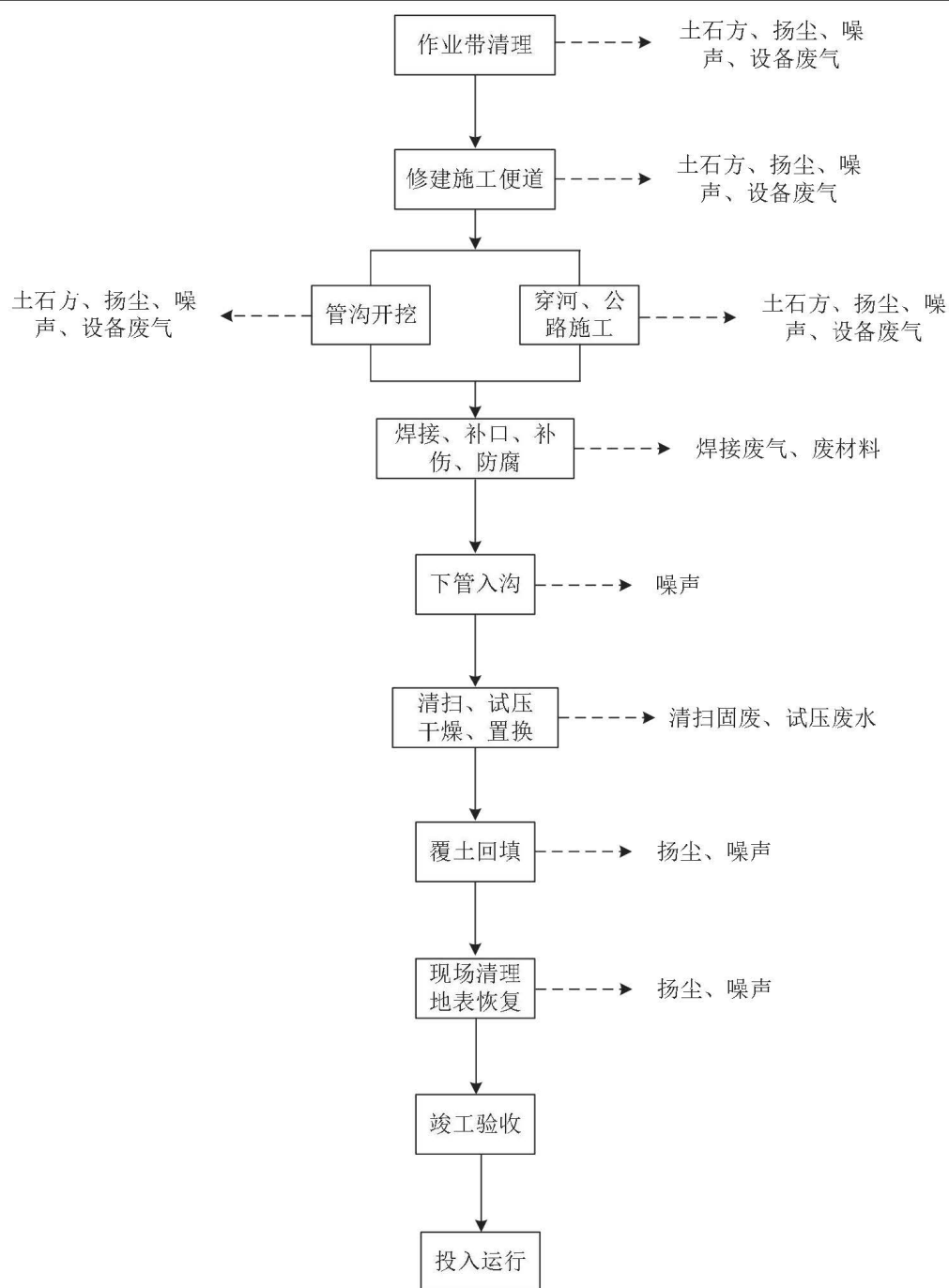


图3.4-1 施工期工艺流程及产污节点图

项目施工过程中主要排污节点见表 3.4-1。

表 3.4-1 施工期主要排污节点一览表

因素	施工工艺	污染源	污染物	治理措施
废气	作业带清理、施工便道修建、开挖、回填、地表恢复、车辆运输等	扬尘	颗粒物	
	管道焊接	焊接废气	烟尘	
	施工机械、施工车辆	燃油废气	SO ₂ 、CO、NO _x 等	
废水	施工人员	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、TN、TP、NH ₃ -N 等	
	定向钻施工	泥浆水	pH、SS	
	管道试压	试压废水	SS	
噪声	施工机械、运输车辆	设备噪声	连续等效 A 声级	
固体废物	作业带清理、施工便道修建、开挖、回填	土石方	土石方	
	管道焊接、补口补伤等	施工废料	废焊条、废补口补伤料、废包装材料	
	施工人员	生活垃圾	生活垃圾	

(1) 废气

项目施工期废气主要为扬尘、设备燃油废气、管道焊接产生的焊接烟尘。

①扬尘

施工扬尘主要产生于场地清理、地面开挖、回填、土石方堆放、车辆运输等过程。

施工期间产生的扬尘污染主要取决于施工作业方式、材料的堆放以及风力等因素，其中受风力的影响因素最大。汽车运输也会产生扬尘污染，其扬尘量、粒径大小等与多种因素如路面状况、车辆行驶速度、载重量和天气情况等相关。其中风速、风向等天气状态直接影响扬尘的传输方向和距离。由于汽车运输过程中产生的扬尘时间短、扬尘落地快，其影响范围主要集中在运输道路两侧。

项目为线性工程，针对施工区扬尘污染，一般采取控制作业面积、施工作业带洒水降尘、开挖土石方临时遮盖等措施，运输车辆通过控制超载、篷布遮盖、清扫车轮等措施控制扬尘。

②设备燃油废气

施工废气主要来自施工柴油机械废气和运输车辆尾气。项目汽车运输和施

工机具尾气主要对作业点周围和运输路线两侧局部范围产生影响。项目施工现场位于开阔地带，有利于废气扩散，且施工机械排放的尾气具有间歇性和流动性，汽车尾气排放量较少。

③焊接烟尘

管道焊接采用半自动和手工下向焊两种方式，焊接烟尘产生量较少，施工场地地势开阔，利于焊接烟尘扩散，在施工过程中先布管后进行焊接，焊接点位沿管线布设，为间接、短暂性排放，在同一个焊接点排放污染物较少，产生的焊接烟尘呈无组织排放。

(2) 废水

项目施工过程中产生的废水主要为施工人员生活污水、定向钻泥浆水、管道试压废水。

①生活污水

项目分段施工，工程施工过程中不设施工营地，租用当地民房，施工期生活污水利用现有村庄的污水处理系统处理。施工人员平均约 50 人，施工期每人每天平均用水量按 60L/人·d，污水产生量按用水量的 80%计，工期为 180d，施工期间生活废水产生量 432m³。

②定向钻泥浆水

项目管线 2 次穿越 S220 省道采用定向钻施工工艺，在进行钻孔过程中，会产生一定的泥浆废水。项目 2 处定向钻施工场地距离近（1.7km），泥浆可重复使用。

项目定向钻施工总长度为 474m，类比同类工程并考虑到重复使用，泥浆废水产生总量约为 40m³，主要污染物为 pH、SS、石油类。

泥浆用泥浆池收集，施工结束后，废泥浆在泥浆池中通过 pH 调节、沉淀后，上清液回用于场区洒水降尘。底部泥浆就地进行填埋处理。

③管道试压废水

管道工程分段试压以测试管道的强度和严密性，试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压，可重复利用。

项目管道试压分段进行，需试压的管道共计 45.8km，拟分 10 个试压段进行。每段试压每次最大用水 188m³，经沉淀池沉淀处理后 70%回用，则每段试压最大排水量约 56.4m³。废水中主要污染物为 SS，浓度低于 100mg/L。试压废

水经沉淀处理后用于施工作业带泼洒抑尘，不外排。

(3) 噪声

施工期噪声源主要是施工机械设备、运输车辆产生的噪声，噪声源强在 75~105dB(A) 之间，主要施工机械设备单机噪声级见下表 3.4-2。

表 3.4-2 施工期主要机械设备及车辆噪声源强表

设备名称	噪声强度 (dBA)
挖掘机	90
吊管机	80
电焊机	75
切割机	95
空压机	100
液压破碎机	105
柴油发电机	100
载重汽车	85

(4) 固体废物

项目施工期固体废物主要为土石方、施工废料（废焊条、废补口补伤料等）、清管废渣、定向钻泥浆、施工人员生活垃圾。

①土石方

根据《姚安县燃气支线管道建设项目水土保持方案可行性研究报告》，项目建设共开挖土石方 23.33 万 m³，其中剥离表土 3.46 万 m³、一般土石方开挖 19.87 万 m³；回填土石方 23.33 万 m³；土石方内部调运 0.06 万 m³；无永久弃方产生。

②施工废料

施工废料主要为管道焊接产生的废焊条，补口补伤工序产生的废补口补伤料。施工废料产生量按 0.2t/km 估算，管线全长 45.8km，施工过程产生的施工废料量约为 9.16t。施工废料可回收利用的回收外售，不能回收利用的委托相关单位合理处置。

③清管废渣

清管杂质主要为管材存放、下管过程中进入管内的砂土等物，产生量小，清管杂质退除后，全部用于场地平整。

④定向钻泥浆

项目 2 处穿越 S220 省道采用定向钻施工。定向钻穿越施工过程中需使用配制泥浆，其主要成分为膨润土，含有少量 Na₂CO₃，呈弱碱性。

项目定向钻施工总长度为 474m，类比同类工程并考虑到重复使用，泥浆废水产生总量约为 40m³。施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后产生的泥浆经 pH 调节为中性后采取就地固化填埋。

⑤生活垃圾

项目施工人员平均 50 人，产生的生活垃圾以 0.5kg/人·d 计算，其垃圾产生量约为 25kg/d；施工时间共 6 个月，施工期间共产生生活垃圾量约为 4.5t。各施工段生活垃圾分别收集后，依托当地村镇环卫系统处置。

(5) 生态影响源

①工程占地

工程占地分为永久占地和临时占地，工程占地将扰动地表，破坏现有的植被，对生态影响造成一定量的植物生物量损失；且对周围动物生境及活动区域造成影响，其中永久占地的影响属于长期的，临时占地的影响属于短暂的，施工结束后应立即进行恢复。

②施工活动

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

3.4.2 运营期污染源分析

(1) 废气

由于输气管道敷设在地下进行密闭输送，管道进行了防腐处理，在正常工况下，输气管道无废气排放。

根据《长输天然气管道清管作业规程》的规定，清管周期由管道介质性质、输送效率和压差等因素决定，在天然气输送过程中，每年对管线进行 1~2 次通球清管作业，释放天然气量为 200m³/a，排放天然气通过姚安门站已有的 1 根高 15m 地放空管在防空区排放。

(2) 废水

本项目只包含管道工程，运营期由姚安门站调配巡视人员，不新增劳动定员，无生活污水产生。管道运营期无废水产生。

(3) 噪声

项目运营期无产噪设备。

(4) 固体废物

项目运营期固体废物为清管固废。

管道运行期间每年对管线进行 1~2 次通球清管作业，产生的固体废物极少，主要为天然气中的杂质对管道内壁轻微腐蚀的产物，主要成分氧化铁粉末，属于一般工业固体废物。清管固废从姚安门站排出，每年清管 2 次，则清管固废产生量为 5kg/a，委托环卫部门处置。

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

项目管道起于南华县龙川镇中缅天然气管道 20# 阀室，止于姚安县姚安门站，管道沿线涉及南华县龙川镇、姚安县太平镇和栋川镇。

姚安县居云南省中北部，楚雄彝族自治州西北部，东经 $100^{\circ}56' \sim 101^{\circ}34'$ ，北纬 $23^{\circ}13' \sim 24^{\circ}45'$ ，总面积 1803km^2 。姚安县东邻牟定县、南华县，北接大姚县，西与省内大理白族自治州祥云县隔一泡江相望。

南华县地处滇中高原西部，地跨东经 $100^{\circ}44' \sim 101^{\circ}20'$ 、北纬 $24^{\circ}44' \sim 25^{\circ}21'$ 之间。东接楚雄、牟定；南连楚雄、景东；西邻弥渡；北毗祥云、姚安。县域面积 2343km^2 。

项目地理位置图见附图 1。

4.1.2 地形、地貌、地质

(1) 地形地貌

南华县地势呈西北高、东南低，西南群山纵横，东北丘陵起伏，间有少量平坝和峡谷。境内最高山峰为红土坡镇龙潭山的烧香寺山，海拔 2861.10m ，最低点位于马街镇威车村倒座窑，海拔 963.00m 。

姚安县地形地貌为四周崇山峻岭，中间平畴广川。面积 119 平方公里的姚安坝子是一个典型的高原盆地，为楚雄彝州最大的坝子，有“滇中粮仓”之美誉，蜻蛉河由南向北从坝子中央流过。占姚安县总面积 20.7% 的姚安坝子，较之邻县显“三高一低”形成谷地，即比南部南华高 12m ，比东部牟定高 102.00m ，比北部大姚高 30.00m ，而比西部的祥云却低 188.00m 。坝区盆地比东、南、北部邻县居高，四周都是高山，有 2600.00m 以上的高山。

项目管道沿线主要为河流堆积地貌单元及山麓缓坡堆积地貌单元，岩体埋深较大，堆积较厚的第四纪沉积物，以粉粘粒、碎石土为主，沿线地形起伏较大，沿线多为荒地、林地。

(2) 地质构造

管道沿线位于河流堆积单元和山麓缓坡地貌单元之上，根据管道沿线地形、地貌、地层岩性，勘探深度内，场地岩土层除表层为第四系全新统植物层（ Q_4^{pd} ）、填土层（ Q_4^{ml} ）外，其余均为第四系全新统冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）和第四系全新统残坡积层（ Q_4^{dl+cl} ）岩土层组成。按其岩性及其工程特性，自上而下依次划分为①₁耕土、①₁素填土、②粉质粘土、③卵石、④碎石、⑤碎石，现将土层分述如下：

a.第四系全系统植物层（ Q_4^{pd} ）

①₁耕土：褐紫、褐黄色，该层土主要成分由粘性土夹植物根系及腐殖物组成，该层全场的大部分钻孔有分布，揭露层厚 0.50~0.90 米。

b.第四系人工全新统填土层（ Q_4^{ml} ）

①₁素填土：褐紫、褐黄色，松散状，稍湿，主要成分为碎石、角砾夹杂粘性土粗砾砂、有机物及植物根系、腐殖物组成等，属近期填入层，密实度及均匀性差。该层全场的局部钻孔有分布，揭露层厚 0.60~1.00 米。

c.第四系全系统冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）

②粉质粘土：褐黄、褐红、灰褐色，可塑~硬塑状态，中偏高等压缩性，组分以粉粘粒为主，切面稍有光滑，略有光泽，韧度、干强度中等。实测标准贯入试验锤击数为 6.0~11.0 击，校正后平均锤击数为 7.5 击，修正后标准值为 7.0 击。该层全场的大部分钻孔有分布，揭露层厚 5.10~9.40 米。

③卵石：褐灰褐、褐黄色，稍密状，稍湿。母岩为花岗岩、白云岩等，砾石的成分由石英、云母、长石等组成，磨圆度、分选性好，层间夹杂少量圆砾层。颗粒级配较好，粒径大于 20mm 的颗粒平均值为 59.14%，粒径大于 2mm 的颗粒平均值 84.31%，粒径大于 0.5mm 的颗粒平均值为 91.25%，粒径大于 0.25mm 的颗粒平均值为 95.22%，粒径大于 0.075mm 的颗粒平均值为 98.37%，粒径小于或等于 0.075mm 的颗粒平均值为 1.63%。

d.第四系全系统残坡积层（ Q_4^{dl+cl} ）

④碎石：褐紫、褐灰、青灰色，中密状，稍湿。母岩为泥岩，粉砂岩等，砾石的成分由石英、云母、长石等组成，分选性好，角砾、粗砾砂充填。颗粒级配较好，粒径大于 20mm 的颗粒平均值为 58.88%，粒径大于 2mm 的颗粒平均值 79.88%，粒径大于 0.5mm 的颗粒平均值 89.22%，粒径大于 0.25mm 的颗

粒平均值为 94.61%，粒径大于 0.075mm 的颗粒平均值为 98.32%，粒径小于或等于 0.075mm 的颗粒平均值为 1.68%。该层全场的大部分钻孔有分布（主要分布于山麓缓坡堆积地貌单元地段），部分钻孔未揭穿该层土，揭露层厚 6.00～19.10 米。

⑤碎石：褐紫、褐灰、青灰色，中密状，稍湿。母岩为泥岩，粉砂岩等，砾石的成分由石英、云母、长石等组成，分选性好，角砾、粗砾砂充填。颗粒级配较好，粒径大于 20mm 的颗粒平均值为 66.29%，粒径大于 2mm 的颗粒平均值 81.96%，粒径大于 0.5mm 的颗粒平均值 89.60%，粒径大于 0.25mm 的颗粒平均值为 94.77%，粒径大于 0.075mm 的颗粒平均值为 98.42%，粒径小于或等于 0.075mm 的颗粒平均值为 1.58%。

（3）地震及全新世活动断裂带

跨越南华地段：抗震设防烈度 8 度区，设计地震分组为第三组，设计基本的震动加速度值为 0.20g；地震动反应谱特征周期值为 0.45s；场地平均等效剪切波速估算值 $V_{se}=299.58$ （m/s），场地覆盖层厚度 $d_{ov}\geq 5$ 米，建筑场地类别为 II 类。

跨越姚安地段：抗震设防烈度 7 度区，设计基本的震动加速度值为 0.15g；地震动反应谱特征周期值为 0.45s；场地平均等效剪切波速估算值 $V_{se}=352.65$ （m/s）。

4.1.3 气象条件

南华县地处低纬度高海拔地区，气候以北亚热带季风气候为主，兼有大陆性和海洋性气候特点，立体气候明显。年平均气温 14.9℃，年均降雨量 823.00mm，年日照 2611.40h。

姚安气候属北亚热带冬干夏湿季风气候区，四季温和，年平均气温 15.4℃，年平均降雨量 790mm，全年日照时数 2500h，无霜期约 285d，其总趋势为冬春干旱，夏秋阴雨；冬无严寒，夏不酷热；雨热同季，作物有利；光照充足，年温差小，四季暖和。其劣势是冬春少雨，气候干燥，低温霜冻，影响农业，春季回暖，偶现春寒，雨量偏少，制约增产。据气象部门测定，姚安年平均降雨量为 767.50mm，一年之内，干湿二季界限分明，11 月至次年 4 月为干季，降雨量占全年 9%；5 至 10 月为雨季，降雨量占全年 91%，且海拔越高，降雨越

多，海拔越低，降雨越少。

4.1.4 河流水系

项目管道沿线涉及地表水系主要为蜻蛉河、双甸河及下口坝水库。

蜻蛉河属金沙江水系龙川江一级支流，流域介于东经 $101^{\circ}05'$ ~ $101^{\circ}50'$ ，北纬 $25^{\circ}25'$ ~ $26^{\circ}10'$ 之间，分布于楚雄州的姚安、大姚、永仁县的大部及元谋县的一小部分地区。与龙川江交汇口以上，蜻蛉河流域面积为 3585km^2 ，主河长 160.6km ，河道平均坡降为 8.25‰ ，流域平均高程为 2085m 。蜻蛉河发源于楚雄州姚安、南华县交界的照壁山以北（高程为 2440m ），自南向北经姚安坝，于席坝附近转向东经大姚坝子，坝区内河道平均比降仅为 2.04‰ ，河道宽浅，水流缓慢，河床不稳，冲淤相间，河道宣泄能力较弱。行至苏海冲附近后，河流转向东北偏东向复入山谷，河道平均坡降增大至 11.8‰ ，河道束窄，水流湍急，过水能力加大。蜻蛉河于元谋县大树村附近汇入龙川江，龙川也于元谋县江边乡汇入金沙江。

下口坝水库为小（一）型水库，位于姚安县城南部约 11km 的金沙江水系蜻蛉河上游，控制径流面积 63.4km^2 。库始建于 1957 年，坝高 25.15m ，总库容 1123万 m^3 ，是一座以农业灌溉为主，兼顾下游县城、农田防洪的中型水利工程。

双甸河是龙川江的支流，发源于南华县天子庙坡东侧鱼肚拉的蒲藻塘，由西向东流经南华县。龙川江为金沙江南岸一级支流，由西向东流经南华县、楚雄市，又折向北进入禄丰市和元谋县，横穿元谋坝区，最终在元谋北部的江边乡汇入金沙江。流域面积 9240.7km^2 ，全长约 246km ，河床平均坡降为 4.8‰ ，流域平均海拔 1992米 。流域以山区和丘陵为主，占 95% ，河谷盆地和浅丘约占流域面积的 5% 。

项目区水系见附图 2。

4.2 环境质量现状调查与评价

4.2.1 地表水环境质量

项目沿线涉及地表水体为蜻蛉河、双甸河。

根据《云南省水功能区划》（2014年修订）和《楚雄州水功能区划》（楚雄复〔2017〕15号），项目沿线涉及蜻蛉河属于蜻蛉河姚安一大姚农业、工业用水区，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准，双甸河属于龙川江一级支流，参照执行龙川江南华—楚雄工业、农业用水区功能标准，即《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。

根据姚安县人民政府网发布的《姚安县 2023 年环境质量状况》，蜻蛉河姚安太平断面（太平镇）水质类别为Ⅲ类，水质状况为良，满足功能区划要求。

根据南华县人民政府网发布的《2023 年南华县环境质量状况》，南华县龙川江小天城断面 2023 年水质符合Ⅲ类标准，满足功能区划要求。

4.2.2 环境空气质量

（1）达标区判定

根据姚安县人民政府网发布的《姚安县 2023 年环境质量状况》，姚安县 2023 年可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）、二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）4 个监测指标年均值及一氧化碳（CO）95 百分位数监测结果均为一级，臭氧（O₃）90 百分位数监测结果为二级，细颗粒物（PM_{2.5}）年均值为一级，达到各监测指标评价均为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）修改单中二级标准以上，属达标区。

根据南华县人民政府网发布的《2023 年南华县环境质量状况》，2023 年南华县城区环境空气质量监测总有效天数 361 天，优 251 天，良 110 天，优良率 100%，属达标区。

（2）补充监测

楚雄三峰山州级自然保护区环境空气功能区为一类区，为了解一类区环境空气现状，2024 年 7 月 16 日至 7 月 23 日委托云南速测环境科技有限公司对自然保护区内碾子房村进行环境空气现状监测。

①监测布点情况

监测点位布设情况详见下表。

表4.2-1 环境空气补充监测点位基本信息

监测点	监测点名称	监测因子	监测时间	监测频率	执行标准
G1	碾子房村	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、O ₃ 、CO	2024年7月216日—23日	连续监测7天，SO ₂ 、NO ₂ 监测日均值、一小时值，PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO监测日均值，O ₃ 监测8小时均值	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准浓度限值

②监测结果

监测结果见表 4.2-2。

表 4.2-2 环境空气质量现状监测结果表

点位	监测因子	平均时间	浓度范围（μg/m ³ ）	标准值（μg/m ³ ）	超标率（%）	达标情况
碾子房村	SO ₂	日均值	21~26	50	0	达标
		小时值	19~31	150	0	达标
	NO ₂	日均值	8~9	80	0	达标
		小时值	8~10	200	0	达标
	PM ₁₀	日均值	21~27	50	0	达标
	PM _{2.5}	日均值	12~17	35	0	达标
	O ₃	8小时值	77~78	100	0	达标
	CO	日均值	480~600	4000	0	达标

根据上表监测结果，自然保护区内碾子房村环境空气质量满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准，满足环境功能要求。

4.2.3 声环境质量

评价期间建设单位委托云南速测环境科技有限公司对项目区声环境质量进行现状监测。

（1）监测点位

根据项目工程布置特点，共选取 8 个声环境监测点位，分别为上民村、大智阁村、碾子房村、小岔河村（邻 S220 第一排）、太平村、者乐村、赤乐村（邻 S220 第一排）、海埂屯小学。

(2) 监测项目

等效连续 A 声级。

(3) 监测时间

2024 年 7 月 14 日—16 日，连续监测 2d，昼夜各 1 次。

(4) 监测结果及评价

监测结果见表 4.2-3。

表 4.2-3 声环境监测值及评价结果

监测 点位	监测时段	主要噪声源	Leq[dB(A)]	质量标准 [dB(A)]	评价 结论
上民村	昼间	环境噪声	50	昼间：55 夜间：45	达标
	夜间		44		
	昼间		51		
	夜间		45		
大智阁村	昼间	环境噪声	50	昼间：55 夜间：45	达标
	夜间		45		
	昼间		51		
	夜间		45		
碾子房村	昼间	环境噪声	51	昼间：55 夜间：45	达标
	夜间		43		
	昼间		52		
	夜间		42		
小岔河村	昼间	环境噪声	50	昼间：70 夜间：55	达标
	夜间		45		
	昼间		51		
	夜间		47		
太平村	昼间	环境噪声	51	昼间：55 夜间：45	达标
	夜间		44		
	昼间		51		
	夜间		45		
者乐村	昼间	环境噪声	51	昼间：55 夜间：45	达标
	夜间		46		超标
	昼间		52		达标
	夜间		46		超标
赤乐村	昼间	环境噪声	52	昼间：70 夜间：55	达标
	夜间		45		
	昼间		53		
	夜间		45		
海埂屯小	昼间	环境噪声	51	昼间：55	达标

学	夜间		45	夜间：45	达标
	昼间		51		达标
	夜间		46		超标

根据监测结果，上民村、大智阁村、碾子房村、太平村昼、夜间声环境质量能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准要求，小岔河村、赤乐村邻S220省道一侧昼、夜间声环境质量能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中4a类标准要求，者乐村、海埂屯小学昼间声环境质量能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准要求，夜间声环境质量不能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准要求，超标1dB（A），夜间声环境质量超标受车辆噪声影响。

4.2.4 地下水环境质量

（1）监测布点

为调查项目区域地下水环境质量现状，本次评价共设置了3个地下水监测点。具体布置情况见表4.2-4。

表 4.2-4 地下水监测点一览表

编号	坐标位置（经纬度）	相对位置及最近距离	备注
黄家山水井	E101°16'57.271"、 N25°12'50.905"	管道北侧 240m	无饮用功能
太平村水井	E 101°14'13.595"、 25°23'30.101"	管道西侧 54m	无饮用功能
赤乐村水井	E101°15'09.442"、 25°28'10.888"	管道东侧 120m	无饮用功能

（2）监测因子

本次评价监测因子为pH、溶解性总固体、总硬度、耗氧量、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群。

（3）监测频次

连续监测3天，每天采样一次。

（4）执行标准

《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准

（5）监测结果

监测结果见表4.2-5。

表 4.2-5 地下水环境现状监测结果 单位: mg/L (pH 无量纲)

项目	标准值	黄家山水井 D1			太平村水井 D2			赤乐村水井 D3		
		监测结果	标准指数	评价	监测结果	标准指数	评价	监测结果	标准指数	评价
pH	6.5~8.5	7.2~7.9	0.133~0.6	达标	7.3~7.7	0.2~0.467	达标	7.3~7.7	0.2~0.467	达标
溶解性总固体	≤1000	429~523	0.429~0.523	达标	446~480	0.446~0.480	达标	462~475	0.462~0.475	达标
总硬度	≤450	119~122	0.264~0.271	达标	322~325	0.716~0.722	达标	275~277	0.611~0.616	达标
耗氧量	≤3.0	2.0~2.3	0.667~0.767	达标	2.5~2.7	0.833~0.9	达标	2.7~2.8	0.9~0.833	达标
氨氮	≤0.5	0.031~0.048	0.062~0.096	达标	0.036~0.053	0.072~0.106	达标	0.114~0.139	0.228~0.278	达标
硝酸盐	≤20	0.24~0.34	0.012~0.017	达标	6.78~7.2	0.339~0.36	达标	6.54~6.92	0.327~0.346	达标
亚硝酸盐	≤1.0	0.003L	0.0015	达标	0.087~0.096	0.087~0.096	达标	0.019~0.024	0.019~0.024	达标
硫酸盐	≤250	38~39	0.152~0.156	达标	94~97	0.376~0.388	达标	65~67	0.26~0.268	达标
氯化物	≤250	3.2~4.3	0.013~0.017	达标	34.9~36.1	0.140~0.144	达标	20.6~21.7	0.082~0.087	达标
总大肠菌群 (MPN/L)	≤30	未检出	/	达标	未检出	/	达标	未检出	/	达标

注: L 表示低于检出限, 低于检出限按照检出限一半评价。

根据表 4.2-5 地下水质量现状监测结果, 各监测点各项监测指标均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类水质要求。

4.2.5 生态环境

(1) 生态现状调查方法

①生态调查范围和时间

本次生态现状调查采用样线和样方调查法详细调查和文献资料法相结合的方式进行，详细调查总面积约 5895.53hm²。

a.调查时间

2024 年 4 月 25 日~27 日进行了第一次现状调查，调查植被及动物；2024 年 7 月 12 日~16 日进行了调查植被及动物调查；2024 年 10 月 4 日~6 日进行了第三次调查，调查植被及动物；2024 年 12 月 11 日~13 日进行了第四次调查，主要调查动物。

b.评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19—2022）、《云南省环境影响评价维管植物及植被现状调查技术要求（试行）》（2022），管道穿过自然保护区、生态保护红线段以管道穿越段向两端外延 1km、管道中心线向两侧外延 1km 为评价范围，其余区域评价范围为管道中心线向两侧外延 300m 为评价范围，评价区域面积为 5895.53hm²。

c.调查人员

朱章明，植物学，副教授，云南大学，主要负责植物调查及评价；杨寅，动物学，副研究员，云南大学，主要负责哺乳类、鸟类调查及评价；杨飞龄，保护生物学，副研究员，云南大学，主要负责群落（栖息地）调查及评价；钟荣华，生态学，副研究员，云南大学，主要负责两栖类、爬行类调查及评价；张益玮、邱泽健、胡启伟、段富丽，硕士研究生，云南大学，主要负责野外调查及数据收集。

②遥感数据源的选择与解译

遥感解译使用的信息源主要为高分六号卫星（GF-6）遥感影像，立体成像装置空间分辨率 2m，影像拍摄日期 2024 年 11 月，多光谱波段空间分辨率 8m。数据选取地表类型差异在一年中最为明显的时期，且该时段具有植被发育好、地表信息丰富等特点，有利于判读各生态环境因子。GF-6 影像各谱段具体用途见表 4.2-6。

表 4.2-6 GF-6 影像各谱段具体用途表

光谱段	波长/ μm	功能
1	蓝光波段 0.45~0.52	绘制水系图, 识别土壤和常绿、落叶植被
2	绿光波段 0.52~0.60	探测植被绿色反射率和反映水下特征
3	红光波段 0.63~0.69	进行作物识别、土壤和岩石表面判定
4	近红外波段 0.76~0.90	用于生物量和作物长势的测定
5	全色波段 0.45~0.90	——

在实地调查的基础上, 结合 GF-6 影像图, 获取植被组成、土地利用现状、地形地貌、土壤地质等第一手资料, 经与林草局、自然资源局等有关部门核对, 再次实地调查与补充, 最后利用 ArcMap 软件绘制评价区 1:50000 相关生态图件和数据统计表。地面现场调研核实如下信息:

- a. 林地、草地、耕地、湿地等生态用地的分布及面积;
- b. 生态敏感区(点)的现状与动态变化;
- c. 土地覆被的动态变化;
- d. 河流水系、道路交通等专题信息。

③现场调查方法及内容

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

a. 植物样方、样线设置

I. “3S”技术

根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19—2022)、《云南省环境影响评价维管植物及植被现状调查技术要求(试行)》, 植被调查采用遥感技术(RS)、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)相结合的空间信息技术, 根据室内判读卫星影像获得的植被类型初图, 现场核实判读的正误, 利用 GPS 定位功能检查初判结果并记录每个 GPS 取样点地理位置和植被类型, 对植被类型发生变化的地方做准确记录。

II. 样方、样线调查法

调查评价区内植被类型及植物物种，重点关注珍稀濒危保护物种、特有种以及具有重要经济和科研价值的物种。陆生植物和植被采用路线调查和样方统计相结合的办法，采取线路调查方法确定种类，样方法调查植物群落。

根据现场踏查情况，现场针对记录有代表性的 5 个自然群系布设样方 25 处，每个群系类型均为 5 处，人工植被不稳定未做样地表述。本次调查阔叶林样方大小设置为 20m×30m，针叶林样方大小设置为 20m×20m，灌丛和稀树灌木草丛植被样方大小设置为 10m×10m。植被调查的同时，记下植物物种的组成、高度、盖度和多度。

调查线路的布设应符合全面性、代表性、可达性原则；调查线路长度视具体情况而定，一般森林类型的调查线路每条长度不低于 3km，灌丛类型的调查线路每条长度不低于 2km，草甸、湿地类型的调查线路每条长度不低于 1km。调查线路涵盖项目占地区。

III. 植被分类原则与依据

依据《云南植被》中采用的分类系统，并参考《中国植被》和《云南森林》等重要植被专著，遵循群落学—生态学的分类原则。在植被分类过程中主要依据群落的种类组成，群落的生态外貌和结构，群落的动态和生态地理分布等方面特征。

根据上述原则，本报告在植被分类过程中采用 3 个主级分类单位，即植被型（高级分类单位）、群系（中级分类单位）和群丛（低级分类单位），各级再根据实际增设亚级或辅助单位。

植被高级分类单位——植被型 以群落生态外貌特征为依据，群落外貌和结构主要决定于优势种或标志种以及与之伴生的相关植物的生活型。一般群落主要结构单元中的优势种生活型相同或相似，水热条件要求一致的植物群落联合为植被型。植被型一般与气候带和垂直带相吻合，但由于地形地貌及土壤等因子作用，常常会形成“隐域”植被。

植被中级分类单位——群系 在群落结构和外貌特征相同的前提下，以主要层优势种（建群种）或共建种为依据。群落的基本特征取决于群落主要层次的优势种或标志种，采用优势种或标志种为植被类型分类的基本原则，能够简明快速地判定植被类型。因此群系的命名以优势种、建群种和标志种来命名。

植被基本分类单位——群丛 群丛是植被分类中的最基本的分类单位。凡属

于同一植物群丛的各个具体植物群落应具有共同生长的植物种类组成和标志群丛的共同植物种类，群落的结构特征，生态特征，层片配置，季相变化和群落生态外貌相同；以及处于相似的生境，在群落动态方面则是处于相同的演替阶段。另外群丛应该具有一定的分布区。

IV. 访问调查及资料收集

向云南省林业调查规划院、姚安县林草局、南华县林草局的专业技术人员详细了解当地森林资源、退耕还林工程、野生植物的种类组成和变动情况。走访群众，了解野生植物的种类和变动情况。收集楚雄州姚安县、南华县历史上曾进行的生物考察资料和植物记录等。

b. 动物现状调查内容

鉴于各陆生脊椎动物类群的生物学和生态学特点，本次调查主要采用了样线、样点调查、访问调查以及生境判定法。调查期间，除了对调查路线和调查位点出现的动物进行记录以外，对出现在调查区，但未出现在调查路线和位点的动物也进行记录。

在调查区内根据不同海拔、不同生境布设调查路线。基于以上前提，主要利用调查区内现有的公路、小路、便道、羊肠小道作为调查路线，沿途利用望远镜进行观察记录路线两侧（视野范围内，不定宽）出现的动物实体和踪迹（粪便、足迹、羽毛等），鉴定其种类，记录个体数量以及生境类型等资料，然后每条样线根据各类动物生境特点设置调查样方点，每个样方点调查时间为5~15分钟，即将可视范围内的动物统计完毕后结束。在调查过程中，对调查路线沿途听到动物鸣声也进行鉴定记录。

基于踏查结果，将调查区的野生动物生境划分为5类，即森林、灌丛、草地、旱地和居民区，每种生境设置5条调查样线（根据《环境影响评价技术导则一生态影响》（HJ19-2022），本次调查共设置调查路线25条，25个观察点。具体定义如下：

森林：自然形成或人工种植的森林区域，调查区内森林主要为云南松林和半湿润常绿阔叶林。

灌丛：林间空地、森林边缘和围界自然形成的灌丛区域。

草地：人为干扰严重的地块，以及稀树灌木草丛植被

旱地：调查区内的旱地区域。

居民区：调查区内的村庄，含村庄寺旁树及绿地。

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

c. 本项目现状调查方法和内容

评价通过向云南省林业调查规划院、姚安县林草局、南华县林草局的专业技术人员，详细了解当地森林资源、退耕还林工程、野生植物的种类组成和变动情况。项目管道沿线近年来其余项目生态调查资料较多，如姚安至南华高速公路、滇中引水工程等，通过收集当地及相关项目的生物考察资料和植物记录等，并尽量结合以下文献，来开展本工程评价区的生态现状调查：

吴征镒，中国植被编辑委员会，中国植被（M），1980, 科学出版社。

吴征镒，朱彦丞，姜汉侨，云南植被（M），1987, 科学出版社。

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

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

杨岚，云南鸟类志（上卷•非雀形目）（M），1995, 云南科技出版社

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

张荣祖，赵肯堂，《中国动物地理区划》的修改（J），1978, 动物学报，24(2): 196-202.

李达明，温世生，中国野生动物保护协会。中国爬行动物图鉴（M）。河南科学技术出版社，2002.

王应祥。中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全（M）。中国林业出版社，2003.

约翰，马敬能卡伦，菲利普斯。中国鸟类野外手册（M）。湖南教育出版社，2003.

费梁，叶昌媛，江建平等。中国两栖动物检索及图解（M）。四川科学技术出版社，2005.

费梁，胡淑琴，叶昌媛，黄永昭。中国动物志-两栖纲（M）。科学出版社发行处出版社，2006.

潘清华。中国哺乳动物彩色图鉴（M）。中国林业出版社，2007。

袁智勇，陈进民，吴云鹤，李先琦，车静，云南省两栖类物种名录修订，生物多样性，2022，30(4):21470。

王凯，吕植桐，王健，齐硕，车静，云南省爬行动物名录和地理区划更新，生物多样性，2022，30(4):21326。

（2）土地利用现状调查

①评价地区土地利用现状

参照全国土地利用现状调查技术规程、全国土地利用现状分类系统及 2021 林草生态综合监测成果数据，根据实地踏勘和卫星遥感影像解译，将评价区土地利用划分为旱地、水田、乔木林地、灌木林地、园地、草地等 31 种类型。

表 4.2-7 评价区土地利用现状统计

土地利用类型		评价范围	
一级类	二级类	面积 (hm ²)	面积占比 (%)
耕地	水田	758.63	12.87
	水浇地	73.81	1.25
	旱地	460.40	7.81
园地	果园	139.57	2.37
	其他园地	6.45	0.11
林地	乔木林地	3496.67	59.31
	竹林地	1.66	0.03
	其他林地	114.17	1.94
	灌木林地	281.51	4.77
草地	其他草地	53.77	0.91
工矿仓储用地	工业用地	5.78	0.10
	物流仓储用地	2.04	0.03
商服用地	其他商服用地	23.36	0.40
公共管理与公共服务用地	机关团体用地	4.19	0.07
	教育用地	5.97	0.10
	公用设施用地	2.37	0.04
交通运输用地	铁路用地	0.17	0.00
	公路用地	79.06	1.34
	交通服务场站用地	2.03	0.03
	城镇村道路用地	6.63	0.11
	农村道路	61.79	1.05
住宅用地	农村宅基地	175.39	2.97
	城镇住宅用地	10.94	0.19
水域及水利设施用地	河流水面	36.57	0.62
	坑塘水面	13.77	0.23
	水库水面	40.45	0.69
	水工建筑用地	5.70	0.10
其他用地	设施农用地	10.22	0.17
	空闲地	0.17	0.00

土地利用类型		评价范围	
一级类	二级类	面积 (hm ²)	面积占比 (%)
	裸土地	22.46	0.38
	裸岩石砾地	0.23	0.00
	合计	5895.93	100

②生态保护红线

项目线路工程穿越哀牢山一无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线（264m）、金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线（293m），穿越段共计 557m，占用生态红线面积 0.334hm²。

③基本农田情况

项目临时占用基本农田面积 15.41hm²。

④公益林地

项目占用省级公益林地面积 0.96hm²，不占用国家级公益林，占用性质为临时占用。

（3）陆生植物现状调查

①评价区植被类型

a.自然植被

根据现场踏勘与调查，依据《中国植被》、《云南植被》等专著中确定的植被分类的依据和原则，实地调查表明，目前评价区的自然植被类型包括 4 个植被型、5 个植被亚型、5 个群系。包括了本区主要的植被类型，植被类型比较复杂，有一定的代表性，具体有半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类林、暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛、暖温性杂草类草丛；评价区的人工植被包括核桃园、桉树林、水田和旱地等多种类型。

按《云南植被》（1987）的区划，影响评价区所在范围为“（IIAii）高原亚热带北部常绿阔叶林地带—（IIAii-1）滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区—（IIAii-1a）滇中高原盆古滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区”。从实地调查的情况看，因受到人为活动的长期影响，次生暖温性针叶林、半湿润常绿阔叶林、暖温性稀树灌木丛植被发育较好。由于所在区域地形相对平缓、人口分布较为集中，而且交通条件较好，评价区绝大多数的原生植被已经遭到破坏而消失。

b.评价区植被分类系统

根据现场踏勘与调查，依据《中国植被》、《云南植被》等专著中确定的

植被分类的依据和原则，实地调查表明，目前评价区的自然植被类型包括 4 个植被型 5 个植被亚型、5 个群系。包括了本区主要的植被类型，植被类型比较复杂，有一定的代表性，具体有半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类林、暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛、暖温性杂草类草丛 5 种植被亚型；评价区的人工植被包括核桃园、水田和旱地等多种类型。

表 4.2-8 评价区植被分类系统

I. 常绿阔叶林
(I) 半湿润常绿阔叶林
一、栲类、青冈林
(一) 黄毛青冈林 (Form. <i>Cyclobalanopsis delavayi</i>)
1. 黄毛青冈、白柯群落 (<i>Cyclobalanopsis delavayi</i> + <i>Lithocarpus dealbatus</i> Comm.)
(II) 干热河谷硬叶常绿栎类林
(二) 锥连栎林 (Form. <i>Quercus franchetii</i>)
2. 锥连栎群落 (<i>Quercus franchetii</i> Comm)
II. 针叶林
(III) 暖温性针叶林
(三) 云南松林 (Form. <i>Pinus yunnanensis</i>)
3. 云南松群落 (<i>Pinus yunnanensis</i> Comm)
III. 稀树灌木草丛
(IV) 暖温性稀树灌木草丛
(四) 含云南松、小石积的中草草丛 (Form. medium grassland containing <i>Pinus yunnanensis</i> , <i>Osteomeles schwerinae</i>)
4. 云南松、华西小石积、黄茅群落 (<i>Eulalia pallens</i> Comm. Containing <i>Pinus yunnanensis</i> , <i>Osteomeles schwerinae</i> , <i>Heteropogon contortus</i>)
IV. 草丛
(V) 暖温性杂草类草丛
(五) 破坏草草丛 (Form. <i>Ageratina adenophora</i>)
5. 破坏草 (紫茎泽兰) 群落 (<i>Ageratina adenophora</i> Comm)

I、II、III、植被型；(I)、(II)、(III)、植被亚型；一、二、三、群系组；(一)(二)(三)...群系；1.2.3.群丛。

c. 现场植被类型调查

植被类型调查结果如下表：

表 4.2-9 评价区植被类型占地面积

植被属性	植被亚型	群系	分布情况	评价区面积 (hm ²)	占评价区总面积的比例 (%)
①自然植被 (含)	I. 半湿润常绿阔叶林	黄毛青冈林	评价区有零星分布，分布海拔范围大约为 1950~2400m	115.8	1.96
	II. 干热河谷硬叶常绿	锥连栎林	评价区有零星分布，海拔仅限于 2100m 以下	216.52	3.67

植被属性	植被亚型	群系	分布情况	评价区面积 (hm ²)	占评价区 总面积的 比例 (%)
萌生、次生植被)	栎类林				
	III.暖温性针叶林	云南松林	在评价大面积分布	3187.85	54.07
	IV.暖温性稀树灌木草丛	含云南松、小石积的中草草丛	分布在河谷坡面山地，受人为扰动较大的山坡	281.41	4.77
	V.暖温性杂草类草丛	破坏草草丛	分布较广，在人为扰动较大的山坡、路边皆有分布	53.74	0.91
②人工植被	I.人工林	桉树林	评价区有零星分布	92.46	1.57
	II.农田植被	水田、旱地、水浇地	评价大面积分布	1292.84	21.93
	III.经济林及经济作物	核桃园、板栗园等	管道两侧的村庄均栽培	146.02	2.48
	其他	水域、道路、居民点等	评价广泛分布	509.29	8.64
合计				5895.93	100

②评价区植被分布规律

评价范围内海拔起伏小，相对高差小于 500m。半湿润常绿阔叶林作为原生性自然植被在长期对自然环境的适应和改造过程中，形成了稳定的植物区系组成和完整的群落结构。评价区内分布的云南松林、锥连栎林、黄毛青冈林等，大多为人为砍伐、烧垦、放牧等反复干扰破坏，呈现破坏—恢复一再破坏一再恢复的次生演替循环过程。云南松林为常绿阔叶林遭破坏后形成，该植被类型在长期的人为活动影响下，成为水平地带相对稳定的次生（亚演替）顶极群落，但在自然演替中则属过渡的植被类型，最终将向常绿阔叶林的方向发展。

评价区中低海拔的大多数次生植被只要不再受到人为因素的干扰，都具有最终向常绿阔叶林演替发展的潜在变化趋势，不断趋近常绿阔叶林。各种原生植被和次生植被是处于各自演替系列中的不同阶段，原生植被与各种次生植被可根据演替关系串联起来表示它们之间的动态关系。不同水平地带和垂直地带植被发展从裸地—草地—灌丛—森林的演替趋势是相同的，但各演替阶段群落的种类组成和群落特征会有所不同，形成不同的演替系列模式。

项目位于姚安和南华低中山区，评价区村寨、耕地、公路较多，受农业生产等人为活动的长期影响，评价区的原生自然植被大量消失或改变，次生植被

及人工植被显著增加。

从评价区所处的地理区域、海拔范围及气候条件看，评价区的原生植被包括低中山上部的半湿润常绿阔叶林和下垫面河谷区的河谷硬叶常绿阔叶林，暖温性针叶林（云南松林）则覆盖所有海拔区间；栎类灌丛属当地早期炼山或者作为薪炭林樵砍后形成的萌生灌丛。

③样方调查

本次共布设陆生植物现状调查样方 25 个，具体信息见下表。

表 4.2-10 植被样方调查表

样方号	位置	植被类型	样方面积	经度 (E)	纬度 (N)
1	马鞍山隧道附近	暖温性针叶林	20×20m ²	101°16'14.65"	25°17'46.17"
2	大村村东南双甸河	暖温性针叶林	20×20m ²	101°16'8.59"	25°16'2.15"
3	柳家村西北	暖温性针叶林	20×20m ²	101°15'52.60"	25°17'3.87"
4	田房箐山坡上	暖温性针叶林	20×20m ²	101°14'59.89"	25°21'10.88"
5	者乐村北	暖温性针叶林	20×20m ²	101°15'22.28"	25°24'58.39"
6	双甸河河谷	半湿润常绿阔叶林	20×30m ²	101°16'21.41"	25°18'4.76"
7	新房子村东	半湿润常绿阔叶林	20×30m ²	101°16'13.60"	25°18'30.91"
8	马鞍山山下部	半湿润常绿阔叶林	20×30m ²	101°16'21.90"	25°17'59.14"
9	马鞍山村东侧	半湿润常绿阔叶林	20×30m ²	101°16'51.03"	25°17'58.89"
10	双甸河河谷	半湿润常绿阔叶林	20×30m ²	101°16'36.50"	25°17'57.31"
11	下口坝水库库尾三岔河	硬叶常绿阔叶林	20×30m ²	101°15'6.38"	25°24'53.81"
12	下口坝水库库尾三岔河	硬叶常绿阔叶林	20×30m ²	101°15'8.90"	25°25'2.89"
13	老蛇窝山梁	硬叶常绿阔叶林	20×30m ²	101°15'11.81"	25°24'31.45"
14	下口坝水库库尾山梁	硬叶常绿阔叶林	20×30m ²	101°15'11.60"	25°24'53.36"
15	老蛇窝山梁	硬叶常绿阔叶林	20×30m ²	101°15'35.67"	25°24'40.46"
16	文化村西部	暖温性稀树灌木草丛	10×10m ²	101°14'59.89"	25°22'52.77"
17	文化村西部山体	暖温性稀树灌木草丛	10×10m ²	101°15'3.89"	25°22'48.70"
18	田房箐附近山体	暖温性稀树灌木草丛	10×10m ²	101°15'21.46"	25°20'55.08"
19	田房箐水库附近	暖温性稀树灌木草丛	10×10m ²	101°15'18.26"	25°20'52.73"
20	文化村西侧山体	暖温性稀树灌木草丛	10×10m ²	101°15'5.53"	25°22'51.97"
21	小石岗箐公路边	暖温性杂草类草丛	10×10m ²	101°16'3.33"	25°17'25.49"
22	小石岗西侧山体	暖温性杂草类草丛	10×10m ²	101°15'50.60"	25°17'15.20"
23	小石岗箐公路边撂荒地	暖温性杂草类草丛	10×10m ²	101°16'1.16"	25°17'16.15"
24	小石岗箐撂荒地	暖温性杂草类草丛	10×10m ²	101°16'1.75"	25°17'22.39"
25	戴家村附近撂荒地	暖温性杂草类草丛	10×10m ²	101°16'9.30"	25°16'52.24"

④群落结构及物种组成

本次调查自然植被一共记录 5 个群系、5 个群落。

a. 自然植被

I. 半湿润常绿阔叶林

根据现场调查,影响评价区的半湿润常绿阔叶林系黄毛青冈林,主要在沿线的部分箐沟和陡坡残存。

在影响评价区偶有分布,夹杂于云南松林之间的箐沟或阴坡。群落高度约14m,乔木层盖度50%,以黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi* 为优势,伴生白柯 *Lithocarpus dealbatus*、云南松 *Pinus yunnanensis*、高山锥 *Castanopsis delavayi*、毛叶合欢 *Albizia mollis*、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、元江锥 *Castanopsis orthacantha*、栓皮栎 *Quercus variabilis* 等。

灌木层盖度较低,一般在20%左右,林下更新有马缨杜鹃 *Rhododendron delavayi*、毛脉高山栎 *Quercus rehderiana*、盐麸木 *Rhus chinensis*、云南木樨榄 *Olea tsoongii*, 牛筋条 *Dichotomanthes tristanii* 等乔木幼树,并伴生珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、珍珠荚蒾 *Viburnum foetidum* var. *ceanothoides*、来江藤 *Brandisia hancei*、西南金丝桃 *Hypericum henryi*、川梨 *Pyrus pashia*、马桑 *Coriaria nepalensis*、云南木樨榄 *Olea tsoongii* 等。

草本层盖度约10%,常见浆果薹草 *Carex baccans*、破坏草 *Ageratina adenophora*、硬果鳞毛蕨 *Dryopteris fructuosa*、沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*、疏叶蹄盖蕨 *Athyrium dissitifolium* 等。

II. 干热河谷硬叶常绿栎类林

评价区干热河谷硬叶常绿栎类林系黄毛青冈林,在影响评价区偶有分布,夹杂于云南松林之间的阳坡,为早期樵砍形成的萌生林,群落高度在3m左右,且呈灌丛状。

灌木层盖度60%,以锥连栎 *Quercus franchetii* 为优势,并常见有云南松 *Pinus yunnanensis* 以及白柯 *Lithocarpus dealbatus* 和光叶柯 *Lithocarpus mairei* 等乔木幼树,群落伴生小雀花 *Campylotropis polyantha*、华西小石积 *Osteomeles schwerinae*、珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、川梨 *Pyrus pashia*、车桑子 *Dodonaea viscosa*、铁仔 *Myrsine africana*、绢毛蔷薇 *Rosa sericea* 等。

群落环境干燥,林下草本层盖度仅15%,常有破坏草 *Ageratina adenophora*、野拔子 *Elsholtzia rugulosa*、假地豆 *Desmodium heterocarpon*、野青茅 *Deyeuxia pyramidalis*、拟金茅 *Eulaliopsis binata*、腺花香茶菜 *Isodon adenanthus*、松毛火

绒草 *Leontopodium andersonii*、沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*、牛至 *Origanum vulgare* 等。

III. 暖温性针叶林

影响评价区分布的暖性针叶林主要是以云南松为优势的暖温性针叶林，为评价区占比最大的类型。大部分以纯林或混生有一些落叶或常绿的壳斗科植物如黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi*、栓皮栎 *Quercus variabilis* 等。

影响评价区的云南松林广泛分布，乔木层盖度约 60%，以云南松 *Pinus yunnanensis* 为优势，伴生云南松 *Pinus yunnanensis*、黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi*、高山锥 *Castanopsis delavayi*、槲栎 *Quercus aliena* 等。

灌木层盖度约 40%，更新有云南松 *Pinus yunnanensis*、毛叶合欢 *Albizia mollis*、山杨 *Populus davidiana* 等乔木幼树，并常见有珍珠花 *Lyonia ovalifolia*、小株木 *Cornus quinquenervis*、铁仔 *Myrsine africana*、川梨 *Pyrus pashia*、毛枝绣线菊 *Spiraea martini*、马桑 *Coriaria nepalensis*、车桑子 *Dodonaea viscosa*、华西小石积 *Osteomeles schwerinae*、小漆树 *Toxicodendron delavayi*、乌鸦果 *Vaccinium fragile*、水红木 *Viburnum cylindricum* 等。

草本层盖度约 40%，以刺芒野古草 *Arundinella setosa*、黄茅 *Heteropogon contortus*、四脉金茅 *Eulalia quadrinervis*、黄背草 *Themeda triandra* 为优势，还偶见有野拔子 *Elsholtzia rugulosa*、细穗兔儿风 *Ainsliaea spicata*、野艾蒿 *Artemisia lavandulifolia*、羊耳菊 *Duhaldea cappa*、白茅 *Imperata cylindrica* 等。

IV. 暖温性稀树灌木草丛

在原有森林长期不断地受到砍伐或火烧下所形成的一类次生植被。群落以草丛为主，其间散生灌木和乔木。灌木一般低矮，有时高度不及草丛。散生的乔木一般生长不良，不规则地在成片草丛上散布着。暖性稀树灌木草丛所具有的明显的次生性质，为云南松、华西小石积、黄茅群落。

乔木层仅云南松 *Pinus yunnanensis*，株数较少，盖度多低于 10%，高度多在 6m 以下。

灌木层盖度约 70%，常见有清香木 *Pistacia weinmanniifolia*，华西小石积 *Osteomeles schwerinae*、白刺槐 *Sophora davidii*、绢毛蔷薇 *Rosa sericea*、火棘 *Pyracantha fortuneana*、莲梗花 *Abelia uniflora*、鸡骨柴 *Elsholtzia fruticosa*、小株木 *Cornus quinquenervis*、车桑子 *Dodonaea viscosa*、云南鼠李 *Rhamnus aurea*

等。

草本层盖度约 30%，常见黄茅 *Heteropogon contortus*、水蔗草 *Apluda mutica*、西南野古草 *Arundinella hookeri*、野青茅 *Deyeuxia pyramidalis*、硬秆子草 *Capillipedium assimile*、一把伞南星 *Arisaema erubescens*、小窃衣 *Torilis japonica*、破坏草 *Ageratina adenophora* 等。

V. 暖温性杂草类草丛

暖温性杂草类草丛主要为破坏草（紫茎泽兰）群落，系撂荒地或裸地被破坏草 *Ageratina adenophora* 入侵所形成，偶有马桑 *Coriaria nepalensis*、盐麸木 *Rhus chinensis* 等灌木种类零星生长。

草本层盖度可达 80%，以破坏草 *Ageratina adenophora* 为主，偶见黄毛蒿 *Artemisia velutina*、鬼针草 *Bidens pilosa*、披散木贼 *Equisetum diffusum*、五月艾 *Artemisia indica*、尼泊尔酸模 *Rumex nepalensis* 等。

b. 人工植被

评价区的人工植被可以分为人工林、经济林（园地）和耕地三种类型。

I. 经济林

评价区的经济林主要是核桃园、板栗园，其中核桃园的面积最大。

II. 农作物

评价区是传统的农业生产区，具有大量的农田、农地。农田及农地所在地段较为开阔平缓、土层深厚。其中农田种植水稻；农地主要种植烟草、玉米、果蔬等，在农地边主要分布着一些热带地区常见的杂草其间的野生植物主要为蜈蚣草 *Eremochloa ciliaris*、牛膝 *Achyranthes bidentata*、破坏草 *Ageratina adenophora*、鬼针草 *Bidens pilosa* 等。

III. 人工林

人工林主要为桉树林。

⑤ 维管植物调查

根据现场调查及文献查阅，影响评价区记录到维管植物共 112 科 339 属 507 种。其中蕨类植物约 15 科 32 属 55 种，裸子植物共有 2 科 2 属 2 种，被子植物共有 95 科 305 属 450 种。

表 4.2-11 评价区维管植物组成情况

植物类群	统计项目
------	------

		科	属	种
蕨类植物		15	32	55
种子植物	裸子植物	2	2	2
	被子植物	95	305	450
合计		112	339	507

⑥评价区植物区系组成

评价区植物区系属于泛北极植物区中国—喜马拉雅植物亚区—云南高原地区的滇中高原小区（李锡文 1995）。

评价区共有种子植物 97 科 307 属 452 种，其中自然分布的种子植物共有 89 科 248 属 344 种。

表 4.2-12 评价区植物区系

地理成分（根据吴征镒，1991）	属数	占总数%
1. 世界分布	32	12.90
2. 泛热带分布	56	22.58
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	8	3.23
4. 旧世界热带分布	14	5.65
5. 热带亚洲和热带大洋洲分布	8	3.23
6. 热带亚洲和热带非洲分布	7	2.82
7. 热带亚洲分布	20	8.06
热带成分合计（2-7）	113	45.56
8. 北温带分布	51	20.56
9. 东亚和北美间断分布	11	4.44
10. 旧世界温带分布	12	4.84
11. 温带亚洲分布	1	0.40
12. 地中海、西亚至中亚分布	3	1.21
13. 中亚分布	1	0.40
14. 东亚分布	19	7.66
温带成分合计（8-14）	98	39.52
15. 中国特有分布	5	2.02
总计	248	100

分析结果表明，评价区内自然分布的种子植物区系全部 248 个属，中国所有的 15 个植物区系地理分布类型都在这一地区出现。其中，世界分布类型占 12.9%，热带分布类型占 45.56%，温带分布类型占 39.52%，中国特有占 2.02%。相对而言，温带成分相对比较多，与云南植被中描述滇中高原的植物区系组成基本接近一致。本评价区属于滇中高原核心区，处于热带向温带过渡的区域，既有热带成分，也有亚热带成分。另外，评价区植被类型在水平地带性上滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区，滇中高原盆谷滇青冈林、元江锥林、云南松林区。中山以上地区，植物区系以温带分布类型为主，分布有大量的温带植物，而低海拔地区则以热带和亚热带分布属种为主，与温带区系混杂，植

物区系成分混杂，这一特征反映了该地区植物区系与其他地区具有广泛的联系。

⑦重点保护植物及名木古树资源

a.重点保护植物

根据《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 号），《云南省省级重点保护野生植物名录》（2023）等资料，调查期间评价区共记录到国家二级重点保护野生植物 2 种，分别为金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* 和大花香水月季 *Rosa odorata* var. *gigantea*，其中金荞麦共计 2 丛位于管道施工作业带东侧 55m，大花香水月季共 2 株分别位于管道施工作业带东侧 45m 和 173m。

表 4.2-13 影响评价区重点保护野生植物一览表

保护植物	保护等级	坐标	海拔	株丛数	与工程位置关系
金荞麦 <i>Fagopyrum dibotrys</i>	国家二级	101°16'26.86" 25°17'46.34"	2106m	2	施工作业带东侧 55m
大花香水月季 <i>Rosa odorata</i> var. <i>gigantea</i>	国家二级	101°16'02.56" 25°15'40.46"	1920m	1	施工作业带东侧 173m
		101°16'25.41" 25°17'46.50"	2096m	1	施工作业带东侧 45m

根据 2012 年国家林业和草原局（现国家林业和草原局）和国家发展和改革委员会联合下发了“关于印发《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划（2011—2015 年）》的通知”（林规发〔2012〕59 号），最新出版的《云南省极小种群野生植物保护名录（2021 版）》等资料显示，调查期间评价区没有发现极小种群野生植物。

根据现场调查，影响评价区内共记录其他珍稀濒危保护植物 9 种，其中被《中国生物多样性红色名录-高等植物卷》收录的受胁物种有 5 种，其中濒危 2 种（云南卫矛 *Euonymus yunnanensis*、珍珠荚蒾 *Viburnum foetidum* var. *ceanothoides*），易危 3 种（云南鼠李 *Rhammus aurea*、滇紫草 *Onosma paniculatum*、高山薯蓣 *Dioscorea delavayi*）；被濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES, 2023）附录收录的保护植物 4 种：叉唇角盘兰 *Herminium lanceum*、缘毛鸟足兰 *Satyrrium nepalense* var. *ciliatum*、绶草 *Spiranthes sinensis*、滇黔黄檀 *Dalbergia yunnanensis*。

b.名木古树

按照全国绿化委员会、国家林业和草原局文件（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。

调查期间，评价区内没有发现名木古树。

c.评价区特有植物

影响评价区记录到云南特有植物 7 种，即云南柃木 *Docynia delavayi*、三叶悬钩子 *Rubus delavayi*、光叶柯 *Lithocarpus mairei*、云南鼠李 *Rhamnus aurea*、东紫苏 *Elsholtzia bodinieri*、地涌金莲 *Musella lasiocarpa*、滑竹 *Yushania polytricha*，上述 7 种特有植物仅在云南省内分布，属影响评价区偶见或少见种，其中地涌金莲和滑竹较为常见。

d.评价区主要资源植物

据不完全统计，评价区资源植物可分为 6 类，即用材树种、药用植物、观赏花卉、绿化美化植物、蜜源植物、野生蔬菜等，分述如下：

I.材用树种：云南松 *Pinus yunnanensis*、云南油杉 *Keteleeria evelyniana*、侧柏 *Platycladus orientalis*、尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis*、杉木 *Cunninghamia lanceolata*、白柯 *Lithocarpus dealbatus*、元江锥 *Castanopsis orthacantha*、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、栓皮栎 *Quercus variabilis*、黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi* 等。

II.药用植物：栓皮栎 *Quercus variabilis*、野漆 *Toxicodendron succedaneum*、短葶飞蓬 *Erigeron breviscapus*、川续断 *Dipsacus asperoides*、土瓜狼毒 *Euphorbia prolifera*、马桑 *Coriaria nepalensis* 等。

III.花卉植物：云南含笑 *Michelia yunnanensis*、木香花 *Rosa banksiae*、美丽马醉木 *Pieris formosa*、短葶飞蓬 *Erigeron breviscapus*、密蒙花 *Buddleja officinalis*、三脉紫菀 *Aster ageratoides*、白背枫 *Buddleja asiatica*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea* 等。

IV.绿化植物：马桑 *Coriaria nepalensis*、尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis*、水红木 *Viburnum cylindricum*、杉木 *Cunninghamia lanceolata*、垂柳 *Salix babylonica*、元江锥 *Castanopsis orthacantha*、云南松 *Pinus yunnanensis*、昆明山梅花

Philadelphus kunmingensis、西南栒子 *Cotoneaster franchetii*、滇青冈 *Cyclobalanopsis glaucoides*、白柯 *Lithocarpus dealbatus*、云南油杉 *Keteleeria evelyniana*、侧柏 *Platycladus orientalis*、栓皮栎 *Quercus variabilis* 等。

V.芳香油植物：云南松 *Pinus yunnanensis*、扁核木 *Prinsepia utilis*、木香花 *Rosa banksiae*、水红木 *Viburnum cylindricum*、红叶木姜子 *Litsea rubescens*、野拔子 *Elsholtzia rugulosa*、铁仔 *Myrsine africana* 等。

(4) 野生陆生动物现状调查及评价

①调查范围、时间和方法

a.调查范围和时间

I。调查范围

本次野生动物现状调查范围与陆生生态调查范围相同，主要调查兽类（哺乳类）、鸟类、爬行类和两栖类 4 个陆生脊椎动物类群。调查内容包括各类群动物的组成情况、资源现状及生境特点等。

II。调查时间

实地调查为 2024 年 4 月 25 日~27 日、2024 年 7 月 12 日~16 日、2024 年 10 月 4 日~6 日、2024 年 12 月 11 日~13 日，有效调查时间为 14 天。调查期间均为多云或阴天天气。在调查时段上，上午 12 时之前及下午 16:30 之后主要进行路线调查，其余时段主要进行访问调查。

b.调查方法

鉴于各陆生脊椎动物类群生物学和生态学特点，本次调查主要采用了路线调查、位点（样点）调查、访问调查、区域历史资料参考以及生境判定法。调查期间，除了对调查路线和调查位点出现的动物进行记录以外，对出现在调查区，但未出现在调查路线和位点的动物也进行记录。此外，对调查区内出现的国家级和云南省级保护动物发现点进行定位记录。

c.调查人员

杨寅，动物学，副研究员，云南大学，主要负责哺乳类、鸟类调查及评价；钟荣华，生态学，副研究员，云南大学，主要负责两栖类、爬行类调查及评价；张益玮、邱泽健、胡启伟、段富丽，硕士研究生，云南大学，主要负责野外调查及数据收集。

I。踏查和生境分类

为调查路线选择提供了依据和参考。基于踏查结果，将调查区的野生动物生境划分为5类，即森林、灌草丛、旱地、水域滩涂和居民区，具体定义如下：

森林：自然形成或人工种植的森林区域，调查区内森林主要为云南松林和半湿润常绿阔叶林。

灌草丛：林间空地、森林边缘、旱地地埂和围界自然形成的灌草丛区域。

旱地：调查区内的旱地区域。

水域滩涂：主要为项目周边的河流、水库及周边滩涂地带。

居民区：调查区内的村庄，含村庄四旁树及绿地。

II. 路线调查

在调查区内根据不同海拔、不同生境布设调查路线。基于以上前提，主要利用调查区内现有的公路、小路、便道、机耕道路作为调查路线，沿途利用卡尔蔡司、尼康等品牌的8×25双筒望远镜进行观察记录路线两侧（视野范围内，不定宽）出现的动物实体和踪迹（粪便、足迹、羽毛等），鉴定其种类，记录个体数量以及生境类型等资料。鸟类的调查利用卡尔蔡司、尼康等品牌的8×25双筒望远镜进行物种的识别。在夜晚沿河道和水田对两栖类进行调查。在调查过程中，对调查路线沿途听到动物鸣声也一并鉴定记录。本次调查共设置了调查25条检查路线，共约34.56km。

III. 位点（样点）调查

在项目周边视野较为开阔区域以及村庄内设置调查位点，利用8×25双筒望远镜对位点周边（不定半径）出现的动物进行观察记录。

IV. 访问调查

由于调查季节、调查时间的限制，且部分动物的警惕性较高，在实地调查过程中难以遇见，故访查调查可有效收集调查区内辨识度较高的动物资料。本次访查对象主要为调查区内的居民、护林员、以往的老猎人等。访查内容主要为：大中型兽类物种及其分布、两栖爬行动物物种（含毒蛇的物种（俗名及其分布）、狩猎习俗及狩猎对象、食用野生动物习俗（蛇、蛙等）、迁徙通道（“打雀山”）的分布及迁徙季捕鸟现象等。

此外，也利用《中国兽类野外手册》（史密斯等，2009）、《中国鸟类野外手册》（约翰·马敬能等，2000）、《中国鸟类观察手册》（刘阳和陈水华，2021）和《中国爬行动物图鉴》（中国野生动物保护协会，2002）等专业书籍中的图片请当地居民进行辨识，收集当地可能分布的陆生动物物种信息。

②评价区陆生动物调查

评价区在中国动物地理二级区划中属于东洋界、中印亚界、西南区、西南山地亚区，在云南陆栖脊椎动物地理三级区划中属于西南山地亚区、滇中高原小区。管道沿线虽然植被覆盖率较高，但长期受人为活动干扰影响，大中型哺乳动物物种及其数量相对较少，区域内种群数量相对较多的是较适应人类干扰小型兽类物种。根据实地调查、访谈和查阅相关文献资料，评价区及附近地区分布有陆栖脊椎动物 19 目 54 科 111 种。具体分布在各纲中的数量状况参见下表。

表 4.2-14 陆栖脊椎动物各纲下分类阶元数量

项目	目	科	种
两栖类	1	7	9
爬行类	2	5	12
鸟类	11	34	77
哺乳类	5	8	13
小计	19	54	111

a.两栖类

评价区记录分布有两栖动物 9 种，隶属于 1 目 7 科，两栖动物种类、数量不多。具体种类见下表。

表 4.2-15 评价区两栖动物组成统计表

目	科	种数
无尾目 ANURA	铃蟾科 Bombinatoridae	1
	蟾蜍科 Bufonidae	1
	雨蛙科 Hylidae	1
	蛙科 Ranidae	3
	叉舌蛙科 Dicroglossinae	1
	树蛙科 Rhacophoridae	1
	姬蛙科 Microhylidae	1
合计：1 目	7 科	9 种

评价区域海拔差异不大，受人为干扰突出，两栖动物种类、数量不多。常见种类为中华蟾蜍、无指盘臭蛙等；华西雨蛙、昭觉林蛙、滇蛙等现为偶见种；大蹼铃蟾在区域内少见。

影响评价区记录到的 9 种两栖动物均属东洋界种中，有 8 种属东洋界，1 种为古北界。

b.爬行类

根据对评价区及邻近地区现场调查及文献记载，影响区及评价区分布有爬行动物 12 种，隶属 2 目 5 科，评价区爬行动物种类、数量不多。具体种类见下

表。

表 4.2-16 评价区爬行动物组成统计表

目	科	种数
有鳞目 SQUAMATA	壁虎科 Gekkonidae	1
	鬣蜥科 Agamidae	1
	石龙子科 Scincidae	2
蛇目 SERPENTES	游蛇科 Colubridae	7
	蝰科 Viperidae	1
2 目	5 科	12 种

评价区分布有爬行动物 12 种类，基于野外调查和生境判断云南半叶趾虎、昆明攀蜥、铜蜓蜥等为区域内常见种类；蓝尾石龙子、八线腹链蛇、颈槽蛇、虎斑颈槽蛇、山烙铁头等区域内偶见。

从区系组成情况看，影响评价区记录的 12 种爬行动物中，东洋界 11 种，占比 92%；广布型 1 种，占比 8%。

c. 鸟类

影响评价区分布有鸟类 11 目 34 科 77 种。具体种类见下表。

表 4.2-17 评价区鸟类组成

目	科	物种数
鸡形目 Galliformes	雉科 Phasianidae	3
鸕鷀目 Podicipediformes	鸕鷀科 Podicipedidae	1
鸽形目 Columbiformes	鸠鸽科 Columbidae	2
鹑形目 Cuculiformes	杜鹃科 Cuculidae	4
鹤形目 Ciconiiformes	鹭科 Ardeidae	3
鹰形目 Accipitriformes	鹰科 Accipitridae	3
犀鸟目 Bucerotiformes	戴胜科 Upupidae	1
佛法僧目 Coraciiformes	翠鸟科 Alcedinidae	1
啄木鸟目 Piciformes	啄木鸟科 Picidae	3
隼形目 Falconiformes	隼科 Falconidae	1
雀形目 Passeriformes	玉鹡科 Stenostiridae	1
	燕科 Hirundinidae	2
	鹡鸰科 Motacillidae	8
	鹎科 Pycnonotidae	4
	山椒鸟科 Campephagidae	2
	伯劳科 Laniidae	1
	柳莺科 Phylloscopus	4
	卷尾科 Dicruridae	2
	鸦科 Corvidae	3
	林鹟科 Timaliidae	3
	幽鹟科 Pellorneidae	1
	噪鹛科 Leiothrichidae	3

目	科	物种数
	鹎科 Turdidae	1
	鹟科 Muscicapidae	10
	扇尾鹟科 Rhipiduridae	1
	花蜜鸟科 Nectariniidae	1
	鸦雀科 Paradoxornithidae	2
	扇尾莺科 Cisticolidae	1
	鹡鸰科 Motacillidae	3
	绣眼鸟科 Zosteropidae	2
	长尾山雀科 Aegithalidae	1
	山雀科 Paridae	2
	鹀科 Emberizidae	2
	雀科 Passeridae	2
	燕雀科 Fringillidae	1
	鹀科 Emberizidae	2
合计：11 目	34 科	77 种

评价区内记述的 77 种鸟类中，大部分为留鸟，有 61 种，少量夏候鸟（9 种）和冬候鸟（7 种），见下表。

表 4.2-18 评价区鸟类居留状况统计表

居留状态	留鸟	冬候鸟	夏候鸟	合计
种数	61	7	9	77
占所有鸟比例（%）	79	9	12	100

在所记录的 77 种鸟类中，冬候鸟是非繁殖鸟，不参与区系分析，繁殖鸟（留鸟和夏候鸟）共 70 种。其中东洋界物种 49 种，占全部繁殖鸟的 70%；东洋—古北两界广布种有 15 种，占繁殖鸟类的 21%；古北界 6 种，占比 9%。详见下表：

表 4.2-19 评价区繁殖鸟类区系成分统计表

区系从属	东洋界	广布种	古北界	合计
种数	49	15	6	70
占区系鸟比例（%）	70	21	9	100

评价区所处区域在中国动物区划中属于东洋界西南区（滇中高原亚区），从记述的评价区内分布的鸟类区系特点上，分界特征上与当地在中国动物地理区划中的位置大致相符。

d. 哺乳类

根据对建设影响区及其邻近地区现场调查，以及文献记载，项目评价区分布有哺乳动物 13 种，隶属于 5 目 8 科。具体种类见下表。

表 4.2-20 评价区哺乳动物组成

目	科	数量
---	---	----

目	科	数量
攀鼯目 SCANDENTIA	鼯科 Soricidae	1
啮齿目 RODENTIA	松鼠科 Sciuridae	1
	鼠科 Muridae	6
翼手目 CHIROPTERA	蹄蝠科 Hipposideridae	1
鲸偶蹄目 CETARTIODACTYLA	猪科 Suidae	1
	鹿科 Cervidae	1
食肉目 CARNIVORA	猫科 Felidae	1
	鼬科 Mustelidae	1
合计：5 目	8 科	13 种

由于评价区域受人为干扰较大，评价区内活动的哺乳动物种类、数量不多。区域内常见的哺乳动物主要为小型啮齿类，如针毛鼠、小家鼠、赤腹松鼠等。北树鼯、黑线姬鼠、黄胸鼠在评价区内为少见种。野猪、小鹿、黄鼬、豹猫等在评价区内为偶见种。

评价区分布有的哺乳动物 13 种，东洋界有 4 种，占比 31%；古北界 1 种，占比 8%；广布型 6 种，占比 46%。评价区所处区域在中国动物区划中属于东洋界西南区（滇中高原亚区）。从记述的评价区内分布的兽类区系特点上看，分界特征与当地在中国动物地理区划中的位置相符，为东洋界物种。在东洋界分区的成分分析上，由于评价范围狭小、记述兽类种类较少，难于准确反映当地动物的分区特征。

③评价区珍稀、濒危和保护动物

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021 年）、《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023 年）、《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》（2015 年）、《中国脊椎动物红色名录》（2016 年）、《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》（<https://www.iucnredlist.org>）、《濒危野生动植物种国际贸易公约附录物种名录》（2023 年）和特有情况，评价区的珍稀保护动物情况见下表。

表 4.2-21 调查区珍稀、濒危和保护动物一览表

序号	中文名	拉丁名	保护情况		特有	红色名录 IUCN
			中国	CITES		
哺乳纲 MAMMALIA						
1	北树鼯	<i>Tupaia belangeri</i>		II		无危 LC
2	豹猫	<i>Prionailurus bengalensis</i>	二级	II		易危 VU
3	小鹿	<i>Muntiacus reevesi</i>	省级 保护			近危 NT
鸟纲 AVES						
1	红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	二级	C II		无危 LC

序号	中文名	拉丁名	保护情况		特有	红色名录 IUCN
			中国	CITES		
2	普通鵟	<i>Buteo buteo</i>	二级	C II		无危 LC
3	黑翅鸢	<i>Elanus caeruleus</i>	二级	C II		近危 NT
4	凤头鹰	<i>Accipiter trivirgatus</i>	二级	C II		近危 NT
5	白腹锦鸡	<i>Chrysolophus amherstiae</i>	二级			近危 NT
爬行纲 REPTILIA						
1	黑眉锦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>				濒危 EN
2	滑鼠蛇	<i>Ptyas mucosus</i>				濒危 EN
3	颈槽蛇	<i>Rhabdophis nuchalis</i>				易危 VU
4	黑线乌梢蛇	<i>Zaocys nigromarginatus</i>				易危 VU

注：保护级别：一级：国家一级重点保护野生动物；二级：国家二级重点保护野生动物。省级：云南省省级保护野生动物。C I：CITES 公约附录 I（2023 年 2 月发布 CITES 公约物种名录）；C II：CITES 附录 II；C III：CITES 附录 III（2023 年 2 月发布）。特有：是一中国特有物种。红色名录：在此仅列出受胁物种，CR：极危种；EN：濒危种；VU：易危种。

（6）生态系统现状评价

根据遥感影像解析和实地调查，采用图形叠置法，得出评价区主要有 75 种生态系统类型，其类型及特征见下表。

表 4.2-22 评价区生态系统类型/面积统计

序号	生态系统类型	评价区	
		面积 (hm ²)	占评价区总面积的比例 (%)
1	森林生态系统	3612.5	61.27
2	灌丛生态系统	281.51	4.77
3	草地生态系统	53.77	0.91
4	水域生态系统	96.49	1.64
5	农田生态系统	1292.84	21.93
6	城镇生态系统	186.33	3.16
7	其他生态系统	372.49	6.32
8	合计	5895.93	100

①森林生态系统

森林生态系统是评价区内主要的生态系统类型，该生态系统一般具有立木层（乔木层）、下木层（灌木层）和草本地被物层，郁闭度较高，由于受到人为因素干扰，现有森林生态系统多以云南松天然次生林为主，有少量次生的半湿润常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林。此外，还有大量不稳定的灌木林地，如稀树灌丛。森林生态系统同时也是野生动物主要栖息场所，一旦生态系统破坏，

部分野生动物难以生存，因此森林生态系统是该地区维持生物多样性的重要环节。

②灌丛生态系统

灌丛生态系统属于草地生态系统和森林之间的过渡类型，对保持水土起着重要的作用，是评价区分布较为广泛，面积也较大的类型，主要由暖性灌丛组成，也是野生动物重要的栖息场所，特别是鸟类，一旦生态系统破坏，部分野生动物难以生存。

③草地生态系统

草地生态系统由以破坏草为建群种，多分布在路边。

④农田生态系统

农田生态系统是区域社会经济稳定的基础。由于当地气候干燥，水量不足，地区生产力水平一般。

⑤水域生态系统

相对于其他生态系统，评价区内的河流生态系统是最脆弱的生态系统类型，面临多重威胁。该生态系统由地表水系与河道及周围滩涂构成，具备完整地从浮游植物到高等动物的食物链条，由于水体面积非常狭小，生物多样性一般。

(7) 植被覆盖度现状

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状，本次评价基于遥感解译，采用植被指数法估算评价区的植被覆盖度。植被指数法主要是通过对各像元中植被类型及分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的方法如下：

$$FVC = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s)$$

式中：FVC——所计算像元的植被覆盖度；

NDVI——所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_v——纯植物像元的 NDVI 值；

NDVI_s——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

根据遥感卫星影像数据，对评价区的植被覆盖度指数进行归一化分析与计算后，评价区植被覆盖度等级划分及面积比例情况见下表。

表 4.2-23 评价区植被覆盖度

植被覆盖度等级	面积 (hm ²)	面积比例 (%)
低覆盖度	245.55	4.17

植被覆盖度等级	面积 (hm ²)	面积比例 (%)
中低覆盖度	557.81	9.46
中覆盖的	1050.42	17.82
中高覆盖度	1898.73	32.20
高覆盖度	2143.42	36.35
合计	5895.93	100

由上表可见，高覆盖度、中高覆盖度占评价区植被覆盖度面积最大，占评价区总面积的 68.55%，中覆盖度以下区域占评价区总面积的 31.45%。根据植被覆盖度空间分布图，评价区植被覆盖度呈现从低海拔到高海拔升高的趋势。

(8) 评价区域主要生态环境问题

评价区人为活动频繁，长期受人为活动干扰影响，区域主要生态问题为生物入侵。在影响评价区记录到 17 种外来入侵植物，其中破坏草 *Ageratina adenophora* 广泛分布各类生境，并在局部形成居群；喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides*、鬼针草 *Bidens pilosa*、藿香蓟 *Ageratum conyzoides*、小蓬草 *Erigeron canadensis*、苏门白酒草 *Erigeron sumatrensis*、牛膝菊 *Galinsoga parviflora* 在影响评价区林下及林缘、公路等生境常见，且局部成优势；刺花莲子草 *Alternanthera pungens*、粉花月见草 *Oenothera rosea*、野茼蒿 *Crassocephalum crepidioides*、钻叶紫菀 *Symphyotrichum subulatum*、多花百日菊 *Zinnia peruviana*、曼陀罗 *Datura stramonium*、假酸浆 *Nicandra physalodes*、圆叶牵牛 *Ipomoea purpurea*、飞扬草 *Euphorbia hirta* 在影响评价区则属于偶见或少见种类。

5 环境影响预测与评价

5.1 地表水环境影响评价

5.1.1 施工期

项目施工期对地表水体的影响主要包括管道穿越工程对地表水体的影响、管道试压废水、定向钻泥浆水、施工人员生活污水排放对沿线地表水体的影响。

(1) 河道开挖施工

项目沿线穿越蜻蛉河、双甸河采用围堰导流+开挖方式进行穿越，开挖施工工期一般为3~5天。

项目开挖穿越河段河水较浅、水量较少，施工作业尽量选择枯水期进行。在河床内挖沟铺设施工时，对河床有暂时性破坏，施工完成后，经覆盖复原，对河流河床和面貌不产生影响；开挖河道将对河流水质产生短期影响，在围堰导流过程中可能使河水中泥沙等悬浮物含量增加，但这种影响是局部的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况，施工过后，原有河床形态得到恢复，不会对水体功能、水质产生明显影响。

河道开挖产生的悬浮物对水生生物及鱼类会产生短期的影响，随着施工期开挖施工结束，影响消失。

(2) 管道试压废水

管道在完成组装焊接后将采用清管球（器）对全线进行清管，清管次数不应小于2次，确保将管道内的污物清除干净，以开口端不再排出杂物为合格，清管结束后采用清水试压。

项目管道试压分段进行，需试压的管道共计45.8km，拟分10个试压段进行。每段试压每次最大用水188m³，经沉淀池沉淀处理后70%回用，则每段试压最大排水量约56.4m³，试压废水沉淀池设置10个，每个容积200m³。

废水中主要污染物为SS，浓度低于100mg/L。试压废水经沉淀处理后用于施工作业带泼洒抑尘，不外排，对周边地表水环境影响小。

③定向钻泥浆水

项目管线2次穿越S220省道采用定向钻施工工艺，在进行钻孔过程中，会产生一定的泥浆废水。项目2处定向钻施工场地距离近（1.7km），泥浆可重复

使用。

项目定向钻施工总长度为 474m，类比同类工程并考虑到重复使用，泥浆废水产生总量约为 40m³，主要污染物为 pH、SS、石油类。

泥浆用泥浆池收集，施工结束后，废泥浆在泥浆池中通过 pH 调节、沉淀后，上清液回用于场区洒水降尘，对周围地表水环境影响小。

④生活污水

项目施工过程中不设施工营地，租用当地民房，施工期生活污水利用现有村庄的污水处理系统处理。

综上所述，施工期废水采取措施后，对区域地表水环境影响小。

2.1.2 运营期

本项目只包含管道工程，运营期由姚安门站调配巡视人员，不新增劳动定员，无生活污水产生。管道运营期无废水产生。

项目天然气采用全密闭输送，输气管道采用防腐层和阴极保护联合方式，发生泄漏的概率极小，且输气管道穿越河流时埋设在穿越河流河床设计冲刷线以下稳定层内，一般不会对穿越的河流造成影响。即使发生特殊的情况，管道发生破裂造成天然气外泄，但由于天然气不溶于水，泄漏的天然气会经过地表水泄漏到大气中，因此，不会对地表水体产生影响。

5.2 地下水环境影响评价

5.2.1 施工期

(1) 管道施工影响

管道全线大部分地段采用沟埋敷设为主，局部特殊穿越地段定向钻和顶管等非开挖方式敷设。管道在一般土方地段管顶埋深不小于 1.2m，开挖深度约 2.0m，穿河地区管沟挖深约 3m。

工程沿线地下水类型为第四系松散层孔隙水、碎屑岩类裂隙孔隙水、基岩裂隙水。第四系松散层孔隙水主要分布于河谷、沟谷地带，是管道沿线主要的地下水类型，地下水埋深 1.0~4.0m。碎屑岩类裂隙孔隙水、基岩裂隙水分布于河谷和沟谷坡岸，地下水埋深 5.0~8.0m。

项目管道施工对第四系松散层孔隙水有一定影响，仅在穿越河流两侧水田、耕地区，管沟挖深大于地下水水位，施工活动将会改变地下水径流方向和排泄条件，但不会阻断地下水径流。由于局部地段地下水埋深小，管沟施工可能揭露地下水位，扰动浅表水层，增加地下水浊度，但因施工时间短，且泥沙影响范围小，只在管线附近几米的范围，对地下水影响极微，且管线施工结束就可恢复正常。

其他段地下水埋深远大于管沟最大挖深，施工活动对地下水影响很小。

(2) 施工废水

管道试压废水主要污染物为悬浮物，经收集并沉淀处理后可回用于施工作业带洒水降尘，对管道沿线地下水环境影响较小。

定向钻泥废泥浆在泥浆池中通过 pH 调节、沉淀后，上清液回用于场区洒水降尘，对地下水环境影响小。

5.2.2 运营期

运营期正常工况下，由于输气管线是全封闭系统，输送的天然气不会与地下水发生联系，对地下水环境无影响。即使发生管道泄漏情况，管道发生破裂造成天然气外泄，但由于天然气不溶于水，泄漏的天然气会泄漏到大气中，不会对地下水产生影响。

5.3 环境空气影响评价

5.3.1 施工期

项目施工期废气主要为扬尘、设备燃油废气、管道焊接产生的焊接烟尘。

(1) 施工扬尘

施工作业带清理、土方开挖、物料装卸产生的扬尘污染主要取决于施工作业方式、材料的堆放及风力等因素。

项目施工采用分段施工，扬尘产生受风力因素的影响最大。

施工阶段汽车运输过程中产生的扬尘量、粒径大小等与多种因素有关，如路面状况、车辆行驶速度、载重量、天气情况等。其中风速、风向等天气状况直接影响扬尘的传输方向和距离。由于汽车运输过程中产生的扬尘时间短、落地快、影响范围主要集中在运输道路两侧。

项目为线性工程，针对施工区扬尘污染，一般采取控制作业面积、施工作业带洒水降尘、开挖土石方临时遮盖等措施，运输车辆通过控制超载、篷布遮盖、清扫车轮等措施控制扬尘。通过采取上述措施，施工期间产生的废气排放对周围环境影响得到有效控制，对周围大气环境的影响可以接受。

(2) 燃油机械废气

项目工程布置相对分散，施工过程中燃油废气排放强度较小，对环境空气的影响仅限于施工现场及邻近区域。工程区周边大气扩散条件较好，因此工程施工期燃油废气排放对工程区环境空气质量影响较小。

(3) 焊接废气

管道焊接采用半自动和手工下向焊两种方式，在焊接过程会产生焊接烟气。

焊接工序随着管道铺设分段进行，焊接烟尘属于流动源且间歇式排放。由于焊接工序为野外露天工作，污染物扩散条件好，焊接烟气经过大气扩散后对外环境的影响较小。

5.3.2 运营期

本项目输气管道为地埋模式，且采用密闭输气工艺，正常工况下管道输气过程不产生大气污染物，不会对沿线区域大气环境产生影响。

在天然气输送过程中，每年对管线进行 1~2 次通球清管作业，释放天然气

量为 $200\text{m}^3/\text{a}$ ，排放天然气通过姚安门站已有的 1 根高 15m 地放空管在防空区排放。该过程排放时间短，对环境的影响较小。

5.4 声环境影响评价

5.4.1 施工期

施工期噪声源主要是施工机械设备、运输车辆产生的噪声，噪声源强在 75~105dB(A) 之间。

将各种施工机械等近似为噪声源，仅考虑距离衰减进行计算，可得到施工期各种机械等在不同距离处的噪声贡献值，结果见表 5.4-1。

表 5.4-1 施工机械噪声在不同距离处的噪声值

设备名称	离施工点不同距离的噪声值 (dBA)				
	10m	20m	50m	100m	200m
挖掘机	70	64	56	50	44
吊管机	60	54	46	40	34
电焊机	55	49	41	35	29
切割机	75	69	61	55	49
空压机	80	74	66	60	54
液压破碎机	85	79	71	65	59
柴油发电机	80	74	66	60	54
载重汽车	65	59	51	45	39

在实际施工过程中可能出现多台机械同时在一处作业，则施工噪声影响的范围比预测值大，鉴于实际情况较为复杂，很难用声级叠加公式进行计算。对于在运输车辆，由于运输车辆产生的声级受载重的影响变化，并且造成的影响范围不定。施工噪声将对沿线声环境质量产生一定的影响，管道工程夜间不施工，工程施工噪声影响主要集中在昼间。

由于管道在局部地段的施工周期一般为 1~2 个星期，施工影响时间短。建设单位在施工过程中加强与周边居民的协调沟通，并提前公告，明确告知居民施工安排及施工时序，并设置围挡。同时施工过程中应合理安排施工时间，午休期间（12:00~14:00）和夜间（22:00~06:00）禁止施工作业。运输车辆经过村庄时应限速、禁鸣。

项目采取上述措施后，施工噪声不会产生扰民现象。

5.4.2 运营期

项目运营期无产噪设备，对周围声环境无影响。

5.5 固体废物影响分析

5.5.1 施工期

项目施工期固体废物主要为土石方、施工废料（废焊条、废补口补伤料等）、清管废渣、定向钻泥浆、施工人员生活垃圾。

（1）土石方

根据《姚安县燃气支线管道建设项目水土保持方案可行性研究报告》，项目建设共开挖土石方 23.33 万 m^3 ，其中剥离表土 3.46 万 m^3 、一般土石方开挖 19.87 万 m^3 ；回填土石方 23.33 万 m^3 ；土石方内部调运 0.06 万 m^3 ；无永久弃方产生。

（2）施工废料

施工废料主要为管道焊接产生的废焊条，补口补伤工序产生的废补口补伤料。施工过程产生的施工废料量约为 9.16t。施工废料可回收利用的回收外售，不能回收利用的委托相关单位合理处置。

（3）清管废渣

清管杂质主要为管材存放、下管过程中进入管内的砂土等物，产生量小，清管杂质退除后，全部用于场地平整。

（4）定向钻泥浆

项目 2 处穿越 S220 省道采用定向钻施工。定向钻穿越施工过程中需使用配制泥浆，其主要成分为膨润土，含有少量 Na_2CO_3 ，呈弱碱性。

项目定向钻施工泥浆废水产生总量约为 40 m^3 。施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后产生的泥浆经 pH 调节为中性后采取就地固化填埋。

（5）生活垃圾

施工期间共产生生活垃圾量约为 4.5t。各施工段生活垃圾分别收集后，依托当地村镇环卫系统处置。

综上，项目施工期间固体废物全部妥善、合理处置，对外环境影响较小。

5.5.2 运营期

项目运营期固体废物为清管固废。管道运行期间每年对管线进行 1~2 次通球清管作业，产生的固体废物极少，主要为天然气中的杂质对管道内壁轻微腐

蚀的产物，主要成分氧化铁粉末，属于一般工业固体废物。清管固废从姚安门站排出，每年清管 2 次，则清管固废产生量为 5kg/a，委托环卫部门处置，固废处置率 100%，对环境的影响小。

5.6 生态环境影响评价

5.6.1 对土地利用的影响分析

根据实地踏勘和卫星遥感影像解译，将评价区土地利用划分为旱地、水田、有林地、灌木林地、园地、草地、水体、住宅用地和其他用地等 31 种类型。工程占地及主要地类见表 5.6-1。

表 5.6-1 评价区土地利用现状统计

土地利用类型	评价区面积 (hm ²)	项目占地			占评价区同类型土地 (%)		
		永久占地面积 (hm ²)	临时占地面积 (hm ²)	合计	永久占地	临时占地	合计
耕地	1292.84	0.0027	18.75	18.7527	0.0002	1.45	1.4502
园地	146.02	0	1.4	1.4	0	0.96	0.96
林地	3894.01	0	4.22	4.22	0	0.11	0.11
草地	53.77	0	0.56	0.56	0	1.04	1.04
水域	96.49	0	0.17	0.17	0	0.18	0.18
交通	149.68	0	1.25	1.25	0	0.84	0.84
其他	263.12	0	1.5	1.5	0	0.57	0.57
合计	5895.93	0.0027	27.85	27.8527	0.0002	5.14	5.1502

工程占地面积 27.8527hm²，其中永久占地面积 0.0027hm²，临时占地面积 27.85hm²。项目占用耕地面积 18.7527hm²，占评价区同类型土地面积的 1.45%，其中永久占用 0.0027hm²，临时占用 18.75hm²，临时占用基本农田面积 15.41hm²；项目占用园地面积 1.4hm²，占评价区同类型土地面积的 0.96%，临时占用；项目占用林地面积 4.22hm²，占评价区同类型土地面积的 0.11%，临时占用；项目占用草地面积 0.56hm²，占评价区同类型土地面积的 1.04%，临时占用；项目占用水域面积 0.17hm²，占评价区同类型土地面积的 0.18%，临时占用；项目占用交通设施用地面积 1.25hm²，占评价区同类型土地面积的 0.84%，临时占用。项目占地占评价区比例较小，不会明显改变评价区土地利用格局。

永久占用对评价区原有的土地利用形态与方式造成了一定的影响，但占评价区比例仅为 0.0002%，影响甚微。临时工程占地在施工结束后，及时进行绿化恢复和土地复垦，不会改变土地利用的类型。总的来说，工程建设对评价区的土地利用有一定影响，但并不会对评价区的土地利用格局产生大的改变。

5.6.2 对植物群落的影响分析

(1) 评价区占用植被分析

项目占用植被情况见表 5.6-2。

表 5.6-2 占用的植被类型面积统计

植被类型		评价区内 该类型 面积 (hm^2)	工程永久占地		工程临时占地		工程占地合计	
			面积 (hm^2)	占评价范围 该类植被 的%	面积 (hm^2)	占评价范围 该类植被 的%	面积 (hm^2)	占评价范围 该类植被 的%
自然植被	半湿润常绿阔叶林	115.8	0	0	1.12	0.97	1.12	0.97
	干热河谷硬叶常绿栎类林	216.52	0	0	0.33	0.15	0.33	0.15
	暖温性针叶林	3187.85	0	0	1.41	0.04	1.41	0.04
	暖温性稀树灌木草丛	281.41	0	0	0.64	0.23	0.64	0.23
	暖温性杂草类草丛	53.74	0	0	0.56	1.04	0.56	1.04
人工植被	人工林	92.46	0	0	0.72	0.78	0.72	0.78
	农田植被	1292.84	0.0027	0.0002	18.75	1.45	18.7527	1.45
	经济林及经济作物	146.02	0	0	1.4	0.96	1.4	0.96
其他		213.21	0	0	2.92	0.57	2.92	0.57
合计		5895.93	0.0027	0	27.85	/	27.8527	/

根据表 5.6-2，项目永久占地不占用自然植被，临时占用自然植被面积较小，仅在极小范围改变了生物群落结构，不会造成区域植被类型的消失和植被的格局发生大的改变，且施工结束后即可进行恢复。

(2) 工程临时占地对植被影响的评价

施工临时占用的自然植被包括：干热河谷硬叶常绿栎类林 0.33hm^2 ，占评价区该类植被的 0.15%；暖温性针叶林 1.41hm^2 ，占评价区该类植被的 0.04%；半湿润常绿阔叶林 1.12hm^2 ，占评价区该类植被的 0.97%；稀树灌木草丛 0.64hm^2 ，占评价区该类植被的 0.23%；暖温性杂草类草丛 0.56hm^2 ，占评价区该类植被的 1.04%。工程临时占用的植被的面积不大，且所占评价区比例极小，工程占用不会导致这些植被的灭绝。

施工临时占用的植被，在工程建设期间将会暂时消失，而对评价区的生态系统产生一定的影响。但是，这种影响是暂时的，由于施工临时占用植被而产生的对评价区生态的负面影响小。

(3) 对保护植物的影响

根据前述对保护植物的现状调查，评价区内发现国家二级重点保护野生植

物 2 种，分别为金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* 和大花香水月季 *Rosa odorata var. gigantea*，位于管道施工作业带东侧 45m 和 173m，不会造成直接或间接影响。

(4) 对一般维管植物的影响

影响评价区群落建群种包括云南松 *Pinus yunnanensis*、黄毛青冈 *Cyclobalanopsis delavayi*、高山锥 *Castanopsis delavayi*、尼泊尔栎木 *Alnus nepalensis*、白柯 *Lithocarpus dealbatus*、栓皮栎 *Quercus variabilis* 等。这些物种在云南分布范围较广，而且有较大的野生种群，为常见物种，工程建设对这些物种的影响不大。因此，工程建设对生物群落关键种影响不大，不会造成这些关键种种群结构的显著改变，也不会导致这些物种灭绝。

项目占用的自然植被类型为次生植被类型，植被群落结构不复杂，物种组成不多，均属常见种，在云南滇中高原地区广泛分布的优势种，种群数量高。项目建设占用土地、扰动地表等行为对评价区的植物造成影响，主要体现在导致评价区被占用土地上的植物物种数量减少，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，不会对区内植物资源和物种多样性产生明显的不利影响，也不会导致评价区任何植物物种的消失。

(5) 对植物群落的影响

调查表明，本地区的原生植被主要是半湿润常绿阔叶林。评价区的云南松林和半湿润常绿阔叶林是遭到破坏之后发育起来的次生植被，而且随破坏程度的不同，演变为灌丛和稀树灌木草丛。

项目永久占地不涉及自然植被。临时占地的自然植被，将成为施工迹地，通过自然演替或者人工植被恢复，可以逐渐恢复成与上述植被演替特征相对应的次生植被类型。施工迹地上演替的次生植被类型的质量将低于其对应的原生植被的质量。因此，由于项目的建设，评价区内的临时占用的自然植被，在工程竣工后虽然能够逐渐恢复，但是其生态质量将比施工前降低。

5.6.3 对动物的影响分析

(1) 对哺乳类的影响

根据现状调查结果，评价区内最常见的是小型啮齿类，如针毛鼠、小家鼠、赤腹松鼠等，它们一般体型较小，主要在地面活动觅食，栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物，包括北树鼯、黑线姬鼠、黄胸鼠等较为少见的小型哺

乳类。它们喜欢在人类活动范围如村落、耕地活动，它们活动范围广、适应能力强，因此，工程建设对它们的影响不大。

黄鼬、豹猫等体型较大的哺乳类主要分布生境类型多样，工程建设对其影响不大。评价范围位于耕地与林地过渡地带，人为活动较为显著，评价区域不属于上述大型哺乳类的主要繁殖、栖息场所，对其活动、食物来源影响小。

施工期间，上述哺乳类均会受到干扰而使其迁移，但哺乳类动物移动能力较强，会避开施工区域选择邻近非施工区域活动，因此项目施工对哺乳类动物的影响较小。此外，工程占用一定数量的土地，包含森林灌丛等，将使哺乳动物的食物（果实、昆虫和小型动物、植物嫩枝叶等）分布面积有所减小。但由于工程临时占用面积占评价范围内同类型生境面积很小，因而施工期对哺乳动物的主要食物的分布、数量不会造成大的影响。

项目管道敷设在地下，对哺乳动物无影响。运营期随着施工作业带的植被恢复，哺乳类动物的生境会得到恢复。

（2）对鸟类的影响

评价区受人为干扰较大，植被以次生植被为主。野外调查表明，由于缺乏适宜生境，项目区分布的绝大多数重要动物都已经在评价范围内消失。唯有鸟类中一些猛禽，鹰隼类和鸢类，因为其活动范围大，可能出现在评价范围内捕食。

项目建设将临时减小自然生境范围，使鸟类栖息和繁衍受到一定影响。项目占地面积占评价范围内同类型植被比例小，对鸟类栖息和繁衍影响小。项目周围存在很多相似的生境，且鸟多善于飞翔，在施工区域周边较易找到替代生境，工程对其直接影响不大。工程施工噪声及人为活动干扰对鸟类的影响是暂时的，且在其在评价区或者周边区域内可找到相同或类似生境。

项目管道敷设在地下，对鸟类无影响。运营期随着施工作业带的植被恢复，鸟类的生境会得到恢复。

（3）对两栖和爬行动物的影响

工程占地将使这些两爬类物种的食物分布面积有所减小，但由于工程占地范围仅属评价区域中的一小部分，因此施工期对它们主要食物的分布、数量不会造成重大影响。工程区的各种施工活动，两爬类物种或多或少会受到干扰，对其种群迁移、扩散、繁殖均有影响，但评价区发现这些种类多是常见的广布

种，对其种群的生存和繁衍影响较小。

项目管道敷设在地下，对两栖和爬行动物无影响。运营期随着施工作业带的植被恢复，两栖和爬行动物的生境会得到恢复。

（4）对保护动物的影响

项目调查区共记录重要物种 12 种（保护动物、濒危动物、易危动物），其中鸟类 5 种、哺乳类 3 种、爬行类 4 种。

黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟、红隼在影响评价区属偶见种或少见种，均属猛禽类，具有极强的飞行能力，且活动范围广，仅偶在影响评价区上空盘旋觅食，或在影响评价区内偶有停留和觅食，其对施工机械作业和行驶车辆的趋避行为小，项目实施对它们的影响小。白腹锦鸡属少见种，主要在林区活动，性机警，施工间的机械及人为活动对其产生暂时性的驱逐，使其远离工程占地区活动。

小鹿属少见种，主要在林区活动，性机警，施工间的机械及人为活动对其产生暂时性的驱逐，使其远离工程站地区活动。北树鼯、豹猫在影响评价区分布数量少，均属少见种，两者主要在林区及林区周边的耕地活动，对人类活动有一定的适应性。施工期间的机械及人为活动对其产生暂时性的驱逐，使其远离工程占地区活动。

黑眉锦蛇、滑鼠蛇和颈槽蛇等爬行类的生境适应能力强，所需生境较小，受到干扰或能主动避让干扰源，施工期间的机械及人为活动对其产生暂时性的驱逐，使其远离工程占地区活动。

项目建设占地面积较小，且占地呈带状分布，占用的生境在评价区范围内分布较广。管道施工作业带临时占用，施工作业时间短，且施工结束后通过覆土回填后的复耕和植草复绿措施，可恢复施工期被管道作业带切割的动物生境。因此，对重点保护动物的栖息地连通性影响较小。

影响评价区位于耕地与林地过渡地带，人为活动较为显著，施工区域不属于上述保护动物的主要繁殖、栖息场所，对其环境的影响不显著，不会明显改变这些重要物种的食物网链结构，对其迁移、散布、繁衍影响甚微。

表 5.6-3 项目建设对保护动物的影响预测

序号	物种	保护级别	栖息地	影响预测
----	----	------	-----	------

序号	物种	保护级别	栖息地	影响预测
1	北树鼯 <i>Tupaia belangeri</i>	C II	林缘、河谷、灌丛、草丘中和林缘村寨附	其生境类型多样，活动范围较大，且生境适应能力强，反应迅速，不受到干扰或能主动避让干扰源，影响小
2	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	二级、C II	林缘、河谷、灌丛、草丘中和林缘村寨附	其生境类型多样，活动范围较大，且生境适应能力强，反应迅速，不受到干扰或能主动避让干扰源，影响小
3	小鹿 <i>Muntiacus reevesi</i>	省级重点保护	林缘、河谷、灌丛、森林中	其生境类型多样，活动范围较大，影响小
4	普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	二级、C II	开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地	其生境类型多样，活动范围较大，适应性较强，因其具有较强的迁移能力，受干扰后能主动避让干扰源，影响较
5	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	二级、C II	山地森林、森林苔原、旷野、山区植物稀疏的混合林、开垦耕地	其生境类型多样，活动范围较大，适应性较强，因其具有较强的迁移能力，受干扰后能主动避让干扰源，影响较
6	凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	二级、C II	低地森林、农耕地、村庄附近等	其生境类型多样，活动范围较大，适应性较强，因其具有较强的迁移能力，受干扰后能主动避让干扰源，影响较
7	黑翅鸢 <i>Elanus caeruleus</i>	二级、C II	山地森林、农耕地、疏林地附近等	其生境类型多样，活动范围较大，适应性较强，因其具有较强的迁移能力，受干扰后能主动避让干扰源，影响较
8	白腹锦鸡 <i>Chrysolophus amherstiae</i>	二级	山地森林、林缘灌丛、荒地等生境	其生境类型多样，活动范围较大，适应性较强，因其具有较强的迁移能力，受干扰后能主动避让干扰源，影响较
9	黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>	EN	林地、草地、耕地及村庄附近，也常在稻田、河边及草丛中	生境适应能力强，所需生境较小，受到干扰或能主动避让干扰源，影响较小
10	滑鼠蛇 <i>Ptyas mucosus</i>	EN	农田、附近有水潭的草地和灌木林	生境适应能力强，所需生境较小，受到干扰或能主动避让干扰源，影响较小
11	颈槽蛇 <i>Rhabdophis nuchalis</i>	VU	林地，路边、草丛石堆、耕地或水域附近	生境适应能力强，所需生境较小，受到干扰或能主动避让干扰源，影响较小。
12	黑线乌梢蛇	VU	常见于农田及周围草坡上，以	生境适应能力强，所需生境

序号	物种	保护级别	栖息地	影响预测
	<i>Zaocys nigromarginatus</i>		稻田边及潮湿田埂上多见	较小，受到干扰或能主动避让干扰源，影响较小。

注：保护级别：一级：国家一级重点保护野生动物；二级：国家二级重点保护野生动物。省级：云南省省级保护野生动物。C I：2023年2月发布的CITES公约附录I；C II：CITES附录II；CIII：CITES附录III。特有：是一中国特有物种。红色名录：在此仅列出受胁物种，CR：极危种；EN：濒危种；VU：易危种。

5.6.4 对生态系统稳定性分析

(1) 对生物多样性影响分析

项目占用的自然植被主要为半湿润常绿落叶林、暖温性针叶林、稀树灌木草丛，均为次生植被，这些群落和物种都是云南广布，属于当地常见的植被类型，涉及主要物种均为评价区和云南常见物种。项目建设会导致这些物种个体数量减少，损失部分生物量，但不会导致其灭绝，影响是可接受的，对整个生态环境的生物多样性影响较小。

(2) 对生态系统完整性影响分析

评价区内的生态系统主要是森林生态系统+灌丛生态系统+草地生态系统+湿地生态系统+农田生态系统+城镇复合生态系统。本项目建设使评价区的部分暖温性针叶林、半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类林转变为草丛，其余的生态系统面积变化不大。

表 5.6-4 工程实施前后评价范围生态系统类型变化表

拼块类型	建成前面积 (hm ²)	建成后面积 (hm ²)	变化面积 (hm ²)	变化比例 (%)
森林生态系统	3612.5	3609.64	-3.58	-0.10
灌丛生态系统	281.51	280.87	-0.64	-0.23
草地生态系统	53.77	57.27	+4.22	+7.84
湿地生态系统	96.49	96.49	0	0
农田生态系统	1292.84	1292.84	0	0
城镇生态系统	186.33	186.33	0	0
其他生态系统	372.49	372.49	0	0
合计	5895.93	5895.93	0	0

对区域自然体系生态完整性的影响是由工程占地引起的。工程建成后，各种生态系统类型面积发生变化导致区域自然生态体系生产力和稳定状况发生改变。根据表 5.6-4，项目建设前后各生态系统类型变化面积小，对本区域生态完

整性影响小。

(3) 对生态系统生物量的影响

本项目评价区面积 5895.93hm²，其生态系统累积的 650098.38t（干重）。由于管道施工结束后，部分暖温性针叶林、半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类林转变为草丛，将减少评价区生态系统的生物量，减少评价区的生物量大约是 430.6t（干重），约占评价区生物量的 0.07%。项目建设对评价区生态系统生物量影响小。

表 5.6-5 项目生物量变化一览表*

生态系统	评价区面积 (hm ²)	变化面积 (hm ²)	单位生物量 (t/hm ²)	评价区生物量 (t)	变化的生物量 (t)	变化占评价区同类 (%)
半湿润常绿阔叶林	115.8	-1.12	135.91	15738.38	-152.22	-0.97
干热河谷硬叶常绿栎类林	216.52	-0.33	269.73	58401.94	-89.01	-0.15
暖温性针叶林	3187.85	-1.41	178.17	567979.23	-251.22	-0.04
暖温性稀树灌木草丛	281.41	-0.64	20.03	5636.64	-12.82	-0.23
暖温性杂草类草丛	53.74	+4.22	20.03	1076.41	84.53	7.85
人工林	92.46	-0.72	13.69	1265.78	-9.86	-0.78
园地	146.02	0	0	0	0	/
耕地	1292.84	0	0	0	0	/
其他	213.21	0	0	0	0	/
合计	5895.93			650098.38	-430.60	

*吴鹏，丁访军，陈骏。中国西南地区森林生物量及生产力研究综述〔J〕. 湖北农业科学, 2012, 051 (008): 1513-1518.

(4) 对生态系统生产力的影响

评价区面积 5895.93hm²，其生态系统总的生产力约为 48935.91t/a（干重）。由于管道施工结束后，部分暖温性针叶林、半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类林转变为草丛，将减少评价区生态系统的生产力，由此使评价区生态系统生物生产力减少约 7.02t/a（干重），评价区生态系统植被生产力的变化率为 0.01%。

表 5.6-6 生态系统每年永久变化的生产量表

生态系统	植被面积 (hm ²)	变化的面积 (hm ²)	净生产力 (t/a·hm ²)	评价地区 植被生产 力 (t/a)	变化的植 被生产 力 (t/a)	占评价区 (%)
半湿润常绿阔叶林	115.8	-1.12	13.71	1587.62	-15.36	-0.97
干热河谷硬叶常绿栎类林	216.52	-0.33	19.23	4163.68	-6.35	-0.15
暖温性针叶林	3187.85	-1.41	9.74	31049.66	-13.73	-0.04
暖温性稀树灌木草丛	281.41	-0.64	4.5	1266.35	-2.88	-0.23
暖温性杂草类草丛	53.74	+4.22	8.85	475.60	37.35	7.85
人工林	92.46	-0.72	8.41	777.59	-6.06	-0.78
园地	146.02	0	8.3	1211.97	0	0
耕地	1292.84	0	6.5	8403.46	0	0
其他	509.29	0	0	-	-	-
合计	5895.93			48935.91	-7.02	

恢复稳定性与高亚稳定元素（如植被）的数量和生产能力较为密切。工程建成后，各种土地类型发生变化，林地面积减少，草地面积增加，这将使评价区生态系统生物量减少。工程建设后，将造成评价区植被生物量减少约 430.6t，植被生产力减少 7.02t/a。因此，工程引起的干扰是可以承受的，生态系统的完整性和稳定性没有发生大的改变。

5.6.5 景观生态影响分析

评价区包括常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、暖性针叶林、稀树灌木草丛、灌丛、草丛、交通用地、水域、建筑用地等 10 种拼块类型。

景观生态系统的质量现状由生态评价范围内自然环境，各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，基质是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。本评价范围极值主要采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类拼块的优势度值（Do），优势度值大的就是基值，优势度值通过计算评价范围内各拼块的重要值的方法判定某拼块在景观中的优势，由以下 3 种参数计算出：密度（Rd）、频度（Rf）和景观比例（Lp）。

密度 Rd=嵌块 I 的数目/嵌块总数×100%；

频度 Rf=嵌块 I 出现的样方数/总样方数×100%

景观比例（Lp）=嵌块 I 的面积/样地总面积×100%

$$\text{优势度值 (Do)} = \{ (Rd + Rf) / 2 + Lp \} / 2 \times 100\%$$

运用上述参数计算生态评价区工程实施前后主要拼块类型优势度值，其结果见下表：

表 6.3-8 工程实施前后主要拼块类型优势度值

拼块类型	Rd(%)		Rf(%)		Lp(%)		Do(%)	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
常绿阔叶林	15.46	15.37	21.52	21.47	47.97	47.92	31.69	31.58
硬叶常绿阔叶林	0.85	0.79	0.68	0.62	0.03	0.03	0.43	0.41
暖性针叶林	24.42	24.32	28.52	28.44	28.47	28.40	26.43	26.18
暖温性稀树灌木草丛	8.87	8.78	9.38	9.31	6.15	6.12	7.49	7.42
暖温性杂草类草丛	6.93	7.12	8.12	8.19	2.73	2.78	4.81	4.94
耕地	3.57	3.42	6.78	6.71	0.96	0.96	2.23	2.17
交通用地	6.97	6.81	4.21	4.17	0.94	0.93	3.92	3.84
水域	16.68	16.58	9.14	9.09	2.74	2.73	9.69	9.58
建筑用地	5.58	5.47	7.11	7.06	0.57	0.57	3.05	2.91

原先是评价区半湿润常绿阔叶林优势度值由 31.69%降低为 31.58%，减少了 0.11%，暖温性针叶林优势度值由 26.43%降低为 26.18%，减少了 0.25%，其余板块优势度均有不同程度减低。暖温性杂草类草丛优势度值由 4.81%上升为 4.94%，增加了 0.13%。

但作为本底的半湿润常绿阔叶林和暖温性针叶林优势度值仍然最高，占绝对优势，分布面积最大。由此可以判定工程建成后半湿润常绿阔叶林和暖温性针叶林仍然是评价区的本底。可见项目建设没有改变评价区自然体系的景观格局，对评价范围景观生态体系质量影响较小。

7 环境敏感区影响评价

7.1 楚雄三峰山州级自然保护区

7.1.1 保护区概况

(1) 地理位置

楚雄三峰山州级自然保护区位于楚雄三峰山州级自然保护区地处云南楚雄彝族自治州境内的南华、姚安和牟定 3 县交界，地处北纬 $25^{\circ}11'37''\sim 25^{\circ}30'16''$ ，东经 $101^{\circ}14'17''\sim 101^{\circ}27'58''$ 之间，行政范围上隶属于姚安、南华和牟定三县。保护区中心位置距楚雄 80km，距省会昆明直线距离 240km，东西最大横距 22km，南北最大纵距 39km。自然保护区总面积 47678.8hm^2 。

(2) 保护区建立

1991 年楚雄州人民政府将三峰山列为水源林封育管护区。多年来，楚雄州和各级县委、县政府非常重视保护区的保护管理工作，经过不懈努力，2001 年 1 月，楚雄州人民政府将三峰山保护区批准为州级自然保护区，属自然生态系统类别，森林生态系统类型的中型保护区，总面积 47678.8hm^2 。

(3) 功能区划

根据保护区的自然资源环境状况以及保护区内主要保护对象的空间分布状况，在目前土地利用状况和社区发展规模的基础上，按照《中华人民共和国自然保护区条例》的规定，以及国家环境保护总局对国家级自然保护区总体规划的要求：核心区应是最具保护价值的保护地区，三区的划分不应人为割断自然生态的连续性，可尽量利用山脊、河流、道路等地形地物作为划界线。因此，主要以保护“行政边界、道路、河流和地类”为分区原则，将楚雄三峰山州级自然保护区划分为核心区和实验区两个功能区。各功能分区力求规整，具有整体性和连续性。

其中核心区有两块区域，面积 29384.4hm^2 ；实验区有三块区域，面积 18294.4hm^2 。

(4) 保护性质和保护对象

根据楚雄州人民政府批准建立的州级自然保护区的批复，楚雄三峰山州级自然保护区主要保护对象为具有较强水源涵养功能的中山湿性常绿阔叶林、落

叶阔叶林、暖温性针叶林等为主的森林生态系统以及珍稀保护野生动物。

(5) 保护区植被及植物。

楚雄三峰山自然保护区共有 6 个植被型（含 1 个人工植被类型），10 个植被亚型（含 4 个人工植被亚型），28 个群系（含 10 个人工群系），其中 6 个植被型为：中山湿性常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖温性针叶林、灌丛、草丛和人工植被。

楚雄三峰山自然保护区共记录有植物 631 种，隶属于 134 科。其中蕨类植物 62 种，隶属于 22 科，裸子植物 11 种，隶属于 4 科，被子植物 558 种，隶属于 108 科。根据《国家重点保护野生植物名录》（2021 年）和《云南省重点保护野生植物名录》（2023 年）进行比对，保护区记录有国家二级重点保护野生植物 3 种，分别为金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*、龙棕 *Trachycarpus nanus*、大花香水月季 *Rosa odorata* var. *gigantea*，尚未发现云南省重点保护野生植物，绝大多数植物为滇中高原常见物种。

(6) 动物

楚雄三峰山自然保护区内及其周边分布的动物为横断山区-喜马拉雅分布类型的种类，另外也有一些华南和华中区域，以及西南区广泛分布的种类。由于保护区内人口密度较大，森林覆盖率相对较低，保护区受到的人为干扰较大，动物的栖息条件较差，动物数量和种类较少，种群密度很低，没有大型动物分布。保护区内共有两栖爬行类动物共有 37 种，其中两栖类共有 21 种，隶属于 7 科，爬行类共有 16 种，隶属于 4 科；鸟类共有 117 种隶属于 34 科 12 目，其中国家二级重点保护鸟类 11 种；哺乳动物共有 39 种，隶属于 19 科 8 目，其中国家级重点保护哺乳动物 5 种。

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021 年）、《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023 年），在三峰山自然保护区中拥有国家一级保护兽类 3 种：林麝 *Moschus berezovskii*、中华穿山甲 *Manis pentadactyla* 和小灵猫 *Viverricula indica*；国家二级保护兽类 2 种：猕猴 *Macaca mulatta*、大灵猫 *Viverra zibetha*；国家二级保护鸟类 11 种：白鹇 *Lophura nycthemera*、雀鹰 *Accipiter nisus*、凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*、普通鵟 *Buteo japonicus*、黑翅鸢 *Elanus caeruleus*、鹊鹞 *Circus melanoleucos*、苍鹰 *Accipiter gentile*、红隼 *Falco tinnunculus*、褐翅鸦鹟 *Centropus sinensis*、领角鸮 *Otus lettia*、褐林鸮 *Strix*

leptogrammica。

(7) 保护区现状生态环境问题

保护区三峰山自然保护区周边的自然村均已通车，保护区内的主要公路有南华至永仁二级公路及部分乡村公路，其中乡村公路网较为密集。保护区周边村寨众多，区域人为活动频繁。保护区内耕地及人工用材林面积较大，且由周边村寨联通保护区内耕地的村道较为密集，且这些道路修建较早，基本建于保护区设立之前。因此影响评价区内耕地垦殖以及人工林栽种及村道联通导致的生境破碎化较为严重。

7.1.2 项目与保护区位置关系

根据项目管线比选方案，推荐方案虽然穿过自然保护区，但在自然保护区内用地以耕地、园地为主，耕地、园地及其他类用地占比达到 72.67%，林地、草地占比为 27.33%，且占用林地、草地中自然植被占比为 18.55%。项目在自然保护区中占用的植被均为次生植被，不涉及重点保护植物，不涉及重点保护动物栖息地。

(1) 位置关系

项目由楚雄三峰山州级自然保护区的西侧经过，工程共 12 段合计 10924m 穿越自然保护区的实验区，施工带设计宽度为 6m，占用保护区 6.5552hm²。其中南华县境内 4 段共计 6504m 占地 3.9024hm²，姚安县境内 8 段共计 4420m 占地 2.6528hm²。

工程不涉及自然保护区的核心区（保护区无缓冲区），线路与保护区的核心区的直线距离为 1.4km。

工程在自然保护区内未布置阀井永久占地。

(2) 保护区内建设内容

根据工程初步设计方案，工程穿越自然保护区段总长 10924m，施工作业带宽 6m，工程施工作业带临时共占用自然保护区 6.5552hm²。

由于工程穿越自然保护区路段所在区域地势起伏较小，工程在自然保护区内仅管道敷设，需临时占用自然保护区，沿线不再布设其他建设内容。

(3) 保护区内占地情况

根据工程施工图占地红线，结合实地踏勘，采用 ArcGis 软件求算，工程共

临时占用自然保护区 6.5552hm²，全部位于自然保护区的实验区，占自然保护区土地总面积（47678.8hm²）的 0.14‰。

根据现场调查以及采用 ArcGis 将本项目临时占用楚雄三峰山州级自然保护区的管段与 2021 林草生态综合监测成果数据进行叠图统计分析，本项目占地类型为耕地、园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。经统计，本项目涉及自然保护区管段占用林地 1.6289hm²，耕地 3.6437hm²，园地 0.4899hm²，草地 0.1627hm²，交通运输用地 0.1420hm²，水域及水利设施用地 0.2300hm²，其他土地 0.2580hm²。

工程在自然保护区内永久占用的各类土地类型如表 7.1-1 所示。

表 7.1-1 保护区内占用各地类面积情况表 单位：hm²

地类	南华县	姚安县	合计
耕地	1.9248	1.7189	3.6437
园地	0.3893	0.1006	0.4899
林地	0.9072	0.7217	1.6289
草地	0.1551	0.0076	0.1627
交通运输用地	0.0893	0.0527	0.1420
水域及水利设施用地	0.1868	0.0432	0.2300
其他土地	0.2499	0.0081	0.2580
合计	3.9024	2.6528	6.5552

(4) 保护区内植被占用情况

工程占用自然植被合计 1.2162hm²，其中以占用暖温性针叶林（0.7399hm²）为主，占用暖温性稀树灌木草丛 0.3136hm²，占用暖温性杂类草丛 0.1627hm²；占用人工植被 4.709hm²，其中耕地 3.6437hm²，人工用材林 0.5754hm²，经济林 0.4889hm²；占用非植被共计 0.63hm²，包括沟渠、公路用地、农村道路等。

表 7.1-2 保护区内占用植被面积情况表

植被类型		南华县	姚安县	合计
自然植被	暖温性针叶林	0.4792	0.2607	0.7399
	暖温性稀树灌木草丛	0.1116	0.2020	0.3136
	暖温性杂类草丛	0.1551	0.0076	0.1627
	小计	0.7459	0.4703	1.2162
人工植被	耕地	1.9248	1.7189	3.6437
	用材林	0.3164	0.2590	0.5754
	经济林	0.3893	0.1006	0.4899
	小计	2.6305	2.0785	4.709
非植被	交通运输用地	0.0893	0.0527	0.1420
	水域及水利设施用地	0.1868	0.0432	0.2300
	其他土地	0.2499	0.0081	0.2580

	小计	0.526	0.104	0.63
	合计	3.9024	2.6528	6.5552

7.1.3 保护区影响评价

(1) 对保护区生物群落影响

①对生物群落类型及面积影响

项目保护区段占用自然植被类型包括暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛和暖温性杂草类草丛，这三类植被广泛分布于滇中及周边区域，其中暖温性针叶林是影响评价区内的主要分布植被，暖温性稀树灌木草丛和暖温性杂草类草丛也有一定面积分布，但属于破坏后形成的次生类型。上述生物群落均分布广泛且次生性显著，受人为干扰大，非该区域特有类型，也非云南特有类型。

项目占用暖温性针叶林 0.7399hm^2 ，占用暖温性稀树灌木草丛为 0.3136hm^2 ，占用暖温性杂草类草丛 0.1627hm^2 ，占用保护区自然植被面积 1.2162hm^2 ，占影响评价区（自然保护区内的评价范围）同类面积（ 1715.21hm^2 ）的 0.07% ，变幅极小。占用暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛以及暖温性杂草类草丛的面积与保护区同类面积相比，减少幅度较小。

②对栖息地连通性的影响

项目由自然保护区的西侧边界处经过，影响评价区位于保护区边缘地带，区域耕地面积分布广泛，影响评价区属于林地与坝区耕地的过渡地带，耕地与林地内均有乡村公路联通。工程西侧主要以耕地分布为主，工程东侧则主要以林地为主，且工程与省道 S220 伴行布线，工程两侧整体的生境联系不甚紧密。该区域活动的动物主要为小型鸟类和啮齿类，关岛自自然保护区边缘地带的耕地与林地之间的分割总体对保护区内动物的阻隔影响小。

管道涉及自然保护区路段仅为 10924m ，均为管道施工作业带临时占用。工程施工作业时间短，且施工结束后通过覆土回填后的复耕和植草复绿措施，可恢复施工期间被管道作业带切割的动物生境。

因此，管道建设对影响评价区栖息地连通性的影响小。

③对生物群落关键种类的影响

影响评价区生物群落关键种类包括群落建群种。影响评价区群落建群种包括云南松、黄毛青冈、锥连栎等，这些物种在云南分布范围较广，而且有较大

的野生种群，为常见物种，工程建设对这些物种的影响不大。因此，工程建设对生物群落关键种影响不大，不会造成这些关键种种群结构的显著改变，不致影响其种群生存，属于低度影响。

动物群落中的关键物种包括处于食物链顶端的猛禽和肉食性哺乳类。影响评价区内记录的肉食性哺乳类包括豹猫、黄鼬等，活动范围较大并具有主动避让性。记录的猛禽包括黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟和红隼，均为保护区及其周边常见物种，常见活动于耕地和居民点上空或停歇于这些区域周边的乔木之上。项目施工期人为活动的增加对这些物种的生存造成了一定程度的干扰，但这种干扰会随着工程的结束而终止。这类猛禽的活动范围普遍较大，项目建设对这些物种在保护区的栖息地造成的影响较少，对其种群数量影响较小。

动物群落中的优势种主要为雀形目鸟类和啮齿目的小型兽类，多为适应能力较强且分布较广的物种，在保护区内分布广泛。项目工程建设造成的植被破坏面积小，占用生物群落面积仅 1.2162hm^2 ，施工期的人为干扰及工程建设会对这些物种及其栖息地造成一定程度的影响，且在施工作业带覆土回填恢复为耕地和草地后，运营期这些干扰将进一步减小，因此对其数量及分布的影响不大。

④对生物群落结构的影响

受项目建设影响的生物群落类型主要为暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛和暖温性杂草类草丛，占用面积较小，合计占用 1.2162hm^2 。上述 3 种生物群落中暖温性针叶林系以云南松为单优势种，且为人工种植起源；暖温性稀树灌木草丛和暖温性杂草类草丛则人为干扰严重的次生类型。而且工程由自然保护区边缘地带的布线，工程间断占用少量斑块分布的次生性生物群落不会导致植物群落组成种类的变动或群落结构的改变。因此，该工程建设对保护区生物群落结构完整性的影响小。

（2）对物种的影响

①对植物的影响

项目占用的自然植被类型为云南松林等次生植被类型，根据现场调查，上述植被群落结构不复杂，物种组成不多，均属常见种，在云南滇中高原地区广泛分布的优势种，种群数量高。项目建设占用土地、扰动地表等行为对评价区的植物造成影响，主要体现在导致评价区被占用土地上的植物物种数量减少，但不会对区内植物资源和物种多样性产生明显的不利影响，也不会导致评价区

任何植物物种的消失，对植物物种影响小。

②对动物的影响

工程建设对野生动物的影响在施工期主要表现为工程占地使动物的栖息环境受到破坏，施工期的建设活动对动物的生活造成干扰，使动物远离施工范围迁徙它处，导致评价区动物数量的减少。工程施工期 1 年，工程穿越保护区段为管道地下敷设，施工期间不会造成占地区内繁殖动物幼体的死亡。同时，通过加强施工人员管理和环保意识的宣贯，施工期间禁止捕猎行为。而工程运营后通过覆土复耕和植草绿化，可恢复施工期间的作业带开挖对动物生境的阻隔影响，使得之前在施工区两侧活动的动物往返管道两侧进行活动，对动物影响小。

③对保护物种的影响

a.对保护植物的影响

依据《国家重点保护野生植物名录》（2021）、《云南省重点保护野生植物名录》（2023）和《云南省珍贵树种保护条例》，经現地调查，项目用地范围内未发现重点保护野生植物和珍贵树种，也未发现古树名木。

根据现场调查，影响评价区共记录到国家重点保护野生植物 2 种，为金荞麦和大花香水月季，其中金荞麦共计 2 丛位于管道施工作业带东侧 55m，大花香水月季共 2 株分别位于管道施工作业带东侧 45m 和 173m。上述两种保护植物在评价区偶见，分布密度极低，由于远离工程施工作业带，工程的建设不会导致金荞麦和大花香水月季的种群数量的显著减少。

b.对保护动物的影响

影响评价区记录到 6 种国家二级重点保护野生动物，包括 1 种哺乳类（豹猫）和 5 种鸟类（白腹锦鸡、黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟、红隼）。记录到云南省级重点保护动物 1 种（小鹿）。记录到 CITES 附录 II 的保护种类包括 2 种哺乳类（北树鼩、豹猫）和 4 种鸟类（黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟、红隼）。

I。施工期

项目施工对动物个体的影响主要表现为施工人为和机械的频繁活动，如路基开挖、材料运输等产生的噪声、灯光等会儿使部分动物远离施工范围迁徙它处，造成评价区保护动物个体数量的暂时性减少。上述保护动物中，黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟、红隼在影响评价区属偶见种或少见种，四者均属猛禽类，具

有极强的飞行能力，且活动范围广，仅偶在影响评价区上空盘旋觅食，或在影响评价区内偶有停留和觅食，其对施工机械作业和行驶车辆的趋避行为小，项目实施对它们的影响小。

白腹锦鸡和小鹿属少见种，主要在林区活动，性机警。施工间的机械及人为活动对其产生暂时性的驱逐，使其远离工程占地区活动。

北树鼯、豹猫在影响评价区分布数量少，均属少见种，两者主要在林区及林区周边的耕地活动，对人类活动有一定的适应性。施工期间的机械及人为活动对其产生暂时性的驱逐，使其远离工程占地区活动。

综上所述，项目占用保护区面积较小，且均为临时占用，影响评价区位于自然保护区的边界处，属耕地与林地过渡地带，工程施工前既有的人为活动较为显著，工程穿越保护区段不属于上述保护动物的主要繁殖、栖息场所。项目施工不会造成以上重点保护动物的种群数量下降。工程施工期间人为活动增加，特别是各类工程措施产生的噪声、振动、粉尘等对其形成干扰，但这种干扰在项目完工后将消除。

II. 运营期

项目建成后通过覆土复耕或复绿，可恢复管道占地区内的生境，对在管道两侧活动的动物不会产生新的阻隔，对动物影响小。

④对重要物种（如特有种、稀有种等）食物网/链结构的影响

项目穿过三峰山州级自然保护区中的实验区，该区域属保护区西端边缘区域，区内有林地、农耕地，乡村公路网布，常年人为活动频繁，属于传统农业耕作区和林地的过渡地带。项目占地面积仅为自然保护区（47678.8hm²）的0.14%，占影响评价区面积的0.29%，项目建设不会明显改变这些物种在影响评价区内食物网/链结构。

影响评价区记录到6种国家二级重点保护野生动物，包括5种鸟类（白腹锦鸡、黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟、红隼）和1种哺乳类（豹猫），记录有1种省级重点保护野生动物（赤麂）。影响评价区内临近管道作业带的植被相对简单、低矮，且多为人工起源，不能满足鸟类的筑巢条件，而局部山体陡峻区域保留有半湿润常绿阔叶林因人为干扰相对较少，则可能有少数个体的鸟类筑巢。黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟、红隼等猛禽的活动范围其活动区域和觅食范围较广，多以小型啮齿类、小型鸟类等为食，工程建设后这些小型动物在占地区两侧的

活动频次少有减少，邻近工程的区域上述小型动物的密度有所降低，但工程的建设和运营不会导致其觅食物种的种群数量和种类显著减少，项目建设不可能改变其食物网/链结构；影响评价区的林下以及林缘是豹猫活动的区域，豹猫在影响评价区分布数量相对较少，主要以鸟类为主要食物，亦食蛙、蛇、啮齿类等，其捕食对象中鸟类的适应性和活动能力强，受工程建设干扰小，且影响评价区内鸟类和啮齿类数量较多，这两者也是受本项目建设干扰相对较小的类群，工程建设和运营对影响评价区内豹猫的食物结构和资源数量影响小。腹锦鸡和赤麂主要在人为干扰相对较少的林下活动，主要取食地表的植物，管道主要沿省道 S224 所在的谷底布设，沿线人为干扰大，不属于其主要活动和觅食生境，施工结束后，通过覆土回填复绿的措施落实，工程建设和运营对白腹锦鸡、赤麂的食物结构和资源数量影响小。

影响评价区记录的两栖爬行类特有物种有昆明龙蜥 1 种，记录的 IUCN 收录的易危种黑眉锦蛇和近危种灰鼠蛇，昆明龙蜥主要捕食昆虫，而蛇类多以鼠类和蛙类为食。从两栖爬行动物自身特性和摄食特点看，项目建设对两栖动物物种的食物网/链结构影响轻微。

由于建设区面积较小，且施工结束后通过覆土回填后的复耕复绿措施可以定成都恢复生境条件，对栖息地（生境）的破坏不大，不会明显改变在该区域栖息的某一类群重要物种的食物网/链结构。因此，对重要物种的食物网/链结构的影响甚微。

⑤对重要物种（如特有种、稀有种等）迁移、散布、繁衍的影响

项目穿过三峰山州级自然保护区中的实验区，该区域处于保护区边缘，植被以次生性的云南松林和黄毛青冈林为主，并有大面积耕地。影响评价区记录的 6 种国家二级保护动物和 1 种省级保护动物中，黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟和红隼活动能力较强，活动范围广，会通过高空飞行在整个影响评价区以及本项目上空活动、盘旋，工程对其迁移、散布、繁衍的影响有限。白腹锦鸡和赤麂主要在人为活动相对较少的林下活动，豹猫则多在林下和林缘觅食等活动，工程管道敷设后将覆土复绿，而不会对其在评价区内的迁移、散布和繁衍产生影响；在影响评价区记录到的特有动物仅昆明龙蜥 1 种，其在影响评价区分布数量少，且移动较慢，活动范围较小，工程对其活动生境造成暂时性切割，且在工程结束后覆土回填绿化后，不会对其的迁移、散布和繁衍产生影响。

由于本项目穿越保护区段位于保护区的边界处，占地区及两侧有大面积耕地，既有人为活动形成的边缘效应已经存在，在此基础上工程建设进一步切割导致的边缘效应所产生的影响较小。同时，施工结束后林地等生境的恢复并不会对周边活动的动物产生阻隔影响。

项目建设对中药物种迁移、散布、繁衍的影响小。

(3) 对保护区主要保护对象的影响

保护区保护对象是具有较强的水源涵养功能的中山湿性常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖温性针叶林等为主的森林生态系统及珍稀保护野生动物。

①森林生态系统

项目施工作业带占用的林地主要为暖温性针叶林，影响评价区无中山湿性常绿阔叶林、落叶阔叶林分布，记录的半湿润常绿阔叶林不受工程占用影响。且暖温性针叶林的林地盖度不高，水源涵养能力不强，且工程占用面积有限，工程的建设不会导致影响评价区内森林生态系统的面积显著减少，且在施工结束后对林区施工作业带覆土回填植草复绿后，基本不会降低施工作业带的水源涵养功能。

②重点保护动物

本影响评价区未见国家重点保护两栖爬行类；工程影响区域虽然位于保护区的实验区，但工程影响区域为典型的保护区边缘地带的农林复合区，森林植被不属于保护区的主要保护对象，且工程建设对保护区森林植被的影响面积有限。

在保护区的国家重点保护动物中，有6种出现于本影响评价区，包括1种哺乳类（豹猫）和5种鸟类（白腹锦鸡、黑翅鸢、凤头鹰、普通鵟、红隼），其中凤头鹰、普通鵟、红隼属猛禽，活动范围大，飞行能力强，在整个评价区上空均有活动，并在影响评价区偶然捕食或停歇；豹猫在影响评价区分布数量少，主要在林区及林区周边的耕地活动，但其活动范围广，且对人类活动有一定的适应性；白腹锦鸡和赤麂主要在人为干扰相对较少的林下活动，管道主要沿省道S220所在的谷底布设，沿线人为干扰大，不属于其主要活动生境，施工结束后，通过覆土回填复绿的措施落实后，白腹锦鸡、豹猫和赤麂在工程两侧往返活动不会受到阻隔。

综上，工程占地区内无保护植物分布，且对保护动物的影响轻微。

7.2 生态保护红线

7.2.1 生态红线概况

项目区生态红线为哀牢山—无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线、金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线。

根据《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》（云南省人民政府 2018 年 6 月 29 日），哀牢山—无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线。该区域位于我省中部，地处云贵高原、横断山脉和青藏高原南缘三大地理区域的结合部，涉及玉溪、楚雄、普洱、大理等 4 个州、市，面积 0.86 万 km²，占全省生态保护红线面积的 7.26%。受东南季风和西南季风影响，干湿季分明。植被以季风常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林等为代表。重点保护物种有西黑冠长臂猿、绿孔雀、云南红豆杉、篦齿苏铁、银杏、长蕊木兰等珍稀动植物。已建有云南哀牢山国家级自然保护区、云南无量山国家级自然保护区等保护地。

金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线位于滇川交界的金沙江河谷地带，涉及昆明、楚雄、大理、丽江等 4 个州、市，面积 0.87 万 km²，占全省生态保护红线面积的 7.35%。以中山峡谷地貌为主，气候高温少雨。植被以干热河谷稀树灌木草丛、干热河谷灌丛、暖温性针叶林等为代表。重点保护物种有林麝、中华鬣羚、穿山甲、黑翅鸢、红瘰疣螈、攀枝花苏铁、云南红豆杉、丁茜、平当树等珍稀动植物。已建有云南轿子雪山国家级自然保护区、楚雄紫溪山省级自然保护区、元谋省级风景名胜区等保护地。

7.2.2 项目与生态保护红线位置关系

（1）位置关系

经核查，项目线路工程穿越哀牢山—无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线（264m）、金沙江干热河谷及山原水土保持生态保护红线（293m），穿越段共计 557m。项目涉及的项目线路工程穿越哀牢山—无量山山地生物多样性维护与水土保持生态保护红线（264m）与楚雄三峰山州级自然保护区实验区重叠。

项目共计 4 段穿越生态保护红线，其中 2 段敷设在耕地中，2 断沿公路边沟

敷设。

表 7.2-1 项目与生态红线位置关系

类型	分段及长度 (m)	敷设位置	备注
穿越哀牢山—无量山山地生物多样性维护与水土保持生态红线	53 (实验区)	公路边沟	南华县境内
	19 (实验区)	公路边沟	
	192 (实验区)	耕地及公路边沟	
金沙江干热河谷及山原水土保持生态红线	293	耕地	姚安县境内

(2) 生态保护红线内占地情况

项目管道在生态保护红线内敷设沿耕地、公路边沟敷设，总占地面积 0.3342hm²，占用耕地 0.2178hm²，交通运输用地 0.0461hm²，水域及水利设施用地 0.0703hm²。

7.2.3 生态保护红线影响评价

项目所涉及生态保护红线类型为哀牢山—无量山山地生物多样性维护与水土保持生态红线及金沙江干热河谷及山原水土保持生态红线，区域生态保护红线主要功能为生物多样性维护及水土保持

项目在生态保护红线内施工不涉及征占林地、草地，不会破坏自然植被，对生态红线生物多样性维护功能影响甚微。

项目施工过程中开挖将扰动地表，易引发水土流失。项目施工占地面积小，施工作业时间短（一般 1~2 个星期），引起的水土流失面积较小、时间短。项目施工期对临时堆土采取遮盖措施，施工结束后及时进行恢复，可减少水土流失。

综上，项目建设不会降低生态保护红线的水土保持功能及生物多样性维护功能。

8 环境风险评价

8.1 评价目的与原则

8.1.1 评价目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在风险、有害因素，分析建设项目营运期可能发生的突发性事件，引起有毒有害易燃易爆物质泄漏所造成的人身安全、环境影响及其损害程度。提出合理可行的防范、应急和减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受的水平。

8.1.2 评价原则

环境风险评价应以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险防范、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急建议要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据。

本次环境风险评价把天然气泄漏和泄漏引发火灾爆炸事故对周围环境以及人体健康影响的预测和应急防护工作作为评价工作重点。

8.2 风险调查

8.2.1 建设项目风险源调查

项目主要为天然气输送工程，输送的主要物质为天然气，管道输送的天然气为净化天然气，根据气质分析报告，原料气中成分为甲烷、乙烷、丙烷，其中甲烷占比 99.07%。项目运营过程中可能出现的环境风险主要为输送的天然气发生泄漏事故致使甲烷进入大气造成污染或发生火灾爆炸。

8.2.2 环境敏感目标调查

项目环境风险敏感目标见表 1.7-4。

8.3 评价等级和范围

8.3.1 评价等级

(1) 环境风险潜势划分

建设项目环境风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV+级，根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，根据下表确定环境风险潜势。

①危险物质数量与临界量比值（Q）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 C，计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；

当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\cdots+q_n/Q_n$$

式中： $q_1, q_2, \cdots, q_n$ —每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2, \cdots, Q_n$ —每种危险物质临界量，t；

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I；当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ ，分别以 Q1、Q2 和 Q3 表示。

项目为天然气输送管线，主要成分为甲烷（97.63%）。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，甲烷的危险物质临界量为 10t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C，“对于长输管线项目，按照两个截断阀室之间管段危险物质最大存在总量计算”，本项目阀井具有截断功能，根据导则要求及本项目特点，以阀井为截断划分危险单位进行评价（以拟建 3 个阀井及已建的两处末站为节点划分危险单元，共划分为 4 个危险单元），本项目危险物质数量与临界量比值见下表。

表8.3-1 Q值计算表

序号	管段名称	长度 (km)	管径 (内 径) (mm)	压力 (MPa)	设计压力 密度 (kg/m ³)	甲烷量 (t)	临界 量 (t)	Q值
1	中缅天然	10.1	200	4	25.83	32.77	10	3.28

	气管道 20#阀 室~1#阀 井							
2	1#阀井~ 2#阀井	12.4	200	4	25.83	40.23	10	4.02
3	2#阀井~ 3#阀井	12.1	200	4	25.83	39.26	10	3.93
4	3#阀井~ 姚安门站	11.2	200	4	25.83	36.34	10	3.63

项目 4 段管道 Q 值均属于“ $1 \leq Q < 10$ ”范围。

②行业及生产工艺 M

分析项目所属行业及生产工艺特点，评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为（1） $M > 20$ ；（2） $10 < M \leq 20$ ；（3） $5 < M \leq 10$ ；（4） $M = 5$ ，分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

表 8.3-2 生产工艺评估指标及分值

行业	评估依据	分值	项目情况	M 分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/每套	不涉及	0
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/每套	不涉及	0
	其他高温或高压，且涉及危险物质的工艺过程 a、危险物质贮存罐区	5/每套（罐区）	不涉及	0
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10	不涉及	0
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化），气库（不含加气站的气库），油库（不含加气站的油库）、油气管线 b（不含城镇燃气管道）	10	涉及	10
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5	不涉及	0
项目值				10

a 高温指工艺温度 $\geq 300^\circ\text{C}$ ，高压指压力容器的设计压力（P） $\geq 10.0\text{MPa}$ ；

b 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。

项目 M 值为 10 分，以 M3 表示。

③危险物质及工艺系统危险性等级 P

根据危险物质数量与临界量比值（Q）和行业及生产工艺（M），按照下表确定危险物质及工艺系统危险性等级（P），分别以 P1、P2、P3、P4 表示。

表 8.3-3 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

危险物质数量与 临界量比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

项目危险物质及工艺系统危险性（P）分级为 P4。

④环境敏感程度

工程输送介质为天然气，事故状态下，泄漏的天然气或火灾爆炸次生的 CO 均不溶于水，环境风险主要体现在对周边大气环境的污染。因此，本评价仅识别大气环境敏感程度。

依据环境敏感目标环境敏感性及其人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区、E2 为环境中度敏感区、E3 为环境低度敏感区，分级原则见下表。

表 8.3-4 大气环境风险受体敏感程度类型分类

分级	大气环境敏感性
E1	周边5公里范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于5万人，或其他需要特殊保护区域；或周边500米范围内人口总数大于1000人；油气、化学品运输管线管段周边200m范围内，每千米管段人口数大于200人。
E2	周边5公里范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于1万人，小于5万人；或周边500米范围内人口总数大于500人，小于1000人；油气、化学品运输管线管段周边200m范围内，每千米管段人口数大于100人，小于200人。
E3	周边5公里范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于1万人；或周边500米范围内人口总数小于500人；油气、化学品运输管线管段周边200m范围内，每千米管段人口数小于100人。

项目每公里管段 200m 范围内人口数小于 200 人，其中中缅天然气管道 20# 阀室～1#阀井、2#阀井～3#阀井、3#阀井～姚安门站每公里管段 200m 范围内人口数小于 200 人，大于 100 人，大气环境敏感程度为 E2；1#阀井～2#阀井每公里管段 200m 范围内人口数小于 100 人，大气环境敏感程度为 E3。

⑤风险潜势判定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）第 6.1 节，环境风险潜势划分的方法见表 8.3-5。

表 8.3-5 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高度敏感区 (E1)	IV+	IV	III	III
环境中度敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感区 (E3)	III	III	II	I

注：IV+为极高环境风险

表8.3-6 项目环境风险潜势判定表

序号	管段名称	P值	E值	环境风险潜势
1	中缅天然气管道20#阀室~1#阀井	P4	E2	II
2	1#阀井~2#阀井	P4	E3	I
3	2#阀井~3#阀井	P4	E2	II
4	3#阀井~姚安门站	P4	E2	II

(2) 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)中规定,评价工作等级划分如下:

表8.3-7 评价工作等级划分

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

表8.3-8 项目环境风险评价等级表

序号	管段名称	环境风险潜势	评价等级
1	中缅天然气管道20#阀室~1#阀井	II	三级
2	1#阀井~2#阀井	I	简单分析
3	2#阀井~3#阀井	II	三级
4	3#阀井~姚安门站	II	三级

8.3.2 评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018),项目环境风险评价范围为管道中心线两侧各 100m 区域。

8.4 环境风险识别

8.4.1 物质危险性识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 B,识别出本项目所涉及的风险物质为天然气(主要成分为甲烷)和次生污染物 CO。

项目管道输送和站场储配的介质是天然气，主要成分为甲烷，按照《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004），天然气属于甲B类火灾危险物质。天然气理化性质见表8.4-1。

表8.4-1 天然气物化性质和危险性识别

中文名	天然气	英文名	Marsh gas
危险性类别：	第 2.1 类 易燃气体	危规号	21007
第一部分 理化特性			
外观及性状：	无色无臭气体	分子式/分子量	CH ₄ /16.04
闪点（℃）：	-188	相对密度（水=1）：	0.42（-164℃）
临界温度（℃）：	-79.48	临界压力 bar：	46.7
燃烧热 KJ/kmol：	884768.6	LFL（%V/V）	4.56
标准沸点（℃）：	-162.81	UFL（%V/V）	19.13
熔点（℃）：	-178.9	爆炸上限%（V/V）：	15
最大燃烧率 kg/m ³ ·s：	0.13	爆炸下限%（V/V）：	5
溶解性：	微溶于水，溶于醇、乙醚。		
第二部分 燃烧爆炸危险性			
稳定性：	稳定		
危险特性：	易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂接触剧烈反应。		
燃烧产物：	一氧化碳、二氧化碳。		
灭火方法：	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。		
第三部分 健康危害			
侵入途径：	吸入		
健康危害：	天然气中的主要物质甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，会使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%～30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可导致窒息死亡。长期接触天然气可出现神经衰弱综合征。		
第四部分 泄漏处置			
迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生大量废水。将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当的喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。			
第五部分 急救措施			
皮肤接触：如果发生冻伤：将患部浸泡于保持在 38～42℃的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。就医眼睛接触：不会通过该途径接触。			
吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。呼吸、心跳停止，立即进行心肺复苏术，就医。			
食入：不会通过该途径接触。			

项目管道发生泄漏事故时，泄漏天然气遇明火或高温热能而发生火灾爆炸会产生 CO 次生污染物，CO 属于有毒有害物质，其物质特性见表 8.4-2。

表 8.4-2 CO 物化性质和危险性识别

中文名	一氧化碳	英文名	Carbon monioxide
危险性类别：	2.3类毒性、2.1类易燃气体	危规号	21005
第一部分 理化特性			
外观及性状：	无色无臭气体	分子式/分子量	CO/28.01
闪点（℃）：	<-50	相对密度（水=1）：	0.79
熔点（℃）：	-199.1	爆炸上限%（V/V）：	74.2
沸点（℃）：	-191.4	爆炸下限%（V/V）：	12.5
溶解性：	微溶于水，微溶于乙醇、苯等多数有机溶剂。		
第二部分 燃烧爆炸危险性			
稳定性：	稳定		
危险特性：	是一种易燃易爆气体。与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。		
燃烧产物：	二氧化碳。		
灭火方法：	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。 灭火剂：雾状水，泡沫、二氧化碳、干粉。		
第三部分 健康危害			
侵入途径：	吸入		
健康危害：	毒性：一氧化碳在血中与血红蛋白结合而造成组织缺氧。急性中毒：轻度中毒者出现头痛、头晕、耳鸣、心悸、恶心、呕吐、无力。中度中毒者除上述症状外，还有面色潮红、口唇樱红、脉快、烦躁、步态不稳、意识模糊，可有昏迷。重度患者昏迷不醒、瞳孔缩小、肌张力增加，频繁抽搐、大小便失禁等。深度中毒可致死。 慢性影响：长期反复吸入一定量的一氧化碳可致神经和心血管系统损害。		
第四部分 泄漏处置			
迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即隔离 150m，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以用管路导至炉中、凹地焚之。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。			
第五部分 急救措施			
吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。			

8.4.2 生产系统危险性识别

（1）危险单元划分

本项目阀井具有截断功能，根据导则要求及本项目特点，以阀井为截断划分危险单位进行评价（以拟建 3 个阀井及已建的两处末站为节点划分危险单元，共划分为 4 个危险单元），划分情况见表 8.31-。

（2）输气管道环境风险识别

项目长输管道以埋地方式敷设，根据管道事故长期统计资料，管道事故因素主要涉及外力作用、腐蚀、缺陷和误操作等四大类。

①外力作用

各种第三方施工活动、不良地质灾害、地震活动等导致管道的泄漏。包括洪水、地面沉降、地裂缝、崩塌等自然灾害及矿产资源采空区、塌陷区。

②管道腐蚀穿孔

管道防腐质量差、管道施工时造成防腐层机械损伤、土壤中含水、盐、碱及地下杂散电流等因素都会造成管道腐蚀，严重的可造成管道穿孔，引发事故。

③管道材料缺陷或焊口缺陷

管材缺陷可导致管道强度达不到设计要求而出现裂缝或断裂现象；施工质量不过关，管道接头焊接质量差、焊口未焊透或防腐层被损伤等原因，可导致管道强度下降或腐蚀加速，不能满足安全运行要求而发生天然气泄漏事故。

④误操作

生产运行中因操作失误引起的管道泄漏。

⑤管道物理应力开裂

输气管道设计压力较高，管道存在较高的应力开裂危险。环境因素、材料因素、拉应力，其单方面或三方面都能导致管道的物理应力开裂。

（3）扩散途径识别

本项目管道泄漏产生的天然气和不完全燃烧后产生的 CO 均为气态污染物，进入大气环境通过大气扩散对周围大气环境造成危害。

8.4.3 环境风险识别结果

根据环境风险的识别，本项目主要环境风险为管道、站场及阀室的天然气泄漏事故，以及由泄漏事故引发的燃烧、爆炸和不完全燃烧产生的次生污染等环境风险。

表 8.4-3 环境风险识别表

危险单元	风险类型	扩散途径和可能影响方式	可能受影响的环境敏感目标
管道	气体泄漏	天然气泄漏后直接进入大	周围人员

危险单元	风险类型	扩散途径和可能影响方式	可能受影响的环境敏感目标
		气环境，通过大气扩散对项目周围环境造成危害，致使大气环境造成影响。	
	气体燃烧、爆炸	天然气泄漏发生火灾事故，引发伴生污染物 CO 等进入大气环境，致使大气环境造成影响。	周围人员

8.5 风险事故情形分析

8.5.1 国内同类企业事故类比调查

(1) 输气管道事故统计和原因分析

据不完全统计，到 2009 年，我国已建成了近 5 万 km 的油气管道，其中天然气管道约 3 万 km。川渝地区经过四十余年的天然气勘探开发，目前已成为我国重要的天然气工业基地。

表 8.5-1 1969 年—2003 年四川天然气管道事故统计

破坏原因	所占比例 (%)
外部影响	15.8
材料缺陷	10.9
腐蚀	39.5
施工缺陷	22.7
地表移动	5.6
其他	5.5
合计	100

由于四川地区大部分输气管道已接近或超出服役期，加之早年施工技术水平及材料问题使得管道的腐蚀问题日益凸显。因此，腐蚀造成的事故占第一位。其次为施工缺陷和外部影响，管道的第三方破坏事件日益严重也是值得关注的问题。

(2) 输气管道事故率统计

我国在西部地区建设了以陕京线、靖西线和靖银线为代表的标志着我国 90 年代输气管道建设技术水平的三条管道。其中 1997 年建成的陕京线是目前国内陆上长度、规模、投资最大的天然气长输管道工程。以上三条管道从 1997 年投产以来，共发生了 2 起事故，均由洪水引发并发生在地质灾害比较多的黄土高原地区，统计结果见下表。

表 8.5-2 我国主要输气干线事故率*

管道名称	管道长度 (km)	运行年限 (a)	事故次数	事故时间	事故率 (10^{-3} 次/ km·a)
陕京线	853	2.4	1	1998.8	0.485
靖西线	488.5	3.5	1	1999.9	0.585
靖银线	320	3.1	0	/	0
合计	4758km		2	/	0.42

*: 表中运行年限统计到 2000 年 11 月

(3) 损坏类型与点燃概率的统计

世界范围内发生管道事故时, 天然气泄漏后被点燃的统计数据见表 8.5-3。

表 8.5-3 天然气被点燃的概率统计

损坏类型	天然气被点燃的概率 (%)
针孔	1.6
穿孔	2.7
断裂 (管径 < 0.4m)	4.9
断裂 (管径 ≥ 0.4m)	35.3

根据表 8.5-3, 三种泄漏类型中, 以针孔泄漏类型被点燃的概率最小, 其次是穿孔, 断裂类型特别是管径大于 0.4m 的管道断裂后, 天然气被点燃的概率明显增大。

8.5.2 风险事故情形设定

项目管径为 D219mm, 根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018) 附录 E 中表 E.1, 泄漏模式包括 10%孔径破损泄漏和全管径断裂泄漏 2 种类型, 项目泄漏频率见表 8.5-4。

表 8.5-4 管径泄漏频率表

部件类型	泄漏模式	泄漏频率
内径 > 150mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50mm)	2.4×10^{-6} / (m·a)
	全管径泄漏	1.0×10^{-7} / (m·a)

事故发生的概率与管径大小、管壁厚度和管道受外力影响有关, 从外力、腐蚀、施工和材料缺陷、管道性能等多方面因素考虑, 本次评价泄漏事故类型选用“全管径泄漏”模式, 设定风险事故情形为各管线段发生管道断裂事故致天然气泄漏、引发火灾爆炸。全管径泄漏频率为 1×10^{-7} / m·a, 根据表 8.5-3 事故统计数据, 泄漏天然气被点燃概率 4.9% (管径 < 0.4m), 则管道泄漏的概率和引起火灾、爆炸的概率详见表 8.5-5。

表 8.5-5 管道泄漏、火灾、爆炸事故概率统计表

风险单元	风险类型	风险物质	环境影响途径	事故概率
中缅天然气管道	泄漏	甲烷	大气	1.01×10^{-3} 次/a

风险单元	风险类型	风险物质	环境影响途径	事故概率
20#阀室~1#阀井	火灾、爆炸	CO	大气	4.95×10^{-5} 次/a
1#阀井~2#阀井	泄漏	甲烷	大气	1.24×10^{-3} 次/a
	火灾、爆炸	CO	大气	6.07×10^{-3} 次/a
2#阀井~3#阀井	泄漏	甲烷	大气	1.21×10^{-3} 次/a
	火灾、爆炸	CO	大气	5.93×10^{-3} 次/a
3#阀井~姚安门站	泄漏	甲烷	大气	1.12×10^{-3} 次/a
	火灾、爆炸	CO	大气	5.49×10^{-3} 次/a

8.5.3 最大可信事故

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ-2018），最大可信事故是指在所有预测的概率不为零的事故中，对环境（或健康）危害最严重的重大事故。而重大事故是指导致有毒有害物泄漏的火灾、爆炸和有毒有害物泄漏事故，给公众带来严重危害，对环境造成严重污染。

当输气管道发生事故导致天然气泄漏时，可能带来下列危害：泄漏天然气若立即着火即产生燃烧热辐射，在危险距离内的人会受到热辐射伤害，同时燃烧产生的大量 CO 对周围环境空气造成污染；天然气未立即着火可形成爆炸气体云团，遇火就会发生爆炸，在危险距离以内，人会受到爆炸冲击波的伤害，建筑物会受到损坏，同时高浓度的烃类气体也会对人体造成窒息、刺激等不同伤害。

发生破裂事故时，其泄漏的天然气会慢慢地泄漏到大气中，会对大气环境造成一定的影响。由于天然气的主要成分甲烷对水的溶解度很小，所以天然气对水质的影响较小。所以在考虑最大可信事故时，主要考虑天然气泄漏对于人口较密集的地区的影响。

因此，确定本项目最大可信事故为输气管道破裂发生泄漏、火灾事故。

8.6 源项分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），事故源强设定可采用计算法和经验估算法。计算法适用于以腐蚀或应力作用等引起的泄漏为主的事故；经验估算法适用于以火灾、爆炸等突发性事故伴生/次生的污染物释放。

8.6.1 天然气泄漏事故

最大可信事故源项是对所识别选出的危险物质，在最大可信事故情况下的释放率和释放时间的设定。本次评价选取管径 100%破损，管道两端（中缅天然气管道 20#阀室、姚安末站）紧急启动截断阀的响应时间为 30s，天然气泄漏量为不断阀启动前的泄漏量和截断阀启动后管存量之和。截断阀启动前泄漏量按实际工况，截断阀启动后，泄漏量以管道泄压至与环境压力平衡所需时间计算。

①截断阀启动前泄漏量及泄漏速率计算

截断阀启动前，泄漏量按管道正常工况下的实际流量计算。发生泄漏后，管线两端紧急启动截断阀响应时间为 30s。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中附录 F 的“F.1.2 气体泄漏”，假定气体特性为理想气体，其泄漏速率 Q_G 按式（F.4）计算

$$Q_G = Y C_d A P \sqrt{\frac{M \gamma}{R T_G} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}}$$

式中： Q_G —气体泄漏速率，kg/s；

P —容器压力，Pa；

C_d —气体泄漏系数，当裂口形状为圆形时取 1.0，三角形时取 0.95，长方形时取 0.90；

M —物质的摩尔质量，kg/mol；

R —气体常数，J/（mol·K）；

T_G —气体温度，K；

A —裂口面积，m²；

Y ：流出系数，对于临界流 $Y=1.0$ ；对于次临界流按下式计算：

$$Y = \left[\frac{P_0}{P} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \times \left\{ 1 - \left[\frac{P_0}{P} \right]^{\frac{(\gamma-1)}{\gamma}} \right\}^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \left[\frac{2}{\gamma-1} \right] \times \left[\frac{\gamma+1}{2} \right]^{\frac{(\gamma+1)}{(\gamma-1)}} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

按照设定的风险事故情形，计算本项目天然气最大泄漏速率，具体计算参数见表 8.6-1。

表 8.6-1 天然气最大泄漏速率计算参数表

管段名称	事故类型	管道长度 (km)	管径 (内径) (mm)	压力 (MPa)	流出系数	泄漏系数	绝热指数	气体温度 K
中缅天然气管道20#阀室~1#阀井	管径100%断裂	10.1	200	4	1.0	1.0	1.3	298.15
1#阀井~2#阀井		12.4	200	4	1.0	1.0		
2#阀井~3#阀井		12.1	200	4	1.0	1.0		
3#阀井~姚安门站		11.2	200	4	1.0	1.0		

②截断阀启动后泄漏量

天然气管道发生泄漏时，在上游截断阀启动后，管段内的天然气罐存量即为截断阀启动后的最大泄漏量。

项目管道事故下天然气全部泄漏量详见表 8.6-2。

表 8.6-2 天然气泄漏风险事故源强计算结果

管段名称	截断阀启动前			截断阀启动前后	
	最大泄漏速率 (kg/s)	泄漏时间 (s)	泄漏量 (t)	泄漏时间 (s)	泄漏量 (t)
中缅天然气管道20#阀室~1#阀井	243.1	30	7.293	超过 3600	32.77
1#阀井~2#阀井	243.1	30	7.293	超过 3600	40.23
2#阀井~3#阀井	243.1	30	7.293	超过 3600	39.26
3#阀井~姚安门站	243.1	30	7.293	超过 3600	36.34

8.6.2 火灾、爆炸事故

天然气泄漏事故发生后，遇到火源燃烧将伴生 CO 和极少量烟尘等污染物，本次评价对伴生的 CO 源强进行核算。参照《北京环境总体规划研究》（第二

卷) 中天然气燃烧产生的污染物的参数进行计算: CO 的产生系数为 $0.35\text{g}/\text{m}^3$ 天然气。预测管段天然气管道发生火灾爆炸时, 产生伴生污染物 CO 的源强见下表。

表 8.6-3 天然气泄漏火灾爆炸事故源强计算结果

管段名称	CO 最大泄漏速率 (kg/s)	CO 泄漏量 (kg)
中缅天然气管道20#阀室~1#阀井	0.119	19.62
1#阀井~2#阀井	0.119	23.27
2#阀井~3#阀井	0.119	22.79
3#阀井~姚安门站	0.119	21.37

8.7 环境风险评价

8.7.1 天然气泄漏影响

项目输送介质为天然气, 不含硫化氢, 稀释扩散很快, 随着距泄漏点距离的增加, 甲烷浓度下降非常快。项目管线正常输气时, 站场站控系统可实时监测管线压力变化情况, 当管线发生意外事故破裂, 监测点压力急剧下降, 压降变化速率达设定值后并保持超过设定时间时, 利用管输天然气的压力, 关闭阀门, 截断燃气管道。自动切断阀的响应时间一般在 $15\text{s}\sim 30\text{s}$, 因此, 天然气管道发生事故时, 高浓度区域出现的时间最长不超过 10 分钟, 出现高浓度污染区时, 为防止缺氧状况发生, 救援人员应选择供气式空气呼吸器(工作时间为 $30\sim 60\text{min}$), 做好防护工作, 一旦发生窒息, 救援人员应将中毒人员撤出甲烷污染区(注意: 救援人员一定进入污染物前进行含氧量测定, 并配备必要的空气呼吸器)才能进入现场进行救援, 同时注意防止火灾和爆炸的发生。出现事故时, 可通过上游站场及阀井时切断气源, 大大减少泄漏和放空量。

8.7.2 火灾或爆炸事故次生污染物影响

在事故状态下, 若发生火灾或爆炸事故, 天然气燃烧生成的主要产物为一氧化碳、二氧化碳和水, 且很快就能扩散, 不会长期影响空气质量。事故时天然气燃烧主要采用二氧化碳或干粉灭火器等进行灭火。若引发灌木丛火灾时, 会产生一定的消防水, 但该类消防水不含有有毒有害物质, 对项目地周围地表水环境不会造成污染。

为避免发生火灾、爆炸, 需选用符合 GB/T9711-2017 标准的管道, 保证管

道用管不因质量问题而发生爆炸。管道的强度结构设计按设计规范采取强度设计系数，提供强度储备来保证管道不发生强度爆炸和减小爆炸的危害性。

8.8 环境风险防范措施

8.8.1 设计阶段的风险事故防范措施

(1) 合理选择线路走向

①管道线路走向尽量避开居民区以及不良地质地段、复杂地质地段、地震活动断裂带和灾害地质地段，以减少由于天然气泄漏引起的泄漏、火灾、爆炸事故对居民的危害。如无法完全避让，也应尽量减少上述地段的通过长度，确保管道长期安全运行。

②尽量减少与河流、高速公路等大型建构筑物的交叉。

(2) 防腐

本管道管线采用外防腐，并外加强制电流阴极保护对管道进行腐蚀控制。

(3) 工艺设计和设备选择

①设计选用质量可靠的管材和关键工艺设备，保证管道的运行安全。

②管道穿越不同特殊地段，设计采用不同的敷设方式，保证管道安全。如管道穿越公路，采用加套管保护和提高管道设计系数等方法；管道穿越河流、沟渠等，加大管道埋深。

(4) 管道标志桩和警示带设置

根据《管道干线标记设置技术规范》（SY/T6064-2011）的规定，沿线应设置以下标志桩：

里程桩：管线每公里设置 1 个，与阴极保护测试桩合用。

转角桩：在管线水平方向改变位置，应设置转角桩，转角桩上要标明管线里程、转角角度等。

穿跨越标志桩：当管道穿（跨）越河流、III级以上公路、水渠时，应在两侧设置穿跨越桩，穿跨越桩应标明管线名称、公路或河流的名称，线路里程，穿跨越长度，有套管的应注明套管长度、规格和材质等。

交叉桩：凡是与地下管道、电（光）缆交叉的位置，应设置交叉桩。交叉桩上应注明线路里程、交叉物名称、与交叉物的关系等。

对于涉及近距离居民点和人口密集区管段，应加密标志。

为了便于管线的维修和管理，减少第三方破坏，在管顶上方 300mm 处全线设置警示带。警示带须为黄底红字、带有宝石花标志以及明显警示文字。

8.8.2 施工阶段的风险事故防范措施

- (1) 在施工过程中，加强监理，确保防腐涂层施工质量。
- (2) 建立施工质量保证体系，提高施工检验人员的水平，加强检验手段。
- (3) 制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录。
- (4) 进行水压试验，排除更多地存在于焊缝和母材的缺陷，从而增加管道的安全性。

8.8.3 运营阶段的风险事故防范措施

- (1) 定期清管，排除管内的污物，以减轻管道内腐蚀。
- (2) 加大巡线频率，提高巡线的有效性；每天检查管道施工带，查看地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告。

8.9 突发环境事件应急预案

建设单位应严格按照《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）、《企业突发环境事件应急预案编制指南》和《企业突发环境事件风险评估指南（试行）》要求，编制项目环境风险应急预案并备案，定期更新，配套应急物资，加强应急演练。

8.10 环境风险评价结论

项目营运潜在的危险因素包括焊接、腐蚀，以及自然和人为因素造成的管线破裂，造成天然气泄漏而发生事故。项目在设计时，对管道走向存在的不良地质，采取有效的防护措施，确保了管道安全；输气管道选线避开人口密集区；严把施工质量关；严把输气质量关；管道等焊接时采用优质焊条，并对焊接质量进行检查，在投入运行时进行试压，合格后方可投入运营；项目定期对管道沿线进行巡视，避免违章建筑和作业造成管道破裂等事故；通过采取这些措施后，项目事故概率较小，其风险等级为可接受水平。

9 环境保护措施

9.1 生态环境保护措施

9.1.1 避让措施

(1) 设计期

①管道走廊无法避让自然保护区，但在局部选线时，应尽量避让自然保护区，在施工条件允许的情况下，尽可能减少自然保护区实验区内施工作业带宽度，减小施工占地。

②线路应尽量避让生态保护红线，在无法完全避让生态保护红线的情况下，在施工条件允许的情况下，尽可能减少生态红线内施工作业带宽度，减少施工占地。

③阀井选址应避让自然保护区、生态保护红线、基本农田、公益林。

④尽量利用施工作业带，减少施工便道修建，对确实需修建的施工便道，原则上利用已有道路或在原有路基上拓宽，或尽量选择耕地（非基本农田）、园地，避让林地、草地，并控制其长度及宽度，对施工临时道路在施工结束后无使用要求的，应恢复原有植被。

⑤优化施工组织设计，减少临时施工占地。

⑥堆管场尽量租用沿线空地，减少征占地，禁止在自然保护区、生态保护红线内设置堆管场。

(2) 施工期

①严格控制施工范围，按照划定范围施工，禁止越界施工，禁止滥砍滥伐，尽量减少对植被的破坏。

②做好施工废水的处理工作，不能随意排放至水体中。施工材料的堆放也要远离水体。

③加强施工人员宣传培训教育，提高环保意识，设置警示牌，禁止捕猎野生动物。

④施工过程中禁止向用地范围外的农田、水体倾倒弃土以及生活垃圾。

⑤加强用火管理，在施工区及周围山上树立防火警示牌，禁止施工人员吸烟，巡回检查严禁由于用火不当引发森林火灾。

⑥禁止施工人员在施工过程中带入外来入侵物种。

⑦制定合理的施工作业时间表，合理安排施工方式、时间，尽可能避免施工对野生动物的惊扰。

(3) 运营期

管道巡线与维护，不得新开挖巡线便道，巡线和维护只能沿管线走向进行。

9.1.2 减缓措施

(1) 动物

①在穿越林区段施工时，应缩短工期，减少对野生动物的干扰。

②野生鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动，禁止夜间施工。

③在施工期间，若施工区周边发现鸟类等野生动物，可采取无伤的方式驱离；若野生动物数量较多，应暂停施工，等野生动物离开后再施工。施工期间若出现误伤保护动物的情况，应上报当地县林业和草原局，并积极采取措施对误伤的野生动物进行救护。

④对在施工中遇到的幼兽，一定要交给林草部门的专业人员，不得擅自处理；对施工中遇到的鸟窝（因砍伐树木）一定要移到非施工区的其他树上；对在施工中遇到的幼鸟和鸟卵（蛋）一定要交林草部门的专业人员妥善处置；安排专门人员负责评价区施工中的动物多样性保护的监督和管理。对于评价区内 12 种重要动物，严禁施工人员捕猎，并以展板形式对施工人员进行宣传教育。

⑤施工结束后，应及时清理施工现场。

⑥对施工过程中产生的生活垃圾应集中收集装袋，并在结束施工时带出施工区域，不得随意丢弃。

(2) 植物

①按照林地管理相关规定办理林地使用许可证、林木采伐证等相关手续。严格按照林业主管部门下发的林地使用许可证规定的占地范围和林木采伐证规定的林木采伐数量进行采伐作业。

②评价区分布有大面积的云南松林，次生性较强，乔木层物种单一，群落

结构不太稳定，对森林病虫害的抵抗能力较弱。施工期应对木质包装材料实施严格检疫，严禁将未经检验检疫的松木或木质包装材料带入施工区。

③项目施工前应对工程占用区域可利用的表土进行剥离，单独堆存，加强表土堆存防护及管理，确保有效回用。在林地、草地、耕地、园地施工时，应将表层土与下层土分开，暂时保存表层土用于今后的回填，以恢复土壤理化性质，利于植被的恢复。

(3) 基本农田

①对于农田土壤，按照耕作层、犁底层、心土层和底土层分层开挖、分层堆放、分层回填，回填顺序按照底土层、心土层、犁底层和耕作层的顺序回填；减少因施工生土上翻，表土层养分损失。

②施工完毕后，清除在农田内散落的沙石、水泥以及施工场地上的建筑垃圾，对粒径大于 5cm 的碎石进行拣选去除。

③按照“边开挖边复垦”的原则，在每段管道敷设结束后及时进行土地复垦。

④耕地段恢复后的高度不得高于或低于原地面，以免影响当地的灌溉，耕地段产生多余弃土可在整条线路其余段回填。

⑤对损坏的农用设施，按照要求恢复。

9.1.3 补偿措施

(1) 根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的规定：在管道线路中心线两侧各 5m 地域范围内，禁止种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物。因此，施工结束后，在管道覆土上采取播撒草籽、栽植花、草等措施恢复植被。

(2) 项目占用的林地施工结束后恢复为草地，对于永久性占用的林地，应根据有关规定采取异地补偿的方法恢复，原则上应损失多少必须补充多少，并采取人工抚育至少 5 年的措施，使每公顷生物量不低于原有水平。并向被征用单位支付林地补偿费、林木补偿费、安置补助费，向县以上林业行政主管部门交纳森林植被恢复费。

(3) 施工作业带植被恢复按照“适地适树”的原则，选择当地乡土物种进行恢复，严把种苗质量关，禁止引入外来入侵物种。

(4) 管道巡线过程中，一旦发现有引入的外来物种，应采用人工拔除的方

法将其彻底消灭，以防范和限制外来物种入侵。

9.2 地表水环境保护措施

(1) 河道开挖水环境保护措施

- ①严格施工组织，优化施工方案，尽量缩短施工时间。
- ②施工作业尽量选择枯水期进行。
- ③采用围堰施工。
- ④严格控制施工范围，以免对河流造成大面积破坏。
- ⑤开挖土石方采取遮盖措施，防止水土流失。
- ⑥严禁在河流及近岸内清洗施工机械、运输车辆。
- ⑦严禁向河道内排放固体废物。
- ⑧施工结束后应及时清理施工材料和施工垃圾。
- ⑨施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，并恢复相关的水工安全设施。

(2) 定向钻施工水环境保护措施

项目管线 2 次穿越 S220 省道采用定向钻施工工艺，每处施工场地设置 1 座泥浆池，单个容积为 40m³，泥浆废水经沉淀处理后上清液用于施工作业带洒水降尘。

(3) 管道试压废水环境保护措施

项目管道试压废水沉淀池设置 10 个，每个容积 200m³，试压废水经沉淀处理后 70%回用于下一段管道试压，其余用于施工作业带泼洒抑尘，不外排。

(4) 生活污水处理措施

项目施工过程中不设施工营地，租用当地民房，施工期生活污水利用现有村庄的污水处理系统处理。

采取上述措施后，可有效防止对水环境的污染影响。

9.3 环境空气保护措施

9.3.1 施工期

- (1) 定期对作业面进行洒水抑尘。
- (2) 开挖土石方采取洒水降尘或遮盖措施。

(3) 运输车辆通过控制超载、篷布遮盖、清扫车轮等措施控制扬尘。

(4) 邻近居民点处场设置施工围挡。

(5) 加强施工管理，文明施工。

通过以上污染防治措施的实施，可有效地减少扬尘的产生，使施工期对环境的影响降至最低，随着施工期的结束、影响随之消失，扬尘治理措施可行。

9.3.2 运营期

清管作业释放天然气排放天然气通过姚安门站已有的 1 根高 15m 地放空管在防空区排放。

9.4 声环境保护措施

(1) 选用低噪声机械设备，同时加强施工设备的维护和保养，从根本上降低噪声源强。

(2) 合理安排施工时间，午休期间（12:00~14:00）和夜间（22:00~06:00）禁止施工作业。

(3) 运输车辆经过村庄时应限速、禁鸣。

(4) 合理安排施工时间，缩短施工时间。

(5) 邻近居民点处场设置施工围挡。

(6) 加强施工管理，文明施工。

上述降噪措施是通用的，技术成熟、经济可行，因此项目噪声治理措施可行。

9.5 固体废物污染防治措施

9.5.1 施工期

(1) 开挖的土石方及时进行回填，减少土石方的临时堆存时间；土石方挖填和调运过程中应做好水土保持措施和抑尘工作。

(2) 废焊条、防腐补口废料集中收集，不能回收利用的，不能回收利用的委托相关单位合理处置。

(3) 清管杂质排出后，全部用于场地平整。

(4) 施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后产生的泥浆经 pH 调节为

中性后采取就地固化填埋。

(5) 施工结束后, 应及时清理施工场地内的固废。

(6) 各施工段生活垃圾分别收集后, 依托当地村镇环卫系统处置。

(7) 废弃土石方、生活垃圾禁止随意丢弃至河床内。

综上, 项目施工期间固体废物全部妥善、合理处置。

9.5.2 运营期

项目运营期清管固废从姚安门站排出, 主要成分氧化铁粉末, 属于一般工业固体废物, 委托环卫部门处置, 固废处置率 100%。

9.6 环境敏感区保护措施

项目选线已在设计阶段进行优化, 已最大限度地避让生态环境敏感区, 但由于路径长、跨度大、自然条件等因素的限制无法完全避让自然保护区实验区和生态保护红线。项目建设过程中, 应持续跟踪和落实国家和地方关于自然保护区、生态保护红线的相关保护和管理要求, 同时采取如下保护措施:

9.6.1 避让措施

(1) 设计期

①管道走廊无法避让自然保护区, 但在局部选线时, 应尽量避让自然保护区, 在施工条件允许的情况下, 尽可能减少自然保护区实验区内施工作业带宽度, 减小施工占地。

②线路应尽量避让生态保护红线, 在无法完全避让生态保护红线的情况下, 在施工条件允许的情况下, 尽可能减少生态红线内施工作业带宽度, 减少施工占地。

③阀井选址应避让自然保护区、生态保护红线。

④堆管场尽量租用沿线空地, 减少征占地, 禁止在自然保护区、生态保护红线内设置堆管场。

⑤生态环境敏感区内尽量利用施工作业带, 不修建施工便道。

(2) 施工期

①在保护区管理人员参与的情况下, 划定施工人员的活动区域, 严格限制

在保护区的实验区内施工范围，严禁超范围施工，禁止越界施工，禁止滥砍滥伐，尽量减少对植被的破坏。

②加强施工人员宣传培训教育，提高环保意识，设置警示牌，禁止捕猎野生动物。

③加强用火管理，在施工区及周围山上树立防火警示牌，禁止施工人员吸烟，巡回检查严禁由于用火不当引发森林火灾。

④禁止施工人员在施工过程中带入外来入侵物种。

⑤禁止夜间施工，避免施工对野生动物的惊扰。

⑥不得破坏保护区的各类区界性标桩、区界性标牌、宣传牌等。

(3) 运营期

管道巡线与维护，不得新开挖巡线便道，巡线和维护只能沿管线走向进行。

9.6.2 减缓措施

(1) 动物

①在穿越林区段施工时，应缩短工期，减少对野生动物的干扰。

②施工过程中发现保护动物活动，应暂停施工，等野生动物离开后再施工。

③对在施工中遇到的幼兽，一定要交给林草部门的专业人员，不得擅自处理；对施工中遇到的鸟窝（因砍伐树木）一定要移到非施工区的其他树上；对在施工中遇到的幼鸟和鸟卵（蛋）一定要交林草部门的专业人员妥善处置；安排专门人员负责评价区施工中的动物多样性保护的监督和管理的工作。对于评价区内 12 种重要动物，严禁施工人员捕猎，并以展板形式对施工人员进行宣传教育。

④施工结束后，应及时清理施工现场。

⑤对施工过程中产生的生活垃圾应集中收集装袋，并在结束施工时带出施工区域，不得随意丢弃。

(2) 植物

①按照林地管理相关规定办理林地使用许可证、林木采伐证等相关手续。严格按照林业主管部门下发的林地使用许可证规定的占地范围和林木采伐证规定的林木采伐数量进行采伐作业。

②评价区分布有大面积的云南松林，次生性较强，乔木层物种单一，群落

结构不太稳定，对森林病虫害的抵抗能力较弱。施工期应对木质包装材料实施严格检疫，严禁将未经检验检疫的松木或木质包装材料带入施工区。

③项目施工前应对工程占用区域可利用的表土进行剥离，单独堆存，加强表土堆存防护及管理，确保有效回用。在林地、草地、耕地、园地施工时，应将表层土与下层土分开，暂时保存表层土用于今后的回填，以恢复土壤理化性质，利于植被的恢复。

9.6.3 补偿措施

(1) 环境敏感区内施工作业带植被恢复按照“适地适树”的原则，选择当地乡土物种进行恢复，严把种苗质量关，禁止引入外来入侵物种。

(2) 加强保护区内管道施工作业带入侵物种以及生态监测，委托第三方进行现场监测，并接受保护区管理部门监督。

(3) 委托相关单位开展对项目区野生动植物的监测以评估项目区内动植物变化情况，以便及时掌握项目建设后对动植物的实际影响并采取相应保护措施。

9.7 环境保护措施汇总

项目环境保护措施一览表详见表 9.7-1。

表 7.8-1 环境保护措施一览表

类别	项目	主要控制措施	效果
设计期			
生态环境	避让措施	①管道走廊无法避让自然保护区，但在局部选线时，应尽量避让自然保护区，在施工条件允许的情况下，尽可能减少自然保护区实验区内施工作业带宽度，减小施工占地。 ②线路应尽量避让生态保护红线，在无法完全避让生态保护红线的情况下，在施工条件允许的情况下，尽可能减少生态红线内施工作业带宽度，减少施工占地。 ③阀井选址应避让自然保护区、生态保护红线、基本农田、公益林。 ④尽量利用施工作业带，减少施工便道修建，对确实需修建的施工便道，原则上利用已有道路或在原有路基上拓宽，或尽量选择耕地（非基本农田）、园地，避让林地、草地，并控制其长度及宽度，对施工临时道路在施工结束后无使用要求的，应恢复原有植被。 ⑤优化施工组织设计，减少临时施工占地。 ⑥堆管场尽量租用沿线空地，减少征占地，禁止在自然保护区、生态保护红线内设置堆管场。	降低对植被、动物及景观影响
环境风险	管道	①管道线路走向尽量避开居民区以及不良地质地段、复杂地质地段、地震活动断裂带和灾害地质地段，以减少由于天然气泄漏引起的泄漏、火灾、爆炸事故对居民的危害。如无法完全避让，也应尽量减少上述地段的通过长度，确保管道长期安全运行。 ②尽量减少与河流、高速公路等大型建构筑物的交叉。 ③管道管线采用外防腐，并外加强制电流阴极保护对管道进行腐蚀控制。 ④设计选用质量可靠的管材和关键工艺设备，保证管道的运行安全。 ⑤管道穿越不同特殊地段，设计采用不同的敷设方式，保证管道安全。如管道穿越公路，采用加套管保护和提高管道设计系数等方法；管道穿越河流、沟渠等，加大管道埋深。 ⑥根据《管道干线标记设置技术规范》（SY/T6064-2011）的规定，设置标志桩和警示带。	降低环境风险
环境敏感区	避让措施	①管道走廊无法避让自然保护区，但在局部选线时，应尽量避让自然保护区，在施工条件允许的情况下，尽可能减少自然保护区实验区内施工作业带宽度，减小施工占地。 ②线路应尽量避让生态保护红线，在无法完全避让生态保护红线的情况下，在施工条件允许的情况下，尽可能减少生态红线内施工作业带宽度，减少施工占地。	减小对环境敏感区的不利影响

类别	项目	主要控制措施	效果
		③阀井选址应避让自然保护区、生态保护红线。 ④堆管场尽量租用沿线空地，减少征占地，禁止在自然保护区、生态保护红线内设置堆管场。 ⑤生态环境敏感区内尽量利用施工作业带，不修建施工便道。	
施工期			
生态环境	避让措施	①严格控制施工范围，按照划定范围施工，禁止越界施工，禁止滥砍滥伐，尽量减少对植被的破坏。 ②做好施工废水的处理工作，不能随意排放至水体中。施工材料的堆放也要远离水体。 ③加强施工人员宣传培训教育，提高环保意识，设置警示牌，禁止捕猎野生动物。 ④施工过程中禁止向用地范围外的农田、水体倾倒弃土以及生活垃圾。 ⑤加强用火管理，在施工区及周围山上树立防火警示牌，禁止施工人员吸烟，巡回检查严禁由于用火不当引发森林火灾。 ⑥禁止施工人员在施工过程中带入外来入侵物种。 ⑦制定合理的施工作业时间表，合理安排施工方式、时间，尽可能避免施工对野生动物的惊扰。	降低对植被、动物及景观影响
	减缓措施	①在穿越林区段施工时，应缩短工期，减少对野生动物的干扰。 ②野生鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动，禁止夜间施工。 ③在施工期间，若施工区周边发现鸟类等野生动物，可采取无伤的方式驱离；若野生动物数量较多，应暂停施工，等野生动物离开后再施工。施工期间若出现误伤保护动物的情况，应上报当地县林业和草原局，并积极采取措施对误伤的野生动物进行救护。 ④对在施工中遇到的幼兽，一定要交给林草部门的专业人员，不得擅自处理；对施工中遇到的鸟窝（因砍伐树木）一定要移到非施工区的其他树上；对在施工中遇到的幼鸟和鸟卵（蛋）一定要交林草部门的专业人员妥善处置；安排专门人员负责评价区施工中的动物多样性保护的监督和管理工 作。对于评价区内 12 种重要动物，严禁施工人员捕猎，并以展板形式对施工人员进行宣传教育 ⑤施工结束后，应及时清理施工现场。 ⑥对施工过程中产生的生活垃圾应集中收集装袋，并在结束施工时带出施工区域，不得随意丢弃。 （2）植物	

类别	项目	主要控制措施	效果
		①按照林地管理相关规定办理林地使用许可证、林木采伐证等相关手续。严格按照林业主管部门下发的林地使用许可证规定的占地范围和林木采伐证规定的林木采伐数量进行采伐作业。 ②评价区分布有大面积的云南松林，次生性较强，乔木层物种单一，群落结构不太稳定，对森林病虫害的抵抗能力较弱。施工期应对木质包装材料实施严格检疫，严禁将未经检验检疫的松木或木质包装材料带入施工区。 ③项目施工前应对工程占用区域可利用的表土进行剥离，单独堆存，加强表土堆存防护及管理，确保有效回用。在林地、草地、耕地、园地施工时，应将表层土与下层土分开，暂时保存表层土用于今后的回填，以恢复土壤理化性质，利于植被的恢复。 （3）基本农田 ①对于农田土壤，按照耕作层、犁底层、心土层和底土层分层开挖、分层堆放、分层回填，回填顺序按照底土层、心土层、犁底层和耕作层的顺序回填；减少因施工生土上翻，表土层养分损失。 ②施工完毕后，清除在农田内散落的沙石、水泥以及施工场地上的建筑垃圾，对粒径大于 5cm 的碎石进行拣选去除。 ③按照“边开挖边复垦”的原则，在每段管道敷设结束后及时进行土地复垦。 ④耕地段恢复后的高度不得高于或低于原地面，以免影响当地的灌溉，耕地段产生多余弃土可在整条线路其余段回填。 ⑤对损坏的农用设施，按照要求恢复。	

类别	项目	主要控制措施	效果
	补偿措施	①根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的规定：在管道线路中心线两侧各 5m 地域范围内，禁止种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物。因此，施工结束后，在管道覆土上采取播撒草籽、栽植花、草等措施恢复植被。 ②项目占用的林地施工结束后恢复为草地，对于永久性占用的林地，应根据有关规定采取异地补偿的方法恢复，原则上应损失多少必须补充多少，并采取人工抚育至少 5 年的措施，使每公顷生物量不低于原有水平。并向被征用单位支付林地补偿费、林木补偿费、安置补助费，向县以上林业行政主管部门交纳森林植被恢复费。 ③施工作业带植被恢复按照“适地适树”的原则，选择当地乡土物种进行恢复，严把种苗质量关，禁止引入外来入侵物种。 ④管道巡线过程中，一旦发现有引入的外来物种，应采用人工拔除的方法将其彻底消灭，以防范和限制外来物种入侵。	
大气 污染物	扬尘	①定期对作业面进行洒水抑尘。 ②开挖土石方采取洒水降尘或遮盖措施。 ③运输车辆通过控制超载、篷布遮盖、清扫车轮等措施控制扬尘。 ④邻近居民点处场设置施工围挡。 ⑤加强施工管理，文明施工。	减少扬尘
水污染物	废水	(1) 河道开挖水环境保护措施 ①严格施工组织，优化施工方案，尽量缩短施工时间。 ②施工作业尽量选择枯水期进行。 ③采用围堰施工。 ④严格控制施工范围，以免对河流造成大面积破坏。 ⑤开挖土石方采取遮盖措施，防止水土流失。 ⑥严禁在河流及近岸内清洗施工机械、运输车辆。 ⑦严禁向河道内排放固体废物。	合理处置，不外排

类别	项目	主要控制措施	效果
		⑧施工结束后应及时清理施工材料和施工垃圾。 ⑨施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，并恢复相关的水工安全设施。 （2）定向钻施工水环境保护措施 项目管线2次穿越S220省道采用定向钻施工工艺，每处施工场地设置1座泥浆池，单个容积为40m ³ ，泥浆废水经沉淀处理后上清液用于施工作业带洒水降尘。 （3）管道试压废水环境保护措施 项目管道试压废水沉淀池设置10个，每个容积200m ³ ，试压废水经沉淀处理后70%回用于下一段管道试压，其余用于施工作业带泼洒抑尘，不外排。 （4）生活污水处理措施 项目施工过程中不设施工营地，租用当地民房，施工期生活污水利用现有村庄的污水处理系统处理。	
噪声	噪声	①选用低噪声机械设备，同时加强施工设备的维护和保养，从根本上降低噪声源强。 ②合理安排施工时间，午休期间（12:00~14:00）和夜间（22:00~06:00）禁止施工作业。 ③运输车辆经过村庄时应限速、禁鸣。 ④合理安排施工时间，缩短施工时间。 ⑤邻近居民点处场设置施工围挡。 ⑥加强施工管理，文明施工。	降低对环境不利影响
固体废物	固废	①开挖的土石方及时进行回填，减少土石方的临时堆存时间；土石方挖填和调运过程中应做好水土保持措施和抑尘工作。 ②废焊条、防腐补口废料集中收集，不能回收利用的，不能回收利用的委托相关单位合理处置。 ③清管杂质排出后，全部用于场地平整。 ④施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后产生的泥浆经pH调节为中性后采取就地固化填埋。 ⑤施工结束后，应及时清理施工场地内的固废。 ⑥各施工段生活垃圾分别收集后，依托当地村镇环卫系统处置。 ⑦废弃土石方、生活垃圾禁止随意丢弃至河床内。	处置率100%
环境风险	管道	①在施工过程中，加强监理，确保防腐涂层施工质量。	环境风险可接

类别	项目	主要控制措施	效果
		②建立施工质量保证体系，提高施工检验人员的水平，加强检验手段。 ③制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录。 ④进行水压试验，排除更多地存在于焊缝和母材的缺陷，从而增加管道的安全性。	受
环境敏感区	避让措施	①在保护区管理人员参与的情况下，划定施工人员的活动区域，严格限制在保护区的实验区内施工范围，严禁超范围施工，禁止越界施工，禁止滥砍滥伐，尽量减少对植被的破坏。 ②加强施工人员宣传培训教育，提高环保意识，设置警示牌，禁止捕猎野生动物。 ③加强用火管理，在施工区及周围山上树立防火警示牌，禁止施工人员吸烟，巡回检查严禁由于用火不当引发森林火灾。 ④禁止施工人员在施工过程中带入外来入侵物种。 ⑤禁止夜间施工，避免施工对野生动物的惊扰。 ⑥不得破坏保护区的各类区界性标桩、区界性标牌、宣传牌等。	减小对环境敏感区的不利影响
	减缓措施	（1）动物 ①在穿越林区段施工时，应缩短工期，减少对野生动物的干扰。 ②施工过程中发现保护动物活动，应暂停施工，等野生动物离开后再施工。 ③对在施工中遇到的幼兽，一定要交给林草部门的专业人员，不得擅自处理；对施工中遇到的鸟窝（因砍伐树木）一定要移到非施工区的其他树上；对在施工中遇到的幼鸟和鸟卵（蛋）一定要交林草部门的专业人员妥善处置；安排专门人员负责评价区施工中的动物多样性保护的监督和管理工 作。对于评价区内12种重要动物，严禁施工人员捕猎，并以展板形式对施工人员进行宣传教育。 ④施工结束后，应及时清理施工现场。 ⑤对施工过程中产生的生活垃圾应集中收集装袋，并在结束施工时带出施工区域，不得随意丢弃。 （2）植物 ①按照林地管理相关规定办理林地使用许可证、林木采伐证等相关手续。严格按照林业主管部门下发的林地使用许可证规定的占地范围和林木采伐证规定的林木采伐数量进行采伐作业。 ②评价区分布有大面积的云南松林，次生性较强，乔木层物种单一，群落结构不太稳定，对森林病虫害的抵抗能力较弱。施工期应对木质包装材料实施严格检疫，严禁将未经检验检疫的松木或木质包装材料带入施工区。	

类别	项目	主要控制措施	效果
		③项目施工前应对工程占用区域可利用的表土进行剥离，单独堆存，加强表土堆存防护及管理，确保有效回用。在林地、草地、耕地、园地施工时，应将表层土与下层土分开，暂时保存表层土用于今后的回填，以恢复土壤理化性质，利于植被的恢复。	
	补偿措施	环境敏感区内施工作业带植被恢复按照“适地适树”的原则，选择当地乡土物种进行恢复，严把种苗质量关，禁止引入外来入侵物种。	
营运期			
生态环境	管道维护	管道巡线与维护，不得新开挖巡线便道，巡线和维护只能沿管线走向进行。	减少植被破坏
大气环境	清管废气	清管作业释放天然气排放天然气通过姚安门站已有的1根高15m地放空管在防空区排放。	
固体废物	清管固废	项目运营期清管固废从姚安门站排出，主要成分氧化铁粉末，属于一般工业固体废物，委托环卫部门处置。	处置率100%
环境风险	管道	①定期清管，排除管内的污物，以减轻管道内腐蚀。 ②加大巡线频率，提高巡线的有效性；每天检查管道施工带，查看地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告	环境风险可控
环境敏感区	补偿措施	①加强保护区内管道施工作业带入侵物种以及生态监测，委托第三方进行现场监测，并接受保护区管理部门监督。 ②委托相关单位开展对项目区野生动植物的监测以评估项目区内动植物变化情况，以便及时掌握项目建设后对动植物的实际影响并采取相应保护措施。	动态监测

10 环境监测计划、环境监理与环境管理

10.1 环境监测计划

10.1.1 环境监测目的

环境要素的变化存在各种不确定因素，只有通过监测、测试才能够客观准确地评估环境影响的危害，预防项目施工、运营中的不利因素，有利于项目的开发进度和正常生产，减轻环境问题对企业生产和公众生存环境的威胁，避免因项目开发带来新的环境问题。

为及时掌握本工程施工期废水、废气、噪声、弃渣及生活污水排放情况，了解在施工期、运行期的评价区环境质量，预防突发性污染事故对环境的危害，为施工期、运行期的环境保护及污染控制、环境监测和环境管理提供科学的依据，需进行环境监测。

环境监测任务由业主单位组建成立的工程环境管理部门组织实施。环境监测不设专用监测站，委托当地环境监测部门承担。

工程环境监测内容包括施工期声环境、地表水环境和环境空气。

10.1.2 环境监测计划

环境监测是环境管理的重要基础工作，是开展环境科学研究、防止环境破坏和防治污染的重要依据。

项目运营期不涉及废水、噪声排放，且清管次数少，不开展运营期环境监测。

项目施工期环境监测计划一览表见表 10.1-1。

表 10.1-1 环境监测内容及技术要求表

环境要素	监测断面	监测项目	监测时段	监测频次
地表水	蜻蛉河（河道开挖处下游 500m） 双甸河（河道开挖处下游 500m）	pH、石油类、化学需氧量、五日生化需氧量、阴离子表面活性剂、氨氮、总磷	河道开挖施工期间	监测 1 次，连续 3 天
声环境	岔河村 新房子村	等效连续 A 声级	施工期	监测 1 次，每次连续监测 2 天，昼、夜各一次

环境要素	监测断面	监测项目	监测时段	监测频次
环境空气	岔河村	TSP	施工期	监测 1 次，连续 7 天

10.1.3 生态监测

通过对陆生生态的监测，对项目评价区的陆生生态系统的保护和管理提供科学依据。预防和减免区域性、累积性、潜在性的不利环境影响，维护项目建设的生态安全，最终实现平价经济、社会 and 环境保护协调发展。根据导则的要求，应开展全生命周期监测。施工期重点监测施工活动干扰下生态保护目标的受影响状况，如植物群落变化、重要物种的活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护对策措施的有效性以及生态修复效果等。生态环境计划见表 10.1-2。

表 10.1-2 生态监测计划一览表

阶段	监测内容	监测区域	监测方法	监测频次	实施机构
施工期	自然保护区植物群落结构变化情况、重要物种的活动、分布变化、生境质量变化等	马鞍山隧道附近 (E101°16'20.53"、N25°17'26.11")；新房子村东侧 (E101°16'22.12"、N25°18'19.95")	HJ19-2022 中推荐的方法	1 次，整个施工期	具有相关专业能力的机构
运营期	自然保护区植物群落结构实际影响、生态保护对策措施的有效性以及生态修复效果	马鞍山隧道附近 (E101°16'20.53"、N25°17'26.11")；新房子村东侧 (E101°16'22.12"、N25°18'19.95")	HJ19-2022 中推荐的方法	1 次/年，正式运行后 5~10 年	

10.2 环境监理

10.2.1 环境监理目的

(1) 在施工期间，根据环境保护设计要求，开展施工期环境监理，全面监督和检查施工单位环境保护措施的实施和效果，使工程的环保措施落到实处。

(2) 对施工过程中主要的环境影响问题进行全面监控，使工程可能引起的水土流失、地表破坏、生态影响等不利影响减少到最低程度。

(3) 对施工过程中可能发生的水质污染、噪声扰民、扬尘污染、妨碍交通等因素进行监控，及时处理和解决临时出现的环境污染事件。

10.2.2 环境监理内容

环境监理应遵循国家及地方有关环境保护的政策和法律法规的要求，在施工期对所有实施环境保护项目的专业部门及项目承包人的环境保护工作进行监督、检查，确保工程环境影响报告书中提出的环境保护措施得到落实，主要工作任务包括：

- (1) 编制环境监理计划，拟定环境监理项目和内容。
- (2) 对工程环境保护实施规划的项目进行监督检查，采取检查、指令文件等监理方式。
- (3) 根据有关法律法规及环境保护项目合同，对实施环境保护项目的专业部门和项目承包人的工作进行抽查、监督，提出有关环境保护工作的时限；
- (4) 对施工期各项环保措施进行监理，监督和检查各施工单位环保措施实施情况和实际效果；检查施工单位负责的渣场、施工迹地的处理恢复情况。
- (5) 对工程项目承包人的环境季报、年报进行审查，提出审查、修改意见。
- (6) 根据有关法律法规及项目合同，协助项目环境管理机构及有关主管部门处理工程各种环境事故与环境纠纷；
- (7) 负责落实环境监测的实施，审核有关环境监测报表，根据监测结果，对施工及管理提出相应要求，尽量减少工程给环境带来的不利影响。
- (8) 编制环境监理工作季报报送项目环境管理机构，对环境监理工作进行总结，提出工程存在的主要环境问题和解决问题的建议，并说明今后环境监理工作安排和工作重点。

项目环境监理的工作内容主要包括生态环境保护、水环境、声环境、大气环境等方面。环境监理具体内容见表 10.2-1。

表 10.2-1 环境监理内容一览表

项目	分项	监理内容
水环境	施工废水	工程施工期是否执行生产废水处理措施，检查处理效果及循环利用情况，做到全部回用，不外排。
	生活污水	施工期是否执行生活污水处理措施，检查处理效果，不外排。
声环境	施工区、施工运输	施工噪声符合相应的环境噪声标准；是否规范施工行为和控制工作时段；施工机械及车辆是否采取防治措施。
大气环境	施工区	大气环境符合相应的环境空气质量标准，施工机械是否采取防治措施，施工区是否采取洒水降尘措施。
	运输道路	是否有防尘措施，防尘措施执行情况如何

项目	分项	监理内容
生态环境	施工迹地	工程治理与迹地恢复措施是否落实。
	植被恢复措施	物种选择是否符合相应的生境，工程进度是否严格符合时令，措施是否严格按照设计要求，绿化数量和成活率应符合要求，是否执行抚育和管理
	植物保护	严禁超计划占地，尽量减少对工程施工区及周边区域植被的破坏，是否存在滥砍滥伐现象。
	野生动物保护	加强野生动物保护宣传教育。
固废处置	工程弃渣	土石方是否规范堆存。
	施工生活区	生活垃圾是否妥善处置。

10.2.3 环境监理机构

本工程环境监理由建设方委托具有相应资质的单位承担。

10.3 环境管理

10.3.1 环境管理内容

工程环境管理工作由工程建设单位（业主）负责，设立环境保护管理机构，参与工程建设的各施工单位应配置专业环保人员或环境监理工程师代理，按建设单位要求实施环境保护措施。管理内容主要是根据工程环境影响评价中提出的施工期和运行期环境保护措施，落实环境保护经费，实施保护对策措施；协调政府环境管理与工程环境管理间的关系。编制施工期年度投资环境保护工作报告、竣工验收环境保护工作执行报告和运行期年度投资环境保护工作报告等。

对工程建设所影响的主要环境因子进行系统的监测，通过定量化的分析比较，掌握环境质量的变化过程，为具体实施环境保护措施和采取某些补救措施提供依据和基本资料。

10.3.2 环境管理目标

施工期间，保证施工废水不外排；施工现场噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准（GB12523-2011）》；对施工作业点的施工人员，做好个人噪声防护工作。控制施工区空气环境质量，特别是做好施工作业点粉尘污染治理防护工作。控制施工区的植被破坏活动，禁止狩猎和炸鱼；认真监督落实工程水土保持方案；严格施工管理，禁止向水体弃渣、排放污水。

10.3.3 环境管理机构设置

为完成工程环境管理任务，根据有关法律法规要求和规定，本工程应设置环境管理机构。结合工程环境特点，建设期的工程指挥部下设环境保护办公室，运行期环境管理机构为云南锦铨能源开发有限公司。

（1）工程建设单位任务

由专职环境保护机构具体负责从施工至投产运行后的一系列有关环保管理工作，落实环境保护工作经费，对施工期和运行期环保工作进行管理和监督，并负责与政府环境主管部门、保护区主管部门联系和协调落实环境管理事宜，接受环保主管部门的指导和监督。具体工作内容如下：

①施工期

对工程环境保护设计内容和招标内容进行审核，委托工程设计单位编制《工程施工环保手册》；负责将环境保护措施的招标设计成果纳入招标文件和承包商合同；制定年度环境保护工作计划；监督承包商的环境保护对策措施执行情况；安排、协助环境监测部门进行常规及不定期的监测工作；督促项目环保治理措施、管理措施的实施；督促检查项目环保设施运行情况，并提出改善环境的对策及建议；负责职工的环保教育工作，以增强全体工作人员的环保意识；定期向上级环保部门及地方环保主管部门汇报建设项目的环保工作情况；落实环境保护经费。

②运行期

安排生态监测工作。

（2）工程施工单位任务

在工程施工单位内部设置环保机构，具体负责实施招标文件中规定的环境保护对策和措施，接受工程建设单位和工程监理单位的监督和管理。主要工作内容如下：

根据合同及招标文件中环境保护措施的具体要求，制定工程年度环境保护措施落实工作计划；实施工程环境保护措施，协助建设单位环境管理机构处理实施过程中的有关问题；检查环境保护设施的建设进度、质量、运行状况；核算年度环境保护费用使用情况；其他涉及环境保护的日常事务。

（3）工程设计单位任务

负责解释该工程可行性研究设计报告中有关环评和环境保护措施规划设计文件。在工程施工阶段和运行阶段，工程设计单位可为建设单位和施工单位提供技术咨询。

(4) 监理单位任务

受工程业主单位委托，在施工期间对工程施工质量进行现场监理。其中应有专职或兼职监理工程师负责对施工单位环境保护、水土保持工程措施实施情况进行现场监理，配合建设单位做好工程的环境保护管理工作。

10.4 竣工环境保护验收

项目竣工环境保护措施验收项目见表 10.4-1。

表 10.4-1 竣工环境保护验收一览表

序号	类别	治理对象	治理措施和设备	治理效果
1	生态保护	植被恢复	对临时占地进行植被恢复	达到相关要求
2	水环境保护	施工期废水	管道试压废水经沉淀处理后部分回用于下一段管道试压，其余用于施工作业带泼洒抑尘。泥浆废水经沉淀处理后上清液用于施工作业带洒水降尘	不外排
3	固体废物处置	泥浆	泥浆经pH调节为中性后采取就地固化填埋	处置率100%
		土石方	开挖的土石方全部回填，无弃方	处置率100%
		清管固废	清管固废从姚安门站排出，主要成分氧化铁粉末，属于一般工业固体废物，委托环卫部门处置。	处置率100%
4	大气环境保护	清管废气	清管作业释放天然气排放天然气通过姚安门站已有的1根高15m地放空管在防空区排放	
5	环境风险		线路安全防护，设加密桩和警示牌	
6	环境管理		施工期环境监理报告、检测报告	严格进行监测和管理

11 环境经济效益分析

11.1 环境保护投资

工程环境保护投资概算共计为 454.6 万元（包含水土保持投资），占项目总投资的 3.59%，工程环境保护总投资概算见表 11.1-1。

表 11.1-1 环境保护措施投资明细表

序号	项目	单位	数量	单价 (万元)	投资 (万元)	备注
一	环境保护措施				369.6	
1	生态保护				322	
1.1	森林、野生动物的保护宣传教育			2.0	2.0	
1.2	植被恢复工程				320	
1.3	护坡措施					
1.4	施工期临时工程措施					
1.5	拦挡工程措施					
1.6	迹地恢复措施					
2	水环境保护				21	
2.1	试管废水沉淀池	座	10	2	20	
2.2	定向钻泥浆池	座	2	0.5	1	
3	固体废物处置				3.1	
3.1	施工期固废清运、处理费	项	1	3.0	3.0	
3.2	清管固废处理	项	1	0.1	0.1	
4	环境空气保护				21	
4.1	洒水降尘				6	
4.2	防尘网遮盖堆				5	
4.3	施工围挡				10	
5	声环境保护				2.5	
5.1	限速标志牌	个	50	0.05	2.5	
二	环境监测措施				52	估列
1	施工期环境监测				12	
1.1	地表水、声环境、环境空气	项	1	4	4	
1.2	生态监测	次	1	8	8	
2	运营期环境监测				40	
2.1	陆生生态监测	次	5	8	40	
第一和二部分合计					421.6	
三	环境保护独立费用				33	
1	环境建设管理费				14	
1.1	环境保护竣工验收费				12	估列
1.2	环境保护宣传及培训费				2	估列
2	环境监理费				4	
3	环境影响评价咨询费				15	
第一至第三部分合计					454.6	

11.2 环境效益分析

项目建设有利于实施能源结构调整、实现能源多样化的需要，对于改善区域大气环境、优化能源结构、实现节能减排等具有重大意义。与煤相比，利用天然气可减少二氧化碳排放量 69%、减少二氧化硫排放量近 100%、减少氮氧化物排放量 55%。本工程环境效益可观，可明显改善用气城市大气质量，提高人民生活质量，将对改善大气环境、优化能源结构、实现节能减排作出重要贡献。

11.3 经济效益分析

项目实施后，在为姚安县提供优质、清洁能源的同时，可降低企业及居民用气成本。对于以重油、轻质油、液化石油气为燃料的企业，在使用天然气后有利于环保投入减少，同时由于天然气在价格上的优势，将带来直接的经济效益。管道天然气较液化天然气成本低，降低居民用气成本，产生直接经济效益。

11.4 社会效益分析

引入天然气这一绿色能源，在优化能源结构的同时，投资环境将大为改善，结合当地的资源、交通和优势，带动区域经济和促进旅游业的发展。

综合来说，工程建设将会给区域环境、社会、经济发展带来一定的不利影响，但是不利影响是局部的，范围较小。对区域来说，项目的建设不仅优化了区域能源结构，改善区域环境空气，促进当地经济发展，故工程建设利大于弊。

12 结论

12.1 工程概况

项目新建输气管道起于中缅天然气管道 20#阀室，止于姚安门站，全长 45.8km，设计压力 4.0Mpa，供气规模 $0.358 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ ，管道采用 D219 无缝钢管，管道沿线设置 3 眼阀井。项目占地面积 27.8527hm^2 ，其中永久占地面积 0.0027hm^2 ，临时占地面积 27.85hm^2 。

工程总投资 12662.83 万元，计划总工期 6 个月。

12.2 产业政策及规划符合性

项目建设符合国家产业政策，符合《中华人民共和国自然保护区条例》、《云南省自然保护区管理条例》、《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024—2030 年）》、《楚雄州生态环境分区管控动态更新实施方案（2023 年）》相关要求。项目的建设不违反《云南省主体功能区规划》、《云南省生态功能区规划》。

项目建设符合《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》、《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》、《生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》等生态保护红线相关规定要求。

12.3 选线合理性

根据项目管线比选方案，推荐方案虽然穿过自然保护区，但在自然保护区内用地以耕地、园地为主，耕地、园地及其他类用地占比达到 72.67%，林地、草地占比为 27.33%，且占用林地、草地中自然植被占比为 18.55%。项目在自然保护区中占用的植被均为次生植被，不涉及重点保护植物，不涉及重点保护动物栖息地。项目选线合理。

12.4 环境现状评价结论

12.4.1 地表水环境质量

根据姚安县人民政府网发布的《姚安县 2023 年环境质量状况》，蜻蛉河姚

安太平断面（太平镇）水质类别为III类，水质状况为良，满足功能区划要求。根据南华县人民政府网发布的《2023年南华县环境质量状况》，南华县龙川江小天城断面2023年水质符合III类标准，满足功能区划要求。

12.4.2 环境空气质量

根据《姚安县2023年环境质量状况》、《2023年南华县环境质量状况》，2023年姚安县、南华县城区环境空气质量满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）修改单中二级标准，属达标区。

根据补充监测，自然保护区内碾子房村环境空气质量满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准，满足环境功能要求。

12.4.3 声环境质量

根据监测结果，上民村、大智阁村、碾子房村、太平村昼、夜间声环境质量能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准要求，小岔河村、赤乐村邻S220省道一侧昼、夜间声环境质量能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中4a类标准要求，者乐村、海埂屯小学昼间声环境质量不能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准要求，夜间声环境质量不能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准要求，超标1dB（A），夜间声环境质量超标受车辆噪声影响。

12.4.4 生态环境质量

评价区植被类型为半湿润常绿阔叶林、干热河谷硬叶常绿栎类林、暖温性针叶林、暖温性稀树灌木草丛、暖温性杂类草丛。评价区村寨、耕地、公路较多，受农业生产等人为活动的长期影响，评价区的原生自然植被大量消失或改变，次生植被及人工植被显著增加。调查期间评价区共记录到国家二级重点保护野生植物2种，分别为金荞麦 *Fagopyrum dibotrys* 和大花香水月季 *Rosa odorata* var. *gigantea*，其中金荞麦共计2丛位于管道施工作业带东侧55m，大花香水月季共2株分别位于管道施工作业带东侧45m和173m。

评价区及附近地区分布有陆栖脊椎动物19目54科111种。管道沿线虽然植被覆盖率较高，但长期受人为活动干扰影响，大中型哺乳动物物种及其数量

相对较少，区域内种群数量相对较多的是较适应人类干扰小型兽类物种。项目调查区共记录重要物种 12 种（保护动物、濒危动物、易危动物），其中鸟类 5 种、哺乳类 3 种、爬行类 4 种。

12.5 环境影响评价

12.5.1 生态环境影响

（1）对土地利用的影响

永久占用对评价区原有的土地利用形态与方式造成了一定的影响，但占评价区比例仅为 0.0002%，影响甚微。临时工程占地在施工结束后，及时进行绿化恢复和土地复垦，不会改变土地利用的类型。总的来说，工程建设对评价区的土地利用有一定影响，但并不会对评价区的土地利用格局产生大的改变。

（2）对植物群落影响

项目占用的自然植被类型为次生植被类型，植被群落结构不复杂，物种组成不多，均属常见种，在云南滇中高原地区广泛分布的优势种，种群数量高。项目建设占用土地、扰动地表等行为对评价区的植物造成影响，主要体现在导致评价区被占用土地上的植物物种数量减少，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，不会对区内植物资源和物种多样性产生明显的不利影响，也不会导致评价区任何植物物种的消失。

（3）对动物影响

施工期间动物会受到干扰而使其迁移，会避开施工区域选择邻近非施工区域活动。项目建设占地面积较小，且占地呈带状分布，占用的生境在评价区范围内分布较广。管道施工作业带临时占用，施工作业时间短，且施工结束后通过覆土回填后的复耕和植草复绿措施，可恢复施工期被管道作业带切割的动物生境。因此，对动物影响较小。

影响评价区位于耕地与林地过渡地带，人为活动较为显著，施工区域不属于保护动物的主要繁殖、栖息场所，对其环境的影响不显著，不会明显改变这些重要物种的食物网链结构，对其迁移、散布、繁衍影响甚微。

（4）对生态系统稳定性影响

项目建设会导致这些物种个体数量减少，损失部分生物量，但不会导致其

灭绝，影响是可接受的，对整个生态环境的生物多样性影响较小。项目建设导致各种土地类型发生变化，林地面积减少，草地面积增加，这将使评价区生态系统生物量、生产力减少，但变化幅度小。工程引起的干扰是可以承受的，对生态系统的完整性和稳定性影响小。

12.5.2 水环境影响

项目沿线穿越蜻蛉河、双甸河采用围堰导流+开挖方式进行穿越，施工时间短，在采区围堰施工、枯水期施工。管道试压废水经沉淀处理后用于施工作业带泼洒抑尘，不外排。废泥浆在泥浆池中通过 pH 调节、沉淀后，上清液回用于场区洒水降尘。项目施工过程中不设施工营地，租用当地民房，施工期生活污水利用现有村庄的污水处理系统处理。施工期废水采取措施后，对区域地表水环境影响小。

12.5.3 环境空气影响

项目为线性工程，针对施工区扬尘污染，一般采取控制作业面积、施工作业带洒水降尘、开挖土石方临时遮盖等措施，运输车辆通过控制超载、篷布遮盖、清扫车轮等措施控制扬尘。通过采取上述措施，施工期间产生的废气排放对周围环境影响得到有效控制，对周围大气环境的影响可以接受。

运营期清管作业排放天然气频次少、排放过程时间短，对环境的影响较小。

12.5.4 声环境影响

管道在局部地段施工周期短，且夜间不施工。项目采取噪声污染防治措施后，施工噪声不会产生扰民现象。

12.5.5 固体废物环境影响

项目开挖土石方全部回填，无永久弃方产生。施工废料可回收利用的回收外售，不能回收利用的委托相关单位合理处置。清管废渣全部用于场地平整。施工过程中泥浆经 pH 调节为中性后采取就地固化填埋。各施工段生活垃圾分别收集后，依托当地村镇环卫系统处置。项目施工期间固体废物全部妥善、合理处置，对外环境影响较小。

项目运营期清管固废，委托环卫部门处置，固废处置率 100%，对环境的影响小。

12.5.6 环境风险

项目营运潜在的危险因素包括焊接、腐蚀，以及自然和人为因素造成的管线破裂，造成天然气泄漏而发生事故。项目在设计时，对管道走向存在的不良地质，采取有效的防护措施，确保了管道安全；输气管道选线避开人口密集区；并严把施工质量关；严把输气质量关；管道等焊接时采用优质焊条，并对焊接质量进行检查，在投入运行时进行试压，合格后方可投入运营；项目定期对管道沿线进行巡视，避免违章建筑和作业造成管道破裂等事故；通过采取这些措施后，项目事故概率较小，其风险等级为可接受水平。

12.6 主要环境保护措施

12.6.1 生态环境保护措施

优化施工组织设计，减少征占地，减少对植被、景观的破坏；严禁在施工区及其猎捕和食用野生动物；严格按照划定范围施工，禁止滥砍滥伐；制定合理的施工作业时间表，合理安排施工方式、时间，尽可能避免施工对野生动物的惊扰；加强用火管理，防止用火不当引发森林火灾；禁止施工人员在施工过程中带入外来入侵物种；施工结束后及时进行植被恢复。

12.6.2 水环境保护措施

(1) 河道开挖施工采用围堰施工，尽量选择枯水期进行，并缩短施工时间，同时严格控制施工范围。严禁向河道内排放固体废物。施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，并恢复相关的水工安全设施。

(2) 泥浆废水经沉淀处理后上清液用于施工作业带洒水降尘。

(3) 管道试压废水经沉淀处理后部分回用于下一段管道试压，其余用于施工作业带泼洒抑尘，不外排。

(4) 项目施工过程中不设施工营地，租用当地民房，施工期生活污水利用现有村庄的污水处理系统处理。

12.6.3 环境空气保护措施

施工期定期对作业面进行洒水抑尘，开挖土石方采取洒水降尘或遮盖措施。运输车辆通过控制超载、篷布遮盖、清扫车轮等措施控制扬尘。邻近居民点处场设置施工围挡。

清管作业释放天然气排放天然气通过姚安门站已有的 1 根高 15m 地放空管在防空区排放。

12.6.4 声环境保护措施

选用低噪声的施工机械或工艺；加强对机械设备的维修和保养；加强施工运输的管理；合理安排工作时间；邻近居民点处场设置施工围挡。

12.6.5 固体废物处置措施

(1) 开挖的土石方及时进行回填。

(2) 废焊条、防腐补口废料集中收集，不能回收利用的，不能回收利用的委托相关单位合理处置。

(3) 清管杂质排出后，全部用于场地平整。

(4) 施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后产生的泥浆经 pH 调节为中性后采取就地固化填埋。

(5) 运营期清管固废委托环卫部门处置。

12.7 总结论

项目建设符合国家产业政策，符合自然保护区相关法律法规要求，符合生态保护红线相关规定要求。

工程建设将对区域环境产生一定的不利影响，主要表现在施工占地对陆生动植物资源的影响，施工“三废”对周围环境的污染影响。本环评已针对各环境要素提出了减缓环境影响的环保措施及投资，在采取相应的环境保护措施后，项目建设的各种不利环境影响可以得到减小。

从环境影响的角度分析，项目建设是可行的。