建设项目环境影响报告表

（生态影响类）

项　目　名　称：华能元谋虎溪村光伏电站项目110千伏站点联络线线路工程

建设单位（盖章）：华能新能源（元谋）有限公司

编　制　日　期：二零二五年五月

中华人民共和国生态环境部制

目录

一、建设项目基本情况 1
二、建设内容 21
三、生态环境现状、保护目标及评价标准 38
四、生态环境影响分析 59
五、主要生态环境保护措施 77
六、生态环境保护措施监督检查清单 94
七、结论 99

附录：

附录 1 项目评价区植物名录

附录 2 项目评价区动物名录

附件：

附件 1 建设项目环境影响评价委托书

附件2 楚雄州发展和改革委员会关于元谋县虎溪村光伏电站项目110千伏站点联络线线路工程项目核准的批复

附件 3 建设单位营业执照及法人身份证

附件 4 楚雄州生态环境局元谋分局关于线路路径方案的复函

附件 5 元谋县林业和草原局关于线路路径方案的复函

附件 6 元谋县水务局关于线路路经方案的回函

附件 7 元谋县人民政府关于线路路径方案的复函

附件 8 元谋县自然资源局关于线路路径方案“三区三线“查询情况复函

附件 9 元谋县公安局、元谋县交通运输局路径方案复函

附件 10 项目环境质量现状监测报告

附件 11 引用华能元谋多竹箐光伏电站（变更）项目现状监测报告

附件 12 噪声类比监测报告

附件 13 楚雄彝族自治州生态环境局行政处罚事先告知书

附件14 楚雄彝族自治州生态环境局责令改正违法行为决定书

附件 15 楚雄彝族自治州生态环境局行政处罚决定书

附件16 虎溪110kV线路环保处罚缴费凭证

附图：

附图 1 项目区地理位置图

附图 2 项目区水系图

附图 3 项目路径走向图

附图 4 项目周边关系图

附图 5 土地利用类型图

附图 6 评价区植被类型图

附图 7 项目与云南省主体功能区划位置关系图

附图 8 项目与云南省生态功能区划位置关系图

附图 9 监测点位示意图

附图 10 项目典型杆塔示意图

附图11 项目与云南省生物多样性保护优先区域区划图

附图12 云南省候鸟迁徙路径示意图

一、建设项目基本情况

<table>
<tr><td>建设项目名称</td><td colspan="3">华能元谋虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程</td></tr>
<tr><td>项目代码</td><td colspan="3">2312-532300-04-01-918945</td></tr>
<tr><td>建设单位联系人</td><td>张晨皓</td><td>联系方式</td><td></td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="3">云南省楚雄彝族自治州元谋县物茂乡</td></tr>
<tr><td>地理坐标</td><td colspan="3">华能元谋虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程：
起点：东经 101°44'43.329"，北纬 25°54'46.860"；
终点：东经 101°45'40.272"，北纬 25°51'30.068"。</td></tr>
<tr><td>建设项目行业类别</td><td>55-161 输变电工程</td><td>用地（用海）面积（m²）/长度（km）</td><td>3900m²/6.95km</td></tr>
<tr><td>建设性质</td><td>☑新建（迁建）
☐改建
☐扩建
☐技术改造</td><td>建设项目申报情形</td><td>☑首次申报项目
☐不予批准后再次申报项目
☐超五年重新审核项目
☐重大变动重新报批项目</td></tr>
<tr><td>项目审批（核准/备案）部门（选填）</td><td>楚雄彝族自治州发展和改革委员会</td><td>项目审批（核准/备案）文号（选填）</td><td>楚发改能源〔2023〕501 号</td></tr>
<tr><td>总投资（万元）</td><td>564</td><td>环保投资（万元）</td><td>31</td></tr>
<tr><td>环保投资占比（%）</td><td>5.50</td><td>施工工期</td><td>4 个月（目前已完工）</td></tr>
<tr><td>是否开工建设</td><td colspan="3">☐否
☑是：本项目于 2024 年 3 月 1 日开工建设，截止 2024 年 6 月 20 日已建设完成，属于“未批先建”项目。2025 年 1 月 14 日，楚雄州生态环境局元谋分局执法人员对该项目进行了现场检查，发现本项目违反了《中华人民共和国环境影响评价法》第二十五条“建设项目的环境影响评价文件未依法经审批部门审查或者审查后未予批准的，建设单位不得开工建设”的规定，构成环境违法。楚雄彝族自治州生态环境局于 2025 年 3 月 11 日分别下发了《楚雄彝族自治州生态环境局行政处罚事先告知书》（楚环元罚告字（2025）1 号）、《楚雄彝族自治州生态环境局责令改正违法行为决定书》（楚环元责改字（2025）1 号），详见附件 13、附件 14，文件明确告知了建设单位存在的违法事实、处罚依据和拟作出的处罚决定，并明确</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>告知你公司有权进行陈述、申辩。但期限内公司未要求听证，也未提出陈述申辩，视为公司放弃相关权利。因此于 2025 年 4 月 16 日收到楚雄彝族自治州生态环境局行政处罚决定书（楚环元罚字〔2025〕2 号），详见附件 15，处罚结果为：“110kv 送出线路已开工建设，未取得环评批复的行为处罚人民币伍万陆仟元整（￥56000.00）”，目前已缴纳罚款，缴费凭证详见附件 16。</td></tr>
<tr><td>专项评价设置情况</td><td>经对照，本项目为不涉及环境敏感区的输变电建设项目，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）及《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）》（试行）中专项评价设置原则，本报告设电磁环境影响专题评价，对照情况见下表。
<table>
<tr><th colspan="4">表 1-1 专项设置对照判别表</th></tr>
<tr><th>专项评价类别</th><th>涉及项目类别</th><th>本项目专项评价判定</th><th>设置情况</th></tr>
<tr><td>地表水</td><td>水力发电：引水式发电、涉及调峰发电的项目；
人工湖、人工湿地：全部；
水库：全部；
引水工程：全部（配套的管线工程等除外）；
防洪除涝工程：包含水库的项目；
河湖整治：涉及清淤且底泥存在重金属污染的项目</td><td>本项目为输变电建设项目，不属于地表水专项的项目类别</td><td>不设置</td></tr>
<tr><td>地下水</td><td>陆地石油和天然气开采：全部；
地下水（含矿泉水）开采：全部；
水利、水电、交通等：含穿越可溶岩地层隧道的项目</td><td>本项目为输变电建设项目，不属于地下水专项的项目类别</td><td>不设置</td></tr>
<tr><td>生态</td><td>涉及环境敏感区（不包括饮用水水源保护区，以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域，以及文物保护单位）的项目</td><td>根据各部门查询意见，本项目不涉及占用永久基本农田、生态保护红线以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》中针对该类项目所列的敏感区</td><td>不设置</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="5"></td><td>大气</td><td>油气、液体化工码头：全部；
干散货（含煤炭、矿石）、件杂、多用途、通用码头：涉及粉尘、挥发性有机物排放的项目</td><td>输变电建设项目，不属于大气专项的项目类别</td><td>不设置</td></tr>
<tr><td>噪声</td><td>公路、铁路、机场等交通运输业涉及环境敏感区（以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域）的项目；
城市道路（不含维护，不含支路、人行天桥、人行地道）：全部</td><td>输变电建设项目，不属于噪声专项的项目类别</td><td>不设置</td></tr>
<tr><td>环境风险</td><td>石油和天然气开采：全部；
油气、液体化工码头：全部；
原油、成品油、天然气管线（不含城镇天然气管线、企业厂区内管线），危险化学品输送管线（不含企业厂区内管线）：全部</td><td>输变电建设项目，不属于环境风险专项的项目类别</td><td>不设置</td></tr>
<tr><td>电磁环境</td><td colspan="3">本次评价内容为输电线路，根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ 24-2020），本报告设电磁环境影响专题评价。</td></tr>
<tr><td colspan="4">注：“涉及环境敏感区”是指建设项目位于、穿（跨）越（无害化通过的除外）环境敏感区，或环境影响范围涵盖环境敏感区。环境敏感区是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中针对该类项目所列的敏感区。</td></tr>
<tr><td>规划情况</td><td colspan="4">无</td></tr>
<tr><td>规划环境影响评价情况</td><td colspan="4">无</td></tr>
<tr><td>规划及规划环境影响评价符合性分析</td><td colspan="4">无</td></tr>
<tr><td>其他符合性分析</td><td colspan="4">1、产业政策符合性分析
本项目为输变电项目，根据国家发展和改革委员会颁布的《产业结构调整指导目录（2024年本）》（自2024年2月1日起施行），本项目属于其中的鼓励类第四项“电力”中的第10条“电网改造与建设，增量配电网建设”。
项目已于 2023 年 12 月 20 日取得楚雄州发展和改革委员会关于本项目的核准的批复（楚发改能源〔2023〕501 号），项目代码：2312-532300-04-01-918945。项目核准批复文件见附件 2。
综上所述，本项目建设符合国家产业政策的要求。</td></tr>
</table>

2、与“三线一单”符合性分析

2021 年 8 月 11 日，楚雄彝族自治州人民政府颁布了《楚雄州人民政府关于印发楚雄州“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（楚政通〔2021〕22 号），提出：“为贯彻落实《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（中发〔2018〕17 号）、《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（云政发〔2020〕29 号）等文件精神，落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单，实施生态环境分区管控，推动生态环境质量改善，促进高质量发展，结合我州实际，制定本实施方案。”

项目与楚雄州“三线一单”的符合性分析如下：

（1）生态保护红线

根据元谋县自然资源局出具的《关于华能金河、虎溪村、物茂南光伏电站光伏项目 110 千伏站点联络线路路径“三区三线”查询情况复函》（见附件 4），项目塔基不涉及占用永久基本农田，不位于生态保护红线内，不涉及占用城镇开发边界。

（2）环境质量底线

表 1-2　项目与楚雄州“三线一单”环境质量底线要求的相符性

类别	要求	项目情况	符合性
水环境质量底线	到 2025 年，国控、省控地表水监测断面水质优良率高于全国全省平均水平，重点区域、流域水环境质量进一步改善，全面消除劣 V 类水体，集中式饮用水水源水质巩固改善。到 2035 年，地表水体水质优良率全面提升，各监测断面水质达到水环境功能要求，全面消除 V 类及以下水体，集中式饮用水水源水质稳定达标。	项目不涉及饮用水水源保护区。主要涉及的地表水体为回溏小河，回溏小河汇入永定河，永定河属龙川支流。根据《2022 年元谋县环境质量状况》，元谋县境内龙川江有黄瓜园监测断面，2022 年水质类别 II 类，达到水环境功能要求。项目建设过程中产生的少量废水全部收集处理后回用，不直接排入地表水体，项目运营期无外排废水，不会造成区域水环境质量突破底线。	符合

大气环境质量底线	到 2025 年，环境空气质量稳中向好，10 县市城市环境空气质量稳定达到国家二级标准。到 2035 年，环境空气质量全面改善，10 县市城市环境空气质量优于国家一级标准天数逐步提高。	根据《2022 年元谋县环境质量状况报告》，元谋县属环境空气质量达标区。本项目建设运行过程中产生的大气污染经采取环评提出的措施后可达标排放，对环境空气影响较小，不会造成区域环境空气质量功能下降。	符合
土壤环境风险防控底线	到 2025 年，土壤环境风险防范体系进一步完善，受污染耕地安全利用率和污染地块安全利用率进一步提高。到 2035 年，土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。	项目建设运行过程中无危险废物产生，不会对土壤环境造成影响。	符合

综上所述，本项目建设符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

表 1-3　项目与楚雄州“三线一单”资源利用上线要求的相符性

类别	要求	项目情况	符合性
水资源利用上线	到 2025 年，水资源节约和循环利用水平显著提高，用水量和用水效率达到云南省下达的总量和强度控制目标。	项目仅在建设过程中有少量用水，不会对当地水资源供应产生明显影响。项目建设过程中产生的少量废水全部收集处理后回用，不直接排入地表水体，节约利用水资源。项目运营期无用水。	符合
土地资源利用上线	落实最严格的耕地保护制度。2025 年，各县市土地利用达到自然资源和规划、住建等部门对土地资源开发利用总量及强度的土地资源利用上线管控要求。	项目在运行过程中会占用土地，经元谋县自然资源局查询（详见附件 4），项目塔基不涉及占用永久基本农田，塔基占地面积小，对地区土地利用的影响不大。	符合
能源资源上线	严格落实能耗“双控”制度。2025 年全州单位 GDP 能耗、能源消耗总量等满足能源利用上线的管控要求。	项目属电力基础设施建设：电网改造与建设工程，自身建设运行能耗少，建成后有助于优化地区能源结构、保障能源供给。	符合

因此，项目符合资源利用上线要求。

（4）分区管控要求

根据《楚雄州‘三线一单’生态环境分区管控实施方案》，全州共划分94个生态环境管控单元，分为优先保护、重点管控和一般管控3类。其中优先保护单元包含生态保护红线和一般生态空间（未划入生态保护红线的自然保护地、饮用水水源保护区、重要湿地、基本草原、生态公益林、天然林等生态功能重要、饮用水源地等生态环境敏感区域划为一般生态空间）；重点管控单元包含开发强度高、污染物排放强度大、环境问题相对集中的区域和大气环境布局敏感、弱扩散区等；优先保护、重点管控单元之外的区域为一般管控单元。

本项目位于楚雄州元谋县，项目用地范围不占用生态保护红线，不占国家公园、自然保护区、森林公园、风景名胜区、草原公园等各类自然保护地，不涉及重要湿地、基本草原、公益林等生态环境敏感区，此外，项目未处于元谋县工业集中区、县城城镇规划区、黄瓜园镇城镇规划区、大气环境布局敏感区等重点管控单元内，工程也不涉及矿产资源开发。故分析项目与楚雄州总体管控要求、一般管控单元管控要求的相符性，详见表1-4。

表 1-4　本工程与楚雄彝族自治州生态环境管控总体要求、一般管控单元管控要求相符性分析

类别		管控要求	相符性分析
总体管控要求	空间布局约束	（1）严格落实国家产业政策。将资源承载能力、生态环境容量作为承接产业转移的基础和前提，合理确定承接产业转移重点，禁止引进环境污染大、资源消耗高、技术落后的生产能力。严禁以任何名义、任何方式核准或备案产能严重过剩行业的增加产能项目。 （2）严格按照《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则》（试行）要求，禁止在金沙江、长江一级支流（南广河、赤水河）岸线边界 1 公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目。 （3）禁止在金沙江、长江一级支流（南广河、赤水河）建设除党中央、国务院、国家投资主管部门、省级有关部门批复同意以外的过江基础设	（1）根据国家发展和改革委员会颁布的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本工程属于其中“第一类鼓励类”项目中的“电网改造与建设”项目，符合国家产业政策，不属于落后产能。 （2）本工程为电网基础设施建设项目，不属于钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目，本工程建设和运营阶段均无焚烧产生有毒有害烟尘和恶臭气体物质

			施项目。禁止在金沙江岸线 3 公里、长江一级支流岸线（南广河、赤水河）1 公里范围内新建、改建、扩建尾矿库。 （4）在永久基本农田集中区域，不得新建可能造成土壤污染的建设项目；已建成的应当限期关闭拆除。拟开发为农用地的未利用地，要开展土壤环境质量状况评估，不符合相应标准的，不得种植食用农产品。 （5）在天然气干、支线可以覆盖的地区原则上不再新建、改建、扩建以煤（油）为燃料的项目。全州产业聚集区集中建设热电联产机组或大型集中供热设施，逐步淘汰分散燃煤锅炉。在不具备热电联产集中供热条件的地区，现有多台燃煤小锅炉的，可按照等容量替代原则建设大容量燃煤锅炉。	的施工工艺和生产工艺。 （3）本工程属于电力行业电网基础设施建设项目，无需新建、改建、扩建尾矿库。 （4）本工程新建 110kV 输电线路选线已尽量避让了基本农田，根据元谋县自然资源局的回复，项目塔基不占用生态保护红线、永久基本农田等环境敏感区。 （5）本工程属于能源电力类项目，不属于重污染类、危险化学品类、以煤（油）为燃料的项目。
		污染物排放管控	（1）严格控制缺水地区、水污染严重地区和敏感区域高耗水、高污染行业发展，新建、改建、扩建重点行业建设项目实行主要水污染物排放减量置换。 （2）严格保护城乡饮用水水源地，整治饮用水源保护区内的污染源，确保饮水安全。实现城镇生活污水、生活垃圾处理设施全覆盖和稳定运行。推进农村面源污染治理。对入驻企业较少，主要产生生活污水，工业污水中不含有毒有害物质的工业集中区，其污水可就近依托城镇污水处理厂进行处理；对工业污水排放量较小的工业集中区，可依托工业企业治污设施处理后达标排放。新建冶金、电镀、有色金属、化工、印染、制革、原料药制造等企业，原则上布局在符合产业定位的园区，其排放的污水由园区污水处理厂集中处理。 （3）加大 VOCs 减排力度，扎实推动 $PM_{2.5}$ 和臭氧协同控制，有效巩固环境空气质量优良天数比例。在持续推进氮氧化物减排的基础上，重点加大石化、化工及含挥发性有机化合物产品制造企业和喷漆、制鞋、印刷、电子、服装干洗等行业清洁生产和污染治理力度，逐步淘汰挥发性有机化合物含量高的产品生产和使用，严控生产过程	（1）本工程位于楚雄彝族自治州，项目所在区域不属于缺水地区及水污染严重地区。 （2）本工程运营期无废水产生，且项目不位于饮用水水源保护区，不会对周边生态环境产生影响，本项目为输电线路工程，不属于冶金、电镀、化工、印染等行业。 （3）本工程属于电力行业电网基础设施建设项目，不属于大气污染重点行业。本工程运营阶段无大气污染物排放。 （4）本工程已取得楚雄彝族自治州发展和改革委员会的核准，新建输电线路在建设、运营阶段将采取一系列生态保护和土壤污染防治措施，可将项目建设对区域土壤环

			中逃逸性有机气体的排放。 （4）加强土壤污染防治，对农用地实施分类管理，对重点行业企业建设用地实行环境准入管理，进入各使用环节（储备、转让、收回以及改变用途）之前应按照规定进行土壤污染状况调查，动态更新土壤环境污染重点监管企业名单，实施土壤污染环境风险管控和修复名录制度，对污染地块开发利用实行联动监管。 （5）提高钢铁、水泥等高耗能产业减量置换比例，把高能效和低碳排放纳入产能减量置换门槛，明确重点行业二氧化碳排放达峰目标，控制工业、交通、建筑等行业温室气体排放。 （6）全州主要污染物总量控制目标达到省级考核要求。	境的影响控制在可以接受的水平。 （5）本工程属于电力行业电网基础设施建设项目，项目运营阶段无废气产生。 （6）本工程不涉及总量控制，在采取相应的环境保护措施后，工程运营期产生的主要环境影响：电磁环境、声环境影响能够满足国家相关标准要求。
		环境风险防控	（1）以金沙江楚雄段为重点，研究建立环境风险评估体系，定期评估沿江河湖库工业企业、工业集中区环境风险，落实防控措施。重点开展长江流域金沙江楚雄段生态隐患和环境风险调查评估，划定高风险区域。 （2）强化全州与其他滇中城市的大气污染防治联防联控协作机制，加强区域内重污染天气应急联动。 （3）禁止在环境风险防控重点区域如城乡建设规划区、居民集中区、医院和学校附近、重要水源涵养生态功能区等，以及因环境污染导致环境质量不能稳定达标的区域内新建或扩建可能引发环境风险的项目，如冶金、化工、造纸、危险品生产和储运等。 （4）垃圾处理场、垃圾中转站、污水处理厂、生物发酵、规模化畜禽养殖、屠宰等产生恶臭气体的单位应当科学选址，与机关、学校、医院、居民住宅区等人口集中地区和其他依法需要特殊保护的区域保持符合规定的防护距离。	（1）本工程输电线路运营期无废污水产生，不会对附近水环境产生影响。 （2）本工程属于电力行业电网基础设施建设项目，不属于大气污染重点行业。本工程运营阶段无大气污染物排放。 （3）本工程在选线时避让了居民集中区、医院和学校、重要水源涵养生态功能区等，环境质量现状调查和监测结果表明本工程所在区域环境质量达标。本项目不属于冶金、化工、造纸、危险品生产和储运等可能引发环境风险的项目。 （4）本工程属于电力行业电网基础设施建设项目，本工程的建设不会产生恶臭气体。
		资源开	（1）降低水、土地、矿产资源消耗强度，强化约束性指标管理。 （2）实行最严格的水资源管理制度，严格用水	（1）项目建设用水、用地量较小，且本项目不涉及矿产资源消耗。

	发利用效率	总量、强度指标管理，严格取水管控，建立重点监控取水单位名录，强化重点监控取水单位管理。全州年用水总量、万元工业增加值用水量降幅等指标达到省考核要求。 （3）坚持最严格的耕地保护制度，守住耕地保护红线。坚持节约用地，严格执行耕地占补平衡等制度，提高土地投资强度和单位面积产出水平。 （4）全州单位 GDP 能耗持续下降，能耗增量控制目标达到省考核要求。 （5）鼓励全州石化、化工、有色金属冶炼等行业运用工业节水、技术和装备，促进企业废水深度处理回用。 （6）实施金沙江龙川江等重点流域水库群联合调度，增加枯水期下泄流量，确保生态用水比例只增不降。	（2）本工程施工用水主要来自施工人员的生活用水和少量施工用水。输电线路运营期无废污水产生。工程的建设对全州年用水总量无较大影响。 （3）本工程位于丘陵及山地走线，涉及耕地较少，且施工阶段采取“占一补一”的原则，尽可能做到占补平衡。 （4）本工程的建设不影响全州单位 GDP 能耗。 （5）本工程属于电力行业建设项目，不属于石化、化工、有色金属冶炼等行业。 （6）本工程施工期产生的少量施工废水经处理后回用于施工场地喷洒抑尘等用途，不外排，运营期项目无废水外排，不会对周围水环境产生不良影响。
一般管控单元	空间布局约束	落实生态环境保护基本要求，项目建设和运行应满足产业准入、总量控制、排放标准等管理规定和国家法律法规要求。	项目符合产业政策、符合相关法律法规及规划要求。通过落实环评提出的各项措施后项目建设运行各污染物可达标排放，不占用区域总量控制指标。

综上所述，本工程与楚雄州“三线一单”生态环境管控总体要求及一般管控单元管控要求相符。

3、项目与《云南省生物多样性保护战略行动计划（2010-2030）》相符性

根据《云南省生物多样性保护条例》第二十九条：“新建、改建、扩建建设项目以及开发自然资源，应当依法开展环境影响评价。对可能

造成重要生态系统破坏、损害重要物种及其栖息地和生境的，应当制定专项保护、恢复和补偿方案，纳入环境影响评价。在生物多样性保护优先区域的建设项目以及自然资源开发，应当评价对生物多样性的影响，并作为环境影响评价的重要组成部分。”

根据《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2012-2030 年）》，划定了全省生物多样性保护的 6 个一级优先区域和 18 个二级优先区域。根据叠图分析，本项目不涉及云南省划定的生物多样性保护优先区。

本项目的建设对当地原有生境、生物多样性、区域水土保持会造成一定影响，但由于其自身为线性工程，塔基占地为间歇式点状分布，单个塔基占地面积较小，区域扰动影响相对较小，工程建设对当地生态环境和生物多样性的破坏较为有限；在及时做好植被恢复的前提下，可有效控制工程建设对当地生态环境的破坏以及对生物多样性的影响。本工程与云南生物多样性优先区域位置关系见附图 11。

4、与《云南省主体功能区规划》（云政发[2014]1号文）相符性分析

（1）《云南省主体功能区规划》规定

本项目位于楚雄州元谋县，经查询《云南省主体功能区规划》（云政发[2014]1 号，2014年1月6日）：元谋县属于国家农产品主产区。

功能定位：保障粮食产品和主要农产品供给安全的基地，全省农业产业化的重要地区，现代农业的示范基地，农村居民安居乐业的美好家园，社会主义新农村建设的示范区。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。

（2）相符性分析

本项目为输变电工程，主要任务为供电。本项目接入丰期可以外送至云南主网消纳，枯期可以一定程度上缓解缺电的问题，有利于增加可再生能源的比例，优化楚雄州及元谋县电源结构。《云南省主体功能区划》“因地制宜、有序推进、统筹协调”原则。围绕优化产业结构、促进低碳转型的目标，大力发展清洁可再生能源，重视调峰蓄能配套设施建设，解决制

约新能源电源发展并网难、外输难等问题，着力构筑稳定、经济、清洁、安全的能源体系”，本项目开发的原则与《云南省主体功能区规划》能源开发的原则是一致的。

《云南省主体功能区划》能源空间布局提出“电力交换枢纽。重点在滇中、滇东北、滇西北和滇南4个区域电网均建成1-2个输电通道，按网对网方式向外区送电。”本项目的开发空间布局与主体功能区规划中的能源开发空间布局基本一致，符合《云南省主体功能区规划》中关于能源开发的空间布局要求。

5、与《云南省生态功能区划》相符性分析

根据《云南省生态功能区划》，云南省国土空间按生态功能分为5个一级区（生态区）、19个二级区（生态亚区）和65个三级区（生态功能区）。本项目位于楚雄州元谋县物茂乡，属于：

III 高原亚热带北部常绿阔叶林生态区

III2 滇中、北中山峡谷暖性针叶林生态亚区

III2-4 元谋龙川江干热河谷农业生态功能区。

区域主要生态系统服务功能为：维护干热河谷生态脆弱区的生态安全。保护措施和发展方向为：调整产业结构、增加沿江河谷面山的森林覆盖率，发展热带经济林木，改善区域的水环境条件，发展庭院经济，防止生态环境荒漠化。

表1-5　项目所在区域生态功能区划

生态功能分区单元			所在区域与面积	主要生态特征	主要生态环境问题	生态环境敏感性	主要生态系统服务功能	保护措施与发展方向
生态区	生态亚区	生态功能区						

III高原亚热带北部常绿阔叶林生态区	III2滇中、北中山峡谷暖性针叶林生态亚区	III2-4元谋龙川江干热河谷农业生态功能区	元谋县，武定、永仁、大姚县的部分地区，面积2863.93平方公里	以河谷地貌为主，年降雨量700-800毫米。主要植被类型是稀树灌木草丛，土壤以燥红土和紫色土为主	森林覆盖率低、土地退化严重	干热河谷脆弱地带	维护干热河谷生态脆弱区的生态安全	调整产业结构、增加沿江河谷面山的森林覆盖率，发展热带经济林木，改善区域的水环境条件，发展庭院经济，防止生态环境荒漠化

本项目主要选取荒山坡地进行布置，项目建设不涉及大规模林木砍伐和森林破坏。本项目的建设属于非污染类建设项目，施工过程中加强管理，严格落实环水保措施，减少水土流失和植被破坏影响，项目建成运行后对周边环境影响不大。因此，项目建设与《云南省生态功能区划》的要求不冲突。

6、与《输变电建设项目环境保护技术要求》的相符性分析

本工程与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）的相符性分析详见表 1-6。

表 1-6　本工程与《输变电建设项目环境保护技术要求》的相符性分析

阶段	标准要求	相符性分析
选址选线	1、输变电建设项目选址选线应符合生态保护红线管控要求，避让自然保护区、饮用水源保护区等环境敏感区。 2、原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	1、本工程输电线路避让了生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。 2、本工程新建线路选址选线时避让了 0 类声环境功能区。
设计	输电线路应因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖。输电线路无法避让集中林区时，应采取控制导线高度设计，以减少林木砍伐，保护生态环境。	输电线路在山丘区采用全方位长短腿与不等高基础设计，减少了土石方开挖，采用增大线路档距、抬高线路高度等方式减少林木砍伐。

施工期	输变电建设项目施工应落实设计文件、环境影响评价文件及其审批部门审批决定中提出的环境保护要求。设备采购和施工合同中应明确环境保护要求，环境保护措施的实施和环境保护设施的施工安装质量应符合设计和技术协议书、相关标准的要求。	本环评依照环境保护相关法律法规、标准及规范要求，提出了一系列施工期生态环境、声环境、水环境、大气环境保护措施以及固体废物处置措施和要求，并将在项目建设过程中同时组织实施环境影响评价文件及其审批部门审批决定中提出的环境保护对策措施。
运营期	运行期做好环境保护设施的维护和运行管理，加强巡查和检查，保障发挥环境保护作用。定期开展环境监测，确保电磁、噪声、废水排放符合 GB 8702、GB 12348、GB 8978 等国家标准要求，并及时解决公众合理的环境保护诉求。	在采取本报告提出的各项环保措施的前提下，可确保线路产生的工频电场、工频磁场、噪声满足相应标准要求。

综上所述，本工程建设满足《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）相关要求。

7、与《中华人民共和国长江保护法》的符合性

为了加强长江流域生态环境保护和修复，促进资源合理高效利用，保障生态安全，实现人与自然和谐共生、中华民族永续发展制定的法律。

2020 年 12 月 26 日，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过《中华人民共和国长江保护法》，自 2021 年 3 月 1 日起施行。项目与《中华人民共和国长江保护法》符合性，见下表所示。

表 1-6　与《中华人民共和国长江保护法》的相符性分析

法律要求	项目情况	相符性

第二十二条、长江流域产业结构和布局应当与长江流域生态系统和资源环境承载能力相适应。禁止在长江流域重点生态功能区布局对生态系统有严重影响的产业。禁止重污染企业和项目向长江中上游转移。	项目为输变电项目，属于线性工程，工程量较小，作业点较分散，施工时间较短，施工期的环境影响是短暂的，随着施工期的结束而消失，在认真落实各项针对生态环境的生态保护措施以及施工噪声、施工扬尘、施工废污水、施工固体废物等的污染防治措施，并加强监管后，本工程施工期对周围环境的影响将降低到最小。项目建设完成后不会新增占地、破坏动植物生活环境，输电线路运行期无水环境污染物、大气环境污染物产生，电磁和噪声能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）和《声环境质量标准》（GB3096-2008）限值要求，对环境基本不会产生影响。	相符
第二十六条、国家对长江流域河湖岸线实施特殊管制。禁止在长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。 禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库；但是以提升安全、生态环境保相符护水平为目的的改建除外。	项目为输变电项目，项目不属于化工、尾矿库等污染环境的项目。	相符
第四十条、国务院和长江流域省级人民政府应当依法在长江流域重要生态区、生态状况脆弱区划定公益林，实施严格管理。国家对长江流域天然林实施严格保护，科学划定天然林保护重点区域。	项目建设未占用公益林、天然林，不会破坏重要生态区的环境功能。	相符

根据上述分析，项目建设符合《中华人民共和国长江保护法》。

8、与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》的符合性分析

根据 2022 年 1 月 19 日“推动长江经济带发展领导小组办公室关于印发《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），项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022

年版）》的符合性分析如下：

表 1-7　与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》的相符性分析

负面清单指南要求	项目情况	相符性
禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目，禁止建设不符合《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目	本项目为输变电建设项目，不涉及港口、码头建设，无涉水、过江设施	符合
禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目	本项目不涉及自然保护区、风景名胜区。	符合
禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目	本项目不涉及饮用水水源保护区。	符合
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	项目不涉及水产种质资源保护区、国家湿地公园。	符合
禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目	项目不位于重要江河、湖泊水功能一级区，不属于“禁止开发区域”	符合
禁止未经许可在长江干支流及湖泊新设、改设或扩大排污口	项目为输变电建设项目，不设排污口	符合
禁止在“一江一口两湖七河”和 332 个水生生物保护区开展生产性捕捞	项目不涉及生产性捕捞活动。建设运行过程中应加强人员管理，严禁非法捕捞行为	符合

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	本项目为输变电建设项目，不属化工类项目，不涉及尾矿库、冶炼渣库、磷石膏库等建设	符合
禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目	本项目为输变电建设项目，不属高污染类项目	符合
禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目	本项目为输变电建设项目，不属于石化、现代煤化工项目	符合
禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目	本项目属《产业结构调整指导目录》（2024 年本）鼓励类，不属于落后产能、过剩产能。非高耗能高排放项目	符合
法律法规及相关政策文件有更加严格规定的从其规定	项目建设符合相关法律法规及政策文件要求	符合

根据上述分析，项目建设符合《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》的要求。

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

项目与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022 年版）》符合性分析见下表。

表 1-8　本项目与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行，2022 年版）》符合性分析对照表

内容	本项目内容	相符性
一、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	项目属于输变电工程，不属于禁止港口、码头项目	符合

	上港口布局规划以及港口总体规划的码头项目。		
	二、禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止建设与自然保护区保护方向不一致的旅游项目。禁止在自然保护区内进行开矿、采石、挖沙等活动。禁止在自然保护区的核心区和缓冲区内建设任何生产设施，禁止在自然保护区的实验区内建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。	本项目不涉及自然保护区、风景名胜区。	符合
	三、禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。禁止在风景名胜区内进行开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动以及修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；禁止在风景名胜区内设立开发区和在核心景区内建设宾馆、会所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的投资建设项目。	项目不涉及风景名胜区。	符合
	四、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。	项目占地范围内不涉及饮用水水源一、二级保护区的岸线和河段，且本项目为输变电工程，项目建成后无废水外排，不属于排放污染物的建设项目。	符合
	五、禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围湖造地或围填海等投资建设项目。禁止擅自征收、占用国家湿地公园的土地；禁止在国家湿地公园内挖沙、采矿，以及建设度假村、高尔夫球场等任何不符合主体功能定位的投资建设项目	项目占地范围内不涉及水产种质资源保护区的岸线和河段、国家湿地公园。	符合
	六、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、	经现场踏勘及资料核实，项目所在地不在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区以	符合

	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。	及《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段保护区、保留区内。	
	七、禁止在金沙江干流、长江一级支流建设除党中央、国务院、国家投资主管部门、省级有关部门批复同意以外的过江基础设施项目；禁止未经许可在金沙江干流、长江一级支流、九大高原湖泊流域新设、改设或扩大排污口。	项目为输变电建设项目，不属于过江基础设施项目，项目不设排污口。	符合
	八、禁止在金沙江干流、长江一级支流、水生生物保护区和长江流域禁捕水域开展天然渔业资源生产性捕捞。	项目为输变电建设项目，不涉及天然渔业资源生产性捕捞	符合
	九、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。	本项目不属于化工园区、化工项目，且本项目不属于尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库项目。	符合
	十、禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业中的高污染项目。	项目不属于钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业中的高污染项目。	符合
	十一、禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。禁止列入《云南省城镇人口密集区危险化学品生产企业搬迁改造名单》的搬迁改造企业在原址新建、扩建危险化学品生产项目。	项目不在《云南省城镇人口密集区危险化学品生产企业搬迁改造名单》内。	符合
	十二、禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目，依法依规关停退出能耗、环保、质量、安全不达标产能和技术落后产能。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能、高排放项目，推动退出重点高耗能行业“限制类”产能。禁止建设高毒高残留以及对环境影响大的农药原药生产装置，严控尿素、磷铵、电石、焦炭、黄磷、烧碱、纯碱、聚氯乙烯等行业新增产能。	项目位于云南省楚雄州元谋县，属于输变电线路项目，不属于钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目，项目属于鼓励类项目，不属于重点高耗能行业“限制类”。	符合

	10、与《长江经济带生态环境保护规划》的符合性分析 为切实保护和改善长江生态环境，生态环境部联合发展和改革委及水利部于 2017 年印发了《长江经济带生态环境保护规划》，并决定开展长江经济带战略环境评价工作。长江经济带战略环评将通过国家、省、市三级互动，基于指导制定落实“三线一单”工作，系统提出流域管控要求和近远期生态环境战略性保护的总体方案，以推动长江经济带成为绿色经济示范带、引领国内重大区域流域的绿色发展。《长江经济带生态环境保护规划》要求，要严守生态保护红线。要将生态保护红线作为空间规划编制的重要基础，相关规划要符合生态保护红线空间管控要求，不符合的要及时进行调整。生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理，严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途。 根据元谋县自然资源局出具的《关于华能金河、虎溪村、物茂南光伏电站光伏项目 110 千伏站点联络线路路径“三区三线”查询情况复函》（见附件 4）本项目占地范围不涉及生态保护红线，本项目的建设基本符合《长江经济带生态环境保护规划》的相关要求。本项目建设也不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行）》（推动长江经济带发展领导小组办公室文件第 89 号）中所列的禁止类项目。 **11、项目与云南省林业和草原局《云南省建设项目使用林地指南》符合性分析** 2022 年 3 月，云南省林业和草原局发布了《云南省建设项目使用林地指南》：“……（一）项目选址原则：1.各类建设项目不得使用 I 级保护林地。……4.县（市、区）和设区的市、自治州人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用 II 级及其以下保护林地。5.战略性新兴产业项目、勘查项目、大中型矿山、符合相关旅游规划的生态旅游开发项目，可以使用 II 级及其以下保护林地。……”；“（二）林地保护等级划分情况：II 级保护林地主要是 I 级保护林地之外的国家级公益林地、省级公益林地中限制性经营利用的区域，以生态修复、生态治理、构建生态屏障为主要目的。包括 I 级保护林地外的国家级公益林地、军事禁区、自然保护区实验区、国家森林公园、石漠化及沙化土地封禁保护区

	的林地。” 本工程为输变电工程，属于基础设施建设项目，根据《元谋县虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程项目使用林地现状调查表》（云南林淼林业规划设计有限公司 2024 年 4 月编制）项目区不涉及国家级公益林地、省级公益林地，不涉及自然保护区、森林公园、湿地公园和风景名胜区，不涉及国家及省级重点保护野生动植物和名木古树，项目使用林地均为 III 级保护林地、IV 级保护林地，且项目区内林地群落结构较为简单，地类为一般灌木林地和其他林地。项目已取得元谋县林业和草原局关于本项目线路路径方案的同意意见（详见附件 5）。 综上所述在依法办理林地使用审批手续前提下，本项目符合《云南省建设项目使用林地指南》中相关规定。

二、建设内容

地理位置	**2.1 地理位置** 华能元谋虎溪村光伏电站 110kV 联络线工程位于云南省楚雄州元谋县物茂乡，项目起点位于虎溪村 110kv 升压站（在建），坐标：东经 101°44'43.329"，北纬 25°54'46.860"，终点位于多竹箐 220kv 升压站（在建），坐标：东经 101°45'40.272"，北纬 25°51'30.068"。本工程新建 110kV 输电线路由 110kV 虎溪升压站 110kV 南侧出线后向东南出线，于 JN01-JN02 之间跨越 10kV 凹鲊线、回塘小河、回塘村公路，在 JN02 右转向西南光伏厂区之间走线，在 JN11 左转向东南光伏厂区之间走线，在 JN17 右转向西南走线，最终进入 220kV 多竹箐升压站北侧的 110kV 侧构架。线路路径长度 6.95km，新建塔基 20 基，全程单回路架设。线路沿线地形主要为山地，沿线植被主要为荒草地和灌木林。 项目地理位置详见附图 1。
项目组成及规模	**2.2 项目背景** “十四五”期间，随着云南高载能用户的大量投产，云南的电力市场需求大幅增加，负荷发展速度较快，需要新能源缓解云南的供需矛盾，本项目的建设有利于楚雄州电源结构的调整，促进能源的可持续发展，可以缓解楚雄州负荷发展电力紧缺局面，对促进当地经济发展，改善当地居民生活水平具有积极意义。 根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）有关规定，输变电工程 500kV 及以上的，涉及环境敏感区的 330kV 及以上的需编制环境影响报告书，输变电工程-其他（100kV 以下除外）需编制环境影响报告表，本项目为 110kV 输变电工程，属于输变电工程-其他（100kV 以下除外），因此本项目应编制环境影响报告表。 受华能新能源（元谋）有限公司的委托，云南纳智环保科技有限公司（以下简称“我公司”）承担了“华能元谋虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程”的环境影响评价工作，委托书详见附件 1。接受委托后，我单位组织相关技术人员对建设地进行了详细现场踏勘和调查，并收集了相关资料。通过查阅相关资料及现场调查，本项目于 2024 年 3 月 1 日开始建设，于 2024 年 6 月 20 建设完工，属于“未批先建”项目。项目于 2025 年 3 月 11 日收到楚雄彝族自治

州生态环境局行政处罚的通知，建设单位已按处罚决定书上相关要求缴纳了罚款（缴费凭证详见附件 16）。2025 年 4 月，我单位在现场踏勘、收集资料等工作基础上，按照国家相关技术导则和法律、法规规定，编制完成《华能元谋虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程环境影响报告表》（以下简称“报告表”）供建设单位上报审查。

2.3 项目基本情况

（1）起迄点：起自 110kV 虎溪升压站 110kV 侧构架，止于 220kV 多竹箐升压站北侧的 110kV 侧构架。

（2）路径长度：全长约 6.95km，均位于元谋县境内。

（3）沿线地形：平地 10%，山地 90%。

（4）设计气象条件：全段按 5mm 覆冰，25m/s 基本风速设计。

（5）导线型号:全线采用 JNRLH1/G1A-240/30 耐热铝合金导线。

（6）地线型号:两根 24 芯 OPGW 光缆。

（7）绝缘水平：悬垂串、耐张串、跳线串采用 70kN 单、双串钢化玻璃绝缘子。悬垂串：1×8×U70BLP-1；2×8×U70BLP-1（重要交叉跨越及大档距）；耐张串：1×9×U70BLP-1（龙门架档）；2×9×U70BLP-1；跳线串：2×8×U70BLP-1。

（8）绝缘子及金具串型:悬垂串采用 100kN 级单或双串绝缘子，耐张串采用 160kN 级单或双联绝缘子串或 70kN 级双联绝缘子串，跳线串采用 70kN 双联绝缘子串。金具的选择要分别和绝缘子及导线相匹配。地线按直接接地设计。

（9）导、地线换位：导线地线不换位。

（10）导线排列方式：采用三角形排列。

（11）铁塔：全部为自立式铁塔，采用全方位长短腿。

（12）)基础：全线铁塔采用掏挖式基础、人工挖孔基础。

（13）技术指标：华能元谋虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程输电新线路主要技术指标见表 2-1。

表 2-1　主要技术指标一览表

序号	项目	单位	指标
1	导线	kg/km	3419.325
2	OPG 光缆	kg/km	1209.6（双光缆）
3	绝缘子	片/km	227
4	金具	kg/km	2746.74

5	接地	kg/km	545.6
6	接地模块	块/km	14.45
6	铁塔钢材	t/km	16.753
7	基础钢材	t/km	3.13
8	混凝土(不含护壁)	m^3/km	162.67

2.4 工程组成及规模

华能元谋虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程主要建设内容包括主体工程、辅助工程依托工程、公用工程和环保工程。具体内容见见表 2-2。

表 2-2　工程组成一览表

类别	工程名称	建设内容
主体工程	电压等级（kV）	110
	线路路径长度（km）	线路总长6.95km
	新建杆塔数量（基）	共 20 基（其中直线 11 基，耐张 9 基）
	导线型号	JNRLH1/G1A-240/30耐热铝合金导线
	架设方式	全程单回路架设
	塔基区	塔基施工混凝土采用商混，塔基永久用地面积包括塔基根开间用地面积及基础用地面积。110kV线路塔基根开范围6.4m×6.4m~7.7m×7.7m，共布设塔基20基，经统计本工程输电线路塔基永久用地面积约0.10hm^2。
	杆塔型式	为满足本工程地形需要，本工程采用南方电网公司110kV～500kV 输电线路 杆塔标准设计1B1Y1 模块，该子模块3种直线塔，4种耐张塔，模块共计7种塔型：11B1Y1-J1、1B1Y1-J2、1B1Y1-J3、1B1Y1-J4、1B1Y1-ZM1、1B1Y1-ZM2、1B1Y1-ZM3，均为三角型排列铁塔，直线塔、耐张塔均按全方位长短腿设计。
依托工程	华能元谋虎溪村光伏电站项目虎溪村升压站	元华能元谋虎溪村光伏电站项目虎溪村110kV升压站预留间隔
	多竹箐升压站	220kV多竹箐升压站110kV侧预留间隔
辅助工程	施工生产生活区	本工程起于虎溪升压站，止于多竹箐升压站，线路长 6.95km，项目规模较小，不方便集中住宿与生活，施工工人的住宿与生活采用就近租用民房，施工材料用量少且比较分散，临时堆存于各塔基施工区，所以本项目不再单独布设施工生产生活区。

		塔基施工场地	施工场地布置于设置于塔基附近，本工程塔基20基，共设20个塔基施工场地，占地面积约为0.12hm²。
		牵张场	根据沿线实际情况，考虑避开林木，本工程在线路中段设置一处牵张场，牵张场临时占地面积约0.02hm²。
		索道施工区	经咨询主体工程设计施工单位，本工程应山地较多，部分区域施工道路难以满足运输要求，本工程共需要布置索道施工区 5 处，临时占地面积约 0.05hm² 。
		人抬道路	项目人抬道路以现有道路为主，人抬道路设置于现有道路及各塔基之间，本工程共需设置人抬道路0.5km，宽约2.0m，占地面积约为0.10hm²。
	公用工程	供电	线路工程施工过程中用电均采用自备小型柴油发电机提供施工电源。
		供水	线路工程每个塔基施工用水量较少，施工过程中采用水车就近输送水源来满足施工用水。
		排水	施工期间废水不外排，运营期间无废水产生。
	环保工程	生态环境保护工程	开展生态环境教育，严格划定施工范围，禁止乱款滥伐，禁止捕杀动物，对塔基区、施工场地、牵引场、人抬道路进行植被恢复
		电磁辐射防治措施	输电线路导线距地高度按照《110kV～750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）规定的 110kV 线路经过非居民区导线对地面最小距离 6.0m，居民区导线对地面最小距离 7.0m，交通困难区对地面最小距离 5.0m 的要求进行架设。则项目线路运行期产生的电磁环境影响均满足相应评价标准限值要求。
		施工扬尘治理	散体材料进行覆盖，对进出道路进行洒水降尘
		废水处理措施	施工期废水经临时沉淀池沉淀后回用，不外排。运营期不产生生活废水和生产废水。
		噪声防治措施	施工期采用低噪声设备。
		固体废弃物处置	生活垃圾经收集收集后，在下班离场随车清运出施工场地，并入附近村生活垃圾统一处置
			一般固废由建设单位统一处置

2.4.1 现有工程情况

（1）华能元谋虎溪村光伏电站项目虎溪村升压站

①华能元谋虎溪村光伏电站项目基本情况

华能元谋虎溪村光伏电站（以下简称“虎溪村光伏电站”）位于云南省楚雄州元谋县物茂乡，项目利用国家允许光伏使用林地建设光伏发电项目，规划容量

70.56W。项目场址范围位于东经 101°43’04”～101°46’51”，北纬 25°54’18”～25°56’22”之间，规划利用面积约 1616.78 亩（107.79hm3），海拔高度 1200～1600m。配套在虎溪村建设一座 110kV 升压站，升压站预留 110kV 出线间隔，虎溪村光伏电站发电容量采用地埋电缆集电线路方案接至新建 110kV 升压站 35kV 侧，与规划罗兴村光伏电站发电容量共 130MW 接至新建虎溪村 110kV 升压站后统一升压送出至 220kV 多竹箐升压站，由 220kV 多竹箐升压站以 1 回 220kV 线路接至 500kV 光辉变电站实现并网。

②环保手续履行情况

华能元谋虎溪村光伏电站项目于 2022 年 7 月由云南湖柏环保科技有限公司编制完成《华能元谋虎溪村光伏电站项目环境影响报告表》，并于 2022 年 9 月 16 日取得了楚雄州生态环境局《关于华能元谋虎溪村光伏电站项目环境影响报告表准予行政许可决定书》（楚环许准〔2022〕67 号）。

（2）多竹箐升压站

①华能元谋多竹箐光伏电站项目基本情况

华能元谋多竹箐光伏电站位于云南省楚雄州元谋县物茂乡、黄瓜园镇，实际筹建过程中，项目用地及升压站主变规模较原环评阶段均发生了变化，根据最新设计资料，变更后项目额定容量 230MW（交流侧 230MW，直流侧装机 286.43MWp）光伏电站共布置 74 个固定支架光伏方阵，包括 74 个标称容量 3.15MW 方阵，分布在 3 个片区内，每个光伏方阵配置 250~260 个组串（每个组串由 28 块组件串联）、9~10 台组串式逆变器和 1 台容量为 3150kVA 双绕组升压箱变。配套建设 1 座多竹箐 220kV 升压站，兼顾本项目及新建的虎溪村、罗兴村、桔子树、（芝麻）金河共计约 768MW 新能源接入，升压站配套建设 3 台容量分别为 240MVA、240MVA、290MVA 的主变压器，同时配套建设各片区进线间隔（包括本次虎溪村光伏电站联络线线路工程 110kV 出线间隔）。

②环保手续履行情况

华能元谋多竹箐光伏电站原环评由云南湖柏环保科技有限公司编制完成，并于 2022 年 6 月 29 日取得了楚雄州生态环境局《关于华能元谋竹箐光伏电站项目环境影响报告表准予行政许可决定书》楚环许准[2022]25 号。由于项目实际筹建过程中，项目用地、升压站主变规模等发生了变更，建设单位已重新办理了变更

后的环评手续，并于 2024 年 4 月 22 日取得了《楚雄州生态环境局准予行政许可决定书》楚环许准[2024]43 号。

2.4.2 本次线路工程

（1）建设规模

本次华能元谋虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程，线路起于 110kV 虎溪升压站 110kV 侧出线构架，止于 220kV 多竹箐升压站北侧的 110kV 侧构架，线路全长 6.95km，采用单回路架设，导线排列方式采用三角形排列，线路位于元谋县物茂乡。线路共设铁塔 20 基，其中直线塔 11 基，耐张塔 9 基。

（2）导线、杆塔、基础

①导线

本期拟建 110kV 线路导线全线采用 JNRLH1/G1A-240/30 耐热铝合金导线，导线截面 240mm^2。地线采用 2 根 24 芯 OPGW 光缆。导线基本参数见表 2-3。

表 2-3　线路工程导线基本参数一览表

项目	**110kV架空线路**
导线型号	JNRLH1/G1A-240/30
计算截面（mm^2）	240
地线型号	2×24芯OPGW-24B1-80光缆

②杆塔

本工程采用南方电网公司 110kV～500kV 输电线路 杆塔标准设计 1B1Y1 模块，该子模块 3 种直线塔，4 种耐张塔，共计 7 种塔型，均为三角型排列铁塔，按全方位长短腿设计。按现行规范《架空输电线路荷载规范》（DL/T 5551-2018）、《架空输电线路杆塔结构设计技术规程》（DL/T 5486-2020）校核后，折条件和局部修改使用。

线路塔型具体情况见表 2-4。

表 2-4 杆塔型式一览表

序号	塔型名称	转角范围（°）	呼高范围（m）	代表档距（m）	常用呼高/相应水平档距（m）	
					呼高	水平档距
1	1B1Y1-ZM1	0	15～36	450	36	450
2	1B1Y1-ZM2	0	15～42	450	36	450
3	1B1Y1-ZM3	0	15～51	600	36	600
4	1B1Y1-J1	0～20	15～36	200/450	30	100/300
5	1B1Y1-J2	20～40	15～36	200/450	30	100/300

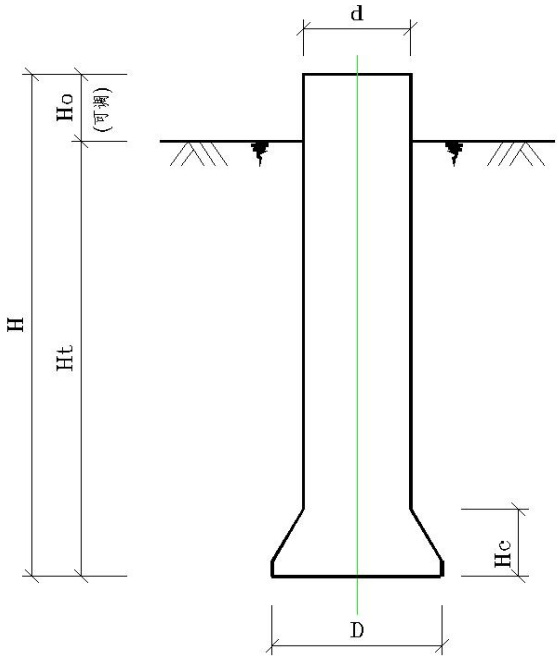
6	1B1Y1-J3	40～60	15～36	200/450	36	100/300
7	1B1Y1-J4 （终端）	60～90 0～90	15～36	200/450 50/600	30	100/300 50/350

③基础

根据工程沿线地质和水文实际状况，综合比较各常用基础型式的优缺点，遵循技术先进、经济适用、安全可靠、方便施工、注重环保的基础选型原则，主体设计采用挖孔式基础和人工挖孔桩基础两种基础型式。

A.人工挖孔桩基础

该基础是在塔位地形复杂、场地狭窄、高差较大，基础外露较高、基础外负荷较大时，主要采用的基础型式。该基础采用人工开挖，但因埋深较大，在开挖时可根据塔位地质条件确定是否需要护壁保护。人工挖孔桩能有效的降低基坑开挖量及小平台开挖量，减少施工弃土对表土的破坏，降低施工对环境的破坏，保护塔基周围的自然地貌。其型式如下：



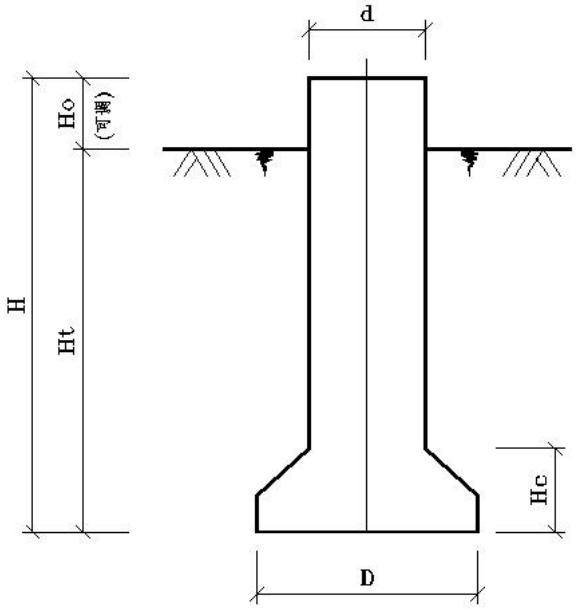
基础名称		人工挖孔桩
项　　目		参　　数
埋深(Ht)(m)		5.0~13.8
柱径(d)(m)		1.0~2.4
端径(D)(m)		1.4~3.0
扩底高(Hc)(m)		0.8~1.0
钢材	HPB300(t)	0.08~0.44
	HRB400(t)	0.26~2.51
砼	等　级	C25
	耗量(方)	5.13~55.56

图 2-1　人工挖孔桩基础大样图

B.掏挖式基础

掏挖基础采用人工掏挖成型，与大开挖现浇基础相比虽然混凝土指标稍高，但能有效的降低基坑开挖量及小平台开挖量，减少施工弃土对表土的破坏，降低施工对环境的破坏，保护了塔基周围的自然地貌，同时，该型基础在浇制混凝土时不用支模，使施工更加方便，降低了施工费用，但因地质情况在开挖无法成型

时需采取护壁。其型式如下：



基础名称		掏挖基础
项　　目		参　　数
埋深(Ht)(m)		3.5~6.2
柱径(d)(m)		0.6~1.6
端径(D)(m)		1.6~2.8
底高(Hc)(m)		0.6~1.2
钢材(t)		0.30~0.80
砼	等　级	C25
	耗量(方)	5.0~16.0

图 2-2　掏挖式基础大样图

C.基础材料

本项目塔基基础为钢筋混凝土基础，基础混凝土强度等级 C25、C30，护壁混凝土强度等级为 C25、C30，基础保护帽、垫层混凝土强度等级 C15，其质量标准应符合《混凝土结构设计规范》（2015 年版）（GB50010－2010）、《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的要求。基础钢材为 HPB300 钢、HRB400 钢，护壁钢材：HPB300，其质量标准应分别符合《钢筋混凝土用筋》（GB1499）的要求。地脚螺栓为 35#钢，性能等级为 5.6 级，螺母为 6.0 级，其质量标准应分别符合《输电杆塔用地脚螺栓与螺母》（DL/T 1236-2021）的要求。

2.5 工程占地

根据元谋县自然资源局《关于华能金河、虎溪村、物茂南光伏电站光伏项目 110 千伏站点联络线路路径“三区三线”查询情况复函》（详见附件 8），本项目塔基均不涉及占用永久基本农田，不涉及占用生态保护红线。项目区原始占地类型为林地、坡耕地、草地。项目总占地面积约 0.39hm^2，其中永久占地约 0.10hm^2，临时占地 0.29hm^2。其中，塔基区占地约 0.22hm^2、牵张场 0.02hm^2、索道施工区 0.05hm^2、人抬道路 0.10hm^2，详情见表 2-5。

表 2-5　本工程占地面积一览表　单位：hm^2

项目分区	占地类型及面积			占地性质		合计
	坡耕地	林地	草地	永久占地	临时占地	

110kV 输电线路区	塔基区	0.06	0.04	0.12	0.10	0.12	**0.22**
	牵张场	/	/	0.02	/	0.02	**0.02**
	索道施工区	0.02	/	0.03	/	0.05	**0.05**
	人抬道路	0.02	0.02	0.06	/	0.10	**0.10**
合计		**0.10**	**0.06**	**0.23**	**0.10**	**0.29**	**0.39**

2.6 线路穿越情况

（1）杆塔对地面的距离

杆塔对地面距离按照《110~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）规定执行。

表 2-6　对地距离及交叉跨越

序号	线路经过地区	导线对地面的最小距离（m）	备注
1	居民区	7.0	导线最大弧度
2	非居住区	6.0	导线最大弧度
3	交通困难地区	5.0	导线最大弧度
序号	**线路经过地区**	**最小净空距离（m）**	**备注**
1	步行可以到达的山坡	5.0	导线最大风偏
2	步行不能到达的山坡、岩壁和岩石	3.0	导线最大风偏
序号	**线路经过地区**	**最小垂直距离（m）**	**备注**
1	对建筑物的垂直距离	5.0	导线最大弧度
序号	**线路经过地区**	**最小距离（m）**	**备注**
1	边导线与建筑物直接的最小距离	4.0	导线最大风偏
序号	**线路经过地区**	**最小水平距离（m）**	**备注**
1	对建筑物的水平距离	2.0	无风情况
序号	**线路经过地区**	**最小垂直距离（m）**	**备注**
1	对树木自然生长高度垂直距离	4.0	导线最大弧度
2	果树、经济作物、城市绿化灌木及街道树	3.0	导线最大弧度
序号	**线路经过地区**	**最小垂直距离（m）**	**备注**

（2）交叉跨越最小距离要求

表 2-7　110kv 导线交叉跨越最小距离

序号	项目	最小垂直距离（m）	最小水平距离（m）
1	公路	至路面7m	杆塔外缘至路基边缘，开阔地区：交叉8m，平行最高杆塔高。路经受限地区：5m
2	弱电线路	至被跨越线3m	与边导线间，开阔地区：最高杆塔高：路经受限地区：4m

3	电力线路	至被跨越线3m	与边导线间，开阔地区：最高杆塔高：路经受限地区：5m

（3）本项目交叉跨越情况

经咨询主体设计单位以及现场勘察，本项目不涉及交叉跨越 10kV 以上线路，主要跨越 10kV 线路 1 次，0.22kV 线路 2 次,具体交叉跨越情况见下表。

表 2-8　本项目交叉跨越情况一览表

线路	位置	所在高程（m）	交叉跨越情况
N1-N2	夜祖村附近	1189-1259	跨越回塘村公路（1 次）
			跨越回塘小河（1 次）
			跨越 0.22kV 线路（2 次）
			跨越物茂站 10kV 凹鲊线，98#杆至 99#杆（1 次）

2.7 项目拆迁及安置

本工程位于云南省楚雄州元谋县境内，不涉及构筑物拆迁，工程线路不跨越民房，无民房拆迁。

2.8 土石方平衡

根据《元谋县虎溪村光伏电站项目 110kV 站点联络线线路工程水土保持方案报告表》（2024 年 3 月）可知，项目建设过程中，土石方主要来源为塔基基础开挖回填、接地工程基础开挖回填，共产生挖方 2339m^3（其中表土 300m^3，一般土石方 2039m^3），填方 2339m^3（其中表土 300m^3，一般土石方 2039m^3），项目区内土石方挖填平衡，无弃方产生。工程土石方平衡见表 2-9，土石方流向框图见图 2-3。

表 2-9 工程土石方平衡统计表（单位：m³）

项目分区		开挖				回填			调入		调出		弃方			
		小计	表土	土方	石方	小计	表土	一般土石方	数量	去向	数量	来源	合计	表土	一般土石方	去向
输电线路	塔基区	2269	280	1377	612	2269	280	1989	0	0	0	0	0	0	0	0
	索道施工区	70	20	50	0	70	20	50	0	0	0	0	0	0	0	0
合计		**2339**	**300**	**1427**	**612**	**2339**	**300**	**2039**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
说明：1.表中数字均为自然方;2.表中土石方平衡计算公式为：“挖方+调入+外借=填方+调出+弃方”。																

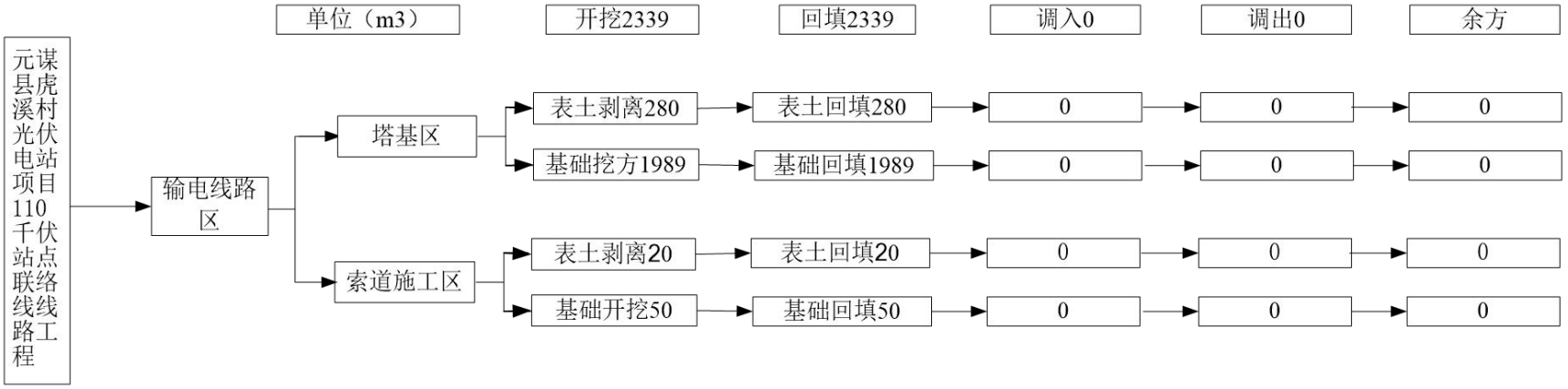


图 2-3 土石方流向框图（单位:m³）

总平面及现场布置	**2.9 总平面布置** 本工程新建 110kV 输电线路由 110kV 虎溪升压站 110kV 南侧出线后向东南出线，于 JN01-JN02 之间跨越 10kV 凹鲊线、回塘小河、回塘村公路，在 JN02 右转向西南光伏厂区之间走线，在 JN11 左转向东南光伏厂区之间走线，在 JN17 右转向西南走线，最终接入 220kV 多竹箐升压站北侧的 110kV 侧构架。线路路径长度 6.95km，新建塔基 20 基，全程单回路架设。线路沿线地形主要为山地，沿线植被主要为荒草地和灌木林。线路沿线未经过村庄，未交叉跨越国道、高速路、10kV 以上输电线路。项目路径走向图见附图 3。
施工方案	**2.10 施工方案** **2.10.1 施工交通** （1）对外交通运输 本工程对外运输利用 G5 京昆高速公路、108 国道以及沿线村庄道路、山间便道，交通较为便利，满足对外运输需要。 （2）场内交通运输 由于本项目线路位于山区，线路中局部地形较复杂的地段，机动车辆无法到达的地方，采用人抬及马驮完成施工材料的二次搬运任务，道路宽度 2.0m，在选定线路后无需开挖，直接使用，跟据设计资料，需要开辟人抬道路约 0.5km。 **2.10.2 水、电、通讯系统** 线路工程施工过程中用电采用自备小型柴油发电机提供施工电源。线路工程每个塔基施工用水量较少，施工过程采用水车就近输送水源来满足施工用水。施工用水、用电布设应根据塔基附近的地形条件布置在塔基施工临时场地，不再另外占地，布设管、线尽量就近解决，以减少管线牵拉对地表的扰动。通讯设施均依托项目所在区域附近已有的城市通讯设施。 **2.10.3 主要施工机械器具** 经咨询主体设计施工单位，本项目施工期主要机具见表 2-10。

表 2-10　本工程主要施工机具一览表

序号	主要施工机具	备注
1	汽车式起重机	材料装卸
2	载重汽车	材料汽车运输
3	混凝土振捣器（插入式）	铁塔基础施工
4	电动卷扬机	放紧线

5	交流电焊机	塔材焊接
6	牵引机	放紧线
7	张力机	放紧线

2.10.4 施工工艺流程及方法

目前施工期已结束，本次环评对其进行回顾性分析。架空输电线路施工的工艺流程主要包括三个阶段，即准备工作、施工安装和启动验收。其中，施工安装通常又划分为土方、基础、杆塔、架线及接地五个工序。架空输电线路施工工艺流程详见图 2-4。

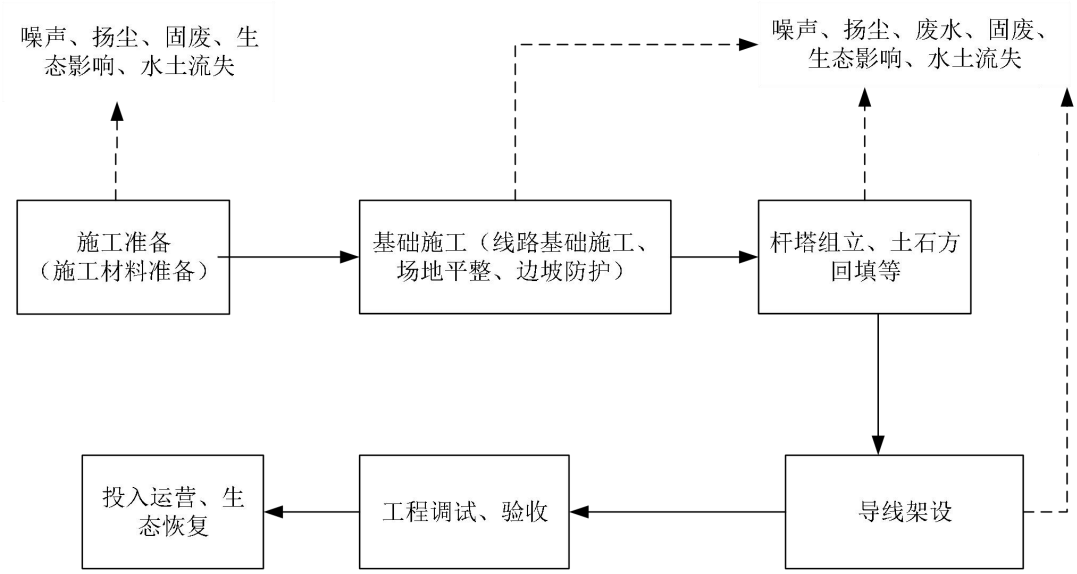


图 2-4　输电线路工程施工工艺流程

（1）施工准备

施工准备阶段主要是施工备料。施工道路尽量利用已有公路和便道，物料运输采用车辆运输、马驮、人抬等方式。

（2）塔基基坑开挖

工程输电基础开挖主要是塔基基坑开挖，项目塔基基础采用掏挖式基础、挖孔基础、灌注基础、承台式灌注桩基础、直斜柱式基础；根据项目设计，地形地质条件较好时，根据基础作用力的大小，通过经济性比较后选择掏挖基础或挖孔基础；地形坡度较大、地形陡峭的和高低腿无法满足地形坡度要求时，采用挖孔基础，配合铁塔长短腿，尽可能减小清场土石方的开挖量，防止水土流失，以利保护环境；部分软土地基及存在地下水的塔位拟采用灌注桩基础或直柱板式基础。本工程考虑沿线地质条件后，设计单位建议塔基多采用人工挖孔桩基础，从而保证线路施工质量，减少植被破坏和地表扰动。

（3）浇筑工程

由于项目输电线路施工地点较为分散，施工时采用逐个开挖的方式进行施工；基础施工时，尽量缩短基坑暴露时间，做到随挖随浇制基础，同时做好基面及基坑的排水工作；基坑开挖时，尽量减少对基底土层的扰动。塔基浇筑所需的水、砂石等材料由人工运输至施工现场，塔基基础用现场浇制的钢筋混凝土基础，塔基浇筑量不大，混凝土使用量较少，采用人工现场拌合；施工区做好排水工作，浇筑过程中产生的施工废水收集后回用于施工作业。

（4）土石方回填

由于工程输电线路施工地点较为分散，塔基浇筑好后优先进行土石方回填，将基础开挖产生的土石方回填至塔基低洼处，回填不完的临时弃土堆放在塔基施工区一角，待塔基施工结束后压实修筑在塔基周边做护坡和挡墙。

（5）铁塔组立

杆塔施工是输电线路中的一道重要工序，其任务是将杆塔组立于基础之上，并牢固地用基础连接，用来支承架空导（地）线。

从节约用地考虑，建议采用内抱杆外拉线方式组立，不考虑因立塔而扩大租用工地的范围，立塔用地与基础施工一并考虑；铁塔组立按线路施工规范要求进行施工，吊装时可根据构架的不同形式采用四点绑扎或两点绑扎，绑扎时用垫木或废轮胎保护。

（6）导线安装

架线施工的任务是将架空导（地）线按设计要求的架线应力（驰度）架设于已组立好的杆塔上。按照施工流程可分为：障碍的消除；搭设越线架；挂悬垂绝缘子串和放线滑车；放线；紧线与观测驰度；附件安装；导（地）线的连接。

地线安装过程中的接地装置（包括接地体和接地引下线）大部分为地下隐蔽工程，故在施工中应严格按照规定操作安装，并需测量接地电阻值，使其符合要求后，才能投入运行。

2.10.5 施工周期及劳动定员

根据现场调查及查阅相关资料，线路平均每天施工人员约 20 人，不设施工生产生活区，施工人员依托沿线附近村庄已有生活设施。项目于 2024 年 3 月 1

日开始建设，于 2024 年 6 月 20 建设完工，属于“未批先建”项目。项目于 2025 年 3 月 11 日收到楚雄彝族自治州生态环境局行政处罚通知书，建设单位已按处罚决定书上相关要求缴纳了罚款（缴费凭证详见附件 16）。

2.10.6 施工场地布置

（1）施工营地及堆料场

本项目输电线路施工点分散，每个施工点需要堆放的材料不多，因此，施工材料运至施工点附近后，就近安放于塔基施工场地和牵张场的材料堆放区，由人工运输至施工点逐一进行安装，施工材料堆放时间不长，尽量做到当日安装，若遇需隔天安装的，对施工材料进行篷布覆盖，输电线路不单独另设堆料场。输电线路施工人员生活依托线路沿线村庄居民生活设施，不新建施工营地。

（2）塔基施工场地

塔基基础施工临时场地以单个塔基为单位零星布置，塔基区仅限于塔基基础施工以及杆塔架设的临时堆放场地和施工场地占地范围内，塔基施工混凝土采用商混。

（3）牵张场

本工程导线采用张力放线。张力放线可以防止导线磨损，针对采用张力放线的线路要设置张力场和牵引场（即牵张场）。牵张场设置原则为：每 5～8km 设置一处，或者控制在塔位不超过 15 基的线路范围内，要求地形平坦开阔，适合大型机械作业。根据线路路径特点及牵张场设置要求，牵张场选择地形平缓的场地。张力放线后尽快进行架设，一般以张力放线施工阶段做紧线段，以直线塔为紧线塔，紧线完毕后尽快进行附件安装。

根据主体资料、现场调查及咨询业主，牵张场平面布置包括施工通道、机械布置区、导线集放区、锚线区、工具集放区、工棚布置区、休息区和标志牌布置区等。各区域四周采用硬围栏封闭，区域之间用标识物隔开。牵张场一般选择地形平缓的场地进行施工，施工过程中不破坏原始地貌，牵张场均采取直接铺设钢板或苫布铺垫的方式，使用完毕后恢复原始功能。

本项目输电线路施工期间设置牵张场1处，占地面积约0.02hm^2。根据调查及咨询情况，牵张场用于摆放牵引机械，不对地表进行开挖扰动。

（4）索道施工区

根据主体设计，本工程山地较多，施工道路难以满足要求时需进行索道运输，本工程需要布置索道施工区 5 处，占地面积 0.05hm^2

（5）弃土（渣）场

项目建设过程中，土石方主要来源为塔基基础开挖回填，杆塔基础开挖区呈点状分布，挖面积较小，产生的开挖土石方量较小，开挖土石方临时堆存在，根据《元谋县虎溪村光伏电站项目 110kV 站点联络线线路工程水土保持方案报告表》（2024 年 3 月）可知，项目区内土石方挖填平衡，无弃方产生，因此，输电线路施工期不设弃渣场。

（6）跨越场

根据线路交叉跨越情况，本次线路主要跨越 10kV 线路 1 次，0.22kV 线路 2 次，回塘村公路 1 次，实际施工过程中，因 35kV 及以下输电线路、乡村公路等级较低，故本次线路工程采取直接跨越方式，未设置跨越施工场地。

其他

2.11 线路方案

根据现场勘察，本项目实际路经方案具体如下：

表 2-11　路径方案

序号	比较项目	推荐方案
1	线路长度	6.95km
2	海拔高程	1825～2025m
3	地形概述	主要地形地貌为丘陵和山地
4	地质情况	沿线地质以古生代侏罗纪南方红层粉砂岩、泥岩基底，上覆其残坡积层砂粘土，顶部为第四纪冲积层红色小粒性粘土，分布不均，主要分布在平台和缓坡地带。
5	地震烈度	Ⅷ度
6	交通情况	有乡村土路可以利用，整体交通条件一般
7	林地分布情况	沿线林地基本成片、块状覆盖，有部分经济作物，其余树种多以云南松，杂木、灌木为主。林地占比约 35%
8	重要通信线路	对光缆电信线路无危险和干扰影响
9	重要交叉跨越	经咨询主体设计单位以及现场勘察，本项目不涉及交叉跨越 10kV 以上线路及高等级公路，主要交叉跨越情况如下： （1）10kV 线路 1 次， （2）0.22kV 线路 2 次； （3）回塘村公路 1 次； （4）回塘小河 1 次。
10	气象条件	覆冰 5mm，基本风速 25m/s

	11	对远期架空线路的走廊影响	暂无
	12	优缺点	该方案线路长度最短,地形条件较为良好，地形地貌变化幅度小，高差小，杆塔基位附近有乡村公路及机耕道，施工及材料运输较为方便，后期运维方便，另外，该路径方案不涉及占用基本农田、生态保护红线、公益林、水源保护区等生态敏感区。

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

生态环境现状	**3.1 主体功能区划** 云南省人民政府于 2014 年 1 月 6 日发布了“云南省人民政府关于印发云南省主体功能区划的通知”（云政发〔2014〕1 号），将云南省国土空间划分为重点开发区、限制开发区和禁止开发区 3 类区域。本项目位于楚雄州元谋县物茂乡，根据《云南省主体功能区规划》，元谋县属限制开发区中的“国家农产品主产区”（项目与云南主体功能区位置关系见附图 7）。 国家农产品主产区功能定位为：保障粮食产品和主要农产品供给安全的基地，全省农业产业化的重要地区，现代农业的示范基地，农村居民安居乐业的美好家园，社会主义新农村建设的示范区。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。 《云南省主体功能区划》能源空间布局提出“电力交换枢纽。重点在滇中、滇东北、滇西北和滇南 4 个区域电网均建成 1-2 个输电通道，按网对网方式向外区送电。” 本工程属于电网基础设施建设项目，其主要作用是保障区域经济建设的能源供应,本项目接入丰期可以外送至云南主网消纳，枯期可以一定程度上缓解楚雄缺电的问题，有利于增加可再生能源的比例，优化楚雄州及元谋县电源结构，与主体功能规划中的能源开发空间布局基本一致，对当地经济和发展有一定促进作用。因此，本工程与云南省主体功能区规划相符。 **3.2 生态功能区划** 根据《云南省生态功能区划》，本项目位于楚雄州元谋县，属于III高原亚热带北部常绿阔叶林生态区—III2 滇中、北中山峡谷暖性针叶林生态亚区—III2-4 元谋龙川江干热河谷农业生态功能区（项目与云南省生态功能区位置关系见附图 8）。该区域的主要生态特征：以河谷地貌为主，年降雨量 700-800mm。主要植被类型是稀树灌木草丛，土壤以燥红土和紫色土为主。主要生态问题是：森林覆盖率低、土地退化严重。生态环境敏感性为干热河谷脆弱地带。主要生态系统服务功能为：维护干热河谷生态脆弱区的生态安全。保护措施与发展方向为：调整

产业结构、增加沿江河谷面山的森林覆盖率，发展热带经济林木，改善区域的水环境条件，发展庭院经济，防止生态环境荒漠化。

表 3-1　项目所在区域生态功能区划

生态功能分区单元			所在区域与面积	主要生态特征	主要生态环境问题	生态环境敏感性	主要生态系统服务功能	保护措施与发展方向
生态区	生态亚区	生态功能区						
III高原亚热带北部常绿阔叶林生态区	III2滇中、北中山峡谷暖性针叶林生态亚区	III2-4元谋龙川江干热河谷农业生态功能区	元谋县，武定、永仁、大姚县的部分地区，面积2863.93平方公里	以河谷地貌为主，年降雨量700-800毫米。主要植被类型是稀树灌木草丛，土壤以燥红土和紫色土为主	森林覆盖率低、土地退化严重	干热河谷脆弱地带	维护干热河谷生态脆弱区的生态安全	调整产业结构、增加沿江河谷面山的森林覆盖率，发展热带经济林木，改善区域的水环境条件，发展庭院经济，防止生态环境荒漠化

本工程永久占地面积较小，输电线路运行期无“三废”污染物排放，在做好环境保护和水土保持的基础上，对当地生态环境的影响可以接受，对主要生态系统服务功能基本无影响。因此，本工程与《云南省生态功能区划》不冲突。

3.3 评价区土地利用现状

经调查，评价范围内土地利用类型主要为有林地、灌木林地、草地、果园、旱地、水田、建设用地、裸地及其他土地等，具体占比情况如下表所示：

表 3-2　评价区土地利用类型一览表

土地利用类型	面积（hm^2）	占总评价区面积比例（%）
建设用地	0.038	0.009%
灌木林地	46.638	10.594%
果园	1.952	0.443%
旱地	45.450	10.325%
裸地及其他土地	0.998	0.227%
草地	340.575	77.366%
有林地	1.563	0.355%
水田	3.001	0.682%

合计	440.215	100.00

由上表可知，评价区面积共计 440.215 公顷，其中草地面积较大，占 77.366%，其次为灌木林地 10.594%、旱地 10.325%、水浇地 0.682%、果园 0.443%、有林地 0.355%、裸地地及其他土地 0.227%，建设用地占比较少，为 0.009%。

3.4 生态环境质量现状

3.4.1 陆生植被和植物资源现状调查及评价

（1）调查方法、范围和内容

1）调查方法

植被、植物的调查以现场调查为主，沿现有道路调查评价区范围内的植被及植物分布情况，记录沿途目力范围内发现的植被类型和植物种类，重点关注评价区内的古树名木、保护植物、地方特有种。

向当地相关部门收集该地区地方志、保护区科学考察报告和林业资源二类调查报告等地方资料；同时参考《云南植被》、《云南植物志》、《中国植物志》等文献中记录于该区域的资料，以及区域重大工程环评生态现状调查资料。

2）调查范围

本项目对陆生植被及植物的调查范围主要是项目占地（包含临时占地）外延 300m 范围。

3）调查内容

本项目评价区陆生植被和植物调查的主要内容是评价区植被分类系统及分布特征，评价区主要植被类型，评价区植物资源及保护物种现状等。

（2）植被分布现状

1）植被分类系统

根据云南植被区划，本区域位于亚热带常绿阔叶林区域(II)，西部（半湿润）常绿阔叶林亚区域(IIA)，高原亚热带北部常绿阔叶林地带(IIAii)，滇中、北中山峡谷云南松林、高山栎类林亚区(IIAii-1b)。在植物区系上，该地区属泛北极区，中国-喜玛拉雅植物亚区。元谋县主要的植被类型有干热河谷稀树灌木草丛、暖温性针叶林、暖温性针阔混交林、干热河谷硬叶常绿栎林等。

本项目评价区海拔范围从 1000m 至 1600m。据调查，项目区内呈现典型的干热河谷型植被景观。依据《云南植被》分类系统遵循群落学－生态学的分类原则

项目区的植被类型分别有硬叶常绿阔叶林、稀树灌木草丛、灌丛、人工植被（旱地、水田和果园）等。区域调查到的植被可划分为 3 个植被型、3 个植被亚型、4 个群落。具体如下：

表 3-3　评价区内主要植被类型

A 自然植被
　I　硬叶常绿阔叶林
　　（I）干热河谷硬叶常绿阔叶林
　　（一）栎类林
　　1、锥连栎、黄茅群落
　II 稀树灌木草丛
　　（II）干热性稀树灌木草丛
　　（二）含锥连栎、坡柳的中草草丛
　　2、滇榄仁、余甘子群落
　　3、清香木、小鞍叶羊蹄甲群落
　III 灌丛
　　（III）干热河谷灌丛
　　（三）疏序牡荆灌丛
　　4、疏序牡荆、扭黄茅群落
B. 人工植被
　I 水田（水稻等）
　II 旱地（小麦、玉米、甘蔗等）
　III 果园（芒果、葡萄等）

注："I…"表示植被型，"（I）　…"表示植被亚型，"（一）…"表示群系，"1…"表示群落

2）评价区植被类型现状

经现场调查，本次评价范围内涉及的植被类型主要有自然植被和人工植被。自然植被为干热河谷硬叶常绿阔叶林、干热性稀树灌草丛、干热河谷灌丛，主要的群落有锥连栎、黄茅群落、滇榄仁、余甘子群落、清香木、小鞍叶羊蹄甲群落和疏序牡荆、黄茅群落，人工植被有旱地、水田、果园等植被类型，同时评价区受到很强的人为干扰，在河谷地段和平缓坡地上也广泛分布有大量的人工植被。根据制作的植被图统计评价区内各植被类型面积及占评价区面积比例，见表 3-4。

表 3-4　评价区内陆生植被类型面积一览表

植被类型		评价区面积（hm^2）	占评价区面积比
自然植被	干热河谷硬叶常绿阔叶林	1.563	0.355%
	干热性稀树灌木草丛	340.575	77.366%
	干热河谷灌丛	46.638	10.594%
	小　　计	**388.776**	**88.32%**
人工	果园	1.952	0.443%

植被	旱地	45.450	10.325%
	水田	3.001	0.682%
	小　　计	**50.403**	**11.45%**
建设用地		0.038	0.009%
裸地及其他土地		0.998	0.227%
总　　计		**440.215**	**100.00**

从上表可以看出，评价区总面积 440.215hm^2。区域地属热区，耕作强度较高，人为活动频繁，区内人工植被面积共 50.403hm^2，达评价区总面积的 11.45%；自然植被面积 388.776hm^2，占评价区总面积的 88.32%，但其中绝大部分属于人为扰动后形成的次生性的稀树灌木草丛植被。

3）评价区的植被类型

①硬叶常绿阔叶林

a.锥连栎、黄茅群落

锥连栎、黄茅群落外貌有残留植被的特征，乔木层较稀疏，层盖度 40%左右，受人为干扰的痕迹明显，部分地区呈灌木状。群落结构以中等高度的耐旱禾草黄茅（*Heteropogon contortus*）为主要层次，灌木稀少，夹生于草丛之中，稀树分散生长，树木之间距离很大，树干粗壮而弯曲，树皮粗厚乔木层主要种类有锥连栎（*Quercus ranchetii*）、清香木(*Pistacia weinmannifolia*)等。其它常见的树种有：余甘子（*Phyllanthus emblica*）、木棉（*Bombax ceiba*）、山合欢（*Albizia kalkora*）、白蜡树（*Fraxinus chinensis*）等。

灌木层高 1.5-2.0m，层盖度 20-25%，主要种类仍有干热河谷常见种如余甘子(*Phyllanthus emblica*)，另有野漆(*Toxicodendron succedaneum*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、毛薄皮木(*Leptodermis pilosa*)等种。

草本层高 1m 左右，层盖度 70%以上，黄茅（*Heteropogon contortus*）为主要层次，其他种类有鬼针草(*Bidens pilosa*)、荩草(*Arthraxon hispidus*)、毛萼香茶菜(*Rabdosia eriocalyx*)等。

②稀树灌木草丛

金沙江干热河谷稀树灌草丛分布区主要有燥红壤、褐红壤、赤红壤等土壤类型。植被类型主要是干热性稀树灌草丛，立地类型主要为干热河谷稀树灌丛草坡。据考证，该区并非历来如此荒秃。很久以前，河谷两岸还是一片喜热耐旱常绿阔

叶林，后遭受破坏；特别是山林火灾之后，杂草丛生，逐渐形成现在的景观。其演替模式为：河谷原始森林→喜热常绿阔叶林→密生灌木林→干旱稀树灌丛草坡→荒漠（半荒漠）山地。现存的稀树灌丛草坡，虽然在演替阶段上有一定的稳定性，但仍属次生类型，存在进展演替和消退演替两种可能性。如保护得当，则能恢复喜热常绿阔叶林，反之则有向荒漠山地发展的趋势。

干热河谷稀树灌木草丛，是评价区内的主要植被景观类型，以滇榄仁和坡柳为特征种。评价区内的干热稀树灌木草丛部分有明显的稀树层，个别地段残留有余甘子、清香木等矮小乔木树种。群落主要分布在元谋县海拔 1400m 以下坡地上，呈荒草坡状。评价区内的干热稀树灌木草丛可划分为两个群落类型：1、滇榄仁、余甘子群落，2、清香木、小桉叶羊蹄甲群落。

b.滇榄仁、余甘子群落

此类型的植被群落，以中草的禾草草丛为背景构成大片草地植被，在此草丛之上少见乔木而散生稀散的灌木，以滇榄仁 *Terminalia franchetii* 、余甘子 *Phyllanthus emblica*、清香木 *Pistacia weinmannifolia* 为主要优势灌木。草丛以广泛分布于亚热带的多年生丛生禾草为主，高度从 0.1m 到 1.5m 左右不等。

灌木层高 1.5-2.5m，层盖度 20-25%，以滇榄仁 *Terminalia franchetii* 、余甘子 *Phyllanthus emblica* 为主要优势灌木。其他常见种类有清香木 *Pistacia weinmannifolia*、毛叶黄杞 *Engelhardtia colebrookiana*、野漆 *Toxicodendron succedaneum*、盐肤木 *Rhus chinensis*、薄皮木 *Leptodermis pilosa*、薄叶鼠李 *Rhamnus leptophylla*、毛叶柿 *Diospyros mollifolia*、假地豆 *Desmodium heterocarpon*、茸毛木蓝 *Indigofera stachyodes*、羽叶山黄麻 *Trema laevigata*、蓖麻 *Ricinus communis* 等。

草本层盖度大，达到 60%~90%，高 0.1~1.5m，以扭黄茅 *Heteropogon contortus* 为优势，其单种盖度可达 70%。其他还有钟萼草 *Lindenbergia philippensis*、黄背草 *Themeda triandra*、羊胡子草 *Eriophorum comosum*、白茅 *Imperata cylindrica*、白叶蒿 *Artemisia leucophylla*、百日菊 *Zinnia elegans*、臭灵丹 *Laggera pterodonta*、刺苞果 *Acanthospermum australe*、耳草 *Hedyotis auricularia*、狗尾草 *Setaria viridis*、狗牙根 *Cynodon dactylon*、鬼针草 *Bidens pilosa*、戟叶酸模 *Rumex hastatus*、假香附子 *Cyperus tuberosus*、小野荞麦 *Fagopyrum leptopodum var. leptopodum*、黄细心

Boerhavia diffusa、蛇莓 *Duchesnea indica*、歪头菜 *Vicia unijuga*、香薷 *Elsholtzia ciliata*、小叶三点金 *Desmodium microphyllum*、羊耳菊 *Inula cappa*、白花草木犀 *Melilotus albus* 等。

群落中层间层植物较少，零星分布云南娃儿藤 *Tylophora yunnanensis*、天门冬 *Asparagus cochinchinensis*、虫豆 *Cajanus crassus* 等；均为藤本，未见附生植物。

c.清香木、小鞍叶羊蹄甲群落

此类型的植被群落，以中草的禾草草丛为背景构成大片草地植被，在此草丛之上少见乔木而散生稀散的灌木，以清香木、小鞍叶羊蹄甲 *Bauhinia brachycarpa* 为主要优势灌木。

灌木层高 1.5-2.0m，层盖度 25%左右，以小鞍叶羊蹄甲、清香木为主要优势灌木。其他常见种类有华西小石积 *Osteomeles schwerinae*、余甘子 *Phyllanthus emblica*、牛角瓜 *Calotropis gigantea*、扁担杆 *Grewia biloba*、网叶木蓝 *Indigofera reticulata*、单刺仙人掌 *Opuntia monacantha* 等。

草本层盖度大，达到 60%~90%，高 0.1~1.5m，以扭黄茅 *Heteropogon contortus*、黄背草 *Themeda triandra* 为优势，其单种盖度可达 50%。其他还有细柄草 *Capillipedium parviflorum*、刺芒野古草 *Arundinella setosa*、黑穗画眉草 *Eragrostis nigra*、牛至 *Origamum vulgare*、砖子苗 *Mariscus umbellatus*、戟叶酸模 *Rumex hastatus*、蒿 *Artemisia spp.*、旱茅 *Eremopogon delavayi*、香茅 *Cymbopogon tortilis*、杭子梢 *Campylotropis spp.*、截叶铁扫帚 *Lesedeza juncea*、黄泡 *Rubus ellipticus*、百日菊 *Zinnia elegans*、臭灵丹 *Laggera pterodonta*、狗牙根 *Cynodon dactylon*、鬼针草 *Bidens pilosa*、假香附子 *Cyperus tuberosus*、蛇莓 *Duchesnea indica*、香薷 *Elsholtzia ciliata*、小叶三点金 *Desmodium microphyllum*、羊耳菊 *Inula cappa* 等。

③干热河谷灌丛

评价区内灌草丛作为干热河谷植被的典型，是一类广泛分布的植被类型。此类型的外貌特点是以灌木草丛为主，其间散生少量乔木，由于长期的人为干扰，当地此类植被的稀树已经基本消失而多数情况形成了灌草丛植被。依金振洲（2000 年）关于干热河谷植被的划分，宜将之列为干热河谷植被的“半萨王纳植被（Semi-savanna）”、“河谷型萨王纳植被（Savanna of valley type）”，它有着独特的群落外观和植物区系组成，可视为“陆地上的岛屿状单元”，是由于地

形原因而形成的、分布于我国西南大江河谷热区特殊的一种植被类型，它是世界植被中萨王纳植被的干热河谷残存者，因而是我国一类珍稀濒危的植被类型（金振洲，2000 年）。

多数地区仅有灌木和草本而无乔木，有乔木的地段较为少见，仅在水湿条件稍好的狭窄沟谷，且人为干扰不是十分严重的地段。这些群落都是反复受到人为干扰，但在这种气候条件和干扰情况下，群落有其一定的稳定性。在本项目评价区主要的干热河谷灌丛类型为疏序牡荆灌丛，记录有 1 个群落，即疏序牡荆、扭黄茅群落。

d.疏序牡荆、扭黄茅群落

该群落主要分布于海拔 1400m 以下的坡地上，主要见于本项目光伏布置区的山坡坡地上。群落高约 1.5m，群落盖度 70 左右，群落结构简单，只有灌木层和草本层。灌木层高约 1.5m，层盖度在常在 65%以上，物种以疏序牡荆 *Vitex negundof* 为优势；伴生有坡柳 *Dodonaea viscosa*、苦刺花 *Sophora davidii*、余甘子、马桑 *Coriaria sinica* 等。

草本层高约 0.8m，层盖度约 80%，物种主要有扭黄茅 *Heteropogon contortus*、黄背草 *Themeda triandra*、旱茅、铁扫帚、鱼眼草 *Dichrocephala integrifolia*、硬秆子草 *Capillipedium assimile*、芸香草 *Cymbopogon distans*、卷柏 *Selaginella spp.*、地石榴 *Ficus tidoua*、茜草 *Rubia spp.*和刺芒野古草 *Arundinella setosa* 等。此外，还有藤本植物虫豆 *Cajanus crassus* 等。组成该群落的植物种类成分绝大部分为亚热带成分。

④人工植被

元谋仍是以农业种植为主，适种作物主要有：水稻(*Oryza sativa*)、玉米(*Zea may*)、小麦（*Triticum aestivum*）、甘蔗（*Saccharum officinarum*）、辣椒(*Capsicum frutescens*)、苦瓜(*Momordica charantia*)、茄子(*Solanum melongena*)、番茄（*Lycopersicon esculentum*）、黄瓜(*Cucumis sativus*)、生姜（*Zingiber officinale*）、西瓜(*Citrullus lanatus*)、蓖麻(*Ricinus communis*)、剑麻（*Agave sisalana*）等。水田面积有限，多数农田属于旱地。

评价区由于山坡较陡，受影响的农地并不多。在山坡上当地居民栽种一些旱地作物，主要种植甘蔗(*Saccharum sinense*)、玉米(*Zea may*)等，多呈梯地状的大

面积分布。在山谷地势低洼处分布有少量水田，主要种植水稻(*Oryza sativa*)等作物，受影响的主要是在工程占地区。

除了以上植被类型外，还分布一定面积的经济果园，果园主要种植多种热带水果（青枣、枣类、葡萄、番荔枝、芒果、番石榴、龙眼、甘蔗、荔枝、火龙果、枇杷）等，分布于距村寨不远的坡脚、沟凹和耕地边等生境相对湿润和平坦的区域，片段化零星分布。

（3）评价区植物资源及保护物种现状

1）植物资源现状

项目工程评价区位于滇中干热河谷地带，评价区为山地地貌，区内气候终年干热。在农业区划上，本区域属于金沙江干热河谷经作区。在植物区系上，该地区位于东亚植物区、中国-喜玛拉雅植物亚区。评价区内缓坡或阶地被开垦为耕地，大多数地区均呈现金沙江流域典型的干热河谷植被景观，森林覆盖率低。

本项目评价区内植物种类以灌木和草本植物为主，主要乔木树种有锥连栎、木棉、余甘子等；主要灌木种类有坡柳、盐肤木、滇榄仁、马桑等，主要草本植物有黄茅、旱茅、戟叶酸模、荩草、牛膝等。

据调查记录的统计结果，本项目评价区内记录的维管植物有 76 科，189 属，232 种；其中蕨类植物共有 5 科、7 属、9 种；裸子植物 1 科，1 属，1 种；被子植物 70 科，181 属，222 种。详见附录 1：本项目评价区维管束植物名录。

2）野生保护物种现状

通过对本项目评价区植物种类的专项调查，依据《国家重点保护野生植物名录 2021》和《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》（1989）收录的保护植物，评价区范围内没有发现国家级和省级重点保护野生植物，也没有本地特有的植物分布。

3）名木古树

根据云南省林业厅文件云林保护字(1996)第 65 号《关于印发云南省古树名木名录的通知》和实地踏查结果，评价区内没有珍贵稀有的名木古树。

3.4.2 陆生动物现状调查及评价

（1）调查方法、范围及内容

1）调查方法

采用路线调查、访问调查与资料收集相结合的方法。

2）调查范围

本项目对陆生植被及植物的调查范围主要是项目占地（包含临时占地）外延300m范围。

3）调查内容

主要调查评价区内的两栖类、爬行类、鸟类、兽类的种类，国家重点保护野生动物分布，云南省级重点保护野生动物分布情况。

（2）陆生动物现状

根据现场踏勘及调查，项目占地区域植被主要为杂草和低矮灌木，大部分地段为荒坡地，未见大型野生动物分布，区域动物多为适应人类活动的啮齿目动物和小型鸟类。项目调查区内存在的动物主要为小型哺乳类动物、两栖爬行类动物、鸟类，根据调查，目前评价区分布有陆栖脊椎动物75种，具体分布在各纲中的数量状况，参见附录2。

表3-5　评价区陆栖脊椎动物各纲下分类阶元数量

动物类群	目	科	属	种
两栖类	1	4	4	4
爬行类	2	6	7	8
鸟	9	21	40	51
哺乳类	5	8	11	12
小计	17	39	62	75

1）种类和数量

①两栖类

根据对拟建项目区及周边现场调查及文献记载，区域分布有两栖动物4种，隶属1目4科4属（详见附录）。

②爬行类

根据对项目区及周边现场调查及文献记载，区域分布有爬行动物8种，隶属2目6科7属（详见附录）。

③鸟类

根据对项目区及周边现场调查及文献记载，区域分布有鸟类51种，隶属9目21科(其中鹟科含4亚科)，40属（详见附录）。

但实际调查表明，由于评价区范围狭小，实际存在的物种数量可能远远小于

资料记载的数量。且由于野外调查时间有限，无法准确判明具体的种类数量。

④哺乳类

根据对现场调查及文献记载，项目区及周边分布有哺乳动物 12 种，隶属 5 目 8 科 11 属（详见附录）。

2）区系特点

①两栖类

在项目区及周边分布的 4 种两栖动物全部为东洋界成分，迄今未发现有古北界成分和古北东洋两界成分分布。在 4 种两栖动物中，东洋界广布种占优势有 2 种,占全部两栖类种数的 50%；西南区的物种,有 1 种，占全部两栖类种数的 25%；华南区种类有 1 种，占全部两栖类种数的 25%。无华中区种类和华中—华南区种类分布。

②爬行类

在项目区及周边分布的 8 种爬行动物中，东洋界种类占优势，有 7 种，占全部爬行动物种数的 87.5%；古北东洋两界种类有 1 种，占全部爬行动物种数的 12.5%；未发现有古北界成分分布。在东洋界种类中，西南区种类占优势，有 4 种，占全部东洋界爬行动物种数的 57.14%；华南区种类有 2 种，占全部东洋界爬行动物种数的 28.57%；华中华南区种类有 1 种，占全部东洋界爬行动物种数的 14.28%；无华中区种类分布。

③鸟类

根据对项目区及周边现场调查及文献记载，区域分布有鸟类 51 种，隶属 9 目 21 科(其中鹟科含 4 亚科)，40 属（详见附录）。

但实际调查表明，由于评价区范围狭小，实际存在的物种数量可能远远小于资料记载的数量。且由于野外调查时间有限，无法准确判明具体的种类数量。

④哺乳类

在项目区及周边分布的 12 种哺乳动物中，东洋界种类占绝对优势，有 6 种，占全部哺乳动物种数的 50%；古北东洋两界共有种类有 3 种，占全部哺乳动物种数的 25%；未发现有古北界种类分布。华南区种类 1 种，西南区种类有 2 种，占全部东洋界种数的 33.33%；无华中区种类分布；也无华中华南区种类分布。

3）珍稀濒危保护动物

①两栖动物

在项目区及周边分布的 4 种两栖动物中，无国家级和云南省级重点保护野生动物分布；也无珍稀濒危动物分布。

调查未发现该地区特有种类分布。

②爬行动物

在项目区及周边分布的 8 种爬行动物中，无国家级重点保护野生动物分布，仅有 1 种，即眼镜蛇 Naja naja atra，是云南省II级重点保护野生动物，占全部爬行动物种数的 12.5%。

调查未发现该地区特有种类分布。

③鸟类

在所记录的 51 种鸟类中，有国家重点保护鸟类 3 种，全为II级保护动物，仅占全部鸟类种数的 5.88%；全部为猛禽类，其中鹰类 2 种、鸮类 1 种，为常见的种类。

上述种类中，猛禽活动范围较大，因工程影响区范围狭小，故实际分布数量稀少。调查未发现该地区特有种类分布。

评价区分布的国家重点保护鸟类如下：

表 3-6　评价区重点保护鸟类名录

种类（学名）	保护级别	生活习性	分布状况	评价区分布	资源
[黑]鸢 *Milvus migrans*	国家Ⅱ CITES-Ⅱ	中型猛禽。栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带。白天活动，常单独在高空飞翔，秋季有时亦呈 2-3 只的小群。主要以小鸟、鼠类、蛇、蛙、鱼、野兔、蜥蜴和昆虫等动物性食物为食。视觉敏锐，一般通过在空中盘旋俯视来观察和觅找食物。繁殖期 4-7 月，营巢于高大树上或悬岩峭壁上。	广布种	现状调查未在项目区发现其巢穴。该类猛禽主要是在项目区上空盘旋觅食，其活动范围较，区域主要是其觅食地的一部分	常见种
红隼 *Falco tinnunculus*	国家Ⅱ CITES-Ⅱ	小型猛禽。栖息于山地和旷野中，多单个或成对活动，飞行较高。繁殖期 5-7 月。通常营巢于悬崖、山坡岩石缝隙、土洞、树洞中。	广布种		影响区可见，施工区偶见
斑头鸺鹠	国家Ⅱ	小型猫头鹰,多见于农田、居民点	东洋		常见种

Glaucidium cuculoides	CITES-Ⅱ	附近的高大树木上。多单个活动，昼时可见。以昆虫和小型脊椎动物为食物。	界		

a.[黑]鸢

是一种常见的猛禽。多单个栖息于高大的树木顶部突出处，或电杆顶部，或建筑物顶部。飞翔时常发出尖锐的哨音；视觉敏锐，俯视地面，一旦发现猎物，俯冲直下，抓获猎物之后迅速腾空飞去。在云南省分布于海拔 500～3600m。资源状况为常见种。属国家 II 级重点保护种类。

b.红隼

广分布物种，踪迹几遍及全省。以昆虫、两栖类、小型爬行动物、小型鸟类和小型兽类为食。国家 II 级重点保护动物，工程影响区可见。施工区偶见。

c.斑头鸺鹠

为小型猫头鹰，但大于领鸺鹠(G. brodiei)。多见于农田、居民点附近的高大树木上。多单个活动，昼时可见。以昆虫和小型脊椎动物为食物。分布于海拔 300～2500m 的区域内，资源为常见种。属国家重点保护动物 II 级。

由于上述 3 种鸟类分布范围较广，运动能力较强，只要采取较有效的保护措施，严格执行国家有关动物保护法规，工程修建不会造成它们的濒危和灭绝。

④哺乳类

在项目区及周边分布的 12 种哺乳动物中，无国家级和云南省级重点保护野生动物分布。

调查未发现该地区特有种类分布。

4）脊椎动物资源现状评价

1）种群小，无资源优势

评价区目前共记载陆栖脊椎动物 75 种，但种类的特点是种群小。由于脊椎动物各个类群均存在种群小数量少，难以形成一定的资源规模。

2）小型有害兽类种群数量大

在评价区及其周围地区，小型兽类，尤其是啮齿类活动痕迹十分多，而且种类和数量均较丰富，该类群有云南兔（Lepus comus ）、赤腹松鼠（Callosciurus erythraeus）、褐家鼠（Rattus norvegicus）、社鼠（Rattus niviventer）等种类。

3）保护种类和珍稀种类较少

本次评价范围区域内无中国野生动物保护法列为重点保护动物名单中的I级动物。爬行类中仅眼镜蛇是云南省II级重点保护野生动物；鸟类中仅有3种被国家列为II级重点保护动物，但它们已主要在评价范围外活动；兽类中无国家级和云南省级重点保护野生动物分布。调查未发现该地区特有种类分布。

4）缺乏狭域分布的特有种类

两栖类、爬行类、鸟类和兽类等类群中均无局限分布于评价区的特有属、种。

3.5 环境空气质量现状

项目位于云南省楚雄州元谋县物茂乡，属环境空气质量二类区。根据元谋县人民政府2023年1月31日公布的《2022年元谋县环境质量状况》，元谋县建有1个环境空气质量自动监测站，监测点位为省控，点位位置在元谋县环保局楼顶；监测项目为常规6项（SO_2、NO_X-NO_2-NO、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3）、气象五参数（温度、湿度、气压、风向、风速）、能见度；监测频次为24小时连续自动监测，实时上传和发布数据。2022年，元谋县城区环境空气质量优良率为100%，较2021年的99.7%上升0.3个百分点，满足省、州下达的98.4%的考核目标要求。从空气质量综合指数来看，元谋县2022年空气质量综合指数为1.99，较2021年的2.37下降16%，空气质量有所提升。从各监测指标评价结果来看，2022年元谋县可吸入颗粒物（PM_{10}）、细颗粒物（$PM_{2.5}$）、二氧化硫（$S0_2$）、二氧化氮（$N0_2$)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（O_3-8h)90百分位数监测结果为二级，其中，细颗粒物（$PM_{2.5}$）年均值为11微克每立方米，满足省、州下达的20微克每立方米的考核目标要求。元谋县各监测指标评价均为二级及以上，空气质量均达标。2022年元谋县城区环境空气质量监测指标评价结果统计表见表3-7。

表3-7　元谋县2022年环境空气质量监测结果一览表

污染物	年评价指标	现状浓度（μg/m³）	标准值（μg/m³）	占标率%	超标率%	达标情况
SO_2	年平均质量浓度	9	60	15.00%	0	达标
NO_2		10	40	25.00%	0	达标
PM_{10}		22	70	31.43%	0	达标
$PM_{2.5}$		11	35	31.43%	0	达标
O_3	最大8小时平均第90百分位数	107	160	66.88%	0	达标
CO	24小时平均第95百分位数	1100	4000	0.03%	0	达标

根据上述监测数据及全县空气质量优良率，元谋县2022年6项基本污染物

年均浓度及相应百分位数日均浓度值均可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，判定元谋县属环境空气质量达标区。

经现场调查，本项目所在区域属元谋县西部山区，项目周边无大的工业企业或其他重污染源分布，人类活动不强烈，现状环境空气质量良好，且应优于元谋县环境监测站所在的县城，满足功能区要求。

3.6 声环境质量现状

本工程评价区域处于农村地区，根据《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 7.2 乡村声环境功能的确定，村庄原则上执行 1 类声环境功能区要求。根据现场踏勘，项目沿线无声环境敏感目标分布，噪声背景值低，为了解项目区声环境质量现状，本次评价收集了“华能元谋多竹箐光伏电站（变更）项目”新建升压站站址处（线路终点）声环境现状监测数据（详见附件 11），并委托云南长源检测技术有限公司对线路起点（N1：项目 1 号塔基处）处进行了声环境质量现状补充监测，检测报告见附件 10。具体内容如下：

（1）监测点位

本次评价现状监测点位及引用监测点位信息见表 3-8。

表 3-8　声环境质量现状监测点位表

序号	监测对象	点位	执行标准	备注
1	项目 1 号塔基处 N1（起点）	本次线路 1 号塔基处（E：101.74536904，N：225.91300485）	《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类区标准。	本次补充监测
2	楚雄彝族自治州元谋县物茂乡 220kV 多竹箐升压站 N2（终点）	220kV 多竹箐升压站（E：101.759052180，N：25.860784434）	《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类区标准。	引用监测数据

（2）监测结果

项目所在区域声环境质量现状监测及引用监测结果见表 3-9。

表 3-9　项目区声环境质量监测结果　　单位：dB(A)

监测点位	检时间	昼间	夜间	达标情况
项目 1 号塔基处	2023.11.27	41	40	达标
220kV 多竹箐升压站	2023.10.30-2023.10.31	40	37	达标
	2023.10.31-2023.11.01	39	38	达标

从上表可知，项目区昼、夜间监测值均低于《声环境质量标准》（GB3096-2008）

1 类标准限值，即：昼间 55dB（A），夜间 45dB（A），因此，项目区域声环境质量现状良好。

3.7 水环境质量现状

根据现场勘察，本工程位于金沙江水系龙川江流域。项目周边距离较近的水体主要有回塘小河、永定河、蜻蛉河。回塘小河为永定河右岸支流，永定河为蜻蛉河左岸支流，详见附图 2 项目区水系图、附图 4 项目区周边关系图。

（1）龙川江：龙川江为金沙江南岸一级支流，水源丰富，发源于楚雄彝族自治州的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、楚雄市，又折向北进禄丰县和元谋县，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。发源处与入江口相对落差 1600 多米，河床平均坡降为 4.8‰，流域平均海拔 1992m。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%。项目所在地涉及龙川江的龙川江（毛板桥水库—黄瓜园）段。根据《云南省地表水水环境功能区划（2010-2020）》，龙川江毛板桥-黄瓜园断面水体功能区划为农业用水、工业用水，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

（2）蜻蛉河：蜻蛉河为龙川江一级支流，项目距离蜻蛉河最近距离约 1.39km，源于姚安县太平镇，纵贯姚安坝子，入大姚县南界域，经永仁县南入元谋虎跳峡、物茂土林，在江边乡黑泥坡村东北 800m 处汇入龙川。根据《云南省水功能区划（2014 年修订）》，项目涉及的蜻蛉河河段属划定的“蜻蛉河大姚-元谋保留区”（由大姚县团塘至元谋县入龙川江口，全长 69.0km），规划水平年水质目标为Ⅱ类。

（3）永定河、回塘小河：回塘小河为永定河右岸支流，永定河属蜻蛉河支流，输电线路在夜租村附近（JN1-JN2）跨越回塘小河，距离永定河最近距离约 2.06km。永定河源于永仁县营盘山和龙潭营东麓，流经永仁县维的乡、永定镇后进入元谋县，在物茂乡处汇入蜻蛉河。回塘小河、永定河在《云南省水功能区划（2014 年修订）》中未进行功能区划，根据“支流不低于干流”的执行标准要求，参照其汇入的蜻蛉河河段水质目标，也按Ⅱ类标准保护。

根据元谋县人民政府公布的《2022 年元谋县环境质量状况报告》，龙川江在元谋县境内设有 1 个长期监测断面黄瓜园断面（国控），2022 年水质类别为Ⅱ类，达到水功能区划要求。因此，项目所在区域地表水环境质量现状良好。

	本项目施工过程中，少量施工废水均收集后回用，不直接排入地表水体，项目运营期无废水产生。通过严格落实主体设计及本次评价提出的各项污染防治措施以及水土保持措施，不会对周边回塘小河、永定河、蜻蛉河、龙川江造成污染。 **3.8 电磁环境质量现状** 为充分了解本项目沿线各区域电磁环境质量现状，本次评价收集了“华能元谋多竹箐光伏电站（变更）项目”新建升压站站址处（线路终点）电磁环境现状监测数据（详见附件 11），并委托云南长源检测技术有限公司对本次线路起点处进行了电磁环境现状监测（检测报告见附件 10）。根据监测结果分析，本项目区域电磁环境质量现状如下（详见电测辐射专题评价）： 拟建 110kV 输电线路沿线各区域工频电场强度监测值范围为 0.001~0.002kV/m、工频磁感应强度监测值范围为 0.001~0.002μT，工频电场、工频磁场均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的控制限值要求。
与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题	**3.9 与项目相关的原有环境污染和生态破坏问题** 本次环境现状监测及引用监测结果表明，工程所在地电磁环境和声环境现状均满足相应国家标准要求，未发现明显环境问题。 根据现场踏勘和调查，输电线路区域未发现环境空气、水环境等环境污染问题。
生态环境保护目	**3.10 环境保护目标** **3.10.1 项目评价范围** 根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）及现场踏勘调查情况，结合输电线路工程的特点，以及对生态环境、电磁环境和声环境影响特征，本工程的生态环境、电磁环境和声环境评价范围如下：

标

（1）声环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2014），项目运行期声评价范围为 110kV 架空输电线路边导线地面投影外两侧各 30m 以内带状区域。

（2）电磁环境

评价范围：110kV 架空输电线路边导线地面投影外两侧各 30m 以内带状区域。

（3）生态环境

评价范围：根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）和《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19—2022）生态影响评价范围确定原则，本工程线路不涉及生态敏感区，生态环境影响评价范围为线路边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域。

3.10.2 环境保护目标

根据资料查阅，项目评价范围内不涉及《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2022)中规定的自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区以及风景名胜区、重要湿地、森林公园、地质公园等重要生态敏感区。根据元谋县自然资源局出具的路径复函（详见附件），本项目不涉及生态保护红线、永久基本农田。因此本项目主要生态环境保护目标确定为项目评价范围内植被植物及陆生脊椎动物。

3.10.3 地表水环境保护目标

本项目区域地表水主要为永定河、蜻蛉河以及项目 JN1~JN2 塔基跨越的回塘小河,其中永定河、回塘小河均为蜻蛉河支流。

根据《云南省水功能区划（2014 年修订）》，项目涉及的蜻蛉河河段属划定的“蜻蛉河大姚-元谋保留区”（由大姚县团塘至元谋县入龙川江口，全长 69.0km），规划水平年水质目标为Ⅱ类。永定河、回塘小河在《云南省水功能区划（2014 年修订）》中未进行功能区划，参照其汇入的蜻蛉河河段水质目标，也按Ⅱ类标准保护。

表 3-10 水环境保护目标一览表

序号	水体名称	执行标准	相对场址方位
1	蜻蛉河	Ⅱ类	项目区南侧，最近处约 1.39m
2	永定河	Ⅱ类	项目区东侧，最近处约 2.88m
3	回塘小河	Ⅱ类	项目线路 N1~N2 之间

3.10.4 电磁和声环境保护目标

本根据现场踏勘、调查，本项目拟建线路未经过村庄，拟建线路两侧 30m 范围内无声环境、电磁环境保护目标。

评价标准

根据建设项目区域的环境现状、国家相关环境保护标准，本项目执行如下标准：

3.11 环境质量标准

3.11.1 环境空气质量标准

项目位于农村地区，属于二类环境空气功能区，环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。具体标准限值见表 3-11。

表 3-11 环境空气质量二级标准限值

序号	污染物名称	浓度限值（μg/m³）				标准来源
		1 小时平均	24h 平均	年平均	日最大 8h 平均	
1	SO_2	500	150	60	--	GB3095-2012 二类区标准
2	NO_2	200	80	40	--	
3	PM_{10}	--	150	70	--	
4	$PM_{2.5}$	--	75	35	--	
5	CO（mg/m³）	10	4	--	--	
6	O_3	200	--	--	160	

3.11.2 地表水环境质量标准

项目周边地表水体蜻蛉河、永定河、回塘小河按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类标准保护。具体标准限值如下：

表 3-12 地表水环境质量标准

序号	项目			II类标准限值
1	pH 值	无量纲		
2	溶解氧	mg/L	≥	6
3	化学需氧量（COD）	mg/L	≤	15
4	五日生化需氧量（BOD_5）	mg/L	≤	3
5	氨氮（NH_3-N）	mg/L	≤	0.5
6	总磷（以 P 计）	mg/L	≤	0.1 （湖、库 0.025）
7	总氮（湖、库，以 N 计）	mg/L	≤	0.5
8	石油类	mg/L	≤	0.05
9	阴离子表面活性剂	mg/L	≤	0.2
9	粪大肠菌群	个/L	≤	2000

3.11.3 声环境质量标准

项目所在区域农村地区，声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）

中 1 类区标准。具体标准限值见表 3-113。

表 3-13　声环境质量标准　单位：dB（A）

环境声功能区类别	时段	
	昼间	夜间
《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类	55	45

3.11.4 电磁环境

本项目工频电场强度、工频磁感应强度公众曝露控制限值按照《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）执行，本项目 110kV 线路工程交流电频率为 50Hz（f=0.05kHz），标准值见表 3-14。

表 3-14　电磁环境公众曝露控制限值

频率范围	电场强度 E（V/m）	磁感应强度 B(μT）
0.025kHz~ 1.2kHz	200/f	5/f
输电线路工作频率（0.05kHz）	4000V/m（4kV/m）	100μT（0.1mT）
注：1、频率 f 的取值为 0.05kHz；2、架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。		

①工频电场：以 4000V/m 作为工频电场强度公众曝露控制限值；架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。

②工频磁场：以 100μT 作为工频磁感应强度公众曝露控制限值。

3.12 污染物排放标准

3.12.1 大气污染物

本项目施工期无组织粉尘排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表 2 标准。具体标准限值见表 3-14。运行期工程无大气污染物排放，不设废气排放标准。

表 3-15　无组织排放监控浓度限值

污染物名称	监控点	浓度限值（mg/m³）
TSP	周界外浓度最高点	1.0

3.12.2 废水

施工期：施工期废水经过处理后回用于区域洒水抑尘或车辆冲洗，不外排。

运营期：项目运营期无废水产生。

因此，本次评价不设废水排放标准。

3.12.3 噪声

（1）施工期

项目施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），标准值见表 3-16。

表 3-16　建筑施工场界环境噪声排放限值单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

（2）运行期

运营期本项目执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）1 类区标准标准值见表 3-17。

表 3-17　工业企业厂界环境噪声排放标准单位：dB（A）

类别	昼间	夜间
1 类	55	45

3.12.4 固体废物

一般固体废物处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中在标准。

3.12.5 电磁辐射

1)工频电场执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的标准，公众曝露控制限值电场强度限值 200/f（4kV/m）；

2)工频磁场执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的标准，公众曝露控制限值工频磁场限值 5/f（0.1mT）。

其他	本项目为 110kV 输电线路工程，项目运行期间主要环境影响因子为工频电磁场和噪声，均不属于国家相关环境保护法律法规规定纳入总量控制计划管理的污染物。

四、生态环境影响分析

施工期生态环境影响分析

4.1 产污环节分析

输电线路工程施工期土建施工、基础施工、材料运输、设备安装等过程中若不采取有效的防治措施可能产生生态环境影响（包括土地占用、动植物影响等）以及扬尘、施工噪声、废污水以及固体废物等影响。

本工程施工期的产污环节参见图 4-1。

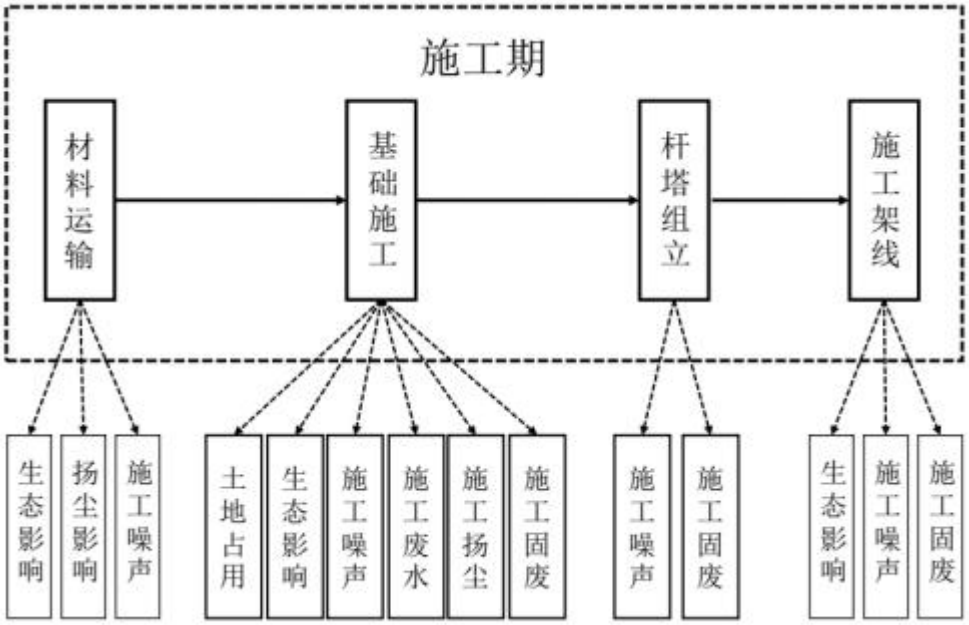


图 4-1　输电线路工程施工期的产污节点图

4.2 污染源分析

本工程施工期对环境产生的影响如下：

（1）生态环境：工程永久占地及施工场地、牵张场、临时施工道路等临时占地会损坏原地表植被。同时随着工程的开工，施工机械、施工人员陆续进场，将破坏和改变局部原有野生动物的生存、栖息环境，施工机械噪声会驱赶野生动物，使施工区域的动物被迫暂时迁移到适宜的环境中去栖息和繁衍。

（2）施工噪声：施工机械产生。

（3）施工扬尘：基础开挖、土方调运以及设备运输过程中产生。

（4）施工废污水：施工废水及施工人员的生活污水。

（5）固体废物：施工过程中可能产生的建筑垃圾、弃土弃渣，施工人员的生活垃圾，及拆除过程中产生的塔材、导线、金具、绝缘子等。

4.3 工程环保特点

本工程为 110kV 输电线路工程，施工期可能产生一定的生态环境和声环境、环境空气、水环境、固体废物等影响，但采取相应生态保护和污染防治措施后，施工期的环境影响是短暂的，并可在一定时间内得到恢复。

4.4 施工期各环境要素影响分析

4.4.1 施工期生态环境影响分析

本工程施工期对生态环境的影响主要表现在施工占地、水土流失及施工活动对植被度、区域内野生动物活动造成不利影响。

（1）土地利用影响分析

本工程用地主要包括永久用地和临时用地两类，永久用地包括线路塔基占地等；临时占地包括塔基施工场地、牵张场、索道施工区、施工临时道路等。根据工程设计资料及现场勘察，项目总占地面积约 0.39hm^2，其中永久占地约 0.10hm^2，临时占地 0.29hm^2。工程永久占地及临时占地类型见表 4-1。

表 4-1　项目对土地利用影响一览表

土地利用类型	评价区面积（hm^2）	占地面积（hm^2）			占评价区同类比列（%）		
		永久	临时	合计	永久	临时	合计
建设用地	0.038	0	0	0	0	0	0
灌木林地	46.638	0.02	0.03	0.05	0.043	0.064	0.107
果园	1.952	0	0	0	0.000	0.000	0.000
旱地	45.450	0.02	0.08	0.10	0.044	0.176	0.220
裸地及其他用地	0.998	0	0	0	0.000	0.000	0.000
草地	340.575	0.06	0.17	0.23	0.018	0.050	0.068
有林地	1.563	0	0.01	0.01	0.000	0.640	0.640
水田	3.001	0	0	0	0	0	0
合计	440.215	0.10	0.29	0.39	/		

由上表可知，项目占用灌木林地面积 0.05hm^2，占评价区同类型土地利用面积的 0.107%；项目占用草地面积 0.23hm^2，占评价区同类型土地利用面积的 0.068%；项目占用旱地面积 0.10hm^2，占评价区同类型土地利用面积的 0.22%；项目占用有林地面积 0.01hm^2，占评价区同类型土地利用面积的 0.64%。由于本工程输电线路塔基具有占地面积小、且较为分散的特点，工程建设不会大幅度减少人均耕地面积，且项目占地以临时占地为主，不会给以农业生产为主要收入来源的农民带来大的经济压力，对当地总体的土地利用现状影响很小。

①永久占地对生态环境的影响

本工程输电线路塔基处土方开挖和植被的清除，永久性地改变了土地利用现状，在一定程度上降低了生态环境的生态效能。但由于输电线路塔基开挖面积相对较小和分散，且部分永久占地还可以进行绿化。同时，工程不涉及珍稀濒危保护植物、古树名木及其集中分布区，因此，工程建设对区域植被涵养水源、水土保持等防护效能和生物多样性的影响不大。

②临时占地对生态环境的影响

除永久占地外，工程施工过程中塔基区临时施工场地、临时施工道路、线路牵张场等仍需临时占用部分土地，使占地处植被等遭到短期破坏，对生态环境造成不利的影响，但临时占地的影响程度轻、并在施工期结束后可逐渐恢复。

此外，施工期工程占地、塔基开挖、施工机械和施工人员的活动将破坏动物原有的生存环境，使受影响区域的动物迁移到别处，但由于本工程施工方法为间断性的，施工时间短、点分散，施工人员少，故工程建设对动物影响范围不大且影响时间较短，对动物不会造成大的影响，且当施工区域植被恢复后，它们仍可回到原来的领域。

（2）水土流失影响分析

本项目施工期可能导致水土流失的主要原因是降雨和地表开挖。项目所在地降雨量大部分集中在雨季（6 月至 8 月），夏季暴雨较集中，降雨大，降雨时间长。这些气象条件可能会造成项目建设施工期的水土流失。在施工过程中土壤暴露在雨、风和其它干扰之中，另外，部分的土方填挖、陡坡、边坡的形成和整理，会使土壤暴露情况加剧。同时，施工中土壤结构会受到破坏，土壤抵抗侵蚀的能力将会大大减弱，在暴雨中由降雨所产生的土壤侵蚀，可能造成项目建设过程中的水土流失。

项目建设期间架空线路塔基开挖等工程的施工可能在土方开挖处会产生水土流失的现象，将对当地生态环境造成一定影响。工程施工过程中，应对挖方等临时堆土采用苫布遮盖、采取编织袋装土堆砌成护坡等方式减少水土流失。针对表层的耕植土采取剥离防护措施，利用表土恢复原地貌，利于植被的恢复生长，减少施工带来的不利影响。根据水土保持设计，主要防治措施如下：

①工程措施：施工前对占用林地、草地的部分进行表土剥离，撒草绿化区域进行表土回填，在建设期末期对绿化区域进行撒草绿化，恢复植被前需对绿化区域进行全面整地便于后期植物措施的实施。

②植物措施：塔基、塔基施工场地、牵张场、人抬道路、索道施工区在主体工程施工结束后进行撒草绿化，狗牙根、黄茅混播；撒草绿化实施后，需对绿化区域进行养护，养护期为三年。

③临时措施：在塔基施工场地外围修建临时排水沟，塔基施工场地修建临时拦挡；施工期间对临时堆放的土方进行临时覆盖。

经采取以上措施，本工程施工期水土流失影响可接受。

（3）植被影响分析

由于受到人为活动的长期影响，主要是农业生产及生活的影响，次生植被及人工植被面积增加，评价区目前很多原生植被大量消失或改变为耕地，根据设计资料及现场勘察，工程总占地面积约 0.39hm²，工程建设将对植被产生一定的负面影响，包括永久影响和临时影响，工程占用植被类型统计见表 4-2。

表 4-2　工程占用植被类型统计表

类型	评价区面积（hm²）	占地面积（hm²）			占评价区同类比列（%）		
		永久	临时	合计	永久	临时	合计
干热河谷硬叶常绿阔叶林	1.563	0	0.01	0.01	0.000	0.640	0.640
干热性稀树灌木草丛	340.575	0.06	0.17	0.23	0.018	0.050	0.068
干热河谷灌丛	46.638	0.02	0.03	0.05	0.043	0.064	0.107
果园	1.952	0	0	0	0	0	0
旱地	45.450	0.02	0.08	0.10	0.044	0.176	0.220
水田	3.001	0	0	0	0	0	0
建设用地	0.038	0	0	0	0	0	0
裸地及其他土地	0.998	0	0	0	0	0	0
合计	440.215	0.10	0.29	0.39	/		

①永久占地对植被的影响

通过现场调查，工程永久占用的自然植被类型主要为干热河谷灌丛、干热性稀树灌木草丛，工程的建设将使这 2 种植被类型在评价区内的面积减少 0.08hm²；项目永久占用占用干热性稀树灌木草丛 0.06hm²，占评价区同类型种植被类型总面积的 0.018%；项目永久占用干热河谷灌丛 0.02hm²，占评价区同类型种植被类型总面积的 0.043%；工程永久占用的人工植被类型主要为旱地，工程永久占用人

工植被 0.02hm²，占评价区同类型植被面积的 0.044%。由于输电线路新建工程永久占地破坏的植被仅限塔基基础范围之内，占用的比例均很小，且占用的植被类型在评价区均不具有特有型，在周边大量分布工程建设仅造成这些植被类型的减少，不会造成消失。另外由于耕地本身为非自然植被，因此此部分土地的占用，对评价区的生态环境和生物多样性影响不大。另外，这部分非自然植被均与当地居民的生产生活有关，工程的占用将造成一定的损失，但通过占地补偿措施后，不会对当地村民生活造成大的影响。因此项目永久占地对区域植被及植物资源的影响很小。

②临时占地对植被的影响

工程临时占地主要为塔基施工场地、牵张场、人抬道路、索道施工区等。临时占地占用自然植被类型为：干热河谷硬叶常绿阔叶林、干热河谷灌丛、干热性稀树灌木草丛，临时占用面积分别为 0.01hm²、0.03hm²、0.17hm²，仅占评价区同类型植被面积的 0.64%、0.064%、0.05%；且占用的均为次生植被类型，群落多样性一般，不具有特有型，在周边广泛分布，工程临时占用人工植被 0.08hm²，占用面积很小，且由于线路工程为点状作业，单塔施工时间短，并在施工期结束后即可进行复耕和植被恢复，对区域植物资源影响很小。

在采取相关保护措施以后，工程施工对植被的影响可控制在可接受范围内。

（4）植物影响分析

①对植物的影响

工程建设期间对植物的影响主要来源于施工占地范围内清除地表植物。

工程永久占地范围内地表植物将永久性消失，工程的建设会造成一部分植物数量的减少，但由于工程占地范围内无珍稀濒危及保护植物分布，且占用的植物在工程区周边大量分布，因此工程建设虽会造成一部分植物数量的减少，但并不会造成任何一种植物的大面积减少和消失。

沿线评价区未调查到国家或云南省重点保护野生植物，工程建设不会造成任何珍稀濒危野生植物种类的灭绝或消失。

②对植物多样性影响分析

线路的建设将改变永久占地的用地性质，部分植被将永久性消失。项目永久征用土地是无法恢复的，会直接导致物种的损失。根据现场调查结果，永久占地

范围内的植物物种为周边常见的植物，无重点保护物种，因此，项目的建设对区域植物多样性的影响甚微。

（5）动物影响分析

本工程动物资源的调查结果表明，本工程线路附近人类生产活动频繁，分布在该区域的野生动物较少。根据本工程的特点，对野生动物的影响主要发生在施工期。随着工程的开工，施工机械、施工人员的进场，土、石料堆积场及其它施工场地的布置，施工中产生的噪声可能干扰现有野生动物的生存环境，导致野生动物栖息环境的改变。

本工程塔基占地为空间线性方式，施工方法为间断性的，施工通道则尽量利用天然的小路、机耕路、田间小道等，土建施工局部工作量较小，且施工人员的生活区安置在周边人类活动相对集中的村庄处。因此，本工程施工对野生动物的影响为间断性、暂时性的。施工完成后，部分野生动物仍可以到原栖息地附近区域栖息。

因此，本工程施工对当地的动物不会产生明显影响。

（6）线路跨越对河流水体的影响

根据调查，线路在夜租村附近跨越小回塘河，根据现场实际情况，经过水体采取高跨方式，项目不在水体附近设立牵张场，不在水域内立塔，因此对小回塘河影响很小，随着施工期结束，影响消除。

（7）线路交叉弱电线路的影响

本项目主要位于丘陵及山地走线，本项目不涉及交叉跨越 10kV 以上线路，主要在夜租村村附近跨越 10kV 线路 1 次，0.22kV 线路 2 次，由于线路电压等级较低，采取直接跨越方式跨越，根据现场勘察，本项目线路施工过程中未对其进行破坏，同时经咨询夜租村村民，施工期未对其生活用电造成影响。

（8）线路跨越对道路的影响

本项目主要位于丘陵及山地走线，主要跨越回塘公路 1 次，跨越处为开阔区域，线路至路面最小距离为 8m，线路施工期间不会对交通造成影响。

（9）项目对农业生态的影响

项目建设对农业生态最主要的影响主要表现在施工场地、临时道路及牵张场等临时占地对农业生态的破坏。根据现场调查，线路周边主要分布水田、耕地、果园等，在主体设计阶段，已尽可能减少占地，并严格按照土地管理部门要求办

理相关手续，做好土地补偿和保护工作。施工期间牵张场共设置 1 处，牵张场占地面积约 0.02hm^2，共设置 20 处临时施工场地，施工场地面积约为 0.12hm^2，项目临时占地面积较小，另外，项目新建 20 个塔基均不涉及占用永久基本农田，占用其他耕地按照土地管理部门要求办理相关手续，并在施工结束后完成临时用地的复垦恢复工作，总体来说，项目的建设对农业生态影响较小。

4.4.2 施工期声环境影响分析

（1）噪声源

输电线路施工期在杆塔基础开挖时挖土填方、基础施工等阶段中，主要噪声源有挖掘机、吊装机、汽车等，这些施工设备运行时会产生噪声。另外，在架线过程中，各牵张场内的牵张机、绞磨机等设备也产生一定的机械噪声，线路施工噪声源声级值一般为 70~80dB（A）。

（2）声环境影响分析

根据现状调查，本项目评价范围内无声环境保护目标，输电线路工程在杆塔基础施工、杆塔组立和架线活动过程中，挖掘机、牵张机、绞磨机等机械施工噪声可能会对线路声环境产生影响。施工期施工场地噪声对周围环境的影响，采用《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）进行评价。

工程施工过程中使用的施工机械所产生的噪声大多数属于中低频噪声，因此在预测其影响时可只考虑其扩散衰减，可近似视为点声源处理。点声源受传播距离、空气吸收、阻挡物的反射与屏蔽等因素的影响，声级产生衰减。

根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021），施工噪声预测计公式如下：

$$Lp(r) = Lp(r0) - 20\lg(r/r0)$$

式中：Lp (r) —距离声源 r 处的倍频带声压级，dB；

Lp(r0) —参考位置 *r*0 处的倍频带声压级，dB；

r—预测点距离声源的距离，m；

r0—参考位置距离声源的距离，m；

根据上述模式，可以计算出施工机械打桩机、挖掘机、混凝土搅拌机等的施工噪声值随距离衰减后的情况见表 4-3。

表 4-3　各主要施工机械在不同距离处的贡献值

机械名称	不同距离处的噪声预测(dB(A))

	源强	10m	20m	30m	40m	50m	100m	150m	200m	250m	300m
挖掘机	78	58	51	48	46	44	38	34	32	30	28
载重汽车	80	60	54	51	48	46	40	36	34	32	30
吊装机	80	60	54	51	48	46	40	36	34	32	30
牵张机	75	55	49	45	43	41	35	31	28	27	25
绞磨机	79	59	53	49	47	45	39	35	33	31	29

根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定，昼间噪声限值为 70dB（A），夜间限值为 55dB（A）。

由上表可以看出，单台设备运行时，昼间在距声源 10m 外可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）70dB(A)限值，夜间施工则需在 20m 外方可达标。但表 4-3 中计算的距离衰减只是理论上的。由于工程作业的地形限制，作业场所传播路线有遮挡、每天的作业时间不连续等，根据对其它工程调查分析，实际影响时间和程度要较预测的小。

本项目杆塔基础占地分散、单塔面积小、开挖量小，施工时间短，单位杆塔基础施工周期一般在 2 个月以内、施工作业时间一般在 1 周以内，且夜间一般不进行施工作业，对环境的影响是小范围的、短暂的，并随着施工期的结束，其对环境的影响也将随之消失，另外，根据现状调查和施工期保护要求，拟建项目噪声源主要集中在塔基修建时的机械噪声及交通噪声；各施工作业点考虑两个最大噪声源同时施工时的影响。实际情况，同时作业，并不是所有的时间同时达到最大噪声辐射，实际值要低于计算值。

综上所述，本项目施工期对声环境影响较小。

4.4.3 施工期环境空气影响分析

（1）环境空气污染源

空气污染源主要是施工扬尘，施工扬尘主要来自输电线路土建施工的场地平整、基础等土石方工程、设备材料的运输装卸、施工现场内车辆行驶时道路扬尘等。由于扬尘源多且分散，源高一般在 1.5m 以下，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性较大。

施工阶段的扬尘污染主要集中在施工初期，特别是输电线路的土石方开挖、场地平整、车辆运输等施工活动都会产生扬尘污染，若遇久旱无雨的大风天气，扬尘污染更为突出。施工开挖、车辆运输等产生的粉尘短期内将使局部区域内空气中的总悬浮颗粒物(TSP)明显增加。

（2）环境空气影响分析

线路工程临时占地区域在工程初期场地平整、材料运输、杆塔基础开挖、土石方运输过程中均可能产生扬尘影响。由于场地平整及设备进场均在工程初期，该扬尘问题是暂时性的，场地处理完毕该问题即会消失；施工道路扬尘存在于整个输电线路路径范围，但总量较小，且施工完毕该问题即会消失，对运输车辆进行覆盖以及对道路进行撒水降尘等环境保护措施后，工程对附近区域环境空气质量不会造成长期影响。同时，线路施工时间较短，受本工程施工扬尘影响的区域有限，并且通过拦挡、苫盖等施工管理措施可以有效减小线路施工产生的扬尘影响。

4.4.4 施工期水环境影响分析

（1）废水污染源

本项目施工污水主要来自施工人员的生活污水和少量施工废水。

本项目施工时间较短，土石方工程量小，施工机械设备基本不需清洗，无相关清洗废水，施工废水主要包括雨水冲刷开挖土方及裸露场地形成的高浊度雨水及少量混凝土养护废水。

（2）废水影响分析

①生活废水影响分析

输电线路平均每天安排施工人员 20 人，施工人员就近租用民房，不设置施工营地，施工人员产生的生活污水呈点状分布，且产生量较小，依托当地已有的化粪池等污水处理设施处理，不会对周围水环境产生影响。

②施工废水影响分析

本项目新建线路塔基施工采用商品混凝土，部分杆塔处采用现场人工拌和混凝土，仅有少量养护废水，施工废水污染物为泥沙、水泥等悬浮物，浓度一般为500～2000mg/L。线路工程坡地塔基施工前修建挡土墙、护坡、临时截排水沟及临时沉砂池，平地塔基施工前修建临时截排水沟和临时沉砂池，处理场地平整、雨水冲刷、混凝土养护形成的废水。施工废水经临时沉砂池处理后直接回用于场内施工过程、场地洒水降尘等施工环节，不外排。

在采取措施后，项目施工废水对地表水环境的影响可接受。

4.4.5 施工期固体废物影响分析

（1）施工期固体废物来源

输电线路工程施工期产生的固体废物主要为输电线路杆塔基础回填余土及少量混凝土残渣等建筑垃圾等；以及施工人员的少量生活垃圾。

（3）施工期固体废物影响分析

①施工废弃土石方

根据《元谋县虎溪村光伏电站项目 110kV 站点联络线线路工程水土保持方案报告表》(2024 年 3 月)，共产生挖方 2339m^3（其中表土 300m^3，一般土石方 2039m^3），填方 2339m^3（其中表土 300m^3，一般土石方 2039m^3），项目区内土石方挖填平衡，无弃方产生，对环境影响较小。

②建筑垃圾

施工期的建筑垃圾主要来自塔基施工作业，主要包括混凝土、砂石、废砖块以及废气导线、包装材料等。类比同类工程，铁塔及塔基施工中建筑垃圾产生量约 17.0kg/ 基，项目输电线路共设铁塔 20 基，施工期共产生建筑垃圾约 340kg。这些废弃物基本上不溶解、不腐烂变质，如处理不当，会影响景观和周围环境的质量。产生的建筑垃圾进行集中收集、回收利用，不可利用的建筑垃圾运至相关主管部门指定处置场规范处置。

③施工人员生活垃圾

参考同类型项目，生活垃圾产生量按 0.5kg/（人·d）计，输电线路施工期平均每天配置人员约 20 人，则生活垃圾产生量约 10kg/d。如不及时进行清理，则会腐烂变质，滋生蚊虫苍蝇，产生恶臭，传染疾病，从而对周围环境和作业人员健康带来不利影响。因此对施工人员的生活垃圾应定点存放、及时收集，回收可利用物质，将生活垃圾的减量化、资源化后，定期运至附近村庄的垃圾收集站进行统一处置。

综上所述，本项目建筑垃圾、施工弃土、生活垃圾等固体废物，在施工过程中采取以上措施后，施工期固体废弃物对周围环境影响不大。

4.4.6 项目施工期“三场”设置对环境的影响分析

根据资料，项目施工时不设置施工生活营地、堆料场及弃土场，110kV 输电线路设置 1 个牵张场。

①牵张场：牵张场的设置在一定程度上占用原有土地，对占地进行场地平整，将减少地表附着物，减少项目施工区的植被覆盖，造成一定程度的水土流失。施工期牵张场的电动卷扬机等牵引设备运行过程中将产生扬尘和施工噪声。

②弃土场：不设置弃土场，产生废土石方全部用于回填，未随意堆放。

③堆料场：本项目输电线路施工点分散，每个施工点需要堆放的材料不多，因此，施工材料运至施工点附近后，就近安放于临时施工场地，由人工运输至施工点逐一进行安装，施工材料堆放时间不长，尽量做到当日安装，若遇需隔天安装的，对施工材料进行篷布覆盖，输电线路不单独另设堆料场，对环境影响较小。

项目施工期“三场”的设置主要产生扬尘、噪声、水土流失和地表植被破坏等环境影响，扬尘和噪声的产生量较小，对线路周边的居民生活影响较小。

4.5 施工期环境影响分析小结

综上所述，本工程属于线性工程，工程量较小，作业点较分散，施工时间较短，施工期的环境影响是短暂的，随着施工期的结束而消失，在采取相关环境保护措施后，工程施工期对周围环境的影响可以接受。在认真落实各项针对生态环境的生态保护措施以及施工噪声、施工扬尘、施工废污水、施工固体废物等的污染防治措施，并加强监管后，本工程施工期对周围环境的影响将降低到最小。

运行期生态环境影响分析

4.6 产污环节分析

输电线路工程运营期只是进行电能电压的转变和电能的输送，其产生的污染影响因子主要为工频电场、工频磁场以及噪声。

输电线路工程运营期的产污环节参见图 4-2。

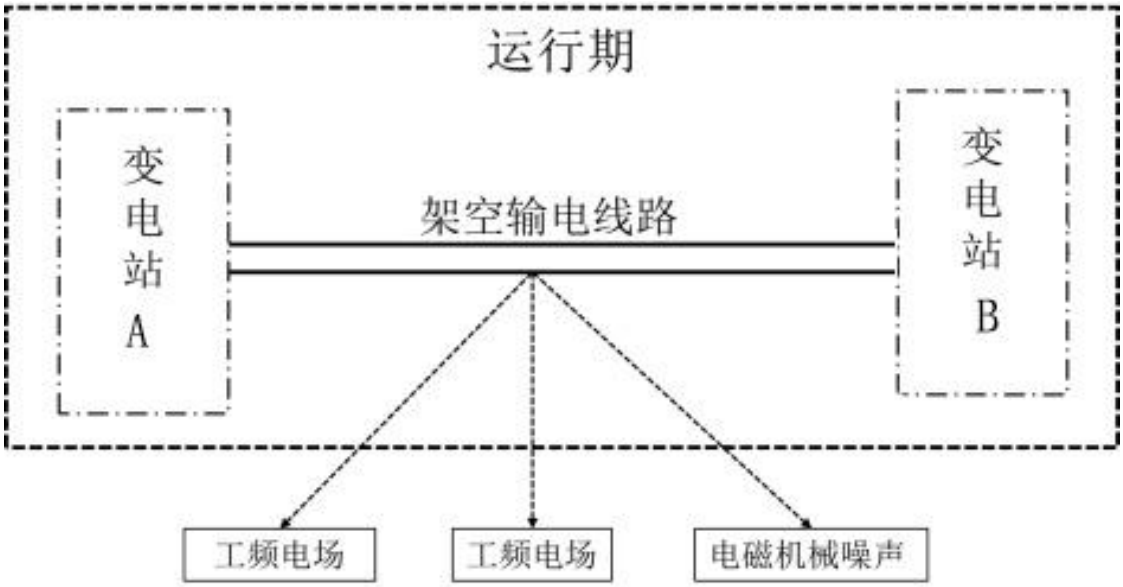


图 4-2　本工程输电线路运营期的产污节点图

4.7 污染源分析

（1）工频电场、工频磁场

工频是指交流电力系统的发电、输电、变电与配电设备以及工业与民用交流电气设备采用的额定频率，单位 Hz，我国采用 50Hz。本报告工频电场、工频磁场即指 50Hz 频率下产生的电场和磁场。

（2）噪声

输电线路发生电晕时产生的噪声，可能对声环境及附近居民生活产生影响。

（3）废污水

输电线路运营期无废水产生。

（4）固体废物

输电线路在运营期将定期进行设备维修和更换，会产生一定量的电气设备零件、绝缘子等金具等一般固体废物。

4.8 工程环保特点

本工程为 110kV 输电工程，运营期环境影响因子主要为工频电场、工频磁场及噪声。

4.9 运营期环境影响因素分析

4.9.1 运营期生态环境影响分析

（1）对陆生植被的影响分析

项目永久占用的自然植被将永久改变土地利用性质，由林地、灌丛、草地转变为输电线路设施用地，临时占用的自然植被在竣工后将成为施工迹地，通过自然演替或者人工恢复，可以逐渐恢复成次生植被。施工迹地演替的次生植被类型质量将低于其对应的原生植被的质量。评价区项目竣工后，生态质量将比施工前下降。但由于项目占地面积很小，这种影响也较小。

建设项目输电线路穿越部分主要自然植被类型为干热河谷灌丛、干热性稀树灌木草丛、干热河谷硬叶阔叶林，影响的主要为评价区乔木层，穿越自然植被的部分林冠高度低矮，建设阶段和运营期均不需要砍伐通道，开挖仅为基塔布设地基组织开挖。运营后期，当输电线路下方林冠生长到一定高度时，必须对林冠进行修剪，但不砍伐通道，影响较小。

（2）对陆生植物的影响分析

输电线路运营期不会对对评价区植物资源产生直接影响影响，项目建设期形成的裸土地，经采取本地种绿化等生态恢复措施后，对当地陆生植物影响可接受。

（3）对陆生脊椎动物影响

项目运行对陆栖脊椎动物的影响主要体现在输电线路电场、磁场对鸟类迁徙的影响和对动物栖息地连通性影响上。

①对鸟类的影响

输变电线路营运的噪声、电磁辐射会对鸟类造成潜在的威胁和影响，干扰鸟类的生殖活动和行为。由于鸟类趋避能力较强，且本项目输电线路电压等级较低，这种影响是较小的。在鸟类迁徙途中，普通鸟类飞翔高度在 400m 以下，其中飞行高度较低的鸟类飞翔高度在参照物的上方 70-80m 之间，由于项目基塔呼高低于鸟类迁徙飞行的高度，且项目区海拔相对较低，对其影响很小。

②对动物栖息地连通性的影响

本项目穿越自然植被的部分林冠高度矮，项目建设阶段和运营初期均不需要砍伐通道，运营后期，当输电线路下方林冠生长到一定高度时，需对林冠进行修剪。工程虽然不需要砍伐隔离带和通道，但由于运营时线路产生电磁噪声，仍然会影响动物栖息地的连通性，对线路两侧的生物种群交流造成一定的影响，长此以往将降低评价区内种群遗传多样性。

评价区由于生境偏干，两栖类分布数量很小，且两栖类动物活动范围较小，不需要广阔的觅食、繁殖区域，因此工程建设对两栖类生境连通性影响较小；评价区内爬行类动物主要为适应偏干生境的种类，爬行类活动范围较小，觅食、繁殖所需区域相对较小，且由于工程电压等级较低、线路高度远高于植被高度，不砍伐隔离带仅对超过安全距离的林冠进行修剪，因此对爬行类动物影响较小；评价区内分布的兽类需要广阔的觅食和繁殖区域，日常活动范围均较大，本项目虽不砍伐隔离带，但受输电线路基塔开挖、线路噪声、电磁辐射等影响，线路建设仍会对兽类的生境进行分割，影响兽类栖息地的连通性。

因此，输电线路对陆栖脊椎动物生境存在一定的分割，整体来说项目穿越自然植被的长度较短，这种影响是可以接受的。

综上，项目建设完成后不会新增占地，输变电项目在运行期内，对生态系统、动物及植物资源产生的影响可接受。

4.9.2 运营期电磁环境影响分析

本次输电线路电磁环境影响分析采用模式预测的方法，进行预测评价。

本工程电磁环境影响分析内容详见电磁环境影响专题评价，相关结论如下：

本工程单回线路经过非居民区，按导线对地最小距离为 6m 建设，能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的控制限值和《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100μT 的控制限值。

本工程单回线路经过居民区，按导线对地最小距离为 7m 建设，能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 的公众曝露控制限值和《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100μT 的公众曝露控制限值。

因此，本工程 110kV 单回线路经过非居民区，导线对地最小距离不应小于 6m；经过居民区，导线对地最小距离不应小于 7m。

根据调查，本项目输电线路评价范围内无电磁环境敏感目标。在采取相应环保措施的前提下，本工程投运后，本项目的工频电场强度、工频磁感应强度分别能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的公众曝露控制限值要求。

4.10 运营期声环境影响分析

4.10.1 声环境影响评价方法

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），架空输电线路运行期，由于电晕放电会产生一定的可听噪声。架空输电线路噪声与电力负载和气象条件有着十分密切的关系，电力负载较大时，发出声音也就越大，反之声音减小。在晴天干燥天气条件下，导线通常在起晕水平以下运行，很少有电晕放电现象，因而噪声很小；在湿度较高或雨天条件下，由于水滴导致架空输电线局部电场强度的增加，从而产生频繁的电晕放电现象。本项目为拟建输电线路，一般情况下，在干燥的天气条件下，导线通常运行在电晕起始电压水平以下，线路上只有很少的电晕源，因而不会产生很大的可听噪声。

本项目输电线路投入运行后，对周边声环境影响采用已运行的同类型线路监测进行类比分析。

4.10.2 类比对象

本项目 110kV 输电线路采用单回路架设，本次评价根据输电线路电压等级、架线方式、线高、环境条件等因素，选择“110kV 德小线”（单回路线路）作为本项目的类比对象。本项目 110kV 线路与类比线路相关参数的比较见表 4-4。

表 4-4　类比条件对比

项目名称	本项目线路	110kV 德小线

电压等级（kV）	110	110
导线型号	JLRLH1/G1A-240/30	JL/LB1A-300/40
建设规模	1 回	1 回
架线形式	单回路架设	单回路架设
排列方式	三角排列	三角排列
分裂数	1	1
线高	最低高度非居民区 6m、居民区 7m	12m
环境条件	山地、农村地区	山地、农村地区
声环境功能区	1 类	监测断面处为 2 类
运行工况	/	运行电压已达到设计额定电压等级，线路运行正常

拟建线路按照最小对地高度 6.0m（非居民区）、7.0m（居民区），这两种最不利情况考虑进行分析预测。由于非居民区 6.0m、居民区 7.0m 是设计规程规定的导线最低对地线高，但一般线路建成后实际的线高将高于该要求，同时进行线路类比监测时需地形平坦开阔，周围无他架空线、构架和高大植物，实际情况符合上述条件的对地最低线高 6.0m、7.0m 线路非常少。类比监测的“110kV 德小线”与本项目拟建线路电压等级相同，导线型式一致，并且监测点位处的线路高度较低（12m），周围环境条件一致性较好，符合衰减断面监测的条件。110kV 类比线路选择的合理性分析如下：

①电压等级

新建线路和类比线路的电压等级均为 110kV，根据声环境影响分析，电压等级是影响线路声环境的首要因素。

②架线型式

新建线路和类比线路采用相同方式架设，根据声环境影响分析，架线型式是影响声环境的重要因素，类比线路选择是合理的。

③导线型号、导线排列方式

新建线路导线采用 JLRLH1/G1A-240/30 型铝包钢芯铝绞线，单分裂，类比线路分别采用 JL/G1A-300/40 型钢芯铝绞线，均为单分裂，类比线路导线截面积大于本项目，能更加保守反应本项目建成后声环境影响。新建单回路线路分别采用三角排列，类比单、双回路线路分别采用三角排列，排列方式相同。

因此选择的类比对象是可行的，其类比监测结果能够反映本工程新建线路建成投运后的声环境影响。

4.10.3 类比监测点位

在 110kV 德小线 2#~3#塔间西北侧设置噪声衰减监测断面 1 处，线高 12m。测点以线路中心地面投影处为监测原点，沿垂直于线路方向进行，测点间距 5m，测至距线路中心地面投影 30m 处止，点位设置在距地面 1.2m 高处。

4.10.4 类比监测点位

输电线路下方距离地面 1.5m 高度处。

4.10.5 类比监测内容

等效连续 A 声级。

4.10.6 类比监测方法及频次

按《声环境质量标准》（GB3096-2008）的监测方法进行监测，该监测方法同时满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）要求，昼间、夜间各监测一次。

4.10.8 类比监测时间及气象条件、监测环境、监测工况。

类比监测时间、监测工况详见表 4-5、表 4-6。

表 4-5 类比线路监测时间、监测条件

类比线路名称	监测日期	天气	环境温度（℃）	相对湿度（%RH）
110kV 德小线	**2021.5.9**	**阴**	**15~29**	**61~76**

表 4-6 类比线路运行工况

名称	日期	运行最大工况	
		电流（A）	电压（kV）
110kV 德小线	2021.5.9	10.3	115.6

4.10.9 类比监测结果与评价

类比线路噪声监测断面监测结果见表 4-7。

表 4-7 类比线路噪声监测结果

点位描述		监测结果（dB（A））		修约值（dB（A））		达标情况
		昼间	夜间	昼间	夜间	
110kV 德小线						
110kV 德小线 2#~3#塔间线路西北侧（下相导线对地高度为 12m）	中心地面投影处	43.3	40.6	43	41	是
	5m	43.1	40.1	43	40	是
	10m	42.6	40.5	43	41	是
	15m	42.9	39.9	43	40	是
	20m	43.5	40.2	44	40	是
	25m	42.6	40.7	43	41	是
	30m	43.1	39.4	43	39	是

由表 4-7 类比监测结果可知：“110kV 德小线”线下噪声昼间监测修约值在

（43～44）dB(A)之间，夜间监测修约值在（39～41）dB(A)之间，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准限值要求；

根据类比监测结果，线路周边昼、夜间噪声变化幅度不大，噪声水平随距离的增加而减小的趋势不明显，说明监测值主要受背景噪声影响，输电线路的运行噪声对周围环境噪声的贡献很小，基本不构成增量贡献，对当地环境噪声水平不会有明显的改变。因此，可以预测本项目新建 110kV 架空线路投运后产生的噪声对周围环境的影响程度也很小，线路沿线声环境能够满足相关标准限值要求。

因此可以预测：本工程 110kV 输电线路建成投运后，线路附近区域的噪声水平基本维持现状，并能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求，即：昼间 55dB（A），夜间 45dB（A）。

4.10.10 敏感点影响评价

根据现状调查，本项目声环境评价范围内不涉及声环境保护目标。

4.11 运营期地表水环境影响分析

输电线路运营期无废水产生，不会对附近水环境产生影响。

4.12 运营期地下水、土壤环境影响分析

本项目为输变电架空线路，不涉及地下水及土壤污染源，对地下水及土壤无影响。

4.13 运营期环境空气影响分析

本工程运营期无废气产生，不会对附近大气环境产生影响。

4.14 运营期固体废物影响分析

输电线路运行期间，将定期进行设备维修和更换，会产生一定量的电气设备零件、绝缘子等金具等废旧材料。

表 4-8　项目固废产生及处置情况一览表

序号	固废名称	属性	产生工序	形态	主要成分	估算产量	处置方式
1	废旧材料	一般固废	设备维修	固态	木质、金属等	0.1t/a	回收利用

输电线路运行期间产生的固废主要是铁质、钢质及绝缘材料的零部件，这些废弃物均可回收，集中收集后外售给废旧资源回收中心回收利用，采取以上措施后，项目产生的固体废物均可得到妥善处置，不会对周围环境造成较大影响。

选址

本工程新建 110kV 输电线路路径方案已取得元谋县人民政府的同意意见，且与工程沿线区域的相关规划不冲突。

选线环境合理性分析	本工程线路避开了国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等生态敏感目标和饮用水水源保护区等环境敏感目标。 根据元谋县自然资源局“三区三线”查询 情况复函，本工程不涉及占用永久基本农田，不位于生态保护红线范围内，不涉及占用城镇开发边界线。 从环境保护角度考虑，本工程线路路径方案无重大环境保护制约性因素，路径方案合理。

五、主要生态环境保护措施

施工期生态环境保护措施	**5.1 施工期生态环境保护措施及效果** **5.1.1 土地占用保护措施** （1）建议建设单位以合同形式要求施工单位在施工过程中必须按照设计要求，严格控制开挖范围及开挖量，输电线路施工限制在事先划定的施工区内。 （2）优化塔基布置，输电线路塔基尽量避开农田、耕地，确实无法避让的，应尽量布置在农田、耕地边角处，减少对农业耕作的影响。 （3）优化施工方案，减少临时占地占用的农田、耕地面积，必要时用彩条布、钢板等隔离，减少对农田、耕地的耕作层土壤的扰动和破坏。 （4）工程施工完成后，应及早清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复。 （5）施工临时道路尽可能利用机耕路、林区小路等现有道路，新建临时道路严格控制道路宽度，减少临时工程对生态环境的影响。 **5.1.2 植被保护措施** （1）输电线路塔基施工时，建设单位划定施工活动范围，避免对周边区域植被造成破坏。 （2）塔基施工开挖时分层开挖，分层堆放，注意表土保护，施工结束后按原土层顺序分层回填，以利于后期植被恢复。 （3）对线路沿线经过的林带，采取高跨方式通过，严禁砍伐通道；输电线路采用先进的架线工艺，如飞艇、动力伞或无人机等展放线，减少对线路走廊下方植被的破坏。 （4）施工结束后，清理施工场地，及时清理残留在原场地的混凝土、土石方，并对施工扰动区域进行复耕或进行植被恢复。 （5）输电线路无法避让集中林区时，采取了控制导线高度设计，减少林木砍伐，保护生态环境。 （6）施工期临时用地进行永临结合，优先利用荒地、劣地。 （7）施工占用耕地、林地，做好了表土剥离、分类存放和回填利用。 （8）加强对施工人员的宣传教育，禁止破坏占地以外的植被，还应在施工时采取宣传监管等保护措施。抓好临时用工人员的管理，不得随意使用当地活立木作为燃料，以防止发生滥砍乱伐，加强施工用火管理，严防森林火灾。

（9）后期施工时若发现有保护植物，需上报当地林业局，根据林业局及自然保护区主管部门意见采取避让、就地保护或移栽措施，保证其成活。

在采取以上植被保护措施以后，工程施工对植被的影响可控制在可接受范围内。

5.1.3 动物保护措施

（1）加强施工人员的环境保护教育，提高施工人员和相关管理人员的环保意识，严禁出现随意捕杀野生动物的行为。

（2）采用低噪声的机械等施工设备，禁止随意大声喧哗等高噪声的活动，减少施工活动噪声对野生动物的驱赶效应。

（3）尽量利用原有田间道路、机耕路等现有道路作为施工道路，减小施工道路开辟对野生动物生活环境的破坏范围和强度。

（4）施工结束后，已对施工扰动区域及临时占地区域进行原生态恢复，恢复野生动物生境。

（5）在施工区内设置保护动物的警示牌，并安排专门人员负责项目区施工中的动物保护的监督和管理工作。

在采取上述土地占用保护措施和植被保护、动物保护措施后，工程施工期对周边生态环境影响较小。

5.1.4 水土保持措施

输电线路因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，减少土石方开挖。

（1）塔基区

斜坡上的塔基设置浆砌毛石排洪沟，塔基区永久占地中的可恢复植被面积区域进行撒草绿化措施，草种选择生长能力强适应范围广的植物种，如：狗牙根等。

（2）施工场地

施工场地区临时占用耕地的区域覆土后进行复耕，设置临时拦挡：塔腿下坡侧设置编织袋装土临时挡墙，形成临时防护，防止渣土溜坡。塔基建设开挖时产生的临时堆土应及时苫盖。

（3）牵张场、索道施工场、人抬道路

牵张场、索道施工场、人抬道路区临时占用耕地的区域覆土后进行复耕，占

用林地、草地的区域覆土后进行撒草绿化，草种选择生产能力强、适应范围广的狗牙根。

经采取上述措施后，水土流失将得到有效抑制。

5.1.5 施工期声环境保护措施及效果

为减小工程施工期噪声对周围环境的影响，施工单位在整个施工期采取如下施工期噪声防治措施：

（1）施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受生态环境主管部门的监督管理。

（2）施工单位采用噪声水平满足国家相应标准的施工机械设备，并在施工场周围设置围挡设施以减小施工噪声影响。

（3）优化施工方案，产生高噪声影响的施工作业安排在白天进行，合理安排工期，施工应尽量安排在白天进行。

（4）施工期间交通运输采取以下措施：①适当限制大型载重车的车速，尤其进入乡村道路等声区时应限速；②施工车辆经过村庄应减速慢行，严禁鸣笛。③夜间禁止从两侧有村庄的场内道路运输。

项目在施工过程中，除采取以上减噪措施以外，还应与周边村民建立良好的社区关系，对受施工干扰的村民应在作业前予以通知，并随时向他们汇报施工进度及施工中对降低噪声采取的措施。此外，施工期间应设热线投诉电话，接受噪声扰民的投诉，并对投诉情况进行积极治理。

本项目线路塔基相对分散，单个塔基施工期较短，在采取上述环境保护措施后，施工期对声环境影响较小。

5.1.6 施工期环境空气保护措施及效果

为减小工程施工期扬尘对周围环境的影响，施工单位在整个施工期采取如下施工期扬尘防治措施：

（1）施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作。

（2）施工产生的建筑垃圾等要合理堆放，定期清运。

（3）车辆运输线路施工产生的多余土方或散体材料时，进行密闭、包扎、覆盖，避免沿途漏撒，并且在规定的时间内按指定路段行驶，控制扬尘污染。

（4）加强了材料转运与使用的管理，合理装卸，规范操作。

（5）输电线路附近的道路在车辆进出时洒水，保持湿润，减少或避免产生扬尘。

（6）临时堆土应及时苫盖，干燥天气下易起尘的裸露土地及时洒水抑尘。

（7）由于项目部分塔基离环境敏感点距离较近，为减轻影响，项目施工场界特别是靠近保护目标一侧应设置临时围挡防护措施。

（8）加强对施工车辆的检修和维护，严禁使用超期服役和尾气超标的车辆。对施工期间进出施工现场车流量进行合理安排，防止施工现场车流量过大。尽可能使用耗油低，排气小的施工车辆，选用优质燃油，减少机械和车辆的有害废气排放。

本工程施工期较短且施工地点较分散，在采取上述防护措施后，本工程施工期对环境空气影响较小。

5.1.7 施工期水环境保护措施及效果

为减小工程施工期废污水对周围环境的影响，施工单位在整个施工期采取如下施工期废污水防治措施：

（1）施工场地四周应修建截水排水沟，并在出口设置沉砂池和拦砂网，将含泥沙的雨水、泥浆经沉砂池沉淀后回用于施工路段路面洒水、施工环节等。

（2）输电线路施工人员临时租用附近村庄民房或工屋，不单独设置施工营地，生活污水利用当地污水处理系统进行处理。

（3）施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣。应加强对含油设施（包括车辆和线路施工设备）的管理，严禁在水体及其附近冲洗含油器械及车辆，避免油类物质进入水体。

（4）加强管理，做好机械的日常维修保养，杜绝跑、冒、滴、漏现象。另外，雨天应对各类机械、粉状物料进行遮盖防雨。

（5）架线施工时，提前选好牵张场，确定牵、张机及吊车等大型机具和线材的摆放位置，对机具和材料的摆放位置范围铺设草垫或棕垫以及枕木，防止机具、材料的碾压而破坏地表植被。

（6）优化施工工艺，合理、科学施工，如架线时采用较先进的方式进行，尽量减少树木的砍伐量，减少地表扰动和植被破坏范围，有效控制可能造成的水土流失。

（7）工程施工结束后，建设单位必须组织和督促施工单位再次清理施工场地，残余建筑垃圾或生活垃圾等固体废物不得堆存水源保护区内，集中处置，做到“工完、料尽、场地清”，严禁随意在水源保护区内炙存、堆放或填埋。

（8）施工结束后，对塔基区、牵张场、临时施工道路等区域采取种植乔灌草或撒播草籽的方式进行植被恢复，所选用的树种和草种以当地的乡土植被为宜。

（9）施工单位做好施工场地周边的拦挡措施，避开雨季土石方作业。

（10）施工单位落实文明施工原则，并加强施工废水管理，施工期废污水全部按要求进行处理和回用，禁止外排；施工过程中严格按照《中华人民共和国水污染防治法》和本工程水土保持的要求进行施工。

采取上述措施后，可以有效地防治施工期生产废水、生活污水对地表水的污染，加之施工活动周期较短，因此不会导致施工场地周围水环境的污染。

5.1.8 施工期固体废物防治措施及效果

为减小工程施工期固体废物对周围环境的影响，施工单位在整个施工期采取如下固体废物防治措施：

（1）新建输电线路塔基开挖多余土方在塔基征地范围内进行平整，同时在表面进行绿化恢复。

（2）明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别收集存放，及时清运。生活垃圾实行袋装化，封闭贮存；建筑垃圾分类堆存，并采取必要的防护措施（防雨、防扬尘等）。

（3）施工结束后对施工区域再次进行清理，做到“工完、料尽、场地清”。

在采取了上述固体废物防治措施后，本工程施工期产生的固体废物对环境影响很小。

5.1.9 电磁环境保护措施措施及效果

（1）输电线路在交叉跨越时对地距离，在严格按照《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）进行设计的基础上，根据预测分析得到：

输电线路下导线与居民区地面的距离应不小于 7.0m，与非居民区地面的距离应不小于 6.0m；

（2）在施工设计阶段应进一步优化线路路径，尽量避免跨越居民房屋；

	（3）建设单位应在危险位置建立各种警告、防护标识。避免意外事故。对当地群众进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我防护意识，减少在高压走廊内的停留时间； （4）对居民加强电磁环境宣传解释工作，减少居民对电磁环境的恐慌。 采取上述措施后，可以有效地减小电磁环境的影响
运营期生态环境保护措施	**5.2 运营期生态环境保护措施及效果** **5.2.1 运营期生态环境保护措施** （1）强化对设备检修维护人员的生态保护意识教育，加强管理，禁止滥采滥伐和捕猎野生动物，避免因此导致的沿线自然植被破坏和野生动物的影响。 （2）结合水土保持措施对施工便道、牵张场等区域内破坏的植被进行植被恢复，考虑选取乡土树种为主，易于存活，加强管理保护好项目区内现有植被，严禁员工破坏周边植被及农作物。 （3）定期对线路沿线生态保护和防护措施及设施进行检查，跟踪生态保护与恢复效果，以便及时采取后续措施。 （4）严格按规范修剪线下树木，严禁过度砍伐和乱砍乱伐。 （5）做好项目区的森林草原防火工作，重点加强项目运营、检修期间的野外火源管理，落实森林草原防火管护人员和措施。 **5.2.2 运营期电磁环境保护措施** （1）适当提高电气设备及导线高度，控制操作位与带电设备安全距离，人员操作位尽量在低场强区，并设置屏蔽线。 （2）避免或减少平行架设导线的同相序排列，线路使用设计合理的绝缘子，尽量使用能改善绝缘子表面或沿绝缘子串电压分布的保护装置。 （3）变电站间隔工程处设备所有的边、角都应挫圆，螺栓头也打圆或屏蔽，避免存在尖角和凸出物。对电磁振荡设备采取必要的屏蔽措施，将电气设备的孔、口、缝的连接缝密封。 （4）应保证所有高压设备、建筑物钢铁件、塔基地线均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。 （5）应在线路铁塔座架上醒目位置设置安全警示标志，标明严禁攀登、线下高位操作应有防护措施等安全注意事项，避免人员触碰导线发生意外。

（6）对线路周边群众进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。

（7）加强线路巡查工作，尽量避免沿线居民在线路电力设施保护范围内新建民房。

（8）运行期对工作人员进行有关电磁辐射知识的培训。合理安排工作，减小工作人员在高电磁场区域的停留时间，以减小电磁场对工作人员的影响；避免与工作无关的人员进入高电磁场区域。

（9）严格按照设计线路平断面定位图，保证通过保护目标处导线与地面距离大于 7.0m，确保电磁环境影响满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)。

5.2.3 运营期声环境保护措施

（1）线路设备采购时，应选择表面光滑的导线，毛刺较少的设备，以减小线路在运行时产生的噪声。

（2）合理选择导线截面和相导线结构，以降低线路的电晕噪声水平，确保线路沿线各声环境敏感目标的环境噪声满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中相应功能区标准限值要求。

（3）加强线路沿线巡查与宣传，确保线路电力保护区范围内不新增住房、学校、幼儿园、医院、厂房等环境敏感目标，避免环境纠纷。

在采取以上措施后，本项目运营期产生的噪声较小，且能满足相关标准要求，项目产生的噪声对周围环境影响不大。

5.2.4 运营期水环境保护措施

运营期输电线路无废污水产生，线路运维人员定期巡线过程中，应避免在水域内随意丢弃废弃物，防止对地表水体产生影响。

5.2.5 运营期环境空气保护措施

运营期本工程不产生大气污染物，不会对项目周边环境空气产生影响。

5.2.6 运营期固体废物防治措施

在输电线路运行期，定期巡线过程中，线路的检修可能产生少量固体废物，运行维护过程中产生的废弃绝缘子、电气设备等废物不得随意丢弃，废弃绝缘子等废物应由建设单位物资部门回收处理。

其他	**5.3 设计阶段环境保护措施** **5.3.1 设计阶段生态环境保护措施** （1）优化线路路径方案，避让自然保护区、风景名胜区、生态保护红线等生态环境敏感区，最大限度减小对生态环境敏感区域的影响。 （2）优化杆塔定位，尽量避开植被茂密和生态环境良好区域。 （3）塔基的设计因地制宜采取全方位长短腿配高低基础，最大限度地适应地形变化的需要，避免塔基大开挖，保持原有的自然地形，尽量减少占地和土石方量，保护生态环境。 **5.3.2 设计阶段电磁环境保护措施** 对于输电线路，严格按照《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）选择相导线排列形式，导线、金具及绝缘子等电气设备、设施，提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕；此外，输电线路经过不同地区时亦严格按照上述技术规程设计导线对地距离、交叉跨越距离，确保输电线路运行后产生的电磁环境影响满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）相应标准限值要求。 **5.3.3 设计阶段声环境保护措施** （1）对电晕放电的噪声，通过选择高压电气设备、导体等以及按晴天不出现电晕校验选择导线等措施，减轻电晕放电噪声。 （2）输电线路合理选择导线截面和相导线结构以降低线路的电晕噪声水平。 **5.4 技术经济论证** 本工程各项环境保护设施、环境保护措施大部分是根据国家环境保护要求及相关的设计规程规范提出、设计，同时结合已建成的同等级的输变电工程设计、施工、运行经验确定的，因此在技术上合理、具有可操作性、生态保护效果可行。 同时，这些生态保护措施和污染防治措施在设计、设备选型和施工阶段就已充分考虑，避免了先污后治的被动局面，减少了财物浪费，既保护了环境，又节约了经费。 因此，本工程采取的环境保护设施和环境保护措施在技术上可行、经济上是合理的。 **5.5 环境管理与监测计划** **5.5.1 环境管理**

（1）环境管理机构

输变电工程一般不单独设立环境监测站。建设单位或运行单位在管理机构内配备必要的专职或兼职人员，负责环境保护管理工作。

（2）施工期环境管理

鉴于建设期环境管理工作的重要性，同时根据国家的有关要求，本项目的施工将采取招投标制。施工招标中应对投标单位提出建设期间的环保要求，并应对监理单位提出环境保护人员资质要求。在施工设计文件中详细说明建设期应注意的环保问题，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保设计要求施工。环境监理人员对施工中的每一道工序都应严格检查是否满足环保要求，并不定期地对施工点进行抽查形式的监督检查。建设期环境管理的职责和任务如下：

（1）贯彻执行国家、地方的各项环境保护方针、政策、法规和各项规章制度。

（2）制定本工程施工中的环境保护计划，负责工程施工过程中各项环境保护措施实施的日常管理。

（3）收集、整理、推广和实施工程建设中各项环境保护的先进工作经验和技术。

（4）组织和开展对施工人员进行施工活动中应遵循的环保法规、知识的培训，提高全体员工文明施工的认识。

（5）在施工计划中应适当计划设备运输道路，以避免影响当地居民生活，施工中应考虑保护生态和避免水土流失，合理组织施工，不在站外设置临时施工用地。

（6）做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作。

（7）监督施工单位，使设计、施工过程的各项环境保护措施与主体工程同步实施。

（3）工程竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》，参照生态环境部关于规范建设单位开展建设项目竣工环境保护验收的相关要求，本建设项目环境保护设施调试阶段，建设单位需组织验收。验收的主要内容为项目对环境保护设施、环境

保护措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度的落实情况，主要验收内容见表 5-1。

表 5-1　工程竣工环境保护验收内容一览表

序号	验收对象	验收内容
1	相关资料、手续	项目相关批复文件（主要为环境影响报告表审批文件）是否齐备，环境保护档案是否齐全。
2	环境保护目标基本情况	核查环境保护目标基本情况及变更情况。
3	环保相关评价制度及规章制度	核查环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况。
4	各项环境保护设施落实情况	核实工程设计、环境影响评价文件及环境影响评价审批文件中提出的在设计、施工及运行三个阶段的电磁环境、水环境、声环境、固体废物、生态保护及风险防范等各项措施的落实情况及实施效果。
5	环境保护设施正常运转条件	各项环保设施是否有合格的操作人员、操作制度。
6	污染物排放达标情况	架空线路下工频电场、工频磁场是否满足 10kV/m、100μT 标准限值要求。
7	生态保护措施	本工程施工场地是否清理干净，未落实的，建设单位应要求施工单位采取补救和恢复措施。
8	环境保护目标、环境影响因子达标情况	本工程投产后，监测本线路工程频电场强度、工频磁感应强度是否满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的公众曝露控制限值要求，同时监测声环境是否满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）1 类标准限值要求，分别为：昼间 55dB（A），夜间 45dB（A）。

（4）运营期环境管理

本项目在运营期宜使用原有环境管理部门。环保管理人员应在各自的岗位责任制中明确所负的环保责任。监督国家法规、条例的贯彻执行情况，制订和贯彻环保管理制度，监控本项目主要污染源，对各部门、操作岗位进行环境保护监督和考核。环境管理的职能为：

（1）制订和实施各项环境管理计划。

（2）建立工频电场、工频磁场、噪声监测、生态环境现状数据档案。

（3）掌握项目所在地周围的环境特征，做好记录、建档工作。

（4）检查污染防治设施运行情况，及时处理出现的问题，保证治理设施正常运行。

（5）协调配合上级生态环境主管部门所进行的环境调查，生态调查等活动。

5.5.2 环境监测

（1）环境监测任务

（1）制定监测计划，监测项目施工期和运行期环境要素及评价因子的变化。

（2）对项目突发的环境事件进行跟踪监测调查。

（2）监测点位布设

根据现状调查，本项目评价范围内无电磁环境敏感目标，根据监测布点原则，线路工程监测点应布置在线路附近人为活动较为频繁的区域，故监测布点仅考虑在线路沿线区域布点监测，具体监测点位如下：

（1）线路两端变电站间隔侧厂界 5m 处各设 1 个监测点；

（2）线路下监测（线路附近人为活动较为频繁的区域），设置 1 个电磁环境衰减监测断面；

（3）监测因子及频次

根据输变电工程的环境影响特点，主要进行运营期的环境监测。运营期的环境影响因子主要包括工频电场、工频磁场和噪声，针对上述影响因子，拟定环境监测计划见表 5-2。

表 5-2　环境监测计划

监测因子	监测方法	监测时间	监测频次
工频电场 工频磁场	按照《交流输变工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）中的方法进行	①试运行期间结合竣工环境保护验收监测一次；②运行期间存在投诉或纠纷时进行监测；③例行环境监测计划或生态环境主管部门要求时进行监测。	各拟定点位监测 1 次
噪声	按照《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的监测方法进行	①试运行期间结合竣工环境保护验收监测一次；②运行期间存在投诉或纠纷时进行监测；③例行环境监测计划或生态环境主管部门要求时进行监测。	各拟定点位监测 2 天，昼间、夜间各监测 1 次

5.5.2.4 监测技术要求

（1）监测范围应与工程影响区域相符。

（2）监测位置与频次应根据监测数据的代表性、生态环境质量的特征、变化和环境影响评价、工程竣工环境保护验收的要求确定。

（3）监测方法与技术要求应符合国家现行的有关环境监测技术规范和环境

监测标准分析方法。

（4）监测成果应在原始数据基础上进行审查、校核、综合分析后整理编印。

（5）应对监测提出质量保证要求。

5.6 环保投资

本工程总投资 564 万元，其中环保投资 31 万元，占工程总投资的 5.50%，具体见下表所示。

表 5-3　本工程环保投资估算一览表

序号	项目名称	具体内容	投资（万元）	责任主体
1	大气污染防治措施	施工期场地洒水以及防尘布等	4.5	设计单位、施工单位、建设单位、监理单位
2	水环境措施	主要包括施工期临时截排沟、临时沉淀池等	4.5	
3	生态环境措施	塔基区及施工临时占地植被恢复、护坡、挡土墙等措施	计入水保投资	
4	固废处置及利用措施	施工生活垃圾、建筑垃圾处置及清运	2	
5	水土保持措施	表土剥离及回覆、撒草绿化、临时拦挡、临时遮盖彩条布等	计入水保投资	
6	环境保护管理	施工期环境保护、电磁环境及环境法律知识培训等，敏感区警示标识牌、临时围挡费用等	5	
7	环保咨询	环评、竣工环保验收、环境监测费用等	15	建设单位
8	环保投资费用合计		31	/

其他	**5.7　项目施工期实际措施与环评措施对照情况** 根据现场调查及咨询建设单位，本项目已于 2024 年 3 月 1 日开始建设，截至目前，项目已建设完工，项目施工期实际落实措施与环评措施对照情况详见表 5-4。

表 5-4 项目实际措施与环评措施对照一览表

时期	类型	本环评提出措施	实际落实措施	后续完善措施	环境影响
施工期	占地	（1）建议建设单位以合同形式要求施工单位在施工过程中必须按照设计要求，严格控制开挖范围及开挖量，输电线路施工限制在事先划定的施工区内。 （2）优化塔基布置，输电线路塔基尽量避开农田、耕地，确实无法避让的，应尽量布置在农田、耕地边角处，减少对农业耕作的影响。 （3）优化施工方案，减少临时占地占用的农田、耕地面积，必要时用彩条布、钢板等隔离，减少对农田、耕地的耕作层土壤的扰动和破坏。 （4）工程施工完成后，应及早清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复。 （5）施工临时道路尽可能利用机耕路、林区小路等现有道路，新建临时道路严格控制道路宽度，减少临时工程对生态环境的影响。	（1）建设单位以合同形式要求施工单位在施工过程中必须按照设计要求，严格控制开挖范围及开挖量，输电线路施工限制在事先划定的施工区内。 （2）优化了塔基布置，输电线路塔基已尽量避开了农田、耕地，项目塔基不涉及占用永久基本农田。 （3）优化了施工方案，已尽量减少了施工期临时占用农田、耕地。 （4）临时道路利用机耕路、林区小路等现有道路。	待工程施工完成后及时清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复。	根据现场调查，未对占地产生较大影响。
	植被	（1）输电线路塔基施工时，建设单位划定施工活动范围，避免对周边区域植被造成破坏。 （2）塔基施工开挖时分层开挖，分层堆放，注意表土保护，施工结束后按原土层顺序分层回填，以利于后期植被恢复。 （3）对线路沿线经过的林带，采取高跨方式通过，严禁砍伐通道；输电线路采用先进的架线工艺，如飞艇、动力伞或无人机等展放线，减少对线路走廊下方植被的破坏。 （4）施工结束后，清理施工场地，及时清理残留在原场地的混凝土、	（1）在划定的范围内进行施工活动。 （2）开挖时进行分层开挖，表土暂存于塔基周围。 （3）沿线跨过林带时，采区了高跨式方式，未砍伐通道，架线工作尚未开展。 （4）施工期临时用地已做到尽量利用荒地、劣地。 （5）施工占用的耕地、林地，进行表	施工结束后，及时清理施工场地，及时清理残留在原场地的混凝土、土石方，并对施工扰动区域进行复耕或进行植被	根据现场调查，未对植被造成较大影响，同时跨越林区垂直距离满足《110~750kV 架空输电线路设计规范》

				土石方，并对施工扰动区域进行复耕或进行植被恢复。 （5）输电线路无法避让集中林区时，采取了控制导线高度设计，减少林木砍伐，保护生态环境。 （6）施工期临时用地进行永临结合，优先利用荒地、劣地。 （7）施工占用耕地、林地，做好了表土剥离、分类存放和回填利用。	土剥离后暂存。 （6）输电线路跨越林区时，已提高了导线高度。	恢复。	（GB50545-2010）中最小垂直距离（4m）的要求。
			动物	（1）加强施工人员的环境保护教育，提高施工人员和相关管理人员的环保意识，严禁出现随意捕杀野生动物的行为。 （2）采用低噪声的机械等施工设备，禁止随意大声喧哗等高噪声的活动，减少施工活动噪声对野生动物的驱赶效应。 （3）尽量利用原有田间道路、机耕路等现有道路作为施工道路，减小施工道路开辟对野生动物生活环境的破坏范围和强度。 （4）施工结束后，对施工扰动区域及临时占地区域进行原生态恢复，恢复野生动物生境。	（1）对施工人员进行生态环境保护的教育，严禁捕杀野生动物。 （2）选用了低噪声机械设置，并采区阶段施工。 （3）临时道路利用机耕路、林区小路等现有道路。	施工结束后，已对施工扰动区域及临时占地区域进行原生态恢复，恢复野生动物生境	根据现场调查，未对动物造成较大影响，未出现乱砍滥伐现象。
			水土保持	输电线路因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，减少土石方开挖。 （1）塔基区 斜坡上的塔基设置浆砌毛石排洪沟，塔基区永久占地中的可恢复植被面积区域进行撒草绿化措施，草种选择狗牙根。 （2）施工场地 施工场地区临时占用耕地的区域覆土后进行复耕，设置临时拦挡：塔腿下坡侧设置编织袋装土临时挡墙，形成临时防护，防止渣土溜坡。塔基建设开挖时产生的临时堆土应及时苫盖。 （3）牵张场、索道施工场、人抬道路 牵张场、索道施工场、人抬道路区临时占用耕地的区域覆土后进行复耕，占用林地、草地的区域覆土后进行撒草绿化，草种选择生产能力强、适应范围广的狗牙根。	无	严格按照水土保持措施完善区域水土保持，防止水土流失	根据现场勘察，区域内未出现水土流失现象。
			声环	（1）施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受生态环境主管部门的监督管理。	（1）采用噪声水平满足国家相应标准的施工机械设备。	无	经咨询相关生态环境部门及

			境	（2）施工单位采用噪声水平满足国家相应标准的施工机械设备，并在施工场周围设置围挡设施以减小施工噪声影响。 （3）优化施工方案，产生高噪声影响的施工作业安排在白天进行，合理安排工期，施工应尽量安排在白天进行。 （4）加强施工车辆在施工区附近的交通管理，当车辆途经附近居民点时，限速行驶、不高音鸣号，以减少施工车辆行驶对沿途居民点的噪声影响。	（2）优化了施工方案，产生高噪声影响的施工作业安排在白天进行，合理安排工期，施工应尽量安排在白天进行。 （3）加强了施工车辆在施工区附近的交通管理，当车辆途经附近居民点时，限速行驶、不高音鸣号。		当地居民，施工期未收到噪声影响投诉。
			环境空气	（1）施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作。 （2）施工产生的建筑垃圾等要合理堆放，定期清运。 （3）车辆运输线路施工产生的多余土方或散体材料时，进行密闭、包扎、覆盖，避免沿途漏撒，并且在规定的时间内按指定路段行驶，控制扬尘污染。 （4）加强了材料转运与使用的管理，合理装卸，规范操作。 （5）输电线路附近的道路在车辆进出时洒水，保持湿润，减少或避免产生扬尘。 （6）临时堆土应及时苫盖，干燥天气下易起尘的裸露土地及时洒水抑尘。	（1）加强了环境管理和环境监控工作。 （2）施工产生的建筑垃圾，定期清运。 （3）车辆运输线路施工产生的多余土方或散体材料时，进行密闭、包扎、覆盖，避免沿途漏撒，并且在规定的时间内按指定路段行驶，控制扬尘污染。 （4）加强了材料转运与使用的管理，合理装卸，规范操作。 （5）输电线路附近的道路在车辆进出时洒水，保持湿润，减少或避免产生扬尘。 （6）临时堆土应及时苫盖，干燥天气下易起尘的裸露土地及时洒水抑尘。	无	根据现场调查，未对环境空气造成较大影响，同时未收到大气影响投诉。
			水环境	（1）施工场地四周应修建截水排水沟，并在出口设置沉砂池和拦砂网，将含泥沙的雨水、泥浆经沉砂池沉淀后回用于施工路段路面洒水、施工环节等。 （2）输电线路施工人员临时租用附近村庄民房或工屋，不单独设置施工营地，生活污水利用当地污水处理系统进行处理。 （3）施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣。应加强对含油设施（包括车辆和线路施工设备）的管理，严禁在水体及其附近冲洗含油器械及车辆，避免油类物质进入水体。	（1）施工废水经收集、沉砂、澄清处理后回用，不外排。 （2）输电线路施工人员临时租用附近村庄民房或工屋，不单独设置施工营地，生活污水利用当地污水处理系统进行处理。 （3）施工期间已禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，加强了含油设施	（1）工程施工结束后，建设单位必须组织和督促施工单位再次清理施工场地，做到“工完、料尽、场地清”。	根据现场调查，项目施工期未出现废水外排的情况，未对水环境造成较大影响，同时未收到环保投诉。

				（4）施工现场如使用带油料的机械器具，应采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，防止对土壤和水体造成污染。 （5）架线施工时，提前选好牵张场，确定牵、张机及吊车等大型机具和线材的摆放位置，对机具和材料的摆放位置范围铺设草垫或棕垫以及枕木，防止机具、材料的碾压而破坏地表植被。 （6）优化施工工艺，合理、科学施工，如架线时采用较先进的方式进行，尽量减少树木的砍伐量，减少地表扰动和植被破坏范围，有效控制可能造成的水土流失。 （7）工程施工结束后，建设单位必须组织和督促施工单位再次清理施工场地，残余建筑垃圾或生活垃圾等固体废物不得堆存水源保护区内，集中处置，做到“工完、料尽、场地清”，严禁随意在水源保护区内炙存、堆放或填埋。 （8）施工结束后，对塔基区、牵张场、临时施工道路等区域采取种植乔灌草或撒播草籽的方式进行植被恢复，所选用的树种和草种以当地的乡土植被为宜。 （9）施工单位做好施工场地周边的拦挡措施，避开雨季土石方作业。 （10）施工单位落实文明施工原则，并加强施工废污水管理，施工期废污水全部按要求进行处理和回用，禁止外排；施工过程中严格按照《中华人民共和国水污染防治法》和本工程水土保持的要求进行施工。 （11）施工场地远离水体，采用临时防护栏、彩带等材料先将塔基施工所需范围进行临时围栏，严格限制施工活动范围，设置施工活动的警示牌，标明施工注意事项。	的管理，严禁在水体及其附近冲洗含油器械及车辆，避免油类物质进入水体。 （4）施工期间使用的带油机械器具已采取相应措施防止跑冒、冒、滴、漏，未对土壤及水体造成污染。 （5）已优化了施工工艺，合理、科学施工。 （6）已避开了雨季土石方作业。 （7）施工单位已加强了废污水管理，施工期污水全部回用，不外排；施工过程中严格按照《中华人民共和国水污染防治法》和本工程水土保持的要求进行施工。 （8）临时施工场地布置于塔基处，离水体距离较远，并设置临时围栏，严格限制施工活动范围，设置了施工活动的警示牌，标明施工注意事项。	（2）对塔基区、牵张场、临时施工道路等区域采取种植乔灌草或撒播草籽的方式进行植被恢复。	
			固废	（1）新建输电线路塔基开挖多余土方在塔基征地范围内进行平整，同时在表面进行绿化恢复。 （2）明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别收集存放，及时清运。生活垃圾实行袋装化，封闭贮存；建筑垃圾分类堆存，并采取必要的防护措施（防雨、防扬尘等）。	生活垃圾经收集收集后，在下班离场随车清运出施工场地，并入附近村生活垃圾统一处置；建筑垃圾由建设单位统一处置	无	根据现场勘察，未发现生活垃圾及建筑垃圾等固体废物散落现象

				（3）施工结束后对施工区域再次进行清理，做到“工完、料尽、场地清”。		
			电磁	（1）输电线路在交叉跨越时对地距离，在严格按照《110kV～750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）进行设计：输电线路下导线与居民区地面的距离应不小于7.0m，与非居民区地面的距离应不小于6.0m； （2）在施工设计阶段应进一步优化线路路径，尽量避免跨越居民房屋； （3）建设单位应在危险位置建立各种警告、防护标识。避免意外事故。对当地群众进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我防护意识，减少在高压走廊内的停留时间； （4）对居民加强电磁环境宣传解释工作，减少居民对电磁环境的恐慌。	（1）施工过程种已严格按照《110kV～750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）进行设计。 （2）本工程线路路径已进行优化，未跨越居民房屋。 （3）本工程已在线路危险位置了设置安全警示标志及防护标识。 （4）施工期已对线路周边群众进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。	无	项目导线设置通过居民区最小距离7m的要求，交叉跨越公路时垂直距离超过7.0m，交叉跨越弱电线路垂直距离3.0，均能达到《110~750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中的要求。经过预测，能够满足电磁要求。

六、生态环境保护措施监督检查清单

内容 要素	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
陆生生态	**（1）土地占用保护措施** ①建议建设单位以合同形式要求施工单位在施工过程中必须按照设计要求，严格控制开挖范围及开挖量，输电线路施工限制在事先划定的施工区内。 ②优化塔基布置，输电线路塔基尽量避开农田、耕地，确实无法避让的，应尽量布置在农田、耕地边角处，减少对农业耕作的影响。 ③优化施工方案，减少临时占地占用的农田、耕地面积，必要时用彩条布、钢板等隔离，减少对农田、耕地的耕作层土壤的扰动和破坏。 ④工程施工完成后，应及早清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复。 ⑤施工临时道路尽可能利用机耕路、林区小路等现有道路，新建临时道路严格控制道路宽度，减少临时工程对生态环境的影响。 **（2）植被保护措施** ①输电线路塔基施工时，建设单位划定施工活动范围，避免对周边区域植被造成破坏。 ②塔基施工开挖时分层开挖，分层堆放，注意表土保护，施工结束后按原土层顺序分层回填，以利于后期植被恢复。 ③对线路沿线经过的林带，采取高跨方式通过，严禁砍伐通道；输电线路采用先进的架线工艺，如飞艇、动力伞或无人机等展放线，减少对线路走廊下方植被的破坏。 ④施工结束后，清理施工场地，及时清理残留在原场地的混凝土、土石方，并对施工扰动区域进行复耕或进行植被恢复。 ⑤输电线路无法避让集中林区时，采取了控制导线高度设计，减少林木砍伐，保护生态环境。 ⑥施工期临时用地进行永临结合，优先利用荒地、劣地。 ⑦施工占用耕地、林地，做好表土剥离、分类存放和回填利用。 **（3）动物保护措施**	（1）施工期的各项陆生生态环境保护措施应按照环境影响评价文件及批复要求落实到位。 (2)不造成大面积林木破坏，施工迹地进行植被恢复，恢复原有用地功能，不对保护动植物造成破坏，未造成水土流失现象。	（1）强化对设备检修维护人员的生态保护意识教育，加强管理，禁止滥采滥伐和捕猎野生动物，避免因此导致的沿线自然植被破坏和野生动物的影响； （2）按设计要求进一步完善水土保持等各项工程措施、植物措施和生态修复措施，对施工便道、牵张场地实施生态恢复； （3）定期对线路沿线生态保护和防护措施及设施进行检查，跟踪生态保护与恢复效果，以便及时采取后续措施。 （4）严格按规范修剪线下树木，严禁过度砍伐和乱砍乱伐。	禁止运行维护人员破坏工程周边区域的动植物及生态环境。

	①加强施工人员的环境保护教育，提高施工人员和相关管理人员的环保意识，严禁出现随意捕杀野生动物的行为。 ②采用低噪声的机械等施工设备，禁止随意大声喧哗等高噪声的活动，减少施工活动噪声对野生动物的驱赶效应。 ③尽量利用原有田间道路、机耕路等现有道路作为施工道路，减小施工道路开辟对野生动物生活环境的破坏范围和强度。 ④施工结束后，尽快清理施工场地，及时清理残留在原场地的混凝土、土石方，并对施工扰动区域进行复耕或进行植被恢复。 **（4）水土保持措施** 输电线路因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，减少土石方开挖。 ①塔基区：斜坡上的塔基设置浆砌毛石排洪沟，塔基区永久占地中的可恢复植被面积区域进行撒草绿化措施，草种选择狗牙根（生长能力强适应范围广） ②施工场地：施工场地区临时占用耕地的区域覆土后进行复耕，设置临时拦挡：塔腿下坡侧设置编织袋装土临时挡墙，形成临时防护，防止渣土溜坡。塔基建设开挖时产生的临时堆土应及时苫盖。 ③牵张场、索道施工场、人抬道路：牵张场、索道施工场、人抬道路区临时占用耕地的区域覆土后进行复耕，占用林地、草地的区域覆土后进行撒草绿化，草种选择生产能力强、适应范围广的狗牙根。			
水生生态	/	/	/	/
地表水环境	（1）施工场地四周应修建截水排水沟，并在出口设置沉砂池和拦砂网，将含泥沙的雨水、泥浆经沉砂池沉淀后回用于施工路段路面洒水、施工环节等。 （2）输电线路施工人员临时租用附近村庄民房或工屋，不单独设置施工营地，生活污水利用当地污水处理系统进行处理。 （3）施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣。应加强对含油设施（包括车辆和线路施工设备）的管理，严禁在水体及其附近冲洗含油器械及车辆，避免油类物质进入水体。	（1）施工期的各项地表水环境保护措施应按照环境影响评价文件及批复要求落实到位。 （2）施工废水和生活污水不外排，对水环境无影响，无扰民纠纷和投诉现象发生。	/	/

	（4）施工现场如使用带油料的机械器具，应采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，防止对土壤和水体造成污染。 （5）架线施工时，提前选好牵张场，确定牵、张机及吊车等大型机具和线材的摆放位置，对机具和材料的摆放位置范围铺设草垫或棕垫以及枕木，防止机具、材料的碾压而破坏地表植被。 （6）优化施工工艺，合理、科学施工，如架线时采用较先进的方式进行，尽量减少树木的砍伐量，减少地表扰动和植被破坏范围，有效控制可能造成的水土流失。 （7）工程施工结束后，建设单位必须组织和督促施工单位再次清理施工场地，残余建筑垃圾或生活垃圾等固体废物不得堆存水源保护区内，集中处置，做到“工完、料尽、场地清”，严禁随意在水源保护区内炙存、堆放或填埋。 （8）施工结束后，对塔基区、牵张场、临时施工道路等区域采取种植乔灌草或撒播草籽的方式进行植被恢复，所选用的树种和草种以当地的乡土植被为宜。 （9）施工单位做好施工场地周边的拦挡措施，避开雨季土石方作业。 （10）施工单位落实文明施工原则，并加强施工废污水管理，施工期废污水全部按要求进行处理和回用，禁止外排。 （11）施工场地远离水体，采用临时防护栏、彩带等材料先将塔基施工所需范围进行临时围栏，严格限制施工活动范围，设置施工活动的警示牌，标明施工注意事项。			
地下水及土壤环境	/	/	/	/
声环境	（1）要求施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受生态环境部门的监督管理。 （2）施工单位应采用噪声水平满足国家相应标准的施工机械设备，并在施工场周围设置围挡设施以减小施工噪声影响。 （3）优化施工方案，产生高噪声影响的施工作业安排在白天进行，合理安排	满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准。对施工厂界噪声控制，不产生噪声扰民现象，无噪声投诉现象发生。	（1）线路设备采购时，应选择表面光滑的导线，毛刺较少的设备，以减小线路在运行时产生的噪声。 （2）合理选择导线截面和相	输电线路沿线声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应功能区标准限值要求。

	工期，施工应尽量安排在白天进行。 （4）加强施工车辆在施工区附近的交通管理，当车辆途经附近居民点时，限速行驶、不高音鸣号，以减少施工车辆行驶对沿途居民点的噪声影响。		导线结构，以降低线路的电晕噪声水平，确保线路沿线各声环境敏感目标的环境噪声满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中相应功能区标准限值要求。 （3）加强线路沿线巡查与宣传，确保线路电力保护区范围内不新增住房、学校、幼儿园、医院、厂房等环境敏感目标，避免环境纠纷。	
振动	/	/	/	/
大气环境	（1）施工单位应文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作。 （2）施工产生的建筑垃圾等要合理堆放，应定期清运。 （3）车辆运输变电站及输电线路施工产生的多余土方或散体材料时，必须密闭、包扎、覆盖，避免沿途漏撒，并且在规定的时间内按指定路段行驶，控制扬尘污染。 （4）加强材料转运与使用的管理，合理装卸，规范操作。 （5）输电线路附近的道路在车辆进出时洒水，保持湿润，减少或避免产生扬尘。 （6）临时堆土应及时苫盖、干燥天气下易起尘的裸露土地及时洒水抑尘。	线路施工场地无可见扬尘，满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中表 2 无组织排放限值要求；施工期的各项大气环境保护措施应按照环境影响评价文件及批复要求落实到位；合理设置抑尘措施，施工期间不造成大气污染，也无扰民纷和投诉现象发生。	/	/
固体废物	（1）架空线路基础开挖产生的余土分别在各塔基占地范围内就地回填压实、综合利用；塔基施工剥离表土按规范要求集中堆放，施工完毕后用于复垦或植被恢复。 （2）明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别收集存放，及时清运。生活垃圾实行袋装化，封闭贮存；建筑垃圾分类堆存，并采取必要的防护措施（防雨、防扬尘等）。 （3）施工结束后对施工区域再次进行	固体废弃物收集处置率达到 100%。	更换的废旧绝缘子串、电气设备由建设单位物资部门回收处理，不得随意丢弃。	固体废弃物收集处置率达到 100%。

	清理，做到“工完、料尽、场地清”			
电磁环境	（1）输电线路在交叉跨越时对地距离，在严格按照《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）进行设计的基础上，根据预测分析得到：输电线路下导线与居民区地面的距离应不小于 7.0m，与非居民区地面的距离应不小于 6.0m； 在施工设计阶段应进一步优化线路路径，尽量避免跨越居民房屋； （3）建设单位应在危险位置建立各种警告、防护标识。避免意外事故。对当地群众进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我防护意识，减少在高压走廊内的停留时间； （4）对居民加强电磁环境宣传解释工作，减少居民对电磁环境的恐慌。	线路经过不同地区时导线对地距离、交叉跨越距离符合《110kV~750kV 架空送电线路设计技术规程》(GB50545-2010)要求，确保输电线路附近环境保护目标的电磁环境影响达到《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)中工频电场强度公众曝露控制限值 4kV/m 和工频磁感应强度公众曝露控制限值 100μT 的要求。	线高度达到设计规范要求；制定安全操作规程，加强职工安全教育，加强电磁水平监测；对员工进行电磁环境影响基础知识培训；线路杆塔上设置警示标志，线路及杆塔下方严禁长时间停留；线路廊道征地范围内禁止新建任何建筑物。	本工程架空线路下工频电场强度、工频磁感应强度均分别满足 4kV/m、100μT 的标准限值要求；输电线路沿线的电磁环境敏感目标处的工频电场强度、工频磁感应强度均分别满足 4000V/m、100μT 的标准限值要求。
环境风险	/	/	/	/
环境监测	/	/	（1）试运行期间结合竣工环境保护验收监测一次。 （2）运行期间存在投诉或纠纷时进行（3）例行环境监测计划或生态环境主管部门要求时进行监测。	按环境监测计划开展环境监测。
其他	1、竣工环保验收 根据《建设项目环境保护管理条例》，项目的建设应执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运营前，建设单位应组织竣工环境保护验收，“建设项目竣工环境保护验收调查报告表”主要内容应包括： (1)实际工程内容及变动情况。 (2)环境保护目标基本情况及变动情况 (3)环境影响报告表及批复提出的环保措施及设施落实情况。 (4)环境质量和环境监测因子达标情况。 (5)环境管理与监测计划落实情况。 (6)环境保护投资落实情况。			

七、结论

华能元谋虎溪村光伏电站 110kV 联络线工程主要工程区域及评价范围内水、气、声、生态、电磁环境质量现状较好，没有制约本工程建设环境要素。本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（自 2024 年 2 月 1 日起施行）中第一类鼓励类（电力-电网改造与建设，增量配电网建设）项目，符合国家产业政策；本工程选线不涉及生态红线、永久基本农田、自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等环境敏感区域，工程施工期的环境影响较小，对工程运营期可能产生的工频电场、工频磁场和噪声等主要环境影响，可采取相应环保措施予以缓解或消除。在落实《报告表》中提出的各项环保措施和严格实施“三同时”制度后，本项目产生的工频电场强度、工频磁感应强度、噪声等能满足国家相关标准要求，对环境污染和生态破坏程度可以接受。从环保角度分析，该项目建设可行。

华能元谋虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程

电磁环境影响专题评价报告

编制单位：云南纳智环保科技有限公司

编制日期：2025 年 5 月

目录

1. 前言 1
2. 总则 4
2.1. 编制依据 4
2.2. 评价因子 4
2.3. 评价等级 4
2.4. 评价范围 5
2.5. 评价标准 5
2.6. 评价方法 5
2.7. 电磁环境敏感目标 6
3. 电磁环境质量现状监测与评价 7
3.1. 监测布点原则 7
3.2. 监测布点 7
3.3. 监测时间、监测频次、监测单位和运行工况 7
3.4. 监测方法 8
3.5. 监测仪器 8
3.6. 监测质量保证措施 8
3.7. 现状监测结果 8
3.8. 现状监测结果分析 9
4. 电磁环境影响预测与评价 10
4.1. 架空输电线路电磁环境影响理论预测分析 10
4.1.1. 预测模式 10
4.1.2. 预测内容及参数 15
4.1.3. 预测结果 17
4.1.4. 分析与评价 25
4.2. 电磁环境达标控制要求 26
4.3. 电磁环境保护措施 26
4.4. 电磁环境监测 26
4.4.1. 监测点位布设 27

4.4.2. 监测因子及频次 27
4.4.3. 监测技术要求 27
5. 电磁环境影响评价综合结论 28

1. 前言

根据云南省发展和改革委员会、云南省能源局发布的“云能源水电【2020】153 号”文，“十三五”以来云南省绿色能源产业发展取得了巨大成就，但云南省电力供需的结构性矛盾十分突出，2023 年云南省将出现阶段性电力缺口。在适宜地区适度开发利用风电及光伏发电项目可有效缓解汛枯矛盾，确保能源供给安全，进一步加快云南省能源产业结构优化升级，促进清洁能源绿色高质量发展。

综上，本项目为输电线路建设项目，符合云南省能源产业发展战略、电力发展中长期规划，另外项目的建设有利于缓解元谋县电力供需矛盾，本工程建设主要为满足华能元谋虎溪村光伏电站的电力送出和消纳，提高云南省电力保障能力，改善全省电源结构。因此，配套建设本工程是必要的。项目建设对完善全省电网、改善区域条件、促进沿线地区经济社会协调发展具有重要作用。

本项目位于元谋县物茂乡，建设内容为：新建单回 110kV 线路起于华能元谋虎溪村光伏电站升压站（东经 101°44'43.329"，北纬 25°54'46.860"），止于多竹箐 220kv 升压站北侧的 110kV 侧构架（东经 101°45'40.272"，北纬 25°51'30.068"）。项目主要包括塔基建设和线路布设，本项目建设只需将线路接入升压站已预留的间隔，增加相应的电气设备（升压站建设时已规划留有间隔，本次不新增扰动面积）。本项目线路路径长约 6.95km，采用单回路架设，导线排列方式采用三角形排列，共新建铁塔 20 基，其中直线塔 11 基，耐张塔 9 基。。工程为线性工程，总体走向为南北向。本项目线路概况及主要技术指标见表 1-1、1-2。

表 1-1　华能元谋虎溪村光伏电站项目 110kV 站点联络线线路工程概况表

线路 项目		华能元谋虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程
架空线路		
1	起止点	起于 110kV 虎溪升压站，迄于 220kV 多竹箐升压站北侧的 110kV 构架
2	电压等级	110kV
3	回路数	单回路架设
4	线路长度（km）	6.95km
5	曲折系数	1.2
6	海拔高度	1100-1500m
7	设计气象条件	按 5mm 冰厚，25m/s 基本风速设计

8	导线型号	全线采用 JNRLH1/G1A-240/30 耐热铝合金导线。
9	地线型号	两根 24 芯 OPGW 光缆。
10	地线接地设计	地线按直接接地设计
11	塔基数（个）	20
12	导、地线换位	导地线均不换位。
13	导线排列方式	采用三角形排列。
14	沿线地形比例	平地 10%，山地 90%；线路均按 C 级污区配置。
15	绝缘水平	悬垂串、耐张串、跳线串采用 70kN 单、双串钢化玻璃绝缘子；悬垂串：1×8×U70BLP-1；2×8×U70BLP-1（重要交叉跨越及大档距）； 耐张串：1×9×U70BLP-1； （龙门架档）：2×9×U70BLP-1； 跳线串：2×8×U70BLP-1。
16	铁塔	为满足本工程地形需要，本工程采用南方电网公司 110kV～500kV 输电线路 杆塔标准设计 1B1Y1 模块，该子模块 3 种直线塔，4 种耐张塔，模块共计 7 种塔型：11B1Y1-J1、1B1Y1-J2、1B1Y1-J3、1B1Y1-J4、1B1Y1-ZM1、1B1Y1-ZM2、1B1Y1-ZM3，均为三角型排列铁塔，直线塔、耐张塔均按全方位长短腿设计。
17	基础	采用掏挖和人工挖孔桩基础。

表 1-2　本项目主要技术指标一览表

序号	项目	单位	指标
1	导线	kg/km	3419.325
2	OPG 光缆	kg/km	1209.6（双光缆）
3	绝缘子	片/km	227
4	金具	kg/km	2746.74
5	接地	kg/km	545.6
6	接地模块	块 /km	14.45
6 7	铁塔钢材	t /km	16.753
	基础钢材	t /km	3.13
8	混凝土(不含护壁)	m^3/km	162.67

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等的规定，建设项目应开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，项目 110kV 线路属于“五十五、核与辐射”第 161 小类“输变电工程”，应编制环境影响报告表。根据《环境影响评价技术导则 输变电》

（HJ24-2020），报告表“应设电磁环境影响专题评价，其评价等级、评价内容与格式按照本标准有关电磁环境影响评价要求进行”。

受华能新能源（元谋）有限公司的委托，云南纳智环保科技有限公司（以下简称“我公司”）承担了“华能元谋虎溪村光伏电站项目 110 千伏站点联络线线路工程”的环境影响评价工作，委托书详见附件 1。接受委托后，我单位组织相关技术人员对建设地进行了详细现场踏勘和调查，并收集了相关资料。通过查阅相关资料及现场调查，本项目于 2024 年 3 月 1 日开始建设，于 2024 年 6 月 20 日建设完工，属于“未批先建”项目。项目于 2025 年 3 月 11 日收到楚雄彝族自治州生态环境局行政处罚告知书，建设单位已按处罚决定书上相关要求缴纳了罚款（详见附件 16）。2025 年 4 月，我单位在现场踏勘、收集资料等工作基础上，掌握了充分的第一手资料，并对资料和数据进行了细致的分析研究后，对工程建成运营后产生的工频电场强度、工频磁感应强度等污染因素对环境的影响进行了预测评价，根据项目特点提出了相应的环境保护措施。在此基础上，从环保角度论证了本项目的可行性，并编制完成了《华能元谋虎溪村光伏电站 110kV 联络线工程电磁环境影响专项评价》。供建设单位上报审查。

本专项对项目所在区域的工频电场强度、工频磁感应强度现状进行了实测，预测和分析评价了本项目建成后产生的工频电场强度、工频磁感应强度对环境的影响，从电磁环境影响角度论证了本项目建设的可行性，提出预防措施。

2. 总则

2.1. 编制依据

（1）相关法律法规

①《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）；

②《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）；

③《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 修正版）；

④《电力设施保护条例》（中华人民共和国国务院令第 588 号）。

（2）技术规范

①《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

②《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）；

③《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020)；

④《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）；

⑤《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）；

⑥《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ 705-2020）。

（3）设计规程、规范

①《输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》(DL/T5033-2006)；

②《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T5154-2012）；

③《110kV~750kV 架空输电线路设计技术规范》（GB50545-2010）；

④《交流电气装置的接地》（GB/T50068-2011）。

2.2. 评价因子

本工程建设期间无电磁环境影响。根据工程所在地环境特征、环境影响因素识别结果，确定项目电磁环境评价因子见表 2-1。

表 2-1 电磁环境公众曝露控制限值

时段	环境要素	评价因子	
		现状评价因子	预测评价因子
运营期	电磁环境影响	工频电场强度（V/m） 工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m） 工频磁感应强度（μT）

2.3. 评价等级

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）可知，电磁环境评价工作等级划分见表 2-2。

表 4-2　电磁环境评价工作等级划分表

分类	电压等级	工程	条件	评价等级
交流	220kV	变电站	户内式、地下式	三级
			户外式	二级
		输电线路	1、地下电缆；2、边导线地面投影外两侧各 15m 范围内无电磁环境敏感目标的架空线路	三级
			边导线地面投影外两侧各 15m 范围有电磁环境敏感目标的架空线路	二级
	110kV	变电站	户内式、地下式	三级
			户外式	二级
		输电线路	1、地下电缆；2、边导线地面投影外两侧各 10m 范围内无电磁环境敏感目标的架空线路	三级
			边导线地面投影外两侧各 10m 范围有电磁环境敏感目标的架空线路	二级

本项目 110kV 输电线路地面投影外两侧 10m 范围无电磁环境敏感目标，输电线路电磁环境评价等级为三级。

2.4. 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），本工程电磁环境评价范围为：110kV 架空线路边导线地面投影外两侧各 30m 范围内。

2.5. 评价标准

本项目工频电场强度、工频磁感应强度公众曝露控制限值按照《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）执行，本项目 110kV 线路工程交流电频率为 50Hz（f=0.05kHz），标准值见表 2-3。

表 2-3　电磁环境公众曝露控制限值

频率范围	电场强度 E（V/m）	磁感应强度 B(μT）
0.025kHz~ 1.2kHz	200/f	5/f
输电线路工作频率（0.05kHz）	4000V/m（4kV/m）	100μT（0.1mT）
注：1、频率 f 的取值为 0.05kHz；2、架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。		

①工频电场：以 4000V/m 作为工频电场强度公众曝露控制限值；架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。

②工频磁场：以 100μT 作为工频磁感应强度公众曝露控制限值。

2.6. 评价方法

本项目 110kV 输电线路属于三级评价，根据《环境影响评价技术导则输变

电》（HJ24-2020）中 4.10.3 三级评价的基本要求：对于输电线路，其评价范围内具有代表性的电磁环境敏感目标的电磁环境现状应实测，非电磁环境敏感目标处的典型线位电磁环境现状可实测，也可利用评价范围内已有的最近 3 年内的电磁环境现状监测资料，并对电磁环境现状进行评价。电磁环境影响预测一般采用模式预测的方式，输电线路为地下电缆时，可采用类比监测的方式。

对于变电站、换流站、开关站、串补站，其评价范围内临近各侧站界的电磁环境敏感目标的电磁环境现状应实测，站界电磁环境现状可实测，也可利用已有的最近 3 年内的电磁环境现状监测资料，并对电磁环境现状进行评价。电磁环境影响预测应采用类比监测的方式。

本次环评 110kV 输电线路电磁环境现状采用实测及引用现有电磁环境现状监测数据进行评价；运营期输电线路电磁环境影响预测采用《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）附录 C、D 推荐的计算模式对输电线路的工频电场、磁场进行模式计算预测和类比监测结合的方式，并根据评价标准进行评价。

2.7. 电磁环境敏感目标

本项目输电线路路径选定时已尽量避让沿线村庄等居民聚居地，根据现场踏勘、调查，本项目电磁环境评价范围内没有住宅、学校、医院、办公楼、工厂等有公众居住、工作或学习的建筑物，因此，本项目无电磁环境敏感目标。

3. 电磁环境质量现状监测与评价

3.1. 监测布点原则

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中 6.3.2 监测点位及布点方法，监测点位包括电磁环境敏感目标、输电线路路径和站址。

电磁环境敏感目标的布点方法以定点监测为主；对于无电磁环境敏感目标的输电线路，需对沿线电磁环境现状进行监测，尽量沿线路路径均匀布点，兼顾行政区、环境特征及各子工程的代表性；站址的布点方法以围墙四周均匀布点为主，如新建站址附近无其他电磁设施，可在站址中心布点监测。

3.2. 监测布点

根据现状调查，本次线路工程评价范围内无电磁环境保护目标。为充分了解本项目沿线各区域电磁环境质量现状，本次评价收集了“华能元谋多竹箐光伏电站（变更）项目”新建升压站站址处（线路终点）电磁环境现状监测数据（详见附件 11），并委托云南长源检测技术有限公司对本次线路 1 号塔基处（线路起点）进行了电磁环境现状监测（检测报告见附件 10）。本次评价监测点位及引用监测点位详见表 3-1。

表 3-1 电磁环境质量现状监测点位表

序号	监测对象	点位	执行标准	备注
1	项目 1 号塔基处 N1（起点）	本次线路 1 号塔基处（E：101.74536904，N：225.91300485）	《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中控制限值：即频率 50Hz 的电场强度公众曝露控制限值为 4000V/m、磁感应强度为 100μT；架空线路线下耕地、园地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其电场强度控制限值为 10kV/m。	本次监测点位
2	楚雄彝族自治州元谋县物茂乡 220kV 多竹箐升压站 N2（终点）	220kV 多竹箐升压站（E：101.759052180，N：25.860784434）		引用监测点位

3.3. 监测时间、监测频次、监测单位和运行工况

监测时间：2023 年 11 月 27 日。

监测频次：晴好天气下，昼间监测一次。

监测单位：云南长源环境检测技术有限公司。

3.4. 监测方法

（1）《环境影响评价技术导则—输变电工程》（HJ24-2020）；

（2）《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；

（3）《交流输变电工程电磁环境监测方法》（HJ681-2013）。

3.5. 监测仪器

电磁环境现状监测仪器见表3-2。

3-2　电磁环境现状监测仪器

检测类型	检测项目	检测方法及来源	主要仪器型号	最低检出限或范围
工频电磁场	工频电场	交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）HJ681-2013	手持式频谱仪 仪器编号：CY-XC088	/
	工频磁场			

3.6. 监测质量保证措施

（1）根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）制定监测方案及实施细则；

（2）严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作；

（3）监测仪器每年经计量部门检定后使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并对仪器进行校验；

（4）监测人员经考核并持有合格证书上岗；

（5）监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

（6）建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

（7）监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

3.7. 现状监测结果

本次评价电磁环境现状监测结果及引用监测结果见表3-3。

表3-3　各监测点位工频电场、工频磁场现状监测结果

序号	检测点位	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	备注

1	项目 1 号塔基处 N1（起点）	本次线路 1 号塔基处（E：101.74536904，N：225.91300485）	0.001	0.001	补充监测数据
2	220kV 多竹箐升压站 N2（终点）	220kV 多竹箐升压站（E：101.759052180，N：25.860784434）	0.002	0.002	引用监测数据

3.8. 现状监测结果分析

根据现状监测及引用监测数据分析，拟建 110kV 输电线路沿线各区域工频电场强度监测值范围为 0.001~0.002kV/m、工频磁感应强度监测值范围为 0.001~0.002μT，工频电场、工频磁场均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的公众曝露控制限值，综上，本次新建线路附近工频电场强度和工频磁感应强度均为正常本底水平。

4. 电磁环境影响预测与评价

本项目输电线路施工期没有电磁环境影响问题，运营期由于电流输送会产生电磁环境影响。电磁环境影响预测评价的因子为工频电场、工频磁场。本项目新建线路工程为架空输电线路，架空输电线路工频电场、工频磁场影响预测参照《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）附录 C、D 推荐的预测模式进行预测与评价。

4.1. 架空输电线路电磁环境影响理论预测分析

4.1.1. 预测模式

电线路产生的工频电场、工频磁场影响预测计算，根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）附录 C、D 推荐的计算模式进行。

以上计算方法适用于线路无限长而且平行于地面，由于任何线路长度都是有限的，并且有弧垂，因此需要做如下假设，设建设项目线路无限长，线路经过最大弧垂点平行于地面。这样计算出来的结果将比实际值大，对于衡量线路不超标是完全适用的，并据此指引线路的设计方案将是保守和安全的。具体计算方法如下：

（1）工频电场强度预测

高压输电线上的等效电荷是线电荷，由于高压输电线半径 r 远远小于架设高度 h，所以等效电荷的位置可以认为是在输电导线的几何中心。

设输电线路为无限长并且平行于地面，地面可视为良导体，利用镜像法计算输电线上的等效电荷。

为了计算多导线线路中导线上的等效电荷，可写出下列矩阵方程：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12}\cdots\lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22}\cdots\lambda_{2n} \\ \vdots & \\ \lambda_{n1} & \lambda_{n2}\cdots\lambda_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix}$$

式中：U—各导线对地电压的单列矩阵；

Q——各导线上等效电荷的单列矩阵；

λ——各导线的电位系数组成的 m 阶方阵（m 为导线数目）。

〔U〕矩阵可由输电线的电压和相位确定，从环境保护考虑以额定电压的 1.05 倍作为计算电压。

〔λ〕矩阵由镜像原理求得。地面为电位等于零的平面，地面的感应电荷可由对应地面导线的镜像电荷代替，用 i，j，…表示相互平行的实际导线，用 i′，j′，…表示它们的镜像，电位系数可写为：

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{2h_i}{R_i} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（C2）}$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{L'_{ij}}{L_{ij}} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（C3）}$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{ji} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（C4）}$$

式中：ε0——真空介电常数，$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi}\times 10^{-9} F/m$；

R_i——输电导线半径，对于分裂导线可用等效单根导线半径代入，R_i 的计算式为：

$$R_i = R \cdot \sqrt[n]{\frac{nr}{R}}$$

式中：R—分裂导线半径，m；

n—次导线根数；

r—次导线半径，m。

由[U]矩阵和[λ]矩阵，利用公式即可解出[Q]矩阵。

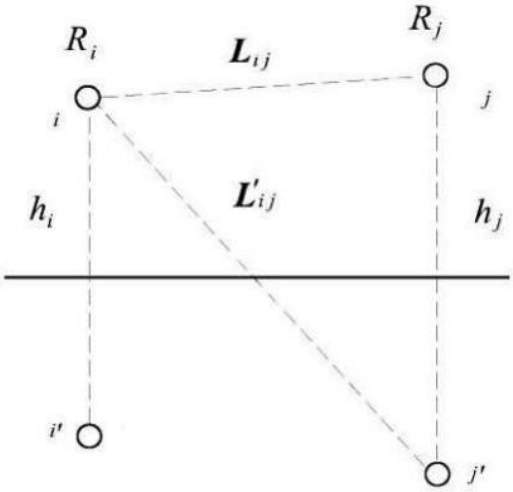


图 4-1　电位系数计算表图

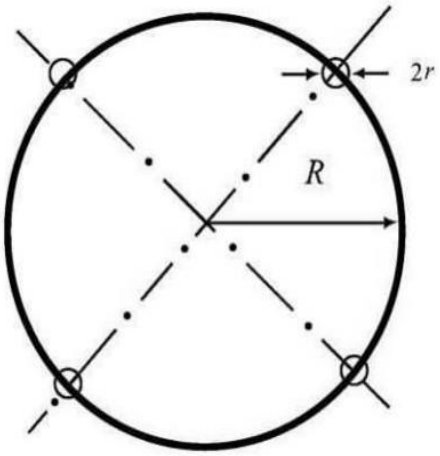


图 4-2　等效半径计算图

（2）计算由等效电荷产生的电场

为计算地面电场强度的最大值，通常取夏天满负荷有最大弧垂时导线的最小对地高度。因此，所计算的地面场强仅对档距中央一段（该处场强最大）是符合条件的。

当各导线单位长度的等效电荷量求出后，空间任意一点的电场强度可根据叠加原理计算得出，在（x，y）点的电场强度分量 E_x 和 E_y，可表示为：

$$E_x = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m} Q_i\left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2}\right)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m} Q_i\left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2}\right)$$

式中：x_i、y_i——导线 i 的坐标（i=1、2、……m）；

m——导线数目；

ε。——介电常数；

L_i、iL'——分别为导线 I 及镜像至计算点的距离。

对于三相交流线路，可根据求得的电荷计算空间任一点电场强度的水平和垂直分量为：

$$\overline{E_x} = \sum_{i=1}^{m} E_{ixR} + j\sum_{i=1}^{m} E_{ixI}$$

$$= E_{xR} + jE_{xI}$$

$$\overline{E_y} = \sum_{i=1}^{m} E_{iyR} + j\sum_{i=1}^{m} E_{iyI}$$

$$= E_{yR} + jE_{yI}$$

式中：ExR ————由各导线的实部电荷在该点产生场强的水平分量；

ExI ————由各导线的虚部电荷在该点产生场强的水平分量；

EyR ————由各导线的实部电荷在该点产生场强的垂直分量；

EyI ————由各导线的虚部电荷在该点产生场强的垂直分量。该点的合成的电场强度则为：

$$\overline{E} = (E_{xR} + jE_{xI})\overline{x} + (E_{yR} + jE_{yI})\overline{y}$$

$$= \overline{E_x} + \overline{E_y}$$

式中：

$$E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2}$$

$$E_y = \sqrt{E_{yR}^2 + E_{yI}^2}$$

（3）工频磁场预测模型

由于工频情况下电磁性能具有准静态特性，线路的磁场仅由电流产生。应用安培定律，将计算结果按矢量叠加，可得出导线周围的磁场强度。

和电场强度计算不同的是关于镜像导线的考虑，与导线所处高度相比这些镜像导线位于地下很深的距离 d：

$$d = 660\sqrt{\frac{\rho}{f}} \quad (\text{m})$$

式中：ρ —大地电阻率，Ω・m；

f—频率，Hz。

根据“国标大电网会议工作组推荐的方法计算同压送电线下空间工频磁场强度。导线下方 A 点处的磁场强度：

$$H=\frac{I}{2\pi\sqrt{h^2+L^2}}$$

式中：I——导线 i 中的电流值；

h——计算 A 点距导线的垂直高度；

L——计算 A 点距导线的水平距离。

本工程为三相线路，须考虑场强的合成，合成后的水平和垂直场强分别为：

$$H_x=H_{1x}+H_{2x}+H_{3x}$$
$$H_y=H_{1y}+H_{2y}+H_{3y}$$
$$H=\sqrt{H_x^2+H_y^2}$$

H_{1x}、H_{2x}、H_{3x} 为各相导线的场强的水平分量；

H_{1y}、H_{2y}、H_{3y} 为各相导线的场强的垂直分量；

H_x、H_y 为计算点处合成后的水平和垂直分量；

H 为计算点处综合磁场强度（*A/m*）。

对于三相线路，由相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都应分别考虑电流间的相角，按相位矢量来合成。合成的旋转矢量在空间的轨迹是一个椭圆。

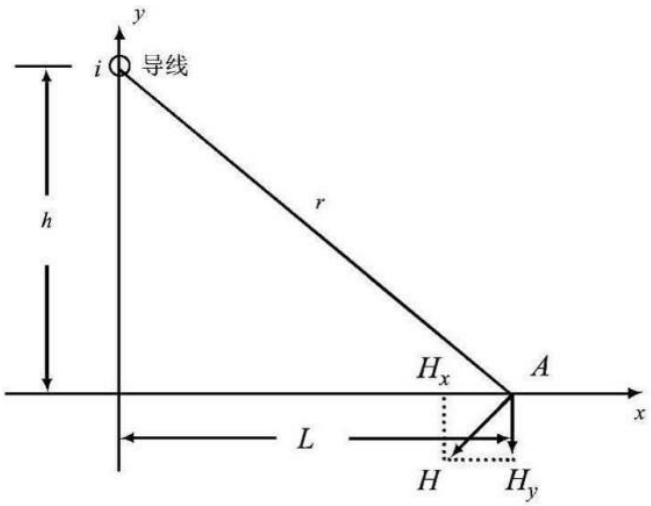


图4-3　磁场向量图

为了与环境标准相对应，需要将磁场强度转换为磁感应强度，转换公式为：

$$B=\mu H;$$

式中：B——磁感应强度；

H——磁场强度；

μ_0——常数，真空中磁导率（$\mu_0=4\pi\times10^{-7}$H/m）

4.1.2. 预测内容及参数

（1）预测内容

预测 110kV 单回线路工频电场强度、工频磁感应强度影响程度及范围。

（2）参数选取

导线：根据设计资料可知，本项目 110kV 线路工程全线采用的导线型号为 JNRLH1/G1A-240/30 耐热铝合金导线，导线截面 240mm^2。本次选用 JNRLH1/G1A-240/30 耐热铝合金导线对 110kV 线路进行预测。

典型塔型：输电线路运行产生的工频电场、工频磁场主要由架线形式、架设高度、相序、线间距、导线结构和额定工况等参数决定的。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）8.1.2.3“塔型选择时，可主要考虑线路经过居民区时的塔型，也可按保守原则选择电磁环境影响最大的塔型”，本环评按保守原则，选择电磁环境影响最大的杆塔进行电磁环境影响预测计算。根据验算可知，杆塔水平间距越大，电磁环境影响越大，由设计资料可知，本工程全线采用单回架设，并采用南方电网公司 110kV～500kV 输电线路 杆塔标准设计 1B1Y1 模块，该子模块 3 种直线塔，4 种耐张塔，模块共计 7 种塔型：11B1Y1-J1、1B1Y1-J2、1B1Y1-J3、1B1Y1-J4、1B1Y1-ZM1、1B1Y1-ZM2、1B1Y1-ZM3，均为三角型排列铁塔。因此本次预测选择 1B1Y1-J4 作为预测工频电场强度和工频磁感应强度的典型塔型。

导线对地高度：根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求，110kV 架空线路经过非居民区导线对地面的最小距离为 6.0m，110kV 架空线路经过居民区导线对地面的最小距离为 7.0m。

（3）预测方案

为保守分析本次 110kV 线路建成后电磁环境影响，本次预测方案包括：①线路通过非居民区，最小导线对地高度 6.0m、距离地面 1.5m 高度的电磁环境；②线路通过居民区，导线最小导线对地高度 7.0m、距离地面 1.5m、4.5m 高度的电磁环境。

预测参数具体预测参数见表 4-1。

表 4-1 本工程架空线路电磁预测参数

线路回路数	110kV 全线单回架设
杆塔型式	1B1Y1-J1、1B1Y1-J2、1B1Y1-J3、1B1Y1-J4、1B1Y1-ZM1、1B1Y1-ZM2、1B1Y1-ZM3
导线类型	JLRLH1/G1A-240/30
导线截面积（mm^2）	240（$r=\Pi r^2=8.74mm$）
预测电压	115.5kV（110×1.05）
电流	300A
分裂间距	\
分裂方式	单分裂
相序排列	B A　　C
一、底层导线对地最小距离	
非居民区（m）	6.0
预测点位高度（m）	1.5
居民区（m）	7.0
预测点位高度（m）	1.5（地面）/4.5（一层平顶房楼顶）

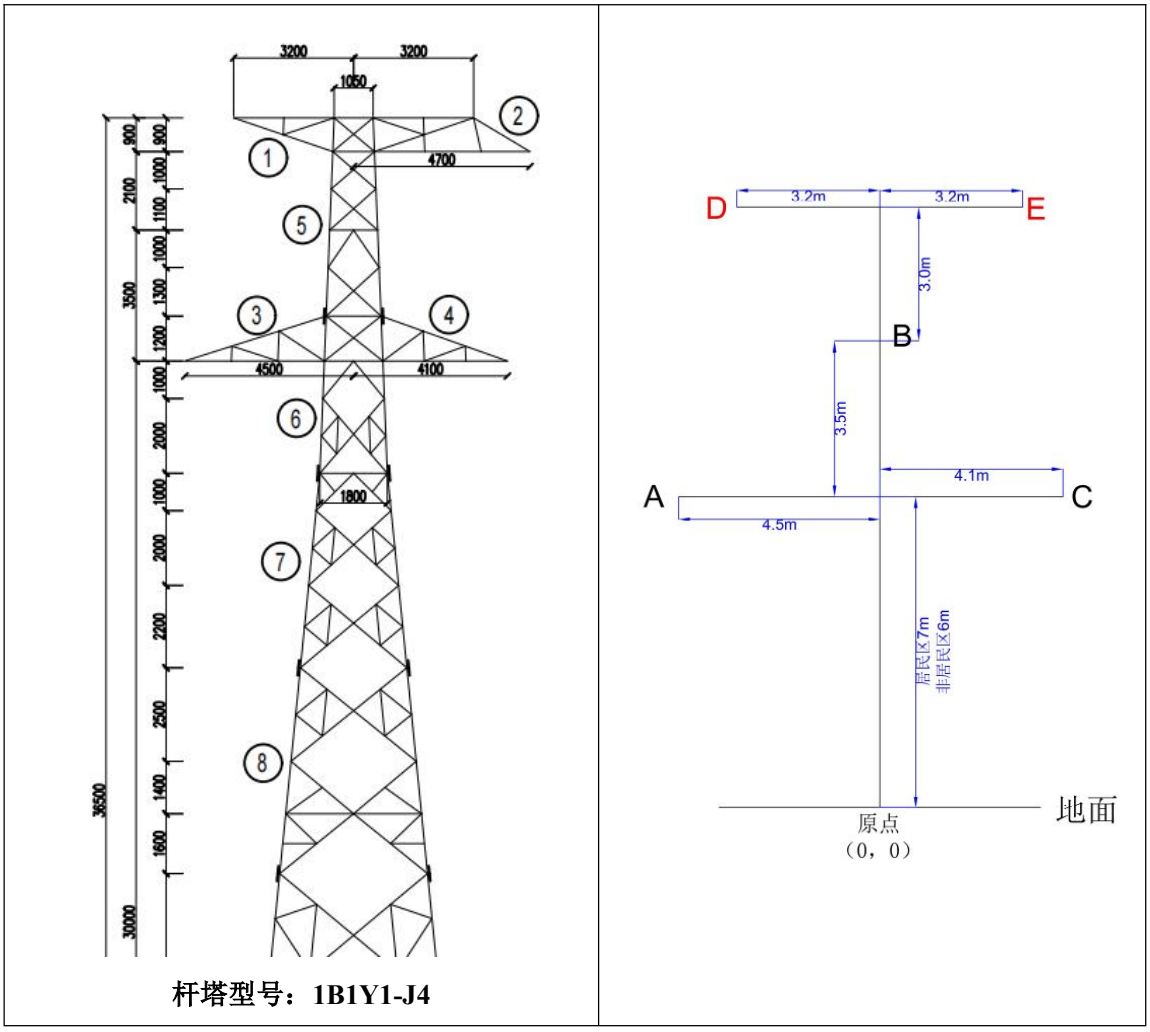


图 4-4　典型塔杆预测示意图

4.1.3. 预测结果

（1）电场强度预测结果

本工程线路采用典型塔型 1B1Y1-J4 运行时产生的电场强度进行预测，预测结果详见表 4-2、图 4-5~图 4-7。

表 4-2　110kV 单回线路（典型杆塔）工频电场强度预测结果表

项目 与线路关系		工频电场强度（kV/m）		
距线路中心距离（m）	距边相导线距离（m）	导线对地 6.0m 地面 1.5m	导线对地 7.0m 地面 1.5m	导线对地 7.0m 地面 4.5m
-34.5	边导线外 30	0.043	0.047	0.046
-33.5	边导线外 29	0.046	0.051	0.05
-32.5	边导线外 28	0.05	0.056	0.055
-31.5	边导线外 27	0.055	0.061	0.06
-30.5	边导线外 26	0.06	0.067	0.065

-29.5	边导线外 25	0.066	0.073	0.072
-28.5	边导线外 24	0.073	0.081	0.079
-27.5	边导线外 23	0.08	0.09	0.087
-26.5	边导线外 22	0.089	0.099	0.097
-25.5	边导线外 21	0.1	0.111	0.108
-24.5	边导线外 20	0.112	0.124	0.12
-23.5	边导线外 19	0.126	0.14	0.135
-22.5	边导线外 18	0.143	0.158	0.152
-21.5	边导线外 17	0.163	0.179	0.173
-20.5	边导线外 16	0.186	0.204	0.197
-19.5	边导线外 15	0.215	0.235	0.225
-18.5	边导线外 14	0.25	0.271	0.26
-17.5	边导线外 13	0.292	0.314	0.301
-16.5	边导线外 12	0.344	0.366	0.351
-15.5	边导线外 11	0.409	0.43	0.413
-14.5	边导线外 10	0.489	0.507	0.489
-13.5	边导线外 9	0.59	0.601	0.585
-12.5	边导线外 8	0.717	0.715	0.706
-11.5	边导线外 7	0.875	0.851	0.86
-10.5	边导线外 6	1.073	1.012	1.061
-9.5	边导线外 5	1.314	1.196	1.325
-8.5	边导线外 4	1.596	1.396	1.678
-7.5	边导线外 3	1.902	1.591	2.152
-6.5	边导线外 2	2.186	1.751	**2.765**
-5.5	边导线外 1	2.37	**1.83**	-
-4.5	边导线正下方	**2.366**	1.789	-
-3.5	边导线内	2.139	1.617	-
-2.5	边导线内	1.744	1.343	-
-1.5	边导线内	1.305	1.041	-
-0.5	边导线内	1.013	0.842	-
0	边导线内	0.998	0.83	-
1.1	边导线内	1.285	1.024	-
2.1	边导线内	1.718	1.32	-
3.1	边导线内	2.111	1.592	-
4.1	边导线正下方	2.337	1.764	-
5.1	边导线外 1	2.342	1.805	-
6.1	边导线外 2	2.159	1.727	2.74
7.1	边导线外 3	1.877	1.569	2.13
8.1	边导线外 4	1.573	1.374	1.658

9.1	边导线外 5	1.293	1.177	1.307
10.1	边导线外 6	1.054	0.994	1.044
11.1	边导线外 7	0.859	0.835	0.845
12.1	边导线外 8	0.702	0.7	0.693
13.1	边导线外 9	0.578	0.588	0.573
14.1	边导线外 10	0.478	0.496	0.479
15.1	边导线外 11	0.399	0.42	0.404
16.1	边导线外 12	0.336	0.357	0.343
17.1	边导线外 13	0.285	0.306	0.294
18.1	边导线外 14	0.243	0.263	0.253
19.1	边导线外 15	0.209	0.228	0.219
20.1	边导线外 16	0.181	0.199	0.191
21.1	边导线外 17	0.158	0.174	0.168
22.1	边导线外 18	0.139	0.153	0.148
23.1	边导线外 19	0.123	0.136	0.131
24.1	边导线外 20	0.109	0.121	0.117
25.1	边导线外 21	0.097	0.108	0.105
26.1	边导线外 22	0.087	0.097	0.094
27.1	边导线外 23	0.078	0.087	0.085
28.1	边导线外 24	0.071	0.079	0.077
29.1	边导线外 25	0.064	0.071	0.07
30.1	边导线外 26	0.058	0.065	0.063
31.1	边导线外 27	0.053	0.059	0.058
32.1	边导线外 28	0.049	0.054	0.053
33.1	边导线外 29	0.045	0.05	0.049
34.1	边导线外 30	0.041	0.046	0.045
最大值	/	**2.366**	**1.83**	**2.765**

注：根据设计规范，110kV 线路与建筑物之间的水平距离不得小于 2m，因此在线高同等高度的水平面附近边导线外 2m 范围内不允许存在居民类房屋等建构筑物，边导线外 2m 范围内预测结果无意义，上表中将该范围内的地面 4.5m 高度处（1 层平顶）的计算结果以“—”代替；为反映线路在居民区最小线路高度下的电磁环境影响水平，将地面处（1.5m 高）的计算结果全部列出。

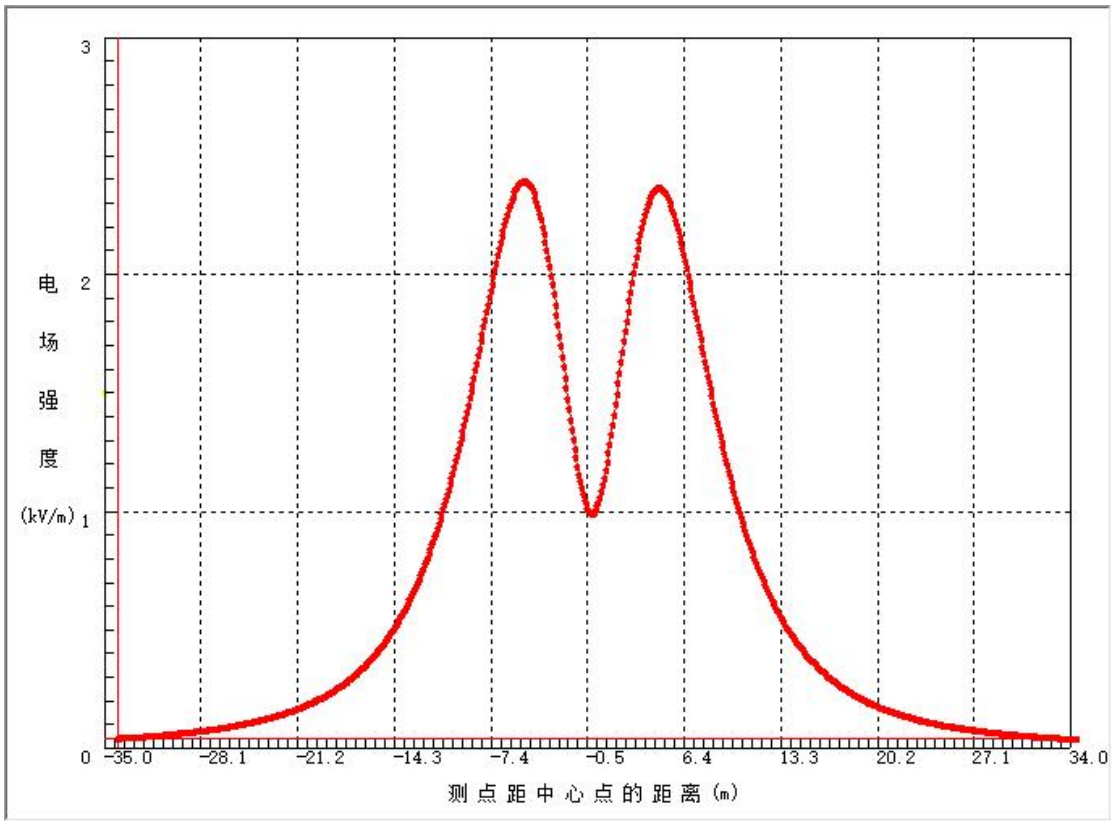


图 4-5　最低高度 6.0m 时线下 1.5m 处工频电场强度分布曲线

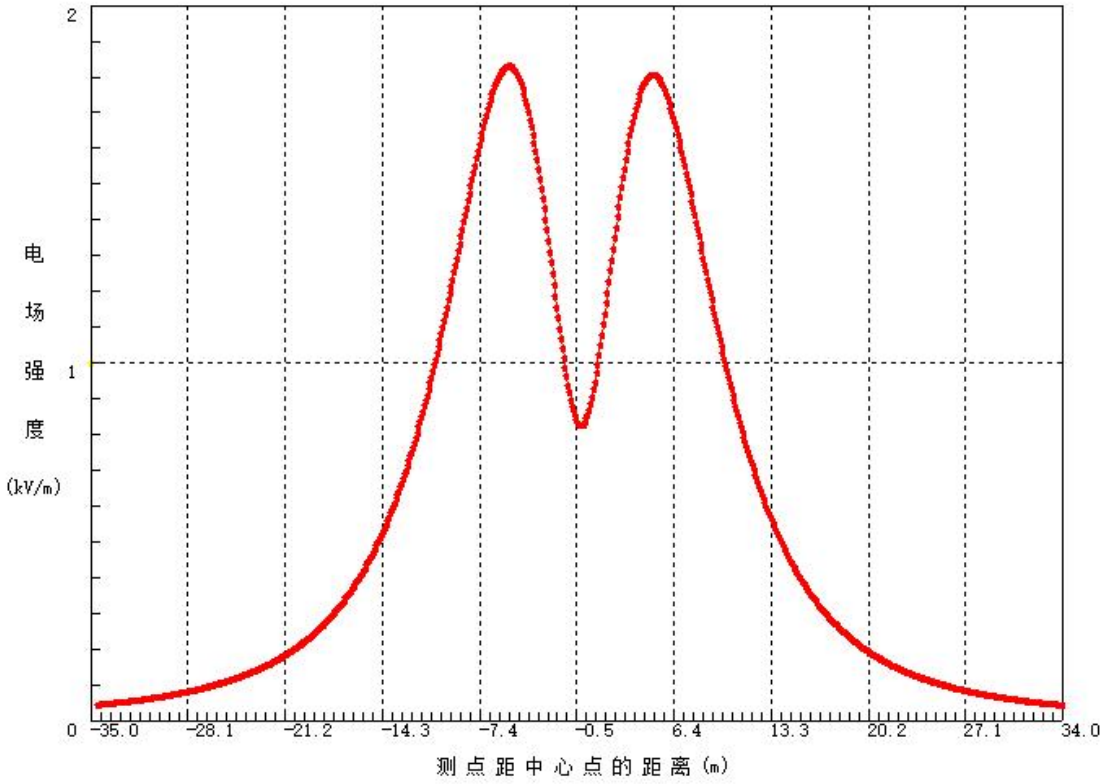


图 4-6　最低高度 7.0m 时线下 1.5m 处工频电场强度分布曲线

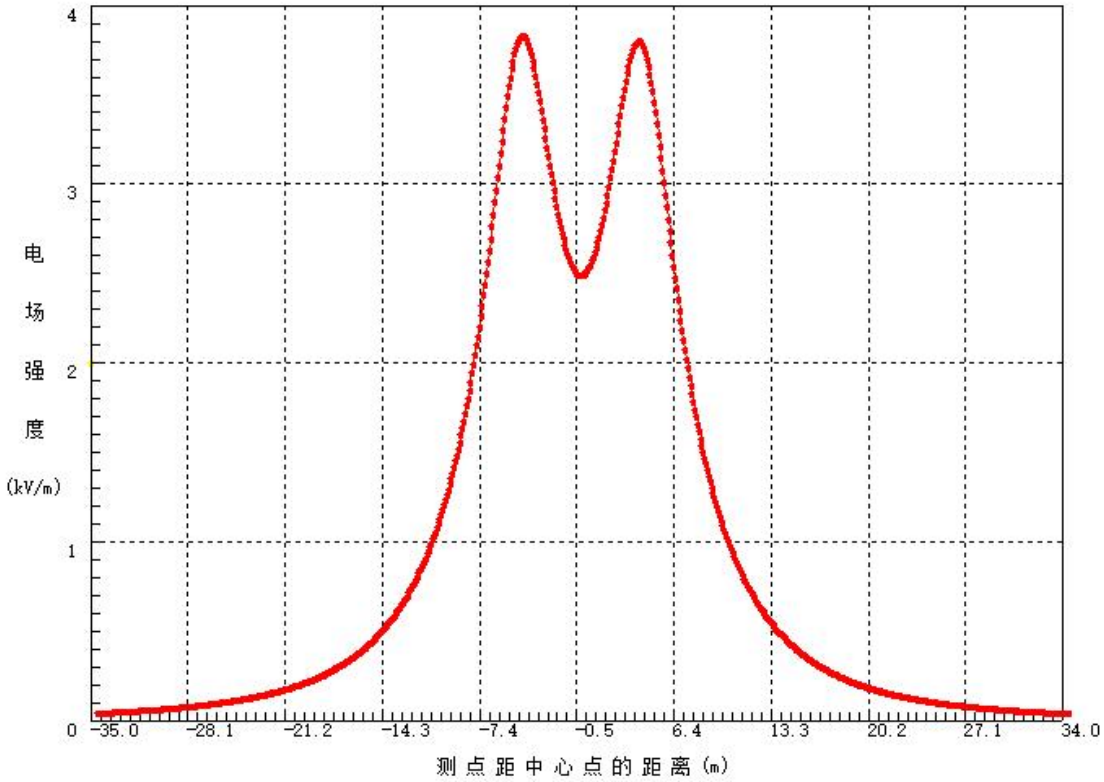


图 4-7　最低高度 7.0m 时线下 4.5m 处工频电场强度分布曲线

（2）磁场强度预测结果

本工程单回线路采用典型塔型 1B1Y1-J4 运行时产生的磁场强度进行预测，预测结果详见表 4-3、图 4-8~图 4-10。

表 4-3　110kV 单回线路（典型杆塔）磁场强度预测结果表

项目 / 与线路关系		磁场场强度（μT）		
距线路中心距离（m）	距边相导线距离（m）	导线对地 6.0m	导线对地 7.0m	导线对地 7.0m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m
-34.5	边导线外 30	3.045	3.031	3.067
-33.5	边导线外 29	3.138	3.122	3.162
-32.5	边导线外 28	3.236	3.219	3.262
-31.5	边导线外 27	3.341	3.322	3.37
-30.5	边导线外 26	3.453	3.431	3.485
-29.5	边导线外 25	3.572	3.549	3.607
-28.5	边导线外 24	3.701	3.674	3.74
-27.5	边导线外 23	3.838	3.809	3.882
-26.5	边导线外 22	3.987	3.953	4.036
-25.5	边导线外 21	4.147	4.109	4.202
-24.5	边导线外 20	4.321	4.278	4.384

-23.5	边导线外 19	4.51	4.461	4.582
-22.5	边导线外 18	4.716	4.66	4.799
-21.5	边导线外 17	4.942	4.877	5.039
-20.5	边导线外 16	5.191	5.115	5.304
-19.5	边导线外 15	5.465	5.377	5.599
-18.5	边导线外 14	5.77	5.665	5.931
-17.5	边导线外 13	6.111	5.985	6.305
-16.5	边导线外 12	6.493	6.34	6.732
-15.5	边导线外 11	6.923	6.736	7.222
-14.5	边导线外 10	7.412	7.179	7.792
-13.5	边导线外 9	7.969	7.675	8.462
-12.5	边导线外 8	8.608	8.231	9.262
-11.5	边导线外 7	9.34	8.851	10.232
-10.5	边导线外 6	10.177	9.536	11.429
-9.5	边导线外 5	11.122	10.275	12.934
-8.5	边导线外 4	12.158	11.043	14.852
-7.5	边导线外 3	13.219	11.783	17.286
-6.5	边导线外 2	14.16	12.406	**20.178**
-5.5	边导线外 1	14.753	12.803	-
-4.5	边导线正下方	**14.776**	**12.889**	-
-3.5	边导线内	14.209	12.676	-
-2.5	边导线内	13.316	12.287	-
-1.5	边导线内	12.493	11.908	-
-0.5	边导线内	12.062	11.704	-
0	边导线内	12.048	11.697	-
1.1	边导线内	12.493	11.908	-
2.1	边导线内	13.316	12.287	-
3.1	边导线内	14.209	12.676	-
4.1	边导线正下方	**14.776**	**12.889**	-
5.1	边导线外 1	14.753	12.803	-
6.1	边导线外 2	14.16	12.406	**20.178**
7.1	边导线外 3	13.219	11.783	17.286
8.1	边导线外 4	12.158	11.043	14.852
9.1	边导线外 5	11.122	10.275	12.934
10.1	边导线外 6	10.177	9.536	11.429
11.1	边导线外 7	9.34	8.851	10.232
12.1	边导线外 8	8.608	8.231	9.262
13.1	边导线外 9	7.969	7.675	8.462
14.1	边导线外 10	7.412	7.179	7.792

15.1	边导线外 11	6.923	6.736	7.222
16.1	边导线外 12	6.493	6.34	6.732
17.1	边导线外 13	6.111	5.985	6.305
18.1	边导线外 14	5.77	5.665	5.931
19.1	边导线外 15	5.465	5.377	5.599
20.1	边导线外 16	5.191	5.115	5.304
21.1	边导线外 17	4.942	4.877	5.039
22.1	边导线外 18	4.716	4.66	4.799
23.1	边导线外 19	4.51	4.461	4.582
24.1	边导线外 20	4.321	4.278	4.384
25.1	边导线外 21	4.147	4.109	4.202
26.1	边导线外 22	3.987	3.953	4.036
27.1	边导线外 23	3.838	3.809	3.882
28.1	边导线外 24	3.701	3.674	3.74
29.1	边导线外 25	3.572	3.549	3.607
30.1	边导线外 26	3.453	3.431	3.485
31.1	边导线外 27	3.341	3.322	3.37
32.1	边导线外 28	3.236	3.219	3.262
33.1	边导线外 29	3.138	3.122	3.162
34.1	边导线外 30	3.045	3.031	3.067
最大值	/	**14.776**	**12.889**	**20.178**

注：根据设计规范，110kV 线路与建筑物之间的水平距离不得小于 2m，因此在线高同等高度的水平面附近边导线外 2m 范围内不允许存在居民类房屋等建构筑物，边导线外 2m 范围内预测结果无意义，上表中将该范围内的地面 4.5m 高度处（1 层平顶）的计算结果以“—”代替；为反映线路在居民区最小线路高度下的电磁环境影响水平，将地面处（1.5m 高）的计算结果全部列出。

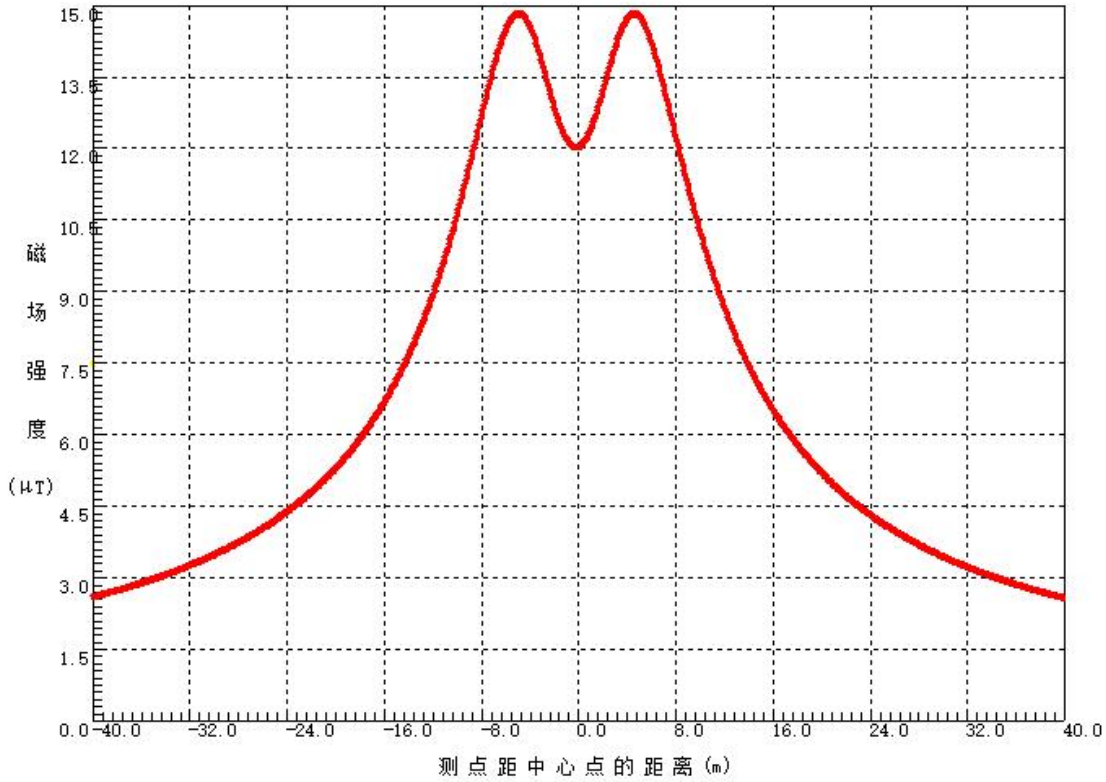


图 4-8　最低高度 6.0m 时线下 1.5m 处磁场强度分布曲线

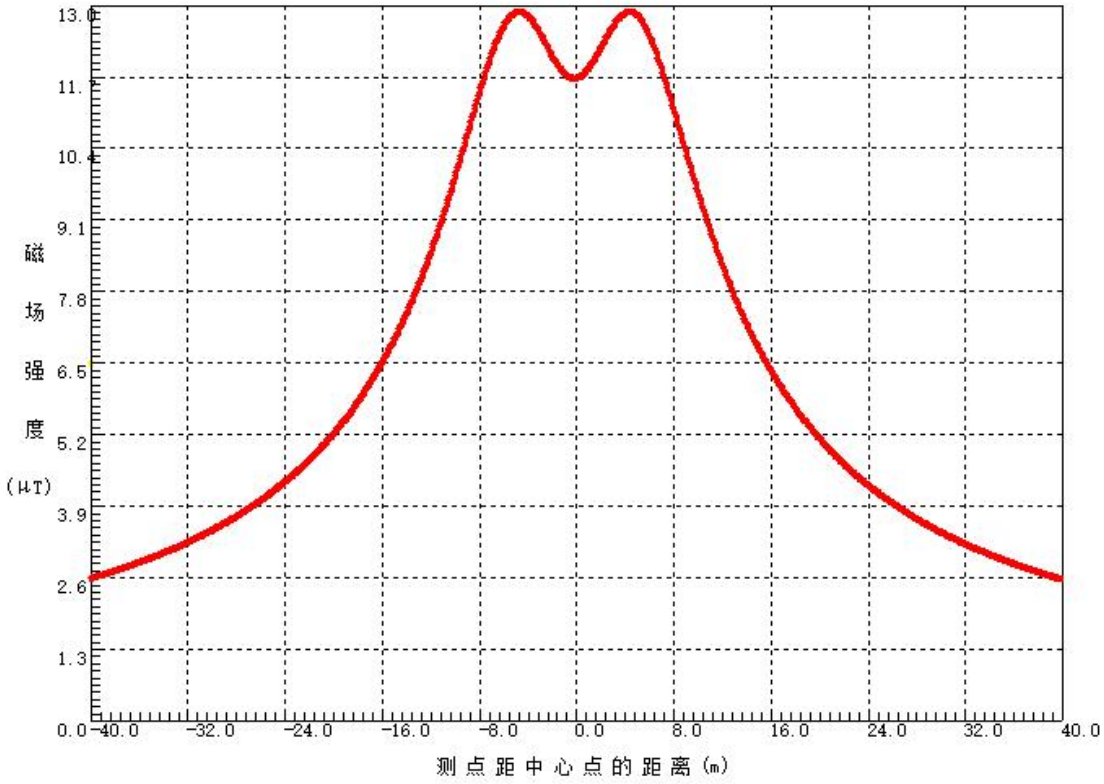


图 4-9　最低高度 7.0m 时线下 1.5m 处磁场强度分布曲线

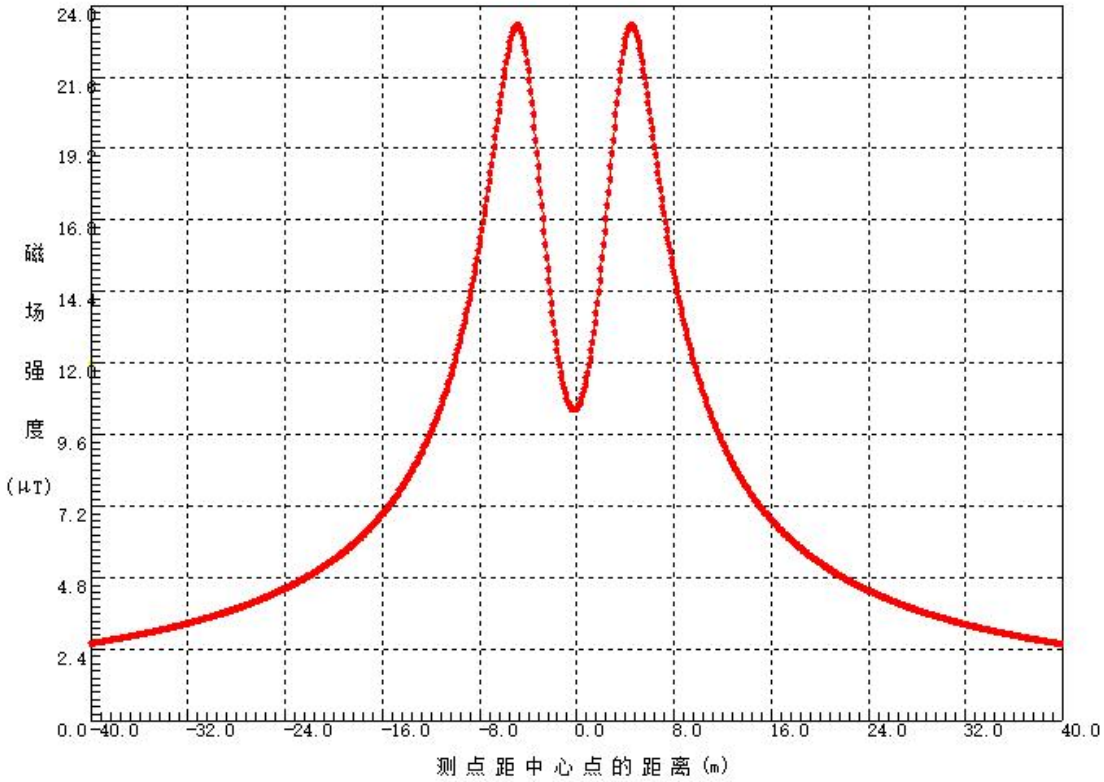


图 4-10　最低高度 7.0m 时线下 4.5m 处磁场强度分布曲线

4.1.4. 分析与评价

（1）工频电场

本工程在单回线路经过非居民区，导线对地最小距离为 6.0m，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 2.366kV/m，位于左侧边导线正下方，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的控制限值。

本工程在单回线路经过居民区，导线对地最小距离为 7.0m，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 1.83kV/m，位于左侧边导线外 1 米，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 的公众曝露控制限值；在导线对地最小距离为 7.0m，距离地面 4.5m 高度处，工频电场强度最大值为 2.765kV/m，位于左侧边导线外 2 米处，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 的公众曝露控制限值。

（2）工频磁场

本工程单回线路在经过非居民区，导线对地最小距离为 6.0m，距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 14.776μT，位于左右两侧边导线正下方，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100μT 的控制限值。

本工程单回线路在经过居民区，导线对地最小距离为 7.0m，距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 12.889μT，分别位于位于左右两侧边导线正下方；在导线对地最小距离为 7.0m，距离地面 4.5m 高度处的情况下，工频磁感应强度最大值为 20.178μT，分别位于位于左右两侧边导线外 2 米处正下方，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100μT 的公众曝露控制限值。

4.2. 电磁环境达标控制要求

根据预测结果，本工程 110kV 单回线路经过非居民区，导线对地最小距离不应小于 6m；经过居民区，导线对地最小距离不应小于 7m。

在采取相应环保措施的前提下，本工程投运后，工频电场强度、工频磁感应强度分别能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中控制限值要求。

4.3. 电磁环境保护措施

（1）避免或减少平行架设导线的同相序排列，线路使用设计合理的绝缘子，尽量使用能改善绝缘子表面或沿绝缘子串电压分布的保护装置。

（2）变电站间隔工程处设备所有的边、角都应挫圆，螺栓头也打圆或屏蔽，避免存在尖角和凸出物。对电磁振荡设备采取必要的屏蔽措施，将电气设备的孔、口、缝的连接缝密封。

（3）应保证所有高压设备、建筑物钢铁件、塔基地线均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。

（4）应在线路铁塔座架上醒目位置设置安全警示标志，标明严禁攀登、线下高位操作应有防护措施等安全注意事项，避免人员触碰导线发生意外。

（5）对线路周边群众进行有关高压输电线路和设备方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。

（6）加强线路巡查工作，尽量避免沿线居民在线路电力设施保护范围内新建民房。

（7）运行期对工作人员进行有关电磁辐射知识的培训。合理安排工作，减小工作人员在高电磁场区域的停留时间，以减小电磁场对工作人员的影响；避免与工作无关的人员进入高电磁场区域。

4.4. 电磁环境监测

环境监测是企业搞好环境管理，促进污染治理设施正常运行的主要保障。通

过定期的环境监测，了解项目周边区域的环境质量状况，可以及时发现问题、解决问题，从而有利于监督各项环保措施的落实。项目运行期无废气和废水产生，固废均合理处置，不外排。环评要求项目竣工环境保护验收时对线路区域电磁环境和声环境进行监测，环境监测应委托有资质的监测单位进行监测。监测结束后，对监测资料进行分析、整理和评价，审核后的资料按档案规范编号存档，以备查询。

4.4.1. 监测点位布设

根据现状调查，本项目评价范围内无电磁环境敏感目标，根据监测布点原则，线路工程监测点应布置在线路附近人为活动较为频繁的区域，故监测布点仅考虑在线路沿线区域布点监测，具体监测点位如下：

（1）线路两端变电站间隔侧厂界 5m 处各设 1 个监测点；

（2）线路下监测（线路附近人为活动较为频繁的区域），设置 1 个电磁环境衰减监测断面；

4.4.2. 监测因子及频次

根据输变电工程的环境影响特点，主要进行运营期的环境监测。针对运营期的工频电场、工频磁场拟定环境监测计划见表 4-4。

表 4-4 电磁环境监测计划

监测因子	监测方法	监测时间	监测频次
工频电场 工频磁场	按照《交流输变工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）中的方法进行	①试运行期间结合竣工环境保护验收监测一次；②运行期间存在投诉或纠纷时进行监测；③例行环境监测计划或生态环境主管部门要求时进行监测。	各拟定点位监测一次

4.4.3. 监测技术要求

（1）监测范围应与工程影响区域相符。

（2）监测位置与频次应根据监测数据的代表性、生态环境质量的特征、变化和环境影响评价、工程竣工环境保护验收的要求确定。

（3）监测方法与技术要求应符合国家现行的有关环境监测技术规范和环境监测标准分析方法。

（4）监测成果应在原始数据基础上进行审查、校核、综合分析后整理编印。

（5）应对监测提出质量保证要求。

5. 电磁环境影响评价综合结论

根据现状调查，本项目评价范围内无电磁环境保护目标分布，根据现状监测结果分析，本次新建线路附近工频电场强度和工频磁感应强度均为正常本底水平。根据预测结果分析：

本工程单回线路经过非居民区，按导线对地最小距离为 6.0m 建设，能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 的控制限值和《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100μT 的控制限值。

本工程单回线路经过居民区，按导线对地最小距离为 7.0m 建设，距地面 1.5m、4.5m 高度处均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 的公众曝露控制限值和《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100μT 的公众曝露控制限值。

综上，在采取相应环保措施的情况下，本工程建成投运后，电磁环境影响较小，从电磁环境影响角度分析，本项目建设可行。

附录 2 评价 189 属，232 种)

1 蕨类植物门 PTERIDOPHYTA （5科，7属，9种）

卷柏科 Selaginellaceae

垫状卷柏（九死还魂草）*Selaginella pulvinata* (Hook. et Grev.) Maxim.岩石上

红枝卷柏 *Selaginella sanguineolenta* (L.) Spring 山坡林下

木贼科 Equisetaceae

节节草 *Hippochaete ramosissima* (Desf.) Boern.

披散问荆 *Equisetum diffusum* D. Don

凤尾蕨科 Pteridaceae

蜈蚣蕨 *Pteris vittata* L. 草坡，砾石坡

凤尾蕨 *Pteris nervosa* Thunb. 杂木林中

铁线蕨科 Adiantaceae

普通铁线蕨 *Adiantum edgewarhii* Hook. 林下，800~2300 米

鳞毛蕨科 Dryopteridaceae

贯众 *Cyrtomium caryotideum* (Wall. Ex Hook. et Grek.) 石灰岩隙

对马耳蕨 *Polystichum tsus-simense* (Hook.) J. Sm. 林中，路边

2 种子植物门 SPERMATOPHYTA （71科，182属，223种）

2.1 裸子植物门 GYMNOSPERMAE（1 科，1 属，1 种）

松科 Pinaceae

云南松 *Pinus yunnanensis* Franch.* ┼ 林中用材，海拔 1150~1900m

2.2被子植物亚门 ANGIOSPERMAE （70 科，181 属，222 种）

2.2.1 双子叶植物纲 DICOTYLEDONES （62 科，142 属，173 种）

毛茛科 Ranunculaceae

毛柱铁线莲 *Clematis meyeniana* Walp.┼ 常见藤本，广布；林下，灌丛

石龙芮 *Ranunculus sceleratus* Linn.┼ 广布；山坡草地

罂粟科 Papaveraceae

刺罂粟 *Papaver hybridium*

蓟罂粟 *Argemone mexicana* L.

十字花科 Cruciferae

荠 *Capsella bursa-pastoris* (Linn.) Medic.╪ 路边野生或偶有栽培

碎米荠 *Cardamine flexuosa* Withering┼ 入药，广布路边或田边

华西独行菜 *Lepidium apetalum* Willd. + 清热解毒，常见；路边或林缘

焊菜 *Rorippa indica* (Linn.) Hiern. ++ 入药；路边常见

南焊菜 *Rorippa dubia* (Pers.) Hara + 路边常见

番木瓜科 Caricaceae

番木瓜 *Carica papaya* Linn ++

堇菜科 Violaceae

滇西堇菜 *Viola tienschiensis* W. Beck. + 常见；路边灌丛中

石竹科 Caryophyllaceae

簇生卷耳 *Cerastium caespitosum* Gilib. var. *glandulosum* Wirtgen + 常见；路边灌丛中

牛繁缕 *Malachium aquaticum* (Linn.) Fries ++ 驱风解毒；路边

风齿蝇子草 *Silene phoenicodonta* Franch. + 常见；路边灌丛下

繁缕 *Stellaria media* (Linn.) Cyrillus ++ 常见杂草

蓼科 Polygonaceae

头花蓼 *Polygonum capitatum* D. Don

习见蓼 *Polygonum plebeium* R. Br.

小野荞麦 *Fagopyrum leptopodum* (Diels) Hedb. var. leptopodum

尼泊尔蓼 *Polygonum nepalense* Meisn. ++有收敛作用；田间杂草

戟叶酸模 *Rumex hastatus* D. Don +广布；公路边荒滩地上

藜科 Chenopodiaceae

灰条菜 *Chenopodium album* Linn. ++ 野菜常见；荒地

土荆芥 *Chenopodium ambrosioides* Linn. ++ 常见野生草本，药用；荒地，路边

苋科 Amaranthaceae

牛膝 *Achyranthes bidentata* Blume. ++ 根入药，利尿，广布；山坡，林下

喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. + 广布；湿润处

苋 *Amaranthus tricolor* Linn.* ++ 蔬菜，可入药，明目利便；田边等地

牻牛儿苗科 Gerniaceae

五叶草 *Geranium nepalense* Sweet ++ 广布；荒坡或路边

旱红鱼腥草 *Geranium robertianum* L. + 少见；江边石隙

酢浆草科 Oxalidaceae

酢浆草 *Oxalis corniculata* Linn. ++ 广布，入药，清热解毒；田边等地

千屈菜科 Lythraceae

水苋菜 *Ammannia baccifera* Linn. ++常见杂草，全草可消淤止血；田间

圆叶节节菜 *Rotala rotundifolia* (Buch-Ham. ex Roxb.) Koehne. ++ 广布；路边或地边

柳叶菜科 Onagraceae

华西柳叶菜 *Epilobium cylindricum* D. Don + 水沟边或路边

红花月见草 *Oenthera rosea* L Her. ex Ait. ++ 广布；路边草丛下或沟边

马桑科 Coriariaceae

马桑 *Coriaria nepalensis* Wall. +常见；干旱山坡或路边

葫芦科 Cucurbitaceae

黄瓜 *Cucumis sativus* Linn.* ++

苦瓜 *Momordica charantia* Linn.* ++

爪洼红扭子 *Mukia javanica* (Miq.) C. Jeffr. + 坡地，灌丛

仙人掌科 Cactaceae

仙人掌 *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw.++ 荒坡，路边

单刺仙人掌 *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw.

木棉科 Bombacaceae

木棉 *Bombax malabarica* L.

桃金娘科 Myrtaceae

兰桉 *Eucalyptus globulus* Labill.*+ 行道树

大叶桉 *Eucalyptus robusta* Smith.* +行道树

紫茉莉科 Nyctaginaceae

黄细心 *Boerhavia diffusa* L.

仙人掌科 Cactaceae

单刺仙人掌 *Opuntia monacantha* (Willd) . Haw.

使君子科 Combretaceae

滇榄仁 *Terminalia franchetii* Gagnep.+ 干燥灌丛中

椴树科 Tiliaceae

扁担杆 *Grewia biloba* G. Don var. biloba

刺蒴麻 *Triumfetta rhomboide*a Jacq.

金丝桃科 Hypericaceae

西南遍地金 *Hypericum faberi* R. Kell.++ 广布；路边，山坡

地耳草 *Hypericum japonicum* Thunb. ex Murray ++ 广布；路边草丛

芒种花 *Hypericum uralum* Buch.-Ham. ex D. Don + 广布；灌丛，路边

锦葵科 Malvaceae

磨盘草 *Abutilon indium* (Linn.) Sweet. + 广布；路边，地旁

野葵 *Malva verticillata* Linn. + 常见杂草，入药，种子利便，广布；山坡荒地，灌丛

拔毒散 *Sida szechuensis* Matsuda ++ 常见，路边，灌丛草地

地桃花 *Urena lobata* Linn. +茎皮纤维可制绳，根入药；荒坡灌丛

大戟科 Euphorbiaceae

金刚纂 *Euphorbia antiquorum* Linn.* + 常做菜地围篱

泽漆 *Euphorbia helioscopia* Linn. ++ 常见杂草，喜湿；路边

飞扬草 *Euphorbia hirta* L.

麻疯树 *Jatropha curcas* L. 地边路旁

余甘子 *Phyllanthus emblica* Linn. + 含维生素，树皮含鞣酸；灌丛

小果叶下珠 *Phyllanthus reticulatus* Poir. var. reticulatus

蓖麻 *Ricinus communis* Linn.* + 种仁为优良工业用油

乌桕 *Sapium sebiferum* (Linn.) Roxb.* +++ 种仁为工业用油，当地重要经济产品，栽培广泛

蔷薇科 Rosaceae

蛇莓 *Duchesnea indica* (Andr.) Focke ++ 常见草本，浆果红色；路边，草丛
华西小石积 *Osteomeles schwerinae* Schneid. +灌丛中，林中
短柄石楠 *Photinia brevipetiolata* Cardot + 林中
青刺尖 *Prinsepia utilis* Royle +灌丛中，林中
棠梨 *Pyrus pashia* Buch.-Ham. ex D. Don + 广布；林中
悬钩子(山莓) *Rubus corchorifolius* Linn. +，根叶入药；灌丛
黄泡 *Rubus obcordatus* (Franch.) Nguyen van Thuan +灌丛中，路边
刺泡 *Rubus pungens* Camb. + 广布，根含鞣酸；灌丛，路边

含羞草科 Mimosaceae

蛇藤 *Acacia pennata* (Linn.) Willd. + 村边路旁偶见
合欢 *Albizia julibrissin* Durazzini.* + 常见绿化树种
金合欢 *Acacia farnesiana* (L.) Willd.

苏木科 Caesalpiniaceae

小鞍叶羊蹄甲 *Bauhinia brachycarpa* Wall. var. brachycarpa

蝶形花科 Papilionaceae

三棱杭子梢 *Campylotropis bonatiana* (Pamp.) A. K. Schindl +灌丛中
响铃豆 *Crotalaria albida* Heyne ex Roth. + 广布；草地
头花猪屎豆 *Crotalaria mairei* Lévl. + 广布；路旁草地
虫豆 *Cajanus crassus* (Prain ex King) van der Maesen
饿蚂蝗 *Desmodium multiflorum* DC. + 广布；灌丛
狭叶山蚂蝗 *Desmodium stenophyllum* Pampan.
小叶三点金 *Desmodium microphyllum* (Thunb.) DC.
假地豆 *Desmodium heterocarpon* (L.) DC.
大叶千斤拔 *Flemingia macrophylla* (Willd.) Prain
铁扫帚 *Lespedeza juncea* (Linn. f.) Pers. + 广布；草丛，荒坡，林下
截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata* (Dum. -Cours.) G. Don
百脉根 *Lotus corniculatus* Linn. + 常见；草丛
白花草木犀 *Melilotus albus* Desr.
网叶木蓝 *Indigofera reticulata* Franch.
菜豆 *Phaseolus Vulgaris* Linn.* ++
宿苞豆 *Shuteria involucrata* (Wall.) Wight et Arn. +灌丛中
苦刺花 *Sophora davidii* (Franch.) Skeels
马豆 *Vicia sativa* Linn. + 广布；田边路旁
歪头菜 *Vicia unijuga* A. Br.

黄杨科 Buxaceae

黄杨 *Buxus microphylla* Sieb. et Zucc.* ++ 作绿篱
清香桂 *Sarcococca ruscifolia* Stapf. + 入药治疗胃炎；灌丛，林中

杨柳科 Salicaceae

滇杨 *Populus yunnanensis* Dode.* + 常见行道树

巴柳 *Salix etosia* Schneid. + 广布；山坡

壳斗科 Fagaceae

锥连栎 *Quercus fanchetii* Skan ++干旱山坡松林及混交林中

铁橡栎 *Quercus cocciferoides* var. taliensis ++ 林中

榆科 Ulmaceae

滇朴 *Celtis tetrandra* Roxb. + 广布；林中，路旁

家榆 *Ulmus pumila* L.* +

羽叶山黄麻 *Trema laevigata* H.-M.

桑科 Moraceae

榕树 *Ficus microcarpa* Linn. f.* ++

地石榴 *Ficus ti-koua* Bur ++ 常见；灌丛，林下

桑 *Morus alba* Linn.* ++ 常见

荨麻科 Urticaceae

水麻柳 *Debregeasia edulis* (Sieb. et Zucc.) Wedd. ++ 野生纤维植物，广布；灌丛，山坡

大荨麻 *Girardinia condensata* (ochst.) Wedd. + 常见；路边

镜面草 *Pilea peperomioides* Diels* +

齿叶荨麻 *Urtica dentata* Hand.-Mazz. ++ 广布；灌草丛，路边

冬青科 Aquifoliaceae

刺叶冬青 *Ilex bioritsensis* Hayata + 林中

小果冬青 *Ilex micrococca* Maxim. + 林中

鼠李科 Rhamnaceae

多花勾儿茶 *Berchemia floribunda* (Wall.) Brongn. + 灌丛中

金沙鼠李 *Rhamnus gilgianus* Hepp. + 林缘

薄叶鼠李 *Rhamnus leptophylla* Schneid.

胡颓子科 Elaeagnaceae

牛奶子 *Elaeagnus umbellata* Thunb. + 广布；灌丛

苦木科 Simarubaceae

臭椿 *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle + 广布；路旁，林中

楝科 Meliaceae

灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerascens* (Pellegr.) Hand.-Mazz. +++ 广布；林中

苦楝 *Melia azedarach* Linn.* ++ 造林树种

香椿 *Toona sinensis* (A. Juss.) Roem.* + 幼枝食用

无患子科 Sapindaceae

坡柳 *Dodonaea viscosa* (Linn.) Jacq. ++ 广布；灌丛，荒坡

栾树 *Koelreuteria bipinnata* Franch.* + 绿化

胡桃科 Juglandaceae

毛叶黄杞 *Engelhardia colebrookiana* Lindl. ex Wall.

漆树科 Anacardiaceae

清香木 *Pistacia weinmannifolia* J. Poisson ex Franch.

盐肤木 *Rhus chinensis* Mill. ++ 本区常见灌木，林中

野漆 *Toxicodendron succedaneum* (Linn.) O. Kuntze + 林中

伞形科 Umbelliferae

小柴胡 *Bupleurum hamiltonii* Balak. var. hamiltonii

少花水芹 *Oenanthe benghalensis* (Roxb.) Benth. + 广布；路边草丛

杏叶防风 *Pimpinella candolleana* Wight et Arn. ++ 广布；草丛，林下

茴芹 *Pimpinella duclouxii* de Boiss. + 广布；山坡，田间

窃衣 *Torilis scabra* (Thunb.) DC.

柿树科 Ebenaceae

柿 *Diospuros kaki* Thunb.* ++ 果可鲜食或做柿子饼

君迁子 *Diospyros lotus* Linn.* + 果可食或酿酒，木材较佳

毛叶柿 *Diospyros mollifolia* Rehd. et Wils. +灌丛中

马钱科 Loganiaceae

密蒙花 *Buddleja officinalis* Maxim. ++ 花清热，可做为染料，根治黄疸，广布；灌丛

木犀科 Oleaceae

白蜡树 *Fraximus chinensis* Roxb.* + 为白蜡虫寄主

川西尾叶素馨 *Jasminum urophyllum* Hemsl. + 灌丛中或林下

女贞 *Ligustrum lucidum* Ait. f.* +++ 做绿篱，亦为白蜡虫的寄主

萝藦科 Asclepiadaceae

白牛皮消 *Cynanchum lysimachioides* Tsiang

古钩藤 *Cryptolepis buchananii* Roem.

马利筋 *Asclepias curassavica* L.

牛角瓜 *Calotropis gigantea* (L.) Dry.

云南娃儿藤 *Tylophora yunnanensis* Schltr.

茜草科 Rubiaceae

毛薄皮木 *Leptodermis pilosa* Diels ++ 广布；灌丛

鸡屎藤 *Paederia scandens* (Lour.) Merr. + 广布；林下

大叶茜草 *Rubia leiocaulis* Diels. + 常见；路旁，草丛

耳草 *Hedyotis auricularia*

忍冬科 Caprifoliaceae

密花荚蒾 *Viburnum congestum* Rehd.

败酱科 Valerianaceae

败酱 *Patrinia scabriosaefolia* Fisch. ex Link ++ 药用，广布；林下，草丛

菊科 Compositae

刺苞果 *Acanthospermum* australe

云南兔耳风 *Ainsliaea yunnanensis* Franch. + 山坡林下

青蒿 *Artemisia apiacea* Hance +++常见草本；路旁村边

艾 *Artemisia argyii* Levl. et Van* + 广布；田间，草丛

牡蒿 *Artemisia japonica* Thunb. ++ 广布；路旁村边

白叶蒿 *Artemisia leucophylla* (Turcz. ex Bess.) C. B. Clarke

婆婆针 *Bidens bipinnata* Linn. +++常见；路边，荒野

鬼针草 *Bidens pilosa* L. var. pilosa

艾纳香 *Blumea balsamifera* (Linn.) DC. + 广布；草丛

挖耳草 *Carpesium cernuum* L. ++ 广布；路旁等地

革命菜 *Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore ++ 广布；田间等地

滇川还阳参 *Crepis regescens* Diels + 广布；林下，路旁

小鱼眼菊 *Dichrocephala chrysanthemifolia* (B.) DC. + 常见杂草；路边等地

鱼眼草 *Dichrocephala integrifolia* (L. f.) O. Ktze.

紫茎泽兰 *Eupatorium coelestrium* L. ++ 常见杂草；路边等地

白牛胆 *Inula cappa* (Buch.-Ham. ex D Don) DC. ++ 广布；林下等地

细茎苦菜 *Ixeris gracilis* (DC.) Stebbins +++ 广布；草丛

臭灵丹 *Laggera pterodonta* (DC.) Benth.

滇苦菜 *Picris divaricata* Van. ++广布；路边，田边

千里光 *Senecio scandens* Buch.-Ham. ex D. Don ++ 常见，灌丛，林缘

豨签 *Siegesbeckia orientalis* Linn. +++ 常见，全草解毒镇痛；路旁等地

滇苦荬菜 *Sonchus oleraceus* Linn. + 入药有小毒，祛湿，清热；路旁等地

蒲公英 *Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz. ++入药治腮腺炎；潮湿地边，田埂

百日菊 *Zinnia elegans* Jacq.

斑鸠菊 *Veronia esculenta* Hemsl. +广布；村边路旁，草灌丛

苦荬菜 *Youngia denticulata* (Houttuyn) Kitamura ++ 常见；路边沟旁

黄鹌菜 *Youngia japonica* (Thunb.) DC. ++ 广布；路旁等地

报春花科 Primulaceae

聚花过路黄 *Lysimachia congestiflora* Hemsl. + 广布；林下等地

落地梅 *Lysimachia paridiformis* Franch. + 草丛

车前科 Plantaginaceae

小车前 *Plantago erosa* Wall. in Roxb. +++ 广布；田间路旁

大车前 *Plantago major* Linn. ++ 药用，清肠，清热；田间路旁

半边莲科 Lobeliaceae

野烟 *Lobelia sequinii* Levl. et Van. + 广布，全草药用，有大毒，可治皮肤发痒等；荒坡草丛，

铜锤玉带草 *Pratia nummularia* (Lam.) A. Br. et Aschers. + 广布,全草药用，小毒，治咳嗽，风湿等；林下

紫草科 Boraginaceae

小花倒提壶 *Cynoglossum lanceolatum* Forsk. ++ 广布；草丛，林下

狗屎花 *Cynoglossum amabile* Stapf et Drumm ++ 广布；林下

茄科 Solanaceae

白英 *Solanum lyratum* Thunb. + 全草入药，治小儿惊风等；林下

龙葵 *Solanum nigrum* Linn. +++ 广布，入药，清热解毒，散淤消肿；灌丛

刺天茄 *Solanum indicum* L. + 广布；山坡灌丛

黄果茄　*Solanum xanthocarpum* Schrad. et Wendl.
假烟叶树 *Solanum verbascifolium* L.
苦刺花　*Sophora davidii* (Franch.) Skeel

旋花科 Convolvulaceae

打碗花 *Calystegia hederacea* Wall. ++常见，作猪饲，根药用，治月经不调等；田边路旁，
马蹄金 *Dichondra repons* Forst. ++ 清热利尿 治肝炎等，广布；田边路旁
圆叶牵牛 *Pharbitis purpurea* (Linn.) Voigt ++ 常见；草丛，灌丛

玄参科 Scrophulariaceae

钟萼草 *Lindenbergia philippensis* (Cham.) Benth. + 灌丛中
四川沟酸浆 *Mimulus szetchuanensis* Pai + 广布；林下，灌丛
婆婆纳 *Veronica didyma* Tenore ++ 广布；田边路旁，草丛
水苦买 *Veronica undulata* Wall. ++ 草丛湿润处

爵床科 Acanthaceae

孩儿草 *Rungia pectinata* (L.) Nees
红背耳叶马蓝 *Perilepta dyeriana* (Mast.) Bremek.
假杜鹃　*Barleria cristata* L. var. cristata

马鞭草科 Verbenaceae

红紫珠 *Callicarpa rubella* Lindl. ++ 驱虫，治疔创；灌丛
小白叶莸 *Caryopteris forrestii* Diels var. minor Pei et S. L. Cher + 旱生灌丛
小叶豆腐柴 *Premna parvilimba* Pei + 灌丛，海拔 1150m~1780m
黄荆 *Vitex negundo* Linn. +++ 常见；路边灌丛
疏序黄荆 *Vitex negundof.* laxipaniculata

唇形科 Labiatae

天门冬　*Asparagus cochinchinensis* (Lour) . Merr.
风轮菜 *Clinopodium chinensis* (Benth.) O. Kuntze ++广布；沟边路旁等
匍匐风轮菜 *Clinopodium repens* (D. Don) Wall. ++常见；山坡路旁
香薷 *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyland. +++ 常见，消炎解毒健胃利尿；山坡
野香草 *Elsholtzia cypriani* (Pavol.) S.Chow et Hsu ++ 广布；草丛
蜜蜂花 *Melissa axillaris* (Benth.) Bakh.f. ++ 草丛等地
姜味草 *Micromeria biflora* (Buch.-Ham.ex D.Don) Benth. + 草丛等地
牛至 *Origonum vulgare* Linn. ++ 广布；草丛等地
毛萼香茶菜 *Rabdosia eriocalyx* (Dunn) Hara ++ 根止痢，叶治疔脚癣，广布；灌丛，林下
屏风草 *Scutellaria orthocalyx* Hand.-Mazz. + 药用；草丛

2.2.2 单子叶植物 MONOCOTYLEDONEAE（8 科，39 属，49 种）

龙舌兰科 Agavaceae

剑麻 *Agave sisalana* Perr.ex Engelm. + 荒坡草丛

鸭跖草科 Commelinaceae

鸭跖草 *Commelina communis* Linn. ++药用清热利尿，广布；田边山坡阴湿处

竹节草 *Commelina diffusa* Burm. f. + 荒坡草丛

竹叶子 *Spatholirion volubile* Edgew. + 山谷或林下

芭蕉科 Musaceae

芭蕉 *Musa basjoo* Sieb. et Zucc.* +

百合科 Liliaceae

宝铎草 *Disporum sessile* D. Don + 根益气补肾；林下

小鹭鸶兰 *Diuranthera minor* (C. H. Wright) Hemsl. + 广布；林下

吉祥草 *Reineckia carnea* (Andr.) Kunth + 林下，阴湿处

薯蓣科 Dioscoreaceae

山药 *Dioscorea oppsita* Thunb.* ++灌丛中，林缘

云南薯蓣 *Dioscorea yunnanensis* Prain et Burk. + 广布；林下，灌丛

灯心草科 Juncaceae

野灯心草 *Juncus setchuensis* Buchenau ++ 广布，可做草席；田边路旁

江南灯心草 *Juncus leschenaultii* Gay +++ 广布；田边路旁

莎草科 Cyperaceae

碎米莎草 *Cyperus iria* Linn. ++ 广布；山坡，林下等地

香附子 *Cyperus rotundus* Linn. +++ 广布；田边湿润处,山坡荒地

假香附子 *Cyperus tuberosus* Rottb.

羊胡子草 *Eriophorum scheuchzeri* Hoppe

水蜈蚣 *Kyllinga brevifolia* Rottb. ++广布；山坡草地

红鳞扁莎 *Pycreus sanquinolentus* (Vahl) Nees ++ 田间路旁

砖子苗 *Mariscus sumatrensis* (Retz.) J. Raynal var. sumatrensis

禾本科 Gramineae

竹亚科 Bambusoideae

绵竹 *Indocalamus longiauritus* Hand.-Mazz*

慈竹 *Neosinocalamus affinis* (Rendle) Keng f.* ++

斑苦竹 *Pleioblastus masulata* (McClure) Chu et Chao + 林缘，路旁

禾亚科 Poideae

多花剪股颖 *Agrostis myriantha* Hook. f. ++ 潮湿沟边，地旁

水蔗草 *Apluda mutica* Linn. ++广布；山坡路边及灌丛中

荩草 *Arthraxon hispidus* (Thunb.) Makino +++ 供放牧，茎叶消炎止咳，广布；坡及阴湿处

刺芒野古草 *Arundinella setosa* Trin.

硬杆子草 *Capillipedium assimile* (Steud.) A. Camus +++ 广布；荒坡草丛

细柄草 *Capillipedium parviflorum* (R. Br.) Stapf ++地埂上常见；路边草灌丛

芸香茅 *Cymbopogon distans* (Nees ex Steud.) W.Watson ++ 广布；林下路旁

狗牙根 *Cynodon dactylon* (L.) Pers var. dactylon

毛马唐 *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler ++ 常见杂草；路旁等地

止血马唐 *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Schreb. ex Muehl. +++ 常见；河畔田边等地
光头稗子 *Echinochloa colonum* (Linn.) Link ++ 广布；荒坡等地
知风草 *Eragrostis ferruginea* (Thunb.)P. Beauv. +++ 广布；草丛
黑穗画眉草 *Eragrostis nigra* Nees ex Steud. ++ 广布；路旁荒坡等地
蔗茅 *Erianthus rufipilus* (Steucl.) Griceb. ++ 广布；路旁等地
四脉金茅 *Eulalia quadrinervis* (Hack.) O. Kuntze ++ 广布；路旁等地，
扭黄茅 *Heteropogon contortus* (L.) Beauv. +++ 本区常见优势种，可做饲料；荒坡
白茅 *Imperata cylindica* (L.) P. Beauv. ++ 广布，路旁等地
竹叶草 *Oplismenus compositus* (Linn.)P. Beauv. ++ 广布；路旁等地
稻 *Oryza sativa* Linn.* +++ 有多个栽培品种
双穗雀稗 *Paspalum distichum* Linn. ++ 田边沟旁潮湿地旁常见
狼尾草 *Pennisetum alopecuroides* (Linn.) Spreng. + 广布；路旁等地
白草 *Pennisetum flaccidum* Griseb. ++ 广布；路旁等地
早熟禾 *Poa annua* Linn. +++ 林缘路边
金发草 *Pogonatherum paniceum* (Lam.) Hack. ++ 草地及岩石上常见
斑茅 *Saccharum arundinaceum* Retz. ++ 江边山坡公路旁多见
旱茅 *Schizachyrium delavayi* (Hackel) Bor
皱叶狗尾草 *Setaria plicata* (Lam.) T. Cooke ++ 村边路边偶见
狗尾草 *Setaria viridis* (Linn.) P. Beauv. ++ 广布；路旁等地
鼠尾黍 *Sporobolus fertilis* (Steud.)W.D.Clayton ++ 广布
菅草 *Themeda villosa* (Poir.) A. Camus ++ 常见高大草本；路旁等地
黄背草 *Themeda triandra* Forsk.var.*Japonica*(Willd.)Makino + 广布；路旁等地
小麦 *Triticum aestivum* Linn.* +++
玉米 *Zea mays* Linn.* +++

说明：列于本名录中的植物拉丁名后有* 标记的为栽培植物；以！、+、++、+++分别表示该种植物的相对数量，即“稀见”、“常见”、“较多”及“优势”。

附录 2 评价区陆栖脊椎动物名录

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		国家保	其他	
	中名	学名	从属	生境	海拔 m	护等级	红皮书	备注
C1	两栖纲	AMPHIBIA						
O1	无尾目	ANURA						
F1	蟾蜍科	Bufonidae						
1	黑眶蟾蜍	*Bufo melanostictus*	SC	3～6	950～1800			
F2	树蟾科	Hylidae						
2	华西树蟾	*Rhacophorus megacephalus*	SW	3～6	900～2600			
F3	蛙科	Ranidae						
3	华南湍蛙	*Amolops ricketti*	OD	1～3	900～1600			
F4	姬蛙科	Microhylidae						
4	饰纹姬蛙	*Micronyla ornata*	OD	3～6	650～1700			

注释：

区系：SC：华南区；CC：华中区； SW：西南区；CC –S：华中华南区；OD：东洋界广布；POD:古北～东洋广布种

生境：1. 溪流及溪流边；2. 河流及河流边；3. 水水域边；4. 水渠及池塘；5. 沼泽；6.农田、林地。

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		国家保	其他	
	中名	学名	从属	生境	海拔 m	护等级	红皮书	备注
C2	爬行纲	REPTILIA						
O1	蜥蜴目	ACERTILIA						
F1	壁虎科	Gekkonidae						
1	多疣壁虎	*Gekko japonicus*	SC	2～4	1000～2100			
F2	鬣蜥科	Agamidae						
2	裸耳攀蜥	*Japalura dymondi*	SW	2～4	950～1600			
F3	石龙子科	Scincidae						
3	铜蜓蜥	*Sphenomorphus indicus*	POD	2～4	500～2200			
O2	蛇目	SERPENTS						
F4	游蛇科	Colubridae						
4	八线腹链蛇	*Amphiesma octolineatum*	SW	1～3	950～2000			
5	棕网腹链蛇	*Amphiesma johannis*	SW	1～3	1000～2800			
6	中华斜鳞蛇	*Pseudoxenodon marcrops sinensis*	SW	1～3	1000～3000			
F5	蝰科	Viperidae						
	7 竹叶青	*Trimeresurus stejnegeri*	CC-S	2-4	950-1500			
F6	眼镜蛇科	Elapidae						
	8 眼镜蛇	*Naja naja atra*	CC-S	1-3	1000-1600	列入濒危野生动植物种国际贸		

						易公约附录

注释：

区系：SC：华南区；CC：华中区； SW：西南区；CC –S：华中华南区；OD：东洋界广布；POD:古北～东洋广布种

生境：1. 各种水域、湿地；2. 林地，2a 湿性林地；2b 干热林地；2c 开阔林地；2d 多岩林地；2e 农田林地；3.灌丛、草丛；3a 湿草地；4. 树、墙面； 5. 生境广泛。

保护动物：I,II：国家 I 级、II 级重点保护动物；省 II：云南省 II 级重点保护动物。

编号	动物名称及类群		区系	栖息地		国家保	其他	
	中名	学名	从属	生境	海拔 m	护等级	居留	资源
C1	鸟纲	AVES						
O1	隼形目	FALCONIFORMES						
F1	鹰科	Accipitridae						
1	[黑]鸢	*Milvus migrans*	D	7	500～3600	II	W	+++
F2	隼科	Falconidae						
2	红隼	*Falco tinnunculus*	D	1,7	500～3600	II	R	+++
O2	鸡形目	GALLIFORMES						
F3	雉科	Pheasianidae						
3	环颈雉	*Phasianus colchicus*	D	1,3	300～3350		R	+++
4	红腹角雉	*Tragopan temminckii*	O	1,3	1000～3300		R	+++
O3	鸽形目	COLUMBIFORMES						
F4	鸠鸽科	Columbidae						
5	山斑鸠	*Streptopelia orientalis*	D	1,3,4,7	100～3250		R	++++
6	珠颈斑鸠	*Streptopelia chinensis*	O	1,7	90～2500		R	+++
O4	鹃形目	CUCULIFORMES						
F5	杜鹃科	Cuculidae						
7	大杜鹃	*Cuculus canorus*	D	1,2,3,4,7	200～2500		S	+++
O5	鸮形目	STRIGIFORMES						
F6	鸱鸮科	Strigidae						
8	斑头鸺鹠	*Glaucidium cuculoides*	O	1,2,3,7	300～2500	II	R	+++
O6	雨燕目	APODIFORMES						
F7	雨燕科	Apodidae						
9	小白腰雨燕	*Apus affinis*	O	1,7	300～1890		S	+++
O7	佛法僧目	CORACIIFORMES						
F8	翠鸟科	Alcedinidae						
10	普通翠鸟	*Alcedo atthis*	D	1,7,8	80～2750		R	+++
F9	戴胜科	Upupidae						
11	戴胜	*Upupa epops*	D	7	110～2950		R	+++
O8	鹦形目	PSITTACIFORMES						
F10	鹦鹉科	Psittacidae						
12	大紫胸鹦鹉	*Psittacula derbiana*	O	1,2,3,4	1000～2800		R	+++
O9	雀形目	PASSERIFORMES						
F11	燕科	Hirundinidae						

13	家燕	*Hirundo rustica*	D	1,7,8	150～2750		R	+++
F12	鹡鸰科	Motacillidae						
14	山鹡鸰	*Dendronanthus indicus*	P	7,8	100～2070		M	+++
15	白鹡鸰	*Motacilla alba*	P	7,8	100～3250		R	+++
F13	鹎科	Pycnonotidae						
16	黄臀鹎	*Pycnonotus xanthorrhous*	O	1,2,3,7	250～2750		R	++++
17	绿翅短脚鹎	*Hypsipetes mcclellandii*	O	1,2,3,4	100～2800		R	+++
F14	伯劳科	Laniidae						
18	棕背伯劳	*Lanius schach*	O	1,7	100～2500		R	+++
19	灰背伯劳	*Lanius tephronotus*	O	1,7	200～2700		R	+++
F15	卷尾科	Dicruridae						
20	黑卷尾	*Dicrurus macrocercus*	O	1,2,3,7	100～1900		R	+++
21	灰卷尾	*Dicrurus leucophaeus*	D	1,2,3,4	150～3000		S	+++
F16	鸦科	Corvidae						
22	喜鹊	*Pica pica*	D	1,7	600～2500		R	+++
23	大嘴乌鸦	*Corvus macrorhynchos*	D	1,2,3,4,5,6,7	200～3500		R	+++
F17	鹟科	Muscicapidae						
SF1	鸫亚科	Turdinae						
24	鹊鸲	*Copsychus saularis*	O	1,2,3,7,8	<2000		R	+++
25	黑喉石即鸟	*Saxicola torquata*	D	1,7	76～3200		R	+++
26	白顶溪鸲	*Chaimarrornis leucocephalus*	O	1,2,3,4,5,8	300～3350		W	+++
27	蓝矶鸫	*Monticola solitarius*	D	6,7	1300～3700		R	+++
28	乌鸫	*Turdus merula*	D	7	600～2000		R	+++
SF2	画眉亚科	Timaliinae						
29	棕颈钩嘴鹛	*Pomatorhinus ruficollis*	O	1,2,3	80～2670		R	+++
30	画眉	*Garrulax canorus*	O	1,2,3,4	<2000		R	+++
31	白颊噪鹛	*Garrulax sannio*	O	1,2,3,7,8	150～2000		R	+++
SF3	莺亚科	Sylviinae						
32	沼泽大尾莺	*Megalurus palustris*	O	7,8	500～1800		R	+++
33	黄腹柳莺	*Phylloscopus affinis*	O	1,3,4	600～3200		M	+++
34	褐柳莺	*Phylloscopus fuscatus*	P	1,2,3,4,5,7	250～3210		M	+++
35	黄眉柳莺	*Phylloscopus inornatus*	P	1,2,3,4,5,6,7	500～4000		R	+++
36	黄腰柳莺	*Phylloscopus proregulus*	O	2,3,4,5	800～3600		R	++
SF4	鹟亚科	Muscicapinae						
37	橙胸[姬]鹟	*Ficedula strophiata*	O	1,2,3,4,5,6	600～3600		R	+++
38	铜蓝鹟	*Muscicapa thalassina*	O	1,2,3,4	300～2500		R	+++
39	白喉扇尾鹟	*Rhipidura albicollis*	O	1,2,3	850～3950		R	+++
F18	山雀科	Paridae						
40	大山雀	*Parus major*	D	1,2,3,4,5,7	100～3200		R	+++
41	绿背山雀	*Parus monticolus*	O	1,2,3,4,5,7	100～3000		R	+++
42	红头长尾山雀	*Aegithalos concinnus*	O	1,3,4	760～2670		R	+++

F19	绣眼鸟科	Zosteropidae						
43	暗绿绣眼鸟	*Zosterops japonica*	O	1,2,3,4,7	300～2800		R	+++
F20	文鸟科	Ploceidae						
44	树麻雀	*Passer montanus*	D	1,7	150～3100		R	+++
45	山麻雀	*Passer rutilans*	D	1,3,4,5,7	760～3000		R	+++
46	白腰文鸟	*Lonchura striata*	O	7	100～2350		R	+++
F21	雀科	Fringillidae						
47	黑头金翅雀	*Carduelis ambigua*	O	1,2,3,4,5,7	300～3300		R	+++
48	黄胸鹀	*Emberiza aureola*	P	7	300～2200		W	+++
49	灰头鹀	*Emberiza spodocephala*	D	1,7	500～2700		W	+++
50	灰眉岩鹀	*Emberiza cia*	P	1,7	800～3300		R	+++
51	凤头鹀	*Melophus lathami*	O	1,2,3,7	150～2400		R	+++

区系：O：东洋界；P：古北界；D：广布种

生境：1.：干热河谷稀树灌丛；2.：雨林季雨林；3.：常绿阔叶林；4.：混交林；5.：针叶林；6.：高山灌丛草甸；7.：村镇农耕区；8.：水域、湿地。

保护动物：I,II：国家重点保护动物Ⅰ级、II 级

居留状况：R：留鸟；W：冬候鸟；S：夏候鸟；M：旅鸟。

编号	动物名称及类群		区系从属	栖息地		国家保护等级	其他	
	中名	学名		生境	海拔m		红皮书	备注
C4	哺乳纲	MAMMALIAN						
O1	食虫目	INSECTIVORA						
F1	鼩鼱科	Soricidae						
1	短尾鼩	*Anourosorex squamipes*	SW	2～5	1000～2200			
F2	鼹科	Talpidae						
2	长吻鼹	*Talpa longirostris*	OD	2～6	950～2000			
O2	翼手目	CHIROPTERA						
F3	菊头蝠科	Rhinolophidae						
3	马铁菊头蝠	*Rhinolophus ferrumequinum*	OD	5～7	950～2500			
F4	蹄蝠科	Hipposideridae						
4	大蹄蝠	*Hipposideros armiger*	OD	1～7	1000～2200			
O3	食肉目	CARNIVORA						
F5	鼬　科	Mustelidae						
5	黄鼬	*Mustela sibirica*	POD	1～7	950～2500			
O4	兔形目	LAGOMORPHA						
F6	兔　科	Leporidae						
6	云南兔	*Lepus comus*	SW	2～6	950～3000			
O5	啮齿目	RODENTIA						
F7	松鼠科	Sciuridae						
7	赤腹松鼠	*Callosciurus erythraeus*	OD	1～6	1000～2500			
8	红颊长吻松鼠	*Dremonys rufigenis*	SC	1～5	950～2500			
F8	鼠　科	Muridae						
9	小家鼠	*Mus musculus*	POD	4～7	950～3000			
10	社鼠	*Niviventer confucianus*	OD	1～6	1000～2500			
11	黄胸鼠	*Rattus flavipectus*	OD	1,4～7	1000～3000			
12	褐家鼠	*Rattus norvegicus*	POD	6,7	1000～3000			

区系：SC：华南区；CC：华中区； SW：西南区；OD：东洋界广布；古北界：P；POD:古北～东洋广布

生境：1.河谷地区；2.阔叶林；3.针叶林；4.针阔混交林；5.稀树灌丛；6.山地农田；7.居民点。

保护动物：I, II：国家重点保护动物Ⅰ级、II级。

红皮书：中国濒危动物红皮书。