建设项目环境影响报告表

（生态影响类）

项目名称：220kV 芳华（大马路）输变电工程

建设单位（盖章）：云南电网有限责任公司曲靖供电局

编制日期：2025 年 7 月

中华人民共和国生态环境部制

现场照片

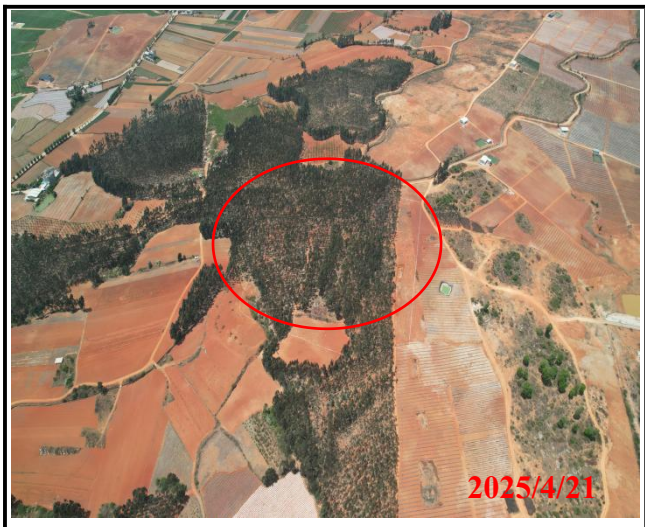


图 1 220kV 芳华变电站位置

图 2 110kV 线路接吉中西线位置

图 3 110kV 线路 T 接吉中西线位置

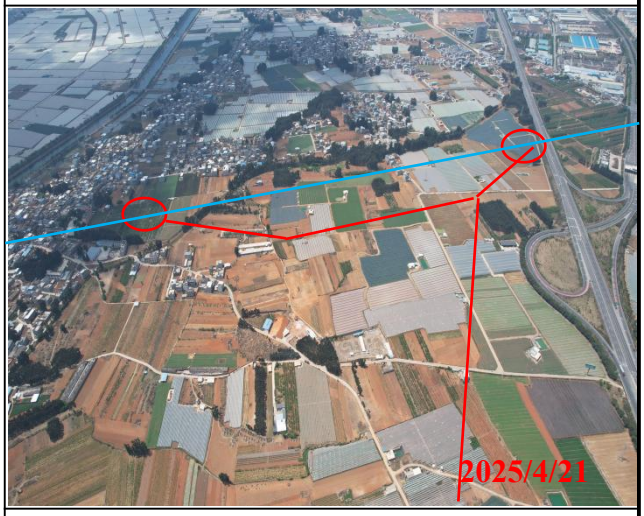


图 4 110kV 线路π接吉中西线位置

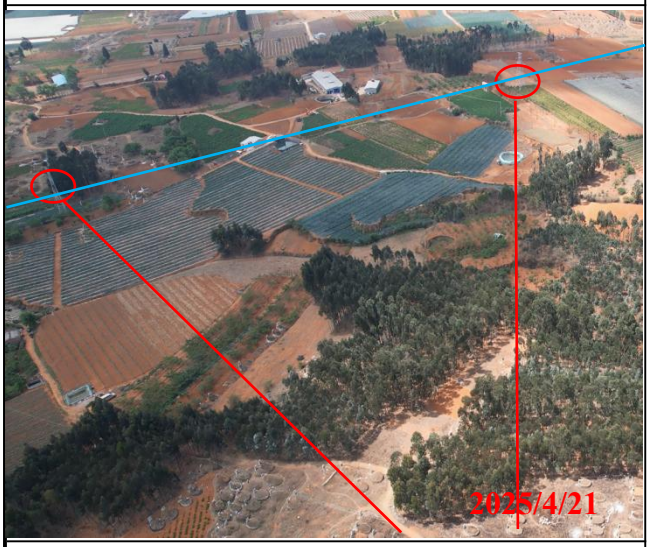


图 5 110kV 线路π接吉中线位置

图 6 220kV 线路π接陆曲线

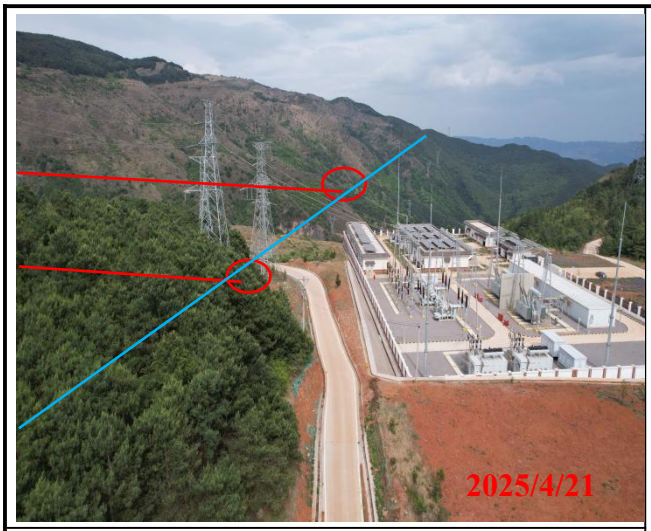


图 7 220kV 线路π接靖竹线

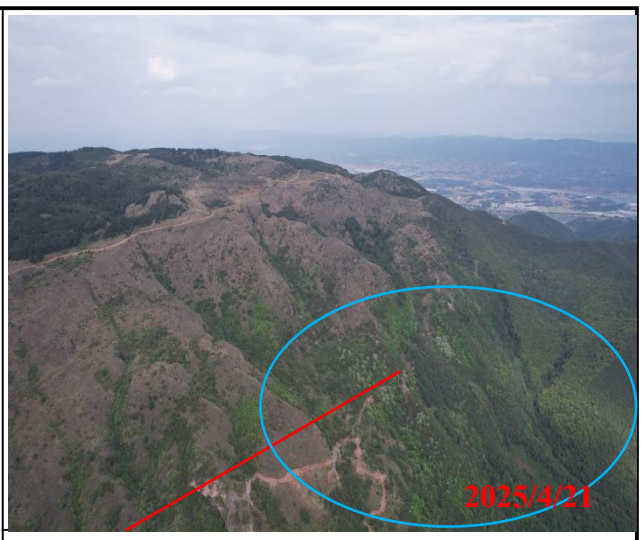


图 8 220kV 线路跨越生态红线情况

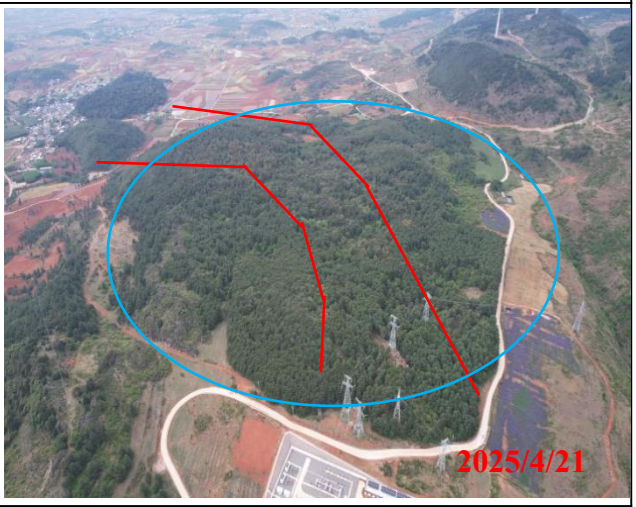


图 9 220kV 线路跨越生态红线情况

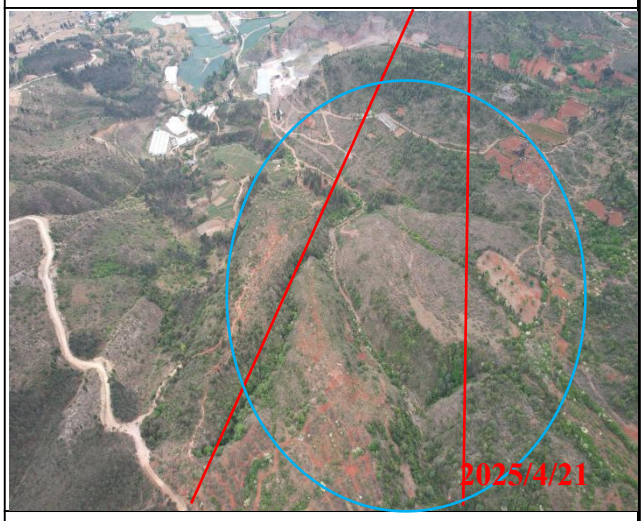


图 10 220kV 线路跨越生态红线情况

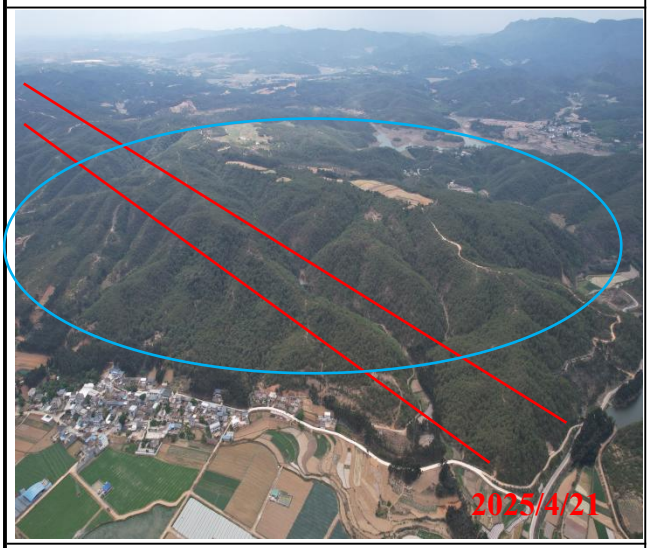


图 11 220kV 线路跨越生态红线情况

图 12 工程师现场照片（拍摄于芳华变电站站址）

目 录

一、建设项目基本情况 1
二、建设内容 31
三、生态环境现状、保护目标及评价标准 58
四、生态环境影响分析 76
五、主要生态环境保护措施 103
六、生态环境保护措施监督检查清单 114
七、结论 117
电磁环境影响专题评价 95
生态环境影响专题评价 140

前 言

（一）项目建设的必要性

陆良工业园区主要集中在县城北部区域，是云南省省级重点工业园区、新型工业化产业示范基地，用电需求较大，因陆良变现有主变容量已不满足陆良北部新增用户供电需求。原沙林变因现有 110kV 线路重载等问题，亦无法兼顾陆良北部新增用户的供电。因此，有必要在陆良北部片区新增 1 个 220kV 变电布点，以满足陆良县新增负荷的供电需求，解决 220kV 陆良变重载问题，降低 220kV 电网运行风险，优化片区 110kV 网架结构，提高供电能力及供电可靠性，满足陆良县用户接入需求，同时为远期规划负荷及新能源接入提供接入点。为此，220kV 芳华（大马路）变电站的建设可满足陆良片区负荷发展的需求，解决 220kV 陆良变重载的问题、可优化片区 110kV 电网网架结构水平，降低电网安全运行风险、同时为远期规划负荷及新能源接入提供接入点，提高片区的供电能力及供电可靠性。

（二）涉及敏感区的说明

根据陆良县自然资源局出具的“关于 220kV 芳华（大马路）输变电工程”查询情况说明：（1）经套合陆良县永久基本农田核实处置成果、生态保护红线数据，涉及占用永久基本农田核实处置成果的有 133 座塔基点位；涉及占用生态保护红线的有 23 座塔基点位；（2）经套合陆良县城镇开发边界、村庄建设边界，塔基点位均位于城镇开发边界和村庄建设边界范围外。（3）经套合陆良县耕地后备资源评价成果和耕地后备资源补充空间，涉及陆良县耕地后备资源评价成果的有 1 座塔基点位，涉及耕地后备资源补充空间的有 7 座塔基点位。

根据《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》（云政发〔2018〕32 号），项目涉及的生态保护红线类型为“珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线”，项目与云南省生态保护红线功能类型图详见附图 16。因自然资源局查询文件情况说明中未明确全部位于生态红线的塔基编号，本次评价将线路与卫星影像相结合方式，列出项目占用生态红线塔基编号，分别为（C6、C7、C8、C9、C10、C11、C12、C46、C47、C66、C67、C68、C69、C70、C72、D9、D10、D42、D43、D62、D63、D64、D65）。其中查询意见中 NC6、NC7 分别对应 C6、C7 塔基，本次环评将查询阶段塔基编号重新命名，其塔基地理位置与自然资源局查询意见中塔基位置一致。

（三）编制说明

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等有关法律规定，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），本项目属于名录中“五十五、核与辐射”第 161 小类“输变电工程”中的其他，应编制环境影响报告表。

2025 年 2 月，云南南方电网有限公司曲靖供电局（以下简称“建设单位”）委托云南天启环境工程有限公司（以下简称“我单位”）进行项目的环境影响评价工作。接受委托后，我单位经过现场调查、收集资料等前期工作后，按照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）》(试行）》、《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）、《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）等技术文件，编制完成了《220kV 芳华（大马路）输变电工程环境影响报告表》，供建设单位上报审批。

一、建设项目基本情况

<table>
<tr><td>建设项目名称</td><td colspan="3">220kV 芳华（大马路）输变电工程</td></tr>
<tr><td>项目代码</td><td colspan="3">2307-530300-04-05-373498</td></tr>
<tr><td>建设单位联系人</td><td></td><td>联系方式</td><td></td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="3">云南省曲靖市陆良县芳华镇、板桥镇、中枢街道、三岔河镇</td></tr>
<tr><td>地理坐标</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>建设项目
行业类别</td><td>161 输变电工程</td><td>用地（用海）面积（m^2）/长度（km）</td><td>61293m^2（永久 38443m^2，临时 22850m^2）/115.8km</td></tr>
<tr><td>建设性质</td><td>☑新建
☐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>曲靖市发展和改革委员会</td><td>项目审批（核准/备案）文号（选填）</td><td>曲发改基础〔2023〕49 号</td></tr>
<tr><td>总投资（万元）</td><td>33641</td><td>环保投资（万元）</td><td>180</td></tr>
<tr><td>环保投资占比（%）</td><td>0.53</td><td>施工工期</td><td>12 个月</td></tr>
<tr><td>是否开工建设</td><td colspan="3">☑否
☐是：_____</td></tr>
<tr><td>专项评价设置情况</td><td colspan="3">根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》，专项评价设置原则参照表 1-1。
表 1-1 专项评价设置原则表
<table>
<tr><td>专项评价的类别</td><td>涉及项目类别</td><td>本项目情况</td></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>不涉及</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；</td><td>不涉及</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td></td><td>水利、水电、交通等：含穿越可溶岩地层隧道的项目</td><td></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>不涉及</td></tr>
<tr><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>不涉及</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>不涉及</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>不涉及</td></tr>
</table>
根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）B.2.1 小结，“进入生态敏感区时，应设生态专题评价，其评价等级、评价内容与格式按照本标准有关输变电建设项目生态影响评价要求进行。”项目线路长，全线线路共 23 座塔基位于珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线内，跨越生态保护红线长度共 7971.4m。同时依据《HJ19-2022》，“涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级”，因此，本项目开展生态影响专项评价，评价等级为二级。
（2）根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）附录B要求，输变电建设项目环境影响报告表应设电磁环境影响专题评价，因此本次评价设电磁环境影响专项评价。
</td></tr>
<tr><td>规划情况</td><td>无</td></tr>
<tr><td>规划环境影响评价情况</td><td>无</td></tr>
<tr><td>规划及规划环境影响评价符合性分析</td><td>无</td></tr>
<tr><td>其他</td><td>1、与《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》的符合性分析</td></tr>
</table>

符合性分析	曲靖市人民政府于2021年7月30日颁布了《曲靖市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（曲政发〔2021〕27号），对“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”（以下简称“三线一单”）提出了生态环境分区管控意见，明确了管控原则，并于2023年进行了更新，更新后文件为《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》。 **（1）生态保护红线** 执行云南省人民政府发布的生态保护红线，生态保护红线评估调整成果获批后，按照批准成果执行。将未划入生态保护红线的自然保护地、饮用水水源保护区、重要湿地、基本草原、生态公益林、天然林等生态功能重要、生态环境敏感区域划为一般生态空间。 1）涉及生态保护红线的情况 根据陆良县自然资源局对本项目涉及生态保护红线查询的情况说明，本工程输电线路在陆良县境内穿越了生态保护红线。根据叠图对比，项目穿越生态红线长度约7971.4m，立塔23基。 2）相关要求 2016年10月26日，原环境保护部印发《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号），提出：“除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动”。 2018年8月30日，生态环境部印发《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号），提出：“对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。” 2019年10月24日，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（厅字〔2019〕48号），提出：“生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止

	开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。” 2022 年 8 月 16 日，自然资源部、生态环境部及国家林业和草原局联合发布《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）提出：“（一）规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。6.必须且无法避让符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。（二）加强有限人为活动管理。上述生态保护红线管控范围内有限人为活动，涉及新增建设用地、用海用岛审批的，在报批农用地转用、土地征收、海域使用权、无居民海岛开发利用时，附省级人民政府出具符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见；不涉及新增建设用地、用海用岛审批的，按有关规定进行管理，无明确规定的由省级人民政府制定具体监管办法。上述活动涉及自然保护地的，应征求林业和草原主管部门或自然保护地管理机构意见。” 2023 年 8 月 25 日，云南省自然资源厅、云南省生态环境厅、云南省林业和草原局联合发布《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98 号），通知提出：“生

态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；自然保护地核心保护区外禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。有限人为活动范围按照《有限人为活动准入目录》进行管控。有限人为活动应尽量避让自然保护区、风景名胜区等自然保护地、饮用水水源保护区、世界自然遗产地、重要湿地、九大高原湖泊生态黄线内等特殊区域，确实无法避让的应符合法律法规规定。”

3）符合性分析

本工程属于电网线性基础设施建设项目，根据当地人民政府和相关部门原则同意的路径协议文件，本工程的建设与当地的城乡规划相符，对当地经济、基础设施建设和片区开发影响较小，项目路径纳入当地电力通道控制，不影响区域道路规划和规划建设用地，属于《有限人为活动准入目录》中必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施，目前本项目已取得陆良县人民政府出具的“陆良县人民政府关于 220kV 芳华（大马路）输变电工程穿越生态保护红线意见的复函”，详见附件 16。本工程在选址、选线阶段已尽可能避让沿线生态环境敏感区，同时在选线过程中还考虑避让了居民聚集区、城镇规划、矿产资源、饮用水源保护区等因素，无法完全避让分布密集的陆良县生态保护红线，工程设计已采取相应生态影响减缓和恢复措施，本环评还提出了一系列针对生态保护红线的保护措施与要求，并且项目塔基是间隔式，施工时严格控制用地范围，采用索道运输、无人机放线等绿色施工工艺，对生态保护红线影响小。本工程在后续实施中还将按照环境保护法律法规和环境影响评价文件要求开展环境保护专项设计以落实各项生态保护措施和要求，可将对生态环境的影响降至最低，不会对生态保护红线功能造成明显不良影响。

综上所述，根据环环评〔2016〕150 号、环规财〔2018〕86 号、厅字〔2019〕48 号、自然资发〔2022〕142 号、云自然资〔2023〕98 号文件，本工程不违背现行生态保护红线管理要求。

（2）环境质量底线

1）水环境质量底线。到 2025 年，全市水环境质量总体优良，集中式饮用水水源地水质保持稳定，纳入国家和省级考核的地表水监测断面水质优良率稳步提

升，重点区域、流域水环境质量进一步改善，基本消除劣Ⅴ类水体，水生态系统功能初步恢复。到 2035 年，全市地表水体水质优良率全面提升，各监测断面水质达到水环境功能要求，消除劣V类水体，集中式饮用水水源地水质稳定达标。

2）大气环境质量底线。到 2025 年，环境空气质量稳中向好，中心城市和各县（市、区）环境空气质量稳定达到国家二级标准，优良率保持稳定，达到省级下达的考核目标要求。到 2035 年，环境空气质量全面改善，中心城市和各县（市、区）环境空气质量稳定达到国家二级标准。

3）土壤环境风险防控底线。到 2025 年，全市土壤环境风险防范体系进一步完善，农用地和建设用地土壤环境安全基本得到有效保障，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，全市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。

符合性：根据现状监测数据，本工程所在区域电磁环境、声环境质量现状均满足相应标准要求。本工程运行期变电站生活废水经一体化污水处理设施处理后回用于绿化洒水，不外排；本项目无废气排放，不会对周边大气和地表水环境容量造成影响。在严格遵守法律法规及相关规范的基础上，并采取本报告提出的环保措施后，各项污染因子能够达标排放，不会改变区域环境质量等级。因此，本工程的建设不会突破区域环境质量底线，符合曲靖市环境质量底线的要求。

（3）资源利用上线

强化节约集约利用，持续提升资源能源利用效率，水资源、土地资源、能源消耗完成省级下达的控制目标。

符合性：本工程属于输变电工程，运行期不涉及废气排放、废水排放及土地污染。新建输电线路仅塔基四个基础占地，对土地资源的占用较小，变电站用地目前已取得用地预审与选址意见书，项目符合资源利用相关规定要求。

（4）生态环境准入清单

根据《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》：依据生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线等调整情况，结合全市经济社会发展和生态环境保护实际，更新调整优先保护、重点管控、一般管控三类环境管控单元，分区分类实施精细化管控。更新后，全市共划定 91 个环境管控单元。其中，优先保

护单元 27 个，重点管控单元 55 个，一般管控单元 9 个。

经查询，项目涉及生态保护红线优先保护单元、一般生态空间优先保护单元、一般管控单元。本工程涉及的管控单元及准入清单符合性分析见下表。

表 1-1　项目涉及的环境管控单元

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类型
1	ZH53032210001	陆良县生态保护红线优先保护单元	优先保护单元
2	ZH53032210002	陆良县一般生态空间优先保护单元	优先保护单元
3	ZH53032230001	陆良县一般管控单元	一般管控单元

表 1-2　项目与曲靖市生态环境准入清单的符合性分析

类别			更新管控要求	项目情况	相符性
曲靖市生态环境准入清单	曲靖市生态环境分区管控总体要求	空间布局约束	1.严格执行《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》等产业准入有关要求。	经分析（见表 1-5、表 1-6），项目建设符合《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》相关要求。	符合
			2.严格实施化解过剩产能和淘汰落后产能，制定产能过剩行业淘汰计划，确保国家、省下达的淘汰落后产能目标任务全面完成。	本项目为输变电工程，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类。	符合
			3.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。	本项目为输变电工程，本工程运行期变电站生活废水经一体化污水处理设施处理后回用于绿化洒水，不外排；本项目无废气排放，新建输电线路仅塔基四个基础占地，对土地资源的占用较小；变电站用地已取得用地预审与选址意见书，项目建设符合相关规划。	符合
			4.支持现有各类产业园区有供热需求的实施热电联产或者集中供热改造，具备条件的工业园区实现集中供热。	本项目为输变电工程，无供热需求。	符合
			5.严格控制在生态脆弱或环境敏感地区建设《环境保护综合名录》中“高污染、高环境风险”行业项目。	本项目为输变电工程，不属于《环境保护综合名录》中“高污染、高环境风险”行业项目。	符合
			6.禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、	本项目为输变电工程，不属	符合

					石化、化工、焦化、建材、有色行业中的高污染项目。	于该条所列项目。	
					7.集中式饮用水水源地严格执行《中华人民共和国水污染防治法》《地下水管理条例》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《曲靖市集中式饮用水水源地保护条例》《云南省曲靖独木水库保护条例》，水源地内城镇开发边界范围已开发区域强化环境基础设施建设与运行维护。	项目不涉及饮用水水源保护区。	符合
					8.各县（市、区）产业园区重点管控单元、曲靖经济开发区重点管控单元、曲靖高新技术产业开发区重点管控单元、宣威市经济技术开发区重点管控单元空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率四个维度严格执行现行有效的园区规划、规划环评及其审查意见。	项目不涉及重点管控单元。	符合
				污染物排放管控	1.推进以能源、化工、冶金、建材、造纸、农副食品加工、工业涂装和包装印刷等行业为重点的清洁生产审核工作，具体行业包括但不限于煤矿、火力发电，甲醇、焦化、氮肥、磷肥、氯碱、电石、制药、农药、黄磷、铬盐生产，钢铁、铁合金铅锌铝冶炼及再生，水泥、石灰、建筑陶瓷、平板玻璃、沥青防水材料，纸浆造纸，酿造、味精、柠檬酸、酶制剂、酵母，新能源电池（正负极材料），多晶硅、单晶硅、有机硅，工业涂装和包装印刷等行业。	本项目为输变电工程，不属于该条所列项目。	符合
					2.落实云南省碳达峰碳中和相关要求，处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场的关系，加快推动减污降碳协同创新试点，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路。	本项目为输变电工程，与生态优先、绿色低碳的高质量发展道路不冲突。	符合
					3.加大重点流域水污染防治，确保水质如期达标。南盘江龚家坝、北盘江旧营桥等断面汇水区，新建、改建、扩建重点行业建设项目实行主要污染物排放减量置换。到 2025 年，牛栏江、	本项目施工期废水经临时沉淀桶处理后回用或洒水降尘，不外排；运营期本工程运行期变电站生活废水经一体化污水处理设施处	符合

					南盘江、北盘江流域内所有城镇区域内实现生活污水处理设施全覆盖、生活污水全处理。	理后回用于绿化洒水，不外排。	
					4.牛栏江等流域内，严格按照《云南省牛栏江保护条例》《牛栏江流域（云南部分）水环境保护规划报告》及其中期评估报告有关要求，禁止在牛栏江水源保护区核心区新建、改建、扩建排污口。牛栏江流域上游保护区内已设置排污口的生产企业，排放水污染物应当符合国家或者地方规定的水污染物排放标准和重点水污染物排放总量控制指标。	本项目施工期废水经临时沉淀桶处理后回用或洒水降尘，不外排；运营期本工程运行期变电站生活废水经一体化污水处理设施处理后回用于绿化洒水，不外排。	符合
					5.严格保护集中式饮用水水源地，整治饮用水源保护区内的污染源，确保饮水安全。	项目不涉及饮用水水源保护区。	符合
					6.全面开展城市（县城）排水管网排查整治，消除城市建成区管网空白区、污水直排口，解决雨污混流、管网破损漏损、错接混接等问题。加大城市生活污水提标改造及扩容工作力度，麒麟区、沾益区、曲靖经开区新、改、扩建城市生活污水集中处理设施及工业园区污水集中处理设施污染物排放标准严格执行《地表水环境质量标准》Ⅳ类标准（其中总氮<10mg/L，粪大肠菌群<1000 个/L）。陆良县、宣威市根据水生态环境质量变化趋势适时推进执行《地表水环境质量标准》Ⅳ类标准（其中总氮<10mg/L，粪大肠菌群<1000 个/L）。其他县（市、区）执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级标准 A 标准。	本项目施工期废水经临时沉淀桶处理后回用或洒水降尘，不外排；运营期本工程运行期变电站生活废水经一体化污水处理设施处理后回用于绿化洒水，不外排。	符合
					7.加快推进污泥无害化处理处置工程建设，鼓励采用资源化利用方式处理处置污泥，经处理后的污泥达到《农用污泥污染物控制标准》（GB4282—2018）要求的用于还田利用。	本项目为输变电工程，不涉及污泥处理处置问题。	符合
					8.加快生活垃圾处理设施建设，推进实施生活垃圾焚烧发电，全面提升城镇生活垃圾分类收转运能力和厨余垃圾处理能力。	项目施工期施工人员生活垃圾依托租住村镇居民房屋现有设施处理。	符合

					9.到 2025 年，中心城区、县城中心城市建成区基本实现污水全收集、全处理，建制镇污水收集处理能力明显提升，中心城市、县城平均污泥无害化处理率达到 90%以上，力争实现全市生活垃圾焚烧处理实现全覆盖，餐厨垃圾实现零填埋无害化处理。	本项目为输变电工程，施工期废水经临时沉淀桶处理后全部回用或洒水降尘，不外排；运营期本工程运行期变电站生活废水经一体化污水处理设施处理后回用于绿化洒水，不外排。施工期施工人员生活垃圾依托租住村镇居民房屋现有设施处理。	符合
					10.到 2025 年，全市农村生活污水治理率达到 40%以上，城乡生活垃圾焚烧处理比重达 90%以上，全市农村卫生户厕覆盖率达到 70%以上，农膜回收率达到 90%以上，秸秆综合利用率稳定在 90%以上，畜禽粪污综合利用率达到 95%以上；基本实现化肥农药施用量减少 3%以上。	本项目为输变电工程，不属于该条所列项目。	符合
					11.严把新建、改扩建涉重金属重点行业建设项目审批关，切实降低区域重金属排放总量。会泽县新、改、扩建涉重金属重点行业建设项目重点重金属污染物排放遵循“减量替代”原则，替代比例不低于 1.2：1；其他县（市、区）遵循“等量替代”原则。	本项目为输变电工程，不属于该条所列项目。	符合
					12.到 2025 年，曲靖市重点行业重点重金属污染物排放量比 2020 年下降 6%。	本项目为输变电工程，不属于该条所列项目。	符合
					13.到 2025 年，全市化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物排放总量等重点工程减排量分别达到 7984 吨、496 吨、3611 吨、1181 吨。	本项目为输变电工程，不涉及化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物排放。	符合
				环境风险防控	1.以南盘江、北盘江、牛栏江流域为重点，按规范开展流域工业企业、工业集聚区环境风险评估，落实防控措施。	项目为输电线路工程，不涉及环境风险物质	符合
					2.开展麒沾马区域大气污染联防联控，逐步推行区域统一规划，统一监测，实行协同的环境准入、落后产能淘汰、机动车环境管理政策和考核评估制度。	项目仅施工期产生少量扬尘，经采取洒水降尘、篷布覆盖等措施后，对环境空气影响较小，运营期无废气产生。	符合
					3.加强环境风险防控和应急管理，制	项目为输电线路工程，涉及	符合

					定和完善突发环境事件和集中式饮用水水源地突发环境事件应急预案，加强风险防控和突发环境事件应急处理处置能力。	的风险物质主要为主变变压器油，项目建成后，将按要求编制突发环境事件应急预案，报曲靖市生态环境局陆良分局备案。	
				资源利用效率	1.建立水资源刚性约束制度，实行水资源消耗总量和强度双控，严格实施取水许可和水资源有偿使用制度，强化用水全过程管理，深入抓好工业、城镇、农业等方面用水量控制，严格规范取水许可审批管理。	项目为输电线路工程，施工期塔基施工用水量很少，运营期只涉及生活用水，用水量较小，对水资源消耗很小。	符合
					2.坚持最严格的耕地保护制度，坚决制止耕地“非农化”防止耕地“非粮化”。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。	根据查询，本项目线路塔基占用永久基本农田和耕地保护目标，除铁塔 4 座支撑脚外，施工期间临时占用的耕地施工结束后进行复耕，恢复其原有功能。	符合
			优先保护单元	生态保护红线优先保护单元	按《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）和《云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》（云自然资〔2023〕98 号）执行。后续若国家和省生态保护红线相关管控政策发生调整，按调整后的管控办法执行。自然保护地优化整合成果获批前，按现行有效法律法规管理。	项目穿越生态保护红线 7971.4m，生态保护红线内立塔 23 基。 经前文分析，项目与（自然资发〔2022〕142 号）、（云自然资〔2023〕98 号）文件生态保护红线、自然保护区相关管理规定不冲突。	符合
				一般生态空间优先保护单元	1.一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控，加强资源环境承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等对生态功能造成损害，确保自然生态系统稳定。涉及占用一般生态空间的开发活动应符合相关法律法规规定，没有明确规定的，加强论证和管理。	项目为输变电工程，不属于大规模开发建设活动，不会对地区主体功能定位造成影响。	符合
					2.暂未纳入生态保护红线的自然保护地按照相关保护地法律法规进行管	项目不涉及重要湿地、自然保护区；本项目涉及公益林	符合

					理；自然保护地优化整合成果获批前，按现行有效法律法规管理。重要湿地依据《湿地保护管理规定》《云南省湿地保护条例》《云南省人民政府关于加强湿地保护工作的意见》等进行管理；生态公益林依据《国家级公益林管理办法》《云南省地方公益林管理办法》进行管理；天然林依据《国家林业和草原局关于严格保护天然林的通知》（林资发〔2015〕181 号）、《中共中央办公厅 国务院办公厅关于印发〈天然林保护修复制度方案〉的通知》（厅字〔2019〕39 号）等进行管理。	及天然林，严格按《国家级公益林管理办法》《云南省地方公益林管理办法》《国家林业和草原局关于严格保护天然林的通知》要求执行，项目正同步办理占用林地相关手续。	
			一般管控单元	空间布局约束	1.加强耕地和永久基本农田保护，坚决制止耕地“非农化”、防止耕地“非粮化”。	根据陆良县自然资源局出具的查询文件，本项目线路有 133 座塔基涉及永久基本农田，1 座塔基涉及耕地，占用的基本农田、耕地施工结束后除塔基 4 座支撑脚外全部进行复耕，恢复其原有功能。	符合
					2.禁止新建、改扩建中小水电项目，现有中小水电站应按照环评批复（环评批复未明确生态流量的根据来水量科学确定生态流量），确保连续稳定下泄生态流量。	项目为输变电工程，不涉及该条所列项目。	符合
				污染物排放管控	1.严禁污水灌溉，灌溉用水应满足《农田灌溉水质标准》。	项目不涉及污水灌溉。	符合
				环境风险防控	1.加强环境风险防范应急体系建设，加强环境应急预案管理，定期开展应急演练，持续开展环境安全隐患排查整治，提升应急监测能力，加强应急物资管理。	项目为输电线路工程，涉及的风险物质主要为主变变压器油，项目建成后，将按要求编制突发环境事件应急预案，报曲靖市生态环境局陆良分局备案。	符合
				资源	1.优化能源结构，加强能源清洁利用。	项目为输变电工程，不涉及能源消耗。	符合

	开发效率	2.提高土地利用效率，节约集约利用土地资源。	项目输电线路仅塔基四个基础占地，对土地资源的占用较小。变电站用地已取得用地预审与选址意见书，项目建设符合相关规划。	符合

由上表可知，项目符合《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》相关管控要求。

2、与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）的符合性分析

项目与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）的符合性分析见下表。

表1-3　与《输变电建设项目环境保护技术要求》符合性分析

相关方面	相关规定内容	符合性分析	分析结果
基本规定	1.输变电建设项目环境保护应坚持保护优先、预防为主、综合治理、公众参与、损害担责的原则，对可能产生的电磁、声、生态、水、大气等不利环境影响和环境风险进行防治，在确保满足各项环境标准的基础上持续不断改善环境质量。 2.输变电建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。	1.落实本报告提出的措施，可对项目产生的电磁、声、生态、水、大气等不利环境影响和环境风险进行防治，保证污染物达标排放。 2.本工程环境保护设施，与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。	满足
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、饮用水水源保护区等环境敏感区。确实因自然条件等因素限制无法避让自然保护区实验区、饮用水水源二级保护区等环境敏感区的输电线路，应在满足相关法律法规及管理要求的前提下对线路方案进行唯一性论证，并采取无害化方式通过。 2.同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响。 3.原则上避免在0类声环境功能区建设变电工程。 4.输电线路宜避让集中林区，以减少林木砍伐，保护生态环境。	1.项目不涉及饮用水水源保护区；涉及生态保护红线符合相关法律法规要求，且进行了线路方案进行唯一性论证，对生态保护红线的影响很小。 2.项目在部分区域采用同塔双回、与现有线路并行等方式减少新开辟走廊。 3.工程在选址选线时避让了0类声环境功能区。 4.输电线路已经设计尽量避让集中林区，不得不穿越林区时，设计落塔位置尽量选择林间斑块无树木、稀树荒草地处落塔，以减少林木砍伐。 5.项目不涉及自然保护区。	满足

			5.进入自然保护区的输电线路，应按照HJ19的要求开展生态现状调查，避让保护对象的集中分布区。		
		电磁环境保护	1.工程设计应对产生的工频电场、工频磁场、直流合成电场等电磁环境影响因子进行验算，采取相应防护措施，确保电磁环境影响满足国家标准要求。 2.输电线路设计应因地制宜选择线路型式、架设高度、杆塔塔型、导线参数、相序布置等，减少电磁环境影响。 3.架空输电线路经过电磁环境敏感目标时，应采取避让或增加导线对地高度等措施，减少电磁环境影响。	1.本项目设计中对电磁环境影响因子进行了验算，并提出了相对应的措施。 2.本工程设计阶段对线路型式、架设高度、杆塔塔型、导线参数、相序布置等进行了优化，一定程度上减少了电磁环境影响。 3.本工程设计中已采取塔基定位避让、控制导线高度、高塔跨越架设等环境保护措施。	满足
		声环境保护	变电工程噪声控制设计应首先从噪声源强上进行控制，选择低噪声设备；对于声源上无法根治的噪声，应采用隔声、吸声、消声、防振、减振等降噪措施，确保厂界排放噪声和周围声环境敏感目标分别满足GB12348和GB3096要求。	工程设计阶段从导线、绝缘串、铁塔的选型上进行优化，可以起到减小噪声源强的效果。根据本报告预测，项目建成投运后噪声可达标排放。	满足
		生态环境保护	1.输变电建设项目在设计过程中应按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复的措施。 2.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。 3.输变电建设项目临时占地，应因地制宜进行土地功能恢复设计。 4.进入自然保护区的输电线路，应根据生态现状调查结果，制定相应的保护方案。塔基定位应避让珍稀濒危物种、保护植物和保护动物的栖息地，根据保护对象的特性设计相应的生态环境保护措施、设施等。 5.输变电建设项目施工期临时用地应永临结合，优先利用荒地、劣地。 6.输变电建设项目施工占用耕地、园地、林地和草地，应做好表土剥离、分类存放和回填利用。	1.本次环评已按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复的措施。 2.本工程主要采用挖孔桩、人工掏挖式基础，铁塔均有全方位长短腿设计，减少了土石方开挖量。输电线路已经设计尽量避让集中林区，不得不穿越林区时，设计落塔位置尽量选择林间斑块无树木、稀树荒草地处落塔，且全部采用高塔跨越，减少对林木的砍伐。 3.项目建成后及时按照本项目水土保持方案对临时用地进行恢复。 4.本项目不涉及自然保护区，根据调查，线路沿线无珍稀濒危物种、保护植物和保护动物的栖息地。 5.临时施工场地布置在塔基处，在工程条件允许的情况下，铁塔落点尽量选择了荒草地、裸土地	满足

			7.施工临时道路应尽可能利用机耕路、林区小路等现有道路，新建道路应严格控制道路宽度，以减少临时工程对生态环境的影响。 8.施工现场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。	等。 6.本次环评已提出相应要求，建设单位应监督施工单位严格落实。 7.施工道路利用现有乡村路，新设施工便道宽度控制在 3m，且尽量缩减长度，生态敏感区域采用人扛马驮的方式运送至塔基点。 8.本次环评已提出相应要求，建设单位应监督施工单位严格落实。		
		水环境保护	1.在饮用水水源保护区和其他水体保护区内或附近施工时，应加强管理，做好污水防治措施，确保水环境不受影响。 2.施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物。	1.本工程不涉及饮用水水源保护区，施工期有针对性地提出了相应措施，确保附近水体不受影响。 2.本工程开挖土石方就地回填，不产生弃土、弃渣，垃圾收集后运至附近乡镇垃圾收集点处置。	满足
		大气环境保护	1.施工过程中，应当加强对施工现场和物料运输的管理，在施工工地设置硬质围挡，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防治扬尘污染。 2.施工过程中，对易起尘的临时堆土、运输过程中的土石方等应采用密闭式防尘布（网）进行苫盖，施工面集中且有条件的地方宜采取洒水降尘等有效措施，减少易造成大气污染的施工作业。 3.施工过程中，建设单位应当对裸露地面进行覆盖；暂时不能开工的建设用地超过三个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。 4.施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧。	本次环评已提出相应要求，建设单位应监督施工单位严格落实。	满足
		固体废物处置	1.施工过程中产生的土石方、建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，并按国家和地方有关规定定期进行清运处置，施工完成后及时做好迹地清理工作。 2.在农田和经济作物区施工时，施工临时占地宜采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除，以	本次环评已提出相应要求，建设单位应监督施工单位严格落实。	满足

	免影响后期土地功能的恢复。		
运行	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 GB8702、GB12348、GB8978 等国家标准要求，并及时解决公众合理的环境保护诉求。	本环评已要求建设单位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 GB8702、GB12348、GB8978 等国家标准要求，并及时解决公众合理的环境保护诉求。	满足

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》等相关要求。

3、产业政策相符性

本工程为220kV输变电工程，属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》“第一类 鼓励类”中的“电力基础设施建设”项目。于2023年12月19日取得了曲靖市发展和改革委员会关于本工程核准的批复（曲发改基础〔2023〕49号），项目代码：2307-530300-04-05-252326。项目符合国家及地方产业政策要求。

4、与《云南省主体功能区规划》的符合性分析

云南省人民政府于 2014 年 1 月 6 日印发了《云南省主体功能区规划》（云政发〔2014〕1 号文），根据规划，将云南省国土空间分为重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域三种区域。

拟建项目位于陆良县，根据《云南省主体功能区规划》，陆良县大部分被划定为国家农产品主产区，少部分被划定为禁止开发区。国家农产品主产区功能定位是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。

项目位于国家农产品主产区，不涉及禁止开发区。根据调查，本项目线路塔基涉及占用部分耕地，变电站占地类型主要为林地。项目施工期短，不会长期占用耕地，除线路铁塔四座支撑脚外，其余临时占用的耕地施工结束后进行复耕，

恢复其原有功能，不影响农产品主产区功能定位。因此项目与《云南省主体功能区规划》的要求不冲突。

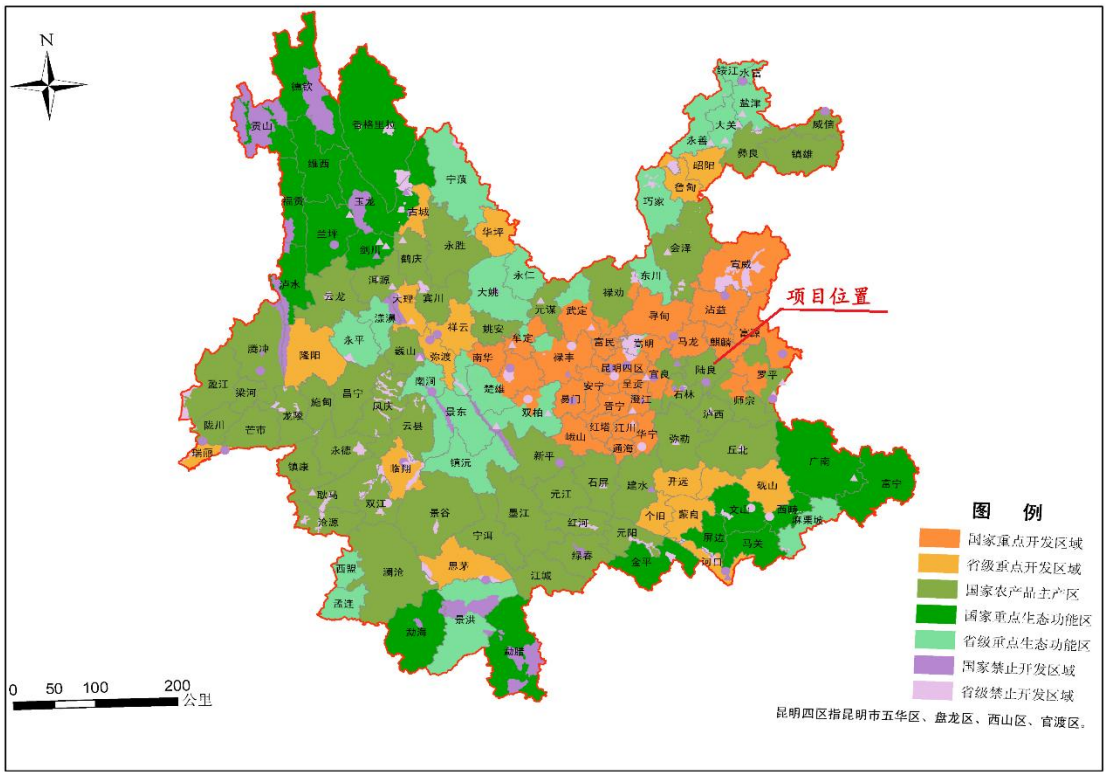


图1-1　项目与云南省主体功能区的位置关系

5、与《云南省生态功能区划》的符合性分析

根据云南省的生态环境敏感性、生态系统服务功能分异规律及存在的主要生态问题，2009 年 9 月云南省人民政府批复的《云南省生态功能区划》，将云南生态功能分为 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）。经叠图分析，项目区位于 III1-11 曲靖、陆良山原盆地城镇与农业生态功能区，项目在云南省生态功能区划情况见下表。

表 1-4　本项目所在地的生态功能区划

生态功能分区单元			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	III1 滇中高原谷盆半湿润常绿阔叶林、暖性	III1-11 曲靖、陆良山原盆地城镇与农业生态	以石灰岩盆地地貌为主，降雨量 900-1000 毫米。地带性植被为半湿润常绿阔叶，现存植被主要为云南松林，土壤以红壤为主	土地利用不合理导致的土地石漠化	石漠化中度敏感	以岩溶地貌为主的生态旅游和以粮食生产为	开展生态旅游，合理利用土地，推行清洁生产，改善森林的数量，

	针叶林生态亚区	功能区				主的生态农业	保护岩溶地貌环境和农田生态环境，防止石漠化

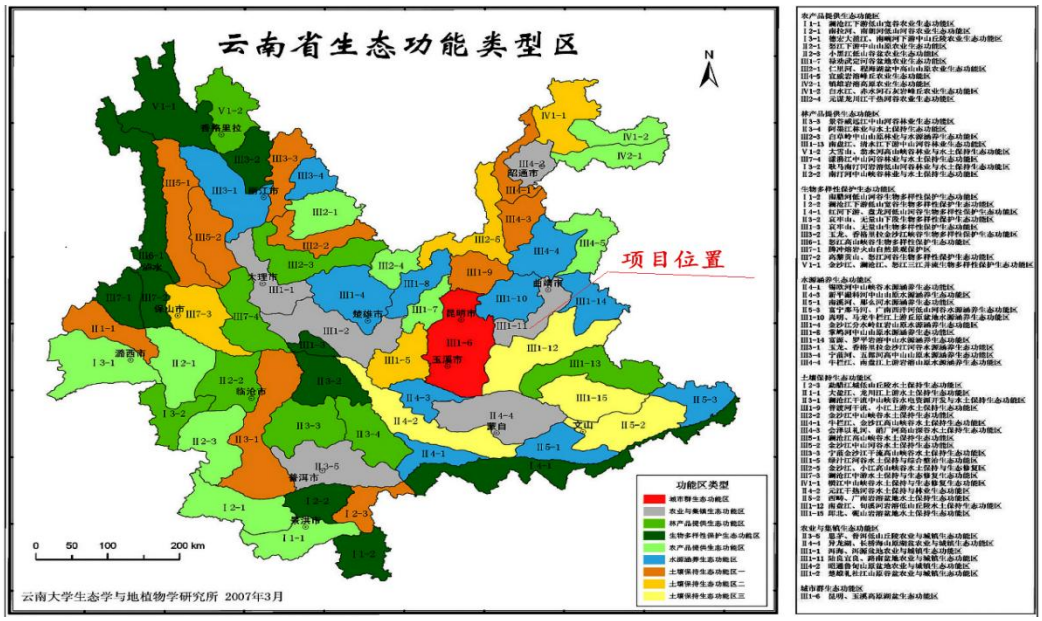


图1-2　项目与云南省生态功能区的位置关系

本项目为输变电工程，项目塔基占地面积较小，沿线植被均为当地常见物种，分布广泛，项目占地属于间隔式占地，所以项目的建设不会对沿线植被类型及分布造成大的影响；项目变电站占地类型主要为人工蓝桉林，项目建设过程中将严格落实各项环境保护和水土保持措施，及时恢复施工迹地植被，最大程度降低对生态环境的影响。因此，本工程与《云南省生态功能区划》不冲突。

6、与长江经济带发展负面清单符合性分析

本项目与长江经济带发展负面清单符合性分析根据《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》（长江办〔2022〕7 号）要求和《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》（云发改基础〔2022〕894 号）要求进行分析。

（1）与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》（长江办〔2022〕7 号）符合性分析

表 1-5　与“长江办〔2022〕7 号”符合性分析

“长江办〔2022〕7 号”相关内容	本项目内容	相符性
禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投	本项目不涉及自然保	符合

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。	护区、风景名胜区。	
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。	本项目用地不涉及饮用水源保护区	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目。	本项目用地不涉及水产种质资源保护区和国家湿地公园	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。	本项目用地不属于《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、《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	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。	本项目为输变电工程，不属于该条所列项目。	符合

（2）与《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》（云发改基础〔2022〕894 号）的符合性分析

表 1-6　与“云发改基础〔2022〕894 号”符合性分析

“云发改基础〔2022〕894 号”相关内容	本项目内容	相符性
禁止新建、改建和扩建不符合《全国内河航道与港口布局规划》等全国港口规划和《昭通市港口码头岸线规划（金沙江段 2019 年—2035 年）》《景洪港总体规划（2019—2035 年）》等州（市）级以上港口布局规划以及港口总体规划的码头项目。	本项目属于输变电工程	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	符合
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	项目用地不涉及风	符合

	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。	景名胜区	
	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。	项目用地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。禁止在金沙江岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在金沙江干流、九大高原湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。	项目为输变电工程，不涉及金沙江岸线保护区和保留区，不涉及九大高原湖泊保护区和保留区	符合
	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。	项目为输变电工程，不涉及金沙江干流，不设排污口	符合
	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。	项目不涉及渔业资源生产性捕捞	符合
	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。	项目为输变电工程，不属于所列项目	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、制浆造纸行业中的高污染项目。	项目为输变电工程，不属于高污染项目	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。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。	项目为输变电工程，不属于该条款所列的项目	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，依法依规关停退出能耗、环保、质量、安全不达标产能	对照《产业结构调整指导目录》（2024	符合

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。	年本），本项目属于鼓励类	

综上，本项目的建设符合“长江办〔2022〕7 号”和“云发改基础〔2022〕894 号”相关要求。

7、与《云南省生物多样性保护条例》的符合性分析

《云南省生物多样性保护条例》旨在保护生物多样性，保障生态安全，由云南省第十三届人大常务委员会第五次会议于 2018 年 9 月 21 日审议通过并公布，自 2019 年 1 月 1 日起施行。相关内容如下：“第二十四条 任何单位和个人不得擅自向自然保护区引进外来物种。确需引进的，应当依法办理审批手续，并按照有关技术规范进行试验。第二十五条 禁止扩散、放生或者丢弃外来入侵物种。任何单位和个人发现疑似外来物种的，应当及时向当地环境保护、林业、农业、卫生等行政主管部门或者相关自然保护地管理机构报告。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。”

同时，根据《云南省生物多样性保护条例》第十条，经云南省人民政府同意，云南省生态环境厅会同有关部门编制并印发了《云南省生物多样性保护战略与行动计划2024-2030年》，指出生物多样性保护迈入新阶段，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导制定了生物多样性保护战略，针对重点生态功能区、自然保护地、生物多样性保护优先区域、生态保护红线等生物多样性保护优先领域提出优先行动计划。

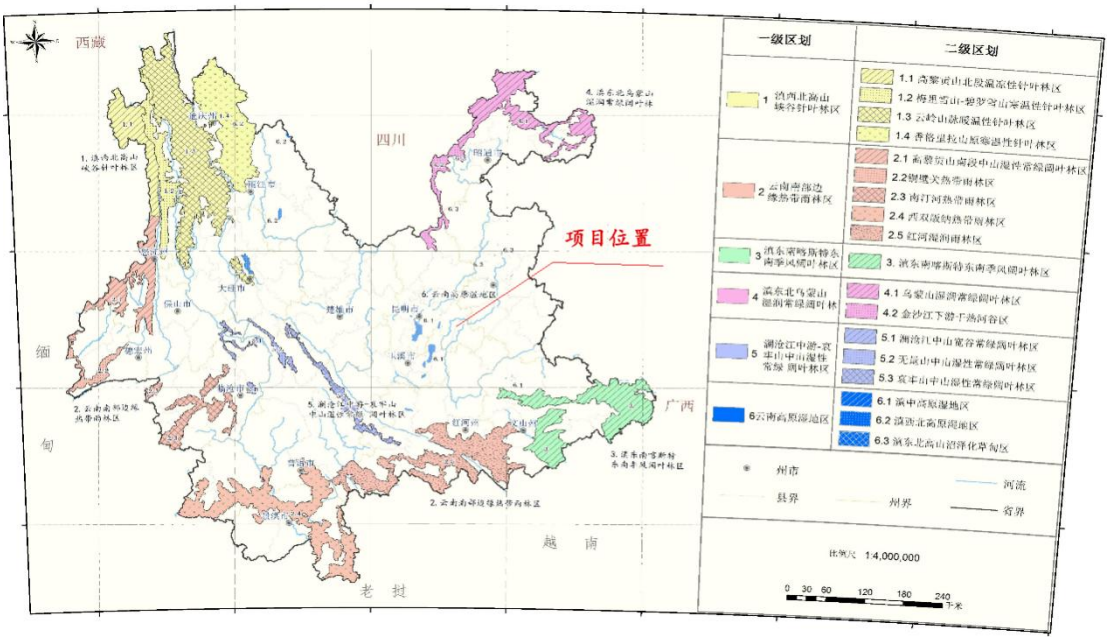


图1-3　项目与云南省生物多样性保护优先区域的位置关系

符合性：项目不涉及生物多样性保护优先区域，根据现场调查，项目变电站占地类型为人工林，占用林地类型为蓝桉，项目塔基未占用当地原生性较好的植被。区域内人为活动明显，原生林大多遭受一定破坏，林下灌木和草本成分较之没有受干扰或干扰较小的原生性林区，已有较大的差别。输电线路的杆塔采用间隔式占地，输电线路采用架空方式高跨树木，施工过程中也仅在塔基处进行开挖，不对输电线路下方的树木进行砍伐。本工程不会对动物的生境和活动造成阻隔，尽量避开植被良好林区，基本不会改变区域的生态系统结构和功能。输电线路运行期不产生废水废气和废渣，不会损害重要物种及其栖息地和生境，不会对当地生物多样性造成破坏。本项目不属于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建设项目。在采取本环评提出的生态保护措施后，工程对沿线的生态不利影响有限。因此，本项目与《云南省生物多样性保护条例》不冲突。

8.与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030 年）》相符性分析

《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030 年）》明确全省新时期生物多样性保护战略定位、战略目标、战略任务、优先领域和优先行动，为各部门各地区推进生物多样性保护提供指引。本项目与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030 年）》相符性分析见下表。

表 1-7 与《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030 年）》相符性分析

《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024-2030 年）》内容	本项目情况	相符性
基本原则： ——尊重自然、保护优先。牢固树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，坚持保护优先，综合运用自然恢复和人工修复两种手段，因地因时制宜、分区分类施策，对重要生态系统、生物物种及遗传资源实施有效保护，保障生物安全和生态安全。	本项目选址、选线已充分避让了环境敏感区。项目施工结束后对变电站、塔基临时施工场地、牵张场等进行植被恢复，项目占地不涉及重要生态系统、生物物种，不会对生物安全和生态安全造成威胁。	符合
战略任务： ——完善生物多样性保护空间网络。科学构建国土空间开发保护新格局，严格生态空间管理，严守生态保护红线。 ——强化生物安全管理与风险防控。提高生物生态安全风险防范能力。强化外来入侵物种与有害生物防控治理，加强生物技术环境安全监管。	1.项目占用生态保护红线，符合有限人为活动目录，对生态保护红线影响小。 2.本项目植被恢复严禁引入外来入侵物种。	符合
加强生态空间管控： 有序推动生态保护红线勘界定标，推进生态保护红线监管平台建设，加强人为活动管理管控，强化生态环境监督，确保生态保护红线生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。优化生物多样性保护优先区域，强化区内大中型建设工程项目及矿产、能源、旅游等自然资源开发项目生物多样性影响评价，并加强事中事后生物多样性影响监测评估。	1、项目占用生态保护红线，符合有限人为活动目录，对生态保护红线影响小，不会破坏生态红线功能。 2、项目不涉及云南省生物多样性优先区域。	符合
修复重要生态系统： 加快推进三江并流区，金沙江干热河谷区，滇中高原湖泊，滇西北、横断山南缘和滇西南生物多样性保护区，以及滇东南、滇东北和滇中石漠化区重要生态系统保护修复。科学开展大规模国土绿化行动，重点绿化迹地、荒滩、荒废和受损山体、退化林地草地等，推进绿美云南建设。加强天然林和公益林管护，开展森林可持续经营，精准提升森林质量。	项目不涉及三江并流、金沙江干热河谷等重要生态系统，项目施工过程中，加强公益林和天然林管理，施工完工后，全部进行绿化恢复，保护当地生态系统。	符合

项目占用生态保护红线，但不会破坏生态功能，本项目不涉及云南生物多样性优先区域。本项目占地面积不大，项目建设总体对环境影响小。项目建设符合《云南省生物多样性保护战略与行动计划（2024－2030年）》的要求。

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

2023 年 8 月 28 日，云南省自然资源厅 云南省生态环境厅 云南省林业和草原

局下发了云自然资[2023]98 号文，与通知相关内容，符合性分析如下。

表 1-8　与《关于加强生态保护红线管理工作的通知》相符性分析

通知要求	项目情况	相符性
（一）实行有限人为活动准入管控 生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；自然保护地核心保护区外禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。有限人为活动范围按照《有限人为活动准入目录》进行管控。有限人为活动应尽量避让自然保护区、风景名胜区等自然保护地、饮用水水源保护区、世界自然遗产地、重要湿地、九大高原湖泊生态黄线内等特殊区域，确实无法避让的应符合法律法规规定。	本项目线路共 23 座塔基占用红线。项目属于必须且无法避让，根据分析，项目符合《陆良县国土空间总体规划（2021-2035 年）》规划要求，项目输电线塔基小面积零星分散建设项目用地，对生态功能不造成破坏的有限人为活动，符合《有限人为活动准入目录》，项目目前已取得陆良县人民政府出具的有限认为活动意见。 本项目避让自然保护区、风景名胜区等自然保护地、饮用水水源保护区、世界自然遗产地、重要湿地、九大高原湖泊生态黄线内。	符合
（三）加强不涉及新增建设用地的有限人为活动监管应严格控制有限人为活动强度和规模，尽量避免对生态功能造成破坏。由县（市、区）人民政府按照《准入目录》认定，并出具属于生态保护红线内允许有限人为活动认定意见，相关行业主管部门结合职能职责按现行法律法规规定及要求办理有关手续，县（市、区）人民政府和有关部门负责做好后期生态保护监管。	本项目 23 座塔基占用生态保护红线，全部位于陆良县，变电站用地已取得用地预审与选址意见书，线路部分占地规模很小，属于有限人为活动，对生态功能不造成破坏影响，陆良县人民政府原则同意开展项目。	符合

根据上述分析，项目占用生态保护红线，符合云自然资〔2023〕98 号文要求。

10、与《陆良县国土空间总体规划(2021-2035 年)》的相符性分析

《陆良县国土空间总体规划（2021-2035 年）》已于 2024 年 5 月取得曲靖市政府的批复。规划范围包括：县域范围：包括两街道、七镇、两乡，面积 1989.5 平方公里。中心城区范围：包括中枢、同乐街道，小百户镇北山村、兴仁村兴隆村，大莫古镇太平哨村、麻舍所村(汕昆高速以北区域)，面积 179.21 平方公里。产业空间布局为：构建“一核、两廊、三园、三区、四带”的产业空间布局。一核:以县城为中心形成的产业发展核心。两廊：南盘江绿色产业廊、杜公河农文旅产业廊。三园：即青山园区、大莫古园区和召夸园区。三区：即特色农业发展区、农文旅融合发展区、山地产业发展区。四带：陆良一曲经济带、陆良-石林-昆明经济带、陆良一文山经济带、陆良-蒙自经济带。

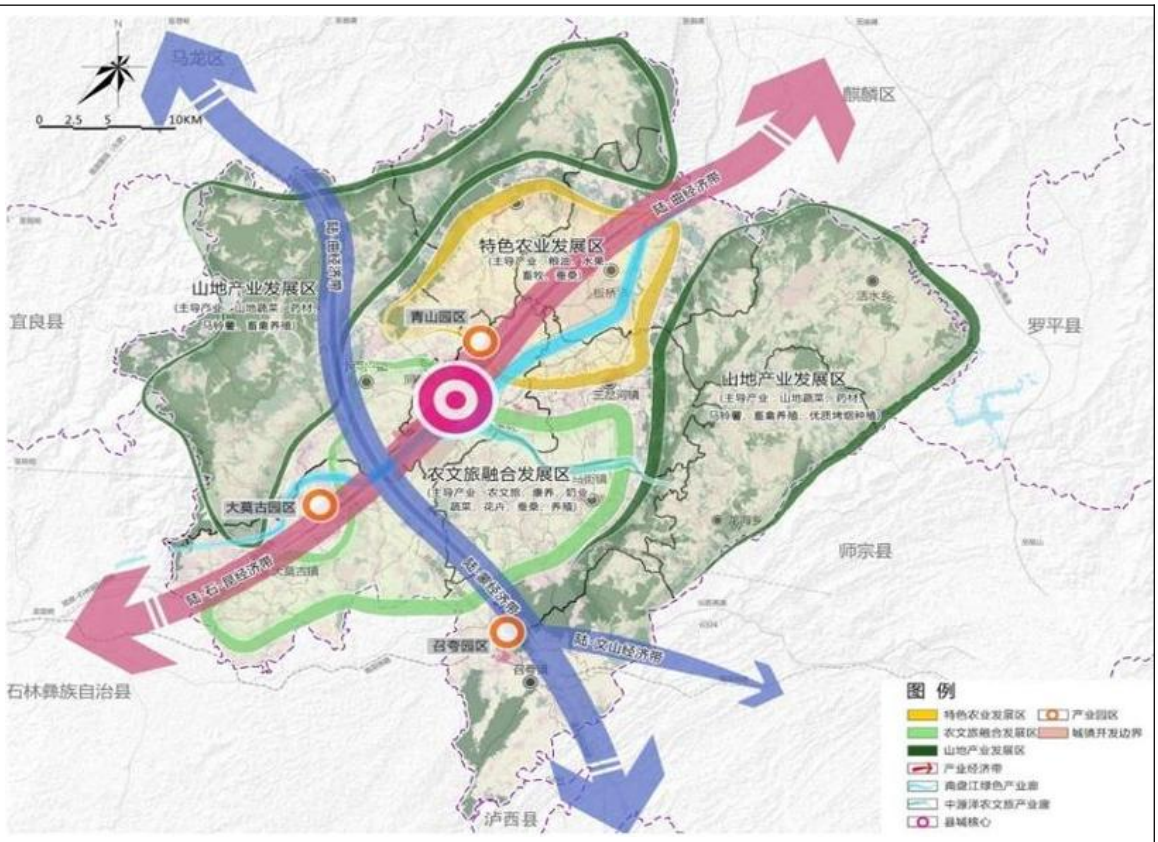


图 1-4　　陆良县国土空间规划图

符合性分析：本项目为输变电工程，位于陆、曲经济带，项目的建设可满足陆良片区负荷发展的需求，解决 220kV 陆良变重载的问题、可优化片区 110kV 电网网架结构水平，降低电网安全运行风险、同时为远期规划负荷及新能源接入提供接入点，提高片区的供电能力及供电可靠性。项目的建设对陆良县经济发展具有正向作用，因此，项目符合《陆良县国土空间总体规划(2021-2035 年)》的功能定位。

11、与《电力设施保护条例》符合性分析

根据《电力设施保护条例》（2011 年修订），项目与其要求的符合性分析如下：

表1-9　　与《电力设施保护条例》的符合性分析

条例要求	本项目情况	相符性
第二十二条 公用工程、城市绿化和其他工程在新建、改建或扩建中妨碍电力设施时，或电力设施在新建、改建或扩建中妨碍公用工程、城市绿化和其他工程时双方有关单位必须按照本条例和国家有关规定协商，就迁移、采取必要的防护措施和补偿等问题达成协议后方可施工。	项目建设将减少陆良地区弃电量问题，提高电能利用效率。本项目建设不妨碍公用工程、城市绿化和其他工程。	符合

第二十三条 电力管理部门应将经批准的电力设施新建、改建或扩建的规划和计划通知城乡建设规划主管部门，并划定保护区域。	建设单位应将批准后的变电站上报电力管理部门及城乡建设规划主管部门，划定保护区域。严格按条例规定进行管理。	符合
第二十四条 新建、改建或扩建电力设施,需要损害农作物，砍伐树木、竹子，或拆迁建筑物及其他设施的，电力建设企业应按照国家有关规定给予一次性补偿。 在依法划定的电力设施保护区内种植的或自然生长的可能危及电力设施安全的树木、竹子，电力企业应依法予以修剪或砍伐。	项目运行期应加强运维管理，对电力设施保护区内的树木、竹子等在其可能危及电力设施安全时，依法依规予以修剪或砍伐。	符合

根据表1-9分析，项目建设符合《电力设施保护条例》（2011年修订），相关要求。

12、与《国家级公益林管理办法》（林资发〔2017〕34 号）的相符性分析

2017 年 5 月 8 日，原国家林业和草原局 财政部下发了《国家级公益林管理办法》，与管理办法相关内容，符合性分析如下。

表 1-12 与《国家级公益林管理办法》相符性分析

管理办法要求	项目情况	相符性
第九条 严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续。	1、根据 220kV 芳华(大马路)输变电工程项目使用林地可行性报告，项目占用国家二级公益林 45 座塔基，面积约 0.3892hm^2。 2、项目占用国家公益林，将依法办理使用林地审批、采伐手续，实行区域占补平衡，因而符合规定要求。	符合
第十二条 一级国家级公益林原则上不得开展生产经营活动，严禁打枝、采脂、割漆、剥树皮、掘根等行为。 国有一级国家级公益林，不得开展任何形式的生产经营活动。因教学科研等确需采伐林木，或者发生较为严重森林火灾、病虫害及其他自然灾害等特殊情况确需对受害林木进行清理的，应当组织森林经理学、森林保护学、生态学等领域林业专家进行生态影响评价，经县级以上林业主管部门依法审批后实施。	本项目未占用国家一级公益林。	符合

经上分析，项目占用国家二级公益林，符合《国家级公益林管理办法》的相关要求。

13、项目与《云南省临时用地管理办法（试行）》（云自然资规〔2024〕3号）的

	符合性分析 为规范临时用地管理，落实最严格的耕地保护制度和节约集约用地制度，切实加强土地要素保障，根据《中华人民共和国土地管理法》《中华人民共和国土地管理法实施条例》《土地复垦条例》等法律法规，结合云南省实际，经中共云南省自然资源厅党组2024年第19次会议审议通过，制定了《云南省临时用地管理办法（试行）》，办法与本项目相关的要求如下： “临时用地选址应坚持节约集约用地，合理控制用地规模，优先使用建设用地或未利用地，尽量避让永久基本农田、生态保护红线、各类自然保护地和地质灾害易发区，不占或少占耕地。 临时用地占用一般耕地、永久基本农田、自然保护地及允许占用生态保护红线的，由县级人民政府组织自然资源、农业农村、环境保护、林草等部门开展审查论证，并出具论证意见。 临时用地使用期限一般不超过两年。建设周期较长的能源（含能源基础设施建设中的油气探采合一涉及的钻井及配套设施）、交通、水利等基础设施建设使用的临时用地期限不超过四年。” **符合性：**本项目的临时用地主要有塔基下方的施工场地、牵张场、跨越场、人抬道路，由于项目塔基不可避免地占用了生态保护红线及永久基本农田，故塔基下方必要的临时施工场地也涉及生态保护红线及永久基本农田，但铁塔施工简单、扰动面积有限、工期较短，单座塔基临时用地一般不超过2个月。项目开工前，土地征用协调工作完成，塔基最终坐标确定后，按要求办理相关土地占用手续。施工结束后，由施工单位对临时占用的土地进行复耕和植被恢复，除铁塔的四座支撑脚，其余全部恢复土地原有使用功能，故项目基本符合《办法》的要求。 **14、项目与《规范临时用地管理的通知》（自然资源规〔2021〕2号）的符合性分析** 临时用地选址要求和使用期限： 建设项目施工、地质勘查使用临时用地时应坚持“用多少、批多少、占多少、恢复多少”，尽量不占或者少占耕地。使用后土地复垦难度较大的临时用地，要严格控制占用耕地。铁路、公路等单独选址建设项目，应科学组织施工，节约集约使用临时用地。制梁场、拌合站等难以恢复原种植条件的不得以临时用地方式

占用耕地和永久基本农田，可以建设用地方式或者临时占用未利用地方式使用土地。临时用地确需占用永久基本农田的，必须能够恢复原种植条件，并符合《自然资源部农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）中申请条件、土壤剥离、复垦验收等有关规定。

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

符合性：本项目的临时用地主要有塔基下方的施工场地、牵张场、跨越场、人抬道路，由于项目塔基不可避免地占用耕地，故塔基下方必要的临时施工场地也涉及耕地，但铁塔施工简单、扰动面积有限、工期较短，单座塔基临时用地一般不超过2个月。项目开工前，土地征用协调工作完成，塔基最终坐标确定后，按要求办理相关土地占用手续。施工结束后，由施工单位对临时占用的土地进行复耕和植被恢复，除铁塔的四座支撑脚，其余全部恢复土地原有使用功能，故项目基本符合《通知》的要求。

15、与天然林相符性分析

根据《220kV 芳华（大马路）输变电工程项目使用林地可行性报告》，本项目共 41 座塔基占用天然林（项目塔基与天然林位置关系详见附图 18），占用面积共计 0.3133hm^2。

（1）与《国家林业和草原局关于严格保护天然林的通知》（林资发〔2015〕181 号）符合性分析

2016 年 4 月 14 日，国家林业和草原局发布了关于“严格保护天然林的通知”，本项目与该通知的符合性分析如下：

相关要求：

①严格控制低产低效天然林改造

各地要严格遵循天然林形成规律，坚持“保护优先、自然修复为主”的原则，加大封山育林力度，尽量减少人工干扰。对低产低效天然林实施改造，要以提升天然林生态功能为目的，严格确定改造对象，从严控制规模和范围，科学设计改造方式和强度，严格执行相关技术规程和政策要求。国家一级公益林要严格保护，

	原则上不可实施任何方式的改造。天然起源的其他公益林、坡度大于 25 度以上的商品林、公路铁路和大江大河两侧、第一山脊线范围内的商品林应以封育改造和补植改造为主，一次性改造的蓄积强度不得大于 20%。严禁对原生型低效林进行改造，禁止将国家公益林改造为商品林。改造过程中要保持原有生态系统要素的完整性，不得全面伐除灌木，不得全面整地。严禁任何形式的毁林开垦或毁林造林。 ②严格控制天然林树木采挖移植 各地要切实贯彻落实《国家林业和草原局关于切实加强和严格规范树木采挖移植管理的通知》（林资发〔2013〕186 号）等文件精神，严格控制天然林树木采挖移植，依法禁止采挖原生地天然濒危、珍稀树木，国家一级保护野生植物，古树名木，以及名胜古迹、革命纪念地、国家公益林、自然保护区、省级以上森林公园、国家级林木种质资源库、国家重点林木良种基地、生态脆弱地区和生态区位重要地区的树木。天然大树是地带性森林，群落的重要标志，严禁移植天然大树进城。 **符合性分析：**本项目为输电线路工程，属于电网基础设施。项目路径走向已尽量避开占用天然林，项目塔基为点状占地，占用面积较小，在施工中将严格划定施工界限，禁止砍伐或破坏占地区外的林木，项目建设对天然林的影响在可接受的范围内。 （2）与《天然林保护修复制度方案》的符合性分析 **相关要求：** ①确定天然林保护重点区域。对全国所有天然林实行保护，禁止毁林开垦、将天然林改造为人工林以及其他破坏天然林及其生态环境的行为。依据国土空间规划划定的生态保护红线以及生态区位重要性、自然恢复能力、生态脆弱性、物种珍稀性等指标，确定天然林保护重点区域，分区施策，分别采取封禁管理，自然恢复为主、人工促进为辅或其他复合生态修复措施。 ②严管天然林地占用。严格控制天然林地转为其他用途，除国防建设、国家重大工程项目建设特殊需要外，禁止占用保护重点区域的天然林地。在不破坏地表植被、不影响生物多样性保护前提下，可在天然林地适度发展生态旅游、休闲康养、特色种植养殖等产业。

符合性分析：本项目为输电线路工程，属于电网基础设施。项目仅塔基占用天然林，施工临时场地在施工结束后恢复植被，不属于改造、破坏天然林的行为，占用区域重点区域的天然林，在施工中将严格划定施工界限，将对天然林的影响降到最低，符合相关管理要求。

16、与《云南省公益林管理办法》（云林规〔2019〕2 号）的相符性分析

2019 年 11 月 19 日，云南省林业和草原局 云南省财政厅下发了《云南省公益林管理办法》，其中：第二十五条 严格控制勘查、采矿和工程建设使用公益林地。纳入生态红线范围的公益林，按生态管控红线相关要求执行；未纳入生态红线范围、确需使用的公益林，由县级以上林业和草原主管部门进行核查，严格按照相关规定办理使用林地和林木采伐手续。经同意使用的国家级和省级公益林地，应当实行占补平衡并按本办法相关规定完善手续。

符合性分析：

根据林勘数据，项目涉及占用国家二级公益林45座塔基（项目塔基与公益林位置关系详见附图17），面积约0.3892hm^2。

本工程输电线路为电网线性基础设施建设项目，不属于开发性、生产性建设活动，工程设计已采取相应生态影响减缓和恢复措施，本环评还提出了一系列针对森林生态系统的保护措施。本工程已最大限度避让了公益林，减少了工程占用公益林的面积；本工程在施工期和运行期还将按照环境保护法律法规和环境影响评价文件要求尽量避免占用生态公益林地、节约集约利用林地原则，落实各项生态保护措施和要求，可将工程建设对生态环境的影响降到最低，不会对生态功能造成破坏，不影响整体森林生态系统功能发挥。

建设单位应按照现行建设项目使用林地审核审批管理办法和相关规定依法办理使用林地手续和林木采伐手续，并遵照行政主管部门意见和要求开展后续工作，确保工程开工建设前取得相关征占用林地手续文件，则本工程建设不违背现行国家和地方公益林管控要求。

二、建设内容

地理位置	项目整体位于陆良县芳华镇，线路经过芳华镇、板桥镇、中枢街道、三岔河镇，项目地理位置图详见附图 1。
项目组成及规模	**一、建设内容及规模** 1、主要建设内容 220kV 芳华（大马路）输变电工程项目建设内容分为芳华变电站工程、220kV 新建架空线路工程、110kV 新建架空线路工程、35kV 新建架空线路工程。 （1）变电站工程 220kV 芳华变电站站址拟设置于陆良县芳华镇戚家山村，根据变电站“用地预审与选址意见书”，站址总用地面积为 37503m^2，本期主要建设含主控综合楼、10kV 配电装置楼、警传室、二次小室、消防泵房、消防水池、一体化污水处理装置、事故油池等，终期设 3 台容量为 180MVA 的主变压器，本期建成 2 台，预留终期主变、配电装置等建设场地。 （2）220kV 新建架空线路工程、110kV 新建架空线路工程、35kV 新建架空线路工程 1）220kV 新建架空线路工程 根据本工程系统接入方案，最终 220kV 芳华变 220kV 出线共计 8 回，预留 4 回，本期新出线 4 回，分别为：①π接 220kV 曲陆线（2 回）、②π接 220kV 竹子山风电场至曲靖变线路（2 回），经统计，项目 220kV 线路长度为 54.8km，架设方式为单双回混合架设（AC、BD 出线侧共用一座塔基出线、其余塔基均为单回线路），无地埋电缆。 2）110kV 新建架空线路工程 本期 110kV 进出线共计 12 回，本期预留 6 回，建成 6 回，分别为：110kV 芳华至西桥线路（1 回），新出线 1 回 T 接 110kV 中大 II 回线（1 回），新出线 2 回π接吉中线（2 回），新出线 2 回π接吉中西线（2 回），经统计，项目 110kV 线路长度为 60.1km，架设方式均为单双回混合架空架设，无地埋电缆。 3）35kV 新建架空线路工程 35kV 出线最终 9 回，本期预留 8 回，建成 1 回，为 35kV 改接麦机线。

改接 35kV 麦机线线路：线路起于 220kV 芳华变 35kV 出线构架，止于 35kV 麦机线#63 塔，并拆除 35kV 麦机线#62-#63 杆段导地线及#63 塔；形成 220kV 芳华变-35kV 机山变 35kV 线路（接入原 35kV 麦机线#63 塔）。新建线路路径长约 1.0km，采用单回路架空架设。

本次评价内容为本期建设的变电站工程、110 千伏及 220 千伏输电线路，终期设置的主变、出线间隔不在本次评价范围内，届时单独办理环评手续。

项目主要建设内容见下表。

表 2-1　项目组成一览表

工程名称	类别		建设内容及规模	备注
220kV 芳华（大马路）变电站	主体工程	面积	总用地面积 37503m^2，总建筑面积 1349.11m^2。	新建
		主变压器	本期新建 2×180MVA，终期 3×180MVA。	新建
		220kV 出线	本期出线 4 回，终期 8 回。	新建
		110kV 出线	本期出线 6 回，终期 12 回。	新建
		35kV 出线	本期出线 1 回，终期出线 9 回。	新建
		无功补偿	本期新建 2×（3×12）Mvar，终期 3×（3×12）Mvar。	新建
	辅助工程	生活设施及辅助生产用房	1 栋主控综合楼（1F）、1 栋 35kV 配电室（1F）、1 栋水泵房（1F）、1 栋警传室（1F）。	新建
	公用工程	给排水	给水：取水取自来水管网，采用 DN100 管道，取水后经一体化给水设备处理。 排水：采取雨污分流排水系统。雨水经盲沟或雨水口收集后排至站外排水沟；生活污水通过地埋式一体化污水处理设施处理后回用，不外排。	新建
		进站道路	进站道路利用现有机耕道路接至123乡道，需将原机耕道路（约0.8km）拓宽至4.5m。	改建
	环保工程	化粪池	在巡检楼北侧设置一个容积 2.0m^3 的化粪池，对变电站值守人员产生的生活污水进行预处理。	新建
		一体化污水处理设施	设置 1 座一体化污水处理设施（采用 AO 处理工艺），规模 2m^3/d，同时设置 1 个 5m^3 中水暂存池。	新建
		生活垃圾桶	站内设置生活垃圾收集桶。	新建

				主变贮油坑	在 2 台主变下方设置贮油坑。	新建
				事故油池	建设一个事故油池，容积为 90m^3。	新建
				危废暂存间	设置一间危废暂存间，面积 20m^2，存放危险废物。	新建
				防渗工程	（1）事故油池、贮油坑表面及其下方基础层铺设防渗层，防渗层为至少1m厚的粘土层（渗透系数≤10^{-7}cm/s），或2mm厚高密度聚乙烯，或至少2mm厚的其它人工材料，渗透系数≤10^{-10}cm/s。（2）危废暂存间：贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。	新建
			临时工程	施工生产区	在变电站征地红线内布设施工生产区，集中布设材料堆放区、物料加工区等。	不征地
				施工营地	施工人员租住附近居民房屋，不设施工营地。	不征地
		220kV 线路	π 接 220kV 曲陆线线路	架空线路	单、双回路架设（变电站出线采用同塔双回出线），新建线路长度约（1.8+2.0）km，导线截面2×300mm^2，导线型号为2×JL/LB20A-300/40型铝包钢芯铝绞线，采用三角排列方式，新建角钢塔9基，编号“A、B”。	新建
				地线	10mm冰区选用2根36芯OPGW光缆。	新建
			π 接 220kV 竹子山风电场至曲靖变线路	架空线路	单、双回路架设（变电站出线采用同塔双回出线），新建线路长度约（25.6+25.4）km，导线截面2×400mm^2；10mm、20mm冰区采用2×JL/LB20A-400/50型铝包钢芯铝绞线，30mm冰区采用2×JLHA1/G1A-400/50型铝包钢芯铝绞线，采用水平、三角排列方式，新建角钢塔137基，编号为“C、D”。	新建
				地线	冰区采用2根48芯OPGW光缆。	新建
		110kV 线路	110kV 芳华至西桥线路	架空线路	采用单、双回路混合架设，新建线路 2×11.5+1.8km，截面 300mm^2，导线采用 JL/LB20A-300/30 型铝包钢芯铝绞线，采用三角、垂直方式排列，新建角钢塔 34 基，编号为“E”。	新建
				地线	一根 36 芯 OPGW-100 光缆	新建
			T 接 110kV 中大 II 回线	架空线路	采用单、双回路混合架设，新建线路 2×11.5+0.7km，截面 300mm^2，导线采用 JL/LB20A-300/30 型铝包钢芯铝绞线，采用三角方式排列，新建角钢塔 2 基，编号为“F”。	新建
				地线	一根 36 芯 OPGW-100 光缆	新建
			110kVπ 接吉中线	架空线路	采用单、双回路混合架设，新建线路 2×7.5+0.8km，截面 300mm^2，导线采用 JL/LB20A-300/30 型铝包钢芯铝绞线，采用垂直、三角方式排列，新建角钢塔 23 基，编号为“G”。	新建
				地线	2 根 36 芯 OPGW-100 光缆	新建
			110kVπ	架空线	采用单、双回路混合架设，新建线路 2×9.0+0.8km，截面	新建

	接吉中西线	路	300mm²，导线采用 JL/LB20A-300/30 型铝包钢芯铝绞线，采用垂直、三角方式排列，新建角钢塔 30 基，编号为“H”。	
		地线	2 根 36 芯 OPGW-100 光缆	新建
35kV 线路	35kV 改接麦机线		线路采用单回路架设，新建线路 1.0km，截面 150mm²	新建
输电线路	临时工程	塔基施工临时场地	塔基施工场地布置在塔基附近，每个塔位处均需设置施工场地，共设 235 个，每个占地约 50m²，临时占地面积共约 11750m²。	新建
		牵张场	本项目沿线预计设置 12 个牵张场，临时占地面积共 3600m²。	新建
		跨越施工场地	输电线路跨越公路、电力线路等设施需设置跨越场地，拟设置跨越场地 20 个，临时占地面积 1000m²。	新建
		施工便道	简易施工便道长度约 6.5km，宽约 1m，满足人抬或马驮要求，施工便道占地面积约 6500m²。	新建
		施工生产生活区	租用项目区域附近房屋，不另行设置。	新建
	环保工程	废水处理	输电线路施工时，施工废水经临时沉砂桶收集沉淀后回用于洒水降尘，不外排。线路运营期不产生生活和生产废水。	新建
		噪声防治	施工期采用低噪声设备。	新建
		施工粉尘	洒水降尘、临时覆盖。	新建
		固废处理	建筑垃圾能回收利用的回收利用，不能利用的集中收集后清运至当地政府指定的堆放场所处置，塔基施工产生的临时土方堆放于塔基基础施工临时场地，线路单项工程施工结束后及时回填并进行绿化恢复。	新建
		生态恢复	施工结束后对塔基施工区、牵张场、导线牵引场、跨越施工区恢复地表植被，植被恢复选择适宜当地存活的物种，禁止引入外来物种。	新建
拆除工程	220kV 曲陆线		拆除杆塔 4 基及导地线，拆除线路约 0.748km。	拆除工程
	220kV 靖竹线		拆除杆塔 1 基（N61）及导地线，拆除线路约 0.878km。	
	110kV 吉中西线		拆除#44-#45 杆段导地线及#45 塔，拆除线路约 0.37km。	
	110kV 中大 II 回线		拆除 110kV 中大 II 回线#4 塔。	
	110kV 吉中线		拆除#35-#37 杆段导地线及#35 塔、#36 塔，拆除线路约 0.27km。	
	110kV 吉中西线		拆除 110kV 吉中西线#28-#30 杆段导地线及#28 塔、#29 塔、#30 塔，拆除线路约 0.4km。	
	35kV 麦机线		拆除 35kV 麦机线#62-#63 杆段导地线及#63 塔、#64 塔，拆除线路约 0.3km。	

2、主要技术指标

本项目主要技术指标见下表。

表 2-2　本工程主要技术指标

项目名称		规模及主要技术指标
220kV线路工程	线路长度	路线全长约54.8km（A回1.8km，B回2.0km，C回25.4km，D回25.6km）
	气象条件	10、20、30mm覆冰，基本风速25m/s设计。
	导线型号	A、B回：双分裂，线路采用2×JL/LB20A-300/40型铝包钢芯铝绞线，直径23.9mm； C、D回：双分裂，线路10mm、20mm冰区采用2×JL/LB20A-400/50型铝包钢芯铝绞线，30mm冰区采用2×JLHA1/G1A-400/50型铝包钢芯铝绞线，直径为27.6mm。
	地线型号	4回线路均为双地线架设，一根采用OPGW复合光缆，一根采用铝包钢绞线（在30mm冰区采用一根采用OPGW复合光缆）。
	导、地线换位	导线、地线均不换位
	导线排列方式	A、B回：单、双回路架设（变电站出线采用同塔双回出线），双回垂直（AC、BD线路出线侧使用2座塔基出线）），三角排列 C、D回：单、双回路架设（变电站出线采用同塔双回出线），双回垂直（AC、BD线路出线侧使用2座塔基出线），单回塔三角、水平排列；
	架设方式	单、双回路架设（变电站出线采用同塔双回出线）。
	新建杆塔	新建杆塔146基，全部采用铁塔。
	杆塔型号	主要采用南方电网杆塔标准化设计模块塔型。所有塔型均设计了全方位长短腿
	基础	全线铁塔采用了掏挖基础、人工挖孔桩基础，铁塔与基础连接采用地脚螺栓方式连接。
110kV线路工程	线路长度	路线全长约60.1km（E回13.3km，F回12.2km，G回15.8km，H回18.8km）
	气象条件	10mm覆冰，基本风速25m/s设计。
	导线型号	4回线路：单分裂，线路采用1×JL/LB20A-300/40，直径23.9mm；
	地线型号	4回线路地线均采用一根采用OPGW复合光缆。
	导、地线换位	导线、地线均不换位
	导线排列方式	四回线路采用单回三角、双回垂直排列方式；
	架设方式	同塔双回、单回路架设。
	新建杆塔	新建杆塔89基，全部采用铁塔。
	杆塔型号	主要采用南方电网杆塔标准化设计模块塔型。所有塔型均设计了全方位长短腿
	基础	全线铁塔采用了掏挖基础、人工挖孔桩基础，铁塔与基础连接采用地脚螺栓方式连接。
变电站	面积	总用地面积37503hm^2，总建筑面积1349.11m^2。
	主变压器	本期新建2×180MVA，终期3×180MVA。
	220kV出线	本期出线4回，终期8回。
	110kV出线	本期出线6回，终期12回。
	35kV出线	本期出线1回，终期出线9回。
	无功补偿	本期新建2×（3×12）Mvar，终期3×（3×12）Mvar。
	生活设施及辅助生	1栋主控综合楼、1栋35kV配电室、1栋水泵房、1栋警传室。

	产用房	

3、接入系统方案

（1）220kV 接入系统方案

①π接 220kV 曲陆线线路：新建线路路径长约（1.8+2）km，采用单、双回路架设（变电站出线采用同塔双回出线）。

②π接 220kV 竹子山风电场至曲靖变线路：新建线路路径长约（25.6+25.4）km，采用单、双回路架设（变电站出线采用同塔双回出线）架空架设。

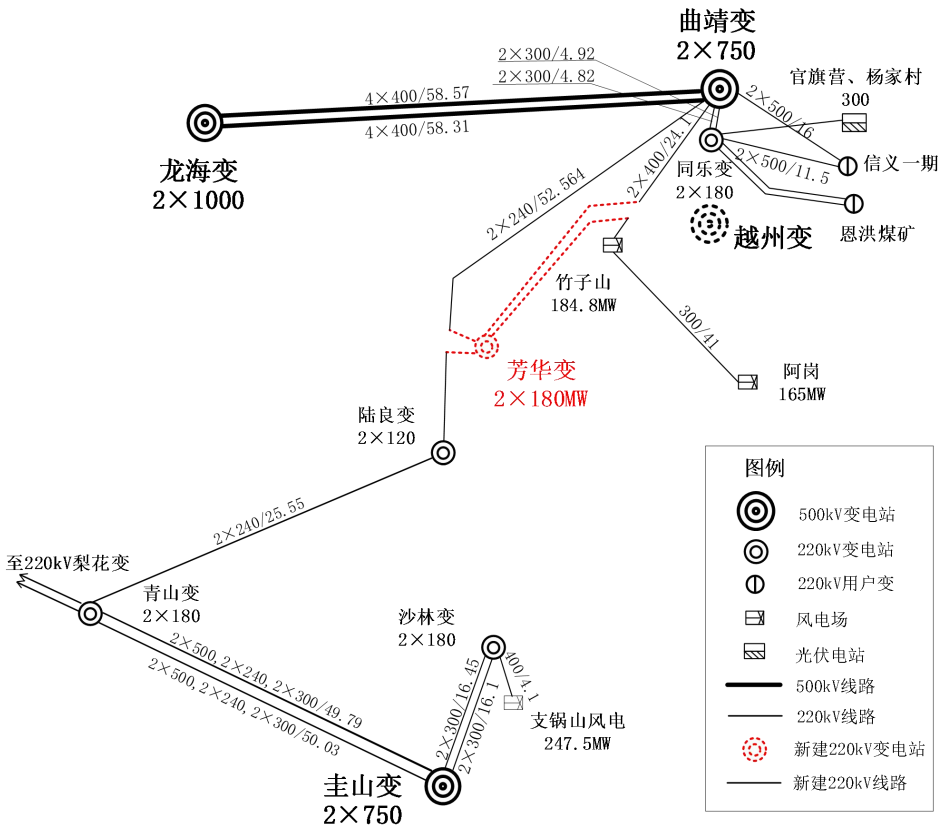


图 2-1　220kV 接入系统方案图

（2）110kV 接入系统方案

220kV 芳华变 110kV 最终出线 12 回，本期预留 6 回，建成 6 回，分别为：新出线 1 回改接 110kV 吉中西线（1 回），新出线 1 回 T 接 110kV 中大 II 回线（1 回），新出线 2 回π接吉中线（2 回），新出线 2 回π接吉中西线（2 回）。

①110kV 芳华至西桥线路：新建线路路径长约 2×11.5+1.8km，采用单双回

路架空混合架设。

②T 接 110kV 中大 II 回线：新建线路路径长约 2×11.5+0.7km，采用单双回路架空混合架设。

③110kVπ接吉中线：新建线路路径长约（2×7.5+0.8）km，采用单双回路架空混合架设。

④110kVπ接吉中西线：新建线路路径长约（2×9.0+0.8）km，采用单双回路架空混合架设。

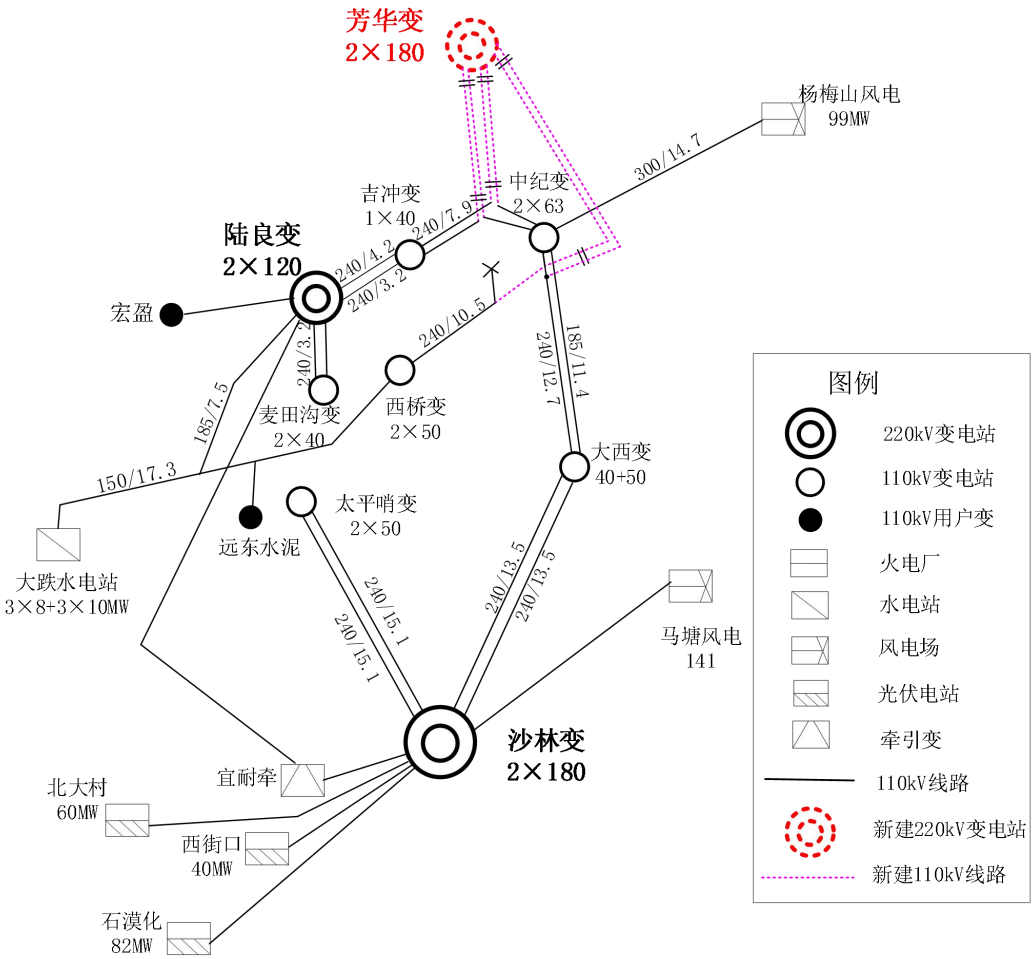


图 2-2　110kV 接入系统方案图

（3）35kV 接入系统方案

220kV 芳华变 35kV 最终出线 9 回，本期预留 8 回，出线 1 回，为：35kV 改接麦机线线路。

35kV 改接麦机线：新建线路路径长约 1.0km，采用单回路架空架设。

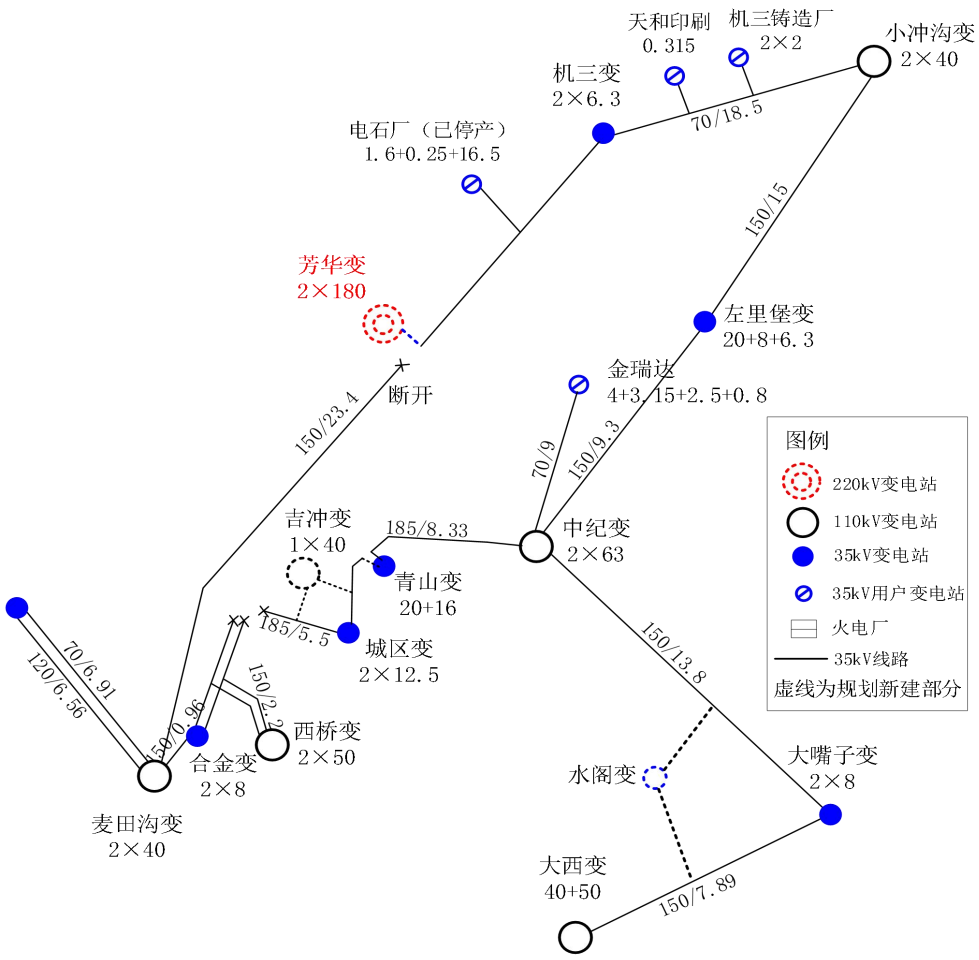


图 2-3　35kV 接入系统方案图

4、变电站出线方案

根据变电站位置、系统规划及站内设备布置的实际情况，220kV、110kV、35kV 线路共有 29 回，其中 220kV 出线共 8 回，110kV 出线共 12 回，35kV 出线 9 回。

（1）220kV 出线方案

220kV 出线构架布置在变电站西北侧，本期选用西北侧出线构架出线 4 回，其中：π接 220kV 曲陆线线路使用第 3、7 两个 220kV 出线间隔（站在站内面向站外，从左往右数）；π接 220kV 竹子山风电场至曲靖变线路使用第 4、6 个 220kV 出线间隔（站在站内面向站外，从左往右数）。

（2）110kV 出线方案

110kV 芳华至西桥线路：本期使用 220kV 芳华变东南侧第 8 个 110kV 出线间隔，面向站内，从左往右数。

T 接 110kV 中大 II 回线：本期使用 220kV 芳华变东南侧第 7 个 110kV 出线间隔，从左往右数。

110kVπ接吉中线：本期使用 220kV 芳华变东南侧的第 5 个和第 6 个 110kV 出线间隔，面向站内，从左往右数。

110kVπ接吉中西线：本期使用 220kV 芳华变东南侧的第 3 个和第 4 个 110kV 出线间隔，面向站内，从左往右数。

（3）35kV 出线方案：

35kV 出线最终 9 回，本期预留 8 回，建成 1 回，为 35kV 改接麦机线。

改接 35kV 麦机线线路：本期使用 220kV 芳华变西南侧的第 8 个 35kV 出线间隔，面向站内，从左往右数。

间隔排列如图 2-4 所示。

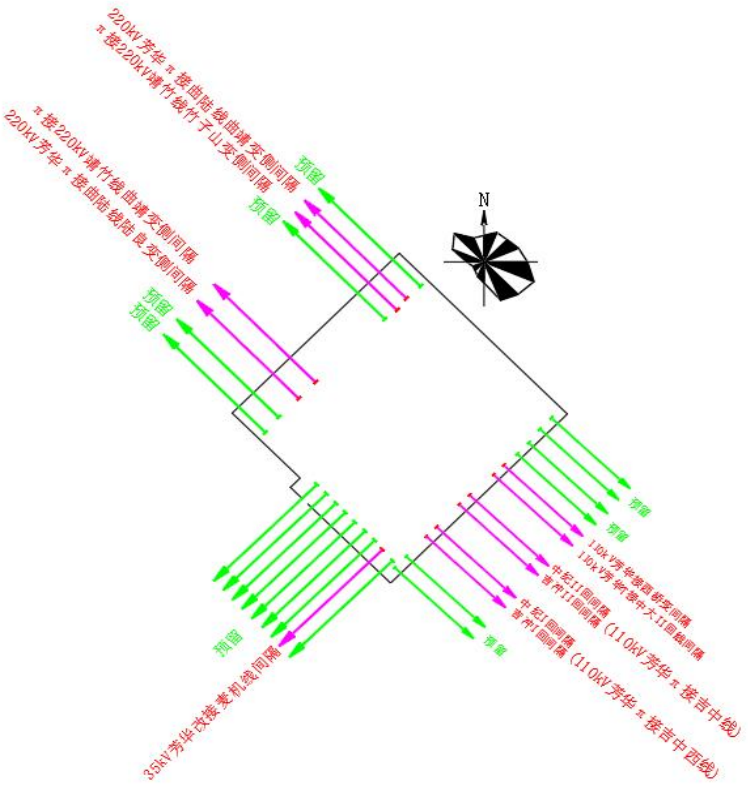


图 2-4：220kV 芳华（大马路）变出线布置图

5、塔型

项目塔基按全方位长短腿设计，项目线路拟选用塔基类型及其基本参数见下表。

表 2-3　塔型基本参数表

序号	塔型代号	线路使用情况	备注
220kVπ接曲陆线（AB 回路）			
1	V3-2C1Y7-J3	A、B 回	单回三角
2	V3-2C1Y7-J4	A、B 回	单回三角
3	V3-2C1Y7-Z2	A、B 回	单回三角
4	V3-2C1Y7-Z3	A、B 回	单回三角
220kVπ接靖竹线（CD 回路）			
1	2D2Y5-JD	C、D 回	双回垂直
2	V3-2D1Y7-J1	C、D 回	单回三角
3	V3-2D1Y7-J2	C、D 回	单回三角
4	V3-2D1Y7-J3	C、D 回	单回三角
5	V3-2D1Y7-J4	C、D 回	单回三角
6	V3-2D1Y7-Z1	C、D 回	单回三角
7	V3-2D1Y7-Z2	C、D 回	单回三角
8	V3-2D1Y7-Z3	C、D 回	单回三角
9	V3-2D1Y7-Z4	C、D 回	单回三角
10	V3-2D1Y9-J1	C、D 回	单回三角
11	V3-2D1Y9-J2	C、D 回	单回三角
12	V3-2D1Y9-J3	C、D 回	单回三角
13	V3-2D1Y9-Z1	C、D 回	单回水平
14	V3-2D1Y9-Z2	C、D 回	单回水平
15	V3-2D1Y4-J3	C、D 回	单回水平
16	V3-2D1Y4-Z2	C、D 回	单回水平
110kV 芳华至西桥线路（E、F 回路）			
1	1C2Z1-J3	E、F 回	双回垂直
2	1C2Z1-J4	E、F 回	双回垂直
3	1C2Z1-Z2	E、F 回	双回垂直
4	1C2Z1-Z3	E、F 回	双回垂直
5	V3-1C1Y4-J1	E 回	单回三角
6	V3-1C1Y4-J4	E 回	单回三角
7	V3-1C1Y4-Z2	E 回	单回三角
8	V3-1C1Y4-Z3	E 回	单回三角
9	V3-1C1Y4-J3	F 回	单回三角
10	110TG31	F 回	单回三角
110kVπ接吉中线（G 回路）			
1	1C2Z1-J1	G 回	双回垂直
2	1C2Z1-J2	G 回	双回垂直
3	1C2Z1-J3	G 回	双回垂直
4	1C2Z1-J4	G 回	双回垂直
5	V3-1C1Y4-Z2	G 回	单回三角

6	V3-1C1Y4-Z3	G 回	单回三角
110kVπ接吉中西线（H 回路）			
1	1C2Z1-J1	H 回	双回垂直
2	1C2Z1-J2	H 回	双回垂直
3	1C2Z1-J3	H 回	双回垂直
4	1C2Z1-J4	H 回	双回垂直
5	V3-1C1Y4-Z1	H 回	单回三角
6	V3-1C1Y4-Z2	H 回	单回三角
7	V3-1C1Y4-Z3	H 回	单回三角

6、线路重要交叉跨越情况

项目全线按《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）设计，110kV、220kV 输电线路导线对地及交叉跨越物最小允许距离见下表。

表 2-4　线路导线对地及交叉跨越物最小允许距离

线路经过地区	最小距离（m）		备注
	110kV	220kV	
居民区（对地）	7.0	7.5	/
非居民区（对地）	6.0	7.0	/
跨越建筑物	5.0	6.0	/
跨越自然树木	4.0	4.5	/
跨越果树、经济作物	3.0	3.5	/
跨越铁路	7.5	8.5	/
跨越公路	7.0	8.0	/
跨越河流（百年一遇洪水位）	3.0	4.0	/
500kV 线路	6.0（水平）、8.5（三角）	6.0（水平）、8.5（三角）	/
220kV 线路	4.0	4.0	/
110kV 线路	4.0	4.0	/

表 2-5　本工程线路主要交叉跨越情况

220kV 线路		110kV 线路	
交叉跨越对象	次数	交叉跨越对象	次数
220kV 曲陆线	4	110kV 小中线	1
220kV 靖竹线	1	110kV 中大 I 回线	1
35kV 及以下线路	34	110kV 吉中线	1
乡村道路	15	110kV 中大 II 回线	1
高速（曲陆高速）	2	地表水（南盘江、芳华河）	1
35kV 及以下线路	20	国道（G248）	1
芳华河	1	乡村道路	17

设计严格按照《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》的要求控制交叉跨

越点的距离，电力线路在有条件的交叉点采用系统停电、索桥封网等方式跨越，其余采用搭设跨越架的方式。

7、工程占地情况

本项目建设区共占地 61293m²，其中永久占地 38443m²、临时占地 22850m²。输电线路工程占地主要为塔基占地，真正的永久占地仅为铁塔四个脚的基础占地，面积很小，每个基础约 1m²，四个基础范围内的土地在施工时作为施工临时用地，施工结束后，可恢复土地原有功能。

表 2-6　工程占地一览表

序号	分区	占地性质及面积（m²）			占地类型	备注
		永久占地	临时占地	合计		
1	塔基及施工区	940	11750	12690	林地、耕地	永久占地为铁塔 4 座支撑脚
2	变电站	37503	0	37503	林地	按用地预审选址意见书核算
3	牵张场地	0	3600	3600	林地、耕地	设置 12 处/每处 300m²
4	跨越场地	0	1000	1000	林地、耕地	搭设 20 个跨越架，每处 50m²
5	施工便道	0	6500	6500	林地、耕地	道路宽度按 1m 计
合计		38443	22850	61293	/	/

8.工作制度和劳动定员

220kV 芳华变电站内设置工作人员 5 人，年工作 365 天。其它工程不新增工作人员。

总平面及现场布置

1、总平面布置

（1）变电站工程

芳华变电站进站道路布置于西南侧，警传室位于进站侧，主控室位于警传室北侧。220kV 配电装置布置在站区西北侧，110kV 配电装置布置在站区东南侧，配电综合楼布置在站区西南侧，主变布置在站区中部，35kV 场地布置、一体化消防泵房、警传室均布置在站区东南角，其四周为消防环形道路（含主干道）。

变电站总平面布置，见附图 14。

（2）π接 220kV 曲陆线线路

起于 220kV 芳华变 220kV 出线构架，于 220kV 曲陆线#111、#107 杆塔处π

断接回原路径，并将#108-#110 杆段杆塔、导地线拆除，本期新建线路路径长约（1.8+2）km，采用单、双回路架空架设（出线侧采用同塔双回出线）。

（3）π接 220kV 子山风电场至曲靖变线路

于 220kV 竹子山风电场至曲靖变线路 N62、N65 杆塔处π断接回原路径，并将 N62-N65 杆段导地线拆除，本期新建线路路径长约（25.6+25.4）km，采用单、双回路架空架设（出线侧采用同塔双回出线）。

（4）110kV 芳华至西桥线路

起于 220kV 芳华变 110kV 出线构架（本期使用 220kV 芳华变东南侧第 8 个 110kV 出线间隔，面向站内，从左往右数），于 110kV 吉中西线#45 塔处改接入 110kV 吉中西线，并拆除 110kV 吉中西线#45-#44 杆段导地线及#45 塔；形成 220kV 芳华变-110kV 西桥变 110kV 线路。新建线路路径长约 13.3（其中双回：11.5km（本期为π接 110kV 吉中西线预留通道）；单回：1.8km），采用单双回路架空混合架设。

（5）T 接 110kV 中大 II 回线

起于 220kV 芳华变 110kV 出线构架（本期使用 220kV 芳华变东南侧第 7 个 110kV 出线间隔，从左往右数），于 110kV 中大 II 回线#4 塔（本工程改为 T 接塔）处 T 接入 110kV 中大 II 回线，并拆除 110kV 中大 I 回线#4 塔；形成 220kV 芳华变-110kV 西桥变-110kV 大西变 110kV 线路。新建线路路径长约 12.2（其中双回：11.5km（沿用 110kV 芳华至西桥线路双回路铁塔通道，本工程不计列双回路段塔材、基础及接地部分材料）；单回：0.7km），采用单双回路架空混合架设。

（6）110kVπ接吉中线

起于 220kV 芳华变 110kV 出线构架（本期使用 220kV 芳华变东南侧的第 5 个和第 6 个 110kV 出线间隔，面向站内，从左往右数），于 110kV 吉中线#35-#37 塔处π接入 110kV 吉中线，并拆除 110kV 吉中线#35-#37 杆段导地线及#35 塔、#36 塔；形成 220kV 芳华变-110kV 中纪变 110kV 线路（接入原 110kV 吉中线#35 塔）和 220kV 芳华变-110kV 吉冲变 110kV 线路（接入原 110kV 吉中线#37 塔）。新建线路路径长约 8.3km（其中双回：7.5km；单回：0.8km），采用单双回路架空混合架设。

（7）110kVπ接吉中西线

起于 220kV 华变 110kV 出线构架（本期使用 220kV 芳华变东南侧的第 3 个和第 4 个 110kV 出线间隔，面向站内，从左往右数），于 110kV 吉中西线#28-#30 塔处π接入 110kV 吉中线，并拆除 110kV 吉中西线#28-#30 杆段导地线及#28 塔、#29 塔；形成 220kV 芳华变-110kV 中纪变 110kV 线路（接入原 110kV 吉中线#30 塔）和 220kV 芳华变-110kV 吉冲变 110kV 线路（接入原 110kV 吉中线#28 塔）。新建线路路径长约 9.8km（其中双回：9.0km；单回：0.8km），采用单双回路架空混合架设。

2、施工布置

（1）线路工程

线路施工场地以单座塔基为单位零星布置，在塔基施工过程中每处塔基都有一处临时占地作为施工场地，用来临时堆置土方、砂石料、水、材料和工具等。根据设计估算，塔基施工场地占地面积约 11750m^2，均布置在铁塔下方区域。施工完成后应清理场地，并进行原地貌和植被恢复。

（2）变电站工程

220kV 芳华变电站在变电站征地红线内布设施工生产区，集中布设材料堆放区、物料加工区等，施工人员租住附近居民房屋，不设施工营地。

（3）牵张场及跨越施工场地

①牵张场

为满足施工放线需要，输电线路沿线需设置牵张场地，牵张场应满足牵引机、张力机能直接运达到位，地形应平坦，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。线路沿线每隔 5~7km 布置一处，由施工单位结合实际情况布置，尽量避免占用林分较好的区域。根据路径走向及线路拐点，本项目沿线需设置约 12 处牵张场，占地面积约 300m^2/个，牵张场地占地面积约 3600m^2，禁止占用生态敏感区，施工完成后应清理场地，并进行原地貌和植被恢复。

②跨越施工场地

电力线路在有条件的交叉点采用系统停电、索桥封网等方式跨越，其余采用搭设跨越架的方式。本工程共需布设跨越场地 20 处，为减少占地，跨越架考虑

单侧布置，尽量避免占用林分较好的区域，单个跨越架临时占地面积约 50m²，跨越施工场地面积约 1000m²。禁止占用生态敏感区，施工完成后应清理场地，并进行原地貌和植被恢复。

（4）拌合站

项目塔基施工使用的混凝土拟在现场搅拌，变电站施工使用的混凝土需从混凝土搅拌站外购，不在现场搅拌。

（5）材料堆放场

①线路工程：根据沿线的交通情况，本工程沿线拟租用已有库房或场地作为材料站，具体地点将由施工单位选定，便于塔材、钢材、线材、水泥、金具和绝缘子的集散。如线路沿线无可供租用的场地，可将材料堆放于塔基施工场地和牵张场的材料堆放区。

②变电站工程：220kV 芳华变电站在变电站征地红线内布设施工生产区，集中布设材料堆放区、物料加工区等。

（6）弃渣弃土场

根据项目设计单位提供数据，项目变电站共挖方 25383.67m³，拟在变电站内完全回填，无弃方产生。

线路塔基区开挖土石方共计 0.8 万 m³，开挖土石方均就地回填，塔基区回填土石方约 0.8 万 m³，无弃渣。根据本项目的实际情况，由于项目呈线性分布，施工区较分散，因此，本项目临时堆土点设置在塔基施工区内，不单独设弃渣弃土场。

（7）施工生活区

施工人员租住附近居民房屋，不设施工营地。

（8）施工便道

①线路工程：施工临时道路修建以路径最短、林木砍伐最少为原则，待施工结束后，对破坏的植被采取恢复措施，简易施工便道长度约 6.5km，宽约 1m，满足人抬或马驮要求。

②变电站工程：均有道路到达，无需新建施工便道。

（9）旧线路拆除

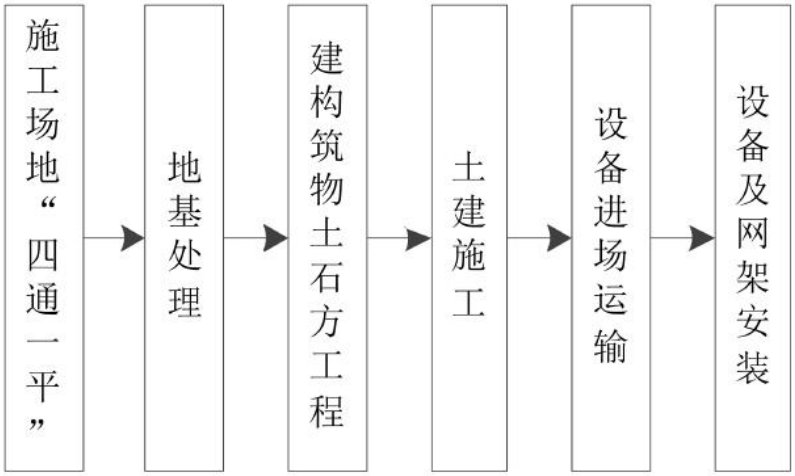
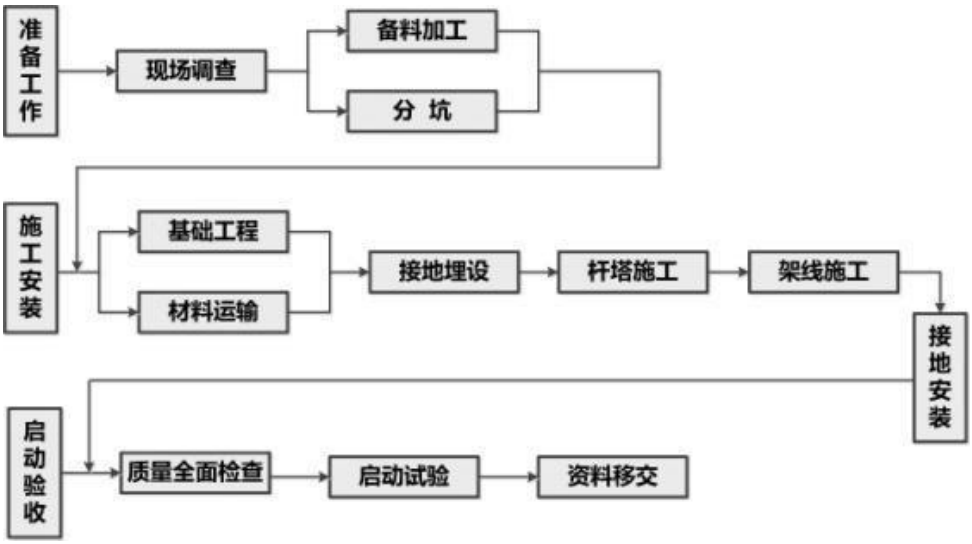
	本工程拆除路径长度约 2.67km，拆除塔基 12 基，由于拆除工艺简单，且原有杆塔均已有维护道路可到达，拆除塔基、导线无需新建道路及施工场地。
施工方案	**1、施工工艺** （1）变电站施工工艺流程及方法 变电站工程施工工艺流程主要包括六个阶段，即施工场地“四通一平”、地基处理、建构筑物土石方工程、土建施工、设备进场运输、设备及网架安装等。施工工艺流程详见下图。  **图 2-5　变电站施工工艺流程** （2）线路工程施工工艺流程及方法 输电线路施工的流程主要包括三个阶段，即准备工作、施工安装和启动验收。架空线路施工安装通常又划分为土方、基础、杆塔、架线及接地五个工序。输电线路施工工艺流程详见下图。 

图 2-6 输电线路工程施工工艺流程

①基础施工。在完成复测分坑准备后，可按地质条件及杆塔明细表确定基础开挖方式和拟定基础施工方法，如人力开挖、现浇杆塔基础、预制基础等。

②杆塔施工。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。

③架线施工。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。

④接地安装。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。

（3）拆除工程施工流程及方法

线路拆除施工流程主要包括四个阶段，分别为施工准备，导、地线拆除，杆塔拆除、清理现场等，拆除工程产生的废旧物资交由建设单位统一回收处理。拆除工程完成后对场地进行生态恢复，采用本土物种进行恢复，禁止引入外来物种。

拆除过程中产生的建筑垃圾分类处置，如钢材、塑料等可回收部分集中收集后，综合利用；不可回收部分集中收集后，清运至市政管理部门指定地点倾倒和填埋。

拆除工序详见下图。

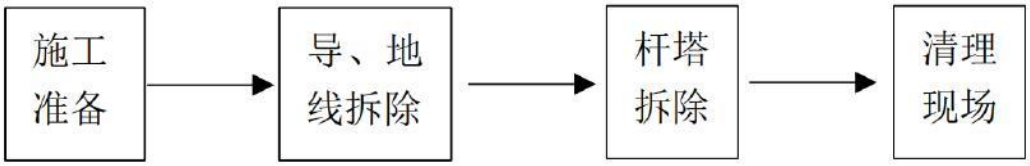


图 2-7　线路拆除工程施工工艺流程

2、施工组织

（1）施工用电及用水

①变电站

变电站施工用电、用水均从变电站西北侧的小吉冲村引接，引接点直线距离站址约 770m。

②线路

输电线路施工用电可就近由附近已有线路引接。施工临时用水由附近水管或河流取水。

（2）建筑材料

施工所需砂、石等建筑材料就近向合法的砂石料场购买，其水土保持责任在供应合同中明确由卖方负责。水泥、钢材等建筑材料就近向具有营业执照的正规销售处购买，其水土保持责任在供应合同中明确由卖方负责。

（3）交通运输

交通条件主要利用银昆高速公路 S18、G248、乡村道路等进行运输，周围乡村机耕道路，山间便道较多。不方便的地方，建设临时施工便道。

（4）材料堆放

根据主体工程的设计情况，本工程建设过程中需设置一些临时材料站。主要用来堆放施工建设的电气设备组装材料以及线路杆塔、导线和接地线等其它材料。材料运输到场后将进行集中堆放保管，以避免遗失。

变电站新建工程的材料堆放可位于变电站征地红线内空闲场地。输电线路材料站采用租赁民房或当地空闲仓库、场地的方式解决。

3、施工时序、周期和人员

本项目施工时序包括施工准备、基础施工、主体施工和设备安装调试。变电部分与线路部分同时施工。

220kV 芳华变站工程施工周期约 12 个月，预计于 2025 年 6 月开工，2026 年 5 月底完工。平均每天需安排施工人员 20 人。

线路施工周期约 6 个月，预计于 2025 年 6 月开工，2025 年 12 月底完工。平均每天需安排施工人员 60 人。

4、主要施工机械

施工期主要施工机械，见下表。

表 2-23 主要施工机械一览表

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	材料运输
3	混凝土振捣器	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
8	无人机/飞艇	放紧线
9	挖掘机	变电站施工
10	推土机	变电站施工

其他

1、基本农田无法避让论证

依据电力系统接入方案，总体路径情况详见路“附图一：径方案图（卫星底图）”π接 220kV 竹子山风电场至曲靖变线路，本期新建站址与π接点总体西南与东北向往，其航空线距离约 17.5km，航空线中央主要分布有机三厂、包装厂、防务装备厂等军品生产储存设施，依据收集资料，并按照《民用爆炸物品工程设计安全标准》4.2.2 规定，危险品生产区 1.1 级建（构）筑物的外部单个建筑物计算药量 20000kg，220kV 线路距离要求为 830 米。4.3.2 规定，危险品总仓库区域内，200000kg 存储仓库，220kV 线路距离要求为 1470 米，且要求线路最小距离应满足军品试验区边缘 600 米、厂区边缘 310 米。

故板桥水库至莲花田水库区域路径无法通行。范围如下：

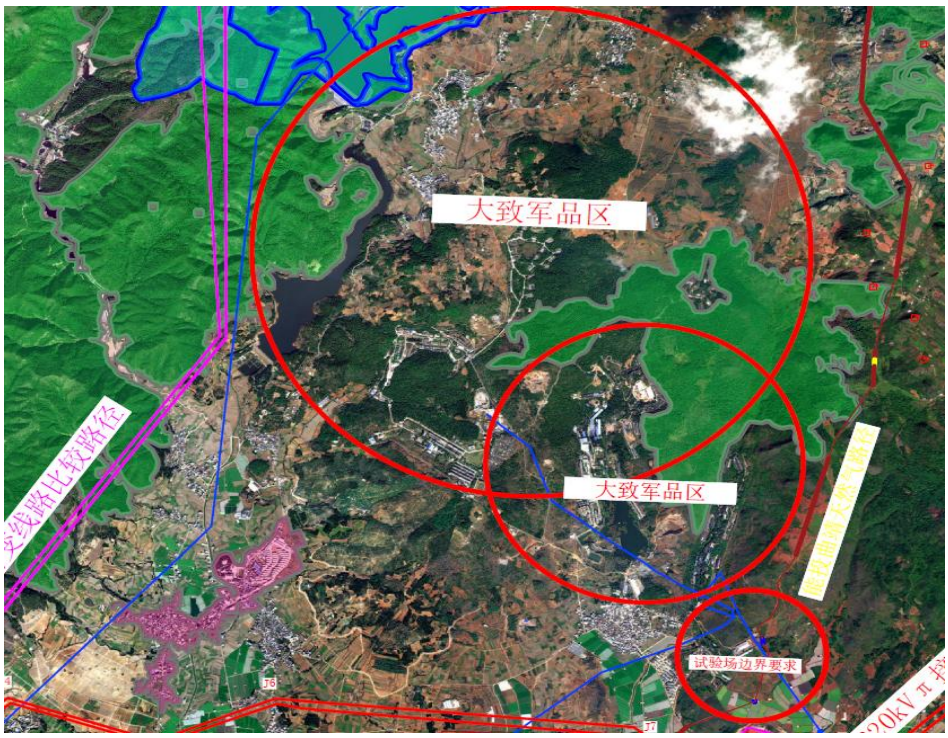


图 2-8　军品区位置及大致安全范围

按上述要求避让军品区，路径仅可考虑两种方式对其区域绕行，其一为对其

往西北方向绕行，其二为往东南方向绕行。

往西北方向绕行方案主要限制因素：

（1）陆良县西侧山脊为成片生态保护区域，路径无法占用；

（2）莲花田水库为饮用水源保护区，其一级保护范围为 1.796 平方公里，二级保护范围为 11.73 公里，且其保护边界与曲靖马龙区行政边界重叠，路径无法避让。

（3）莲花田水库周边地形起伏大，交通不便，工程建设难度大。

故西北方向绕行方案不可行。本工程推荐采用东南绕行方案。东南绕行方案主要存在受限因素为 1.天然气管道，2.板桥水库，3.祥龙采石场。

避让原则如下：

（1）天然气管道。

路径不应平行其走线，在开阔地区，埋地管道与高压交流输电线路杆塔基脚间控制的最小距离不宜小于杆塔高度，在路径受限地区，埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小水平距离一般情况下不宜小于 5 米，管道与 110kV 及以上高压交流输电线路的交叉角度不宜小于 55°。路径选择遵循上述原则。

（2）板桥水库。

板桥河水库兴建于 1958 年 2 月 7 日，同年 12 月 6 日竣工投入运行，板桥水库坝顶高程 1857.3 米，校核水位 1856.88 米，正常蓄水位 1854.81 米，总库容 1539 万方。

其大坝东侧为成片村落，路径无法选取，卫片如下：

图 2-9　板桥水库东侧村落分布

跨水库方式架设，不满足水务相关规定，仅可对其由北侧绕行。

（1）祥龙采石场

祥龙采石场为在运行采石场，其矿证开采范围对应开采有限期至 2026 年 12 月，其开采范围及对应安全距离如下:

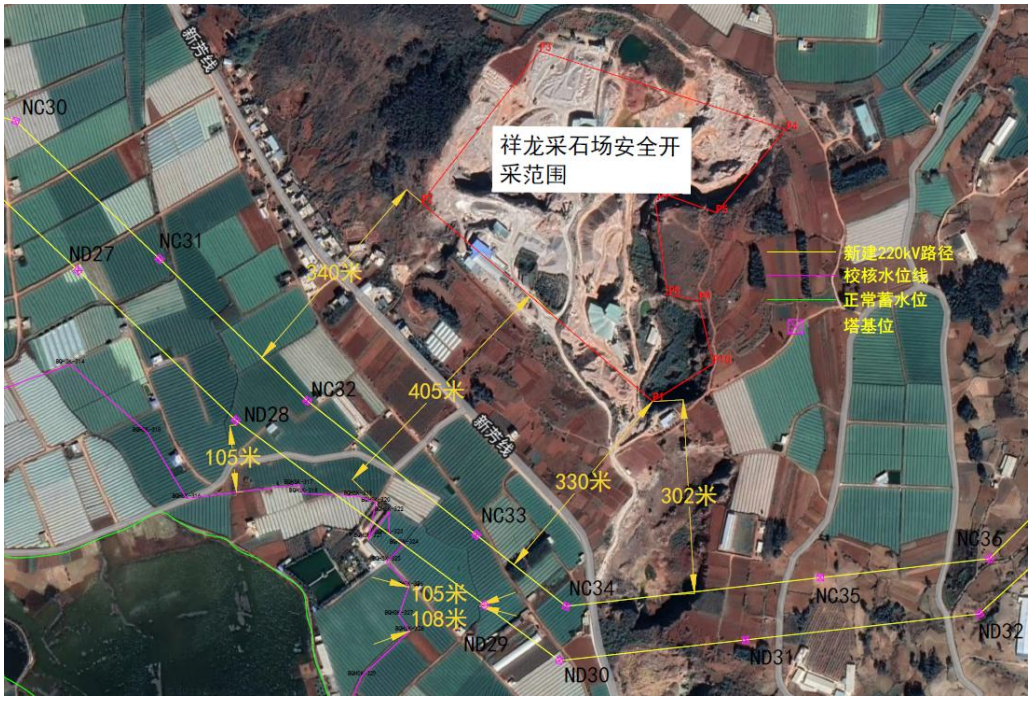


图 2-10　路径与祥龙采石场开采边界距离情况

考虑祥龙采石场现开采安全爆破范围，有条件由其与板桥水库北侧边缘穿越。综合上述外部环境此穿越点为路径必经点。与站址相互位置关系及基本农田分布情况如下：

图 2-11　　站址与路径必经点区域内基本农田情况

芳华镇南侧坝区除村落外，其余耕地均为基本农田，站址与必经点间基本农田无法避让。

同时避让在建竹子山风机位置，路径无法完成避让沙梗村西北侧山腰零星分布基本农田。路径如下，标签点为风机位置，风机全高 223 米，220kV 线路宜按 1.5 倍风机全高远离风机考虑路径。

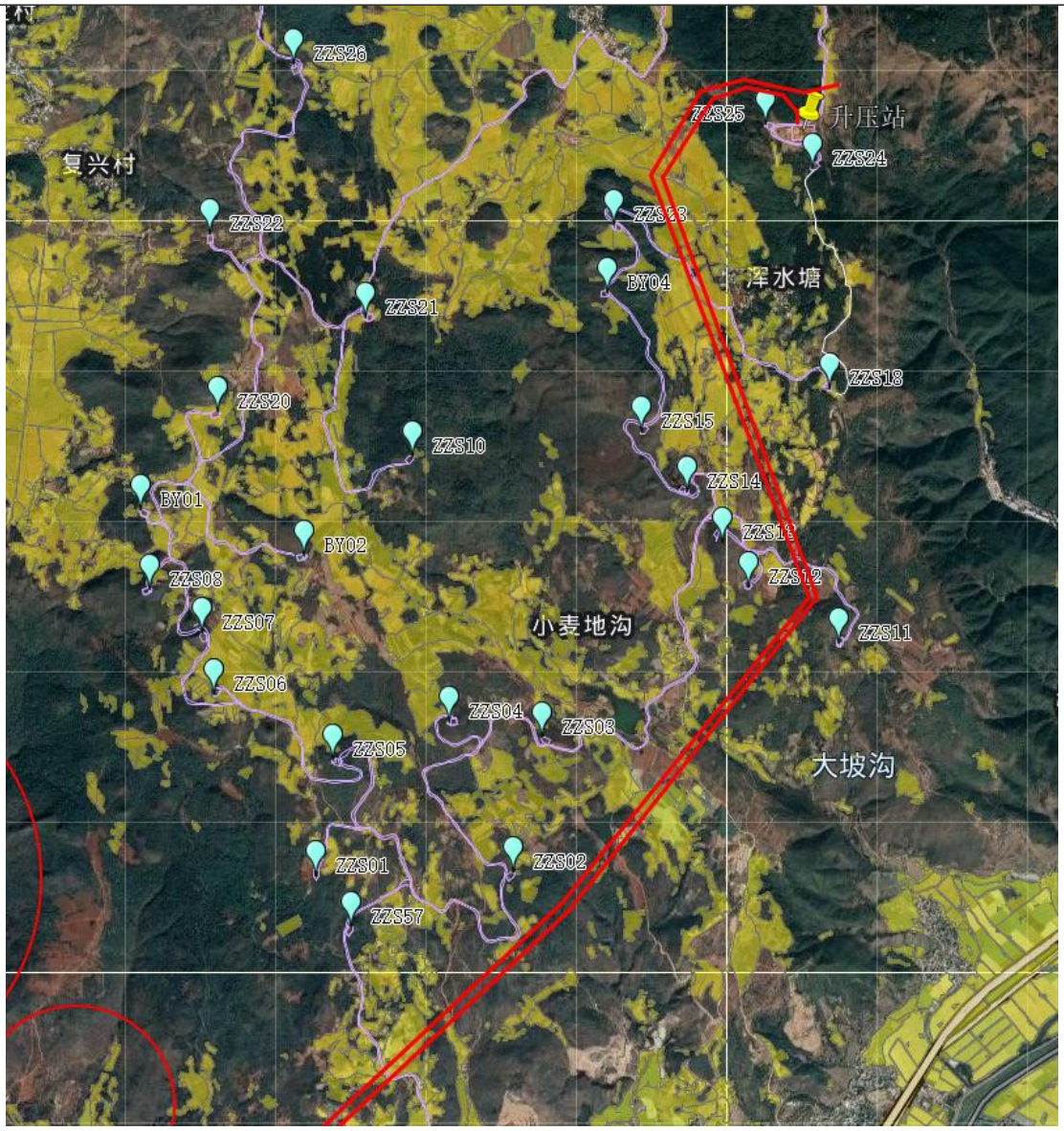


图 2-12　　路径与风机相互位置情况

依据系统接入方案，110kV 及以下线路改接点均位于高速路东侧，新发村南侧为青山工业园区规划，其规划边界与新发村民房重叠，故靠南无通道可行。

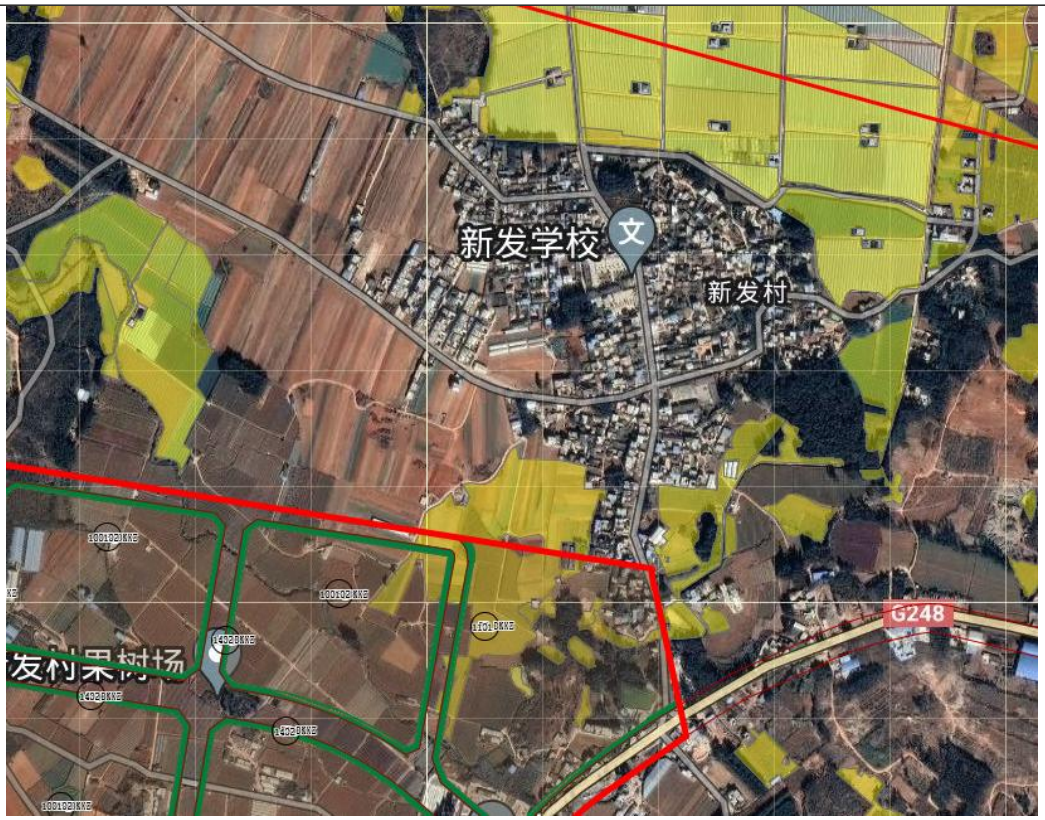


图 2-13 新发村南侧与园区规划边界情况

因受最终改接位置限制，最终选择路径如下：

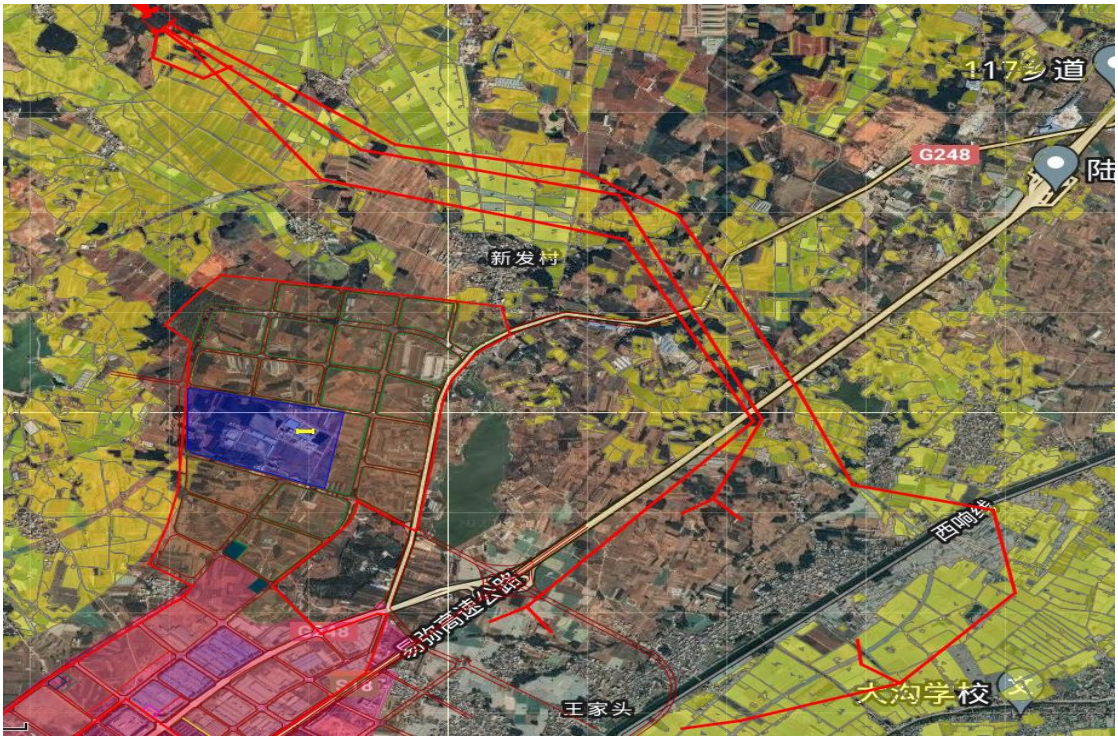


图 2-14 路径必经基本农田规划范围

基本农田无法完全避让。

2、生态红线无法避让论证

π接 220kV 竹子山风电场至曲靖变线路，出站段受限于浮池地、山前村、蔡官营、戚家山村影响，路径不得不往西侧山腰绕行走线，故占用生态红线：

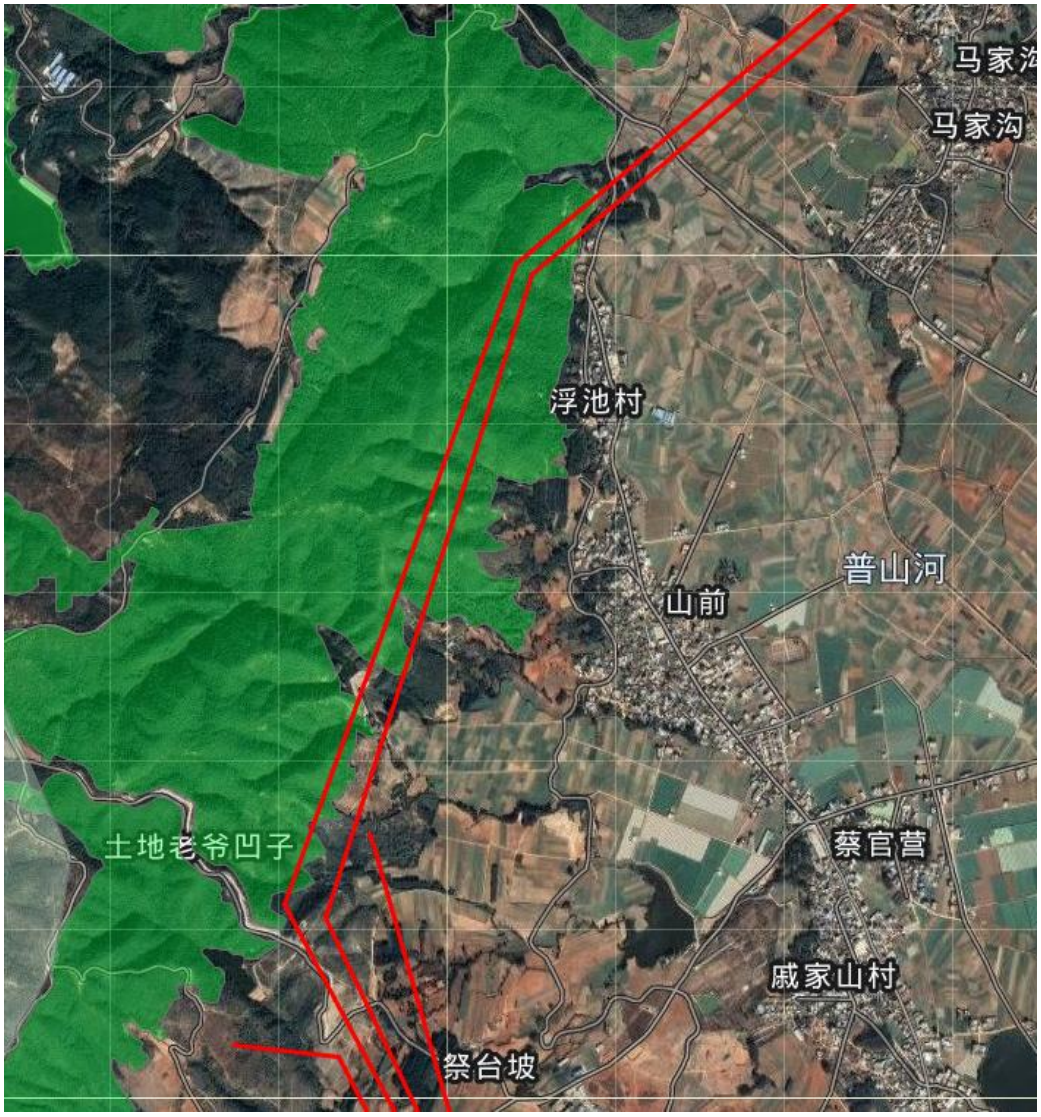


图 2-15　路径前段占用生态红线

路径为避让在建竹子山风电场 ZZS02 风机，其全高 223 米，并满足风机 1.5 倍全高，路径需占用生态红线：

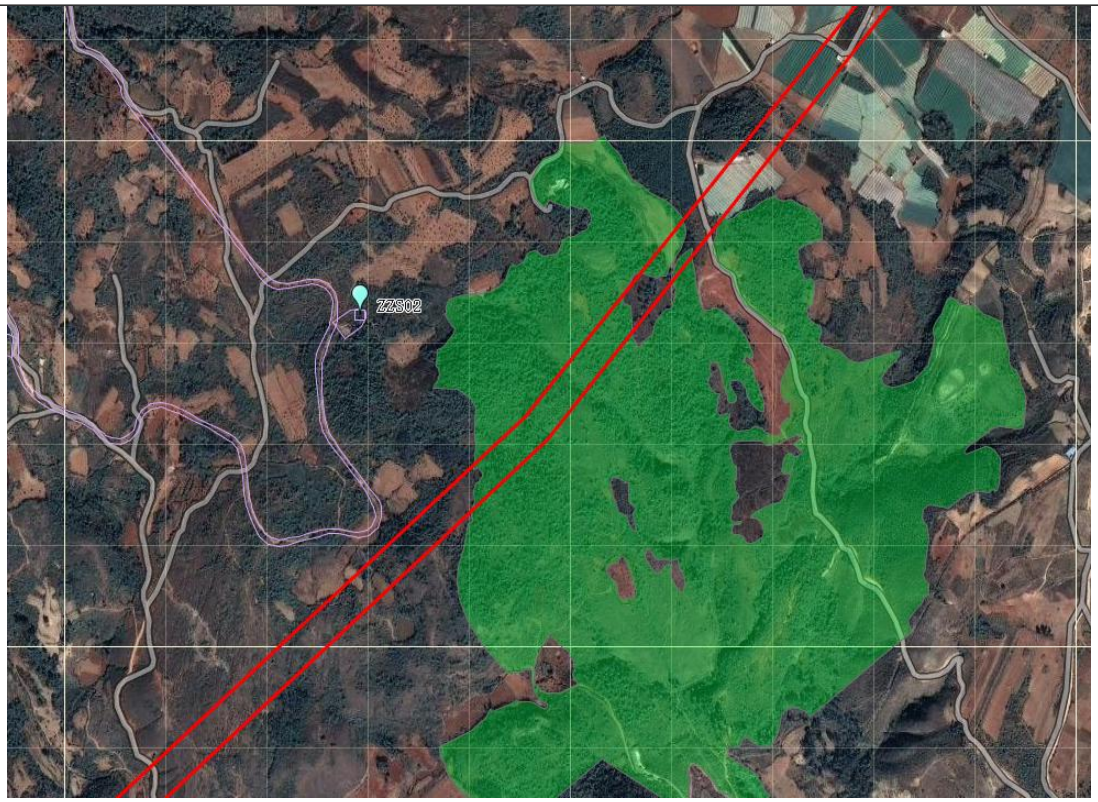


图 2-16　路径中段占用生态红线

路径末端，受限于路径最终接头点，路径需经生态红线。

图 2-17　路径末段占用生态红线

3、结论：

依据接入系统需求，220kV 芳华输变电路径的选取，综合考虑了陆良县西北

	侧军品区生产范围及安全范围、青山工业园区规划范围、板桥水库划定管理范围、莲花田水库水源保护区范围、云能投天然气管道走向及其与高压线路的路径交叉角规定，水平接近相关规定、竹子山风电场风机位置及距离要求、祥龙采石场边界及安全爆破距离要求、密集村落分布、基本农田、生态红线保护区域等，路径唯一，已无法调整。 项目于 2025 年 5 月 8 日取得了陆良县人民政府出具的“关于 220kV 芳华（大马路）输变电工程穿越生态保护红线意见的复函”，复函内容为：“220kV 芳华（大马路）输变电工程符合《陆良县国土空间总体规划》（2021-2035 年），工程穿越生态保护红线经论证确实无法避让的，符合《云南省自然资源厅云南省生态环境厅云南省林业和草原局关于加强生态保护红线管理工作的通知》(云自然资〔2023〕98 号)有关规定，属于该《通知》目录中第六条第二款规定的情形,认定为生态保护红线内允许的有限人为活动。”

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

生态环境现状

1、云南省主体功能区规划

《云南省主体功能区划》（云政发〔2014〕1 号文）将云南省国土空间分为重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域三类。本工程位于陆良县芳华镇、板桥镇、中枢街道，属于国家农产品主产区。国家农产品主产区功能定位是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、云南省生态功能区划

据《云南省生态功能区划》，本项目位于 III1-11 曲靖、陆良山原盆地城镇与农业生态功能区，主要生态特征是：以石灰岩盆地地貌为主，降雨量 900-1000 毫米。地带性植被为半湿润常绿阔叶，现存植被主要为云南松林，土壤以红壤为主。该区域的主要生态问题为土地利用不合理导致的土地石漠化。主要生态系统服务功能为以岩溶地貌为主的生态旅游和以粮食生产为主的生态农业。保护措施与发展方向为：开展生态旅游，合理利用土地，推行清洁生产，改善森林的数量，保护岩溶地貌环境和农田生态环境，防止石漠化。

3、陆生生态现状

（1）土地利用现状

依据《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017），在卫星遥感影像解译的基础上，结合实地调查结果，综合分析后对评价区土地进行分类，将范围内土地利用现状分为耕地、林地、草地、建筑用地、水域共 5 大类。其中耕地面积最大，包括水田和旱地，总面积为 2437.2hm^2，占评价区总面积的 52.56%；其次为草地，面积为 1347.3hm^2，占评价区总面积的 29.06%；再次为林地，包括乔木林、灌木林地和疏林地，面积为 701.28hm^2，占评价区总面积的 15.12%。评价区土地利用现状详见表 3-1。

表 3-1　评价区内土地利用现状表

序	一级类	二级类	面积/hm^2	百分比/%	临时占地面	永久占地面

号					积/hm²	积/hm²
1	耕地	水田	1280.52	27.62	0.631	1.062
		旱地	1156.68	24.95	0.570	0.959
2	林地	乔木林地	130.14	2.81	0.064	0.108
		灌木林地	335.52	7.24	0.165	0.278
		其他林地	235.62	5.08	0.116	0.195
3	草地	其他草地	1347.3	29.06	0.664	1.117
4	建筑用地	城镇住宅用地、农村宅基地等	122.85	2.65	0.061	0.102
5	水域	水库、坑塘等	28.17	0.61	0.014	0.023
合计			4636.8	100	2.285	3.884

（2）植被现状

根据现场调查，参照《云南植被》（1987），评价区属于 II 亚热带常绿阔叶林区域—IIA 西部（半湿润）常绿阔叶林亚区域—IIAii 高原亚热带北部常绿阔叶林地带—IIAii-1 滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区—IIAii-1a 滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区。

项目区域的植被可划分为 5 个植被型，6 个植被亚型，10 个群系，其中自然植被划分为 3 个植被型，3 个植被亚型，7 个群系。人工植被有常绿阔叶林、旱地、水田 3 个亚型。

评价区内天然植被种类数量一般，植被型和植被亚型较少，群系相对较多；人工植被以耕地为主，包括水田和旱地。评价区内自然植被类型的多样性不高，针叶林、灌丛和灌草丛植被类型单一，森林景观特征明显。针叶林以云南松-芒种花-滇大蓟群落（Form. Pinus yunnanensis-Hypericum acmosepalum-Cirsium chlorolepis）为主，还分布有华山松-火棘-野拔子群落（Form. Pinus armandi-Pyracantha fortuneana-Elsholtzia rugulosa），灌丛为干热灌丛植被亚型，调查到 3 种类型，分别为火棘+马桑-白茅群落（Form. Pyracantha fortuneana+Coriaria napalensis-Imperata cylindrica var. major）、白刺花-密毛蕨群落（Form. Sophora davidii-Pteridium revolutum）、金花小檗-白茅群落（Form. Berberis wilsoniae-Imperata cylindrica var. major）。稀树灌草丛有 2 种：含云南松、铁仔的白健秆群落（Form. Eulalia pallens）和含云南松、火棘的白茅群落（Form. Imperata cylindrica var. major）。农业植被主要以玉米（Form. Zea mays）、马铃薯（Form. Solanum tuberosum）等农作物和蔬菜为主，农田多为旱地，水田少。

另有零星蓝桉林（Form. Eucalyptus globulus）分布。**详见生态环境影响专题评价。**

（3）动物现状

根据实地考察及对相关资料进行综合分析，影响评价区分布的陆生野生脊椎动物有陆生脊椎动物 106 种，隶属于 18 目 44 科（表 2-6）。其中，两栖类有 1 目 4 科 4 种，爬行类有 2 目 4 科 7 种，鸟类有 8 目 26 科 76 种，兽类共有 7 目 10 科 19 种。评价区无国家一级和云南省重点保护野生动物、国家二级保护动物 5 种。**详见生态环境影响专题评价。**

4、环境空气质量现状

（1）环境空气

本项目全线位于陆良县市，线路所经区域均为农村地区，属于大气环境质量二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

根据《曲靖市环境质量年报（2024 年）》，2024 年，曲靖市中心城区二氧化硫（SO_2）的平均浓度为 7μg/m^3；二氧化氮（NO_2）的平均浓度为 13μg/m^3；可吸入颗粒物（PM_{10}）的平均浓度为 32μg/m^3；细颗粒物（$PM_{2.5}$）的平均浓度为 7μg/m^3；一氧化碳（CO）的 24 小时平均浓度第 95 百分位数为 0.8mg/m^3；臭氧（O_3）日最大 8 小时平均浓度第 90 百分位数为 138μg/m^3。各项污染物浓度均在国家标准限值以下，年评价达标。

同时，根据曲靖市各县市区 2024 年六项污染物浓度统计表，陆良县 2024 年环境空气污染物浓度如下表所示：

表 3-1　陆良县 2024 年环境空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	现状浓度（μg/m^3）	标准值（μg/m^3）	达标情况
$PM_{2.5}$	年均浓度	23.0	35.0	达标
PM_{10}	年均浓度	36.0	70.0	达标
SO_2	年均浓度	12.0	60.0	达标
NO_2	年均浓度	17.0	40.0	达标
CO	日均浓度	1.0mg/m^3	4.0mg/m^3	达标
O_3	日均最大 8 小时浓度	133	160	达标
备注：CO 为第 95 百分位数浓度，0_3 为第 90 百分位数浓度。				

根据上表可知，项目所在的陆良县环境空气质量现状可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

5、地表水环境质量现状

项目沿线地表水体主要有芳华河、南盘江，南盘江属于珠江流域南盘江水系，根据《云南省水功能区划（2014 年修订）》，项目区所在地属于南盘江“沾益－宜良开发利用区”（一级功能区）、古宁过渡区（二级功能区），现状水质为III类，规划水平年水质目标为III类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。因芳华河未划定水功能区划，根据原国家环境保护总局办公厅《关于加强水环境功能区水质目标管理有关问题的通知》（环办函〔2003〕436 号），“凡没有划定水环境功能区的河流湖库，各地环保部门在测算水环境容量、排污许可证发放、老污染源管理和审批新、改、扩建项目时，河流按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准”，故芳华河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水质标准。

本项目地表水环境质量达标评价引用《曲靖市环境质量年报（2024 年）》中天生桥断面的监测数据（天生桥位于项目区下游处），水质现状可以达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 II 类水质标准要求，优于水功能区划的 III 类质量标准。据此判定，本项目所在区域地表水环境质量现状较好，为水环境质量达标区。

6、声环境质量现状

（1）监测布点

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）现场监测布点原则，布点应覆盖整个评价范围，包括厂界（场界、边界）和声环境保护目标；评价范围内没有明显的声源时（如工业噪声、交通运输噪声、建设施工噪声、社会生活噪声等），可选择有代表性的区域布设测点。

本次现状监测选择在声环境影响相对敏感、与线路边导线距离最近的建筑物处布点监测，还在输电线路的出线侧、改接点及与现有线路交叉点具备监测条件处设置了监测点。监测数据能够反映拟建线路沿线的声环境现状。

本次现状监测点位布设符合导则要求，且具有一定代表性，基本能反映项目区声环境现状。

（2）监测因子

每个监测点离地 1.2m 处的连续等效 A 声级。

（3）监测频次

昼、夜各测一次。

（4）监测方法和仪器

1）监测方法

《声环境质量标准》（GB3096-2008）

2）监测仪器

噪声监测仪器主要参数见下表。

表 3-2　监测仪器主要参数

监测时间	监测仪器	仪器编号	校准单位	校准证书编号	有效期
2025.4.26~4.30	AWA5688 2 级多功能声级计	KH-019	中检西南计量有限公司	8020158210-004	2025 年 08 月 28 日
	AWA6288+ 1 级多功能声级计	KH-002	中检西南计量有限公司	8020136465-001	2025 年 06 月 04 日

（5）监测环境情况

监测期间环境情况详见下表。

表 3-3　监测时天气情况

时间	大气压	风速（m/s）	相对湿度（%HR）	天气状况
2025 年 04 月 26 日-30 日	77.8kPa	0.3-1.5m/s	环境温度：18.0-21.5℃ 相对湿度：43.2-50.8%RH	阴

（6）监测结果及分析

本次现状监测结果见下表。

表 3-4　项目声环境现状监测结果　单位：dB（A）

序号	检测点位	检测日期	采样时段		噪声值 Leq	标准值	达标性评述
N1	芳华镇雍家村浮池村居民点	2025.04.29	昼间	13:24-13:34	44	55	达标
		2025.04.29	夜间	23:26-23:36	39	45	达标
N2	芳华镇芳华社区大芳华居民点	2025.04.29	昼间	11:11-11:21	44	55	达标
		2025.04.29	夜间	22:25-22:35	38	45	达标
N3	芳华镇芳华社区田心里居民点	2025.04.29	昼间	10:48-10:58	44	55	达标
		2025.04.29	夜间	22:02-22:12	38	45	达标
N4	芳华镇龙潭社区居民点	2025.04.28	昼间	15:34-15:44	51	55	达标
		2025.04.29	夜间	01:10-01:20	42	45	达标

	N5	芳华镇戚家山村新华村居民点	2025.04.29	昼间	16:02-16:12	43	55	达标
			2025.04.30	夜间	02:02-02:12	38	45	达标
	N6	芳华镇狮子口村新发村居民点	2025.04.29	昼间	16:26-16:36	46	55	达标
			2025.04.30	夜间	02:25-02:35	41	45	达标
	N7	板桥镇车马堡村岳计湾居民点	2025.04.28	昼间	15:11-15:21	43	55	达标
			2025.04.29	夜间	00:48-00:58	38	45	达标
	N8	厂房 1	2025.04.28	昼间	14:46-14:56	46	55	达标
			2025.04.29	夜间	00:26-00:36	37	45	达标
	N9	厂房 2	2025.04.28	昼间	14:28-14:38	50	55	达标
			2025.04.29	夜间	00:09-00:19	41	45	达标
	N10	板桥镇车马堡村关麦地居民点	2025.04.28	昼间	13:51-14:01	46	55	达标
			2025.04.28	夜间	23:43-23:53	36	45	达标
	N11	板桥镇大桥社区小麦地沟居民点	2025.04.28	昼间	13:11-13:21	52	55	达标
			2025.04.28	夜间	23:00-23:10	40	45	达标
	N12	陆良星辉养殖场	2025.04.26	昼间	14:08-14:18	51	55	达标
			2025.04.26	夜间	22:02-22:12	42	45	达标
	N13	中枢街道中纪社区黑龙村居民点	2025.04.26	昼间	14:30-14:40	48	55	达标
			2025.04.26	夜间	22:18-22：28	43	45	达标
	N14	中枢街道中纪社区黑龙村看护房	2025.04.26	昼间	14:48-14:58	51	55	达标
			2025.04.26	夜间	22:39-22:49	43	45	达标
	N15	中枢街道中纪社区中所堡居民点	2025.04.27	昼间	15:37-15:47	48	55	达标
			2025.04.28	夜间	00:55-01:05	42	45	达标
	N16	中枢街道中纪社区育苗基地厂房	2025.04.27	昼间	14:47-14:57	51	55	达标
			2025.04.28	夜间	00:14-00:24	38	45	达标
	N17	中枢街道中纪社区纪家	2025.04.27	昼间	14:01-14:11	44	55	达标

		2025.04.27	夜间	23:35-23:45	37	45	达标
N18	中枢街道茶花社区赵家台子居民点	2025.04.27	昼间	12:55-13:05	46	55	达标
		2025.04.27	夜间	22:38-22:48	38	45	达标
N19	厂房 3	2025.04.26	昼间	15:10-15:20	48	55	达标
		2025.04.26	夜间	23:03-23:13	41	45	达标
N20	中枢街道茶花社区中村居民点	2025.04.26	昼间	17:18-17:28	48	55	达标
		2025.04.27	夜间	01:12-01:22	42	45	达标
N21	中枢街道茶花社区尉家村居民点	2025.04.26	昼间	17:39-17:49	47	55	达标
		2025.04.27	夜间	01:32-01:42	38	45	达标
N22	拟建变电站站址	2025.04.29	昼间	15:27-15:37	43	55	达标
		2025.04.30	夜间	01:25-01:35	38	45	达标
N23	A 回线π接点	2025.04.29	昼间	14:42-14:52	44	55	达标
		2025.04.30	夜间	00:39-00:49	38	45	达标
N24	B 回线π接点	2025.04.29	昼间	14:08-14:18	43	55	达标
		2025.04.30	夜间	00:03-00:13	38	45	达标
N25	C 回线π接点	2025.04.28	昼间	12:22-12:32	49	55	达标
		2025.04.28	夜间	22:00-22:10	40	45	达标
N26	D 回线π接点	2025.04.28	昼间	12:41-12:51	43	55	达标
		2025.04.28	夜间	22:25-22:35	39	45	达标
N27	E 回线改接点	2025.04.27	昼间	12:19-12:29	46	55	达标
		2025.04.27	夜间	22:00-22:10	41	45	达标
N28	F 回线 T 接点	2025.04.27	昼间	13:26-13:36	47	55	达标
		2025.04.27	夜间	22:57-23:07	40	45	达标
N29	GA 回线π接点	2025.04.26	昼间	15:40-15:50	50	55	达标

		2025.04.26	夜间	23:33-23:43	41	45	达标
N30	GB 回线π接点	2025.04.26	昼间	16:03-16:13	50	55	达标
		2025.04.26	夜间	23:57-00:07	39	45	达标
N31	HA 回线π接点	2025.04.26	昼间	18:00-18:10	52	55	达标
		2025.04.27	夜间	01:55-02:05	40	45	达标
N32	HB 回线π接点	2025.04.26	昼间	17:00-17:10	47	55	达标
		2025.04.27	夜间	00:54-01:04	41	45	达标
N33	AB 线与 220kV 陆曲线交叉点	2025.04.29	昼间	11:43-11:53	43	55	达标
		2025.04.29	夜间	22:55-23:05	38	45	达标
N34	EF 线与 110kV 小中线交叉点	2025.04.27	昼间	15:00-15:10	54	55	达标
		2025.04.28	夜间	00:30-00:40	37	45	达标
N35	EF 线与 110kV 杨中线交叉点	2025.04.27	昼间	14:29-14:39	51	55	达标
		2025.04.27	夜间	23:56-00:06	38	45	达标
N36	EF 线与 110kV 中大I回线交叉点	2025.04.27	昼间	13:39-13:49	42	55	达标
		2025.04.27	夜间	23:14-23:24	40	45	达标
N37	E 线与 110kV 中大II回线交叉点	2025.04.27	昼间	12:38-12:48	47	55	达标
		2025.04.27	夜间	22:18-22:28	40	45	达标
N38	H 线与 110kV 吉中线交叉点	2025.04.26	昼间	16:38-16:48	47	55	达标
		2025.04.27	夜间	00:33-00:43	41	45	达标

监测数据表明：

拟建变电站、输电线路沿线及声环境保护目标处昼夜间噪声监测值均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准限值要求，项目区域声环境质量现状良好。

7、电磁环境质量现状

根据电磁环境影响专题现状评价结论，本工程区域电磁环境质量现状如下：

（1）线路工程

	新建线路沿线电磁环境敏感目标处的工频电场强度范围为0.376~84.102V/m、工频磁感应强度范围为0.017~0.700μT，工频电场、工频磁场均分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中4000V/m、100μT的限值要求。 拟建线路各接点处工频电场强度范围为13.002~1057.022V/m、工频磁感应强度范围为0.04~1.224μT，工频电场、工频磁场均分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中4kV/m、100μT的限值要求。 拟建线路与110kV、220kV交叉点处工频电场强度范围为71.264~1708.167V/m、工频磁感应强度范围为0.020~2.434μT，工频电场、工频磁场均分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中4kV/m、100μT的限值要求。 （3）新建变电站 拟建芳华变电站中心处工频电场强度为0.379V/m、工频磁感应强度为0.042μT，工频电场、工频磁场均分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中4kV/m、100μT的限值要求。
与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题	根据建设内容，与本项目相关的工程有本期输电线路接入的500kV曲靖输变电工程、220kV陆良输变电工程、110kV吉冲输变电工程。 （1）相关环保手续 项目110kV线路接入的西桥线路、中大II回线、吉中线、吉中西线属于《110kV吉冲输变电工程》内容，根据收集资料，《110kV吉冲输变电工程》于2012年8月20日取得了曲靖市环境保护局(暨现曲靖市生态环境局)关于《110kV吉冲输变电工程环境影响报告表》的批复（曲环审〔2012〕158号），该项目于2017年3月9日取得陆良县环境保护局（暨现曲靖市生态环境局陆良分局）关于《110kV吉冲输变电工程》竣工环境保护验收的批复（陆环审〔2017〕22号）。 项目π接220kV竹子山风电场至曲靖变线路属于《罗平西风电场接网工程》中工程内容，根据收集资料，《罗平西风电场接网工程环境影响报告表》已于2022年9月14日取得曲靖市生态环境局关于《罗平西风电场接网工程环境影响报告表的批复》（曲环审〔2022〕48号），并于2024年1月26日完成竣工验收手续，取得验收意见。

	与项目相关的环保手续详见附件 15；经与建设单位核实，500kV 曲靖输变电工程、220kV 陆良输变电工程由于建设年限久远（存在年限 25 年以上），期间产权也发生过变动，未找到环保相关手续。 （2）现状调查情况 本工程区域主要噪声源有道路交通噪声、社会生活噪声、已运行的变电站及高压输电线路；电磁环境污染源主要是已运行的变电站及高压输电线路。本次环境现状监测结果表明，本工程评价范围内的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。现状调查期间也未发现环境空气、水环境等环境污染问题。 （3）结论 综上所述，与本项目有关的工程投运至今，运行状况良好，噪声、电磁辐射均能达标排放，建设单位未收到相关的投诉意见。本项目涉及的已建工程产生的污染物均能满足相应评价标准限值要求或均有相应的环保措施处理处置，本期工程建设不必针对原有污染物采取新的环保措施。本工程建设不存在制约项目建设的原有污染物和环境问题。
生态环境保护目标	根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》“按照环境影响评价相关技术导则要求确定评价范围并识别环境保护目标”。 经现场调查，本项目不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、自然公园（森林公园、地质公园、海洋公园等）、重要湿地、重点保护野生动物栖息地等需要特殊保护的区域。本项目涉及的环境保护目标主要有以下几类： **（1）生态环境保护目标** 根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），评价工作范围应依据评价项目对生态因子的影响方式、影响程度和生态因子之间的相互影响和相互依存关系确定，输电线路以线路中心线向两侧外延 300m 为评价范围，穿越生态敏感区以线路穿越段向两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 为评价范围；220kV 芳华变电站以站址范围外延 500m 作为生态评价范围。保护目标为区域内的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态

空间等。**详见“生态环境影响专题评价”。**

3-6　本项目生态环境保护目标

	保护目标	规模	位置和距离		保护级别
			位置	距离厂界/m	
环境要素	“珠江上游及滇东南喀斯特地带水土保持生态保护红线”		共 23 基塔基占用生态保护红线，穿越生态红线长度 7971.4m。临时占地约 0.115hm^2，永久占地约 92m^2（23 座塔基四个基脚占地，每座塔基永久占地 4m^2）		保持生态保护红线的功能不因项目建设受到影响
	永久基本农田		共 133 座塔基占用永久基本农田，塔基占用永久基本农田面积为 0.0532hm^2。		保持评价区内生态系统稳定性和完整性，生物多样性不受影响
	天然林		共 41 座塔基占用天然林占用面积共计 0.3133hm^2。		
	公益林		共 45 座塔基占用国家二级公益林，面积约 0.3892hm^2。		
	国家二级保护动物		松雀鹰、普通鵟、红隼、雕鸮和白腹锦鸡。		
	架空线路边导线地面投影外两侧各 1000m 内的带状区域范围内的植被（寒温山地硬叶常绿栎林、暖温性针叶林、暖性石灰岩灌丛、次生灌草丛）、植物、动物				

（2）电磁环境及声环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），220kV 电磁环境评价范围为架空线路边导线地面投影外两侧各 40m，110kV 电磁环境评价范围为架空线路边导线地面投影外两侧各 30m，架空输电线路工程的声环境影响评价范围参照输变电工程电磁环境影响评价范围中相应电压等级线路的评价范围，因此声环境影响评价范围与架空线路评价范围一致；变电站声环境评价范围按 200m 执行，电磁环境评价范围按 40m 执行。

经现场勘查，项目输电线路沿线评价范围内没有学校、医疗卫生、文化教育、科研及行政办公为主要功能的区域，因此电磁环境和声环境保护目标为沿线散居的居民房屋及工作场所。项目电磁、声环境保护目标详见下表。

表 3-7　本项目电磁、声环境保护目标

分区	保护目标	规模	保护目标概况	导线对地距离	导线对敏感目标垂直距离	建筑物结构及高度	方位及水平距离	保护级别
芳华变电	值守人员	5 人	变电站值守人	/	/	/	距离主变约 35m	/《电磁

		站			员					环境控制限值》GB8702-2014；即工频电场强度≤4kV/m、磁感应强度≤100μT；《声环境质量标准》GB3096-2008 1类标准。即昼间≤55dB（A）；夜间≤45dB（A）
		220kVπ接竹曲线“C线”	芳华镇田心里居民点①	1户，1人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	C21-C22线路北侧15m	
			芳华镇田心里居民点②	1户，1人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	C21-C22线路北侧15m	
			芳华镇田心里居民点③	1户，1人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	C21-C22线路北侧27m	
			芳华镇田心里居民点④	1户，1人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	C22-C23线路北侧16m	
			芳华镇田心里居民点⑤	1户，1人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	C22-C23线路北侧15m	
			芳华镇大芳华社区居民点①	1户，4人	居民房	12.5m	7.8m	1层平顶，高约3m	C19-C20线路北侧25m	
			芳华镇龙潭社区居民点①	1户，1人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	C29-C30线路北侧15m	
			芳华镇龙潭社区居民点①	1户，1人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	C29-C30线路北侧16m	
			板桥镇车马堡村岳计湾居民点①	1户，3人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	C34-C35线路南侧21m	
			板桥镇大桥社区小麦地沟居民点	1户，3人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	C48-C49线路东南侧34m	
		220kVπ接竹曲线“D线”	芳华镇雍家村浮池村居民点	1户，4人	居民房	12.5m	4.8	2层平顶，高约6m	D10-D11线路东南侧27m	
			芳华镇大芳华社区居民点②	1户，1人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	D16-D17线路南侧15m	
			芳华镇大芳华社区	1户，1人	居民房	12.5m	12.5m	1层坡顶，高约3m	D17-D18线路南侧16m	

			居民点②							
			芳华镇芳华社区田心里居民点⑥	1 户，4 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D18-D19 线路北侧 33m	
			芳华镇芳华社区田心里居民点⑦	1 户，3 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D18-D19 线路南侧 18m	
			芳华镇龙潭社区居民点②	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D26-D27 线路东北侧 12m	
			芳华镇龙潭社区居民点③	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D26-D27 线路东北侧 14m	
			芳华镇龙潭社区居民点④	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D26-D27 线路东南侧 37m	
			板桥镇车马堡村岳计湾居民点②	1 户，2 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D26-D28 线路南、北侧，最近距离 12m	
			厂房 1	5 人	厂房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 5m	D31-D32 线路南侧 18m	
			厂房 2	4 人	厂房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 5m	D32-D33 线路南侧 17m	
			板桥镇车马堡村关麦地居民点	1 户，2 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D33-D34 线路南侧 15m	
		110kV 芳华至西桥线路“E、F 线”	芳华镇戚家山村新华村居民点①	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF3-EF4 线路东侧，距离为 16m	
			芳华镇戚家山村新华村居民点②	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF3-EF4 线路西侧，距离为 16m	
			芳华镇戚家山村新华村居民点③	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF3-EF4 线路西侧，距离为 10m	

			芳华镇狮子口村新发村居民点①	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF7-EF8 线路南侧，距离为 12m	
			陆良星辉养殖场	4 人	厂房	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 5m	EF15-EF16 线路西侧，距离为 10m	
			中枢街道中纪社区黑龙村居民点①	1 户，3 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF16-EF17 线路东北侧，距离为 25m	
			中枢街道中纪社区中所堡居民点	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF21-EF22 线路北侧，距离为 16m	
			中枢街道中纪社区育苗基地厂房	1 户，3 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF24-EF25 线路西侧，距离为 18m	
			中枢街道中纪社区纪家坡居民点①	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF26-EF27 线路北侧，最近距离为 16m	
			中枢街道中纪社区纪家坡居民点②	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF26-EF27 线路南侧，最近距离为 13m	
			中枢街道中纪社区纪家坡居民点③	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF26-EF27 线路南侧，最近距离为 26m	
			中枢街道茶花社区赵家台子居民点①	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	E31-E32 线路南侧，距离为 16m	
			中枢街道茶花社区赵家台子居民点②	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	E33-E34 线路南侧，距离为 14m	
		110kV π接吉中线	中枢街道中纪社区黑龙村居	1 户，3 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	G19-G20 线路东侧，距离为 11m	

（G线）	民点②						
	厂房 3	4 人	厂房	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	G20-G21 线路北侧，距离为 12m
110kVπ接吉中西线（H线）	中枢街道茶花社区中村居民点	1 户，3 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	H27-HA28 线路西北侧，距离为 27m
	中枢街道茶花社区尉家村居民点	1 户，3 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	HB28-HB29 线路东侧，距离为 20m
备注：变电站 200m 范围内无敏感目标，牵张场、施工跨越场地周边无居民点。							

（3）地表水环境保目标

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ 2.3-2018），水环境保护目标为饮用水水源保护区、饮用水取水口，涉水的自然保护区、风景名胜区，重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场等渔业水体，以及水产种质资源保护区等。本工程不涉及以上水环境保护目标。考虑施工期废水可能对沿线跨越河流造成影响，将芳华河、南盘江列为地表水环境保护目标。

表 3-8　地表水环境保护目标

序号	保护目标名称	功能	位置关系	规模	主要保护对象	执行标准
1	南盘江	工业、农业、景观排污、过渡等	110kV 芳华至西桥线及 T 接 110kV 中大 II 回线跨越南盘江 1 次，最近塔基编号：EF23，距离约 50m，跨越区河流宽度 50m			《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类
2	芳华河	工业、农业	π接 220kV 子山风电场至曲靖变线路和π接 220kV 曲陆线线路跨越芳华河 1 次，最近塔基编号：C20，距离约 10m，跨越区河流宽度 15m			

评价标准

1、环境质量标准

（1）环境空气

项目位于陆良县一般区域，项目所在区域为环境空气质量二类区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，标准值见下表。

表 3-9　环境空气质量标准二级浓度限值

指标	取值时间	浓度标准	单位
SO_2	年平均	60	μg/m³
	24 小时平均	150	
	1 小时平均	500	
NO_2	年平均	40	
	24 小时平均	80	
	1 小时平均	200	
CO	24 小时平均	4	mg/m³
	1 小时平均	10	
O_3	日最大 8 小时平均	160	μg/m³
	1 小时平均	200	
TSP	年平均	200	
	24 小时平均	300	
$PM_{2.5}$	年平均	35	
	24 小时平均	75	
PM_{10}	年平均	70	
	24 小时平均	150	

（2）地表水

本项目不占用水域，项目沿线地表水体主要有芳华河、南盘江，芳华河最终汇入南盘江，根据《云南省水功能区划（2014 年）》和（环办函〔2003〕436 号），南盘江、芳华河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。标准限值见下表。

表 3-10　地表水环境质量标准（GB3838-2002）（单位：mg/L，pH 无量纲）

污染物	pH	COD	BOD_5	氨氮	石油类	TP	TN
III类（≤）	6~9	20	4	1.0	0.05	0.2	1.0

（3）声环境

项目评价标准为《声环境质量标准》（GB3096-2008），部分输电线路沿线及环境保护目标、220kV 芳华变电站执行 1 类标准，部分 110kV 线路部分跨越曲陆高速，根据《GB/T15190-2014》，相邻区域为 1 类声环境功能区，距离为 50m±5m 区域划分为 4a 类声环境功能区，执行 4a 类标准，限值见下表。

表 3-11　声环境质量标准（GB3096-2008）　　单位：dB（A）

类别	昼夜	夜间
1 类	55	45
4a 类	70	55

（4）电磁环境

本项目工作频率为 50Hz，频率范围属于 0.025kHz~1.2kHz 之间，根据《电

磁环境控制限值》（GB8702-2014），电场强度执行 200/f 标准（f 为频率，下同），磁感应强度执行 5/f 标准，公众曝露控制限值见下表。

表 3-12　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

注：100kHz 以下频率，需同时限制电场强度和磁感应强度。

因此，本项目以 200/0.05=4kV/m 作为工频电场强度公众暴露控制限值，以 5/0.05=100μT 作为工频磁感应强度公众暴露控制限值。架空输电线下的耕地、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。

2、排放标准

（1）废气

施工期扬尘排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16294-1996）表 2 中无组织排放浓度，运营期无废气排放，标准值见下表。

表 3-13　大气污染物综合排放标准

污染物	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度（mg/m^3）
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0

（2）废水

施工期废水经临时沉淀桶处理后回用或洒水降尘，不外排。项目运营期变电站内产生的生活污水，经化粪池、一体化污水处理设施处理，达到《城市污水再生利用城市 杂用水水质》（GB/T18920-2020）中城市绿化用水标准后，全部回用，不外排。

（3）噪声

①施工期

项目施工期间噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，标准详见下表。

表 3-14　建筑施工场界噪声排放限值　单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

②运营期

输电线路无相应噪声排放标准，运行期沿线噪声应满足《声环境质量标准》

（GB3096-2008）1 类标准，部分 110kV 线路跨越曲陆高速段，以高速公路红线外延伸 50±5m 区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，220kV 芳华变电站围墙外执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1 类标准。限值见下表。

表 3-15　声环境质量标准　单位：dB（A）

类别	昼间	夜间
1 类	55	45
4a 类	70	55

表 3-15　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

（4）电磁环境控制限值

依据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定，本项目以 200/0.05=4kV/m 作为工频电场强度公众暴露控制限值，以 5/0.05=100μT 作为工频磁感应强度公众暴露控制限值。架空输电线下的耕地、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。

（5）固体废物

危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

其他	本项目不涉及总量控制指标。

四、生态环境影响分析

施工期生态环境影响分析

1、产污环节分析

输变电工程施工期土建施工、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（包括土地占用、植物、动物）、扬尘、噪声、废水以及固体废物等影响。

输变电工程施工期的产污环节，见图 4-1～图 4-2。

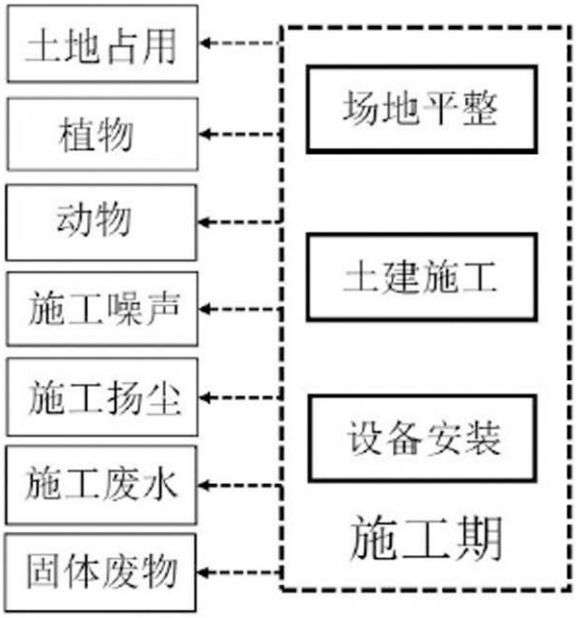


图 4-1　变电站新建工程施工期产污节点图

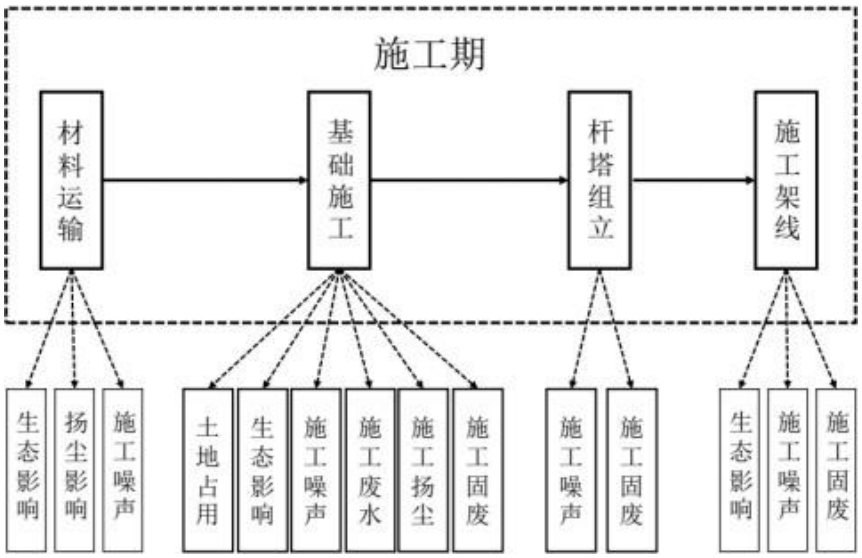


图4-2　　架空线路工程施工期的产污节点图

2、环境影响因素

项目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：施工过程中产生的建筑垃圾、弃土弃渣及生活垃圾等。

3、施工期生态环境影响分析

根据生态影响专项评价，本项目施工期生态影响如下。

（1）对土地利用的影响分析

新建 220kV 芳华变电站土地类型现状为林地，由于变电站的建设将使得该部分土地的使用功能发生改变，变为建设用地。其原有森林植被遭到永久性破坏，给当地局部区域的生态环境带来一定的影响。拟建输电线路塔基占地面积小、且较为分散的特点，施工结束后，土地性质基本可以恢复，对当地总体的土地利用现状影响很小。

（2）对植被、植物的影响分析

芳华变电站址区域植被为当地常见的物种，主要植物为人工林（种植桉树）檫木（落叶）、一些杉木、零星的宜昌润楠、峨眉栲（不成群落）、川钓樟山矾灌丛、草丛等，为当地常见物种，工程建设对区域自然植被的影响很小。

输电线路永久占地破坏的植被仅限塔基范围之内，占地面积小，对当地常见植被的破坏也较少；临时占地对植被的破坏主要为设备覆压、施工人员、施工机械对绿地的践踏，但由于为点状作业，单塔施工时间短，施工完成后及时清理施工场地并进行植被恢复。故临时占地对植被的破坏是短暂的，并随施工期的结束而逐步恢复；施工活动产生的扬尘会暂时降低区域内生态环境质量，间接影响区内植被生长发育，但影响是短暂的，并随施工结束而逐渐消失。

（3）对动物的影响分析

项目区域动物资源的调查结果表明，变电站附近及线路沿线人类生产活动频繁，分布在该区域的野生动物较少。根据输变电工程的特点，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。

输变电项目建设基本属于点线型，仅在变电站和塔基附近造成小范围的点状改变，且项目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回到原栖息地附近区域栖息。因此，项目施工对当地的动物不会产生明显影响。

（4）项目对生态保护红线的影响

线路穿越生态保护红线 7971.4m，23 座塔基位于红线内，红线内植被以云南松林、清香木灌丛及草丛为主。工程通过避让红线密集区，从零星区域或间隙穿过，且在红线内不开挖便道、不砍伐通道，采用无人机放线，最大程度减少对生态保护红线的扰动，对其稳定性和完整性影响微弱。**详见生态环境影响专题评价。**

（5）对公益林的保护措施

①建设单位应按《国家级公益林管理办法》、《云南省公益林管理办法》和《建设项目使用林地审核审批管理规范》的相关要求向主管部门履行手续，落实公益林补偿和保护工作，未取得审批意见前不得开工建设。

②下一步设计阶段，应进一步优化塔基和临时工程占地，减少对公益林的占用。线路采取高塔跨越架设，减少对树枝的修剪，用地避开林木密集区域，尽量选择林间无树木、稀树荒草地处，减少对公益林的影响。

③对临时占用的公益林采取植物恢复措施；对于植物物种的选取，应采用乡土树种。

（4）对永久基本农田的影响分析

项目经套合陆良县永久基本农田核实处置成果、生态保护红线数据，涉及占用永久基本农田核实处置成果的有 133 座塔基，塔基施工中应严格划定施工界限，不得超计划征占土地；施工初期对表层土剥离后妥善保存，施工结束后及时清理施工迹地，对施工占地区进行土地复垦。综上，项目施工对永久基本农田的影响可接受。

（5）对天然林的影响分析

本项目占用天然林面积共 0.3133hm^2，本项目为输电线路工程，属于电网基础

设施。项目路径走向已尽量避开占用天然林，在施工中应严格划定施工界限，禁止砍伐或破坏占地区外的林木，项目建设对天然林的影响在可接受的范围内。对于项目使用的林地，将由建设单位依法办理缴纳林地补偿费、林木补偿费和安置补助费等费用，项目在依法办理占用林地的审核、审批手续后，符合天然林相关管理要求

3、施工期大气环境影响

（1）输电线路

项目的扬尘主要是由基础开挖、建材装卸等施工环节，以及施工形成的裸土面、堆渣堆料而产生，再就是施工车辆运输水泥、砂石等材料也可能引起较大的扬尘及道路扬尘，其主要污染物为 TSP，不含有毒有害的特殊污染物质，对周边环境有一定的污染。扬尘呈无组织排放，其产生强度与施工方式、气象条件有关。

施工作业中产生的扬尘对环境空气造成的影响大小取决于产生量和气候条件，影响面主要集中在施工场地 200m 范围内。据有关资料，当风速大于 3.0m/s 时，地面将产生扬尘。另外，进出施工场地的运输车辆也会造成施工作业场所近地面粉尘浓度升高，运输车辆引起的扬尘对路边 30m 范围内影响较大，而且形成线性污染，路边的 TSP 浓度可达 10mg/m^3 以上，一般浓度范围在 1.5~30mg/m^3。

项目输电线路塔基距离居民点最近为 17m（110kV 线路 EF8 塔基），施工中若不采取扬尘防治措施，将对其产生扬尘影响，因此项目施工时应对场地进行洒水降尘，堆场进行遮盖，由于施工作业面呈点状分布，不会造成大面积地表裸露，且工程开挖量很小，单座塔基施工期很短，经采取上述措施后，施工扬尘对周围居民影响不大。

（2）变电站工程

变电站施工时，由于土石方的开挖造成土地裸露，产生局部二次扬尘，可能对周围 200m 以内的局部地区产生暂时影响，经核实，变电站周边 200m 范围内无居民点分布，施工扬尘的影响是短时间的，在土建工程结束后即可恢复。此外，在建设期间，大件设备及其他设备材料的运输，可能会使所经道路产生扬尘问题，但该扬尘问题只是暂时的和流动的，当建设期结束，此问题亦会消失。对建设过程中的施工扬尘采取相应环境保护措施后，对附近区域环境空气质量不会造成长期影响。

4、施工期地表水环境影响

（1）输电线路

施工废水主要来源于混凝土搅拌、养护及施工工具清洗等，主要污染物均为SS，输电线路塔基施工比较分散，施工废水主要来源于塔基混凝土拌合，根据同类型项目，施工期输电线路塔基施工产生废水量约0.52m^3/基，本项目输电线路共新建塔基235基，整个施工期塔基施工废水产生量为122.2m^3。输电线路每座塔基产生建筑施工废水量较少，经临时沉砂桶（0.6m^3）沉淀后就近回用于塔基施工作业和洒水降尘等，不外排。

输电线路平均每天施工人员约60人，施工人员现场用水主要为洗手用水，人均用水量取10L/d，产生系数按0.9计算，预计输电线路施工期生活污水产生量为0.54m^3/d，施工期为6个月（按30d/月计），输电线路施工期生活污水产生总量约97.2m^3。施工人员租用当地民房，生活污水依托原有污水设施处置。采取一定的防护措施后，对地表水影响较小。

（2）变电站工程

变电站施工废水主要来源于混凝土拌合、养护，根据同类型项目以及建设单位经验数据，变电站施工工期约12个月，废水产生量约1.0m^3/d，经临时沉砂桶（1.0m^3）沉淀后回用于场地混凝土搅拌和洒水降尘，不外排。

变电站平均每天施工人员约20人，施工人员现场用水量取50L/d，产生系数按0.9计算，预计变电站施工期每天生活污水产生量为0.9m^3/d，施工期为12个月（按30d/月计），则变电站施工期生活污水产生总量约324m^3。施工人员生活污水设置临时旱厕收集处置，不外排，对周边地表水体的影响很小。

（3）跨越水体影响分析

本项目线路跨越南盘江、芳华河各1次，110kV塔基最近处距离南盘江50m，220kV塔基最近处距离芳华河10m，均不涉及水域，采用一档跨越，跨越的河流不涉及饮用水源保护区、珍稀鱼类保护区等生态敏感区，无通航功能，项目线路跨越水体处采取一档跨越，线路均不在水域范围内立塔，跨越地表水区域塔基施工时，严格控制施工范围，采取围挡措施，施工时尽量避开雨天施工，对水体水质影响不大。根据《曲靖市南盘江管理办法》，南盘江的管理范围为：有堤防的河段为两岸堤防之间的水域、沙洲、滩地、行洪区、堤防及护堤地；无堤防的河段为历史最高

洪水位之间的水域、沙洲、滩地及行洪区，但宽度最多不超过 100 米。经现场调查，项目塔基线路跨越南盘江处为有堤防区域，即其管理范围为两岸堤防之间的水域、沙洲、滩地、行洪区、堤防及护堤地，项目线路跨越段建设的塔基不涉及南盘江管理范围。

5、施工期声环境影响

（1）220kV芳华变电站工程声环境影响分析

1）声源

施工期主要噪声源为压路机、铲土机、挖掘机、移动式发电机、卡车、电焊机、切割机、钻孔机等施工机械产生设备产生的机械噪声，其声级值在73~95dB(A)之间。

2）固定噪声预测

项目施工中大多数机械设备噪声均属于中低频噪声，预测其影响程度、范围时只考虑其距离传播衰减，不考虑障碍物如树木引起的噪声衰减量。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)，噪声预测值计算模式如下：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - A_{\mathrm{div}}$$

$$A_{\mathrm{div}} = 20\lg(r/r_0)$$

式中：

L_A（r）——距声源 r 处的 A 声级，dB（A）；

L_A（r_0）——参考位置 r_0 处的 A 声级，dB（A）；

A_{div}——几何发散引起的衰减，dB；

r——预测点距声源的距离；

r_0——参考位置距声源的距离。

由上述预测模式计算出施工场地噪声预测结果见下表。

表4-1　各施工机械噪声值预测成果表

设备名称	声源	噪声预测值dB（A）						
		10m	20m	40m	50m	100m	150m	200m
压路机	76.5	56.5	50.5	44.5	42.5	36.5	32.9	30.5
铲土机	73.0	53.0	47.0	41.0	39.0	33.0	29.4	27.0
挖掘机	82.5	62.5	56.5	50.5	48.5	42.5	38.9	36.5
移动式发电机	95	75.0	69.0	63.0	61.0	55.0	51.0	49.0
卡车	85	53.5	47.5	41.5	39.5	33.5	29.9	27.5
钻孔机	95	75.0	69.0	63.0	61.0	55.0	51.0	49.0
钢筋切割机	90	70.0	64.0	58.0	56.0	50.0	46.0	44.0

电焊机	80	60.0	54.0	48.0	46.0	40.0	36.0	34.0

由上表可以看出，施工机械中噪声影响较大的设备是钻孔机、移动式发电机、钢筋切割机等。经最不利情况各设备噪声叠加，施工机械噪声昼间在距声源20m外可满足建筑施工场界环境噪声排放标准要求（为69.89dB（A）），本项目夜间不施工，且变电站周边200m范围内无声环境敏感目标，项目变电站施工对周边环境影响较小。

（2）输电线路声环境影响分析

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），预测过程仅考虑声波几何发散引起的衰减，不考虑空气吸收衰减、地面效应及其他多方面效应引起的衰减。利用点声源的几何发散衰减公式预测施工机械噪声不同距离处的噪声值，预测公式与变电站施工声环境预测公式一致，预测结果见下表。

表 4-2　施工设备噪声对不同距离接受点的影响值　单位：dB（A）

序号	机械名称	噪声源强	不同距离处的噪声预测[dB(A)]								
			10m	20m	30m	40m	50m	70m	80	120m	180m
1	牵张机	90	70	64	60	58	56	53	52	48	45
2	振捣机	100	80	74	70	68	66	63	62	58	55
3	吊装机械	90	70	64	60	58	56	53	52	48	45
4	自卸卡车	90	70	64	60	58	56	53	52	48	45
多声源叠加值		101	81	75	71	69	67	64	63	59	56

经上表可知，输电线路工程杆塔基础施工、杆塔组立和架线活动过程中，在不采取噪声防治措施情况下，需在 40m 范围外方可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准要求，由于本项目沿线 40m 范围内村庄较多，且距离塔基最近居民点距离仅为 17m（牵张场和跨越施工场地远离居民区），故要求施工单位在施工时，针对 40m 范围内的居民点。施工时应设置围挡措施，围挡措施降噪约 15dB（A），在采取隔声措施以及合理安排时间、禁止夜间施工后，施工厂界噪声可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准要求。

6、施工期固体废物影响

（1）废弃土石方

根据工程涉及方案，架空线路施工期产生的表土用于施工结束后临时施工场地生态恢复使用，其余土石方用于塔基回填、塔基周边护坡使用，无永久弃渣产生，不设置取土场和永久弃渣场。变电站产生的少量土石方回填至变电站边坡，工程各

施工区域均不设置弃渣场，土石方就地回填利用，对环境影响较小。项目土石方平衡表详见表4-3。

表 4-3　项目土石方平衡表

项目组成		挖方				填方			调入		调出	
		表土剥离	场地平整	基础开挖	小计	表土回覆	场平及基础回填	小计	数量	来源	数量	去向
变电站工程区	站内工程区	0.12	2.54	0.65	3.31		3.05	3.05				
	边坡工程区	0	0.36		0.36	0.12	0.56	0.68				
	进站道路区	0.03	0.14		0.17	0.03	0.08	0.11				
	小计	0.15	3.04	0.65	3.84	0.15	3.69	3.84				
220kV 线路工程区	塔基基础区			0.45	0.45		0.18	0.18			0.27	塔基施工区
	塔基施工区	0.71	0.20		0.91	0.71	0.47	1.18	0.27	塔基基础区		
	小计	0.71	0.20	0.45	1.36	0.71	0.65	1.36	0.27		0.27	
110kV 线路工程区	塔基基础区			0.25	0.25		0.10	0.10			0.15	塔基施工区
	塔基施工区	0.37			0.37	0.37	0.15	0.52	0.15	塔基基础区		
	小计	0.37		0.25	0.62	0.37	0.25	0.62	0.15		0.15	
35kV 线路工程区	塔基基础区			0.04	0.04		0.02	0.02			0.02	塔基施工区
	塔基施工区	0.01			0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	塔基基础区		
	小计	0.01		0.04	0.05	0.01	0.04	0.05	0.02		0.02	
合计		1.24	3.24	1.39	5.87	1.24	4.63	5.87	0.44		0.44	

（2）建筑垃圾

输电线路和变电站工程施工期产生少量的建筑垃圾包括水泥、砖块、沙石、废弃铁质零件或导线以及零部件包装材料等，可回收利用的部分回收利用，不可回收

	部分清运至相关部门指定堆放点集中处理。 （3）生活垃圾 输电线路、变电站施工不在施工区设置工棚食宿，施工人员租用沿线居民房屋，生活垃圾依托村镇居民房屋现有卫生设施处理。塔基施工场地内产生的零星生活垃圾收集后带回居住村镇一起处理。 （4）拆除线路废弃组件 因项目涉及拆除工程，需将原有塔基拆除，将产生部分废弃的塔基组件、废导线，此类固体废物运至回收站综合利用，不随意丢弃。 **7、线路拆除影响分析** 本工程拆除路径长度约 2.67km，拆除塔基 12 基，旧线拆除需在拆除段线路设置施工场地，因此需要清除场地内部分地表植被和表层土，造成植被破坏和裸露地面增多，若防护不当易引起水土流失。旧线拆除将产生一定量的固体废物，主要为旧线拆除产生废旧导线、废旧塔材、绝缘子、间隔棒等废旧材料。对于废旧导线、废旧塔材、绝缘子、间隔棒等废旧材料若不妥善处理势必会造成金属资源浪费，不利于资源的再利用。 **8、施工期环境影响分析小结** 综上所述，项目工程量不大，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，施工期对周围环境的影响可以接受。在认真落实生态保护措施以及施工噪声、施工扬尘、施工废水、施工固体废物等的污染防治措施，并加强监管后，项目施工期对周围环境的影响将降低到最小。
运营期生态环境影响分析	**1、运营期产污环节分析** 输变电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，还存在少量生活污水、生活垃圾、废变压器油、废铅酸蓄电池；同时变电站主变事故、检修产生的废油可能造成漏油环境风险。 输变电工程运营期的产污环节，如下图。

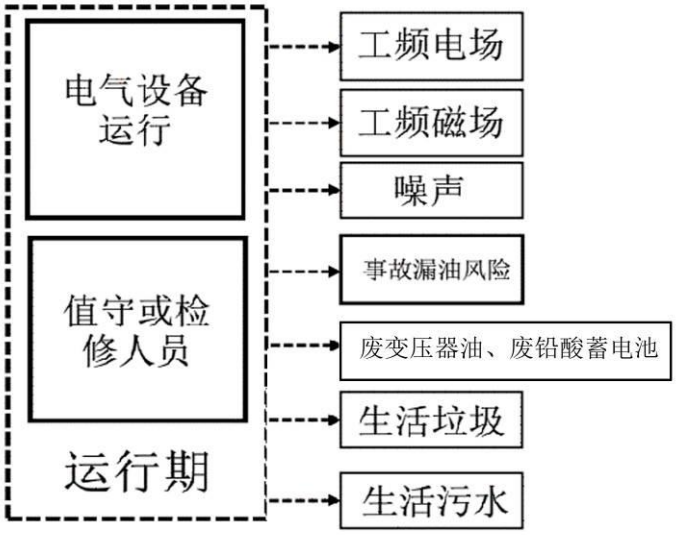


图 4-11　变电站运营期产污节点图

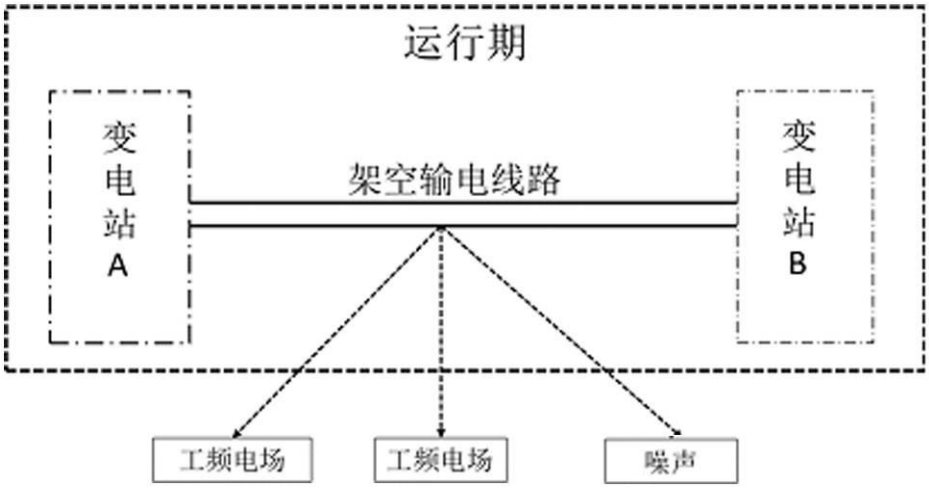


图 4-12　架空线路运营期产污节点图。

2、运营期环境影响分析

（1）生态环境影响分析

项目进入运营期后，变电站运行维护活动主要在站内，不影响变电站周边生态环境。项目地非鸟类迁徙聚集地，根据对云南省目前已投入运行的输电线路附近生态环境现状调查结果显示，未发现输电线路投运后对周围生态环境产生明显影响。因此可以预测，项目运营期也不会对周围的生态环境造成不良影响。工程运行期间，根据相关规定，要对导线下方与树木垂直距离小于 4.5m 树木的树冠进行定期修剪，保证输电导线与林区树木之间的垂直距离足够大，以满足输电线路正常运行的需要。灌丛、草地、耕地植被植株矮小，与输电线路相距甚远，工程在运行期内，对

灌丛、草地、耕地植被及植物资源没有影响。工程设计时已考虑了沿线树木的自然生长高度，经过林区时采取高跨措施，且塔基尽量设在山脊，利用地势高差以满足线路附近树木与导线的垂直距离超过 4.5m 的安全要求。因此,运行期需砍伐树木的量很少，多为局部修冠砍伐，运营期对评价区内植被及植被多样性产生影响程度较小。

（2）运营期电磁环境影响分析

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：

1）220kV 芳华变电站新建工程

本工程选用胜境（天宝）220kV 变电站作为类比对象，类比分析结果表明，胜境（天宝）变电站运营期的电磁环境水平能够反映芳华变电站投运后的电磁环境影响水平。胜境（天宝）变电站厂界的工频电场强度监测值范围为 14.3～740V/m，工频磁感应强度监测值范围为 0.17～0.37μT，均分别小于 4000V/m、100μT 的控制限值。变电站衰减断面的工频电场强度监测值范围为 8.85～762V/m，工频磁感应强度监测值范围为 0.13～0.92μT，均分别小于 4000V/m、100μT 的控制限值。因此，可以预测芳华变电站建成投运后产生的工频电场强度、工频磁感应强度能分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的控制限值。

2）新建线路工程

110kV 单回三角排列段采取最不利塔型 V3-1C1Y4-Z4 进行预测，导线最低对地高度 10.2m 时，地面上 1.5m 处的工频电场强度最大值为 0.941kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离-6m、6m 处），工频磁感应强度最大值为 10.796μT（距线路中心地面垂直投影水平距离 0m 处）。

110kV 双回垂直（双边挂线）排列段采取最不利塔型 1C2Z1-J4 进行预测，导线最低对地高度 10.2m 时，地面上 1.5m 处的工频电场强度最大值为 1.497kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离 0m 处），工频磁感应强度最大值为 9.653μT（距线路中心地面垂直投影水平距离-3m、3m 处）。

220kV 单回线路三角排列段采取最不利塔型 V3-2D1Y9-J3 进行预测，导线最低对地高度 12.5m 时，地面上 1.5m 处的工频电场强度最大值为 1.234kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离-10m 处），工频磁感应强度最大值为 15.933μT（距线

路中心地面垂直投影水平距离 0m 处）；地面上 4.5m 处的工频电场强度最大值为 1.454kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离-9m 处），工频磁感应强度最大值为 23.271μT（距线路中心地面垂直投影水平距离-1m 处）；地面上 7.5m 处的工频电场强度最大值为 2.118kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离-7m 处），工频磁感应强度最大值为 35.875μT（距线路中心地面垂直投影水平距离-1m 处）。

220kV 单回线路水平排列段采取最不利塔型 2D1Y4-Z2 进行预测，导线最低对地高度 12.5m 时，距地面 1.5m 高处的工频电场强度最大值为 1.983kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离 12m 处），工频磁感应强度最大值为 27.813μT（距线路中心地面垂直投影水平距离 0m 处）。

220kV 双回垂直（双边挂线）排列段采用最不利塔型 2D2Y5-JD 进行预测，导线最低对地高度 12.5m 时，距地面 1.5m 高处的工频电场强度最大值为 2.661kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离 6m 处），工频磁感应强度最大值为 16.200μT（距线路中心地面垂直投影水平距离 9m 处）。

项目全线均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应限值要求。

（3）环境敏感目标电磁环境影响评价结论

预测结果表明，项目投运后沿线环境敏感目标处电场强度在 0.105~2.979kV/m 之间，磁感应强度在 1.969~25.354μT 之间，分别满足 4kV/m、100μT 的公众曝露控制限值要求。

3、运营期声环境影响分析

（1）声环境影响评价方法

1）新建 220kV 芳华变电站工程：采用模式预测的方法进行评价。

2）新建线路工程：采用类比分析的方法进行评价。

（2）220kV 芳华变电站工程声环境影响分析

1）预测模式

本次评价采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中的室外工业噪声预测模式。

A.无指向性点声源几何发散衰减的计算公式

$$Lp(r)=Lr_0-20\lg(r/r_0)$$

式中：Lp(r)—预测点处声压级，dB；

Lr0—参考位置 r0 处的声压级，dB；

r—预测点距声源的距离；

r0—参考位置距声源的距离；

B.噪声贡献值叠加计算

设第 i 个室外声源在预测点产生的 A 声级为 L_{Ai}，在 T 时段内该声源的工作时间为 T_i，第 j 个室外声源在预测点产生的 A 声级为 L_{Aj}，在 T 时段内该声源的工作时间为 t_j，则预测点的噪声贡献值为：

$$L_{eq(T)} = 10\lg\frac{1}{T}[\sum_{i=1}^{N} t_i 10^{0.1L_{AI}} + \sum_{j=1}^{M} t_j 10^{0.1L_{AJ}}]$$

式中：$L_{eq(T)}$—建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB

T—计算等效声级时间；

T_i—T 时段内 i 声源的工作时间；

t_j—T 时段内 j 声源的工作时间。

（3）参数选取

1）噪声源强

220kV 芳华变电站为户外变电站，变电站运营期间的噪声源主要为主变压器，其噪声以中低频为主。220kV 芳华变电站噪声源强，见下表。

表 4-3 芳华变电站噪声源强调查清单（室外声源）

声源名称	型号	声源源强（声压级dB(A)/距声源距离m）	声源控制措施	空间相对位置/m			运行时段	建筑物外噪声	
				X	Y	Z		声压级/dB（A）	建筑物外距离（m）
1#主变	三相三卷有载调压	70/1	低噪声设备	-23.37	-7.30	3.5	全时段	70	1
2#主变		70/1		17.61	-7.14	3.5		70	1

注：坐标原点为变电站西南角为中心，东向为 X 轴正方向，北向为 Y 轴正方向，垂直为 Z 轴正方向。

2）参数选取

根据类似工程的实测资料，220kV 主变压器外 1m 处声压级一般不超过 70dB（A）。本次预测主变压器声源按面源建模，以变电站本期规模建成后产生的厂界噪声贡献值作为厂界噪声的评价量。

芳华变电站噪声预测参数详见下表。

表 4-5 芳华变电站噪声预测参数一览表

变电站布置形式	户外
站区平面尺寸（长（m）×宽（m））	182.5*173.5
声源	主变压器
声源类型	面声源
声源个数（个）	2
主变压器 1m 外声压级 dB(A)	70
主变高度（m）	3.5
等声级线计算高度（m）	1.2

（3）预测点位

变电站围墙高度 2.5m，以变电站围墙为厂界，预测点位选在围墙外 1m，高度为距离地面 1.2m。

（4）预测结果

根据项目变电站总平面布置，按前述计算模式和预测参数条件下，对变电站厂界噪声影响进行预测计算，相关达标分析见表 4-6 及图 4-13。

表 4-6 厂界噪声达标分析表 单位：dB（A）

序号	预测点		噪声预测贡献值		噪声标准		达标情况	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	芳华变电站	西北厂界	40.30	40.30	55	45	达标	达标
2		西南厂界	40.71	40.71	55	45	达标	达标
3		东北厂界	42.49	42.49	55	45	达标	达标
4		东南厂界	39.34	39.34	55	45	达标	达标

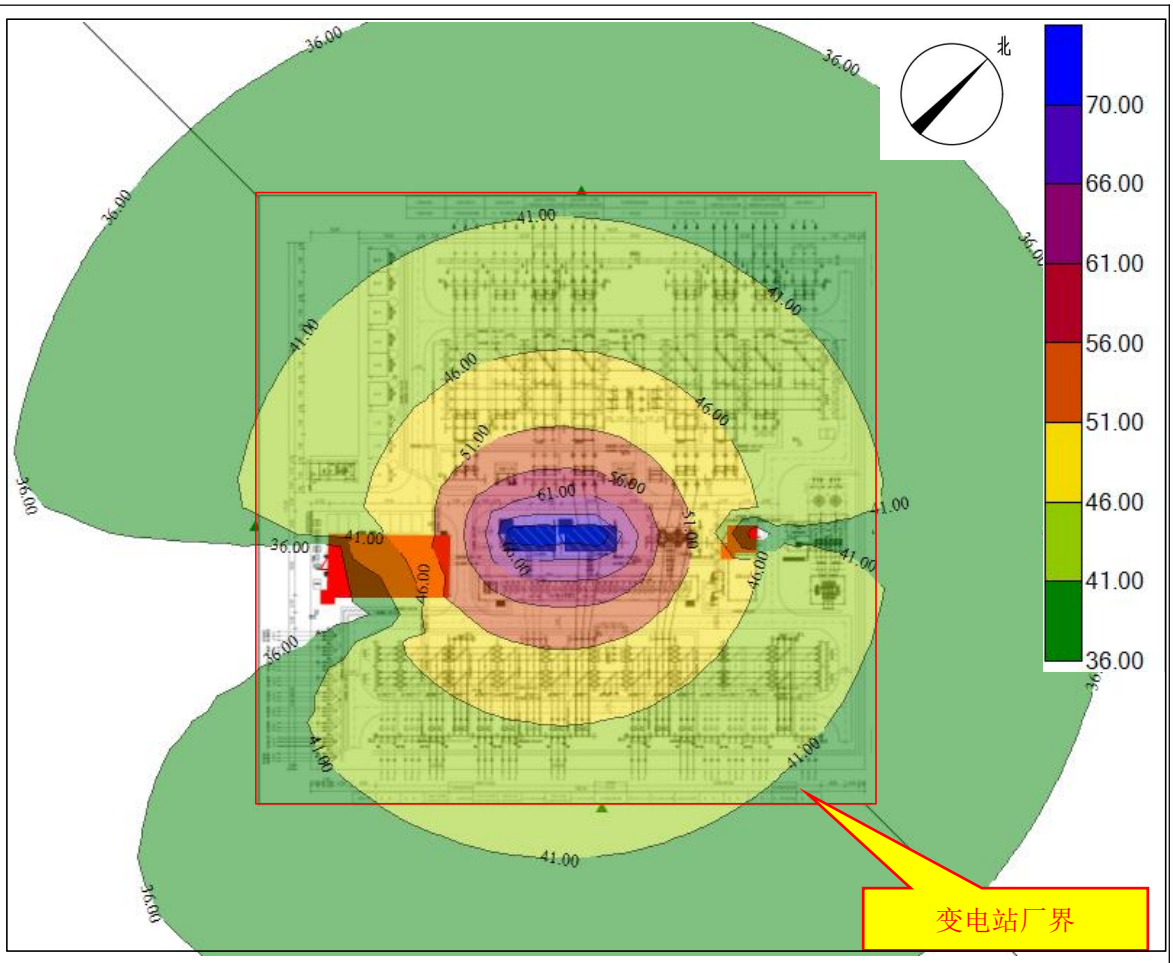


图 4-13 芳华变电站噪声预测等值线图

（5）芳华变电站声环境影响评价

根据预测结果可知，芳华变电站建成投运后东、南、西、北厂界噪声贡献值为39.34~42.49dB（A），满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1 类标准要求。

（6）新建线路声环境影响分析

项目架空线路声环境影响评价采用类比分析的方法进行。

1）类比对象

①110kV 线路

新建 110kV 单回线路选择《110kV 清中东线 038#~039#电磁及声环境现状监测》中噪声断面监测值进行类比验证；新建 110kV 双回线路选择 110kV 权安线、110kV 权麒II回线双回线路作为类比对象。类比监测报告，见附件 11（110kV 柳树输变电工程电磁环境、噪声现状监测）。

②220kV 线路

新建 220kV 单回线路选择 220kV 兰河线单回路（导线三角排列）监测断面（10#~11#）作为类比对象，见附件 9。新建 220kV 双回线路（终端塔，双边挂线）选择 220kV 兰昌 I 回、220kV 兰河线同塔双回监测断面（4#~5#）作为类比对象，见附件 9。

（2）类比条件分析

项目输电线路与类比线路相关参数的比较见下表。

表 4-7 本项目与 110kV 类比线路的类比分析

项目名称	项目 110kV 单回线路	110kV 清中东线（单回类比线路）	项目 110kV 双回线路	110kV 权安线、110kV 权麒II回线（双回类比线路）
线路回数	1 回	1 回	2 回	2 回
电压等级（kV）	110	110	110	110
排列方式	三角排列	双回垂直	三角排列	双回垂直
架线形式	单回路架设	单回路架设	同塔双回架设	同塔双回架设
架线高度	10.2m（数据来源于设计资料）	12.5m	10.2m（数据来源于设计资料）	16m
环境条件	高原季风候区	高原季风候区	高原季风候区	中亚热带
项目区域	陆良县	寻甸县	陆良县	安宁市
地形条件	平地	山地、平地	平地	山地、平地
背景状况	附近无其他高噪声源	附近无其他高噪声源	附近无其他高噪声源	附近无其他高噪声源
运行工况	/	运行电压已达到设计额定电压等级	/	运行电压已达到设计额定电压等级

由上表可知，项目 110kV 线路和类比线路在建设规模、电压等级、排列方式等方面相近，具有可类比性。因此，本项目 110kV 类比线路选择是可行的。

表 4-8　本项目与 220kV 类比线路的类比分析

项目名称	项目 220kV 单回线路	220kV 兰河线（单回类比线路）	项目 220kV 双回线路（双边挂线）	220kV 兰昌 I 回、220kV 兰河线同塔双回（双回路类比线路）
线路回数	1 回	1 回	2 回	2 回
电压等级（kV）	220	220	220	220
排列方式	单回水平/三角	单回三角	双回垂直	双回垂直
架线形式	单回路架设	单回路架设	双回路架设	双回路架设
架线高度	12.5m	9m	12.5m	13m
环境条件	高原季风候区	亚热带高原气候	高原季风候区	亚热带高原气候
项目区域	陆良县	保山市隆阳区	陆良县	保山市隆阳区

地形条件	山地、平地	山地、平地	山地、平地	山地、平地
背景状况	附近无其他高噪声源	附近无其他高噪声源	附近无其他高噪声源	附近无其他高噪声源
运行工况	/	运行电压已达到设计额定电压等级	/	运行电压已达到设计额定电压等级

由上表可知，项目 220kV 线路和类比线路在架设规模、电压等级、架线型式、排列方式、导线离地高度等方面相近，具有可类比性。因此，本项目 220kV 单回类比线路选择是可行的。

（3）类比监测点位

110kV 清中东线，从导线弧垂最大处线路中心的地面投影点开始，然后每隔 5m 布设 1 个监测点位，一直测至线路中心外 30m 处。

110kV 权安线、110kV 权麒Ⅱ回线 1#~2#塔间双回路线路，从导线弧垂最大处线路中心的地面投影点开始，然后每隔 5m 布设 1 个监测点位，一直测至线路中心线外 50m 处。

220kV 兰河线单回路监测断面（10#~11#），从导线弧垂最大处线路中心的地面投影点开始，监测至边导线下，然后每隔 5m 设 1 个监测点位，一直测至边导线外 50m 处。同时对线路沿线各环境敏感目标布点监测，共 1 个测点。

220kV 兰昌 I 回、220kV 兰河线同塔双回监测断面（4#~5#），从导线弧垂最大处线路中心的地面投影点开始，监测至边导线下，然后每隔 5m 布设 1 个监测点位，一直测至边导线外 50m 处。

（4）类比监测布点

噪声断面监测点布设于输电线路下方距离地面 1.2m 高度处。环境敏感目标监测点布设在靠近线路两侧最近的噪声敏感建筑物户外 1m、距离地面 1.2m 高度处。

（5）类比监测内容

等效连续 A 声级。

（6）监测工况

类比线路监测时的运行工况，见表下表。

表 4-9　110kV 单回线路类比线路监测运行工况

检测时间	项目	电压（kV）	电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）
2023.1.14	110kV 清中东线	111.64-112.29	82.10-82.96	8.72-9.62	2.02-2.26
2023.1.15	110kV 清中东线	112.22-124.21	80.42-82.10	10.22-11.21	2.14-2.62

表 4-10　110kV 双回线路、220kV 单、双回线路类比线路监测运行工况

序号	项目	电压（kV）	电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mv）
1	110kV 权峰线	110.07~112.89	53.9~128.42	28.3~37.89	6.7~9.50
2	110kV 权安线	110.03~113.25	44.3~93.86	13.74~35.92	5.3~8.1
3	110kV 权麒II回线	110.27~112.54	50.3~103.89	10.1~34.7	3.3~5.5
4	220kV 兰河线	231.8~232.9	56.6~58.7	-21.8~-24.3	-7.8~-8.6
5	220kV 兰昌 I 回线	230.2~233.4	85.9~93.5	35.8~40.7	0~2.9

（7）类比监测时间、监测环境

1）110kV

①单回

测量时间：2023 年 1 月 14 日-2023 年 1 月 15 日。

气象条件：晴，温度 2.2℃～13.7℃。

监测环境：类比线路监测点附近平坦开阔，符合监测技术条件要求。

②双回

测量时间：2021 年 10 月 12 日-13 日。

气象条件：阴，温度 12℃～21℃，湿度 62%～78%RH。

监测环境：类比线路监测点附近平坦开阔，符合监测技术条件要求。

2）220kV

①单回、双回

测量时间：2024 年 07 月 31 日—2024 年 08 年月 1 日。

气象条件：晴，风速 0.3m/s—1.9m/s。

风向：西南风，环境温度：18.9-27.8℃，相对湿度：39-53%

大气压：81.8-82.2kPa

监测环境：类比线路监测点附近平坦开阔，符合监测技术条件要求。

（8）类比监测结果

1）110kV 单回线路类比监测结果

110kV 单回线路噪声监测结果，见下表。

表 4-10 类比 110kV 清中东线线路类比监测结果　　单位：dB(A)

测点编号	110kV 清中东线	昼间噪声	标准限值	夜间噪声	标准限值

1	与线路中心投影距离 0m	41.2	55	38.6	45
2	与线路中心投影距离 2.5m（边导线下）	41.0		38.5	
3	边导线外 5m	41.1		38.5	
4	边导线外 10m	40.8		38.4	
5	边导线外 15m	40.8		38.4	
6	边导线外 20m	41.0		38.6	
7	边导线外 25m	40.9		38.5	
8	边导线外 30m	40.9		38.5	

2）110kV 同塔双回线路类比监测结果

110kV 同塔双回线路噪声类比监测结果，见下表。

表 4-11 110kV 权安线、权麒II回线 1#~2#塔间双回路类比监测结果

单位：dB(A)

序号	监测点位描述	昼间噪声2021.10.12	标准限值	夜间噪声2021.10.12	标准限值
1	中心线下	53.2	55	43.3	45
2	中心线外5m	52.5		43.6	
3	中心线外10m	52.1		43.3	
4	中心线外15m	51.5		43.2	
5	中心线外20m	49.9		41.7	
6	中心线外25m	47.3		39.8	
7	中心线外30m	45.4		38.6	
8	中心线外35m	46.5		38.5	
9	中心线外40m	45.7		37.9	
10	中心线外45m	45.2		38.8	
11	中心线外50m	44.4		38.5	

3）220kV 单回线路类比监测结果

220kV 单回线路噪声类比监测结果，见下表。

表 4-12　220kV 兰河线单回路类比监测结果　　单位：dB(A)

检测点位		检测结果	
		昼间	夜间
220kV 兰河线单回路（导线三角排列）	中相导线对地投影处	42	40
	边相导线对地投影处	42	39
	边导线对地投影外 5m	41	39
	边导线对地投影外 10m	41	39
	边导线对地投影外 15m	40	39

	边导线对地投影外 20m	40	38
	边导线对地投影外 25m	39	38
	边导线对地投影外 30m	39	37
	边导线对地投影外 35m	39	37
	边导线对地投影外 40m	39	37
	边导线对地投影外 45m	38	36
	边导线对地投影外 50m	38	36

220kV 同塔双回线路噪声类比监测结果，见下表。

表 4-12　220kV 兰昌 I 回、220kV 兰河线同塔双回路类比监测结果　　单位：dB(A)

检测点位		检测结果	
		昼间	夜间
220kV 兰昌 I 回、220kV 兰河线同塔双回监测断面（4#~5#）	同塔双回线下	43	41
	边相导线对地投影处	43	40
	边导线对地投影外 5m	42	40
	边导线对地投影外 10m	42	39
	边导线对地投影外 15m	42	39
	边导线对地投影外 20m	41	39
	边导线对地投影外 25m	41	38
	边导线对地投影外 30m	41	38
	边导线对地投影外 35m	41	37
	边导线对地投影外 40m	40	37
	边导线对地投影外 45m	40	37
	边导线对地投影外 50m	40	36

（9）输电线路声环境影响评价

1)110kV 线路

①110kV 单回线路

类比线路投运后产生的昼间噪声值为 40.8~41.2dB（A），夜间噪声值为 38.4~38.dB（A），且中心线外 0~30m 范围内变化趋势均不明显，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类评价标准要求（昼间 55dB（A），夜间 45dB（A））。

②110kV 双回线路

类比 110kV 线路同塔双回输电线路下的噪声水平昼间为 44.4～53.2dB（A），夜间为 37.9～43.6dB（A）。且中心线外 0~50m 范围内变化趋势均不明显，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类评价标准要求（昼间 55dB（A），夜间 45dB（A））。

2）220kV 线路

①220kV 单回线路

220kV 单回输电线路下的噪声水平昼间为 38～42dB（A），夜间为 36～40dB（A）。且中心线外 0~50m 范围内变化趋势均不明显，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类要求。

①220kV 双回线路

220kV 双回输电线路下的噪声水平昼间为 40～43dB（A），夜间为 36～41dB（A）。且中心线外 0~50m 范围内变化趋势均不明显，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类要求。

4、运营期水环境影响分析

（1）源强分析

输电线路运行过程中无废水产生。变电站正常工况下，站内无工业废水产生，变电站内的废水主要为工作人员产生的少量生活污水。

新建芳华变电站工作人员共 5 人，根据《用水定额》（DB53/T168-2019），工作人员日常生活用水按 90L/d.人计，则本工程生活用水量为 0.45m^3/d。生活污水产生量按总用水量的 80%计，则每天产生生活污水量约 0.36m^3/d。

（2）污水处理可行性分析

新建芳华变电站产生的生活污水采用地埋式污水处理设施处理后回用于绿化，不外排。

地埋式污水处理设施处理能力约为 2m^3/d，水力停留时间为 8h~12h，本工程变电站生活污水日产生量约为 0.36m^3/d，其处理规模可满足相关要求。

地埋式污水处理设施包括格栅池、调节池、氧化池、沉淀池、污泥池，处理工艺为“预处理+生物接触氧化+沉淀+消毒”。污水先经格栅拦截较大的悬浮物后，进入调节池均化水质、调节水量，而后进入生化处理单元，经好氧微生物的分解和消化作用去除污水中的有机物，最后经沉淀池沉淀后投加含氯消毒剂进行消毒。处理后出水水质可达到《城市污水再生利用城市 杂用水水质》（GB/T18920-2020）中城市绿化用水标准，其处理效果可满足相关要求。生活污水采用地埋式污水处理设施可行。

（3）环境影响分析

项目新建输电线路运营过程中不产生废水，不会对地表水环境产生不良影响。

芳华变电站生活污水经一体化污水处理设施处理后回用于绿化，不外排，不会对站外地表水环境产生不良影响。

5、运营期环境空气影响分析

项目运营期无废气产生，不会对附近大气环境产生影响。

6、运营期固体废物影响分析

项目运营期产生的固体废物为生活垃圾、废铅酸蓄电池、废变压器油。

（1）生活垃圾

芳华变电站工作人员共 5 人，按照每人 0.5kg/d 的生活垃圾（固废代码：900-099-S64）产生量计算，生活垃圾的产生量约 2.5kg/d。变电站站内拟设置垃圾桶，生活垃圾经收集后交至当地生活垃圾转运点，由环卫部门妥善处理，不会对环境产生不良影响。

（2）废铅酸蓄电池

芳华变电站共设有 2 组蓄电池组，每个蓄电池组有 104 个，共 208 个铅酸蓄电池。每个蓄电池重 19.2kg，则总重量约 4.0t。蓄电池的正常使用寿命为 7~8 年，到期更换会产生废铅酸蓄电池 4.0t。根据《国家危险废物名录（2025 年版）》，废铅蓄电池及废铅蓄电池拆解过程中产生的废铅板、废铅膏和酸液属于危险废物，废物类别为 HW31，废物代码为 900-052-31，危险特性为毒性（T）和腐蚀性（C）。

（3）废变压器油

根据项目设计，芳华变电站本期建设 2 台 180MVA 的变压器，每台变压器油重约 63t，变压器油密度为 895kg/m^3，若变压器使用年限达 20 年以上，需要更换变压器油，每次更换 63t/次。

根据《国家危险废物名录（2025 年版）》，废变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油属于危险废物，废物类别为 HW08，废物代码为 900-220-08，危险特性为毒性（T）和易燃性（I）。

本期在芳华变电站内按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的相关要求设置 1 间危废暂存间。变电站平时运营期无废铅酸蓄电池、废变压器油产生，待产生时，先暂存于危险废物暂存间内，定期交由有资质单位依法合规地进行回收、处置，严禁随意丢弃。因此，芳华变电站运行过程中产生的危险废物不会对

环境产生不良影响。

（4）线路工程

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、生活垃圾等废物不得随意丢弃，线路运维护人员应将生活垃圾带至垃圾集中收集点妥善处置，废弃绝缘子等废物进行回收处理。

（5）危废暂存间合理性分析

①要求危废暂存进行地面防渗处理，防渗根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的要求，地面与四周裙脚采取表面防渗措施，防渗材料采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。

②要求危废暂存间采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物。

③要求检修废油采用专门的收集桶进行收集，收集桶应具有防漏、防腐性能，收集后暂存在危废暂存间内，不得与不相容的危险废物接触、混合。

④危废暂存间按照《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）的要求设置危险废物识别标志，标志包含废物名称、废物类别、废物代码、废物形态、危险特性、主要成分、产生/收集单位名称、联系人、联系方式等内容。

⑤要求危险废物定期交由有资质的单位进行处理，且贮存设施运行期间，企业内部应按国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存，并按照《危险废物转移管理办法》（2022 年 1 月 1 日起施行）的要求做好危险废物转移联单填报登记工作。台账如实和规范记录危险废物贮存情况，妥善保存危废转移联单及危废处置协议等相关资料。

经建设单位提供数据，蓄电池堆叠层数按 2 层，总占地面积约 8m^2，暂存间内搬运通道占用面积按 5m^2 估算，则危废暂存间最低使用面积约需 13m^2。本工程新建一间危险废物暂存间（面积约 20m^2），面积满足最低使用要求。

综上，项目危废暂存间按上述要求建设，可满足危废的暂存、转移等要求。

7、环境风险分析

由于冷却或绝缘需要，变电站内变压器使用电力用油，这些冷却或绝缘油都装在电气设备的外壳内，一般无需更换只作预防性试验，不会外泄对环境造成危害。但在设备发生事故并失控时，可能泄漏，污染环境，造成环境风险。根据《国家危

	险废物名录（2025 年版）》，废变压器油属于危险废物。本项目涉及的风险物质主要为变压器油，位于芳华变电站的 2 台主变压器内。 变压器油注入变压器后，不用更新，使用寿命与设备同步，变电站在正常运行状态下无变压器油外排。主变压器等电气设备使用的冷却或绝缘油由于都装在电气设备的外壳内，平时不会造成对环境的危害。但在设备发生事故时，有可能造成变压器油泄漏，如果泄漏到外环境则可能造成污染。变压器事故油形成的油泥、油水混合物为危险废物，类别为 HW08 废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-220-08。根据国家相关技术规范，为防止事故时造成事故油污染，变电站内应设置事故油排蓄系统。即根据最大一台设备的油量，设总事故油池，用油电气设备下方设置贮油坑（铺设一卵石层），四周设有排油管道并与事故油池相连。一旦设备事故时排油或漏油，泄漏的变压器油将渗过下方贮油坑内的卵石层并通过排油管道到达事故油池，在此过程中卵石层起到冷却油的作用，不易发生火灾，然后废变压器油委托有资质的单位处理。变压器油收集处置流程为：事故状态下变压器油外泄→进入设备下方集油坑卵石层冷却→进入排油管道→进入事故油池→油水分离→废油和杂质委托有相应危废处理资质的单位处置。 根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019），变电站内应设置事故油坑和总事故油池，事故油池容积应按其接入的油量最大的一台设备确定。根据设计资料，项目 180MVA 主变含油量为 63t，约 70.0m^3，依据工程设计单位提供的资料，芳华变电站本期拟建 1 座有效容积为 90m^3 的事故油池，事故油池的有效容积能满足事故状态下 100%的排油需要。 项目拟设置事故油池、贮油坑表面及其下方基础层铺设防渗层，防渗层为至少 1m 厚的粘土层（渗透系数≤10^{-7}cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯，或至少 2mm 厚的其它人工材料，渗透系数≤10^{-10}cm/s。因此，项目设置的事故油池、贮油坑防渗达到《危险废物贮存污染控制标准》的相关要求。 采取上述措施后，项目环境风险可以得到有效控制，风险可以接受。
选址选线环境	**1、环境敏感区** 根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021版），五十五、核与辐射—161输变电工程，其对应的环境敏感区是指下列区域：“（一）国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护

合理性分析	区；（三）中的以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域。” 根据陆良县自然资源局、林草局、生态环境局对本工程路径的查询情况说明，本工程不涉及国家公园、然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、世界文化和自然遗产地。工程穿越生态保护红线长度共计为7971.4m，生态保护红线内立塔23基。 **2、选线环境合理性分析** 本工程线路沿线的敏感因素主要为：生态保护红线、居民点。线路采用高塔跨越方式架设，以减少对生态环境的影响，本工程推荐方案在有条件的情况下对敏感因素进行了避让。 根据路径方案说明及工程穿越生态保护红线路径唯一性论证报告的内容，受区域地形、村庄集镇、现有电力线路的制约，为项目的安全施工、减少林木砍伐、建成后运行的安全可靠性，项目推荐路径不可避免地穿越并占用了生态保护红线。但线路的塔基数量少、占地少、林木砍伐量小，其造成的生态扰动程度也较低，且路径方案尽量避让了沿线的居民点，故从环境合理的角度，本环评认可设计中的路径方案。 综上所述，考虑政府各职能部门的要求，电网整体规划，线路路径拟选原则以及现场的地形地貌情况，设计线路塔基已避让生态保护红线区域，但由于线路路径受多重因素限制，线路路径已为最优且唯一，线路路径无法避让生态保护红线。 **3、结论** 本项目不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等环境敏感区，统筹考虑了城镇规划、工业园区、加油站、加气站、工矿企业、水利、电力、交通、通信、军事光缆、沿线矿产资源压覆（包括探矿权、采矿权）等各种设施，进行了最大程度的优化，尽量避让了生态保护红线，结合地理位置及沿线地形、地貌、交叉跨越等因素，线路无法完全避让生态保护红线，设计单位对路径方案进行了唯一性论证，本报告提出一系列保护措施以减轻对其产生影响。根据现场调查，穿越生态保护红线区域植被一般，施工时采用高塔跨越，无人机放线，避免了线路下方的林木砍伐。

	路径方案已尽最大限度减少树木砍伐及原始生态破坏。本工程线路路径走向已取得了工程所在地陆良县人民政府及各部门对线路路径原则同意的意见，建设单位需按照国家、省州相关政策做好用地、用林报批后方可动工建设。临时工程牵张场、跨越场由于受路径走向及施工工艺限制，选址范围很小，但应在有限范围内尽量减少占地面积，尽量避免占用林分较好的林地，并在施工结束后及时进行植被恢复，禁止占用生态环境敏感区，在采取相应的措施后临时工程选址合理。 综上，项目符合相关法律法规的要求，无重大环境制约性因素，工程选址选线方案可行。

五、主要生态环境保护措施

施工期生态环境保护措施	**1、施工期生态环境保护措施** （1）工程路径在下一设计阶段综合考虑沿线生态敏感区的分布，尽量避让敏感区及林分较好的区域，优化杆塔设计，尽量减少对林地的永久占用。林地分布相对集中处，塔基基础布点时应尽量利用山头的自然地势高跨林区。 （2）施工前加强现场踏勘，优化施工场地范围、牵张场、材料场等布局，优化施工便道设计，充分利用现有道路，减少新建施工临时便道，合理规划施工便道，合理划定施工范围和人员、车辆的行走路线，避开生态敏感区域。 （3）杆塔尽量选用根开小的塔型，在保证线路运行安全的前提下，适当增加档距，减少杆塔数量。经过陡坡山地时采用全方位高低腿铁塔、改良型基础、紧凑型设计，尽量少占土地、减少土石方开挖量。杆塔和基础型式选型时应尽量采用掏挖式基础，减少施工扰动强度；杆塔定位尽量选择在植被稀疏处。 （4）严格按照施工红线进行施工，尽量避免对林地造成破坏。施工人员活动及材料运输，严格按照划定的施工范围实施，避免对施工范围之外区域的植被造成碾压和破坏。 （5）做好施工废水的处理工作，不能随意排放至水体中，禁止将施工废水直接排入水体。施工材料的堆放也要远离水源，粉状材料运输时也要注意不能被雨水或风吹至水体中，以免对动植物生境造成污染。 （6）施工前对工程占用区域可利用的表土进行剥离，单独堆存，确保有效回用，采取措施加强表土堆存防护及管理。坡度较大的区域，施工时及时在坡脚处设置挡土墙挡护或坡面种植草本植物等防护措施加以防护。 （7）施工过程中，采取绿色施工工艺，减少地表开挖，合理设计高陡边坡支挡、加固措施，减少对脆弱生态的扰动。材料运输过程中可能导致少量砂石、水泥洒落，施工场地也会产生部分建筑垃圾，因此在工程完工后应及时清除各种残留的建筑垃圾。 （8）加强施工人员对野生动物和生态环境的保护意识，禁止猎杀兽类、鸟类和捕蛇捉蛙，施工过程中遇到鸟、蛇等动物的卵应妥善移置到附近类似的环境中。标明施工活动区，严令禁止到非施工区域活动。

	（9）鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息。施工设备选取噪声较低的型号，并合理安排强噪声施工行为的时间，不在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。尽量减少施工噪声对野生动物的干扰。夜间是部分林中兽类、鸟类觅食活动时间，它们对噪声、振动和光线比较敏感，施工活动不在夜间进行。 （10）可利用工程建设的机会，尤其是对塔基开挖区域等存在的鬼针草等外来入侵植物，可采取连根铲除的方式进行破坏。同时采用本土物种进行植被恢复和边坡绿化。 （11）评价区分布有大面积的云南松林，次生性较强，乔木层物种单一，群落结构不太稳定，对森林病虫害的抵抗能力较弱。因此，本项目永久占用这些林地面积时，砍伐的树木物种应妥善处理，避免病虫害传播。 （12）在施工前对施工人员进行重点保护植物相关知识的培训，增强施工人员的保护意识及鉴别能力，或者聘请专业人员对塔基施工范围内的植物进行调查，一旦施工中发现重点保护植物，应立即上报林业主管部门，并优先考虑予以避让，对确实不能避让的，需请专业技术人员对其进行移植，移栽时遵循就近移栽，并安排相关专业人员负责养护，保证成活。 虽然现场调查和访问调查都没有发现重点野生保护动物，但动物活动性较强，在施工期一旦发现，应立即避让，减少工程建设对其栖息活动产生直接影响。 （13）在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以针叶林、灌草丛植被为主体的陆生生态系统。 （14）植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。在保证物种多样性的前提下，防止外来入侵物种的扩散。在原生境下有分布外来物种的情况，需对已有的外来物种进行铲除，并针对其入侵机制对土壤等生境进行改良，保证植被修复的效率。 （15）对施工道路区、施工场地等临时占地的植被恢复时，应先将施工前掘取的地表土进行铺放，保证这些区域土壤结构的恢复，从而保障植被恢复措施的有利进行。根据不同恢复区的特点及植物现状，实行不同的恢复方案；在“适地适树、适地适草”的原则下，选取当地优良乡土草、树种进行植被恢复，保证绿化栽植的成活率。

（16）依托本工程建设单位作为补偿主体，对于被占用的林地，应按照有关规定，办理采伐手续并进行补偿，使本工程建设及运行对生态环境产生的不利环境影响尽快得到恢复。

生态保护红线保护措施：

（1）在下一步设计中，建议进一步局部优化塔基位置，通过塔基局部调整尽量少占用生态保护红线。

（2）最大限度地适应地形变化的需要，塔基因地制宜采取全方位长短腿配高低基础避免大开挖，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。

（3）在线路跨越生态保护红线处优先采用环境友好型的飞艇、动力伞或无人机等放线施工工艺，减少地表扰动和植被破坏范围。

（4）禁止在生态保护红线内设置“三场”，禁止在生态保护红线范围内堆放建筑垃圾和生活垃圾，禁止在生态保护红线内设置牵张场、材料堆场等临时占地，本工程输电线路在生态红线范围内不设置取土场和弃土场。

（5）临时施工道路尽可能利用保护区内已有乡村公路、机耕路、林区小路等现有道路；局部交通条件较差的山丘区，尽可能通过索道、人力或畜力将施工材料运至塔基附近，生态保护红线内禁止开挖施工道路。

（6）基础开挖土方先临时集中堆放在塔基施工场地范围内，待基础浇筑完成后全部在塔基永久占地范围内回填、夯实、平整，就地利用，不外弃。

（7）加强对施工人员的教育和管理，使他们了解生态保护红线的重要意义和生态保护红线的边界，并在施工过程中注意保护生态环境，严禁捕猎、捕食野生动物和随意砍伐、踩踏植被。

（8）施工结束后开展土地整治，进行植被和迹地恢复。施工结束后，尽快对塔基施工区附近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，恢复临时占地区域原有生态环境和土地利用功能，并加强后期养护和维护。

基本农田保护措施：

（1）塔基施工占用基本农田时，施工前应进行表土剥离，将表土单独堆存

并做好覆盖、拦挡等防护措施，施工结束后用于项目区植被恢复或耕作区域表层覆土。

（2）保存永久占地和临时占地的熟化土，为植被恢复提供良好的土壤。对建设中永久占用农田部分的表层土予以收集保存，以便施工结束后复垦或选择当地适宜植物及时恢复绿化。

公益林及天然林保护措施：

（1）项目对公益林的影响主要集中在施工期，根据占用的公益林区域的地形地貌及扰动情况，对临时占用的公益林区域内采取植物恢复措施。对于植物物种的选取，应以乡土树种为主，并且注意乔灌草的合理搭配。植被恢复主要从生态修复的角度出发，着重考虑植被的水土保持、涵养水源和保护生态环境的作用。

（2）同时，项目运行后要跟踪监测，加强对临时占用公益林区域内的植被（包括自然植被和人工植被）的管理与养护。

（3）建设单位应根据林业用地的管理规定，按照确定的范围、面积进行作业，并办理相关手续，交纳森林资源补偿费，并对临时占用的部分进行施工后的恢复。避免超计划占用林地，严禁随意扩大占地范围。项目必须在取得林地征用审批手续的前提方可开工建设。

2、施工期大气环境保护措施

（1）加强施工期扬尘的防治，定时洒水降尘，防止扬尘污染周围环境，遇到干旱和大风天气时增加洒水降尘次数或暂停施工。

（2）料堆及基础处开挖临时堆放的土石方采用篷布覆盖防治扬尘，对裸露地面进行覆盖。

（3）建筑材料运输车辆加盖帆布，采取密封运输。

（4）加强对机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少废气的排放。

（5）施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧。

（6）明确专人负责扬尘污染防治的具体管理工作，并在施工现场公示。

3、施工期水环境保护措施

（1）变电站施工废水经沉淀池处理后回用，生活污水建设临时旱厕收集。

（2）输电线路施工废水产生量较小，就近回用于施工作业和洒水降尘等，不外排。

（3）施工人员施工期间食宿自行处置，生活污水依托各自居民点污水处理设施处置。

（4）采取一档跨越河流，不在水中立塔。禁止向水体排放油类，禁止向水体排放、倾倒废水、垃圾等。邻近河流的塔基施工时，施工人员不得在靠近水域附近搭建临时施工生活设施，严禁施工废水、生活污水、生活垃圾等排入水体。

4、施工期声环境保护措施

（1）采用低噪声设备，加强施工机械的维修、养护，避免设备因部件损坏而加大其工作时的声压级。

（2）施工单位文明施工，加强施工期的环境管理；施工车辆经过居民区时减缓行驶速度，减少鸣笛；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。

（3）利用噪声强度随距离增加而衰减的特性，将较强的噪声源尽量设在远离居住区的地方，距居民区较近的施工点采取临时拦挡措施。

（4）施工工地应加强环境管理，合理安排运输路线。

（5）输电线路禁止夜间进行施工，但抢修、抢险作业和因生产工艺上要求或者特殊需要必须连续作业的除外。

（6）优化施工方案，合理安排工期，依法限制夜间施工，如果因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》（中华人民共和国主席令第一〇四号）的规定办理相关证明文件并对外进行公示公告：因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

5、施工期固体废物防治措施

（1）建筑垃圾分类集中堆存、回收利用，不能回收利用的集中收集后清运至当地政府指定的堆放场所处置。

（2）施工人员生活垃圾依托租用村镇居民房屋现有卫生设施处置；施工场

	地内产生的零星生活垃圾收集后带回居住村镇一起处置。 （3）架空线路基础开挖产生土方就地回填压实、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；在农田施工时，施工临时占地采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除。
运营期生态环境保护措施	**1、运营期生态环境保护措施** 加强对运行维护人员的环境保护教育，提高环保意识，运行维护人员不得随意砍伐线路沿线树木，破坏线路沿线原有生态环境。 **2、运营期电磁环境保护措施** （1）做好设施的维护和运行管理，确保电磁环境影响满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）相关要求。 （2）在塔基和变电站危险位置设置各种警告、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。 **3、运营期声环境保护措施** 运营期做好设施的维护和运行管理，变电站厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1 类标准。 新建输电线路沿线的声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类。 **4、运营期水环境保护措施** （1）芳华变电站内采用雨污分流排水系统，在变电站巡检楼北侧设置一个容积 2.0m^3 的化粪池，对变电站生活污水进行预处理。预处理后的生活污水再经 1 座规模为 2m^3/d 一体化污水处理设施处理后，全部回用于绿化洒水，不外排。同时设置 1 个 5m^3 中水暂存池，确保雨天污水不外排。 （2）线路巡检过程中，禁止向周围水体排放污水。 **5、运营期环境空气保护措施** 无。 **6、运营期固体废物防治措施** （1）变电站生活垃圾 经站内生活垃圾收集设施收集后定期清运至当地垃圾转运点，随当地生活垃

	圾一起处理，不得随意丢弃。 （2）废铅酸蓄电池、废变压器油 变电站内产生废铅酸蓄电池、废变压器油属于危险废物，严禁随意丢弃。暂存后，交有资质的单位处置。危险废物暂存在 1 间危废暂存间内，严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）进行建设和管理，对危险废物容器或包装物上或旁边设置标签，设置贮存分区标志，暂存间设置危险废物设施标志。转移危险废物，通过国家固废信息系统填写、运行危险废物电子转移联单。配置人员对危险废物进行收集、暂存和保管。建立危险废物产生记录台账，定期检查自行贮存和处置的危险废物记录及相关证明材料，妥善保存危废转移联单及危废处置协议等相关资料。 危废暂存间防渗根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的要求，地面与四周裙脚采取表面防渗措施，防渗材料采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。 （3）输电线路 在输电线路运营期，产生的废弃绝缘子、生活垃圾等废物不得随意丢弃，运维人员应将生活垃圾带至垃圾集中收集点妥善处置，废弃绝缘子等废物进行回收处理。 **7、运营期环境风险防范措施** （1）在芳华变电站主变压器下方设置贮油坑，贮油坑旁建设一个 85m^3 的事故油池，贮油坑与事故油池通过排油管道连接，满足事故工况下事故池的暂存。事故油池、贮油坑表面及其下方基础层铺设防渗层，防渗层为至少 1m 厚的粘土层（渗透系数≤10^{-7}cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯，或至少 2mm 厚的其它人工材料，渗透系数≤10^{-10}cm/s。 （2）加强对事故油池及其排导系统的巡查和维护，做好运营期间的管理工作；对于产生的事故油及含油废水不得随意处置，必须由具有危险废物处理资质的机构妥善处理。 （3）编制突发环境事件应急预案，并报陆良分局备案，加强日常演练，提高员工应急处置能力。 **8、运营期环保措施责任主体及实施效果**

	本项目运营期采取的生态环境保护措施的责任主体为建设运行管理单位，建设运行管理单位应严格依照相关要求确保措施有效落实；经分析，以上措施具有技术可行性、经济合理性、运行稳定性、生态保护的可达性，在认真落实各项生态保护和污染防治措施后，本项目运营期对生态环境影响较小，电磁及声环境影响能满足标准要求。
其他	**1、环境管理** 建设单位在项目开工建设前应当对工程最终设计方案与环评方案进行梳理对比，构成重大变动的应当对变动内容进行环境影响评价并重新报批，一般变动只需备案。项目建设过程中如发生重大变动，应当对实施前对变动内容进行环境影响评价并重新报批。 **（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，本工程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环境，合理组织施工。

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）运行期环境管理

本工程在运行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，制定和贯彻环保管理制度，监控本工程主要污染源，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制定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协调配合上级环保主管部门所进行的环境调查，生态调查等活动。

⑥加强日常巡查工作，处理好与项目周边民房等声环境保护目标的关系。

⑦加强宣传教育工作，减少误会及投诉等事件。

⑧制定环境保护管理制度，按规定时限，依法开展竣工环境保护自主验收工作。

2、环境监测

（1）环境监测任务

①制定监测计划，监测工程施工期和运行期环境要素及评价因子的变化。

②对工程突发的环境事件进行跟踪监测调查。

（2）监测点位布设

监测点位布设应符合《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ705-2020）的要求，具体可参考本环评筛选的典型环境敏感点。

（3）监测因子及频次

1）施工期监测计划

表 5-1 施工期环境监测计划表

监测因子	监测地点	监测因子	监测频次

大气环境	变电站：变电站厂界下风向设一个监测点	TSP	施工高峰期监测 1 次
噪声	①变电站四周厂界分别设置一个监测点；②线路沿线敏感目标	等效连续A声级	施工高峰期监测 1 次，分昼夜两个时段

表 5-2　运营期环境监测计划表

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《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）中的方法进行	①竣工环境保护验收监测一次； ②运营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。	①在竣工环境保护验收期间对芳华变电站4个厂界，新建线路220kV和110kV各设置1个断面及环境敏感目标的各拟定点位监测一次； ②投诉监测时根据投诉人拟定的点位监测一次；
噪声	按照《声环境质量标准》（GB 3096-2008）、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中的监测方法进行	①竣工环境保护验收监测一次； ②运营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。	①在竣工环境保护验收期间对芳华变电站，新建线路220kV和110kV各设置1个断面及环境敏感目标的各拟定点位昼间、夜间各监测一次； ②投诉监测时根据投诉人拟定的点位昼间、夜间各监测一次；

（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。

环保投资

本项目总投资为 33641 万元，其中环保投资共计 180 万元，占工程总投资的 0.53%。本项目环保投资情况见表 5-2。

表 5-2　项目环境保护投资一览表　单位：万元

序号	项目	内容	投资	备注
一	芳华变电站			

1	废水处理	一体化污水处理设施	15	/
		化粪池	2	/
		中水暂存池	2	/
		沉淀池	2	
		旱厕	2	
2	固废处理	危废暂存间	6	/
		生活垃圾收集桶	2	/
3	扬尘防治	施工物料采用篷布覆盖、遮挡，设置围墙、洒水等	40	/
4	地下水	事故油池、贮油坑、危废暂存间防渗工程	30	/
5	水土流失防治	施工场地设置的浆砌石挡土墙、护坡、排水沟、绿化等。	/	按水土保持报告计算
6	电磁环境防护	安全警示牌、电力设施保护标识牌	1	/
二	**输电线路**			
1	废水处理	临时沉淀设施	3	/
2	扬尘防治	施工物料采用篷布覆盖、遮挡、洒水等	10	/
3	固废处理	施工期建筑垃圾、生活垃圾收运	20	/
4	水土流失防治	陡坡塔基、施工场地设置的浆砌石挡土墙、护坡、排水沟等。	/	按水土保持报告计算
5	电磁环境防护	塔基安全警示牌、电力设施保护标识牌	5	/
6	噪声治理	必要时噪声治理措施	10	/
7	植被恢复	临时占地植被恢复费用	/	按水土保持报告计算
8	环境保护宣传培训	相关法律法规、重点保护物种、保护措施的宣传培训、警示牌、宣传牌	5	/
四	**其它费用**			
1	其他费用	环境影响评价费用	15	/
2		竣工环保验收费用	15	/
3				
4		施工期监测费用	5	/
环保投资合计			**180**	

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）路径优化：避让敏感区及优质林区，塔基高跨林区；优化布局减少临时占地。 （2）塔基设计：选用根开小/档距大的塔型，采用掏挖式基础、全方位高低腿铁塔减少开挖。 （3）施工管控：严格按红线施工，限定机械作业范围，避免碾压植被；表土剥离单独堆存防护。 （4）污染防控：废水禁排水体，材料堆放远离水源；施工后清运建筑垃圾，绿色工艺减少扰动。 （5）物种保护：禁止猎杀野生动物，妥善处置动物卵；发现保护植物立即避让或专业移植。 （6）入侵防控：铲除外来入侵植物（如鬼针草），修复区优先使用乡土物种。 （7）植被恢复：分层回铺表土，适地适树恢复针叶林+灌草系统；临时占地按“原土回填+本土物种”修复。 （8）补偿机制：依法办理林地占用手续，落实采伐补偿及生态修复基金。 **生态保护红线管控** （1）设计优化：调整塔基位置减少红线占用；采用飞艇/无人机放线减少地表扰动。 （2）施工限制：红线内禁设三场/临时道路，禁止开挖/堆放弃土垃圾。 （3）生态恢复：施工后原地回填土方，种植乡土乔灌草并加强养护。	施工迹地清理完成，植被得以恢复，未发生较大生态破坏情况。生态保护红线内除塔基下方必要的施工场地，禁止设置施工“三场”及牵张场，禁止开挖施工道路等。	项目运行期对线路和塔基进行定期巡查和检修，应对运行维护人员进行生态环境保护宣传和教育，尤其是野生动植物保护相关知识的培训，增强环境保护意识，禁止维护人员引入外来物种，不对周边的动植物及生态环境进行破坏。	对穿越林区的输电线路，仅允许对线路通道内的超高树木采取削枝措施，禁止砍伐维护通道。
水生生态	/	/	/	/
地表水环境	（1）废水回用：扩建间隔废水沉淀处理循环利用，输电线路废水就近平衡消纳。 （2）污水依托：生活污水利用站内设施处理，施工人员依托居民点现有系统。 （3）河流防护：一档跨越方案，禁止水中立塔；邻近河段禁设临建生活设施，严禁废水/油类/垃圾入水。	废水无外排痕迹，未发生水污染事件。	维护人员定期对线路和塔基进行巡查和检修时，禁止随意丢弃固体废弃物，应全部集中收集带回营地妥善处置，防止对沿线地表水环境产生影响。	不发生污染水体的行为。

地下水及土壤环境	/	/	/	/
声环境	（1）选用低噪设备，定期维护保养，避免异常工况增噪。 （2）文明施工管理：车辆限速、禁鸣；使用合规设备。 （3）空间隔离：远距居民区布设高噪设备，近场设临时围挡。 （4）运输管控：优化路线规划，减少夜间通行。 （5）夜间禁令：禁止常规夜间施工（抢修/特殊工艺除外）。 （6）法定程序：特殊夜施需办理许可并公示，取得住建/环保部门证明。	满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准，不发生扰民事件。	加强线路日常管理和维护，使线路保持良好的运行状态。 开展声环境监测，确保达标；若监测不达标，须进行治理，确保厂界噪声、线路声环境、保护目标声环境达标。	达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应声功能区限值要求。
振动	/		/	/
大气环境	（1）扬尘控制：定时洒水降尘，干旱/大风天加密频次或停工；土方/料堆全覆盖防尘。 （2）运输管控：建材车辆强制密闭运输，禁止抛洒泄漏。 （3）设备减排：加强机械维保，禁止柴油机械超负荷运行。 （4）固废管理：严禁焚烧包装物/可燃垃圾。 （5）专人专管：指定扬尘防治责任人并现场公示。	施工场地无可见扬尘。	/	/
固体废物	（1）土石方回填：扩建工程开挖土方全回填利用，塔基表土集中堆存用于植被恢复；耕地区施工后清理场地、复耕。 （2）分类处置：建筑垃圾分类回收利用，不可回收物清运至政府指定场所。 （3）垃圾管理：生活垃圾依托村镇现有设施处理，零星垃圾随施工人员生活区统一清运。	处置率达100%	运行维护中产生的废弃材料、生活垃圾等废物不得随意丢弃，应带回营地妥善处理。输电线路维护和更换会产生废弃的导线、螺丝钉等废旧材料及设备，集中收集后回收利用，变电站生活垃圾收集后委托环卫部门清运处置。	处置率达100%
电磁环境	/	/	（1）定期巡检：开展输电线路及塔基维护，防控运行故障引发的电	满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2

			磁环境影响。 （2）警示管理：重点保护区设警示标志（标明“禁止攀登”“高压危险”等），同步开展安全宣传。 （3）监测与宣传：定期监测工频电场/磁场（符合GB8702-2014）；组织电磁科普教育。	014）中的公众暴露控制限值要求。
环境风险	/	/	编制突发环境事件应急预案，并报陆良分局备案，加强日常演练，提高员工应急处置能力。	/
环境监测	/	/	制定电磁、噪声监测计划。	项目建成后结合竣工环保验收监测一次，后期针对工程变化或投诉情况进行监测。
其他	项目竣工后应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的要求进行自主验收，验收合格后方可投入正式运营。			

七、结论

本项目的建设符合国家产业政策、相关法律法规和规划，工程区域的水、气、声、生态、电磁等环境质量现状较好。项目在设计、施工、运行过程中将按照国家相关环境保护要求，采取各项环境保护措施，减轻工程建设产生的环境影响，对环境污染和生态破坏的程度可以接受。

在严格执行本次环境影响报告表中规定的各项污染防治措施和生态保护措施后，从环境保护角度分析，本工程建设可行。

八、电磁环境影响专项评价

1 前言

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）附录 B 要求，输变电建设项目环境影响报告表应设电磁环境影响专题评价，因此本次评价设电磁环境影响专项评价。

项目电磁环境影响在新建芳华变电站、新建 220kV/110kV 输电线路两部分。

2 编制依据

2.1 相关法律法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行；

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

（3）《中华人民共和国电力法》，2018 年 10 月 26 日修订并施行；

（4）《云南省电力设施保护条例》，2024 年 12 月修订；

（5）《电力设施保护条例实施细则》，2024 年 3 月 1 日施行

2.2 标准、技术导则

（1）《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）；

（2）《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；

（3）《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）；

（4）《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）

2.3 设计规范

（1）《110kV~750kV 架空输电线路设计技术规范》（GB50545-2010）；

（2）《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T5154-2012）；

（3）《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB 50229-2019）；

（4）《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）；

（5）《变电站总布置设计技术规程》（DL/T5056-2007）

2.4 工程设计资料

（1）《220kV 芳华（大马路）输变电工程初步设计报告》（云南红河电力设计有限公司，2025 年 2 月）

3 工程概况

220kV 芳华（大马路）输变电工程项目建设内容分为芳华变电站工程、220kV 新建架空线路工程、110kV 新建架空线路工程、35kV 新建架空线路工程。

1、变电站工程

220kV 芳华变电站站址拟设置于陆良县芳华镇戚家山村，根据变电站“用地预审与选址意见书”，站址总用地面积为 37503m^2，本期主要建设含主控综合楼、10kV 配电装置楼、警传室、二次小室、消防泵房、消防水池、一体化污水处理装置、事故油池等，终期设 3 台容量为 180MVA 的主变压器，本期建成 2 台，预留终期主变、配电装置等建设场地。

2、220kV 新建架空线路工程、110kV 新建架空线路工程、35kV 新建架空线路工程

（1）220kV 新建架空线路工程

根据本工程系统接入方案，最终 220kV 芳华变 220kV 出线共计 8 回，预留 4 回，本期新出线 4 回，分别为：①π接 220kV 曲陆线（2 回）、②π接 220kV 竹子山风电场至曲靖变线路（2 回），经统计，项目 220kV 线路长度为 54.8km，架设方式均为单回路架空架设，无地埋电缆。

（2）110kV 新建架空线路工程

本期 110kV 进出线共计 12 回，本期预留 6 回，建成 6 回，分别为：110kV 芳华至西桥线路（1 回），新出线 1 回 T 接 110kV 中大 II 回线（1 回），新出线 2 回π接吉中线（2 回），新出线 2 回π接吉中西线（2 回），经统计，项目 110kV 线路长度为 60.1km，架设方式均为单双回混合架空架设，无地埋电缆。

详见报告表正文-二、建设内容。

4 评价因子、评价等级、评价标准等

4.1 评价因子

电磁环境评价因子见下表。

表 4.1-1 项目评价因子

环境要素	评价因子	
	现状评价因子	预测评价因子
电磁环境	工频电场、工频磁场	工频电场、工频磁场

4.2 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下表。

表 4.2-1 电磁环境评价工作等级划分表

电压等级	工程	条件	评价等级
220kV	变电站	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

（1）变电站：芳华变电站为户外站，电磁环境影响评价等级为二级。

（2）输电线路：本工程包含 110kV 架空线路及 220kV 架空线路。110kV 架空线路边导线地面投影外两侧各 10m 范围内有电磁环境敏感目标，电磁环境影响评价等级为二级；220kV 架空输电线路边导线地面投影外两侧各 15m 范围内有电磁环境敏感目标，电磁环境影响评价等级为二级；因此输电线路电磁环境影响评价工作等级确定为二级。

综上所述，本工程电磁环境影响评价等级为二级。

4.3 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）可知：

（1）芳华变电站：站界外 40m 范围内。

（2）输电线路：220kV 架空线路边导线地面投影外两侧各 40m 范围内。110kV 架空线路边导线地面投影外两侧各 30m 范围内。

4.4 评价标准

本项目电磁环境执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）公众曝露控制限值，详见表 4.4-1。

表 4.4-1 电磁环境控制限值

要素分类	适用类别	标准值		评价对象
		参数名称	限值	
电磁环境	50Hz	工频电场	4kV/m	评价范围内电磁环境保护目标
			10kV/m	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
		工频磁场	100μT	评价区域内对象

4.5 电磁环境保护目标

项目电磁环境保护目标详见表 4.5-1。

表 4.5-1　项目电磁环境保护目标一览表

分区	保护目标	规模	保护目标概况	导线对地距离	导线对敏感目标垂直距离	建筑物结构及高度	方位及水平距离	保护级别
芳华变电站	值守人员	6 人	变电站值守人员	/	/	/	距离主变约 35m	/ 《电磁环境控制限值》GB8702-2014；即工频电场强度≤4kV/m、磁感应强度≤100μT；《声环境质量标准》GB3096-2008 1 类标准。即昼间≤55dB（A）；夜间≤45dB（A）
220kV π 接竹曲线“C 线”	芳华镇田心里居民点①	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	C21-C22 线路北侧 15m	
	芳华镇田心里居民点②	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	C21-C22 线路北侧 15m	
	芳华镇田心里居民点③	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	C21-C22 线路北侧 27m	
	芳华镇田心里居民点④	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	C22-C23 线路北侧 16m	
	芳华镇田心里居民点⑤	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	C22-C23 线路北侧 15m	
	芳华镇大芳华社区居民点①	1 户，4 人	居民房	12.5m	9.5m	1 层平顶，高约 3m	C19-C20 线路北侧 25m	
	芳华镇龙潭社区居民点①	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	C29-C30 线路北侧 15m	
	芳华镇龙潭社	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约	C29-C30 线路北侧 16m	

	区居民点①					3m		
	板桥镇车马堡村岳计湾居民点①	1 户，3 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	C34-C35 线路南侧 21m	
	板桥镇大桥社区小麦地沟居民点	1 户，3 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	C48-C49 线路东南侧 34m	
220kV π 接竹曲线“D 线”	芳华镇雍家村浮池村居民点	1 户，4 人	居民房	12.5m	6.5m	2 层平顶，高约 6m	D10-D11 线路东南侧 27m	
	芳华镇大芳华社区居民点②	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D16-D17 线路南侧 15m	
	芳华镇大芳华社区居民点②	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D17-D18 线路南侧 16m	
	芳华镇芳华社区田心里居民点⑥	1 户，4 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D18-D19 线路北侧 33m	
	芳华镇芳华社区田心里居民点⑦	1 户，3 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D18-D19 线路南侧 18m	
	芳华镇龙潭社区居民点②	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D26-D27 线路东北侧 12m	
	芳华镇龙潭社区居民点③	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D26-D27 线路东北侧 14m	

	芳华镇龙潭社区居民点④	1 户，1 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D26-D27 线路东南侧 37m	
	板桥镇车马堡村岳计湾居民点②	1 户，2 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D26-D28 线路南、北侧，最近距离 12m	
	厂房 1	5 人	厂房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 5m	D31-D32 线路南侧 18m	
	厂房 2	4 人	厂房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 5m	D32-D33 线路南侧 17m	
	板桥镇车马堡村关麦地居民点	1 户，2 人	居民房	12.5m	12.5m	1 层坡顶，高约 3m	D33-D34 线路南侧 15m	
110kV 芳华至西桥线路“E、F 线”	芳华镇戚家山村新华村居民点①	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF3-EF4 线路东侧，距离为 16m	
	芳华镇戚家山村新华村居民点②	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF3-EF4 线路西侧，距离为 16m	
	芳华镇戚家山村新华村居民点③	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF3-EF4 线路西侧，距离为 10m	
	芳华镇狮子口村新发村居民点①	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF7-EF8 线路南侧，距离为 12m	
	陆良星辉养殖	4 人	厂房	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约	EF15-EF16 线路西侧，距离为	

	场					5m	10m	
	中枢街道中纪社区黑龙村居民点①	1 户，3 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF16-EF17 线路东北侧，距离为 26m	
	中枢街道中纪社区中所堡居民点	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF21-EF22 线路北侧，距离为 16m	
	中枢街道中纪社区育苗基地厂房	1 户，3 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF24-EF25 线路西侧，距离为 18m	
	中枢街道中纪社区纪家坡居民点①	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF26-EF27 线路北侧，最近距离为 16m	
	中枢街道中纪社区纪家坡居民点②	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF26-EF27 线路南侧，最近距离为 13m	
	中枢街道中纪社区纪家坡居民点③	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	EF26-EF27 线路南侧，最近距离为 26m	
	中枢街道茶花社区赵家台子居民点①	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	E31-E32 线路南侧，距离为 16m	
	中枢街道茶花社区赵家台子居民点	1 户，1 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	E33-E34 线路南侧，距离为 14m	

	②							
110kVπ接吉中线（G 线）	中枢街道中纪社区黑龙村居民点②	1 户，3 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	G19-G20 线路东侧，距离为 11m	
	厂房 3	4 人	厂房	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	G20-G21 线路北侧，距离为 12m	
110kVπ接吉中西线（H 线）	中枢街道茶花社区中村居民点	1 户，3 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	H27-HA28 线路西北侧，距离为 26m	
	中枢街道茶花社区尉家村居民点	1 户，3 人	居民点	10.2m	10.2m	1 层坡顶，高约 3m	HB28-HB29 线路东侧，距离为 20m	

5 电磁环境现状监测与评价

5.1 监测布点原则

（1）新建变电站

对变电站中心点进行监测。

（2）新建输电线路工程

对 220kV 输电线路沿线 40m 范围内的各电磁环境敏感目标分别布点监测。

对 110kV 输电线路沿线 30m 范围内的各电磁环境敏感目标分别布点监测。

（3）对项目拟接入的线路处分别布点监测

5.2 监测布点

项目监测点位，见下表。

表 5.2-1 监测点位

序号	检测点位	序号	检测点位	序号	检测点位
E1	芳华镇雍家村浮池村居民点	E14	中枢街道中纪社区黑龙村看护房	E27	E 回线改接点
E2	芳华镇芳华社区大芳华居民点	E15	中枢街道中纪社区中所堡居民点	E28	F 回线 T 接点

序号	检测点位	序号	检测点位	序号	检测点位
E3	芳华镇芳华社区田心里居民点	E16	中枢街道中纪社区育苗基地厂房	E29	GA 回线π接点
E4	芳华镇龙潭社区居民点	E17	中枢街道中纪社区纪家坡居民点	E30	GB 回线π接点
E5	芳华镇戚家山村新华村居民点	E18	中枢街道茶花社区赵家台子居民点	E31	HA 回线π接点
E6	芳华镇狮子口村新发村居民点	E19	厂房 3	E32	HB 回线π接点
E7	板桥镇车马堡村岳计湾居民点	E20	中枢街道茶花社区中村居民点	E33	AB 线与 220kV 陆曲线交叉点
E8	厂房 1	E21	中枢街道茶花社区尉家村居民点	E34	EF 线与 110kV 小中线交叉点
E9	厂房 2	E22	拟建变电站站址	E35	EF 线与 110kV 杨中线交叉点
E10	板桥镇车马堡村关麦地居民点	E23	A 回线π接点	E36	EF 线与 110kV 中大I回线交叉点
E11	板桥镇大桥社区小麦地沟居民点	E24	B 回线π接点	E37	E 线与 110kV 中大II回线交叉点
E12	陆良星辉养殖场	E25	C 回线π接点	E38	H 线与 110kV 吉中线交叉点
E13	中枢街道中纪社区黑龙村居民点	E26	D 回线π接点	/	/

5.3 监测时间、监测频次、监测单位

监测时间：2025 年 4 月 28 日~4 月 30 日。

监测频次：监测一次。

监测单位：云南科环环境工程咨询有限公司

5.4 监测方法

按《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）执行。

5.5 监测仪器

电磁辐射分析仪 EH400X

仪器编号：C109AL0000071（KH-095）

检定/校准有效期：2025 年 09 月 08 日

证书编号：XDdj2024-06231

检定/校准单位：中国计量科学研究院

5.6 监测气象条件

表 5.6-1 监测期间气象条件

时间	大气压	风速（m/s）	相对湿度（%HR）	天气状况
2025 年 04 月 28 日-30 日	77.8kPa	0.3-1.5m/s	环境温度：18.0-21.5℃ 相对湿度：43.2-50.8%RH	阴

5.7 监测结果

电磁环境现状监测结果，见下表。

表 5.7-1 电磁环境现状监测结果

序号	检测点位置	检测日期	检测结果	
			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
E1	芳华镇雍家村浮池村居民点	2025.04.29	1.234	0.044
E2	芳华镇芳华社区大芳华居民点	2025.04.29	2.028	0.049
E3	芳华镇芳华社区田心里居民点	2025.04.29	3.975	0.018
E4	芳华镇龙潭社区居民点	2025.04.28	2.746	0.091
E5	芳华镇戚家山村新华村居民点	2025.04.29	0.477	0.047
E6	芳华镇狮子口村新发村居民点	2025.04.29	4.890	0.131
E7	板桥镇车马堡村岳计湾居民点	2025.04.28	2.672	0.017
E8	厂房 1	2025.04.28	10.303	0.641
E9	厂房 2	2025.04.28	0.885	0.028
E10	板桥镇车马堡村关麦地居民点	2025.04.28	0.644	0.014
E11	板桥镇大桥社区小麦地沟居民点	2025.04.28	2.038	0.009
E12	陆良星辉养殖场	2025.04.29	1.772	0.014
E13	中枢街道中纪社区黑龙村居民点	2025.04.29	0.376	0.042
E14	中枢街道中纪社区黑龙村看护房	2025.04.29	1.974	0.046

E15	中枢街道中纪社区中所堡居民点	2025.04.30	1.203	0.017
E16	中枢街道中纪社区育苗基地厂房	2025.04.30	0.834	0.084
E17	中枢街道中纪社区纪家坡居民点	2025.04.30	32.995	0.046
E18	中枢街道茶花社区赵家台子居民点	2025.04.30	4.227	0.104
E19	厂房 3	2025.04.29	12.762	0.046
E20	中枢街道茶花社区中村居民点	2025.04.30	84.102	0.700
E21	中枢街道茶花社区尉家村居民点	2025.04.30	8.996	0.386
E22	拟建变电站站址	2025.04.29	0.379	0.042
E23	A 回线π接点	2025.04.29	261.910	0.672
E24	B 回线π接点	2025.04.29	13.002	0.920
E25	C 回线π接点	2025.04.28	571.954	0.246
E26	D 回线π接点	2025.04.28	1057.022	0.386
E27	E 回线改接点	2025.04.30	201.868	0.971
E28	F 回线 T 接点	2025.04.30	115.364	0.045
E29	GA 回线π接点	2025.04.29	524.563	0.041
E30	GB 回线π接点	2025.04.29	199.808	0.040
E31	HA 回线π接点	2025.04.30	128.896	0.457
E32	HB 回线π接点	2025.04.30	249.617	1.224
E33	AB 线与 220kV 陆曲线交叉点	2025.04.29	1708.167	2.098
E34	EF 线与 110kV 小中线交叉点	2025.04.30	71.264	0.038
E35	EF 线与 110kV 杨中线交叉点	2025.04.30	145.227	0.064
E36	EF 线与 110kV 中大I回线交叉点	2025.04.30	956.248	2.434

E37	E 线与 110kV 中大II回线交叉点	2025.04.30	112.323	0.020
E38	H 线与 110kV 吉中线交叉点	2025.04.29	328.165	0.043

监测结果表明：

（1）线路工程

新建线路沿线电磁环境敏感目标处的工频电场强度范围为 0.376~84.102V/m、工频磁感应强度范围为 0.017~0.700μT，工频电场、工频磁场均分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的限值要求。

拟建线路各接点处工频电场强度范围为 13.002~1057.022V/m、工频磁感应强度范围为 0.04~1.224μT，工频电场、工频磁场均分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4kV/m、100μT 的限值要求。

拟建线路与 110kV、220kV 交叉点处工频电场强度范围为 71.264~1708.167V/m、工频磁感应强度范围为 0.020~2.434μT，工频电场、工频磁场均分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4kV/m、100μT 的限值要求。

（3）新建变电站

拟建芳华变电站中心处工频电场强度为 0.379V/m、工频磁感应强度为 0.042μT，工频电场、工频磁场均分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4kV/m、100μT 的限值要求。

6 电磁环境预测与评价

6.1 220kV 芳华变电站

6.1.1 预测与评价方法

220kV 芳华变电站采用类比法进行电磁环境影响预测评价。

6.1.2 类比对象选择的原则

工频电场主要取决于电压等级及关心点与源的距离，并与环境湿度、植被及地理地形因子等屏蔽条件相关；工频磁场主要取决于电流及关心点与源的距离。

变电站电磁环境类比测量，从严格意义讲，具有相同的变电站型式、完全相同的设备型号（决定了电压等级及额定功率、额定电流等）、布置情况（决定了距离因子）和环境条件是最理想的，即：不仅有相同变电站型式、主变压器数量和容量，而且一次主接线也相同，布置情况及环境条件也相同。但是要满足这样的条件是很困难的，要解决

这一实际困难，可以在关键部分相同，而达到进行类比的条件。所谓关键部分，就是主要的工频电场、工频磁场产生源。

对于变电站围墙外的工频电场，要求最近的高压带电构架布置一致、电压相同，此时就可以认为具有可比性；同样对于变电站围墙外的工频磁场，也要求最近的通流导体的布置和电流相同才具有可比性。实际情况是，工频电场的类比条件相对容易实现，因为变电站主设备和母线电压是基本稳定的，不会随时间和负荷的变化而产生大的变化。但是产生工频磁场的电流却是随负荷变化而有较大的变化。

根据以往对诸多变电站的电磁环境的类比监测结果，变电站周围的工频磁场远小于100μT 的限值标准，因此本项目主要针对工频电场选取类比对象。

6.1.3 类比对象

据上述类比原则以及本工程的规模、电压等级、容量、平面布置等因素，本工程户外变电站选择 220kV 胜境（天宝）变电站作为的类比对象，监测报告见附件 12。

芳华变电站与类比变电站的可比性分析情况见下表。

6.1-1 芳华变电站与类比变电站类比条件对照一览表

变电站名称	220kV芳华变电站（本期）	220kV胜境（天宝）变电站（类比变电站）	类比条件
电压等级（kV）	220	220	相同
布置形式	户外式	户外式	相同
总平面布置	220kV 配电装置在西北侧-110kV 配电装置在东南侧，主变压器位于站区中央	220kV 配电装置布置于场地西南侧，110kV 配电装置布置于场地东北侧，主变压器户外布置于场地中央。	/
主变容量（MVA）	2×180	2×180	相同
220kV 出线	4 回（本期）	4 回	相同
110kV 出线	6 回（本期）	6 回	相同
出线方式	架空	架空	相同
占地面积	37503m^2	34918m^2	基本相同
周围地形	山地、平地	山地、平地	基本相同
所在地区	陆良县	富源县	/

6.1.4 类比对象的可行性分析

本工程与类比对象胜境（天宝）变电站的电压等级、布置形式、主变容量、出线方式、出线回数均相同，变电站面积相近，因此两个变电站具有可比性。

综上所述，老山变电站可以作为芳华变电站的类比对象。

6.1.5 类比监测

（1）监测单位

中博源检测（云南）有限公司。

（2）监测内容

变电站厂界、断面电磁环境。

（3）监测布点

变电站厂界：监测点选择在无进出线或远离进出线的围墙外布设，共 4 个测点。各测点布置在变电站围墙外 5m，距离地面 1.5m 高度处。

断面：以围墙外 1m 为起点，垂直于围墙而又不平行于线路出线方向进行，测点间距 5m，测点距地面 1.5m 高，测至背景值止（一般测至 50m 处）；断面监测路径以变电站围墙周围的工频电场和工频磁场监测最大值处为起点，站址在避开进出线的情况下，东北侧电磁辐射值最大，故监测断面选择在站址东侧。

监测布点，见图 6.1-1。

（4）监测时间及气象条件

监测时间：2022 年 12 月 27 日~29；

气象条件：阴，环境温度 20.1-21℃，环境湿度 76%。

（5）监测期间运行工况

监测期间运行工况见下表。

表 6.1-2　变电站及线路运行工况

设备名称	电压（kV）	电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（MW）
220kV 平胜Ⅰ回线	231.1	158.797	52.5799	11.9646
220kV 平胜Ⅱ回线	231.122	154.659	52.5227	11.9588
220kV 富源北牵Ⅰ回线	231.122	3.91394	2	1.443
220kV 富源北牵Ⅱ回线	231.1	141.132	34.4982	3.71661
110kV 胜富线	112.809	170.432	32.8141	5.9289
110kV 花胜四线	112.809	110.826	21.0974	3.7779
110kV 胜文中线	113.032	277.963	53.1527	11.1915
110kV 胜高Ⅰ回线	112.809	84.9595	16.3298	4.70984
110kV 胜高四线	112.032	90.2045	17.2799	4.90932
110kV 西南水泥厂线	112.032	52.1232	10.3424	3.80697

由于 220kV 胜境（天宝）输变电工程验收监测时，未记录主变压器工况，但由各线路监测工况可知，各线路监测时工况正常，由此可推出，主变压器正常运行的结论。

图 6.1-1 胜境（天宝）变电站监测布点图

（6）监测结果

变电站类比监测结果见下表。

表 6.1-3 220kV 胜境（天宝）变电站厂界电磁环境监测结果

序号	测点位置		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	胜境（天宝）变电站厂界	东侧围墙外 5m	422	0.33
2		南侧围墙外 5m	61.3	0.17
3		西侧围墙外 5m	740	0.35
4		北侧围墙外 5m	14.3	0.37
5	胜境（天宝）变电站东侧：衰减断面	东北侧围墙外 1m	762	0.92
6		东北侧围墙外 2m	749	0.90
7		东北侧围墙外 5m	753	0.89
8		东北侧围墙外 10m	737	0.76
9		东北侧围墙外 15m	475	0.72
10		东北侧围墙外 20m	149	0.56

11		东北侧围墙外 25m	45.5	0.45
12		东北侧围墙外 30m	29.4	0.37
13		东北侧围墙外 35m	20.7	0.28
14		东北侧围墙外 40m	14.0	0.19
15		东北侧围墙外 45m	12.3	0.16
16		东北侧围墙外 50m	8.85	0.13

6.1.6 类比监测结果分析

由监测结果可知：胜境（天宝）变电站厂界的工频电场强度监测值范围为 14.3～740V/m，工频磁感应强度监测值范围为 0.17～0.37μT，均分别小于 4000V/m、100μT 的控制限值。变电站衰减断面的工频电场强度监测值范围为 8.85～762V/m，工频磁感应强度监测值范围为 0.13～0.92μT，均分别小于 4000V/m、100μT 的控制限值。

6.1.7 变电站电磁环境影响评价

根据类比可行性分析，胜境（天宝）变电站运营期的电磁环境水平能够反映芳华变电站投运后的电磁环境影响水平。因此，可以预测芳华变电站建成投运后产生的工频电场强度、工频磁感应强度能分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的控制限值。

6.2 新建输电线路-电磁环境预测与评价

6.2.1 预测与评价方法

本项目 110kV 及 220kV 架空线路采用模式预测的方法进行预测与评价。

6.2.2 模式预测

1、预测模式

本项目输电线路的工频电场和工频磁场影响预测根据《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。

（1）高压交流架空输电线路下空间工频电场强度的计算（附录 C）

①单位长度导线上等效电荷的计算

高压送电线上的等效电荷是线电荷，由于高压送电线半径 r 远小于架设高度 h，因此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。

多导线线路中导线上的等效电荷由下列矩阵方程计算：

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

式中：U_i——各导线对地电压的单列矩阵；

Q_i——各导线上等效电荷的单列矩阵；

λ_{ij}——各导线的电位系数组成的 n 阶方阵（n 为导线数目）。

[U] 矩阵可由输电线路的电压和相位确定。

[λ]矩阵由镜像原理求得。

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，通常取最大弧垂时导线的最小对地高度。

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、L'_i ——分别为导线 I 及镜像至计算点的距离。

（2）工频磁场预测模型

不考虑导线 i 的镜像时，导线下方 A 点处的工频磁感应强度：

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

式中：

I——导线 i 中的电流值，A；

h——计算 A 点距导线的垂直高度，m；

L——计算 A 点距导线的水平距离，m。

本项目为三相线路，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 为计算点处综合工频磁感应强度（A/m）。

为了与环境标准相对应，需要将工频磁感应强度转换为磁感应强度，转换公式为：

$$B = \mu_0 H；$$

式中：B——磁感应强度；

H——工频磁感应强度；

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

2、预测内容及参数

（1）预测内容

110kV 线路为单回和双回架设，单回为三角排列，双回为垂直排列。本次预测 110kV 单回和双回线路的电场强度、磁感应强度影响程度及范围。

220kV 线路为单回为三角排列、单回水平排列，双回为垂直排列（双边挂线）。本次预测 220kV 单回和双回线路电场强度、磁感应强度影响程度及范围。

（2）参数选取

输电线路运行产生的工频电场、工频磁场主要由导线的线间距离、导线对地面距离、导线型式和线路运行工况（电压、电流等）决定的。

根据设计资料，项目 110kV 线路设计采用的导线型号为 JL/LB20A-240/30 型铝包钢芯铝绞线。220kV 线路设计采用的导线型号为 2×JL/LB20A-400/50 铝包钢芯铝绞线、2×JL/LB20A-300/40 铝包钢芯铝绞线、2×LHA1/G1A-400/50 钢芯铝合金绞线。

导线最大垂弧对地高度和线间距是影响电工频磁感应强度水平的主要因素，一般来说，导线最大垂弧对地高度低、线间距大的塔型下工频磁感应强度较大。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，本次考虑选择电磁环境影响最大的塔型。根据设计资料，电磁环境影响较大的塔型为：

110kV 单回线路三角排列选用 V3-1B1Y7-Z4 型塔，110kV 双回线路垂直排列选用 V3-1B2Y7-J2 型塔；220kV 单回线路三角排列选用 V3-2D1Y9-J3 型塔，220kV 双回垂直排列（双边挂线）选用 V3-2D2Y5-JD 型塔，220kV 单回水平排列选用 2D1Y4-Z2 型塔。

（3）预测方案

①110kV 线路

以输电线路弧垂最大处的地面投影为预测原点，沿垂直于线路方向进行，预测点间距为 1m，顺序至线路中心投影外 50m 处止。根据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），经过居民区时，导线对地面距离应不小于 7.0m，经过非居民区时，导线对地面距离应不小于 6.0m；因本项目 110kV 线路导线离地最低高度为 10.2m，本次评价分别以 6m/7m/10.2m 作为预测高度。

②220kV 线路

以输电线路弧垂最大处的地面投影为预测原点，沿垂直于线路方向进行，预测点间距为 1m，顺序至线路中心投影外 50m 处止。经过居民区时，导线对地面距离应不小于 7.5m，经过非居民区时，导线对地面距离应不小于 6.5m；因本项目 220kV 线路导线离地最低高度为 12.5m，本次评价分别以 6.5m/7.5m/12.5m 作为预测高度。

本工程针对不同房屋结构电磁环境敏感目标进行不同高度处的电磁预测：1 层坡顶房屋预测地面 1.5m 高度处的电磁环境；1 层平顶及 2 层平顶房屋预测地面 1.5m、4.5m 高度处电磁环境。

（4）预测塔杆选取

①项目 110kV 双回路径塔杆均采用 1C2Z1 型钢塔，其中“1C2Z1-J4”型钢塔较其他型号线间距较大，故采用 1C2Z1-J4 钢塔进行预测；单回线路采用 V3-1C1Y4 钢塔和 110TG31 钢塔，与后者比较，V3-1C1Y4 中“V3-1C1Y4-Z4”型钢塔线间距较大，故采用 V3-1C1Y4-Z4 钢塔进行预测；

②项目 220kV 单回线路三角排列方式采用“V3-2C1Y7”、“V3-2D1Y7”、“V3-2D1Y9”三种塔型，其中“V3-2D1Y9”塔型中的“J3”型钢塔线间距较其他单回三角排列钢塔更大，故采用“V3-2D1Y9-J3”型钢塔进行预测；单回水平排列方式采用 2D1Y4 型钢塔，其中型号为“Z2”型钢塔线间距较大，故采用此型号钢塔进行预测；双回垂直排列方式钢塔只有 2D2Y5-JD 型钢塔，采用此型号钢塔进行预测。

表 6.2-1　本项目架空线路电磁预测参数

线路回路数	110kV 单回三角排列	110kV 双回垂直排列（双边挂线）	220kV 单回三角排列	220kV 单回水平排列	220kV 双回垂直排列（双边挂线）
杆塔型式	V3-1C1Y4-Z4	1C2Z1-J4	V3-2D1Y9-J3	2D1Y4-Z2	2D2Y5-JD
导线类型	JL/LB20A-240/30		2×JLHA1/G1A-400/50	2×JL/LB20A-400/50	2×JL/LB20A-300/40
导线半径（mm）	11.95		11.95	13.8	11.95
电流（A）	680		1564	1564	1564
分裂导线	不分裂		双分裂	双分裂	双分裂
分裂间距（m）	/		0.4	0.4	0.4
相序排列	B A　C	B　B1 C　C1 A　A1	B A　C	A　B　C	B　B1 C　C1 A　A1
导线间距坐标	A（-4.3，h）、B（0，h+3）、C（4.3，h）	B（-3.85，h+4.3+4.7）、C（-4.6，h+4.3）、A（-4.1，h）、B1（3.85，h+4.3+4.7）、C1（4.6，h+4.3）、A1（4.1，h）	A（-7.0，h）、B（0，h+5.0）、C（6.2，h）	A（-10.15，h）、B（0，h）、C（10.15，h）	B（-7.5，h+6.6+7.0）、C（-10.0，h+6.6）、A（-8.0，h）、B1（7.5，h+6.6+7.0）、C1（9.5，h+6.6）、A（7.5，h）
一、底层导线对地最小距离					
预测高度	6.0/7.0/10.2m		6.5/7.5/12.5m		
居民区预测点位高度（m）	1.5	1.5	1.5 4.5 7.5	1.5	1.5

3、预测结果

（1）110kV 单回线路

以输电线路弧垂最大处的地面投影为预测原点，沿垂直于线路方向进行，预测点间距为 1m，顺序至线路中心投影外 50m 处止。根据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），经过居民区时，导线对地面距离应不小于 7.0m，经过非居民区时，导线对地面距离应不小于 6.0m；因本项目 110kV 线路导线离地最低高度为 10.2m，本次评价分别以 6m/7m/10.2m 作为预测高度，预测地面上 1.5m 处的工频电场强度及工频磁感应强度，由于 110kV 单回线路敏感目标均为 1 层坡顶结构，故本次预测只预测 1 层 1.5m 高度，预测结果如下。

表 6.2-2　单回三角排列线路电场、磁场强度预测值（6m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.023	0.436	1	**1.182**	26.246
-49	0.024	0.454	2	1.620	26.123
-48	0.025	0.473	3	2.067	25.583
-47	0.026	0.493	4	2.372	24.284
-46	0.028	0.515	5	2.454	22.117
-45	0.029	0.538	**6**	2.321	19.362
-44	0.030	0.562	7	2.053	16.490
-43	0.032	0.589	8	1.740	13.860
-42	0.034	0.617	9	1.440	11.623
-41	0.036	0.647	10	1.179	9.788
-40	0.038	0.680	11	0.964	8.303
-39	0.040	0.715	12	0.791	7.105
-38	0.043	0.753	13	0.652	6.133
-37	0.045	0.794	14	0.542	5.338
-36	0.048	0.839	15	0.455	4.684
-35	0.052	0.887	16	0.384	4.139
-34	0.056	0.940	17	0.328	3.682
-33	0.060	0.997	18	0.282	3.296
-32	0.064	1.060	19	0.244	2.966
-31	0.069	1.129	20	0.213	2.683
-30	0.075	1.205	21	0.188	2.438
-29	0.082	1.289	22	0.166	2.225
-28	0.089	1.382	23	0.148	2.039
-27	0.098	1.485	24	0.132	1.875
-26	0.108	1.600	25	0.119	1.729

-25	0.119	1.729	26	0.108	1.600
-24	0.132	1.875	27	0.098	1.485
-23	0.148	2.039	28	0.089	1.382
-22	0.166	2.225	29	0.082	1.289
-21	0.188	2.438	30	0.075	1.205
-20	0.213	2.683	31	0.069	1.129
-19	0.244	2.966	32	0.064	1.060
-18	0.282	3.296	33	0.060	0.997
-17	0.328	3.682	34	0.056	0.940
-16	0.384	4.139	35	0.052	0.887
-15	0.455	4.684	36	0.048	0.839
-14	0.542	5.338	37	0.045	0.794
-13	0.652	6.133	38	0.043	0.753
-12	0.791	7.105	39	0.040	0.715
-11	0.964	8.303	40	0.038	0.680
-10	1.179	9.788	41	0.036	0.647
-9	1.440	11.623	42	0.034	0.617
-8	1.740	13.860	43	0.032	0.589
-7	2.053	16.490	44	0.030	0.562
-6	2.321	19.362	45	0.029	0.538
-5	**2.454**	22.117	46	0.028	0.515
-4	2.372	24.284	47	0.026	0.493
-3	2.067	25.583	48	0.025	0.473
-2	1.620	26.123	49	0.024	0.454
-1	1.182	26.246	50	0.023	0.436
0	0.978	**26.250**	/	/	/

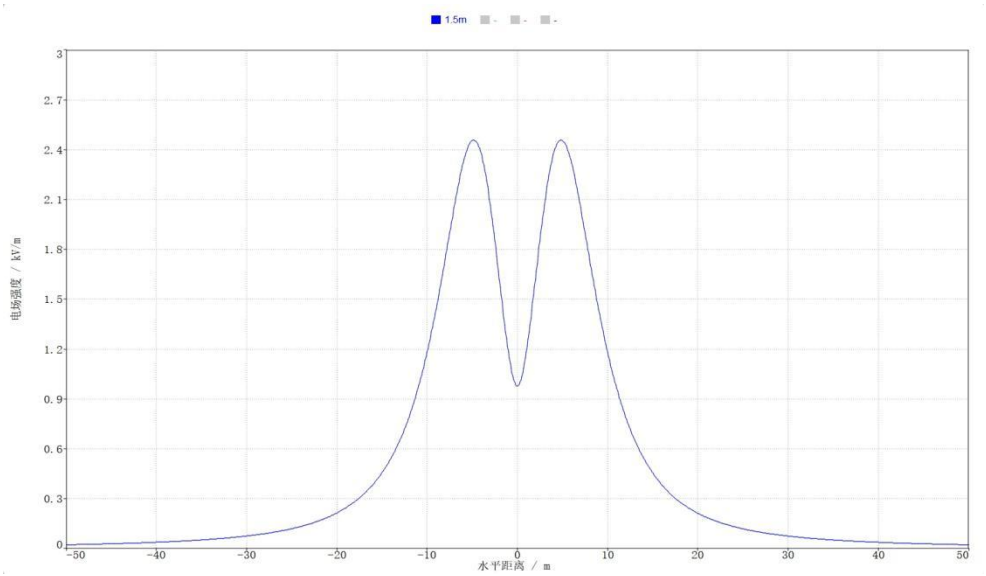


图 6.2-1　110kV 线路单回三角排列（6.0m）最不利塔型电场强度分布图

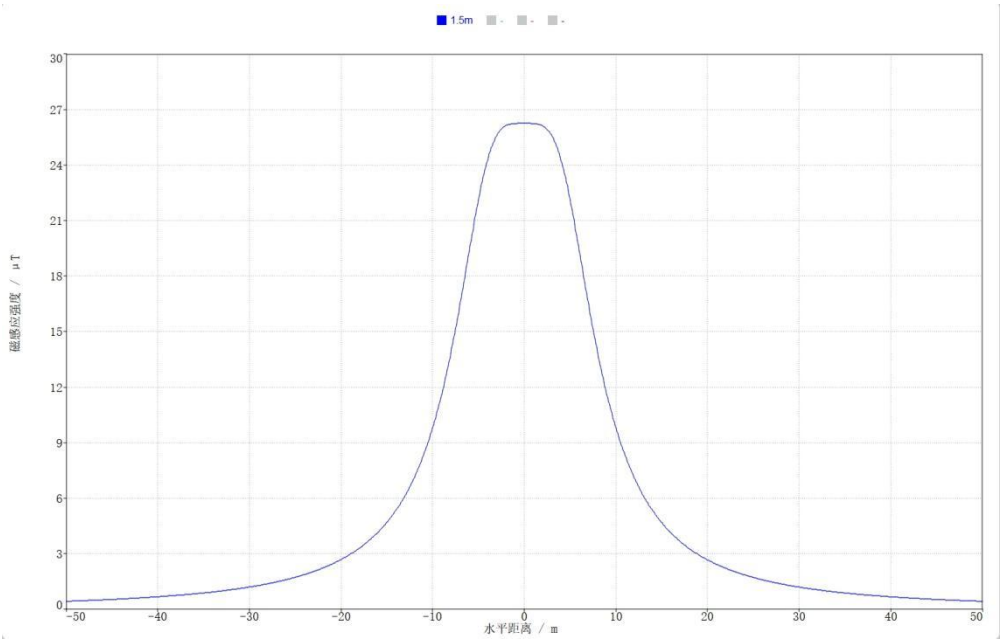


图 6.2-2　110kV 线路单回三角排列（6.0m）最不利塔型磁场强度分布图

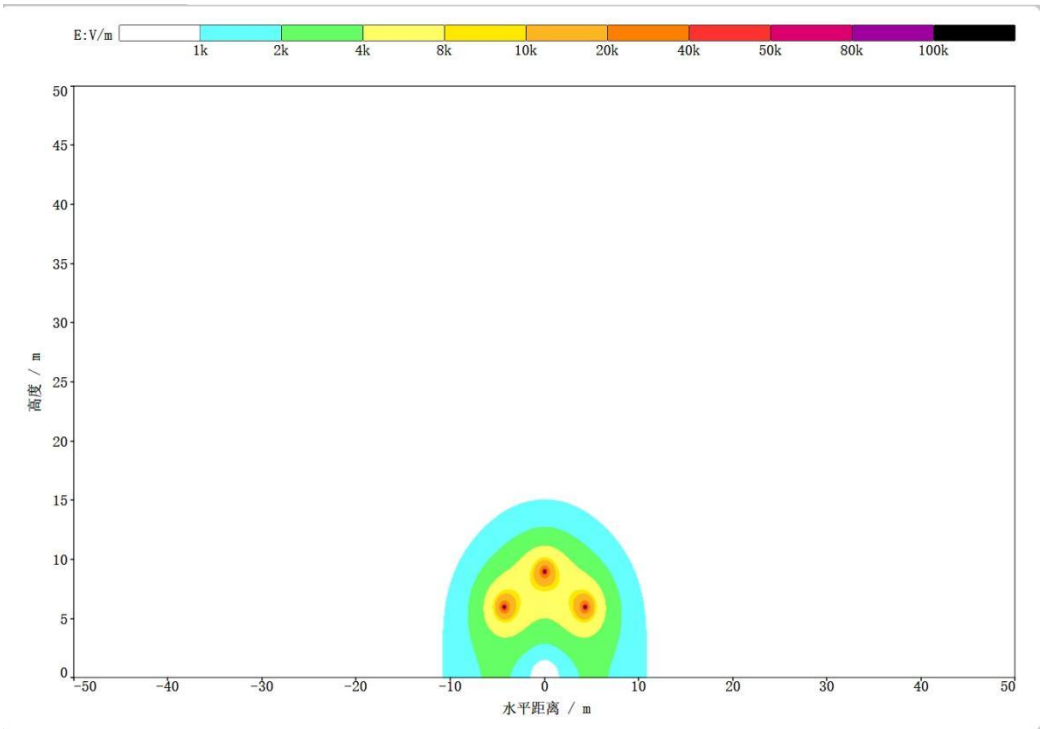


图 6.2-3　110kV 线路单回三角排列（6.0m）最不利塔型电场空间分布图

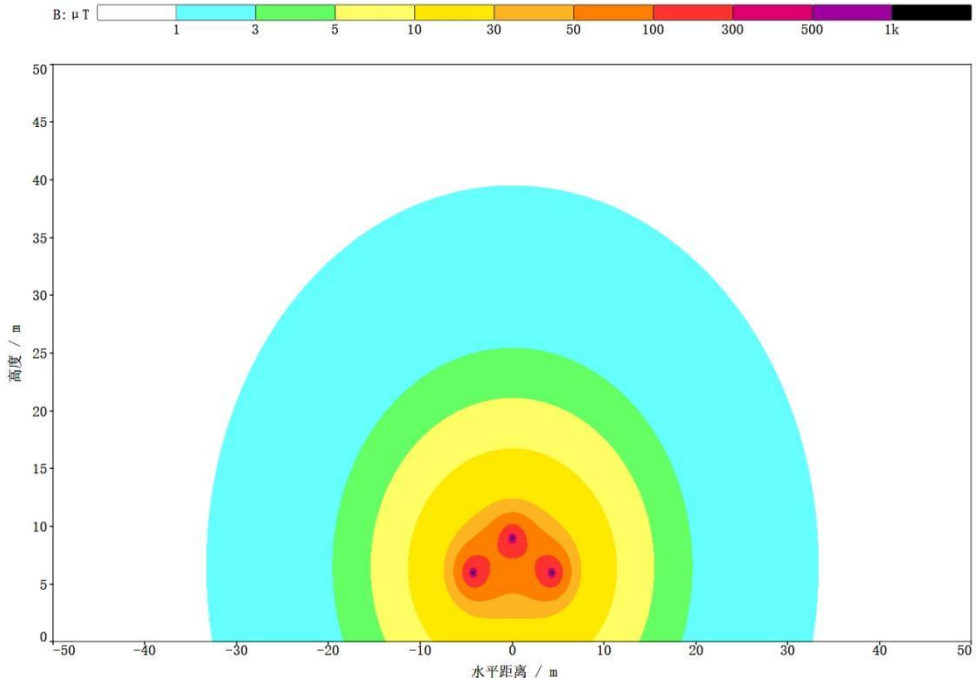


图 6.2-4　110kV 线路单回三角排列（6.0m）最不利塔型磁场空间分布图

表 6.2-3　单回三角排列线路电场、磁场强度预测值（7.0m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.024	0.434	1	0.923	20.708
-49	0.025	0.452	2	1.235	20.412
-48	0.026	0.471	3	1.550	19.793
-47	0.027	0.491	4	1.776	18.746
-46	0.029	0.512	5	1.868	17.264
-45	0.030	0.535	**6**	1.827	15.475
-44	0.032	0.559	7	1.688	13.583
-43	0.034	0.585	8	1.497	11.768
-42	0.035	0.613	9	1.292	10.139
-41	0.038	0.643	10	1.098	8.732
-40	0.040	0.675	11	0.926	7.545
-39	0.042	0.710	12	0.780	6.551
-38	0.045	0.747	13	0.657	5.722
-37	0.048	0.788	14	0.556	5.028
-36	0.051	0.831	15	0.472	4.446
-35	0.055	0.879	16	0.404	3.954
-34	0.059	0.931	17	0.347	3.537
-33	0.064	0.987	18	0.300	3.180
-32	0.069	1.048	19	0.262	2.872

-31	0.074	1.116	20	0.229	2.607
-30	0.081	1.190	21	0.202	2.375
-29	0.088	1.272	22	0.179	2.173
-28	0.096	1.362	23	0.160	1.995
-27	0.106	1.462	24	0.143	1.838
-26	0.116	1.573	25	0.129	1.698
-25	0.129	1.698	26	0.116	1.573
-24	0.143	1.838	27	0.106	1.462
-23	0.160	1.995	28	0.096	1.362
-22	0.179	2.173	29	0.088	1.272
-21	0.202	2.375	30	0.081	1.190
-20	0.229	2.607	31	0.074	1.116
-19	0.262	2.872	32	0.069	1.048
-18	0.300	3.180	33	0.064	0.987
-17	0.347	3.537	34	0.059	0.931
-16	0.404	3.954	35	0.055	0.879
-15	0.472	4.446	36	0.051	0.831
-14	0.556	5.028	37	0.048	0.788
-13	0.657	5.722	38	0.045	0.747
-12	0.780	6.551	39	0.042	0.710
-11	0.926	7.545	40	0.040	0.675
-10	1.098	8.732	41	0.038	0.643
-9	1.292	10.139	42	0.035	0.613
-8	1.497	11.768	43	0.034	0.585
-7	1.688	13.583	44	0.032	0.559
-6	1.827	15.475	45	0.030	0.535
-5	**1.868**	17.264	46	0.029	0.512
-4	1.776	18.746	47	0.027	0.491
-3	1.550	19.793	48	0.026	0.471
-2	1.235	20.412	49	0.025	0.452
-1	0.923	20.708	50	0.024	0.434
0	0.777	**20.792**	/	/	/

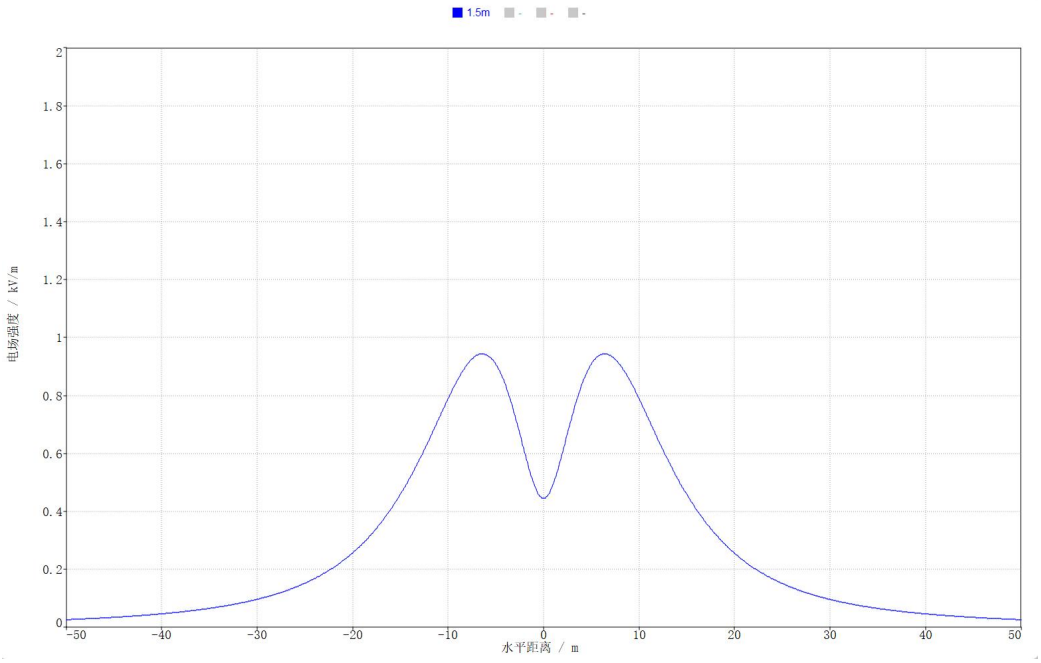


图 6.2-5　110kV 线路单回三角排列（7.0m）最不利塔型电场强度分布图

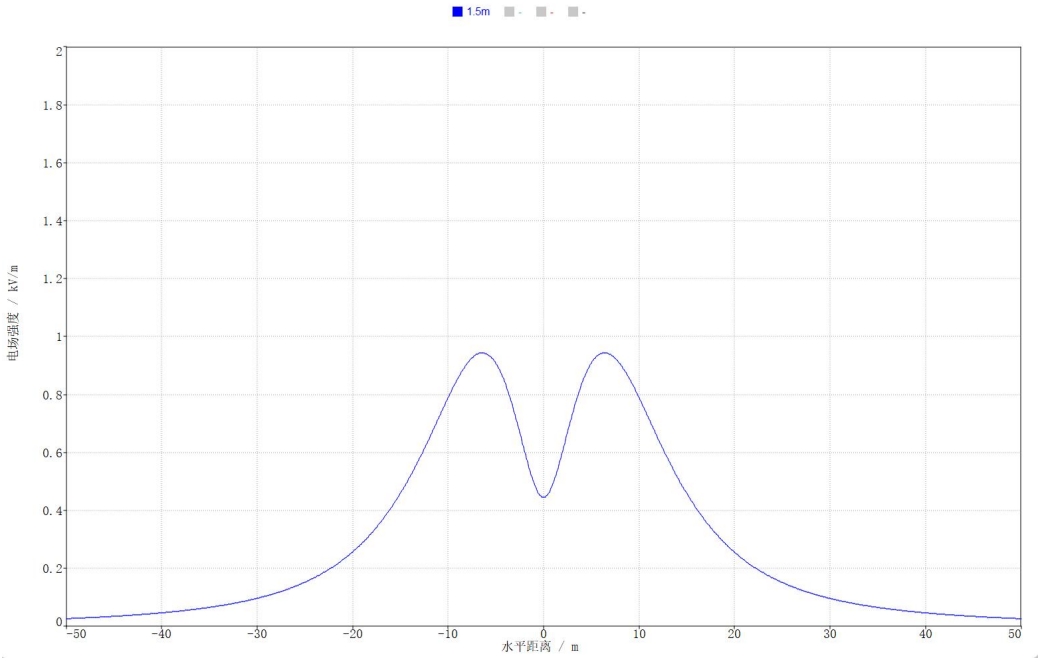


图 6.2-6　110kV 线路单回三角排列（7.0m）最不利塔型电场强度分布图

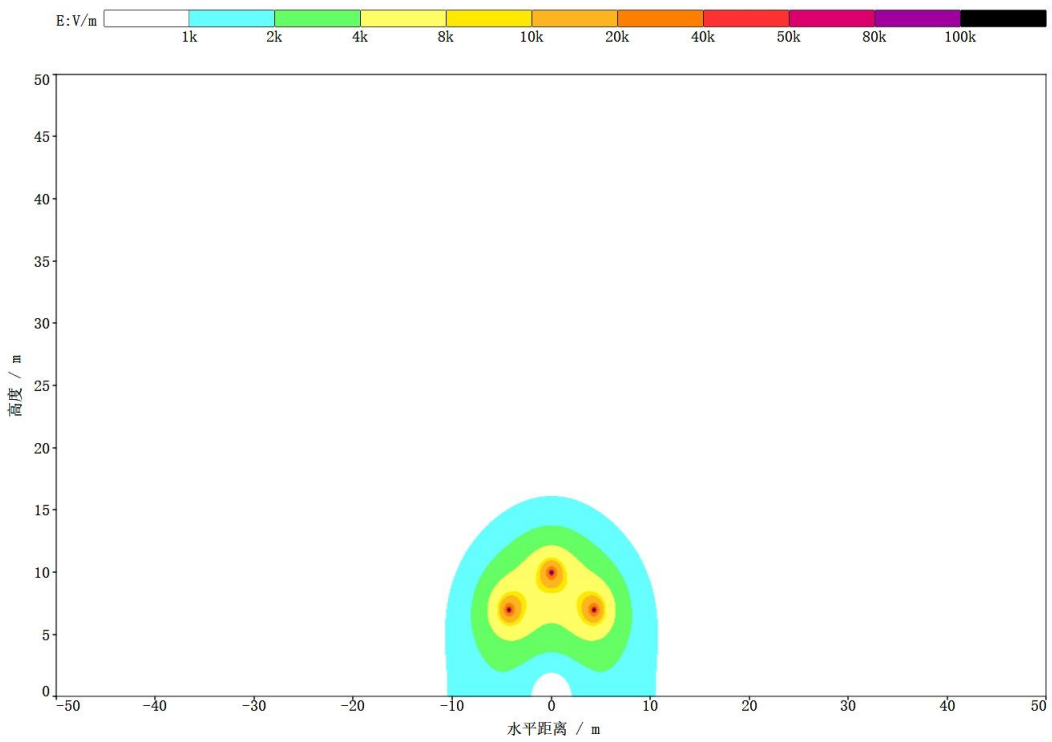


图 6.2-7　110kV 线路单回三角排列（7.0m）最不利塔型电场空间分布图

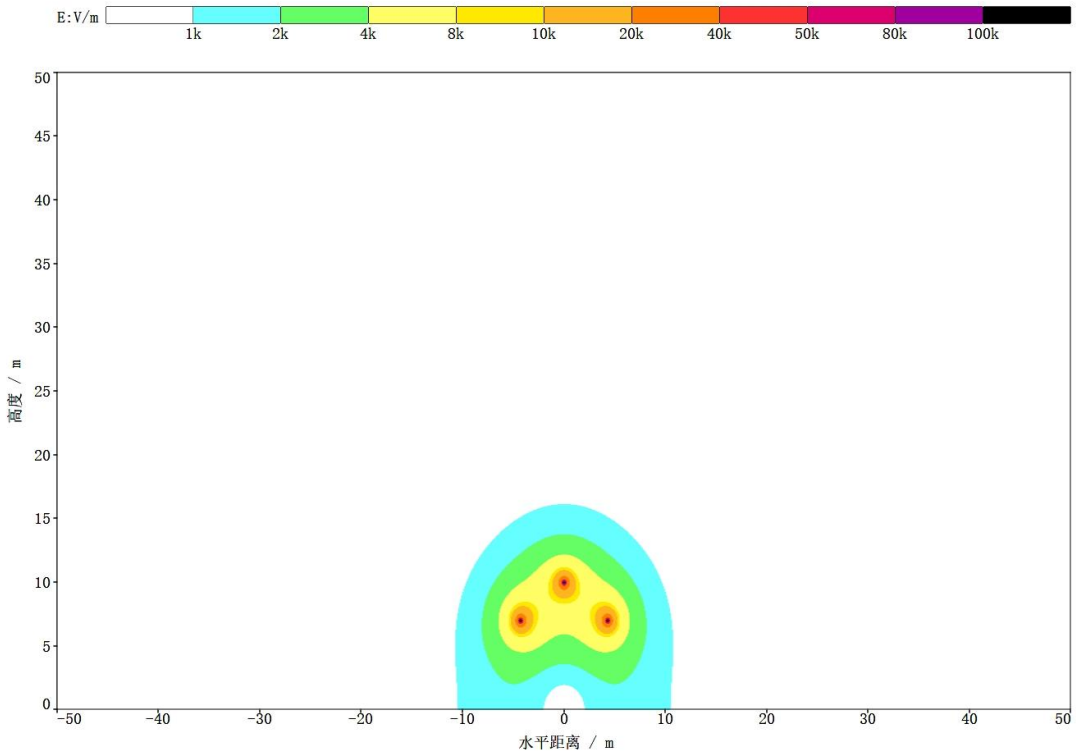


图 6.2-8　110kV 线路单回三角排列（7.0m）最不利塔型磁场空间分布图

表 6.2-4　单回三角排列线路电场、磁场强度预测值（10.2m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.027	0.425	1	0.493	10.732
-49	0.028	0.442	2	0.605	10.542
-48	0.030	0.461	3	0.730	10.226
-47	0.031	0.480	4	0.836	9.791
-46	0.033	0.500	5	0.908	9.255
-45	0.035	0.522	**6**	**0.941**	8.642
-44	0.037	0.545	7	0.939	7.983
-43	0.039	0.570	8	0.906	7.311
-42	0.041	0.596	9	0.853	6.652
-41	0.044	0.625	10	0.788	6.026
-40	0.047	0.655	11	0.717	5.447
-39	0.050	0.687	12	0.646	4.919
-38	0.053	0.722	13	0.578	4.445
-37	0.057	0.760	14	0.515	4.021
-36	0.061	0.801	15	0.458	3.645
-35	0.066	0.845	16	0.407	3.312
-34	0.071	0.892	17	0.362	3.016
-33	0.076	0.944	18	0.322	2.755
-32	0.082	1.000	19	0.287	2.523
-31	0.089	1.061	20	0.256	2.317
-30	0.097	1.127	21	0.230	2.133
-29	0.105	1.200	22	0.206	1.969
-28	0.115	1.280	23	0.186	1.822
-27	0.126	1.368	24	0.168	1.691
-26	0.138	1.465	25	0.152	1.572
-25	0.152	1.572	26	0.138	1.465
-24	0.168	1.691	27	0.126	1.368
-23	0.186	1.822	28	0.115	1.280
-22	0.206	1.969	29	0.105	1.200
-21	0.230	2.133	30	0.097	1.127
-20	0.256	2.317	31	0.089	1.061
-19	0.287	2.523	32	0.082	1.000
-18	0.322	2.755	33	0.076	0.944
-17	0.362	3.016	34	0.071	0.892
-16	0.407	3.312	35	0.066	0.845
-15	0.458	3.645	36	0.061	0.801

-14	0.515	4.021	37	0.057	0.760
-13	0.578	4.445	38	0.053	0.722
-12	0.646	4.919	39	0.050	0.687
-11	0.717	5.447	40	0.047	0.655
-10	0.788	6.026	41	0.044	0.625
-9	0.853	6.652	42	0.041	0.596
-8	0.906	7.311	43	0.039	0.570
-7	0.939	7.983	44	0.037	0.545
-6	**0.941**	8.642	45	0.035	0.522
-5	0.908	9.255	46	0.033	0.500
-4	0.836	9.791	47	0.031	0.480
-3	0.730	10.226	48	0.030	0.461
-2	0.605	10.542	49	0.028	0.442
-1	0.493	10.732	50	0.027	0.425
0	0.445	**10.796**	/	/	/

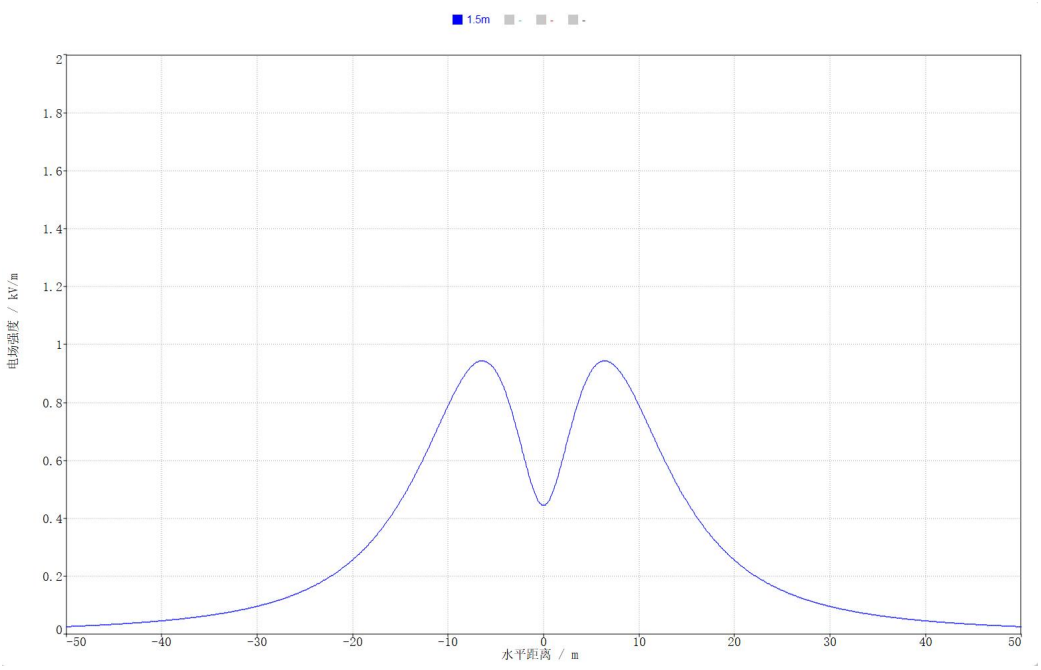


图 6.2-9　110kV 线路单回三角排列（10.2m）最不利塔型电场强度分布图

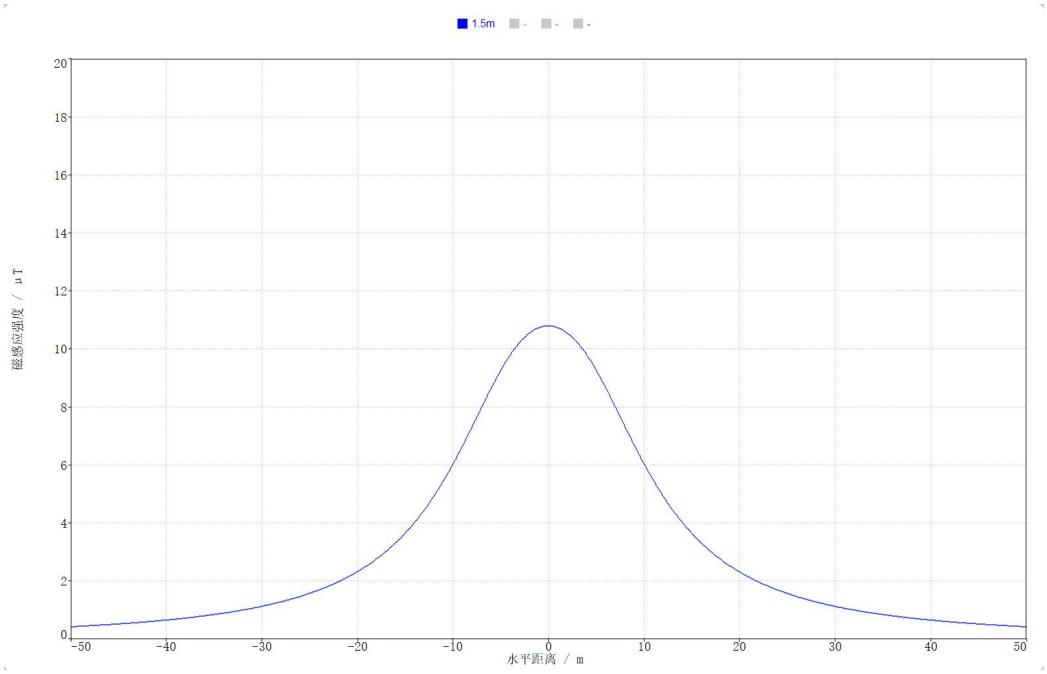


图 6.2-10　110kV 线路单回三角排列（10.2m）最不利塔型磁场强度分布图

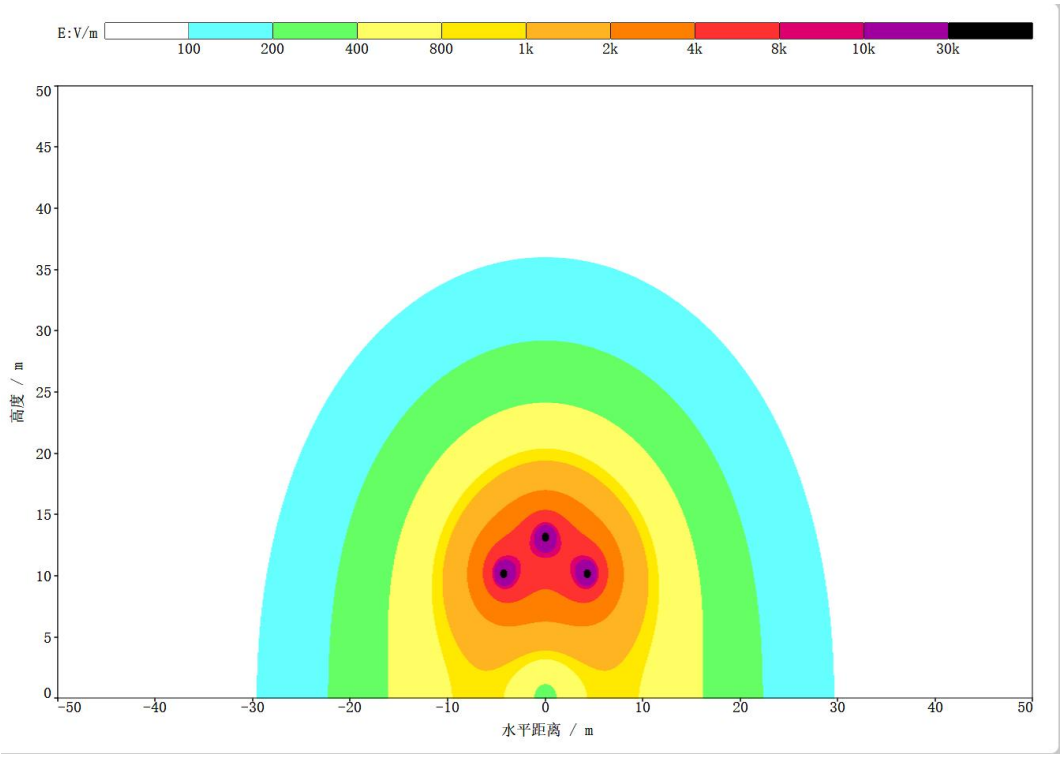


图 6.2-11　110kV 线路单回三角排列（10.2m）最不利塔型电场空间分布图

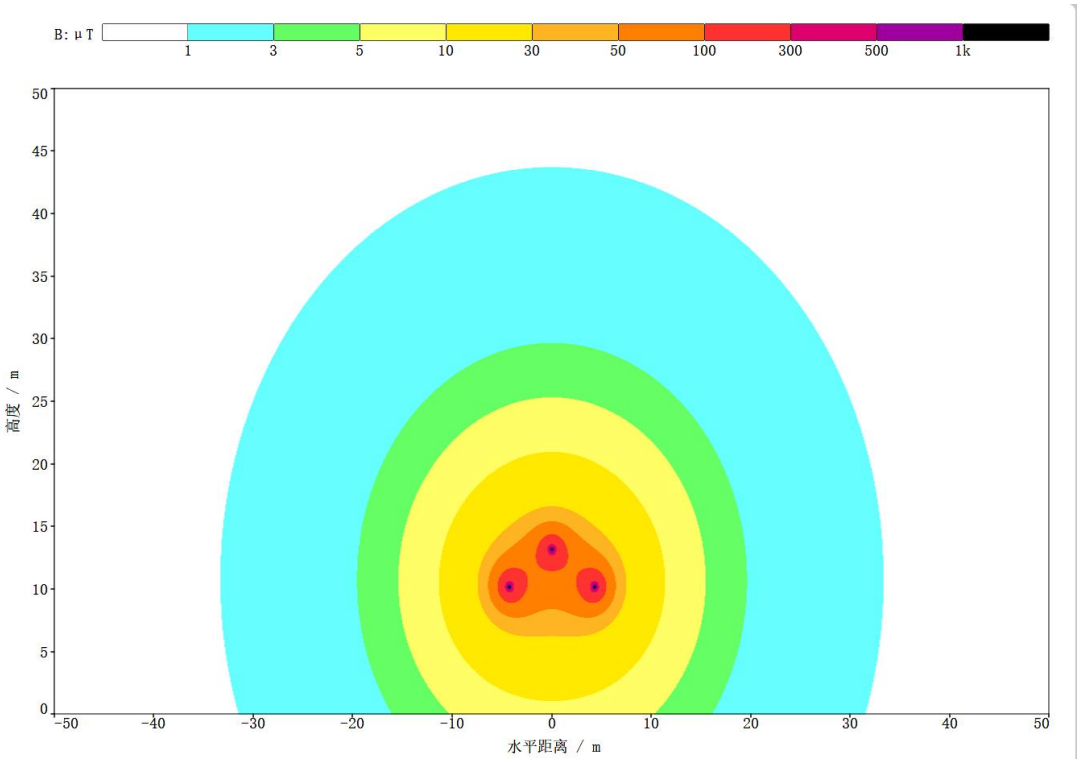


图 6.2-12　110kV 线路单回三角排列（10.2m）最不利塔型磁场空间分布图

（2）110kV 双回垂直排列线路

以输电线路弧垂最大处的地面投影为预测原点，沿垂直于线路方向进行，预测点间距为 1m，顺序至线路中心投影外 50m 处止。经过居民区时，导线对地面距离应不小于 7.0m，经过非居民区时，导线对地面距离应不小于 6.0m；因本项目 110kV 线路导线离地最低高度为 10.2m，本次评价分别以 6m/7m/10.2m 作为预测高度，预测地面上 1.5m 处的工频电场强度及工频磁感应强度，由于 110kV 双回线路敏感目标均为 1 层坡顶结构，故本次预测只预测 1 层 1.5m 高度，预测结果如下。

表 6.2-5　双回垂直排列（双边挂线）线路电场、磁场强度预测值（6.0m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.081	0.831	1	2.390	13.280
-49	0.084	0.864	2	2.536	15.093
-48	0.087	0.900	3	2.669	17.234
-47	0.090	0.937	**4**	**2.675**	18.878
-46	0.093	0.978	**5**	2.490	**19.472**
-45	0.097	1.020	6	2.147	18.969
-44	0.100	1.066	7	1.731	17.712
-43	0.104	1.115	8	1.326	16.114

-42	0.108	1.167	9	0.975	14.462
-41	0.112	1.222	10	0.691	12.904
-40	0.116	1.282	11	0.474	11.498
-39	0.120	1.346	12	0.316	10.258
-38	0.125	1.415	13	0.209	9.175
-37	0.129	1.490	14	0.153	8.232
-36	0.134	1.570	15	0.140	7.412
-35	0.140	1.657	16	0.151	6.697
-34	0.145	1.751	17	0.167	6.073
-33	0.150	1.853	18	0.182	5.526
-32	0.156	1.965	19	0.192	5.045
-31	0.162	2.086	20	0.199	4.621
-30	0.168	2.219	21	0.202	4.245
-29	0.173	2.364	22	0.203	3.911
-28	0.179	2.524	23	0.201	3.614
-27	0.185	2.699	24	0.198	3.348
-26	0.190	2.894	25	0.194	3.109
-25	0.194	3.109	26	0.190	2.894
-24	0.198	3.348	27	0.185	2.699
-23	0.201	3.614	28	0.179	2.524
-22	0.203	3.911	29	0.173	2.364
-21	0.202	4.245	30	0.168	2.219
-20	0.199	4.621	31	0.162	2.086
-19	0.192	5.045	32	0.156	1.965
-18	0.182	5.526	33	0.150	1.853
-17	0.167	6.073	34	0.145	1.751
-16	0.151	6.697	35	0.140	1.657
-15	0.140	7.412	36	0.134	1.570
-14	0.153	8.232	37	0.129	1.490
-13	0.209	9.175	38	0.125	1.415
-12	0.316	10.258	39	0.120	1.346
-11	0.474	11.498	40	0.116	1.282
-10	0.691	12.904	41	0.112	1.222
-9	0.975	14.462	42	0.108	1.167
-8	1.326	16.114	43	0.104	1.115
-7	1.731	17.712	44	0.100	1.066
-6	2.147	18.969	45	0.097	1.020
-5	2.490	**19.472**	46	0.093	0.978
-4	**2.675**	18.878	47	0.090	0.937
-3	2.669	17.234	48	0.087	0.900
-2	2.536	15.093	49	0.084	0.864
-1	2.390	13.280	50	0.081	0.831

0	2.330	12.563	/	/	/

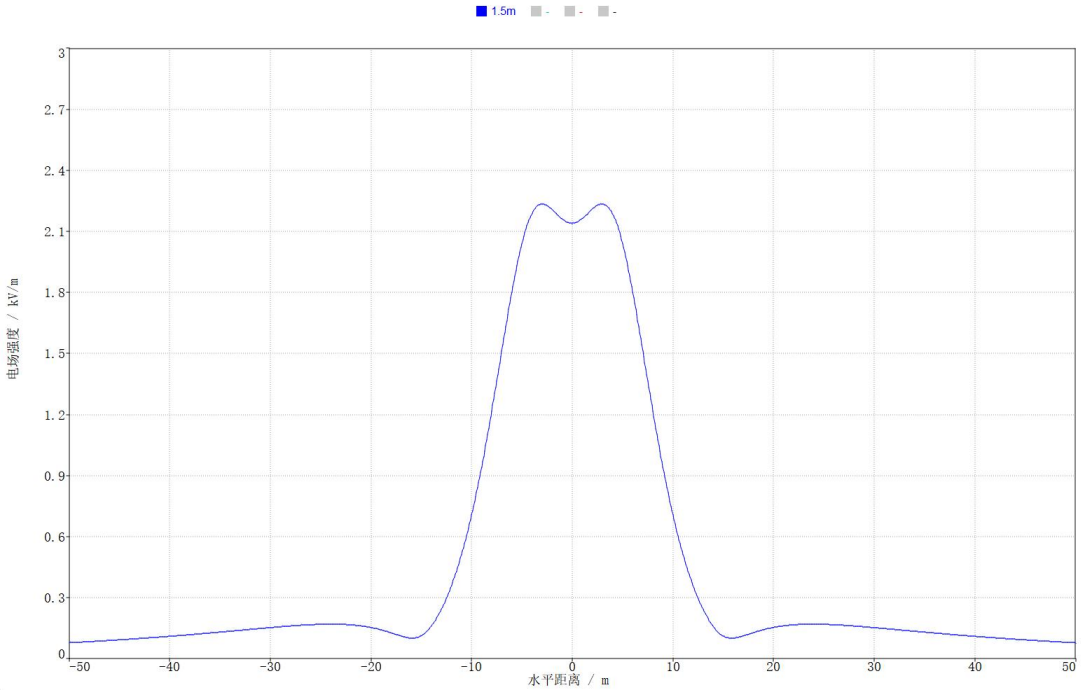


图 6.2-13　110kV 线路双回垂直排列（6.0m）最不利塔型电场强度分布图

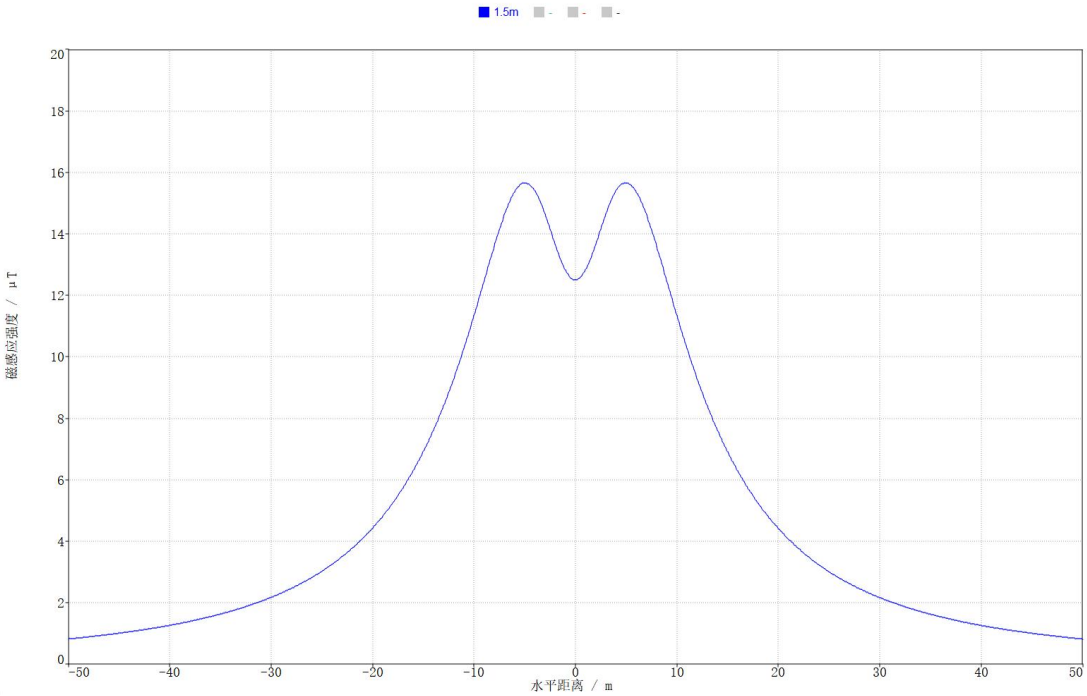


图 6.2-14　110kV 线路双回垂直排列（6.0m）最不利塔型磁场强度分布图

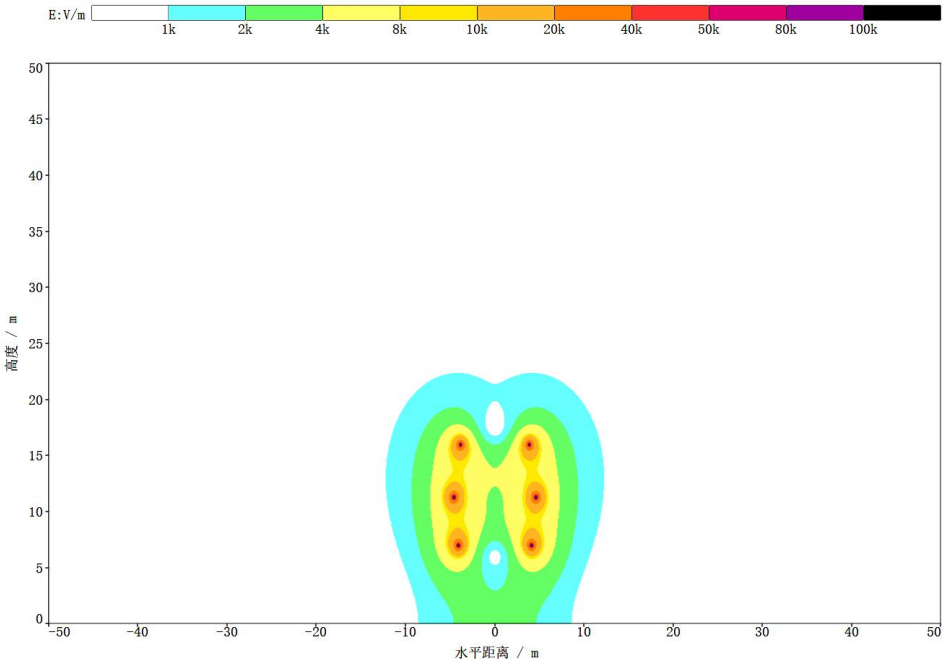


图 6.2-15　110kV 线路双回垂直排列（6.0m）最不利塔型电场空间分布图

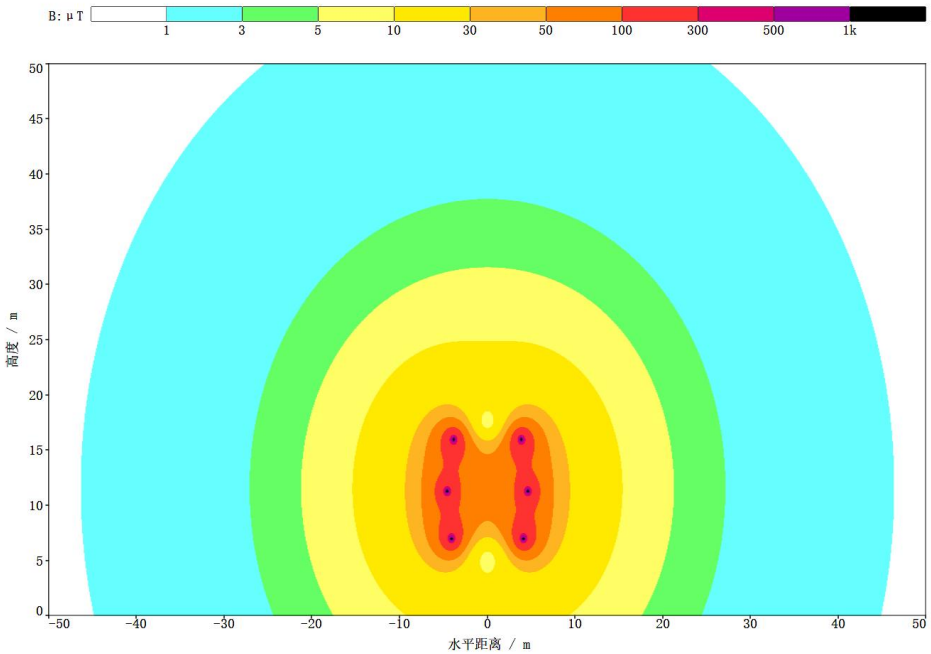


图 6.2-16　110kV 线路双回垂直排列（6.0m）最不利塔型磁场强度分布图

表 6.2-6　双回垂直排列（双边挂线）线路电场、磁场强度预测值（7.0m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.079	0.824	1	2.162	12.824
-49	0.082	0.857	2	2.209	13.650

-48	0.084	0.892	**3**	**2.235**	14.636
-47	0.087	0.929	4	2.188	15.396
-46	0.090	0.969	5	2.040	**15.660**
-45	0.093	1.011	6	1.802	15.362
-44	0.097	1.055	7	1.513	14.613
-43	0.100	1.103	8	1.216	13.593
-42	0.103	1.154	9	0.942	12.463
-41	0.107	1.209	10	0.705	11.332
-40	0.111	1.267	11	0.511	10.262
-39	0.115	1.330	12	0.358	9.281
-38	0.119	1.397	13	0.242	8.397
-37	0.123	1.469	14	0.160	7.607
-36	0.127	1.547	15	0.113	6.906
-35	0.131	1.632	16	0.102	6.285
-34	0.136	1.723	17	0.112	5.734
-33	0.140	1.822	18	0.128	5.245
-32	0.145	1.929	19	0.143	4.811
-31	0.149	2.046	20	0.154	4.424
-30	0.153	2.173	21	0.162	4.079
-29	0.158	2.312	22	0.167	3.770
-28	0.161	2.465	23	0.170	3.493
-27	0.165	2.632	24	0.170	3.244
-26	0.168	2.816	25	0.170	3.020
-25	0.170	3.020	26	0.168	2.816
-24	0.170	3.244	27	0.165	2.632
-23	0.170	3.493	28	0.161	2.465
-22	0.167	3.770	29	0.158	2.312
-21	0.162	4.079	30	0.153	2.173
-20	0.154	4.424	31	0.149	2.046
-19	0.143	4.811	32	0.145	1.929
-18	0.128	5.245	33	0.140	1.822
-17	0.112	5.734	34	0.136	1.723
-16	0.102	6.285	35	0.131	1.632
-15	0.113	6.906	36	0.127	1.547
-14	0.160	7.607	37	0.123	1.469
-13	0.242	8.397	38	0.119	1.397
-12	0.358	9.281	39	0.115	1.330
-11	0.511	10.262	40	0.111	1.267
-10	0.705	11.332	41	0.107	1.209
-9	0.942	12.463	42	0.103	1.154
-8	1.216	13.593	43	0.100	1.103
-7	1.513	14.613	44	0.097	1.055

-6	1.802	15.362	45	0.093	1.011
-5	2.040	**15.660**	46	0.090	0.969
-4	2.188	15.396	47	0.087	0.929
-3	**2.235**	14.636	48	0.084	0.892
-2	2.209	13.650	49	0.082	0.857
-1	2.162	12.824	50	0.079	0.824
0	2.140	12.502	/	/	/

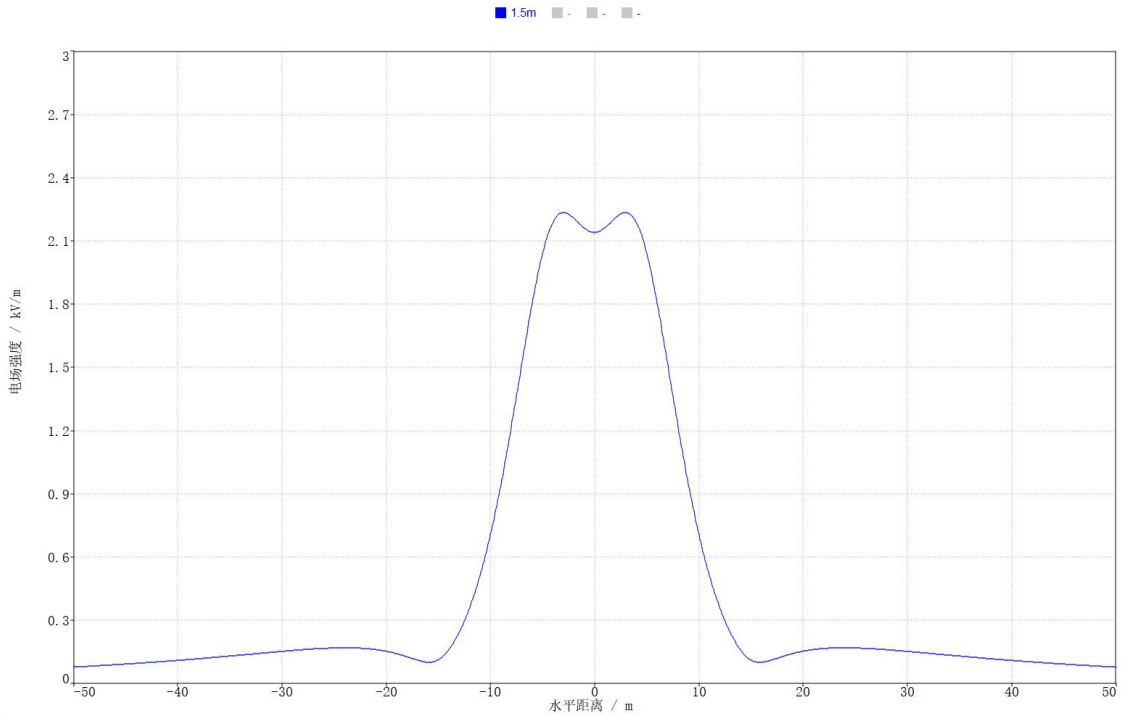


图 6.2-17　110kV 线路双回垂直排列（7.0m）最不利塔型电场强度分布图

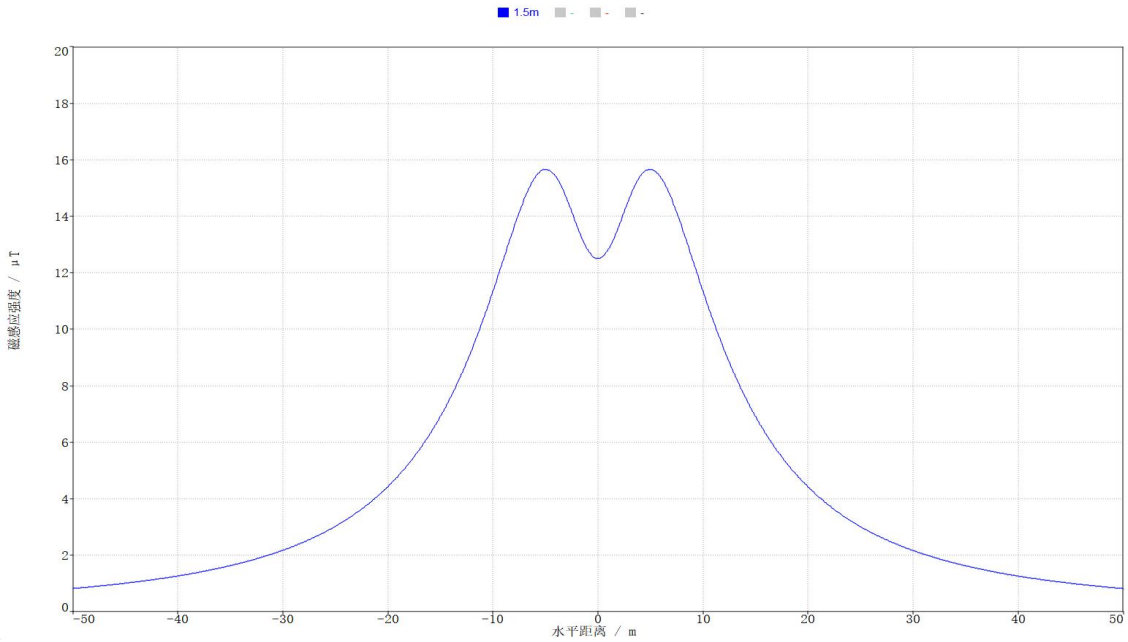


图 6.2-18　110kV 线路双回垂直排列（7.0m）最不利塔型磁场强度分布图

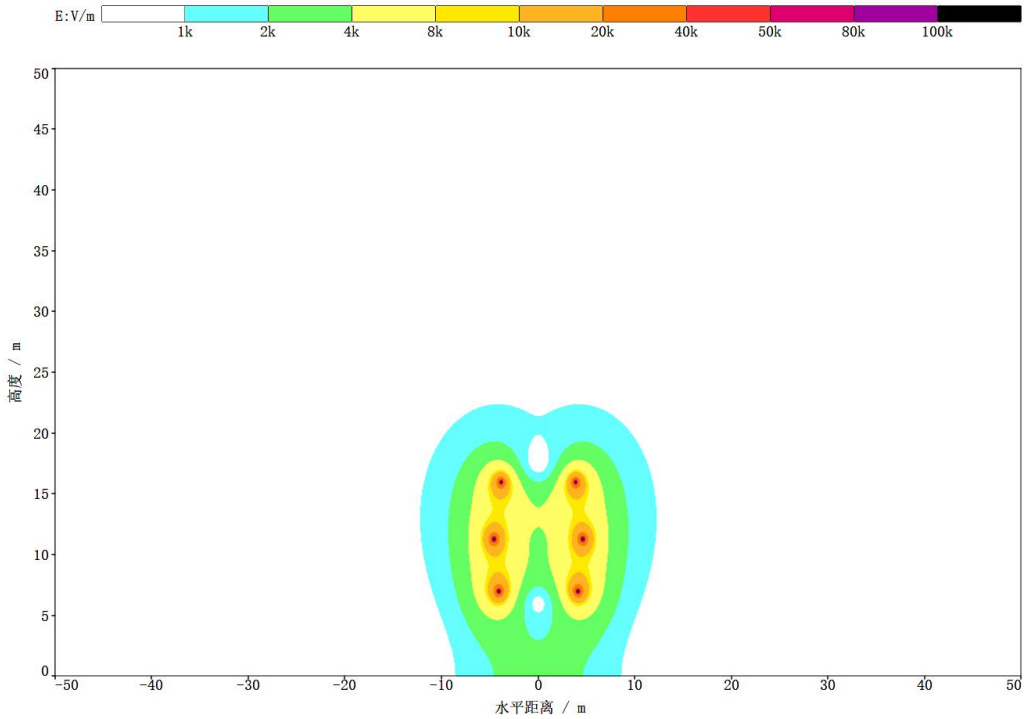


图 6.2-19　110kV 线路双回垂直排列（7.0m）最不利塔型电场空间分布图

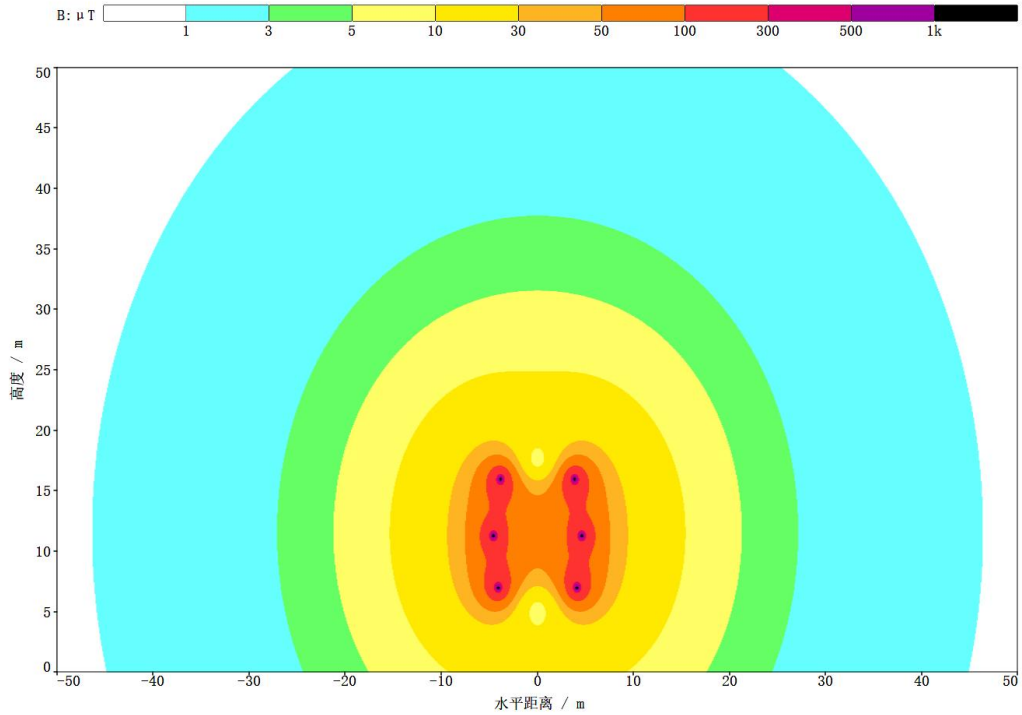


图 6.2-20　110kV 线路双回垂直排列（7.0m）最不利塔型电场空间分布图

表 6.2-7　双回垂直排列（双边挂线）线路电场、磁场强度预测值（10.2m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.071	0.801	1	1.490	9.588
-49	0.073	0.832	2	1.469	9.626
-48	0.075	0.864	3	1.429	**9.653**
-47	0.078	0.899	4	1.367	9.631
-46	0.080	0.936	5	1.281	9.529
-45	0.082	0.975	6	1.173	9.328
-44	0.084	1.017	7	1.049	9.031
-43	0.086	1.061	8	0.916	8.653
-42	0.089	1.108	9	0.781	8.216
-41	0.091	1.158	10	0.652	7.745
-40	0.093	1.211	11	0.533	7.261
-39	0.095	1.268	12	0.427	6.779
-38	0.097	1.329	13	0.333	6.313
-37	0.100	1.395	14	0.253	5.870
-36	0.102	1.465	15	0.186	5.453
-35	0.104	1.540	16	0.132	5.065
-34	0.105	1.621	17	0.088	4.707
-33	0.107	1.708	18	0.058	4.376
-32	0.108	1.802	19	0.044	4.072
-31	0.108	1.903	20	0.048	3.794
-30	0.109	2.013	21	0.059	3.539
-29	0.108	2.131	22	0.071	3.305
-28	0.107	2.260	23	0.081	3.092
-27	0.105	2.399	24	0.090	2.896
-26	0.101	2.551	25	0.096	2.716
-25	0.096	2.716	26	0.101	2.551
-24	0.090	2.896	27	0.105	2.399
-23	0.081	3.092	28	0.107	2.260
-22	0.071	3.305	29	0.108	2.131
-21	0.059	3.539	30	0.109	2.013
-20	0.048	3.794	31	0.108	1.903
-19	0.044	4.072	32	0.108	1.802
-18	0.058	4.376	33	0.107	1.708
-17	0.088	4.707	34	0.105	1.621
-16	0.132	5.065	35	0.104	1.540
-15	0.186	5.453	36	0.102	1.465
-14	0.253	5.870	37	0.100	1.395
-13	0.333	6.313	38	0.097	1.329

-12	0.427	6.779	39	0.095	1.268
-11	0.533	7.261	40	0.093	1.211
-10	0.652	7.745	41	0.091	1.158
-9	0.781	8.216	42	0.089	1.108
-8	0.916	8.653	43	0.086	1.061
-7	1.049	9.031	44	0.084	1.017
-6	1.173	9.328	45	0.082	0.975
-5	1.281	9.529	46	0.080	0.936
-4	1.367	9.631	47	0.078	0.899
-3	1.429	**9.653**	48	0.075	0.864
-2	1.469	9.626	49	0.073	0.832
-1	1.490	9.588	50	0.071	0.801
0	**1.497**	9.572	/	/	/

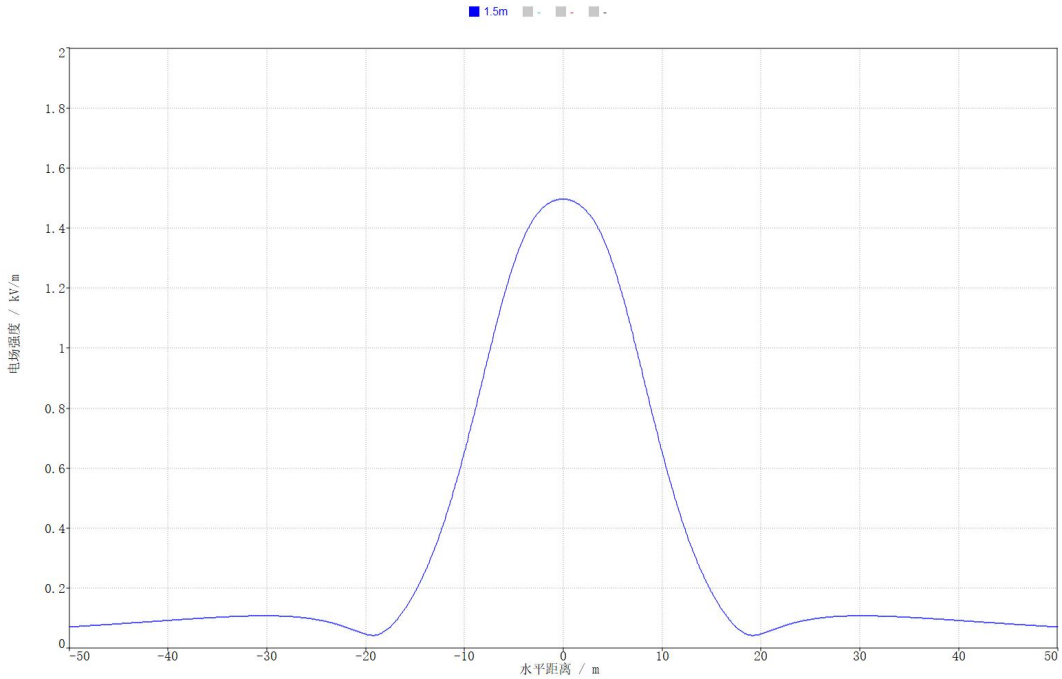


图 6.2-21　110kV 线路双回垂直排列（10.2m）最不利塔型电场强度分布图

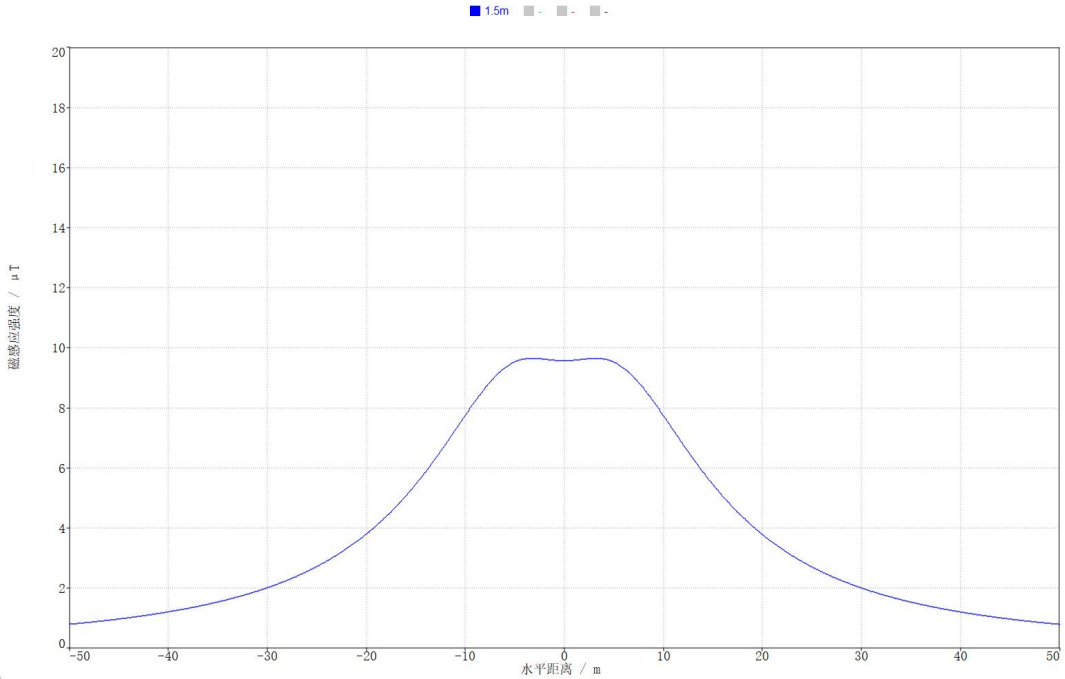


图 6.2-22　110kV 线路双回垂直排列（10.2m）最不利塔型磁场强度分布图

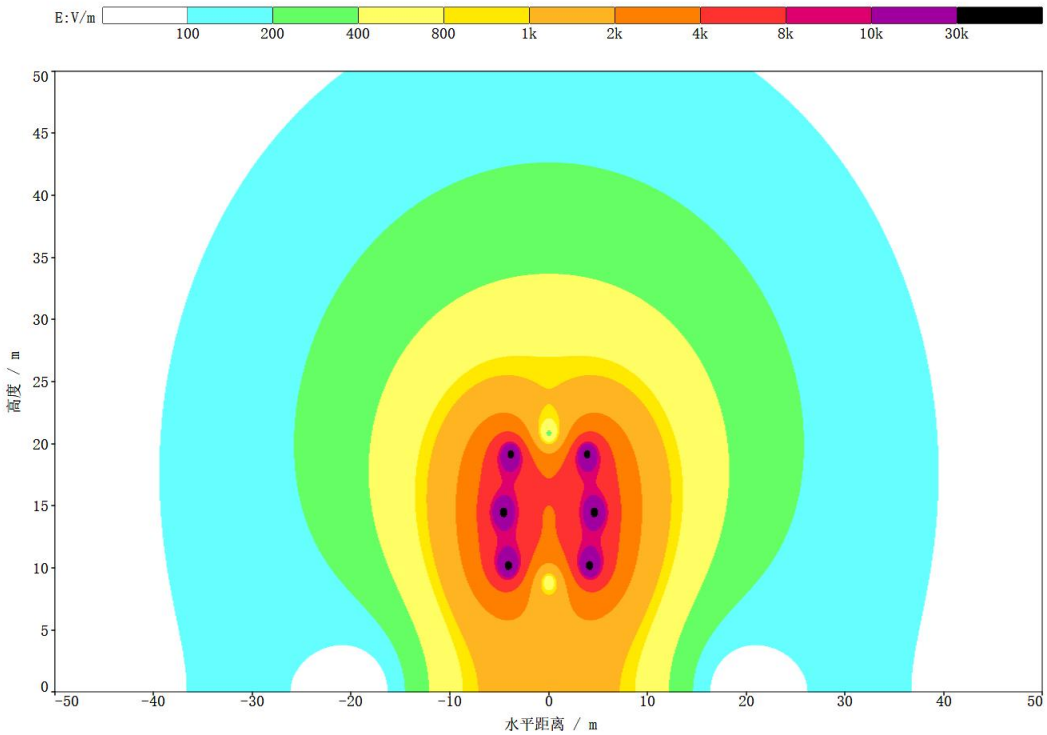


图 6.2-23　110kV 线路双回垂直排列（10.2m）最不利塔型电场空间分布图

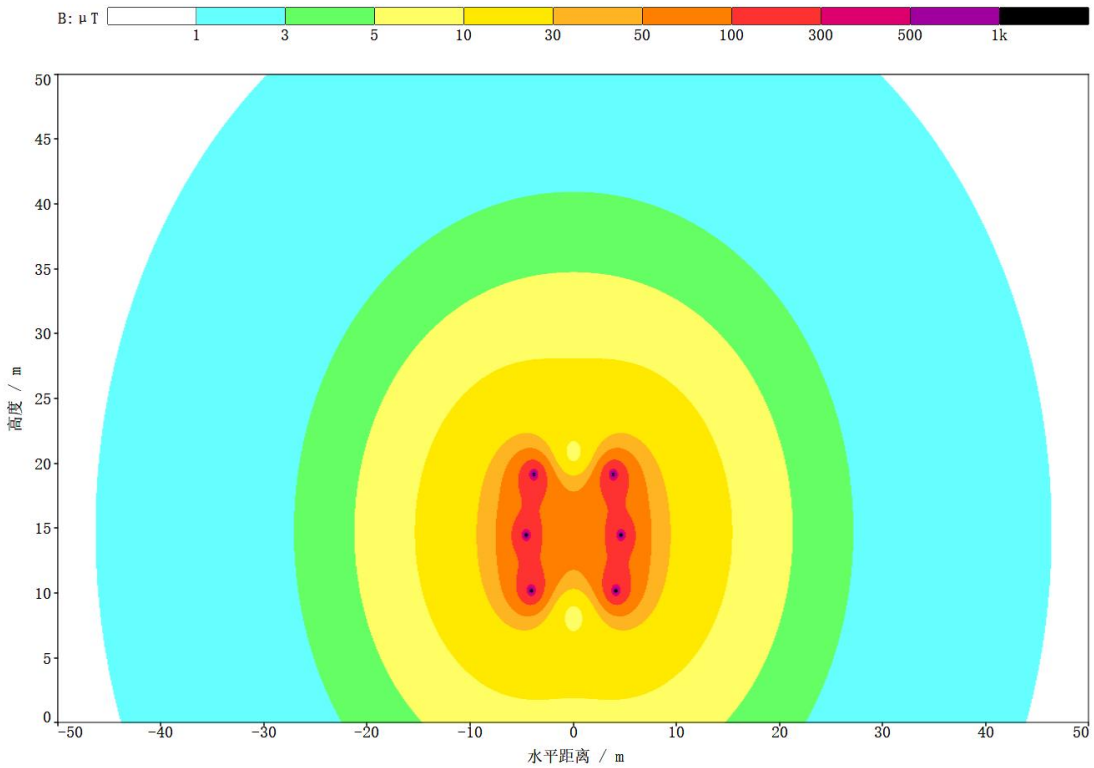


图 6.2-24　110kV 线路双回垂直排列（10.2m）最不利塔型磁场强度分布图

（3）220kV 单回线路三角排列方式

以输电线路弧垂最大处的地面投影为预测原点，沿垂直于线路方向进行，预测点间距为 1m，顺序至线路中心投影外 50m 处止。经过居民区时，导线对地面距离应不小于 7.5m，经过非居民区时，导线对地面距离应不小于 6.5m；因本项目 220kV 线路导线离地最低高度为 12.5m，本次评价分别以 6.5m/7.5m/12.5m 作为预测高度，预测地面上 1.5m 处的工频电场强度及工频磁感应强度，由于 220kV 单回三角排列导线敏感目标有 1 层坡顶、2 层平顶结构，故本次预测用 12.5m 导线高度预测 1.5m、4.5m、7.5m 处的电磁情况，预测结果如下。

表 6.2-8　220kV 单回线路三角排列方式电磁强度预测结果表（6.5m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.095	1.596	1	2.270	53.232
-49	0.099	1.663	2	3.192	53.983
-48	0.104	1.734	3	4.256	54.853
-47	0.109	1.809	4	5.314	55.380
-46	0.114	1.890	5	6.193	54.937
-45	0.120	1.976	6	6.706	52.947

-44	0.127	2.068	7	6.743	49.261
-43	0.134	2.167	8	6.344	44.338
-42	0.141	2.273	9	5.667	38.949
-41	0.149	2.387	10	4.886	33.755
-40	0.158	2.510	11	4.125	29.115
-39	0.168	2.643	12	3.445	25.138
-38	0.179	2.786	13	2.868	21.798
-37	0.191	2.942	14	2.390	19.013
-36	0.205	3.111	15	2.000	16.691
-35	0.220	3.295	16	1.683	14.748
-34	0.237	3.495	17	1.427	13.113
-33	0.256	3.715	18	1.218	11.728
-32	0.277	3.956	19	1.048	10.547
-31	0.301	4.222	20	0.908	9.534
-30	0.328	4.515	21	0.793	8.658
-29	0.360	4.839	22	0.697	7.896
-28	0.396	5.200	23	0.617	7.230
-27	0.438	5.603	24	0.549	6.645
-26	0.487	6.054	25	0.492	6.127
-25	0.544	6.562	26	0.443	5.668
-24	0.611	7.136	27	0.401	5.258
-23	0.690	7.789	28	0.365	4.892
-22	0.785	8.535	29	0.334	4.562
-21	0.899	9.392	30	0.306	4.264
-20	1.037	10.383	31	0.282	3.995
-19	1.205	11.536	32	0.260	3.750
-18	1.409	12.887	33	0.242	3.528
-17	1.660	14.481	34	0.225	3.324
-16	1.969	16.373	35	0.210	3.138
-15	2.349	18.632	36	0.196	2.967
-14	2.814	21.342	37	0.184	2.809
-13	3.377	24.595	38	0.173	2.664
-12	4.043	28.478	39	0.163	2.530
-11	4.796	33.035	40	0.153	2.405
-10	5.586	38.192	41	0.145	2.290
-9	6.301	43.643	42	0.137	2.183
-8	6.775	48.776	43	0.130	2.083
-7	**6.838**	52.799	44	0.124	1.990
-6	6.418	55.146	45	0.118	1.903
-5	5.598	**55.835**	46	0.112	1.821
-4	4.557	55.391	47	0.107	1.745
-3	3.473	54.461	48	0.102	1.673

-2	2.494	53.554	49	0.098	1.606
-1	1.801	52.973	50	0.093	1.543
0	1.703	52.860	/	/	/

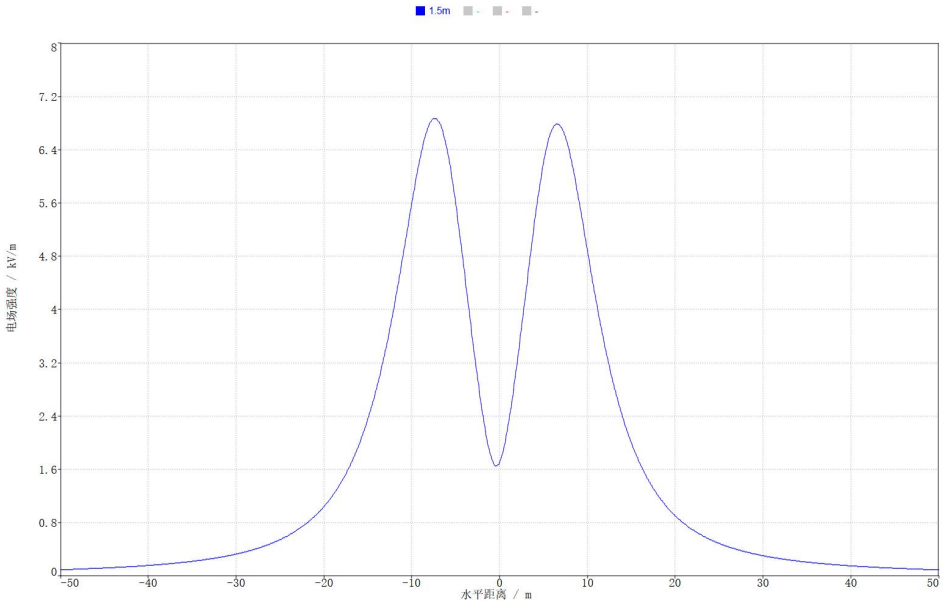


图 6.2-25　220kV 线路单回三角排列（6.5m）最不利塔型电场强度分布图

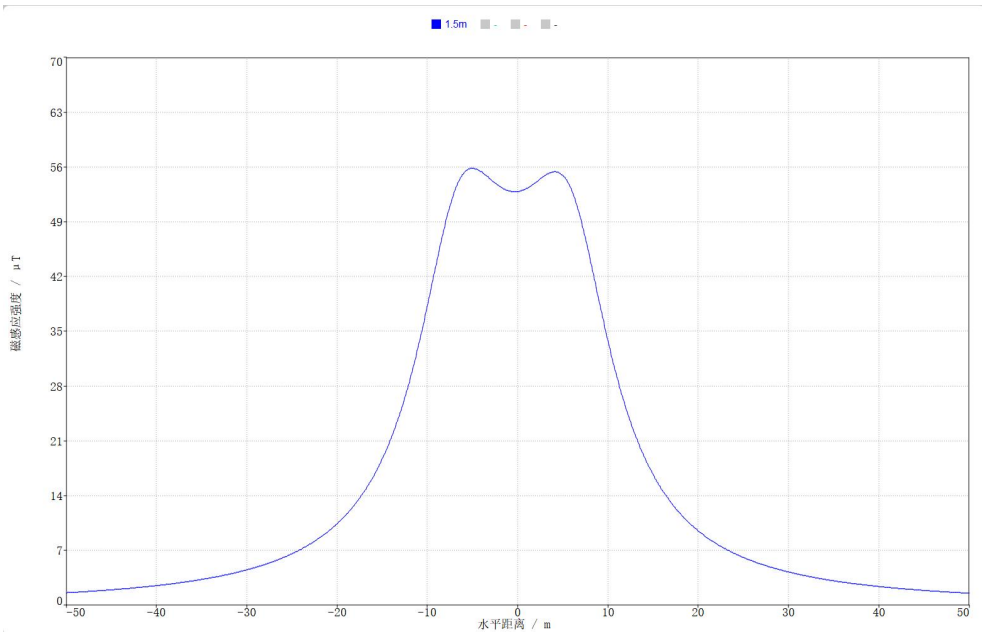


图 6.2-26　220kV 线路单回三角排列（6.5m）最不利塔型磁场强度分布图

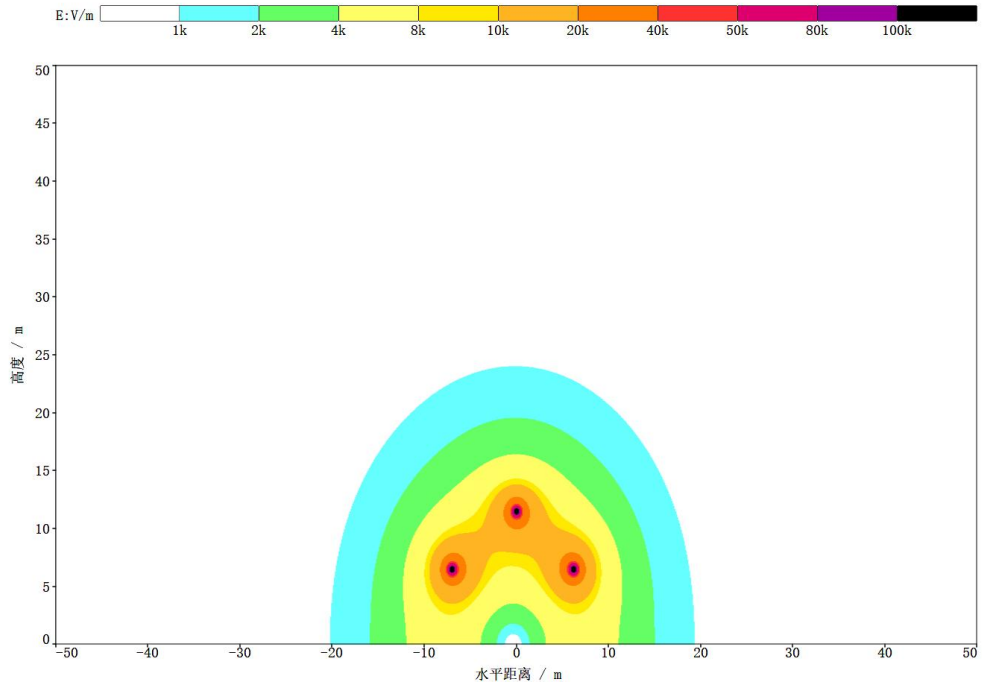


图 6.2-27　220kV 线路单回三角排列（6.5m）最不利塔型电场空间分布图

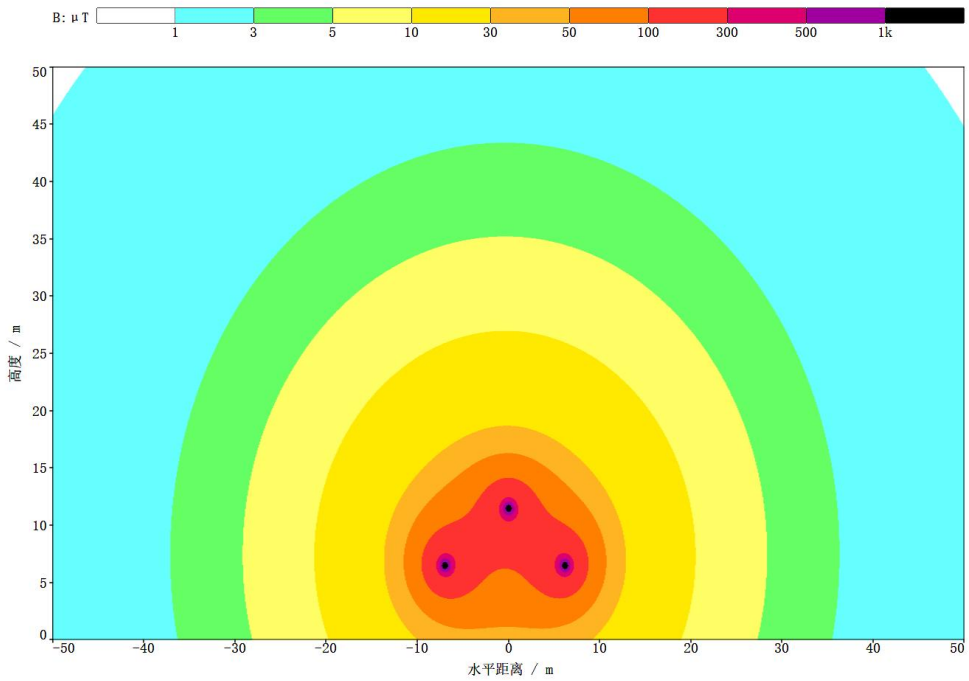


图 6.2-28　220kV 线路单回三角排列（6.5m）最不利塔型磁场空间分布图

表 6.2-9　220kV 单回线路三角排列方式电磁强度预测结果表（7.5m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.098	1.587	1	1.930	45.304
-49	0.103	1.653	2	2.677	45.483

-48	0.108	1.723	3	3.499	45.569
-47	0.113	1.798	4	4.277	45.304
-46	0.119	1.878	5	4.905	44.389
-45	0.125	1.963	6	5.288	42.600
-44	0.132	2.053	7	5.373	39.910
-43	0.140	2.151	8	5.179	36.535
-42	0.148	2.255	9	4.781	32.829
-41	0.157	2.368	10	4.271	29.134
-40	0.167	2.488	11	3.732	25.687
-39	0.178	2.619	12	3.216	22.603
-38	0.190	2.759	13	2.750	19.912
-37	0.203	2.912	14	2.345	17.595
-36	0.218	3.077	15	2.001	15.611
-35	0.234	3.257	16	1.711	13.914
-34	0.253	3.453	17	1.469	12.461
-33	0.273	3.667	18	1.268	11.211
-32	0.297	3.901	19	1.100	10.133
-31	0.323	4.159	20	0.959	9.198
-30	0.353	4.443	21	0.842	8.383
-29	0.387	4.756	22	0.742	7.669
-28	0.426	5.104	23	0.659	7.041
-27	0.471	5.491	24	0.587	6.485
-26	0.523	5.923	25	0.526	5.993
-25	0.584	6.408	26	0.474	5.553
-24	0.655	6.953	27	0.429	5.160
-23	0.738	7.570	28	0.390	4.807
-22	0.837	8.270	29	0.356	4.488
-21	0.953	9.069	30	0.326	4.200
-20	1.092	9.985	31	0.300	3.939
-19	1.258	11.041	32	0.276	3.701
-18	1.456	12.263	33	0.256	3.484
-17	1.694	13.684	34	0.237	3.285
-16	1.978	15.343	35	0.221	3.103
-15	2.315	17.283	36	0.206	2.936
-14	2.713	19.551	37	0.193	2.782
-13	3.171	22.190	38	0.181	2.639
-12	3.683	25.226	39	0.170	2.507
-11	4.226	28.641	40	0.160	2.385
-10	4.751	32.339	41	0.151	2.272
-9	5.183	36.106	42	0.143	2.166
-8	**5.429**	39.610	43	0.135	2.068
-7	5.406	42.481	44	0.128	1.976

-6	5.082	44.458	45	0.122	1.890
-5	4.497	45.515	46	0.116	1.810
-4	3.737	**45.844**	47	0.110	1.734
-3	2.909	45.741	48	0.105	1.663
-2	2.123	45.484	49	0.100	1.597
-1	1.541	45.272	50	0.096	1.534
0	1.455	45.208	/	/	/

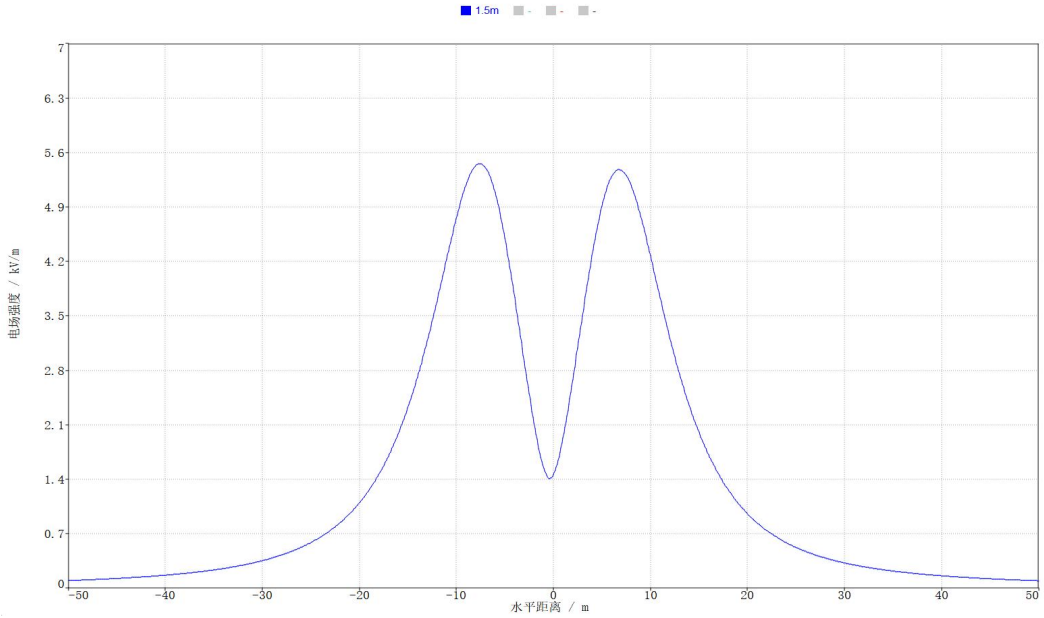


图 6.2-29　220kV 线路单回三角排列（7.5m）最不利塔型电场强度分布图

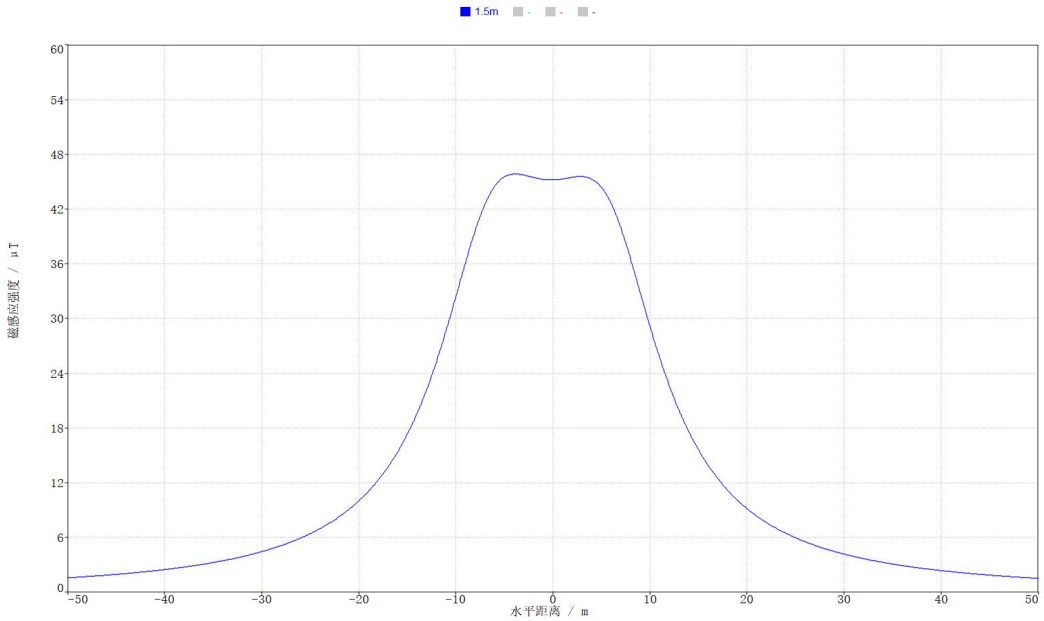


图 6.2-30　220kV 线路单回三角排列（7.5m）最不利塔型磁场强度分布图

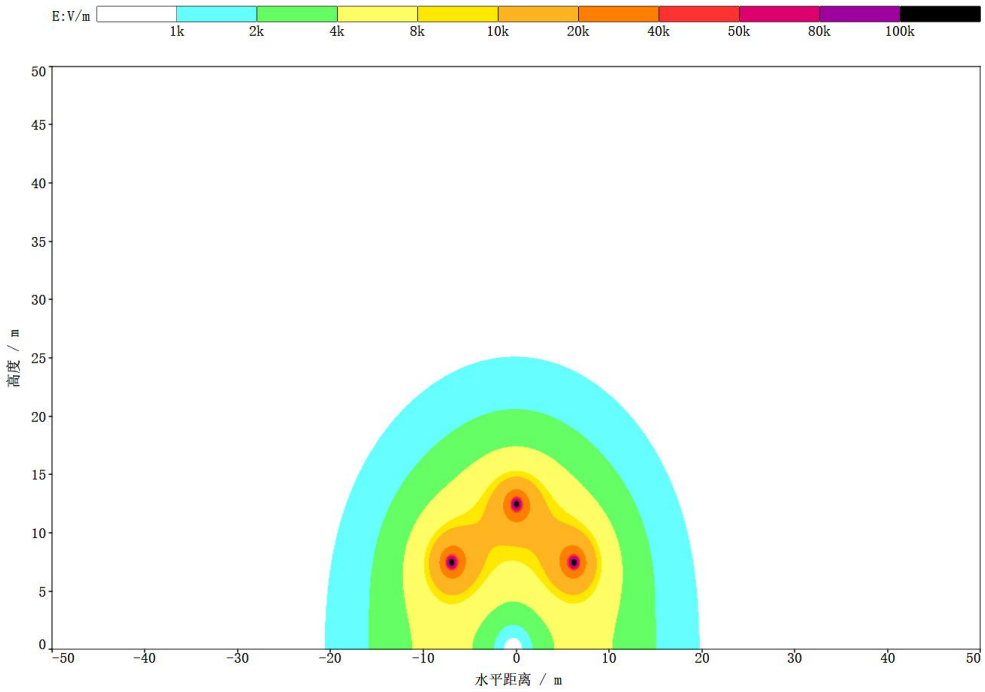


图 6.2-31　220kV 线路单回三角排列（7.5m）最不利塔型电场空间分布图

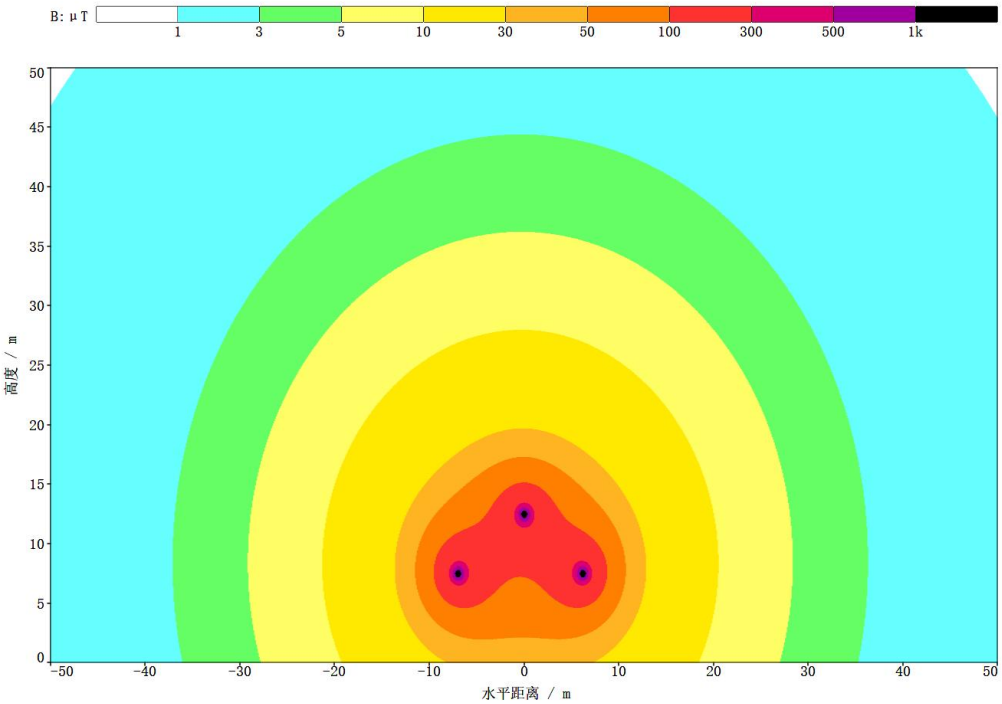


图 6.2-32　220kV 线路单回三角排列（7.5m）最不利塔型磁场空间分布图

表 6.2-10　220kV 单回线路三角排列方式电磁强度预测结果表（12.5m）

距边导线距离（m）	工频电场（kV/m）			工频磁场（μT）		
	地上 1.5m	地上 4.5m	地上 7.5m	地上 1.5m	地上 4.5m	地上 7.5m
-50	0.098	0.098	0.097	1.487	1.534	1.572
-49	0.103	0.103	0.101	1.544	1.595	1.636

-48	0.109	0.108	0.107	1.605	1.660	1.705
-47	0.115	0.114	0.113	1.670	1.729	1.778
-46	0.121	0.120	0.119	1.738	1.803	1.856
-45	0.128	0.127	0.126	1.810	1.881	1.939
-44	0.135	0.135	0.133	1.887	1.964	2.028
-43	0.143	0.142	0.141	1.969	2.053	2.123
-42	0.152	0.151	0.149	2.056	2.148	2.224
-41	0.162	0.160	0.158	2.149	2.249	2.333
-40	0.172	0.171	0.168	2.247	2.358	2.450
-39	0.183	0.182	0.179	2.353	2.474	2.577
-38	0.195	0.194	0.191	2.465	2.599	2.713
-37	0.208	0.207	0.204	2.586	2.733	2.860
-36	0.223	0.221	0.218	2.714	2.878	3.019
-35	0.238	0.237	0.233	2.853	3.034	3.192
-34	0.256	0.254	0.250	3.001	3.203	3.379
-33	0.274	0.273	0.269	3.160	3.386	3.584
-32	0.295	0.293	0.289	3.332	3.584	3.807
-31	0.317	0.316	0.311	3.516	3.799	4.052
-30	0.342	0.340	0.336	3.715	4.033	4.320
-29	0.369	0.367	0.363	3.929	4.289	4.616
-28	0.399	0.397	0.394	4.161	4.567	4.942
-27	0.431	0.430	0.427	4.411	4.872	5.303
-26	0.466	0.466	0.464	4.681	5.206	5.703
-25	0.505	0.506	0.505	4.974	5.573	6.149
-24	0.547	0.549	0.551	5.290	5.976	6.648
-23	0.593	0.597	0.602	5.632	6.420	7.207
-22	0.642	0.649	0.658	6.001	6.908	7.835
-21	0.694	0.705	0.721	6.400	7.447	8.544
-20	0.751	0.766	0.791	6.829	8.040	9.347
-19	0.810	0.832	0.869	7.290	8.694	10.257
-18	0.871	0.902	0.956	7.784	9.414	11.292
-17	0.934	0.976	1.051	8.310	10.203	12.471
-16	0.997	1.053	1.157	8.868	11.064	13.813
-15	1.057	1.130	1.272	9.454	11.999	15.338
-14	1.114	1.207	1.396	10.065	13.004	17.061
-13	1.163	1.280	1.527	10.694	14.072	18.989
-12	1.202	1.346	1.662	11.334	15.189	21.115
-11	1.226	1.400	1.795	11.974	16.334	23.401
-10	**1.234**	1.437	1.917	12.602	17.479	25.777
-9	1.220	**1.454**	2.018	13.206	18.589	28.129
-8	1.184	1.447	2.087	13.773	19.630	30.317
-7	1.125	1.415	**2.118**	14.291	20.567	32.197

-6	1.043	1.359	2.108	14.748	21.375	33.669
-5	0.940	1.285	2.064	15.137	22.038	34.705
-4	0.824	1.199	1.998	15.453	22.551	35.349
-3	0.704	1.114	1.926	15.691	22.921	35.692
-2	0.596	1.041	1.864	15.850	23.158	35.839
-1	0.522	0.997	1.825	15.931	**23.271**	**35.875**
0	0.509	0.988	1.818	**15.933**	23.270	35.850
1	0.562	1.019	1.843	15.857	23.155	35.770
2	0.659	1.080	1.894	15.702	22.921	35.598
3	0.775	1.159	1.959	15.470	22.559	35.259
4	0.890	1.242	2.024	15.162	22.059	34.652
5	0.995	1.318	2.071	14.780	21.415	33.681
6	1.081	1.376	2.087	14.331	20.629	32.291
7	1.145	1.413	2.064	13.822	19.714	30.491
8	1.186	1.424	2.002	13.263	18.693	28.369
9	1.204	1.413	1.907	12.666	17.597	26.056
10	1.201	1.380	1.789	12.042	16.463	23.697
11	1.181	1.330	1.660	11.406	15.323	21.407
12	1.146	1.268	1.526	10.768	14.207	19.266
13	1.099	1.197	1.396	10.139	13.136	17.315
14	1.045	1.122	1.272	9.528	12.125	15.567
15	0.987	1.045	1.156	8.940	11.183	14.017
16	0.925	0.970	1.051	8.380	10.314	12.652
17	0.864	0.897	0.955	7.850	9.516	11.453
18	0.803	0.827	0.868	7.353	8.789	10.399
19	0.745	0.762	0.789	6.888	8.127	9.472
20	0.689	0.701	0.719	6.455	7.526	8.655
21	0.637	0.645	0.656	6.053	6.980	7.934
22	0.588	0.593	0.599	5.681	6.486	7.294
23	0.543	0.546	0.549	5.335	6.036	6.726
24	0.501	0.502	0.503	5.016	5.628	6.219
25	0.463	0.463	0.462	4.721	5.257	5.766
26	0.428	0.427	0.425	4.448	4.918	5.359
27	0.396	0.395	0.392	4.195	4.610	4.993
28	0.366	0.365	0.361	3.961	4.327	4.662
29	0.340	0.338	0.334	3.744	4.069	4.362
30	0.315	0.313	0.310	3.543	3.832	4.090
31	0.293	0.291	0.287	3.357	3.614	3.842
32	0.272	0.271	0.267	3.184	3.414	3.616
33	0.254	0.252	0.249	3.023	3.229	3.409
34	0.237	0.235	0.232	2.873	3.058	3.219
35	0.221	0.220	0.217	2.734	2.900	3.044

36	0.207	0.206	0.203	2.604	2.754	2.883
37	0.194	0.193	0.190	2.482	2.618	2.734
38	0.182	0.181	0.178	2.369	2.492	2.596
39	0.171	0.170	0.168	2.262	2.374	2.469
40	0.161	0.160	0.158	2.163	2.265	2.350
41	0.151	0.150	0.149	2.069	2.162	2.240
42	0.143	0.142	0.140	1.981	2.067	2.137
43	0.135	0.134	0.132	1.899	1.977	2.042
44	0.127	0.127	0.125	1.821	1.893	1.952
45	0.121	0.120	0.119	1.748	1.814	1.868
46	0.114	0.114	0.112	1.679	1.740	1.790
47	0.108	0.108	0.107	1.614	1.670	1.716
48	0.103	0.102	0.101	1.553	1.605	1.647
49	0.098	0.097	0.096	1.495	1.543	1.581
50	0.093	0.093	0.092	1.440	1.484	1.520

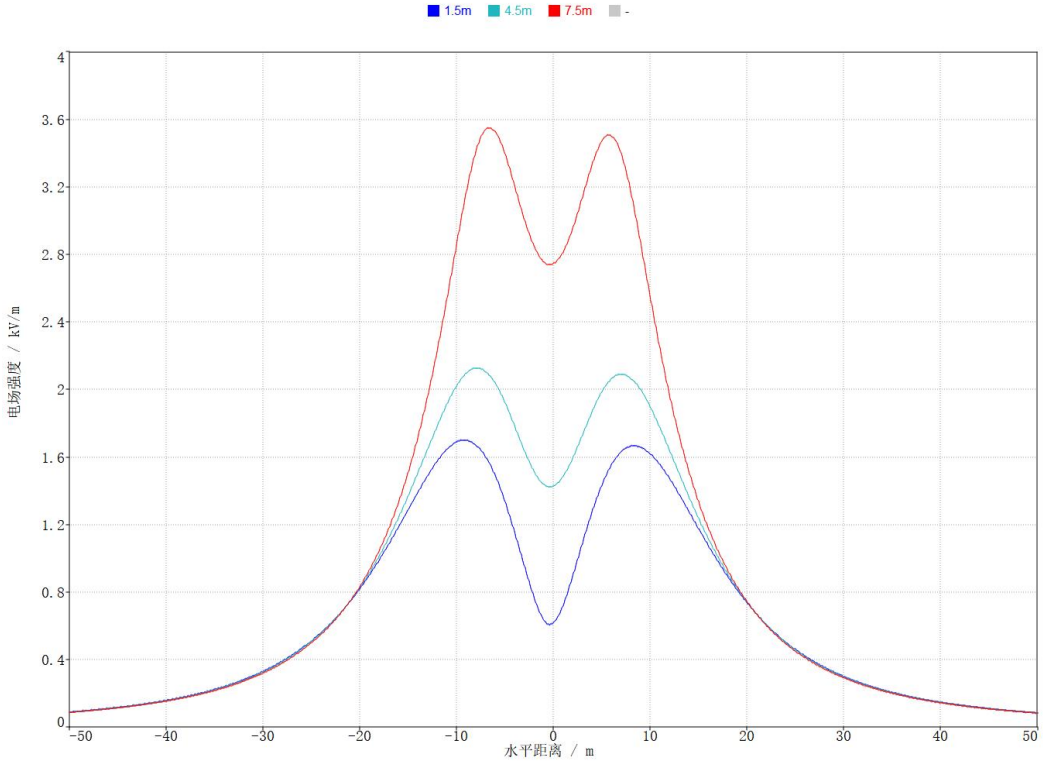


图 6.2-33　220kV 线路单回三角排列（12.5m）最不利塔型电场强度分布图

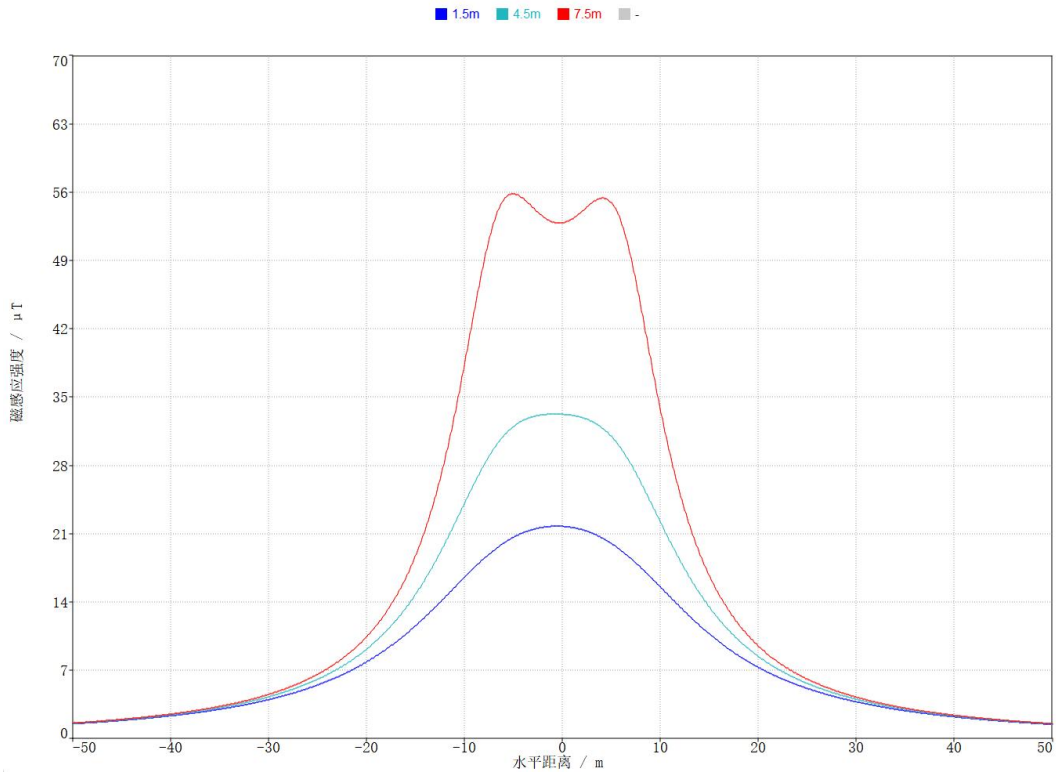


图 6.2-34　220kV 线路单回三角排列（12.5m）最不利塔型磁场强度分布图

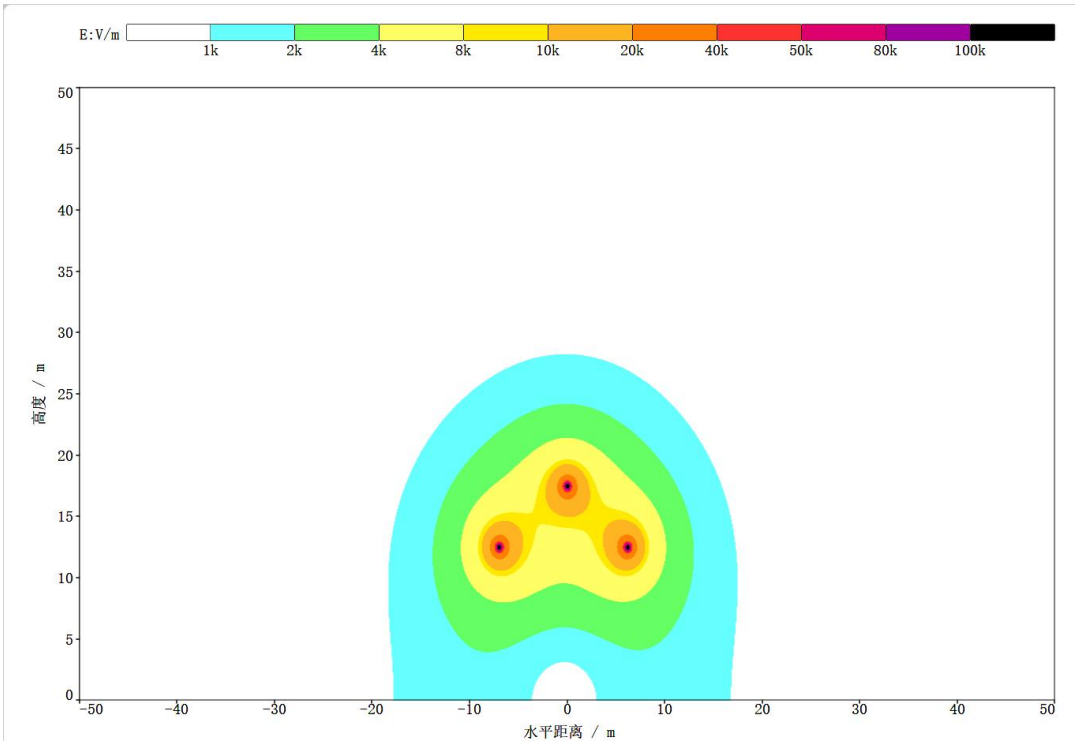


图 6.2-35　220kV 线路单回三角排列（12.5m）最不利塔型电场空间分布图

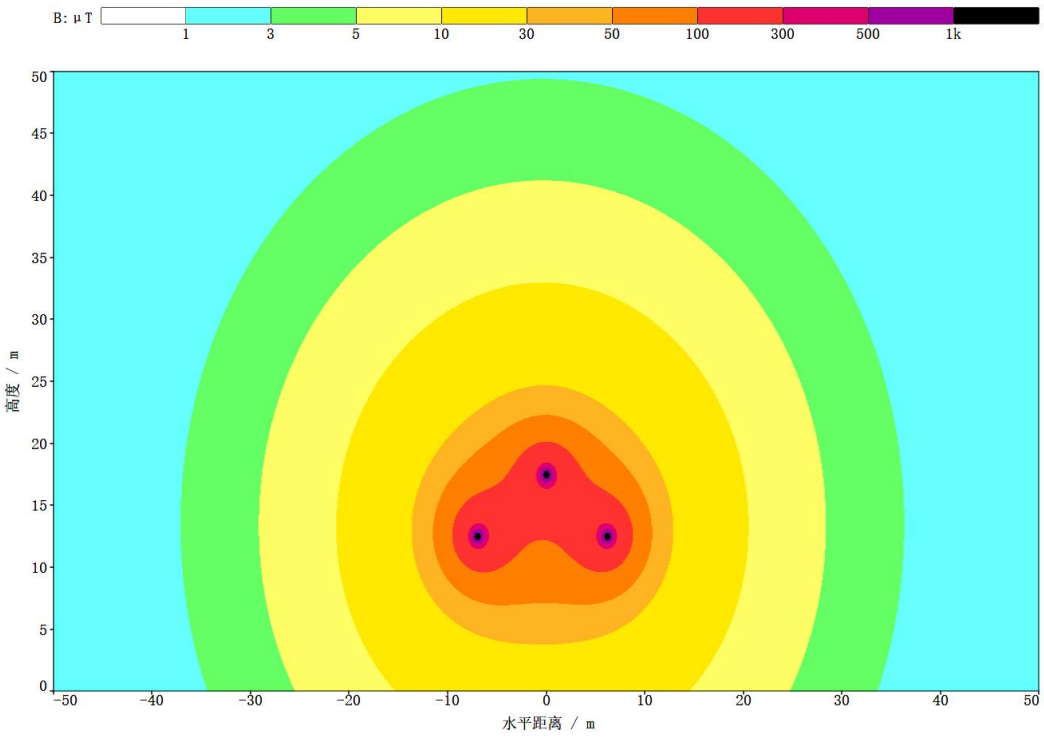


图 6.2-36　220kV 线路单回三角排列（12.5m）最不利塔型磁场空间分布图

（4）220kV 单回线路水平排列方式

以输电线路弧垂最大处的地面投影为预测原点，经过居民区时，导线对地面距离应不小于 7.5m，经过非居民区时，导线对地面距离应不小于 6.5m；因本项目 220kV 线路导线离地最低高度为 12.5m，且水平排列方式塔基路线不经过居民区，本次评价分别以 6.5m/12.5m 作为预测高度，预测地面上 1.5m 处的工频电场强度及工频磁感应强度，预测结果如下。

表 6.2-11　220kV 单回线路水平排列方式工频磁感应强度预测结果表（6.5m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.106	2.284	1	6.508	65.749
-49	0.113	2.382	2	5.897	64.694
-48	0.120	2.486	3	5.140	63.517
-47	0.128	2.597	4	4.524	62.669
-46	0.137	2.717	5	4.312	62.369
-45	0.147	2.844	6	4.622	62.582
-44	0.158	2.981	7	5.340	63.029
-43	0.170	3.128	8	6.218	63.180
-42	0.183	3.287	9	6.989	62.313
-41	0.197	3.458	10	**7.420**	59.784

-40	0.213	3.643	**11**	7.388	55.448
-39	0.231	3.844	12	6.931	49.827
-38	0.250	4.061	13	6.208	43.770
-37	0.273	4.299	14	5.389	37.981
-36	0.297	4.558	15	4.593	32.833
-35	0.325	4.841	16	3.880	28.433
-34	0.357	5.152	17	3.270	24.739
-33	0.393	5.495	18	2.759	21.659
-32	0.434	5.874	19	2.336	19.088
-31	0.480	6.294	20	1.988	16.934
-30	0.534	6.762	21	1.701	15.118
-29	0.596	7.285	22	1.464	13.577
-28	0.668	7.872	23	1.267	12.259
-27	0.752	8.535	24	1.103	11.125
-26	0.850	9.286	25	0.966	10.143
-25	0.966	10.143	26	0.850	9.286
-24	1.103	11.125	27	0.752	8.535
-23	1.267	12.259	28	0.668	7.872
-22	1.464	13.577	29	0.596	7.285
-21	1.701	15.118	30	0.534	6.762
-20	1.988	16.934	31	0.480	6.294
-19	2.336	19.088	32	0.434	5.874
-18	2.759	21.659	33	0.393	5.495
-17	3.270	24.739	34	0.357	5.152
-16	3.880	28.433	35	0.325	4.841
-15	4.593	32.833	36	0.297	4.558
-14	5.389	37.981	37	0.273	4.299
-13	6.208	43.770	38	0.250	4.061
-12	6.931	49.827	39	0.231	3.844
-11	7.388	55.448	40	0.213	3.643
-10	7.420	59.784	41	0.197	3.458
-9	6.989	62.313	42	0.183	3.287
-8	6.218	63.180	43	0.170	3.128
-7	5.340	63.029	44	0.158	2.981
-6	4.622	62.582	45	0.147	2.844
-5	4.312	62.369	46	0.137	2.717
-4	4.524	62.669	47	0.128	2.597
-3	5.140	63.517	48	0.120	2.486
-2	5.897	64.694	49	0.113	2.382
-1	6.508	65.749	50	0.106	2.284
0	6.743	**66.178**	/	/	/

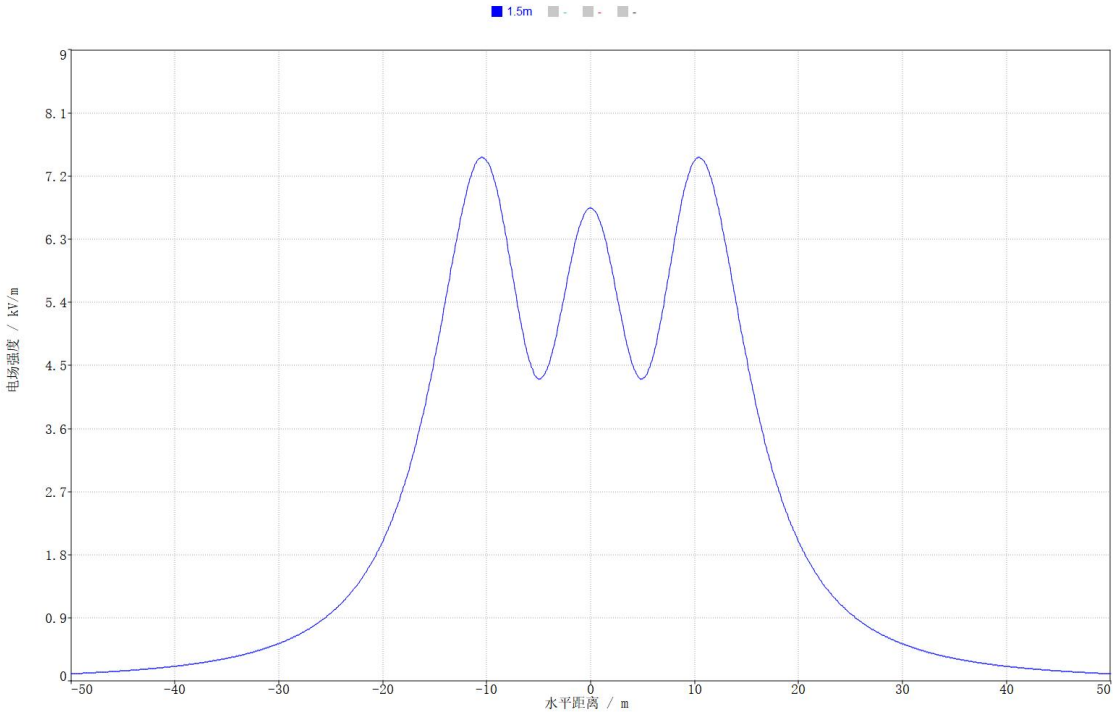


图 6.2-37　220kV 线路单回水平排列（6.5m）最不利塔型电场强度分布图

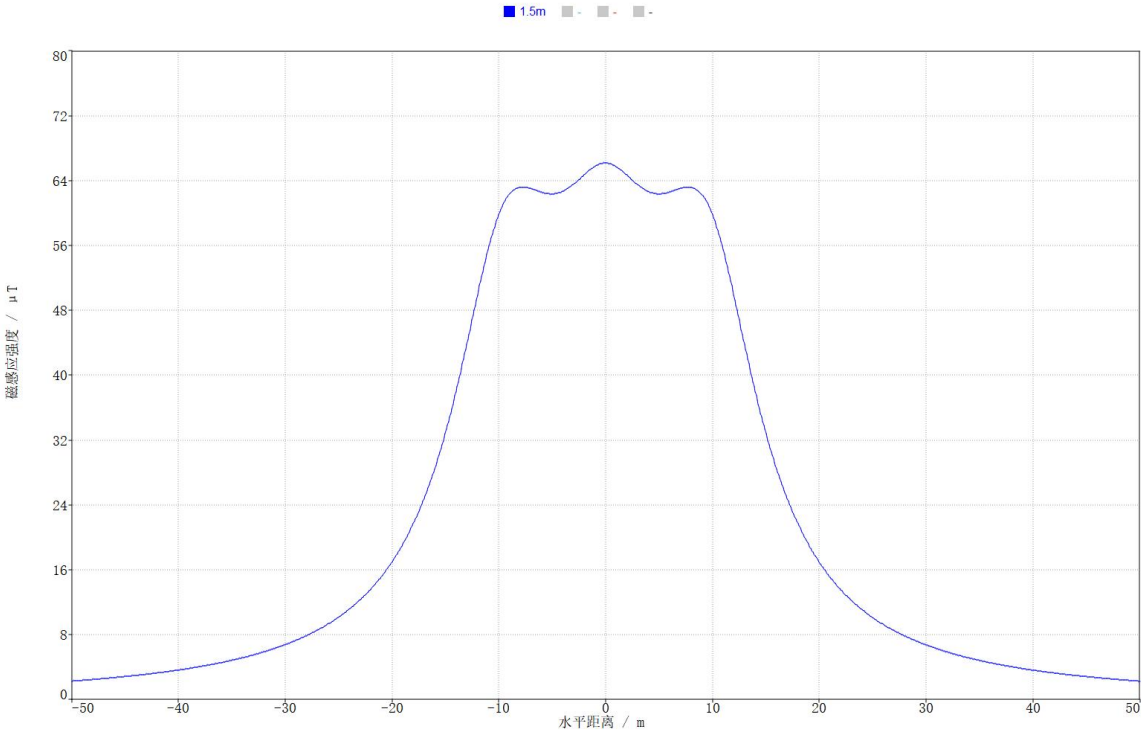


图 6.2-38　220kV 线路单回水平排列（6.5m）最不利塔型磁场强度分布图

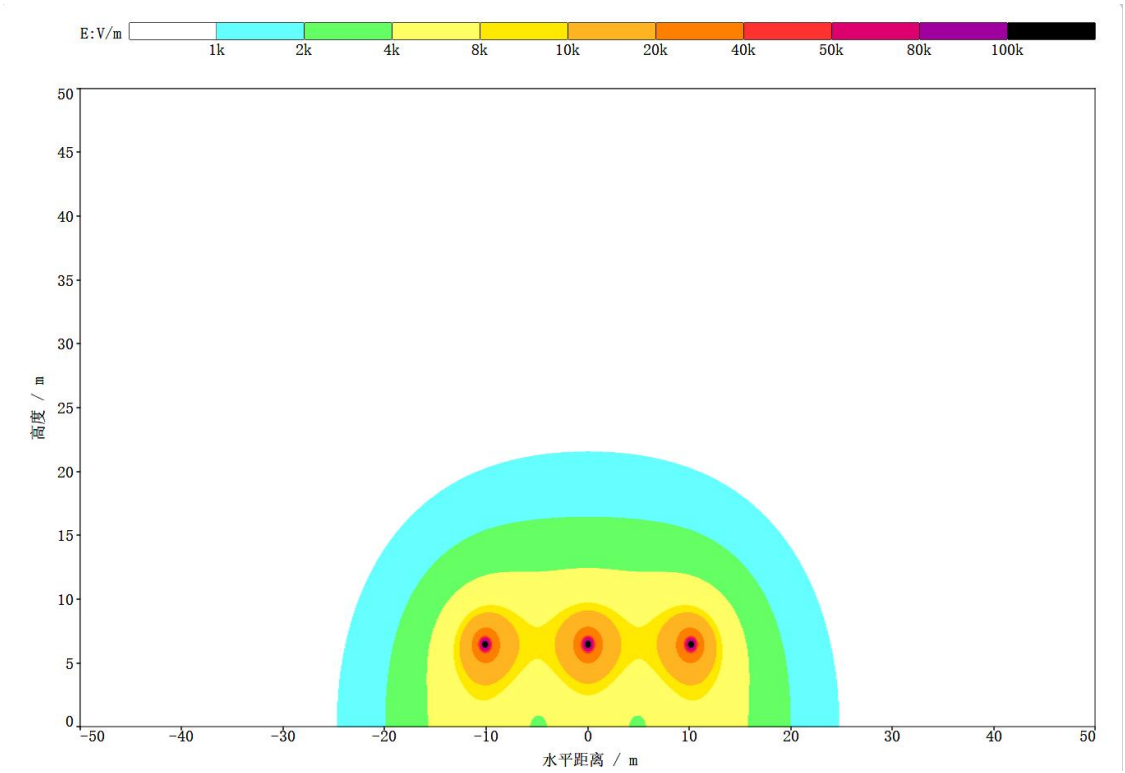


图 6.2-39　220kV 线路单回水平排列（6.5m）最不利塔型电场空间分布图

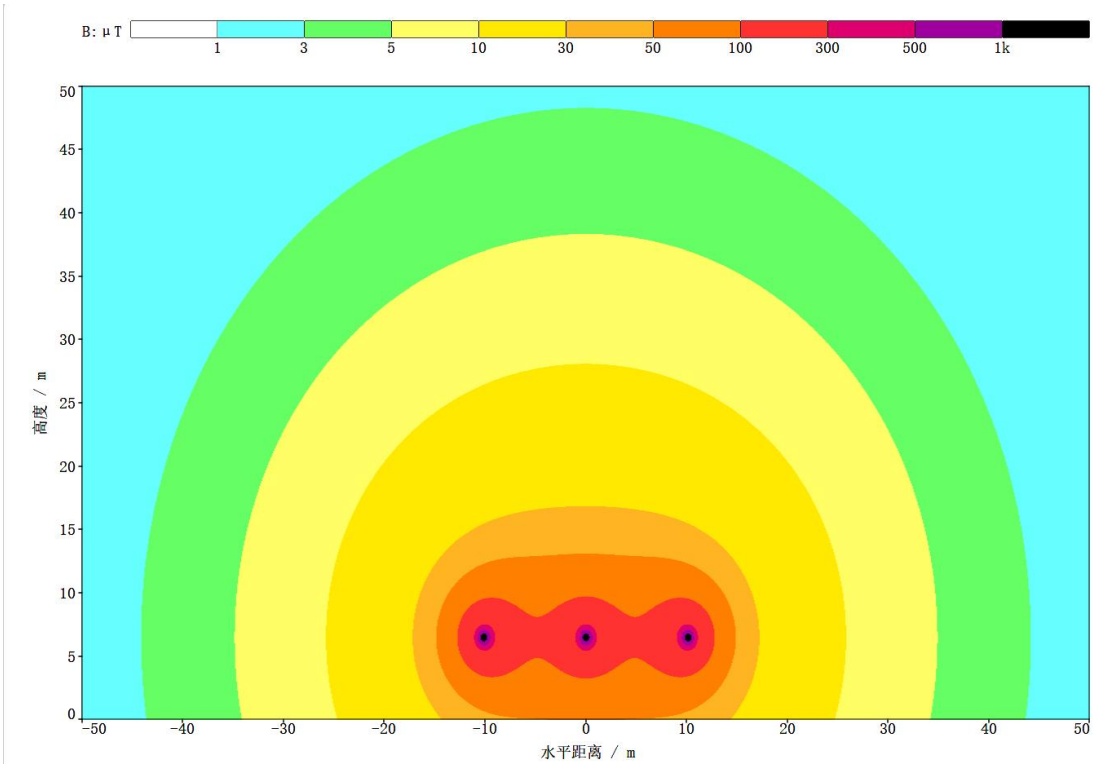


图 6.2-40　220kV 线路单回水平排列（6.5m）最不利塔型磁场空间分布图

表 6.2-12　220kV 单回线路水平排列方式工频磁感应强度预测结果表（12.5m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.128	2.190	1	1.282	27.778
-49	0.136	2.279	2	1.284	27.671
-48	0.144	2.374	3	1.298	27.489
-47	0.153	2.475	4	1.337	27.227
-46	0.163	2.583	5	1.406	26.877
-45	0.174	2.697	6	1.505	26.426
-44	0.185	2.819	7	1.622	25.861
-43	0.198	2.950	8	1.740	25.172
-42	0.211	3.090	9	1.846	24.353
-41	0.226	3.240	10	1.926	23.405
-40	0.242	3.400	**11**	1.973	22.342
-39	0.260	3.573	12	**1.983**	21.187
-38	0.280	3.759	13	1.958	19.968
-37	0.301	3.959	14	1.902	18.719
-36	0.325	4.176	15	1.822	17.471
-35	0.350	4.410	16	1.724	16.252
-34	0.379	4.663	17	1.616	15.081
-33	0.411	4.938	18	1.502	13.974
-32	0.445	5.237	19	1.389	12.939
-31	0.484	5.563	20	1.278	11.981
-30	0.526	5.918	21	1.172	11.098
-29	0.574	6.306	22	1.072	10.289
-28	0.626	6.730	23	0.980	9.551
-27	0.684	7.195	24	0.895	8.877
-26	0.747	7.704	25	0.818	8.263
-25	0.818	8.263	26	0.747	7.704
-24	0.895	8.877	27	0.684	7.195
-23	0.980	9.551	28	0.626	6.730
-22	1.072	10.289	29	0.574	6.306
-21	1.172	11.098	30	0.526	5.918
-20	1.278	11.981	31	0.484	5.563
-19	1.389	12.939	32	0.445	5.237
-18	1.502	13.974	33	0.411	4.938
-17	1.616	15.081	34	0.379	4.663
-16	1.724	16.252	35	0.350	4.410
-15	1.822	17.471	36	0.325	4.176
-14	1.902	18.719	37	0.301	3.959
-13	1.958	19.968	38	0.280	3.759

-12	1.983	21.187	39	0.260	3.573
-11	1.973	22.342	40	0.242	3.400
-10	1.926	23.405	41	0.226	3.240
-9	1.846	24.353	42	0.211	3.090
-8	1.740	25.172	43	0.198	2.950
-7	1.622	25.861	44	0.185	2.819
-6	1.505	26.426	45	0.174	2.697
-5	1.406	26.877	46	0.163	2.583
-4	1.337	27.227	47	0.153	2.475
-3	1.298	27.489	48	0.144	2.374
-2	1.284	27.671	49	0.136	2.279
-1	1.282	27.778	50	0.128	2.190
0	1.283	**27.813**	/	/	/

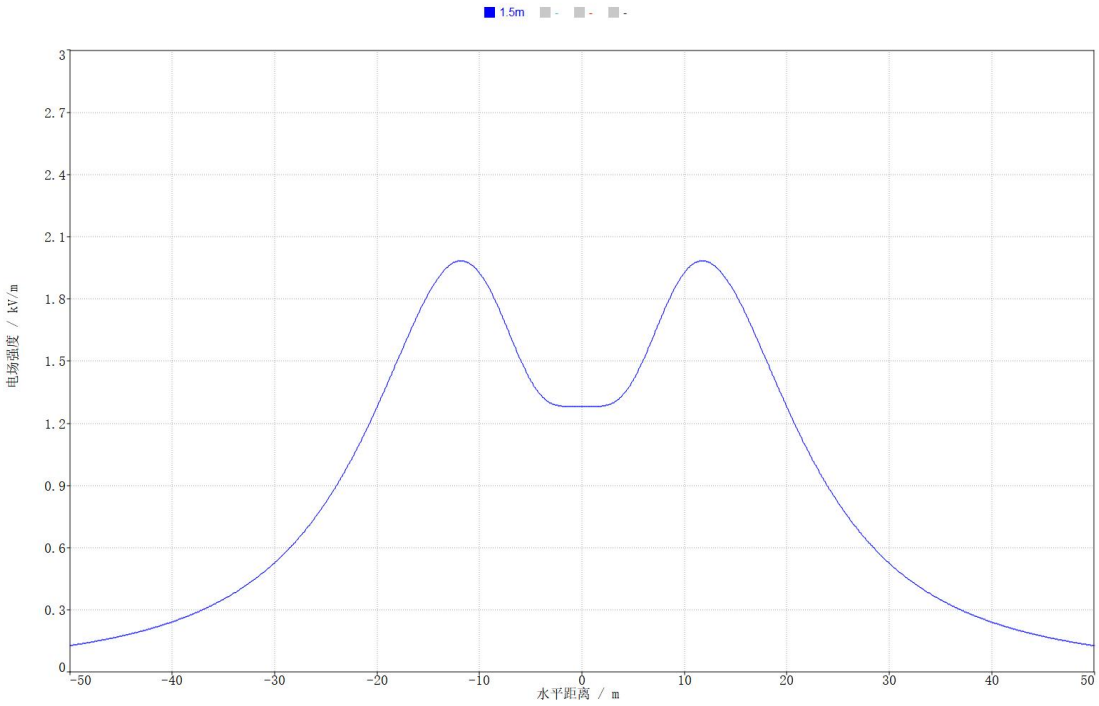


图 6.2-41　220kV 线路单回水平排列（12.5m）最不利塔型电场强度分布图

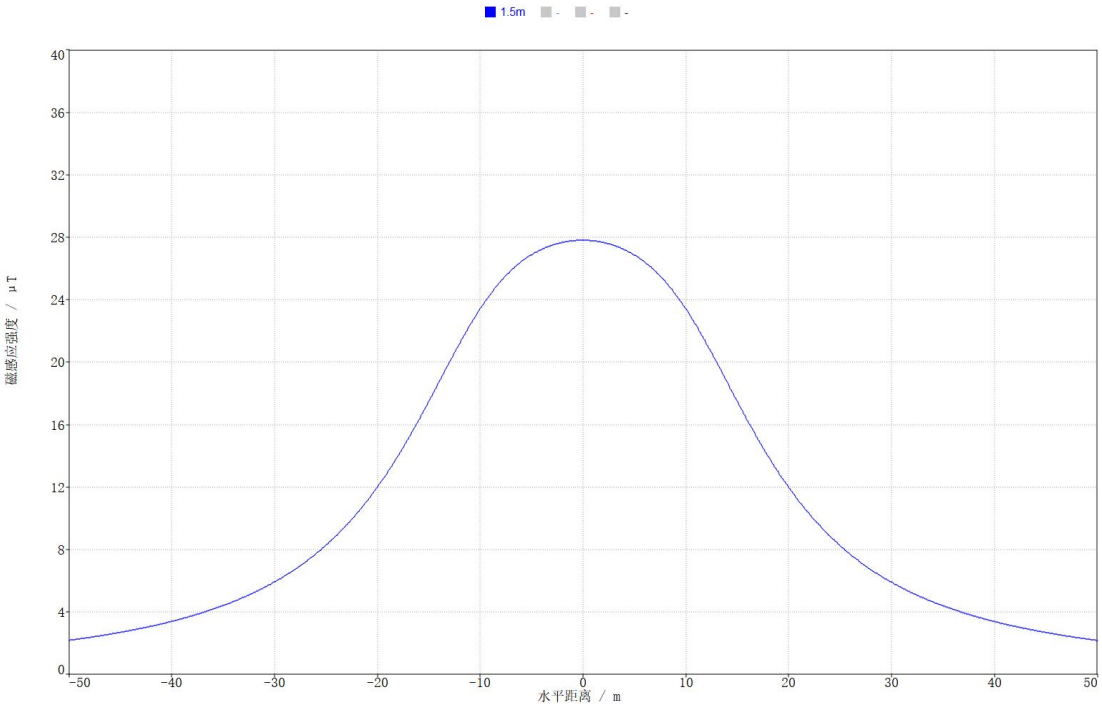


图 6.2-42　220kV 线路单回水平排列（12.5m）最不利塔型磁场强度分布图

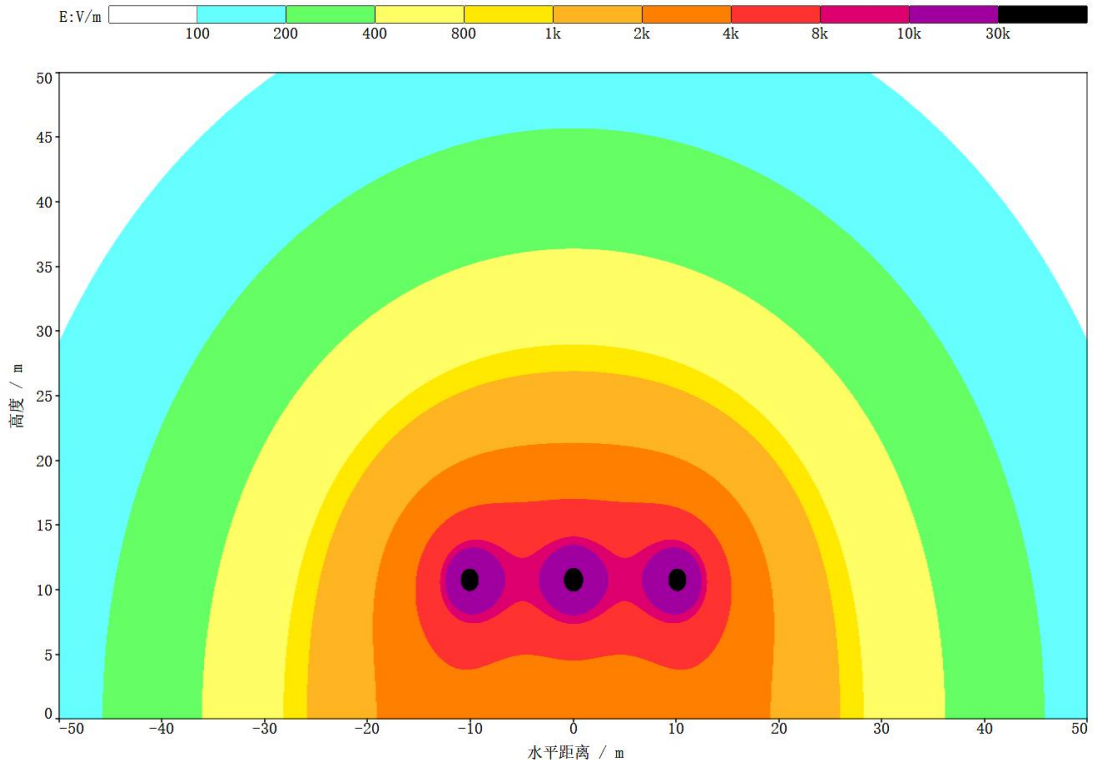


图 6.2-43　220kV 线路单回水平排列（12.5m）最不利塔型电场空间分布图

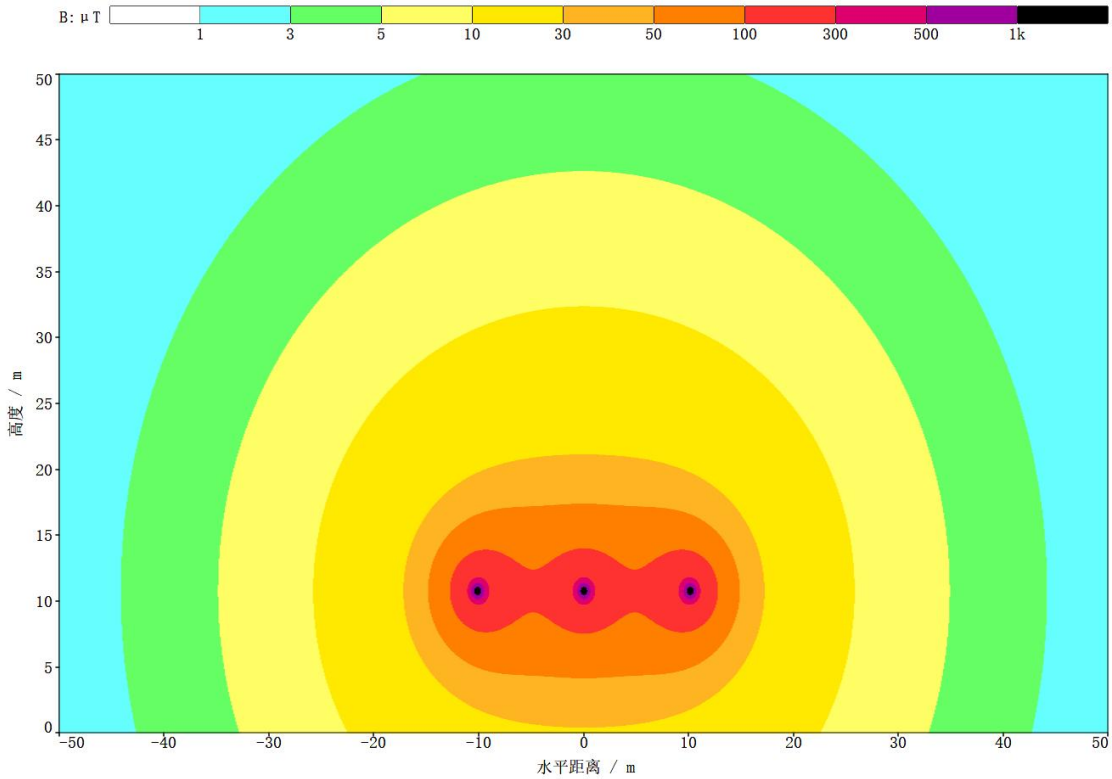


图 6.2-44　220kV 线路单回水平排列（12.5m）最不利塔型磁场空间分布图

（5）220kV 双回线路垂直排列（双边挂线）方式

以输电线路弧垂最大处的地面投影为预测原点，经过居民区时，导线对地面距离应不小于 7.5m，经过非居民区时，导线对地面距离应不小于 6.5m；因本项目 220kV 线路导线离地最低高度为 12.5m，且垂直排列方式塔基路线不经过居民区，本次评价分别以 6.5m/12.5m 作为预测高度，预测地面上 1.5m 处的工频电场强度及工频磁感应强度，预测结果如下。

表 6.2-13　220kV 双回线路垂直排列方式工频磁感应强度预测结果表（6.5m）

距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	0.271	2.918	1	0.271	2.918
-49	0.279	3.037	2	0.279	3.037
-48	0.287	3.163	3	0.287	3.163
-47	0.296	3.297	4	0.296	3.297
-46	0.305	3.439	5	0.305	3.439
-45	0.314	3.591	6	0.314	3.591
-44	0.324	3.753	7	0.324	3.753
-43	0.333	3.926	8	0.333	3.926
-42	0.343	4.111	9	0.343	4.111

-41	0.353	4.309	10	0.353	4.309
-40	0.363	4.521	**11**	0.363	4.521
-39	0.374	4.750	12	0.374	4.750
-38	0.384	4.995	13	0.384	4.995
-37	0.395	5.260	14	0.395	5.260
-36	0.405	5.546	15	0.405	5.546
-35	0.416	5.855	16	0.416	5.855
-34	0.426	6.190	17	0.426	6.190
-33	0.435	6.554	18	0.435	6.554
-32	0.445	6.950	19	0.445	6.950
-31	0.453	7.381	20	0.453	7.381
-30	0.461	7.852	21	0.461	7.852
-29	0.468	8.368	22	0.468	8.368
-28	0.473	8.934	23	0.473	8.934
-27	0.477	9.557	24	0.477	9.557
-26	0.480	10.244	25	0.480	10.244
-25	0.482	11.003	26	0.482	11.003
-24	0.483	11.844	27	0.483	11.844
-23	0.485	12.779	28	0.485	12.779
-22	0.492	13.820	29	0.492	13.820
-21	0.509	14.984	30	0.509	14.984
-20	0.546	16.287	31	0.546	16.287
-19	0.615	17.749	32	0.615	17.749
-18	0.734	19.392	33	0.734	19.392
-17	0.919	21.240	34	0.919	21.240
-16	1.187	23.316	35	1.187	23.316
-15	1.557	25.639	36	1.557	25.639
-14	2.048	28.214	37	2.048	28.214
-13	2.676	31.017	38	2.676	31.017
-12	3.444	33.960	39	3.444	33.960
-11	4.325	36.842	40	4.325	36.842
-10	5.243	39.286	41	5.243	39.286
-9	6.054	**40.715**	42	6.054	40.715
-8	6.573	40.491	43	6.573	40.491
-7	**6.657**	38.257	44	6.657	38.257
-6	6.304	34.233	45	6.304	34.233
-5	5.654	29.100	46	5.654	29.100
-4	4.896	23.595	47	4.896	23.595
-3	4.184	18.237	48	4.184	18.237
-2	3.611	13.343	49	3.611	13.343
-1	3.228	9.274	50	3.228	9.274
0	3.059	6.999	/	3.059	6.999

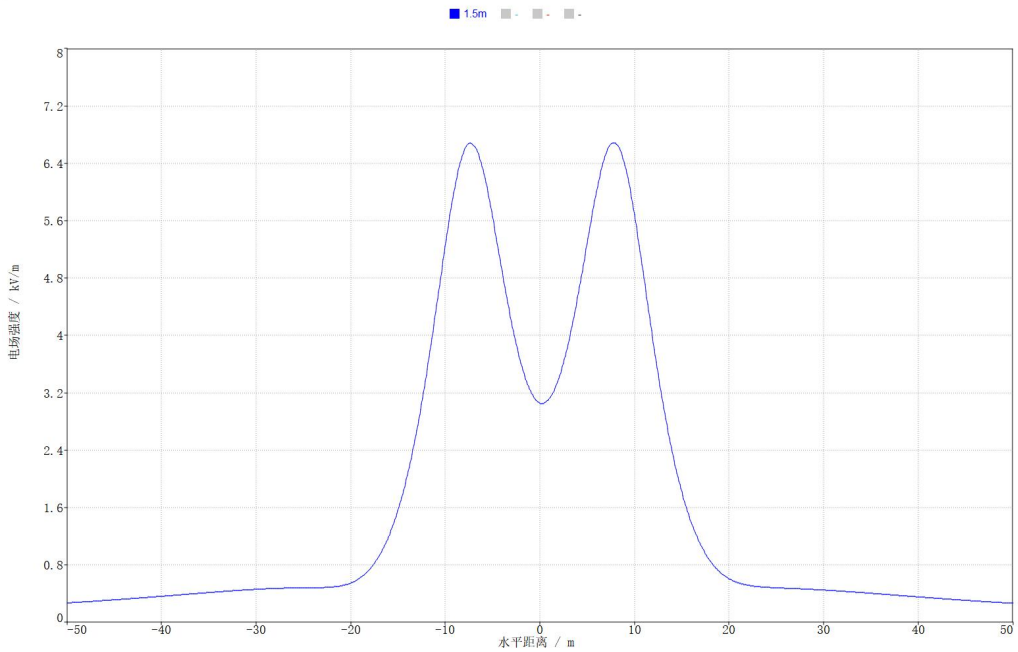


图 6.2-45　220kV 线路双回垂直排列（6.5m）最不利塔型电场强度分布图

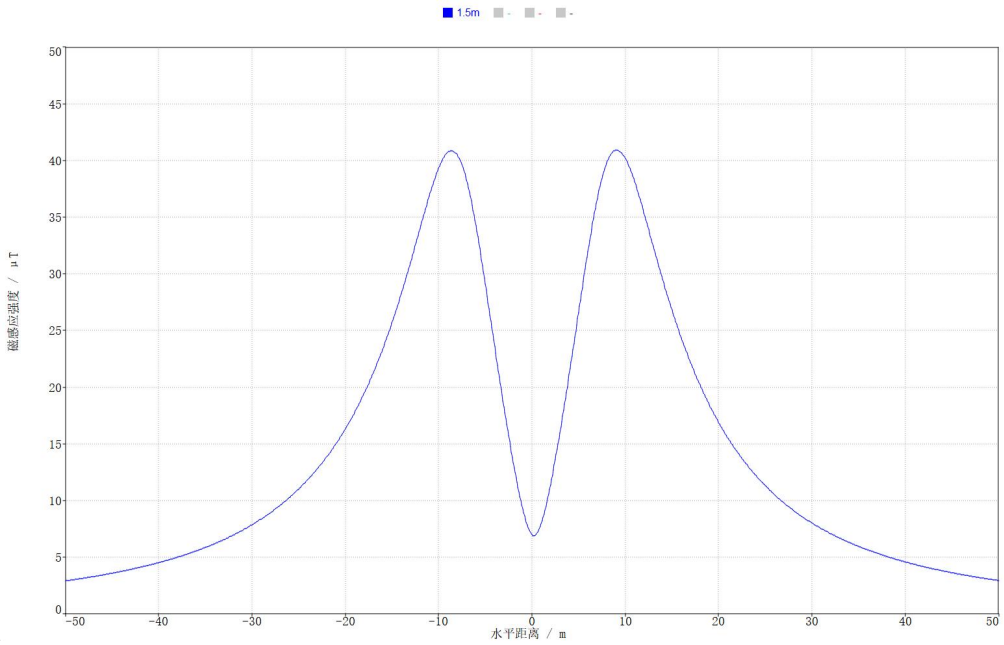


图 6.2-46　220kV 线路双回垂直排列（6.5m）最不利塔型磁场强度分布图

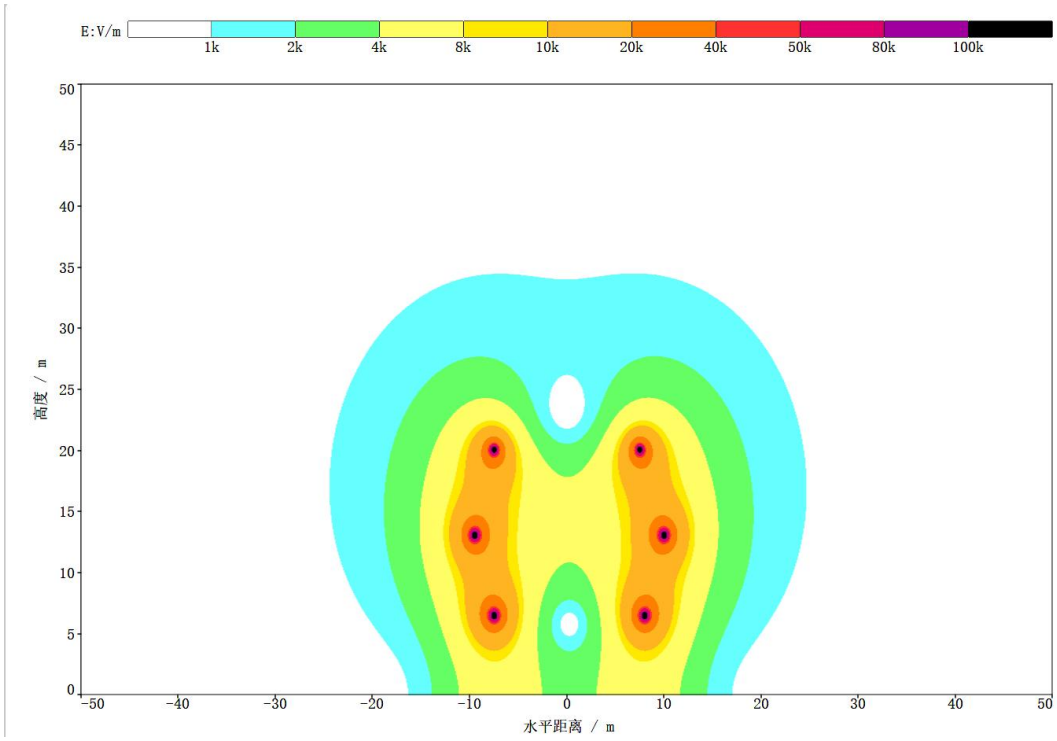


图 6.2-47　220kV 线路双回垂直排列（6.5m）最不利塔型电场空间分布图

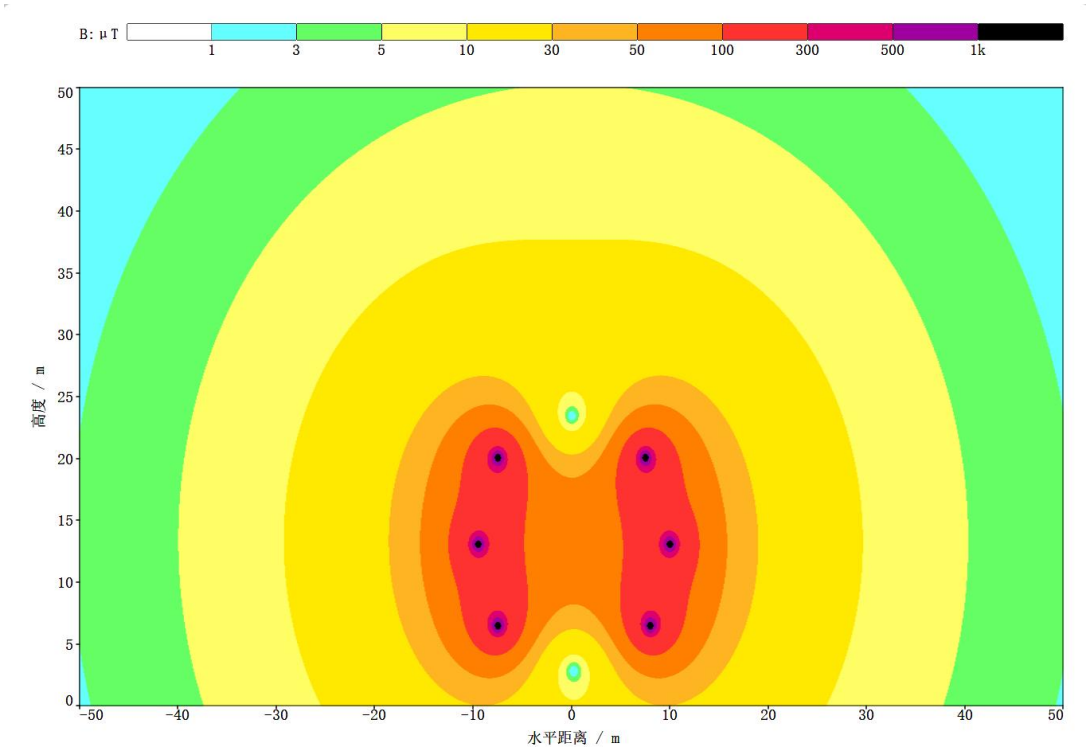


图 6.2-48　220kV 线路双回垂直排列（6.5m）最不利塔型磁场空间分布图

表 6.2-14　220kV 双回线路垂直排列方式工频磁感应强度预测结果表（12.5m）

距线路走廊中心距	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	距线路走廊中心距离（m）	工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）

离（m）					
-50	0.175	2.747	1	2.419	13.352
-49	0.177	2.851	2	2.483	13.636
-48	0.180	2.960	3	2.550	14.044
-47	0.182	3.076	4	2.608	14.525
-46	0.185	3.199	5	2.649	15.024
-45	0.186	3.328	6	**2.661**	15.484
-44	0.188	3.465	7	2.638	15.856
-43	0.189	3.610	8	2.573	16.102
-42	0.190	3.764	9	2.468	**16.200**
-41	0.191	3.927	10	2.326	16.144
-40	0.191	4.100	11	2.154	15.940
-39	0.190	4.284	12	1.962	15.606
-38	0.188	4.480	13	1.759	15.167
-37	0.186	4.688	14	1.555	14.647
-36	0.182	4.910	15	1.357	14.073
-35	0.178	5.147	16	1.169	13.464
-34	0.172	5.399	17	0.997	12.841
-33	0.166	5.668	18	0.840	12.216
-32	0.157	5.955	19	0.702	11.601
-31	0.148	6.261	20	0.580	11.004
-30	0.138	6.588	21	0.475	10.428
-29	0.129	6.937	22	0.386	9.879
-28	0.122	7.310	23	0.312	9.356
-27	0.121	7.708	24	0.252	8.862
-26	0.129	8.132	25	0.207	8.396
-25	0.151	8.583	26	0.176	7.958
-24	0.186	9.062	27	0.158	7.546
-23	0.234	9.570	28	0.152	7.160
-22	0.296	10.106	29	0.153	6.798
-21	0.370	10.669	30	0.159	6.458
-20	0.457	11.257	31	0.167	6.140
-19	0.558	11.865	32	0.175	5.842
-18	0.673	12.488	33	0.183	5.563
-17	0.801	13.116	34	0.189	5.301
-16	0.943	13.738	35	0.195	5.056
-15	1.096	14.336	36	0.200	4.826
-14	1.256	14.891	37	0.203	4.609
-13	1.421	15.380	38	0.205	4.406
-12	1.584	15.777	39	0.207	4.215
-11	1.738	16.056	40	0.207	4.035

-10	1.878	16.195	41	0.207	3.866
-9	1.997	16.182	42	0.207	3.707
-8	2.091	16.015	43	0.206	3.556
-7	2.160	15.708	44	0.204	3.415
-6	2.206	15.290	45	0.202	3.281
-5	2.234	14.806	46	0.200	3.154
-4	2.252	14.307	47	0.198	3.034
-3	2.267	13.852	48	0.195	2.921
-2	2.288	13.493	49	0.192	2.813
-1	2.319	13.275	50	0.189	2.712
0	2.362	13.226	/		

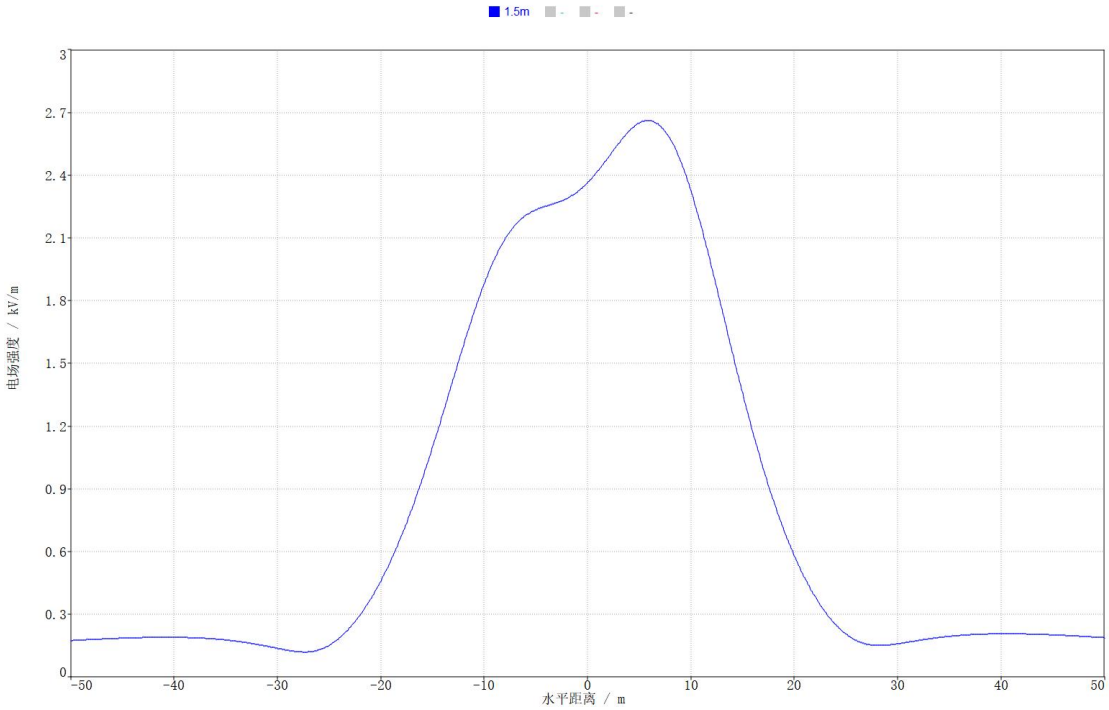


图 6.2-49　220kV 双回线路垂直排列（12.5m）最不利塔型电场强度分布图

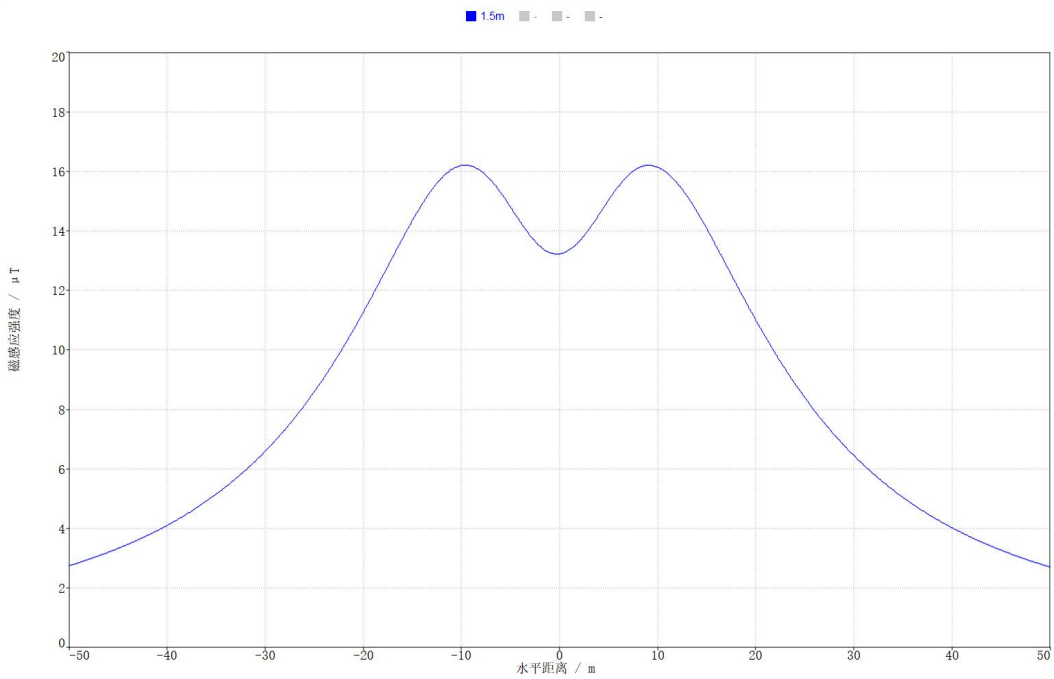


图 6.2-50　220kV 双回线路垂直排列（12.5m）最不利塔型磁场强度分布图

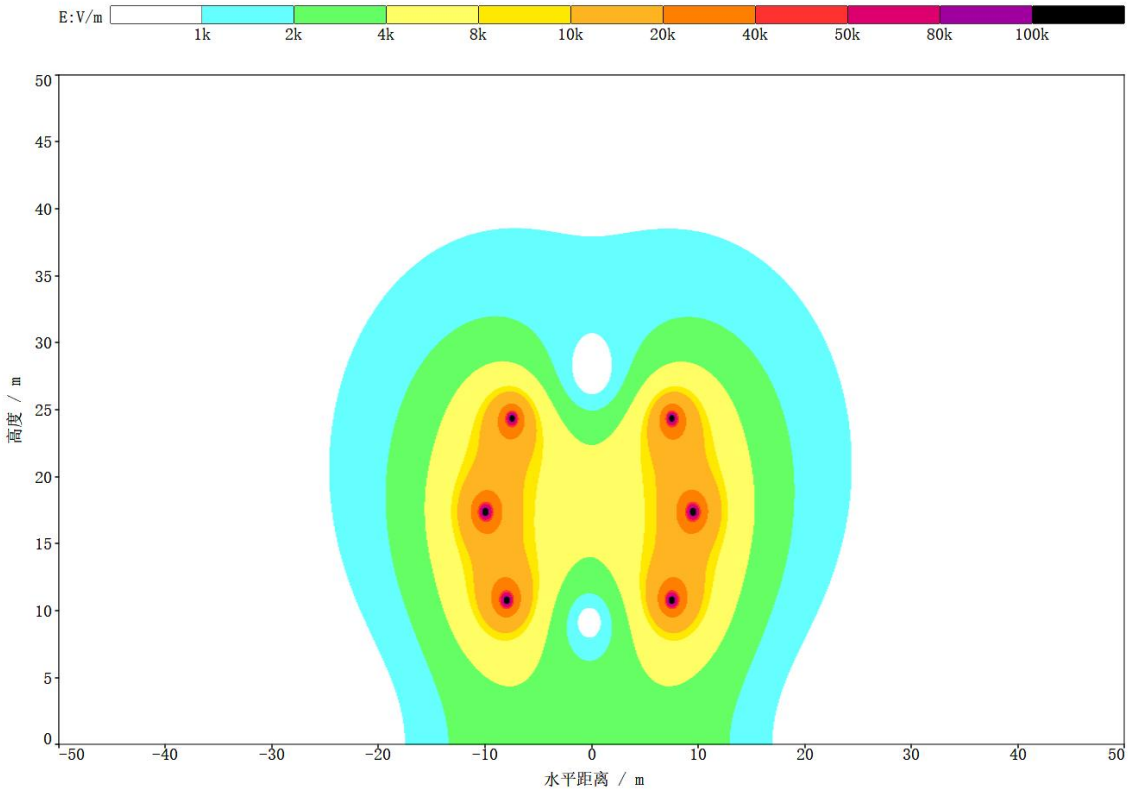


图 6.2-51　220kV 双回线路垂直排列（12.5m）最不利塔型塔型电场空间分布图

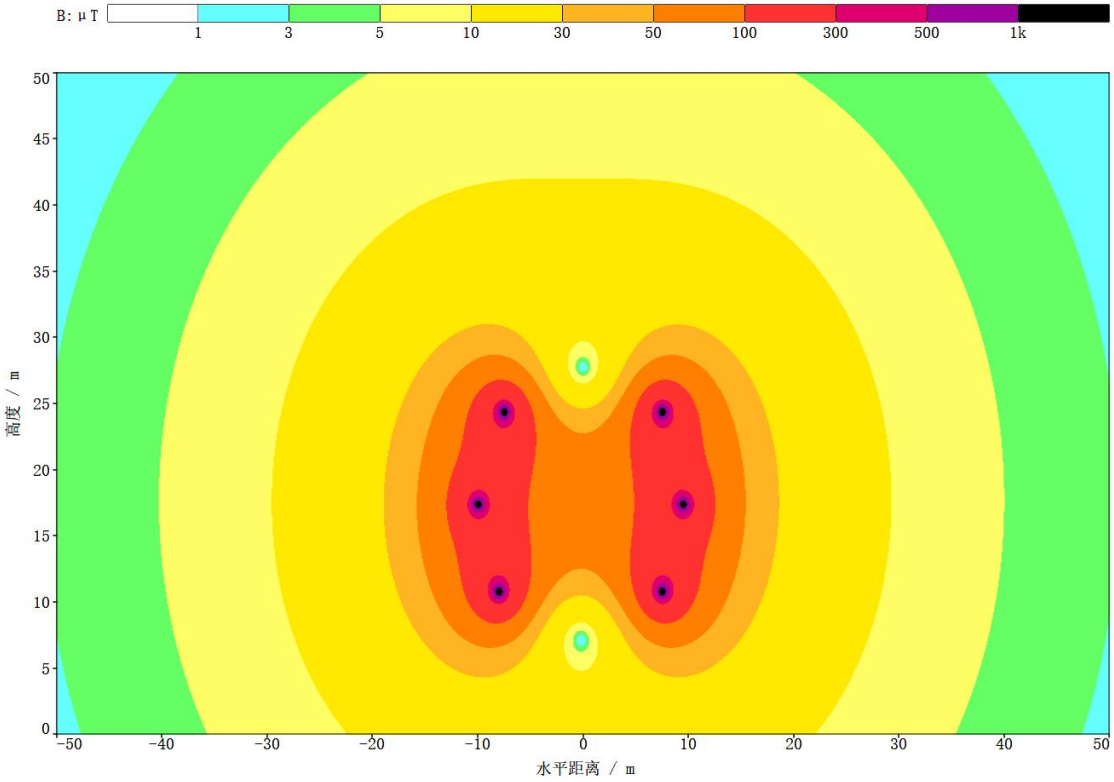


图 6.2-52　220kV 双回线路垂直排列（12.5m）最不利塔型磁场空间分布图

预测结果：

表 6.2-16　预测结果统计表

电压等级	排列方式	最不利塔型	导线离地高度（m）	预测高度（m）	最大预测结果			
					电场强度（kV/m）	距线路中心地面垂直投影水平距离	磁感应强度（μT）	距线路中心地面垂直投影水平距离
110kV	单回三角	V3-1C1Y4-Z4	6.0	1.5	2.454	-5	26.250	0
			7.0		1.868	-5	20.792	0
			10.2		0.941	-6	10.796	0
	双回垂直	1C2Z1-J4	6.0		2.675	-4	19.472	-5
			7.0		2.235	-3	15.660	-5
			10.2		1.497	0	9.653	3
220kV	单回三角	V3-2D1Y9-J3	6.5		6.838	-7	55.835	-5
			7.5		5.429	-8	45.844	-4
			12.5	1.5	1.234	-10	15.933	0
				4.5	1.454	--.0	23.271	-1
				7.5	2.118	-7.0	35.875	-1
	单回水平	2D1Y4-Z2	6.5	1.5	7.420	10	66.178	0
			12.5		1.983	12	27.813	0
	双回垂直	2D2Y5-JD	6.5		6.657	-7	40.715	-9
			12.5		2.661	6	16.200	9

6.2.3 电磁环境敏感目标预测结果

由于工频电场强度、工频磁感应强度均为矢量，在空间中，有合成、叠加、分解等多种情况，遵循平行四边形定则，而在现实情况中往往更加复杂，输电线路电磁场强度最大值一般出现在边导线下方，向两侧呈下降趋势，故本次选用每处敏感点距拟建线路边导线最近的一处保护目标进行预测。

本项目经过居民点线路有 110kV 单回三角、110kV 双回垂直、220kV 单回三角三种排列方式，经预测，项目线路环境保护目标受影响情况如下：

表 6.2-15　110kV 单回三角排列线路环境保护目标处的电磁预测结果

环境保护目标	距离中心线距离	塔型导线间距	预测高度	距离边导线距离	预测边导线距离	预测结果	
						E（kV/m）	B（μT）
中枢街道茶花社区赵家台子居民点①	16m	4.3m（V3-1C1 Y4-Z4 塔型最大间距）	1.5m	11.7	11	0.717	5.447
中枢街道茶花社区赵家台子居民点②	14m			9.7	9	0.853	6.652
中枢街道茶花社区中村居民点	27m			22.7	22	0.206	1.969
中枢街道茶花社区尉家村居民点	20m			15.7	15	0.458	3.645

表 6.2-16　110kV 双回垂直排列线路环境保护目标处的电磁预测结果

环境保护目标	距离中心线距离	塔型导线间距	预测高度	距离边导线距离	预测边导线距离	预测结果	
						E（kV/m）	B（μT）
芳华镇戚家山村新华村居民点①	16m	4.6m（1C2Z1-J4 塔型最大间距）	1.5m	11.4	11.0	0.533	7.261
芳华镇戚家山村新华村居民点②	16m			11.4	11.0	0.533	7.261
芳华镇戚家山村新华村居民点③	10m			5.4	5.0	1.281	9.529
芳华镇狮子口村新发村居民点①	12m			7.4	7.0	1.049	9.031
陆良星辉养殖场	10m			5.4	5.0	1.281	9.529

中枢街道中纪社区中所堡居民点	16m			11.4	11.0	0.533	7.261
中枢街道中纪社区育苗基地厂房	18m			13.4	13.0	0.333	6.313
中枢街道中纪社区纪家坡居民点①	16m			11.4	11.0	0.533	7.261
中枢街道中纪社区纪家坡居民点②	13m			13.4	13.0	0.333	6.313
中枢街道中纪社区纪家坡居民点③	26m			21.4	21.0	0.059	3.539
厂房 3	12m			7.4	7.0	1.049	9.031
中枢街道中纪社区黑龙村居民点②	11m			6.4	6.4	1.367	9.631
中枢街道中纪社区黑龙村居民点①	26m			21.4	21.0	0.059	3.539

表 6.2-17　220kV 单回三角排列线路环境保护目标处的电磁预测结果

环境保护目标	距离中心线距离	塔型导线间距	预测高度	距离边导线距离	预测边导线距离	预测结果	
						E（kV/m）	B（μT）
芳华镇田心里居民点①	15m	7.0m（V3-2D1 Y9-J3 塔型最大间距）	1.5m	8.0	8.0	1.184	13.773
芳华镇田心里居民点②	15m		1.5m	8.0	8.0	1.184	13.773
芳华镇田心里居民点③	27m		1.5m	20.0	20.0	0.689	6.455
芳华镇田心里居民点④	16m		1.5m	9.0	9.0	1.220	13.206
芳华镇田心里居民点⑤	15m		1.5m	8.0	8.0	1.184	13.773
芳华镇大芳华社区居民点①	25m		1.5m	18.0	18.0	0.803	7.353
			4.5m			0.827	8.789
芳华镇龙潭社区居民点①	15m		1.5m	8.0	8.0	1.184	13.773

芳华镇龙潭社区居民点①	16m		1.5m	9.0	9.0	1.220	13.206
板桥镇车马堡村岳计湾居民点①	21m		1.5m	14.0	14.0	1.045	9.525
板桥镇大桥社区小麦地沟居民点	34m		1.5m	27.0	27.0	0.396	4.195
芳华镇雍家村浮池村居民点	27m		1.5m	20.0	20.0	0.689	6.455
			4.5m			0.701	7.526
			7.5m			0.719	8.655
芳华镇大芳华社区居民点②	15m		1.5m	8.0	8.0	1.184	13.773
芳华镇大芳华社区居民点②	16m		1.5m	9.0	9.0	1.220	13.206
芳华镇芳华社区田心里居民点⑥	33m		1.5m	26.0	26.0	0.428	4.448
芳华镇芳华社区田心里居民点⑦	18m		1.5m	11.0	11.0	1.226	11.947
芳华镇龙潭社区居民点②	12m		1.5m	5.0	5.0	0.940	15.137
芳华镇龙潭社区居民点③	14m		1.5m	7.0	7.0	1.125	14.291
芳华镇龙潭社区居民点④	37m		1.5m	30.0	30.0	0.315	3.343
板桥镇车马堡村岳计湾居民点②	12m		1.5m	5.0	5.0	0.940	15.137
厂房 1	18m		1.5m	11.0	11.0	1.226	11.947
厂房 2	17m		1.5m	10.0	10.0	1.234	12.602
板桥镇车马堡村关麦地居民点	15m		1.5m	8m	8m	1.184	13.773

预测结果表明，项目投运后沿线环境敏感目标处电场强度在 0.105~2.979kV/m 之间，磁感应强度在 1.969~25.354μT 之间，分别满足 4kV/m、100μT 的公众曝露控制限值要求。

7 电磁环境控制措施

（1）做好设施的维护和运行管理，确保电磁环境影响满足《电磁环境控制限值》

（GB8702-2014）相关要求。

（2）在塔基和变电站危险位置设置各种警告、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。

8 电磁环境监测计划

根据项目的环境影响和环境管理要求，制定环境监测计划，环境监测计划的职责主要是测试、收集环境状况基本资料，整理、统计分析监测结果，上报本工程所在的县级至州级生态环境行政主管部门。由建设单位委托有资质的环境监测单位进行监测，具体的环境监测计划见表 8.1-1。

表 8.1-1　电磁监测计划及监测内容

监测因子		工频电场、工频磁场
监测点位	芳华变电站	①芳华变电站厂界外 5m 处分别设 1 个监测点位。
	输电线路	①线路起点、终点各监测 1 个点位； ②线路断面监测：新建线路 220kV 和 110kV 各设置 1 个断面进行监测。布置在线路导线距地高度最低处，线路中心的地面投影点为测试起点，垂直于线路方向进行，测点间距 5m，测至 50m 处。 ③环境敏感目标：新建线路 220kV、110kV 输电线路两侧 40m、30m 范围内居民保护目标处
监测频率		①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。
监测方法		根据《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）
执行标准		《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的工频电场强度≤4kV/m，磁感应强度≤100μT 限值要求。
应记录的工作条件		（1）时间、天气状况、温度和湿度 （2）设备名称、型号、工作状况 （3）监测依据 （4）监测时变电站和输电线路工况情况，如监测时主变、输电线路电流、电压大小等
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。

9 评价结论

9.1 220kV 芳华变电站工程

根据类比可行性分析，老山变电站运营期的电磁环境水平能够反映芳华变电站投运后的电磁环境影响水平。因此，可以预测芳华变电站建成投运后产生的工频电场强度、工频磁感应强度能分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的控制限值。

9.2 新建线路工程

（1）110kV 单回三角排列段采取最不利塔型 V3-1C1Y4-Z4 进行预测，导线最低对地高度 10.2m 时，地面上 1.5m 处的工频电场强度最大值为 0.941kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离-6m、6m 处），工频磁感应强度最大值为 10.796μT（距线路中心地面垂直投影水平距离 0m 处）。

（2）110kV 双回垂直（双边挂线）排列段采取最不利塔型 1C2Z1-J4 进行预测，导线最低对地高度 10.2m 时，地面上 1.5m 处的工频电场强度最大值为 1.497kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离 0m 处），工频磁感应强度最大值为 9.653μT（距线路中心地面垂直投影水平距离-3m、3m 处）。

（3）220kV 单回线路三角排列段采取最不利塔型 V3-2D1Y9-J3 进行预测，导线最低对地高度 12.5m 时，地面上 1.5m 处的工频电场强度最大值为 1.234kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离-10m 处），工频磁感应强度最大值为 15.933μT（距线路中心地面垂直投影水平距离 0m 处）；地面上 4.5m 处的工频电场强度最大值为 1.454kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离-9m 处），工频磁感应强度最大值为 23.271μT（距线路中心地面垂直投影水平距离-1m 处）；地面上 7.5m 处的工频电场强度最大值为 2.118kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离-7m 处），工频磁感应强度最大值为 35.875μT（距线路中心地面垂直投影水平距离-1m 处）。

（4）220kV 单回线路水平排列段采取最不利塔型 2D1Y4-Z2 进行预测，导线最低对地高度 12.5m 时，距地面 1.5m 高处的工频电场强度最大值为 1.983kV/m（距线路中心地面垂直投影水平距离-11m、11m 处），工频磁感应强度最大值为 27.813μT（距线路中心地面垂直投影水平距离 0m 处）。

（5）220kV 双回垂直（双边挂线）排列段采用最不利塔型 2D2Y5-JD 进行预测，导线最低对地高度 12.5m 时，距地面 1.5m 高处的工频电场强度最大值为 2.661kV/m（距

线路中心地面垂直投影水平距离-7m 处），工频磁感应强度最大值为 16.200μT（距线路中心地面垂直投影水平距离-10m 处）。

（6）项目全线均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应限值要求。

9.3 环境保护目标

项目投运后沿线环境敏感目标处电场强度在 0.105~2.979kV/m 之间，磁感应强度在 1.969~25.354μT 之间，分别满足 4kV/m、100μT 的公众曝露控制限值要求。

九、生态环境影响专项评价

1、概述

本项目能够优化本地区的电源结构，有助于节能减排，有良好的环境效益，有力推动我国“碳达峰、碳中和”发展目标进程，满足地区负荷发展需求，符合经济发展的需要，具有较好的社会效益和经济效益。

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）要求“进入生态敏感区时，应设生态专题评价，其评价等级、评价内容与格式按照本标准有关输变电建设项目生态影响评价要求进行。”

本项目涉及的生态敏感区主要为生态保护红线，根据陆良县自然资源局出具的“关于 220kV 芳华（大马路）输变电工程查询情况说明”，涉及占用生态保护红线的有 23 座塔基点位。其中涉及架空线路穿越生态保护红线约 7971.4m，无塔基位于自然保护区内，不占用自然保护区面积。

评价单位成立生态环境评价项目专题组，并于 2025 年 4 月 1 日-4 月 8 日深入生态保护红线范围内现场调研，完成了编制生态环境影响评价报告的前期工作，并结合项目的特点、性质、建设规模和环境状况，以《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）、《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）等为依据，编制了《220kV 芳华（大马路）生态影响专题评价》。

本专题对项目所在区域的生态环境现状、评价区内生态保护红线现状进行了调查，预测和分析评价了本项目建成后产生对生态环境的影响，从生态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 评价依据

1、法律法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月修订，2015 年 1 月 1 日起施行）；

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

（3）《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日修订通过，自 2020 年 7 月 1 日起施行）；

（4）国务院令第 666 号《中华人民共和国森林法实施条例》（2016 年 2 月 6 日第二次修订实施）；

（5）《中华人民共和国野生动物保护法》（2016 年 7 月 2 日修订，2018 年 10 月第三次修正）；

（6）国务院令第 204 号《中华人民共和国野生植物保护条例》（1997 年 1 月 1 日起施行，2017 年 10 月 7 日修订）；

（7）中共中央办公厅、国务院办公厅厅字〔2017〕2 号《印发〈关于划定并严守生态保护红线的若干意见〉的通知》；

（8）中共中央办公厅、国务院办公厅厅字〔2019〕48 号《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》。

2、部委规章及规范性文件

（1）生态环境部（生态环境部令第9号）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》；

（2）生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（2021 年 1 月 1 日起施行）；

（3）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2024 年 2 月 1 日起施行；

（4）原环境保护部环发〔2012〕98 号《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》；

（5）原环境保护部环办〔2012〕131 号《关于进一步加强输变电类建设项目环境保护监管工作的通知》；

（6）《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》（生态

环境部关于印发《建设项目环境影响报告表》内容、格式及编制技术指南的通知（环办环评〔2020〕33 号），生态环境部办公厅 2020 年 12 月 24 日印发）；

（7）原环境保护部环发〔2015〕163 号《建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）》；

（8）原环境保护部环环评〔2016〕150 号《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》；

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

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

（11）《国家重点保护野生植物名录》（2021 年版）；

（12）《国家重点保护野生动物名录》（2021 年版）。

3、地方性法规及规划

（1）《云南省生态环境保护条例》（2024 年 11 月 1 日起施行）；

（2）《云南省珍贵树种保护条例》（2002 年 1 月 21 日起施行）；

（3）《云南省陆生野生动物保护条例》（1997 年 1 月 1 日起施行，2014 年 7 月 27 日第二次修正）；

（4）《云南省森林条例》（2003 年 2 月 1 日起施行，2018 年 11 月 29 日第二次修正）；

（5）《云南省林地管理办法》（2018 年 5 月 14 日修订，自 2018 年 9 月 1 日起施行）；

（6）《云南省林地管理条例》（自 2010 年 10 月 1 日起施行）；

（7）《云南省建设项目环境保护管理规定》（2002 年 1 月 1 日起施行）；

（8）《云南省电力设施保护条例》（2024 年 12 月修订）；

（9）《云南省生物多样性保护条例》（2019 年 1 月 1 日起施行）；

（10）《云南省重点保护野生植物名录》（2023 年第 11 号）

（11）《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023 年第 9 号）

（12）《云南省古树名木名录》（2022 年）

（13）《云南省水功能区划（2014 年修订）》（云南省水利厅，2015 年 8 月）；

（14）《云南省环境保护厅转发环境保护部〈关于进一步加强输变电类建设项目环境保护监管工作的通知〉的通知》（云环发〔2013〕48 号）；

（15）《云南省生态环境建设规划》（云政发〔2000〕74 号）；

（16）《云南省人民政府关于加强环境保护重点工作的意见》（云政发〔2012〕86 号）；

（17）《云南省人民政府关于发布云南省生态保护红线的通知》（云政发〔2018〕32 号）；

（18）《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）；

（19）云南省人民政府办公厅云政发〔2020〕29 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》；

（20）《曲靖市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（2023 年更新）。

4、环境影响评价技术导则、环境保护标准及技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则　总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；

（3）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

（4）《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》（HJ 710.1-2014）；

（5）《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ 710.3-2014）；

（6）《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ 710.4-2014）；

（7）《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ 710.5-2014）；

（8）《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ 710.6-2014）；

（9）《云南省环境影响评价维管植物及植被现状调查技术要求（试行）》（云环发〔2022〕34 号）。

（10）《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）；

（11）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）。

2.2 生态环境影响识别及评价因子筛选

根据同类型项目的调查经验，输变电类型的项目对生态环境的影响分施工期和运行期两个时段进行评价，特点主要为：施工期影响较大，运行期影响较小。

工程建设对生态环境的影响主要表现在以下几个方面：

（1）项目施工过程中，塔基 4 个塔脚处及变电站需要永久占地，从而使局部地表状态及场地地表植被发生改变，对局部生态造成不同程度影响，具有不可逆性。

（2）施工过程中杆塔的现场组立及牵张放线需占用临时用地，因施工需要会新修部分临时道路，工程材料、土石方的临时堆放也会占用少量场地。这些临时占地将使区域地表状态及地表植被遭到短期破坏，导致生产力下降和生物量损失。对区域生态造成不同程度影响，但具有可逆性。

（3）输电线路塔基施工需进行挖方、填方等活动，会对附近原生地貌和植被造成一定程度破坏，降低覆盖度，可能形成裸露疏松表土，导致土壤侵蚀，加剧土壤侵蚀与水土流失，及时实施植被恢复，则影响具有可逆性。

（4）施工期间，施工人员出入现场、运输车辆来往、施工机械运行等活动会对施工场地周边觅食、停留的动物产生干扰，有可能限制其活动区域、觅食范围、栖息空间等。但影响是短暂的，施工结束人员撤离后，影响可消除。

（5）输电线路运行期的运行维护活动主要为线路例行安全巡检，巡检人员主要沿已有道路活动，对线路周边生态环境基本不产生影响。塔基建立后，会造成景观体系组成发生变化。

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）附录 A，对生态评价因子筛选如下。

表 2.2-1　生态影响评价因子筛选表

评价阶段	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	线路施工时杆塔的永久占地及牵张场等临时占地，都会损坏沿线植被，塔基永久占地处需砍伐树木，种群数量有所减少，但影响不大，直接影响；	可逆	弱
	生物群落	物种组成、群落结构等	塔基处树木被砍伐，但砍伐的树木为当地分布较广的树种，不会改变物种组成和群落结构，直接影响；	可逆	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	塔基永久占地处被砍伐的树木均为当地分布较广的树种，不会改变物种优势度，生物多样性能够维持现状，直接影响；	可逆	弱
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	塔基处树木被砍伐，但砍伐的树木为当地分布较广的树种，不会改变物种组成和群落结构，塔基占用生态保护红线，占地面积小，总体影响较小，不会改变原有生态环境功能，直接影响；	可逆	弱

运营期	自然景观	景观多样性、完整性等	会造成景观体系组成发生变化，直接影响。	不可逆	弱

2.3 评价等级和范围

1、评价等级

表 2.3-1　生态评价等级判定

判定依据	内容	判定分析	评价等级
一、确定原则	a）涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；	本项目不涉及	/
	b）涉及自然公园时，评价等级为二级；	本项目不涉及	/
	c）涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；	本项目线路长 7971.4m 以架空形式穿越生态保护红线，23 座塔基占用生态保护红线。	二级
	d）根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；	本项目不涉及	/
	e）根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；	项目区域地下水水位较深，项目埋深不大，施工中无隧洞穿越等影响地下水水位的施工行为	/
	f）当工程占地规模大于 20km^2 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；	本项目占地规模小于 20km^2。	三级
	g）除本条 a）、b）、c）、d）、e）、f）以外的情况，评价等级为三级；	/	/
	f）以外的情况，评价等级为三级；	本项目除生态保护红线外，评价等级为三级。	三级
	h）当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级；	本项目不涉及该项。	/
二、其他	1）建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时，可适当上调评价等级。	本项目不涉及该项。	/
	2）建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。	本项目不涉及该项。	/
	3）在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级	本项目不涉及该项。	/
	4）线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、	本项目不涉及该项。	/

	临时占地时，评价等级可下调一级。		
	5）涉海工程评价等级判定参照 GB/T19485。	本项目不涉及该项。	/
	6）符合生态环境分区管控要求且位于原厂界（或永久用地）范围内的污染影响类改扩建项目，位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可不确定评价等级，直接进行生态影响简单分析。	本项目不涉及该项。	/

综上，本项目占地范围不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、自然公园，不涉及重要生境；项目建设不会导致土地利用类型明显改变，项目不涉及明显改变水文情势的工程。项目部分线路涉及跨越生态保护红线，根据生态导则涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级，故生态评价等级为二级。

2、评价范围

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），结合《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），确定本项目评价范围是：拟建线路穿越生态保护红线、自然保护区段，以线路边导线地面投影外两侧各 1000m 的带状区域作为评价范围，穿越非生态敏感区时，以线路边导线地面投影外两侧各 300m 的带状区域作为评价范围，变电站外 500m 区域作为评价范围，评价区总面积 4636.8hm^2。

2.4 生态环境保护目标

本工程生态环境保护目标见表 2.4-1 所示。

表 2.4-1　生态环境保护目标一览表

类别	保护对象	影响方式	影响途径
自然植被	云南松-芒种花-滇大蓟群落、华山松-火棘-野拔子群落、火棘+马桑-白茅群落、金花小檗-白茅群落、白刺花-密毛蕨群落、含云南松、铁仔的白健秆群落、含云南松、火棘的白茅群落，共计 3 个植被型，3 个植被亚型，7 个群系。	直接影响	工程建设将会直接破坏部分自然植被
		间接影响	存在发生森林火灾、被砍伐的风险
野生植物	评价区共有维管植物 454 种（包括种下等级），隶属于 90 科 310 属。其中，蕨类植物 9 科 12 属 19 种；裸子植物 3 科 6 属 7 种；被子植物 78 科 292 属 428 种，其中双子叶植物 65 科 223 属 315 种，单子叶植物 13 科 69 属 113 种。未发现国家重点野生保护植物和云南省级重点保护植物，亦未发现有古树名木，仅有少量中国特有、云南特有植物分布，未见狭域特有植物分布。	直接影响	工程建设将会直接破坏部分野生植物
陆生野生动物	陆生野生脊椎动物有 106 种，隶属于 18 目 44 科。其中两栖类有 1 目 4 科 4 种，爬行类有 2 目 4 科 7 种，鸟类有 8 目 26 科 76 种，兽类共有 7 目 10 科 19 种。	直接影响	工程建设将会直接破坏部分栖息地
		间接影响	存在被捕猎的风险
	国家二级重点保护野生动物：松雀鹰、普通鵟、红隼、雕	直接影响	工程建设将会直接破

	鹗和白腹锦鸡 5 种。		坏部分栖息地
		间接影响	存在被捕猎的风险
生态保护红线	线路跨越生态保护红线约 7971.4m。临时占地约 0.115hm^2，永久占地约 92m^2（23 座塔基四个基脚占地，每座塔基永久占地 4m^2）	间接影响	存在生态红线内植被及动植物被破坏的风险；

3、评价区陆生生态环境现状调查与评价

3.1 陆生植被及植物多样性调查

1、植被植物调查方法

陆生植物调查包括实地调查、访问调查、查阅相关资料、GPS 及无人机地面类型取样等方法。

（1）实地调查

遵循典型性、全面性原则选择调查样方，每个群系选取至少 3 个样方，阔叶林样方面积为 20m×20m，针叶林样方面积为 20m×20m，灌丛草丛样方面积为 10m×10m。现场调查设置植被样方，经过整理分析，确定较典型的样方 21 个，满足《环境影响评价技术导则　生态影响》（HJ19-2022）相关要求，见附录 2 样方调查表。

（2）访问调查

在项目评价区所在区域通过对当地居民进行访问和座谈，通过与当地林业部门的有关同志进行交谈，了解当地植被的演变、植物主要为保护植物等的分布等情况。

（3）查阅相关资料

比照相应的地理纬度和海拔，对照项目评价区所在区域的有关科学研究和野外调查资料，核查和收集相关资料。

（4）GPS 及无人机地面类型取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型初图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下详细记录：①海拔表读出测点的海拔值和经纬度；②记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度等；③记录样点优势植物以及观察动物的活动的情况；④拍摄典型植被外貌与结构特征。

（5）统计分析

根据野外调查样方资料，分析样方数据。根据样方调查资料、野外照片资料及评价区卫星地图等，按照《云南植被》的分类体系，以及土地利用类型的分类体系，确定评价区植被类型体系和土地利用类型，统计各类型的面积。评价区海拔在 1830~2671m 之间，海拔落差较小。

（5）调查时间

评价区现状调查时间为2025年4月1日-4月8日，项目组对线路工程范围及周边区域进行实地调查，记录各工程区及周边生境、植被类型及特点，多点拍照，以作为分析各工程区占用的植被类型的依据。

2、植被区划

根据《云南植被》对云南植被进行的区划，评价区属于II亚热带常绿阔叶林区域—IIA 西部(半湿润)常绿阔叶林亚区域—IIAii高原亚热带北部常绿阔叶林地带—IIAii-1滇中、滇东高原半湿润常绿阔叶林、云南松林区—IIAii-1a滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区。

3、主要植被类型

根据《中国植被》确定的植物群落学——生态学原则，即根据植物种类的组成、群落结构以及对环境条件的适应关系等，将评价区的植物群落划分为不同的植被类型。主要植被群落分类见下表。

表3.1-1　评价区的植被类型和面积表

植被属性	植被型	植被亚型	群系	面积/hm²	比例/%	永久占地面积/hm²	临时占地面积/hm²
自然植被	I.针叶林	(I)暖温性针叶林	一、云南松群系	130.14	2.81	10.9	6.41
			二、华山松群系				
	II.灌丛	(II)干热灌丛	三、火棘+马桑群系	335.52	7.24	28.1	16.53
			四、白刺花群系				
			五、金花小檗群系				
	III.稀树灌草丛	(III)暖温性稀树灌草丛	六、白健秆群系	1540.26	33.22	129.03	75.9
			七、白茅群系				
人工植被	IV.阔叶林	(IV)常绿阔叶林	八、蓝桉群系	42.66	0.92	3.57	2.1
	V.农田	(V)旱地	九、玉米、马铃薯、蔬菜等	2437.2	52.56	204.17	120.1
		(VI)水田	十、水稻				
注：表中未包括住宅用地和其他建筑用地122.85hm²，占评价区面积的2.65%；水库坑塘28.17hm²，占评价区面积的0.61%。							

根据上述植被分类系统表，项目区域的植被可划分为5个植被型，6个植被亚型，10个群系，其中自然植被划分为3个植被型，3个植被亚型，7个群系。人工植被有常绿阔叶林、旱地、水田3个亚型。

评价区内天然植被种类数量一般，植被型和植被亚型较少，群系相对较多；人工植被以耕地为主，包括水田和旱地。评价区内自然植被类型的多样性不高，针叶林、灌丛

和灌草丛植被类型单一，森林景观特征明显。针叶林以云南松-芒种花-滇大蓟群落（Form. Pinus yunnanensis-Hypericum acmosepalum-Cirsium chlorolepis）为主，还分布有华山松-火棘-野拔子群落（Form. Pinus armandi-Pyracantha fortuneana-Elsholtzia rugulosa），灌丛为干热灌丛植被亚型，调查到 3 种类型，分别为火棘+马桑-白茅群落（Form. Pyracantha fortuneana+Coriaria napalensis-Imperata cylindrica var. major）、白刺花-密毛蕨群落（Form. Sophora davidii-Pteridium revolutum）、金花小檗-白茅群落（Form. Berberis wilsoniae-Imperata cylindrica var. major）。稀树灌草丛有 2 种：含云南松、铁仔的白健秆群落（Form. Eulalia pallens）和含云南松、火棘的白茅群落（Form. Imperata cylindrica var. major）。农业植被主要以玉米（Form. Zea mays）、马铃薯（Form. Solanum tuberosum）等农作物和蔬菜为主，农田多为旱地，水田少。另有零星蓝桉林（Form. Eucalyptus globulus）分布。

一、云南松群落

该群落在评价区各地广泛分布，群落高约 5-9m，总盖度约 60%-80%，可以分为乔木层、灌木层和草本层。乔木层高约 5-10m，层盖度约 50%-75%，以云南松 *Pinus yunnanensis* 为单优势种，偶见尼泊尔桤木 *Alnus nepalensis*、蓝桉 *Eucalyptus globulus* 等。灌木层高约 1-2m，层盖度约 25%-35%，主要有芒种花 *Hypericum acmosepalum*、铁仔 *Myrsine africana*、矮杨梅 *Myrica nana*、火棘 *Pyracantha fortuneana*、鸡嗉子果 *Cornus capitata*、滇榛 *Corylus yunnanensis*、地石榴 *Ficus tikoua*、小梾木 *Swida paucinervis*、野扇花 *Sarcococca ruscifolia*、三花悬钩子 *Rubus trianthus*、白牛筋 *Dichotomanthus tristaniaecarpa* 等。

草本层高约 0.4-1.2m，层盖度约 20%-30%，主要有珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、钻叶火绒草 *Leontopodium subulatum*、滇大蓟 *Cirsium chlorolepis*、杏叶防风 *Pimpinella candolleana*、密毛蕨 *Pteridium revolutum*、蜜蜂花 *Melissa axillaris*、细柄草 *Capillipedium parviflorum*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、白茅 *Imperata cylindrica* var. *major*、西南委陵菜 *Potentilla lineata*、皱叶狗尾草 *Setaria plicata*、川续断 *Dipsacus asperoides*、双穗雀稗 *Paspalum distichum*、野把子 *Elsholtzia rugulosa*、鬼针草 *Bidens pilosa*、画眉草 *Eragrostis pilosa* 等。

二、华山松群落

华山松群落在评价区各地广泛分布，常与云南松林交错分布。群落高约 5-10m，总

盖度约 65%-85%。群落可以分为乔木层、灌木层和草本层。乔木层高 5-10m，层盖度约 70%-85%，以华山松 *Pinus armandi* 为单优势种，偶见云南松、鸡嗉子果、尼泊尔桤木等。

灌木层高约 1-3m，层盖度约 20%-30%，主要有火棘、米饭花 *Vaccinium sprengelii*、铁仔、矮杨梅、清香木 *Pistacia weinmannifolia*、盐肤木 *Rhus chinensis*、小叶栒子 *Cotoneaster microphyllus*、小雀花 *Campylotropis polyantha*、滇榛 *Corylus yunnanensis*、竹叶椒 *Zanthoxylum armatum*、马桑 *Vaccinium fragile*、水红木 *Viburnum cylindricum*、地石榴、乌鸦果 *Vaccinium fragile*、密蒙花 *Buddleja officinalis*、马醉木 *Pieris formosa*、臭荚蒾 *Viburnum foetidum* 等。

草本层高约 0.3-1.5m，层盖度约 10%-20%，主要有密毛蕨、野拔子 *Elsholtzia rugulosa*、沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*、香茶菜 *Isodon eriocalyx*、紫金标 *Ceratostigma minus*、崖爬藤 *Parthenocissus tricuspidata*、砖子苗 *Mariscus sumatrensis*、铁叶菝葜 *Smilax lunglingensis*、丛毛羊胡子草 *Erioscirpus comosum*、小叶荩草 *Arthraxon lancifolius*、硬秆子草 *Capillipedium assimile*、鬼针草 *Bidens pilosa*、珠光香青、钻叶火绒草、小龙胆 *Gentiana heterostemon*、云南兔耳风 *Ainsliaea yunnanensis*、杏叶防风等。

三、火棘+马桑群落

该群落在评价区各地广泛分布，主要见于评价区内的山脊沿线及周边山坡，属原生植被遭砍伐破坏后萌发形成的次生灌丛。该群落分布区内土层瘠薄，生境干燥，植物群落生长缓慢，呈灌丛状。通常群落高约 2-3m，总盖度约 70%-90%。群落可以分为灌木层和草本层。

灌木层盖度约 40%-60%，以火棘、马桑 *Coriaria napalensis* 为共优种，另外常见物种有西南栒子 *Cotoneaster franchetii*、芒种花 *Hypericum acmosepalum*、铁仔 *Myrsine africana*、竹叶椒 *Zanthoxylum armatum*、粉叶小蘖 *Berberis pruinosa*、三点金 *Desmodium triflorum*、碎米花杜鹃 *Rhododendron speciferum*、黄泡 *Rubus obcordatus* 等。

草本层高约 0.3-0.6m，层盖度约 10%-30%，主要有白茅 *Imperata cylindrica* var. *major*、钻叶火绒草、硬秆子草、密毛蕨、黄背草 *Themeda triandra*、细柄草 *Capillipedium parviflorum*、珠光香青 *Anaphalis margaritacea*、香附子 *Cyperus rotundus*、西南委陵菜 *Potentilla lineata*、皱叶狗尾草 *Setaria plicata*、白健秆 *Eulalia pallens*、狗牙根 *Cynodon dactylon*、沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*、云南粘山药 *Dioscorea yunnanensis*、鬼针草 *Bidens*

bipinnata、刺菝葜 *Smilax ferox*、四叶葎 *Galium bungei*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora* 等。

四、白刺花-密毛蕨群落

该群落分布面积较小，呈块状分布。该群落是暖性石灰岩灌丛，群落可分为灌木层和草本层。灌木层高约 2.6m，层盖度约 35%，以白刺花 *Sophora davidii* 为优势种，其它伴生种类有马醉木 *Pieris formosa*、薄叶鼠李 *Rhamnus leptophyllus*、火棘、铁仔、竹叶椒、滇榛、云南地桃花 *Urena lobata*、小果蔷薇 *Rosa cymosa*、三点金等。

草本层高约 0.5m，层盖度约 40%，主要有密毛蕨、黄背草 *Themeda triandra*、皱叶狗尾草、野拔子、扭黄茅 *Heteropogon contortus*、戟叶火绒草、长托菝葜 *Smilax ferox*、蒲公英 *Taraxacum mongolicum*、挖耳草 *Carpesium cernuum*、一把伞南星 *Arisaema erubescens*、小叶荩草、西南委陵菜、白茅、珠光香青、白健杆 *Eulalia pallens*、毛萼香茶菜 *Rabdosia eriocalyx*、青蒿 *Artemisia carvifolia*、珍珠菜 *Lysimachia clethroides*、匍匐风轮菜 *Clinopodium repens*、莎草砖子苗 *Mariscus cyperinus*、云南粘山药 *Dioscorea yunnanensis*、猪殃殃 *Galium aparine*、旱茅 *Eremopogon delavayi*、细柄草等。

五、金花小檗-白茅群落

该群落在评价区各地零星分布，多见于山脊沿线及周边山坡，常与火棘群落交错分布。该群落属石灰岩灌丛，由于分布区土层瘠薄，多呈灌丛状。群落高约 1-2m，总盖度约 30%-40%，可以分为灌木层和草本层。

灌木层高约 0.5-1m，层盖度约 15%-25%，以金花小檗 *Berberis wilsoniae* 为优势，另外常见小叶栒子、火棘、马桑、粉叶小檗 *Berberis pruinosa* 等。

草本层高约 0.4-0.7m，层盖度约 5%-15%，主要有白茅、皱叶狗尾草、刚莠竹 *Microstegium ciliatum*、白酒草 *Eschenbachia japonica*、钝萼铁线莲 *Clematis peterae*、蔗茅 *Saccharum rufipilum*、甘青蒿 *Artemisia tangutica*、箭竹 *Sinarundinaria nitida*、一把伞南星、小叶荩草、香青 *Anaphalis sinica*、密毛蕨、砖子苗 *Cyperus cyperoides*、扭黄茅、长托菝葜 *Smilax ferox*、戟叶酸模 *Rumex hastatus* 等。

六、云南松、铁仔的白健秆群落

该群落乔木层稀疏，仅有零星云南松分布，为云南松林破坏后的产物。灌木层盖度 5-8%，高约 1m，物种组成为滇榛、西南栒子、火棘、小梾木、黄泡、小雀花、铁仔、石山羊蹄甲 *Bauhinia comosa*、乌鸦果等。

群落以草本层为优势层，多为中草草丛，一般高 0.5-2m，经常放牧处草丛高 10-35cm，盖度约 70-90%，主要由白健秆、紫茎泽兰、钻叶火绒草、硬秆子草、旱茅、小叶荩草、云南兔儿风 *Ainsliaea yunnanensis*、皱叶狗尾草、刺芒野古草、野拔子、杏叶防风、甘青蒿、西南委陵等草本植物组成。

七、含云南松、铁仔的白健秆群落

该群落乔木层仅有零星云南松分布，盖度仅 5-8%左右。灌木层盖度约 5%，高约 1m，物种组成为火棘、白刺花、黄泡、芒种花、铁仔、铁扫帚 *Lespedeza juncea*、乌鸦果等。

群落以草本层为优势层，高约 0.4-2m，盖度约 70%-90%，草本层以白茅为优势种。密毛蕨、甘青蒿 *Artemisia tangutica*、金银花 *Lonicera japonica*、野老鹳草 *Geranium carolinianum*、旱茅、小叶荩草、凤尾蕨 *Pteris cretica*、皱叶狗尾草、飞扬草 *Euphobia hirta*、普通铁线蕨 *Adiantum edgeworthii*、野拔子、头花蓼 *Polygonum capitatum* 等物种较为常见。

八、人工植被

评价区内有大量人工植被，主要为农田植被。其中耕地以旱地为主，主要种植玉米、马铃薯及各类蔬菜等。项目区还分布有一定面积的蓝桉林。

4、植被分布特征

由于评价区域广泛分布着各类碳酸盐类岩石，喀斯特发育典型。在亚热带水热条件下，喀斯特地区的土壤多发育成典型的石灰土（包括黑色石灰土、黄色石灰土以及由石灰土发育形成的各种耕作土）。受地质地貌条件和土壤环境的影响，区内发育了以适应喀斯特钙质土生态环境的喀斯特植被类型，如粉背黄栌、白刺花、马桑等为主的灌丛在评价区域分布比较普遍。而由于砂页岩等碎屑岩石常常与碳酸岩交错分布，典型的酸性土壤（黄壤、红壤、黄红壤、黄棕壤）植物群落，如云南松林比较常见，其不但分布在碎屑岩酸性土壤上，同时也分布在碳酸岩老风化壳发育形成的厚层土壤上，反映出喀斯特植被与酸性土植被两大系列植被类型在本区并重的植被特征。

（1）植被的次生性较明显

根据《云南植被》对植被的区划结果，该评价区属于滇中高原盆谷滇青冈林、元江栲林、云南松林亚区，根据调查结果，评价区植被现状多为灌丛及草丛等次生性植被，如粉背黄栌、白刺花灌丛等。同时，植被明显的次生性，包括针叶林、灌丛及灌草丛在评价区域的广泛分布，致使区内植被生态效应的有效性、生物物种的多样性及植被生物

量的丰富程度都受到一定的影响。

（2）森林植被较为缺乏，质量欠佳且分布不均

由于自然和人为的种种原因，评价区的森林植被较为贫乏。本区除森林面积少、森林覆盖率低外，由于森林多为中幼龄林，因此森林蓄积量也较低。而且由于自然环境因素和人为活动的影响，森林发育较差，所以目前保存的森林也多为近十余年成长起来的中幼龄林，森林群落结构简单，郁闭度低，生物量及生产力较低，因此，森林植被的生态效应较差。不少地区由于缺乏森林植被的保护，水土流失严重，基岩大面积裸露的石山、半石山较为普遍，生态环境日趋恶化。这一植被特征要求拟建输变电工程建设中，需注意保护现有森林植被，并在工程施工的同时，采取有效措施促进森林植被的恢复，可以充分利用区内现存植被中灌丛、灌草丛植被分布较多的特点，加强人工封闭或人工促进措施，做好封山育林工作，使灌丛植被尽快地向森林植被演替。

（3）农田植被分布广泛

农田植被在评价区占明显优势。大面积的农田植被对于解决区内人口的粮食、蔬菜等起到了重要作用，但是由于不少旱地是在河谷斜坡和丘陵山地的斜坡面上开垦出来的，这种坡耕旱地在人类长期的翻耕种植下，会加速土壤的侵蚀，使山区生态环境进一步退化。

5、植物种类

通过野外考察、室内标本整理鉴定以及相关文献资料查阅，评价区共有维管植物 454 种（包括种下等级），隶属于 90 科 454 属（见表 3.1-2）。其中，蕨类植物 9 科 12 属 19 种；裸子植物 3 科 6 属 7 种；被子植物 78 科 292 属 428 种，其中双子叶植物 65 科 223 属 315 种，单子叶植物 13 科 69 属 113 种（植物名录见附录 1）。

表 3.1-2 评价区植物种类统计表

植物类型		科	属	种
蕨类植物		9	12	19
种子植物	裸子植物	3	6	7
	被子植物	78	292	428
合计		90	310	454

6、区系特征

根据陆树刚（2004，2027）对蕨类植物属地理分布，评价区的蕨类植物共有 12 属，蕨类植物属分为有 4 种分布区类型。其中属于世界分布的有 7 属，分别为石松属 Lycopodium、扁枝石松属 Diphasiastrum、卷柏属 Selaginella、木贼属 Equisetum、蕨属

Pteridium、铁线蕨属 Adiantum、蹄盖蕨属 Athyrium，占 58.3%；属于泛热带分布的有 3 个，分别为凤尾蕨属 Pteris、金粉蕨属 Onychium、短肠蕨属 Allantodia，占 25%；属于热带亚洲至热带非洲分布的有 1 个属（瓦韦属 Lepisorus）；属于东亚分布的 1 种（多足蕨属 Polypodium）。

蕨类植物属的地理成分中，热带成分共有 4 个属，占总属数的 33.3%，温带成分共仅有 1 个属，占总属数的 8.3%，世界分布占 58.3%。由此可见，评价区的蕨类植物的区系以世界分布类型最为优势。

据统计分析，评价区种子植物属的地理成分有 14 个类型（见表 3.1-3）。

综上所述，评价区内植物区系具有一定的次生性，且以温带性质占优势。

表 3.1-3　影响评价区种子植物属的分布区类型

地理成分	属数	占比（%）
1. 世界分布	43	14.43
2. 泛热带分布	56	18.79
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	14	4.70
4. 旧世界热带分布	19	6.38
5. 热带亚洲和热带大洋洲分布	6	2.01
6. 热带亚洲和热带非洲分布	11	3.69
7. 热带亚洲分布	13	4.36
热带合计（2-7）	119	39.93
8. 北温带分布	61	20.47
9. 东亚和北美间断分布	18	6.04
10. 旧世界温带分布	28	9.40
11. 温带亚洲分布	5	1.68
12. 地中海、西亚至中亚分布	4	1.34
14. 东亚分布	16	5.37
15. 中国特有分布	4	1.34
温带合计（8-15）	136	45.64
总　计	298	100.00

7、外来入侵植物

在评价区476种维管植物中，外来入侵植物有土荆芥（*Chenopodium ambrosioides*）、喜旱莲子草（*Alternanthera philoxeroides*）、红花酢浆草（*Oxalis corymbosa*）、苘麻（*Abutilon theophrasti*）、决明（*Cassia tora*）、含羞叶决明（*Cassia mimosoides*）、白车轴草（*Trifolium repens*）、紫茎泽兰（*Ageratina adenophora*）、藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）、白花鬼针草（*Bidens pilosa*）、

小白酒草（*Conyza canadensis*）、苏门白酒草（*Conyza sumatrensis*）、革命菜（*Crassocephalum crepidoides*）、辣子草（*Galinsoga parviflora*）、假酸浆（*Nicandra physaloides*）、喀西茄（*Solanum khasianum*）、灯笼果（*Physalis peruviana*）、园叶牵牛（*Pharbitis purpurea*）共计18种。

在 18 种外来入侵植物中陆生生态系统危害较严重的是紫茎泽兰（*Ageratina adenophora*）、白花鬼针草（*Bidens pilosa*）、土荆芥（*Chenopodium ambrosioides*）3 种，水生生态系统危害较严重的是喜旱莲子草（*Alternanthera philoxeroides*）。

3.2 陆生动物多样性调查

1、动物区系

根据《中国动物地理》（张荣祖科学出版社，2011 年），工程影响评价区动物区划属于东洋界—华中区—西部山地高原亚区—贵州高原省—亚热带常绿阔叶林灌-农田动物群。

2、动物物种多样性

根据工程特点，选择典型生境，采用样线法、样方法对影响评价区内的陆生脊椎动物进行了专项调查，并在沿线村庄及项目所在区域的林业部门进行了座谈访问，在此基础上查阅并参考《中国两栖动物图鉴》（费梁，1999 年）、《中国动物志（两栖纲）》（科学出版社，2009 年）、《中国爬行动物图鉴》（中国野生动物保护协会，2002 年）、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》（赵尔宓等，2000 年）、《中国鸟类分类与分布名录（第三版）》（郑光美，2017 年）、《中国兽类野外手册》（湖南教育出版社，2009 年）、《中国脊椎动物红色名录》（Biodiversity Science，2016 年）、《中国哺乳动物多样性编目(第 2 版)》（蒋志刚等人，2017 年）等著作以及关于本地区脊椎动物类的相关文献资料《云南两栖爬行类》、《云南鸟类志》等对影响评价区的动物资源现状得出综合结论。

为表示各类动物种类数量的丰富度，采用数量等级方法：对某动物种群在单位面积内其数量占所调查动物总数的 10%以上，用“+++”表示，该种群为当地优势种；对某动物种群占调查总数的 1~10%，用“++”表示，该动物种为当地普通种；对某动物种群占调查总数的 1%以下或仅 1%，用“+”表示，该物种为当地稀有种。数量等级评价标准见表 3.2-1。

表 3.2-1　动物资源数量等级评价标准

种群状况	表示符号	标准
当地优势种	+++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 10%以上
当地普通种	++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1~10%以上
当地稀有种	+	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1%及以下或 1 只

根据实地考察及对相关资料进行综合分析，影响评价区分布的陆生野生脊椎动物有陆生脊椎动物 106 种，隶属于 18 目 44 科（表 2-6）。其中，两栖类有 1 目 4 科 4 种，爬行类有 2 目 4 科 7 种，鸟类有 8 目 26 科 76 种，兽类共有 7 目 10 科 19 种。评价区无国家一级、二级和云南省重点保护野生动物分布。

表 3.2-2　影响评价区陆生脊椎动物种类组成、区系和保护等级

种类组成				动物区系			保护动物		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家一级	国家二级	云南省级
两栖纲	1	4	4	4	0	0	0	0	0
爬行纲	2	4	7	7	0	0	0	0	0
鸟　纲	8	26	76	36	17	23	0	5	0
哺乳纲	7	10	19	16	3	0	0	0	0
总　计	18	44	106	63	20	23	0	0	0

项目评价区内陆生脊椎动物总种数为 106 种，其中东洋种 63 种，占总种数的 59.4%；古北种 20 种，占总种数的 18.9%；广布种 23 种，占总种数的 21.7%。由此可知，影响评价区内东洋种种数最多、广布种次之，古北种最少。

项目评价区哺乳类动物区系具有如下特点：东洋界种类有 16 种，占绝对优势，占全部哺乳动物种数的 84.21%；古北-东洋两界广布种类有 3 种，占全部哺乳动物种数的 15.79%；无古北界种类分布。在 16 种东洋界种类中，东洋界广布种有 11 种，占全部东洋界哺乳动物种数的 68.75%；西南区种类有 5 种，占全部东洋界种数的 31.25%。

项目评价区共有鸟类 76 种，其中，东洋界的鸟类最多，有 36 种，占总数的 47.4%；古北界的鸟类有 17 种，占总数的 22.4%；广布种 23 种，占总数的 30.3%。说明项目评价区鸟类的区系构成以东洋界及东洋界广布成份为主。

项目评价区共记录爬行类 7 种，全部为东洋界物种；其中，东洋界广布 1 种，占全部爬行动物种数的 14.3%；西南区 6 种，占全部爬行动物种数的 85.7%。

项目评价区共记录两栖类 4 种，全为东洋界种类，无古北界和古北东洋两界广布的种类。其中西南区种类 3 种，占全部两栖类的 75%，华中-华南区物种 1 种，占全部两栖类物种的 25%。

3、动物类型

（1）兽类

评价区内兽类常见种以鼠类为主，包括松鼠科（Sciuridae）和鼠科（Muridae）的种类，总体上讲种类贫乏。主要有树鼩（*Tupaia belangeri*）、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）、隐纹花松鼠（*Tamiops swinhoei*）、滇绒鼠（*Eothenomys eleusis*）、社鼠（*Niviventer confucianus*）等种类，优势种为社鼠。根据兽类生活习性的不同，可以将上述种类归为 4 种生态类型：

① 地面生活型：主要在地面上活动、觅食，包括食肉目的黄鼬（*Mustela sibirica*）等。

② 岩洞栖息型：在岩洞倒挂栖息的小型兽类，有翼手目的马蹄菊头蝠（*Rhinolophus ferrumequinum*）、皮氏菊头蝠（*Rhinolophus pearsoni*）等，分布在居民点附近，黄昏时出现在居民点附近上空。

③ 树栖型：主要在树上栖息、觅食，有啮齿目松鼠科赤腹松鼠、珀氏长吻松鼠（*Dremomys pernyi*）等。活动于森林或林缘灌丛，也常见于村寨附近的稀树灌丛。

④ 半地下生活型：属于穴居型，主要在地面活动觅食，栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物，主要包括食虫目的灰麝鼩（*Crocidura attenuata*）和啮齿目的黄胸鼠、褐家鼠、小家鼠（*Mus musculus*），以及兔目的云南兔等，主要分布在树林、灌丛中，其中鼠科多分布在居民点附近。

（2）鸟类

鸟类中种群数量相对较多的优势种是树麻雀（*Passer montanus*）、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）、黄臀鹎（*Pycnonotus xanthorrhous*）、黑头金翅雀（*Spizixos semitorques*）等。评价区鸟类的栖息地生境类型主要为石灰岩灌丛、竹林和农田等地带。

按生活习性的不同，可以将评价区内鸟类分为以下 3 种生态类型：

① 鸣禽：此类型鸣管和鸣肌特别发达，一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢。雀形目的所有鸟类都为鸣禽，为典型的森林鸟类，常见种包括黄臀鹎、黑头金翅雀等。在评价区内广泛分布，在种类和数量上均占绝对优势。

② 陆禽：此类型体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食，在评价区中仅包括鸽形目山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）、珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*）

等，主要分布于林地及林缘地带或农田区域。

③ 攀禽：此类型嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘，包括佛法僧目戴胜（*Upupa epops*）和鴷形目大斑啄木鸟（*Dendrocopos major*）等，主要分布于林缘或村庄周围活动。

（3）爬行类

评价区内爬行类以游蛇科的种类最多，优势种为昆明攀蜥（*Japalura varcoae*）、斜鳞蛇（*Pseudoxenodon macrops*）、菜花原矛头蝮（*Protobothrops jerdonii*）等。

根据评价区内爬行类生活习性的不同，分为以下两种生态类型：

① 水栖型：在水中生活、觅食，仅发现斜鳞蛇（*Pseudoxenodon macrops*）1 种。主要在水体及附近中活动。

② 灌丛石隙型：经常活动在灌丛下面，路边石缝中，包括昆明攀蜥、铜蜓蜥（*Sphenomorphus indicus*）等。主要在灌丛中活动，与人类活动关系较密切。

（4）两栖类

评价区内两栖类相对数量较多的是华西蟾蜍（*Bufo andrewsi*）。根据生活习性的不同，评价区内的两栖类可分为以下两种生态类型：

① 陆栖型：在陆地上活动觅食，包括华西蟾蜍、大蹼铃蟾（*Bombina maxima*）、滇蛙（*Rana pleuraden*）。主要在离水源不远处或较潮湿的地面活动。

② 流溪型：在流动的水体中活动觅食，仅记录宽头短腿蟾（*Brachytarsophrys carinensis*）1 种，主要在山间溪流或河流中生活。

3.3 重要物种及生境调查

1、重要植物分布

（1）重点保护野生植物

依据《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 号）、《云南省重点保护野生植物名录》（2023）等资料，结合现场调查，本次调查未记录到重点保护野生植物。

（2）《中国生物多样性红色名录》受威胁物种

依据《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》（2020）、《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》（2020），本次调查未见受威胁物种。

（3）极小种群物种

依据《云南省极小种群野生植物保护名录（2022 年版）》，根据已有资料记载，本次调查未见有极小种群物种分布。

（4）中国特有种

评价区共调查到中国特有植物 28 种，这些中国特有植物在本评价区内较常见，大多分布在评价区各地次生的生境中，属于广布种和常见种，详见表 3.3-1。

表 3.3-1　评级区中国特有种一览表

序号	中文名	拉丁名	性状	数量
1	粉叶小檗	*Berberis pruinosa*	灌木	少
2	金花小檗	*Berberis wilsonae*	灌木	较多
3	小雀花	*Campylotropis polyantha*	灌木	较多
4	毛果铁线莲	*Clematis peterae* var. *trichocarpa*	藤本	较多
5	滇榛	*Corylus yunnanensis*	灌木	少
6	牛筋条	*Dichotomanthes tristaniaecarpa*	灌木	多
7	野拔子	*Elsholtzia rugulosa*	草本	多
8	尖萼金丝桃	*Hypericum acmosepalum*	灌木	少
9	西南金丝桃	*Hypericum henryi*	灌木	少
10	昆明木蓝	*Indigofera pampaniniana*	灌木	较多
11	女贞	*Ligustrum lucidum*	灌木	少
12	华西小石积	*Osteomeles schwerinae*	灌木	少
13	云南松	*Pinus yunnanensis*	灌木	多
14	黄连木	*Pistacia chinensis*	灌木	少
15	滇杨	*Populus yunnanensis*	灌木	少
16	火棘	*Pyracantha fortuneana*	灌木	较多
17	薄叶鼠李	*Rhamnus leptophylla*	灌木	少
18	柄花茜草	*Rubia podantha*	草本	少
19	丑柳	*Salix inamoena*	灌木	少
20	白刺花	*Sophora davidii*	灌木	多
21	中华绣线菊	*Spiraea chinensis*	灌木	少
22	云南繁缕	*Stellaria yunnanensis* f. *yunnanensis*	草本	少
23	蒲公英	*Taraxacum mongolicum*	草本	少
24	桑寄生	*Taxillus nigrans*	附生	少
25	乌鸦果	*Vaccinium fragile*	灌木	较多
26	灰叶堇菜	*Viola delavayi*	草本	少
27	桦叶葡萄	*Vitis betulifolia*	藤本	少
28	草丝竹	*Yushania andropogonoides*	灌木	少

（5）云南特有种

评价区调查到云南特有植物 3 种，这些云南特有植物为滇中至滇东北常见物种，在

本评价区内也很常见，多数分布在评价区各地次生的生境中，属于广布种和常见种，详见表 3.3-2。

表 3.3-2 评级区云南特有种一览表

序号	中文名	拉丁名	性状	数量	分布
1	昆明木蓝	*Indigofera pampaniniana*	灌木	较多	滇中
2	草丝竹	*Yushania andropogonoides*	灌木	少	滇中
3	桦叶葡萄	*Vitis betulifolia*	藤本	少	滇东南、滇中

（6）古树名木

按照全国绿化委员会、国家林业和草原局文件（全绿字[2001]15 号）对古树名木的界定，古树指树龄在 100 年以上的树木；名木指在历史上或社会上有重大影响的中外历代名人、领袖人物所植或者具有极其重要的历史、文化价值、具有纪念意义的树木。按照这个界定，根据输电线路沿线各县（区）林业局相关资料及现场调查结果，本次调查未见有古树名木分布。

2、重要动物分布

（1）重点保护野生动物

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021）、《云南省珍稀保护动物名录》（1989 年）等资料，项目评价区分布有 5 种国家二级重点保护野生动物：松雀鹰、普通鵟、红隼、雕鸮和白腹锦鸡。

松雀鹰 *Accipiter virgatus*

俗名：鹞鹰

形态特征：与雀鹰相似，但喉部具显著的中央喉纹；第 6 枚初级飞羽外翈无缺刻；两性基本相似，但雌性成鸟体形稍大，上体多褐色，下体棕褐色的斑纹更浓著。

生态习性：栖息于山地林区，多见单只盘旋于空中或停歇在突出的枝头或枯树枝上；飞翔于高空时，两翅鼓动数次后即直线滑翔一段距离，有时作圈状翱翔；以捕食小型动物如小鸟、昆虫等为食，捕食时先用锐爪捕捉，然后用嘴撕碎，将不能消化的食物残块由口中吐出。

在乔木上营巢，巢小而坚固，由树枝等筑成，每产 4~5 枚近白色卵。资

源状况：常见种。

普通鵟 *Buteo buteo*

俗名：饿老鹰，土豹，奇哈（藏语）

形态特征：全长 480～530mm。羽色变化较大，有黑色型、棕色型及中间型。上体暗褐色；头顶、颈及颈侧具红棕色羽缘；下体暗褐色或淡褐色，具深棕色横斑；尾羽通常灰褐色，具 4～5 条不显著的黑褐色横斑，跗蹠和趾为黄色。全身体色大致为暗褐或灰褐色。飞行时腹面淡色，初级飞羽末端黑色、翼角黑色，喉暗褐色、胸及腹部淡褐色，腹部有黑褐色纵斑，尾羽褐色呈扇形，并有数条黑褐色横纹。

生活习性：栖息于海拔 3700m 以下的各类生境中，多停息在高大乔木等突出部位，也常见单独在稀疏林中和农田等多种生境的上空翱翔，食物以鼠类为主，也捕食野兔、小型鸟类、蜥蜴、蛙类、昆虫等。

资源状况：常见种。

红隼 *Falco tinnunculus*

俗名：茶隼

形态特征：体长 350mm 左右，雄鸟头顶至后颈灰，并具黑色条纹；背羽砖红色，布有黑色粗斑；尾羽青灰色，具宽阔的黑色次端斑及棕白色端缘，外侧尾羽较中央尾羽短甚，呈凸尾型。雌鸟上体砖红色，头顶满布黑色纵纹，背具黑色横斑，爪黑色。雌雄鸟胸和腹均淡棕黄色，具黑色纵纹和点斑。

生态习性：栖息于林缘、灌丛、田野等开阔地及居民区。常单独活成对活动。飞行速度快，有时见在空中振翅定点停留，主要捕食地面上的食物，如昆虫、两栖类、小型爬行类、小型鸟类、小型兽类等，有时也取食少量植物性食物。

资源状况：常见种。

鵰鸮*Bubo bubo*

俗名：鹫兔，怪鸱，角鸱，雕枭，鹫鱼鸮。

形态特征：面盘显著，淡棕黄色，杂以褐色细斑；眼先和眼前缘密被白色刚毛状羽，各羽均具黑色端斑；眼的上方有一大形黑斑，面盘余部淡棕白色或栗棕色，满杂以褐色细斑。皱领黑褐色，两翎羽缘棕色，头顶黑褐色，羽缘棕白色，并杂以黑色波状细斑；耳羽特别发达，显著突出于头顶两侧，长达 55～97cm，其外侧黑色，内侧棕色。后颈和上背棕色，各羽具粗著的黑褐色羽干纹，端部两翎缀以黑褐色细斑点；肩、下背和翅上覆羽棕色至灰棕色，杂以黑色和黑褐色斑纹或横斑，并具粗阔的黑色羽干纹；羽端大都呈黑褐色块斑状。腰及尾上覆羽棕色至灰棕色，具黑褐色波状细斑；中央尾羽暗褐色，具 6 道不规整的棕色横斑；外侧尾羽棕色，具暗褐色横斑和黑褐色斑点；飞羽棕色，具

宽阔的黑褐色横斑和褐色斑点。颏白色，喉除皱领外亦白，胸棕色，具粗著的黑褐色羽干纹，两翎具黑褐色波状细斑，上腹和两胁的羽干纹变细，但两翎黑褐色波状横斑增多而显著。下腹中央几纯棕白色，覆腿羽和尾下覆羽微杂褐色细横斑；腋羽白色或棕色，具褐色横斑。虹膜金黄色，嘴和爪铅灰黑色。

生态习性：栖息于山地森林、平原、荒野、林缘灌丛、疏林以及裸露的高山和峭壁等各类环境中；以各种鼠类为主要食物，被誉为“捕鼠专家”，也吃兔类、刺猬、狐狸、豪猪、野猫、鼬、昆虫、蛙、雉鸡以及其它鸟类，有时甚至会捕食有蹄类动物。

资源状况：常见种。

白腹锦鸡*Chrysolophus amherstiae*

俗名：箐鸡（汉语），鸟林，垅宗，打敲（藏语），庄七，尖冲（傈僳语）

形态特征：体形中等，翅长217～226mm。雄鸟头顶具一簇红色丝状冠羽，后颈翎领白色，具墨绿色横斑和羽缘；头顶余部、背及胸部羽毛呈金翠绿色，腰羽金黄而染红色；尾羽形长呈白色，而具而具墨绿色斜形带斑和云石状花纹；尾上覆羽具橙红色羽端，常垂于尾基部两侧； 腹部纯白色。雌鸟上体、胸部和尾部满布棕黄色与黑褐色相间的横斑和细纹；腹淡棕白；尾羽短而直。

生态习性：主要栖息于常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林及落叶林中，偶尔可见在荒山稀树灌丛、草地及农田耕作地上觅食，是比较典型的林栖雉类。非繁殖季节常十余只结群活动，繁殖期多单个活动。以各种植物的茎、叶、花、果及种籽为食，也吃部分昆虫，是以植物性食物为主的杂食性鸟类。3～6月繁殖，巢营于林下灌木草丛之中的隐蔽处，十分简陋。呈圆形或椭圆形的浅坑状，坑内垫有少量枯叶和羽毛。窝卵数6～7枚，孵卵概由雌鸟担任。孵化期约23天。白腹锦鸡雄鸟羽色艳丽，姿态优美，有很高的观赏价值。另外肉质细嫩，可供食用，羽毛色彩丰富华丽，可作装饰品及羽毛画等工艺品的原料，有一定的经济意义。

资源现状：常见种。

（2）云南省级保护动物

按照《云南省重点保护陆生野生动物名录》（2023）统计，评价区未发现有云南省级重点保护动物。

（3）红色物种受威胁动物

按照《中国生物多样性红色名录》中极危（Critically Endangered）、濒危（Endangered）

和易危（Vulnerable）三个等级，通常称为受威胁物种。评价区未记录到受威胁物种。

（4）极小种群

评价区内未发现国家和云南省政府列入拯救保护的极小种群物种。

（5）入侵动物

工程评价区内未记录到外来入侵动物分布。

3、重要生境分布

（1）鸟类迁徙路径

鸟类迁徙通道泛指鸟类中的某些种类，每年春季和秋季，有规律的、沿相对固定的路线、定时地在繁殖地区和越冬地区之间进行的长距离的往返移居的行为现象。

云南省地处中国西南边陲，地势西北高，东南低，山脉、河流以南北走向为主。地形、气候复杂，生物多样性十分丰富。每年的秋冬季都有大量的候鸟经过。在云南的某些区域，每逢浓雾，且月光昏暗的秋冬季夜晚，当地居民常上山利用火光或灯光招引并扑打“雾露雀”，这些“雾露雀”就是夜间迁徙的候鸟，而扑打“雾露雀”的区域一般被称为“打雀山”。根据鸟类研究学者的调查，在云南省境内共发现夜间鸟类迁徙聚集点 21 个（将部分相邻的点位合并），分布于 23 县（部分点位处于两县交界区域）。这些区域大部分分布在山间（山脊）垭口的坡地或台地，海拔 1600-3100m 均有分布，植被以低矮的灌丛和草坡为主，缺少高大乔木。

鸟类研究学者发现在云南省境内至少有东西两条秋季候鸟迁徙路线，其中西线为从北边的云岭向南经过哀牢山、无量山，之后顺元江出境，即云岭—苍山—哀牢山一线；东线为滇东北乌蒙山至滇东南，即滇东乌蒙山一线。其中，滇西横断山脉地区的山体走向为西北—东南走向，经过滇西地区的候鸟就在山脉东北的一侧聚集，迁徙路线呈西北—东南走向。而滇东北的乌蒙山脉则呈东北—西南走向，而经过滇东北地区的候鸟则是在山脉西北一侧聚集，迁徙路线呈东北—西南走向。因此，候鸟在云南境内的迁徙线路不管在东线还是西线都出现在山脉向北的一侧。但候鸟为恢复其北至南磁力线迁徙方向，每当遇到山间沟谷、低矮山脊或者山脊垭口时，大量候鸟就会从这些区域翻越山脊继续向南迁飞，当这些区域出现刮南风或西南风、有浓雾、无月亮的夜间，候鸟就会降低飞行高度，并且会朝向光源（特别为黄色光）方向飞行，一旦遇到灯光或火光，就会趋光而来，形成了夜间扑火的特异现象。所以，“打雀山”就是候鸟在云南境内迁徙的主要聚集区，即主要迁徙通道。

项目区处于云南省秋季迁徙候鸟的迁徙东线区域。根据现有资料，云南省鸟类迁徙通道距离工程最近的距离约 23km，不与鸟类迁徙通道重叠。

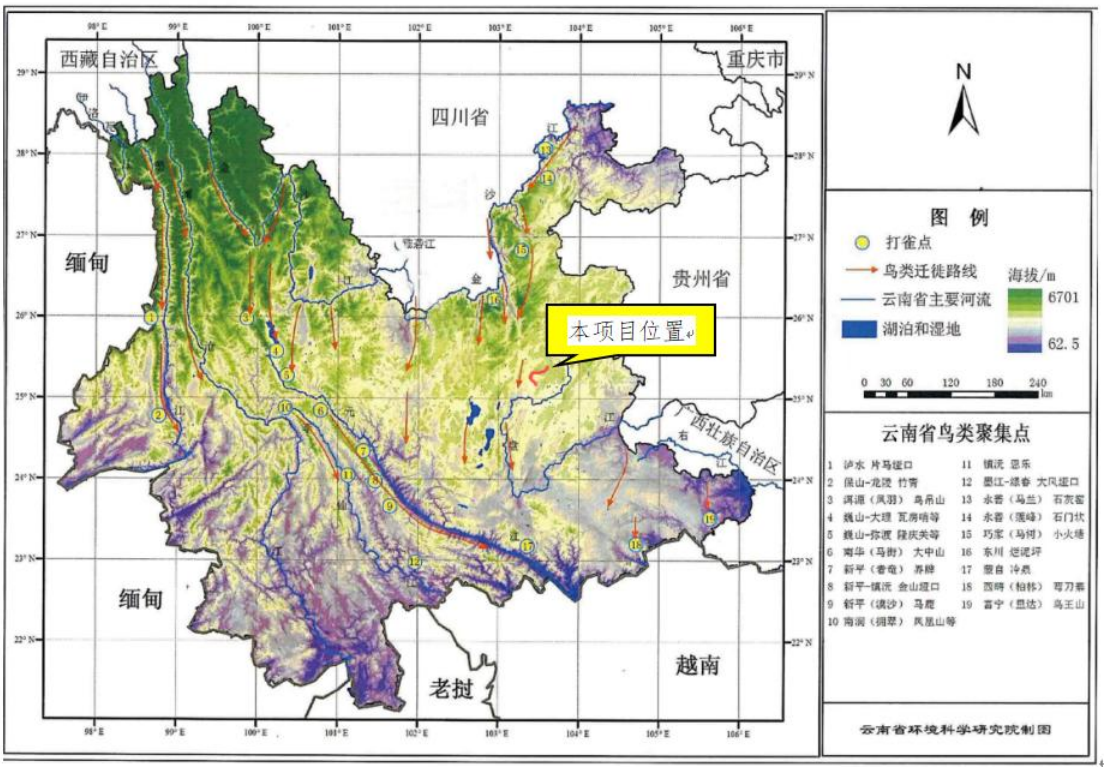


图 3.3-1　项目与云南省鸟类迁徙通道位置关系图

表 3.3-3　云南省候鸟迁徙通道重点区域范围（第一批）

序号	州（市）	县（市）	候鸟迁徙通道重点区域	面积（平方公里）
1	楚雄	南华	大中山	11.44
2	大理	洱源	鸟吊山	14.99
3		南涧	凤凰山	2.45
4		巍山—弥渡	隆庆关、大黑山	8.97
5	红河	绿春	阿倮欧滨森林公园	2.25
6		开远	大黑山	4.98
7	文山	富宁	鸟王山	2.13
8	文山—红河	砚山—开远	黑巴、期不底、下米者	2.81
9	玉溪—普洱	新平—镇沅	金山垭口	0.73
10	昭通	永善	马楠 - 石门坎	6.43

（2）云南省候鸟迁徙通道重点区域

根据云南省林业和草原局公告（2023 年第 10 号），公布了第一批云南省候鸟迁徙通道重要地点保护范围。地点包括昭通市永善县，玉溪市新平彝族傣族自治县，楚雄彝族自治州南华县，大理白族自治州洱源县、南涧县、巍山彝族回族自治县、弥渡县，普洱市镇沅彝族哈尼族拉祜族自治县，红河哈尼族彝族自治州绿春县、开远市，文山壮族苗族自治州富宁县、砚山县等 7 个州（市）12 县（市）10 处候鸟迁徙通道重要地点。

本项目位于陆良县北部，不涉及以上 10 处候鸟迁徙通道重要地点，因此，对云南省候鸟迁徙通道重点区域无影响。

（3）鱼类洄游通道

本工程线路建设施工不涉及水体。因此，工程也不涉及鱼类资源的重要生境。

3.4 土地利用现状调查

依据《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017），在卫星遥感影像解译的基础上，结合实地调查结果，综合分析后对评价区土地进行分类，将范围内土地利用现状分为耕地、林地、草地、建筑用地、水域共 5 大类。其中耕地面积最大，包括水田和旱地，总面积为 2437.2hm^2，占评价区总面积的 52.56%；其次为草地，面积为 1347.3hm^2，占评价区总面积的 29.06%；再次为林地，包括乔木林、灌木林地和疏林地，面积为 701.28hm^2，占评价区总面积的 15.12%。评价区土地利用现状详见表 3.4-1。

表 3.4-1　评价区内土地利用现状表

序号	一级类	二级类	面积/hm^2	百分比/%	临时占地面积/hm^2	永久占地面积/hm^2
2	耕地	水田	1280.52	27.62	0.631	1.062
		旱地	1156.68	24.95	0.570	0.959
2	林地	乔木林地	130.14	2.81	0.064	0.108
		灌木林地	335.52	7.24	0.165	0.278
		其他林地	235.62	5.08	0.116	0.195
3	草地	其他草地	1347.3	29.06	0.664	1.117
4	建筑用地	城镇住宅用地、农村宅基地等	122.85	2.65	0.061	0.102
5	水域	水库、坑塘等	28.17	0.61	0.014	0.023
合计			4636.8	100	2.285	3.884

3.5 生态系统调查

（1）生态系统类型及分布

依据《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021），在卫星遥感影像解译的基础上，结合实地调查结果，综合分析后对评价

区生态系统类型进行分类，将评价区生态系统类型分为森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统 6 大类。其中，农田生态系统面积最大，为 2437.5hm^2，占评价区总面积的 52.56%；其次为草地生态系统，面积为 1540.26hm^2，占评价区总面积的 33.22%。评价区生态系统类型详见表 3.5-1。

表 3.5-1　评价区生态系统类型情况表

生态系统类型	森林生态系统	灌丛生态系统	草地生态系统	湿地生态系统	农田生态系统	城镇生态系统	合计
面积（hm^2）	172.8	335.52	1540.26	28.17	2437.2	122.85	4636.8
百分比（%）	3.73	7.24	33.22	0.61	52.56	2.65	100

（1）森林生态系统

森林生态系统是森林群落与其环境在功能流的作用下形成一定结构、功能和自我调控的自然综合体，是陆地生态系统中最重要的自然生态系统类型之一。

评价区中森林生态系统的植被类型以云南松群落为主。森林生态系统是动物良好的栖息地和避难所，也是工程评价区内各种野生动物的主要活动场所，如鸟类中的大多数鸣禽，如黄臀鹎、黑头金翅雀等；兽类中的半地下生活型种类（如褐家鼠等）和树栖型种类（如赤腹松鼠等）。

（2）灌丛生态系统

灌丛生态系统是指以灌木为主的生物与其环境构成的统一整体，广泛分布于中国温带、亚热带及热带地区。除特殊生境下（如海滨、河滩的等）为原生类型外，大部分是森林砍伐后，土壤日趋瘠薄、生境趋于干旱化所形成的次生类型。

评价区内灌丛生态系统的植被类型以火棘+马桑、白刺花、金花小檗等为优势组成的次生类型。灌丛生态系统也是评价区内多种野生动物的主要活动场所，如爬行类中的灌丛石隙型种类；鸟类的陆禽山斑鸠、黄臀鹎及大多数鸣禽等；兽类的半地下生活性种类，如云南兔等。

（3）草地生态系统

草地生态系统是指以多年生草本植物为主要生产者的陆地生态系统，为人类提供了净初级物质生产、碳蓄积与碳汇、调节气候、涵养水源、水土保持和防风固沙、改良土壤、维持生物多样性等产品和服务功能。根据现场调查，评价区内草地生态系统具有一定的面积，其服务功能主要为涵养水源、水土保持和防风固沙等。

（4）湿地生态系统

湿地生态系统功能主要包括：蓄水调节；控制土壤、提供良好的湿地土壤，防止土壤侵蚀；环境调节、调节局域气候；提供动植物栖息地及维持生物多样性、自然资源供给等功能。

评价区湿地生态系统内，湿地植物种为浮游植物，主要为硅藻门（Bacillariophyta），其次是绿藻门（Chlorophyta）。湿地生态系统也是多种动物的重要栖息场所，如泽蛙；爬行类中的林栖傍水型种类，如斜鳞蛇等。

（5）农田生态系统

农业生态系统是指由一定农业地域内相互作用的生物因素和非生物因素构成的功能整体，人类生产活动干预下形成的人工生态系统。建立合理的农业生态系统，对于农业资源的有效利用、农业生产的持续发展以及维护良好的人类生存环境都有重要作用。

评价区农业生态系统的主要功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品及其提供生物能源等。此外，农业生态系统也具有养分循环、水分调剂、传粉播种、病虫害控制、生物多样性及基因资源等功能。

农业生态系统属于人工控制的生态系统，与人类伴居的动物多生活于此，如鸟类的常见家燕、树麻雀等，以及兽类中的部分半地下生活型种类，主要为家野两栖的小型啮齿动物，如：褐家鼠、小家鼠等。

评价区的农业植被在线路沿线均有分布，农业植被分为粮食作物和经济作物，其中粮食作物主要有马铃薯和玉米等；经济作物主要有核桃等，零星种植。

（6）城镇生态系统

城镇生态系统是一种复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上存在着差别。评价区内城镇/村落生态系统中自然植被较少，植被类型较为简单，以人工栽培为主。评价区城镇/村落生态系统动物主要为与人类伴居的种类，如鸟类中的树麻雀、兽类种的褐家鼠、小家鼠等。

图 3.5-1　评价区各生态系统类型现状

（3）生物量现状

根据评价区内植被样方调查结果，结合《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜等，1999）和《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）等资料，得知各植被类型的平均生物量；再根据各植被类型的面积，估算得出评价区生物量。

评价区内总生物量 36761.73t。评价区总生物量最多的是灌草地，其次是农业植被。灌草地面积约为 1875.78hm^2，占总面积的 40.45%，生物量 18157.55t，占总生物量的 49.39%；农业植被面积为 2437.2hm^2、占总面积的 52.56%，生物量 14623.2t，占总生物量的 39.78%；针叶林植被面积为 30.59hm^2、占总面积的 2.81%，生物量 3980.98t，占总生物量的 12.53%，详见表 3.5-2。

表 3.5-2　评价区各植被类型生物量统计表

植被类型	代表种类	平均生物量（t/hm^2）	面积（hm^2）	面积所占比例（%）	生物量（t）	生物量所占比例（%）
针叶林	云南松、华山松等	30.59	130.14	2.81	3980.98	12.53
灌草地	火棘+马桑、白刺花、	9.68	1875.78	40.45	18157.55	49.39

农业植被	玉米、马铃薯、蔬菜	6	2437.2	52.56	14623.2	39.78
合计		/	4443.12	95.82	36761.73	100
注：表中未包括住宅用地和其他建筑用地 122.85hm^2，占评价区面积的 2.65%；水库坑塘 28.17hm^2，占评价区面积的 0.61%。						

3.7 评价区域生物多样性现状

1、植被多样性

本项目评价区自然植被类型包括 3 个植被型，3 个植被亚型，7 个群系。群系包括云南松-芒种花-滇大蓟群落、华山松-火棘-野拔子群落、火棘+马桑-白茅群落、金花小檗-白茅群落、白刺花-密毛蕨群落、含云南松、铁仔的白健秆群落、含云南松、火棘的白茅群落；评价区的人工植被主要是耕地，包括水田和旱地以及蓝桉林 3 种类型。

评价区人为活动频繁，农业发达，植被多样性相对单一，总体多样性不丰富。

2、植物多样性

调查表明，评价区共有维管植物 454 种（包括种下等级），隶属于 90 科 310 属（见表 2-3）。其中，蕨类植物 9 科 12 属 19 种；裸子植物 3 科 6 属 7 种；被子植物 78 科 292 属 428 种，其中双子叶植物 65 科 223 属 315 种，单子叶植物 13 科 69 属 113 种。评价区存在村寨，耕地分布广，分布着较多的栽培植物。

评价范围内未发现国家重点野生保护植物和云南省级重点保护植物，亦未发现有古树名木，仅有少量中国特有、云南特有植物分布，未见狭域特有植物分布，总体上评价区植物多样性较为匮乏。

3、动物多样性

评价区分布有陆栖脊椎动物评价区内陆生脊椎动物主要包括哺乳类、两栖类、爬行类、鸟类。评价区分布的陆生野生脊椎动物有 106 种，隶属于 18 目 44 科。其中两栖类有 1 目 4 科 4 种，爬行类有 2 目 4 科 7 种，鸟类有 8 目 26 科 76 种，兽类共有 7 目 10 科 19 种。评价区有国家二级保护动物 5 种。总体上评价区内动物多样性相对匮乏。

4、生态系统多样性

根据其系统类型的特征和稳定性，主要生态系统类型可分为森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统 6 大类。其中，农田生态系统面积最大，为 2437.5hm^2，占评价区总面积的 52.56%；其次为草地生态系统，面积为 1540.26hm^2，占评价区总面积的 33.22%。

总体上生态系统以自然生态系统为主，生态系统多样性不丰富。

3.8 评价区生态敏感区现状

1、项目涉及生态保护红线情况

根据线路所经区域生态保护红线划定情况，陆良县境内生态保护红线为大面积且连续性分布，线路沿线生态保护红线分布密集，覆盖范围广，加之受线路改接点、地形等的限制，拟建线路无法完全避让生态保护红线，穿越长度约 7971.4m，共计 23 座塔基位于生态保护红线内，塔基永久占地约 38443m2，临时占地 22850m2，植被类型以云南松林、灌丛及中草草丛为主。为降低工程建设对生态保护红线的影响，设计经过多方案比选后选择对生态保护红线影响最小的路径方案，并通过优化塔基布设的方式尽量减少生态保护红线内土地占用面积。最终拟定的线路方案无法完全避让分布较密集的云南省生态保护红线。

本工程输电线路尽可能避让了呈块状分布的生态保护红线密集区，尽可能从生态保护红线零星分布区域或间隙通过，最大限度减小了对生态保护红线的影响。

根据分析，本工程建设不属于大规模连片开发，仅塔基基础占用土地，对沿线生态环境的扰动较小，不损害生态系统的稳定性和完整性。

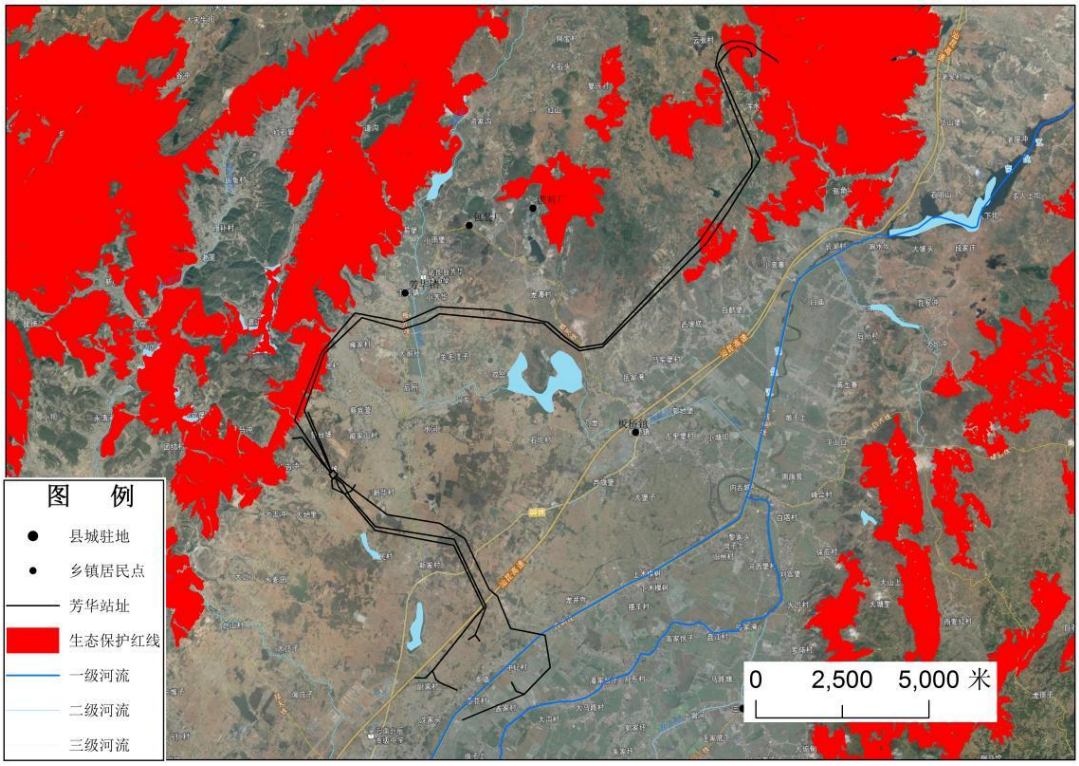


图 3.8-1 项目与沿线生态保护红线位置关系

2、生态保护红线保护现状

根据野外实地考察，涉及的生态红线点位调查未记录到“金沙江下游-小江流域水土流失控制生态保护红线”中重点保护物种，未发现金钱豹、云豹、小熊猫、大灵猫、大鲵、南方红豆杉、珙桐、连香树、异颖草等珍稀动植物，也不涉及云南大山包黑颈鹤国家级自然保护区、云南药山国家级自然保护区、云南乌蒙山国家级自然保护区、云南会泽黑颈鹤国家级自然保护区等保护地。涉及占用的植被植物类型不敏感，不会破坏该区域生态功能。

（1）植被现状

从实地调查的情况看，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，生态保护红线评价区目前的植被类型已经发生了许多变化，原生植被大量消失或改变，次生植被及人工植被大量增加。根据生态调查，架空线路穿越生态保护红线段植被类型主要是云南松林、灌丛、稀树灌草丛及耕地。

结合现场调查、项目沿线植被类型分布图可知，周边有较多村庄和耕地，受人为影响村庄旁和道路边已开垦为耕地。灌丛中植物植被呈现次生性，主要是受人为干扰影响。

拟建线路无法完全避让生态保护红线，穿越长度约 7971.4m，共计 23 座塔基位于生态保护红线内。

（2）重点保护植物

根据生态调查，生态保护红线段评价区内，未发现重点保护野生植物，因此，对重点保护植物无影响。

（3）重点保护动物

根据生态调查，生态保护红线段评价区范围涉及 5 种国家二级重点保护野生动物，均为鸟类。

3.9 评价区主要生态问题

评价区自然植被遭到较为严重的破坏，而且由于人口不断增加，加上林权改革后的林地私有化，其天然植被减少的趋势并未停止。而林地，尤其是天然林地的减少或退化，必然导致区域生态系统的恶化。同时本区域有紫茎泽兰、鬼针草等外来入侵种。

4 生态影响预测与评价

4.1 项目占地影响评价

根据工程设计资料，本项目输电线路建设区共占地 6.1293hm^2，其中永久占地 3.8443hm^2，含塔基及施工区，占用的类型为林地、耕地、园地；临时占地 2.285hm^2，含塔基及施工区、牵张场地、跨越场地和人抬道路，占用的类型为林地、园地、耕地。

本工程永久占地主要是铁塔基础占地，塔基占地分散，且实际占地仅限于其 4 座支撑脚，只砍伐少量的塔基范围内植被，砍伐量相对较少，故施工期损害植株数量较少，且这些植物均为评价区常见种类，因而不会导致沿线林木群落发生地带性植被的改变，也不会对沿线生态环境造成系统性的破坏；施工结束后塔基中间部分可进行植被恢复。

临时占地对植被的破坏主要为塔基施工场地、施工道路等对植被的压占，牵张场对灌草地的占用以及施工人员对植被的践踏。塔基施工场地尽量布置在塔基征地范围内，施工道路尽量利用已有道路或在原有路基上拓宽，且工程为点状作业，单塔施工时间短，故临时占地对植被的破坏是短暂的，并随施工期的结束而逐步恢复。

4.2 生态系统的影响分析

（1）对森林生态系统和灌丛生态系统的影响分析

项目区域由于环境及人为活动的影响，森林植被较为缺乏，森林覆盖率较低，林中多为中幼龄林，森林群落结构简单，郁闭度低。根据现场调查，项目建设对森林和灌丛生态系统的影响，主要在于施工期输电线路架设塔基、空中架线时植被破坏，需千方百计注意保护现有森林植被，采取有效措施促进森林植被的恢复。拟建线路对森林和灌丛生态系统产生影响：

（1）占地影响：项目建设将占用乔木林地及灌草丛，导致植被面积的减少，间接的占用动物的生境，使其远离施工区域。

（2）在施工期间，工作人员、工程建筑材料及其车辆的进入，可能将外来物种带入施工区域，外来物种比当地物种能更好地适应和利用被干扰的环境，可能会导致森林生态系统内原有物种的衰退。与此同时，施工活动等也会影响系统中动物的栖息、觅食、繁殖等。

（3）施工产生的扬尘和噪声：机械排放的有害气体等会使森林环境变差，影响植物光合作用和呼吸作用；施工噪声将对森林鸟类以及兽类产生一定驱赶作用。

（4）施工人员的活动等也会破坏周边生态环境，如对沿线植被乱砍滥伐，随意践

踏；开挖土方乱堆乱放、生活垃圾随意堆放等占压林地，毁坏植被；野外用火管理不善、防火意识淡薄等也会对森林资源造成很大的危害。

工程在可研阶段，为将对评价区内森林生态系统的影响降到最低，拟采取以下措施：①在路径选择时尽量避开林区，无法避让的林区，尽量采用线距较小的塔型穿越，在通过集中林区时，采用高跨设计，减少对林木的砍伐。②根据工程特点合理规划设计使用档距大、根开小的塔型，从而减小线路走廊，减少土地占用，减少对农业、林业生态环境的破坏。③施工道路原则上利用已有道路或在原有路基上拓宽，拓宽道路要保持原有水土保护措施；对施工临时道路在施工结束后恢复原有植被；山地施工人抬便道在施工结束后尽快恢复自然植被，保持原有 生态环境。

本环评要求在采取工程可研阶段环保措施的基础上，进一步采取以下措施：①在微观选址时，进一步优化杆塔定位，塔基应尽量落在植被稀疏并便于施工区域，减少塔基施工阶段造成的扰动和破坏；②禁止在生态保护红线林地区域设置牵张场和施工营地等临时占地；③临时施工道路及其他临时占地在施工结束后尽快恢复自然植被，保持原有生态环境。在采取以上措施的基础上，本工程建设对森林生态系统的影响在可接受范围内。

（2）对农田生态系统的影响分析

项目施工期对农业生产的影响主要来自塔基的占地。塔基基础的开挖，占地处的农作物将被清除，使农作物产量减少，农作物的损失以成熟期最大；另外基础挖掘、土石的堆放、人员的践踏、施工机具的碾压，亦会伤害部分农作物，同时还会伤及附近植物的根系，影响农作物的正常生长。

本工程塔基占用农田面积小，且铁塔在农田处的实际占用地仅限于其座支撑脚，其余区域均可正常种植农作物；输电线路下方的农作物与周边区域相比，其株高、色泽、产量也并无差别，即输电线路工程并不能影响农作物的正常生长。由此可见，工程建设对农业生态系统的生态功能影响较小。

（3）对农田生态系统的影响分析

项目施工期对农业生产的影响主要来自塔基的占地。塔基基础的开挖，占地处的农作物将被清除，使农作物产量减少，农作物的损失以成熟期最大；另外基础挖掘、土石的堆放、人员的践踏、施工机具的碾压，亦会伤害部分农作物，同时还会伤及附近植物的根系，影响农作物的正常生长。

本工程塔基占用农田面积小，且铁塔在农田处的实际占用地仅限于4座支撑脚，其余区域均可正常种植农作物；输电线路下方的农作物与周边区域相比，其株高、色泽、产量也并无差别，即输电线路工程并不能影响农作物的正常生长。由此可见，工程建设对农业生态系统的生态功能影响较小。

（4）对城镇/村落生态系统的影响分析

施工期因为施工人员的进入，导致人口集中，噪声、废气、生活垃圾等污染物的排放，人类活动对植物、动物的干扰，均可能对评价范围内原有的生态环境造成负面影响。施工前注意对施工人员进行环保意识的宣传教育，在施工期尽量减少垃圾和污水的排放，尽量利用系统内已有的污水、固废收集处理设施，拟建项目对评价范围内的城镇生态系统影响较小。

（5）对生态系统稳定性的影响

根据现场调查，工程线路沿线主要为灌草丛、林地和农田，项目评价区生态系统主要以灌丛、农业和森林生态生态系统为主，农业生态系统主要为当地主要的经济果木林和农作物，如马铃薯和玉米等；工程施工期，塔基基础的开挖，塔基占地处的农作物将被清除，使农作物产量减少；另外塔基挖方的堆放、人员的践踏、施工机械的碾压，亦会伤害部分农作物。由于线路工程的塔基占地面积小、且较为分散，不会改变当地总体的土地利用现状，因此工程对评价区农业生态系统的影响较小。

沿线森林生态系统植被主要为一些次生林和灌丛，主要植被类型为云南松、华山松等。工程施工期间，塔基建设将直接占用部分林地，在目前的工程设计中，山区线路全部采用铁塔全方位长短腿与不等高基础的配合使用，有效地利用原地形地貌，做到少开或不开基面，少量的林木砍伐但不会改变森林生态系统的群落演替，因此项目建设对沿线森林生态系统稳定性的影响较小。

（6）项目对生态系统的影响小结

本项目输电项目在山区架设塔基较分散，塔基占地以及施工占地面积较小，其中临时占地在施工结束后会及时进行植被恢复，少量的林木砍伐、修剪不会改变森林生态系统的群落演替，也不会对沿线森林和灌丛生态系统环境造成系统性的破坏。

塔基基础的开挖，占地处的农作物将被清除，使农作物产量减少；塔基挖方的堆放、人员的践踏、施工机械的碾压，亦会伤害部分农作物。

施工期因为施工人员的进入，导致人口集中，噪声、废气、生活垃圾等污染物的排

放，都会对城镇生态系统造成较大的影响。考虑到线路施工人员就近租用民房，其产生的影响不会大幅恶化现有的主要环境问题，因此，项目建设对于城镇生态系统的影响不大。

4.3 项目对植被的影响

施工期对项目区植被的影响主要为占地减少了站址及线路沿线的植被面积与生物量，施工机械碾压、施工人员践踏等对周围地表植被的生长也会带来一定的影响。

（1）施工期影响分析

本项目施工期对陆生植物的影响主要体现在工程占地、植被和植物资源、植被生物量三个方面，具体影响分析如下：

工程占地包括永久占地和临时占地，将导致陆生植物分布面积的减少。

① 永久占地的影响

本项目永久占地主要是塔基占地。线路塔基占地分散，且实际占地仅限于其 4 座支撑脚，只砍伐少量的塔基范围内植被，砍伐量相对较少，故施工期损害植株数量较少，且这些植物均为评价区常见种类，因而不会导致评价区内林木群落发生地带性植被的改变，也不会对评价区生态环境造成系统性的破坏；施工结束后塔基中间部分可进行植被恢复。

②临时占地的影响

临时占地对植被的破坏主要为建筑材料堆放、施工便道等对植被的压占，牵张场对灌草地和耕地的占用以及施工人员对植被的践踏。输电线路杆塔为点状作业，单塔施工时间短，建筑材料尽量堆放在塔基征地范围内，施工便道尽量利用已有道路或原有路基上拓宽，牵张场地每 5~7km 设置 1 处，故临时占地对植被的破坏是短暂的，并随施工期的结束而逐步恢复。

2）对植物资源的影响分析

输电线路施工过程中如铁塔基础开挖、建筑材料堆放、铁塔组立、架线、施工人员践踏等将对评价区内的植物资源产生影响。本工程不涉及重点保护植物及古树名木，占用的植被均为区域植被中常见的种类和优势种，它们在评价区分布广、资源丰富，且本工程砍伐量相对较少，故对植物资源的影响只是一些数量上的减少，不会对它们的生存和繁衍造成威胁，也不会降低区域植物物种的多样性。

本工程设计对避不开的片林，采用高跨方式通过，最大程度的减少了对植被的影响。

铁塔一般是立在山腰、山脊或山顶，两塔之间的树木顶端距离输电导线 相对高差大，一般不需砍伐通道，需砍伐的仅是林区塔基及塔基施工临时占地处的乔灌木，不会造成大幅度的森林面积、森林蓄积量和生物量的减少，也不会使地带性植被发生改变。

（2）运行期影响分析

输变电工程在运行期内，对森林、灌丛、草地植被及植物资源没有影响。工程运行期间，根据相关规定，要对导线下方与树木垂直距离小于 4m 树木的树冠进行定期修剪，保证输电导线与林区树木之间一定的垂直距离，以满足输电线路正常运行的需要。本工程线路可研设计中已考虑了沿线主要乔木的自然生长高度，并对经过的林区采取高跨方式通过，同时由于本工程线路大部分位于山地区，铁塔塔位一般选择在山腰、山脊或山顶，利用有利地形形成的高差原因，导线最大弧垂对主要乔木的自然生长高度的垂直距离一般可超过 4m 的安全要求，运行期不需要大量砍伐线路走廊下方的乔木，仅需对少数特别高大的乔木的树冠顶端进行修剪，定期剪修乔木的量很少。因此可以预测，运行期需砍伐树木的量很少，主要为定期的少量修剪，故对森林植物群落组成和结构影响微弱，不会促使植物群落的演替发生改变。

（3）对评价区植被生物量的损失影响

本工程总占地面积 6.1293hm^2，其中永久占地面积 3.8443hm^2，临时占地面积 2.285hm^2。占地类型包括针叶林、灌草地和农业植被等。由表 3-2 可知，工程造成评价区内生物量损失为 46.21t，其中因临时占地损失的 17.26t 是暂时的，通过对临时占地进行植被恢复，损失的生物量可以得到补偿；工程永久占地造成生态保护区内生物量实际损失 28.95t，占整个评价区生物总量（36761.73t）的 0.079%，占比极小，因此，本工程对评价区内植被生物损失量在可接受范围内。

表 3-2　项目建成后评价区植被生物量损失情况表

生态类型	代表物种	永久占地/hm^2	临时占地/hm^2	平均生物量/（t/hm^2）	永久占地生物量/t	临时占地生物量/t
针叶林	云南松、华山松等	0.05	0.03	30.59	1.53	0.92
灌丛和灌草丛	火棘+马桑、白刺花、金花小檗等	1.32	0.79	9.68	12.78	7.65
农业植被	玉米、马铃薯等	2.44	1.45	6	14.64	8.7
总计		3.81	2.27	/	28.95	17.26

（4）对珍稀植物及古树名木的影响

通过向林业部门了解和现场调查，项目评价区域多为云南松、华山松、次生林地和农业植被，且未发现珍稀保护植物和古树名木。

针对本次调查未发现但评价区内可能有分布的重要野生植物资源，为减少对工程建设可能产生的影响，本环评建议在施工前对施工人员进行相关知识的培训，提高施工人员对其的保护意识及鉴别能力，一旦施工中发现这些植物，应立即上报，并优先考虑予以避让，对确实不能避让的，需请专业技术人员对其进行移植，并保证其成活率。在采取以上措施的情况下，工程建设对重点保护植物的影响较小。

（5）项目对植被的影响小结

（1）施工期

项目占地包括永久占地和临时占地，将导致陆生植物分布面积的减少，永久占地处植被主要为林地、灌草丛和耕地，林地较少，对植被的影响较小。临时占地施工结束后进行生态恢复，对植被的破坏是短暂的，并随施工期的结束而逐步恢复。

输电线路施工过程中如铁塔基础开挖、建筑材料堆放等将对评价区内的植物资源产生影响。本工程占用的植被均为区域植被中常见的种类和优势种，它们在评价区分布广、资源丰富，且本工程砍伐量相对较少，故对植物资源的影响只是一些数量上的减少，不会对它们的生存和繁衍造成威胁，也不会降低区域植物物种的多样性。

本工程设计对避不开的片林，采用高跨方式通过，最大程度的减少了对植被的影响。铁塔一般是立在山腰、山脊或山顶，两塔之间的树木顶端距离输电导线 相对高差大，一般不需砍伐通道，需砍伐的仅是林区塔基及塔基施工临时占地处的乔灌木，不会造成大幅度的森林面积、森林蓄积量和生物量的减少，也不会使地带性植被发生改变。

（2）运行期

输变电工程在运行期内，对森林、灌丛、草地植被及植物资源没有影响，但需对导线下方与树木垂直距离小于 4m 树木的树冠进行定期修剪，保证输电导线与林区树木之间一定的垂直距离，以满足输电线路正常运行的需要。

本项目输电线路林区采取高跨方式通过，同时由于本项目线路大部分位于山地区，铁塔塔位一般选择在山腰、山脊或山顶，利用有利地形形成的高差原因，导线最大弧垂对主要乔木的自然生长高度的垂直距离一般可超过 4m 的安全要求，运行期不需要大量砍伐线路走廊下方的乔木，仅需对少数特别高大的乔木的树冠顶端进行修剪。因此，运行期需砍伐树木的量很少，主要为定期的少量修剪，故对森林植物群落组成和结构影响微弱，不会促使植物群落的演替发生改变。

（3）植被生物量的损失影响

工程造成生态保护区内生物量实际损失为28.95t，占整个评价区生物总量（36761.73t）的0.079%，占比极小，因此，本工程对评价区内植被生物量的影响很小。

（4）对珍稀植物及古树名木的影响

通过向林业部门了解和现场调查，项目评价区域多为云南松林、华山松林、次生林地和农业植被，调查中未发现重点保护野生植物及古树名木。但因调查时间有限，且由于一些地形因素，不排除在拟建项目征地范围内存在零星分布的其他国家重点保护野生植物的可能性。因此，针对本次调查未发现但评价区内可能有分布的重要野生植物资源，为减少对工程建设可能产生的影响，本环评建议在施工前对施工人员进行相关知识的培训，提高施工人员对其的保护意识及鉴别能力，一旦施工中发现这些植物，应立即上报，并优先考虑予以避让，对确实不能避让的，需请专业技术人员对其进行移植，并保证其成活率。在采取以上措施的情况下，工程建设对重点保护植物的影响较小。

4.4 项目对陆生动物的影响

（1）项目对兽类动物的影响

工程占地可能会影响哺乳类的栖息地，施工人员的施工活动（如施工便道、施工机械噪声等）会干扰哺乳类活动，施工人员还可能捕杀哺乳类，使其数量减少。

由于兽类动物本身的活动范围很大，施工对其影响是间断性、暂时性的，兽类自身的迁移，将避免项目对其产生的绝大部分直接伤害；同时加强宣传教育及监督，规范施工人员行为，避免捕杀兽类；施工活动结束后对临时施工占地和附近生态环境进行恢复后，原有栖息地生态条件得以重建、生境破碎化因素消除，迁移至它处的兽类仍可回到原来的活动区域，因此工程对兽类的短期影响不可避免，但是长期影响很小。

（2）项目对鸟类动物的影响

项目施工期对鸟类的主要影响有以下几方面：①施工作业及施工人员的活动对鸟类栖息地生境的干扰和破坏，如塔基开挖、线路架设、塔基永久性占地和线路施工临时占地等均有可能破坏生境和干扰灌丛栖息鸟类的小生境；②施工机械噪声对鸟类栖息地声环境的破坏和机械噪声对鸟类的驱赶；③施工中砍伐树木对鸟类巢穴的破坏；④施工人员对鸟类的捕捉。

本项目的施工建设时不可避免地会产生一定的影响，项目总占地面积较小，且临时性占地施工结束后可恢复，由于鸟类活动能力强，项目影响区及以外区域类似生境丰富，鸟类受到施工干扰后可自由迁移至适宜生境生存，此种影响具有暂时性、分散性的特点，

待施工结束后，此种影响亦将逐渐消除，因此只要规范好施工人员个人行为，项目施工对鸟类总的影响不大。

（3）项目对爬行类动物的影响

本项目永久、临时性建筑占地将直接导致工程影响区域爬行动物的生境丧失，项目施工时产生噪声、机械振动会驱使施工边缘区域的两栖动物离开受影响区域，施工所产生的废弃物对其生活环境也会造成一定的影响。

输变电项目建设基本属于点线型，仅在塔基附近造成范围的片状改变，因此没有显著改变爬行类在该区域的生境条件。蜥蜴类和蛇类等爬行动物，主要栖息在阴暗潮湿的林间灌丛、农田等处，以昆虫、蛙类、鼠为食，爬行动物活动能力较强，活动范围较大，在施工噪声、振动、人为活动等因素刺激下，能迅速作出规避反应，因此项目建设对爬行动物影响较小，施工活动结束后，随着自然生态环境的恢复和重建，项目建设对爬行类动物的影响逐步消失。

（4）项目对两栖类动物的影响

两栖类主要栖息于水域，工程评价区内水域面积极小，主要为分布在牛栏江及居民点房前屋后的小池塘、水洼或一些小型库塘。项目施工对两栖类的影响主要发生在铁塔土石方工程和架线施工区域：施工活动对两栖类栖息地生境可能造成干扰；施工人员可能对两栖类猎杀。从大范围来看，输电线路建设属于点线型，仅在塔基附近造成极小范围的片状改变，因此没有显著改变两栖类生物在该区域的生境条件。且工程评价区内水域面积极小，两栖类种类、数量均较少。施工活动结束后，随着自然生态环境的恢复，水热条件得以恢复，工程建设对两栖类物种的影响将逐步消失。

（5）项目对重点保护动物的影响

本次调查未见重要野生动物，说明工程建设区不是重点保护物种的主要栖息地，且周边相似生境较多，且动物性机警，均具有主动趋利避害的行动能力，在严格规范施工行为，尽量缩短施工时间的前提下，工程建设对重要野生动物产生的影响也较小。

（6）项目对陆生动物的影响小结

（1）对兽类、鸟类、爬行类和两栖类动物的影响

施工期间，迁徙能力强的兽类、鸟类通过迁移来避免工程施工的影响，项目周边适宜生境丰富，兽类、鸟类受其影响后可自主寻找到替代生境。施工作业结束后，迁移出项目区的动物中的一部分会返回原来的栖息地，大部分会在项目区周围的临近区域重新

分布，因此只要规范好施工人员个人行为，施工期间对兽类和鸟类的影响不大。

输变电项目建设基本属于点线型，仅在塔基附近造成范围的片状改变，因此没有显著改变爬行类在该区域的生境条件。爬行动物活动能力较强，活动范围较大，在施工噪声、振动、人为活动等因素刺激下，能迅速作出规避反应，因此项目建设对爬行动物影响较小，施工活动结束后，随着自然生态环境的恢复和重建，项目建设对爬行类动物的影响逐步消失。

两栖类主要栖息于水域，工程评价区内水域面积极小，主要为分布在牛栏江及居民点房前屋后的小池塘、水洼或一些小型库塘。项目施工对两栖类的影响主要发生在铁塔土石方工程和架线施工区域：施工活动对两栖类栖息地生境可能造成干扰；施工人员可能对两栖类猎杀。从大范围来看，输电线路建设属于点线型，仅在塔基附近造成极小范围的片状改变，因此没有显著改变两栖类生物在该区域的生境条件。且工程评价区内水域面积极小，两栖类种类、数量均较少。施工活动结束后，随着自然生态环境的恢复，水热条件得以恢复，工程建设对两栖类物种的影响将逐步消失。

（2）对重点保护动物的影响

本次调查未见重要野生动物，说明工程建设区不是重点保护物种的主要栖息地，且周边相似生境较多，且动物性机警，均具有主动趋利避害的行动能力，在严格规范施工行为，尽量缩短施工时间的前提下，工程建设对重要野生动物产生的影响也较小。

4.5 项目对生态保护红线的影响

根据线路所经区域生态保护红线划定情况，线路沿线生态保护红线分布密集，覆盖范围广，加之受线路改接点、地形等的限制，拟建线路无法完全避让生态保护红线，穿越长度约 7971.4m，共计 23 座塔基位于生态保护红线内，塔基永久占地约 92m^2，无临时占地生态保护红线，植被类型以云南松林、灌丛及草丛为主。

本工程输电线路尽可能避让了呈块状分布的生态保护红线密集区，尽可能从生态保护红线零星分布区域或间隙通过，最大限度减小了对生态保护红线的影响。

根据分析，本工程建设不属于大规模连片开发，仅塔基基础占用土地，对沿线生态环境的扰动较小，不损害生态系统的稳定性和完整性。

因此，工程建设对生态保护红线的影响极其微小。

4.6 项目对自然保护区的影响

本项目以架空线路未跨越自然保护区，无塔基位于自然保护区内，无任何占地。因

此，对保护区无直接影响。

5、生态保护与恢复措施

本工程的实施必将对项目建设区域的生态环境产生一定的影响，对于可能出现的生态问题，应该采取积极的避让、减缓、补偿和重建措施。按照生态恢复的原则其优先次序应遵循“避让→减缓→补偿和重建”的顺序，能避让的尽量避让，对不能避让的情况则采取措施减缓，减缓不能生效的，设置必要的补偿和重建方案。尽可能在最大程度上避让潜在的不利生态影响。

5.1 总体原则

（1）对生态影响的对象、范围、时段、程度，提出避让、减缓、修复、补偿、管理、监测、科研等对策措施，分析措施的技术可行性、经济合理性、运行稳定性、生态保护和修复效果的可达性，选择技术先进、经济合理、便于实施、运行稳定、长期有效的措施，明确措施的内容、设施的规模及工艺、实施位置和时间、责任主体、实施保障、实施效果等。

（2）优先采取避让方案，源头防止生态破坏，包括通过选址选线调整或局部方案优化避让生态敏感区，施工作业避让重要物种的繁殖期、越冬期、迁徙洄游期等关键活动期和特别保护期，取消或调整产生显著不利影响的工程内容和施工方式等。优先采用生态友好的工程建设技术、工艺及材料等。

（3）坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理的思路，提出生态保护对策措施，确保生态保护措施有效。坚持尊重自然、顺应自然、保护自然的理念，采取自然的恢复措施或绿色修复工艺，避免生态保护措施自身的不利影响。不应采取违背自然规律的措施，切实保护生物多样性。

5.2 避让措施

（1）工程路径在下一设计阶段综合考虑沿线生态敏感区的分布，尽量避让敏感区及林分较好的区域，优化塔基点位布设，尽量减少对林地的永久占用。林地分布相对集中处，塔基基础布点时应尽量利用山头的自然地势高跨林区。

（2）施工前加强现场踏勘，优化施工场地范围、牵张场、材料场等布局，优化施工便道设计，充分利用现有道路，减少新建施工临时便道，合理规划施工便道，合理划定施工范围和人员、车辆的行走路线，避开生态敏感区域。

5.3 减缓措施

（1）施工阶段

1）杆塔尽量选用档距大、根开小的塔型，在保证线路运行安全的前提下，适当增加档距，减少杆塔数量。经过陡坡山地时采用全方位高低腿铁塔、改良型基础、紧凑型设计，尽量少占土地、减少土石方开挖量。尽量加大敏感区段档距，减少立塔数量；杆塔和基础型式选型时应尽量采用掏挖式基础，减少施工扰动强度；杆塔定位时，应尽量选择在植被稀疏处。

2）严格按照施工红线进行施工，尽量避免对林地造成破坏。施工人员活动及材料运输，严格按照划定的施工范围实施，避免对施工范围之外区域的植被造成碾压和破坏。

3）做好施工废水的处理工作，不能随意排放至水体中，并禁止将施工废水直接排入水体。施工材料的堆放也要远离水源，尤其是粉状材料与有害材料，运输材料时也要注意不能被雨水或风吹至水体中，以免对动植物生境造成污染。

4）施工前对工程占用区域可利用的表土进行剥离，单独堆存，确保有效回用，采取措施加强表土堆存防护及管理。坡度较大的区域，施工时及时在坡脚处设置挡土墙挡护或坡面种植草本植物等防护措施加以防护。

5）施工过程中，采取绿色施工工艺，减少地表开挖，合理设计高陡边坡支挡、加固措施，减少对脆弱生态的扰动。材料运输过程中可能导致少量砂石、水泥洒落，施工场地也会产生部分建筑垃圾，因此在工程完工后应及时清除各种残留的建筑垃圾。

6）加强施工人员对野生动物和生态环境的保护意识，禁止猎杀兽类、鸟类和捕蛇捉蛙，施工过程中遇到鸟、蛇等动物的卵应妥善移置到附近类似的环境中。标明施工活动区，严令禁止到非施工区域活动。

7）鸟类和兽类大多是晨昏外出觅食，正午休息。施工设备选取噪声较低的型号，并合理安排强噪声施工行为的时间，不在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。尽量减少施工噪声对野生动物的干扰。夜间是部分林中兽类、鸟类觅食活动时间，它们对噪声、振动和光线比较敏感，施工活动不在夜间进行。

8）可利用工程建设的机会，尤其是对塔基开挖区域等存在的喀西茄、鬼针草等外来入侵植物，可采取连根铲除的方式进行破坏。同时采用本土物种进行植被恢复和边坡绿化。

9）评价区分布有大面积的云南松林，次生性较强，乔木层物种单一，群落结构不太稳定，对森林病虫害的抵抗能力较弱。因此，本项目永久占用这些林地面积时，砍伐的树木物种应妥善处理，避免病虫害传播。

10）在施工前对施工人员进行重点保护植物相关知识的培训，增强施工人员的保护意识及鉴别能力，或者聘请专业人员对塔基施工范围内的植物进行调查，一旦施工中发现重点保护植物，应立即上报林业主管部门，并优先考虑予以避让，对确实不能避让的，需请专业技术人员对其进行移植，移栽时遵循就近移栽，并安排相关专业人员负责养护，保证成活。

虽然现场调查和访问调查都没有发现重点野生保护动物，但动物活动性较强，在施工期一旦发现，应立即避让，减少工程建设对其栖息活动产生直接影响。

（2）运行阶段

项目运行期对线路和塔基进行定期巡查和检修，应对运行维护人员进行生态环境保护宣传和教育，尤其是野生动植物保护相关知识的培训，增强环境保护意识，禁止维护人员引入外来物种，不对周边的动植物及生态环境进行破坏。

5.4 修复措施

（1）植被恢复的总体要求

1）生态修复应充分考虑自然生态条件，因地制宜，制定生态修复方案，优先使用原生表土和选用乡土物种，防止外来生物入侵，构建与周边生态环境相协调的植物群落，最终形成可自我维持的生态系统。

2）生态修复的目标包括：恢复植被和土壤，保证一定的植被覆盖度和土壤肥力；维持物种种类和组成，保护生物多样性；实现生物群落的恢复，提高生态系统的生产力和自我维持力。

3）生态修复应综合考虑物理（非生物）方法、生物方法和管理措施，结合项目施工工期、扰动范围，有条件的情况下，可边施工、边修复。

（2）植被恢复措施

1）在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以针叶林、灌草丛植被为主体的陆生生态系统。

2）植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。在保证物种多样性的前提下，防止外来入侵物种的扩散。在原生境下有分布外来物种的情况，需对已有的外来物种进行铲除，并针对其入侵机制对土壤等生境进行改良，保证植被修复的效率。

3）对施工道路区、施工场地等临时占地的植被恢复时，应先将施工前掘取的地表

土进行铺放，保证这些区域土壤结构的恢复，从而保障植被恢复措施的有利进行。根据不同恢复区的特点及植物现状，实行不同的恢复方案；在“适地适树、适地适草”的原则下，选取当地优良乡土草、树种（如火棘、清香木等）进行植被恢复，保证绿化栽植的成活率。

5.5 补偿措施

依托本工程建设单位作为补偿主体，划定生态保护及恢复工程的相关费用，以开展相关生态保护工作，使本工程建设及运行对生态环境产生的不利环境影响尽快得到恢复。

5.6 管理措施

（1）施工前应印发环境保护手册，组织专业人员对施工人员进行环保宣传教育，增强施工人员环保意识，遵守《中华人民共和国野生动物保护法》《云南省自然保护区管理条例》《中华人民共和国野生植物保护条例》等相关法律法规文件要求，禁止以下行为：剥损树皮、攀树折枝；借用树干做支撑物或者倚树搭棚；在树上刻划、敲钉、悬挂或者缠绕物品；损坏树木的支撑、围护设施等相关保护设施；捕猎野生动物，人为破坏洞穴、巢穴、捡拾鸟蛋等行为；避免对评价区内野生动植物产生额外的影响。

（2）在林分好、人为干扰较少区域及生态保护红线、自然保护区附近设置告示牌和警告牌，提醒施工人员保护生态环境，严格按照规章制度管理，加强公众的生态环境保护意识教育；在人员活动较多和较集中的区域，如工棚附近，粘贴和设置环境保护方面的警示牌，提醒人们依法保护自然环境。

（3）在工程建设期，更应加强防护，如在施工区及周围山上竖立防火警示牌，禁止施工人员吸烟，巡回检查，搞好消防队伍及设施的建设等，以预防和杜绝火灾发生。

5.7 生态保护红线内保护措施与要求

（1）在下一步设计中，建议进一步局部优化塔基位置，通过塔基局部调整尽量少占用生态保护红线。

（2）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。

（3）在线路跨越生态保护红线处优先采用环境友好型的飞艇、动力伞或无人机等放线施工工艺，减少地表扰动和植被破坏范围。

（4）禁止在生态保护红线内设置“三场”，禁止在生态保护红线范围内堆放建筑

垃圾和生活垃圾，禁止在生态保护红线内设置牵张场、材料堆场等临时占地，本工程输电线路在生态保护红线范围内不设置取土场和弃土场。

（5）临时施工道路尽可能利用保护区内已有乡村公路、机耕路、林区小路、人抬道路等现有道路；局部交通条件较差的山丘区，尽可能通过人力或畜力将施工材料运至塔基附近，生态保护红线内禁止开挖施工道路。

（6）基础开挖土方先临时集中堆放在塔基施工场地范围内，待基础浇筑完成后全部在塔基永久占地范围内回填、夯实、平整，就地利用，不外弃，施工结束后对塔基区（非硬化裸露地表）通过播撒草籽等方式进行植被恢复。

（7）加强对施工人员的教育和管理，使他们了解生态保护红线的重要意义和生态保护红线的边界，并在施工过程中注意保护生态环境，严禁捕猎、捕食野生动物和随意砍伐、践踏植被。

（8）施工结束后开展土地整治，进行植被和迹地恢复。施工结束后，尽快对塔基施工区附近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，恢复临时占地区域原有生态环境和土地利用功能，并加强后期养护和维护。

6、生态影响评价结论

220kV 芳华（大马路）输变电工程建设将不可避免因征地范围内的场地清理及建设过程中产生的噪音、固废等对评价区内的动植物、植被、生态系统等生态要素带来一定程度负面影响，通过采取生态影响减缓、补偿，重要动植物规避等措施，负面影响可得到减缓和抵消，因此，在认真落实本环评报告提出的各项生态保护和恢复措施的前提下，项目建设对生态环境产生的影响是可以接受的，项目建设从生态角度论证可行。