

凉山中 500 千伏输变电工程

环境影响报告书

(公示本)

建设单位：国网四川省电力公司建设分公司
环评单位：四川电力设计咨询有限责任公司



二零二五年四月 成都

目 录

1 前言	1
1.1 项目建设必要性	1
1.2 项目概况	1
1.3 本次评价内容及规模	2
1.4 设计工作开展情况	4
1.5 环境影响评价工作过程	4
1.6 关注的主要环境问题	4
1.7 环境影响报告书的主要结论	5
2 总则	6
2.1 编制依据	6
2.2 评价因子与评价标准	10
2.3 评价工作等级	12
2.4 评价范围	14
2.5 环境敏感目标	15
2.6 评价重点	17
3 建设项目概况与分析	18
3.1 项目概况	18
3.2 选址选线环境合理性分析	39
3.3 环境影响因素识别与评价因子筛选	52
3.4 生态环境影响途经分析	57
3.5 设计阶段环境保护措施	58
4 环境现状调查与评价	62
4.1 区域概况	62
4.2 自然环境	62
4.3 电磁环境	65
4.4 声环境	65
4.5 生态环境	65
4.6 环境空气	77
4.7 水环境	77
5 施工期环境影响评价	78
5.1 生态环境影响分析	78
5.2 声环境影响分析	88
5.3 施工扬尘及机械设备废气分析	92
5.4 固体废物环境影响分析	93
5.5 水环境影响分析	95
6 运行期环境影响预测与评价	97
6.1 电磁环境影响预测与评价	97
6.2 声环境影响预测与评价	221
6.3 水环境影响分析	230
6.4 固体废物环境影响分析	231
6.5 生态环境影响分析	232
6.6 环境风险分析	233
7 环境保护设施、措施分析与论证	236
7.1 环境保护设施、措施分析	236
7.2 环境保护设施、措施论证	257

7.3 环境保护设施、措施及投资估算	259
8 环境管理与监测计划	265
8.1 环境管理	265
8.2 环境监测计划	267
9 环境影响评价结论	269
9.1 建设概况	269
9.2 环境现状与主要环境问题	269
9.3 主要环境影响和污染物排放情况	270
9.4 公众意见采纳情况	274
9.5 环境保护措施、设施	274
9.6 环境管理与监测计划	278
9.7 建设项目的环境可行性结论	278
9.8 建议	279

1 前言

1.1 项目建设必要性

（1）为凉山州盐源县新能源汇集升压提供并网条件，促进四川省清洁能源建设

根据《凉山州光伏发电基地规划报告（2020-2025 年）》，盐源县规划光伏基地总装机容量 3280MW，综合光伏基地规划及最新资源普查情况，该区域光伏资源约 6680MW，新能源体量大，送出需求旺盛。目前，盐源县近区仅有一座百灵 500kV 变电站，且剩余升压容量较小，难以满足盐源县近区新能源的升压需求，需新建凉山中 500kV 输变电工程满足清洁能源汇集升压需求，促进四川省清洁能源建设，为全省“30-60”目标的实现添加动力。

（2）保障凉山州清洁电力送出消纳，促进凉山州社会经济发展

凉山中 500kV 输变电工程的建设可将该地区新能源升压后送入四川主网消纳，将资源优势转化为经济优势，对改善凉山州地区投资环境、促进社会和经济发

展都十分必要。

综上所述，凉山中 500kV 输变电工程的建设有利于满足凉山州盐源县新能源汇集升压需要，促进四川省清洁能源建设及凉山州地方经济的发展，因此建设该输变电工程是十分必要的。

1.2 项目概况

根据国家电网有限公司 国家电网发展〔2024〕512 号文和本项目设计资料，本项目**建设内容包括：①凉山中 500kV 变电站新建工程；②百灵 500kV 变电站扩建工程；③新建凉山中～百灵 500kV 线路工程；④建设相应无功补偿装置和二次系统工程。**

新建凉山中 500kV 变电站位于凉山州盐源县白乌镇长麻村；百灵 500kV 变电站扩建位于凉山州盐源县润盐镇杨柳桥村和卫城镇钟鼓楼村交界处既有变电站内；新建线路位于凉山州盐源县境内，途经白乌镇、润盐镇和卫城镇。

1.2.1 本项目建设内容

（1）凉山中 500kV 变电站新建工程

新建凉山中 500kV 变电站建设规模为：主变容量 3×1200MVA；500kV 出线间隔 2 回（至百灵 2 回）；220kV 出线间隔 8 回（至盐源地块#1 光伏 1 回、至盐源地块#2 光伏 1 回、至盐源地块#3 光伏 1 回、至盐源地块#9 光伏 1 回、至盐源地块#10 光伏 1

回、至白乌风电 1 回、至盐源地块 2a 光伏备用 1 回、至盐源地块 4a 光伏备用 1 回）；66kV 动态无功补偿装置 $3 \times 1 \times 60\text{Mvar}$ ；66kV 并联电容器 $3 \times 3 \times 60\text{Mvar}$ 。

（2）百灵 500kV 变电站扩建工程

百灵 500kV 变电站（原名盐源 500kV 变电站）为既有变电站，本次在现有变电站预留场地内扩建 2 个 500kV 出线间隔（至凉山中 2 回）。

（3）新建凉山中～百灵 500kV 线路工程

新建凉山中～百灵 500kV 线路工程，线路总长度约 $2 \times 34.5\text{km}$ ，其中单回段总长度约 $32\text{km} + 32\text{km}$ ，分为一线和二线两个单回并行走线，采用单回水平排列和单回三角排列，双回段总长度约 $2 \times 2.5\text{km}$ ，采用同塔双回垂直异相序排列（位于百灵变电站出线侧），导线型号为 $4 \times \text{JL3/G2A-720/50}$ 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm，输送电流为 1013A，新建铁塔 142 基。

（4）建设相应无功补偿装置和二次系统工程

建设相应无功补偿装置和二次系统工程包括：新建线路两侧配置双套光纤电流差动保护。沿新建线路同塔架设 2 根光缆，长约 $2 \times 34.5\text{km}$ ，光缆型号为 OPGW-150。

1.3 本次评价内容及规模

（1）凉山中 500kV 变电站新建工程

新建凉山中 500kV 变电站，采用户外布置，即主变采用户外布置、500kV 及 220kV 配电装置均采用 HGIS 户外布置，建设规模为：主变容量 $3 \times 1200\text{MVA}$ ；500kV 出线 2 回；220kV 出线 8 回，**本次按建设规模进行评价。**

（2）百灵 500kV 变电站扩建工程

百灵 500kV 变电站（原名盐源 500kV 变电站）为既有变电站，变电站初期规模环境影响评价包含在《四川盐源 500kV 输变电工程环境影响报告书》中，四川省环境保护厅（现四川省生态环境厅）以川环审批〔2013〕235 号文对其进行了批复，国网四川省电力公司对初期规模进行了竣工环保验收批复（国网四川省电力公司验收意见编号：2020-091）。2022 年，变电站扩建主变 $2 \times 1000\text{MVA}$ ，其环境影响评价包含在《盐源 500kV 变电站扩建工程环境影响报告书》中，目前该工程尚在建设中。2024 年，变电站最近一次进行扩建，扩建内容为 1 个 220kV 出线间隔，其环境影响评价包含在《凉山州盐源 4#地块牧光互补光伏电站 220 千伏送出工程环境影响报告表》中，凉山州生态环境局以凉环建审〔2024〕5 号文对其进行了批复，变电站环评规模为：主变容量 $1 \times 750\text{MVA} + 2 \times 1000\text{MVA}$ 、500kV 出线 7 回，220kV 出线 8 回，目前该工程已建成。**本**

次在站内扩建 2 个 500kV 出线间隔，未包含在已环评规模中，本次按变电站扩建后规模进行评价，即主变 1×750MVA+2×1000MVA、500kV 出线 9 回，220kV 出线 8 回。

（3）凉山中～百灵 500kV 新建线路工程

本项目新建凉山中～百灵 500kV 线路总长度约 2×34.5km，包括单回水平段、单回三角段和双回段，各段线路评价内容见表 1-1。

表 1-1 本项目线路的评价内容

线路段	导线排列方式	导线分裂形式及分裂间距	评价范围内居民分布情况	导线对地最低高度	最不利塔型	导线型号
单回水平段	水平排列	四分裂、500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有零星居民分布	按设计规程规定：非居民区导线对地最低高度 11m，居民区导线对地最低高度 14m	ZBC4	4×JL3/G2A-720/50
单回三角段	三角排列	四分裂、500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有零星居民分布	按设计规程规定：非居民区导线对地最低高度 10.5m，居民区导线对地最低高度 14m	JC4	4×JL3/G2A-720/50
双回段	同塔双回垂直异相序排列	四分裂、500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有零星居民分布	按设计规程规定：非居民区导线对地最低高度 11m，居民区导线对地最低高度 14m	SJC27104 A	4×JL3/G2A-720/50

注：本报告中居民区是指公众曝露区；非居民区是指耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所。

（4）建设相应无功补偿装置和二次系统工程

本次相应的二次系统工程不涉及土建施工，施工量小，按相关规程要求实施后，运行期产生的环境影响较小，本次不对其进行评价。

综上所述，本项目环境影响评价内容如下：

1) 新建凉山中 500kV 变电站，评价规模为：主变容量 3×1200MVA；500kV 出线间隔 2 回；220kV 出线间隔 8 回；66kV 动态无功补偿装置 3×1×60Mvar；66kV 并联电容器 3×3×60Mvar。

2) 百灵 500kV 变电站扩建，本次按扩建后规模进行评价，评价规模为：主变 1×750MVA+2×1000MVA、500kV 出线 9 回，220kV 出线 8 回。

3) 新建凉山中～百灵 500kV 线路：单回水平段按单回水平排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即非居民区按设计规程规定的 11m，居民区按设计规程规定的 14m）进行评价；单回三角段按单回三角排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即非居民区按设计规程规定的 10.5m，居民区按设计规程规定的 14m）进行评价；双回段按同塔双回垂直异相序排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即非居民区按设计规程规定的 11m，

居民区按设计规程规定的 14m）进行评价。

1.4 设计工作开展情况

2024 年 7 月，四川电力设计咨询有限责任公司完成了本工程可研设计工作，2024 年 8 月，国家电网有限公司以《国家电网有限公司关于河北蔚县等 15 项 500、750 千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2024〕512 号）对本项目可研报告进行了批复。2024 年 12 月，四川电力设计咨询有限责任公司正在开展本工程初步设计工作。本次环评以可研方案为基础。

1.5 环境影响评价工作过程

按照《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号）、《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 24 号）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）规定，本项目属于 500 千伏输变电工程，其环境影响评价文件类别应为环境影响报告书。国网四川省电力公司建设分公司于 2024 年 10 月委托四川电力设计咨询有限责任公司负责环评项目主持、汇总、编制工作，国网四川电力建设工程咨询有限公司负责资料收集、协助现场踏勘及调查工作。

我公司接受委托后，环评人员收集了输变电工程相关的国家环境保护法律法规、标准、行业规范、工程设计资料及区域环境状况、生态敏感区分布等资料，在初步掌握工程特点和区域环境特征的基础上，制定了工作大纲，进行人员分工。然后环评人员深入项目所经地区相关部门和项目所经之处进行现场收资和调查，实地收集第一手评价所需资料，提出了电磁环境和声环境监测计划，并委托成都同洲科技有限责任公司进行了现状监测。结合工程实际情况进行了环境影响预测与评价，制定了相应的环境保护措施，从环境保护角度论证了工程的可行性，我公司编制完成了《凉山中 500 千伏输变电工程环境影响报告书》（送审稿），建设单位根据四川省相关要求并按《四川省生态环境厅关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》（2023 年第 7 号）上报四川省生态环境厅审批。

1.6 关注的主要环境问题

本工程施工期和运行期产生的主要环境影响问题如下：

- （1）施工期：施工扬尘、施工废污水、噪声以及生态环境影响。
- （2）运行期：工频电场、工频磁场和噪声。

1.7 环境影响报告书的主要结论

（1）本项目新建凉山中 500kV 变电站位于凉山州盐源县白乌镇长麻村；百灵 500kV 变电站扩建位于凉山州盐源县润盐镇杨柳桥村和卫城镇钟鼓楼村交界处既有变电站内；新建线路位于凉山州盐源县境内。

（2）国家电网有限公司以国家电网发展〔2024〕512 号文对本项目可研报告进行了批复，符合电网建设规划。本项目属电力基础设施建设，是国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类鼓励类”——第四条“电力”——“2. 电力基础设施建设”、“电网改造与建设”项目，符合国家产业政策。

（3）本项目新建变电站站址已取得四川省自然资源厅用地预审与选址意见书，线路已取得盐源县自然资源局的书面同意文件，选址选线符合城镇规划要求。

（4）本项目不涉及法定生态保护区、重要生境以及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域等生态敏感区，也不涉及水产种质资源保护区、饮用水水源保护区等水环境敏感区，选址选线无环境制约因素。

（5）根据环境现状监测，本项目所在地区的电磁环境、声环境监测结果能满足相应评价标准要求。

（6）通过预测分析，在采取相应措施后，本项目投运后产生的电场强度、磁感应强度、噪声均满足相应评价标准要求。

（7）对本项目在建设期和运行期分别提出了电磁环境、声环境及地表水环境、固体废物、生态环境保护措施，通过认真落实，可减缓或消除工程建设可能产生的不利环境影响。因此，本项目建设是可行的。

在本报告书编制过程中，环评单位得到了工程所在地生态环境主管部门、国网四川省电力公司建设分公司、成都同洲科技有限责任公司等相关单位的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（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 日起施行）
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日起施行）
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日起施行）
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日起施行）
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日起施行）
- (7) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2023 年 5 月 1 日起施行）
- (8) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日起施行）
- (9) 《中华人民共和国电力法》（2018 年 12 月 29 日起施行）
- (10) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日起施行）
- (11) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）
- (12) 《国务院关于修改<电力设施保护条例>的决定》（国务院令第 239 号）
- (13) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起施行）
- (14) 《中华人民共和国青藏高原生态保护法》（2023 年 9 月 1 日起施行）

2.1.2 部委规章和相关规定

- (1) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35 号）
- (2) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发〔2005〕39 号）
- (3) 《“十四五”生态保护监管规划》（环生态〔2022〕15 号）
- (4) 《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》（中共中央办公厅、国务院办公厅 厅字〔2019〕48 号）
- (5) 《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发〔2010〕46 号）
- (6) 《电力设施保护条例实施细则》（国家发展和改革委员会令第 10 号）
- (7) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展和改革委员会令第 7 号）
- (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（生态环境部 部

令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）

（9）《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环境保护部 环发〔2012〕77 号）

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

（11）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部部令第 4 号，2019 年 1 月 1 日起施行）

（12）《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》（环办〔2012〕131 号）

（13）《国家危险废物名录》（2025 版）（生态环境部 部令第 36 号）

（14）《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局 农业农村部 2021 年第 15 号）

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

（16）《“十四五”生态保护监管规划》（环生态〔2022〕15 号）

（17）《关于辽宁等省启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资源部办公厅 自然资办函〔2022〕2341 号）

（18）《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（国家林业和草原局公告 2023 年第 23 号）

（19）《危险废物转移管理办法》（生态环境部 公安部 交通运输部 部令第 23 号）

2.1.3 地方性法规与规定

（1）《四川省环境保护条例》（2018 年 1 月 1 日起施行）

（2）《四川省辐射污染防治条例》（2016 年 6 月 1 日起施行）

（3）《四川省野生植物保护条例》（2015 年 3 月 1 日起施行）；

（4）《四川省〈中华人民共和国野生动物保护法〉实施办法》（2023 修正，2024 年 1 月 1 日起施行）

（5）《关于加强环境噪声污染防治工作的通知》（川环发〔2018〕66 号）

（6）《四川省空气质量持续改善行动计划实施方案》（川府发〔2024〕15 号）

（7）《四川省噪声污染防治行动计划实施方案（2023-2025 年）》

- （8）《四川省长江经济带发展负面清单 实施细则（试行）》（川长江办〔2019〕8 号）
- （9）《四川省生态功能区划》（川府函〔2006〕100 号，2006 年 5 月）
- （10）《四川省国土空间规划（2021-2035 年）》（国函〔2024〕9 号，2024 年 1 月）
- （11）《四川生态环境厅关于公布四川省生态环境分区管控动态更新成果（2023 年版）的通知》（川环函〔2024〕409 号）
- （12）《四川省人民政府关于印发<四川省“十四五”生态环境保护规划>的通知》（川府发〔2022〕2 号）
- （13）《四川省人民政府关于公布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府发〔2024〕14 号）
- （14）《四川省重点保护陆生野生动物名录》（四川省林业和草原局公告 2022 年第 9 号）
- （15）《凉山州人民政府办公室关于印发凉山州 2023 年生态环境分区管控动态更新成果的通知》（凉府办函〔2024〕39 号）
- （16）《凉山彝族自治州国土空间总体规划（2021-2035 年）》（川府函〔2024〕71 号，2024 年 3 月）
- （17）《凉山州人民政府办公室关于印发凉山州“十四五”生态环境保护规划的通知》（凉府办发〔2022〕54 号）

2.1.4 技术规范、导则和标准

- （1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）
- （2）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）
- （3）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）
- （4）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）
- （5）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）
- （6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）
- （7）《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）
- （8）《环境影响评价技术导则 土壤环境》（试行）（HJ 964-2018）
- （9）《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）
- （10）《声环境质量标准》（GB3096-2008）

- （11）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）
- （12）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）
- （13）《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
- （14）《环境空气质量标准》（GB3095-2012）
- （15）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
- （16）《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）
- （17）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）
- （18）《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）
- （19）《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB 50229-2019）
- （20）《220kV~750kV 变电站设计技术规程》（DL/T5218-2012）
- （21）《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）
- （22）《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T50087-2013）
- （23）《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ 705-2020）
- （24）《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）
- （25）《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB51/2682-2020）
- （26）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）

2.1.5 工程设计资料

《凉山中 500kV 输变电工程可行性研究报告》（四川电力设计咨询有限责任公司，2024 年 7 月）

2.1.6 相关文件及批复

（1）《国家电网有限公司关于河北蔚县等 15 项 500、750 千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2024〕512 号）

（2）《凉山州生态环境局关于凉山中 500 千伏输变电工程环境影响评价执行标准的复函》

（3）四川省自然资源厅《凉山中 500 千伏输变电工程（变电工程）用地预审与选址意见书》（用字第 513423-2024-00101 号）

（4）《盐源县自然资源局关于凉山中 500 千伏输变电新建工程路径意见的复函》

（5）《凉山州生态环境局关于凉山州盐源 4#地块牧光互补光伏电站 220 千伏送出工程建设项目环境影响报告表的批复》（凉环建审〔2024〕5 号）（百灵 500kV 变电站环评批复）

2.1.7 监测报告

成都同洲科技有限责任公司《凉山中 500 千伏输变电工程监测报告》（同洲检字（2024）E-0083 号）

2.1.8 其他文件

- （1）《四川植被》、《四川植物志》、《四川森林》等
- （2）《凉山中 500 千伏输变电工程水土保持方案报告书》

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目主要环境影响评价因子见表 2-1。

表 2-1 本项目主要环境影响评价因子

评价阶段	评价项目	现状评价因子	预测评价因子	单位
施工期	声环境	昼间、夜间等效 A 声级，Leq	昼间、夜间等效 A 声级，Leq	dB（A）
	生态环境	分布范围、种群数量、种群结构、生物量、生态系统功能等	分布范围、种群数量、种群结构、生物量、生态系统功能等	——
	地表水环境	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类	mg/L
运行期	电磁环境	工频电场	工频电场	kV/m
		工频磁场	工频磁场	μT
	声环境	昼间、夜间等效 A 声级，Leq	昼间、夜间等效 A 声级，Leq	dB（A）
	地表水环境	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类	pH、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类	mg/L

注：pH 值无量纲

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）及《关于发布国家生态环境标准<环境影响评价技术导则 生态影响>的公告》（生态环境部 公告 2022 年第 1 号），本项目生态影响评价因子筛选表如下。

表 2-2 本项目生态影响评价因子筛选表

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	工程永久/临时占地导致物种分布格局变化	直接影响、不可逆影响、长期影响	中
	种群数量、种群结构、行为	工程开挖、材料运输造成个体死亡	直接影响、不可逆影响、短期影响	中
生境	生境面积	永久、临时占地导致生境丧失和破坏	直接影响、不可逆影响、长期影响	中
		临时占地导致生境丧失和破坏	直接影响、可逆影响、短期影响	中
	质量	施工人为活动、弃渣、扬尘、	直接影响、可逆影响、	弱

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
		水土流失等对生物生境影响	短期影响	
	连通性	施工道路等对生境的阻隔影响	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
生物群落	物种组成、群落结构	塔基处边缘效应等造成群落结构改变	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	施工永久、临时占地导致植被覆盖度降低、生物量、生产力降低、生态系统功能受到一定影响	直接影响、可逆影响、长期影响	弱
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	施工区域物种多样性、优势度有所变化	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
生态敏感区	本项目不涉及			
自然景观	景观多样性、完整性等	工程建设造成景观面积变化	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
运行期				
物种	分布范围、种群数量、种群结构	输电线路运行产生的工频电场、工频磁场、噪声对动物分布的影响	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生境	连通性	输电线路对鸟类的阻隔	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	输电线路下方乔木削枝造成生产力、生物量下降	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生态敏感区	本项目不涉及			
自然景观	景观多样性、完整性等	破碎化、异质化	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱

2.2.2 评价标准

根据《凉山州生态环境局关于凉山中 500 千伏输变电工程环境影响评价执行标准的复函》，本次评价执行的标准见表 2-3。

表 2-3 采用的评价标准

污染因子	标准名称		执行标准
工频电场	《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014)		公众曝露控制限值为 4000V/m，在耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。
工频磁场			公众曝露控制限值 100μT
噪声	声环境质量标准	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)	本工程未经过交通干线区域，均位于一般区域，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求（昼间：60dB（A）、夜间：50dB（A）
	施工期噪声排放标准	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)	昼间：70dB（A）、夜间：55dB（A）

污染因子	标准名称		执行标准
	运行期噪声排放标准	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）	新建凉山中变电站和百灵变电站均执行 2 类标准：昼间：60dB（A）、夜间：50dB（A）
大气环境	空气质量标准	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）	本工程位于农村地区，未经过自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域，执行二级标准，即： SO ₂ ≤500μg/m ³ （1 小时平均），NO ₂ ≤200μg/m ³ （1 小时平均），CO≤10mg/m ³ （1 小时平均），O ₃ ≤200μg/m ³ （1 小时平均），TSP≤300μg/m ³ （24 小时平均），PM ₁₀ ≤150μg/m ³ （24 小时平均），PM _{2.5} ≤75μg/m ³ （24 小时平均）。
	施工期扬尘排放标准	《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB51/2682-2020）	TSP≤900μg/m ³ （拆除工程/土方开挖/土方回填阶段）； TSP≤350μg/m ³ （其他工程阶段）。
	运行期废气排放标准	《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）	二级标准：周界外浓度最高点颗粒物无组织排放监控浓度限值≤1mg/m ³ 。
地表水环境	质量标准	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）	III类水域标准：pH6~9，COD≤20mg/L，NH ₃ -N≤1.0mg/L，BOD ₅ ≤4mg/L
	排放标准	——	施工废水不外排
固体废物	危险废物	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）	执行 GB18597-2023 中的相关规定。
		《危险废物转移管理办法》（生态环境部公安部 交通运输部 部令第 23 号）	执行部令第 23 号中的相关规定。

2.3 评价工作等级

2.3.1 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中电磁环境影响评价工作等级的划分原则，本工程各子项电磁环境影响评价等级见表 2-4。

表 2-4 本工程各子项电磁环境影响评价等级

工 程	电压等级	条 件	评价工作等级
新建凉山中 500kV 变电站	500kV	户外式	一级
扩建百灵 500kV 变电站	500kV	户外式	一级
输电线路	500kV	边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标	一级

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），建设项目包含多个子项目时，按最高电压等级确定工作等级，故本工程电磁环境影响评价工作等级为一级。

2.3.2 声环境

本工程位于一般区域，根据《凉山州生态环境局关于凉山中 500 千伏输变电工程环境影响评价执行标准的复函》，本项目所在区域为 2 类声环境功能区，项目建设前

后评价范围内敏感目标的噪声级增量达 3dB（A）~5dB（A），受噪声影响的人口数量变化不大。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），确定本项目声环境影响评价工作等级为二级。

2.3.3 生态环境

本工程与《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中评价等级确定的相关规定对应情况见表 2-5。

表 2-5 本项目与 HJ19-2022 中 6.1 条相关规定的对应情况

条件			评价等级	本项目情况	评价等级
HJ19-2022 中 6.1 条相关规定					
6.1.2 条	a)	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时	一级	不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境	—
	b)	涉及自然公园时	二级	不涉及自然公园	—
	c)	涉及生态保护红线时	不低于二级	不涉及生态保护红线	—
	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	不低于二级	不属于根据 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	—
	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	不低于二级	地下水水位或土壤影响范围内不涉及天然林、公益林、湿地等生态保护目标。	—
	f)	当工程占地规模大于 20km ² （包括永久和临时占用陆地和水域）	不低于二级	工程占地规模（包括永久和临时占地）为 0.409km ² <20km ²	—
	g)	除 6.1.2 条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况	三级	本项目变电站和线路	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	本项目变电站和线路	三级
6.1.3 条	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	不涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域	—
6.1.4 条	建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时		可针对陆生、水生生态分别判定评价等级	本项目不涉及水生生态	—
6.1.5 条	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		评价等级应上调一级	本项目不属于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	—
6.1.6 条	线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。			本项目线路虽然属于线性工程，但是不涉及生态敏感区。	不分段，均为三级

综上所述，确定本项目生态环境评价工作等级为三级。

2.3.4 地表水环境

新建凉山中变电站值守人员产生的生活污水经站内设置的埋地式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排；百灵变电站值守人员产生的生活污水经站内既有的埋地式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排；线路投运后无废污水产生。综上所述，本项目产生的水污染物不外排，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目水环境影响评价工作等级为三级 B。

2.3.5 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）判定，本工程行业类别为 E 电力—35 送（输）变电工程，属于 IV 类建设项目，不属于 HJ 610-2016 中 6.2.2.1 评价工作等级分级表中分类的范畴。同时，本项目施工阶段主要为变电站、塔基基础施工和铁塔架设，施工点分散，施工期间对地下水无影响。因此，本工程地下水环境影响评价未达到分级要求，不需进行地下水环境影响评价。

2.3.6 大气环境

本项目新建凉山中变电站和扩建百灵变电站土建工程量小，线路塔基分散、施工量小，本项目施工期间的施工扬尘影响很小；本项目运行期不涉及大气污染物排放，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本项目对大气环境影响进行简单分析。

2.4 评价范围

2.4.1 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目电磁环境影响评价范围见表 2-6。

表 2-6 本项目电磁环境影响评价范围

项目 \ 评价因子	电场强度	磁感应强度
新建凉山中 500kV 变电站	变电站站界外 50m 以内的区域	
扩建百灵 500kV 变电站	变电站站界外 50m 以内的区域	
500kV 输电线路	线路边导线地面投影外两侧各 50m 以内的区域	

2.4.2 噪声

根据《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 声环境》（HJ2.4-2021），本项目声环境影响评价范围见表 2-7。

表 2-7 本项目声环境影响评价范围

项目 \ 评价因子	噪 声
新建凉山中 500kV 变电站	变电站围墙外 200m 以内的区域
扩建百灵 500kV 变电站	变电站围墙外 200m 以内的区域
500kV 输电线路	线路边导线地面投影外两侧各 50m 以内的区域

2.4.3 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目生态环境影响评价范围见表 2-8。

表 2-8 本项目生态环境影响评价范围

项目 \ 评价因子	生态环境
新建凉山中 500kV 变电站	变电站围墙外 500m 以内的区域
扩建百灵 500kV 变电站	站内扩建，不涉及站外生态环境
500kV 输电线路	线路边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域

注：根据 HJ19-2022，为线路中心线向两侧外延 300m、1km 的区域；根据 HJ24-2020，为线路边导线地面投影外两侧各 300m、1km 以内区域，综合考虑更大评价范围，即按线路边导线地面投影外两侧各 300m、1km 以内区域。

2.5 环境敏感目标

2.5.1 电磁环境和声环境敏感目标

本项目电磁环境评价范围内的住宅、学校、医院、办公楼、工厂等有公众居住、工作或学习的建筑物均为电磁环境敏感目标，声环境评价范围内的住宅、办公楼等需要保持安静的建筑物均为声环境保护目标。

2.5.2 生态保护目标

根据生态环境部网站上公布的《全国自然保护区名录》、国家林业和草原局网站公布的《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》、四川省生态环境厅网站公布的《四川省自然保护区名录》、四川省林业和草原局网站上公布的《四川省及各市风景名胜区名录》、四川省人民政府网站公布的《四川省人民政府办公厅关于公布四川省林业地方级自然保护区名录的通知》（川办函〔2013〕109 号）、国家林业和草原局公布的第一批国家公园以及咨询当地林草、自然资源等主管部门，距离本项目最近的生态敏感区及其与本项目之间的位置关系详见表 2-9。

表 2-9 本项目所在区域的生态敏感区及其与本项目之间的位置关系

名称	保护级别	主要保护对象/保护重点	主管部门	建立时间	方位及与本项目最近距离
四川泸沽湖风景名胜区	省级	以摩梭人母系氏族文化为特征，具有高原湖泊湿地景观特色，以生态保育、文化传承为主要职能并兼具观光游览、风情体验、休闲度假、科普教育等功能的湖泊型省级风景名胜区	四川省林业和草原局	1992 年	已避让，位于本项目新建凉山中 500kV 变电站西侧约 44.9km
四川二滩湿地鸟类自然保护区	省级	以保护二滩库区丰富的鸟类和其它野生生物资源、二滩库区人工湿地及其库岸森林生态系统为主，集物种、湿地和森林生态保护、科学研究、科普宣传、可持续利用为一体的社会公益自然保护区	四川省林业和草原局	2004 年	已避让，位于本项目既有百灵 500kV 变电站南侧约 14.5km
生态保护红线	/	金沙江下游干热河谷水土流失敏感生态保护红线	四川省自然资源厅	2022	已避让，位于新建凉山中变电站西侧约 1.4km

由表 2-9 可看出，本项目不涉及国家公园、自然保护区、自然保护地、世界自然遗产、重要生境等生态敏感区。

自然资源部办公厅以《关于辽宁等省启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2341 号）批复了四川省“三区三线”划定成果，根据四川省政务服务网“生态环境分区管控数据分析系统”和“生态环境分区管控符合性分析”查询结果，本项目不在“三区三线”划定的生态保护红线范围内。

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 2021 年第 15 号）、《四川省人民政府关于公布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府发〔2024〕14 号）核实，结合收集的资料与现场调查，本项目评价范围内未发现国家和省级重点保护野生植物；依据《中国生物多样性红色名录》核实，本项目评价范围内分布有云南松、细尖栒子、窄叶火棘、桦叶荚蒾 4 种特种植物。

依据《国家重点保护野生动物名录》（国家林业和草原局 农业农村部 2021 年第 3 号）、《四川省人民政府关于公布<四川省重点保护野生动物名录><四川省重点保护野生植物名录>的通知》（川府发〔2024〕14 号）核实，结合收集的资料与现场调查，本项目评价范围内未发现国家级及省级重点保护野生动物；依据《中国生物多样性红色名录》核实，本项目评价范围内分布有岩松鼠、灰胸竹鸡、黄腹山雀等特有种 8 种。本项目重要物种情况见表 2-10。

表 2-10 本项目评价区域重要物种

类别	物种	保护级别	特有种（是/否）	资料来源
重要野生植物	有云南松、细尖栒子、窄叶火棘、桦叶荚蒾特有种 4 种	/	是	现场调查+资料调查
重要野生动物	有岩松鼠、灰胸竹鸡、黄腹山雀特有种 8 种	/	是	现场调查+资料调查

2.5.3 水环境敏感目标

根据设计资料和现场踏勘，依据《四川省人民政府关于同意划定、调整、撤销部分城市集中式饮用水水源保护区的批复》（川府函〔2018〕144 号）、《凉山州人民政府关于同意划定、撤销会理市通安镇新民水库等乡镇集中式饮用水水源保护区的批复》（凉府函〔2023〕227 号）等资料，并向当地生态环境主管部门核实，本项目不涉及水产种质资源保护区、饮用水水源保护区等水环境敏感目标。

2.6 评价重点

根据本项目污染源特点和区域自然环境和生态环境现状，本项目施工期的评价重点为对生态环境和水环境的影响，包括对植被、动物、土地利用的影响，施工管理、生态环境保护及恢复措施；运行期的评价重点为新建凉山中变电站和百灵变电站扩建的工频电场、工频磁场及噪声影响预测，输电线路的工频电场、工频磁场及噪声影响预测，并对新建凉山中变电站、百灵变电站扩建和输电线路附近的环境敏感目标进行环境影响预测及评价；同时提出环境保护措施及生态环境影响减缓措施。主要工作内容包

- （1）对新建凉山中变电站、百灵变电站扩建和输电线路评价范围内的环境敏感目标情况进行收资和实地调查；
- （2）对工程区域的电磁环境和声环境现状进行监测和评价；
- （3）对施工期生态环境影响进行预测及分析，分析施工期可能存在的环保问题，并提出相应的环境保护措施及生态环境影响减缓措施；
- （4）对新建凉山中变电站、百灵变电站扩建和输电线路运行期的电磁环境和声环境影响进行预测评价，提出相应的环境保护措施。

3 建设项目概况与分析

3.1 项目概况

3.1.1 工程一般特性

3.1.1.1 项目名称

凉山中 500 千伏输变电工程

3.1.1.2 建设性质

新建

3.1.1.3 建设地点

新建凉山中 500kV 变电站位于凉山州盐源县白乌镇长麻村；百灵 500kV 变电站扩建位于凉山州盐源县润盐镇杨柳桥村和卫城镇钟鼓楼村交界处既有变电站内；新建线路位于凉山州盐源县境内，途经白乌镇、润盐镇和卫城镇。

3.1.1.4 建设内容

本项目建设内容包括：①凉山中 500kV 变电站新建工程；②百灵 500kV 变电站扩建工程；③新建凉山中～百灵 500kV 线路工程；④建设相应无功补偿装置和二次系统工程。

3.1.1.5 项目建设规模及项目组成

本项目组成见表 3-1。

表 3-1 项目组成表

名称		建设内容及规模	可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
新建凉山中 500kV 变电站	主体工程	新建凉山中 500kV 变电站，主变采用户外布置、500kV 及 220kV 配电装置均采用 HGIS 户外布置，500kV 及 220kV 出线均采用架空出线。永久占地面积约 9.63hm ² 。	施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 植被破坏	工频电场 工频磁场 噪声
		项目		
		主变		
		500kV 出线间隔		
		220kV 出线间隔		
		66kV 动态无功补偿 SVG		
		66kV 并联电容器		
	辅助工程	给排水系统、站内道路		无
	公用工程	新建进站道路长约 258m，宽度为 5.5m，采用混凝土路面		无

名称		建设内容及规模					可能产生的环境问题	
							施工期	运营期
	环保工程	1.新建 1 套地埋式污水处理装置（设计规模 0.5t/h）； 2.新建 1 座事故油池（容积约 90m³），新建 9 座事故油坑（位于每相主变正下方，单座容积约 17m³）； 3.声屏障设置：站区东南侧约 247.0m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（4.0m）+声屏障（2.0m）总高 6.0m，东南侧偏北约 55.93m 长围墙提高到 4.0m。站区西南侧约 271.6m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（2.5m）+声屏障（0.5m）总高 3.0m。站区西北侧约 91.0m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件。站区东北侧约 175.25m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件，东北侧偏西约 96.25m 长围墙提高到 4.0m。						生活污水 事故油
	办公及生活设施	新建单层主控通信楼，面积约 637m²						固体废物
		仓储或其它	围墙外护坡、排水沟等，站区附近设置施工营地 1 处，临时占地面积约 0.6hm²					无
扩建百灵变电站	主体工程	百灵 500kV 变电站为既有变电站，本次在站内预留场地上扩建 2 个 500kV 间隔，需进行设备基础施工和设备安装，不新征地。 变电站为户外布置，即主变压器采用户外布置、500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置、220kV 配电装置采用 GIS 户外布置，500kV、220kV 均采用架空出线。					施工噪声 施工扬尘 生活污水 固体废物	工频电场 工频磁场 噪声
		项目	已建成规模	在建规模	本次扩建	扩建后规模		
		主变	1×750MVA	2×1000MVA	无	1×750MVA +2×1000MVA		
		500kV 出线间隔	7 回	无	2 回	9 回		
		220kV 出线间隔	8 回	无	无	8 回		
	辅助工程	进站道路（利旧）					无	无
	环保工程	地埋式污水处理装置（利旧）、150m³ 事故油池（利旧）、变电站西南角围墙（长度约 90m）顶部安装 1.5m 高声屏障（在建）；变电站东南侧围墙（长度约 65.0m）提高到 5.0m，顶部安装 0.5m 声屏障（在建）；变电站东南侧围墙（长度约 46.0m）安装悬空隔声屏障，底部悬空 1.0m，声屏障高 4.5m（在建）。					无	生活污水 事故油
	办公及生活设施	主控综合楼、生活楼（利旧）					无	固体废物
	仓储或其它	无					无	无
输电线路	主体工程	凉山中～百灵 500kV 线路工程，总长度约 2×34.5km，其中单回段总长度约 32km+32km，分为一线和二线两个单回并行走线，采用单回水平排列和单回三角排列，双回段总长度约 2×2.5km，采用同塔双回垂直异相序排列（位于百灵变电站出线侧），导线型号为 4×JL3/G2A-720/50 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm，输送电流为 1013A，新建铁塔 142 基（单回水平塔 93 基，单回三角塔 43 基，双回塔 6 基），永久占地面积约 3.98hm²。					施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 植被破坏	工频电场 工频磁场 噪声

名称		建设内容及规模	可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
输电线路	辅助工程	无	无	无
	公用工程	无	无	无
	环保工程	无	无	无
	办公及生活设施	无	无	无
	仓储或其它	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 142 个，塔基施工临时占地面积共计约 14.48hm ² ； 牵张场： 拟设置牵张场 10 处，每处约 1200m ² ，临时占地约 1.20hm ² ； 施工道路： 新建施工道路长约 17.9km，拓宽既有乡村道路约 32.9km，路面宽约 3.5m，临时占地约 10.59hm ² ； 跨越施工场： 设置跨越施工场地 2 处，临时占地面积约 0.1hm ² 。 人抬道路： 新建人抬道路约 3.2km，宽度约 1m，临时占地面积 0.32hm ² 。 施工生活区和材料站： 租用当地房屋，不另行设置。	施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 植被破坏	无
	建设相应无功补偿装置和二次系统工程	新建线路两侧配置双套光纤电流差动保护。沿新建线路同塔架设 2 根光缆，长约 2×34.5km，光缆型号为 OPGW-150。	施工噪声 生活污水 固体废物	无

3.1.2 新建凉山中 500kV 变电站

3.1.2.1 推荐站址地理位置及外环境关系

新建凉山中 500kV 变电站位于凉山州盐源县白乌镇长麻村。进站道路从站址北侧的乡村道路上引接，新建进站道路长约 258m，宽度为 5.5m。

根据设计资料和现场调查，变电站站址区域现为农村环境，站址处主要为农用地，分布有荞麦、马铃薯等作物。变电站站址设计标高约 2735m，评价范围内分布有 2 处环境敏感目标，西南侧站外分布 1 户民房，距站界最近距离约 138m；东北侧站外分布 1 户民房，距站界最近距离约 94m。

3.1.2.2 建设规模

凉山中 500kV 变电站采用户外布置，即主变采用户外布置，500kV 及 220kV 配电装置均采用 HGIS 户外布置，采用架空出线。建设规模为：主变容量 3×1200MVA；500kV 出线间隔 2 回；220kV 出线间隔 8 回；66kV 无功补偿装置 3×1×60Mvar；66kV 并联电容器 3×3×60Mvar。

3.1.2.3 占地面积

凉山中 500kV 变电站永久占地面积约 9.63hm²（包括围墙内用地、进站道路、围墙外护坡及排水沟等用地），其中围墙内用地面积约 6.76hm²，围墙外用地面积约 2.87hm²，包括进站道路、护坡、排水沟等。

3.1.2.4 总平面布置及竖向布置

（1）总平面布置

凉山中变电站全站分为主变区、500kV 配电装置区、220kV 配电装置区、无功补偿装置区和站前区。主变采用户外布置，呈“一”字型布置于站区中央；500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置于站区东北侧；220kV 配电装置采用 HGIS 户外布置于站区西南侧；66kV 无功补偿装置布置在主变与 220kV 配电装置之间；500kV 及 220kV 出线均采用架空出线方式；站前区位于站区西侧，布置有主控通信楼、警卫室等；主变事故油池布置于预留 1#主变西侧，地埋式污水处理装置布置于主控通信楼南侧。本项目主变消防采用水喷雾灭火系统，全站设置灭火器，室外设置消火栓，站内设置 1 座消防水池，位于消防水泵房西侧。本项目不单独设置消防启备变，消防负荷统一使用站用变。

（2）竖向布置

变电站竖向布置按平坡式布置设计，不受百年一遇洪水及内涝水位影响。拟建变电站站址高程在 2720-2748m 之间，结合站址场地自然坡向、站外排水口位置以及站区 HGIS 配电装置布置方向，站区场地竖向设计采用平坡布置方式，由东向西设 0.5%坡度。场地地表雨水采用有组织排水，排入站外排水沟。

3.1.2.5 主要电气设备选择

根据设计资料，本项目变电站 500kV 主变压器采用三相分体式变压器，为单相自耦无励磁调压自然油循环风冷变压器，其冷却方式是 ONAF（油浸风冷）。单相变压器的绝缘油油量约 72t，折合体积约 82.3m³；500kV 及 220kV 配电装置均采用 HGIS 装置、户外布置。

3.1.2.6 站区排水

变电站采用雨水、污水分流制排水系统。生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排；站区雨水经雨水口汇集后进入站区雨水管网，再排至站外天然冲沟内。

3.1.2.7 采用的主要环保措施

凉山中 500kV 变电站采取的主要环保措施见表 3-2。

表 3-2 凉山中 500kV 变电站采取的主要环保措施

内容 类型	污染物名称	防治措施
水污染物	生活污水	经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，地埋式生活污水处理装置位于主控通信楼南侧。
固体废物	生活垃圾	生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运。
	危险 废物	站内设置 1 座 90m ³ 事故油池（位于预留 1#主变西侧），用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。
	更换的 蓄电池	交由有资质的单位进行处置。
噪声		①主变压器布置在站区中央。 ②主变压器选择噪声声压级不超过 70dB（A）（距主变 2m 处）的设备，SVG 散热器噪声声压级不超过 78dB（A）（距离设备 1m 处）。 ③主变之间设置 8.4m 高防火墙。 ④站区东南侧约 247.0m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（4.0m）+声屏障（2.0m）总高 6.0m，东南侧偏北约 55.93m 长围墙提高到 4.0m。站区西南侧约 271.6m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（2.5m）+声屏障（0.5m）总高 3.0m。站区西北侧约 91.0m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件。站区东北侧约 175.25m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件，东北侧偏西约 96.25m 长围墙提高到 4.0m。
电磁环境影响		①变电站内电气设备均安装接地装置。 ②对电气设备进行合理布局，主变采用“一”字型布置在站区中央。 ③500kV、220kV 配电装置均采用 HGIS 布置。 ④变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现。 ⑤变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。 ⑥在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩），以改善电场分布。 ⑦站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

3.1.3 百灵 500kV 变电站扩建工程

3.1.3.1 站址地理位置及交通

百灵 500kV 变电站为既有变电站，位于凉山州盐源县润盐镇杨柳桥村和卫城镇钟鼓楼村交界处，进站道路由原有乡村道路改造，向东南引接至省道 S307，本次不新建。

百灵 500kV 变电站评价范围内分布有 3 处环境敏感目标，东侧站外分布 6 户民房，距站界最近距离 115m；南侧站外为盐源 500 千伏变电站扩建工程项目部办公室及卫城镇半山村沙长特等居民，距站界最近距离 23m；西侧站外分布 2 户果园看护民房，距站界最近距离 25m。

3.1.3.2 变电站已建规模及环保手续履行情况

百灵 500kV 变电站初期环境影响评价包含在《四川盐源 500kV 输变电工程环境

影响报告书》中，四川省环境保护厅（现四川省生态环境厅）以川环审批〔2013〕235号文对其进行了批复，国网四川省电力公司对初期规模进行了竣工环保验收批复（国网四川省电力公司验收意见编号：2020-091）。变电站建成规模为：主变 1×750MVA、500kV 出线 7 回（500kV 二百线，500kV 百普线，500kV 水百 I、II 线，500kV 百雅 I、II、III 线）、220kV 出线 8 回（220kV 下灵线、220kV 凉灵线、220kV 灵盐一线、220kV 灵盐二线、220kV 铺灵线、220kV 太灵线、220kV 叶灵线、220kV 飞灵线）。变电站在建规模为：主变 2×1000MVA。

变电站最近一次环境影响评价包含在《凉山州盐源 4#地块牧光互补光伏电站 220 千伏送出工程环境影响报告表》中，其环评规模为：主变 2×1000MVA+1×750MVA，500kV 出线 7 回，220kV 出线 8 回，凉山州生态环境局以凉环建审〔2024〕5 号文对其进行了批复，2024 年 11 月完成竣工环保验收。变电站各期建设规模、环保手续履行情况见表 3-3。

表 3-3 百灵 500kV 变电站环评、验收手续履行情况

编号	工程名称	建设规模	评价规模	环评报告	环评批文	竣工验收情况
1	盐源 500kV 输变电工程	主变 1×750MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 2 回	主变 1×750MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 2 回	《四川盐源 500kV 输变电工程环境影响报告书》	四川省环境保护厅 川环审批〔2013〕235 号文	国网四川省电力公司验收意见（编号：2020-091）
2	凉山州盐源县凉风坳风电场 220kV 送出工程	220kV 出线 1 回	主变 1×750MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 3 回	《凉山州盐源县凉风坳风电场 220kV 送出工程环境影响报告表》	四川省环境保护厅 川环审批〔2015〕540 号文	2018 年 11 月
3	盐源县小高山 220 千伏送出工程	220kV 出线 1 回	主变 1×750MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 4 回	《盐源县小高山 220 千伏送出工程环境影响报告表》	四川省环境保护厅 川环审批〔2017〕239 号文	2021 年 4 月
4	凉山盐源大河光伏电站 220 千伏送出工程	220kV 出线 1 回	主变 1×750MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 5 回	《凉山盐源大河光伏电站 220 千伏送出工程环境影响报告表》	四川省环境保护厅 川环审批〔2014〕561 号	2020 年 4 月

编号	工程名称	建设规模	评价规模	环评报告	环评批文	竣工验收情况
5	雅中换流站 500kV 配套工程	500kV 出线 3 回	主变 1×750MVA、500kV 出线 7 回、220kV 出线 5 回	《雅中换流站 500kV 配套工程环境影响报告书》	四川省环境保护厅 川环审批〔2018〕102 号文	国网四川省电力公司 川电科技〔2021〕81 号
6	盐源 500kV 变电站扩建工程	主变 2×1000MVA	主变 1×750MVA +2×1000MVA、500kV 出线 7 回、220kV 出线 5 回	《盐源 500kV 变电站扩建工程环境影响报告书》	四川省环境保护厅 川环审批〔2022〕46 号文	正在建设
7	凉山州盐源县白杨坪风电项目 220kV 送出工程	220kV 出线 1 回	主变 1×750MVA +2×1000MVA、500kV 出线 7 回、220kV 出线 6 回	《凉山州盐源县白杨坪风电项目 220kV 送出工程环境影响报告表》	凉山州生态环境局凉环建审〔2022〕32 号文	2023 年 4 月
8	凉山州盐源县白乌风电项目 220kV 送出工程	220kV 出线 1 回	主变 1×750MVA +2×1000MVA、500kV 出线 7 回、220kV 出线 7 回	《凉山州盐源县白乌风电项目 220kV 送出工程环境影响报告表》	凉山州生态环境局凉环建审〔2023〕21 号文	2024 年 6 月
9	凉山州盐源 4#地块牧光互补光伏电站 220 千伏送出工程	220kV 出线 1 回	主变 1×750MVA +2×1000MVA、500kV 出线 7 回、220kV 出线 8 回	《凉山州盐源 4#地块牧光互补光伏电站 220 千伏送出工程环境影响报告表》	凉山州生态环境局凉环建审〔2024〕5 号文	2024 年 11 月

3.1.3.3 变电站总平面布置

百灵 500kV 变电站主变采用户外布置，1#、2#、3#主变呈“一”字基本位于站区中央；500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置于站区北侧；220kV 配电装置采用 GIS 户外布置于站区南侧，500kV 及 220kV 出线均采用架空出线方式；主控通信楼布置在站区东南侧，150m³ 事故油池布置于站区西侧，地埋式生活污水处理装置位于主控楼东侧。变电站西南角围墙（长度约 90m）顶部安装 1.5m 高声屏障（在建）；变电站东南侧围墙（长度约 65.0m）提高到 5.0m，顶部安装 0.5m 声屏障（在建）；变电站东南侧围墙（长度约 46.0m）安装悬空隔声屏障，底部悬空 1.0m，声屏障高 4.5m（在建）。

3.1.3.4 站区排水

变电站采用雨水、污水分流制排水系统。生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排；站区雨水经雨水口汇集后进入站区雨水管网，再排至站

区外的天然冲沟内。

3.1.3.5 百灵变电站现有规模环保设施情况

百灵变电站现有规模采取的主要环保设（措）施见表 3-4。

表 3-4 百灵变电站现有规模采取的主要环保措施

内容 类型	污染物名称	防治措施	治理效果
水污染物	生活污水	经地埋式污水处理装置处理后用作站内绿化。	不外排
固体废物	生活垃圾	生活垃圾经站内设置的垃圾箱收集后清运至附近生活垃圾收集房。	无影响
	事故废油及含油废物	站内设置了 1 座主变事故油池（容积 150m ³ ），用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。	环境风险小
	更换的蓄电池	按照危险废物进行管理，交由有资质的单位进行处置。	无影响
噪声		主变压器选用低噪声源强设备并合理布局。 变电站西南角围墙（长度约 90m）顶部安装 1.5m 高声屏障（在建）；变电站东南侧围墙（长度约 65.0m）提高到 5.0m，顶部安装 0.5m 声屏障（在建）；变电站东南侧围墙（长度约 46.0m）安装悬空隔声屏障，底部悬空 1.0m，声屏障高 4.5m（在建）。	达标
电磁环境影响		①500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置，220kV 配电装置采用 GIS 户外置。 ②变电站内电气设备均安装接地装置。 ③变电站内导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑。 ④变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密。 ⑤在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩）。	达标

（1）变电站外的电磁环境状况

根据本次现状监测结果，百灵变电站厂界及站外环境敏感目标处电场强度现状值在 71.60V/m~566.88V/m 之间，均能满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；磁感应强度现状值在 0.2943 μ T~1.8268 μ T 之间，均能满足不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

（2）变电站外的声环境状况

根据本次现状监测结果，变电站站界处昼间噪声现状值在 49dB(A)~53dB(A)之间，夜间噪声现状值在 43dB(A)~46dB(A)之间，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求[昼 60dB(A)、夜 50dB(A)]；环境敏感目标处昼间声现状值在 49dB(A)~50dB(A)之间，夜间噪声现状值在 41dB(A)~42dB(A)之间，

均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求[昼 60dB(A)、夜 50dB(A)]。

（3）变电站现有规模存在的环保问题

百灵 500kV 变电站为既有变电站，根据与建设单位核实及百灵 500kV 变电站最近一次竣工环保验收调查，变电站未发生因环境污染而引起的投诉事件，未发生环境污染事故，也未发现环境遗留问题。

3.1.3.6 本次扩建工程概况

（1）本次扩建规模

本次在变电站内预留场地扩建 2 个 500kV 出线间隔（至凉山中）。

（2）总平面布置

本次在变电站内预留场地扩建，扩建 500kV 出线间隔位于站区北侧，扩建后站区的总平面布置不发生变化。

（3）本次扩建产生的环境影响

百灵变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活用水量和生活污水量，也无新增生活垃圾量，不需新增生活污水和生活垃圾处理设施，生活污水经现有地埋式污水处理装置处理后用作站内绿化，不外排；生活垃圾经站内设置的垃圾箱收集后清运至附近生活垃圾收集房。

本次扩建不新增事故油和蓄电池，变电站产生的事故油、更换的蓄电池按照危险废物管理的要求，委托有资质的单位进行处置。

（4）与现有规模的依托关系

百灵 500kV 变电站本次扩建与现有规模的依托关系见表 3-5。

表 3-5 百灵 500kV 变电站本次扩建与现有规模的依托关系一览表

项目		内容
站内永久设施	进站道路	利用现有规模建设的进站道路，本期无需扩建。
	供水管线	本次扩建场地内无生活用水设施和绿化，不需新增给水管网。
	生活污水处理装置	本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活污水量，不需新增生活污水处理设施。
	事故油	本次扩建不新增事故油，不增加事故油量。
	更换的蓄电池	本次扩建不新增蓄电池，不增加蓄电池产生量，更换的蓄电池由有资质的单位进行处置，不在站内暂存。
	声屏障	本次扩建不新增噪声设备，不增加声屏障。
施工临时设施	雨水排水	本次扩建场地的雨水排水系统与现有规模可靠连接。
	施工用水、用电	利用站内已有的水源、电源。
	施工生产生活区	利用站内空地及建筑灵活布置。

3.1.4 输电线路

3.1.4.1 推荐线路路径方案及外环境关系

本线路从拟建凉山中 500kV 变电站出线后，采用两个平行单回向东走线，经白乌镇、二道沟在三棵树右拐向南走线，经石马槽、大河乡、赵家沟、古柏村在新衙门东侧向东南走线，随后在北山村北侧走线，至小升湾子东侧两个单回合并为双回向东南走线，在刷狗湾北侧跨越既有 500kV 宁雅一二线后，连续右转进入既有 500kV 百灵变电站。

根据设计资料及现场调查，本线路所经区域地形为丘陵和山地，土地利用类型主要为耕地、林地、园地、草地。植被类型包括自然植被和栽培植被，自然植被包括针叶与落叶阔叶林、阔叶林、针叶林、阔叶灌丛、灌草丛等，自然植被代表性物种有云南松、巨桉、川滇高山栎、紫羊茅等。栽培植被主要有荞麦、小麦、马铃薯等作物及花椒、苹果等经济林木；线路沿线零星分布有民房，距线路最近距离约 6m。本线路全线位于凉山州盐源县境内，线路长度约 $2 \times 34.5\text{km}$ 。

3.1.4.2 导地线及其排列方式

根据本项目电力系统一次报告，线路导线选择 4×JL3/G2A-720/50 钢芯高导电率铝绞线，输送电流为 1013A。线路采用的导线、地线型号及导线排列方式见表 3-6。

表 3-6 本项目线路采用的导线、地线型号及排列方式

线路	导线	地线	导线排列方式
单回水平排列段	导线型号为 4×JL3/G2A-720/50 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm，输送电流为 1013A	1 根 OPGW-150 光缆，1 根 JLB20A-150 普通地线	单回水平排列 A B C
单回三角排列段	导线型号为 4×JL3/G2A-720/50 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm，输送电流为 1013A	1 根 OPGW-150 光缆，1 根 JLB20A-150 普通地线	单回三角排列 B A C
双回段	导线型号为 4×JL3/G2A-720/50 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm，输送电流为 1013A	2 根 OPGW-150 光缆	同塔双回异相序 B B A C C A

根据国家电网安监[2020]820 号文，500kV 以上电力系统中，因电网侧故障造成发电厂一次减少出力 200 万 kW 以上的，将构成五级电网事件。凉山中变电站主变容量 $3 \times 1200\text{MVA}$ ，负责汇集凉山州盐源县新能源，并通过 2 回 500kV 线路接入百灵变。若该线路采用同塔双回架设，发生异名相故障后将造成两回线路同时停运，且凉山中并网电源将全部脱网，发电厂减出力达 300 万 kW 以上，构成五级电网事件，因此本次新建的凉山中至百灵两回线路主要按单回路架设设计，仅在百灵变电站出线侧

采用同塔双回架设。

本项目线路单回段分为一线和二线两个单回并行走线，采用单回水平排列和单回三角排列，线路双回段采用异相序架设。为降低线路的电磁环境影响，本项目线路相序配合设计考虑：①两条单回并行线路相序尽可能布置成以两回线路中心为对称的逆相序；②同塔双回线路相序尽可能布置成逆相序。但若同时要同时满足上述两点，从单回并行段过渡到同塔双回段时，相间距离不足《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）中相间最小间隙要求，因此本工程考虑路径最长的单回并行段线路（长度约 32m+32m）布置成以两回线路中心为对称的逆相序，双回段线路（长度约 2×2.5km）布置成异相序，避免同相序布置，最大程度降低线路的电磁环境影响。

3.1.4.3 塔型、基础及数量

3.1.4.3.1 塔型及数量

本项目线路拟选铁塔型号及数量见表 3-7。

表 3-7 本项目线路铁塔选型一览表

线路	塔型	基数（基）	小计（基）
单回水平排列段	ZBC1	24	93
	ZBC2	36	
	ZBC3	27	
	ZBC4	6	
单回三角排列段	JC1	27	43
	JC2	8	
	JC3	3	
	JC4	5	
双回段	SZC2710KA	2	6
	SJC27102A	1	
	SJC27104A	3	
合计			142

3.1.4.3.2 基础型式

（1）基础型式

根据本工程沿线地形、地质及水文气象条件，沿线基础型式以原状土基础为主，拟采用的基础型式为挖孔基础、灌注桩基础和嵌岩桩基础。针对位于陡坡地形及狭窄的山脊的塔位，在塔腿最大使用级差不能满足要求的特殊情况下，规划扩底型、不扩底型挖孔基础，利用其可露出地面高度较大的特点来满足塔位地形的要求。对于部分露高较大的塔位采用承台式挖孔基础。在有洪水冲刷影响的塔位，以及地下水埋藏较浅、地基土工程特性较差、施工开挖困难的塔位拟采用灌注桩基础型式。覆盖层较浅或无覆盖层采用嵌岩桩基础。

（2）铁塔与基础连接方式

本工程线路新建铁塔采用地脚螺栓与基础连接。

3.1.4.4 主要交叉跨越

因本项目尚未完成施工图设计，导线的对地最小允许垂直距离及在交叉跨越时，导线与被跨越物之间的垂直距离按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）考虑，线路对地及交叉跨越物的最小垂直距离见表 3-8。本项目线路的主要交叉跨越情况见表 3-9。

表 3-8 本项目线路导线对地及交叉跨越物的最小垂直距离表

序号	被交叉跨越物名称	最小允许垂直距离 (m)	备注
1	非居民区	11（同塔双回排列、单回水平排列）、10.5（单回三角排列）	边导线地面投影外两侧各50m范围内无居民分布的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，包括工程拆迁后无居民的区域。
2	居民区	14	边导线地面投影外两侧各50m范围内有居民分布的区域
3	至公路路面	14	——
4	至电力线路	6	至导线、地线
5	至I~III级通信线	8.5	——
6	至不通航河流	6.5	至百年一遇洪水位
7	至最大自然生长高度树木顶部	7	——

表 3-9 本项目线路主要交叉跨越情况及垂直距离要求

线路名称	被跨越物	跨（钻） 越数 (次)	规程规定的 最小垂直 净距(m)	备注
输电线路	500kV 宁雅一二线 (同塔双回)	1（跨越）	6	线路采取上跨方式，在跨越处，受地形高差影响，既有线路地线对地高度约 70m，本线路导线高度在 $\geq 76\text{m}$ 时不受既有线路限制，与既有线路间的垂直净距能满足规程规定的净距（6.0m）要求。
	35kV 线路	6	6	——
	10kV 及以下配电线路	48	6	——
	通信线	40	8.5	——
	盐井河支流	3	6.5	至百年一遇洪水位
	乡村公路	40	14	——

3.1.4.5 与其他线路并行情况

本项目线路未与其他 330kV 线路并行。本项目线路两个单回形成的一线和二线并行走线段情况见表 3-10。

表 3-10 本项目一线和二线的并行情况

本项目	并行长度	两线边导线间最近距离	两线间共同评价范围内环境敏感目标编号
一线 二线	约 28km	35m	7#、10#、12#、16#电磁和噪声敏感目标

3.1.5 工程占地及物料、资源等消耗

3.1.5.1 工程占地

本项目总占地面积约 40.90hm²。新建 500kV 变电站总占地面积约 10.23hm²，其

中永久占地面积约 9.63hm²，临时占地面积约 0.60hm²；百灵 500kV 变电站扩建无新增占地；输电线路总占地面积约 30.67hm²，其中永久占地面积约 3.98hm²，临时占地面积约 26.69hm²。工程占用土地利用现状及面积见表 3-11。

表 3-11 工程占用土地利用现状及面积一览表

项目	分类	面积 (hm ²)					
		耕地	园地	林地	草地	农用地	合计
永久占地	新建 500kV 变电站	—	—	—	—	9.63	9.63
	百灵 500kV 变电站扩建	不新增					—
	塔基永久占地	2.33	0.25	1.01	0.39	—	3.98
临时占地	变电站施工营地	0.35	—	—	0.25	—	0.60
	塔基施工临时占地	8.46	0.92	3.67	1.43	—	14.48
	牵张场占地	0.96	—	—	0.24	—	1.20
	施工临时道路占地	3.37	0.37	3.24	3.61	—	10.59
	跨越施工临时占地	0.10	—	—	—	—	0.10
	人抬道路占地	0.22	—	0.05	0.05	—	0.32
合计		15.79	1.54	7.97	5.97	9.63	40.90

3.1.5.2 主要原（辅）材料及能耗消耗

本工程原辅材料主要在建设期消耗，投运后无原辅材料消耗。本工程原辅材料及能源消耗见表 3-12。

表 3-12 本工程主要原辅材料及能耗消耗表

名称		耗量				来源
		新建凉山中变电站	百灵变电站扩建	输电线路	合计	
主（辅）料	导线（t）	无	无	2264.7	2264.7	市场购买
	光缆（km）	无	无	69	69	市场购买
	绝缘子（片）	1258	30	46500	47788	市场购买
	钢材（t）	2487	52	9269	11808	市场购买
	混凝土（m ³ ）	11308	244	10130	21682	市场购买
水量	施工期用水（t/d）	36.0	6.0	36.0	78.0	附近水源
	运行期用水（t/d）	1.2	不增加	无	1.2	——

3.1.6 工程土石方量

根据《凉山中 500 千伏输变电工程水土保持方案报告书》，本项目土石方开挖总量 33.14 万 m³，见表 3-13，包括主体工程开挖和水土保持工程表土剥离两部分，主体工程开挖主要来自新建变电站站场平、基础开挖、进站道路，百灵变电站扩建基础开挖和线路塔基基础开挖等。土石方回填总量 32.44 万 m³，工程余方 0.69 万 m³。新建凉山中变电站能实现挖填平衡，不对外弃土；百灵变电站扩建余土运至凉山中变电站新建工程场址回填。线路总土石方量分散在每个塔基处，少量余方在铁塔下摊平、夯实后进行植被恢复。

表 3-13 本工程土石方工程量（自然方） 单位：万 m³

编号	项目	挖方			填方			调入	调出	余方		备注
		表层土	土石方	小计	覆土	土石方	小计			土石方	表层土	
1	新建凉山中变电站	3.42	21.34	24.76	3.42	21.38	24.80	0.04	0	0	0	不弃土
2	扩建百灵变电站	0	0.15	0.15	0	0.11	0.11	0	0.04	0	0	不弃土
3	输电线路	2.43	5.79	8.22	2.43	5.10	7.53	0	0	0.69	0	线路总土石方量分散在每个塔基处，少量余方在铁塔下摊平、夯实后进行植被恢复。
合计		5.85	27.28	33.14	5.85	26.59	32.44	0.04	0.04	0.69	0	—

3.1.7 施工组织及施工工艺

3.1.7.1 交通运输

本项目新建凉山中变电站进站道路拟从站址北侧的乡道上引接，新建进站道路长约 258m，原辅材料通过 G348 国道、附近乡道和进站道路运输；百灵 500kV 变电站扩建位于变电站内预留场地，利用变电站既有进站道路，总体交通条件较好；线路附近有乡村道路，交通条件一般。本项目塔基拟采用机械化施工为主，少量交通不便的塔基采用非机械化施工。机械化施工即是一种以机械为主，人力为辅的工程施工模式，根据机械化施工要求，需要一定宽度的道路供施工机械通行至塔基处，应尽量利用既有道路，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需对原有乡村道路和机耕道进行拓宽修整，本项目需新建施工道路长约 17.9km，拓宽既有乡村道路约 32.9km，路面铺设钢板或草垫，宽约 3.5m，占地面积约 10.59hm²，新建人抬道路长约 3.2km，宽约 1m，占地面积约 0.32hm²，原辅材料采用车辆通过施工运输道路或人力通过人抬道路运送至塔基位置。

3.1.7.2 施工工序

（1）新建凉山中变电站

新建凉山中变电站施工工序主要分为基础施工和设备安装。

1）基础施工

基础施工包括场地平整、围墙修建、道路施工、建（构）筑物基础施工。场地平整主要使用反铲挖掘机，推土机等施工工具，在站界设置施工围挡。进站道路从站址

北侧的乡道上引接。建（构）筑物基础施工主要有站内主控通信楼、构架及设备支架基础、主变压器基础等。站区土石方工程考虑采用机械开挖和人工挖土修边相结合方式。

2) 设备安装

设备安装主要是主变压器、配电装置等电气设备安装。其中主变压器一般采用吊车安装，在用吊车吊运装卸时，除一般平稳轻起轻落外，严格按厂家设备安装及施工技术要求安装；其他设备一般采用人工安装方式。

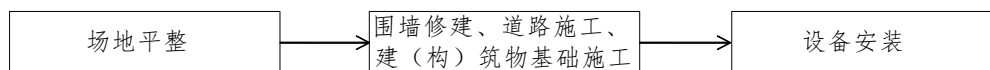


图 3-6 本项目新建变电站施工工艺

(2) 百灵变电站扩建

百灵变电站扩建施工工序包括基础施工和设备安装，见图 3-7。



图 3-7 百灵变电站扩建施工工艺

1) 基础施工

基础施工包括扩建 500kV 设备支架基础等，土建施工挖填方量较小，采用人工开挖，开挖产生的少量基槽余土运至凉山中变电站新建工程场址回填。

2) 设备安装

设备安装主要是断路器保护装置等电气设备安装，一般采用人工安装方式。

(3) 输电线路

本项目输电线路施工工序主要为：施工准备—基础施工—铁塔组立—导线架设。

1) 施工准备

施工准备阶段主要是施工备料及临时道路的施工，本项目部分塔基拟采用机械化施工。

① 机械化施工道路

A) 道路宽度及错车要求

尽量利用既有道路，根据机械化施工要求，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需对原有乡村道路和机耕道进行拓宽修整。对冲垮、塌陷段进行回填夯实，对路面剧烈起伏段进行找平修复，道路修整需满足工程运输车辆、拖拉机、履带运输车进场，整修后应确保道路宽度不小于 3.5m，以保证材料运输车辆正常通

行。道路每隔 200-300m 应设置错车道，且两相邻错车道之间应通视，地形特别困难时可适当加大错车道间距。错车道的有效长度为 20m，地形困难地段不小于 10m。

对于乡村普通路面、河流阶地，道路坡度在 20°以内的丘陵地段使用轮胎式运输车；道路坡度在 20°以上的丘陵等施工环境不适用轮胎式运输车时，可采用履带式运输车运输。

B) 冲垮、塌陷段回填夯实

回填前应将塌陷段的表层浮土清除并集中堆放，再采用砂石对塌陷段进行回填夯实，夯实度不应低于 90%。

C) 剧烈起伏段找平修复

部分机耕道起伏剧烈，坡度在 30 度以上。为保障运输车辆通行，需采人力辅以自卸车对该地段进行降方平整，并采用砂石料对路面损坏处进行回填平整。

D) 塌方段清理

山谷地段地表多为泥夹石地形，雨季沿线较易塌方，为保证运输车辆通行，需采人力辅以自卸车对塌方段进行清理。

E) 路面找平

采用砂石对路面损坏处进行填充平整。

②人抬道路修整

对于极少数交通不便、需修筑较长施工道路的塔位，拟采用修整简易人抬便道，人抬便道呈线状分布于塔基附近。人抬便道尽量利用既有乡村土路进行修整，以减少植被破坏，人力运输便道坡度控制在 15°以内，施工结束后需对道路进行植被恢复。

2) 基础施工

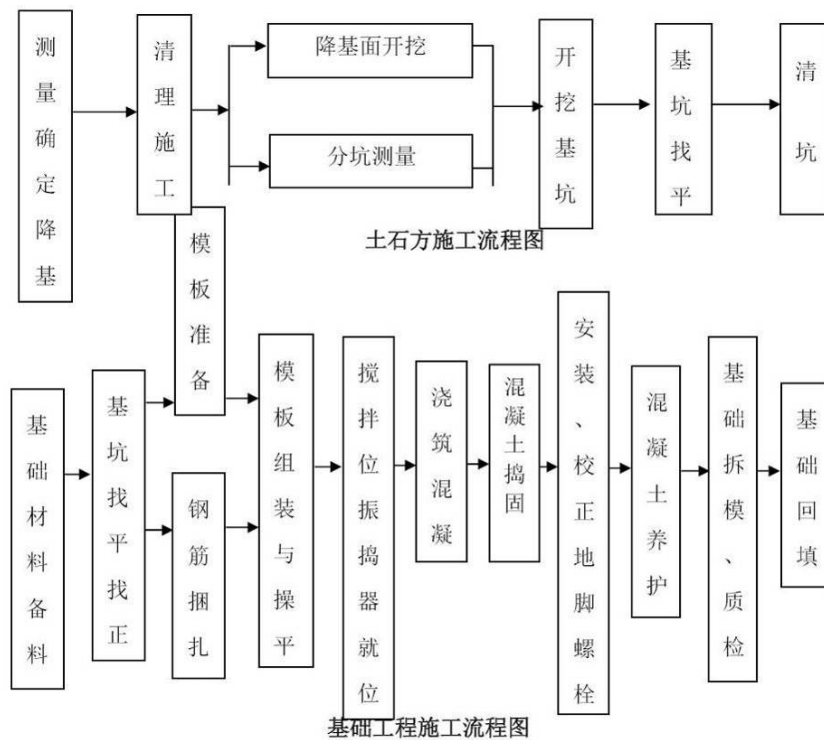
基础施工工序主要有基础开挖、基础浇灌、基础回填等。本项目塔基基础主要采用挖孔基础、灌注桩基础和嵌岩桩基础等型式。在土质条件适宜的情况下，优先采用挖孔桩基础，能充分利用原状土的特性，基坑开挖量及平台开挖量较少，施工对环境的破坏小，能有效保护塔基周围的自然地貌；个别存在软土地基及地下水的塔基拟采用灌注桩基础，灌注桩基础埋深较深，本工程根据地质条件仅在软弱地基地区采用少量的灌注桩基础；嵌岩桩基础是指覆盖层较浅或无覆盖层且桩端嵌入一定深度基岩的挖孔基础。塔基基础开挖前应进行表土剥离，并进行临时堆存和养护。基面土方开挖时，结合现场实际地形进行，尽量避免大开挖；凡能开挖成型的基坑，均应采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，尽可能减少开挖量，不使用爆破施工。根据同类工程施

工组织设计，灌注桩基础施工使用冲击式成孔，按泥浆护壁成孔施工方法来考虑，施工工艺流程为：场地平整→桩位放线→开挖浆池、浆沟→护筒埋设→钻机就位、孔位校正→成孔、泥浆循环、清除废浆、泥渣→第一次清孔→质量验收→下钢筋笼和钢导管→第二次清孔→浇筑水下混凝土→成桩。施工过程中产生的泥浆废水循环至泥浆沉淀池进行沉淀（每个塔基设置 2 个泥浆沉淀池），沉淀后上清液进行循环利用；塔基基础施工结束后将多余土方回填至泥浆沉淀池底部，再逐步整地恢复迹地。

基坑开挖好后应尽快绑扎钢筋、浇注塔腿基础混凝土，埋接地线材。

基础拆模后，经监理验收合格进行回填，基坑回填采取“先粗后细”的方式进行分层回填、分层夯实，并清除掺杂的草、树根等杂物，方便地表迹地恢复。

基础施工时，尽量缩短基坑暴露时间，做到随挖随浇制基础，同时做好基面及基坑的排水工作；基坑开挖大时，尽量减少对基底土层的扰动。土石方及基础施工流程见下图。



对采用挖孔桩基础的塔位可因地制宜地采用人工开挖，其中大开挖类基础可采用机械开挖、人工找平相结合的方式，灌注桩基础采用机械成孔。

3）铁塔组立

本项目所在区域地形为山地和丘陵，根据塔位处的地形、地质条件、现场交通条件、施工机械配置等因素，铁塔组立分为整体组立和分解组立两种方式。其中整体组立适用于个别场地非常空旷的塔位，通过将杆塔在地面上组成整体，而后一次性地立

于杆塔基础之上，包括抱杆整体立塔、大型吊车整体立塔两种方式；其余塔位采用分解组立，包括抱杆分解组塔、起重机分解组塔等方式，使用较多的抱杆分解组塔施工工序主要为抱杆起立、铁塔底部吊装、抱杆提升、铁塔上部吊装、抱杆拆除、螺栓复紧与缺陷处理。抱杆起立阶段先组立塔腿，再通过塔腿起立抱杆，采用专用螺栓连接；铁塔底部吊装：根据铁塔底部分段重力、跟开、主材长度和场地条件等，采用单根或分片吊装方法安装，底部吊装完毕后随即安装地脚螺帽或插入式角钢接头螺栓固定；抱杆提升：铁塔安装到一定高度后需抬升抱杆，利用滑车组和机动绞磨抬升至预定位置；铁塔上部吊装利用已抬升的抱杆，根据铁塔分段情况采用分片吊装塔材。铁塔组立完毕后，抱杆即可拆除，利用起吊滑车组将抱杆下降至地面，然后逐段拆除，拉出塔外，运出现场。铁塔组立完毕后进行螺栓复紧与缺陷处理，螺栓应全部复紧一遍，并及时安装防松或防卸装置。

4) 导线架设

导线架设施工工序主要为放线、紧线和附件安装等，架线施工主要采取张力放线的方式，可采用无人机进行导引绳展放，再通过牵引机、张力机等设备将导线架设到位。施工单位根据自身条件选择一牵四或一牵二两种放线方法。当导线采用一牵四方式张力放线时，每四根子导线应基本同时紧线，同时观测弧垂，并及时安装附件；当导线按一牵二方式张力放线时，先将四根子导线展放完毕，再将四根子导线同时紧线或分两次紧线；导、地线在放线过程中应防治导、地线落地拖拉及相互摩擦。紧线按先地线后导线的顺序进行，紧线布置与常规放线相同，导、地线采用直线塔紧线。

5) 跨越施工

- 线路跨越一般车流量较小的公路时，道路两边暂停通车，迅速架线后再放行。
- 线路跨越 110kV 及以上电压等级的线路时，根据与当地电力部门的协议情况，部分线路需设立脚手架进行跨越，跨越点采用门型构架或竹制构架置于跨越点两侧，架线后拆除脚手架。
- 跨越集中林区及其它重要跨越地段采用无人机放线等方法，对于人可通行的稀疏林区，跨越时可采用人工牵线。
- 线路跨越盐井河支流时采用八旋翼无人机等方法，由八旋翼无人机从河面上空牵放一根绝缘的一级引绳，由一级引绳带张力牵通二级引绳，二级引绳再牵三级引绳，依次类推，直到牵引钢丝绳的牵通，进行架线。

3.1.7.3 施工场地布置

(1) 新建凉山中变电站

1) 材料供应

工程所需混凝土、钢材考虑从当地购买。

2) 施工场地、用水、用电

本项目新建 500kV 变电站在站址附近设置施工营地作为施工人员驻地、临时材料堆场，施工营地临时占地面积约 0.6hm²。变电站征地范围内按照“先土建，后安装”的原则，交叉使用施工场地，主要设备材料集中在施工营地和变电站征地范围内，尽量减少站外临时占地面积。

施工用水从附近城镇自来水管网引接。

施工用电拟采用永临结合的方式，提前建设站用电源设施供施工使用，在站用电源设施建设进度不能满足施工进度情况下，拟自附近 10kV 农网架设临时送电线路解决施工用电。

3) 余土处置

变电站土石方能实现挖填平衡，不对外弃土。

（2）百灵变电站扩建

1) 材料供应

工程所需砂石、水泥、钢材考虑从当地购买。

2) 施工场地、用水、用电

本项目百灵变电站扩建施工集中在站内，主要利用站区内空隙地作为施工场所，不在站外新建施工营地临时设施。

施工用电和施工用水均从变电站内引接，不另外铺设临时管道和线路。

3) 余土处置

本次扩建土建施工挖填方量较小，开挖产生的少量基槽余运至凉山中变电站新建工程场址回填。

（3）输电线路

1) 塔基施工临时场地

塔基施工临时场地主要用作塔基基础施工和铁塔组立，兼做材料堆放场地。由于施工工艺需要，场地选择需紧邻塔基处，尽量选择塔基四周平坦、植被稀疏处，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。每个塔位处均需设置塔基施工临时场地，塔基施工临时场地（具有物料堆放功能）布置在塔基附近，本项目线路共设置塔基施工场地 142 个（新建铁塔 142 基），共计占地面积约 14.48hm²。

2) 牵张场

牵张场主要用作导线、地线张紧和架线，也兼作材料使用前的临时堆放、转运以及工程临时指挥篷房。牵张场设置主要原则是：位于塔基附近，便于放紧线施工；临近既有道路，便于材料运输；场址场地宽敞平坦，便于操作，利于减少场地平整的地面扰动和水土流失；选址应尽量避让植被密集区、避让耕地，以占用较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主，以减少对当地植被和农作物的破坏；牵张场选址应尽可能远离居民区。牵张场具体位置在施工阶段根据现场实际地形条件按上述原则进行确定。根据本工程所在区域地形条件、类似工程设置经验，并咨询设计人员，本项目线路拟设置 10 处牵张场，每个牵张场占地约 1200m²，共计占地面积约 1.2hm²。

3) 机械化施工道路

本项目塔基拟采用机械化施工，尽量利用既有道路，根据机械化施工要求，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需对原有乡村道路和机耕道进行拓宽。本项目施工前需要根据区域地形地貌、既有道路分布情况统一规划施工运输道路，尽量对道路通道进行适当平整，避免大开挖，施工道路修建、拓宽需尽量避让植被密集区域，以减少植被破坏，同时按施工机械最小通行要求严格控制道路修整扰动范围，不能随意扩大；道路每隔一定的距离设置错车道，错车道的间距为 200-300m，并且两相邻错车道之间应通视，当地形困难时可以适当加大，错车道的有效长度为 20m，困难地段不小于 10m。施工前对修建、拓宽道路扰动范围内的表土进行剥离，剥离后装袋码放在道路下坡侧进行堆存养护，对临时堆土采取遮盖、拦挡等防护措施，在道路内侧设置临时排水沟及沉砂池，有效排导路面雨水，同时对道路两侧的裸露护坡采用密目网等进行防护，降低施工期间的水土流失；路面铺设钢板或草垫；施工期间对施工道路两侧采用彩旗绳限界，限制施工运输扰动范围，在土质松软的路段铺设钢板，施工结束后对道路拓宽区域进行土地整治和植被恢复。本项目需新建施工道路长约 17.9km，拓宽既有乡村道路约 32.9km，路面宽约 3.5m，临时占地约 10.59hm²。

4) 施工人抬便道

对于极少数交通不便、需修筑较长施工道路的塔位，不推荐采用机械化施工，需修整简易人抬便道，人抬便道呈线状分布于塔基附近。人抬便道尽量利用既有乡村土路进行修整，以减少植被破坏。本项目线路共需修整简易人抬便道长约 3.2km，宽约 1m，占地约 0.32hm²。

5) 跨越施工场

跨越施工场主要用作跨越施工也兼作材料使用前的临时堆放，本项目线路共设置 2 处跨越施工场，共计占地面积约 0.1hm²。

6) 施工生活区和材料站

新建线路施工生活区租用沿线当地房屋，不进行临时建设。根据线路施工材料的供应要求，材料站内设临时设施主要包括：水泥仓库（堆放在室内）、钢筋加工场地、施工工具和零星材料仓库等。本项目材料站租用沿线城镇内带院落、交通方便的既有民房、厂房等，不另行占地，使用完毕后，拆除搭建的临时棚库。

7) 混凝土、水泥、导线、塔材、电、水来源

工程所需混凝土、水泥、砂石等建材由施工单位就地采购，导线、塔材等主材由建设单位或施工单位采用招标方式集中采购，工程所需电源从附近村庄引接，所需水源主要来自附近村庄。

8) 余土处置

根据区域同类输电线路工程建设经验，线路土石方来源于塔基开挖，施工位置分散，每个塔基挖方回填后余方较少。施工过程中，对塔基开挖产生的少量余土在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行植被恢复。

3.1.7.4 施工时序

根据同类工程类比，新建凉山中 500kV 变电站施工周期约需 13 个月，百灵 500kV 变电站扩建施工周期约需 3 个月，线路施工周期约需 10 个月。

3.1.7.5 施工人员配置

根据同类工程类比，新建变电站平均每天需施工人员 300 人左右；百灵变电站扩建平均每天需施工人员 50 人左右；本项目线路平均每天需施工人员 300 人左右，施工人员沿线路分散分布。

3.1.7.6 施工机具

本项目施工期主要施工机具见表 3-14。

表 3-14 本工程主要施工机具一览表

序号	主要施工机具	序号	主要施工机具
1	推土机	12	洒水车
2	轮胎式装载机	13	混凝土振捣器
3	单斗挖掘机	14	电动卷扬机
4	振动压路机	15	钢筋弯曲机
5	夯实机	16	电动空气压缩机
6	液压锻钎机	17	交流电焊机
7	磨钎机	18	型钢调直机

序号	主要施工机具	序号	主要施工机具
8	汽车式起重机	19	旋挖钻机
9	塔式起重机	20	牵引机
10	轮胎式运输车	21	张力机
11	载重汽车	22	无人机

3.1.8 项目主要技术经济指标

本项目主要技术经济指标见表 3-15。

表 3-15 项目主要技术经济指标

序号	名称		单位	耗量			
				新建凉山中变电站	百灵变电站扩建	线路	合计
1	永久占地面积		hm ²	9.63	不新增	3.98	13.61
2	土石方量	挖方	万 m ³	24.80	0.15	8.22	33.17
		填方	万 m ³	24.80	0.11	7.53	32.44

3.2 选址选线环境合理性分析

3.2.1 新建凉山中 500kV 变电站

3.2.1.1 站址选择合理性分析

根据凉山中 500kV 变电站功能定位，合理的选址区域应在盐源县境内光伏升压站至百灵 500kV 变电站之间平缓地区且能兼顾远期光伏接入并尽量避开重要设施区域。

根据设计资料，本站址选择基本原则如下：

- ①避开场、镇，规划区和新村聚居点，尽量满足市、区的规划要求。
- ②避让自然保护区及一级保护林地。
- ③尽量靠近现有公路，充分利用各乡村公路以方便施工运行。
- ④尽量避开集中居民区、军事管理区、飞机场等设施。
- ⑤尽量减少交叉跨越已建送电线路，尤其是减少交叉跨越 110kV 电压等级及以上送电线路，以方便施工，降低施工过程中的停电损失。
- ⑥尽量避让厂房等重要设施和成片房屋。
- ⑦满足上述条件下，尽量缩短线路路径、降低工程造价。

建设单位和设计单位依据区域电网规划、既有电源点和电力通道的位置、交通条件、地形地貌、环境敏感区以及植被分布等情况初选站址，再进行现场踏勘和收资，落实上述选站基本原则，并征求盐源县规划和自然资源局等政府部门意见。综合上述各种因素，凉山中变电站拟选技术可行的两个站址方案，站址一位于盐源县白乌镇面坝村，站址二位于盐源县白乌镇长麻村，两个站址比选情况见表 3-16。

表 3-16 本项目新建变电站拟选站址条件比选

项目内容	站址一 (盐源县白乌镇面坝村)	站址二 (盐源县白乌镇长麻村)	比选 结果
地形地貌	山前缓坡平台	山顶丘陵状缓坡	相当
占地性质	基本草原	农用地	站址二优
“三区三线”情况	不涉及生态保护红线和城镇开发边界,符合“三区三线”管控要求。	占地性质为农用地,不涉及生态保护红线和城镇开发边界,符合“三区三线”管控要求。	相当
交通条件	新建进站道路长度 220m,交通条件较好	新建进站道路约 258m,交通条件较好	站址一优
进出线条件	进出线走廊较开阔	进出线走廊较开阔	相当
土石方平衡	场地整体中北侧高、南侧低,站区挖填方量约 24.55 万 m ³ ,土石方挖填平衡,不对外弃土	场地整体南东侧高,北西侧低,站区挖填方量约 24.80 万 m ³ ,土石方挖填平衡,不对外弃土	相当
居民分布情况	站址外 200m 范围内有居民约 15 户,距站址最近距离约 40m。	站址外 200m 范围内有居民约 2 户,距站址最近距离约 94m。	站址二优
环境敏感区	不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区,也不涉及饮用水水源保护区等环境敏感点。	不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区,也不涉及饮用水水源保护区等环境敏感点。	相当
环境管控单元	一般管控单元	一般管控单元	相当
对城镇规划的影响	站址不涉及城镇规划区,不影响当地规划发展。	站址不涉及城镇规划区,不影响当地规划发展。	相当
政府部门意见	未取得自然资源主管部门同意意见。	已取得用地预审与选址意见书。	站址二优
与《输变电建设项目环境保护技术要求》(HJ1113-2020)中选址选线要求的符合性			
5.2 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。	不涉及生态保护红线,避让了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	不涉及生态保护红线,避让了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	相当
5.3 变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线走廊规划,避免进出线进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	按终期规模综合考虑进出线走廊规划,避让了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	按终期规模综合考虑进出线走廊规划,避让了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	相当
5.4 户外变电工程及规划架空进出线选址选线时,应关注以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域,采取综合措施,减少电磁和声环境影响。	不需工程拆迁,站址外 200m 范围内有居民约 15 户,距站址最近距离约 40m。	不需工程拆迁,站址外 200m 范围内有居民约 2 户,距站址最近距离约 94m。	站址二优
5.6 原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	站址位于 2 类声环境功能区,不涉及 0 类声环境功能区。	站址位于 2 类声环境功能区,不涉及 0 类声环境功能区。	相当
5.7 变电工程选址时,应综合考虑减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等,以减少对生态环境的不利影响。	站址区域为草地,无林木砍伐,土石方挖填平衡,不对外弃土。	站址区域为草地,无林木砍伐,土石方挖填平衡,不对外弃土。	相当
比选结论	不推荐	推荐	——

由表 3-16 可以看出,两个站址的比选情况如下:

A) 工程技术条件

两个站址在**地形地貌、进出线条件、土石方平衡**等方面均相当，其他方面的比较情况如下：

交通条件：站址一进站道路更短，有利于减少新建道路对土地利用和生态环境的影响。

B) 环境制约因素

两个站址在“**三区三线**”情况、**环境敏感区、环境管控单元**等方面均相同，其他方面的比较情况如下：

占地性质：站址二占地性质为农用地，不涉及基本草原，符合土地管理要求。

政府部门意见：站址二已取得用地预审与选址意见书，符合当地国土规划要求。

C) 环境影响

两个站址在**对城镇规划的影响**方面相当，其他方面的比较情况如下：

居民分布情况：站址二站外居民敏感目标更少且距离站界更远，对居民的噪声和电磁环境影响更小。

D) 与 HJ1113-2020 中选址选线要求的符合性

两个站址在环境敏感区、声环境功能区划、林木砍伐、土石方平衡等方面均相当，站址二站外居民敏感目标更少且距离站界更远，对居民的噪声和电磁环境影响更小。

综上所述，从环保和规划角度分析，站址一未取得规划部门同意；站址二在占地性质、对居民的影响等方面更具优势，选择设计推荐的站址二（盐源县白乌镇长麻村）作为凉山中 500kV 变电站推荐站址是合理的。

3.2.1.2 凉山中变电站选址方案特点

根据现场调查及环境影响分析，变电站推荐站址从环境影响角度分析具有下列特点：**1) 环境制约因素：**①该站址不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区，也不涉及饮用水水源保护区等环境敏感点，站址方案已取得用地预审与选址意见书；②站址区域植被类型主要为栽培植被，动植物物种均为当地常见物种，不涉及珍稀保护动植物；③变电站规划了出线走廊，选址时综合考虑了减少土地占用、植被砍伐等因素，土石方能就地平衡，无弃土产生，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）的要求；**2) 环境影响程度：**①站址区域属于声环境 2 类功能区，不涉及声环境 0 类、1 类功能区，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）的要求；②站址远离站外居民，有利于降低对居民的噪声和电磁环境影响；③通过预测分析，在变电站外产

生的电磁环境和声环境影响均满足相应评价标准要求。**因此，从环境制约因素和环境影响程度分析，该推荐站址选择合理。**

3.2.1.3 凉山中变电站总平面布置方案特点

变电站的总平面布置方案从环境影响类型及程度分析具有以下特点：**1) 环境制约因素：**变电站统一规划出线走廊，预留远期扩建条件，减少土地资源占用，降低对环境的影响；**2) 环境影响程度：**①主变布置在站区中央，利用建构筑物遮挡削弱噪声传播，有利于降低噪声源设备对站外产生的声环境影响，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）的要求“6.3.3 户外变电工程在设计过程中应进行平面布置优化，将主变压器、换流变压器、高压电抗器等主要声源布置在站区中央区域或远离站外声环境敏感目标侧的区域”；②500kV、220kV 配电装置均采用 HGIS 布置，产生的电磁环境影响较小；③根据设计资料，本变电站内各相主变下方设置有 17m³ 的事故油坑，事故油坑容积按照《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中“户外单台容量为 1000kg 以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施，其容积宜按设备油量的 20%设计，并能将事故油排至总事故贮油池”的要求进行考虑；站内设置有 90m³ 事故油池，能够满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB 50229-2019）中“总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一台设备确定，并设置油水分离装置”的要求，同时事故油池具备油水分离功能，事故油池和事故油坑均采取防水混凝土、防水砂浆保护层、不低于 2mm 厚防渗涂层等多层防渗措施，有效防渗系数 $K \leq 10^{-7} \text{cm/s}$ ，预埋套管处使用密封材料，具有防渗漏、防水等功能，并设置了呼吸孔，安装了防护罩，能够防杂质落入，能满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）、《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB 50229-2019）、《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）等相关要求；④站内设置有埋式污水处理装置，用于收集站内运维、值守人员产生的生活污水，生活污水经埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排，不会对站外水环境产生影响；⑤根据电磁环境类比分析，变电站投运后产生的电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应评价标准要求，根据变电站噪声预测结果，站界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准限值要求，站外区域噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。**从环境制约因素和环境影响程度分析，该总平面布置合理。**

3.2.2 输电线路

（1）线路路径方案选择

根据设计资料，按照区域电力系统接入方案，本项目线路路径选择基本原则如下：

①符合凉山中变电站出线总体规划要求，线路走廊统一规划，确保预留线路路径成立。

②避让自然保护区、生态保护红线等环境敏感区，降低生态环境影响。

③尽量缩小电力走廊，节约占地。

④尽量避让集中居民区，减少房屋拆迁，减小对周围居民的影响。

⑤避开军事设施、城镇规划、大型工矿企业、机场、重要通信等设施，确保路径的可行性和今后线路安全运行。

⑥尽量靠近现有公路，充分利用各级公路及机耕道，减小人力运输距离，便于施工和运行检修。

⑦尽量避开树木密集区，减少树木砍伐，保护自然生态环境。对于无法避让的林区，应选择有利地势跨越。

⑧尽可能减少与已建电压等级较高的送电线路交叉。

（2）路径方案比选

按上述原则，建设单位和设计单位首先依据新建凉山中变电站的位置，结合区域地形地貌地质条件，初拟线路路径方案，再进行现场踏勘和收资。本工程线路路径方案选择主要受规划盐源通用机场、已建电力线路、沿线矿区、乡镇规划、交通条件、地质地形条件、预留线路通道等因素的制约。在制约因素限制范围内，设计单位根据区域居民分布、植被分布、交通条件、生态保护红线等资料优化拟选路径，并征求盐源县规划和自然资源局等相关政府部门意见，拟选了两个线路路径论述方案，两个方案的比较情况见表 3-17。

A) 北方案

本线路从拟建凉山中 500kV 变电站出线后，采用两个平行单回向东走线，经白乌镇、二道沟在三棵树右拐向南走线，经石马槽、大河乡、赵家沟、古柏村在新衙门东侧向东南走线，随后在北山村北侧走线，至小升湾子东侧两个单回合并为双回向东南走线，在刷狗湾北侧跨越既有 500kV 宁雅一二线后，连续右转进入既有 500kV 百灵变电站。

B) 南方案

本线路自新建凉山中 500kV 变电站出线后，采用两个平行单回向东走线，经双房沟在王家湾子南侧跨越塘泥湾~盐源 220kV 线路，随后连续跨越杨房沟-雅中换流站 500kV 线路、规划木里-雅中换流站 500kV 线路、500kV 宁雅一二线、500kV 水百一二线，在代家堡左转平行 500kV 水百一二线走线，在石家寨子东侧钻越雅中-江西土 800kV 直流线路，随后在上水塘跨越雅中换流站接地极线路，随后在龙王庙北侧转为同塔双回走线，跨越 500kV 水百一二线、500kV 百雅一二线，并跨越 220kV 果石线、220kV 下灵线后，连续右转到达 500kV 百灵变电站。

表-17 本项目线路路径方案比较一览表

序号	路径方案 比较内容	北方案	南方案	方案比较
1	线路长度	2×34.5km（其中 32+32km 按两个平行单回路架设，2×2.5km 按同塔双回架设）	2×35.5km（其中 34.5+34.5km 按两个平行单回路架设，2×1.0km 按同塔双回架设）	北方案优
2	占地面积	永久占地面积约 3.98hm ² ，临时占地面积约 26.69hm ²	永久占地面积约 4.14hm ² ，临时占地面积约 27.28hm ²	北方案优
3	海拔高度	2400m~2900m	2300m~2900m	相当
4	地形条件	单回段：丘陵 36.9%，山地 63.1%。双回段：丘陵 50%，山地 50%	单回段：平地 13%，丘陵 25%，山地 62%。双回段：丘陵 55%，山地 45%	相当
5	交通运输条件	主要利用县道、乡道、乡村公路，交通条件一般。	主要利用县道、乡道、乡村公路，交通条件一般。	相当
6	主要交叉跨越情况	跨越 500kV 线路 1 次	钻越±800kV 线路 1 次，跨越接地极线路 1 次，钻越 500kV 线路 2 次，跨越 500kV 线路 2 次	北方案优
7	沿线居民分布	工程拆迁房屋约 15500m ² ，沿线居民零星分布	工程拆迁房屋约 20000m ² ，沿线居民零星分布	北方案优
8	环境敏感区	不涉及国家公园、自然保护区、自然保护地、世界自然遗产、重要生境等生态敏感区。	不涉及国家公园、自然保护区、自然保护地、世界自然遗产、重要生境等生态敏感区。	相当
9	政府部门意见	已取得盐源县自然资源局的同意意见	未取得盐源县自然资源局的同意意见。	北方案优
与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中选址选线要求的符合性				
5.2 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。		不涉及生态保护红线，避让了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区	不涉及生态保护红线，避让了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区	相当

序号	路径方案 比较内容	北方案	南方案	方案比较
5.5	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。	线路采取同塔双回架设或并行架设，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响	线路采取同塔双回架设或并行架设，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响	相当
5.8	输电线路宜避让集中林区，以减少林木砍伐，保护生态环境。	线路已尽可能避让集中林区，线路穿越林区长度约 9km	线路已尽可能避让集中林区，线路穿越林区长度约 10km	北方案优
5.9	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。	线路不涉及自然保护区	线路不涉及自然保护区	相当
6.2	电磁环境保护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。	线路通过合理选择线路路径、增加导线对地高度等措施，尽可能减少电磁环境影响	线路通过合理选择线路路径、增加导线对地高度等措施，尽可能减少电磁环境影响	相当
比选结论		推荐	不推荐	——

从表 3-17 可以看出，**上述两个路径方案的比选情况如下：**

a) 工程技术条件

两个路径方案在**海拔高度、地形条件、交通运输条件**等方面均相当，其他方面的比较情况如下：

线路长度及占地面积：北方案线路路径更短，占地面积更小，有利于减少用地及土石方开挖量，以降低对生态环境的不利影响，符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中关于生态环境保护的要求“6.4.2 输电线路应因地制宜合理选择塔基基础...以减少土石方开挖...”，北方案更优。

主要交叉跨越情况：北方案跨越的电力线路更少，有利于减少施工期间的停电影响，也不影响雅中换流站后续出线走廊。

b) 环境制约因素

两个路径方案在**环境敏感区**方面相当，其他方面的比较情况如下：

政府部门意见：北方案已取得盐源县自然资源局同意意见，符合当地城镇规划要求。

c) 环境影响

两个路径方案在**架设方式、环境保护措施**等方面均相当，其他方面的比较情况如下：

沿线居民分布：北方案工程拆迁的房屋数量更少，对周围居民的影响更小。

d) 与 HJ1113-2020 中选址选线要求的符合性

穿越林区：北方案穿越林区长度更短，有利于减少林木砍伐，保护生态环境。

综上所述，从环保和规划角度分析，南方案未取得规划部门同意；北方案在线路长度、主要交叉跨越情况、沿线居民分布、穿越林区、政府部门意见等方面更具优势，故本线路路径采用北方案作为推荐方案是合理的。

(3) 线路路径方案特点

根据设计资料及现场调查，本线路所经区域地形为丘陵和山地，土地利用类型主要为耕地、林地、园地、草地。植被类型包括自然植被和栽培植被，自然植被包括针叶与落叶阔叶林、阔叶林、针叶林、阔叶灌丛、灌草丛等，自然植被代表性物种有云南松、巨桉、川滇高山栎、紫羊茅等。栽培植被主要有荞麦、小麦、马铃薯等作物及花椒、苹果等经济林木；线路沿线零星分布有民房，距线路最近距离约 6m。本线路全线位于凉山州盐源县境内，线路长度约 $2 \times 34.5\text{km}$ 。

本线路路径具有以下特点：1) 环境制约因素：①该线路位于一般环境管控单元，不涉及优先保护单元，线路不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线等生态敏感区，也不涉及饮用水水源保护区等环境敏感点，无生态环境制约因素；②线路路径选择时尽量避让集中居民点，并尽量增大线路与周围居民的距离，减小对周围居民的影响；2) 环境影响程度：①线路采用同塔双回架设或两个单回并行架设，有利于缩小电力通道影响范围；②线路电磁环境采用类比分析结合模式预测，线路按照设计规程要求实施并抬高后，投运后产生的电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应评价标准要求；线路噪声采用类比分析，投运后产生的噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应评价标准要求。综上所述，本线路能满足《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中关于选址选线的要求。因此，从环境制约因素和环境影响程度分析，本线路路径选择合理。

3.2.3 与政策法规等的相符性

3.2.3.1 与产业政策的符合性分析

本项目属电力基础设施建设，是国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整

指导目录（2024 年本）》中“第一类鼓励类”—第四条“电力”—“2. 电力基础设施建设”、“电网改造与建设”项目，符合国家产业政策。

3.2.3.2 与电网规划的符合性分析

根据编制完成的《四川“十四五”电网规划研究报告》，本项目属于四川省十四五期间的重点项目，站址选择及建设规模均符合规划中的要求，符合四川电网建设规划。本项目与上述规划报告中环境影响篇章说明的符合性分析见表3-18。

表 3-18 本项目与《四川“十四五”电网规划研究报告》中环境影响篇章说明的符合性

分项名称	具体要求	本项目	是否符合
《四川“十四五”电网规划研究报告》中的环境影响篇章说明	（1）电磁环境影响减缓措施技术可行的条件下，对于同塔双回架设线路，应采用电磁环境影响较小的导线排列方式..... （2）声环境影响减缓措施 变电站/换流站选址禁止进入0类声功能区.....对厂界噪声预测超标的变电站，应根据实际情况采取优化总平面布置、加高围墙、设置防火墙、声屏障、BOX-IN等相应的降噪措施，确保厂界噪声不超标。 （3）水环境影响减缓措施 变电站/换流站设置污水处理设置；生活污水经站内设置的污水处理设置收集、处理后尽量回用不外排，或用于站区周边绿化、农灌等，不影响区域水环境质量。 （4）固体废物环境影响减缓措施 变电站/换流站生活垃圾利用站内设置的垃圾桶收集后不定期清运至附近的垃圾站集中处置，不会对周围环境造成影响。变电站/换流站更换的蓄电池需按照《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）等相关要求交由有资质的单位收集处理。	（1）电磁环境影响减缓措施 为满足带电距离要求，线路双回段采用同塔双回垂直异相序排列，避免了同相序排列。 （2）声环境影响减缓措施 本项目新建变电站和百灵变电站扩建均不涉及0类声功能区。 （3）水环境影响减缓措施 本项目新建凉山中变电站和百灵变电站扩建运行期产生的生活污水经地理式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排，不影响区域水环境质量。 （4）固体废物环境影响减缓措施 本项目新建凉山中变电站和百灵变电站扩建运行期产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运，不会对周围环境造成影响。更换的蓄电池按照危险废物进行管理，运行单位不得擅自处理，按照《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）等相关要求交由有资质的单位进行处置。	符合

综上所述，本项目符合《四川“十四五”电网规划研究报告》中环境影响篇章说明的要求。

国家电网有限公司以《国家电网有限公司关于河北蔚县等15项500、750千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2024〕512号）对可研报告进行了批复，符合国家和四川电网建设规划。

3.2.3.3 与当地规划的符合性分析

（1）与国土空间规划的符合性

根据《四川省国土空间规划（2021-2035年）》（川府发〔2024〕8号），本项目所在区域主体功能定位为国家级重点生态功能区。国家级重点生态功能区功能定位是：统筹协调生态保护和农牧业生产，构建以生态功能为主、兼顾农牧业功能的空间布局。

坚持“两山转化、绿色示范”发展，大力发展生态经济、持续完善特色生态文化旅游功能。严格控制城镇化工业化开发，重点提高县城和特色小镇承载能力。支持打造民族团结进步示范区、生态文明建设示范区、全域旅游示范区、生态文化旅游目的地、现代高原特色农牧业基地、重要清洁能源基地。本项目属于基础设施工程，百灵500kV变电站扩建位于站内，不新增占地，新建凉山中变电站已取得四川省自然资源厅用地预审与选址意见书，新建线路路径已取得盐源县自然资源局同意意见，符合国土空间规划要求，线路采用架空型式走线，线路呈点状分布，永久占地面积不大，植被破坏程度较轻，施工期采取遮盖、拦挡、砌筑排水沟等水土保持措施，降低新增水土流失，施工结束后及时进行植被恢复，能最大限度地恢复土地利用现状，符合《四川省国土空间规划（2021-2035年）》要求。

根据凉山彝族自治州《盐源县国土空间总体规划（2020-2035年）》，本项目不涉及生态保护红线、城镇开发边界，本项目不涉及“三区三线”，在本项目实施前按照用地管理要求依法依规办理用地手续，不影响凉山彝族自治州盐源县国土空间建设和发展，符合《盐源县国土空间总体规划（2020-2035年）》要求。

（2）规划部门意见

本项目新建凉山中500kV变电站位于凉山州盐源县白乌镇长麻村，在选址过程中与自然资源、生态环境等部门进行了收资调研和协调工作，并根据相关部门的意见对站址进行了优化，变电站站址已取得四川省自然资源厅用地预审与选址意见书。百灵500kV变电站扩建位于站内，对当地规划无影响。本项目线路位于凉山州盐源县境内，在选线过程中与自然资源、生态环境等部门进行了收资调研和路径协调工作，并根据相关部门的意见对线路路径进行了优化，盐源县自然资源局对线路路径方案进行了确认，符合当地总体规划要求。

3.2.3.4 与生态环境保护规划的符合性

（1）与四川省生态功能区划的符合性

根据《四川省生态功能区划图》，本项目所在区域属于“川西南山地亚热带半湿润气候生态区—沙鲁里山南部亚高山暗针叶林生态亚区—盐源盆地农牧业生态功能区”。其生态保护与发展方向为：巩固长江上游防护林建设、天然林保护和退耕还林成果。巩固和发展水土保持林和土壤侵蚀农牧产品水源涵养林，防治农村面源污染和治理水提供功能，土流失。优化农业产业结构，发展生态农土壤保持野生动物和特色农业，改善能源结构，鼓励利用太阳能。防止产业发展对生态环境的影响和破坏。

本项目施工期采取扬尘控制措施、施工废污水处理措施、固体废物收集措施，施工期采取合理的废污水处理措施，变电站运行期产生的生活污水通过地埋式污水处理装置处理后用于站内绿化，不对外排放，不会影响站外水环境，不涉及农村面源污染和城市环境污染；线路运行期不产生废污水，对地表水环境无影响；本项目线路部分塔基占用耕地，植被破坏程度轻微，施工结束后采取复耕及植被恢复等措施可逐步恢复自然生态和农业生态，不会影响生态系统的结构和功能，项目建设与区域生态功能是相符的。

（2）与《四川省“十四五”生态环境保护规划》的符合性

根据《四川省“十四五”生态环境保护规划》（川府发〔2022〕2号），“十四五”期间要求推动能源利用方式绿色转型：优化能源供给结构。……加快推进天然气管网、电网等设施建设，有力保障“煤改气”、“煤改电”等替代工程。本项目为凉山中 500 千伏输变电工程，其建设是为满足凉山州盐源县新能源汇集升压需要，促进四川省清洁能源建设及凉山州地方经济的发展，因此本项目建设符合《四川省“十四五”生态环境保护规划》的相关要求。

3.2.3.5 项目建设与“三线一单”生态环境分区管控的符合性分析

根据四川省生态环境厅办公室《关于印发<产业园区规划环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）>和<项目环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）>的通知》（川环办函〔2021〕469号），本次对项目建设与生态保护红线、生态空间、自然保护地的位置关系进行分析，并从空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源开发效率四个维度分析项目建设与生态环境分区管控的符合性。

（1）项目建设与环境管控单元符合性分析

①项目建设地所属环境管控单元

本项目位于四川省凉山州盐源县境内，根据《四川省生态环境厅关于公布四川省生态环境分区管控动态更新成果（2023年版）的通知》（川环函〔2024〕409号）、《凉山州人民政府办公室关于印发凉山州 2023 年生态环境分区管控动态更新成果的通知》（凉府办函〔2024〕39号），本项目位于一般管控单元。

根据四川省政务服务网“生态环境分区管控符合性分析”查询结果：本项目位于一般管控单元，见表 3-19。

表 3-19 项目涉及管控单元情况表

环境管控单元编码	环境管控单元名称	所属市（州）	所属区县	准入清单类型	管控类型
ZH51342330001	盐源县一般管控单元	凉山彝族自治州	盐源县	环境综合管控单元	环境综合管控单元一般管控单元

本项目为输变电工程，运行期不产生大气污染物，对大气环境无影响；新建凉山中变电站运行期仅值守人员使用水资源，消耗量极少；凉山中变电站运行期产生的生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排；百灵变电站扩建不增加生活污水量；线路运行期不产生大气污染物、废污水及固体废物，故本项目建设不会对大气环境、水资源、地表水环境造成不良影响，本项目建设不会对大气环境和地表水环境造成不良影响，符合大气环境一般管控区、水环境一般管控区的要求。

②项目建设与生态保护红线符合性分析

自然资源部办公厅以《关于辽宁等省启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2341号）批复了四川省“三区三线”划定成果，根据四川省政务服务网“生态环境分区管控数据分析系统”和“生态环境分区管控符合性分析”查询结果，本项目不在“三区三线”划定的生态保护红线范围内，符合生态保护红线管控要求。

③项目建设与一般生态空间、自然保护地符合性分析

生态空间一般包含国家公园和各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园、地质公园、世界自然遗产、水产种质资源保护区、饮用水水源保护区等九大类法定自然保护地。根据四川省政务服务网“生态环境分区管控符合性分析”查询结果，本项目不涉及一般生态空间。

（2）项目建设与生态环境准入清单符合性分析

根据《四川省生态环境厅关于公布四川省生态环境分区管控动态更新成果（2023年版）的通知》（川环函〔2024〕409号）、《凉山州人民政府办公室关于印发凉山州 2023 年生态环境分区管控动态更新成果的通知》（凉府办函〔2024〕39号）和四川省政务服务网“生态环境分区管控数据分析系统”、“生态环境分区管控符合性分析”查询结果，本项目与生态环境分区管控符合性分析见表 3-20。

表-20 本项目生态环境分区管控符合性分析

生态环境准入清单的具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析		
类别		对应管控要求					
盐源县一般管控单元 （ZH51342330001）	普适性清单管控要求	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求	新建工业企业原则上都应在工业园区内建设并符合相关规划和园区定位，现有区外工业企业应逐步向工业园区集中。严控新增建设用地规模和非农建设占用耕地..... 不再新建小型（单站装机容量5万千瓦以下）水电及中型电站（具有季及以上调节能力的中型水库电站除外）	本项目为输变电工程，属于电网工程，不属于新建工业企业。 本项目为 500kV 输变电工程，不属于水电站，本项目不属于禁止开发的建设活动。	符合	
			限制开发建设活动的要求	对四川省主体功能区划中的限制开发区域（重点生态功能区），严格保护具有水源涵养功能的自然植被，禁止过度放牧、无序采矿、毁林开荒，限制陡坡垦殖和超载过牧，禁止对野生动植物滥捕滥采.....	本项目不涉及过度放牧、无序采矿、毁林开荒等行为，不属于限制开发建设活动。本项目施工过程中通过采取生态保护措施，施工结束后进行植被恢复，能最大限度降低对生态环境的影响。	符合	
			不符合空间布局要求活动的退出要求	饮用水源保护区现有不符合相关保护区法律法规和规划的项目，应限期整改或关闭；依法取缔禁养区内规模化畜禽养殖场；按照相关规划和要求，清理整顿非法采砂、非法码头，全面清除不合规码头。	本项目不涉及饮用水水源保护区。	符合	
		污染物排放管控	其 他 污 染 物 排 放 管 控 要 求	充分考虑自然地理条件、经济发展水平、村庄分布特点、污水产生规模和农民生活习惯等因素，科学合理确定治理技术模式，积极推广低成本、低能耗、易维护、高效率的污水处理技术，有序推进生活污水收集处理。对靠近城镇且满足城镇污水收集管网接入要求的农村区域，优先纳入城镇污水处理厂（站）处理。鼓励实施生活污水资源化利用.....	本项目为输变电工程，运行期不产生大气污染物，变电站运行期严格执行废水、噪声、固体废物等国家、行业和地方污染物排放标准，施工期和运行期通过采取相应的污染控制措施使得污染物达标排放，不会降低当地生态环境功能。	符合	
			环境风险防控	其 他 环 境 风 险 防 控 要 求	严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料，禁止处理不达标的污泥进入耕地；禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿（渣）等可能对土壤造成污染的固体废物.....	本项目变电站运行期的生活垃圾由垃圾桶收集后进行清运。	符合
			资源开发利用效率要求	能 源 利 用 总 量 及 效 率 要 求	推进清洁能源的推广使用，全面推进散煤清洁化整治。	本项目为输变电工程，不涉及散煤清洁化整治。	符合

综上所述，本项目不涉及生态保护红线、未超出环境质量底线及资源利用上线，满足生态环境准入条件，符合生态环境分区管控的要求。

3.2.3.6 工程的环境合理性分析

本项目新建凉山中500kV变电站和百灵500kV变电站扩建按相关规程规范进行设计，采取电磁环境控制和噪声控制措施后，产生的电场强度、磁感应强度和噪声均能满足相应评价标准要求；运行期站内生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排，不会对站外水环境产生影响。输电线路避让了凉山州盐源县的建成区和规划区，避让了集中居民区，线路按相关规程规范进行设计，并在居民区抬高导线对地最低高度，确保线路在临近居民房屋时，电场强度、磁感应强度和噪声均能满足相应评价标准要求。**故从环境制约因素和环境影响程度的角度分析，本项目建设是合理的。**

3.3 环境影响因素识别与评价因子筛选

3.3.1 施工期

3.3.1.1 新建凉山中 500kV 变电站

新建凉山中 500kV 变电站施工期的环境影响包括施工噪声、施工扬尘、施工废水、固体废物、生态环境影响等。

（1）施工噪声

变电站施工工序包括土建施工和设备安装，施工机具主要有碾压机械、挖掘机、起重机、运输车辆等，根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），变电站基础施工阶段施工噪声最大声功率级约 100dB（A），设备安装阶段施工噪声最大声功率级约 80dB（A）。

（2）施工扬尘、机械设备废气

施工扬尘主要来源于塔基基础开挖，主要集中在施工区域内且产生量极小，仅在短期内使施工区域局部空气中的 TSP 增加。

施工期间，使用车辆运送原材料、设备以及建筑机械设备的运转，均会排放一定量的 NO_x、CO 等尾气，其特点是排放量小，且属间断性无组织排放。

（3）施工废污水

施工废污水主要是施工人员产生的生活污水和少量的场地、设备清洗水，若不经处理，则可能对地面水环境产生不良影响。平均每天配置施工人员约 300 人，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参

考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，产生生活污水量约 32.4t/d。

（4）固体废物

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾、施工建筑垃圾，及少量废矿物油等危险废物。平均每天配置施工人员约 300 人，根据《第一次全国污染源普查 城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，变电站产生生活垃圾量约 105kg/d。

（5）生态影响

变电站永久占地会使场地植被及微区域地表状态发生改变，从而改变土地利用功能，会对区域生态环境产生不同程度的影响，包括对水土流失、动植物资源等方面的影响。变电站场地平整、道路修建、设备基础开挖、材料堆放等会引起局部植被破坏和地表扰动，导致水土流失。

3.3.1.2 百灵 500kV 变电站扩建

百灵 500kV 变电站扩建施工期的环境影响包括施工噪声、施工扬尘、施工废水、固体废物等。

（1）施工噪声

本次施工主要为扩建 2 回 500kV 出线间隔，施工工序包括设备土建施工和设备安装。土建施工不使用挖土机、推土机等大型施工机具，采用人工开挖，施工机具主要有吊车、运输车辆等，其最大噪声源强约 80dB（A）。

（2）施工扬尘、机械设备废气

施工扬尘主要来源于塔基基础开挖，主要集中在施工区域内且产生量极小，仅在短期内使施工区域局部空气中的 TSP 增加。

施工期间，使用车辆运送原材料、设备以及建筑机械设备的运转，均会排放一定量的 NO_x、CO 等尾气，其特点是排放量小，且属间断性无组织排放。

（3）施工废污水

施工废污水主要是施工人员产生的生活污水和少量的场地、设备清洗水，若不经处理，则可能对地面水环境产生不良影响。平均每天配置施工人员约 50 人，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，产生生活污水量约 5.4t/d。

（4）固体废物

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾和余土，平均每天配置施工人员约 50

人，根据《第一次全国污染源普查 城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，百灵变电站扩建施工人员产生生活垃圾量约 17.5kg/d。变电站站间隔扩建基础开挖产生的少量余土运至凉山中变电站新建工程场址回填处置。

3.3.1.3 输电线路

本项目线路施工期的环境影响包括施工噪声、施工扬尘、施工废污水、固体废物、生态影响等。

（1）施工噪声

线路施工中的主要噪声有工地运输噪声以及基础、架线施工中各种机具的设备噪声等，施工机具主要有卷扬机、运输车辆等，根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），施工噪声最大声功率级约 90dB（A）。线路施工噪声集中于塔基处，塔基零星分散，施工强度低，噪声影响小且持续时间短，不会对周围环境敏感点产生明显影响。

（2）施工扬尘、机械设备废气

施工扬尘主要来源于塔基基础开挖，主要集中在施工区域内且产生量极小，仅在短期内使施工区域局部空气中的 TSP 增加。

施工期间，使用车辆运送原材料、设备以及建筑机械设备的运转，均会排放一定量的 NO_x、CO 等尾气，其特点是排放量小，且属间断性无组织排放。

（3）施工废污水

本项目线路施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水和施工废水，若不经处理，则可能对地面水环境产生不良影响。平均每天配置施工人员约 300 人，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，产生生活污水量约 32.4t/d。

（4）固体废物

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾、余土，及少量废矿物油等危险废物。施工期平均每天配置施工人员约 300 人（沿线路分散分布在各施工点位），根据《第一次全国污染源普查 城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，线路生活垃圾产生量约 105kg/d。施工过程中产生的生活垃圾若不妥善处理，将会对周围环境产生不良影响。在施工期期间，若运输车辆、施工机具漏油，将造成土壤污染和安全隐患。线路塔基开挖产生的少量余土在塔基占地范围

内摊平处置。

（5）生态影响

线路塔基、施工道路建设活动产生的永久占地与临时占地会使场地植被及微区域地表状态发生改变，从而改变土地利用功能，会对区域生态环境产生不同程度的影响，包括对水土流失、动植物资源等方面的影响。施工道路修整，塔基开挖，牵张场和跨越场建立、清除，材料堆放等均会造成局部植被破坏和地表扰动，并由此引起水土流失。

3.3.2 运行期

3.3.2.1 新建凉山中 500kV 变电站

凉山中变电站建成投运后产生的环境影响包括工频电场、工频磁场、噪声、废水和固体废物等。

（1）工频电场、工频磁场

变电站内主要电气设备包括主变压器、500kV 配电装置、220kV 配电装置等，当变电站内的电气设备加上电压后，电气设备与大地之间会存在电位差，从而导致在电气设备附近产生工频电场；主变压器、配电装置等电气设备在有电流通过时，在其周围将产生工频磁场。

（2）噪声

变电站内各种电气设备在运行时会产生噪声，主要包括 500kV 主变压器产生的电磁噪声，电磁噪声以中低频为主。根据设计资料和类比调查，单台 500kV 主变压器的噪声声压级不超过 70dB（A）（距主变 2m 处），SVG 散热器噪声声压级不超过 78dB（A）（距离设备 1m 处）。

（3）废污水

变电站投运后，设置运行、值守人员 10 人，运行期的废污水主要来源于运行、值守人员产生的生活污水，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，产生生活污水量约 1.08t/d。

（4）固体废物

1) 生活垃圾

变电站投运后，设置运行、值守人员 10 人，变电站运行期的生活垃圾主要由站内运行、值守人员产生，根据《第一次全国污染源普查 城镇生活源产排污系数手册》

（第一分册）中人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，生活垃圾产生量为 3.5kg/d。

2) 危险废物

变电站运营期的危险废物主要为主变事故排放的少量事故废油、检修时产生的含油废物及更换的蓄电池。

①事故废油及含油废物

根据《国家危险废物名录》（2025 版）（部令第 36 号），事故废油、含油废物均为危险废物，危险特性为毒性（T）和易燃性（I），事故废油属于《国家危险废物名录》（2025 版）中“HW08 废矿物油与含矿物油废物”——“900-220-08 变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油”，变电站检修时产生的含油废物属于《国家危险废物名录》（2025 版）中“HW08 废矿物油与含矿物油废物”——“900-249-08 其他生产、销售、使用过程中产生的废矿物油及沾染矿物油的废弃包装物”。根据设计资料，并参照同类同容量的 500kV 主变压器资料，变电站投运后站内单台设备的绝缘油油量最大约 72t，折合体积约 82.3m³；变电站检修时产生的含油棉纱、含油手套等含油废物量极少。

②更换的蓄电池

更换的蓄电池来源于变电站内的蓄电池室，一般情况下运行 6~8 年老化后需更换。运行单位在日常检修中不定期检测蓄电池电压，若性能满足要求则继续使用，对性能不达标的蓄电池，则进行更换，更换下来的蓄电池属于危险废物，按照危险废物进行管理。更换的蓄电池属于《国家危险废物名录》（2025 版）中“HW31 含铅废物”——“900-052-31 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”，危险特性为毒性、腐蚀性（T、C）。

3.3.2.2 百灵 500kV 变电站扩建

变电站扩建投运后产生的环境影响包括工频电场、工频磁场、噪声、废污水和固体废物等。

（1）工频电场、工频磁场

变电站运行期站内交流电气设备附近会产生工频电场、工频磁场，主要设备有主变压器、500kV 配电装置等。本次扩建间隔主要影响变电站出线侧电磁环境。

（2）噪声

本次扩建间隔不新增主变、高抗等强噪声源设备。

（3）废污水

变电站运行期的废污水主要来源于值班人员产生的生活污水，生活污水经站内设置的埋地式污水处理装置处理后用作站内绿化，不外排。变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活污水量，不需新增生活污水处理设施。

（4）固体废物

1）一般固体废物

变电站生活垃圾主要由站内值班人员产生，生活垃圾经站内设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运、统一处理。本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，不需新增生活垃圾处理设施。

2）危险废物

变电站本次扩建不新增主变、高抗等含油设施，不新增蓄电池。

3.3.2.3 输电线路

本项目线路运行期的环境影响主要有工频电场、工频磁场、噪声。

（1）工频电场、工频磁场

当输电线路加上电压后，输电线路与大地之间会存在电位差，从而导致导线周围产生工频电场；当输电线路有电流后，在载流导体周围产生工频磁场。

（2）噪声

输电线路电晕放电将产生噪声，输电线路的可听噪声主要发生在雨天等恶劣天气条件下，在干燥条件下通常很小。

3.4 生态环境影响途经分析

3.4.1 施工期

本项目百灵 500kV 变电站扩建集中在站内进行，不涉及站外生态环境影响。本项目施工期生态环境影响主要包括新建凉山中变电站和新建线路的生态环境影响。新建凉山中变电站施工期产生的生态环境影响主要包括道路修建、场地平整、基础开挖、材料堆放等造成的局部植被破坏以及由此引起的水土流失；施工活动会对动物及其栖息环境造成干扰影响。新建线路在塔基、施工道路、牵张场、跨越场等建设过程中，会使永久占地与临时占地区域植被及微区域地表状态发生改变，对区域生态环境造成不同程度的影响。主要表现在以下几个方面：

（1）新建变电站和塔基施工需进行挖方、填方、浇筑等活动，会对附近原生地貌和植被造成一定程度的破坏，从而降低植被覆盖度，可能形成裸露疏松的表土、施工弃土等，如果不进行必要的防护，可能会加剧土壤侵蚀与水土流失，影响当地植物

生长，导致生产力下降和生物量损失；但是本工程新建变电站占地面积较小，塔基数量较少，塔基占地面积小且分散，不会对区域野生动物的种类和分布格局造成较大影响，加之野生动物具有较强的适应能力，随着施工活动的结束其影响会逐渐消除。

（2）塔材运至现场进行铁塔组立，需在塔基周围占用一定范围的临时用地；张力牵张放线、紧线需设置牵张场；跨越重要设施需设置跨越场；为便于施工材料运输和机械化施工，需修整、拓宽部分施工道路，施工道路需进行土地平整，开挖土方的临时堆放也会占用一定场地。这些临时占地将改变原有土地利用方式，使部分植被和土壤遭受短期破坏，导致生产力下降和生物量损失，但这种破坏是可逆转的，随着施工活动的结束，同时结合植被恢复，其影响会逐渐消除。

（3）施工期间施工人员出入、运输车辆的来往、施工机械的运行会对施工场地周边野生动物觅食、迁徙、繁殖和发育等产生干扰，有可能限制其活动区域、觅食范围、与栖息空间等。若在夜间施工，车辆灯光、照明灯光等也可能会对一些鸟类和夜间活动兽类产生干扰，影响其正常活动。

（4）施工期间土建施工可能产生少量扬尘，覆盖于附近的农作物和枝叶上，将影响其光合作用；雨水冲刷松散土层流入场区周围的耕地与其它植被用地，也会对农作物及植被生长会产生轻微影响，可能造成土地生产力的下降。

3.4.2 运行期

本工程运行期可能造成的生态环境影响主要有：工程永久占地带来的土地用途改变；铁塔和输电线路对兽类、鸟类活动的影响；线路产生的工频电场、工频磁场、噪声对周围野生动植物的影响；线路维护和检修人员对野生动植物的影响。

运行期工程永久占地主要为变电站和塔基占地，不会产生新增水土流失，塔基占地面积较小，呈点式分布，会造成景观格局及植被覆盖状况的轻微变化，部分塔基位于耕地，可能会给农业耕作、经济林栽植带来不便，对农作物和经济林生长产生不利影响，造成局部土地生产力的下降。

3.5 设计阶段环境保护措施

3.5.1 电磁环境保护措施

3.5.1.1 新建凉山中 500kV 变电站

- （1）变电站内电气设备均安装接地装置。
- （2）对电气设备进行合理布局，主变采用一字型布置在站区中央。
- （3）500kV、220kV 配电装置均采用 HGIS 布置。

（4）变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑。

（5）变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密。

（6）在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩）。

（7）站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

3.5.1.2 百灵 500kV 变电站扩建

（1）新增电气设备均安装接地装置。

（2）500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置。

（3）扩建设备在订货时要求导线、母线等提高加工工艺，防止尖端放电和起晕。

（4）站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

3.5.1.3 输电线路

（1）线路路径选择时尽量避让集中居民区、城镇规划区。

（2）合理选择线路导线的截面和相导线结构，以降低电磁环境影响。

（3）线路邻近居民房屋时，确保线路在居民房屋处产生的电场强度不超过 4000V/m 的控制限值、磁感应强度不超过 100 μ T 的控制限值。

（4）本项目线路与其他设施交叉跨越时，严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求确保足够净空距离。

3.5.2 声环境保护措施

3.5.2.1 新建凉山中 500kV 变电站

（1）主变压器布置在站区中央。

（2）主变压器选择噪声声压级不超过 70dB（A）（距主变 2m 处）的设备，SVG 散热器噪声声压级不超过 78dB（A）（距离设备 1m 处）。

（3）主变之间设置 8.4m 防火墙。

（4）站区东南侧约 247.0m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（4.0m）+声屏障（2.0m）总高 6.0m，东南侧偏北约 55.93m 长围墙提高到 4.0m。站区西南侧约 271.6m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（2.5m）+声屏障（0.5m）总高 3.0m。站区西北侧约 91.0m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件。站区东北侧约 175.25m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件，东北侧偏西约 96.25m 长围墙提高到 4.0m。

3.5.2.2 百灵 500kV 变电站扩建

本次在站内预留位置扩建 2 个出线间隔，不增加主变、高抗噪声源设备。

3.5.2.3 输电线路

在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下，合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等，以降低线路的电晕噪声水平。严格按照相关规程及规范，结合项目区实际情况和工程设计要求，提高导线对地最低高度，确保评价范围内居民房屋处的声环境满足相应声功能区的声级限值要求。

3.5.3 水环境保护措施

3.5.3.1 新建凉山中 500kV 变电站

变电站投运后站内生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排。

3.5.3.2 百灵 500kV 变电站扩建

变电站本次扩建投运后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活污水量，生活污水利用站内设置的埋地式污水处理装置处理后用于站内绿化，不外排。

3.5.3.3 输电线路

本项目线路投运后无废污水产生。

3.5.4 固体废物控制措施

3.5.4.1 新建凉山中 500kV 变电站

（1）一般固体废物

变电站投运后站内生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运。

（2）危险废物

凉山中变电站 500kV 主变压器采用三相分体式变压器，各相主变下方设置 1 座 17m³ 事故油坑，站内设置 1 座 90m³ 事故油池，用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。

更换的蓄电池需交由有资质的单位进行处置，不在站内暂存。

3.5.4.2 百灵 500kV 变电站扩建

（1）变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾

量，不需新增生活垃圾处理设施。

（2）变电站本次扩建不新增含油电气设备，不需新增事故油处置措施。

（3）变电站本次扩建不新增蓄电池。

3.5.4.3 输电线路

线路投运后无固体废物产生。

3.5.5 生态环境保护措施

3.5.5.1 新建凉山中 500kV 变电站

（1）变电站采用紧凑型布置，减小占地面积。

（2）变电站周围设置排水沟及护坡，护坡进行绿化。

（3）变电站站区土石方挖填平衡，不对外弃土。

（4）变电站靠近既有乡道布置，减少新建进站道路长度。

3.5.5.2 百灵 500kV 变电站扩建

变电站扩建在站内进行，不涉及站外生态环境。

3.5.5.3 输电线路

（1）输电线路路径选择和设计时充分听取当地生态环境、林草、自然资源等政府部门的意见，尽量优化线路路径，避开自然保护区、生态保护红线等环境敏感区，降低对区域环境的影响。

（2）线路路径选择时尽量缩短线路长度，降低对区域生态环境功能的影响。

（3）尽量增加跨越档距，减少塔基数量，塔基位置选择尽可能避让集中林木，减少树木砍伐和植被破坏。

（4）线路在通过林木密集区时，尽量采用提升架线高度减少树木砍削量。

（5）铁塔设计时采用全方位高低腿铁塔和高低基础配合使用，采用挖孔桩基础等优化设计，尽可能减少塔基占地面积，尤其是要少占耕地。

（6）合理组织施工，尽量减少施工临时占地，通过加强施工管理，严控施工范围；采取表土剥离、塔基开挖面及时平整、临时排水沟、临时拦挡、临时遮盖等措施，尽量减少水土流失；施工完成后对扰动面进行恢复，及时采取植被恢复措施，对破坏的部分按规定进行补偿。

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

4.1.1 行政区划及地理位置

新建凉山中 500kV 变电站位于凉山州盐源县白乌镇长麻村；百灵 500kV 变电站扩建位于凉山州盐源县润盐镇杨柳桥村和卫城镇钟鼓楼村交界处既有变电站内；输电线路位于凉山州盐源县境内。

4.1.2 交通

本项目新建凉山中变电站进站道路拟从站址北侧的乡道上引接，新建进站道路长约 258m，原辅材料通过 G348 国道、附近乡道和进站道路运输；百灵 500kV 变电站扩建位于变电站内预留场地，利用变电站既有进站道路，总体交通条件较好；线路附近有乡村道路，交通条件一般。本项目塔基拟采用机械化施工为主，少量交通不便的塔基采用非机械化施工。机械化施工即是一种以机械为主，人力为辅的工程施工模式，根据机械化施工要求，需要一定宽度的道路供施工机械通行至塔基处，应尽量利用既有道路，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需对原有乡村道路和机耕道进行拓宽修整，本项目需新建施工道路长约 17.9km，拓宽既有乡村道路约 32.9km，路面铺设钢板或草垫，宽约 3.5m，占地面积约 10.59hm²，新建人抬道路长约 3.2km，宽约 1m，占地面积约 0.32hm²，原辅材料采用车辆通过施工运输道路或人力通过人抬道路运送至塔基位置。

4.2 自然环境

4.2.1 地形地貌

4.2.1.1 凉山中 500kV 变电站

凉山中变电站站址地貌上属于构造侵蚀溶蚀中山，微地形表现为宽缓斜坡地形，坡度 5-15° 左右，场地内地形表现为南东侧高，北西侧低，站址高程 2720m-2748m。

4.2.1.2 扩建百灵 500kV 变电站

百灵 500kV 变电站位于凉山州盐源县润盐镇杨柳桥村和卫城镇钟鼓楼村交界处，本次扩建在站内预留场地上进行，不新征地。

4.2.1.3 输电线路

本项目线路沿线地形地貌主要为构造剥蚀溶蚀山地地貌、侵蚀堆积地貌。线路走向大体呈东西走向，地势总体为西高东低，地形有一定起伏。路径海拔高程在 2400m~

2900m。单回段地形：丘陵 36.9%，山地 63.1%。双回段地形：丘陵 50%，山地 50%。

4.2.2 工程地质

4.2.2.1 凉山中变电站

凉山中变电站场地地层为第四系全新统的残坡积的红黏土、含碎石黏性土、下伏基岩三叠系盐塘组灰岩、泥质粉砂岩。变电站站址地震动反应谱特征周期为 0.45s，设计基本地震动加速度值 0.2g，对应的抗震设防烈度为VIII度。

4.2.2.2 扩建百灵变电站

百灵 500kV 变电站场地地层由第四系全新统残坡积的的红黏土、混黏土碎块石与下伏三叠系中统盐塘组的灰岩及第四系洞穴堆积的黏土组成，土层分别为红黏土、灰岩、黏土。变电站所在区域地震动反应谱特征周期为 0.45s，设计基本地震动加速度值 0.20g，对应的抗震设防烈度为VIII度。

4.2.2.3 输电线路

本项目线路沿线出露地层较复杂，岩相及岩性变化大，由老至新为：

三叠系地层：

（1）盐塘组（T2y）：为一套以粉砂岩为主夹泥灰岩、泥质灰岩、白云岩或砂岩与泥质灰岩互层。主要集中在两侧变电站区域。

（2）白云组（T2b）：灰岩，白云质灰岩，赋存岩溶水，岩溶发育，该套地层主要分布于柯登村和盐源 500kv 变电站一带。

（3）下博大组（T3xb）：泥灰岩，硅质灰岩与粉砂岩，砂岩互层。该套地层主要分布于大村一带。

新生界下第三系：

主要表现为上统昔格达组（Eh）：底部为砾岩；下部为黄褐色粉砂岩夹灰白色、灰黑色黏土；上部为灰白色粉砂岩。厚度各地变化较大。

新生界第四系：

主要表现为全新统冲积层、洪积层、残坡积层及崩坡积层：冲积层主要分布于漫滩及阶地，堆积物岩性为淡黄、灰色粉质黏土、粉细砂及砂砾卵石层，卵石埋深一般 0.5~7.0m，松散~密实，砾径一般 1~10cm；洪积层主要分布于洪积扇，岩性为半棱角状一次圆状砾卵石及泥质砂砾层，松散~稍密，粒径大小不一，大者达 40-50cm，厚度 5-30m 不等；残坡积层及崩坡积层主要分布于山体斜坡及倒石锥堆积体，表现为硬塑含碎块石粉质黏土及碎块石，碎块石一般呈稍密，粒径差异较大，一般为 2-40cm，

厚度一般坡脚大于坡顶，范围多在 3-10m 之间。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本项目线路区域地震动反应谱特征周期为 0.45s，设计基本地震动加速度值 0.2g，对应的抗震设防烈度为Ⅷ度。

4.2.3 水文特征

4.2.3.1 凉山中 500kV 变电站

变电站站址海拔 2720m~2748m，站址附近无河流等水体分布，站址不受百年一遇洪水及内涝水位影响。

4.2.3.2 百灵 500kV 变电站

变电站本次扩建在站内预留场地上进行，不新征地，变电站现有规模建设时已经考虑站外排洪等问题，站址不受百年一遇洪水及内涝水位影响。

4.2.3.3 输电线路

根据设计资料及现场踏勘，本项目线路跨越盐井河支流 3 次。

盐井河，小金河右岸支流，雅砻江二级支流，又称卧龙河、卧罗河，发源于盐源县卫城镇东后龙山。上源称盐井河（盐塘河），西南流经沙生沟、柏阳沟，至卫城镇转西偏北，右纳岔河，以下又称龙滩河；过双河乡，右纳枳槽沟、大河沟、左纳干海沟，又右纳马鹿塘河；转西南过梅雨镇，此处有八家村水文站控制流域面积 1074km²，水位变幅约 2m；左纳岔秋河后往西，河道分汉道数股至小河边主流复合，经博大、盐塘，于沙拉地左纳大支流前所河；以下称为卧罗河，入木里县境后过下麦地乡，汇入小金河。本项目线路跨越河段不涉及饮用水水源保护区、珍稀鱼类自然保护区等水环境敏感区，跨越河段不通航，主要水域功能为灌溉、排洪，水质监测结果满足Ⅲ类水域功能要求，属于水环境质量达标区域。本项目线路跨越河流时利用河岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水中立塔，塔基距河岸水平最近距离约 210m，跨越处导线至水面垂直距离约 100m，满足《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中导线至百年一遇洪水位垂直距离不低于 6.5m 的要求。

4.2.4 气候气象条件

凉山州盐源县属于暖温带半湿润季风型气候区，受高空西风南支流和印度洋暖流控制，构成气候垂直变化大、干湿季分明、冬无严寒、夏无酷暑、冬春干旱多风、夏秋潮湿多雨、气候年变化小、日变化大、日照丰富等气候特点。本项目所在区域气象站多年平均气象特征值见表 4-1。

表 4-1 本项目所在区域气象站气象特征值表

项 目	数据	项目	数据
平均气温（℃）	12.1	年平均降雨量（mm）	838
极端最高气温（℃）	30.7	多年平均风速（m/s）	2.6
极端最低气温（℃）	-11.3	多年最大风速（m/s）	38.5
平均相对湿度（%）	60	年平均雷暴日（d）	85.2

4.3 电磁环境

根据现场监测，本项目区域离地 1.5m 处的电场强度现状值在 0.21V/m～566.88V/m 之间，均满足电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 和非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；本项目区域离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.0029μT～1.8268μT 之间，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

4.4 声环境

根据现场监测，本项目既有百灵 500kV 变电站站址处昼间等效连续 A 声级在 49dB（A）～53dB（A）之间，夜间等效连续 A 声级在 43dB（A）～46dB（A）之间，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）2 类标准要求（昼 60dB（A）、夜 50dB（A））；其他区域昼间等效连续 A 声级在 44dB（A）～54dB（A）之间，夜间等效连续 A 声级在 39dB（A）～45dB（A）之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求（昼 60dB（A）、夜 50dB（A））。

4.5 生态环境

4.5.1 植被

4.5.1.1 植被调查方法

本项目生态环境评价工作等级为三级，按照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的要求，植被调查采用资料收集法和现场调查法。

（1）资料收集法

本项目植物调查主要采用资料收集法，收集了现有的能反映生态现状或生态背景的资料，植被调查相关资料如《世界种子植物科的分布区类型系统》（吴征镒，2003）、《中国种子植物区系地理》（吴征镒，2011）、《中国植物志》（2004）、《中国高等植物》（中国科学院植物研究所，2012）、《中国高等植物图鉴》（中国科学院北京植物研究所，1972）、《四川植物志》（四川植物志编辑委员会，1981）、《中国植被》（吴征镒，1980）、《四川省重点保护野生植物名录》（四川省人民政府，2024）、《四川省国家野生保护与珍稀濒危植物图谱》（程新颖等，2018）、《四川植被》（四

川植被协作组, 1980)、《西南地区松杉柏科植物地理分布》(潘开文, 2021)、《长江流域植被净第一性生产力及其时空格局研究》(柯金虎等, 2003)、沿线地区 Landsat8 影像数据、沿线地区国家重点保护野生植物和古树名木调查报告、天然保护林区划界定报告以及植物区系等。

(2) 现场调查法

现场调查法遵循全面与重点相结合的原则, 在综合考虑主导生态因子结构与功能的完整性的同时, 突出重点区域和关键时段的调查, 并通过对影响区域的实地踏勘, 核实收集资料的准确性, 以获取实际资料和数据, 记录和分析区域植被种类和分布。2024 年 11 月, 我公司环评人员赴工程现场进行了实地勘察。

本项目植被现场调查分植物区系学和植物群落学两方面考察进行。主要是在对评价区域的植被分布情况进行初步勘察的基础上, 在项目评价范围内沿着重点施工区域(如变电站、塔基等)以及植被状况良好的区域等临时和永久占地区、直接和间接影响区等不同生境, 逐一进行调查, 记录各区域的生境类型和植被类型, 记录区域的植物种类, 采集植物标本, GPS 定位并按照分类学要求进行拍照。

本项目生态环境评价工作等级为三级, 三级评价现状调查以收集有效资料为主, 结合现场调查, 重点对评价范围内的土地利用现状、植被现状、野生植物现状等进行分析等。

(3) 室内标本鉴定

本次野外植物区系调查重点是种子植物, 对于野外调查中不能立即鉴定的植物采集标本带回驻地, 根据《中国植物志》(吴征镒, 2004)、《中国高等植物》(中国科学院植物研究所, 2012)、《中国高等植物图鉴》(中国科学院北京植物研究所, 1972)、《四川植物志》(四川植物志编辑委员会, 1981)、《四川森林》(中国林业出版社, 1992)等分类学文献进行鉴定或将标本带到相关科研机构请植物分类专家鉴定, 记录下植物的科、属、种名及其生境特征。同时, 收集该地区的植物和植被的历史资料、科学考察报告、专项调查报告、林地资源调查报告、区域内其它建设工程的环评报告等相关文献资料, 结合本次野外调查的数据, 汇总形成评价区域内维管束植物多样性目录。

(4) 植被类型划分

本次依据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022), 参考《中国植被》(吴征镒, 1980)和《中国植被分类系统修订方案》(郭柯, 2020)的植物分类系统

对评价范围内的植被类型进行划分，包括植被型组、植被型、植被亚型和群系（相当于群落类型）四个层次。将建群种生活型相近、群落的外貌形态相似的植物群落归为植被型组；第二级为植被型，将建群种生活型相同或近似，对温度、水分条件生态关系一致的植物群落归为植被型，同一植被型具有相似的区系组成、结构、形态外貌、生态特点、及动态演变历史；第三级为植被亚型，植被亚型是高级主要分类单位植被型之下的辅助分类单位，在同一个植被型内，主要依据生境特点或生态条件，同时也参考群落外貌上的明显差异进行划分；第四级为群系，将建群种或共建群种相同的植物群落的联合为群系。本次评价主要是根据样方调查数据分析的基础上，按照上述原则逐级划分评价区内的植被类型，直至群系（相当于群落类型）水平。

4.5.1.2 评价区植物多样性与区系

（1）植物物种

根据调查与资料分析，本工程评价区共有维管束植物 354 种，隶属于 54 科 175 属，具体见表 4-2。

表 4-2 本工程评价区维管植物组成统计表

门类	科数	所占比例（%）	属数	所占比例（%）	种数	所占比例（%）
蕨类植物	5	8.6	7	4.2	15	4.3
种子植物	裸子植物	2	3.7	2	1.1	0.6
	被子植物	47	87.7	166	94.7	95.2
合计	54	100	175	100	354	100

由表 4-2 可知，被子植物共有 47 科 166 属 337 种，占评价区域总科数的 87.7%，占总属数的 94.7%，占总种数的 95.2%，被子植物是评价区维管束植物的主要组成部分，蕨类植物和裸子植物物种数量都远远小于被子植物。裸子植物物种为 2 种，这些物种是评价区针叶林植被的主要组成部分，如云南松（*Pinus yunnanensis* var. *yunnanensis*）等。蕨类植物以芒萁（*Dicranopteris pedata*）、铁线蕨（*Adiantum capillus-veneris*）等比较常见。被子植物中乔木、灌木、草本植物都较丰富，是评价区各主要植物群落的主要物种。

（2）植物区系

根据《中国种子植物属的分布区类型》（吴征镒，1991），对评价区 168 属种子植物进行归类统计，见表 4-3。

表 4-3 本工程评价区种子植物属的分布区类型和变型

分布区类型及变型	属数	占属总数比例(%)	物种数	占种总数比例(%)
1. 世界分布	2	1.2	3	0.9
热带分布小结（2-7）	51	30.4	98	28.9
2. 泛热带分布及其变型	2	1.2	12	3.5
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	2	1.2	23	6.8

分布区类型及变型	属数	占属总数比例(%)	物种数	占种总数比例(%)
4. 旧世界热带分布及其变型	11	6.5	13	3.8
5. 热带亚洲至热带大洋州分布及其变型	1	0.6	5	1.5
6. 热带亚洲至热带非洲分布及其变型	12	7.1	12	3.5
7. 热带亚洲分布及其变型	23	13.7	33	9.7
温带分布小结（8-11, 14）	106	63.1	222	65.5
8. 北温带分布及其变型	39	23.2	81	23.9
9. 东亚和北美洲间断分布及其变型	35	20.8	63	18.6
10. 旧世界温带分布及其变型	1	0.6	11	3.2
14. 东亚分布及其变型	31	18.5	67	19.8
地中海、泛地中海分布小结（12）	1	0.6	2	0.6
12.地中海区、西亚至中亚分布及其变型	1	0.6	1	0.3
15.中国特有分布	8	4.8	14	4.1
合计	168	100	339	100

由表 4-3 可知，评价区的种子植物属共有 13 个分布区类型，其中世界分布属 2 属，占总属数的 1.2%；热带分布属 51 属（2-7 型），占总属数的 30.4%；温带分布属（8-10、14 型）106 属，占总属数的 63.1%；地中海、泛地中海分布 1 属，占总属数的 0.6%；中国特有属 8 属，占总属数的 4.8%。种子植物属的区系统统计显示，温带分布属所占总属数的比例最大，优势地位明显，同时热带分布属所占比例也较大。

4.5.1.3 评价区植被类型结构及分布特征

根据《四川植被》中的分区系统，本项目所在区域植被分区属“川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带—川西南山地偏干性常绿阔叶林亚带—川西南河谷山原植被地区—木里山原植被小区”。木里山原植被小区位于西昌地区的西北部，属于青藏高原的东南缘，东南以白林山，雅砻江下游至冕宁一线为界，西北以木里、九龙一线为界，包括盐源、木里、盐边等县和冕宁、九龙等现地部分地区。区域植被水平分布差异不大，垂直分布差异较明显。本项目评价区域属于南部高山盆地地区，主要为天然林和人工林，乔木层主要有云南松、巨桉、杨树等植物，灌木层主要有川滇高山栎、马桑等，草本层主要是禾本科、菊科、豆科等的草本植物。

本次依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），参考《中国植被》（吴征镒，1980）和《中国植被分类系统修订方案》（郭柯，2020）的植物分类系统对评价范围内的植被类型进行划分，包括植被型组、植被型、植被亚型和群系（相当于群落类型）四个层次。结合野外调查资料、整理出的样方调查资料，对本项目生态评价区的植被进行分类；凡建群种生活型相近，群落外貌相似的植物群落联合的建群植物，对水热条件、生态关系一致组成的植物群落联合成为植被型组，是分类系统中的高级单位，用Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、……符号表示；在植被型组之下，设立植被型，作为植被型组的辅助单位，用一、二、三、……符号表示；植被亚型是高级主要分类单位植被

型之下的辅助分类单位，在同一个植被型内，主要依据生境特点或生态条件，同时也参考群落外貌上的明显差异进行划分，属群系以上的辅助单位，用（一）、（二）（三）……符合表示；凡建群种和共建群种相同的植被群落联合为群系，是分类系统中的中级单位，用 1, 2, 3……符号表示。

经实地调查与查阅相关资料，评价区域自然植被包括 7 个植被型，8 个植被亚型，8 个群系，以针叶林为主，其次为阔叶林、灌丛、草丛；栽培植被主要为作物和经济林木 2 种植被型，多为一年一熟类型。

自然植被包括森林、灌丛、草丛 3 个植被型组，森林植被中包含常绿针叶与落叶阔叶混交林、常绿阔叶林、常绿针叶林 3 个植被型，共 4 个植被亚型，共包含松杨混交林、云南林、桉树林等 4 个群系；灌丛植被中包含常绿阔叶灌丛 1 种植被型，植被亚型为暖性常绿阔叶灌丛，共包含马桑灌丛、川滇高山栎丛等 2 个群系；草丛包含灌草丛 1 种植被型，植被亚型为亚高山草甸灌草丛地，包含黄背草草丛 1 个群系。

栽培植被包括作物和经济林木 2 个植被型组，粮食作物、经济作物和落叶果树 3 个植被型。本项目生态环境评价区域植被型及主要植物物种详见表 4-4。

表 4-4 本项目生态环境评价区植被型及植物种类

分类	植被型组	植被型	植被亚型	群系	主要植物物种	分布区域
自然植被	I.森林	一、常绿阔叶林	（一）亚热带山地常绿阔叶林	1.桉树林	巨桉（ <i>Eucalyptus grandis</i> ）、细尖栒子（ <i>Cotoneaster apiculatus</i> ）、窄叶火棘（ <i>Pyracantha angustifolia</i> ）、桦叶荚蒾（ <i>Viburnum betulifolium</i> ）、黄背草（ <i>Themeda triandra</i> Forssk.）、细柄草（ <i>Capillipedium parviflorum</i> ）、白茅（ <i>Imperata cylindrica</i> ）、棕茅（ <i>Eulalia phaeothrix</i> (Hack.) Kuntze）	线路沿线山原带状山坡、沟谷
			（二）亚热带山地常绿针叶与落叶阔叶混交林	2.云南松林	云南松（ <i>Pinus yunnanensis</i> var. <i>yunnanensis</i> ）、杨树（ <i>Populus</i> L.）、川滇高山栎（灌）（ <i>Quercus aquifolioides</i> ）、细尖栒子（ <i>Cotoneaster apiculatus</i> ）、窄叶火棘（ <i>Pyracantha angustifolia</i> ）、狗牙根（ <i>Cynodon dactylon</i> ）、雀麦草（ <i>Poa spp.</i> ）、针叶草（ <i>Festuca spp.</i> ）、黄背草（ <i>Themeda triandra</i> Forssk.）、细柄草（ <i>Capillipedium parviflorum</i> ）	变电站周围及线路沿线山原带状山坡、沟谷
		二、常绿针叶与落叶阔叶混交林		3.杨树林	杨树（ <i>Populus</i> L.）、云南松（ <i>Pinus yunnanensis</i> Franch.）、细尖栒子（ <i>Cotoneaster apiculatus</i> ）、桦叶荚蒾（ <i>Viburnum betulifolium</i> ）、窄叶火棘（ <i>Pyracantha angustifolia</i> ）、狗牙根（ <i>Cynodon dactylon</i> ）、苦苣菜（ <i>Sonchus oleraceus</i> ）、白茅	线路沿线山原带状山坡、沟谷

分类	植被型组	植被型	植被亚型	群系	主要植物物种	分布区域
					(<i>Imperata cylindrica</i>)、细柄草(<i>Capillipedium parviflorum</i>)、棕茅(<i>Eulalia phaeothrix</i> (Hack.) Kuntze)	
		三、常绿针叶林	(三) 暖性常绿针叶林	4. 云南松林	云南松(<i>Pinus yunnanensis</i> var. <i>yunnanensis</i>)、川滇高山栎(灌)(<i>Quercus aquifolioides</i>)、桦叶荚蒾(<i>Viburnum betulifolium</i>)、细尖栒子(<i>Cotoneaster apiculatus</i>)、窄叶火棘(<i>Pyracantha angustifolia</i>)、狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)、细柄草(<i>Capillipedium parviflorum</i>)、黄背草(<i>Themeda triandra</i> Forssk.)	变电站周围及线路沿线山原带状山坡、沟谷
	II 灌丛	四、常绿阔叶灌丛	(四) 暖性常绿阔叶灌丛	5. 马桑灌丛	马桑(<i>Coriaria nepalensis</i>)、细尖栒子(<i>Cotoneaster apiculatus</i>)、窄叶火棘(<i>Pyracantha angustifolia</i>)、狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)、黄背草(<i>Themeda triandra</i> Forssk.)、紫羊茅(<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i>)、白茅(<i>Imperata cylindrica</i>)、细柄草(<i>Capillipedium parviflorum</i>)、棕茅(<i>Eulalia phaeothrix</i> (Hack.) Kuntze)	线路沿线山原带状山坡、沟谷
				6. 川滇高山栎(灌)灌丛	川滇高山栎(灌)(<i>Quercus aquifolioides</i>)、窄叶火棘(<i>Pyracantha angustifolia</i>)、桦叶荚蒾(<i>Viburnum betulifolium</i>)、狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)、黄背草(<i>Themeda triandra</i> Forssk.)、细柄草(<i>Capillipedium parviflorum</i>)、棕茅(<i>Eulalia phaeothrix</i> (Hack.) Kuntze)	线路沿线山原带状山坡、沟谷
	III. 草丛	五、灌草丛	(五) 亚高山草甸灌草丛	7. 黄背草草丛	川滇高山栎(灌)(<i>Quercus aquifolioides</i>)、桦叶荚蒾(<i>Viburnum betulifolium</i>)、细尖栒子(<i>Cotoneaster apiculatus</i>)、窄叶火棘(<i>Pyracantha angustifolia</i>)、黄背草(<i>Themeda triandra</i> Forssk.)、紫羊茅(<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i>)、狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)、苦苣菜(<i>Sonchus oleraceus</i>)、白茅(<i>Imperata cylindrica</i>)、细柄草(<i>Capillipedium parviflorum</i>)、棕茅(<i>Eulalia phaeothrix</i> (Hack.) Kuntze)	变电站周围及线路沿线山原带状山坡、沟谷、农田周围
	栽培植被	IV 农业植被	六、作物	六、粮食作物	8. 荞麦、玉蜀黍、小麦	变电站周围及线路沿线农田区域
				七、经济作物	9. 柑橘、花椒、马铃薯等	
			七、经济林木	八、落叶果树林	10. 苹果、核桃	线路沿线地边、土埂及庭院、农田、耕地

(1) 森林

评价区的森林主要包括常绿针叶与落阔叶混交林、常绿阔叶林、常绿针叶林 3 个植被型。

常绿针叶与落阔叶混交林包括松杨混交林 2 个群系。混交林主要分布于海拔 2000m~2500m 的高山盆地山坡、沟谷附近，群落外貌较整齐，林冠郁闭度 0.4~0.7 之间，云南松（*Pinus yunnanensis* Franch.）、杨树（*Populus L.*）为乔木层主要的建群种，树高 8~12m，胸径在 8~15cm；松杨混交林下灌木稀疏，盖度仅 10%左右，主要物种有栒子（*Cotoneaster*）、蔷薇（*Rosa sp.*）等；草本层植物盖度约为 10%~20%，主要物种有狗牙根（*Cynodon dactylon*）、雀麦草（*Poa spp.*）、针叶草（*Festuca spp.*）、黄背草（*Themeda triandra* Forssk.）、细柄草（*Capillipedium parviflorum*）等。

常绿阔叶林包括桉树林 1 个群系。桉树林主要分布于海拔 60m~2600m 的低山、丘陵、带状山坡、沟谷附近。桉树林林冠较整齐，林内较简单，巨桉（*Eucalyptus grandis*）为乔木层建群种，郁闭度在 0.4~0.8 之间；树高 9~25m；胸径在 16cm~25cm 之间。林下灌木稀疏，盖度仅 10%左右，主要物种有蔷薇（*Rosa sp.*）、荚蒾（*Viburnum dilatatum* Thunb.）等。林下草本植物盖度极小，主要物种有、黄背草（*Themeda triandra* Forssk.）、细柄草（*Capillipedium parviflorum*）、白茅（*Imperata cylindrica*）、棕茅（*Eulalia phaeothrix* (Hack.) Kuntze）等。

常绿针叶林包括云南松林 1 个群系。云南松（*Pinus yunnanensis* Franch.）主要分布于海拔 1000m~3000m 的地带，多为纯林，或与多种阔叶树混交成林。云南松林生长茂密，外貌苍绿，林冠整齐，层次分明。林冠郁闭度在 0.2~0.8 之间，云南松株高 10m~15m，胸径在 10cm~25cm 之间。林下灌木常见有马桑（*Coriaria nepalensis*）、栒子（*Cotoneaster*）、蔷薇（*Rosa sp.*）等。草本植物多禾本科和蕨类植物，包括黄背草（*Themeda triandra* Forssk.）、紫羊茅（*Festuca rubra ssp. rubra*）、狗牙根（*Cynodon dactylon*）、细柄草（*Capillipedium parviflorum*）、棕茅（*Eulalia phaeothrix* (Hack.) Kuntze）等。

（2）灌丛

评价区的灌丛包含落叶阔叶灌丛 1 个植被型，为暖性落叶阔叶灌丛植被亚型，主要包括马桑灌丛、川滇高山栎丛 2 个群系，马桑灌丛分布于海拔 170m~2700m 的向阳山坡、沟谷和溪边。群落外貌呈绿色，丛状、参差不齐，盖度在 20-35%之间。在群落中植株高达 1.5m~2.5m；草本植物一般物种较少，盖度在 20%~30%之间，主要优势种黄背草（*Themeda triandra* Forssk.）、紫羊茅（*Festuca rubra ssp. rubra*）、白茅

(*Imperata cylindrica*)、细柄草(*Capillipedium parviflorum*)、棕茅(*Eulalia phaeothrix* (Hack.) Kuntze) 等。

川滇高山栎丛分布于沟谷两侧，分布广泛，群落外貌呈浅绿色，丛状、参差不齐，盖度在 20%~35%之间，高约 1.5m~5m，伴生有蔷薇(*Rosa sp.*)等灌木；草本植物盖度在 20%~30%之间，主要优势种为狗牙根(*Cynodon dactylon*)、黄背草(*Themeda triandra* Forssk.)、细柄草(*Capillipedium parviflorum*)、棕茅(*Eulalia phaeothrix* (Hack.) Kuntze) 等。

(3) 草丛

评价区内草被植被(草地)包含灌草丛 1 种植被型，为亚热带与热带灌草丛植被亚型，主要包含黄背草草丛群系，主要分布在道路两侧以及农田周边区域，局部地区为植物群落的优势种。草本层除了黄背草(*Themeda triandra* Forssk.)之外，还有川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*)、栒子(*Cotoneaster*)、蔷薇(*Rosa sp.*)、紫羊茅(*Festuca rubra ssp. rubra*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、苦苣菜(*Sonchus oleraceus*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、细柄草(*Capillipedium parviflorum*)、棕茅(*Eulalia phaeothrix* (Hack.) Kuntze) 等植物。

(4) 农业植被

农业植被为栽培植被，包含粮食作物、经济作物、落叶果树林三种植被型，主要有马铃薯(*Solanum tuberosum*)、玉蜀黍(*Zea mays*)、荞麦(*Fagopyrum esculentum* Moench)、小麦(*Triticum*)、花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)等农作物及苹果(*Malus domestica*)、柑橘(*Citrus reticulata*)、核桃(*Juglans*)等经济林木。

4.5.1.4 重要物种

根据现场调查结合收集的资料，本项目评价范围内无国家和省级重点保护野生植物、《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危物种、极小种群物种和古树名木，有云南松(*Pinus yunnanensis var. yunnanensis*)、细尖栒子(*Cotoneaster apiculatus*)、窄叶火棘(*Pyracantha angustifolia*)、桦叶荚蒾(*Viburnum betulifolium*) 4 个特有种植物分布，重要物种调查结果见表 4-5。项目评价范围内无重要物种的重要生境分布，项目占地范围内无重要物种的重要生境分布。

表 4-5 本项目评价区域重要物种调查结果

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	极小种群物种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	云南松（ <i>Pinus yunnanensis</i> var. <i>yunnanensis</i> ）	/	无危（LC）	是	否	变电站周围及线路沿线山原带状山坡、沟谷	现场调查	是
2	细尖栒子（ <i>Cotoneaster apiculatus</i> ）	/	无危（LC）	是	否	线路沿线山原带状山坡、沟谷，塔基及变电站周围	现场调查	否
3	窄叶火棘（ <i>Pyracantha angustifolia</i> ）	/	无危（LC）	是	否	线路沿线山原带状山坡、沟谷，塔基及变电站周围	现场调查	是
4	桦叶荚蒾（ <i>Viburnum betulifolium</i> ）	/	无危（LC）	是	否	线路沿线山原带状山坡、沟谷，塔基及变电站周围	现场调查	否

注 1：保护级别根据国家及地方正式发布的重点保护野生植物名录确定。

注 2：濒危等级、特有种根据《中国生物多样性红色名录》确定。

注 3：资料来源包括环评现场调查、文献记录、历史调查资料及科考报告等。

4.5.2 动物

4.5.2.1 动物调查方法

本项目生态环境评价工作等级为三级，按照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的要求，动物调查采用资料收集法和现场调查法。

（1）资料收集法

基础资料收集包括整理项目所在区域的《盐源县志》、《中国兽类图鉴（第 3 版）》（刘少英，海峡书局出版社，2021）、《中国兽类分类与分布》（魏辅文，科学出版社，2022）、《中国兽类名录（2021 版）》（魏辅文，2021）、《中国鸟类图鉴》（赵欣如，2018）、《中国鸟类分类及分布名录（第三版）》（郑光美，2017）、中国观鸟记录中心（<https://www.birdreport.cn>）、《四川鸟类鉴定手册》（张俊范，1997 年）、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁，2012）、中国两栖类（<https://www.amphibiachina.org>）、《中国蛇类（上下）》（赵尔宓，2006）、《中国两栖爬行动物更新名录》（王凯，2020）、《四川鱼类原色图志(下册)》（郭延蜀，2021）、《四川鱼类志》（丁瑞华，1994）等相关资料。

（2）现场调查法

野生动物调查采用野外实地调查、访问、查阅相关文献资料等方法进行，调查中记录物种名、数量、海拔、生境类型、地理位置等。兽类调查时对兽类粪便、毛发、

脚印和其他痕迹进行采样及识别。其中，对主要哺乳动物的种类和数量调查时，则以现场调查结合座谈访问为主，并参考《中国兽类图鉴（第 3 版）》（刘少英，海峡书局出版社，2021）等进行确认，同时结合文献资料进行整理和分析。鸟类调查时结合文献资料确定其种类组成及种群数量，并参考《中国鸟类图鉴》（赵欣如，商务印书馆，2018 年）、《四川鸟类鉴定手册》（张俊范，1997）等进行确认，同时结合文献资料进行整理和分析。两栖类和爬行类采用在评价区附近河流、溪流、水塘调查，于傍晚进行调查，依据看到的动物实体或痕迹并结合访问、文献资料进行分析整理，并参考《中国两栖、爬行动物更新名录》（王凯，2020）、《中国蛇类》（赵尔宓，安徽科学技术出版社，2006）、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁，四川科学技术出版社，2012）等确定其种类。本项目评价范围内有绵远河、石亭江等水域，鱼类调查采用观察法和询问相结合的方式。

本项目生态环境评价工作等级为三级，三级评价现状调查以收集有效资料为主，结合现场调查，重点对评价范围内的土地利用现状、野生动物现状等进行分析等。

4.5.2.2 评价区动物物种组成

根据《盐源县志》等资料及现场踏勘、观察和询访当地居民，本项目调查区域主要为农村环境，评价区域共有野生动物 22 目 61 科 143 种，其中兽类有 6 目 16 科 29 种，鸟类有 12 目 28 科 85 种，爬行类有 1 目 4 科 7 种，两栖类有 1 目 8 科 10 种，鱼类有 2 目 5 科 12 种，具体见表 4-6。

表 4-6 本工程评价区野生动物组成统计表

类型	目数	科数	种数
兽类	6	16	29
鸟类	12	28	85
爬行类	1	4	7
两栖类	1	8	10
鱼类	2	5	12
合计	22	61	143

4.5.2.3 评价区动物优势物种组成

本项目评价区域野生动物主要分布有兽类、鸟类、爬行类、两栖类和鱼类。评价区主要野生动物物种见表 4-7。

兽类有褐家鼠（*Rattus norvegicus*）、小家鼠（*Mus musculus*）、草兔（*Lepus capensis*）等，其栖息环境主要包括森林、灌丛、农田；鸟类有白鹭（*Egretta garzetta*）、白头鹎（*Pycnonotus sinensis*）、山麻雀（*Passer rutilans*）、麻雀（*Passer montanus*）等，其栖息环境主要包括森林及灌草丛；爬行类有蹼趾壁虎（*Gekko subpalmatus*）、康定

滑蜥（*Scincella patanini*）、黑眉锦蛇（*Elaphe taeniurus*）等，其栖息环境主要包括森林和灌草丛；两栖类有中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）、黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculata*）等，其栖息环境主要包括灌草丛及水域附近；鱼类有鲫（*Carassius auratus*）、草鱼（*Ctenopharyngodon idella*）、鲤（*Cyprinus carpio*）等，其栖息环境主要包括河流、水库等水域。

表 4-7 评价区域主要野生动物种

类型	优势目	优势科	优势种	分布区域
兽类	啮齿目	鼠科	褐家鼠（ <i>Rattus norvegicus</i> ）、小家鼠（ <i>Mus musculus</i> ）、黄胸鼠（ <i>Rattus tanezumi</i> ）	居民区、森林、灌丛、农田
		松鼠科	岩松鼠（ <i>Sciurotamias davidianus</i> ）、隐纹花松鼠（ <i>Tamias swinhoi</i> ）	
	兔形目	兔科	草兔（ <i>Lepus capensis</i> ）	
鸟类	鹈形目	鹭科	白鹭（ <i>Egretta garzetta</i> ）、池鹭（ <i>Ardeola bacchus</i> ）	河流、水库等水域
	鸽形目	鸠鸽科	珠颈斑鸠（ <i>Streptopelia chinensis</i> ）、山斑鸠（ <i>Streptopelia orientalis</i> ）	森林及灌草丛
	鸡形目	雉科	灰胸竹鸡（ <i>Bambusicola thoracicus</i> ）	
		伯劳科	棕背伯劳（ <i>Lanius schach</i> ）	
		燕科	家燕（ <i>Hirundo rustica</i> ）、金腰燕（ <i>Cecropis daurica</i> ）	
		鸦科	红嘴蓝鹊（ <i>Urocissa erythroryncha</i> ）	
		鹎科	白头鹎（ <i>Pycnonotus sinensis</i> ）、领雀嘴鹎（ <i>Spizixos semitorques</i> ）、黄臀鹎（ <i>Pycnonotus xanthorrhous</i> ）	
		画眉科	白颊噪鹛（ <i>Garrulax sannio</i> ）	
		鸫科	乌鸫（ <i>Turdus mandarinus</i> ）	
		山雀科	黄腹山雀（ <i>Pardaliparus venustulus</i> ）、煤山雀（ <i>Parus ater</i> ）	
		文鸟科	山麻雀（ <i>Passer rutilans</i> ）、树麻雀（ <i>Passer montanus</i> ）	
	鹃形目	杜鹃科	大杜鹃（ <i>Cuculus canorus</i> ）、四声杜鹃（ <i>Cuculus micropterus</i> ）、小杜鹃（ <i>Cuculus poliocephalus</i> ）	
爬行类	有鳞目	壁虎科	蹼趾壁虎（ <i>Gekko subpalmatus</i> ）	灌草丛及水域附近
		石龙子科	铜蜓蜥（ <i>Sphenomorphus indicus</i> ）	
		康定滑蜥（ <i>Scincella patanini</i> ）		
		蜥蜴科	北草蜥（ <i>Takydromus septentrionalis</i> ）	
两栖类	无尾目	游蛇科	翠青蛇（ <i>Cyclophiops major</i> ）、赤链蛇（ <i>Lycodon rufozonatus</i> ）、乌梢蛇（ <i>Zaocys dhumnades</i> ）、黑眉锦蛇（ <i>Elaphe taeniurus</i> ）	灌草丛及水域附近
		蟾蜍科	中华蟾蜍（ <i>Bufo gargarizans</i> ）、黑眶蟾蜍（ <i>Bufo andrews</i> ）	
		蛙科	黑斑侧褶蛙（ <i>Pelophylax nigromaculata</i> ）、四川湍蛙（ <i>Amolops mantzorum</i> ）	

类型	优势目	优势科	优势种	分布区域
鱼类	鲤形目	鲤科	草鱼（ <i>Ctenopharyngodon idella</i> ）、 鲤（ <i>Cyprinus carpio</i> ）	河流、水库等 水域
		鲫科	鲫（ <i>Carassius auratus</i> ）	河流、水库等 水域

4.5.2.4 重要物种

根据现场调查结合收集的资料，本项目评价范围内**无国家级及省级重点保护动物**，无《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、极小种群物种，有岩松鼠、灰胸竹鸡、黄腹山雀等特有种动物 8 种，重要物种调查结果见表 4-8。项目评价范围内**无重要生境、野生动物迁徙通道**，项目占地范围内**无重要物种的重要生境分布**。

表 4-8 本项目评价区域重要物种调查结果

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	极小种群物种（是/否）	分布区域	资料来源
1	岩松鼠（ <i>Sciurotamias davidianus</i> ）	/	无危（LC）	是	否	森林及灌草丛	现场调查+资料调查
2	灰胸竹鸡（ <i>Bambusicola thoracicus</i> ）	/	无危（LC）	是	否	森林及灌草丛	现场调查+资料调查
3	黄腹山雀（ <i>Pardaliparus venustulus</i> ）	/	无危（LC）	是	否	森林及灌草丛	现场调查+资料调查
4	蹼趾壁虎（ <i>Gekko subpalmatus</i> ）	/	无危（LC）	是	否	灌草丛及石缝间	现场调查+资料调查
5	康定滑蜥（ <i>Scincella patanini</i> ）	/	无危（LC）	是	否	阴湿草丛及石缝间	现场调查+资料调查
6	北草蜥（ <i>Takydromus septentrionalis</i> ）	/	无危（LC）	是	否	灌草丛及石缝间	资料调查
7	黑眉锦蛇（ <i>Elaphe taeniurus</i> ）	/	易危（VU）	否	否	森林、灌草丛，沼泽、水坑和水塘	资料调查
8	乌梢蛇（ <i>Zaocys dhumnades</i> ）	/	易危（VU）	否	否	线路沿线灌草丛及石缝间	现场调查+资料调查

注 1：保护级别根据国家及地方正式发布的重点保护野生动物名录确定。

注 2：濒危等级、特有种根据《中国生物多样性红色名录》确定。

注 3：资料来源包括环评现场调查、文献记录、历史调查资料及科考报告等。

4.5.2.5 鸟类迁徙通道

四川地区属于鸟类中国西部迁徙路线的重要组成部分。通过查阅《全国鸟类迁徙通道保护行动方案》（2021-2035）等资料可知，四川的三条候鸟迁徙通道分别为：西线：大小凉山系—邛崃山系—若尔盖湿地（沿大渡河），其中若尔盖湿地为高原夏候鸟迁徙的目的地之一；中线：川南—龙泉山脉—秦岭（沿长江、岷江）；东线：川东平行峡谷（沿嘉陵江、渠江、诺水河等）。鸟类迁徙分为春迁和秋迁两季，春迁主要在 3 月底至 4 月底，秋迁主要在 9、10 月份，主要包括赤麻鸭、豆雁、普通秋沙鸭、火斑鸠等野生动物。本项目新建线路均位于盐源县境内，不在鸟类迁徙通道上。

4.5.3 生态敏感区

本项目不涉及国家公园、自然保护区、自然保护地、世界自然遗产、重要生境等生态敏感区，也不涉及生态保护红线。

4.6 环境空气

根据《2023 年凉山州生态环境质量状况》，本项目所在的凉山州盐源县 SO₂、NO₂、CO、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃ 指标监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，属于环境空气质量达标区域。

4.7 水环境

根据《2023 年凉山州生态环境质量状况》，本项目线路跨越的盐井河水质达标率为 100%，属于水环境质量达标区域。

5 施工期环境影响评价

根据本项目建设特点及项目所在区域环境特征，本项目施工期产生的环境影响见表 5-1。

表 5-1 本项目施工期主要环境影响识别

环境识别	新建凉山中变电站	扩建百灵变电站	输电线路
生态环境	物种、生物群落、土地利用、景观等	无	物种、生物群落、土地利用、景观等
声环境	施工噪声	施工噪声	施工噪声
大气环境	施工扬尘	施工扬尘	施工扬尘
固体废物	生活垃圾、建筑垃圾	生活垃圾、建筑垃圾	生活垃圾、建筑垃圾
水环境	施工废污水	施工废污水	施工废污水

5.1 生态环境影响分析

本项目百灵 500kV 变电站扩建在变电站内预留场地上进行，不新征地，施工活动集中在变电站围墙内，材料运输利用已建成的进站道路和站区道路，对站外生态环境无影响。本项目生态环境影响主要为新建凉山中变电站站区和输电线路。

5.1.1 对土地利用类型的影响

5.1.1.1 永久占地

本项目永久占地主要为新建凉山中变电站站区和输电线路塔基区永久占地，永久占地占用了耕地、园地、林地、草地，其中占用耕地、林地、草地的比例较大，会使其变成建设用地，建设用地的占比会增加，但从整个评价范围分析，林地、耕地、草地的总面积比例远大于建设用地比例，本项目永久占地不会导致耕地、林地、草地等地类消失，建设用地增加后的比例也不会大于上述地类，即用地类型占比格局不会有明显变化，由此说明永久占地对土地利用类型的影响可控。

对于新建凉山中变电站站区，占地类型为农用地，建成后不会使耕地比例下降，变电站站区永久占地对土地利用类型影响较小。

对于塔基永久占地，单个塔基占地面积小，就整个评价范围而言，呈分散点状分布，因此从整个评价范围来看，塔基永久占地对土地利用类型总体格局的影响较小。

5.1.1.2 临时占地

本项目临时占地面积为 27.29hm²，占项目总占地（40.90hm²）的 66.7%。项目占地以临时占地为主，但这部分占地在施工结束后会进行土地复垦、表土回铺、植被恢复成原有地类，能够将占地影响降到最低。项目施工后期，项目实施机构根据临时用地复垦的相关政策，对临时占地进行土地整治（包括平整、覆土、土壤深翻等），根

据原有使用功能，在临时占地使用结束后结合适宜条件进行复耕或植被恢复，可以有效降低新增水土流失、将其恢复为原地貌类型。因此项目临时占地对评价区土地利用格局的影响小。

5.1.2 对植被的影响

5.1.2.1 占地对植被的影响

本工程新建凉山中变电站和输电线路塔基永久占地和临时占地均会对当地植被造成一定的破坏。永久占地将会改变原有地貌，扰动破坏部分区域植被生境。

（1）凉山中变电站

根据现场踏勘，凉山中变电站站址所在区域现为农村环境，站址土地利用现状为农用地，变电站施工营地土地利用现状以农用地为主，其次为少量草地。站址区域以栽培植被为主，仅零星分布有少量云南松等自然植被，均为当地常见的植被，因此变电站施工仅会导致占地范围内的少量乔木砍伐，对区域自然植被的破坏程度较轻微。施工结束后，通过加强站内及站外护坡绿化，站址周边及站内的局部生态环境会逐步得到改善，经 1~2 年的自然演替，站址周边的生态系统也逐步恢复稳定。因此，变电站建设对周边生态环境的扰动是可逆的。

（2）输电线路

本项目线路对植被的影响方式主要表现在两个方面：①塔基永久占地改变土地性质，原有植被将遭到破坏；②塔基周边由于施工活动将对地表植被产生干扰，如施工道路修整将导致植被破坏，放线将导致植被践踏，灌木和乔木等物种枝条被折断、叶片脱落等。本项目线路施工过程中对区域主要植被的影响如下：

受本项目建设影响的包括栽培植被和自然植被，自然植被代表性物种为云南松、巨桉、杨树、川滇高山栎、马桑等，栽培植被代表性物种为玉蜀黍、马铃薯、荞麦等作物及苹果、花椒、核桃等经济林木。这些受影响的植被型和植物物种在评价区内均广泛分布，本项目建设不会导致评价区的植被型和植物物种消失，也不会改变区域植物物种结构。线路塔基占地由于铁塔实际占用范围仅限于其 4 个塔腿，施工期间只砍伐少量塔基占地范围内树木，砍伐量相对较少，故施工建设损害的植株数量较少，且这些植物均为评价区常见种类，因而不会使沿线林木群落发生地带性植被类型的改变，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依据周边灌木和草本植物种类进行植被恢复或复耕，逐步恢复其原有土地性质和生态功能。

本项目临时占地主要包括塔基施工临时场地、牵张场、施工道路、跨越场等占地。

临时占地对植物造成的影响有：施工占地区清除植株和植物群落；地表开挖施工导致土壤紧实度、含水量等性质发生改变，影响植物的生长；在施工时，机械设备、材料堆放对占地区内及周边的植物产生短期直接影响，如灌木和乔木物种枝条被折断、叶片脱落等。本工程临时占地最大限度地避让林地，尽可能选择荒地或植被稀疏的灌草地，这些植物在评价范围分布较为广泛，加之临时用地是短期的、可恢复的，临时占地的生境具有一定的可替代性，部分土地利用性质的改变不会引起物种生境的消失，因此，本工程临时占地对植物植被影响较小。

5.1.2.2 对植被型及植被种类的影响

本项目所经区域地形主要为高山盆地，区域垦殖指数高，生态环境评价区域植被主要为栽培植被，其次为自然植被。

（1）对自然植被的影响

●对针阔混交林、阔叶林、针叶林的影响

本项目占用林地面积约 7.97hm^2 ，占项目总占地（ 40.90hm^2 ）的 19.5%，项目占用林地面积不大，从评价范围的林地面积来分析，项目占用林地面积更小，加之大部分占用为临时占用，可在建设期结束后进行植被恢复，因此项目占用林地对整个评价范围林地中生物多样性、生态功能影响较小。

本项目线路路径尽量避让林木密集区，不可避让穿越林木密集区时，采用无人机放线等方法，导线与树木（考虑一定时期树木自然生长高度）最小垂直距离不小于 7m，在最大风偏情况下与树木的净空距离不小于 7m 的树木不砍伐。

根据本项目设计方案，本项目线路穿越林木密集区长度约 9km，穿越林木密集区线路通道树种主要为云南松、巨桉等当地常见树种。线路经过林木密集区域时，在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大档距，减少位于林木密集区铁塔的数量，减少对林木的削枝和砍伐，塔基尽量选择在林木较稀疏地带，在采取上述措施的基础上，仅对位于塔基处无法避让的树木进行砍伐。线路穿越其他区域均属于非林木密集区，线路通道内主要为灌丛、草丛、作物等，植被较为低矮，与线路距离满足设计要求，基本不涉及林木削枝和砍伐。

根据设计资料，本项目线路估计砍削树木主要为云南松、巨桉等当地常见树种。上述树种在项目区域广泛分布，因此工程建设不会对区域植物物种种类、数量、植被分布面积等造成明显影响。

●对灌丛植被的影响

灌丛植被多存在于立地条件稍好的区域，施工有可能对原有灌丛植被面积及结构产生一定的影响，施工过程中塔基处会砍伐部分川滇高山栎、马桑、栒子等灌木植被，导致灌丛植被中个别物种数量减少，甚至暂时性丧失部分功能，但塔基永久占地面积较小，属于局部影响，对整体灌丛而言，影响甚微；施工结束后对临时占地区域采用播撒当地物种进行植被恢复，因此本项目建设对灌丛植被的影响较轻微。

●对草丛植被的影响

本项目占用草地面积为 5.97hm^2 ，占项目总占地（ 40.90hm^2 ）的 14.6%，项目占用草地比例不大。本项目塔基呈点状分散布置，不会造成大面积草本植物破坏。塔基永久占地将改变土地性质，但塔基永久占地面积较小，施工期间尽量对占地区域的表土进行剥离和集中堆放，保存植被生长条件，用于临时占地区域的植被恢复；通过规范施工人员的行为、禁止对草本植物进行踩踏等措施，能最大限度地减小对草本植物的干扰；临时占地在施工结束后采取播撒草籽的方式进行植被恢复，因此，本项目建设对草本植物的影响比较轻微。

（2）对作物、经济林木的影响

本项目占用耕地、园地面积为 17.33hm^2 ，占项目总占地（ 40.90hm^2 ）的 42.4%，是占用面积最大的地类。但本项目占地分散，从评价区整个耕地、园地面积看，占用耕地、园地仅占评价区面积的 1.2%，对耕地、园地造成的影响较微弱。同时耕地、园地景观类型十分依赖人类，只要人类加以干预和主观的调控，被影响的生态系统将会得到迅速恢复，因此占用一定面积的耕地、园地对区域内居民影响不大。但对于永久占地，应按照国家相关政策对征用土地进行赔偿，对于临时占地，施工结束后及时进行土地整治和复耕，尽快恢复原地貌类型，恢复其原有的生产能力。

本项目所经区域为农村环境，栽培植被分布广泛，主要为玉蜀黍、荞麦、马铃薯等作物及苹果、花椒、核桃等经济林木，均在当地广泛分布。本项目新建线路占地分散，线路塔基仅在局部区域占用小块耕地、园地，对栽培植被的破坏范围和程度有限；施工道路尽量利用既有道路进行拓宽，占用少量耕地、园地，牵张场也尽可能按占用少量耕地、园地设置，降低对作物、经济林木的破坏。因此，本项目建设不会对当地作物和经济林木面积和产量造成明显影响，对栽培植被影响小。

5.1.2.3 对植被多样性的影响

本项目对评价区植被生物多样性的影响，主要表现在工程永久占地和临时占地引起的植物多样性变化。

本工程永久占地和临时占地均会对当地植被造成一定程度的破坏，占地主要减少部分栽培植被和自然植被，但不会影响区域栽培植被和自然植被类型；永久占地改变土地性质，原有植被将遭到破坏，但本项目新建变电站占地面积不大，仅占用栽培植被，线路塔基呈点位间隔布置，施工点分散，单塔占地面积较小，不会造成大面积植被破坏，不会对当地自然植被产生切割影响，不会改变区域生态系统的稳定性；临时占地在一定程度上会对区域植被产生干扰影响，但临时占地时间短，施工期间采取表土剥离等植被保护措施，施工结束后采取植被恢复措施，能尽量降低对占地区域植被的影响程度。本项目线路路径尽量避让林木密集区，在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大档距，减少位于林木密集区的铁塔数量，减少对林木的砍伐，塔基尽量选择在林木稀疏位置，仅对塔基处无法避让的树木进行砍伐，本项目线路估计砍削树木主要为云南松等当地常见树种，在项目区域广泛分布，不会对其物种种类、数量、植被面积等造成明显影响。

施工临时道路的修建将会造成评价区域的生境阻隔，增加评价区域植被生境的破碎化程度，但是本项目施工临时道路尽量利用既有道路进行拓宽，因此施工临时占地和交通道路不会造成生境阻隔，且区域植被均为当地常见植被类型，呈现出片状、斑块状等多种分布格局，且水热条件优越，物种传播扩散等基因交流途径与方式多样，因此，本项目建设不会造成区域植被生境阻隔，生物多样性受损的风险极小。

5.1.2.4 生物量损失影响

本项目建设损失植被总生物量采用平均生物量×该植被类型的面积计算。本工程占地区域植被平均生物量采用冯宗炜编著的《中国森林生态系统的生物量与生产力》中不同类型林分生物量与生产力的研究结果，同时结合项目区域植被类型特征，参考《我国森林植被的生物量和净生产量》和《白鹤滩送端换流站配套月城 II 500 千伏输变电工程环境影响报告书》等环评报告对平均生物量进行取值。根据塔腿占地面积与塔基下方永久占地面积的比例关系，本工程永久占地植被损失量按 50% 损失考虑，临时占地植被损失量按 5% 损失考虑，占地范围内损失的总生物量见表 5-2。

表 5-2 本项目建设的自然植被生物量损失情况表

占地分区	占地类型	平均生物量* (t/hm ²)	占地面积 (hm ²)	生物量损失率	生物损失量 (t)
永久占地	林地	110.5	1.01	50%	55.80
	草地	7.06	0.39	50%	1.38
临时占地	林地	110.5	6.96	5%	38.45
	草地	7.06	5.58	5%	1.97
合计		----	13.94	----	97.60

*采用冯宗炜编著《中国森林生态系统的生物量与生产力》中不同类型林分生物量与生产力

的研究结果，同时结合项目区域植被类型特征，参考《我国森林植被的生物量和净生产量》和参考同类工程环评报告对平均生物量进行取值。

从表 5-2 可知，本项目生态环境评价区受工程永久占地和临时占地引起的生物量损失为 97.60t。虽然本项目建设会导致区域植被面积有所减小，但各类植物的面积和比例与现状仍然基本相当，生物量没有发生锐减，生产力水平不会发生明显降低，生态系统总体能够保持相对稳定。

5.1.2.5 对区域重要物种的影响

本项目评价范围内无国家级和省级重点保护野生植物，分布有《中国生物多样性红色名录》中的云南松、细尖栒子、窄叶火棘等特有种。上述中国特有种在评价区分布较广，数量较多，因此工程建设占用一部分对这类植物影响不大，不会造成其在评价范围内消失，不会对这些植物种类、数量造成明显影响。施工期间做好表土的剥离及养护，在施工结束后对临时占地区域进行土地整治、表土回铺，进行等当量或等面积植被恢复，植被恢复应采用被砍伐的原生树苗，构建原有植物群落，且由于区域气候条件和水热条件相对较好，植被生长速度较快，重要物种的数量和质量可得到快速恢复，因此本工程对重要物种的影响较小。

综上所述，本项目建设不会对生态环境评价区植被类型和植物种类结构产生影响，不会影响生物多样性，结束施工后，临时占地区域选择当地植物物种进行植被恢复，能将施工影响和损失程度降至最低。

5.1.3 对动物的影响

本项目施工期对动物的影响主要包括新建变电站和线路建设对兽类、鸟类、爬行类、两栖类和鱼类的影响。

5.1.3.1 对兽类的影响

本项目评价区野生兽类如褐家鼠、草兔等均属于当地常见小型动物。项目建设对兽类的影响主要是工程占地对其活动区域的破坏，同时施工作业和施工机械持续产生的噪声会使评价区内胆小、警觉性高的哺乳动物向评价区纵深迁移，一些分布广泛、敏感性相对较低且耐受能力强的小型兽类如鼠类等可能会在工程区活动，导致这些动物在评价区内分布格局局部发生变化，但不会引起评价区内兽类物种丰富度的减少。由于变电站占地面积小、线路塔基占地面积小且分散，不会对其种类和分布格局造成较大的影响。上述小型兽类都具有较强的适应能力、繁殖快，适应范围广，具有很强的迁移能力，施工不会使它们的种群数量发生明显波动。由于项目所在区域有G348国

道及众多乡村道路，车流量大，人类活动比较频繁，大、中型兽类在占地影响区域内相对活动较少，不涉及大型兽类迁徙通道，项目建设对大中型兽类影响很小。

5.1.3.2 对鸟类的影响

本项目对鸟类的影响主要表现在以下两个方面：

施工区的森林、灌丛等群落将遭到一定程度的破坏，减少鸟类活动地面积，但本项目变电站站址区域人类活动较频繁，鸟类分布较少，输电线路为点状的线性工程，塔基施工点分散，各塔基占地面积很小，施工扰动区域面积很小且分散，施工结束后对临时占地采取植被恢复等措施能逐步恢复原土地利用功能，同时施工区的森林、灌丛等群落在当地均有大面积分布。因此，本项目建设仅永久占地略微减少鸟类生活面积，但不会对鸟类生境产生明显影响。

新建变电站和线路塔基建设、架线施工等施工活动影响鸟类在施工区周边的觅食、求偶等活动，造成鸟类领地范围的改变和领地竞争，迫使部分鸟类迁离原栖息地，但同时也为部分人居型鸟类提供了适宜的生存空间，进而影响区域鸟类的种群结构。本项目施工时间较短，一般单个塔基施工时间在 2 个月以内，此类影响均为临时性影响，输电线路施工不使用大型机械，施工噪声影响不大，施工噪声的影响将随着施工活动的结束而消失，且鸟类善飞翔、具有较强的迁移能力和躲避干扰的能力。因此，在控制施工人员蓄意捕捉的前提下，工程建设基本不会直接伤害到鸟类个体，本项目建设对鸟类没有明显影响。在施工结束后，随着扰动区域植被的恢复和重建，部分区域的鸟类栖息地功能逐渐恢复，影响生存竞争的人为因素消失，在项目区活动的鸟类将会重新分布，因此本工程施工期对鸟类活动的影响较小。本项目所在区域不位于鸟类迁徙通道上，不会对迁徙鸟类产生影响。

5.1.3.3 对爬行类的影响

本项目对爬行类的影响主要是施工区的植被将遭到一定程度的破坏，给爬行类动物的生境带来干扰；各类施工活动和施工占地，将使爬行类动物生存的生境变得干燥；施工人员可能会捕捉评价区内分布的蛇类，导致评价区域爬行动物的种群数量下降，很可能将改变爬行动物的物种组成；施工机械运转、车辆运输等产生的干扰，有可能使施工区域内的爬行动物向外迁移，从而使评价区内爬行动物的物种种群数量有所减少，受影响的主要是评价区内分布较广的康定滑蜥、翠青蛇等，但不会直接伤害个体。本项目影响范围较小，且评价区爬行类种群数量很小且个体活动隐蔽、反应敏捷、活动能力强，对人类活动干扰有一定适应能力，能及时躲避人类不利干扰，由原来的生

境转移到远离施工区的相似生境生活，在加强施工人员的管理、杜绝捕猎蛇类的行为前提下，本项目建设不会导致评价区爬行类物种减少，不会使爬行类种群数量发生明显改变。

5.1.3.4 两栖类

本项目的评价区内两栖动物种类较少，大部分种群以适宜于农耕地及林缘附近生活的蛙科、蟾蜍科两栖类物种为主。项目施工对两栖类最大的影响是施工可能对水环境造成的污染，将降低两栖动物的繁殖成功率，最终可能降低两栖动物的种群密度，受影响的主要是评价区内分布的黑斑侧褶蛙、中华蟾蜍等。施工活动将产生废水、废渣；施工人员将产生垃圾、粪便和生活废水。若不采取妥当的措施，会破坏两栖动物的活动区域质量，从而影响它们的生存和繁殖。本项目变电站和线路塔基均不涉及水域环境，评价区分布的两栖类均属种群数量较大的常见种，即使局部地段的个体受到损害，但不会造成整个评价区域内两栖类物种的消失；工程施工会使得两栖类个体向远离施工现场的适生地迁移，从而导致局部区域两栖类分布格局的变化，但工程占地面积对于整个评价区而言相对较小，且工程建设时段较短，对两栖动物的影响有限，仅限于施工占地区域。施工结束后会进行植被恢复措施，占地区域生境将得到恢复，两栖动物会陆续回归原有生境。通过加强施工期管理，规范施工人员活动行为，工程建设不会导致评价区两栖类物种数量减少，施工不会导致评价区两栖类物种的种群数量发生大的波动。

5.1.3.5 鱼类

本项目评价区野生鱼类主要分布在盐井河支流及附近的小溪沟、库塘中。本项目线路跨越盐井河支流处塔基均不涉及水域，采取一档跨越，不在水中立塔。通过加强施工期管理，规范施工人员活动行为，禁止在水体附近搭建临时施工设施，严禁施工废水、生活污水、弃土弃渣排入水体等措施，工程建设不会对鱼类活动造成影响，不会导致项目区域鱼类物种数减少。

5.1.3.6 对区域重要物种的影响

根据现场调查结合收集的资料，本项目评价范围内有国家级和省级重点保护野生动物，但有岩松鼠、灰胸竹鸡、黄腹山雀等特有种。在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生动物保护知识的宣传，在施工过程中若遇到岩松鼠、灰胸竹鸡等重要物种，应按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求实施保护方案，禁止挑衅、捕猎，使其安全离开施工场地。岩松鼠、灰胸竹鸡、

黄腹山雀等小型兽类和鸟类活动能力较强，对环境的适应能力较强，本项目施工造成的扰动对其觅食、活动等行为造成的影响较小。蹼趾壁虎、铜蜓蜥、黑眉锦蛇等均为当地常见的爬行类动物，在项目评价范围内分布较广，常见于灌草丛、乱石堆等区域，在评价范围内适宜栖息地较广，本项目占地较少，对其正常活动影响较小，不会影响其捕食和栖息环境。本项目线路跨越盐井河支流时均采用一档跨越，不在水中立塔，占地范围及施工范围均不涉及水域，不会影响盐井河支流的水环境质量和水域功能，也不会影响黑斑侧褶蛙等两栖爬行类动物的栖息环境。

本项目对野生动物的不利影响是短暂和局部的，在采取保护野生动物栖息环境，禁止捕杀和伤害野生动物等相应措施的前提下，并向作业施工人员宣传野生动物保护相关知识及《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求，工程建设不会导致评价区内动物多样性的明显减少，局部的不利影响可以得到有效的减轻、减免或消除。

综上所述，本项目施工期不会造成区域野生动物种类和数量的明显降低，对当地野生动物的影响程度较小，项目施工对野生动物的不利影响是短暂和局部的，随着施工活动的结束，对野生动物的影响也随之消失。

5.1.4 对生态系统的影响

本项目区域主要为耕地和针叶林生态系统，其次为草丛、稀疏灌丛、河流、针阔混交林、阔叶林、稀疏草地生态系统。区域生态现状基本良好，总体上物种组成较为丰富，区域生态系统的抵抗力和恢复力较为良好，稳定性较为良好。此外，区域生态体系组成也较为丰富，自然生态系统自我调节能力相对较好，只要不超过其承受限度后，自我恢复较为容易。虽然项目施工期会对区域生态环境产生一定程度的影响，主要为工程占地对局部植被的破坏以及施工扰动造成的水土流失影响。

5.1.4.1 对生态系统多样性的影响

生态系统多样性指的是一个地区的生态多样化程度，是一个区域不同生态系统类型的总和。本项目变电站、塔基永久占地以及塔基、牵张场等各项临时占地涉及不同的生态系统类型，但本项目占地分散，单个地块占地面积不大，同时，在项目施工期结束后，会采取相应措施对临时占地植被进行恢复，因此项目建成后评价区内的生态系统组成类型不会减少，项目建设对区域生态系统多样性影响很小。

5.1.4.2 对生态系统完整性的影响

生态系统完整性是在生物完整性概念的基础上发展起来的，且因“系统”的特性，

其内涵更加丰富。从系统的角度考察完整性，包括三个层次：一是组成系统的成分是否完整，即系统是否具有本生的全部物种，二是系统的组织结构是否完整，三是系统的功能是否健康。

本工程建设会占用一定数量的土地资源，会改变现有土地使用功能，特别是永久占地。永久占地将改变土地利用方式和土壤功能，减少林地、耕地、草地、园地的面积。但本项目占地呈点状布置，新建变电站及单个塔基施工占地面积不大，塔基之间不连续建设，对生态系统完整性无影响。工程施工过程中占用林地、耕地、园地、草地，对动物活动不产生隔离、阻隔作用，对生物多样性影响较小。对于评价区的人工生态系统，项目建设占用部分耕地和园地，评价区的人工生态系统的面积将减少。综上所述，项目建设对生态系统的组织结构完整性影响较小，生态系统的绝大部分区域原有生境不变，以这一生境为依托的动植物关系、生物与非生物环境关系、食物链及能流渠道都没有发生变化，因此生态系统总体的组织结构仍然完整，不会导致整个生态系统功能的崩溃，生态系统仍然具有良好的自我调控能力。

此外施工期间，施工人员或进出评价区的其他人员可能惊扰、捕猎工程附近区域的两栖类、爬行类、鸟类、兽类动物，以及破坏施工区外植被，可能会对一定区域内的生态系统群落结构带来轻微影响，通过加强施工管理及施工期间的宣传教育，可尽量降低施工活动造成的干扰破坏。

5.1.4.3 对生态系统稳定性的影响

项目建设造成的生态环境影响表现在工程占用土地，破坏局部区域环境；扰动地表、改变原有地貌、破坏植被，使其失去原有的防护、固土能力。但输变电工程新占土地仅占整个评价区面积的很小比例，且又分散。从宏观上分析，项目建设区域及邻近区域自然体系生产力及稳定性不会因此发生明显变化。

施工活动的噪声、运输、施工人员的活动等会对陆地生态系统中的动物起到驱赶作用，会对植被生长地和动物栖息地造成直接破坏。但除了噪声、土石方开挖有一定的破坏性和干扰以外，项目区的施工活动范围小，且由于施工区人为活动频繁，野生动物分布稀少，一般不会对生态系统产生太大的影响。通过采取控制施工范围和人员活动范围、控制施工噪声等措施，可以在最大程度上减缓对生态系统稳定性的影响。而且，随着施工活动的结束，干扰因素将清除，生态系统结构和生态系统服务功能都能够在较短的时间内得到有效的恢复。在破坏程度较大、自我修复困难的地方，可以采用人工植被恢复促进生态系统的恢复速度和程度。

5.1.4.4 对生态系统功能的影响

建设期生态系统功能将略有降低，主要表现在三个方面：第一、植物干物质质量减少。第二、生产力略有降低。工程占地区的部分人工生态系统消失，将使评价区内的生态系统生产力降低；施工过程中，大气中扬尘及 NO_x 、 SO_2 等有毒有害物质浓度增大，也将降低强度影响区生态系统的生产效率。第三、生态功能略有降低。工程占地区部分生态系统面积减小，这些生态系统具备的涵养水源、保持水土、净化空气、净化水质等生态功能也将相应地减弱。受大气污染物的影响，附着物生产力的降低，其固定 CO_2 和释放 O_2 的能力也将降低。在施工期结束后，随着临时占地植被的恢复、对区域内植物的养护管理，其生态系统功能会得到恢复。

5.1.4.5 对生态系统服务价值的影响

项目的建设实施通过改变土地利用类型，进而改变生态系统的生态服务功能，降低生态系统的服务价值。虽然项目建设对生态服务价值有一定程度的负面影响，但是项目建设过程中通过采取一系列生态保护措施，包括绿化、复垦以及控制占地面积、限制施工作业范围等，可使得生态服务价值损失最小化，充分体现建设项目的生态保护原则。同时，输变电工程作为经济、社会发展的基础设施，其建设实施有利于满足社会电力负荷日益增长需要，以及提高供电可靠性等，为当地发展带来长期的效益，因此本工程建设对生态系统服务价值影响预测为小。

5.2 声环境影响分析

5.2.1 新建凉山中 500kV 变电站

新建变电站施工噪声采用理论模式进行预测分析，预测模式采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）工业噪声中室外点声源预测模式。本次仅考虑噪声的几何衰减。

在距离点声源 r m 处的噪声值按下式计算：

$$L_p(r) = L_w - 20\lg r - 8 \quad (1)$$

其中： $L_p(r)$ —预测点处的声压级，dB（A）；

L_w —由点声源产生的声功率级，dB（A）；

r —预测点距离声源的距离。

变电站施工噪声源主要有碾压机械、挖掘机、起重机、运输车辆等。根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），基础施工阶段施工噪声最大声功率级约 100dB（A），参比同类项目施工总布置方案，施工机具主要集中在主变、主

控通信楼、继电器室等位置，上述基础施工位置距站界最近距离约为 47m；设备安装阶段施工噪声最大的施工机械为起重机；设备安装阶段施工噪声最大声功率级约 80dB（A），设备安装阶段机具主要集中于主变、配电装置等位置，距站界最近距离约为 5m。本次不考虑地面效应。变电站施工噪声随距施工机具距离变化的预测值见表 5-3。

表 5-3 变电站施工噪声随施工机具距离变化的预测值 单位：dB（A）

距机具距离（m）		1.5	7	12	50	67	85	145	180	195	200
施工阶段											
施工机具贡献值	设备安装阶段	68	55	50	38	35	33	29	27	26	26
	基础施工阶段	88	75	70	58	55	53	49	47	46	46

由表 5-3 可知，在基础施工阶段，距施工机具 12m、67m 以内分别为昼间、夜间噪声超标范围；在设备安装阶段，距施工机具 1.5m、7m 以内分别为昼间、夜间噪声超标范围。可见，基础施工和设备安装阶段站界夜间噪声不满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）（夜间 55dB（A））要求，基础施工和设备安装阶段站界昼间噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）（昼间 70dB（A））要求。

为了尽可能减少变电站施工噪声影响，施工期应采取下列措施：①尽可能将高噪声源强施工机具布置在站址中央区域，远离站界；②优先选用《低噪声施工设备指导名录（2024 年版）》中的施工设备；③定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声；④避免碾压机械、挖土机等高噪声设备同时施工；⑤基础施工前先修筑围挡，尽可能降低施工噪声对其影响，并尽快修建围墙；⑥施工宜集中在昼间进行，尽量避免夜间和午休时间进行高强度噪声施工，若由于施工工艺要求不能避免夜间进行施工时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》等规定提前向行业主管部门申请夜间施工许可证书，严格按照许可时限和许可范围进行夜间施工，并在施工现场进出口的显著位置公示夜间施工许可证书，公告附近居民。建设单位应当在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任，加强施工管理，文明施工。采取上述措施后，能最大限度地减少施工噪声对区域环境的影响，同时，本项目施工期短，施工噪声将随着施工活动的结束而消失。

5.2.2 扩建百灵变电站

百灵 500kV 变电站扩建施工噪声采用理论模式进行预测分析，预测模式采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）工业噪声中室外点声源预测模式。本

次仅考虑噪声的几何衰减。

在距离点声源 r_m 处的噪声值按下式计算：

$$L_p(r) = L_p(r_0) - A_{div} \quad (1)$$

其中： $L_p(r)$ —预测点处的声压级，dB(A)；

$L_p(r_0)$ —参考位置 r_0 处的声压级，dB(A)；

r —预测点距离声源的距离；

r_0 —参考位置距离声源的距离；

A_{div} —几何发散引起的衰减，dB(A)。

几何发散引起的衰减 A_{div} 按下式计算：

$$A_{div} = 20 \lg(r/r_0) \quad (2)$$

本次施工主要为扩建 2 个 500kV 出线间隔，施工工序包括土建施工和设备安装。土建施工不使用挖土机、推土机等大型施工机具，采用人工开挖，施工机具主要有吊车、运输车辆等，其最大噪声声压级约 80dB(A)，施工不在夜间进行。施工机具主要集中在本次扩建的出线构架位置，根据百灵变电站总平面布置图可知，本次扩建的出线构架位置距站界最近距离约 2.5m。本次不考虑地面效应。本次施工不在夜间进行。

本次扩建位于既有变电站围墙范围内，考虑到百灵变电站施工期间既有主变等相关生产设施均处于正常运行状态，本次施工期噪声预测时考虑既有噪声源的影响，以站界现状监测值（既有主变等相关生产设施均同时运行时）反映施工期站内电气设备运行的声环境影响，采用施工机具噪声叠加站界噪声现状监测最大值，能保守反映百灵变电站施工期间产生的噪声影响。变电站施工噪声随距施工机具距离变化的预测值见表 5-4。

表 5-4 变电站扩建施工噪声随施工机具距离变化的预测值 单位：dB(A)

距机具距离 (m) 施工阶段		1	3.2	5	10	15	17.8	20	40	80	100	200
施工机具贡献值		80	70	66	60	56	55	54	48	42	40	34
站界噪声 现状监测 最大值	昼间	53										
施工噪声 预测值	昼间	80	70	66	61	58	57	57	54	53	53	53

由表 5-4 可知，施工阶段在距施工机具 3.2m 以内为昼间噪声超标范围。根据百灵变电站总平面布置图可知，出线构架位置距站界最近距离为 2.5m，即本次扩建施工昼间噪声不满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）（昼间 70dB

(A)) 要求, 但变电站已修建了围墙, 且施工噪声一般为间断性噪声, 通过限制夜间施工, 能降低施工噪声影响。

为了尽可能减少变电站施工噪声影响, 施工期应采取下列措施: ①将施工活动限制在本次扩建范围内; ②定期对施工设备进行维护, 减小施工机具的施工噪声; ③避免高噪声设备同时施工; ④施工应集中在昼间进行, 避免夜间和午休时间进行高强度噪声施工。⑤建设单位应当在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任, 加强施工管理, 文明施工。采取上述措施后, 能最大限度地减少施工噪声对区域环境的影响, 同时, 本项目施工期短, 施工噪声将随着施工活动的结束而消失。

5.2.3 输电线路

本项目线路施工噪声主要来源于塔基施工和架线安装, 施工点分散, 施工噪声源主要有电动卷扬机、运输车辆等。根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013), 施工噪声最大声功率级约 90dB(A)。线路施工场地的施工噪声采用理论模式进行预测分析, 预测模式采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021) 工业噪声中室外点声源预测模式。本次仅考虑噪声的几何衰减。

在距离点声源 r m 处的噪声值按下式计算:

$$L_p(r) = L_w - 20 \lg r - 8$$

其中: $L_p(r)$ — 预测点处的声压级, dB(A);

L_w — 由点声源产生的倍频带声功率级, dB(A);

r — 预测点距离声源的距离。

按照上述预测模式, 线路施工阶段距施工机具不同距离处的噪声声压级见表 5-5。

表 5-5 线路施工阶段距施工机具不同距离处的噪声声压级									单位：dB(A)		
距施工机具距离（m）	1	4	10	15	20	40	50	100	150	180	200
施工阶段											
施工机具贡献值	82	70	62	58	56	50	48	42	38	37	36

由表 5-5 可知, 在施工阶段, 距施工机具 4m 以内为昼间噪声超标范围。本项目线路敏感目标距离施工机具最近约 20m, 由表 5-7 可知, 通过尽量避免夜间施工, 施工阶段在线路敏感目标处的噪声能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准要求 (昼 60dB(A))。

5.3 施工扬尘及机械设备废气分析

5.3.1 施工扬尘

本项目施工扬尘主要来源于基础开挖、物料运输等，在短期内将使局部区域空气中的 TSP 增加。新建凉山中变电站施工扬尘主要集中在施工区域内，包括：场地平整和土方开挖产生土壤、砂石扬撒，车辆运输产生尘土飞扬，基础施工产生混凝土浆料扬撒等；百灵 500kV 变电站扩建施工扬尘主要集中在站内施工区域，包括：土方开挖产生土壤，车辆运输产生尘土飞扬，基础施工产生混凝土浆料扬撒等；线路施工扬尘集中在塔基和施工运输道路处，施工点分散，各施工点产生的扬尘量较少。

本项目位于农村地区，为了尽量降低施工扬尘影响，在施工期间，建设单位和施工单位应按照《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则（试行）》（川建发〔2018〕16 号）要求采取相应的扬尘控制措施，执行《四川省人民政府关于印发<四川省空气质量持续改善行动计划实施方案>的通知》（川府发〔2024〕15 号）等对施工机械和运输车辆的管理要求，并根据《凉山州人民政府办公室关于印发凉山州重污染天气应急预案（2022 年修订）的通知》（凉府办发〔2022〕28 号）等相关要求，强化施工扬尘措施落实监督，落实重污染天气状况下的应急措施。

建设单位应在施工合同中确定扬尘污染防治目标及施工单位扬尘污染防治责任，施工作业人员上岗前，施工单位应组织以国家法律法规、技术规范、管理制度和操作规程为主要内容的扬尘防治入场教育培训和考核等；施工过程中，施工单位应落实扬尘管理责任人，加强施工扬尘防治，积极配合上级环境管部门的监管工作。扬尘控制措施包括：

（1）凉山中变电站：

.变电站四周设置施工围挡，进站道路进行硬化。

.施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。对暂时不存在动土作业的工作面、开挖形成的基坑基底护坡、经碾压后板结的临时道路进行覆盖。

.对施工材料、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，严格控制装载量，装载的高度不得超过车辆挡板，防止撒落。

.运输车辆限制车速，出施工场地应进行车轮冲洗。

.施工区域采取洒水、喷淋、喷雾等湿法降尘措施，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。

（2）百灵变电站扩建

- .变电站内施工区域设置施工围挡。
- .施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。
- .对施工材料、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，严格控制装载量，装载的高度不得超过车辆挡板，防止撒落。
- .施工区域采取洒水、喷淋、喷雾等湿法降尘措施，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。

（3）输电线路

- .合理组织施工，施工材料有序堆放。
 - .施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。
 - .施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。
 - .对施工材料、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，严格控制装载量，装载的高度不得超过车辆挡板，防止撒落。
 - .施工结束后及时清理场地，并进行撒播草籽、植被恢复，避免造成二次扬尘。
- 可见，本工程施工点位分散、各施工点产生的扬尘量不大，采取上述扬尘控制措施后，施工期不会对区域大气环境产生明显影响。

5.3.2 机械设备废气

本项目位于农村地区，施工场地开阔，扩散条件良好，施工单位应按照相关要求加强管理。机械设备废气污染控制措施主要包括：

- .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，减少烟度和颗粒物排放。
- .场内施工内燃机械（如运输车辆、卷扬机、旋挖机等）安置有效的空气滤清装置，并定期清理。
- .禁止使用排放超标的车辆和施工机械设备。

通过采取上述措施，施工废气对环境的影响相对较小，不会对周边居民产生明显影响。

5.4 固体废物环境影响分析

5.4.1 凉山中变电站

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾、施工建筑垃圾，及少量废矿物油等危险废物。

根据《第一次全国污染源普查 城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，生活垃圾产生量见表 5-6。

表 5-6 施工期间生活垃圾产生量

位 置	人数（人/天）	产生量（kg/d）
凉山中变电站	300	105

在工程施工前应作好施工单位及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中产生的建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置，施工完成后及时清除混凝土余料和残渣，做好迹地清理工作，以免影响后期土地功能的恢复。变电站站址处土石方能够在站内进行平衡，不对外弃土，对当地环境影响较小。

变电站施工期产生少量废矿物油等危险废物应集中收集于危废收集箱，然后由有相应资质的单位回收处置。

5.4.2 百灵变电站扩建

变电站施工的固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾和施工建筑垃圾。根据《第一次全国污染源普查 城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，生活垃圾产生量见表 5-7。

表 5-7 施工期间生活垃圾产生量

位 置	人数(人/天)	产生量(kg/d)
百灵变电站	50	17.5

变电站扩建施工人员产生的生活垃圾经站内垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池；变电站扩建开挖产生的少量基槽余土运至凉山中变电站新建工程场址回填，对当地环境影响较小。

5.4.3 输电线路

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾、余土，及少量废矿物油等危险废物。

根据《第一次全国污染源普查 城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，施工人员生活垃圾产生量见表 5-8。

表 5-8 施工期间生活垃圾产生量

位 置	人数（人/天）	产生量（kg/d）
输电线路	300	105

线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池，对当地环境影响较小。

施工建筑垃圾由施工单位负责清运，泥浆废水沉淀池中的干泥为建筑垃圾，也由施工单位负责清运，对当地环境影响较小。

在工程施工前应作好施工单位及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中产生的建筑垃圾、生活垃圾等固体废物应分类集中收集，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置，施工完成后及时清除混凝土余料和残渣，做好迹地清理工作，以免影响后期土地功能的恢复。

施工期间应加强日常运输车辆、施工机具的维护保养，杜绝施工机具漏油，制定机具定期检修制度，防止设备跑冒滴漏。施工车辆停放区采取防渗处理避免雨淋、需要进行地面冲洗时设置防渗污水收集设施等，若产生废油，则废油按废矿物油进行处置，产生的废油严格按《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）要求进行，如采用专用容器进行贮存和运输、由有资质的单位处置。

5.5 水环境影响分析

5.5.1 凉山中变电站

凉山中变电站施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水和场地、设备清洗水。平均每天配置施工人员约 300 人，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9。施工人员生活污水产生量见表 5-9。

表 5-9 施工期间生活污水产生量

位 置	人数（人/天）	用水量（t/d）	排放量（t/d）
新建凉山中变电站	300	36	32.4

变电站施工人员临时驻于站址附近的施工营地，产生的生活污水利用地理式污水收集处理设施收集后，回用于站区洒水降尘或临时占地植被恢复，或委托环卫部门定期清掏，不直接排入天然水体；场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用，不会对变电站所在区域的地表水产生影响。

5.5.2 百灵变电站扩建

百灵 500kV 变电站扩建变电站施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水。平均每天配置施工人员约 50 人，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9。施工人员生活污水产生量见表 5-10。

表 5-10 施工期间生活污水产生量

位 置	人数（人/天）	用水量（t/d）	排放量（t/d）
百灵 500kV 变电站扩建	50	6.0	5.4

变电站施工人员不在站内住宿，仅在站内进行施工活动，施工期短且产生的生活污水量少，产生的生活污水经站内既有生活污水处理装置收集，不外排，不会对项目

所在区域的地表水产生影响。

5.5.3 输电线路

5.5.3.1 施工废污水

本项目线路平均每天配置施工人员约 300 人，分散在各个塔基位置，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9。施工人员生活污水产生量见表 5-11。

表 5-11 施工期间生活污水产生量

位 置	人数（人/天）	用水量（t/d）	排放量（t/d）
输电线路	300	36.0	32.4

线路施工人员沿线路分散分布，施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近既有设施收集，不直接排入天然水体，不会对项目所在区域的地表水产生影响。少量的灌注桩产生的施工泥浆废水通过施工场地设置的简易废水沉淀池处理后循环利用，不外排，不影响周围环境；泥浆通过设置简易的泥浆沉淀池处理后循环利用，不外排。简易废水沉淀池、泥浆沉淀池的容积根据施工地点的变化进行调整，以满足施工现场需要。同时，禁止将灌注桩钻渣平摊于现场施工场地。简易废水沉淀池、泥浆沉淀池的设置和现场施工要求均应满足《特高压直流线路工程灌注桩泥浆池施工现场环保安全防护管理要求（试行）》（特高压信息环通知[2022]4 号）的要求。在采取施工管理、文明施工、合理布置、防止漫排等环境管理措施和水污染防治措施后，不会对线路附近地表水环境造成影响。

5.5.3.2 对跨越地表水体的影响

本项目线路需跨越盐井河支流 3 次，跨越处不属于饮用水水源保护区和珍稀鱼类保护区，跨越方式采用一档跨越，不在水域范围立塔。通过施工期间加强施工管理，施工期间禁止施工废污水和固体废物排入水体，不在水边设置取弃土场、施工营地、牵张场等设施，本项目建设不会影响上述被跨越水体的水域功能。

5.5.3.3 施工机具对水环境的影响

本项目线路机械化施工过程中，施工车辆、施工机具在运行和维修过程中将使用润滑油、柴油等油类，应对施工车辆停放区采取防渗处理避免雨淋、需要进行地面冲洗时设置防渗污水收集设施等，若产生废油，则废油按废矿物油进行处置，产生的废油严格按《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）要求进行，如采用专用容器进行贮存和运输、由有资质的单位处置，采取上述措施后，不会出现废油污染区域水环境和土壤等情况。

6 运行期环境影响预测与评价

本项目运行期产生的环境影响见表 6-1，主要环境影响为工频电场、工频磁场和噪声。

表 6-1 运行期主要环境影响识别

环境识别	新建凉山中变电站	百灵变电站扩建	输电线路
电磁环境	工频电场、工频磁场	工频电场、工频磁场	工频电场、工频磁场
声环境	噪声	噪声	噪声
水环境	生活污水	生活污水（不新增）	无
固体废物	生活垃圾、事故废油及含油废物、更换的蓄电池	生活垃圾、事故废油及含油废物、更换的蓄电池（不新增）	无
生态环境	无	无	物种、生物群落

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 凉山中 500kV 变电站

6.1.1.1 评价因子

本项目建成投运后变电站站内的配电装置母线、电气设备附近以及输电线路导线附近将产生工频电场、工频磁场，故本次电磁环境影响评价因子为工频电场、工频磁场。

6.1.1.2 评价方法

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），本项目变电站电磁环境影响采取类比分析法进行预测。

6.1.1.3 类比条件分析

根据变电站电磁环境影响分析，影响变电站电磁环境的主要因素有电压等级、主变规模及布置方式、出线等级及规模、出线方式、配电装置型式及布置方式、总平面布置及外环境状况等，故本次类比变电站选择广都 500kV 变电站，本项目新建变电站和类比变电站相关参数见表 6-2。

表 6-2 本项目新建变电站与类比工程的相关参数

项目	新建变电站 (凉山中 500kV 变电站)	类比工程 (广都 500kV 变电站)
占地面积	9.63hm ²	5.7004hm ²
电压等级	500kV	500kV
主变规模	3×1200MVA	3×1200MVA
主变布置方式	户外布置	户外布置
配电装置	500kV: HGIS 户外布置 220kV: HGIS 户外布置	500kV: GIS 户外布置 220kV: GIS 户外布置
高压侧额定电流 (A)	1320	1320
架线方式	500kV、220kV 均为架空出线	500kV、220kV 均为架空出线
架线高度	500kV 出线架线高度约 25m	500kV 出线架线高度约 24m

项目	新建变电站 (凉山中 500kV 变电站)	类比工程 (广都 500kV 变电站)
	220kV 出线架线高度约 15m	220kV 出线架线高度约 14m
出线电压等级及规模	500kV 出线间隔 2 回	500kV 出线间隔 4 回
	220kV 出线间隔 8 回	220kV 出线间隔 14 回
总平面布置	户外布置；主变居中、户外布置；500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置，一侧出线（东北侧 2 回）；220kV 配电装置采用 HGIS 户外布置，一侧出线（西南侧 8 回）。	户外布置；主变居中、户外布置；500kV 配电装置采用 GIS 户外布置，两侧出线（西南侧 3 回，西北侧 1 回）；220kV 配电装置采用 GIS 户外布置，一侧出线（东南侧 14 回）。
围墙高度	2.5m/4.0m	2.3m
环境条件	既有影响源	附近无其他电磁环境影响源
	所在区域	四川

由表 6-2 可知，本变电站与类比变电站相比，变电站均位于农村环境；电压等级均为 500kV；单台主变容量及主变台数均相同；主变均为户外布置，基本位于场地中央；高压额定输送电流相当；500kV 及 220kV 出线方式均为架空出线；附近均无其他电磁环境影响源；与类比变电站相比，本变电站占地面积更大，对站界的电磁环境影响更小；本变电站的 500kV 及 220kV 出线间隔数量均少于类比变电站；根据同类变电站监测结果，变电站出线主要影响出线侧的站界电磁环境，随着出线回路数增加，站界电磁环境影响有增大，故类比变电站 500kV 及 220kV 出线侧站界的监测结果能保守地反映本变电站各侧站界的电磁环境影响情况；类比变电站 500kV 及 220kV 配电装置均采用 GIS 户外布置，本变电站 500kV 及 220kV 配电装置均采用 HGIS 户外布置，根据配电装置电磁环境影响分析，GIS、HGIS 产生的电磁环境影响差别较小；本变电站站界围墙更高，对工频电场、工频磁场有一定的屏蔽作用，产生的电磁环境影响更小。综上所述，类比变电站监测结果能保守反映本变电站的电磁环境影响。可见，采用上述类比分析方法，本项目新建变电站电磁环境影响采用广都 500kV 变电站进行类比分析是可行的。

6.1.1.4 类比监测结果与评价

(1) 类比监测条件及方法

1) 类比监测分析及监测仪器概述

类比变电站的监测项目、监测方法、监测仪器见表 6-3。

表 6-3 类比变电站电磁环境现状监测项目、方法、仪器

仪器名称	检出下限	有效日期	校准证书号	检定单位
电磁辐射 分析仪 SEM600	电场： 0.5V/m~100kV/m 磁场：10nT~3mT	2023.4.24~2024.4.23	校准字第 202304007396 号	中国测试技术研 究院
		2023.4.27~2024.4.26	校准字第 202304008793 号	

2) 监测单位及监测报告编号

监测单位及监测报告编号见表 6-4。

表 6-4 类比工程监测单位及监测报告编号

监测项目	监测单位	监测报告编号
广都 500kV 变电站	成都酉辰环境检测有限公司	酉辰字（2023）第 UF046 号 RE

类比变电站工程环境现状监测单位成都酉辰环境检测有限公司通过了资质认证和计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

3) 类比监测点布设及监测期间自然环境条件

类比项目工频电场、工频磁场监测布点基本原则：变电站站界：北侧、东侧、南侧、西侧在围墙外 5m 处布设监测点，并避开出线线路监测其最大值；南侧以围墙外 5m 处为起点，依次监测到围墙外 50m 处为止。监测期间变电站运行工况见表 6-5。

表 6-5 类比工程监测期间运行工况

设备	电压（kV）	电流（A）	有功（MW）	无功（Mvar）
1#主变	527.585~538.775	375.5~774.0	342.375~702.025	0~83.8
2#主变	526.98~538.055	376.0~775.6	343.4~704.54	0~83.28
3#主变	526.535~538.355	375.4~775.0	344.84~705.13	0~86.83

(2) 类比变电站监测结果与分析

类比变电站的监测布点情况见图 6-1，变电站外电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-6，类比变电站监测期间，根据变电站的运行工况，变电站电压约 527kV，已达到额定电压；1#主变高压侧电流为 375.5~774.0A，2#主变高压侧电流为 376.0~775.6A，3#主变高压侧电流为 375.4~775.0A，但根据主变铭牌参数，1#、2#、3#主变高压侧额定电流均为 1320A，即类比监测期间三台主变均未达到额定负荷，因此类比监测值能反映类比变电站的电场强度，但不能完全反映磁感应强度。本次磁感应强度按监测期间主变高压侧电流与主变额定电流比进行修正（即 $(375.5+376.0+375.4)/(3 \times 1320) = 0.285$ ，修正值=现状值/0.285），能反映类比变电站在额定负荷下的磁感应强度。类比变电站站外电场强度、磁感应强度（修正后）随距离的变化情况分别见图 6-2、图 6-3。



图 6-1 类比变电站的监测布点情况

表 6-6 类比变电站站外电场强度和磁感应强度监测结果

序号	测点位置		电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μT)	
				监测值	修正值
1	变电站东侧厂界外 5m 1#测点		0.46	0.3253	1.1414
2	变电站东侧厂界外 5m 2#测点		1270.8	1.7116	6.0056
3	变电站东侧厂界外 5m 3#测点		847.52	0.5781	2.0284
4	变电站南侧厂界外 5m 1#测点		220.66	0.6602	2.3165
5	变电站南侧厂界外 5m 2#测点		480.02	0.7799	2.7365
6	变电站西侧厂界外 5m 1#测点		607.03	0.6954	2.4400
7	变电站西侧厂界外 5m 2#测点		1730.7	0.8008	2.8098
8	变电站西侧厂界外 5m 3#测点		1.08	0.1447	0.5077
9	变电站北侧厂界外 5m 1#测点		40.7	0.3186	1.1179
10	变电站北侧厂界外 5m 2#测点		47.33	0.2421	0.8495
16	500kV 广都变 电站南侧	站界外 5m	343.42	0.9569	3.3575
17		站界外 10m	350.24	0.7045	2.4719
18		站界外 15m	317.71	0.5529	1.9400
19		站界外 20m	283.36	0.4416	1.5495
20		站界外 25m	245.86	0.3616	1.2688
21		站界外 30m	214.29	0.3116	1.0933
22		站界外 35m	185.33	0.2713	0.9519
23		站界外 40m	150.98	0.2537	0.8902
24		站界外 45m	128.57	0.2295	0.8053
25		站界外 50m	105.58	0.211	0.7404

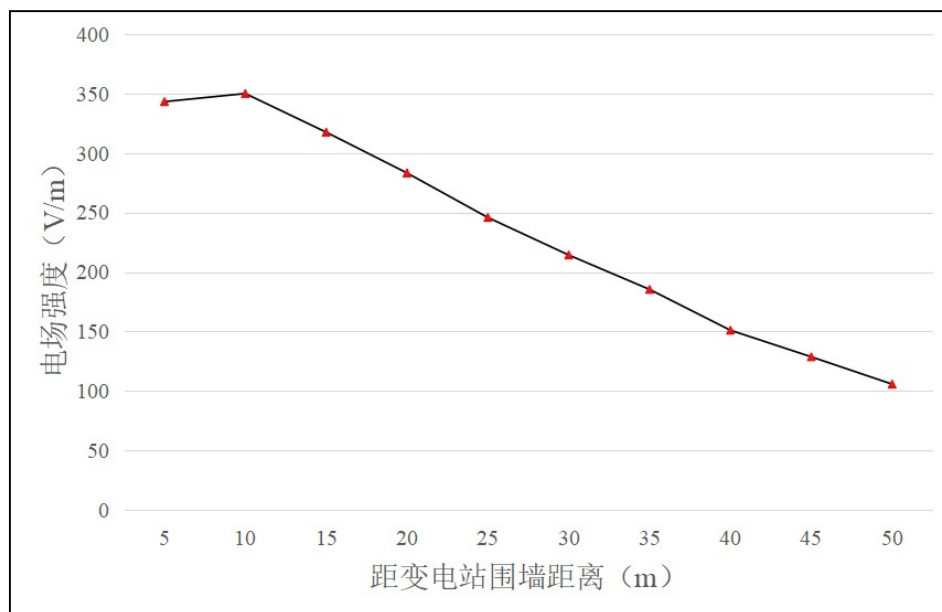


图 6-2 类比广都变电站围墙外电场强度随距离变化趋势图

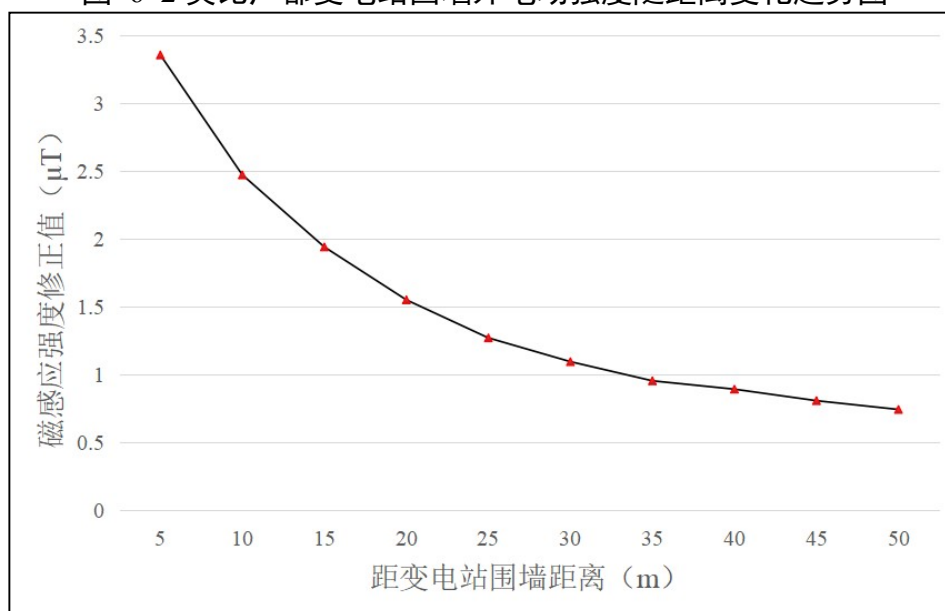


图 6-3 类比广都变电站围墙外磁感应强度随距离变化趋势图

从表 6-6、图 6-2、图 6-3 可知，类比广都变电站站外衰减断面电场强度最大值为 350.24V/m，出现在围墙外 10m 处，随着与围墙距离的增加逐渐降低，均满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；磁感应强度修正最大值为 3.3575 μ T，随着与围墙距离的增加呈总体下降趋势，均满足不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

6.1.1.5 新建凉山中变电站电磁环境影响预测

（1）预测方法

根据 6.1.1.3 类比条件分析，本项目新建凉山中变电站 500kV 出线侧（东北侧和东南侧）站界的电磁环境影响值采用类比广都变电站 500kV 出线侧站界的监测结果最大值（西侧站界）进行分析；220kV 出线侧站界（西南侧）的电磁环境影响值采用

类比广都变电站 220kV 出线侧站界（东侧站界）的监测结果进行分析。类比变电站及本项目变电站站界对应关系见表 6-7。

表 6-7 本项目新建凉山中 500kV 变电站与类比变电站站界对应关系

本项目新建变电站（凉山中 500kV 变电站）	类比变电站（广都 500kV 变电站）	
站界方位	监测点位	站界方位
东北侧站界（500kV 出线侧，1 回）	7	西侧站界（500kV 出线侧，4 回）
东南侧站界（500kV 出线侧，1 回）	7	西侧站界（500kV 出线侧，4 回）
西南侧站界（220kV 出线侧，8 回）	2	东侧站界（220kV 出线侧，14 回）
西北侧站界（站前区）	5	南侧站界（站前区）

（2）预测结果与评价

根据上述预测方法，本项目新建凉山中 500kV 变电站站界电磁环境影响预测结果见表 6-8。

表 6-8 本项目新建凉山中 500kV 变电站站界电磁环境影响预测值

预测点	数据分项	E (V/m)	B (μT)
东北侧站界（500kV 出线侧）	类比值	1730.7	2.8098
	预测值	1730.7	2.8098
东南侧站界（500kV 出线侧）	类比值	1730.7	2.8098
	预测值	1730.7	2.8098
西南侧站界（220kV 出线侧）	类比值	1270.8	6.0056
	预测值	1270.8	6.0056
西北侧站界（站前区）	类比值	480.02	2.7365
	预测值	480.02	2.7365

注：E—电场强度、B—磁感应强度。

由表 6-8 可知，本项目新建凉山中变电站站外电场强度最大值为 1730.7V/m，满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；磁感应强度最大值为 2.8098μT，满足不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

6.1.1.6 新建凉山中变电站站外电磁环境影响分析

根据表 6-6、图 6-2、图 6-3 可知，本项目新建凉山中变电站投运后在站外产生的电场强度、磁感应强度随着距变电站围墙距离的增加呈总体降低的趋势，因此在凉山中变电站评价范围内产生的电场强度、磁感应强度均满足评价标准要求。

6.1.1.7 小结

通过类比分析，本项目新建凉山中变电站按照设计布置方案实施后，站外的电场强度、磁感应强度均满足相应评价标准要求。

6.1.2 百灵 500kV 变电站扩建

6.1.2.1 评价因子

本项目百灵 500kV 变电站扩建投运后变电站站内的配电装置母线、电气设备附近以及输电线路导线附近将产生工频电场、工频磁场，故本次电磁环境影响评价因子

为工频电场、工频磁场。

6.1.2.2 评价方法

根据变电站电磁环境影响分析，影响变电站电磁环境的主要因素有电压等级、主变规模及布置方式、出线等级及规模、出线方式、配电装置型式及布置方式、总平面布置及外环境状况等，参考《盐源 500kV 变电站扩建工程环境影响报告书》选用的类比变电站，本次类比变电站也选择丹景 500kV 变电站，本项目扩建变电站和类比变电站相关参数见表 6-9。

表 6-9 类比变电站规模与百灵 500kV 变电站扩建后规模对比表

项目	扩建变电站 (百灵 500kV 变电站)	类比工程 (丹景 500kV 变电站)
占地面积	5.1hm ²	7.178hm ²
电压等级	500kV	500kV
主变规模	1×750MVA+2×1000MVA	3×1000MVA
主变布置方式	户外布置	户外布置
配电装置	500kV: HGIS 户外布置 220kV: GIS 户外布置	500kV: AIS 户外布置 220kV: AIS 户外布置
高压侧额定电流 (A)	750MVA 主变: 876.4 1000MVA 主变: 1050	1050
架线方式	500kV、220kV 均为架空出线	500kV、220kV 均为架空出线
架线高度	500kV 出线架线高度约 26m	500kV 出线架线高度约 26m
	220kV 出线架线高度约 16m	220kV 出线架线高度约 14m
出线电压等级及规模	500kV 出线间隔 9 回	500kV 出线间隔 5 回
	220kV 出线间隔 8 回	220kV 出线间隔 14 回
总平面布置	户外布置；主变居中、户外布置； 500kV 配电装置采用 HGIS、户外布置， 两侧出线（东侧 5 回，西侧 4 回）； 220kV 配电装置采用 GIS、户外布置， 一侧出线（南侧 8 回）。	户外布置；主变居中、户外布置； 500kV 配电装置采用 AIS 户外布置， 两侧出线（西侧 3 回，东侧 2 回）； 220kV 配电装置采用 AIS 户外布置， 一侧出线（北侧 14 回）。
围墙高度	2.5m/5.0m/6.0m/8.5m	2.3m
环境条件	既有影响源	附近无其他电磁环境影响源
	所在区域	四川

由表 6-9 可知，本变电站扩建后规模与丹景变电站规模相比，电压等级、主变规模、主变布置方式、高压侧额定电流、架线方式、总平面布置方式、环境条件等均相同或相似。本变电站 500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置、220kV 配电装置采用 GIS 户外布置，类比变电站 500kV 配电装置、220kV 配电装置均采用 AIS 户外布置，AIS 配电装置设备布置较 HGIS、GIS 配电装置设备占地面积大，导致类比变电站站区面积大于本变电站，配电装置主要影响其临近侧电磁环境，根据配电装置结构及电磁环境影响分析，AIS 产生的电磁环境影响较 HGIS、GIS 大；类比变电站 220kV 出线回路数大于本变电站，能保守反映本变电站 220kV 出线侧站界的电磁环境影响；类比

变电站 500kV 出线回路数小于本变电站，根据同类变电站监测结果，变电站出线主要影响出线侧站界电磁环境，随着出线回路数增加，站界电磁环境影响略有增大，但不与其成倍增加，本次对 500kV 出线侧电磁环境影响按类比变电站回路数接近的出线侧出线回路数比例增加（即本变电站东侧站界电磁环境影响按类比变电站西侧站界监测数据扩大到 5/3 倍、本变电站西侧站界电磁环境影响按类比变电站东侧站界监测数据扩大到 4/2 倍）进行分析，能反映各 500kV 出线侧站界电磁环境影响情况。本变电站站界围墙更高，对工频电场、工频磁场有一定的屏蔽作用，产生的电磁环境影响更小。采用上述方法，类比变电站出线侧监测值能反映本变电站扩建后出线侧环境影响，可见，百灵变电站电磁环境影响采用丹景变电站进行类比预测分析是可行的。

6.1.2.3 类比监测因子

变电站运行期间电磁环境影响评价因子为工频电场、工频磁场。

6.1.2.4 监测方法及仪器

丹景 500kV 变电站监测所使用仪器见表 6-10。

表 6-10 丹景 500kV 变电站监测仪器

仪器名称	检出下限	有效日期	检定单位
电磁辐射分析仪 SEM600 / LF-01	电场：0.01V/m 磁场：1nT	2016.10.240~ 2017.10.23	中测测试科技有限公司

6.1.2.5 类比监测期间运行工况

监测期间，丹景 500kV 变电站的运行工况见表 6-11。

表 6-11 丹景 500kV 变电站监测时运行工况

设备	电压 (kV)	电流 (A)	有功 (MW)	无功 (Mvar)
1#主变	524.17~529.75	310.15~655.08	267.92~589.42	10.96~81.59
2#主变	524.67~530.26	308.20~652.73	267.92~586.99	12.18~73.07
3#主变	524.67~530.26	308.20~656.75	271.57~595.57	0~70.63

6.1.2.6 类比监测结果

类比变电站外电场强度和磁感应强度监测结果见，类比变电站监测期间，根据变电站的运行工况，变电站电压约 524kV，已达到额定电压；1#主变高压侧电流为 310.15~655.08A，2#主变高压侧电流为 308.20~652.73A，3#主变高压侧电流为 308.20~656.75A，但根据主变铭牌参数，1#、2#、3#主变高压侧额定电流均为 1050A，即类比监测期间三台主变均未达到额定负荷，因此类比监测值能反映类比变电站的电场强度，但不能完全反映磁感应强度。本次磁感应强度按监测期间主变高压侧电流与主变额定电流比进行修正（即 $(310.15+308.20+308.20)/(3 \times 1050) = 0.294$ ，修正值=现状值/0.294），能反映类比变电站在额定负荷下的磁感应强度。类比变电站站外电场强度、磁感应强度（修正后）随距离的变化情况分别见、。

表 6-12 丹景 500kV 变电站电场强度、磁感应强度监测结果

监测点编号	测点位置	电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μT)	
			监测值	修正值
6	站界东侧围墙外 5m 处	416.34	0.351	1.194
7	站界东侧围墙外 5m 处	265.80	0.892	3.034
8	站界南侧围墙外 5m 处	1130.0	1.358	4.619
9	站界西侧围墙外 5m 处	155.66	1.027	3.493
10	站界西侧围墙外 5m 处	1488.1	0.717	2.439
11	站界北侧围墙外 5m 处	2560.00	0.739	2.514
12	500kV 丹景 变电站北侧	围墙外 2m	1453.0	0.685
13		围墙外 4m	1256.8	0.582
14		围墙外 6m	1168.3	0.515
15		围墙外 8m	1113.7	0.511
16		围墙外 10m	1078.5	0.504
17		围墙外 12m	968.13	0.500
18		围墙外 14m	894.98	0.454
19		围墙外 16m	812.20	0.413
20		围墙外 18m	754.14	0.375
21		围墙外 20m	690.94	0.340
22		围墙外 25m	503.48	0.299
23		围墙外 30m	383.81	0.225
24		围墙外 35m	310.66	0.199
25		围墙外 40m	243.71	0.151
26		围墙外 45m	156.52	0.110
27		围墙外 50m	89.00	0.084

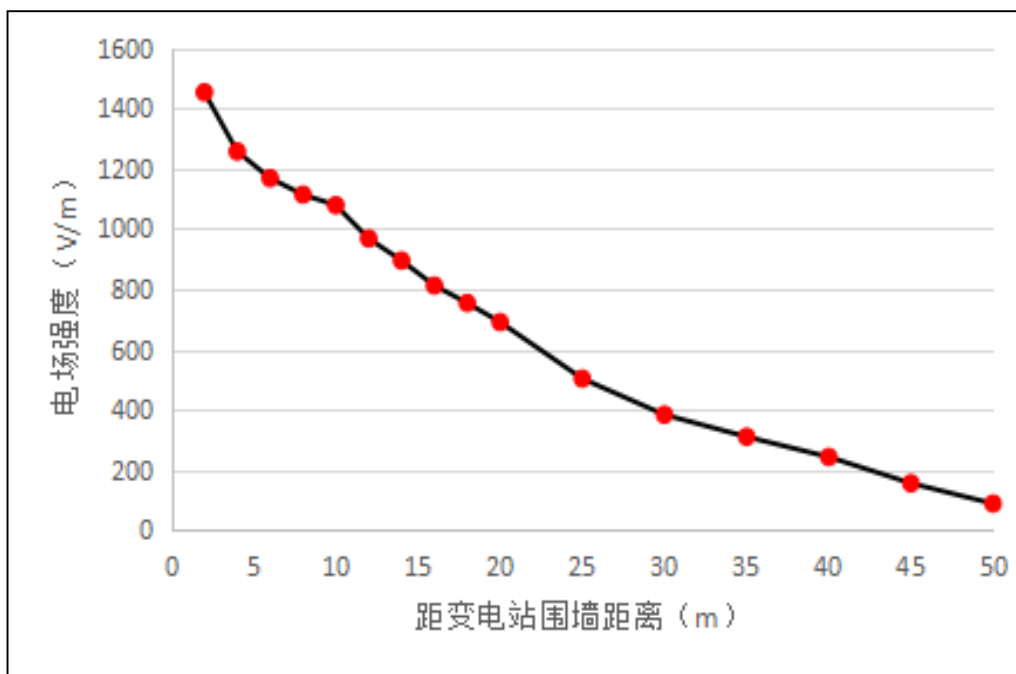


图 6-4 类比丹景 500kV 变电站围墙外电场强度随距离变化趋势图

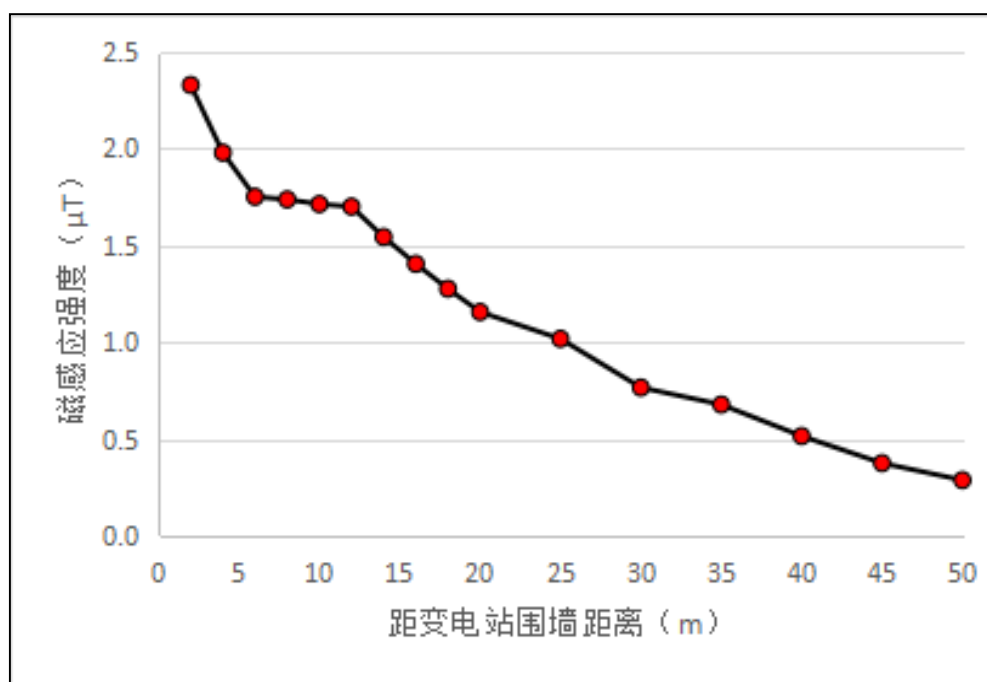


图 6-5 丹景 500kV 变电站围墙外磁感应强度随距离变化趋势图

从表 6-12 和图 6-4、图 6-5 可见，类比丹景变电站站外衰减断面电场强度最大值为 1453.0V/m，出现在围墙外 2m 处，随着与围墙距离的增加逐渐降低，均满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；磁感应强度修正最大值为 2.330 μ T，出现在围墙外 2m 处，随着与围墙距离的增加呈总体下降趋势，均满足不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

6.1.2.7 百灵变电站扩建后电磁环境影响预测

(1) 预测方法

根据 6.1.2.2 类比条件分析，本项目百灵变电站扩建后 220kV 出线侧站界（南侧）采用类比丹景变电站对应监测值（南侧）进行预测分析；非出线侧站界（北侧）采用类比丹景变电站对应监测值（北侧）进行预测分析；500kV 出线侧电磁环境影响按类比变电站回路数接近的出线侧出线回路数成比例扩大（即本变电站东侧站界电磁环境影响按类比变电站西侧站界监测数据扩大到 5/3 倍、本变电站西侧站界电磁环境影响按类比变电站东侧站界监测数据扩大到 4/2 倍）进行分析。

类比变电站及本项目变电站站界对应关系见表 6-13。

表 6-13 本项目百灵变电站与类比丹景变电站站界对应关系

本项目变电站 (百灵 500kV 变电站)	类比变电站 (丹景 500kV 变电站)		
站界方位	监测点位	站界方位	修正系数
站界东侧 (500kV 出线侧, 5 回)	10#	站界西侧 (500kV 出线最大值侧, 3 回)	5/3
站界南侧 (220kV 出线侧, 8 回)	8#	站界南侧 (220kV 出线侧, 14 回)	/

本项目变电站 (百灵 500kV 变电站)	类比变电站 (丹景 500kV 变电站)		
站界西侧 (500kV 出线侧, 4 回)	6#	站界东侧 (500kV 出线最大值侧, 2 回)	4/2
站界北侧	11#	站界北侧	/

(2) 站界预测结果与评价

根据上述预测方法, 百灵变电站扩建后站界电磁环境影响预测结果见表 6-14。

表 6-14 百灵变电站本次扩建后站界电磁环境影响预测值

预测点	数据分项	E(V/m)	B(μT)
站界东侧 (500kV 出线侧)	类比值	1488.1	2.439
	修正系数	5/3	5/3
	预测值	<u>2480.2</u>	<u>4.065</u>
站界南侧 (220kV 出线侧)	类比值	1130.0	4.619
	修正系数	/	/
	预测值	<u>1130.0</u>	<u>4.619</u>
站界西侧 (500kV 出线侧)	类比值	416.34	1.194
	修正系数	4/2	4/2
	预测值	<u>832.68</u>	<u>2.388</u>
站界北侧	类比值	128.00	2.514
	修正系数	/	/
	预测值	<u>128.00</u>	<u>2.514</u>

注: E—电场强度、B—磁感应强度。

由表 6-14 可知, 本项目百灵变电站扩建后站界电场强度最大值为 2480.2V/m, 满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求; 磁感应强度最大值为 4.065μT, 满足不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

6.1.2.8 百灵变电站站外电磁环境影响分析

根据同类变电站站界外电磁环境影响监测结果可知, 本项目百灵变电站扩建投运后站界外电场强度和磁感应强度均随着距变电站围墙距离的增加呈总体下降趋势, 因此在变电站评价范围内产生的电场强度、磁感应强均满足评价标准要求。

6.1.2.9 小结

通过预测分析, 本项目百灵变电站扩建按照设计布置方案实施后, 站外的电场强度、磁感应强度均满足相应评价标准要求。

6.1.3 输电线路

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020), 本项目电磁环境评价等级为一级, 线路电磁环境影响采用模式预测结合类比分析法进行预测分析。

6.1.3.1 类比分析

(1) 类比条件分析

1) 单回水平排列段

根据类比条件分析, 本项目单回水平排列段选择 500kV 洪板一线, 相关参数比

较见表 6-15。

表 6-15 本项目单回水平排列段和类比线路（500kV 洪板一线）相关参数

项目	单回水平排列段	类比线路（500kV 洪板一线）
电压等级	500kV	500kV
架线方式	单回	单回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
相序排列	水平排列	水平排列
输送电流（A）	1013	1142~1609
导线对地高度(m)	设计规程最低高度要求及抬高至满足电场强度限值要求高度：12、14	22
背景状况	附近无其他电磁环境影响源	附近无其他电磁环境影响源

由表 6 15 可知，本项目线路单回水平排列段与类比线路（500kV 洪板一线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，相序排列均为水平排列，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，且不影响其总的变化趋势；虽然本项目线路评价采用的高度（按设计对地最低高度）与类比线路架线高度有所不同，但其差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势。**故本项目单回水平排列段，选择 500kV 洪板一线进行类比分析是可行的。**

2) 单回三角排列段

根据类比条件分析，本项目单回三角排列段选择 500kV 洪板二线作为类比线路，相关参数比较见表 6-16。

表 6-16 本项目单回三角排列段和类比线路（500kV 洪板二线）相关参数

项目	单回三角排列段	类比线路（500kV 洪板二线）
电压等级	500kV	500kV
架线方式	单回	单回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
相序排列	三角排列	三角排列
输送电流（A）	1013	1122~1577
导线对地高度(m)	设计规程最低高度要求及抬高至满足电场强度限值要求高度：12、14	20
背景状况	附近无其他电磁环境影响源	附近无其他电磁环境影响源

由可知，本项目单回三角排列段与类比线路（500kV 洪板二线）电压等级均为 500kV，架线方式均为单回，导线分裂型式均为四分裂，相序排列均为三角排列，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，且不影响其总的变化趋势；虽然本项目线路评价采用的高度（按设计对地最低高度）与类比线路架线高度有所不同，但

其差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；可见，本次选择与本段线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本段线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势。故**本项目单回三角排列段选择 500kV 洪板二线进行类比分析是可行的。**

3) 双回段

根据类比条件分析，本项目双回段线路选择 500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线作为类比线路，相关参数比较见表 6-17。

表 6-17 本项目双回段线路和类比线路（瀑布沟电站-东坡一、二回线）相关参数

项目	本项目双回段线路	类比线路 (500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线)
电压等级	500kV	500kV
架线方式	双回	双回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
导线排列方式	垂直排列	垂直排列
输送电流 (A)	1013	布坡I回: 100~620 布坡II回: 100~628
导线高度 (m)	设计规程最低高度要求及抬高至满足电场强度限值要求高度: 12、14	22
环境条件	丘陵、山地地区	丘陵地区
背景状况	附近无其他电磁环境影响源	附近无其他电磁环境影响源

由表 6-17 可知，本项目双回段线路与类比线路（500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线）电压等级均为 500kV，架线方式均为双回，导线分裂型式均为四分裂，项目区域均包括丘陵地区，附近均无其他电磁环境影响源；虽然本段线路输送电流与类比线路有差异，但输送电流不影响电场强度，只影响磁感应强度绝对值大小，且不影响其总的变化趋势；虽然本段线路评价采用的高度与类比线路有所不同，但其高度差异只影响电场强度、磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过对类比线路的理论预测与监测，能反映类比线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，也能反映类比线路监测值与模式预测值之间的关系。可见，本次选择与本项目线路参数相近的类比线路进行类比分析，也能反映本项目线路的电场强度、磁感应强度随距离的总体变化趋势，故**本项目双回段线路选择 500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线进行类比分析是可行的。**

(2) 类比分析方法

由表 6-16-表 6-17 可知，类比线路和本项目线路在架线高度、输送电流等方面存在差异，为了更好地反映本项目线路建成后产生的电磁环境影响，本次将类比线路现状监测结合模式预测进行分析。

（3）类比监测条件及方法

1）监测方法和监测布点

·监测方法

《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T10.2-1996）；

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

·监测布点

工频电场和工频磁场：以弧垂最低位置处档距对应两杆塔中央连线对地投影点为起点，沿垂直于线路方向进行，测点间距为 5m，顺序测至线路边导线地面投影点外 50m 处止，分别测量离地 1.5m 处的工频电场、工频磁场。

2）类比监测单位及类比监测报告编号

监测单位及监测报告编号见表 6-18。

表 6-18 类比线路监测单位及监测报告编号

监测线路	监测单位	监测报告编号
500kV 洪板一线	成都同洲科技有限责任公司	同洲检字（2022）E-0082 号
500kV 洪板二线	成都同洲科技有限责任公司	同洲检字（2022）E-0082 号
500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线	杭州旭辐检测技术有限公司	HZXFHJ230284

类比线路工程环境现状监测单位通过了资质认证和计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

3）类比线路监测期间自然环境条件

类比线路监测期间自然环境条件见表 6-19。

表 6-19 类比线路监测期间自然环境条件

监测对象	天气	温度（℃）	湿度（RH%）
500kV 洪板一线	晴	18.5~30.3	42~58
500kV 洪板二线	晴	18.5~30.3	42~58
500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线	多云	20~26	49~70

（4）类比线路监测结果与模式预测结果对比分析

1）本项目单回水平排列段线路类比线路（500kV 洪板一线）

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-20，模式预测结果见表 6-21；电场强度变化趋势见图 6-6，磁感应强度变化趋势见图 6-7。

表 6-20 类比线路（500kV 洪板一线）断面电场强度、磁感应强度监测结果

序号	测点位置	电场强度（V/m）	磁感应强度（ μ T）
1	中相导线对地投影点	585.18	7.1277
2	中相导线对地投影点外 5m	928.01	6.8461
3	中相导线对地投影点外 10m	1227.1	6.2871
4	中相导线对地投影点外 15m	1435.0	5.4863
5	中相导线对地投影点外 20m	1051.4	5.0333
6	中相导线对地投影点外 25m	787.89	4.6188

序号	测点位置	电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μT)
7	中相导线对地投影点外 30m	630.07	4.0684
8	中相导线对地投影点外 40m	308.37	2.6798
9	中相导线对地投影点外 50m	116.64	1.0141
10	中相导线对地投影点外 60m	45.50	0.5942

表 6-21 类比线路（500kV 洪板一线）断面电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	预测位置	电场强度(V/m)	磁感应强度(μT)
1	中相导线对地投影点	1085	17.5
2	中相导线对地投影点外 5m	1621	17.0
3	中相导线对地投影点外 10m	2426	15.6
4	中相导线对地投影点外 15m	2823	13.5
5	中相导线对地投影点外 20m	2703	11.1
6	中相导线对地投影点外 25m	2288	9.0
7	中相导线对地投影点外 30m	1815	7.2
8	中相导线对地投影点外 40m	1076	4.7
9	中相导线对地投影点外 50m	647	3.2
10	中相导线对地投影点外 60m	410	2.3

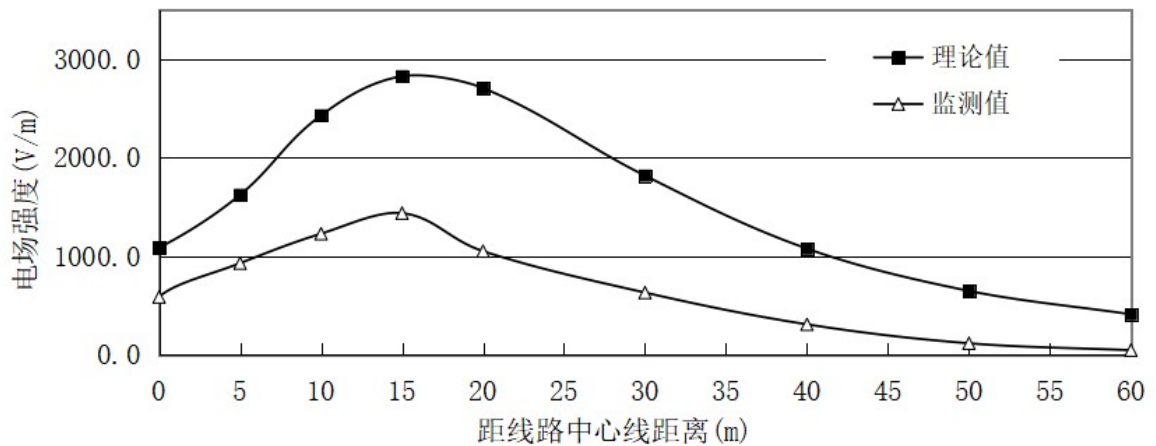


图 6-6 类比线路（500kV 洪板一线）电场强度随距中心线距离变化趋势图

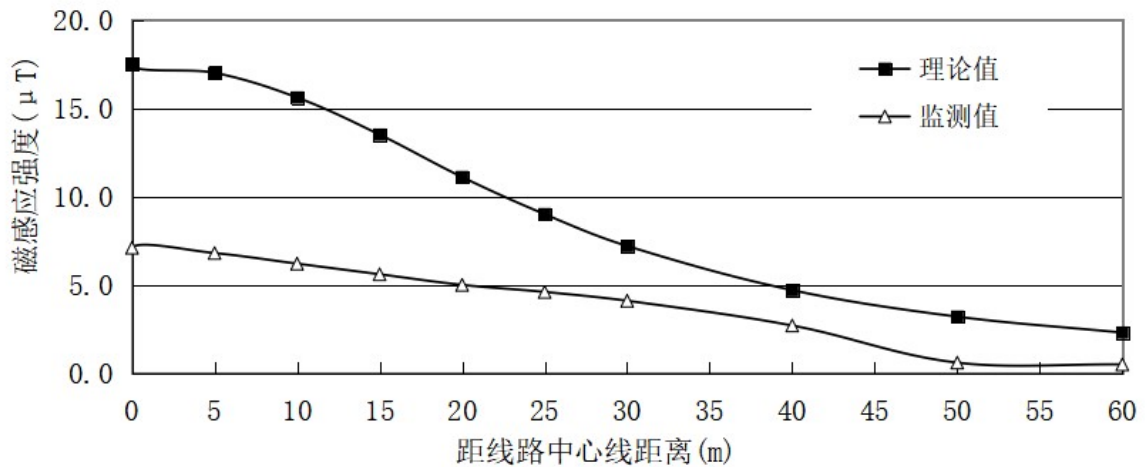


图 6-7 类比线路（500kV 洪板一线）磁感应强度随距中心线距离变化趋势图

从表 6-20、表 6-21、图 6-6 可知，类比线路电场强度监测值在 45.50~1435.0V/m 之间，模式预测值在 410~2823V/m 之间，均满足评价标准要求（不大于电场强度公

众曝露控制限值 4000V/m)。类比线路电场强度模式预测值均大于监测值,但二者均随距中心线距离增加呈先增加后减小的趋势。

从表 6-20、表 6-21、图 6-7 可知,类比线路磁感应强度监测值在 0.5942~7.1277 μ T 之间,模式预测值在 2.3~17.5 μ T 之间,均满足评价标准要求(不大于磁感应强度公众曝露控制限值 100 μ T)。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值,但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

2) 本项目单回三角排列段类比线路(500kV 洪板二线)

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-22,模式预测结果见表 6-23;电场强度变化趋势见图 6-8,磁感应强度变化趋势见图 6-9。

表 6-22 类比线路(500kV 洪板二线)电场强度、磁感应强度监测结果

序号	测点位置	电场强度(V/m)	磁感应强度(μ T)
1	中相导线对地投影点	1475.65	11.6227
2	中相导线对地投影点外 5m	2283.06	11.4215
3	中相导线对地投影点外 10m	2925.65	11.1033
4	中相导线对地投影点外 15m	3396.21	9.4939
5	中相导线对地投影点外 20m	2851.01	7.9365
6	中相导线对地投影点外 25m	2007.18	6.6927
7	中相导线对地投影点外 30m	1534.98	5.4579
8	中相导线对地投影点外 40m	840.17	3.5064
9	中相导线对地投影点外 50m	555.79	2.3592
10	中相导线对地投影点外 60m	260.23	1.7221

表 6-23 类比线路(500kV 洪板二线)电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	预测位置	电场强度(V/m)	磁感应强度(μ T)
1	中相导线对地投影点	1672	18.7
2	中相导线对地投影点外 5m	2471	18.2
3	中相导线对地投影点外 10m	3420	16.6
4	中相导线对地投影点外 15m	3593	14.2
5	中相导线对地投影点外 20m	3123	11.6
6	中相导线对地投影点外 25m	2442	9.2
7	中相导线对地投影点外 30m	1822	7.3
8	中相导线对地投影点外 40m	996	4.7
9	中相导线对地投影点外 50m	571	3.2
10	中相导线对地投影点外 60m	353	2.3

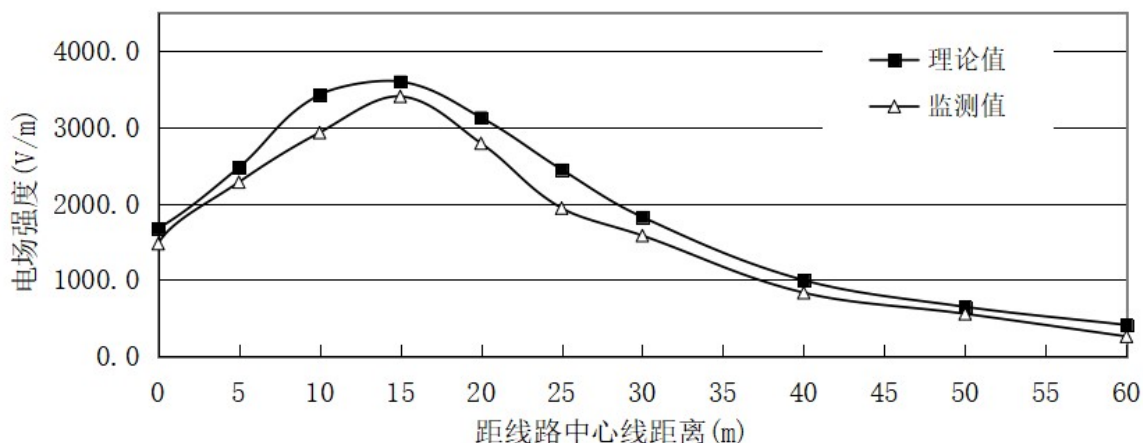


图 6-8 类比线路（500kV 洪板二线）电场强度随距中心线距变化趋势图

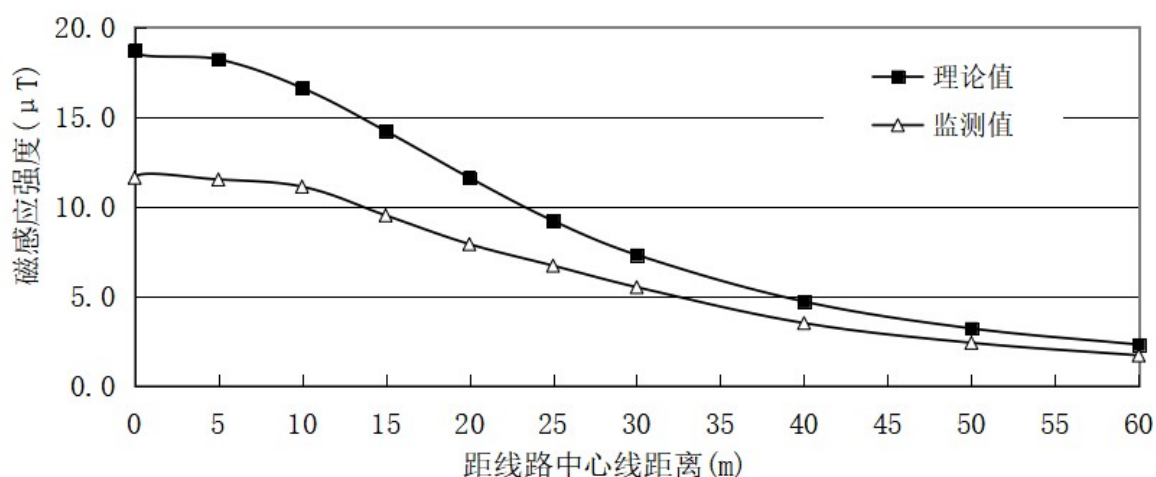


图 6-9 类比线路（500kV 洪板二线）磁感应强度随距中心线距变化图

从表 6-22、表 6-23、图 6-8 可知，类比线路电场强度监测值在 260.23～3396.21V/m 之间，模式预测值在 353～3593V/m 之间，均满足评价标准要求（不大于电场强度公众曝露控制限值 4000V/m）。类比线路电场强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

从表 6-22、表 6-23、图 6-9 可知，类比线路磁感应强度监测值在 1.7221～11.6227μT 之间，模式预测值在 2.3～18.7μT 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强度公众曝露控制限值 100μT）。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

3）本项目双回段线路类比线路（500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线）

类比线路电场强度和磁感应强度监测结果见表 6-24，模式预测结果见表 6-25；电场强度变化趋势见图 6-10，磁感应强度变化趋势见图 6-11。

表 6-24 类比线路（瀑布沟电站-东坡一、二回线）电场强度、磁感应强度监测结果

序号	测点位置	电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μT)
1	两杆塔中央连线对地投影点	1450	1.13
2	两杆塔中央连线对地投影点外 10m	1890	1.03
3	两杆塔中央连线对地投影点外 15m	1150	0.825
4	两杆塔中央连线对地投影点外 20m	1200	0.773
5	两杆塔中央连线对地投影点外 25m	956	0.683
6	两杆塔中央连线对地投影点外 30m	371	0.558
7	两杆塔中央连线对地投影点外 35m	177	0.456
8	两杆塔中央连线对地投影点外 40m	164	0.392
9	两杆塔中央连线对地投影点外 45m	130	0.326
10	两杆塔中央连线对地投影点外 50m	104	0.285
11	两杆塔中央连线对地投影点外 55m	89.77	0.244
12	两杆塔中央连线对地投影点外 60m	51.04	0.21

表 6-25 类比线路（瀑布沟电站-东坡一、二回线）电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	测点位置	电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μT)
1	两杆塔中央连线对地投影点	2285	3.25
2	两杆塔中央连线对地投影点外 10m	2722	3.02
3	两杆塔中央连线对地投影点外 15m	2818	2.66
4	两杆塔中央连线对地投影点外 20m	2414	2.23
5	两杆塔中央连线对地投影点外 25m	1812	1.8
6	两杆塔中央连线对地投影点外 30m	1252	1.44
7	两杆塔中央连线对地投影点外 35m	821	1.14
8	两杆塔中央连线对地投影点外 40m	518	0.91
9	两杆塔中央连线对地投影点外 45m	315	0.73
10	两杆塔中央连线对地投影点外 50m	181	0.59
11	两杆塔中央连线对地投影点外 55m	95	0.48
12	两杆塔中央连线对地投影点外 60m	44	0.39

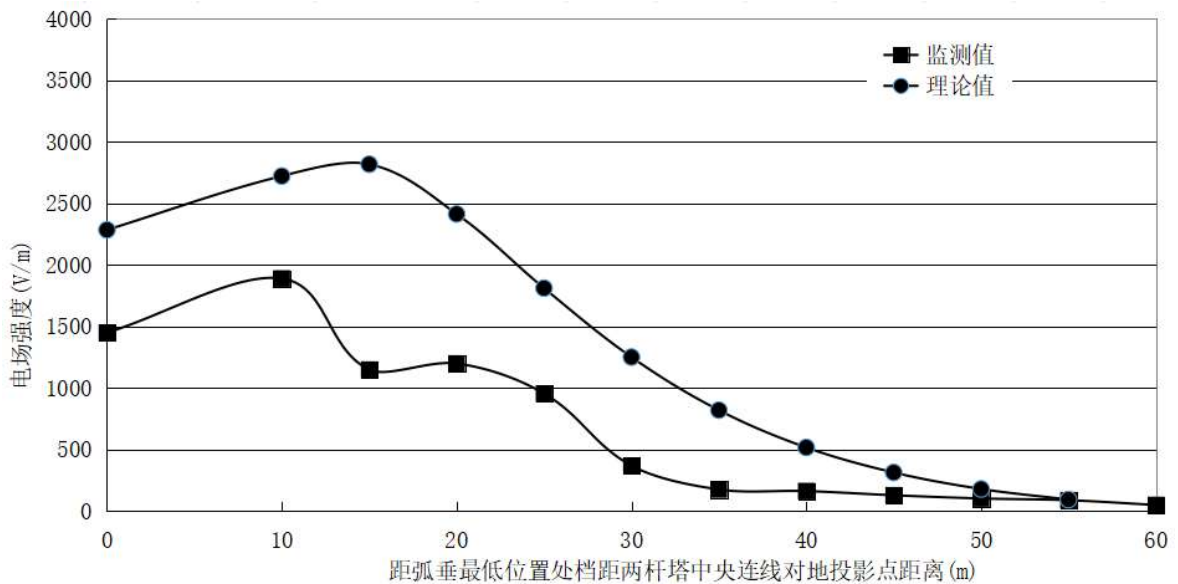


图 6-10 类比线路（瀑布沟电站-东坡一、二回线）电场强度随距中心线距变化趋势图

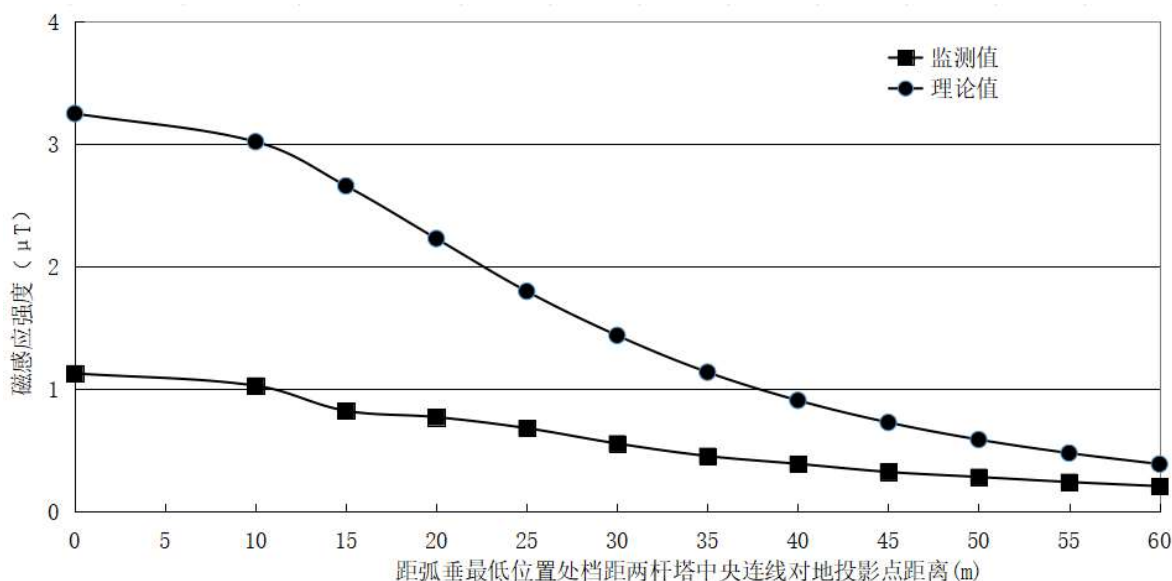


图 6-11 类比线路（瀑布沟电站-东坡一、二回线）磁感应强度随距中心线距变化图

从表 6-24、表 6-25、图 6-10 可知，类比线路电场强度监测值在 51.04V/m～1890V/m 之间，模式预测值在 44V/m～2818V/m 之间，均满足评价标准要求（不大于电场强度公众暴露控制限值 4000V/m）。类比线路电场强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

从表 6-24、表 6-25、图 6-11 可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.21μT～1.13μT 之间，模式预测值在 0.39μT～3.25μT 之间，均满足评价标准要求（不大于磁感应强度公众暴露控制限值 100μT）。类比线路磁感应强度模式预测值均大于监测值，但二者均随距中心线距离增加呈减小趋势。

综上所述，本项目线路通过类比分析，投运后产生的电场强度、磁感应强度均满足相应评价标准要求。类比线路不能完全反映本项目线路建成投运后电场强度、磁感应强度的影响程度，但从上述类比线路监测结果与分析可知，类比线路模式预测最大值大于监测值，变化趋势相似，模式预测值偏保守，故本评价以模式预测结果进行预测分析。

6.1.3.2 理论预测

（1）预测模型

本项目输电线路产生的电场强度、磁感应强度按照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）附录 C、附录 D 中模式进行计算。

1) 电场强度预测模型

①单位长度导线上等效电荷的计算

高压输电线上的等效电荷是线电荷，由于高压输电线半径 r 远小于架设高 h ，所

以等效电荷的位置可以认为是在输电导线的几何中心。

设输电线路为无限长并且平行于地面，地面可视为良导体，利用镜像法计算输电线上的等效电荷。为计算多导线线路中导线上的等效电荷，可写出下列矩阵方程：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{12} & \lambda_{12} \cdots \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{122} \cdots \lambda_{2n} \\ \vdots & \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} \cdots \lambda_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_m \end{bmatrix} \quad (C1)$$

式中：U——各导线对地电压的单列矩阵；

Q——各导线上等效电荷的单列矩阵；

λ ——各导线的电位系数组成的 m 阶方阵（ m 为导线数目）。

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

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

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi \varepsilon_o} \ln \frac{2hi}{Ri} \quad (C2)$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi \varepsilon_o} \ln \frac{L'_{ij}}{L_{ij}} \quad (C3)$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{ji} \quad (C4)$$

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

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

$$R_i = R \cdot \sqrt[n]{\frac{nr}{R}} \quad (C5)$$

式中：R——分裂导线半径，m

n——次导线根数；

r——次导线半径，m。

由〔U〕矩阵和〔 λ 〕矩阵，利用式（1）即可解出〔Q〕矩阵。

对于三相交流线路，由于电压为时间向量，计算各相导线的电压时要用复数表示：

$$\overline{U}_i = U_{iR} + jU_{iI} \quad (C6)$$

相应地电荷也是复数：

$$\overline{Q}_i = Q_{iR} + jQ_{iI} \quad (C7)$$

式（C1）矩阵关系即分别表示了复数量的实数和虚数两部分：

$$[U_R] = [\lambda][Q_R] \quad (C8)$$

$$[U_I] = [\lambda][Q_I] \quad (C9)$$

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，通常取设计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：

$$E_x = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right) \quad (C10)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2} \right) \quad (C11)$$

式中： x_i 、 y_i ——导线 i 的坐标（ $i=1、2、\dots、m$ ）；

m ——导线数目；

L_i ， L'_i ——分别为导线 i 及其镜像至计算点的距离， m 。

对于三相交流线路，可根据式（C8）和（C9）求得的电荷计算空间任一点电场强度的水平和垂直分量为：

$$\begin{aligned} \overline{E}_x &= \sum_{i=1}^m E_{ixR} + j \sum_{i=1}^m E_{ixI} \\ &= E_{xR} + jE_{xI} \end{aligned} \quad (C12)$$

$$\begin{aligned} \overline{E}_y &= \sum_{i=1}^m E_{iyR} + j \sum_{i=1}^m E_{iyI} \\ &= E_{yR} + jE_{yI} \end{aligned} \quad (C13)$$

式中： E_{xR} ——由各导线的实部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{xI} ——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{yR} ——由各导线的实部电荷在该点产生场强的垂直分量；

E_{yI} ——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的垂直分量；

该点的合成的电场场强则为：

$$\begin{aligned}\bar{E} &= (E_{xR} + jE_{xI})\bar{x} + (E_{yR} + jE_{yI})\bar{y} \\ &= \bar{E}_x + \bar{E}_y\end{aligned}\quad (C14)$$

式中：

$$E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2} \quad (C15)$$

$$E_y = \sqrt{E_{yR}^2 + E_{yI}^2} \quad (C16)$$

在地面处（ $y=0$ ）电场强度的水平分量：

$$E_x = 0$$

2) 磁感应强度预测模型

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

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

$$d = 660 \sqrt{\frac{\rho}{f}} (m) \quad (D1)$$

式中： ρ ——大地电阻率， $\Omega \cdot m$ ；

f ——频率，Hz。

在很多情况下，只考虑处于空间的实际导线，忽略它的镜像进行计算，其结果已足够符合实际。在不考虑导线 i 的镜像时，计算导线产生的磁场强度：

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}} \quad (D2)$$

式中： I ——导线 i 中的电流值，A；

h ——导线与预测点的高度，m；

L ——导线与预测点水平距离，m。

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

(2) 预测参数

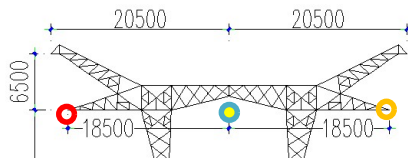
根据本项目线路的电压等级、输电容量、使用的典型塔型、导线排列方式、架设高度、弧垂距离、导线型号、线间距和导线结构等参数，预测输电线路距地面/楼面 1.5m 处电场强度、磁感应强度。

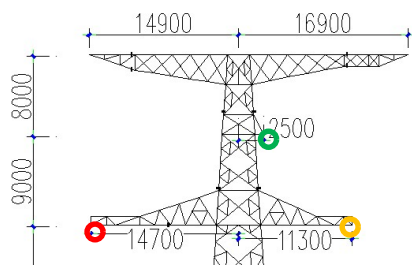
根据实践及软件试算，输电线路采用单回水平排列、单回三角排列架设时，在其它条件相同的情况下，塔型横担较宽产生的电场强度、磁感应强度影响较大；同塔双回异相序架设时，根据实践及试算选择产生的电场强度、磁感应强度影响较大的塔型，据此选择本项目电磁环境影响预测参数。

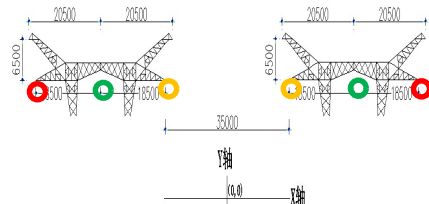
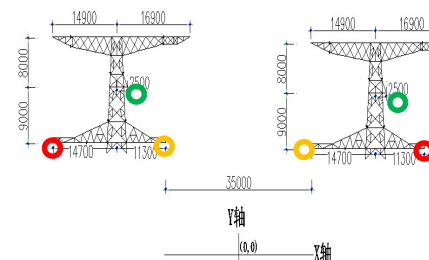
本项目线路分为单回段和双回段，单回段为两个单回线路并行走线，两回线路边导线间最近距离约 35m，存在共同评价范围，故本次线路电磁预测分为单回水平排列段、单回三角排列段、单回水平并行段、单回三角并行段和双回段进行预测。

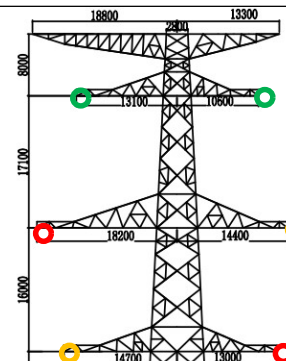
根据本项目输电线路铁塔一览表，按上述原则，本项目线路电磁环境影响预测参数见表 6-26。将下列参数代入 6.1.3.1（1）预测模式中，可得本项目线路投运后的电磁环境影响。

表 6-26 本项目线路最不利塔型电磁环境影响预测参数

(1) 单回水平排列段		
预测参数	电场强度	磁感应强度
最不利塔型	ZBC4	
相导线坐标 (m)	地线 1 (-20.5, h+6.5), 地线 2 (20.5, h+6.5) A (-18.5, h), B (0, h), C (18.5, h)	
	h 为导线对地高度, 本段线路按设计最低高度要求进行考虑, 即非居民区 h 为 11m、居民区 h 为 14m。	
导线排列方式	水平排列	
导线型号	4×JL3/G2A-720/50, 分裂间距 500mm	
导线直径 (mm)	36.2	
最大输送电流 (A)	1013	
计算电压 (kV)	500kV×1.05=525kV	
地线型号	OPGW-150、JLB20A-150	
地线直径 (mm)	16.6、15.75	

(2) 单回三角排列段		
预测参数	电场强度	磁感应强度
最不利塔型	JC4	
相导线坐标 (m)	地线 1 (-14.9, h+17), 地线 2 (16.9, h+17) B (2.5, h+9) A (-14.7, h), C (11.3, h)	
	h 为导线对地高度, 本段线路按设计最低高度要求进行考虑, 即非居民区 h 为 10.5m、居民区 h 为 14m。	
导线排列方式	单回三角排列	

导线型号	4×JL3/G2A-720/50，分裂间距 500mm	
导线直径（mm）	36.2	
最大输送电流（A）	1013	
计算电压（kV）	500kV×1.05=525kV	
地线型号	OPGW-150、JLB20A-150	
地线直径（mm）	16.6、15.75	
(3) 单回水平并行段		
预测参数	电场强度	磁感应强度
最不利塔型	ZBC4+ZBC4	
相导线坐标（m）	地线 1（-56.5，h+6.5），地线 2（-15.5，h+6.5） 地线 3（15.5，h+6.5），地线 4（65.5，h+6.5） A ₁ （-54.5，h），B ₁ （-36，h），C ₁ （-17.5，h） C ₂ （17.5，h），B ₂ （36，h），A ₂ （54.5，h）	
	h 为导线对地高度，本段线路按设计最低高度要求进行考虑，即非居民区 h 为 11m、居民区 h 为 14m。 并行线路边导线间距离采用最近处的距离 35m，以反映最不利情况下并行段的电磁影响。	
导线排列方式	水平并行排列	
导线型号	4×JL3/G2A-720/50，分裂间距 500mm	
导线直径（mm）	36.2	
最大输送电流（A）	1013	
计算电压（kV）	500kV×1.05=525kV	
地线型号	OPGW-150、JLB20A-150	
地线直径（mm）	16.6、15.75	
(4) 单回三角并行排列段		
预测参数	电场强度	磁感应强度
最不利塔型	JC4+JC4	
相导线坐标（m）	地线 1（-43.7，h+17），地线 2（-11.9，h+17） 地线 3（17.3，h+17），地线 4（49.1，h+17） B ₁ （-26.3，h+9） A ₁ （-43.5，h），C ₁ （-17.5，h） B ₂ （20.0，h+9） C ₂ （17.5，h），A ₂ （43.5，h）	
	h 为导线对地高度，本段线路按设计最低高度要求进行考虑，即非居民区 h 为 10.5m、居民区 h 为 14m。 并行线路边导线间距离采用最近处的距离 35m，以反映最不利情况下并行段的电磁影响。	
导线排列方式	单回三角并行排列	
导线型号	4×JL3/G2A-720/50，分裂间距 500mm	
导线直径（mm）	36.2	
最大输送电流（A）	1013	
计算电压（kV）	500kV×1.05=525kV	
地线型号	OPGW-150、JLB20A-150	

地线直径（mm）	16.6、15.75	
(5) 双回段		
预测参数	电场强度	磁感应强度
最不利塔型	SJC27104A	
相导线坐标（m）	地线 1（-18.8，h+41.1），地线 2（13.3，h+41.1） B ₁ （-13.1，h+33.1），B ₂ （10.6，h+33.1） C ₁ （-18.2，h+16.0），A ₂ （14.4，h+16.0） A ₁ （-14.7，h），C ₂ （13.0，h）	
	h 为导线对地高度，本段线路按设计最低高度要求进行考虑，即非居民区 h 为 11m、居民区 h 为 14m。	
导线排列方式	同塔双回垂直异相序排列	
导线型号	4×JL3/G2A-720/50，分裂间距 500mm	
导线直径（mm）	36.2	
最大输送电流（A）	1013	
计算电压（kV）	500kV×1.05=525kV	
地线型号	OPGW-150	
地线直径（mm）	16.6	

(3) 预测结果与评价

1) 单回水平段

·电场强度

单回水平段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 时，电场强度预测结果见表 6-27，电场强度随距离变化趋势见图 6-12，在**居民区**导线对地最低高度 14m 及抬高时，电场强度预测结果见表 6-28、表 6-29，电场强度随距离变化趋势见图 6-13、图 6-14，电场强度等值线图见图 6-15、图 6-16。

从表 6-27 和图 6-12 中可以看出，单回水平段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBC4 塔，通过**非居民区**，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 10669V/m，出现在距线路中心线地面投影 19m（边导线地面投影外 0.5m）处，不能满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升为 12m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9353V/m，出现在距线路中心线地面投影 19m（边导线地面投影外 0.5m）处，满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线地面投影 32m（边导线地面投影外 13.5m）处电场强度为 3683V/m（小于 4000V/m），此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

从表 6-28、表 6-29 及图 6-13、图 6-14 中可以看出，单回水平段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBC4 塔，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m 处电场强度最大值分别为 7374V/m、8490V/m，分别出现在距线路中心线地面投影 19m（边导线地面投影外 0.5m）处，均不满足电场强度公众曝露限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升至 21m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3866V/m，出现在距中心线地面投影 21m（边导线地面投影外 2.5m）处；当导线对地最低高度抬升至 22m 时，离地 4.5m 处电场强度最大值为 3826V/m，出现在距中心线地面投影 20m（边导线地面投影外 1.5m）处；均能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-27 单回水平段线路在非居民区最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZBC4	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）
-70	247	264
-60	411	439
-50	767	811
-40	1687	1747
-32（左边导线地面投影外 13.5m）	3704	3683
-31	4122	4066
-30	4590	4489
-20	10546	9285
-19（左边导线地面投影外 0.5m）	10669（最大值）	9353（最大值）
-10	4754	4629
-15	8620	7894
-10	5819	5460
0	8099	7920
10	5819	5460
19（右边导线地面投影外 0.5m）	10669（最大值）	9353（最大值）
20	4754	4629
30	4590	4489
31	4122	4066
32（右边导线地面投影外 13.5m）	3704	3683
40	1687	1747
50	767	811
60	411	439
70	247	264

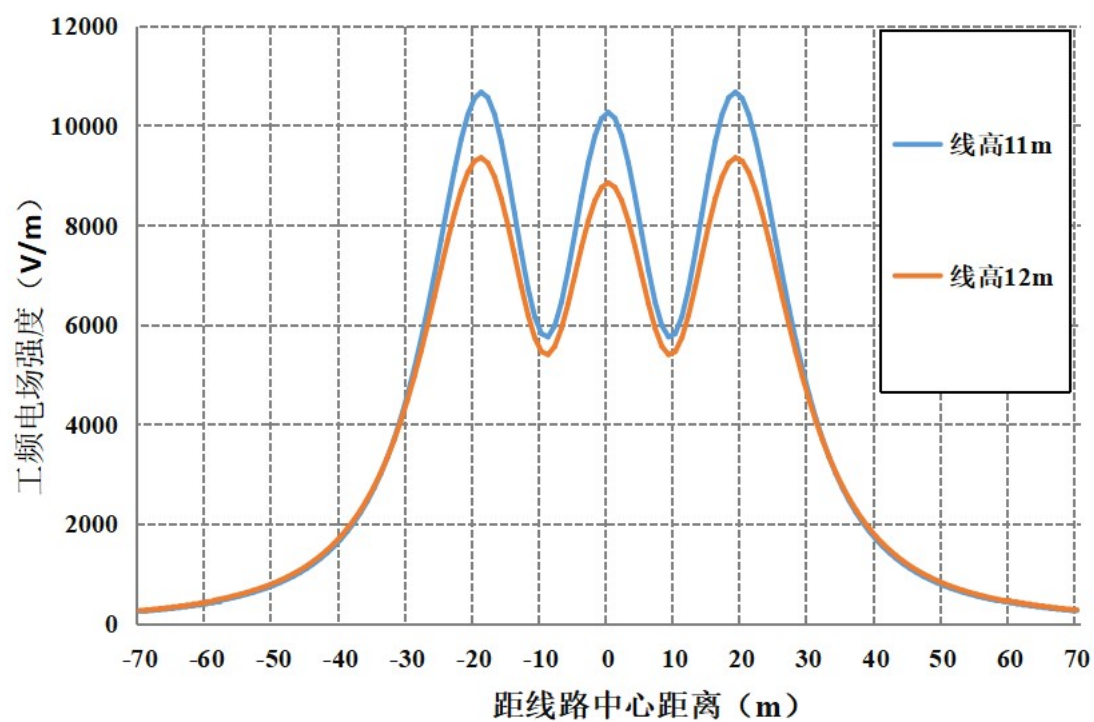


图 6-12 单回水平段线路通过非居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-28 单回水平段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	ZBC4								
	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
导线对地最低高度（m）	离地 1.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
-70	298	314	329	344	357	370	383	394	405
-60	490	513	535	555	573	590	605	619	631
-50	888	920	948	972	992	1009	1022	1032	1039
-40	1828	1852	1865	1868	1864	1852	1835	1812	1785
-31（左边导线地面投影外 12.5m）	3876	3756	3626	3490	3352	3213	3076	2941	2810
-30（左边导线地面投影外 11.5m）	4213	4055	3890	3723	3556	3392	3233	3079	2931
-29（左边导线地面投影外 10.5m）	4572	4368	4163	3960	3762	3571	3388	3213	3047
-28（左边导线地面投影外 9.5m）	4948	4692	4441	4199	3968	3747	3539	3343	3158
-27（左边导线地面投影外 8.5m）	5335	5021	4720	4435	4167	3917	3683	3465	3262
-26	5727	5347	4992	4662	4357	4075	3815	3575	3354
-25（左边导线地面投影外 6.5m）	6110	5661	5249	4874	4531	4219	3933	3673	3434
-24	6472	5951	5483	5063	4684	4342	4033	3753	3499
-23	6796	6206	5684	5221	4809	4441	4110	3813	3546
-22	7065	6411	5841	5341	4901	4510	4162	3852	3573
-21（左边导线地面投影外 2.5m）	7260	6555	5946	5417	4954	4547	4186（最大值）	3866（最大值）	3579（最大值）
-20（左边导线地面投影外 1.5m）	7367	6625（最大值）	5990（最大值）	5442（最大值）	4966（最大值）	4548（最大值）	4180	3854	3563
-19（左边导线地面投影外 0.5m）	7374（最大值）	6616	5970	5415	4933	4513	4143	3816	3525
-18	7276	6524	5883	5333	4857	4442	4077	3754	3466
-17（左边导线地面投影内 1.5m）	7078	6352	5734	5202	4740	4337	3982	3668	3388

最不利塔型	ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）								
-16	6791	6111	5529	5026	4588	4203	3864	3562	3293
-15	6435	5817	5282	4817	4408	4048	3728	3442	3186
-14（左边导线地面投影内 4.5m）	6037	5490	5010	4588	4213	3880	3581	3313	3070
-13	5632	5157	4734	4355	4015	3709	3432	3181	2953
-12（左边导线地面投影内 6.5m）	5257	4849	4477	4139	3830	3548	3291	3056	2840
-11（左边导线地面投影内 7.5m）	4954	4597	4265	3957	3672	3409	3167	2943	2736
-10	4760	4431	4120	3828	3556	3303	3068	2850	2649
0	6707	5884	5184	4585	4068	3621	3232	2893	2596
10	4760	4431	4120	3828	3556	3303	3068	2850	2649
11（右边导线地面投影内 7.5m）	4954	4597	4265	3957	3672	3409	3167	2943	2736
12（右边导线地面投影内 6.5m）	5257	4849	4477	4139	3830	3548	3291	3056	2840
13	5632	5157	4734	4355	4015	3709	3432	3181	2953
14（右边导线地面投影内 4.5m）	6037	5490	5010	4588	4213	3880	3581	3313	3070
15	6435	5817	5282	4817	4408	4048	3728	3442	3186
16	6791	6111	5529	5026	4588	4203	3864	3562	3293
17（右边导线地面投影内 1.5m）	7078	6352	5734	5202	4740	4337	3982	3668	3388
18	7276	6524	5883	5333	4857	4442	4077	3754	3466
19（右边导线地面投影外 0.5m）	7374（最大值）	6616	5970	5415	4933	4513	4143	3816	3525
20（右边导线地面投影外 1.5m）	7367	6625（最大值）	5990（最大值）	5442（最大值）	4966（最大值）	4548（最大值）	4180	3854	3563
21（右边导线地面投影外 2.5m）	7260	6555	5946	5417	4954	4547	4186（最大值）	3866（最大值）	3579（最大值）
22	7065	6411	5841	5341	4901	4510	4162	3852	3573

最不利塔型	ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）								
23	6796	6206	5684	5221	4809	4441	4110	3813	3546
24	6472	5951	5483	5063	4684	4342	4033	3753	3499
25（右边导线地面投影外 6.5m）	6110	5661	5249	4874	4531	4219	3933	3673	3434
26	5727	5347	4992	4662	4357	4075	3815	3575	3354
27（右边导线地面投影外 8.5m）	5335	5021	4720	4435	4167	3917	3683	3465	3262
28（右边导线地面投影外 9.5m）	4948	4692	4441	4199	3968	3747	3539	3343	3158
29（右边导线地面投影外 10.5m）	4572	4368	4163	3960	3762	3571	3388	3213	3047
30（右边导线地面投影外 11.5m）	4213	4055	3890	3723	3556	3392	3233	3079	2931
31（右边导线地面投影外 12.5m）	3876	3756	3626	3490	3352	3213	3076	2941	2810
40	1828	1852	1865	1868	1864	1852	1835	1812	1785
50	888	920	948	972	992	1009	1022	1032	1039
60	490	513	535	555	573	590	605	619	631
70	298	314	329	344	357	370	383	394	405

表 6-29 单回水平段线路在居民区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	ZBC4								
	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
导线对地最低高度（m）	离地 4.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
-70	296	312	327	342	356	369	381	392	403
-60	486	509	531	551	569	586	602	616	628
-50	878	910	939	964	985	1002	1017	1027	1035
-40	1807	1834	1851	1859	1858	1850	1835	1814	1789
-31（左边导线地面投影外 12.5m）	3912	3805	3684	3553	3418	3281	3143	3008	2875
-30（左边导线地面投影外 11.5m）	4279	4132	3974	3810	3644	3479	3317	3160	3009
-29（左边导线地面投影外 10.5m）	4677	4481	4280	4077	3876	3681	3492	3312	3140
-28（左边导线地面投影外 9.5m）	5105	4852	4599	4351	4111	3883	3666	3461	3268
-27	5560	5238	4926	4628	4346	4081	3834	3603	3388
-26（左边导线地面投影外 7.5m）	6036	5634	5255	4902	4575	4272	3993	3737	3500
-25	6521	6029	5578	5166	4791	4450	4140	3857	3600
-24（左边导线地面投影外 5.5m）	7001	6411	5884	5412	4989	4610	4269	3962	3684
-23	7455	6764	6160	5629	5160	4746	4377	4047	3752
-22	7858	7069	6392	5807	5298	4851	4458	4109	3799
-21	8182	7306	6568	5937	5394	4922	4509	4146	3824
-20（左边导线地面投影外 1.5m）	8399	7459	6674	6011	5444	4955（最大值）	4529（最大值）	4155（最大值）	3826（最大值）
-19（左边导线地面投影外 0.5m）	8490（最大值）	7513（最大值）	6703（最大值）	6023（最大值）	5444（最大值）	4947	4515	4137	3805
-18	8443	7464	6653	5973	5395	4898	4468	4092	3761
-17	8264	7315	6528	5864	5299	4813	4391	4022	3697

最不利塔型	ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）								
-16（左边导线地面投影内 2.5m）	7972	7083	6337	5705	5164	4696	4289	3931	3615
-15	7599	6788	6099	5509	5000	4556	4168	3825	3521
-14	7184	6460	5835	5292	4819	4403	4036	3710	3419
-13（左边导线地面投影内 5.5m）	6770	6131	5569	5074	4637	4248	3903	3593	3316
-12	6400	5834	5328	4875	4469	4105	3778	3483	3217
-11（左边导线地面投影内 7.5m）	6111	5600	5135	4713	4330	3984	3671	3387	3129
-10	5935	5454	5010	4604	4234	3897	3590	3311	3058
-5	6867	6137	5499	4939	4447	4014	3631	3292	2991
0	8147	7093	6217	5479	4851	4313	3848	3444	3092
5	6867	6137	5499	4939	4447	4014	3631	3292	2991
6（右边导线地面投影内 12.5m）	6503	5862	5292	4785	4334	3933	3576	3257	2971
10	5935	5454	5010	4604	4234	3897	3590	3311	3058
13（右边导线地面投影内 5.5m）	6770	6131	5569	5074	4637	4248	3903	3593	3316
14	7184	6460	5835	5292	4819	4403	4036	3710	3419
15	7599	6788	6099	5509	5000	4556	4168	3825	3521
16（右边导线地面投影内 2.5m）	7972	7083	6337	5705	5164	4696	4289	3931	3615
17	8264	7315	6528	5864	5299	4813	4391	4022	3697
18	8443	7464	6653	5973	5395	4898	4468	4092	3761
19（右边导线地面投影外 0.5m）	8490（最大值）	7513（最大值）	6703（最大值）	6023（最大值）	5444（最大值）	4947	4515	4137	3805
20（右边导线地面投影外 1.5m）	8399	7459	6674	6011	5444	4955（最大值）	4529（最大值）	4155（最大值）	3826（最大值）

最不利塔型	ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）								
21	8182	7306	6568	5937	5394	4922	4509	4146	3824
22	7858	7069	6392	5807	5298	4851	4458	4109	3799
23	7455	6764	6160	5629	5160	4746	4377	4047	3752
24（右边导线地面投影外 5.5m）	7001	6411	5884	5412	4989	4610	4269	3962	3684
25	6521	6029	5578	5166	4791	4450	4140	3857	3600
26（右边导线地面投影外 7.5m）	6036	5634	5255	4902	4575	4272	3993	3737	3500
27	5560	5238	4926	4628	4346	4081	3834	3603	3388
28（右边导线地面投影外 9.5m）	5105	4852	4599	4351	4111	3883	3666	3461	3268
29（右边导线地面投影外 10.5m）	4677	4481	4280	4077	3876	3681	3492	3312	3140
30（右边导线地面投影外 11.5m）	4279	4132	3974	3810	3644	3479	3317	3160	3009
31（右边导线地面投影外 12.5m）	3912	3805	3684	3553	3418	3281	3143	3008	2875
40	1807	1834	1851	1859	1858	1850	1835	1814	1789
50	878	910	939	964	985	1002	1017	1027	1035
60	486	509	531	551	569	586	602	616	628
70	296	312	327	342	356	369	381	392	403

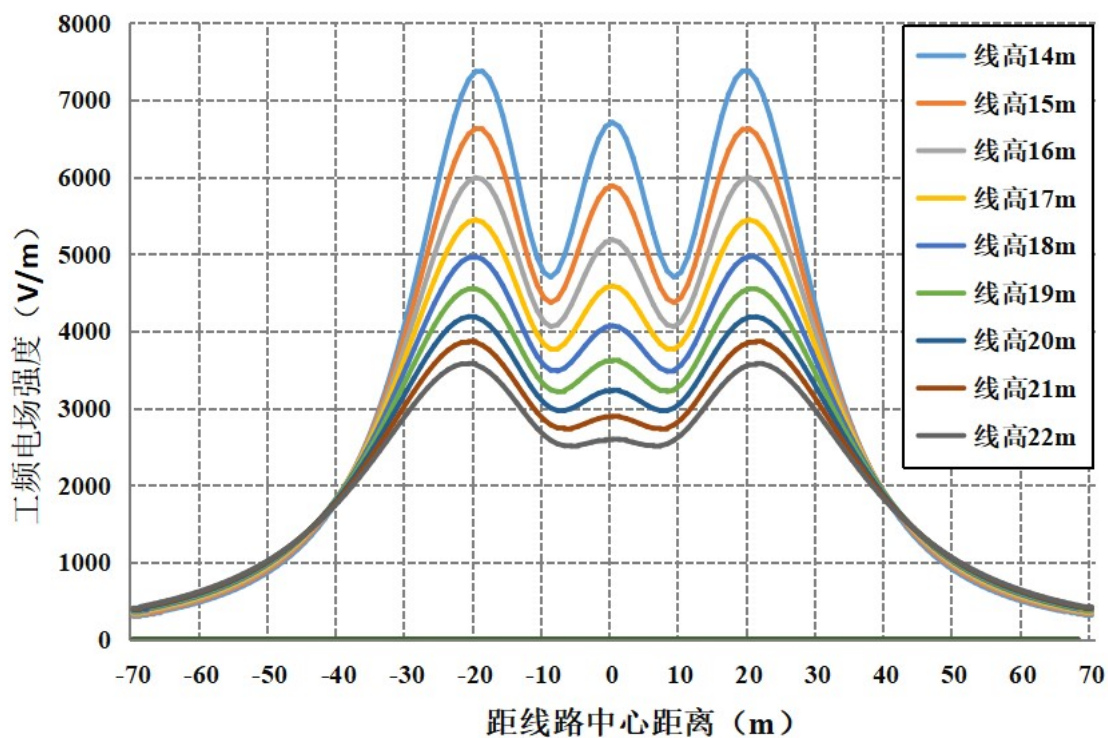


图 6-13 单回水平段在居民区电场强度随距离变化趋势图（距地面 1.5m 高处）

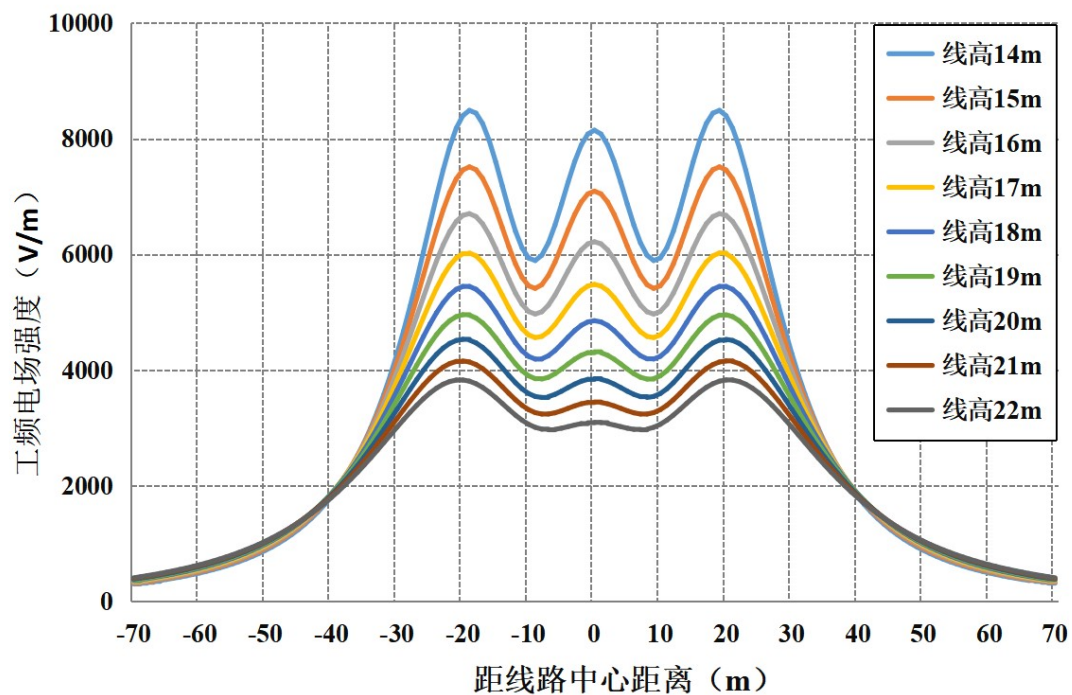


图 6-14 单回水平段在居民区电场强度随距离变化趋势图（距地面 4.5m 高处）

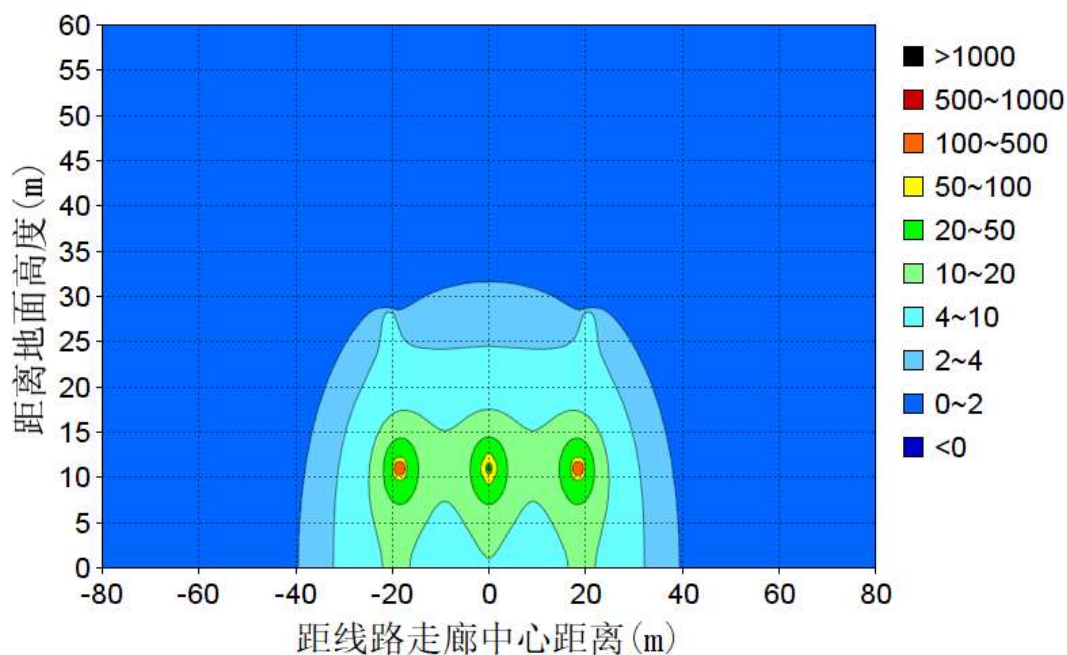


图 6-15 单回水平段对地高度 11m 的电场强度等值线图（单位：kV/m）

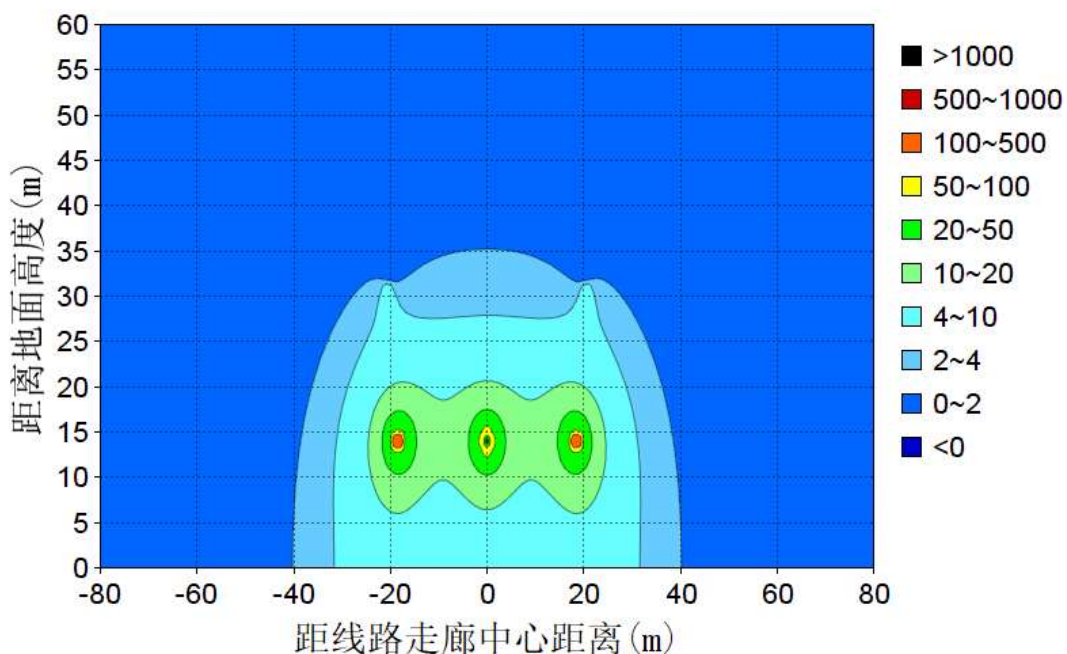


图 6-16 单回水平段对地高度 14m 的电场强度等值线图（单位：kV/m）

鉴于本项目尚未完成施工图设计，单回水平段线路所经区域评价范围内的居民房屋尚不确定，按初设路径方案，并结合现场踏勘，单回水平段线路评价范围内为 1~2 层尖顶房，为确保居民房屋不同楼层电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-30。

表 6-30 单回水平段距边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
5	21	22
6	21	21
7	20	21
8	20	21
9	19	20
10	18	19
11	17	18
12	16	17
13	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

由表 6-28~表 6-29 及图 6-13~图 6-14 可以看出，单回水平段线路边导线地面投影 13m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 13m 时，需按照表 6-30 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

·磁感应强度

单回水平段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 及抬升至 12m 时，磁感应强度预测结果见表 6-31，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-17；在**居民区**导线对地最低高度 14m 时，磁感应强度预测结果见表 6-32~表 6-33，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-18、图 6-19。磁感应强度等值线图见图 6-20~图 6-21。

从表 6-31 和图 6-17 可以看出，单回水平段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 及抬升至 12m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值分别为 25.0 μ T、22.6 μ T；从表 6-32~表 6-33 和图 6-20~图 6-21 可以看出，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m 处磁感应强度最大值分别为 18.9 μ T、25.0 μ T，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-31 单回水平段线路在非居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZBC4	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
	离地 1.5m	
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μT ）	磁感应强度（ μT ）
-70	1.6	1.5
-60	2.2	2.1
-50	3.2	3.2
-40	5.3	5.2
-30	10.3	9.8
-20	20.9	18.7
-10	23.7	21.7
-5	24.2	22.1
0	25.0（最大值）	22.6（最大值）
5	24.2	22.1
10	23.7	21.7
20	20.9	18.7
30	10.3	9.8
40	5.3	5.2
50	3.2	3.2
60	2.2	2.1
70	1.6	1.5

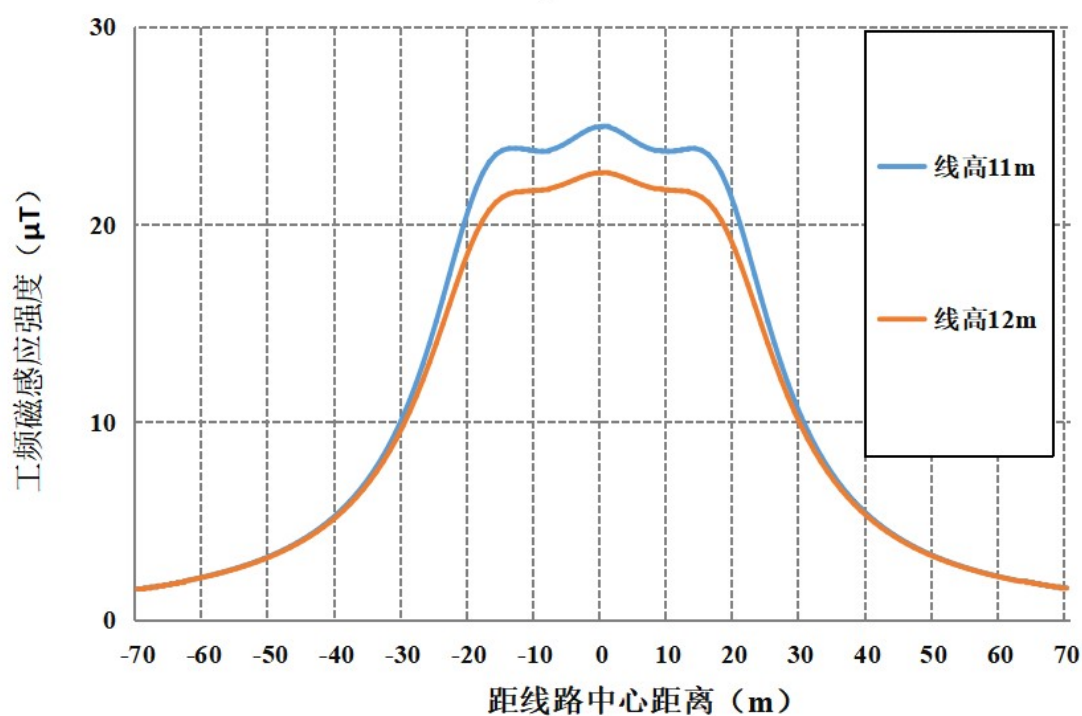


图 6-17 单回水平段通过非居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-32 单回水平段线路在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m								
	磁感应强度（ μT ）								
-70	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
-60	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9
-50	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	2.7
-40	5.0	4.9	4.7	4.6	4.5	4.4	4.2	4.1	4.0
-30	8.9	8.4	8.0	7.7	7.3	7.0	6.6	6.3	6.0
-20	15.5	14.2	13.0	12.0	11.2	10.4	9.7	9.1	8.5
-10	18.3	16.9	15.6	14.5	13.4	12.5	11.6	10.9	10.2
-5	18.7	17.3	16.0	14.8	13.8	12.8	12.0	11.2	10.5
0	18.9(最大值)	17.4(最大值)	16.1(最大值)	15.0(最大值)	13.9(最大值)	13.0(最大值)	12.1(最大值)	11.3(最大值)	10.6(最大值)
5	18.7	17.3	16.0	14.8	13.8	12.8	12.0	11.2	10.5
10	18.3	16.9	15.6	14.5	13.4	12.5	11.6	10.9	10.2
20	15.5	14.2	13.0	12.0	11.2	10.4	9.7	9.1	8.5
30	8.9	8.4	8.0	7.7	7.3	7.0	6.6	6.3	6.0
40	5.0	4.9	4.7	4.6	4.5	4.4	4.2	4.1	4.0
50	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	2.7
60	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9
70	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4

表 6-33 单回水平段线路在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m								
	磁感应强度（ μT ）								
-70	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
-60	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0
-50	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9
-40	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.7	4.6	4.5	4.4
-30	10.3	9.8	9.3	8.9	8.4	8.0	7.7	7.3	7.0
-20	20.9	18.7	17.0	15.5	14.2	13.0	12.0	11.2	10.4
-10	23.7	21.7	19.9	18.3	16.9	15.6	14.5	13.4	12.5
-5	24.2	22.1	20.3	18.7	17.3	16.0	14.8	13.8	12.8
0	25.0(最大值)	22.6(最大值)	20.6(最大值)	18.9(最大值)	17.4(最大值)	16.1(最大值)	15.0(最大值)	13.9(最大值)	13.0(最大值)
5	24.2	22.1	20.3	18.7	17.3	16.0	14.8	13.8	12.8
10	23.7	21.7	19.9	18.3	16.9	15.6	14.5	13.4	12.5
20	20.9	18.7	17.0	15.5	14.2	13.0	12.0	11.2	10.4
30	10.3	9.8	9.3	8.9	8.4	8.0	7.7	7.3	7.0
40	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.7	4.6	4.5	4.4
50	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9
60	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0
70	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

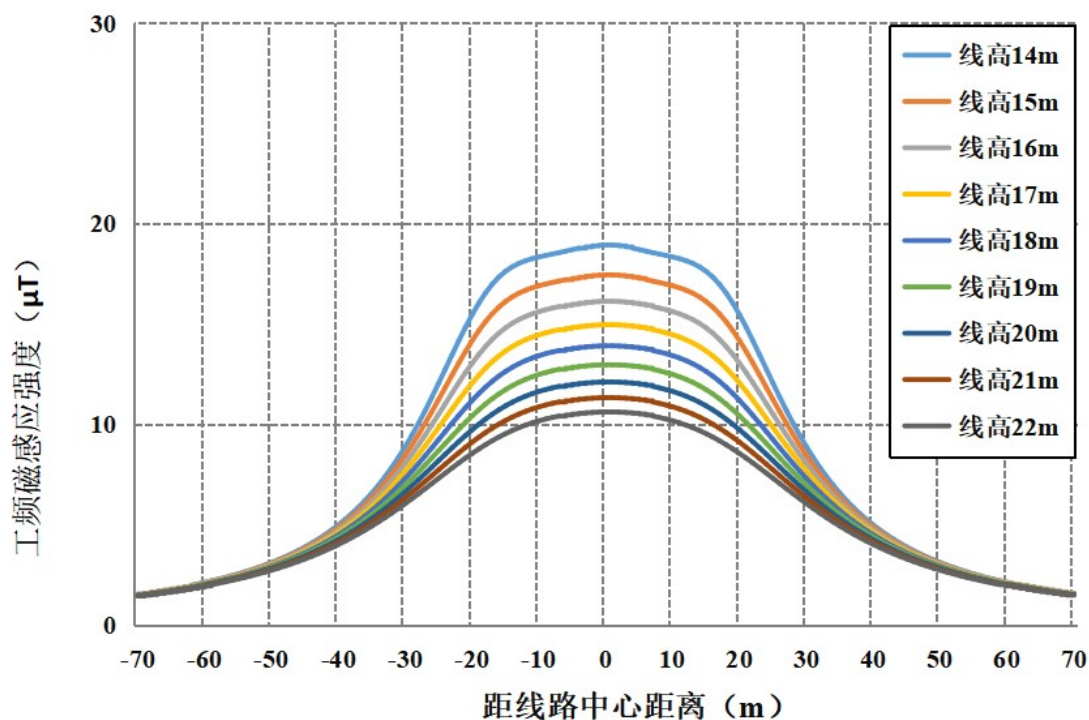


图 6-18 单回水平段在居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图（离地 1.5m）

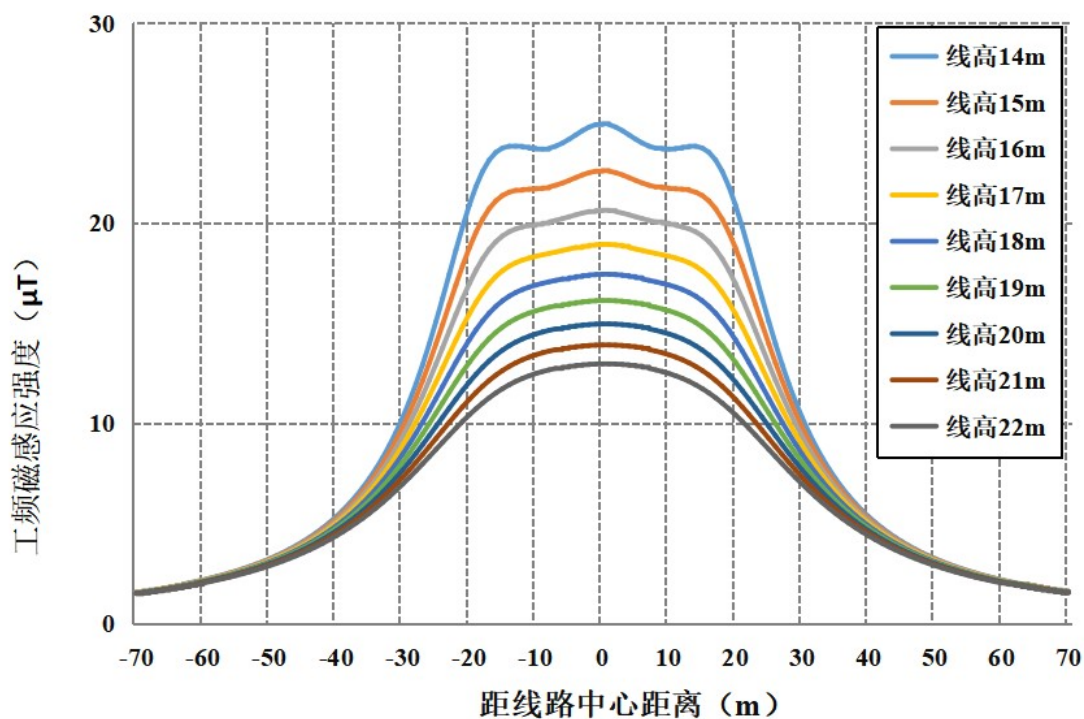


图 6-19 单回水平段在居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图（离地 4.5m）

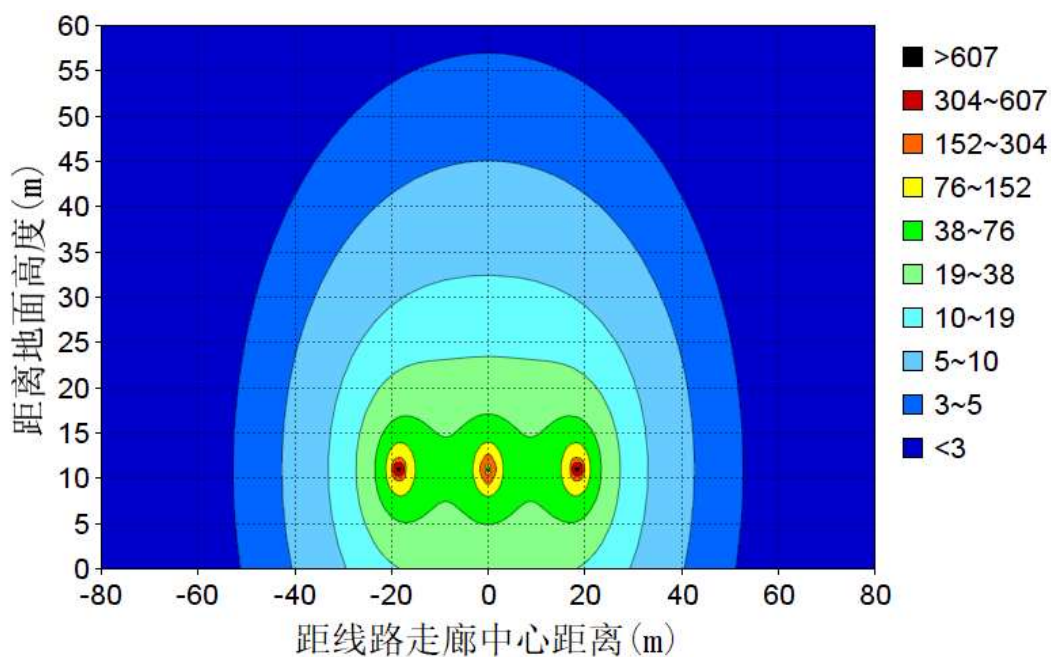


图 6-20 单回水平段对地高度 11m 的磁感应强度等值线图

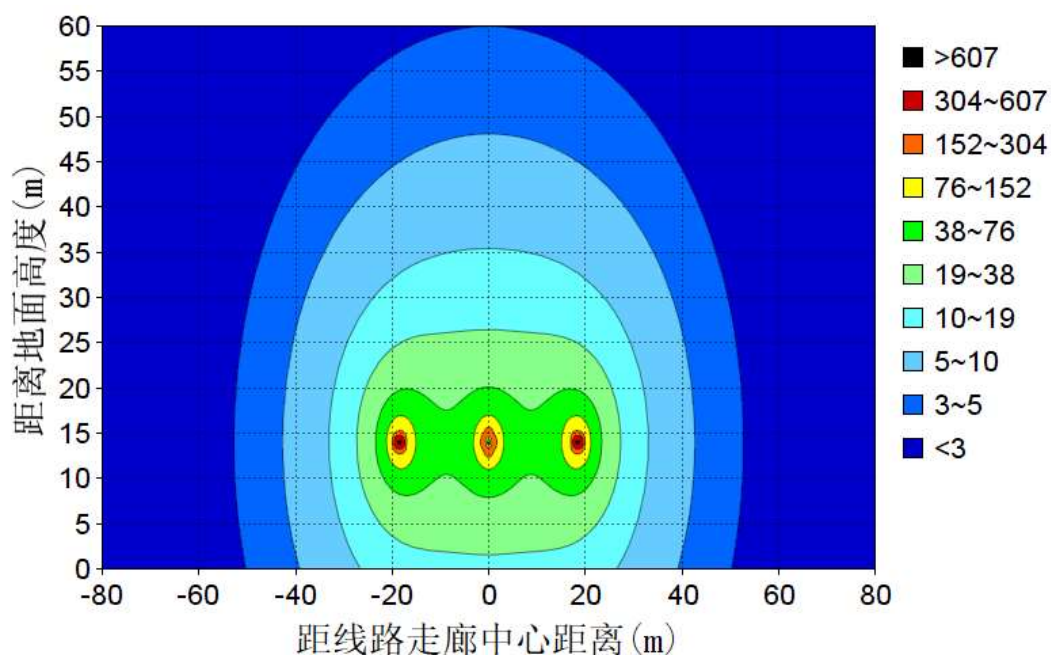


图 6-21 单回水平段对地高度 14m 的磁感应强度等值线图

2) 单回三角段

·电场强度

单回三角段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC4 塔,在**非居民区**导线对地最低高度 10.5m 时,电场强度预测结果见表 6-34,电场强度随距离变化趋势见图 6-22,在**居民区**导线对地最低高度 14m 及抬高时,电场强度预测结果见表 6-35~表 6-36,电场强度随距离变化趋势见图 6-23~图 6-24,电场强度等值线图见图 6-25~图 6-26。

从表 6-34 和图 6-22 中可以看出，单回三角段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC4 塔，通过**非居民区**，导线对地最低高度为 10.5m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 11647V/m，出现在距线路中心线地面投影 15m（左边导线地面投影外 0.3m）处，不能满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升为 12m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9543V/m，出现在距线路中心线地面投影 15m（左边导线地面投影外 0.3m）处，满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线地面投影 28m（左边导线地面投影外 13.3m）处电场强度为 3963V/m（小于 4000V/m），此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

从表 6-35~表 6-36 及图 6-23~图 6-24 中可以看出，单回三角段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC4 塔，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m 处电场强度最大值分别为 7568V/m、8646V/m，分别出现在距线路中心线地面投影 16m（左边导线地面投影外 1.3m）、15m（左边导线地面投影外 0.3m）处，此后随着距线路中心线距离的增加呈减少趋势，均不满足电场强度公众曝露限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升至 21m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3972V/m，出现在距中心线地面投影 18m（左边导线地面投影外 3.3m）处；当导线对地最低高度抬升至 22m 时，离地 4.5m 处电场强度最大值为 3916V/m，出现在距中心线地面投影 17m（左边导线地面投影外 2.3m）处；均能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-34 单回三角段线路在非居民区最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	JC4		
导线对地最低高度（m）	h=10.5	h=11	h=12
距线路中心线地面投影 距离（m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）
-70	216	222	236
-60	340	352	374
-50	604	624	662
-40	1259	1292	1351
-30	3233	3252	3268
-29（左边导线地面投影外 14.3m）	3595	3604	3598
-28（左边导线地面投影外 13.3m）	4003	3999	3963
-27	4464	4441	4367
-20	9233	8823	8064
-15（左边导线地面投影外 0.3m）	11647（最大值）	10871（最大值）	9543（最大值）
-10	8454	7995	7164
-9	7412	7046	6369

最不利塔型	JC4		
导线对地最低高度（m）	h=10.5	h=11	h=12
距线路中心线地面投影 距离（m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）
-8	6360	6077	5543
-7	5333	5121	4711
-6（左边导线地面投影内 8.7m）	4357	4200	3893
-5（左边导线地面投影内 9.7m）	3450	3332	3106
-4	2631	2536	2368
-3	1941	1853	1716
-2	1488	1387	1252
-1	1455	1342	1189
0	1856	1742	1569
1	2505	2384	2178
2（右边导线地面投影内 9.3m）	3286	3145	2887
3（右边导线地面投影内 8.3m）	4156	3980	3648
4	5098	4871	4440
5	6094	5799	5248
6	7118	6740	6048
7	8130	7659	6814
8	9077	8510	7513
9	9895	9241	8107
10	10520	9799	8563
11	10898	10143	8854
20	6126	5981	5676
23	4347	4314	4222
24（右边导线地面投影外 12.7m）	3875	3863	3814
30	2020	2052	2101
40	839	861	901
50	441	451	472
60	272	277	288
70	187	189	195

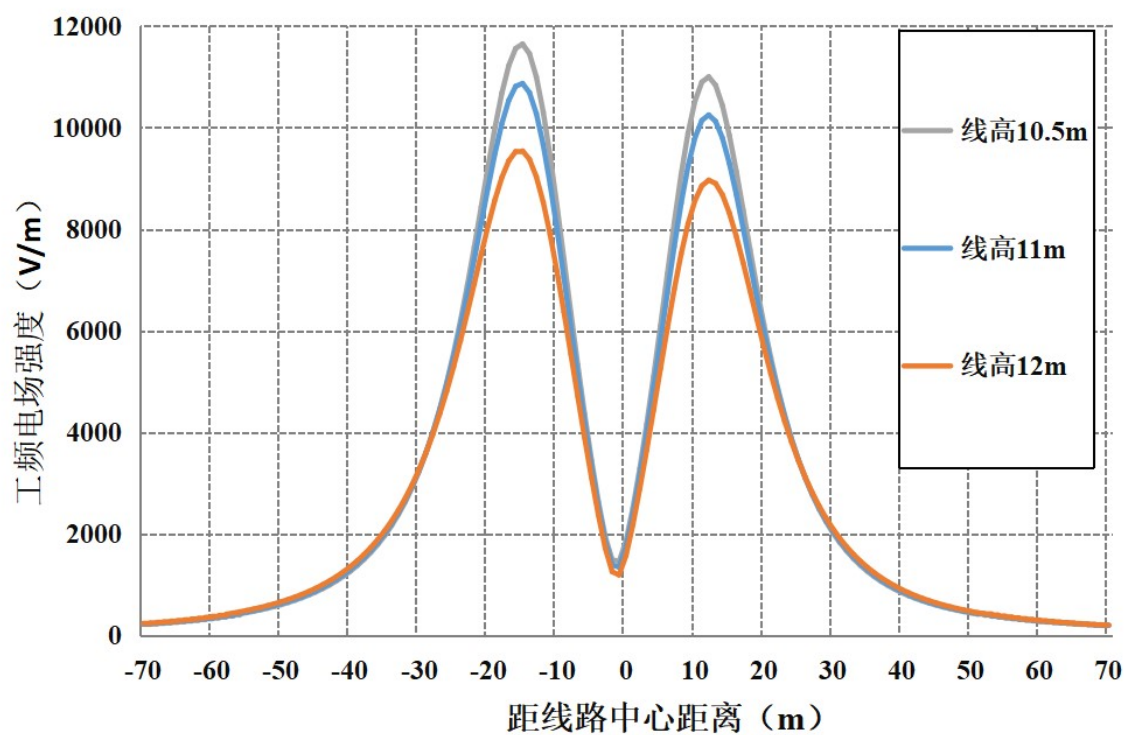


图 6-22 单回三角段线路通过非居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-35 单回三角段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）								
-70	262	275	288	301	313	324	336	346	356
-60	417	437	456	474	491	507	522	536	548
-50	730	760	787	811	833	852	868	881	892
-40	1443	1476	1502	1520	1532	1538	1538	1533	1524
-30	3225	3175	3112	3038	2956	2868	2777	2684	2590
-28（左边导线地面投影外 13.3m）	3813	3711	3597	3476	3350	3222	3093	2966	2842
-27（左边导线地面投影外 12.3m）	4142	4005	3859	3709	3556	3404	3254	3108	2966
-26（左边导线地面投影外 11.3m）	4493	4315	4132	3948	3766	3588	3415	3248	3088
-25（左边导线地面投影外 10.3m）	4863	4638	4413	4191	3977	3770	3572	3384	3206
-24（左边导线地面投影外 9.3m）	5248	4968	4696	4434	4184	3947	3724	3513	3316
-23	5642	5301	4977	4671	4384	4116	3866	3633	3416
-22（左边导线地面投影外 7.3m）	6035	5627	5248	4897	4572	4271	3995	3739	3504
-21	6416	5938	5501	5103	4740	4409	4107	3830	3577
-20	6769	6220	5727	5284	4884	4524	4197	3901	3632
-19	7079	6462	5915	5430	4997	4610	4262	3949	3667
-18（左边导线地面投影外 3.3m）	7327	6648	6055	5533	5072	4663	4298	3972（最大值）	3678（最大值）
-17（左边导线地面投影外 2.3m）	7496	6767	6136	5587（最大值）	5105（最大值）	4679（最大值）	4302（最大值）	3966	3665
-16（左边导线地面投影外 1.3m）	7568（最大值）	6807（最大值）	6152（最大值）	5585	5089	4654	4270	3929	3624

最不利塔型	JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）								
	值）	值）	值）						
-15	7534	6759	6096	5522	5023	4586	4201	3860	3556
-14	7388	6621	5965	5398	4905	4474	4094	3758	3460
-13（左边导线地面投影内 1.7m）	7132	6393	5760	5212	4735	4318	3950	3625	3336
-12	6772	6081	5485	4967	4516	4119	3770	3460	3186
-11（左边导线地面投影内 3.7m）	6323	5694	5147	4669	4250	3882	3556	3267	3010
-10（左边导线地面投影内 4.7m）	5801	5244	4755	4324	3945	3610	3312	3048	2813
-9（左边导线地面投影内 5.7m）	5223	4744	4318	3941	3606	3308	3043	2807	2596
-8（左边导线地面投影内 6.7m）	4609	4208	3849	3527	3240	2983	2754	2549	2365
-7（左边导线地面投影内 7.7m）	3973	3650	3357	3093	2855	2642	2450	2278	2124
0	1375	1322	1283	1252	1225	1199	1174	1148	1122
4（右边导线地面投影内 7.3m）	3686	3361	3071	2811	2579	2373	2190	2026	1880
5（右边导线地面投影内 6.3m）	4301	3901	3545	3229	2948	2699	2478	2281	2106
6（右边导线地面投影内 5.3m）	4894	4417	3997	3626	3299	3009	2753	2526	2325
7（右边导线地面投影内 4.3m）	5448	4896	4414	3993	3623	3297	3009	2755	2530
8（右边导线地面投影内 3.3m）	5944	5323	4786	4320	3912	3555	3240	2962	2716
9	6365	5686	5103	4599	4161	3778	3441	3144	2881

最不利塔型	JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）								
10（右边导线地面投影内 1.3m）	6693	5972	5356	4825	4364	3962	3609	3297	3022
11	6916	6173	5538	4992	4518	4104	3741	3420	3136
17	6164	5663	5210	4801	4432	4098	3795	3520	3270
18（右边导线地面投影外 6.7m）	5811	5379	4983	4619	4286	3981	3703	3447	3213
19	5437	5073	4732	4414	4118	3844	3591	3356	3140
20（右边导线地面投影外 8.7m）	5056	4755	4467	4193	3934	3691	3464	3251	3053
21（右边导线地面投影外 9.7m）	4679	4435	4196	3963	3740	3527	3325	3134	2955
22（右边导线地面投影外 10.7m）	4313	4120	3925	3731	3541	3357	3179	3010	2848
23（右边导线地面投影外 11.7m）	3966	3816	3659	3500	3340	3183	3029	2880	2736
30	2151	2154	2146	2127	2100	2065	2024	1979	1930
40	972	1001	1026	1047	1063	1076	1084	1089	1091
50	513	533	551	569	585	600	613	624	634
60	310	321	332	344	354	365	375	384	393
70	207	213	220	226	233	240	247	254	260

表 6-36 单回三角段在居民区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）								
-70	261	274	287	299	311	323	334	345	355
-60	414	434	453	472	489	505	520	533	546
-50	723	754	781	806	828	847	863	877	888
-40	1428	1464	1491	1512	1525	1533	1535	1532	1524
-30	3227	3188	3133	3065	2988	2904	2816	2724	2631
-28（左边导线地面投影外 13.3m）	3844	3753	3648	3532	3410	3284	3156	3028	2902
-27（左边导线地面投影外 12.3m）	4196	4070	3932	3786	3635	3483	3332	3184	3040
-26（左边导线地面投影外 11.3m）	4578	4410	4233	4051	3868	3687	3511	3340	3175
-25（左边导线地面投影外 10.3m）	4991	4772	4548	4324	4105	3893	3688	3493	3308
-24（左边导线地面投影外 9.3m）	5431	5151	4873	4603	4344	4097	3863	3642	3435
-23	5896	5544	5205	4883	4580	4295	4030	3783	3553
-22（左边导线地面投影外 7.3m）	6376	5942	5535	5156	4806	4484	4186	3912	3660
-21	6861	6335	5854	5416	5018	4656	4326	4027	3753
-20	7334	6709	6151	5653	5206	4806	4446	4121	3828
-17（左边导线地面投影外 2.3m）	8440	7536	6772	6118	5554	5063	4633（最大值）	4253（最大值）	3916（最大值）
-16（左边导线地面投影外 1.3m）	8612	7648	6842（最大值）	6159（最大值）	5573（最大值）	5066（最大值）	4624	4235	3892
-15（左边导线地面投影外 0.3m）	8646（最大值）	7653（最大值）	6827	6130	5534	5021	4574	4183	3838
-14	8532	7544	6722	6028	5437	4927	4484	4096	3755

最不利塔型	JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）								
-13（左边导线地面投影内 1.7m）	8274	7324	6529	5856	5281	4785	4353	3975	3643
-12	7888	7003	6256	5619	5072	4598	4184	3822	3503
-11（左边导线地面投影内 3.7m）	7400	6599	5914	5325	4814	4370	3982	3640	3339
-10	6841	6133	5519	4985	4518	4110	3751	3434	3153
-9（左边导线地面投影内 5.7m）	6240	5627	5086	4611	4193	3823	3497	3208	2951
-8（左边导线地面投影内 6.7m）	5626	5102	4634	4218	3849	3520	3229	2969	2738
-7（左边导线地面投影内 7.7m）	5022	4579	4179	3819	3498	3210	2954	2725	2520
-6（左边导线地面投影内 8.7m）	4451	4077	3737	3430	3153	2905	2683	2484	2305
-5（左边导线地面投影内 9.7m）	3935	3618	3329	3067	2831	2618	2428	2256	2103
0	3067	2817	2596	2399	2225	2070	1931	1807	1697
2（右边导线地面投影内 9.3m）	3741	3416	3125	2865	2632	2425	2240	2076	1929
3（右边导线地面投影内 8.3m）	4226	3843	3501	3195	2922	2679	2464	2272	2101
4（右边导线地面投影内 7.3m）	4771	4319	3916	3558	3240	2959	2709	2488	2291
5（右边导线地面投影内 6.3m）	5353	4819	4348	3934	3568	3247	2963	2711	2489
6（右边导线地面投影内 5.3m）	5946	5321	4779	4306	3892	3530	3212	2932	2685
7（右边导线地面投影内	6522	5804	5189	4658	4199	3799	3449	3142	2872

最不利塔型	JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）								
4.3m）									
8	7052	6244	5560	4977	4476	4042	3664	3334	3044
9（右边导线地面投影内 2.3m）	7503	6617	5876	5249	4713	4252	3852	3502	3195
10	7845	6903	6121	5463	4903	4422	4005	3642	3323
17	6684	6115	5604	5146	4734	4364	4030	3728	3455
18（右边导线地面投影外 6.7m）	6218	5744	5309	4909	4545	4212	3909	3632	3379
19	5748	5361	4996	4654	4336	4041	3769	3518	3286
20（右边导线地面投影外 8.7m）	5287	4977	4676	4388	4115	3858	3616	3391	3181
21（右边导线地面投影外 9.7m）	4846	4603	4359	4119	3888	3666	3454	3254	3066
22（右边导线地面投影外 10.7m）	4432	4244	4049	3853	3659	3470	3287	3111	2944
23（右边导线地面投影外 11.7m）	4046	3905	3753	3594	3434	3274	3117	2965	2817
24（右边导线地面投影外 12.7m）	3691	3588	3471	3346	3215	3082	2949	2817	2688
30	2143	2152	2148	2133	2110	2078	2040	1997	1949
40	965	994	1020	1042	1059	1072	1082	1087	1090
50	510	530	548	566	582	597	610	622	632
60	308	320	331	342	353	364	374	383	392
70	206	212	219	226	233	239	246	253	259

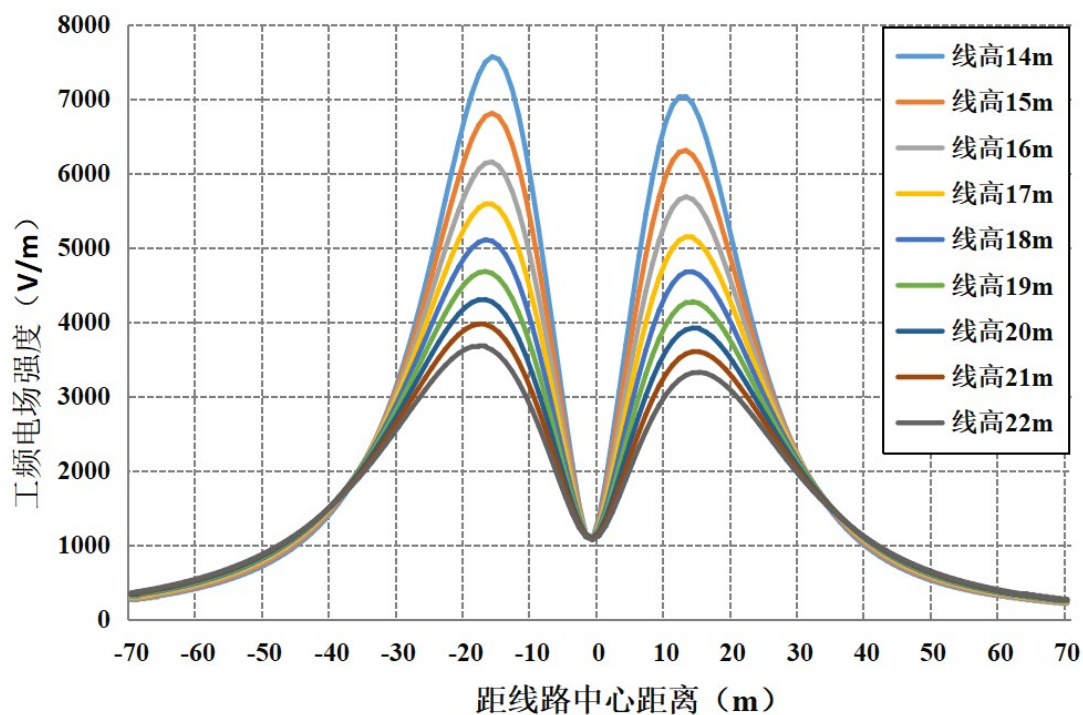


图 6-23 单回三角段在居民区电场强度随距离变化趋势图（距地面 1.5m 高处）

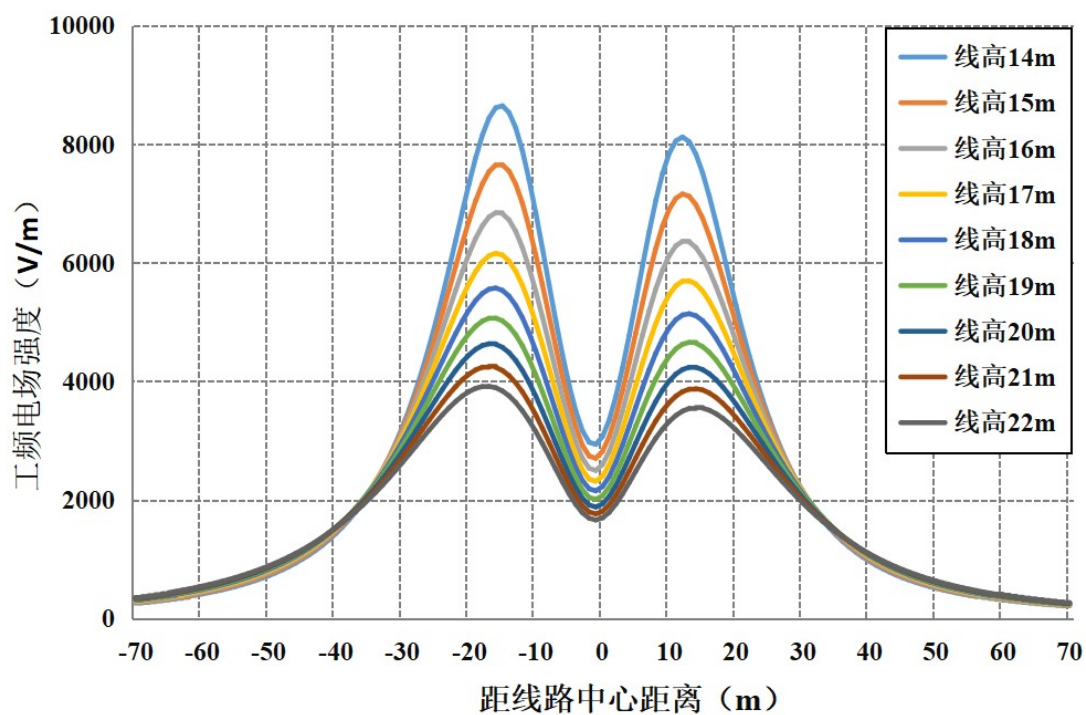


图 6-24 单回三角段在居民区电场强度随距离变化趋势图（距地面 4.5m 高处）

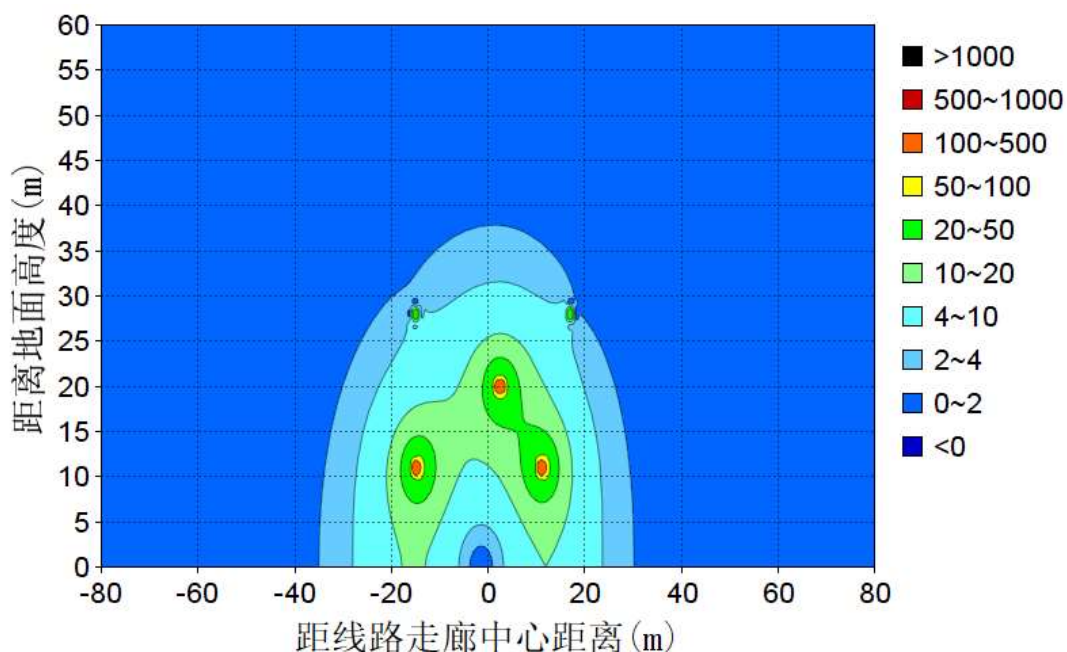


图 6-25 单回三角段对地高度 11m 的电场强度等值线图（单位：kV/m）

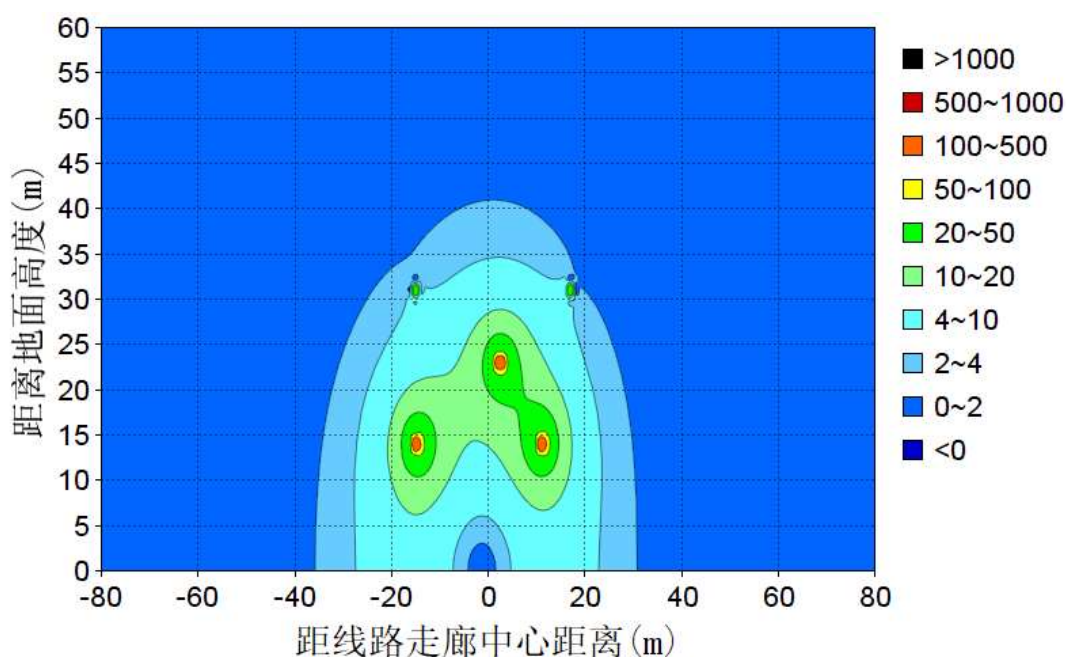


图 6-26 单回三角段对地高度 14m 的电场强度等值线图（单位：kV/m）

鉴于本项目尚未完成施工图设计，单回三角段线路所经区域评价范围内的居民房屋尚不确定，按初设路径方案，并结合现场踏勘，单回三角段线路评价范围内为 1~2 层尖顶房，为确保居民房屋不同楼层电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-37。

表 6-37 单回三角段距边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
5	21	22
6	21	22
7	21	22
8	20	21
9	20	20
10	19	19
11	18	18
12	16	17
13	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

由表 6-35~表 6-36 及图 6-23~图 6-24 可以看出，单回三角段线路边导线地面投影 13m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 13m 时，需按照表 6-37 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

·磁感应强度

单回三角段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 10.5m，磁感应强度预测结果见表 6-38，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-27；在**居民区**导线对地最低高度 14m 时，磁感应强度预测结果见表 6-39~表 6-40，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-28~图 6-29。磁感应强度等值线图见图 6-30~图 6-31。

从表 6-38 和图 6-27 可以看出，单回三角段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 10.5m，离地 1.5m 处磁感应强度最大值分别为 22.8 μ T；从表 6-39~表 6-40 和图 6-28~图 6-29 可以看出，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m 处磁感应强度最大值分别为 16.0 μ T、21.5 μ T，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-38 单回三角段在非居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JC4		
导线对地最低高度（m）	h=10.5	h=11	h=12
	离地 1.5m		
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μ T）	磁感应强度（ μ T）	磁感应强度（ μ T）
-70	1.2	1.2	1.2
-60	1.6	1.6	1.6
-50	2.3	2.3	2.3

最不利塔型	JC4		
导线对地最低高度 (m)	h=10.5	h=11	h=12
	离地 1.5m		
距线路中心线地面 投影距离 (m)	磁感应强度 (μT)	磁感应强度 (μT)	磁感应强度 (μT)
-40	3.7	3.7	3.6
-30	6.8	6.7	6.5
-20	14.8	14.1	13.0
-10 (左边导线地面 投影内 4.7m)	22.8 (最大值)	21.5 (最大值)	19.3
-9 (左边导线地面投 影内 5.7m)	22.7	21.5	19.3 (最大值)
-8	22.4	21.3	19.3
-7	22.1	21.1	19.2
-6	21.8	20.8	19.0
-5	21.5	20.6	18.9
0	20.7	19.9	18.4
5	21.2	20.3	18.5
6	21.4	20.4	18.6
7	21.6	20.5	18.6
8	21.8	20.6	18.5
9	21.8	20.6	18.4
10	21.7	20.4	18.2
20	12.6	12.2	11.3
30	6.0	5.9	5.7
40	3.4	3.4	3.3
50	2.2	2.2	2.1
60	1.5	1.5	1.5
70	1.1	1.1	1.1

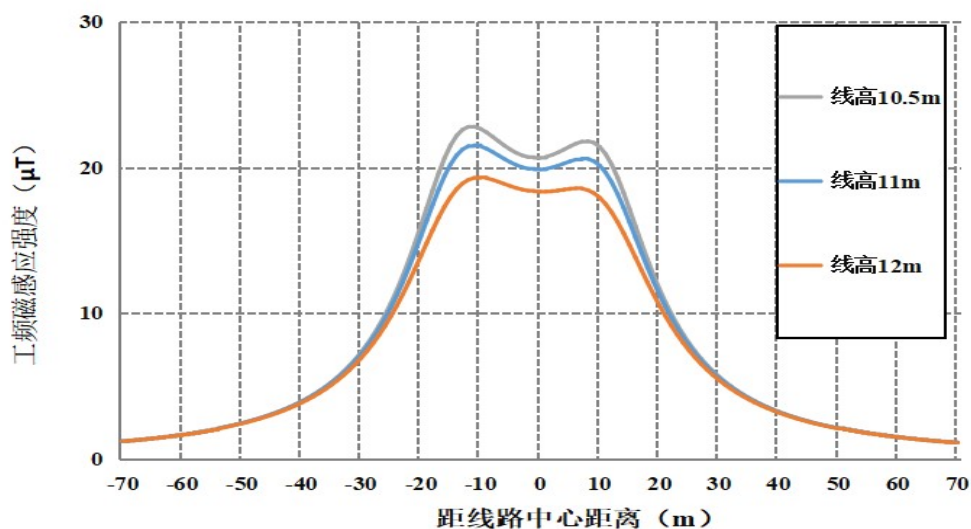


图 6-27 单回三角段通过非居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-39 单回三角段在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m								
	磁感应强度（ μT ）								
-70	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
-60	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5
-50	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
-40	3.7	3.6	3.5	3.4	3.3	3.3	3.2	3.1	3.0
-30	6.4	6.1	5.9	5.6	5.4	5.2	4.9	4.7	4.5
-20	11.7	10.8	10.0	9.3	8.7	8.1	7.6	7.1	6.7
-10	15.9	14.5	13.3	12.2	11.2	10.4	9.6	8.9	8.3
-8（左边导线地面投影内 6.7m）	16.0（最大值）	14.6	13.4	12.4	11.4	10.6	9.8	9.1	8.5
-7（左边导线地面投影内 7.7m）	15.9	14.6（最大值）	13.5	12.4	11.5	10.6	9.9	9.2	8.5
-6	15.9	14.6	13.5	12.4	11.5	10.7	9.9	9.2	8.6
-5（左边导线地面投影内 9.7m）	15.9	14.6	13.5（最大值）	12.5（最大值）	11.5	10.7	9.9	9.2	8.6
-4（左边导线地面投影内 10.7m）	15.8	14.6	13.5	12.5	11.5（最大值）	10.7	9.9	9.3	8.6
-3（左边导线地面投影内 11.7m）	15.7	14.5	13.4	12.4	11.5	10.7（最大值）	9.9（最大值）	9.3（最大值）	8.6（最大值）
-2	15.7	14.5	13.4	12.4	11.5	10.7	9.9	9.3	8.6
-1	15.7	14.5	13.4	12.4	11.5	10.7	9.9	9.2	8.6
0	15.6	14.4	13.4	12.4	11.5	10.6	9.9	9.2	8.6
1	15.6	14.4	13.3	12.3	11.4	10.6	9.9	9.2	8.6
2	15.6	14.4	13.3	12.3	11.4	10.5	9.8	9.1	8.5
3	15.6	14.3	13.2	12.2	11.3	10.5	9.7	9.1	8.4

最不利塔型	JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 1.5m								
4	15.5	14.3	13.1	12.1	11.2	10.4	9.7	9.0	8.4
5	15.5	14.2	13.0	12.0	11.1	10.3	9.6	8.9	8.3
6	15.4	14.1	12.9	11.9	11.0	10.2	9.4	8.8	8.2
7	15.3	13.9	12.8	11.8	10.9	10.0	9.3	8.7	8.1
8	15.1	13.8	12.6	11.6	10.7	9.9	9.2	8.5	8.0
10	14.6	13.3	12.1	11.1	10.3	9.5	8.8	8.2	7.7
20	9.2	8.6	8.1	7.6	7.2	6.8	6.4	6.0	5.7
30	5.1	4.9	4.7	4.6	4.4	4.3	4.1	4.0	3.8
40	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6
50	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
60	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3
70	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

表 6-40 单回三角段在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m								
	磁感应强度（ μT ）								
-70	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1
-60	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5
-50	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2
-40	3.9	3.8	3.8	3.7	3.6	3.5	3.4	3.3	3.3
-30	7.2	6.9	6.6	6.4	6.1	5.9	5.6	5.4	5.2
-20	15.2	13.9	12.7	11.7	10.8	10.0	9.3	8.7	8.1
-11（左边导线地面投影内 3.7m）	21.5（最大值）	19.3	17.4	15.8	14.3	13.1	12.0	11.1	10.2
-10（左边导线地面投影内 4.7m）	21.5	19.3（最大值）	17.5	15.9	14.5	13.3	12.2	11.2	10.4
-9（左边导线地面投影内 5.7m）	21.3	19.3	17.5（最大值）	15.9	14.6	13.4	12.3	11.3	10.5
-8（左边导线地面投影内 6.7m）	21.1	19.2	17.5	16.0（最大值）	14.6	13.4	12.4	11.4	10.6
-7（左边导线地面投影内 7.7m）	20.8	19.0	17.4	15.9	14.6（最大值）	13.5	12.4	11.5	10.6
-6	20.6	18.9	17.3	15.9	14.6	13.5	12.4	11.5	10.7
-5（左边导线地面投影内 9.7m）	20.4	18.7	17.2	15.9	14.6	13.5（最大值）	12.5（最大值）	11.5	10.7
-4（左边导线地面投影内 10.7m）	20.2	18.6	17.1	15.8	14.6	13.5	12.5	11.5（最大值）	10.7
-3（左边导线地面投影内 11.7m）	20.0	18.5	17.1	15.7	14.5	13.4	12.4	11.5	10.7（最大值）
0	19.9	18.3	16.9	15.6	14.4	13.4	12.4	11.5	10.6

最不利塔型	JC4								
	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 4.5m								
导线对地最低高度（m）									
10	20.1	17.9	16.1	14.6	13.3	12.1	11.1	10.3	9.5
20	11.3	10.5	9.8	9.2	8.6	8.1	7.6	7.2	6.8
30	5.5	5.4	5.2	5.1	4.9	4.7	4.6	4.4	4.3
40	3.2	3.2	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8
50	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
60	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
70	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0

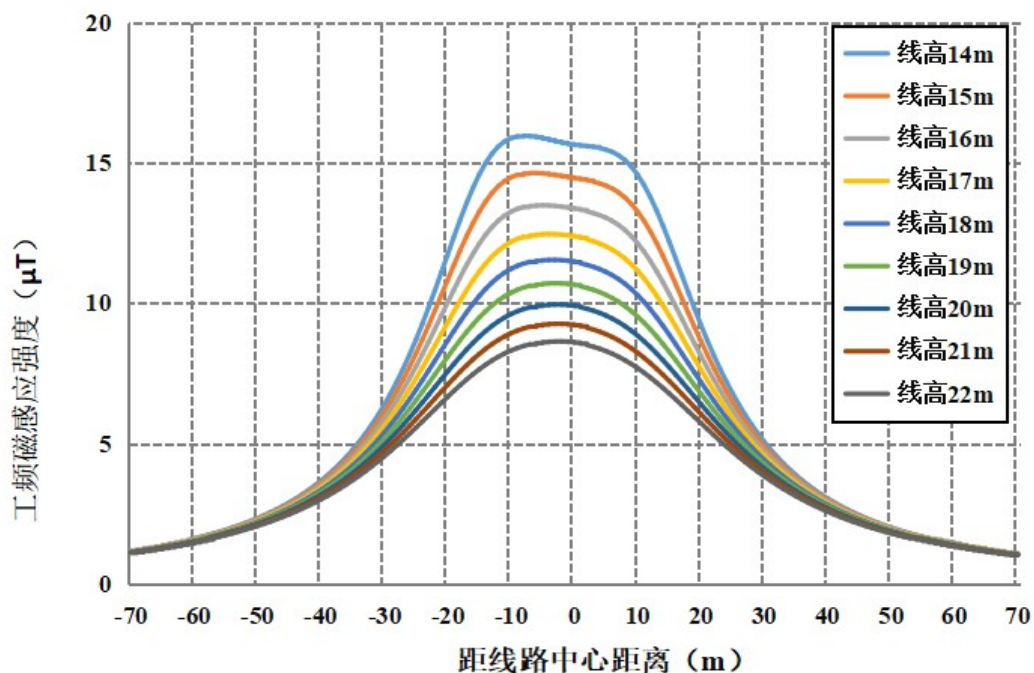


图 6-28 单回三角段在居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图（离地 1.5m）

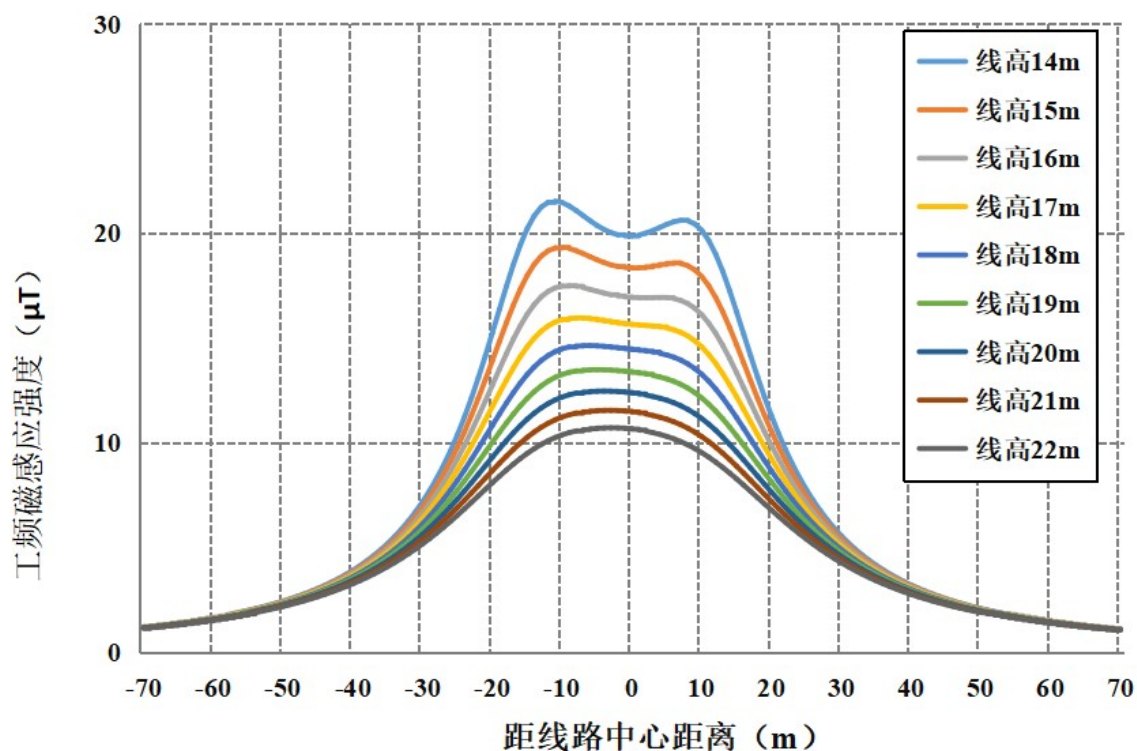


图 6-29 单回三角段在居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图（离地 4.5m）

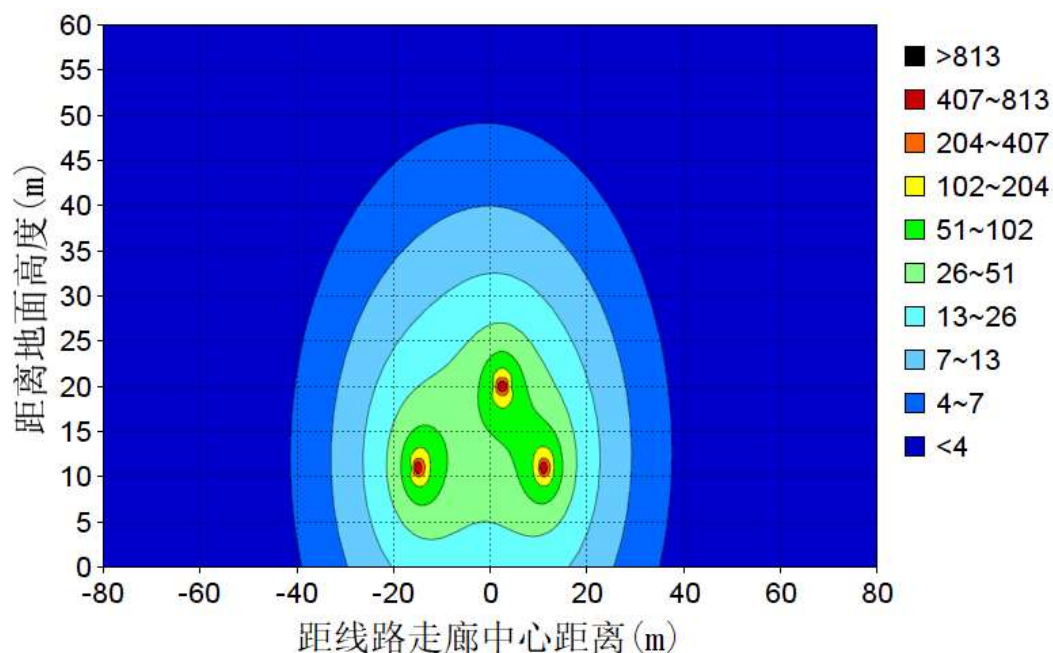


图 6-30 单回三角段对地高度 11m 的磁感应强度等值线图

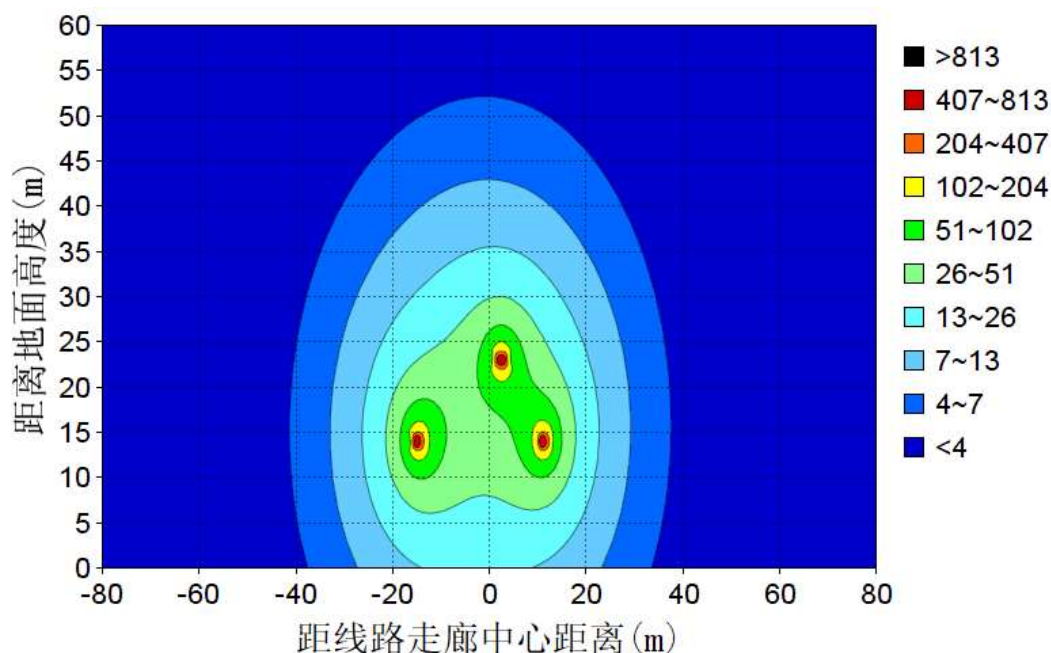


图 6-31 单回三角段对地高度 14m 的磁感应强度等值线图

3) 单回水平并行段

·电场强度

单回水平并行段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBC4+ZBC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 时，电场强度预测结果见表 6-41，电场强度随距离变化趋势见图 6-32，在**居民区**导线对地最低高度 14m 及抬高时，电场强度预测结果见表 6-42~表 6-43，电场强度随距离变化趋势见图 6-33~图 6-34，电场强度等值线图见图 6-35~图 6-36。

从表 6-41 和图 6-32 中可以看出，单回水平并行段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBC4+ZBC4 塔，通过**非居民区**，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 10700V/m，出现在距线路中心线地面投影 54m（左线左边导线地面投影外 0.5m、右线右边导线地面投影外 0.5m）处，不能满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升为 12m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9385V/m，出现在距线路中心线地面投影 54m（左线左边导线地面投影外 0.5m、右线右边导线地面投影外 0.5m）处，满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线地面投影 67m（左线左边导线地面投影外 13.5m、右线右边导线地面投影外 13.5m）处电场强度为 3714V/m（小于 4000V/m），此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

从表 6-42~表 6-43 及图 6-33~图 6-34 中可以看出，单回水平并行段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBC4+ZBC4 塔，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m 处电场强度最大值分别为 7410V/m、8522V/m，分别出现在距线路中心线地面投影 54m（左线左边导线地面投影外 0.5m、右线右边导线地面投影外 0.5m）处，均不满足电场强度公众曝露限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升至 21m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3911V/m，出现在距中心线地面投影 56m（左线左边导线地面投影外 2.5m、右线右边导线地面投影外 2.5m）处；当导线对地最低高度抬升至 22m 时，离地 4.5m 处电场强度最大值为 3872V/m，出现在距中心线地面投影 55m（左线左边导线地面投影外 1.5m、右线右边导线地面投影外 1.5m）处；均能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-41 单回水平并行段在非居民区最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	ZBC4+ZBC4	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）
-70	2745	2783
-67（左线左边导线地面投影外 13.5m）	3735	3714
-66	4152	4097
-60	7724	7159
-54（左线左边导线地面投影外 0.5m）	10700（最大值）	9385（最大值）
-50	9042	8043
-40	7839	7003
-30	7773	6930
-20	8790	7764
-10	7125	6522
-6	4302	4108
-5（左线右边导线地面投影外 11.5m）	3731	3597

最不利塔型	ZBC4+ZBC4	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）
0	2203	2206
5（右线左边导线地面投影外 11.5m）	3731	3597
6	4302	4108
10	7125	6522
20	8790	7764
30	7773	6930
40	7839	7003
50	9042	8043
54（右线右边导线地面投影外 0.5m）	10700（最大值）	9385（最大值）
60	7724	7159
66	4152	4097
67（右线右边导线地面投影外 13.5m）	3735	3714
70	2745	2783

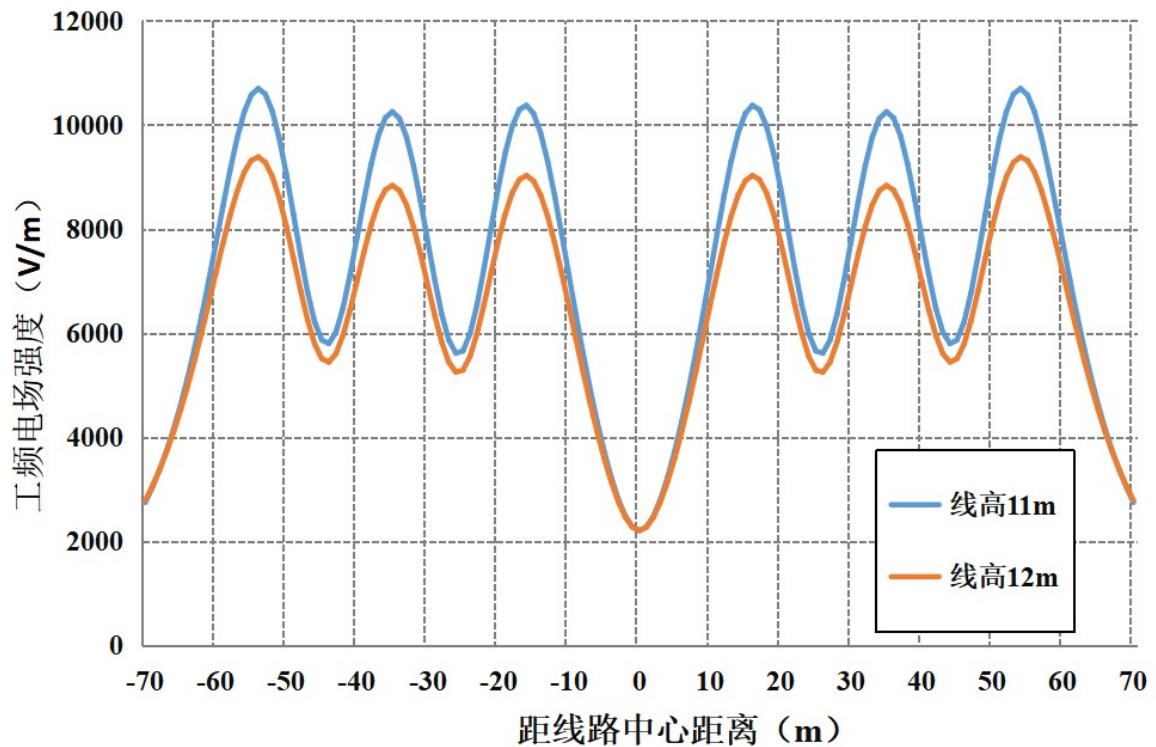


图 6-32 单回水平并行段通过非居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-42 单回水平并行段在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）								
-70	2792	2770	2735	2689	2634	2572	2505	2435	2363
-67	3594	3507	3408	3300	3187	3072	2956	2840	2726
-66（左线左边导线地面投影外 12.5m）	3909	3789	3660	3525	3387	3249	3113	2979	2849
-65（左线左边导线地面投影外 11.5m）	4246	4088	3924	3757	3592	3429	3270	3117	2970
-64（左线左边导线地面投影外 10.5m）	4604	4401	4197	3995	3798	3608	3426	3252	3087
-63	4980	4725	4475	4234	4003	3784	3577	3382	3199
-62（左线左边导线地面投影外 8.5m）	5368	5054	4754	4470	4204	3954	3721	3504	3302
-61	5759	5380	5026	4698	4394	4113	3854	3616	3396
-60（左线左边导线地面投影外 6.5m）	6142	5694	5284	4909	4568	4257	3973	3714	3477
-59	6504	5985	5518	5099	4721	4381	4073	3795	3542
-56（左线左边导线地面投影外 2.5m）	7294	6590	5983	5456	4995	4589	4230（最大值）	3911（最大值）	3627（最大值）
-55（左线左边导线地面投影外 1.5m）	7402	6662（最大值）	6029（最大值）	5483（最大值）	5008（最大值）	4592（最大值）	4226	3901	3613
-54（左线左边导线地面投影外 0.5m）	7410（最大值）	6654	6010	5456	4977	4558	4190	3865	3577
-52	7118	6394	5777	5247	4787	4386	4033	3721	3443
-51（左线左边导线地面投影内 2.5m）	6833	6155	5575	5073	4637	4254	3917	3618	3351
-50	6480	5863	5330	4866	4460	4101	3783	3499	3245
-49（左线左边导线地面投影	6084	5538	5060	4639	4266	3935	3638	3372	3132

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）								
内 4.5m)									
-48	5681	5207	4786	4408	4070	3766	3491	3242	3016
-47（左线左边导线地面投影内 6.5m）	5308	4901	4530	4193	3886	3606	3351	3117	2904
-41（左线左边导线地面投影内 12.5m）	5294	4806	4369	3978	3627	3313	3031	2778	2550
-40	5622	5054	4554	4112	3722	3376	3068	2795	2551
-37（左线左边导线地面投影内 16.5m）	6495	5720	5057	4487	3993	3565	3192	2865	2578
-36	6644	5833	5142	4549	4038	3595	3210	2873	2578
-34	6630	5817	5123	4528	4015	3569	3182	2843	2545
-33（左线右边导线地面投影内 16.5m）	6465	5686	5019	4444	3946	3513	3135	2803	2511
-32	6210	5485	4860	4318	3846	3433	3070	2751	2469
-31	5889	5233	4662	4162	3723	3336	2994	2691	2421
-30（左线右边导线地面投影内 13.5m）	5531	4954	4443	3991	3590	3232	2914	2629	2374
-28	4861	4434	4042	3683	3354	3055	2781	2531	2303
-27（左线右边导线地面投影内 10.5m）	4633	4260	3911	3586	3285	3006	2748	2511	2292
-25（左线右边导线地面投影内 8.5m）	4561	4218	3893	3586	3299	3031	2781	2550	2335
-24	4734	4361	4012	3688	3386	3107	2848	2609	2389
-23（左线右边导线地面投影内 6.5m）	5019	4592	4201	3844	3517	3217	2943	2691	2460
-22	5377	4881	4437	4037	3677	3351	3055	2786	2542
-21（左线右边导线地面投影	5767	5195	4692	4246	3849	3494	3176	2888	2628

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m								
内 4.5m)	电场强度（V/m）								
-20	6147	5502	4942	4451	4019	3635	3294	2988	2713
-12	6231	5608	5055	4562	4123	3730	3378	3061	2776
-11（左线右边导线地面投影外 5.5m）	5853	5300	4802	4353	3948	3583	3253	2955	2685
-10	5434	4954	4513	4111	3744	3410	3105	2828	2576
-9（左线右边导线地面投影外 7.5m）	4993	4582	4200	3845	3518	3216	2939	2685	2452
-8（左线右边导线地面投影外 8.5m）	4543	4199	3873	3565	3277	3009	2760	2530	2317
-7（左线右边导线地面投影外 9.5m）	4098	3815	3541	3279	3029	2794	2574	2368	2176
-6（左线右边导线地面投影外 10.5m）	3670	3442	3216	2995	2783	2579	2386	2204	2033
-5	3269	3090	2907	2724	2545	2371	2205	2045	1894
0	2147	2092	2024	1945	1860	1770	1678	1584	1491
5	3269	3090	2907	2724	2545	2371	2205	2045	1894
6（右线左边导线地面投影外 10.5m）	3670	3442	3216	2995	2783	2579	2386	2204	2033
7（右线左边导线地面投影外 9.5m）	4098	3815	3541	3279	3029	2794	2574	2368	2176
8（右线左边导线地面投影外 8.5m）	4543	4199	3873	3565	3277	3009	2760	2530	2317
9（右线左边导线地面投影外 7.5m）	4993	4582	4200	3845	3518	3216	2939	2685	2452
10	5434	4954	4513	4111	3744	3410	3105	2828	2576
11（右线左边导线地面投影	5853	5300	4802	4353	3948	3583	3253	2955	2685

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 1.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
外 5.5m）									
12	6231	5608	5055	4562	4123	3730	3378	3061	2776
20	6147	5502	4942	4451	4019	3635	3294	2988	2713
21（右线左边导线地面投影内 4.5m）	5767	5195	4692	4246	3849	3494	3176	2888	2628
22	5377	4881	4437	4037	3677	3351	3055	2786	2542
23（右线左边导线地面投影内 6.5m）	5019	4592	4201	3844	3517	3217	2943	2691	2460
24	4734	4361	4012	3688	3386	3107	2848	2609	2389
25（右线左边导线地面投影内 8.5m）	4561	4218	3893	3586	3299	3031	2781	2550	2335
26	4526	4183	3858	3552	3264	2996	2747	2516	2302
27（右线左边导线地面投影内 10.5m）	4633	4260	3911	3586	3285	3006	2748	2511	2292
28	4861	4434	4042	3683	3354	3055	2781	2531	2303
30（右线左边导线地面投影内 13.5m）	5531	4954	4443	3991	3590	3232	2914	2629	2374
31	5889	5233	4662	4162	3723	3336	2994	2691	2421
32	6210	5485	4860	4318	3846	3433	3070	2751	2469
33（右线左边导线地面投影内 16.5m）	6465	5686	5019	4444	3946	3513	3135	2803	2511
34	6630	5817	5123	4528	4015	3569	3182	2843	2545
36	6644	5833	5142	4549	4038	3595	3210	2873	2578
37（右线右边导线地面投影内 16.5m）	6495	5720	5057	4487	3993	3565	3192	2865	2578
40	5622	5054	4554	4112	3722	3376	3068	2795	2551
41（右线右边导线地面投影	5294	4806	4369	3978	3627	3313	3031	2778	2550

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 1.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
内 12.5m）									
45（右线右边导线地面投影内 8.5m）	4808	4481	4171	3881	3610	3359	3126	2911	2712
46	5005	4649	4318	4011	3728	3467	3226	3005	2801
47（右线右边导线地面投影内 6.5m）	5308	4901	4530	4193	3886	3606	3351	3117	2904
48	5681	5207	4786	4408	4070	3766	3491	3242	3016
49（右线右边导线地面投影内 4.5m）	6084	5538	5060	4639	4266	3935	3638	3372	3132
50	6480	5863	5330	4866	4460	4101	3783	3499	3245
51（右线右边导线地面投影内 2.5m）	6833	6155	5575	5073	4637	4254	3917	3618	3351
52	7118	6394	5777	5247	4787	4386	4033	3721	3443
54（右线右边导线地面投影外 0.5m）	7410（最大值）	6654	6010	5456	4977	4558	4190	3865	3577
55（右线右边导线地面投影外 1.5m）	7402	6662（最大值）	6029（最大值）	5483（最大值）	5008（最大值）	4592（最大值）	4226	3901	3613
56（右线右边导线地面投影外 2.5m）	7294	6590	5983	5456	4995	4589	4230（最大值）	3911（最大值）	3627（最大值）
59	6504	5985	5518	5099	4721	4381	4073	3795	3542
60（右线右边导线地面投影外 6.5m）	6142	5694	5284	4909	4568	4257	3973	3714	3477
61	5759	5380	5026	4698	4394	4113	3854	3616	3396
62（右线右边导线地面投影外 8.5m）	5368	5054	4754	4470	4204	3954	3721	3504	3302
63	4980	4725	4475	4234	4003	3784	3577	3382	3199
64（右线右边导线地面投影	4604	4401	4197	3995	3798	3608	3426	3252	3087

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 1.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
外 10.5m）									
65（右线右边导线地面投影外 11.5m）	4246	4088	3924	3757	3592	3429	3270	3117	2970
66（右线右边导线地面投影外 12.5m）	3909	3789	3660	3525	3387	3249	3113	2979	2849
67	3594	3507	3408	3300	3187	3072	2956	2840	2726
70	2792	2770	2735	2689	2634	2572	2505	2435	2363

表 6-43 单回水平并行段在居民区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）								
-70	2775	2763	2736	2696	2647	2590	2526	2459	2388
-66（左线左边导线地面投影外 12.5m）	3943	3836	3716	3587	3452	3316	3179	3044	2913
-65（左线左边导线地面投影外 11.5m）	4309	4163	4006	3843	3678	3514	3353	3197	3047
-64（左线左边导线地面投影外 10.5m）	4707	4513	4312	4110	3910	3716	3529	3349	3179
-63（左线左边导线地面投影外 9.5m）	5135	4883	4631	4384	4146	3918	3702	3498	3307
-62（左线左边导线地面投影外 8.5m）	5590	5269	4958	4661	4381	4117	3871	3641	3428
-61	6065	5665	5288	4936	4610	4309	4031	3775	3540
-60（左线左边导线地面投影外 6.5m）	6551	6060	5611	5200	4827	4487	4178	3897	3641
-59	7031	6443	5917	5446	5025	4647	4308	4002	3726
-55（左线左边导线地面投影外 1.5m）	8431	7492	6709	6048	5483	4995（最大值）	4572（最大值）	4200（最大值）	3872（最大值）
-54（左线左边导线地面投影外 0.5m）	8522（最大值）	7547（最大值）	6740（最大值）	6061（最大值）	5484（最大值）	4989	4559	4183	3853
-52	8298	7352	6567	5905	5342	4858	4438	4070	3747
--51（左线左边导线地面投影内 2.5m）	8008	7121	6377	5747	5208	4742	4337	3981	3667
-50	7636	6827	6140	5552	5044	4603	4216	3876	3574
-49	7222	6500	5877	5336	4864	4450	4085	3761	3472
-48（左线左边导线地面投影内 5.5m）	6809	6172	5611	5118	4682	4296	3952	3645	3369

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 4.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
-46	6148	5639	5175	4754	4373	4029	3718	3436	3181
-45（左线左边导线地面投影内 8.5m）	5970	5489	5047	4642	4274	3939	3634	3358	3106
-41（左线左边导线地面投影内 12.5m）	6516	5876	5307	4801	4352	3952	3597	3280	2997
-40	6875	6146	5508	4949	4458	4026	3645	3307	3008
-31	7198	6367	5650	5029	4488	4014	3598	3231	2906
-30（左线右边导线地面投影内 13.5m）	6804	6066	5419	4850	4349	3907	3514	3166	2856
-27	5867	5346	4866	4426	4026	3662	3330	3029	2755
-26（左线右边导线地面投影内 9.5m）	5756	5262	4803	4382	3995	3642	3319	3024	2756
-22（左线右边导线地面投影内 5.5m）	6564	5905	5322	4805	4347	3938	3571	3243	2947
-21	6963	6216	5568	5002	4506	4068	3679	3332	3022
-20	7362	6527	5813	5198	4664	4196	3785	3420	3096
-18（左线右边导线地面投影内 1.5m）	7993	7015	6199	5507	4915	4402	3955	3562	3215
-17	8152	7142	6301	5591	4984	4460	4004	3603	3250
-15	8064	7088	6270	5574	4977	4458	4005	3606	3253
-14（左线右边导线地面投影外 2.5m）	7821	6909	6135	5471	4896	4395	3954	3565	3220
-12	7040	6309	5667	5100	4599	4154	3757	3402	3083
-11（左线右边导线地面投影外 5.5m）	6557	5926	5360	4852	4396	3986	3617	3284	2984
-10	6048	5514	5023	4575	4166	3794	3456	3149	2869
-9（左线右边导线地面投影	5535	5090	4671	4281	3920	3587	3280	2999	2741

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）								
外 7.5m）									
-8（左线右边导线地面投影外 8.5m）	5034	4668	4316	3981	3665	3370	3095	2840	2605
-7（左线右边导线地面投影外 9.5m）	4559	4262	3968	3683	3410	3151	2907	2678	2465
-6（左线右边导线地面投影外 10.5m）	4120	3880	3638	3397	3163	2938	2722	2518	2326
-5（左线右边导线地面投影外 11.5m）	3724	3533	3334	3132	2932	2737	2548	2367	2194
0	2709	2627	2531	2423	2309	2190	2069	1949	1829
5（右线左边导线地面投影外 11.5m）	3724	3533	3334	3132	2932	2737	2548	2367	2194
6（右线左边导线地面投影外 10.5m）	4120	3880	3638	3397	3163	2938	2722	2518	2326
7（右线左边导线地面投影外 9.5m）	4559	4262	3968	3683	3410	3151	2907	2678	2465
8（右线左边导线地面投影外 8.5m）	5034	4668	4316	3981	3665	3370	3095	2840	2605
9（右线左边导线地面投影外 7.5m）	5535	5090	4671	4281	3920	3587	3280	2999	2741
10	6048	5514	5023	4575	4166	3794	3456	3149	2869
11（右线左边导线地面投影外 5.5m）	6557	5926	5360	4852	4396	3986	3617	3284	2984
12	7040	6309	5667	5100	4599	4154	3757	3402	3083
14（右线左边导线地面投影外 2.5m）	7821	6909	6135	5471	4896	4395	3954	3565	3220
15	8064	7088	6270	5574	4977	4458	4005	3606	3253

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 4.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
17	8152	7142	6301	5591	4984	4460	4004	3603	3250
18（右线左边导线地面投影内 1.5m）	7993	7015	6199	5507	4915	4402	3955	3562	3215
20	7362	6527	5813	5198	4664	4196	3785	3420	3096
21	6963	6216	5568	5002	4506	4068	3679	3332	3022
22（右线左边导线地面投影内 5.5m）	6564	5905	5322	4805	4347	3938	3571	3243	2947
25	5780	5283	4825	4403	4016	3663	3340	3046	2777
26（右线左边导线地面投影内 9.5m）	5756	5262	4803	4382	3995	3642	3319	3024	2756
30（右线左边导线地面投影内 13.5m）	6804	6066	5419	4850	4349	3907	3514	3166	2856
31	7198	6367	5650	5029	4488	4014	3598	3231	2906
40	6875	6146	5508	4949	4458	4026	3645	3307	3008
41（右线右边导线地面投影内 12.5m）	6516	5876	5307	4801	4352	3952	3597	3280	2997
45（右线右边导线地面投影内 8.5m）	5970	5489	5047	4642	4274	3939	3634	3358	3106
46	6148	5639	5175	4754	4373	4029	3718	3436	3181
48（右线右边导线地面投影内 5.5m）	6809	6172	5611	5118	4682	4296	3952	3645	3369
49	7222	6500	5877	5336	4864	4450	4085	3761	3472
50	7636	6827	6140	5552	5044	4603	4216	3876	3574
51（右线左边导线地面投影内 2.5m）	8008	7121	6377	5747	5208	4742	4337	3981	3667
52	8298	7352	6567	5905	5342	4858	4438	4070	3747
54（右线右边导线地面投影	8522（最大	7547（最大	6740（最大	6061（最大	5484（最大	4989	4559	4183	3853

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 4.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
外 0.5m）	值）	值）	值）	值）	值）				
55（右线右边导线地面投影外 1.5m）	8431	7492	6709	6048	5483	4995（最大值）	4572（最大值）	4200（最大值）	3872（最大值）
59	7031	6443	5917	5446	5025	4647	4308	4002	3726
60（右线右边导线地面投影外 6.5m）	6551	6060	5611	5200	4827	4487	4178	3897	3641
61	6065	5665	5288	4936	4610	4309	4031	3775	3540
62（右线右边导线地面投影外 8.5m）	5590	5269	4958	4661	4381	4117	3871	3641	3428
63（右线右边导线地面投影外 9.5m）	5135	4883	4631	4384	4146	3918	3702	3498	3307
64（右线右边导线地面投影外 10.5m）	4707	4513	4312	4110	3910	3716	3529	3349	3179
65（右线右边导线地面投影外 11.5m）	4309	4163	4006	3843	3678	3514	3353	3197	3047
66（右线右边导线地面投影外 12.5m）	3943	3836	3716	3587	3452	3316	3179	3044	2913
70	2775	2763	2736	2696	2647	2590	2526	2459	2388

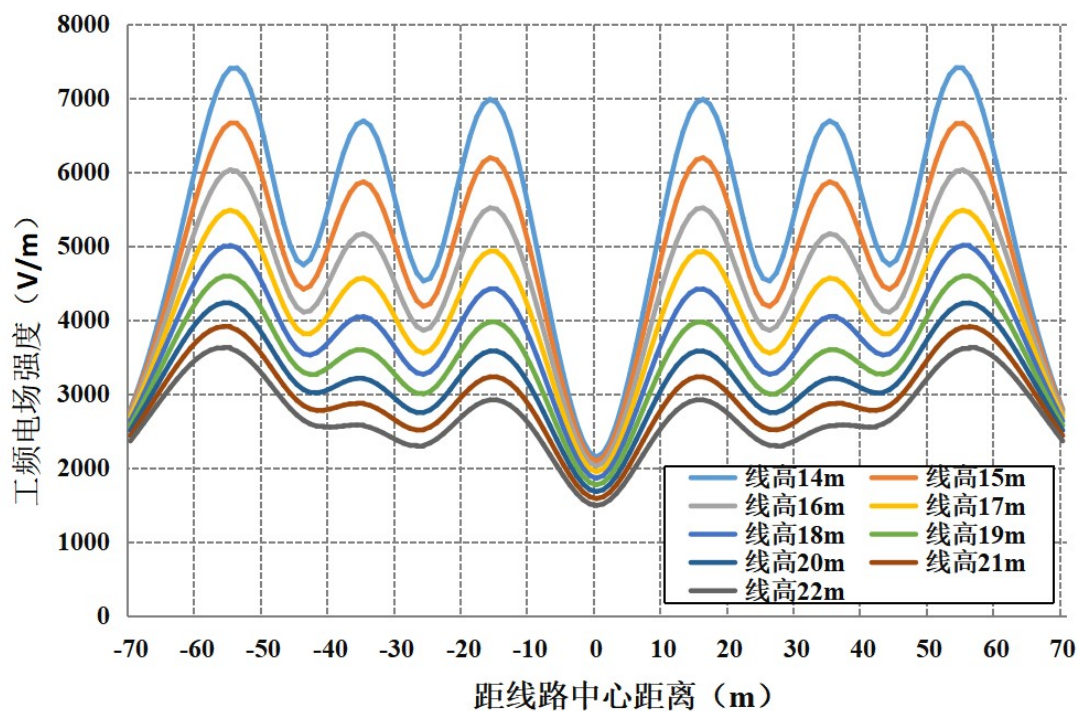


图 6-33 单回水平并行段在居民区电场强度随距离变化趋势图(距地面 1.5m 高处)

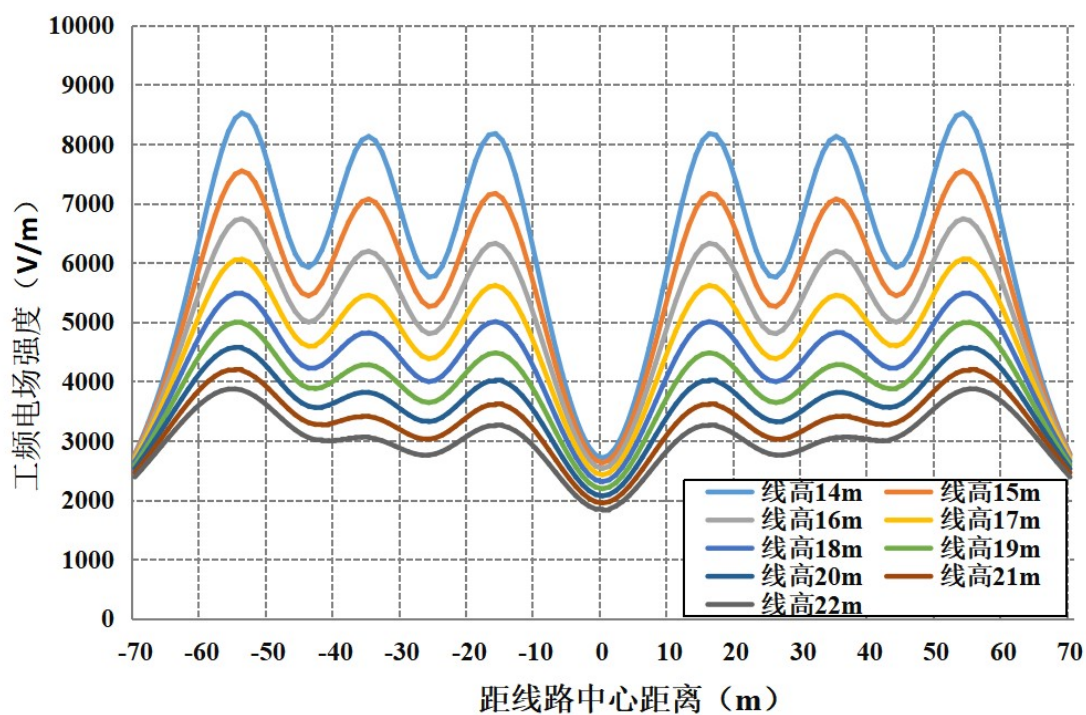


图 6-34 单回水平并行段在居民区电场强度随距离变化趋势图(距地面 4.5m 高处)

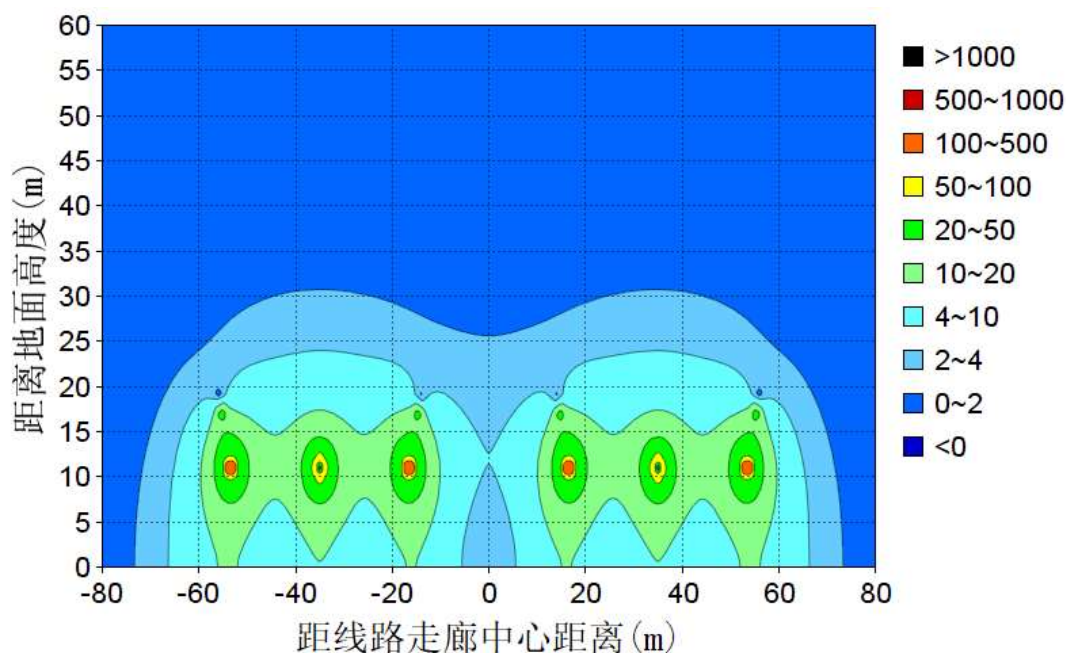


图 6-35 单回水平并行段对地高度 11m 的电场强度等值线图（单位：kV/m）

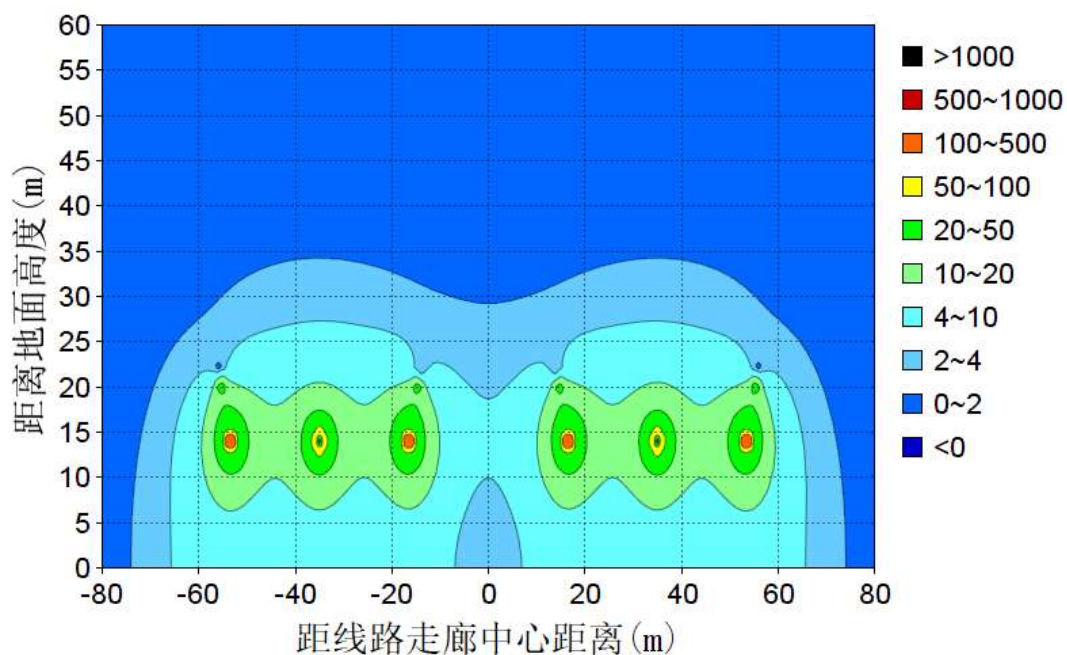


图 6-36 单回水平并行段对地高度 14m 的电场强度等值线图（单位：kV/m）

鉴于本项目尚未完成施工图设计，单回水平并行段线路所经区域评价范围内的居民房屋尚不确定，按初设路径方案，并结合现场踏勘，本段线路评价范围内为 1~2 层尖顶房，为确保居民房屋不同楼层电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-44。

表 6-44 单回水平并行段距边导线不同距离的居民房屋处对应导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
5	21	22
6	20	21
7	20	21
8	19	20
9	19	19
10	17	18
11	16	17
12	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

由表 6-42~表 6-43 及图 6-33~图 6-34 可以看出，单回水平并行段线路边导线地面投影 12m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 12m 时，需按照表 6-44 的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

·磁感应强度

单回水平并行段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBC4+ZBC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m，磁感应强度预测结果见表 6-45，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-37；在**居民区**导线对地最低高度 14m 时，磁感应强度预测结果见表 6-46 表 6-47，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-38~图 6-39，磁感应强度等值线图见图 6-40~图 6-41。

从表 6-45 和图 6-37 可以看出，单回水平并行段线路采用拟选塔中最不利塔型 ZBC4+ZBC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 及抬升至 12m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值分别为 23.9 μ T、21.6 μ T；从表 6-46 表 6-47 和图 6-38~图 6-39 可以看出，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m 处磁感应强度最大值分别为 17.8 μ T、23.9 μ T，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-45 单回水平并行段在非居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZBC4+ZBC4	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
	离地 1.5m	
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μ T）	磁感应强度（ μ T）
-70	7.8	7.6
-60	15.5	14.4

最不利塔型	ZBC4+ZBC4	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
	离地 1.5m	
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μT ）	磁感应强度（ μT ）
-50	23.4	21.0
-40	23.3	21.2
-35（左线右边导线地面投影内 18.5m）	23.9（最大值）	21.6（最大值）
-30	23.0	20.9
-20	22.2	19.8
-10	15.4	14.0
0	11.1	10.3
10	15.4	14.0
20	22.2	19.8
30	23.0	20.9
35（右线右边导线地面投影内 18.5m）	23.9（最大值）	21.6（最大值）
40	23.3	21.2
50	23.4	21.0
60	15.5	14.4
70	7.8	7.6

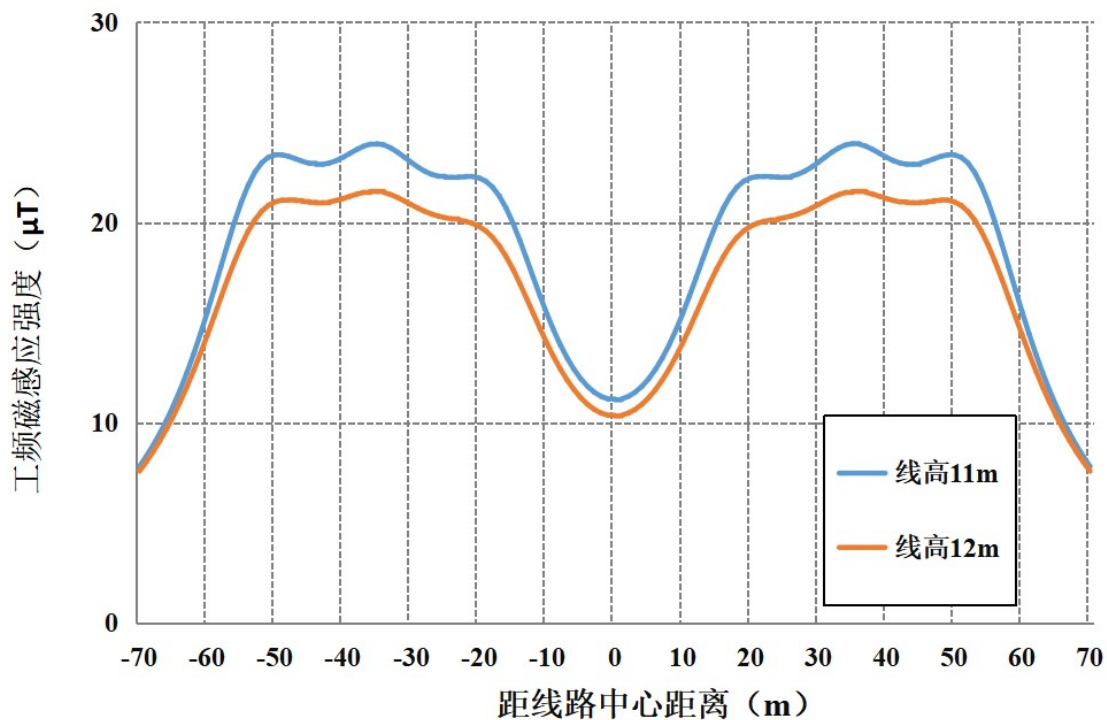


图 6-37 单回水平并行段通过非居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-46 单回水平并行段在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

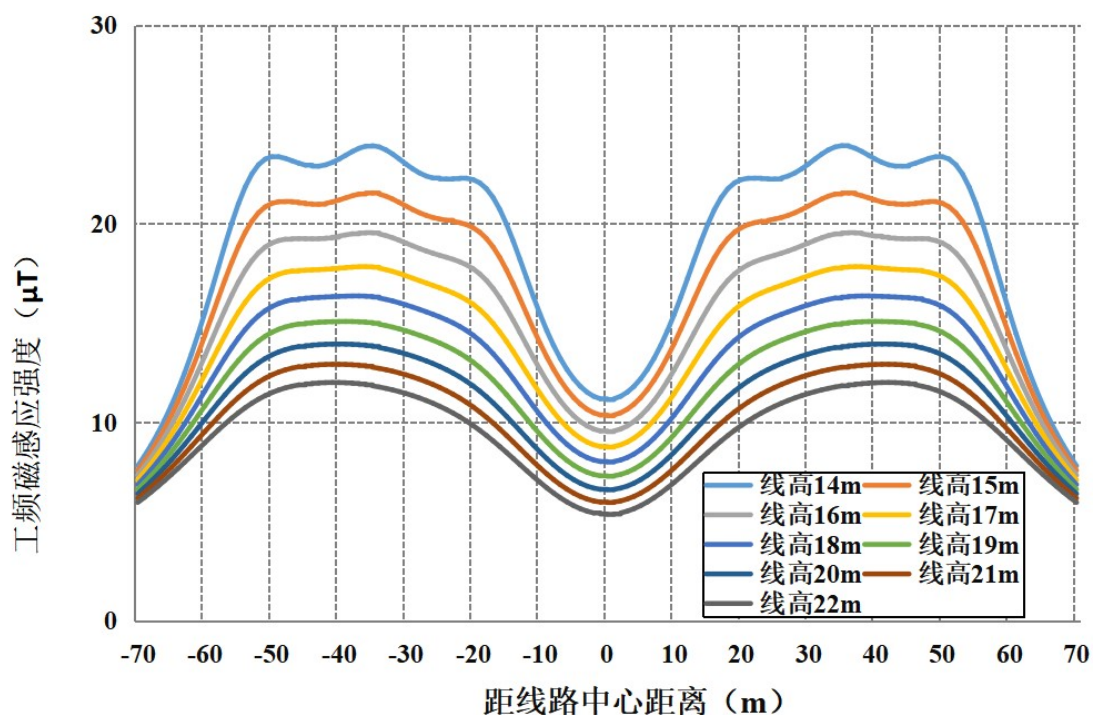
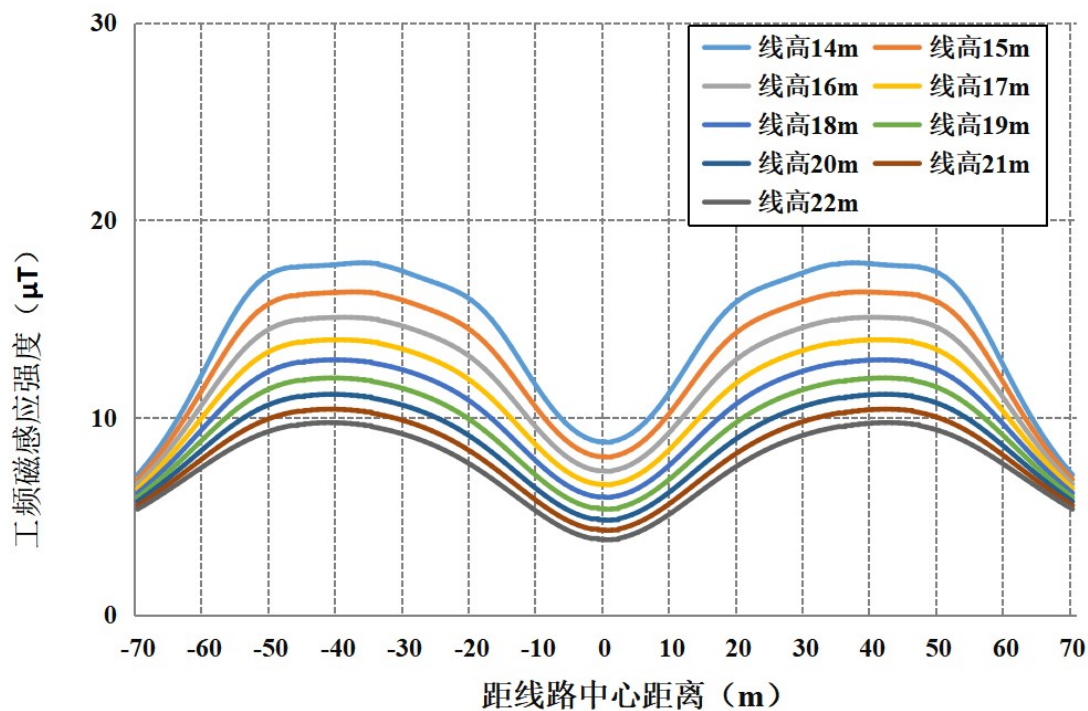
最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m								
	磁感应强度（ μT ）								
-70	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0	5.8	5.6	5.4
-60	12.4	11.6	10.8	10.1	9.5	9.0	8.5	8.0	7.6
-50	17.3	15.8	14.5	13.4	12.4	11.5	10.7	10.0	9.3
-42（左线左边导线地面投影内 11.5m）	17.7	16.3	15.1	13.9	12.9	12.0	11.2	10.4（最大值）	9.7（最大值）
-41（左线左边导线地面投影内 12.5m）	17.7	16.3	15.1	13.9	12.9（最大值）	12.0（最大值）	11.2（最大值）	10.4	9.7
-40（左线左边导线地面投影内 13.5m）	17.8	16.3	15.1	13.9（最大值）	12.9	12.0	11.2	10.4	9.7
-39（左线左边导线地面投影内 14.5m）	17.8	16.4	15.1（最大值）	13.9	12.9	12.0	11.1	10.4	9.7
-38（左线左边导线地面投影内 15.5m）	17.8	16.4（最大值）	15.1	13.9	12.9	12.0	11.1	10.4	9.7
-37（左线左边导线地面投影内 16.5m）	17.8（最大值）	16.4	15.1	13.9	12.9	11.9	11.1	10.3	9.6
-30	17.4	15.9	14.6	13.4	12.4	11.4	10.6	9.8	9.1
-20	15.9	14.4	13.0	11.8	10.8	9.8	9.0	8.3	7.6
-10	11.4	10.4	9.4	8.5	7.7	7.0	6.3	5.7	5.2
0	8.7	8.0	7.3	6.6	6.0	5.4	4.8	4.3	3.8
10	11.4	10.4	9.4	8.5	7.7	7.0	6.3	5.7	5.2
20	15.9	14.4	13.0	11.8	10.8	9.8	9.0	8.3	7.6
30	17.4	15.9	14.6	13.4	12.4	11.4	10.6	9.8	9.1
37（右线右边导线地面投影	17.8（最大	16.4	15.1	13.9	12.9	11.9	11.1	10.3	9.6

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 1.5m								
内 16.5m)	值)								
38(右线右边导线地面投影 内 15.5m)	17.8	16.4 (最大 值)	15.1	13.9	12.9	12.0	11.1	10.4	9.7
39(右线右边导线地面投影 内 14.5m)	17.8	16.4	15.1 (最大 值)	13.9	12.9	12.0	11.1	10.4	9.7
40(右线右边导线地面投影 内 13.5m)	17.8	16.3	15.1	13.9 (最大 值)	12.9	12.0	11.2	10.4	9.7
41(右线右边导线地面投影 内 12.5m)	17.7	16.3	15.1	13.9	12.9 (最大 值)	12.0 (最大 值)	11.2 (最大 值)	10.4	9.7
42(右线右边导线地面投影 内 11.5m)	17.7	16.3	15.1	13.9	12.9	12.0	11.2	10.4 (最大 值)	9.7 (最大 值)
50	17.3	15.8	14.5	13.4	12.4	11.5	10.7	10.0	9.3
60	12.4	11.6	10.8	10.1	9.5	9.0	8.5	8.0	7.6
70	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0	5.8	5.6	5.4

表 6-47 单回水平并行段在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m								
	磁感应强度（ μT ）								
-70	7.8	7.6	7.3	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0
-60	15.5	14.4	13.3	12.4	11.6	10.8	10.1	9.5	9.0
-50	23.4	21.0	19.0	17.3	15.8	14.5	13.4	12.4	11.5
-41（左线左边导线地面投影内 12.5m）	23.1	21.1	19.3	17.7	16.3	15.1	13.9	12.9（最大值）	12.0（最大值）
-40（左线左边导线地面投影内 13.5m）	23.3	21.2	19.4	17.8	16.3	15.1	13.9（最大值）	12.9	12.0
-39（左线左边导线地面投影内 14.5m）	23.4	21.3	19.4	17.8	16.4	15.1（最大值）	13.9	12.9	12.0
-38（左线左边导线地面投影内 15.5m）	23.6	21.4	19.5	17.8	16.4（最大值）	15.1	13.9	12.9	12.0
-37（左线左边导线地面投影内 16.5m）	23.8	21.5	19.5	17.8（最大值）	16.4	15.1	13.9	12.9	11.9
-36（左线左边导线地面投影内 17.5m）	23.9	21.5	19.6（最大值）	17.8	16.3	15.0	13.9	12.8	11.9
-35（左线左边导线地面投影内 18.5m）	23.9（最大值）	21.6（最大值）	19.5	17.8	16.3	15.0	13.8	12.8	11.8
-30	23.0	20.9	19.0	17.4	15.9	14.6	13.4	12.4	11.4
-20	22.2	19.8	17.7	15.9	14.4	13.0	11.8	10.8	9.8
-10	15.4	14.0	12.6	11.4	10.4	9.4	8.5	7.7	7.0
0	11.1	10.3	9.5	8.7	8.0	7.3	6.6	6.0	5.4
10	15.4	14.0	12.6	11.4	10.4	9.4	8.5	7.7	7.0
20	22.2	19.8	17.7	15.9	14.4	13.0	11.8	10.8	9.8

最不利塔型	ZBC4+ZBC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 4.5m								
30	23.0	20.9	19.0	17.4	15.9	14.6	13.4	12.4	11.4
35（右线右边导线地面投影内 18.5m）	23.9（最大值）	21.6（最大值）	19.5	17.8	16.3	15.0	13.8	12.8	11.8
36（右线右边导线地面投影内 17.5m）	23.9	21.5	19.6（最大值）	17.8	16.3	15.0	13.9	12.8	11.9
37（右线右边导线地面投影内 16.5m）	23.8	21.5	19.5	17.8（最大值）	16.4	15.1	13.9	12.9	11.9
38（右线右边导线地面投影内 15.5m）	23.6	21.4	19.5	17.8	16.4（最大值）	15.1	13.9	12.9	12.0
39（右线右边导线地面投影内 14.5m）	23.4	21.3	19.4	17.8	16.4	15.1（最大值）	13.9	12.9	12.0
40（右线右边导线地面投影内 13.5m）	23.3	21.2	19.4	17.8	16.3	15.1	13.9（最大值）	12.9	12.0
41（右线右边导线地面投影内 12.5m）	23.1	21.1	19.3	17.7	16.3	15.1	13.9	12.9（最大值）	12.0（最大值）
50	23.4	21.0	19.0	17.3	15.8	14.5	13.4	12.4	11.5
60	15.5	14.4	13.3	12.4	11.6	10.8	10.1	9.5	9.0
70	7.8	7.6	7.3	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0



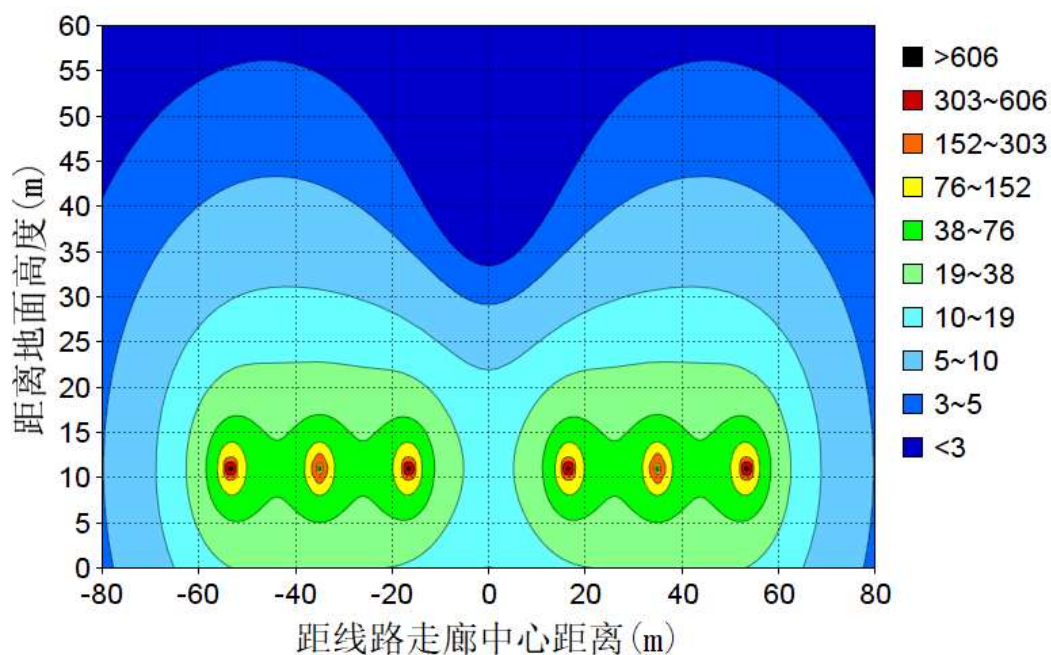


图 6-40 单回水平并行段对地高度 11m 的磁感应强度等值线图

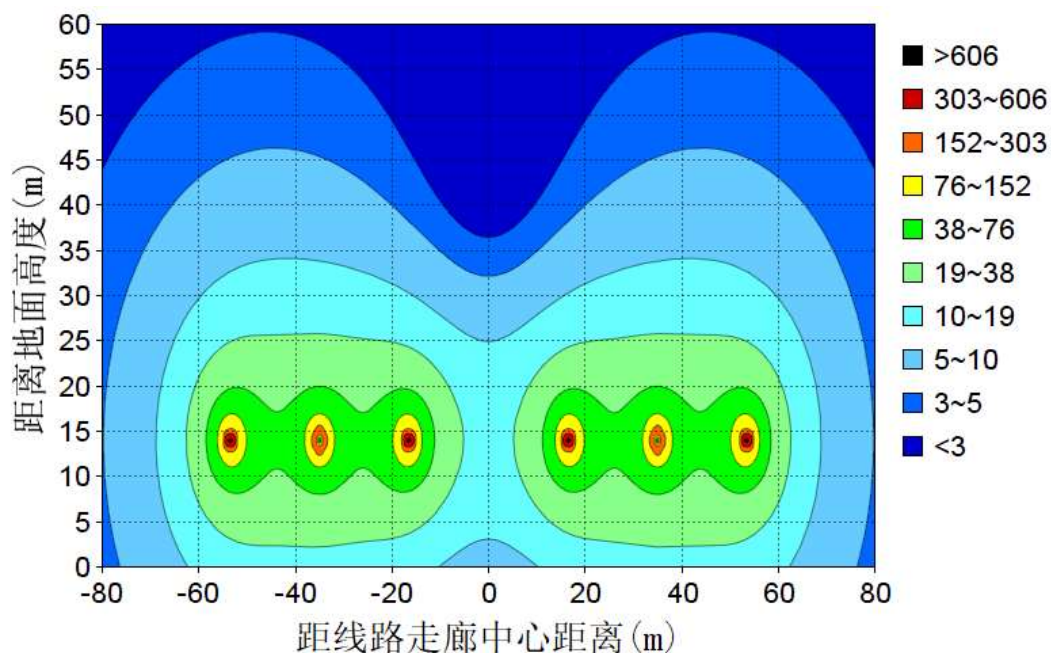


图 6-41 单回水平并行段对地高度 14m 的磁感应强度等值线图

4) 单回三角并行段

· 电场强度

单回三角并行段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC4+JC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 10.5m 时，电场强度预测结果见表 6-48，电场强度随距离变化趋势见图 6-42，在**居民区**导线对地最低高度 14m 及抬高时，电场强度预测结果见表 6-49~表 6-50，电场强度随距离变化趋势见图 6-43~图 6-44，电场强度等值线图见图 6-45~图

6-46。

从表 6-48 和图 6-42 中可以看出，单回三角并行段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC4+JC4 塔，通过**非居民区**，导线对地最低高度为 10.5m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 11664V/m，出现在距线路中心线地面投影 50m（左线左边导线地面投影外 0.3m）处，不能满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升为 12m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9563V/m，出现在距线路中心线地面投影 50m（左线左边导线地面投影外 0.3m）处，满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线地面投影 63m（左线左边导线地面投影外 13.3m）处电场强度为 3981V/m（小于 4000V/m），此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

从表 6-49~表 6-50 及图 6-43~图 6-44 中可以看出，单回三角并行段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC4+JC4 塔，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m 处电场强度最大值分别为 7592V/m、8668V/m，分别出现在距线路中心线地面投影 51m（左线左边导线地面投影外 1.3m）、50m（左线左边导线地面投影外 0.3m）处，均不满足电场强度公众曝露限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升至 22m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3718V/m，出现在距中心线地面投影 53m（左线左边导线地面投影外 3.3m）处；当导线对地最低高度抬升至 22m 时，离地 4.5m 处电场强度最大值为 3956V/m，出现在距中心线地面投影 52m（左线左边导线地面投影外 2.3m）处；均能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-48 单回三角并行段在非居民区最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	JC4+JC4		
导线对地最低高度（m）	h=10.5	h=11	h=12
距线路中心线地面投影 距离（m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）
-70	1980	2017	2077
-64（左线左边导线地面 投影外 14.3m）	3612	3621	3616
-63（左线左边导线地面 投影外 13.3m）	4020	4016	3981
-60	5575	5494	5309
-50（左线左边导线地面 投影外 0.3m）	11664（最大值）	10889（最大值）	9563（最大值）
-42	5368	5157	4749
-41（左线左边导线地面 投影内 8.7m）	4395	4239	3934
-40（左线左边导线地面	3490	3373	3149

最不利塔型	JC4+JC4		
导线对地最低高度（m）	h=10.5	h=11	h=12
距线路中心线地面投影 距离（m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）
投影内 9.7m）			
-33（左线右边导线地面 投影内 9.3m）	3220	3075	2811
-32（左线右边导线地面 投影内 8.3m）	4083	3904	3565
-31	5019	4789	4352
-30	6010	5711	5152
-20	9620	9061	8065
-13	4394	4323	4156
-12（左线右边导线地面 投影外 11.7m）	3815	3771	3658
-10	2819	2811	2773
0	945	977	1034
8（右线左边导线地面投 影外 12.3m）	3887	3853	3758
9	4452	4393	4249
10	5074	4982	4777
20	11477	10694	9352
28	5244	5029	4612
29（右线左边导线地面投 影外内 8.7m）	4275	4115	3802
30（右线左边导线地面投 影外内 9.7m）	3377	3255	3022
40	6122	5828	5278
50	9852	9303	8325
58	4356	4324	4233
59（右线右边导线地面投 影外 12.7m）	3886	3874	3825
60	3470	3474	3457
70	1278	1307	1358

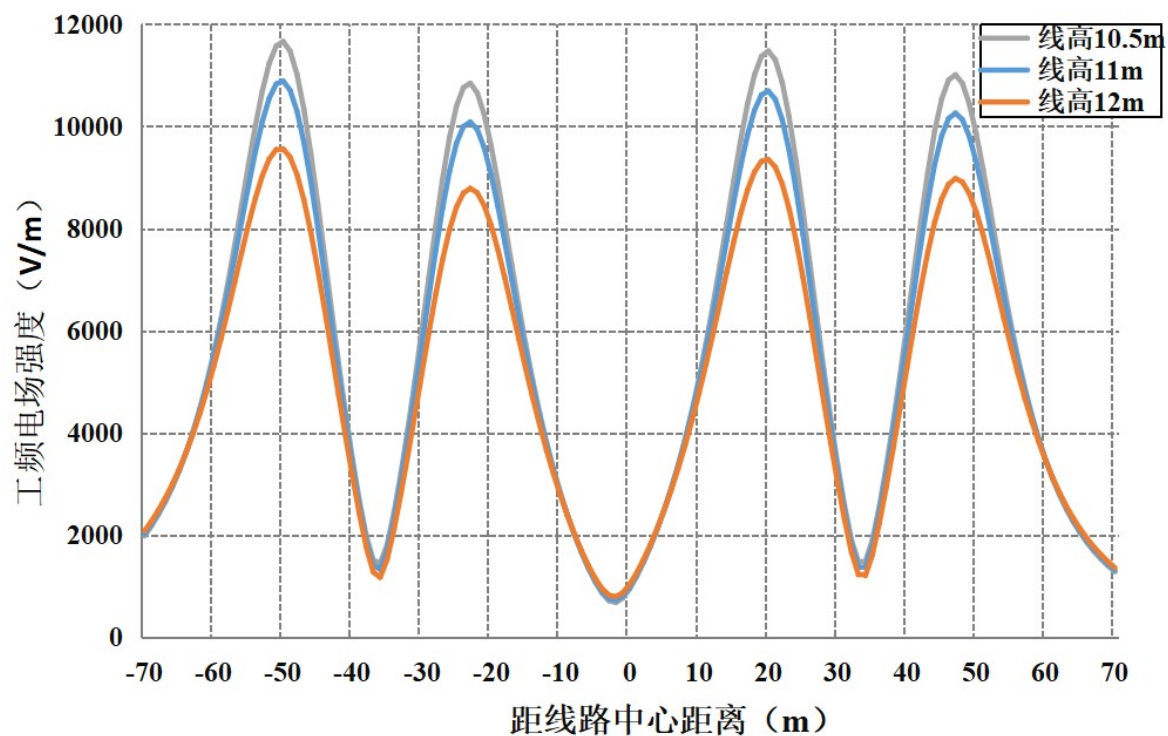


图 6-42 单回三角并行段通过非居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-49 单回三角并行段在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）								
-70	2151	2168	2172	2166	2152	2130	2101	2067	2029
-63（左线左边导线地面投影外 13.3m）	3833	3732	3619	3499	3374	3247	3120	2994	2871
-62（左线左边导线地面投影外 12.3m）	4162	4026	3882	3732	3581	3430	3281	3136	2996
-61（左线左边导线地面投影外 11.3m）	4513	4336	4155	3972	3791	3614	3442	3277	3119
-60	4883	4659	4435	4215	4002	3797	3600	3414	3237
-59（左线左边导线地面投影外 9.3m）	5268	4990	4719	4458	4210	3974	3752	3543	3347
-58（左线左边导线地面投影外 8.3m）	5662	5322	5000	4695	4410	4143	3895	3664	3449
-57	6055	5649	5271	4921	4598	4300	4025	3771	3538
-54（左线左边导线地面投影外 4.3m）	7100	6485	5940	5457	5026	4641	4296	3985	3705
-53（左线左边导线地面投影外 3.3m）	7349	6672	6081	5561	5103	4696	4333	4009（最大值）	3718（最大值）
-52（左线左边导线地面投影外 2.3m）	7518	6792	6163	5616（最大值）	5136（最大值）	4713（最大值）	4338（最大值）	4005	3707
-51（左线左边导线地面投影外 1.3m）	7592（最大值）	6832（最大值）	6180（最大值）	5615	5123	4690	4308	3970	3669
-50	7559	6787	6125	5555	5058	4624	4242	3903	3603
-49	7415	6650	5996	5432	4942	4514	4137	3805	3510
-48（左线左边导线地面投影内 1.7m）	7160	6424	5793	5248	4774	4360	3996	3674	3389
-47	6802	6114	5521	5006	4557	4164	3818	3512	3241

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 1.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
-46（左线左边导线地面投影内 3.7m）	6356	5729	5185	4711	4295	3930	3607	3322	3069
-45（左线左边导线地面投影内 4.7m）	5836	5282	4796	4368	3992	3661	3367	3107	2875
-44（左线左边导线地面投影内 5.7m）	5261	4784	4362	3988	3656	3362	3101	2869	2663
-43（左线左边导线地面投影内 6.7m）	4649	4252	3895	3577	3293	3041	2815	2614	2435
-42（左线左边导线地面投影内 7.7m）	4016	3696	3406	3146	2912	2702	2515	2347	2197
-41（左线左边导线地面投影内 8.7m）	3377	3131	2907	2703	2520	2356	2208	2075	1955
-40	2746	2569	2408	2262	2130	2011	1903	1805	1717
-31（左线右边导线地面投影内 7.3m）	3584	3254	2957	2693	2458	2249	2063	1899	1754
-30（左线右边导线地面投影内 6.3m）	4191	3784	3421	3099	2813	2560	2335	2137	1961
-29（左线右边导线地面投影内 5.3m）	4775	4290	3861	3484	3150	2855	2595	2365	2161
-28（左线右边导线地面投影内 4.3m）	5318	4757	4267	3837	3459	3127	2835	2576	2348
-27	5803	5172	4625	4149	3734	3369	3048	2765	2516
-26（左线右边导线地面投影内 2.3m）	6210	5520	4927	4413	3966	3575	3231	2928	2661
-25	6523	5790	5163	4621	4151	3740	3379	3062	2781
-20	6462	5813	5245	4743	4300	3906	3556	3243	2962
-19	6170	5584	5064	4601	4187	3816	3484	3186	2918

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 1.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
-18	5820	5304	4837	4417	4037	3694	3383	3103	2849
-17（左线右边导线地面投影外 6.7m）	5432	4985	4575	4199	3856	3543	3257	2997	2761
-16（左线右边导线地面投影外 7.7m）	5019	4641	4286	3957	3651	3370	3110	2872	2654
-15（左线右边导线地面投影外 8.7m）	4598	4282	3981	3696	3429	3179	2947	2731	2533
-14（左线右边导线地面投影外 9.7m）	4177	3919	3668	3425	3194	2975	2770	2578	2400
-13（左线右边导线地面投影外 10.7m）	3765	3559	3352	3149	2952	2764	2585	2416	2257
-10	2633	2541	2440	2334	2225	2117	2010	1906	1806
0	1118	1146	1165	1177	1183	1183	1178	1169	1157
9（右线左边导线地面投影外 11.3m）	3899	3708	3514	3321	3133	2950	2775	2609	2452
10（右线左边导线地面投影外 10.3m）	4315	4076	3839	3609	3386	3174	2973	2784	2606
11（右线左边导线地面投影外 9.3m）	4744	4450	4166	3893	3635	3392	3164	2951	2753
12（右线左边导线地面投影外 8.3m）	5179	4824	4487	4171	3875	3599	3344	3107	2888
13	5611	5189	4797	4435	4100	3792	3509	3249	3011
14（右线左边导线地面投影外 6.3m）	6028	5536	5087	4678	4304	3965	3655	3373	3116
15	6416	5853	5347	4892	4482	4112	3778	3476	3203
20	7317	6529	5853	5268	4759	4312	3919	3570	3261
22	6951	6201	5557	4998	4512	4085	3710	3378	3084

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）								
23（右线左边导线地面投影内 2.7m）	6607	5905	5299	4771	4310	3905	3548	3233	2952
24	6171	5532	4975	4489	4061	3685	3352	3057	2795
25（右线左边导线地面投影内 4.7m）	5660	5094	4597	4158	3771	3428	3125	2855	2615
26（右线左边导线地面投影内 5.7m）	5093	4606	4172	3787	3445	3141	2871	2630	2415
27（右线左边导线地面投影内 6.7m）	4488	4080	3714	3386	3092	2830	2596	2387	2200
28（右线左边导线地面投影内 7.7m）	3861	3532	3233	2963	2720	2502	2307	2132	1975
30	2603	2419	2250	2098	1959	1834	1721	1619	1527
39（右线右边导线地面投影内 7.3m）	3723	3401	3113	2856	2627	2423	2242	2081	1938
40（右线右边导线地面投影内 6.3m）	4336	3938	3585	3271	2993	2747	2529	2335	2163
41（右线右边导线地面投影内 5.3m）	4926	4451	4033	3665	3341	3055	2802	2578	2379
42	5477	4927	4448	4029	3662	3339	3055	2804	2581
43（右线右边导线地面投影内 3.3m）	5970	5352	4817	4353	3949	3594	3283	3008	2765
44	6388	5712	5132	4630	4195	3815	3481	3187	2927
45（右线右边导线地面投影内 1.3m）	6714	5995	5382	4854	4396	3996	3646	3337	3065
46	6935	6194	5562	5019	4547	4136	3776	3458	3176
50	6758	6125	5572	5086	4655	4274	3933	3629	3356
53	5824	5394	4998	4637	4305	4003	3726	3472	3240

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 1.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
54（右线右边导线地面投影外 7.7m）	5449	5087	4747	4431	4137	3865	3613	3380	3166
55（右线右边导线地面投影外 8.7m）	5068	4769	4482	4210	3953	3711	3485	3274	3078
56（右线右边导线地面投影外 9.7m）	4691	4449	4211	3980	3758	3547	3346	3157	2979
57（右线右边导线地面投影外 10.7m）	4326	4134	3940	3747	3558	3375	3200	3032	2872
58（右线右边导线地面投影外 11.7m）	3978	3830	3674	3516	3357	3201	3049	2901	2759
60	3348	3266	3173	3072	2965	2855	2744	2633	2524
70	1437	1464	1484	1496	1502	1502	1497	1487	1473

表 6-50 单回三角并行段在居民区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）								
-70	2134	2155	2164	2163	2152	2133	2107	2076	2040
-63（左线左边导线地面投影外 13.3m）	3863	3774	3670	3555	3434	3309	3182	3056	2931
-62（左线左边导线地面投影外 12.3m）	4215	4091	3954	3808	3659	3508	3359	3212	3069
-61（左线左边导线地面投影外 11.3m）	4598	4431	4254	4073	3892	3713	3537	3368	3205
-60（左线左边导线地面投影外 10.3m）	5010	4792	4569	4347	4130	3919	3716	3522	3338
-59（左线左边导线地面投影外 9.3m）	5451	5171	4895	4627	4369	4123	3891	3672	3466
-58	5915	5564	5227	4906	4605	4322	4058	3813	3585
-57（左线左边导线地面投影外 7.3m）	6395	5962	5557	5180	4832	4511	4215	3943	3693
-56	6880	6356	5877	5440	5044	4684	4356	4058	3787
-52（左线左边导线地面投影外 2.3m）	8460	7558	6796	6145	5584	5095	4667（最大值）	4290（最大值）	3956（最大值）
-51（左线左边导线地面投影外 1.3m）	8633	7672	6868（最大值）	6187（最大值）	5604（最大值）	5099（最大值）	4659	4274	3933
-50（左线左边导线地面投影外 0.3m）	8668（最大值）	7677（最大值）	6854	6159	5566	5055	4611	4223	3881
-48	8298	7350	6558	5888	5316	4822	4393	4019	3689
-47（左线左边导线地面投影内 2.7m）	7913	7030	6286	5652	5107	4636	4226	3867	3552
-46	7426	6627	5945	5359	4851	4410	4025	3687	3389
-45（左线左边导线地面投影	6867	6162	5551	5019	4556	4151	3795	3481	3205

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m								
	电场强度（V/m）								
内 4.7m）									
-44（左线左边导线地面投影内 5.7m）	6267	5656	5119	4647	4231	3865	3542	3256	3003
-43（左线左边导线地面投影内 6.7m）	5653	5131	4667	4253	3887	3562	3273	3018	2790
-42（左线左边导线地面投影内 7.7m）	5048	4608	4210	3854	3535	3251	2997	2772	2571
-41（左线左边导线地面投影内 8.7m）	4476	4104	3766	3461	3188	2943	2724	2528	2353
-40（左线左边导线地面投影内 9.7m）	3956	3640	3353	3093	2860	2650	2463	2295	2145
-33（左线右边导线地面投影内 9.3m）	3669	3337	3040	2775	2538	2328	2141	1976	1830
-32（左线右边导线地面投影内 8.3m）	4142	3752	3403	3090	2812	2565	2346	2152	1980
-31（左线右边导线地面投影内 7.3m）	4678	4217	3806	3440	3116	2829	2575	2350	2151
-30（左线右边导线地面投影内 6.3m）	5250	4707	4227	3804	3431	3103	2813	2557	2332
-29（左线右边导线地面投影内 5.3m）	5834	5199	4646	4164	3742	3373	3048	2762	2511
-28	6401	5672	5045	4505	4036	3627	3270	2957	2681
-27（左线右边导线地面投影内 3.3m）	6921	6100	5405	4811	4299	3856	3470	3132	2836
-26	7361	6462	5708	5069	4522	4051	3641	3284	2971
-20	7286	6502	5825	5237	4723	4271	3872	3519	3204
-18	6411	5821	5291	4815	4387	4003	3657	3345	3064

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）								
-17（左线右边导线地面投影外 6.7m）	5922	5427	4971	4553	4173	3826	3510	3224	2963
-16（左线右边导线地面投影外 7.7m）	5426	5017	4632	4271	3937	3629	3345	3084	2845
-15（左线右边导线地面投影外 8.7m）	4939	4606	4285	3978	3689	3417	3165	2930	2714
-14（左线右边导线地面投影外 9.7m）	4470	4203	3938	3681	3433	3197	2975	2767	2572
-13（左线右边导线地面投影外 10.7m）	4026	3815	3599	3385	3175	2973	2780	2597	2424
-12（左线右边导线地面投影外 11.7m）	3610	3445	3273	3097	2921	2749	2583	2424	2272
-10	2870	2775	2669	2555	2437	2317	2199	2083	1970
0	1525	1527	1520	1507	1486	1461	1432	1400	1366
8（右线左边导线地面投影外 12.3m）	3719	3569	3410	3245	3079	2915	2754	2598	2449
9（右线左边导线地面投影外 11.3m）	4132	3940	3742	3541	3342	3148	2961	2782	2613
10（右线左边导线地面投影外 10.3m）	4575	4332	4087	3845	3610	3384	3168	2965	2773
11（右线左边导线地面投影外 9.3m）	5044	4741	4442	4154	3878	3617	3372	3142	2928
12（右线左边导线地面投影外 8.3m）	5536	5161	4802	4462	4142	3844	3567	3311	3074
13	6042	5586	5159	4763	4397	4060	3751	3467	3208
14（右线左边导线地面投影	6551	6004	5504	5049	4635	4259	3918	3608	3326

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m								
	电场强度（V/m）								
外 6.3m)									
15	7047	6402	5825	5310	4849	4435	4063	3728	3426
20	8451	7443	6602	5892	5284	4759	4301	3901	3548
22	8107	7143	6336	5651	5065	4558	4117	3730	3390
23（右线左边导线地面投影内 2.7m）	7733	6836	6077	5429	4871	4387	3965	3594	3268
24	7257	6444	5748	5148	4628	4175	3778	3429	3121
25（右线左边导线地面投影内 4.7m）	6708	5990	5365	4821	4346	3929	3562	3238	2951
26	6118	5494	4945	4461	4034	3656	3323	3027	2765
27（右线左边导线地面投影内 6.7m）	5513	4981	4504	4080	3702	3367	3069	2804	2568
28（右线左边导线地面投影内 7.7m）	4920	4468	4060	3693	3365	3071	2808	2574	2366
29（右线左边导线地面投影内 8.7m）	4360	3978	3631	3316	3034	2780	2552	2349	2167
30（右线左边导线地面投影内 9.7m）	3855	3531	3235	2967	2725	2508	2314	2139	1983
37	3758	3434	3143	2883	2651	2445	2262	2099	1954
38	4247	3865	3524	3219	2948	2707	2493	2302	2134
39（右线右边导线地面投影内 7.3m）	4794	4343	3941	3585	3269	2990	2742	2523	2329
40（右线右边导线地面投影内 6.3m）	5376	4843	4374	3962	3599	3280	2998	2749	2529
41（右线右边导线地面投影内 5.3m）	5968	5345	4805	4334	3923	3564	3249	2971	2727
42	6543	5827	5214	4686	4229	3832	3485	3181	2913

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 4.5m								
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）								
43	7071	6265	5584	5004	4505	4074	3699	3372	3084
44（右线右边导线地面投影内 2.3m）	7521	6637	5899	5275	4742	4283	3885	3538	3235
45（右线右边导线地面投影内 1.3m）	7862	6922	6143	5487	4930	4452	4037	3677	3361
50	7530	6767	6110	5540	5044	4608	4223	3882	3578
52	6696	6129	5620	5163	4753	4385	4053	3753	3483
53（右线右边导线地面投影外 6.7m）	6230	5758	5324	4926	4563	4233	3931	3656	3405
54	5760	5374	5011	4670	4354	4061	3791	3541	3312
55（右线右边导线地面投影外 8.7m）	5299	4991	4691	4404	4133	3877	3637	3414	3205
56（右线右边导线地面投影外 9.7m）	4859	4616	4373	4135	3905	3684	3475	3276	3089
57（右线右边导线地面投影外 10.7m）	4444	4257	4064	3869	3676	3488	3307	3133	2967
58（右线右边导线地面投影外 11.7m）	4059	3919	3767	3610	3451	3293	3137	2985	2839
59（右线右边导线地面投影外 12.7m）	3704	3602	3486	3361	3232	3100	2968	2837	2710
60	3380	3308	3222	3125	3021	2912	2802	2690	2580
70	1426	1456	1477	1492	1500	1502	1498	1490	1477

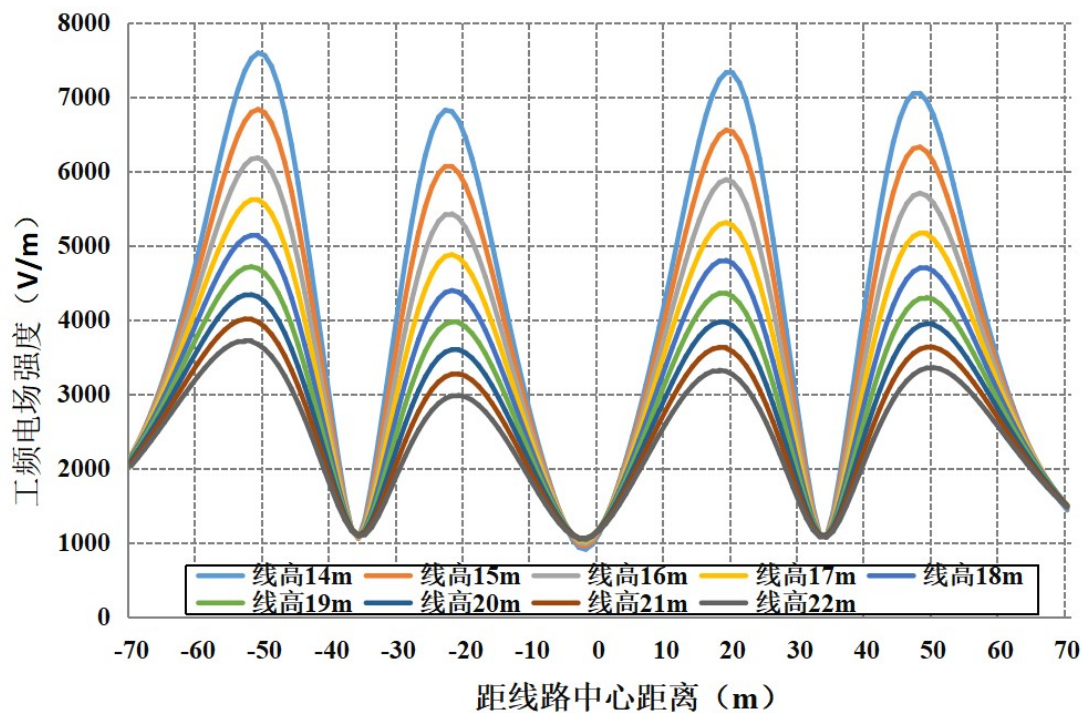


图 6-43 单回三角并行段在居民区电场强度随距离变化趋势图(距地面 1.5m 高处)

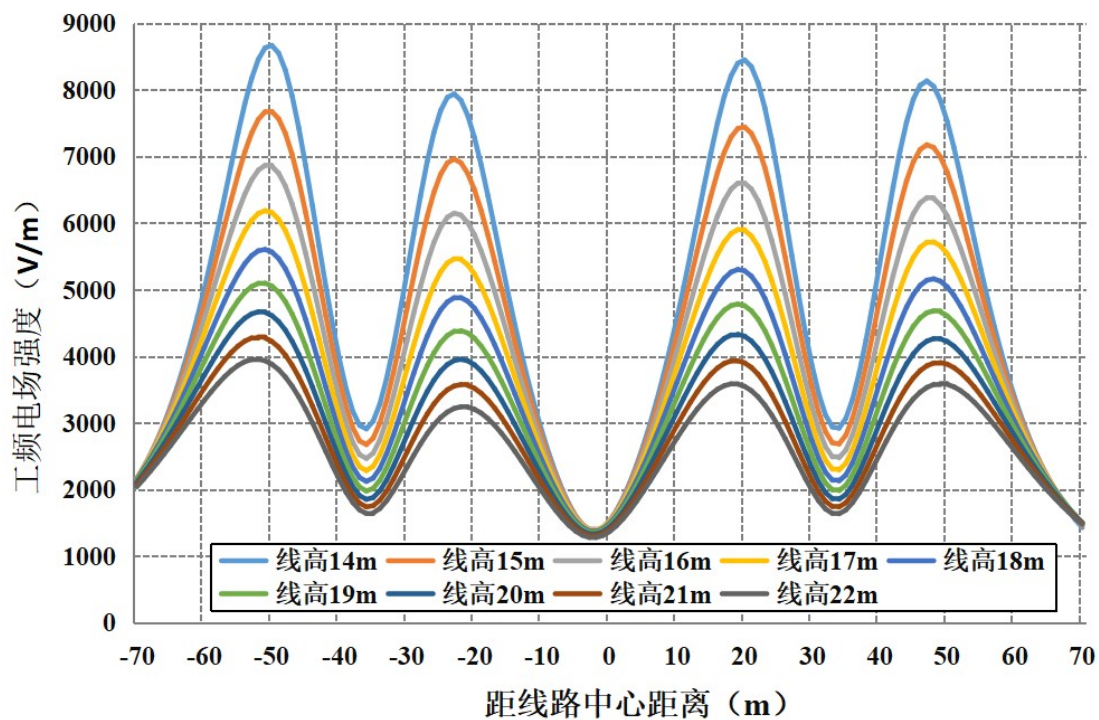


图 6-44 单回三角并行段在居民区电场强度随距离变化趋势图(距地面 4.5m 高处)

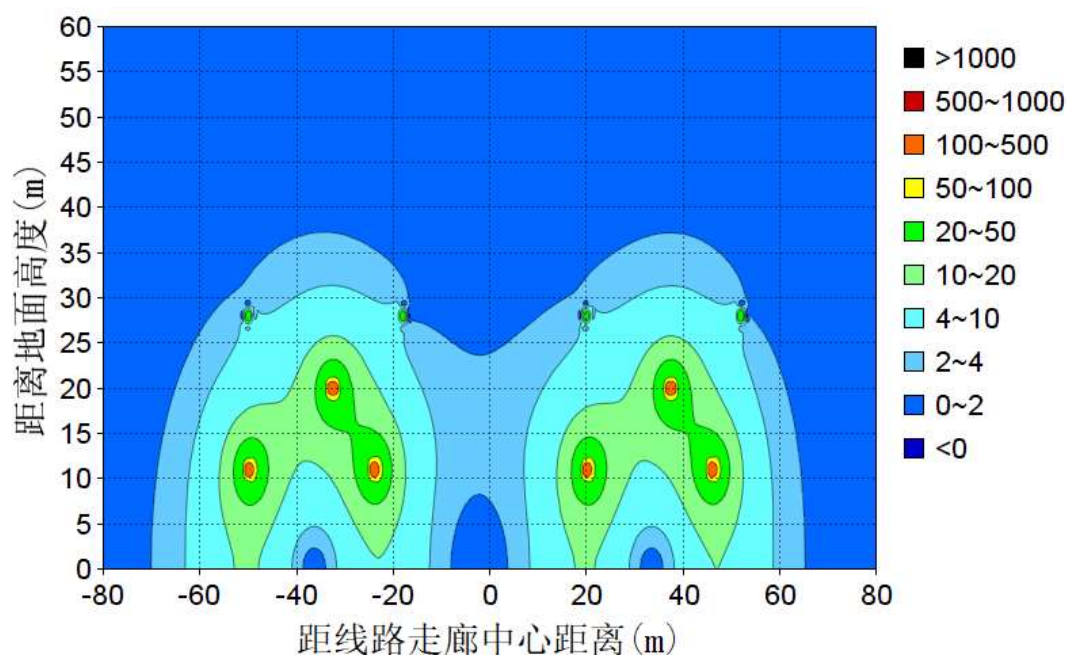


图 6-45 单回三角并行段对地高度 11m 的电场强度等值线图（单位：kV/m）

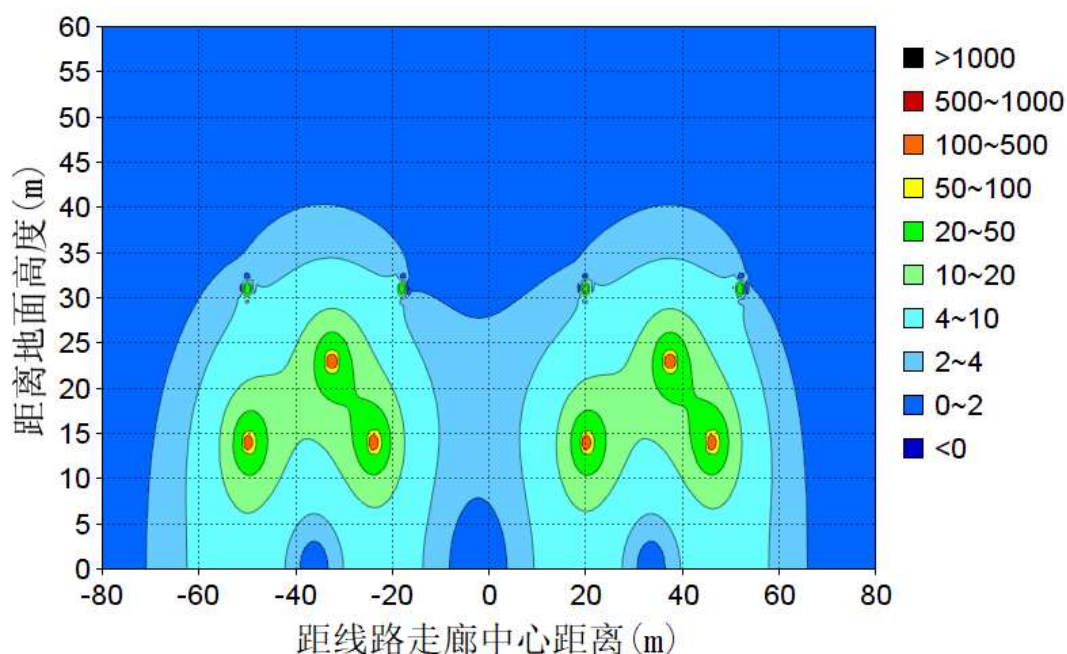


图 6-46 单回三角并行段对地高度 14m 的电场强度等值线图（单位：kV/m）

鉴于本项目尚未完成施工图设计，单回三角并行段线路所经区域评价范围内的居民房屋尚不确定，按初设路径方案，并结合现场踏勘，本段线路评价范围内为 1~2 层尖顶房，为确保居民房屋不同楼层电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-51。

表 6-51 单回三角并行段距边导线不同距离的居民房屋处对应导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
5	21	22
6	21	22
7	21	21
8	20	21
9	19	20
10	19	19
11	17	18
12	16	16
13	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

由表 6-49~表 6-50 及图 6-43~图 6-44 可以看出，单回三角并行段线路边导线地面投影 13m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 13m 时，需按照表 6-51 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

·磁感应强度

单回三角并行段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC4+JC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 10.5m，磁感应强度预测结果见表 6-52，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-47；在**居民区**导线对地最低高度 14m 时，磁感应强度预测结果见表 6-53~表 6-54，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-48~图 6-49。磁感应强度等值线图见图 6-50~图 6-51。

从表 6-52 和图 6-47 可以看出，单回三角并行段线路采用拟选塔中最不利塔型 JC4+JC4 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 10.5m 及抬升至 12m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值分别为 22.4 μ T、18.8 μ T；从表 6-53~表 6-54 和图 6-48~图 6-49 可以看出，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m 处磁感应强度最大值分别为 15.4 μ T、21.1 μ T，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-52 单回三角并行段在非居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JC4+JC4		
导线对地最低高度 (m)	h=10.5	h=11	h=12
	离地 1.5m		
距线路中心线地面 投影距离 (m)	磁感应强度 (μT)	磁感应强度 (μT)	磁感应强度 (μT)
-70	5.7	5.6	5.5
-60	11.1	10.8	10.2
-50	21.4	20.1	17.9
-47 (左线左边导线 地面投影内 2.7m)	22.4 (最大值)	21.1 (最大值)	18.8
-46 (左线左边导线 地面投影内 3.7m)	22.3	21.0	18.8 (最大值)
-40	20.4	19.5	17.9
-30	20.3	19.3	17.4
-20	16.6	15.7	14.0
-10	8.9	8.6	8.0
0	7.5	7.2	6.8
10	11.1	10.7	9.8
20	20.5	19.2	16.9
30	20.2	19.3	17.7
40	20.9	19.8	18.0
50	17.3	16.4	14.8
60	8.4	8.2	7.8
70	4.6	4.6	4.5

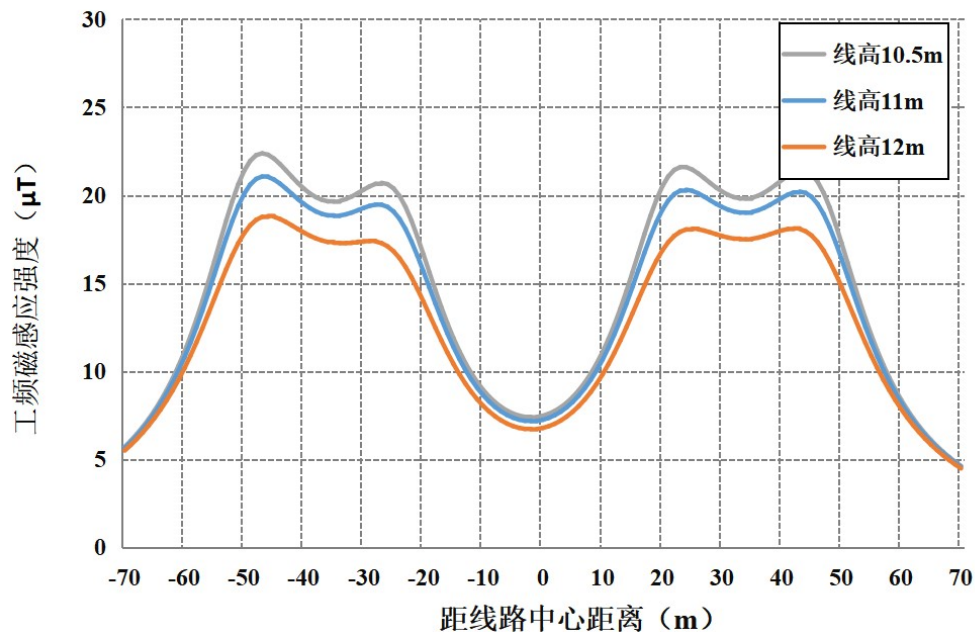


图 6-47 单回三角并行段通过非居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-53 单回三角并行段在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m								
	磁感应强度（ μT ）								
-70	5.2	5.0	4.9	4.7	4.6	4.5	4.3	4.2	4.0
-60	9.0	8.5	8.0	7.6	7.2	6.8	6.4	6.1	5.8
-50	14.4	13.1	12.0	11.0	10.1	9.4	8.7	8.1	7.5
-45（左线左边导线地面投影内 4.7m）	15.4（最大值）	14.0	12.8	11.7	10.8	9.9	9.2	8.5	7.9
-44（左线左边导线地面投影内 5.7m）	15.4	14.0（最大值）	12.8	11.8	10.8	10.0	9.2	8.6	8.0
-43（左线左边导线地面投影内 6.7m）	15.3	14.0	12.8（最大值）	11.8（最大值）	10.8（最大值）	10.0	9.3	8.6	8.0
-42（左线左边导线地面投影内 7.7m）	15.2	14.0	12.8	11.8	10.8	10.0（最大值）	9.3（最大值）	8.6（最大值）	8.0（最大值）
-41	15.1	13.9	12.8	11.7	10.8	10.0	9.3	8.6	8.0
-40	15.0	13.8	12.7	11.7	10.8	10.0	9.2	8.6	8.0
-30	14.3	13.0	11.8	10.8	9.9	9.1	8.4	7.7	7.1
-20	11.2	10.1	9.2	8.3	7.6	6.9	6.3	5.8	5.3
-10	6.9	6.3	5.8	5.3	4.9	4.4	4.0	3.6	3.3
0	5.9	5.4	5.0	4.5	4.1	3.7	3.4	3.0	2.7
10	8.3	7.6	7.0	6.4	5.8	5.3	4.8	4.4	4.0
20	13.3	12.0	10.8	9.8	8.9	8.1	7.4	6.8	6.2
30	14.8	13.6	12.4	11.4	10.5	9.7	8.9	8.3	7.7
40	14.9	13.7	12.5	11.5	10.6	9.8	9.1	8.5	7.9
50	12.3	11.3	10.4	9.6	8.9	8.3	7.8	7.3	6.8
60	7.2	6.9	6.5	6.3	6.0	5.7	5.5	5.2	5.0
70	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9	3.8	3.7	3.6	3.5

表 6-54 单回三角并行段在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m								
	磁感应强度（ μT ）								
-70	5.6	5.5	5.3	5.2	5.0	4.9	4.7	4.6	4.5
-60	10.8	10.2	9.6	9.0	8.5	8.0	7.6	7.2	6.8
-50	20.1	17.9	16.0	14.4	13.1	12.0	11.0	10.1	9.4
-47（左线左边导线地面投影内 2.7m）	21.1（最大值）	18.8	16.8	15.2	13.8	12.6	11.5	10.6	9.8
-46（左线左边导线地面投影内 3.7m）	21.0	18.8（最大值）	16.9	15.3	13.9	12.7	11.6	10.7	9.9
-45（左线左边导线地面投影内 4.7m）	20.9	18.8	16.9（最大值）	15.4（最大值）	14.0	12.8	11.7	10.8	9.9
-44（左线左边导线地面投影内 5.7m）	20.7	18.6	16.9	15.4	14.0（最大值）	12.8	11.8	10.8	10.0
-43（左线左边导线地面投影内 6.7m）	20.4	18.5	16.8	15.3	14.0	12.8（最大值）	11.8（最大值）	10.8（最大值）	10.0
-42（左线左边导线地面投影内 7.7m）	20.1	18.3	16.7	15.2	14.0	12.8	11.8	10.8	10.0（最大值）
-40	19.5	17.9	16.4	15.0	13.8	12.7	11.7	10.8	10.0
-30	19.3	17.4	15.7	14.3	13.0	11.8	10.8	9.9	9.1
-20	15.7	14.0	12.5	11.2	10.1	9.2	8.3	7.6	6.9
-10	8.6	8.0	7.5	6.9	6.3	5.8	5.3	4.9	4.4
0	7.2	6.8	6.3	5.9	5.4	5.0	4.5	4.1	3.7
10	10.7	9.8	9.0	8.3	7.6	7.0	6.4	5.8	5.3
20	19.2	16.9	15.0	13.3	12.0	10.8	9.8	8.9	8.1
30	19.3	17.7	16.2	14.8	13.6	12.4	11.4	10.5	9.7
40	19.8	18.0	16.4	14.9	13.7	12.5	11.5	10.6	9.8

最不利塔型	JC4+JC4								
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22
	离地 4.5m								
50	16.4	14.8	13.5	12.3	11.3	10.4	9.6	8.9	8.3
60	8.2	7.8	7.5	7.2	6.9	6.5	6.3	6.0	5.7
70	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9	3.8

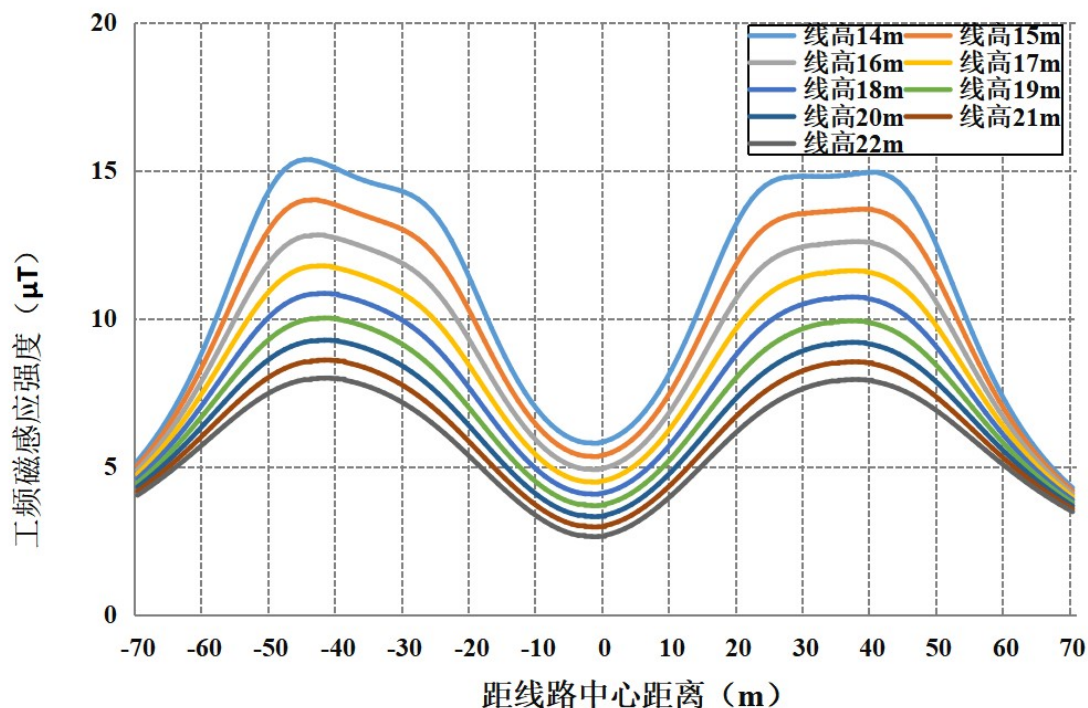


图 6-48 单回三角并行段在居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图（离地 1.5m）

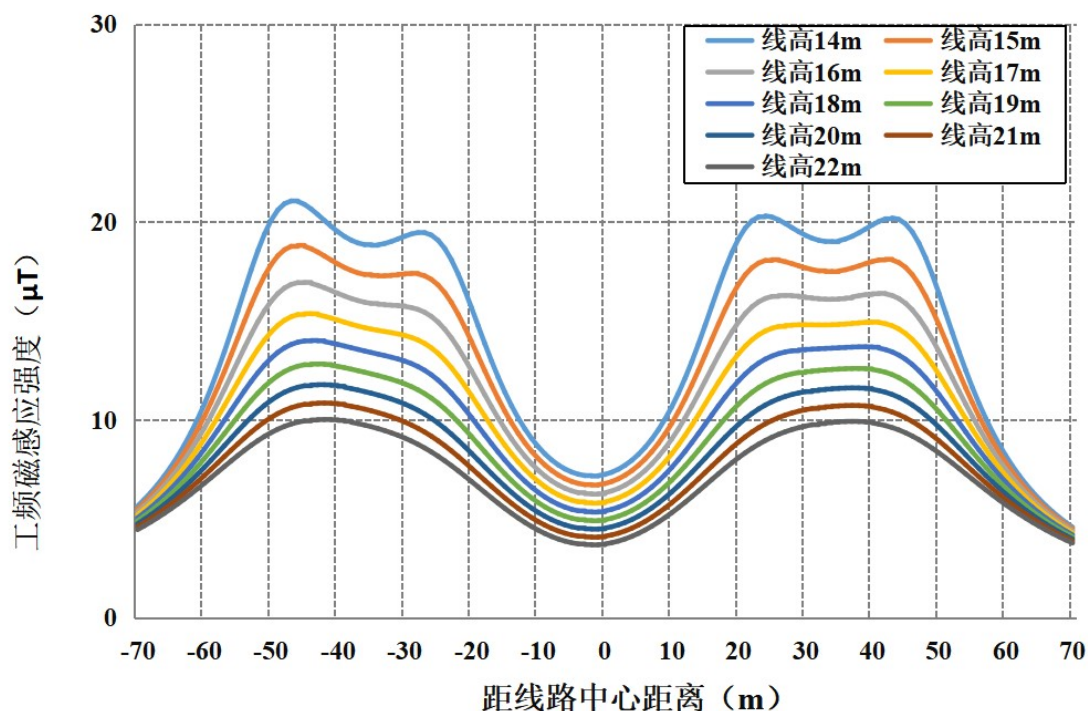


图 6-49 单回三角并行段在居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图（离地 4.5m）

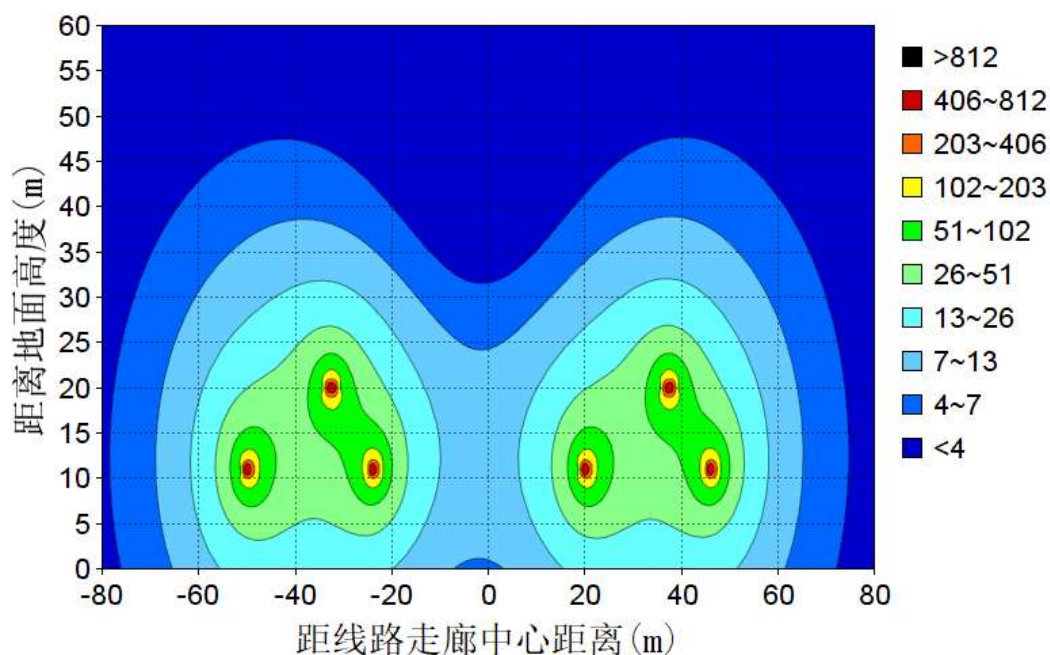


图 6-50 单回三角并行段对地高度 11m 的磁感应强度等值线图

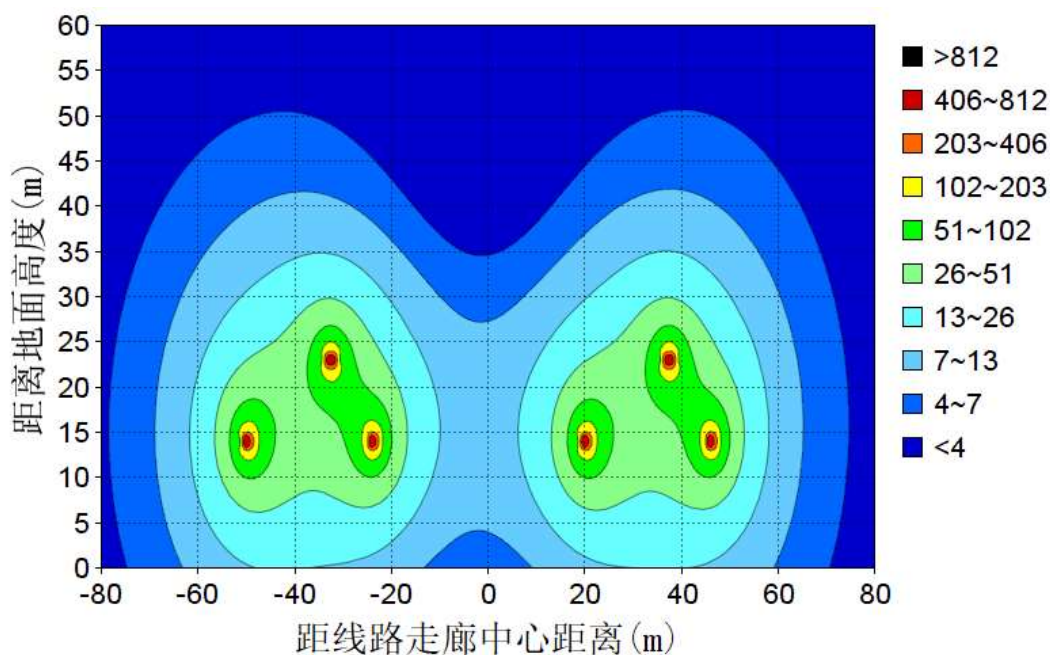


图 6-51 单回三角并行段对地高度 14m 的磁感应强度等值线图

5) 双回段

·电场强度

双回段线路采用拟选塔中最不利塔型 SJC27104A 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 时，电场强度预测结果见表 6-55，电场强度随距离变化趋势见图 6-52，在**居民区**导线对地最低高度 14m 及抬高时，电场强度预测结果见表 6-56~表 6-57，电场强度随距离变化趋势见图 6-53~图 6-54，电场强度等值线图见图 6-55~图 6-56。

从表 6-55 和图 6-52 中可以看出，双回段线路采用拟选塔中最不利塔型

SJC27104A 塔，通过**非居民区**，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 10775V/m，出现在距线路中心线地面投影 15m（左边导线地面投影内 3.2m）处，不能满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升为 12m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9506V/m，出现在距线路中心线地面投影 15m（左边导线地面投影内 3.2m）处，满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；在距中心线地面投影 26m（左边导线地面投影外 7.8m）处电场强度为 3876V/m（小于 4000V/m），在距中心线地面投影 25m（右边导线地面投影外 10.6m）处电场强度为 3553V/m（小于 4000V/m），此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

从表 6-56~表 6-57 及图 6-53~图 6-54 中可以看出，双回段线路采用拟选塔中最不利塔型 SJC27104A 塔，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m 处电场强度最大值分别为 7604V/m、8620V/m，均出现在距线路中心线地面投影 15m（左边导线地面投影内 3.2m）处，均不满足电场强度公众曝露限值 4000V/m 要求。

根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升至 22m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3911V/m，出现在距线路中心线地面投影 14m（左边导线地面投影内 4.2m）处；当导线对地最低高度抬升至 23m 时，离地 4.5m 处电场强度最大值为 3850V/m，出现在距线路中心线地面投影 14m（左边导线地面投影内 4.2m）处；均能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

表 6-55 双回段线路在非居民区最不利塔型电场强度预测结果

最不利塔型	SJC27104A	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）
-70	323	304
-60	375	349
-50	479	448
-40	811	810
-30	2318	2361
-26（左边导线地面投影外 7.8m）	3932	3876
-25	4487	4375
-24	5107	4922
-20	8095	7423
-15（左边导线地面投影内 3.2m）	10775（最大值）	9506（最大值）
-10	8811	8008
-5	5412	5210
0	4216	4174
5	6255	5916
10	9779	8736
13	10706	9437
15	10240	9087
20	6756	6326

最不利塔型	SJC27104A	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）	电场强度（V/m）
24	4091	4021
25（右边导线地面投影外 10.6m）	3576	3553
26	3120	3132
30	1803	1870
40	536	548
50	335	300
60	320	291
70	302	283

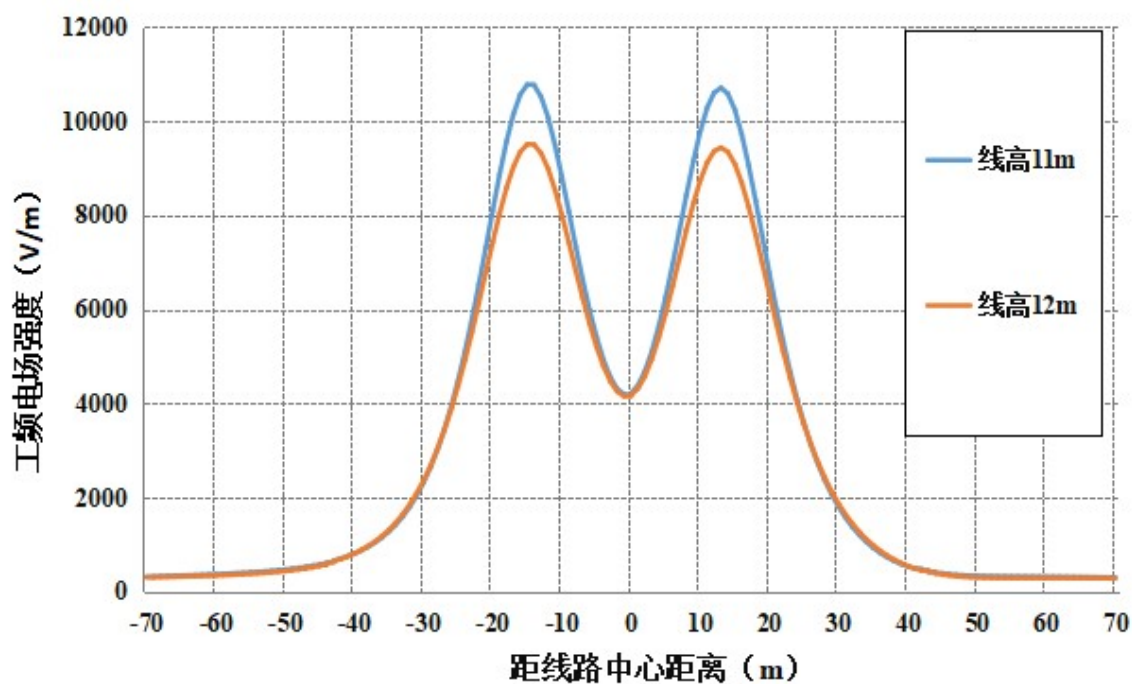


图 6-52 双回段线路通过非居民区最不利塔型电场强度随距离变化趋势图

表 6-56 双回段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	SJC27104A									
	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23
导线对地最低高度（m）	离地 1.5m									
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）									
-70	268	251	234	217	202	187	173	161	150	140
-60	300	279	259	242	229	218	210	206	205	206
-50	404	392	386	385	389	396	407	419	432	445
-40	836	857	880	903	925	945	962	977	989	998
-30	2396	2391	2374	2346	2311	2269	2222	2171	2118	2063
-26(左边导线地面投影外 7.8m)	3693	3580	3459	3334	3208	3083	2961	2842	2727	2617
-25(左边导线地面投影外 6.8m)	4090	3933	3772	3612	3455	3303	3156	3016	2882	2756
-24(左边导线地面投影外 5.8m)	4512	4302	4096	3897	3705	3523	3351	3189	3036	2892
-23(左边导线地面投影外 4.8m)	4952	4683	4426	4183	3955	3741	3542	3357	3184	3024
-22(左边导线地面投影外 3.8m)	5403	5067	4755	4466	4199	3953	3726	3518	3326	3149
-21(左边导线地面投影外 2.8m)	5851	5445	5075	4738	4432	4153	3900	3668	3457	3264
-20(左边导线地面投影外 1.8m)	6284	5804	5376	4992	4647	4337	4058	3805	3577	3369
-19(左边导线地面投影外 0.8m)	6684	6133	5648	5219	4839	4500	4197	3926	3681	3460
-18(左边导线地面投影内 0.2m)	7032	6416	5881	5413	5001	4637	4314	4026	3768	3536
-15(左边导线地面投影内 3.2m)	7604（最大值）	6876（最大值）	6256（最大值）	5722（最大值）	5259	4855	4500	4186	3907	3659
-14(左边导线地面投影内)	7599	6873	6254	5721	5260（最	4856(最大	4502(最大	4189（最大	3911(最大	3663（最大

最不利塔型	SJC27104A									
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m									
	电场强度（V/m）									
4.2m）					大值）	值）	值）	值）	值）	值）
-11	7021	6412	5883	5420	5014	4655	4337	4054	3800	3573
-10（左边导线地面投影内 8.2m）	6684	6141	5662	5239	4865	4532	4235	3969	3730	3515
-9	6307	5833	5410	5032	4693	4390	4117	3871	3649	3448
-8（左边导线地面投影内 10.2m）	5909	5506	5140	4808	4508	4235	3989	3764	3560	3374
-7	5509	5175	4865	4579	4317	4077	3856	3654	3469	3298
-6（左边导线地面投影内 12.2m）	5126	4855	4598	4356	4131	3921	3727	3546	3378	3223
-5（左边导线地面投影内 13.2m）	4777	4561	4351	4150	3958	3777	3606	3445	3294	3153
-4（左边导线地面投影内 14.2m）	4477	4307	4137	3970	3808	3651	3501	3358	3221	3092
-3（左边导线地面投影内 15.2m）	4240	4106	3968	3827	3688	3551	3417	3288	3163	3043
-2（左边导线地面投影内 16.2m）	4079	3969	3852	3730	3606	3482	3359	3239	3123	3009
-1	4003	3905	3797	3683	3567	3449	3331	3216	3103	2993
0	4018	3917	3807	3691	3573	3454	3335	3218	3105	2994
1（右边导线地面投影内 13.4m）	4123	4006	3881	3753	3624	3496	3370	3247	3128	3013
2（右边导线地面投影内 12.4m）	4312	4165	4015	3864	3717	3573	3433	3299	3171	3048
3（右边导线地面投影内 11.4m）	4575	4386	4200	4019	3845	3679	3522	3372	3231	3098
4	4897	4656	4425	4207	4002	3810	3630	3462	3305	3159

最不利塔型	SJC27104A									
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 电场强度（V/m）									
5（右边导线地面投影内 9.4m）	5263	4961	4680	4419	4178	3956	3751	3562	3388	3228
6（右边导线地面投影内 8.4m）	5656	5287	4950	4643	4364	4110	3879	3669	3476	3300
7	6057	5617	5223	4869	4551	4265	4007	3775	3564	3373
8	6447	5936	5484	5083	4728	4412	4129	3875	3647	3442
9（右边导线地面投影内 5.4m）	6806	6226	5720	5277	4887	4543	4237	3965	3722	3503
10	7111	6471	5919	5440	5021	4653	4328	4040	3783	3553
13（右边导线地面投影内 1.4m）	7537	6811	6193	5662	5203	4801	4449	4138	3862	3616
14	7482	6767	6158	5634	5179	4781	4431	4122	3847	3602
15	7327	6644	6059	5552	5111	4724	4383	4081	3811	3570
16	7083	6449	5900	5422	5003	4633	4306	4015	3754	3520
17（右边导线地面投影外 2.6m）	6763	6190	5689	5248	4858	4511	4202	3925	3677	3453
18	6385	5882	5435	5036	4680	4361	4074	3815	3582	3370
19（右边导线地面投影外 4.6m）	5968	5538	5148	4796	4477	4188	3926	3688	3471	3273
20（右边导线地面投影外 5.6m）	5529	5170	4839	4534	4254	3997	3761	3545	3346	3164
21	5083	4792	4517	4258	4017	3792	3583	3390	3211	3045
22（右边导线地面投影外 7.6m）	4642	4413	4190	3976	3772	3579	3397	3226	3067	2917
23（右边导线地面投影外 8.6m）	4215	4041	3866	3693	3524	3361	3206	3057	2917	2784
24（右边导线地面投影外	3810	3684	3550	3414	3277	3143	3012	2885	2764	2648

最不利塔型	SJC27104A									
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23
	离地 1.5m									
距线路中心线地面投影 距离（m）	电场强度（V/m）									
9.6m）										
25	3431	3344	3247	3143	3036	2927	2819	2713	2609	2509
30	1958	1980	1990	1989	1979	1960	1936	1906	1872	1835
40	601	635	669	703	735	764	790	812	831	847
50	250	237	233	236	246	261	278	297	316	335
60	236	211	187	165	147	131	120	113	112	115
70	245	226	208	190	173	156	140	124	109	96

表 6-57 双回段在居民区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	SJC27104A									
	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23
导线对地最低高度（m）	离地 4.5m									
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）									
-70	273	256	239	223	208	194	181	169	158	149
-60	313	292	273	257	244	233	225	221	219	220
-50	435	422	415	413	415	420	429	439	450	462
-40	894	909	926	944	962	978	993	1005	1014	1021
-30	2500	2487	2463	2429	2388	2341	2289	2234	2176	2118
-26（左边导线地面投影外 7.8m）	3877	3751	3618	3481	3343	3207	3074	2945	2821	2702
-25（左边导线地面投影外 6.8m）	4312	4138	3961	3785	3612	3445	3285	3133	2988	2851
-24（左边导线地面投影外 5.8m）	4783	4550	4321	4100	3888	3687	3498	3320	3154	2999
-23（左边导线地面投影外 4.8m）	5285	4982	4693	4421	4166	3929	3709	3505	3316	3141
-22（左边导线地面投影外 3.8m）	5812	5428	5071	4743	4442	4166	3914	3683	3471	3277
-21（左边导线地面投影外 2.8m）	6351	5876	5446	5058	4709	4393	4108	3851	3617	3404
-20	6886	6312	5805	5357	4959	4604	4288	4004	3749	3520
-19	7395	6720	6136	5628	5184	4793	4447	4140	3866	3621
-18（左边导线地面投影内 0.2m）	7851	7080	6425	5863	5377	4953	4582	4255	3964	3705
-17	8225	7371	6655	6049	5529	5080	4688	4344	4041	3772
-16	8488	7574	6816	6178	5634	5167	4761	4407	4095	3819
-15（左边导线地面投影内 3.2m）	8620（最大值）	7676（最大值）	6897（最大值）	6243（最大值）	5689	5212	4800	4440	4124	3845
-14（左边导线地面投影内	8608	7670	6894	6243	5690（最	5215（最	4804（最	4445（最大	4129（最	3850（最大

最不利塔型	SJC27104A									
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m									
4.2m）	电场强度（V/m）									
-10（左边导线地面投影内 8.2m）					大值）	大值）	大值）	值）	大值）	值）
-9	7379	6729	6161	5665	5229	4844	4504	4202	3933	3692
-8（左边导线地面投影内 10.2m）	6907	6355	5862	5424	5033	4685	4373	4095	3844	3619
-7	6427	5968	5549	5169	4824	4513	4232	3978	3748	3539
-6（左边导线地面投影内 12.2m）	5963	5588	5238	4913	4614	4339	4089	3859	3650	3458
-5	5533	5232	4942	4668	4411	4171	3949	3743	3553	3378
-4（左边导线地面投影内 14.2m）	5152	4913	4675	4445	4225	4016	3820	3636	3464	3304
-3（左边导线地面投影内 15.2m）	4834	4644	4449	4255	4066	3883	3709	3544	3387	3240
-2	4590	4436	4273	4106	3941	3779	3621	3470	3326	3189
-1（左边导线地面投影内 17.2m）	4428	4297	4154	4006	3856	3708	3562	3421	3284	3154
0	4355	4234	4100	3960	3817	3674	3534	3397	3264	3137
1	4374	4250	4113	3971	3825	3681	3539	3400	3267	3139
2（右边导线地面投影内 12.4m）	4486	4344	4193	4037	3880	3726	3576	3431	3292	3159
3（右边导线地面投影内 11.4m）	4686	4513	4335	4156	3979	3808	3644	3487	3338	3197
4	4966	4749	4533	4321	4117	3922	3739	3565	3403	3250
5（右边导线地面投影内 9.4m）	5317	5043	4778	4524	4286	4062	3854	3661	3482	3315
6（右边导线地面投影内	5726	5382	5058	4757	4478	4221	3986	3769	3571	3389
	6177	5752	5362	5006	4683	4390	4125	3884	3666	3467

最不利塔型	SJC27104A									
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m									
8.4m)	电场强度（V/m）									
7	6654	6138	5675	5261	4892	4561	4265	4000	3761	3545
8	7133	6519	5981	5508	5092	4725	4399	4110	3851	3619
9	7587	6875	6263	5735	5275	4873	4520	4208	3932	3685
10（右边导线地面投影内 4.4m）	7986	7183	6505	5926	5429	4997	4621	4290	3998	3740
11	8299	7422	6690	6072	5545	5090	4696	4351	4048	3779
12	8497	7571	6805	6162	5615	5147	4741	4387	4076	3801
13（右边导线地面投影内 1.4m）	8560	7617	6840	6188	5636	5162	4752	4395	4081	3805
14	8480	7556	6791	6149	5603	5135	4729	4374	4063	3788
15	8263	7390	6661	6045	5519	5065	4671	4325	4020	3750
16（右边导线地面投影外 1.6m）	7928	7131	6458	5882	5387	4956	4579	4248	3954	3693
17	7501	6797	6192	5668	5211	4811	4458	4145	3866	3617
18	7012	6408	5879	5412	5000	4635	4309	4019	3758	3524
19（右边导线地面投影外 4.6m）	6488	5984	5532	5126	4761	4434	4140	3874	3634	3416
20（右边导线地面投影外 5.6m）	5953	5543	5165	4819	4503	4215	3953	3713	3495	3295
21（右边导线地面投影外 6.6m）	5425	5099	4791	4502	4233	3984	3754	3541	3345	3164
22（右边导线地面投影外 7.6m）	4916	4664	4418	4182	3958	3746	3547	3361	3187	3026
23（右边导线地面投影外 8.6m）	4436	4247	4056	3867	3683	3506	3337	3176	3025	2882
24（右边导线地面投影外	3990	3853	3708	3560	3413	3267	3126	2990	2859	2735

最不利塔型	SJC27104A									
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23
距线路中心线地面投影 距离（m）	离地 4.5m 电场强度（V/m）									
9.6m										
25	3579	3484	3379	3267	3151	3034	2918	2804	2693	2586
30	2033	2050	2055	2049	2035	2014	1986	1954	1917	1878
40	653	681	709	738	766	791	814	835	852	866
50	285	272	267	269	276	287	301	317	334	352
60	249	225	202	182	165	150	140	134	132	133
70	249	231	213	196	179	163	147	132	119	106

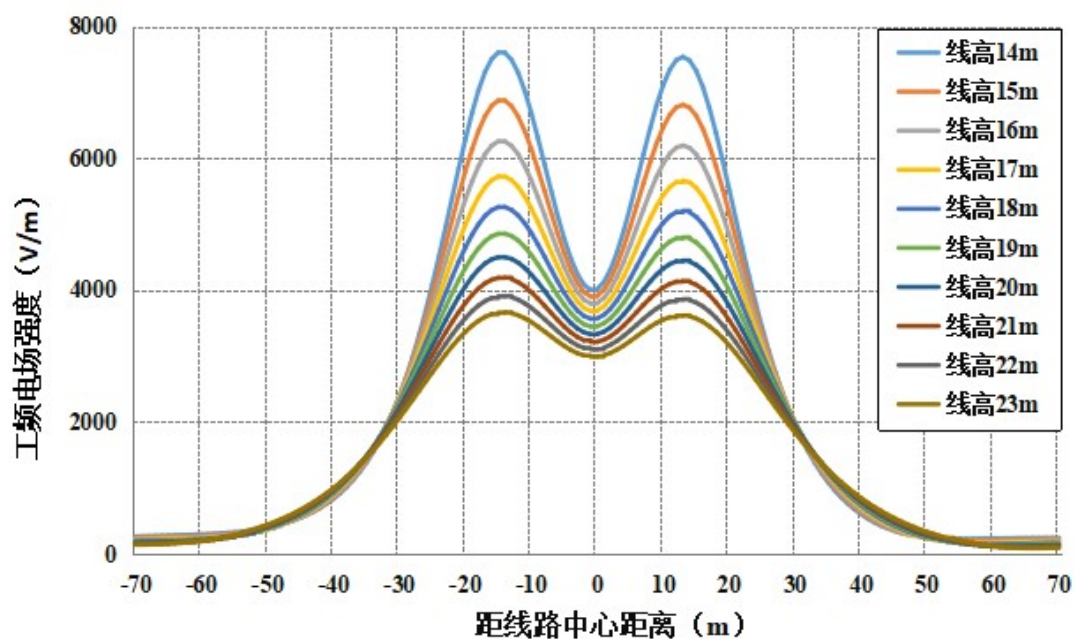


图 6-53 双回段在居民区电场强度随距离变化趋势图（距地面 1.5m 高处）

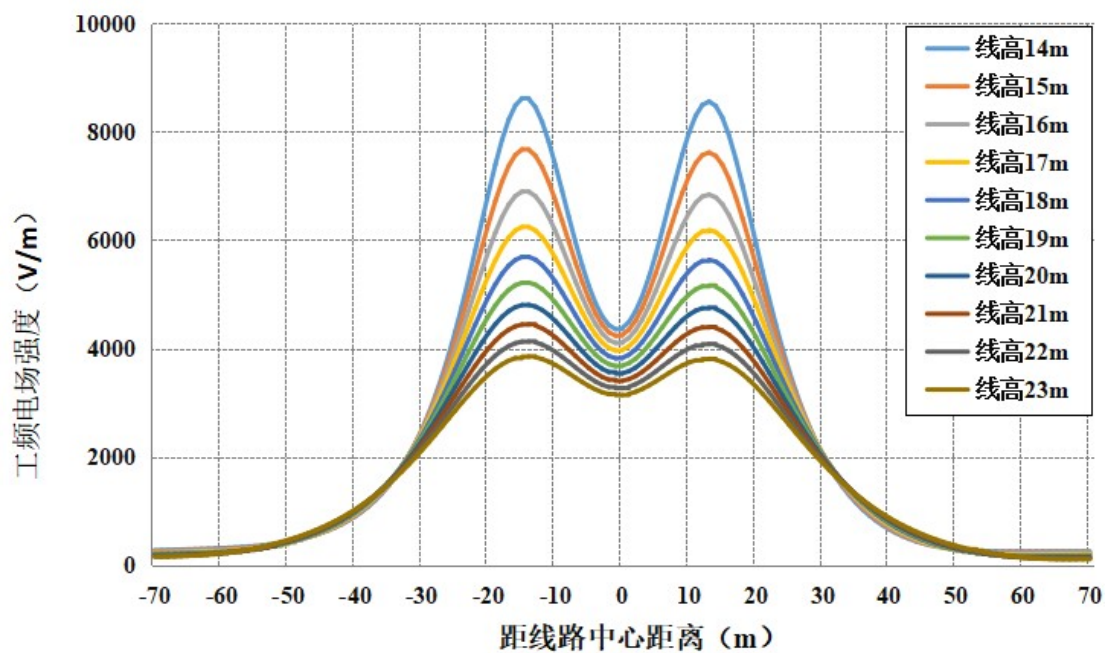


图 6-54 双回段在居民区电场强度随距离变化趋势图（距地面 4.5m 高处）

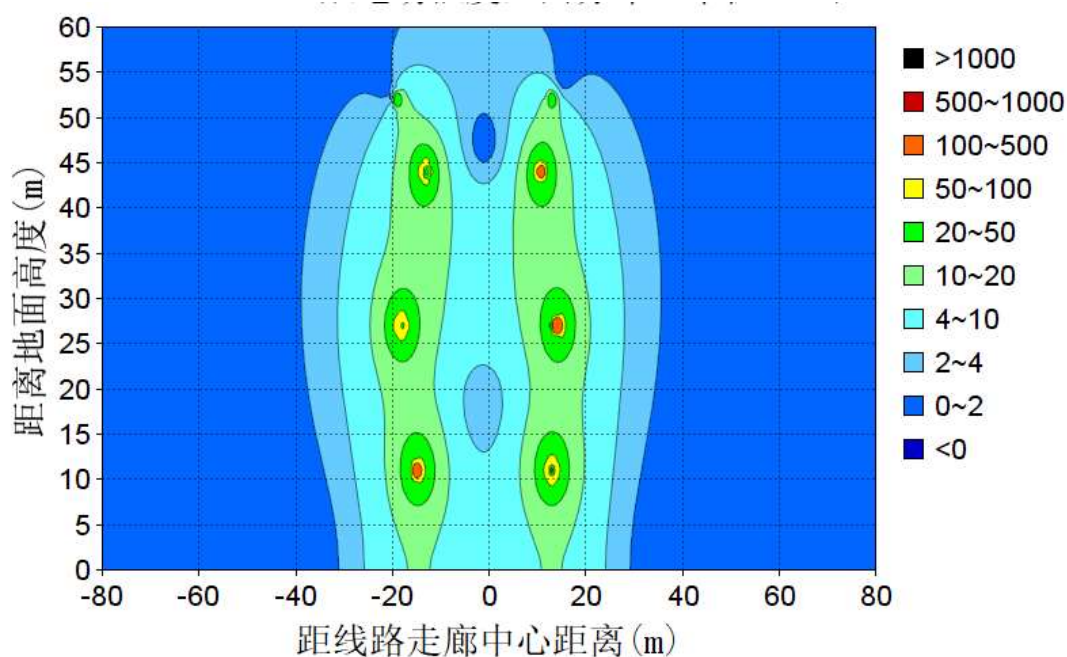


图 6-55 双回段对地高度 11m 的电场强度等值线图（单位：kV/m）

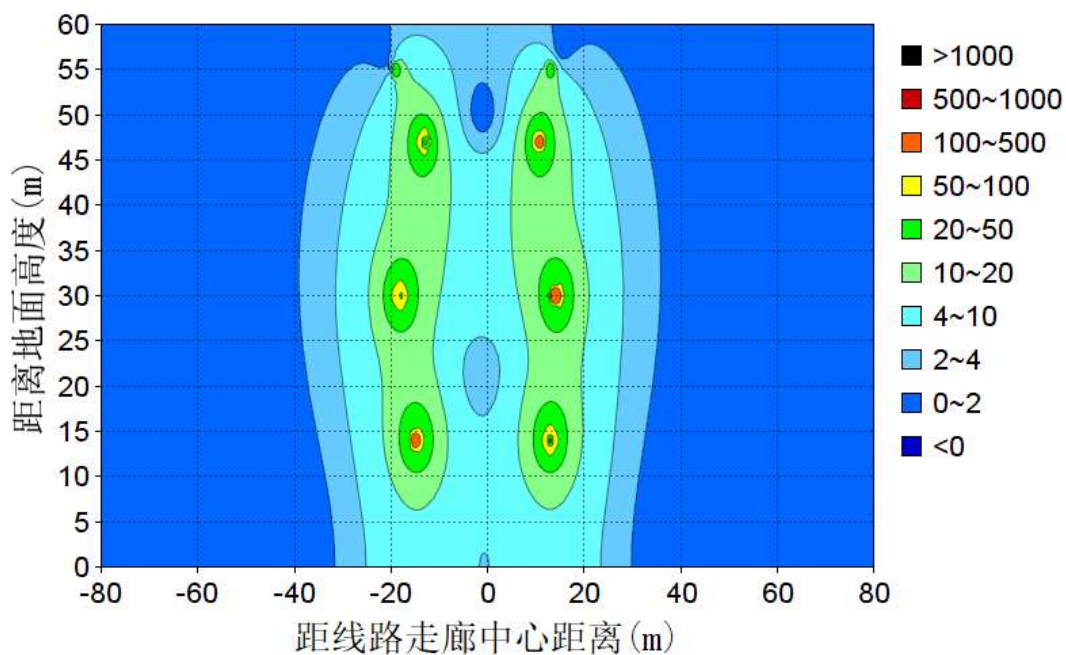


图 6-56 双回段对地高度 14m 的电场强度等值线图（单位：kV/m）

鉴于本项目尚未完成施工图设计，双回段线路所经区域评价范围内的居民房屋尚不确定，按初设路径方案，并结合现场踏勘，双回段线路评价范围内为 1~2 层尖顶房，为确保居民房屋不同楼层电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-58。

表 6-58 双回段线路距边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
5	21	22
6	21	21
7	20	21
8	19	20
9	17	18
10	16	17
11	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

由表 6-56~表 6-57 及图 6-53~图 6-54 可以看出，双回段线路边导线地面投影 11m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 11m 时，需按照表 6-58 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

·磁感应强度

双回段线路采用拟选塔中最不利塔型 SJC27104A 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m，磁感应强度预测结果见表 6-59，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-57；在**居民区**导线对地最低高度 14m 时，磁感应强度预测结果见表 6-60~表 6-61，磁感应强度随距离变化趋势见图 6-58~图 6-59，磁感应强度等值线图见图 6-60~图 6-61。

从表 6-59 和图 6-57 可以看出，双回段线路采用拟选塔中最不利塔型 SJC27104A 塔，在**非居民区**导线对地最低高度 11m 及抬升至 12m 时，离地 1.5m 处磁感应强度最大值分别为 17.6 μ T、15.6 μ T；从表 6-60~表 6-61 和图 6-58~图 6-59 可以看出，通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m 时，离地 1.5m、4.5m 处磁感应强度最大值分别为 12.6 μ T、17.6 μ T，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

表 6-59 双回段线路在非居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	SJC27104A	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
	离地 1.5m	
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μ T）	磁感应强度（ μ T）
-70	2.1	2.1
-60	2.8	2.7
-50	3.8	3.7

最不利塔型	SJC27104A	
导线对地最低高度（m）	h=11	h=12
	离地 1.5m	
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（ μT ）	磁感应强度（ μT ）
-40	5.5	5.4
-30	8.8	8.3
-20	15.1	13.7
-15（左边导线地面投影内 3.2m）	17.6（最大值）	15.6（最大值）
-10	16.2	14.6
-9	15.6	14.2
-8	15.1	13.8
-7	14.5	13.4
-6	14.0	13.0
-5	13.6	12.7
-4	13.3	12.5
-3	13.0	12.3
-2	12.9	12.1
-1	12.8	12.1
0	12.8	12.1
1	13.0	12.2
2	13.2	12.4
3	13.5	12.6
4	13.9	12.9
5	14.3	13.3
6	14.9	13.6
7	15.4	14.0
8	15.9	14.4
9	16.5	14.8
10	16.9	15.1
12（右边导线地面投影内 2.4m）	17.4	15.4
20	13.6	12.4
30	7.9	7.5
40	5.1	4.9
50	3.5	3.5
60	2.6	2.6
70	2.0	2.0

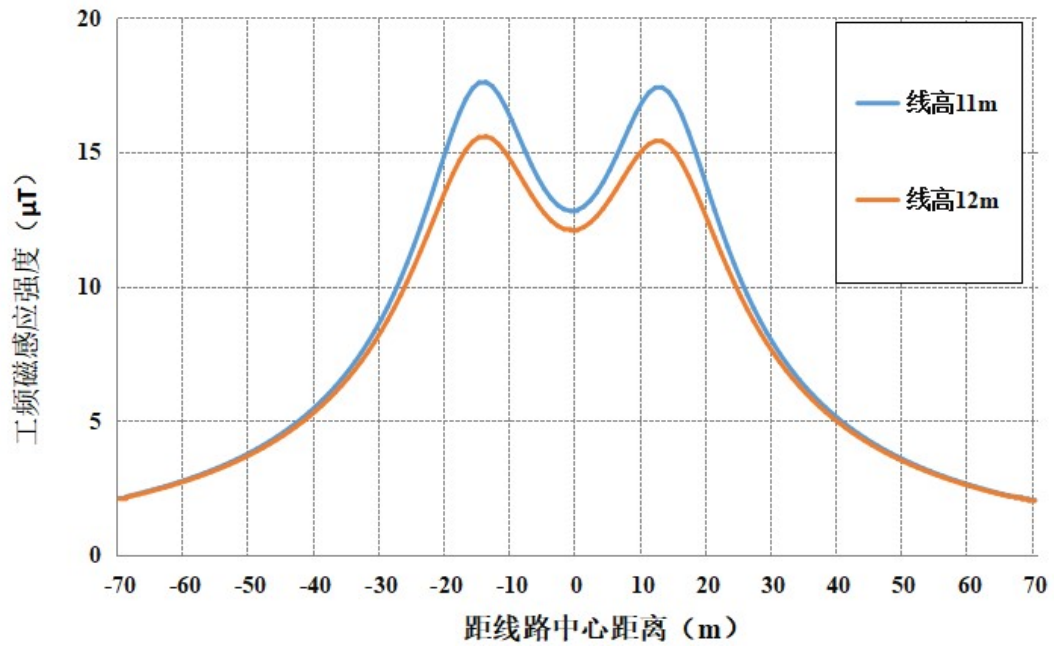


图 6-57 双回段线路通过非居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图

表 6-60 双回段线路在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	SJC27104A									
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 1.5m 磁感应强度（ μT ）									
-70	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
-60	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3
-50	3.6	3.5	3.4	3.3	3.3	3.2	3.1	3.0	3.0	2.9
-40	5.0	4.9	4.7	4.6	4.4	4.3	4.2	4.0	3.9	3.8
-30	7.5	7.1	6.8	6.5	6.2	5.9	5.6	5.4	5.1	4.9
-20	11.3	10.4	9.6	8.9	8.2	7.7	7.2	6.8	6.4	6.0
-15	12.5	11.4	10.4	9.6	8.8	8.2	7.7	7.2	6.7	6.3
-14（左边导线地面投影内 4.2m）	12.6（最大值）	11.4（最大值）	10.5（最大值）	9.6（最大值）	8.9（最大值）	8.3（最大值）	7.7（最大值）	7.2（最大值）	6.8（最大值）	6.4（最大值）
-10	12.1	11.1	10.3	9.5	8.8	8.2	7.7	7.2	6.8	6.4
-5	11.1	10.4	9.7	9.1	8.5	8.0	7.6	7.1	6.7	6.4
0	10.7	10.1	9.5	8.9	8.4	7.9	7.5	7.1	6.7	6.4
5	11.4	10.6	9.8	9.2	8.6	8.1	7.6	7.1	6.7	6.4
10	12.3	11.2	10.3	9.5	8.8	8.2	7.7	7.2	6.8	6.4
14	12.3	11.2	10.2	9.4	8.7	8.1	7.5	7.1	6.6	6.2
15	12.1	11.0	10.1	9.3	8.6	8.0	7.5	7.0	6.6	6.2
20	10.5	9.7	9.0	8.4	7.8	7.3	6.9	6.5	6.1	5.8
30	6.9	6.6	6.3	6.0	5.7	5.5	5.3	5.0	4.8	4.6
40	4.7	4.5	4.4	4.3	4.1	4.0	3.9	3.8	3.7	3.6
50	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.0	2.9	2.9	2.8	2.7
60	2.5	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2
70	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7

表 6-61 双回段线路在居民区最不利塔型磁感应强度预测结果

最不利塔型	SJC27104A									
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23
距线路中心线地面投影距离（m）	离地 4.5m									
	磁感应强度（ μT ）									
-70	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
-60	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4
-50	3.8	3.7	3.7	3.6	3.5	3.4	3.3	3.3	3.2	3.1
-40	5.5	5.4	5.2	5.0	4.9	4.7	4.6	4.4	4.3	4.2
-30	8.8	8.3	7.9	7.5	7.1	6.8	6.5	6.2	5.9	5.6
-20	15.1	13.7	12.4	11.3	10.4	9.6	8.9	8.2	7.7	7.2
-15	17.6	15.6	13.9	12.5	11.4	10.4	9.6	8.8	8.2	7.7
-14（左边导线地面投影内 4.2m）	17.6（最大值）	15.6（最大值）	13.9（最大值）	12.6（最大值）	11.4（最大值）	10.5（最大值）	9.6（最大值）	8.9（最大值）	8.3（最大值）	7.7（最大值）
-10	16.2	14.6	13.3	12.1	11.1	10.3	9.5	8.8	8.2	7.7
-5	13.6	12.7	11.9	11.1	10.4	9.7	9.1	8.5	8.0	7.6
0	12.8	12.1	11.4	10.7	10.1	9.5	8.9	8.4	7.9	7.5
5	14.3	13.3	12.3	11.4	10.6	9.8	9.2	8.6	8.1	7.6
10	16.9	15.1	13.6	12.3	11.2	10.3	9.5	8.8	8.2	7.7
14	17.2	15.3	13.6	12.3	11.2	10.2	9.4	8.7	8.1	7.5
15	16.9	15.0	13.4	12.1	11.0	10.1	9.3	8.6	8.0	7.5
20	13.6	12.4	11.4	10.5	9.7	9.0	8.4	7.8	7.3	6.9
30	7.9	7.5	7.2	6.9	6.6	6.3	6.0	5.7	5.5	5.3
40	5.1	4.9	4.8	4.7	4.5	4.4	4.3	4.1	4.0	3.9
50	3.5	3.5	3.4	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.0	2.9
60	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3
70	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8

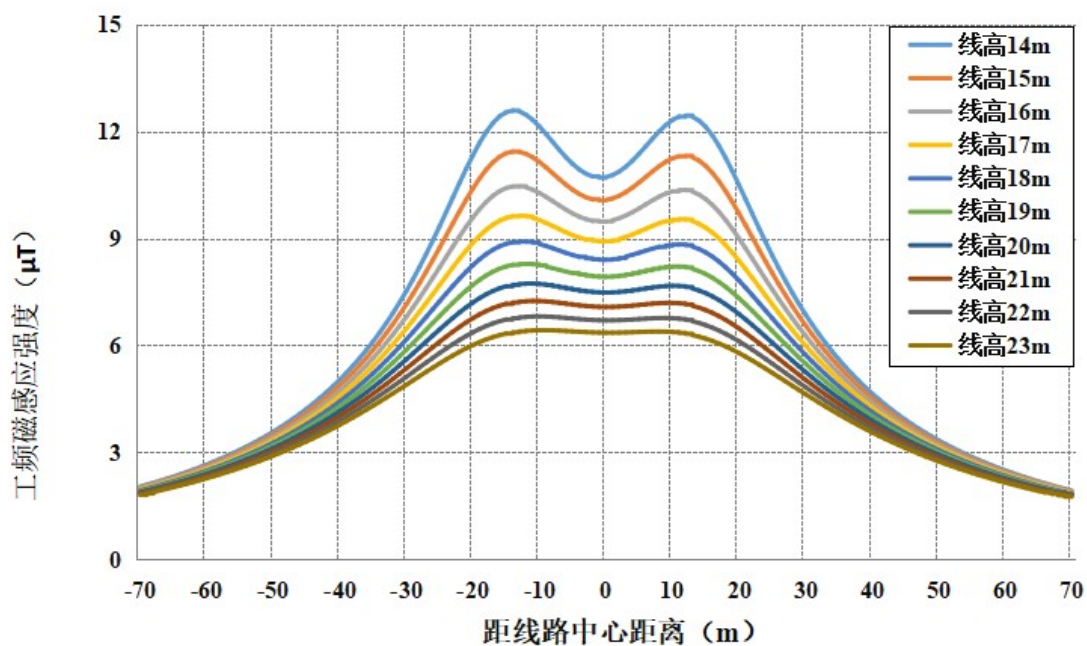


图 6-58 双回路线路在居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图（离地 1.5m）

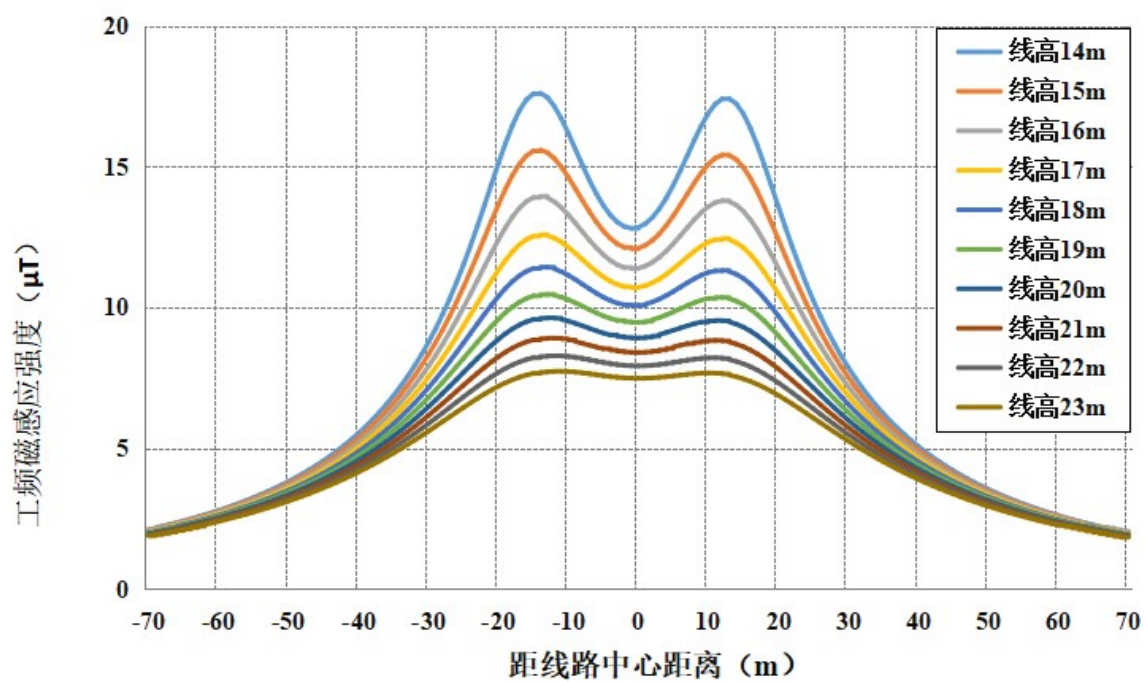


图 6-59 双回路线路在居民区最不利塔型磁感应强度随距离变化趋势图（离地 4.5m）

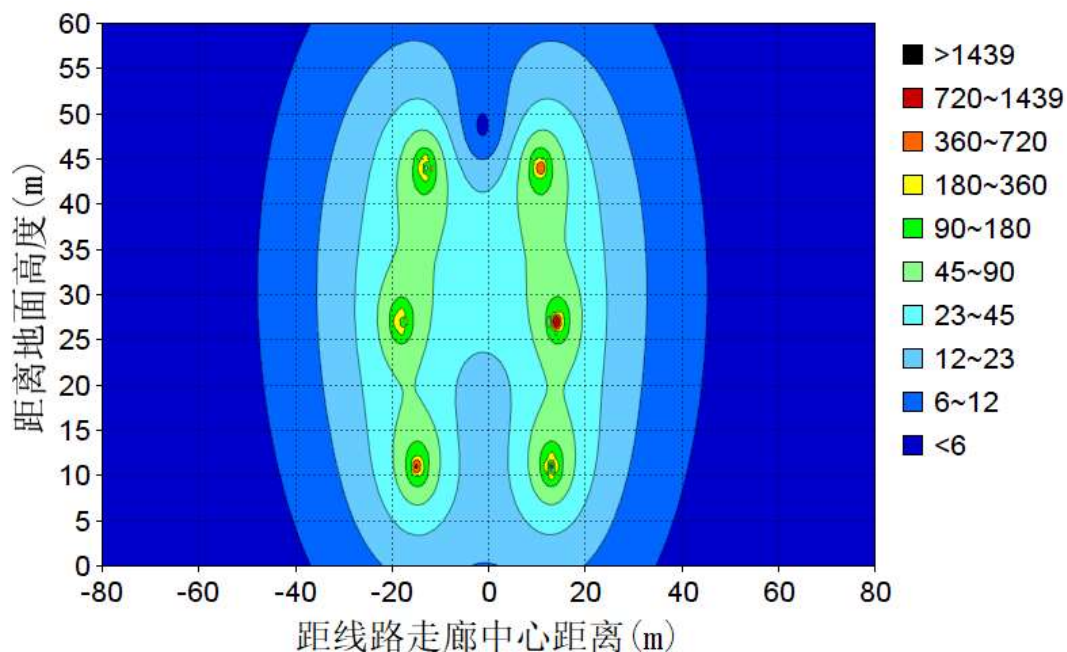


图 6-60 双回段对地高度 11m 的磁感应强度等值线图

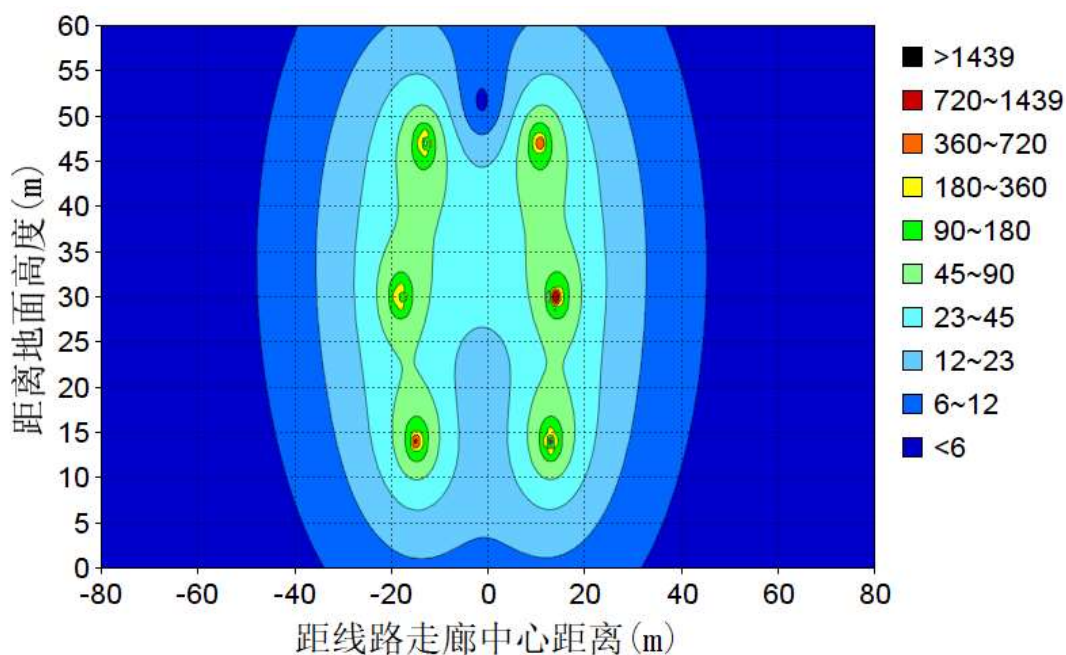


图 6-61 双回段对地高度 14m 的磁感应强度等值线图

6.1.3.3 输电线路和其他工程交叉或并行时的影响分析

(1) 与其他电力线路的交叉影响分析

本项目线路拟跨越既有 500kV 宁雅一二线（同塔双回排列）1 次，跨越处两线共同评价范围内无居民分布。

本次在跨越既有 500kV 宁雅一二线处的电磁环境影响采用本项目线路最大贡献值（模式预测值）与被跨越线路的现状值相加进行预测分析。在跨越处本线路贡献值预

测参数见表 6-62，交叉跨越处现状值取交叉处既有线路监测值。按照上述预测方法，本项目线路与既有线路交叉跨处电磁环境影响预测结果见表 6-62、表 6-63。

表 6-62 本项目线路与既有线路交叉跨越情况

本项目 线路名称	被跨越物名称 及排列方式	交叉 方式	被跨越物线下 监测值	本项目线路情况	
				导线对地 高度（m）☆	拟采用塔中最不利塔型 E、B
线路	500kV 宁雅一二线 （同塔双回排列）	跨越	31☆监测点值	76（70+6）	SJC27104A

注：线路跨越既有线路处，与既有线路之间垂直距离按电力规程规定的最小净距考虑。

表 6-63 本项目线路与既有线路交叉跨越处电场强度预测结果

被跨越线路	被跨越线路现状值（V/m）	本线路最大值（V/m）	交叉跨越处预测值（V/m）
500kV 宁雅一二线	105.42	885	990.42

表 6-64 本项目线路与既有线路交叉跨越处磁感应强度预测结果

被跨越线路	被跨越线路现状值（ μT ）	本线路最大值（ μT ）	交叉跨越处预测值（ μT ）
500kV 宁雅一二线	0.2173	1.265	1.4823

由表 6-62、表 6-63 可知，本项目线路在跨越 500kV 宁雅一二线处，电场强度叠加预测最大值为 990.42V/m，满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；磁感应强度叠加预测最大值为 1.4823 μT ，能满足不大于公众曝露控制限值 100 μT 要求。

（2）与其他电力线路的并行影响分析

本项目线路除新建的两个单回段并行走线外，未和其他 330kV 及以上电压等级线路并行走线。本项目线路除新建的两个单回段并行走线电磁影响预测详见 6.1.3 节。

6.1.4 对电磁环境敏感目标的影响

经预测，本项目投运后在电磁环境敏感目标处产生的电场强度、磁感应强度均满足相应评价标准要求。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 凉山中变电站

6.2.1.1 预测方法

新建凉山中变电站噪声分析采用理论模式进行预测，预测模式采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中工业噪声室外面源预测模式。

①面声源的几何发散衰减

设声源的两边长为 a 和 b （ $a < b$ ），从声源中心到任意二点间的距离分别为 r_1 和 r_2 （ $r_1 < r_2$ ），则声压级衰减量可由下式求出：

$$\text{当 } r_2 < a/\pi$$

$$\Delta L = 0$$

$$(1)$$

当 $r_1 > a/\pi$, $r_2 > b/\pi$

$$\Delta L = 10 \lg (r_2/r_1) \quad (2)$$

当 $r_1 > b/\pi$

$$\Delta L = 20 \lg (r_2/r_1) \quad (3)$$

②声压级合成计算

$$L_p = 10 \lg \left[\sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_i} \right] \quad (4)$$

式中： L_p —多个声源在预测点 P 处叠加后的等效声级，dB（A）

L_i —距 i 声源 r_i 处的等效声级，dB（A）

n—噪声源个数

6.2.1.2 预测参数

凉山中 500kV 变电站为户外布置，主变为户外布置，变电站主变容量为 3×1200MVA。根据《国网输变电工程通用设备 35-750kV 变电站分册（2018 年版）》及设计资料，凉山中变电站的主要噪声源为 500kV 主变压器（三相分体式，单相主变压器噪声声压级不超过 70dB（A））（距设备 2m 处），SVG 散热器噪声声压级不超过 78dB（A）（距离设备 1m 处），变电站噪声源强调查清单见表 6-65，变电站内声源预测参数见表 6-66，主要噪声源与各侧站界的最近距离见表 6-67，站内主要建构筑物参数见表 6-68，本次利用 Cadna/A 软件进行预测分析，软件设置参数见表 6-69，本次不考虑空气衰减作用和地面吸声效应。根据凉山中 500kV 变电站总平面布置和站外地形情况建模，站内主要建（构）筑物包括主控通信楼、500kV 继电器室、220kV 继电器室、66kV 及主变继电器小室、站用电室、消防泵房、防火墙和围墙等。

表 6-65 变电站噪声源强调查清单

序号	声源名称	型号	空间中心点坐标/m(以站界西南角为 XY 坐标原点,以场址标高为 Z 坐标原点)			声压级	声源控制措施
			X	Y	Z		
1	500kV 主变压器 (2#)	1200MVA	164	48	3.95	≤70 (距设备 2m 处)	阻尼减震
2	500kV 主变压器 (3#)	1200MVA	217	6	3.95	≤70 (距设备 2m 处)	阻尼减震
3	500kV 主变压器 (4#)	1200MVA	255	-31	3.95	≤70 (距设备 2m 处)	阻尼减震
4	SVG 散热器 (2#)	/	107	5	0.75	≤78 (距设备 1m 处)	阻尼减震

序号	声源名称	型号	空间中心点坐标/m(以站界西南角为 XY 坐标原点,以场址标高为 Z 坐标原点)			声压级	声源控制措施
			X	Y	Z		
5	SVG 散热器 (3#)	/	179	-60	0.75	≤78 (距设备 1m 处)	阻尼减震
6	SVG 散热器 (4#)	/	196	-71	0.75	≤78 (距设备 1m 处)	阻尼减震

表 6-66 变电站内主要声源预测参数

序号	噪声源名称	噪声源数量	声源类型及高度	声压级 (dB (A))	室内/室外	单台设备尺寸 (长×宽)
1	500kV 主变压器 (三相分体式)	3 组 (9 台)	组合面声源, 高度 7.9m	≤70 (距设备 2m 处)	室外, 位于站区中央	9.9m×9m
2	SVG 散热器	3 组	水平声源, 高度 1.5m	≤78 (距设备 1m 处)	室外, 位于 SVG 室外	1.5m (设备中心高度)

表 6-67 变电站主要噪声源与各侧站界的最近距离

预测点 \ 噪声源		距站界距离 (m)					
		主变 2#	主变 3#	主变 4#	SVG 散热器 2#	SVG 散热器 3#	SVG 散热器 4#
站界	东北侧	124	124	124	178	194	194
	东南侧	153	87	36	169	73	50
	西南侧	144	144	144	75	75	75
	西北侧	118	186	239	104	199	221

表 6-68 变电站噪声预测采用的建构筑物参数

序号	建构筑物	高度 (m)	序号	建构筑物	高度 (m)
1	500kV 继电器室	4.9	7	主控通信室	4.9
2	220kV 继电器室	4.9	8	用电综合室	5.4
3	SVG 室	9.9	9	主变防火墙	8.4
4	消防水泵房	7.1	10	低抗防火墙	6.5
5	雨淋阀间	4.2	11	围墙	2.5
6	警卫传达室	4.2	12	/	/

表 6-69 软件设置参数一览表

序号	项目	设置参数
1	反射次数	1
2	地面吸收系数	0
3	建筑物反射损失 (dB)	1
4	围墙、防火墙反射损失 (dB)	0.3
5	计算点位置 (m)	3.0 (站外 200m 范围内有居民分布, 且围墙上方无声屏障)
		1.2 (围墙上方设置声屏障、站外 200m 范围内无居民分布)

根据本项目设计方案, 拟定的专项噪声控制措施如下:

- 站区东南侧约 247.0m 长围墙顶部设置声屏障, 围墙 (4.0m) + 声屏障 (2.0m) 总高 6.0m, 东南侧偏北约 55.93m 长围墙提高到 4.0m。
- 站区西南侧约 271.6m 长围墙顶部设置声屏障, 围墙 (2.5m) + 声屏障 (0.5m) 总高 3.0m。

- 站区西北侧约 91.0m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件。
- 站区东北侧约 175.25m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件，东北侧偏西约 96.25m 长围墙提高到 4.0m。

根据设计资料，声屏障应满足降噪性能要求，主要参数参考如下：声屏障板插入钢结构可拆卸安装方式、屏障板厚度 80~120mm、计权隔声量 $RW \geq 40\text{dB}$ 、吸声性能 $NRC \geq 0.90$ 、屏障板密度 40~45kg/m²。

鉴于本阶段尚未招标声屏障供应商，故本次软件预测按照《特高压输电工程 变电（换流）站可听噪声预测计算及影响评价技术规范》（特高压建设部，2010.12）中的要求设置声屏障反射损失为 0.3dB，声屏障吸声系数为 0.07，预测结果能保守反映变电站投运后的噪声影响。

6.2.1.3 预测结果

凉山中变电站投运后站界噪声预测值见表 6-70。

表 6-70 凉山中变电站投运后的站界噪声预测结果

预测位置		站界噪声预测值（dB（A））	执行标准 dB（A）	
			昼间	夜间
站 界	东北侧	48.3	60	50
	东南侧	46.2		
	西南侧	41.0		
	西北侧	38.6		

由表 6-70 可知，凉山中 500kV 变电站投运后站界处噪声预测值在 38.6dB(A)~48.3dB(A)之间，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求，最大值出现在变电站东北侧站界外，随着距围墙距离增加呈逐渐降低的趋势。

综上所述，本项目新建凉山中变电站通过模式预测，投运后产生的噪声均满足相应评价标准要求。

6.2.2 百灵 500kV 变电站扩建

百灵变电站为户外布置，本次在变电站内预留位置上扩建 2 个 500kV 出线间隔至凉山中 500kV 变电站。变电站本次间隔扩建仅安装少量隔离开关等电气设备，不新增主变等噪声源设备，本次出线不会导致声环境发生明显变化，因此变电站本次间隔扩建投运后站界噪声引用《盐源 500kV 变电站扩建工程环境影响报告书》的评价结论。根据上述分析，变电站本次扩建后站界噪声预测值见表 6-71。

表 6-71 百灵变电站扩建投运后站界的噪声预测值

噪声 预测点		噪声预测值 (dB (A))		标准值 (dB (A))	
		昼间	夜间	昼间	夜间
站界	东南侧	50	47	60	50
	东北侧	46	42		
	西北侧	44	43		
	西南侧	55	48		

由表 6-71 可知，百灵 500kV 变电站扩建投运后站界处昼间噪声预测值在 44dB (A)~55dB (A) 之间，夜间噪声预测值在 42dB (A)~48dB (A) 之间，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

综上所述，本项目百灵 500kV 变电站扩建投运后产生的噪声均满足相应评价标准要求。

6.2.3 输电线路

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）中“8.2.1.1 选择类比对象线路的噪声影响可采取类比监测的方法确定，并以此为基础进行类比评价”。因此本项目线路声环境影响采用类比分析法进行预测评价。

（1）类比条件分析

1) 单回水平排列段

本项目单回水平排列段选择四川地区已投运的 500kV 洪板一线作为类比线路，相关参数比较见表 6-72。

表 6-72 本项目单回水平排列段和类比线路（500kV 洪板一线）相关参数

项目	单回水平排列段	类比线路 (500kV 洪板一线)
电压等级	500kV	500kV
架线方式	单回	单回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
相序排列	水平排列	水平排列
输送电流 (A)	1013	1142~1609
导线对地高度 (m)	设计规程最低高度要求及抬高至满足 电场强度限值要求高度：12、14	22
环境条件	附近无明显噪声源	

由表 6-72 可知：本项目单回水平排列段和类比线路（500kV 洪板一线）电压等级均为 500kV，建设规模均为单回，导线均为四分裂，相序排列均为水平排列，输送电流相近，附近均无明显噪声源。

导线高度：本项目线路导线对地高度低于类比线路，本项目尚未完成施工图设计，未完成逐个塔位地质勘测定位并确定全线路导线高度，故本阶段仅能按设计规程最低允许对地高度进行分析；在已建成工程中，尚无导线对地实际高度与规程规定最低高

度接近且具有监测条件的类比线路。输电线路实际架线实施中，线下地形起伏不定，且导线呈弧线形垂挂，为确保全线导线对地距离满足规程要求，特别对有人员活动可能的平坦地带，实际架线高度相对于规程最低允许对地高度留有足量裕度，高于设计规程最低高度要求。线路采用设计规程最低允许对地高度，虽然与类比线路架线高度有差异，但输电线路高度差异对噪声增量不大。综上所述，本项目单回水平排列段选择500kV洪板一线进行类比分析是可行的。

2) 单回三角排列段

本项目单回三角排列段选择四川地区已投运的500kV洪板二线作为类比线路，相关参数比较见表6-73。

表 6-73 本项目单回三角排列段和类比线路（500kV 洪板二线）相关参数

项目	单回三角排列段	类比线路 (500kV 洪板二线)
电压等级	500kV	500kV
架线方式	单回	单回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
导线排列方式	三角排列	三角排列
输送电流 (A)	1013	1122~1577
导线对地高度 (m)	设计规程最低高度要求及抬高至满足电场强度 限值要求高度：12、14	20
环境条件	附近无明显噪声源	

由表6-73可知，本项目单回三角排列段和类比线路（500kV洪板二线）电压等级均为500kV，建设规模均为单回，导线均为四分裂，相序排列均为三角排列，输送电流相近，附近均无明显噪声源。

导线高度：本项目线路导线对地高度低于类比线路，本项目尚未完成施工图设计，未完成逐个塔位地质勘测定位并确定全线路导线高度，故本阶段仅能按设计规程最低允许对地高度进行分析；在已建成工程中，尚无导线对地实际高度与规程规定最低高度接近且具有监测条件的类比线路。输电线路实际架线实施中，线下地形起伏不定，且导线呈弧线形垂挂，为确保全线导线对地距离满足规程要求，特别对有人员活动可能的平坦地带，实际架线高度相对于规程最低允许对地高度留有足量裕度，高于设计规程最低高度要求。线路采用设计规程最低允许对地高度，虽然与类比线路架线高度有差异，但输电线路高度差异对噪声增量不大。综上所述，本项目单回三角排列段选择500kV洪板二线进行类比分析是可行的。

3) 双回路

本项目双回路段线路选择四川地区已投运的500kV瀑布沟电站-东坡一、二回线路作为类比线路，相关参数比较见表6-74。

表 6-74 本项目双回段线路和类比线路（瀑布沟电站-东坡一、二回线路）相关参数

项目	双回段线路	类比线路 (瀑布沟电站-东坡一、二回线路)
电压等级	500kV	500kV
架线方式	双回	双回
导线分裂型式	四分裂	四分裂
导线排列方式	异相序排列	逆相序排列
输送电流 (A)	1013	布坡一回: 100~620 布坡二回: 100~628
导线对地高度 (m)	设计规程最低高度要求及抬高至满足电场强度限值要求高度: 12、14	22
环境条件	附近无明显噪声源	
背景状况	天气、温度、湿度状况相当	

由表6-74可知,本项目双回段和类比线路(500kV瀑布沟电站-东坡一、二回线路)电压等级均为500kV,建设规模均为双回,导线均为四分裂,附近均无明显噪声源,环境条件相当。

输送电流: 类比线路输送电流略小于本线路,但输电线路噪声主要因电晕放电产生,受电压影响。

导线高度: 本项目线路导线对地高度低于类比线路,本项目尚未完成施工图设计,未完成逐个塔位地质勘测定位并确定全线路导线高度,故本阶段仅能按设计规程最低允许对地高度进行分析;在已建成工程中,尚无导线对地实际高度与规程规定最低高度接近且具有监测条件的类比线路。输电线路实际架线实施中,线下地形起伏不定,且导线呈弧线形垂挂,为确保全线导线对地距离满足规程要求,特别对有人员活动可能的平坦地带,实际架线高度相对于规程最低允许对地高度留有足量裕度,高于设计规程最低高度要求。线路采用设计规程最低允许对地高度,虽然与类比线路架线高度有差异,但输电线路高度差异对噪声增量不大。综上所述,本项目双回段选择500kV瀑布沟电站-东坡一、二回线路进行类比分析是可行的。

(2) 类比对象

1) 单回水平排列段类比线路(500kV 洪板一线)

本次类比引用 2022 年《国网四川检修公司自贡分部 500kV 洪板一二线综合改造工程检测报告》(报告编号: 同洲检字(2022)E-0082 号),成都同洲科技有限责任公司对已运行的 500kV 洪板一线进行了监测,本工程线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

2) 单回三角排列段类比线路(500kV 洪板二线)

本次类比引用 2022 年《国网四川检修公司自贡分部 500kV 洪板一二线综合改造

工程检测报告》（报告编号：同洲检字（2022）E-0082 号），成都同洲科技有限责任公司对已运行的 500kV 洪板二线进行了监测，本工程线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

3) 双回段类比线路（500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线路）

根据2023年《眉山西500千伏输变电工程工频工频场强及噪声监测报告》（报告编号：HZXFHJ230284），杭州旭辐检测技术有限公司对已运行的500kV瀑布沟电站-东坡一、二回线路进行了监测，本项目线路类比分析利用其监测断面的噪声监测资料。

（1）类比线路监测条件

表 6-75 类比线路监测环境一览表

监测项目	500kV 洪板一线	500kV 洪板二线	500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线路
线路电压	521~528kV	521~529kV	500kV
线路电流	1142~1609A	1122~1577A	布坡一回：100~620 布坡二回：100~628
导线对地高度	22m	20m	22m
气象条件	环境温度：18.5~30.3℃；环境湿度：42~58%； 天气状况：晴		环境温度：20~26℃；环境湿度：49~70%；天气状况：多云；风速：0.7~1.9m/s

（4）类比线路监测方法

按《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中的监测方法，评价线路运行时产生的噪声对周围环境的影响。

（5）类比线路监测结果

类比线路运行产生的噪声监测结果见表6-76~表6-78。

表 6-76 类比线路（500kV 洪板一线）噪声监测结果

测点编号	测点位置	测量结果（dB(A)）	
		昼间	夜间
1	中相导线对地投影点 0m	49	43
2	中相导线对地投影点外 5m	49	43
3	中相导线对地投影点外 10m	48	43
4	中相导线对地投影点外 15m	48	44
5	中相导线对地投影点外 20m	47	42
6	中相导线对地投影点外 25m	47	42
7	中相导线对地投影点外 30m	46	41
8	中相导线对地投影点外 35m	44	40
9	中相导线对地投影点外 40m	44	40
10	中相导线对地投影点外 45m	43	39
11	中相导线对地投影点外 50m	43	37
12	中相导线对地投影点外 55m	41	37
13	中相导线对地投影点外 60m	41	38

表 6-77 类比线路（500kV 洪板二线）噪声监测结果

测点 编号	测点位置	测量结果（dB(A)）	
		昼间	夜间
1	中相导线对地投影点	51	44
2	中相导线对地投影点外 5m	50	44
3	中相导线对地投影点外 10m	49	43
4	中相导线对地投影点外 15m	48	43
5	中相导线对地投影点外 20m	48	43
6	中相导线对地投影点外 25m	46	42
7	中相导线对地投影点外 30m	46	41
8	中相导线对地投影点外 35m	46	41
9	中相导线对地投影点外 40m	46	40
10	中相导线对地投影点外 45m	46	39
11	中相导线对地投影点外 50m	46	38
12	中相导线对地投影点外 55m	44	39
13	中相导线对地投影点外 60m	44	37

表 6-78 类比线路（500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线路）噪声监测结果

测点 编号	测点位置		测量结果（dB（A））	
			昼间	夜间
1	354#塔 ~355#塔 之间弧垂 最低位置 处	线路中心对地投影点	42	40
2		线路边导线对地投影点	42	40
3		线路边导线对地投影点外 5m	40	39
4		线路边导线对地投影点外 10m	41	39
5		线路边导线对地投影点外 15m	41	39
6		线路边导线对地投影点外 20m	40	39
7		线路边导线对地投影点外 25m	40	39
8		线路边导线对地投影点外 30m	40	38
9		线路边导线对地投影点外 35m	39	38
10		线路边导线对地投影点外 40m	40	38
11		线路边导线对地投影点外 45m	39	38
12		线路边导线对地投影点外 50m	40	38

根据表 6-76 中的监测数据，500kV 洪板一线监测断面昼间噪声最大值为 49dB(A)，夜间噪声最大值为 44dB(A)，均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类功能区标准（昼间 60dB（A），夜间 50dB（A））要求。监测断面噪声值随着距线路中心线距离增加变化趋势不明显，表明单回水平段输电线路的噪声对周围环境噪声基本不构成增量贡献。

根据表 6-77 中的监测数据，500kV 洪板二线监测断面昼间噪声最大值为 51dB(A)，夜间噪声最大值为 44dB(A)，均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类功能区标准（昼间 60dB（A），夜间 50dB（A））要求。监测断面噪声值随着距线路中心线距离增加变化趋势不明显，表明单回三角段输电线路的噪声对周围环境噪声基本不构成增量贡献。

根据表 6-78 中的监测数据，500kV 瀑布沟电站-东坡一、二回线路监测断面昼间

噪声最大值为 42dB（A），夜间噪声最大值为 40dB（A），均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类功能区标准（昼间 60dB（A），夜间 50dB（A））要求。监测断面噪声值随着距线路边导线距离增加呈一定趋势减弱，但变化趋势不明显，说明双回段输电线路的噪声对周围环境噪声基本不构成增量贡献。

6.2.4 对声环境敏感目标的影响

根据预测，本项目投运后在声环境敏感目标处产生的噪声均满足相应评价标准要求。

6.3 水环境影响分析

6.3.1 凉山中变电站

6.3.1.1 对地表水环境的影响

本项目变电站投运后，设置运行、值守人员 10 人，运行期的废污水主要来源于运行、值守人员产生的生活污水，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 120L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，运行人员生活污水产生量见表 6-79。

表 6-79 运行期间生活污水产生量

位 置	人数（人/天）	用水量（t/d）	排放量（t/d）
凉山中变电站	10	1.2	1.08

变电站值守人员产生的生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排。

6.3.1.2 地下水环境影响分析

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）要求，结合变电站内各生产功能单元可能泄漏的污染物性质和生产单元的构筑方式，将变电站站内划分为重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区。

变电站内地埋式污水处理装置、主控通信楼、500kV 继电器室、220kV 继电器室、66kV 及主变继电器小室等用地属于一般防渗区，应采用一般防渗措施，确保等效黏土防渗层厚度 $M_b \geq 1.5\text{m}$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ ；事故油坑、事故油池、排油管等用地属于重点防渗区，应采用重点防渗措施，确保等效黏土防渗层厚度 $M_b \geq 6.0\text{m}$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ ；其余区域如进站道路、站内道路等属于简单防渗区，采取一般地面硬化措施。采取上述分区防渗措施后，本项目变电站运行期不会对地下水环境产生影响。

6.3.2 百灵 500kV 变电站扩建工程

6.3.2.1 对地表水环境的影响

本项目百灵变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活用水量和生活污水量，不需新增生活污水处理设施，生活污水经站内既有地埋式污水处理装置处理后用于站内绿化，不外排。

6.3.2.2 地下水环境影响分析

本项目百灵变电站本次间隔扩建投运后无其他生产废水产生，也不新增事故油，对地下水无影响。

6.3.3 输电线路

本项目输电线路运行期间无废污水产生。

6.4 固体废物环境影响分析

6.4.1 凉山中变电站

（1）一般固体废物

一般固体废物主要为生活垃圾，变电站投运后，设置运行、值守人员 10 人，变电站运行期的生活垃圾主要由站内运行、值守人员产生，根据《第一次全国污染源普查 城镇生活源产排污系数手册》（第一分册）中人均生活垃圾产生量为 0.35kg/d，变电站生活垃圾产生量见表 6-80。

表 6-80 运行期间生活垃圾产生量

位 置	人数（人/天）	产生量（kg/d）
凉山中变电站	10	3.5

凉山中变电站值守人员产生的生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运，不影响站外环境。

（2）危险废物

变电站运营期的危险废物主要为主变事故排放的少量事故废油、检修时产生的含油废物及更换的蓄电池。

变电站内主变压器发生事故时，单台主变压器最大事故油量约 72t，折合体积约 82.3m³；事故油经主变下方的事故油坑，排入站内设置的 90m³ 事故油池收集，经事故油池内油水分离后，产生的少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；变电站检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。有资质的单位对事故废油的收集、贮存、运输、利用、处置活动应符合危险废物管理要求，满足《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）和《危险废物

收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）等规定，按规定办理对应的经营许可证、设置危险废物识别标志、申报相关信息等，事故废油转移按照《危险废物转移管理办法》要求填报转移联单。

更换的蓄电池来源于变电站内的蓄电池室，一般情况下运行 6~8 年老化后需更换。运行单位在日常检修中不定期检测蓄电池电压，若性能满足要求则继续使用，对性能不达标的蓄电池，则进行更换，更换下来的蓄电池属于危险废物，按照危险废物进行管理，不在站内暂存，交由有资质的单位处置。负责处理更换的蓄电池的有资质单位应具备满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求的暂存设施，对更换的蓄电池的处理应满足《废铅蓄电池处理污染控制技术规范》（HJ519-2020）中的相关要求。

6.4.2 百灵 500kV 变电站扩建工程

（1）一般固体废物

百灵 500kV 变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，生活垃圾经站内既有的垃圾桶收集后由环卫部门定期清运、统一处理，不影响站外环境。

（2）危险废物

百灵 500kV 变电站扩建不新增含油设备，不需新增事故油收集设施。

百灵 500kV 变电站扩建不新增蓄电池，更换的蓄电池由专业公司处置，不在站内暂存。

6.4.3 输电线路

本项目线路投运后无固体废物产生，不会对周围环境产生影响。

6.5 生态环境影响分析

本项目运行期对生态环境的影响主要体现在对植被、动物的影响，具体如下：

6.5.1 对植被的影响

本项目凉山中变电站和百灵变电站运行期对站外植被无影响，本项目运行期对植被的影响主要体现在线路维护过程中对植被产生的影响。本项目线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方不满足垂直净距（ $<7\text{m}$ ）要求的林木进行削枝，以保证线路运行安全，但线路沿线总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响，也不会对生物量产生明显影响。线路维护人员可能在运行维护过程中对植被造成一定踩踏和引入外来植物。通过禁止维护人员引入外来物种，可避免人为引入外来物种对本土

植物造成威胁。从项目区域已运营的 500kV 宁雅一二线线路运行情况看，线路周围植物生长良好，输电线路产生的工频电场、工频磁场对周围植物生长无明显影响。总体而言，本项目运行期不会对野生植物产生大的干扰破坏，塔基周围的植被也进入恢复期，临时占地内受损的植物物种和植物群落得以恢复。

6.5.2 对动物的影响

本项目凉山中变电站和百灵变电站运行期对站外动物无影响。本项目运行期间对线路进行定期维护和检查的人员会对线路及周边区域的动物造成惊扰，但这种干扰强度很低，时间很短，对动物活动影响极为有限。本项目线路建成后除了对鸟类飞行略有影响外，对兽类、爬行类、两栖类、鱼类等野生动物的生存和活动基本无影响。本项目评价区域内的鸟类均属于小型鸟禽，行动敏捷，且飞行高度一般高于线路架设高度，在飞行时碰撞杆塔的几率不大。从项目区域已运营的 500kV 宁雅一二线运行情况看，线路建成后并未对鸟类的飞行和生活习性造成影响，也未出现工频电场、工频磁场和噪声对走廊附近的野生动物的生活习性、行为表现及生育率等产生明显影响的情况。

6.6 环境风险分析

6.6.1 凉山中变电站环境风险分析

6.6.1.1 源项分析

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），输变电项目环境风险主要考虑变电站变压器在突发事故情况下漏油产生的环境风险。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），结合本项目运行特点、周围环境特点及项目与周围环境之间的关系，本项目风险源主要为事故油。

6.6.1.2 风险物质识别

表 6-81 主要危险物质识别表

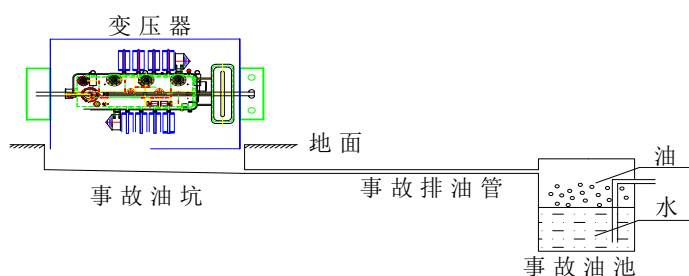
危险单元	风险源	源强	主要危险物质	环境风险类型
事故油收集及排油设施	事故油坑、事故排油管和事故油池	单台主变压器：72t（折合体积约 80m ³ ），共 9 台	油类	泄漏

6.6.1.3 环境风险分析

本项目环境风险事故来源主要为主变压器事故时泄漏事故油，属非重大危险源。主变压器发生事故时将排放事故油，如不采取措施处理，将污染地下水及土壤。

根据设计资料，并参照同类同容量的 500kV 主变压器资料，变电站投运后站内单台设备的绝缘油油量最大约 72t，折合体积约 82.3m³。根据《火力发电厂与变电站

设计防火标准》（GB50229-2019）中“容积不小于接入的油量最大的一台设备”的要求，变电站所需事故油池容积应不低于 90m³，本次在站内设置有 90m³ 事故油池，能满足 GB50229-2019 的要求，且事故油池具备油水分离功能；站内各相主变下方设置容积约 17m³ 的事故油坑，事故油坑和事故油池均采用防水混凝土、防水砂浆保护层、不低于 2mm 厚防渗涂层等多层防渗措施，有效防渗系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s，预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能。事故油池布置在室外，采用地下布置，且远离火源，设置有呼吸孔，安装有防护罩，防杂质落入，符合《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）、《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）等相关要求。主变压器发生事故时，事故油经主变压器下方的事故油坑，排入站内设置的 90m³ 事故油池收集，经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；变电站检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。主变压器事故油排出流程图如下



根据对已运行的变电站调查来看，主变压器发生事故的几率很小，主变压器发生事故时，事故油能得到妥善处理，环境风险小。

6.6.1.4 应急预案

国网四川省电力公司已下发《四川省电力公司环境污染事故应急预案（第 6 次修订-2024 年）》，成立了以公司董事长为组长的突发环境事件应急领导小组，针对主变压器漏油、铅蓄电池泄漏等环境风险源建立了监测预警、应急响应、信息报告、后期处置体系，并配备有物资及后勤等应急保障体系，同时制定了相应的应急预案制度，将员工应急培训纳入日常管理，定期组织突发环境事件应急演练。本变电站建成后，将纳入上述应急预案统一管理。从上述分析可知，本项目采取相应措施后，环境风险小。

6.6.2 百灵变电站环境风险分析

（1）风险源

百灵 500kV 变电站扩建，不新增主变压器和高压电抗器，本次扩建后运行期的环境风险事故来源主要为既有主变压器事故时泄漏的事故油，属非重大危险源。

（2）环境风险事故影响

主变压器发生事故时将排放事故油，如不采取措施处理，将污染地下水及土壤。

（3）预防措施及应急措施

百灵 500kV 变电站现有规模中已设置了 1 座 150m³ 事故油池，主变压器发生事故时，事故油经设备下方的事故油坑，排入相应的事故油池收集，经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排。本次扩建不新增主变压器和高压电抗器等含油设备，不增加事故油产生量。

根据对已运行的 500kV 变电站调查来看，变电站内主变压器发生事故的几率很小，即使上述设备发生事故时，事故油也能得到妥善处理，环境风险小。

6.6.3 输电线路环境风险分析

本项目输电线路无环境风险。

7 环境保护设施、措施分析与论证

7.1 环境保护设施、措施分析

根据本项目环境影响特点、项目所在区域环境特点和相关环保要求，本项目在设计、施工、运行阶段均采取了相应的污染防治设施、措施和生态保护措施，满足国家环境影响评价、环境保护的法律法规、环境保护技术政策、国家环境保护产业政策的要求。

7.1.1 凉山中变电站采取的环境保护设施、措施

7.1.1.1 设计阶段

（一）电磁环境污染防治措施

- （1）变电站内电气设备均安装接地装置。
- （2）对电气设备进行合理布局，主变采用一字型布置在站区中央。
- （3）500kV、220kV 配电装置均采用 HGIS 布置。
- （4）变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑。
- （5）变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密。
- （6）在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩）。
- （7）站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

（二）声环境污染防治措施

- （1）主变压器布置在站区中央。
- （2）主变压器选择噪声声压级不超过 70dB（A）（距主变 2m 处）的设备，SVG 散热器噪声声压级不超过 78dB（A）（距离设备 1m 处）。
- （3）主变之间均设置 8.4m 防火墙。
- （4）站区东南侧约 247.0m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（4.0m）+声屏障（2.0m）总高 6.0m，东南侧偏北约 55.93m 长围墙提高到 4.0m。站区西南侧约 271.6m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（2.5m）+声屏障（0.5m）总高 3.0m。站区西北侧约 91.0m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件。站区东北侧约 175.25m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件，东北侧偏西约 96.25m 长围墙提高到 4.0m。

（三）水环境污染防治措施

变电站内设置地埋式污水处理装置，变电站站内生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不直接外排。

变电站内地埋式污水处理装置、主控通信楼、500kV 继电器室、220kV 继电器室、66kV 及主变继电器小室等用地属于一般防渗区，应采用一般防渗措施，确保等效黏土防渗层厚度 $Mb \geq 1.5m$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7} cm/s$ ；事故油坑、事故油池、排油管等用地属于重点防渗区，应采用重点防渗措施，确保等效黏土防渗层厚度 $Mb \geq 6.0m$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-7} cm/s$ ；其余区域如进站道路、站内道路等属于简单防渗区，采取一般地面硬化措施。

（四）固体废物污染防治措施

（1）站内设置垃圾桶，用以收集运行人员产生的生活垃圾，生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运。

（2）各相主变下方设置 1 座 $17m^3$ 事故油坑，站内设置 1 座 $90m^3$ 事故油池，用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。事故油坑和事故油池作为重点防渗区，均采取防水混凝土、防水砂浆保护层、不低于 2mm 厚防渗涂层等多层防渗措施，渗透系数 $K \leq 10^{-7} cm/s$ ，预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能。事故油池具备油水分离功能，布置在室外，采用地下布置，且远离火源，设置有呼吸孔，安装有防护罩，防杂质落入。

（3）更换的蓄电池按照危险废物进行管理，不在站内暂存，交由有资质的单位处置。

（五）生态环境保护措施

- （1）变电站采用紧凑型布置，减小占地面积。
- （2）变电站周围设置排水沟及护坡，护坡进行绿化。
- （3）变电站站区土石方挖填平衡，不对外弃土。
- （4）变电站靠近乡村道路布置，减少新建进站道路长度。

7.1.1.2 施工期

（一）大气环境污染控制措施

（1）扬尘控制措施

在施工期间，建设单位和施工单位应按照《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则（试行）》（川建发〔2018〕16 号）要求采取相应的扬尘控制措施，执行《四川省人民政府关于印发<四川省空气质量持续改善行动计划实施方案>的通知》（川府发

〔2024〕15 号）等对施工机械和运输车辆的管理要求，并根据《凉山州人民政府办公室关于印发凉山州重污染天气应急预案（2022 年修订）的通知》（凉府办发〔2022〕28 号）等相关要求，强化施工扬尘措施落实监督，落实重污染天气状况下的应急措施。为了确保各项措施落实到位，主要扬尘控制措施如下：

①变电站四周设置施工围挡，进站道路进行硬化。

②施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。对暂时不存在动土作业的工作面、开挖形成的基坑基底边坡、经碾压后板结的临时道路进行覆盖。

③对施工材料、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，严格控制装载量，装载的高度不得超过车辆挡板，防止撒落。

④运输车辆限制车速，出施工场地应进行车轮冲洗。

⑤施工区域采取洒水、喷淋、喷雾等湿法降尘措施，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。

（2）机械设备废气控制措施

①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，减少烟度和颗粒物排放。

②场内施工内燃机械(如运输车辆、卷扬机、旋挖机等)安置有效的空气滤清装置，并定期清理。

③禁止使用排放超标的车辆和施工机械设备。

（二）声环境污染防治措施

（1）尽可能将高噪声源强施工机具布置在站址中央区域，远离站界。

（2）优先选用《低噪声施工设备指导名录（2024年版）》中的施工设备。

（3）定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声。

（4）避免碾压机械、挖土机等高噪声设备同时施工。

（5）基础施工前先修筑围挡，尽可能降低施工噪声对其影响，并尽快修建围墙。

（6）施工宜集中在昼间进行，尽量避免夜间和午休时间进行高强度噪声施工，若由于施工工艺要求不能避免夜间进行施工时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》等规定提前向行业主管部门申请夜间施工许可证书，严格按照许可时限和许可范围进行夜间施工，并在施工现场进出口的显著位置公示夜间施工许可证书，公告附近居民。

（7）建设单位应当在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任，加强施工管理，文明施工。

（三）水环境污染防治措施

变电站施工人员临时驻于站址附近的施工营地，产生的生活污水利用地埋式污水收集处理设施收集后，回用于站区洒水降尘或临时占地植被恢复，或委托环卫部门定期清掏，不直接排入天然水体；场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用。

（四）固体废物污染防治措施

（1）在工程施工前应作好施工单位及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中产生的建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置，施工完成后及时清除混凝土余料和残渣，做好迹地清理工作。

（2）变电站站址处土石方能够在站内平衡，不对外弃土。

（3）变电站施工期产生少量废矿物油等危险废物应集中收集于危废收集箱，然后由有相应资质的单位回收处置。

（五）生态环境保护措施

（1）施工活动集中在征地范围内。

（2）站区四周设置排水沟及护坡，并在护坡上进行绿化。

（3）施工前应先建施工围挡和临时排水沟，减少地表径流侵蚀。

（4）施工前对站址区域进行表土剥离，将表层的熟土和下部的生土分开堆放，并对剥离的表土进行养护，供后期复耕或绿化使用。

（5）变电站施工结束后应清除施工营地硬化地面等建筑垃圾，对土地进行整治后复耕或植被恢复，恢复土地原有功能。

（6）变电站施工阶段加强环保管理、限定最小施工范围。

（六）施工期环境管理措施

（1）施工单位建立专门的环境管理体系，对施工人员进行文明施工和环境保护知识培训，加强施工期的环境管理和环境监控工作，在施工区内设置一定数量的宣传牌和标语，加强对生态环境保护的宣传。

（2）施工活动集中在征地红线范围内，禁止超出征地红线作业；

（3）施工单位在工程实施时，应根据“三同时”要求落实生态保护措施，加强施工过程环境监理工作。

7.1.1.3 运行期

（一）电磁环境、声污染防治措施

（1）加强电磁环境、声环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。

（2）在凉山中变电站围墙上设置防护和警示标识，加强对当地群众的有关高压输变电方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。

（二）水污染防治措施

变电站产生的生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排。

（三）固体废物污染防治措施

变电站生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运。

变电站各相主变下方设置1座17m³事故油坑，站内设置1座90m³事故油池，用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；主变检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。

更换下来的蓄电池属于危险废物，按照危险废物进行管理，不在站内暂存，交由有资质的单位处置。

（四）生态环境保护措施

凉山中变电站运行期对站外生态环境无影响。

（五）环境风险防范措施

①事故油风险防范措施

本项目变电站内各相主变下方设置容积约 17m³ 的事故油坑，站内设置有 90m³ 事故油池，事故油池容积能满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中“容积不小于接入的油量最大的一台设备”的要求。当主变压器发生事故时，事故油经主变压器下方的事故油坑，排入站内设置的事故油池收集，经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排。事故油池具备油水分离功能，事故油池布置在室外，采用地下布置，且远离火源，设置有呼吸孔，安装有防护罩，防杂质落入。事故油坑和事故油池作为重点防渗区，均采取防水混凝土、防水砂浆保护层、不低于 2mm 厚防渗涂层等多层防渗措施，渗透系数 $K \leq 10^{-7} \text{cm/s}$ ，预埋套管处使用密封材料，具有防水、防渗漏功能。事故废油运输过程中应采用密闭容器进行转运，防止倾倒、溢流，应满足《废矿物油回收利用污染控制技术规范》

（HJ607-2011）和《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）等要求。

②应急预案

本项目建设单位应制定针对事故油风险的应急预案，成立环境污染事件处置领导小组，针对变压器漏油等环境风险源建立风险监测、风险预警、预警发布、预警响应等监测预警及应急响应机制，并配备物资及后勤等应急保障体系，制定相应的应急预案制度，将员工应急培训纳入日常管理，定期组织突发环境事件应急演练。

（六）运行期环境管理措施

加强变电站运行期间的环境管理及环境监测工作，确保各项污染防治设施正常、稳定、持续运行，若发现问题按照相关要求及时进行处理。

7.1.2 百灵 500kV 变电站扩建采取的环境保护设施、措施

7.1.2.1 设计阶段

（一）电磁污染防治措施

- （1）新增电气设备均安装接地装置。
- （2）500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置。
- （3）扩建设备在订货时要求导线、母线等提高加工工艺，防止尖端放电和起晕。
- （4）站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

（二）声污染防治措施

本次不增加主变、高抗噪声源设备。

（三）水污染防治措施

本次扩建投运后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活污水量，生活污水利用站内设置的地理式污水处理装置处理后用于站内绿化，不外排。

（四）固体废物污染防治措施

- （1）本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，不需新增生活垃圾处理设施。
- （2）本次扩建不新增含油电气设备，不需新增事故油处置措施。
- （3）本次扩建不新增蓄电池。

（五）生态环境保护措施

变电站扩建在原站内预留场地内进行，不涉及站外生态环境。

7.1.2.2 施工期

（一）大气环境污染控制措施

在施工期间，建设单位和施工单位应按照《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则（试行）》（川建发〔2018〕16号）等要求采取相应的扬尘控制措施。扬尘控制措施主要包括：

（1）变电站内施工区域设置施工围挡。

（2）施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。

（3）对施工材料、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，严格控制装载量，装载的高度不得超过车辆挡板，防止撒落。

（4）施工区域采取洒水、喷淋、喷雾等湿法降尘措施，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。

（二）声环境污染防治措施

（1）将施工活动限制在本次扩建范围内。

（2）定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声。

（3）避免高噪声设备同时施工。

（4）施工应集中在昼间进行，避免夜间和午休时间进行高强度噪声施工。

（5）建设单位应当在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任，加强施工管理，文明施工。

（三）水环境污染防治措施

施工人员不在站内住宿，仅在站内进行施工活动，施工期短且产生的生活污水量少，产生的生活污水经站内既有生活污水处理装置收集，不外排。

（四）固体废物污染防治措施

施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池；变电站扩建开挖产生的少量基槽余土运至站外终端塔塔基占地范围内摊平。

（五）生态环境保护措施

本次扩建在原站内预留场地内进行，不涉及站外环境。

（六）施工期环境管理措施

施工单位建立专门的环境管理体系，对施工人员进行文明施工和环境保护知识培训，加强施工期的环境管理和环境监控工作。

7.1.2.3 运行期

（一）电磁环境、声污染防治措施

加强电磁环境、声环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。

（二）水污染防治措施

本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活用水量和生活污水量，不需新增生活污水处理设施，生活污水经站内既有地埋式污水处理装置处理后用于站内绿化，不外排。

（三）固体废物污染防治措施

本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，生活垃圾经站内既有垃圾桶收集后由环卫部门定期清运、统一处理。

本次扩建不新增含油设备。

本次扩建不新增蓄电池。

（四）生态环境保护措施

运行期对站外生态环境无影响。

（五）环境风险防范措施

本次扩建不新增含油设备，不新增环境风险防范措施。

（六）运行期环境管理措施

加强变电站运行期间的环境管理及环境监测工作，确保各项污染防治设施正常、稳定、持续运行，若发现问题按照相关要求及时进行处理。

7.1.3 输电线路采取的环境保护设施、措施

7.1.3.1 设计阶段

（一）电磁、声环境影响控制措施

（1）线路路径选择时避让集中居民区，尽量增大与居民房屋的距离。

（2）合理选择线路导线的截面和相导线结构，要求导线、均压环等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

（3）在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下，合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等。

（4）通过**非居民区**，**单回水平排列段**需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；**单回三角排列段**需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价

标准要求：**单回水平并行排列段**需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；**单回三角并行排列段**需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；**双回段**采用同塔双回异相序，导线对地最低高度 12m 时，能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。

（5）本项目线路通过居民区，导线对地最低高度为 14m，为确保评价范围内各居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求，**单回水平排列段**距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-1 中的要求。

表 7-1 线路单回水平排列段距线路边导线不同距离居民处导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
5	21	22
6	21	21
7	20	21
8	20	21
9	19	20
10	18	19
11	17	18
12	16	17
13	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

本段线路边导线地面投影 13m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 13m 时，需按照表 7-1 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

（6）本项目线路通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m，为确保评价范围内各居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求，**单回三角排列段**距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-2 中的要求。

表 7-2 线路单回三角排列段距线路边导线不同距离居民处导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
5	21	22
6	21	22
7	21	22
8	20	21
9	20	20
10	19	19
11	18	18

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
12	16	17
13	14	14

本段线路边导线地面投影 13m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 13m 时，需按照表 7-2 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

（7）本项目线路通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m，为确保评价范围内各居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求，**单回水平排列段**距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-3 中的要求。

表 7-3 线路单回水平并行排列段距线路边导线不同距离居民导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
5	21	22
6	20	21
7	20	21
8	19	20
9	19	19
10	17	18
11	16	17
12	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

本段线路边导线地面投影 12m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 12m 时，需按照表 7-3 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

（8）本项目线路通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m，为确保评价范围内各居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求，**单回三角并行排列段**距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-4 中的要求。

表 7-4 线路单回三角并行排列段距线路边导线不同距离居民导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
5	21	22
6	21	22
7	21	21
8	20	21

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
9	19	20
10	19	19
11	17	18
12	16	16
13	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

本段线路边导线地面投影 13m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 13m 时，需按照表 7-4 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

（9）本项目线路通过**居民区**，导线对地最低高度为 14m，为确保评价范围内各居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求，**双回段**距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-5 中的要求。

表 7-5 线路双回段距线路边导线不同距离居民处导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）	
	距地面 1.5m 高度（1 层尖顶房）	距地面 4.5m 高度（2 层尖顶房）
5	21	22
6	21	21
7	20	21
8	19	20
9	17	18
10	16	17
11	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

本段线路边导线地面投影 11m 以外不同楼层的居民敏感目标，导线对地最低高度为 14m 时，电场强度能满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。若房屋距线路边导线地面投影距离小于 11m 时，需按照表 7-5 中的最低高度要求确定导线对地高度，确保居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

（10）本项目线路与其他设施交叉跨越时，严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求确保足够净空距离。

（11）严格按照相关规程及规范，结合项目区实际情况和工程设计要求，提高导线对地最低高度，确保评价范围内居民房屋处的声环境满足相应声功能区的声级限值要求。

（二）生态环境保护措施

（1）线路已避让国家公园、自然保护区、自然保护地、世界自然遗产、重要生

境、生态保护红线等生态敏感区。

（2）线路路径选择时充分听取当地环保、林业、自然资源等政府部门的意见，优化设计，尽量缩短线路长度，尽可能减少工程产生的生态环境影响。

（3）线路路径选择时已尽量避让林区，对确不能避让林木密集区的线路在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大档距，减少位于林木密集区铁塔的数量，施工采用无人机放线等方法，减少树木砍伐和植被破坏。

（4）缩小电力通道，尽量增加跨越档距，减少塔基数量，塔基位置选择尽可能避让集中林木，减少树木砍伐和植被破坏。

（5）铁塔设计时采用全方位高低腿铁塔和高低基础配合使用，在土质条件适宜的情况下，优先采用挖孔桩基础，减少基坑开挖量及平台开挖量。

7.1.3.2 施工期

（一）大气环境污染控制措施

（1）施工扬尘

在施工期间，建设单位和施工单位应按照《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则（试行）》（川建发〔2018〕16 号）要求采取相应的扬尘控制措施，执行《四川省人民政府关于印发<四川省空气质量持续改善行动计划实施方案>的通知》（川府发〔2024〕15 号）等对施工机械和运输车辆的管理要求，并根据《凉山州人民政府办公室关于印发凉山州重污染天气应急预案（2022 年修订）的通知》（凉府办发〔2022〕28 号）等相关要求，强化施工扬尘措施落实监督，落实重污染天气状况下的应急措施。主要扬尘控制措施包括：

①合理组织施工，施工材料有序堆放。

②施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。

③施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。对暂时不存在动土作业的工作面、开挖形成的基坑基底边坡、经碾压后板结的临时道路进行覆盖。

④对施工材料、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，严格控制装载量，装载的高度不得超过车辆挡板，防止撒落。

⑤施工结束后及时清理场地，并进行撒播草籽、植被恢复，避免造成二次扬尘。

⑥建设单位应在施工合同中确定扬尘污染防治目标及施工单位扬尘污染防治责任，施工作业人员上岗前，施工单位应组织以国家法律法规、技术规范、管理制度和

操作规程为主要内容的扬尘防治入场教育培训和考核等。

⑦施工过程中，施工单位应落实扬尘管理责任人，加强施工扬尘防治，积极配合上级环境主管部门的监管工作。

（2）机械设备废气

①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，减少烟度和颗粒物排放。

②场内施工内燃机械(如运输车辆、卷扬机、旋挖机等)安置有效的空气滤清装置，并定期清理。

③禁止使用排放超标的车辆和施工机械设备。

（二）声污染防治措施

（1）输电线路施工点分散，施工活动宜集中在昼间进行，能尽量减小施工噪声对周围居民的影响。

（2）对位于环境敏感目标附近的塔基应尽量控制夜间施工，位于一般地区的塔基施工应尽量安排在白天进行；如果因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生噪声污染时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定提前向行业主管部门申请夜间施工许可证书，严格按照许可时限和许可范围进行夜间施工，并在施工现场进出口的显著位置公示夜间施工许可证书，公告附近居民。

（3）建设单位应当在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任，加强施工管理，文明施工。

（三）水污染防治措施

（1）施工废污水防治措施

线路施工人员沿线路分散分布，施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近既有设施收集，不直接排入天然水体。施工废水通过设置的简易废水沉淀池处理后循环利用，不外排；泥浆通过设置简易的泥浆沉淀池处理后循环利用，不外排。

（2）跨越地表水体时采取的环境保护措施

①合理选择架线位置，采取一档跨越，不在水中立塔，塔基位置应尽可能远离河岸，减少塔基对河流水库的影响；

②禁止向水体排放油类，禁止在水体装贮油类车辆，禁止向水体排放、倾倒废水、垃圾等；

③邻近河流水库的塔基施工时，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，影响水体水质，施工场地尽可能远离河流水库，严禁堆放生活垃圾，生活垃圾及时清运，以免产生垃圾渗滤液污染土壤及水体；

④在河流水库附近塔基施工时应设置土石方临时堆放场，先将塔基挖方堆放在临时场地，再将其回填，少量余方堆放在塔基下夯实，禁止土石方下河；

⑤施工结束后应及时全面清理废弃物，避免留下难以降解的物质；对临时施工道路、人抬便道施工扰动区域等施工影响区域按原有土地类型进行恢复。

（3）施工机具使用防护措施

本项目线路机械化施工过程中，应对施工车辆停放区采取防渗处理避免雨淋、需要进行地面冲洗时设置防渗污水收集设施等，若产生废油，则废油按废矿物油进行处置，产生的废油严格按《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）要求进行，如采用专用容器进行贮存和运输、由有资质的单位处置。

（四）固体废物污染防治措施

本项目线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池；施工结束后及时清理场地，将剩余垃圾带出施工区域。

施工建筑垃圾（包括废弃建材、工程拆迁民房产生的建筑垃圾等）由施工单位负责清运，泥浆废水沉淀池中的干泥为建筑垃圾，也由施工单位负责清运。施工期间应加强日常运输车辆、施工机具的维护保养，杜绝施工机具漏油，制定机具定期检修制度，防止设备跑冒滴漏。施工车辆停放区采取防渗处理避免雨淋、需要进行地面冲洗时设置防渗污水收集设施等，若产生废油，则废油按废矿物油进行处置，产生的废油严格按《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）要求进行，如采用专用容器进行贮存和运输、由有资质的单位处置。

在工程施工前应作好施工单位及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中产生的建筑垃圾、生活垃圾等固体废物应分类集中收集，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置，施工完成后及时清除混凝土余料和残渣，做好迹地清理工作，以免影响后期土地功能的恢复。

（五）生态环境保护及恢复措施

（1）植物保护措施

1）林地植被

- 在实施前细化线路方案及施工方案，划定施工红线范围。根据区域地形地貌、

植被分布、既有道路分布情况统一规划施工运输道路，施工道路修建、拓宽需尽量避让林木密集区域，减少林木砍伐。施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，在施工红线范围内尽量保留乔木、灌木植株，减小生物量损失。对于无法避让确需砍伐的林木，需按照林地管理相关规定办理林地使用许可同意书等相关手续，征得林业部门同意，在取得林地使用许可同意书前不得使用林地和采伐林木。

- 对施工人员进行防火宣传教育，严禁私自使用明火，对可能引发火灾的施工活动严格按规程规范及当地林业部门的要求进行施工，确保区域林木安全。

- 对施工人员加强环保教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育，严禁施工人员随意破坏当地林木。

- 施工运输道路：尽量利用现有道路，减少新建施工运输道路。新建施工道路需尽量选择植被稀疏的灌丛和荒草地，以减少林木砍伐。机械化施工道路路面铺设钢板或草垫，以保护表土，施工机械和车辆在铺垫钢板后通行。同时施工过程中不能随意下道行驶或另开辟便道，降低施工活动对周围地表和植被的扰动。

- 塔基施工临时占地：塔基施工临时占地应选择在塔基附近平坦位置，使用前铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。

- 牵张场：本工程设置的牵张场应选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路，便于材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；牵张场选址应尽量避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主，使用前铺设彩条布或其他铺垫物，减少植被破坏。

- 跨越施工场：本项目设置的跨越施工场应选择设置在跨越既有输电线路、道路处，尽量临近既有道路，便于跨越施工和材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；跨越施工场选址应尽量避让植被密集区，以占用植被较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主。

- 架线施工手段：在输电线路跨越林木较密区时采用高跨设计，选用环境友好的架线施工手段，如无人机等，减少对林木的破坏。

- 优先采用挖孔桩基础等原状土基础，并结合使用高低腿铁塔，减少土石方的开挖及回填工作量。

- 塔材、金具等材料运输到施工现场后应尽快进行组装，减少施工材料临时堆放点对植被的占压。

- 施工迹地恢复：施工结束后，对于立地条件较好的塔基临时占地和牵张场等临时

占地区域采用人工播撒草籽和栽植灌木进行植被恢复，应根据当地的土壤及气候条件，并结合临近区域的植被型和主要植物种类选择当地适生的优势乡土植物进行植被恢复，草种可选用黑麦草、狗牙根等混合草种，灌木选择黄荆等，进一步降低工程对林地植被造成的不利影响。

- 施工结束后，应对施工道路拓宽区域进行土地整治、表土回覆和植被恢复；在有居民分布的区域，将施工道路首先用作当地乡村道路，若施工道路区域无居民分布，则采用人工播撒草籽和栽植灌木的方式进行植被恢复；撒播草籽应根据当地的土壤及气候条件，选择当地的乡土草种进行植被恢复，进一步降低工程对林地植被造成的不利影响。

- 禁止施工人员在施工过程中带入外来物种，保护原有生态环境。

- 加强工程施工管理，严格在审核同意的用地红线范围内开展建设，严禁超范围占用天然林地，杜绝非法采伐、破坏植被等行为，严防森林火灾。

- 施工阶段通过采取加强工程施工管理、划定最小施工范围、优化施工工艺等措施，尽量减少公益林的占用。

- 临时占地植被恢复可采用乔/灌草结合方式，不能营造单一植物物种的单优群落，以最大限度保证生态恢复区域的生物多样性，及恢复植物群落对当地自然条件的适应能力。

2) 灌丛植被

- 在实施前细化线路方案及施工方案，划定施工红线范围。施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，在施工红线范围内尽量保留灌木植株，减小生物量损失。

- 施工时尽可能避开植物生长旺盛期，减少对植物生长的影响。

- 对施工人员加强环保教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育，严禁施工人员随意破坏当地灌丛。

- 施工道路尽量利用既有道路，修整的施工道路需避让郁蔽度高的灌丛。

- 本工程设置的牵张场应选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路，便于材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；牵张场选址应尽量避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛为主。

- 施工结束后，对于立地条件较好的塔基临时占地、牵张场等临时占地区域及施工道路拓宽区域应采用人工播撒草籽和栽植灌木进行植被恢复，应根据当地的土壤及

气候条件，并结合临近区域的植被型和主要植物种类选择当地适生的优势乡土植物进行植被恢复，进一步降低工程对灌丛植被造成的不利影响。

- 禁止施工人员在施工过程中带入外来物种，保护原有生态环境。

3) 草本植物

●塔材、金具等材料输运到施工现场需及时进行组装，减少现场堆放时间，减少对草地植被的占压。

●通过设置彩旗绳限界等方式严格划定施工红线范围，规定道路运输路线，规范施工人员的行为，禁止对施工范围外的草本植物进行踩踏和破坏。

●塔基基础开挖前应进行表土剥离，并进行临时堆存和养护，施工临时占地（如牵张场、塔基施工临时场地等）应铺设彩条布或其他铺垫物。

●施工结束后，应及时清理施工现场，对施工过程中产生的生活垃圾等固体废物，应集中收集装袋，并在结束施工时带出施工区域，不得随意丢弃于施工区域的天然草丛中，避免对植被的正常生长发育产生不良影响。

●对塔基施工基面遗留的弃土进行及时清理，对临时占地区域进行表土回覆、土地翻松，然后采用撒播草籽的方式进行植被恢复，草种选择当地的乡土草本植物。

●施工结束后，应对施工道路拓宽区域进行土地整治、表土回覆和植被恢复；在有居民分布的区域，将施工道路首先用作当地乡村道路，若施工道路区域无居民分布，则采用人工播撒草籽和栽植灌木进行植被恢复，进一步降低工程对草本植物造成的不利影响。

●撒播草籽应根据当地的土壤及气候条件，选择当地的乡土草本植物（如黑麦草、狗牙根等），播种深度 2~3cm，播种后及时覆土，采用环形镇压器视土壤情况及时镇压，对撒播的草籽要进行人工深度养护，确保其成活率。

4) 作物和经济林木

●加强施工人员管理教育，施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，禁止施工人员超出施工区域踩踏当地作物，禁止施工人员采摘果实。

●耕地处施工道路及塔基施工时应进行表土剥离，保存好熟化土和表层土，并将表层熟土和生土分开堆放，回填时应按照土层的顺序恢复为耕地。

●在土质松软的施工道路路段铺设钢板，降低对耕植土及栽培植被的破坏。

●施工结束后及时清理施工场地，避免建筑材料、垃圾等对耕地造成长时间的占压。

●施工结束后，对临时占用的耕地按照原有土地类型及时进行复耕、栽植，并应采用当地物种，严禁带入外来物种。

5) 重要物种

本项目评价范围内无国家和省级重点保护野生植物，但是在施工期间仍需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传，一旦发现野生保护植物，应立即停止施工活动，按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“在保护植物周围设置栅栏或植物保护警示牌。不能避让需异地保护的，应选择适宜的生境进行植株移栽，并确保移栽成活率”，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物的行为，若采取移栽等保护措施需取得当地林业主管部门的许可，以避免对珍稀、保护野生植物造成破坏。

（2）野生动物保护措施

1) 兽类

本项目线路沿线以小型兽类为主，针对这些小型兽类，应做到如下保护措施：

- 严格控制最小施工范围，避免干扰施工范围外野生动物的正常生活。
- 对工程废物和施工人员的生活垃圾进行彻底清理，尽量避免生活垃圾为鼠类等疫源性兽类提供生活环境，避免疫源性兽类种群爆发。
- 禁止偷猎、下夹、设置陷阱的捕杀行为，违者严惩。
- 通过减少施工震动、敲打、撞击和禁止施工车辆随意鸣笛等措施避免对野生动物产生惊扰。

- 合理安排施工方式和时间，避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。

2) 鸟类

- 尽量减少施工对鸟类活动区域的破坏，极力保留临时占地内的乔木、灌木、草本植物，条件允许时边施工边进行植被快速恢复，缩短施工裸露面。
- 应加强水土保持，促进临时占地区植物群落的恢复，为鸟类提供良好的栖息、活动环境。

- 禁止掏鸟窝、捡鸟蛋、捉幼鸟等行为，禁止捕捉和猎杀野生动物。

3) 爬行类

- 严防燃油及油污、废水泄漏对土壤环境造成污染。
- 对施工产生的固体废物要及时清运并进行妥善处理，防止遗留物对环境造成污染，防止对爬行动物本身及栖息环境的破坏和污染。

- 早晚施工注意避免对爬行动物造成碾压危害，施工若发现蛇、蜥蜴等动物时应严禁捕捉。

- 夜间施工时，减少施工区的灯照时间，降低灯光亮度，降低对施工区外野生动物的光照影响。

4) 两栖类

工程建设禁止将施工废水和生活污水排放下河（库），不会对河流河道和水质产生直接影响，因此两栖类也不会受到工程建设的影响，但应做好以下预防措施：

- 加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理，严控泄漏事故对溪流水质及两栖类产生影响。

5) 鱼类

工程建设禁止将施工废水和生活污水排放下河（库），不会对河流和水库水质产生直接影响，因此鱼类也不会受到工程建设的影响，但应做好以下预防措施：

- 加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理，严控泄漏事故对河流水库水质及鱼类产生影响。

- 加强对施工人员的管理，严禁施工人员的捕鱼、毒鱼、炸鱼行为造成鱼类资源量减少。

6) 重要物种

在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生动物保护知识的宣传，若遇到重点保护的野生动物，应按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“施工区发现有保护动物时应暂停施工，并实施保护方案”，禁止挑衅、捕猎，应立即停止周围 200m 范围内的所有施工活动，特别是禁止爆破和施工机械作业，待保护动物自行离开施工区后方可恢复施工，若动物不自行离开需汇报当地林业部门。

（3）水土保持措施

1) 主体工程措施

- 表土剥离：将塔基基础开挖扰动范围可剥离表土全部进行剥离，剥离的表土部分装入土袋，临时堆放在塔基施工临时占地一侧，施工结束后用于塔基永久占地覆土。

- 土地整治、覆土：土地整治包括场地清理、整地、土壤改良三个部分。施工完毕后为满足铁塔基面绿化要求，主体工程施工结束后，对本区硬化的表层地坪进行铲除，清理的残渣就地填埋，场地清理后削凸填凹平整地。将表土均匀回覆在已整平的塔基

表面，表面覆土厚度约 30cm 左右，覆土后立即实施人工种草，避免裸露土层的水力侵蚀。

2) 植物措施

- 撒播草籽：施工结束后对基面永久占地范围先进行土地翻松，其后在整平的土面上撒播草籽，草种拟选用黑麦草和狗牙根混合草种等。

- 撒播灌草：施工结束后对占用林地播撒灌木树种和草籽绿化。树种、草籽在施工结束后进行播种，播深 2cm~3cm，撒播草籽是将草籽先用表土搅拌，并轻微压实，防止播撒被风吹散，以保持土壤水分，达到固土、绿化的效果。

3) 临时工程措施

- 临时拦挡、覆盖：采取土袋装土临时拦挡，土袋按双排双层堆放，同时利用密目网进行覆盖，最大限度减少水土流失。

- 钢板铺垫：本项目部分塔基采取灌注桩基础，为保护表土该部分塔基施工时采取钢板铺垫；对施工期间不便通行的田埂进行局部修整、压实，然后铺垫钢板通行。

- 彩条布铺垫：塔基施工期间，塔基周边临时占地会堆放建筑材料，临时占地扰动方式为占压扰动，因此方案新增彩条布进行隔离防护。

- 临时排水沟：施工期间在涉及土石方开挖的新建施工道路上坡侧设置临时排水沟，考虑其排水的临时性与过渡性，排水沟采用土沟形式，断面为梯形。

（六）施工期环境管理措施

- 施工期间对施工道路两侧、塔基临时占地范围、牵张场等占地范围采用彩旗绳限界，严格限制施工运输扰动范围和施工作业区域。

- 在施工开始前，建设单位应要求施工单位建立保护生态环境、动植物资源的责任制度。

- 采用机械化施工的塔基，应采用可组装拆卸的施工机械，降低施工机械运输的扰动破坏范围。

- 在施工开始前，对施工人员进行有关环境保护法律法规、野生动植物保护等方面的培训，培训考核合格后方可施工。在施工区内设置一定数量的宣传牌和标语，随时提醒施工人员项目区域的野生动植物资源及自然生态环境受国家法律保护。

- 加强生态入侵风险管理，加强项目区危险性林业有害生物的预防和控制，强化森林资源的保护，确保区域生态安全。

- 施工单位应积极贯彻《森林防火条例》和当地林业部门关于森林防火的要求，

加强防火宣传教育，做好施工人员吸烟以及其它生活和生产用火的火源管理。

- 加强火源管理，制定火灾应急预案。建立施工区森林防火及火警警报系统和管理制度，一旦出现火情，立即向林业主管部门和地方有关主管部门通报，同时组织人员协同当地群众积极灭火，以确保施工期施工区附近区域的森林资源火情安全。

- 施工单位在工程实施时，应根据“三同时”要求落实生态保护措施，加强施工过程环境监理工作。

- 施工结束后，对临时占地做好复耕和撒播草籽工作，撒播草籽需选择秋季雨前播种，并监测其生长状况。

7.1.3.3 运行期

（一）电磁环境、声污染防治措施

- 加强线路巡视。
- 设置警示和防护指示标志。
- 建立工频电场、工频磁场和噪声环境监测数据档案。

（二）生态环境保护措施

本项目投运后，除线路塔基占地为永久性占地外，其他占地均为临时性占地，施工结束后及时恢复临时占地的原有功能，不影响其原有的土地用途，在线路运行维护过程中应采取以下措施：

- 对塔基处加强植被的抚育和管护。
- 在线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝，不进行砍伐。
- 加强用火管理，制定火灾应急预案，在线路巡视时应避免带入火种，以免引发火灾，破坏植被。
- 在线路巡视时应避免带入外来物种。
- 在线路巡视时应留意电晕发生相对频繁的输电线路段，及时联系工程建设方进行线路维护，保证在此附近活动的动物安全。
- 线路运行维护和检修人员在进行维护检修工作时，尽量不要影响区域内的动植物，不要攀折植物枝条，以免影响动植物正常的生长和活动。
- 对项目临时占地区域的植被、迹地恢复应考虑连续性，与周边景观、植物相协调，确保生态环境质量不降低，维持区域的生态功能与生态系统、景观的完整性。

（三）水环境保护措施

- 加强对线路运维人员的教育和管理，禁止进入水域范围，禁止下河（库）捕捞、向水体倾倒、排放污染物等行为，强化保护水环境的意识。

7.2 环境保护设施、措施论证

7.2.1 凉山中变电站

生活污水：变电站投运后产生的生活污水经站内设置的埋地式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不直接外排。

固体废物：生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运，不影响站外环境；事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置；更换下来的蓄电池属于危险废物，按照危险废物进行管理，交由有资质的单位处置。

噪声：通过严格控制噪声源设备的噪声源强，主变压器选择噪声声压级不超过 70dB（A）（距主变 2m 处）的设备，SVG 散热器噪声声压级不超过 78dB（A）（距设备 1m 处）；主变之间设置 8.4m 防火墙；站区东南侧约 247.0m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（4.0m）+声屏障（2.0m）总高 6.0m，东南侧偏北约 55.93m 长围墙提高到 4.0m。站区西南侧约 271.6m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（2.5m）+声屏障（0.5m）总高 3.0m。站区西北侧约 91.0m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件。站区东北侧约 175.25m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件，东北侧偏西约 96.25m 长围墙提高到 4.0m。变电站建成投运后站界噪声及站外区域声环境均满足相应评价标准要求。

电磁环境：变电站内电气设备均安装接地装置；对电气设备进行合理布局，主变采用一字型布置在站区中央；500kV、220kV 配电装置均采用 HGIS 布置；变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现；变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电；在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩），以改善电场分布；站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。通过采取上述措施，变电站建成投运后产生的电磁环境影响均满足相应评价标准要求。

生态环境：通过采取在变电站四周设置排水沟及护坡，并在护坡上绿化等措施，能有效防治水土流失。

因此，上述环境保护设施、措施合理可行。

7.2.2 扩建百灵 500kV 变电站

生活污水：变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活污水量，不需新增生活污水处理设施。

固体废物：变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，不需新增生活垃圾处理设施。本次扩建不新增含油设备，不新增蓄电池。

噪声：百灵 500kV 变电站本次不增加主变、高抗噪声源设备。

电磁环境：变电站新增电气设备均安装接地装置；本次扩建 500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置；扩建设备在订货时要求导线、母线等提高加工工艺，防止尖端放电和起晕；站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。通过采取上述措施，变电站扩建投运后产生的电磁环境影响均满足相应评价标准要求。

生态环境：变电站本次扩建在原站内预留场地内进行，不改变站外环境现状。

因此，上述环境保护设施、措施合理可行。

7.2.3 输电线路

电磁环境：输电线路通过优化线路路径和导线选型、提高导线加工工艺水平，降低电磁环境影响。

本项目线路通过非居民区，单回水平排列段需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；单回三角排列段需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；单回水平并行排列段需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；单回三角并行排列段需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；双回段采用同塔双回异相序，导线对地最低高度 12m 时，能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。

本项目线路通过居民区，单回水平排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-1 中的要求；单回三角排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-2 中的要求；单回水平并行排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-3 中的要求；单回三角并行排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-4 中的要求；双回段距线路边导线不同距

离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-5 中的要求。

噪声：输电线路通过优化线路路径和导线选型、提高导线加工工艺水平，在居民敏感目标处产生的噪声均满足相应评价标准要求。

生态环境：塔基基础尽量采用原状土基础，减少土石方开挖量及水土流失；通过优化施工运输道路，合理布局施工场地，施工期间采取钢板隔离防护、铺设彩条布、表土剥离和养护、密目网遮盖、土地整治、复耕、撒播草籽等措施，能有效防治新增水土流失，降低生态环境影响。

水环境：线路施工人员沿线路分散分布，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集。施工期间产生的施工废水通过设置的简易废水沉淀池处理后循环利用，不外排；泥浆通过设置简易的泥浆沉淀池处理后循环利用，不外排。在水源保护区内施工时，在施工场地周围设置饮用水水源保护区警示牌；设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护；尽量缩短修整人抬便道长度，减小施工扰动范围；塔基施工临时占地范围施工前需铺设彩条布或其他铺垫物，根据塔基处地形情况砌筑临时截排水沟，对占地范围内的表土进行剥离，对临时堆土采用防雨布进行遮盖，用编织袋进行拦挡；避开雨季施工；不在水源保护区范围内搭建临时施工生活设施、牵张场、跨越场等临时设施。

根据区域已运行输电线路的实际运行效果，线路工程采取了上述环境保护措施后对周围居民和生态环境的影响很小，上述环境保护措施合理可行。

7.3 环境保护设施、措施

本项目环保措施和环保设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。本项目环保措施和环保设施详见表 7-6。环境保护设施、措施责任单位、环境保护职责和完成期限见表 7-7。

表 7-6 本项目环保措施和环保设施一览表

项目			环保措施和环保设施内容
电磁环境防治措施	新建凉山中变电站	设计阶段	1) 变电站内电气设备均安装接地装置。 2) 主变采用一字型布置在站区中央。 3) 500kV、220kV 配电装置均采用 HGIS 布置。 4) 变电站内导线、母线和其它金具做到表面光滑。 5) 变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密。 6) 在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩）。 7) 站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。
		施工阶段	——
		运行阶段	1) 加强电磁环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。 2) 在变电站围墙上设置防护和警示标识，高压输变电方面的环境宣传工作。

项目			环保措施和环保设施内容
扩建百灵变电站	设计阶段		1) 新增电气设备均安装接地装置。 2) 500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置。 3) 扩建设备在订货时要求导线、母线等提高加工工艺，防止尖端放电和起晕。 4) 站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。
	施工阶段		——
	运行阶段		加强电磁环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。
输电线路	设计阶段		1) 线路路径选择时尽量增大与居民房屋的距离。 2) 合要求导线、均压环等提高加工工艺。 3) 线路双回段采用同塔双回垂直异相序排列。 4) 线路通过非居民区，导线对地最低高度为 12m 时，满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。 5) 线路单回水平排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-1 中的要求；单回三角排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-2 中的要求；单回水平并行排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-3 中的要求；单回三角并行排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-4 中的要求；双回段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-5 中的要求。 6) 本项目线路与其他设施交叉跨越时，严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求确保足够净空距离。
	施工阶段		——
	运行阶段		1) 加强线路巡视。 2) 设置警示和防护指示标志。 3) 建立工频电场、工频磁场环境监测数据档案。
声环境保护措施	新建凉山中变电站	设计阶段	1) 主变压器布置在站区中央。 2) 主变压器选择噪声声压级不超过 70dB (A)（距主变 2m 处）的设备，SVG 散热器噪声声压级不超过 78dB (A)（距离设备 1m 处）。 3) 主变之间设置防火墙。 4) 站区东南侧约 247.0m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（4.0m）+声屏障（2.0m）总高 6.0m，东南侧偏北约 55.93m 长围墙提高到 4.0m。站区西南侧约 271.6m 长围墙顶部设置声屏障，围墙（2.5m）+声屏障（0.5m）总高 3.0m。站区西北侧约 91.0m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件。站区东北侧约 175.25m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件，东北侧偏西约 96.25m 长围墙提高到 4.0m。
		施工阶段	1) 尽可能将高噪声源强施工机具布置在站址中央区域。 2) 定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声。 3) 避免碾压机械、挖掘机等高噪声设备同时施工。 4) 基础施工前先修筑围挡，尽可能降低施工噪声对其影响，并尽快修建围墙。 5) 施工宜集中在昼间进行，尽量避免夜间和午休时间进行高强度噪声施工。
		运行阶段	1) 加强声环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。 2) 围墙上设置防护和警示标识，加强高压输变电方面的环境宣传工作。
	扩建百灵变电	设计阶段	本次不增加主变、高抗噪声源设备。
		施工	1) 尽可能将高噪声源强施工机具布置在本次扩建区域，远离站界。

项目			环保措施和环保设施内容
	站	阶段	2) 定期对施工设备进行维护, 减小施工机具的施工噪声。 3) 施工应集中在昼间进行, 尽量避免夜间施工。
		运行阶段	加强声环境监测, 及时发现问题并按照相关要求进行处理。
	输电线路	设计阶段	1) 线路路径选择时尽量增大与居民房屋的距离。 2) 合理选择线路导线的截面和相导线结构, 要求导线、均压环等提高加工工艺, 防止尖端放电和起电晕。 3) 在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下, 合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等。 4) 结合项目区实际情况和工程设计要求, 提高导线对地最低高度, 确保评价范围内居民房屋处的声环境满足相应声功能区的声级限值要求。
		施工阶段	输电线路施工点分散, 施工活动集中在昼间进行, 能尽量减小施工噪声对周围居民的影响。对位于环境敏感目标附近的塔基应尽量控制夜间施工。
		运行阶段	1) 加强线路巡视。 2) 设置警示和防护指示标志。 3) 建立噪声监测数据档案。
水环境保护措施	新建凉山中变电站	设计阶段	变电站内设置地埋式污水处理装置。
		施工阶段	1) 变电站施工人员临时驻于站址附近的施工营地, 产生的生活污水利用地埋式污水收集处理设施收集后, 回用于站区洒水降尘或临时占地植被恢复, 或委托环卫部门定期清掏, 不直接排入天然水体。 2) 施工期间产生的少量场地、设备清洗水经施工场地设置的沉淀池进行集中收集、处理后循环利用。 3) 废油严格按《废矿物油回收利用污染控制技术规范》(HJ607-2011) 要求进行, 如采用专用容器进行贮存和运输、由有资质的单位处置。
		运行阶段	变电站内产生的生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化, 不外排。
	扩建百灵变电站	设计阶段	变电站本次扩建后运行方式不变, 运行人员数量不增加, 无新增生活污水量, 不需新增生活污水处理设施。
		施工阶段	变电站扩建施工产生的生活污水利用变电站内既有污水处理装置收集处理后用于站内绿化, 不外排。
		运行阶段	变电站本次扩建后运行方式不变, 运行人员数量不增加, 无新增生活用水量和生活污水量, 不需新增生活污水处理设施, 生活污水经站内既有地埋式污水处理装置处理后用于站内绿化, 不外排。
	输电线路	设计阶段	——
		施工阶段	线路施工人员沿线路分散分布, 产生的生活污水利用附近居民既有设施收集, 不直接排入天然水体。施工期间产生的施工废水通过设置的简易废水沉淀池处理后循环利用, 不外排; 泥浆通过设置简易的泥浆沉淀池处理后循环利用, 不外排。
固体废物污染防治措施	新建凉山中变电站	设计阶段	1) 生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近垃圾池, 由环卫部门集中转运。 2) 各相主变下方设置 1 座 17m ³ 事故油坑, 站内设置 1 座 90m ³ 事故油池, 少量事故废油由有资质的单位处置, 不外排。事故油坑和事故油池作为重点防渗区。 3) 更换下来的蓄电池交由有资质的单位处置, 不在站内暂存。
		施工阶段	施工过程中产生的固体废物应分类集中收集, 及时清理施工迹地。施工期产生少量废矿物油等危险废物应集中收集于危废收集箱, 然后由有相应资质的单位回收处置。
		运行阶段	变电站内产生的生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后清运至附近垃圾池, 由环卫部门集中转运。 事故油经事故油池进行油水分离后, 少量事故废油由有资质的单位处置, 不外排; 少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存, 交由有资质

项目			环保措施和环保设施内容
大气 环境 污染 控制 措施	扩建 百灵 变 电 站		的单位处置。 更换下来的蓄电池不在站内暂存，交由有资质的单位处置。
		设计 阶段	变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，不需新增生活垃圾处理设施。 变电站本次扩建不新增含油设备。 变电站本次扩建不新增蓄电池。
		施工 阶段	变电站扩建施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池；变电站扩建开挖产生的少量基槽余土运至站外终端塔塔基占地范围内摊平。
		运行 阶段	变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，生活垃圾经站内既有垃圾桶收集后由环卫部门定期清运、统一处理。 变电站本次扩建不新增含油设备。 变电站本次扩建不新增蓄电池。
	输电 线路	设计 阶段	——
		施工 阶段	1) 本项目线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近垃圾池，施工过程中产生的固体废物应分类集中收集，及时清理施工迹地。 2) 施工期间应加强日常运输车辆、施工机具的维护保养，杜绝施工机具漏油。施工车辆停放区采取防渗处理避免雨淋、需要进行地面冲洗时设置防渗污水收集设施等，若产生废油，则废油按废矿物油进行处置，产生的废油严格按《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）要求进行，如采用专用容器进行贮存和运输、由有资质的单位处置。
		运行 阶段	——
	新建 凉山 中 变 电 站	设计 阶段	——
		施工 阶段	1) 变电站四周设置施工围挡，进站道路进行硬化。 2) 施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。对暂时不存在动土作业的工作面、开挖形成的基坑基底边坡、经碾压后板结的临时道路进行覆盖。 3) 对施工材料、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，严格控制装载量，装载的高度不得超过车辆挡板，防止散落。 4) 运输车辆限制车速，出施工场地应进行车轮冲洗。 5) 施工区域采取洒水、喷淋、喷雾等湿法降尘措施，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。 6) 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，减少烟度和颗粒物排放。 7) 场内施工内燃机械（如运输车辆、卷扬机、旋挖机等）安置有效的空气滤清装置，并定期清理。 8) 禁止使用排放超标的车辆和施工机械设备。
		运行 阶段	——
	扩建 百灵 变 电 站	设计 阶段	——
		施工 阶段	1) 变电站内施工区域设置施工围挡。 2) 施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。 3) 对施工材料、建筑垃圾等运输车辆应进行封闭，严格控制装载量，装载的高度不得超过车辆挡板，防止散落。 4) 施工区域采取洒水、喷淋、喷雾等湿法降尘措施，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。

项目			环保措施和环保设施内容
	输电线路	运行阶段	——
		设计阶段	——
		施工阶段	1) 合理组织施工。 2) 施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料使用防尘网进行覆盖。对暂时不存在动土作业的工作面、开挖形成的基坑基底边坡、经碾压后板结的临时道路进行覆盖。 3) 施工材料运输车辆宜进行封闭，防止遗撒。 4) 施工区域、道路进行洒水、清扫，遇到大风天气时增加洒水降尘次数。 5) 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。 6) 场内施工内燃机械安置有效的空气滤清装置，并定期清理。 7) 禁止使用排放超标的车辆和施工机械设备。 8) 线路施工结束后及时清理场地，并对临时占地区域进行植被恢复。 9) 在施工合同中确定大气污染防治目标及施工单位大气污染防治责任。
		运行阶段	——
生态环境保护措施	新建凉山中变电站	设计阶段	1) 变电站周围设置排水沟及护坡，减少水土流失。 2) 变电站采用紧凑型布置，减小占地面积。 3) 变电站站区土石方统一平衡，不对外弃土。 4) 变电站靠近道路布置，减少新建进站道路长度。
		施工阶段	1) 施工活动集中在征地范围内。 2) 站区四周设置排水沟及护坡，并在护坡上进行绿化。 3) 施工前应先建施工围挡和排水沟，减少地表径流侵蚀。 4) 施工前对站址区域进行表土剥离，并对剥离的表土进行养护。 5) 变电站站区土石方挖填平衡，不对外弃土。 6) 变电站施工结束后应清除施工营地硬化地面等建筑垃圾，对土地进行整治后复耕或植被恢复，恢复土地原有功能。 7) 变电站施工阶段加强环保管理、限定最小施工范围。 8) 在施工区内设置一定数量的宣传牌和标语，加强对生态环境保护的宣传。
		运行阶段	——
	扩建百灵变电站	设计阶段	变电站本次扩建在原站内预留场地内进行，不改变站外环境现状，不会造成新增水土流失，对站外生态环境无影响。
		施工阶段	变电站本次扩建在原站内预留场地内进行，不改变站外环境现状，不会造成新增水土流失，对站外生态环境无影响。
		运行阶段	变电站运行期对站外生态环境无影响。
	输电线路	设计阶段	1) 尽量缩短线路长度。 2) 已尽量避让林区，对确不能避让林木密集区的线路采取高跨的方式。 3) 尽量增加跨越档距，减少塔基数量，塔基位置选择尽可能避让集中林木。 4) 优先采用挖孔桩基础。 5) 尽可能抬高导线对地高度、加大档距、减少塔基数量。
		施工阶段	1) 施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域。 2) 塔材、金具等材料运输到施工现场后应尽快进行组装。 3) 尽量利用现有道路，减少新建施工运输道路。 4) 塔基施工临时占地使用前铺设彩条布或其他铺垫物。 5) 优先采用挖孔桩基础。 6) 跨越林木密集区时选用环境友好的架线施工手段，如无人机等。 7) 耕地处施工道路及塔基施工时应具备表土剥离条件的区域进行表土剥离，保存好熟化土和表层土，并将表层熟土和生土分开堆放，回填时应按

项目			环保措施和环保设施内容
			照土层的顺序恢复为耕地。 8) 在土质松软的施工道路路段铺设钢板,降低对耕植土及栽培植被的破坏。 9) 塔基施工临时占地使用前铺设彩条布或其他铺垫物。 10) 加强施工人员管理教育,禁止施工人员超出施工区域踩踏当地作物,禁止施工人员采摘果实。 11) 施工时尽可能避开栽培植被收获期,减少对栽培植被的影响。 12) 施工结束后,对于立地条件较好的塔基临时占地和牵张场等临时占地区域采用人工播撒草籽和栽植灌木进行植被恢复。 13) 在施工期间一旦发现野生保护动植物,应按照《输变电建设项目环境保护技术要求》(HJ 1113-2020)中相关要求采取保护措施。 14) 加强工程施工管理,严格在审核同意的用地红线范围内开展建设,严禁超范围占用天然林地,杜绝非法采伐、破坏植被等行为,严防森林火灾。 15) 施工阶段通过采取加强工程施工管理、划定最小施工范围、优化施工工艺等措施,尽量减少林地占用。 16) 在施工区内设置一定数量的宣传牌和标语,加强对生态环境保护的宣传。
		运行阶段	1) 对塔基处加强植被的抚育和管护。 2) 在线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝,不进行砍伐。 3) 加强用火管理,制定火灾应急预案。 4) 在线路巡视时应留意电晕发生相对频繁的输电线路段。 5) 不要攀折植物枝条,以免影响植物正常的生长和活动。 6) 对项目临时占地区域的植被、迹地恢复应考虑连续性,与周边景观、植物相协调。

表 7-7 环境保护设施、措施责任单位、环境保护职责和完成期限

单位名称	职责	完成期限
建设单位	实施环境影响报告书及其批复提出的环境保护对策措施。	建设全过程
设计单位	根据相关设计规范和技术标准,将环境影响报告书及其批复中提出的环保措施落实到工程设计文件 and 设计图纸中,将环保投资列入工程概算中。	整个设计阶段
施工单位	将环境影响报告书及其批复、设计说明书等文件中提出的防尘、降噪、水环境污染控制、固体废物污染防治、生态环境保护等措施在施工期实施。	施工期间
运行维护单位	对线路进行定期巡查及维护,保障线路的正常运行,防止由于线路运行故障产生的噪声及电磁环境影响,防止线路运行故障、倒塔等风险的产生。	运行期间

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理机构

国网四川省电力公司建设分公司实行本工程全过程环保归口管理模式，配备有专职人员从事环保管理工作，并定期开展环境管理相关的业务培训。

8.1.2 施工期环境管理

（1）工程的施工承包合同中应包括有环境保护的条款，承包商应严格执行设计和环评报告及批复中提出的各项污染防治措施，遵守环境保护方面的法律法规。

（2）施工期的环境管理由施工单位具体负责，建设单位和监理单位负责监督。施工单位在施工前应组织施工人员学习《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》等有关环保法规，做到施工人员知法、懂法和守法。

（3）施工单位的环境管理及环境监理人员应对施工活动进行全过程环境监督，通过严格检查确保施工中的每一道工序满足环保要求，使施工期环境保护措施得到全面落实。

（4）施工参建各方要积极收集、整理、推广和实施工程建设中各项环境保护的先进经验和技术。

（5）施工单位要做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作，并根据问题严重程度及时或定期向各有关部门汇报。

（6）输电线路与河（库）、公路等交叉跨越施工应先与水务、交通等部门协商后，针对性设计施工方案，在规定时间内完成施工。

（7）对施工单位进行必要的环境管理培训，对施工人员进行适当的环境保护法律法规和有关安全知识的教育和培训。

（8）在工程施工前应作好施工单位及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中产生的建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集。

8.1.3 竣工环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令），项目建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）、《建

设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ705-2020）等相关要求，及时组织开展本项目竣工环境保护验收工作，同时验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。本项目竣工环境保护验收主要内容见表 8-1。

表 8-1 本项目竣工环保验收主要内容

序号	验收对象	验收内容
1	相关批复文件	项目核准文件，相关批复文件（包括环评批复、初步设计批复等）是否齐备。
2	核查项目建设内容	核查项目建设内容（包括项目名称、建设性质、建设地点、建设内容、建设规模、占地规模、总平面布置、线路路径、主要技术经济指标等）及设计方案变化情况，以及由此造成的环境影响的变化情况，是否属于重大变动（如具体变动原因、变动内容及其他有关情况，包括发生变动的项目名称、建设地点、建设内容、建设规模、总平面布置、线路路径等，调查重大变动手续是否齐全）。
3	环保措施落实情况	核实项目环评文件及批复中各项环保措施（如事故油池容积及其防渗措施、埋地式污水处理装置、导线对地高度等）、生态保护措施（如变电站站外的排水沟、护坡等，线路临时占地的植被恢复等）的落实情况及实施效果。
4	敏感目标调查	核查变电站和线路环境敏感目标及变化情况，说明环境敏感目标变化原因。
5	污染物达标排放情况	电场强度、磁感应强度、噪声是否满足评价标准要求。
6	环境敏感目标环境影响验证	监测电磁环境和声环境敏感目标的电磁环境及声环境是否满足标准要求，调查生态环境的相关影响是否满足环评报告、环评批复及相关要求。
7	环保制度落实情况	环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况。

8.1.4 运行期环境管理

根据本项目建设特点，运行单位应建立完整的环境保护管理体系，配备专（兼）职管理人员，履行项目环境保护岗位职责，其具体职能为：

- （1）制定和实施各项环境监督管理计划；
- （2）建立工频电场、工频磁场和噪声环境监测数据档案，污染控制、环境保护设施的设计和运行管理文件等；
- （3）检查各项污染防治设施的运行情况，及时处理出现的问题，保证污染治理设施的正常运行；
- （4）不定期地巡查线路各段，特别是有环境敏感目标分布的线路段，保护生态环境不被破坏，保证保护生态与工程运行相协调。

8.1.5 环境培训

建设单位应对与工程项目有关的主要人员，包括施工单位、运行单位、受影响区域的公众，进行环境保护知识和政策方面的培训与宣传，从而进一步增强施工、运行

单位的环保管理能力，减少施工和运行产生的不利环境影响，并且能够更好地参与和监督本项目的环保管理；同时能提高人们的环保意识，加强公众的环境保护和自我保护意识。具体的环境管理培训计划见表 8-2。

表 8-2 本项目环境管理培训计划

培训项目	参加培训对象	培训内容
环境保护知识和政策	变电站及输电线路附近的公众	1.电磁环境影响的有关知识 2.噪声/电磁相关质量标准和排放标准 3.《国务院关于修改<电力设施保护条例>的决定》（国务院令第 239 号） 4.其他有关的国家和地方的规定
环境保护管理培训	运行单位、施工单位及其他相关人员	1.《中华人民共和国环境保护法》 2.《建设项目环境保护管理条例》 3.《输变电建设项目环境保护技术要求》 4.其他有关的环保管理条例、规定
生态环境保护	运行单位、施工单位及其他相关人员	1.《中华人民共和国野生动物保护法》 2.《中华人民共和国野生植物保护条例》 3.《输变电建设项目环境保护技术要求》 4.其他有关的环保管理条例、规定

8.2 环境监测计划

本项目环境监测计划结合竣工环境保护验收监测一并进行。根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016），根据建设项目环境影响特征、影响范围和影响程度，结合环境保护目标分布，制定环境质量定点监测或定期跟踪监测方案。

8.2.1 监测项目

（1）电磁环境：电场强度（V/m）、磁感应强度（ μT ）

（2）噪声：等效 A 声级（dB（A））、最大声级

8.2.2 监测点布置

变电站监测点包括：变电站站界及环境敏感目标。

线路监测点包括：线路评价范围内具有代表性的环境敏感点及断面、线路临时占地。监测计划见表 8-3。

表 8-3 本项目环境监测计划

时期	环境要素	评价因子	监测点布置	监测时间	监测频率
施工期	声环境	昼间、夜间等效声级、最大声级	施工场界外 1m	施工高峰期不定期监测，自监测起持续 20 分钟，夜间同时测量最大声级	各监测点位昼间、夜间各一次
运行期	电磁环境	工频电场、工频磁场	变电站站界四周；变电站评价范围内具有代表性的环境敏感目标；线路评价范围内具有代表性的环境敏感目标，断面监测。	结合环保竣工环境保护验收监测进行；其他有必要时开展监测（如有居民投诉或配合生态环境主管部门检查）。	各监测点位监测一次
	声环境	昼间、夜间等效声级			各监测点位昼间、夜间各一次

8.2.3 监测方法

监测方法见表 8-4，监测活动由建设单位出资，委托有监测资质的单位进行监测。

表 8-4 监测分析方法一览表

监测项目	监测方法	依据
等效 A 声级	仪器法	施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011） 运行期：《声环境质量标准》（GB3096-2008）；《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）
电场强度 磁感应强度	仪器法	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013） 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ 705-2020）

针对监测过程中出现的噪声、电磁环境影响超标情况应进行重点分析，并提出整改、补救措施与建议。

9 环境影响评价结论

9.1 建设概况

本项目**建设内容包括**：①凉山中 500kV 变电站新建工程；②百灵 500kV 变电站扩建工程；③新建凉山中～百灵 500kV 线路工程；④建设相应无功补偿装置和二次系统工程。

新建凉山中 500kV 变电站位于凉山州盐源县白乌镇长麻村，建设规模为：主变容量 $3\times 1200\text{MVA}$ ；500kV 出线间隔 2 回；220kV 出线间隔 8 回；66kV 动态无功补偿装置 $3\times 1\times 60\text{Mvar}$ ；66kV 并联电容器 $3\times 3\times 60\text{Mvar}$ 。

百灵 500kV 变电站为既有变电站，位于凉山州盐源县润盐镇杨柳桥村和卫城镇钟鼓楼村交界处，本次在现有变电站预留场地内扩建 2 个 500kV 出线间隔。

新建凉山中～百灵 500kV 线路工程，线路总长度约 $2\times 34.5\text{km}$ ，其中单回段总长度约 $32\text{km}+32\text{km}$ ，分为一线和二线两个单回并行走线，采用单回水平排列和单回三角排列，双回段总长度约 $2\times 2.5\text{km}$ ，采用同塔双回垂直异相序排列（位于百灵变电站出线侧），导线型号为 $4\times \text{JL3/G2A-720/50}$ 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 500mm，输送电流为 1013A，新建铁塔 142 基。本线路位于凉山州盐源县境内。

建设相应无功补偿装置和二次系统工程包括：新建线路两侧配置双套光纤电流差动保护。沿新建线路同塔架设 2 根光缆，长约 $2\times 34.5\text{km}$ ，光缆型号为 OPGW-150。

9.2 环境现状与主要环境问题

9.2.1 生态环境现状

（1）植被现状

本项目所在区域属木里山原植被小区，项目调查区域内自然植被包括森林、灌丛、草丛 3 个植被型组，森林植被中包含常绿针叶与落叶阔叶混交林、常绿阔叶林、常绿针叶林 3 个植被型，共 4 个植被亚型。自然植被代表性物种为云南松、巨桉、马桑、川滇高山栎、黄背草等，栽培植被代表性物种为荞麦、玉蜀黍、马铃薯等作物及苹果、核桃等经济林木。本项目评价范围内无国家级和省级重点保护野生植物、无《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危物种、极小种群物种和古树名木，有云南松、细尖栒子、窄叶火棘、桦叶荚蒾 4 个特有种，项目评价范围内无重要物种的重要生境分布。

（2）动物现状

本项目调查区域为农村环境，调查区域内野生动物分布有兽类、鸟类、爬行类、两栖类和鱼类。本项目评价范围内无国家级和省级重点保护动物，无《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、极小种群物种，有岩松鼠、灰胸竹鸡、黄腹山雀等特有种动物 8 种。项目评价范围内无重要物种的重要生境分布。

（2）本项目不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区。

9.2.2 电磁环境现状

本项目区域离地 1.5m 处的电场强度现状值在 0.21V/m~566.88V/m 之间，均满足电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 和非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；本项目区域离地 1.5m 处的磁感应强度现状值在 0.0029 μ T~1.8268 μ T 之间，均满足磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

9.2.3 声环境现状

本项目既有百灵 500kV 变电站站址处昼间等效连续 A 声级在 49dB（A）~53dB（A）之间，夜间等效连续 A 声级在 43dB（A）~46dB（A）之间，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）2 类标准要求（昼 60dB（A）、夜 50dB（A））；其他区域昼间等效连续 A 声级在 44dB（A）~54dB（A）之间，夜间等效连续 A 声级在 39dB（A）~45dB（A）之间，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求（昼 60dB（A）、夜 50dB（A））。

9.3 主要环境影响和污染物排放情况

9.3.1 施工期环境影响

9.3.1.1 声环境影响

（1）凉山中变电站

本项目新建凉山中变电站施工噪声主要来自于施工机具和运输机械。采取相应噪声控制措施后，能最大限度地减少施工噪声对区域环境的影响，同时，本项目施工期短，施工噪声将随着施工活动的结束而消失。

（2）百灵变电站扩建

变电站土建施工主要采用人工开挖，施工量小，施工噪声不会对区域声环境造成影响。

（3）输电线路

本项目线路施工噪声主要来源于塔基施工和架线安装，施工点分散，每个点施工量小，施工期短，且集中在昼间进行，不会影响周围居民正常休息。

9.3.1.2 大气环境影响

本项目施工对大气环境的影响为施工扬尘，主要来源于基础开挖、物料运输等，在短期内将使局部区域空气中的 TSP 增加。凉山中变电站和百灵变电站施工扬尘主要集中在施工区域内；线路施工期的扬尘主要来源于铁塔基础开挖、施工材料运输，线路塔基位置分散，各施工位置产生的扬尘量很小，采取洒水、防尘网覆盖等扬尘控制措施后，施工期不会对区域大气环境产生明显影响。

9.3.1.3 水环境影响

新建变电站和线路施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水和少量的施工废水。新建变电站施工人员临时驻于施工营地，产生的生活污水利用地埋式污水收集处理设施收集后，回用于站区洒水降尘或临时占地植被恢复，或委托环卫部门定期清掏，不直接排入天然水体。线路施工人员沿线路分散分布，施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近既有设施收集，不直接排入天然水体。施工废水通过设置的简易废水沉淀池处理后循环利用，不外排；泥浆通过设置简易的泥浆沉淀池处理后循环利用，不外排；百灵变电站扩建施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水，经站内既有生活污水处理装置收集，不外排。

本项目线路不涉及水环境敏感目标。通过加强施工管理，规范施工活动，禁止设施牵张场等临时场地，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行收集处理，施工结束后及时清理现场，施工期不会影响周围居民的用水现状。

9.3.1.4 固体废物影响

（1）凉山中变电站

变电站施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池；变电站站址处土石方能够在站内平衡，不对外弃土，对当地环境影响较小。

（2）百灵变电站扩建

变电站施工人员产生的生活垃圾经站内垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池；变电站扩建开挖产生的少量基槽余土在站外终端塔占地范围内摊平处理，对当地环境影响较小。

（3）输电线路

本项目线路施工期间产生的固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾。线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池，对当地环境影响较小。

9.3.1.5 生态环境影响

（1）对植被的影响

本项目永久占地面积和临时占地面积均较小，项目建设对评价区植被面积的改变极为微弱；本项目仅对位于变电站站址和塔基处无法避让的树木进行砍伐，但砍伐的树种在项目区域广泛分布，工程建设不会对区域植物物种种类、数量、植被分布面积等造成明显影响；线路所经区域主要为栽培植被为主，其次为自然植被，均在当地广泛分布，本项目建设不会对当地作物和经济林木面积和产量造成明显影响。

（2）对动物的影响

本项目施工期占地面积小，施工临时占地在施工结束后通过植被恢复等措施能逐步恢复土地原有功能，不会改变野生动物的生存环境现状；同时，塔基施工量小，施工期短，施工噪声的影响将随着施工活动的结束而消失，项目建设不会对线路沿线评价区域野生动物的种类和数量造成明显影响。

9.3.2 运行期环境影响

9.3.2.1 电磁环境影响

（1）凉山中变电站

本项目新建凉山中变电站站外电场强度最大值为 1730.7V/m，满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；磁感应强度最大值为 2.8098 μ T，满足不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

（2）百灵变电站扩建

本项目百灵变电站扩建后站界处电场强度预测最大值为 2480.2V/m，磁感应强度预测最大值为 4.065 μ T，均满足相应评价标准要求。

（3）输电线路

在居民区，距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-1
~表 7-8

中的要求，输电线路在采取上述措施后，产生的电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求、磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求；在非居民区产生的电场

强度满足非居民区电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求，磁感应强度满足不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

9.3.2.2 声环境影响

（1）凉山中变电站

根据预测，变电站投运后站界处噪声预测值在 39dB（A）~48dB（A）之间，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求；站外敏感目标处昼间噪声预测最大值为 49dB（A），夜间噪声预测最大值为 46dB（A），均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

（2）百灵变电站扩建

百灵变电站扩建投运后站界处昼间噪声预测值在 44dB（A）~55dB（A）之间，夜间噪声预测值在 42dB（A）~48dB（A）之间，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求；噪声敏感目标处昼间噪声预测最大值为 50dB（A），夜间噪声预测最大值为 45dB（A），满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

（3）输电线路

根据类比分析，本项目线路投运后产生的噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准的要求。

9.3.2.3 水环境影响

（1）凉山中变电站

变电站投运后站内生活污水经地埋式污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排。

（2）百灵变电站扩建

变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活用水量和生活污水量，不需新增生活污水处理设施，生活污水经既有的地埋式生活污水处理装置处理后用于站内绿化，不外排。

（3）输电线路

本项目输电线路运行期间无废污水产生。

9.3.2.4 固体废物影响

（1）凉山中变电站

变电站投运后产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门

集中转运。

事故油由事故油坑进入事故油池，经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。

更换的蓄电池按照危险废物进行管理，交由有资质的单位处置。

（2）百灵变电站扩建

百灵变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，生活垃圾经站内既有垃圾桶收集后由环卫部门定期清运、统一处理，不影响站外环境。

百灵变电站本次扩建不新增含油设备和蓄电池。事故油由事故油坑进入事故油池，经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。

（3）输电线路

本项目线路投运后无固体废物产生，不会对周围环境产生影响。

9.3.2.5 生态环境影响

本项目运行期不会对野生植物数量、种类及其生态功能造成明显影响；不会影响野生动物的生活习性，不会造成当地动物种类和数量的减少，不会破坏生态系统完整性。

9.4 公众意见采纳情况

建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的要求开展了多种形式的公众参与工作。环境影响评价信息发布后，至意见反馈截止日期，未收到与本项目环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

9.5 环境保护措施、设施

9.5.1 电磁污染防治措施

（1）凉山中变电站

变电站内电气设备均安装接地装置。对电气设备进行合理布局，主变采用一字型布置在站区中央。500kV 配电装置、220kV 均采用 HGIS 布置。变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑。变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密。在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩）。站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措

施。

（2）百灵变电站扩建

变电站内新增电气设备均安装接地装置。本次扩建 500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置。扩建设备在订货时要求导线、母线等提高加工工艺，防止尖端放电和起晕。站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

（3）输电线路

线路路径选择时避让集中居民区，尽量增大与居民房屋的距离。合理选择线路导线的截面和相导线结构，要求导线、均压环等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下，合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等。

本项目线路通过非居民区，单回水平排列段需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；单回三角排列段需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；单回水平并行排列段需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；单回三角并行排列段需要将导线对地最低高度抬高至 12m 时，才能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求；双回段采用同塔双回异相序，导线对地最低高度 12m 时，能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。

本项目线路通过居民区，单回水平排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-1 中的要求；单回三角排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-2 中的要求；单回水平并行排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-3 中的要求；单回三角并行排列段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-4 中的要求；双回段距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 7-5 中的要求。

线路与其他设施交叉跨越时，严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）要求确保足够净空距离。

9.5.2 声污染防治措施

（1）凉山中变电站

1) 主变压器布置在站区中央。

2) 主变压器选择噪声声压级不超过 70dB (A) (距主变 2m 处) 的设备, SVG 散热器噪声声压级不超过 78dB (A) (距离设备 1m 处)。

3) 主变之间均设置防火墙。

4) 站区东南侧约 247.0m 长围墙顶部设置声屏障, 围墙 (4.0m) + 声屏障 (2.0m) 总高 6.0m, 东南侧偏北约 55.93m 长围墙提高到 4.0m。站区西南侧约 271.6m 长围墙顶部设置声屏障, 围墙 (2.5m) + 声屏障 (0.5m) 总高 3.0m。站区西北侧约 91.0m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件。站区东北侧约 175.25m 长围墙顶部预留声屏障安装位置及连接埋件, 东北侧偏西约 96.25m 长围墙提高到 4.0m。

为了尽可能减少变电站施工噪声影响, 施工期应采取下列措施: ①尽可能将高噪声源强施工机具布置在站址中央区域, 远离站界; ②优先选用《低噪声施工设备指导名录 (2024 年版)》中的施工设备; ③定期对施工设备进行维护, 减小施工机具的施工噪声; ④避免碾压机械、挖土机等高噪声设备同时施工; ⑤基础施工前先修筑围挡, 尽可能降低施工噪声对其影响, 并尽快修建围墙; ⑥施工宜集中在昼间进行, 尽量避免夜间和午休时间进行高强度噪声施工, 若由于施工工艺要求不能避免夜间进行施工时, 应按《中华人民共和国噪声污染防治法》等规定提前向行业主管部门申请夜间施工许可证书, 严格按照许可时限和许可范围进行夜间施工, 并在施工现场进出口的显著位置公示夜间施工许可证书, 公告附近居民。建设单位应当在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任, 加强施工管理, 文明施工。

(2) 百灵变电站扩建

本次不增加主变、高抗噪声源设备。

(3) 输电线路

线路路径选择时避让集中居民区, 尽量增大与居民房屋的距离; 合理选择线路导线的截面和相导线结构, 要求导线、均压环等提高加工工艺, 防止尖端放电和起电晕; 在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下, 合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等, 以降低线路的电晕噪声水平。

9.5.3 水污染防治措施

(1) 凉山中变电站

凉山中变电站施工产生的少量的场地、设备清洗水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用, 不外排; 变电站施工人员临时驻于站址附近的施工营地, 产生的生活

污水利用地埋式污水收集处理设施收集后，回用于站区洒水降尘或临时占地植被恢复，或委托环卫部门定期清掏，不直接排入天然水体。

（2）百灵变电站扩建

百灵变电站扩建施工产生的生活污水生活污水利用变电站内既有污水处理装置收集处理后用于站内绿化，不外排。变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活用水量和生活污水量，不需新增生活污水处理设施，生活污水经站内既有地埋式污水处理装置处理后用于站内绿化，不外排。

（3）输电线路

线路施工人员沿线路分散分布，施工人员就近租用当地现有民房，产生的生活污水利用附近既有设施收集，不直接排入天然水体。施工期间产生的施工废水通过设置的简易废水沉淀池处理后循环利用，不外排；泥浆通过设置简易的泥浆沉淀池处理后循环利用，不外排。

9.5.4 固体废物污染防治措施

（1）凉山中变电站

凉山中变电站施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池由环卫部门集中转运。变电站运行期值守人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近的垃圾池，由环卫部门集中转运。

事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。

更换的蓄电池按照危险废物进行管理，交由有资质的单位处置，不在站内暂存。

（2）百灵变电站扩建

百灵变电站扩建施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后由施工人员清运至附近乡镇垃圾池；变电站扩建基础开挖量小，少量余土运至站外终端塔塔基占地范围内摊平。变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，生活垃圾经站内既有垃圾桶收集后由环卫部门定期清运、统一处理。

本次扩建不新增含油设备，既有主变事故油由事故油坑进入事故油池，经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；设备检修时产生的少量含油棉纱、含油手套等含油废物不在站内暂存，交由有资质的单位处置。

本次扩建不新增蓄电池，既有的蓄电池更换后按照危险废物进行管理，交由有资

质的单位处置，不在站内暂存。

（3）输电线路

本项目线路施工期间产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池由环卫部门集中转运。

9.5.5 生态环境保护措施

（1）凉山中变电站

凉山中变电站施工期采取的生态环境保护措施包括：施工活动集中在征地范围内；站区四周设置排水沟及护坡，并在护坡上绿化；施工前应先建围挡和排水沟，减少地表径流侵蚀；施工前对站址区域进行表土剥离，将表层的熟土和下部的生土分开堆放，并对剥离的表土进行养护，供后期复耕或绿化使用；变电站站区土石方挖填平衡，不对外弃土。

（2）百灵变电站扩建

百灵变电站扩建在变电站内预留场地上进行，不新征地，施工活动集中在变电站围墙内，材料运输利用既有进站道路和站区道路。

（3）输电线路

塔基基础尽量采用原状土基础，减少土石方开挖量及水土流失；通过优化施工运输道路，合理布局施工场地，施工期间采取钢板隔离防护、彩条布铺垫、表土剥离和养护、密目网遮盖、土地整治、复耕、撒播草籽等措施，能有效防治新增水土流失，降低生态环境影响。

9.6 环境管理与监测计划

本项目在施工期通过一系列环境管理措施，如设立环境管理机构、加强环保培训等后，能有效提高各参与方环保管理能力，减少施工产生的不利环境影响；项目竣工环境保护验收时开展电磁环境和声环境监测后，其监测结果应满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）、《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）等标准限值要求。

9.7 建设项目的环境可行性结论

本项目建设符合国家产业政策，本项目所在区域环境质量现状满足环保标准要求，选址选线无环境制约因素。项目实施按本报告提出的污染防治措施落实后，产生的电场强度、磁感应强度及噪声均能满足相应环评标准要求，对当地生态环境影响小，不会改变项目所在区域环境现有功能，产生的生态环境影响可控；在环境敏

感目标处产生的电场强度、磁感应强度和噪声均满足相应评价标准限值要求。从环境制约因素及环境影响程度分析，该项目建设是可行的。

9.8 建议

除严格按照本报告提出的环境保护措施外，建议还应加强以下管理措施：

（1）建设单位应对项目所在地居民进行有关输变电工程环保知识的宣传，以便得到居民理解和支持。

（2）建设单位在实施时若变电站站址、线路路径、建设规模、架线方式、建设地点等发生变化时，需按《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》《输变电建设项目重大变动清单（试行）》等规定办理环保相关手续。