川北1000千伏变电站500千伏配套送出工程

生态环境影响报告书

（征求意见稿）

建设单位：国网四川省电力公司建设分公司

环评单位：核工业二三0研究所

2026年10月

目录

1 前言 1
1.1 项目建设必要性 1
1.2 前期工作情况 1
1.3 项目基本情况 1
1.4 任务由来 2
1.5 既有工程前期环保手续履行情况 3
1.6 项目特点 4
1.7 项目评价内容说明 5
1.8 环境影响评价工作过程 10
1.9 主要环境影响 11
1.10 主要结论 11
2 总则 13
2.1 编制依据 13
2.2 评价因子与评价标准 16
2.3 评价工作等级 19
2.4 评价范围 22
2.5 环境敏感目标 23
2.6 评价重点 25
3 建设项目概况与分析 27
3.1 项目概况 27
3.2 施工组织及施工工艺 55
3.3 工程占地及物料、资源等消耗 64
3.4 项目与政策法规相符性 66
3.5 环境影响因素识别 93
3.6 生态影响途径分析 96
4 环境现状调查与评价 99
4.1 区域概况 99
4.2 电磁环境 101
4.3 声环境现状评价 115
4.4 生态环境 129
4.5 地表水现状评价 144
4.6 大气环境状况评价 145
4.7 既有项目回顾性评价 146
5 施工期环境影响评价 148
5.1 生态环境影响分析 148
5.2 声环境影响 159
5.3 大气环境影响 160
5.4 固体废物影响 161
5.5 水环境影响 162
6 运行期环境影响预测与评价 165
6.1 电磁环境影响预测与评价 165

6.2 声环境影响预测与评价 345
6.3 地表水环境影响分析 362
6.4 固体废物环境影响分析 362
6.5 生态环境影响分析 363
6.6 环境风险分析 365
7 环境保护设施、措施分析与论证 367
7.1 环境保护设施、措施分析 367
7.2 环境保护设施、措施论证 378
7.3 环境保护投资、措施及投资估算 379
8 环境管理与监测计划 386
8.1 环境管理 386
8.2 环境监理 388
8.3 环境监测 389
8.4 竣工环保验收 390
9 环境影响评价结论 393
9.1 项目概况 393
9.2 与政策法规及相关规划相符性分析 394
9.3 环境质量现状评价结论 394
9.4 环境影响预测评价结论 395
9.5 环境保护措施 398
9.6 公众参与 400
9.7 综合评价结论 401
9.8 建议 401

1 前言

1.1 项目建设必要性

川渝特高压交流加强工程已纳入国家《“十四五”电力发展规划》，该工程可满足疆电入川渝工程分电及重庆负荷供电需求，提升川渝地区互济能力和川渝电网稳定性，为进一步优化调整川北地区 500kV 电网，提高地区电网供电可靠性提供了条件。因此，为满足川北 1000kV 特高压变电站接入系统需求，提高四川省电力供应能力，优化四川 500kV 电网结构，建设川北 1000 千伏变电站 500 千伏配套送出工程是必要的。

1.2 前期工作情况

2026 年 8 月 27 日，项目取得《国家电网有限公司关于甘肃巴丹吉林沙漠新能源基地送端换流站接入等 9 项 500、750 千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2026〕453 号）。

根据项目设计进度，本次环评按照《川北 1000 千伏变电站 500 千伏配套送出工程可行性研究报告》开展工作。

1.3 项目基本情况

根据《国家电网有限公司关于甘肃巴丹吉林沙漠新能源基地送端换流站接入等 9 项 500、750 千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2026〕453 号）及可行性研究报告，本项目建设内容为：

（1）川北 1000kV 变电站 500kV 间隔扩建工程

本期扩建 6 个 500kV 出线间隔，其中扩建 2 回至绵州、2 回至富乐、2 回至钟鼓楼。

（2）钟鼓楼 500kV 变电站 500kV 间隔扩建工程

本期扩建 2 个 500kV 出线间隔。

（3）川北特~绵州 500kV 线路工程

新建川北特~绵州 500kV 线路，新建线路长度为 7.3km，其中 I 回 3.7km、II回 3.6km，按单回路架设。

本工程在绵州侧进行间隔调整，新建绵州~川北特500kV线路进入原绵州~德阳换500kV线路进线间隔，将原绵州~德阳换500kV线路调整至东侧第一、二间隔，拆除原绵州~德阳换500kV线路2×1.1km，还建2×1.2km，按同塔双回路架设。

（4）富乐~绵州双回500kV线路改接工程

将富乐~绵州双回500kV线路改接入川北特，形成富乐~川北特双回500kV线路，新建线路长度为2×7.2km，按同塔双回路架设。

拆除原富乐~绵州双回500kV线路2×3.3km，最终形成富乐~川北特双回500kV线路。

（5）川北特~钟鼓楼500kV线路工程

新建川北特~钟鼓楼双回500kV线路，新建线路长度2×52.8km，其中钻越德宝±500kV直流线路段约2×0.6km、钻越阿坝~成都东1000kV交流线路段约2×0.7km采用2个单回路架设，其余2×51.5km按同塔双回路架设。

本工程需对绵州~动力研究所I回220kV线路进行迁改，新建长度约3.5km、拆除长度约3.2km。

（6）建设相应二次系统工程。

1）绵州500kV变电站间隔调整工程

为避免线路交叉，将德阳换2回出线调整至原富乐2回出线间隔，川北特2回出线占用原德阳换流站2回出线间隔。

2）富乐500kV变电站间隔调整工程

原至绵州变2回500kV出线改接至川北特。

1.4 任务由来

按照《中华人民共和国生态环境法典》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第682号令）、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）规定，本项目属于500千伏输变电工程，其环境影响评价文件类别应为环境影响报告书。

2026年，建设单位国网四川省电力公司建设分公司委托核工业二三0研究所进行本工程的环境影响评价工作。

接受委托后，环评工作人员对评价范围内的自然环境、生态环境等进行了现场踏勘和调查；委托西弗测试技术成都有限公司对工程所在区域电磁环境及声环境质量现状进行监测。在现场踏勘调查、环境质量现状监测的基础上，结合本工程实际情况，根据评价技术导则、规范进行了环境影响预测及评价，制定了相应的生态环境保护措施。在上述工作的基础上，编制完成了《川北1000千伏变电站500千伏配套送出工程环境影响报告书》，现报请审查。

1.5 与项目有关的环保手续履行情况

本项目涉及的钟鼓楼500kV变电站、绵州500kV变电站、富乐500kV变电站均为既有变电站，富乐~绵州500kV线路、绵州~德阳换流站500kV线路、绵州~动力研究所I回220kV线路为既有线路，前期环保手续完善，变电站和线路自投运以来未发生因环境污染而引起的环保投诉事件，未发现存在环保遗留问题。项目扩建的川北1000kV变电站6个500kV间隔，其6回出线的环境影响包含在《川渝特高压交流加强工程环境影响报告书》评价规模中，目前此工程环境影响评价工作正在同步开展。

（1）川北1000kV变电站

川北1000kV变电站为拟建变电站，位于绵阳市涪城区新皂镇。变电站本期建设内容和环保手续履行情况见表1-1。

表1-1 川北1000kV变电站本期建设内容环保手续履行情况一览表

项目	本期工程
主变	2×3000MVA
1000kV出线	6回
500kV出线	6回
配电设备	低压电容器2×（2×210Mvar）、高压并联电抗器2×720Mvar、低压并联电抗器2×（2×240Mvar）
所属工程	川渝特高压交流加强工程
环评批复	项目环境影响报告书同步办理中

（2）钟鼓楼500kV变电站

钟鼓楼500kV变电站（原名德阳南500kV变电站）为既有变电站，位于

德阳市中江县集凤镇。变电站前期建设内容和环保手续履行情况见表1-2。

表1-2 钟鼓楼500kV变电站前期建设内容环保手续履行情况一览表

项目	一期工程
主变	2×1000MVA
500kV出线	4回
220kV出线	10回
配电设备	35kV无功补偿装置6×60MVar+2×60MVar
所属工程	德阳南500kV输变电工程
环评批复	川环审批〔2022〕163号
验收批复	川电建设〔2025〕338号

（3）绵州500kV变电站

绵州500kV变电站（原名绵阳南500kV变电站）为既有变电站，位于绵阳市涪城区吴家镇。变电站前期建设内容和环保手续履行情况见表1-3。

表1-3 绵州500kV变电站前期建设内容环保手续履行情况一览表

项目	一期工程	二期工程
主变	2×1000MVA	1×1000MVA
500kV出线	4回	—
220kV出线	11回	—
配电设备	2×3×60Mvar低压并联电抗器、2×3×60Mvar低压并联电容器	1×3×60Mvar低压并联电容器
所属工程	四川绵阳南500kV输变电工程	绵阳南（绵州）500千伏变电站主变扩建工程
环评批复	川环审批〔2019〕117号	川环审批〔2025〕149号
验收批复	川电科技〔2022〕9号	已投运，正在开展竣工环保验收工作

（4）富乐500kV变电站

富乐500kV变电站（原名绵阳500kV变电站）为既有变电站，位于绵阳市游仙区石马镇。变电站前期建设内容和环保手续履行情况见表1-4。

表1-4 富乐500kV变电站前期建设内容环保手续履行情况一览表

项目	一期工程	二期工程	三期工程	四期工程	五期工程
主变	2×750MVA	-	-	-	1×1000MVA
500kV出线	3回	2回	2回	2回	-
所属工程	绵阳500kV输变电工程	广元500kV输变电新建工程	四川路平~绵阳富乐500千伏输变电工程	四川绵阳南500kV输变电工程	富乐500kV变电站主变扩建工程
环评批复	原环境保护部环审〔2008〕71号	原环境保护部环审〔2008〕155号文	川环审批〔2014〕664号文	川环审批〔2019〕117号	川环审批〔2024〕77号

验收批复	原环境保护部环验〔2013〕327号文	原环境保护部环验〔2013〕64号文	川电科信〔2019〕4号文	川电科技〔2022〕9号	已验收

（5）富乐~绵州500kV线路

富乐~绵州500kV线路（原名绵阳南~富乐500kV线路工程）为既有线路，线路前期环保手续履行情况见表1-5。

表1-5 富乐~绵州500kV线路前期环保手续履行情况一览表

项目	一期工程
所属工程	四川绵阳南500kV输变电工程
环评批复	川环审批〔2019〕117号
验收批复	川电科技〔2022〕9号

（6）绵州~德阳换500kV线路

绵州~德阳换500kV线路（原名绵阳南~德阳换流站500kV线路工程）为既有线路，线路前期环保手续履行情况见表1-6。

表1-6 绵州~德阳换500kV线路前期环保手续履行情况一览表

项目	一期工程
所属工程	四川绵阳南500kV输变电工程
环评批复	川环审批〔2019〕117号
验收批复	川电科技〔2022〕9号

1.6 项目特点

本项目特点如下：

（1）本项目属于500kV输变电工程，变电部分建设内容均在既有变电站或拟建变电站内进行建设，不会对站外造成明显环境影响；线路部分富乐~绵州双回500kV线路改接工程和川北特~钟鼓楼500kV线路工程按同塔双回架设，节约电力通道。

（2）本项目线路全线采用架空电力线路，项目占地总量少，施工期的主要环境影响为固体废物、废水、扬尘、噪声、生态环境影响；

（3）运行期变电站不新增运维人员，不新增废水、生活污水、废气和工业固体废物；运行期的主要环境影响为工频电场、工频磁感应强度、噪声。

1.7 项目评价内容说明

根据《国家电网有限公司关于甘肃巴丹吉林沙漠新能源基地送端换流站接入等9项500、750千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展

〔2026〕453号）及可行性研究报告。**本项目的主要评价内容包括：**

（1）川北1000kV变电站：本期规模主变2×3000MVA，1000kV出线6回，500kV出线6回，低压电容器2×（2×210Mvar）、高压并联电抗器2×720Mvar、低压并联电抗器2×（2×240Mvar）。项目扩建的川北1000kV变电站6个500kV间隔，其6回出线的环境影响包含在《川渝特高压交流加强工程环境影响报告书》评价规模中，目前此工程环境影响评价工作正在同步开展，本次不再重复评价。

（2）钟鼓楼500kV变电站按照扩建后规模进行评价：主变2×1000MVA，500kV出线6回，220kV出线10回，35kV无功补偿装置6×60MVar+2×60MVar。

（3）绵州500kV变电站间隔调整工程：本期在绵州500kV变电站现有围墙内本期将原至德阳换流站2回500kV出线改接至川北特，原至富乐变电站2回500kV出线改接至德阳换流站，原有间隔主要电气设备参数均满足要求，不需新增和更换设备，仅涉及部分出线门架的跳线、金具更换，不涉及基础施工。变电站的环境影响评价包含在原环评报告中，本次间隔调整已包含在变电站的环境影响评价中，本次不新增环境影响，故本次不再进行评价。

（4）富乐500kV变电站原至绵州变2回500kV出线改接至川北特：本期在富乐500kV变电站现有围墙内本期将原富乐变电站至绵州变电站2回500kV出线改接至川北特，原有间隔主要电气设备参数均满足要求，不需新增和更换设备，不涉及基础施工。变电站的环境影响评价包含在原环评报告中，本次间隔调整已包含在变电站的环境影响评价中，本次不新增环境影响，故本次不再进行评价。

（5）川北特~绵州500kV线路工程

新建川北特~绵州500kV线路（线路1），新建线路为两个单回长度约3.7km+3.6km，共7.3km，全线按单回路架设；改建原绵州~德阳换500kV线路（线路II），新建线路长度约2×1.2km，全线按同塔双回路架设。

（6）富乐~绵州双回500kV线路改接工程

改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路III），新建线路长度约 2×7.2km，全线按同塔双回路架设。

（7）川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程

新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路IV），新建线路长度约 2×52.8km，其中约 2×1.3km 采用 2 个单回路架设，其余 2×51.5km 按同塔双回路架设。

新建绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路（线路V），新建线路长度约 3.5km，按单回路架设。

本次评价内容详见表 1-4。电磁环境预测的塔型选择原则按初步试算后最不利塔型选择原则。其中川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程（线路 IV）单回段线路与川北特~绵州 500kV 线路工程（线路 I）单回水平排列段参数一致，并入线路 I 中进行预测。

表 1-7 本项目评价内容

变电站名称	现状规模			本次扩建规模	已环评规模	扩建后规模
钟鼓楼 500kV 变电站间隔扩建工程	主变压器		2×1000MVA	/	2×1000MVA	2×1000MVA
	500kV 出线		4 回	2 回	4 回	6 回
	220kV 出线		10 回	/	10 回	10 回
	配电设备		35kV 无功补偿装置 6×60MVar+2×60MVar	/	35kV 无功补偿装置 6×60MVar+2×60MVar	35kV 无功补偿装置 6×60MVar+2×60MVar
线路名称	**排列方式**		**导线分裂型式/分裂间距**	**评价范围内居民分布情况**	**GB 50545-2010 要求导线对地最低高度/不低于既有线路最低线高**	**导线型号/设计输送电流**
川北特~绵州 500kV 线路工程	线路 I	单回三角排列	4 分裂/500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有居民分布	非居民区：10.5m 居民区：14m	4×JL3/G2A-720/50 3312A
		单回水平排列	4 分裂/500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有居民分布	非居民区：11m 居民区：14m	4×JL3/G2A-720/50 3312A
改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程	线路 II	同塔双回垂直逆相序排列	4 分裂/500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有居民分布	20m（不低于既有线路最低线高）	4×JL3/G1A-400/35 1840A
富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程	线路 III	同塔双回垂直逆相序排列	4 分裂/500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有居民分布	非居民区：11m 居民区：14m	4×JL3/G1A-630/45 2898A
川北特~钟鼓楼 500kV	线路 IV 单回段	单回水平排列	4 分裂/500mm	边导线地面投影外两侧各 50m 范围内有居民分布	非居民区：11m 居民区：14m	4×JL3/G2A-720/50 3312A
	线路	同塔双回垂	4 分裂/500mm	边导线地面投影外两侧各	非居民区：11m	4×JL3/G2A-720/50

线路工程	IV 双回段	直逆相序排列		50m 范围内有居民分布	居民区：14m	3312A
绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路	线路V	单回三角排列	2 分裂/400mm	边导线地面投影外两侧各 40m 范围内有居民分布	12m（不低于既有线路最低线高）	2×JL3/G1A-500/45 1150A
		单回水平排列	2 分裂/400mm	边导线地面投影外两侧各 40m 范围内有居民分布	12m（不低于既有线路最低线高）	2×JL3/G1A-500/45 1150A

根据表 1-7，本项目钟鼓楼 500kV 变电站按照扩建后的规模进行评价，线路工程按照上表内容进行评价，线路对地最低高度按照设计规程最低线路高度进行评价。

1.8 环境影响评价工作过程

本项目环境影响评价工作程序按照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24 2020）要求，主要分为以下三个部分：

（1）调查分析和工作方案阶段；

（2）分析论证和预测评价阶段；

（3）环境影响评价文件编制阶段。

环境影响评价工作程序流程详见图 1-1。

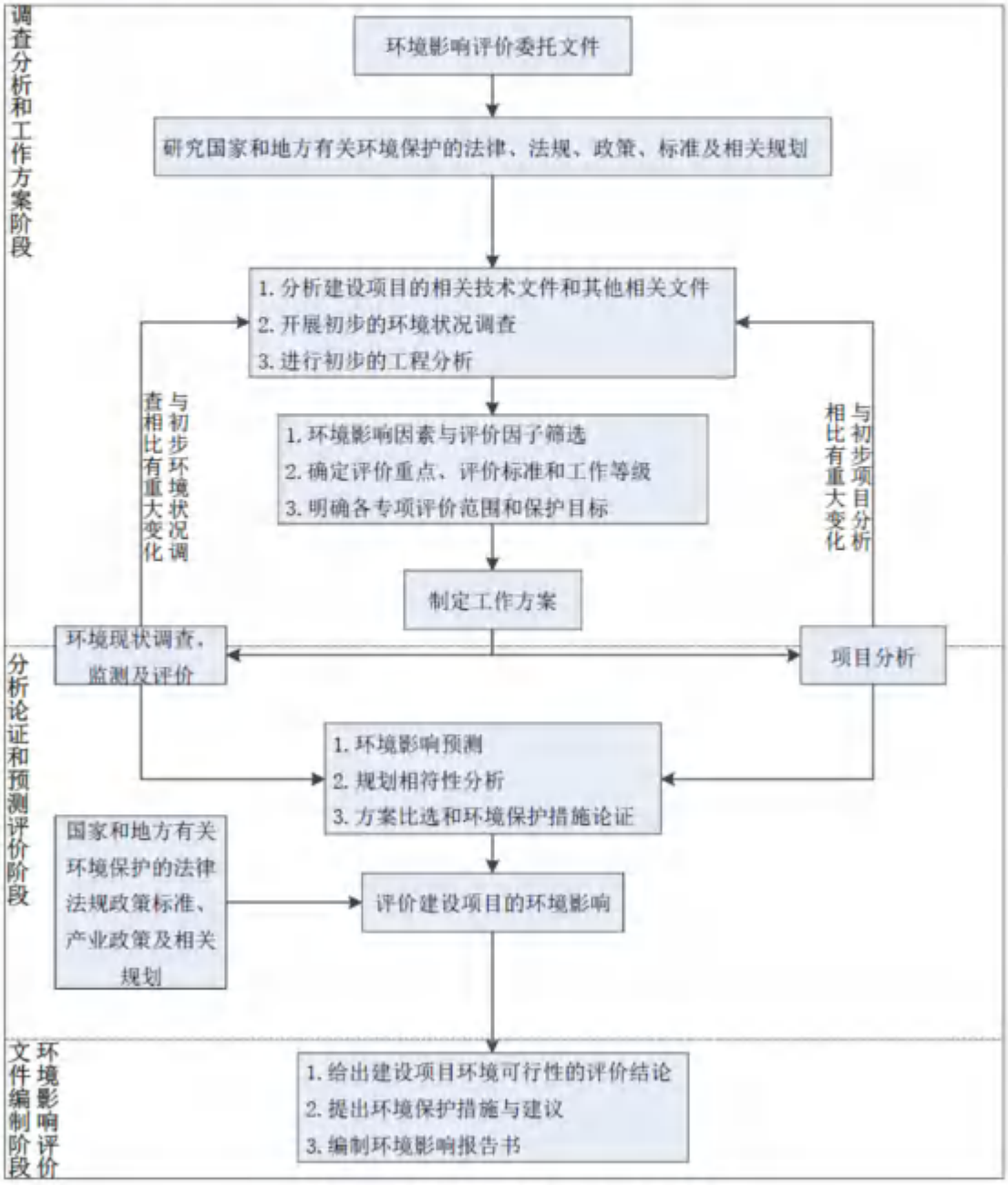


图 1-1 环境影响评价工作程序流程图

1.9 主要环境影响

本项目施工期和运行期产生的主要环境影响问题如下：

（1）施工期

本项目施工期产生施工噪声、扬尘、废水、固体废物对周围环境的影响；土地占用、植被破坏对周围生态环境的影响。

（2）运行期

本项目运行期产生的工频电场、工频磁感应强度和噪声对周围环境的影响。

1.10 主要结论

1.10.1 项目与产业政策、相关规划的符合性

本项目为电网改造与建设工程，属电力基础设施建设，是国家发展和改革委员会2023年第7号令《产业结构调整指导目录（2024年本）》中第一类鼓励类项目“第四条电力，第2款电力基础设施建设，电网改造与建设，增量配电网建设”，符合国家产业政策。

本项目线路涉及要素重点管控单元、一般管控单元及水土保持重要区优先管控单元，本项目符合涉及的环境管控单元的管控要求，在采取各项环境保护措施后，项目输电线路对生态环境的影响较小，电磁、噪声等环境影响可满足国家相关环境标准，本工程符合生态环境分区管控的要求。

本项目涉及穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区及准保护区，已取得当地生态环境主管部门原则同意意见，在采取相应环境保护措施后，项目输电线路对饮用水源地影响较小，符合饮用水源地保护的相关管理要求。

1.10.2 环境质量现状

本工程所在地区不涉及生态保护红线、自然保护区等生态环境敏感区，项目线路涉及穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区及准保护区，通过采取相应的避让措施和保护措施后，本项目的建设不会对饮用水源地水质产生明显影响。经现场调查及现场监测，区域的电磁环境、声环境和生态环境现状良好，满足相应评价标准要求。

1.10.3 环境影响预测

根据监测结果、模式预测、类比分析结果，在采取措施后本项目运营期产生的工频电场强度、工频磁感应强度公众曝露限值满足 4000V/m、100μT 控制限值；架空线路在耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场强度满足 10kV/m 控制限值。500kV 输电线路和 220kV 输电线路由类比监测结果分析，本项目运行产生的噪声对周围环境敏感目标影响昼间、夜间分别满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中相应声功能区标准，1000kV 变电站和 500kV 变电站站界外噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求。

1.10.4 环境保护措施

报告书对川北 1000 千伏变电站 500 千伏配套送出工程在施工期提出了地表水、大气、固废、生态环境等保护措施，在运行期提出了电磁环境、声环境及生态环境保护措施，通过认真落实，可减缓或消除工程建设可能产生的不利环境影响。

1.10.5 总体结论

川北 1000 千伏变电站 500 千伏配套送出工程的建设符合四川电网用电负荷规划，符合国家产业政策。本项目所在区域环境质量现状满足环评要求，无环境制约因素。本项目为 500kV 输变电工程，采用的技术成熟、可靠。本项目在设计和施工过程中按本报告提出的污染防治措施落实后，运营期产生的工频电场、工频磁感应强度及噪声满足相应环评标准要求，对当地声环境、电磁环境及生态环境的影响小，不会改变项目所在区域环境现有功能，在环境敏感目标处产生的电磁环境和声环境影响均满足环评标准要求。本工程采取有效环保措施后，从环保角度分析，项目的建设是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 法律法规

（1）《中华人民共和国生态环境法典》（2026年8月15日起施行）

（2）《中华人民共和国野生动物保护法》（2023年5月1日起施行）；

（3）《中华人民共和国水法》（2016年7月2日起施行）；

（4）《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订）；

（5）《中华人民共和国电力法》（2018年12月29日起施行）；

（6）《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017年10月1日起施行）；

（7）《国务院关于修改<电力设施保护条例>的决定》（国务院令第239号）；

（8）《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017年10月7日起施行）；

（9）《中华人民共和国长江保护法》（2021年3月1日起施行）；

（10）《中华人民共和国电力设施保护条例》（2011年1月8日起修改版施行）；

（11）《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）；

（12）《古树名木保护条例》(2025年3月15日起施行)；

2.1.2 部委规章和相关规定

（1）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部16号令，2021年1月1日实施）；

（2）《产业结构调整指导目录（2024年本）》（国家发展改革委令第7号，2024年2月1日起实施）；

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

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

（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》（环境保护部文件环发〔2012〕77号）；

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

（7）《电力设施保护条例实施细则》（2024年1月4日国家发展改革委令第11号第二次修订，2024年3月1日起施行）。

（8）《危险废物转移管理办法》（生态环境部、公安部、交通运输部令2021年第23号）；

（9）《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发〔2015〕162号）；

（10）《关于印发生态环境分区管控管理暂行规定的通知》（环环评〔2024〕41号）；

（11）《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2019年第9号）；

2.1.3 地方性法规与规定

（1）《四川省环境保护条例》（2018年1月1日起施行）；

（2）《四川省辐射污染防治条例》（2016年6月1日起施行）；

（3）《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）；

（4）《关于加强环境噪声污染防治工作的通知》（川环发〔2018〕66号）；

（5）《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）；

（6）《四川省生态功能区划》（川府函〔2006〕100号，2006年5月）；

（7）《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）；

（8）《四川省生态保护红线方案》（川府发〔2018〕24号）；

（9）《四川省国土空间规划（2021-2035年）》（川府发〔2024〕8号）；

（10）《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）；

（11）《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）；

（12）《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB 51/2682-2020）；

（13）《四川省人民政府办公厅关于建设占用耕地耕作层土壤剥离再利用的通知》（川办函〔2024〕100号）；

（14）《四川省固体废物污染环境防治条例》（2022年9月1日起施行）；

2.1.4 环境影响评价技术标准、规范

（1）《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；

（3）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

（4）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（5）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；

（6）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

（7）《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）；

（8）《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）；

（9）《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）；

（10）《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；

（11）《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；

（12）《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

（13）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

（14）《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）；

（15）《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；

（16）《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；

（17）《110kV～750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）；

（18）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）；

（19）《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；

2.1.5 工程设计资料

（1）《川北 1000 千伏变电站 500 千伏配套送出工程可行性研究报告》

2.1.6 其他文件

《川北 1000 千伏变电站 500 千伏配套送出工程监测报告》

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

（1）现状评价因子

1）电磁环境：工频电场、工频磁感应强度。

2）声环境：昼间、夜间等效 A 声级。

3）水环境：pH、COD_{Cr}、BOD_5、NH_3-N、石油类、SS 等。

4）生态环境：见表 2-1。

表 2-1 生态环境评价因子筛选表

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
物种	分布范围、行为等	工程对动物分布范围和种群直接影响，运行期动物分布范围、种群和行为的间接影响。	施工期短期不可逆影响，运行期长期影响。	施工期会对动物栖息、觅食等产生直接影响，但动物自身的趋避性，动物分布范围广，会改变但种群交流受影响不大；运行期间，活动空间发生改变，但可通过动物的适应性得到改善。总体来看，物种受项目建设影响可以得到恢复和改善，总体影响程度为弱。
生境	生境面积、质量、连通性等	工程施工期对生境产生直接影响，运行期对生境产生间接影响。	施工期短期可逆影响，运行期无影响。	项目施工期间对动物生境影响是直接的，动物会放弃工程占地区选择其他生境，但随着施工结束，生境得到修复和改善，动物会选择适应新的生境；项目塔基呈点状分布，连通性不会因工程产生根本破坏；因此生境受项目建设影响程度为弱。
生物群落	物种组成、群落结构等	工程施工期对植物组成和种群产生直接影响。	施工期短期可逆影响，运行期无影响。	项目施工期间会对植物物种组成和种群数量产生直接影响，但可通过自然生态恢复和采取措施进行人工修复等措施降低影响；因此，植物群落会随着建设项目的结束逐渐得到恢复和改善，受建设项目影响程度为弱。
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	工程施工期对生态系统产生直接影响	施工期短期可逆影响，运行期无影响。	项目施工期间会造成工程占地区植被覆盖度降低，生产力下降，生态系统功能暂时丧失；但项目为线性工程，项目施工对该地区大尺度空间范围内生态系统的影响不大，对工程占地区局部的影响也可通过相应的保护和管理措施得以降低并逐步改善和恢复；因此生态系统受建设项目影响程度为弱。

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	工程施工期会对工程占地区生物多样性等产生直接影响	施工期短期可逆影响，运行期无影响。	项目为线性点状工程，对物种多样性不会造成大范围连片影响，虽然施工期内会使工程占地区物种个体数量减少，均匀度发生轻微改变，但总体上不会减少物种种数，不会对物种优势度产生影响。生物多样性在施工期间基本维持现状，总体影响程度为弱。
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	不涉及	/	/
自然景观	景观多样性、完整性等	工程施工期对自然景观的直接影响	施工期短期可逆影响，运行期无影响。	项目建设为线性点状工程，且在自然景观主体区域多为架空输电线路，项目施工期使地表裸露会对自然景观产生短期、局部影响，但可自然恢复或通过相关保护和管理措施进行修复，不会对自然景观的多样性、完整性和连通性产生根本的影响和改变；总体影响程度弱。

（2）预测评价因子

1）施工期

①声环境：昼间、夜间等效A声级。

②生态环境：物种、生境、生物群落、生态系统、生物多样性、生态敏感区、自然景观。

③其他：施工扬尘、生活污水、固体废物等。

2）运行期

①电磁环境：工频电场、工频磁感应强度。

②声环境：昼间、夜间等效A声级。

③生态环境：物种、生境、生物群落、生态系统、生物多样性、生态敏感区、自然景观。

2.2.2 评价标准

根据现场踏勘和征求主管部门意见后，本项目环境影响评价执行标准见表2-2。

表 2-2　评价标准

评价因子	标准名称		执行标准
工频电场	《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）		公众曝露区域电场强度公众曝露控制限值为 4000V/m，架空输电线路线下的在耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。
工频磁感应强度			公众曝露控制限值 100μT。
噪声	声环境质量标准	输电线路沿线执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类、4 类标准	2 类： 昼间：60dB（A） 夜间：50dB（A） 4a 类： 昼间：70dB（A） 夜间：55dB（A） 4b 类： 昼间：70dB（A） 夜间：60dB（A）
	噪声排放标准	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）	2 类： 昼间：60dB（A） 夜间：50dB（A）
		《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）	昼间：70dB（A） 夜间：55dB（A）
大气环境	空气质量标准	《环境空气质量标准》（GB3095-2026）	过渡阶段浓度二级标准限值： SO_2≤60μg/m³（年平均）， NO_2≤40μg/m³（年平均）， CO≤4mg/m³（日平均）， O_3≤160μg/m³（日最大 8 小时平均）， PM_{10}≤60μg/m³（年平均）， $PM_{2.5}$≤30μg/m³（年平均）。
	施工期扬尘排放标准	《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB51/2682-2020）	TSP≤900μg/m³（土方开挖/土方回填阶段）； TSP≤350μg/m³（其他工程阶段）。
地表水	质量标准	《水环境质量标准》（GB3838-2002）	III 类水域标准：pH6～9，COD≤20mg/L，NH_3-N≤1.0mg/L，BOD_5≤4mg/L
	排放标准	不外排	不外排
固体废物	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）		执行 GB18599-2020 中的相关规定
	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）		执行 GB18597-2023 中的相关规定
生态环境	以不减少区域内濒危珍稀动植物种类和不破坏生态系统完整性为目标		

2.3 评价工作等级

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）、《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目可不进行地下水评价、土壤评价。根据《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）、《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）和《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）确定本次环境影响评价工作的等级。

2.3.1 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中电磁环境影响评价工作等级的划分原则，本项目电磁环境影响评价等级见表 2-3。

表 2-3 电磁环境评价工作等级划分

工程	电压等级	条件	评价工作等级
钟鼓楼 500kV 变电站间隔扩建工程	500kV	户外式	一级
川北特~绵州 500kV 线路工程、改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程、富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程、川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程	500kV	边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标	一级
绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路	220kV	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

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），确定本项目电磁环境影响评价工作等级为一级。

2.3.2 声环境

本工程属于输变电项目，项目所在区域包括城镇区域和农村区域，根据声环境功能区划分图，项目线路声功能区包括 2 类、4a 类声功能区，项目变电站声功能区包括 2 类声功能区，项目受噪声影响人口数量较多。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）对评价等级分级规定，本工程的声环境评价工作等级确定为二级。

2.3.3 生态环境

本项目总占地面积约 48.794hm^2，永久占地约 12.07hm^2，临时占地面积约

36.724hm²，工程占地规模＜20km²。本项目变电站及线路路径不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、自然公园、生态保护红线等生态保护区域、重要生境以及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域。本项目生态评价等级分析见表2-4。

表2-4 生态评价等级判定表

序号	评价等级判定依据	本项目情况
1	a）涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级。	项目不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境。
2	b）涉及自然公园时，评价等级为二级。	项目不涉及自然公园。
3	c）涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级。	项目不涉及生态保护红线。
4	d）根据HJ 2.3判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级。	根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）和HJ 2.3，本项目不属于水文要素影响型。
5	e）根据HJ 610、HJ 964判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；	本项目为输变电项目，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）项目不属于地下水及土壤影响类项目。
6	f）当工程占地规模大于20km²时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定。	本项目工程永久占地约26.00hm²，临时占地面积约36.724hm²，占规模＜20km²。
7	除本条a）、b）、c）、d）、e）、f）以外的情况，评价等级为三级	本项目不涉及a）、b）、c）、d）、e）、f）要求中相关内容，**故评价等级为三级。**
8	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。	项目不涉及保护生物多样性具有重要意义的区域。
9	建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。	本项目仅涉及陆生生态影响，不涉及水生生态影响，无需分别判定评价等级。
10	在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级。	不涉及
11	线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。	本项目属于线性工程，项目不涉及生态敏感区。
12	涉海工程评价等级判定参照GB/T 19485。	不涉及
13	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	本项目符合生态环境分区管控要求，但不属于位于原厂界范围内的污染影响类改扩建项目，需确定评

序号	评价等级判定依据	本项目情况
	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。	价等级。

综上，确定本项目生态影响评价工作等级为三级。

2.3.4 地表水

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）确定本次水环境影响评价工作等级。本工程废水主要为施工人员产生的生活污水，经租用民房已有污水收集设施收集定期清掏，不外排。项目线路运营期不产生废水，涉及的变电站运营期本次扩建不新增生活污水。因此，本次环评对地表水环境影响进行简单评价。

2.3.5 大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）确定本次大气环境影响评价工作等级。本工程大气环境影响主要为施工扬尘和机具尾气，项目运营期不产生大气污染物排放。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本项目可不开展大气环境影响评价，本次环评进行简单分析。

2.3.6 地下水环境

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

2.3.7 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）中"附录A 土壤环境影响评价项目类别"，本项目为输变电工程，属于"电力热力燃气及水生产和供应业"中的其他项目，属于IV类项目。此外，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，根据"6.2.1.2 生态影响型评价工作等级划分表"中的要求，本项目可不开展土壤环境影响评价。

2.4 评价范围

2.4.1 电磁环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中表 3，电磁环境评价范围见表 2-5。

表 2-5 电磁环境影响评价范围

分类	电压等级	评价范围	评价内容
交流变电站	500kV	站界外 50m	钟鼓楼 500kV 变电站间隔扩建工程
交流线路	500kV	边导线地面投影外两侧各 50m	川北特~绵州 500kV 线路工程、改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程、富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程、川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程
交流线路	220kV	边导线地面投影外两侧各 40m	绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路

2.4.2 声环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中表 3 和《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）中相关要求，声环境评价范围见表 2-6。

表 2-6 声环境影响评价范围

分类	电压等级	评价范围	评价内容
交流变电站	500kV	站界外 200m	钟鼓楼 500kV 变电站间隔扩建工程
交流线路	500kV	边导线地面投影外两侧各 50m	川北特~绵州 500kV 线路工程、改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程、富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程、川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程
交流线路	220kV	边导线地面投影外两侧各 40m	绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路

2.4.3 生态环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），生态环境影响评价范围见表 2-7。

表2-7 生态环境影响评价范围

分类	电压等级	评价范围	评价内容
交流变电站	500kV	站界外500m	钟鼓楼500kV变电站间隔扩建工程
交流线路	500kV	边导线地面投影外两侧各300m	川北特~绵州500kV线路工程、改建原绵州~德阳换500kV线路工程、富乐~绵州双回500kV线路改接工程、川北特~钟鼓楼500kV线路工程
交流线路	220kV	边导线地面投影外侧各300m	绵州~动力研究所1回220kV线路

2.5 环境敏感目标

2.5.1 生态环境敏感目标

根据设计资料和现场踏勘，并向当地规划和自然资源局、生态环境局等主管部门核实，本项目生态环境评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、自然公园、生态保护红线等生态保护区域、重要生境以及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域等生态环境敏感区。

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》、《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》核实，结合收集的资料与现场调查，本项目评价范围内未发现国家和省级重点保护野生植物，分布有中国特有植物5种（桤木、菱叶风仙花、四川木姜子、四川清风藤、四川蜡瓣花），均为无危（LC）物种，主要分布于评价区河滩湿地、沟谷、林下、灌丛及农田周边等生境。评价范围内不涉及上述植物的重要集中分布区及天然原生种群分布地；依据《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷（2020）》核实，项目评价范围内无省级重点保护野生动物，评价范围内分布有国家二级重点保护野生动物2种（普通鵟、黑鸢），中国特有动物2种（岩松鼠、北草蜥）。上述动物主要分布于评价区林地边缘、灌草丛、农田、河流沿岸及居民点周边等生境。评价范围内不涉及国家公园、自然保护区等重要野生动物栖息地，不涉及普通鵟等重要鸟类的集中繁殖地、迁徙通道、越冬地及集群活动区域。

本项目评价范围内分布的重要植物见表 2-8。

表 2-8 本项目评价区域重要植物

序号	物种名称（中文）	物种名称（拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	极小种群野生植物（是/否）	分布区域	资料来源
1	桤木	*Alnus cremastogyne*	-	LC	是	否	评价区河滩、沟谷湿地	现场调查
2	菱叶凤仙花	*Impatiens rhombifolia*	-	LC	是	否	评价区谷溪边、路旁阴湿草地	资料收集
3	四川木姜子	*Litsea moupinensis var.szechuanica*	-	LC	是	否	评价区林缘、溪旁疏林	资料收集
4	四川清风藤	*Sabia schumanniana subsp. schumanniana*	-	LC	是	否	评价区林地边缘、灌丛中	资料收集
5	四川蜡瓣花	*Corylopsis willmottiae*	-	LC	是	否	评价区杂木林中	资料收集

本项目评价范围内分布的重要动物见表 2-9。

表 2-9 项目评价区域重要动物

类群	序号	物种名称	物种名称（拉丁名）	保护级别	濒危等级	中国特有种（是/否）	分布区域	资料来源
兽类	1	岩松鼠	*Sciurotamias davidianus*	/	LC	是	评价区林地边缘稀疏林地	资料收集
爬行类	2	北草蜥	*Takydromus septentrionalis*	/	LC	是	田埂、灌草丛	调查+资料收集
鸟类	3	普通鵟	*Buteo japonicus*	国家二级	LC	否	农田、林缘上空	资料收集
	4	黑鸢	*Milvus migrans*	国家二级	无危	否	疏林林缘地带，偶见	资料收集

2.5.2 电磁环境及声环境敏感目标

本项目电磁环境敏感目标主要包括住宅、学校、医院、办公楼、工厂等有公众居住、工作或学习的建筑物。本项目声环境保护目标主要包括依据法律、法规、标准政策等确定的需要保持安静的建筑物及建筑物集中区。环境敏感目标处对地最低高度根据设计规范最低高度确定。本次评价范围内居民类敏感目标调查严格依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）、《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）相关要求开展，以行政村为基础调查单元实施。

2.5.3 =水环境敏感目标

根据设计资料和现场踏勘，项目涉及饮用水源地情况见表2-10，项目不涉及重要湿地等水环境敏感目标分布。本项目涉及1处饮用水源地保护区，项目穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区及准保护区。

表2-10 项目涉及水环境敏感目标一览表

饮用水源地名称	级别	饮用水源地类型	涉及饮用水源地保护区	与项目位置关系	主管部门意见
涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源	乡镇级	地表水	二级保护区和准保护区	不在二级保护区陆域新建铁塔，线路III穿越二级保护区路径长度约70m。线路IV穿越准保护区路径长度约0.6km（单回段约0.5km，双回段约0.1km），在准保护区陆域设置3基铁塔。	原则同意

本项目穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区及准保护区严格控制施工范围，严格控制施工废水。施工过程中产生的少量施工废水经沉淀处理后回用于施工洒水降尘，不外排；施工人员生活污水依托周边既有设施处理，禁止在保护区范围内设置生活污水排放口，严禁污水直接进入水体。通过采取相应的措施后，项目对饮用水源地的影响较小。

2.6 评价重点

根据本项目污染源特点和区域自然环境和生态环境现状，本项目施工期的评价重点为对生态环境的影响，包括对植被、动物、土地利用、生物多样性的影响，施工管理、生态环境保护及恢复措施；运行期的评价重点为变电站、输电线路的工频电场、工频磁感应强度及噪声影响预测，并对变电站、输电线路

附近的环境敏感目标进行环境影响预测及评价；同时，提出环境保护措施及生态环境影响减缓措施，进行环境保护措施的技术经济论证。主要工作内容包括：

（1）对项目评价范围内的环境敏感目标情况进行收资和实地调查；

（2）对工程区域的电磁环境和声环境现状进行监测和评价；

（3）对施工期生态环境影响进行预测及分析，变电部分因集中在既有变电站内施工，对站外环境影响较小。重点对线路采用的施工方案进行生态环境影响预测与评价，分析施工期可能存在的环保问题并提出相应的环境保护措施及生态影响减缓措施；

（4）对变电站、输电线路运行期的电磁环境和声环境影响进行预测评价，提出相应的环境保护措施。

3 建设项目概况与分析

3.1 项目概况

3.1.1 工程基本信息

3.1.1.1 工程名称

川北 1000 千伏变电站 500 千伏配套送出工程。

3.1.1.2 建设性质

新建。

3.1.1.3 地理位置

（1）川北 1000kV 变电站 500kV 间隔扩建工程：

位于四川省绵阳市涪城区新皂镇拟建川北 1000kV 变电站内。

（2）钟鼓楼 500kV 变电站间隔扩建工程

位于四川省德阳市中江县集凤镇既有钟鼓楼 500kV 变电站内。

（3）川北特~绵州 500kV 线路工程

新建川北特~绵州 500kV 线路（线路I）位于绵阳市涪城区，线路总长度约 7.3km，改建原绵州~德阳换 500kV 线路（线路II）位于绵阳市涪城区，线路总长度约 2×1.2km。

（4）富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程

改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路III）位于绵阳市涪城区，线路总长度约 2×7.2km。

（5）川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程

①新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路IV），途经绵阳市涪城区（线路长度约 2×13.1km（其中 2×1.3km 采用 2 个单回路架设）、德阳市中江县（线路长度约 2×31.6km）、德阳市罗江区（线路长度约 2×8.1km）。线路总长度约 2×52.8km，其中约 2×1.3km 采用 2 个单回路架设，其余 2×51.5km 按同塔双回路架设。

②新建绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路（线路V）位于绵阳市涪城区，线路总长度 3.7km。

（6）建设相应二次系统工程

1）绵州500kV变电站间隔调整工程

位于四川省绵阳市涪城区吴家镇既有绵州500kV变电站内。

2）富乐500kV变电站间隔调整工程

位于四川省绵阳市游仙区石马镇既有富乐500kV变电站内。

3.1.1.4 建设内容

根据《国家电网有限公司关于甘肃巴丹吉林沙漠新能源基地送端换流站接入等9项500、750千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2026〕453号）及可行性研究报告，本项目建设内容为：

（1）川北1000kV变电站500kV间隔扩建工程

本期扩建6个500kV出线间隔，其中扩建2回至绵州、2回至富乐、2回至钟鼓楼。

（2）钟鼓楼500kV变电站500kV间隔扩建工程

本期扩建2个500kV出线间隔。

（3）川北特~绵州500kV线路工程

新建川北特~绵州500kV线路，新建线路长度为7.3km，其中I回3.7km、II回3.6km，按单回路架设。

本工程在绵州侧进行间隔调整，新建绵州~川北特500kV线路进入原绵州~德阳换500kV线路进线间隔，将原绵州~德阳换500kV线路调整至东侧第一、二间隔，拆除原绵州~德阳换500kV线路2×1.1km，还建2×1.2km，按同塔双回路架设。

（4）富乐~绵州双回500kV线路改接工程

将富乐~绵州双回500kV线路改接入川北特，形成富乐~川北特双回500kV线路，新建线路长度为2×7.2km，按同塔双回路架设。

拆除原富乐~绵州双回500kV线路2×3.3km，最终形成富乐~川北特双回500kV线路。

（5）川北特~钟鼓楼500kV线路工程

新建川北特~钟鼓楼双回 500kV 线路，新建线路长度 2×52.8km，其中钻越德宝±500kV 直流线路段约 2×0.6km、钻越阿坝~成都东 1000kV 交流线路段约 2×0.7km 采用 2 个单回路架设，其余 2×51.5km 按同塔双回路架设。

本工程需对绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路进行迁改，新建长度约 3.5km、拆除长度约 3.2km。

（6）建设相应二次系统工程。

1）绵州 500kV 变电站间隔调整工程

为避免线路交叉，将德阳换 2 回出线调整至原富乐 2 回出线间隔，川北特 2 回出线占用原德阳换流站 2 回出线间隔。

2）富乐 500kV 变电站间隔调整工程

原至绵州变 2 回 500kV 出线改接至川北特。

3.1.1.5 项目组成

本项目组成表见表 3-1。

表 3-1 项目组成表

名称		建设内容及规模				可能产生的环境问题	
						施工期	运行期
川北 1000kV 变电站 500kV 间隔扩建工程	主体工程	川北 1000kV 变电站在《川渝特高压交流加强工程》中负责建设 6 个间隔中的进线及母线，本项目负责建设其出线间隔，川北 1000kV 变电站 6 个 500kV 间隔，其 6 回出线的环境影响包含在《川渝特高压交流加强工程环境影响报告书》评价规模中，目前此工程环境影响评价工作正在同步开展。				施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 植被破坏	工频电场 工频磁感应强度 噪声
		拟建规模		**本次扩建规模**	**扩建后规模**		
		主变压器	2×3000MVA	/	2×3000MVA		
		1000kV 出线	6 回	/	6 回		
		500kV 出线	6 回	/	6 回		
		配电设备	低压电容器 2×（2×210Mvar）、高压并联电抗器 2×720Mvar、低压并联电抗器 2×（2×240Mvar）	/	低压电容器 2×（2×210Mvar）、高压并联电抗器 2×720Mvar、低压并联电抗器 2×（2×240Mvar）		
	辅助工程	给排水系统（利旧）、站内道路（利旧）				/	/
	公用工程	进站道路（利旧）				/	/
	环保工程	事故油池（利旧）、地埋式生活污水处理装置（利旧）				/	/
	办公及生活设施	综合楼（利旧）				/	/
	仓储或其他	本期不新增绿化面积				/	/
钟鼓楼	主体工程	**现状规模**		**本次扩建规模**	**扩建后规模**	施工扬尘	工频电场

名称		建设内容及规模				可能产生的环境问题	
						施工期	运行期
500kV 变电站间隔扩建工程		主变压器	2×1000MVA	/	2×1000MVA	施工噪声 生活污水 固体废物 植被破坏	工频磁感应强度 噪声
		500kV 出线	4回	2 回	6回		
		220kV 出线	10回	/	10回		
		配电设备	35kV无功补偿装置 6×60MVar+2×60MVar	/	35kV无功补偿装置 6×60MVar+2×60MVar		
	辅助工程	给排水系统（利旧）、站内道路（利旧）				/	/
	公用工程	进站道路（利旧）				/	/
	环保工程	事故油池（利旧）、地埋式生活污水处理装置（利旧）				/	/
	办公及生活设施	综合楼（利旧）				/	/
	仓储或其他	本期不新增绿化面积				/	/
间隔调整工程	主体工程	绵州 500kV 变电站间隔调整工程： 绵州 500kV 变电站为既有变电站，采用户外布置，即主变采用户外布置，500kV 配电装置采用 HGIS 户外布置、220kV 配电装置采用 GIS 户外布置。本期在绵州 500kV 变电站现有围墙内本期将原至德阳换流站 2 回 500kV 出线改接至川北特，原至富乐变电站 2 回 500kV 出线改接至德阳换流站，原有间隔主要电气设备参数均满足要求，不需新增和更换设备，仅涉及部分出线门架的跳线、金具更换，不涉及基础施工。				变电站的环境影响评价包含在原环评报告中，本次间隔调整不新增环境影响，本次不再进行评价。	
		富乐 500kV 变电站间隔调整工程： 富乐 500kV 变电站为既有变电站，采用户外布置，即主变采用户外布置，500kV 配电装置采用 AIS 户外布置、220kV 配电装置采用 AIS 户外布置。本期在富乐 500kV 变电站现有围墙内本期将原富乐变电站至绵州变电站 2 回 500kV 出线改接至川北特，原有间隔主要电气设备参数均满足要求，不需新增和更换设备，不涉及基础施工。					

名称		建设内容及规模	可能产生的环境问题	
			施工期	运行期
川北特~绵州500kV线路工程	主体工程	①新建川北特~绵州500kV线路（线路I），新建线路为两个单回长度约3.7km+3.6km，共7.3km，全线按单回路架设，采用单回三角排列和单回水平排列，新建塔基20基，导线型号为4×JL3/G2A-720/50钢芯高导电率铝绞线，四分裂，分裂间距500mm，设计输送电流3312A。导线对地最低高度按照设计规程最低高度。 ②改建原绵州~德阳换500kV线路（线路II），新建线路长度约2×1.2km，全线按同塔双回路架设，采用同塔双回逆相序排列，新建塔基3基，导线型号为4×JL3/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线，四分裂，分裂间距500mm，设计输送电流1840A。导线对地最低高度按照不低于20m。	施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 植被破坏	工频电场 工频磁感应强度 噪声
	辅助工程	①新建川北特~绵州500kV线路（线路I），沿新建架空线路分别架设1根72芯OPGW-150复合光缆及1根JLB40－150铝包钢绞线。 ②改建原绵州~德阳换500kV线路（线路II），沿新建架空线路架设2根72芯OPGW-150复合光缆。	/	/
	公用工程	无	/	/
	环保工程	无	/	/
	办公及生活设施	无	/	/
	拆除工程	拆除原绵州~德阳换双回500kV线路绵州站间隔~3#塔导地线长度约1.077km，拆除1#~2#塔，共2基。	施工噪声 施工扬尘 生活污水 固体废物 植被破坏	/
	仓储或其他	塔基永久占地：共23基铁塔，永久占地0.92hm²； 塔基施工临时场地：塔基施工场地布置在塔基附近，共设23个塔基施工临时占地面积共计约0.07hm²； 拆除塔基施工临时场地：拆除塔基施工场地布置在塔基附近，共设2处，临时占地面积共计约0.08hm²； 牵张场：线路拟设置牵张场3处，每处约1200m²，占地约0.36hm²； 施工道路：需新建施工道路长约1.8km，路面宽约3.5m，占地约0.63hm²； 人抬便道：修整简易人抬便道长约0.5km，宽约1m，占地面积约0.05hm²； 跨越施工场：线路共设置跨越施工场地3处，每处占地约400m²，约0.12hm²；		

名称		建设内容及规模	可能产生的环境问题	
			施工期	运行期
		施工生活区和材料站：租用当地房屋，不另行设置。		
富乐~绵州双回500kV线路改接工程	主体工程	改接富乐~绵州双回500kV线路（线路III），新建线路长度约2×7.2km，全线按同塔双回路架设，采用同塔双回逆相序排列，新建塔基20基，导线型号为4×JL3/G1A-630/45钢芯高导电率铝绞线，四分裂，分裂间距500mm，设计输送电流2898A。导线对地最低高度按照设计规程最低高度。	施工扬尘 施工噪声 生活污水 固体废物 植被破坏	工频电场 工频磁感应强度 噪声
	辅助工程	沿新建架空线路架设2根72芯OPGW-150复合光缆。	/	/
	公用工程	无	/	/
	环保工程	无	/	/
	办公及生活设施	无	/	/
	拆除工程	拆除原富乐~绵州双回500kV线路183#塔~绵州500kV变电站进线间隔导地线长度约3.29km，拆除184#~192#塔，共9基塔。	施工噪声 施工扬尘 生活污水 固体废物 植被破坏	/
	仓储或其他	塔基永久占地：共20个铁塔，永久占地0.84hm²； 新建塔基施工临时场地：塔基施工场地布置在塔基附近，共设20个塔基施工临时占地面积共计约1.89hm²； 拆除塔基施工临时场地：拆除塔基施工场地布置在塔基附近，共设9处，临时占地面积共计约0.36hm²； 牵张场：线路拟设置牵张场2处，每处约1200m²，占地约0.24hm²； 施工道路：需新建施工道路长约1.9km，路面宽约3.5m，占地约0.665hm²； 人抬便道：修整简易人抬便道长约0.7km，宽约1m，占地面积约0.07hm²； 跨越施工场：线路共设置跨越施工场地8处，每处占地约400m²，约0.32hm²； 施工生活区和材料站：租用当地房屋，不另行设置。		
川北	主体工	①新建川北特~钟鼓楼500kV线路（线路IV），新建线路长	施工扬	工频电

名称		建设内容及规模	可能产生的环境问题	
			施工期	运行期
特~钟鼓楼500kV线路工程	程	度约2×52.8km，其中约2×1.3km采用2个单回路架设，其余2×51.5km按同塔双回路架设。单回段采用单回水平排列，双回段采用同塔双回垂直逆相序排列，新建塔基124基，导线型号为4×JL3/G2A-720/50钢芯高导电率铝绞线，四分裂，分裂间距500mm，设计输送电流3312A。导线对地最低高度按照设计规程最低高度。 ②新建绵州~动力研究所I回220kV线路（线路V），新建线路长度约3.5km，按单回路架设，采用单回三角排列和单回水平排列，新建塔基13基，导线型号为2×JL3/G1A-500/45钢芯高导电率铝绞线，双分裂，分裂间距400mm，设计输送电流1150A。导线对地最低高度不低于12m。	尘 施工噪声 生活污水 固体废物 植被破坏	场 工频磁感应强度 噪声
	辅助工程	①新建川北特~钟鼓楼500kV线路（线路IV），沿新建单回架空线路分别架设1根72芯OPGW-150复合光缆及1根JLB40－150铝包钢绞线。沿新建双回架空线路架设2根72芯OPGW-150复合光缆。 ②新建绵州~动力研究所I回220kV线路，沿新建架空线路架设2根36芯OPGW-120地线。	/	/
	公用工程	无	/	/
	环保工程	无	/	/
	办公及生活设施	无	/	/
	拆除工程	拆除原绵州~动力研究所I回220kV线路2#~10#塔段导地线，长度约2.907km，拆除3#~10#塔铁塔，共8基。		
	仓储或其他	塔基永久占地：共137个铁塔，永久占地5.155hm²； 新建塔基施工临时场地：塔基施工场地布置在塔基附近，共设137个塔基施工临时占地面积共计约11.55hm²； 拆除塔基施工临时场地：拆除塔基施工场地布置在塔基附近，共设8处，临时占地面积共计约0.16hm²； 牵张场：500kV线路拟设置牵张场10处，每处约1200m²，220kV线路拟设置牵张场1处，每处约400m²，占地约1.24hm²； 施工道路：需新建施工道路长约11.91km，路面宽约3.5m，占地约4.17hm²； 人抬便道：修整简易人抬便道长约3km，宽约1m，占地面积约0.3hm²；	施工噪声 施工扬尘 生活污水 固体废物 植被破坏	√

名称		建设内容及规模	可能产生的环境问题	
			施工期	运行期
		跨越施工场：线路共设置跨越施工场地 18 处，其中跨越 500kV 线路 3 处，每个占地约 1000m²，跨越其他电压等级线路等 15 处，每处占地约 400m²，约 0.9hm²； 施工生活区和材料站：租用当地房屋，不另行设置。		

3.1.2 变电站概况

3.1.2.1 川北 1000kV 变电站

3.1.2.1.1 站址概况

川北 1000kV 变电站位于绵阳市涪城区新皂镇，为拟建变电站，本次扩建不需新征用地，不改变总平面布置。

3.1.2.1.2 本次扩建规模

川北 1000kV 变电站在《川渝特高压交流加强工程》中负责建设 6 个间隔中的进线及母线，本项目负责建设其出线间隔。

3.1.2.1.3 变电站拟建规模环保手续履行情况

川北 1000kV 变电站 6 个 500kV 间隔，其 6 回出线的环境影响包含在《川渝特高压交流加强工程环境影响报告书》评价规模中，目前此工程环境影响评价工作正在同步开展。

3.1.2.1.4 变电站拟采取的主要环保措施

根据设计资料及现场踏勘，川北 1000kV 变电站拟采取的主要环保措施见表 3-2。

表 3-2 川北 1000kV 变电站拟采取的主要环保措施

类型	防治措施	预期治理效果
生活污水	经地埋式生活污水处理装置处理后用作站区绿化，处理能力2m³/d。	不外排
生活垃圾	生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由当地环卫部门定期清运。	不影响
蓄电池	废蓄电池由有资质的单位收集处理，不在站内贮存。	无影响
事故油	站内设置1座220m³主变事故油池用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；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。	环境风险可控
噪声	①主变压器、电抗器选用低噪声源强设备并合理布局；②1000kV变压器、1000kV高抗和110kV站用变压器两侧均设有防火墙；厂界围墙一般高度2.5m，厂界围墙西侧部分采用4m围墙+1m声屏障，南侧部分采用2.5m围墙+0.5m声屏障，东侧部分采用5m围墙+5m声屏障，部分采用5m 围墙+3m声屏障。	达标
电磁环境影响	①为限制电晕产生的电磁环境影响，在设备订货时应要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提	达标

	高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。 ②对站内配电装置进行合理布局，主变尽量布置在站区中间，高压配电装置应尽量布置在远离居民侧，提高导线对地高度。 ③进出线方向选择应尽量避开居民密集区，站址附近高压危险区域设置相应警告牌。	

3.1.2.2 钟鼓楼 500kV 变电站

3.1.2.2.1 站址概况

钟鼓楼 500kV 变电站（原名德阳南 500kV 变电站）位于德阳市中江县集凤镇。钟鼓楼 500kV 变电站为已建变电站，于 2024 年 5 月投运。

3.1.2.2.2 本次扩建规模

本次在钟鼓楼 500kV 变电站东侧扩建 2 个 500kV 出线间隔至拟建川北 1000kV 变电站。

3.1.2.2.3 变电站现有规模环保手续履行情况

钟鼓楼 500kV 变电站前期已履行相应环保验收手续，详见表 1-2。前期工程环境影响报告书中已设置了相应的环境保护措施，并取得了生态环境主管部门的批复，前期工程设计中已执行了环境影响报告书及批复中提出的要求和措施。根据本次现状监测，变电站站界外产生的电磁环境及声环境影响均满足相应环保标准要求。根据与建设单位核实及现场调查，变电站自投运以来未发生因环境污染而引起的投诉事件，暂未产生废蓄电池和事故废油，未发生环境污染事故，也未发现环境遗留问题。

3.1.2.2.4 变电站占有规模已采取的主要环保措施

根据设计资料及现场踏勘，钟鼓楼 500kV 变电站前期工程已采取的主要环保措施见表 3-3。根据本次变电站站界外噪声及电磁环境监测结果，噪声监测结果（详见表 4-9）均能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求，工频电场和工频磁感应强度监测结果（详见表 4-6）均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度公众曝露控制限值 4000V/m，磁感应强度公众曝露控制限值 100μT 的限值要求。

表 3-3 钟鼓楼 500kV 变电站前期工程已采取的主要环保措施

类型	防治措施	预期治理效果
生活污水	经地埋式生活污水处理装置处理后用作站区绿化。	不外排

生活垃圾	生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由当地环卫部门定期清运。	不影响
蓄电池	废蓄电池由有资质的单位收集处理，不在站内贮存。	无影响
事故油	站内设置1座85m^{3}主变事故油池用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；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。	环境风险可控
噪声	①主变压器、并联电抗器选用低噪声源强设备并合理布局； ②设置2.5m高的围墙。各相主变之间设置高8.5m的防火墙.变电站北侧围墙顶部设置隔声屏障，总高5m（4m高围墙+1m高隔声屏障），长182.3m；在变电站北侧、西侧围墙顶部设置隔声屏障，总高3m（2.5m高围墙+0.5m高隔声屏障），长216.5m；在变电站南侧围墙顶部设置隔声屏障，总高5m（4m高围墙+1m高隔声屏障），长220m。	达标
电磁环境影响	①变电站内电气设备接地。 ②减少同相母线交叉与相间转角布置。 ③在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩），以改善电场分布。 ④采用良好加工的金具、导线等，避免毛刺，减小电晕噪声影响。	达标

3.1.2.2.5 本次扩建工程概况

德阳南变电站全站分为主变区、配电装置区、无功补偿区和站前区。主变基本布置在站区中央，采用户外布置；500kV配电装置采用HGIS户外布置，位于站区东侧；220kV配电装置采用GIS户外布置，位于站区西侧；35kV无功补偿装置布置在主变与220kV配电装置之间；500kV及220kV出线均采用架空出线；站前区位于站区北侧，布置有主控通信楼、警卫室等；化粪池和地埋式污水处理装置位于主控通信楼东侧，事故油池位于预留3#主变东侧。本次扩建场地位于变电站500kV配电装置场地东侧。扩建在预留场地进行，无新增用地。

3.1.2.2.6 本次扩建采取的环保措施

①电磁环境影响

本工程设计阶段已采取电磁环境影响治理措施如下：

- 新增电气设备均安装接地装置；
- 对平行跨导线的相序排列要避免或减少同相布置，尽量减少同相母线交

叉与相同转角布置。

②声环境影响

本工程设计阶段已采取噪声治理措施如下：

- 施工场地硬质安全围栏。

③水环境影响

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埋式生活污水处理装置处理后用于站区绿化，不外排。

④固体废物

变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活垃圾量，不需新增生活垃圾处理设施，生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由当地环卫部门定期清运。本次扩建不新增含油设备，无新增事故油产生量，不需新增事故油收集设施；

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。不新增废旧蓄电池产生量。

3.1.2.3 绵州 500kV 变电站

3.1.2.3.1 站址概况

绵州 500kV 变电站（原名绵阳南 500kV 变电站）为已建变电站，位于绵阳市涪城区吴家镇。本变电站一期工程于 2021 年 6 月投运，第三台主变扩建于 2026 年 8 月投运，正在开展扩建第三台主变的竣工环保验收工作。

3.1.2.3.2 本次建设规模

本期在绵州 500kV 变电站现有围墙内本期将原至德阳换流站 2 回 500kV 出线改接至川北特，原至富乐变电站 2 回 500kV 出线改接至德阳换流站，原有间隔主要电气设备参数均满足要求，不需新增和更换设备，仅涉及部分出线门架的跳线、金具更换，不涉及基础施工。

3.1.2.3.3 变电站现有规模环保手续履行情况

绵州 500kV 变电站前期已履行相应环保验收手续，详见表 1-3。前期工程环境影响报告书中已设置了相应的环境保护措施，并取得了生态环境主管部门

的批复，前期工程设计中已执行了环境影响报告书及批复中提出的要求和措施。根据本次现状监测及前期验收结果，变电站站界外产生的电磁环境及声环境影响均满足相应环保标准要求。根据与建设单位核实及现场调查，变电站自投运以来未发生因环境污染而引起的投诉事件，暂未产生废蓄电池和事故废油，未发生环境污染事故，也未发现环境遗留问题。

3.1.2.3.4 变电站现有规模已采取的主要环保措施

根据设计资料及现场踏勘，绵州500kV变电站前期工程已采取的主要环保措施见表3-4。

表3-4 绵州500kV变电站前期工程已采取的主要环保措施

类型	防治措施	预期治理效果
生活污水	经地埋式生活污水处理装置处理后用作站区绿化，处理能力2m³/d。	不外排
生活垃圾	生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由当地环卫部门定期清运。	不影响
蓄电池	废蓄电池由有资质的单位收集处理，不在站内贮存。	无影响
事故油	站内设置1座90m³主变事故油池用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；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。	环境风险可控
噪声	①主变压器、并联电抗器选用低噪声源强设备并合理布局； ②东侧设置长度95m的5m高围墙及长度为48.5m的4m高围墙，围墙顶部均加装1m隔声屏障；南侧设置长度120m的4m高围墙及长度为116m的5m高围墙，围墙顶部均未加装隔声屏障（围墙顶部预留有安装隔声屏障的螺栓）；西侧设置长度166.5m的2.5m高围墙，西侧围墙顶部设1m高、126.5m长的隔声屏障；北侧设置长度259m的2.5m高围墙，围墙顶部未加装隔声屏障（围墙顶部预留有安装隔声屏障的螺栓）。	达标
电磁环境影响	①变电站内电气设备接地。 ②减少同相母线交叉与相同转角布置。 ③在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩），以改善电场分布。 ④采用良好加工的金具、导线等，避免毛刺，减小电晕噪声影响。	达标

3.1.2.3.5 本次工程概况

变电站采用户外布置，即主变采用户外布置，500kV 配电装置采用 GIS 户外布置，220kV 配电装置采用 GIS 户外布置，架空出线。既有 1#、4#主变布置在站区主变区两侧，本次扩建 2#主变布置在站区中部偏西；500kV 配电装置布置于站区南部，向南出线；220kV 配电装置布置在站区北侧，向北出线；主控通信楼、门卫室、污水处理设施等位于变电站西北角，既有事故油池位于 1#主变南侧。

3.1.2.4 富乐 500kV 变电站

3.1.2.4.1 站址概况

富乐 500kV 变电站为已建变电站，位于绵阳市游仙区石马镇。本变电站一期工程于 2010 年 9 月投运，第三台主变扩建于 2025 年 6 月投运。

3.1.2.4.2 本次建设规模

本期在富乐 500kV 变电站现有围墙内本期将原至绵州 2 回 500kV 出线改接至川北特，原有间隔主要电气设备参数均满足要求，不需新增和更换设备，仅涉及部分出线门架的跳线、金具更换，不涉及基础施工。

3.1.2.4.3 变电站现有规模环保手续履行情况

富乐 500kV 变电站间前期已履行相应环保验收手续，详见表 1-4。根据前期验收结果，变电站站界噪声和电磁环境均达标，变电站运行期间未发生环境污染事故，未造成环境污染情况。前期工程环境影响报告书中已设置了相应的环境保护措施，并取得了生态环境主管部门的批复，前期工程设计中已执行了环境影响报告书及批复中提出的要求和措施。根据前期验收结果，变电站站界外产生的电磁环境及声环境影响均满足相应环保标准要求。根据与建设单位核实及现场调查，变电站自投运以来未发生因环境污染而引起的投诉事件，暂未产生废蓄电池和事故废油，未发生环境污染事故，也未发现环境遗留问题。

3.1.2.4.4 变电站占有规模已采取的主要环保措施

根据设计资料及现场踏勘，富乐 500kV 变电站前期工程已采取的主要环保措施见表 3-5。

表3-5 富乐500kV变电站前期工程已采取的主要环保措施

类型	防治措施	预期治理效果
生活污水	经地埋式生活污水处理装置处理后用作站区绿化，处理能力2m³/d。	不外排
生活垃圾	生活垃圾经站内设置的垃圾桶收集后由当地环卫部门定期清运。	不影响
蓄电池	废蓄电池由有资质的单位收集处理，不在站内贮存。	无影响
事故油	站内设置1座6m³主变事故油池+1座60m³主变事故油池用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；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。	环境风险可控
噪声	①主变压器、并联电抗器选用低噪声源强设备并合理布局； ②单相主变和高抗之间设置了防火墙，其中主变防火墙高7.6m，高抗防火墙高6m。3#主变东南侧围墙上加装声屏障总高至5.0m（即围墙高4.0m、隔声屏障1.0m），总长194m。新增3#主变防火墙，高8.4m，长14.0m，防火墙间距为12.5m。其余围墙高度均为2.5m。	达标
电磁环境影响	①变电站内电气设备接地。 ②减少同相母线交叉与相同转角布置。 ③在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环（或罩），以改善电场分布。 ④采用良好加工的金具、导线等，避免毛刺，减小电晕噪声影响。	达标

3.1.2.4.5 本次工程概况

变电站采用户外布置，即主变采用户外布置，500kV配电装置采用GIS户外布置，220kV配电装置采用GIS户外布置，架空出线。既有1#、4#主变布置在站区主变区两侧，本次扩建2#主变布置在站区中部偏西；500kV配电装置布置于站区南部，向南出线；220kV配电装置布置在站区北侧，向北出线；主控通信楼、门卫室、污水处理设施等位于变电站西北角，既有事故油池位于1#主变南侧。

3.1.3 输电线路

3.1.3.1 导线型号及排列方式

（1）川北特~绵州500kV线路工程

①新建川北特~绵州500kV线路（线路I），新建线路为两个单回长度约

3.7km+3.6km，共 7.3km，全线按单回路架设，采用单回三角排列和单回水平排列，新建塔基 20 基，导线型号为 4×JL3/G2A-720/50 钢芯高导电率铝绞线，四分裂，分裂间距 500mm。沿新建架空线路分别架设 1 根 72 芯 OPGW-150 复合光缆及 1 根 JLB40－150 铝包钢绞线。

②改建原绵州~德阳换 500kV 线路（线路II），新建线路长度约 2×1.2km，全线按同塔双回路架设，采用同塔双回逆相序排列，新建塔基 3 基，导线型号为 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线，四分裂，分裂间距 500mm。沿新建架空线路架设 2 根 72 芯 OPGW-150 复合光缆。

（2）富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程

改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路III），新建线路长度约 2×7.2km，全线按同塔双回路架设，采用同塔双回逆相序排列，新建塔基 20 基，导线型号为 4×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线，四分裂，分裂间距 500mm。沿新建架空线路架设 2 根 72 芯 OPGW-150 复合光缆。

（3）川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程

①新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路IV），新建线路长度约 2×52.8km，其中约 2×1.3km 采用 2 个单回路架设，其余 2×51.5km 按同塔双回路架设。单回段采用单回水平排列，双回段采用同塔双回垂直逆相序排列，新建塔基 124 基，导线型号为 4×JL3/G2A-720/50 钢芯高导电率铝绞线，四分裂，分裂间距 500mm。沿新建单回架空线路分别架设 1 根 72 芯 OPGW-150 复合光缆及 1 根 JLB40－150 铝包钢绞线。沿新建双回架空线路架设 2 根 72 芯 OPGW-150 复合光缆。

②新建绵州~动力研究所 1 回 220kV 线路（线路V），新建线路长度约 3.5km，按单回路架设，采用单回三角排列，新建塔基 13 基，导线型号为 2×JL3/G1A-500/45 钢芯高导电率铝绞线，双分裂，分裂间距 400mm。沿新建架空线路架设 2 根 36 芯 OPGW-120 地线。

3.1.3.2 塔型、基础情况

（1）川北特~绵州 500kV 线路工程

①新建川北特~绵州 500kV 线路（线路I）

新建杆塔总数 20 基，采用挖孔基础、灌注桩基础、钢筋混凝土板柱基础、微型桩基础。

表 3-6 杆塔型号一览表

序号	杆塔类型
1	ZC27051
2	ZC27052
3	ZC27053
4	ZC2705K
5	JC27051
6	JC27052
7	JC27053
8	JC27054
9	DJC

②改建原绵州~德阳换 500kV 线路（线路II）

新建杆塔总数 3 基，采用挖孔基础、微型桩基础。

表 3-7 杆塔型号一览表

序号	铁塔型号
1	SZKC2705
2	SJC27054

（2）富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程

改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路III）

新建杆塔总数 20 基，采用挖孔基础、灌注桩基础、钢筋混凝土板柱基础、微型桩基础。

表 3-8 杆塔型号一览表

序号	铁塔型号
1	500-MC21S-ZC4
2	500-MC21S-ZC1
3	500-MC21S-ZC2
4	500-MC21S-ZC3
5	500-MC21S-ZCK
6	SJC27051
7	SJC27052
8	SJC27053
9	SJC27054
10	SDJC

（3）川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程

①新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路IV）

新建杆塔总数 124 基，采用挖孔基础、灌注桩基础、钢筋混凝土板柱基础、

微型桩基础。

表3-9 杆塔型号一览表

序号	铁塔型号
1	SZC27051
2	SZC27052
3	SZC27053
4	SZC27054
5	SZKC2705
6	SJC27051
7	SJC27052
8	SJC27053
9	SJC27054
10	SDJC
11	ZC27051
12	ZC2705K

②新建绵州~动力研究所I回220kV线路（线路V）

新建杆塔总数13基，采用挖孔基础、灌注桩基础、钢筋混凝土板柱基础、微型桩基础。

表3-10 杆塔型号一览表

序号	杆塔类型
1	220-EB21D-JC1
2	220-EB21D-JC2
3	220-EB21D-JC3
4	220-EB21D-ZBC1
5	220-EB21D-ZBC2
6	220-EB21D-ZBC3
合计	13基塔

3.1.3.3 主要交叉跨越

因本项目尚未完成施工图设计，导线的对地最小允许垂直距离及在交叉跨越时，导线与被跨越物之间的垂直距离按照《110kV~750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）考虑，线路对地及交叉跨越物的最小垂直距离见表3-11，本项目线路的主要交叉跨越情况见表3-12。

表3-11 本项目线路导线对地及交叉跨越物的最小垂直距离表

序号	被交叉跨越物名称	最小允许垂直距离（m）	备注
1	耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所对地距离	500kV线路：11（同塔双回排列）、10.5（单回三角排列） 220kV线路：6.5	500kV线路边导线地面投影外两侧各50m范围内、220kV线路边导线地面投影外两侧各40m范围内无居民分布的耕地、园地牧草地、畜禽饲养地、养殖水

序号	被交叉跨越物名称	最小允许垂直距离（m）	备注
			面、道路等场所，包括工程拆迁后无居民的区域
2	民房等公众区域对地距离	500kV线路：14.0 220kV线路：7.5	500kV线路边导线地面投影外两侧各50m范围内、220kV线路边导线地面投影外两侧各40m范围内有居民分布的区域
3	至不通航河流	500kV线路：6.5 220kV线路：4.0	至百年一遇洪水位
4	至公路路面	500kV线路：14.0 220kV线路：8.0	——
5	至电力线路	500kV线路：6.0 220kV线路：4.0	至导线、地线
6	至最大自然生长高度树木顶部	500kV线路：7.0 220kV线路：3.5	——

表 3-12 本项目线路导线对地及主要交叉跨越物的最小垂直距离表

线路名称	序号	类别	被跨越物名称	次数	规程规定的最小垂直净距（m）	备注
新建川北特~绵州500kV线路	1	220kV线路	跨越单回路2次、双回路1次	3	6	跨越
	2	35kV线路	/	2	6	跨越
富乐~绵州双回500kV线路改接工程	1	220kV线路	跨越单回路2次、双回路2次	4	6	钻越
	3	35kV线路	/	1	6	跨越
	4	一般公路	/	12	14	跨越
川北特~钟鼓楼500kV线路工程	1	1000kV	阿坝-成都1000kV线路（在建）	4	6	钻越
	2	500kV	500kV长谭一线、500kV长谭二线、500善鼓一二线	3	6	跨越
	3	220kV	跨越单回路1次、双回路3次	4	6	跨越
	4	110kV	跨越单回路3次	3	6	跨越

线路名称	序号	类别	被跨越物名称	次数	规程规定的最小垂直净距（m）	备注
	5	高速公路	G4202、成都第三绕城高速	2	14	跨越

3.1.3.4 与其他线路并行情况

（1）川北特~绵州 500kV 线路工程

本项目新建川北特~绵州 500kV 线路（线路I），新建线路为两个单回，其两回线路中心最近距离为 54m，并行长度约 0.5km。由于并行线间距离为 54m，并行线路不会对另一条线路外侧电磁环境产生影响。

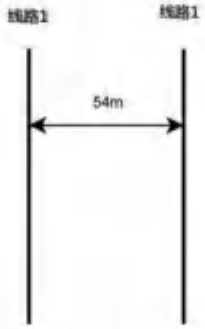


图 3-1 项目线路I两回线路并行示意图

（2）改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路III）与新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路IV）

本项目改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路Ⅲ）与新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路Ⅳ）双回段，其线路中心最近距离为 55m，并行长度约 1.3km。由于并行线间距离为 55m，并行线路不会对另一条线路外侧电磁环境产生影响。

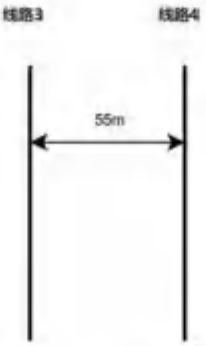


图 3-2 项目线路III与线路IV并行示意图

除此之外本项目未与其他 330kV 及以上电压等级线路并行。

3.1.3.5 线路方案选择

3.1.3.5.1 川北特~绵州 500kV 线路工程

（1）路径方案

I 回线：自川北特变电站出线后往东南，钻越规划川北特~涪陵 1000kV 线路后、避开房屋密集区，跨越 220kV 绵磨一、二线后继续于西侧走线，随后跨越 35kV 金晨线至春风水库北侧，随后继续往东南走线，至接入绵州变电站；

II 回线：自川北特变电站出线后往东南，钻越规划川北特~涪陵 1000kV 线路后、避开房屋密集区，于东侧走线，期间需跨越 35kV 金晨线至东侧往西南跨越 220kV 绵磨一、二线，随后于北侧平行绵州侧 I 回线至接入绵州变电站。

线路途经四川省绵阳市涪城区，全线海拔高度在 400~600m 之间，线路长度约 7.3km，其中川北特-绵州 I 回线约 3.7km、II 回线约 3.6km，采用 2 个单回路架设，冰区为 5mm 冰区，风区为 27m/s 风区，地形划分为丘陵，占 100%。

同时根据川北特~绵州 500kV 线路进线方向和绵州 500kV 变电站现有 500kV 出线情况，为了避免站外 500kV 线路交叉，需考虑间隔调整。因间隔调整引起绵州~德阳换 500kV 线路改造，改建同塔双回线路长度约 2×1.2km。

详见附图《线路路径方案图》。

川北特变电站为本线路起点，绵州~川北特 500kV 线路需从变电站东南方向出线，出线方向受站内间隔布置和站外规划川北特~涪陵 1000kV 线路的严格限制。线路出站后须尽早钻越规划川北特~涪陵 1000kV 线路，以避免与该 1000kV 线路产生长距离平行或交叉，确保两条线路电气安全距离和运行检修独立性。该钻越点的位置直接约束了线路出站后的走向，可选择的钻越段窗口范围十分有限，使线路出线段走向基本唯一。绵州 500kV 变电站为本线路终点。根据川北特~绵州 500kV 线路进线方向和绵州 500kV 变电站现有 500kV 出线情况，为避免站外 500kV 线路交叉，需对绵州站 500kV 出线间隔进行调整。因间隔调整引起绵州~德阳换 500kV 线路改造，改建同塔双回线路长度约 2×1.2km。该间隔调整方案使得绵州~川北特 I、II 回线的接入位置和方向被固定，线路终端塔位置和接入角度均受站内间隔布置制约，无法灵活调整，进一步约束了线

路终点段走向的唯一性。同时结合政府要求、后期进出线规划、房屋密集区、乡镇规划、气井、与其它输电线路钻、跨越方案等多个方面进行综合分析，绵州~川北特 500kV 线路工程路径方案唯一。

3.1.3.5.2 富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程

自川北特变电站出线后往东北，先后跨越疆电入川接地极线路、220kV 高赖线、绵州~动力研究所I回 220kV 线路、35kV 金晨线、110kV 线路至圣福寺南侧，随后线路转向东南，先后跨越 220kV 绵动二线、220kV 高赖线、110kV 线路至 220kV 高桥变电站南侧，随后线路继续往东南，先后跨越 220kV 绵高一、二线、220kV 绵谷一线、规划绵阳南牵引站 220kV 供电线路、疆电入川接地极线路至戴家林村南侧，随后线路钻越规划川北特~涪陵 1000kV 线路后往南接入原富乐一绵州 500kV 线路 183＃耐张塔，完成富乐侧线路改接。

线路途经四川省绵阳市涪城区，全线海拔高度在 400~600m 之间，线路长度约 2×7.2km，采用同塔双回路架设，冰区为 5mm 冰区，风区为 27m/s 风区，地形划分为丘陵，占 100%。详见附图《线路路径方案图》。

川北特变电站为本线路起点，本工程与川北特~绵州 500kV 线路工程、川北特~钟鼓楼双回 500kV 线路工程共三条线路均需从川北特站出线，出线方向和间隔布置相互制约。本工程出线后须往东北方向走线，与川北特~绵州线路（往东南）和川北特~钟鼓楼线路（往东北后继续往西南）在出线段进行方向分离，避免站外线路交叉。三条线路出线方向的空间分配使本工程出线段走向基本固定，可调整的走廊宽度极为有限。同时结合富乐~绵州 500kV 线路走向、川北特变电站站址位置、后期进出线规划、房屋密集区、乡镇规划、气井、与其它输电线路钻、跨越方案等多个方面进行综合分析后，绵州~富乐改接入川北特 500kV 线路工程路径方案唯一。

3.1.3.5.3 川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程

1）路径方案

①东方案

线路自川北特变电站出线后往东北，先后跨越疆电入川接地极线路、220kV 高赖线、35kV 金晨线、绵州~动力研究所I回 220kV 线路、110kV 线路至

圣福寺南侧，随后线路转向东南，先后跨越220kV绵动二线、220kV高赖线、110kV线路至220kV高桥变电站南侧，随后线路继续往东南，先后跨越220kV绵高一、二线、220kV绵谷一线、规划绵阳南牵引站220kV供电线路、疆电入川接地极线路至戴家林村南侧，随后线路钻越川北特~涪陵1000kV交流线路、避让气井、房屋密集区等后至邓家湾南，随后往南钻越±500kV德宝直流线路后往西南，先后跨越220kV绵谷二线、220kV绵华一、二线、钻越2回规划川北特~成都东1000kV交流线路后至宝镜村，随后避让新盛镇城镇范围、跨越500kV长谭一、二线后继续往西南至观音阁，随后线路往东南，先后避让建设社区城镇范围、跨越成绵苍巴高速公路后继续往西南，先后避让乡村旅游规划区、跨越成都第三绕城高速后至邓家庙，随后继续往南，跨越500kV淮德一、二线后接入钟鼓楼500kV变电站。

东方案线路途经四川省绵阳市涪城区、德阳市罗江区、中江县，全线除钻越±500kV德宝直流线路段、钻越阿坝~成都东1000kV交流线路段2×1.3km采用2个单回路架设外，其余均按双回路架设，线路长度约2×51.5km+2×1.3km，曲折系数1.18，海拔范围约400m~800m，地形比例丘陵占54%、山地占46%，设计基本风速为27m/s，设计覆冰为5mm。

②西方案

线路从川北特高压1000kV变电站出线后向东走线，先后跨越疆电入川接地极线路、35kV金晨线等至五显庙，随后往南跨越220kV绵高一、二线等至张家湾西，随后继续往南，钻越川北特~涪陵1000kV交流线路、避让气井、房屋密集区等后至邓家湾南，随后往南钻越±500kV德宝直流线路后继续往南，先后避让玉皇镇城镇范围、气井后至草堂村

西，随后线路往东，先后跨越S416省道、成绵苍巴高速公路后往西南，先后钻越2回川北特一成都东1000kV交流线路、避让庆丰水库、黄鹿水库、黄鹿社区城镇范围、跨越500kV长谭一、二线后继续往西南，平行成绵苍巴高速公路东侧走线至望江村北，随后继续往西南，先后避让乡村旅游规划区、跨越成都第三绕城高速后至邓家庙，随后继续往南，跨越500kV淮德一、二线后接入钟鼓楼500kV变电站。

西方案线路途经四川省绵阳市涪城区、德阳市罗江区、中江县，全线除钻越±500kV德宝直流线路段、钻越阿坝~成都东1000kV交流线路段约2×1.1km采用2个单回路架设外，其余均按双回路架设，线路长度约2×48km+2×1.1km，曲折系数1.09，海拔范围约400m~800m，地形比例丘陵占52%、山地占48%，设计基本风速为27m/s，设计覆冰为5mm。

（2）路径方案比选

表3-13 路径方案比选一览表

比较项目	东方案 （推荐方案）	西方案 （比较方案）	比选结果
线路长度（km/回）	2×1.2（单回）+2×51.5（双回）	2×1.1（单回）+2×48（双回）	西方案优
海拔范围（m）	450～550	450～550	相同
地形划分	丘陵：山地 =54%：46%	丘陵：山地 =50%：50%	东方案优
行政区域	绵阳市涪城区，德阳市罗江区、中江县	绵阳市涪城区，德阳市罗江区、中江县	/
生态保护红线	不涉及	不涉及	/
饮用水源保护区	穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源准保护区路径长度约0.6km（单回段约0.5km，双回段约0.1km）。	不涉及饮用水源地	西方案优
政府部门意见	初步同意东方案	该方案在罗江区境内走线9.6km且需开辟新的电力通道，罗江区政府不建议该方案。	东方案优
主要交叉跨越	高速公路2次、省道5次、国道5次、1000kV线路5次、±500kV线路2次、500kV线路2次、220kV线路11次、110kV线路6次、35kV线路2次	高速公路1次、省道5次、国道5次、1000kV线路5次、±500kV线路2次、500kV线路4次、220kV线路11次、110kV线路6次、35kV线路2次	东方案优
房屋拆迁	148处	160处	东方案优
林木砍伐量	约2000棵	约2800棵	东方案优
交通运输条件	便利	便利	/
敏感目标数量	约700户	约900户	东方案优

本项目川北特~绵州500kV线路工程2个方案均避让了生态保护红线、城镇开发边界线、城镇规划区、集中居民分布区、自然保护区等敏感性因素。其中，路径长度方面西方案线路长度最短，但在前期征求地方主管部门意见方面，西方案在罗江区境内走线9.6km且需开辟新的电力通道，罗江区政府不建议该方案。东方案主要考虑节约电力通道绕行距离较远，但相比于西方案涉及房屋拆迁量更小，协调容易。考虑林木砍伐情况，东方案环境影响更小。从敏感目标数量方面，东方案涉及的敏感目标数量较西方案少，有利于降低对区域居民的影响。

综合比较，东方案路径长度适中，交通条件相对较好，小运距更短，拆迁房屋面积最少，避让了主要居民集中区。因此推荐东方案为优选方案。

3.1.3.5.4 穿越饮用水源地方案比选

①不可避让论证分析

本项目富乐~绵州双回500kV线路改接工程涉及穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区，川北特~绵州500kV线路工程涉及穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源准保护区，不在二级保护区陆域新建铁塔，线路III穿越二级保护区路径长度约70m。线路IV在准保护区陆域设置3基铁塔，线路IV穿越准保护区路径长度约0.6km（单回段约0.5km，双回段约0.1km）。

经设计核实，受通道内气井、城镇规划、已建、规划电力线影响，水源保护区段通道十分紧张，若改接点不选在183#塔，只能选在184#塔，但直接在184#塔原址拆塔重修，停电时间过长，电力调度存在问题，绵州500kV变电站目前只有4回500kV线路，若将富乐~绵州双回500kV线路停电数月，就只剩下2回线路，会对绵阳地区供电造成重大影响，故只能在184-185档中线下立塔，但依然不可避免的存在线路停电时间较长的问题，且该线下塔位为洼地，地质不稳定同时距离规划区较近，且该方案与川北特-钟鼓楼线路有近距离包夹房屋1户（线间距75m），综上该方案不成立，改接点只能在183#塔。本项目线路III新建线路拟接入原富乐-绵州500kV线路183#塔，本次工程不在饮用水源地二级保护区内新增塔基占地，且因为原富乐-绵州500kV线路183#塔位于

饮用水源地二级保护区内，故本次项目新建线路接入不可避免的需要穿越饮用水源地二级保护区。

经设计核实，本项目线路IV新建线路若采用西侧绕行，钻越既有±500kV德宝直流线路时，钻越高度无法满足《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）设计规范要求，无法进行绕行，故本次新建线路不可避免的需要穿越饮用水源地准保护区在其内设置3基铁塔。

③穿越饮用水源地优化方案

受既有线路限制，项目线路不可避免需要穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源准保护区和二级保护区，为了尽量减小本项目线路对水源保护区的影响，在技术可行的条件下，尽量远离避让一级保护区，不在二级保护区内新增永久占地，仅占用准保护区，同时尽量增大档距，尽量减少在准保护区内的塔基数量；对可能出现汇水面、积水面的塔位应在其上方修筑浆砌片块石排水沟或截水沟。本项目线路通过优化设计，仅占用准保护区，不占用一级和二级保护区陆域及水域范围；下一步线路采取优化塔基基础设计，尽可能采用高低腿塔，基础采用挖孔基础减少塔基基础开挖，减少塔基建设扰动面积、减小植被破坏、加强施工管理等减缓措施；通过加强施工管理，禁止在准保护区和二级保护区内设置施工营地和弃渣场等，禁止将生活污水、生活垃圾等排入饮用水水源地。采取以上优化措施后，能最大限度地降低本项目线路对饮用水水源地的影响，不会影响水源地的水环境质量和水域功能。

3.1.3.6 本项目线路路径方案特点

根据设计资料及现场调查，本线路所经区域地形为平地、丘陵、山地，土地利用类型主要为耕地、林地、园地，植被类型主要为栽培植被，其次为自然植被，栽培植被主要有水稻、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；自然植被包括阔叶林、竹林、灌丛、草丛等，自然植被代表性物种为楤木等。线路沿线零星分布有民房，距线路最近距离约6m。

本线路路径具有以下特点：1）环境制约因素：①线路路径所经区域不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线、重要生境等生态敏感区，与区域生态保护红线之间的位置关系见附图；②线路需穿越涪

城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区及准保护区。本工程属于输变电基础设施项目，不设置排污口，不属于《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月22日修正）、《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019年9月26日修正）中的禁止范畴，线路在技术可行的条件下尽量增大档距，减少穿越保护区的塔基数量，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，避免在水源地的集雨范围内造成污染；线路运行期不产生污染物，仅少数运维人员会进入保护区范围内进行常规巡线、维护等工作，通过加强对线路运维人员的管理，运行期不会影响水源地的水环境质量和水域功能，线路路径方案已取得生态环境局的确认意见；③线路路径选择时尽量避让集中居民点，并尽量增大线路与周围居民的距离，减小对周围居民的影响；2）环境影响程度：①项目采用同塔双回线路走线进入变电站，有利于缩小电力通道影响范围；②线路电磁环境采用类比分析结合模式预测，线路按照设计规程要求实施并抬高后，投运后产生的电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应评价标准要求；线路噪声采用类比分析，投运后产生的噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应评价标准要求。综上所述，本线路能满足《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中关于选址选线的要求。因此，从环境制约因素和环境影响程度分析，本线路路径选择合理。

3.1.3.7 林木砍伐

本项目新建线路无集中林区，主要为零星松树、青冈、杂树等，经济林木主要有柑橘树、枇杷树、桃树等。本项目树木砍伐原则如下：

①对集中林区尽量避让，在有跨越条件的地段，采用高塔跨树方式，以减少对林木的砍伐，塔基范围的树木按砍伐考虑。

②对地势较低处，考虑树木自然生长高度后净空距离大于7.0m的树木可不砍伐。对果树、经济林木或城市灌木林不小于7.0m。

③应保证导线对树木的垂直净空距离和风偏后净空距离满足设计规程7.0m的要求。对生长高度较高、树木倒下后会危及线路安全的树木应砍伐。

④当需要砍伐通道时，考虑导线静止时树木倾倒过程中对导线的距离满足最小工频电压间隙要求，不满足需进行砍伐。

⑤塔基位于林区及旱地中时，在线路塔基范围内的树木需砍伐；对于沟底的树木，因塔位处于丘顶，在满足规程规定的净空距离要求下可以按跨越考虑而不砍伐。

⑥线路位于经济林木区域时，对在线路塔基范围内的树木尽量不砍伐，采用移栽补偿的方式处理。

根据设计资料及现场踏勘，本项目改造线路不涉及一级林地，需对征地范围内的零星树木进行砍伐，根据现场调查，本项目评价范围内均为当地常见树种，根据现场调查核实，本项目不涉及野生珍贵树种、古树名木。在项目施工前应提前办理林业相关手续。

3.2 施工组织及施工工艺

3.2.1 交通运输

全线均有交叉或平行的高速公路、国道、省道及乡村公路可用，交通条件较好。

3.2.2 施工方式

本项目塔基拟采用机械化施工，即以机械为主，人力为辅的工程施工模式，项目所在区域地形以平地和丘陵为主，在交通条件较好，地形平缓的塔位采用机械化施工，其中大开挖基础可采用机械开挖，人工找平相结合的方式；灌注桩基础采用机械成孔。对于交通不便，需修筑较长施工便道的塔位，不采用机械化施工。本项目需新建施工道路长约 15.61km，路面宽约 3.5m；需修整简易人抬便道长约 4.2km，宽约 1m。

3.2.3 施工工序

（1）变电工程

本项目涉及的钟鼓楼 500kV 变电站间隔扩建工程均在变电站内建设，不需要新征用地，不改变原来的总平面布置图。施工工序为：

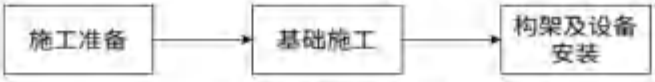


图 3-3　施工工序图

1）施工准备

开展施工组织设计编制、施工方案审批及安全技术交底；对施工区域进行现场踏勘，核实现状设备及构筑物布置情况；完成施工临时设施布置、施工机械进场及材料堆放区设置等准备工作。

2）基础施工

按照设计要求进行设备基础及构架基础施工，包括测量放线、基坑开挖、钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑及养护等工序；基础施工完成后进行回填及场地整平。

3）构架及设备安装

在基础施工完成后，安装出线构架、设备支架等钢结构构件。安装出线间隔相关电气设备，包括断路器、隔离开关、电流互感器、电压互感器等，并进行设备固定及初步调试。

（2）输电线路

本项目新建川北特~绵州500kV线路（线路I）、川北特~钟鼓楼500kV线路（线路IV）的施工工序为：施工准备—铁塔基础施工—铁塔组立—导线架设。

本项目改建原绵州~德阳换500kV线路（线路II）、改接富乐~绵州双回500kV线路（线路III）和新建绵州~动力研究所I回220kV线路（线路V）的施工工序为：施工准备—既有线路导线拆除—既有线路铁塔拆除—铁塔基础施工—铁塔组立—导线架设。

本工程高峰期使用技工约100人，民工约200人，施工周期约12个月。



图3-4 线路I、线路IV施工工序图



图3-5 线路II、线路III、线路V施工工序图

1）施工准备

施工准备阶段主要是施工备料及临时道路的施工，本项目塔基主要采用机械化施工，尽量利用既有道路，根据机械化施工要求，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需对原有乡村道路和机耕道进行拓宽。对于市郊乡村普通路面、河流阶地，道路坡度在20°以内的丘陵地段使用轮胎式运输车。

2）铁塔基础施工

基础施工工序主要有基础开挖、基础浇筑、基础回填等。本项目塔基基础采用灌注桩基础、板柱基础、挖孔基础、钢筋混凝土板柱基础、微型桩基础，在土质条件适宜的情况下，优先采用挖孔桩基础，能充分利用原状土的特性，基坑开挖量及平台开挖量较少，施工对环境的破坏小，能有效保护塔基周围的自然地貌；个别存在软土地基及地下水的塔基拟采用板式基础或灌注桩基础，板式基础是一种柔性底板基础，地基应力分布较均匀，但土方开挖量较大，本工程根据地形条件仅采用少量的板式基础；灌注桩基础埋深较深，本工程根据地质条件仅在软弱地基地区采用少量的灌注桩基础。部分地质为全基岩或者覆盖层薄且基岩完整性良好的塔基拟采用岩石锚杆基础，避免了岩石基坑的开挖困难，且具有良好的承载性能，可以显著降低混凝土和钢材的耗量。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。对于本项目交通条件较好，地形平缓的塔位推荐采用机械化施工，其中大开挖类基础可采用机械开挖、人工找平相结合的方式，灌注桩基础采用机械成孔。对于低山、丘陵顶部、半坡、鞍部等交通不便的塔位，避免修筑较长施工便道，拟采用传统施工方式。

本工程输电线路塔基在地质条件较差或承载力要求较高地段采用灌注桩基础施工工艺，施工过程中首先进行测量放样与场地平整，清理表层植被并布设施工便道，在桩位处埋设钢护筒以防止孔口坍塌及地表水进入，随后采用旋挖钻或冲击钻进行钻孔成孔，并通过泥浆护壁维持孔壁稳定、控制孔径及垂直度，成孔后及时进行清孔以保证孔底沉渣厚度满足规范要求，钢筋笼在场外预制后吊装入孔并精确定位，最后采用导管法连续进行水下混凝土灌注直至成桩，待混凝土达到一定强度后进行桩头处理及养护。施工期为防止泥浆废水及地表径流对周边环境造成影响，在塔基施工区周边设置截排水沟对施工废水进行统一收集，并在场地低洼处布设沉沙池对泥浆水及冲洗废水进行沉降处理，上清液经沉淀后优先回用于施工洒水抑尘或达标外排，钻孔泥浆尽量循环利用，剩余废浆集中收集处理，避免直接排入周边水体或农田，同时在雨季施工期间对裸露地面采取覆盖、防护等措施并加强排水系统维护，防止雨水冲刷造成水土流失，施工结束后及时清理沉淀设施并恢复场地，从而有效控制施工期水环境影响并降低水土流失风险。

3）铁塔组立

本项目所在区域地形为平原，铁塔组立采用机械化组塔方式。铁塔组立施工工序主要为抱杆起立、铁塔底部吊装、抱杆提升、铁塔上部吊装、抱杆拆除、螺栓复紧与缺陷处理。抱杆起立阶段先组立塔腿，再通过塔腿起立抱杆，采用专用螺栓连接；铁塔底部吊装：根据铁塔底部分段重力、根开、主材长度和场地条件等，采用单根或分片吊装方法安装，底部吊装完毕后随即安装地脚螺帽或插入式角钢接头螺栓固定；抱杆提升：铁塔安装到一定高度后需抬升抱杆，利用滑车组和机动绞磨抬升至预定位置；铁塔上部吊装利用已抬升的抱杆，根据铁塔分段情况采用分片吊装塔材。铁塔组立完毕后，抱杆即可拆除，利用起吊滑车组将抱杆下降至地面，然后逐段拆除，拉出塔外，运出现场。铁塔组立完毕后进行螺栓复紧与缺陷处理，螺栓应全部复紧一遍，并及时安装防松或防卸装置。

4）导线架设

导线架设施工工序主要为放线、紧线和附件安装等，架线施工主要采取张

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

5）拆除既有导线

导线拆除施工工序主要有设置锚桩、附件拆除、导线拆除。钢丝绳一端通过铁塔挂线点附近的单滑轮与导线连接，另一端与三串连接，三串的出绳通过地面上的转向滑轮车连接机动绞磨。拆线滑车应靠近导线悬挂点，绑扎绳索要短，使滑车尽量靠近横担，减少过牵引。拆线地锚（钻桩群）的位置应设置在线路中心线上。本次需拆除原绵州~德阳换双回 500kV 线路绵州站间隔~3#塔导地线长度约 1.077km。拆除原富乐~绵州双回 500kV 线路 183#塔~绵州 500kV 变电站进线间隔导地线长度约 3.29km。拆除原绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路 2#~10#塔段导地线，长度约 2.907km。

6）拆除既有铁塔

铁塔拆除与铁塔组立的程序相反，采用自上而下逐段拆除。先利用地线横担作为吊点，拆除导线横担，然后拆除地线横担、自上而下拆除整基铁塔。可采用内拉线悬浮抱杆散装单吊法施工或采用小抱杆无拉线法施工。内拉线悬浮抱杆法采用铝合金抱杆，小抱杆采用铝合金或木抱杆。未戴防盗帽的铁塔采用人工分解拆卸，戴防盗帽的铁塔采用乙炔氧焊进行切割，在每拆除段主材上挂设滑车，将所拆除的铁塔小件通过挂钩用滑车将小件慢慢送下，主材切割时约一米切割一段，拆除的铁塔材料统一装车由建设单位回收处置。本次需拆除原绵州~德阳换双回 500kV 线路绵州站间隔~3#塔导地线长度约 1.077km，拆除 1#~2#塔，共 2 基。拆除原富乐~绵州双回 500kV 线路 183#塔~绵州 500kV 变电站进线间隔导地线长度约 3.29km，拆除 184#~192#塔，共 9 基塔。拆除原绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路 2#~10#塔段导地线，长度约 2.907km，拆除

3#~10#塔铁塔，共8基。

7）跨越施工

线路跨越高速公路、国道等道路时需采取措施，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。

3.2.4 施工场地布置

1）塔基施工临时场地

塔基施工临时场地主要用作塔基基础施工和铁塔组立，兼做材料堆放场地；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，根据实际施工结果应尽可能减少占地。本项目线路共新建铁塔180基，拆除既有铁塔19基。项目设置199处塔基临时施工场地，占地面积39.13hm^2。根据实际施工结果应尽可能减少占地。

2）施工道路

本项目塔基拟主要采用机械化施工，尽量利用既有道路，根据机械化施工要求，当既有道路不能满足施工机械设备和车辆通行需要时，需对原有乡村道路和机耕道进行拓宽。本项目施工前需要根据区域地形地貌、既有道路分布情况统一规划施工运输道路，尽量对道路通道进行适当平整，避免大开挖，施工道路修建、拓宽需尽量避让植被密集区域，以减少植被破坏，同时按施工机械

最小通行要求严格控制道路修整扰动范围，不能随意扩大；道路每隔一定的距离设置错车道，错车道的间距为 200-300m，并且两相邻错车道之间应通视，当地形困难时可以适当加大，错车道的有效长度为 20m，困难地段不小于 10m。施工前对修建、拓宽道路扰动范围内的表土进行剥离，剥离后装袋码放在道路下坡侧进行堆存养护，对临时堆土采取遮盖、拦挡等防护措施，在道路内侧设置临时排水沟及沉砂池，有效排导路面雨水，同时对道路两侧的裸露边坡采用密目网等进行防护，降低施工期间的水土流失；道路路面采用泥结碎石面层；施工期间对施工道路两侧采用彩旗绳限界，限制施工运输扰动范围，在土质松软的路段铺设钢板，施工结束后对道路拓宽区域进行土地整治和植被恢复。本项目需新建施工道路长约 15.61km，路面宽约 3.5m，占地约 5.464hm^2。

3）施工人抬便道

对少量无法直接到达的塔位，需修整简易人抬便道，人抬便道占地呈线状，分布于塔基附近。人抬便道尽量利用既有上山小道进行修整，无上山小道可利用时，新建便道占地尽量避让植被密集区域，以减少植被破坏。本项目线路共需修整人抬便道长约 4.2km，宽约 1m，占地面积约 0.42hm^2。

4）跨越施工场

跨越施工场主要用作新建 500kV 线路跨越既有 110kV 及以上电压等级的线路、等级公路处施工，也兼作材料使用前的临时堆放。设置跨越施工场时应避让环境敏感区，如自然保护区、饮用水水源保护区、基本农田等，优先选择已有空地、荒地或低覆盖度区域布设施工场。施工场应与居民点、学校、医院等保持合理距离，降低噪声与扬尘影响。尽量利用现有道路、施工便道附近布设，减少新占地。本项目线路共设置跨越施工场地 29 处，其中跨越 500kV 线路 3 处，每个占地约 1000m^2，跨越其他电压等级线路及公路、铁路 26 处，每处占地约 400m^2，约 1.34hm^2。

5）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，有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16处牵张场，共计占地面积约1.84hm^2。

6）施工生活区和材料站

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

7）混凝土、水泥、电、水、钢材来源

工程所需混凝土、水泥、钢材考虑从附近乡镇购买。工程所需电源从附近村庄引接，所需水源主要来自附近村庄。

8）余土处置

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

3.2.5 穿越饮用水水源保护区段的施工组织

（1）穿越饮用水水源保护区的施工组织

本项目富乐~绵州双回500kV线路改接工程涉及穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区，川北特~绵州500kV线路工程涉及穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源准保护区。在水源准保护区和二级保护区内施工时，应采取的施工组织如下：

1）塔基施工临时场地和基础施工

优化塔基基础型式，尽量减少塔基临时占地，设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，禁止施工人员进入保护区的水域范围，减少对集雨范围的干扰。保护区内塔基避开雨季施工，针对保护区内坡地地势采取优化施工工艺，减少开挖面，缩小塔基占地面积，减少土石方开挖量，同时强化塔基的水土保持和植被恢复措施，提高水土流失防治标准，根据塔基处地形情况砌筑护坡、截排水沟和沉砂池，对占地范围内的表土进行剥离，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。

塔基施工临时占地范围施工前需铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏，降低对集雨范围内的植被干扰。尽量利用附近既有道路，或采取人抬便道方式进行，基础尽量避免使用灌注桩基础。

2）牵张场及架线施工

保护区范围内不设置牵张场，减少施工活动干扰。架线施工采用无人机等环境友好型架线方式，避免破坏植被。

3）跨越场

保护区范围内不设置跨越施工场。

4）施工人抬便道及材料运输

保护区范围内施工运输道路尽量利用附近既有乡村道路，严格限定道路宽度，材料运输固定线路行驶，禁止随意超出道路范围活动。

5）施工生活区和材料站

保护区内不设置施工营地、材料站等临时场地。

6）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。施工场地、设备清洗水利用施工临时场地设置的沉淀池处理后循环利用；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；禁止施工人员和施工机械进入水域范围，禁止施工废水、生活污水、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。

7）余土处置

禁止在保护区范围内设置取、弃土点等临时场地，对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行复耕或植被恢复。

8）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复耕或植被恢复，避免引入外来物种，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。

3.2.6 施工时序

根据同类工程类比，本项目施工周期约需 12 个月。本项目计划于 2026 年 12 月开工，2027 年 11 月投入运行。项目施工进度表见下表。

表 3-14 项目施工进度表

名称 \ 时间		2026年	2027年										
		12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
变电站扩建	基础施工									■	■	■	■
	设备安装											■	■
线路I	施工准备	■	■	■	■	■	■	■					
	铁塔基础施工、铁塔组立						■	■	■	■			
	导线架设							■	■	■	■	■	
线路II、线路III、线路IV	施工准备	■	■										
	导线拆除		■	■									
	铁塔拆除			■	■								
	基础施工				■	■	■						
	铁塔组立						■						
	导线架设						■	■	■				

3.2.7 施工人员配置

根据同类工程类比，本项目线路工程高峰期每天需技工约 100 人，民工约 200 人，施工人员沿线路分散分布。本项目扩建变电站平均每天需技工约 10 人，民工约 20 人，变电部分施工人员利用线路施工人员。

3.3 工程占地及物料、资源等消耗

3.3.1 工程占地

本项目输电线路总占地面积约 48.794hm^2，其中永久占地面积约 12.07hm^2，临时占地面积约 36.724hm^2。

表 3-15 工程占用土地利用类型

项目	占地类型	面积（hm^2）				
		林地	耕地	园地	草地	合计
钟鼓楼 500kV 变电站间隔扩建工程	永久占地	/	/	/	/	不新增
塔基永久占地	永久占地	3.2589	7.0006	1.4484	0.3621	12.07
塔基临时占地	临时占地	7.3062	15.6948	3.2472	0.8118	27.06
塔基拆除临时占地	临时占地	0.1620	0.3480	0.0720	0.0180	0.60
施工道路	临时占地	1.5887	3.4127	0.7061	0.1765	5.884

项目	占地类型	面积（hm^2）				
		林地	耕地	园地	草地	合计
牵张场临时占地	临时占地	0.4968	1.0672	0.2208	0.0552	1.84
跨越场临时占地	临时占地	0.3618	0.7772	0.1608	0.0402	1.34
临时占地合计		9.9155	21.2999	4.4069	1.1017	36.724
合计						48.794

3.3.2 主要原（辅）材料及能耗消耗

本工程原辅材料主要在施工期消耗，投运后无原辅材料消耗。

表 3-16 本项目主要原辅材料及能耗消耗一览表

序号	项目	全线
1	杆塔总数（基）/每公里塔基数（基/km）	99/2.8
2	悬垂杆塔（基）/每公里塔基数（基/km）	43/1.22
3	耐张杆塔（基）/每公里塔基数（基/km）	56/1.59
4	导线（t/km）	31.9
5	杆塔钢材（500kV）（t/km）	123.83
6	杆塔钢材（220kV）（t/km）	77.12
7	基础钢材（500kV）（t/km）	13.89
8	基础钢材（220kV）（t/km）	10.71
9	接地钢材（t/km）	0.524
10	金具（t/km）	6.35
11	盘型绝缘子（片/km）	1487.6
12	混凝土（500kV）（m^3/km）	212.30
13	混凝土（220kV）（m^3/km）	166.25

3.3.3 工程土石方量

根据同类型项目类比，本项目土石方开挖总量 75520m^3，土石方回填总量 67100m^3，工程余方 8420m^3，线路土石方均位于新建塔基处，少量余方在铁塔下夯实或拦挡后进行植被恢复。变电站余土运至中江县建筑垃圾调配场。

表 3-17 本工程土石方工程量

序号	项目	挖方（m^3）	填方（m^3）	余方（m^3）	备注
1	钟鼓楼 500kV 变电站	500	100	400	运至中江县建筑垃圾调配场
4	线路工程	75020	67000	8020	线路开挖土石方均位于新建塔基处，少量余方在铁塔下夯实或拦挡后进行植被恢复。
合计		75520	67100	8420	

3.3.4 主要经济技术指标

本工程总投资为*****万元，其中环保投资***万元，环保投资占总投资的*****。

3.4 项目与政策法规相符性

3.4.1 与产业政策符合性分析

本项目为电网改造与建设工程，属电力基础设施建设，是国家发展和改革委员会2023年第7号令《产业结构调整指导目录（2024年本）》中第一类鼓励类项目"第四条电力，第2款电力基础设施建设，电网改造与建设，增量配电网建设"，符合国家产业政策。

3.4.2 项目与区域电网规划的相符性分析

依据《国家"十四五"能源发展规划》相关部署，国家明确加快西部多能互补清洁能源基地建设，重点推进沙漠、戈壁、荒漠大型风光基地及配套外送特高压通道布局，依托跨区输电实现全国能源资源统筹优化配置，助力能源绿色转型；本500千伏配套工程为川渝特高压交流加强工程受端核心配套网架，可有效扩大川渝地区外来清洁电力供给规模，降低区域化石能源消耗，完全契合国家大规模开发沙戈荒新能源、跨区调配绿电的发展要求。

根据《四川省"十四五"电力发展规划》和《国家电网有限公司关于甘肃巴丹吉林沙漠新能源基地送端换流站接入等9项500、750千伏输变电工程可行性研究报告的批复》（国家电网发展〔2026〕453号），本工程为川北1000千伏变电站500千伏配套送出工程，是落实四川省"十四五"外电入川能源战略、承接风光新能源电力输送至川渝负荷中心的骨干支撑电网项目。

3.4.3 项目与地方相关规划要求的相符性分析

本项目为输变电工程，项目涉及绵阳市涪城区、德阳市罗江区、德阳市中江县，均已取得主管部门的同意意见。

3.4.4 项目与国土空间规划符合性分析

3.4.4.1 项目与《四川省国土空间规划（2021-2035年）》符合性分析

《四川省国土空间规划(2021-2035年)》明确推动电网提档升级。结合"三江"水电基地外送和省内用电需求，统筹外送特高压直流通道建设，建成雅江中游至江西、白鹤滩至江苏、白鹤滩至浙江等800千伏特高压直流工程，开工建设金沙江上游至湖北多能互补外送特高压直流工程，研究规划与西北电网联接第二通道，预留西南大型水电基地及西北大型风电光伏基地电力外送等新增

特高压输电通道的建设条件。本项目属于西北大型风电光伏基地电力外送配套项目，可满足四川省内用电需求，推动四川电网提档升级。项目建设符合《四川省国土空间规划（2021-2035 年）》准入要求，能够与国土空间规划进行充分衔接。

3.4.4.2 项目与《德阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）》符合性分析

《德阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）》是德阳市市域范围内各类开发、保护与建设活动的法定依据。规划锚固生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线，构建“两带两山、一轴一核”国土空间开发保护总体格局，提出完善市域现代化基础设施网络，持续优化电力廊道布局，强化成渝地区双城经济圈能源保障能力，统筹协调线性基础设施与生态空间、农业空间、城乡发展空间的关系。经与德阳市“三区三线”矢量成果叠加核查，本工程途经德阳境内线路走廊不穿越生态保护红线，与生态保护红线保持合理缓冲距离，不会对红线内生态功能造成扰动；线路大部分布置于城镇开发边界以外的乡村与农业空间，不新增大片建设用地，不突破城镇开发边界管控要求。项目在设计阶段开展多轮路径方案比选，充分结合沿线耕地分布情况持续优化塔位布设方案，尽可能避让连片耕地，塔基优先选址于田埂、地块边角等对规模化农业耕作影响较小位置，最大限度降低工程建设对农业生产的扰动。

本项目属于区域骨干电网优化升级的市政能源基础设施，项目实施能够完善成都都市圈北部 500kV 网架结构，提升德阳南部片区供电可靠性，契合德阳市加快构建新型电力基础设施网络、保障区域负荷用电需求的发展导向。输电杆塔采用点状分散占地模式，架空廊道下方土地原有农业利用功能基本可以保留，符合高压输电线性工程集约节约用地的管控原则。线路局部跨越柏隆镇人民渠隆兴桥集中式饮用水水源地二级保护区，选线阶段充分避让水源地核心水域，塔位尽量远离滨水敏感地带；不在饮用水源保护区内立塔，严格管控临时施工范围，配套落实施工废水闭环处置、弃土全部外运、水土保持等水环境保护措施。线路地处东亚 — 澳大利西亚国际候鸟迁飞通道内陆停歇带，工程统筹兼顾生物多样性保护要求，合理安排施工时序，减少鸟类繁殖季、候鸟迁徙高峰时段的人为扰动，在候鸟高频活动区段预留条件设置防鸟撞警示设施，

降低工程对沿线鸟类资源的不利影响。

综合来看，本项目属于区域亟需实施的电网基础设施改造工程，选址选线充分落实国土空间规划各项管控要求，兼顾生态保护、耕地保护与基础设施建设需求。在全面落实各项工程优化措施、生态环境保护对策前提下，工程建设与《德阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）》管控要求相协调。

3.4.4.3 项目与《绵阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）》符合性分析

《绵阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）》作为绵阳市市域范围内开发、保护、建设活动的法定依据，规划严守生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线，构筑“一核两翼、三区协同”国土空间发展格局，持续完善综合基础设施体系，优化区域电力网架与输电通道布局，统筹协调基础设施建设与生态保护、耕地保护、城乡发展之间的关系。经与绵阳市“三区三线”矢量成果叠加核查，本工程途经绵阳境内线路走廊不穿越生态保护红线，与生态保护红线保持充足缓冲空间，不会对红线内生态系统及生态功能造成扰动；线路主体布置于城镇开发边界以外的乡村、农业空间，不新增连片建设用地，不突破城镇开发边界管控要求。项目设计阶段开展多路径方案比选，充分结合沿线耕地分布条件持续优化塔位选址，尽可能避让连片耕地，塔基优先布置在田埂、地块边缘等对规模化农业生产影响较小区域，最大限度减少工程建设对农业空间的扰动。

本项目属于成渝地区双城经济圈骨干电网优化升级基础设施项目，建成后能够强化绵阳东部片区与成都都市圈北部电网互联互通水平，提升区域供电安全保障能力，符合绵阳市完善现代化能源基础设施网络、支撑经济社会稳定发展的总体导向。输电线路采用杆塔点状占地形式，架空线路廊道范围内土地原有农业生产功能基本得以保留，契合高压线性基础设施集约节约用地的管控要求。线路临近涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区及准保护区，选线阶段主动避让水库核心水域及滨水生态敏感核心区，最大限度拉开塔基与库区岸线距离；临近水源区段优先采用微型桩小扰动基础，严格管控施工临时占地范围，落实水土保持、施工泥浆闭环收集、弃土外运处置等环保措施，防范施工活动对库区水环境产生不利影响。区域处于东亚 — 澳大利西亚国际

候鸟迁飞通道内陆停歇地带，工程充分考虑鸟类栖息与迁徙活动规律，合理统筹施工时序，降低繁殖季、迁徙高峰期人为干扰，后续可根据需求在候鸟高频活动路段布设防鸟撞设施，减轻工程对沿线鸟类资源的影响。

综上，本项目为区域重要电力基础设施改造工程，选址选线充分衔接国土空间规划各项管控要求，统筹平衡基础设施建设、耕地保护与生态环境保护需求。在全面落实塔位优化方案及各项生态环境保护措施的基础上，工程建设与《绵阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）》管控要求相协调。

3.4.5 项目与生态分区管控单元的符合性分析

根据《四川省生态环境厅关于公布四川省生态环境分区管控动态更新成果（2023 年版）的通知》（川环函〔2024〕409 号）、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四川省生态环境分区管控的符合性。

（1）项目建设与环境管控单元符合性分析

①项目建设地所属环境管控单元

本项目建设地点涉及绵阳市涪城区、德阳市中江县、德阳市罗江区，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，查询结果见图 3-18、图 3-19。

②项目建设与生态保护红线符合性分析

国务院以关于《四川省国土空间规划（2021—2035 年）》的批复（国函〔2024〕9 号）批复了"四川省国土空间规划（2021—2035 年）"成果，根据四川省政务服务网"生态环境分区管控数据分析系统"和"生态环境分区管控符合性分析"查询结果，本项目不在"四川省国土空间规划"划定的生态保护红线范围内，符合生态保护红线管控要求。

③项目建设与生态空间、自然保护地符合性分析

生态空间一般包含国家公园和各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、

湿地公园、地质公园、世界文化和自然遗产、水产种质资源保护区、饮用水源保护区等九大类法定自然保护地。本项目涉及穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区及准保护区，不涉及上述其他法定自然保护地，符合生态空间管控要求。

（2）项目建设与生态环境准入清单符合性分析

根据《四川省生态环境厅关于公布四川省生态环境分区管控动态更新成果（2023年版）的通知》（川环函〔2024〕409号）和四川省政务服务网“生态环境分区管控数据分析系统”、“生态环境分区管控符合性分析”查询结果，本项目与生态准入清单符合性分析见下表。

表3-18　本项目涉及的环境综合管控单元

序号	涉及环境管控单元名称	涉及环境管控单元编码	行政区划	环境管控单元类型
1	罗江区要素重点管控单元	ZH51060420004	德阳市罗江区	要素重点管控单元
2	涪城区要素重点管控单元	ZH51070320007	绵阳市涪城区	要素重点管控单元
3	水土保持重要区	ZH51062310003	德阳市中江县	优先保护单元
4	中江县一般管控单元	ZH51062330001	德阳市中江县	一般管控单元

表3-19 项目与市（州）普适性管控要求符合性分析

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
德阳市	旌阳区+广汉市+什邡市+绵竹市+罗江区	旌阳区+广汉市+什邡市+绵竹市+罗江区	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 （1）全市范围内严禁未经产能置换违规新增钢铁、焦化、电解铝、水泥和平板玻璃等产能。（2）禁止在长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。（3）全面停止小型水电项目开发，已建成的中小型水电站不再扩容。（4）禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库、磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。（5）禁止新建20蒸吨及以下燃煤及生物质锅炉，鼓励实施锅炉清洁能源替代。35蒸吨小时以上燃煤锅炉完成超低排放改造。（6）禁止在永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域选址建设尾矿库、冶炼渣库、磷石膏库。 【限制开发建设活动的要求】 1.现有工业企业新增主要污染物排放须满足区域总量控制要求。2.对暂无入园计划的工业园区外工业企业，年主营业务收入在1000万元以上(含1000万元)的，在不新增用地的情况下，允许实施新建、技改项目;年主营业务收入在1000万元以下的，在不新增用地的情况下，允许实施技改项目；对园区外已供工业用地，允许在不新增工业用地的基础上引进、新建工业项目，以促进存量工业用地盘活。3.水环境农业污染重点管控区：（1）稳步推进建制镇污水处理设施建设，适当预留发展空间，宜集中则集中，宜分散则分散。农村生活污水处理设施排水执行《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 51 2626-2019）要求。（2）深入推进化肥减量增效。鼓励以循环利用与生态净化相结合的方式控制种植业污染，农企合作推进测土配方施肥。严格项目引入政策，严控新建制浆造纸、印染	500kV输变电工程属于电力基础设施项目，非工业生产性项目，不涉及钢铁、焦化、电解铝、水泥、平板玻璃等产能新增，也不属于化工项目或采矿类项目，因此完全符合生态管控单元中关于禁止开发建设活动的要求，不涉及任何禁止类产业。在限制开发建设活动方面，该工程不属于"两高"项目或产能类项目，运行期无生产性废气、废水排放，变电站生活污水经化粪池处理后定期清掏或纳管，电磁环境满足国家标准要求，施工期通过采取围挡、洒水、覆盖等措施控制扬尘，能够满足区域污染物排放总量控制要求。同时，该工程也不属于允许开发建设活动要求中需要清理取缔的"散乱污"企业、畜禽养殖场或需退城入园的工业企业，属于允许建设的电力基础设施项目。在选址方面，本项目变电站均为既有变电站，不涉及长江干支流岸线一公里范围和永久基本农田集中区域，输电线路跨越敏感水体时应采用一档跨越方式、不在河道管理范围内立塔，并优先利用现有电力走廊、采取紧凑型塔型和高跨设计以减少占地。总体而言，500kV输变电工程符合生态管控单元的总体要求，在优化选址选线、严格落实生态保护措施和污染防治措施、依法办理环境影响评价及相关手续的前提下，项目建设具有环境可行性。	符合

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
				用排水量大的工业企业等以水污染为主的企业。 4.（1）大气环境布局敏感重点管控区：①坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展，严格落实国家和四川省产业规划、产业政策、规划环评，以及产能置换、煤炭消费减量替代、区域污染物削减等要求，坚决叫停不符合要求的高耗能、高排放、低水平项目。②提升高耗能项目能耗准入标准，能耗、物耗要达到清洁生产先进水平。严禁新增钢铁、焦化、炼油、电解铝、水泥、平板玻璃（不含光伏玻璃）等产能。（2）大气弱扩散重点管控区：强化落后产能退出机制，对能耗、环保、安全、技术达不到标准，生产不合格或淘汰类产品的企业和产能，依法予以关闭淘汰，推动重污染企业搬迁入园或依法关闭。对长江及重要支流沿线存在重大环境安全隐患的生产企业，加快推进就地改造异地迁建、关闭退出。开展差别化环境管理，对能耗、物耗、污染物排放等指标提出最严格管控要求，倒逼竞争乏力的产能退出。支持现有钢铁、水泥、焦化等废气排放量大的产业向有刚性需求、具有资源优势、环境容量允许的地区转移布局。（3）布局敏感区、弱扩散区严格项目引入政策，严控新建水泥厂、危废焚烧、砖瓦厂、陶瓷厂等以大气污染为主的企业。 【允许开发建设活动的要求】 （1）全面取缔禁养区内规模化畜禽养殖场。（2）现有工业企业（砖瓦制造、农副产品加工、混凝土及制品等除外）逐步退城入园。（3）散乱污”企业发现一起整治一起，实现动态清零。（4）对违反资源环境法律法规、规划，污染环境、破坏生态、乱采滥挖的露天矿山，依法予以关闭；对污染治理不规范的露天矿山，依法责令停产整治，整治完成并经相关部门组织验收合格后方可恢复生产，对拒不停产或擅自恢复生产的依		

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
				法强制关闭。对责任主体灭失的露天矿山，加强修复绿化、减尘抑尘。加强矸石山治理。（5）对于列入退出类的小水电项目应拆除或封闭其取水工程（设施），2022年前完成退出类水电站的拆除和生态恢复。（6）进一步完善磷石膏堆场规范化整治，加大磷石膏堆场渗滤液收集处置力度，推进重点涉磷企业安装总磷自动在线监控装置，关闭生产能力小于50万吨年的小磷矿，大力推进磷石膏综合利用，实现磷石膏渣总量"消增削存"。（7）长江干支流岸线一公里范围内现有化工企业按照表8.4-1、表8.4-1（续）落实迁建或退出要求。		
			污染物排放管控	【现有源提标升级改造】 （1）加快现有乡镇污水收集和处理设施升级改造，按要求达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标后排放或更高标准。（2）砖瓦行业实施脱硫、除尘升级改造，污染物排放达到《砖瓦工业大气污染物排放标准》相关要求。（3）严格执行《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》，按时完成沱江流域德阳段重点行业的工业企业污水处理设施提标改造。加快推进制革、毛皮加工、印染、合成氨等重点行业工业企业污水处理设施提标改造，确保达标排放。（4）推进沱江流域德阳段的制浆造纸、白酒、啤酒、制革等重点行业企业清洁生产改造，确保单位产品基准排水量达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》。指导钢铁、印染、造纸、石油石化、化工、制革等高耗水企业废水深度处理回收利用。对具备使用再生水条件但未充分利用的企业，暂停其新增取水许可审批。 【新增源等量或倍量替代】 （1）新增排放COD、氨氮、总磷项目应根据总量文件实施等量或倍量替代。（2）新建涉及VOCs排放石化、化工、包装印刷、工业涂装等高 VOCs 排放建设项目入园区，新建涉及	该工程不属于新增排放COD、氨氮、总磷的水污染型项目，无需实施等量或倍量替代；也不涉及VOCs排放，不属于石化、化工、包装印刷、工业涂装等高VOCs排放建设项目，因此不适用区域内VOCs排放2倍削减量替代要求。同时，输变电工程不涉及含磷污染物排放，不适用总磷排放减量置换规定，且不属于严禁新增大气污染物排放的钢铁、电力、水泥、玻璃、砖瓦、陶瓷、焦化、电解铝、有色等重点行业。在污染物排放绩效水平方面，输变电工程为基础设施项目，不存在工业企业退出用地评估修复问题，也不涉及将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料或向农用地排放固体废物的行为。工程运行期无生产废水排放，生活污水经化粪池处理后定期清掏或纳入城镇污水管网，不直接外排环境；变电站采用电采暖或空气源热泵等清洁能源，无大气污染物排放；产生的少量危险废物如废变压器油、废蓄电池等严格按照规范贮存并交由有资质单位处置，不涉及可能污染土壤的固体	符合

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
				VOCs排放项目实行区域内VOCs排放2倍削减量替代。（3）从严控制新、改、扩建增加含磷污染物排放的建设项目，对旌阳区、广汉市、什邡市和绵竹市等地执行总磷排放减量置换。（4）新建项目其水污染物和大气污染物排放应达到地方和行业排放标准限值，严禁新增钢铁、电力、水泥、玻璃、砖瓦、陶瓷、焦化、电解铝、有色等重点行业大气污染物排放。（5）至2025年底，基本实现乡镇污水处理设施全覆盖，配套建设污水收集管网，乡镇污水处理率力争达到85%。（6）2025年大中型矿山达到绿色矿山标准，引导小型矿山按照绿色矿山标准规范发展；加强矿山采选废水的处理和综合利用工作，选矿废水全部综合利用，不外排，采矿废水应尽量回用。（7）加强畜禽水产养殖污染治理，规模养殖场全部配套粪污处置设施，推进粪污资源化利用，到2025年，畜禽粪污综合利用率达到90%以上。（8）屠宰项目必须配套污水处理设施或进入城市污水管网。（9）水污染物和大气污染物排放应达到地方和行业排放标准限值，水泥、玻璃等高污染排放行业污染物排放需满足特别排放限值或超低排放要求。（10）到2025年，地级及以上城市基本建成生活垃圾分类处理系统。县级城市、乡镇和农村生活垃圾分类工作取得成效，生活垃圾减量化、资源化、无害化水平显著提高。加快厨余垃圾处置设施建设，鼓励区域统筹规划建设厨余垃圾处置中心，力争2022年实现地级及以上城市厨余垃圾处置设施全覆盖。（11）到2025年，废旧农膜回收利用率达到80%以上。（12）城市污泥无害化处置率和资源化利用率进一步提高,力争地级以上城市污泥无害化处置率达92%、县级城市达85%。（13）到2025年，全市受污染耕地安全利用率达到94%，污染地块安全利用率达到90%。到2030年，受污染耕地安全利用率达到95%以上，污染地块安全利用率达	废物排放。此外，输变电工程不属于矿山采选、畜禽水产养殖、屠宰、水泥、玻璃、制革、印染、造纸等受特别排放限值或清洁生产改造要求约束的行业，无需执行相关提标改造和废水深度处理回收利用要求。总体而言，500kV输变电工程污染物排放量极小，不属于管控要求中重点监管的高耗水、高排放行业，符合污染排放管控要求。	

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
				到95%以上。 【污染物排放绩效水平准入要求】 工业企业退出用地，须经评估、修复满足相应用地功能后，方可改变用途。 严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料，禁止处理不达标的污泥进入耕地；禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿（渣）等可能对土壤造成污染的固体废物。 【其他污染物排放管控要求】 （1）到2025年，农田灌溉水有效利用系数达到0.476以上。 （2）到2025年，德阳市城市建成区全面达到国家节水型城市标准要求。		
			环境风险防控	【安全利用类农用地管控要求】 （1）禁止新建20蒸吨及以下燃煤及生物质锅炉，鼓励实施锅炉清洁能源替代。35蒸吨小时以上燃煤锅炉完成超低排放改造。 （2）禁止焚烧秸秆，到2025年底，秸秆综合利用率达到90%以上。	不涉及	符合
			资源开发利用效率要求	/	/	符合
绵阳市	涪城区+游仙区+安州区+江油市	涪城区+游仙区+安州区+江油市	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 -禁止新引入不符合国家产业政策、规划以及淘汰类工业企业。-禁止在法律法规规定的禁采区内新建矿山；禁止土法采、选、冶严重污染环境的矿产资源。 -禁止在永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域选址建设尾矿库、冶炼渣库、磷石膏	500kV输变电工程在禁止开发建设活动方面，符合国家产业政策要求，不属于淘汰类工业企业；不涉及矿山开采活动；不属于尾矿库、冶炼渣库、磷石膏库建设项目，不涉及在永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域选址建设上述设施，也不	符合

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
				库。-禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库、磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。-大气环境布局敏感区：（1）坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展，严格落实国家和四川省产业规划、产业政策、规划环评，以及产能置换、煤炭消费减量替代、区域污染物削减等要求，坚决叫停不符合要求的高耗能、高排放、低水平项目。（2）提升高耗能项目能耗准入标准，能耗、物耗要达到清洁生产先进水平。严禁新增钢铁、焦化、炼油、电解铝、水泥、平板玻璃（不含光伏玻璃）等产能。-大气环境弱扩散重点管控区：强化落后产能退出机制，对能耗、环保、安全、技术达不到标准，生产不合格或淘汰类产品的企业和产能，依法予以关闭淘汰，推动重污染企业搬迁入园或依法关闭。对长江及重要支流沿线存在重大环境安全隐患的生产企业，加快推进就地改造异地迁建、关闭退出。开展差别化环境管理，对能耗、物耗、污染物排放等指标提出最严格管控要求，倒逼竞争乏力的产能退出。支持现有钢铁、水泥、焦化等废气排放量大的产业向有刚性需求、具有资源优势、环境容量允许的地区转移布局。-水环境农业污染重点管控区：（1）水环境农业污染重点管控区稳步推进建制镇污水处理设施建设，适当预留发展空间，宜集中则集中，宜分散则分散。农村生活污水处理设施排水执行《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 51 2626-2019）要求。（2）水环境农业污染重点管控区深入推进化肥减量增效。鼓励以循环利用与生态净化相结合的方式	涉及在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库、磷石膏库。该工程不属于高耗能、高排放、低水平项目，不涉及产能置换、煤炭消费减量替代、区域污染物削减等要求，无需执行高耗能项目能耗准入标准和清洁生产先进水平要求，也不属于严禁新增产能的钢铁、焦化、炼油、电解铝、水泥、平板玻璃等行业。同时，输变电工程不属于落后产能，不涉及能耗、环保、安全、技术不达标或生产不合格、淘汰类产品的问题，无需执行重污染企业搬迁入园或依法关闭的要求，也不属于长江及重要支流沿线存在重大环境安全隐患的生产企业，无需推进就地改造异地迁建或关闭退出。此外，该工程不属于建制镇污水处理设施建设或化肥减量增效等水环境农业污染重点管控区的管控对象。 在限制开发建设活动方面，输变电工程不属于现有工业企业，不适用不得新增污染物排放的规定；不属于以水污染为主的造纸、屠宰等企业，不受严控新建造纸、屠宰等企业的限制；不涉及尾矿库建设，无需执行长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内禁止新建、改建、扩建尾矿库的要求。 在允许开发建设活动方面，输变电工程不涉及畜禽	

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
				控制种植业污染，农企合作推进测土配方施肥。 【限制开发建设活动的要求】 -现有工业企业不得新增污染物排放。 -严格项目引入政策，严控新建造纸、屠宰等以水污染为主的企业。 -禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库；但是以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。 【允许开发建设活动的要求】 -全面取缔禁养区内规模化畜禽养殖场。 -不断优化长江经济带化工行业空间布局，有效控制化工污染。推进化工企业搬迁入园，加强化工园区基础设施建设。 -2025年全面完成全域内"散乱污"企业整治工作。 -针对现有水泥企业，强化污染治理和污染物减排，依法依规整治或搬迁。 -对违反资源环境法律法规、规划，污染环境、破坏生态、乱采滥挖的露天矿山，依法予以关闭；对污染治理不规范的露天矿山，依法责令停产整治。对责任主体灭失的露天矿山，加强修复绿化、减尘抑尘。加强矸石山治理。关闭不合理开发的小矿山。	养殖，无需执行全面取缔禁养区内规模化畜禽养殖场的要求；不属于化工企业，不涉及优化长江经济带化工行业空间布局、推进化工企业搬迁入园的要求；不属于"散乱污"企业，不涉及2025年全面完成全域内"散乱污"企业整治工作的要求；不属于水泥企业，无需强化污染治理和污染物减排以及依法依规整治或搬迁；不涉及矿山开采活动，无需执行露天矿山依法关闭、停产整治、修复绿化、减尘抑尘以及关闭不合理开发小矿山的要求。总体而言，500kV输变电工程作为电力基础设施项目，不属于管控要求中针对工业企业、矿山开采、化工企业、水泥企业、畜禽养殖场、"散乱污"企业等各类禁止、限制和整治对象，在依法办理相关手续、优化选址选线、落实环境保护措施的前提下，符合生态管控单元要求。	
			污染物排放管控	【现有源提标升级改造】 -加快现有乡镇污水处理设施升级改造，按要求达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标后排放。 -火电、水泥、钢铁等行业按相关要求推进大气污染物超低排放和深度治理。 -砖瓦行业实施脱硫、除尘升级改造，污染物排放达到《砖瓦工业大气污染物排放标准》相关要求。	500kV输变电工程在现有源提标升级改造方面，不属于乡镇污水处理设施，无需执行升级改造达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标的要求；不属于火电、水泥、钢铁等行业，不涉及大气污染物超低排放和深度治理；也不属于砖瓦行业，无需实施脱硫、除尘升级改造以达到《砖瓦工业大	符合

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
				【新增源等量或倍量替代】 新增源排放标准限制：新、改、扩建工业项目全面执行大气污染物特别排放限值。污染物排放绩效水平准入要求：-加快现有乡镇污水处理设施升级改造，到2025年底按要求达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标或相关标准后排放，农田灌溉用水满足《农田灌溉水质标准》（GB 5084）。-至2022年底，基本实现乡镇污水处理设施全覆盖，配套建设污水收集管网，乡镇污水处理率达到65%。 -到2025年，矿山规模结构及开发利用布局趋于合理，开采矿山向集约化、大型化发展，整合资源开采的格局初步形成。大中型矿山基本达到绿色矿山标准，小型矿山绿色矿山比例不低于80%。 -新、改扩建规模化畜禽养殖场（小区）要实施雨污分流、粪便污水资源化利用；至2025年，规模化畜禽养殖场（小区）粪污处理设施装备配套率达到95%以上，粪污综合利用率达到80%以上，大型规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到100%，畜禽粪污基本实现资源化利用；散养密集区要实行畜禽粪便污水分户收集、集中处理利用。 -屠宰项目必须配套污水处理设施或进入城市污水管网。 -大气污染物排放执行特别排放限制。 -到 2023 年底，建制镇生活垃圾收转运处置体系基本实现全覆盖。 -主要农作物化肥、农药使用量实现零增长，化肥利用率保持在40%以上，测土配方施肥技术推广覆盖率保持在90%以上，农作物秸秆综合利用率保持在90%以上，控制农村面源污染，采取灌排分离等措施控制农田氮磷流失。 -2030年，涪江流域水总量控制在41.16亿m^3以内，COD排放总量限制在3.61	气污染物排放标准》的相关要求。 在新增源等量或倍量替代及排放标准限制方面，输变电工程不属于工业项目，不适用新、改、扩建工业项目全面执行大气污染物特别排放限值的规定。该工程不属于乡镇污水处理设施建设范围，不涉及2022年底基本实现乡镇污水处理设施全覆盖、2025年底达到一级A标或相关标准的要求；不属于矿山开采项目，不涉及矿山规模结构调整、绿色矿山建设以及大中型矿山达到绿色矿山标准、小型矿山绿色矿山比例不低于80%的要求；不属于规模化畜禽养殖场或散养密集区，无需实施雨污分流、粪便污水资源化利用，也不涉及粪污处理设施装备配套率和综合利用率的要求；不属于屠宰项目，无需配套污水处理设施或进入城市污水管网；不涉及大气污染物排放执行特别排放限值的要求；不属于建制镇生活垃圾收转运处置体系建设范围；不涉及农业种植，无需执行化肥、农药使用量零增长以及测土配方施肥技术推广覆盖率、农作物秸秆综合利用率等农业面源污染控制要求。此外，输变电工程对涪江流域水总量控制、COD和NH3-N排放总量限制无贡献，不属于流域突发环境事件监控预警体系建设对象。 在污染物排放绩效水平准入要求方面，输变电工程	

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
				万ta内、NH3-N排放总量限制在0.41万ta内。全面推进涪江流域水环境保护工作，确保流域相关控制断面水质达标。全面推进流域水生生态保护及修复工作。 【新增源排放标准限值】 涪江流域干流建设流域突发环境事件监控预警体系。 【污染物排放绩效水平准入要求】 企业环境风险防控要求：-工业企业退出用地，须经评估、修复满足相应用地功能后，方可改变用途。 -对拟收回土地使用权的有色金属矿采选、有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革、天然（页岩）气开采、铅蓄电池、汽车制造、农药、危废处置、电子拆解等行业企业用地，以及用途拟变更为居住和商业、学校、医疗、养老机构等公共设施的上述企业用地，以及由重度污染农用地转为的城镇建设用地，开展土壤环境状况调查评估。 -加强"散乱污"企业环境风险防控。 用地环境风险防控要求：严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料，禁止处理不达标的污泥进入耕地；禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿（渣）等可能对土壤造成污染的固体废物。 -禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿（渣）等可能对土壤造成污染的固体废物。 -严格控制林地、草地、园地的农药使用量，禁止使用高毒、高残留农药。 【其他污染物排放管控要求】 -到2025年完成流域内大型灌区续建配套和节水改造任务，农田灌溉水有效利用系数提高到0.52以上。 -到2030年，节水工程灌	不属于工业企业退出用地情形，无需经评估、修复满足相应用地功能后方可改变用途；不属于有色金属矿采选、有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革、天然气开采、铅蓄电池、汽车制造、农药、危废处置、电子拆解等行业企业，不涉及拟收回土地使用权或用途变更时开展土壤环境状况调查评估的要求；不属于"散乱污"企业，无需加强环境风险防控。该工程不存在将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料的行为，不会将处理不达标的污泥进入耕地，也不在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿等可能对土壤造成污染的固体废物；不涉及林地、草地、园地的农药使用，不存在使用高毒、高残留农药的问题。 在其他污染物排放管控要求方面，输变电工程不属于灌区续建配套和节水改造范围，不涉及农田灌溉水有效利用系数提高到0.52以上以及2030年节水工程灌溉面积占农田灌溉面积比例达到70%以上的要求。总体而言，500kV输变电工程作为电力基础设施项目，污染物排放量极小，不属于管控要求中重点监管的工业企业、污水处理设施、矿山开采、畜禽养殖、屠宰项目、农业种植等行业，符合各项污染排放管控要求。	

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
				溉面积占农田灌溉面积的比例达到70%以上，通过灌区节水改造等工程节水措施，70%的节水量用于改善现有灌区和新增灌溉面积，约20%用于改善生态环境用水，约10%的数量用于支持工业及城镇生活用水。		
			环境风险防控	【严格管控类农用地管控要求】 绵阳市2025年地下水开采控制量以省市下发指标为准 【安全利用类农用地管控要求】 推进清洁能源的推广使用，全面推进散煤清洁化整治；禁止新建每小时10蒸吨以下的燃煤锅炉及其他燃煤设施。 -禁止焚烧秸秆和垃圾，到2025年底，秸秆综合利用率达到86%以上 【污染地块管控要求】 禁燃区内任何单位不得新建、改建、扩建任何高污染燃料燃用设施，不得将其他燃料燃用设施改造为高污染燃料燃用设施。高污染燃料销售单位应按照要求逐步取消禁燃区内的销售网点。对于现有的高污染燃料燃用设施，有关单位和个人应当按照规定予以拆除或者改用电、天然气、生物质成型燃料等清洁能源。对逾期继续使用高污染燃料的，各县市区政府、各园区管委会要依法依规查处。 【园区环境风险防控要求】 △	500kV输变电工程在严格管控类农用地管控要求方面，不涉及地下水开采活动。在安全利用类农用地管控要求方面，该工程属于清洁能源基础设施项目，符合推进清洁能源推广使用的政策导向；不属于燃煤锅炉或其他燃煤设施建设，不涉及禁止新建每小时10蒸吨以下燃煤锅炉的规定；不属于农业种植或生活垃圾处理项目，不涉及秸秆和垃圾焚烧问题，工程运行本身不产生秸秆等农业废弃物。输变电工程不属于高污染燃料燃用设施，不涉及禁燃区内新建、改建、扩建高污染燃料燃用设施的禁止性规定，也不涉及将其他燃料燃用设施改造为高污染燃料燃用设施的问题，更不属于高污染燃料销售单位；工程本身即为清洁能源供电设施，有助于推动现有高污染燃料燃用设施改用电、天然气、生物质成型燃料等清洁能源，符合禁燃区管理要求。	符合
			资源开发利用效率要	/	/	符合

市州	涉及县区	区域名称	管控类别	管控要求	符合性分析	符合性
			求			

表3-20 项目与环境综合管控单元符合性分析

生态环境分区管控具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
罗江区要素重点管控单元（ZH51060420004）	重点管控单元	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求。 【限制开发建设活动的要求】 1.水环境城镇生活污染重点管控区严控新建用排水量大的、以水污染为主的企业； 2.大气布局敏感重点管控区,严控新建以大气污染为主的企业； 3.现有石化、化工、包装印刷、工业涂装等高VOCs排放建设项目、金属冶炼、化学制浆、化工、化学药品制造、印染、皮革鞣制等企业不新增主要污染物，控制风险； 4.其余现有工业企业新增主要污染物排放须满足区域总量控制要求，控制风险； 5.其余同要素重点管控单元总体准入清单。 【允许开发建设活动的要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求。 【不符合空间布局要求活动的退出要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求。/	禁止开发建设活动的要求方面，具体见普适性清单管控要求符合性分析。 在限制开发建设活动的要求方面，项目不属于水环境城镇生活污染重点管控区严控的用排水量大、以水污染为主的企业，输变电工程运行期无生产废水排放，生活污水经化粪池处理后定期清掏或纳管，对水环境影响极小；不属于大气布局敏感重点管控区严控的以大气污染为主的企业，变电站采用电采暖或空气源热泵等清洁能源，无大气污染物排放；不属于现有石化、化工、包装印刷、工业涂装等高VOCs排放建设项目，也不属于金属冶炼、化学制浆、化工、化学药品制造、印染、皮革鞣制等企业，无需执行不新增主要污染物和控制风险的要求；作为新建重大基础设施项目，不属于现有工业企业，不适用新增主要污染物排放须满足区域总量控制要求的规定，但项目仍严格控制污染物排放，确保满足区域环境质量要求；其余要求具体见普适性清单管控要求符合性分析。 在允许开发建设活动的要求方面，具体见普适性清单管控要求符合性分析。 在不符合空间布局要求活动的退出要求方面，具体见普适性清单管控要求符合性分析。	符合

生态环境分区管控具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
				总体而言，500kV 输变电工程作为重大电力基础设施项目，不属于限制开发建设活动要求中针对水污染型企业、大气污染型企业、高 VOCs 排放企业、金属冶炼等企业的管控对象，在严格执行环境保护措施、依法办理相关手续的前提下，符合该管控单元的准入要求。	
		污染物排放管控	【现有源提标升级改造】 同要素重点单元总体准入要求。 【新增源等量或倍量替代】 同要素重点单元总体准入要求。 【新增源排放标准限值】 同要素重点单元总体准入要求。 【污染物排放绩效水平准入要求】 同要素重点单元总体准入要求。/	同要素重点单元总体准入要求	符合
		环境风险防控	【严格管控类农用地管控要求】 同要素重点单元总体准入要求。 【安全利用类农用地管控要求】 同要素重点单元总体准入要求。 【污染地块管控要求】 同要素重点单元总体准入要求。 【园区环境风险防控要求】 同要素重点单元总体准入要求。 【企业环境风险防控要求】	同要素重点单元总体准入要求	符合

生态环境分区管控具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			同要素重点单元总体准入要求。/		
		资源开发利用效率要求	【水资源利用效率要求】 同要素重点单元总体准入要求。 【地下水开采要求】 同要素重点单元总体准入要求。 【能源利用效率要求】 同要素重点单元总体准入要求。/	同要素重点单元总体准入要求	符合
涪城区要素重点管控单元（ZH51070320007）	涪城区要素重点管控单元	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【限制开发建设活动的要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【允许开发建设活动的要求】 △ 【不符合空间布局要求活动的退出要求】 位于城镇空间外的工业园区外工业企业：具有合法手续的企业，且污染物排放及环境风险满足管理要求的企业，可继续保留，要求污染物排放只降不增，并进一步加强日常环保监管；严控新（扩）建水泥厂、危废焚烧、陶瓷厂等以大气污染为主的企业；不具备合法手续，或污染物排放超标、环境风险不可控的企业，限期进行整改提升，通过环保、安全、工艺装备升级等落实整改措施并达到相关标准实现合法生产，整改后仍不能达到要求的，属地	在不符合空间布局要求活动的退出要求方面，项目位于城镇空间外的工业园区外，但不属于工业企业，不适用具有合法手续的企业可继续保留、污染物排放只降不增等针对工业企业的管控要求；不属于以大气污染为主的水泥厂、危废焚烧、陶瓷厂等企业，不受严控新（扩）建此类企业的限制；不具备合法手续或污染物排放超标、环境风险不可控的企业限期整改提升或责令关停退出的要求，针对的是现有工业企业，项目作为新建重大基础设施，不存在上述退出情形。 其他同要素重点单元总体准入要求	符合

生态环境分区管控具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			政府应按相关要求责令关停并退出 【其他空间布局约束要求】 △		
		污染物排放管控	【现有源提标升级改造】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【新增源等量或倍量替代】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【新增源排放标准限值】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【污染物排放绩效水平准入要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【其他污染物排放管控要求】 △	同要素重点单元总体准入要求	符合
		环境风险防控	【严格管控类农用地管控要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【安全利用类农用地管控要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【污染地块管控要求】 到2030年，土壤环境风险得到全面管控，全区受污染耕地安全利用率达到95%以上，污染地块安全利用率达到95%以上。其他同要素重点普适性管控要求。 / 【企业环境风险防控要求】	本项目为输变电工程，不涉及土壤污染 其他同要素重点单元总体准入要求	符合

生态环境分区管控具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			同要素重点管控单元普适性管控要求 【其他环境风险防控要求】 △		
		资源开发利用效率要求	【水资源利用效率要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【地下水开采要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【能源利用效率要求】 同要素重点管控单元普适性管控要求 【其他资源利用效率要求】 △	同要素重点单元总体准入要求	符合
水土保持重要区（ZH51018410005）	优先保护单元	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 禁止在长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目；禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库（以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外）； 【限制开发建设活动的要求】 严控引入水资源消耗大和水污染排放大的产业；什邡市、广汉市、绵竹市、罗江区等重金属重点防控区新建、改建、扩建增加重点重金属污染物排放的建设项目需满足区域重点重金属总量管控要求，并执行重点重金属污染物特别排放限值。	500kV 输变电工程属于电力基础设施项目，非工业生产性项目，不涉及长江干支流岸线一公里范围，不属于新建、扩建化工园区和化工项目，因此完全符合生态管控单元中关于禁止开发建设活动的要求，不涉及任何禁止类产业。在限制开发建设活动方面，该工程不属于水资源消耗大和水污染排放大的产业，不涉及重金属污染，属于允许建设的电力基础设施项目。	符合

生态环境分区管控具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			【不符合空间布局要求活动的退出要求】 对区外企业制定严格的环境管控要求，高风险企业按相关要求退城入园，“散乱污”企业发现一起整治一起，实现动态清零；		
		污染物排放管控	【现有源提标升级改造】 沱江流域执行《岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51 2311—2016） 【其他污染物排放管控要求】 加大总磷污染防治，严控磷矿开采及磷化工产业规模，逐步消纳现有磷石膏存量，实现磷石膏渣产消平衡；落实涉磷矿山渣场和尾矿库的防渗、防风、防洪措施，全面完成磷石堆场整治，严控河流及地下水污染；	500kV输变电工程属于电力基础设施项目，不涉及。	符合
		环境风险防控	【联防联控要求】 深化成都平原、川南、川东北地区大气污染联防联控工作机制，加强川渝地区联防联控。强化重污染天气区域应急联动机制，深化区域重污染天气联合应对。 【其他环境风险防控要求】 针对化工园区提出更严格的环境风险管控措施，制定绿色化工相应指标等要求；	500kV输变电工程属于电力基础设施项目，不涉及。	符合
		资源开发利用	【能源利用总量及效率要求】 全域禁止新建20蒸吨及以下燃煤及生物质锅炉	500kV输变电工程属于电力基础设施项目，不涉及。	符合

生态环境分区管控具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
		效率要求	【其他资源利用效率要求】 从发展端来看，主要对装备制造、磷矿开采、磷石膏利用、化工、电子信息、新材料等重点发展的产业提出严格资源环境绩效水平要求		
中江县一般管控单元（ZH51062330001）	重点管控单元	空间布局约束	【禁止开发建设活动的要求】 禁止在长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目；禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库（以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外）； 【限制开发建设活动的要求】 严控引入水资源消耗大和水污染排放大的产业；什邡市、广汉市、绵竹市、罗江区等重金属重点防控区新建、改建、扩建增加重点重金属污染物排放的建设项目需满足区域重点重金属总量管控要求，并执行重点重金属污染物特别排放限值。 【不符合空间布局要求活动的退出要求】 对区外企业制定严格的环境管控要求，高风险企业按相关要求退城入园，“散乱污”企业发现一起整治一起，实现动态清零；	500kV 输变电工程属于电力基础设施项目，非工业生产性项目，不涉及长江干支流岸线一公里范围，不属于新建、扩建化工园区和化工项目，因此完全符合生态管控单元中关于禁止开发建设活动的要求，不涉及任何禁止类产业。在限制开发建设活动方面，该工程不属于水资源消耗大和水污染排放大的产业，不涉及重金属污染，属于允许建设的电力基础设施项目。	符合
		污染物排放管控	【现有源提标升级改造】 沱江流域执行《岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51 2311—2016）	500kV 输变电工程属于电力基础设施项目，不涉及。	符合

生态环境分区管控具体要求				项目对应情况介绍	符合性分析
类别			对应管控要求		
			【其他污染物排放管控要求】 加大总磷污染防治，严控磷矿开采及磷化工产业规模，逐步消纳现有磷石膏存量，实现磷石膏渣产消平衡；落实涉磷矿山渣场和尾矿库的防渗、防风、防洪措施，全面完成磷石堆场整治，严控河流及地下水污染；		
		环境风险防控	【联防联控要求】 深化成都平原、川南、川东北地区大气污染联防联控工作机制，加强川渝地区联防联控。强化重污染天气区域应急联动机制，深化区域重污染天气联合应对。 【其他环境风险防控要求】 针对化工园区提出更严格的环境风险管控措施，制定绿色化工相应指标等要求；	500kV输变电工程属于电力基础设施项目，不涉及。	符合
		资源开发利用效率要求	【能源利用总量及效率要求】 全域禁止新建20蒸吨及以下燃煤及生物质锅炉 【其他资源利用效率要求】 从发展端来看，主要对装备制造、磷矿开采、磷石膏利用、化工、电子信息、新材料等重点发展的产业提出严格资源环境绩效水平要求	500kV输变电工程属于电力基础设施项目，不涉及。	符合

3.4.6 项目与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）的符合性分析

《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）规定了输变电建设项目环境保护的选址选线、设计、施工、运行各阶段电磁、声、生态、水、大气等要素的环境保护要求。本工程与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中基本规定、选址选线及设计等主要技术要求符合性分析见下表。

表 3-21 项目与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）的符合性分析

《输变电建设项目环境保护技术要求》	项目实际建设情况	符合性
5.1 工程选址选线应符合规划环境影响评价文件的要求	无	/
5.2 输变电建设项目选址选线应符合生态保护红线管控要求，避让自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。确实因自然条件等因素限制无法避让自然保护区实验区、饮用水水源二级保护区等环境敏感区的输电线路，应在满足相关法律法规及管理要求的前提下对线路方案进行唯一性论证，并采取无害化方式通过。	本项目穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区及准保护区，已对方案进行比选，并提出在施工阶段进一步细化方案，尽可能采取无害化方式通过饮用水源地。	符合
5.3 变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线走廊规划，避免进出线进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	不涉及	/
5.4 户外变电工程及规划架空进出线选址选线时，应关注以居住、医疗卫生、文化教育、科研行政办公等为主要功能的区域，采取综合措施，减少电磁和声环境影响	不涉及	符合
5.5 同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响	本项目 500kV 线路采用同塔双回架设+单回架设，采用平行走线，节约电力通道。	符合
5.6 原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	/	/
5.7 变电工程选址时，应综合考虑减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等，以减少对生态环境的不利影响。	本项目变电工程涉及既有变电站间隔扩建工程，均位于既有变电站站内，不涉及站外施工，不会对站外生态环境造成影响。	符合
5.8 输电线路宜避让集中林区，以减少林木砍伐，保护生态环境。	本项目线路路径不涉及集中林区。	符合
5.9 进入自然保护区的输电线路，应按照 HJ19 的要求开展生态现状调查，避让保护对象的集中分布区。	本项目不涉及自然保护区。	符合

根据上表，本工程现有选线方案及设计方案中提出的污染治理及生态环境保护措施满足《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）要求，本工程选线是可行的。

3.4.7 项目与饮用水水源保护区管理要求的符合性分析

受区域乡村集镇、民房密集区域等限制，本项目线路穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区及准保护区。

（1）项目与《中华人民共和国水污染防治法》符合性分析

根据《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日）中的规定：第六十四条：在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。第六十五条：禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。第六十六条：禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。

本工程穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区，但不在水源保护区内设置任何设施，也不在水源保护区内开展施工活动，不属于网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动，仅项目线路跨越饮用水源地。线路穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库准保护区仅涉及塔基施工活动，不属于在保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。综上所述，本项目符合《中华人民共和国水污染防治法》，项目在施工期应采取措施避免对饮用水源地造成影响。

（2）项目与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》符合性分析

根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月22日修正）中的规定：第十一条"饮用水地表水源各级保护区及准保护区内均必须遵守下列规定：一、禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与

水源保护相关植被的活动。二、禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其它废弃物。三、运输有毒有害物质、油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入保护区，必须进入者应事先申请并经有关部门批准、登记并设置防渗、防溢、防漏设施。四、禁止使用剧毒和高残留农药，不得滥用化肥，不得使用炸药、毒品捕杀鱼类。"及第十二条"饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须分别遵守下列规定：…一、一级保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；不得设置与供水需要无关的码头，禁止停靠船舶；禁止堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物；禁止设置油库；禁止从事种植、放养畜禽和网箱养殖活动；禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。"

本工程属于输变电基础设施项目，不设置排污口，不在水源一级保护区内设置任何设施，也不在水源一级保护区内开展施工活动，不属于保护区内的禁止范畴。通过加强对施工和运维人员的管理，禁止进入一级保护区水域和陆域范围，禁止向水体排放污染物，线路不会破坏水环境生态平衡，能尽量避免对水源保护区造成影响，不会影响区域植被的水源涵养功能。综上所述，本项目不在水域内立塔，线路施工和运营期不会破坏水环境生态平衡，符合《饮用水水源保护区污染防治管理规定》。

（3）项目与《四川省饮用水水源保护管理条例》符合性分析

根据《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019年9月26日修正）中的规定：第十六条"在地表水饮用水水源保护区内，禁止设置排污口"。第十九条"地表水饮用水水源一级保护区内，除遵守本条例第十七条和第十八条规定外，还应当遵守下列规定：（一）禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上地方人民政府责令拆除或者关闭；（二）禁止使用化肥；（三）禁止设置畜禽养殖场；（四）禁止与保护水源无关的船舶停靠、装卸；（五）禁止在水体清洗机动车辆；（六）禁止从事旅游、游泳、垂钓或者其他污染饮用水水体的活动。"

本工程属于输变电基础设施项目，不设置排污口，不在水源一级保护区内

设置任何排污设施，也不在水源一级保护区内开展施工活动，不属于保护区内的禁止范畴，同时线路不在水源地一级保护区范围内立塔，并在技术可行的条件下尽量增大档距，增大塔基临时占地与水源保护区的距离；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，避免在水源地的集雨范围内造成污染；线路运行期不产生污染物，仅少数运维人员会进入保护区范围内进行常规巡线、维护等工作，活动范围集中在线路附近的人行便道处，不涉及保护区水域范围，通过加强对线路运维人员的管理，限制陆域活动范围，禁止进入水源地保护区的水域范围，线路运行期不会影响水源地的水环境质量和水域功能。

综上所述，本项目建设符合《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日）、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月22日修正）及《四川省饮用水水源保护管理条例》（2019年9月26日修正）的规定。

3.5 环境影响因素识别

3.5.1 施工期

3.5.1.1 变电工程

500kV变电站扩建施工期的环境影响包括施工噪声、施工扬尘、施工废污水、固体废物、生态环境影响等。

（1）施工噪声

变电站本次扩建施工工序主要包括土建施工和设备安装，施工机具主要有挖掘机、运输车辆等。变电站间隔扩建主要在站内施工，采用人工施工为主的方式，施工噪声对站外环境影响较小。

（2）施工扬尘

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

（3）施工废污水

施工废污水主要是施工人员产生的生活污水，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，产生

生活污水量约 3.51t/d。

（4）固体废物

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾、弃土和施工建筑垃圾。平均每天配置施工人员约 30 人，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，高峰期产生生活垃圾量约 33.9kg/d。

（5）生态影响

变电站本次扩建均位于变电站围墙内预留场地，对站外生态环境无影响。

3.5.1.2 输电线路

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

（1）施工噪声

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

（2）施工扬尘

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

（3）施工废污水

本项目线路施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水和少量的灌注桩施工泥浆废水，若不经处理，则可能对地面水环境产生不良影响。施工高峰期每天配置施工人员约 300 人，人均用水量参考《四川省用水定额》（川府函〔2021〕8 号），取 130L/人·天；排水系数参考《室外排水设计标准》（GB50014-2021），取 0.9，产生生活污水量约 35.1t/d。

（4）固体废物

固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾和拆除固体废物。施工高峰期每

天配置施工人员约 300 人（沿线路分散分布在各施工点位），根据生态环境部发布的《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，线路生活垃圾产生量约 339kg/d。

本项目需拆除原绵州~德阳换双回 500kV 线路绵州站间隔~3#塔导地线长度约 1.077km，拆除 1#~2#塔，共 2 基。拆除原富乐~绵州双回 500kV 线路 183#塔~绵州 500kV 变电站进线间隔导地线长度约 3.29km，拆除 184#~192#塔，共 9 基塔。拆除原绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路 2#~10#塔段导地线，长度约 2.907km，拆除 3#~10#塔铁塔，共 8 基。

施工过程中产生的生活垃圾和拆除固体废物若不妥善处理，会对周围环境产生不良影响。

（5）生态影响

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

3.5.2 运行期

3.5.2.1 变电工程

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

（1）工频电场、工频磁感应强度

变电站内主要电气设备包括主变压器、500kV 配电装置、220kV 配电装置等，当变电站内的电气设备加上电压后，电气设备与大地之间会存在电位差，从而导致在电气设备附近产生工频电场；主变压器、配电装置等电气设备在有电流通过时，在其周围将产生工频磁感应强度。本次扩建主要影响变电站 500kV 出线侧的电磁环境。

（2）噪声

变电站内各种电气设备在运行时会产生噪声，主要包括 500kV 主变压器、

220kV主变压器、500kV高压并联电抗器。钟鼓楼500kV变电站扩建本次不涉及新增主变压器、高压电抗器等强噪声源设备。

（3）废污水

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

（4）固体废物

1）一般固体废物

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

2）危险废物

变电站本次扩建不新增废事故油，不新增废蓄电池。

3.5.2.2 输电线路

本项目线路运行期的环境影响主要有工频电场、工频磁感应强度、噪声。

（1）工频电场、工频磁感应强度

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

（2）噪声

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

3.6 生态影响途径分析

3.6.1 施工期

3.6.1.1 变电工程

本次钟鼓楼500kV变电站均在站内预留场地进行，不涉及站外施工，对站外生态环境无影响。

3.6.1.2 输电线路

本项目线路在塔基、施工道路、牵张场、跨越场等建设过程中，会使永久占地与临时占地区域植被及微区域地表状态发生改变，对区域生态环境造成不同程度的影响。主要表现在以下几个方面：

（1）变电站和塔基施工需进行挖方、填方、浇筑等活动，会对附近原生地貌和植被造成一定程度的破坏，从而降低植被覆盖度，可能形成裸露疏松的表土、施工弃土等，如果不进行必要的防护，可能会加剧土壤侵蚀与水土流失，影响当地植物生长，导致生产力下降和生物量损失；但是本工程变电站占地面积较小，塔基数量较少，塔基占地面积小且分散，不会对区域野生动物的种类和分布格局造成较大影响，加之野生动物具有较强的适应能力，随着施工活动的结束其影响会逐渐消除。

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

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

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

3.6.2 运行期

本工程运行期可能造成的生态环境影响主要有：工程永久占地带来的土地用途改变；铁塔和输电线路对兽类、鸟类活动的影响；线路产生的工频电场、

工频磁感应强度、噪声对周围野生动植物的影响；线路维护和检修人员对野生动植物的影响。

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

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

（1）（1）川北 1000kV 变电站 500kV 间隔扩建工程：

位于四川省绵阳市涪城区新皂镇拟建川北 1000kV 变电站内。

（2）钟鼓楼 500kV 变电站间隔扩建工程

位于四川省德阳市中江县集凤镇既有钟鼓楼 500kV 变电站内。

（3）川北特~绵州 500kV 线路工程

新建川北特~绵州 500kV 线路（线路I）位于绵阳市涪城区，线路总长度约 7.3km，改建原绵州~德阳换 500kV 线路（线路II）位于绵阳市涪城区，线路总长度约 2×1.2km。

（4）富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程

改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路III）位于绵阳市涪城区，线路总长度约 2×7.2km。

（5）川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程

①新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路IV），途经绵阳市涪城区（线路长度约 2×13.1km（其中 2×1.3km 采用 2 个单回路架设）、德阳市中江县（线路长度约 2×31.6km）、德阳市罗江区（线路长度约 2×8.1km）。线路总长度约 2×52.8km，其中约 2×1.3km 采用 2 个单回路架设，其余 2×51.5km 按同塔双回路架设。

②新建绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路（线路V）位于绵阳市涪城区，线路总长度 3.7km。

（6）建设相应二次系统工程

1）绵州 500kV 变电站间隔调整工程

位于四川省绵阳市涪城区吴家镇既有绵州 500kV 变电站内。

2）富乐 500kV 变电站间隔调整工程

位于四川省绵阳市游仙区石马镇既有富乐 500kV 变电站内。

4.1.2 交通

全线均有交叉或平行的高速公路、国道、省道及乡村公路可用，交通条件较好。

4.1.3 自然环境

4.1.3.1 地形地貌、地质

线路途经绵阳市涪城区、德阳市罗江区、德阳市中江县。

线路所在区域地形地貌主要为构造剥蚀丘陵地貌和河流冲积平原地貌。

构造剥蚀丘陵地貌：主要分布于线路绵阳段和罗江区段，路径高程450m~500m，平均高差30~50m，地形宽缓，沟谷开阔平坦，丘顶圆缓，丘坡常间有梯坎，为舒缓之塔状或帽状地形，在平面上呈串珠分布。

河流冲积平原：主要分布于中江段，涉及范围广阔，路径区域高程450~550m，平均高程差约10~30m，主要为新生界第四系冲积土、冲积粉质黏土与全新统至更新统卵砾石层，地形极为平坦开阔，地表微起伏，沟谷稀疏且宽浅，地面坡降平缓，微地貌以农田垄岗、河漫滩、一级阶地为主，局部见古河道遗迹与人工渠系网络，整体呈现典型河流冲积平原地貌特征。

4.1.4 气象气候

项目区域属于亚热带湿润季风气候，特点是气候温和、四季分明、冬暖夏热、降水充沛。项目区域气象条件统计表见表4-1

表4-1 项目区域气象条件统计表

项目	单位	绵阳	德阳	成都
观测场标高	m	522.7	525.7	541.7
年平均气压	hPa	954.4	954	951.9
年平均气温	℃	16.6	16.5	16.1
极端最高气温	℃	41.1	42.7	36.8
极端最低气温	℃	-5.5	-5.2	-4.7
年平均水汽压	hPa	15.5	16	16.2
年平均相对湿度	%	77	79	82
年平均降雨量	mm	858.9	816.6	988.2
年平均风速	m/s	1.3	/	/
全年主导风向	/	ENE	NE	N
年平均雷暴日数	d	26.9	22.5	27.3
年最多雷暴日数	d	35	34	47

4.2 电磁环境现状评价

本次监测单位为西弗测试技术成都有限公司，具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书，并在许可范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

（1）监测机构通过计量认证；

（2）监测前制定了详细的监测方案及实施细则；

（3）按照《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）中监测点位的选择要求，合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

（4）测量操作严格按仪器操作规程进行；

（5）测量时间选择在输电线路正常运行期间进行监测；

（6）监测所用仪器定期经计量部门检定，检定合格后须在有效使用期内使用，且与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。监测人员均参加过相关的电磁辐射测量培训，均持证上岗；

（7）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

（8）按照统计学原则处理异常数据和监测数据；

（9）对辐射监测建立完整的文件资料。仪器和天线的校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

（10）监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

2026年08月29日~2026年09月01日，2026年09月04日~2026年09月07日，西弗测试技术成都有限公司对本项目所经过地区的电磁环境现状进行了监测。

4.2.1 监测因子

本项目电磁环境的监测因子为工频电场强度和工频磁感应强度，监测指标分别为工频电场强度和工频磁感应强度。

4.2.2 电磁环境现状监测点布置及监测代表性分析

按照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）中电磁环境现状监测点位及布点方法：①监测点位包括电磁环境敏感目标、输电线路路径；②电

磁环境敏感目标的布点方法以定点监测为主；③对于无电磁环境敏感目标的输电线路，需对沿线电磁环境现状进行监测；④对典型线位如交叉跨越点处进行监测；⑤对受到既有电磁环境影响源影响的敏感目标，在具有监测条件的情况下采用分层监测。

本次在代表性敏感目标处设置了监测点，并在既有线路设置监测断面，对典型线位如交叉跨越点处进行监测，本项目虽钻越阿坝-成都 1000kV 线路，但阿坝-成都 1000kV 线路为在建线路，暂未运行带电，故本次未在其线下监测，详见表 4-2。本项目共设置 59 个电磁监测点位。

表 4-2　本项目现状监测布点及代表性分析一览表

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
1#	/	拟建川北 1000kV 变电站站址中心	监测点布置于拟建川北1000kV变电站站址中心处，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域环境现状。	
2#	1	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路I最近位置处，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
3#	2	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路 I 最近位置处，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
4#	3	涪城区*********居民房（1）	监测点布置于敏感点处距离本项目线路 I 最近位置处，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
5#	4	涪城区*********居民房（2）	监测点布置于敏感点处距离本项目线路 I 最近位置处，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
6#	/	绵州 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（1）	监测点布置于既有绵州500kV变电站外，用于反映变电站本项目出线侧站外环境现状。	
7#	/	绵州 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（2）		
8#	5	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路II最近位置处，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状	
9#	/	绵州~德阳换 500kV 线路改接点线下	监测点布置于既有绵州~德阳换500kV线路改接点线下处，可以反映改接点处环境现状	
10#	/	绵州~德阳换 500kV 双回线路 2#~3#塔间弧垂最低处断面监测（双回垂直排列，线高约 50m，导线四分裂）	监测点布置于既有绵州~德阳换500kV双回线路2#~3#塔间弧垂最低处，可以反映既有线路电磁环境影响衰减情况，受地形限制限制，另一侧无断面监测条件，故本次仅对一侧进行断面监测。	
11#	6	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路III最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
12#	7	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路III最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
13#	8	涪城区吴家镇五龙村居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路III最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
14#	9	涪城区*********	监测点布置于敏感点处距离本项目线路III最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
15#	/	富乐~绵州双回 500kV 线路改接点	监测点布置于既有富乐~绵州双回500kV线路改接点线下处，可以反映改接点处环境现状	
16#	10	涪城区*********	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
17#	11	涪城区*********	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
18#	12	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
19#	13	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
20#	14	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
21#	15	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
22#	16	罗江区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
23#	17	罗江区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，距既有 500kV 长谭一	

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
			线距离约19m，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
24#	18	罗江区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
25#	19	罗江区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
26#	20	罗江区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
27#	21	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
28#	22	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
29#	23	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
30#	24	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
31#	25	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
32#	26	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
33#	27	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
34#	28	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
35#	29	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
36#	30	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
37#	31	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
38#	32	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
39#	33	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
40#	34	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
41#	35	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
42#	36	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
43#	37	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，距既有 500kV 善鼓一、二线距离约 33m，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
44#	/	跨越 500kV 长谭一线	本项目线路IV跨越500kV长谭一线处线下监测，可以代表交叉跨越处环境现状	
45#	/	跨越 500kV 长谭二线	本项目线路IV跨越 500kV 长谭二线处线下监测，可以代表交叉跨越处环境现状	
46#	/	跨越 500kV 善鼓一二线	本项目线路IV跨越 500kV 善鼓一二线处线下监测，可以代表交叉跨越处环	

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
			境现状	
47#	/	钟楼 500kV 变电站北侧站界外 5m 处（1）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
48#	/	钟楼 500kV 变电站北侧站界外 5m 处（2）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
49#	/	钟楼 500kV 变电站西侧站界外 5m 处（1）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
50#	/	钟楼 500kV 变电站西侧站界外 5m 处（2）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
51#	/	钟楼 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（1）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
52#	/	钟楼 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（2）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
53#	/	钟楼 500kV 变电站东侧站界外 5m 处（1）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
54#	/	钟楼 500kV 变电站东侧站界外 5m 处（2）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
58#	/	绵州~动力研究所I回 220kV 线路迁改起点	监测点布置于本项目线路V迁改起点处，可以反映区域环境现状	
59#	41	涪城区********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路V最近位置处，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
60#	42	涪城区********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路V最近位置处，周边无其他电磁环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
61#	/	绵州~动力研究所I回 220kV 线路迁改终点	监测点布置于本项目线路V迁改终点处，可以反映区域环境现状	
62#	/	绵州~动力研究所I回 220kV 线路 3#~4#塔间弧垂最低处断面监测（单回三角排列，线高约 12m，双分裂）	监测点布置于绵州~动力研究所I回220kV线路3#~4#塔间弧垂最低处断面监测，可以反映既有线路电磁环境衰减情况，受地形限制限制，另一侧无断面监测条件，故本次仅对一侧进行断面监测。	

4.2.3 监测频次

各监测点位各一次。

4.2.4 监测工况

现场监测期间，监测时线路运行工况见表 4-3。

表 4-3 监测期间线路和变电站运行工况

电压等级及运行名称		电压 U（kV）	电流 I（A）	有功 P（MW）	无功 Q（MVar）
绵州~德阳换 500kV 双回线路	一线	515.9~532.8	196.9~278.5	154.4~232.1	28.1~36.8
	二线	526.6~534.2	225.0~265.7	202.1~217.3	16.6~35.8
500kV 长谭一线		528.2~530.0	195.8~305.7	168.2~273.4	20.5~21.1
500kV 长谭二线		521.0~522.6	184.5~288.1	149.5~251.3	23.2~24.4
500kV 善鼓一线		521.2~535.7	152.0~267.9	137.6~234.1	10.2~16.1
500kV 善鼓二线		516.0~528.6	166.3~197.2	144.6~156.0	15.9~27.3
富乐~绵州双回 500kV 线路	一线	515.1~522.7	177.5~324.1	138.9~252.3	25.3~49.9
	二线	514.8~515.7	175.7~308.9	142.1~261.4	22.0~29.5
绵州~动力研究所I回 220kV 线路		230.8~233.3	102.0~170.5	35.8~63.3	6.8~8.4
绵州 500kV 变电站	1#主变	520.4~533.1	405.6~488.7	361.8~428.1	32.3~34.6
	2#主变	529.4~530.2	395.7~526.7	328.4~422.7	51.4~78.4
	3#主变	513.1~520.1	387.0~470.1	312.9~381.9	51.3~56.4
富乐 500kV 变电站	1#主变	515.7~535.0	433.7~488.0	342.4~423.9	33.9~70.1
	2#主变	521.3~532.7	426.2~509.6	385.1~419.1	26.5~63.3
	3#主变	518.3~532.1	364.6~495.7	292.4~397.1	49.1~75.3
钟鼓楼 500kV 变电站	1#主变	516.1~530.5	358.3~495.2	306.6~442.2	30.9~35.7
	2#主变	520.4~533.1	405.6~488.7	361.8~428.1	32.3~34.6

4.2.5 监测期间自然环境条件

现场监测期间，自然条件见表 4-4。

表 4-4　监测期间环境条件一览表

测量时间	天气	温度℃	湿度 RH%	风速 m/s
2026-08-29	晴	20.2~29.4	46.4~58.2	0.6~1.4
2026-08-30	晴	21.1~35.2	42.3~55.5	0.5~1.2
2026-08-31	晴	20.8~35.6	46.0~56.3	0.6~1.7
2026-09-01	晴	19.5~34.3	48.4~60.4	0.5~1.7
2026-09-04	晴	22.1~31.2	44.3~54.1	0.5~1.0
2026-09-05	晴	24.3~32.5	42.1~56.2	0.5~1.2
2026-09-06	晴	25.1~34.1	40.3~59.6	0.5~1.4
2026-09-07	晴	23.2~33.1	41.5~57.1	0.5~1.0

4.2.6 监测仪器

本次工频电场强度、工频磁感应强度监测项目的监测仪器见下表。

表 4-5　监测仪器一览表

监测因子	仪器名称	技术指标	校准/检定信息
工频电场 工频磁场	电磁辐射分析仪 型号：主机 SF-YW81SG 探头 EHP-50F 编号：主机 SV/YQ-45 探头 SV/YQ-26	测量范围： 工频电场 5mV/m~100kV/m 工频磁场 0.3nT~10mT 不确定度： 工频电场 U=0.3dB，k=2 工频磁场 U=2%，k=2 校准因子： 工频电场 0.98 工频磁场 1.00	校准单位：华南国家计量测试中心广东省计量科学研究院 电场证书有效期：2026.05.15~2027.05.14 证书编号：WWD202601455
工频电场 工频磁场	电磁辐射分析仪 型号：主机 NBM-550 探头 EHP-50D 编号：主机 SV/YQ-28 探头 SV/YQ-33	测量范围： 工频电场 5mV/m~100kV/m 工频磁场 0.3nT~10mT 不确定度： 工频电场 U=0.3dB，k=2 工频磁场 U=0.3μT，k=2 校准因子： 工频电场：0.98 工频磁场：1.00	校准单位：华南国家计量测试中心广东省计量科学研究院 有 效 期：2026.05.14~2027.05.13 证书编号：WWD202601454

4.2.7 监测结果

本项目工频电场、工频磁感应强度环境监测结果见表 4-6。

表 4-6 电磁环境监测结果

序号	监测点位描述		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1#	拟建川北 1000kV 变电站站址中心		2.275	0.0042
2#	涪城区********居民房		3.856	0.0092
3#	涪城区********居民房		1.236	0.0143
4#	涪城区*********居民房（1）		2.233	0.0036
5#	涪城区*********居民房（2）		2.534	0.0659
6#	绵州 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（1）		369.6	0.9908
7#	绵州 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（2）		2217	1.189
8#	涪城区*********居民房		1.331	0.0571
9#	绵州~德阳换 500kV 线路改接点线下		86.04	1.050
10#	绵州~德阳换 500kV 双回线路 2#~3#塔间弧垂最低处断面监测（双回垂直排列，线高约 50m，导线四分裂）	两杆塔中央连线对地投影点	82.69	0.1817
		距两杆塔中央连线对地投影点 5m	92.16	0.1598
		距两杆塔中央连线对地投影点 7m	100.6	0.1556
		距两杆塔中央连线对地投影点 8m（边导线对地投影点）	104.2	0.1456
		距两杆塔中央连线对地投影点 9m（距边导线对地投影点 1m）	92.28	0.1435
		距两杆塔中央连线对地投影点 14m（距边导线对地投影点 6m）	77.84	0.1377
		距两杆塔中央连线对地投影点 19m（距边导线对地投影点 11m）	74.72	0.1344
		距两杆塔中央连线对地投影点 24m（距边导线对地投影点 16m）	52.46	0.1334
		距两杆塔中央连线对地投影点 29m（距边导线对地投影点 21m）	43.03	0.1180
		距两杆塔中央连线对地投影点 34m（距边导线对地投影点 26m）	35.39	0.1157

序号	监测点位描述		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
		距两杆塔中央连线对地投影点 39m（距边导线对地投影点 31m）	28.43	0.1125
		距两杆塔中央连线对地投影点 44m（距边导线对地投影点 36m）	23.40	0.1101
		距两杆塔中央连线对地投影点 49m（距边导线对地投影点 41m）	23.12	0.1150
		距两杆塔中央连线对地投影点 54m（距边导线对地投影点 46m）	21.89	0.1147
		距两杆塔中央连线对地投影点 59m（距边导线对地投影点 51m）	21.62	0.1104
11#	涪城区*********居民房		0.990	0.0018
12#	涪城区*********居民房		0.124	0.0097
13#	涪城区吴家镇五龙村居民房		2.302	0.0092
14#	涪城区*********		0.189	0.0101
15#	富乐~绵州双回 500kV 线路改接点		883.8	1.469
16#	涪城区*********		2.794	0.0063
17#	涪城区*********		2.697	0.0802
18#	涪城区*********居民房		1.207	0.0180
19#	涪城区*********居民房		0.286	0.0060
20#	涪城区*********居民房		2.210	0.0150
21#	涪城区*********居民房		6.750	0.0299
22#	罗江区*********居民房		1.504	0.1255
23#	罗江区*********居民房		71.49	0.4876
24#	罗江区*********居民房		5.318	0.0232
25#	罗江区*********居民房		4.223	0.0062
26#	罗江区*********居民房		0.835	0.0153

序号	监测点位描述	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
27#	中江县*********居民房	8.910	0.0546
28#	中江县*********居民房	0.183	0.0040
29#	中江县*********居民房	3.983	0.0112
30#	中江县*********居民房	5.479	0.0413
31#	中江县*********居民房	0.181	0.0127
32#	中江县*********居民房	0.939	0.0071
33#	中江县*********居民房	3.273	0.0102
34#	中江县*********居民房	4.560	0.0137
35#	中江县*********居民房	1.620	0.0080
36#	中江县*********居民房	0.264	0.0078
37#	中江县*********居民房	3.332	0.0056
38#	中江县*********居民房	5.214	0.0255
39#	中江县*********居民房	0.104	0.0041
40#	中江县*********居民房	1.278	0.0118
41#	中江县*********居民房	1.282	0.0064
42#	中江县*********居民房	14.72	0.0466
43#	中江县*********居民房	237.2	0.2050
44#	跨越 500kV 长谭一线	115.5	0.8793
45#	跨越 500kV 长谭二线	680.2	0.6310
46#	跨越 500kV 善鼓一二线	1333	0.3666
47#	钟楼 500kV 变电站北侧站界外 5m 处（1）	1302	0.5433
48#	钟楼 500kV 变电站北侧站界外 5m 处（2）	49.28	0.4625
49#	钟楼 500kV 变电站西侧站界外 5m 处（1）	465.1	2.414

序号	监测点位描述		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
50#	钟楼 500kV 变电站西侧站界外 5m 处（2）		556.8	3.032
51#	钟楼 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（1）		78.98	0.8281
52#	钟楼 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（2）		219.6	0.3915
53#	钟楼 500kV 变电站东侧站界外 5m 处（1）		13.89	0.0626
54#	钟楼 500kV 变电站东侧站界外 5m 处（2）		12.71	0.0668
58#	绵州~动力研究所I回 220kV 线路迁改起点		420.7	0.8114
59#	涪城区*********居民房		0.103	0.0159
60#	涪城区*********居民房		0.515	0.0033
61#	绵州~动力研究所I回 220kV 线路迁改终点		42.59	0.3050
62#	绵州~动力研究所I回 220kV 线路 3#~4#塔间弧垂最低处断面监测（单回三角排列，线高约 12m，双分裂）	中相导线对地投影点	250.9	0.4294
		距中相导线对地投影点 4m	315.2	0.4275
		距中相导线对地投影点 5m（边导线对地投影点）	457.4	0.4049
		距中相导线对地投影点 6m（边导线对地投影点 1m）	438.5	0.3162
		距中相导线对地投影点 11m（边导线对地投影点 6m）	334.0	0.2693
		距中相导线对地投影点 16m（边导线对地投影点 11m）	317.9	0.2130
		距中相导线对地投影点 21m（边导线对地投影点 16m）	281.6	0.1944
		距中相导线对地投影点 26m（边导线对地投影点 21m）	264.3	0.1812
		距中相导线对地投影点 31m（边导线对地投影点 26m）	233.8	0.1701
		距中相导线对地投影点 36m（边导线对地投影点 31m）	214.7	0.1561
		距中相导线对地投影点 41m（边导线对地投影点 36m）	134.5	0.1252

序号	监测点位描述		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
		距中相导线对地投影点 46m（边导线对地投影点 41m）	100.7	0.0952
		距中相导线对地投影点 51m（边导线对地投影点 46m）	64.03	0.0582
		距中相导线对地投影点 56m（边导线对地投影点 51m）	52.43	0.0497

4.3 声环境现状评价

2026 年 08 月 29 日~2026 年 09 月 01 日，2026 年 09 月 04 日~2026 年 09 月 07 日，西弗测试技术成都有限公司对本项目工程区域声环境现状进行了监测。

4.3.1 监测因子

等效连续 A 声级（LAeq）。

4.3.2 声环境现状监测点布置及监测代表性分析

按照《环境影响评价技术导则　输变电》（HJ 24-2020）、《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ 2.4-2021）中声环境现状监测点位及布点方法：①声环境保护目标；②评价范围内没有明显的声源时，可选择有代表性的区域布设测点。③对变电站站界进行噪声监测，按照《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008），参考《变电站（换流站）厂界噪声监测技术规范》（Q/GDW 12660-2025）一般情况下变电站（换流站）排放噪声为稳态噪声，采用测量 1 min 的等效连续 A 声级。监测期间变电站及既有线路均处于正常运行状态。④对等级公路 200m 范围内敏感目标按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中受交通噪声源的噪声影响昼、夜各测量不低于平均运行密度的 20min 等效声级 Leq。

本次在代表性敏感目标处设置了监测点，监测点布设见表 4-7。项目对受到既有噪声源影响的监测点位进行了分层监测，以反映不同楼层的声环境现状。对未受到区域其他噪声源影响的敏感目标仅进行一层监测，可以代表区域声环境现状。本项目共设置 62 个噪声监测点位。

表 4-7　本项目现状监测布点一览表

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
1#	/	拟建川北 1000kV 变电站站址中心	监测点布置于拟建川北1000kV变电站站址中心处，周边无其他声环境影响源，可以代表区域环境现状。	
2#	1	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路I最近位置处，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
3#	2	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路 I 最近位置处，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
4#	3	涪城区********居民房（1）	监测点布置于敏感点处距离本项目线路 I 最近位置处，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
5#	4	涪城区********居民房（2）	监测点布置于敏感点处距离本项目线路 I 最近位置处，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
6#	/	绵州 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（1）	监测点布置于既有绵州500kV变电站外，用于反映变电站本项目出线侧站外环境现状。	
7#	/	绵州 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（2）		
8#	5	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路II最近位置处，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状	
9#	/	绵州~德阳换 500kV 线路改接点线下	监测点布置于既有绵州~德阳换500kV线路改接点线下处，可以反映改接点处环境现状	
10#	/	绵州~德阳换 500kV 双回线路 2#~3#塔间弧垂最低处断面监测（双回垂直排列，线高约 50m，导线四分裂）	监测点布置于既有绵州~德阳换500kV双回线路2#~3#塔间弧垂最低处，可以反映既有线路声环境影响衰减情况	
11#	6	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路III最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
12#	7	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路III最近位置，周边无其他声环境影	

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
			响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
13#	8	涪城区吴家镇五龙村居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路III最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
14#	9	涪城区*********	监测点布置于敏感点处距离本项目线路III最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
15#	/	富乐~绵州双回500kV线路改接点	监测点布置于既有富乐~绵州双回500kV线路改接点线下处，可以反映改接点处环境现状	
16#	10	涪城区*********	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
17#	11	涪城区*********	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
18#	12	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
19#	13	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
20#	14	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
21#	15	涪城区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
22#	16	罗江区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
23#	17	罗江区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
24#	18	罗江区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
25#	19	罗江区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
26#	20	罗江区*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
27#	21	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
28#	22	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
29#	23	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
30#	24	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
31#	25	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
32#	26	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
33#	27	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
34#	28	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
35#	29	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，距 S106 最近距离约	

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
			16m，受 S106 交通噪声影响，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
36#	30	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，距 S106 最近距离约 17m，受 S106 交通噪声影响，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
37#	31	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
38#	32	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
39#	33	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
40#	34	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
41#	35	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
42#	36	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
43#	37	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路IV最近位置，距既有 500kV 善鼓一、二线距离约 33m，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
44#	/	跨越 500kV 长谭一线	本项目线路IV跨越500kV长谭一线处线下监测，可以代表交叉跨越处环境现状	
45#	/	跨越 500kV 长谭二线	本项目线路IV跨越 500kV 长谭二线处线下监测，可以代表交叉跨越处环境现状	
46#	/	跨越 500kV 善鼓一二线	本项目线路IV跨越 500kV 善鼓一二线处线下监测，可以代表交叉跨越处环境现状	

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
47#	/	钟楼 500kV 变电站北侧站界外 5m 处（1）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
48#	/	钟楼 500kV 变电站北侧站界外 5m 处（2）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
49#	/	钟楼 500kV 变电站西侧站界外 5m 处（1）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
50#	/	钟楼 500kV 变电站西侧站界外 5m 处（2）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
51#	/	钟楼 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（1）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
52#	/	钟楼 500kV 变电站南侧站界外 5m 处（2）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
53#	/	钟楼 500kV 变电站东侧站界外 5m 处（1）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
54#	/	钟楼 500kV 变电站东侧站界外 5m 处（2）	监测点布置于既有 500kV 钟楼变电站外，用于反映变电站外环境现状。	
55#	38	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目既有 500kV 钟楼变电站最近位置处，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
56#	39	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目既有 500kV 钟楼变电站最近位置处，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
57#	40	中江县*********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目既有 500kV 钟楼变电站最近位置处，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
58#	/	绵州~动力研究所I回 220kV 线路迁改起	监测点布置于本项目线路V迁改起点处，可以反映区域环境现状	

监测点编号	敏感目标编号	监测点位置	代表性分析	备注
		点		
59#	41	涪城区**********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路V最近位置处，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
60#	42	涪城区**********居民房	监测点布置于敏感点处距离本项目线路V最近位置处，周边无其他声环境影响源，可以代表区域敏感目标处环境现状。	
61#	/	绵州~动力研究所I回 220kV 线路迁改终点	监测点布置于本项目线路V迁改终点处，可以反映区域环境现状	
62#	/	绵州~动力研究所I回 220kV 线路 3#~4#塔间弧垂最低处断面监测（单回三角排列，线高约 12m，双分裂）	监测点布置于绵州~动力研究所I回220kV线路3#~4#塔间弧垂最低处断面监测，可以反映既有线路声环境衰减情况。	

4.3.3 监测频次

昼间、夜间各监测一次。

4.3.4 监测期间自然环境条件

见表 4-4。

4.3.5 监测仪器

本项目声环境监测仪器见下表。

表 4-8　本项目声环境监测仪器

监测因子	仪器名称	技术指标	校准/检定信息
噪声	多功能声级计 型号：AWA6228+ 编号：SV/YQ-39	测量范围： 20dB（A）~132dB（A） 检定结论：符合 1 级	检定单位：中国测试技术研究院 有 效 期：2025.09.15~2026.09.14 证书编号：检定字第 202509102513 号
	声校准器 型号：AWA6221A 编号：SV/YQ-35	声压级： 94.0dB（A），114.0dB（A） 检定结论：符合 1 级	检定单位：华南国家计量测试中心/广东省计量科学研究院 有 效 期：2025.11.26~2026.11.25 证书编号：SXE202510522
	多功能声级计 型号：AWA6228+ 编号：SV/YQ-22	测量范围： 20dB（A）~132dB（A） 检定结论：符合 1 级	检定单位：中国测试技术研究院 有 效 期：2026.06.01~2027.05.31 证书编号：检定字第 202606100071 号
	声校准器 型号：AWA6021A 编号：SV/YQ-66	声压级： 94.0dB（A），114.0dB（A） 检定结论：符合 1 级	检定单位：中国测试技术研究院 有 效 期：2025.09.15~2026.09.14 证书编号：检定字第 202509102404 号

4.3.6 监测结果

本项目噪声环境现状监测结果见表 4-9。

表 4-9　本项目声环境监测结果

序号	监测点位描述		测量数据 dB（A）		标准限值 dB（A）	
			昼间	夜间	昼间	夜间
1#	拟建川北 1000kV 变电站站址中心		50	47	60	50
2#	涪城区*********居民房		49	48	60	50
3#	涪城区*********居民房		50	48	60	50
4#	涪城区*********居民房		48	46	60	50
5#	涪城区*********居民房		51	47	60	50
6#	绵州 500kV 变电站南侧站界（1）		51	48	60	50
7#	绵州 500kV 变电站南侧站界（2）		50	48	60	50
8#	涪城区*********居民房		50	47	60	50
9#	绵州~德阳换 500kV 线路改接点		48	46	60	50
10#	500kV 绵德一二线 002#~003#塔间断面监测（双回垂直排列，线高约 50m，四分裂）	线路中心对地投影点	50	48	60	50
		距线路中心对地投影点 5m	49	47	60	50
		距线路中心对地投影点 10m（距边导线对地投影点 2m）	50	48	60	50
		距线路中心对地投影点 15m（距边导线对地投影点 7m）	48	47	60	50
		距线路中心对地投影点 20m（距边导线对地投影点 12m）	49	47	60	50
		距线路中心对地投影点 25m（距边导线对地投影点 17m）	49	48	60	50
		距线路中心对地投影点 30m（距边导线对地投影点 22m）	48	47	60	50
		距线路中心对地投影点 35m（距边导线对地投影点 27m）	49	48	60	50
		距线路中心对地投影点 40m（距边导线对地投影点 32m）	50	47	60	50

序号	监测点位描述		测量数据 dB（A）		标准限值 dB（A）	
			昼间	夜间	昼间	夜间
		距线路中心对地投影点 45m（距边导线对地投影点 37m）	49	47	60	50
		距线路中心对地投影点 50m（距边导线对地投影点 42m）	50	46	60	50
		距线路中心对地投影点 55m（距边导线对地投影点 47m）	50	47	60	50
		距线路中心对地投影点 60m（距边导线对地投影点 52m）	51	48	60	50
11#	涪城区*********居民房		49	47	60	50
12#	涪城区*********居民房		48	46	60	50
13#	涪城区吴家镇五龙村居民房		50	48	60	50
14#	涪城区*********		45	42	60	50
15#	富乐~绵州双回 500kV 线路改接点		43	38	60	50
16#	涪城区*********		49	47	60	50
17#	涪城区*********		48	47	60	50
18#	涪城区*********居民房		49	48	60	50
19#	涪城区*********居民房		45	42	60	50
20#	涪城区*********居民房		44	42	60	50
21#	涪城区*********居民房		45	42	60	50
22#	罗江区*********居民房		46	42	60	50
23#	罗江区*********居民房	1F	44	41	60	50
		2F	45	41	60	50
24#	罗江区*********居民房		46	42	60	50
25#	罗江区*********居民房		48	44	60	50
26#	罗江区*********居民房		47	43	60	50
27#	中江县*********居民房		47	43	60	50
28#	中江县*********居民房		45	42	60	50
29#	中江县*********居民房		46	43	60	50
30#	中江县*********居民房		47	43	60	50

序号	监测点位描述		测量数据 dB（A）		标准限值 dB（A）	
			昼间	夜间	昼间	夜间
31#	中江县*********居民房		47	42	60	50
32#	中江县*********居民房		45	42	60	50
33#	中江县*********居民房		45	41	60	50
34#	中江县*********居民房		46	42	60	50
35#	中江县*********居民房	1F	56	46	70	55
		2F	56	47	70	55
36#	中江县*********居民房	1F	56	46	70	55
		2F	57	46	70	55
37#	中江县*********居民房		46	43	60	50
38#	中江县*********居民房	1F	49	44	60	50
		2F	50	45	60	50
		3F	50	45	60	50
39#	中江县*********居民房		45	41	60	50
40#	中江县*********居民房		44	40	60	50
41#	中江县*********居民房		44	41	60	50
42#	中江县*********居民房	1F	53	46	60	50
		2F	53	47	60	50
		3F	54	47	60	50
43#	中江县*********居民房	1F	53	47	60	50
		2F	53	47	60	50
44#	跨越 500kV 长谭一线		44	41	60	50
45#	跨越 500kV 长谭二线		44	41	60	50
46#	跨越 500kV 善鼓一二线		54	47	60	50
47#	钟楼 500kV 变电站北侧站界外 1m 处（1）		45	40	60	50
48#	钟楼 500kV 变电站北侧站界外 1m 处（2）		43	39	60	50
49#	钟楼 500kV 变电站西侧站界外 1m 处（1）		44	40	60	50
50#	钟楼 500kV 变电站西侧站界外 1m 处（2）		44	40	60	50
51#	钟楼 500kV 变电站南侧站界外 1m 处（1）		43	39	60	50
52#	钟楼 500kV 变电站南侧站界外 1m 处（2）		43	38	60	50

序号	监测点位描述		测量数据 dB（A）		标准限值 dB（A）	
			昼间	夜间	昼间	夜间
53#	钟楼 500kV 变电站东侧站界外 1m 处（1）		45	41	60	50
54#	钟楼 500kV 变电站东侧站界外 1m 处（2）		43	39	60	50
55#	中江县*********居民房	1F	44	39	60	50
		2F	44	40	60	50
56#	中江县*********居民房		43	39	60	50
57#	中江县*********居民房	1F	44	39	60	50
		2F	44	40	60	50
58#	绵州~动力研究所I回 220kV 线路迁改起点		49	47	60	50
59#	涪城区*********居民房		50	48	60	50
60#	涪城区*********居民房		50	47	60	50
61#	绵州~动力研究所I回 220kV 线路迁改终点		49	47	60	50
62#	绵州~动力研究所I回 220kV 线路 003#~004#塔间断面监测（单回三角排列，线高约 12m，双分裂）	线路中心对地投影点	48	46	60	50
		距线路中心对地投影点 5m（边导线对地投影点）	47	45	60	50
		距线路中心对地投影点 10m（距边导线对地投影点 5m）	47	46	60	50
		距线路中心对地投影点 15m（距边导线对地投影点 10m）	48	46	60	50
		距线路中心对地投影点 20m（距边导线对地投影点 15m）	48	45	60	50
		距线路中心对地投影点 25m（距边导线对地投影点 20m）	47	45	60	50
		距线路中心对地投影点 30m（距边导线对地投影点 25m）	49	47	60	50
		距线路中心对地投影点 35m（距边导线对地投影点 30m）	48	46	60	50

序号	监测点位描述		测量数据 dB（A）		标准限值 dB（A）	
			昼间	夜间	昼间	夜间
		距线路中心对地投影点 40m（距边导线对地投影点 35m）	47	46	60	50
		距线路中心对地投影点 45m（距边导线对地投影点 40m）	48	47	60	50
		距线路中心对地投影点 50m（距边导线对地投影点 45m）	48	46	60	50
		距线路中心对地投影点 55m（距边导线对地投影点 50m）	47	45	60	50

4.3.7 声环境现状评价及结论

（1）声环境保护目标

本项目区域 29、30 号声环境敏感目标外，其余声环境敏感目标处昼间噪声监测结果在 43~51dB（A）之间，夜间噪声监测结果在 38~48dB（A）之间均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。29、30 号声环境敏感目标处昼间噪声监测结果在 56~57dB（A）之间，夜间噪声监测结果在 46~47dB（A）之间均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类标准要求。

（2）既有线路线下

根据既有线路线下监测结果，本项目线路线下昼间噪声监测结果在 43dB（A）~54B（A）之间，夜间噪声监测结果在 38~48dB（A）之间，均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准要求。

（3）既有变电站

既有变电站站界昼间噪声在 43dB（A）~51dB（A）之间，夜间噪声在 38dB（A）~48dB（A）之间，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值。

4.3.8 电磁环境现状评价及结论

根据电磁环境现状监测结果：

本项目监测期间各监测点，工频电场强度在 0.103V/m~2217V/m 之间，均能满足电场强度不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的评价标准要求。工频磁感应强度在 0.0018μT~3.032μT 之间，均能满足不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

综上，本工程区域内工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度公众曝露控制限值 4000V/m，磁感应强度公众曝露控制限值 100μT 的限值要求，区域电磁环境现状较好。

4.4 生态环境

4.4.1 植被

本项目生态评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的要求，植被调查主要采用了资料收集法和现场勘查法。

（1）资料收集法

本项目主要采用资料收集法收集了现有的能反映生态现状或生态背景的资料，植被调查相关资料如《世界种子植物科的分布区类型系统》（吴征镒，2003 年）、《中国种子植物属的分布区类型》（吴征镒，1991 年）、《中国植物志》（科学出版社，2004 年）、《中国高等植物》（中国科学院植物研究所，2012）、《中国高等植物图鉴》（中国科学院北京植物研究所，1972 年）、《四川植物志》（四川植物志编辑委员会，1981 年）、《中国植被》（吴征镒，1980 年）、《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）、《四川省国家野生保护与珍稀濒危植物图谱》（程新颖等，2018 年）、《四川植被》（四川植被协作组，1980 年）、《西南地区松杉柏科植物地理分布》（潘开文，2021 年）、《长江流域植被净第一性生产力及其时空格局研究》（柯金虎等，2003 年）、沿线地区 Landsat8 影像数据、沿线地区国家重点保护野生植物和古树名木调查报告、天然保护林区划界定报告以及植物区系等，以及同区域环境影响报告，《四川能投德阳（中江）燃气发电工程气源管道工程环境影响报告书》（涉及中江县）、《中江气田产能建设项目（三期）环境影响报告书》（涉及德阳市罗江区、中江县，绵阳市涪城区）等报告。

（2）现场调查法

现场调查法遵循全面与重点相结合的原则，在综合考虑主导生态因子结构与功能的完整性的同时，突出重点区域和关键时段的调查，并通过对影响区域的实地踏勘，核实收集资料的准确性，以获取实际资料和数据，记录和分析区域植被种类和分布。2026年7月，我所环评人员赴工程现场进行了实地勘察。

本项目植被现场调查分植物区系和植物群落两方面考察进行。主要是在对评价区域的植被分布情况进行初步勘察的基础上，在项目评价范围内沿着重点施工区域（如塔基等）以及植被状况良好的区域等临时和永久占地区、直接和间接影响区等不同生境，逐一进行调查，记录各区域的生境类型和植被类型，记录区域的植物种类，采集植物标本，GPS定位并按照分类学要求进行拍照。

本项目生态环境评价工作等级为三级，三级评价现状调查以收集有效资料为主，如有必要，可开展遥感调查或现场校核。采用定性描述或面积、比例等定量指标，重点对评价范围内的土地利用现状、植被现状、野生植物现状等进行分析等。

（3）植被类型划分

本次依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），参考《中国植被》（吴征镒，1980）和《中国植被分类系统修订方案》（郭柯，2020）的植物分类系统对评价范围内的植被类型进行划分，包括植被型组、植被型、植被亚型和群系（相当于群落类型）四个层次。将建群种生活型相近、群落的外貌形态相似的植物群落归为植被型组；第二级为植被型，将建群种生活型相同或近似，对温度、水分条件生态关系一致的植物群落归为植被型，同一植被型具有相似的区系组成、结构、形态外貌、生态特点及动态演变历史；第三级为植被亚型，植被亚型是高级主要分类单位植被型之下的辅助分类单位，在同一个植被型内，主要依据生境特点或生态条件，同时也参考群落外貌上的明显差异进行划分；第四级为群系，将建群种或共建群种相同的植物群落的联合为群系。本次评价主要是根据样方调查数据分析的基础上，按照上述原则逐级划分评价区内的植被类型，直至群系（相当于群落类型）水平。

4.4.1.1 评价区植物多样性与区系

（1）植物物种

根据收集的基础资料，本项目所在区域植被分区属 $IA_{3\,(4)}$ 川西平原植被小区主要为岷江、沱江两大流域冲积、洪积的菱形冲积扇平原，地形平坦，河网密布。气候温暖湿润，年均温 16—17℃。年降水量 1000 毫米左右，但分配不均，具有冬干，春旱、夏洪，秋雨、春迟，夏长、冬早的特点，作物四季均能生长。虽有冬干、春旱，但受都江堰自流灌溉之利，可靠良好的灌溉设施解决，秋雨虽多，一般结束早，利于增种晚秋作物和小春整地炕田。土层疏松易耕，深厚肥沃，因此各项作物的单产均较高，并且旱涝保收，是四川重要的粮食产地。自然植被保存较少，在村宅路旁有钢竹林，只有公园和名胜古迹等地还保留有少量的以楠楠和樟为主的风景林。

表 4-7 本工程评价区维管植物组成统计表

类群		科		属		种	
		数量	比例(%)	数量	比例(%)	数量	比例(%)
蕨类植物		9	17	15	14	20	10
种子植物	裸子植物	4	8	6	6	10	5
	被子植物	39	75	88	81	162	84
合计		52	100	109	100	192	100

由表 4-10 可知，评价区内有维管植物 52 科 109 属 192 种，其中，蕨类植物 9 科 15 属 20 种，裸子植物 4 科 6 属 10 种，被子植物 39 科 88 属 162 种。

4.4.1.2 评价区植被类型结构及分布特征

评价区内植被类型的划分按照《中国植被》分类系统，参考《四川植被》的划分方法，进行植被类型的划分，包括植被型组、植被型、群系组和群系（相当于群落类型）四个层次。结合野外调查资料，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栽培植被，其次为自然植被。自然植被包括 4 个植被型，9 个植被型组，13 个群系，为原生植被砍伐后形成的次生林；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。本项目生态环境评价区域植被型及植物种类详见表 4-11。

表4-8 本项目生态环境评价区植被型及植物种类

植被型	植被型组	植被亚型	群系	分布区域
I森林	一、常绿阔叶林	（一）典型常绿阔叶林	1. 香樟林	评价区低山丘陵坡地小片状分布
			2. 楛木林	评价区低山丘陵坡地小片状分布
	二、落叶阔叶林	（二）暖性落叶阔叶林	3. 麻栎林	评价区丘陵坡地片状分布
			4. 黄葛树林	评价区丘陵坡地广泛分布
	三、针叶林	（三）暖性针叶林	5. 马尾松林	评价区丘陵坡地小片分布
			6. 柏木林	评价区丘陵坡地小片分布
	四、竹林	（四）暖性竹林	7. 钢竹林	评价区宅旁、河谷片状分布
II灌丛	五、落叶阔叶灌丛	（五）暖性落叶阔叶灌丛	8. 马桑灌丛	评价区坡地、林缘广泛分布
III草地	六、灌草丛	（六）温性灌草丛	9. 白茅草丛	评价区广泛分布
			10. 狗牙根草丛	评价区广泛分布
IV农业植被	七、粮食作物	（七）水稻、小麦、玉米		评价区平原、河谷广泛分布
	八、经济作物	（八）油菜、花生		评价区农田片状分布
	九、果园	（九）柑橘林、桃林、梨林		评价区宅旁、农田周边片状分布

（1）香樟林

评价区的香樟林多为次生林或人工保育林，广泛分布于河流沿岸、村旁宅后及风景名胜区（如彭州丹景山、德阳旌湖两岸）。建群种为香樟（*Cinnamomum camphora*），乔木层高度10-18米，胸径20-40厘米，郁闭度约0.6-0.7。林冠浓密，四季常青，林内光照较弱。林下灌木层发育中等，盖度约20%-30%，主要伴生种包括女贞（*Ligustrum lucidum*）、红果仔、马桑（*Coriaria nepalensis*）及少量小果蔷薇。草本层盖度约15%-25%，以耐阴湿种类为主，常见沿阶草（*Ophiopogon japonicus*）、狗牙根、葎草（*Humulus scandens*）以及蕨类植物蜈蚣草和里白。该群落结构稳定，是评价区内生物多

样性较高的森林类型之一，具有显著的固碳释氧和降噪功能。

（2）桤木林

评价区的桤木林极具川西平原特色，多呈带状分布于河滩地、沟谷低湿地或作为农田防护林带。建群种为桤木（*Alnus cremastogyne*），属落叶乔木，生长迅速，乔木层高度 12-20 米，郁闭度约 0.5-0.6。由于桤木喜光且落叶，林下光照季节性变化明显。林下灌木层相对稀疏，盖度约 10%-15%，主要由喜湿种类组成，如杞柳、水麻及胡颓子幼苗。草本层发育良好，盖度可达 30%-40%，以湿生或中生植物为主，优势种包括白茅（*Imperata cylindrica*）、狗牙根、多种苔草（*Carex spp.*）及酸模叶蓼。桤木根系发达且具根瘤菌，能固氮改良土壤，该群落在涵养水源、防止河岸侵蚀及改善农田小气候方面发挥着关键生态作用。

（3）麻栎林

评价区的麻栎林多分布于低山丘陵顶部、阳坡或土层较薄的贫瘠地段，多为残存的次生落叶阔叶林。建群种为麻栎（*Quercus acutissima*），乔木层高度 10-15 米，树干通直，树皮深裂，郁闭度约 0.5-0.6。麻栎为深根性喜光树种，林内透光性较好。林下灌木层较为丰富，盖度约 20%-30%，主要伴生种有胡颓子（*Elaeagnus pungens*）、小果蔷薇（*Rosa cymosa*）、悬钩子属植物及黄荆。草本层盖度约 20%-30%，以耐旱、喜光的暖性草丛成分为主，常见白茅、狗牙根、野古草及苔草。该群落土壤多为紫色土，枯落物层较厚，分解缓慢，是评价区丘陵地带保持水土、防止石漠化的重要屏障，也是多种鸟类和昆虫的栖息地。

（4）黄葛树林

评价区的黄葛树林多散生于村旁、路旁、田坎、寺庙周围或城镇边缘，常形成具有地方文化特色的“风水林”或行道树群落。建群种为黄葛树（*Ficus virens*），属大乔木，树冠庞大开展，气生根发达，乔木层郁闭度约 0.6-0.7。林下环境湿润，灌木层盖度约 15%-25%，主要伴生种包括构树（*Broussonetia papyrifera*）、小果蔷薇、紫珠及海桐。草本层盖度约 20%-30%，物种组成多样，常见蕺草、狗牙根、牛筋草、蛇莓及鱼腥草。黄葛树寿命长、抗性强，该群落不仅具有显著的遮阴降温和美化环境功能，还承载着深厚的乡土记忆，是评价

区城乡生态景观的重要组成部分。

（5）马尾松林

评价区的马尾松林多为人工营造的水土保持林或用材林，集中分布于丘陵阳坡、半阳坡及紫色土母质发育的地段。建群种为马尾松（*Pinus massoniana*），乔木层高度 8-15 米，郁闭度约 0.5-0.6。由于松林针叶遮挡及酸性凋落物影响，林下环境较为特殊。灌木层盖度约 20%-30%，主要由喜酸植物组成，如马桑、胡颓子、杜鹃花属（如映山红 *Rhododendron simsii*）及铁仔。草本层盖度约 20%-30%，优势种包括蕨类植物芒萁（*Dicranopteris dichotoma*）、里白，以及白茅、狗牙根等。该群落结构简单，层次分明，虽然在生物多样性上略逊于阔叶林，但在改良紫色土、防止丘陵坡地水土流失方面具有不可替代的作用。

（6）柏木林

评价区的柏木林广泛分布于丘陵坡地、墓地周围、石质山地及村庄附近，多为人工林或半自然林。建群种为柏木（*Cupressus funebris*），乔木层高度 10-18 米，树形挺拔，郁闭度约 0.5-0.6。柏木林内光照适中，空气干燥清香。林下灌木层盖度约 15%-25%，主要伴生种有马桑、黄荆（*Vitex negundo*）、胡颓子等耐旱、耐瘠薄种类。草本层盖度约 20%-30%，以适应性强的中生 - 旱生植物为主，常见白茅、狗牙根、苔草、艾蒿及蒲公英。柏木根系穿透力强，能有效固定岩石缝隙土壤，该群落是评价区石灰岩及紫色土丘陵区生态修复的先锋植被，具有良好的水源涵养和景观美化价值。

4.4.1.3 重要物种

根据现场调查结合林勘单位提供的资料，本项目工程占地范围内无名木古树，项目不涉及占用湿地、天然林和公益林。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，有楮木、菱叶凤仙花等特有种共 5 种，重要物种调查结果见表 4-12。项目评价范围内无重要物种的重要生境分布。

表 4-12 本项目评价区域重要物种调查结果

序号	物种名称（中文）	物种名称（拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	极小种群野生植物（是/否）	分布区域	资料来源
1	桤木	*Alnus cremastogyne*	-	LC	是	否	评价区河滩、沟谷湿地	现场调查
2	菱叶凤仙花	*Impatiens rhombifolia*	-	LC	是	否	评价区谷溪边、路旁阴湿草地	资料收集
3	四川木姜子	*Litsea moupinensis var.szechuanica*	-	LC	是	否	评价区林缘、溪旁疏林	资料收集
4	四川清风藤	*Sabia schumanniana subsp. schumanniana*	-	LC	是	否	评价区林地边缘、灌丛中	资料收集
5	四川蜡瓣花	*Corylopsis willmottiae*	-	LC	是	否	评价区杂木林中	资料收集

4.4.2 动物

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

（1）资料收集法

本项目主要采用资料收集法收集了现有的能反映生态现状或生态背景的资料，动物调查相关资料如《四川鸟类鉴定手册》（张俊范，1997 年）、《中国蛇类》（赵尔宓，安徽科学技术出版社，2006 年）、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁，四川科学技术出版社，2012 年）、《中国鸟类分类与分布名录第三版》（郑光美，科学出版社，2017 年）、《中国鸟类图鉴》（赵欣如，商务印书馆，2018 年）、《中国两栖、爬行动物更新名录》（王剀，2020 年）、《中国兽类图鉴（第 3 版）》（刘少英，海峡书局出版社，2021 年）、《中国生物多样性红色名录 脊椎动物》（蒋志刚，2021 年）、《中国兽类名录（2021 版）》（魏辅文，2021 年）、《中国兽类分类与分布》（魏辅文，科学出版社，2022 年）、《四川省重点保护野生动物名录》（川府发〔2024〕14 号）等。

（2）现场调查法

野生动物调查采用野外实地调查、访问、查阅相关文献资料等方法进行，

调查中记录物种名、数量、海拔、生境类型、地理位置等。兽类调查时对兽类粪便、毛发、脚印和其他痕迹进行采样及识别。其中，对主要哺乳动物的种类和数量调查时，则以现场调查结合访问为主；鸟类调查时结合文献资料确定其种类组成及种群数量；两栖类和爬行类采用在评价区附近河流、溪流、水塘调查，于傍晚进行调查，依据看到的动物实体或痕迹并结合访问、文献资料进行分析整理。本项目评价范围内有东风渠等水域，鱼类调查采用观察法和询问相结合的方式进行。

本项目生态环境评价工作等级为三级，三级评价现状调查以收集有效资料为主，如有必要，可开展遥感调查或现场校核。采用定性描述或面积、比例等定量指标，重点对评价范围内的土地利用现状、野生动物现状等进行分析等。

4.4.2.1 评价区动物物种组成

根据现场调查及相关资料及《中国观鸟记录中心》记录，本项目调查区域主要为农村环境，人类活动频繁区域，评价区域共有野生动物8目28科154种，其中兽类有2目5科8种，爬行类有1目4科8种，两栖类有1目3科6种，鸟类有4目16科132种。

表4-13 本工程评价区野生动物组成统计表

序号	类别	目	比例%	科	比例%	种	比例%
1	兽类	2	25	5	18	8	5
2	爬行类	1	12.5	4	14	8	5
3	两栖类	1	12.5	3	11	6	4
4	鸟类	4	50	16	57	132	86
合计		8	100	28	100	154	100

（1）兽类

评价区共有兽类8种，隶2目5科。受人类活动强烈干扰，项目评价范围内以小型啮齿类和食虫类为主。

1）区系分析

评价区内兽类区系成分以东洋界为主，兼有广布种：

东洋界物种：5种，占62.50%，如岩松鼠、小麝鼩、黄鼬等，适应亚热带湿润气候。

广布种：3种，占37.50%，主要是伴人鼠类，如褐家鼠、黑线姬鼠、小家

鼠，其分布不受地理界限严格限制，随人类活动扩散。

2）生态分布

根据生境利用特点，分为三类：

农田与灌草丛型：主要栖息于连片农田、田埂、荒草地及低矮灌丛中。黑线姬鼠是绝对优势种，昼伏夜出，挖掘洞穴，对农作物有一定危害；华南兔零星分布于丘陵灌丛地带，警惕性高；小麝鼩和中麝鼩活跃于潮湿的田埂和草丛，捕食昆虫。

民居与仓储型：紧密依附于人类居住环境。褐家鼠、黄胸鼠、小家鼠广泛分布于农舍、仓库、下水道及垃圾堆附近；黄鼬常在夜间进入村落捕食鼠类，偶尔可见；刺猬主要分布于村边草堆或灌木丛下，偶尔可见。

森林边缘型：在评价区极少，仅岩松鼠和黄鼬会利用林区边缘的稀疏林地。

3）重要物种

保护级别：根据调查和访问，评价区无国家一级、二级重点保护兽类。

濒危等级：依据《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》，评价区所有兽类均为无危。

特有种情况：依据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷》，评价区有中国特有种1种：岩松鼠。

（2）爬行类

1）区系分析

评价区内的8种爬行动物中，东洋界物种5种（占62.50%），如翠青蛇、铜蜓蜥等，显示出明显的亚热带盆地气候特征；广布种3种（占37.50%），如多疣壁虎、赤链蛇等，分布范围广泛；无古北界物种。区系组成单一，以适应人类居住环境和农田生境的种类为主。

2）生态分布

根据微生境偏好，评价区爬行动物主要分为灌草丛型和人居环境型：

灌草丛及农田型：主要活动于田埂、荒草地、低矮灌木丛及河滩草丛中。代表物种有北草蜥，常在阳光充足的草尖上晒太阳，受惊后迅速窜入草丛；铜蜓蜥多见于落叶层较厚的林盘边缘或路边灌丛；翠青蛇和赤链蛇则穿梭于草丛

捕食蛙类和鼠类，其中翠青蛇喜食蚯蚓，常见于湿润的菜地和果园。

人居环境及水域型：主要分布于农舍墙壁、屋顶、粮仓、河边及农田水利设施附近。多疣壁虎和无蹼壁虎是典型的伴人物种，夜间在灯光下捕食昆虫，常见于农户外墙；黑眉锦蛇俗称"家蛇"，常潜入农舍捕食鼠类；乌梢蛇体型较大，活动范围广，常见于田边路旁及河流沿岸；乌龟则主要栖息于评价区的池塘、缓流河段及水田中。

3）重要物种

本次调查到的爬行动物中，无国家重点保护野生动物。无易危及以上濒危物种，所有物种濒危等级均为无危。

特有种情况：依据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷》，评价区有中国特有种1种：北草蜥。

（3）两栖类

1）区系分析

从动物地理区系成分来看，评价区地处四川盆地西部边缘，属于东洋界华中区向西过渡地带。记录的6种两栖动物中，东洋界物种4种，如泽陆蛙、花狭口蛙等，适应温暖湿润的盆地气候；广布种2种，如中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙，适应性极强，南北均有分布；无古北界物种。整体区系成分简单，具有典型的平原农区特征。

2）生态分布

根据生活习性，评价区两栖类可分为陆栖型和水栖型（含水陆两栖型）：

陆栖型（静栖型）：成体主要在陆地活动，耐旱性相对较强。白天常隐蔽在田埂土穴、砖石缝隙、松软的泥土下或居民点房前屋后的阴暗潮湿处，夜间外出觅食。代表物种为中华蟾蜍，在评价区内的农田、路边草丛及村落周边极为常见；花狭口蛙和饰纹姬蛙则多见于雨后临时积水坑或疏松土壤洞穴中。

水栖型（水陆两栖型）：终生或大部分时间离不开水域，主要栖息在评价区广泛分布的稻田、灌溉沟渠、池塘、堰塘、河流浅水区及岸边草丛中。繁殖期必须依赖静水或缓流水体产卵。代表物种包括黑斑侧褶蛙和泽陆蛙，这两种是评价区优势种，遍布各类水稻田和湿地；中国林蛙则零星分布于什邡、崇州

等地靠近丘陵的林缘溪流附近。

3）重要物种

本次调查及相关资料查询到的两栖动物中，无国家重点保护野生动物，无濒危等级物种。所有物种在《中国生物多样性红色名录》中评估等级均为无危。

（4）鸟类

1）区系分析

评价区鸟类区系成分复杂，体现了迁徙通道与留居地的叠加特征。统计显示：

东洋界物种：42种，占总数的31.82%，主要为留鸟和部分夏候鸟，如白头鹎、红耳鹎、发冠卷尾等，适应盆地常绿阔叶林及林盘生境。

广布种：68种，占总数的51.52%，占比最高，包括麻雀、珠颈斑鸠、家燕、白鹭等，这类鸟类对人为干扰耐受性强，是评价区的绝对优势类群。

古北界物种：22种，占总数的16.66%，主要为冬候鸟和旅鸟，如多种鸻鹬类（凤头麦鸡、金眶鸻）、野鸭（绿头鸭、斑嘴鸭）及部分鸻类（斑鸻），它们利用成都平原冬季温和的气候在此越冬。

整体来看，广布种占据主导地位，反映了强烈的人类活动影响。

2）居留类型

留鸟：76种，占57.58%。包括麻雀、白头鹎、珠颈斑鸠、灰喜鹊、夜鹭等，常年栖息于此，依托川西林盘和居民点繁衍。

夏候鸟：31种，占23.48%。主要在3月底至4月初抵达，9月至10月离开，如家燕、金腰燕、四声杜鹃、寿带鸟、各种柳莺等，利用评价区丰富的昆虫资源繁殖。

冬候鸟：21种，占15.91%。主要在10月至次年3月出现，以水鸟为主，如各种雁鸭类、鸻鹬类、白骨顶等，聚集在岷江、沱江支流及大型堰塘。

旅鸟：4种，占3.03%。仅在春秋迁徙季短暂停留，如部分鹬类。

评价区鸟类以留鸟和广布种为主，群落结构稳定，对人工生境依赖度高。

3）评价区域鸟类的生态分布

根据生境异质性，将评价区鸟类生境划分为四大类型：

川西林盘与农田环境：这是评价区鸟类多样性最高的生境。由高大乔木（楠木、香樟等）、竹林、灌木和农田镶嵌而成。优势种类包括白头鹎、红耳鹎、灰喜鹊、大山雀、棕头鸦雀、八哥、丝光椋鸟等雀形目鸟类，以及珠颈斑鸠、山斑鸠等。此处也是黑鸢、红隼等猛禽的主要巡飞觅食区（捕食鼠类）。

水域与湿地环境：包括河流（如绵远河、鸭子河）、沟渠、池塘和稻田。主要分布鹭科鸟类（白鹭、夜鹭、池鹭、牛背鹭）、鸭科鸟类（绿头鸭、小䴙䴘）以及鸻鹬类（凤头麦鸡、白腰草鹬）。普通翠鸟和白胸翡翠常见于河岸树枝上捕鱼。

居民点与建筑环境：包括农舍、厂房、电线杆等。家燕、金腰燕在屋檐下筑巢；麻雀、褐头山雀在缝隙中栖息；多疣壁虎伴生；大嘴乌鸦、喜鹊常在开阔地或垃圾堆放点觅食。

灌草丛与荒地环境：分布于田埂、河滩荒地。常见鹌鹑、雉鸡（偶见）、红尾伯劳、黑喉石鸭以及各类鹀类（黄喉鹀、栗耳鹀）。

4）重要物种

根据调查和资料核实：

国家重点保护：记录到国家二级保护野生动物2种，为普通鵟和黑鸢。猛禽在评价区多为零星过境或季节性觅食，未发现固定繁殖巢穴或集中夜宿地，种群密度极低。

濒危等级：所有记录物种在《中国生物多样性红色名录》中均为LC（无危），无CR、EN、VU级物种，无极小种群野生植物对应的依赖动物。

特有种：无中国特有鸟类分布（如绿尾虹雉等高山特有种在本区域无记录）。

5）鸟类迁徙通道

根据《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划（2024—2030年）》，全球有9条主要候鸟迁飞通道，其中4条经过中国，分别为东亚—澳大利西亚迁飞通道、中亚迁飞通道、西亚—东非迁飞通道以及西太平洋迁飞通道。

“西亚—东非迁飞通道”的候鸟从蒙古进入新疆，跨越青藏高原后进入印度半岛，飞跃印度洋，最后在非洲落脚；“中亚迁飞通道”北起俄罗斯西伯利亚，

途经中亚，南至西亚和南亚等地，在我国，此迁飞通道主要经过中部和西部地区，主体包括青藏高原和新疆。“东亚—澳大利西亚迁飞通道”北起俄罗斯远东地区和美国阿拉斯加，途经中国、韩国、日本等东亚区域，南至东南亚和大洋洲，在我国，此通道主要覆盖东北、华北、华中、华东、华南、南海以及西南、西北的部分区域。“西太平洋迁飞通道”北起俄罗斯远东地区以及美国阿拉斯加的北极和亚北极区域，经过美国夏威夷等太平洋岛屿和太平洋西部区域，南至澳大利亚、新西兰等10余个国家和地区。在我国，此迁飞通道主要覆盖东部沿海地区及包括东海、南海诸岛在内的太平洋岛屿。

1）鸟类区系特征

评价区域地处四川盆地成都平原北部，动物地理区划属于东洋界华中区四川盆地亚区，同时处于古北界、东洋界物种双向渗透的典型过渡地带。区域鸟类群落兼具两大动物地理界物种特征：

东洋界物种以各类画眉科、噪鹛、雉类、部分夏候鸟为主，多常年栖息于林地、灌丛生境，夏季在区域内完成筑巢繁殖；古北界物种主要为春秋迁徙途经的旅鸟、冬季来区域越冬的冬候鸟，以雁鸭类、鸻鹬类、多种猛禽为主；同时分布大量广布种鸟类，对生境适应性强，广泛见于农田、村落、滨水地带。

总体来看，非迁徙季节以留鸟、东洋界夏候鸟占优势；春秋迁徙季大量古北界旅鸟汇入，鸟类群落多样性显著提升。农田、村落生境鸟类以广布种为主；滨水湿地、林地生境珍稀保护鸟类出现概率更高。项目评价范围内以农田、村落人工生境为主，林地呈零散小块分布；区域无法定重要湿地，仅分布稻田、灌溉渠、小型塘堰等季节性人工浅水水域。

2）居留类型组成

结合实地观测与历史文献记录，将评价范围内鸟类按照居留型划分为留鸟、夏候鸟、冬候鸟、旅鸟四类：

①留鸟：常年栖息于区域内，不进行长距离南北迁徙，可全年在评价范围内觅食、筑巢繁殖。代表物种包含红嘴蓝鹊、乌鸫、白头鹎、珠颈斑鸠、灰喜鹊、红腹锦鸡（区域林地零星分布）、多种啄木鸟等。多数留鸟常年活动范围相对固定，在林地、村庄周边构筑巢穴，每年3～7月为集中繁殖期。

②夏候鸟：每年春季4月前后抵达本区域，利用区域充足昆虫资源完成筑巢、产卵、孵化、育雏，秋季9月向南撤离。代表物种包含大杜鹃、四声杜鹃、黑枕黄鹂、多种柳莺、燕类等，主要栖息于成片林地、滨水灌丛。

③冬候鸟：每年10月陆续抵达区域越冬，次年3～4月向北返回北方繁殖地，主要依赖区域湿地、稻田、浅滩获取食物。代表性物种包含黑鹳、普通鸬、凤头麦鸡、绿翅鸭、绿头鸭、红胁蓝尾鸲等水鸟、猛禽。

④旅鸟（过境候鸟）：仅在春季、秋季迁徙途中短暂停歇、补给能量，不在本区域越冬或繁殖，停留时间通常为数天至两周。旅鸟种类丰富，以各类猛禽、鸻鹬类小型涉禽、小型鸣禽为主，是东亚—澳大利西亚迁飞通道最具代表性鸟类类群，也是发生鸟撞风险最高的群体。

本项目评价区域处于东亚 — 澳大利西亚国际候鸟迁飞通道内陆停歇区段，是候鸟春秋南北迁徙过程中重要的觅食、补给中转区域。结合区域陆生野生动物调查资料，区域鸟类兼具古北界、东洋界物种特征，物种包含留鸟、夏候鸟、冬候鸟及迁徙旅鸟；每年春季 3～5 月、秋季 9～11 月为候鸟迁徙高峰，大量水鸟、猛禽、小型林鸟沿河渠、林地、农田廊道低空移动。

工程对鸟类的不利影响分为施工期与运行期：施工期机械噪声、人员活动、地表扰动会干扰鸟类正常觅食栖息，若在鸟类繁殖季临近巢区开展施工，易造成亲鸟受惊弃巢，降低繁殖成功率；运行期主要生态风险为鸟撞风险，在晨昏、阴雨、大雾等低能见度条件下，迁徙候鸟难以识别架空导线，存在飞行碰撞导线风险，大型猛禽、集群迁徙水鸟风险相对突出；同时杆塔横担存在鸟类筑巢引发线路安全隐患的问题。

为降低工程对鸟类的不利影响，防控鸟撞风险，拟采取针对性保护措施：线路选址尽可能避让鸟类集中区、集中停歇地；临近鸟类关键生境区段优先优化塔位；鸟类繁殖期（3～7 月）减少人为惊扰；在跨渠滨水带、林地边缘等候鸟高频迁徙路段导线上布设航空警示球、闪光警示装置，提升导线可视性。

本项目位于德阳市、绵阳市，位于全国鸟类“东亚—澳大利西亚迁飞通道”上，根据《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划（2024—2030年）》中国候鸟关键栖息地与迁飞通道关系示意图，但不位于候鸟关键栖息地上，通过采取高

杆塔设计、时间管控、噪声控制、生态保护和污染防控等措施，可大幅降低对鸟类迁徙的影响，总体影响在可接受范围内。

4.4.2.2 评价区动物优势物种组成

评价区动物优势物种组成呈现出鲜明的"平原农区-川西林盘"特征，群落结构高度适应人类活动干扰，以小型化、广布化、伴人化物种为绝对主体；其中鸟类以树麻雀、白头鹎、珠颈斑鸠、灰喜鹊等林盘鸣禽及白鹭、夜鹭、小鸊鹈等水域涉禽为优势，冬季叠加绿头鸭等越冬水鸟；兽类完全由黑线姬鼠、褐家鼠等啮齿类及黄鼬、小麝鼩等小型食虫/食肉类主导，缺乏大型兽类；两栖爬行类以黑斑侧褶蛙、泽陆蛙、中华蟾蜍及多疣壁虎、黑眉锦蛇等常见农田与伴人物种为主；鱼类则由鲫鱼、鲤鱼、泥鳅、黄颡鱼及餐条、麦穗鱼等广布性鲤科小型鱼类构成核心种群；整体而言，该区域优势物种多为营养级较低的无保护级别物种，无珍稀濒危或特有物种的集中分布与关键生境依赖，生态系统结构简单但对人为干扰具有较强的耐受性与恢复力。

4.4.2.3 重要物种

根据现场调查结合《国家重点保护野生动物名录》、《四川省重点保护野生动物名录》等资料，本项目评价范围内无《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。项目评价范围内无重要物种的重要生境分布。根据《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》（国家林业和草原局公告 2023 年第 23 号）核实，本项目不涉及陆生野生动物重要栖息地。

表 4-14 本项目评价区域重要物种调查结果

类群	序号	物种名称	物种名称（拉丁名）	保护级别	濒危等级	中国特有种（是/否）	分布区域	资料来源
兽类	1	岩松鼠	*Sciurotamias davidianus*	/	LC	是	评价区林地边缘稀疏林地	资料收集
爬行类	2	北草蜥	*Takydromus septentrionalis*	/	LC	是	田埂、灌草丛	调查+资料收集
鸟类	3	普通鵟	*Buteo japonicus*	国家二级	LC	否	农田、林缘上空	资料收集
	4	黑鸢	*Milvus migrans*	国家二级	无危	否	疏林林缘地带，偶见	资料收集

4.4.3 生态系统现状调查

基于卫星遥感影像、现场调查核实，按照《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》（HJ1166—2021）要求，对评价区域生态系统开展遥感解译与调查，同时结合区域土地利用现状、植被类型等解译和调查结果，将评价范围内生态系统分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、城镇生态系统和农田生态系统共五大类。

4.4.4 生态环境敏感区

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、自然资源等主管部门，本项目不涉及国家公园、自然保护区、其他自然保护地、世界自然遗产、重要生境等生态敏感区（即法定生态保护区域、重要生境以及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域）。

国务院以关于《四川省国土空间规划（2021—2035年）》的批复（国函〔2024〕9号）批复了"四川省国土空间规划（2021—2035年）"成果，根据四川省政务服务网"生态环境分区管控数据分析系统"和"生态环境分区管控符合性分析"查询结果，本项目不在"四川省国土空间规划"划定的生态保护红线范围内，符合生态保护红线管控要求。

综上所述，本项目不涉及国家公园、自然保护区、自然公园、世界自然遗产、生态保护红线等生态敏感区。

4.5 地表水现状评价

4.5.1 德阳市

本次环评引用德阳市生态环境局公开发布的2025年德阳市生态环境状况数据。2025年，全市地表水水质优良（I~III类）比例为100%，与2024年相比持平。全市共布设21个地表水监测断面，其中优类（I~II类）水质断面占比为57.1%，良好类（III类）水质断面占比为42.9%。

本项目在德阳市境内跨越的地表水，水质总体呈优，I~III类水质断面占比100%。

由以上分析可知，项目区域水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准。

4.5.2 绵阳市

根据《2025年绵阳市环境质量状况年报》中地表水环境质量状况可知：2025年，绵阳市国、省、市地表水断面水质类别均为I~III类（优良水体），地表水优良率100%。河流中，涪江、通口河、凯江、梓江、安昌河、平通河、青竹江、秀水河整体水质优；芙蓉溪、魏城河水质良。湖库中，沉抗水库水质优、鲁班水库水质良，均呈中营养状态。

本项目在绵阳市境内涉及涪城区，项目区域水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准。

综上所述，项目区域地表水环境质量较好，均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准。

4.6 大气环境状况评价

根据德阳市、绵阳市生态环境局公开发布的2025年生态环境质量数据，2025年大气污染物浓度见表4-15。

表4-15 项目区域大气环境状况　单位：ug/m3,CO单位为mg/m3

行政区	大气污染物浓度					
	SO_2	NO_2	CO	O_3	PM_{10}	$PM_{2.5}$
绵阳市	7.2	22.2	1	144.0	50.6	31.6
德阳市	4	23	1	166	53	36
过渡阶段二级标准	60	40	4	160	60	30

本项目涉及德阳市、绵阳市，按照《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段二级标准进行评价，德阳市大气污染物SO_2、NO_2、CO、PM_{10}浓度均达标，$PM_{2.5}$、O_3浓度不达标；绵阳市大气污染物SO_2、NO_2、CO、PM_{10}、O_3浓度均达标，$PM_{2.5}$浓度不达标。

综上所述，项目涉及的德阳市，绵阳市属于不达标区。但是本项目不属于大气污染型项目，项目除施工期产生少量扬尘，运输和施工机具产生少量尾气外，不会对区域大气环境产生明显影响。

4.7 既有项目回顾性评价

（1）富乐 500kV 变电站

根据资料收集，富乐 500kV 变电站前期环保验收手续齐全，变电站运行期间未发生环境污染事故，未造成环境污染情况。站内设置 1 座 6m³ 主变事故油池+1 座 60m³ 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。变电站单相主变和高抗之间设置了防火墙，其中主变防火墙高 7.6m，高抗防火墙高 6m。3#主变东南侧围墙上加装声屏障总高至 5.0m（即围墙高 4.0m、隔声屏障 1.0m），总长 194m。新增 3#主变防火墙，高 8.4m，长 14.0m，防火墙间距为 12.5m。其余围墙高度均为 2.5m。生活污水利用站内地埋式生活污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排。根据与建设单位核实及现场调查，变电站自投运以来未发生因环境污染而引起的投诉事件，暂未产生废蓄电池和事故废油，未发生环境污染事故，也未发现环境遗留问题。

（2）钟鼓楼 500kV 变电站

根据资料收集，钟鼓楼 500kV 变电站前期环保验收手续齐全，变电站运行期间未发生环境污染事故，未造成环境污染情况。站内设置 1 座 85m³ 主变事故油池用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；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。变电站设置 2.5m 高的围墙。各相主变之间设置高 8.5m 的防火墙，变电站北侧围墙顶部设置隔声屏障，总高 5m（4m 高围墙+1m 高隔声屏障），长 182.3m；在变电站北侧、西侧围墙顶部设置隔声屏障，总高 3m（2.5m 高围墙+0.5m 高隔声屏障），长 216.5m；在变电站南侧围墙顶部设置隔声屏障，总高 5m（4m 高围墙+1m 高隔声屏障），长 220m。监测期间电磁环境及声环境均满足相应标准要求。生活污水利用站内地埋式生活污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排。根据与建设单位核实及现场调查，变电站自投运以来未发生因环境污染而引起的投诉事件，暂未产生废蓄电池和事故废油，未发生环境污染事故，也未发现环境遗留问题。

（3）绵州 500kV 变电站

根据资料收集，绵州 500kV 变电站间隔调整工程前期环保验收手续齐全，变电站运行期间未发生环境污染事故，未造成环境污染情况。站内设置 1 座 90m^3 主变事故油池用于收集主变压器事故时产生的事故油，事故油经事故油池进行油水分离后，少量事故废油由有资质的单位处置，不外排；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。变电站东侧设置长度 95m 的 5m 高围墙及长度为 48.5m 的 4m 高围墙，围墙顶部均加装 1m 隔声屏障；南侧设置长度 120m 的 4m 高围墙及长度为 116m 的 5m 高围墙，围墙顶部均未加装隔声屏障（围墙顶部预留有安装隔声屏障的螺栓）；西侧设置长度 166.5m 的 2.5m 高围墙，西侧围墙顶部设 1m 高、126.5m 长的隔声屏障；北侧设置长度 259m 的 2.5m 高围墙，围墙顶部未加装隔声屏障（围墙顶部预留有安装隔声屏障的螺栓）。监测期间电磁环境及声环境均满足相应标准要求。生活污水利用站内地埋式生活污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排。根据与建设单位核实及现场调查，变电站自投运以来未发生因环境污染而引起的投诉事件，暂未产生废蓄电池和事故废油，未发生环境污染事故，也未发现环境遗留问题。

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	变电部分	线路部分
生态环境	/	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、建筑垃圾、弃土	生活垃圾、拆除固体废物
地表水环境	施工废污水	施工废污水

5.1 生态环境影响分析

5.1.1 对土地利用类型的影响

5.1.1.1 永久占地

本次扩建川北 1000kV 变电站、钟鼓楼 500kV 变电站、绵州 500kV 变电站间隔调整工程等均在站内预留场地进行扩建，不涉及新增用地。

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

5.1.1.2 临时占地

本项目临时占地面积为 36.724hm^2，项目占地以临时占地为主，但这部分占地在施工结束后会进行土地复垦、表土回铺、植被恢复成原有地类，能够将占地影响降到最低。项目施工后期，项目实施机构根据临时用地复垦的相关政策，对临时占地进行土地整治（包括平整、覆土、土壤深翻等），根据原有使用功能，在临时占地使用结束后结合适宜条件进行复耕或绿化恢复，可以有效降低新增水土流失、将其恢复为原地貌类型。因此项目临时占地对评价区土地利用格局的影响小。

5.1.2 项目建设对植被的影响

5.1.2.1 变电工程

本次扩建川北 1000kV 变电站、钟鼓楼 500kV 变电站、绵州 500kV 变电站间隔调整工程均在站区围墙内预留场地进行，不涉及对站外植被破坏。

5.1.2.2 线路工程

本工程输电线路永久占地和临时占地均会对当地植被造成一定的破坏。永久占地将会改变原有地貌，扰动破坏部分区域植被生境。

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

本线路所经区域地形为平地、丘陵、山地，土地利用类型主要为耕地、林地、园地，植被类型主要为栽培植被，其次为自然植被，栽培植被主要有水稻、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；自然植被包括阔叶林、竹林、灌丛、草丛等，自然植被代表性物种为桤木等。这些受影响的植被型和植物物种在评价区内均广泛分布，本项目建设不会导致评价区的植被型和植物物种消失，也不会改变区域植物物种结构。线路塔基占地由于铁塔实际占用范围仅限于其4个塔腿，施工期间只砍伐少量塔基占地范围内树木，砍伐量相对较少，故施工建设损害的植株数量较少，且这些植物均为评价区常见种类，因而不会使沿线林木群落发生地带性植被类型的改变，也不会对沿线生态环境造成系统性的破坏；施工结束后塔基中间部分可依据周边灌木和草本植物种类进行植被恢复或复耕，逐步恢复其原有土地性质和生态功能。

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

物植被影响较小。

（1）对林地的影响

项目占用林地面积较少，但从评价范围的林地面积来分析，项目占用林地面积更小，加之大部分占用为临时占用，可在建设期结束后进行植被恢复，因此项目占用林地对整个评价范围林地中生物多样性、生态功能影响较小。

本项目线路路径尽量避让林木密集区，不可避让穿越林木密集区时，施工期间不进行施工通道砍伐，对于自然生长高度不超过2m的灌木丛原则上不砍伐，导线与树木（考虑一定时期树木自然生长高度）最小垂直距离不小于7m，在最大风偏情况下与树木的净空距离不小于7m的树木不砍伐。

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

根据设计资料，本项目线路估计砍削树木主要为栎木、柏木等当地常见树种。

上述树种在项目区域广泛分布，因此工程建设不会对区域植物物种种类、数量、植被 分布面积等造成明显影响。

（2）对灌丛植被的影响

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

（3）对草本植物的影响

本项目塔基呈点状分散布置，不会造成大面积草本植物破坏。塔基永久占

地将改变土地性质，但塔基永久占地面积较小，施工期间尽量对占地区域的表土进行剥离和集中堆放，保存植被生长条件，用于临时占地区域的植被恢复；通过规范施工人员的行为、禁止对草本植物进行踩踏等措施，能最大限度地减小对草本植物的干扰；临时占地在施工结束后采取播撒草籽的方式进行植被恢复，因此，本项目建设对草本植物的影响比较轻微。

（4）对作物、经济林木的影响

从评价区整个耕地、园地面积看，占用耕地、园地造成的影响较微弱。同时耕地、园地景观类型十分依赖人类，只要人类加以干预和主观的调控，被影响的生态系统将会得到迅速恢复，因此占用一定面积的耕地、园地对区域内居民影响不大。但对于永久占地，应按照国家相关政策对征用土地进行赔偿，对于临时占地，施工结束后及时进 行土地整治和复耕，尽快恢复原地貌类型，恢复其原有的生产能力。

本项目线路所经区域地形主要为平地、丘陵，主要为农村环境，栽培植被分布广泛，主要为水稻、小麦、玉米、油菜等作物及柑橘树、枇杷树、桃树等经济林木，均在当地广泛分布。本项目塔基仅在局部区域占用小块耕地、园地，对栽培植被的破坏范围和程度有限；施工道路尽量利用既有道路进行拓宽，占用少量耕地、园地，牵张场也尽可能按占用少量耕地、园地设置，降低对作物、经济林木的破坏。因此，本项目建设不会对当地作物和经济林木面积和产量造成明显影响，对栽培植被影响小。

（5）对植被多样性的影响

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

本工程永久占地和临时占地均会对当地植被造成一定程度的破坏，但不会影响区域栽培植被和自然植被类型；塔基永久占地改变土地性质，原有植被将遭到破坏，但本项目线路塔基呈点位间隔布置，施工点分散，单塔占地面积较小，不会造成大面积植被破坏，不会对当地自然植被产生切割影响，不会改变区域生态系统的稳定性；临时占地在一定程度上会对区域植被产生干扰影响，但临时占地时间短，施工期间采取表土剥离等植被保护措施，施工结束后采取

植被恢复措施，能尽量降低对占地区域植被的影响程度。本项目线路路径尽量避让林木密集区，在保证线路技术安全的前提下，通过提升导线架设高度和增大档距，减少位于林木密集区的铁塔数量，减少对林木的砍伐，塔基尽量选择在林木稀疏位置，仅对塔基处无法避让的树木进行砍伐，本项目线路估计砍削树木主要为桤木、柏木等当地常见树种，在项目区域广泛分布，不会对其物种种类、数量、植被面积等造成明显影响。

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

（6）对区域重要物种的影响

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

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

5.1.3 项目建设对动物的影响

5.1.3.1 变电工程

本次扩建川北1000kV变电站、钟鼓楼500kV变电站、绵州500kV变电站间隔调整工程均在站区围墙内预留场地进行，不涉及对站外动物造成影响。

5.1.3.2 线路工程

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

（1）对兽类动物的影响

本项目评价区野生兽类如岩松鼠、黄鼬、刺猬等均属于当地常见小型动物。项目建设对兽类的影响主要是工程占地对其活动区域的破坏，同时施工作业和施工机械持续产生的噪声会使评价区内胆小、警觉性高的哺乳动物向评价区纵深迁移，一些分布广泛、敏感性相对较低且耐受能力强的小型兽类如鼠类等可能会在工程区活动，导致这些动物在评价区内分布格局局部发生变化，但不会引起评价区内兽类物种丰富度的减少。由于变电站占地面积小、线路塔基占地面积小且分散，不会对其种类和分布格局造成 较大的影响。上述小型兽类都具有较强的适应能力、繁殖快，适应范围广，具有很强 的迁移能力，施工不会使它们的种群数量发生明显波动。项目周边分布有高速公路、国道、省道及众多乡村道路车流量大，人类活动比较频繁，大、中型兽类在占地影响区域内相对活动较少，不涉及大型兽类迁徙通道，项目建设对大中型兽类影响很小。

（2）对爬行类动物的影响

本项目对爬行类的影响主要是施工区的植被将遭到一定程度的破坏，给爬行类动物的生境带来干扰；各类施工活动和施工占地，将使爬行类动物生存的生境变得干燥；施工人员可能会捕捉评价区内分布的蛇类，导致评价区域爬行动物的种群数量下降，很可能将改变爬行动物的物种组成；施工机械运转、车辆运输等产生的干扰，有可能使施工区域内的爬行动物向外迁移，从而使评价区内爬行动物的物种种群数量有所减少，受影响的主要是评价区内分布较广的北草蜥、黑眉锦蛇等，但不会直接伤害个体。本项目影响范围较小，且评价区爬行类种群数量很小且个体活动隐蔽、反应敏捷、活动能力强，对人类活动干扰有一定适应能力，能及时躲避人类不利干扰，由原来的生境转移到远离施工区的相似生境生活，在加强施工人员的管理、杜绝捕猎蛇类的行为前提下，本项目建设不会导致评价区爬行类物种减少，不会使爬行类种群数量发生明显改变。

（3）对两栖类动物的影响

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

（4）对鱼类动物的影响

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

（5）对鸟类动物的影响

本项目对鸟类的影响主要表现在以下两个方面：

施工区的森林、灌丛等群落将遭到一定程度的破坏，减少鸟类活动地面积，本项目输电线路为点状的线性工程，塔基施工点分散，各塔基占地面积很小，施工扰动区域面积很小且分散，施工结束后对临时占地采取植被恢复等措施能逐步恢复原土地利用功能，同时施工区的森林、灌丛等群落在当地均有大面积

分布。因此，本项目建设仅永久占地略微减少鸟类生活面积，但不会对鸟类生境产生明显影响。

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

本项目变电站、线路均位于鸟类迁徙通道上，工程施工期的施工噪音可能会对迁徙鸟类产生影响，鸟类迁徙分为春迁和秋迁两季，春迁主要在3月底至4月底，秋迁主要在9、10月份，线路在迁徙季节避免高噪施工，加强施工管理，不会对鸟类迁徙造成干扰。

（6）对区域重要物种的影响

根据现场调查结合收集的资料，本项目评价范围内有国家II级重点保护鸟类2种（黑鸢、普通鵟），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，有特有动物2种（岩松鼠、北草蜥）。

从鸟类的生活习性和生态类群上分析，黑鸢、普通鵟等国家二级保护动物为猛禽，善于飞行，一般在评价区上空盘旋，觅食和活动范围广，躲避干扰的能力极强，正常施工干扰不会直接伤害到这些猛禽类个体；加强施工管理，严禁施工人员主动采取诱捕等行为，施工活动不会造成保护鸟类个体伤害；施工噪声、粉尘等干扰将对保护鸟类有一定的驱离作用，但是随着施工结束，上述不利环境影响将消除。

岩松鼠、北草蜥个体活动隐蔽、反应敏捷、活动能力强，具有一定的躲避

危害能力，在场地施工初期，施工活动扰动轻微，对个体有驱离作用，通过加强施工管理与宣传教育，严禁施工人员主动伤害易危种，施工活动不会对区域乌梢蛇、黑眉锦蛇物种数量造成明显不利影响。中国特有种在评价区分布较广，数量较多，在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生动物保护知识的宣传，通过严格规范施工管理人员活动，严禁人为捕捉的现象发生，项目施工不会对中国特有种造成明显影响。

本项目线路跨越水体时均采用一档跨越，不在水中立塔，占地范围和施工范围均不涉及水域，不会影响被跨越水体的水环境质量和水域功能，也不会影响两栖爬行类动物的栖息环境。

在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生动物保护知识的宣传，尤其是针对保护动物等的外观、特性印发图册进行宣传，在施工过程中若遇到上述重点保护野生动物，应按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中相关要求"施工区发现有保护动物时应暂停施工，并实施保护方案"，禁止挑衅、捕猎，应立即停止周围200m范围内的所有施工活动，特别是禁止爆破和施工人员主动捕捉，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。

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

5.1.4 对生态系统的影响

区域生态现状基本良好，总体上物种组成较为丰富，区域生态系统的抵抗力和恢 复力较为良好，稳定性较为良好。此外，区域生态体系组成也较为丰富，自然生态系 统自我调节能力相对较好，只要不超过其承受限度后，自我恢复较为容易。虽然项目 施工期会对区域生态环境产生一定的影响，影响主要为工程占地对局部植被的破坏的影响，施工扰动水土流失影响。

1）对生态系统多样性的影响

生态系统多样性指的是一个地区的生态多样化程度，是一个区域不同生态系统类型的总和。项目建设塔基永久占地以及牵张场、塔基施工临时场地、施

工场、临时道路等各项临时占地将占用一定的林地、耕地和荒地的自然植被，但所占群落植物种类均为区域常见和广布种，如马尾松、香樟、桤木、马桑、栽培植被等。在项目施工期结束后，会采取相应措施对临时占地植被进行恢复，因此项目建成后评价区内的陆生生态系统组成类型不会减少，对区域生态系统多样性影响较小。

2）对生态系统完整性的影响

生态系统完整性是在生物完整性概念的基础上发展起来的，且因"系统"的特性，其内涵更加丰富。从系统的角度考察完整性，包括三个层次：一是组成系统的成分是否完整，即系统是否具有本生的全部物种，二是系统的组织结构是否完整，三是系统的功能是否健康。

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

此外在未加强施工管理的情况下，施工人员或进出评价区的其他人员可能惊扰、捕猎工程附近区域的两栖类、爬行类、鸟类、兽类动物，以及破坏施工区外植被，可能会对一定区域内的生态系统群落结构带来轻微影响。

3）对生态系统稳定性的影响

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

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

4）对生态系统功能的影响

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

5）对生态系统服务价值的影响预测

项目的建设实施通过改变土地利用类型，进而改变生态系统的生态服务功能，降低生态系统的服务价值。虽然项目建设对生态服务价值有一定程度的负面影响，但是项目建设过程中的一系列生态举措，包括绿化、复垦以及控制占地面积等，使得生态服务价值损失最小化。充分体现建设项目的生态保护原则。同时、输变电工程作为经济、社会发展的基础设施，其建设实施有利于满足社会电力负荷日益增长需要，以及提高供电可靠性等，为当地发展带来长期的效益，因此本工程建设对生态系统服务价值影响预测为小。

根据现场调查和既有500kV线路施工迹地恢复情况，施工迹地已恢复耕作。

本项目施工量小，施工时间短，项目所在区属于农村环境，人类活动频繁，项目施工期对生态环境总体影响较小。通过采取合理的防护措施，能够将工程对沿线地区生态系统的影响降至较低程度。

5.2 声环境影响

5.2.1 变电工程

本次扩建钟鼓楼 500kV 变电站在站区围墙内预留场地进行，施工工序主要为设备安装。预测模式采用《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）工业噪声中室外点声源预测模式。本次仅考虑噪声的几何衰减。

在距离点声源 rm 处的噪声值按下式计算：

$$L_p(r)=L_p(r_0)-20\lg(r/r_0)$$

式中：$L_p(r)$ ——预测点处声压级，dB；

$L_p(r_0)$ ——参考位置 r0 处的声压级，dB；

r ——预测点距声源的距离；

r_0——参考位置距声源的距离。

根据《低噪声施工设备指导名录（2024 年版）》、《噪声与振动控制工程手册》等，变电站设备安装阶段施工噪声最大的施工机械为起重机，声压级 71dB(A)（距离设备 1m 处）。本次不考虑地面效应及围墙隔声量。变电站施工噪声随距施工机具距离变化的预测值见表 5-2。

表 5-2 变电站扩建施工噪声随施工机具距离变化的预测值　　单位：dB（A）

施工阶段 \ 距机具距离（m）		1	5	10	14	20	32	56	75	80	90	95	125	130	200	235
施工机具贡献值	设备安装阶段	93	79	73	70	67	63	58	56	55	54	53	51	51	47	46

在设备安装阶段，设备安装阶段，距施工机具 14m 以内为昼间噪声超标范围。本项目钟鼓楼 500kV 变电站扩建间隔距离站界最近距离约 15m，可见，设备安装阶段站界噪声昼间均满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）（昼间 70dB（A））要求。

表5-3 变电站施工期在环境敏感目标处噪声预测值 单位：dB（A）

编号	噪声预测点	距站界/施工设备距离（m）	现状值	设备安装阶段		标准值
				贡献值	预测值	
			昼间		昼间	昼间
37	中江县**********居民房	127/148	53	50	**55**	60
38	中江县**********居民房	118/278	44	44	**47**	60
39	中江县**********居民房	131/340	43	42	**46**	60
40	中江县**********居民房	159/180	44	48	**49**	60

注：*—监测点。

从表5-3可知，在设备安装阶段，环境敏感目标处昼间施工噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）（昼间60dB（A））标准要求。

本项目基础施工量小，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。

5.2.2 输电线路

在采取限制夜间施工、采用低噪声设备、线路施工场地临时围挡的噪声污染防治措施后，施工噪声对外环境的影响将被减至最低程度。根据输电线路塔基施工特点，各施工点施工量小，施工时间短，单塔累计施工时间一般在2个月以内。施工结束后，施工噪声影响亦会结束。

在后续施工图设计阶段，塔基定位设计及牵张场区选取应尽可能远离声环境保护目标，尽可能利用地形、树木等遮挡噪声的作用。在施工阶段优先采用低噪声施工设备、依法限制夜间施工、优化施工布置、对高噪声设备施工时在施工场地边界建立临时围挡等措施后，本工程线路施工噪声对周边环境的影响能够满足《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）要求，对周边声环境保护目标不会产生显著不利影响，并且施工结束后噪声影响即可消失。

5.3 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。变电站扩建施工扬尘主要集中在施工区域内，包括：土方开挖产生土壤、砂石扬撒，车辆运输产生尘土飞扬，间隔基础施工产生混凝土浆料扬撒等；线路施工扬尘集中在塔基和施工运

输道路处，施工点分散，各施工点产生的扬尘量较少。

本项目线路主要位于农村地区，为了尽量降低施工扬尘影响，在施工期间，建设单位和施工单位应按照《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则（试行）》（川建发〔2018〕16 号）要求采取相应的扬尘控制措施，执行《四川省打赢蓝天保卫战等九个实施方案》（川府发〔2019〕4 号）。建设工地要按照"十必须，十不准"要求对发现问题进行整改，确保各项措施落实到位，包括：

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 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 不得超过车辆档板，防止撒落；

④ 运输车辆限制车速，出施工场地应进行车轮冲洗；

⑤ 施工区域、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，并进行撒播草籽、植被恢复，避免造成二次扬尘。

⑧ 运输车辆经过村庄应减速缓行，严禁超速。

⑨ 建设单位应在施工合同中确定扬尘污染防治目标及施工单位扬尘污染防治责任，施工作业人员上岗前，施工单位应组织以国家法律法规、技术规范、管理制度和 操作规程为主要内容的扬尘防治入场教育培训和考核等；

⑩ 施工过程中，施工单位应落实扬尘管理责任人，加强施工扬尘防治，积极配合上级环境管理部门的监管工作。

综上所述，本工程施工点位分散、各施工点产生的扬尘量不大，采取上述扬尘控制措施后，施工期不会对区域大气环境产生明显影响。

5.4 固体废物影响

5.4.1 变电工程

扩建钟鼓楼 500kV 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5-3。

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）
钟鼓楼500kV变电站	20	22.6

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，多余余土运至中江县建筑垃圾调配场堆放，对当地环境影响较小。

5.4.2 线路工程

施工期固体废弃物主要为施工过程中产生的土石方、施工人员产生的生活垃圾、拆迁产生的建筑垃圾以及交流线路改造工程拆除产生的废旧导线、塔材、绝缘子等材料。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	300	339

对于废旧导线、废旧塔材、绝缘子等废旧材料若不妥善处理势必会造成金属资源浪费，不利于资源的再利用；混凝土块等建筑垃圾若处理不当，不利于土地原有功能的恢复；产生的生活垃圾若不妥善处置，会污染环境。

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；废旧导线、废旧塔材、绝缘子等废旧材料部分属于可重复利用材料，由施工单位现场收集交由相关单位回收。拆除的基础属建筑垃圾，应定期清运至当地政府部门指定地点处置。施工完成后及时做好迹地清理工作，以免影响后期土地功能的恢复。通过采取以上措施，项目对当地环境影响较小。

5.5 水环境影响

5.5.1 变电工程

扩建钟鼓楼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。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5-6。

表5-6 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）
钟鼓楼500kV变电站	30	3.9	3.51

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，不会对变电站所在区域的地表水产生影响。

5.5.2 线路工程

（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300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5-7。

表5-7 施工期间生活污水产生量

位置	人数（人/天）	用水量（t/d）	排放量（t/d）
输电线路	300	39	35.1

虽然项目施工高峰期人数较多，但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为，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。

（4）水环境敏感目标

本项目线路穿越涪城区杨家镇罗汉寺村小岛水库饮用水水源二级保护区及准保护区，除此之外不涉及其他地表水饮用水水源保护区、重要湿地等水环境敏感目标。

在水源保护区范围内施工时，通过进一步加强施工活动管理，避开雨季施工，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；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定期清掏，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池集中转运；对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行复耕或植被恢复；同时严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入保护区的水域范围，禁止施工废水、生活污水、生活垃圾、废油、弃土等排入水体，严禁在水域内清洗机具、捕鱼、渣土下河等破坏水资源的行为；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。禁止进入一级保护区施工。采取上述措施后，施工期不会影响饮用水源保护区的水环境质量和水域功能，不影响周围居民的用水现状，施工结束后，通过植被恢复可逐步恢复塔基周边的生态环境。避免在饮用水源地保护区内采用灌注桩基础。

在严格落实上述环境保护措施和施工管理要求的前提下，本工程不会对地表水饮用水水质造成影响。

6 运行期环境影响预测与评价

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

表 6-1 运行期主要环境影响识别

环境识别	变电部分	线路部分
电磁环境	工频电场、工频磁感应强度	工频电场、工频磁感应强度
生态环境	—	植被、动物
声环境	噪声	噪声
大气环境	—	—
固体废物	生活垃圾、事故废油及含油废物、废蓄电池	—
地表水环境	生活污水	—

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 钟鼓楼 500kV 变电站部分

6.1.1.1 评价因子

工频电场、工频磁感应强度。

6.1.1.2 评价方法

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020），本项目变电站电磁环境影响采取类比分析法进行预测。

变电站产生的电磁环境影响主要为工频电场和工频磁感应强度，产生工频电场和工频磁感应强度的主要是变电站电气设备、进出线等。变电站出线主要影响出线侧站界的电磁环境状况，本次变电站不涉及主变压器、高抗等设备扩建，扩建后除本次扩建 500kV 出线侧站界受本项目线路影响导致电磁环境稍有变化，其余侧站界外电磁环境不会发生变化。变电站间隔扩建后扩建侧站界电磁环境影响采用变电站现状监测值按照出线规模扩大相应倍数进行预测，其余侧站界电磁环境影响采用现状监测值进行分析。

6.1.1.3 类比条件分析

表6-2 钟鼓楼500kV变电站本次各侧站界电磁环境影响预测方法

站界	本次扩建后变化情况	预测方法
西侧站界	无变化	采用现状监测值进行类比分析
北侧站界	新增2回500kV出线	采用变电站现状监测值扩大相应倍数进行分析（电场按500kV出线回数6/4=1.5倍，磁感应强度按照运行工况额定电流/运行最低电流修正（1101.9×2）/（358.3+405.6）=2.9倍后再按500kV出线回数6/4=1.5倍）
东侧站界	无变化	采用现状监测值进行分析
南侧站界	无变化	采用现状监测值进行分析

表6-3 钟鼓楼500kV变电站界电磁环境预测结果

预测位置	工频电场（V/m）		工频磁感应强度（μT）	
	监测值	预测值	监测值	预测值
北侧（1）	1302	1953	0.5433	2.3634
北侧（2）	49.28	73.92	0.4625	2.0119
西侧（1）	465.1	465.1	2.414	7.0006
西侧（2）	556.8	556.8	3.032	8.7928
南侧（1）	78.98	78.98	0.8281	2.4015
南侧（2）	219.6	219.6	0.3915	1.1354
东侧（1）	13.89	13.89	0.0626	0.1815
东侧（2）	12.71	12.71	0.0668	0.1937

钟鼓楼500kV变电站本次扩建后，站界外电场强度最大值为1953V/m，磁感应强度最大值为8.7928μT，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100μT的要求。

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。

6.1.2 输电线路

根据《环境影响评价技术导则　输变电》（HJ 24-2020），本项目500kV线路电磁环境影响采用模式预测结合类比分析法进行预测分析，220kV线路电磁环境影响采用模式预测进行预测分析。

6.1.2.1 类比线预测

类比预测是选取与本项目电压等级、导线型式、分裂结构、运行工况、区域气象及地形条件相似度较高的已投运输电线路开展实测监测，采用类比线路

自身几何、设备参数代入噪声预测模型开展理论模拟计算，将模型输出的理论预测结果与类比线路同步开展的现场实际监测数值进行比对校验。

6.1.2.1.1 500kV 双回段类比

（1）类比参数分析

本项目新建 500kV 双回线路（线路 II、线路III、线路IV双回段）采用 500kV 谭邡一二线路类比的方式进行。本项目与类比线路类比参数表见表 6-4。

表 6-4 本项目双回段与类比线路类比参数表

项目	本项目线路			类比线路
项目名称	线路 II	线路III	线路IV双回段	500kV 谭邡一二线
电压等级	500kV	500kV	500kV	500kV
排列方式	双回垂直逆相序排列	双回垂直逆相序排列	双回垂直逆相序排列	双回垂直逆相序排列
分裂类型/分裂间距	四分裂/500mm	四分裂/500mm	四分裂/500mm	四分裂/500mm
导线型号	4×JL3/G2A-720/50	4×JL3/G1A-630/45	4×JL3/G2A-720/50	4×JL/G1A-500/45
设计输送电流	3312A	2898A	3321A	1000A
导线对地最低高度	11m	11m	11m	12m

类比线路工况见表 6-5。

表 6-5 监测期间线路运行工况

名称	运行工况			
	电压（kV）	电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）
500kV 谭邡一线	531.09~531.12	154.24~160.65	114.25~116.25	82.38~84.82
500kV 谭邡二线	530.21~530.33	146.03~148.25	127.24~128.82	86.21~90.21

（2）类比线路可行性分析

本项目 500kV 新建双回段线路与 500kV 谭邡一二线电压等级、排列方式相同，设计输送电流、导线型号、分裂型式和分裂间距相近，自然环境相似，由于本项目线路尚未完成施工图设计，项目导线对地高度按照设计规程的最低高度，类比采用同高度下本项目模式预测结果进行比较。综上所述，本项目 500kV 线路与 500kV 谭邡一二线路类比是可行的。

（3）类比分析方法

由表 6-8 可知，类比线路监测期间和本项目在架线高度、输送电流等方面存在差异，为了更好地反映本项目线路建成后产生的电磁环境影响，本次将类比线路现状监测结合模式预测进行分析。由于线路电流未达到设计最大输送电流，模式预测按照监测期间最大电流（160.65A/148.25A）进行预测。

本项目工频电磁环境类比预测结果见表 6-6。

表 6-6　类比线路工频电磁环境监测结果

序号	监测点位描述		工频电场(V/m)	工频磁感应强度(μT)
53#	500kV 谭邹一二线断面监测(双回垂直排列，线路对地高度约 12m)	杆塔中央连线对地投影点0m	2553	0.9294
		杆塔中央连线对地投影点5m	2849	0.8059
		杆塔中央连线对地投影点10m	3088	0.7152
		杆塔中央连线对地投影点 14m(边导线对地投影点0m)	3208	0.6929
		杆塔中央连线对地投影点 15m(边导线对地投影点4m)	3307	0.6634
		杆塔中央连线对地投影点 16m(边导线对地投影点5m)	3160	0.5992
		杆塔中央连线对地投影点20m (边导线对地投影点10m)	2812	0.4245
		杆塔中央连线对地投影点25m (边导线对地投影点15m)	1869	0.3182
		杆塔中央连线对地投影点30m (边导线对地投影点20m)	1222	0.2623
		杆塔中央连线对地投影点35m (边导线对地投影点25m)	822.1	0.2035
		杆塔中央连线对地投影点40m (边导线对地投影点30m)	559.2	0.169
		杆塔中央连线对地投影点45m (边导线对地投影点35m)	314.5	0.1244
		杆塔中央连线对地投影点50m (边导线对地投影点40m)	192.6	0.1026
		杆塔中央连线对地投影点 55m (边导线对地投影点45m)	106.2	0.0858
		杆塔中央连线对地投影点60m (边导线对地投影点 50m)	79.3	0.0638

本项目线路模式预测结果见表 6-7。

表 6-7　类比线路电场强度、磁感应强度模式预测值

点位描述		工频电场强度（V/m）	磁感应强度（μT）
500kV 谭邡一二线断面模式预测(双回垂直排列，线路对地高度 12m)	0m	2996.8	2.1813
	5m	6540.9	2.2037
	10m	8595.1	2.0552
	15m	6798.5	1.606
	20m	3955.8	1.1321
	25m	2119.6	0.7886
	30m	1185.3	0.5598
	35m	721.2	0.4071
	40m	476.1	0.303
	45m	337.8	0.2302
	50m	255.9	0.1783
	55m	205.2	0.1404
	60m	171.8	0.1123

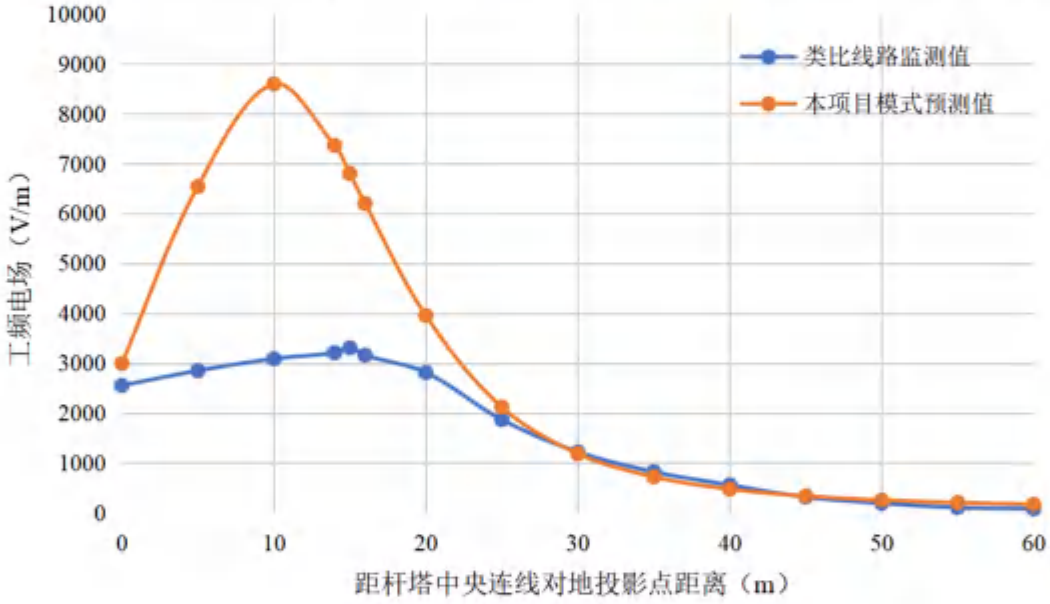


图 6-1　类比线路工频电场随距离变化趋势对比图

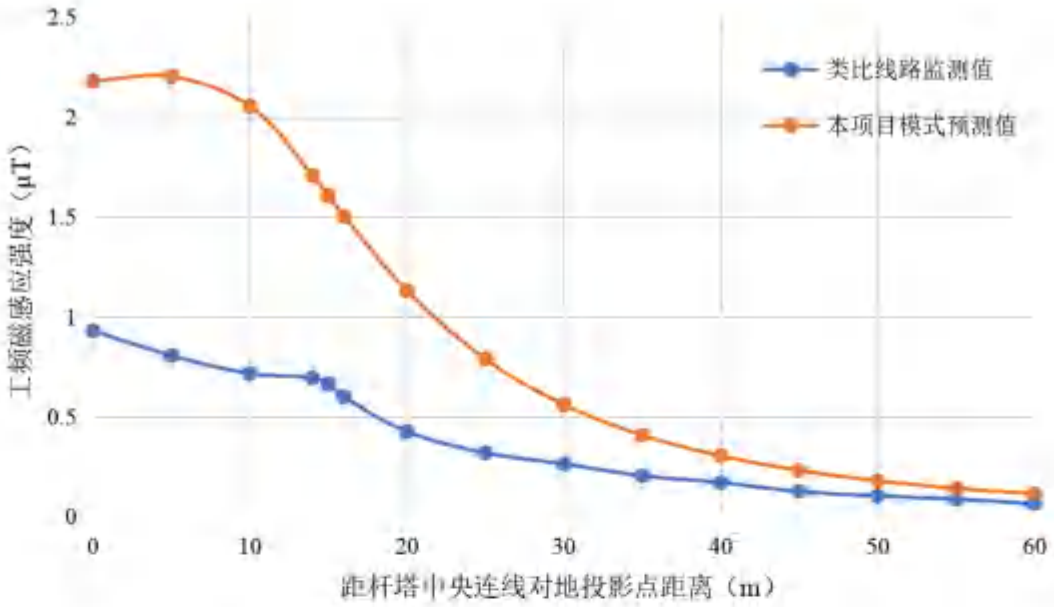


图 6-2　类比线路工频磁感应强度随距离化趋势对比图

（4）类比分析结论

从表 6-10、图 6-1 可知，类比线路电场强度监测值在 79.3~3307V/m 之间，模式预测值在 171.8~8595.1V/m 之间，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场控制限值为 10kV/m。由模式预测结果和类比监测结果的比较可知，线路电场强度监测值在边导线附近达到最大值，然后随距边导线距离增加逐渐降低，二者基本是吻合，但模式预测值比类比监测值更大。

从表 6-10、图 6-2 可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.0638μT～0.9294μT 之间，模式预测值在 0.1123~2.1813μT 之间，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中磁感应强度公众曝露控制限值 100μT。根据对比结果，线路工频磁感应强度监测值与模式预测值变化趋势基本是吻合的，二者均随距杆塔中央连线距离增加呈减小趋势。

综上所述，类比线路工频电场、工频磁感应强度模式预测值与类比线路监测值变化趋势一致，工频电场的模式预测值高于监测值，故采用模式预测值作为项目电场强度的预测值更为保守。工频磁感应强度模式预测值与类比线路监测值变化趋势一致，工频磁感应强度的模式预测值高于监测值，故采用模式预测值作为项目线路工频磁感应强度的预测值更为保守。

6.1.2.1.2 500kV 单回三角段类比

（1）类比参数分析

本项目新建 500kV 单回三角排列段线路（线路 I 单回三角段）采用 500kV 广蜀二线线路类比的方式进行。本项目与类比线路类比参数表见表 6-8。

表 6-8 本项目与类比线路类比参数表

项目	本项目线路	类比线路
项目名称	线路I	500kV 广蜀二线
电压等级	500kV	500kV
排列方式	单回三角排列	单回三角排列
分裂类型/分裂间距	四分裂/500mm	四分裂/500mm
设计输送电流	3312A	2898A
导线对地最低高度	11.5m	18m

类比线路工况见表 6-9。

表 6-9 监测期间线路运行工况

名称	运行工况			
	电压（kV）	电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）
500kV 广蜀二线	526.6–534.2	225.0–265.7	202.1–217.3	16.6–35.8

（2）类比线路可行性分析

本项目 500kV 广蜀三线、绵阳换流站~白泉 500kV 单回线路与 500kV 广蜀二线电压等级、排列方式、分裂型式和分裂间距、设计输送电流相近，自然环境相似，由于本项目线路尚未完成施工图设计，项目导线对地高度按照设计规程的最低高度，类比采用同高度下本项目模式预测结果进行比较。综上所述，本项目 500kV 单回线路与 500kV 广蜀二线是可行的。

（3）类比分析方法

类比线路监测期间和本项目在架线高度、输送电流等方面存在差异，为了更好地反映本项目线路建成后产生的电磁环境影响，本次将类比线路现状监测结合模式预测进行分析。由于线路电流未达到设计最大输送电流，工频磁感应强度与电流成正比，考虑最不利影响情况，模式预测按照监测期间工况最大值作为预测值。

本项目工频电磁环境类比预测结果见表 6-10。

表 6-10　类比线路工频电磁环境监测结果

序号	监测点位描述		工频电场强度（V/m）	磁感应强度（μT）
115#	500kV广蜀二线109号塔~108号塔间弧垂最低处断面监测（单回三角排列，线高18m，四分裂）	距中相导线对地投影点0m	2949	0.3390
		距中相导线对地投影点5m	3009	0.3079
		距中相导线对地投影点8m	3106	0.3076
		距中相导线对地投影点9m（距边导线对地投影点0m）	3495	0.2840
		距中相导线对地投影点10m（距边导线对地投影点1m）	2843	0.2742
		距中相导线对地投影点15m（距边导线对地投影点6m）	1737	0.2458
		距中相导线对地投影点20m（距边导线对地投影点11m）	1550	0.2277
		距中相导线对地投影点25m（距边导线对地投影点16m）	849.8	0.2066
		距中相导线对地投影点30m（距边导线对地投影点21m）	700.1	0.1762
		距中相导线对地投影点35m（距边导线对地投影点26m）	574.3	0.1499
		距中相导线对地投影点40m（距边导线对地投影点31m）	431.2	0.1171
		距中相导线对地投影点45m（距边导线对地投影点36m）	317.5	0.0906
		距中相导线对地投影点50m（距边导线对地投影点41m）	220.7	0.0895
		距中相导线对地投影点55m（距边导线对地投影点46m）	110.8	0.0762
		距中相导线对地投影点59m（距边导线对地投影点50m）	32.67	0.0541

类比线路模式预测结果见表 6-11。

表 6-11　类比线路电场强度、磁感应强度模式预测值

点位描述		工频电场强度（V/m）	磁感应强度（μT）
500kV广蜀二线109号塔~108号塔间弧垂最低处断面模式预测（单回三角排列，线高18m，四分裂）	0m	1868.3	2.2469
	5m	3033.2	2.2107
	8m	3994.7	2.1434
	9m	4258.1	2.1109
	10m	4479.0	2.0730
	15m	4838.0	1.8081
	20m	4174.7	1.4747
	25m	3169.5	1.1614
	30m	2284.9	0.9095
	35m	1636.6	0.7194
	40m	1191.3	0.5778
	45m	889.7	0.4717
	50m	683.5	0.3912
	55m	539.8	0.3289
	59m	455.0	0.2889

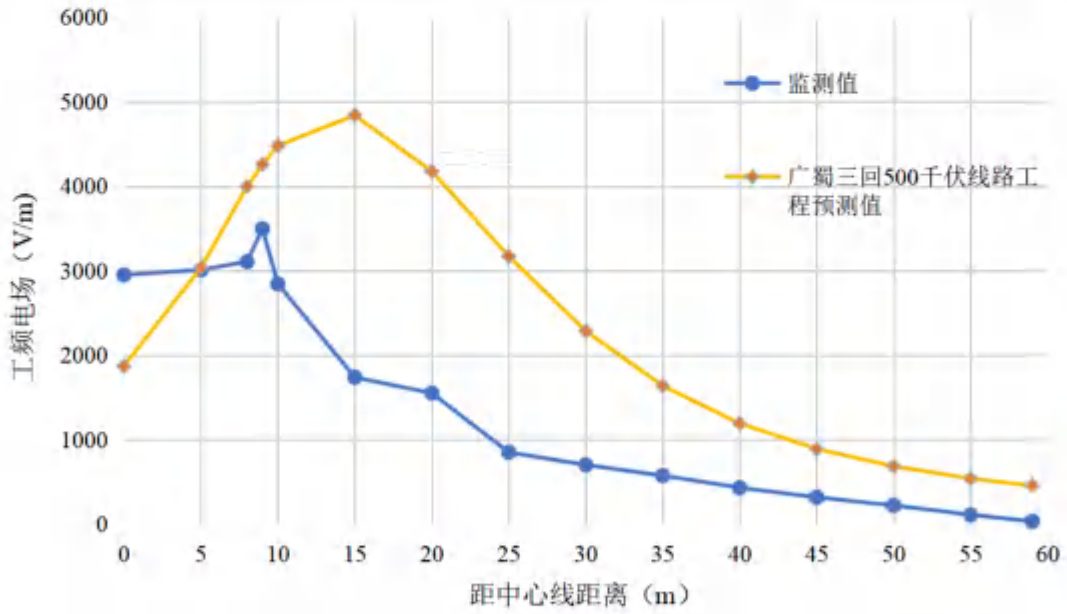


图 6-3　监测值与模式预测工频电场结果对比图

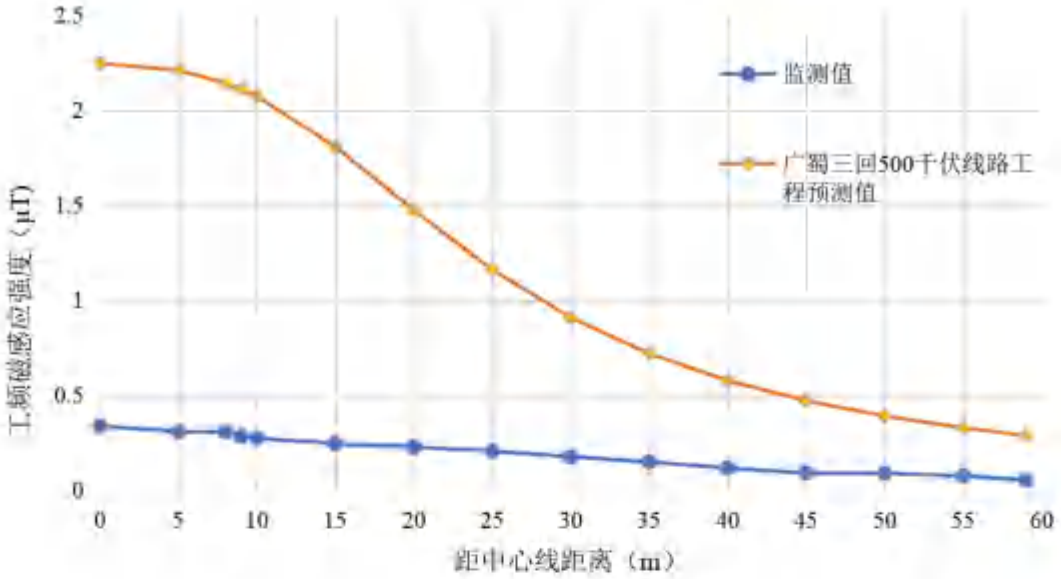


图 6-4　监测值与模式预测工频磁感应强度结果对比图

从表 6-10、图 6-3 可知，类比线路电场强度监测值在 32.67~3495V/m 之间，类比线路模式预测值在 455.0~4838.0V/m 之间。由模式预测结果和类比监测结果的比较可知，线路电场强度模式预测值总体大于监测值，变化趋势二者基本是吻合的，在线路边导线 5m 外（距中心线约 15m 外）均随距离增加呈减小趋势，模式预测值可以保守的反映项目线路工频电场变化情况

从表 6-11、图 6-4 可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.0541μT～0.3390μT 之间，类比线路模式预测值在 0.2889μT～2.2469μT 之间。根据类比预测结果，线路工频磁感应强度与模式预测值变化趋势基本是吻合的，二者均随距中相导线距离增加呈减小趋势。

综上所述，本项目工频电场、工频磁感应强度模式预测值与类比线路监测值变化趋势一致，在边导线 5m 外工频电场的模式预测值高于监测值，故采用模式预测值作为项目电场强度的预测值更为保守。工频磁感应强度模式预测值与类比线路监测值变化趋势一致，工频磁感应强度模式预测值高于监测值，故采用模式预测值作为项目线路工频磁感应强度的预测值更为保守。

6.1.2.1.3 500kV 单回水平段类比

（1）类比参数分析

本项目新建 500kV 单回水平段线路（线路I单回水平段、线路IV单回水平段）采用 500kV 洪板一线路类比的方式进行。本项目与类比线路类比参数表见表 6-

12。

表 6-12　本项目与类比线路类比参数表

项目	本项目线路		类比线路
项目名称	线路I单回水平段	线路IV单回水平段	500kV 洪板一线
电压等级	500kV	500kV	500kV
排列方式	单回水平排列	单回水平排列	单回水平排列
分裂类型/分裂间距	四分裂/500mm	四分裂/500mm	四分裂/500mm
设计输送电流	3321A	3321A	1142~1609A
导线对地最低高度	11m	11m	22m

（2）类比线路可行性分析

本项目新建 500kV 单回水平段线路与 500kV 洪板一线电压等级、排列方式、分裂型式和分裂间距、设计输送电流相近，自然环境相似，由于本项目线路尚未完成施工图设计，项目导线对地高度按照设计规程的最低高度，类比采用同高度下本项目模式预测结果进行比较。综上所述，本项目 500kV 单回线路与 500kV 洪板一线是可行的。

（3）类比分析方法

由表 6-16 可知，类比线路监测期间和本项目在架线高度、输送电流等方面存在差异，为了更好地反映本项目线路建成后产生的电磁环境影响，本次将类比线路现状监测结合模式预测进行分析。模式预测按照监测期间工况最大值作为预测值。

本项目工频电磁环境类比预测结果见表 6-13。

表 6-13　类比线路工频电磁环境监测结果

序号	测点位置	电场强度（V/m）	磁感应强度（μT）
1	中相导线对地投影点下	585.18	7.1277
2	中相导线对地投影点外 5m	928.01	6.8461
3	中相导线对地投影点外 10m	1227.1	6.2313
4	中相导线对地投影点外 15m	1435.0	5.4863
5	中相导线对地投影点外 20m	1051.4	5.0333
6	中相导线对地投影点外 25m	787.89	4.6188
7	中相导线对地投影点外 30m	630.07	4.0684
8	中相导线对地投影点外 35m	483.42	3.5881
9	中相导线对地投影点外 40m	308.37	2.6798
10	中相导线对地投影点外 45m	236.92	1.7380
11	中相导线对地投影点外 50m	116.64	1.0141

12	中相导线对地投影点外 55m	82.43	0.5942
13	中相导线对地投影点外 60m	45.50	0.5094

类比线路模式预测结果见表 6-14。

表 6-14　类比线路电场强度、磁感应强度模式预测值

序号	预测位置	电场强度（V/m）	磁感应强度（μT）
1	距线路中心 0m	1463	23.6821
2	距线路中心 5m	1839.9	23.1675
3	距线路中心 10m	2606.3	21.6114
4	距线路中心 15m	3136.6	19.1166
5	距线路中心 20m	3137.4	16.097
6	距线路中心 25m	2745.1	13.1164
7	距线路中心 30m	2222.6	10.5472
8	距线路中心 35m	1735.5	8.4908
9	距线路中心 40m	1340.2	6.8963
10	距线路中心 45m	1037.2	5.6694
11	距线路中心 50m	809.9	4.7209
12	距线路中心 55m	693.4	3.9147
13	距线路中心 60m	606.6	3.1988

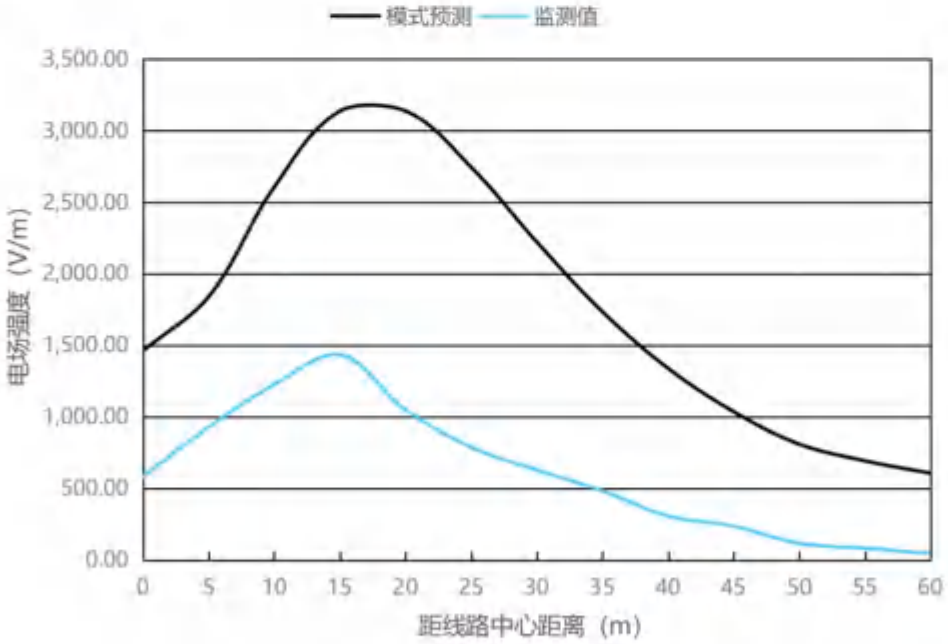


图 6-5　监测值与模式预测工频电场结果对比图

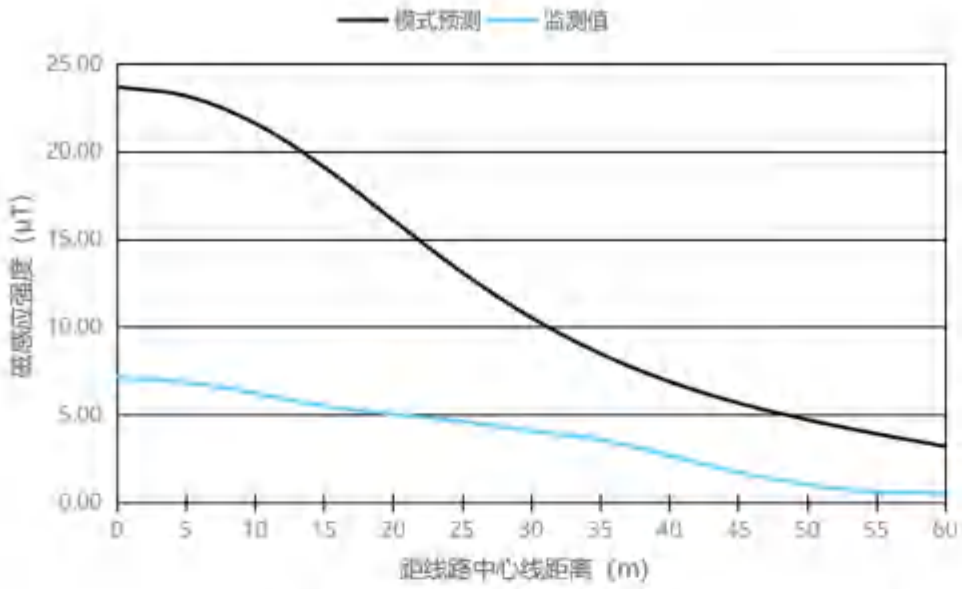


图 6-6　监测值与模式预测工频磁感应强度结果对比图

从表 6-13、图 6-5 可知，类比线路电场强度监测值在 45.5～1435V/m 之间，模式预测值在 606.6～3137.4V/m 之间。由模式预测结果和类比监测结果的比较可知，线路电场强度模式预测值总体大于监测值，变化趋势二者基本是吻合的，在线路边导线 5m 外（距中心线约 15m 外）均随距离增加呈减小趋势，模式预测值可以保守的反映项目线路工频电场变化情况

从表 6-14、图 6-6 可知，类比线路磁感应强度监测值在 0.5094～7.1277μT 之间，模式预测值在 3.1988~23.6821μT 之间。根据类比预测结果，线路工频磁感应强度与模式预测值变化趋势基本是吻合的，二者均随距中相导线距离增加呈减小趋势。

综上所述，本项目工频电场、工频磁感应强度模式预测值与类比线路监测值变化趋势一致，工频电场的模式预测值在边导线 5m 外高于监测值，故采用模式预测值作为项目电场强度的预测值更为保守。工频磁感应强度模式预测值与类比线路监测值变化趋势一致，工频磁感应强度模式预测值高于监测值，故采用模式预测值作为项目线路工频磁感应强度的预测值更为保守。

6.1.2.2 理论预测

本工程输电线路的工频电场、工频磁感应强度影响预测将采用《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工频电场预测模型

高压送电线上的等效电荷是线电荷，由于高压送电线半径 r 远小于架设高度 h，因此等效电荷的位置可以认为是在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：

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

式中：U—各导线对地电压的单列矩阵；

Q—各导线上等效电荷的单列矩阵；

λ—各导线的电位系数组成的 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。

地面为电位等于零的平面，地面的感应电荷可由对应地面导线的镜像电荷代替，用 i ,j,… 表示相互平行的实际导线，用 i',j',… 表示它们的镜像，如图 6-1 所示，电位系数可写为：

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{2h_i}{R_i} \tag{2}$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{L_{ij}^{'}}{L_{ij}} \tag{3}$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{ji} \tag{4}$$

式中：ε_0——空气介电常数，$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$；

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

$$R_i = R\sqrt[n]{\frac{nr}{R}} \tag{5}$$

式中：*R*——分裂导线半径；（如图 6-2）

n——次导线根数；

r——次导线半径。

由[U]矩阵和[λ]矩阵，利用式（B1）即可解出[Q]矩阵。

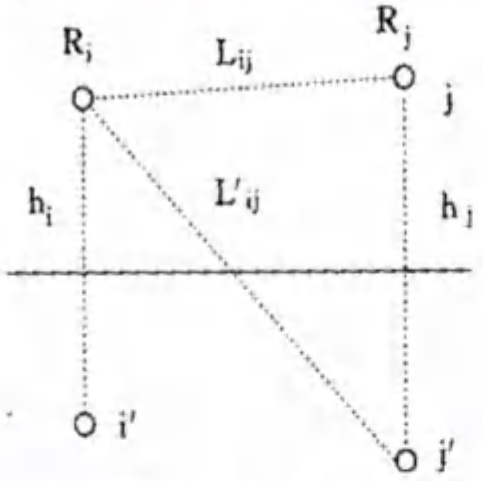


图 6-7　电位系数计算图

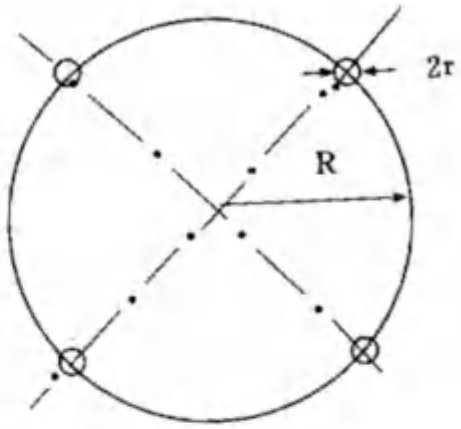


图 6-8　等效半径计算图

对于三相交流线路，由于电压为时间向量，计算各相导线的电压时要用复数表示：

$$\overline{Ui} = U_{iR} + jU_{iI} \tag{6}$$

相应地电荷也是复数量：

$$\overline{Q_i} = Q_{iR} + jQ_{iI} \tag{7}$$

式（B1）矩阵关系即分别表示了复数量的实数和虚数两部分：

$$[U_R]=[\lambda][Q_R] \tag{8}$$

$$[U_I]=[\lambda][Q_I] \tag{9}$$

计算由等效电荷产生的电场：

为计算地面电场强度的最大值，通常取最大弧垂时导线的最小对地高度。因此，所计算的地面场强仅对档距中央一段（该处场强最大）是符合的。

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

$$E_x = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m} Q_i\left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2}\right) \tag{10}$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m} Q_i\left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2}\right) \tag{11}$$

式中：Xi、Yi—导线 i 的坐标（i=1、2、…m）；

m—导线数目；

Li、Li—分别为导线 I 及镜像至计算点的距离。

对于三相交流线路，可求得的电荷计算空间任一点电场强度的水平和垂直分量为：

$$\overline{E_x} = \sum_{i=1}^{m} E_{ixR} + j\sum_{i=1}^{m} E_{ixI} \tag{12}$$

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

$$\overline{E_y} = \sum_{i=1}^{m} E_{iyR} + j\sum_{i=1}^{m} E_{iyI} \tag{13}$$

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

式中：E_{xR}——由各导线的实部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{xI}——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{yR}——由各导线的实部电荷在该点产生场强的垂直分量；

E_{yI}——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的垂直分量。

则计算点处电场强度合成矢量 $\overline{E} = E_x * \overline{x} + E_y * \overline{y}$（$\overline{x}$、$\overline{y}$ 分别为 x，y 方向上的单位矢量）。由于接地架空线对于地面附近场强的影响很小，在此不计架空地线影响。

式中：

$$E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2} \tag{14}$$

$$E_y = \sqrt{E_{yR}^2 + E_{yI}^2} \tag{15}$$

在地面处（y=0）电场强度的水平分量

$$E_x = 0$$

由于接地架空线对于地面附近场强的影响很小，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工频磁感应强度预测模型

为计算地面电场强度的最大值，通常取设计最大弧垂时导线的最小对地高度。

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

在线路附近 A 点产生的磁场强度由下式计算：

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}} \tag{16}$$

式中：H——A 点产生的磁场强度，A/m；

I—— 导线 i 中的电流值，A；

h—— 计算点 A 距导线的垂直高度，m；

L—— 计算点 A 距导线的水平距离，m。

对于三相电路，由相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都必须分别考虑电流间的相角，按相位矢量合成即可得到三相导线下任一点的工频磁感应强度。合成后的磁场强度水平、垂直分量、合成总量磁场强度分别为：

$$H_x = H_{1x} + H_{2x} + H_{3x} \tag{17}$$

$$H_y = H_{1y} + H_{2y} + H_{3y} \tag{18}$$

式中：H_{1x}、H_{2x}、H_{3x} 分别为各相导线的磁场强度水平分量；

H_{1y}、H_{2y}、H_{3y} 分别为各相导线的磁场强度垂直分量；

H_x、H_y 分别为计算点处合成后的磁场强度水平、垂直分量。

则计算点处磁场强度合成矢量 $\overline{H} = H_x * \overline{x} + H_y * \overline{y}$（$\overline{x}$、$\overline{y}$ 分别为 x，y 方向上的单位矢量）。

$$B = \mu_0 H \tag{19}$$

式中：B——磁感应强度（T）；

H——磁场强度（A/m）；

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

6.1.2.3 模式预测参数

根据本项目线路的电压等级、输电容量、使用的典型塔型、导线排列方式、架设高度、弧垂距离、导线型号、线间距和导线结构等参数，预测输电线路距地面/楼面 1.5m 处电场强度、磁感应强度。塔型选择原则按初步试算后最不利塔型选择原则。其中川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程（线路 IV）单回段线路与川北特~绵州 500kV 线路工程（线路 I）单回水平排列段参数一致，并入线路 I 中进行预测。改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程（线路II）与川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程（线路IV）双回段线路参数一致，并入线路II中进行预测。

根据本项目输电线路铁塔一览图，进行模拟计算，选择计算结果最大的塔型作为最不利塔型计算，本项目线路电磁环境影响预测参数见表 6-15。

表 6-15 本项目线路电磁环境影响预测参数表

川北特~绵州 500kV 线路工程	单回三角段预测参数	
	导线型号	4×JL3/G2A-720/50
	分裂型式	4分裂/500mm
	导线直径	36.2
	排列方式	单回三角排列
	塔型	DJC
	计算电压	500×1.05kV
	设计电流	3312A
	导线对地最低高度	非居民区：10.5m 居民区：14m
	相导线坐标	A（0，H+7.5） B（-11.4，H） C（8.6，H）
	单回水平段预测参数	
	导线型号	4×JL3/G2A-720/50
	分裂型式	4分裂/500mm
	导线直径	36.2
	排列方式	单回水平排列
	塔型	ZC2705K
	计算电压	500×1.05kV
	设计电流	3321A
	导线对地最低高度	非居民区：11m 居民区：14m
	相导线坐标	A（-15.9，h） B（0，h） C（15.9，h）
改建原绵	导线型号	4×JL3/G1A-400/35
	分裂型式	4分裂/500mm

州~德阳换500kV线路工程	导线直径	26.8	
	排列方式	同塔双回逆相序排列	
	塔型	SZC27054	
	计算电压	500×1.05kV	
	设计电流	1840A	
	导线对地最低高度	20m（不低于改建前最低线高）	
	相导线坐标	A（-9.4，H+24.2） B（-12.15，H+11.5） C（-10.4，H）	C（9.4，H+24.2） B（12.15，H+11.5） A（10.4，H）
富乐~绵州双回500kV线路改接工程	导线型号	4×JL3/G1A-630/45	
	分裂型式	4分裂/500mm	
	导线直径	33.8	
	排列方式	同塔双回逆相序排列	
	塔型	500-MC21S-ZC4	
	计算电压	500×1.05kV	
	设计电流	2898A	
	导线对地最低高度	非居民区：11m 居民区：14m	
	相导线坐标	A（-9.4，H+24.2） B（-12.15，H+11.5） C（-10.4，H）	C（9.4，H+24.2） B（12.15，H+11.5） A（10.4，H）
川北特~钟鼓楼500kV线路工程	单回段		
	导线型号	4×JL3/G2A-720/50	
	分裂型式	4分裂/500mm	
	导线直径	36.2	
	排列方式	单回水平排列	
	塔型	ZC2705K	
	计算电压	500×1.05kV	
	设计电流	3312A	
	导线对地最低高度	非居民区：11m 居民区：14m	
	相导线坐标	A（-15.9，h） B（0，h） C（15.9，h）	
	双回段		
	导线型号	4×JL3/G2A-720/50	
	分裂型式	4分裂/500mm	
	导线直径	36.2	
	排列方式	同塔双回逆相序排列	
	塔型	SZC27054	
	计算电压	500×1.05kV	

	设计电流	3312A	
	导线对地最低高度	非居民区：11m 居民区：14m	
	相导线坐标	A（-9.4，H+24.2） B（-12.15，H+11.5） C（-10.4，H）	C（9.4，H+24.2） B（12.15，H+11.5） A（10.4，H）
绵州~动力研究所I回220kV线路	单回三角段		
	导线型号	2×JL3/G1A-500/45	
	分裂型式	2分裂/400mm	
	导线直径	30.0	
	排列方式	单回三角排列	
	塔型	220-EB21D-JC4	
	计算电压	220×1.05	
	设计电流	1150	
	导线对地最低高度	12m（不低于迁建前最低线高）	
	相导线坐标	A（0，H+7） B（-8.2，H）　C（6.9，H）	
	单回水平段		
	导线型号	2×JL3/G1A-500/45	
	分裂型式	2分裂/400mm	
	导线直径	30.0	
	排列方式	单回水平排列	
	塔型	220-EB21D-JC4	
	计算电压	220×1.05	
	设计电流	1150	
	导线对地最低高度	12m（不低于迁建前最低线高）	
	相导线坐标	A（10.3，H）　B（0，H）　C（10.3，H）	

6.1.2.4 模式预测结果分析

6.1.2.4.1 川北特~绵州 500kV 线路工程（线路I）

1）单回三角段

本工程 500kV 单回三角段通过非居民区时，导线对地最低高度为 10.5m 时，工频电场空间分布图见图 6-9，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线见图 6-10，工频磁感应强度空间分布图见图 6-11，工频磁感应强度分布曲线见图 6-12。本工程 500kV 单回三角段通过居民区，在导线对地最低高度为 14m 时，工频电场空间分布图见图 6-17，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线见图 6-18，工频磁感应

强度空间分布图见图6-19，工频磁感应强度分布曲线见图6-20。

表6-16 川北特~绵州500kV线路工程单回三角段电磁环境预测结果

最不利塔型	DJC					
预测类别	工频电场（kV/m）			工频磁感应强度（μT）		
距线路中心线距离（m）	线高10.5m	线高11.5m	线高14m	线高10.5m	线高11.5m	线高14m
-70	0.208	0.2149	0.2339	2.6753	2.6624	2.6256
-60	0.3049	0.3176	0.3502	3.6656	3.6412	3.5722
-50	0.4939	0.5179	0.5745	5.3252	5.273	5.1275
-45	0.6623	0.6952	0.7688	6.6103	6.5291	6.3049
-40	0.9292	0.9736	1.0648	8.4179	8.2846	7.9214
-35	1.3764	1.4323	1.5307	11.0662	10.8316	10.2063
-30	2.1705	2.2245	2.2802	15.1396	14.689	13.5299
-25	**3.6463（<4）**	**3.6312（<4）**	3.4711	21.7431	20.7804	18.4512
-24	4.0695	4.0205	**3.7736（<4）**	23.5226	22.3868	19.6853
-23	4.5468	4.4524	4.097	25.4984	24.153	21.0128
-20	6.3329	6.0054	5.1611	32.7903	30.5148	25.5596
-15	9.9522	8.8444	6.7132	49.4127	44.2234	34.4083
-14	10.4847	9.2144	6.8552	52.9354	47.0406	36.1457
-13	10.8206	9.4252	**6.8997（最大值）**	56.2253	49.6772	37.7844
-12	**10.9052（最大值）**	**9.4418（最大值）**	6.8337	59.1212	52.0314	39.286
-11	10.7055	9.2437	6.6501	61.4906	54.0199	40.6191
-10	10.2193	8.8297	6.3486	63.2594	55.5932	41.7624
-8	8.5274	7.4416	5.4264	65.0595	57.5055	43.4569
-7	7.4382	6.5435	4.8376	**65.2692（最大值）**	57.9398	44.0263
-6	6.2714	5.5686	4.1924	65.1858	58.1253	44.4369
-5	5.0837	4.5611	3.5178	64.9343	**58.1423（最大值）**	44.7141
-4	3.9287	3.5682	2.8495	64.6211	58.0633	44.8831
-3	2.8776	2.658	2.2442	64.3276	57.9463	44.9661
-2	2.089	1.9766	1.8076	64.1089	57.8326	**44.9797（最大值）**
-1	1.9024	1.8116	1.6979	63.9952	57.7451	44.9338
0	2.4546	2.2772	1.9725	63.9922	57.6884	44.8308
5	7.9637	6.9423	5.0416	64.0819	56.7511	43.0463
10	10.5474	9.1506	6.64	55.7506	49.2499	37.4808
15	7.6774	7.069	5.7238	38.8552	35.5804	28.8864
19	4.9821	4.8202	4.3165	27.7192	26.0914	22.3955
20	4.4478	4.347	**3.9796（<4）**	25.5301	24.1603	20.983
21	**3.9724（<4）**	**3.9179（<4）**	3.6608	23.555	22.3984	19.6636
25	2.5705	2.6057	2.5994	17.417	16.8038	15.2658
30	1.5828	1.6346	1.7152	12.4974	12.1911	11.3875
35	1.0465	1.0888	1.1728	9.3652	9.1969	8.7432
40	0.7367	0.7673	0.8353	7.2667	7.1669	6.8933

最不利塔型	DJC					
预测类别	工频电场（kV/m）			工频磁感应强度（μT）		
距线路中心线距离（m）	线高10.5m	线高11.5m	线高14m	线高10.5m	线高11.5m	线高14m
45	0.5457	0.5671	0.6184	5.7976	5.7348	5.5607
50	0.421	0.4358	0.4735	4.7312	4.6897	4.5738
60	0.2739	0.2812	0.3015	3.321	3.3008	3.2437
70	0.1935	0.1972	0.2084	2.4581	2.4471	2.4159

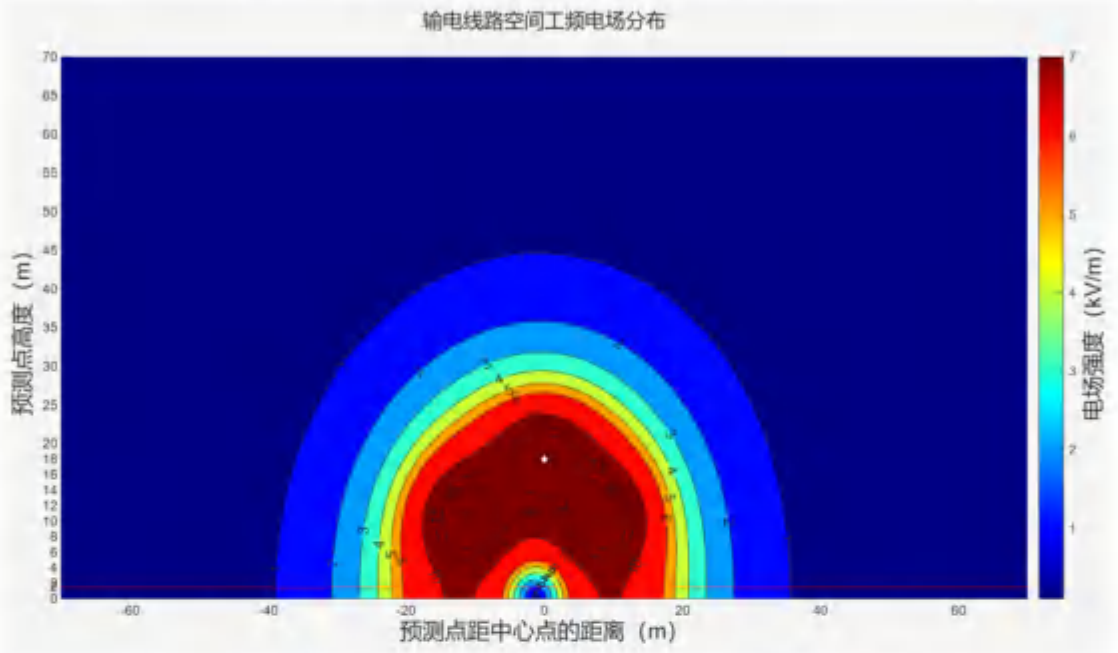


图 6-9　川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段工频电场空间分布图（10.5m 线高）

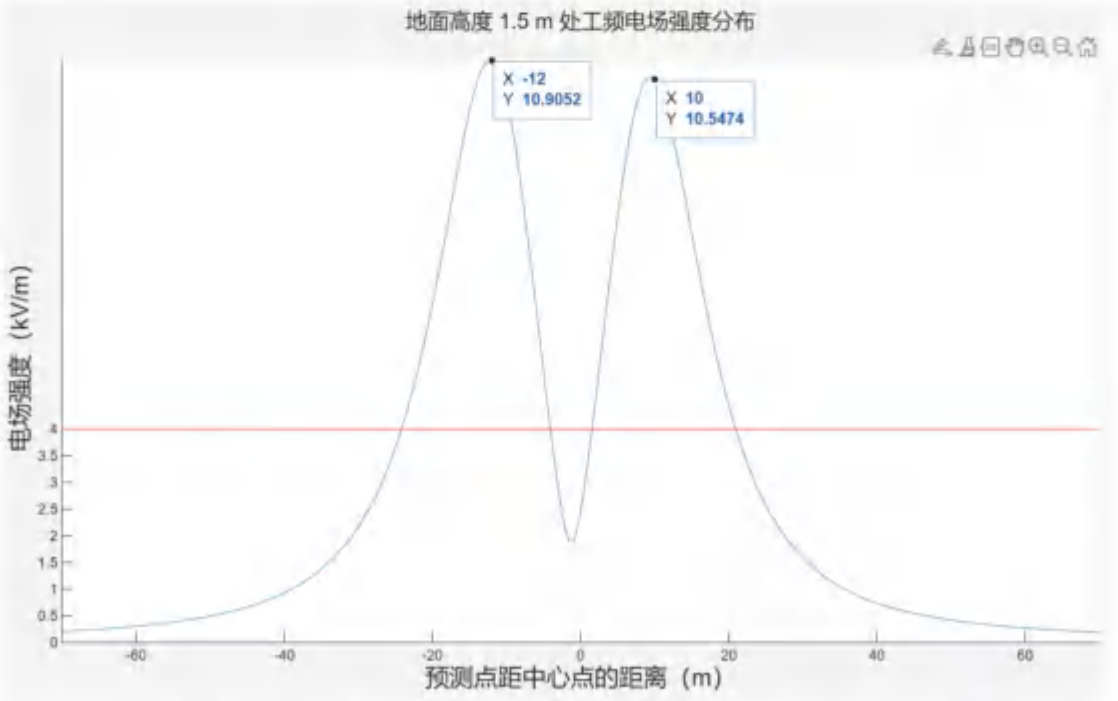


图 6-10　川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段地面 1.5m 处工频电场曲线

（10.5m 线高）

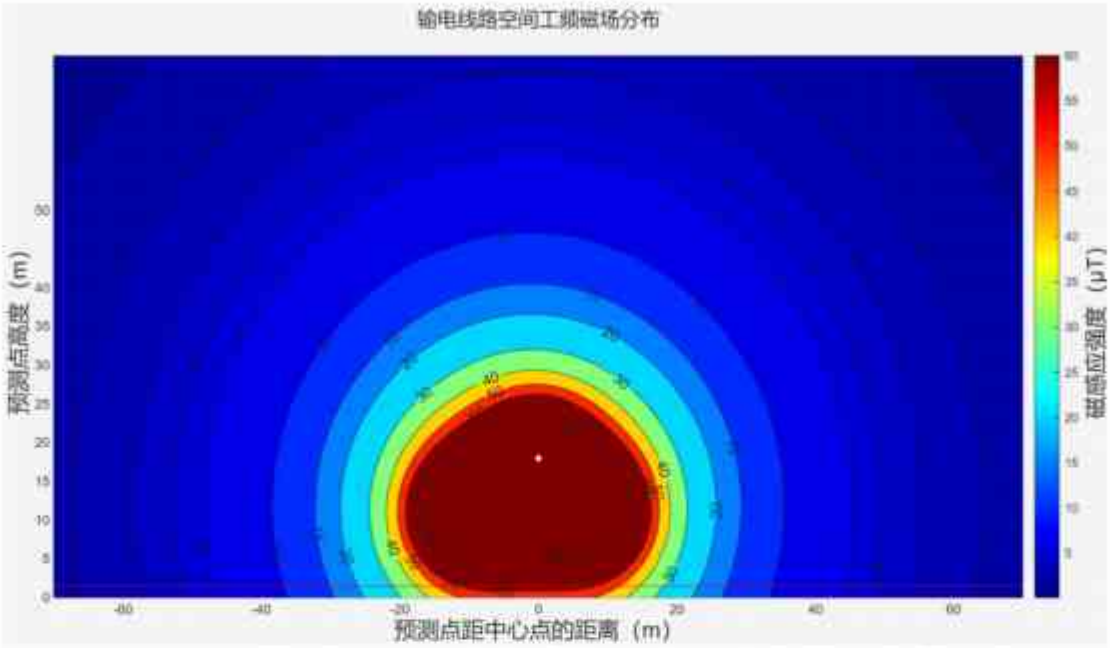


图 6-11　川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段工频磁感应强度空间分布

（10.5m 线高）

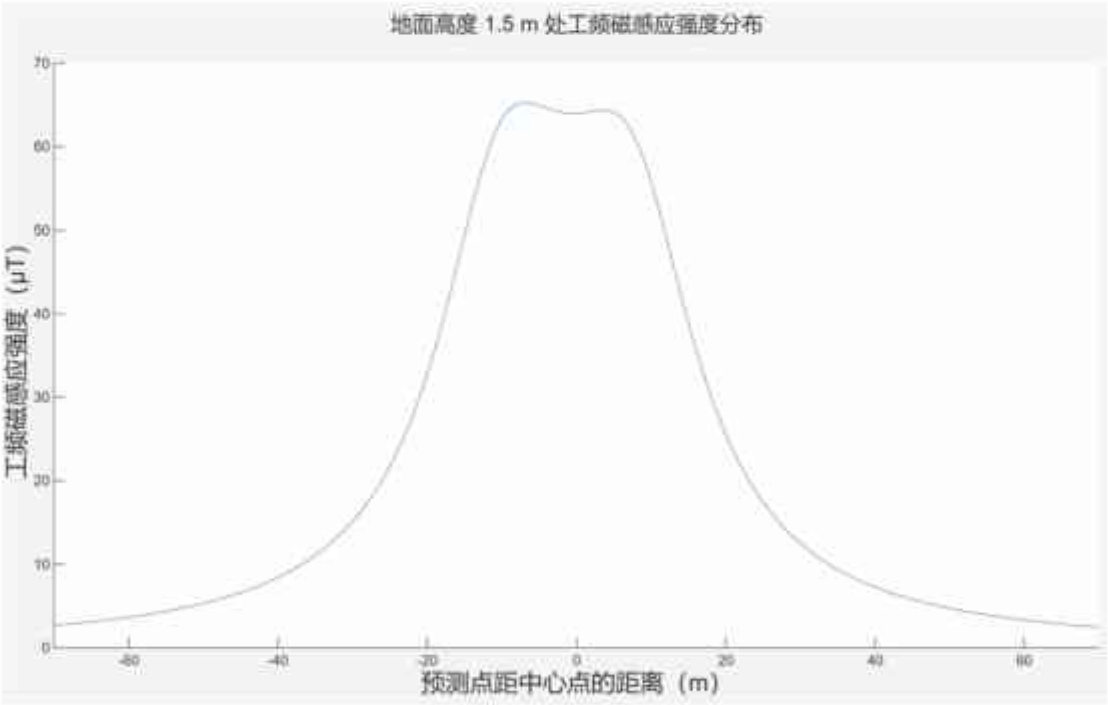


图 6-12　川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线

（10.5m 线高）

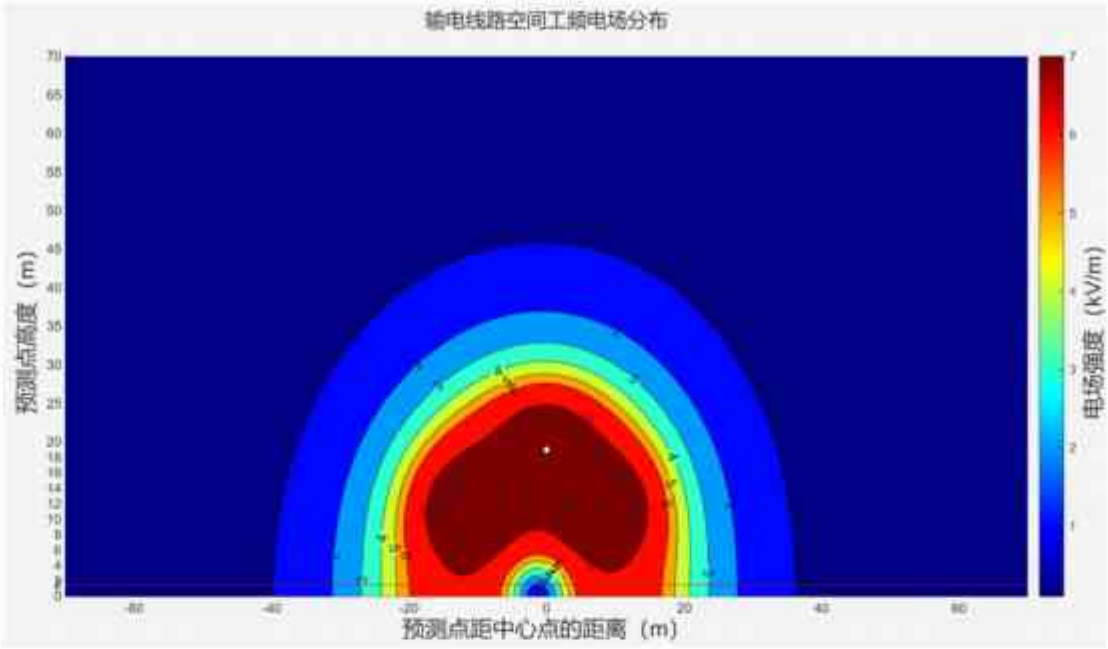


图 6-13　川北特–绵州 500kV 线路工程单回三角段工频电场空间分布图
（11.5m 线高）

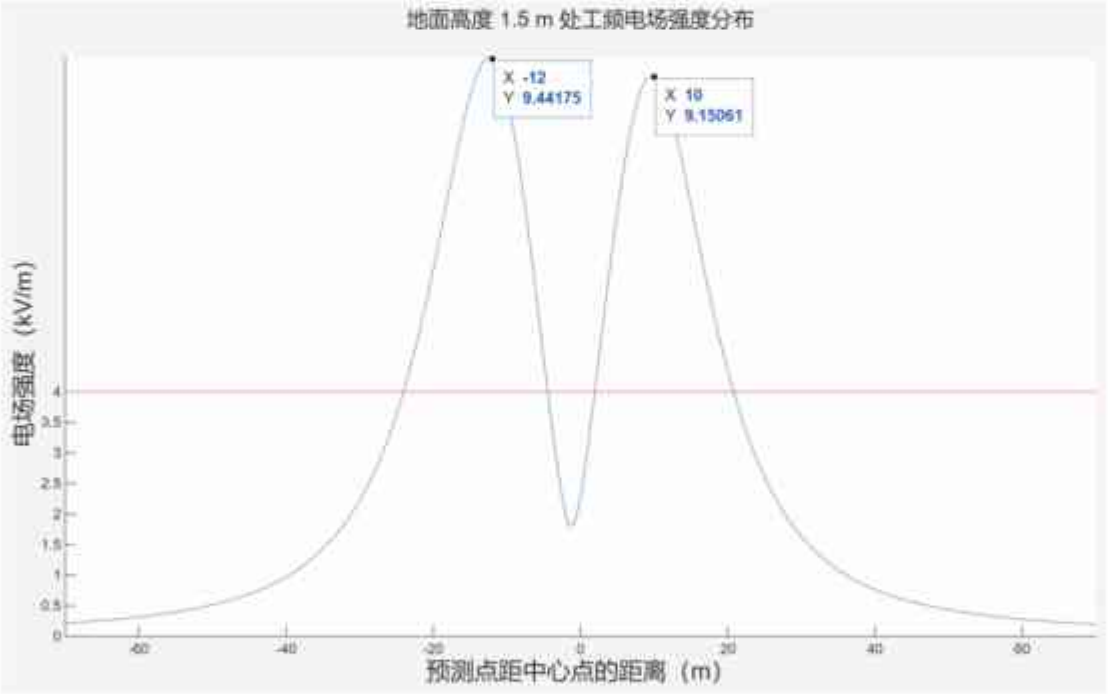


图 6-14　川北特–绵州 500kV 线路工程单回三角段地面 1.5m 处工频电场曲线
（11.5m 线高）

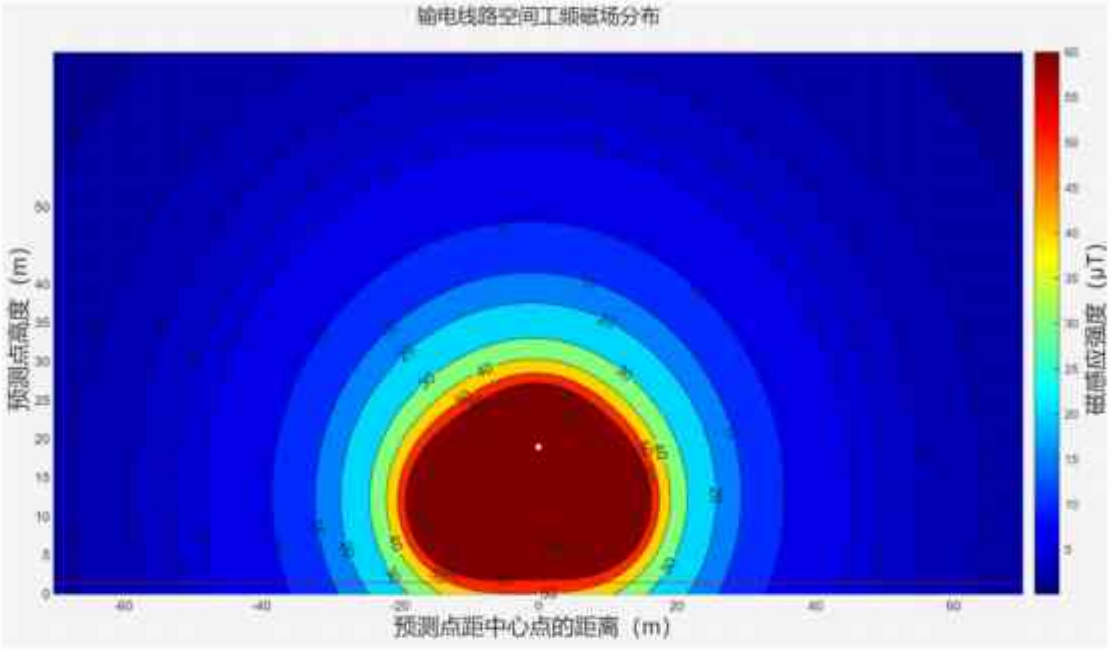


图 6-15　川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段工频磁感应强度空间分布
（11.5m 线高）

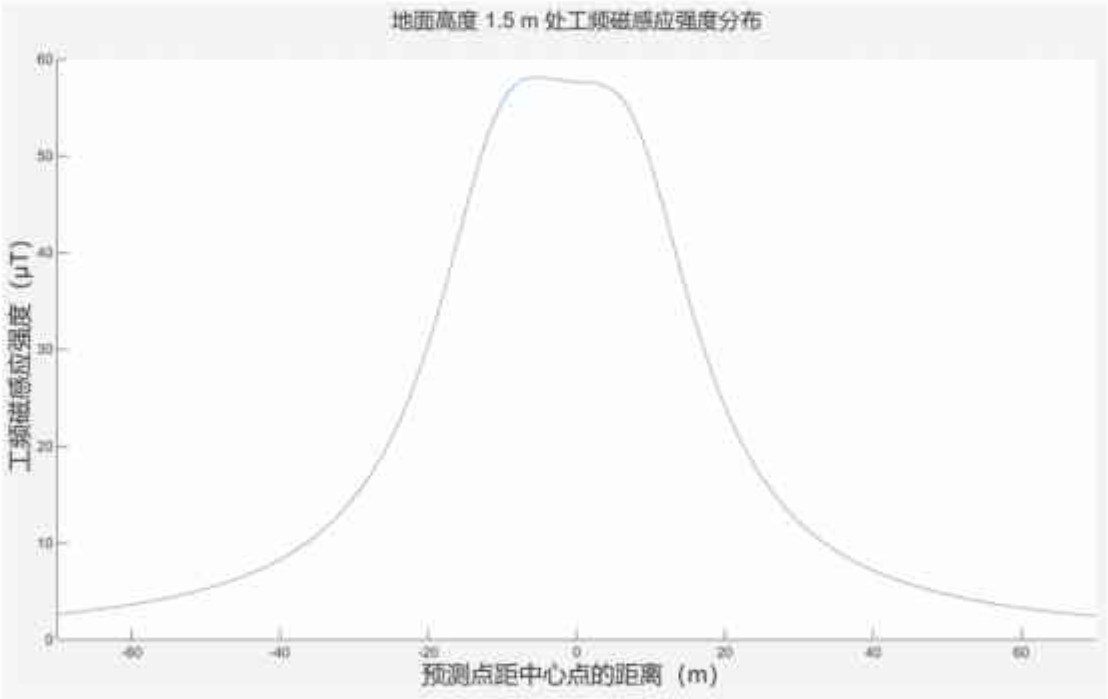


图 6-16　川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线
（11.5m 线高）

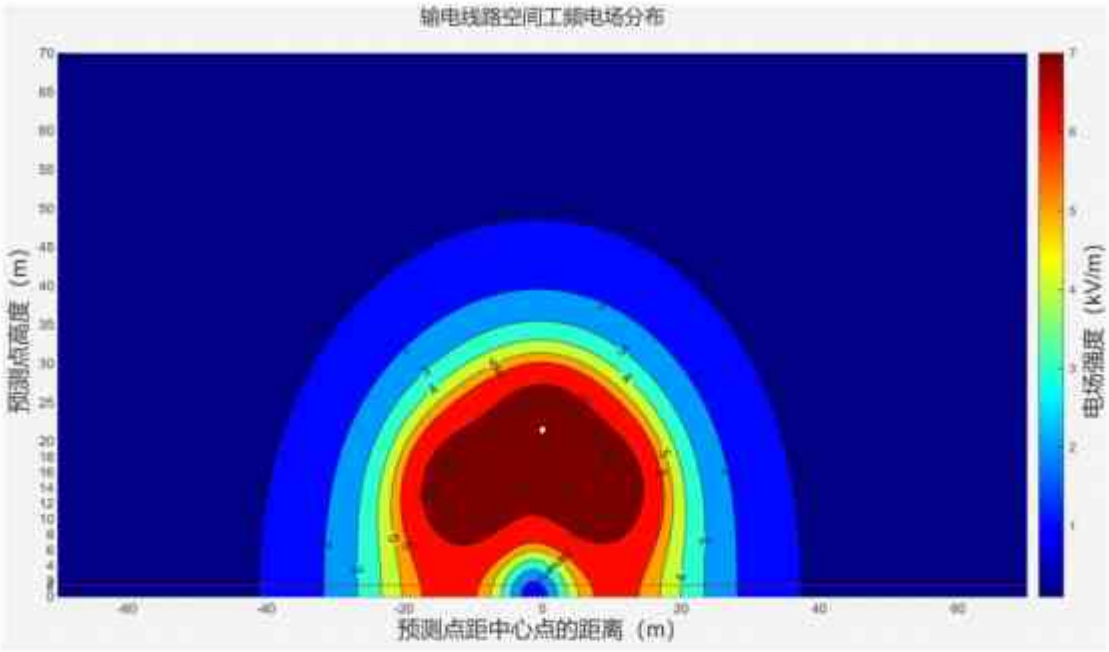


图 6-17 川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段工频电场空间分布图
（14m 线高）

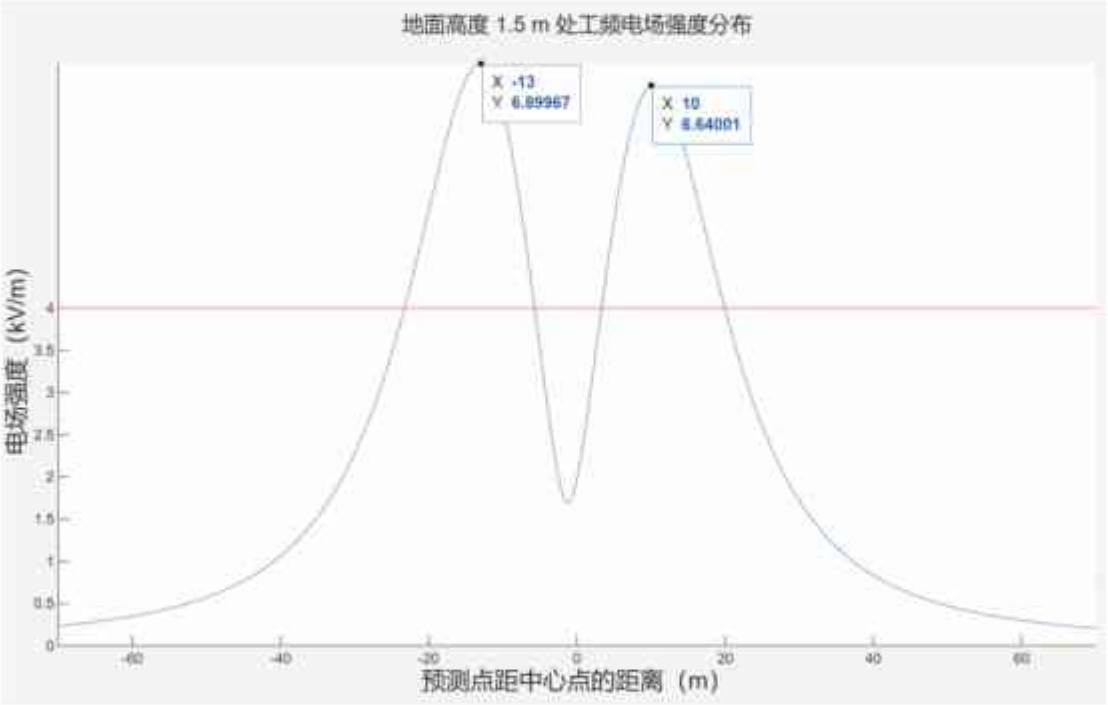


图 6-18 川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段地面 1.5m 处工频电场曲线
（14m 线高）

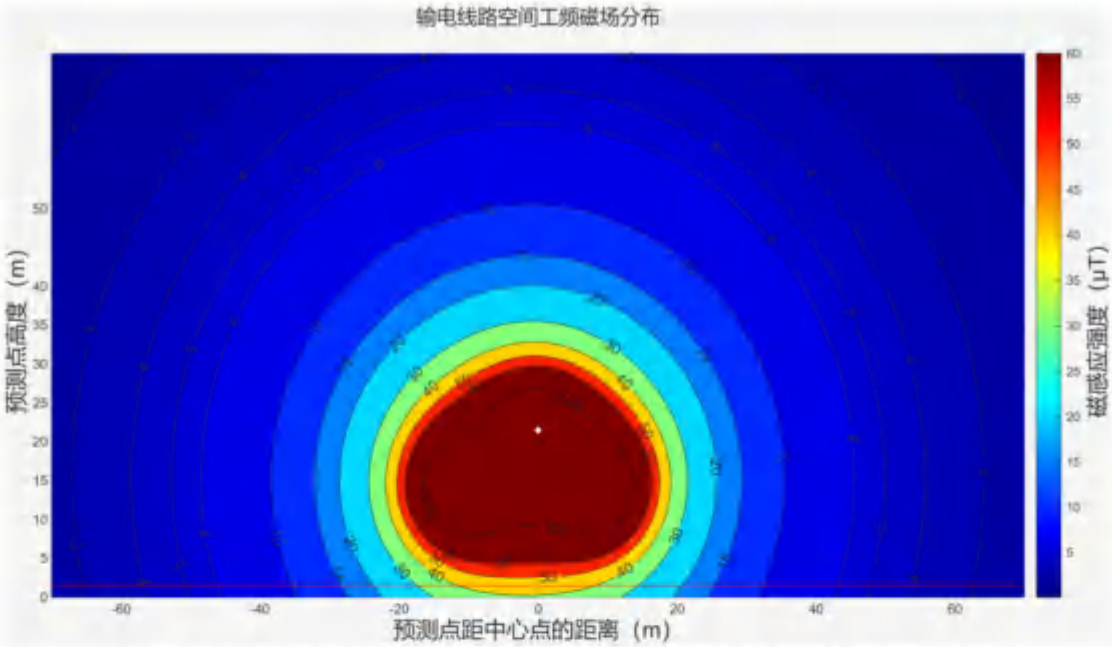


图 6-19 川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段工频磁感应强度空间分布图
（14m 线高）

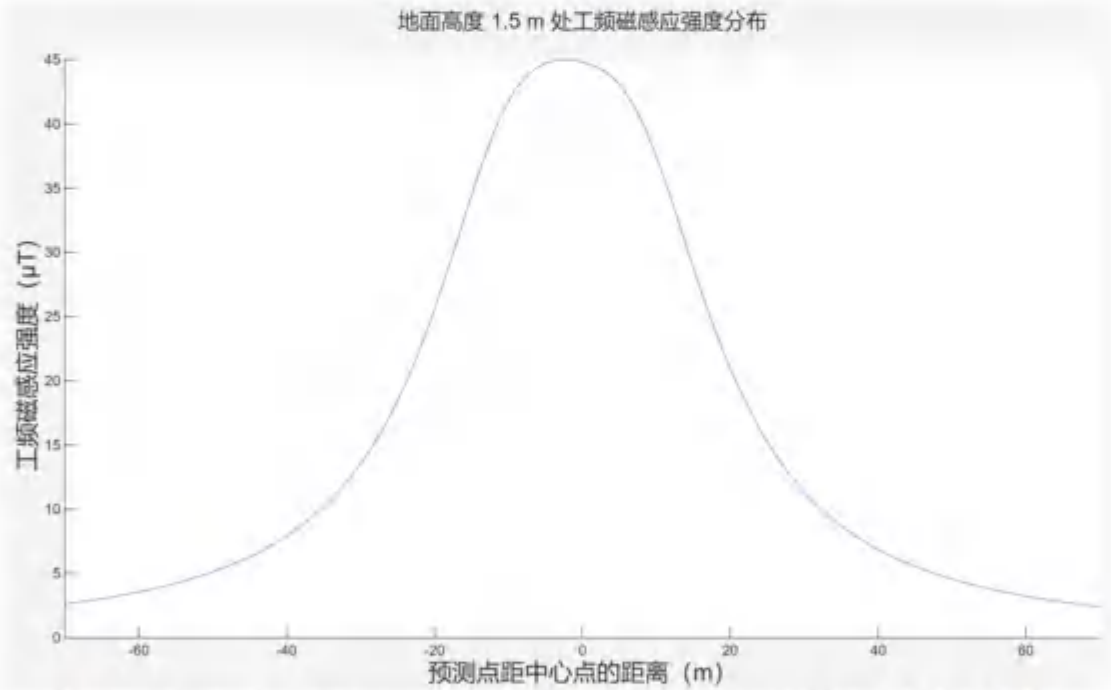


图 6-20 川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线
（14m 线高）

①电场强度

本项目川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段采用 DJC 塔，通过非居民区导线对地最低高度为 10.5m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 10.9052kV/m，出现在距线路中心线投影-12m 处，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。不满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）耕地、园地、牧草地、畜禽养

殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求。根据试算，在导线抬高 1m 后，导线对地最低高度 11.5m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9.4418kV/m，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求。

在导线对地最低高度 14m 时，距线路中心线投影-24m 外（左侧边导线外 12.6m）和 20m 外（右侧边导线外 11.4m），电场强度值分别为 3.7736kV/m 和 3.9796kV/m，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。由于本项目敏感目标距离线路边导线最近距离为 6m，故线高 14m 不能满足标准限值，需要将导线抬高。

根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升至 20m 时，左侧边导线地面投影外 5.6m 离地 1.5m 处电场强度值为 3774.6V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 21m 时，左侧边导线地面投影外 5.6m 离地 4.5m 处电场强度值为 3728.2V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 22m 时，左侧边导线地面投影外 5.6m 离地 7.5m 处电场强度值为 3909.7V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 24m 时，左侧边导线地面投影外 5.6m 离地 10.5m 处电场强度值为 3929.0V/m，能够满足通过居民区要求。

表 6-17　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	233.9	241.8	249.8	257.7	265.5	273.1	280.4	287.5	294.3	300.8	306.9
-65	283.5	293.5	303.5	313.3	322.8	331.9	340.7	349.0	356.8	364.1	370.9
-60	350.2	363.1	375.6	387.7	399.2	410.1	420.3	429.9	438.6	446.6	453.8
-55	442.7	459.1	474.7	489.4	503.2	515.9	527.5	537.9	547.2	555.4	562.4
-50	574.5	595.1	614.2	631.8	647.6	661.6	674.0	684.5	693.4	700.5	706.1
-45	768.8	793.8	816.2	835.7	852.3	866.2	877.3	885.8	891.8	895.4	896.8
-40	1064.8	1092.8	1115.8	1134.1	1147.8	1157.1	1162.4	1163.8	1161.9	1156.8	1148.9
-35	1530.7	1554.2	1569.5	1577.1	1577.7	1572.1	1561.0	1545.1	1525.1	1501.5	1475.1
-30	2280.2	2275.6	2258.7	2231.3	2195.1	2151.9	2103.1	2049.9	1993.5	1934.9	1874.9
-25	3471.1	3373.9	3265.1	3148.6	3027.5	2904.2	2780.6	2658.4	2538.5	2421.9	2309.1
-24	**3773.6**	3644.0	3505.0	3360.7	3214.3	3068.2	2924.3	2783.9	2647.9	2517.0	2391.6
-23	4097.0	**3928.8**	**3754.7**	3578.7	3404.1	3232.9	3066.9	2907.0	2753.9	2608.1	2469.7
-22	4439.1	4225.7	4011.2	**3799.7**	3593.9	3395.5	3205.8	3025.4	2854.7	2693.5	2541.9
-21	4795.9	4530.2	4270.4	4019.7	3780.1	3552.8	3338.3	3136.7	2947.9	2771.3	2606.6
-20	5161.1	4836.6	4526.8	4233.7	**3958.3**	3700.8	3460.9	3237.9	3031.0	2839.3	2661.8
-19	5526.2	5137.0	4773.4	4435.8	4123.4	3835.3	3569.9	3325.9	3101.5	2895.2	2705.6
-18	5879.5	5421.4	5001.9	4618.8	4269.5	**3951.3**	3661.4	3397.2	3156.4	2936.8	2736.3
-17	6206.7	5678.0	5202.6	4775.0	4390.2	4043.6	3731.0	3448.6	3193.2	2961.8	2751.9
-16（边导线外 5.6m）	6490.8	5893.5	5365.0	4896.1	4479.0	4107.1	3774.6	3476.6	3209.0	2968.1	2750.8
-15（边导线外 4.6m）	6713.2	6053.8	5478.4	4973.8	4529.5	4136.7	3788.3	3478.3	3201.5	2953.8	2731.5
-10	6348.6	5628.2	5017.3	4495.3	4046.5	3658.4	3321.1	3026.5	2768.2	2540.7	2339.6
-5	3517.8	3191.4	2907.6	2660.2	2444.2	2254.7	2087.9	1940.5	1809.4	1692.5	1587.6
0	1972.5	1878.5	1792.6	1712.7	1637.5	1566.2	1498.4	1434.0	1372.7	1314.5	1259.1

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	5041.6	4476.2	3994.0	3580.9	3225.5	2918.6	2652.4	2420.5	2217.8	2039.9	1883.1
10	6640.0	5904.3	5276.6	4737.2	4270.4	**3864.2**	3509.1	3197.2	2922.1	2678.7	2462.6
15（边导线外 6.4m）	5723.8	5261.0	4839.1	4455.3	4106.6	3789.8	3502.2	3240.8	3003.1	2786.8	2589.9
16	5381.7	4987.6	4621.1	4282.1	**3969.7**	3682.3	3418.5	3176.4	2954.5	2751.0	2564.4
17	5025.5	4696.3	4383.5	4088.7	3812.8	3555.6	3316.6	3095.1	2890.1	2700.7	2525.6
18	4667.3	4397.5	4134.8	**3882.3**	3641.9	3414.5	3200.6	3000.1	2812.7	2638.0	2475.3
19	4316.5	4099.3	**3882.2**	3669.0	3462.2	3263.6	3074.2	2894.6	2724.9	2565.3	2415.4
20	**3979.6**	**3808.1**	3631.6	3454.0	3278.3	3106.8	2940.8	2781.5	2629.3	2484.7	2347.7
21	3660.8	3528.3	3387.2	3241.4	3094.0	2947.5	2803.5	2663.4	2528.1	2398.1	2273.9
22	3362.7	3263.0	3152.3	3034.3	2912.2	2788.4	2664.7	2542.6	2423.3	2307.4	2195.6
23	3086.5	3013.8	2928.9	2835.1	2735.2	2631.8	2526.5	2421.1	2316.7	2214.1	2114.1
24	2832.2	2781.7	2718.3	2645.2	2564.7	2479.3	2390.7	2300.4	2209.7	2119.6	2030.9
25	2599.4	2566.8	2521.3	2465.6	2401.9	2332.3	2258.4	2181.8	2103.7	2025.1	1946.8
30	1715.2	1728.9	1733.3	1729.2	1717.6	1699.5	1675.8	1647.4	1615.1	1579.7	1541.9
35	1172.8	1196.8	1215.3	1228.5	1236.6	1240.0	1239.0	1234.1	1225.5	1213.8	1199.3
40	835.3	858.1	877.9	894.6	908.3	919.0	926.8	931.7	934.1	933.9	931.4
45	618.4	637.0	654.2	669.8	683.6	695.6	705.8	714.1	720.7	725.5	728.6
50	473.5	488.1	502.0	515.0	527.2	538.3	548.3	557.1	564.8	571.3	576.7
55	373.3	384.4	395.3	405.8	415.9	425.4	434.3	442.5	449.9	456.6	462.5
60	301.5	309.9	318.4	326.8	335.0	342.9	350.4	357.5	364.2	370.4	376.1
65	248.5	255.0	261.5	268.2	274.7	281.2	287.4	293.5	299.3	304.7	309.9
70	208.4	213.4	218.5	223.7	229.0	234.2	239.3	244.4	249.3	254.0	258.6

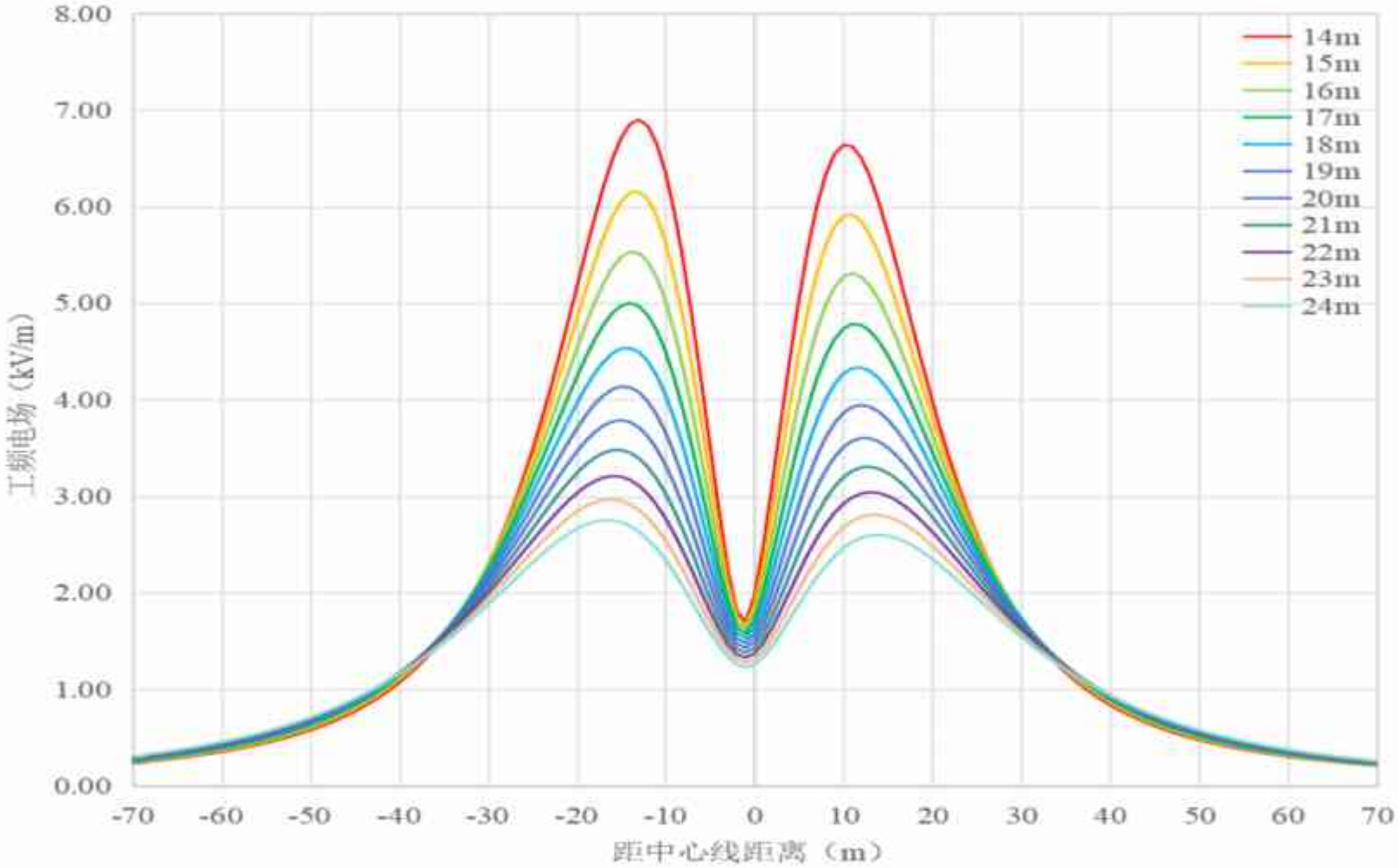


图 6-21 本段线路不同导线对地高度条件地面 1.5m 处工频电场分布曲线

表 6-18　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	233.2	241.0	249.0	256.8	264.6	272.2	279.6	286.7	293.5	299.9	306.1
-65	282.4	292.4	302.4	312.1	321.6	330.8	339.5	347.8	355.7	363.0	369.8
-60	348.6	361.5	374.0	386.0	397.6	408.5	418.7	428.3	437.1	445.2	452.4
-55	440.3	456.6	472.3	487.0	500.8	513.6	525.3	535.9	545.3	553.6	560.8
-50	570.9	591.5	610.7	628.3	644.3	658.6	671.1	681.9	691.0	698.5	704.3
-45	763.0	788.3	811.0	830.9	848.0	862.3	873.9	882.9	889.5	893.6	895.5
-40	1055.9	1084.7	1108.7	1127.9	1142.7	1153.1	1159.4	1161.9	1160.9	1156.8	1149.8
-35	1518.2	1544.1	1561.8	1571.7	1574.7	1571.2	1562.2	1548.1	1529.7	1507.5	1482.3
-30	2270.0	2271.5	2260.1	2237.5	2205.6	2165.9	2119.9	2069.1	2014.5	1957.2	1898.1
-25	3502.9	3416.6	3315.8	3204.9	3087.3	2965.9	2843.0	2720.4	2599.5	2481.2	2366.4
-24	**3827.2**	**3708.3**	3576.6	3436.7	3292.4	3146.7	3001.8	2859.5	2721.0	2587.2	2458.7
-23	4180.4	4021.7	**3852.9**	3679.1	3504.2	3331.2	3162.0	2998.3	2841.0	2690.6	2547.7
-22	4562.4	4355.4	4142.8	**3929.9**	3720.4	3517.0	3321.3	3134.6	2957.3	2789.7	2631.8
-21	4971.6	4706.8	4443.1	4185.7	**3937.6**	3701.0	3476.8	3265.7	3067.6	2882.3	2709.2
-20	5404.3	5071.2	4749.1	4441.8	4151.5	**3879.3**	3625.1	3388.7	3169.4	2966.2	2778.1
-19	5853.8	5441.9	5054.0	4692.2	4356.8	4047.2	3762.2	3500.3	3259.8	3039.0	2836.4
-18	6309.4	5808.7	5349.1	4929.3	4547.0	4199.4	3883.6	3596.6	3335.7	3098.3	2882.1
-17	6755.9	6158.7	5623.4	5144.1	4714.8	4330.0	**3984.6**	3673.9	3394.0	3141.4	2913.0
-16（边导线外 5.6m）	7172.8	6475.3	5864.0	5326.5	4852.4	4432.8	4060.1	3728.2	3431.7	3166.0	2927.3
-15（边导线外 4.6m）	7534.6	6739.8	6056.7	5465.8	4951.6	4501.5	4105.7	3756.0	3445.9	3169.9	2923.4
-10	7639.9	6681.4	5889.1	5226.1	4665.4	4187.3	3776.5	3421.2	3112.3	2842.2	2605.0
-5	5032.7	4490.6	4022.8	3619.2	3270.3	2968.1	2705.5	2476.4	2275.8	2099.5	1943.8
0	3931.4	3543.5	3206.8	2914.4	2660.1	2438.3	2244.1	2073.5	1922.9	1789.4	1670.5

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	6391.0	5606.7	4949.4	4394.6	3923.2	3520.2	3173.9	2874.8	2615.1	2388.7	2190.3
10	7741.9	6797.5	6012.7	5352.3	4790.5	4308.6	3892.0	3529.6	3212.6	2934.1	2688.2
15（边导线外 6.4m）	6178.1	5666.9	5200.4	4776.7	4392.5	4044.7	3729.8	3444.5	3185.9	2951.3	2738.2
16	5730.8	5309.3	4914.8	4548.8	4211.2	**3900.7**	3616.0	3355.1	3116.3	2897.8	2697.7
17	5287.3	4945.9	4617.7	4306.3	4013.6	3740.1	3485.8	3250.0	3031.9	2830.4	2644.4
18	4859.0	4587.1	4318.2	4057.0	**3806.5**	3568.5	3343.9	3133.0	2935.7	2751.7	2580.3
19	4453.3	4240.4	4023.3	**3807.0**	3595.2	3390.4	3194.1	3007.4	2830.6	2664.0	2507.5
20	4074.5	**3910.8**	**3738.1**	3561.4	3384.4	3209.9	3040.1	2876.3	2719.3	2569.7	2427.8
21	**3724.3**	3601.2	3466.1	3323.6	3177.4	3030.4	2884.8	2742.3	2604.0	2470.7	2343.0
22	3403.1	3313.1	3209.4	3096.2	2976.8	2854.2	2730.6	2607.7	2486.8	2368.9	2254.8
23	3110.1	3046.9	2969.2	2880.7	2784.6	2683.4	2579.4	2474.2	2369.3	2265.9	2164.6
24	2844.1	2802.1	2745.8	2678.0	2601.7	2519.2	2432.5	2343.4	2253.1	2162.8	2073.5
25	2603.0	2578.0	2539.0	2488.6	2429.1	2362.7	2291.2	2216.2	2139.1	2060.9	1982.5
30	1705.6	1722.5	1730.0	1728.9	1720.1	1704.5	1683.0	1656.5	1625.9	1591.9	1555.1
35	1164.6	1189.7	1209.4	1223.9	1233.4	1238.1	1238.3	1234.6	1227.2	1216.5	1203.0
40	829.9	852.9	873.2	890.4	904.7	916.0	924.3	929.9	932.9	933.3	931.4
45	614.9	633.6	650.9	666.6	680.7	692.9	703.4	712.1	718.9	724.1	727.5
50	471.3	485.8	499.7	512.8	525.1	536.2	546.4	555.4	563.2	569.9	575.4
55	371.7	382.8	393.7	404.3	414.4	424.0	432.9	441.1	448.6	455.4	461.4
60	300.4	308.9	317.3	325.7	333.9	341.8	349.3	356.5	363.2	369.4	375.2
65	247.7	254.2	260.8	267.4	273.9	280.4	286.6	292.7	298.5	304.0	309.2
70	207.9	212.8	217.9	223.1	228.4	233.6	238.7	243.8	248.7	253.4	258.0

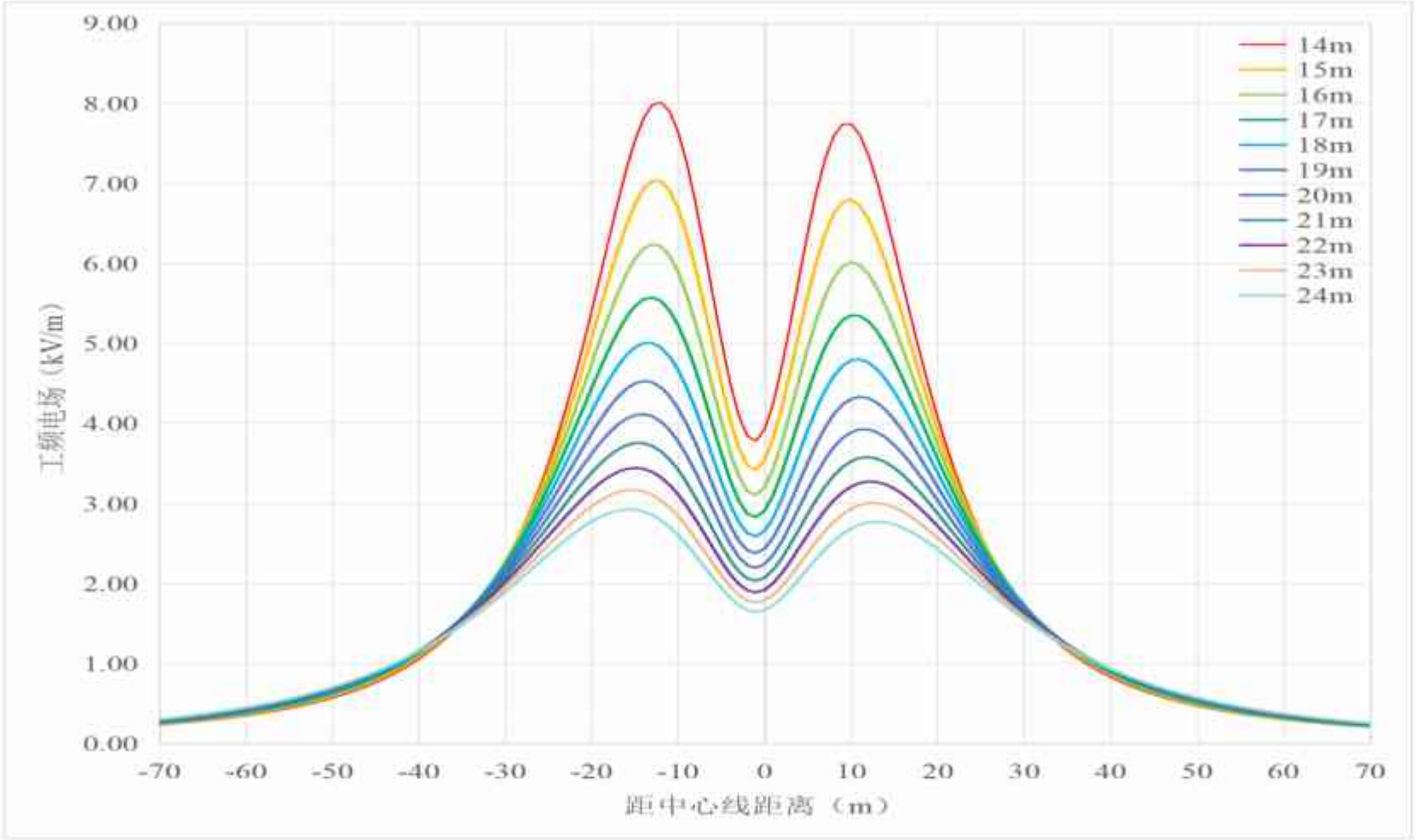


图 6-22 本段线路不同导线对地高度条件地面 4.5m 处工频电场分布曲线

表 6-19　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 7.5m 高处）

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	231.6	239.4	247.3	255.2	262.9	270.5	277.8	284.9	291.7	298.2	304.4
-65	280.2	290.2	300.0	309.8	319.2	328.4	337.2	345.5	353.4	360.8	367.7
-60	345.5	358.2	370.7	382.7	394.2	405.2	415.5	425.2	434.1	442.3	449.7
-55	435.6	451.8	467.5	482.3	496.2	509.1	521.0	531.8	541.5	550.0	557.5
-50	563.6	584.3	603.6	621.5	637.8	652.4	665.4	676.7	686.3	694.3	700.7
-45	751.7	777.3	800.5	821.1	839.0	854.3	866.9	876.9	884.5	889.7	892.6
-40	1038.1	1068.3	1093.9	1115.1	1131.8	1144.3	1152.6	1157.2	1158.2	1155.9	1150.7
-35	1492.1	1522.3	1544.5	1559.1	1566.6	1567.4	1562.4	1552.0	1536.9	1517.8	1495.2
-30	2242.9	2256.3	2256.0	2243.5	2220.4	2188.4	2148.8	2103.2	2052.8	1998.7	1941.9
-25	3539.6	3479.0	3398.3	3302.2	3195.1	3080.3	2961.0	2839.6	2717.9	2597.6	2479.7
-24	**3900.6**	**3809.7**	**3698.3**	3572.2	3436.3	3294.8	3150.8	3006.9	2865.0	2726.5	2592.5
-23	4306.3	4176.2	4026.2	**3863.4**	3693.2	3520.3	3347.9	3178.7	3014.3	2855.9	2704.4
-22	4762.1	4581.6	4383.4	4175.6	**3964.7**	3755.3	3550.7	3353.0	3163.9	2984.1	2814.0
-21	5273.5	5028.1	4769.8	4507.8	4248.9	**3997.5**	3756.5	3527.6	3311.7	3109.0	2919.4
-20	5845.5	5516.9	5184.2	4857.2	4542.4	4243.4	**3962.1**	3699.3	3454.9	3228.2	3018.4
-19	6481.2	6046.6	5622.9	5219.2	4840.3	4488.3	4163.3	**3864.4**	3590.1	3338.8	3108.7
-18	7180.0	6612.1	6078.8	5586.2	5135.7	4726.1	4354.6	4018.3	3713.8	3437.9	3187.8
-17	7934.3	7201.9	6540.1	5947.6	5419.4	4949.0	4530.0	4156.0	3821.7	3522.1	3253.0
-16（边导线外 5.6m）	8724.2	7795.9	6989.2	6288.9	5679.8	5148.2	4682.2	4272.2	3909.7	3588.2	3301.9
-15（边导线外 4.6m）	9511.4	8362.8	7402.0	6592.2	5903.7	5313.7	4804.2	4361.3	3973.8	3633.1	3332.0
-10	10971.7	9278.2	7962.9	6915.0	6063.1	5359.4	4770.3	4271.8	3846.0	3479.4	3161.8
-5	7762.7	6861.2	6076.0	5396.4	4809.6	4303.3	3866.0	3487.4	3158.7	2872.6	2622.5
0	6694.7	5980.6	5345.5	4785.2	4293.5	3863.4	3487.6	3159.4	2872.5	2621.1	2400.5

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	9457.7	8117.0	7027.9	6133.9	5392.6	4772.1	4248.3	3802.7	3421.2	3092.4	2807.6
10	10657.6	9054.5	7804.9	6805.4	5989.3	5311.9	4742.0	4257.2	3841.0	3480.9	3167.2
15（边导线外 6.4m）	7116.5	6521.6	5968.9	5463.0	5003.6	4588.5	4214.1	**3876.6**	3572.3	3297.6	3049.4
16	6413.9	5957.9	5518.0	5102.5	4715.5	4358.1	4029.9	3729.4	3454.8	3204.2	2975.4
17	5773.8	5428.4	5082.5	4745.5	4423.4	4119.4	**3834.9**	3570.4	3325.3	3098.8	2890.0
18	5197.8	4939.2	4670.2	4399.9	4134.7	**3878.8**	3634.8	3404.1	3187.3	2984.6	2795.6
19	4683.1	4492.3	4285.5	4070.9	**3854.6**	3641.2	3433.8	3234.4	3044.4	2864.3	2694.6
20	4225.2	4086.9	**3930.0**	**3761.4**	3586.7	3410.3	3235.4	3064.5	2899.2	2740.5	2589.2
21	**3818.4**	**3720.8**	3603.7	3472.8	3333.1	3188.6	3042.3	2896.9	2754.1	2615.2	2481.2
22	3457.4	3391.2	3305.6	3205.5	3095.0	2977.6	2856.3	2733.5	2610.9	2490.2	2372.2
23	3136.7	3094.7	3034.2	2959.1	2872.8	2778.4	2678.6	2575.6	2471.2	2366.8	2263.6
24	2851.7	2828.3	2787.6	2732.7	2666.4	2591.4	2510.0	2424.3	2335.9	2246.3	2156.5
25	2598.2	2588.9	2563.7	2525.1	2475.3	2416.5	2350.9	2280.2	2205.8	2129.3	2051.7
30	1683.7	1706.6	1720.2	1725.0	1721.8	1711.3	1694.5	1672.1	1645.0	1614.0	1579.7
35	1147.8	1174.9	1196.9	1213.8	1225.8	1233.0	1235.8	1234.4	1229.3	1220.8	1209.2
40	819.0	842.6	863.6	881.7	897.0	909.4	919.0	925.8	930.0	931.7	931.0
45	607.9	626.8	644.3	660.3	674.8	687.5	698.5	707.7	715.2	721.0	725.2
50	466.8	481.3	495.2	508.4	520.8	532.2	542.5	551.8	559.9	566.9	572.8
55	368.7	379.8	390.6	401.2	411.3	421.0	430.0	438.3	446.0	452.9	459.1
60	298.3	306.7	315.2	323.5	331.7	339.6	347.2	354.4	361.2	367.5	373.3
65	246.2	252.7	259.2	265.8	272.3	278.8	285.0	291.1	296.9	302.5	307.7
70	206.7	211.7	216.8	221.9	227.2	232.4	237.5	242.6	247.5	252.3	256.8

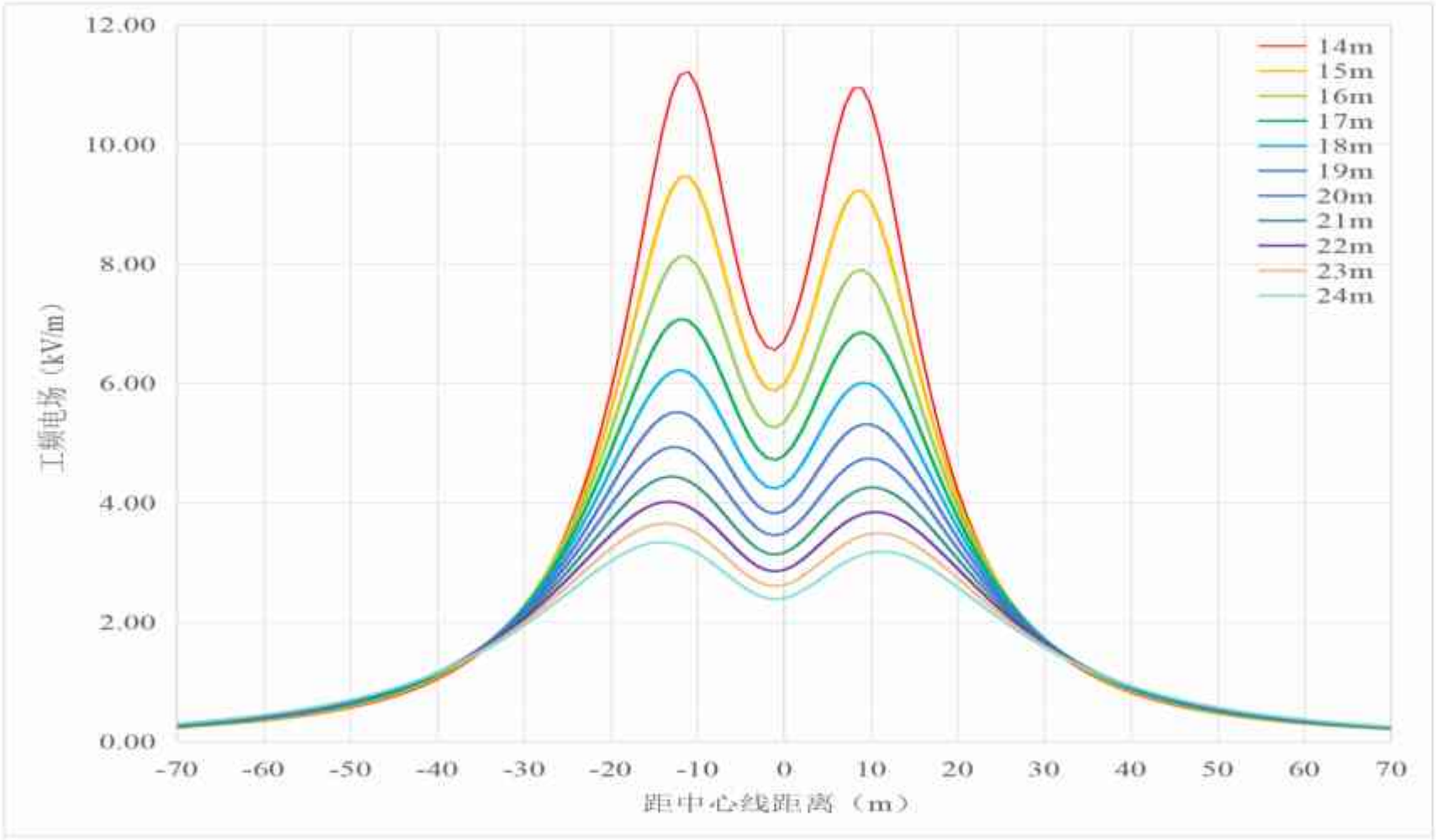


图 6-23 本段线路不同导线对地高度条件地面 7.5m 处工频电场分布曲线

表 6-20　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 10.5m 高处）

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	229.3	237.1	244.9	252.6	260.3	267.9	275.2	282.3	289.2	295.7	301.9
-65	277.0	286.8	296.6	306.3	315.7	324.9	333.6	342.0	350.0	357.5	364.5
-60	340.8	353.4	365.8	377.8	389.3	400.3	410.8	420.5	429.6	438.0	445.6
-55	428.6	444.8	460.3	475.2	489.2	502.3	514.4	525.5	535.6	544.6	552.5
-50	552.9	573.6	593.1	611.2	627.9	643.1	656.6	668.6	679.0	687.8	695.0
-45	734.8	760.9	784.8	806.3	825.3	841.8	855.8	867.3	876.3	883.0	887.5
-40	1011.2	1043.2	1071.1	1094.7	1114.2	1129.5	1140.8	1148.4	1152.3	1152.8	1150.2
-35	1450.4	1486.4	1514.8	1535.8	1549.6	1556.8	1557.8	1553.1	1543.3	1528.9	1510.4
-30	2188.4	2218.4	2234.2	2237.1	2228.1	2208.6	2179.9	2143.6	2100.8	2052.8	2000.8
-25	3529.8	3514.0	3471.2	3405.8	3322.3	3224.7	3117.1	3002.7	2884.3	2764.2	2644.4
-24	**3925.3**	**3887.8**	**3819.6**	**3726.6**	3614.5	3488.7	3353.8	3213.7	3071.5	2929.7	2790.1
-23	4384.4	4317.0	4214.8	4085.9	**3937.7**	**3776.8**	3608.9	3438.2	3268.3	3101.6	2939.9
-22	4921.6	4812.8	4664.8	4488.9	4294.6	4090.3	**3882.4**	3675.8	3473.8	3278.8	3092.4
-21	5555.8	5388.6	5178.6	4940.8	4687.9	4429.9	4173.9	**3924.9**	3686.2	3459.5	3245.9
-20	6311.8	6061.5	5766.3	5446.8	5119.3	4795.1	4481.6	4183.5	**3903.0**	3641.2	3398.0
-19	7222.8	6851.8	6438.5	6011.0	5588.6	5183.4	4802.2	4447.7	4120.8	3820.7	3546.0
-18	8332.4	7783.0	7204.8	6634.3	6092.6	5590.1	5130.1	4712.5	4334.8	**3994.0**	3686.4
-17	9696.6	8878.6	8069.9	7312.3	6623.2	6006.0	5457.3	4970.7	4539.3	4156.3	3815.4
-16（边导线外 5.6m）	11381.0	10154.5	9026.7	8030.1	7164.7	6417.6	5772.3	5213.5	4727.3	4302.3	**3929.0**
-15（边导线外 4.6m）	13441.1	11599.4	10044.9	8757.3	7692.0	6805.4	6061.0	5430.2	4891.0	4426.3	4022.9
-10	19971.2	15566.6	12577.7	10433.1	8826.2	7581.4	6591.6	5787.8	5124.3	4568.9	4098.7
-5	11656.2	10367.8	9179.7	8115.1	7178.0	6361.8	5654.6	5043.1	4514.5	4056.8	3659.6
0	10137.4	9126.5	8189.4	7332.1	6558.1	5866.6	5253.8	4713.8	4239.7	3824.1	3459.9

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	15614.1	13053.0	10993.3	9349.6	8030.9	6962.2	6086.1	5360.0	4752.1	4238.4	3800.8
10	18710.8	14647.0	11885.0	9899.5	8408.7	7250.8	6327.3	5575.0	4951.5	4427.6	3982.2
15（边导线外 6.4m）	8416.8	7810.9	7186.8	6581.0	6013.3	5492.2	5019.5	4593.5	4210.7	**3867.0**	3558.4
16	7263.8	6853.8	6407.2	5952.7	5509.5	5088.8	4696.3	4334.1	4002.1	3699.1	3422.9
17	6320.8	6042.9	5723.3	5383.4	5039.3	4702.3	4379.3	4074.2	**3789.1**	3524.3	3279.6
18	5541.5	5354.3	5126.1	4872.7	4606.8	4338.4	4074.3	**3819.3**	3576.3	3346.9	3131.6
19	4890.6	4766.7	4605.1	4417.0	4212.5	**3999.7**	**3785.1**	3573.3	3367.5	3170.0	2982.0
20	4341.7	4262.7	4149.8	4011.3	**3854.9**	3687.1	3513.5	3338.5	3165.3	2996.3	2833.1
21	**3874.5**	**3827.7**	**3751.0**	**3650.3**	3531.5	3400.0	3260.4	3116.6	2971.5	2827.6	2686.7
22	3473.8	3450.3	3400.4	3328.7	3239.6	3137.3	3025.7	2908.1	2787.2	2665.3	2544.1
23	3127.7	3121.0	3091.4	3041.9	2976.2	2897.4	2808.8	2713.2	2613.0	2510.2	2406.5
24	2826.8	2832.4	2817.9	2785.7	2738.3	2678.6	2608.9	2531.7	2449.0	2362.8	2274.5
25	2563.9	2578.3	2575.2	2556.2	2523.5	2479.0	2424.8	2363.0	2295.3	2223.3	2148.4
30	1645.3	1676.4	1698.4	1711.7	1716.8	1714.2	1704.6	1688.8	1667.5	1641.6	1611.6
35	1121.7	1151.3	1176.3	1196.6	1212.1	1222.9	1229.3	1231.6	1229.9	1224.5	1215.9
40	802.5	826.8	848.8	868.2	884.9	898.9	910.1	918.7	924.7	928.1	929.2
45	597.5	616.5	634.3	650.7	665.7	679.1	690.9	700.9	709.3	716.0	721.1
50	460.0	474.5	488.5	501.8	514.3	525.9	536.6	546.2	554.8	562.3	568.7
55	364.2	375.2	386.0	396.6	406.8	416.5	425.6	434.1	442.0	449.1	455.6
60	295.2	303.5	311.9	320.2	328.4	336.3	344.0	351.2	358.1	364.5	370.5
65	244.0	250.4	256.9	263.4	269.9	276.4	282.6	288.7	294.6	300.2	305.5
70	205.1	210.0	215.0	220.2	225.4	230.6	235.7	240.8	245.7	250.5	255.1

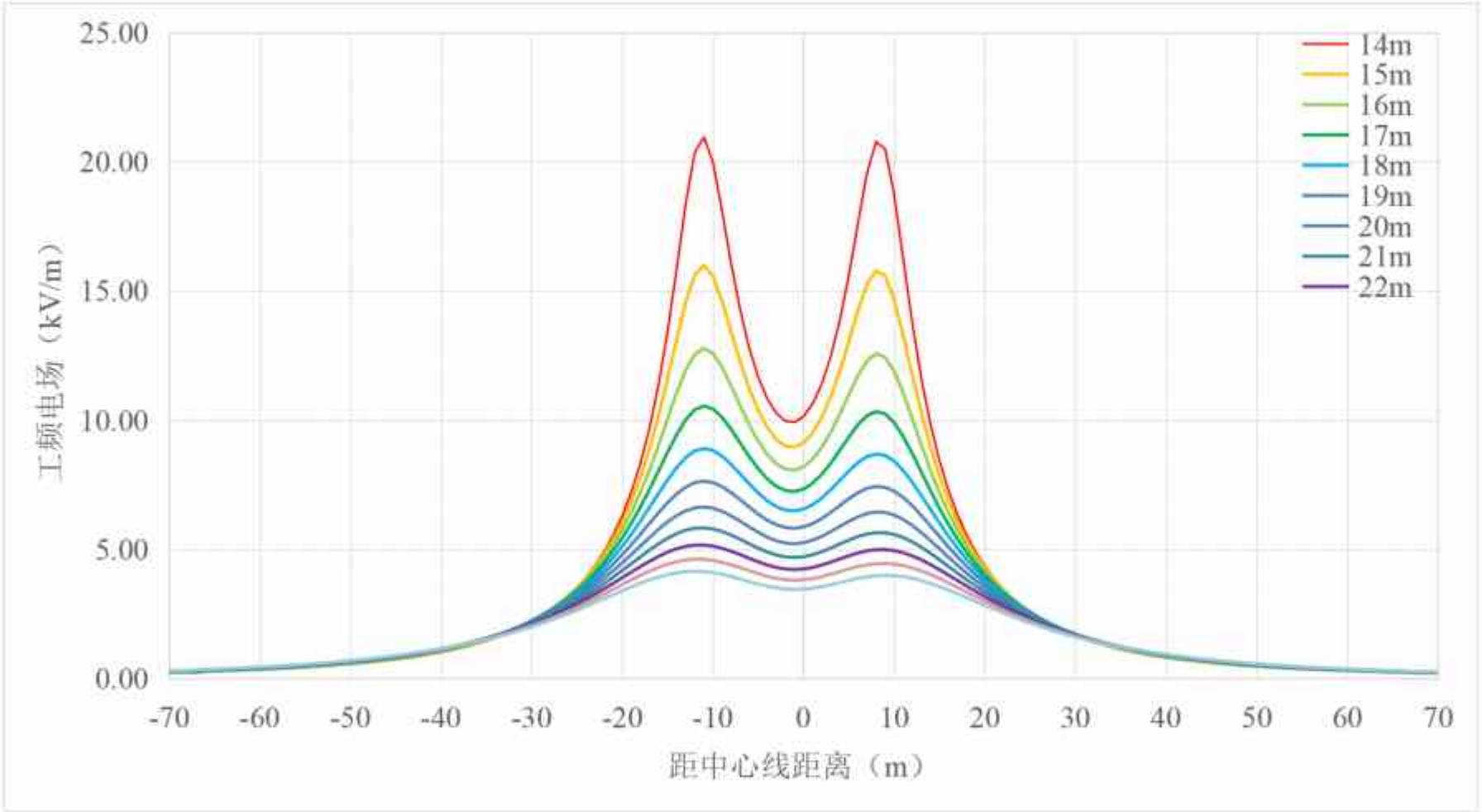


图 6-24 本段线路不同导线对地高度条件地面 10.5m 处工频电场分布曲线

表 6-21　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	2.63	2.61	2.59	2.57	2.56	2.54	2.51	2.49	2.47	2.45	2.43
-65	3.05	3.02	3.00	2.98	2.95	2.92	2.90	2.87	2.84	2.81	2.78
-60	3.57	3.54	3.51	3.48	3.44	3.41	3.37	3.33	3.29	3.25	3.21
-55	4.25	4.20	4.16	4.11	4.06	4.01	3.96	3.91	3.85	3.80	3.74
-50	5.13	5.06	5.00	4.93	4.86	4.79	4.71	4.64	4.56	4.48	4.41
-45	6.30	6.21	6.11	6.00	5.90	5.79	5.68	5.57	5.46	5.35	5.24
-40	7.92	7.77	7.61	7.45	7.28	7.12	6.95	6.79	6.62	6.46	6.30
-35	10.21	9.95	9.68	9.42	9.15	8.89	8.63	8.38	8.12	7.88	7.63
-30	13.53	13.06	12.60	12.15	11.71	11.27	10.85	10.45	10.05	9.67	9.31
-27	16.25	15.57	14.91	14.27	13.66	13.06	12.50	11.96	11.44	10.95	10.49
-26	17.31	16.53	15.79	15.07	14.38	13.73	13.10	12.51	11.95	11.41	10.91
-25	18.45	17.57	16.73	15.92	15.15	14.42	13.73	13.08	12.47	11.89	11.34
-24	19.69	18.68	17.72	16.82	15.96	15.15	14.39	13.68	13.01	12.37	11.78
-23	21.01	19.86	18.78	17.76	16.81	15.91	15.08	14.29	13.56	12.88	12.24
-22	22.44	21.12	19.90	18.76	17.69	16.70	15.78	14.93	14.13	13.39	12.70
-21	23.95	22.46	21.07	19.79	18.61	17.52	16.51	15.57	14.71	13.91	13.17
-20	25.56	23.86	22.29	20.86	19.55	18.35	17.25	16.23	15.30	14.43	13.64
-15	34.41	31.40	28.77	26.46	24.42	22.60	20.98	19.52	18.21	17.02	15.94
-10	41.76	37.68	34.17	31.13	28.47	26.14	24.08	22.25	20.62	19.16	17.84
-9	42.71	38.53	34.93	31.80	29.07	26.68	24.56	22.67	20.99	19.49	18.13
-8	43.46	39.22	35.56	32.38	29.59	27.14	24.97	23.04	21.32	19.78	18.39
-7	44.03	39.77	36.08	32.85	30.02	27.53	25.32	23.35	21.60	20.03	18.62

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-6	44.44	40.19	36.48	33.23	30.37	27.85	25.61	23.61	21.83	20.24	18.81
-5	44.71	40.49	36.78	33.52	30.64	28.09	25.83	23.82	22.02	20.41	18.96
-4	44.88	40.68	36.99	33.72	30.83	28.27	26.00	23.97	22.16	20.53	19.07
-3	44.97	40.79	37.11	33.84	30.95	28.39	26.10	24.07	22.24	20.61	19.14
-2	44.98	40.83	37.15	33.89	31.00	28.44	26.15	24.11	22.29	20.65	19.17
-1	44.93	40.79	37.12	33.87	30.99	28.42	26.14	24.10	22.28	20.64	19.17
0	44.83	40.69	37.02	33.78	30.90	28.35	26.07	24.04	22.22	20.59	19.12
1	44.67	40.51	36.85	33.62	30.75	28.21	25.94	23.93	22.12	20.50	19.04
2	44.42	40.26	36.60	33.38	30.53	28.00	25.76	23.76	21.97	20.36	18.92
3	44.09	39.92	36.26	33.06	30.23	27.73	25.52	23.54	21.77	20.19	18.76
4	43.64	39.47	35.83	32.66	29.86	27.40	25.21	23.27	21.53	19.97	18.57
5	43.05	38.89	35.30	32.17	29.42	27.00	24.85	22.94	21.24	19.71	18.34
10	37.48	33.98	30.97	28.35	26.05	24.03	22.23	20.62	19.18	17.88	16.71
15	28.89	26.70	24.74	22.99	21.40	19.97	18.67	17.49	16.41	15.43	14.53
20	20.98	19.83	18.74	17.72	16.76	15.87	15.03	14.25	13.52	12.84	12.20
25	15.27	14.66	14.07	13.50	12.95	12.41	11.90	11.41	10.94	10.49	10.06
30	11.39	11.06	10.73	10.40	10.07	9.75	9.44	9.13	8.83	8.53	8.25
35	8.74	8.55	8.36	8.16	7.96	7.76	7.56	7.37	7.17	6.98	6.79
40	6.89	6.78	6.66	6.53	6.41	6.28	6.15	6.02	5.89	5.76	5.63
45	5.56	5.49	5.41	5.33	5.24	5.16	5.07	4.98	4.89	4.81	4.72
50	4.57	4.52	4.47	4.42	4.36	4.30	4.24	4.18	4.12	4.05	3.99
60	3.24	3.22	3.19	3.16	3.14	3.11	3.07	3.04	3.01	2.98	2.94
70	2.42	2.40	2.39	2.37	2.36	2.34	2.32	2.30	2.28	2.27	2.25

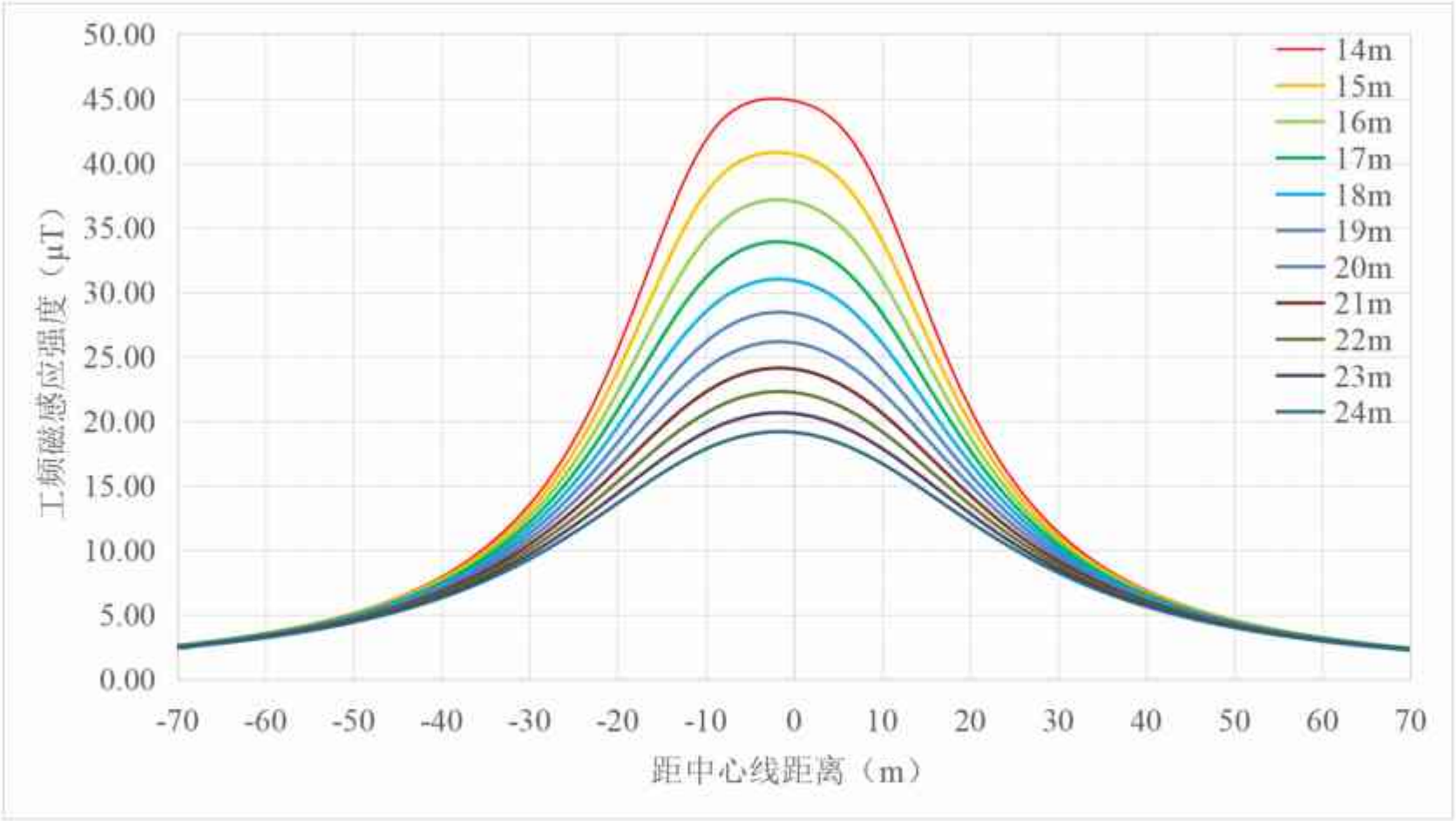


图 6-25 本段线路不同导线对地高度条件地面 1.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-22　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	2.67	2.66	2.64	2.63	2.61	2.59	2.57	2.56	2.54	2.51	2.49
-65	3.10	3.09	3.07	3.05	3.02	3.00	2.98	2.95	2.92	2.90	2.87
-60	3.65	3.63	3.60	3.57	3.54	3.51	3.48	3.44	3.41	3.37	3.33
-55	4.36	4.33	4.29	4.25	4.20	4.16	4.11	4.06	4.01	3.96	3.91
-50	5.30	5.25	5.19	5.13	5.06	5.00	4.93	4.86	4.79	4.71	4.64
-45	6.57	6.49	6.40	6.30	6.21	6.11	6.00	5.90	5.79	5.68	5.57
-40	8.35	8.22	8.07	7.92	7.77	7.61	7.45	7.28	7.12	6.95	6.79
-35	10.95	10.71	10.46	10.21	9.95	9.68	9.42	9.15	8.89	8.63	8.38
-30	14.92	14.46	14.00	13.53	13.06	12.60	12.15	11.71	11.27	10.85	10.45
-27	18.34	17.64	16.94	16.25	15.57	14.91	14.27	13.66	13.06	12.50	11.96
-26	19.73	18.91	18.10	17.31	16.53	15.79	15.07	14.38	13.73	13.10	12.51
-25	21.26	20.30	19.36	18.45	17.57	16.73	15.92	15.15	14.42	13.73	13.08
-24	22.95	21.83	20.74	19.69	18.68	17.72	16.82	15.96	15.15	14.39	13.68
-23	24.82	23.50	22.23	21.01	19.86	18.78	17.76	16.81	15.91	15.08	14.29
-22	26.88	25.32	23.83	22.44	21.12	19.90	18.76	17.69	16.70	15.78	14.93
-21	29.15	27.30	25.57	23.95	22.46	21.07	19.79	18.61	17.52	16.51	15.57
-20	31.63	29.44	27.42	25.56	23.86	22.29	20.86	19.55	18.35	17.25	16.23
-15	46.71	41.94	37.89	34.41	31.40	28.77	26.46	24.42	22.60	20.98	19.52
-10	59.23	52.30	46.57	41.76	37.68	34.17	31.13	28.47	26.14	24.08	22.25
-9	60.40	53.42	47.61	42.71	38.53	34.93	31.80	29.07	26.68	24.56	22.67
-8	61.11	54.21	48.40	43.46	39.22	35.56	32.38	29.59	27.14	24.97	23.04
-7	61.45	54.70	48.96	44.03	39.77	36.08	32.85	30.02	27.53	25.32	23.35

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-6	61.52	54.97	49.33	44.44	40.19	36.48	33.23	30.37	27.85	25.61	23.61
-5	61.42	55.08	49.55	44.71	40.49	36.78	33.52	30.64	28.09	25.83	23.82
-4	61.24	55.08	49.66	44.88	40.68	36.99	33.72	30.83	28.27	26.00	23.97
-3	61.04	55.03	49.69	44.97	40.79	37.11	33.84	30.95	28.39	26.10	24.07
-2	60.88	54.95	49.67	44.98	40.83	37.15	33.89	31.00	28.44	26.15	24.11
-1	60.78	54.87	49.61	44.93	40.79	37.12	33.87	30.99	28.42	26.14	24.10
0	60.75	54.80	49.51	44.83	40.69	37.02	33.78	30.90	28.35	26.07	24.04
1	60.77	54.72	49.37	44.67	40.51	36.85	33.62	30.75	28.21	25.94	23.93
2	60.80	54.60	49.17	44.42	40.26	36.60	33.38	30.53	28.00	25.76	23.76
3	60.77	54.40	48.88	44.09	39.92	36.26	33.06	30.23	27.73	25.52	23.54
4	60.63	54.07	48.46	43.64	39.47	35.83	32.66	29.86	27.40	25.21	23.27
5	60.25	53.54	47.88	43.05	38.89	35.30	32.17	29.42	27.00	24.85	22.94
10	52.33	46.45	41.58	37.48	33.98	30.97	28.35	26.05	24.03	22.23	20.62
15	37.17	34.08	31.33	28.89	26.70	24.74	22.99	21.40	19.97	18.67	17.49
20	24.84	23.49	22.21	20.98	19.83	18.74	17.72	16.76	15.87	15.03	14.25
25	17.11	16.50	15.88	15.27	14.66	14.07	13.50	12.95	12.41	11.90	11.41
30	12.35	12.03	11.71	11.39	11.06	10.73	10.40	10.07	9.75	9.44	9.13
35	9.28	9.11	8.93	8.74	8.55	8.36	8.16	7.96	7.76	7.56	7.37
40	7.22	7.11	7.01	6.89	6.78	6.66	6.53	6.41	6.28	6.15	6.02
45	5.77	5.70	5.63	5.56	5.49	5.41	5.33	5.24	5.16	5.07	4.98
50	4.71	4.67	4.62	4.57	4.52	4.47	4.42	4.36	4.30	4.24	4.18
60	3.31	3.29	3.27	3.24	3.22	3.19	3.16	3.14	3.11	3.07	3.04
70	2.45	2.44	2.43	2.42	2.40	2.39	2.37	2.36	2.34	2.32	2.30

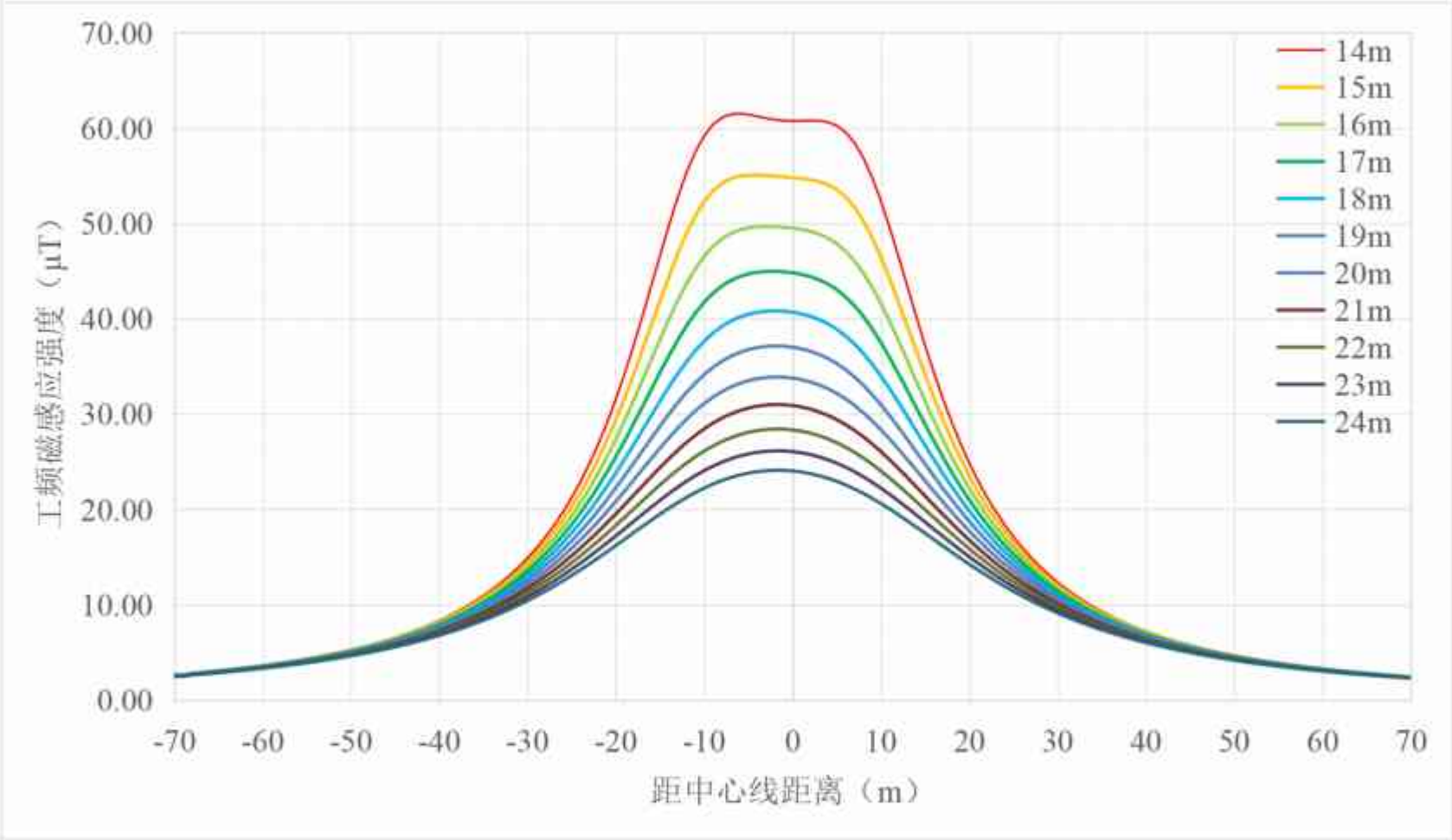


图 6-26 本段线路不同导线对地高度条件地面 4.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-23　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 7.5m 高处）

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	2.70	2.69	2.68	2.67	2.66	2.64	2.63	2.61	2.59	2.57	2.56
-65	3.15	3.14	3.12	3.10	3.09	3.07	3.05	3.02	3.00	2.98	2.95
-60	3.72	3.70	3.68	3.65	3.63	3.60	3.57	3.54	3.51	3.48	3.44
-55	4.46	4.43	4.40	4.36	4.33	4.29	4.25	4.20	4.16	4.11	4.06
-50	5.44	5.40	5.35	5.30	5.25	5.19	5.13	5.06	5.00	4.93	4.86
-45	6.79	6.72	6.65	6.57	6.49	6.40	6.30	6.21	6.11	6.00	5.90
-40	8.71	8.60	8.48	8.35	8.22	8.07	7.92	7.77	7.61	7.45	7.28
-35	11.59	11.39	11.18	10.95	10.71	10.46	10.21	9.95	9.68	9.42	9.15
-30	16.19	15.78	15.36	14.92	14.46	14.00	13.53	13.06	12.60	12.15	11.71
-27	20.37	19.72	19.04	18.34	17.64	16.94	16.25	15.57	14.91	14.27	13.66
-26	22.13	21.35	20.55	19.73	18.91	18.10	17.31	16.53	15.79	15.07	14.38
-25	24.12	23.18	22.23	21.26	20.30	19.36	18.45	17.57	16.73	15.92	15.15
-24	26.37	25.24	24.10	22.95	21.83	20.74	19.69	18.68	17.72	16.82	15.96
-23	28.95	27.57	26.18	24.82	23.50	22.23	21.01	19.86	18.78	17.76	16.81
-22	31.89	30.19	28.51	26.88	25.32	23.83	22.44	21.12	19.90	18.76	17.69
-21	35.26	33.16	31.11	29.15	27.30	25.57	23.95	22.46	21.07	19.79	18.61
-20	39.14	36.50	33.99	31.63	29.44	27.42	25.56	23.86	22.29	20.86	19.55
-15	67.44	59.18	52.37	46.71	41.94	37.89	34.41	31.40	28.77	26.46	24.42
-10	92.36	78.48	67.75	59.23	52.30	46.57	41.76	37.68	34.17	31.13	28.47
-9	92.76	79.43	68.89	60.40	53.42	47.61	42.71	38.53	34.93	31.80	29.07
-8	91.88	79.48	69.40	61.11	54.21	48.40	43.46	39.22	35.56	32.38	29.59
-7	90.25	78.91	69.43	61.45	54.70	48.96	44.03	39.77	36.08	32.85	30.02
-6	88.33	78.01	69.14	61.52	54.97	49.33	44.44	40.19	36.48	33.23	30.37

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-5	86.44	77.00	68.69	61.42	55.08	49.55	44.71	40.49	36.78	33.52	30.64
-4	84.83	76.07	68.21	61.24	55.08	49.66	44.88	40.68	36.99	33.72	30.83
-3	83.62	75.33	67.80	61.04	55.03	49.69	44.97	40.79	37.11	33.84	30.95
-2	82.89	74.85	67.51	60.88	54.95	49.67	44.98	40.83	37.15	33.89	31.00
-1	82.68	74.68	67.38	60.78	54.87	49.61	44.93	40.79	37.12	33.87	30.99
0	82.99	74.83	67.42	60.75	54.80	49.51	44.83	40.69	37.02	33.78	30.90
1	83.80	75.27	67.60	60.77	54.72	49.37	44.67	40.51	36.85	33.62	30.75
2	85.06	75.93	67.87	60.80	54.60	49.17	44.42	40.26	36.60	33.38	30.53
3	86.65	76.73	68.16	60.77	54.40	48.88	44.09	39.92	36.26	33.06	30.23
4	88.37	77.49	68.35	60.63	54.07	48.46	43.64	39.47	35.83	32.66	29.86
5	89.92	78.01	68.28	60.25	53.54	47.88	43.05	38.89	35.30	32.17	29.42
10	80.39	68.64	59.56	52.33	46.45	41.58	37.48	33.98	30.97	28.35	26.05
15	48.85	44.53	40.64	37.17	34.08	31.33	28.89	26.70	24.74	22.99	21.40
20	29.07	27.65	26.23	24.84	23.49	22.21	20.98	19.83	18.74	17.72	16.76
25	18.88	18.31	17.72	17.11	16.50	15.88	15.27	14.66	14.07	13.50	12.95
30	13.20	12.93	12.65	12.35	12.03	11.71	11.39	11.06	10.73	10.40	10.07
35	9.74	9.60	9.45	9.28	9.11	8.93	8.74	8.55	8.36	8.16	7.96
40	7.49	7.40	7.31	7.22	7.11	7.01	6.89	6.78	6.66	6.53	6.41
45	5.93	5.88	5.83	5.77	5.70	5.63	5.56	5.49	5.41	5.33	5.24
50	4.82	4.79	4.75	4.71	4.67	4.62	4.57	4.52	4.47	4.42	4.36
60	3.36	3.35	3.33	3.31	3.29	3.27	3.24	3.22	3.19	3.16	3.14
70	2.48	2.47	2.46	2.45	2.44	2.43	2.42	2.40	2.39	2.37	2.36

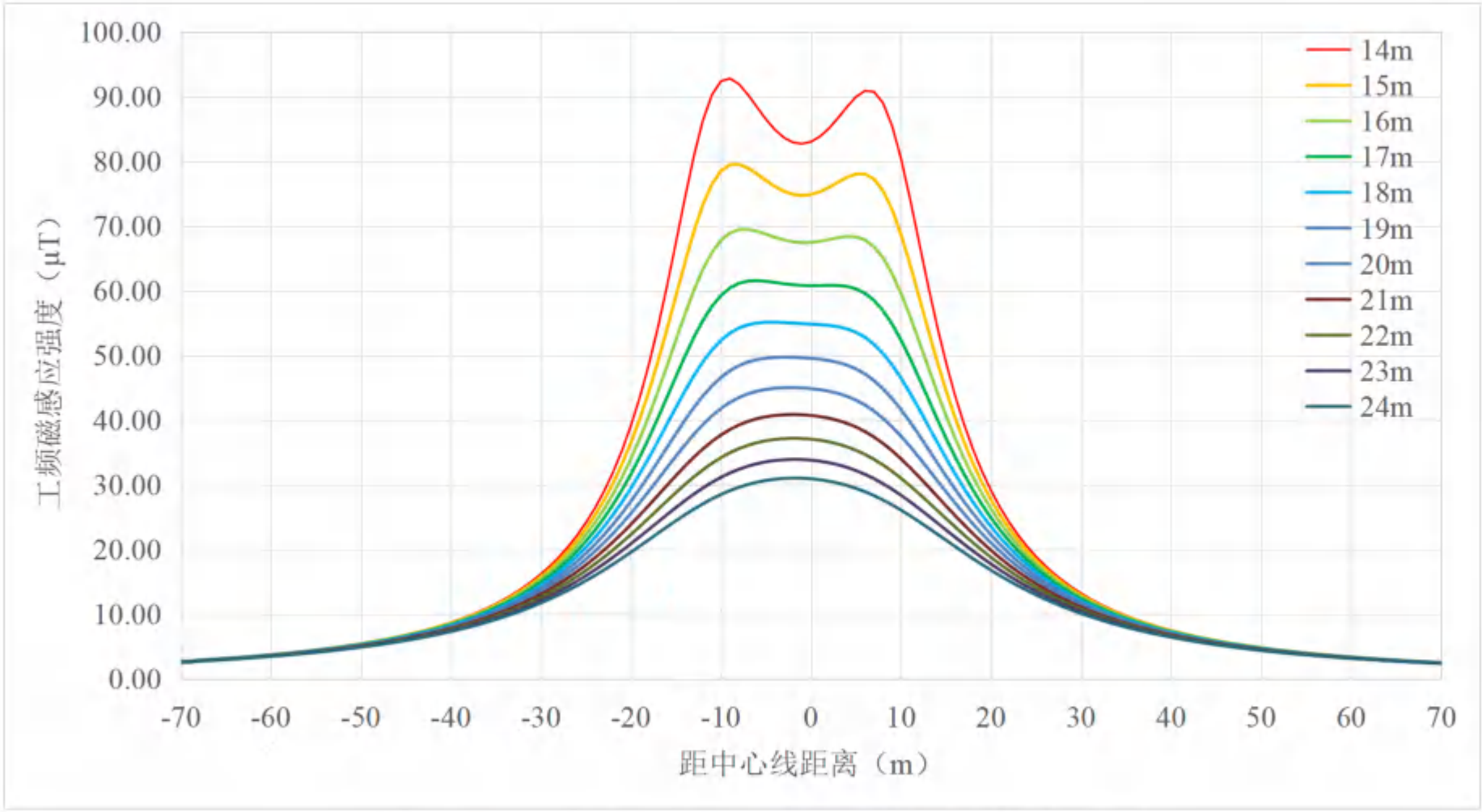


图 6-27 本段线路不同导线对地高度条件地面 7.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-24　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 10.5m 高处）

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	2.73	2.72	2.71	2.70	2.69	2.68	2.67	2.66	2.64	2.63	2.61
-65	3.18	3.17	3.16	3.15	3.14	3.12	3.10	3.09	3.07	3.05	3.02
-60	3.76	3.75	3.74	3.72	3.70	3.68	3.65	3.63	3.60	3.57	3.54
-55	4.52	4.50	4.48	4.46	4.43	4.40	4.36	4.33	4.29	4.25	4.20
-50	5.54	5.51	5.48	5.44	5.40	5.35	5.30	5.25	5.19	5.13	5.06
-45	6.94	6.90	6.85	6.79	6.72	6.65	6.57	6.49	6.40	6.30	6.21
-40	8.97	8.90	8.81	8.71	8.60	8.48	8.35	8.22	8.07	7.92	7.77
-35	12.07	11.94	11.78	11.59	11.39	11.18	10.95	10.71	10.46	10.21	9.95
-30	17.18	16.89	16.56	16.19	15.78	15.36	14.92	14.46	14.00	13.53	13.06
-27	22.03	21.54	20.98	20.37	19.72	19.04	18.34	17.64	16.94	16.25	15.57
-26	24.13	23.53	22.86	22.13	21.35	20.55	19.73	18.91	18.10	17.31	16.53
-25	26.55	25.82	25.01	24.12	23.18	22.23	21.26	20.30	19.36	18.45	17.57
-24	29.37	28.47	27.46	26.37	25.24	24.10	22.95	21.83	20.74	19.69	18.68
-23	32.69	31.55	30.29	28.95	27.57	26.18	24.82	23.50	22.23	21.01	19.86
-22	36.62	35.16	33.57	31.89	30.19	28.51	26.88	25.32	23.83	22.44	21.12
-21	41.34	39.43	37.38	35.26	33.16	31.11	29.15	27.30	25.57	23.95	22.46
-20	47.05	44.52	41.84	39.14	36.50	33.99	31.63	29.44	27.42	25.56	23.86
-16（边导线外 5.6m）	87.53	77.47	68.46	60.67	54.01	48.33	43.49	39.33	35.74	32.61	29.88
-15（边导线外 4.6m）	104.90	89.94	77.55	67.44	59.18	52.37	46.71	41.94	37.89	34.41	31.40
-10	175.43	136.93	110.93	92.36	78.48	67.75	59.23	52.30	46.57	41.76	37.68
-9	164.15	132.98	110.03	92.76	79.43	68.89	60.40	53.42	47.61	42.71	38.53
-8	150.80	126.69	107.33	91.88	79.48	69.40	61.11	54.21	48.40	43.46	39.22
-7	138.65	119.95	103.83	90.25	78.91	69.43	61.45	54.70	48.96	44.03	39.77

最不利塔型	DJC										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-6	128.77	113.81	100.25	88.33	78.01	69.14	61.52	54.97	49.33	44.44	40.19
-5	121.21	108.73	97.05	86.44	77.00	68.69	61.42	55.08	49.55	44.71	40.49
-4	115.76	104.86	94.47	84.83	76.07	68.21	61.24	55.08	49.66	44.88	40.68
-3	112.15	102.20	92.62	83.62	75.33	67.80	61.04	55.03	49.69	44.97	40.79
-2	110.22	100.72	91.55	82.89	74.85	67.51	60.88	54.95	49.67	44.98	40.83
-1	109.86	100.40	91.29	82.68	74.68	67.38	60.78	54.87	49.61	44.93	40.79
0	111.07	101.25	91.83	82.99	74.83	67.42	60.75	54.80	49.51	44.83	40.69
1	113.94	103.28	93.17	83.80	75.27	67.60	60.77	54.72	49.37	44.67	40.51
2	118.63	106.54	95.28	85.06	75.93	67.87	60.80	54.60	49.17	44.42	40.26
3	125.37	111.03	98.07	86.65	76.73	68.16	60.77	54.40	48.88	44.09	39.92
4	134.41	116.66	101.33	88.37	77.49	68.35	60.63	54.07	48.46	43.64	39.47
5	145.77	123.06	104.68	89.92	78.01	68.28	60.25	53.54	47.88	43.05	38.89
10	150.82	118.15	96.12	80.39	68.64	59.56	52.33	46.45	41.58	37.48	33.98
15-15（边导线外 6.6m）	63.76	58.62	53.58	48.85	44.53	40.64	37.17	34.08	31.33	28.89	26.70
20	32.99	31.79	30.46	29.07	27.65	26.23	24.84	23.49	22.21	20.98	19.83
25	20.32	19.89	19.41	18.88	18.31	17.72	17.11	16.50	15.88	15.27	14.66
30	13.85	13.66	13.44	13.20	12.93	12.65	12.35	12.03	11.71	11.39	11.06
35	10.08	9.98	9.87	9.74	9.60	9.45	9.28	9.11	8.93	8.74	8.55
40	7.68	7.63	7.56	7.49	7.40	7.31	7.22	7.11	7.01	6.89	6.78
45	6.06	6.02	5.98	5.93	5.88	5.83	5.77	5.70	5.63	5.56	5.49
50	4.90	4.88	4.85	4.82	4.79	4.75	4.71	4.67	4.62	4.57	4.52
60	3.40	3.39	3.38	3.36	3.35	3.33	3.31	3.29	3.27	3.24	3.22
70	2.50	2.50	2.49	2.48	2.47	2.46	2.45	2.44	2.43	2.42	2.40

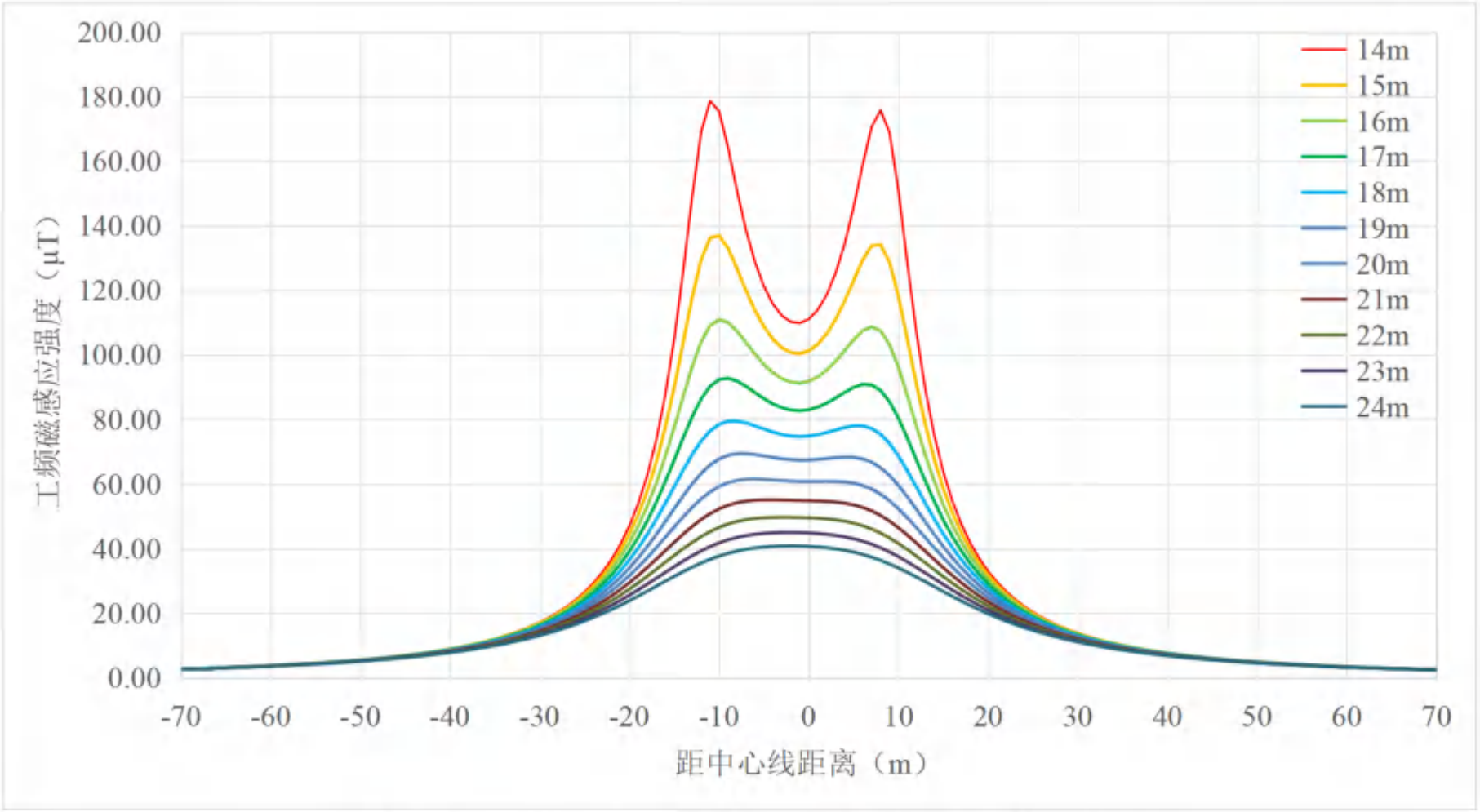


图 6-28 本段线路不同导线对地高度条件地面 10.5m 处工频磁感应强度分布曲线

鉴于本项目尚未完成施工图设计，本段线路所经区域评价范围内的居民房屋根据现状调查主要为 1~3 层尖/平顶房，为确保居民房屋不同楼层电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-25。

表 6-25 本段线路距边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）			
	距地面1.5m高度（1层尖顶房）	距地面4.5m高度（1层平顶房和2层尖顶房）	距地面7.5m高度（2层平顶房和3层尖顶房）	距地面10.5m高度（3层平顶房）
6	20	21	22	24
7	20	21	22	24
8	19	20	22	23
9	19	20	21	23
10	18	19	20	22
11	18	18	19	21
12	17	17	18	20
13	15	16	17	18
14	14	14	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

②磁感应强度

本项目川北特~绵州 500kV 线路工程单回三角段采用 DJC 塔，通过居民区导线对地最低高度为 14m 时，工频磁感应强度最大值为 44.9797μT，鉴于本项目尚未完成施工图设计，本段线路所经区域评价范围内的居民房屋根据现状调查主要为 1~3 层尖/平顶房，为确保居民房屋不同楼层磁感应强度满足不大于 100μT 的要求，在导线对地最低高度 14m 时，边导线外 5.6m 距离地面 10.5m 处工频磁感应强度最大值为 87.53μT，能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中工频磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

2）单回水平排列段

本工程 500kV 单回水平段通过非居民区时，导线对地最低高度为 11m 时，工频电场空间分布图见图 6-29，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线见图 6-30，工频磁感应强度空间分布图见图 6-31，工频磁感应强度分布曲线见图 6-32。本工程 500kV 单回水平段通过居民区，在导线对地最低高度为 14m 时，工频电场空间分布图见图 6-37，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线见图 6-38，工频磁感

应强度空间分布图见图 6-39，工频磁感应强度分布曲线见图 6-40。

表 6-26 川北特-绵州 500kV 线路工程单回水平段电磁环境预测结果

最不利塔型	DJC					
预测类别	工频电场（kV/m）			工频磁感应强度（μT）		
距线路中心线距离（m）	线高11m	线高12m	线高14m	线高11m	线高12m	线高14m
-70	0.271	0.2892	0.3236	3.8857	3.8676	3.8266
-60	0.4391	0.4665	0.5167	5.3611	5.3255	5.2457
-50	0.7819	0.8238	0.8963	7.8863	7.8055	7.6269
-45	1.0939	1.1447	1.2274	9.8859	9.7547	9.4677
-40	1.5928	1.6498	1.7315	12.7599	12.5315	12.0414
-35	2.4299	2.4768	2.5163	17.0826	16.6496	15.7485
-30	**3.8898（＜4）**	**3.8628（＜4）**	**3.7318（＜4）**	23.9098	23.0009	21.2044
-29	4.2938	4.2344	4.0382	25.7204	24.6527	22.5721
-25	6.3915	6.0849	5.4529	35.0115	32.9147	29.1161
-22	**8.4028**	**7.7369**	**6.5646**	44.4051	40.9278	35.055
-21	9.0822	8.2663	6.8887	47.9237	43.856	37.1498
-20	9.7119	8.7419	7.1632	51.5342	46.8302	39.2506
-18	10.6345	9.3983	7.4941	58.5824	52.5983	43.3039
-17	**10.8318（最大值）**	**9.5154（最大值）**	**7.5213（最大值）**	61.7485	55.2107	45.1684
-16	10.8056	9.4626	7.4447	64.5013	57.5292	46.8719
-15	10.5461	9.2354	7.2651	66.7519	59.4953	48.386
-10	7.2014	6.5638	5.4659	71.2217	64.3176	53.0448
-5	7.2738	6.4629	5.1289	72.5043	65.8314	54.8155
-1	9.3634	7.9787	5.9	74.0512	66.864	55.4498
0	9.4827	8.0654	5.9458	**74.1456（最大值）**	**66.9223（最大值）**	**55.4798（最大值）**
1	9.3634	7.9787	5.9	74.0512	66.864	55.4498
5	7.2738	6.4629	5.1289	72.5043	65.8314	54.8155
10	7.2014	6.5638	5.4659	71.2217	64.3176	53.0448
15	10.5461	9.2354	7.2651	66.7519	59.4953	48.386
16	10.8056	9.4626	7.4447	64.5013	57.5292	46.8719
17	**10.8318（最大值）**	**9.5154（最大值）**	**7.5213（最大值）**	61.7485	55.2107	45.1684
18	10.6345	9.3983	7.4941	58.5824	52.5983	43.3039
20	9.7119	8.7419	7.1632	51.5342	46.8302	39.2506
21	9.0822	8.2663	6.8887	47.9237	43.856	37.1498
22	**8.4028**	**7.7369**	**6.5646**	44.4051	40.9278	35.055
25	6.3915	6.0849	5.4529	35.0115	32.9147	29.1161
29	4.2938	4.2344	4.0382	25.7204	24.6527	22.5721
30	3.8898	3.8628	3.7318	23.9098	23.0009	21.2044
35	2.4299	2.4768	2.5163	17.0826	16.6496	15.7485
40	1.5928	1.6498	1.7315	12.7599	12.5315	12.0414
45	1.0939	1.1447	1.2274	9.8859	9.7547	9.4677
50	0.7819	0.8238	0.8963	7.8863	7.8055	7.6269
60	0.4391	0.4665	0.5167	5.3611	5.3255	5.2457
70	0.271	0.2892	0.3236	3.8857	3.8676	3.8266

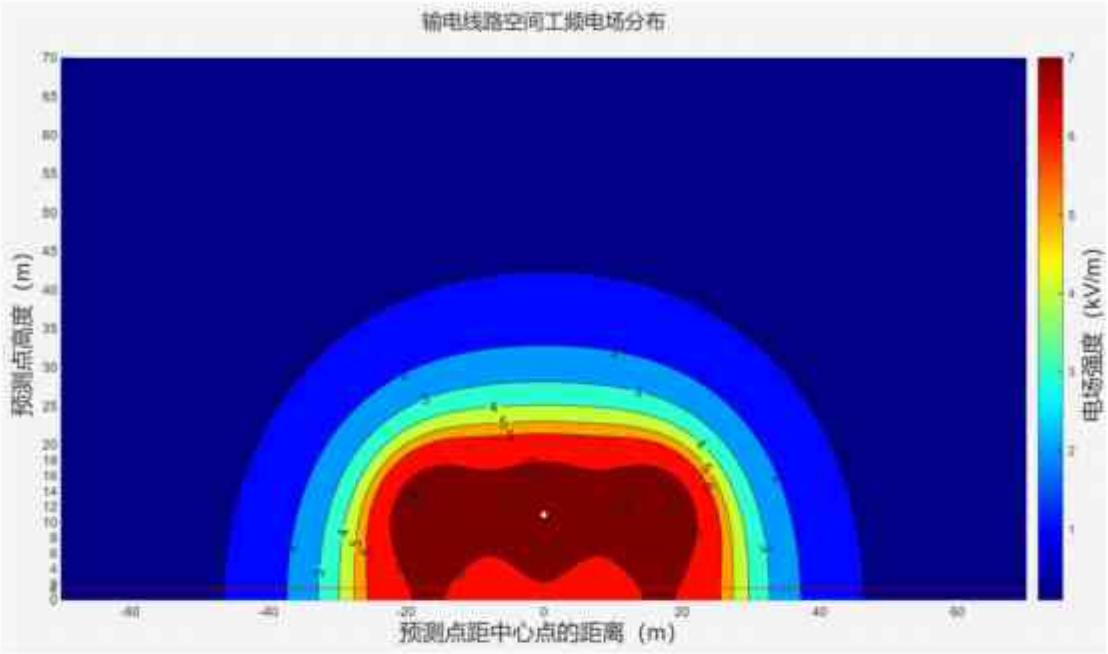


图 6-29　川北特–绵州 500kV 线路工程单回水平段工频电场空间分布图
（11m 线高）

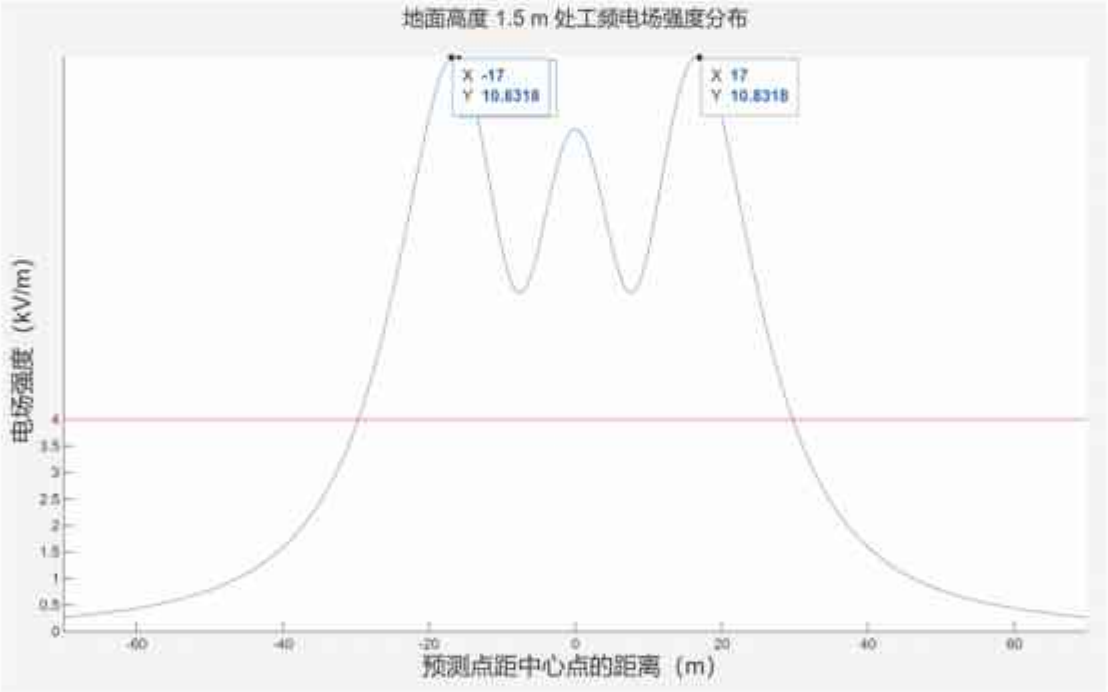


图 6-30　川北特–绵州 500kV 线路工程单回水平段地面 1.5m 处工频电场曲线
（11m 线高）

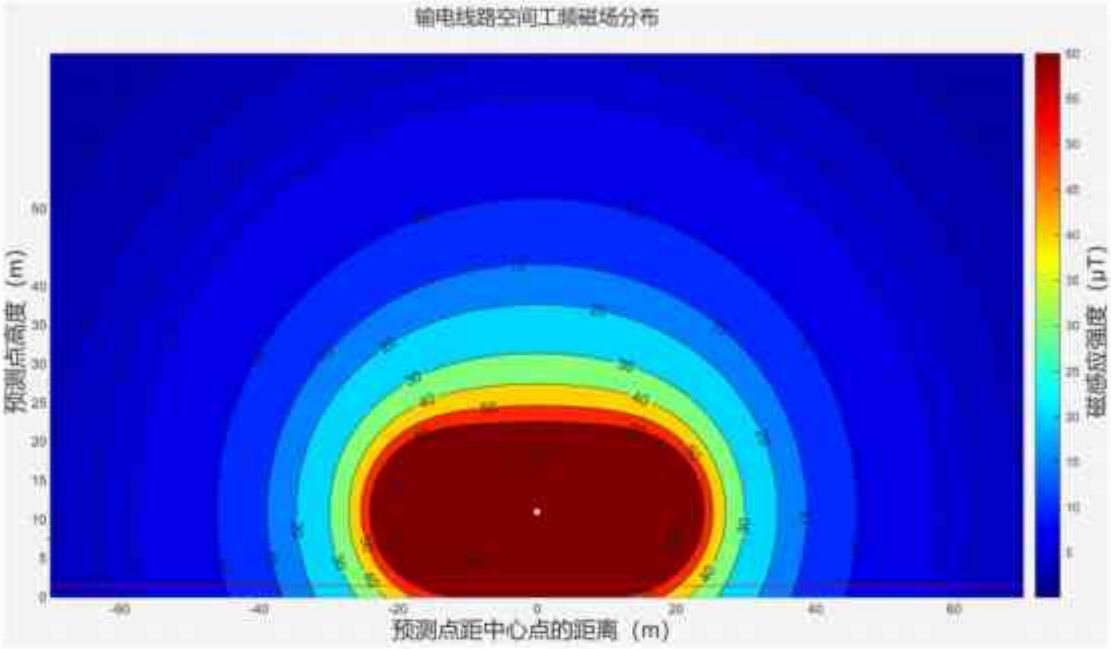


图 6-31　川北特~绵州 500kV 线路工程单回水平段工频磁感应强度空间分布（11m 线高）

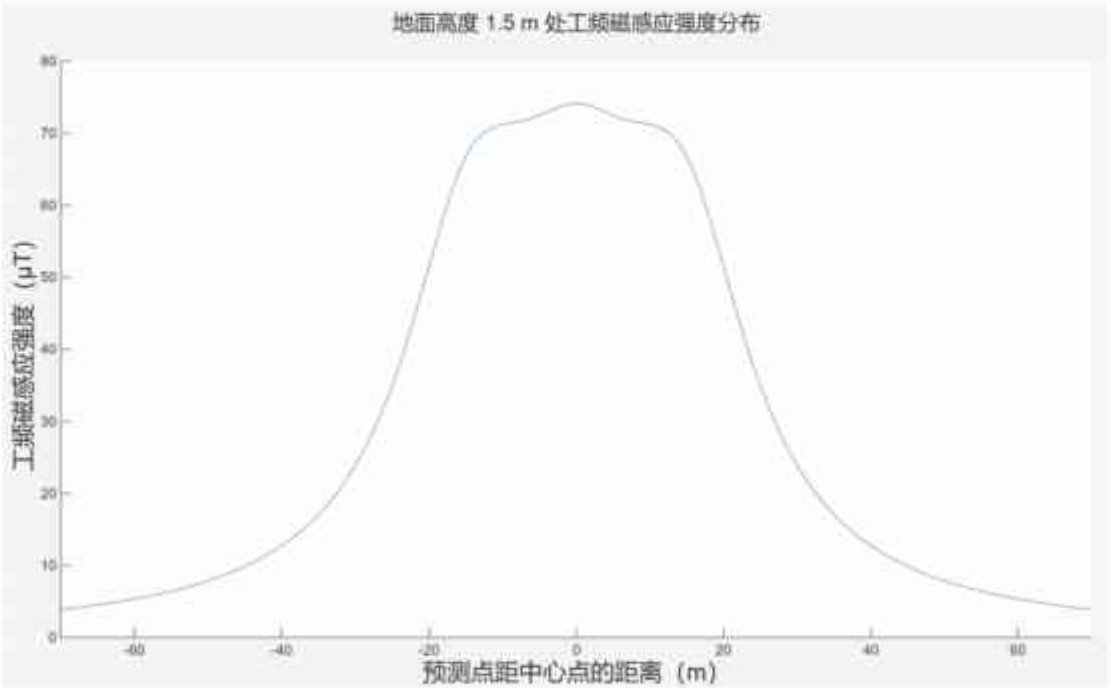


图 6-32　川北特~绵州 500kV 线路工程单回水平段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线（11m 线高）

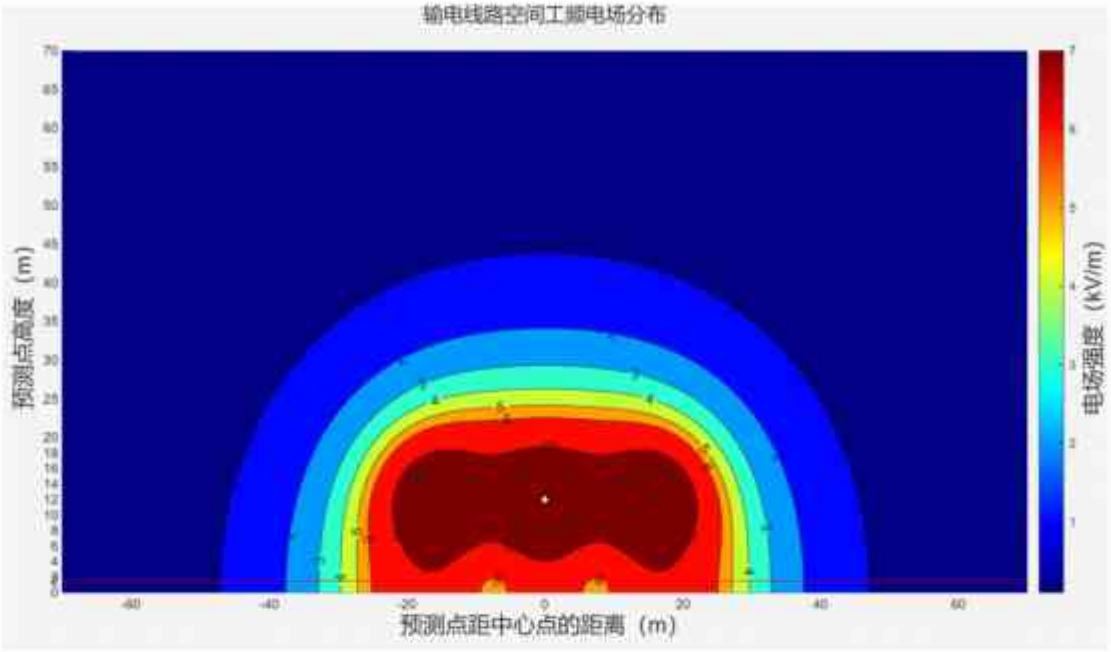


图 6-33　川北特–绵州 500kV 线路工程单回水平段工频电场空间分布图
（12m 线高）

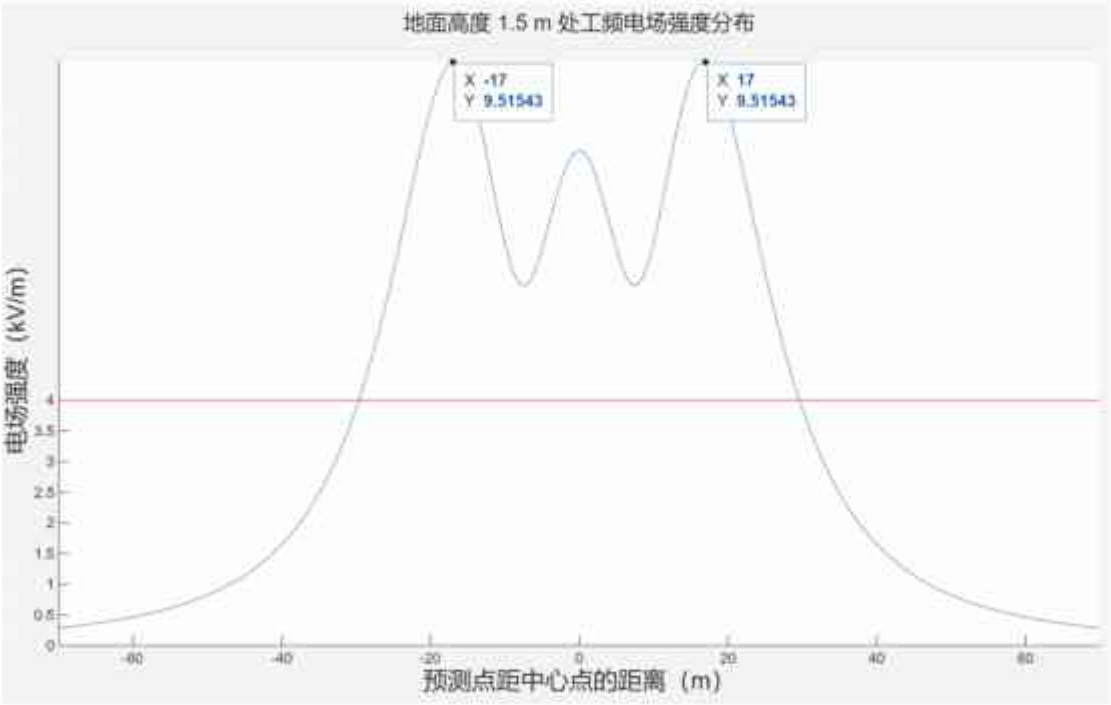


图 6-34　川北特–绵州 500kV 线路工程单回水平段地面 1.5m 处工频电场曲线
（12m 线高）

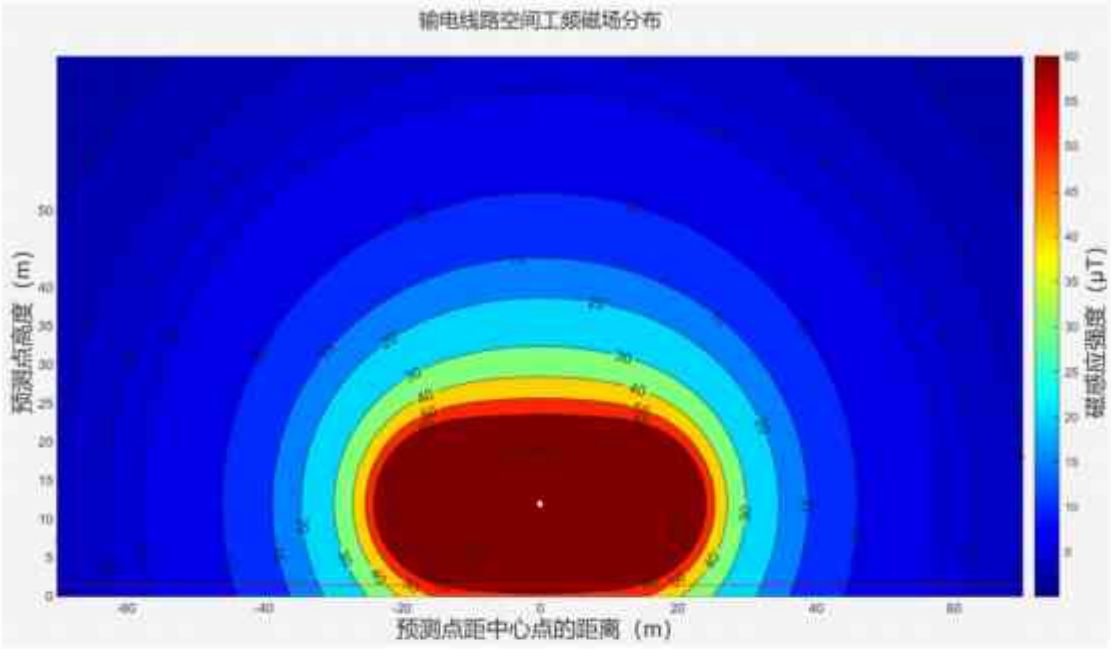


图 6-35　川北特~绵州 500kV 线路工程单回水平段工频磁感应强度空间分布（12m 线高）

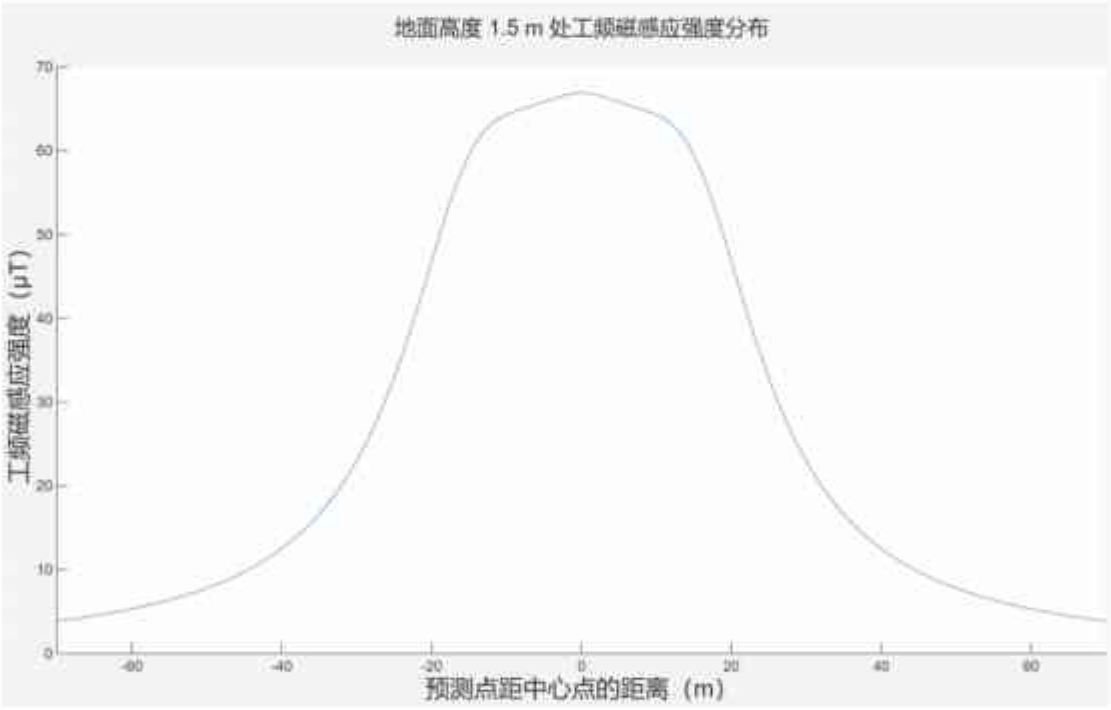


图 6-36　川北特~绵州 500kV 线路工程单回水平段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线（12m 线高）

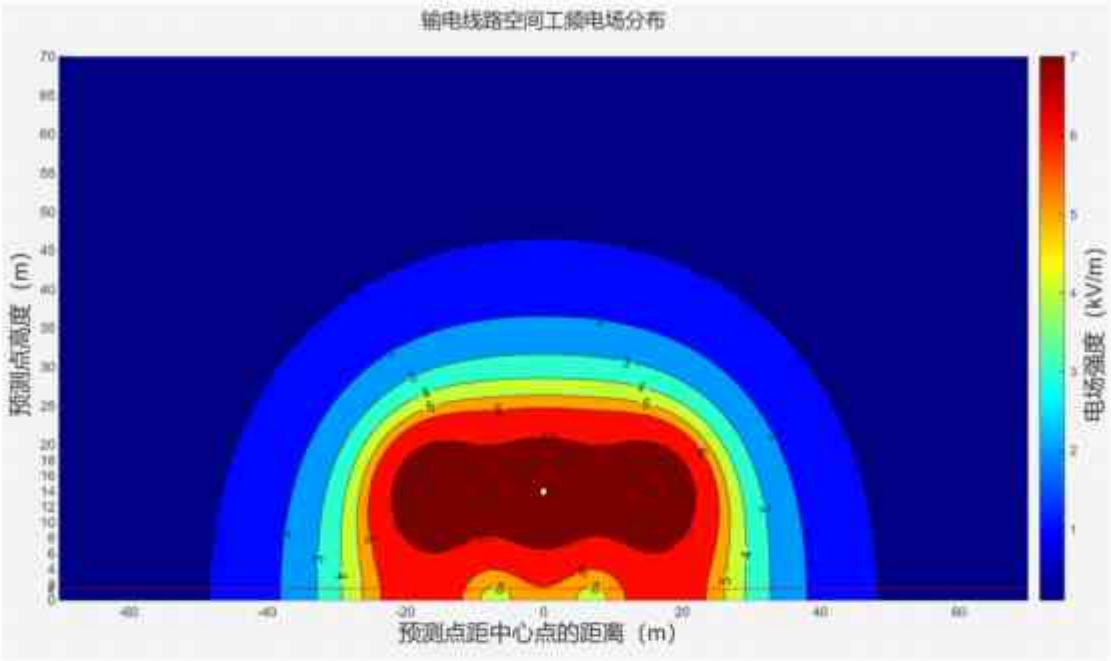


图 6-37 川北特~绵州 500kV 线路工程单回水平段工频电场空间分布图
（14m 线高）

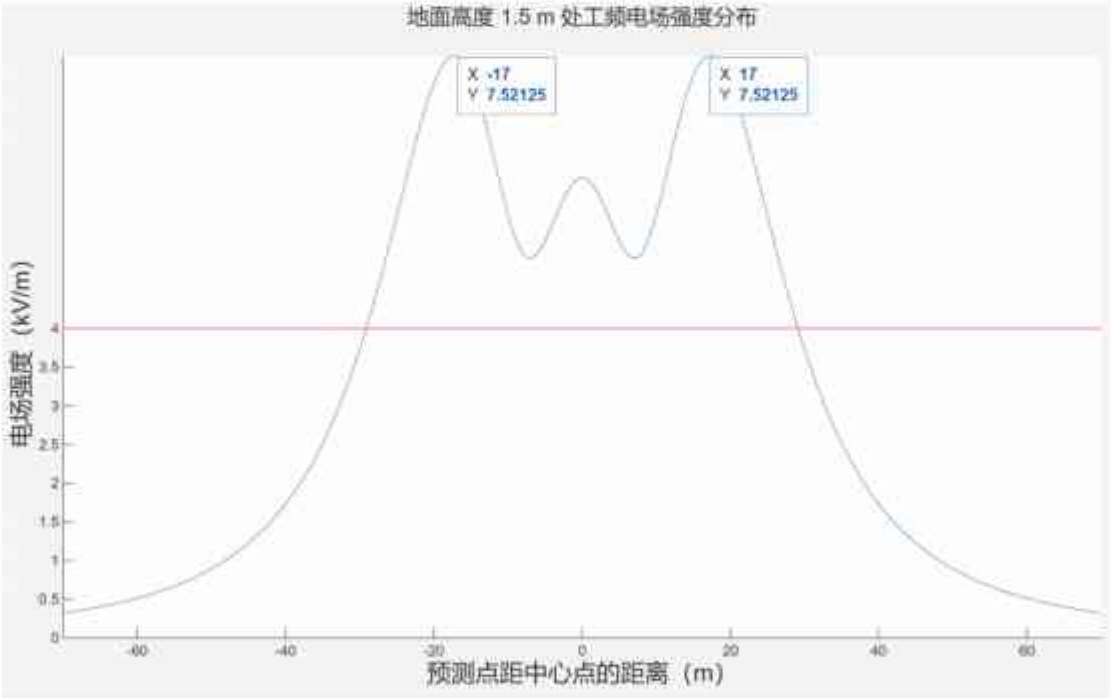


图 6-38 川北特~绵州 500kV 线路工程单回水平段地面 1.5m 处工频电场曲线
（14m 线高）

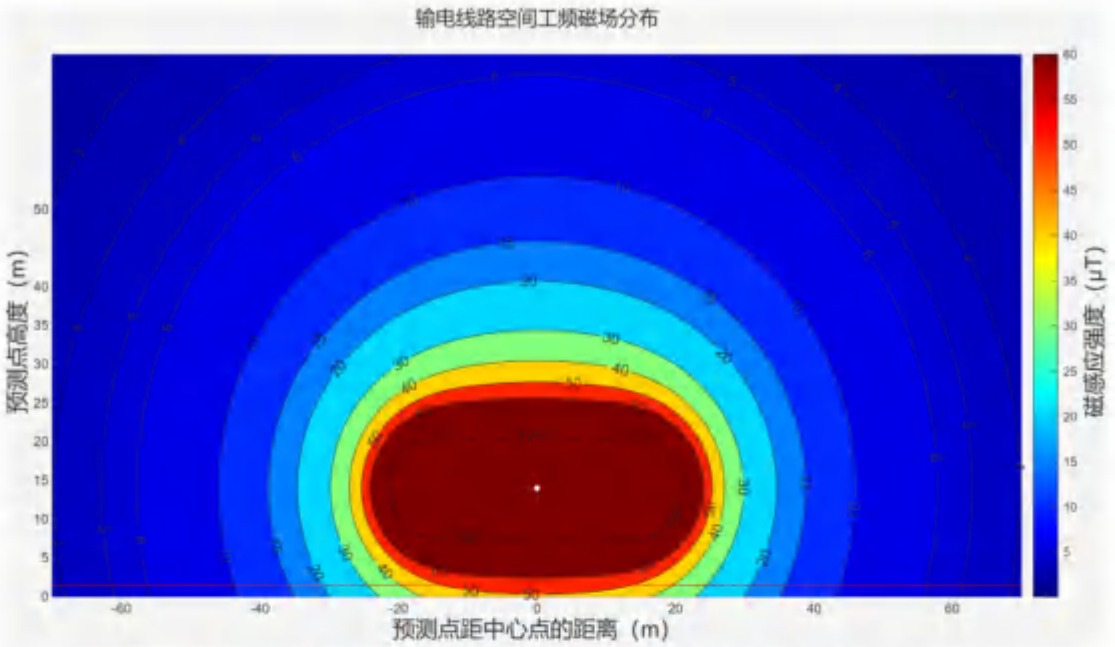


图 6-39 川北特~绵州 500kV 线路工程单回水平段工频磁感应强度空间分布图
（14m 线高）

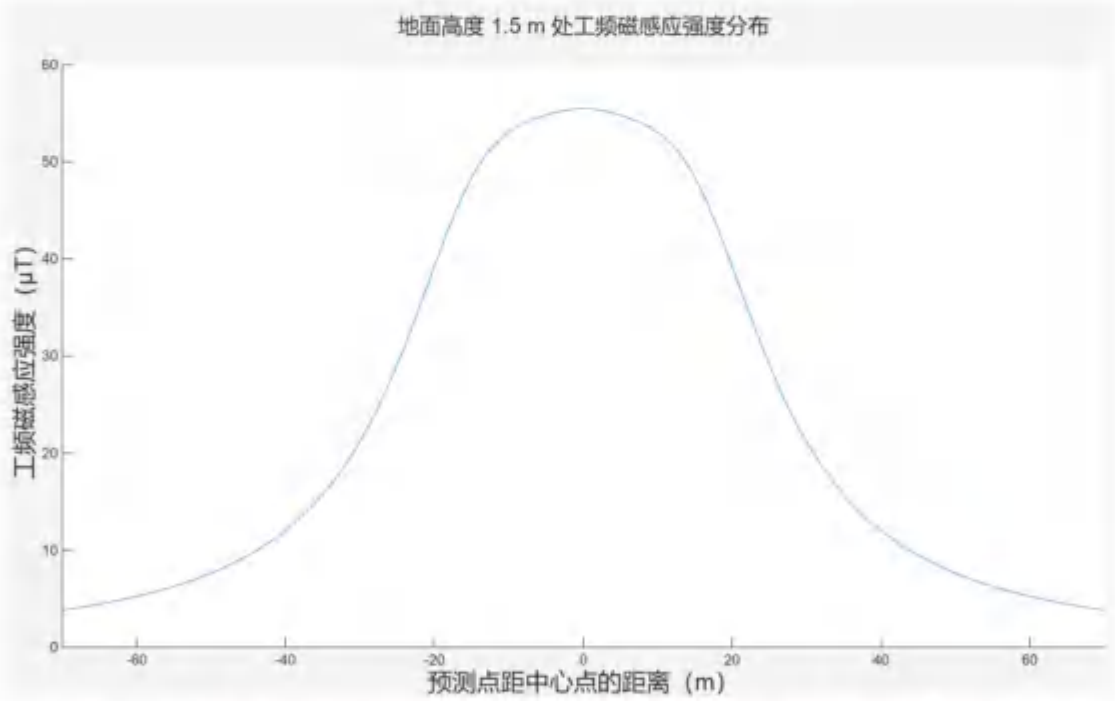


图 6-40 川北特~绵州 500kV 线路工程单回水平段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线
（14m 线高）

①电场强度

本项目川北特~绵州 500kV 线路工程单回水平段采用 ZC2705K 塔，通过非居民区导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 10.8318kV/m，出现在距线路中心线投影-17m 处，此后随着距中心线距离增加

而呈减小趋势。不满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求。根据试算，在导线抬高 1m 后，导线对地最低高度 12m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9.5154kV/m，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求。

在导线对地最低高度 14m 时，距线路中心线投影-30m 外（左侧边导线外 14.1m）和 30m 外（右侧边导线外 14.1m），电场强度值为 3.7318kV/m，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。由于本项目敏感目标距离线路边导线最近距离为 6m，故线高 14m 不能满足标准限值，需要将导线抬高。

根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升至 21m 时，边导线地面投影外 5.1m 离地 1.5m 处电场强度值为 3908.4V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 22m 时，边导线地面投影外 5.1m 离地 4.5m 处电场强度值为 3842.6V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 23m 时，边导线地面投影外 5.1m 离地 7.5m 处电场强度值为 3967.9V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 25m 时，边导线地面投影外 5.1m 离地 10.5m 处电场强度值为 3941.9V/m，能够满足通过居民区要求。

表 6-27　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 1.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）											
-70	323.6	339.8	355.1	369.8	383.6	396.6	408.8	420.2	430.8	440.6	449.6	457.8
-65	405.3	424.5	442.6	459.6	475.5	490.2	503.9	516.4	527.8	538.1	547.4	555.6
-60	516.7	539.5	560.7	580.3	598.3	614.7	629.4	642.7	654.4	664.6	673.4	680.8
-55	672.5	699.3	723.7	745.7	765.4	782.7	797.8	810.7	821.5	830.2	837.1	842.1
-50	896.3	926.9	953.8	977.1	996.9	1013.3	1026.5	1036.6	1043.9	1048.4	1050.4	1050.2
-45	1227.4	1259.6	1286.0	1306.9	1322.6	1333.5	1339.8	1342.1	1340.6	1335.6	1327.6	1316.9
-40	1731.5	1757.5	1774.5	1783.3	1784.8	1779.8	1768.9	1752.9	1732.5	1708.4	1681.1	1651.2
-35	2516.3	2513.0	2497.1	2470.4	2434.8	2391.9	2343.0	2289.5	2232.5	2172.9	2111.5	2049.1
-30	**3731.8**	3638.9	3534.1	3420.9	3302.4	3181.0	3058.6	2936.7	2816.5	2698.8	2584.3	2473.3
-29	4038.2	**3914.6**	**3780.8**	3640.9	3497.9	3354.3	3211.8	3072.0	2935.7	2803.6	2676.3	2554.0
-28	4366.0	4205.8	4038.4	**3868.0**	3697.6	3529.4	3365.2	3206.0	3052.6	2905.5	2764.9	2630.9
-27	4713.4	4510.2	4304.3	4099.6	**3898.9**	3704.0	3516.4	3336.8	3165.5	3002.8	2848.6	2702.7
-26	5077.3	4824.6	4575.1	4332.4	4098.7	**3875.3**	3663.0	3462.0	3272.4	3093.8	2925.9	2768.2
-25	5452.9	5143.9	4846.2	4562.1	4293.1	4039.7	3801.9	3579.2	3371.0	3176.6	2995.2	2826.0
-24	5832.9	5461.6	5111.4	4783.5	4477.7	4193.5	**3929.8**	3685.4	3458.9	3249.1	3054.7	2874.4
-23	6207.6	5769.0	5363.6	4990.3	4647.3	4332.3	4043.2	3777.7	3533.7	3309.3	3102.7	2912.2
-22（边导线外 6.1m）	6564.6	6055.8	5594.2	5175.7	4796.1	4451.4	4138.2	3853.0	3592.9	3355.2	3137.6	2938.0
-21（边导线外 5.1m）	6888.7	6310.1	5793.8	5332.0	4918.2	4546.3	4211.2	3908.4	3634.0	3384.7	3157.7	2950.4
-20	7163.2	6519.0	5952.4	5451.8	5007.8	4612.3	4258.6	3941.1	3655.0	3396.4	3161.8	2948.5
-15	7265.1	6510.6	5867.5	5314.1	4833.5	4413.1	4042.6	3714.2	3421.4	3159.1	2923.2	2710.1
-10	5465.9	4996.1	4572.3	4189.6	3843.7	3530.6	3246.9	2989.5	2755.8	2543.3	2349.8	2173.6
-5	5128.9	4582.5	4102.5	3680.2	3307.7	2978.6	2687.2	2428.7	2198.9	1994.2	1811.6	1648.4

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 1.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）											
0	5945.8	5144.1	4469.3	3897.7	3411.0	2994.4	2636.3	2327.2	2059.5	1826.8	1623.8	1446.3
5	5128.9	4582.5	4102.5	3680.2	3307.7	2978.6	2687.2	2428.7	2198.9	1994.2	1811.6	1648.4
10	5465.9	4996.1	4572.3	4189.6	3843.7	3530.6	3246.9	2989.5	2755.8	2543.3	2349.8	2173.6
15	7265.1	6510.6	5867.5	5314.1	4833.5	4413.1	4042.6	3714.2	3421.4	3159.1	2923.2	2710.1
20	7163.2	6519.0	5952.4	5451.8	5007.8	4612.3	4258.6	3941.1	3655.0	3396.4	3161.8	2948.5
21（边导线外 5.1m）	6888.7	6310.1	5793.8	5332.0	4918.2	4546.3	4211.2	3908.4	3634.0	3384.7	3157.7	2950.4
22（边导线外 6.1m）	6564.6	6055.8	5594.2	5175.7	4796.1	4451.4	4138.2	3853.0	3592.9	3355.2	3137.6	2938.0
23	6207.6	5769.0	5363.6	4990.3	4647.3	4332.3	4043.2	3777.7	3533.7	3309.3	3102.7	2912.2
24	5832.9	5461.6	5111.4	4783.5	4477.7	4193.5	**3929.8**	3685.4	3458.9	3249.1	3054.7	2874.4
25	5452.9	5143.9	4846.2	4562.1	4293.1	4039.7	3801.9	3579.2	3371.0	3176.6	2995.2	2826.0
26	5077.3	4824.6	4575.1	4332.4	4098.7	**3875.3**	3663.0	3462.0	3272.4	3093.8	2925.9	2768.2
27	4713.4	4510.2	4304.3	4099.6	**3898.9**	3704.0	3516.4	3336.8	3165.5	3002.8	2848.6	2702.7
28	4366.0	4205.8	4038.4	**3868.0**	3697.6	3529.4	3365.2	3206.0	3052.6	2905.5	2764.9	2630.9
29	4038.2	**3914.6**	**3780.8**	3640.9	3497.9	3354.3	3211.8	3072.0	2935.7	2803.6	2676.3	2554.0
30	**3731.8**	3638.9	3534.1	3420.9	3302.4	3181.0	3058.6	2936.7	2816.5	2698.8	2584.3	2473.3
35	2516.3	2513.0	2497.1	2470.4	2434.8	2391.9	2343.0	2289.5	2232.5	2172.9	2111.5	2049.1
40	1731.5	1757.5	1774.5	1783.3	1784.8	1779.8	1768.9	1752.9	1732.5	1708.4	1681.1	1651.2
45	1227.4	1259.6	1286.0	1306.9	1322.6	1333.5	1339.8	1342.1	1340.6	1335.6	1327.6	1316.9
50	896.3	926.9	953.8	977.1	996.9	1013.3	1026.5	1036.6	1043.9	1048.4	1050.4	1050.2
55	672.5	699.3	723.7	745.7	765.4	782.7	797.8	810.7	821.5	830.2	837.1	842.1
60	516.7	539.5	560.7	580.3	598.3	614.7	629.4	642.7	654.4	664.6	673.4	680.8
65	405.3	424.5	442.6	459.6	475.5	490.2	503.9	516.4	527.8	538.1	547.4	555.6
70	323.6	339.8	355.1	369.8	383.6	396.6	408.8	420.2	430.8	440.6	449.6	457.8

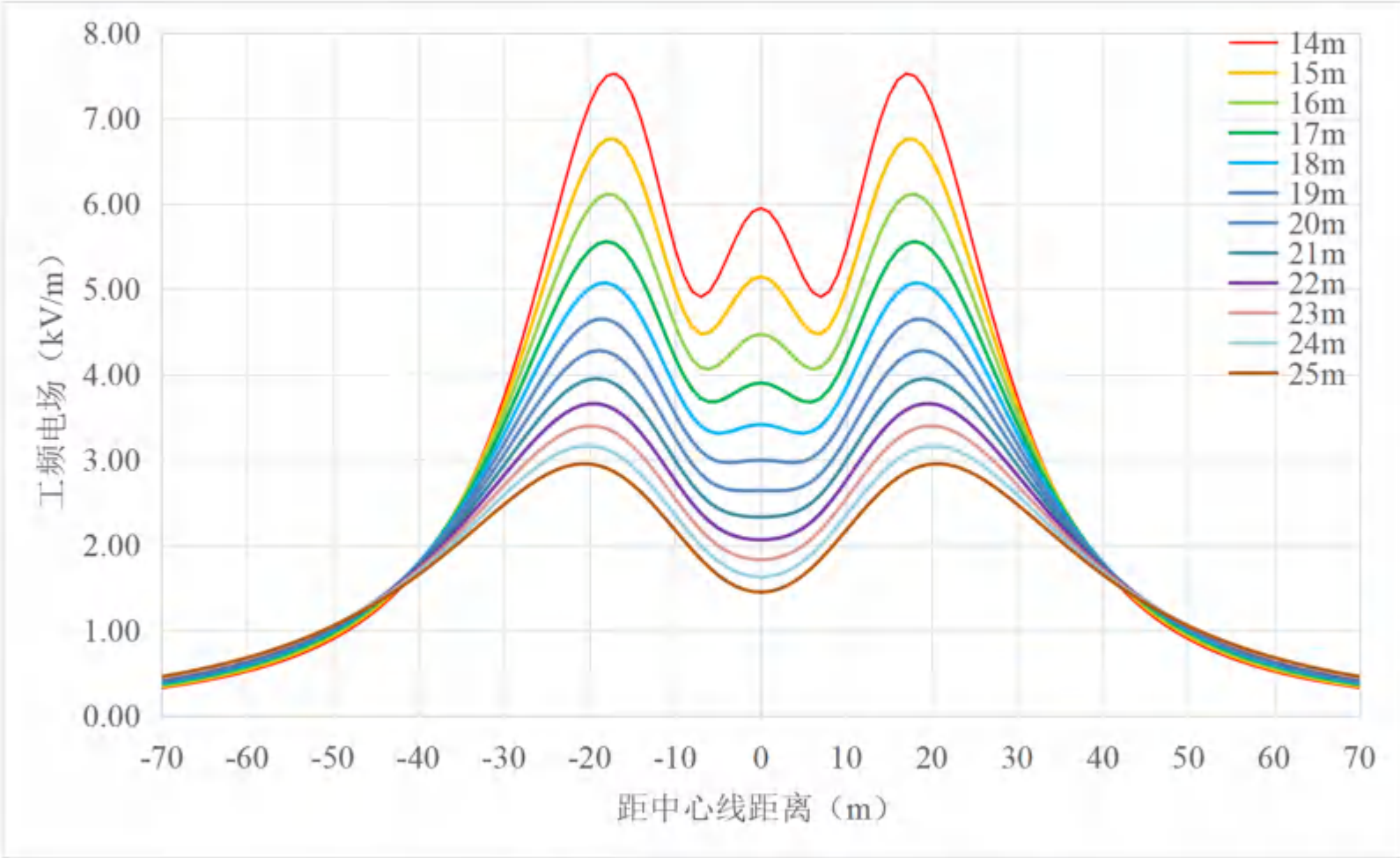


图 6-41 本段线路不同导线对地高度条件地面 1.5m 处工频电场分布曲线

表 6-28　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 4.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）											
-70	321.8	337.9	353.3	367.9	381.7	394.8	407.0	418.4	429.1	438.9	448.0	456.3
-65	402.7	421.9	440.0	457.0	472.9	487.7	501.4	514.0	525.5	536.0	545.3	553.7
-60	512.9	535.7	557.0	576.6	594.7	611.2	626.2	639.6	651.5	661.9	670.9	678.5
-55	666.9	693.8	718.4	740.6	760.5	778.1	793.5	806.7	817.9	827.0	834.2	839.5
-50	887.7	918.7	946.1	969.9	990.3	1007.3	1021.1	1031.9	1039.8	1045.0	1047.7	1048.0
-45	1214.3	1247.6	1275.2	1297.4	1314.4	1326.5	1334.2	1337.6	1337.3	1333.4	1326.4	1316.7
-40	1712.8	1741.6	1761.5	1773.1	1777.3	1774.7	1766.1	1752.3	1733.8	1711.3	1685.5	1656.8
-35	2496.0	2499.6	2489.9	2468.8	2438.0	2399.1	2353.7	2303.0	2248.3	2190.5	2130.5	2069.1
-30	**3743.4**	3663.3	3568.2	3462.3	3348.9	3230.8	3110.3	2989.3	2869.1	2750.8	2635.1	2522.7
-29	4067.8	**3957.4**	**3833.2**	3699.7	3560.8	3419.3	3277.5	3137.2	2999.7	2865.9	2736.4	2611.7
-28	4420.6	4273.2	4114.2	**3948.6**	**3780.4**	3612.6	3447.2	3285.9	3129.7	2979.4	2835.3	2697.8
-27	4802.1	4609.9	4409.8	4207.2	4005.8	**3808.6**	3617.3	3433.3	3257.3	3089.6	2930.4	2779.6
-26	5211.6	4965.6	4717.6	4472.6	4234.2	4004.7	3785.5	3577.4	3380.5	3194.8	3020.1	2855.9
-25	5646.4	5337.0	5033.7	4741.1	4461.9	4197.6	**3948.7**	3715.3	3496.9	3293.0	3102.7	2925.2
-24	6101.8	5718.5	5352.7	5007.6	4684.4	4383.2	4103.5	3844.2	3604.2	3381.9	3176.3	2985.8
-23	6569.4	6102.1	5667.3	5265.5	4896.0	4556.8	4245.8	**3960.8**	3699.4	3459.5	3239.0	3036.3
-22（边导线外 6.1m）	7037.0	6476.7	5967.9	5507.2	5090.3	4713.2	4371.5	4061.5	3779.8	3523.2	3289.1	3075.0
-21（边导线外 5.1m）	7487.3	6828.4	6243.4	5723.5	5260.4	4846.7	4476.1	4142.9	3842.6	3571.0	3324.7	3100.7
-20	7898.4	7140.2	6481.0	5904.9	5398.8	4951.9	4555.3	4201.9	3885.4	3601.0	3344.4	3112.1
-15	8522.1	7531.6	6709.5	6017.5	5427.9	4920.3	4479.2	4093.0	3752.4	3450.2	3180.6	2939.0
-10	6826.4	6154.8	5562.9	5040.5	4578.4	4168.6	3803.9	3478.5	3187.2	2925.7	2690.5	2478.3
-5	6672.2	5918.5	5264.4	4695.5	4199.5	3765.9	3385.5	3050.9	2755.7	2494.6	2263.0	2057.0

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 4.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）											
0	7628.6	6574.2	5703.3	4975.4	4361.3	3839.2	3392.5	3008.0	2675.6	2386.8	2135.1	1914.8
5	6672.2	5918.5	5264.4	4695.5	4199.5	3765.9	3385.5	3050.9	2755.7	2494.6	2263.0	2057.0
10	6826.4	6154.8	5562.9	5040.5	4578.4	4168.6	3803.9	3478.5	3187.2	2925.7	2690.5	2478.3
15	8522.1	7531.6	6709.5	6017.5	5427.9	4920.3	4479.2	4093.0	3752.4	3450.2	3180.6	2939.0
20	7898.4	7140.2	6481.0	5904.9	5398.8	4951.9	4555.3	4201.9	3885.4	3601.0	3344.4	3112.1
21（边导线外 5.1m）	7487.3	6828.4	6243.4	5723.5	5260.4	4846.7	4476.1	4142.9	3842.6	3571.0	3324.7	3100.7
22（边导线外 6.1m）	7037.0	6476.7	5967.9	5507.2	5090.3	4713.2	4371.5	4061.5	3779.8	3523.2	3289.1	3075.0
23	6569.4	6102.1	5667.3	5265.5	4896.0	4556.8	4245.8	**3960.8**	3699.4	3459.5	3239.0	3036.3
24	6101.8	5718.5	5352.7	5007.6	4684.4	4383.2	4103.5	3844.2	3604.2	3381.9	3176.3	2985.8
25	5646.4	5337.0	5033.7	4741.1	4461.9	4197.6	**3948.7**	3715.3	3496.9	3293.0	3102.7	2925.2
26	5211.6	4965.6	4717.6	4472.6	4234.2	4004.7	3785.5	3577.4	3380.5	3194.8	3020.1	2855.9
27	4802.1	4609.9	4409.8	4207.2	4005.8	**3808.6**	3617.3	3433.3	3257.3	3089.6	2930.4	2779.6
28	4420.6	4273.2	4114.2	**3948.6**	**3780.4**	3612.6	3447.2	3285.9	3129.7	2979.4	2835.3	2697.8
29	4067.8	**3957.4**	**3833.2**	3699.7	3560.8	3419.3	3277.5	3137.2	2999.7	2865.9	2736.4	2611.7
30	**3743.4**	3663.3	3568.2	3462.3	3348.9	3230.8	3110.3	2989.3	2869.1	2750.8	2635.1	2522.7
35	2496.0	2499.6	2489.9	2468.8	2438.0	2399.1	2353.7	2303.0	2248.3	2190.5	2130.5	2069.1
40	1712.8	1741.6	1761.5	1773.1	1777.3	1774.7	1766.1	1752.3	1733.8	1711.3	1685.5	1656.8
45	1214.3	1247.6	1275.2	1297.4	1314.4	1326.5	1334.2	1337.6	1337.3	1333.4	1326.4	1316.7
50	887.7	918.7	946.1	969.9	990.3	1007.3	1021.1	1031.9	1039.8	1045.0	1047.7	1048.0
55	666.9	693.8	718.4	740.6	760.5	778.1	793.5	806.7	817.9	827.0	834.2	839.5
60	512.9	535.7	557.0	576.6	594.7	611.2	626.2	639.6	651.5	661.9	670.9	678.5
65	402.7	421.9	440.0	457.0	472.9	487.7	501.4	514.0	525.5	536.0	545.3	553.7
70	321.8	337.9	353.3	367.9	381.7	394.8	407.0	418.4	429.1	438.9	448.0	456.3

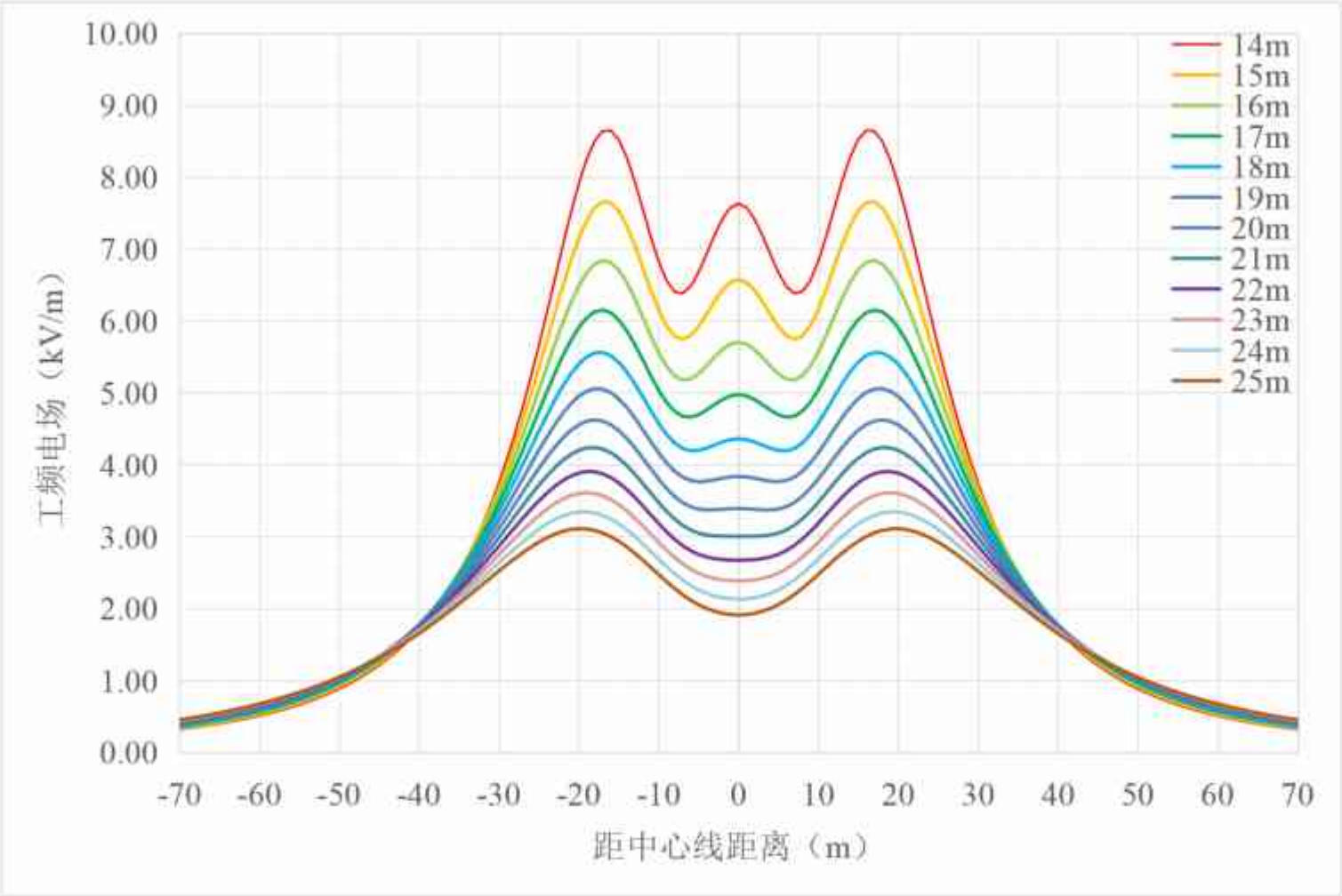


图 6-42 本段线路不同导线对地高度条件地面 4.5m 处工频电场分布曲线

表 6-29　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 7.5m 高处）

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 7.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）											
-70	318.3	334.3	349.6	364.2	378.0	391.1	403.4	414.9	425.6	435.6	444.8	318.3
-65	397.6	416.7	434.8	451.8	467.8	482.7	496.6	509.3	521.0	531.6	541.2	397.6
-60	505.5	528.3	549.6	569.4	587.7	604.4	619.7	633.4	645.6	656.4	665.8	505.5
-55	655.7	682.8	707.7	730.3	750.7	768.9	784.9	798.7	810.5	820.3	828.2	655.7
-50	870.7	902.4	930.7	955.5	976.9	995.1	1010.2	1022.2	1031.4	1037.8	1041.8	870.7
-45	1188.3	1223.6	1253.4	1277.9	1297.4	1312.0	1322.1	1327.9	1329.9	1328.2	1323.3	1188.3
-40	1674.5	1708.6	1733.8	1750.8	1760.2	1762.6	1758.6	1749.0	1734.4	1715.4	1692.7	1674.5
-35	2449.3	2466.1	2468.8	2459.0	2438.3	2408.2	2370.2	2325.8	2276.1	2222.4	2165.6	2449.3
-30	**3740.2**	**3688.8**	3616.9	3528.9	3428.9	3320.3	3206.0	3088.6	2970.0	2851.6	2734.7	3740.2
-29	4093.4	4014.8	**3915.0**	**3799.3**	3672.7	3538.9	3401.3	3262.4	3124.1	2988.1	2855.2	4093.4
-28	4488.3	4374.9	4240.2	4090.8	**3932.3**	**3769.1**	3604.6	3441.4	3281.4	3125.9	2975.9	4488.3
-27	4930.2	4772.0	4593.9	4403.6	4207.3	4009.9	**3814.7**	3624.3	3440.3	3263.7	3095.3	4930.2
-26	5424.4	5209.0	4976.9	4737.0	4496.2	4259.3	4029.5	3809.0	3598.8	3399.7	3211.7	5424.4
-25	5976.4	5687.8	5388.8	5089.4	4796.6	4514.8	4246.4	**3992.9**	3754.7	3531.7	3323.4	5976.4
-24	6590.5	6208.6	5827.5	5457.5	5104.7	4772.4	4461.8	4172.9	**3905.1**	3657.3	3428.2	6590.5
-23	7268.7	6768.7	6288.1	5835.6	5415.0	5027.1	4671.1	4345.0	4046.7	3773.8	3524.0	7268.7
-22（边导线外 6.1m）	8007.8	7360.7	6761.8	6215.2	5719.8	5272.5	4869.1	4505.0	4176.1	3878.3	3608.3	8007.8
-21（边导线外 5.1m）	8795.5	7969.9	7234.9	6584.4	6009.5	5500.8	5049.6	4648.0	4289.4	**3967.9**	3678.8	8795.5
-20	9604.8	8571.9	7687.4	6927.9	6272.4	5703.2	5206.0	4769.1	4382.9	4039.8	3733.5	9604.8
-15	11807.7	10084.0	8743.2	7670.8	6794.3	6065.1	5449.8	4924.2	4470.6	4075.6	3729.1	11807.7
-10	9563.9	8526.8	7608.5	6803.2	6099.9	5486.2	4949.6	4479.3	4065.6	3700.3	3376.7	9563.9
-5	9681.0	8529.1	7528.3	6663.2	5915.9	5269.4	4708.7	4220.7	3794.6	3421.1	3092.7	9681.0

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 7.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）											
0	11529.2	9702.2	8283.3	7149.3	6223.4	5455.0	4808.9	4260.2	3790.2	3384.8	3033.2	11529.2
5	9681.0	8529.1	7528.3	6663.2	5915.9	5269.4	4708.7	4220.7	3794.6	3421.1	3092.7	9681.0
10	9563.9	8526.8	7608.5	6803.2	6099.9	5486.2	4949.6	4479.3	4065.6	3700.3	3376.7	9563.9
15	11807.7	10084.0	8743.2	7670.8	6794.3	6065.1	5449.8	4924.2	4470.6	4075.6	3729.1	11807.7
20	9604.8	8571.9	7687.4	6927.9	6272.4	5703.2	5206.0	4769.1	4382.9	4039.8	3733.5	9604.8
21（边导线外 5.1m）	8795.5	7969.9	7234.9	6584.4	6009.5	5500.8	5049.6	4648.0	4289.4	**3967.9**	3678.8	8795.5
22（边导线外 6.1m）	8007.8	7360.7	6761.8	6215.2	5719.8	5272.5	4869.1	4505.0	4176.1	3878.3	3608.3	8007.8
23	7268.7	6768.7	6288.1	5835.6	5415.0	5027.1	4671.1	4345.0	4046.7	3773.8	3524.0	7268.7
24	6590.5	6208.6	5827.5	5457.5	5104.7	4772.4	4461.8	4172.9	**3905.1**	3657.3	3428.2	6590.5
25	5976.4	5687.8	5388.8	5089.4	4796.6	4514.8	4246.4	**3992.9**	3754.7	3531.7	3323.4	5976.4
26	5424.4	5209.0	4976.9	4737.0	4496.2	4259.3	4029.5	3809.0	3598.8	3399.7	3211.7	5424.4
27	4930.2	4772.0	4593.9	4403.6	4207.3	4009.9	**3814.7**	3624.3	3440.3	3263.7	3095.3	4930.2
28	4488.3	4374.9	4240.2	4090.8	**3932.3**	**3769.1**	3604.6	3441.4	3281.4	3125.9	2975.9	4488.3
29	4093.4	4014.8	**3915.0**	**3799.3**	3672.7	3538.9	3401.3	3262.4	3124.1	2988.1	2855.2	4093.4
30	**3740.2**	**3688.8**	3616.9	3528.9	3428.9	3320.3	3206.0	3088.6	2970.0	2851.6	2734.7	3740.2
35	2449.3	2466.1	2468.8	2459.0	2438.3	2408.2	2370.2	2325.8	2276.1	2222.4	2165.6	2449.3
40	1674.5	1708.6	1733.8	1750.8	1760.2	1762.6	1758.6	1749.0	1734.4	1715.4	1692.7	1674.5
45	1188.3	1223.6	1253.4	1277.9	1297.4	1312.0	1322.1	1327.9	1329.9	1328.2	1323.3	1188.3
50	870.7	902.4	930.7	955.5	976.9	995.1	1010.2	1022.2	1031.4	1037.8	1041.8	870.7
55	655.7	682.8	707.7	730.3	750.7	768.9	784.9	798.7	810.5	820.3	828.2	655.7
60	505.5	528.3	549.6	569.4	587.7	604.4	619.7	633.4	645.6	656.4	665.8	505.5
65	397.6	416.7	434.8	451.8	467.8	482.7	496.6	509.3	521.0	531.6	541.2	397.6
70	318.3	334.3	349.6	364.2	378.0	391.1	403.4	414.9	425.6	435.6	444.8	318.3

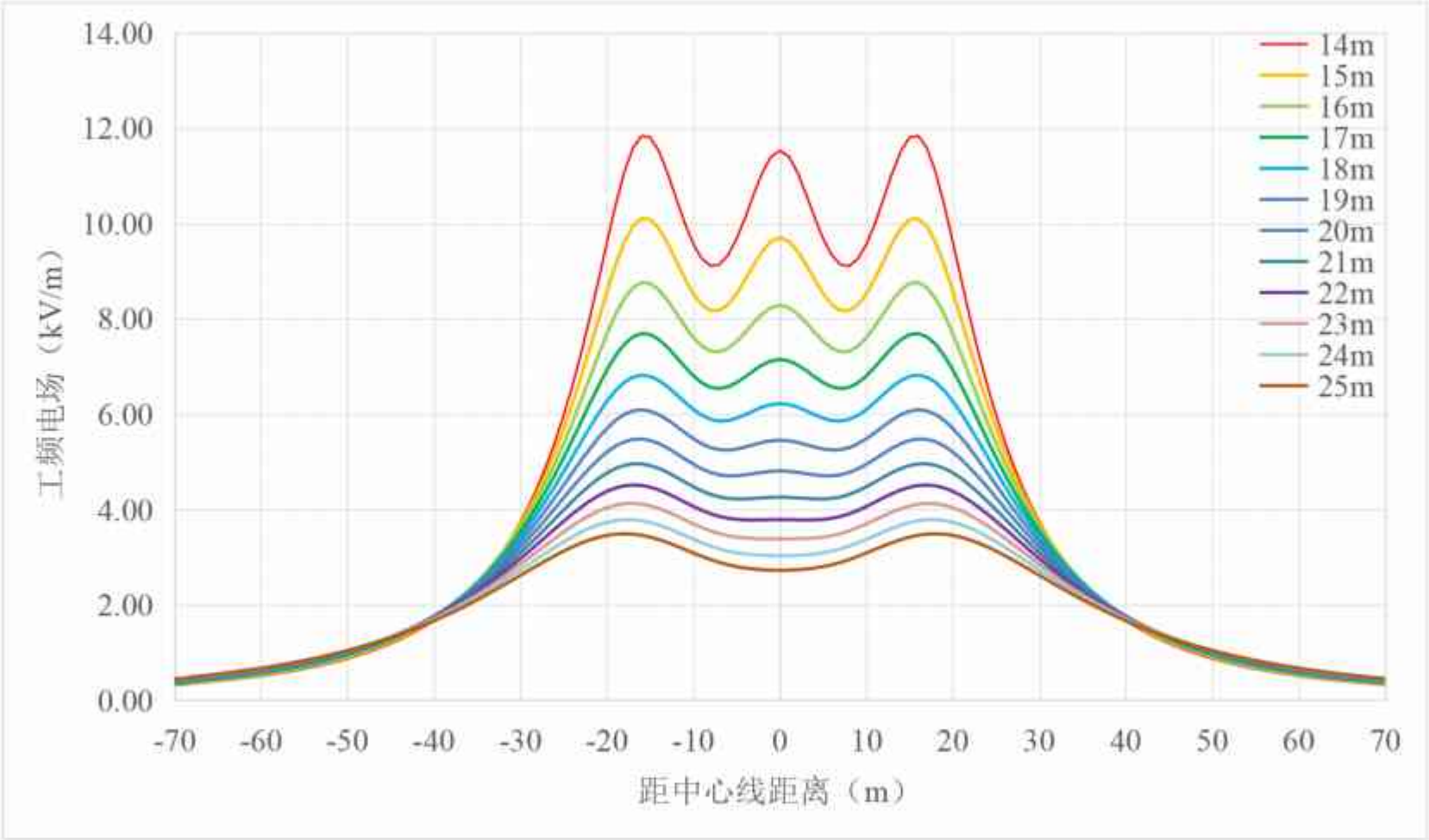


图 6-43 本段线路不同导线对地高度条件地面 7.5m 处工频电场分布曲线

表 6-30　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 10.5m 高处）

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 10.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）											
-70	313.0	329.0	344.2	358.8	372.6	385.7	398.0	409.6	420.5	430.6	439.9	448.5
-65	390.1	409.2	427.2	444.3	460.3	475.4	489.4	502.3	514.3	525.2	535.1	543.9
-60	494.5	517.4	538.8	558.7	577.3	594.3	609.9	624.1	636.8	648.1	658.1	666.7
-55	639.4	666.7	692.0	715.1	736.1	755.0	771.8	786.6	799.4	810.2	819.1	826.2
-50	845.8	878.4	907.7	933.8	956.8	976.6	993.3	1007.1	1018.1	1026.4	1032.1	1035.4
-45	1149.8	1187.6	1220.3	1248.0	1270.7	1288.8	1302.4	1311.7	1317.0	1318.6	1316.8	1311.8
-40	1615.6	1656.5	1689.0	1713.4	1730.2	1739.7	1742.6	1739.4	1730.7	1717.2	1699.3	1677.6
-35	2367.0	2402.1	2422.6	2429.6	2424.4	2408.2	2382.6	2348.7	2308.1	2261.8	2210.9	2156.6
-30	**3674.7**	**3670.6**	3639.6	3585.6	3512.8	3425.2	3326.3	3219.6	3107.6	2992.7	2876.7	2761.2
-29	4050.9	4028.8	**3976.0**	**3897.9**	**3799.8**	3686.6	3562.9	3432.4	3298.1	3162.6	3027.9	2895.3
-28	4483.6	4436.9	4355.3	4246.0	4116.0	**3971.5**	**3817.7**	3659.0	3498.8	3339.8	3183.8	3032.3
-27	4985.4	4904.8	4784.7	4635.0	4464.6	4281.2	4091.1	**3899.1**	3709.0	3523.2	3343.5	3171.1
-26	5572.2	5444.5	5272.7	5070.1	4848.3	4617.0	4383.1	4152.1	**3927.4**	3711.4	3505.5	3310.4
-25	6265.5	6071.2	5828.8	5556.6	5269.6	4979.0	4692.8	4416.2	4152.2	**3902.6**	3668.0	3448.4
-24	7093.5	6803.5	6463.7	6099.5	5729.6	5366.5	5018.1	4688.8	4380.7	4094.1	3828.5	3583.1
-23	8093.9	7663.3	7188.1	6702.1	6227.2	5776.1	5355.0	4966.0	4609.1	4282.6	**3984.4**	3712.1
-22（边导线外 6.1m）	9316.3	8675.2	8010.3	7363.7	6757.8	6201.7	5697.2	5242.1	4832.6	4464.1	4132.2	3832.6
-21（边导线外 5.1m）	10822.0	9861.1	8931.1	8076.3	7310.6	6632.9	6035.8	5509.8	5045.3	4634.0	4268.3	**3941.9**
-20	12676.5	11227.9	9935.2	8819.2	7866.6	7054.3	6358.9	5759.9	5240.6	4787.3	4389.1	4037.2
-15	20968.7	16374.3	13326.1	11155.2	9529.2	8265.3	7254.7	6428.6	5741.3	5161.1	4665.3	4237.4
-10	13473.3	12163.8	10877.8	9683.9	8611.2	7665.1	6838.5	6119.2	5493.6	4948.6	4472.6	4055.4
-5	14125.3	12564.2	11096.3	9778.6	8623.5	7622.3	6757.9	6011.9	5366.9	4807.3	4320.3	3894.8

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 10.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）											
0	21819.2	16759.0	13487.0	11183.9	9467.2	8134.3	7067.8	6195.0	5468.2	4854.6	4330.9	3880.1
5	14125.3	12564.2	11096.3	9778.6	8623.5	7622.3	6757.9	6011.9	5366.9	4807.3	4320.3	3894.8
10	13473.3	12163.8	10877.8	9683.9	8611.2	7665.1	6838.5	6119.2	5493.6	4948.6	4472.6	4055.4
15	20968.7	16374.3	13326.1	11155.2	9529.2	8265.3	7254.7	6428.6	5741.3	5161.1	4665.3	4237.4
20	12676.5	11227.9	9935.2	8819.2	7866.6	7054.3	6358.9	5759.9	5240.6	4787.3	4389.1	4037.2
21（边导线外 5.1m）	10822.0	9861.1	8931.1	8076.3	7310.6	6632.9	6035.8	5509.8	5045.3	4634.0	4268.3	**3941.9**
22（边导线外 6.1m）	9316.3	8675.2	8010.3	7363.7	6757.8	6201.7	5697.2	5242.1	4832.6	4464.1	4132.2	3832.6
23	8093.9	7663.3	7188.1	6702.1	6227.2	5776.1	5355.0	4966.0	4609.1	4282.6	**3984.4**	3712.1
24	7093.5	6803.5	6463.7	6099.5	5729.6	5366.5	5018.1	4688.8	4380.7	4094.1	3828.5	3583.1
25	6265.5	6071.2	5828.8	5556.6	5269.6	4979.0	4692.8	4416.2	4152.2	**3902.6**	3668.0	3448.4
26	5572.2	5444.5	5272.7	5070.1	4848.3	4617.0	4383.1	4152.1	**3927.4**	3711.4	3505.5	3310.4
27	4985.4	4904.8	4784.7	4635.0	4464.6	4281.2	4091.1	**3899.1**	3709.0	3523.2	3343.5	3171.1
28	4483.6	4436.9	4355.3	4246.0	4116.0	**3971.5**	**3817.7**	3659.0	3498.8	3339.8	3183.8	3032.3
29	4050.9	4028.8	**3976.0**	**3897.9**	**3799.8**	3686.6	3562.9	3432.4	3298.1	3162.6	3027.9	2895.3
30	**3674.7**	**3670.6**	3639.6	3585.6	3512.8	3425.2	3326.3	3219.6	3107.6	2992.7	2876.7	2761.2
35	2367.0	2402.1	2422.6	2429.6	2424.4	2408.2	2382.6	2348.7	2308.1	2261.8	2210.9	2156.6
40	1615.6	1656.5	1689.0	1713.4	1730.2	1739.7	1742.6	1739.4	1730.7	1717.2	1699.3	1677.6
45	1149.8	1187.6	1220.3	1248.0	1270.7	1288.8	1302.4	1311.7	1317.0	1318.6	1316.8	1311.8
50	845.8	878.4	907.7	933.8	956.8	976.6	993.3	1007.1	1018.1	1026.4	1032.1	1035.4
55	639.4	666.7	692.0	715.1	736.1	755.0	771.8	786.6	799.4	810.2	819.1	826.2
60	494.5	517.4	538.8	558.7	577.3	594.3	609.9	624.1	636.8	648.1	658.1	666.7
65	390.1	409.2	427.2	444.3	460.3	475.4	489.4	502.3	514.3	525.2	535.1	543.9
70	313.0	329.0	344.2	358.8	372.6	385.7	398.0	409.6	420.5	430.6	439.9	448.5

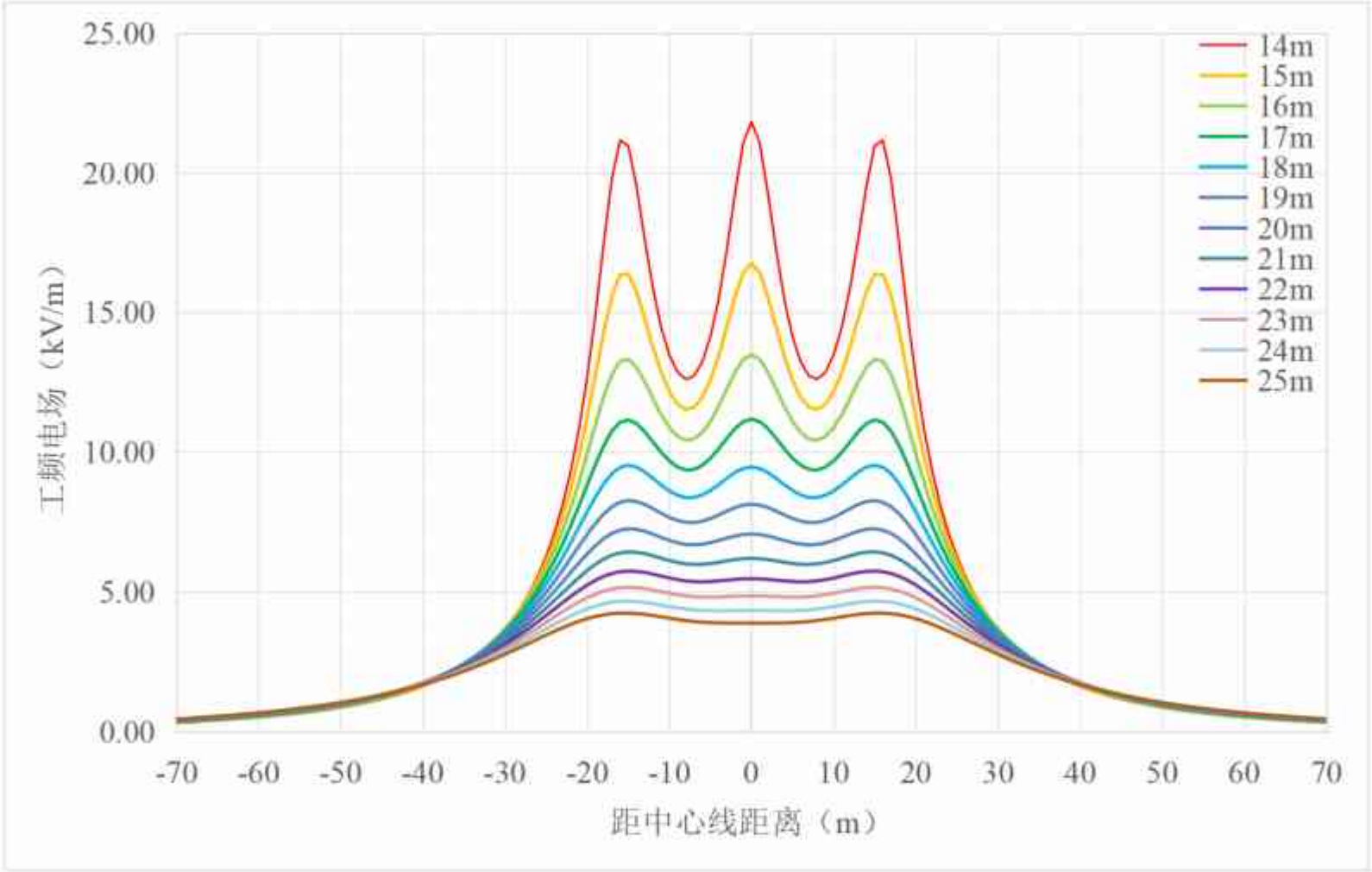


图 6-44 本段线路不同导线对地高度条件地面 10.5m 处工频电场分布曲线

表 6-31　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 1.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）											
-70	3.83	3.80	3.78	3.75	3.73	3.70	3.67	3.64	3.61	3.58	3.54	3.51
-65	4.45	4.42	4.39	4.35	4.32	4.28	4.24	4.20	4.16	4.11	4.07	4.02
-60	5.25	5.20	5.16	5.11	5.06	5.00	4.95	4.89	4.83	4.78	4.71	4.65
-55	6.27	6.21	6.14	6.07	6.00	5.92	5.84	5.76	5.68	5.60	5.52	5.43
-50	7.63	7.53	7.43	7.32	7.22	7.10	6.99	6.87	6.76	6.64	6.52	6.40
-45	9.47	9.31	9.15	8.99	8.82	8.65	8.48	8.31	8.13	7.96	7.79	7.61
-40	12.04	11.78	11.52	11.25	10.98	10.71	10.44	10.18	9.91	9.65	9.39	9.14
-35	15.75	15.29	14.83	14.37	13.92	13.48	13.04	12.61	12.20	11.80	11.40	11.03
-30	21.20	20.33	19.49	18.67	17.89	17.14	16.42	15.74	15.08	14.46	13.87	13.31
-25	29.12	27.41	25.84	24.37	23.02	21.77	20.61	19.53	18.53	17.60	16.74	15.93
-24	31.01	29.08	27.30	25.66	24.17	22.79	21.52	20.35	19.27	18.26	17.34	16.47
-23	33.00	30.80	28.80	26.99	25.34	23.82	22.44	21.17	20.01	18.93	17.94	17.02
-22（边导线外 6.1m）	35.06	32.57	30.34	28.34	26.52	24.87	23.37	22.00	20.75	19.60	18.54	17.57
-21（边导线外 5.1m）	37.15	34.37	31.90	29.69	27.71	25.92	24.30	22.83	21.49	20.27	19.14	18.11
-20	39.25	36.17	33.45	31.04	28.89	26.96	25.22	23.65	22.23	20.92	19.74	18.64
-19	41.32	37.93	34.97	32.36	30.04	27.98	26.12	24.45	22.94	21.57	20.32	19.17
-18	43.30	39.63	36.43	33.63	31.16	28.96	27.00	25.23	23.64	22.20	20.88	19.68
-17	45.17	41.23	37.82	34.85	32.23	29.91	27.84	25.98	24.31	22.80	21.42	20.17
-16	46.87	42.71	39.12	35.99	33.24	30.80	28.64	26.70	24.95	23.38	21.95	20.64
-15	48.39	44.05	40.30	37.04	34.17	31.64	29.39	27.37	25.56	23.93	22.44	21.09
-10	53.04	48.44	44.39	40.82	37.64	34.82	32.29	30.03	27.98	26.14	24.46	22.94
-5	54.82	50.25	46.20	42.59	39.35	36.45	33.84	31.48	29.35	27.41	25.64	24.04

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 1.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）											
0	55.48	50.84	46.75	43.12	39.87	36.95	34.32	31.94	29.78	27.82	26.03	24.39
5	54.82	50.25	46.20	42.59	39.35	36.45	33.84	31.48	29.35	27.41	25.64	24.04
10	53.04	48.44	44.39	40.82	37.64	34.82	32.29	30.03	27.98	26.14	24.46	22.94
15	48.39	44.05	40.30	37.04	34.17	31.64	29.39	27.37	25.56	23.93	22.44	21.09
16	46.87	42.71	39.12	35.99	33.24	30.80	28.64	26.70	24.95	23.38	21.95	20.64
17	45.17	41.23	37.82	34.85	32.23	29.91	27.84	25.98	24.31	22.80	21.42	20.17
18	43.30	39.63	36.43	33.63	31.16	28.96	27.00	25.23	23.64	22.20	20.88	19.68
19	41.32	37.93	34.97	32.36	30.04	27.98	26.12	24.45	22.94	21.57	20.32	19.17
20	39.25	36.17	33.45	31.04	28.89	26.96	25.22	23.65	22.23	20.92	19.74	18.64
21（边导线外 5.1m）	37.15	34.37	31.90	29.69	27.71	25.92	24.30	22.83	21.49	20.27	19.14	18.11
22（边导线外 6.1m）	35.06	32.57	30.34	28.34	26.52	24.87	23.37	22.00	20.75	19.60	18.54	17.57
23	33.00	30.80	28.80	26.99	25.34	23.82	22.44	21.17	20.01	18.93	17.94	17.02
24	31.01	29.08	27.30	25.66	24.17	22.79	21.52	20.35	19.27	18.26	17.34	16.47
25	29.12	27.41	25.84	24.37	23.02	21.77	20.61	19.53	18.53	17.60	16.74	15.93
30	21.20	20.33	19.49	18.67	17.89	17.14	16.42	15.74	15.08	14.46	13.87	13.31
35	15.75	15.29	14.83	14.37	13.92	13.48	13.04	12.61	12.20	11.80	11.40	11.03
40	12.04	11.78	11.52	11.25	10.98	10.71	10.44	10.18	9.91	9.65	9.39	9.14
45	9.47	9.31	9.15	8.99	8.82	8.65	8.48	8.31	8.13	7.96	7.79	7.61
50	7.63	7.53	7.43	7.32	7.22	7.10	6.99	6.87	6.76	6.64	6.52	6.40
55	6.27	6.21	6.14	6.07	6.00	5.92	5.84	5.76	5.68	5.60	5.52	5.43
60	5.25	5.20	5.16	5.11	5.06	5.00	4.95	4.89	4.83	4.78	4.71	4.65
65	4.45	4.42	4.39	4.35	4.32	4.28	4.24	4.20	4.16	4.11	4.07	4.02
70	3.83	3.80	3.78	3.75	3.73	3.70	3.67	3.64	3.61	3.58	3.54	3.51

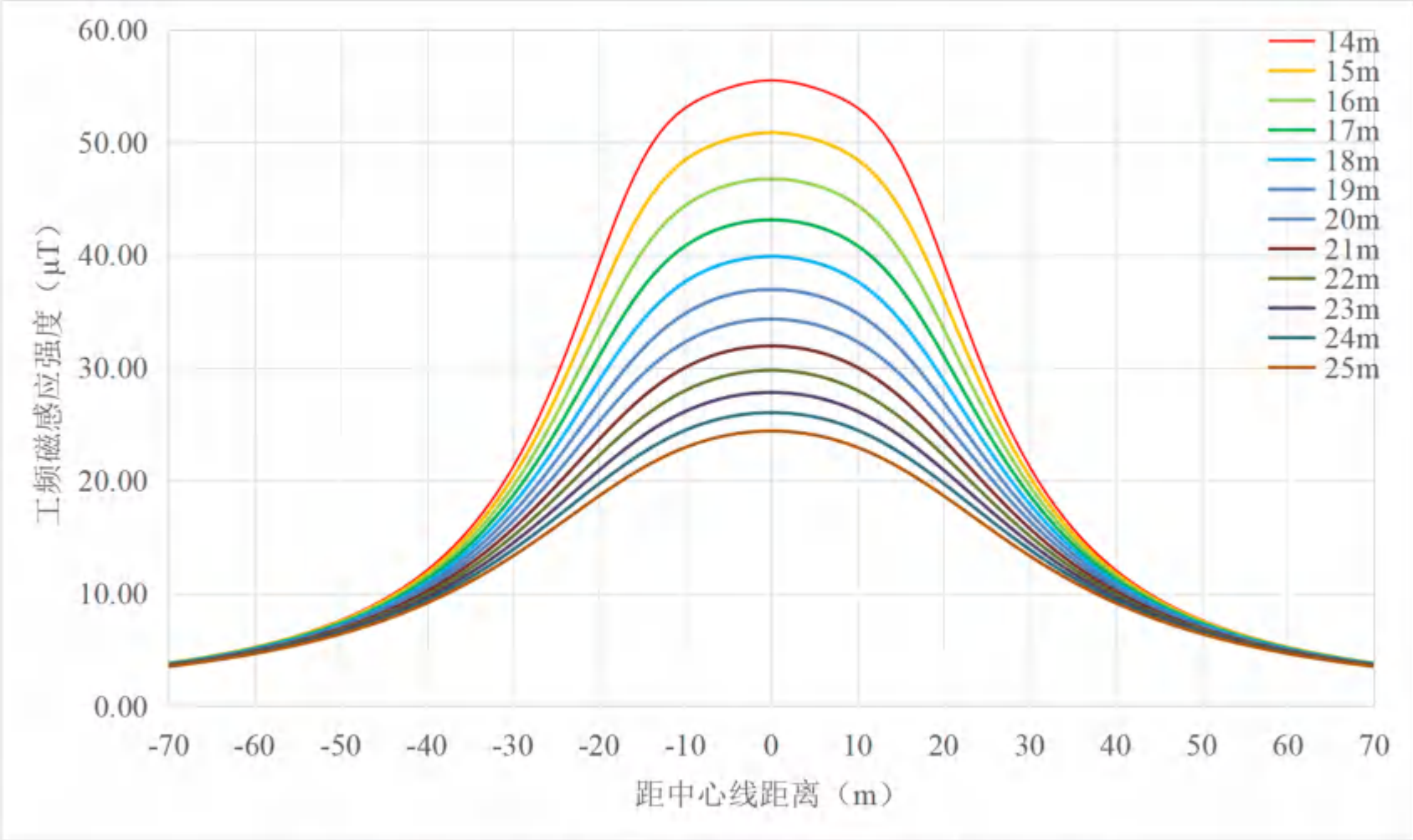


图 6-45 本段线路不同导线对地高度条件地面 1.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-32　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 4.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）											
-70	3.89	3.87	3.85	3.83	3.80	3.78	3.75	3.73	3.70	3.67	3.64	3.61
-65	4.53	4.51	4.48	4.45	4.42	4.39	4.35	4.32	4.28	4.24	4.20	4.16
-60	5.36	5.33	5.29	5.25	5.20	5.16	5.11	5.06	5.00	4.95	4.89	4.83
-55	6.44	6.39	6.33	6.27	6.21	6.14	6.07	6.00	5.92	5.84	5.76	5.68
-50	7.89	7.81	7.72	7.63	7.53	7.43	7.32	7.22	7.10	6.99	6.87	6.76
-45	9.89	9.75	9.62	9.47	9.31	9.15	8.99	8.82	8.65	8.48	8.31	8.13
-40	12.76	12.53	12.29	12.04	11.78	11.52	11.25	10.98	10.71	10.44	10.18	9.91
-35	17.08	16.65	16.20	15.75	15.29	14.83	14.37	13.92	13.48	13.04	12.61	12.20
-30	23.91	23.00	22.10	21.20	20.33	19.49	18.67	17.89	17.14	16.42	15.74	15.08
-25	35.01	32.91	30.95	29.12	27.41	25.84	24.37	23.02	21.77	20.61	19.53	18.53
-24	37.91	35.43	33.13	31.01	29.08	27.30	25.66	24.17	22.79	21.52	20.35	19.27
-23	41.05	38.10	35.43	33.00	30.80	28.80	26.99	25.34	23.82	22.44	21.17	20.01
-22（边导线外 6.1m）	44.41	40.93	37.83	35.06	32.57	30.34	28.34	26.52	24.87	23.37	22.00	20.75
-21（边导线外 5.1m）	47.92	43.86	40.29	37.15	34.37	31.90	29.69	27.71	25.92	24.30	22.83	21.49
-20	51.53	46.83	42.77	39.25	36.17	33.45	31.04	28.89	26.96	25.22	23.65	22.23
-19	55.13	49.77	45.22	41.32	37.93	34.97	32.36	30.04	27.98	26.12	24.45	22.94
-18	58.58	52.60	47.58	43.30	39.63	36.43	33.63	31.16	28.96	27.00	25.23	23.64
-17	61.75	55.21	49.77	45.17	41.23	37.82	34.85	32.23	29.91	27.84	25.98	24.31
-16	64.50	57.53	51.75	46.87	42.71	39.12	35.99	33.24	30.80	28.64	26.70	24.95
-15	66.75	59.50	53.47	48.39	44.05	40.30	37.04	34.17	31.64	29.39	27.37	25.56
-10	71.22	64.32	58.30	53.04	48.44	44.39	40.82	37.64	34.82	32.29	30.03	27.98
-5	72.50	65.83	59.98	54.82	50.25	46.20	42.59	39.35	36.45	33.84	31.48	29.35

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 4.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）											
0	74.15	66.92	60.78	55.48	50.84	46.75	43.12	39.87	36.95	34.32	31.94	29.78
5	72.50	65.83	59.98	54.82	50.25	46.20	42.59	39.35	36.45	33.84	31.48	29.35
10	71.22	64.32	58.30	53.04	48.44	44.39	40.82	37.64	34.82	32.29	30.03	27.98
15	66.75	59.50	53.47	48.39	44.05	40.30	37.04	34.17	31.64	29.39	27.37	25.56
16	64.50	57.53	51.75	46.87	42.71	39.12	35.99	33.24	30.80	28.64	26.70	24.95
17	61.75	55.21	49.77	45.17	41.23	37.82	34.85	32.23	29.91	27.84	25.98	24.31
18	58.58	52.60	47.58	43.30	39.63	36.43	33.63	31.16	28.96	27.00	25.23	23.64
19	55.13	49.77	45.22	41.32	37.93	34.97	32.36	30.04	27.98	26.12	24.45	22.94
20	51.53	46.83	42.77	39.25	36.17	33.45	31.04	28.89	26.96	25.22	23.65	22.23
21（边导线外 5.1m）	47.92	43.86	40.29	37.15	34.37	31.90	29.69	27.71	25.92	24.30	22.83	21.49
22（边导线外 6.1m）	44.41	40.93	37.83	35.06	32.57	30.34	28.34	26.52	24.87	23.37	22.00	20.75
23	41.05	38.10	35.43	33.00	30.80	28.80	26.99	25.34	23.82	22.44	21.17	20.01
24	37.91	35.43	33.13	31.01	29.08	27.30	25.66	24.17	22.79	21.52	20.35	19.27
25	35.01	32.91	30.95	29.12	27.41	25.84	24.37	23.02	21.77	20.61	19.53	18.53
30	23.91	23.00	22.10	21.20	20.33	19.49	18.67	17.89	17.14	16.42	15.74	15.08
35	17.08	16.65	16.20	15.75	15.29	14.83	14.37	13.92	13.48	13.04	12.61	12.20
40	12.76	12.53	12.29	12.04	11.78	11.52	11.25	10.98	10.71	10.44	10.18	9.91
45	9.89	9.75	9.62	9.47	9.31	9.15	8.99	8.82	8.65	8.48	8.31	8.13
50	7.89	7.81	7.72	7.63	7.53	7.43	7.32	7.22	7.10	6.99	6.87	6.76
55	6.44	6.39	6.33	6.27	6.21	6.14	6.07	6.00	5.92	5.84	5.76	5.68
60	5.36	5.33	5.29	5.25	5.20	5.16	5.11	5.06	5.00	4.95	4.89	4.83
65	4.53	4.51	4.48	4.45	4.42	4.39	4.35	4.32	4.28	4.24	4.20	4.16
70	3.89	3.87	3.85	3.83	3.80	3.78	3.75	3.73	3.70	3.67	3.64	3.61

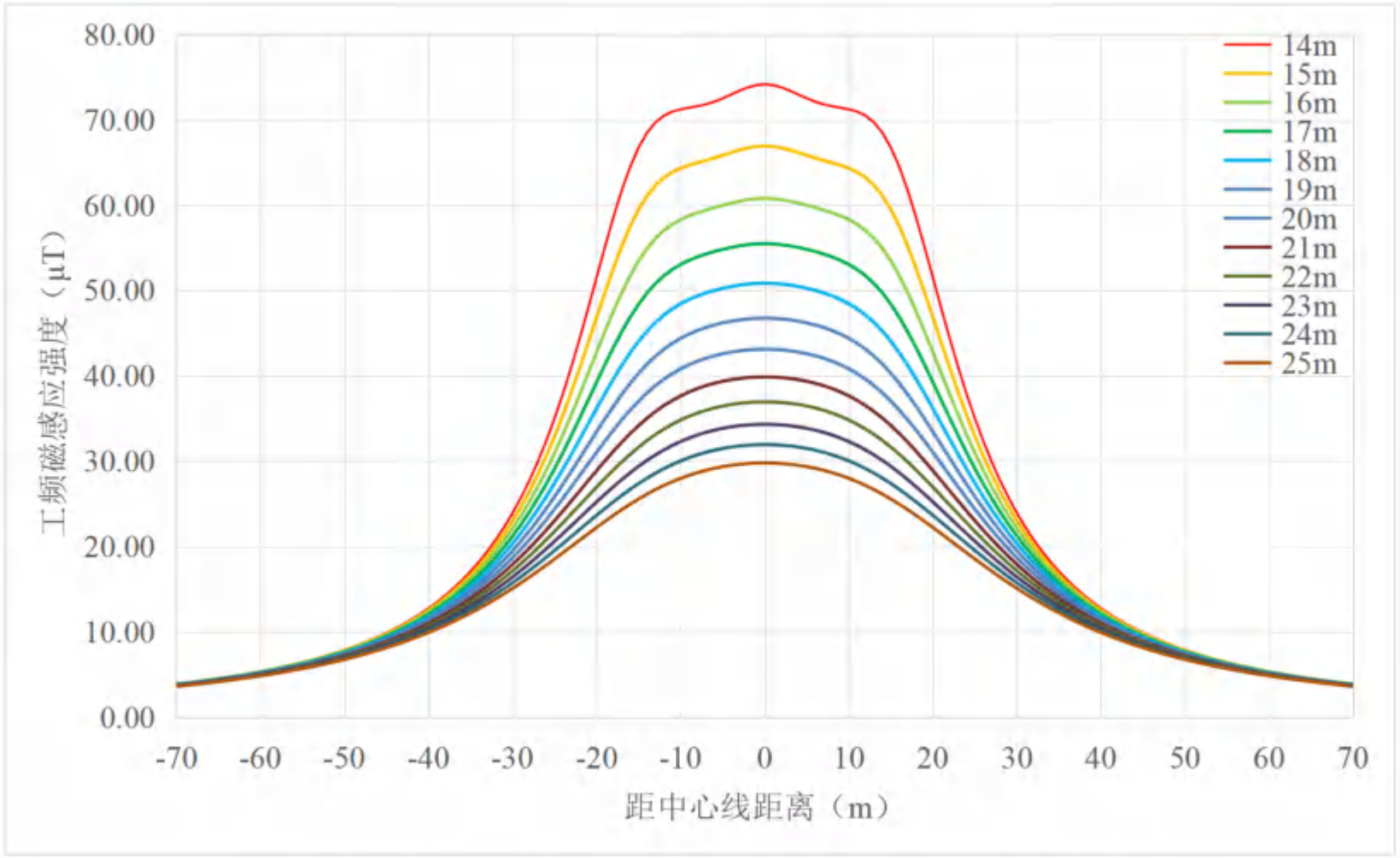


图 6-46 本段线路不同导线对地高度条件地面 4.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-33　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 7.5m 高处）

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 7.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）											
-70	3.93	3.92	3.90	3.89	3.87	3.85	3.83	3.80	3.78	3.75	3.73	3.70
-65	4.60	4.58	4.56	4.53	4.51	4.48	4.45	4.42	4.39	4.35	4.32	4.28
-60	5.45	5.42	5.39	5.36	5.33	5.29	5.25	5.20	5.16	5.11	5.06	5.00
-55	6.57	6.53	6.49	6.44	6.39	6.33	6.27	6.21	6.14	6.07	6.00	5.92
-50	8.09	8.03	7.96	7.89	7.81	7.72	7.63	7.53	7.43	7.32	7.22	7.10
-45	10.22	10.12	10.01	9.89	9.75	9.62	9.47	9.31	9.15	8.99	8.82	8.65
-40	13.35	13.17	12.97	12.76	12.53	12.29	12.04	11.78	11.52	11.25	10.98	10.71
-35	18.25	17.89	17.50	17.08	16.65	16.20	15.75	15.29	14.83	14.37	13.92	13.48
-30	26.53	25.69	24.81	23.91	23.00	22.10	21.20	20.33	19.49	18.67	17.89	17.14
-25	41.92	39.54	37.23	35.01	32.91	30.95	29.12	27.41	25.84	24.37	23.02	21.77
-24	46.44	43.45	40.59	37.91	35.43	33.13	31.01	29.08	27.30	25.66	24.17	22.79
-23	51.61	47.82	44.29	41.05	38.10	35.43	33.00	30.80	28.80	26.99	25.34	23.82
-22（边导线外 6.1m）	57.48	52.65	48.30	44.41	40.93	37.83	35.06	32.57	30.34	28.34	26.52	24.87
-21（边导线外 5.1m）	64.03	57.92	52.58	47.92	43.86	40.29	37.15	34.37	31.90	29.69	27.71	25.92
-20	71.18	63.51	57.03	51.53	46.83	42.77	39.25	36.17	33.45	31.04	28.89	26.96
-19	78.67	69.23	61.51	55.13	49.77	45.22	41.32	37.93	34.97	32.36	30.04	27.98
-18	86.04	74.76	65.83	58.58	52.60	47.58	43.30	39.63	36.43	33.63	31.16	28.96
-17	92.67	79.76	69.75	61.75	55.21	49.77	45.17	41.23	37.82	34.85	32.23	29.91
-16	97.88	83.86	73.07	64.50	57.53	51.75	46.87	42.71	39.12	35.99	33.24	30.80
-15	101.25	86.82	75.65	66.75	59.50	53.47	48.39	44.05	40.30	37.04	34.17	31.64
-10	98.47	88.20	79.14	71.22	64.32	58.30	53.04	48.44	44.39	40.82	37.64	34.82
-5	98.85	88.86	80.13	72.50	65.83	59.98	54.82	50.25	46.20	42.59	39.35	36.45

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 7.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）											
0	107.28	93.55	82.82	74.15	66.92	60.78	55.48	50.84	46.75	43.12	39.87	36.95
5	98.85	88.86	80.13	72.50	65.83	59.98	54.82	50.25	46.20	42.59	39.35	36.45
10	98.47	88.20	79.14	71.22	64.32	58.30	53.04	48.44	44.39	40.82	37.64	34.82
15	101.25	86.82	75.65	66.75	59.50	53.47	48.39	44.05	40.30	37.04	34.17	31.64
16	97.88	83.86	73.07	64.50	57.53	51.75	46.87	42.71	39.12	35.99	33.24	30.80
17	92.67	79.76	69.75	61.75	55.21	49.77	45.17	41.23	37.82	34.85	32.23	29.91
18	86.04	74.76	65.83	58.58	52.60	47.58	43.30	39.63	36.43	33.63	31.16	28.96
19	78.67	69.23	61.51	55.13	49.77	45.22	41.32	37.93	34.97	32.36	30.04	27.98
20	71.18	63.51	57.03	51.53	46.83	42.77	39.25	36.17	33.45	31.04	28.89	26.96
21（边导线外 5.1m）	64.03	57.92	52.58	47.92	43.86	40.29	37.15	34.37	31.90	29.69	27.71	25.92
22（边导线外 6.1m）	57.48	52.65	48.30	44.41	40.93	37.83	35.06	32.57	30.34	28.34	26.52	24.87
23	51.61	47.82	44.29	41.05	38.10	35.43	33.00	30.80	28.80	26.99	25.34	23.82
24	46.44	43.45	40.59	37.91	35.43	33.13	31.01	29.08	27.30	25.66	24.17	22.79
25	41.92	39.54	37.23	35.01	32.91	30.95	29.12	27.41	25.84	24.37	23.02	21.77
30	26.53	25.69	24.81	23.91	23.00	22.10	21.20	20.33	19.49	18.67	17.89	17.14
35	18.25	17.89	17.50	17.08	16.65	16.20	15.75	15.29	14.83	14.37	13.92	13.48
40	13.35	13.17	12.97	12.76	12.53	12.29	12.04	11.78	11.52	11.25	10.98	10.71
45	10.22	10.12	10.01	9.89	9.75	9.62	9.47	9.31	9.15	8.99	8.82	8.65
50	8.09	8.03	7.96	7.89	7.81	7.72	7.63	7.53	7.43	7.32	7.22	7.10
55	6.57	6.53	6.49	6.44	6.39	6.33	6.27	6.21	6.14	6.07	6.00	5.92
60	5.45	5.42	5.39	5.36	5.33	5.29	5.25	5.20	5.16	5.11	5.06	5.00
65	4.60	4.58	4.56	4.53	4.51	4.48	4.45	4.42	4.39	4.35	4.32	4.28
70	3.93	3.92	3.90	3.89	3.87	3.85	3.83	3.80	3.78	3.75	3.73	3.70

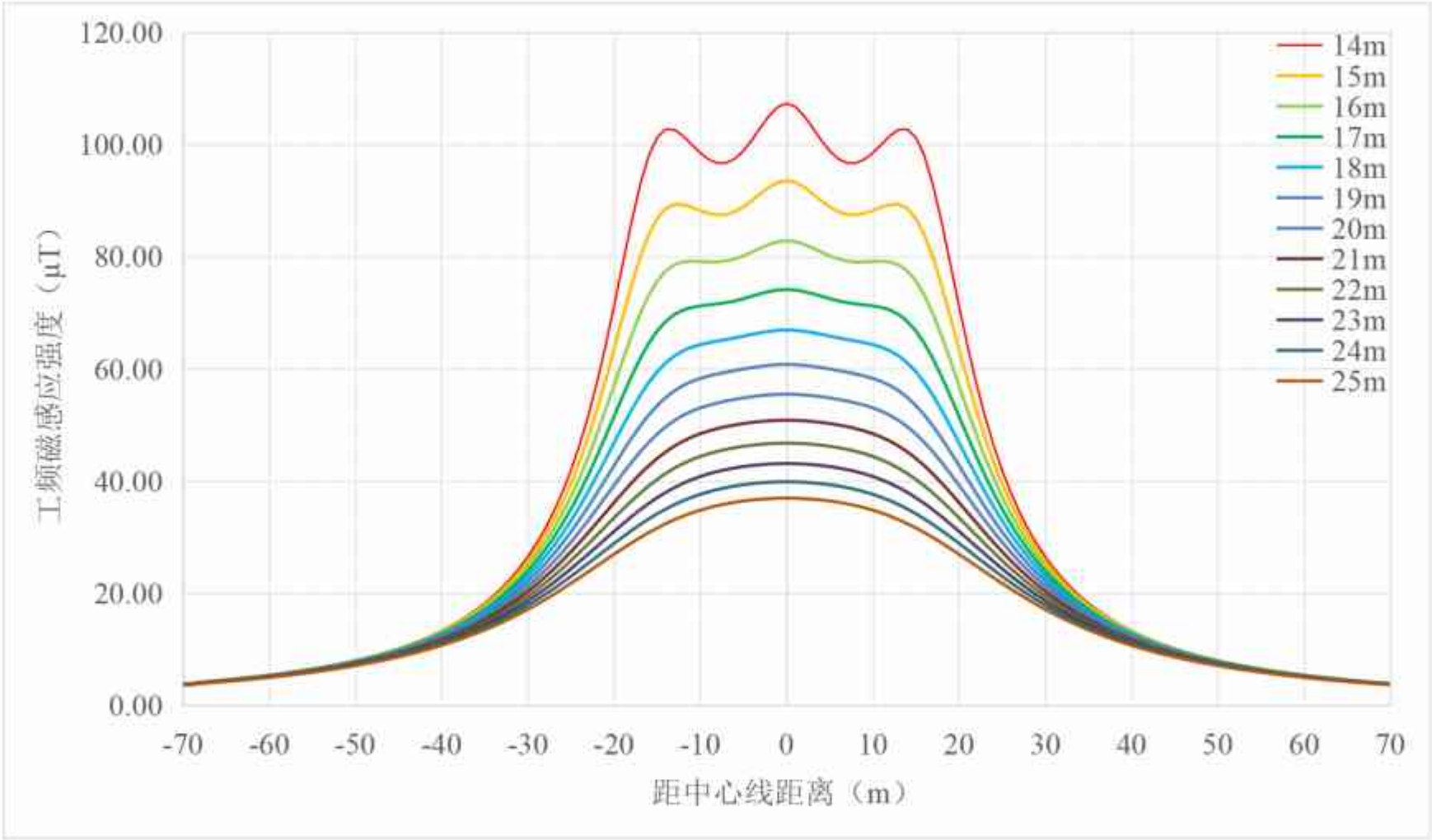


图 6-47 本段线路不同导线对地高度条件地面 7.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-34　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 10.5m 高处）

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 10.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）											
-70	3.96	3.95	3.94	3.93	3.92	3.90	3.89	3.87	3.85	3.83	3.80	3.78
-65	4.63	4.62	4.61	4.60	4.58	4.56	4.53	4.51	4.48	4.45	4.42	4.39
-60	5.51	5.49	5.47	5.45	5.42	5.39	5.36	5.33	5.29	5.25	5.20	5.16
-55	6.65	6.63	6.60	6.57	6.53	6.49	6.44	6.39	6.33	6.27	6.21	6.14
-50	8.22	8.18	8.14	8.09	8.03	7.96	7.89	7.81	7.72	7.63	7.53	7.43
-45	10.44	10.38	10.31	10.22	10.12	10.01	9.89	9.75	9.62	9.47	9.31	9.15
-40	13.76	13.65	13.51	13.35	13.17	12.97	12.76	12.53	12.29	12.04	11.78	11.52
-35	19.08	18.85	18.57	18.25	17.89	17.50	17.08	16.65	16.20	15.75	15.29	14.83
-30	28.59	28.00	27.30	26.53	25.69	24.81	23.91	23.00	22.10	21.20	20.33	19.49
-25	48.63	46.56	44.29	41.92	39.54	37.23	35.01	32.91	30.95	29.12	27.41	25.84
-24	55.34	52.52	49.50	46.44	43.45	40.59	37.91	35.43	33.13	31.01	29.08	27.30
-23	63.60	59.68	55.61	51.61	47.82	44.29	41.05	38.10	35.43	33.00	30.80	28.80
-22（边导线外 6.1m）	73.91	68.31	62.74	57.48	52.65	48.30	44.41	40.93	37.83	35.06	32.57	30.34
-21（边导线外 5.1m）	86.88	78.68	70.97	64.03	57.92	52.58	47.92	43.86	40.29	37.15	34.37	31.90
-20	103.24	90.99	80.29	71.18	63.51	57.03	51.53	46.83	42.77	39.25	36.17	33.45
-19	123.49	105.12	90.41	78.67	69.23	61.51	55.13	49.77	45.22	41.32	37.93	34.97
-18	147.05	120.18	100.66	86.04	74.76	65.83	58.58	52.60	47.58	43.30	39.63	36.43
-17	170.47	134.14	109.92	92.67	79.76	69.75	61.75	55.21	49.77	45.17	41.23	37.82
-16	186.61	144.11	116.87	97.88	83.86	73.07	64.50	57.53	51.75	46.87	42.71	39.12
-15	189.48	147.96	120.61	101.25	86.82	75.65	66.75	59.50	53.47	48.39	44.05	40.30
-10	134.99	122.29	109.92	98.47	88.20	79.14	71.22	64.32	58.30	53.04	48.44	44.39
-5	136.19	122.75	110.16	98.85	88.86	80.13	72.50	65.83	59.98	54.82	50.25	46.20

最不利塔型	ZC2705K											
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24	h=25
	离地 10.5m											
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）											
0	193.71	152.19	125.74	107.28	93.55	82.82	74.15	66.92	60.78	55.48	50.84	46.75
5	136.19	122.75	110.16	98.85	88.86	80.13	72.50	65.83	59.98	54.82	50.25	46.20
10	134.99	122.29	109.92	98.47	88.20	79.14	71.22	64.32	58.30	53.04	48.44	44.39
15	189.48	147.96	120.61	101.25	86.82	75.65	66.75	59.50	53.47	48.39	44.05	40.30
16	186.61	144.11	116.87	97.88	83.86	73.07	64.50	57.53	51.75	46.87	42.71	39.12
17	170.47	134.14	109.92	92.67	79.76	69.75	61.75	55.21	49.77	45.17	41.23	37.82
18	147.05	120.18	100.66	86.04	74.76	65.83	58.58	52.60	47.58	43.30	39.63	36.43
19	123.49	105.12	90.41	78.67	69.23	61.51	55.13	49.77	45.22	41.32	37.93	34.97
20	103.24	90.99	80.29	71.18	63.51	57.03	51.53	46.83	42.77	39.25	36.17	33.45
21（边导线外 5.1m）	86.88	78.68	70.97	64.03	57.92	52.58	47.92	43.86	40.29	37.15	34.37	31.90
22（边导线外 6.1m）	73.91	68.31	62.74	57.48	52.65	48.30	44.41	40.93	37.83	35.06	32.57	30.34
23	63.60	59.68	55.61	51.61	47.82	44.29	41.05	38.10	35.43	33.00	30.80	28.80
24	55.34	52.52	49.50	46.44	43.45	40.59	37.91	35.43	33.13	31.01	29.08	27.30
25	48.63	46.56	44.29	41.92	39.54	37.23	35.01	32.91	30.95	29.12	27.41	25.84
30	28.59	28.00	27.30	26.53	25.69	24.81	23.91	23.00	22.10	21.20	20.33	19.49
35	19.08	18.85	18.57	18.25	17.89	17.50	17.08	16.65	16.20	15.75	15.29	14.83
40	13.76	13.65	13.51	13.35	13.17	12.97	12.76	12.53	12.29	12.04	11.78	11.52
45	10.44	10.38	10.31	10.22	10.12	10.01	9.89	9.75	9.62	9.47	9.31	9.15
50	8.22	8.18	8.14	8.09	8.03	7.96	7.89	7.81	7.72	7.63	7.53	7.43
55	6.65	6.63	6.60	6.57	6.53	6.49	6.44	6.39	6.33	6.27	6.21	6.14
60	5.51	5.49	5.47	5.45	5.42	5.39	5.36	5.33	5.29	5.25	5.20	5.16
65	4.63	4.62	4.61	4.60	4.58	4.56	4.53	4.51	4.48	4.45	4.42	4.39
70	3.96	3.95	3.94	3.93	3.92	3.90	3.89	3.87	3.85	3.83	3.80	3.78

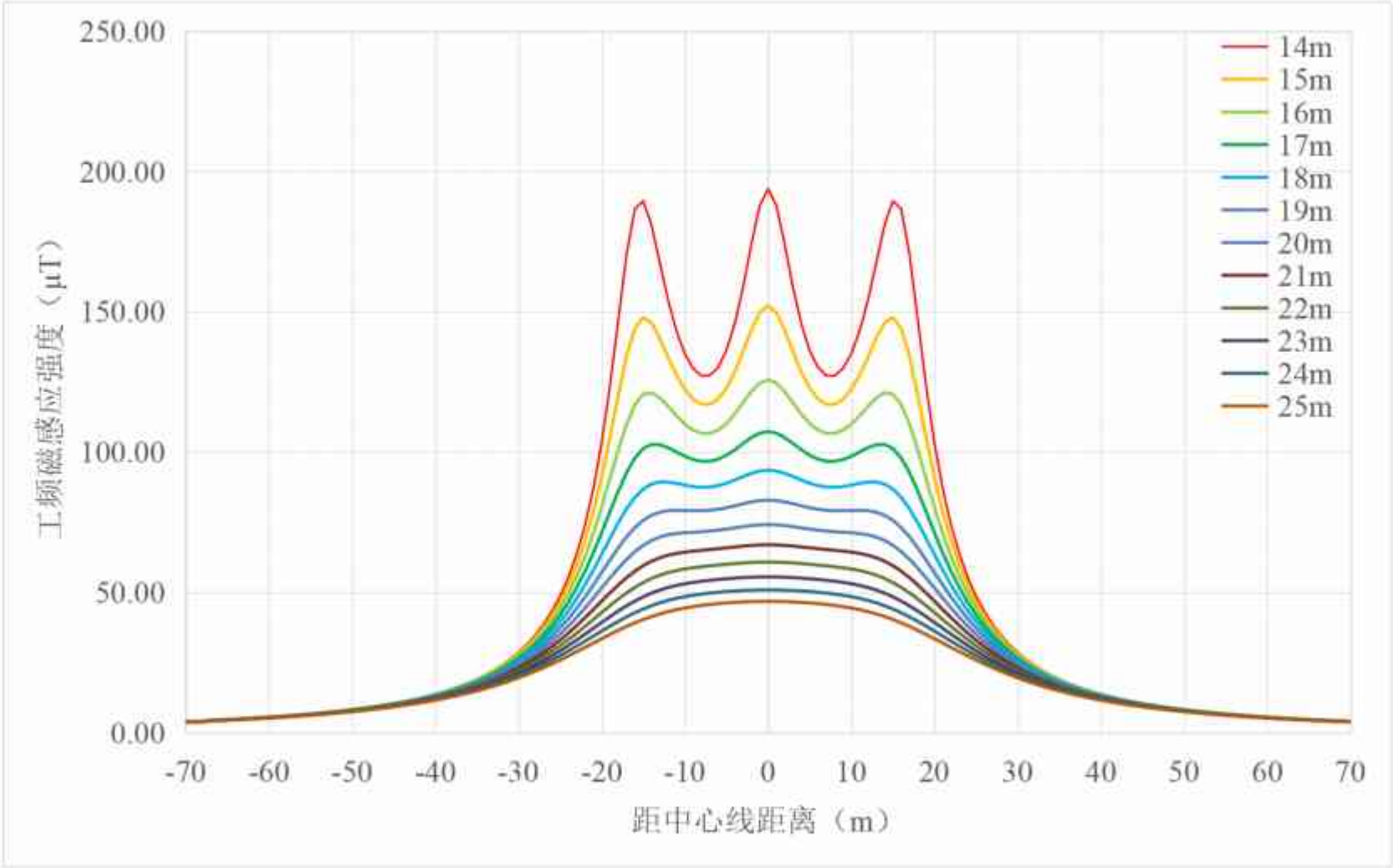


图 6-48 本段线路不同导线对地高度条件地面 10.5m 处工频磁感应强度分布曲线

鉴于本项目尚未完成施工图设计，本段线路所经区域评价范围内的居民房屋根据现状调查主要为 1~3 层尖/平顶房，为确保居民房屋不同楼层电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-35。

表 6-35 本段线路距边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）			
	距地面1.5m高度（1层尖顶房）	距地面4.5m高度（1层平顶房和2层尖顶房）	距地面7.5m高度（2层平顶房和3层尖顶房）	距地面10.5m高度（3层平顶房）
6	21	22	23	25
7	21	21	23	24
8	20	21	22	24
9	20	20	21	23
10	19	20	21	22
11	18	19	20	21
12	17	17	18	19
13	15	15	16	16
14	14	14	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

②磁感应强度

本项目川北特~绵州 500kV 线路工程单回水平段采用 DJC 塔，通过居民区导线对地最低高度为 14m 时，工频磁感应强度最大值为 55.4798μT，鉴于本项目尚未完成施工图设计，本段线路所经区域评价范围内的居民房屋根据现状调查主要为 1~3 层尖/平顶房，为确保居民房屋不同楼层磁感应强度满足不大于 100μT 的要求，在导线对地最低高度 14m 时，边导线外 5.1m 距离地面 10.5m 处工频磁感应强度最大值为 86.88μT，能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中工频磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

6.1.2.4.2 改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程（线路II）

改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程，设计导线对地最低高度为 20m 时，工频电场空间分布图见图 6-49，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线见图 6-50，工频磁感应强度空间分布图见图 6-51，工频磁感应强度分布曲线见图 6-52。

表 6-36　改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程电磁环境预测结果

最不利塔型	SZC27054	
预测类别	工频电场（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
距线路中心线距离（m）	线高20m	
-70	0.0519	0.792
-60	0.0475	1.1532
-50	0.1475	1.749
-45	0.2646	2.1895
-40	0.4521	2.7707
-35	0.7458	3.5402
-30	1.1915	4.5535
-25	1.8217	5.8575
-20	2.5777	7.4396
-15	3.184	9.1368
-13	3.2798	9.7732
-12	**3.2816**（最大值）	10.0691
-11	3.25	10.3462
-10	3.1841	10.602
-5	2.433	11.5117
-1	1.8268	11.7901
0	1.7926	**11.8015**（最大值）
1	1.8268	11.7901
5	2.433	11.5117
10	3.1841	10.602
11	3.25	10.3462
12	**3.2816**（最大值）	10.0691
13	3.2798	9.7732
15	3.184	9.1368
20	2.5777	7.4396
25	1.8217	5.8575
30	1.1915	4.5535
35	0.7458	3.5402
40	0.4521	2.7707
50	0.1475	1.749
60	0.0475	1.1532
70	0.0519	0.792

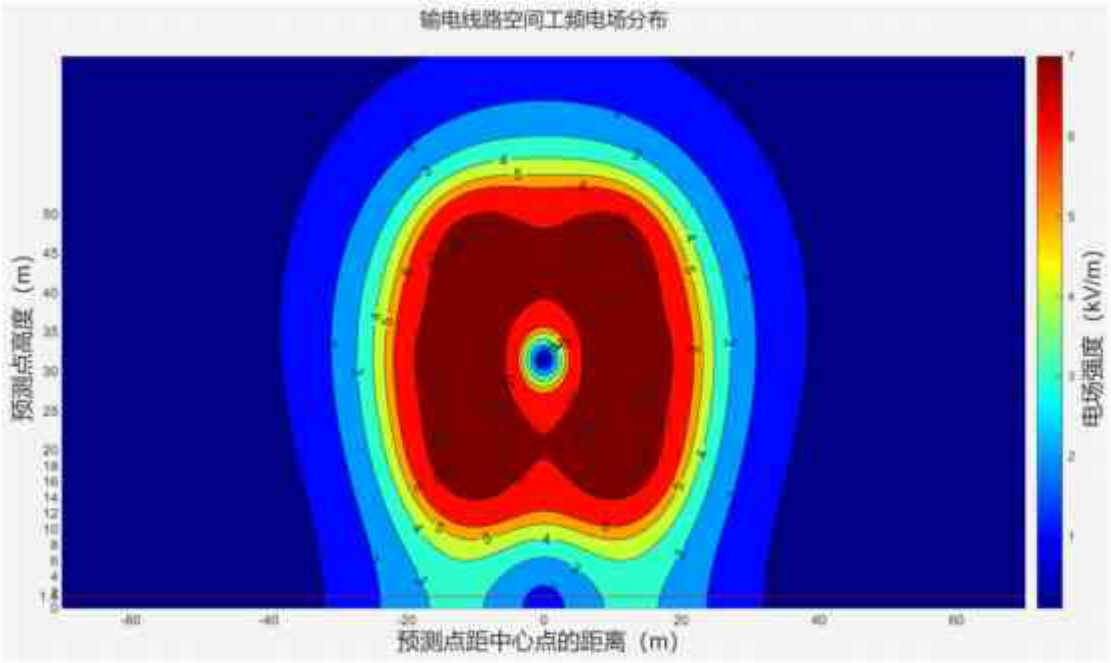


图 6-49　改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程工频电场空间分布图
（20m 线高）

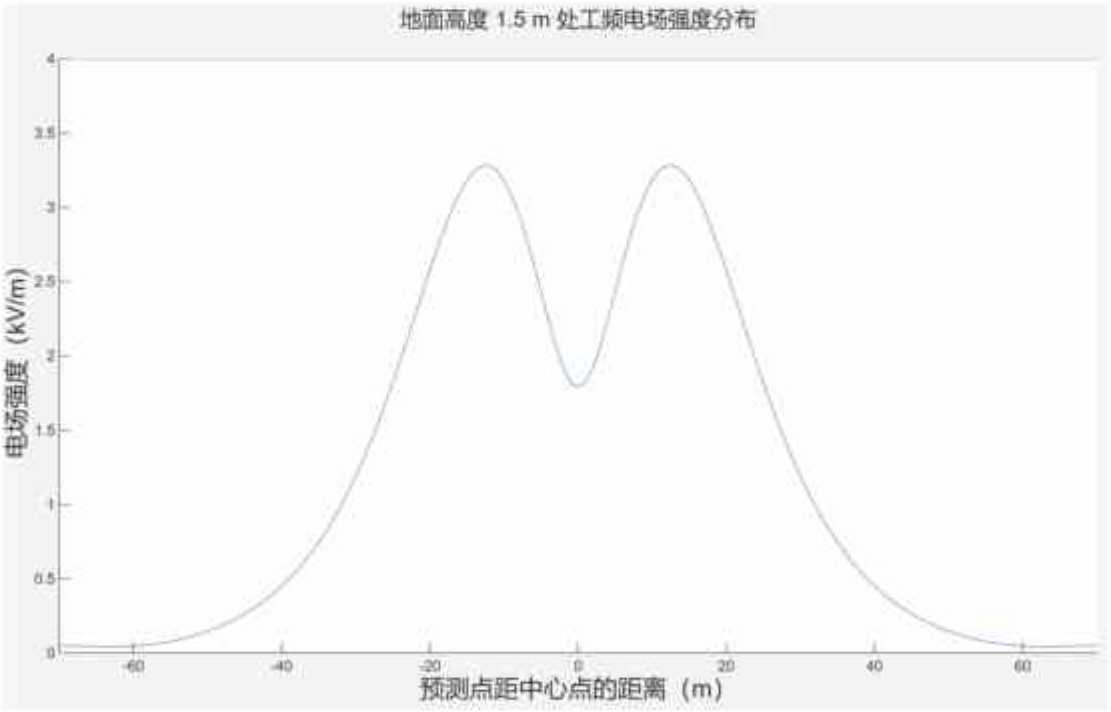


图 6-50　改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程地面 1.5m 处工频电场曲线
（20m 线高）

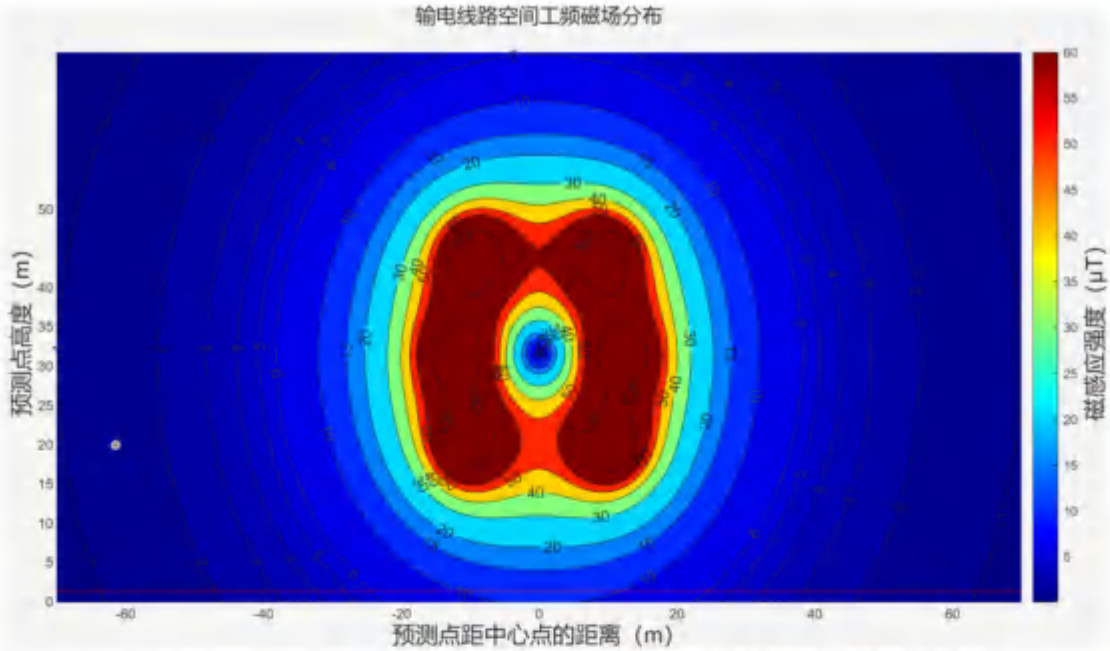


图 6-51　改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程工频磁感应强度空间分布（20m 线高）

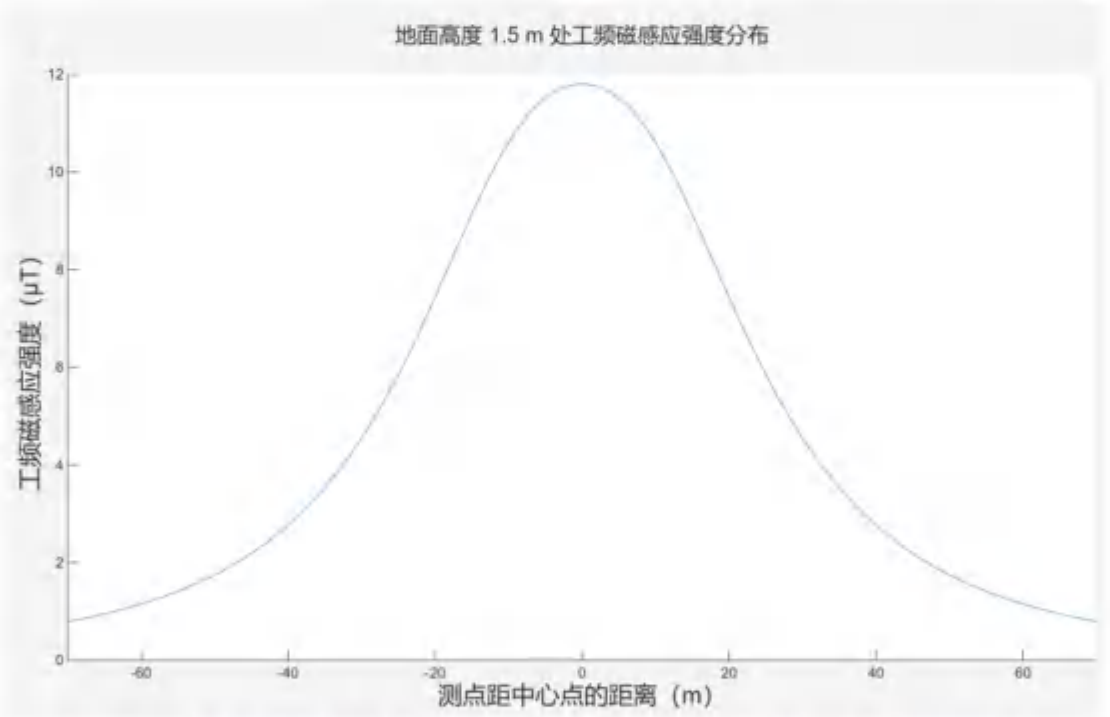


图 6-52　改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线（20m 线高）

①电场强度

本项目改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程采用 SZC27054 塔，设计导线对地最低高度为 20m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 3.2816kV/m，出现在距线路中心线投影-12m 处，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。满足《电

磁环境控制限制》（GB8702-2014）耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求，也满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

②磁感应强度

本项目改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程采用 SZC27054 塔，设计导线对地最低高度为 20m 时，工频磁感应强度最大值为 11.8015μT，能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中工频磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

6.1.2.4.3 富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程（线路III）

富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程通过非居民区时，导线对地最低高度为 11m 时，工频电场空间分布图见图 6-53，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线见图 6-54，工频磁感应强度空间分布图见图 6-55，工频磁感应强度分布曲线见图 6-56。本工程通过居民区，在导线对地最低高度为 14m 时，工频电场空间分布图见图 6-57，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线见图 6-58，工频磁感应强度空间分布图见图 6-59，工频磁感应强度分布曲线见图 6-60。

表 6-37 富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程电磁环境预测结果

最不利塔型	500-MC21S-ZC4			
预测类别	工频电场（kV/m）		工频磁感应强度（μT）	
距线路中心线距离（m）	线高11m	线高14m	线高11m	线高14m
-70	0.1431	0.1125	1.3988	1.3514
-60	0.1737	0.1237	2.1141	2.0186
-50	0.2179	0.1542	3.3893	3.1794
-45	0.2649	0.2173	4.4084	4.0843
-40	0.3674	0.3609	5.8561	5.3394
-35	0.5936	0.6442	7.968	7.1125
-30	1.0799	1.1758	11.1396	9.6577
-25	2.1269	2.1449	16.0405	13.3344
-21	**3.7426（<4）**	3.3767	21.8897	17.3444
-20	4.2961	**3.7486（<4）**	23.6933	18.5044
-19	4.912	4.1385	25.642	19.7205
-15	7.7604	5.6725	34.5966	24.9063
-12	9.3744	6.3389	41.1563	28.534
-11	**9.5552（最大值）**	**6.3739（最大值）**	42.8778	29.5512
-10	9.4961	6.2966	44.2383	30.4355
-7	7.9542	5.4166	46.0578	32.2283
-6	7.1125	4.9508	**46.066（最大值）**	32.5633
-5	6.1949	4.4353	45.9065	32.796
-1	2.9737	2.6101	45.0253	33.1194
0	2.7523	2.4926	44.9732	**33.127（最大值）**
1	2.9737	2.6101	45.0253	33.1194
5	6.1949	4.4353	45.9065	32.796
6	7.1125	4.9508	**46.066（最大值）**	32.5633
7	7.9542	5.4166	46.0578	32.2283
10	9.4961	6.2966	44.2383	30.4355
11	**9.5552（最大值）**	**6.3739（最大值）**	42.8778	29.5512
12	9.3744	6.3389	41.1563	28.534
15	7.7604	5.6725	34.5966	24.9063
19	4.912	4.1385	25.642	19.7205
20	4.2961	**3.7486（<4）**	23.6933	18.5044
21	**3.7426（<4）**	3.3767	21.8897	17.3444
25	2.1269	2.1449	16.0405	13.3344
30	1.0799	1.1758	11.1396	9.6577

最不利塔型	500-MC21S-ZC4			
预测类别	工频电场（kV/m）		工频磁感应强度（μT）	
距线路中心线距离（m）	线高11m	线高14m	线高11m	线高14m
35	0.5936	0.6442	7.968	7.1125
40	0.3674	0.3609	5.8561	5.3394
45	0.2649	0.2173	4.4084	4.0843
50	0.2179	0.1542	3.3893	3.1794
60	0.1737	0.1237	2.1141	2.0186
70	0.1431	0.1125	1.3988	1.3514

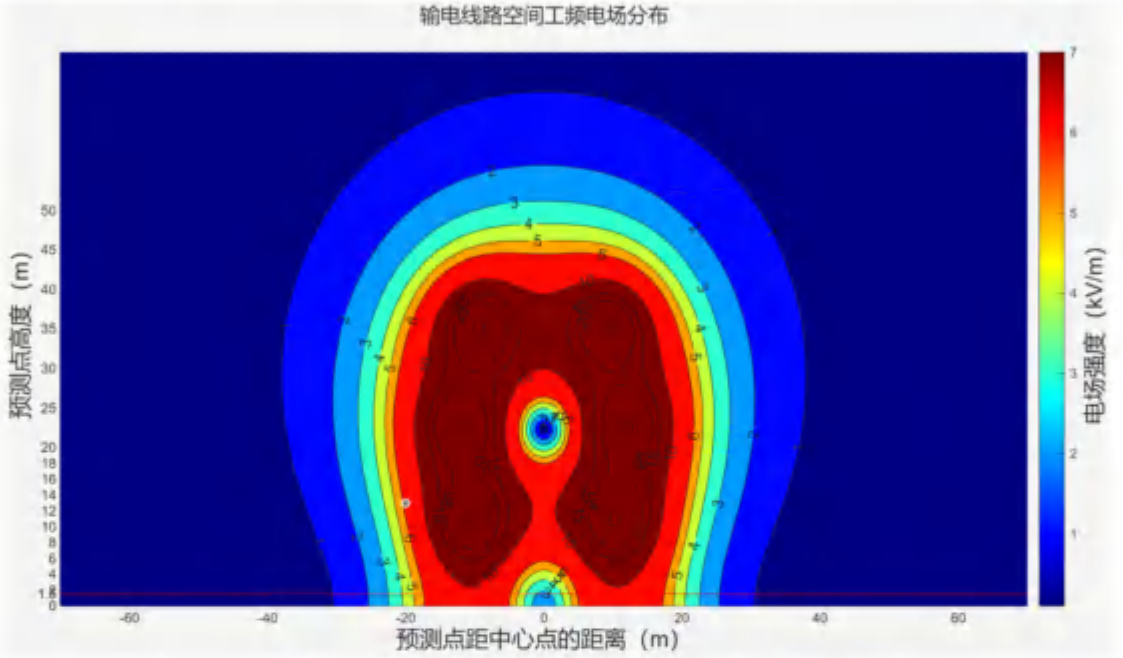


图 6-53　富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程工频电场空间分布图（11m 线高）

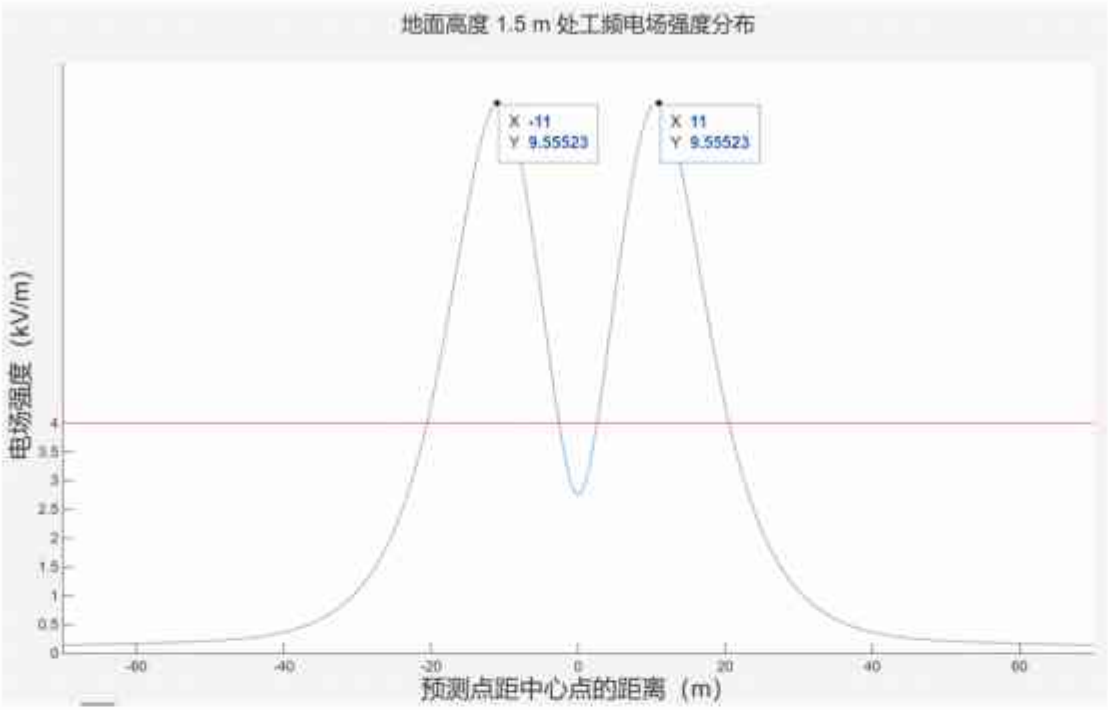


图 6-54　富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程地面 1.5m 处工频电场曲线（11m 线高）

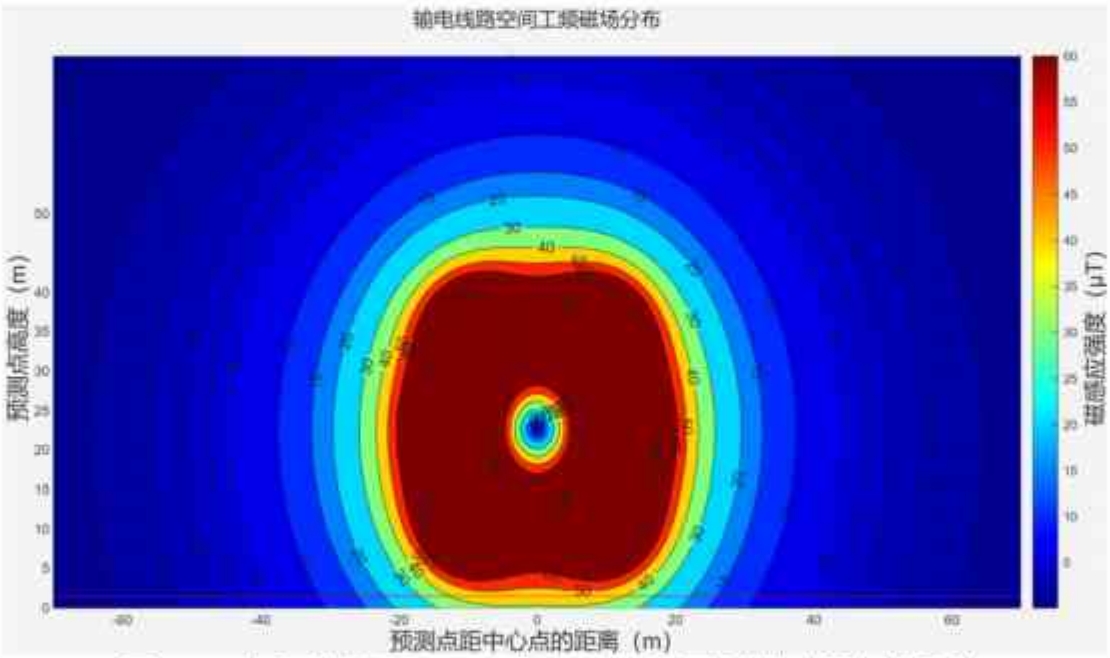


图 6-55　富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程工频磁感应强度空间分布（11m 线高）

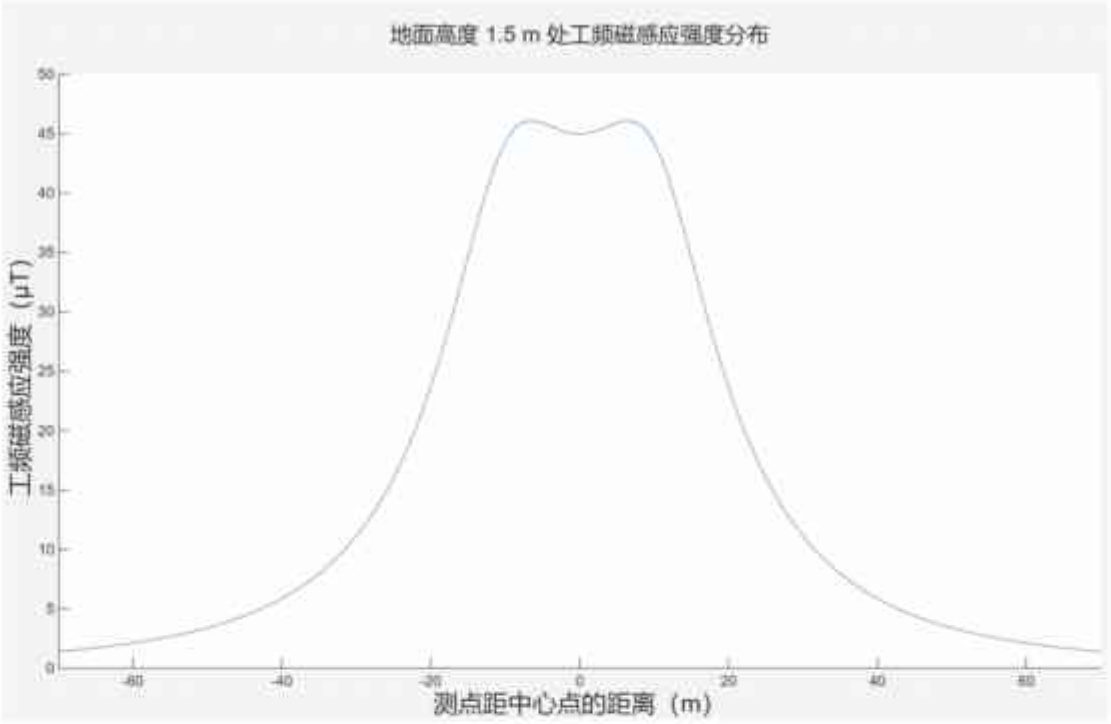


图 6-56　富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线（11m 线高）

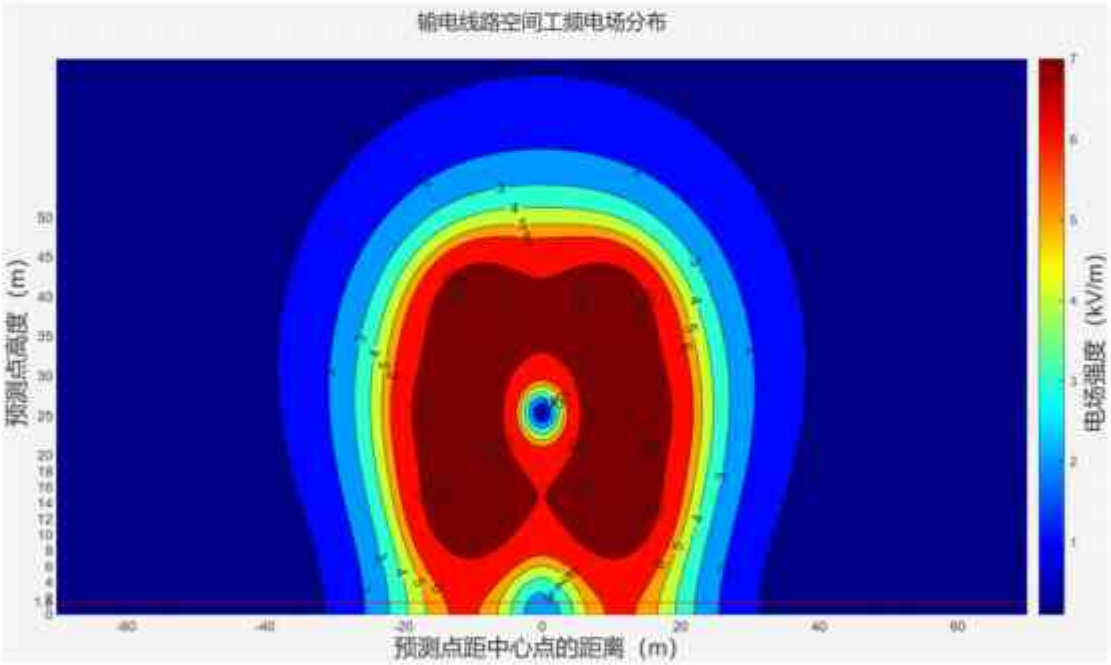


图 6-57 富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程工频电场空间分布图（14m 线高）

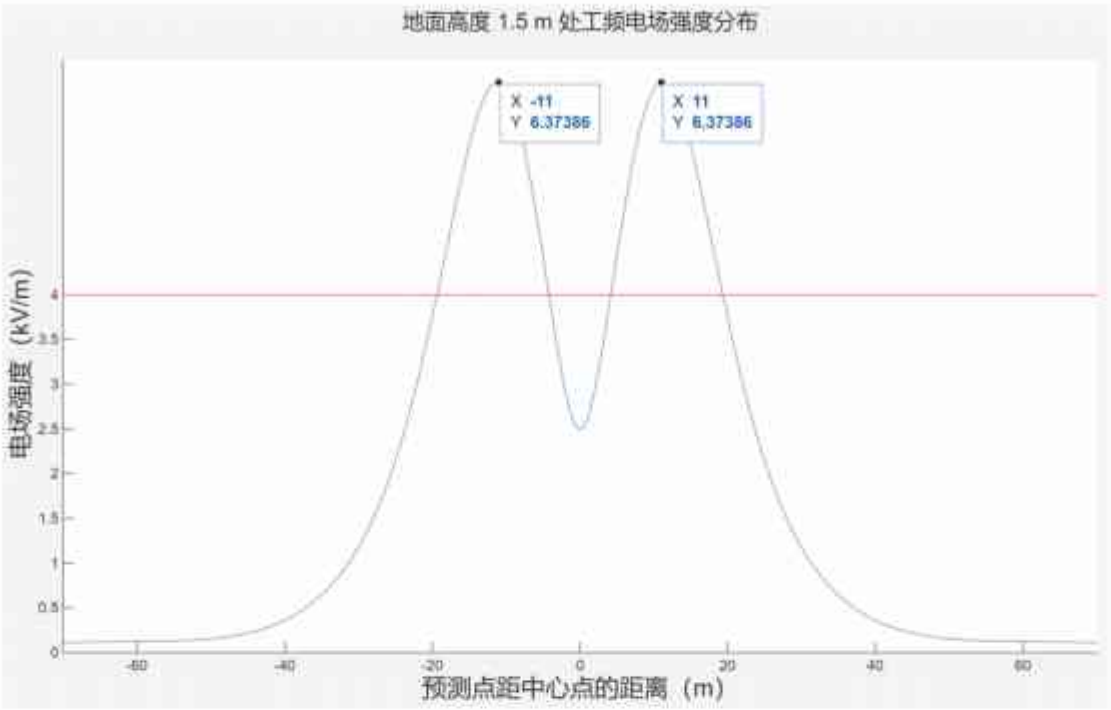


图 6-58 富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程地面 1.5m 处工频电场曲线（14m 线高）

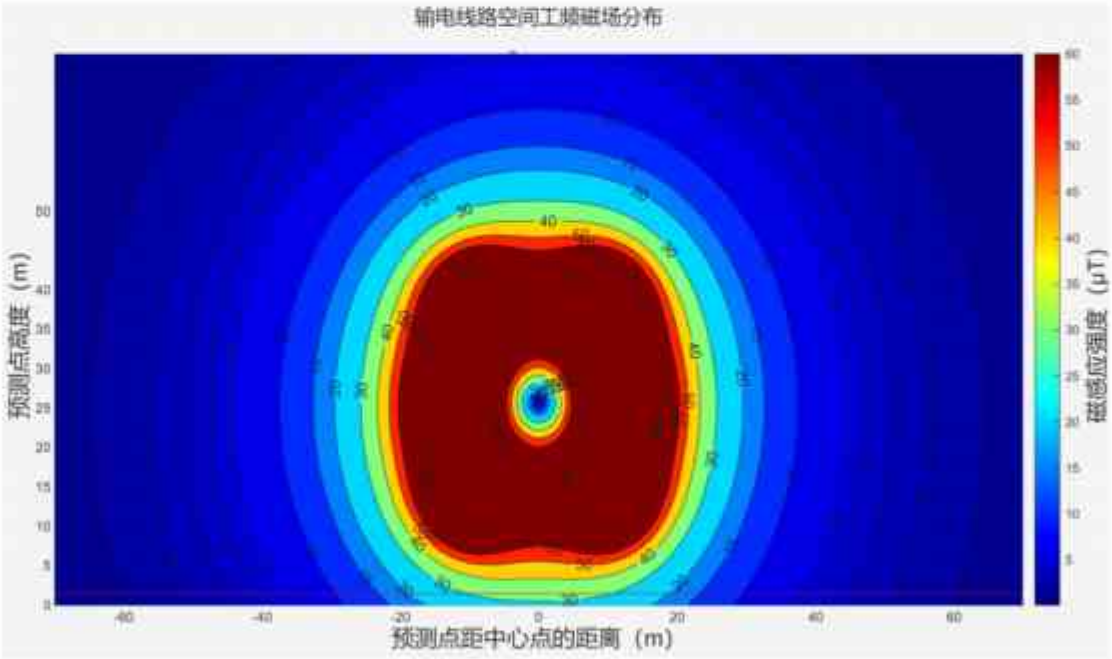


图 6-59 富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程工频磁感应强度空间分布图（14m 线高）

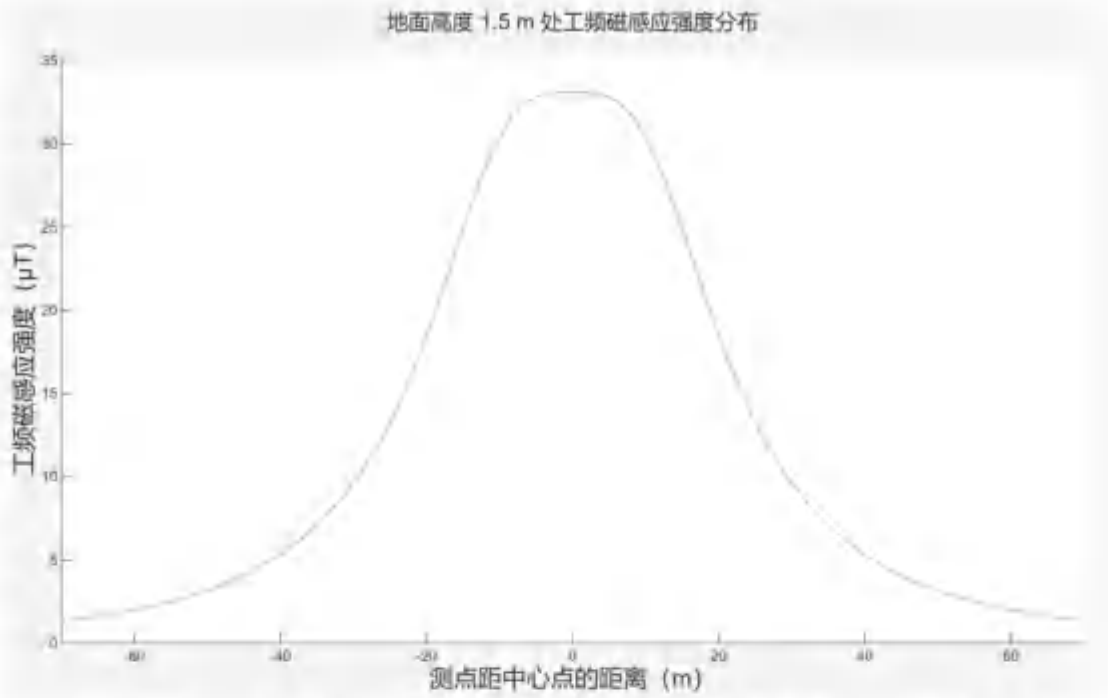


图 6-60 富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线（14m 线高）

①电场强度

本项目富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程采用 500-MC21S-ZC4 塔，通过非居民区导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9.5552kV/m，出现在距线路中心线投影-11m 处，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求。

在导线对地最低高度 14m 时，距线路中心线投影-20m 外（左侧边导线外 7.9m）和 20m 外（右侧边导线外 7.9m），电场强度值为 3.7486kV/m，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。由于本项目敏感目标距离线路边导线最近距离为 6m，故线高 14m 不能满足标准限值，需要将导线抬高。

根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升至 16m 时，边导线地面投影外 5.9m 离地 1.5m 处电场强度值为 3914.3V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 17m 时，边导线地面投影外 5.9m 离地 4.5m 处电场强度值

为 3915.4V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 20m 时，边导线地面投影外 5.9m 离地 7.5m 处电场强度值为 3851.7V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 21m 时，边导线地面投影外 5.9m 离地 10.5m 处电场强度值为 3900.0V/m，能够满足通过居民区要求。

表 6-38　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	112.5	102.2	92.0	81.9	72.0	62.2	52.6	43.2	34.2	25.4	17.2
-65	118.3	105.4	92.7	80.2	68.2	56.6	45.6	35.6	27.3	21.8	21.0
-60	123.7	108.0	92.9	78.9	66.2	55.5	47.6	43.6	43.9	48.1	54.7
-55	131.9	114.7	100.0	88.4	80.7	77.7	79.0	84.0	91.5	100.6	110.3
-50	154.2	141.1	133.2	130.8	133.3	139.8	148.9	159.7	171.3	183.1	194.6
-45	217.3	215.4	219.5	228.2	239.9	253.4	267.7	281.9	295.6	308.4	320.1
-40	360.9	373.0	388.8	406.4	424.4	441.8	458.0	472.4	485.0	495.5	504.0
-35	644.2	668.0	691.0	712.0	730.0	744.7	755.9	763.5	767.7	768.8	767.0
-30	1175.8	1198.1	1213.5	1221.7	1223.2	1218.4	1208.1	1192.9	1173.7	1151.1	1125.8
-25	2144.9	2118.6	2079.9	2031.4	1975.2	1913.3	1847.6	1779.4	1710.0	1640.3	1571.1
-24	2411.7	2363.9	2303.8	2234.5	2158.7	2078.5	1995.8	1912.2	1828.6	1746.2	1665.6
-23	2706.2	2630.9	2544.4	2450.4	2351.6	2250.4	2148.7	2047.8	1948.8	1852.6	1759.7
-22	3028.3	2918.8	2800.6	2677.4	2552.2	2427.3	2304.4	2184.7	2069.1	1958.1	1852.2
-21	3376.7	3225.8	3070.0	2913.1	2758.1	2606.8	2460.7	2320.7	2187.4	2061.1	1941.7
-20	**3748.6**	3548.3	3349.0	3154.1	2965.9	2785.9	2615.0	2453.7	2301.9	2159.6	2026.6
-19	4138.5	**3881.1**	3632.6	3395.7	3171.6	2961.1	2764.2	2580.6	2410.0	2251.7	2105.0
-18（边导线外 5.9m）	4538.5	4216.8	**3914.3**	3632.1	3370.2	3127.9	2904.4	2698.5	2509.2	2335.1	2175.1
-17	4937.6	4545.7	4185.9	3856.6	3555.9	3281.7	3031.8	2804.1	2596.6	2407.5	2235.1
-16	5321.3	4856.2	4437.7	4061.2	3722.3	3417.2	3142.1	2893.9	2669.6	2466.7	2283.0
-15	5672.5	5134.7	4659.0	4237.4	3862.7	3529.0	3231.0	2964.3	2725.2	2510.4	2317.0
-10	6296.6	5567.0	4948.8	4420.8	3966.8	3574.1	3232.5	2934.1	2672.3	2441.7	2237.9
-5	4435.3	3989.4	3600.4	3260.6	2963.2	2702.3	2472.8	2270.2	2090.8	1931.4	1789.4
0	2492.6	2381.4	2266.8	2152.0	2039.3	1930.2	1825.7	1726.3	1632.4	1543.9	1460.8

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	4435.3	3989.4	3600.4	3260.6	2963.2	2702.3	2472.8	2270.2	2090.8	1931.4	1789.4
10	6296.6	5567.0	4948.8	4420.8	3966.8	3574.1	3232.5	2934.1	2672.3	2441.7	2237.9
15	5672.5	5134.7	4659.0	4237.4	3862.7	3529.0	3231.0	2964.3	2725.2	2510.4	2317.0
16	5321.3	4856.2	4437.7	4061.2	3722.3	3417.2	3142.1	2893.9	2669.6	2466.7	2283.0
17	4937.6	4545.7	4185.9	3856.6	3555.9	3281.7	3031.8	2804.1	2596.6	2407.5	2235.1
18（边导线外 5.9m）	4538.5	4216.8	**3914.3**	3632.1	3370.2	3127.9	2904.4	2698.5	2509.2	2335.1	2175.1
19	4138.5	**3881.1**	3632.6	3395.7	3171.6	2961.1	2764.2	2580.6	2410.0	2251.7	2105.0
20	**3748.6**	3548.3	3349.0	3154.1	2965.9	2785.9	2615.0	2453.7	2301.9	2159.6	2026.6
21	3376.7	3225.8	3070.0	2913.1	2758.1	2606.8	2460.7	2320.7	2187.4	2061.1	1941.7
22	3028.3	2918.8	2800.6	2677.4	2552.2	2427.3	2304.4	2184.7	2069.1	1958.1	1852.2
23	2706.2	2630.9	2544.4	2450.4	2351.6	2250.4	2148.7	2047.8	1948.8	1852.6	1759.7
24	2411.7	2363.9	2303.8	2234.5	2158.7	2078.5	1995.8	1912.2	1828.6	1746.2	1665.6
25	2144.9	2118.6	2079.9	2031.4	1975.2	1913.3	1847.6	1779.4	1710.0	1640.3	1571.1
30	1175.8	1198.1	1213.5	1221.7	1223.2	1218.4	1208.1	1192.9	1173.7	1151.1	1125.8
35	644.2	668.0	691.0	712.0	730.0	744.7	755.9	763.5	767.7	768.8	767.0
40	360.9	373.0	388.8	406.4	424.4	441.8	458.0	472.4	485.0	495.5	504.0
45	217.3	215.4	219.5	228.2	239.9	253.4	267.7	281.9	295.6	308.4	320.1
50	154.2	141.1	133.2	130.8	133.3	139.8	148.9	159.7	171.3	183.1	194.6
55	131.9	114.7	100.0	88.4	80.7	77.7	79.0	84.0	91.5	100.6	110.3
60	123.7	108.0	92.9	78.9	66.2	55.5	47.6	43.6	43.9	48.1	54.7
65	118.3	105.4	92.7	80.2	68.2	56.6	45.6	35.6	27.3	21.8	21.0
70	112.5	102.2	92.0	81.9	72.0	62.2	52.6	43.2	34.2	25.4	17.2

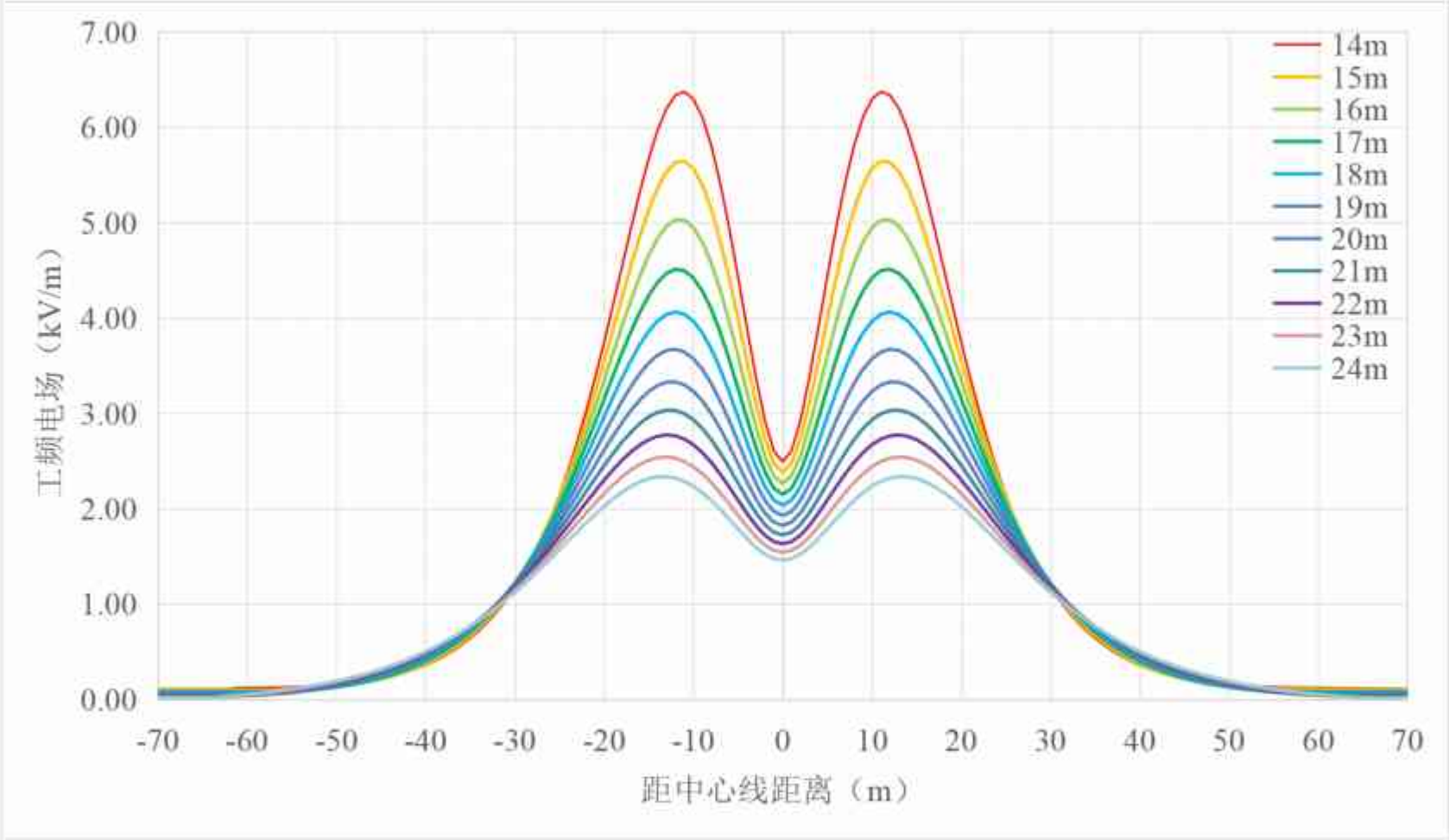


图 6-61 本段线路不同导线对地高度条件地面 1.5m 处工频电场分布曲线

表 6-39　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	114.5	104.5	94.5	84.7	75.1	65.7	56.6	47.9	39.7	32.3	26.0
-65	121.7	109.2	96.9	85.0	73.6	62.9	53.0	44.3	37.4	33.2	32.1
-60	129.6	114.6	100.3	87.2	75.6	66.0	58.9	55.1	54.8	57.5	62.6
-55	142.0	125.9	112.2	101.4	94.1	90.7	91.1	94.7	100.8	108.4	116.9
-50	170.8	158.2	150.3	147.1	148.4	153.2	160.7	169.9	180.0	190.6	201.1
-45	241.1	237.9	240.0	246.5	256.1	267.5	279.9	292.6	305.0	316.7	327.4
-40	391.9	400.7	413.1	427.7	443.0	458.2	472.4	485.4	496.6	506.1	513.7
-35	684.6	703.2	721.9	739.3	754.4	766.8	776.0	782.1	785.0	785.1	782.4
-30	1232.6	1248.8	1259.3	1263.7	1262.1	1254.8	1242.4	1225.5	1204.7	1180.7	1154.0
-25	2245.7	2212.8	2168.5	2114.9	2054.0	1987.8	1917.9	1845.7	1772.4	1699.0	1626.3
-24	2530.2	2475.0	2408.5	2333.2	2251.6	2166.0	2078.0	1989.2	1900.8	1813.7	1728.6
-23	2847.5	2763.8	2669.4	2567.8	2461.6	2353.3	2244.7	2137.3	2032.1	1930.0	1831.5
-22	3199.6	3079.5	2951.0	2817.7	2682.7	2548.4	2416.5	2288.3	2164.8	2046.5	1933.7
-21	**3586.9**	3421.6	3251.7	3081.1	2912.8	2749.1	2591.3	2440.5	2297.2	2161.6	2033.8
-20	4008.7	**3788.0**	3568.8	3354.9	3149.0	2952.5	2766.5	2591.3	2427.0	2273.4	2130.2
-19	4461.9	4174.7	**3898.0**	3635.0	3387.1	3155.0	2938.7	2737.9	2551.9	2379.8	2220.8
-18（边导线外 5.9m）	4940.3	4575.0	4233.0	**3915.4**	3622.0	3352.1	3104.2	2877.0	2668.9	2478.3	2303.9
-17	5433.5	4979.3	4565.1	4188.7	3847.5	3538.4	3258.5	3004.9	2775.0	2566.5	2377.1
-16	5926.2	5374.4	4883.3	4445.9	4056.0	3708.0	3396.7	3117.7	2867.1	2641.7	2438.6
-15	6397.5	5743.8	5174.5	4676.7	4239.7	3854.5	3513.8	3211.4	2942.1	2701.6	2486.2
-10	7490.7	6530.4	5739.3	5078.7	4520.7	4045.0	3636.2	3282.6	2975.1	2706.1	2469.8
-5	5606.7	5000.0	4472.8	4014.9	3616.5	3269.3	2966.0	2700.1	2466.5	2260.5	2078.2
0	3940.0	3626.6	3336.7	3071.1	2829.4	2610.3	2412.2	2233.1	2071.2	1924.9	1792.4

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	5606.7	5000.0	4472.8	4014.9	3616.5	3269.3	2966.0	2700.1	2466.5	2260.5	2078.2
10	7490.7	6530.4	5739.3	5078.7	4520.7	4045.0	3636.2	3282.6	2975.1	2706.1	2469.8
15	6397.5	5743.8	5174.5	4676.7	4239.7	3854.5	3513.8	3211.4	2942.1	2701.6	2486.2
16	5926.2	5374.4	4883.3	4445.9	4056.0	3708.0	3396.7	3117.7	2867.1	2641.7	2438.6
17	5433.5	4979.3	4565.1	4188.7	3847.5	3538.4	3258.5	3004.9	2775.0	2566.5	2377.1
18（边导线外 5.9m）	4940.3	4575.0	4233.0	**3915.4**	3622.0	3352.1	3104.2	2877.0	2668.9	2478.3	2303.9
19	4461.9	4174.7	**3898.0**	3635.0	3387.1	3155.0	2938.7	2737.9	2551.9	2379.8	2220.8
20	4008.7	**3788.0**	3568.8	3354.9	3149.0	2952.5	2766.5	2591.3	2427.0	2273.4	2130.2
21	**3586.9**	3421.6	3251.7	3081.1	2912.8	2749.1	2591.3	2440.5	2297.2	2161.6	2033.8
22	3199.6	3079.5	2951.0	2817.7	2682.7	2548.4	2416.5	2288.3	2164.8	2046.5	1933.7
23	2847.5	2763.8	2669.4	2567.8	2461.6	2353.3	2244.7	2137.3	2032.1	1930.0	1831.5
24	2530.2	2475.0	2408.5	2333.2	2251.6	2166.0	2078.0	1989.2	1900.8	1813.7	1728.6
25	2245.7	2212.8	2168.5	2114.9	2054.0	1987.8	1917.9	1845.7	1772.4	1699.0	1626.3
30	1232.6	1248.8	1259.3	1263.7	1262.1	1254.8	1242.4	1225.5	1204.7	1180.7	1154.0
35	684.6	703.2	721.9	739.3	754.4	766.8	776.0	782.1	785.0	785.1	782.4
40	391.9	400.7	413.1	427.7	443.0	458.2	472.4	485.4	496.6	506.1	513.7
45	241.1	237.9	240.0	246.5	256.1	267.5	279.9	292.6	305.0	316.7	327.4
50	170.8	158.2	150.3	147.1	148.4	153.2	160.7	169.9	180.0	190.6	201.1
55	142.0	125.9	112.2	101.4	94.1	90.7	91.1	94.7	100.8	108.4	116.9
60	129.6	114.6	100.3	87.2	75.6	66.0	58.9	55.1	54.8	57.5	62.6
65	121.7	109.2	96.9	85.0	73.6	62.9	53.0	44.3	37.4	33.2	32.1
70	114.5	104.5	94.5	84.7	75.1	65.7	56.6	47.9	39.7	32.3	26.0

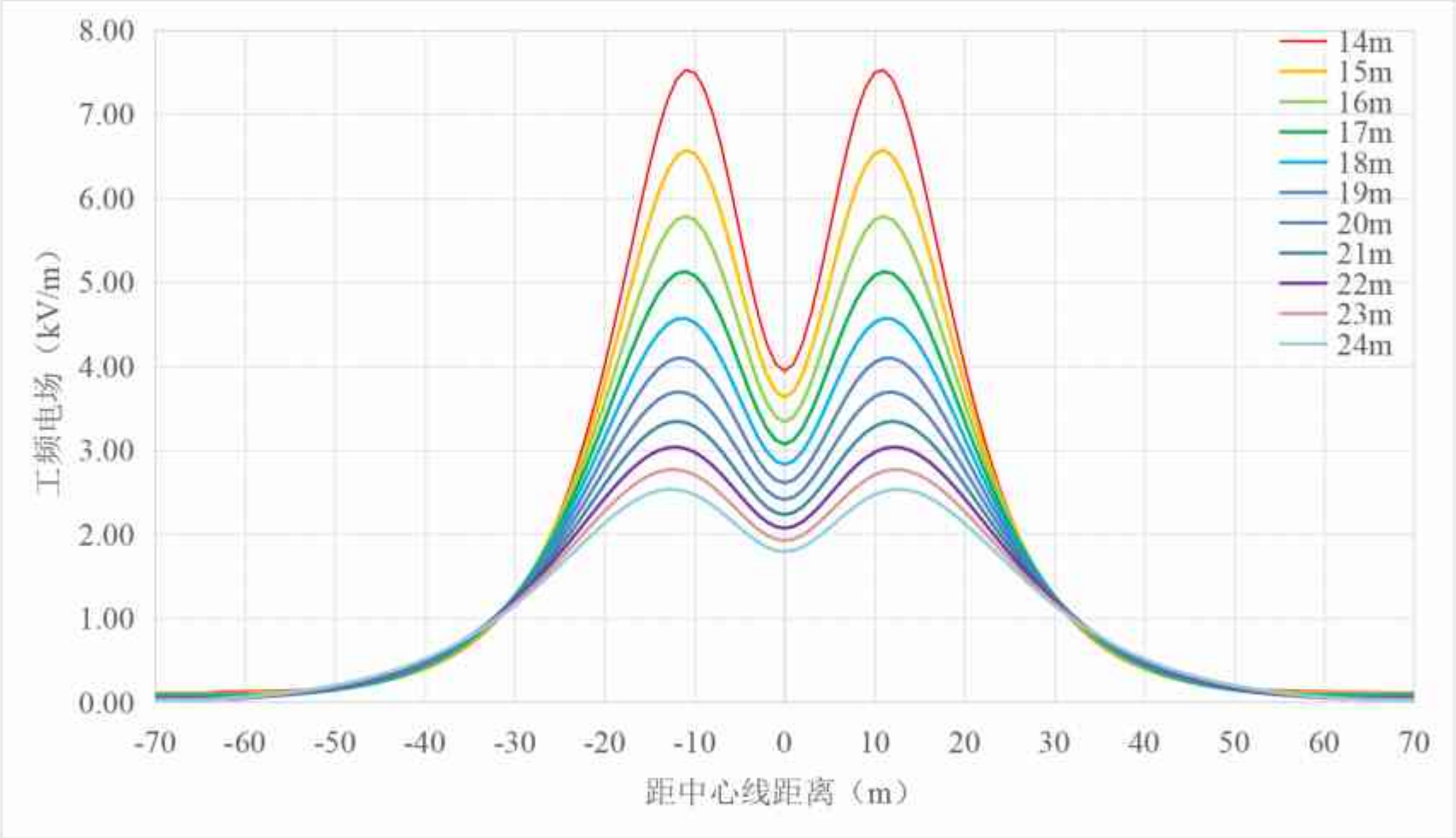


图 6-62 本段线路不同导线对地高度条件地面 4.5m 处工频电场分布曲线

表 6-40　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 7.5m 高处）

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	120.8	111.5	102.3	93.3	84.6	76.2	68.3	60.9	54.3	48.5	43.9
-65	132.1	120.7	109.7	99.2	89.3	80.2	72.1	65.2	59.9	56.3	54.6
-60	147.0	133.7	121.4	110.2	100.5	92.4	86.4	82.6	80.9	81.4	83.8
-55	170.7	156.8	145.0	135.5	128.7	124.5	123.0	123.9	126.8	131.3	136.9
-50	215.7	204.1	195.9	191.2	189.6	190.9	194.6	200.0	206.6	213.9	221.7
-45	305.4	299.4	297.5	299.1	303.4	309.8	317.5	325.9	334.6	343.1	351.2
-40	478.8	480.0	484.7	491.7	500.2	509.3	518.4	526.8	534.4	540.7	545.7
-35	802.7	809.1	816.8	824.7	831.9	837.5	841.2	842.7	842.0	838.8	833.5
-30	1406.7	1406.9	1404.4	1398.3	1388.2	1373.8	1355.4	1333.3	1307.8	1279.5	1248.8
-25	2563.1	2513.9	2455.7	2389.3	2316.2	2237.9	2156.0	2071.7	1986.5	1901.2	1816.9
-24	2904.2	2832.6	2750.7	2660.3	2563.5	2462.3	2358.7	2254.2	2150.2	2047.8	1947.9
-23	3296.5	3194.8	3082.1	2961.2	2834.9	2705.9	2576.4	2448.1	2322.5	2200.7	2083.4
-22	**3748.3**	**3606.7**	3454.0	3294.4	3131.7	2969.0	2808.8	2652.9	2502.6	2358.9	2222.2
-21	4269.7	4074.7	**3870.3**	**3661.9**	3454.4	3251.2	3054.9	2867.1	2689.0	2520.9	2363.1
-20	4871.9	4606.0	4334.5	4064.9	**3802.6**	3551.2	3312.9	3088.9	2879.5	2684.8	2504.1
-19	5567.9	5207.2	4849.3	4503.2	4174.5	**3866.3**	3579.9	3315.2	3071.6	2848.0	2643.0
-18（边导线外 5.9m）	6371.5	5883.9	5414.9	4974.2	4566.3	4192.4	**3851.7**	3542.3	3261.8	3007.7	2777.4
-17	7295.8	6638.4	6028.0	5472.1	4971.3	4522.9	4122.5	3765.1	3445.8	3160.2	2904.3
-16	8348.9	7466.3	6678.9	5985.8	5379.2	4848.9	4384.8	3977.4	3618.7	3301.7	3020.6
-15	9525.8	8350.1	7347.9	6497.7	5775.4	5158.9	4629.6	4172.5	3775.2	3428.0	3123.0
-10	14030.2	11350.9	9433.1	7993.4	6873.8	5979.7	5250.6	4646.0	4138.1	3706.6	3336.7
-5	9562.6	8464.2	7484.3	6624.9	5877.6	5230.1	4669.3	4183.0	3760.6	3392.6	3071.1
0	7204.2	6645.5	6087.3	5549.2	5043.6	4577.3	4152.7	3769.5	3425.7	3118.5	2844.5

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	9562.6	8464.2	7484.3	6624.9	5877.6	5230.1	4669.3	4183.0	3760.6	3392.6	3071.1
10	14030.2	11350.9	9433.1	7993.4	6873.8	5979.7	5250.6	4646.0	4138.1	3706.6	3336.7
15	9525.8	8350.1	7347.9	6497.7	5775.4	5158.9	4629.6	4172.5	3775.2	3428.0	3123.0
16	8348.9	7466.3	6678.9	5985.8	5379.2	4848.9	4384.8	3977.4	3618.7	3301.7	3020.6
17	7295.8	6638.4	6028.0	5472.1	4971.3	4522.9	4122.5	3765.1	3445.8	3160.2	2904.3
18（边导线外 5.9m）	6371.5	5883.9	5414.9	4974.2	4566.3	4192.4	**3851.7**	3542.3	3261.8	3007.7	2777.4
19	5567.9	5207.2	4849.3	4503.2	4174.5	**3866.3**	3579.9	3315.2	3071.6	2848.0	2643.0
20	4871.9	4606.0	4334.5	4064.9	**3802.6**	3551.2	3312.9	3088.9	2879.5	2684.8	2504.1
21	4269.7	4074.7	**3870.3**	**3661.9**	3454.4	3251.2	3054.9	2867.1	2689.0	2520.9	2363.1
22	**3748.3**	**3606.7**	3454.0	3294.4	3131.7	2969.0	2808.8	2652.9	2502.6	2358.9	2222.2
23	3296.5	3194.8	3082.1	2961.2	2834.9	2705.9	2576.4	2448.1	2322.5	2200.7	2083.4
24	2904.2	2832.6	2750.7	2660.3	2563.5	2462.3	2358.7	2254.2	2150.2	2047.8	1947.9
25	2563.1	2513.9	2455.7	2389.3	2316.2	2237.9	2156.0	2071.7	1986.5	1901.2	1816.9
30	1406.7	1406.9	1404.4	1398.3	1388.2	1373.8	1355.4	1333.3	1307.8	1279.5	1248.8
35	802.7	809.1	816.8	824.7	831.9	837.5	841.2	842.7	842.0	838.8	833.5
40	478.8	480.0	484.7	491.7	500.2	509.3	518.4	526.8	534.4	540.7	545.7
45	305.4	299.4	297.5	299.1	303.4	309.8	317.5	325.9	334.6	343.1	351.2
50	215.7	204.1	195.9	191.2	189.6	190.9	194.6	200.0	206.6	213.9	221.7
55	170.7	156.8	145.0	135.5	128.7	124.5	123.0	123.9	126.8	131.3	136.9
60	147.0	133.7	121.4	110.2	100.5	92.4	86.4	82.6	80.9	81.4	83.8
65	132.1	120.7	109.7	99.2	89.3	80.2	72.1	65.2	59.9	56.3	54.6
70	120.8	111.5	102.3	93.3	84.6	76.2	68.3	60.9	54.3	48.5	43.9

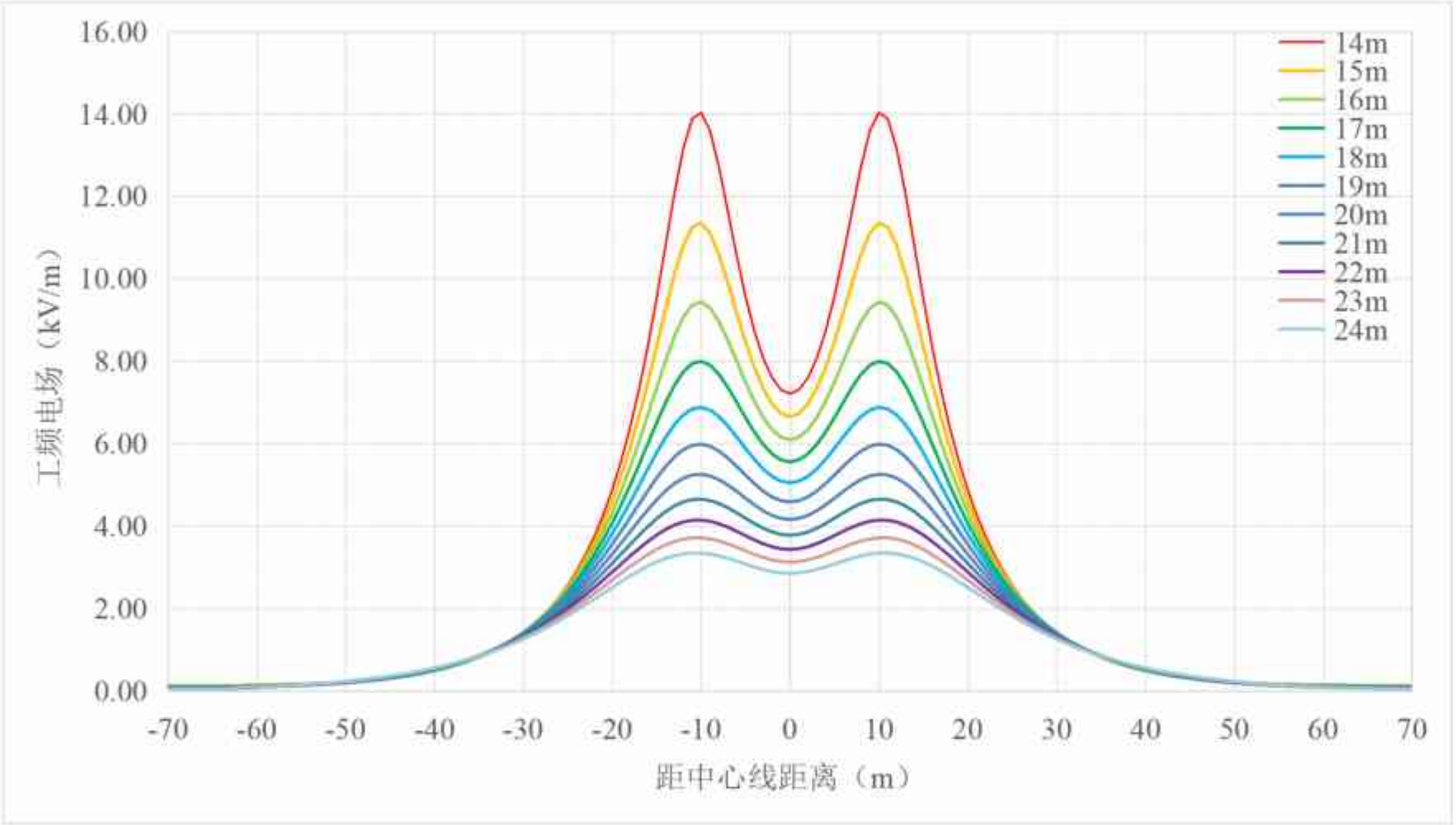


图 6-63 本段线路不同导线对地高度条件地面 7.5m 处工频电场分布曲线

表 6-41　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 10.5m 高处）

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	123.6	114.6	105.7	97.0	88.7	80.7	73.1	66.2	59.9	54.5	50.1
-65	136.6	125.7	115.2	105.1	95.7	87.1	79.5	73.0	67.9	64.4	62.5
-60	154.3	141.6	129.9	119.4	110.1	102.5	96.6	92.7	90.7	90.6	92.1
-55	182.3	169.2	157.9	148.7	141.9	137.4	135.4	135.4	137.4	140.9	145.4
-50	233.3	222.0	213.7	208.5	206.1	206.3	208.7	212.7	218.1	224.2	230.9
-45	330.6	323.8	320.7	320.7	323.3	327.9	333.8	340.7	347.9	355.2	362.2
-40	513.6	512.5	514.6	519.1	525.2	532.0	539.0	545.7	551.7	556.8	560.7
-35	851.7	854.1	858.0	862.5	866.6	869.6	871.1	870.8	868.4	864.0	857.5
-30	1481.5	1476.3	1469.1	1459.2	1445.8	1428.7	1408.0	1383.8	1356.5	1326.4	1294.1
-25	2701.5	2647.8	2585.6	2515.5	2438.5	2356.0	2269.6	2180.7	2090.4	2000.1	1910.6
-24	3067.2	2991.8	2906.1	2811.6	2710.0	2603.5	2494.0	2383.1	2272.5	2163.4	2056.7
-23	3491.9	3387.3	3270.8	3144.8	3012.3	2875.9	2738.2	2601.2	2466.7	2335.8	2209.6
-22	**3987.4**	**3843.6**	**3686.4**	3519.8	3348.1	3174.8	3003.0	2834.9	2672.4	2516.7	2368.4
-21	4568.5	4371.6	4160.5	**3941.5**	**3720.2**	3501.3	3288.3	3083.6	2888.8	2704.7	2531.8
-20	5254.0	4984.6	4701.7	4414.6	4130.8	**3855.9**	3593.5	3345.9	3114.0	2898.2	2698.1
-19	6068.1	5698.6	5319.3	4943.5	4580.9	4237.5	**3916.6**	3619.3	3345.6	3094.6	2864.9
-18（边导线外 5.9m）	7042.2	6532.0	6022.2	5531.1	5069.7	4643.5	4253.9	**3900.0**	3579.9	3290.6	3029.5
-17	8216.6	7505.2	6817.5	6176.7	5592.9	5068.0	4599.5	4182.7	3812.1	3482.3	3188.4
-16	9641.8	8637.2	7706.7	6873.6	6140.9	5501.5	4944.9	4460.0	4036.3	3664.8	3337.8
-15	11374.1	9937.0	8678.5	7604.6	6696.7	5929.4	5278.3	4722.6	4245.3	3832.6	3473.5
-10	20376.7	15409.6	12239.7	10043.2	8432.6	7202.2	6232.7	5450.5	4807.4	4270.6	3817.0
-5	11431.2	10195.4	9033.4	7985.7	7062.2	6257.4	5559.6	4955.4	4432.0	3977.6	3582.2
0	8299.3	7759.8	7178.8	6588.0	6011.2	5464.1	4956.1	4491.4	4070.6	3692.5	3354.3

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	11431.2	10195.4	9033.4	7985.7	7062.2	6257.4	5559.6	4955.4	4432.0	3977.6	3582.2
10	20376.7	15409.6	12239.7	10043.2	8432.6	7202.2	6232.7	5450.5	4807.4	4270.6	3817.0
15	11374.1	9937.0	8678.5	7604.6	6696.7	5929.4	5278.3	4722.6	4245.3	3832.6	3473.5
16	9641.8	8637.2	7706.7	6873.6	6140.9	5501.5	4944.9	4460.0	4036.3	3664.8	3337.8
17	8216.6	7505.2	6817.5	6176.7	5592.9	5068.0	4599.5	4182.7	3812.1	3482.3	3188.4
18（边导线外 5.9m）	7042.2	6532.0	6022.2	5531.1	5069.7	4643.5	4253.9	**3900.0**	3579.9	3290.6	3029.5
19	6068.1	5698.6	5319.3	4943.5	4580.9	4237.5	**3916.6**	3619.3	3345.6	3094.6	2864.9
20	5254.0	4984.6	4701.7	4414.6	4130.8	**3855.9**	3593.5	3345.9	3114.0	2898.2	2698.1
21	4568.5	4371.6	4160.5	**3941.5**	**3720.2**	3501.3	3288.3	3083.6	2888.8	2704.7	2531.8
22	**3987.4**	**3843.6**	**3686.4**	3519.8	3348.1	3174.8	3003.0	2834.9	2672.4	2516.7	2368.4
23	3491.9	3387.3	3270.8	3144.8	3012.3	2875.9	2738.2	2601.2	2466.7	2335.8	2209.6
24	3067.2	2991.8	2906.1	2811.6	2710.0	2603.5	2494.0	2383.1	2272.5	2163.4	2056.7
25	2701.5	2647.8	2585.6	2515.5	2438.5	2356.0	2269.6	2180.7	2090.4	2000.1	1910.6
30	1481.5	1476.3	1469.1	1459.2	1445.8	1428.7	1408.0	1383.8	1356.5	1326.4	1294.1
35	851.7	854.1	858.0	862.5	866.6	869.6	871.1	870.8	868.4	864.0	857.5
40	513.6	512.5	514.6	519.1	525.2	532.0	539.0	545.7	551.7	556.8	560.7
45	330.6	323.8	320.7	320.7	323.3	327.9	333.8	340.7	347.9	355.2	362.2
50	233.3	222.0	213.7	208.5	206.1	206.3	208.7	212.7	218.1	224.2	230.9
55	182.3	169.2	157.9	148.7	141.9	137.4	135.4	135.4	137.4	140.9	145.4
60	154.3	141.6	129.9	119.4	110.1	102.5	96.6	92.7	90.7	90.6	92.1
65	136.6	125.7	115.2	105.1	95.7	87.1	79.5	73.0	67.9	64.4	62.5
70	123.6	114.6	105.7	97.0	88.7	80.7	73.1	66.2	59.9	54.5	50.1

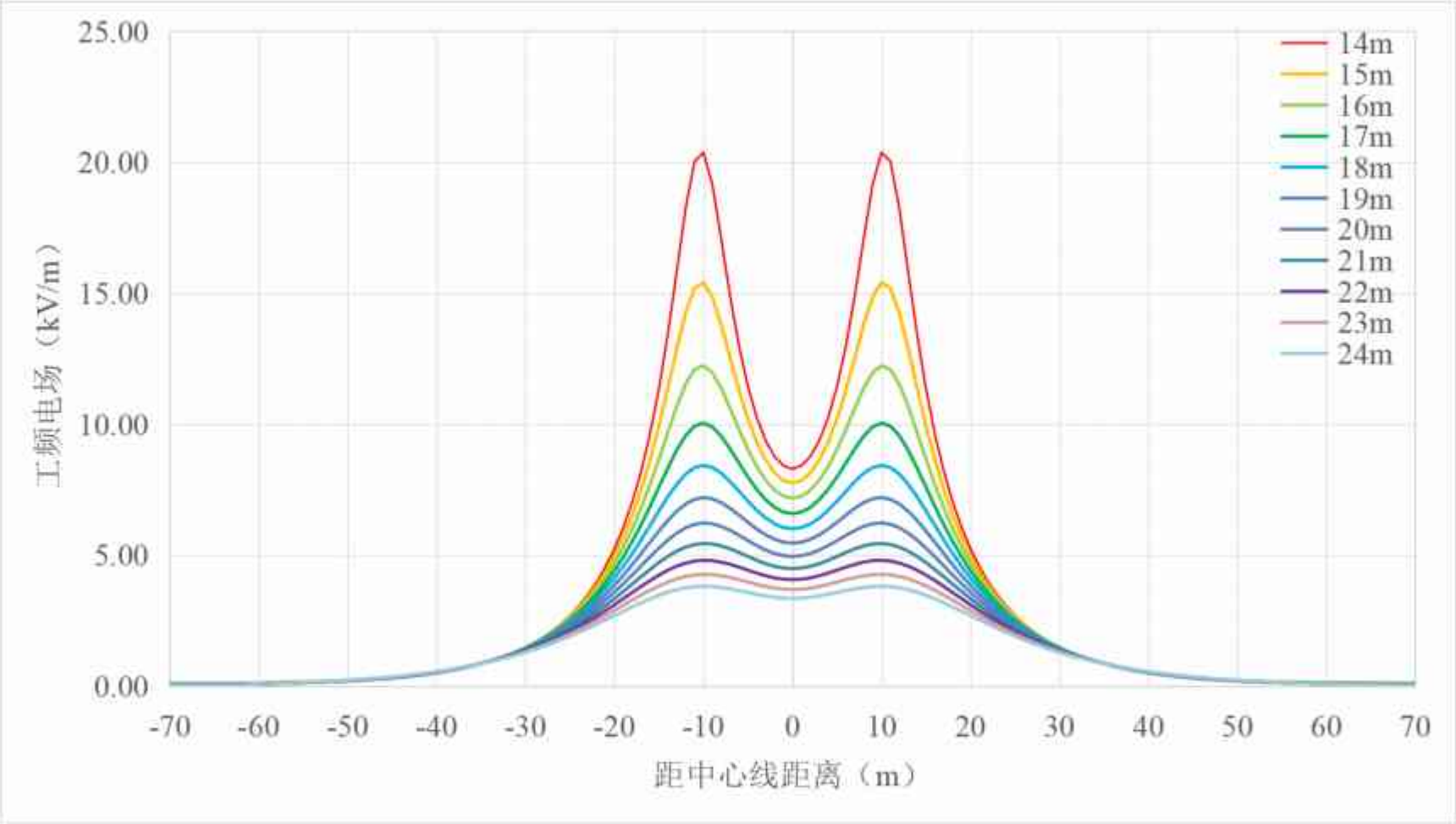


图 6-64 本段线路不同导线对地高度条件地面 10.5m 处工频电场分布曲线

表 6-42　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	1.35	1.33	1.32	1.30	1.28	1.27	1.25	1.23	1.21	1.19	1.17
-65	1.64	1.62	1.60	1.57	1.55	1.52	1.50	1.47	1.45	1.42	1.40
-60	2.02	1.99	1.95	1.92	1.88	1.85	1.82	1.78	1.75	1.71	1.68
-55	2.52	2.47	2.42	2.37	2.32	2.27	2.22	2.18	2.13	2.08	2.03
-50	3.18	3.11	3.04	2.97	2.90	2.82	2.75	2.69	2.62	2.55	2.48
-45	4.08	3.98	3.87	3.76	3.66	3.55	3.45	3.35	3.25	3.15	3.05
-40	5.34	5.17	5.00	4.84	4.68	4.52	4.36	4.21	4.07	3.92	3.79
-35	7.11	6.84	6.57	6.31	6.06	5.81	5.58	5.35	5.13	4.92	4.71
-30	9.66	9.20	8.75	8.33	7.93	7.54	7.17	6.82	6.49	6.18	5.88
-29	10.29	9.78	9.28	8.82	8.37	7.95	7.54	7.16	6.80	6.46	6.14
-28	10.97	10.40	9.85	9.33	8.84	8.38	7.94	7.52	7.13	6.76	6.41
-27	11.70	11.06	10.45	9.88	9.34	8.83	8.35	7.90	7.47	7.07	6.70
-26	12.49	11.77	11.10	10.46	9.86	9.30	8.78	8.28	7.82	7.39	6.99
-26	12.49	11.77	11.10	10.46	9.86	9.30	8.78	8.28	7.82	7.39	6.99
-25	13.33	12.53	11.78	11.07	10.42	9.80	9.23	8.69	8.19	7.72	7.29
-24	14.24	13.34	12.50	11.72	11.00	10.32	9.69	9.11	8.57	8.07	7.60
-23	15.21	14.20	13.27	12.40	11.60	10.86	10.18	9.54	8.96	8.42	7.92
-22	16.25	15.11	14.07	13.11	12.23	11.42	10.68	9.99	9.36	8.78	8.24
-21	17.34	16.08	14.92	13.86	12.89	12.00	11.19	10.45	9.77	9.14	8.56
-20	18.50	17.08	15.79	14.63	13.56	12.60	11.72	10.91	10.18	9.51	8.90
-19	19.72	18.13	16.70	15.42	14.25	13.20	12.25	11.39	10.60	9.88	9.23
-18	20.98	19.21	17.64	16.22	14.96	13.82	12.79	11.86	11.02	10.26	9.56

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-17	22.28	20.32	18.58	17.04	15.66	14.43	13.33	12.34	11.44	10.63	9.89
-16	23.60	21.43	19.53	17.85	16.37	15.05	13.86	12.81	11.85	10.99	10.21
-15	24.91	22.53	20.47	18.66	17.06	15.65	14.39	13.27	12.26	11.35	10.53
-10	30.44	27.24	24.50	22.14	20.08	18.28	16.70	15.29	14.05	12.93	11.93
-5	32.80	29.50	26.61	24.08	21.85	19.88	18.13	16.58	15.19	13.96	12.85
0	33.13	29.96	27.13	24.61	22.37	20.37	18.59	17.00	15.58	14.30	13.16
5	32.80	29.50	26.61	24.08	21.85	19.88	18.13	16.58	15.19	13.96	12.85
10	30.44	27.24	24.50	22.14	20.08	18.28	16.70	15.29	14.05	12.93	11.93
15	24.91	22.53	20.47	18.66	17.06	15.65	14.39	13.27	12.26	11.35	10.53
18	20.98	19.21	17.64	16.22	14.96	13.82	12.79	11.86	11.02	10.26	9.56
19	19.72	18.13	16.70	15.42	14.25	13.20	12.25	11.39	10.60	9.88	9.23
20	18.50	17.08	15.79	14.63	13.56	12.60	11.72	10.91	10.18	9.51	8.90
21	17.34	16.08	14.92	13.86	12.89	12.00	11.19	10.45	9.77	9.14	8.56
22	16.25	15.11	14.07	13.11	12.23	11.42	10.68	9.99	9.36	8.78	8.24
25	13.33	12.53	11.78	11.07	10.42	9.80	9.23	8.69	8.19	7.72	7.29
30	9.66	9.20	8.75	8.33	7.93	7.54	7.17	6.82	6.49	6.18	5.88
35	7.11	6.84	6.57	6.31	6.06	5.81	5.58	5.35	5.13	4.92	4.71
40	5.34	5.17	5.00	4.84	4.68	4.52	4.36	4.21	4.07	3.92	3.79
45	4.08	3.98	3.87	3.76	3.66	3.55	3.45	3.35	3.25	3.15	3.05
50	3.18	3.11	3.04	2.97	2.90	2.82	2.75	2.69	2.62	2.55	2.48
55	2.52	2.47	2.42	2.37	2.32	2.27	2.22	2.18	2.13	2.08	2.03
60	2.02	1.99	1.95	1.92	1.88	1.85	1.82	1.78	1.75	1.71	1.68
65	1.64	1.62	1.60	1.57	1.55	1.52	1.50	1.47	1.45	1.42	1.40
70	1.35	1.33	1.32	1.30	1.28	1.27	1.25	1.23	1.21	1.19	1.17

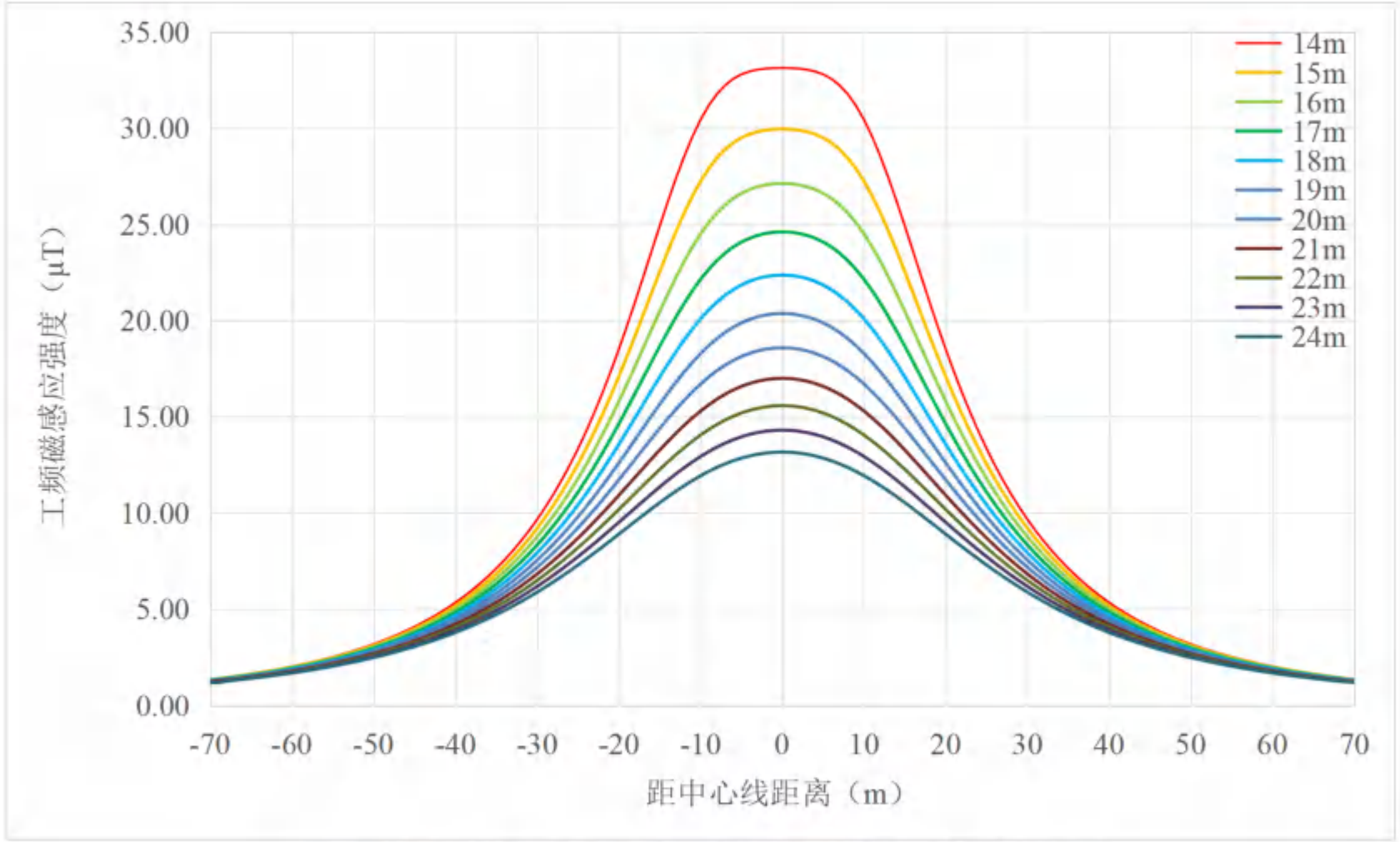


图 6-65 本段线路不同导线对地高度条件地面 1.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-43　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	1.40	1.38	1.37	1.35	1.33	1.32	1.30	1.28	1.27	1.25	1.23
-65	1.71	1.69	1.66	1.64	1.62	1.60	1.57	1.55	1.52	1.50	1.47
-60	2.11	2.08	2.05	2.02	1.99	1.95	1.92	1.88	1.85	1.82	1.78
-55	2.65	2.61	2.56	2.52	2.47	2.42	2.37	2.32	2.27	2.22	2.18
-50	3.39	3.32	3.25	3.18	3.11	3.04	2.97	2.90	2.82	2.75	2.69
-45	4.41	4.30	4.19	4.08	3.98	3.87	3.76	3.66	3.55	3.45	3.35
-40	5.86	5.68	5.51	5.34	5.17	5.00	4.84	4.68	4.52	4.36	4.21
-35	7.97	7.68	7.39	7.11	6.84	6.57	6.31	6.06	5.81	5.58	5.35
-30	11.14	10.63	10.14	9.66	9.20	8.75	8.33	7.93	7.54	7.17	6.82
-28	12.84	12.19	11.57	10.97	10.40	9.85	9.33	8.84	8.38	7.94	7.52
-27	13.81	13.08	12.37	11.70	11.06	10.45	9.88	9.34	8.83	8.35	7.90
-26	14.88	14.04	13.25	12.49	11.77	11.10	10.46	9.86	9.30	8.78	8.28
-26	14.88	14.04	13.25	12.49	11.77	11.10	10.46	9.86	9.30	8.78	8.28
-25	16.04	15.09	14.19	13.33	12.53	11.78	11.07	10.42	9.80	9.23	8.69
-24	17.31	16.23	15.20	14.24	13.34	12.50	11.72	11.00	10.32	9.69	9.11
-23	18.71	17.46	16.30	15.21	14.20	13.27	12.40	11.60	10.86	10.18	9.54
-22	20.23	18.80	17.47	16.25	15.11	14.07	13.11	12.23	11.42	10.68	9.99
-21	21.89	20.24	18.73	17.34	16.08	14.92	13.86	12.89	12.00	11.19	10.45
-20	23.69	21.80	20.07	18.50	17.08	15.79	14.63	13.56	12.60	11.72	10.91
-19	25.64	23.45	21.49	19.72	18.13	16.70	15.42	14.25	13.20	12.25	11.39
-18	27.73	25.21	22.97	20.98	19.21	17.64	16.22	14.96	13.82	12.79	11.86
-17	29.94	27.05	24.51	22.28	20.32	18.58	17.04	15.66	14.43	13.33	12.34

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-16	32.25	28.94	26.08	23.60	21.43	19.53	17.85	16.37	15.05	13.86	12.81
-15	34.60	30.85	27.65	24.91	22.53	20.47	18.66	17.06	15.65	14.39	13.27
-10	44.24	38.74	34.21	30.44	27.24	24.50	22.14	20.08	18.28	16.70	15.29
-5	45.91	40.91	36.57	32.80	29.50	26.61	24.08	21.85	19.88	18.13	16.58
0	44.97	40.62	36.67	33.13	29.96	27.13	24.61	22.37	20.37	18.59	17.00
5	45.91	40.91	36.57	32.80	29.50	26.61	24.08	21.85	19.88	18.13	16.58
10	44.24	38.74	34.21	30.44	27.24	24.50	22.14	20.08	18.28	16.70	15.29
15	34.60	30.85	27.65	24.91	22.53	20.47	18.66	17.06	15.65	14.39	13.27
18	27.73	25.21	22.97	20.98	19.21	17.64	16.22	14.96	13.82	12.79	11.86
19	25.64	23.45	21.49	19.72	18.13	16.70	15.42	14.25	13.20	12.25	11.39
20	23.69	21.80	20.07	18.50	17.08	15.79	14.63	13.56	12.60	11.72	10.91
21	21.89	20.24	18.73	17.34	16.08	14.92	13.86	12.89	12.00	11.19	10.45
22	20.23	18.80	17.47	16.25	15.11	14.07	13.11	12.23	11.42	10.68	9.99
25	16.04	15.09	14.19	13.33	12.53	11.78	11.07	10.42	9.80	9.23	8.69
30	11.14	10.63	10.14	9.66	9.20	8.75	8.33	7.93	7.54	7.17	6.82
35	7.97	7.68	7.39	7.11	6.84	6.57	6.31	6.06	5.81	5.58	5.35
40	5.86	5.68	5.51	5.34	5.17	5.00	4.84	4.68	4.52	4.36	4.21
45	4.41	4.30	4.19	4.08	3.98	3.87	3.76	3.66	3.55	3.45	3.35
50	3.39	3.32	3.25	3.18	3.11	3.04	2.97	2.90	2.82	2.75	2.69
55	2.65	2.61	2.56	2.52	2.47	2.42	2.37	2.32	2.27	2.22	2.18
60	2.11	2.08	2.05	2.02	1.99	1.95	1.92	1.88	1.85	1.82	1.78
65	1.71	1.69	1.66	1.64	1.62	1.60	1.57	1.55	1.52	1.50	1.47
70	1.40	1.38	1.37	1.35	1.33	1.32	1.30	1.28	1.27	1.25	1.23

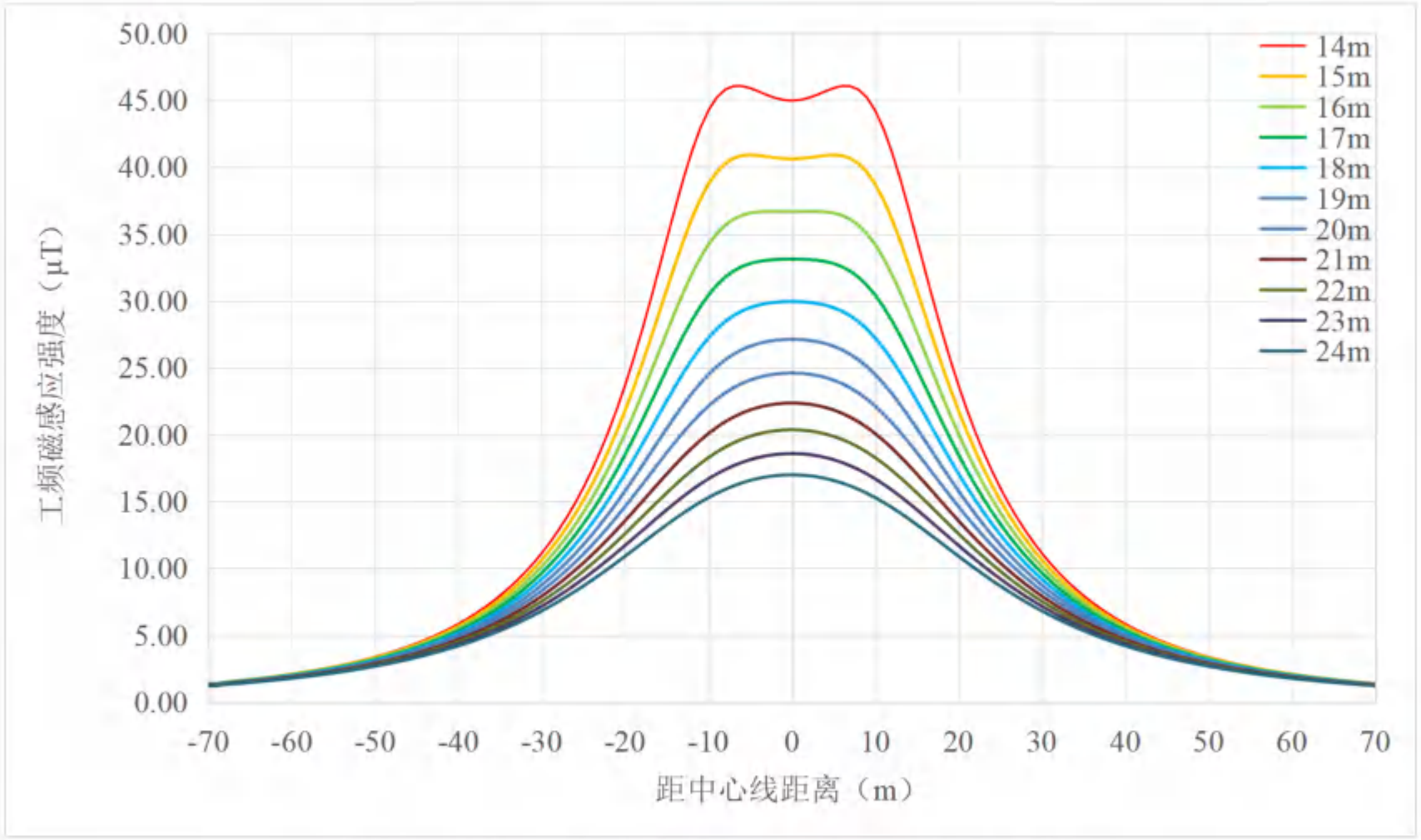


图 6-66 本段线路不同导线对地高度条件地面 4.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-44　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 7.5m 高处）

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.36	1.34	1.33	1.31
-65	1.80	1.78	1.76	1.74	1.72	1.70	1.68	1.65	1.63	1.61	1.58
-60	2.24	2.22	2.19	2.16	2.13	2.10	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94
-55	2.85	2.81	2.77	2.72	2.68	2.63	2.59	2.54	2.49	2.44	2.39
-50	3.69	3.62	3.56	3.49	3.42	3.35	3.29	3.21	3.14	3.07	3.00
-45	4.88	4.78	4.67	4.57	4.46	4.35	4.25	4.14	4.03	3.92	3.82
-40	6.62	6.46	6.29	6.12	5.94	5.77	5.60	5.42	5.25	5.09	4.92
-35	9.29	9.00	8.70	8.41	8.11	7.82	7.54	7.25	6.97	6.70	6.44
-30	13.54	13.00	12.46	11.93	11.40	10.88	10.38	9.89	9.43	8.97	8.54
-28	15.97	15.26	14.55	13.85	13.18	12.52	11.88	11.27	10.68	10.12	9.59
-27	17.40	16.58	15.76	14.97	14.19	13.44	12.72	12.03	11.38	10.75	10.16
-26	19.00	18.05	17.11	16.20	15.31	14.46	13.64	12.86	12.13	11.43	10.77
-26	19.00	18.05	17.11	16.20	15.31	14.46	13.64	12.86	12.13	11.43	10.77
-25	20.81	19.70	18.61	17.55	16.53	15.56	14.63	13.75	12.93	12.15	11.42
-24	22.86	21.55	20.28	19.06	17.88	16.76	15.71	14.71	13.78	12.92	12.11
-23	25.18	23.65	22.15	20.72	19.36	18.07	16.87	15.74	14.70	13.73	12.83
-22	27.84	26.01	24.25	22.57	20.98	19.50	18.12	16.85	15.67	14.58	13.58
-21	30.90	28.70	26.60	24.61	22.76	21.05	19.47	18.02	16.70	15.48	14.37
-20	34.42	31.75	29.23	26.88	24.71	22.72	20.91	19.27	17.78	16.42	15.20
-19	38.51	35.23	32.18	29.37	26.82	24.52	22.45	20.58	18.91	17.40	16.04
-18	43.27	39.20	35.47	32.11	29.11	26.43	24.06	21.95	20.07	18.40	16.91
-17	48.82	43.70	39.12	35.08	31.54	28.45	25.74	23.36	21.27	19.42	17.79
-16	55.27	48.75	43.10	38.25	34.10	30.53	27.46	24.79	22.48	20.45	18.67

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-15	62.66	54.31	47.36	41.56	36.72	32.64	29.18	26.23	23.68	21.47	19.53
-10	96.86	78.26	65.02	55.12	47.46	41.35	36.37	32.24	28.77	25.82	23.28
-5	79.24	70.10	61.98	54.87	48.68	43.32	38.67	34.62	31.09	28.01	25.31
0	68.62	63.07	57.55	52.26	47.31	42.74	38.59	34.85	31.50	28.50	25.83
5	79.24	70.10	61.98	54.87	48.68	43.32	38.67	34.62	31.09	28.01	25.31
10	96.86	78.26	65.02	55.12	47.46	41.35	36.37	32.24	28.77	25.82	23.28
15	62.66	54.31	47.36	41.56	36.72	32.64	29.18	26.23	23.68	21.47	19.53
18	43.27	39.20	35.47	32.11	29.11	26.43	24.06	21.95	20.07	18.40	16.91
19	38.51	35.23	32.18	29.37	26.82	24.52	22.45	20.58	18.91	17.40	16.04
20	34.42	31.75	29.23	26.88	24.71	22.72	20.91	19.27	17.78	16.42	15.20
21	30.90	28.70	26.60	24.61	22.76	21.05	19.47	18.02	16.70	15.48	14.37
22	27.84	26.01	24.25	22.57	20.98	19.50	18.12	16.85	15.67	14.58	13.58
25	20.81	19.70	18.61	17.55	16.53	15.56	14.63	13.75	12.93	12.15	11.42
30	13.54	13.00	12.46	11.93	11.40	10.88	10.38	9.89	9.43	8.97	8.54
35	9.29	9.00	8.70	8.41	8.11	7.82	7.54	7.25	6.97	6.70	6.44
40	6.62	6.46	6.29	6.12	5.94	5.77	5.60	5.42	5.25	5.09	4.92
45	4.88	4.78	4.67	4.57	4.46	4.35	4.25	4.14	4.03	3.92	3.82
50	3.69	3.62	3.56	3.49	3.42	3.35	3.29	3.21	3.14	3.07	3.00
55	2.85	2.81	2.77	2.72	2.68	2.63	2.59	2.54	2.49	2.44	2.39
60	2.24	2.22	2.19	2.16	2.13	2.10	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94
65	1.80	1.78	1.76	1.74	1.72	1.70	1.68	1.65	1.63	1.61	1.58
70	1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.36	1.34	1.33	1.31

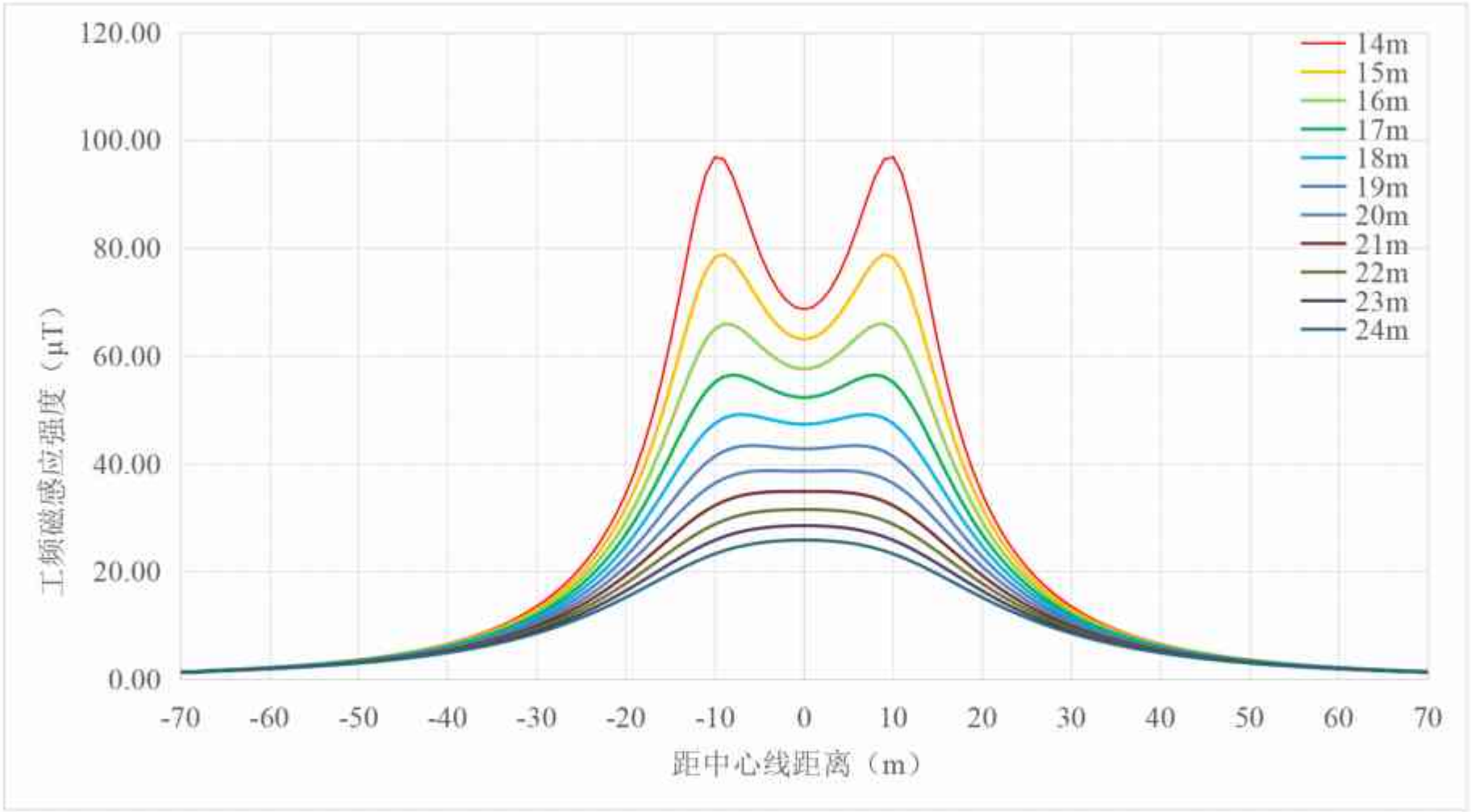


图 6-67 本段线路不同导线对地高度条件地面 7.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-45　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 10.5m 高处）

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	1.48	1.47	1.46	1.44	1.43	1.41	1.40	1.38	1.37	1.35	1.33
-65	1.82	1.81	1.79	1.77	1.75	1.73	1.71	1.69	1.66	1.64	1.62
-60	2.28	2.26	2.23	2.20	2.17	2.14	2.11	2.08	2.05	2.02	1.99
-55	2.91	2.87	2.83	2.79	2.74	2.70	2.65	2.61	2.56	2.52	2.47
-50	3.78	3.72	3.65	3.59	3.52	3.46	3.39	3.32	3.25	3.18	3.11
-45	5.02	4.93	4.83	4.72	4.62	4.52	4.41	4.30	4.19	4.08	3.98
-40	6.87	6.71	6.54	6.37	6.20	6.03	5.86	5.68	5.51	5.34	5.17
-35	9.72	9.43	9.14	8.85	8.55	8.26	7.97	7.68	7.39	7.11	6.84
-30	14.35	13.82	13.27	12.73	12.19	11.66	11.14	10.63	10.14	9.66	9.20
-28	17.04	16.32	15.61	14.90	14.20	13.51	12.84	12.19	11.57	10.97	10.40
-27	18.63	17.81	16.99	16.17	15.36	14.58	13.81	13.08	12.37	11.70	11.06
-26	20.44	19.48	18.52	17.58	16.65	15.75	14.88	14.04	13.25	12.49	11.77
-26	20.44	19.48	18.52	17.58	16.65	15.75	14.88	14.04	13.25	12.49	11.77
-25	22.49	21.37	20.25	19.15	18.08	17.04	16.04	15.09	14.19	13.33	12.53
-24	24.84	23.51	22.20	20.91	19.66	18.46	17.31	16.23	15.20	14.24	13.34
-23	27.53	25.96	24.41	22.89	21.43	20.03	18.71	17.46	16.30	15.21	14.20
-22	30.66	28.78	26.92	25.12	23.40	21.76	20.23	18.80	17.47	16.25	15.11
-21	34.30	32.02	29.79	27.63	25.59	23.67	21.89	20.24	18.73	17.34	16.08
-20	38.60	35.80	33.07	30.47	28.03	25.77	23.69	21.80	20.07	18.50	17.08
-19	43.72	40.22	36.85	33.68	30.75	28.07	25.64	23.45	21.49	19.72	18.13
-18（边导线外 5.9m）	49.88	45.42	41.20	37.29	33.75	30.57	27.73	25.21	22.97	20.98	19.21
-17	57.38	51.58	46.19	41.34	37.03	33.25	29.94	27.05	24.51	22.28	20.32
-16	66.61	58.86	51.90	45.82	40.58	36.10	32.25	28.94	26.08	23.60	21.43

最不利塔型	500-MC21S-ZC4										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-15	78.02	67.40	58.30	50.68	44.33	39.04	34.60	30.85	27.65	24.91	22.53
-10	144.86	109.30	86.71	71.12	59.74	51.06	44.24	38.74	34.21	30.44	27.24
-5	94.42	84.15	74.55	65.91	58.30	51.66	45.91	40.91	36.57	32.80	29.50
0	76.48	71.34	65.85	60.29	54.87	49.74	44.97	40.62	36.67	33.13	29.96
5	94.42	84.15	74.55	65.91	58.30	51.66	45.91	40.91	36.57	32.80	29.50
10	144.86	109.30	86.71	71.12	59.74	51.06	44.24	38.74	34.21	30.44	27.24
15	78.02	67.40	58.30	50.68	44.33	39.04	34.60	30.85	27.65	24.91	22.53
18（边导线外 5.9m）	49.88	45.42	41.20	37.29	33.75	30.57	27.73	25.21	22.97	20.98	19.21
19	43.72	40.22	36.85	33.68	30.75	28.07	25.64	23.45	21.49	19.72	18.13
20	38.60	35.80	33.07	30.47	28.03	25.77	23.69	21.80	20.07	18.50	17.08
21	34.30	32.02	29.79	27.63	25.59	23.67	21.89	20.24	18.73	17.34	16.08
22	30.66	28.78	26.92	25.12	23.40	21.76	20.23	18.80	17.47	16.25	15.11
25	22.49	21.37	20.25	19.15	18.08	17.04	16.04	15.09	14.19	13.33	12.53
30	14.35	13.82	13.27	12.73	12.19	11.66	11.14	10.63	10.14	9.66	9.20
35	9.72	9.43	9.14	8.85	8.55	8.26	7.97	7.68	7.39	7.11	6.84
40	6.87	6.71	6.54	6.37	6.20	6.03	5.86	5.68	5.51	5.34	5.17
45	5.02	4.93	4.83	4.72	4.62	4.52	4.41	4.30	4.19	4.08	3.98
50	3.78	3.72	3.65	3.59	3.52	3.46	3.39	3.32	3.25	3.18	3.11
55	2.91	2.87	2.83	2.79	2.74	2.70	2.65	2.61	2.56	2.52	2.47
60	2.28	2.26	2.23	2.20	2.17	2.14	2.11	2.08	2.05	2.02	1.99
65	1.82	1.81	1.79	1.77	1.75	1.73	1.71	1.69	1.66	1.64	1.62
70	1.48	1.47	1.46	1.44	1.43	1.41	1.40	1.38	1.37	1.35	1.33

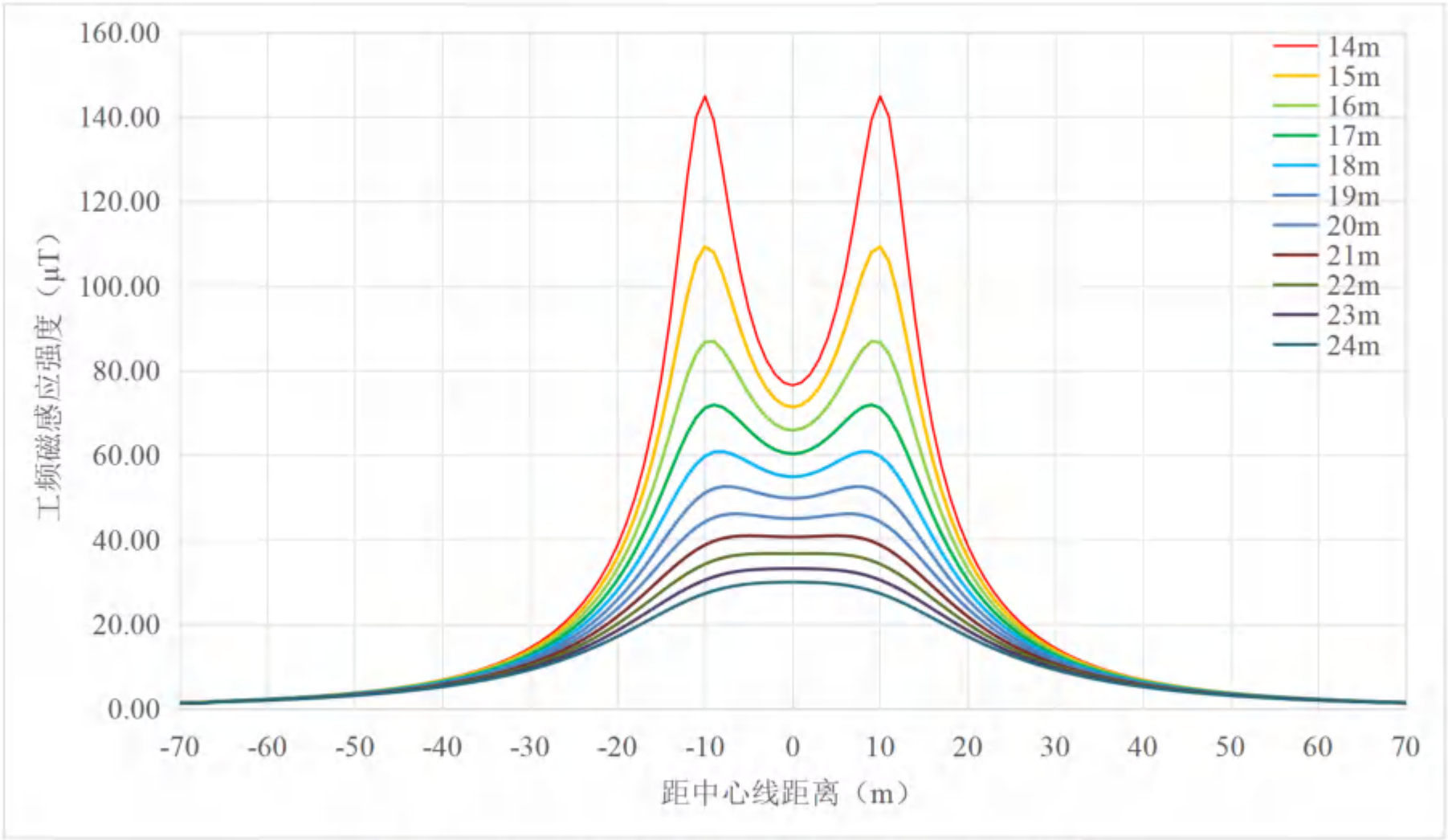


图 6-68 本段线路不同导线对地高度条件地面 10.5m 处工频磁感应强度分布曲线

鉴于本项目尚未完成施工图设计，本段线路所经区域评价范围内的居民房屋根据现状调查主要为1~3层尖/平顶房，为确保居民房屋不同楼层电场强度满足不大于公众曝露限值4000V/m的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表6-46。

表6-46 本段线路距边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）			
	距地面1.5m高度（1层尖顶房）	距地面4.5m高度（1层平顶房和2层尖顶房）	距地面7.5m高度（2层平顶房和3层尖顶房）	距地面10.5m高度（3层平顶房）
6	16	17	20	21
7	15	16	19	20
8	14	15	18	19
9	14	14	16	17
10	14	14	14	14
11	14	14	14	14
12	14	14	14	14
13	14	14	14	14
14	14	14	14	14

注：距线路边导线地面投影5m以内为工程拆迁范围。

②磁感应强度

本项目富乐~绵州双回500kV线路改接工程采用500-MC21S-ZC4塔，通过居民区导线对地最低高度为14m时，工频磁感应强度最大值为33.127μT，鉴于本项目尚未完成施工图设计，本段线路所经区域评价范围内的居民房屋根据现状调查主要为1~3层尖/平顶房，为确保居民房屋不同楼层磁感应强度满足不大于100μT的要求，在导线对地最低高度14m时，边导线外5.9m距离地面10.5m处工频磁感应强度最大值为49.88μT，能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中工频磁感应强度不大于公众曝露控制限值100μT的要求。

6.1.2.4.4 川北特~钟鼓楼500kV线路工程（线路IV）

川北特~钟鼓楼500kV线路工程双回段通过非居民区时，导线对地最低高度为11m时，工频电场空间分布图见图6-69，地面1.5m高处工频电场分布曲线见图6-70，工频磁感应强度空间分布图见图6-71，工频磁感应强度分布曲线见图6-72。本工程通过居民区，在导线对地最低高度为14m时，工频电场空间分布图见图6-73，地面1.5m高处工频电场分布曲线见图6-74，工频磁感应强

度空间分布图见图 6-75，工频磁感应强度分布曲线见图 6-76。

表 6-47　川北特-钟鼓楼 500kV 线路工程双回段电磁环境预测结果

最不利塔型	DJC			
预测类别	工频电场（kV/m）		工频磁感应强度（μT）	
距线路中心线距离（m）	线高11m	线高14m	线高11m	线高14m
-70	0.1437	0.1129	1.5987	1.5444
-60	0.1743	0.1242	2.4162	2.307
-50	0.2185	0.1546	3.8735	3.6336
-45	0.2656	0.2179	5.0382	4.6678
-40	0.3685	0.3621	6.6927	6.1022
-35	0.5957	0.6467	9.1063	8.1285
-30	1.0842	1.1805	12.731	11.0373
-25	2.1359	2.154	18.332	15.2393
-21	**3.7591（<4）**	3.3913	25.0167	19.8222
-20	4.3151	**3.7648（<4）**	27.0781	21.1479
-19	4.9338	4.1565	29.3052	22.5377
-15	7.7953	5.6976	39.539	28.4644
-12	9.4168	6.3672	47.0358	32.6103
-11	**9.5986（最大值）**	**6.4024（最大值）**	49.0032	33.7728
-10	9.5393	6.3249	50.5581	34.7834
-7	7.9909	5.4414	52.6375	36.8323
-6	7.1455	4.9738	**52.6468（最大值）**	37.2152
-5	6.224	4.4562	52.4646	37.4812
-1	2.9899	2.6242	51.4575	37.8508
0	2.7677	2.5064	51.3979	**37.8594（最大值）**
1	2.9899	2.6242	51.4575	37.8508
5	6.224	4.4562	52.4646	37.4812
6	7.1455	4.9738	**52.6468（最大值）**	37.2152
7	7.9909	5.4414	52.6375	36.8323
10	9.5393	6.3249	50.5581	34.7834
11	**9.5986（最大值）**	**6.4024（最大值）**	49.0032	33.7728
12	9.4168	6.3672	47.0358	32.6103
15	7.7953	5.6976	39.539	28.4644
19	4.9338	4.1565	29.3052	22.5377
20	4.3151	**3.7648（<4）**	27.0781	21.1479
21	**3.7591（<4）**	3.3913	25.0167	19.8222
25	2.1359	2.154	18.332	15.2393
30	1.0842	1.1805	12.731	11.0373
35	0.5957	0.6467	9.1063	8.1285
40	0.3685	0.3621	6.6927	6.1022
45	0.2656	0.2179	5.0382	4.6678
50	0.2185	0.1546	3.8735	3.6336
60	0.1743	0.1242	2.4162	2.307
70	0.1437	0.1129	1.5987	1.5444

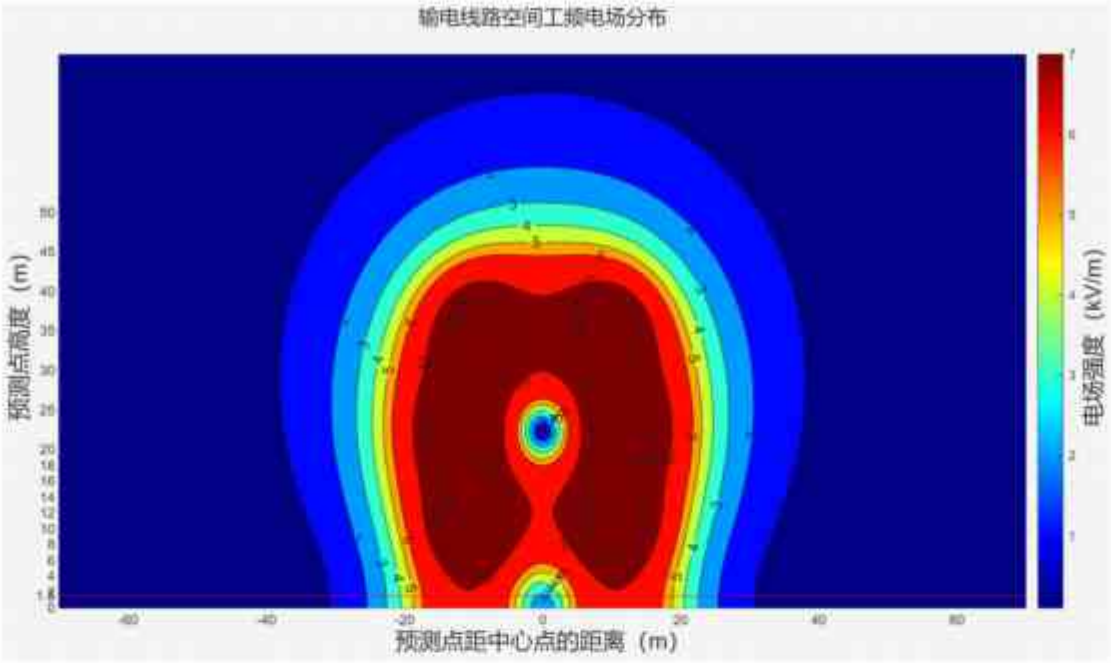


图 6-69　川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程双回段工频电场空间分布图
（11m 线高）

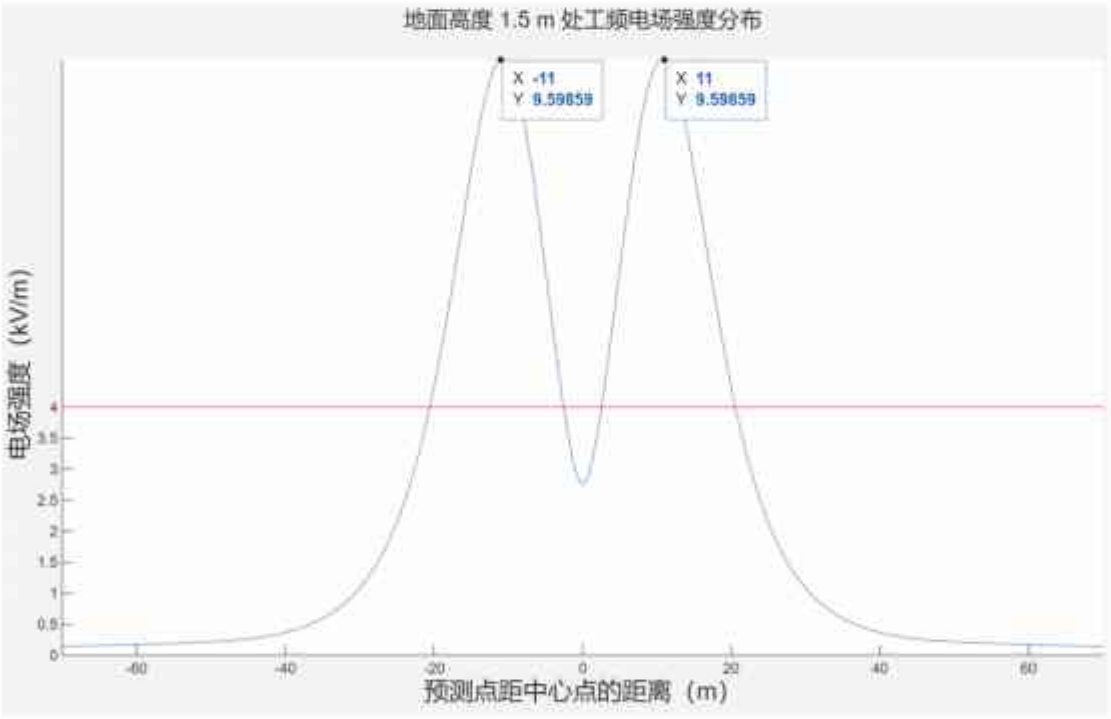


图 6-70　川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程双回段地面 1.5m 处工频电场曲线
（11m 线高）

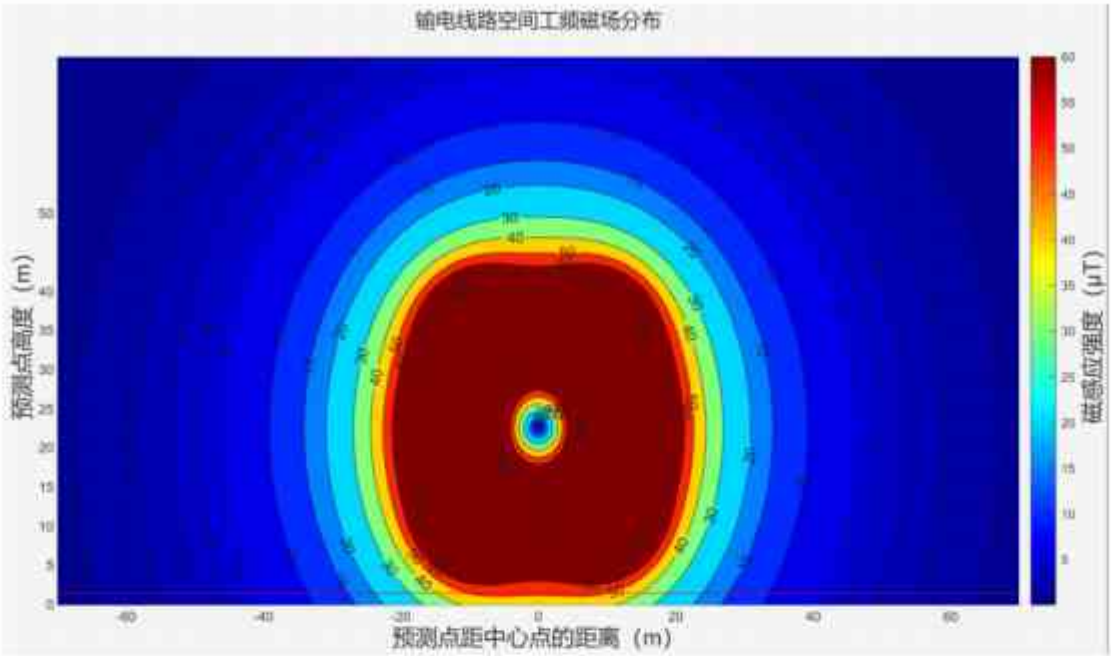


图 6-71　川北特–钟鼓楼 500kV 线路工程双回段工频磁感应强度空间分布
（11m 线高）

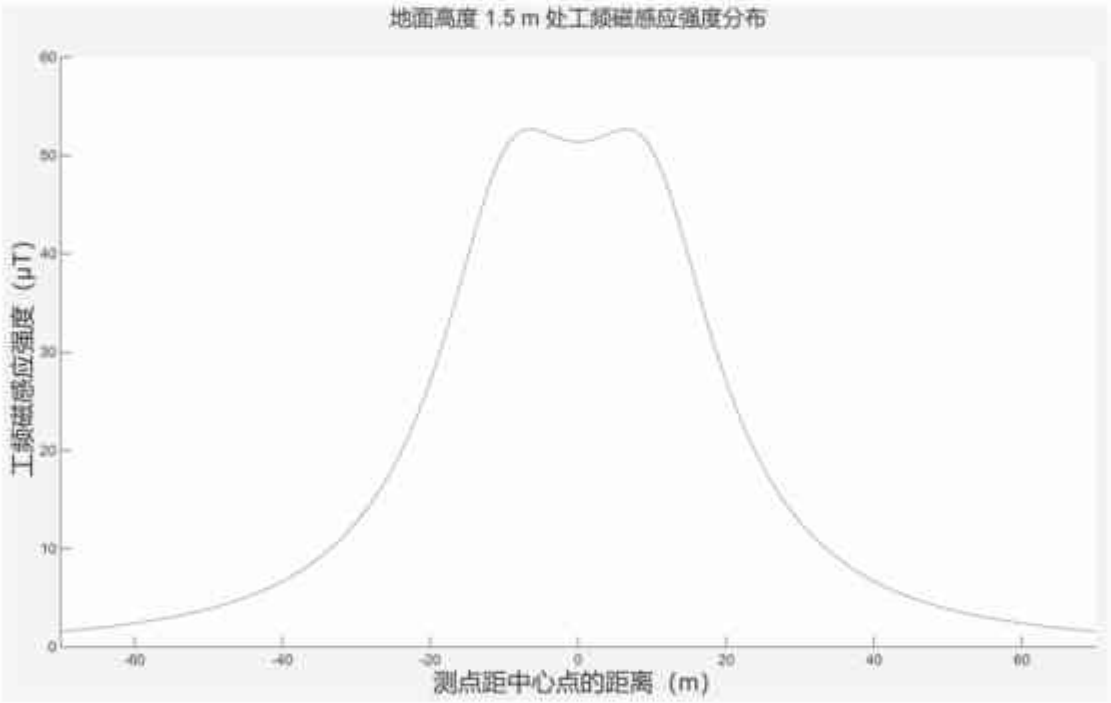


图 6-72　川北特–钟鼓楼 500kV 线路工程双回段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线
（11m 线高）

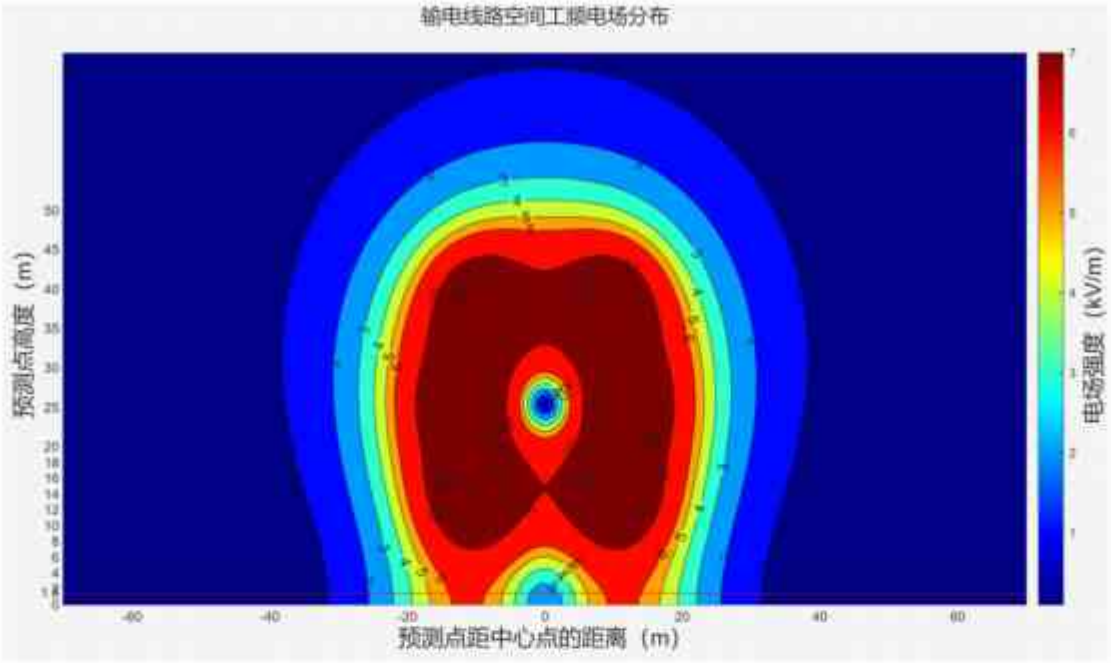


图 6-73 川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程双回段工频电场空间分布图
（14m 线高）

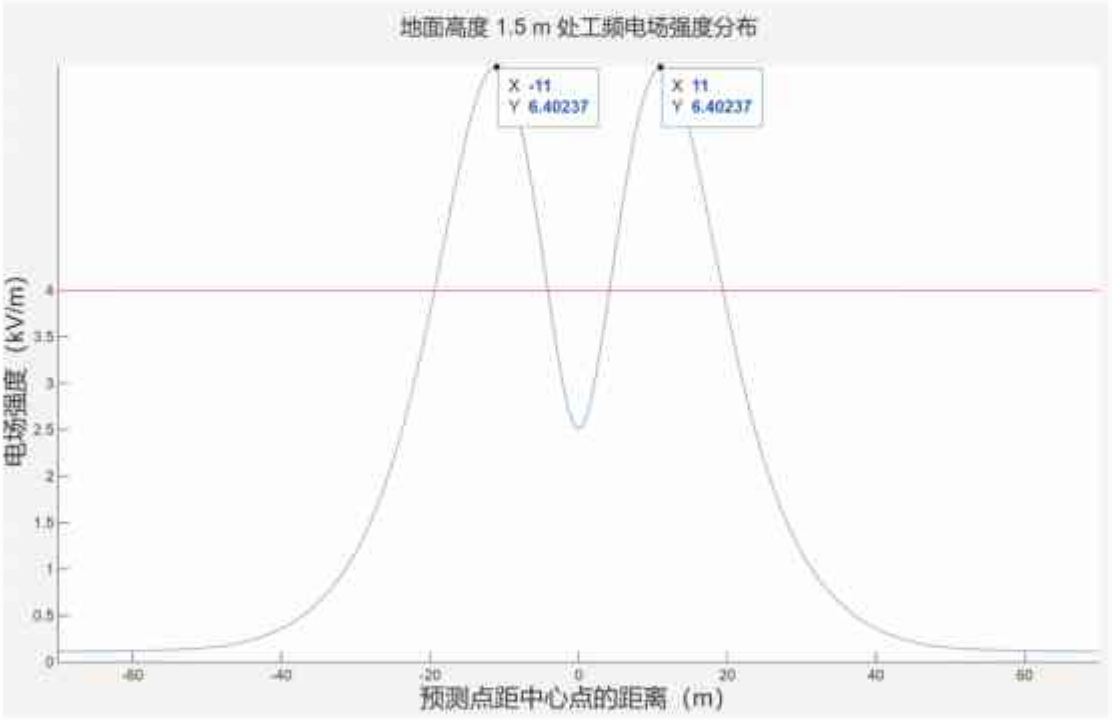


图 6-74 川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程双回段地面 1.5m 处工频电场曲线
（14m 线高）

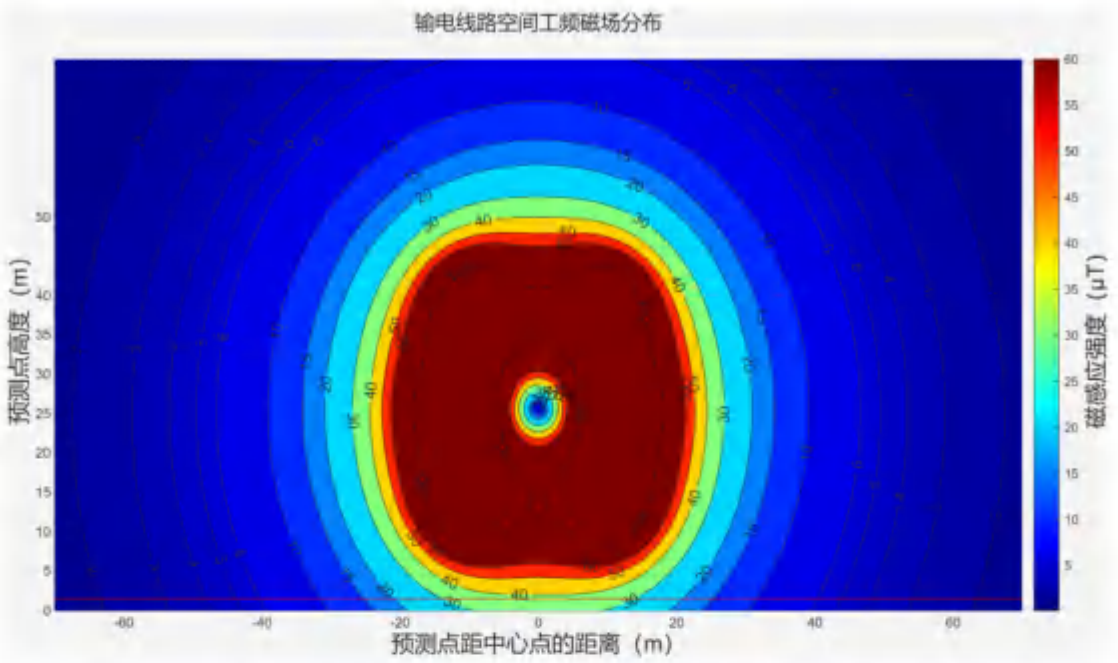


图 6-75 川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程双回段工频磁感应强度空间分布图（14m 线高）

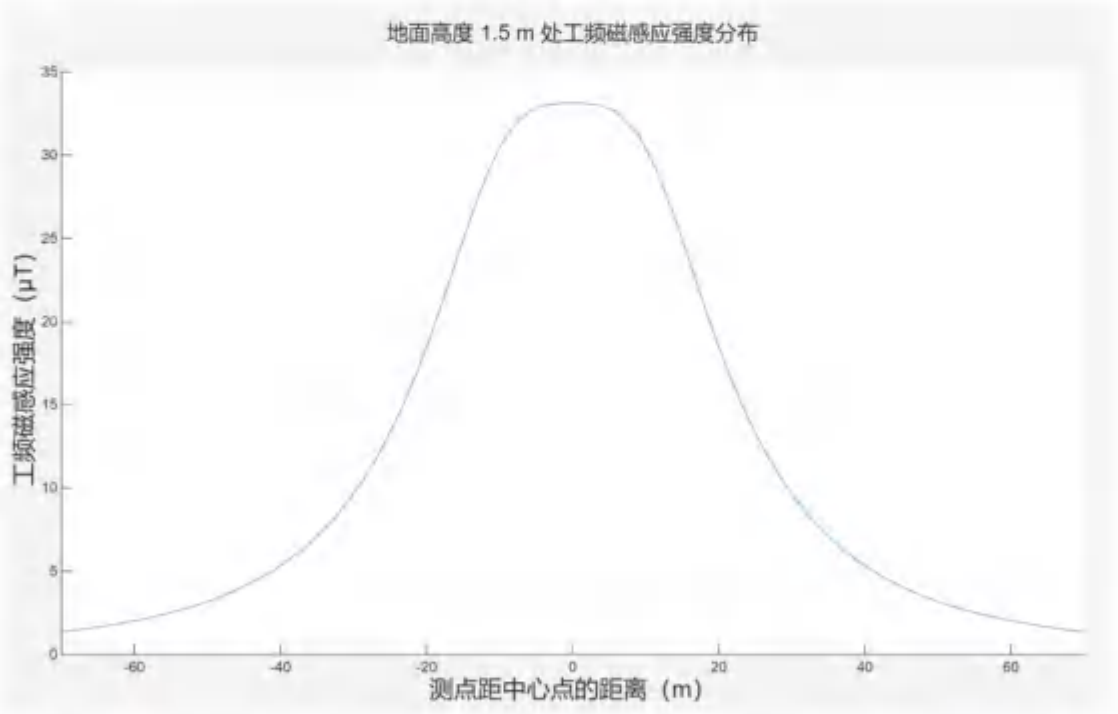


图 6-76 川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程双回段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线（14m 线高）

①电场强度

本项目川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程双回段采用 SZC27054 塔，通过非居民区导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9.5986kV/m，出现在距线路中心线投影-11m 处，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。

满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求。

在导线对地最低高度 14m 时，距线路中心线投影-20m 外（左侧边导线外 7.9m）和 20m 外（右侧边导线外 7.9m），电场强度值为 3.7648kV/m，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。由于本项目敏感目标距离线路边导线最近距离为 6m，故线高 14m 不能满足标准限值，需要将导线抬高。

根据逐步试算，当导线对地最低高度抬升至 16m 时，边导线地面投影外 5.9m 离地 1.5m 处电场强度值为 3931.3V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 17m 时，边导线地面投影外 5.9m 离地 4.5m 处电场强度值为 3932.4 V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 20m 时，边导线地面投影外 5.9m 离地 7.5m 处电场强度值为 3868.3V/m，能够满足通过居民区要求。当导线对地最低高度抬升至 21m 时，边导线地面投影外 5.9m 离地 10.5m 处电场强度值为 3916.9V/m，能够满足通过居民区要求。

表 6-48　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	112.9	102.6	92.4	82.3	72.3	62.4	52.8	43.4	34.3	25.5	17.3
-65	118.8	105.8	93.0	80.5	68.4	56.7	45.7	35.7	27.2	21.8	21.0
-60	124.2	108.3	93.2	79.1	66.3	55.5	47.6	43.6	43.9	48.1	54.8
-55	132.2	115.0	100.2	88.5	80.9	77.8	79.1	84.2	91.8	100.8	110.6
-50	154.6	141.4	133.5	131.1	133.6	140.1	149.4	160.2	171.9	183.7	195.3
-45	217.9	216.0	220.1	228.9	240.7	254.3	268.6	282.9	296.7	309.6	321.3
-40	362.1	374.3	390.2	407.9	426.0	443.5	459.7	474.3	486.9	497.5	506.0
-35	646.7	670.5	693.7	714.8	732.9	747.7	758.9	766.6	770.8	771.9	770.1
-30	1180.5	1203.0	1218.5	1226.8	1228.2	1223.4	1213.1	1197.9	1178.6	1155.9	1130.5
-25	2154.0	2127.6	2088.7	2040.0	1983.5	1921.4	1855.4	1786.9	1717.2	1647.2	1577.8
-24	2422.0	2373.9	2313.5	2244.0	2167.8	2087.3	2004.3	1920.3	1836.4	1753.6	1672.7
-23	2717.8	2642.1	2555.3	2460.8	2361.6	2260.0	2157.8	2056.5	1957.1	1860.5	1767.2
-22	3041.3	2931.3	2812.6	2688.8	2563.1	2437.7	2314.2	2194.0	2077.9	1966.5	1860.2
-21	3391.3	3239.7	3083.2	2925.6	2769.9	2618.0	2471.3	2330.7	2196.8	2069.9	1950.1
-20	**3764.8**	3563.6	3363.4	3167.7	2978.7	2797.9	2626.3	2464.2	2311.8	2168.9	2035.3
-19	4156.5	**3897.9**	3648.4	3410.4	3185.3	2973.8	2776.1	2591.8	2420.4	2261.4	2114.1
-18（边导线外 5.9m）	4558.4	4235.1	**3931.3**	3647.9	3384.8	3141.5	2917.0	2710.2	2520.1	2345.2	2184.6
-17	4959.3	4565.6	4204.2	3873.4	3571.4	3296.0	3045.0	2816.3	2607.9	2418.0	2244.8
-16	5344.7	4877.5	4457.1	4078.9	3738.6	3432.1	3155.8	2906.5	2681.2	2477.5	2293.0
-15	5697.6	5157.3	4679.5	4256.0	3879.7	3544.4	3245.1	2977.3	2737.2	2521.4	2327.2
-10	6324.9	5591.9	4971.0	4440.7	3984.6	3590.1	3247.1	2947.4	2684.4	2452.8	2248.1
-5	4456.2	4008.3	3617.5	3276.2	2977.4	2715.4	2484.8	2281.3	2101.1	1941.0	1798.3
0	2506.4	2394.6	2279.2	2163.8	2050.4	1940.7	1835.6	1735.7	1641.3	1552.3	1468.8

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	4456.2	4008.3	3617.5	3276.2	2977.4	2715.4	2484.8	2281.3	2101.1	1941.0	1798.3
10	6324.9	5591.9	4971.0	4440.7	3984.6	3590.1	3247.1	2947.4	2684.4	2452.8	2248.1
15	5697.6	5157.3	4679.5	4256.0	3879.7	3544.4	3245.1	2977.3	2737.2	2521.4	2327.2
16	5344.7	4877.5	4457.1	4078.9	3738.6	3432.1	3155.8	2906.5	2681.2	2477.5	2293.0
17	4959.3	4565.6	4204.2	3873.4	3571.4	3296.0	3045.0	2816.3	2607.9	2418.0	2244.8
18（边导线外 5.9m）	4558.4	4235.1	**3931.3**	3647.9	3384.8	3141.5	2917.0	2710.2	2520.1	2345.2	2184.6
19	4156.5	**3897.9**	3648.4	3410.4	3185.3	2973.8	2776.1	2591.8	2420.4	2261.4	2114.1
20	**3764.8**	3563.6	3363.4	3167.7	2978.7	2797.9	2626.3	2464.2	2311.8	2168.9	2035.3
21	3391.3	3239.7	3083.2	2925.6	2769.9	2618.0	2471.3	2330.7	2196.8	2069.9	1950.1
22	3041.3	2931.3	2812.6	2688.8	2563.1	2437.7	2314.2	2194.0	2077.9	1966.5	1860.2
23	2717.8	2642.1	2555.3	2460.8	2361.6	2260.0	2157.8	2056.5	1957.1	1860.5	1767.2
24	2422.0	2373.9	2313.5	2244.0	2167.8	2087.3	2004.3	1920.3	1836.4	1753.6	1672.7
25	2154.0	2127.6	2088.7	2040.0	1983.5	1921.4	1855.4	1786.9	1717.2	1647.2	1577.8
30	1180.5	1203.0	1218.5	1226.8	1228.2	1223.4	1213.1	1197.9	1178.6	1155.9	1130.5
35	646.7	670.5	693.7	714.8	732.9	747.7	758.9	766.6	770.8	771.9	770.1
40	362.1	374.3	390.2	407.9	426.0	443.5	459.7	474.3	486.9	497.5	506.0
45	217.9	216.0	220.1	228.9	240.7	254.3	268.6	282.9	296.7	309.6	321.3
50	154.6	141.4	133.5	131.1	133.6	140.1	149.4	160.2	171.9	183.7	195.3
55	132.2	115.0	100.2	88.5	80.9	77.8	79.1	84.2	91.8	100.8	110.6
60	124.2	108.3	93.2	79.1	66.3	55.5	47.6	43.6	43.9	48.1	54.8
65	118.8	105.8	93.0	80.5	68.4	56.7	45.7	35.7	27.2	21.8	21.0
70	112.9	102.6	92.4	82.3	72.3	62.4	52.8	43.4	34.3	25.5	17.3

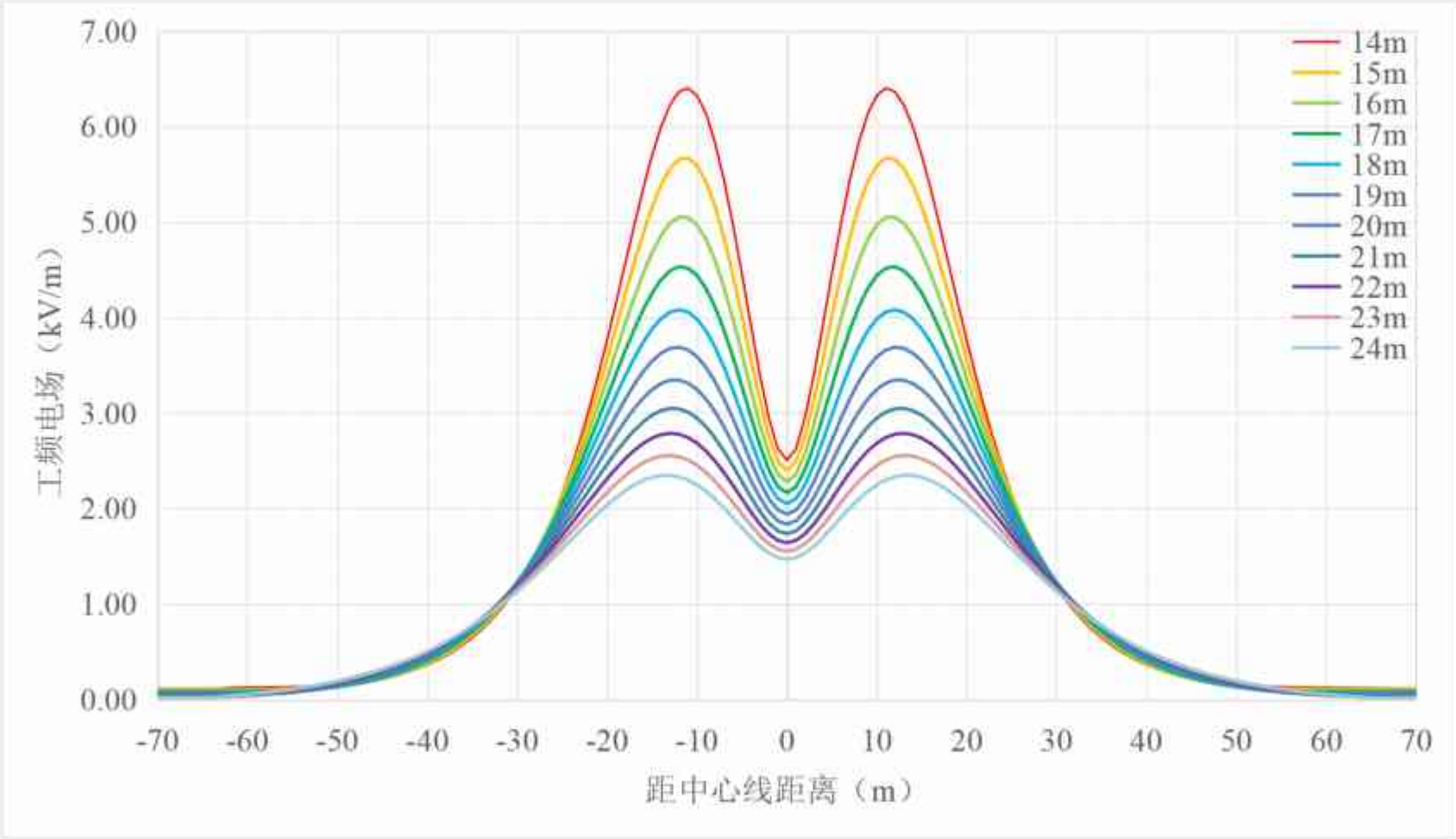


图 6-77 本段线路不同导线对地高度条件地面 1.5m 处工频电场分布曲线

表 6-49　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	114.9	104.9	94.9	85.1	75.4	66.0	56.9	48.1	39.9	32.4	26.0
-65	122.2	109.6	97.3	85.4	73.9	63.1	53.1	44.4	37.5	33.2	32.1
-60	130.0	114.9	100.6	87.5	75.8	66.1	59.0	55.2	54.9	57.6	62.7
-55	142.4	126.3	112.5	101.7	94.3	90.9	91.3	95.0	101.1	108.7	117.3
-50	171.3	158.6	150.7	147.5	148.8	153.6	161.1	170.4	180.6	191.3	201.9
-45	241.8	238.6	240.8	247.3	256.9	268.4	280.9	293.7	306.1	317.9	328.7
-40	393.3	402.1	414.6	429.2	444.7	459.9	474.2	487.2	498.6	508.1	515.8
-35	687.2	705.9	724.7	742.2	757.4	769.8	779.1	785.2	788.2	788.3	785.6
-30	1237.6	1253.9	1264.4	1268.9	1267.3	1260.0	1247.5	1230.5	1209.7	1185.6	1158.8
-25	2255.3	2222.1	2177.6	2123.8	2062.7	1996.2	1926.0	1853.5	1779.9	1706.2	1633.2
-24	2540.9	2485.5	2418.7	2343.1	2261.2	2175.2	2086.8	1997.7	1908.9	1821.4	1735.9
-23	2859.7	2775.6	2680.8	2578.7	2472.1	2363.3	2254.3	2146.4	2040.7	1938.2	1839.3
-22	3213.3	3092.7	2963.6	2829.7	2694.2	2559.3	2426.8	2298.1	2174.0	2055.2	1942.0
-21	3602.4	3436.4	3265.7	3094.3	2925.3	2760.9	2602.4	2451.0	2307.0	2170.9	2042.6
-20	**4026.1**	**3804.4**	3584.2	3369.4	3162.5	2965.2	2778.4	2602.5	2437.5	2283.2	2139.3
-19	4481.4	4192.8	**3914.9**	3650.7	3401.7	3168.6	2951.4	2749.7	2562.9	2390.1	2230.4
-18（边导线外 5.9m）	4961.9	4595.0	4251.4	**3932.4**	3637.7	3366.6	3117.7	2889.5	2680.4	2489.1	2313.9
-17	5457.3	5001.1	4585.0	4206.9	3864.2	3553.7	3272.6	3017.9	2787.1	2577.7	2387.5
-16	5952.3	5398.0	4904.6	4465.3	4073.7	3724.1	3411.5	3131.3	2879.6	2653.3	2449.3
-15	6425.8	5769.1	5197.2	4697.2	4258.2	3871.4	3529.2	3225.4	2954.9	2713.4	2497.2
-10	7524.2	6559.5	5764.9	5101.3	4540.8	4063.0	3652.4	3297.3	2988.4	2718.3	2481.0
-5	5632.2	5022.7	4493.2	4033.3	3633.2	3284.5	2979.8	2712.8	2478.1	2271.2	2088.1
0	3958.3	3643.6	3352.5	3085.8	2843.1	2623.0	2424.0	2244.1	2081.5	1934.5	1801.4

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	5632.2	5022.7	4493.2	4033.3	3633.2	3284.5	2979.8	2712.8	2478.1	2271.2	2088.1
10	7524.2	6559.5	5764.9	5101.3	4540.8	4063.0	3652.4	3297.3	2988.4	2718.3	2481.0
15	6425.8	5769.1	5197.2	4697.2	4258.2	3871.4	3529.2	3225.4	2954.9	2713.4	2497.2
16	5952.3	5398.0	4904.6	4465.3	4073.7	3724.1	3411.5	3131.3	2879.6	2653.3	2449.3
17	5457.3	5001.1	4585.0	4206.9	3864.2	3553.7	3272.6	3017.9	2787.1	2577.7	2387.5
18（边导线外 5.9m）	4961.9	4595.0	4251.4	**3932.4**	3637.7	3366.6	3117.7	2889.5	2680.4	2489.1	2313.9
19	4481.4	4192.8	**3914.9**	3650.7	3401.7	3168.6	2951.4	2749.7	2562.9	2390.1	2230.4
20	**4026.1**	**3804.4**	3584.2	3369.4	3162.5	2965.2	2778.4	2602.5	2437.5	2283.2	2139.3
21	3602.4	3436.4	3265.7	3094.3	2925.3	2760.9	2602.4	2451.0	2307.0	2170.9	2042.6
22	3213.3	3092.7	2963.6	2829.7	2694.2	2559.3	2426.8	2298.1	2174.0	2055.2	1942.0
23	2859.7	2775.6	2680.8	2578.7	2472.1	2363.3	2254.3	2146.4	2040.7	1938.2	1839.3
24	2540.9	2485.5	2418.7	2343.1	2261.2	2175.2	2086.8	1997.7	1908.9	1821.4	1735.9
25	2255.3	2222.1	2177.6	2123.8	2062.7	1996.2	1926.0	1853.5	1779.9	1706.2	1633.2
30	1237.6	1253.9	1264.4	1268.9	1267.3	1260.0	1247.5	1230.5	1209.7	1185.6	1158.8
35	687.2	705.9	724.7	742.2	757.4	769.8	779.1	785.2	788.2	788.3	785.6
40	393.3	402.1	414.6	429.2	444.7	459.9	474.2	487.2	498.6	508.1	515.8
45	241.8	238.6	240.8	247.3	256.9	268.4	280.9	293.7	306.1	317.9	328.7
50	171.3	158.6	150.7	147.5	148.8	153.6	161.1	170.4	180.6	191.3	201.9
55	142.4	126.3	112.5	101.7	94.3	90.9	91.3	95.0	101.1	108.7	117.3
60	130.0	114.9	100.6	87.5	75.8	66.1	59.0	55.2	54.9	57.6	62.7
65	122.2	109.6	97.3	85.4	73.9	63.1	53.1	44.4	37.5	33.2	32.1
70	114.9	104.9	94.9	85.1	75.4	66.0	56.9	48.1	39.9	32.4	26.0

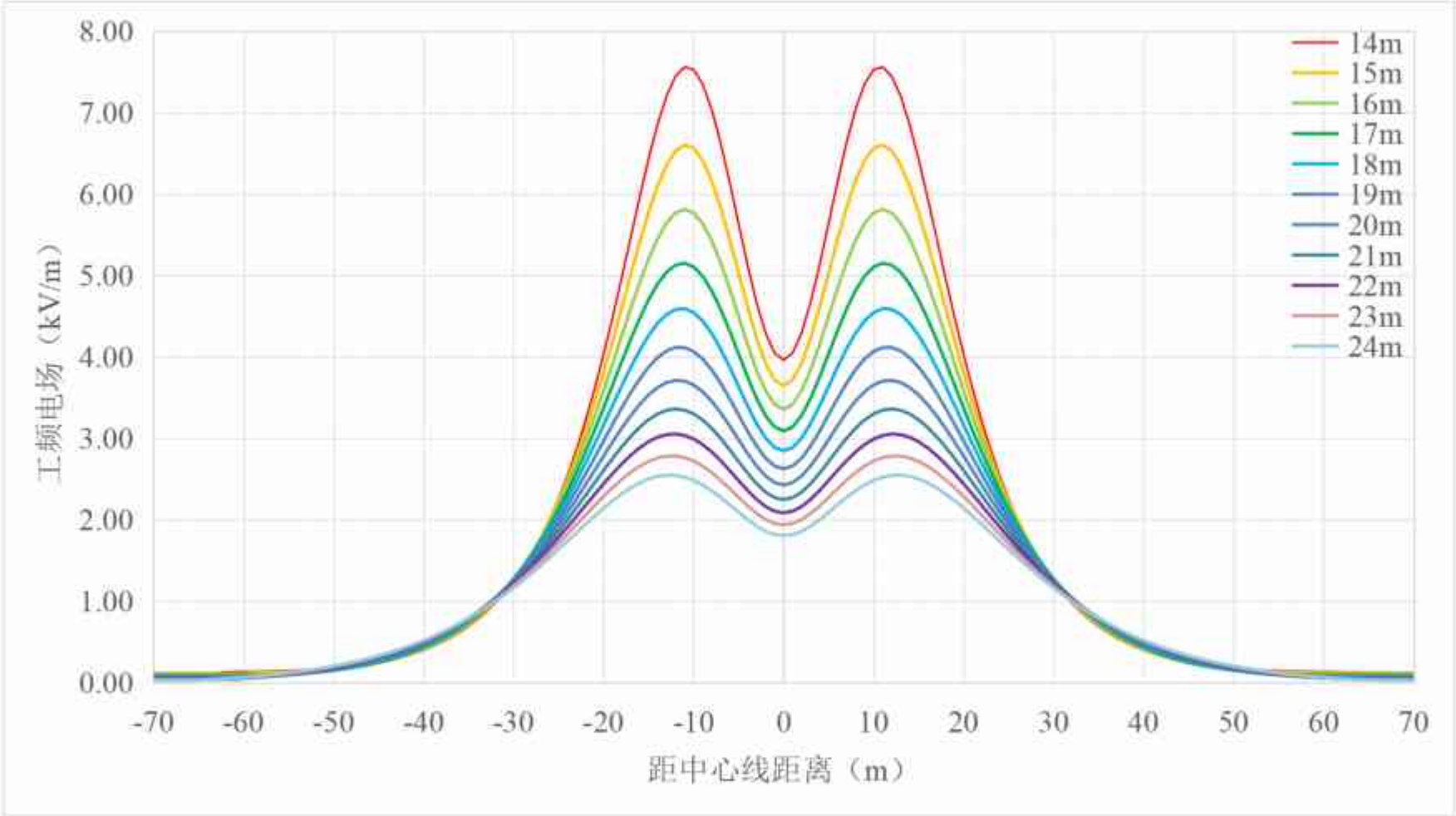


图 6-78 本段线路不同导线对地高度条件地面 4.5m 处工频电场分布曲线

表 6-50　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 7.5m 高处）

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	121.3	111.9	102.7	93.7	85.0	76.6	68.6	61.2	54.5	48.7	44.0
-65	132.6	121.2	110.1	99.6	89.6	80.5	72.3	65.5	60.1	56.5	54.8
-60	147.5	134.2	121.8	110.6	100.8	92.7	86.7	82.8	81.2	81.7	84.0
-55	171.3	157.4	145.5	136.0	129.1	124.9	123.3	124.3	127.2	131.7	137.3
-50	216.4	204.8	196.6	191.8	190.3	191.6	195.2	200.6	207.3	214.7	222.5
-45	306.5	300.5	298.6	300.2	304.5	310.9	318.7	327.1	335.9	344.4	352.6
-40	480.5	481.8	486.5	493.6	502.1	511.3	520.4	528.9	536.5	542.8	547.9
-35	805.8	812.2	820.0	828.0	835.2	840.9	844.6	846.1	845.4	842.2	836.9
-30	1412.4	1412.6	1410.2	1404.1	1393.9	1379.5	1361.0	1338.8	1313.3	1284.8	1254.0
-25	2573.9	2524.6	2466.1	2399.4	2326.0	2247.4	2165.1	2080.5	1994.8	1909.2	1824.6
-24	2916.5	2844.6	2762.3	2671.5	2574.3	2472.7	2368.7	2263.7	2159.3	2056.5	1956.1
-23	3310.6	3208.4	3095.2	2973.8	2847.0	2717.4	2587.3	2458.5	2332.4	2210.1	2092.2
-22	**3764.4**	**3622.1**	3468.8	3308.5	3145.1	2981.7	2820.8	2664.2	2513.3	2369.0	2231.7
-21	4288.1	4092.3	**3886.9**	**3677.7**	3469.2	3265.1	3068.0	2879.4	2700.5	2531.7	2373.2
-20	4893.1	4626.0	4353.3	4082.5	**3819.0**	3566.5	3327.1	3102.1	2891.9	2696.3	2514.8
-19	5592.3	5229.8	4870.3	4522.7	4192.6	**3883.0**	3595.3	3329.5	3084.9	2860.3	2654.4
-18（边导线外 5.9m）	6399.5	5909.6	5438.5	4995.8	4586.1	4210.5	**3868.3**	3557.6	3275.9	3020.7	2789.4
-17	7327.9	6667.5	6054.4	5495.9	4992.9	4542.5	4140.3	3781.4	3460.7	3173.9	2916.9
-16	8385.7	7499.1	6708.1	6011.9	5402.6	4870.0	4403.9	3994.7	3634.4	3316.1	3033.7
-15	9568.0	8386.9	7380.1	6526.1	5800.6	5181.4	4649.8	4190.6	3791.6	3442.9	3136.6
-10	14092.4	11401.0	9474.6	8028.4	6903.9	6005.9	5273.5	4666.4	4156.3	3722.9	3351.4
-5	9604.1	8500.9	7516.7	6653.6	5903.2	5252.9	4689.7	4201.4	3777.2	3407.6	3084.8
0	7234.8	6673.7	6113.2	5573.0	5065.4	4597.1	4170.8	3786.0	3440.9	3132.4	2857.3

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	9604.1	8500.9	7516.7	6653.6	5903.2	5252.9	4689.7	4201.4	3777.2	3407.6	3084.8
10	14092.4	11401.0	9474.6	8028.4	6903.9	6005.9	5273.5	4666.4	4156.3	3722.9	3351.4
15	9568.0	8386.9	7380.1	6526.1	5800.6	5181.4	4649.8	4190.6	3791.6	3442.9	3136.6
16	8385.7	7499.1	6708.1	6011.9	5402.6	4870.0	4403.9	3994.7	3634.4	3316.1	3033.7
17	7327.9	6667.5	6054.4	5495.9	4992.9	4542.5	4140.3	3781.4	3460.7	3173.9	2916.9
18（边导线外 5.9m）	6399.5	5909.6	5438.5	4995.8	4586.1	4210.5	**3868.3**	3557.6	3275.9	3020.7	2789.4
19	5592.3	5229.8	4870.3	4522.7	4192.6	**3883.0**	3595.3	3329.5	3084.9	2860.3	2654.4
20	4893.1	4626.0	4353.3	4082.5	**3819.0**	3566.5	3327.1	3102.1	2891.9	2696.3	2514.8
21	4288.1	4092.3	**3886.9**	**3677.7**	3469.2	3265.1	3068.0	2879.4	2700.5	2531.7	2373.2
22	**3764.4**	**3622.1**	3468.8	3308.5	3145.1	2981.7	2820.8	2664.2	2513.3	2369.0	2231.7
23	3310.6	3208.4	3095.2	2973.8	2847.0	2717.4	2587.3	2458.5	2332.4	2210.1	2092.2
24	2916.5	2844.6	2762.3	2671.5	2574.3	2472.7	2368.7	2263.7	2159.3	2056.5	1956.1
25	2573.9	2524.6	2466.1	2399.4	2326.0	2247.4	2165.1	2080.5	1994.8	1909.2	1824.6
30	1412.4	1412.6	1410.2	1404.1	1393.9	1379.5	1361.0	1338.8	1313.3	1284.8	1254.0
35	805.8	812.2	820.0	828.0	835.2	840.9	844.6	846.1	845.4	842.2	836.9
40	480.5	481.8	486.5	493.6	502.1	511.3	520.4	528.9	536.5	542.8	547.9
45	306.5	300.5	298.6	300.2	304.5	310.9	318.7	327.1	335.9	344.4	352.6
50	216.4	204.8	196.6	191.8	190.3	191.6	195.2	200.6	207.3	214.7	222.5
55	171.3	157.4	145.5	136.0	129.1	124.9	123.3	124.3	127.2	131.7	137.3
60	147.5	134.2	121.8	110.6	100.8	92.7	86.7	82.8	81.2	81.7	84.0
65	132.6	121.2	110.1	99.6	89.6	80.5	72.3	65.5	60.1	56.5	54.8
70	121.3	111.9	102.7	93.7	85.0	76.6	68.6	61.2	54.5	48.7	44.0

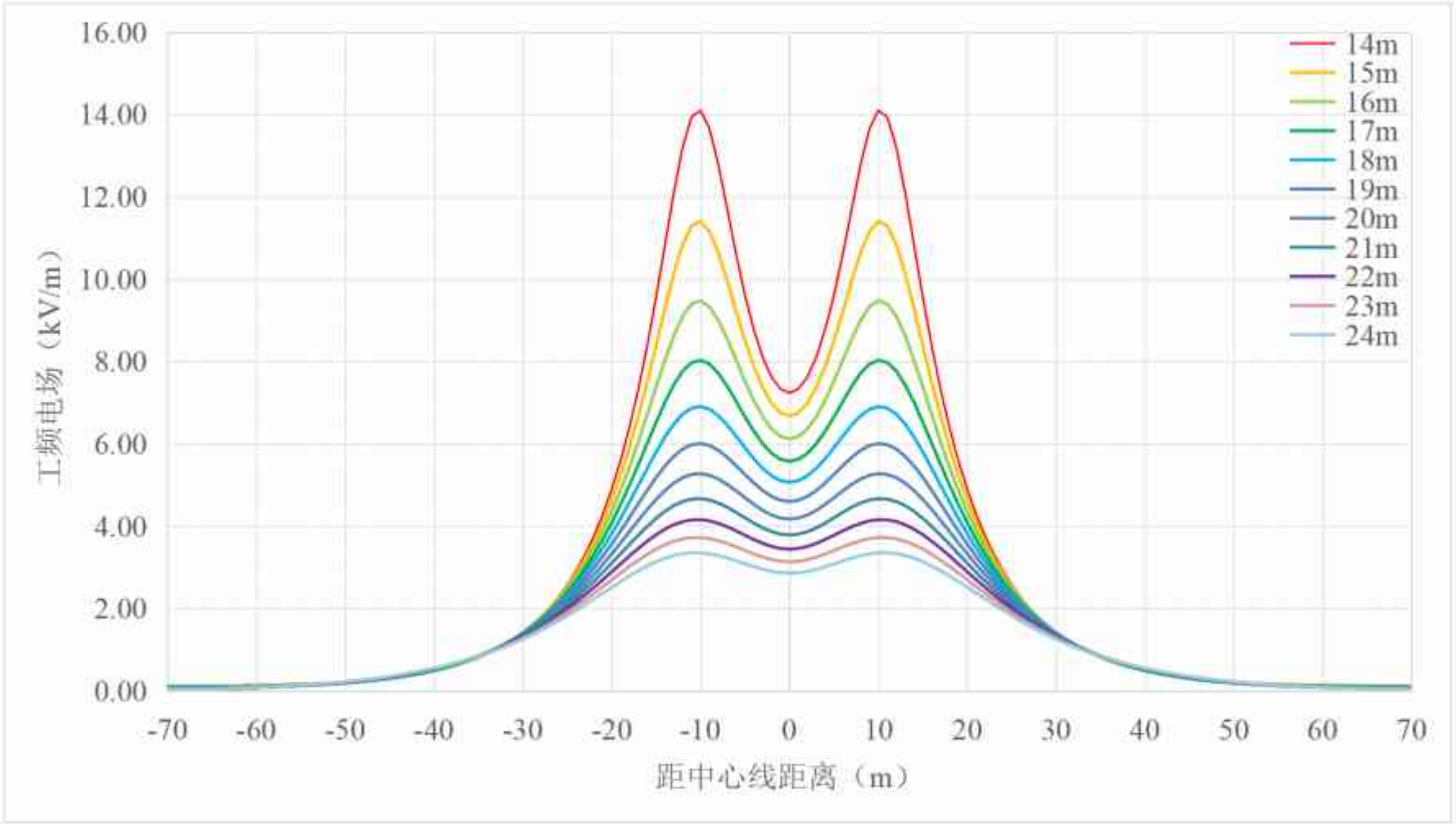


图 6-79 本段线路不同导线对地高度条件地面 7.5m 处工频电场分布曲线

表 6-51　本段线路在公众曝露区最不利塔型电场强度预测结果（距地面 10.5m 高处）

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
-70	124.1	115.0	106.1	97.4	89.0	81.0	73.4	66.4	60.1	54.7	50.3
-65	137.2	126.2	115.6	105.5	96.1	87.4	79.8	73.3	68.2	64.6	62.7
-60	154.8	142.2	130.4	119.8	110.5	102.8	96.9	93.0	91.0	90.9	92.4
-55	183.0	169.8	158.4	149.2	142.4	137.9	135.8	135.9	137.9	141.3	145.9
-50	234.1	222.8	214.5	209.2	206.8	207.0	209.4	213.5	218.8	225.0	231.7
-45	331.8	325.0	321.8	321.8	324.4	329.1	335.1	342.0	349.2	356.5	363.6
-40	515.5	514.4	516.6	521.1	527.2	534.0	541.1	547.8	553.9	558.9	562.9
-35	855.0	857.4	861.4	865.9	870.0	873.1	874.6	874.3	872.0	867.5	861.0
-30	1487.5	1482.3	1475.2	1465.2	1451.7	1434.6	1413.8	1389.5	1362.1	1331.9	1299.4
-25	2712.9	2659.0	2596.5	2526.1	2448.8	2366.0	2279.2	2189.9	2099.3	2008.5	1918.6
-24	3080.3	3004.5	2918.4	2823.5	2721.5	2614.6	2504.5	2393.2	2282.1	2172.5	2065.4
-23	**3506.9**	3401.8	3284.7	3158.2	3025.1	2888.2	2749.9	2612.3	2477.2	2345.7	2219.0
-22	4004.6	**3860.1**	**3702.2**	3534.9	3362.4	3188.4	3015.8	2847.0	2683.8	2527.4	2378.5
-21	4588.3	4390.5	4178.4	**3958.4**	**3736.2**	3516.3	3302.4	3096.8	2901.1	2716.3	2542.6
-20	5276.8	5006.3	4722.1	4433.7	4148.6	**3872.4**	3608.9	3360.2	3127.4	2910.6	2709.7
-19	6094.6	5723.4	5342.4	4965.0	4600.7	4255.8	**3933.4**	3634.9	3360.0	3107.9	2877.3
-18（边导线外 5.9m）	7073.1	6560.6	6048.4	5555.1	5091.7	4663.6	4272.3	**3916.9**	3595.3	3304.8	3042.6
-17	8252.8	7538.1	6847.3	6203.6	5617.2	5090.0	4619.5	4200.8	3828.6	3497.4	3202.2
-16	9684.5	8675.2	7740.5	6903.6	6167.6	5525.4	4966.4	4479.3	4053.7	3680.6	3352.3
-15	11424.5	9980.9	8716.6	7637.9	6725.9	5955.2	5301.3	4743.2	4263.7	3849.2	3488.5
-10	20466.9	15477.4	12293.3	10087.1	8469.4	7233.6	6259.9	5474.3	4828.4	4289.2	3833.7
-5	11480.5	10239.3	9072.2	8020.0	7092.5	6284.3	5583.6	4976.9	4451.2	3994.9	3597.9
0	8334.3	7792.5	7209.0	6615.8	6036.6	5487.4	4977.3	4510.7	4088.2	3708.6	3369.0

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	电场强度（V/m）										
5	11480.5	10239.3	9072.2	8020.0	7092.5	6284.3	5583.6	4976.9	4451.2	3994.9	3597.9
10	20466.9	15477.4	12293.3	10087.1	8469.4	7233.6	6259.9	5474.3	4828.4	4289.2	3833.7
15	11424.5	9980.9	8716.6	7637.9	6725.9	5955.2	5301.3	4743.2	4263.7	3849.2	3488.5
16	9684.5	8675.2	7740.5	6903.6	6167.6	5525.4	4966.4	4479.3	4053.7	3680.6	3352.3
17	8252.8	7538.1	6847.3	6203.6	5617.2	5090.0	4619.5	4200.8	3828.6	3497.4	3202.2
18（边导线外 5.9m）	7073.1	6560.6	6048.4	5555.1	5091.7	4663.6	4272.3	**3916.9**	3595.3	3304.8	3042.6
19	6094.6	5723.4	5342.4	4965.0	4600.7	4255.8	**3933.4**	3634.9	3360.0	3107.9	2877.3
20	5276.8	5006.3	4722.1	4433.7	4148.6	**3872.4**	3608.9	3360.2	3127.4	2910.6	2709.7
21	4588.3	4390.5	4178.4	**3958.4**	**3736.2**	3516.3	3302.4	3096.8	2901.1	2716.3	2542.6
22	4004.6	**3860.1**	**3702.2**	3534.9	3362.4	3188.4	3015.8	2847.0	2683.8	2527.4	2378.5
23	**3506.9**	3401.8	3284.7	3158.2	3025.1	2888.2	2749.9	2612.3	2477.2	2345.7	2219.0
24	3080.3	3004.5	2918.4	2823.5	2721.5	2614.6	2504.5	2393.2	2282.1	2172.5	2065.4
25	2712.9	2659.0	2596.5	2526.1	2448.8	2366.0	2279.2	2189.9	2099.3	2008.5	1918.6
30	1487.5	1482.3	1475.2	1465.2	1451.7	1434.6	1413.8	1389.5	1362.1	1331.9	1299.4
35	855.0	857.4	861.4	865.9	870.0	873.1	874.6	874.3	872.0	867.5	861.0
40	515.5	514.4	516.6	521.1	527.2	534.0	541.1	547.8	553.9	558.9	562.9
45	331.8	325.0	321.8	321.8	324.4	329.1	335.1	342.0	349.2	356.5	363.6
50	234.1	222.8	214.5	209.2	206.8	207.0	209.4	213.5	218.8	225.0	231.7
55	183.0	169.8	158.4	149.2	142.4	137.9	135.8	135.9	137.9	141.3	145.9
60	154.8	142.2	130.4	119.8	110.5	102.8	96.9	93.0	91.0	90.9	92.4
65	137.2	126.2	115.6	105.5	96.1	87.4	79.8	73.3	68.2	64.6	62.7
70	124.1	115.0	106.1	97.4	89.0	81.0	73.4	66.4	60.1	54.7	50.3

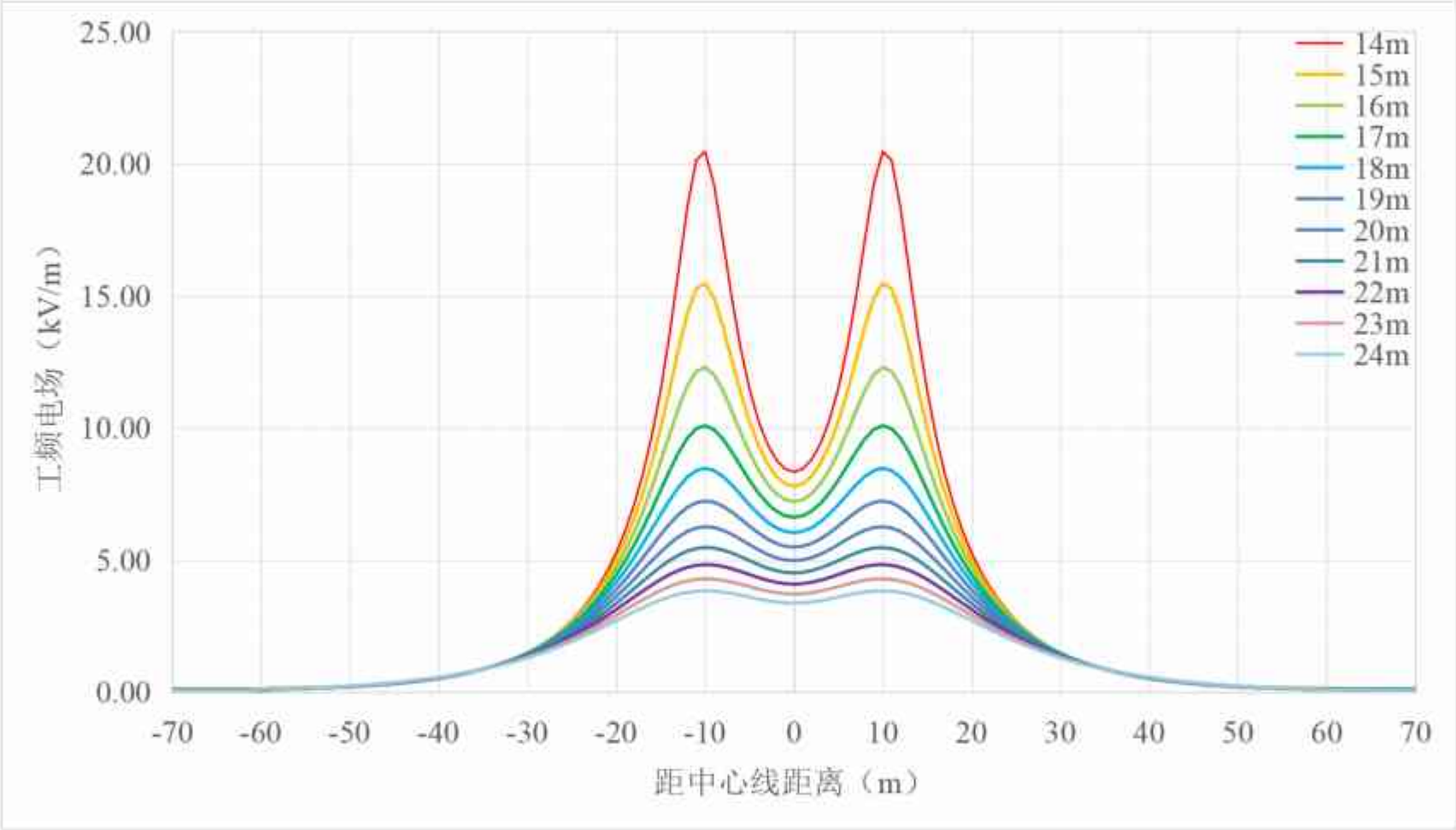


图 6-80 本段线路不同导线对地高度条件地面 10.5m 处工频电场分布曲线

表 6-52　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 1.5m 高处）

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	1.54	1.53	1.51	1.49	1.47	1.45	1.43	1.41	1.38	1.36	1.36
-65	1.88	1.85	1.82	1.80	1.77	1.74	1.71	1.68	1.66	1.63	1.63
-60	2.31	2.27	2.23	2.19	2.15	2.11	2.08	2.04	2.00	1.96	1.96
-55	2.87	2.82	2.76	2.71	2.65	2.60	2.54	2.49	2.43	2.38	2.38
-50	3.63	3.55	3.47	3.39	3.31	3.23	3.15	3.07	2.99	2.91	2.91
-45	4.67	4.54	4.42	4.30	4.18	4.06	3.94	3.83	3.71	3.60	3.60
-40	6.10	5.91	5.72	5.53	5.34	5.16	4.99	4.82	4.65	4.48	4.48
-35	8.13	7.81	7.51	7.21	6.92	6.64	6.37	6.11	5.86	5.62	5.62
-30	11.04	10.51	10.00	9.52	9.06	8.62	8.20	7.80	7.42	7.06	7.06
-29	11.76	11.17	10.61	10.08	9.57	9.08	8.62	8.19	7.78	7.39	7.39
-28	12.54	11.88	11.26	10.67	10.10	9.57	9.07	8.60	8.15	7.73	7.73
-27	13.37	12.64	11.95	11.29	10.67	10.09	9.54	9.02	8.54	8.08	8.08
-26	14.27	13.45	12.68	11.96	11.27	10.63	10.03	9.47	8.94	8.45	8.45
-26	14.27	13.45	12.68	11.96	11.27	10.63	10.03	9.47	8.94	8.45	8.45
-25	15.24	14.32	13.46	12.66	11.90	11.20	10.54	9.93	9.36	8.83	8.83
-24	16.28	15.25	14.29	13.40	12.57	11.79	11.08	10.41	9.79	9.22	9.22
-23	17.38	16.23	15.16	14.17	13.26	12.41	11.63	10.91	10.24	9.62	9.62
-22	18.57	17.27	16.08	14.99	13.98	13.05	12.20	11.42	10.70	10.03	10.03
-21	19.82	18.37	17.05	15.84	14.73	13.72	12.79	11.94	11.16	10.45	10.45
-20	21.15	19.52	18.05	16.71	15.50	14.40	13.39	12.47	11.64	10.87	10.87
-19	22.54	20.72	19.09	17.62	16.29	15.09	14.00	13.01	12.11	11.29	11.29
-18	23.98	21.96	20.15	18.54	17.09	15.79	14.62	13.56	12.59	11.72	11.72

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 1.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-17	25.47	23.22	21.24	19.47	17.90	16.50	15.23	14.10	13.07	12.14	12.14
-16	26.97	24.49	22.32	20.40	18.71	17.20	15.85	14.64	13.55	12.56	12.56
-15	28.46	25.75	23.39	21.32	19.50	17.88	16.45	15.16	14.01	12.97	12.97
-10	34.78	31.13	28.00	25.30	22.95	20.90	19.08	17.48	16.05	14.78	14.78
-5	37.48	33.71	30.42	27.52	24.97	22.72	20.72	18.95	17.37	15.95	15.95
0	37.86	34.24	31.00	28.12	25.56	23.28	21.24	19.43	17.80	16.35	16.35
5	37.48	33.71	30.42	27.52	24.97	22.72	20.72	18.95	17.37	15.95	15.95
10	34.78	31.13	28.00	25.30	22.95	20.90	19.08	17.48	16.05	14.78	14.78
15	28.46	25.75	23.39	21.32	19.50	17.88	16.45	15.16	14.01	12.97	12.97
18	23.98	21.96	20.15	18.54	17.09	15.79	14.62	13.56	12.59	11.72	11.72
19	22.54	20.72	19.09	17.62	16.29	15.09	14.00	13.01	12.11	11.29	11.29
20	21.15	19.52	18.05	16.71	15.50	14.40	13.39	12.47	11.64	10.87	10.87
21	19.82	18.37	17.05	15.84	14.73	13.72	12.79	11.94	11.16	10.45	10.45
22	18.57	17.27	16.08	14.99	13.98	13.05	12.20	11.42	10.70	10.03	10.03
25	15.24	14.32	13.46	12.66	11.90	11.20	10.54	9.93	9.36	8.83	8.83
30	11.04	10.51	10.00	9.52	9.06	8.62	8.20	7.80	7.42	7.06	7.06
35	8.13	7.81	7.51	7.21	6.92	6.64	6.37	6.11	5.86	5.62	5.62
40	6.10	5.91	5.72	5.53	5.34	5.16	4.99	4.82	4.65	4.48	4.48
45	4.67	4.54	4.42	4.30	4.18	4.06	3.94	3.83	3.71	3.60	3.60
50	3.63	3.55	3.47	3.39	3.31	3.23	3.15	3.07	2.99	2.91	2.91
55	2.87	2.82	2.76	2.71	2.65	2.60	2.54	2.49	2.43	2.38	2.38
60	2.31	2.27	2.23	2.19	2.15	2.11	2.08	2.04	2.00	1.96	1.96
65	1.88	1.85	1.82	1.80	1.77	1.74	1.71	1.68	1.66	1.63	1.63
70	1.54	1.53	1.51	1.49	1.47	1.45	1.43	1.41	1.38	1.36	1.36

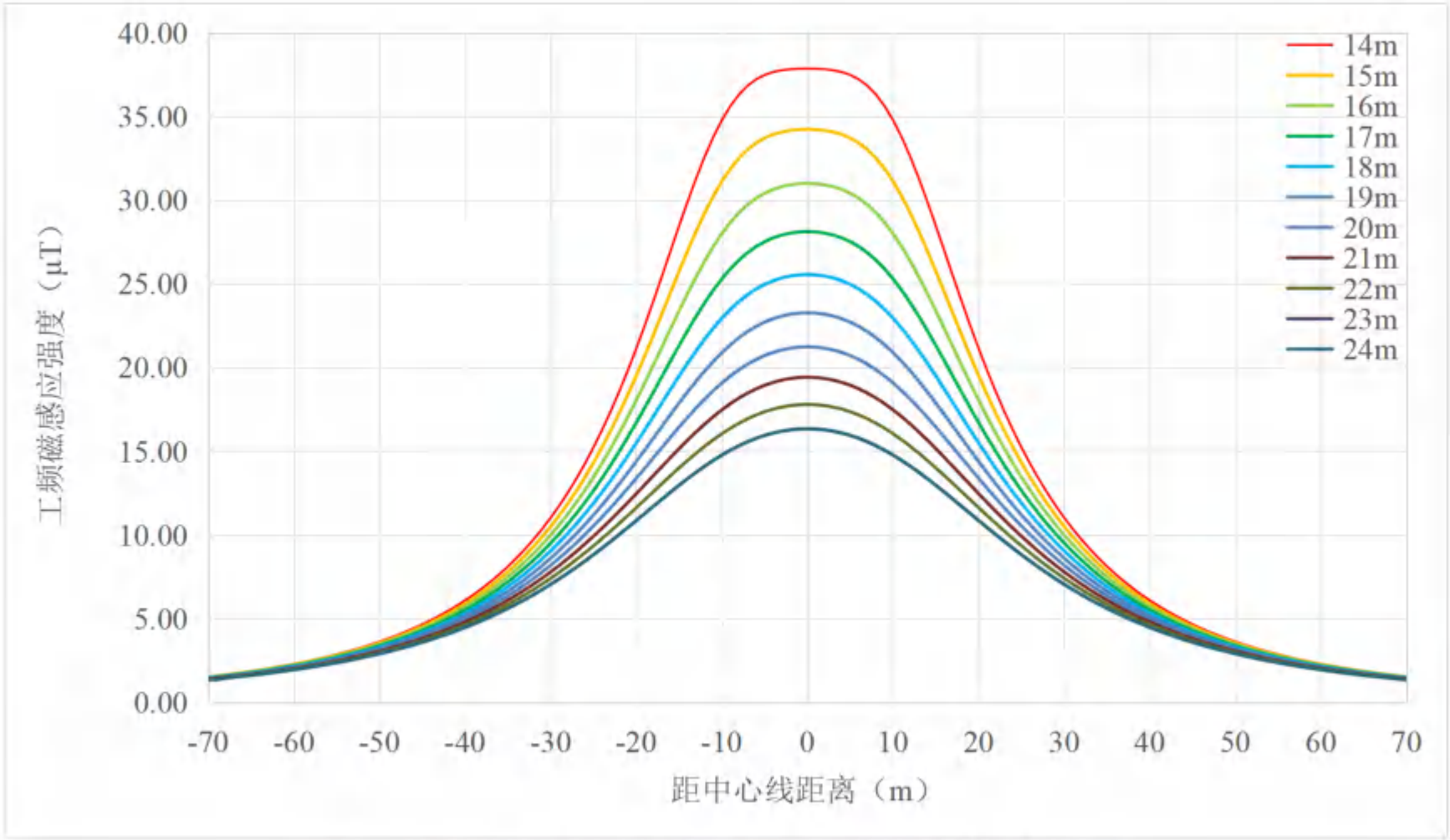


图 6-81 本段线路不同导线对地高度条件地面 1.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-53　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 4.5m 高处）

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	1.60	1.58	1.56	1.54	1.53	1.51	1.49	1.47	1.45	1.43	1.43
-65	1.95	1.93	1.90	1.88	1.85	1.82	1.80	1.77	1.74	1.71	1.71
-60	2.42	2.38	2.34	2.31	2.27	2.23	2.19	2.15	2.11	2.08	2.08
-55	3.03	2.98	2.93	2.87	2.82	2.76	2.71	2.65	2.60	2.54	2.54
-50	3.87	3.79	3.71	3.63	3.55	3.47	3.39	3.31	3.23	3.15	3.15
-45	5.04	4.92	4.79	4.67	4.54	4.42	4.30	4.18	4.06	3.94	3.94
-40	6.69	6.50	6.30	6.10	5.91	5.72	5.53	5.34	5.16	4.99	4.99
-35	9.11	8.78	8.45	8.13	7.81	7.51	7.21	6.92	6.64	6.37	6.37
-30	12.73	12.15	11.58	11.04	10.51	10.00	9.52	9.06	8.62	8.20	8.20
-28	14.68	13.94	13.22	12.54	11.88	11.26	10.67	10.10	9.57	9.07	9.07
-27	15.79	14.95	14.14	13.37	12.64	11.95	11.29	10.67	10.09	9.54	9.54
-26	17.00	16.05	15.14	14.27	13.45	12.68	11.96	11.27	10.63	10.03	10.03
-26	17.00	16.05	15.14	14.27	13.45	12.68	11.96	11.27	10.63	10.03	10.03
-25	18.33	17.24	16.21	15.24	14.32	13.46	12.66	11.90	11.20	10.54	10.54
-24	19.79	18.55	17.37	16.28	15.25	14.29	13.40	12.57	11.79	11.08	11.08
-23	21.38	19.96	18.63	17.38	16.23	15.16	14.17	13.26	12.41	11.63	11.63
-22	23.12	21.49	19.97	18.57	17.27	16.08	14.99	13.98	13.05	12.20	12.20
-21	25.02	23.14	21.41	19.82	18.37	17.05	15.84	14.73	13.72	12.79	12.79
-20	27.08	24.91	22.94	21.15	19.52	18.05	16.71	15.50	14.40	13.39	13.39
-19	29.31	26.81	24.56	22.54	20.72	19.09	17.62	16.29	15.09	14.00	14.00
-18	31.69	28.81	26.25	23.98	21.96	20.15	18.54	17.09	15.79	14.62	14.62
-17	34.22	30.91	28.01	25.47	23.22	21.24	19.47	17.90	16.50	15.23	15.23

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 4.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-16	36.85	33.07	29.80	26.97	24.49	22.32	20.40	18.71	17.20	15.85	15.85
-15	39.54	35.25	31.60	28.46	25.75	23.39	21.32	19.50	17.88	16.45	16.45
-10	50.56	44.27	39.10	34.78	31.13	28.00	25.30	22.95	20.90	19.08	19.08
-5	52.46	46.76	41.80	37.48	33.71	30.42	27.52	24.97	22.72	20.72	20.72
0	51.40	46.42	41.91	37.86	34.24	31.00	28.12	25.56	23.28	21.24	21.24
5	52.46	46.76	41.80	37.48	33.71	30.42	27.52	24.97	22.72	20.72	20.72
10	50.56	44.27	39.10	34.78	31.13	28.00	25.30	22.95	20.90	19.08	19.08
15	39.54	35.25	31.60	28.46	25.75	23.39	21.32	19.50	17.88	16.45	16.45
18	31.69	28.81	26.25	23.98	21.96	20.15	18.54	17.09	15.79	14.62	14.62
19	29.31	26.81	24.56	22.54	20.72	19.09	17.62	16.29	15.09	14.00	14.00
20	27.08	24.91	22.94	21.15	19.52	18.05	16.71	15.50	14.40	13.39	13.39
21	25.02	23.14	21.41	19.82	18.37	17.05	15.84	14.73	13.72	12.79	12.79
22	23.12	21.49	19.97	18.57	17.27	16.08	14.99	13.98	13.05	12.20	12.20
25	18.33	17.24	16.21	15.24	14.32	13.46	12.66	11.90	11.20	10.54	10.54
30	12.73	12.15	11.58	11.04	10.51	10.00	9.52	9.06	8.62	8.20	8.20
35	9.11	8.78	8.45	8.13	7.81	7.51	7.21	6.92	6.64	6.37	6.37
40	6.69	6.50	6.30	6.10	5.91	5.72	5.53	5.34	5.16	4.99	4.99
45	5.04	4.92	4.79	4.67	4.54	4.42	4.30	4.18	4.06	3.94	3.94
50	3.87	3.79	3.71	3.63	3.55	3.47	3.39	3.31	3.23	3.15	3.15
55	3.03	2.98	2.93	2.87	2.82	2.76	2.71	2.65	2.60	2.54	2.54
60	2.42	2.38	2.34	2.31	2.27	2.23	2.19	2.15	2.11	2.08	2.08
65	1.95	1.93	1.90	1.88	1.85	1.82	1.80	1.77	1.74	1.71	1.71
70	1.60	1.58	1.56	1.54	1.53	1.51	1.49	1.47	1.45	1.43	1.43

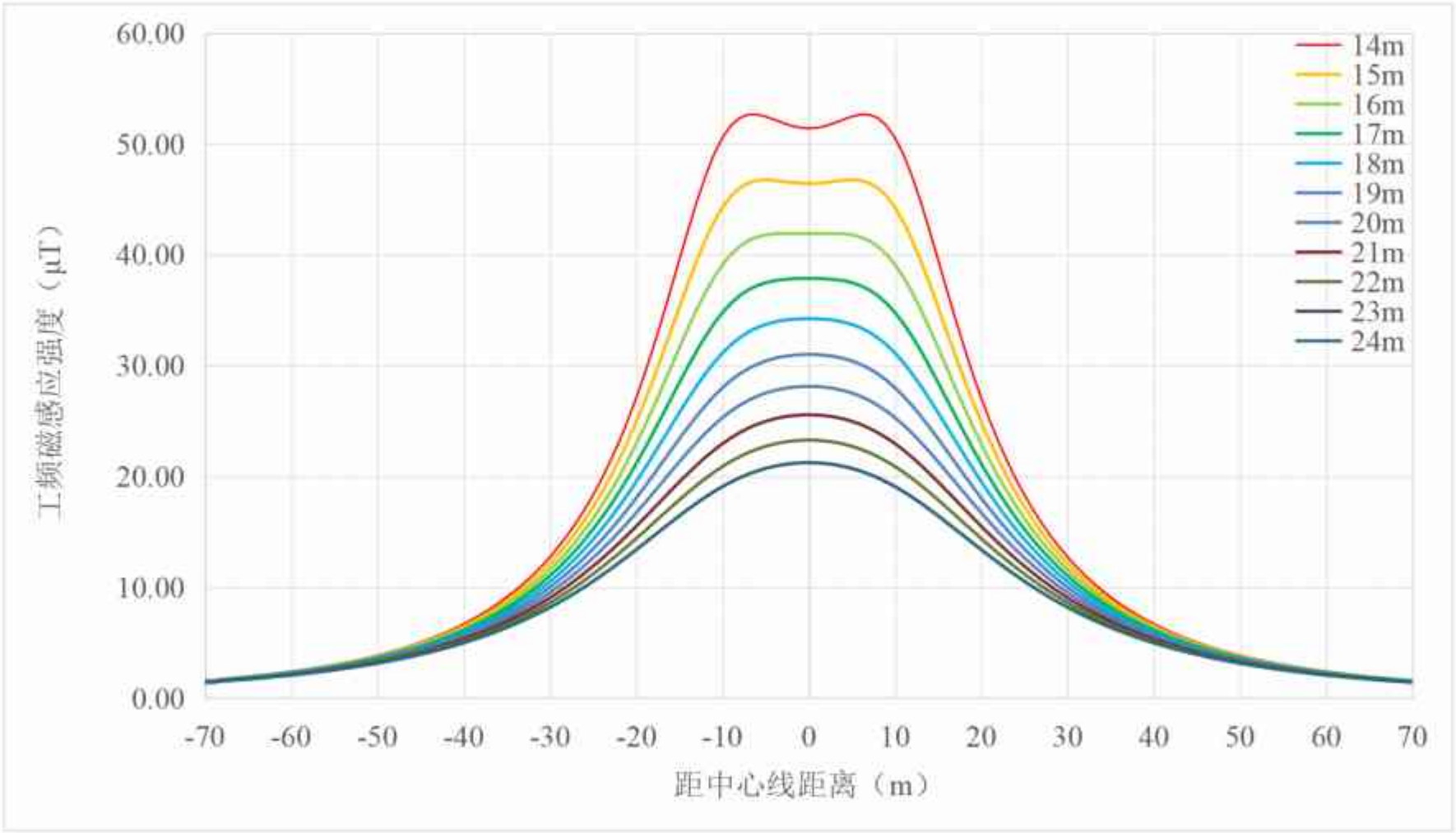


图 6-82 本段线路不同导线对地高度条件地面 4.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-54 本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 7.5m 高处）

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	1.67	1.66	1.64	1.62	1.61	1.59	1.57	1.55	1.54	1.52	1.52
-65	2.05	2.03	2.01	1.99	1.96	1.94	1.92	1.89	1.86	1.84	1.84
-60	2.56	2.53	2.50	2.47	2.43	2.40	2.36	2.33	2.29	2.25	2.25
-55	3.26	3.21	3.16	3.11	3.06	3.01	2.96	2.90	2.85	2.79	2.79
-50	4.21	4.14	4.07	3.99	3.91	3.83	3.75	3.67	3.59	3.51	3.51
-45	5.57	5.46	5.34	5.22	5.10	4.98	4.85	4.73	4.61	4.48	4.48
-40	7.57	7.38	7.19	6.99	6.79	6.59	6.40	6.20	6.01	5.81	5.81
-35	10.61	10.28	9.94	9.61	9.27	8.94	8.61	8.29	7.97	7.66	7.66
-30	15.48	14.86	14.24	13.63	13.03	12.44	11.86	11.31	10.77	10.26	10.26
-29	16.79	16.08	15.38	14.68	14.00	13.33	12.69	12.06	11.46	10.89	10.89
-28	18.25	17.43	16.63	15.83	15.06	14.30	13.58	12.88	12.21	11.57	11.57
-27	19.88	18.94	18.01	17.11	16.22	15.36	14.54	13.75	13.00	12.29	12.29
-26	21.72	20.63	19.56	18.51	17.50	16.52	15.59	14.70	13.86	13.06	13.06
-26	21.72	20.63	19.56	18.51	17.50	16.52	15.59	14.70	13.86	13.06	13.06
-25	23.78	22.51	21.27	20.06	18.90	17.78	16.72	15.72	14.77	13.89	13.89
-24	26.12	24.63	23.18	21.78	20.43	19.16	17.95	16.82	15.75	14.76	14.76
-23	28.78	27.02	25.32	23.68	22.13	20.66	19.28	17.99	16.80	15.69	15.69
-22	31.82	29.73	27.71	25.79	23.98	22.29	20.71	19.25	17.91	16.67	16.67
-21	35.31	32.80	30.40	28.13	26.02	24.06	22.25	20.60	19.08	17.69	17.69
-20	39.34	36.29	33.41	30.72	28.24	25.97	23.90	22.02	20.32	18.77	18.77
-19	44.01	40.27	36.78	33.57	30.66	28.02	25.65	23.52	21.61	19.88	19.88
-18	49.46	44.80	40.54	36.70	33.26	30.21	27.50	25.08	22.94	21.03	21.03
-17	55.80	49.94	44.71	40.09	36.05	32.51	29.41	26.70	24.31	22.20	22.20

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 7.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-16	63.16	55.71	49.26	43.72	38.97	34.89	31.38	28.34	25.69	23.37	23.37
-15	71.61	62.07	54.12	47.50	41.97	37.31	33.35	29.97	27.06	24.53	24.53
-10	110.70	89.44	74.31	63.00	54.24	47.25	41.57	36.85	32.88	29.51	29.51
-5	90.56	80.11	70.83	62.70	55.64	49.51	44.19	39.57	35.53	32.01	32.01
0	78.43	72.07	65.77	59.73	54.06	48.85	44.11	39.83	36.00	32.57	32.57
5	90.56	80.11	70.83	62.70	55.64	49.51	44.19	39.57	35.53	32.01	32.01
10	110.70	89.44	74.31	63.00	54.24	47.25	41.57	36.85	32.88	29.51	29.51
15	71.61	62.07	54.12	47.50	41.97	37.31	33.35	29.97	27.06	24.53	24.53
18	49.46	44.80	40.54	36.70	33.26	30.21	27.50	25.08	22.94	21.03	21.03
19	44.01	40.27	36.78	33.57	30.66	28.02	25.65	23.52	21.61	19.88	19.88
20	39.34	36.29	33.41	30.72	28.24	25.97	23.90	22.02	20.32	18.77	18.77
21	35.31	32.80	30.40	28.13	26.02	24.06	22.25	20.60	19.08	17.69	17.69
22	31.82	29.73	27.71	25.79	23.98	22.29	20.71	19.25	17.91	16.67	16.67
25	23.78	22.51	21.27	20.06	18.90	17.78	16.72	15.72	14.77	13.89	13.89
30	15.48	14.86	14.24	13.63	13.03	12.44	11.86	11.31	10.77	10.26	10.26
35	10.61	10.28	9.94	9.61	9.27	8.94	8.61	8.29	7.97	7.66	7.66
40	7.57	7.38	7.19	6.99	6.79	6.59	6.40	6.20	6.01	5.81	5.81
45	5.57	5.46	5.34	5.22	5.10	4.98	4.85	4.73	4.61	4.48	4.48
50	4.21	4.14	4.07	3.99	3.91	3.83	3.75	3.67	3.59	3.51	3.51
55	3.26	3.21	3.16	3.11	3.06	3.01	2.96	2.90	2.85	2.79	2.79
60	2.56	2.53	2.50	2.47	2.43	2.40	2.36	2.33	2.29	2.25	2.25
65	2.05	2.03	2.01	1.99	1.96	1.94	1.92	1.89	1.86	1.84	1.84
70	1.67	1.66	1.64	1.62	1.61	1.59	1.57	1.55	1.54	1.52	1.52

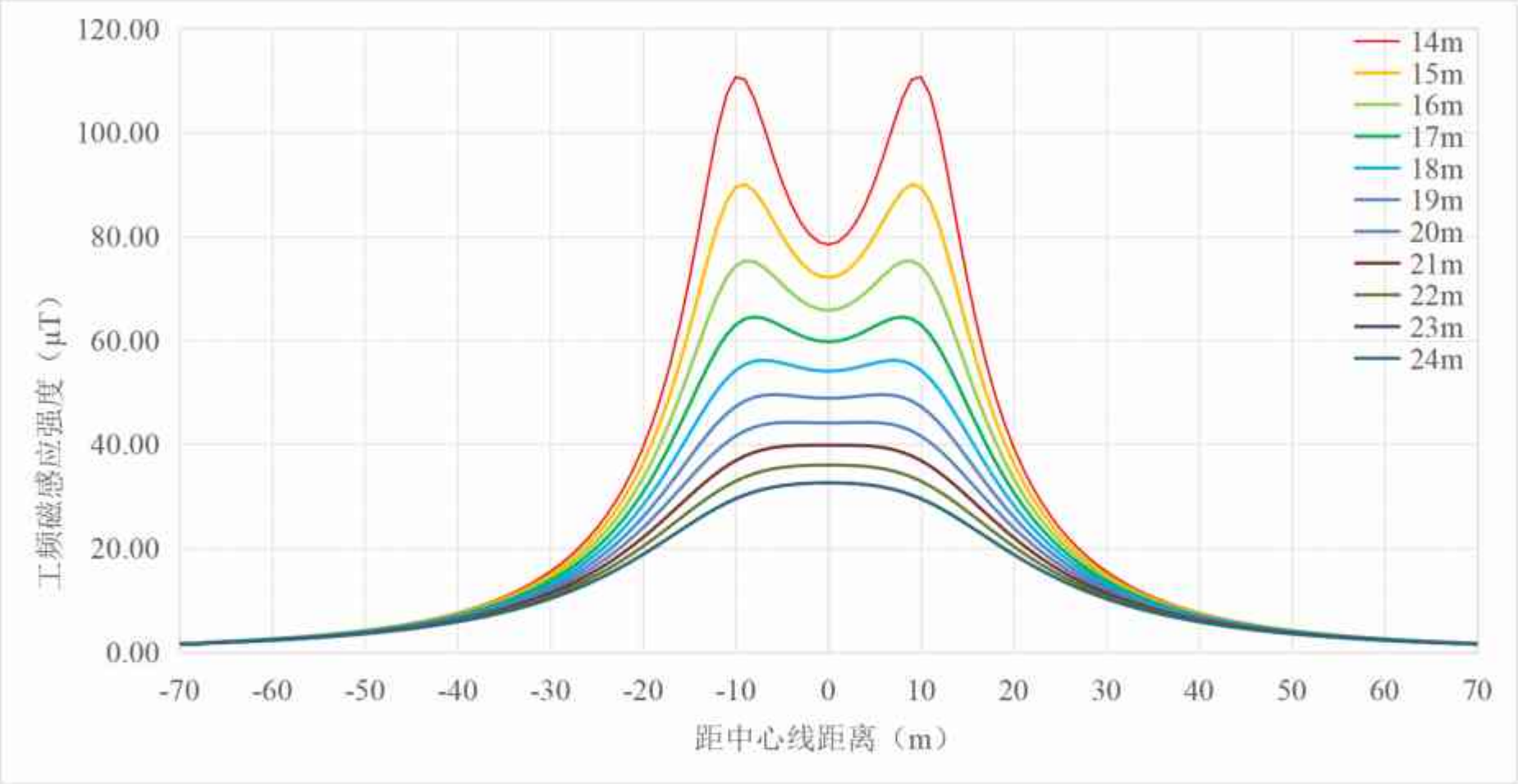


图 6-83 本段线路不同导线对地高度条件地面 7.5m 处工频磁感应强度分布曲线

表 6-55　本段线路在公众曝露区最不利塔型磁感应强度预测结果（距地面 10.5m 高处）

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-70	1.69	1.68	1.66	1.65	1.63	1.62	1.60	1.58	1.56	1.54	1.54
-65	2.08	2.07	2.04	2.02	2.00	1.98	1.95	1.93	1.90	1.88	1.88
-60	2.61	2.58	2.55	2.52	2.48	2.45	2.42	2.38	2.34	2.31	2.31
-55	3.32	3.28	3.23	3.18	3.14	3.09	3.03	2.98	2.93	2.87	2.87
-50	4.32	4.25	4.18	4.10	4.03	3.95	3.87	3.79	3.71	3.63	3.63
-45	5.74	5.63	5.52	5.40	5.28	5.16	5.04	4.92	4.79	4.67	4.67
-40	7.85	7.66	7.47	7.28	7.09	6.89	6.69	6.50	6.30	6.10	6.10
-35	11.10	10.78	10.45	10.11	9.78	9.44	9.11	8.78	8.45	8.13	8.13
-30	16.40	15.79	15.17	14.55	13.93	13.33	12.73	12.15	11.58	11.04	11.04
-29	17.85	17.14	16.43	15.73	15.03	14.34	13.66	13.01	12.37	11.76	11.76
-28	19.47	18.66	17.84	17.03	16.23	15.44	14.68	13.94	13.22	12.54	12.54
-27	21.29	20.35	19.41	18.48	17.56	16.66	15.79	14.95	14.14	13.37	13.37
-26	23.36	22.26	21.17	20.09	19.03	18.00	17.00	16.05	15.14	14.27	14.27
-26	23.36	22.26	21.17	20.09	19.03	18.00	17.00	16.05	15.14	14.27	14.27
-25	25.70	24.42	23.15	21.89	20.66	19.47	18.33	17.24	16.21	15.24	15.24
-24	28.38	26.87	25.37	23.90	22.47	21.10	19.79	18.55	17.37	16.28	16.28
-23	31.47	29.67	27.90	26.16	24.49	22.89	21.38	19.96	18.63	17.38	17.38
-22	35.04	32.89	30.77	28.71	26.74	24.87	23.12	21.49	19.97	18.57	18.57
-21	39.21	36.60	34.04	31.58	29.24	27.05	25.02	23.14	21.41	19.82	19.82
-20	44.12	40.91	37.80	34.82	32.04	29.45	27.08	24.91	22.94	21.15	21.15
-19	49.96	45.97	42.11	38.49	35.14	32.08	29.31	26.81	24.56	22.54	22.54
-18（边导线外 5.9m）	57.00	51.91	47.08	42.62	38.57	34.93	31.69	28.81	26.25	23.98	23.98
-17	65.58	58.95	52.79	47.25	42.33	38.00	34.22	30.91	28.01	25.47	25.47

最不利塔型	SZC27054										
导线对地最低高度（m）	h=14	h=15	h=16	h=17	h=18	h=19	h=20	h=21	h=22	h=23	h=24
	离地 10.5m										
距线路中心线地面投影距离（m）	磁感应强度（μT）										
-16	76.12	67.26	59.31	52.37	46.38	41.25	36.85	33.07	29.80	26.97	26.97
-15	89.17	77.03	66.63	57.91	50.66	44.61	39.54	35.25	31.60	28.46	28.46
-10	165.55	124.91	99.09	81.28	68.27	58.36	50.56	44.27	39.10	34.78	34.78
-5	107.91	96.17	85.19	75.32	66.63	59.05	52.46	46.76	41.80	37.48	37.48
0	87.41	81.54	75.26	68.90	62.71	56.84	51.40	46.42	41.91	37.86	37.86
5	107.91	96.17	85.19	75.32	66.63	59.05	52.46	46.76	41.80	37.48	37.48
10	165.55	124.91	99.09	81.28	68.27	58.36	50.56	44.27	39.10	34.78	34.78
15	89.17	77.03	66.63	57.91	50.66	44.61	39.54	35.25	31.60	28.46	28.46
18（边导线外 5.9m）	57.00	51.91	47.08	42.62	38.57	34.93	31.69	28.81	26.25	23.98	23.98
19	49.96	45.97	42.11	38.49	35.14	32.08	29.31	26.81	24.56	22.54	22.54
20	44.12	40.91	37.80	34.82	32.04	29.45	27.08	24.91	22.94	21.15	21.15
21	39.21	36.60	34.04	31.58	29.24	27.05	25.02	23.14	21.41	19.82	19.82
22	35.04	32.89	30.77	28.71	26.74	24.87	23.12	21.49	19.97	18.57	18.57
25	25.70	24.42	23.15	21.89	20.66	19.47	18.33	17.24	16.21	15.24	15.24
30	16.40	15.79	15.17	14.55	13.93	13.33	12.73	12.15	11.58	11.04	11.04
35	11.10	10.78	10.45	10.11	9.78	9.44	9.11	8.78	8.45	8.13	8.13
40	7.85	7.66	7.47	7.28	7.09	6.89	6.69	6.50	6.30	6.10	6.10
45	5.74	5.63	5.52	5.40	5.28	5.16	5.04	4.92	4.79	4.67	4.67
50	4.32	4.25	4.18	4.10	4.03	3.95	3.87	3.79	3.71	3.63	3.63
55	3.32	3.28	3.23	3.18	3.14	3.09	3.03	2.98	2.93	2.87	2.87
60	2.61	2.58	2.55	2.52	2.48	2.45	2.42	2.38	2.34	2.31	2.31
65	2.08	2.07	2.04	2.02	2.00	1.98	1.95	1.93	1.90	1.88	1.88
70	1.69	1.68	1.66	1.65	1.63	1.62	1.60	1.58	1.56	1.54	1.54

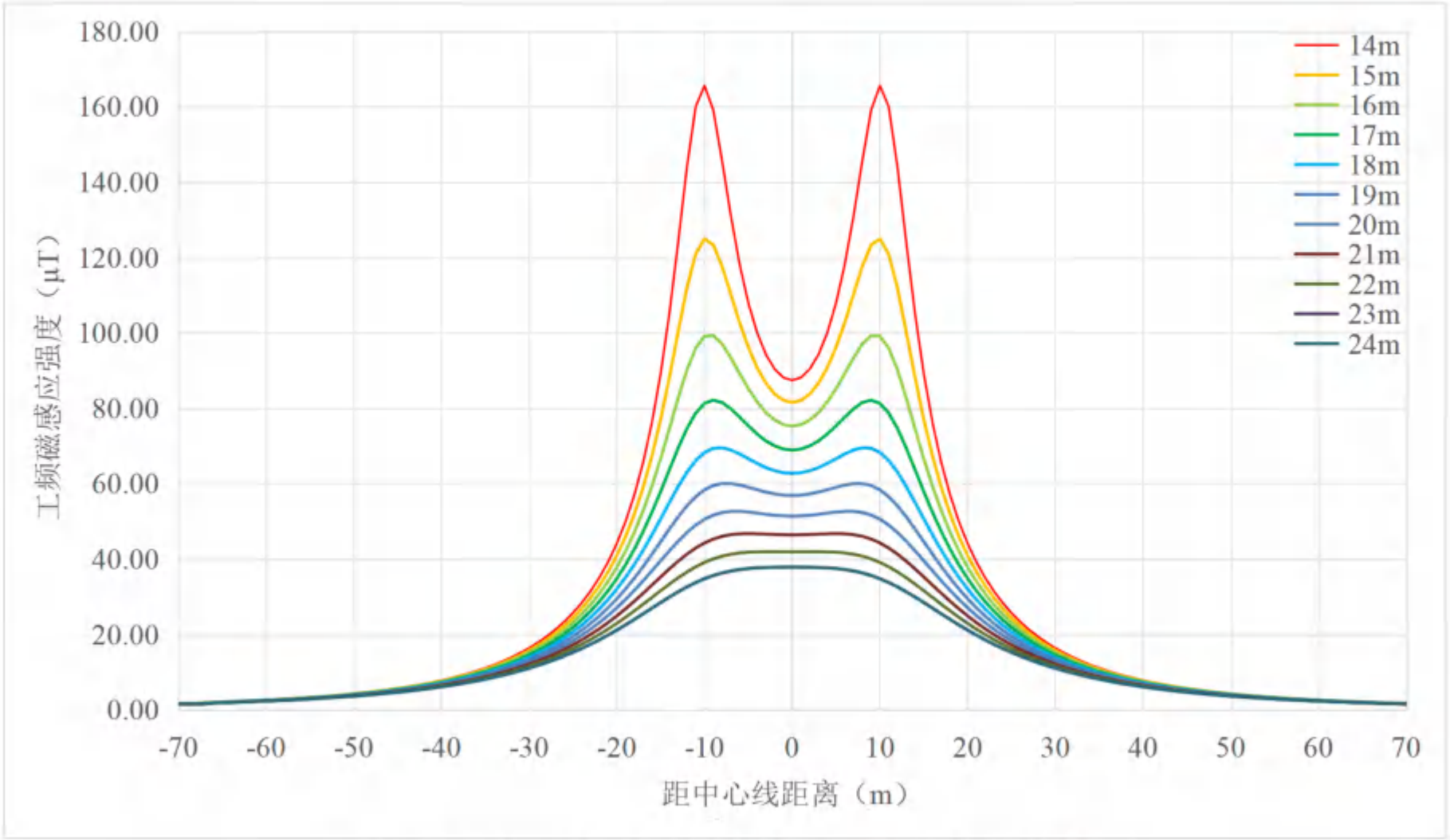


图 6-84 本段线路不同导线对地高度条件地面 10.5m 处工频磁感应强度分布曲线

鉴于本项目尚未完成施工图设计，本段线路所经区域评价范围内的居民房屋根据现状调查主要为 1~3 层尖/平顶房，为确保居民房屋不同楼层电场强度满足不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度见表 6-56。

表 6-56 本段线路距边导线不同距离的居民房屋处对应的导线对地最低高度

房屋距线路边导线地面投影距离（m）	导线对地最低高度（m）			
	距地面1.5m高度（1层尖顶房）	距地面4.5m高度（1层平顶房和2层尖顶房）	距地面7.5m高度（2层平顶房和3层尖顶房）	距地面10.5m高度（3层平顶房）
6	16	17	20	21
7	15	16	19	20
8	14	15	18	19
9	14	14	16	17
10	14	14	14	15
11	14	14	14	14
12	14	14	14	14
13	14	14	14	14
14	14	14	14	14

注：距线路边导线地面投影 5m 以内为工程拆迁范围。

②磁感应强度

本项目川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程双回段采用 SZC27054 塔，通过居民区导线对地最低高度为 14m 时，工频磁感应强度最大值为 37.8594μT，鉴于本项目尚未完成施工图设计，本段线路所经区域评价范围内的居民房屋根据现状调查主要为 1~3 层尖/平顶房，为确保居民房屋不同楼层磁感应强度满足不大于 100μT 的要求，在导线对地最低高度 14m 时，边导线外 5.9m 距离地面 10.5m 处工频磁感应强度最大值为 57μT，能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中工频磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

6.1.2.4.5 绵州~动力研究所I回 220kV 线路（线路V）

1）单回三角段

本工程绵州~动力研究所I回 220kV 线路单回三角段设计导线对地最低高度为 12m 时，工频电场空间分布图见图 6-85，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线见图 6-86，工频磁感应强度空间分布图见图 6-87，工频磁感应强度分布曲线见图 6-88。

表 6-57　本段线路在公众曝露区电场强度预测结果

最不利塔型	220-EB21D-JC4	
预测类别	工频电场（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
距线路中心线距离（m）	线高12m	线高12m
-50	0.1423	1.3534
-40	0.2484	2.0848
-35	0.3506	2.6869
-30	0.5224	3.5764
-25	0.8234	4.9466
-20	1.3505	7.1258
-15	2.1497	10.5106
-11	2.6954	13.9072
-10	**2.7382**（最大值）	14.7246
-9	2.7209	15.4781
-5	2.011	17.5041
-2	1.1623	18.0056
-1	1.0074	**18.0387**（最大值）
0	1.021	18.0185
1	1.1952	17.9445
5	2.2846	16.9281
10	2.6156	13.5495
15	1.8787	9.4424
20	1.1529	6.4245
25	0.7076	4.511
30	0.4573	3.2988
35	0.3137	2.5022
40	0.2271	1.9569
50	0.1348	1.2854

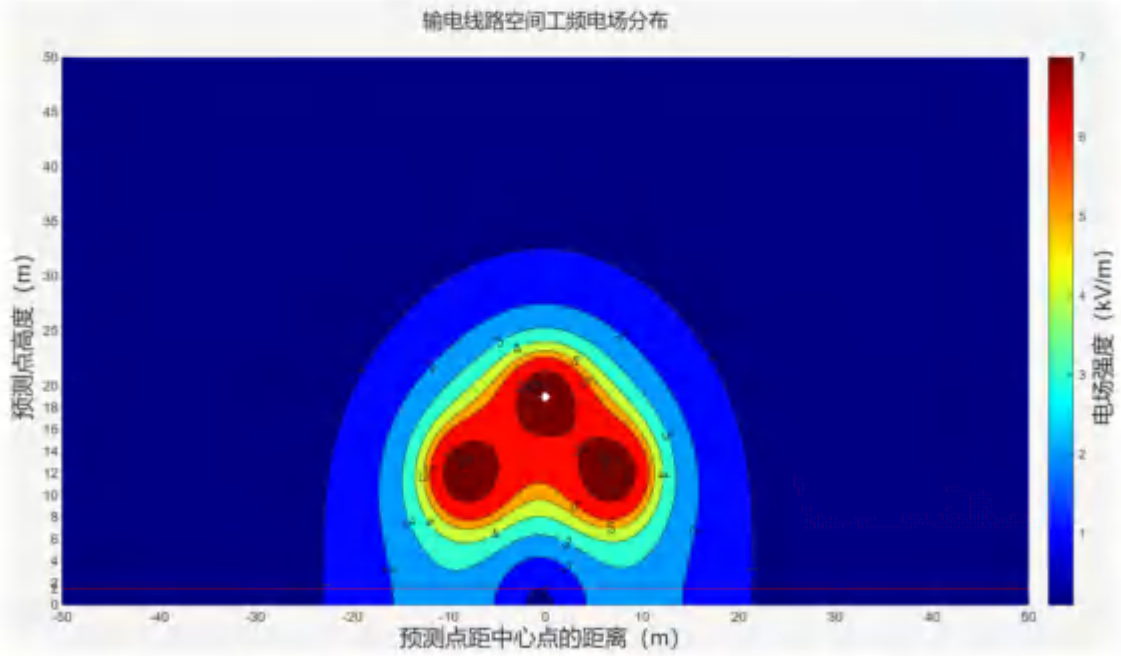


图 6-85　绵州~动力研究所I回 220kV 线路工频电场单回三角段空间分布图（12m 线高）

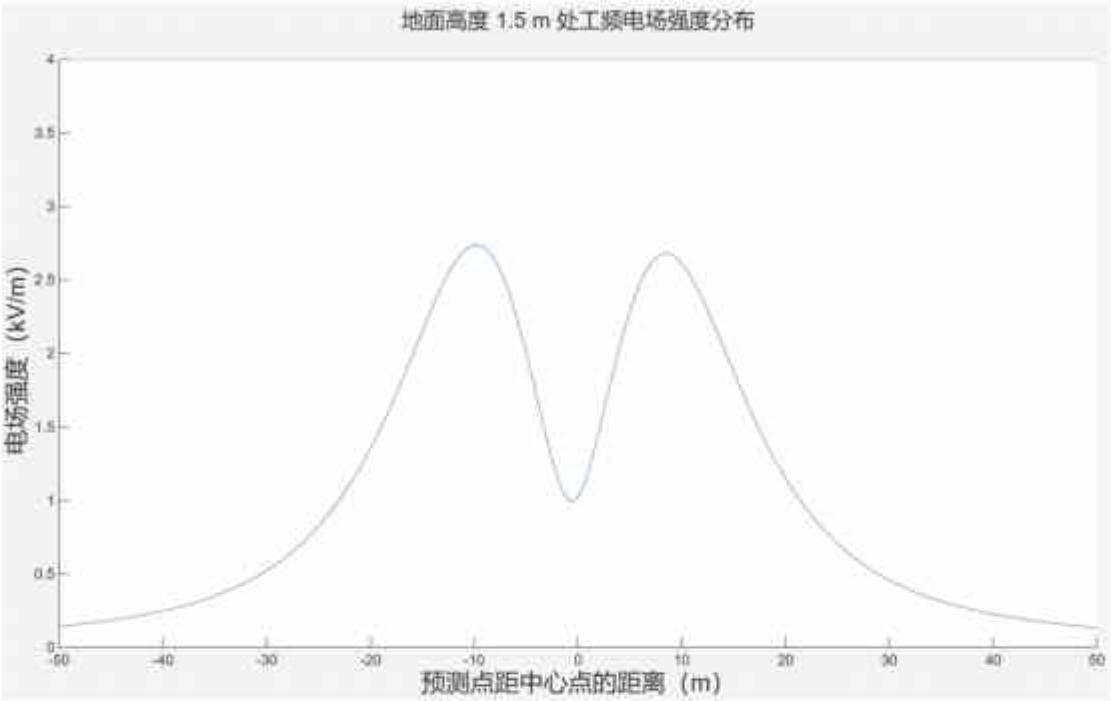


图 6-86 绵州–动力研究所I回 220kV 线路单回三角段地面 1.5m 处工频电场曲线（12m 线高）

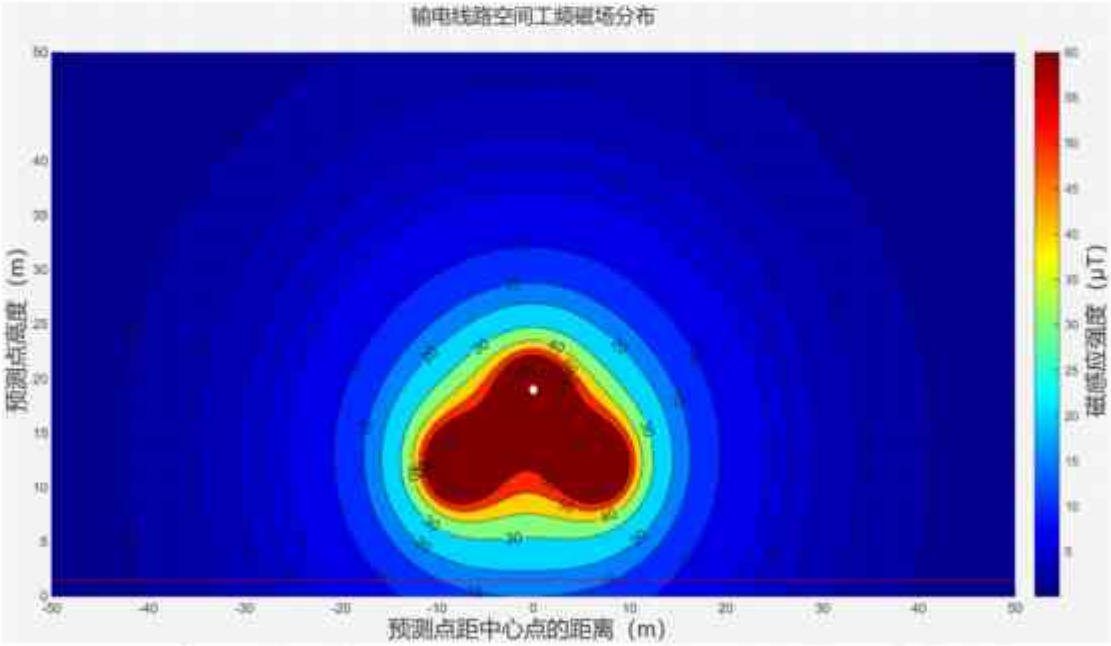


图 6-87 绵州–动力研究所I回 220kV 线路单回三角段工频磁感应强度空间分布图（12m 线高）

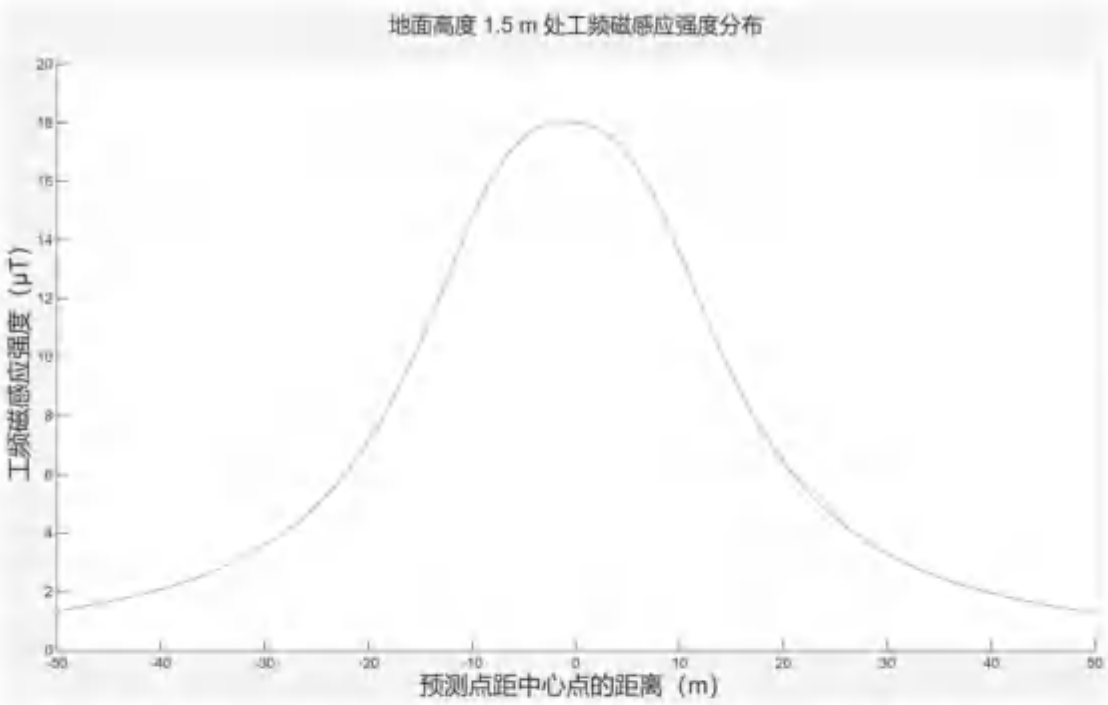


图 6-88 绵州~动力研究所I回 220kV 线路单回三角段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线（12m 线高）

①电场强度

本项目绵州~动力研究所I回 220kV 线路单回三角段采用 220-EB21D-JC4 塔，通过非居民区导线对地最低高度为 12m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 2.7382kV/m，出现在距线路中心线投影-10m 处（边导线外 1.8m）处，此后随着距中心线距离增加而呈减小趋势。满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求，也满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

②磁感应强度

本项目绵州~动力研究所I回 220kV 线路单回三角段采用 220-EB21D-JC4 塔，通过居民区导线对地最低高度为 12m 时，工频磁感应强度最大值为 18.0387μT，能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中工频磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

2）单回水平段

本工程绵州~动力研究所I回 220kV 线路单回水平段设计导线对地最低高度为 12m 时，工频电场空间分布图见图 6-89，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线

见图 6-90，工频磁感应强度空间分布图见图 6-91，工频磁感应强度分布曲线见图 6-92。

表 6-58　本段线路在公众曝露区电场强度预测结果

最不利塔型	220-EB21D-JC4	
预测类别	工频电场（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
距线路中心线距离（m）	线高12m	线高12m
-50	0.1728	1.6435
-40	0.3288	2.561
-35	0.4782	3.331
-30	0.7247	4.4902
-25	1.1412	6.314
-20	1.8172	9.2562
-15	2.6463	13.6907
-13	2.8575	15.7189
-12	**2.8957（最大值）**	16.7036
-11	2.8782	17.6302
-10	2.8033	18.4731
-5	2.0351	21.1152
-1	1.9527	21.7712
0	1.9608	**21.7972（最大值）**
1	1.9527	21.7712
5	2.0351	21.1152
10	2.8033	18.4731
11	2.8782	17.6302
12	**2.8957（最大值）**	16.7036
13	2.8575	15.7189
15	2.6463	13.6907
20	1.8172	9.2562
25	1.1412	6.314
30	0.7247	4.4902
35	0.4782	3.331
40	0.3288	2.561
50	0.1728	1.6435

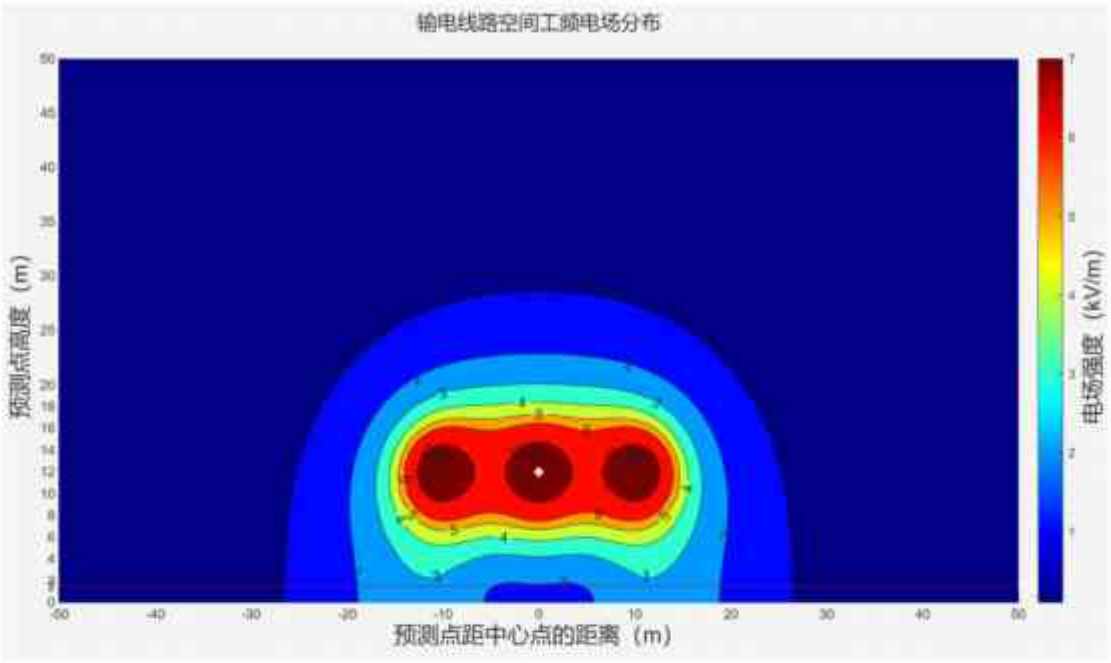


图 6-89 绵州~动力研究所I回 220kV 线路工频单回水平段电场空间分布图
（12m 线高）

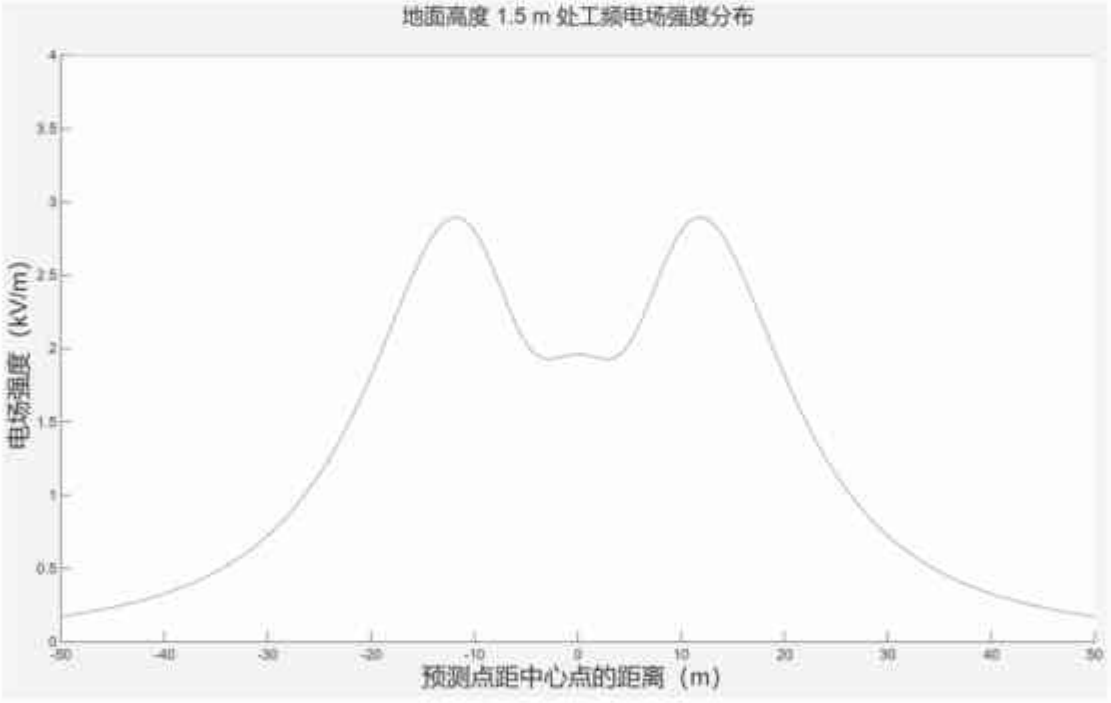


图 6-90 绵州~动力研究所I回 220kV 线路单回水平段地面 1.5m 处工频电场曲线
（12m 线高）

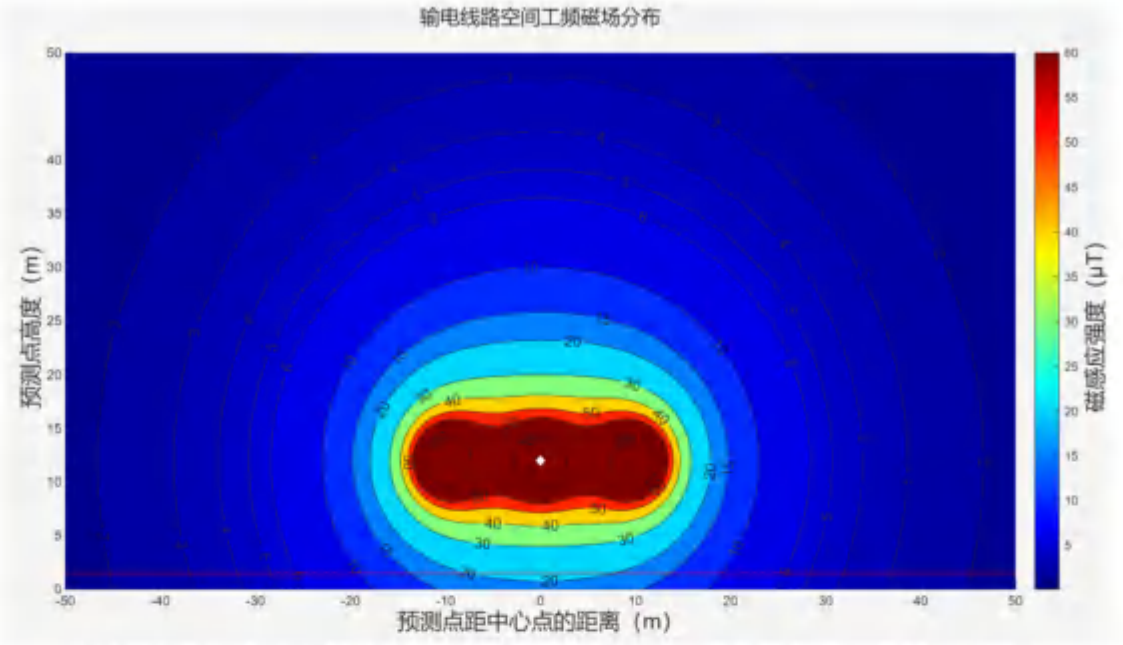


图 6-91 绵州~动力研究所I回 220kV 线路单回水平段工频磁感应强度空间分布图（12m 线高）

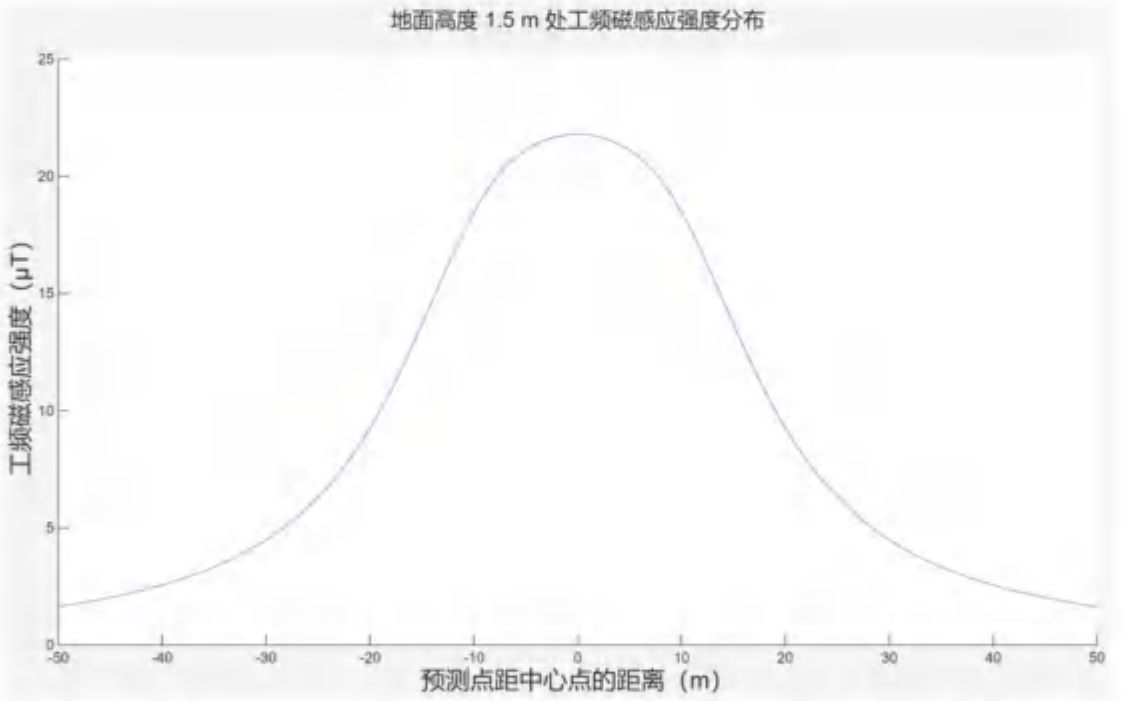


图 6-92 绵州~动力研究所I回 220kV 线路单回水平段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线（12m 线高）

①电场强度

本项目绵州~动力研究所I回 220kV 线路单回水平段采用 220-EB21D-JC4 塔，设计导线对地最低高度为 12m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 2.8957kV/m，出现在距线路中心线投影 12m 处（边导线外 1.7m）处，此后随着距中心线距离

增加而呈减小趋势。满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求，也满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）电场强度不大于公众曝露限值 4000V/m 的要求。

②磁感应强度

本项目绵州~动力研究所I回 220kV 线路单回水平段采用 220-EB21D-JC4 塔，通过居民区导线对地最低高度为 12m 时，工频磁感应强度最大值为 21.7972μT，能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中工频磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

6.1.2.4.6 新建线路并行段

1）川北特~绵州 500kV 线路（线路I）

本项目新建川北特~绵州 500kV 线路（线路I），新建线路为两个单回，其两回线路中心最近距离为 54m，并行长度约 0.5km。根据表 6-15 的参数进行试算，考虑最不利情况即两回线路均采用单回水平排列时，在导线对地最低高度为 11m 时，工频电场空间分布图见图 6-93，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线见图 6-94，工频磁感应强度空间分布图见图 6-95，工频磁感应强度分布曲线见图 6-96。

表 6-59 本段线路在公众曝露区电场强度预测结果

最不利塔型	DJC			
预测类别	工频电场（kV/m）		工频磁感应强度（μT）	
距线路中心（m）	线高 11m	线高 12m	线高 11m	线高 12m
-100	0.2715	0.2892	4.7028	4.6849
-90	0.4186	0.4445	6.1811	6.1477
-80	0.7025	0.7412	8.5593	8.4887
-70	1.3307	1.3865	12.807	12.626
-60	2.9967	3.0278	21.638	21.0157
-50	7.794	7.267	42.9988	39.9408
-45	10.7187	9.4861	59.3886	53.3474
-44	**10.9183**（最大值）	**9.6058**（最大值）	62.1934	55.6291
-43	10.8954	9.5564	64.5503	57.5869
-40	9.5308	8.4412	68.4588	61.1949

最不利塔型	DJC			
预测类别	工频电场（kV/m）		工频磁感应强度（μT）	
距线路中心（m）	线高 11m	线高 12m	线高 11m	线高 12m
-35	6.5045	6.001	68.5556	62.0658
-30	8.5044	7.3567	69.2368	62.297
-29	9.0012	7.7115	69.4545	**62.3397**（最大值）
-28	9.3247	7.9397	**69.556**（最大值）	62.3056
-27	9.4252	8.0048	69.4866	62.1652
-25	8.916	7.6147	68.7703	61.5258
-24	8.367	7.202	68.1758	61.0502
-23	7.7084	6.7073	67.4983	60.5073
-22	7.0309	6.1997	66.801	59.9294
-21	6.4404	5.7607	66.1366	59.3431
-20	6.0471	5.4744	65.538	58.7641
-19	5.9412	5.4073	65.0143	58.1936
-18	6.1538	5.5811	64.549	57.6171
-17	6.6407	5.9624	64.101	57.0051
-16	7.3075	6.4804	63.6073	56.3158
-15	8.0464	7.0523	62.9876	55.4995
-10	9.8694	8.4824	55.5693	48.2483
-5	6.8508	6.1477	43.6688	38.2801
0	4.2883	4.0529	38.4361	33.8728
5	6.8508	6.1477	43.6688	38.2801
10	9.8694	8.4824	55.5693	48.2483
15	8.0464	7.0523	62.9876	55.4995
16	7.3075	6.4804	63.6073	56.3158
17	6.6407	5.9624	64.101	57.0051
18	6.1538	5.5811	64.549	57.6171
19	5.9412	5.4073	65.0143	58.1936
20	6.0471	5.4744	65.538	58.7641
21	6.4404	5.7607	66.1366	59.3431
22	7.0309	6.1997	66.801	59.9294
23	7.7084	6.7073	67.4983	60.5073
24	8.367	7.202	68.1758	61.0502
25	8.916	7.6147	68.7703	61.5258
27	9.4252	8.0048	69.4866	62.1652
28	9.3247	7.9397	**69.556**（最大值）	62.3056

最不利塔型	DJC			
预测类别	工频电场（kV/m）		工频磁感应强度（μT）	
距线路中心（m）	线高 11m	线高 12m	线高 11m	线高 12m
29	9.0012	7.7115	69.4545	**62.3397**（最大值）
30	8.5044	7.3567	69.2368	62.297
35	6.5045	6.001	68.5556	62.0658
40	9.5308	8.4412	68.4588	61.1949
43	10.8954	9.5564	64.5503	57.5869
44	**10.9183**（最大值）	**9.6058**（最大值）	62.1934	55.6291
45	10.7187	9.4861	59.3886	53.3474
50	7.794	7.267	42.9988	39.9408
60	2.9967	3.0278	21.638	21.0157
70	1.3307	1.3865	12.807	12.626
80	0.7025	0.7412	8.5593	8.4887
90	0.4186	0.4445	6.1811	6.1477
100	0.2715	0.2892	4.7028	4.6849

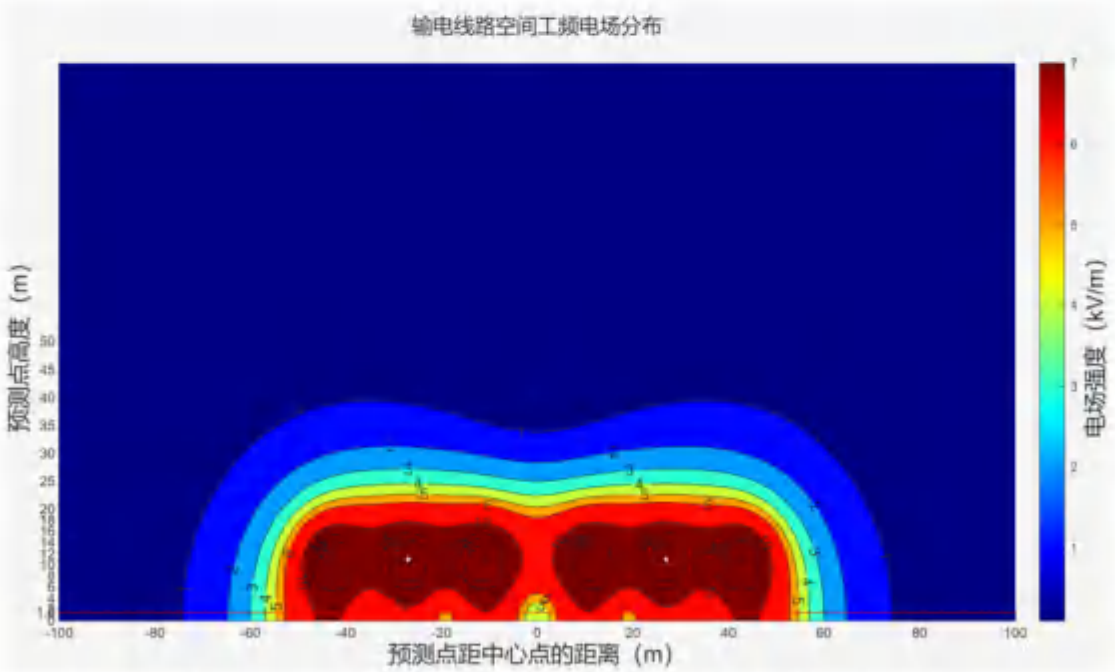


图 6-93　川北特~绵州 500kV 线路并行段工频电场空间分布图
（11m 线高）

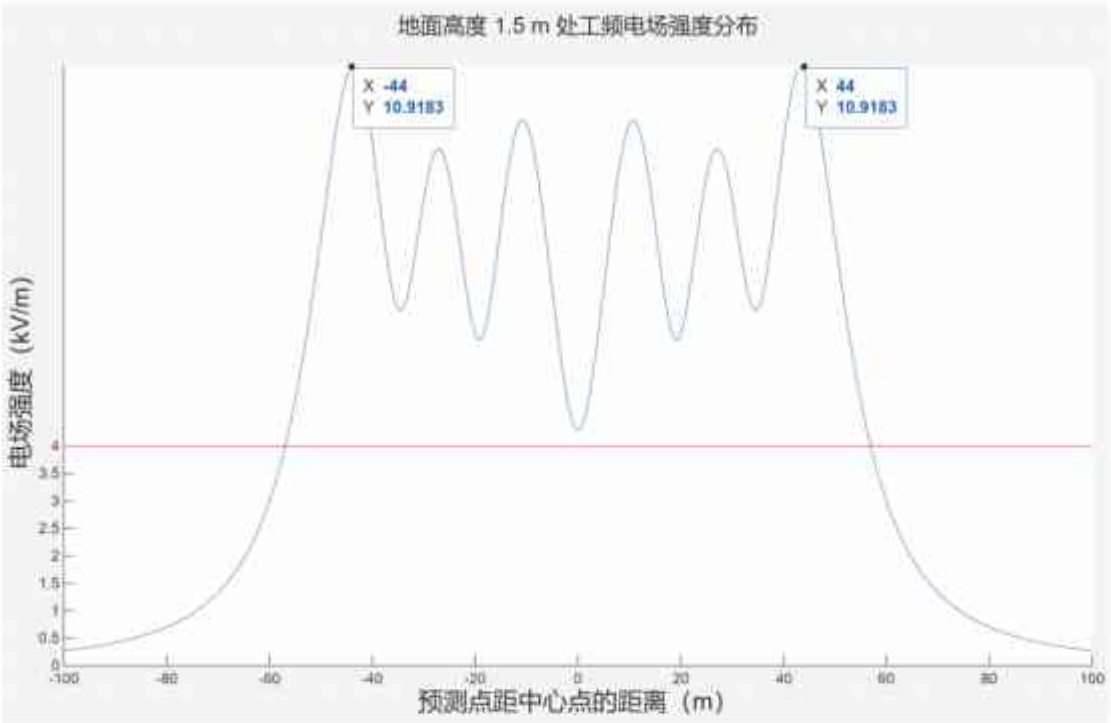


图 6-94 川北特~绵州 500kV 线路并行段地面 1.5m 处工频电场曲线
（11m 线高）

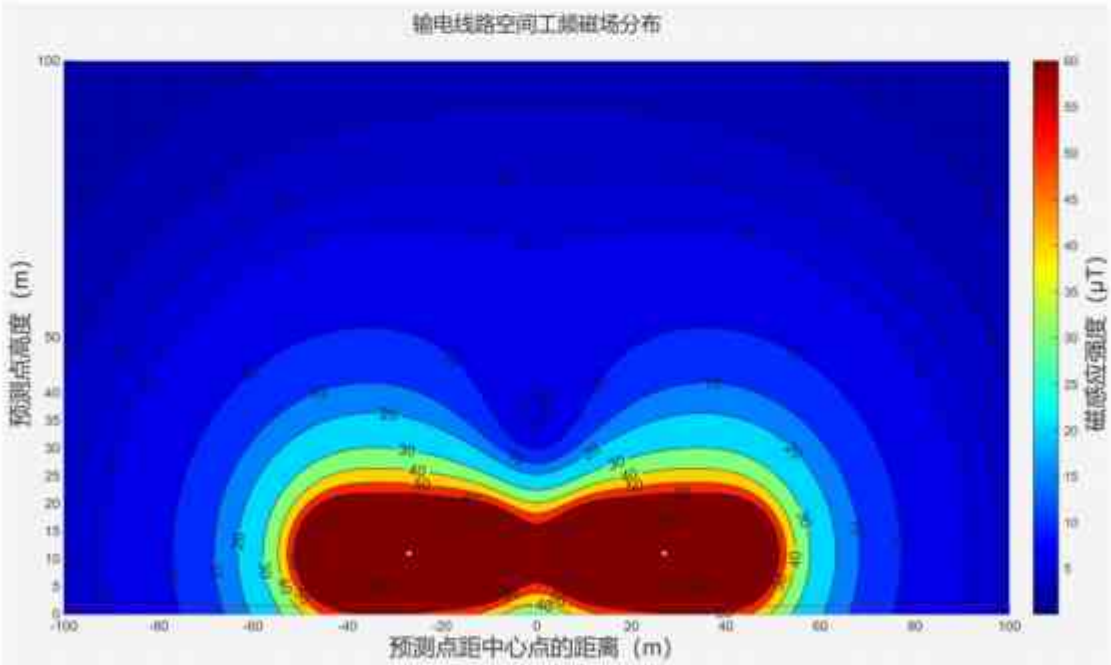


图 6-95 川北特~绵州 500kV 线路并行段工频磁感应强度空间分布图
（11m 线高）

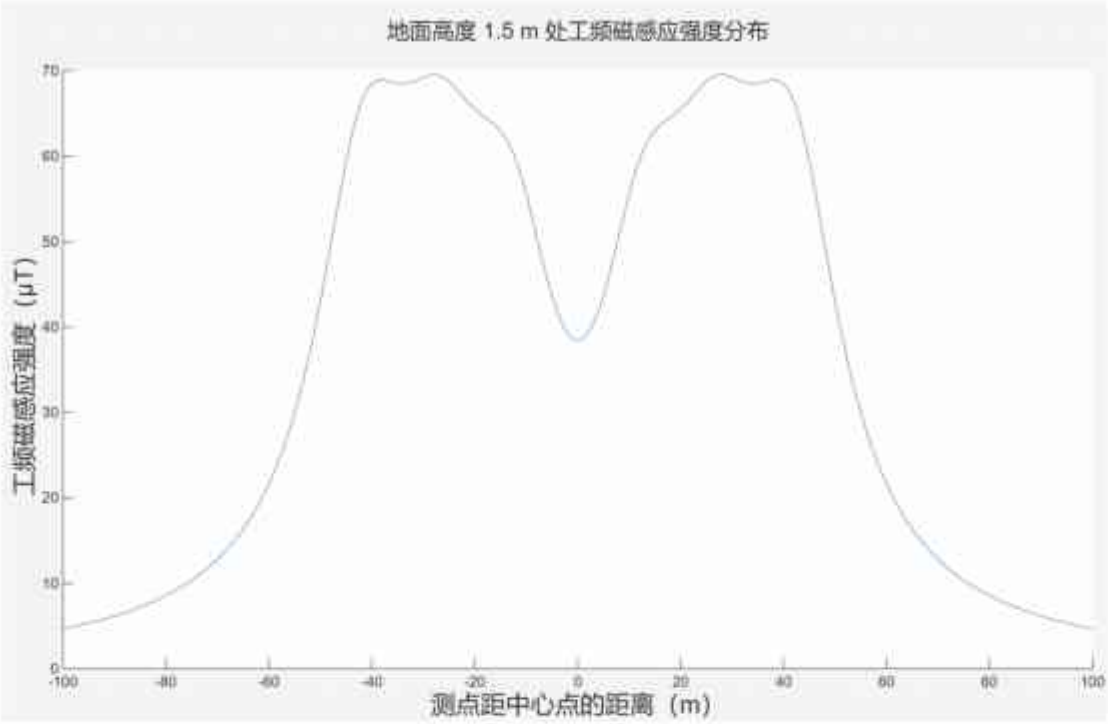


图 6-96　川北特~绵州 500kV 线路并行段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线（11m 线高）

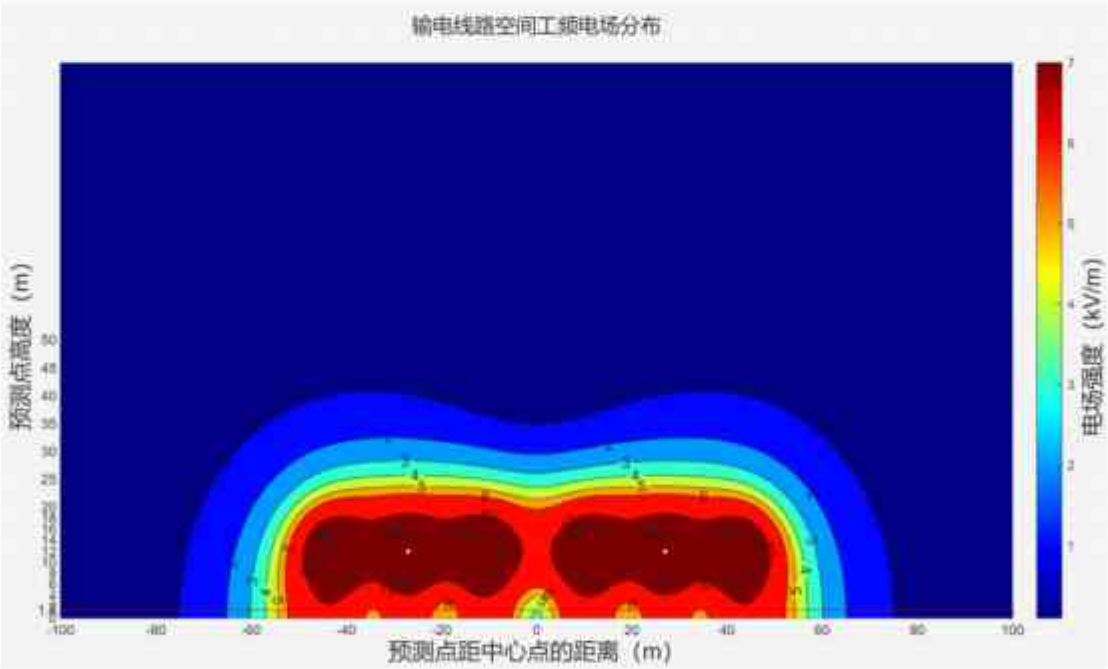


图 6-97　川北特~绵州 500kV 线路并行段工频电场空间分布图（12m 线高）

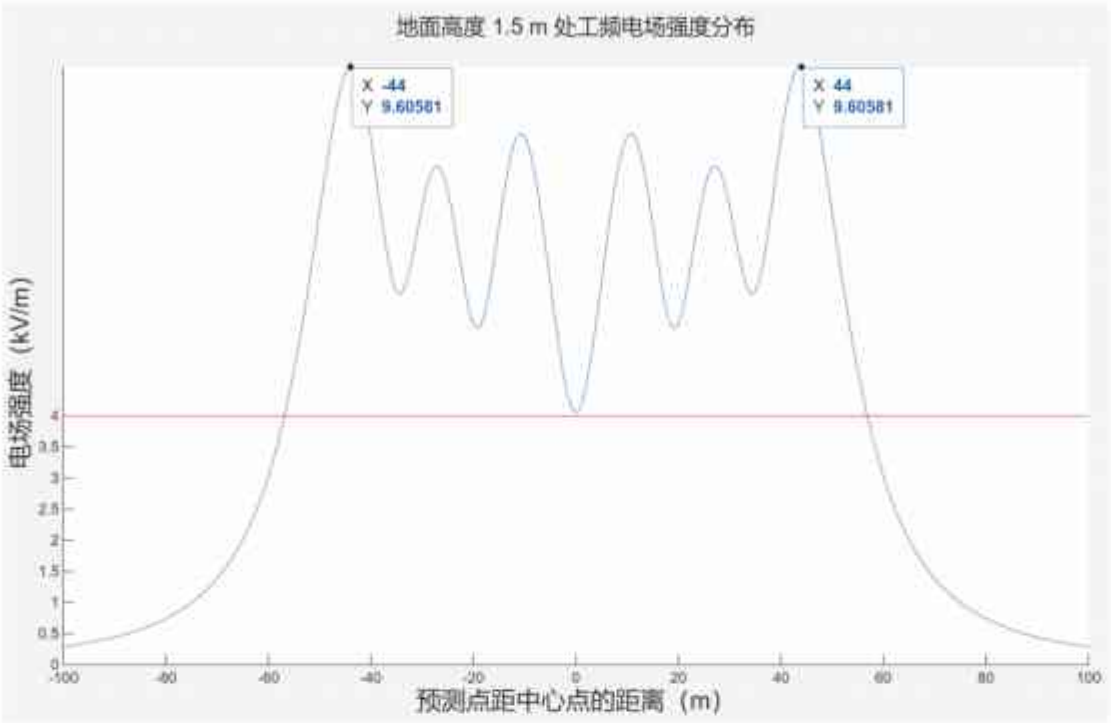


图 6-98 川北特~绵州 500kV 线路并行段地面 1.5m 处工频电场曲线
（12m 线高）

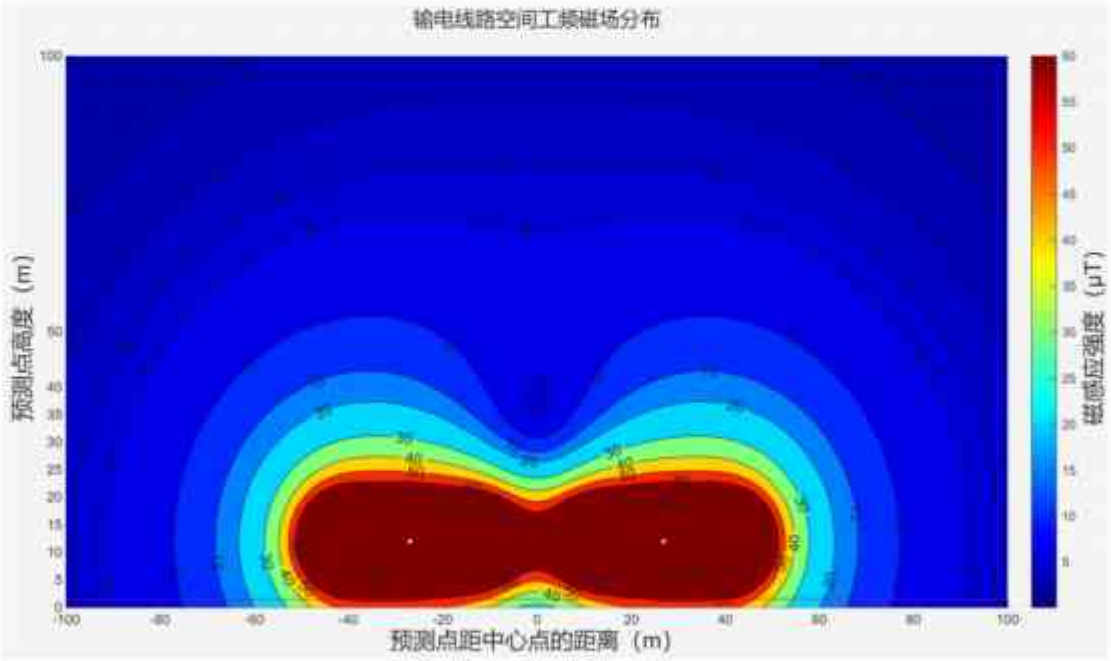


图 6-99 川北特~绵州 500kV 线路并行段工频磁感应强度空间分布图
（12m 线高）

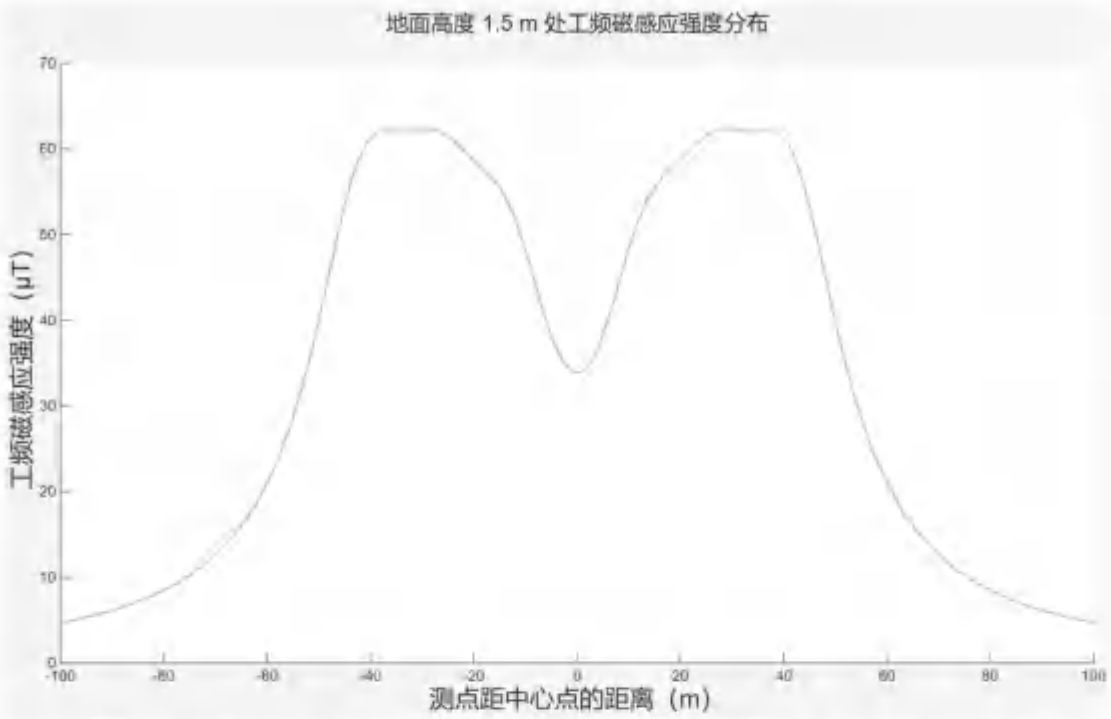


图 6-100　川北特~绵州 500kV 线路并行段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线（12m 线高）

①电场强度

本项目并行段线路，导线对地最低高度为 11m 时，离地 1.5m 处电场强度最大值为 10.9183kV/m，不满足耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求。

根据试算，并考虑最优方案，仅对并行段线路导线抬高 1m 后，即导线对地高度 12m，离地 1.5m 处电场强度最大值为 9.6058kV/m，满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足 10kV/m 控制限值要求。

②磁感应强度

本项目并行段在线高均为 11m 的预测条件下，最大值为 69.556μT，本项目并行段在线高均为 12m 的预测条件下，最大值为 62.3397μT，均能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中工频磁感应强度不大于公众曝露控制限值 100μT 的要求。

2）改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路Ⅲ）与新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路IV）

本项目改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路Ⅲ）与新建川北特~钟鼓楼

500kV 线路（线路Ⅳ）双回段，其线路中心最近距离为 55m，并行长度约 1.3km。根据表 6-15 的参数进行试算，在导线对地最低高度为 11m 时，工频电场空间分布图见图 6-101，地面 1.5m 高处工频电场分布曲线见图 6-102，工频磁感应强度空间分布图见图 6-103，工频磁感应强度分布曲线见图 6-104。

表 6-60　本段线路在公众曝露区电场强度预测结果

最不利塔型	500-MC21S-ZC4/SZC27054	
预测类别	工频电场（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
距线路中心（m）	线高 11m	
-100	0.1752	1.455
-90	0.2071	2.1036
-80	0.2416	3.2059
-70	0.3131	5.2275
-60	0.7137	9.3059
-50	2.767	18.5099
-45	5.5407	26.972
-40	8.8944	37.4489
-39	9.2579	39.2559
-38	9.4041	40.7809
-37	9.3061	41.9673
-35	8.3963	43.2811
-34	7.6527	43.4812
-33	6.7877	43.4693
-30	4.1211	42.9391
-25	4.6888	43.2151
-24	5.5834	43.5103
-23	6.5081	43.8087
-22	7.3941	44.0462
-21	8.1791	44.1483
-20	8.8049	44.0399
-15	8.5248	39.1905
-10	4.9464	31.2094
-5	2.261	26.1342
0	1.2431	24.9363
5	2.2725	27.5405
10	4.9699	34.3147
15	8.5641	44.3228
20	8.8456	50.5764
21	8.217	50.7943

最不利塔型	500-MC21S-ZC4/SZC27054	
预测类别	工频电场（kV/m）	工频磁感应强度（μT）
距线路中心（m）	线高 11m	
22	7.4286	50.7533
23	6.5388	50.5408
24	5.6102	50.2439
25	4.712	49.9382
30	4.1427	49.6622
32	5.8922	50.0854
33	6.8203	**50.2323（最大值）**
34	7.689	50.2247
35	8.4358	49.9696
37	9.3493	48.4001
38	**9.4476（最大值）**	47.0036
39	9.3006	45.2172
40	8.9353	43.1071
45	5.5661	30.9317
50	2.7797	21.1372
60	0.7169	10.5296
70	0.3142	5.8616
80	0.2423	3.5649
90	0.2076	2.3214
100	0.1757	1.5949

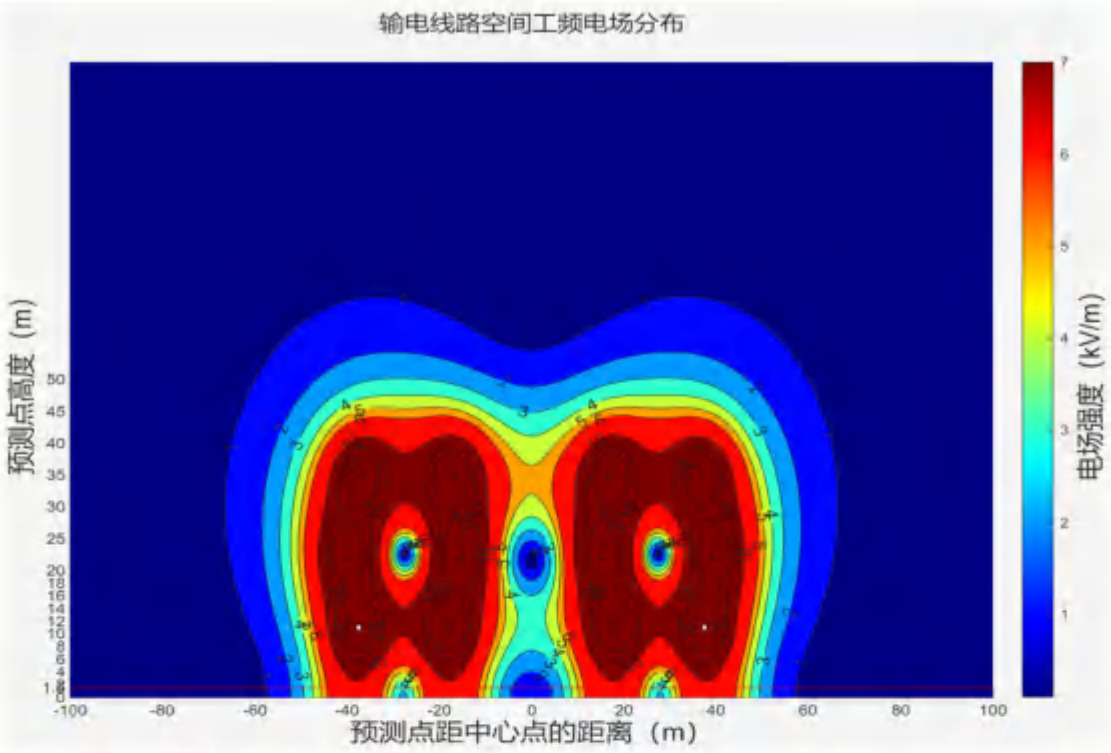


图 6-101　改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路Ⅲ）与新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路Ⅳ）双回段并行段工频电场空间分布图
（11m 线高）

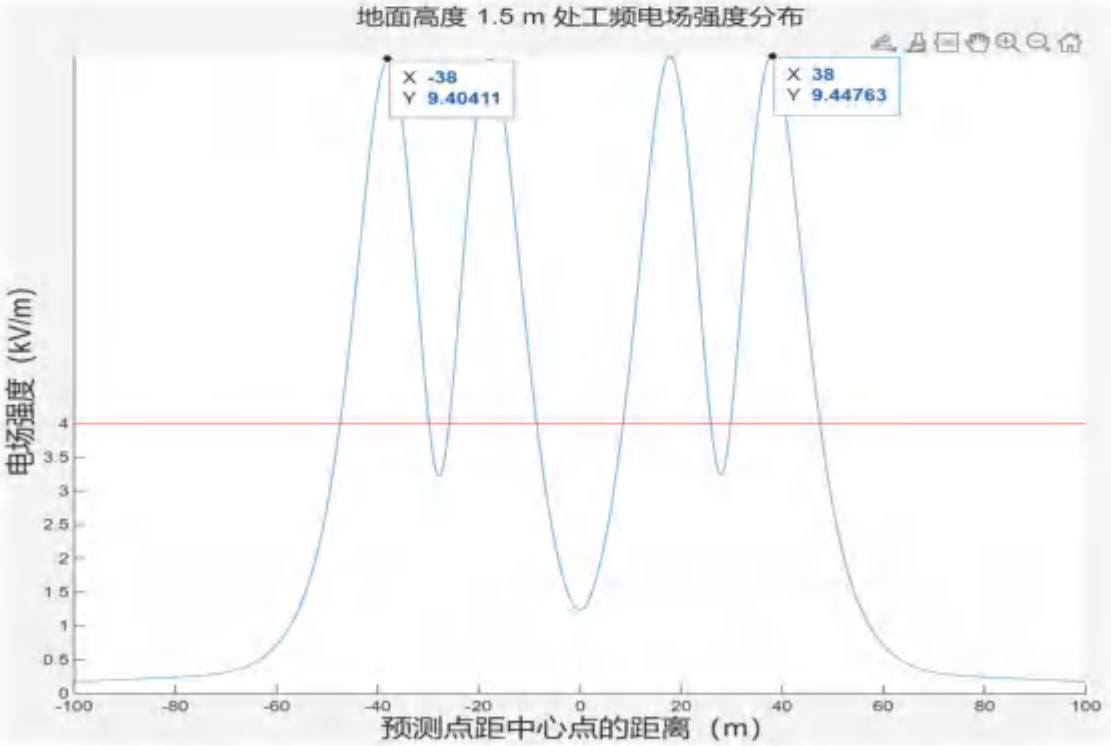


图 6-102 改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路Ⅲ）与新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路Ⅳ）双回段并行段地面 1.5m 处工频电场曲线
（11m 线高）

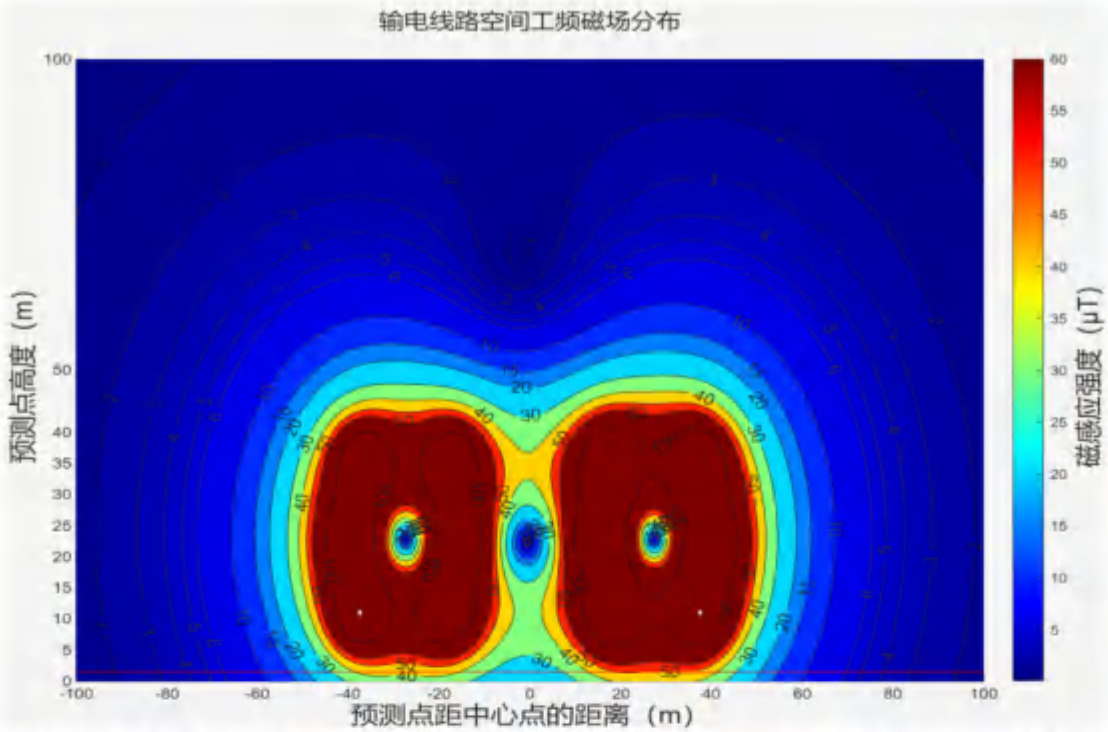


图 6-103　改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路Ⅲ）与新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路Ⅳ）双回段并行段工频磁感应强度空间分布图
（11m 线高）

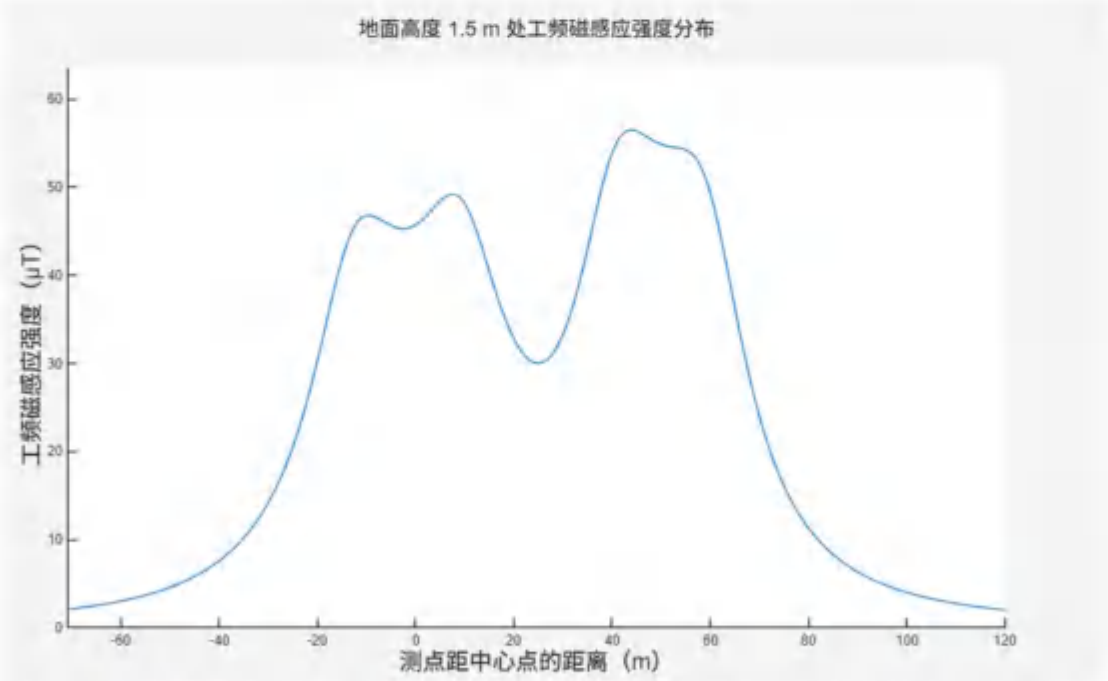


图 6-104　改接富乐~绵州双回 500kV 线路（线路Ⅲ）与新建川北特~钟鼓楼 500kV 线路（线路Ⅳ）双回段并行段地面 1.5m 处工频磁感应强度曲线
（11m 线高）

①电场强度

本项目改接富乐~绵州双回500kV线路（线路III）与新建川北特~钟鼓楼500kV线路（线路IV）双回段并行走线，导线对地最低高度为11m时，离地1.5m处电场强度最大值为9.4476kV/m，满足耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足10kV/m控制限值要求。

②磁感应强度

本项目改接富乐~绵州双回500kV线路（线路III）与新建川北特~钟鼓楼500kV线路（线路IV）并行走线，在线高均为11m的预测条件下，最大值为50.2323μT，能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中工频磁感应强度不大于公众曝露控制限值100μT的要求。

6.1.3 项目与其他330kV以上线路交叉跨域情况分析

本次在交叉跨越处布设了监测点位。由于电磁环境为向量值，当电磁环境贡献值方向相同时，预测值最大，故按照最保守的方式进行预测。针对交叉跨越处电磁环境采用现状监测值和满足交叉跨越设计最低线高的最不利塔型的最大预测值叠加的方式进行。线高按照平断面定位图确定线高。

交叉跨越处电磁环境的预测值见表6-61。

表6-61 交叉跨越处电磁环境的预测结果

交叉跨越处	工频电场（V/m）			工频磁感应强度（μT）		
	监测值	贡献值	预测值	监测值	贡献值	预测值
川北特~钟鼓楼500kV线路工程双回段跨越500kV长谭一线（本项目线高约69m）	115.5	273.1	388.6	0.8793	1.3361	2.2154
川北特~钟鼓楼500kV线路工程双回段跨越500kV长谭二线（本项目线高约59m）	680.2	367.7	1047.9	0.6310	1.9737	2.6047
川北特~钟鼓楼500kV线路工程双回段跨越500kV善鼓一二线（本项目线高约89m）	1333	174.4	1507.4	0.3666	0.6994	1.066

根据预测结果，本项目与既有330kV以上线路交叉跨越处，工频电场均能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中耕地、园地、牧草地、畜禽养殖地、养殖水面、道路等区域产生工频电场满足10kV/m控制限值要求。工

频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值 100μT 的要求。

6.1.4 电磁环境敏感目标预测与评价

根据现场踏勘，线路评价范围内分布有 39 处电磁环境敏感目标，根据电磁环境敏感目标模式预测与类比监测结果，项目线路运行后，项目工频电磁环境在一定距离后随距离增加而降低。故本项目预测选取环境敏感目标距离线路最近处进行预测。预测采用现状监测值叠加模式预测值进行计算，考虑敏感目标区域最不利房型进行计算。部分敏感目标不具备多层监测条件的，其高层预测值采用现状监测值叠加预测值的型式进行预测，预测结果见表 6-62。

表 6-62　电磁环境敏感目标预测结果

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	工频电场（V/m）			预测值	工频磁感应强度（μT）			预测值
						监测值	贡献值			监测值	贡献值		
川北特~绵州 500kV 线路工程（线路I）													
1	2#	涪城区*********等居民房	1.5m	42m/线路I单回水平排列段	14	3.856	527.7		531.556	0.0092	5.6234		5.6326
2	3#	涪城区*********等居民房	1.5m	6m/线路I单回水平排列段	21	1.236	3853.0		3854.236	0.0143	22.0047		22.019
3	4#	涪城区*********居民房 1	1.5m	6m/线路 I 单回水平排列段	22	2.233	3592.9		3595.133	0.0036	20.7521		20.7557
			4.5m			2.233	3779.8		3782.033	0.0036	24.8722		24.8758
4-1	5#	涪城区*********等居民房	1.5m	11m/线路 I 单回水平排列段 18m/线路V单回水平排列段	线路 I 单回水平排列段：22 线路V单回水平排列段：25	2.534	线路 I	线路V	3807.134	0.0659	线路 I	线路V	20.3075
							3165.5	639.1			17.097	3.1446	
4-2		涪城区*********等居民房	1.5m	6m/线路 I 单回水平排列段 9m/线路V单回水平排列段	线路 I 单回水平排列段：25 线路V单回水平排列段：25	2.534	线路 I	线路V	3750.334	0.0659	线路 I	线路V	20.4382
							2938	809.8			15.9291	4.4432	
			4.5m			2.534	线路 I	线路V	3925.734	0.0659	线路 I	线路V	23.8644
							3075	848.2			18.5307	5.2678	
改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程（线路II）													
5	8#	罗江区******住宅	1.5m	8m/线路II	20	1.331	2577.7		2579.03	0.0571	7.4396		7.4967

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	工频电场（V/m）			工频磁感应强度（μT）		
						监测值	贡献值	预测值	监测值	贡献值	预测值
								1			
			4.5m			1.331	2727.0	2728.331	0.0571	9.286	9.3431
富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程（线路III）											
6	11#	涪城区*********等居民房	1.5m	30m/线路III	14	0.990	290.7	291.69	0.0018	4.7862	4.788
			4.5m			0.990	318.7	319.69	0.0018	5.2132	5.215
			7.5m			0.990	396.0	396.99	0.0018	5.8393	5.8411
7-1	12#	涪城区*********等居民房	1.5m	17m/线路III 5m/线路V单回水平排列段	线路III：14 线路V单回水平排列段：15	0.124	线路III：1327.1 线路V：1763.1	3090.324	0.0097	线路III：10.2894 线路V：9.5991	19.8982
			4.5m			0.124	线路III：1389.3 线路V：1942.9	3332.324	0.0097	线路III：11.9536 线路V：12.4589	24.4222
			7.5m			0.124	线路III：1581.0 线路V：2340.6	3921.724	0.0097	线路III：14.6906 线路V：16.7434	31.4437
7-2		涪城区*********等居民房	1.5m	6m/线路III	17	0.124	3632.1	3632.224	0.0097	16.2228	16.2325
			4.5m			0.124	3915.4	3915.524	0.0097	20.984	20.9937
8-1	13#	涪城区*********等居民房	1.5m	8m/线路III	14	2.302	3748.6	3750.902	0.0092	18.5044	18.5136

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	工频电场（V/m）				工频磁感应强度（μT）			
						监测值	贡献值		预测值	监测值	贡献值		预测值
8-2	14#	涪城区*********等居民房	1.5m	12m/线路III 29m/线路IV双回段	线路III 14 线路IV双回段 14	2.302	线路III 2411.7	线路IV 324.4	2738.402	0.0092	线路III 14.2412	线路IV 5.7753	20.0257
			4.5m			2.302	线路III 2530.2	线路IV 354.1	2886.602	0.0092	线路III 17.3139	线路IV 6.3117	23.6348
8-3		涪城区*********等居民房	1.5m	46m/线路III 7m/线路IV双回段	线路III 14 线路IV双回段 16	2.302	线路III 126.3	线路IV 3648.4	3777.002	0.0092	线路III 2.2005	线路IV 19.0896	21.2993
9-1		涪城区*********等居民房	1.5m	6m/线路III	20	0.189	2904.4		2904.589	0.0101	12.7904		12.8005
			4.5m			0.189	3104.2		3104.389	0.0101	16.2228		16.2329
			7.5m			0.189	3851.7		3851.889	0.0101	24.0582		24.0683
9-2		涪城区*********居民房 1	1.5m	8m/线路III 12m/线路IV双回段	线路III 24 线路IV双回段 24	0.189	线路III 2026.6	线路IV 1672.7	3699.489	0.0101	线路III 8.8955	线路IV 9.2187	18.1243
			4.5m			0.189	线路III 2130.2	线路IV 1735.9	3866.289	0.0101	线路III 10.9149	线路IV 11.0774	22.0024

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	工频电场（V/m）			工频磁感应强度（μT）		
						监测值	贡献值	预测值	监测值	贡献值	预测值
10	16#	涪城区*********	1.5m	25m/线路IV双回段	14	2.794	510.6	513.394	0.0063	7.231	7.2373
11	17#	涪城区*********等居民房	1.5m	7m/线路IV双回段	15	2.697	3897.9	3900.597	0.0802	20.7225	20.8027
12	18#	涪城区*********等居民房	1.5m	8m/线路IV双回段	14	1.207	3764.8	3766.007	0.0180	21.1479	21.1659
13	19#	涪城区*********等居民房	1.5m	6m/线路IV双回段	17	0.286	3647.9	3648.186	0.0060	18.5404	18.5464
			4.5m			0.286	3932.4	3932.686	0.0060	23.9817	23.9877
14-1	20#	涪城区*********等居民房	1.5m	12m/线路IV双回段	14	2.210	2422.0	2424.21	0.0150	16.2756	16.2906
14-2		涪城区*********等居民房	1.5m	7m/线路IV单回段	21	2.210	3777.7	3779.91	0.0150	21.1742	21.1892
			4.5m			2.210	3960.8	3963.01	0.0150	25.3352	25.3502
14-3		涪城区*********等居民房	1.5m	6m/线路IV双回段	20	2.210	2917.0	2919.21	0.0150	14.6176	14.6326
			4.5m			2.210	3117.7	3119.91	0.0150	18.5404	18.5554
			7.5m			2.210	3868.3	3870.51	0.0150	27.4951	27.5101
15-1	21#	涪城区*********居民房	1.5m	14m/线路IV双回段	14	6.750	1912.7	1919.45	0.0299	14.2728	14.3027
			4.5m			6.750	2000.4	2007.15	0.0299	17.0025	17.0324
			7.5m			6.750	2275.4	2282.15	0.0299	21.7158	21.7457
15-2		涪城区*********等居民房	1.5m	17m/线路IV单回段	14	6.750	2942.1	2948.85	0.0299	17.6792	17.7091
			4.5m			6.750	2927	2933.75	0.0299	19.4305	19.4604

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	工频电场（V/m）			工频磁感应强度（μT）		
						监测值	贡献值	预测值	监测值	贡献值	预测值
15-3		涪城区*********等居民房	1.5m	7m/线路IV双回段	16	6.750	3648.4	3655.15	0.0299	19.0896	19.1195
			4.5m			6.750	3914.9	3921.65	0.0299	24.5575	24.5874
16	22#	涪城区*********等居民房	1.5m	11m/线路IV双回段	14	1.504	2717.8	2719.304	0.1255	17.3844	17.5099
			4.5m			1.504	2859.7	2861.204	0.1255	21.3795	21.505
17	23#	罗江区*********等居民房	1.5m	10m/线路IV双回段	14	71.49	3041.3	3112.79	0.4876	18.5667	19.0543
			4.5m			71.49	3213.3	3284.79	0.4876	23.1194	23.607
18-1	24#	罗江区*********等居民房	1.5m	14m/线路IV双回段	14	5.318	1912.7	1918.018	0.0232	14.2728	14.296
			4.5m			5.318	2000.4	2005.718	0.0232	17.0025	17.0257
			7.5m			5.318	2275.4	2280.718	0.0232	21.7158	21.739
18-2		罗江区*********等居民房	1.5m	10m/线路IV双回段	14	5.318	3041.3	3046.618	0.0232	18.5667	18.5899
			4.5m			5.318	3213.3	3218.618	0.0232	23.1194	23.1426
19	25#	罗江区*********等居民房	1.5m	14m/线路IV双回段	14	4.223	1912.7	1916.923	0.0062	14.2728	14.279
			4.5m			4.223	2000.4	2004.62	0.0062	17.0025	17.0087

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	工频电场（V/m）			工频磁感应强度（μT）		
						监测值	贡献值	预测值	监测值	贡献值	预测值
								3			
			7.5m			4.223	2275.4	2279.623	0.0062	21.7158	21.722
20	26#	罗江区*********等居民房	1.5m	6m/线路IV双回段	17	0.835	3647.9	3648.735	0.0153	18.5404	18.5557
			4.5m			0.835	3932.4	3933.235	0.0153	23.9817	23.997
21	27#	中江县*********等居民房	1.5m	8m/线路IV双回段	15	8.910	3563.6	3572.51	0.0546	19.524	19.5786
			4.5m			8.910	3804.4	3813.31	0.0546	24.9104	24.965
22	28#	中江县*********居民房	1.5m	11m/线路IV双回段	14	0.183	2717.8	2717.983	0.0040	17.3844	17.3884
			4.5m			0.183	2859.7	2859.883	0.0040	21.3795	21.3835
			7.5m			0.183	3310.6	3310.783	0.0040	28.7814	28.7854
23	29#	中江县*********等居民房	1.5m	8m/线路IV双回段	15	3.983	3563.6	3567.583	0.0112	19.524	19.5352
			4.5m			3.983	3804.4	3808.383	0.0112	24.9104	24.9216
24	30#	中江县*********等居民房	1.5m	11m/线路IV双回段	14	5.479	2717.8	2723.279	0.0413	17.3844	17.4257

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	工频电场（V/m）			工频磁感应强度（μT）		
						监测值	贡献值	预测值	监测值	贡献值	预测值
25	31#	中江县*********等居民房	1.5m	27m/线路IV双回段	14	0.181	405.3	405.481	0.0127	6.4525	6.4652
26	32#	中江县*********等居民房	1.5m	29m/线路IV双回段	14	0.939	324.4	325.339	0.0071	5.7753	5.7824
27	33#	中江县*********等居民房	1.5m	7m/线路IV双回段	15	3.273	3897.9	3901.173	0.0102	20.7225	20.7327
28	34#	中江县*********等居民房	1.5m	10m/线路IV双回段	14	4.560	3041.3	3045.86	0.0137	18.5667	18.5804
			4.5m			4.560	3213.3	3217.86	0.0137	23.1194	23.1331
			7.5m			4.560	3764.4	3768.96	0.0137	31.8206	31.8343
29	35#	中江县*********等居民房	1.5m	12m/线路IV双回段	14	1.620	2422.0	2423.62	0.0080	16.2756	16.2836
			4.5m			1.620	2540.9	2542.52	0.0080	19.7873	19.7953
			7.5m			1.620	2916.5	2918.12	0.0080	26.1216	26.1296
30	36#	中江县*********等居民房	1.5m	23m/线路IV双回段	14	0.264	646.7	646.964	0.0078	8.1285	8.1363
			4.5m			0.264	687.2	687.464	0.0078	9.1063	9.1141
31	37#	中江县*********等居民房	1.5m	6m/线路IV双回段	17	3.332	3647.9	3651.232	0.0056	18.5404	18.546
			4.5m			3.332	3932.4	3935.732	0.0056	23.9817	23.9873
32	38#	中江县*********等居民房	1.5m	49m/线路IV双回段	14	5.214	123.0	128.214	0.0255	2.2114	2.2369
			4.5m			5.214	128.3	133.514	0.0255	2.3128	2.3383
			7.5m			5.214	144.1	149.314	0.0255	2.4504	2.4759
33	39#	中江县*********等居民房	1.5m	6m/线路IV双回段	16	0.104	3931.3	3931.40	0.0041	20.1544	20.1585

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	工频电场（V/m）			工频磁感应强度（μT）		
						监测值	贡献值	预测值	监测值	贡献值	预测值
								4			
34	40#	中江县*********等居民房	1.5m	6m/线路IV双回段	16	1.278	3931.3	3932.578	0.0118	20.1544	20.1662
35	41#	中江县*********等居民房	1.5m	10m/线路IV双回段	14	1.282	3041.3	3042.582	0.0064	18.5667	18.5731
36	42#	中江县*********等居民房	1.5m	8m/线路IV双回段	18	14.72	2978.7	2993.42	0.0466	15.5009	15.5475
			4.5m			14.72	3162.5	3177.22	0.0466	19.524	19.5706
			7.5m			14.72	3819	3833.72	0.0466	28.2387	28.2853
37	43#	中江县*********等居民房	1.5m	10m/线路IV双回段	14	237.2	3041.3	3278.5	0.2050	18.5667	18.7717
			4.5m			237.2	3213.3	3450.5	0.2050	23.1194	23.3244
绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路（线路V单回水平排列段）											
41	59#	涪城区*********等居民房	1.5m	7m/线路V单回水平排列段	12	0.103	2328.9	2329.003	0.0159	11.7509	11.7668
			4.5m			0.103	2501.5	2501.603	0.0159	15.1313	15.1472
42	60#	涪城区*********等居民房	1.5m	10m/线路V单回水平排列段	12	0.515	1817.2	1817.715	0.0033	9.2562	9.2595

注：电磁环境预测基于当前设计深度确定的设备、导线与敏感目标间距开展测算，后期施工图阶段平面布置、塔位、构架位置若发生调整，预测距离及对应预测结果可能产生变化。

根据预测结果，在按照表 6-25、表 6-35、表 6-46、表 6-56 要求设置导线对地最低高度后，敏感目标处的工频电场满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露区工频电场不高于 4000V/m 的限值要求。

工频磁感应强度在按照表 6-25、表 6-35、表 6-46、表 6-56 要求设置导线对地最低高度后，敏感目标处的工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频磁感应强度不高于 100μT 的限值要求。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 变电工程

本项目涉及的钟鼓楼 500kV 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。本次将现状监测值作为本项目的预测结果。

表 6-63 钟鼓楼 500kV 变电站噪声预测结果表　　单位：dB（A）

序号	预测点位		现状值		标准值	
			昼间	夜间	昼间	夜间
1	钟楼 500kV 变电站北侧站界外 1m（1）		45	40	60	50
2	钟楼 500kV 变电站北侧站界外 1m（2）		43	39		
3	钟楼 500kV 变电站西侧站界外 1m（1）		44	40		
4	钟楼 500kV 变电站西侧站界外 1m（2）		44	40		
5	钟楼 500kV 变电站南侧站界外 1m（1）		43	39		
6	钟楼 500kV 变电站南侧站界外 1m（2）		43	38		
7	钟楼 500kV 变电站东侧站界外 1m（1）		45	41		
8	钟楼 500kV 变电站东侧站界外 1m 处（2）		43	39		
9	中江县*********等居民房	1F	44	39		
		2F	44	40		
10	中江县*********等居民房		43	39		
11	中江县*********等居民房	1F	44	39		
		2F	44	40		

根据现状监测结果，钟鼓楼 500kV 变电站界处昼间噪声值在 43~45dB（A）之间，夜间噪声值在 38~40dB（A）之间，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类功能区标准要求。

本次仅在钟鼓楼 500kV 变电站北侧扩建出线间隔，声环境保护目标主要分布在变电站南侧，本项目扩建间隔产生的噪声影响较小，且距离声环境保护目标距离较远，贡献值几乎可以忽略。故声环境保护目标处噪声预测结果引用现

状监测结果是可行的。根据声环境保护目标的预测结果，均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准限值要求。

6.2.2 线路工程

6.2.2.1 评价方法

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）采用类比预测的方法进行分析及预测。输电线路运行噪声以导线电晕噪声为主，同时包含少量金具振动噪声，当高压导线表面电场强度超过空气起晕场强时，导线周边空气发生局部电离形成电晕放电，空气振动向外传播产生可闻噪声；降雨、大雾、高湿度气象条件下导线表面附着水滴、污秽物，引发电场畸变，电晕效应加剧，噪声源强明显高于干燥晴天工况，导线运行电压、子导线外径、分裂型式、回路架设方式、气象条件共同决定噪声源强水平。噪声遵循能量叠加规律，多条同源输电线路共存时并非分贝数值直接相加，受声源空间分布、地面声波吸收、传播路径差异影响，工程现场实测噪声增幅普遍低于理论值。工程全线选用大截面标准分裂导线，有效降低导线表面场强，从源头抑制电晕噪声产生。

6.2.2.2 500kV 线路双回段类比

本项目双回段线路类比分析对象选择 500kV 里雅一二线类比。类比参数见表 6-65。

表 6-64 本项目双回线路与类比线路参数比较一览表

项目	本项目线路			类比线路
项目名称	线路 II	线路III	线路IV双回段	500kV 里雅一二线
电压等级	500kV	500kV	500kV	500kV
排列方式	双回垂直逆相序排列	双回垂直逆相序排列	双回垂直逆相序排列	双回垂直逆相序排列
分裂类型/分裂间距	四分裂/500mm	四分裂/500mm	四分裂/500mm	四分裂/450mm
导线型号	4×JL3/G1A-400/35	4×JL3/G1A-630/45	4×JL3/G2A-720/50	LGJ-500/45 钢芯铝绞线
设计输送电流	1840A	2898A	3321A	519.9-589.0/457.7-684.4
导线对地最低高度	11m	11m	11m	18m

类比监测期间，线路的运行工况见表 6-65。

表 6-65　类比监测线路运行工况

名称	运行工况			
	电压（kV）	电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）
500kV 里雅一线	513.2~528.8	519.9~589.0	451.6~468.8	50.3~77.7
500kV 里雅二线	513.2~531.2	457.7~684.4	356.1~555.2	65.6~99.0

6.2.2.2.1 类比线路可行性分析

本项目双回段与 500kV 里雅一二线电压等级、排列方式、分裂型式和分裂间距、导线型号、设计输送电流相近，自然环境相似，线路高度相近，能够在一定程度上反映线路建成后实际的噪声影响情况。综上所述，本项目 500kV 双回线路与 500kV 里雅一二线类比是可行的。

6.2.2.2.2 类比监测结果与分析

类比线路监测结果见下表。

表 6-66　类比线路监测结果

测点编号	测点位置	测量结果（dB（A））	
		昼间	夜间
1	线路中心对地投影点 0m	46	40
2	距线路中心对地投影点 5m	46	40
3	距线路中心对地投影点 10m	45	39
4	距线路中心对地投影点 15m	45	39
5	距线路中心对地投影点 20m	44	39
6	距线路中心对地投影点 25m	44	39
7	距线路中心对地投影点 30m	45	39
8	距中相导线对地投影点 35m	44	38
9	距线路中心对地投影点 40m	44	38
10	距线路中心对地投影点 45m	44	38
11	距线路中心对地投影点 50m	44	38
12	距线路中心对地投影点 55m	44	38
13	距线路中心对地投影点 60m	44	38

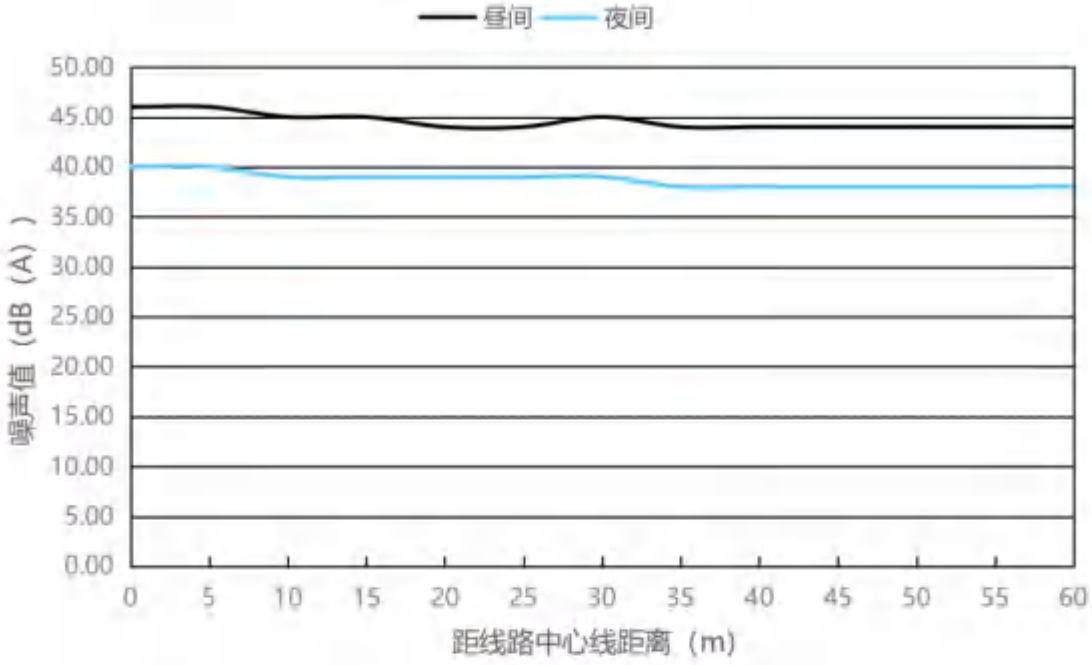


图 6-105 类比线路监测结果

根据监测数据，500kV 里雅一二线监测断面昼夜间噪声值无明显衰减变化趋势，即可认为输电线路噪声基本不对环境构成增量。昼间噪声最大值为 46dB（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）2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））要求。因此，根据 500kV 里雅一二线断面监测结果，项目线路运行期噪声能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

6.2.2.3 500kV 单回三角段类比

本项目新建单回三角排列段线路采用与 500kV 广蜀二线线路类比的方式进行。本项目与类比线路类比参数表见表 6-67。

表 6-67 本项目与类比线路类比参数表

项目	本项目线路	类比线路
项目名称	线路I	500kV 广蜀二线
电压等级	500kV	500kV
排列方式	单回三角排列	单回三角排列
分裂类型/分裂间距	四分裂/500mm	四分裂/500mm
设计输送电流	3312A	2898A
导线对地最低高度	11.5m	18m

类比线路工况见表 6-68。

表 6-68　监测期间线路运行工况

名称	运行工况			
	电压（kV）	电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）
500kV 广蜀二线	526.6~534.2	225.0~265.7	202.1~217.3	16.6~35.8

6.2.2.3.1 类比线路可行性分析

本项目单回三角段线路与 500kV 广蜀二线电压等级、排列方式、分裂型式和分裂间距、导线型号、设计输送电流相近，自然环境相似，由于本项目线路尚未完成施工图设计，项目导线对地高度按照设计规程的最低高度，根据本项目预测，线路通过居民区需抬高导线，抬高后导线与类比线路高度相近，与类比线路高度相近，能够在一定程度上反映线路建成后实际的噪声影响情况。综上所述，本项目 500kV 单回三角段线路与 500kV 广蜀二线类比是可行的。

6.2.2.3.2 类比监测结果与分析

类比线路监测结果见表 6-69。

表 6-69　类比线路声环境监测结果

序号	监测点位描述		测量数据 dB（A）	
			昼间	夜间
115#	500kV广蜀二线109号塔~108号塔间弧垂最低处断面监测（单回三角排列，线高18m，四分裂）	距线路中心对地投影点0m	42	39
		距线路中心对地投影点5m	43	39
		距线路中心对地投影点10m	42	40
		距线路中心对地投影点15m	42	39
		距线路中心对地投影点20m	42	40
		距线路中心对地投影点25m	42	39
		距线路中心对地投影点30m	41	41
		距线路中心对地投影点35m	42	39
		距线路中心对地投影点40m	43	39
		距线路中心对地投影点45m	42	39
		距线路中心对地投影点50m	42	40
		距线路中心对地投影点55m	42	39
		距线路中心对地投影点60m	43	40

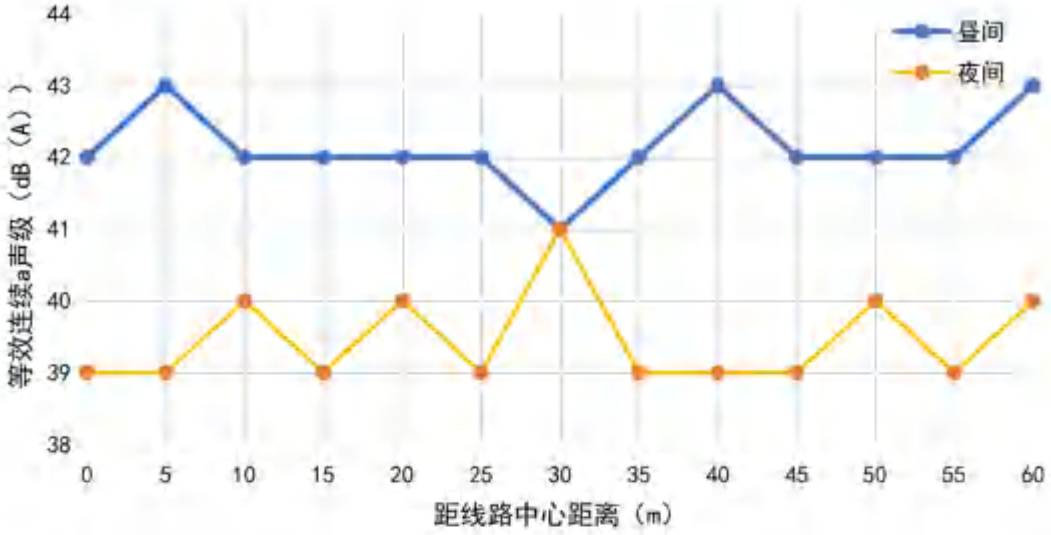


图 6-106 类比线路监测结果

从表 6-69 可知，类比线路昼间噪声在 41~43dB（A）之间，夜间噪声在 39~41dB（A）之间，且噪声随距离增加无明显衰减趋势，即可认为输电线路噪声基本不对环境构成增量。昼间噪声最大值为 43dB（A），夜间噪声最大值为 41dB（A），昼、夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））要求。因此，根据 500kV 广蜀二线断面监测结果，本项目单回段项目线路运行期噪声能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

6.2.2.4 500kV 单回水平段类比

本项目新建 500kV 单回水平段线路采用 500kV 洪板一线路类比的方式进行。类比参数见表 6-70。

表 6-70 本项目单回水平段线路与类比线路参数比较一览表

项目	本项目线路		类比线路
项目名称	线路I单回水平段	线路IV单回水平段	500kV 洪板一线
电压等级	500kV	500kV	500kV
排列方式	单回水平排列	单回水平排列	单回水平排列
分裂类型/分裂间距	四分裂/500mm	四分裂/500mm	四分裂/500mm
设计输送电流	3321A	3321A	1142~1609A
导线对地最低高度	11m	11m	22m

6.2.2.4.1 类比线路可行性分析

本项目单回水平段线路与 500kV 洪板一线电压等级、排列方式、分裂型式和分裂间距相近，自然环境相似，设计最大输送电流虽然差距较大，但实际运

行电流通常不会达到最大值。由于本项目线路尚未完成施工图设计，项目导线对地高度按照设计规程的最低高度，类比采用同高度下本项目模式预测结果进行比较。综上所述，本项目线路与 500kV 洪板一线是可行的。

6.2.2.4.2 类比监测结果与分析

类比线路监测结果见表 6-71。

表 6-71 类比线路监测结果

测点编号	测点位置	测量结果（dB（A））	
		昼间	夜间
1	中相导线对地投影点	49	43
2	中相导线对地投影点外 5m	49	43
3	中相导线对地投影点外 10m	48	43
4	中相导线对地投影点外 15m	48	44
5	中相导线对地投影点外 20m	47	42
6	中相导线对地投影点外 25m	47	42
7	中相导线对地投影点外 30m	46	41
8	中相导线对地投影点外 35m	44	40
9	中相导线对地投影点外 40m	44	40
10	中相导线对地投影点外 45m	43	39
11	中相导线对地投影点外 50m	43	37
12	中相导线对地投影点外 55m	41	37
13	中相导线对地投影点外 60m	41	38

注：此线路为单回水平排列，两侧对称，故中相导线位置与线路中心位置重合。

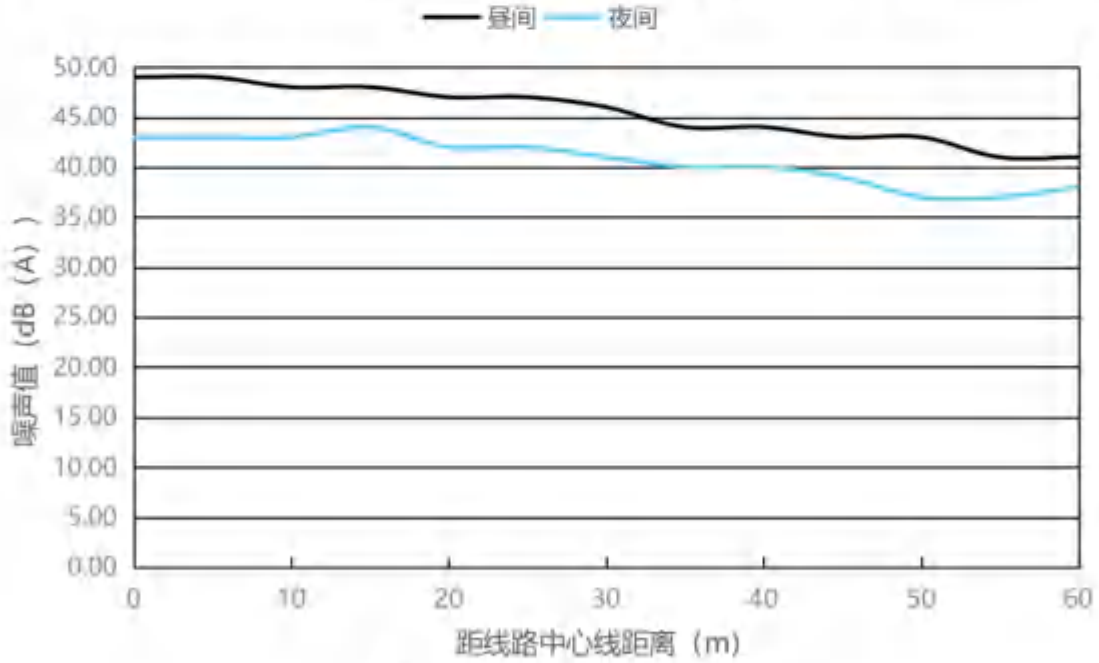


图 6-107 类比线路监测结果

根据监测数据，500kV 洪板一线监测断面昼间噪声最大值为 49dB（A），夜间噪声最大值为 43dB（A），均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准（昼间 60dB（A），夜间 50dB（A））要求。因此，根据 500kV 洪板

一线断面监测结果，项目线路运行期噪声能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

6.2.2.5 220kV 单回三角段类比

本工程220kV单回三角段线路类比分析对象选择自身（即绵州~动力研究所220kV线路）进行类比。类比参数见表6-72。

表6-72 本项目与类比线路类比参数表

项目		线路V-单回三角段	类比线路（绵州~动力研究所220kV线路）
运行工况	电压等级	220kV	220kV
	输送经济电流（A）	1150	102.0~170.5
架线方式		单回	单回
分裂型式		双分裂	双分裂
相序排列		三角排列	三角排列
导线对地高度（m）		12（设计对地最低高度）	12
环境条件		附近无其他明显噪声源	

6.2.2.5.1 类比线路可行性分析

本项目220kV单回三角段线路与绵州~动力研究所220kV线路电压等级、排列方式、分裂型式和分裂间距、设计输送电流相近，自然环境相似，由于本项目线路尚未完成施工图设计，项目导线对地高度按照设计规程的最低高度，由于220kV线路产生的噪声较小。综上所述，本项目220kV单回三角段线路与绵州~动力研究所220kV线路是可行的。

6.2.2.5.2 类比监测结果与分析

类比线路监测结果见表6-73。

表6-73 类比线路声环境监测结果

监测对象	监测点位置	监测结果dB（A）	
		昼间	夜间
绵州~动力研究所I回220kV线路003#~004#塔间断面监测（单回三角排列，线高约12m，双分裂）	线路中心对地投影点	48	46
	距线路中心对地投影点5m（边导线对地投影点）	47	45
	距线路中心对地投影点10m（距边导线对地投影点5m）	47	46
	距线路中心对地投影点15m（距边导线对地投影点10m）	48	46
	距线路中心对地投影点20m（距边导线对地投影点15m）	48	45
	距线路中心对地投影点25m（距边导线对地投影点20m）	47	45
	距线路中心对地投影点30m（距边导线对地投影点25m）	49	47

	距线路中心对地投影点 35m（距边导线对地投影点 30m）	48	46
	距线路中心对地投影点 40m（距边导线对地投影点 35m）	47	46
	距线路中心对地投影点 45m（距边导线对地投影点 40m）	48	47
	距线路中心对地投影点 50m（距边导线对地投影点 45m）	48	46
	距线路中心对地投影点 55m（距边导线对地投影点 50m）	47	45

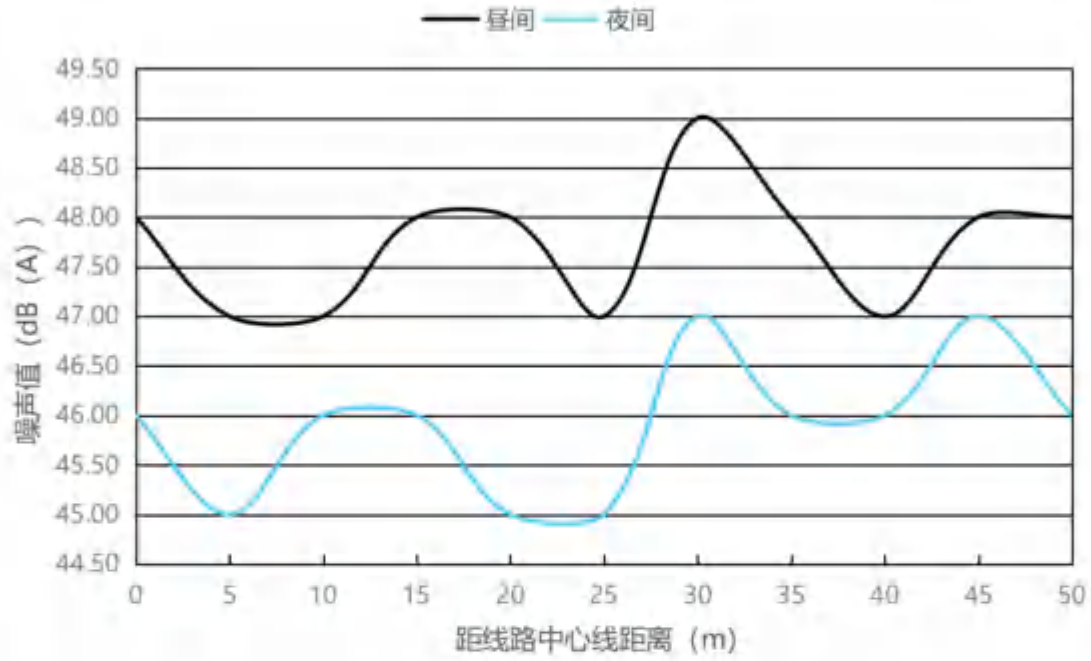


图 6-108 类比线路监测结果

从表 6-73 可知，类比线路的昼间噪声最大值为 48dB（A），夜间噪声最大值为 47dB（A），且噪声随距离增加无明显衰减趋势，即可认为输电线路噪声基本不对环境构成增量。昼、夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））要求。因此，根据绵州~动力研究所 220kV 线路断面监测结果，本项目线路运行期噪声能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。

6.2.2.6 220kV 单回水平段类比

本工程 220kV 单回水平段线路类比分析对象选择 220kV 遂盟一线线路进行类比。类比参数见表 6-74。

表 6-74　本项目与类比线路类比参数表

项目		线路V-单回水平段	类比线路（220kV 遂盟一线）
运行工况	电压等级	220kV	220kV
	输送经济电流（A）	1150	21.8~49.7
架线方式		单回	单回
分裂型式		双分裂	双分裂
相序排列		水平排列	水平排列
导线对地高度（m）		12（设计对地最低高度）	12
环境条件		附近无其他明显噪声源	

6.2.2.6.1 类比线路可行性分析

本项目 220kV 单回水平段线路与 220kV 遂盟一线电压等级、排列方式、分裂型式和分裂间距、设计输送电流相近，自然环境相似，由于本项目线路尚未完成施工图设计，项目导线对地高度按照设计规程的最低高度，由于 220kV 线路产生的噪声较小。综上所述，本项目 220kV 单回水平段线路与 220kV 遂盟一线是可行的。

6.2.2.6.2 类比监测结果与分析

类比线路监测结果见表 6-75。

表 6-75　类比线路声环境监测结果

监测对象	监测点位置	监测结果 dB（A）	
		昼间	夜间
220kV 遂盟一线 NA7-NA8 塔间弧垂最低位置处断面监测（单回水平排列，导线双分裂，导线对地高度约 12m）	线路中心对地投影点	47	38
	距线路中心对地投影点 5m	46	39
	距线路中心对地投影点 10m	46	40
	距线路中心对地投影点 15m	47	40
	距线路中心对地投影点 20m	46	39
	距线路中心对地投影点 25m	47	39
	距线路中心对地投影点 30m	45	38
	距线路中心对地投影点 35m	46	40
	距线路中心对地投影点 40m	47	39
	距线路中心对地投影点 45m	46	39
	距线路中心对地投影点 50m	46	38

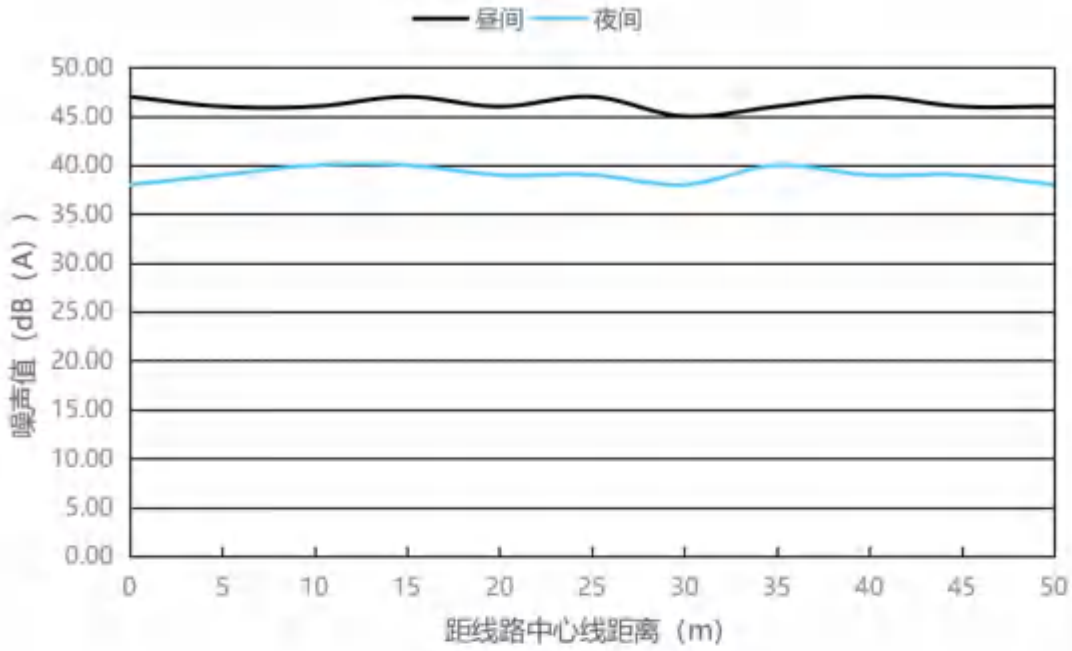


图 6-109 类比线路监测结果

从上表可知，类比线路的昼间噪声最大值为 47dB（A），夜间噪声最大值为 40dB（A），且噪声随距离增加无明显衰减趋势，即可认为输电线路噪声基本不对环境构成增量。昼、夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准（昼间 60dB（A）、夜间 50dB（A））要求。因此，根据 220kV 遂盟一线断面监测结果，本项目线路运行期噪声能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。

6.2.2.7 声环境敏感目标预测与评价

根据输电线路噪声类比结果，输电线路对环境的噪声贡献值较低，由于噪声监测结果为环境背景值叠加线路噪声贡献值，无法分离，将类比监测结果作为线路预测值，其预测结果更保守。声环境敏感目标处不具备监测条件的楼层，采用最近一层楼层监测结果作为该楼层监测结果，采用断面监测最大值作为贡献值预测，其预测结果更为保守。声环境敏感目标处噪声预测结果见下表。

表 6-76　声环境敏感目标预测结果

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	昼间噪声 dB（A）				夜间噪声 dB（A）			
						监测值	贡献值		预测值	监测值	贡献值		预测值
川北特~绵州 500kV 线路工程（线路I）													
1	2#	涪城区*********等居民房	1F	42m/线路I单回水平排列段	14	49	49		52	48	44		49
2	3#	涪城区*********等居民房	1F	6m/线路I单回水平排列段	21	50	49		53	48	44		49
3	4#	涪城区*********居民房 1	1F	6m/线路 I 单回水平排列段	22	48	49		52	46	44		48
			2F			48	49		52	46	44		48
4-1	5#	中江县*********等居民房	1F	11m/线路 I 单回水平排列段 18m/线路V单回水平排列段	线路 I 单回水平排列段：22 线路V单回水平排列段：25	51	线路 I	线路V	54	47	线路 I	线路V	49
							49	47			44	40	
4-2		中江县*********等居民房	1F	6m/线路 I 单回水平排列段 9m/线路V单回水平排列段	线路 I 单回水平排列段：25 线路V单回水平排列段：25	51	线路 I	线路V	54	47	线路 I	线路V	49
							49	47			44	40	
			2F			51	线路 I	线路V	54	47	线路 I	线路V	49
							49	47			44	40	
改建原绵州~德阳换 500kV 线路工程（线路II）													
5	8#	罗江区*********等住宅	1F	8m/线路II	20	50	46		51	47	40		48
			2F			50	46		51	47	40		48
富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程（线路III）													

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	昼间噪声 dB（A）				夜间噪声 dB（A）			
						监测值	贡献值		预测值	监测值	贡献值		预测值
6	11#	涪城区*********等居民房	1F	30m/线路III	14	49	46		51	47	40		48
			2F			49	46		51	47	40		48
			3F			49	46		51	47	40		48
7-1	12#	涪城区*********等居民房	1F	17m/线路III 5m/线路V单回水平排列段	线路III：14 线路V单回水平排列段：15	48	线路III 46	线路V 47	52	46	线路III 40	线路V 40	48
			2F			48	线路III 46	线路V 47	52	46	线路III 40	线路V 40	48
			3F			48	线路III 46	线路V 47	52	46	线路III 40	线路V 40	48
7-2		涪城区*********等居民房	1F	6m/线路III	17	48	46		50	46	40		47
			2F			48	46		50	46	40		47
8-1	13#	涪城区*********等居民房	1F	8m/线路III	14	50	46		51	48	40		49
8-2		涪城区*********等居民房	1F	12m/线路III 29m/线路IV双回段	线路III 14 线路IV双回段 14	50	线路III 46	线路IV 48	51	48	线路III 40	线路IV 40	49
			2F			50	线路III 46	线路IV 48	51	48	线路III 40	线路IV 40	49
8-3		涪城区*********等居民房	1F	46m/线路III 7m/线路IV双回段	线路III 14 线路IV双回段 16	50	线路III 46	线路IV 48	53	48	线路III 40	线路IV 40	49
9-1	14#	涪城区*********等居民房	1F	6m/线路III	20	45	46		46	42	40		44
			2F			45	46		46	42	40		44
			3F			45	46		46	42	40		44

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	昼间噪声 dB（A）				夜间噪声 dB（A）			
						监测值	贡献值		预测值	监测值	贡献值		预测值
9-2		涪城区*********居民房 1	1F	8m/线路III 12m/线路IV双回段	线路III 24 线路IV双回段 24	45	线路III 46	线路IV 48	49	42	线路III 40	线路IV 40	46
			2F			45	线路III 46	线路IV 48	49	42	线路III 40	线路IV 40	46
川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程（线路IV）													
10	16#	涪城区*********	1F	25m/线路IV双回段	14	49	46		51	47	40		48
11	17#	涪城区*********等居民房	1F	7m/线路IV双回段	15	48	46		50	47	40		48
12	18#	涪城区*********等居民房	1F	8m/线路IV双回段	14	49	46		51	48	40		49
13	19#	涪城区*********等居民房	1F	6m/线路IV双回段	17	45	46		49	42	40		44
			2F			45	46		49	42	40		44
14-1	20#	涪城区*********等居民房	1F	12m/线路IV双回段	14	44	46		48	42	40		44
14-2		涪城区*********等居民房	1F	7m/线路IV单回段	21	44	49		50	42	43		46
			2F			44	49		50	42	43		46
14-3		涪城区*********等居民房	1F	6m/线路IV双回段	20	44	46		48	42	40		44
			2F			44	46		48	42	40		44
			3F			44	46		48	42	40		44
15-1	21#	涪城区*********居民房	1F	14m/线路IV双回段	14	45	46		49	42	40		44
			2F			45	46		49	42	40		44
			3F			45	46		49	42	40		44
15-2		涪城区*********等居	1F	17m/线路IV单回	14	45	49		50	42	43		46

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	昼间噪声 dB（A）			夜间噪声 dB（A）		
						监测值	贡献值	预测值	监测值	贡献值	预测值
		民房	2F	段		45	49	50	42	43	46
15-3		涪城区*********等居民房	1F	7m/线路IV双回段	16	45	46	49	42	40	44
			2F			45	46	49	42	40	44
16	22#	涪城区*********等居民房	1F	11m/线路IV双回段	14	46	46	49	42	40	44
			2F			46	46	49	42	40	44
17	23#	罗江区*********等居民房	1F	10m/线路IV双回段	14	44	46	48	41	40	44
			2F			45	46	49	41	40	44
18-1	24#	罗江区*********等居民房	1F	14m/线路IV双回段	14	46	46	49	42	40	44
			2F			46	46	49	42	40	44
			3F			46	46	49	42	40	44
18-2		罗江区*********等居民房	1F	10m/线路IV双回段	14	46	46	49	42	40	44
			2F			46	46	49	42	40	44
19	25#	罗江区*********等居民房	1F	14m/线路IV双回段	14	48	46	50	44	40	45
			2F			48	46	50	44	40	45
			3F			48	46	50	44	40	45
20	26#	罗江区*********等居民房	1F	6m/线路IV双回段	17	47	46	50	43	40	45
			2F			47	46	50	43	40	45
21	27#	中江县*********等居民房	1F	8m/线路IV双回段	15	47	46	50	43	40	45
			2F			47	46	50	43	40	45
22	28#	中江县*********居民房	1F	11m/线路IV双回段	14	45	46	49	42	40	44
			2F			45	46	49	42	40	44

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	昼间噪声 dB（A）			夜间噪声 dB（A）		
						监测值	贡献值	预测值	监测值	贡献值	预测值
			3F			45	46	49	42	40	44
23	29#	中江县*********等居民房	1F	8m/线路IV双回段	15	46	46	49	43	40	45
			2F			46	46	49	43	40	45
24	30#	中江县*********等居民房	1F	11m/线路IV双回段	14	47	46	50	43	40	45
25	31#	中江县*********等居民房	1F	27m/线路IV双回段	14	47	46	50	42	40	44
26	32#	中江县*********等居民房	1F	29m/线路IV双回段	14	45	46	49	42	40	44
27	33#	中江县*********等居民房	1F	7m/线路IV双回段	15	45	46	49	41	40	44
28	34#	中江县*********等居民房	1F	10m/线路IV双回段	14	46	46	49	42	40	44
			2F			46	46	49	42	40	44
			3F			46	46	49	42	40	44
29	35#	中江县*********等居民房	1F	12m/线路IV双回段	14	56	46	56	46	40	47
			2F			56	46	56	47	40	48
			3F			56	46	56	47	40	48
30	36#	中江县*********等居民房	1F	23m/线路IV双回段	14	56	46	56	46	40	47
			2F			57	46	57	46	40	47
31	37#	中江县*********等居民房	1F	6m/线路IV双回段	17	46	46	49	43	40	45
			2F			46	46	49	43	40	45
32	38#	中江县*********等居民房	1F	49m/线路IV双回段	14	49	46	51	44	40	45
			2F			50	46	51	45	40	46

敏感点序号	监测点编号	敏感目标名称		线路及距线路边导线距离（m）	导线对地最低高度（m）	昼间噪声 dB（A）			夜间噪声 dB（A）		
						监测值	贡献值	预测值	监测值	贡献值	预测值
			3F			50	46	51	45	40	46
33	39#	中江县*********等居民房	1F	6m/线路IV双回段	16	45	46	49	41	40	44
34	40#	中江县*********等居民房	1F	6m/线路IV双回段	16	44	46	48	40	40	43
35	41#	中江县*********等居民房	1F	10m/线路IV双回段	14	44	46	48	41	40	44
36	42#	中江县*********等居民房	1F	8m/线路IV双回段	18	53	46	54	46	40	47
			2F			53	46	54	47	40	48
			3F			54	46	55	47	40	48
37	43#	中江县*********等居民房	1F	10m/线路IV双回段	14	53	46	54	47	40	48
			2F			53	46	54	47	40	48
绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路（线路V单回水平排列段）											
41	59#	中江县*********等居民房	1F	7m/线路V单回水平排列段	12	50	47	52	48	40	49
			2F			50	47	52	48	40	49
42	60#	中江县*********等居民房	1F	10m/线路V单回水平排列段	12	50	47	52	47	40	48

注：声环境预测基于当前设计深度确定的设备、导线与敏感目标间距开展测算，后期施工图阶段平面布置、塔位、构架位置若发生调整，预测距离及对应预测结果可能产生变化。

6.3 地表水环境影响分析

6.3.1 变电工程

本项目钟鼓楼 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埋式污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排。

6.3.2 线路工程

本项目输电线路运行期间无废污水产生。线路沿线跨越河流均采取一档跨越，不在水中立塔，不影响水域环境状况，不会改变水域现有功能。

6.4 固体废物环境影响分析

6.4.1 变电工程

（1）一般固体废物

钟鼓楼 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

钟鼓楼 500kV 变电站扩建不新增含油设备，不需新增事故油收集设施。本次扩建不新增蓄电池，更换的蓄电池由专业公司处置，不在站内暂存。

1）废变压器油

本项目建设可能发生的环境风险事故的隐患主要为变压器、站用变压器和高压电抗器等含油设备在突发性事故情况下的油泄漏，如不安全收集处置会对环境产生影响。变电站正常运行状态下无油外泄，只有在变压器等含油设备出现事故时才会有少量事故废油。

变电站的用油电气设备发生事故时，事故油将排入事故油池，会有少量废变压器油产生，如不采取措施处理，将污染地下水及土壤。根据《国家危险废物名录(2025 年版)》(生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号)，废变压器油属于 HW08 废矿物油与含矿物油废物，危险特性为毒性(T)和易燃性(I)，废物代码 900-220-08。如若处置不当，可能引发废变压器油环境污染风险。本项目涉及的既有变电站内均设置有

事故油池并完成验收，本次扩建间隔不新增含油设备，可依托既有事故油池。

2）旧蓄电池

变电站内设备使用的蓄电池主要为免维护型阀控式密封铅酸蓄电池，电池中的正负两极，由铅制成格栅，正极表面涂有二氧化铅，负极表面涂有多孔具有可渗透性的金属铅。通常还含有锑、砷、铋、镉、铜、钙和锡等化学物质，以及硫酸钡、炭黑和木质素等膨胀材料。阀控式铅酸蓄电池主要作为事故停电电源，使用寿命较长，可达近8～10年，待达到寿命周期后需进行更换。

根据《国家危险废物名录(2025年版)》(生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第36号)，废旧蓄电池属于HW31含铅废物，危险特性为毒性(T)和腐蚀性(C),废物代码900-052-31。贮存风险主要发生在工作人员装卸过程中导致电池外壳损坏破裂导致电解液泄漏，造成环境危害；运输风险主要来自人工转运或交通事故造成车辆倾覆、废旧电池包装破损，继而使电池及其电解液散落到环境中，进入水体、土壤，从而对环境造成危害。本项目涉及的既有变电站内旧蓄电池均按照要求进行处置，未造成环境危害。

6.4.2 线路工程

本项目线路投运后无固体废物产生，不会对周围环境产生影响。

6.5 生态环境影响分析

6.5.1 对植被的影响

6.5.1.1 变电工程

本项目钟鼓楼500kV变电站扩建工程均在既有变电站内进行，不会对站外植被造成影响。项目运营期不会对变电站外植被造成影响。

6.5.1.2 线路工程

线路运行期不进行林木砍伐，仅按相关规定对导线下方不满足垂直净距要求的林木进行削枝，以保证线路运行安全，但线路沿线总体削枝量小，不会对植物多样性产生影响。线路维护人员可能在运行维护过程中对植被造成一定踩踏和引入外来植物。通过禁止维护人员引入外来物种，可避免人为引入外来物种对本土植物造成威胁。根据既有500kV线路现场情况，线路周围植物生长良

好，输电线路产生的工频电场、工频磁感应强度对周围植物生长无明显影响。

6.5.2 对动物的影响

6.5.2.1 变电工程

本项目钟鼓楼500kV变电站扩建工程均在既有变电站内进行，不会对站外动物造成影响。项目运营期不会对变电站外动物造成影响。

6.5.2.2 线路工程

（1）对动物的影响

本项目运行期间对线路进行定期维护和检查的人员会对线路及周边区域的动物造成惊扰，但这种干扰强度很低，时间很短，对动物活动影响极为有限。并且项目区域人类活动频繁，动物较少。从区域类似环境条件下已运行的500kV广蜀一二线等输电线路运行情况来看，线路运行时未出现工频电场、工频磁感应强度和噪声对走廊附近的野生动物的生活习性、行为表现及生育率等产生明显影响的情况。本项目线路杆塔分散分布，塔基占地不会明显减少兽类的生境面积，线路杆塔档距大，不会阻断兽类活动通道，对兽类种群交流影响小。评价区域内的野生鸟类活动范围大，主要活动于林地上空，而夜晚或白天停栖于林区之中，工程穿越林地呈线型分布，不会对其栖息环境造成大的破坏。本项目线路跨越水域时采用一档跨越，不在水中立塔，施工活动不会对水质产生明显影响，运行期间无废污水排放，不影响两栖、鱼类动物的生境。

（2）对鸟类迁徙的影响

在迁徙途中，普通鸟类飞翔高度在400m以下，鹤、雁等最高飞行高度可达900m；猛禽迁徙高度多在900m以上。输变电工程杆塔及导线的高度一般在100m以下，远低于鸟类迁徙飞行的高度，因此一般情况下鸟类迁徙过程中撞击输电线路杆塔的概率极低。

从鸟类迁徙活动时间来分析，不同鸟类的迁徙时间各有不同，有昼间迁徙、夜间迁徙和昼夜迁徙等。一些大型鸟类和猛禽由于天敌较少，多在昼间迁徙，也能利用白天光热产生的上升气流节省自身体力；而大多数候鸟，如小型食虫鸟、食谷鸟等为了躲避天敌的袭击，白天蛰伏、觅食补充能量，到了夜间再迁徙。

综上所述，本项目线路建成后除了对鸟类飞行略有影响外，对兽类、爬行类等野生动物的生存和活动基本无影响。本项目评价区域内的鸟类大部分属于小型鸟禽，其余为大中型鸟禽，行动敏捷，且飞行高度一般高于线路架设高度，在飞行时碰撞杆塔的几率不大。从项目区域既有的500kV线路现场情况看，线路建成后并未对鸟类的飞行和生活习性造成影响，也未出现工频电场、工频磁感应强度和噪声对走廊附近的野生动物的生活习性、行为表现及生育率等产生明显影响的情况。

6.6 环境风险分析

6.6.1 变电工程

（1）风险源

钟鼓楼500kV变电站间隔扩建本次不新增含油设备，变电站原有环保设施已完成验收，属非重大风险源。

（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

钟鼓楼500kV变电站现有规模中已设置了1座85m^{3}主变事故油池，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。

（4）应急预案

国网四川省电力公司已下发《国网四川省电力公司关于印发地震灾害、防汛、大面积停电等三十二项应急预案的通知》（川电办〔2026〕34号），成立了以公司董事长为组长的突发环境事件应急领导小组，针对主变压器漏油、铅蓄电池泄漏等环境风险源建立了监测预警、应急响应、信息报告、后期处置体

系，并配备有物资及后勤等应急保障体系，同时制定了相应的应急预案制度，将员工应急培训纳入日常管理，定期组织突发环境事件应急演练。本变电站建成后，将纳入上述应急预案统一管理。从上述分析可知，本项目采取相应措施后，环境风险小。

6.6.2 线路工程

本项目输电线路无环境风险。

7 环境保护设施、措施分析与论证

7.1 环境保护设施、措施分析

7.1.1 施工期环保措施

7.1.1.1 扬尘控制措施

施工期间，建设单位和施工单位应按照《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则（试行）》（川建发〔2018〕16 号）、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）要求采取相应的扬尘控制措施，并根据、德阳市人民政府办公室关于印发《德阳市重污染天气应急预案（2024 年修订）》的通知（德办发〔2024〕42 号）等要求，强化施工扬尘措施落实监督，落实重污染天气状况下的应急措施。建设工地要按照"十必须，十不准"要求对发现问题进行整改，确保各项措施落实到位，包括：

（1）合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染。

（2）运输车辆限制车速。

（3）施工现场临时堆放的裸土及其他易起尘物料应使用防尘网进行覆盖。

（4）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。

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

（7）运输车辆经过村庄应减速缓行，严禁超速。

（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入场教育培训和考核等。

（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。

7.1.1.2 声环境污染防治措施

（1）定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声。

（2）避免碾压机械、挖土机等高噪声设备同时施工。

（3）施工应集中在昼间进行，避免夜间和午休时间进行高强度噪声施工，若由于施工工艺要求不能避免夜间进行施工时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定提前向行业主管部门申请夜间施工许可证书，严格按照许可时限和许可范围进行夜间施工，并在施工现场进出口的显著位置公示夜间施工许可证书，公告附近居民。

（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，或采用带隔声、消声设计的设备，控制噪声源强。高噪声施工设备需采取基础减振措施并尽可能远离施工场地场地界和声环境保护目标布设，尽可能避免高噪声设备同时运行。本环评建议施工作业应按《低噪声施工设备指导名录（2024年版）》，优先选用低噪声施工设备和运输工具。

7.1.1.3 水环境污染防治措施

（1）施工废污水防治措施

① 变电站施工人员的生活污水利用变电站内既有设施收集，利用站内既有地埋式污水处理装置处理后用作站内绿化，不直接排入天然水体；

② 线路施工人员就近租用现有房屋，产生的生活污水利用附近既有设施收集后用于农肥或就近排入市政污水管网，不直接排入天然水体。灌注桩基础施工，施工过程中产生的泥浆废水循环至泥浆沉淀池进行沉淀，沉淀后上清液进行循环利用；塔基基础施工结束后将多余土方回填至泥浆沉淀池底部，再逐步整地恢复迹地。

（2）跨越地表水体时采取的环境保护措施

① 合理选择架线位置，采取一档跨越，不在水中立塔，塔基位置应尽可能远离河（库）岸，减少塔基对河流水库的影响；

② 禁止向水体排放油类，禁止在水体装贮油类车辆，禁止向水体排放、倾倒废水、垃圾等；

③ 邻近河流水库的塔基施工时，施工人员不得在靠近水域附近搭建临时施工生活设施，严禁施工废水、生活污水、生活垃圾等排入水体，影响水体水质，施工场地尽可能远离河流水库，严禁堆放生活垃圾，生活垃圾及时清运，

以免产生垃圾渗滤液污染土壤及水体；

④ 在河流水库附近塔基施工时应设置土石方临时堆放场，先将塔基挖方堆放在临时场地，再将其回填，少量余方堆放在塔基下夯实，禁止土石方下河（库）；

⑤ 施工结束后应及时全面清理废弃物，避免留下难以降解的物质；对临时施工道路、施工扰动区域等施工影响区域按原有土地类型进行恢复。

（3）施工机具使用防护措施

本项目线路机械化施工过程中，应对施工车辆停放区采取防渗处理避免雨淋、需要进行地面冲洗时设置防渗污水收集设施等，若产生废油，则废油按废矿物油进行处置，产生的废油严格按《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）要求进行，如采用专用容器进行贮存和运输、由有资质的单位处置。

（4）穿（跨）越饮用水水源保护区保护措施

① 设计单位应优化设计方案，不在饮用水水源地一级、二级保护区范围内施工，尽量减少在准保护区内的立塔数量。对位于水源保护区内的塔基，尽量采用窄基塔和全方位高低腿塔，配合高低基础，减少塔基占地面积和开挖土石方工程量；塔基基础根据地形地质条件，选用土石方工程量小的基础型式，减少土石方开挖回填量。

② 施工前，施工单位应对位于饮用水水源准保护区附近的塔基进行明确勘察定位和施工范围限界，杜绝由于施工管理疏忽，造成偏移而进入二级保护区内；在饮用水水源准保护区内施工时，采用临时防护栏、彩条旗等材料先将塔基施工所需的范围进行临时围栏，严格限制施工活动范围，设置水源保护区内施工活动的警示牌，标明施工注意事项。

③ 加强施工期的环境管理，配备风险防范措施，施工单位应编制施工漏油等环境风险应急预案，并准备吸油毡等必要的应急材料。

④ 饮用水水源保护区范围内均不得布置机械维修和冲洗设施，输电线路施工人员租住周边民房，生活污水纳入驻地生活污水处理系统处置。

⑤ 塔基施工过程中临时占地尽量利用植被稀疏处，尽量减少临时占地面

积；施工过程中应严格控制施工占地和植被破坏，对施工裸露地表采取设置截排水沟、彩条布覆盖临时拦挡和防护措施，防止水土流失造成的水体污染。

⑥ 施工过程中建筑垃圾、生活垃圾等固体废弃物应分类收集、及时清运，余土在塔基占地范围内整平，施工结束后进行场地清理，并实施植被恢复。

⑦ 加强施工期环境管理、环保培训工作，宣贯《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《四川省饮用水水源保护管理条例》等相关法律法规，普及饮用水水源保护知识，增强施工人员水环境保护意识。

⑧ 规范施工过程中的各主要环节和主要工序，合理安排工期，避免雨天施工，减少对饮用水水源保护区的影响。

在施工期采取前述针对性的保护措施，线路施工对饮用水水源保护区影响可以接受。

7.1.1.4 固体废物污染防治措施

① 变电站施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池，由环卫部门集中转运；施工结束后及时清理场地，将剩余垃圾带出施工区域；变电站间隔扩建处土石方多余弃土运至中江县建筑垃圾调配场。

② 线路施工人员产生的生活垃圾清运至附近乡镇垃圾桶集中转运，交由市政环卫部门统一清运处理。输电线路施工产生的少量弃土在塔基下摊平后进行生态恢复。线路改造拆除材料基本无继续使用可能，资产使用保管单位按废旧物资管理办法履行退役设备技术鉴定和报废审批手续，不得将其丢弃在施工现场。

③ 输电线路施工中临时堆土点应远离水体，及时采取挡护措施；严禁向附近水体排放工程弃土、废泥浆、废弃的混凝土、生活垃圾等施工废物。

④ 施工临时占地采取隔离保护措施，如铺设彩条布、草垫或棕垫，防止施工活动破坏地表植被；施工结束后将多余砂石料、混凝土残渣等及时清除，以免影响后期土地功能和植被恢复，做到“工完、料尽、场地清”。

⑤ 旧线拆除过程中加强塔基区植被保护，尽可能不砍伐现有林木。拆除地面下0.5m以上部分基础，在表面进行覆土，在塔基基础周围进行土地平整，

并对不可避免而造成的局部植被破坏区域采用当地乡土植被进行植被恢复，恢复原有土地利用功能，使其与周围景观协调一致。

⑥ 废旧导线、废旧塔材、绝缘子、间隔棒等废旧材料部分属于可重复利用材料，由施工单位现场收集交由相关单位回收。拆除的基础属建筑垃圾，应定期清运至当地政府部门指定地点处置。施工完成后及时做好迹地清理工作，以免影响后期土地功能的恢复。

7.1.1.5 生态环境保护及恢复措施

根据本项目线路区域生态环境特点及本项目生态环境影响特征，本项目变电站间隔扩建工程均在既有变电站内进行，不会对站外生态环境造成影响。

本项目线路拟采取如下的生态保护措施：

（1）对植物的保护措施

1）林地植被

① 在实施前细化线路方案及施工方案，划定施工红线范围。根据区域地形地貌、植被分布、既有道路分布情况统一规划施工运输道路，施工道路修建、拓宽需尽量避让林木密集区域，减少林木砍伐。施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，在施工红线范围内尽量保留乔木、灌木植株，减小生物量损失。对于无法避让确需砍伐的林木，需按照林地管理相关规定办理林地使用许可同意书等相关手续，征得林业部门同意，在取得林地使用许可同意书前不得使用林地和采伐林木。

② 对施工人员进行防火宣传教育，严禁私自使用明火，对可能引发火灾的施工活动严格按规程规范及当地林业部门的要求进行施工，确保区域林木安全。

③ 对施工人员加强环保教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育，严禁施工人员随意破坏当地林木。

④ 施工运输道路：尽量利用现有道路，减少新建施工运输道路。新建施工道路需尽量选择植被稀疏的灌丛和荒草地，以减少林木砍伐，同时施工过程中不能随意下道行驶或另开辟便道，降低施工活动对周围地表和植被的扰动。

⑤ 塔基施工临时占地：塔基施工临时占地应选择在塔基附近平坦位置，

使用前铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。

⑥ 牵张场：本工程设置的牵张场应选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路，便于材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整引起的水土流失；牵张场选址应尽量避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主，使用前铺设彩条布或其他铺垫物，减少植被破坏。

⑦ 跨越施工场：本项目设置的跨越施工场应选择设置在跨越既有110kV及以上电压等级输电线路、等级公路处，且临近既有道路，便于跨越施工和材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整的引起的水土流失；跨越施工场选址应尽量避让植被密集 区，以占用植被较低矮、稀疏的灌丛、草丛为主。

⑧ 架线施工手段：在输电线路跨越林木较密区时采用高跨设计，选用环境友好的架 线施工手段，如无人机等，减少对林木的破坏。

⑨ 优先采用挖孔桩基础等原状土基础，并结合使用高低腿铁塔，减少土石方的开 挖及回填工作量。

⑩ 塔材、金具等材料运输到施工现场后应尽快进行组装，减少施工材料临时堆放 点对植被的占压。

⑪ 施工迹地恢复：施工结束后，对于立地条件较好的塔基临时占地和牵张场等临时占地区域采用人工播撒草籽和栽植灌木进行植被恢复，应根据当地的土壤及气候条件，并结合邻近区域的植被型和主要植物种类选择当地适生的优势乡土植物如五节芒、白茅等进行植被恢复，进一步降低工程对林地植被造成的不利影响。

⑫ 施工结束后，应对施工道路拓宽区域进行土地整治、表土回覆和植被恢复；在 有居民分布的区域，将施工道路首先用作当地乡村道路，若施工道路区域无居民分布， 则采用人工播撒草籽和栽植灌木的方式进行植被恢复；撒播草籽应根据当地的土壤及 气候条件，选择当地的乡土草种进行植被恢复，进一步降低工程对林地植被造成的不 利影响。

⑬ 禁止施工人员在施工过程中带入外来物种，保护原有生态环境。

⑭ 临时占地植被恢复可采用乔/灌草结合方式，不能营造单一植物物种的单优群 落，以最大限度保证生态恢复区域的生物多样性，及恢复植物群落对当

地自然条件的 适应能力。

⑮ 本项目评价范围现场调查无国家和省级重点保护野生植物及古树名木，但是在施工期间仍需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传，若施工过程发现野生保护植物，应立即停止施工活动，按照《输变电建设项目环境保护技术 要求》（HJ 1113-2020）中相关要求"在保护植物周围设置栅栏或植物保护警示牌。不能避让需异地保护的，应选择适宜的生境进行植株移栽，并确保移栽成活率"，严禁砍削、折枝、挖根、采摘果实种子等破坏保护植物的行为，若采取移栽等保护措施需取得当地林业主管部门的许可，以避免对珍稀、保护野生植物造成破坏。

2）灌丛植被

① 在实施前细化线路方案及施工方案，划定施工红线范围。施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，在施工红线范围内尽量保留灌木植株，减少生物 量损失。

② 施工时尽可能避开植物生长旺盛期，减少对植物生长的影响。

③ 对施工人员加强环保教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育，避免施工人员随意破坏当地灌丛。

④ 施工道路尽量利用既有道路，修整的施工道路需避让郁蔽度高的灌丛。

⑤ 本工程设置的牵张场应选择设置在交通条件较好的直线塔段，临近既有道路， 便于材料运输；场址场地应宽敞平坦，减少场地平整引起的水土流失；牵张场选址 应尽量避让植被密集区，以占用较低矮、稀疏的灌丛为主。

⑥ 施工结束后，对于立地条件较好的塔基临时占地、牵张场等临时占地区域及施 工道路拓宽区域应采用人工播撒草籽和栽植灌木进行植被恢复，应根据当地的土壤及 气候条件，并结合邻近区域的植被型和主要植物种类选择当地适生的优势乡土植物进 行植被恢复，进一步降低工程对灌丛植被造成的不利影响。

⑦ 禁止施工人员在施工过程中带入外来物种，保护原有生态环境。

3）草本植物

① 塔材、金具等材料输运到施工现场需及时进行组装，减少现场堆放时

间，减少对草地植被的占压。

② 通过设置彩旗绳限界等方式严格划定施工红线范围，规定道路运输路线，规范施工人员的行为，禁止对施工范围外的草本植物进行踩踏和破坏。

③ 塔基基础开挖前应进行表土剥离，并进行临时堆存和养护，施工临时占地（如牵张场、塔基施工临时场地等）应铺设彩条布或其他铺垫物。

④ 施工结束后，应及时清理施工现场，对施工过程中产生的生活垃圾等固体废物，应集中收集装袋，并在结束施工时带出施工区域，不得随意丢弃于施工区域的天然草丛中，避免对植被的正常生长发育产生不良影响。

⑤ 对塔基施工基面遗留的弃土进行及时清理，对临时占地区域进行表土回覆、土地翻松，然后采用撒播草籽的方式进行植被恢复，草种选择当地的乡土草本植物，如五节芒、白茅等。

⑥ 施工结束后，应对施工道路拓宽区域进行土地整治、表土回覆和植被恢复；在有居民分布的区域，将施工道路首先用作当地乡村道路，若施工道路区域无居民分布，则采用人工播撒草籽和栽植灌木进行植被恢复，进一步降低工程对草本植物造成的不利影响。

⑦ 撒播草籽应根据当地的土壤及气候条件，选择当地的乡土草本植物（如五节芒、白茅等），播种深度2~3cm，播种后及时覆土，采用环形镇压器视土壤情况及时镇压，对撒播的草籽要进行人工深度养护，确保其成活率。

4）作物和经济林木

① 加强施工人员管理教育，施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，禁止施工人员超出施工区域踩踏当地作物，禁止施工人员采摘果实。

② 耕地处施工道路及塔基施工时应进行表土剥离，保存好熟化土和表层土，并将表层熟土和生土分开堆放，回填时应按照土层的顺序恢复为耕地。

③ 在土质松软的施工道路路段铺设钢板，降低对耕植土及栽培植被的破坏。

④ 施工结束后及时清理施工场地，避免建筑材料、垃圾等对耕地造成长时间的占压。

⑤ 施工结束后，对临时占用的耕地按照原有土地类型及时进行复耕、栽植，并应采用当地物种，严禁带入外来物种。

5）重要物种

需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传，一旦发现重点保护的野生植物，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》（HJ1113-2020）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”，避免砍削、折枝、挖根、采摘果实种子等破坏保护植物的行为，若采取移栽等保护措施需取得当地林业主管部门的许可，以避免对珍稀、保护野生植物造成破坏。

（2）野生动物保护措施

1）兽类

① 本项目线路沿线以小型兽类为主，针对这些小型兽类，应做到如下保护措施：

② 严格控制最小施工范围，避免干扰施工范围外野生动物的正常生活。

③ 对工程废物和施工人员的生活垃圾进行彻底清理，尽量避免生活垃圾为鼠类等疫源性兽类提供生活环境，避免疫源性兽类种群爆发。

④ 禁止偷猎、下夹、设置陷阱的捕杀行为，违者严惩。

⑤ 通过减少施工震动、敲打、撞击和禁止施工车辆随意鸣笛等措施避免对野生动物产生惊扰。

⑥ 合理安排施工方式和时间，避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。

2）鸟类

① 增强施工人员的环境保护意识，加强对重点保护珍稀鸟类的保护，严禁猎捕评价区的各种鸟类。

② 尽量减少施工对鸟类活动区域的破坏，极力保留临时占地内的乔木、灌木、草本植物，条件允许时边施工边进行植被快速恢复，缩短施工裸露面。

③ 应加强水土保持，促进临时占地区植物群落的恢复，为鸟类提供良好

的栖息、活动环境。

④ 禁止掏鸟窝、捡鸟蛋、捉幼鸟等行为，禁止捕捉和猎杀野生动物。

⑤ 线路尽量避开在迁徙鸟类春迁和秋迁这两个时间段施工。

3）爬行类

① 严防燃油及油污、废水泄漏对土壤环境造成污染。

② 对施工产生的固体废物要及时清运并进行妥善处理，防止遗留物对环境造成污染，防止对爬行动物本身及栖息环境的破坏和污染。

③ 早晚施工注意避免对爬行动物造成碾压危害，施工若发现蛇、蜥蜴等动物时应严禁捕捉。

④ 夜间施工时，减少施工区的灯照时间，降低灯光亮度，降低对施工区外野生动物的光照影响。

4）两栖类

① 工程建设禁止将施工废水和生活污水排放下河（溪流），不会对河流河道和水质产生直接影响，因此两栖类也不会受到工程建设的影响，但应做好以下预防措施：

② 加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理，严控泄漏事故对溪流水质及两栖类产生影响。

5）鱼类

工程建设禁止将施工废水和生活污水排放下河（库），不会对河流和水库水质产生直接影响，因此鱼类也不会受到工程建设的影响，但应做好以下预防措施：

① 加强对油料、燃料等重污染物质的安全责任制管理，严控泄漏事故对河流水库水质及鱼类产生影响。

② 加强对施工人员的管理，严禁施工人员的捕鱼、毒鱼、炸鱼行为造成鱼类资源量减少。

（4）拆除工程采取的环境保护措施

补充拆除施工总体布置方案采用分段拆解、分段清运模式，落实“集中点位、小范围扰动”原则：

1）临时作业场地：仅在每处拆除塔基周边划定小型临时作业区，用于铁塔构件临时拆解、导地线盘绕作业；不新增大范围独立施工场地。

2）材料堆场设置：不设置全线集中大型材料堆场。铁塔、导线、光缆拆解后直接由运输车辆即时转运离场；确需短期临时堆放的构件，仅在塔基红线范围内规范堆放，堆放区域铺设防渗彩条布，严控堆放时长。尽量避免在永久基本农田、林地、饮用水水源保护区内设置临时堆放场地。

3）临时道路：拆除施工优先利用现有乡村道路、田间机耕道、既有电力施工便道，尽量减少新修临时土路穿越农田、林地。

4）拆除施工前，对于尚未保留表土的塔基周边可耕作区域，再次实施表层耕作土剥离；剥离厚度：水田≥20cm，旱地≥15cm；表土就近堆存于扰动区域外侧，堆土设置挡土沙袋、临时排水沟、全覆盖防尘网，防止流失。

5）铁塔拆除、混凝土基础破碎清运完成后，立即平整场地，分层回填表土，保障复耕区域有效耕作层厚度达到规范要求。

7.1.2 运行期环保措施

7.1.2.1 声环境防护措施

合理选择导线截面积和相导线结构，定期维护保养输电线路导线，降低电晕噪声。

7.1.2.2 电磁防护措施

①本工程新建500kV线路经过居民区时最低导线高度应按照表6-25、表6-35、表6-46、表6-56要求设置，以满足评价范围内的居民区电场强度能够满足不超过4000V/m的限值要求。新建500kV线路经过非居民区，单回三角排列段导线对地最低高度应不低于11.5m，单回水平段导线对地最低高度应不低于11m，双回段导线对地最低高度应不低于11m。改建500kV线路不低于原线路导线对地最低高度20m，迁改220kV线路不低于原线路导线对地最低高度12m。

②加强对当地群众进行有关高压输电线路的环保宣传工作，做好公众沟通工作。

③铁塔上设立各种警告、防护标识，避免意外事故发生。

④依法进行运行期的环境管理和电磁环境监测工作。

⑤加强对线路巡检人员的环境教育工作，增强其环保意识。

⑥交叉跨越处满足“三跨”要求。

7.1.2.3 生态保护措施

本项目投运后，除线路塔基占地为永久性占地外，其他占地均为临时性占地，施工结束后及时恢复临时占地的原有功能，不影响其原有的土地用途，在线路运行维护过程中应采取以下措施：

●对塔基处加强植被的抚育和管护。

●在线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝，不进行砍伐。

●加强用火管理，制定火灾应急预案，在线路巡视时应避免带入火种，以免引发火灾，破坏植被。

●在线路巡视时应避免带入外来物种。

●在线路巡视时应留意电晕发生相对频繁的输电线路段，及时联系工程建设方进行线路维护，保证在此附近活动的动物安全。

●线路运行维护和检修人员在进行维护检修工作时，尽量不要影响区域内的动植物，不要攀折植物枝条，不要高声喧哗，以免影响动植物正常的生长和活动。

7.1.2.4 运行期环境管理

①运行单位在居民集中区及人群活动频繁区域设置高压标志及有关注意事项说明。

②运行单位应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。

7.2 环境保护设施、措施论证

7.2.1 变电工程

本工程钟鼓楼500kV变电站扩建不新增生活污水量和生活垃圾量和事故油，利用现有规模已采取的措施进行处置，不影响站外环境，通过严格控制新增设备的噪声源强，采取新增电气设备均安装接地装置等措施，扩建投运后产生的电磁环境影响和声环境影响均满足相应评价标准要求。

7.2.2 输电线路

电磁环境：输电线路通过优化线路路径和导线选型、提高导线加工工艺水平，降低电磁环境影响。通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所，能满足电场强度不大于控制限值 10kV/m 的评价标准要求。

本项目线路通过民房等公众曝露区域，为确保评价范围内各居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露控制限值 4000V/m 的要求，距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表 6-25、表 6-35、表 6-46、表 6-56 中的要求，根据居民房屋距线路边导线的不同距离及房屋特性，按要求抬高导线对地高度，确保在居民敏感目标处产生的电磁环境满足相应评价标准要求。

噪声：输电线路通过优化线路路径和导线选型、提高导线加工工艺水平，在居民敏感目标处产生的噪声均满足相应评价标准要求。

生态环境：塔基基础尽量减少土石方开挖量及水土流失；通过优化施工运输道路，合理布局施工场地，施工期间采取钢板隔离防护、表土剥离和养护、密目网遮盖、土地整治、复耕、撒播草籽等措施，能有效防治新增水土流失，降低生态环境影响。

根据区域已运行 500kV 输电线路的实际运行效果，线路工程采取了上述环境保护措施后对周围居民和生态环境的影响很小，上述环境保护措施合理可行。

7.3 环境保护投资、措施及投资估算

本工程总投资*****万元，其中环保投资 602 万元，占项目总投资的*****。本项目环保措施和环保设施详见表 7-1，环保措施投资详见表 7-2。

表7-1 本项目环保措施一览表

项目			环保措施和环保设施内容
电磁环境防治措施	钟鼓楼500kV变电站间隔扩建工程	设计阶段	1）新增电气设备均安装接地装置。 2）扩建设备在订货时要求导线、母线等提高加工工艺，防止尖端放电和起晕。 3）变电站扩建间隔：钟鼓楼500kV变电站本次扩建间隔布置型式与既有保持一致，采用HGIS户外布置。
		施工阶段	——
		运行阶段	1）加强电磁环境、声环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。 2）变电站围墙上设置有防护和警示标识，加强对当地群众的有关高压输变电方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。
	输电线路	设计阶段	1）线路路径选择时避让集中居民区，尽量增大与居民房屋的距离。 2）合理选择线路导线的截面和相导线结构，要求导线、均压环等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕，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）通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、道路等场所，本项目新建线路能满足电场强度不大于控制限值10kV/m的评价标准要求。本项目线路通过民房等公众暴露区域，导线对地最低高度为14m，为确保评价范围内各居民房屋处电场强度满足不大于公众曝露控制限值4000V/m的要求，距线路边导线不同距离、不同特性房屋处附近线路导线对地最低高度需满足表6-25、表6-35、表6-46、表6-56中的要求。 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。 6）严格按照相关规程及规范，结合项目区实际情况和工程设计要求，提高导线对地最低高度，确保评价范围内居民房屋处的声环境满足相应声功能区的声级限值要求。
		施工阶段	——
		运行阶段	1）加强线路巡视。 2）设置警示和防护指示标志。 3）建立工频电场、工频磁感应强度环境监测数据档案。
声环境保护措施	钟鼓楼500kV变电站间隔扩建工程	设计阶段	钟鼓楼500kV变电站扩建工程不新增产噪设备。
		施工阶段	1）将施工活动限制在本次扩建范围内。 2）尽可能使用低噪声施工机具，加强施工设备维护。 3）尽量避免多种噪声源机具同时使用。 4）合理安排施工时间，避免夜间施工。

项目			环保措施和环保设施内容
		运行阶段	1）加强声环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理。
	输电线路	设计阶段	1）线路路径选择时尽量增大与居民房屋的距离。 2）合理选择线路导线的截面和相导线结构，要求导线、均压环等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕，以降低噪声影响。 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）严格按照相关规程及规范，结合项目区实际情况和工程设计要求，提高导线对地最低高度，确保评价范围内居民房屋处的声环境满足相应声功能区的声级限值要求。
		施工阶段	输电线路施工点分散，施工活动集中在昼间进行，能尽量减小施工噪声对周围居民的影响。对位于环境敏感目标附近的塔基应依法限制夜间施工，位于一般地区的塔基施工应尽量安排在白天进行；如果因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生噪声污染时，应按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定提前向行业主管部门申请夜间施工许可证书，严格按照许可时限和许可范围进行夜间施工，并在施工现场进出口的显著位置公示夜间施工许可证书，公告附近居民。
		运行阶段	1）加强线路巡视。 2）设置警示和防护指示标志。 3）建立噪声监测数据档案。
水环境保护措施	钟鼓楼500kV变电站间隔扩建工程	设计阶段	变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活污水量，不需新增生活污水处理设施。
		施工阶段	变电站间隔扩建施工产生的生活污水利用变电站现有规模设置的污水处理装置收集处理后用作站区绿化，不会对变电站所在区域的水环境产生影响
		运行阶段	变电站本次扩建后运行方式不变，运行人员数量不增加，无新增生活用水量和生活污水量，不需新增生活污水处理设施，生活污水经现有规模设置的地埋式污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排。
	线路工程	设计阶段	——
		施工阶段	1）线路施工人员沿线路分散分布，产生的生活污水利用附近居民既有设施收集，不直接排入天然水体。施工期间产生的泥浆废水经施工场地设置的沉淀池进行集中收集、处理后循环利用。 2）本项目线路跨越水域时均利用两岸地势高处立塔，采取一档跨越，不在水中立塔。 3）在施工场地周围设置饮用水水源保护区警示牌，提醒施工人员要注意保护集中式饮用水水源及其周围生态环境。 4）在水源保护区内施工时，应设置施工控制带，对施工场地四周进行拦挡围护，严格控制施工红线，限制施工机械和施工人员的活动范围，材料运输固定线路行驶。

项目			环保措施和环保设施内容
			5）在水源保护区内施工时，要进一步加强施工活动管理，避开雨季施工，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，对于塔基开挖产生的少量余土，在铁塔下平整、夯实或拦挡后进行复耕或植被恢复，施工结束后及时清理现场，避免在水源地的集雨范围内造成污染。 6）严格限制施工活动范围，禁止施工人员进入保护区的水域范围，禁止施工废水、生活污水、油类、生活垃圾、土石方等排入水体。 7）施工人员不得在水源保护区范围内搭建临时施工生活设施、取弃土场等临时设施。 8）在水源保护区内进行塔基施工时，进一步优化施工工艺，缩小塔基临时占地面积，减少土石方开挖量，尽量利用既有公路和其他小路，缩短修整人拍便道长度，减小施工扰动范围，尽量降低对植被的破坏。 9）禁止在饮用水源一级保护区范围内施工。
		运行阶段	1）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。 2）加强对线路运维人员关于饮用水水源保护区的宣传、教育，明确保护饮用水水源水质和区域自然生态的重要性。 3）线路维护和检修中禁止维护人员进入饮用水水源保护区；禁止将废水、废物排入水体和土壤。
固体废物污染防治措施	钟鼓楼500kV变电站间隔扩建工程	设计阶段	1）变电站本次间隔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。 2）变电站本次间隔扩建不新增含油设备。 3）变电站本次间隔扩建不新增蓄电池。
		施工阶段	变电站间隔扩建施工期产生的生活垃圾利用变电站现有规模设置的垃圾箱收集后由环卫部门定期清运。变电站扩建基础开挖量小，少量余土外运至附近塔基处置，不对外弃土。采取上述措施后，对当地环境影响较小。
		运行阶段	1）变电站本次间隔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。 2）变电站本次间隔扩建不新增含油设备。 3）变电站本次间隔扩建不新增蓄电池。
	线路工程	设计阶段	——
		施工阶段	1）本项目线路施工人员产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近垃圾池；施工结束后及时清理场地，将剩余垃圾带出施工区域。 2）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。
		运行阶段	——

项目			环保措施和环保设施内容
扬尘控制措施	钟鼓楼500kV变电站间隔扩建工程	设计阶段	——
		施工阶段	1）合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染。 2）将施工活动限制在本次扩建范围内。 3）运输车辆限制车速，施工现场车辆出入口设置车辆冲洗设施。 4）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。 5）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档板，防止撒落。 6）主要采用人工开挖，不会形成大面积裸土暴露面，设备基础浇筑后及时回填。 7）施工过程中，施工单位应落实扬尘管理责任人，加强施工扬尘防治，积极配合上级环境主管部门的监管工作。
		运行阶段	——
	线路工程	设计阶段	——
		施工阶段	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。 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入场教育培训和考核等。 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。
		运行阶段	——
生态环境保护措施	钟鼓楼500kV变电站间隔扩建工程	设计阶段	变电站本次间隔扩建在原站内预留场地内进行，不改变站外环境现状，不会造成新增水土流失，对站外生态环境无影响。
		施工阶段	变电站本次间隔扩建在原站内预留场地内进行，不改变站外环境现状，不会造成新增水土流失，对站外生态环境无影响。 施工单位建立专门的环境管理体系，对施工人员进行文明施工和环境保护知识培训，加强施工期的环境管理和环境监控工作。
		运行	变电站运行期对站外生态环境无影响。

项目			环保措施和环保设施内容
		阶段	
	输电线路	设计阶段	1）线路已避让国家公园、自然保护区、自然保护地、世界自然遗产、重要生境、生态保护红线等生态敏感区，不涉及珍稀保护野生植物及古树名木。 2）线路路径选择时充分听取当地环保、林业、自然资源等政府部门的意见，优化设计，尽量缩短线路长度，尽可能减少工程产生的生态环境影响。 3）线路路径选择时已尽量避让林区，对确不能避让林木密集区的线路采取适当增加铁塔高度的方式，减少树木砍伐量。 4）尽量增加跨越档距，减少塔基数量，塔基位置选择尽可能避让集中林木，减少树木砍伐和植被破坏。 5）铁塔设计时采用全方位高低腿铁塔和高低基础配合使用，在土质条件适宜的情况下，优先采用挖孔桩基础，减少基坑开挖量及平台开挖量。 6）设计阶段通过尽量采取同塔双回架设、抬高导线对地高度、加大档距、减少塔基数量。
		施工阶段	1）在实施前细化线路方案及施工方案，划定施工红线范围。施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域。 2）塔材、金具等材料运输到施工现场后应尽快进行组装，减少施工材料临时堆放点对植被的占压。 3）尽量利用现有道路，减少新建施工运输道路。 4）塔基施工临时占地应选择在塔基附近平坦、植被稀疏地带，尽量利用草地，使用前铺设彩条布或其他铺垫物。 5）减少土石方的开挖及回填工作量，并结合使用高低腿铁塔，优先采用原状土基础。 6）在输电线路跨越林木密集区时选用环境友好的架线施工手段，如无人机等，减少对林木的破坏。 7）不能营造单一植物物种的单优群落，以最大限度保证生态恢复区域的生物多样性，以及恢复植物群落对当地自然条件的适应能力。 8）耕地处施工道路及塔基施工时应进行表土剥离，保存好熟化土和表层土，并将表层熟土和生土分开堆放，回填时应按照土层的顺序恢复为耕地。 9）在土质松软的施工道路路段铺设钢板，降低对耕植土及栽培植被的破坏。 10）塔基施工临时占地应选择在塔基附近平坦位置，使用前铺设彩条布或其他铺垫物，以减少土地平整导致的水土流失和植被破坏。 11）加强施工人员管理教育，施工运输及作业严格控制在划定的运输路线和作业区域，禁止施工人员超出施工区域踩踏当地作物，禁止施工人员采摘果实。 12）施工时尽可能避开栽培植被收获期，减少对栽培植被的影响。 13）施工结束后，对于立地条件较好的塔基临时占地和牵张场等临时占地区域植被恢复尽可能利用植被自然更新，其他采用人工播撒草籽进行

项目			环保措施和环保设施内容
			植被恢复的区域，应根据当地的土壤及气候条件，并结合邻近区域的植被型和主要植物种类选择当地适生的优势乡土植物进行植被恢复。 14）若施工线路发生变化，在施工期间发现野生保护植物及古树名木，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》（HJ1113-2020）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"，避免砍削、折枝、挖根、采摘果实种子等破坏保护植物的行为，若采取移栽等保护措施需取得当地林业主管部门的许可，以避免对珍稀、保护野生植物造成破坏。
		运行阶段	1）对塔基处加强植被的抚育和管护。 2）在线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝，不进行砍伐。 3）加强用火管理，制定火灾应急预案，在线路巡视时应避免带入火种，以免引发火灾，破坏植被。 4）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。 5）线路运行维护和检修人员在维护检修工作时，尽量不要影响区域内的动植物，不要攀折植物枝条，不要高声喧哗，以免影响动植物正常的生长和活动。 6）对项目临时占地区域的植被、迹地恢复应考虑连续性。

表 7-2　本项目环保投资一览表

项目	环保措施内容	投资（万元）	备注
大气环境保护措施	施工洒水降尘	***	/
	苫盖防护	***	
固废处理措施	垃圾桶	***	/
	建筑垃圾、余土清运	***	
	生活垃圾清运	***	
生态环境保护措施	道路恢复	***	/
	植被恢复	***	
	表土剥离、临时排水沟等生态保护措施	***	
	施工迹地恢复	***	
	棕垫/钢板隔离保护	***	
水环境保护措施	沉淀池	***	
声环境保护措施	选用低噪声施工机具等	***	
电磁环境保护	导线抬高	***	
环境管理	环保宣传教育、施工人员环保培训	***	/
总计	/	***	/

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理

本项目的建设不同程度地影响了输电线路沿线自然环境。本工程在施工期间应加强环境管理，应落实各项环保措施与要求。工程正式投运后，根据国家有关建设项目竣工验收的管理规定，由建设单位国网四川省电力公司建设分公司委托专业机构进行工程的环境保护设施竣工验收和环境监测工作，并进行后续的运行和管理。

8.1.1 设计、施工招标阶段的环境管理

（1）主体设计单位应在下阶段设计中，将环评报告及批复中提出的措施及相关要求纳入工程设计中。设计中应统筹安排施工时序，合理安排环保措施的实施进度。

（2）设计单位应遵循有关环保法规，严格按照有关规程和法规进行设计，在设计施工文件中详细说明施工期应注意的环保问题，严格按设计文件执行并同时做好记录。

（3）本工程的施工将采取招投标制。建设单位应将施工环保措施和环保要求纳入施工招标文件中，明确验收标准和细则，如固废清运、植被恢复等，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和水土保持方案报告提出的措施要求进行施工。

8.1.2 施工期环境管理

（1）工程的施工承包合同中应包括有环境保护的条款，承包商应严格执行设计和环评报告及批复中提出的各项污染防治措施，遵守环境保护方面的法律法规。

（2）施工期的环境管理由施工单位具体负责，建设单位和监理单位负责监督。施工单位在施工前应组织施工人员学习《中华人民共和国生态环境法典》《中华人民共和国水土保持法》《中华人民共和国森林法》《四川省森林公园管理条例》（2001年1月1日）等有关环保法规，做到施工人员知法、懂法和守法。

（3）施工单位的环境管理及环境监理人员应对施工活动进行全过程环境监

督，通过严格检查确保施工中的每一道工序满足环保要求，使施工期环境保护措施得到全面落实。

（4）施工参建各方要积极收集、整理、推广和实施工程建设中各项环境保护的先进经验和技术。

（5）施工单位要做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作，并根据问题严重程度及时或定期向各有关部门汇报。

（6）对施工单位进行必要的环境管理培训，对施工人员进行适当的环境保护法律法规和有关安全知识的教育和培训。

（7）施工期需要监测工程建设时的水土流失情况，及时掌握工程区水土流失情况，了解工程区各项水土保持措施的实施效果，为水土保持方案的实施服务，并做相应的监测记录。

（8）施工期在饮用水源地范围内的管理要求：

①施工期环境管理、环保培训工作,宣贯《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《四川省饮用水水源保护管理条例》等相关法律法规,普及饮用水水源保护知识,增强施工人员水环境保护意识。

②进入水源保护区施工的机械设备，进场前全面检修，杜绝漏油、渗油；机械作业下方全程铺设加厚吸油毡，配备足量棉纱、防渗塑料布、小型应急吸油设备。

③保护区内塔基施工严格落实表土分层剥离、单独堆放，堆土区设置土工膜围挡、覆盖防尘网，施工结束后立即分层回填、播撒本土草灌，恢复原有植被；不破坏水源涵养林、护岸林，确需少量修剪的植被完工后补植恢复。

④水源保护区进出路口、线路廊道沿线设置醒目保护警示牌，标注水源地管控要求、禁止行为、应急联络电话，对全部施工人员开展水源保护专项环保交底培训，建立施工环保台账，专人现场巡查管控。

（9）迹地恢复竣工验收逐项核查以下内容

1）铁塔、导地线、混凝土基础、建筑垃圾全部清运完毕核查记录；

2）迹地场地清理、碎石废渣清除现场影像资料；

3）土地平整质量、耕作层回填厚度现场实测记录；

4）复耕表土来源、土方平衡台账资料；

5）田间灌排沟渠连通、排水通畅情况；

6）植被恢复物种清单核查，杜绝外来入侵物种；

7）拆除前、施工中、迹地恢复完成后对比影像档案；

8.1.3 运行期环境管理

运行期钟鼓楼500kV变电站由国网四川省电力公司德阳供电公司进行管理，环保管理人员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，监控本工程主要污染源，对各部门、操作岗位进行环境保护监督和考核。环境管理的职能为：

（1）制定和实施各项环境管理计划。

（2）建立工频电场、工频磁感应强度、噪声环境监测、生态环境现状数据档案，并定期向当地生态环境行政主管部门申报。

（3）不定期地巡查线路各段，关注施工临时占地恢复及生态功能的变化情况，保护生态环境不被破坏，保证生态与工程运行相协调。

（4）掌握项目所在地周围的环境特征和环境保护目标情况。

（5）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。

（6）协调配合上级生态环境主管部门所进行的环境调查，生态调查等活动。

（7）做好公众沟通和环境保护科普宣传，及时解决公众提出的合理环境诉求，主动接受社会监督。

8.2 环境监理

本项目建设应进行环境监理工作，以确保国家和地方有关环境保护的法律法规和地方规章及主体设计、环境影响报告书、施工承包合同中的环境保护要求得到完全落实。

施工单位应将本项目环境监理纳入主体工程监理过程中，向监理单位明确工程环境监理范围、时间及职责，在工程施工现场对监理单位提交的有关环境问题及建议及时反馈给相关建设方并协调处理解决。

施工单位应按照本项目环境影响报告书及批复、相关设计资料，落实各项

环境保护措施和要求，配合监理单位完成现场检查，并对监理单位提出的不符合环保要求的整改意见及时反馈并进行纠正。

监理单位按照“守法、诚信、公正、科学”的准则，管理勘测设计、科学试验合同和施工图纸供应协议；全面管理工程承建合同，审查承包人选择的分包单位资格及分包项目，并报业主批准；检查落实施工准备工作，审批施工组织设计、进度计划、技术措施和作业规程、工艺试验效果、使用的原材料；对施工期环保措施和要求的落实进行监督。

监理内容主要包括：

①依据本工程环境影响报告书及批复要求，核实工程污染防治、生态防护和水土保持等措施的相符性，监督其建设情况；

②检查并监督工程建设期间废污水、噪声、扬尘等污染因子的排放情况；

③对环境风险防范措施、各项环境风险对策情况进行检查，评价环境风险对策的执行情况；

④检查是否有遗漏的环境风险，协助处理突发环境污染事件等。

8.3 环境监测

本项目环境监测计划结合竣工环境保护验收监测一并进行。根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016），根据建设项目环境影响特征、影响范围和影响程度，结合环境保护目标分布，制定环境质量定点监测或定期跟踪监测方案。

8.3.1 监测要求

8.3.1.1 监测项目

（1）电磁环境

监测项目：工频电场、工频磁感应强度。

监测方法：《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ 681-2013)。

监测频次及时间：项目正式投运后结合竣工环境保护验收监测1次。

监测布点：变电站监测点布置在站址四周围墙外及附近的环境保护目标，输电线路监测点可在环境保护目标列表中选择有代表性的对象进行监测，选择代表性对象时宜主要考虑已进行现状监测的环境保护目标，并兼顾不同的行政

区划及地形地貌特点，同时在合适位置布置线路电场衰减断面监测。

（2）噪声：

监测项目：昼、夜间等效A声级。

监测方法：《声环境质量标准》(GB3096-2008)、《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)。

监测频次及时间：项目正式投运后结合竣工环境保护验收监测1次。监测布点:同电磁环境。

表8-1 监测计划

时期	监测内容	监测项目	监测点位	监测时间	监测频次
运行期	电磁环境监测	工频电场 工频磁感应强度	①变电站站界四周 ②线路边导线两侧50m内的电磁环境代表性敏感目标。 ③如有条件，在线路对地导线最低处开阔地带布设监测断面。	结合环保竣工环境保护验收监测进行	各监测点位监测一次测；
	声环境监测	等效连续A声级	①变电站站界四周及代表性敏感目标 ②线路边导线两侧50m内的声环境代表性敏感目标。 ③在线路线下布设监测点。		各监测点位昼间、夜间各一次

8.3.1.2 监测技术要求

运行期变电站、输电线路附近的工频电场、工频磁感应强度、声环境监测工作可委托相关资质单位完成。

监测范围应与项目实际建设的影响区域一致，监测位置与频次除按前述要求外,还应满足生态环境主管部门对于建设项目竣工环保验收监测的相关规定。

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；监测单位应对监测成果的有效性负责。

8.4 竣工环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》精神，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。工程竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。主要内容有：

（1）工程设计及环境影响评价文件中提出的造成环境影响的主要工程内容。

（2）核查实际工程内容、方案设计变更情况和造成的环境影响变化情况。

（3）环境敏感目标基本情况及变更情况。

（4）环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况。

（5）环境保护设计文件、环境影响评价文件及其审批文件中提出的环境保护措施落实情况及其效果、环境风险防范与应急措施落实情况及其有效性。

（6）工频电场、工频磁感应强度等电磁环境及声环境质量和环境监测因子达标情况。

（7）工程施工期和运行期实际存在的及公众反映强烈的环境问题。

（8）工程环境保护投资落实情况。

本期工程"三同时"环保措施验收一览表见表8-2。

表8-2　本工程"三同时"环保措施验收一览表

序号	验收对象	验收内容
1	相关资料、手续	项目相关批复文件（包括环评批复等行政许可文件）是否齐备，环境保护档案是否齐全。
2	规划符合性	本工程线路路径选择是否发生变化，是否符合区域总体规划。
3	工程规模	与环评报告进行对比，说明工程选址选线、建设规模的变化情况以及变更原因。
4	敏感目标调查	调查变电站站界外代表性敏感目标，边导线外50m范围内的居民点分布情况，生态环境评价范围内的环境敏感区分布情况；对比环评报告，说明上述人群和生态保护目标的变化情况及变更原因。
5	各类环境保护设施是否按报告书中要求落实	工程设计及本环评提出的设计、施工及运行阶段的电磁环境、声环境、水环境等保护措施落实情况、实施效果。
6	环境保护设施安装效果	环境保护设施安装质量是否符合国家和有关部门规定，包括电磁环境保护设施、声环境保护设施。例如，线路弧垂高度在经过农业耕作区和居民区时对地最小距离。
7	环保设施正常运转条件	各项环保设施是否有合格的操作人员、操作制度。
8	污染物排放及总量控制	工频电场、工频磁感应强度、噪声水平是否满足评价标准要求。
9	生态保护措施	是否落实施工期的表土防护、植被恢复等生态保护措施。
10	环境监测	落实环境影响报告书中环境管理内容，实施环境影响报告书监测计划。竣工验收中，应该对所有环境影响因子如工频电场、工频磁感应强度、噪声进行监测，对出现

		超标情况的居民房屋必须采取措施。
11	环境保护敏感点环境影响验证	监测输电线路附近环境敏感点的工频电场、工频磁感应强度和噪声是否与预测结果相符。

9 环境影响评价结论

9.1 项目概况

根据项目可研批复文件，本项目建设内容为：

（1）川北 1000kV 变电站 500kV 间隔扩建工程

本期扩建 6 个 500kV 出线间隔，其中扩建 2 回至绵州、2 回至富乐、2 回至钟鼓楼。

（2）钟鼓楼 500kV 变电站 500kV 间隔扩建工程

本期扩建 2 个 500kV 出线间隔。

（3）川北特~绵州 500kV 线路工程

新建川北特~绵州 500kV 线路，新建线路长度为 7.3km，其中 I 回 3.7km、II回 3.6km，按单回路架设。

本工程在绵州侧进行间隔调整，新建绵州~川北特 500kV 线路进入原绵州~德阳换 500kV 线路进线间隔，将原绵州~德阳换 500kV 线路调整至东侧第一、二间隔，拆除原绵州~德阳换 500kV 线路 2×1.1km，还建 2×1.2km，按同塔双回路架设。

（4）富乐~绵州双回 500kV 线路改接工程

将富乐~绵州双回 500kV 线路改接入川北特，形成富乐~川北特双回 500kV 线路，新建线路长度为 2×7.2km，按同塔双回路架设。

拆除原富乐~绵州双回 500kV 线路 2×3.3km，最终形成富乐~川北特双回 500kV 线路。

（5）川北特~钟鼓楼 500kV 线路工程

新建川北特~钟鼓楼双回 500kV 线路，新建线路长度 2×52.8km，其中钻越德宝±500kV 直流线路段约 2×0.6km、钻越阿坝~成都东 1000kV 交流线路段约 2×0.7km 采用 2 个单回路架设，其余 2×51.5km 按同塔双回路架设。

本工程需对绵州~动力研究所 I 回 220kV 线路进行迁改，新建长度约 3.5km、拆除长度约 3.2km。

（6）建设相应二次系统工程。

1）绵州 500kV 变电站间隔调整工程

为避免线路交叉，将德阳换 2 回出线调整至原富乐 2 回出线间隔，川北特 2 回出线占用原德阳换流站 2 回出线间隔。

2）富乐 500kV 变电站间隔调整工程

原至绵州变 2 回 500kV 出线改接至川北特。

9.2 与政策法规及相关规划相符性分析

本项目为电网改造与建设工程，属电力基础设施建设，是国家发展和改革委员会 2023 年第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类鼓励类项目"第四条电力，第 2 款电力基础设施建设，电网改造与建设，增量配电网建设"，符合国家产业政策。

2026 年 8 月 27 日，项目取得《国家电网有限公司关于甘肃巴丹吉林沙漠新能源基地送端换流站接入等 9 项 500、750 千伏输变电工程可行性究报告的批复》（国家电网发展〔2026〕453 号）。

本项目不涉及生态保护红线，不涉及法定自然保护地，符合该地区管控单元准入清单要求。

本工程现有选线方案及设计方案中提出的污染治理及生态环境保护措施满足《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）要求。

9.3 环境质量现状评价结论

（1）大气环境：根据 2025 年生态环境质量公报，项目区属于不达标区。但是本项目不属于大气污染型项目，项目除施工期产生少量扬尘，运输和施工机具产生少量尾气外，不会对区域大气环境产生明显影响。

（2）地表水环境：根据 2025 年生态环境质量公报，本项目区域地表水均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类水域标准。

（3）电磁环境：根据现状监测，本工程所在区域内工频电场满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中电场强度公众曝露控制限值 4000V/m，磁感应强度公众曝露控制限值 100μT 的限值要求，区域电磁环境现状较好。

（4）声环境：根据现状监测，本工程所在区域区域环境敏感目标均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

（5）生态环境：

1）本项目所在区域属$IA_{3\ (4)}$川西平原植被小区，项目调查区域内主要为栽培植被，其次为自然植被，栽培植被主要有水稻、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；自然植被包括阔叶林、竹林、灌丛、草丛等，自然植被代表性物种为楮木等。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，有楮木等5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Ⅱ级重点保护鸟类2种（黑鸢、普通鵟），有岩松鼠、北草蜥2种特有种。项目评价范围内无重要物种的重要生境分布。

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

9.4 环境影响预测评价结论

9.4.1 施工期环境影响

（1）噪声环境影响

施工期间应加强施工噪声管理、明确施工时段，在采取相应的噪声防治措施后，施工噪声对周围环境的影响符合《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）的标准。

施工期间居民敏感点处昼间、夜间噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类声功能区标准要求。

线路施工点集中在塔基附近，施工量小，噪声低，施工活动集中在昼间，不会影响附近居民正常休息。

（2）地表水环境影响

本项目变电站扩建施工产生的废污水主要包括施工人员产生的生活污水，利用站内既有设施收集，不外排。

线路施工生活污水不产生在施工现场，产生在租住房屋处，生活污水利用

附近居民既有设施收集后定期清掏，不直接排入天然水体，不会对工程区水环境产生影响。灌注桩基础施工，施工过程中产生的泥浆废水循环至泥浆沉淀池进行沉淀，沉淀后上清液进行循环利用；塔基基础施工结束后将多余土方回填至泥浆沉淀池底部，再逐步整地恢复迹地。

（3）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。变电站间隔扩建施工扬尘主要集中在施工区域内，但项目施工量小，施工工期短，不会对大气造成严重影响；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。

（4）生态环境影响

项目变电站扩建均在既有变电站内进行，不涉及站外施工，不会对站外生态环境造成影响，项目的主要生态环境影响为线路工程施工期的影响。

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；线路所经区域为栽培植被为主，其次为自然植被，均在当地广泛分布，本项目建设不会对当地作物和经济林木面积和产量造成明显影响。

2）对动物的影响

本项目施工期占地面积小，施工临时占地在施工结束后通过植被恢复等措施能逐步恢复土地原有功能，不会改变野生动物的生存环境现状；同时，塔基施工量小，施工期短，施工噪声的影响将随着施工活动的结束而消失，项目建设不会对线路沿线评价区域野生动物的种类和数量造成明显影响。

9.4.2 运行期环境影响

9.4.2.1 电磁环境影响

（1）变电工程

钟鼓楼500kV变电站本次扩建后，站界外电场强度、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100μT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100μT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100μT的要求。

9.4.2.2 声环境影响

（1）变电工程

本项目涉及的钟鼓楼500kV变电站间隔扩建工程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）2类标准要求。

（2）输电线路

根据预测，本工程输电线路工程投运后产生的噪声对周围环境的影响程度能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应声功能区标准要求。本工程输电线路附近敏感点处的声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应声功能区标准要求。

9.4.2.3 水环境影响

（1）变电工程

本项目钟鼓楼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埋式污水处理装置处理后用作站区绿化，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。

9.4.2.4 固体废物影响

（1）变电工程

本项目钟鼓楼 500kV 变电站间隔扩建工程本次扩建后运行方式不变，不新增运行人员、不新增生产及生活设施，变电站运行期无新增生活垃圾、一般工业固体废物及危险废物产生。站内现有生活垃圾依托原有收集设施，由环卫部门定期清运处置；站内原有废旧蓄电池、废变压器油等危险废物，严格按照危废管理规范，委托具备资质的单位统一收运、处置，建立完整台账记录，不随意暂存、丢弃，对区域环境无不利影响。

（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。

9.4.2.5 生态环境影响

（1）变电工程

本项目钟鼓楼 500kV 变电站为既有变电站，本次间隔扩建工程在变电站内进行，运营期不会对站外生态环境造成影响。

（2）输电线路

本项目运行期不会对野生植物数量、种类及其生态功能造成明显影响；不会影响野生动物的生活习性，不会造成当地动物种类和数量的减少，不会破坏生态系统完整性。

9.5 环境保护措施

9.5.1 水环境保护措施

（1）变电工程

本项目钟鼓楼 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埋式污水处理装置处理后用作站区绿化，不外排。

（2）输电线路

线路施工人员沿线路分散分布，施工人员就近租用当地现有民房，产生的

生活污水利用附近既有设施收集，不直接排入天然水体。施工期间产生的施工废水经施工场地设置的沉淀池进行集中收集、处理后循环利用。

9.5.2 声环境保护措施

（1）变电工程

本项目涉及的钟鼓楼500kV变电站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

线路路径选择时避让集中居民区，尽量增大与居民房屋的距离；合理选择线路导线的截面和相导线结构，要求导线、均压环等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕；在满足工程对导线机械物理特性要求和系统输送容量要求的前提下，合理选择导线、子导线分裂间距及绝缘子串组装型式等，以降低线路的电晕噪声水平。

9.5.3 电磁环境保护措施

（1）变电工程

变电站内电气设备均安装接地装置。对电气设备进行合理布局。500kV配电装置、采用HGIS布置。变电站内导线、母线和其它金具等提高加工工艺，做到表面光滑。保证变电站内所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密。在设备的高压导电部件上设置不同形状和数量的均压环。站内平行跨导线相序排列避免同相布置，尽量减少同相母线交叉与相同转角布置等措施。

（2）输电线路

合理选择导线截面积和相导线结构，降低线路的电晕噪声、工频电场强度和工频磁感应强度。根据线路分裂间距、塔型等情况，在通过耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，确保电场强度满足10kV/m控制限值要求；在通过公众曝露区域时，确保居民房屋处电场强度满足4000V/m公众曝露控制限值要求。

架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路

等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应按照《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）给出警示和防护指示标志。

9.5.4 固体废物污染防治措施

（1）变电工程

钟鼓楼 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。

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。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。

（2）输电线路

本项目线路施工期间产生的生活垃圾经垃圾桶收集后清运至附近乡镇垃圾池由环卫部门集中转运。拆除固体废物中的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。

9.5.5 生态环境保护措施

（1）变电工程

扩建变电站集中在站内扩建。不会对站外生态环境造成影响。

（2）输电线路

塔基基础尽量采用原状土基础，减少土石方开挖量及水土流失；通过优化施工运输道路，合理布局施工场地，施工期间采取钢板隔离防护、彩条布铺垫、表土剥离和养护、密目网遮盖、土地整治、复耕、撒播草籽等措施，能有效防治新增水土流失，降低生态环境影响。

9.6 公众参与

根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）的相关规定，建设单位于 2026 年 6 月 24 日起在国网四川省电力公司网站对本工程的环境影响评价信息进行了首次公示

环境影响评价信息发布后，至意见反馈截止日期，未收到与本项目环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

9.7 综合评价结论

本项目的建设符合当地社会经济发展规划，符合国家产业政策。本项目所在区域环境质量现状满足环评要求，无环境制约因素。本项目为 500kV 输变电工程，采用的技术成熟、可靠，工艺符合清洁生产要求，属于环境影响正效应的项目。本项目线路路径选择合理，在设计和施工过程中按本报告提出的污染防治措施落实后，产生的工频电场、工频磁感应强度及噪声满足相应环评标准要求，对当地声环境、电磁环境及生态环境的影响很小，不会改变项目所在区域环境现有功能，在环境敏感目标处产生的电磁环境和声环境影响均满足环评标准要求。从环保角度分析，本工程的建设是可行的。

9.8 建议

除严格按照本报告提出的环境保护措施外，建议还应加强以下管理措施：

（1）本工程在运行阶段，应切实落实本报告中所确定的各项环保治理措施。

（2）建设单位和运营单位在下阶段工程施工及运营过程中，应做好环保相关资料文件的交接工作，应随时听取及收集公众对本项工程建设的意见，充分理解公众对电磁环境影响的担心，及时进行科学宣传和客观解释，积极妥善地处理好各类公众意见，避免有关纠纷事件的发生。