

广元煤电 500 千伏送出工程

环境影响报告书

(征求意见稿)

建设单位： 国网四川省电力公司建设分公司

评价单位： 湖北君邦环境技术有限责任公司

完成日期： 2025 年 4 月

目录

1 前言	1
1.1 建设项目特点	1
1.2 评价内容及规模	3
1.3 项目设计进展情况	6
1.4 环评工作过程	7
1.5 关注的主要环境问题	7
1.6 环境影响报告书的主要结论	7
2 总则	9
2.1 编制依据	9
2.2 评价因子与评价标准	15
2.3 评价工作等级	18
2.4 评价范围	23
2.5 环境敏感目标	24
2.6 评价重点	28
3 建设项目概况与分析	29
3.1 项目概况	29
3.2 项目占地及土石方平衡	41
3.3 施工工艺和方法	42
3.4 主要经济技术指标	50
3.5 选址选线环境合理性分析	50
3.6 环境影响因素识别与评价因子筛选	71
3.7 生态影响途径分析	73
3.8 初步设计环境保护措施	74

4 环境现状调查与评价	77
4.1 区域概况	77
4.2 自然环境	79
4.3 电磁环境	80
4.4 声环境	81
4.5 生态环境	81
4.6 地表水环境现状评价	81
5 施工期环境影响评价	82
5.1 生态影响预测与评价	82
5.2 施工期声环境影响分析	82
5.3 施工扬尘分析	83
5.4 水环境影响分析	84
5.5 固体废物环境影响分析	86
6 运行期环境影响评价	89
6.1 电磁环境影响预测与评价	89
6.2 声环境影响预测与评价	170
6.3 水环境影响分析	173
6.4 固体废物环境影响分析	174
6.5 环境风险分析	174
7 生态环境影响评价	175
7.1 生态环境现状调查和评价方法	175
7.2 项目评价区域土地利用现状调查与评价	181
7.3 项目评价区域陆生植被、植物现状调查与评价	181
7.4 项目评价区域陆生动物现状调查与评价	183
7.5 项目评价区域生态系统现状调查与评价	184
7.6 生态敏感区生态环境现状调查与评价	186
7.7 生态影响预测与评价	189
7.8 生态环境保护措施	198
7.8.1 施工期生态环境保护措施	199

7.8.2 运行期生态环境保护措施.....	206
8 环境保护设施、措施分析与论证.....	208
8.1 环境保护设施、措施分析.....	208
8.2 环境保护设施、措施论证.....	214
8.3 环境保护设施、措施及投资估算.....	214
9 环境管理与监测计划.....	216
9.1 环境管理.....	216
9.2 环境监测.....	219
10 评价结论与建议.....	221
10.1 建设概况.....	221
10.2 环境现状与主要环境问题.....	222
10.3 主要环境影响和污染物排放情况.....	223
10.4 环境保护措施、设施.....	226
10.5 环境管理与监测计划.....	226
10.6 建设项目的环境可行性结论.....	226
11 附件、附图及附表.....	227
11.1 附件.....	227
11.2 附图.....	227
11.3 附表.....	228

1 前言

1.1 建设项目特点

1.1.1 工程建设的必要性

四川电网是西南电网的重要组成部分。截至 2023 年底，四川省全社会口径电源总装机容量 133872MW，其中水电 101989MW 火电 18446MW，风电 7701MW，光伏发电 5736MW。2023 年四川省全社会用电量为 $3711 \times 10^8 \text{kWh}$ ，同比增长 7.66%，最大负荷 70000MW，同比增长 1.94%。2025 年四川省全社会用电量和最大负荷将分别达到 $4870 \times 10^8 \text{kWh}$ 和 89000MW，“十四五”年均增长分别为 11.2%和 10.5%。

中煤广元电厂位于四川省广元市利州区，规划建设 $2 \times 1000 \text{MW}$ 高效超超临界燃煤机组。2023 年 7 月，四川省发展和改革委员会以《四川省发展和改革委员会关于中煤广元燃煤发电项目核准的批复》（川发改能源〔2023〕366 号）对中煤广元燃煤发电项目进行了核准，该项目计划于 2026 年建成投产。本项目为中煤广元燃煤发电项目的电力外送工程，本项目的建设有利于满足四川省未来负荷增长的需要，改善能源供应结构，增强电网调峰能力及供电可靠性，促进广元地区经济社会可持续快速发展。因此，为满足广元电厂送出需要，本项目的建设是必要的。

1.1.2 建设项目概况

根据项目可研批复、核准批复以及初步设计文件，本项目建设内容包括：（1）新建广元电厂-昭化500kV 线路工程；（2）昭化500kV 变电站间隔扩建工程；（3）建设相应二次系统工程。

新建500kV 线路途经广元市利州区宝轮镇、昭化区昭化镇；昭化500kV 变电站位于广元市昭化区昭化镇马南村。

1.1.2.1 建设内容

（1）新建广元电厂-昭化500kV 线路工程

根据项目可研批复、核准批复以及初步设计文件，广元电厂-昭化500kV 线路工程建设内容如下：

①500kV 线路工程

新建广元电厂-昭化500kV 线路，线路起于在建广元电厂500kV 升压站，止于昭化500kV 变电站500kV 出线间隔；新建线路路径总长度18.1km，其中双回段路径总长度约17.1km，采用垂直异相序排列，导线型号为4×JL3/G1A-400/50钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2964A；单回段总长度约1.0km，采用三角排列，导线型号为4×JL3/G1A-400/50钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2964A。全线新建杆塔48基。

②220kV 线路迁改工程

因新建500kV 线路接入昭化变电站东侧间隔段线路通道非常拥挤，新建500kV 线路需占用现有220kV 昭赤一线、220kV 昭猕二线部分通道，需对220kV 昭赤一线、220kV 昭猕二线进行迁改，其中220kV 昭赤一线迁改起于220kV 昭赤一线1#塔，止于220kV 昭赤一线5#塔；220kV 昭猕二线迁改起于220kV 昭猕二线1#塔，止于220kV 昭猕二线4#塔。

迁改工程新建线路路径总长度1.15km，其中220kV 昭赤一线迁改新建段路径总长度约0.8km，其中单回段路径长0.57km，采用三角排列，导线型号为2×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为450mm，输送电流为1458A；双回段路径长0.23km（与220kV 昭猕二线迁改线路同塔双回架设），采用垂直异相序排列，昭赤一线侧导线型号为2×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为450mm，输送电流为1458A，昭猕二线侧导线型号为4×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2916A。220kV 昭猕二线迁改新建段路径总长度与0.35km，其中单回段路径长0.12km，采用三角排列，导线型号为4×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2916A；双回段路径长0.23km（与220kV 昭赤一线迁改线路同塔双回架设），采用垂直异相序排列，昭赤一线侧导线型号为2×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为450mm，输送电流为1458A，昭猕二线侧导线型号为4×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2916A。220kV 昭赤一线、220kV 昭猕二线迁改工程共新建杆塔5基。

同时本项目需拆除原220kV 昭赤一线0.5km 单回架空线路及3基铁塔和基础（2#、3#、4#，基础拆除地面部分）；拆除原220kV 昭猕二线0.35km 单回架空线路及3基铁塔和基础（2#、3#、4#，基础拆除地面部分）。

(2) 昭化500kV 变电站间隔扩建工程

昭化500kV 变电站为既有变电站，本期扩建2个500kV 出线间隔（至广元电厂），间隔扩建工程在变电站预留场地内进行，无需新征用地。

(3) 建设相应二次系统工程

建设相应二次系统工程，本项目500kV 线路沿新建线路架设2根48芯的 OPGW 光缆，OPGW-48B1-120（三跨段采用72B1），路径总长度约18.1km；220kV 线路迁改工程沿新建线路架设2根48芯的 OPGW 光缆，OPGW-72B1-150，路径总长度约1.15km。

1.1.3 项目投资

本项目总投资为19322万元，其中环保投资204万元，环保投资占总投资的1.06%。

1.1.4 建设项目特点

本项目为新建500kV 交流输变电工程。项目施工期的环境影响主要为生态影响、废水、噪声以及固体废物影响，施工期生态保护及恢复是本项目环境保护的重要内容。项目运行期的环境影响主要为工频电场、工频磁场、噪声影响；运行期无环境空气污染物、无工业废水产生。

1.2 评价内容及规模

(1) 新建广元电厂-昭化500kV 线路工程

本项目新建广元电厂-昭化 500kV 线路工程的评价内容分析见表 1-1。

(2) 昭化500kV 变电站间隔扩建工程

昭化 500kV 变电站为既有变电站，位于广元市昭化区昭化镇南马村。变电站现有规模为主变 3×1000MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 18 回、35kV 并联电抗器 2×（1×60）Mvar、35kV 并联电容器 2×（2×60）Mvar。变电站前期建设内容和环保手续履行情况见表 1-3。

本次在现有变电站预留场地内扩建 500kV 出线间隔 2 个（至广元电厂），进行设备支架基础施工和设备安装。上述扩建内容均未包含在已环评规模中，按扩建后的规模进行评价，即昭化 500kV 变电站评价规模为：主变容量 3×1000MVA、500kV 出线 6 回、220kV 出线 18 回，35kV 并联电抗器 2×（1×60）Mvar、35kV 并联电容器 2×（2×60）Mvar。

表 1-1 本项目新建广元电厂-昭化 500kV 线路工程的评价内容

线路		导线排列方式	导线分裂数及分裂间距	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
新建 500kV 线路	双回段	同塔双回异相序排列	四分裂、450mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有零星居民分布	耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计规程规定的 11m，民房等公众曝露区域按设计规程规定的 14m	500-KD21S-ZC4G	4×JL3/G1A-400/50
	单回段	单回三角排列	四分裂、450mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有零星居民分布	耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计规程规定的 10.5m，民房等公众曝露区域按设计规程规定的 14m	500-KD21D-JC1G	4×JL3/G1A-400/50
220kV 迁改线路	双回段	同塔双回异相序排列	昭猕二线侧四分裂、昭赤一线侧二分裂，分裂间距均为 450mm	边导线地面投影外两侧各 40m 范围内无零星居民分布	耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计规程规定的 6.5m	220-KD21S-DJC	昭猕二线侧： 4×JL/G1A-400/35 昭赤一线侧： 2×JL/G1A-400/35
	单回段	单回三角排列	昭猕二线四分裂、450mm	边导线地面投影外两侧各 40m 范围内无零星居民分布	耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计规程规定的 6.5m	220-GD21D-DJC	4×JL/G1A-400/35
			昭赤一线二分裂、450mm	边导线地面投影外两侧各 40m 范围内有零星居民分布	耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计规程规定的 6.5m，民房等公众曝露区域按设计规程规定的 7.5m	220-GD21D-DJC	2×JL/G1A-400/35

表 1-3 昭化 500kV 变电站前期建设内容环保手续履行情况一览表

序号	建设时间	建设规模	评价规模	环评报告	环评批复	验收情况
1	2008 年	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 9 回	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 9 回	《广元 500kV 输变电新建工程环境影响报告书》	环境保护部环审〔2008〕155 号文	环境保护部环验〔2013〕64 号文
2	2016 年	扩建 1 回 220kV 间隔（运行名称为昭丁线）	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 10 回	《兰渝铁路广元牵引站 220 千伏供电工程环境影响报告表》	四川省环境保护厅川环审批〔2015〕123 号文	已自主验收
3	2017 年	扩建 1 回 220kV 间隔（运行名称为昭剑线）	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 11 回	《西成客运专线广元剑门关牵引站 220 千伏供电工程环境影响报告表》	四川省环境保护厅川环审批〔2016〕34 号文	
4	2018 年	扩建 1 回 220kV 间隔（运行名称为云昭线）	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 12 回	《中节能广元剑阁天台山 100MW 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〔2016〕216 号文	已自主验收
5	2019 年	扩建 2 回 220kV 间隔（运行名称为昭林一、二线线）	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 14 回	《广元昭化至林丰铝电 220 千伏线路工程环境影响报告表》	广元市生态环境局广环审〔2019〕33 号文	已自主验收
6	2020 年	500kV 出线 2 回；拆除 1×120Mvar 高压电抗器	主变 2×750MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 14 回	《昭化-巴中 500kV 线路工程环境影响报告书》	四川省生态环境厅川环审批〔2020〕39 号	已自主验收
7	2023 年	拆除容量均为 750MVA 的 1#、2#主变压器，更换为两台 1000MVA 的变压器；增加 3#主变压器，容量为 1000MVA；扩建 4 回 220kV 间隔场地，不新增 220kV 出线	主变 3×1000MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 18 回	《广元昭化 500 千伏变电站主变增容扩建工程环境影响报告书》	四川省生态环境厅川环审批〔2021〕64 号	已自主验收

(3) 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) 新建广元电厂-昭化 500kV 线路工程：

①500kV 线路

单回段按单回三角排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计规程规定的 10.5m，民房等公众曝露区域按设计规程规定的 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（即耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计规程规定的 11m，民房等公众曝露区域按设计规程规定的 14m）进行评价。

②220kV 迁改线路

220kV 昭赤一线迁改新建段按单回三角排列、导线二分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计规程规定的 6.5m，民房等公众曝露区域按设计规程规定的 7.5m）进行评价；220kV 昭猕二线迁改新建段单回段按单回三角排列、导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计规程规定的 6.5m）进行评价；220kV 昭赤一线和 220kV 昭猕二线同塔双回段按同塔双回垂直异相序排列、昭赤一线侧导线二分裂、昭猕二线侧导线四分裂、导线对地高度按设计规程规定的最低要求（即耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所按设计规程规定的 6.5m）进行评价。

2) 扩建昭化 500kV 变电站，按扩建后规模进行评价，评价规模为：主变容量 $3 \times 1000\text{MVA}$ 、500kV 出线 6 回、220kV 出线 18 回、35kV 并联电抗器 $2 \times (1 \times 60)\text{Mvar}$ 、35kV 并联电容器 $2 \times (2 \times 60)\text{Mvar}$ 。

1.3 项目设计进展情况

(1) 2024年10月，成都城电电力工程设计有限公司完成了本项目可行性研究报告；

(2) 2024年12月8日，电力规划设计总院印发了《电力规划设计总院关于四川广元电厂 500kV 送出工程可行性研究报告的评审意见》（电规电网〔2024〕2638号）；

(3) 2025年1月22日，国家电网有限公司印发了《国家电网有限公司关于安徽滁州让泉等5项500千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2025〕51号）；

(4) 2025年4月30日，四川省发展和改革委员会印发了《四川省发展和改革委员会关于广元煤电500千伏送出工程项目核准的批复》（川发改能源〔2025〕165号）；

(5) 2025年1月，成都城电电力工程设计有限公司开展本项目初步设计工作。

1.4 环评工作过程

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“五十五核与辐射 161输变电中‘500千伏及以上的’”，其环境影响评价文件类别应为环境影响报告书。2025年2月，国网四川省电力公司建设分公司委托湖北君邦环境技术有限责任公司（以下简称我公司）开展广元煤电500千伏送出工程的环境影响评价工作。

接受委托后，我公司技术人员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，制定了工作计划，进行人员分工。2025年3月-2025年5月，组织技术人员多次对本项目进行了现场踏勘、调查，并委托西弗测试技术成都有限公司对项目建设区域进行了电磁环境和声环境质量现状监测。在现场踏勘调查、环境质量现状监测的基础上，结合本项目实际情况，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）等相关法律法规、技术导则的要求，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项目的可行性，编制完成了《广元煤电500千伏送出工程环境影响报告书》。

1.5 关注的主要环境问题

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）及输变电项目施工期、运行期环境影响特性，本项目关注的主要环境问题包括：

- (1) 施工期的生态环境影响，扬尘、噪声、废水、固体废物对周围环境的影响；
- (2) 运行期产生的工频电场、工频磁感应强度、噪声等对周围环境及敏感目标的影响。

1.6 环境影响报告书的主要结论

(1) 本项目新建广元电厂-昭化500kV输电线路工程途经广元市利州区、昭化区；扩建昭化500kV变电站位于广元市昭化区昭化镇南马村。

(2) 2025年1月，国家电网有限公司以《国家电网有限公司关于安徽滁州让泉等5项500千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2025〕51号）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”一第四条“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) 本项目已取得了用地预审与选址意见书，选址选线符合城镇规划要求。

(4) 本项目线路穿越亭子湖市级风景名胜区、剑门蜀道国家级风景名胜区、翠云廊古柏省级自然保护区以及生态保护红线，均取得了相应主管部门的原则同意意见，选址选线符合生态保护规划要求。

(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工频电场强度、工频磁感应强度、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，可减缓或消除项目建设可能产生的不利环境影响。因此，从环境保护的角度分析，本建设项目的环境影响是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989年12月26日通过，2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2002年10月28日通过，2003年9月1日起施行，2018年12月29日修正；
- (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，1995年10月30日通过，2016年11月7日修正，2020年4月29日修订，自2020年9月1日起施行；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，1984年5月11日通过，2017年6月27日修正，2018年1月1日起施行；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2021年12月24日通过，2022年6月5日起施行；
- (6) 《中华人民共和国大气污染防治法》，1987年9月5日发布，1988年6月1日起施行，2018年10月26日修正；
- (7) 《中华人民共和国水法》，2002年10月1日起施行，2016年7月2日第二次修订；
- (8) 《中华人民共和国电力法》，1996年4月1日起施行，2018年12月29日修正；
- (9) 《中华人民共和国水土保持法》，1991年6月29日发布，2010年12月25日修订，2011年3月1日起施行；
- (10) 《中华人民共和国森林法》，1985年1月1日施行，2009年4月29日修正，2019年12月28日修订，2020年7月1日起施行；
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》，1988年11月8日通过；2004年8月28日第一次修正；2009年8月27日第二次修正；2016年7月2日第一次修订；2018年10月26日第三次修

正；2022年12月30日第二次修订，自2023年5月1日起施行；

(12) 《中华人民共和国电力设施保护条例》，1998年1月7日发布并施行，2011年1月8日修订；

(13) 《建设项目环境保护管理条例》，1998年11月29日发布，2017年7月16日修订，2017年10月1日起施行；

(14) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，1997年1月1日起施行，2017年10月7日修正；

(15) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》，1992年3月1日起施行，2016年2月6日国务院第666号令修订；

(16) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》，2003年7月1日起施行，2017年10月7日第四次修订；

(17) 《中华人民共和国河道管理条例》，1988年6月10日中华人民共和国国务院令第3号发布，2018年3月19日第四次修订；

(18) 《古树名木保护条例》，2025年1月3日中华人民共和国国务院令第800号发布，2025年3月15日起施行；

(19) 《风景名胜区条例》，2006年12月1日起施行，2016年2月6日修订；

(20) 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》，中共中央办公厅、国务院办公厅2017年2月印发；

(21) 《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》，中共中央办公厅、国务院办公厅2019年6月印发；

(22) 《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2019年11月印发；

(23) 《关于进一步加强生物多样性保护的意见》，中共中央办公厅、国务院办公厅2021年10月印发；

(24) 《关于加强生态环境分区管控的意见》，中共中央办公厅、国务院办公厅2024年3月印发。

2.1.2 部委规章

(1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，2020年11月30日生态环境部部令第16号公布，自2021年1月1日起施行；

(2) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，2019年11月1日起施行；

- (3) 《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》，国家发展和改革委员会 发改农经〔2020〕837号，2020年6月3日；
- (4) 《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》，原环境保护部办公厅文件环办〔2012〕131号，2012年10月26日；
- (5) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，原环境保护部环发〔2012〕77号，2012年7月3日；
- (6) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，原环境保护部环发〔2012〕98号，2012年8月7日；
- (7) 《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令第4号，2018年7月16日发布，2019年1月1日起施行；
- (8) 《关于发布〈环境影响评价公众参与办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告2018年第48号，2018年10月12日，2019年1月1日起施行；
- (9) 《关于印发〈输变电建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》，原环境保护部环办辐射〔2016〕84号，2016年8月8日；
- (10) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》，原环境保护部文件环环评〔2016〕150号，2016年10月26日；
- (11) 《生态环境部关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革推动经济高质量发展的指导意见》，生态环境部环规财〔2018〕86号，2018年8月30日；
- (12) 《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，2019年11月1日；
- (13) 《电力设施保护条例实施细则》，2024年3月1日起施行；
- (14) 《国家重点保护野生动物名录》，2021年2月1日起施行；
- (15) 《国家重点保护野生植物名录》，2021年9月7日起施行；
- (16) 《国家危险废物名录（2025年版）》，2025年1月1日起施行；
- (17) 《固体废物分类与代码目录》，生态环境部公告2024年第4号，2024年1月22日印发；
- (18) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部 公安部 交通运输部令 第23号，2022年1月1日起施行；
- (19) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142号，2022年8月16日；
- (20) 《自然资源部办公厅关于辽宁等省（市）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，2022年11月1日；

(21) 《自然资源部关于深化规划用地“多审合一、多证合一”改革的通知》（自然资发〔2023〕69号）；

(22) 《生态环境部关于印发生态保护红线生态环境监督办法（试行）的通知》（国环规生态〔2022〕2号）；

(23) 国家林业和草原局关于印发《国家级自然公园管理办法（试行）》的通知，林保规〔2023〕4号，2023年10月10日印发并实施；

(24) 《关于进一步深化环境影响评价改革的通知》（生态环境部，环环评〔2024〕65号，2024年9月13日）；

(25) 《关于印发<“十四五”生态保护监管规划>的通知》（生态环境部 环生态〔2022〕15号）。

2.1.3 地方性文件

(1) 《四川省环境保护条例》（2017年9月22日修订通过，2018年1月1日起施行）；

(2) 《四川省辐射污染防治条例》（2016年3月29日通过，2016年6月1日起施行）；

(3) 《四川省固体废物污染环境防治条例》（2013年9月25日通过，2022年6月9日修订，2022年9月1日起施行）；

(4) 《四川省土壤污染防治条例》（2023年3月30日通过，2023年7月1日起施行）；

(5) 《四川省嘉陵江流域生态环境保护条例》（2021年11月25日通过，2022年1月1日起施行，2024年12月4日修正）；

(6) 《四川省风景名胜区条例》（2010年8月1日起施行）；

(7) 《四川省天然林保护条例》（2009年3月修正）；

(8) 《四川省林地保护管理办法》（川林发〔2010〕33号）；

(9) 《四川省古树名木保护条例》（2020年1月1日起施行）；

(10) 《四川省<中华人民共和国环境影响评价法>实施办法》（2007年9月27日通过，2008年1月1日起施行，2019年9月26日修正）；

(11) 《四川省<中华人民共和国大气污染防治法>实施办法》（2002年7月20日通过，2018年12月7日修订，2019年1月1日起施行）；

(12) 《关于加强环境噪声污染防治工作的通知》（川环发〔2018〕66号）；

(13) 《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》（川府发〔2019〕4号）；

(14) 《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）；

- (15) 《四川省生态功能区划》（川府函〔2006〕100号，2006年5月）；
- (16) 《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）；
- (17) 《四川省国土空间规划（2021-2035年）》（国函〔2024〕9号，2024年1月）；
- (18) 《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）；
- (19) 《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）；
- (20) 《四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24号）；
- (21) 《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（川府发〔2020〕9号）；
- (22) 《四川省自然资源厅 四川省生态环境厅 四川省林业和草原局关于转发〈关于加强生态保护红线管理的通知（试行）〉的通知》（川自然资发〔2023〕1号）；
- (23) 《四川省人民政府关于<广元市国土空间总体规划（2021-2025年）>的批复》（川府函〔2024〕57号）；
- (24) 《广元市人民政府<广元市国土空间总体规划（2021-2035年）>的通知》（广府发〔2024〕8号）；
- (25) 广元市人民政府办公室《广元市人民政府办公室关于加强生态环境分区管控的通知》（广府办函〔2024〕26号）。

2.1.4 评价技术导则、标准及规范

- (1) 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）；
- (2) 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；
- (3) 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
- (4) 《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）；
- (5) 《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；
- (6) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；
- (7) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）；
- (8) 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；
- (9) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）；
- (10) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；

- (11) 《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）；
- (12) 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- (13) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (14) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (15) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- (16) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；
- (17) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；
- (18) 《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）；
- (19) 《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）；
- (20) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ 705-2020）；
- (21) 《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）；
- (22) 《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013）；
- (23) 《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB 51/2682-2020）；
- (24) 《自然保护地生态环境调查与观测技术规范》（HJ 1311-2023）；
- (25) 《生态保护红线监管技术规范 生态状况监测（试行）》（HJ 1141-2020）；
- (26) 《全国植物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告 2010年第27号，2010年3月4日）；
- (27) 《全国动物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告 2010年第27号，2010年3月4日）；
- (28) 《外来物种环境风险评估技术导则》（HJ 624-2011）；
- (29) 《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》（HJ 710.1-2014）；
- (30) 《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ 710.3-2014）；
- (31) 《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ 710.6-2014）；阿坝 1000 千伏变电站 500 千伏配套工程环境影响报告书
- (32) 《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ 710.5-2014）；
- (33) 《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ 710.4-2014）；
- (34) 《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）。

2.1.5 工程相关资料

- (1) 《广元电厂 500 千伏送出工程可行性研究（收口版）》，成都城电电力工程设计有限公司，2024 年 10 月；

(2) 《电力规划设计总院 电力规划总院有限公司关于印发四川广元电厂 500kV 送出工程可行性研究报告评审意见的通知》（电规电网〔2024〕2638号），电力规划设计总院 电力规划总院有限公司，2024年12月8日；

(3) 《国家电网有限公司关于安徽滁州让泉等5项500千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2025〕51号），国家电网有限公司，2025年1月22日；

(4) 《广元电厂-昭化500kV 线路工程初步设计说明书（送审版）》，成都城电电力工程设计有限公司，2025年4月；

(5) 《昭化500kV 变电站间隔扩建工程初步设计说明书（送审版）》，成都城电电力工程设计有限公司，2024年4月。

2.1.6 环评工作委托文件

《关于委托编制广元电厂 500 千伏送出工程环境影响报告书的函》，国网四川省电力公司建设分公司，2025年2月。

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

根据对项目的工程分析、项目所在地区各环境要素的特征以及存在的主要环境问题，确定本项目施工期和运行期的评价因子，本项目评价因子详见表2-1、表2-2。

表 2-1 本项目评价因子一览表

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位
施工期	声环境	昼、夜间等效连续 A 声级, $L_{Aeq, T}$	dB (A)	昼、夜间等效连续 A 声级, $L_{Aeq, T}$	dB (A)
	生态环境	分布范围、种群数量、种群结构、行为、生境面积、质量、连通性、物种组成、群落结构、植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能、物种丰富度、均匀度、优势度、景观多样性、完整性等	/	分布范围、种群数量、种群结构、行为、生境面积、质量、连通性、物种组成、群落结构、植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能、物种丰富度、均匀度、优势度、景观多样性、完整性等	/
	地表水环境	pH、COD、NH ₃ -N、BOD ₅ 、石油类	mg/L	pH、COD、NH ₃ -N、BOD ₅ 、石油类	mg/L
运行期	电磁环境	工频电场	kV/m	工频电场	kV/m
		工频磁场	μT	工频磁场	μT
	声环境	昼、夜间等效连续 A 声级, $L_{Aeq, T}$	dB (A)	昼、夜间等效连续 A 声级, $L_{Aeq, T}$	dB (A)

此外，本项目施工期其他环境影响评价因子还有施工扬尘、施工固体废物等，运行期其他环境影响评价因子还有固体废物、生态环境。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目生态影响评价因子筛选见表 2-2，生态环境主要评价因子包括：分布范围、种群数量、种群结构、行为、生境面积、质量、连通性、物种组成、群落结构、植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能、物种丰富度、均匀度、优势度、景观多样性、完整性等。

表 2-2 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	直接生态影响。新建塔基及塔基施工区等永久占地可能导致物种分布范围改变	不可逆影响、长期影响	弱
		直接生态影响。牵张场区、施工道路等临时占地可能导致物种分布范围改变	可逆影响、短期影响	弱
	种群数量、种群结构、行为	直接生态影响。工程开挖、材料运输过程造成个体死亡	不可逆影响、短期影响	弱
生境	生境面积	直接生态影响。永久占地可能导致生境丧失和破坏	不可逆影响、长期影响	弱
		直接生态影响。临时占地可能导致生境丧失和破坏	可逆影响、短期影响	弱
	质量	直接生态影响。施工活动、弃渣、扬尘、生产生活废水等废弃物对生物生境可能造成破坏	可逆影响、短期影响	弱
	连通性	直接生态影响。永久占地对生境产生阻隔	不可逆影响、长期影响	无
		直接生态影响。临时占地对生境产生阻隔	可逆影响、短期影响	无
生物群落	物种组成、群落结构	直接生态影响。永久占地造成物种组成和群落结构改变	不可逆影响、长期影响	弱
		直接生态影响。临时占地造成物种组成和群落结构改变	可逆影响、短期影响	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	直接生态影响。永久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	不可逆影响、长期影响	弱
		直接生态影响。施工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，	可逆影响、短期影响	弱
		直接生态影响。施工活动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	可逆影响、短期影响	弱
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	直接生态影响。施工区域物种多样性、优势度有所变化	可逆影响、短期影响	弱
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	直接生态影响。施工噪声对保护对象的干扰	间接影响、不可逆影响、长期影响	弱
自然景观	景观多样性、完整性等	直接生态影响。永久占地造成景观类型和面积改变	不可逆影响、长期影响	弱
		直接生态影响。临时占地造成景观类型和面积改变	可逆影响、短期影响	弱
自然遗迹	本项目不涉及			

运行期				
物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	直接生态影响。输电线路运行期树冠修剪影响植物，工频电场、工频磁场、噪声对动物分布产生影响，铁塔、导线和地线对鸟类飞行的阻碍，小概率发生的鸟撞、触电	不可逆影响、长期影响	弱
生境	生境面积、质量、连通性等	直接生态影响。输电线路对鸟类生境连通性的阻隔	不可逆影响、长期影响	弱
生物群落	物种组成、群落结构等	对物种组成、群落结构等无影响	/	/
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	直接生态影响。输电线路下方乔木高度修剪引起生产力下降、生物量下降，但生态系统结构、功能以及生态系统稳定性基本维持现状	不可逆影响、长期影响	弱
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	对物种丰富度、均匀度、优势度等无影响	/	/
生态敏感区	主要保护对、生态功能等	工频电场、工频磁场对生态敏感区生物生长影响	间接影响、不可逆影响、长期影响	弱
自然景观	景观多样性、完整性等	直接生态影响。塔基与线路对自然景观的干扰	不可逆影响、长期影响	弱
自然遗迹	本项目不涉及			

2.2.2 评价标准

根据《广元市生态环境局关于关于广元煤电500千伏送出工程建设项目环境影响评价执行标准的函》（广环函〔2025〕80号），本次评价执行的标准如下：

2.2.3 环境质量标准

(1) 电磁环境

本项目执行国家标准《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露限值标准，详见表2-3。

表 2-3 项目执行的电磁环境标准明细表

评价项目	评价因子	评价标准	标准来源
电磁环境	工频电场	工频电场强度公众曝露限值为 4000V/m	《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）
		架空线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度限值为 10kV/m，且应给出警示和防护标志。	
	工频磁场	工频磁感应强度公众曝露限值为 100μT	

(2) 地表水环境

本项目涉及的地表水体主要为李家河、陈家大沟、英雄大堰等河流和沟渠，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

(3) 声环境

本项目声环境质量标准见表2-4。

表 2-4 项目执行的声环境质量标准明细表

要素分类	标准名称	适用类别	标准值		适用范围
			参数名称	限值	
声环境	《声环境质量标准》(GB3096-2008)	4a类	等效连续声级 Leq	昼间70dB (A) 夜间55dB (A)	项目输电线路沿线评价范围内位于京昆高速两侧区域 (35m 范围内)
		4b类		昼间70dB (A) 夜间60dB (A)	项目输电线路沿线评价范围内位于西成客专铁路两侧区域 (35m 范围内)
		3类		昼间65dB (A) 夜间55dB (A)	项目输电线路广元煤电厂出线侧评价范围内区域
		2类		昼间60dB (A) 夜间50dB (A)	项目变电站周边及输电线路沿线评价范围内其他区域
		1类		昼间55dB (A) 夜间45dB (A)	项目输电线路沿线评价范围内位于剑门蜀道风景名胜区内区域

2.2.4 污染物排放标准

项目污染物排放标准详见表2-5。

表 2-5 项目执行的污染物排放标准明细表

要素分类	标准名称	适用类别	标准值		评价对象
			参数名称	限值	
施工噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)	施工场界	噪声	昼间70dB (A) 夜间55dB (A)	施工期场界噪声
厂界噪声	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)	2类	噪声	昼间60dB (A) 夜间50dB (A)	昭化500kV 变电站厂界
生活污水	—				项目施工期废水经处理后回用, 不外排; 变电站运行期生活污水经埋地式污水处理装置处理后用于站内绿化, 不外排
固体废物	《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)、《危险废物转移管理办法》(生态环境部公安部交通运输部令 第23号)中的相关规定				危险废物

2.3 评价工作等级

2.3.1 电磁环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)的规定执行输变电工程电磁环境影响评价工作等级, 见表2-6。

表 2-6 项目电磁环境影响评价工作等级判定表

分类	电压等级	工程	条件	本项目情况	评价工作等级
交流	500kV	架空输电线路	边导线地面投影外两侧各20m范围内有电磁环境敏感目标的架空线	本项目线路均为架空线路，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
	500kV	昭化变电站	户外式	本项目主变及配电装置户外布置	一级
	220kV	架空输电线路	边导线地面投影外两侧各15m范围内有电磁环境敏感目标的架空线	本项目线路均为架空线路，边导线地面投影外两侧各15m范围内有电磁环境敏感目标	二级

综上所述，本项目电磁环境影响评价工作等级定为一級。

2.3.2 声环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中有关声环境影响评价工作等级划分和相关确定原则确定本项目声环境评价工作等级。

本项目昭化500kV变电站所在区域为2类声环境功能区，新建输电线路所经区域为1类、2类、3类、4a类和4b类声环境功能区；项目建成后评价范围内声环境敏感目标处的噪声级增量小于5dB（A），且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 地表水环境影响评价

昭化500kV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区绿化，不外排，本次间隔扩建不增加变电站运行人员，不新增生活污水量；输电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。

2.3.4 生态影响评价

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目总占地面积约12.27hm²，项目占地规模<20km²；昭化500kV变电站位于广元市亭子湖市级风景名胜区三级景区内，500kV线路一档跨越亭子风景名胜区二级景区，跨越处路径长度约0.2km，穿越三级景区，穿越路径长度约1.5km，在三级景区内立塔约9基，220kV线路全部位于三级景区内，路径长度约1.15km，立塔5基；500kV线路穿越生态保护红线约0.45km，立塔1基，穿越生态保护红线段线路在翠云廊古柏省级自然保护区实验区内；500kV线路穿越剑门蜀道风景名胜区三级景区，穿越路径长度约8.8km，立塔约15基，穿越剑门蜀道风景名胜区段部分线路位于翠云廊古柏省级自然保护区实验区内；500kV线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区，穿越路径长度约1.4km，立塔3基；不属于水文要素影响型建设项目；不

属于根据 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。项目生态评价工作等级划分见表 2-7。

综上所述，本项目线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区段、生态保护红线段以及剑门蜀道风景名胜区与翠云廊古柏自然保护区重合段（即 500kV 线路 N19-N23 穿越自然保护区段）评价等级为一级；昭化 500kV 变电站以及线路穿越亭子湖风景名胜区段（即 220kV 迁改线路以及 500kV 线路 N42-N48 穿越亭子湖风景名胜区段）、剑门蜀道风景名胜区与翠云廊古柏自然保护区不重合段（即 500kV 线路 N23-N35 穿越剑门蜀道风景名胜区段）评价等级为二级；③其余线路段评价等级为三级。

表 2-7 生态影响评价工作等级划分表

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	本项目 500kV 线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区	一级
	b)	涉及自然公园时	二级	本项目昭化 500kV 变电站位于广元市亭子湖风景区二级景区内；500kV 线路穿越亭子湖风景区二级景区和三级景区、穿越剑门蜀道风景名胜三级景区；220kV 线路位于二级景区内	二级
	c)	涉及生态保护红线时	不低于二级	本项目 500kV 线路穿越生态保护红线	二级
	d)	根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目	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	不属于根据 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	—
	f)	当工程占地规模大于 20km ² （包括永久和临时占用陆域和水域）	不低于二级	项目占地规模（包括永久和临时占地）为 9.4246hm ² <20km ²	—
	g)	除 6.1.2 条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况	三级	本项目线路穿越亭子湖风景名胜区、剑门蜀道风景名胜区、翠云廊古柏自然保护区以及生态保护红线以外的线路段	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 500kV 线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区	一级
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	—	

<p>6.1.6 条</p>	<p>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。</p>	<p>本项目线路属于线性工程，可分段确定评价等级。 ①本项目 500kV 线路一档跨越亭子风景名胜区二级景区，跨越处路径长度约 0.2km，穿越三级景区，穿越路径长度约 1.5km，在三级景区内立塔约 9 基，220kV 线路全部位于三级景区内，路径长度约 1.15km，立塔 5 基； ②500kV 线路穿越剑门蜀道风景名胜区三级景区，穿越路径长度约 8.8km，立塔约 15 基，穿越剑门蜀道风景名胜区段部分线路位于翠云廊古柏省级自然保护区实验区内； ③500kV 线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区，穿越路径长度约 1.4km，立塔 3 基； ④500kV 线路穿越生态保护红线约 0.45km，立塔 1 基，穿越生态保护红线段线路在翠云廊古柏省级自然保护区实验区内。</p>	<p>①穿越翠云廊古柏省级自然保护区段、生态保护红线段以及剑门蜀道风景名胜区与翠云廊古柏自然保护区重合段（即 500kV 线路 N19-N23 穿越自然保护区段）评价等级为一级； ②穿越亭子湖风景名胜区（220kV 迁改线路以及 500kV 线路 N42-N48 穿越亭子湖风景名胜区段）、剑门蜀道风景名胜区与翠云廊古柏自然保护区不重合段（即 500kV 线路 N23-N35 穿越剑门蜀道风景名胜区段）评价等级为二级； ③其余线路段评价等级为三级</p>
<p>6.18 条</p>	<p>符合生态环境分区管控要求且位于原厂界（或永久用地）范围内的污染影响类改扩建项目，位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可不确定评价等级，直接进行生态影响简单分析。</p>	<p>本项目昭化变电站扩建不属于污染影响类改扩建项目。</p>	<p>不属于可不确定评价等级的范畴</p>

2.3.5 其他

(1) 大气环境

本项目扩建变电站土建工程量小，线路塔基分散、施工量小，项目施工期间的施工扬尘影响很小；项目运行期不涉及大气污染物排放。因此，本评价对大气环境的影响评价以分析论述说明为主。

(2) 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，本项目行业类别为 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扩建变电站间隔基础、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，本项目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。

(3) 土壤环境

本项目为建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）内“五十五、核与辐射，161 输变电工程”，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），该导则不适用于本工程的土壤环境影响评价。本项目施工位置呈点状分布，施工期和运行期不会产生使土壤发生盐化、碱化、酸化和其他的生态影响，属生态环境影响不敏感项目。因此，本项目不开展土壤环境影响评价。

(4) 环境风险

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）及《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020），本项目涉及的环境风险物质为事故油；根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），事故油属于 HJ169-2018 附录 B 表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中“381、油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等，生物柴油等）”，本项目扩建昭化 500kV 变电站不新增含油设备，且原站内事故油量远低于其临界量 2500t，故事故油风险潜势为 I，仅需进行环境风险简单分析。

输电线路施工期、运行期无环境风险产生。

2.4 评价范围

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）、《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）有关内容及规定，确定本项目评价范围。

2.4.1 电磁环境

500kV 变电站：昭化500kV 变电站站界外50m 范围内；

500kV 输电线路：输电线路边导线地面投影外两侧各50m 带状区域范围内；

220kV 输电线路：输电线路边导线地面投影外两侧各40m 带状区域范围内。

2.4.2 声环境

500kV 变电站：昭化500kV 变电站站界外200m 范围内；

500kV 输电线路：输电线路边导线地面投影外两侧各50m 带状区域范围内；

220kV 输电线路：输电线路边导线地面投影外两侧各40m 带状区域范围内。

2.4.3 生态环境

表 2-8 项目生态环境影响评价范围

项目	评价因子	生态环境
输电线路	线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级自然保护区、生态保护红线段	该段线路向两端外延 1km、线路边导线向两侧外延 1km 的区域
	其余线路段	线路边导线向两侧外延 300m 的区域
变电站	昭化500kV 变电站位于亭子湖市级风景名胜区内	昭化 500kV 变电站站界外 1000m 范围内区域

备注：根据 HJ19-2022，输电线路生态评价范围为线路中心线向两侧外延300m、1km 的区域；根据 HJ24-2020，输电线路生态评价范围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，即输电线路生态评价范围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 生态保护目标

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），生态保护目标指国家公园、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，重要物种及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等。根据设计资料和现场踏勘，并向当地自然资源、林草、生态环境等主管部门核实，本项目的生态保护目标为四川翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区和生态保护红线。

根据现场调查结合收集的等资料，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）、《四川省重点保护野生植物名录》（川府发〔2024〕14 号）、《全国古树名木普查建档技术规定》核实，本项目评价范围内国家二级重点保护野生植物 1 种（春兰）；未发现《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，有特有种 3 种（柏木、马尾松、黄连木）、有古树名木 3 种（古柏、柿树、沙梨）。

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)、《四川省重点保护野生动物名录》(川府发〔2024〕14号)核实,结合收集的资料,本项目评价范围内分布有国家二级保护动物3种(雀鹰、普通鵟、斑头鸺鹠),不涉及迁徙鸟类的重要繁殖地、停歇地、越冬地以及野生动物迁徙通道;依据《中国生物多样性红色名录》核实,本项目评价范围内无极危、濒危、易危物种、极小种群物种,有特有种1种(中国林蛙)。

表 2-9 本项目生态敏感区一览表

序号	生态敏感目标名称	所属行政区	主要保护对象/功能	主管部门	级别	与项目相对位置关系	备注
一、自然保护地							
(1) 自然保护区							
1	四川翠云廊古柏省级自然保护区	广元市	古柏及其生存环境	四川省林业和草原局	省级	本项目新建 500kV 线路距离翠云廊古柏省级自然保护区核心区和缓冲区最近距离约 5.47km，线路穿越自然保护区实验区，穿越路径长度约 1.4km，立塔 3 基（N20-N22）。	已取得四川省林业和草原局原则同意意见
(2) 风景名胜区							
2	剑门蜀道国家级风景名胜区	广元市	剑门蜀道和“三国文化”景观等	四川省林业和草原局	国家级	本项目新建 500kV 线路塔基距离剑门蜀道风景名胜区一级区最近距离约 340m，塔基距离二级区最近距离约 230m；线路穿越风景名胜区三级区，穿越路径长度约 8.8km，立塔 15 基（N20-N34）。	已取得四川省林业和草原局原则同意意见
3	亭子湖市级风景区	广元市	“昭化古城”等景观资源	广元市林业局	市级	本项目新建 500kV 线路一档跨越亭子湖风景名胜区二级区，跨越长度约 0.2km，不在二级区范围内立塔，塔基（N40）距离二级区最近距离约 60m；线路穿越三级区约 1.5km，立塔 9 基（N40-N48）。220kV 迁改线路全部位于三级区内，穿越路径长度约 1.15km。立塔 5 基（A1-A3、B1-B2）；同时拆除现有昭赤一线 0.5km 及杆塔 3 基（2#-4#），拆除现有昭赤一线 0.35km 及杆塔 3 基（2#-4#）。	已取得广元市昭化区亭子湖景区保护与发展中心的原则同意意见
二、生态保护红线							
4	盆中城市饮用水源-水土保持生态保护红线	广元市	水土保持	四川省人民政府	/	本项目新建 500kV 线路穿越盆中城市饮用水源-水土保持生态保护红线，穿越路径长度约 0.4km，立塔 1 基（N20）。	已取得建设项目用地预审与选址意见书

表 2-10 本项目评价区域重要物种（古树名木）

序号	物种名称	分布位置	生长状况	树龄	古树等级	工程占用情况（是/否）
1	柏木 <i>Cupressus funebris</i> Endl.	广元市昭化区昭化镇牛头村	生长良好	120 年	三级	否（约 30 棵），距离线路最近距离约 66m，位于线路东北侧。
2	柿树 <i>Diospyros kaki</i>	广元市昭化区昭化镇牛头村	生长良好	300 年	二级	否（约 25 棵），距离线路最近距离约 230m，位于线路东北侧。
3	沙梨 <i>Pyrus pyrifolia</i> (Burm. F.) Nakai	广元市昭化区昭化镇牛头村	生长良好	150	三级	否（约 60 棵），距离线路最近距离约 70m，位于线路东北侧。

表 2-11 本项目评价区域重要物种调查结果

类别	物种	保护级别	特有种（是/否）	分布区域	资料来源
植物	柏木	/	是	山坡坡地、水域两侧山坡	现场调查
	古柏	/	是	自然保护区内的狭长山坡林地	现场调查+ 资料调查
	马尾松	/	是	山坡坡地、水域两侧山坡	现场调查
	黄连木	/	是	广泛分布于山脊两侧阳坡坡地，混生于栎类阔叶林	现场调查+资料调查
动物	雀鹰	国家二级	否	栖息于针叶林、混交林、阔叶林等 山地森林和林缘地带，冬季主要栖 息于低山丘陵、山脚平原、农田地边以及村庄附近，尤其喜欢在林缘、河谷，采伐迹地的次生林和农田附近的小块丛林地活动。喜在高山幼树上筑巢。最高可达海拔 4500m。	访问+调查
动物	普通鳶	国家二级	否	栖息于山地森林和林缘地带。从海平面到至少 1300m 的山脚阔叶林，到 2000m 的混交林和针叶林地带均有分布，有时甚至出现在海拔 2000m 以上的山顶苔原带上空，秋冬季节则多出现在低山丘陵和山脚平原地带。	访问+调查
动物	斑头鸺鹠	国家二级	否	栖息于从平原、低山丘陵到海拔 2000m 左右的中山地带的阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛，也出现于村寨和农田附近的疏林和树上。	访问+调查
动物	蹼趾壁虎、中国林蛙	/	是	灌草丛及水域附近	现场调查+ 资料调查

2.5.2 水环境敏感区

经向当地生态环境主管部门、林业部门、农业部门核实，本项目评价范围内不涉及《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）中涉水的饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区，重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场等渔业水体，以及水产种质资源保护区等水环境敏感区。

距离本项目最近的水源地为昭化镇辽叶沟水库水源地，与本项目最近距离约 1.68km。

2.5.3 电磁和声环境敏感目标

根据《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），500kV 架空输电线路边导线地面垂直投影外5m 带状区域为工程拆迁范围。根据环办辐射〔2016〕84号《关于印发〈输变电建设项目重大变动清单（施行）的通知〉》“环评阶段，环境影响评价范围内明确属于工程拆迁的建筑物不列为环境敏感目标，不进行环境影响评价”，因此在线路地面垂直投影外5m 带状区域内的住宅、学校、医院、办公楼、工厂等有公众学习和工作的建筑不列为环境敏感目标，不进行评价。

2.6 评价重点

本次评价重点是 500kV 输变电工程运行时产生的工频电场、工频磁场、噪声对周围环境可能产生的影响，以及工程占地涉及生态扰动等问题。据此特点，本次环境影响评价重点为：

- （1）项目土地占用和生态扰动问题；
- （2）项目运行期工频电场、工频磁场及噪声的环境影响；
- （3）从环境保护角度出发，提出合理可行的环保防治措施，最大限度减缓本项目建设可能产生的不利影响。

3 建设项目概况与分析

3.1 项目概况

3.1.1 项目一般特性

(1) 项目一般特性

项目名称：广元煤电500千伏送出工程。

项目性质：新建。

建设单位：国网四川省电力公司建设分公司。

设计单位：成都城电电力工程设计有限公司。

建设地点：新建500kV线路途经广元市利州区宝轮镇、昭化区昭化镇；昭化500kV变电站位于广元市昭化区昭化镇马南村。

建设内容：①新建广元电厂-昭化500kV线路工程；②昭化500kV变电站间隔扩建工程；③建设相应二次系统工程。

(2) 项目组成及建设规模

本项目基本组成及建设规模见表 3-1，地理位置示意图见图 3-1。

表 3-1 项目组成及建设规模一览表

名称		建设内容及规模				可能产生的环境问题	
						施工期	营运期
昭化 500kV 变 电站间隔 扩建工程	主体工程	昭化 500kV 变电站为既有变电站，本次在站内预留场地扩建 2 个 500kV 出线间隔（至广元电厂），需进行基础施工和设备安装。变电站为户外布置，即主变户外布置，500kV、220kV 配电装置采用户外布置，架空出线。				施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 水土流失 植被破坏	工频电场 工频磁场 噪声
		项目	已建规模	本期扩建	本次扩建后 规模		
		500kV 主变	3×1000MVA	无	3×1000MVA		
		500kV 出线	4 回	扩建 2 个间隔	6 回		
		220kV 出线	18 回	无	18 回		

	辅助工程	给排水系统（利旧）、站内道路（利旧）、综合楼（利旧）		固体废物
	公用工程	进站道路（利旧）		无
	环保工程	事故油池（利旧）、地埋式生活污水处理装置（利旧）		生活污水 事故油
	临时工程	无	无	无
新建广元 电厂-昭化 500kV 线 路工程	主体工程	<p>①新建广元电厂-昭化 500kV 线路，线路起于在建广元电厂 500kV 升压站，止于昭化 500kV 变电站 500kV 出线间隔；新建线路路径总长度 18.1km，其中双回段路径总长度约 17.1km，采用垂直异相序排列，导线型号为 4×JL3/G1A-400/50 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，输送电流为 2964A；单回段总长度约 1.0km，采用三角排列，导线型号为 4×JL3/G1A-400/50 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，输送电流为 2964A。全线新建杆塔 48 基。</p> <p>②220kV 昭赤一线、220kV 昭猕二线迁改工程：迁改工程新建线路路径总长度 1.15km，其中 220kV 昭赤一线迁改新建段路径总长度约 0.8km，其中单回段路径长 0.57km，采用三角排列，导线型号为 2×JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为 450mm，输送电流为 1458A；双回段路径长 0.23km（与 220kV 昭猕二线迁改线路同塔双回架设），采用垂直异相序排列，昭赤一线侧导线型号为 2×JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为 450mm，输送电流为 1458A，昭猕二线侧导线型号为 4×JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，输送电流为 2916A。220kV 昭猕二线迁改新建段路径总长度与 0.35km，其中单回段路径长 0.12km，采用三角排列，导线型号为 4×JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，输送电流为 2916A；双回段路径长 0.23km（与 220kV 昭赤一线迁改线路同塔双回架设），采用垂直异相序排列，昭赤一线侧导线型号为 2×JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为 450mm，输送电流为 1458A，昭猕二线侧导线型号为 4×JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为 450mm，输送电流为 2916A。220kV 昭赤一线、220kV 昭猕二线迁改工程共新建杆塔 5 基。</p> <p>同时本项目需拆除原 220kV 昭赤一线 0.5km 单回架空线路及 3 基铁塔和基础（2#、3#、4#，基础拆除地面部分）；拆除原 220kV 昭猕二线 0.35km 单回架空线路及 3 基铁塔和基础（2#、3#、4#，基础拆除地面部分）。</p>	施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 水土流失 植被破坏	工频电场 工频磁场 噪声
	辅助工程	无	无	无
	公用工程	无	无	无
	环保工程	无	无	无
	临时工程	<p>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 53 个（新建 500kV 线路 48 个、220kV 迁改线路 5 个），塔基施工临时占地面积共计约 7.78hm²；</p> <p>牵张场：线路拟设置牵张场 5 处，每处约 1200m²，占地约 0.6hm²；</p> <p>施工道路：需新建施工道路长约 2.585km，路面宽约 3.5m</p>	施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 水土流失 植被破坏	无

	和 4.5m，占地约 1.01hm ² ； 人抬便道： 修整简易人抬便道长约 7.25km，宽约 1m，占地面积约 0.73hm ² ； 跨越施工场地： 设置跨越施工场地 4 处，没出约 400m ² ，占地约 0.16hm ² ； 拆除塔基施工场地： 220kV 线路改迁工程拆除 6 基铁塔，每处拆除塔基占地面积约 120m ² ，占地面积共计 0.07hm ² ； 施工生活区和材料站： 租用当地房屋，不另行设置。		
建设相应二次系统工程	建设相应二次系统工程，本项目 500kV 线路沿新建线路架设 2 根 48 芯的 OPGW 光缆，OPGW-48B1-120（三跨段采用 72B1），路径总长度约 18.1km；220kV 线路迁改工程沿新建线路架设 2 根 48 芯的 OPGW 光缆，OPGW-72B1-150，路径总长度约 1.15km。	施工噪声 生活污水 固体废物	无

3.1.2 新建广元电厂-昭化 500kV 线路工程

3.1.2.1 建设规模

根据项目可研批复、核准批复以及初步设计文件，广元电厂-昭化500kV 线路工程建设内容如下：

①500kV 线路工程

新建广元电厂-昭化500kV 线路，线路起于在建广元电厂500kV 升压站，止于昭化500kV 变电站500kV 出线间隔；新建线路路径总长度18.1km，其中双回段路径总长度约17.1km，采用垂直异相序排列，导线型号为4×JL3/G1A-400/50钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2964A；单回段总长度约1.0km，采用三角排列，导线型号为4×JL3/G1A-400/50钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2964A。全线新建杆塔48基。

新建线路途经广元市利州区、昭化区，其建设规模详见表3-2。

②220kV 线路迁改工程

因新建500kV 线路接入昭化变电站东侧间隔段线路通道非常拥挤，新建500kV 线路需占用现有220kV 昭赤一线、220kV 昭猕二线部分通道，需对220kV 昭赤一线、220kV 昭猕二线进行迁改，其中220kV 昭赤一线迁改起于220kV 昭赤一线1#塔，止于220kV 昭赤一线5#塔；220kV 昭猕二线迁改起于220kV 昭猕二线1#塔，止于220kV 昭猕二线4#塔。

迁改工程新建线路路径总长度1.15km，其中220kV 昭赤一线迁改新建段路径总长度约0.8km，其中单回段路径长0.57km，采用三角排列，导线型号为2×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为450mm，输送电流为1458A；双回段路径长0.23km（与220kV 昭猕二线迁改线路同塔双回架设），采用垂直异相序排列，昭赤一线侧导线型号为2×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为450mm，输送电流为1458A，昭猕二线侧导线型号为4×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2916A。220kV 昭猕二线迁改新建段路径总长度与

0.35km，其中单回段路径长0.12km，采用三角排列，导线型号为4×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2916A；双回段路径长0.23km（与220kV昭赤一线迁改线路同塔双回架设），采用垂直异相序排列，昭赤一线侧导线型号为2×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为450mm，输送电流为1458A，昭猕二线侧导线型号为4×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2916A。220kV昭赤一线、220kV昭猕二线迁改工程共新建杆塔5基。

同时本项目需拆除原220kV昭赤一线0.5km单回架空线路及3基铁塔和基础（2#、3#、4#，基础拆除地面部分）；拆除原220kV昭猕二线0.35km单回架空线路及3基铁塔和基础（2#、3#、4#，基础拆除地面部分）。

表 3-2 新建广元电厂-昭化 500kV 线路工程建设规模一览表

线路名称	广元电厂-昭化 500kV 线路工程		
建设性质	新建		
线路长度	① 500kV 线路工程 ：新建 500kV 线路总长度 18.1km，其中同塔双回架设段路径总长度 17.1km、单回路架设段路径总长度 1km。 ② 220kV 线路迁改工程 ：新建线路路径总长度 1.15km，其中 220kV 昭赤一线迁改新建段路径总长度约 0.8km，其中单回段路径长 0.57km，双回段路径长 0.23km（与 220kV 昭猕二线迁改线路同塔双回架设）；220kV 昭猕二线迁改新建段路径总长度与 0.35km，其中单回段路径长 0.12km，其中单回段路径长度约 0.12km，双回段路径长度约 0.23km。		
导线型号、外径，分裂数、分裂间距	① 500kV 线路工程 ：4×JL3/G1A-400/50 钢芯高导电率铝绞线，导线外径 27.6mm，导线四分裂，分裂间距 450mm。 ② 220kV 线路迁改工程 ：220kV 昭赤一线迁改导线型号为 2×JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线，导线外径 26.8mm，导线双分裂，分裂间距 450mm；220kV 昭猕二线迁改导线型号为 4×JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线，导线外径 26.8mm，导线四分裂，分裂间距 450mm。		
计算截面积	400mm ²		
设计最大输送电流	① 500kV 线路工程 ：2964A。 ② 220kV 线路工程 ：220kV 昭赤一线迁改 1458A，220kV 昭猕二线迁改 2916A		
导线排列方式	500kV 线路	单回线路	单回三角排列 B A C
		双回线路	同塔双回异相序排列 B, B A, C C, A
	220kV 迁改线路	单回线路	单回三角排列 B A C
		双回线路	同塔双回异相序排列 B, B A, C C, A
地线	① 500kV 线路工程 ：地线采用 2 根 48 芯的 OPGW 光缆。 ② 220kV 线路迁改工程 ：地线采用 2 根 48 芯的 OPGW 光缆。		

杆塔型号	① 500kV 线路工程 ：新建杆塔 48 基，双回路采用 500-KD21S 模块，单回采用 500-KD21D 模块。 ② 220kV 线路迁改工程 ：新建杆塔 5 基，双回路采用 220-KD21S 模块，单回采用 220-GD21D、220-KD21D 模块。
基础型式	500kV 线路工程和 220kV 线路迁改工程均采用挖孔基础

3.1.2.2 线路路径走向

(1) 500kV 线路工程

线路从拟建广元电厂向东南出线后跨越连续跨越已建110kV 袁轮二线、110kV 袁轮二水支线、已建西成客运专线（隧道段）和 G5京昆高速，在周家山附近折向东北方向，平行于拟建赤化至石盘110kV 线路北侧走线，途径张家沟、上杨家沟、贾家山、梨树屯，在富南山东侧跨越已建220kV 昭赤二线、已建220kV 昭剑线（电铁），线路向南跨越拟建赤化至石盘110kV 线路、110kV 虎赤线（大唐四川川北电力开发有限公司资产），至下新铺线路向东南方向走线，经郭家沟至叶华树湾跨越已建220kV 昭剑线、220kV 昭赤一、二线，线路向南，经李家沟、柑树子湾至朝阳乡北侧，钻越已建500kV 诗昭一二线，线路左转跨越李家沟同时跨越220kV 昭赤一线和220kV 昭猕一线，然后线路分两个单回走线，一回线路向东北方向接入昭化站西侧间隔，另一回线路向东钻越500kV 昭中一二线，接入昭化站东侧间隔。

(2) 220kV 线路迁改工程

因本项目线路接入昭化500kV 变电站段线路通道非常拥挤，需迁改已建220kV 昭赤一线和220kV 昭猕二线。220kV 昭赤一线迁改起于220kV 昭赤一线1#塔，止于220kV 昭赤一线5#塔；220kV 昭猕二线迁改起于220kV 昭猕二线1#塔，止于 220kV 昭猕二线4#塔；迁改线路钻越500kV 昭中线时，采用同塔双回路架设，钻越500kV 昭中线后采用单回架设（钻越点通道拥挤按双回迁改，为本次新建线路预留钻越通道）。迁改工程新建段线路均位于昭化500kV 变电站附近。

3.1.2.3 线路导线和地线

(1) 线路导线

本项目新建 500kV 线路拟采用 4×JL3/G1A-400/50 钢芯高导电率铝绞线，220kV 昭赤一线迁改工程，拟采用 2×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线，220kV 昭猕二线迁改工程，拟采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。导线性能参数见表 3-3。

表 3-3 导线性能参数表

导线型号		500kV 线路	220kV 线路	
		4×JL3/G1A-400/50	4×JL3/G1A-400/35	2×JL3/G1A-400/35
结构	硬铝	54×3.07	48×3.22	48×3.22

股数×直径 (mm)	钢/ (铝合金)	7×3.07	7×2.5	7×2.5
计算截面 (mm ²)	硬铝	400	390.88	390.88
	钢/ (铝合金)	51.9	34.36	34.36
	总计	452	425.24	425.24
外径 (mm)		27.6	26.8	26.8
分裂间距 (mm)		450	450	450
单位重量 (kg/m)		1.5103	1.349	1.349
设计最大输送电流 (A)		2964	2916	1458

(2) 线路地线

本项目 500kV 线路沿新建线路架设 2 根 48 芯的 OPGW 光缆，OPGW-48B1-120（三跨段采用 72B1），路径总长度约 18.1km；220kV 线路迁改工程沿新建线路架设 2 根 48 芯的 OPGW 光缆，OPGW-72B1-150，路径总长度约 1.15km。

3.1.2.4 杆塔和基础

(1) 杆塔

根据本项目的天气条件、导（地）线型号及地形地貌，500kV 双回路采用《国家电网有限公司35-750kV 输变电工程通用设计、通用设备应用目录（2024年版）》中500-KD21S 模块；单回路按照通用设计原则设计，采用500-KD21D 模块。共新建杆塔48基，杆塔采用全方位长短腿设计、不等高基础配合使用。

本项目220kV 迁改线路工程2×400单回路耐张转角塔采用国网通用设计220-GD21D 模块、4×400单回路耐张转角塔无国网通用设计对应模块，设计参照国网通用设计自行设计；4×400双回路耐张转角塔采用国网通用设计220-KD21S 模块。单回路耐张塔采用三种塔型：220-GD21D-JC3、220-GD21D-DJC、KD21D-DJC；双回路耐张塔采用一种塔型：220-KD21S-DJC。

表 3-4 本项目 500kV 线路工程杆塔使用情况一览表

塔型	杆塔呼高 (m)	数量 (基)	备注
500-KD21S-ZC1G	36	2	单回路耐张塔
	39	2	
	42	1	
500-KD21S-ZC2G	45	1	
	48	3	
500-KD21S-ZC3G	39	1	
500-KD21S-ZC4G	54	1	双回路直线塔

500-KD21S-ZCKG	57	2	
	60	1	
	69	1	
	72	2	
	75	1	
	87	1	
500-KD21S-JC1G	51	1	双回路耐张塔
	54	2	
500-KD21S-JC2G	63	1	
500-KD21S-JC3G	33	1	双回路耐张塔
	39	2	
	48	1	
	60	1	
500-KD21S-JC4G	30	1	
	54	1	
500-KD21S-DJCG	27	1	
	33	1	
	36	2	
	39	2	
	42	2	
	48	1	
	60	1	
	66	2	
500-KD21D-JC1G	27	1	
500-KD21D-JC3G	24	1	
500-KD21D-DJCG	27	3	
	33	1	
合计		48	/

表 3-5 本项目 220kV 迁改线路工程杆塔使用情况一览表

塔型	呼高 (m)	数量 (基)	备注
220-GD21D-JC3	24	1	单回路耐张塔
220-GD21D-DJC	27	1	
220-KD21D-DJC	30	1	
220-KD21S-DJC	21	2	双回路耐张塔
合计		5	/

(2) 基础

根据本项目线路沿线地形、地质、水文气象条件及各塔型基础作用力的特点，500kV 线路塔基和220kV 线路塔基基础型式全部采用挖孔基础。各基础均按高低基础规划设计，配合全方位长短腿铁塔，减少基面土石方开挖量，最大程度地减少对塔位处自然环境的破坏，防止水土流失。

3.1.2.5 线路并行及重要交叉跨越情况

(1) 与330kV 及以上电压等级输电线路并行情况

根据项目设计资料，本项目线路未与330kV 及以上电压等级线路并行。

(2) 主要交叉跨越情况

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（钻）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，500kV 线路对地及交叉跨越物的最小垂直距离见表3-6、表3-7，本项目线路的主要交叉跨越情况见表3-8。

表 3-6 500kV 输电线路经过不同地区的导线对地距离一览表

序号	线路经过地区	最小间距 (m)	计算条件
1	居民区（公众曝露区域）	14.0	导线最大弧垂时
2	非居民区（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）	11.0	导线最大弧垂时 (导线水平排列的单回路及双回路)
		10.5	导线最大弧垂时 (导线三角排列的单回路)
3	交通困难地区	8.5	导线最大弧垂时
4	步行可以到达的山坡	8.5	导线最大风偏时
5	步行不能到达的山坡、峭壁、岩石	6.5	导线最大风偏时
6	对建筑物的垂直距离	9.0	导线最大弧垂时
7	对建筑物的净空距离	8.5	边导线最大风偏时
8	对林区考虑树木自然生长高度的垂直距离	7.0	导线最大弧垂时
9	对公园绿化区或防护林带净高距离	7.0	导线最大弧垂时
10	对果树、经济作物、城市行道树的垂直距离	7.0	导线最大弧垂时

表 3-7 500kV 输电线路对各种设施及障碍物交叉跨越的最小垂直距离一览表

序号	被交叉跨越物名称		最小距离 (m)	备注
1	铁路	至标准轨顶	14.0	导线温度+80°C 时的弧垂
		至电气轨顶	16.0	
		至承力索或接触线	6.0	
2	等级公路	至路面	14.0	高速、一级公路导线温度 80°C 其它 40°C
3	通航河流	至五年一遇洪水位	9.5	+40°C 时的弧垂
		至最高航行水位的最高船桅顶	6.0	
4	不通航河流	至百年一遇洪水位	6.5	+40°C 时的弧垂
		冬季至冰面	11.0	
5	电力线	至档距内导线、地线	6.0	+40°C 时的弧垂

序号	被交叉跨越物名称		最小距离 (m)	备注
		至档距内杆顶	8.5	
6	弱电线路	至被跨越物	8.5	+40°C 时的弧垂
7	通信线	I~III级通信线, 至被跨越物	8.5	+40°C 时的弧垂
8	特殊管道	至管道任何部分	7.5	+40°C 时的弧垂

表 3-8 本项目 500kV 线路工程重要交叉跨越一览表

交叉跨越	规程规定的最小垂直净距 (m)	名称、交叉跨越方式	交叉跨越次数
500kV 线路	6	钻越 500kV 诗昭一二线同塔双回线路、500kV 昭中一二线同塔双回线路各 1 次	1
220kV 线路	6	跨越昭剑、昭赤二双回线路, 昭赤一、二双回线路, 昭剑线, 昭猕一线, 昭赤一线各 1 次	5
110kV 线路	6	跨越 110kV 袁轮二线 1 次	1
铁路	16	跨越西成高铁 1 次	1
高速公路	14	跨越沪昆高速 1 次	1
河流 (不通航)	6.5	跨越李家河 2 次	2

3.1.3 昭化 500kV 变电站间隔扩建工程

3.1.3.1 站址地理位置

昭化500kV 变电站位于广元市昭化区昭化镇南马村。进站道路由站区西侧乡道引接，本次不新建。

3.1.3.2 变电站前期工程概况

昭化500kV 变电站于2012年12月建成投运。变电站总占地面积55556m²，其中围墙内占地42563m²。

(1) 前期规模

主变规模：现有3×1000MVA，三相自耦无载调压变压器（冷却方式：自然油循环风冷）、最大主变油量55t，均户外布置。

500kV 出线：4回（巴中2回、诗城2回），户外 AIS 布置，向东、西方向出线。

220kV 出线：18回，户外 GIS 布置，向东、北方向出线。

35kV 低压无功补偿装置：35kV 并联电抗器2×（1×60）Mvar、35kV 并联电容器2×（2×60）Mvar。

(2) 总平面布置

昭化500kV 变电站500kV 户外配电装置场地布置在站区的南侧；220kV 户外配电装置场地布置在站区的北侧；主变压器布置在站区的中部，35kV 低压无功补充装置场地位于主变压器与220kV 户外配电装置场地之间。主控楼及220kV、35kV 继电器室布置在35kV 场地的西侧的空地上，站区主干道由西向东，布置于主变压器与500kV 户外配电装置场地之间。

(3) 前期工程环保手续履行情况

昭化500kV 变电站前期工程主要建设内容及环评、验收情况见表3-9。

表 3-9 昭化 500kV 变电站前期工程主要建设内容及环评、验收情况

序号	建设时间	建设规模	评价规模	环评报告	环评批复	验收情况
1	2008 年	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 9 回	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 9 回	《广元 500kV 输变电新建工程环境影响报告书》	环境保护部环审〔2008〕155 号文	环境保护部环验〔2013〕64 号文
2	2016 年	扩建 1 回 220kV 间隔（运行名称为昭丁线）	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 10 回	《兰渝铁路广元牵引站 220 千伏供电工程环境影响报告表》	四川省环境保护厅川环审批〔2015〕123 号文	已自主验收
3	2017 年	扩建 1 回 220kV 间隔（运行名称为昭剑线）	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 11 回	《西成客运专线广元剑门关牵引站 220 千伏供电工程环境影响报告表》	四川省环境保护厅川环审批〔2016〕34 号文	
4	2018 年	扩建 1 回 220kV 间隔（运行名称为云昭线）	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 12 回	《中节能广元剑阁天台山 100MW 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〔2016〕216 号文	已自主验收
5	2019 年	扩建 2 回 220kV 间隔（运行名称为昭林一、二线线）	主变 2×750MVA、500kV 出线 2 回、220kV 出线 14 回	《广元昭化至林丰铝电 220 千伏线路工程环境影响报告表》	广元市生态环境局广环审〔2019〕33 号文	已自主验收
6	2020 年	500kV 出线 2 回；拆除 1×120Mvar 高压电抗器	主变 2×750MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 14 回	《昭化-巴中 500kV 线路工程环境影响报告书》	四川省生态环境厅川环审批〔2020〕39 号	已自主验收
7	2023 年	拆除容量均为 750MVA 的 1#、2#主变压器，更换为两台 1000MVA 的变压器；增加 3#主变压器，容量为 1000MVA；；扩建 4 回 220kV 间隔场地，不新增 220kV 出线	主变 3×1000MVA、500kV 出线 4 回、220kV 出线 18 回	《广元昭化 500 千伏变电站主变增容扩建工程环境影响报告书》	四川省生态环境厅川环审批〔2021〕64 号	已自主验收

(4) 前期工程采取的主要环保设施、措施

● 生活污水处理设施

昭化500kV变电站内设置了1套埋地式一体化污水处理装置。站内产生的少量生活污水经埋地式一体化污水处理装置处理后，贮存在变电站设置的蓄水池中，用作站区绿化，不外排。

● 噪声控制措施

主变压器、并联电抗器选用低噪声源强设备并合理布局，主变压器噪声源强为69.9dB(A)（1m处声压级）；变压器三相间及边相外侧采用防火墙隔开。

变电站东侧围墙从北至南采用5m高围墙+2m高隔声屏障，长度195.5m，其余侧为2.3m高围墙。

根据昭化500kV变电站前期竣工环境保护验收调查的监测结果，站四周厂界声环境均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的2类排放限值要求，周边声环境敏感目标处声环境均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的2类标准限值要求。

● 固废处理设施

昭化500kV变电站设置了垃圾桶，站内值班、值守人员产生的少量生活垃圾经垃圾桶收集后由当地环卫部门定期清运，对站址周围环境不产生影响。

昭化500kV变电站内设置1座110m³主变事故油池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；变电站检修时产生的少量含油棉、含油手套等含油废物由有资质的单位处置。

● 生态保护措施

昭化500kV变电站站内已进行地面硬化和植被绿化，周边主要为林地、耕地，未发现珍稀、保护动植物分布，站址周边已根据周边地形条件修建了护坡、挡墙、排水沟等，变电站前期工程已采取了有效的生态保护措施。

(5) 前期工程竣工环保验收结论及主要环保问题

根据根据变电站最近一次竣工环境保护验收调查《广元昭化500kV变电站主变扩容扩建工程竣工环境保护验收调查报告》及现场踏勘、监测，昭化500kV变电站前期各项环境保护设施、措施均已落实，验收监测工频电场、工频磁场均可以满足国家相应标准限值要求，厂界昼夜间噪声监测值满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类排放限值的要求，周边环境敏感目标的电磁环境和声环境均满足国家标准要求。

昭化500kV变电站相关前期工程环保手续完善，各项环境保护设施、措施均已落实，站界外的电磁环境及声环境均满足国家相应标准要求，无环保遗留问题。

3.1.3.3 本期扩建工程概况

昭化500kV 变电站本期在现有变电站预留场地内扩建500kV 出线间隔2个（至广元电厂），采用第4串向西预留出线间隔（500kV 配电装置场地西侧自南向北第1个预留出线间隔）及第2串向东出线间隔（500kV 配电装置场地东侧自南向北第3个预留出线间隔）。本期扩建工程均在原有围墙内预留场地进行，不需新征用地。

变电站间隔扩建位置及扩建后平面布置见图3-8，变电站间隔扩建侧情况见图3-9。

3.1.3.4 与前期工程的依托关系及依托可行性分析

昭化500kV 变电站本期扩建工程可依托站内前期相关工程，本期扩建工程与前期工程的依托关系见表3-10。

表 3-10 昭化 500kV 变电站本期扩建与前期工程的依托关系一览表

项目	内容	
变电站永久设施	主控通信楼	利用现有主控通信楼，本期无需扩建。
	进站道路	利用现有进站道路，本期无需扩建。
	供水管线	本期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	依托原有生活污水处理装置。本期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。
	排水系统	利用已建雨污分流排水系统，本期无需改造或扩建。
	生活垃圾收集设施	本期扩建后运行人员数量不增加，无新增生活垃圾产生量，不需新增生活垃圾收集设施。
	事故油池	本期扩建后运行方式不变，无新增含矿物油装置，不需新增或改变站内事故油池系统。
施工临时设施	施工用水、用电	利用站内已有的水源、电源
	施工生产生活区	生活区租住周边民房，不新建；生产区布置在变电站已建围墙内，不新增占地。

昭化500kV 变电站间隔扩建工程不改变站内现有布置，不新增工作人员，不新增生活用水及排水，不新增生活垃圾产生量，不新增含油设备，不改变变电站已设计的环保设施运行及利用方式，变电站投运至今站内各环保设施运行稳定，无重要的环保遗留问题；因此，本期扩建依托变电站内现有设施合理可行。

3.2 项目占地及土石方平衡

3.2.1 工程占地

据统计，本项目建设区共占地 12.27hm²，其中永久占地 1.92hm²，临时占地 10.35hm²。永久占地为线路塔基占地、变电站间隔扩建工程占地（位于昭化变电站站内，不新征占地）；临时占地包括塔基区施工场地、牵张场地、施工道路、人抬道路以及塔基拆除占地等。

3.2.2 土石方平衡

根据《广元煤电 500kV 送出工程水土保持方案报告书》，本项目土石方开挖总量 2.20 万 m³（含表土 0.47 万 m³，自然方，下同），回填总量 1.66 万 m³（含表土 0.47 万 m³），余方 0.54 万 m³，折合松方 0.70 万 m³。间隔扩建余方 0.08 万 m³运至昭化变电站附近 45m 范围内本项目新建的 12 基铁塔施工占地范围摊平处理，线路工程余方 0.46 万 m³在各塔基永久占地范围内摊平处理夯实后进行植被恢复。

3.3 施工工艺和方法

3.3.1 昭化 500kV 变电站间隔扩建工程

（1）施工组织

本期昭化变电站扩建工程量较小，施工人员租住周边民房，施工临时占地可充分利用站内空余场地，生产生活、给排水及水土保持设施已于前期工程中建成，本期沿用已有设施。施工所需建筑材料拟向附近的正规建材单位外购，所需混凝土均拟采用外购商品混凝土，通过既有进站道路运输。

站内施工区内的规划布置由施工单位自行决定，在“先土建，后安装”的原则下，交叉使用施工场地。

根据同类工程类比，变电站间隔扩建平均每天配置施工人员约 30 人。

（2）施工工艺和方法

本期扩建新建 500kV 出线间隔 2 个，500kV 设备支架采用直缝钢管柱结构，支架基础为插入式杯口基础；HGIS 设备基础采用钢筋混凝土岛式基础。

土建施工挖填方量较小，共产生余土约 800m³，全部运至站外新建 12 基铁塔摊平处理。

安装工程主要为本期扩建间隔的电气设备、构架、支架，无大、重型设备，一般不需采用吊车施工安装，人工和小型起重设备即可。

3.3.2 输电线路工程

3.3.2.1 施工组织

（1）施工道路及材料运输

本项目新建输电线路附近有京昆高速、剑昭路等交通干线及众多乡村道路，交通条件较好。本项目塔基拟主要采用机械化施工，即一种以机械为主，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，原辅材料采用车辆通过施工运输道路直接运送至塔基位置。部分塔基位于低山、丘陵顶部、半坡、鞍部，不宜采用机械化施工时，采用传统施工方式，原辅材料采用车辆通过既有道路运送至塔基附近，再经当地人行小路或修整施工人抬便道经人力运送至塔基处。本项目新建施工汽运道路2.585km，道路路面宽度3m或4.5m；新建人抬道路7.25km，宽约1m。施工道路共新增占地面积1.74hm²。

（2）施工场地

输电线路工程施工场地主要有塔基施工场地，施工放线牵引所需的牵张场及跨越高速、公路、高架线路等重要设施所需的跨越施工场地。

①塔基施工场地

塔基施工临时场地主要用作塔基基础施工和铁塔组立，兼作材料堆放场地；拆除线路施工临时场地主要用作拆除物料的堆放。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。

本项目输电线路共设置塔基施工场地共设53个，塔基施工永久占地面积约1.68hm²，临时占地面积共计约7.78hm²。

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5处牵张场，每个牵张场占地约1200m²，占地面积共计约0.6hm²。

③跨越施工场地

输电线路跨越高速、道路、电力线路等设施需要搭设跨越架。跨越架一般有三种形式，即采用跨越架跨越、悬索封网跨越和多柱式跨越架，本项目新建500kV架空线路跨越220kV及以下电力线路时，采用封网跨越方式，其临时占地位于本期塔基施工区，不新增跨越施工临时占地；跨越高速公路、等级公路采用封网或搭设跨越架。本项目线路需设置跨越架4处，每处占地约400m²，总占地面积约0.16hm²。

④材料站

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。

⑤施工生活区

因输电线路施工时塔基及牵张场分布较分散，单塔施工周期短，且线路沿线村庄较多，输电线路临时施工生活用房采用租用沿线民房的方式解决。

⑥拆除塔基占地

本项目220kV线路迁改工程拆除6基铁塔，占地面积共计0.07hm²。

（3）施工人员

基础工程可投入若干施工作业班组，每个班组分测量、土石方、材料运输、基础制模、混凝土浇制等5个组进行流水作业。铁塔组立工程可投入若干施工作业班组，每个班组分材料运输、组塔2个组流水作业。架线工程施工时，按照张力架线要求，将若干施工队及一个机械作业班调配组成架线施工作业班组，即放线班组、紧线及附件安装班组。

根据同类工程类比及本项目施工计划，新建线路平均每天配置施工人员约700人。

（4）施工用水、用电

输电线路工程施工过程中用电按照安全用电规定从附近村庄引接。线路新建工程每个塔基施工用水量较少，施工过程中一般都根据塔基周边水源情况确定取水方案，塔基附近有水源的，可就近接取水管引用河水等；塔基附近无任何水源的，则考虑采用水车就近输送水源来满足施工用水。施工用水、用电布设根据塔基附近的地形条件布置在塔基施工临时场地，不再另外占地；布设管、线尽量就近解决，以减少管线牵拉对地表的扰动；施工用水采用地表敷设管材，不开挖引水明沟，减少对地表的损坏。

（5）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，由于施工位置分散，每个塔基挖方回填后余方较少，对位于平坦地形附近的铁塔，塔基回填后产生的余土堆放在塔座基面四周，并进行平整；对陡坡附近的铁塔，降底基面与基坑开挖产生的余土无法就地堆稳时，选择塔基区域的凹地进行堆放、平整，并撒播草籽进行植被恢复。因此，项目输电线路工程不产生弃方

（1）施工生产生活区

施工人员租住在线路沿线村庄，不设施工生活区。

（2）施工场地

线路工程施工场地主要有塔基施工场地，线路拆除施工场地，施工放线牵引所需的牵张场及跨越铁路、公路等重要设施所需的跨越施工场地。

(3) 施工人员

基础工程可投入若干施工队，每队分测量、土石方、材料运输、基础制模、混凝土浇制等5个组进行流水作业。铁塔组立工程可投入若干施工队，每队分材料运输、组塔2个组流水作业。本项目线路拆除工程工作量较小，可投入1-2个施工队，每队分线路拆除、材料运输2个组流水作业。架线工程施工时，按照张力架线要求，将若干施工队及一个机械作业班调配组成架线施工队，即准备队、放线队和安装队。

(4) 施工力能供应

线路工程施工过程中用电根据周边设施情况安排，周边已有用电用户区的，可按照安全用电规定引接用于施工用电；周边无用电用户区的，可采用自备小型柴油发电机提供施工电源。线路拆除工程无需用水；线路新建工程每个塔基施工用水量较少，施工过程中一般都根据塔基周边水源情况确定取水方案，塔基附近有水源的，可就近接取水管引用河水等；塔基附近无任何水源的，则考虑采用水车就近输送水源来满足施工用水。施工用水、用电布设根据塔基附近的地形条件布置在塔基施工临时场地，不再另外占地；布设管、线尽量就近解决，以减少管线牵拉对地表的扰动；施工用水采用地表敷设管材，不开挖引水明沟，减少对地表的损坏。通讯设施均依托项目所在区域附近已有的通讯设施。

(5) 余土处置场所

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，由于施工位置分散，每个塔基挖方回填后余方较少，对位于平坦地形附近的铁塔，塔基回填后产生的余土堆放在塔座基面四周，并进行平整、夯实；对陡坡附近的铁塔，降底基面与基坑开挖产生的余土无法就地堆稳时，选择塔基附近的凹地进行堆放、平整，并撒播草籽进行植被恢复。因此，项目输电线路工程不产生弃方，无需设置余土处置场所。

3.3.2.2 施工工艺

(1) 新建线路施工

线路工程施工主要有：施工准备、基础施工、组装铁塔、导地线安装及调整几个阶段。

① 施工准备

本项目所用砂、石考虑统一外购。基础混凝土砂石料由运输车运送到塔位附近，再由人抬道路运送到每处塔位，现场搅拌后进行浇筑。搅拌不设混凝土搅拌机，采取人工搅拌方式。

② 基础施工

基础施工工序主要有基础开挖、基础浇注、基础回填等。本项目塔基基础全部采用挖孔基础，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。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。

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，做到随挖随浇筑基础，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。

③铁塔组立

可采用内拉线悬浮抱杆或外拉线悬浮抱杆分段分片吊装；外拉线悬浮抱杆分解组装方法。

铁塔组立采用分片分段吊装的方法，按吊端在地面分片组装，吊至塔上合拢，地线支架与最上段塔身同时吊装。吊装或大件吊装时，吊点位置要有可靠的保护措施，防止塔材出现硬弯变形。

抱杆提升时，用钢丝绳将其一端固定在已组塔顶端，另一端通过抱杆底部的朝地滑车、已组塔顶端对角侧的转向滑车及塔底的转向滑车，到机动绞磨后提升，提升时要缓慢同步松出上拉线，抱杆升到位后调整好上下拉线及抱杆倾角，即可继续吊装。

④架线和附件安装

导线架设采用一牵四张力放线方法，主牵引机一台，二线张力机两台并列，放线段挂五轮放线滑车。地线架设采用一牵一张力放线，耐张段紧线。

导线采用五轮放线滑车，直线塔的滑车直接挂在瓷瓶串下，耐塔采用特制拉棒做挂具。地线放线滑车直线塔的挂在金具串，耐张塔用钢丝套做挂具。

导、地线布线采用连接布线法，即施工段内各相导、地线，均按展放顺序累计线长使用导线线轴，第一相放完后，将导线切断，剩余导线接着使用在第二相、第三相。

紧线施工段与放线施工段相同，执行粗调、细调、微调、精调程序。紧好线后进行耐张塔平衡挂线的施工。当地形不允许导、地线放于地面时，用高空压接、平衡挂线方法。以平行四边形法为主，结合异长法和档端角度法。

杆塔附件安装采用一套四线提线吊具分别起吊放线滑车中的四根子导线，吊具的上端挂在悬垂挂点处的施工孔上，通过吊具中的葫芦，滑车中的导线都将自动到达安装位置。吊具中采用手扳葫芦和特制吊钩工具抬装相应子导线。

接地线敷设应在铁塔组立前完成，组塔时必须安装好接地引下线，防止雷击。人力开挖

接地沟，人力布线、焊接、填土，接地圆钢的接续采用双面气焊，搭接施焊长度不小于 100mm。

⑤跨越施工

●线路跨越高速公路时需采取措施，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。

●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。

●线路跨越李家河等河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，依此类推，直到牵引钢丝绳的牵通，进行架线。

(2) 线路拆除施工

旧线路拆除工作分为拆除前准备工作、导地线拆除、铁塔拆除三个步骤。

1) 拆除前准备工作

①施工负责人组织进场的相关人员认真查看施工现场，熟悉现场工作环境，了解每基铁塔的型号和呼高、重量等。

②组织施工班组进行安全、技术交底，熟悉拆旧具体施工方法，交待拆旧线旧塔的安全操作方法和要求、需采取的安全防范及危险点预控措施。

③准备施工器具（绞磨、滑车、钢绳、紧线夹、断线钳、防盗扳手套、对讲机），对工器具型号、性能进行细致检查；对个人安全工器具检查是否良好。

④拆旧采用的气割必须配置足够氧气瓶和乙炔，及防火设备。

⑤拆除施工前必须先对导线加挂接地线进行放电，将线路上的感应电全部放完后才能开始施工。

2) 导地线拆除

①拆除导、地线上的所有防震锤，在分段内铁塔的导、地线上将附件拆除，导线换成单轮滑车，地线换成地线滑车。

②检查该耐张段内是否有跨越的电力线、通讯线等障碍物，若有电力线、通讯线等在拆线之前做好跨越架搭设。

③在铁塔一侧准备好打过轮临锚的准备工作，过轮临锚由导线卡线器、钢丝绳、滑车、钢丝套子、手扳葫芦及地锚等构成。

④开始落线，安排人观测驰度，看到驰度下降接近地面时，打好过线塔的过轮临锚并收紧手扳葫芦。

3) 铁塔拆除

拆塔有三种方案，一种为整体倒塔方案，第二种为薄壁锰钢抱杆外拉线散吊拆除法，第三种为半倒。整体倒塔方案：自立式旧塔倒塔方向要求塔高范围内无任何障碍物，整基倒塔方法要求在杆塔倒塔方向两侧 30m 高处加装临时拉线，以控制杆塔沿规定方向倒落。散吊方法：首先自立式杆塔利用中横担拆下横担，地线支架拆上横担，同时检查地线支架锈蚀情况，必要时进行补强，塔身上应加装转向滑车以减轻地线支架及横担的下压力。半倒：即先在杆塔顶部和中部分别设置四条固定拉线(与整倒相同)，再将杆塔中部倒塔方向相反的两个包脚铁拆除，松开反向拉线，正向拉线牵引拉倒杆塔上部，最后将整基杆塔向合适的方向拉倒。

(3) 穿越自然保护区、风景名胜区、生态保护红线等生态敏感区的施工

本项目 500kV 线路一档跨越亭子风景名胜区二级景区，跨越处路径长度约 0.2km，穿越三级景区，穿越路径长度约 1.5km，在三级景区内立塔约 9 基，220kV 线路全部位于三级景区内，路径长度约 1.15km，立塔 5 基；500kV 线路穿越生态保护红线约 0.45km，立塔 1 基，穿越生态保护红线段线路在翠云廊古柏省级自然保护区实验区内；500kV 线路穿越剑门蜀道风景名胜区三级景区，穿越路径长度约 8.8km，立塔约 15 基，穿越剑门蜀道风景名胜区段部分线路位于翠云廊古柏省级自然保护区实验区内；500kV 线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区，穿越路径长度约 1.4km，立塔 3 基。输电线路在生态敏感区内杆塔立塔施工时，应采取的施工组织如下：

1) 施工准备

施工准备主要内容为：准备建筑材料，设置生产场地、生活用房、施工便道、人抬路、材料站等。生态敏感区内施工建筑材料的堆放于塔基占地范围内；施工人员住地租用沿线民房，不在生态敏感区内设置施工营地，控制施工道路宽度，避免破坏植被。

2) 塔基施工临时场地和基础施工

基础施工流程大致如下：

①生态敏感区范围内全部采用挖孔基础，减少表土的扰动及植被的破坏，设置挡土墙、排水沟时包括挡土墙基面、排水沟开挖；位于斜坡的塔基表面要回填成斜面，恢复自然排水，对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位，要求开挖排水沟，并接入原地形自然排水系

统。

②砌筑挡土墙。

③开挖塔腿基础坑。凡能开挖成形的基坑，均采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，尽可能减少开挖量。

④开挖接地槽，接地沟开挖可不形成封闭环形（允许开断一点），以避免沿垂直方向开挖接地沟从而形成冲沟危及塔位边坡的安全。

⑤绑扎钢筋、浇注塔腿基础混凝土，埋接地线材。

⑥基坑回填，余土处置。基坑回填时采取“先粗后细”、“先挖方再表土”方式，方便地表迹地恢复。降基面及基坑开挖的弃土置于塔位范围内夯实并修筑挡土墙，以防止弃土滑移破坏塔位下坡方向自然地貌，危及塔基安全。

3) 牵张场及架线施工

根据线路穿越敏感区的长度以及架设实际情况，本项目须在剑门蜀道风景名胜区三级区内设置牵张场 1 处，占地面积约 1200m²，占地类型为耕地。架线施工采用无人机等环境友好型架线方式，用无人机牵着迪尼码绳在空中展放牵引绳，通过小线拉大线的方式进行牵引，然后配合牵引机用牵引绳带动导线，可不用开辟放线通道，减少对地面植被的损伤。避免破坏植被。

4) 施工人抬便道及材料运输

生态敏感区范围内不新建施工运输道路，施工运输道路利用村村通道路及机耕路，村村通道路、机耕路至塔基之间仅修整少量施工人抬便道或采用索道运输，限定人抬便道宽度，材料运输固定线路行驶，减少临时占地面积，鉴于保护区内植被茂盛，施工人抬便道或索道应尽量降低对植被的破坏。

5) 施工废污水、固体废物处置

加强施工管理，规范施工活动，对施工期间产生的施工废污水和固体废物进行分类收集处理。塔基基础施工全部采用商品混凝土，无施工废水产生；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居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体；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桶集中转运；禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、弃土等排入水体。施工结束后及时清理现场，避免残留污染物在水源地的集雨范围内造成污染。

6) 余土处置

禁止在生态敏感区内设置取、弃土点等临时场地，对于塔基开挖产生土石方全部回填，并撒播草籽进行植被恢复。

7) 植被恢复

施工结束后及时对保护区范围内的塔基临时占地进行土地整治、表土回铺，植被恢复尽可能利用植被自然更新，并利用保护区范围内的常见物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽量维护保护区范围内的生物多样性，并加强后期管理维护。

3.3.2.3 施工机具

本项目施工期主要施工机具见表 3-11。

表 3-11 本项目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	轮胎式装载机	11	混凝土振捣器
2	单斗挖掘机	12	电动卷扬机
3	夯实机	13	钢筋弯曲机
4	液压锻钎机	14	电动空气压缩机
5	磨钎机	15	交流电焊机
6	汽车式起重机	16	型钢调直机
7	塔式起重机	17	旋挖钻机
8	轮胎式运输车	18	牵引机
9	载重汽车	19	张力机
10	洒水车	20	无人机

3.4 主要经济技术指标

根据设计资料，本项目静态总投资为 19322 万元，环保投资约 204 万元，占总投资 1.06%。详见表 3-12。

3.5 选址选线环境合理性分析

3.5.1 选址选线环境合理性

3.5.1.1 昭化 500kV 变电站间隔扩建工程

昭化 500kV 变电站位于四川省广元市昭化区朝阳乡南马村，距昭化城区直线距离约 19.5km，距昭化旧城直线距离约 5km，该变电站一期工程于 2008 年 7 月开工建设，2012 年 12 月竣工并投运。2015 年 8 月，广元市政府批准成立亭子湖市级风景名胜区，由四川省广元市白龙湖风景名胜区管理局管理。昭化 500kV 变电站目前尚未达到终期规模，根据昭化变电站总平面布置及区域电网规划，昭化变电站间隔扩建工程选址在既有的 500kV 昭化变电站围墙内预留场地内建设，站址唯一，本次间隔扩建不新增占地。

亭子湖市级风景名胜区景区总面积 425.88km²，其中核心保护区 66.45km²，水域面积 110km²，库容 41 亿 m³。主航道 124km，湖周长 860km，涉及苍溪县、剑阁县、昭化区

24 个乡镇 84 个村（居）近 70 万人口，是库区沿湖乡镇及苍溪县城饮用水源地。规划照壁岩、闻溪谷、虎跳湖、龙回滩、青牛峡五大景区，以“千年古蜀水道，七彩山水画廊”为主题，以山水观光、文化揽胜、运动休闲、康养度假、农耕体验为主要功能。昭化变电站位于广元市亭子湖市级风景名胜区三级保护区内。

项目间隔扩建场地具有以下特点：①项目在既有变电站场地内进行，不新增占地；②项目整体站址及周围影响范围内不涉及国家公园、自然保护区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护地等需要保护的生态敏感区；③根据本报告电磁环境声环境预测评价结果，本次间隔扩建工程对评价范围内敏感点处的电磁环境、声环境影响较小；④扩建场地及附近无不良地质作用，稳定性良好，适宜建筑；⑤本项目建成后不新增工作人员，运营期不会改变原有的生活污水和生活垃圾收集设施；⑥本项目站址不在四川省生态保护红线范围内，故本项目选址不涉及生态红线区满足当地生态红线的要求。因此，从环保角度考虑，本项目的建设是合理的。

3.5.1.2 新建输电线路工程

根据电网规划，在确定本项目路径方案时，主要考虑了以下原则：

1、根据电力系统规划要求，综合考虑线路长度、地形地貌、地质、水文气象、交通、林木、矿产、自然保护区、障碍设施、交叉跨越、施工、运行及地方政府意见等因素，进行多方案比较，使路径走向安全可靠，经济合理。

2、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。

3、尽量避让矿产采空区、开采区、规划开采区及险恶地形、不良地质地段，尽量避让自然保护区、风景区、旅游区、林木密集覆盖区，尽量避让民房及其它障碍设施。

4、尽可能靠近现有国道、省道、县道及乡村公路，改善线路交通条件。

5、跨越大江、大河处尽量利用有利地势，缩短档距，降低塔高。

6、综合协调本线路与自然保护区、风景旅游区、已建（在建、拟建）输电线路、变电站及高速公路、铁路和其它设施之间的关系。

7、充分征求和听取地方政府及有关部门对路径方案的意见和建议，推荐路径方案需取得政府各部门同意的原则协议。

3.5.1.2.1 昭化 500kV 变电站出线方案比选

（1）昭化 500kV 变电站向东出站绕行方案

根据昭化 500kV 变电站与广元电厂位置关系，该变电站向东预留间隔出线后只能向北绕行或向南绕行走线。

1) 线路向北绕行（如下图 3-10 所示）：

新建线路出线需将昭化 500kV 变电站站外已建、在建和拟建的 18 回 220kV 线路全部跨越，现状站外 220kV 线路已经较多且存在复杂分支和交叉跨越，导致现状 220kV 线路铁呼高普遍较高。所以若朝北绕行走线，将导致多处 220kV 线路同时停电，且新建的 500kV 线路铁塔呼高增高，投资增加较大。

2) 线路向南绕行

新建线路向南绕行则需出线后钻越现状 500kV 昭中一二线，根据昭中一、二线路径方案和现场调查情况，本次选择最近的 3 个钻越点进行情况分析。分析情况如下：

①500kV 昭中一二线 1#-2#钻越点

线路最近钻越点为 500kV 昭中一二线 1#-2#档内（档距为 257m，1#终端塔呼高为 36m、2#直线塔呼高为 72m）。但该穿越点已给 220kV 昭猕二线，220kV 昭赤一线(间隔交换改线段)及远期规划昭化-剑阁（风电场）钻越，所以该处无架空钻越点位置。

②500kV 昭中一二线 2#-3#钻越点

线路第二个钻越点为 500kV 昭中一二线 2#-3#档内（档距为 260m，2#直线塔呼高为 72m、3#耐张塔呼高为 39m）。但该穿越点已给已建云昭 220kV 线、昭苍 220kV 线钻越，所以该处无架空钻越点位置。

③500kV 昭中一二线 5#-6#钻越点

线路第三个钻越点为 500kV 昭中一二线 5#-6#档内（档距为 847m，5#直线塔呼高为 63m、6#耐张塔呼高为 36m），此处可以采用架空钻越。

(2) 昭化 500kV 变电站出站方案比选

综上所述，根据现场踏勘情况，本次对昭化 500kV 变电站出线通道拟定了 4 个方案进行比较，分别描述如下：

1) 500kV 绕行方案

本项目至广元电厂利用昭化站向东预留出线间隔出线后，立即连续跨越 6 条 220kV 线路（在建 220kV 昭赤一线（间隔交换改线段）、预留 220kV 昭化-剑阁线路、220kV 昭猕二线、220kV 昭苍线、220kV 摆昭线、220kV 昭孚二线）至庙子梁，线路向东南再次跨越 220kV 摆昭线，随后线路向西钻越 500kV 昭中线后，再次连续跨越 5 条 220kV 线路（220kV 云昭线、220kV 昭苍线、220kV 昭猕二线、220kV 昭猕一线、预留 220kV 昭化-剑阁线路），并跨越李家沟与广元电厂另一回线路汇合形成双回线路向西北钻越 500kV 诗昭线。该方案至汇合点（李家沟西侧）处新建单回路路径长约 5km，新建铁塔 15 基（单回铁塔 14 基，双回塔 1 基）。

2) 220kV 架空改线方案

500kV 部分：该方案从昭化站出站后，线路向南钻越 500kV 昭中一二线后，向西避让大面积房屋后与昭化站向西出线回合成一个双回线路，再次连续跨越在建 220kV 昭赤一线（间隔交换改线段）、220kV 昭猕一线及李家河后，线路向西北钻越 500kV 诗昭一二线。本项目至李家河西侧段新建路径长约 1.75km（其中双回路路径长 0.45km，单回路路径长 1.2km），新建铁塔 8 基（单回塔 6 基，双回塔 2 基）。

220kV 改造部分：因本项目线路接入 500kV 昭化变电站段线路通道非常拥挤，需迁改已建 220kV 昭赤一线和 220kV 昭猕二线。220kV 昭赤一线迁改起于 220kV 昭赤一线 1#塔，止于 220kV 昭赤一线 4#塔；220kV 昭猕二线迁改起于 220kV 昭猕二线 1#塔，止于 220kV 昭猕二线 4#塔；迁改线路钻越 500kV 昭中线时，采用同塔双回路架设，钻越 500kV 昭中线后采用单回架设（钻越点通道拥挤按双回迁改，为本次新建线路预留钻越通道），迁改新建长度 1.15km，其中 220kV 昭赤一线迁改新建段长 0.8km（0.23km 与 220kV 昭猕二线迁改线路同塔双回架设），220kV 昭猕二线迁改新建段长 0.35km（0.23km 与 220kV 昭赤一线迁改线路同塔双回架设），同时拆除原昭赤一线 0.5km 架空线路及 3 基铁塔；拆除原 220kV 昭猕二线 0.35km 架空线路及 3 基铁塔。

3) 220kV 电缆改线方案

500kV 路径：该方案 500kV 线路路径与 220kV 架空改造方案一致。

220kV 路径：该方案将 220kV 昭赤一线（间隔交换改线段）在构架档架空改下地，新建线路采用电缆敷设，电缆钻越昭中一二线及本工程新建线路后至 5#塔小号侧新建电缆终端塔，电缆引上与在建 220kV 昭赤一线搭接。该方案新建电缆路径长度约 0.4km，电缆型号为 ZC-YJLW03-Z 127 / 220 1×2000mm²，新建土建通道采用 1.2m×1.6m 电缆沟。新建单回路电缆终端塔 1 基。新建完成后拆除原 220kV 昭赤一线 2#、3#、4#转角塔。

4) 昭化站间隔调整

根据现场情况，该方案需扩建昭化站 500kV 向西出线间隔 1 个，同时调整现状诗昭 I 线出线间隔。从昭化站至李家沟西侧新建 500kV 单回路路径长约 1.7km，新建单回铁塔 7 基。

(3) 各方案经济技术、环境方面比选

各方案技术经济比较详见表 3-12。

表 3-12 本项目 500kV 线路路径方案比较一览表

比较项目	方案一 500kV 绕行方案	方案二 220kV 架空改造方案 (推荐方案)	方案三 220kV 电缆方案	方案四间隔调整方案	比较结果
比选段线路路径长度	500kV: 单回线路 5km	500kV: 单回线路 1.0km; 220kV 迁改: 单回线路 0.92km, 双回线路 0.23km	500kV: 单回线路 1.0km; 220kV 迁改: 0.42km (双回电 缆)	500kV: 单回线路 1.7km	方案三优
比选段线路规划使用杆塔	500kV: 15 基	500kV: 9 基, 220kV: 5 基	500kV: 9 基, 220kV: 电缆土 建通道 0.4km、电缆终端塔 1 基、电缆终端场 2 座	500kV: 7 基	方案四优
交通运输条件	可利用县道、乡村公路、机耕 道。整体交通条件较好	可利用县道、乡村公路、机 耕道。整体交通条件较好	可利用县道、乡村公路、机耕 道。整体交通条件较好	可利用县道、乡村公路、机耕 道。整体交通条件较好	相当
重要交叉跨越	跨越 220kV 线路 11 次, 钻越 500kV 线路 2 次	跨越 220kV 线路 2 次, 钻越 500kV 线路 2 次	跨越 220kV 线路 2 次, 钻越 500kV 线路 2 次	跨越 220kV 线路 4 次, 钻越 500kV 线路 1 次	方案二、 方案三优
施工难度	该方案多次跨越 220kV 线路, 根据跨越 220kV 停电施工分 析, 该方案将导致昭化站约 50% 220kV 线路停电, 施工难 度极大	500kV 新建塔基数较少, 后 期建设协调难度较低	500kV 新建塔基数较少, 后期 建设协调难度较低, 但是该地 区属于山地, 220kV 电缆土建 通道建设难度较大	系统: 500kV 诗昭一二线供电, 且 500kV 诗昭一二线为同塔双回 线路, 供电可靠性极低, 若再发 生同塔双回 N-2 故障, 将会造成 昭化站全站停电; 变电: GIL 管道 需占用跨过已建道路, 侵占串间 维护空间, 影响后期运维检修、 设备运输等; GIL 管道与已建设 距离较近, 安装时存在风险。扩 建时间间隔内设备需长期停电, #1 主变半串停电时间长代价较大	方案二优
沿线居民分布	需拆除居民房屋 9 栋	需拆除居民房屋 3 栋	需拆除居民房屋 3 栋	需拆除居民房屋 2 栋	方案四优
沿线地表水体	跨越李家河 1 次	跨越李家河 1 次	跨越李家河 1 次	跨越李家河 2 次	方案一、 二、三相 当, 优于 方案四

环境敏感区	一档跨越穿越亭子湖市级风景名胜区二级区 1 次，跨越处路径长度约 0.2km，穿越三级区路径长度约 4.8km，立塔 15 基	500kV 线路一档跨越穿越亭子湖市级风景名胜区二级区 1 次，跨越处路径长度约 0.2km，穿越三级区路径长度约 0.8km，立塔 9 基；220kV 均位于三级区内，穿越路径长度 1.15km，立塔 5 基	500kV 线路一档跨越穿越亭子湖市级风景名胜区二级区 1 次，跨越处路径长度约 0.2km，穿越三级区路径长度约 0.8km，立塔 9 基；220kV 均位于三级区内，穿越路径长度 0.42km（双回电缆），新建电缆终端塔 1 基、电缆终端场 2 座	一档跨越穿越亭子湖市级风景名胜区二级区 2 次，跨越处路径长度分别为 0.15km、0.2km，穿越三级区路径长度约 1.3km，立塔 7 基	方案二、三相当，优于方案一、四
政府部门意见	/	取得昭化区规划、林业等相关部门同意协议	/	/	方案二优
线路投资差额	+2237 万元	0	+542 万元	+497	方案二优

由上表可以看出，两个路径方案的比较情况如下：

a) 工程技术条件

比选段线路长度：方案一线路总路径最长，立塔数量最多，对生态环境影响最大；方案三线路路径总长度最短，但需要开挖电缆沟，且需要新建 1 座电缆终端塔和 2 座电缆终端场，永久占地和临时占地较方案二更大，土石方开挖量更大；方案四立塔数量最少，永久占地和临时占地最小。

比选段重要交叉跨越：方案二和方案三跨（钻）越线路次数更少。

施工难度：四方案均位于广元市昭化区昭化镇南马村昭化 500kV 变电站附近，沿线地形条件、地质条件和交通运输条件相当，方案二 500kV 新建塔基数较少，后期建设协调难度较低；方案三 500kV 新建塔基数较少，后期建设协调难度较低，但是该地区属于山地，220kV 电缆土建通道建设难度较大；方案一多次跨越 220kV 线路，施工难度极大；方案四无论是从电力系统方面还是昭化变电站后期的运行维护方案，都存在较大的风险，且施工时停电时间较长，对电网影响较大。

比选段项目投资：方案二总投资最少。

b) 环境制约因素

环境敏感区：四个方案均跨越亭子湖市级风景名胜区二级区、穿越三级区，但方案二和方案三跨越区二级区次数更少、穿越三级区的路径长度更短。

政府部门意见：方案二路径方案取得了政府部门的原则同意意见。

c) 环境影响

沿线居民分布：四方案均避让了集中居民区，方案四拆迁的房屋数量最少。

地表水体：四种方案跨越的地表水体，均一档跨越沿线地表水体、不占用水域及两岸岸线范围内区域，但方案四须跨越地表水体 2 次，对地表水体的影响更大。

因此从环境保护和规划角度分析，方案二 220kV 架空改造方案在环境敏感区方面更具优势，故本项目 500kV 线路路径采用方案二 220kV 架空改造方案（设计推荐方案）线路路径更合。

3.5.1.2.2 线路路径方案比选

结合沿线设施、现场踏勘情况，拟定了北、南两个路径方案，总体路径方案对比示意图见图 3-18。

(1) 北方案（推荐路径方案）

线路从拟建广元电厂向东南出线后跨越连续跨越已建 110kV 袁轮二线、110kV 袁轮二水支线、已建西成客运专线（隧道段）和 G5 京昆高速，在周家山附近折向东北方向，平行于拟建赤化至石盘 110kV 线路北侧走线，途径张家沟、上杨家沟、贾家山、梨树屯，在富南山东侧跨越已建 220kV 昭赤二线、已建 220kV 昭剑线（电铁），线路向南跨越拟建赤化至石盘 110kV 线路、110kV 虎赤线（大唐四川川北电力开发有限公司资产），至下新铺线路向东南方向走线，经郭家沟至叶华树湾跨越已建 220kV 昭剑线、220kV 昭赤一、二线，线路向南，经李家沟、柑树子湾至朝阳乡北侧，钻越已建 500kV 诗昭一二线，线路左转跨越李家沟同时跨越 220kV 昭赤一线和 220kV 昭猕一线，然后线路分两个单回走线，一回线路向东北方向接入昭化站西侧间隔，另一回线路向东钻越 500kV 昭中一二线，接入昭化站东侧间隔。

(2) 南方案（比选路径方案）

线路从拟建广元电厂向东南出线后跨越在建西成客运专线（隧道段）和京昆高速，在周家山附近跨越 220kV 昭赤一线、110kV 赤虎线（大唐四川川北电力开发有限公司资产）、拟建 110kV 赤化—太公牵引站线路。继续向西南方向走线，经过新田沟、后漕里、三江村，线路左转向南经张家岩、魏家店、赵家湾，线路左转向东经魏家角、张家院子、谢家沟、堰塘湾、周家庙、柏杨村、白阳观跨越 110kV 赤太线，线路继续向东经柑树子湾至朝阳乡北侧，钻越已建 500kV 诗昭一二线，线路左转跨越李家沟同时跨越 220kV 昭赤一线和 220kV

昭猕一线，然后线路分两个单回走线，一回线路向东北方向接入昭化站西侧间隔，另一回线路向东钻越 500kV 昭中一二线，接入昭化站东侧间隔。

(3) 各方案经济技术、环境方面比选

各方案技术经济比较详见表 3-13。

表 3-13 本项目 500kV 线路路径方案比较一览表

比较项目	北方案（推荐方案）	南方案（比选方案）	比较结果
所经地区	广元市利州区、昭化区	广元市利州区、昭化区	相当
线路路径长度	单回线路 1.0km，双回线路 17.1km	单回线路 1.0km，双回线路 31.0km	北方案优
规划使用杆塔	48 基	90 基	北方案优
地形条件	丘陵 32%、山地 58%、高山 10%	丘陵 35%、山地 56%、高山 9%	南方案优
海拔高程	450-1050m	450-950m	南方案优
地质条件	岩性主要为砂岩、泥岩、砾岩等。全线地震基本烈度为 VII 度。沿线不良地质作用主要为滑坡、崩塌等。路径未压覆矿权	岩性主要为砂岩、泥岩、砾岩等。全线地震基本烈度为 VII 度。沿线不良地质作用主要为滑坡、崩塌等。路径未压覆矿权	相当
交通运输条件	除富南山一下新铺翻越山脊段，其余段沿线可利用县道、乡村公路、机耕道。整体交通条件较好	除周家山一三江村沿山腰山脊段走线，其余段沿线可利用县道、乡村公路、机耕道。整体交通条件较好	相当
重要交叉跨越	跨越 220kV 双回路 2 次，220kV 单回路 5 次，110kV 单回路 4 次	跨越 220kV 双回路 0 次，220kV 单回路 3 次，110kV 单回路 4 次	南方案优
沿线居民分布	房屋 26 处，总面积：18610m ² ，其中砖混 9667m ² ，砖瓦 4560m ² ，钢棚 831m ² ，棚房 90m ² ，晒坝 3462m ²	房屋 30 处，总面积：22248m ² ，其中砖混 10554m ² ，砖瓦 5687m ² ，钢棚 1250m ² ，棚房 210m ² ，晒坝 4547m ²	北方案优
沿线地表水体	跨越李家河 2 次	跨越李家河 2 次	相当
环境敏感区	穿越亭子湖市级风景名胜区约 1.7km，立塔 8 基	穿越亭子湖市级风景名胜区约 1.7km，立塔 8 基	相当
	穿越剑门蜀道国家级风景名胜区三级区约 8.8km，立塔 15 基，不涉及一级区和二级区	穿越剑门蜀道国家级风景名胜区二级区 4.3km，立塔约 11 基；三级区约 4.9km，立塔约 13 基	北方案优
	穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区约 1.4km，立塔 3 基，不涉及核心区 and 缓冲区	穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区约 1.5km，立塔 3 基，不涉及核心区 and 缓冲区	相当
	穿越生态保护红线约 0.45km，立塔 1 基	穿越生态保护红线约 2.1km，立塔约 5 基	北方案优
政府部门意见	取得利州区人民政府、规划、国土、林业等相关部门同意协议以及昭化区规划、国土、林业等相关部门同意协议	/	相当
线路投资差额	0 万元	+3327 万元	北方案优

由上表可以看出，两个路径方案的比较情况如下：

a) 工程技术条件

线路长度：北方案较南方案**线路长度**短 13.9km，规划使用杆塔数量少 42 基，占地面积、土石方开挖量更少，降低了对生态环境的不利影响，同时线路路径更短，有利于缩短线

路供电半径，确保供电可靠性和经济性。

重要交叉跨越：南方案较北方案少跨越 220kV 线路 4 次。

两个方案均位于广元市利州区、昭化区，沿线**地形条件、地质条件和交通运输条件**相当，基础施工、立塔和架线难度相当。

项目投资：北方案总投资较南方案更少。

b) 环境制约因素

环境敏感区：南、北两个方案均穿越亭子湖市级风景名胜区、剑门蜀道省级风景名胜区、翠云廊古柏省级自然保护区以及生态保护红线，但南方案穿越剑门蜀道省级风景名胜区路径更长，立塔数量更多，且穿越了风景名胜区二级区；此外，南方案穿越生态保护红线路径更长，立塔数量更多。

政府部门意见：北方案取得了政府部门的原则同意意见。

c) 环境影响

沿线居民分布：两个方案均避让了集中居民区，但是北方案拆迁的房屋数量更少，对周围居民的影响更小，产生的环境影响更小。

地表水体：两种方案跨越的地表水体数量相同，均一档跨越沿线地表水体、不占用水域及两岸岸线范围内区域，对地表水体的影响相当。

因此从环境保护和规划角度分析，北方案在环境敏感区、沿线居民分布等方面更具优势，故本项目 500kV 线路路径采用北方案（设计推荐方案）线路路径更合理。

3.5.2 项目与政策法规等的相符性分析

3.5.2.1 项目与产业政策的符合性分析

本项目为电力基础设施建设项目，根据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）》，本项目属于“第一类鼓励类”一第四条“电力”—“2.电力基础设施建设”、“电网改造与建设”项目，因此项目建设符合国家现行产业政策。

3.5.2.2 项目与电网规划符合性分析

根据《四川省人民政府关于印发<四川省电源电网发展规划（2022-2025年）>的通知》（川府发〔2022〕34号），本项目已纳入“四川省电源电网发展规划（2022-2025年）”，属于规划中的重点项目。

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下表。

表 3-14 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
<p>《四川省人民政府关于印发<四川省电源电网发展规划（2022-2025 年）>的通知》中的环境保护措施要求</p>	<p>(1) 坚持绿色发展、循环发展、低碳发展，严格遵守《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国节约能源法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国长江保护法》等相关法律法规以及《四川省“十四五”生态环境保护规划》等相关要求。认真执行电力项目开发的环境影响评估和审查制度，科学规划和合理利用能源资源，降低对土地、水、生态环境等的影响，控制污染排放水平。</p> <p>(2) 电网项目建设方面，输电线路走廊布局要统筹兼顾地方城市规划建设，尽量沿城市规划生态廊道、绿化带布设，远离居民区。工程项目在选址选线过程中要注意与生态保护红线、永久基本农田和各级国土空间规划相协调，原则上尽量采用国土空间规划预留站址走廊进行建设。尽量避开森林草原高火险地区，无法避让时应采用高跨等防护设计，确保满足输配电设施防火有关技术要求。</p> <p>(3) 环境风险管控方面，工程施工工序要科学合理，土建施工应一次到位，避免重复开挖。施工期应尽量避免雨季，如无法完全避开，则应采取临时挡护和覆盖的措施。临时堆土点应避开水源保护区、远离水体，施工废水和废渣禁止向水源保护区水体直接排放。施工结束后要及时清理施工废弃物，并进行植被恢复。</p>	<p>(1) 本项目已严格遵守相关法律法规及规划的要求，建设单位委托我公司编制环境影响报告书，通过落实本评价中的环境保护措施，能有效降低项目对土地、水、生态环境等的影响，污染排放水平均能满足相应标准要求。</p> <p>(2) 本项目输电线路走廊已统筹兼顾地方城市规划建设，已尽量远离居民区，项目线路路径取得了各级政府主管部门的同意意见，与各级国土空间规划相协调。项目输电线路路径因多种限制因素无法避让生态保护红线，线路路径具备唯一性，且工程已取得四川省自然资源厅的建设项目用地预审与选址意见书。输电线路经过林地时已采用高跨设计，满足输配电设施防火有关技术要求。</p> <p>(3) 项目不涉及水源保护区，项目施工应用国网公司标准施工工艺，施工工序科学合理。</p>	<p>符合</p>
<p>《四川“十四五”电网规划研究报告》中的环境影响篇章说明</p>	<p>(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.....</p> <p>(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- I N等相应的降噪措施，确保厂界噪声不超标。</p> <p>(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施收集、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。</p> <p>(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/换流站更换的废铅蓄电池需按照《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。</p>	<p>(1) 电磁环境影响减缓措施 本项目双回线路均采用异相序排列，尽量减小电磁环境影响。</p> <p>(2) 声环境影响减缓措施 本项目昭化500kV变电站为既有变电站，不涉及变电站选址。</p> <p>(3) 水环境影响减缓措施 昭化500kV变电站站内已设置埋地式污水处理装置1套，运行期产生的生活污水经埋地式污水处理装置处理后用于站内绿化，不外排，不影响区域水环境质量。</p> <p>(4) 固体废物环境影响减缓措施 昭化500kV变电站站内已设置垃圾桶，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。废铅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。 输电线路运行期不产生固体废物。</p>	<p>符合</p>

综上所述，本项目符合《四川省人民政府关于印发〈四川省电源电网发展规划（2022-2025年）〉的通知》《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，符合四川省电网建设规划。

3.5.2.3 项目与国土空间规划符合性分析

（1）项目与国土空间规划的符合性分析

1）项目与《四川省国土空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

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城市化地区和省级城市化地区。城市化地区功能定位是：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。

本项目位于城镇规划区之外，其建设不会影响城市化地区社会经济发展。本项目昭化500kV变电站间隔扩建均位于站内，不新增占地，新建线路已取得自然资源部门的原则同意意见以及四川省自然资源厅核发的建设项目用地预审与选址意见书（用字第5108002025XS0001515），符合国土空间规划要求。

2）项目与《四川省人民政府关于〈广元市国土空间总体规划（2021-2025年）〉的批复》、《广元市人民政府〈广元市国土空间总体规划（2021-2035年）〉的通知》（广府发〔2024〕8号）的符合性分析

《广元市国土空间总体规划（2021-2035年）》能源设施规划中明确“新建500千伏广元变电站，持续提升500千伏、220千伏电网结构。预留800千伏哈密北至重庆特高压线路走廊，宽度不低于80米，500千伏、220千伏、110千伏高压电力廊道宽度分别不低于60米、30米、15米。”，本项目已纳入国土空间总体规划，输电线路经过官盛片区范围内已预留架空高压电力廊道。本项目输电线路不占用基本农田，线路路径因多种限制因素无法避让生态保护红线，线路路径具备唯一性，且工程已取得四川省自然资源厅的建设项目用地预审与选址意见书；既有昭化500kV变电站间隔扩建均在站内预留场地进行扩建，不涉及基本农田；线路建设不影响广安市国土空间建设和发展，输电线路路径已取得自然资源和规划部门的原则同意，符合《广元市国土空间总体规划（2021-2035年）》要求。

（2）项目取得的各政府主管部门协议情况及意见落实情况

本项目在选线阶段，已充分征求所经地区地方政府及自然资源等部门的意见，对输电线路路径进行了优化，避开了城镇规划区域，符合当地国土空间规划；同时尽量避开了居民集中区、世界自然遗产、饮用水水源保护区等环境敏感区，以减少对所涉地区的环境影响。

在可研阶段，本项目已取得工程所在地人民政府、自然资源等部门对选址、选线的原则性同意意见，与工程沿线区域的城乡规划不相冲突。相关协议文件内容详见下表。

3.5.2.4 与环境敏感区相关法律法规相符性分析

3.5.2.4.1 线路穿越亭子湖市级风景名胜区的不可避让分析

(1) 线路路径不可避让性分析

1) 变电站

本期扩建昭化 500kV 变电站站址位于广元市昭化区昭化镇南马村，站址区域属于亭子湖市级风景名胜区三级保护区范围，前期工程已按远期规模统一征地，本期扩建工程在前期围墙内建设，将进行 500kV 设备及出线的土建基础设施和设备安装，不新征地。

2) 输电线路

本项目昭化 500kV 变电站位于亭子湖市级风景名胜区内，根据广元电厂的位置，输电线路需向变电站西侧走线。输电线路如需接入昭化变电站，将不可避免需穿越亭子湖市级风景名胜区二级、三级保护区。因此穿越亭子湖市级风景名胜区具有不可避让性。本项目输电线路穿越亭子湖市级风景名胜区周边情况详见下图。

(2) 推荐方案环境合理性分析

根据前文“3.5.1.2.1 昭化 500kV 变电站出线方案比选”章节，本项目输电线路推荐方案为穿越亭子湖市级风景名胜区较短、占地面积较小的路径，对线植被影响较小，对国土资源的占用较少。站址和输电线路均避让了风景名胜区一级保护区，不涉及核心景区。根据现场调查，线路沿线均为耕地，村村通道路较密，交通方便，可充分利用既有公路进行施工期运输，减少了临时道路修筑长度，减少了植被破坏和水土流失量，对周边生态环境的影响相对较小。

(3) 本项目与风景名胜区的位置关系

本项目昭化 500kV 变电站位于广元市亭子湖市级风景名胜区三级景区内，500kV 线路一档跨越亭子湖风景名胜区二级景区，跨越处路径长度约 0.2km，穿越三级景区，穿越路径长度约 1.5km，在三级景区内立塔约 9 基，220kV 线路全部位于三级景区内，路径长度约 1.15km，立塔 5 基。本项目与亭子湖市级风景名胜区的位置关系见图 3-19。

(4) 风景名胜区主管部门意见

本项目线路穿越亭子湖市级风景名胜区的方案已取得主管部门广元市昭化区亭子湖景区保护与发展中心的书面同意意见。

3.5.2.4.2 线路穿越剑门蜀道国家级风景名胜区的不可避让分析

(1) 线路路径不可避让性分析

根据收集的资料并结合现场踏勘情况，本项目新建 500kV 线路只有一种可以绕行的方案，翠云廊古柏自然保护区呈狭长分布，生态保护红线连片分布，线路向南偏移无法避让自然保护区和生态保护红线，故路径向南偏移不可取。因此，本项目路径只有向北偏移一种可绕行的方案。

经论证分析，该线路路径向北偏移绕行风景区方案不可行，主要制约因素如下：

限制因素①：绕行线路离盘龙机场最近距离仅 3.9km，不满足相关要求。

②：绕行线路沿线分布 3 处集中居民区，工程实施需要进行大规模的工程拆迁；其次，该居民集中区位于利州区城镇开发区边界内，线路会对城镇开发区地块造成割裂，影响城镇规划。

③：绕行线路须跨越兰海高速 2 次，京昆高速 1 次，本项目运行期对兰海高速、京昆高速造成的安全隐患较大。

此外，绕行方案沿剑门蜀道风景区边界走线，线路路径长度是推荐路径的 2.7 倍（推荐路径长约 18.1km，绕行方案长约 50km），多立塔 82 基。绕行方案塔基数量更多，永久占地和临时占地面积更大，对生态环境影响更大。

综上，相比较线路推荐方案，线路绕行距离大幅增加，占地更多，工程成本也会大幅提升，且因线路沿线机场、居民集中区、城镇开发区、高速公路等影响，线路绕行方案不具备合理性和可行性，线路制约因素分布情况详见图 3-20。

(2) 推荐方案环境合理性分析

本项目输电线路推荐方案穿越风景区时，尽可能多的采用直线塔和小角度的耐张塔（风景名胜区内立塔 15 基，其中直线塔 7 基），并且增大了档距（风景名胜区内平均档距约 580m），减少了线路穿越风景区的路径长度，且线路基本平行现有的 220kV、110kV 线路走线，对沿线植被影响较小，对国土资源的占用较少。输电线路避让了风景区一级保护区和二级保护区，不涉及核心景区。根据设计资料，输电线路在风景名胜区内不新建机械化施工道路，仅新建约 3km 的人抬道路，充分利用既有村村通公路进行施工期运输，减少了临时道路修筑长度，减少了植被破坏和水土流失量，对周边生态环境的影响相对较小。

(3) 本项目与风景区的位置关系

本项目 500kV 线路穿越剑门蜀道风景名胜区三级景区，穿越路径长度约 8.8km，立塔约 15 基，穿越剑门蜀道风景名胜区段部分线路位于翠云廊古柏省级自然保护区实验区内。

本项目与剑门蜀道国家级风景名胜区的位置关系见下图。

(4) 风景名胜区主管部门意见

本项目线路穿越剑门蜀道国家级风景名胜区的方案已取得主管部门四川省林业和草原局的书面同意意见。

3.5.2.4.3 线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区的不可避让分析

(1) 线路路径不可避让性分析

根据线路沿线限制性因素分布图（图 3-10）并结合现场踏勘情况，本项目 500kV 线路以南，翠云廊古柏自然保护区呈狭长分布，生态保护红线连片分布，线路向南偏移无法避让自然保护区和生态保护红线，故路径向南偏移不可取。本项目 500kV 线路以北，翠云廊古柏自然保护区呈和生态保护红线位于剑门蜀道风景区内，线路向北偏移，可以避让翠云廊古柏自然保护区呈和生态保护红线，但线路穿越剑门蜀道风景区二级区；继续向北偏移，可以避让剑门蜀道风景区，该方案不可行，具体分析见“线路穿越剑门蜀道国家级风景名胜区的不可避让分析”章节。

综上，线路绕行方案不具备合理性和可行性。

(2) 推荐方案环境合理性分析

本项目输电线路推荐方案穿越自然保护区时，根据盘龙机场的限高要求并结合沿线地形条件，塔基位置选择在耕地（N22）、草地（N21）以及疏林地且离县道较近的地方（N20），避开了植被茂盛的地方，对沿线植被影响较小。输电线路避让了自然保护区核心区和缓冲区，距核心区约 5.47km，距离缓冲区约 5.42km。根据设计资料，输电线路在自然保护区内不新建机械化施工道路，充分利用既有村村通公路进行施工期运输，减少了临时道路修筑长度，减少了植被破坏和水土流失量，对周边生态环境的影响相对较小。

(3) 本项目与自然保护区的位置关系

本项目 500kV 线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区，穿越路径长度约 1.4km，立塔 3 基。

本项目与翠云廊古柏省级风景名胜区的位置关系见下图。

(4) 自然保护区主管部门意见

本项目线路穿越剑门蜀道国家级风景名胜区的方案已取得主管部门四川省林业和草原局的书面同意意见。

3.5.2.4.4 项目与《风景名胜区条例》、《四川省风景名胜区条例》的相符性

根据《风景名胜区条例》第二十七条：“禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物……”。第二十八条：“在风景名胜区内从事本条例第二十六条、第二十七条禁止范围以外的建设活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定办理审批手续”。

根据《四川省风景名胜区条例》第二十一条：“…风景名胜区规划未经批准的，不得在风景名胜区内进行各类建设活动，但法律法规另有规定的除外”。第二十二条：“禁止在风景名胜区内设立各类开发区，禁止在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物、构筑物…”。

本项目昭化 500kV 变电站（既有变电站）位于亭子湖市级风景名胜区三级保护区内，输电线路穿越亭子湖市级风景名胜区二级、三级保护区，剑门蜀道国家级风景名胜区三级保护区，不涉及上述风景名胜区的核心景区。输变电项目属于基础设施建设，不属于开发性、破坏性建设活动，工程建设与风景名胜区规划不相冲突，因此，本项目建设与《风景名胜区条例》《四川省风景名胜区条例》的相关要求不相冲突。

本项目线路穿越亭子湖市级风景名胜区的方案已取得主管部门广元市昭化区亭子湖景区保护与发展中心的书面同意意见，穿越剑门蜀道国家级风景名胜区的方案已取得主管部门四川省林业和草原局的书面同意意见。

3.5.2.4.5 项目与《中华人民共和国自然保护区条例》、《四川省自然保护区管理条例》的相符性

根据《中华人民共和国自然保护区条例》第二十六条：“禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外。”。第二十七条：“禁止任何人进入自然保护区的核心区。因科学研究的需要，必须进入核心区从事科学研究观测、调查活动的，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划，并经自然保护区管理机构批准；其中，进入国家级自然保护区核心区的，应当经省、自治区、直辖市人民政府有关自然保护区行政主管部门批准。……”。第二十八条：“禁止在自然保护区的缓冲区开展旅游和生产经营活动。因教学科研的目的，需要进入自然保护区的缓冲区从事非破坏性的科学研究、教学实习和标本采集活动的，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划，经自然保护区管理机构批准。……”。

根据《四川省自然保护区管理条例》第十八条：“禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另

有规定的除外。”。第十九条：“禁止任何人进入自然保护区的核心区。因科学研究的需要，必须进入核心区从事科学研究观测、调查活动的，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划，并经自然保护区管理机构批准；其中，进入国家级自然保护区核心区的，应当经省人民政府有关自然保护区行政主管部门批准。……”。第二十条：“禁止在自然保护区的缓冲区开展旅游和生产经营活动。……”。

本项目输电线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区，不涉及上述责任保护区的核心区和缓冲区。输变电项目属于基础设施建设，不属于开发性、破坏性建设活动，工程建设与自然保护区规划不相冲突，因此，本项目建设与《中华人民共和国自然保护区条例》、《四川省自然保护区管理条例》的相关要求不相冲突。

本项目穿越翠云廊古柏省级自然保护区的路径方案已取得主管部门四川省林业和草原局的书面同意意见。

3.5.2.5 与生态保护红线相关政策的相符性分析

3.5.2.5.1 线路穿越生态保护红线不可避免性分析

(1) 线路路径不可避免性分析

本项目新建 500kV 线路穿越盆中城市饮用水源-水土保持生态保护红线约 0.45km，立塔 1 基，穿越生态保护红线段线路在翠云廊古柏省级自然保护区实验区内，不可避免性分析见“线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区的不可避免分析”章节。

本项目已取得四川省自然资源厅核发的建设项目用地预审与选址意见书，在后续设计和施工过程中，将严格按照生态环境保护相关要求落实各项生态影响减缓和恢复措施，减缓对水土保持生态保护红线功能区的影响。在采取相关生态环境保护措施和水土流失防治措施后，可将本项目建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度。

(2) 推荐方案环境合理性分析

本项目输电线路推荐方案穿越生态保护红线时，根据盘龙机场的限高要求并结合沿线地形条件，尽可能选择在生态保护红线范围较小的地方穿越，塔基位置选择在疏林地且离县道较近的地方（N20），避开了植被茂盛的地方，对沿线植被影响较小。根据设计资料，输电线路在生态保护红线内不新建机械化施工道路，充分利用既有县道进行施工期运输，减少了临时道路修筑长度，减少了植被破坏和水土流失量，对周边生态环境的影响相对较小。

(3) 本项目与生态保护红线的位置关系

本项目新建 500kV 线路穿越盆中城市饮用水源-水土保持生态保护红线约 0.45km，立塔 1 基，穿越生态保护红线段线路在翠云廊古柏省级自然保护区实验区内。

本项目与生态保护红线的位置关系见下图。

3.5.2.5.2 与生态保护红线相关管理要求的相符性分析

(1) 与环境保护部《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）的相符性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》第一（一）条：“……除受自然条件限制、确实无法避让的铁路、公路、航道、防洪、管道、干渠、通讯、输变电等重要基础设施项目外，在生态保护红线范围内，严控各类开发建设活动，依法不予审批新建工业项目和矿产开发项目的环评文件。”

本项目属于输电基础设施项目，不属于工业项目和矿产开发等污染型项目，不属于严控的开发建设活动，因此项目建设符合环环评〔2016〕150号文的相关要求。

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

根据《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》第二（五）条：“……对审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目，指导督促项目优化调整选线、主动避让；确实无法避让的，要求建设单位采取无害化穿（跨）越方式，或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。”

本项目为输变电基础设施项目，选线阶段在综合考虑地方规划、敏感区等多方限制性因素后，仍无法完全避让生态保护红线。基于输电线路塔基呈点状间隔占地的特点，对不可避免让穿（跨）越生态保护红线的输电线路段，采取尽量缩短穿（跨）越生态保护红线长度、增大档距以减少生态保护红线内立塔数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、加强施工期和运行期管理、减小植被破坏、加强水土保持等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，可以无害化方式穿（跨）越生态保护红线，将项目建设对生态保护红线的影响降至最低，因此本工程建设与环规财〔2018〕86号文的要求相符。

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

根据《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》第二（四）条：“……生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：……必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护……”

本项目已纳入“十四五”电力发展规划确定的重点基础设施项目，不属于开发性、生产性建设项目；项目在选址选线 and 设计阶段进行了多次优化调整，沿线环境敏感区较多，综合考虑区域地形地貌条件、地质条件、区域既有电力通道、地方规划、敏感区、重要矿产等多方限制性因素后，仍无法完全避让生态保护红线。基于输电线路塔基呈点状间隔占地的特点，对不可避让穿（跨）越生态保护红线的输电线路段，采取尽量缩短穿（跨）越生态保护红线长度、增大档距以减少生态保护红线内立塔数量及占地、优化基础型式、优化施工工艺、加强施工期和运行期管理、减小被破坏、加强水土保持等减缓措施，采取植被恢复等补偿措施，可以无害化方式穿（跨）越生态保护红线，将项目建设对生态保护红线的影响降至最低。因此本工程建设符合中共中央办公厅、国务院办公厅字〔2019〕48号文的要求。

（4）与四川省人民政府《关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（川府发〔2020〕9号）的符合性分析

根据《关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》第一、（三）条：“生态环境分区管控及其要求……优先保护单元指以生态环境保护为主的区域，主要包括生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等，应以生态环境保护优先为原则，严格执行相关法律、法规要求，严守生态环境质量底线，确保生态环境功能不降低……”

本项目线路无法避让生态保护红线，鉴于生态保护红线属于优先保护单元，故本线路无法避让优先保护单元，但本项目设计、施工阶段严格执行川府发〔2018〕24号、生态环境部环环评〔2016〕150号、生态环境部环规财〔2018〕86号、中共中央办公厅、国务院办公厅字〔2019〕48号文等要求，设计阶段采取尽量增大档距、优化塔基位置避开植被茂盛区域、优化施工工艺和基础型式，材料运输尽量采用索道、人抬便道运输等对植被干扰程度小的方式，采取环境友好的架线工艺，施工结束后采用当地物种及时进行植被恢复等措施，能最大限度地减缓本项目对生态保护红线的影响，维持红线内针叶林生态系统的现状和生态系统组成及功能完整性，切实做到严守生态环境质量底线，确保生态环境功能不降低；综上所述，本项目建设符合川府发〔2020〕9号文的要求。

（5）与《四川省自然资源厅 四川省生态环境厅 四川省林业和草原局关于转发〈关于加强生态保护红线管理的通知（试行）〉的通知》（川自然资发〔2023〕1号）的符合性分析

根据《四川省自然资源厅 四川省生态环境厅 四川省林业和草原局关于转发〈关于加强生态保护红线管理的通知（试行）〉的通知》“二、严格生态保护红线用地占用审批：（二）规范办理要求。确需占用生态保护红线的国家重大项目，按规定逐级上报自然资源部进行建设用地预审和规划选址，市县两级自然资源主管部门应当严格审查建设业主提供的文

件资料…国家重大项目的投资建设单位应当严格生态环境管控，依法开展环境影响评价。编制建设项目占用生态保护红线不可避让论证报告，说明占用生态保护红线的必要性、节约集约和减缓生态环境影响措施等，逐级上报自然资源厅，由自然资源厅会同生态环境厅、省林草局，以及有关方面的专家进行评审论证，再报请省政府出具建设项目占用生态保护红线不可避让论证意见。”

本项目已纳入“十四五”电力发展规划确定的重点基础设施项目，项目的建设是为满足广元煤电电力外送的需要。因而，本项目可支撑广元煤电项目发挥作用，增强广元地区电网结构，满足广元煤电电力送出需求。本项目属于线性基础设施项目，在选址选线 and 设计阶段进行了多次优化调整，尽可能地避让沿线的生态保护红线、国家公园、自然保护区、等环境敏感区，综合考虑区域地形地貌条件、地质条件、区域既有电力通道、地方规划、敏感区等多方限制性因素后，输电线路仍无法完全避让生态保护红线。本项目已取得四川省自然资源厅核发的建设项目用地预审与选址意见书，在后续设计和施工过程中，将严格按照生态环境保护相关要求落实各项生态影响减缓和恢复措施，减缓对水土保持生态保护红线功能区的影响。在采取相关生态环境保护措施和水土流失防治措施后，可将本项目建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度，符合《四川省自然资源厅 四川省生态环境厅 四川省林业和草原局关于转发〈关于加强生态保护红线管理的通知（试行）〉的通知》（川自然资发〔2023〕1号）的要求。

（6）与《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）的符合性分析

根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》“一、（一）规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护区核心区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动…6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。”

本项目为输变电基础设施项目，不涉及剑门蜀道国家级风景名胜区一级保护区及翠云廊古柏省级自然保护区核心区和缓冲区，不属于开发性、生产性等禁止建设的污染型项目。本线路需穿越生态保护红线，在生态保护红线内塔基数量少，永久占地面积小。本线路属于“对生态功能不造成破坏的有限人为活动中，必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施”；综上所述，本项目建设符合自然资发〔2022〕142号文的要求。

综上所述，本项目选线阶段避让了各类自然保护地核心保护区等禁止建设区，符合相关法律法规要求。通过采取针对性的生态影响减缓和恢复措施，可将项目建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度，项目建设符合现行生态保护红线相关管理要求。

3.5.2.5.3 生态保护红线主管部门意见

本项目已按照生态红线管理要求办理相关手续，并已取得四川省自然资源厅的建设项目用地预审与选址意见书，符合生态保护红线主管部门管理要求。

3.5.3 项目与生态环境保护规划的符合性分析

3.5.3.1 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》（川府函〔2006〕100号，2006年5月31日），本项目所在区域属于I四川盆地亚热带湿润气候生态区—I-2 盆地丘陵农林复合生态亚区—I-2-1 盆北深丘农林业与土壤保持生态功能区。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，本项目施工范围不涉及水域，昭化变电站运行期产生的生活污水通过埋地式污水处理装置处理后进行站内绿化，不对外排放，不会影响站外水环境；线路运行期不产生废污水，对地表水环境无影响；本项目施工期植被破坏程度轻微，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。

3.5.3.2 项目与《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。本项目为广元煤电 500 千伏送出工程，其建设能够满足广元煤电厂电力外送的需要，同时提高地区供电能力和可靠性，促进广安地方经济的发展，符合《四川省“十四五”生态环境保护规划》的相关要求。

3.5.3.3 项目与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。

3.5.3.4 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

本项目位于四川省广元市、昭化区境内，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）、《广元市人民政府办公室关于加强生态环境分区管控的通知》（广府办函〔2024〕26 号），本项目位于优先管控单元、工业重点管控单元、城镇重点管控单元、要素重点管控单元。

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：本项目位于优先管控单元、工业重点管控单元、城镇重点管控单元、要素重点管控单元。

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；昭化变电站运行期仅运行、值守人员使用水资源，消耗量极少；昭化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；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。

②项目建设与生态保护红线符合性分析

本项目穿越的生态敏感区已征得四川省林业和草原局、广元市昭化区亭子湖景区保护与发展中心的同意意见，不存在法律法规方面的限制性因素。在设计和施工中采取相应生态影响减缓和恢复措施，并将严格按照生态环境保护相关要求落实各项生态保护措施。在严格落实相关生态环境保护措施和水土流失防治措施后，可将本工程建设对生态保护红线的影响降低到可接受的程度。

③项目建设与一般生态空间、自然保护地符合性分析

本项目位于四川省广元市利州区和昭化区境内，线路需穿越一般生态空间。穿越的一般生态空间主要为水土保持功能区。本项目穿越的一般生态空间部分与剑门蜀道风景名胜区、翠云廊古柏自然保护区等生态敏感区重叠。本项目不属于水土保持功能重要区内禁止建设的项目，且在项目施工期同步采取一系列水土保持措施，能尽量降低施工期的水土流失。本项目通过禁止对野生动植物滥捕滥采，禁止引入外来物种，不会对生物多样性造成破坏，符合一般生态空间的管控要求。

④项目建设与自然保护地符合性分析

根据中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》“自然保护地按生态价值和保护强度高低依次分为国家公园、自然保护区、自然公园 3 类。”、“制定自然保护地分类划定标准，对现有的自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园、海洋公园、湿地公园、冰川公园、草原公园、沙漠公园、草原风景区、水产种质资源保护区、野生植物原生境保护区（点）、自然保护小区、野生动物重要栖息地等各类自然保护地开展综合评价，按照保护区域的自然属性、生态价值和管理目标进

行梳理调整和归类，逐步形成以国家公园为主体、自然保护区为基础、各类自然公园为补充的自然保护地分类系统。”，因此风景名胜区、自然保护区属于自然保护地。

本项目线路需穿越亭子湖风景名胜区、剑门蜀道风景名胜区、翠云廊古柏自然保护区，符合性分析见前文分析。

3.5.4 项目的环境合理性分析

根据《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020），本项目昭化 500kV 变电站为既有变电站，运行期站内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，不会对站外水环境产生影响。输电线路已尽量避让了城镇规划区，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。本项目穿越亭子湖市级风景名胜区、剑门蜀道国家级风景名胜区、翠云廊古柏省级自然保护区以及生态保护红线等生态敏感区，均取得了相应主管部门的原则同意意见；在本项目设计阶段，对于穿越的风景区非核心景区、自然保护区实验区等环境敏感区的线路段，将会采取进一步优化塔基定位、尽可能加大档距、缩减穿（跨）越敏感区的线路长度、减少塔基占地面积、控制导线高度等措施，以减小不利环境影响。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。

3.6 环境影响因素识别与评价因子筛选

3.7.1 环境影响因素识别

3.7.1.1 施工期环境影响因素分析

本项目施工期的主要环境影响因素有：施工噪声、施工扬尘、施工废污水、施工固体废物、生态影响等。

（1）施工噪声

施工期的噪声主要是由各种施工机械设备和运输车辆产生的噪声，可能会对周围居民生活产生影响。输电线路施工噪声主要由塔基施工以及张力放线时各种机械设备和运输车辆产生主要施工机械设备包括牵引机组、张力机组、振捣器、卷扬机和运输车辆等。

（2）施工扬尘

施工开挖造成土地裸露，可能引起的二次扬尘对周围环境产生暂时性、局部性影响。塔基基础开挖及线路塔基施工中土石方的开挖、回填将破坏原施工作业面的土壤结构，产生的二次扬尘可能对周围环境产生暂时性的和局部的影响。

（3）施工废污水

施工过程中产生的生活污水以及施工废水若处理不当，则可能对地表水环境以及周围其他环境要素产生不良影响。施工期废水包括基础开挖废水、机械设备冲洗废水和施工人员生活污水等，如不经处理随意排放，则可能对地面水环境以及周围其他环境要素产生不良影响，施工废水主要含有油类污染物和大量 SS，生活污水主要污染物有 SS、COD、BOD₅ 和氨氮等。

(4) 施工固体废物

施工期间所产生的固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾、塔基基础开挖产生的弃土弃渣、建筑施工时产生的建筑垃圾及设备施工时产生的废旧设备包装物及材料、线路拆除产生的废旧导线和杆塔等，如不妥善处理可能会对环境产生不良影响。

(5) 生态影响

施工占地导致物种分布格局发生变化，导致生境丧失和破坏，植被覆盖度降低、生物量、生产力降低；施工噪声、施工扬尘、施工废水、水土流失对生物生境产生不良影响；施工建设造成景观面积变化。

(6) 其他影响

施工时的土方开挖，土方平衡中的填土、弃土，以及建设过程中植被的破坏，导致水土流失问题。

3.7.1.2 运行期环境影响因素分析

本项目运行期的主要环境影响因素有：工频电场、工频磁场、噪声等。

(1) 工频电场、工频磁场

通电的导线周围会产生电场，并在人和物体上产生感应电压。在强电场中，对地绝缘的人接触地面或其他物体时，会有电流流过人体的感觉或出现火花放电现象。

根据以往工程的监测结果，500kV 线路下方工频电场强度最大值约为 10kV/m，边导线投影外约 10~15m 可降至 4000V/m。电流通过导线产生磁场，以往工程的监测结果表明，500kV 输电线下方工频磁场最大值约为 30 μ T，远小于 100 μ T 的标准限值。

(2) 噪声

运行中的输电线路导线表面，由于孤立的不规则物（如导线缺陷、飞刺、小昆虫）附近的空气电离，在所有气候条件下，均会产生电晕。雨滴、雾、雪花和凝结物增加了孤立电晕源，因而，在恶劣气候下，交流线路的电晕活动会显著增加，并由此产生可听噪声。输电线路附近的噪声水平取决于环境噪声水平和导线表面的电场强度（与导线的几何结构和运行电压相关），以及天气情况。

(3) 废水

输电线路运行期间无废水产生。

(4) 固体废物

输电线路运行期间无固体废物产生。

3.7.2 评价因子筛选

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 生态影响》（HJ19-2022），结合本项目的特点，筛选出本工程的评价因子。

3.7.2.1 施工期

大气环境：施工扬尘。

地表水环境：pH、COD、NH₃-N、BOD₅、SS、石油类。

固体废物：建筑垃圾、施工废料、生活垃圾。

声环境：昼、夜间等效连续 A 声级， $L_{Aeq, T}$ 。

生态环境：分布范围、种群数量、种群结构、行为、生境面积、质量、连通性、物种组成、群落结构、植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能、物种丰富度、均匀度、优势度、主要保护对象、生态功能、景观多样性、完整性等。

3.7.2.2 运行期

电磁环境：工频电场、工频磁场。

声环境：昼、夜间等效连续 A 声级， $L_{Aeq, T}$ 。

生态环境：分布范围、种群数量、种群结构、连通性、植被覆盖度、生产力、生物量、主要保护对象、生态功能等。

3.7 生态影响途径分析

本项目属于500kV输变电工程，对项目周边生态环境的影响主要在于施工期，项目运行期对生态环境影响较小。因此，项目对生态环境的影响途径主要与工程选线、施工组织、施工方式等方面相关。

(1) 施工期

1) 施工期导线和铁塔的架设、现有线路的拆除等过程中工程车辆进出，土建工程中产生的噪声、扬尘以及固体废弃物等会对施工场地周边动物觅食、迁徙等产生干扰，有可能限制其活动区域、觅食范围、栖息空间等。

2) 新建线路沿线塔基所征用的土地为永久性占用，占用的土地资源将改变其原有的地貌和生态功能，地表植被和土壤水分的改变，会导致当地野生动物的原生环境破碎化，缩小了其捕食空间。

3) 线路架设过程中占用的林地、农田等,破坏了原有的地表植被,增大了地表裸露面积,导致水蚀、风蚀影响。

4) 施工噪声、施工扬尘、施工废水、水土流失对生物生境产生不良影响;施工建设造成景观面积变化。

(2) 运行期

工程建成运行后,施工对周围生态环境造成的影响基本得到消除。输电线路运行期间客观上对鸟类产生一定程度上的阻隔作用。输电线路运行期运行维护活动主要为线路例行安全巡检,会一定程度上影响植被恢复,巡检人员主要在已有道路活动,对交通不便的地段,采用步行方式到达,且例行巡检间隔时间长,对线路周边生态环境影响较小。输电线路运行期间对线路下方高大乔木的修剪,会造成植被生产力、生物量的下降。此外,输电线路的建设和运行,改变了输电线路沿线原有自然景观。

3.8 初步设计环境保护措施

3.9.1 规划设计阶段采取的环保措施

(1) 生态环境影响

1) 在输电线路路径选择阶段充分听取所在区域政府、管委会、环保等相关部门的意见,尽量避开城镇规划区、村庄密集区和生态环境敏感区。

2) 本项目输电线路工程经过林地时,导线与树木(考虑自然生长高度)之间的垂直距离不小于 7m。

3) 因地制宜逐基做好基础设计,尽可能使四个塔腿同原始地形吻合,使位于斜陡坡的塔位尽量不开施工平台或少开施工小平台,减少塔位处自然环境的破坏,保护好塔位范围的自然环境。

4) 尽量避让国家公园、自然保护区、风景名胜区、生态保护红线和饮用水水源保护区等环境敏感区及居民集中区,线路尽量远离居民点;尽量避让集中林区、少占耕地,线路经过林区时尽量采用高跨方式。

(2) 污染影响

1) 电磁环境

①线路交叉跨越:本线路工程在交叉跨越公路、其它输电线路时,分别按有关设计规程、规定的要求,在交叉跨越段留出充裕的净高,以控制地面最大场强,使线路运行时产生的电场强度对交叉跨越对象的影响降至最小。

②保证导线及配件加工精良:本线路在设备定货时要求导线、均压环和其它金具等提高

加工工艺，防止尖端放电和电晕，合理选择导线截面及其分裂间距。

2) 声环境

保证导线及配件加工精良：本线路在设备定货时要求导线、均压环和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和电晕，合理选择导线截面及其分裂间距。

3.9.2 施工期采取的环保措施

(1) 生态环境影响

1) 对位于陡峭、高边坡的塔位，不允许爆破施工，采用人工开挖。

2) 对塔腿的施工小平台及基坑开挖的土石方根据塔位的具体情况指定位置堆放或在塔位处修筑堡坎进行堆放，严禁施工弃土随意堆放，影响塔位的安全和环境。

3) 加强塔位的排水措施。位于斜坡的塔位基面应做成斜面，恢复自然排水。对可能出现汇水面、积水面的塔位要求开挖排水沟，并接入自然排水系统。排水沟均采用浆砌石排水沟。

4) 在施工完毕后应对被破坏的植被进行恢复，防止雨水冲刷造成水土流失，破坏自然环境。

(2) 污染影响

1) 施工噪声

选用低噪声的施工设备，施工活动主要集中在白天进行，尽量避免夜间施工。运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛。

2) 施工扬尘

加强材料转运、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料以及临时堆土应采取覆盖措施。进出场地的车辆限制车速，场内道路、堆场及车辆进出道路应定时洒水，避免或减少产生扬尘。

3) 施工废水

加强施工过程中施工废水临时措施管理，防止无组织漫排。施工期设置沉砂池、废水沉淀池，施工车辆、设备的冲洗废水经沉淀处理后上清液回用于场地喷洒，沉淀的砂石清挖后回填综合利用。线路施工人员租住在沿线村庄，生活污水由当地污水处理系统处理，禁止随便排放。

4) 施工固体废物

施工现场施工废料集中暂存，由施工人员统一带离施工现场。线路施工人员租住在沿线村庄，生活垃圾由当地垃圾处理系统处理，禁止随便排放。

5) 水土流失

合理组织施工，减少临时施工占地；开挖面及时平整，临时堆土采取拦挡、防护等措施安全堆放，弃土综合利用；施工完成后对施工扰动面进行恢复。

3.9.3 运行期采取的环保措施

(1) 输电线路铁塔座架上在醒目位置设置安全警示标志，标明严禁攀登、线下高位操作应有防护措施等安全注意事项，以使居民尤其是儿童避免发生意外。加强对线路走廊附近居民有关高压输电线路和环保知识的宣传、解释工作。

(2) 对当地群众进行有关高压输变电工程和相关设备方面的环境宣传工作。

(3) 依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。

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

本项目扩建昭化 500kV 变电站位于广元市昭化区昭化镇南马村；新建输电线路途经广元市利州区、昭化区。工程地理位置详见附图 1《本项目地理位置图》。

4.1.2 交通

项目与多条已建区域道路、乡村便道相通，周边部分公路路网已形成，交通便利，建筑材料运输方便，无需再单独布置施工便道。本项目新建输变电线路，原辅材料均通过既有进站道路运输；线路附近有 G75 兰海高速、G5 京昆高速、G108 国道、剑昭路省道及众多乡村道路，交通条件较好。项目与多条已建区域道路、乡村便道相通，周边部分公路路网已形成，交通便利，建筑材料运输方便，无需再单独布置施工便道。

本项目塔基拟主要采用机械化施工，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，原辅材料采用车辆通过施工运输道路直接运送至塔基位置。少数塔基位于低山、丘陵顶部、半坡、鞍部，不宜采用机械化施工时，采用传统施工方式，原辅材料采用车辆通过既有道路运送至塔基附近，再经当地人行小路或修整施工人抬便道经人力或采用索道运送至塔基处。

4.1.3 项目区域环境质量

(1) 环境空气

根据广元市生态环境局公布的《2023 年广元市环境质量状况》，区域 2023 年环境空气质量如下：

总体上，2023 年广元市环境空气质量较上年有所下降，市中心城区 2023 年环境空气质

量优良总天数为 347 天，优良天数比例为 95.1%，较上年下降 3.0%。其中，环境空气质量为优的天数为 160 天，占全年的 43.8%，良的天数为 187 天，占全年的 51.2%，轻度污染的天数为 16 天，占全年的 4.4%，中度污染的天数为 1 天，占全年的 0.28%，重度污染的天数为 1 天，占全年的 0.28%，首要污染物为可吸入颗粒物、臭氧日最大 8 小时均值和细颗粒物。

按浓度变化趋势分析，二氧化硫平均浓度较上年相比下降 0.9 微克每立方米，二氧化氮平均浓度较上年相比下降 1.2 微克每立方米，一氧化碳第 95 百分位浓度较上年相比保持不变，臭氧第 90 百分位浓度较上年相比上升 2.0 微克每立方米，可吸入颗粒物和细颗粒物平均浓度较上年相比分别上升 5.1 微克每立方米和 1.3 微克每立方米。各污染物浓度具体情况见表 4-1。

表 4-1 2023 年污染物年浓度 单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $\text{CO}:\text{mg}/\text{m}^3$

年度	二氧化硫	二氧化氮	臭氧	可吸入颗粒物	细颗粒物	一氧化碳
2022 年	8.8	24.1	122.6	41.3	24.5	1.2
2023 年	7.9	22.9	124.6	46.4	25.8	1.2

(2) 地表水

根据广元市生态环境局发布的《广元市环境质量状况》可知，2023 年广元市 21 个河流监测断面中，I-III 类水质断面 21 个，占 100%，同比保持不变；I-II 类水质断面 20 个，占 95.2%，III 类水质断面 1 个，占 4.8%。

全市 10 个国控地表水断面水质状况为优，均达到 II 类及以上标准，其中 I 类 5 个，II 类 5 个。全市 9 个省控断面和 3 个趋势科研断面均达到 III 类及以上标准，红岩、金银渡、荣山、安家湾、喻家咀、卫子河、王渡、金刚渡、水磨、石羊村断面地表水水质为优，其中 I 类 4 个，II 类 6 个。花石包断面地表水水质为良好。湖库断面白龙湖坝前水质为优，达到 I 类标准（总氮单独评价，达到 III 类标准），状态分级为贫营养，定性评价为优。

总体上，根据广元市生态环境局发布的《广元市环境空气质量状况》，广元市 SO_2 、 NO_2 、 CO 、 O_3 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 等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。本项目跨越的李家河、陈家大沟、英雄大堰等河流临近的清江河、嘉陵江的水质监测结果满足 III 类水域功能要求，属于水环境质量达标区域。

4.2 自然环境

4.2.1 地形地貌

4.2.1.1 广元电厂-昭化 500kV 输电线路

本项目线路位于广元市境内，沿线途经广元市利州区和昭化区，其地形地貌如下：

利州区地势东北、西北高、中部低，形成北部中山区，中部河谷浅丘及平坝区，南部低山区的特殊地理环境。全区 70%属山地类型。境内山峰属米仓山脉西、岷山脉东，龙门山脉东北三尾端的余脉。最高点西北部白朝乡的黄蛟山海拔 1917m，最低点南部嘉陵江边的牛塞坝海拔 454 米。境域被嘉陵江、白龙江、清江河、南河 4 个水系划割为大光、良台、黄蛟、云台、南山 5 个小山系。

昭化区属盆地丘陵向山区过渡地带，地形地貌以中低山为主，平均海拔 900 米。地质构造体系属米仓山、龙门山和盆北低山三大地貌交汇地带，大部份地区位于米仓山走廊以南，为典型的侵蚀台阶状中低山形。地势北高南低，延缓下降，江河溪沟纵横，山体切割强烈，地表起伏不平，地貌复杂多样，有河流冲击平坝、丘陵、台地、低山、中山等。海拔在 386m 至 1391m 之间。

线路区域地形地貌见图片 4-1 至图片 4-6。

4.2.1.2 昭化 500kV 变电站

昭化 500kV 变电站站址处地势较为开阔，站址区域地貌为山地，地势较高，站址区域现状见图片 4-7 至图片 4-10。

4.2.2 工程地质

本项目所在区域位于四川盆地边缘弧形褶皱带，产生于侏罗、白垩系地层中，表现为舒缓宽展的褶皱，断裂极少。路径整体位于河湾场背斜南翼与射箭河向斜北翼向西南延伸地带，附近无大的断裂构造通过。

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版），站址区域设计基本地震动加速度值为 0.10g，对应的抗震设防烈度为 7 度，地震动反应谱特征周期为 0.40s，设计地震分组为第二组。

4.2.3 水文特征

4.2.3.1 输电线路

根据设计资料及现场踏勘，本项目线路跨越李家河 2 次、陈家大沟 1 次、英雄大堰 3 次。

（1）嘉陵江四川省段

在四川省境内，嘉陵江干流自陕西凤县向南与西汉水汇合后流经略阳县、阳平关入川。过广元市，在昭化区接纳白龙江，南流至阆中市，东河自左岸来汇，在南部县和蓬安县接纳西河至重庆市合川区，渠江、涪江分别在左、右岸汇入，于重庆市朝天门注入长江，在省境内河长 796km。

(2) 清江河

清江河，古称醜翻水，又名清水江，青竹江，下游又称黄沙江、下寺河。是长江支流嘉陵江支流白龙江的支流，是嘉陵江上游重要支流。河流呈东西走向，发源于四川省广元市青川县青溪镇西北的摩天岭大草坪，流经剑阁县北端，在广元市利州区宝轮镇安全坝（昭化的张家坪）处注入白龙江，全长 204km，流域面积 2873.2km²。较大的支流有唐家河、南河、西阳沟、大石河、楼子河、西游河等。

(3) 李家河、陈家大沟、英雄大堰属于嘉陵江、清江河支流，本项目线路仅涉及跨李家河 2 次、陈家大沟 1 次、英雄大堰 3 次。本项目线路跨越李家河等河流时均利用河岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水中立塔。

根据现场调查，本项目所在区域居民生活用水主要采用自来水，通过加强施工管理，规范施工活动，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，不影响周围居民的用水现状。

4.2.2 气候气象条件

本项目所在区域属中亚热带湿润季风气候区，气候温和，四季宜农。夏季受太平洋副热带高压、青藏高原高压、高原波动、西南暖湿气流交替影响，降雨丰沛，热量充足，形成光、热、水同季的气候，适宜大春作物生长发育。境内年降水量为（1051.6-1281.0）mm，但年际差异较大，最多年份达 1551.4mm，最少年份仅 657.2mm。连续降水日数最长 31 天，三日最大降水量 503.1mm，一日最大降水量 297.4mm。年平均日照时数为 1181.8h，较同纬度的长江中下游地区偏少六成左右。

4.3 电磁环境

(1) 工频电场

根据监测结果，本项目昭化 500kV 变电站、输电线路及电磁环境敏感目标监测值均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4000V/m 的公众曝露控制限值。

(2) 工频磁场

根据监测结果，本项目昭化 500kV 变电站、输电线路及电磁环境敏感目标监测值均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 100μT 的公众曝露控制限值。

4.4 声环境

根据监测结果，本项目既有昭化 500kV 变电站厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求。

新建输电线路沿线及声环境敏感目标处项目各监测点满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类、2 类、1 类标准限值要求。

4.5 生态环境

生态环境现状详见第 7 章“生态环境影响评价”。

4.6 地表水环境现状评价

根据设计资料及现场踏勘，本项目新建广元电厂-昭化 500kV 线路工程一档跨越李家河 2 次，跨越陈家大沟、英雄大堰等沟渠各 1 次，跨越的水体均属于清江河、嘉陵江流域，跨越处均不涉及饮用水水源保护区、水产种质资源保护区等水环境敏感区，跨越方式采用一档跨越，不在水中立塔。

根据广元市生态环境局发布的《广元市环境质量状况》可知，2023 年广元市 21 个河流监测断面中，I-III 类水质断面 21 个，占 100%，同比保持不变；I-II 类水质断面 20 个，占 95.2%，III 类水质断面 1 个，占 4.8%。

全市 10 个国控地表水断面水质状况为优，均达到 II 类及以上标准，其中 I 类 5 个，II 类 5 个。全市 9 个省控断面和 3 个趋势科研断面均达到 III 类及以上标准，红岩、金银渡、荣山、安家湾、喻家咀、卫子河、王渡、金刚渡、水磨、石羊村断面地表水水质为优，其中 I 类 4 个，II 类 6 个。花石包断面地表水水质为良好。湖库断面白龙湖坝前水质为优，达到 I 类标准（总氮单独评价，达到 III 类标准），状态分级为贫营养，定性评价为优。

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	扩建变电站	输电线路
生态环境	不涉及	物种、生物群落、土地利用、景观等
声环境	施工噪声	施工噪声
大气环境	施工扬尘	施工扬尘
固体废物	生活垃圾	生活垃圾、拆除固体废物
水环境	施工废污水	施工废污水

5.1 生态影响预测与评价

生态环境影响预测评价详见第7章“生态环境影响评价”。

5.2 施工期声环境影响分析

5.2.1 声环境影响分析

本项目涉及的昭化500kV变电站间隔扩建施工工序主要为基础施工和设备安装，基础施工量小，采用人工开挖和人工安装方式，施工噪声较小，施工期短，施工量小，施工位置位于变电站围墙内，且集中在昼间进行，不影响附近居民的正常休息。

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。

5.2.2 施工噪声防治措施

为尽量降低施工噪声对周围环境的影响，本环评根据要求施工单位在施工期采取下列施工期噪声防护措施：

(1) 建设单位应当按照规定将噪声污染防治费用列入项目造价，在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任。

(2) 在项目开工前，施工单位应当制定噪声污染防治实施方案；建设单位应当监督施工单位落实噪声污染防治实施方案。

(3) 施工单位应当合理安排施工时间，避免高噪声设备同时施工，高噪声施工尽量安排在昼间进行；运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛。

(4) 施工设备噪声水平应满足国家相关标准，鼓励优先采用《低噪声施工设备指导名录（2024年版）》中所列低噪声设备，或采取带隔声、消声设备的机械，控制噪声源强。

(5) 施工尽可能安排在白天，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

(6) 施工期应加强设备的运行管理，定期对施工设备进行保养维护，使其保持良好的运行状态，从源强上控制施工噪声对周边环境的影响。

(7) 闲置不用的设备应立即关闭，运输车辆进入现场应减速，并减少鸣笛；在夜晚进出工地的车辆，安排专人负责指挥，严禁车辆鸣号。

5.3 施工扬尘分析

5.3.1 施工扬尘污染源

输电线路施工扬尘主要来自塔基在施工中的土方挖掘、填方的运输、拆除杆塔的基础破碎、建筑装修材料的运输装卸、施工现场内车辆行驶时道路扬尘等。

5.3.2 施工扬尘影响分析

本项目施工对大气环境的影响主要为施工扬尘。昭化变电站间隔扩建仅涉及少量基础施工和设备安装，产生的扬尘量很小。线路施工扬尘主要来源于基础开挖，施工集中在塔基处，施工点分散，各施工点产生的扬尘量较少。本项目施工期主要大气污染物为 TSP。

5.3.3 施工扬尘防治措施

本项目拟使用商品混凝土，避免现场搅拌混凝土导致的扬尘污染。为了尽量降低施工扬尘影响，在施工期间施工单位应按照《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）中的要求采取相应的扬尘控制措施，包括：

(1) 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；

(2) 对施工区域进行洒水降尘，易产生扬尘的钻孔、铣刨、切割、开挖等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施；

(3) 遇到大风天气时增加洒水降尘次数；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，防止洒落；

(4) 运输车辆经过村庄应减速缓行，严禁超速；

(5) 在剑门蜀道风景名胜区、四川翠云廊古柏省级自然保护区内施工时，应严格按照《风景名胜区条例》、《四川省风景名胜区条例》、《中华人民共和国自然保护区条例》、《四川省自然保护区管理条例》中的相关规定，采取有效措施，降低扬尘，保护环境，如施工期间增加洒水频次，施工开挖土方及施工材料应分开堆放在固定地点，并进行遮盖、洒水，材料运输车辆应进行封闭，施工结束后及时清理场地，将施工建筑垃圾及时清运出风景名胜区和自然保护区外，并及时进行植被恢复，避免造成二次扬尘。

(6) 在施工期间，建设单位和施工单位还应执行《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）、《广元市人民政府关于印发〈广元市打好污染防治攻坚战“八大战役”实施方案〉的通知》（广府发〔2019〕9号）中的相关要求，落实施工扬尘控制措施，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。

本项目施工强度低，各施工点扬尘量不大，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。

5.4 水环境影响分析

5.4.1 主要污染源分析

施工污水包括施工废水和施工人员生活污水。施工废水包括场地平整、机械设备冲洗以及施工场地清理等产生的废水；施工期生活污水为施工人员的生活污水，包括粪便污水、洗涤污水等，主要含有 SS、COD、BOD₅等污染物。

5.4.2 水环境影响分析

5.4.2.1 间隔扩建变电站

昭化 500kV 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 30 人，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8号），取 130L/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 5-2。

表 5-2 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）
昭化 500kV 变电站	30	1.3	3.9

变电站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；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。

5.4.2.2 输电线路

(1) 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少量的灌注桩施工泥浆废水，其中泥浆废水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用。平均每天配置施工人员约 30 人，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 130L/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 5-3。

表 5-3 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	30	3.9	3.51

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。

(2) 对跨越地表水体的影响

本项目线路跨越河流处均采用一档跨越，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，严禁在水域内清洗机具、捕鱼、渣土下河等破坏水资源的行爲，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。

(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

5.4.3 水污染防治措施

(1) 输电线路施工人员租住在沿线村庄内，产生的生活污水依托当地污水处理设施进行处理；间隔扩建工程施工人员产生的生活污水依托租住民房和站内现有污水处理设施进行处理。

(2) 尽量避免施工现场搅拌混凝土，优先采用商品混凝土与商品砂浆。必须现场搅拌时，优先选择人工拌和，必须小型搅拌机拌和的，要设置水计量检测和循环水利用装置，拌和废水经沉淀处理后回用于拌和用水和施工现场洒水抑尘。

(3) 混凝土养护中采取薄膜包裹、覆盖，喷涂养护液等技术手段，杜绝无措施浇水养护。

(4) 施工现场如使用柴油发电机等带油料的机械器具，应采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，防止对土壤和水体造成污染。

(5) 施工场地四周应修建截水排水沟，并在出口设置临时沉砂池和拦砂网，将含泥沙的雨水经沉砂池沉淀后优先回用于施工现场洒水抑尘。

(6) 跨越水体的防治措施：

①塔基定位时根据周边地形和地质条件，将塔基设置在河道范围以外，尽量使其远离水体和汇水区域。

②线路跨越河流两侧基础施工时在塔基施工场地内设置沉砂池，泥浆经沉砂池沉淀后优先考虑回用于施工现场和施工路段路面洒水，其余部分通过拦砂网排放至周边沟渠，避免泥浆进入河道。尽可能采用商品混凝土，如在施工现场拌和混凝土，应对砂、石料冲洗废水的处置和循环使用，严禁排入河流影响受纳水体的水质。

③禁止将施工临时场地、牵张场等设置在河道漫滩范围内。

④施工前期，合理选择施工临时道路，工程施工材料运输优先利用现有乡道及村道，在临近水体附近施工时，如遇交通不便利时，应采取人工运输的方式后运至施工现场，严禁在水体周边设置施工便道。

⑤严禁漏油施工车辆和机械进入水体附近，严禁在水体附近清洗施工车辆和机械；杜绝在水体附近施工时随意倾倒废弃物、排放废污水及乱丢乱弃各类垃圾。

在采取上述环境保护措施后，项目施工不会对线路沿线水环境造成影响。

5.5 固体废物环境影响分析

5.5.1 主要污染源分析

工程施工期固体废物主要包括三部分，一部分来自线路施工过程中产生的土石方，线路塔基处开挖的土石方为项目建设中主要的固体废物发生源；另一部分来自施工垃圾及生活垃圾，包括工程施工过程中产生废弃的建筑材料、包装材料、食物残余等，这些固体废物往往存在于杆塔塔基处等附近，施工期间所产生的固体废物主要有工程弃土、弃渣、施工废料、建筑垃圾及施工人员产生的生活垃圾等；第三部分是已有线路杆塔和导线拆除时产生的废旧杆塔金具及导线。

5.5.2 环境影响分析

(1) 间隔扩建变电站

扩建昭化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弃土，根据生态环境部发布的《2020 年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》，人均生活垃圾产生量为 1.13kg/d，生活垃圾产生量见表 5-4。

表 5-4 施工期间生活垃圾产生量

位置	人数 (人/天)	产生量 (kg/d)
扩建变电站	30	33.9

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尽量平衡，少量余土运至附近塔基处平铺夯实，工程内部平衡，不对外弃土，对当地环境影响较小。

(2) 输电线路

①生活垃圾

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、拆除固体废物。根据生态环境部发布的《2020 年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》，人均生活垃圾产生量为 1.13kg/d，施工人员生活垃圾产生量见表 5-5。

表 5-5 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	30	33.9

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。

②弃土弃渣

线路塔基施工开挖产生的弃土弃渣具有产生量小，分布分散等特点，线路工程弃土弃渣主要来自塔基开挖；工程弃土中剥离的表土全部用于占地复耕和绿化，开挖的余土平铺至杆塔塔基连梁内。

③杆塔及导线拆除

本项目需拆除原 220kV 昭赤一线 0.5km 架空线路及 3 基铁塔；拆除原 220kV 昭猕二线 0.35km 架空线路及 3 基铁塔。根据设计单位提供资料，本期仅拆除杆塔地上部分，不对基础进行拆除，拆除的废旧杆塔金具、导线及绝缘子等材料，由施工单位统一收集存放，后期交由建设单位回收利用。

5.5.3 固体废弃物防治措施

(1) 线路施工人员租住在沿线村庄内，施工期间产生的生活垃圾依托当地垃圾收集设施进行处理；变电站扩建工程施工人员产生的生活垃圾纳入租住民房和站内已建垃圾收集系统。

(2) 施工过程中产生的生活垃圾、建筑垃圾分开收集，严禁混堆；施工人员的生活垃圾由施工人员自行分类收集带出场地，及时交由当地环卫部门清运，禁止在施工现场随意丢弃；建筑垃圾应及时清运出施工场地；严禁施工单位将生活垃圾、建筑垃圾作为土方回填。

(3) 线路拆除施工过程中产生的施工废物料和拆除的旧导线、杆塔等材料应分类集中堆放，尽可能回收利用，不可利用的施工废物料应与生活垃圾集中定点分类收集后交由环卫部门进行统一清运处理。

(4) 施工结束后及时做好建筑垃圾清运、场地清理和迹地恢复。

6 运行期环境影响评价

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 评价方法

500kV 输电线路电磁环境影响以类比分析及理论计算结果为依据来分析、预测和评价工程投运后产生的电磁环境影响，220kV 输电线路电磁环境影响以理论计算结果为依据来分析、预测和评价工程投运后产生的电磁环境影响。

6.1.2 架空线路工程模式预测及评价

6.1.2.1 预测因子

工频电场、工频磁场。

6.1.2.2 预测模式

本项目 500kV 输电线路的工频电场、工频磁场影响预测将按照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）附录 C、D 推荐的计算模式进行。

①高压送电线下空间电场强度分布的理论计算（附录 C）

a. 单位长度导线等效电荷的计算：

高压送电线上的等效电荷是线电荷，由于输电线半径 r 远小于架设高度 h ，因此等效电荷的位置可以认为是在送电导线的几何中心。

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

多导线线路中导线上的等效电荷由下列矩阵方程计算

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \dots \\ U_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \wedge & \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \wedge & \lambda_{2n} \\ \dots & & \wedge & \dots \\ \lambda_{n1} & \lambda_{n2} & \wedge & \lambda_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_{n1} \end{bmatrix}$$

式中：（ U_i ）——各导线上电压的单列矩阵；

(Q_i) ——各导线上等效电荷的单列矩阵;

(λ_{ij}) ——各导线的电位系数组成的 n 阶方阵 (n 为导线数目)。

(U) 矩阵可由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。

b. 计算由等效电荷产生的电场

为计算地面电场强度的最大值, 通常取夏天满负荷有最大弧垂时导线的最小对地高度。

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:

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

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

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 及镜像至计算点的距离。

由于接地架空线对于地面附近场强的影响很小, 对 500kV 线路排列的几种情况计算表明, 没有架空地线时较有架空地线时的场强增加约 1%~2%, 所以常不计架空地线影响而使计算简化。

② 高压送电线下空间工频磁场强度分布的理论计算 (附录 D)

根据“国标大电网会议第 36.01 工作组”的推荐方法计算高压输电线下空间工频磁场强度。

500kV 导线下方 A 点处的磁场强度 (见图 6-1):

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

式中: I ——导线 i 中的电流值;

h ——计算 A 点距导线的垂直高度;

L ——计算 A 点距导线的水平距离。

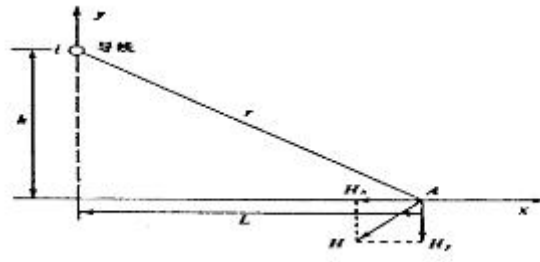


图 6-1 磁场向量图

本项目为三相线路，水平和垂直场强分别为：

$$H_x = H_{1x} + H_{2x} + H_{3x}$$

$$H_y = H_{1y} + H_{2y} + H_{3y}$$

式中： H_{1x} 、 H_{2x} 、 H_{3x} 为各相导线的场强的水平分量；

H_{1y} 、 H_{2y} 、 H_{3y} 为各相导线的场强的垂直分量；

H_x 、 H_y 为计算点合成后水平分量和垂直分量（A/m）。

为了与环境标准相对应，需要将磁场强度转换为磁感应强度（mT）（一般也简称磁场强度），转换公式的单位为亨利，换算为特斯拉用下列公式：

$$B = \mu_0 H$$

式中：B——磁感应强度（T）；

H——磁场强度（H）；

μ_0 ——常数，真空中相对磁导率（ $\mu_0=4\pi\times 10^{-7}\text{H/m}$ ）。

6.1.2.3 预测工况及环境条件的选择

500kV 和 220kV 输电线路运行产生的工频电场、工频磁场主要由导线的线间距离、导线对地高度、导线型式和线路运行工况（电压、电流等）决定。主要计算参数确定过程如下：

（1）导线及导线对地距离

本项目 500kV 线路均采用 4×JL3/G1A-400/50 钢芯高导电率铝绞线（分裂数：四分裂，分裂间距：450mm，导线外径：27.6mm，最大输送电流：2968A），故本次评价 500kV 线路选择 4×JL3/G1A-400/50 型导线进行预测计算。

220kV 单回线路采用 2×JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线（分裂数：二分裂，分裂间距：450mm，导线外径：26.8mm，最大输送电流：1458A）、4×JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线（分裂数：四分裂，分裂间距：450mm，导线外径：26.8mm，最大输送电流：2916A），220kV 双回线路采用 JL/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线（导线外径：26.8mm，最大输送电流：729A），故本次评价 220kV 单回线路选择 2×JL/G1A-400/35、4×JL/G1A-400/35 型导线进行预测计算，220kV 双回线路选择 JL/G1A-400/35 型导线进行预测计算。

根据《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中的要求，500kV 线路通过民房等公众曝露区域时下相导线对地面最小距离不小于 14m，通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时下相导线对地面最小距离不小于 10.5m（导线三角排列的单回路）；220kV 线路通过民房等公众曝露区域时下相导线对地面最小距离不小于 7.5m，通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时下相导线对地面最小距离不小于 6.5m。

根据成都城电电力工程设计有限公司提供的线路杆位布置图等资料，本项目新建500kV 线路最低导线对地高度均大于14m，新建220kV 线路最低导线对地高度均大于7.5m；故本次评价除按照《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中要求的最低线高进行预测外，对实际设计最低线高也进行预测，并分析线路经过非居民区、公众曝露区的达标情况。

（2）架线型式

本项目广元电厂-昭化 500kV 线路采用单、双回混合架设，单回线路采用单回架设三角排列，双回线路采用同塔双回垂直异相序排列；220kV 昭赤一线迁改新建段采用单、双混合架设，采用单回架设三角排列，双回线路与 220kV 昭猕二线迁改新建段共塔，采用同塔双回垂直异向序排列；220kV 昭猕二线迁改新建段采用单、双混合架设，采用单回架设三角排列，双回线路与 220kV 昭赤一线迁改新建段共塔，采用单回架设三角排列。

（3）典型杆塔的选取

输电线路运行产生的工频电场强度、工频磁感应强度主要由导线型式、导线对地高度、相间距离和运行工况等因素决定。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）“8.1.2.3 塔型选择时，可主要考虑线路经过居民区时的塔型，也可按保守原则选择电磁环境影响最大的塔型”；本次评价考虑敏感目标附近杆塔使用情况及杆塔建成后对周边环境的影响程度，选择计算结果最保守的塔型，计算最不利的电磁场分布情况，可代表全线其他塔型的电磁场分布。

根据现场调查及设计资料，本项目新建 500kV 双回线路电磁环境敏感目标档段两端杆塔分三种情况：①均为直线塔（KD21S 模块），②一端为耐张塔（KD21S 模块），另一端为直线塔（KD21S 模块），③均为耐张塔（KD21S 模块）；新建 500kV 单回线路电磁环境敏感目标档段两端杆塔仅有一种情况：均为耐张塔（KD21D 模块）。因此，按保守原则：**①新建 500kV 双回线路选择电磁环境影响最大的直线塔 500-KD21S-ZC4G 型塔作为预测计算塔型；②新建 500kV 单回线路电磁环境影响最大的 500-KD21D-DJCG 型塔为终端塔，位于昭化变电站出线侧，评价范围内无电磁环境敏感目标，故本次评价选择经过公众曝露区电磁环境影响最大的 500-KD21D-JC1G 型塔作为预测计算塔型。**

根据现场调查及设计资料，本项目 220kV 迁改线路新建双回耐张杆塔 2 基，评价范围内无环境敏感目标，杆塔模块为 KD21S；新建单回耐张杆塔 3 基，电磁环境敏感目标档段两端杆塔仅有一种情况：均为耐张塔（GD21D 模块）。因此，按保守原则：①新建 220kV 双回线路选择电磁环境影响最大的 220-KD21S-DJC 型塔作为预测计算塔型；②新建 220kV 单回线路电磁环境影响最大的 220-GD21D-DJC 型塔作为预测计算塔型。

（4）预测内容

根据对线路沿线敏感目标建筑物特征的调查，线路沿线房屋为有 1 层-3 层尖顶建筑，因此本次预测除考虑距地面 1.5m 高处外，主要预测距地面 4.5m 高处（即 1 层平台上 1.5m 高度）、地面 7.5m 高处（即 2 层平台上 1.5m 高度）的工频电场、工频磁场。预测参数选取见表 6-2。

表 6-1 本项目新建输电线路最不利塔型电磁环境影响预测参数一览表（500kV 输电线路）

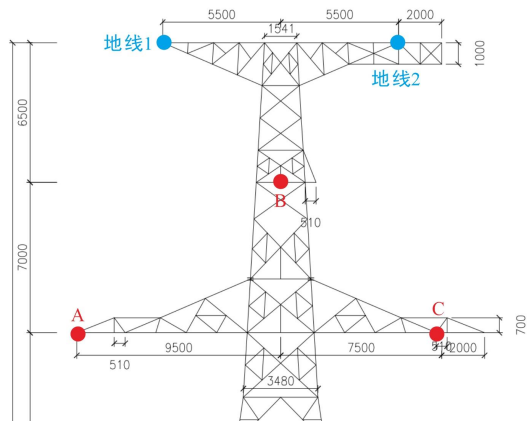
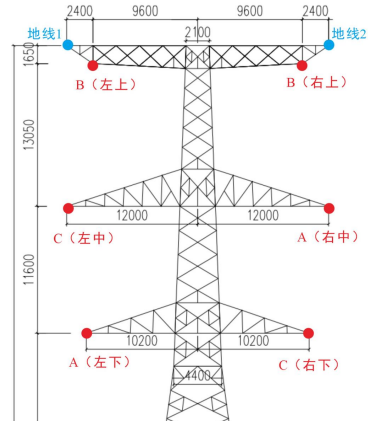
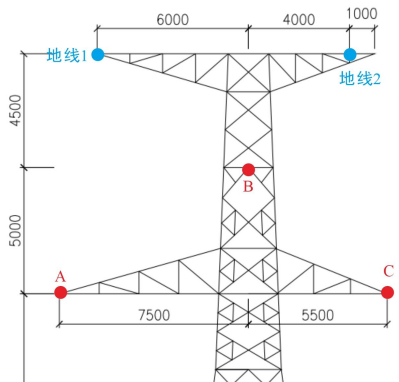
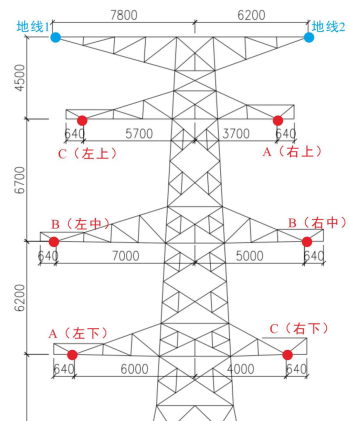
参数	名称	本项目500kV 单回线路	本项目500kV 双回线路
导线型号		4×JL3/G1A-400/50	4×JL3/G1A-400/50
导线外径		27.6mm	27.6mm
线路电压		标称电压：500kV 计算电压：525kV（额定电压的1.05倍）	标称电压：500kV 计算电压：525kV（额定电压的1.05倍）
导线排列方式		三角排列	垂直逆相序排列
导线分裂间距		4分裂，分裂间距450mm	4分裂，分裂间距450mm
线路计算电流		2968A	2968A
计算塔型		500-KD21D-JC1G	500-KD21S-ZC4G
杆塔横担预测点坐标（m）		B（0，h+7） A（-9.5，h） B（7.5，h）	B（-9.6，24.65+h） C（-12，11.6+h） A（12，11.6+h） A（-10.2，h） C（10.2，h）
下相线导线对地最小距离（m）		设计规范最低线高：公众暴露区：14m，非居民区：10.5m 实际设计最低线高：公众暴露区：24m，非居民区：18m	设计规范最低线高：公众暴露区：14m，非居民区：11m 实际设计最低线高：公众暴露区：29m，非居民区：26m
预测点高度		非居民区：地面1.5m 高处 公众暴露区：距离地面1.5m、4.5m、7.5m 高处	非居民区：地面1.5m 高处 公众暴露区：距离地面1.5m、4.5m、7.5m 高处
塔型图		 <p>杆塔型号500-KD21D-JC1G</p>	 <p>杆塔型号500-KD21S-ZC4G</p>
<p>注：①根据设计资料，本项目新建 500kV 双回线路导线规划采用逆相序进行架设。②本次评价选取设计输送电流进行预测计算。③h 为预测的下相导线对地距离，以线路中心地面投影为坐标原点。④本项目架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所表中及下文中均简称“非居民区”。</p>			

表 6-2 预测塔型、导线参数一览表 (220kV 输电线路)

参数	名称		本项目220kV 单回线路		本项目220kV 双回线路	
	导线型号	220kV 昭赤一线: 2×JL/G1A-400/35		220kV 昭赤二线: 4×JL/G1A-400/35		220kV 昭赤一线: 2×JL/G1A-400/35 220kV 昭赤二线: 4×JL/G1A-400/35
导线外径	26.8mm		26.8mm		26.8mm	
线路电压	标称电压: 220kV 计算电压: 231kV (额定电压的1.05倍)				标称电压: 220kV 计算电压: 231kV (额定电压的1.05倍)	
导线排列方式	三角排列		三角排列		垂直异向序	
导线分裂间距	2分裂, 分裂间距450mm		4分裂, 分裂间距450mm		不分裂	
线路计算电流	1458A		2916A		729A	
计算塔型	220-GD21D-DJC		220-GD21D-DJC		220-KD21S-DJC	
杆塔横担预测点坐标 (m)	B (0, h+5) A (-7.5, h) C (5.5, h)		B (0, h+5) A (-7.5, h) C (5.5, h)		C (-5.7, 12.9+h) B (-7, 6.2+h) A (-6, h) A (3.7, 12.9+h) B (5, 6.2+h) C (4, h)	
下相线导线对地最小距离 (m)	设计规范最低线高: 公众暴露区: 7.5m, 非居民区: 6.5m 实际设计最低线高: 公众暴露区: 24m, 非居民区: 16m				设计规范最低线高: 公众暴露区: 7.5m, 非居民区: 6.5m 实际设计最低线高: 18m	
预测点高度	非居民区: 地面1.5m 高处 公众暴露区: 距离地面1.5m、4.5m 高处				地面1.5m 高处	
塔型图						
	杆塔型号220-GD21D-DJC				杆塔型号220-KD21S-DJC	
<p>注: ①根据设计资料, 本项目新建500kV 双回线路导线规划采用逆相序进行架设。②本次评价选取设计输送电流进行预测计算。③h 为预测的下相导线对地距离, 以线路中心地面投影为坐标原点。④本项目架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所表中及下文中均简称“非居民区”。</p>						

6.1.2.4 预测结果及分析

6.1.2.4.1500kV 单回线路

(1) 工频电场强度预测结果

新建 500kV 单回线路在非居民区对地最低高度 10.5m（设计规范最低线高）、18m（实际设计最低线高）时，距地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-4，工频电场强度随距离变化趋势见 6-3；在居民住宅等公众曝露区域导线对地最低高度 14m（设计规范最低线高）、24m（实际设计最低线高）时，工频电场强度预测结果见表 6-5，工频电场强度随距离变化趋势见图 6-4。

表 6-3 新建 500kV 单回线路经过非居民区时工频电场强度（单位 kV/m）预测结果

最不利塔型		500-KD21D-JC1G	
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 10.5m	实际设计最低线高: 18m
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 1.5m 高处
-65	55.5	0.221	0.303
-60	50.5	0.270	0.373
-55	45.5	0.339	0.467
-50	40.5	0.437	0.596
-45	35.5	0.583	0.778
-40	30.5	0.811	1.037
-35	25.5	1.182	1.410
-30	20.5	1.822	1.946
-29	19.5	2.001	2.077
-28	18.5	2.202	2.217
-27	17.5	2.430	2.365
-26	16.5	2.688	2.521
-25	15.5	2.980	2.686
-24	14.5	3.310	2.858
-23	13.5	3.683	3.035
-22	12.5	4.103	3.218
-21	11.5	4.577	3.402
-20	10.5	5.106	3.586
-19	9.5	5.692	3.765
-18	8.5	6.334	3.935
-17	7.5	7.025	4.092
-16	6.5	7.750	4.229

-15	5.5	8.483	4.340
-14	4.5	9.189	4.420
-13	3.5	9.817	4.462
-12	2.5	10.309	4.460
-11	1.5	10.601	4.411
-10	0.5	10.644	4.313
-9	边导线内	10.407	4.164
-8	边导线内	9.889	3.967
-7	边导线内	9.122	3.728
-6	边导线内	8.158	3.455
-5	边导线内	7.065	3.160
-4	边导线内	5.918	2.859
-3	边导线内	4.804	2.573
-2	边导线内	3.845	2.329
-1	边导线内	3.241	2.156
0	边导线内	3.215	2.080
1	边导线内	3.769	2.110
2	边导线内	4.671	2.231
3	边导线内	5.707	2.414
4	边导线内	6.740	2.627
5	边导线内	7.671	2.844
6	边导线内	8.420	3.045
7	边导线内	8.927	3.216
8	0.5	9.160	3.349
9	1.5	9.117	3.438
10	2.5	8.830	3.484
11	3.5	8.353	3.488
12	4.5	7.749	3.453
13	5.5	7.081	3.384
14	6.5	6.397	3.288
15	7.5	5.736	3.170
16	8.5	5.119	3.036
17	9.5	4.559	2.891
18	10.5	4.061	2.741
19	11.5	3.623	2.589

20	12.5	3.241	2.438
21	13.5	2.910	2.291
22	14.5	2.623	2.149
23	15.5	2.375	2.014
24	16.5	2.160	1.886
25	17.5	1.973	1.766
26	18.5	1.810	1.654
27	19.5	1.667	1.550
28	20.5	1.540	1.453
29	21.5	1.428	1.364
30	22.5	1.328	1.281
35	27.5	0.960	0.952
40	32.5	0.727	0.729
45	37.5	0.568	0.574
50	42.5	0.455	0.461
55	47.5	0.372	0.378
60	52.5	0.309	0.314
65	57.5	0.260	0.265
最大值		10.644	4.462
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		10 (边导线外 0.5m)	13 (边导线外 3.5m)

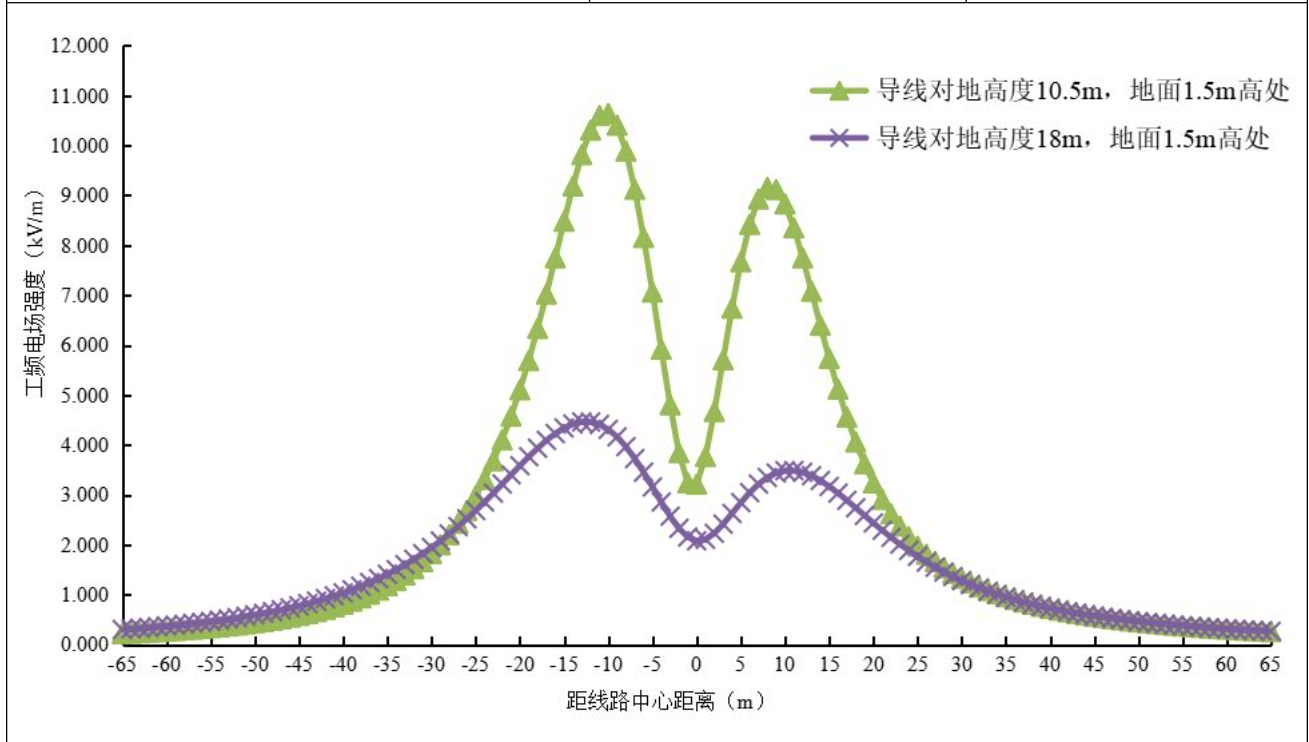


图 6-2 新建 500kV 单回线路经过非居民区时工频电场强度计算结果分布曲线图

表 6-4 新建 500kV 单回线路经过公众曝露区时工频电场强度 (单位 kV/m) 预测结果

最不利塔型		500-KD21D-JC1G					
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 14m			实际设计最低线高: 24m		
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 7.5m 高处	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 7.5m 高处
-65	55.5	0.260	0.259	0.257	0.354	0.353	0.351
-60	50.5	0.321	0.319	0.316	0.431	0.429	0.426
-55	45.5	0.404	0.401	0.397	0.530	0.529	0.525
-50	40.5	0.521	0.517	0.510	0.661	0.659	0.655
-45	35.5	0.691	0.686	0.674	0.833	0.832	0.827
-40	30.5	0.946	0.938	0.920	1.061	1.060	1.058
-35	25.5	1.341	1.327	1.301	1.357	1.360	1.366
-30	20.5	1.965	1.950	1.915	1.726	1.741	1.768
-29	19.5	2.129	2.114	2.080	1.807	1.826	1.861
-28	18.5	2.309	2.296	2.263	1.891	1.914	1.957
-27	17.5	2.506	2.497	2.467	1.976	2.004	2.057
-26	16.5	2.722	2.717	2.695	2.062	2.096	2.161
-25	15.5	2.958	2.961	2.949	2.148	2.188	2.267
-24	14.5	3.214	3.228	3.233	2.232	2.281	2.376
-23	13.5	3.491	3.521	3.551	2.316	2.373	2.486
-22	12.5	3.789	3.840	3.908	2.396	2.463	2.596
-21	11.5	4.106	4.188	4.308	2.471	2.549	2.705
-20	10.5	4.440	4.563	4.758	2.541	2.630	2.812
-19	9.5	4.787	4.963	5.261	2.602	2.705	2.914

-18	8.5	5.141	5.385	5.823	2.655	2.771	3.010
-17	7.5	5.493	5.822	6.447	2.696	2.826	3.097
-16	6.5	5.831	6.262	7.131	2.725	2.870	3.173
-15	5.5	6.140	6.691	7.868	2.739	2.899	3.236
-14	4.5	6.405	7.089	8.636	2.737	2.912	3.283
-13	3.5	6.607	7.430	9.399	2.718	2.908	3.312
-12	2.5	6.729	7.687	10.093	2.682	2.885	3.321
-11	1.5	6.753	7.834	10.640	2.626	2.844	3.310
-10	0.5	6.669	7.849	10.959	2.553	2.784	3.277
-9	边导线内	6.470	7.723	10.996	2.463	2.706	3.225
-8	边导线内	6.158	7.460	10.753	2.357	2.613	3.156
-7	边导线内	5.743	7.078	10.285	2.239	2.507	3.071
-6	边导线内	5.242	6.606	9.681	2.112	2.392	2.975
-5	边导线内	4.680	6.085	9.031	1.980	2.272	2.874
-4	边导线内	4.092	5.559	8.412	1.849	2.154	2.773
-3	边导线内	3.524	5.077	7.884	1.726	2.043	2.677
-2	边导线内	3.039	4.693	7.490	1.618	1.947	2.594
-1	边导线内	2.721	4.454	7.264	1.533	1.871	2.527
0	边导线内	2.646	4.395	7.224	1.477	1.821	2.480
1	边导线内	2.827	4.518	7.374	1.454	1.797	2.455
2	边导线内	3.197	4.795	7.698	1.463	1.801	2.451
3	边导线内	3.663	5.171	8.157	1.499	1.827	2.464
4	边导线内	4.150	5.587	8.691	1.556	1.870	2.489

5	边导线内	4.603	5.987	9.215	1.626	1.925	2.521
6	边导线内	4.989	6.321	9.632	1.700	1.983	2.554
7	边导线内	5.282	6.554	9.848	1.774	2.039	2.582
8	0.5	5.470	6.663	9.803	1.840	2.089	2.603
9	1.5	5.551	6.641	9.490	1.897	2.130	2.611
10	2.5	5.528	6.497	8.959	1.942	2.157	2.606
11	3.5	5.415	6.250	8.288	1.974	2.172	2.586
12	4.5	5.227	5.927	7.556	1.991	2.173	2.552
13	5.5	4.983	5.555	6.821	1.995	2.160	2.505
14	6.5	4.701	5.158	6.123	1.986	2.135	2.446
15	7.5	4.397	4.756	5.480	1.965	2.099	2.376
16	8.5	4.086	4.363	4.902	1.933	2.053	2.299
17	9.5	3.777	3.989	4.388	1.893	1.999	2.216
18	10.5	3.480	3.640	3.934	1.845	1.939	2.128
19	11.5	3.198	3.320	3.536	1.791	1.873	2.039
20	12.5	2.936	3.027	3.187	1.733	1.805	1.948
21	13.5	2.695	2.764	2.882	1.672	1.734	1.857
22	14.5	2.475	2.526	2.614	1.609	1.662	1.768
23	15.5	2.275	2.314	2.379	1.544	1.590	1.681
24	16.5	2.094	2.123	2.172	1.479	1.519	1.596
25	17.5	1.931	1.953	1.990	1.415	1.449	1.515
26	18.5	1.784	1.802	1.829	1.352	1.381	1.437
27	19.5	1.652	1.666	1.686	1.291	1.315	1.363

28	20.5	1.534	1.544	1.559	1.231	1.252	1.292
29	21.5	1.427	1.434	1.446	1.174	1.192	1.226
30	22.5	1.330	1.336	1.344	1.119	1.134	1.163
35	27.5	0.965	0.966	0.967	0.879	0.886	0.898
40	32.5	0.731	0.731	0.729	0.697	0.699	0.705
45	37.5	0.572	0.571	0.568	0.559	0.560	0.562
50	42.5	0.458	0.457	0.455	0.456	0.456	0.457
55	47.5	0.375	0.374	0.372	0.377	0.377	0.377
60	52.5	0.312	0.311	0.309	0.315	0.315	0.315
65	57.5	0.263	0.262	0.261	0.267	0.267	0.266
最大值		6.753	7.849	10.996	2.739	2.912	3.321
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		11 (边导线外 1.5m)	10 (边导线外 0.5m)	9 (边导线内)	15 (边导线外 5.5m)	14 (边导线外 4.5m)	12 (边导线外 2.5m)

注：表中深色背景表示公众曝露区边导线外 5m 工频电场强度不满足 4000V/m 的预测值，下同。

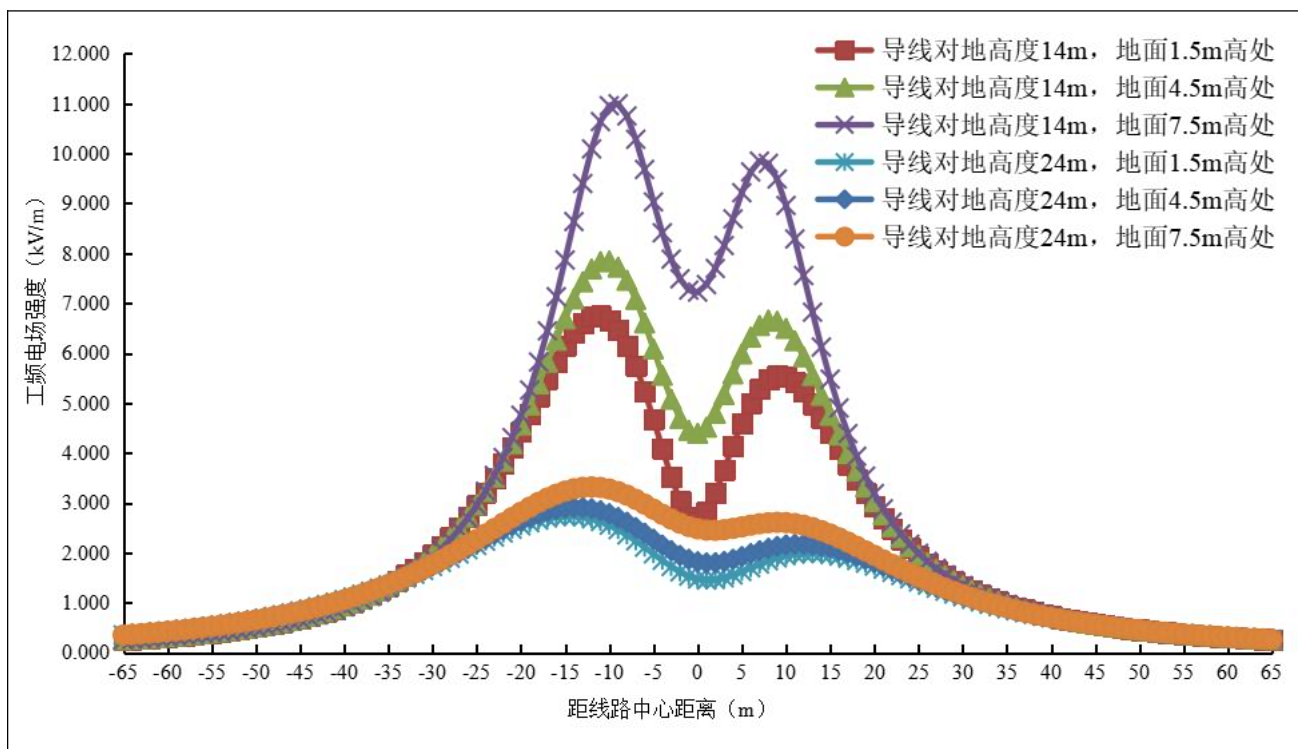


图 6-3 新建 500kV 单回线路经过公众曝露区时工频电场强度计算结果分布曲线图

由表 6-4 和表 6-5、图 6-3 和图 6-4 可以看出：

1) 经过非居民区时工频电场强度

- 本项目新建 500kV 单回线路在导线对地最低高度为 10.5m 时，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 10.644kV/m，出现在距离线路中心地面投影 10m（边导线外 0.5m），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减小趋势，不满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的耕地、园地、道路等场所 10kV/m 的控制限值。

- 本项目新建 500kV 单回线路在导线对地最低高度为 18m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 4.462kV/m，出现在距离线路中心地面投影 13m（边导线外 3.5m），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减小趋势，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的耕地、园地、道路等场所 10kV/m 的控制限值。

2) 经过公众曝露区时工频电场强度

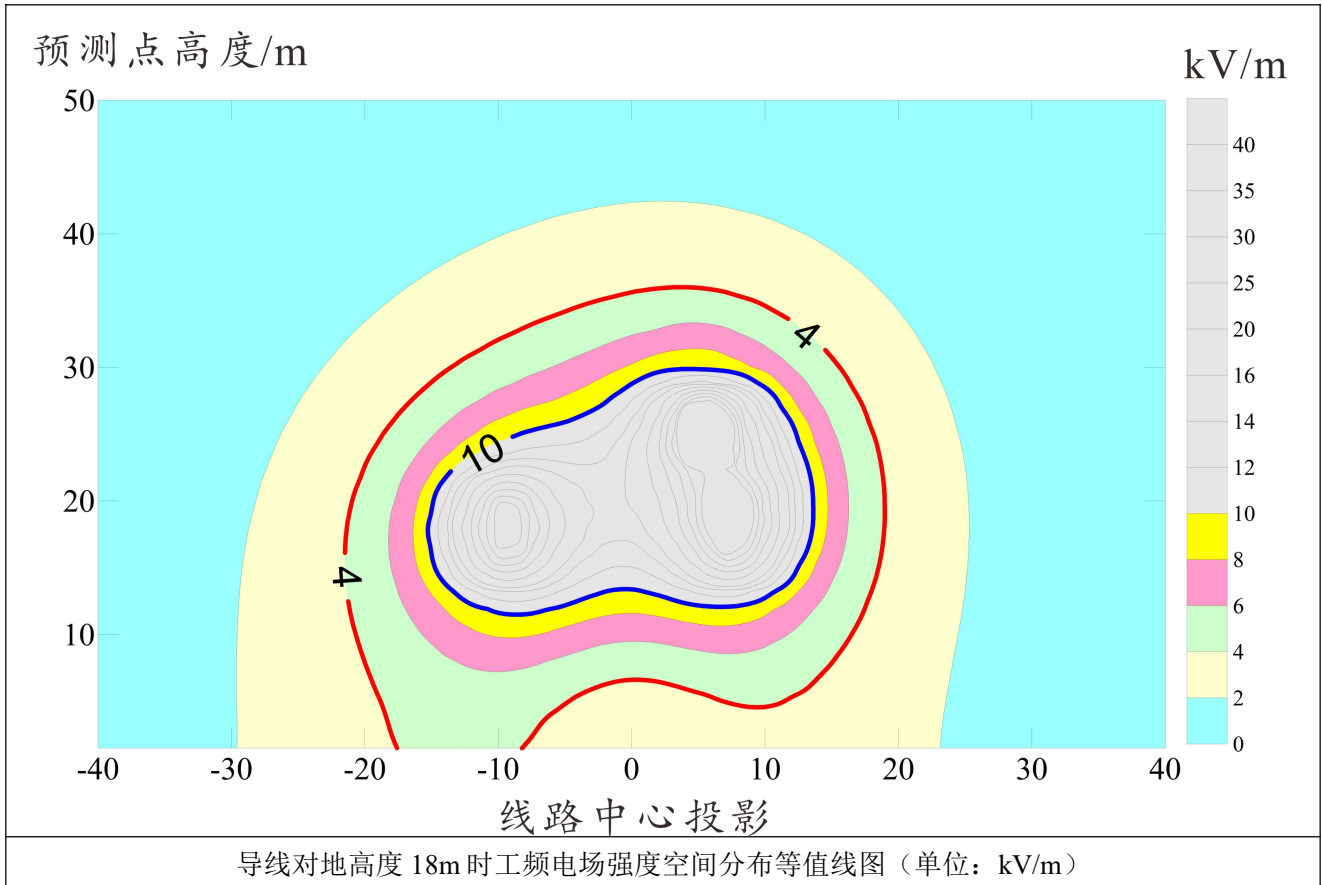
- ◆ 本项目新建双回线路在导线对地最低高度为 14m 时，距离地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 6.753kV/m、7.849kV/m、10.996kV/m，分别出现在距线路中心地面投影 11m（边导线内 1.5m）、10m（边导线内 0.5m）、9m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均不满足工频电场强度公众曝露限值 4000V/m 要求。

- ◆ 本项目新建 500kV 单回线路在导线对地最低高度为 24m（实际设计最低线高）时，

距离地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 2.739kV/m、2.912kV/m、3.321kV/m，分别出现在距线路中心地面投影 15m（边导线外 5.5m）、14m（边导线内 4.5m）、12m（边导线外 2.5m），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

3) 工频电场空间分布分析

本项目新建 500kV 单回线路边导线离地 18m、24m 时，工频电场强度空间分布等值线图见图 6-5。



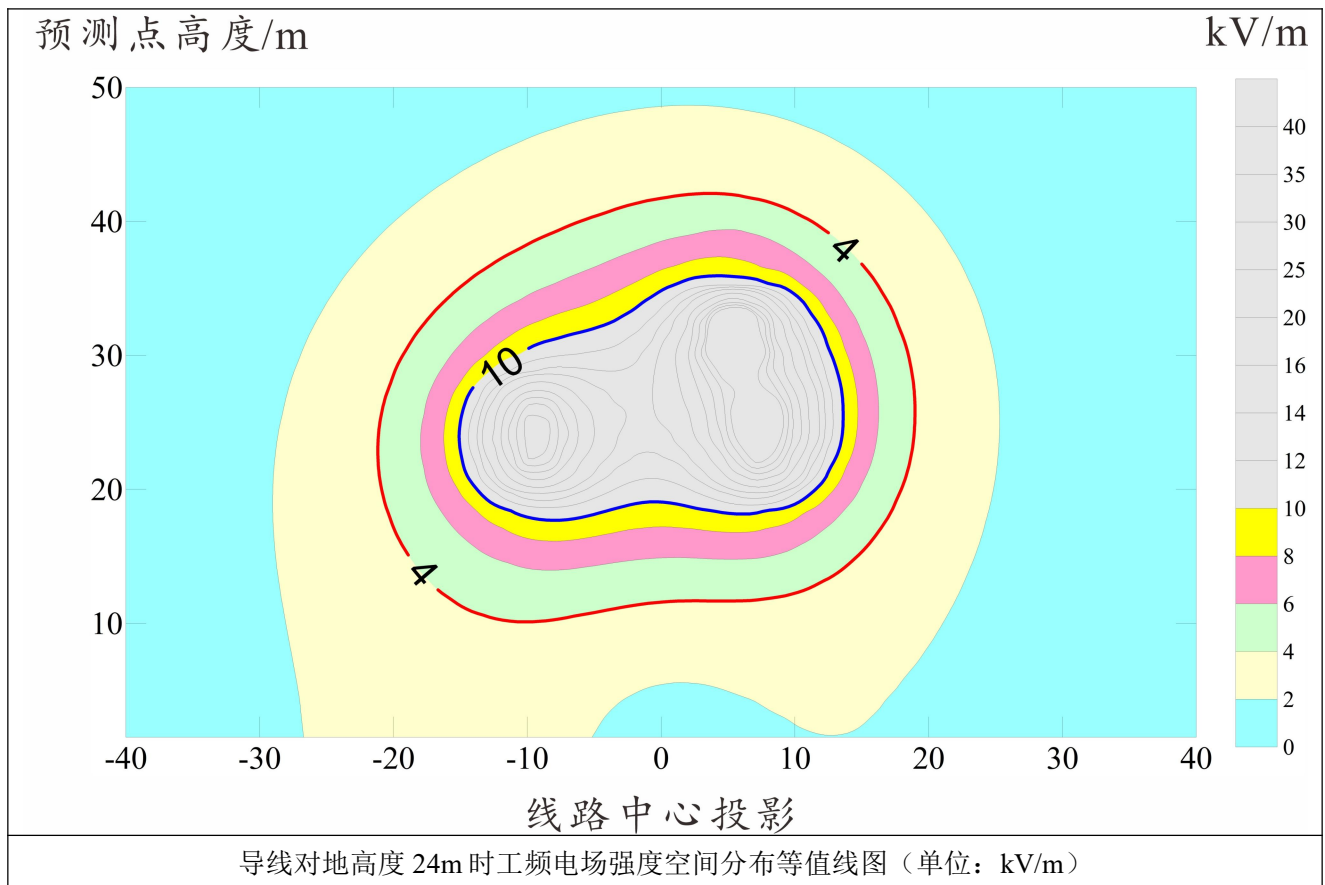


图 6-4 工频电场强度空间分布等值线图 (500kV 单回线路 500-KD21D-JC1G 型塔)

经预测，本项目 500kV 单回线路在采用 500-KD21D-JC1G 型塔、导线对地高度 24m (实际设计最低线高) 时，对于边导线 5m 外的区域均满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

(2) 工频磁感应强度预测结果

新建 500kV 单回线路在非居民区对地最低高度 10.5m (设计规范最低线高)、18m (实际设计最低线高) 时，距地面 1.5m 高处工频磁感应强度预测结果见表 6-6，工频电场强度随距离变化趋势见 6-6；在居民住宅等公众曝露区域导线对地最低高度 14m (设计规范最低线高)、24m (实际设计最低线高) 时，工频电场强度预测结果见表 6-7，工频电场强度随距离变化趋势见图 6-7。

表 6-5 新建 500kV 单回线路经过非居民区时工频磁感应强度 (单位 μT) 预测结果

最不利塔型		500-KD21D-JC1G	
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 10.5m	实际设计最低线高: 18m
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 1.5m 高处
-65	55.5	2.505	2.379
-60	50.5	2.941	2.769
-55	45.5	3.502	3.259
-50	40.5	4.239	3.887

-45	35.5	5.232	4.703
-40	30.5	6.617	5.785
-35	25.5	8.621	7.244
-30	20.5	11.660	9.238
-29	19.5	12.452	9.718
-28	18.5	13.323	10.228
-27	17.5	14.284	10.772
-26	16.5	15.345	11.349
-25	15.5	16.522	11.961
-24	14.5	17.826	12.609
-23	13.5	19.276	13.293
-22	12.5	20.888	14.012
-21	11.5	22.681	14.767
-20	10.5	24.674	15.554
-19	9.5	26.884	16.371
-18	8.5	29.324	17.212
-17	7.5	31.999	18.072
-16	6.5	34.903	18.942
-15	5.5	38.007	19.815
-14	4.5	41.256	20.679
-13	3.5	44.562	21.522
-12	2.5	47.804	22.333
-11	1.5	50.838	23.099
-10	0.5	53.517	23.809
-9	边导线内	55.722	24.454
-8	边导线内	57.387	25.023
-7	边导线内	58.511	25.512
-6	边导线内	59.151	25.917
-5	边导线内	59.404	26.234
-4	边导线内	59.379	26.465
-3	边导线内	59.178	26.611
-2	边导线内	58.884	26.672
-1	边导线内	58.553	26.652
0	边导线内	58.213	26.552
1	边导线内	57.862	26.374

2	边导线内	57.471	26.119
3	边导线内	56.984	25.790
4	边导线内	56.320	25.387
5	边导线内	55.391	24.913
6	边导线内	54.111	24.372
7	边导线内	52.423	23.766
8	0.5	50.317	23.103
9	1.5	47.836	22.389
10	2.5	45.072	21.633
11	3.5	42.137	20.844
12	4.5	39.151	20.031
13	5.5	36.213	19.205
14	6.5	33.398	18.375
15	7.5	30.752	17.550
16	8.5	28.301	16.737
17	9.5	26.053	15.942
18	10.5	24.006	15.170
19	11.5	22.148	14.426
20	12.5	20.466	13.711
21	13.5	18.946	13.028
22	14.5	17.571	12.378
23	15.5	16.327	11.761
24	16.5	15.200	11.177
25	17.5	14.178	10.625
26	18.5	13.249	10.104
27	19.5	12.404	9.612
28	20.5	11.633	9.149
29	21.5	10.928	8.714
30	22.5	10.283	8.304
35	27.5	7.759	6.590
40	32.5	6.046	5.319
45	37.5	4.836	4.363
50	42.5	3.953	3.633
55	47.5	3.289	3.066
60	52.5	2.779	2.618

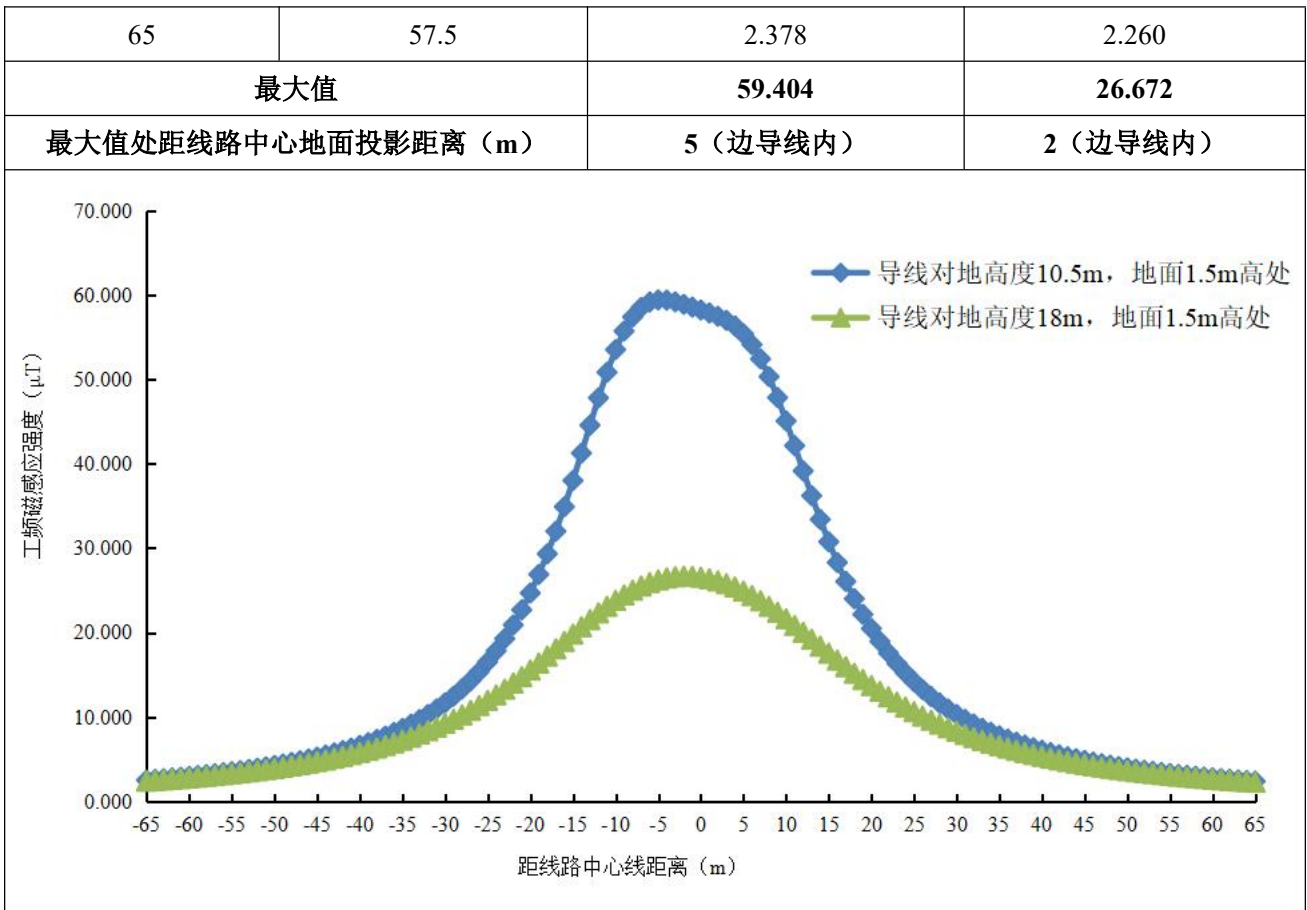


图 6-5 新建 500kV 单回线路经过非居民区时工频磁感应强度计算结果分布曲线图

表 6-6 新建 500kV 单回线路经过公众曝露区时磁感应强度 (单位 μT) 预测结果

最不利塔型		500-KD21D-JC1G					
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 14m			实际设计最低线高: 24m		
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 7.5m 高处	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 7.5m 高处
-65	55.5	2.453	2.498	2.534	2.246	2.316	2.379
-60	50.5	2.870	2.932	2.981	2.590	2.683	2.769
-55	45.5	3.401	3.489	3.559	3.014	3.140	3.259
-50	40.5	4.090	4.219	4.323	3.540	3.718	3.887
-45	35.5	5.006	5.203	5.362	4.202	4.456	4.703
-40	30.5	6.256	6.569	6.828	5.041	5.413	5.785
-35	25.5	8.009	8.539	8.989	6.105	6.665	7.244
-30	20.5	10.546	11.508	12.362	7.449	8.306	9.238
-29	19.5	11.182	12.277	13.262	7.755	8.690	9.718
-28	18.5	11.872	13.121	14.262	8.073	9.094	10.228
-27	17.5	12.619	14.051	15.379	8.404	9.518	10.772
-26	16.5	13.429	15.075	16.630	8.748	9.963	11.349
-25	15.5	14.307	16.205	18.036	9.104	10.429	11.961
-24	14.5	15.258	17.455	19.625	9.472	10.915	12.609
-23	13.5	16.286	18.838	21.426	9.850	11.421	13.293
-22	12.5	17.397	20.369	23.476	10.237	11.946	14.012
-21	11.5	18.593	22.064	25.818	10.633	12.488	14.767
-20	10.5	19.877	23.936	28.503	11.035	13.045	15.554
-19	9.5	21.247	25.999	31.588	11.442	13.615	16.371

-18	8.5	22.699	28.262	35.135	11.851	14.193	17.212
-17	7.5	24.226	30.724	39.210	12.259	14.777	18.072
-16	6.5	25.813	33.375	43.867	12.664	15.361	18.942
-15	5.5	27.442	36.187	49.130	13.061	15.939	19.815
-14	4.5	29.084	39.108	54.962	13.449	16.507	20.679
-13	3.5	30.710	42.062	61.215	13.823	17.058	21.522
-12	2.5	32.282	44.949	67.584	14.180	17.585	22.333
-11	1.5	33.762	47.653	73.593	14.517	18.083	23.099
-10	0.5	35.115	50.057	78.673	14.829	18.546	23.809
-9	边导线内	36.312	52.067	82.334	15.114	18.968	24.454
-8	边导线内	37.330	53.627	84.362	15.369	19.345	25.023
-7	边导线内	38.159	54.734	84.896	15.592	19.672	25.512
-6	边导线内	38.801	55.425	84.321	15.781	19.947	25.917
-5	边导线内	39.264	55.771	83.099	15.933	20.168	26.234
-4	边导线内	39.563	55.857	81.636	16.048	20.332	26.465
-3	边导线内	39.716	55.761	80.228	16.125	20.440	26.611
-2	边导线内	39.740	55.552	79.067	16.164	20.491	26.672
-1	边导线内	39.648	55.276	78.262	16.164	20.486	26.652
0	边导线内	39.448	54.957	77.858	16.126	20.425	26.552
1	边导线内	39.144	54.595	77.847	16.051	20.310	26.374
2	边导线内	38.732	54.167	78.161	15.938	20.142	26.119
3	边导线内	38.206	53.627	78.656	15.790	19.922	25.790
4	边导线内	37.555	52.916	79.092	15.609	19.652	25.387

5	边导线内	36.771	51.966	79.121	15.394	19.335	24.913
6	边导线内	35.847	50.714	78.335	15.150	18.974	24.372
7	边导线内	34.782	49.123	76.368	14.877	18.572	23.766
8	0.5	33.584	47.187	73.062	14.579	18.133	23.103
9	1.5	32.268	44.943	68.557	14.258	17.661	22.389
10	2.5	30.857	42.462	63.244	13.917	17.162	21.633
11	3.5	29.379	39.835	57.597	13.559	16.639	20.844
12	4.5	27.863	37.155	52.024	13.188	16.099	20.031
13	5.5	26.339	34.505	46.791	12.805	15.547	19.205
14	6.5	24.831	31.949	42.033	12.416	14.987	18.375
15	7.5	23.361	29.530	37.791	12.021	14.425	17.550
16	8.5	21.946	27.273	34.048	11.625	13.865	16.737
17	9.5	20.597	25.188	30.764	11.229	13.311	15.942
18	10.5	19.321	23.276	27.886	10.836	12.767	15.170
19	11.5	18.121	21.531	25.363	10.448	12.234	14.426
20	12.5	16.999	19.943	23.146	10.067	11.716	13.711
21	13.5	15.953	18.500	21.193	9.693	11.215	13.028
22	14.5	14.981	17.190	19.467	9.329	10.730	12.378
23	15.5	14.079	16.000	17.936	8.975	10.265	11.761
24	16.5	13.242	14.918	16.573	8.631	9.818	11.177
25	17.5	12.468	13.934	15.356	8.300	9.391	10.625
26	18.5	11.751	13.037	14.265	7.980	8.983	10.104
27	19.5	11.086	12.219	13.284	7.671	8.593	9.612

28	20.5	10.471	11.471	12.399	7.375	8.223	9.149
29	21.5	9.901	10.786	11.598	7.091	7.870	8.714
30	22.5	9.372	10.158	10.871	6.819	7.536	8.304
35	27.5	7.237	7.688	8.082	5.623	6.100	6.590
40	32.5	5.728	6.004	6.237	4.674	4.997	5.319
45	37.5	4.632	4.809	4.956	3.922	4.145	4.363
50	42.5	3.817	3.935	4.032	3.323	3.482	3.633
55	47.5	3.195	3.277	3.343	2.843	2.958	3.066
60	52.5	2.711	2.770	2.817	2.455	2.539	2.618
65	57.5	2.329	2.371	2.406	2.137	2.201	2.260
最大值		39.740	55.857	84.896	16.164	20.491	26.672
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		2 (边导线内)	4 (边导线内)	7 (边导线内)	2 (边导线内)	2 (边导线内)	2 (边导线内)

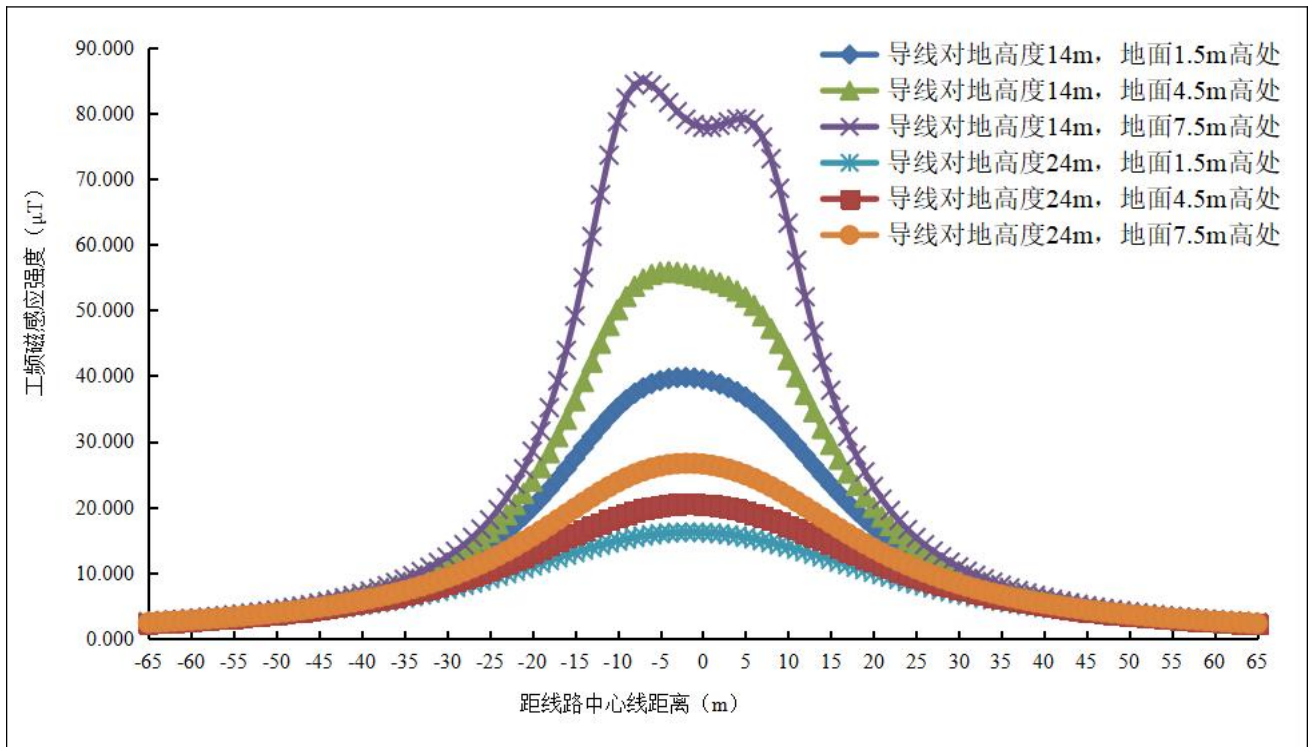


图 6-6 新建 500kV 单回线路经过公众曝露区时工频磁感应强度计算结果分布曲线图

由表 6-6 和表 6-7、图 6-6 和图 6-7 可以看出：

1) 经过非居民区时工频电场强度

- 本项目新建 500kV 单回线路在导线对地最低高度为 10.5m 时，距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 59.404μT，出现在距线路中心地面投影 5m 处（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均小于 100μT 的公众曝露控制限值。

- 本项目新建 500kV 双回线路在导线对地最低高度为 18m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 26.6721μT，出现在距线路中心地面投影 2m 处（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均小于 100μT 的公众曝露控制限值。

2) 经过公众曝露区时工频电场强度

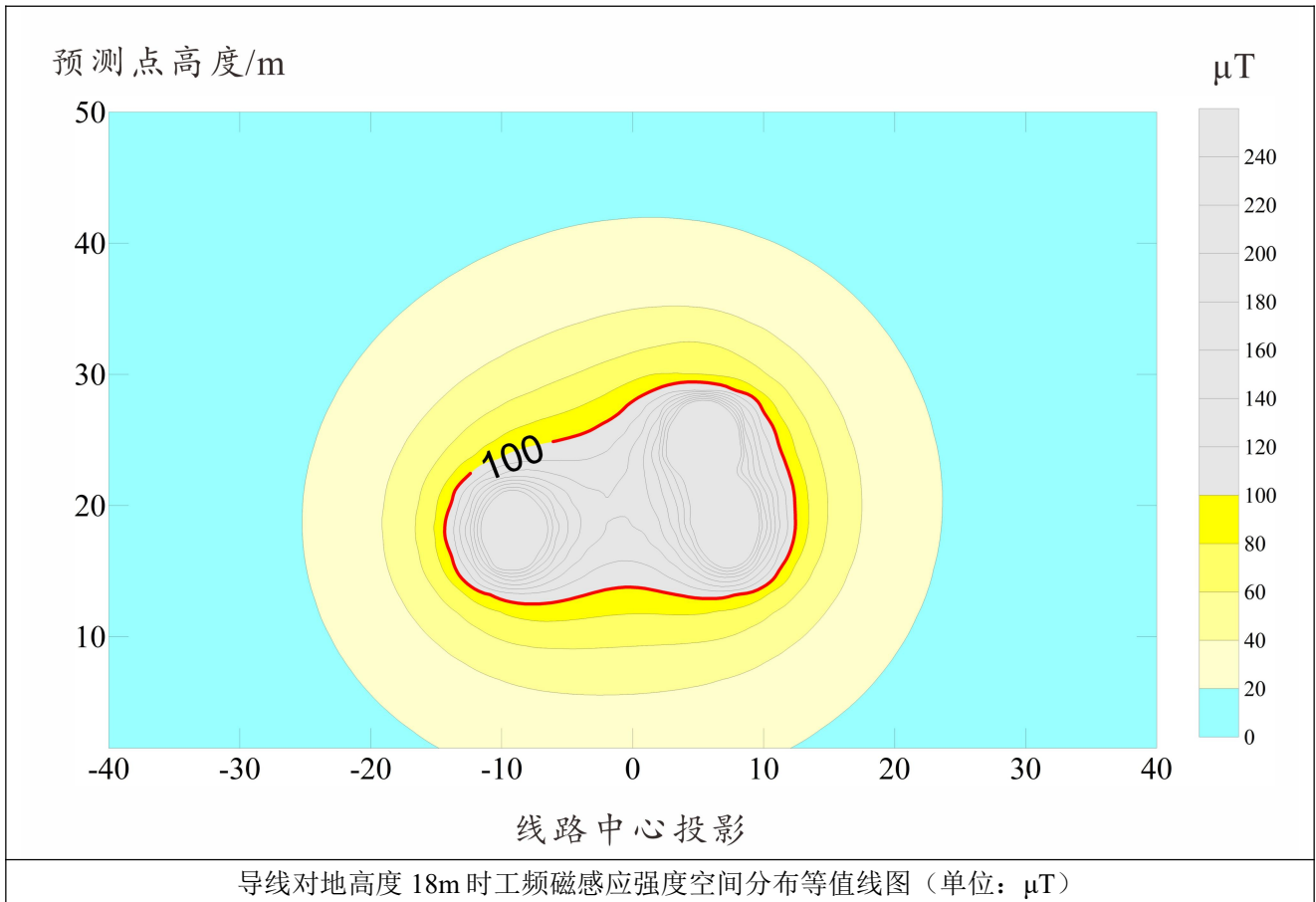
- ◆ 本项目新建 500kV 单回线路在导线对地最低高度为 14m 时，距离地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，工频磁感应强度最大值分别为 39.740μT、55.857μT、84.896μT，分别出现在距线路中心地面投影 2m（边导线内）、2m（边导线内）、7m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均满足工频磁感应强度不大于公众曝露限值 100μT 要求。

- ◆ 本项目新建 500kV 单回线路在导线对地最低高度为 24m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，工频磁感应强度最大值分别为 16.164μT、20.491μT、26.672μT，分别出现在距线路中心地面投影 2m（边导线内）、2m（边导线内）、2m（边导

线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均满足工频磁感应强度不大于公众曝露限值 100 μ T 要求。

3) 工频磁场空间分布分析

本项目双回线路边导线离地 18m、24m 时，工频磁感应强度空间分布等值线图见图 6-8。



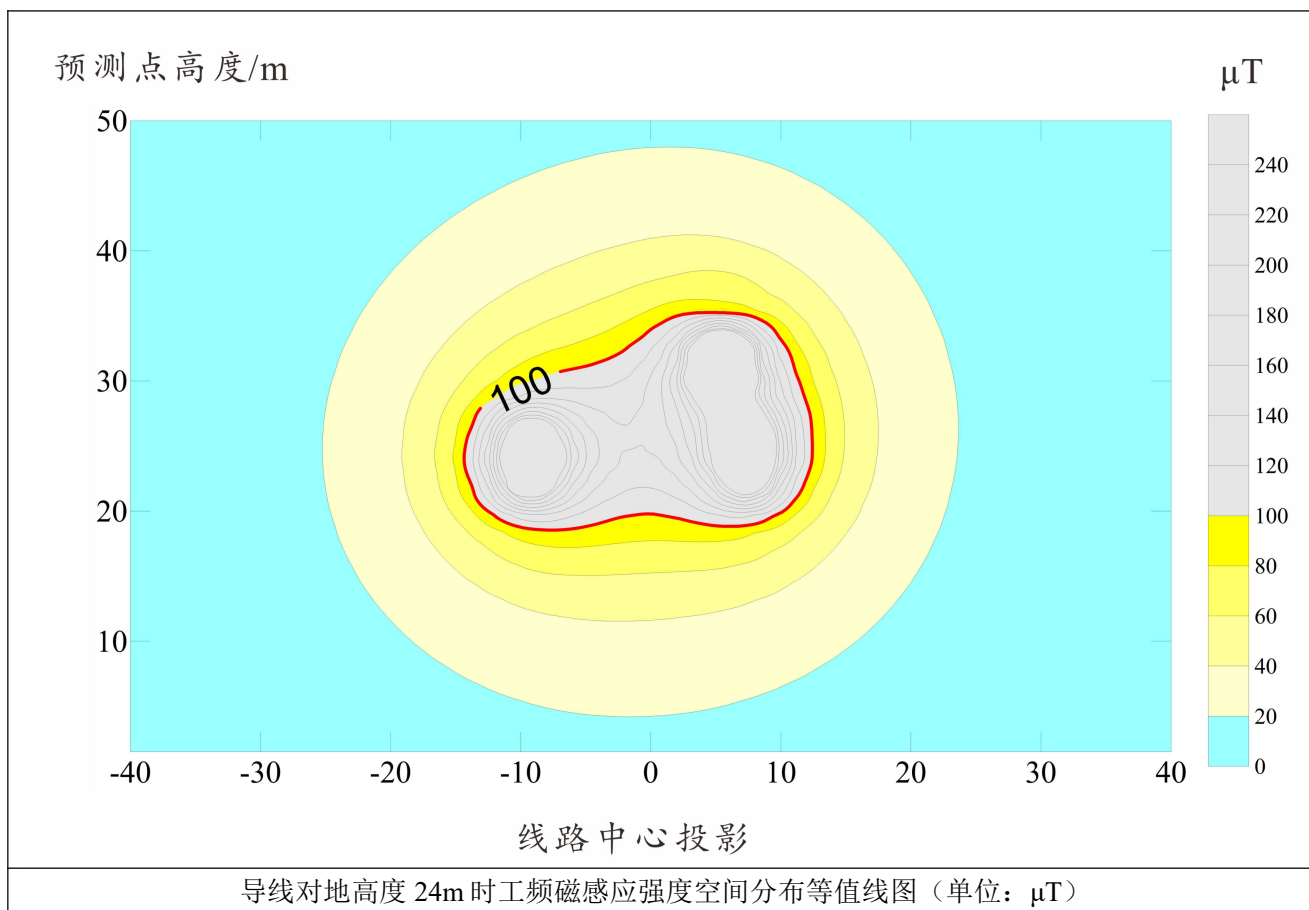


图 6-7 工频磁感应强度空间分布等值线图 (500kV 单回线路 500-KD21D-JC1G 型塔)

经预测, 本项目 500kV 单回线路在采用 500-KD21D-JC1G 型塔、导线对地高度 24m (实际设计最低线高) 时, 对于边导线 5m 外的区域均满足不大于公众曝露限值 $100\mu\text{T}$ 的要求。

6.1.2.4.2 500kV 双回线路

(1) 工频电场强度预测结果

新建 500kV 双回线路在非居民区对地最低高度 11m (设计规范最低线高)、26m (实际设计最低线高) 时, 距地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-8, 工频电场强度随距离变化趋势见图 6-9; 在居民住宅等公众曝露区域导线对地最低高度 14m (设计规范最低线高)、29m (实际设计最低线高) 时, 工频电场强度预测结果见表 6-9, 工频电场强度随距离变化趋势见图 6-10。

表 6-7 新建 500kV 双回线路经过非居民区时工频电场强度 (单位 kV/m) 预测结果

最不利塔型		500-KD21S-ZC4G	
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 11m	实际设计最低线高: 26m
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 1.5m 高处
-65	-53	0.483	0.193
-60	-48	0.511	0.153

-55	-43	0.529	0.093
-50	-38	0.529	0.043
-45	-33	0.498	0.167
-40	-28	0.420	0.375
-35	-23	0.350	0.667
-30	-18	0.678	1.053
-29	-17	0.824	1.142
-28	-16	1.001	1.233
-27	-15	1.210	1.328
-26	-14	1.455	1.425
-25	-13	1.742	1.524
-24	-12	2.073	1.624
-23	-11	2.455	1.725
-22	-10	2.893	1.825
-21	-9	3.392	1.924
-20	-8	3.953	2.021
-19	-7	4.577	2.115
-18	-6	5.259	2.204
-17	-5	5.989	2.287
-16	-4	6.748	2.364
-15	-3	7.505	2.433
-14	-2	8.222	2.494
-13	-1	8.849	2.546
-12	边导线下	9.337	2.588
-11	边导线内	9.639	2.621
-10	边导线内	9.728	2.645
-9	边导线内	9.595	2.660
-8	边导线内	9.260	2.668
-7	边导线内	8.763	2.669
-6	边导线内	8.159	2.665
-5	边导线内	7.508	2.658
-4	边导线内	6.867	2.650
-3	边导线内	6.293	2.641
-2	边导线内	5.835	2.634
-1	边导线内	5.540	2.629

0	边导线内	5.437	2.627
1	边导线内	5.540	2.629
2	边导线内	5.835	2.634
3	边导线内	6.293	2.641
4	边导线内	6.867	2.650
5	边导线内	7.508	2.658
6	边导线内	8.159	2.665
7	边导线内	8.763	2.669
8	边导线内	9.260	2.668
9	边导线内	9.595	2.660
10	边导线内	9.728	2.645
11	边导线内	9.639	2.621
12	边导线线下	9.337	2.588
13	1	8.849	2.546
14	2	8.222	2.494
15	3	7.505	2.433
16	4	6.748	2.364
17	5	5.989	2.287
18	6	5.259	2.204
19	7	4.577	2.115
20	8	3.953	2.021
21	9	3.392	1.924
22	10	2.893	1.825
23	11	2.455	1.725
24	12	2.073	1.624
25	13	1.742	1.524
26	14	1.455	1.425
27	15	1.210	1.328
28	16	1.001	1.233
29	17	0.824	1.142
30	18	0.678	1.053
35	23	0.350	0.667
40	28	0.420	0.375
45	33	0.498	0.167
50	38	0.529	0.043

55	43	0.529	0.093
60	48	0.511	0.153
65	53	0.483	0.193
最大值		9.728	2.669
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		10 (边导线内)	7 (边导线内)

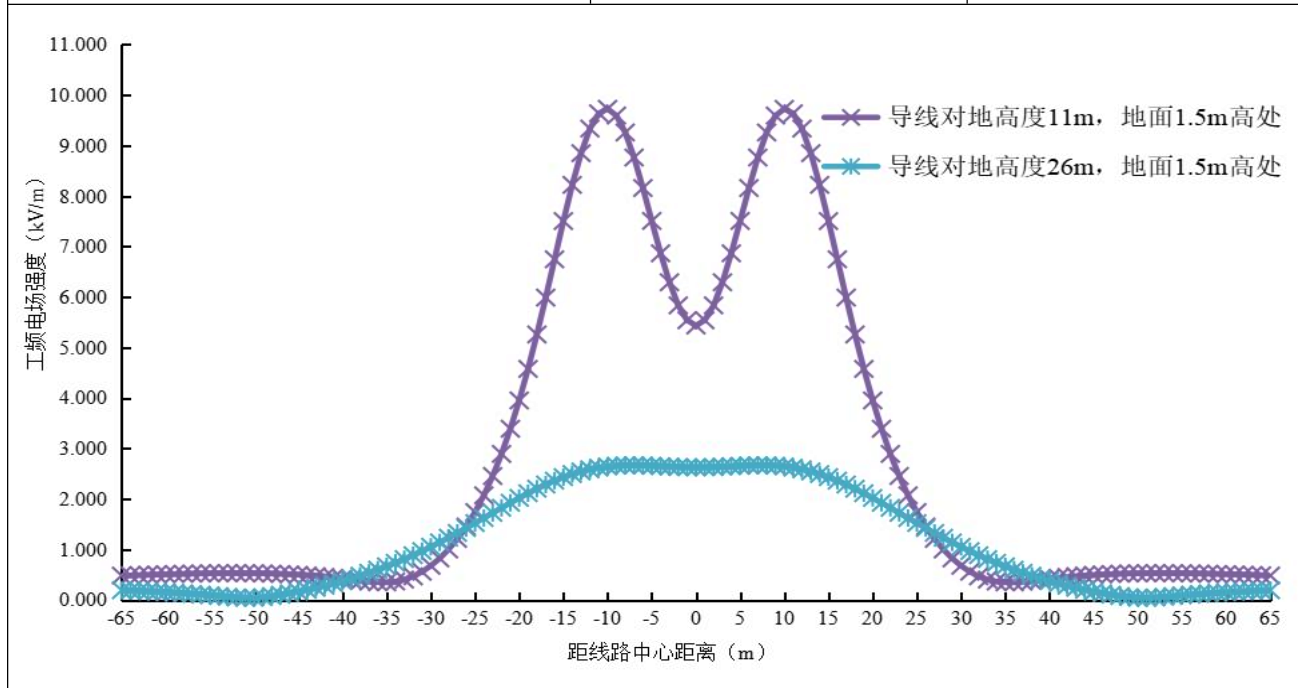


图 6-8 新建 500kV 双回线路经过非居民区时工频电场强度计算结果分布曲线图

表 6-8 新建 500kV 双回线路经过公众曝露区时工频电场强度 (单位 kV/m) 预测结果

最不利塔型		500-KD21S-ZC4G					
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 14m			实际设计最低线高: 29m		
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 7.5m 高处	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 7.5m 高处
-65	-53	0.421	0.425	0.431	0.146	0.155	0.172
-60	-48	0.431	0.437	0.449	0.100	0.119	0.149
-55	-43	0.425	0.437	0.458	0.039	0.086	0.138
-50	-38	0.395	0.417	0.457	0.083	0.124	0.180
-45	-33	0.326	0.373	0.449	0.224	0.250	0.296
-40	-28	0.223	0.332	0.478	0.421	0.443	0.485
-35	-23	0.321	0.468	0.669	0.683	0.706	0.750
-30	-18	0.857	0.985	1.199	1.012	1.039	1.095
-29	-17	1.018	1.144	1.363	1.084	1.114	1.173
-28	-16	1.199	1.326	1.552	1.159	1.190	1.253
-27	-15	1.402	1.532	1.767	1.235	1.268	1.336
-26	-14	1.630	1.765	2.013	1.312	1.348	1.421
-25	-13	1.884	2.026	2.292	1.390	1.428	1.507
-24	-12	2.165	2.319	2.610	1.468	1.509	1.594
-23	-11	2.475	2.645	2.970	1.546	1.590	1.681
-22	-10	2.814	3.005	3.378	1.623	1.670	1.768
-21	-9	3.180	3.402	3.839	1.698	1.748	1.854
-20	-8	3.572	3.833	4.358	1.771	1.825	1.938
-19	-7	3.986	4.298	4.939	1.841	1.898	2.020

-18	-6	4.413	4.789	5.585	1.907	1.968	2.097
-17	-5	4.846	5.300	6.296	1.970	2.034	2.171
-16	-4	5.270	5.815	7.064	2.027	2.094	2.239
-15	-3	5.672	6.317	7.871	2.079	2.150	2.301
-14	-2	6.033	6.782	8.681	2.126	2.199	2.356
-13	-1	6.335	7.184	9.438	2.166	2.241	2.404
-12	边导线下	6.562	7.493	10.065	2.201	2.278	2.445
-11	边导线内	6.701	7.687	10.478	2.229	2.308	2.478
-10	边导线内	6.745	7.752	10.613	2.252	2.331	2.504
-9	边导线内	6.692	7.685	10.456	2.269	2.349	2.524
-8	边导线内	6.550	7.500	10.051	2.281	2.361	2.537
-7	边导线内	6.333	7.220	9.480	2.289	2.369	2.545
-6	边导线内	6.062	6.879	8.834	2.293	2.373	2.548
-5	边导线内	5.762	6.511	8.191	2.295	2.375	2.548
-4	边导线内	5.459	6.151	7.608	2.295	2.374	2.547
-3	边导线内	5.184	5.833	7.124	2.294	2.373	2.544
-2	边导线内	4.962	5.583	6.763	2.293	2.371	2.542
-1	边导线内	4.818	5.423	6.540	2.292	2.370	2.540
0	边导线内	4.768	5.368	6.465	2.292	2.370	2.539
1	边导线内	4.818	5.423	6.540	2.292	2.370	2.540
2	边导线内	4.962	5.583	6.763	2.293	2.371	2.542
3	边导线内	5.184	5.833	7.124	2.294	2.373	2.544
4	边导线内	5.459	6.151	7.608	2.295	2.374	2.547

5	边导线内	5.762	6.511	8.191	2.295	2.375	2.548
6	边导线内	6.062	6.879	8.834	2.293	2.373	2.548
7	边导线内	6.333	7.220	9.480	2.289	2.369	2.545
8	边导线内	6.550	7.500	10.051	2.281	2.361	2.537
9	边导线内	6.692	7.685	10.456	2.269	2.349	2.524
10	边导线内	6.745	7.752	10.613	2.252	2.331	2.504
11	边导线内	6.701	7.687	10.478	2.229	2.308	2.478
12	边导线线下	6.562	7.493	10.065	2.201	2.278	2.445
13	1	6.335	7.184	9.438	2.166	2.241	2.404
14	2	6.033	6.782	8.681	2.126	2.199	2.356
15	3	5.672	6.317	7.871	2.079	2.150	2.301
16	4	5.270	5.815	7.064	2.027	2.094	2.239
17	5	4.846	5.300	6.296	1.970	2.034	2.171
18	6	4.413	4.789	5.585	1.907	1.968	2.097
19	7	3.986	4.298	4.939	1.841	1.898	2.020
20	8	3.572	3.833	4.358	1.771	1.825	1.938
21	9	3.180	3.402	3.839	1.698	1.748	1.854
22	10	2.814	3.005	3.378	1.623	1.670	1.768
23	11	2.475	2.645	2.970	1.546	1.590	1.681
24	12	2.165	2.319	2.610	1.468	1.509	1.594
25	13	1.884	2.026	2.292	1.390	1.428	1.507
26	14	1.630	1.765	2.013	1.312	1.348	1.421
27	15	1.402	1.532	1.767	1.235	1.268	1.336

28	16	1.199	1.326	1.552	1.159	1.190	1.253
29	17	1.018	1.144	1.363	1.084	1.114	1.173
30	18	0.857	0.985	1.199	1.012	1.039	1.095
35	23	0.321	0.468	0.669	0.683	0.706	0.750
40	28	0.223	0.332	0.478	0.421	0.443	0.485
45	33	0.326	0.373	0.449	0.224	0.250	0.296
50	38	0.395	0.417	0.457	0.083	0.124	0.180
55	43	0.425	0.437	0.458	0.039	0.086	0.138
60	48	0.431	0.437	0.449	0.100	0.119	0.149
65	53	0.421	0.425	0.431	0.146	0.155	0.172
最大值		6.745	7.752	10.613	2.295	2.375	2.548
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		10 (边导线内)	10 (边导线内)	10 (边导线内)	4 (边导线内)	5 (边导线内)	6 (边导线内)

注：表中深色背景表示公众曝露区边导线外 5m 工频电场强度不满足 4000V/m 的预测值，下同。

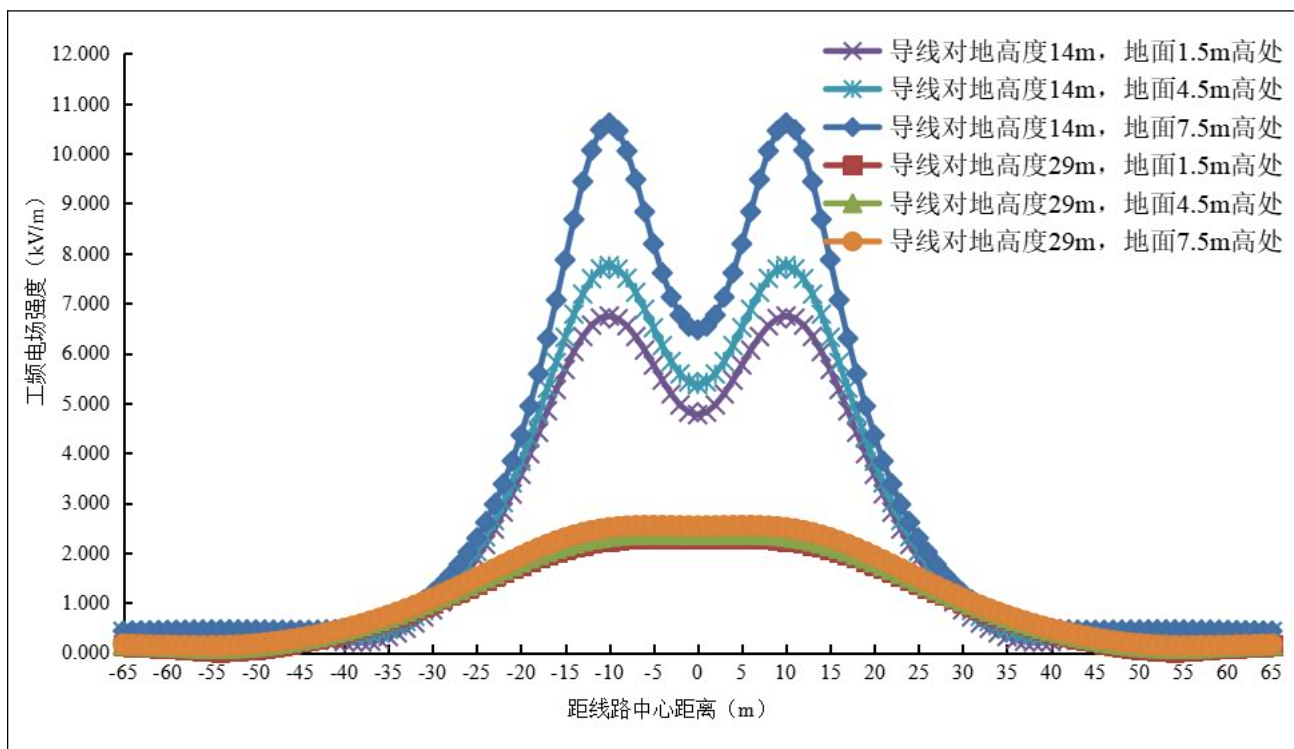


图 6-9 新建 500kV 双回线路经过公众曝露区时工频电场强度计算结果分布曲线图

由表 6-8 和表 6-9、图 6-9 和图 6-10 可以看出：

1) 经过非居民区时工频电场强度

- 本项目新建 500kV 双回线路在导线对地最低高度为 11m 时，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 9.728kV/m，出现在距离线路中心地面投影 10m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减小趋势，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的耕地、园地、道路等场所 10kV/m 的控制限值。

- 本项目新建 500kV 双回线路在导线对地最低高度为 26m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 2.669kV/m，出现在距离线路中心地面投影 7m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减小趋势，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的耕地、园地、道路等场所 10kV/m 的控制限值。

2) 经过公众曝露区时工频电场强度

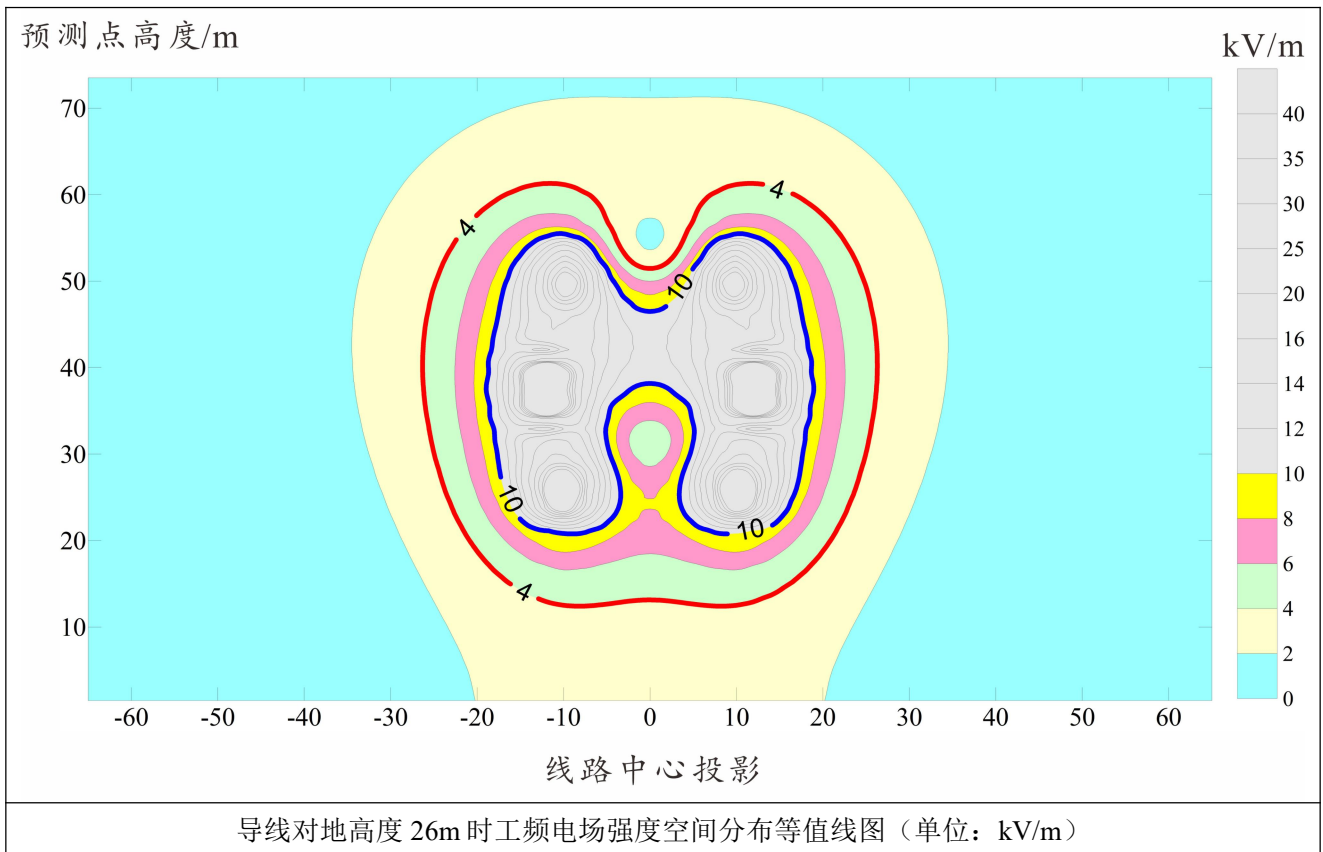
- ◆ 本项目新建双回线路在导线对地最低高度为 14m 时，距离地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 6.745kV/m、7.752kV/m、10.613kV/m，分别出现在距线路中心地面投影 10m（边导线内）、10m（边导线内）、10m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均不满足工频电场强度公众曝露限值 4000V/m 要求。

- ◆ 本项目新建 500kV 双回线路在导线对地最低高度为 29m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 2.295kV/m、2.375kV/m、

2.548kV/m，分别出现在距线路中心地面投影 4m（边导线内）、5m（边导线内）、6m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

3) 工频电场空间分布分析

本项目新建 500kV 双回线路边导线离地 26m、29m 时，工频电场强度空间分布等值线图见图 6-12。



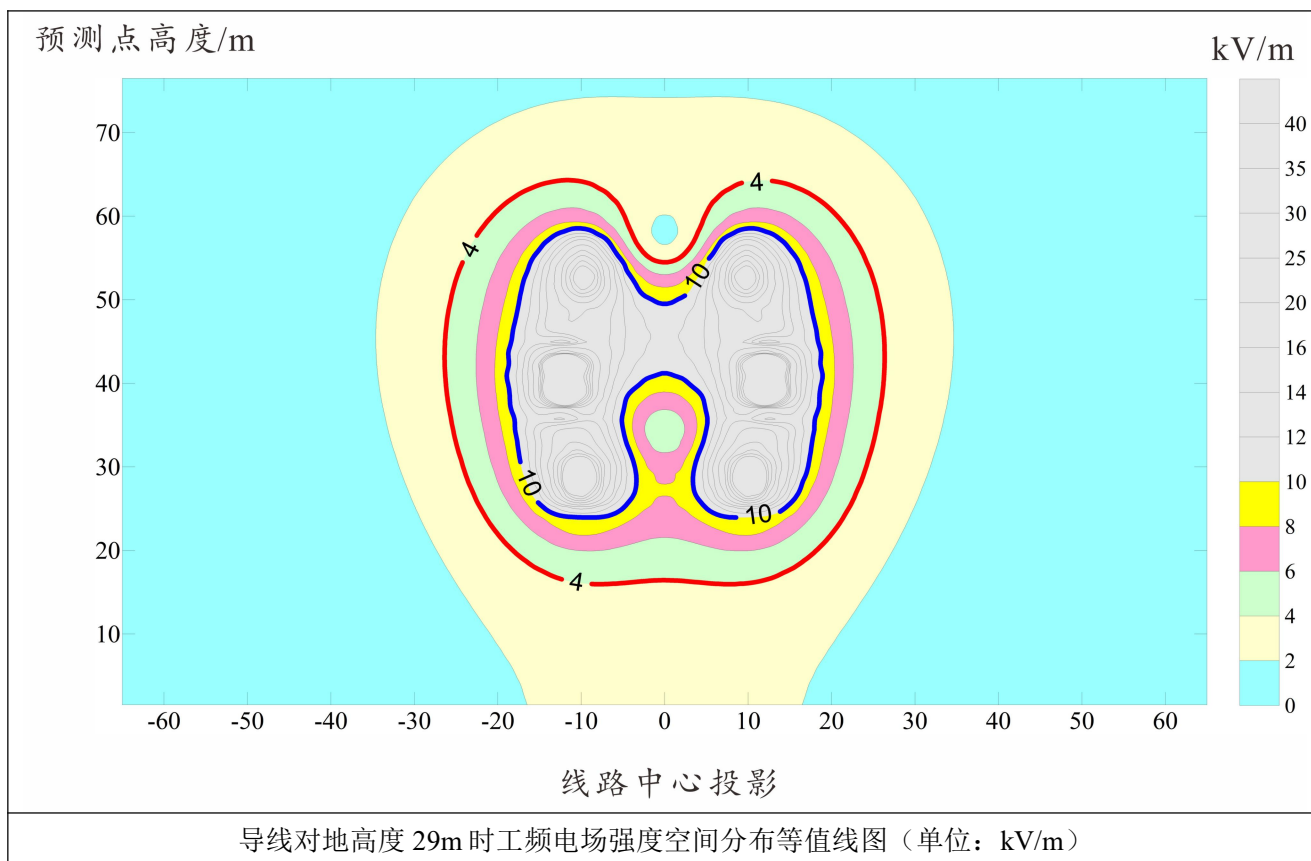


图 6-10 频电场强度空间分布等值线图 (500kV 双回线路 500-KD21S-ZC4G 型塔)

经预测，本项目 500kV 双回线路在采用 500-KD21S-ZC4G 型塔、导线对地高度 29m (实际设计最低线高) 时，对于边导线 5m 外的区域均满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

(2) 工频磁感应强度预测结果

新建 500kV 双回线路在非居民区对地最低高度 11m (设计规范最低线高)、26m (实际设计最低线高) 时，距地面 1.5m 高处工频磁感应强度预测结果见表 6-10，工频电场强度随距离变化趋势见图 6-13；在居民住宅等公众曝露区域导线对地最低高度 14m (设计规范最低线高)、29m (实际设计最低线高) 时，工频电场强度预测结果见表 6-11，工频电场强度随距离变化趋势见图 6-14。

表 6-9 新建 500kV 双回线路经过非居民区时工频磁感应强度 (单位 μT) 预测结果

最不利塔型		500-KD21S-ZC4G	
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 11m	实际设计最低线高: 26m
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 1.5m 高处
-65	-53	4.837	3.972
-60	-48	5.585	4.461
-55	-43	6.513	5.030
-50	-38	7.677	5.692

-45	-33	9.161	6.459
-40	-28	11.086	7.341
-35	-23	13.638	8.341
-30	-18	17.115	9.444
-29	-17	17.959	9.673
-28	-16	18.865	9.905
-27	-15	19.837	10.137
-26	-14	20.881	10.370
-25	-13	22.004	10.603
-24	-12	23.211	10.834
-23	-11	24.509	11.063
-22	-10	25.903	11.288
-21	-9	27.395	11.509
-20	-8	28.986	11.724
-19	-7	30.670	11.933
-18	-6	32.434	12.133
-17	-5	34.252	12.323
-16	-4	36.087	12.504
-15	-3	37.883	12.672
-14	-2	39.567	12.829
-13	-1	41.052	12.973
-12	边导线下	42.249	13.104
-11	边导线内	43.079	13.221
-10	边导线内	43.493	13.325
-9	边导线内	43.485	13.415
-8	边导线内	43.097	13.493
-7	边导线内	42.411	13.559
-6	边导线内	41.532	13.614
-5	边导线内	40.573	13.658
-4	边导线内	39.640	13.693
-3	边导线内	38.822	13.719
-2	边导线内	38.188	13.737
-1	边导线内	37.789	13.748
0	边导线内	37.653	13.751
1	边导线内	37.789	13.748

2	边导线内	38.188	13.737
3	边导线内	38.822	13.719
4	边导线内	39.640	13.693
5	边导线内	40.573	13.658
6	边导线内	41.532	13.614
7	边导线内	42.411	13.559
8	边导线内	43.097	13.493
9	边导线内	43.485	13.415
10	边导线内	43.493	13.325
11	边导线内	43.079	13.221
12	边导线线下	42.249	13.104
13	1	41.052	12.973
14	2	39.567	12.829
15	3	37.883	12.672
16	4	36.087	12.504
17	5	34.252	12.323
18	6	32.434	12.133
19	7	30.670	11.933
20	8	28.986	11.724
21	9	27.395	11.509
22	10	25.903	11.288
23	11	24.509	11.063
24	12	23.211	10.834
25	13	22.004	10.603
26	14	20.881	10.370
27	15	19.837	10.137
28	16	18.865	9.905
29	17	17.959	9.673
30	18	17.115	9.444
35	23	13.638	8.341
40	28	11.086	7.341
45	33	9.161	6.459
50	38	7.677	5.692
55	43	6.513	5.030
60	48	5.585	4.461

65	53	4.837	3.972
最大值		43.439	13.751
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		10 (边导线内)	0 (边导线内)

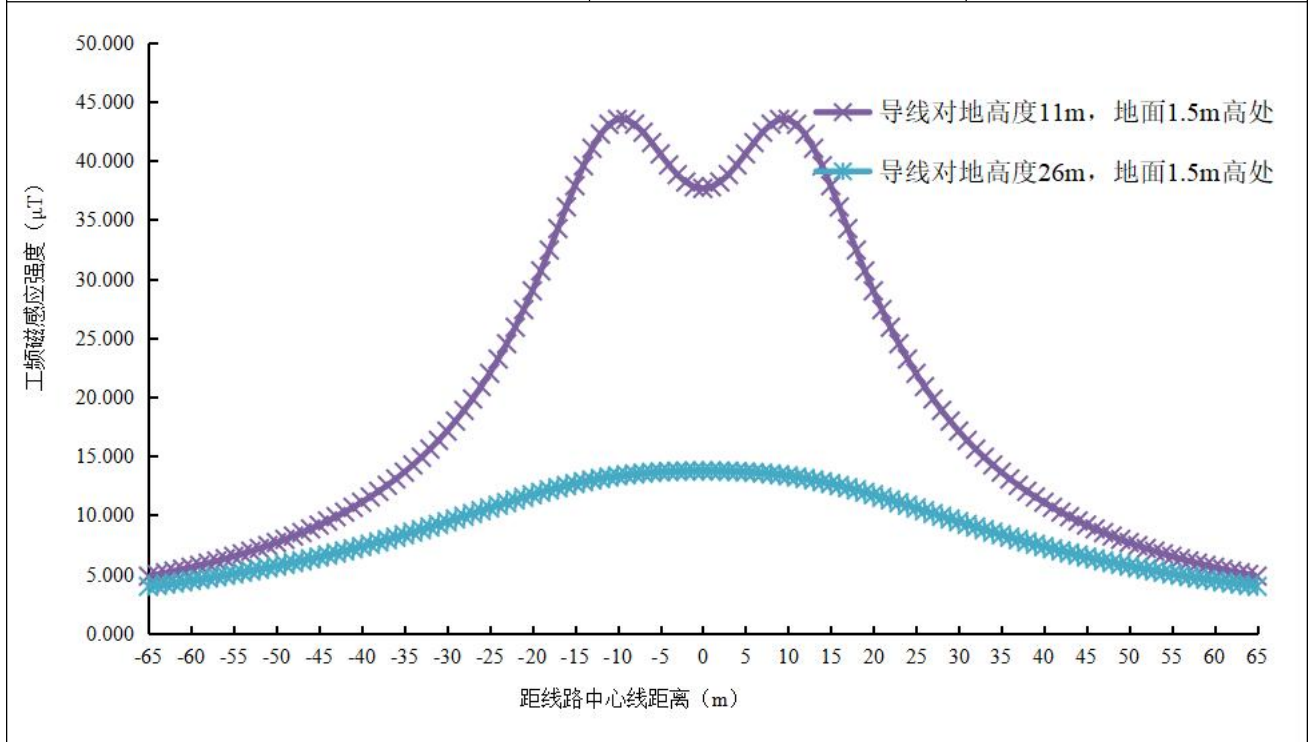


图 6-11 新建 500kV 单回线路经过非居民区时工频磁感应强度计算结果分布曲线图

表 6-10 新建 500kV 双回线路经过公众曝露区时工频磁感应强度 (单位 μT) 预测结果

最不利塔型		500-KD21S-ZC4G					
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 14m			实际设计最低线高: 29m		
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 7.5m 高处	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 7.5m 高处
-65	-53	4.671	4.837	4.993	3.799	3.972	4.148
-60	-48	5.366	5.585	5.795	4.243	4.461	4.685
-55	-43	6.215	6.513	6.800	4.753	5.030	5.318
-50	-38	7.266	7.677	8.079	5.338	5.692	6.065
-45	-33	8.581	9.161	9.738	6.005	6.459	6.947
-40	-28	10.246	11.086	11.941	6.756	7.341	7.984
-35	-23	12.380	13.638	14.954	7.587	8.341	9.192
-30	-18	15.150	17.115	19.250	8.479	9.444	10.569
-29	-17	15.798	17.959	20.333	8.661	9.673	10.862
-28	-16	16.481	18.865	21.512	8.844	9.905	11.159
-27	-15	17.202	19.837	22.801	9.027	10.137	11.461
-26	-14	17.960	20.881	24.214	9.209	10.370	11.765
-25	-13	18.757	22.004	25.769	9.389	10.603	12.071
-24	-12	19.594	23.211	27.486	9.568	10.834	12.378
-23	-11	20.469	24.509	29.390	9.744	11.063	12.683
-22	-10	21.381	25.903	31.508	9.916	11.288	12.987
-21	-9	22.326	27.395	33.869	10.085	11.509	13.286
-20	-8	23.297	28.986	36.507	10.248	11.724	13.578
-19	-7	24.286	30.670	39.452	10.407	11.933	13.862

-18	-6	25.280	32.434	42.731	10.558	12.133	14.136
-17	-5	26.263	34.252	46.354	10.703	12.323	14.397
-16	-4	27.216	36.087	50.297	10.841	12.504	14.643
-15	-3	28.114	37.883	54.480	10.970	12.672	14.873
-14	-2	28.932	39.567	58.729	11.090	12.829	15.084
-13	-1	29.644	41.052	62.749	11.202	12.973	15.276
-12	边导线下	30.228	42.249	66.122	11.305	13.104	15.448
-11	边导内	30.664	43.079	68.384	11.398	13.221	15.598
-10	边导内	30.947	43.493	69.172	11.481	13.325	15.728
-9	边导内	31.076	43.485	68.395	11.556	13.415	15.837
-8	边导内	31.067	43.097	66.285	11.621	13.493	15.928
-7	边导内	30.943	42.411	63.290	11.678	13.559	16.001
-6	边导内	30.735	41.532	59.909	11.726	13.614	16.058
-5	边导内	30.479	40.573	56.562	11.765	13.658	16.102
-4	边导内	30.211	39.640	53.552	11.797	13.693	16.134
-3	边导内	29.964	38.822	51.071	11.822	13.719	16.156
-2	边导内	29.766	38.188	49.236	11.839	13.737	16.171
-1	边导内	29.638	37.789	48.112	11.849	13.748	16.180
0	边导内	29.594	37.653	47.734	11.853	13.751	16.182
1	边导内	29.638	37.789	48.112	11.849	13.748	16.180
2	边导内	29.766	38.188	49.236	11.839	13.737	16.171
3	边导内	29.964	38.822	51.071	11.822	13.719	16.156
4	边导内	30.211	39.640	53.552	11.797	13.693	16.134

5	边导内	30.479	40.573	56.562	11.765	13.658	16.102
6	边导内	30.735	41.532	59.909	11.726	13.614	16.058
7	边导内	30.943	42.411	63.290	11.678	13.559	16.001
8	边导内	31.067	43.097	66.285	11.621	13.493	15.928
9	边导内	31.076	43.485	68.395	11.556	13.415	15.837
10	边导内	30.947	43.493	69.172	11.481	13.325	15.728
11	边导内	30.664	43.079	68.384	11.398	13.221	15.598
12	边导线线下	30.228	42.249	66.122	11.305	13.104	15.448
13	1	29.644	41.052	62.749	11.202	12.973	15.276
14	2	28.932	39.567	58.729	11.090	12.829	15.084
15	3	28.114	37.883	54.480	10.970	12.672	14.873
16	4	27.216	36.087	50.297	10.841	12.504	14.643
17	5	26.263	34.252	46.354	10.703	12.323	14.397
18	6	25.280	32.434	42.731	10.558	12.133	14.136
19	7	24.286	30.670	39.452	10.407	11.933	13.862
20	8	23.297	28.986	36.507	10.248	11.724	13.578
21	9	22.326	27.395	33.869	10.085	11.509	13.286
22	10	21.381	25.903	31.508	9.916	11.288	12.987
23	11	20.469	24.509	29.390	9.744	11.063	12.683
24	12	19.594	23.211	27.486	9.568	10.834	12.378
25	13	18.757	22.004	25.769	9.389	10.603	12.071
26	14	17.960	20.881	24.214	9.209	10.370	11.765
27	15	17.202	19.837	22.801	9.027	10.137	11.461

28	16	16.481	18.865	21.512	8.844	9.905	11.159
29	17	15.798	17.959	20.333	8.661	9.673	10.862
30	18	15.150	17.115	19.250	8.479	9.444	10.569
35	23	10.246	11.086	11.941	6.756	7.341	7.984
40	28	8.581	9.161	9.738	6.005	6.459	6.947
45	33	7.266	7.677	8.079	5.338	5.692	6.065
50	38	6.215	6.513	6.800	4.753	5.030	5.318
55	43	5.366	5.585	5.795	4.243	4.461	4.685
60	48	4.671	4.837	4.993	3.799	3.972	4.148
65	53	10.246	11.086	11.941	6.756	7.341	7.984
最大值		31.076	43.493	69.172	11.853	13.751	16.182
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		0 (边导线内)	10 (边导线内)	10 (边导线内)	0 (边导线内)	0 (边导线内)	0 (边导线内)

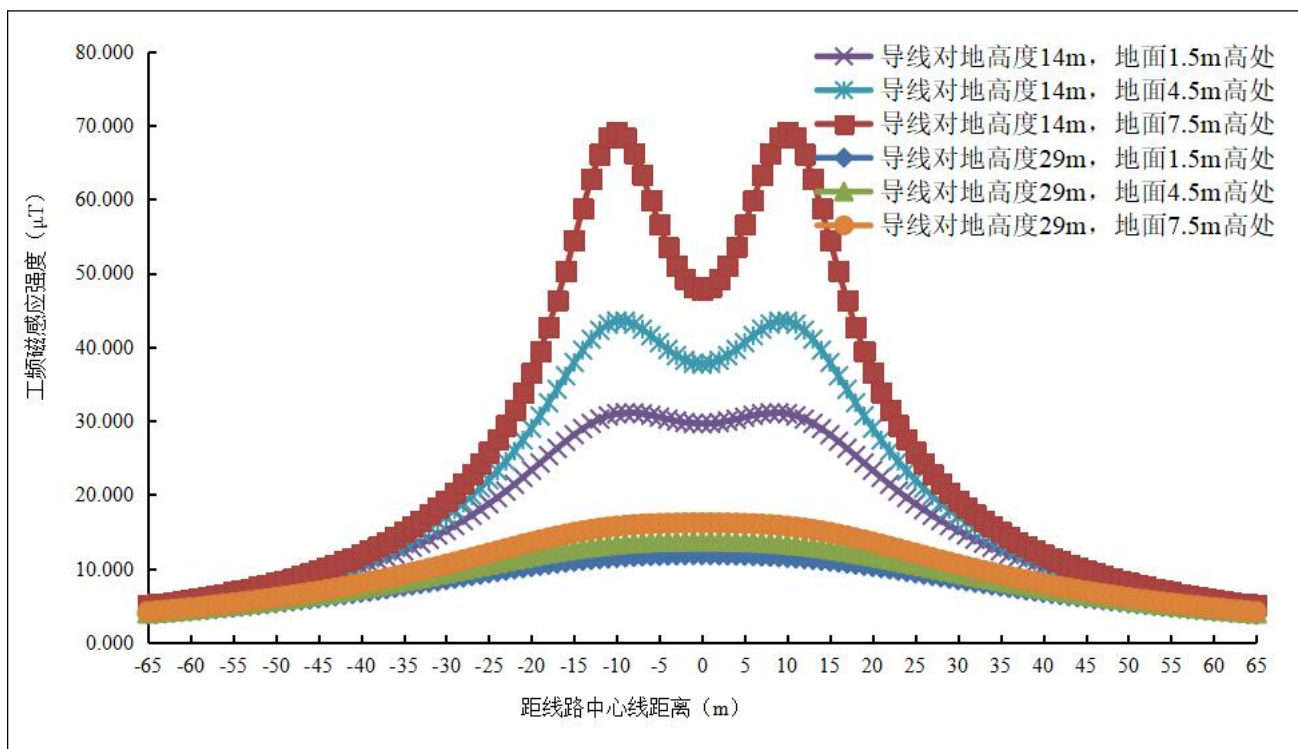


图 6-12 新建 500kV 双回线路经过公众曝露区时工频磁感应强度计算结果分布曲线图

由表 6-10 和表 6-11、图 6-13 和图 6-14 可以看出：

1) 经过非居民区时工频电场强度

- 本项目新建 500kV 双回线路在导线对地最低高度为 11m 时，距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 43.439μT，出现在距线路中心地面投影 10m 处（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均小于 100μT 的公众曝露控制限值。

- 本项目新建 500kV 双回线路在导线对地最低高度为 26m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 13.751μT，出现在距线路中心地面投影处，此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均小于 100μT 的公众曝露控制限值。

2) 经过公众曝露区时工频电场强度

- ◆ 本项目新建 500kV 双回线路在导线对地最低高度为 14m 时，距离地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，工频磁感应强度最大值分别为 31.076μT、43.493μT、69.172μT，分别出现在距线路中心地面投影 0m、10m（边导线内）、10m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均满足工频磁感应强度不大于公众曝露限值 100μT 要求。

- ◆ 本项目新建 500kV 单回线路在导线对地最低高度为 24m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，工频磁感应强度最大值分别为 11.8534μT、13.751μT、

16.182 μ T，均出现在距线路中心地面投影处，此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均满足工频磁感应强度不大于公众曝露限值 100 μ T 要求。

3) 工频磁场空间分布分析

本项目新建 500kV 双回线路边导线离地 26m、29m 时，工频磁感应强度空间分布等值线图见图 6-9。

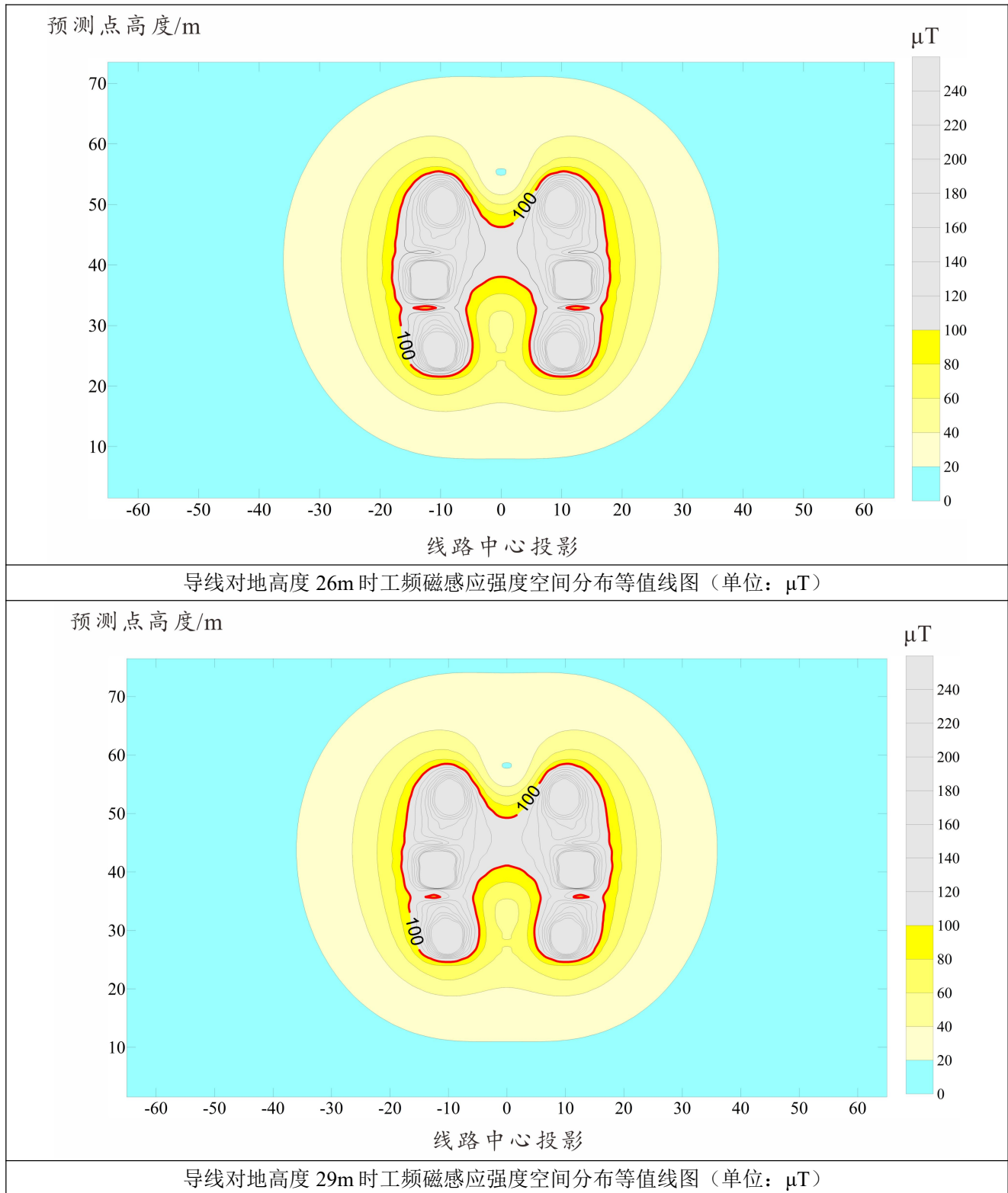


图 6-13 工频磁感应强度空间分布等值线图 (500kV 双回线路 500-KD21S-ZC4G 型塔)

经预测，本项目 500kV 双回线路在采用 500-KD21S-ZC4G 型塔、导线对地高度 29m（实际设计最低线高）时，对于边导线 5m 外的区域均满足不大于公众曝露限值 100 μ T 的要求。

6.1.2.4.3 220kV 单回线路

(1) 工频电场强度预测结果

新建 220kV 单回线路在非居民区对地最低高度 6.5m（设计规范最低线高）、16m（实际设计最低线高）时，距地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-12 和表 6-13，工频电场强度随距离变化趋势见图 6-15 和图 6-16；在居民住宅等公众曝露区域导线对地最低高度 7.5m（设计规范最低线高）、24m（实际设计最低线高）时，工频电场强度预测结果见表 6-14 和表 6-15，工频电场强度随距离变化趋势见图 6-17 和图 6-18。

表 6-11 新建 220kV 单回线路经过非居民区时工频电场强度（单位 kV/m）预测结果

最不利塔型		220-GD21D-DJC	
导线型号		2×JL/G1A-400/35	
导线对地最低高度（m）		设计规范最低线高：6.5m	实际设计最低线高：16m
与线路中心地面投影距离（m）	距边导线地面投影距离（m）	地面 1.5m 高处	地面 1.5m 高处
-50	-42.5	0.098	0.143
-45	-37.5	0.125	0.188
-40	-32.5	0.166	0.253
-35	-27.5	0.233	0.350
-30	-22.5	0.352	0.498
-25	-17.5	0.594	0.723
-20	-12.5	1.156	1.043
-19	-11.5	1.348	1.116
-18	-10.5	1.583	1.190
-17	-9.5	1.871	1.264
-16	-8.5	2.225	1.335
-15	-7.5	2.659	1.401
-14	-6.5	3.188	1.458
-13	-5.5	3.821	1.504
-12	-4.5	4.555	1.535
-11	-3.5	5.359	1.547
-10	-2.5	6.151	1.537
-9	-1.5	6.786	1.503
-8	-0.5	7.080	1.443

-7	边导线内	6.896	1.358
-6	边导线内	6.240	1.251
-5	边导线内	5.255	1.128
-4	边导线内	4.135	0.997
-3	边导线内	3.046	0.872
-2	边导线内	2.150	0.774
-1	边导线内	1.719	0.725
0	边导线内	2.032	0.740
1	边导线内	2.870	0.812
2	边导线内	3.928	0.920
3	边导线内	5.033	1.041
4	边导线内	6.014	1.158
5	边导线内	6.675	1.262
6	0.5	6.867	1.346
7	1.5	6.583	1.405
8	2.5	5.960	1.441
9	3.5	5.180	1.452
10	4.5	4.390	1.442
11	5.5	3.670	1.414
12	6.5	3.052	1.371
13	7.5	2.538	1.316
14	8.5	2.119	1.254
15	9.5	1.779	1.186
16	10.5	1.504	1.116
17	11.5	1.282	1.046
18	12.5	1.101	0.977
19	13.5	0.953	0.909
20	14.5	0.831	0.845
25	19.5	0.464	0.579
30	24.5	0.296	0.401
35	29.5	0.206	0.285
40	34.5	0.153	0.209
45	39.5	0.118	0.158
50	44.5	0.095	0.122
最大值		7.080	1.547
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		8 (边导线外 0.5m)	11 (边导线外 3.5m)

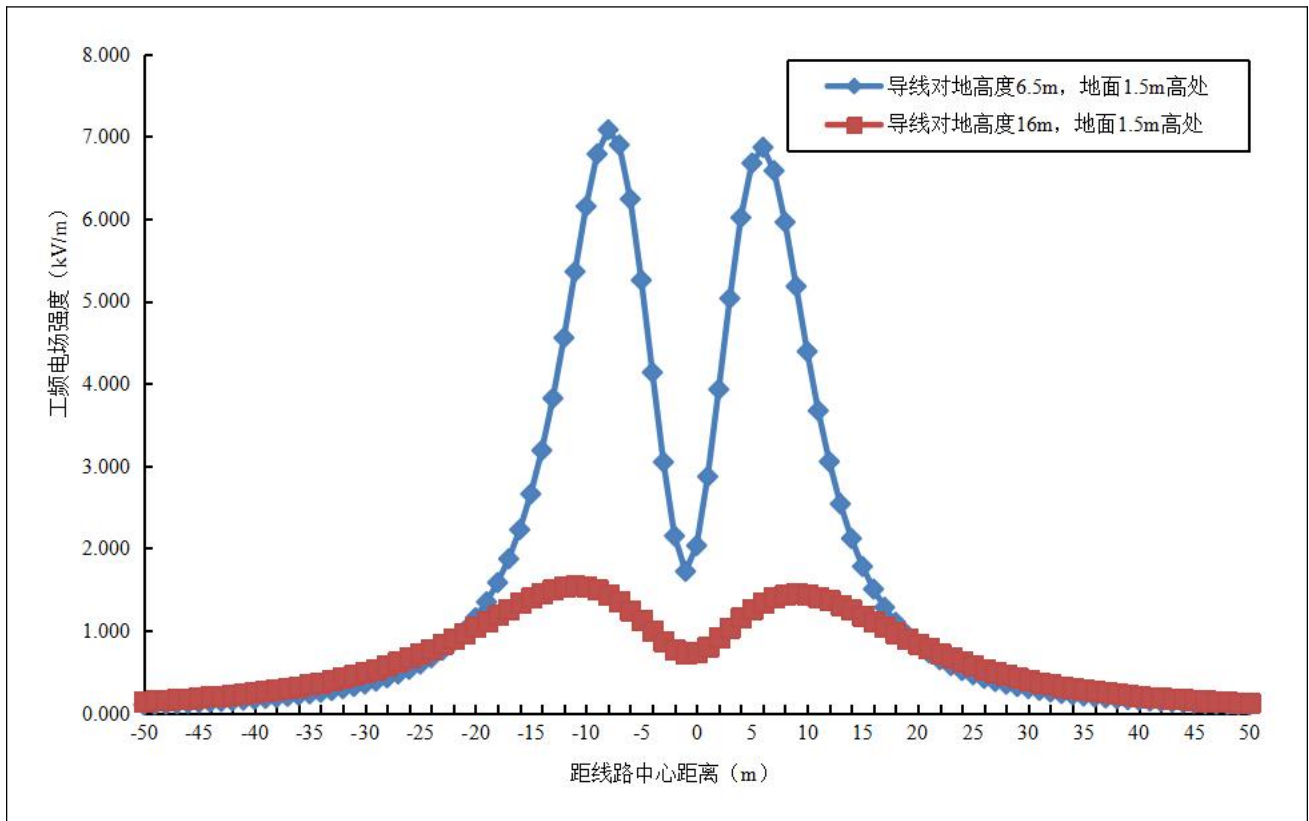


图 6-14 新建 220kV 单回线路经过非居民区时工频电场强度计算结果分布曲线 (2×JL/G1A-400/35)

表 6-12 新建 220kV 单回线路经过非居民区时工频电场强度 (单位 kV/m) 预测结果

最不利塔型		220-GD21D-DJC	
导线型号		4×JL/G1A-400/35	
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 6.5m	实际设计最低线高: 16m
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 1.5m 高处
-50	-42.5	0.120	0.178
-45	-37.5	0.154	0.233
-40	-32.5	0.205	0.314
-35	-27.5	0.290	0.435
-30	-22.5	0.441	0.620
-25	-17.5	0.746	0.901
-20	-12.5	1.459	1.301
-19	-11.5	1.701	1.392
-18	-10.5	1.999	1.485
-17	-9.5	2.363	1.577
-16	-8.5	2.812	1.667
-15	-7.5	3.361	1.749
-14	-6.5	4.031	1.822

-13	-5.5	4.832	1.881
-12	-4.5	5.761	1.921
-11	-3.5	6.779	1.938
-10	-2.5	7.782	1.927
-9	-1.5	8.587	1.887
-8	-0.5	8.961	1.816
-7	边导线内	8.731	1.714
-6	边导线内	7.902	1.585
-5	边导线内	6.657	1.437
-4	边导线内	5.240	1.280
-3	边导线内	3.861	1.132
-2	边导线内	2.718	1.017
-1	边导线内	2.160	0.960
0	边导线内	2.552	0.977
1	边导线内	3.619	1.061
2	边导线内	4.968	1.188
3	边导线内	6.378	1.332
4	边导线内	7.628	1.473
5	边导线内	8.471	1.598
6	0.5	8.716	1.698
7	1.5	8.355	1.769
8	2.5	7.560	1.810
9	3.5	6.567	1.822
10	4.5	5.560	1.807
11	5.5	4.644	1.770
12	6.5	3.857	1.714
13	7.5	3.203	1.645
14	8.5	2.670	1.566
15	9.5	2.238	1.480
16	10.5	1.888	1.392
17	11.5	1.605	1.303
18	12.5	1.376	1.216
19	13.5	1.188	1.131
20	14.5	1.034	1.050
25	19.5	0.572	0.717

30	24.5	0.362	0.494
35	29.5	0.251	0.350
40	34.5	0.185	0.255
45	39.5	0.143	0.192
50	44.5	0.114	0.149
最大值		8.961	1.938
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		8 (边导线外 0.5m)	11 (边导线外 3.5m)

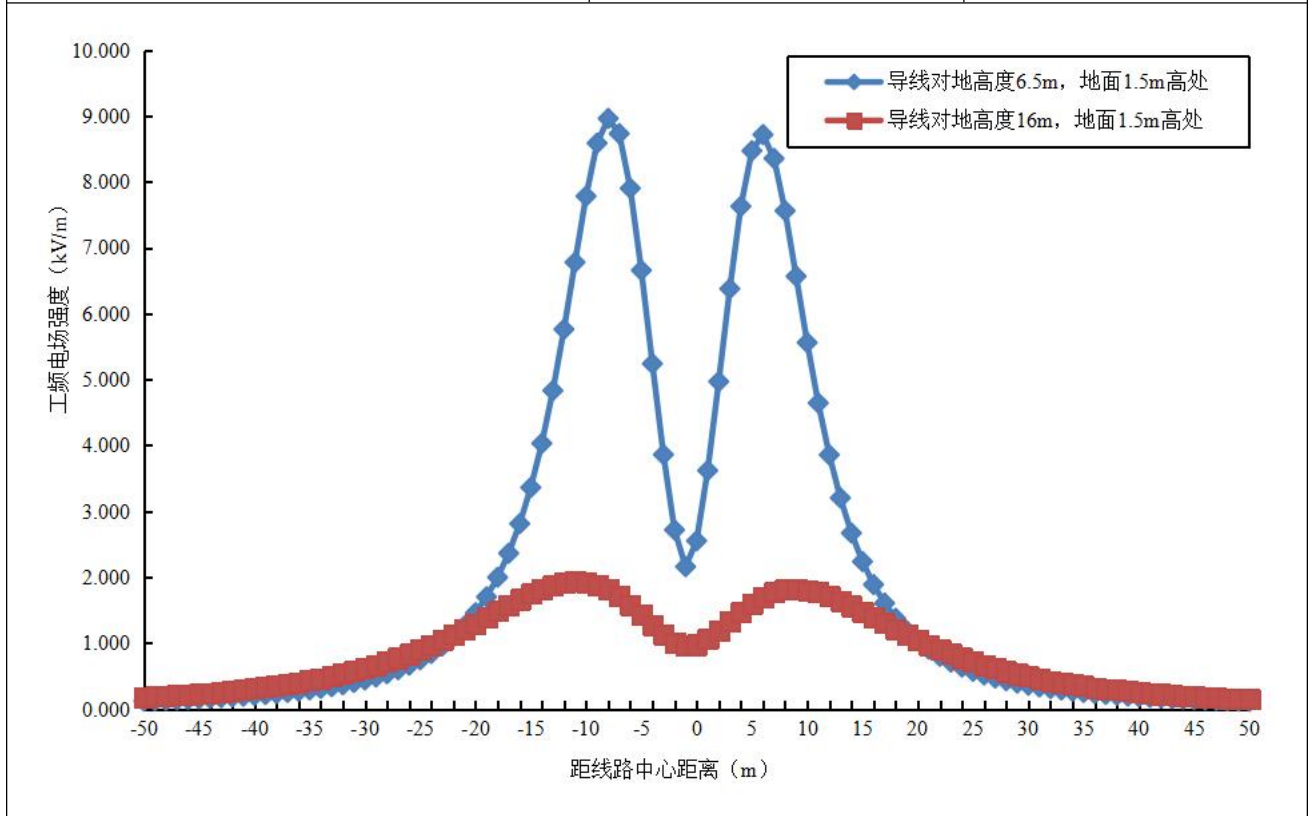


图 6-15 新建 220kV 单回线路经过非居民区时工频电场强度计算结果分布曲线 (4×JL/G1A-400/35)

表 6-13 新建 220kV 单回线路经过公众暴露区时工频电场强度 (单位 kV/m) 预测结果

最不利塔型		220-GD21D-DJC			
导线型号		2×JL/G1A-400/35			
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 7.5m		实际设计最低线高: 24m	
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处
-50	-42.5	0.102	0.101	0.167	0.166
-45	-37.5	0.131	0.130	0.211	0.210
-40	-32.5	0.176	0.174	0.269	0.269
-35	-27.5	0.249	0.246	0.346	0.347
-30	-22.5	0.380	0.373	0.444	0.448
-25	-17.5	0.639	0.623	0.559	0.570
-20	-12.5	1.213	1.177	0.673	0.697

-19	-11.5	1.401	1.362	0.692	0.720
-18	-10.5	1.625	1.586	0.708	0.740
-17	-9.5	1.894	1.860	0.722	0.759
-16	-8.5	2.214	2.198	0.732	0.774
-15	-7.5	2.593	2.618	0.739	0.786
-14	-6.5	3.034	3.145	0.741	0.793
-13	-5.5	3.535	3.813	0.738	0.795
-12	-4.5	4.082	4.662	0.729	0.793
-11	-3.5	4.639	5.736	0.715	0.785
-10	-2.5	5.143	7.045	0.696	0.771
-9	-1.5	5.504	8.457	0.672	0.752
-8	-0.5	5.626	9.519	0.642	0.729
-7	边导线内	5.448	9.612	0.609	0.701
-6	边导线内	4.970	8.714	0.574	0.672
-5	边导线内	4.264	7.428	0.538	0.641
-4	边导线内	3.431	6.237	0.503	0.612
-3	边导线内	2.582	5.326	0.473	0.587
-2	边导线内	1.852	4.749	0.451	0.569
-1	边导线内	1.487	4.532	0.438	0.558
0	边导线内	1.740	4.691	0.437	0.557
1	边导线内	2.418	5.222	0.447	0.564
2	边导线内	3.243	6.103	0.467	0.579
3	边导线内	4.066	7.275	0.493	0.600
4	边导线内	4.769	8.548	0.523	0.624
5	边导线内	5.249	9.435	0.554	0.649
6	0.5	5.433	9.338	0.584	0.672
7	1.5	5.318	8.283	0.611	0.693
8	2.5	4.967	6.882	0.635	0.710
9	3.5	4.473	5.584	0.653	0.723
10	4.5	3.927	4.523	0.667	0.731
11	5.5	3.391	3.685	0.676	0.734
12	6.5	2.902	3.030	0.679	0.732
13	7.5	2.473	2.514	0.678	0.725
14	8.5	2.107	2.105	0.673	0.714
15	9.5	1.799	1.778	0.664	0.700

16	10.5	1.542	1.514	0.651	0.683
17	11.5	1.328	1.299	0.636	0.664
18	12.5	1.150	1.123	0.619	0.643
19	13.5	1.002	0.978	0.600	0.620
20	14.5	0.878	0.857	0.579	0.597
25	19.5	0.494	0.485	0.470	0.477
30	24.5	0.313	0.309	0.369	0.371
35	29.5	0.216	0.214	0.286	0.287
40	34.5	0.158	0.157	0.223	0.223
45	39.5	0.122	0.121	0.175	0.175
50	44.5	0.096	0.096	0.139	0.139
最大值		5.626	9.612	0.741	0.795
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		8 (边导线外 0.5m)	7 (边导线内)	14 (边导线外 6.5m)	13 (边导线外 5.5m)

注：表中深色背景表示公众暴露区工频电场强度不满足 4000V/m 的预测值，下同。

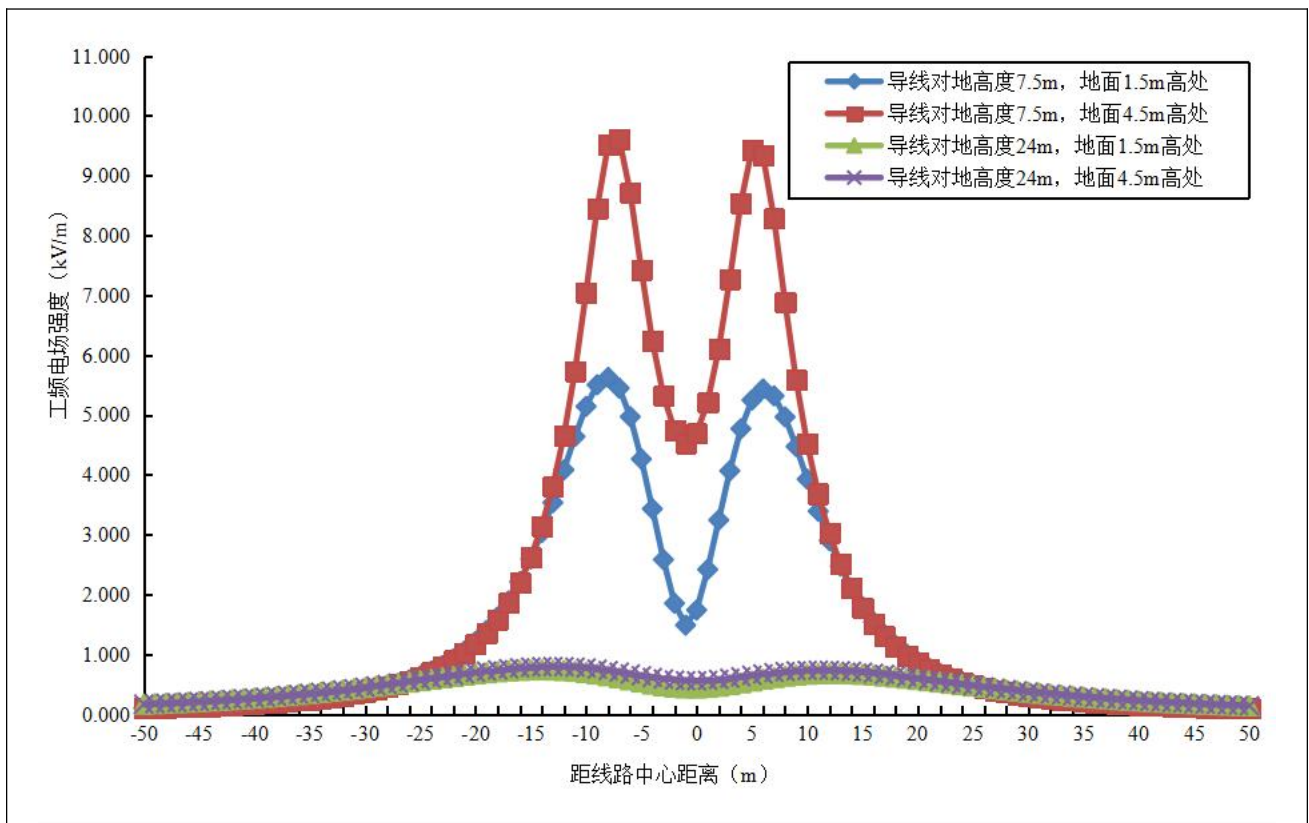


图 6-16 新建 220kV 单回线路线路经过公众暴露区时工频电场强度计算结果分布曲线 (2×JL/G1A-400/35)

表 6-14 新建 220kV 单回线路经过公众曝露区时工频电场强度（单位 kV/m）预测结果

最不利塔型		220-GD21D-DJC			
导线型号		4×JL/G1A-400/35			
导线对地最低高度（m）		设计规范最低线高：7.5m		实际设计最低线高：24m	
与线路中心地面投影距离（m）	距边导线地面投影距离（m）	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处
-50	-42.5	0.125	0.125	0.207	0.207
-45	-37.5	0.162	0.161	0.262	0.261
-40	-32.5	0.218	0.216	0.334	0.334
-35	-27.5	0.310	0.306	0.430	0.431
-30	-22.5	0.475	0.466	0.552	0.557
-25	-17.5	0.802	0.781	0.697	0.709
-20	-12.5	1.526	1.480	0.840	0.869
-19	-11.5	1.762	1.713	0.864	0.898
-18	-10.5	2.046	1.995	0.885	0.925
-17	-9.5	2.384	2.341	0.903	0.948
-16	-8.5	2.788	2.767	0.916	0.968
-15	-7.5	3.266	3.297	0.925	0.983
-14	-6.5	3.822	3.962	0.929	0.993
-13	-5.5	4.455	4.804	0.926	0.997
-12	-4.5	5.145	5.875	0.917	0.995
-11	-3.5	5.849	7.229	0.901	0.986
-10	-2.5	6.485	8.880	0.879	0.971
-9	-1.5	6.941	10.660	0.850	0.949
-8	-0.5	7.098	11.996	0.816	0.921
-7	边导线内	6.875	12.109	0.777	0.889
-6	边导线内	6.277	10.969	0.736	0.854
-5	边导线内	5.389	9.335	0.694	0.818
-4	边导线内	4.343	7.820	0.654	0.784
-3	边导线内	3.276	6.656	0.619	0.755
-2	边导线内	2.358	5.916	0.593	0.733
-1	边导线内	1.897	5.637	0.579	0.720
0	边导线内	2.207	5.843	0.578	0.718
1	边导线内	3.058	6.531	0.589	0.727
2	边导线内	4.101	7.668	0.611	0.745
3	边导线内	5.141	9.174	0.641	0.769

4	边导线内	6.032	10.804	0.676	0.797
5	边导线内	6.639	11.942	0.712	0.826
6	0.5	6.872	11.825	0.747	0.854
7	1.5	6.725	10.488	0.778	0.878
8	2.5	6.278	8.710	0.805	0.898
9	3.5	5.651	7.063	0.826	0.912
10	4.5	4.957	5.715	0.842	0.920
11	5.5	4.277	4.652	0.851	0.922
12	6.5	3.656	3.819	0.854	0.918
13	7.5	3.112	3.165	0.851	0.909
14	8.5	2.648	2.646	0.843	0.895
15	9.5	2.258	2.231	0.831	0.876
16	10.5	1.932	1.896	0.814	0.854
17	11.5	1.661	1.625	0.795	0.829
18	12.5	1.436	1.402	0.772	0.802
19	13.5	1.249	1.219	0.748	0.773
20	14.5	1.092	1.066	0.722	0.744
25	19.5	0.609	0.598	0.583	0.592
30	24.5	0.382	0.377	0.456	0.459
35	29.5	0.262	0.260	0.353	0.354
40	34.5	0.192	0.190	0.274	0.274
45	39.5	0.147	0.146	0.215	0.214
50	44.5	0.116	0.116	0.170	0.170
最大值		7.098	12.109	0.929	0.997
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		8 (边导线外 0.5m)	7 (边导线内)	14 (边导线外 6.5m)	13 (边导线外 5.5m)

注：表中深色背景表示公众曝露区工频电场强度不满足 4000V/m 的预测值，下同。

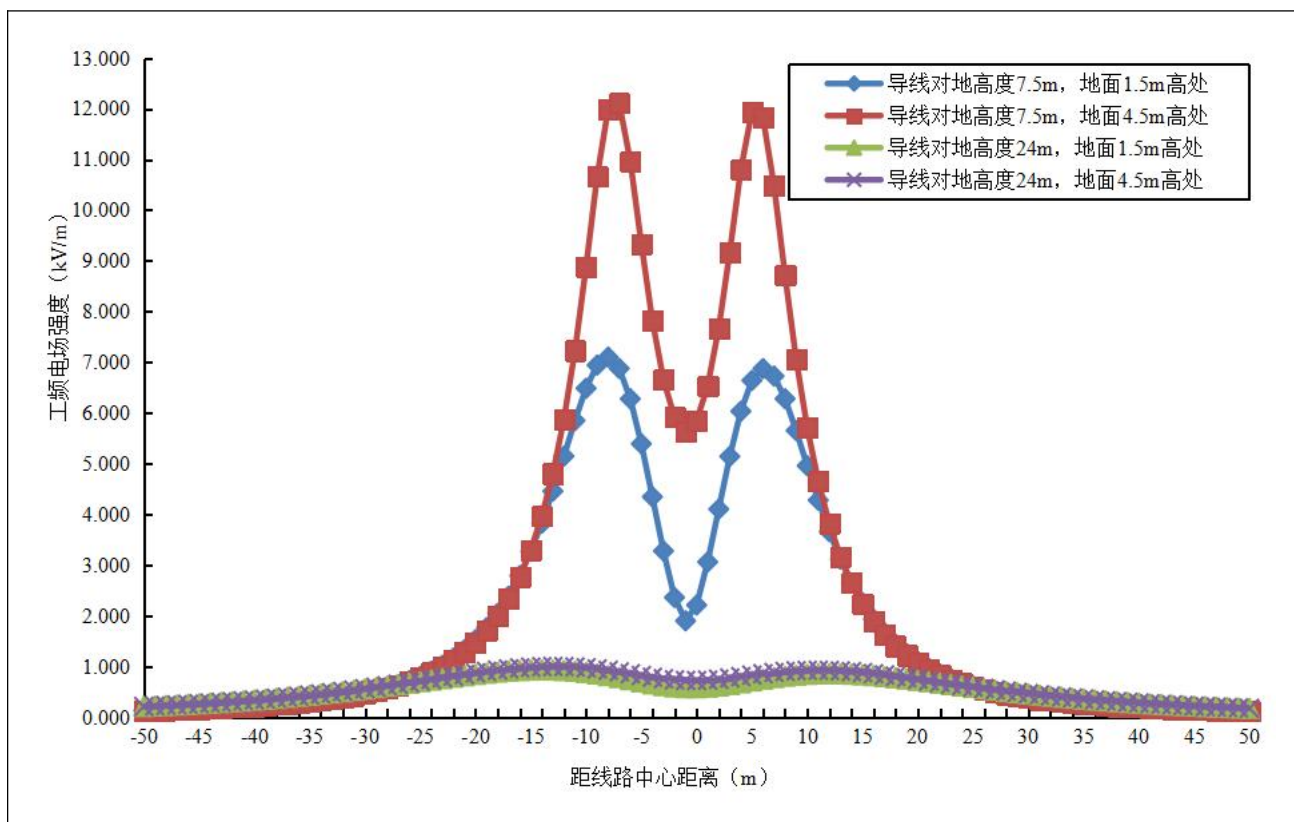


图 6-17 新建 220kV 单回线路经过公众曝露区时工频电场强度计算结果分布曲线 (4×JL/G1A-400/35)

由表 6-12~表 6-15、图 6-16~图 6-19 可以看出：

1) 经过非居民区时工频电场强度

- 本项目新建 220kV 单回线路在采用 2×JL/G1A-400/35 型导线、对地最低高度为 6.5m 时，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 7.080kV/m，出现在距离线路中心地面投影 8m（边导线外 0.5m），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减小趋势；在采用 4×JL/G1A-400/35 型导线、对地最低高度为 6.5m 时，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 8.961kV/m，出现在距离线路中心地面投影 8m（边导线外 0.5m），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减小趋势，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的耕地、园地、道路等场所 10kV/m 的控制限值。

- 本项目新建 220kV 单回线路在采用 2×JL/G1A-400/35 型导线、对地最低高度为 16m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 1.547kV/m，出现在距离线路中心地面投影 11m（边导线外 3.5m），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减小趋势；在采用 4×JL/G1A-400/35 型导线、对地最低高度为 16m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 1.938kV/m，出现在距离线路中心地面投影 11m（边导线外 3.5m），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减小趋势，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的耕地、园地、道路等场所 10kV/m 的控制限值。

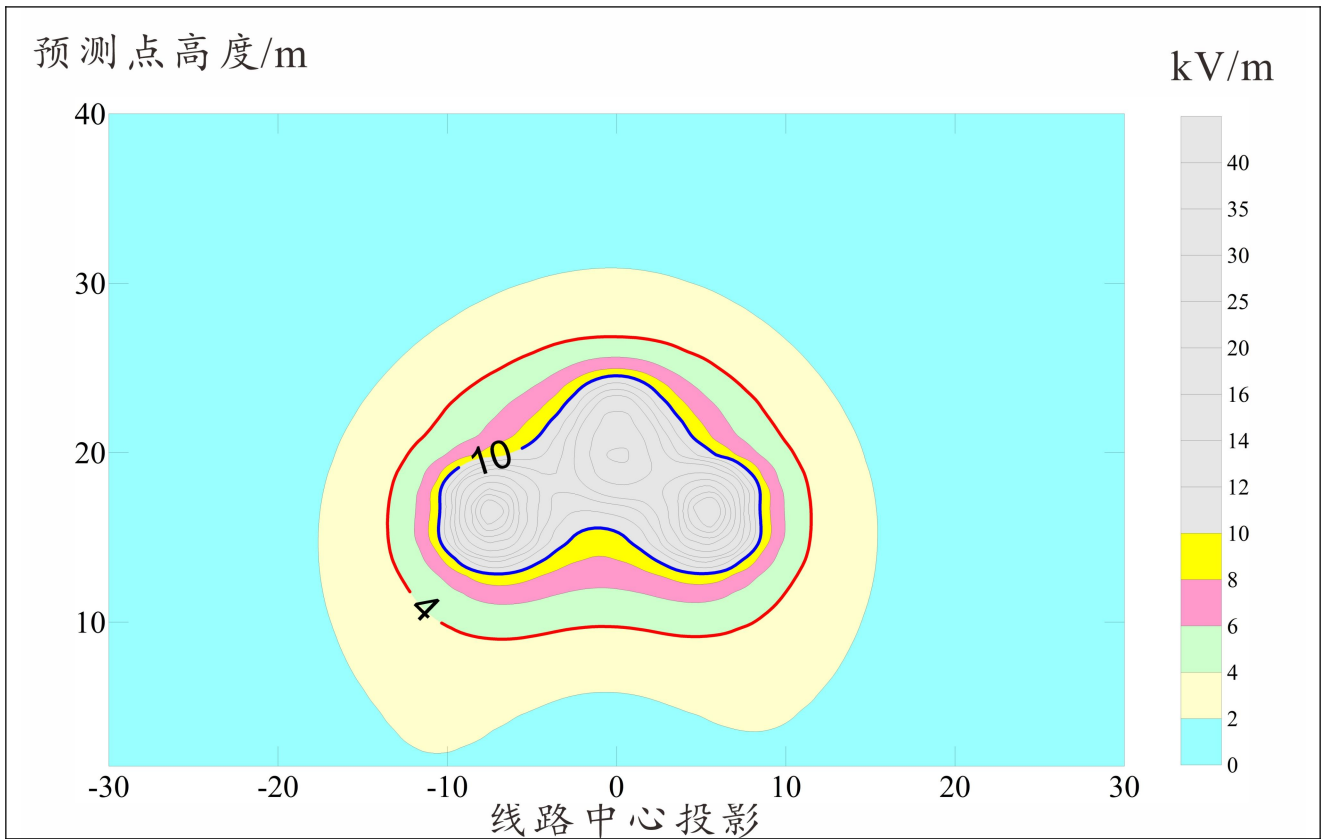
2) 经过公众曝露区时工频电场强度

◆ 本项目新建 220kV 单回线路在采用 $2 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 7.5m 时，距离地面 1.5m、4.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 5.526kV/m、9.612kV/m，分别出现在距线路中心地面投影 8m（边导线外 0.5m）、7m（边导线内）、10m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势；在采用 $4 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 7.5m 时，距离地面 1.5m、4.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 7.098kV/m、12.109kV/m，分别出现在距线路中心地面投影 8m（边导线外 0.5m）、7m（边导线内）、10m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均不满足工频电场强度公众曝露限值 4000V/m 要求。

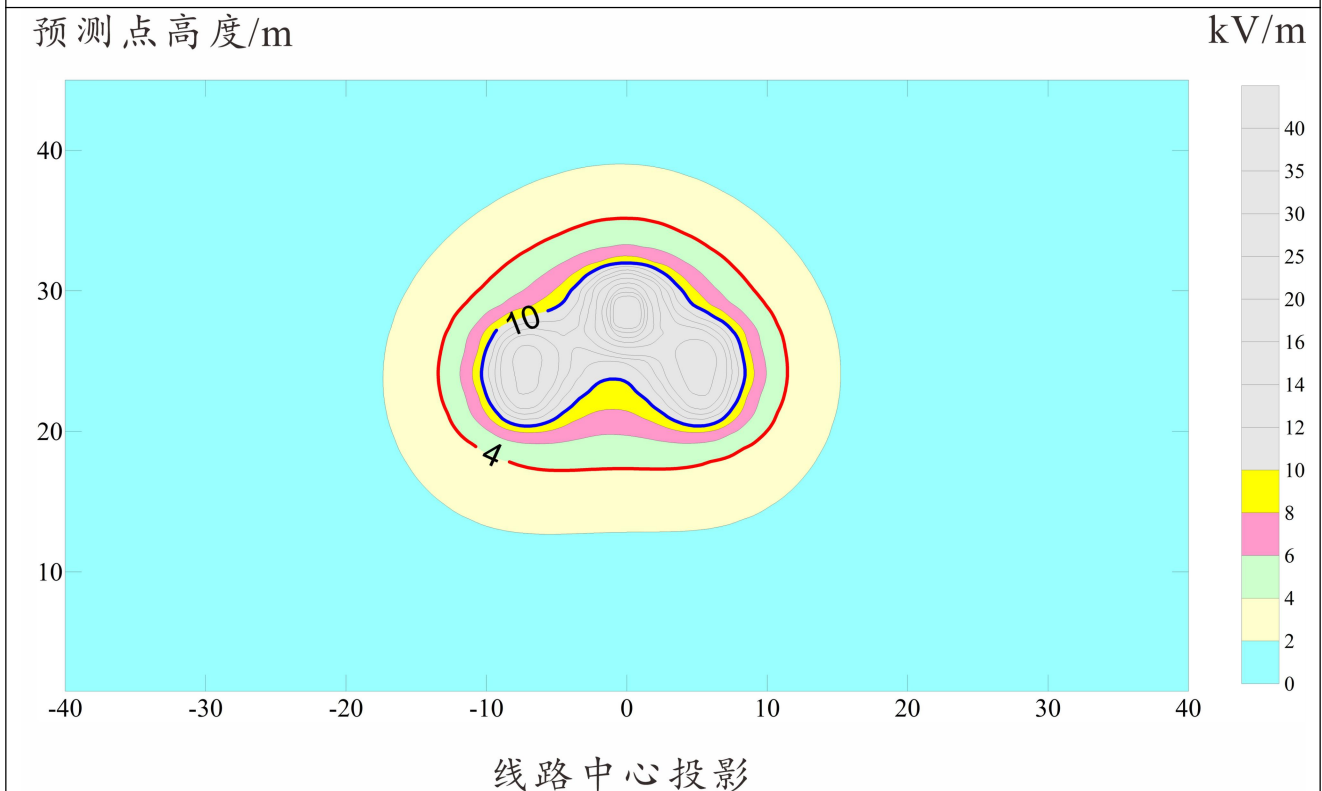
◆ 本项目新建 220kV 单回线路在采用 $2 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 24m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m、4.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 0.741kV/m、0.795kV/m，分别出现在距线路中心地面投影 14m（边导线外 6.5m）、13m（边导线外 5.5m），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势；在采用 $4 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 24m（实际设计最低线高）时，距离地面 1.5m、4.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 0.929kV/m、0.997kV/m，分别出现在距线路中心地面投影 14m（边导线外 6.5m）、13m（边导线外 5.5m），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

3) 工频电场空间分布分析

本项目新建 220kV 单回线路边导线离地 16m、24m 时，工频电场强度空间分布等值线图见图 6-19。



导线对地高度 16m 时工频电场强度空间分布等值线图 (4×JL/G1A-400/35, 单位: kV/m)



导线对地高度 24m 时工频电场强度空间分布等值线图 (4×JL/G1A-400/35, 单位: kV/m)

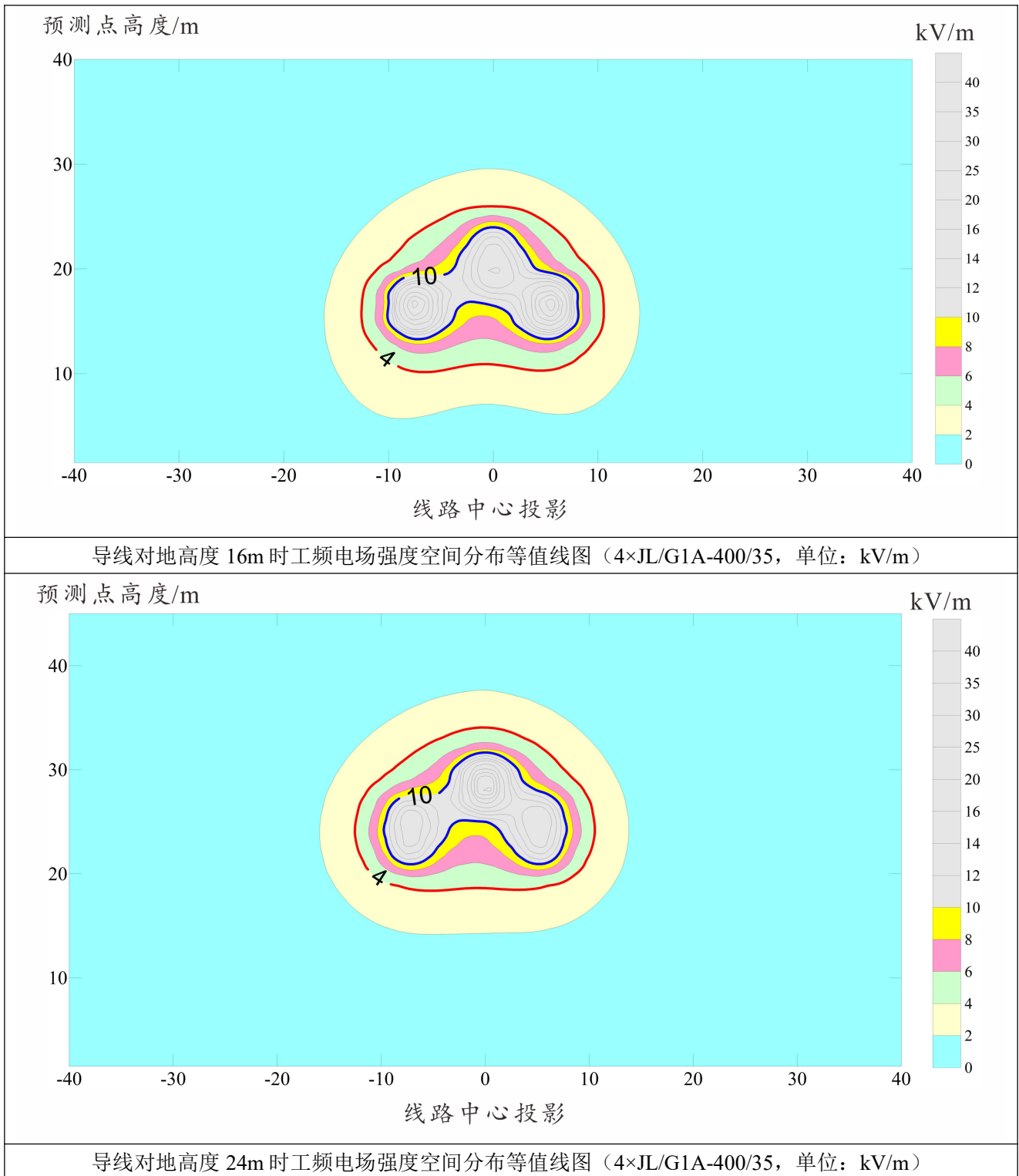


图 6-18 工频电场强度空间分布等值线图 (220kV 单回线路 220-GD21D-DJC 型塔)

经预测，本项目 220kV 单回线路在采用 220kV 单回线路 220-GD21D-DJC 型塔、4×JL/G1A-400/35 和 2×JL/G1A-400/35 型导线、导线对地高度 24m（实际设计最低线高）时，沿线均满足不大于公众曝露限值 4kV/m 的要求。

(2) 工频磁感应强度预测结果

新建 220kV 单回线路在非居民区对地最低高度 6.5m（设计规范最低线高）、16m（实

际设计最低线高) 时, 距地面 1.5m 高处工频磁感应强度预测结果见表 6-16 和表 6-17, 工频磁感应强度随距离变化趋势见图 6-19 和图 6-20; 在居民住宅等公众曝露区域导线对地最低高度 7.5m (设计规范最低线高)、24m (实际设计最低线高) 时, 工频磁感应强度预测结果见表 6-18 和表 6-19, 工频磁感应强度随距离变化趋势见图 6-21 和图 6-22。

表 6-15 新建 220kV 单回线路经过非居民区时工频磁感应强度 (单位 μT) 预测结果

最不利塔型		220-GD21D-DJC	
导线型号		2×JL/G1A-400/35	
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 6.5m	实际设计最低线高: 16m
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 1.5m 高处
-50	-42.5	1.510	1.388
-45	-37.5	1.875	1.689
-40	-32.5	2.390	2.094
-35	-27.5	3.150	2.652
-30	-22.5	4.342	3.440
-25	-17.5	6.363	4.572
-20	-12.5	10.187	6.194
-19	-11.5	11.352	6.588
-18	-10.5	12.723	7.006
-17	-9.5	14.345	7.446
-16	-8.5	16.277	7.907
-15	-7.5	18.592	8.386
-14	-6.5	21.372	8.879
-13	-5.5	24.705	9.379
-12	-4.5	28.658	9.880
-11	-3.5	33.231	10.374
-10	-2.5	38.260	10.851
-9	-1.5	43.317	11.303
-8	-0.5	47.711	11.721
-7	边导线内	50.746	12.095
-6	边导线内	52.141	12.420
-5	边导线内	52.185	12.689
-4	边导线内	51.466	12.898
-3	边导线内	50.544	13.046
-2	边导线内	49.797	13.131
-1	边导线内	49.428	13.152

0	边导线内	49.506	13.110
1	边导线内	49.984	13.006
2	边导线内	50.677	12.840
3	边导线内	51.224	12.614
4	边导线内	51.081	12.332
5	边导线内	49.666	11.997
6	0.5	46.686	11.615
7	1.5	42.402	11.194
8	2.5	37.477	10.740
9	3.5	32.581	10.263
10	4.5	28.126	9.772
11	5.5	24.270	9.275
12	6.5	21.017	8.780
13	7.5	18.301	8.294
14	8.5	16.037	7.821
15	9.5	14.145	7.366
16	10.5	12.555	6.931
17	11.5	11.211	6.519
18	12.5	10.067	6.131
19	13.5	9.086	5.766
20	14.5	8.241	5.424
25	19.5	5.366	4.035
30	24.5	3.768	3.069
35	29.5	2.790	2.391
40	34.5	2.149	1.906
45	39.5	1.706	1.550
50	44.5	1.387	1.283
最大值		52.185	13.152
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		4 (边导线内)	1 (边导线内)

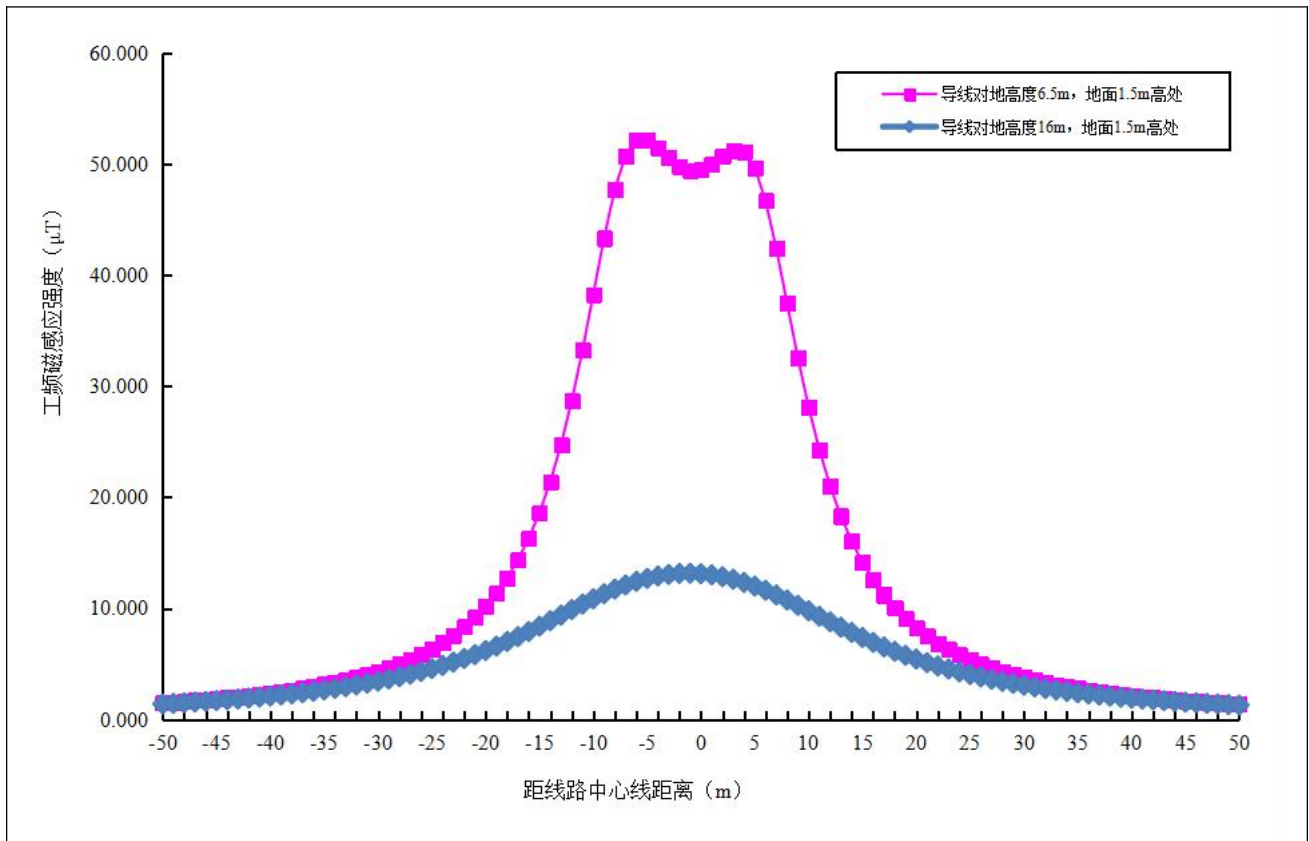


图 6-19 新建 220kV 单回线路经过非居民区时工频磁感应强度计算结果分布曲线图 (2×JL/G1A-400/35)

表 6-16 新建 220kV 单回线路经过非居民区时工频磁感应强度 (单位μT) 预测结果

最不利塔型		220-GD21D-DJC	
导线型号		4×JL/G1A-400/35	
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 6.5m	实际设计最低线高: 16m
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 1.5m 高处
-50	-42.5	3.020	2.775
-45	-37.5	3.749	3.378
-40	-32.5	4.779	4.188
-35	-27.5	6.301	5.305
-30	-22.5	8.684	6.880
-25	-17.5	12.725	9.143
-20	-12.5	20.375	12.387
-19	-11.5	22.705	13.176
-18	-10.5	25.445	14.011
-17	-9.5	28.689	14.892
-16	-8.5	32.555	15.815
-15	-7.5	37.184	16.773
-14	-6.5	42.744	17.758

-13	-5.5	49.409	18.758
-12	-4.5	57.316	19.760
-11	-3.5	66.461	20.747
-10	-2.5	76.519	21.702
-9	-1.5	86.634	22.606
-8	-0.5	95.421	23.441
-7	边导线内	101.491	24.190
-6	边导线内	104.283	24.840
-5	边导线内	104.369	25.378
-4	边导线内	102.933	25.797
-3	边导线内	101.089	26.092
-2	边导线内	99.594	26.262
-1	边导线内	98.856	26.304
0	边导线内	99.013	26.220
1	边导线内	99.968	26.011
2	边导线内	101.355	25.679
3	边导线内	102.448	25.228
4	边导线内	102.162	24.663
5	边导线内	99.331	23.994
6	0.5	93.372	23.231
7	1.5	84.803	22.387
8	2.5	74.955	21.480
9	3.5	65.162	20.527
10	4.5	56.251	19.545
11	5.5	48.541	18.551
12	6.5	42.035	17.561
13	7.5	36.602	16.587
14	8.5	32.074	15.641
15	9.5	28.289	14.731
16	10.5	25.110	13.862
17	11.5	22.422	13.038
18	12.5	20.133	12.261
19	13.5	18.173	11.531
20	14.5	16.481	10.848
25	19.5	10.733	8.069

30	24.5	7.536	6.137
35	29.5	5.581	4.783
40	34.5	4.299	3.813
45	39.5	3.413	3.101
50	44.5	2.775	2.566
最大值		104.369	26.304
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		5 (边导线内)	1 (边导线内)

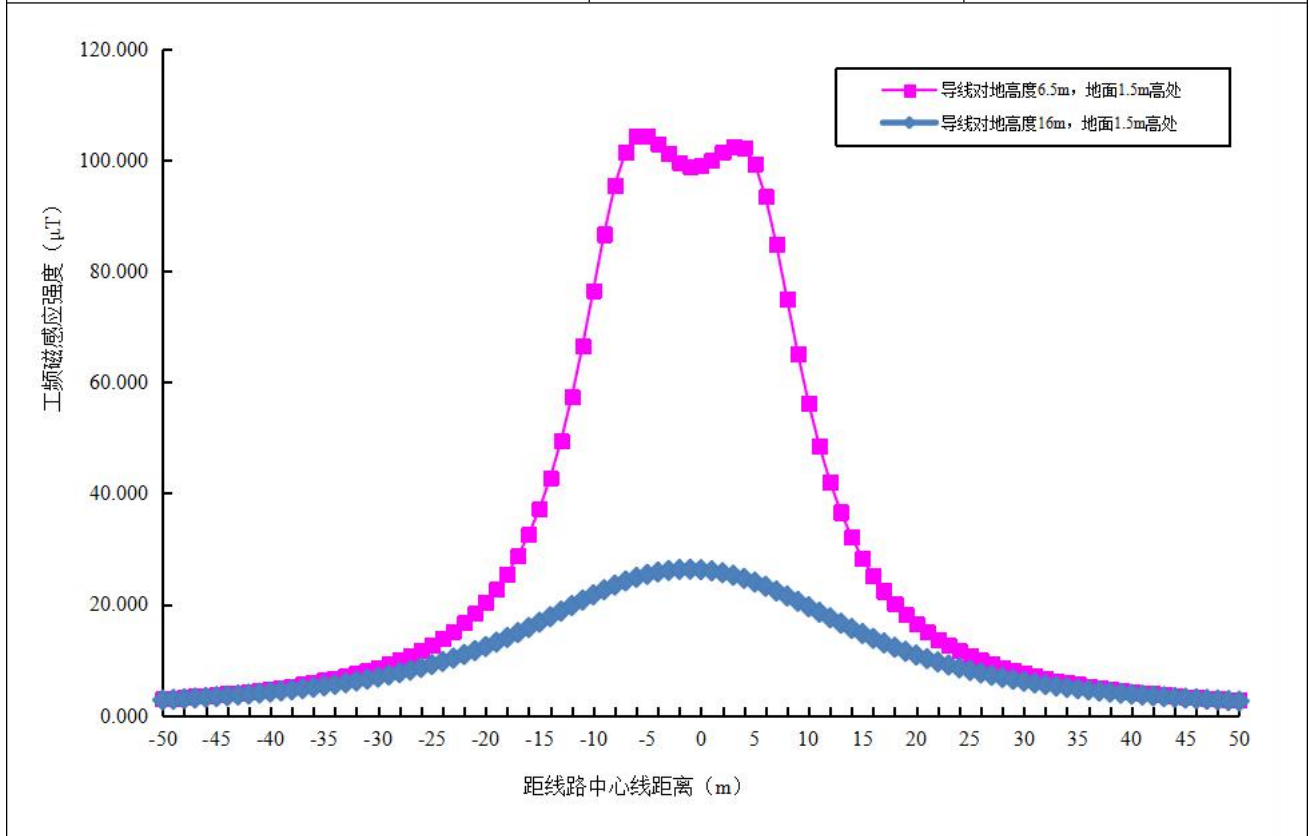


图 6-20 新建 220kV 单回线路经过非居民区时工频磁感应强度计算结果分布曲线图 (4×JL/G1A-400/35)

表 6-17 新建 220kV 单回线路经过公众曝露区时工频磁感应强度 (单位μT) 预测结果

最不利塔型		220-GD21D-DJC			
导线型号		2×JL/G1A-400/35			
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 7.5m		实际设计最低线高: 24m	
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处
-50	-42.5	1.502	1.523	1.235	1.295
-45	-37.5	1.862	1.895	1.468	1.554
-40	-32.5	2.368	2.423	1.764	1.889
-35	-27.5	3.113	3.209	2.141	2.330
-30	-22.5	4.270	4.457	2.623	2.914
-25	-17.5	6.206	6.618	3.228	3.682

-20	-12.5	9.773	10.894	3.955	4.660
-19	-11.5	10.834	12.252	4.112	4.879
-18	-10.5	12.065	13.885	4.272	5.104
-17	-9.5	13.500	15.875	4.434	5.335
-16	-8.5	15.178	18.333	4.596	5.569
-15	-7.5	17.141	21.416	4.757	5.806
-14	-6.5	19.433	25.350	4.917	6.042
-13	-5.5	22.089	30.456	5.073	6.276
-12	-4.5	25.117	37.186	5.225	6.505
-11	-3.5	28.468	46.109	5.370	6.727
-10	-2.5	32.001	57.697	5.507	6.938
-9	-1.5	35.456	71.446	5.635	7.135
-8	-0.5	38.490	84.113	5.751	7.316
-7	边导线内	40.785	90.173	5.855	7.478
-6	边导线内	42.197	88.082	5.945	7.619
-5	边导线内	42.811	81.960	6.020	7.737
-4	边导线内	42.871	75.727	6.079	7.829
-3	边导线内	42.653	70.973	6.121	7.895
-2	边导线内	42.385	68.038	6.146	7.933
-1	边导线内	42.206	66.915	6.153	7.943
0	边导线内	42.168	67.586	6.142	7.926
1	边导线内	42.236	70.092	6.113	7.880
2	边导线内	42.283	74.459	6.067	7.808
3	边导线内	42.097	80.360	6.004	7.709
4	边导线内	41.408	86.239	5.926	7.587
5	边导线内	39.974	88.254	5.833	7.441
6	0.5	37.706	82.350	5.726	7.275
7	1.5	34.736	70.001	5.608	7.091
8	2.5	31.364	56.586	5.478	6.891
9	3.5	27.921	45.269	5.340	6.679
10	4.5	24.655	36.547	5.193	6.457
11	5.5	21.702	29.964	5.041	6.228
12	6.5	19.110	24.964	4.885	5.995
13	7.5	16.871	21.109	4.725	5.759
14	8.5	14.951	18.084	4.564	5.524

15	9.5	13.309	15.671	4.403	5.291
16	10.5	11.904	13.717	4.242	5.062
17	11.5	10.696	12.111	4.084	4.839
18	12.5	9.656	10.775	3.927	4.622
19	13.5	8.754	9.651	3.775	4.412
20	14.5	7.969	8.697	3.626	4.210
25	19.5	5.254	5.549	2.951	3.326
30	24.5	3.714	3.855	2.402	2.643
35	29.5	2.761	2.837	1.968	2.127
40	34.5	2.132	2.177	1.628	1.735
45	39.5	1.695	1.723	1.362	1.436
50	44.5	1.380	1.399	1.152	1.204
最大值		42.871	90.173	6.153	7.943
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		8 (边导线外 0.5m)	7 (边导线内)	14 (边导线外 6.5m)	13 (边导线外 5.5m)

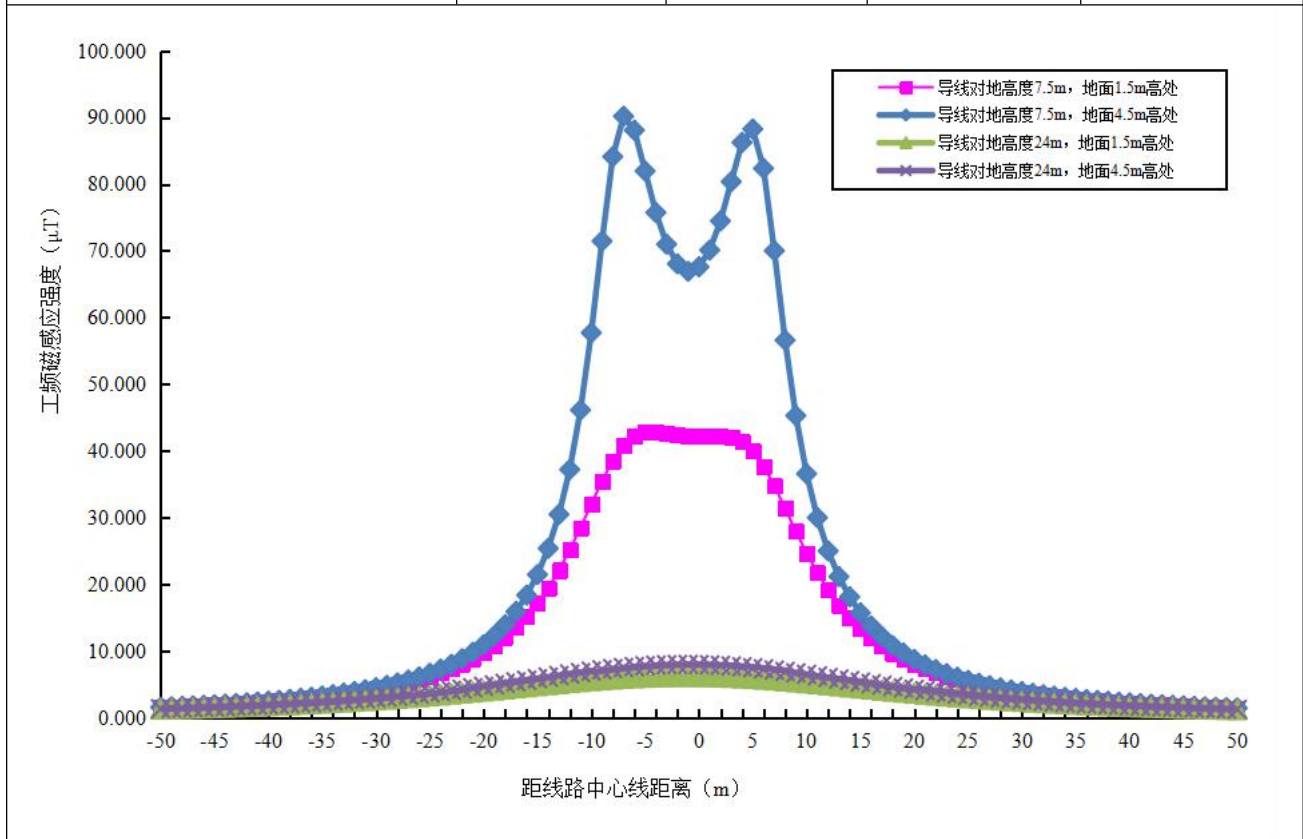


图 6-21 新建 220kV 单回线路线路经过公众曝露区时工频磁感应强度计算结果分布曲线 (2×JL/G1A-400/35)

表 6-18 新建 220kV 单回线路经过公众曝露区时工频磁感应强度 (单位μT) 预测结果

最不利塔型		220-GD21D-DJC			
导线型号		4×JL/G1A-400/35			
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 7.5m		实际设计最低线高: 24m	
与线路中心地面	距边导线地面投	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处	地面 1.5m 高处	地面 4.5m 高处

投影距离 (m)	影距离 (m)				
-50	-42.5	3.003	3.046	2.471	2.591
-45	-37.5	3.723	3.790	2.936	3.108
-40	-32.5	4.737	4.846	3.527	3.779
-35	-27.5	6.226	6.419	4.282	4.661
-30	-22.5	8.541	8.913	5.246	5.828
-25	-17.5	12.412	13.236	6.455	7.364
-20	-12.5	19.547	21.788	7.910	9.319
-19	-11.5	21.668	24.504	8.225	9.758
-18	-10.5	24.130	27.770	8.544	10.209
-17	-9.5	27.000	31.750	8.867	10.670
-16	-8.5	30.356	36.666	9.191	11.139
-15	-7.5	34.282	42.832	9.514	11.612
-14	-6.5	38.867	50.700	9.833	12.085
-13	-5.5	44.179	60.913	10.146	12.553
-12	-4.5	50.234	74.372	10.449	13.011
-11	-3.5	56.936	92.218	10.739	13.453
-10	-2.5	64.001	115.394	11.014	13.875
-9	-1.5	70.912	142.892	11.269	14.270
-8	-0.5	76.979	168.226	11.503	14.632
-7	边导线内	81.570	180.346	11.711	14.956
-6	边导线内	84.395	176.164	11.891	15.238
-5	边导线内	85.623	163.920	12.041	15.473
-4	边导线内	85.741	151.454	12.159	15.658
-3	边导线内	85.307	141.945	12.243	15.789
-2	边导线内	84.770	136.076	12.292	15.866
-1	边导线内	84.412	133.830	12.305	15.887
0	边导线内	84.336	135.171	12.283	15.851
1	边导线内	84.471	140.184	12.226	15.761
2	边导线内	84.566	148.919	12.134	15.616
3	边导线内	84.194	160.721	12.009	15.419
4	边导线内	82.815	172.479	11.852	15.173
5	边导线内	79.947	176.507	11.666	14.882
6	0.5	75.411	164.701	11.453	14.550
7	1.5	69.472	140.003	11.215	14.182
8	2.5	62.729	113.171	10.956	13.783
9	3.5	55.842	90.537	10.679	13.358
10	4.5	49.309	73.094	10.387	12.914

11	5.5	43.404	59.927	10.083	12.456
12	6.5	38.220	49.928	9.770	11.989
13	7.5	33.742	42.217	9.451	11.518
14	8.5	29.902	36.169	9.129	11.048
15	9.5	26.619	31.343	8.806	10.583
16	10.5	23.807	27.433	8.485	10.125
17	11.5	21.393	24.221	8.167	9.678
18	12.5	19.311	21.549	7.855	9.243
19	13.5	17.508	19.303	7.549	8.824
20	14.5	15.938	17.395	7.251	8.420
25	19.5	10.509	11.098	5.901	6.651
30	24.5	7.427	7.711	4.803	5.287
35	29.5	5.522	5.675	3.936	4.253
40	34.5	4.264	4.354	3.257	3.470
45	39.5	3.391	3.447	2.724	2.871
50	44.5	2.760	2.797	2.407	2.407
最大值		85.741	189.346	12.305	15.887
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		4 (边导线内)	7 (边导线内)	1 (边导线内)	1 (边导线内)

注：表中深色背景表示公众曝露区磁感应电场强度不满足 100 μ T 的预测值，下同。

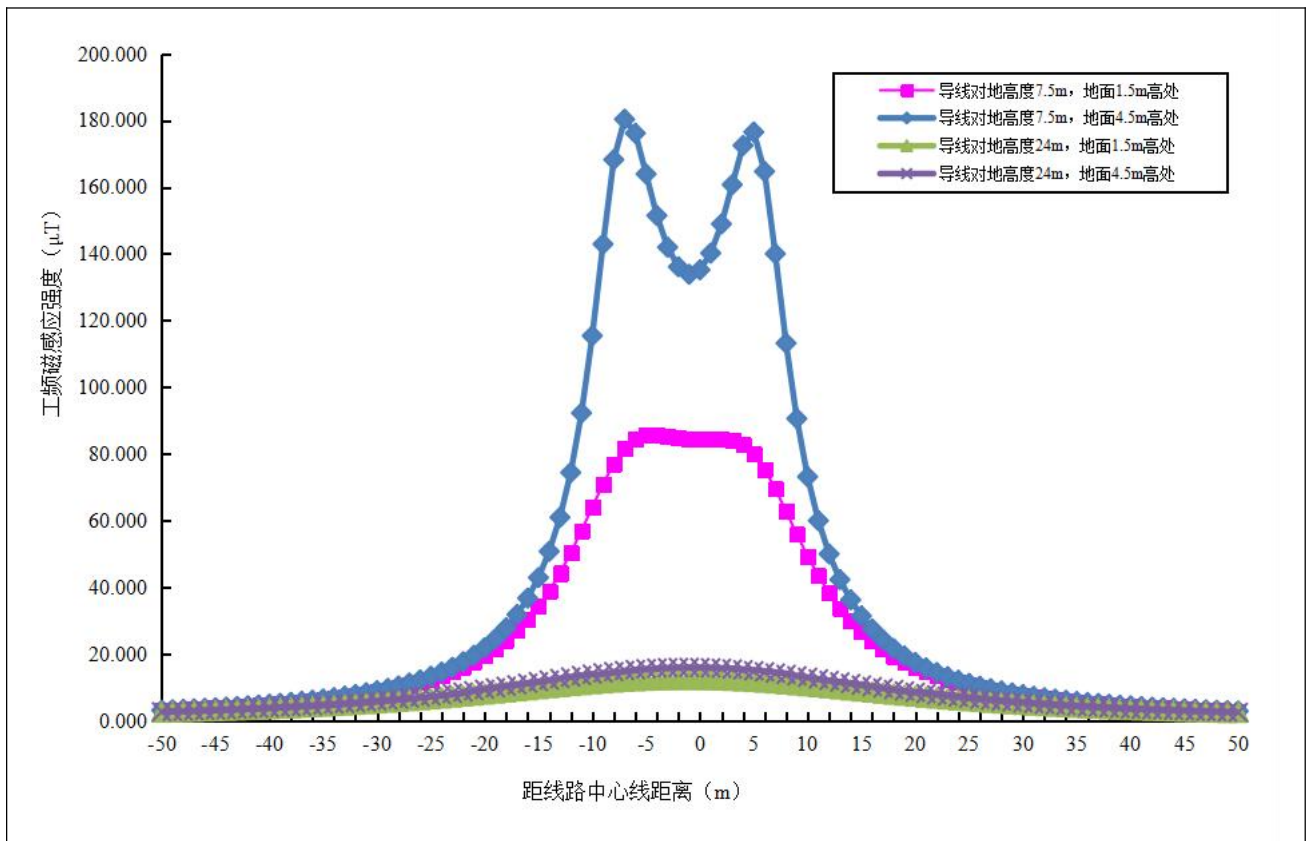


图 6-22 新建 220kV 单回线路线路经过公众曝露区时工频磁感应强度计算结果分布曲线 (4×JL/G1A-400/35)

由表 6-16~表 6-19、图 6-19~图 6-23 可以看出：

1) 经过非居民区时工频磁感应强度

● 本项目新建 220kV 单回线路在采用 $2 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 6.5m 时，距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 $51.185\mu\text{T}$ ，出现在距线路中心地面投影 4m 处（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均小于 $100\mu\text{T}$ 的公众曝露控制限值。在采用 $4 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 6.5m 时，距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 $104.369\mu\text{T}$ ，出现在距线路中心地面投影 5m 处（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均不满足 $100\mu\text{T}$ 的公众曝露控制限值。

● 本项目新建 220kV 单回线路在采用 $2 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 16m 时（实际设计最低线高），距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 $13.152\mu\text{T}$ ，出现在距线路中心地面投影 4m 处（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势；在采用 $4 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 16m 时（实际设计最低线高），距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 $26.304\mu\text{T}$ ，出现在距线路中心地面投影 1m 处（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均小于 $100\mu\text{T}$ 的公众曝露控制限值。

2) 经过公众曝露区时工频磁感应强度

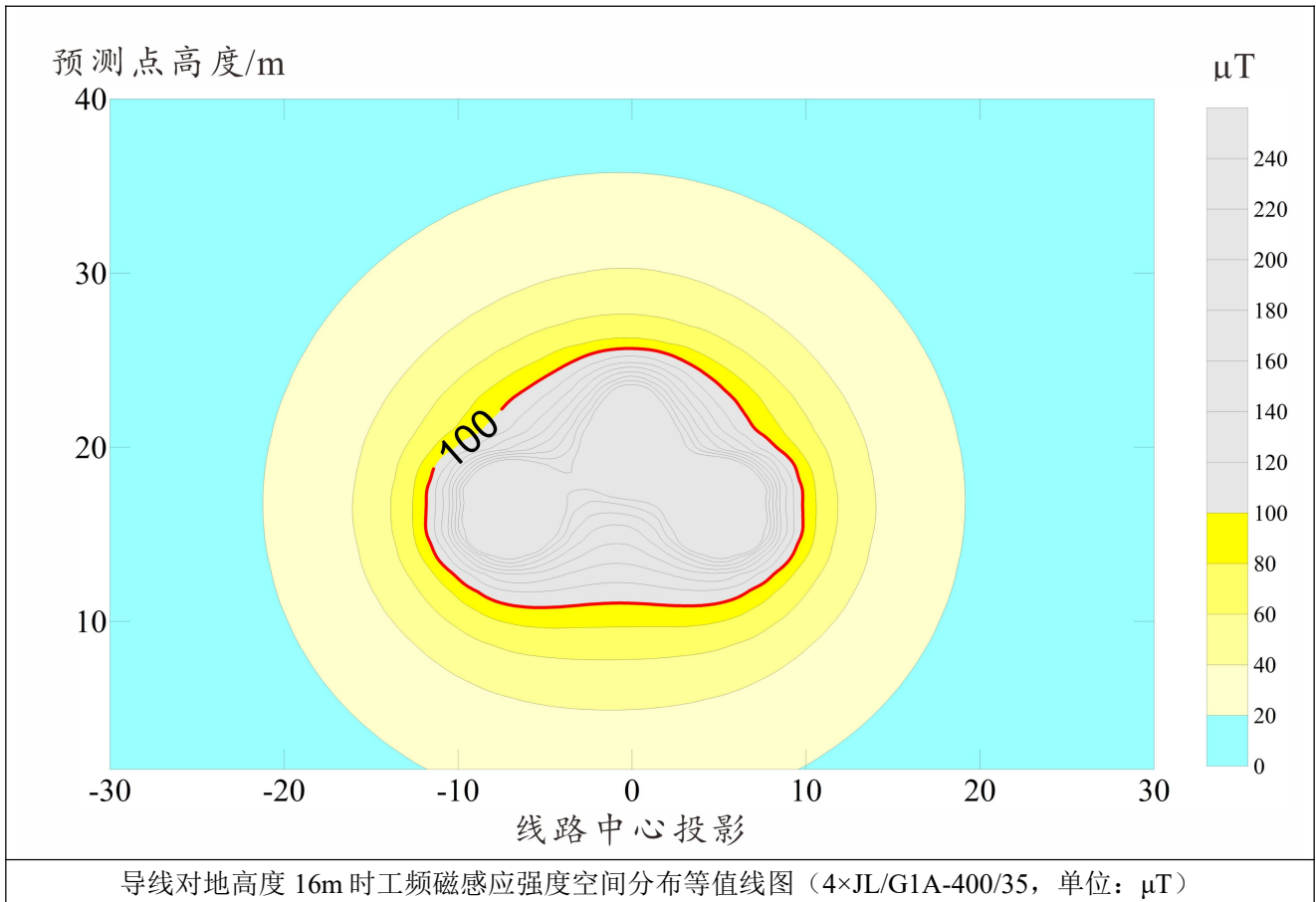
◆ 本项目新建 220kV 单回线路在采用 $2 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 7.5m 时，距离地面 1.5m、4.5m 高度处，工频磁感应强度最大值分别为 $42.817\mu\text{T}$ 、 $90.173\mu\text{T}$ ，分别出现在距线路中心地面投影 8m（边导线外 0.5m）、7m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均满足工频磁感应强度不大于公众曝露限值 $100\mu\text{T}$ 要求。在采用 $4 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 7.5m 时，距离地面 1.5m、4.5m 高度处，工频磁感应强度最大值分别为 $85.741\mu\text{T}$ 、 $189.346\mu\text{T}$ ，分别出现在距线路中心地面投影 4m（边导线内）、7m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，4.5m 高度处工频磁感应强度不满足不大于公众曝露限值 $100\mu\text{T}$ 要求。

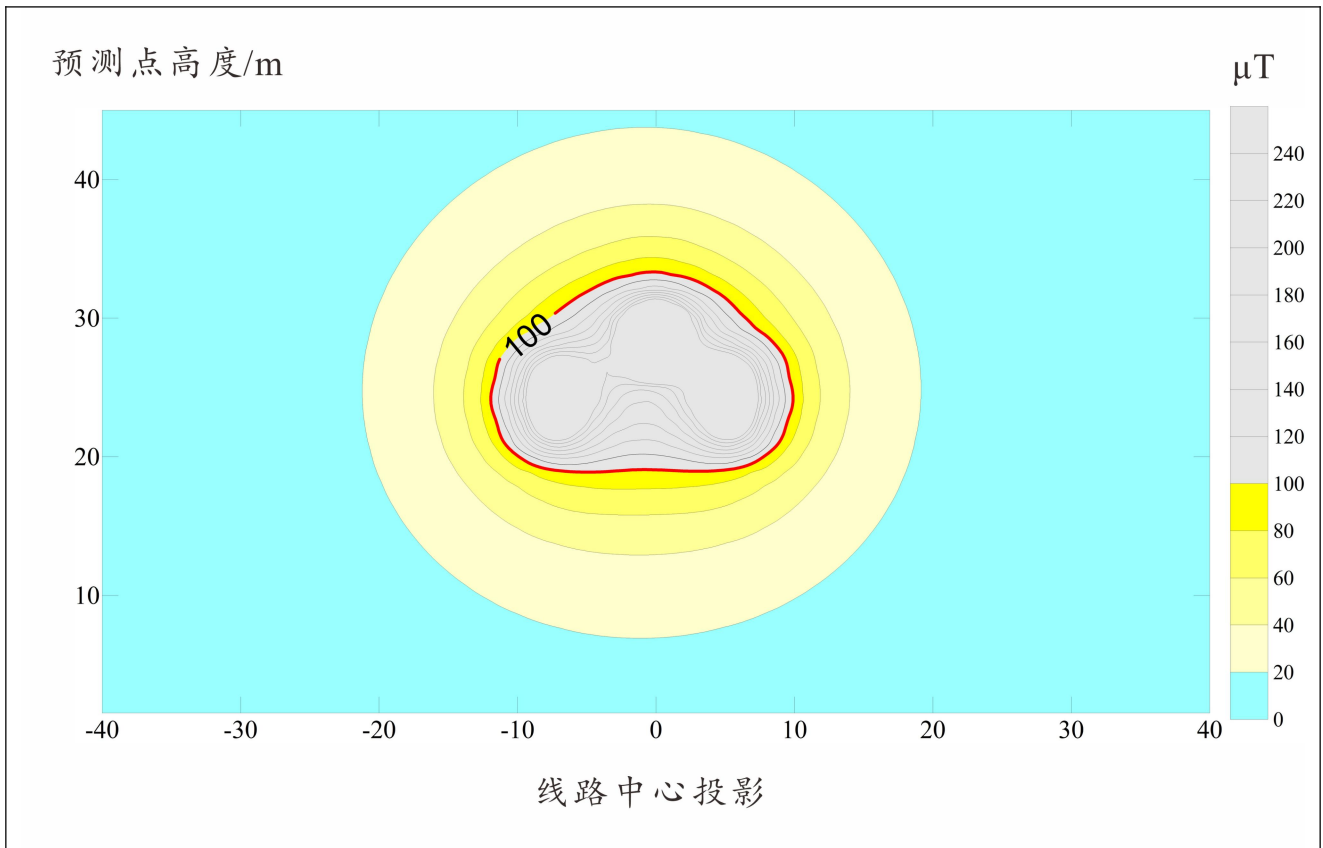
● 本项目新建 220kV 单回线路在采用 $2 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 24m 时（实际设计最低线高），距离地面 1.5m、4.5m 高度处，工频磁感应强度最大值分别为 $6.153\mu\text{T}$ 、 $7.943\mu\text{T}$ ，分别出现在距线路中心地面投影 14m（边导线外 6.5m）、13m（边导线外 5.5m），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势；在采用 $4 \times \text{JL/G1A-400/35}$ 型导线、对地最低高度为 24m 时（实际设计最低线高），距离地面 1.5m、4.5m 高度处，工频磁感应强度最大值分别为 $12.305\mu\text{T}$ 、 $15.887\mu\text{T}$ ，分别出现在距线路中心地面投影

1m（边导线内）、1m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均小于 100 μ T 的公众曝露控制限值。

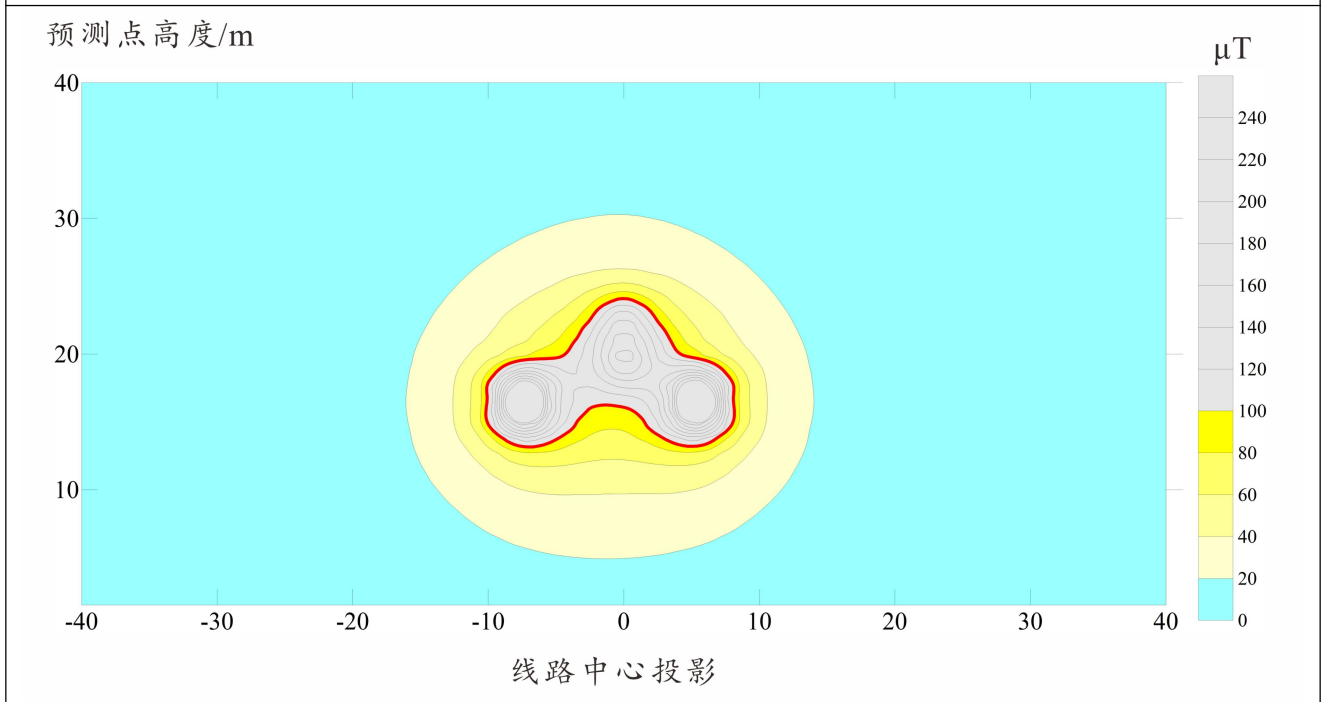
3) 工频磁场空间分布分析

本项目新建 220kV 单回线路边导线离地 16m、24m 时，工频磁感应强度空间分布等值线图见图 6-24。





导线对地高度 24m 时工频磁感应强度空间分布等值线图 (4×JL/G1A-400/35, 单位: μT)



导线对地高度 16m 时工频磁感应强度空间分布等值线图 (2×JL/G1A-400/35, 单位: μT)

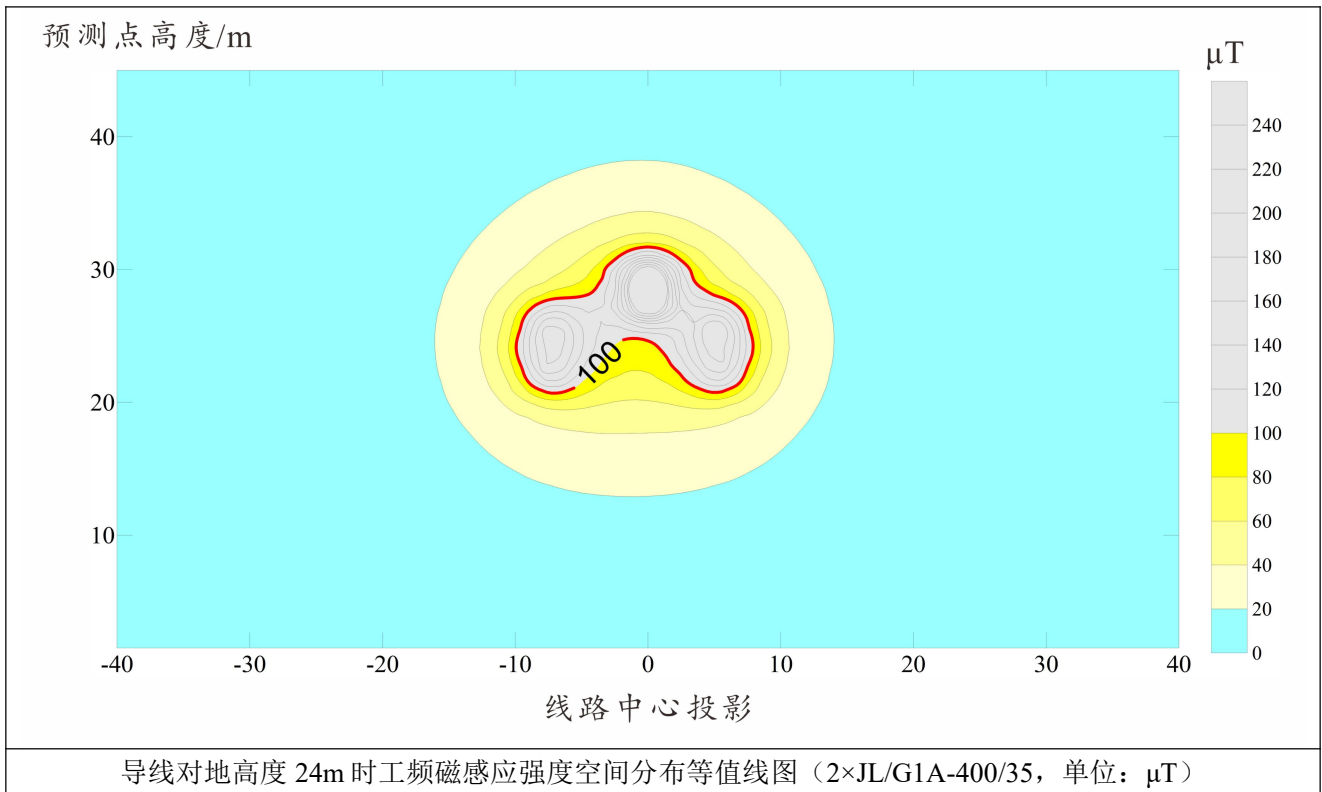


图 6-23 工频磁感应强度空间分布等值线图 (220kV 单回线路 220-GD21D-DJC 型塔)

经预测, 本项目 220kV 单回线路在采用 220-GD21D-DJC 型塔、4×JL/G1A-400/35 和 2×JL/G1A-400/35 型导线、导线对地高度 24m (实际设计最低线高) 时, 沿线均满足不大于公众曝露限值 100μT 的要求。

6.1.2.4.4 220kV 双回线路

(1) 工频电场强度预测结果

新建 220kV 双回线路在非居民区对地最低高度 6.5m (设计规范最低线高)、18m (实际设计最低线高) 时, 距地面 1.5m 高处工频电场强度预测结果见表 6-20, 工频电场强度随距离变化趋势见图 6-25。

表 6-19 新建 220kV 双回线路经过非居民区时工频电场强度 (单位 kV/m) 预测结果

最不利塔型		220-KD21S-DJC	
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 6.5m	实际设计最低线高: 18m
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 1.5m 高处
-50	-43	0.044	0.026
-45	-38	0.051	0.029
-40	-33	0.059	0.043
-35	-28	0.070	0.076
-30	-23	0.089	0.138
-25	-18	0.157	0.246

-20	-13	0.394	0.413
-19	-12	0.486	0.454
-18	-11	0.603	0.495
-17	-10	0.754	0.538
-16	-9	0.948	0.580
-15	-8	1.199	0.622
-14	-7	1.523	0.661
-13	-6	1.940	0.696
-12	-5	2.467	0.727
-11	-4	3.116	0.750
-10	-3	3.874	0.767
-9	-2	4.689	0.775
-8	-1	5.445	0.776
-7	边导线下	5.960	0.772
-6	边导线内	6.053	0.765
-5	边导线内	5.649	0.760
-4	边导线内	4.854	0.761
-3	边导线内	3.936	0.775
-2	边导线内	3.294	0.803
-1	边导线内	3.369	0.845
0	边导线内	4.201	0.898
1	边导线内	5.423	0.956
2	边导线内	6.677	1.014
3	边导线内	7.655	1.066
4	边导线内	8.098	1.107
5	边导线下	7.900	1.135
6	1	7.167	1.148
7	2	6.137	1.145
8	3	5.041	1.126
9	4	4.028	1.095
10	5	3.164	1.051
11	6	2.463	0.999
12	7	1.909	0.940
13	8	1.480	0.876
14	9	1.151	0.810
15	10	0.899	0.744
16	11	0.709	0.678

17	12	0.564	0.614
18	13	0.457	0.553
19	14	0.377	0.496
20	15	0.320	0.442
25	20	0.212	0.233
30	25	0.185	0.106
35	30	0.161	0.037
40	35	0.137	0.016
45	40	0.115	0.029
50	45	0.097	0.037
最大值		8.098	1.148
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		4 (边导线内)	6 (边导线外 1m)

备注：新建 220kV 双回线路评价范围内无环境敏感目标，故仅预测线路经过非居民区的情形，下同。

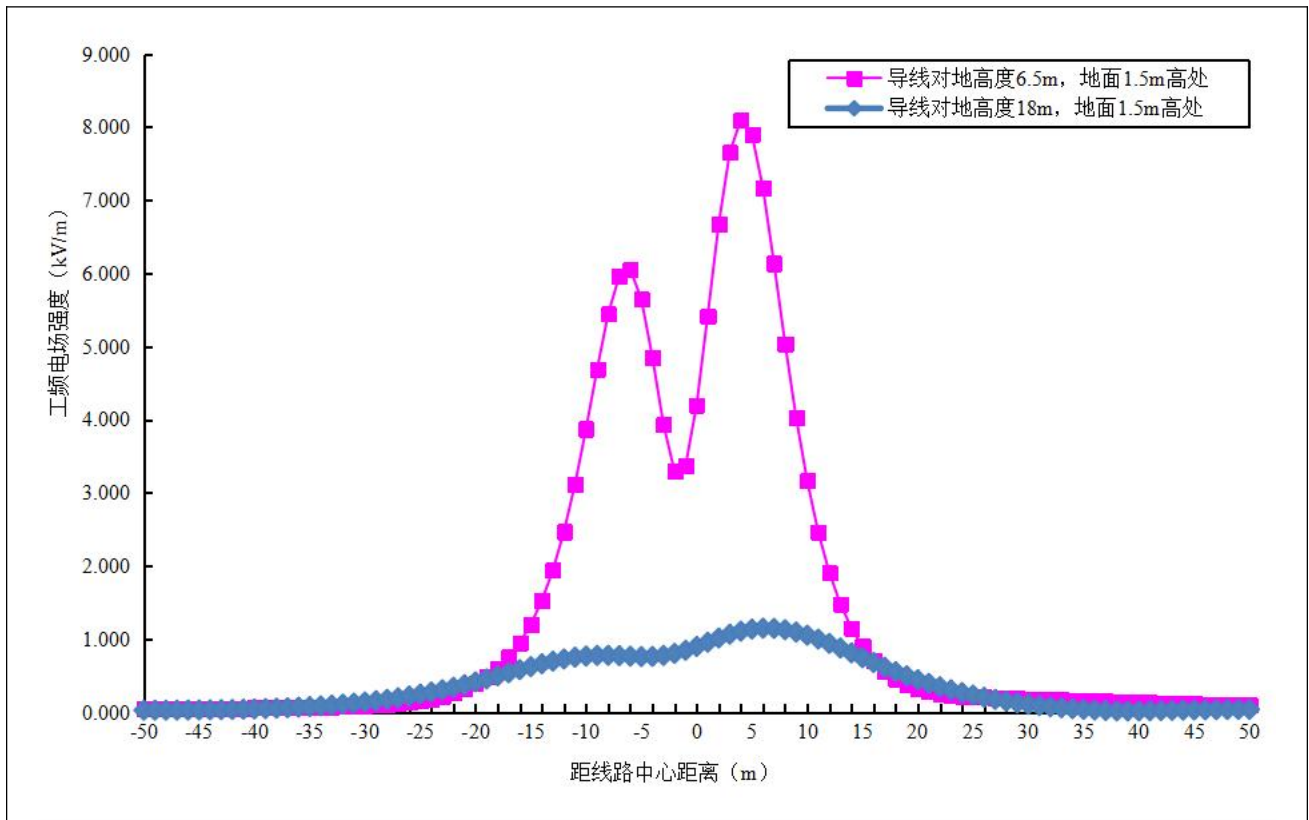


图 6-24 新建 220kV 双回线路经过非居民区时工频电场强度计算结果分布曲线

由表 6-20、图 6-25 可以看出：

1) 经过非居民区时工频电场强度

- 本项目新建 220kV 双回线路导线对地最低高度为 6.5m 时，距离地面 1.5m 高度处，工频电场强度最大值为 8.089kV/m，出现在距离线路中心地面投影 4m（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减小趋势，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-

2014) 中规定的耕地、园地、道路等场所 10kV/m 的控制限值。

● 项目新建 220kV 双回线路导线对地最低高度为 18m 时 (实际设计最低线高), 距离地面 1.5m 高度处, 工频电场强度最大值为 1.148kV/m, 出现在距离线路中心地面投影 6m (边导线外 1m), 此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减小趋势, 均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中规定的耕地、园地、道路等场所 10kV/m 的控制限值。

3) 工频电场空间分布分析

本项目新建 220kV 双回线路边导线离地 18m 时, 工频电场强度空间分布等值线图见图 6-26。

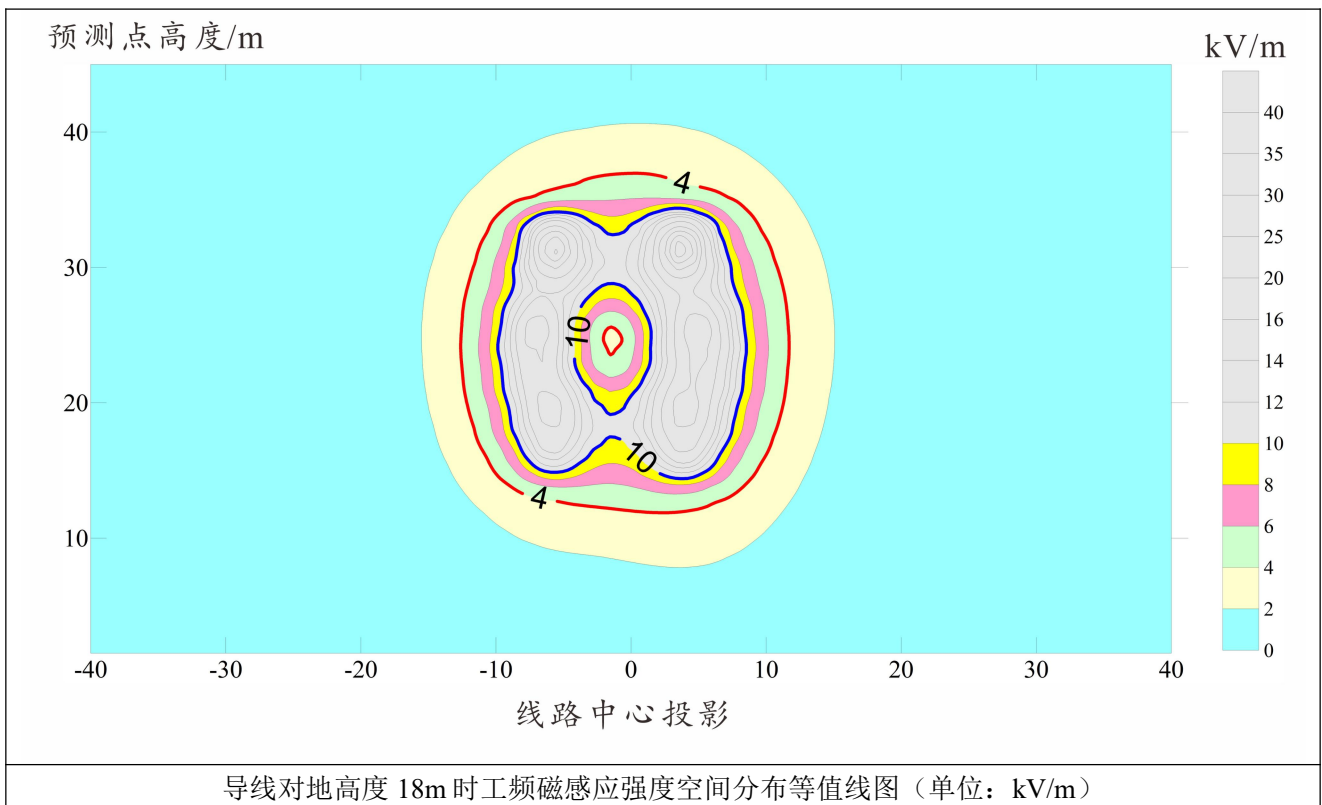


图 6-25 工频电场强度空间分布等值线图 (220kV 双回线路 220-GD21D-DJC 型塔)

经预测, 本项目 220kV 双回线路在采用 220-GD21D-DJC 型塔、导线对地高度 18m (实际设计最低线高) 时, 沿线均满足不大于公众曝露限值 10kV/m 的要求。

(2) 工频磁感应强度预测结果

表 6-20 新建 220kV 双回线路经过非居民区时工频磁感应强度 (单位: μT) 预测结果

最不利塔型		220-GD21D-DJC	
导线对地最低高度 (m)		设计规范最低线高: 6.5m	实际设计最低线高: 16m
与线路中心地面投影距离 (m)	距边导线地面投影距离 (m)	地面 1.5m 高处	地面 1.5m 高处
-50	-43	0.662	0.672
-45	-38	0.770	0.794

-40	-33	0.926	0.966
-35	-28	1.185	1.222
-30	-23	1.682	1.621
-25	-18	2.743	2.261
-20	-13	5.151	3.286
-19	-12	5.935	3.552
-18	-11	6.873	3.842
-17	-10	7.998	4.155
-16	-9	9.355	4.494
-15	-8	10.996	4.857
-14	-7	12.991	5.244
-13	-6	15.425	5.654
-12	-5	18.398	6.086
-11	-4	22.024	6.536
-10	-3	26.400	7.000
-9	-2	31.555	7.473
-8	-1	37.350	7.949
-7	边导线下	43.379	8.422
-6	边导线内	49.028	8.884
-5	边导线内	53.777	9.327
-4	边导线内	57.544	9.743
-3	边导线内	60.684	10.125
-2	边导线内	63.702	10.464
-1	边导线内	66.975	10.754
0	边导线内	70.614	10.988
1	边导线内	74.381	11.163
2	边导线内	77.623	11.275
3	边导线内	79.323	11.321
4	边导线内	78.491	11.303
5	边导线下	74.793	11.222
6	1	68.844	11.081
7	2	61.776	10.887
8	3	54.598	10.645
9	4	47.911	10.362
10	5	41.968	10.047

11	6	36.808	9.705
12	7	32.377	9.345
13	8	28.585	8.974
14	9	25.338	8.596
15	10	22.553	8.218
16	11	20.155	7.843
17	12	18.082	7.475
18	13	16.284	7.116
19	14	14.717	6.769
20	15	13.346	6.435
25	20	8.564	4.978
30	25	5.854	3.867
35	30	4.205	3.040
40	35	3.142	2.425
45	40	2.424	1.964
50	45	1.919	1.613
最大值		79.323	11.303
最大值处距线路中心地面投影距离 (m)		3 (边导线内)	3 (边导线内)

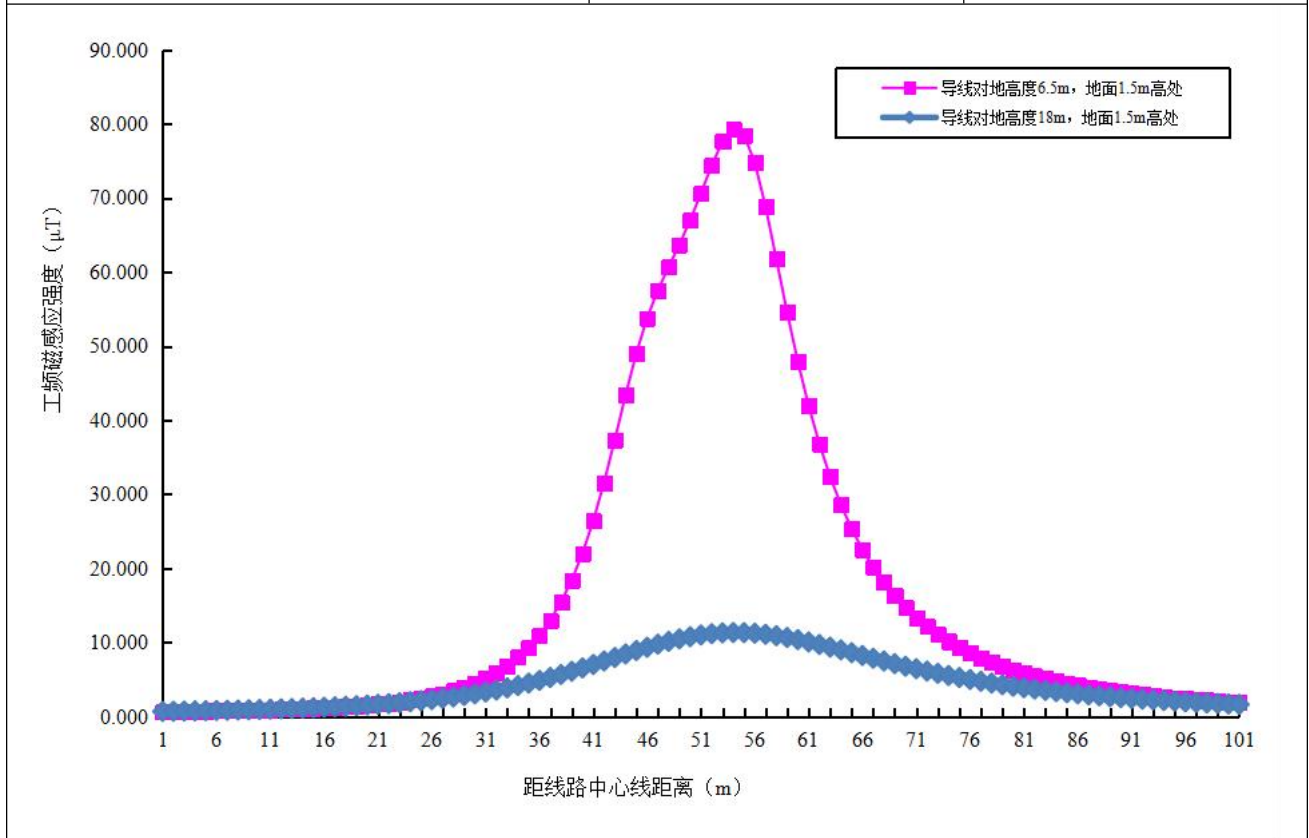


图 6-26 新建 220kV 双回线路经过非居民区时工频磁感应强度计算结果分布曲线图

由表表 6-21、图 6-27 可以看出：

1) 经过非居民区时工频磁感应强度

● 本项目新建 220kV 单双回线路导线对地最低高度为 6.5m 时，距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 79.323 μ T，出现在距线路中心地面投影 3m 处（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均小于 100 μ T 的公众曝露控制限值。

● 本项目新建 220kV 单双回线路导线对地最低高度为 18m 时（实际设计最低线高），距离地面 1.5m 高度处，工频磁感应强度最大值为 11.303 μ T，出现在距线路中心地面投影 3m 处（边导线内），此后随着距线路中心地面投影距离的增加呈减少趋势，均小于 100 μ T 的公众曝露控制限值。

3) 工频磁场空间分布分析

本项目新建 220kV 双回线路边导线离地 18m 时，工频磁感应强度空间分布等值线图见图 6-28。

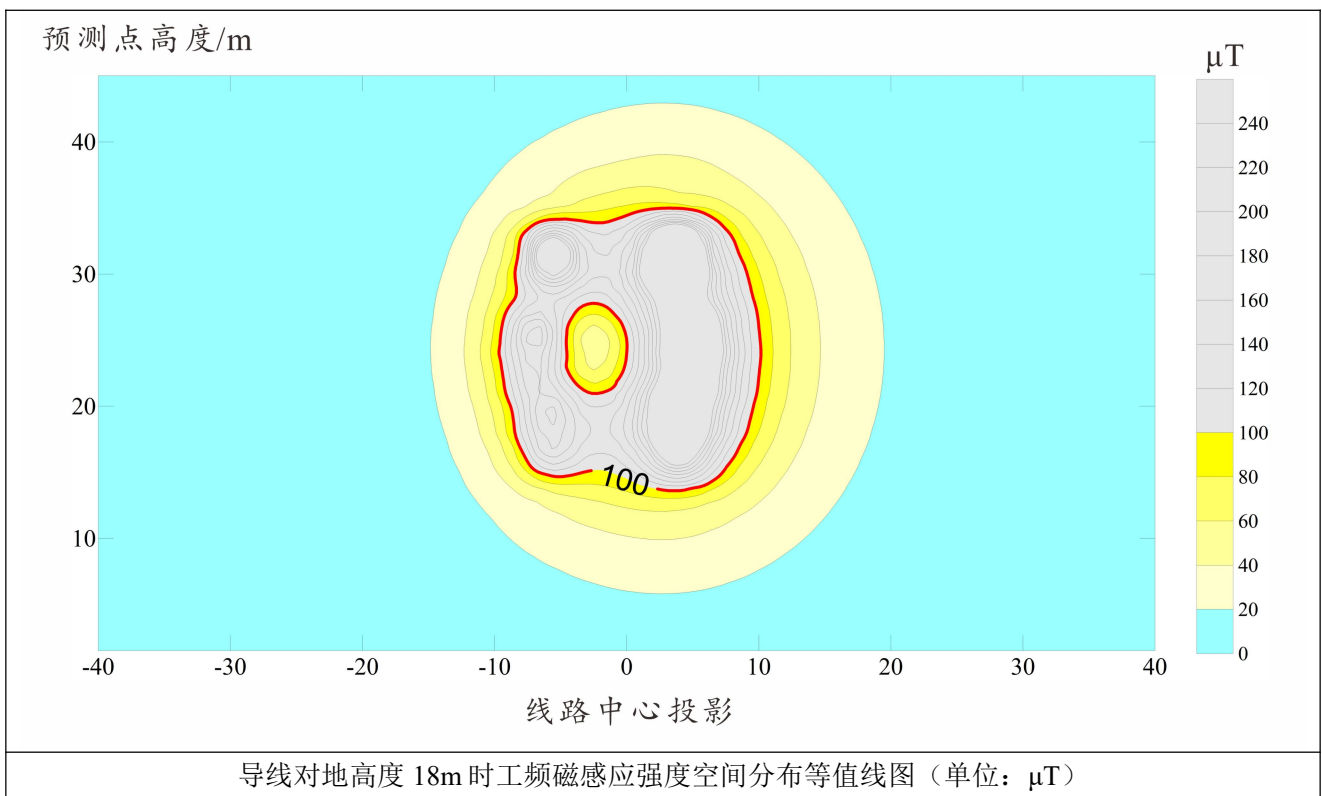


图 6-27 工频磁感应强度空间分布等值线图（220kV 双回线路 220-GD21D-DJC 型塔）

经预测，本项目 220kV 双回线路在采用 220-GD21D-DJC 型塔、导线对地高度 18m（实际设计最低线高）时，沿线均满足不大于公众曝露限值 100 μ T 的要求。

6.1.3 输电线路类比预测及评价

6.1.3.1 类比对象

本项目新建 500kV 架空线路导线排列方式分为同塔双回逆相序排列（新建双回线路）、单回三角排列（新建单回线路），本评价分别针对两种导线排列方式开展类比分析。

根据类比条件分析，本项目新建双回线路选择瀑布沟电站-东坡 500kV 一、二回作为类比对象，新建单回线路选择 500kV 洪板二线作为类比对象，分析本项目新建 500kV 架空线路建成投运后的电磁环境影响。相关参数比较见表 6-22 和表 6-23。

6.1.3.2 类比可比性分析

（1）新建双回线路

①由表 6-22 可知，本项目新建 500kV 双回线路与类比线路（500kV 布坡一、二回）电压等级、架设型式、导线排列、导线型式、地理位置、周围环境等方面一致，线路运行时在其周围产生的电磁环境影响的变化规律具有相似性。

②本项目新建 500kV 双回线路与类比线路输送电流存在一定差异，但根据电磁理论，输送电流的大小不会影响工频电场强度，仅影响工频磁感应强度的大小，且不会影响其变化趋势。

③类比线路断面监测处导线对地高度与本项目新建 500kV 双回线路存在不同，但其高度差异只影响工频电场强度、工频磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过该类比线路的理论预测与实际监测结果对比，可以反映出理论预测的准确性。

本次选择与本项目新建双回线路参数相近的 500kV 布坡一、二回进行类比分析，能反映本项目线路的工频电场强度、工频磁感应强度随距离的总体变化趋势。因此，本项目新建 500kV 双回线路选择瀑布沟电站-东坡 500kV 一、二回进行类比分析是可行的。

（2）新建单回线路

①由表 6-23 可知，本项目新建 500kV 单回线路与类比线路（500kV 洪板二线）电压等级、架设型式、导线排列、导线型式、地理位置、周围环境等方面一致，线路运行时在其周围产生的电磁环境影响的变化规律具有相似性。

②本项目新建 500kV 单回线路与类比线路输送电流存在一定差异，但根据电磁理论，输送电流的大小不会影响工频电场强度，仅影响工频磁感应强度的大小，且不会影响其变化趋势。

③类比线路断面监测处导线对地高度与本项目新建单回线路存在不同，但其高度差异只影响工频电场强度、工频磁感应强度的绝对值，不影响其总体变化趋势；通过该类比线路的理论预测与实际监测结果对比，可以反映出理论预测的准确性。

本次选择与本项目新建 500kV 单回线路参数相近的 500kV 洪板二线进行类比分析，能反映本项目线路的工频电场强度、工频磁感应强度随距离的总体变化趋势。因此，本项目新建单回线路选择 500kV 洪板二线进行类比分析是可行的。

综上，类比对象的选择合理，可以通过类比对象的监测结果对本项目投运后产生的电磁环境进行类比预测。

6.1.3.3 类比分析方法

由表 6-22 和表 6-23 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，本环评根据瀑布沟电站-东坡 500kV 一、二回（同塔双回线路）、500kV 洪板二线（单回三角排列）的运行参数进行电磁环境预测计算，并对工频电场强度与工频磁感应强度的类比监测值与理论预测值进行分析比较，以验证理论预测的可信性。

6.1.3.4 类比监测结果与评价

（1）本项目新建 500kV 双回线路类比线路（瀑布沟电站-东坡 500kV 一、二回）

类比输电线路 500kV 瀑布沟电站—东坡 I、II 回输电线路工频电场强度最大值出现在边导线下，该值为 1890V/m，工频磁感应强度最大值出现在线路中心地面投影处，该值为 1.13 μ T，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）公众曝露控制限值（工频电场强度小于 4000V/m、工频磁感应强度小于 100 μ T）要求。类比线路工频电场强度、工频磁感应强度监测结果均随距边导线距离增加呈减小趋势。

（2）本项目新建 500kV 单回线路类比线路（500kV 洪板二线）

类比输电线路 500kV 洪板二线工频电场强度最大值出现在距离线路中心 15m 处，该值为 3396.21V/m，工频磁感应强度最大值出现在线路中心处，该值为 11.6227 μ T，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）公众曝露控制限值（工频电场强度小于 4000V/m、工频磁感应强度小于 100 μ T）要求。类比线路工频电场强度、工频磁感应强度监测结果均随距边导线距离增加呈减小趋势。

6.1.3.5 小结

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。

6.1.4 昭化 500kV 变电站间隔扩建工程预测及评价

（1）评价方法

本次在昭化 500kV 变电站站内预留场地扩建 2 回 500kV 出线间隔（1 回位于站区东侧，

向东出线；1 回位于站区西侧，向西出线）。昭化 500kV 变电站本次扩建不新增主变等影响电磁环境的电气设备，新增 1 套 500kV 配电装置和 1 回 500kV 出线，本次扩建 2 回 500kV 出线间隔主要影响出线侧站界的电磁环境状况，扩建后除本次扩建 500kV 出线侧站界（东侧、西侧）受新增间隔影响导致电磁环境稍有变化外，其余侧站界（南侧、北侧）外电磁环境不会发生变化。

昭化 500kV 变电站间隔扩建后东侧站界、西侧站界 500kV 出线均为 3 回，采用南侧站界现状监测结果最大值按回路数比例扩大（1.67 倍=3 回/2 回）进行类比分析，其余侧站界电磁环境影响采用现状监测值进行分析。

（2）昭化 500kV 变电站间隔扩建电磁环境影响预测

根据上述评价方法，本项目昭化 500kV 变电站间隔扩建后的电磁环境影响预测结果见表 6-32。

由表 6-32 可知，本项目昭化 500kV 变电站间隔扩建后站外工频电场强度最大值为 934.8V/m，满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求；工频磁感应强度最大值为 1.823 μ T，满足不大于公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。

（3）昭化 500kV 变电站站外电磁环境影响分析

通过预测分析，昭化 500kV 变电站 500kV 间隔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。根据同类变电站站界外电磁环境影响监测结果可知，变电站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、磁感应强度均满足评价标准要求。

6.1.5 输电线路交叉跨越环境影响分析

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）中“8.1.3 多条 330kV 及以上电压等级的架空输电线路出现交叉跨越或并行时...对电磁环境影响评价因子进行分析”，故本次不考虑本项目线路与 330kV 以下电压等级的架空输电线路交叉跨越的电磁环境叠加影响。

本项目新建广元电厂-昭化 500kV 线路拟钻越既有 500kV 诗昭一二线 1 次，跨越处两线共同评价范围内无电磁环境敏感目标。

本项目线路跨越既有线路的叠加电磁环境影响方法：本项目线路在交叉跨越点处的工频电场强度、工频磁感应强度的理论计算最大值与在跨越点的线下现状监测值相加进行预测分析，现状监测值采用已有线路导线对地高度最小处监测值进行保守预测。在交叉处本项目新建线路贡献值预测参数见表 6-33。按照上述预测方法，本项目线路与既有 330kV 及以上电压等级线路交叉跨处电磁环境影响预测结果见表 6-34。

由表 6-34 可知，本项目 500kV 输电线路与既有线路交叉跨越处的工频电场强度、工频磁感应强度满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时公众曝露控制限制 10kV/m 和 100 μ T 的要求。

6.1.6 环境敏感目标的电磁环境影响预测

由理论预测结果可知，在环境敏感目标与架空线路当前相对位置关系情况下，评价范围内电磁环境敏感目标处在满足本评价线路下相导线对地最小线高的条件下，本项目建成投运后，沿线电磁环境敏感目标处的工频电场强度、工频磁感应强度预测值分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4000V/m、100 μ T 的公众曝露控制限值要求，并留有裕度。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 评价方法

昭化 500kV 变电站间隔扩建工程本期扩建不增加声源设备，不改变站内声源布置形式和位置，基本不会对厂界和站外声环境噪声构成增量，因此对昭化 500kV 变电站间隔扩建工程仅进行声环境影响分析。

输电线路运行时噪声来自导线电晕放电产生的噪声，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目输电线路正常运行工况下的声环境影响采用类比分析法进行预测评价。

6.2.2 架空线路类比评价

6.2.2.1 500kV 线路类比评价

（1）线路类比可比性分析

本项目新建 500kV 架空线路导线排列方式分为同塔双回逆相序排列（新建双回线路）、单回三角排列（新建单回线路），本评价分别针对两种导线排列方式开展类比分析。

根据类比条件分析，本项目新建双回线路、新建双回线路并行段均选择瀑布沟电站-东坡 500kV 一、二回作为类比对象，新建单回线路选择 500kV 洪板二线作为类比对象，分析本项目新建 500kV 架空线路建成投运后的声环境影响。相关参数比较见表 6-22 和表 6-23。

（2）线路类比可比性分析

1) 新建双回线路

①由表 6-22 可知，本项目新建双回线路与类比线路（500kV 布坡一、二回）电压等级、架设型式、导线排列、导线型式、地理位置、周围环境等方面一致，线路运行时在其周围产生的声环境影响的变化规律具有相似性。

②本项目新建双回线路与类比线路输送电流存在一定差异，但输电线路噪声主要因电晕放电产生，受电压影响，与输送电流大小不直接相关。

③根据本项目 500kV 线路平断面图，本项目 500kV 双回线路导线对地实际设计最低高度为 26m（非居民区）、29m（公众曝露区），大于类比线路监测断面处线高。

综上所述，500kV 布坡一、二回能反映本项目线路的实际建成后的噪声影响状况。因此，本项目新建双回线路选择瀑布沟电站-东坡 500kV 一、二回进行类比分析是可行的。

2) 新建单回线路

①由表 6-23 可知，本项目新建单回线路与类比线路（500kV 洪板二线）电压等级、架设型式、导线排列、导线型式、地理位置、周围环境等方面一致，线路运行时在其周围产生的声环境影响的变化规律具有相似性。

②本项目新建单回线路与类比线路输送电流存在一定差异，但输电线路噪声主要因电晕放电产生，受电压影响，与输送电流大小不直接相关。

③根据本项目 500kV 线路平断面图，本项目 500kV 单回线路导线对地实际设计最低高度为 18m（非居民区）、24m（公众曝露区），大于类比线路监测断面处线高。

综上所述，500kV 洪板二线能反映本项目线路的工频电场强度、工频磁感应强度随距离的总体变化趋势。因此，本项目新建单回线路选择 500kV 洪板二线进行类比分析是可行的。

综上，类比对象的选择合理，可以通过类比对象的监测结果对本项目输电线路投运后产生的声环境进行类比预测。

(3) 类比监测结果与评价

由类比监测数据可知，类比线路瀑布沟电站-东坡 500kV 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），昼、夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类、2 类标准限值要求，监测断面噪声值随着距线路距离增加变化趋势不明显，表明 500kV 同塔双回输电线路的运行噪声对周围环境噪声的贡献很小。

类比线路 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）4a 类、2 类标准限值要求，监测断面噪声值随着距线路中心地面投影距离增加呈一定趋势减弱，但变化趋势不明显，表明 500kV 单回输电线路的运行噪声对周围环境噪声构成的增量贡献较小。

6.2.2.2 220kV 线路类比评价

(1) 线路类比可比性分析

本项目新建 220kV 架空线路导线排列方式分为同塔双回逆相序排列（新建双回线

路)、单回三角排列(新建单回线路),本评价分别针对两种导线排列方式开展类比分析。

根据类比条件分析,本项目新建双回线路选择 220kV 范江一线、220kV 江东三线同塔双回线路作为类比对象,新建单回线路选择 220kV 范江一线作为类比对象,分析本项目新建 220kV 架空线路建成投运后的声环境影响。相关参数比较见表 6-39 和表 6-40。

(2) 线路类比可比性分析

1) 新建双回线路

①由表 6-37 可知,本项目新建双回线路与类比线路(220kV 范江一线、江东三线)电压等级、架设型式、导线排列、导线型式、地理位置、周围环境等方面一致,线路运行时在其周围产生的声环境影响的变化规律具有相似性。

②本项目新建双回线路与类比线路输送电流存在一定差异,但输电线路噪声主要因电晕放电产生,受电压影响,与输送电流大小不直接相关。

③根据本项目 220kV 线路迁改工程平断面图,本项目 220kV 双回线路导线对地实际设计最低高度为 18m,大于类比线路监测断面处线高。

综上所述,220kV 范江一线、江东三线能反映本项目线路的实际建成后的噪声影响状况。因此,本项目新建双回线路选择 220kV 范江一线、江东三线进行类比分析是可行的。

2) 新建单回线路

①由表 6-38 可知,本项目新建单回线路与类比线路(220kV 范江一线)电压等级、架设型式、导线排列、导线型式、地理位置、周围环境等方面一致,线路运行时在其周围产生的声环境影响的变化规律具有相似性。

②本项目新建单回线路与类比线路输送电流存在一定差异,但输电线路噪声主要因电晕放电产生,受电压影响,与输送电流大小不直接相关。

③根据本项目 220kV 线路迁改工程平断面图,本项目 220kV 单回线路导线对地实际设计最低高度为 16m(非居民区)、24m(公众曝露区),大于类比线路监测断面处线高。

综上所述,500kV 洪板二线能反映本项目线路的工频电场强度、工频磁感应强度随距离的总体变化趋势。因此,本项目新建单回线路选择 500kV 洪板二线进行类比分析是可行的。

综上,类比对象的选择合理,可以通过类比对象的监测结果对本项目输电线路投运后产生的声环境进行类比预测。

(3) 类比监测结果与评价

由类比监测数据可知,类比线路 220kV 范江一线、江东三线同塔双回线路监测断面昼间噪声最大值为 49dB(A),夜间噪声最大值为 42dB(A),昼、夜间噪声均满足《声环境质

量标准》（GB3096-2008）2类标准限值要求，监测断面噪声值随着距线路距离增加变化趋势不明显，表明220kV同塔双回输电线路的运行噪声对周围环境噪声的贡献很小。

类比线路 220kV 范江一线监测断面昼间噪声最大值为 42dB（A），夜间噪声最大值为 38dB（A），均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准限值要求，监测断面噪声值随着距线路中心地面投影距离增加呈一定趋势减弱，但变化趋势不明显，表明 220kV 单回输电线路的运行噪声对周围环境噪声构成的增量贡献较小。

6.2.3 昭化 500kV 变电站间隔扩建工程声环境影响评价

昭化 500kV 变电站间隔扩建工程仅扩建 2 个 500kV 出线间隔，至广元电厂，不新增噪声设备，不会新增噪声影响，不会改变站内原有电气设备布局 and 主要声源布局，扩建完成后变电站厂界及周边声环境能够维持前期工程水平。

通过类比变电站前期的竣工验收监测，可以预测昭化 500kV 变电站本期扩建完成后，变电站四周厂界噪声仍能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类排放限值要求；变电站周边声环境敏感目标满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准限值要求。

6.2.4 声环境敏感目标预测分析

根据预测结果可知，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 输电线路

本项目输电线路运行期间无废污水产生。

6.3.2 昭化 500kV 变电站间隔扩建工程

（1）对地表水环境的影响

本项目昭化 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，生活污水经前期工程设置的地理式污水处理装置处理后用于站内绿化，不外排。

（2）地下水环境影响分析

本项目昭化 500kV 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。

6.4 固体废物环境影响分析

6.4.1 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。

6.4.2 昭化 500kV 变电站间隔扩建工程

(1) 一般固体废物

昭化 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，生活垃圾经站内前期工程设置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

昭化 500kV 变电站间隔扩建不新增含油设备，不需新增事故油收集设施。

昭化 500kV 变电站间隔扩建不新增蓄电池，更换的蓄电池由专业公司处置，不在站内暂存。

6.5 环境风险分析

6.5.1 输电线路环境风险分析

本项目输电线路无环境风险。

6.5.2 昭化 500kV 变电站环境风险分析

(1) 风险源

昭化 500kV 变电站间隔扩建本次新增的为间隔设备，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

昭化 500kV 变电站现有规模中已在附近设置了 1 座 110m³ 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，变电站内主变压器及高压电抗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。

7 生态环境影响评价

7.1 生态环境现状调查和评价方法

根据工程设计资料，本项目昭化 500kV 变电站间隔扩建工程在变电站围墙内预留位置进行，不需新征用地，因此变电站间隔扩建对站外生态环境无影响。本次评价主要对线路沿线生态环境现状进行调查。

本项目新建架空线路穿越一般区域段（除翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区、生态保护红线段）生态影响评价工作等级确定为三级，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），生态现状调查以收集有效资料为主，并开展了遥感调查和现场校核；生态环境现状评价采用定性描述以及面积、比例等定量指标评估，重点对评价范围内的土地利用现状、植被现状、野生动植物现状等进行分析，并编制土地利用现状图、植被类型图、生态保护目标分布图等图件。

新建架空线路穿越剑门蜀道国家级风景名胜区及亭子湖市级风景名胜区段生态影响评价工作等级为二级；

新建架空线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区段生态影响评价工作等级为一级，生态环境现状调查和评价方法如下。

7.1.1 基础资料收集

收集整理评价区现有的能反映生态现状或生态本底的资料，在综合分析现有资料的基础上，确定实地考察的重点区域及考察路线。

7.1.2 陆生生物资源调查

（1）GPS 地面类型取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型初图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下记录：

- ①海拔表读出测点的海拔值和经纬度；

- ②记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度、土壤类型等；
- ③记录样点优势植物以及观察动物的活动的情况；
- ④拍摄典型植被外貌与结构特征。

（2）植被和陆生植物调查

在对评价区生物资源历年资料检索分析的基础上，根据工程方案确定调查路线及调查时间。2025年3月评价组相关专业技术人员对线路沿线植物及植被进行了现场调查，实地调查采取样线与样方调查相结合的方法，确定评价区植物种类、植被类型及群系等，对重点保护野生植物、古树名木的调查采取野外调查、访问调查和复核调查相结合的方法进行，对有疑问植物还采集了凭证标本并拍摄照片。

①调查路线选取

调查时以重点施工区域（如线路塔基、穿（跨）越敏感区等）为中心，向四周辐射调查。调查时采用线路调查与样方调查相结合的方式进行，即在评价区内按不同方向选择具有代表性的线路沿线进行调查，沿途记录植物种类、观察生境、测量树高和胸径、目测盖度等，对集中分布的植物群落进行样方调查。

②样方布设原则

植被调查取样的目的是要通过样方的研究，准确地推测评价区植被的总体，所选取的样方应具有代表性，能通过尽可能少的抽样获得较为准确的有关总体的特征。在对评价区的植被进行样方调查中，采取的原则是：

- ◆ 本项目位于四川省广元市利州区、昭化区境内，新建架空线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区以及生态保护红线。因项目线路较长，沿线生态环境受等多种因素的影响复杂多变，调查选取的植物样方点位涵盖了重点施工区域（主要为线路塔基及临时占地区）、植被良好的区域、生态敏感区及周边区域，不同海拔、坡度、坡向的植被，并考虑样方布点的均匀性，针对性地设置样方点。
- ◆ 评价区域属亚热带季风气候，沿线地形条件相差较大，各区域内植被生长状况受地形的影响较大。评价区域地带性植被为亚热带阔叶林，受人为活动长期干扰，评价范围内亚热带阔叶林分布面积较小，主要分布于沟谷地带，其他局部残留，替代性植被为次生阔叶林、针叶林、热性灌丛、灌木草丛。本项目沿线天然植被受人为干扰和破坏较为严重，主要以次生林为主，其中包含了针叶林、阔叶林、灌丛、草丛等植被类型，样方设置包含上述所有的植被类型，且可到达便于现场进行现场调查的可操作性。
- ◆ 根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）：根据植物群落类型（宜以群

系及以下分类单位为调查单元) 设置调查样地, 一级评价, 每种群落类型设置的样方数量不少于 5 个; 二级评价, 每种群落类型设置的样方数量不少于 3 个。

- ◆ 尽量避免非取样误差, 避免选择路边易到之处; 两人以上进行观察记录, 消除主观因素。
- ◆ 评价区由于翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区, 根据穿越敏感区情况进行抽样调查, 尽量反映生态敏感区内及周边植被分布状况。

以上原则保证了样方点布置的代表性, 调查结果中的植被包括评价区分布最普遍、最主要的植被类型。

③植物种类调查

植物种类调查采取样线调查与重点调查相结合的方法, 在生态敏感区、重点施工区及植被状况良好的区域进行重点调查; 对重点保护野生植物、古树名木的调查中, 首先向地方林业部门及保护区管理部门等查询工程沿线是否有分布, 然后对工程可能影响到的重点保护植物和古树名木进行现场实地调查、访问调查及复核调查。通过调查, 明确评价区及占地区植物种类, 明确重点保护野生植物和古树名木的种类、数量、分布、生存状况及其与工程的区位关系、工程影响方式等。

④植被及群系调查

本次对本项目评价范围内不同行政区域、不同海拔高度、不同生境分布的典型植被类型、植物群落、植物群系、优势物种以及翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区内典型植被类型进行了样方调查。本项目穿越翠云廊古柏省级自然保护区段生态影响评价工作等级为一级, 穿越剑门蜀道风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区段生态影响评价工作等级为二级, 评价人员在 2025 年 3 月期间开展了现场踏勘及样方调查, 鉴于本项目一级评价范围内共分布有 3 种植物群系(柏木林、麻栎林、黄荆-马桑灌丛), 故本次共布设了 15 个样方, 每种植物群系各 5 个样方; 二级评价范围内共分布有 3 种植物群系(柏木林、麻栎林、黄荆-马桑灌丛), 故本次共布设了 9 个样方, 每种植物群系各 3 个样方。本项目样方设置位置和数量、时段符合《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022) 中关于生态环境影响一级、二级评价样方设置的要求“7.3.4…一级评价每种群落类型设置的样方数量不少于 5 个, 二级评价每种群落类型设置的样方数量不少于 3 个, 调查时间宜选择植物生长旺盛季节…”, 因此本项目样方设置及调查具有代表性和合理性。

(3) 陆生动物调查方法

根据本项目工程特性，结合调查范围、调查对象、地形地貌和生境实际情况等因素等选择合适的调查点位进行样线调查。对本项目评价范围内不同行政区域、不同海拔高度、不同生境类型进行了样线调查。根据相关资料的数据解析和现状调查，确定评价范围内有 2 种生境类型（森林、灌丛）。本次评价基于上述原则，并结合评价范围内生境类型，在一级评价区域共设置样线 10 条，大多数样线穿越了不同的生境，使各类生境均有 5 条以上的调查样线；在二级评价区域共设置样线 6 条，大多数样线穿越了不同的生境，使各类生境均有 3 条以上的调查样线。样线调查中，记录见到实体或痕迹的物种名、数量、海拔、生境类型，以及记录样线海拔、长度、经纬度、调查时间和调查人员等；同时还采用了访问法调查。调查时间（2025 年 3 月）。本项目样线设置位置和数量符合《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 6219-2022）中关于生态环境影响评价样线设置的要求“7.3.4…一级评价每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 5 条，二级评价每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 3 条…”，因此本项目样线设置及调查具有代表性和合理性。

7.1.3 重要物种调查

本项目对古树名木调查采取收集资料与现场调查相结合，通过搜集线路经过各县（区）的古树名木统计资料筛查项目评价区内的古树名木；另外在现场调查过程中通过访问沿线村民及实地调查发现古树名木。

重要野生动植物的调查采取了查阅资料和现场调查相结合的方式，现场调查包括本次评价现场调查及项目周边其他各项目生态专题评估的现场调查，其中本次评价现场调查是在综合分析现有资料的基础上确定实地考察的重点区域及考察路线，并采取样线与样方调查相结合的方法开展，共设置植被样方 24 个，动物样线 16 条。

7.1.4 生态环境现状主要评价内容及方法（一级、二级评价）

采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图、土地利用类型图等制作，遥感处理分析的软件采用 ENVI、ERDAS Imagine 9.1，制图、空间分析软件采用 ArcGIS 10.2、CorelDRAW X8。

(1) 土地利用现状

编制土地利用现状图，统计评价范围内的土地利用类型及面积。

(2) 陆生植被

编制植被类型图、植被覆盖度空间分布图，统计各植被类型的面积，根据植被覆盖度分析植被现状。

采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的方法如下：

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

式中：FVC——所计算像元的植被覆盖度；

NDVI——所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_v——纯植物像元的 NDVI 值；

NDVI_s——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

本次评价通过对卫星底图进行解译，对项目评价范围内植被指数（NDVI）进行估算。

（3）陆生植物

编制植物名录，进行植物属的地理区系成分分析（特别是中国特有、省特有、狭域（特定山地、流域等）特有）；编制重要物种分布图、物种适宜生境分布图。

物种多样性的评价指标采用物种丰富度。

（4）陆生动物

编制动物名录，统计分析调查范围内爬行动物科、种的数量和组成，描述优势种和常见种；进行动物的区系分析、生态类型分析（鸟类还有居留情况分析）。编制重要物种分布图、物种适宜生境分布图。

物种多样性的评价指标采用物种丰富度。

（5）生态系统

编制生态系统类型分布图，统计评价范围内的生态系统类型及面积；采用植被覆盖度（见上文）、生物量开展评价。

生物量是指一定地段面积内某个时期生存着的活有机体的重量。不同生态系统的生物量测定方法不同，可采用实测与估算相结合的方法。地上生物量估算可采用植被指数法、异速生长方程法等方法进行计算。基于植被指数的生物量统计法是通过实地测量的生物量数据和遥感植被指数建立统计模型，在遥感数据的基础上反演得到评价区域的生物量。

由于本项目新建线路评价范围窄、长，评价区范围大，在短时间内不可能对每一种植被类型都进行实际测定，且根据生态环境保护相关法律法规的要求，禁止随意砍伐树木、损毁植被造成生态破坏，本项目生物量数据参考《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云，刘国华，徐蒿龄，1996年）、《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜，1999年）等相关资料，并根据项目所在地的实际情况做适当调整，估算出评价区各植被类型的生物量。

I、森林群落生物量

森林生物量的估算参照《中国西南地区森林生物量及生产力研究综述》（吴鹏，丁访军，陈骏 湖北农业科学第 51 卷第 8 期，2012 年 4 月），结合中国科学院生态环境研究中心

专家建立的我国森林生物量的基本参数（方精云等，我国森林植被的生物量和净生产量.生态学报，Vol.16.No.5，1996），生物量的基数取值分别为：阔叶林 178.08t/hm²，针叶林 145.18t/hm²，。

II、灌丛群落生物量

灌丛生物量的确定主要参考四川农业大学王玲所作的《川西北地区主要灌丛类型生物量及其模型的研究》得出的数据，取 17.46t/hm²作为本评价区灌丛群落生物量的基数。

III、灌草丛群落生物量

灌草丛生物量根据北京大学朴世龙等《中国草地植被生物量及其空间分布格局》中提供的云南草地植被生物量的数据，取 6.78t/hm²作为本评价区灌草丛群落生物量的基数。

VI、农田植被生物量

农田植被生物量由三部分组成，即作物籽粒、秸秆和根茬。由于目前尚无评价区农田的秸秆、根茬单位面积产量数据，为此借用张云生等（张云生，顾思平，等.哈尔滨市主要农作物籽实、秸秆、根茬产量及其养分含量的分析.东北农业大学学报.2002，33(2):125-128）的研究结果，玉米籽粒、秸秆、根茬生物量比例为：1:1.24:0.28。根据评价区内作物（籽粒）的平均产量，估算出评价区实际生物量。

V、经济果木林生物量

经济果木林的生物量采用方精云等的研究成果（方精云.刘国华.徐嵩龄.我国森林植被的生物量和净生产量.生态学报，Vol.16.No.5，1996），即我国经济果木林平均生物量为 23.7t/hm²。

③景观生态学评价方法

景观生态学主要研究宏观尺度上景观类型的空间格局和生态过程的相互作用及其动态变化特征。景观格局是指大小和形状不一的景观斑块在空间上的排列，是各种生态过程在不同尺度上综合作用的结果。景观格局变化对生物多样性产生直接而强烈的影响，其主要原因是生境丧失和破碎化。

根据本项目建设对景观的影响，拟对景观变化的分析方法主要有三种：定性描述法、景观生态图叠置法和景观动态的定量化分析法。目前较常用的方法是景观动态的定量化分析法，主要是对收集的景观数据进行解译或数字化处理，建立景观类型图，通过计算景观格局指数或建立动态模型对景观面积变化和景观类型转化等进行分析，揭示景观的空间配置以及格局动态变化趋势。

7.2 项目评价区域土地利用现状调查与评价

本项目评价区面积共约 2511hm²，土地类型主要为乔木林地，占了评价区范围的 47.18%，其次为灌木林地和旱地，分别占了评价区范围的 31.55%、11.60%；其他草地、交通运输用地等占比很小，共计仅占了评价区范围的 9.67%。具体占地类型见表 7-1。

7.3 项目评价区域陆生植被、植物现状调查与评价

7.3.1 植被组成及主要植被类型

(1) 主要植被类型

自然植被按照《四川植被》的分类原则，即植被型、群系组和群系三级分类方法，结合野外调查资料、样方调查资料，对本项目生态评价区的植被进行分类；栽培植被按照《四川植被》中栽培植物分类方法进行划分。本项目生态环境评价区域植被主要为自然植被，其次为栽培植被。自然植被包括 4 个植被型，4 群系组，4 个群系，为原生植被砍伐后形成的次生群落；栽培植被包括作物和经济林木 2 种植被型，其中作物多为一年一熟类型。

(2) 植被类型分布情况

本项目评价范围内亚热带阔叶林与亚热带阔叶灌丛占绝对主导地位，占到了评价区面积的 67.61%，其次为亚热带针叶林，占评价区面积的 11.2%；其他分布面积较大的为旱地，占评价区面积的 11.6%。其他草地等占比很小，共计占评价区面积的 9.67%。

项目评价区各植被类型分布情况见下表。

7.3.2 植被演替规律

评价区地带性植被为亚热带常绿阔叶林，但分布范围狭窄，受到反复砍伐后，榲栎、柏木长入成林，榲栎、柏木林是亚热带常绿阔叶林类型的替代植被类型。

在长期砍伐、采樵、放牧、垦殖等人为因素影响下，评价区的植被主要向以下方向演变。

①常绿针叶林

在生境较干燥、土壤条件较好的区域，常绿阔叶林遭到破坏后，演变为榲栎林，或马尾松与榲栎、栓皮栎、柏木林等常绿阔叶树的混交林，但此类混交林中，马尾松占据乔木层最上层，榲栎，栓皮栎等一般处于乔木亚层。若人为因素影响减轻或者停止，各种栎类等的常绿阔叶树种将逐渐进入林冠层，取代马尾松的优势地位，针叶林将演替成为针阔混交林并逐渐向常绿阔叶林演替。若人为因素影响维持或加剧，林下常绿树种将消退，乔木层高度降低，盖度变小，严重甚至将退化为灌丛和稀疏灌木草丛。

②落叶阔叶林

在生境干旱、向阳坡四川翠云廊古柏省级自然保护区区域，常绿阔叶林遭到破坏后，演变为麻栎为主的常绿阔叶林；若人为因素影响减轻或者停止，常绿阔叶树种将逐渐发育更新，取代落叶阔叶林的优势地位，将演替成为常绿、落叶阔叶混交林并逐渐向常绿阔叶林演替。若人为因素影响维持或加剧，林下常绿树种将消退，乔木层高度降低，盖度变小，严重甚至将退化为灌丛和稀树灌木草丛。

③热性灌丛

在陡坡、陡崖、高大山体山顶区域，原生的常绿阔叶林退化成为热性灌丛。若人为因素影响减轻或停止，由于原生常绿阔叶林成分保留较好，将较快地向常绿阔叶林演替。若人为因素影响维持或加剧，灌丛将退化成为次生性更强、群落结构更加简单、生物多样性更低的稀树草丛。

④稀树灌木草丛

在生境干燥、土壤条件较差且人为干扰强烈的区域，植被是紫茎泽兰、飞机草、白茅以及粽叶芦+白茅为主的稀疏草丛。若气候条件稳定，人为因素影响减轻或者停止，并治理入侵物种（主要为紫茎泽兰、飞机草），这一类地区的灌草丛将向灌丛演替。

7.3.3 评价区植物物种多样性

根据本次调查结果显示，线路沿线评价范围内有野生及较为常见或重要栽培的维管植物共计 77 科 375 属 584 种，其中蕨类植物 22 科、35 属、58 种，裸子植物 2 科、2 属、2 种，双子叶植物 60 科、271 属、420 种，单子叶植物 13 科、67 属、104 种。植物区系成分复杂，区系成分明显表现出以热带和温带成分为主，但每属所含物种种数少。

评价区植物区系组成以被子植物为主，植物种类组成较丰富。根据现场调查，评价区自然分有的被子植物以乔木、灌丛为主，裸子植物以针叶树种为主，常为针叶林优势种。总体来看，评价区植被次生性明显，但沿线植被覆盖情况较好，野生维管植物种类相对较多，物种丰富度较高。

7.3.4 评价区植物区系及主要区系特点

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等 2011 年），本项目周边区域的植物区系为东亚植物区—中国—喜马拉雅植物亚区—云贵高原地区—滇东南亚地区，具体情况详见表 7-4。

7.3.5 评价区重要物种（植物）及重要生境调查评价

（1）重要物种（植物）现状

依据《国家重点保护野生植物名录》（2021 年版）、《四川省重点保护野生植物名录》（川府发〔2024〕14 号）等资料核实，本项目评价范围内未发现国家和省级重点保护

野生植物。

7.4 项目评价区域陆生动物现状调查与评价

7.4.1 动物区系划分

根据《中国动物地理》（张荣祖 科学出版社，2011 年），工程评价范围内动物区系划分见表 7-5。

7.4.2 陆生动物物种组成及分布特征

根据项目特点，本次评价选择典型生境，采用样线法对评价范围内的陆生脊椎动物进行了专项调查，并对沿线村庄及项目所在区域的林业部门进行了走访。在此基础上，本次评价查阅并参考了《中国两栖动物图鉴》（费梁，1999 年）、《中国动物志（两栖纲）》（科学出版社，2009 年）、《中国爬行动物图鉴》（中国野生动物保护协会，2002 年）、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》（赵尔宓等，2000 年）、《中国鸟类分类与分布名录（第三版）》（郑光美，2017 年）、《中国兽类野外手册》（湖南教育出版社，2009 年）、《中国脊椎动物红色名录》（Biodiversity Science，2016 年）、《中国哺乳动物多样性编目（第 2 版）》（蒋志刚等人，2017 年）等著作以及关于本地区脊椎动物类的，对项目评价范围的动物资源现状得出综合结论。

7.4.3 动物多样性

根据上述材料及现场踏勘、观察和询访当地居民，本项目评价区共有野生动物 34 目 74 科 165 种，其中兽类有 21 目 43 科 99 种，鸟类有 10 目 23 科 49 种，爬行类有 2 目 6 科 11 种，两栖类有 1 目 2 科 6 种。

根据查阅《国家重点保护野生动物名录》（2021）、《四川省重点保护野生动物名录》（川府发〔2024〕14 号）相关资料核实，本项目评价范围内分布有国家 II 级重点保护动物 3 种：普通鵟、雀鹰、斑头鸺鹠。

7.4.4 重要动物的重要生境现状

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），重要生境包括：重要物种的天然集中分布区、栖息地，重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，迁徙鸟类的重要繁殖地、停歇地、越冬地以及野生动物迁徙通道等。

根据《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（国家林草局 2023 年第 23 号），本项目不涉及重要栖息地名录。

7.5 项目评价区域生态系统现状调查与评价

7.5.1 生态系统类型

本次评价根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）中相关要求，经过人机交互遥感解译、野外核查和精度验证等步骤，获得了评价区生态系统类型解译结果数据。项目评价范围内生态系统类型可划分为自然生态系统和人工生态系统 2 大类、6 个种类，分别为：森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统，详见表 7-6。

本项目评价范围内森林生态系统面积最大，占评价区总面积的 47.18%，其次为灌丛生态系统和农田生态系统，分别占评价区总面积的 31.55%、11.12%；其他草地生态系统、湿地生态系统、城镇生态系统等占比很小，共占评价区总面积的 9.67%。

7.5.2 生态系统结构和功能状况

（1）森林生态系统

评价范围内森林生态系统均属次生演替发展形成，呈大面积、片状分布。

①**植被现状**：评价区内的森林生态系统的植被类型以柏木群系、马尾松群系为主，思茅松群系、麻栎群系次生性明显。

②**动物现状**：森林生态系统是动物良好的栖息地和避难所，也是评价区内各种野生动物的主要活动场所，如鸟类中的陆禽，如珠颈斑鸠、山斑鸠、[中华]鹧鸪及大多数鸣禽等；兽类中的半地下生活型的黄胸鼠、大足鼠、云南兔、黄鼬等和地面生活型的野猪、豹猫等。

③**生态系统功能**：森林生态系统比地表其他生态系统更加具有复杂的空间结构和营养链，这有助于提高系统自身调节适应能力。其生态服务功能包括光能利用、调节大气、涵养水源、改良土壤、防风固沙、水土保持，控制水土流失、孕育和保存生物多样性等几个方面。

（2）灌丛生态系统

评价区灌丛生态系统是森林、灌丛被砍伐，导致水土流失，土壤日趋瘠薄，生境趋于干旱化所形成的次生类型。

①**植被现状**：评价区内的灌丛生态系统的植被类型以黄荆-马桑灌丛、麻栎灌丛等为主。

②**动物现状**：灌丛生态系统也是评价区内多种野生动物的主要活动场所，如爬行类中的灌丛石隙型种类，如：北草蜥、银环蛇等；鸟类的陆禽山斑鸠、雉鸡及大多数鸣禽等；兽类的半地下生活性种类，如：长尾大麝鼯、鼬獾、黄鼬等。

③**生态系统功能**：灌丛生态系统与森林生态系统一样，是地球上最重要的陆地生态系统类型之一。灌丛生态系统的生态功能主要表现为侵蚀控制、土壤形成、营养循环、生物控制、基因资源等。

(3) 草地生态系统

项目评价内草地生态系统主要为中生和旱生多年生草本植物组成的植被类型，多分布于林缘、耕地和道路旁以及林间林窗区域。

①**植被现状**：评价区内的草地生态系统的植被类型以能送，白茅草丛为主。

②**动物现状**：草丛生态系统由于植被类型单一，资源相对匮乏，动物多样性亦比较单一，主要为两栖类动物和少量爬行类、鸟类动物；偶见兽类动物。

③**生态系统功能**：草地生态系统的生态功能主要表现为涵养水源、水土保持、防风固沙等。

(4) 湿地生态系统

评价区湿地生态系统主要包括李家河及其周围湿地。

①**植被现状**：评价区内的湿地生态系统内湿地植物种丰富，主要为十字马唐、酢浆草、五节芒、长叶水麻等。

②**动物现状**：湿地生态系统也是多种动物的重要栖息场所，如泽陆蛙、沼蛙等；爬行类中的林栖傍水型种类，如乌梢蛇、银环蛇等。此外，湿地生态系统更是湿地鸟类的重要栖息和觅食场所，分布有游禽和涉禽，如小鸕鷀、绿头鸭、白鹭等，还有部分攀禽，如普通翠鸟、白胸翡翠、冠鱼狗等。

③**生态系统功能**：湿地生态系统功能主要包括：蓄水调节；控制土壤、提供良好的湿地土壤，防止土壤侵蚀；环境调节、调节局域气候；提供动植物栖息地及维持生物多样性、自然资源供给等功能。

(5) 农田生态系统

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

①**植被现状**：评价区内的农田生态系统在项目周边分布较广，农业植被分为粮食作物和经济作物，其中粮食作物主要有玉米、豆类等；经济作物主要有油菜、甜菜、胡豆等。

②**动物现状**：农田生态系统属于人工控制的生态系统，与人类伴居的动物多活于此，如鸟类的常见山斑鸠、喜鹊、红嘴蓝鹊等，以及兽类中得部分半地下生活型种类，主要为家野两栖的小型啮齿动物，如：褐家鼠等。

③**生态系统功能**：农田生态系统的主要功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品及其提供生物能源等。此外，农田生态系统也具有养分循环、水分调剂、传粉播种、病虫害控制、生物多样性及基因资源等功能。

(6) 城镇生态系统

城镇生态系统是一种复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上存在着差别。

①**植被现状**：评价区内的城镇生态系统中自然植被较少，植被类型较为简单，主要为人工栽培的樱桃等。

②**动物现状**：城镇生态系统动物主要为喜人类伴居的种类，如鸟类中的树麻雀、喜鹊、家燕等，兽类的褐家鼠、黄胸鼠等。

③**生态系统功能**：城镇生态系统的服务功能主要为提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产；满足人类精神生活需求的功能，包括娱乐文化。

7.5.3 生态系统质量评价

(1) 植被覆盖度

因项目对生态系统的影响很小，且由于卫片解译精度问题，难以采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度，因此本评价采取定性方式说明评价区域生态系统的的功能。

根据土地利用现状调查，本项目评价范围内乔木林地、灌木林地面积1976.9103hm²，占评价区面积的78.73%，说明评价范围内的野生植被的分布情况较好。

(2) 植物生物量

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

评价区内总生物量约 222141.7368t。评价区总生物量最多的为阔叶林和针叶林，约 161245.4921t 和 40537.6242t，分别站总生物量的 72.59%和 18.25%，其次是灌丛，其余分布面积较小，生物量占比均较小，详见表 7-7。

7.6 生态敏感区生态环境现状调查与评价

项目涉及的生态敏感区为生态保护红线、翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道国家级风景名胜区、亭子湖市级风景名胜区。

7.6.1 项目评价区生态保护红线生态环境现状调查

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，本项新建线路穿越生态红线约0.45km，立塔1基。

7.6.2 项目评价区翠云廊古柏省级自然保护区生态环境现状调查

7.6.2.1 自然保护区概况

2002年3月，四川省人民政府以“川府函〔2002〕50号文”批准建立为省级保护区，将原来的3个市级保护区合并建立为一个省级保护区，名为“四川翠云廊古柏省级自然保护区”，为便于管理和发展的需要，分别在昭化、剑阁、梓潼设管理处（局）。

7.6.2.2 自然保护区区划及景观资源

根据《四川翠云廊古柏省级自然保护区总体规划（2013-2035）》，保护区面积为27155hm²，将保护区划分为核心区、缓冲区和实验区等3个功能区。

核心区：核心区为古柏分布较为集中的区域，总面积278hm²，占保护区总面积的1%。核心区是古柏的重要分布区，自然生境良好，古柏数量多，应实施严格保护，禁止进行采伐、放牧、修剪等破坏生态系统的行为。

缓冲区：缓冲区位于核心区与实验区之间，面积476.0hm²，占保护区总面积的1.8%，对实验区的干扰起缓冲作用，以减轻核心区的保护管理压力。由于翠云廊保护区的特殊性，该保护区的缓冲区主要是核心区外围两侧各50m（成片古柏的缓冲区为核心区外围50m）的与古柏生存环境息息相关的森林生态系统。应实行严格保护。

实验区：除核心区、缓冲区外的其他区域划为实验区，实验区面积6401hm²，占保护区总面积的97.2%。实验区古柏资源丰富，驿道古柏资源占整个保护区驿道古柏资源的37%。划为实验区并非该区域不重要，而是该区域人为活动多、干扰大。该区域内的古柏资源同样实施严格保护，同时可进行生态旅游、科学实验、教学等活动。由于部分实验区多是农、林交错区，且部分呈斑块状，对其保护主要是要加强巡护，防止放牧进入。

（1）主要保护对象

保护区是集珍稀植物保护、生态环境保护、科学研究、科普宣传、生态旅游开发和可持续利用为一体的综合性省级自然保护区。保护区是以古柏及其生存环境为主要保护对象的野生植物类型自然保护区。

（2）管理组织机构及人员

为便于管理和发展的需要，分别在昭化、剑阁、梓潼设管理处（局）。保护区所在的广元市昭化区、剑阁县以及绵阳市梓潼县人民政府根据相关规定，确定了管理机构，分别以元编发〔2000〕01号、剑编发〔2000〕03号文等形式明确了人员编制、管理经费来源以及管理机构的性质。保护区现共有保护管理人员60人，其中科技人员19人，巡护人员29人，管理

人员12人。

7.6.2.3 位置关系

本项目新建500kV线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区路径长约1.0km，立塔2基。

7.6.3 项目评价区剑门蜀道风景名胜区生态环境现状调查

7.6.3.1 风景名胜区概况

1982年剑门蜀道风景名胜区被批准为国家级风景名胜区。根据《剑门蜀道风景名胜区总体规划（2017-2030）》，剑门蜀道风景名胜区位于四川省德阳市、绵阳市、广元市三市境内，北至棋盘关四川、陕西两省省界处，南至白马关，西至绵竹关，东至棋盘关四川、陕西两省省界处。风景区规划总面积790.0km²，核心景区总面积43.2km²。

7.6.3.2 风景名胜区规划性质

剑门蜀道以古蜀道为轴线，剑门天下雄的自然景观为特色，以蜀道历史文化的人文风情为内容，以文化怀古、观光揽胜、度假休闲等为功能的综合型国家级风景名胜区。

7.6.3.3 风景名胜区景观资源

剑门蜀道风景区景观由二大类六中类十三小类构成。景点共计104个，其中人文景点65处，自然景点39个，特级景点16个；一级景点18个；二级景点22个；三级景点48个。

7.6.3.4 风景名胜区分级保护

风景名胜区用地分为一级保护区、二级保护区、三级保护区共三级。

一级保护区：即核心景区，将风景区资源最集中、资源价值最高的区域，以及资源周边必不可少的环境区域纳入一级保护区。面积 43.2km²，占风景区总面积的 5.5%。主要保护风景区内的核心资源，包括保存完好的古蜀道本体、文物保护单位、景观价值突出的自然山体等资源本体。一级保护区保护要求：

①严格保护风景资源的真实性和完整性，保持并完善风景景观环境。

②禁止与风景保护和风景游赏无关的建设与活动进入；控制区内居民人数和生产活动。

③景点的风景游赏设施配备，即游步道、观景摄影台、景点标示等小品的建设都须仔细设计，经有关部门批准后方可实施；人文景点的建设完善应在充分尊重其历史原貌和文脉的基础上进行；游览设施、交通设施、基础工程设施的建设在总体规划的指导下，仔细论证、设计后，经有关部门批准方可实施。

④本风景区的核心景观资源是剑门蜀道，是历史上的交通通道，目前遗存的景观遗迹也延续了历史上的交通功能，因此，风景区需重点保护的景观对象也具有交通功能，在划定的

一级保护区中，特许存在作为景观存在的机动交通进入，包括部分的国道 108 线、成昆铁路等。

二级保护区：即严格限制建设范围，将风景资源相对较少的区域，以及风景区内资源环境重要的组成部分纳入二级保护区，面积 152.8km²，占总面积的 19.3%。主要保护风景区内价值一般的风景资源，以及资源所在的空间环境。二级保护区保护要求：

①可以布置游客必需的旅游公路、观光车道、索道和游览步道、观景点等相关设施，可布置为游客服务的参与性旅游设施和服务设施，但应限制娱乐、游乐等建设项目进入，必须经过规划论证和设计，报经主管部门批准后方实施。

②以植被恢复为主，保护有价值的风景资源。

③严禁破坏风景区自然生态环境的各种工程建设与生产活动。

④区内的接待设施和村庄的发展，要严格控制人口规模和建设规模。

三级保护区：即控制建设范围，将游览设施集中建设的区域以及城镇分布的区域作为三级保护区，面积 594.0km²，占总面积的 75.2%。主要保护对象为风景区内的自然生态环境。三级保护区保护要求：

①尽量保持原有生产生活状况和土地使用性质，区内的旅游城、旅游镇、居民镇、村、点、游览设施、交通设施、基础工程设施、社会服务设施均须进行详细规划和设计，经有关部门批准后严格按规划实施。

②建设风貌必须与风景环境和历史文脉相协调，基础工程设施必须符合相关技术规范和满足环保要求，不得安排工矿企业，景观环境整治在已有设施的基础上采取拆除、整饬或保留的措施。

③可以安排各项旅游接待服务设施及基地。

7.6.3.5 位置关系

本项目线路穿越剑门蜀道风景名胜区三级景区路径长约 6.4km，立塔约 15 基。

7.7 生态影响预测与评价

本项目主要为新建 500kV 线路的工程占用、施工活动干扰、环境条件改变等，直接或间接导致物种、种群、生物群落、生境、生态系统以及自然景观、自然遗迹等发生的变化。

7.7.1 土地利用变化分析评价

本项目建设对土地的占用包括临时占用和永久占用两类，两类用地对土地利用类型和土地功能的影响不同。根据初步估算，本项目建设区共占地 9.4246hm²，其中永久占地 1.4967hm²，临时占地 7.9279hm²。永久占地主要为线路塔基占地，临时占地包括塔基区施工

场地、牵张场地、人抬道路、跨越施工场区等，占地类型为乔木林地、灌木林地、园地和旱地。项目永久占地将改变土地利用功能，临时占地会暂时改变其使用功能，破坏地表植被和农作物，占用完毕后如不及时恢复，会加剧周边水土流失。

项目在设计阶段提出普遍采用岩石嵌固基础、掏挖基础、人工挖孔桩基础，采取高低腿配合主柱加高设计，尽可能减少了土石方开挖量和工程占地；且项目结束后，临时占地均可恢复原有土地利用功能，土地利用类型不会发生改变；塔基永久占地使得评价内乔木林地、灌木林地、园地和旱地面积有所减少，但变化很小，对评价区内土地利用类型的影响很小。

7.7.2 陆生植被、生物多样性影响分析

项目建设对评价范围植被的影响主要在于施工占地及施工扰动的影响。施工占地包括塔基永久占地和施工便道、安装场地等临时占地；施工扰动包括材料运输、场地平整、基础开挖等过程中对附近区域的土壤、植物个体的扰动，以及产生扬尘、噪声、污水、固废等影响。

7.7.2.1 施工期对植被、植物多样性的影响

7.7.2.1.1 对植被的影响

(1) 对植被的影响分析

对植被的影响为输电线路建设的永久占地与临时占地的对植被占用的影响。塔基施工区、牵张场等临时设施占地面积共约 7.9279hm²，临时占地在施工结束后及时采取生态恢复措施（选择原生植被类型进行植被恢复），可恢复原有植被类型，因此，临时占地不会导致植被类型发生变化。

本项目建设永久占地 1.4967hm²，导致评价区同类型植被面积占比下降 0.042%，其他占地类型导致的同类型植被面积占比下降均很小；塔基占用灌丛、草地、旱地等，导致无植被地表增加 1.4967hm²，使得评价区无植被地表占比增加 0.084%。因此，项目永久占地使得评价区域植被类型的面积变化很小，对植被的影响较小。

7.7.2.1.2 对植物多样性的影响

(1) 施工占地影响

本项目建设区共占地约 9.424600hm²，其中永久占地 1.4967hm²，临时占地 7.9279hm²。塔基永久占地实际仅限于铁塔的 4 个支撑脚及其中间区域，只需清除少量塔基范围内的植被，砍伐量相对较少，故施工永久占地损害植株数量少，且这些植物均为评价区常见种类，因而项目的建设不会改变沿线林木群落结构，也不会对沿线生态环境造成系统性的破坏，施工结束后塔基占地外的区域均可恢复其原有植被。

项目临时占地一般选择占用荒地、草地、林间空地或林分较差的林地，项目输电线路沿

线部分区域采用人工或畜力运输或索道运输，线路导线采取无人机展放线，以尽可能减小项目临时占地面积及对周边植被扰动；且项目临时占地在施工结束后及时选择当地植物种类进行植被恢复，基本不影响评价区域的植物种类和数量。因此，虽然项目临时占地会破坏部分植物，可能会对植物数量产生一定的影响，但是一般在施工结束后即可恢复，对植物多样性的影响很小。

(2) 施工扰动的影响

①**运输扰动**：项目建设过程中，塔基、架线等所需材料运输将对道路沿线的植被产生扰动。运输路线主要利用已有的高速、国道及各省道、县道、乡道等，道路两侧主要为人工绿化植被，对运输车辆早已适应，工程对其影响较小；在植被较为茂盛的道路狭窄区域，采取人工或畜力运输或索道运输，尽量减少对周边植物的扰动。

②**开挖、临时材料堆放等影响**：塔基基础开挖，沙石料运输漏撒等造成扬尘，会对环境空气造成暂时性的和局部的影响。此外，塔基基础开挖会对附近土壤层形成扰动，临时材料堆放也将改变土壤紧实度，可能产生水土流失影响。本项目在采取铺垫、拦挡、苫盖等措施后，水土流失影响较小。

③**废水、固体废弃物等影响**：项目施工过程中将产生一定的生活污水以及施工生产废水，会对施工区周围水环境造成一定影响。同时，项目施工也将产生一定的固体废弃物，会对周围环境产生污染，最终可能会影响周围植物的生长发育。但这种影响通过一定的管理措施可以得到减缓，在采取施工过程中废水回收利用、固体废物收集处理等措施后，项目施工对沿线植被产生影响较小。

④**施工人员影响**：项目施工期，施工人员随意活动、乱砍滥伐、乱堆乱放等行为都会对区域内植物造成直接的损害，在采取加强施工人员环保意识，严格监管施工人员行为等措施后，可降低乃至避免这种影响。

7.7.2.1.3 外来入侵植物的影响

本项目输电线路工程东西跨度较大，施工期全线人流、车流量较大，人员出入及材料运输等传播途径可能会带来一些外来物种。外来物种在一定范围内若形成优势群落，将对当地物种产生一定的排斥，使区域内植被类型受到一定的影响。通过采取严格检查进入施工区车辆和材料、及时销毁外来种等措施，可有效控制这种影响的发生。

7.7.2.2 运行期对植被、植物多样性的影响

7.7.2.2.1 对植被及植物多样性的影响分析

输变电项目在运行期内，线路在空间上与灌丛、草地植被相距较远，对灌丛、草地植被及其植物物种多样性没有影响。根据已运行的同类项目可知，运行期输电线路下方农作物的

色泽、产量与其他区域并无区别，项目运行期对其无影响。

输电线路运行期为保障线路安全运行配置有巡线计划，但巡线人员数量少，巡线工作一般采用无人机进行，且有一定的时间间隔，不会因为人类活动频繁而影响线路沿线植物的生长，采取规范巡线人员行为，不砍伐、攀折、践踏植物以及线路巡视时应避免带入火种等措施后，线路运行期巡线工作对沿线植被、植物多样性的很小。

根据相关规程，输电线路运行过程中，要对导线下方与树木垂直距离小于 7m 树木的树冠进行定期修剪，保证输电导线与林区树木之间的垂直距离足够大，以满足输电线路正常运行的需要。本项目线路所经区域以山地和丘陵为主，铁塔塔位一般选择在山地或山腰，利用地形的自然高差进行跨越，基本不需要修剪树冠。同时，项目设计时已考虑了沿线树木的自然生长高度，在林木地区走线时采取高跨措施，以最大程度的满足线路附近树木与导线的垂直距离超过 7m 的安全要求。因此，可以预测，项目输电线路运行期砍伐树木的量很少且多为局部树冠修剪，对森林植物群落组成和结构影响微弱，对生态系统环境影响程度较小，对植物多样性影响很小。

7.7.2.2.2 对自然植物群落演替的影响分析

本项目输电线路需穿越密集林地，杆塔建成后永久占地内的林地植被将完全被破坏，取而代之的是硬化基脚，占地类型也将变更为建筑用地。项目的建设会将原来整片的林地空出点状空地，使群落产生林窗效应，光辐射、温度、湿度、风等因素都会发生改变，而这种小气候的变化会导致杆塔附近的植物、动物和微生物等沿杆塔向林区的梯度发生不同程度的变化。根据林窗的相关研究，林窗使林下植物种类和数量发生变化，影响耐阴植物和非耐阴植物的比例，使林窗区域植被物种多样性明显高于林下，在林窗发育早期，草本和灌木较繁茂，而在发育期，中小乔木树种繁茂，林窗发育晚期，大乔木繁茂。因需保证线路运行安全，在线路运行期，将保持林窗发育的水平，使得塔基区域形成阳性树种与阴性树种共存，从而导致生物量和生物多样性均较茂林区域更高，对于生态系统而言，塔基占地的小面积林窗效应产生的生境异质性有利于自然植被的发育和更新。

7.7.3 陆生动物多样性的影响分析

本项目对陆生动物的影响分为施工期和运行期，重点是施工期的生态影响。施工期的主要影响有：施工占地、施工干扰、交通影响等。运行期主要影响因素为：运行维护干扰、阻隔干扰等。

7.7.3.1 施工期对陆生野生动物多样性的影响分析

7.7.3.1.1 对兽类动物的影响

施工期对兽类的影响主要表现为以下方面：①施工作业及施工人员活动对兽类栖息地生

境的干扰和破坏，主要表现在永久性和临时性施工等区域；②施工机械噪声对兽类的栖息地声环境的破坏和机械噪声对兽类的驱赶；③施工人员可能对兽类的猎杀。

上述前两项对兽类的主要影响，其结果都将使得大部分兽类迁移它处，远离施工区范围；小部分小型兽类由于栖息地的丧失而可能从项目区消失；但第三项影响必须避免，因此施工中必须严禁规范施工人员的活动，禁止猎杀项目区的兽类。

本项目施工期间，周边兽类通过迁移来避免项目施工造成的影响，且项目周边适宜生境丰富，兽类受施工影响后可自主寻找到替代生境。项目施工作业结束后，迁移出项目区的动物中的一部分会返回原来的栖息地，大部分会在项目区周围的临近区域重新分布，因此只要规范好施工人员个人行为，本项目施工期间对兽类影响不大。

7.7.3.1.2 对鸟类动物的影响

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

项目输电线路施工建设时不可避免的会对沿线鸟类产生一定的影响，但项目总占地面积较小，且以临时性占地为主，项目结束后即可恢复。而且，由于鸟类活动能力强，项目影响区及以外区域类似生境丰富，鸟类受到施工干扰后可自由迁移至适宜生境生存，且此种影响具有暂时性、分散性的特点，待施工结束后，此种影响亦将逐渐消除。因此只要规范好施工人员个人行为，项目施工对鸟类总的影 响不大。

7.7.3.1.3 对两栖类动物的影响

项目永久及临时占地将直接导致项目影响区域内两栖动物生境的丧失，项目施工时产生噪声、机械振动也会驱使施工边缘区域的两栖动物离开受影响区域。由于两栖动物活动能力较弱，活动范围小，生境侵占对其的影响相对较大。本项目为输变电项目，项目影响区永久性占地主要为塔基占地，占地面积相对较小；临时性占地主要为塔基施工区、施工人抬道路、牵张场等，占地面积相对较大，但具有暂时性的特点，待项目施工结束后可归还占地，恢复原有生境。

本项目主要占用生境为林地、灌丛、园地，未占用水域及湿地，栖息的两栖类主要为树蛙科动物，对溪流型和静水型两栖动物影响甚微。树蛙科两栖类主要生活在水体附近的乔木、灌丛和草丛中，而本项目新建杆塔位于山顶、山脊等地势较高处，周边并无水塘、溪流等水体分布，两栖类动物分布很少，通过控制新建人抬道路、牵张场避开水塘、水坑等位置后，施工活动对两栖类动物的影响很小；且单个塔基工程量小、施工时间短，施工影响随着

施工结束而消除。因此，项目施工对整个评价区域内有水环境存在的地区影响程度极小，影响时间均较短，且施工影响会随着施工结束而消除，不会影响跨越水体的水域功能。因此，项目建设对两栖类动物的影响较小。

7.7.3.1.4 对爬行类动物的影响

项目永久及临时占地将直接导致项目影响区域内爬行动物生境的丧失，项目施工时产生的噪声、机械振动会驱使施工边缘区域的爬行动物离开受影响区域，施工所产生的废弃物对其生活环境也会造成一定的影响。

输变电项目施工基本属于点线间隔型，仅在塔基附近造成小片状改变，因此不会显著改变爬行类在项目区的大生境条件。壁虎科、石龙子科、蜥蜴科、蝾螈科和蛇科等爬行动物，主要栖息于阴暗潮湿的林间灌丛、草丛等处，以昆虫、蛙类、鼠类为食，爬行动物活动能力较强，活动范围较大，在施工噪声、振动、人为活动等因素刺激下，能迅速作出规避反应，因此项目施工期对爬行动物影响较小，施工活动结束后，随着项目区内自然生态环境的恢复和重建，项目建设对爬行类动物的影响逐步消失。

7.7.3.1.5 对重要野生动物及其栖息地的影响分析

根据查阅《国家重点保护野生动物名录》（2021）、《四川省重点保护野生动物名录》（川府发〔2024〕14号）相关资料核实，本项目评价范围内分布有国家Ⅱ级重点保护动物3种：普通鵟、雀鹰、斑头鸺鹠。

根据《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（国家林草局2023年第23号），本项目不涉及重要栖息地名录。

项目输电线路工程由于其塔基为点状分布，两塔之间距离根据地形一般在300m~800m，杆塔之间的区域为架空线路，不会对地面活动的兽类、两栖类和爬行类重点动物的生境和活动产生阻隔。

输电线路的杆塔较为高大可能会对线路附近的重点保护鸟类的迁徙和飞行造成一定的影响，鸟类一般具有很好的视力，它们很容易发现并躲避障碍物，在飞行途中遇到障碍物都会在大约100m~200m的距离下避开，本项目采用四分裂导线，导线直径较粗，容易被观察到。因此，在天气晴好的情况下，鸟类误撞输电线路的几率很小。草鹞、领角鹞等夜行型动物的夜间飞行高度较低，一般在林区内部，较少高于林木高度，本项目输电线路的架设至少高于林木7.0m，因此对夜行型保护鸟类的活动的的影响很小。

输电线路运行期人为活动很少，仅为保障线路安全运行配置有巡线计划，但巡线工人数量少，巡线工作一般采用无人机进行，且有一定的时间间隔，不会因为人类活动频繁而影响陆生动物的栖息和繁衍。

7.7.4 生态系统的影响分析

7.7.4.1 对生态系统组成与功能的影响分析

工程实施后，评价区内生态系统类型面积变化最大的是城镇生态系统，其面积增加了 1.4967hm²；其次为森林生态系统，其面积减少 1.0645hm²；灌丛、草地和农田生态系统面积也有所减少，湿地生态系统面积无变化。从整体来看，森林生态系统面积仍然占优势，对本区域内的生态系统调控能力较强。

本项目施工活动主要集中在站内、塔基附近区域，其影响也主要集中在站内、塔基周围且呈点状分布。施工期材料运输及基础开挖等施工活动会使局部地表受到破坏，导致局部地表水分、土壤等非生物环境改变以及原有地表植被消失或扰动，会导致部分生活在地表土壤中的生物缺乏生存、穴居和繁衍的庇护地而逐渐消亡，但其影响仅局限于塔基周围和临时扰动区域。本项目占地区主要是森林生态系统和灌丛生态系统，而工程永久占用

(2.1200hm²) 占整个评价区总面积的比例仅 0.084%，项目施工期对区域生态系统完整性影响较小。

(1) 对森林生态系统的影响分析

本项目对森林生态系统的影响主要体现在施工期的占地、施工扰动、人员活动和运行期的线路维护等方面。

1) 占地影响：线路塔基建设将直接占用部分林地，导致森林生态系统面积的减少；间接的占用森林中动物的生境，使其远离施工区域，导致局部森林群落组成发生短暂的变化。

2) 施工扰动：施工产生的扬尘、废气、废渣、噪声等可能进入生态系统，损害系统环境质量，间接影响生态系统内生物群落的生存和繁衍。

3) 施工人员活动：乱砍滥伐、随意践踏、胡乱堆放、管理不善等行为的发生可能会对森林资源造成直接的损害，需进行严格监管。

4) 外来种入侵：在施工期间，工作人员、建筑材料及其车辆的进入，可能将外来物种带入施工区域，外来物种能更好的适应和利用被干扰的环境，可能会导致森林生态系统内原有物种的衰退。

森林生态系统一般具有较高的稳定性、较高和较强的抵抗外界干扰能力，评价范围内森林生态系统植物群落主要由思茅松、红锥、西南木荷、麻栎、云南黄杞、岗柃、截果柯、毛枝青冈等常见物种组成，林中动物主要为珠颈斑鸠、大山雀、画眉等鸟类，大足鼠、黄鼬等兽类，这些物种大多活动范围较大、适应性强，受外界干扰影响较小。输电线路工程量小，塔基永久占地及施工临时占地面积较小，少量的林木砍伐、短暂的施工期环境质量改变影响等不会改变森林生态系统的结构和功能，不会使森林生态系统发生群落演替，也不会对沿线

森林生态系统环境造成系统性的破坏。

(2) 对灌丛/草丛生态系统的影响分析

本项目对灌丛/草丛生态系统的影响主要集中在施工期，包括占地、施工扰动和人员活动；此外，由于灌丛/草丛生态系统具有次生性，是生态演替的不稳定阶段，容易受外来物种的入侵。

1) 占地影响：线路塔基建设将直接占用部分灌丛/草丛，导致灌丛/草丛生态系统面积的减少；工作人员、建筑材料及其车辆的进入，会碾压部分灌丛，导致其面积较少。

2) 施工扰动：施工扬尘、废气、废渣等的随意排放可能会间接影响灌丛/草丛中生物群落的生长和生活。

3) 施工人员活动：不文明施工行为会对周边灌草地环境造成破坏，直接或间接影响灌丛/草丛中生物群落。

4) 外来种入侵：在施工期间，工作人员、建筑材料及其车辆的进入，可能将外来物种带入施工区域，外来物种能更好的适应和利用被干扰的环境，可能会导致灌丛/草丛生态系统内原有物种的衰退。

评价范围内灌丛/草丛生态系统植物群落主要由茶梨、豆梨、余甘子、多种悬钩子、灰毛浆果楝、白花羊蹄甲、野牡丹、构树、银合欢等常见物种组成，生活于其中的动物有棕背树蜥、北草蜥、山斑鸠等常见种，这些物种大多活动范围较大、适应性强、繁殖快，受外界干扰影响较小。本项目占地面积较小，产生影响范围小、时间短，因此，本项目建设不会改变评价区灌丛/草丛生态系统的结构和功能。

(3) 对湿地生态系统的影响分析

水域周边塔基建设过程中洒落的废弃物、边坡防护不及时导致的水土流失等可能会对评价区湿地生态系统水质环境产生影响，同时间接影响湿地生态系统中动植物的正常栖息和繁殖；施工生产、生活废水如不妥善处理，也会影响周边湿地生态系统环境。

本项目新建杆塔位置未占用两岸岸线范围，留有一定的安全距离，线路施工区域均远离地表水体，水域范围内无任何施工活动。只要在施工前注意对施工人员进行环保意识的宣传教育，落实文明施工原则，防止施工废水、固废等污染物弃进入水体，项目建设对评价区内湿地生态系统影响可控。

(4) 对农田生态系统的影响分析

评价范围内农业耕作主要种植玉米、豆类和时令蔬菜等常见农作物和沃柑、香蕉、芭蕉、普洱茶、咖啡、澳洲坚果、芒果、橡胶等用栽培作物。本项目对农业生产的影响主要为塔基施工时土石方开挖对农作物的清除，使农作物产量减少；另外，材料堆放、人员践踏、

施工机具碾压也会损害部分农作物，影响其正常生长。

本项目塔基永久占用旱地、园地面积较小，对农作物产生的影响有限；地质松软的旱地区域塔基采用板式基础，土石方开挖量、施工临时占地面积较大，施工结束后及时进行混凝土、砂石料等的清理和土地整治，恢复原有土地利用用途，可恢复原有农田生态系统功能。同时，农田生态系统是人类活动于干预下形成的人工生态系统，可调控性能力强，生态功能单一、明确，农作物受到破坏时，可人为干预到达功能目标的恢复性强。

综上，本项目为输电线路永久占用农田面积较小，临时占地及时土地整治，可恢复原有农田生态系统功能。项目建设对农田生态系统产生的影响较小，不会改变评价区农田生态系统整体结构和功能。

(5) 对城镇生态系统的影响分析

城镇是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别，主要变现为当地百姓居住和社会经济活动生产的功能。项目建设可能会对当地居民生产、生活产生影响。

施工期由于施工人员的进入，导致人口集中，生产生活垃圾、生活污水排放，施工活动噪声，均可能会对评价区内城镇生态系统原有的生态环境造成负面影响。施工前注意对施工人员进行环保意识的宣传教育，在施工期避免或尽量减少垃圾和污水的排放，尽量利用系统内已有的污水、固废收集设施，项目建设对评价区内的城镇生态系统影响较小。

7.7.4.2 生态完整性的影响分析

生态系统完整性是在生物完整性概念基础上发展起来的，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。

从第一个层次来看，本项目建设新增永久占地面积 2.1200hm²，森林、灌丛生态系统受侵占影响的面积比重下降分别为 0.042%、0.027%，直接影响范围较小，项目的建设对周边环境的侵占和干扰较弱，项目周边生态系统内的物种组成不会发生改变，因此项目建设前后生态系统组成成分具有完整性。

从第二个层次来看，项目建设后，除塔基永久占地内的植物群落环境发生改变外，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。

从第三个层次来看，本项目建设仅对评价区生态系统的局部区域带来侵占和干扰影响，本项目新建输电线路直接占用区域面积占生态系统总面积的比重很小，因此项目建设的占用和干扰不会导致周边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。

综上所述，本项目的建设不会破坏生态系统的完整性。

7.7.4.3 对生态系统质量的影响分析

项目永久占地造成的植被生物损失总量约 198.2950t，占评价区生物总量的 0.089%，项目建设导致的评价区内的植被生物量的影响很小。项目建设临时占地造成的损失是暂时的，在项目施工结束后，可通过绿化措施得到恢复。

7.7.5 对自然景观的影响

7.7.5.1 施工期影响分析

输变电项目施工期的景观影响主要为破坏植被产生的直接影响，输电线路穿越或者距离自然景观较近时，会破坏当地原有的植被，使其景观特征发生改变，对生态景观的自然性带来不利影响。

项目新建 500kV 架空线路属于点状间隔式线性工程，涉及穿越自然保护区及风景名胜区，其中基位于林地、灌丛区域，塔基施工将暂时形成裸露施工面，形成点状的异质性景观类型，造成视觉冲突，但占地面积较小，通过文明施工、采取绿色围挡遮挡等措施后，对自然景观影响较低。

7.7.5.2 运行期影响分析

输变电工程运行期景观影响主要为铁塔和输电线形成的不良景观，还有因横亘于风景名胜区而形成的阻隔、干扰等不良影响。

输电建设项目建成后，铁塔、导线将形成新的景观斑块，增加生态景观斑块的数量，提高了沿线生态景观的多样性程度，也加大了整体生态景观的破碎化程度，对原始景观斑块造成“疮疤”的感觉，对整体生态景观形成不和谐的视觉效果，造成较为明显的不利影响；铁塔和输电导线会切割原来连续的生态景观，使景观的空间连续性在一定程度上被破坏，在原有和谐背景上勾划出一条明显的人工印迹，与周围的天然生态景观之间形成鲜明的反差，造成不良的视觉冲击。

7.8 生态环境保护措施

根据项目特点，结合《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）、《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）的规定，本项目生态影响的防护原则是：

（1）自然资源损失的补偿原则：由于评价区域内自然资源（主要指乔、灌、草等植被资源和土地资源）会由于项目施工和运行受到一定程度的耗损，属于景观组分中的环境资源部分，具备一定的环境效益和社会效益，因而必须执行自然资源损失的补偿原则。

（2）区域自然系统中受损区域恢复原则：项目实施后，使局部区域用地格局发生改

变，影响了原有生态系统的功能，同时，还会引起水土流失，因此应采取措施减少这种功能损失。

(3) 凡涉及到敏感地区和珍稀濒危物种等类生态因子发生不可逆影响时必须提出可靠的保护措施和方案。

(4) 凡涉及到尽可能需要保护的生物物种和敏感地区，必须制定补偿措施加以保护。

本评价按优先避让，对不能避让的情况则采取措施减缓，减缓不能生效的，采取必要的补偿和重建方案，尽可能在最大程度上降低不利生态影响。

7.8.1 施工期生态环境保护措施

7.8.1.1 生态系统、陆生植被、植物多样性保护措施

(1) 避让措施

①在线路后续设计过程中尽量优化路径，减少路径长度，尽量避让环境敏感区及天然林、公益林等林分较好的区域；选择山顶或山脊立塔，尽量减少林区内立塔数量，减少土地和植被占用，从源头控制对植被的破坏。

②在塔基定位时，根据周边地形、地势等条件，塔基尽量避开植被密集区，尽量避开季风常绿阔叶林区；线路经过林区采取高塔架设方式，控制导线与树木垂直距离不小于 7m，不砍伐线路廊道。

③合理规划施工便道、牵引场地、材料堆放处等临时场地，合理划定施工范围和人员、车辆的行走路线，避免对施工范围之外的区域的植被造成碾压和破坏；不在公益林、天然林范围设大开挖施工便道、跨越施工场区、施工营地、拌合站等，不在天然林区内设牵张场。

④架空线路跨越永久基本农田，不在永久基本农田内立塔；对跨越耕地的线路路段进行塔基定位时，应结合当地的地形特点，优化塔基定位，尽量使塔位不落入耕地，或减少落入耕地中心的塔位，尽量使塔位落于农田的边角之上，以减少对耕地的耕作影响；塔基占用一般农田的根据补偿标准进行一次性经济补偿，线路建成后，除基脚外塔基区域恢复耕作。

(2) 减缓措施

①塔基基础优先采用掏挖式基础等原状土基础，控制塔基开挖作业面，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖和植被破坏面积；塔位有坡度时应修筑护坡、排水沟，施工场地应及时恢复自然植被，确保不发生塌方及水土流失现象。

②设置最小施工控制带，对施工场地四周进行临时拦挡围护，严禁越界施工。

③对工程占用区域可利用的表土进行剥离，单独堆存，加强表土堆存防护及管理，确保有效回用于本项目生态恢复。基础开挖临时堆土应集中堆放，并采用临时拦挡、苫盖措施，

及时回填，余方平整于塔基占地区域，采取措施进行防护，降低水土流失。

④采用有利于生态环境保护的施工工艺。基坑开挖尽量采取人工方式，岩石基坑采取动液压劈裂棒破裂，避免爆破施工方式；架线过程中采用无人机展放线等。

⑤施工牵张场、料场应选择线路沿线现有空地，施工道路应充分利用线路周边交通道路，对于没有已建道路直达的施工区域，材料运输优先选择人抬马驮、索道方式，索道路径尽量选择植被低矮区域，减少植被修剪量。需开辟机械运行道路的，控制施工临时道路开辟长度和宽度，从而减少施工临时占地对植被的破坏。

⑥跨越施工场选择尽量避让植被密集区，优化跨越处的施工工艺，减少占地面积；缩短跨越施工时间，减小对跨越处植被的干扰。

⑦施工场地应临时铺设彩条布等不透水、防污染材料，施工现场使用带油料的机械器具，应采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，防止散落的固体废物和机械油污对土壤和水体造成污染。

⑧对线路沿线拆除的房屋处进行绿化恢复或复垦。

⑨对于施工区域及周边存在的施工固废应及时清理，并对施工区域及时进行土地整治，满足翻耕或植被恢复条件。

⑩在易发生水土流失区域，针对施工可能产生的水土流失，宜优化施工时段，避开降雨集中时段进行土石方开挖活动，并尽可能缩短工期，减少扰动时间。

(3) 恢复与补偿措施

1) 充分收集和利用表层熟土

对于占用林地、草地、耕地部分的表层熟土在施工时应进行剥离、收集并集中保存，施工结束后及时清理、松土、覆盖表层土，以利于土地复耕或绿化恢复。

2) 及时进行植被恢复

①工程施工完成后，应充分考虑自然生态条件，因地制宜，及时对项目建设影响区域选用当地原生植被类型进行恢复，跟踪养护效果，确保成活率。根据不同恢复区的特点及植物现状，实行不同的恢复方案，如林地区选择“乔、灌、草”组合恢复，选用思茅松、西南木荷、红锥、灰毛浆果楝、茶梨、豆梨、针齿铁仔、粽叶芦、白茅等当地土著种，禁止采用紫茎泽兰等外来物种进行植被恢复，防止外来入侵种的扩散；对于耕地区可选择玉米、油菜等，尽量与周围植被保持协调。

②在原生境下有分布外来物种的情况，需对建设区域已有的外来物种进行铲除，并针对其入侵机制对土壤等生境进行改良，保证植被修复的效率。

③施工结束后临时占地应及时进行清理、松土、覆盖表层土，应按照原有土地利用类型

进行生态恢复；除复耕外，对于立地条件较好的临时占地区域植被恢复尽可能利用植被自然更新，对确需进行人工种植进行植被恢复的区域，选择当地的乡土植物，严禁引入外来物种、入侵物种。

(4) 管理措施

①积极进行环保宣传，严格管理监督：施工前应印发环境保护手册，组织专业人员对施工人员进行环保宣传教育。

②施工期严守施工红线，严格行为规范，进行必要的管理监督，禁止破坏划定范围外植被的情况发生，在施工过程中，如发现受保护的野生动植物，要及时报告当地林业部门。

③在施工设计文件中应说明施工期需注意的环保问题，如对沿线树木砍伐，野生动植物保护、植被恢复等情况均应按设计和环评文件执行；严格要求施工单位按环保设计要求施工。

④积极采取有效措施预防火灾：在林地分布较为集中的区段（公益林、天然林），在工程建设期，更应加强防护，如在施工区及周围山上竖立防火警示牌，划出可生火范围、巡回检查、搞好消防队伍及设施的建设等，以预防和杜绝火灾发生。

⑤防治外来入侵物种的入侵、扩散：加强检验检疫工作，防止施工过程中因车辆和人员活动产生入侵物种的扩散和新的外来物种的侵入；施工过程中对遇到的外来入侵物种应予以铲除，应在植株种子未成熟前进行，若植株种子已成熟，在铲除时先用尼龙网袋套住种子部位后进行清除，同时对种子部位进行烧毁处理，防止种子扩散，造成入侵物种的进一步扩散。

7.8.1.2 陆生野生动物多样性保护措施

(1) 避让措施

1) 做好施工沿线水体保护

由于水域及附近两栖爬行类动物、涉禽和游禽活动较频繁，项目施工期要做好施工废水的处理工作，禁止将施工废水直接排入水体。施工材料的堆放也要远离水体，尤其是粉状材料与有害材料，运输材料时也要注意不能被雨水或风吹至水体中，以免对这些动物的生境造成污染。

2) 合理安排，科学组织施工

野生鸟类和兽类大多是晨、昏或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间；为了减少项目施工噪声对野生动物的惊扰，应优选低噪声施工设备、做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。

(2) 减缓措施

①施工过程中遇到鸟、蛇等动物的卵应妥善移置到附近类似的环境中。

②标明施工活动区，严令禁止到非施工区域活动，尤其要禁止在非施工区点火、狩猎等，降低对野生动物的影响。

③优化工程选址，高压输电线路在选址选线阶段综合考虑工程建设对鸟类潜在的影响，工程选址应避免鸟类的迁徙通道、鸟类的迁徙中途停歇地、主要的觅食地、主要栖息地等鸟类分布集中的区域。

④综合规划，减少开辟线路新走廊对土地利用的限制和对鸟类的影响。

⑤合理规划施工工期，减少工程施工期对鸟类栖息地的扰动和破坏，降低施工噪声对鸟类的惊扰和驱赶，避免捕鸟、掏蛋等对鸟类直接伤害的行为。

（3）恢复与补偿措施

对塔基临时施工区以及牵张场、索道站区、人抬道路、施工临时道路、跨域施工区等应及时做好植被恢复工作，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

（4）管理措施

提高施工人员的野生动物和生态环境的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁捕猎野生动物，特别是国家和四川省重点保护动物、珍稀濒危动物。

7.8.1.3 重要物种（植物）保护措施

①在施工期间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”执行，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物的行为。如发现保护植物应采取避让、迁址保护等措施，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在施工现场设置重点保护和珍稀濒危植物宣传警示牌，明确保护措施和法律责任，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏施工区域周边和沿线保护植物的行为。

③合理布设临时工程，对于架空线路沿线已调查到的珍稀濒危、重点保护植物分布区域进行合理避让，不能避让的，取得当地林业主管部门的许可后进行移植保护，并确保存活率。

7.8.1.4 重要物种（动物）保护措施

（1）本项目在施工过程中若遇到雀鹰等重点保护动物，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”执行，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；对受伤的珍稀动物应及时联系野生动物保护部门，及时救治。

（2）线路跨越兽类、鸟类重点保护动物所在林区时应采取高跨措施，不砍伐廊道林木，不破坏其生境，同时不在附近设置牵张场等临时工程占地；在重点保护动物巢穴附近的施工活动，避让大部分动物的繁殖期（4 月~8 月）。

（3）施工过程中加强施工管理，规范施工人员的活动行为，禁止在水体附近搭建临时施工设施，严禁施工废污水和固体废物进入水体，禁止下河捕捞，避免影响水体及其周边环境中的重点保护两栖类、爬行类动物的数量、分布及活动。

（4）合理安排施工布置和施工工序，尽量避免高噪音施工机械和设备同时运作，禁止在夜间使用高噪声施工设备。

（5）减少施工对周边森林、灌丛、草地生境的不必要破坏，严禁随意排放施工固废和废污水。施工结束后对临时占地区域进行生态恢复，补种本地乔木、灌木和草本物种，恢复原生生境。

7.8.1.5 生态保护红线保护措施

本项目新建 500kV 架空线路穿越四川省生态保护红线，沿线生态保护红线区域生态环境质量较好，项目建设对生态保护红线的影响集中在施工期，以下按避让→减缓→恢复和补偿→管理→生态监测提出对沿线生态保护红线的保护措施。

（1）避让措施

①线路塔基定位时，应尽量避让生态保护红线。如确实无法避让生态保护红线，应开展项目建设不可避让生态保护红线的论证。

②合理安排施工时序，尽量避开生态保护红线内野生植物生长茂盛时段和野生动物活动、觅食等时段。

③不在生态保护红线内设施工营地、牵张场、材料站、拌合站、取弃土场和新开辟大开挖施工道路，材料运输尽量利用旧已建硬化道路、机耕道路和人抬道路。

（2）减缓措施

①合理组织施工，设置最小施工控制带，对施工场地四周进行临时拦挡围护，严禁越界施工，材料运输固定线路行驶，塔基基础和架线施工应集中力量在尽量短的施工时间内完工，以减少生态保护红线受施工干扰的时间。

②合理安排施工时间，尽量避开雨季和汛期，缩短土石方开挖面的暴露时间，尤其是针

对表土比较松散、水土流失易发、石漠化显著、背景土壤侵蚀强度大的塔位，要及时进行加固，施工结束后尽快进行植被恢复、植草护坡，避免造成新增水土流失。

③施工期间提高生态保护红线内的水土流失防治标准和等级，并强化塔基和临时占地处的水土保持措施，根据塔基处地形情况砌筑浆砌石护坡、挡土墙、截排水沟和沉砂池，对占地范围内的表土进行剥离，并进行表土养护，用于后期临时占地的植被恢复；对临时堆土采用密目网进行遮盖，用编织袋进行拦挡，尽量减少新增水土流失量。

④结合生态保护红线范围内的地形地貌情况优化塔基基础设计，坡地塔基宜采用人工开挖基础和高低腿结合主柱加高设计（遇质地较硬或树根分布较多的基础，辅助使用易携带型的微型施工机械设备，岩石基坑采取液压劈裂棒破裂，避免爆破施工方式），减少开挖面和土石方开挖量，减小施工扰动范围；开挖土石方及时回填，基槽余土及时平铺压实于塔基占地区域，减少新增水土流失量。

⑤施工仅对塔基处无法避让的树木进行砍伐，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。严格按照林业主管部门规定的林木采伐数量进行采伐作业，严禁超范围、超数量采伐林木，缴纳植被恢复费，由当地林业部门进行异地造林，减少植被损失。

⑥生态保护红线内禁止新建大开挖施工运输道路，对于林木较稀疏的林区，修整的施工人工便道尽量选择林木之间的空隙，避免砍伐林木。索道、人抬便道应尽量避让植被密集区域，尽量布置在草地或植被稀疏的灌木林地，以减少植被破坏。

⑦高塔架设跨越林区，控制导线下方与树木垂直距离不小于7m，不砍伐线路廊道；采用无人机等环境友好型架线方式，以减少对生态保护红线内植被的破坏。

⑧施工现场设垃圾收集袋，生活垃圾应进行收集并及时清运出生态红线外进行处置。

⑨施工期间禁止进入滑坡、泥石流、崩塌等地质不稳定区，避免加剧水土流失现象。临时占地选择应避开水土流失严重的位置，避免造成大量新增水土流失和地质灾害。

⑩施工过程中还应加强森林防火，确保区域林木安全，避免破坏森林资源。

（3）恢复和补偿措施

①施工结束后及时对生态保护红线内临时占地（包含塔基施工区、索道站区、施工人抬便道）和除塔基基脚外的塔基区域进行土地整治、表土回铺，植被恢复尽可能利用植被自然更新，无法自然更新的利用生态保护红线内原生植被类型（如季风常绿阔叶林）进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽量维护生态红线范围内的生物多样性和生态系统一致性，并加强后期管理维护。

②生态保护红线（风景名胜区范围）内有5基杆塔区域石漠化显著，植物生长受限，宜

采取风景名胜区内原生植物种类（如季风常绿阔叶林，禁止采用紫茎泽兰等外来物种）进行植被恢复，并加强植被抚育，保证植被恢复效果。

（4）管理措施

①加强对施工人员关于生态保护红线类型、范围、保护要求等相关知识的宣传教育，强化生态环境保护意识，严禁随意砍伐、践踏植被和捕猎野生动物等行为。

②施工现场设置生态红线保护标示牌，明确保护要求和相关监督管理责任人。

（5）生态监测措施

开展长期跟踪生态监测，施工期并延续至正式投运后5~10年。

通过采取以上生态保护措施，可最大限度的保护好生态保护红线区域的生态环境。

7.8.1.6 自然保护区保护措施

本项目新建 500kV 架空线路穿越翠云廊古柏省级自然保护区实验区路径长约 1.0km。

①设置最小施工控制带，对施工场地四周进行绿色拦挡围护，尽量与周边景观相协调，降低施工裸露地面的视觉冲突，严禁越界施工，破坏施工控制范围外植被。

②在不影响电力系统安全的前提下，线路架线高度除满足设计规程要求外，尽可能按不影响景观视觉考虑，在满足景观视觉影响情况下尽可能采用提高导线高度进行架设，避免对区域内林木进行砍伐。

③施工结束后及时清理施工现场，铁塔四周、索道站区宜及时种植该地区地带性植被类型群落的优势种类（麻栎、柏木等），起到阻隔视线的作用，临时占地区域及时恢复原有景观类型。

④自然保护区内杆塔区域石漠化显著，植物生长受限，宜采取自然保护区内原生植物种类（如亚热带常绿阔叶林，禁止采用紫茎泽兰等外来物种）进行植被恢复，并加强植被抚育，保证植被恢复效果。

⑤建设单位在实施时，应按“三同时”落实生态保护措施，加强施工过程环境监理工作，在工程实施后，还应开展生态监测，施工单位应设置专（兼）职人员进行施工管理，确保破坏的生态环境在施工结束后能及时恢复。

通过采取以上生态保护措施，可最大限度的保护好自然保护区的生态环境和景观。

7.8.1.7 风景名胜区保护措施

本项目新建 500kV 架空线路穿越剑门蜀道风景名胜区三级景区路径长约 8.8km；穿越亭子湖风景区二级景区路径长约 0.2km 和三级景区路径长约 1.5km。

①设置最小施工控制带，对施工场地四周进行绿色拦挡围护，尽量与周边景观相协调，降低施工裸露地面的视觉冲突，严禁越界施工，破坏施工控制范围外植被。

②在不影响电力系统安全的前提下，线路架线高度除满足设计规程要求外，尽可能按不影响景观视觉考虑，在满足景观视觉影响情况下尽可能采用提高导线高度进行架设，避免对区域内林木进行砍伐。

③施工结束后及时清理施工现场，铁塔四周、索道站区宜及时种植该地区地带性植被类型群落的优势种类（麻栎、栓皮栎、柏木等），起到阻隔视线的作用，临时占地区域及时恢复原有景观类型。

④风景名胜区内杆塔区域石漠化显著，植物生长受限，宜采取风景名胜区内原生植物种类（如亚热带常绿阔叶林，禁止采用紫茎泽兰等外来物种）进行植被恢复，并加强植被抚育，保证植被恢复效果。

⑤建设单位在实施时，应按“三同时”落实生态保护措施，加强施工过程环境监理工作，在工程实施后，还应开展生态监测，施工单位应设置专（兼）职人员进行施工管理，确保破坏的生态环境在施工结束后能及时恢复。

通过采取以上生态保护措施，可最大限度的保护好风景名胜区的生态环境和景观。

7.8.2 运行期生态环境保护措施

7.8.2.1 植被、植物多样性保护措施

①加强对线路塔基处、临时占地区域植被的抚育和管护。

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。线路运行维护和检修人员进行维护检修工作时，尽量不要影响区域内的植物，不要攀折植物枝条。

③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。

④线路巡视时应避免带入外来物种。

7.8.2.2 动物多样性保护措施

①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。

②线路运行维护和检修人员进行维护检修工作时，尽量不要高声喧哗，以免影响动物正常的生长和活动。

③加强对项目沿线鸟类活动的监测，针对鸟类活动频繁的输电线路段，补充采取安装驱鸟器、醒目标识、防鸟尖刺等措施，避免发生鸟撞、触电现象。

④加强管理，禁止巡检人员巡线过程中随意捕杀野生动物。

7.8.2.3 重要物种保护措施

①加强对巡线人员的环保培训，特别是沿线常见保护野生动植物的识别、保护培训，严格遵守《中华人民共和国野生动物保护法》、《中华人民共和国野生植物保护条例》等法律法规的规定要求。

②加强对临近线路珍稀濒危、重点保护植物和古树名木的巡视，确保工程运行不对其产生影响，必要时需采取异地移栽保护等措施。

③加强珍稀濒危、重点保护野生动物的监测，如发现受伤重要动物，及时报告当地林业和草原部门，实施救护。

8 环境保护设施、措施分析与论证

8.1 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。

8.1.1 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。

（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，以降低电磁环境和噪声影响。

（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，以降低线路的电晕噪声水平。

（4）本项目 500kV 双回、单回输电线路经过非居民区导线架设高度为 18m、26m（实际设计最低线高）及以上时，可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、禽畜饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m 的控制限值要求，并留有一定的裕度。本项目 500kV 双回、单回输电线路经过居民区导线架设高度为 24m、29m（实际设计最低线高）及以上时，可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 及 100 μ T 公众曝露限值要求，并留有一定的裕度。

（5）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。

（二）生态环境保护措施

（1）建设项目优化建议

鉴于本项目性质的特殊性，优化建议措施主要针对线路设计优化措施和优化细化项目施工方案。

①在线路路径应充分听取项目所在地的自然资源、林草、生态环境、文化旅游等相关部门的意见，优化路径，减少工程建设对环境的影响。

②在线路穿越林地时，在工程技术等条件允许下，提高铁塔的稳定性，增加塔高，进一步增加输电导线与树木（考虑自然生长高度）之间的最小垂直距离，进一步降低火灾发生的风险。

③划定最小施工范围及占地范围红线，杜绝进入敏感区对植被和动物栖息地造成影响，这是有效降低受影响植物种类和植被面积的关键环节。在输电线路占地区域，应该根据地形划定最小的施工作业区域，最小施工范围边线距离输电线中心线不超过 10m，严禁施工人员和器械超出施工区域对工地周边的植被、植物物种造成破坏。保护区新增针对本次工程的保护管理人员，对擅自越过施工禁入区红线的施工人员进行严肃处理和教育，对进入评价区造成损失的追究施工单位及施工人员相应责任。

④项目建设单位应合理配置建设力量，优化施工工序，缩短项目在保护区内的施工时间，以减少保护区受干扰的时长。为此，项目施工方应该提前做好建材物资、集中施工人员和器械，以提高施工效率，降低不良干扰。

⑤本次评价区多位于山区，建议施工材料运输及施工人员行走的线路多利用现有公路、机耕道、上山小路等现有道路的范围之内，避免施工人员活动范围扩大以影响动植物及森林生态系统等。并严禁在保护区内设立工棚、各类取料场。

（2）管理措施建议

①开展宣传教育以及培训工作：在施工开始前，对施工人员进行有关风景名胜区、自然保护区、生态保护红线等生态敏感区法律法规、主要保护对象、动植物保护和森林草原防火知识等方面的培训，培训考核合格后方可施工。通过培训和施工期的监管，使施工人员对生态敏感区自然资源、主要保护对象有意或无意的不利影响得到控制。在材料运输、施工人员行走线路交汇处设置宣传牌，内容以保护生态环境、保护重要动植物等为主，提醒施工人员落实保护措施，在施工过程中控制及减少对环境的不良影响。

②加强生态敏感区管理建设：在项目施工期间，应安排专门的人员加强生态敏感区内项目的建设管理。

③实施施工生态监理措施，强化监管和环保措施落实：在施工过程中，应加强对施工人员进行自然生态及动植物资源保护方面的宣传工作以及培训，严格要求施工队伍有组织、有计划的施工，把保护责任落实到单位和责任人，以建立完善的保护责任人制度。设立专人负责生态保护监理工作，做到随时有人在现场，对施工单位要划定施工范围，加强监管，对出现的违法、违规事件要及时制止，严禁施工人员进入施工区外破坏植被或乱捕野生动物。施

工期间产生的建筑垃圾及施工人员产生的生活垃圾等废弃物，在施工期间和施工结束后要仔细清理，并保证全部及时清运出生态敏感区进行处理，以免对野生动物和自然生态系统造成危害。

④生物多样性监测措施：为了实时掌握工程施工和运营对沿线植物、植被、动物和主要保护对象的影响，保护区管理处应制定针对工程所在区域的生物多样性变化监测方案，在项目建设前、施工期和运营期监测生物多样性及分布情况，并根据监测结果制定相应的保护管理措施。监测数据分建设前、施工期、运营期 3 个时段形成监测报告，及时发现问题并向保护区上级主管部门报告备案。具体的监测样线和样方设置由保护区管理处依据典型性、可操作性、代表性原则实地确定。

⑤项目建设所需其他保护管理措施：a) 设立警示牌，提醒在保护区内谨慎行车在输电线路进入生态敏感区的地段设置警示牌，提示过往施工车辆和人员已经进入保护区，为了保护生态环境，在保护区内行车更应严守交通规则，防止意外交通事故发生；提示禁止在保护区内鸣笛，禁止停留、活动及丢弃废物，建议及早发现并避让穿越道路的野生动物等内容。b) 加强对保护区输电线沿途的日常巡护，施工期，施工人员和外来人员增多，对生态敏感区的野生动植物带来威胁。保护好野生动植物资源的一个有效途径就是增加对施工区域的监管，因此，保护区应加强对这一路段的巡护管理力度，建立定期巡护机制，劝离在保护区内随意停留、活动的车辆和人员，禁止过往人员夜宿保护区内。

8.1.2 计阶段

(一) 扬尘控制措施

在施工期间，建设单位和施工单位应参照《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）、《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》（川府发〔2019〕4号）等相关要求采取相应的扬尘控制措施：

- (1) 合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染。
- (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) 施工材料运输车辆应进行封闭，防止遗撒，严禁车辆超载超速，装载物料和土方的高度不得超过车辆挡板。
- (4) 运输车辆限制车速，进出施工场地应进行车轮冲洗。
- (5) 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。
- (6) 钻孔、铣刨、切割、开挖、平整等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施。
- (7) 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，避免造成二次扬尘。

(8) 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教育培训和考核等。

(9) 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。

(二) 声环境污染防治措施

(1) 建设单位应当按照规定将噪声污染防治费用列入项目造价，在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任。

(2) 在项目开工前，施工单位应当制定噪声污染防治实施方案：建设单位应当监督施工单位落实噪声污染防治实施方案。

(3) 施工单位应当合理安排施工时间，避免高噪声设备同时施工，高噪声施工尽量安排在昼间进行；运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛。

(4) 施工设备噪声水平应满足国家相关标准，鼓励优先采用《低噪声施工设备指导名录（2024年版）》中所列低噪声设备，或采取带隔声、消声设备的机械，控制噪声源强。

(5) 施工尽可能安排在白天，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

(6) 施工期应加强设备的运行管理，定期对施工设备进行保养维护，使其保持良好的运行状态，从源强上控制施工噪声对周边环境的影响。

(7) 闲置不用的设备应立即关闭，运输车辆进入现场应减速，并减少鸣笛；在夜晚进出工地的车辆，安排专人负责指挥，严禁车辆鸣号。

(三) 水环境污染防治措施

(1) 施工废污水防治措施线路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居民既有设施收集后用作农肥，不直接排入天然水体。

(2) 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集中处置处；施工结束后及时清理场地，将剩余垃圾带出施工区域。建筑垃圾由施工单位负责运至

当地建筑垃圾场处置。

（五）生态环境保护及恢复措施

一）一般区域生态环境保护措施

（1）基础施工避免采用爆破方案，凡能开挖成型的基坑，应以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，减少开挖量；塔基开挖区域设置挡土墙、截排水沟。

（2）施工结束后，及时进行迹地恢复。塔基基坑开挖前进行表土剥离和防护：表土分层剥离、分层堆放、分层回填，临时堆土场远离河道布设，表层夯实并加以防护，采用防雨布遮盖，施工结束后表土用于植被恢复，植被需采用当地树种。

（3）加强施工管理，严格控制占地范围，禁止超范围开挖；平整场地、开挖基坑等产生的弃渣，禁止随意倾倒，依情况就近回填在塔基下方。

（4）合理安排施工时间及进度，调整工程施工时段和方式，集中施工缩短施工时间，避免雨季施工；采取减少施工震动、敲打、撞击，禁止施工车辆随意鸣笛等措施避免对周围居民产生影响。

（5）施工前做好施工占地区的标线、划线工作，划定最小施工范围，防止对施工范围以外区域的植被造成踩压和破坏；同时，施工方尽可能缩短施工周期，最大限度减少对植被的破坏。

（6）加强野生动物保护宣传，严格管理施工人员，严禁施工人员捕捞和捕猎鸟类和兽类。

（7）施工单位在施工期对施工人员进行法律法规的教育和宣传，加强施工人员对生态环境的保护意识教育，加强对施工人员的自然生态及动植物资源保护方面的宣传工作。

二）生态敏感区的生态环境保护措施

（1）施工期植物的保护措施

①在规划输电线路通道路径选择设计时尽量避开林区，无法避让的林区，尽量避让密林区，并采取适当提高塔位，增加架空线路对地高度的措施，以减少树木的砍伐；线路设计时因地制宜选用不同的基础型式（主要采用掏挖基础、人工挖孔桩基础、斜柱式基础、岩石基础，以及在重冰区选用的斜柱式基础与桩基相结合的特殊基础）以减少土石方的开挖及回填工作量为原则，并结合铁塔全方位高低腿使用，减少植被破坏的面积。

②施工过程中，对各种施工用地，不论是临时用地，还是永久用地，对重要的自然植被类型要进行避让，尽可能地选择荒草地、次生林，以减少对林地的占用，减少对树木的砍伐和压占灌草丛。

③禁止对已进行植被恢复的临时用地二次利用或破坏，并在这些已恢复的临时用地设置

警示牌，标明该处为重点水土保持区，从而有效防止水土流失。

④工程完工后，在影响区范围内点生态监测样方，定期收集数据，评价输电线路对植物的影响，并采用针对性的保护管理措施。

（2）施工期动物的保护措施

①对于兽类在施工期间，尽量少放炮；对鸟类而言，在施工期间尽量少放炮外，不要轻易砍树和移动鸟巢；对于爬行动物来说最好的保护措施是不污染水体，少挖方填方，尽可能不排干天然水体。

②在修建施工道路时，凡经过溪流的地段一定要顺溪流设置小型桥梁和涵洞，以确保爬行动物的通道畅通。

③对因施工期间破坏的各种植被和生境类型，应该尽量通过实施生态恢复措施使其逐步得到恢复，使野生动物失去的栖息地得以部分恢复。

（3）施工期临时占地的措施

评价区尽量利用现状道路和已有的线路的施工便道进行施工，按照“不占少占”林地的原则。尽量减少新增施工便道和临时用地，施工完成需要及时进行生态修复措施，以减免对生态敏感区的影响。同时做好合理布置材料堆放、运输线路，施工营地设在生态敏感区外，施工器械、器具不能在生态敏感区内乱停、乱放，应该在生态敏感区范围外适当位置统一停放、管理。

（4）对景观资源影响的保护措施

①施工期在保证技术及安全的前提下，铁塔基础位置应尽量选择乔木较稀疏处，以最大限度的减少对景观资源的破坏。

②在施工过程中，应加强对施工人员进行植物资源保护的宣传工作，严格要求有组织、有计划地施工，尽可能减少对现有植被的破坏。工程结束后，应及时进行迹地恢复，通过植树、种草等绿化措施，使本区域生态环境得以逐渐恢复和改善。

③施工过程中，要严格限制在相关部门批准的相应范围内进行建设，不得对范围外的地形、地貌和自然环境造成影响和破坏。禁止乱砍乱伐、禁止在森林公园内取土、弃土而改变自然地形，保持森林公园自然风貌的完整性和构景空间。

8.1.3 运行期

（一）电磁环境、声污染防治措施

（1）加强线路巡视，设置警示和防护指示标志。

（2）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：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线路运行维护和检修人员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。④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。

8.2 环境保护设施、措施论证

本项目设计拟采取的环保措施是根据本项目的特点、工程设计技术规范、环境保护要求拟定的。这些保护措施大部分是在已投产的 500kV、220kV 交流输电工程的设计、施工、运行经验的基础上，不断加以分析、改进，并结合本项目输变电工程的特点确定的。通过类比同类工程，这些措施均具备了可靠性和有效性。

现阶段，本项目拟采取的环境保护措施投资都已纳入工程投资预算。

因此，本项目所采取的环保措施技术可行，经济合理，可使工程产生的环境影响符合国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。

8.3 环境保护设施、措施及投资估算

8.3.1 环境保护措施责任主体及实施方案

建设单位国网四川省电力公司建设分公司是本项目环境保护措施的责任主体，设计单位、建设管理单位、施工单位、运行管理单位负责落实各建设阶段的具体环境保护措施。

施工期的环境管理工作由施工单位和建设管理单位共同负责。施工单位项目部对施工项目环境保护工作进行日常管理，建设单位对施工单位环保工作进行监督管理。工程施工采取招标制，将工程环保要求纳入投标文件中，将环境保护措施和要求落实到施工方案确定、设备安装等各个环节。建设单位定期对施工单位环保管理情况进行督查。

工程竣工后，建设单位应组织自验收，对环境保护措施进行验收，验收合格后方可投入运行。运行期环境保护工作由国网四川省电力公司广元供电公司（运行管理单位）统一管理，定期对环保设施进行检查、维护，确保环保设施正常工作，做好应急准备和应急演练。

8.3.2 环保措施投资估算

根据工程特性以及拟采取的环保措施，工程环境保护总投资主要有声污染防治费用、环境空气污染防治费用、水污染防治费用、固体废物处置费用、生态环境保护措施费用、环境影响评价费用、环保竣工验收费用、不可预见费及预留费用等，本项目环保投资估算详细情况，见表 8-2。

9 环境管理与监测计划

本项目的建设将不同程度地会对线路附近的社会环境和自然环境造成一定影响。因此，在施工期加强环境管理同时，实行环境监测计划，并应用监测得到的反馈信息，将工程建设前预测产生的环境影响与建成后实际产生的环境影响进行比较，及时发现问题，保证各项环境保护措施的有效实施。

9.1 环境管理

9.1.1 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。

9.1.2 施工期环境管理

本项目的施工将采取招投标制。施工招标中应对投标单位提出施工期间的环保要求，并应对监理单位提出环境保护人员资质要求。在施工设计文件中详细说明施工期应注意的环保问题，如对沿线树木砍伐，野生动植物保护、森林植被恢复等情况均应按设计文件执行的同时做好记录，并按标段将记录整理成册，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保设计要求施工，履行相应的环保职责。环境监理人员对施工中的每一道工序都应严格检查是否满足环保要求，并不定期地对施工点进行监督、抽查、检查。施工前对施工人员和监理人员进行生态保护教育，加强对施工人员进行野生动物保护法、野生植物保护法等法律法规的培训，规范施工队伍行为和施工现场管理。施工过程中做好施工现场管理工作，协调处理工程建设过程中涉及的环境保护管理、林地恢复等相关问题。

施工期环境监理、环境管理的职责和任务包括：

- 1) 贯彻执行国家的各项环境保护方针、政策、法规和各项规章制度。
- 2) 制定本项目施工中的环境保护计划，负责工程施工过程中各项环境保护措施实施的监督和日常管理。

- 3) 收集、整理、推广和实施工程建设中各项环境保护的先进工作经验和技术。
- 4) 组织和开展对施工人员进行施工活动中应遵循的环保法规、知识的培训，提高全体员工文明施工的认识。
- 5) 负责日常施工活动中的环境监理工作，做好工程用地区域的环境特征调查，并应掌握环境敏感目标的相关情况。
- 6) 由于动物具有活动的特性，施工期间，施工人员应注意对可能出现的野生保护动物的保护。施工时禁止猎杀哺乳类、鸟类和捕蛇捉蛙，施工过程中遇到鸟、蛇等动物的卵（蛋）应妥善移置到附近类似的环境中。
- 7) 在施工计划中应适当计划设备运输道路，以避免影响当地居民生活，施工中应考虑保护生态和避免水土流失，合理组织施工以减少占用临时施工用地。
- 8) 做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作。
- 9) 监督施工单位，使施工工作完成后的耕地恢复和补偿，环保设施、水保设施等各项保护工程同时完成。
- 10) 工程竣工后，组织进行竣工环境保护验收。

9.1.3 环境保护设施竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》以及《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》等相关法规、规范，本建设项目正式投产运行前，建设单位需组织自验收。验收的主要内容为项目对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”制度的落实情况，工程竣工环境保护验收的内容见表 8-1。

表 8-1 项目竣工环境保护验收一览表

序号	验收对象	验收内容
1	相关资料、手续	1.输变电工程环境影响评价文件及其审批文件（审批时间、审批文号）。 2.初步设计（环保篇）等文件。 3.建设过程中的重大变动及相应手续履行情况。 4.是否投入试运行，是否具备验收条件。 5.委托验收调查单位、时间等。
2	实际工程内容及方案设计情况	1.工程基本情况：包括工程性质、地理位置、工程内容、工程规模、占地规模、总平面布置、线路路径等。 2.工程建设过程中如发生变更，应说明具体变更原因、变更内容及其他有关情况，包括发生变更的工程名称、地理位置、工程内容、规模、线路路径、环保设施和措施等。调查变更手续是否齐全。
3	环境保护目标基本情况及变更情况	1.环境保护目标调查：环境影响评价文件中确定的环境保护目标，环境影响评价审批文件中要求的环境保护目标，因工程建设发生变更而新增加的环境保护目标，环境影响评价文件未能全面反映出其实际影响的环境保护目标。 2.电磁环境敏感目标：应给出其名称、功能、分布、数量、建筑物楼层、高度、与工程相对位置、导线对地高度等。

序号	验收对象	验收内容
		3.生态保护目标：主要说明特殊生态敏感区和重要生态敏感区的名称、级别、审批情况、分布、规模、保护范围，说明与工程的位置关系。 4.对比验收调查阶段和环境影响评价阶段的环境保护目标变化情况，并说明环境保护目标变化原因。
4	环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况	1.核查环境影响评价文件及其审批文件。 2.环境保护管理机构、人员配置、监测计划及其有关环境保护规章制度和档案建立情况。
5	环境保护措施落实情况	1.调查工程各阶段所采取的减轻生态环境影响、污染影响的环境保护措施。 2.生态环境影响的环境保护措施：主要是针对生态敏感目标（水生、陆生）的保护措施，包括植被的保护与恢复措施、野生动物保护措施、水环境保护措施、临时占地等迹地恢复措施。 3.污染影响的环境保护措施：主要是指针对电磁、声、水、固体废物等各类污染源所采取的保护措施。 4.分析工程建设过程中环境保护“三同时”制度落实情况。
6	环境风险防范与应急措施落实情况	分析工程风险防范措施与应急预案的有效性，针对存在的问题提出整改、补救措施与建议。
7	环境质量和环境监测因子达标情况	1.调查工程所在区域环境质量状况。 2.统计监测结果，分析环境敏感目标处电磁环境、声环境达标情况。（线路处产生工频电磁场是否满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中限值要求，声环境是否满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中要求。 3.对电磁环境、声环境超标情况进行分析，并提出整改、补救措施与建议。
8	环境管理与监测计划落实情况	1.建设单位、施工单位及运行单位环境保护管理机构及规章制度制定、执行情况，环境保护人员专（兼）职设置情况。 2.工程施工期环境监理计划（如有）落实与实施情况。 3.环境监测计划落实情况。包括施工期、运行期环境监测计划落实情况。 4.建设单位环境保护相关档案资料的齐备情况。
9	工程环境保护投资落实情况	包括工程概算总投资和环境保护投资，实际总投资和环境保护投资。

9.1.4 运行期环境管理

环境管理部门应配备相应专业的管理人员。环保管理人员应在各自的岗位责任制中明确所负的环保责任。监督国家法规、条例的贯彻执行情况，制订和贯彻环保管理制度，监控本项目主要污染源，对各部门、操作岗位进行环境保护监督和考核。

环境管理的职能为：

（1）制定和实施各项环境管理计划。

（2）组织和落实项目运行期的环境监测、监督工作，委托有资质的单位承担本项目的环境监测工作。

（3）掌握项目所在地周围的环境特征和环境敏感目标情况。建立环境管理和环境监测技术文件，做好记录、建档工作。技术文件包括：污染源的监测记录技术文件；污染控制、环境保护设施的设计和运行管理文件；导致严重环境影响事件的分析报告和监测数据资料等。并定期向当地环保主管部门申报。

(4) 检查治理设施运行情况，及时处理出现的问题，保证治理设施的正常运行。

(5) 不定期地巡查环境保护对象，保护生态环境不被破坏，保证生态保护与工程运行相协调。

(6) 协调配合上级环保主管部门所进行的环境调查、生态调查等活动。

9.1.5 环境保护培训

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，进行一次环境保护技术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的能力，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；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。环保管理培训工作由建设单位负责组织和落实。

9.2 环境监测

9.2.1 环境监测任务

输变电建设项目的�主要环境影响评价因子为噪声、电磁、地表水及生态环境；根据《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）、《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）和本项目的环境影响特点，制定监测计划，监测其施工期和运行期环境要素及评价因子的动态变化；本项目不涉及污水排放，电磁环境与声环境监测工作可委托具有相应资质的单位完成，生态环境主要以现场调查为主。

各项监测内容及要求如下。

(1) 噪声

监测方法及执行标准：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）、《声环境质量标准》（GB3096-2008）及《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

监测点位布置：线路沿线及声环境敏感目标处。

监测频次及时间：线路施工期抽测，调试运行期监测一次，运行期定期监测；涉及投诉纠纷加强监测。

监测布点及要求：输电线路监测点位布设在边导线地面投影外 50m 带状区域内及居民点处，对于超出 3 层的声环境敏感目标建筑物还应在具代表性的不同楼层设置监测点位。

(2) 工频电场、工频磁场

监测方法：执行《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）等监测技术规范、方法。

执行标准：《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）。

监测点位布置：线路沿线及电磁环境敏感目标处。

监测频次及时间：线调试运行期一次，运行期定期监测；投诉纠纷时加强监测。

监测布点及要求：输电线路边导线地面投影外 50m 带状区域内的居民点，同时在导线距地最小处布设监测断面，工频电磁强度以线路走廊中心线为起点，测点间距为 5m，距地面 1.5m 高度，测至距线路边导线外 50m 处为止。在测量最大值时，两相邻监测点的距离应不大于 1m。

（2）生态环境

监测因子：土地占用及植被破坏面积、林木砍伐情况、水土流失情况、土地利用状况、临时占地恢复、建设区域内的植被恢复效果。

监测方法：符合国家现行的有关生态监测规范和监测准分析方法。

监测点位：塔基及施工区、牵张场区、施工临时道路、导线拆除等施工扰动区域。

监测频次：工程施工期监测 1 次，环境保护设施调试期监测 1 次。

9.2.2 监测技术要求

（1）监测范围应与工程影响区域相适应。

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

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

（4）对监测结果应在原始数据基础上进行审查、校核、综合分析后整理编印，并提交环境保护主管部门。

（5）应对监测提出质量保证要求。

10 评价结论与建议

10.1 建设概况

根据本项目设计资料，本项目建设内容包括：（1）新建广元电厂-昭化 500kV 线路工程；（2）昭化 500kV 变电站间隔扩建工程；（3）建设相应二次系统工程。

（1）新建广元电厂-昭化500kV 线路工程

根据项目可研批复、核准批复以及初步设计文件，广元电厂-昭化500kV 线路工程建设内容如下：

①500kV 线路工程

新建广元电厂-昭化500kV 线路，线路起于在建广元电厂 500kV 升压站，止于昭化500kV 变电站500kV 出线间隔；新建线路路径总长度18.1km，其中双回段路径总长度约17.1km，采用垂直异相序排列，导线型号为4×JL3/G1A-400/50钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2964A；单回段总长度约1.0km，采用三角排列，导线型号为4×JL3/G1A-400/50钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2964A。全线新建杆塔48基。

②220kV 线路迁改工程

因新建500kV 线路接入昭化变电站东侧间隔段线路通道非常拥挤，新建500kV 线路需占用现有220kV 昭赤一线、220kV 昭猕二线部分通道，需对220kV 昭赤一线、220kV 昭猕二线进行迁改，其中220kV 昭赤一线迁改起于220kV 昭赤一线1#塔，止于220kV 昭赤一线5#塔；220kV 昭猕二线迁改起于220kV 昭猕二线1#塔，止于220kV 昭猕二线4#塔。

迁改工程新建线路路径总长度1.15km，其中220kV 昭赤一线迁改新建段路径总长度约0.8km，其中单回段路径长0.57km，采用三角排列，导线型号为2×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为450mm，输送电流为1458A；双回段路径长0.23km（与220kV 昭猕二线迁改线路同塔双回架设），采用垂直异相序排列，昭赤一线侧导线型号为2×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为450mm，输

送电流为1458A，昭猕二线侧导线型号为4×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2916A。220kV 昭猕二线迁改新建段路径总长度与0.35km，其中单回段路径长0.12km，采用三角排列，导线型号为4×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2916A；双回段路径长0.23km（与220kV 昭赤一线迁改线路同塔双回架设），采用垂直异相序排列，昭赤一线侧导线型号为2×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用双分裂，分裂间距为450mm，输送电流为1458A，昭猕二线侧导线型号为4×JL/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，导线采用四分裂，分裂间距为450mm，输送电流为2916A。220kV 昭赤一线、220kV 昭猕二线迁改工程共新建杆塔5基。

同时本项目需拆除原220kV 昭赤一线0.5km 单回架空线路及3基铁塔和基础（2#、3#、4#，基础拆除地面部分）；拆除原220kV 昭猕二线0.35km 单回架空线路及3基铁塔和基础（2#、3#、4#，基础拆除地面部分）。

（2）昭化500kV 变电站间隔扩建工程

昭化500kV 变电站为既有变电站，本期扩建2个500kV 出线间隔（至广元电厂），间隔扩建工程在变电站预留场地内进行，无需新征用地。

（3）建设相应二次系统工程

建设相应二次系统工程，本项目 500kV 线路沿新建线路架设 2 根 48 芯的 OPGW 光缆，OPGW-48B1-120（三跨段采用 72B1），路径总长度约 18.1km；220kV 线路迁改工程沿新建线路架设 2 根 48 芯的 OPGW 光缆，OPGW-72B1-150，路径总长度约 1.15km。

10.2 环境现状与主要环境问题

10.2.1 生态环境现状

（1）植被现状

本项目所在区域属川西北平原植被小区，项目调查区域内主要为栽培植被，其次为自然植被，自然植被代表性物种为桉、枫杨、马桑、胡枝子、火棘、葎草、狗尾草等，栽培植被代表性物种为水稻、红薯、玉米、油菜、白菜、豌豆等作物及柑橘树、枇杷树、桃树等经济林木。本项目评价范围内无国家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，有贯众、马尾松、慈竹等 21 种特有种，项目评价范围内无重要物种的重要生境分布。

（2）动物现状

本项目调查区域主要为农村环境，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。本项目评价范围内有国家二级重点保护鸟类 1 种（普通鵯）和省级重点保护野

生动物 2 种（小鸺鹠、大鸺鹠）、《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，有灰胸竹鸡、乌梢蛇、蹼趾壁虎、北草蜥 4 种特有种。项目评价范围内无重要物种的重要生境分布。

（3）根据根据生态环境部网站上公布的《全国自然保护区名录》、四川省生态环境厅网站公布的《四川省自然保护区名录》、四川省住房和城乡建设厅网站公布的《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、农业农村等主管部门，本项目生态环境评价范围内分布有翠云廊古柏省级自然保护区、剑门蜀道风景名胜区、广元市亭子湖风景区、生态保护红线。

10.2.2 电磁环境现状

（3）工频电场

根据监测结果，本项目昭化 500kV 变电站、输电线路及电磁环境敏感目标监测值均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4000V/m 的公众曝露控制限值。

（4）工频磁场

根据监测结果，本项目昭化 500kV 变电站、输电线路及电磁环境敏感目标监测值均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 100 μ T 的公众曝露控制限值。

10.2.3 声环境现状

根据监测结果，本项目既有昭化 500kV 变电站厂界噪声满足满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求。

新建输电线路沿线及声环境敏感目标处项目各监测点满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类、2 类、1 类标准限值要求。

10.3 主要环境影响和污染物排放情况

10.3.1 施工期环境影响

（1）生环境影响

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。

（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。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。

（3）水环境影响

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，其中施工废水利用施工场地设置的沉淀池处理后循环利用，不外排；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。

（4）固体废物影响

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、拆除固体废物。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。

本项目拆除固体废物包括可回收利用部分和不可回收利用部分，其中，可回收利用部分如塔材、导线、金具等由建设单位回收处置，不可回收利用部分如绝缘子、建筑垃圾等由施工单位负责运至当地建筑垃圾场处置。

（4）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很小，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。

10.3.2 运行期环境影响

（1）电磁环境影响

1) 扩建变电站

昭化 500kV 变电站本次扩建后，站界外电场强度最大值磁感应强度最大值均满足《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。

2) 输电线路

输电线路在采取相应措施后,运行期在民房等公众曝露区域产生的电场强度、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;在耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所产生的电场强度满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所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。

(2) 生环境影响

1) 扩建变电站

本项目昭化变电站本次仅进行间隔扩建施工,不新增噪声影响设备,扩建后变电站产生的噪声影响不发生变化。根据变电站监测结果,变电站各侧站界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)相应标准要求。

2) 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 1 类、2 类、4a 类标准的要求。

(3) 水环境影响

1) 扩建变电站

本项目昭化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,生活污水经前期工程设置的地理式污水处理装置处理后用于站内绿化,不外排。

2) 输电线路

本项目输电线路运行期间无废污水产生。

(4) 固体废物影响

1) 扩建变电站

本项目昭化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,生活污水经前期工程设置的地理式污水处理装置处理后用于站内绿化,不外排。

2) 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。

(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。

10.4 环境保护措施、设施

本项目环境保护设施、措施汇总情况见“8.1 环境保护设施、措施分析”。本报告中提出的各项污染防治措施大部分是根据国家环境保护要求及相关的环评环境影响评价结论程规范提出、设计，同时结合已建成的同等级的输变电工程设计、实际运行经验确定的，因此在技术上合理、可操作性强。同时，这些污染防治措施在项目设计、设备选型和施工阶段均已充分考虑，避免了先污染后治理的被动局面，减少了财物浪费，既保护了环境，又节约了经费。因此，本项目提出的各项环保措施是技术上可行、经济上合理的。

10.5 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。

10.6 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。

11 附件、附图及附表

11.1 附件

附件1：项目委托函

附件2-1：国家电网有限公司《国家电网有限公司关于安徽滁州让泉等5项500千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2025〕51号）

附件2-2：电力规划设计总院 电力规划总院有限公司《关于印发四川广元电厂500kV送出工程可行性研究报告评审意见的通知》（电规电网〔2024〕2638号）

附件3：项目初步设计说明书（节选工程内容部分）

附件4-1：广元市生态环境局《广元市生态环境局关于广元煤电500千伏送出工程建设项目环境影响评价执行标准的函》（广环函〔2025〕80号）

附件4-2：广元市白龙湖风景名胜区管理局《广元市白龙湖风景名胜区管理局关于昭化500kV变电站区域执行声环境标准的函》（广白局函〔2021〕9号）

附件5：项目涉及前期工程环保手续文件

附件6-1：线路路径协议文件

附件6-2：四川省自然资源厅《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第5108002025XS0001515）

附件7：涉及生态敏感区的相关协议

附件8：项目输电线路电磁环境、声环境类比检测报告

附件9：本项目环境现状监测报告

11.2 附图

附图1：本项目地理位置图

附图2-1：本项目输电线路路径走向图（500kV线路）

附图2-2：本项目输电线路路径走向图（220kV线路）

- 附图3-1：本项目昭化500kV 变电站平面布置示意图
- 附图3-2：本项目昭化500kV 变电站500kV 间隔排列示意图
- 附图4-~图4-16：本项目新建线路与环境敏感目标相对位置关系及监测点位示意图
- 附图5：本项目昭化500kV 变电站外环境及监测点位示意图
- 附图6：本项目杆塔一览表
- 附图7：本项目基础一览表
- 附图8：本项目线路平断面图
- 附图9：本项目临时道路及牵张场分布图
- 附图10：本项目沿线水源地分布图
- 附图11-1：本项目所在区域县级行政区主体功能区定位分布图
- 附图11-2：本项目所在区域市域城镇开发边界图
- 附图12：本项目与四川省生态功能区划位置关系示意图
- 附图13：本项目与广元市生态空间管控单元相对位置关系图
- 附图14：本项目生态相关图件
- 附图14-1：本项目所在区域地表水系图
- 附图14-2：本项目评价区土地利用现状图
- 附图14-3：本项目评价区植被类型图
- 附图14-4：本项目评价区生态系统类型图
- 附图14-5：本项目评价区植被盖度空间分布图
- 附图14-6：本项目评价区动植物调查样方、样线分布图
- 附图14-7：本项目与生态敏感区相对位置关系图
- 附图14-8：本项目评价区重要物种分布图
- 附图14-9：本项目评价区古树分布图
- 附图14-10：本项目评价区公益林分布图
- 附图14-11：本项目评价区天然林分布图
- 附图14-12：本项目评价区重要物种适生区预测图（春兰）
- 附图14-13：本项目生态监测布点图
- 附图14-14：本项目输电线路生态保护措施平面布置图
- 附图14-15：本项目塔基生态保护措施平面布置示意图

11.3 附表

- 附表1：生态影响评价自查表

附表2：本项目评价区主要群落样方调查表

附表3：本项目评价区植物名录

附表4：本项目评价区动物名录

附表5：声环境影响评价自查表

附表6：建设项目环评审批基础信息表