

# 渝黔背靠背联网工程 环境影响报告书

建设单位：国家电网有限公司西南分部  
贵州电网有限责任公司  
环评单位：中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司

2025年10月

打印编号: 1760492663000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	pfivq5		
建设项目名称	渝黔背靠背联网工程		
建设项目类别	55--161输变电工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	国家电网有限公司西南分部		
统一社会信用代码	915100003144282961		
法定代表人（签章）	谭洪恩		
主要负责人（签字）	谭洪恩		
直接负责的主管人员（签字）	陶宇轩		
单位名称（盖章）	贵州电网有限责任公司		
统一社会信用代码	91520000214402515L		
法定代表人（签章）	吴国沛		
主要负责人（签字）	陈飞		
直接负责的主管人员（签字）	章珂		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司		
统一社会信用代码	91220000123938680X		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张延辉	05352243505220233	BH014296	张延辉
2. 主要编制人员			



姓名	主要编写内容	信用编号	签字
刘博	环境现状调查与评价、生态影响评价、施工期环境影响评价、运行期环境影响评价	BH063006	刘博
曲金虹	校核	BH014679	曲金虹
张延辉	总则、前言、结论	BH014296	张延辉
刘禹霄	建设项目情况分析、环境保护设施及措施分析与论证、环境管理与监测计划	BH074162	刘禹霄
谢百成	审核	BH002851	谢百成
张玉良	批准	BH003494	张玉良

## 目录

1 前言	1
1.1 项目建设必要性及项目特点	1
1.2 环境影响评价工作过程	4
1.3 分析判定相关情况	5
1.4 关注的主要环境问题	6
1.5 环境影响报告书的主要结论	6
2 总则	8
2.1 编制依据	8
2.2 评价因子与评价标准	15
2.3 评价工作等级	18
2.4 评价范围	21
2.5 环境敏感目标	22
2.6 评价重点	45
3 建设项目概况与分析	46
3.1 项目的一般特性	46
3.2 选址选线合理性及政策法规相符性分析	78
3.3 环境影响因素识别与评价因子筛选	129
3.4 生态环境影响途径分析	131
3.5 设计采取的环境保护措施	131
4 环境现状调查与评价	135
4.1 区域概况	135
4.2 自然环境	135
4.3 电磁环境	139
4.4 声环境	155
4.5 生态环境	170
4.6 地表水环境	170
5 施工期环境影响评价	174
5.1 生态影响预测与评价	174
5.2 声环境影响分析	174



5.3 施工扬尘分析 .....	179
5.4 固体废物环境影响分析 .....	182
5.5 地表水环境影响分析 .....	184
6 运行期环境影响评价 .....	188
6.1 电磁环境影响预测与评价 .....	188
6.2 声环境影响预测与评价 .....	442
6.3 地表水环境影响分析 .....	470
6.4 固体废物环境影响分析 .....	472
6.5 环境风险评价 .....	473
7 生态影响评价 .....	477
7.1 生态影响评价概述 .....	479
7.2 生态现状调查与评价 .....	480
7.3 生态影响分析与预测 .....	561
7.4 生态影响防护与恢复措施 .....	581
7.5 生态影响评价结论 .....	599
8 环境保护设施、措施分析与论证 .....	601
8.1 设计阶段的环境保护设施、措施分析 .....	601
8.2 环境保护设施、措施 .....	601
8.3 环保设施、措施的经济、技术可行性分析 .....	617
8.4 环保设施、措施投资估算 .....	618
9 环境管理与监测计划 .....	619
9.1 环境管理 .....	619
9.2 环境监理 .....	622
9.3 环境监测及调查 .....	627
9.4 信息公开 .....	629
10 评价结论与建议 .....	630
10.1 工程概况 .....	630
10.2 环境现状与主要环境问题 .....	631
10.3 环境影响预测与评价结论 .....	637
10.4 环境保护设施及措施 .....	640

10.5 环境管理与监测计划 ..... 650

10.6 政策、规划及相关法规的相符性分析 ..... 650

10.7 公众意见采纳情况 ..... 650

10.8 综合结论 ..... 651



# 1 前言

## 1.1 项目建设必要性及项目特点

### 1.1.1 建设必要性

重庆电网是西南电网的重要组成部分。截至 2024 年底，重庆市电源装机 33939MW（不含新型储能），其中水电（含抽水蓄能）9176MW、火电 19259MW、风电 2407MW、光伏发电 3098MW。2024 年，重庆市全社会用电量为  $1613 \times 10^8 \text{kWh}$ ，全社会最大负荷为 33500MW，分别同比增长 11.0%、16.7%。根据预测，2025 年、2030 年重庆市全社会用电量和最大负荷将分别达到  $1690 \times 10^8 \text{kWh}$ 、 $2420 \times 10^8 \text{kWh}$  和 35500MW、51700MW，“十四五”、“十五五”年均增长率为 7.3%、7.6%和 7.4%、7.8%。

贵州电网是南方电网的重要组成部分。截至 2024 年底，贵州省电源装机 90319MW（不含新型储能），其中水电 22985MW、火电 38465MW、风电 7476MW、光伏发电 19856MW，气电 868MW，生物质及垃圾发电 669MW。2024 年，贵州省全社会用电量为  $1902 \times 10^8 \text{kWh}$ ，全社会最大负荷为 34500MW，分别同比增长 6.7%、1.5%。根据预测，2025 年、2030 年贵州省全社会用电量和最大负荷将分别达到  $2130 \times 10^8 \text{kWh}$ 、 $2870 \times 10^8 \text{kWh}$  和 41000MW、56000MW，“十四五”、“十五五”年均增长率为 6.1%、6.6%和 6.1%、6.4%。

结合重庆、贵州电网近年来实际运行特点，重庆电网夏季极端高温情况以及贵州电网冬季寒潮冰冻灾害时有发生，电网安全稳定运行面临一定风险。结合年负荷特性和电力平衡分析，重庆、贵州两省最大电力缺口分别出现在夏季、冬季，具备实现季节间电力互济的条件，预计 2027 年最大互济需求约 2000MW。本工程的建设可以提升重庆、贵州电网紧急事故下的支援能力，通过加强联合调度可以为两网负荷错峰供电以及新能源联合消纳创造条件，本工程已列入国家“十四五”电力发展规划，工程建设是必要的。

### 1.1.2 项目简况

渝黔背靠背联网工程主要建设内容包括：渝黔背靠背换流站新建工程、红城 500kV 变电站扩建工程、其他变电工程、500kV 线路新建工程、迁改线路工程，位于重庆市綦江区和贵州省遵义市习水县。本工程动态总投资 511678 万元，环保设施及

措施投资约 3776.13 万元，环保投资占工程总投资的 0.74%。本工程计划于 2027 年建成投运。

### （一）渝黔背靠背换流站新建工程

#### （1）站址概况

渝黔背靠背换流站新建工程推荐站址（隆盛永丰站址）位于重庆市綦江区隆盛镇石梁村，距重庆市区东南约 55km、渝筑高速西约 500m，隆盛镇石梁村北约 2.3km。站址东侧为乡村公路、南侧 2.3km 为 S312 省道。

渝黔背靠背联网工程换流站占地性质为建设用地、农用地（基本农田、耕地、林地等）。站址评价范围不涉及生态敏感区、饮用水水源保护区。

#### （2）建设内容及规模

##### 1）直流部分

额定直流电压：±260kV；

额定换流容量：2×1500MW；

联接变网侧交流电压等级：重庆侧和贵州侧均为 500kV；

建设规模：包含 2 个柔直背靠背换流单元，每个单元额定功率 1500MW，采用对称单极接线。每个背靠背换流单元包括 2 组 VSC 换流阀，换流阀采用 4500V/3000A 压接式的 IGBT 器件，换流阀子模块拓扑结构为半桥拓扑，按支撑式换流阀进行布置。联接变压器（12+1）×567MVA（其中 1 台备用），采用单相双绕组有载调压。

##### 2）交流部分

重庆侧出线 4 回，贵州侧出线 2 回、两侧各 1 组幅相校正器、1 组 500kV 降压变压器，共组成 6 个完整串（重庆侧 4 串、贵州侧 2 串）、1 个大串，同时贵州侧降压变通过断路器直接接 500kV 母线。

##### 3）无功补偿

本期在换流站至红城变 2 回 500kV 出线侧各装设 1 组 120Mvar 高压并联电抗器及中性点小电抗。

##### 4）外接电源

换流站站外电源考虑从 110kV 平山变电站 35kV 侧配电装置引接，线路全长约 16.63km（其中 16.15km 为架空线路，0.48km 为电缆线路），曲折系数 1.1。按建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版），35kV 不进行电磁环境影响评价。



换流站总用地面积约 18.40hm<sup>2</sup>，其中围墙内占地面积约 10.73hm<sup>2</sup>。

## （二）红城 500kV 变电站扩建工程

红城 500kV 变电站位于贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村附近，于 2022 年建成，本期扩建 2 个 500kV 出线间隔至渝黔换流站，扩建 2 组 60Mvar 并联低压电抗器。

## （三）其他变电工程

隆盛 500kV 变电站原至海棠变 1 回 500kV 出线改接至换流站，隆盛 500kV 变电站原至圣泉变 1 回 500kV 出线改接至换流站，海棠 500kV 变电站原至隆盛变 1 回 500kV 出线改接至换流站，圣泉 500kV 变电站原至隆盛变 1 回 500kV 出线改接至换流站。经核实，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。故不对隆盛、海棠、圣泉 500kV 变电站进行环境影响评价。

## （四）500kV 线路新建工程

### （1）隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换线路新建工程

本工程将隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入换流站，新建线路长度 7.4km，其中 2×1.3km 按同塔双回路架设，2.6km 按同塔双回路架设（本期单侧挂线），2.2km 按单回路架设。需拆除原隆盛～海棠 500kV 线路长度 1.8km，拆除铁塔 4 基，需拆除原隆盛～圣泉 500kV 线路长度 1.7km，拆除铁塔 3 基。工程位于重庆市綦江区境内。

### （2）渝黔换流站～红城变 500kV 线路新建工程

渝黔换流站～红城变 500kV 线路路径总长约 2×129.6km，线路途经重庆市綦江区和贵州省遵义市习水县。

#### 1）渝黔换流站～红城变 500kV 线路新建工程（重庆段）

新建渝黔换流站～红城变 500kV 线路，新建线路长度 2×57.3km，按同塔双回路架设。

#### 2）渝黔换流站～红城变 500kV 线路新建工程（贵州段）

渝黔换流站～红城变 500kV 新建线路长度 2×72.3km，其中 2×56.7km 按同塔双回路架设，2×15.6km 按两个单回路架设，导线截面采用 4×630mm<sup>2</sup>，线路均位于贵州省遵义市习水县。

## （五）迁改线路工程

(1) 本工程隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路跨越旗能电铝～黄山双回 220kV 线路，由于不能同时停电，需对旗能电铝～黄山双回 220kV 线路（以下简称 220kV 旗黄线）进行改造，新建 220kV 单回线路长度 5.3km，新建铁塔 15 基，无需拆除铁塔。改造线路位于重庆市綦江区境内。

(2) 本工程渝黔换流站～红城变 500kV 线路新建工程（重庆段）同时跨越隆盛～綦江东铁路牵引站 220kV 线路和隆盛～綦江 220kV 线路，由于不能同时停电，需对隆盛～綦江东铁路牵引站 220kV 单回线路（以下简称 220kV 隆铁线）进行改造，新建 220kV 单回线路 0.8km，新建铁塔 4 基，拆除铁塔 1 基。改造线路位于重庆市綦江区境内。

### 1.1.3 建设项目的特点

本工程为新建±260kV 背靠背换流站、500 千伏变电站扩建工程、500 千伏输电线路新建工程及 220 千伏交流输电线路迁改工程。工程施工期可能产生一定的生态环境、施工扬尘、施工废水、施工噪声、固体废物以及水环境影响。施工期生态保护及恢复是施工期环境保护的重要内容。运行期主要环境影响为电磁环境、声环境影响等。

## 1.2 环境影响评价工作过程

中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司（以下简称“东北院”）、中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司（以下简称“西南院”）和武汉华凯环境安全技术发展有限公司（以下简称“武汉华凯”）作为中标单位，共同承担渝黔背靠背联网工程的环境影响评价工作。其中，东北院为主持编制的汇总单位。本工程环境影响评价工作分工见表 1.2-1。

渝黔背靠背联网工程可行性研究工作由国网经济技术研究院有限公司牵头，国核电力规划设计研究院有限公司、中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司、中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司和中国电建集团贵州电力设计研究院有限公司等设计单位共同承担完成。其中换流站可行性研究工作由国核电力规划设计研究院有限公司、中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司共同承担完成。500kV 线路（重庆境内）可行性研究工作由中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司承担完成，500kV 线路（贵州境内）和红城变电站扩建工程可行性研究工作由中国电建集团贵州电力设计研究院有限公司承担完成。目前可行性研究已取得项目可行性研究报告评审意见（电规电网〔2025〕1467 号）。



环评单位于 2025 年 4 月启动本工程环境影响评价工作，对评价范围内的自然环境、生态环境、电磁和声环境保护目标等进行了专项调查，咨询了工程沿线各级生态环境、林业、自然资源、水利等部门对本工程的意见和建议，向工程所在地的生态环境部门进行了环评执行标准请示并获得批复。环评工作阶段，环评单位工作人员依据现场敏感区排查情况，在建设单位组织下与设计单位沟通反馈，对工程新建换流站站址比选提供了环评意见、对工程线路进行了优化调整，避让了生态敏感区和生态保护红线。

受环评单位委托，广西壮族自治区辐射环境监督管理站负责重庆境内合成电场、工频电场、工频磁场及声环境监测；武汉华凯环境检测有限公司负责贵州境内工频电场、工频磁场及声环境监测，环评单位在现场踏勘、调查的基础上，进行了环境影响预测及评价，在工程设计已有环保措施的基础上增加了相应的环境保护措施，并在建设单位组织下与工程设计单位进行了多次沟通交流。建设单位依法组织开展了本工程环境影响评价公众参与工作。在上述工作基础上，根据相关技术规范、技术导则、环保标准，编制完成了《渝黔背靠背联网工程环境影响报告书》。

表 1.2-1 环境影响评价分工表

序号	工程		环评单位
1	换流站	渝黔背靠背联网工程换流站新建工程	东北院
2	输电线路	隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路新建工程	西南院
3		渝黔换流站~红城变 500kV 线路新建工程（重庆段）	西南院
4		渝黔换流站~红城变 500kV 线路新建工程（贵州段）	武汉华凯
5	变电站	红城 500kV 变电站扩建工程	武汉华凯
6	环评汇总		东北院

1.3 分析判定相关情况

本工程为超高压输变电工程，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的“第一类鼓励类”中的“电力基础设施建设”类项目，符合国家产业政策。

本工程属于国家能源局提出的加快推进 12 项电力灵活互济工程规划建设工程之一（国能发电力〔2024〕49 号），被列为新增的提前储备类跨省区重点工程之一。因此，本工程建设与电力发展规划相符。

本工程涉及国家层面的重点开发区域。其中重庆市属于“国家层面的重点开发区域—成渝地区”，贵州省属于“国家层面的重点开发区域—黔中地区”。本工程属于电力基

基础设施项目，不属于污染类建设项目，且工程涉及的生态红线采用无害化一档跨越的方式，工程不涉及相关法律法规规定的禁止区域，工程建设可以为当地开发建设提供电力供应及保障。本工程建设及运行过程中将采取严格的环境保护措施，工程产生的电磁环境、声环境等影响符合国家有关标准要求。因此，本工程与《全国主体功能区规划》相协调。

本工程属于线性基础设施，符合国家电力发展“十四五”规划，属于《中共中央办公厅国务院办公厅印发关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（厅字〔2019〕48号）允许的建设项目。

本环评针对工程的设计、施工、运行阶段提出了相应的环境保护措施要求，推动环境保护“三同时”制度的落实，项目建设符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）的相关规定。

本工程取得了工程所处区域自然资源规划管理部门同意工程选址选线的意见，项目选址选线与建设地的城乡规划不冲突。在采取各项环境保护措施后，本工程换流站、变电站和输电线路的生态、电磁、噪声、废水等环境影响可满足国家相关环境标准。

本工程符合国家产业政策、电力发展规划、区域发展规划以及相关环境准入要求。

## 1.4 关注的主要环境问题

本工程关注的主要环境问题如下：

- （1）施工期：生态影响、噪声、扬尘、废水、固体废物；
- （2）运行期：电磁环境（合成电场、工频电场、工频磁场）、噪声、废水等对周围环境保护目标的影响。

本工程尽量避让了生态敏感区，但换流站站外 35kV 电源线路穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地保护区、重庆段线路生态评价范围内涉及重庆綦江国家地质公园（最近距线路 SE20m）、重庆綦江老瀛山市级自然保护区（实验区最近处距线路 S100m）和綦江区生态保护红线-生物多样性维护（红线范围最近处距线路 SE20m），贵州段线路跨越贵州省生态保护红线（赤水河生物多样性）并在生态保护红线范围内设有临时占地，因此，项目施工期及运行期对评价范围内生态敏感区及水源地保护区的影响分析及生态环保措施也是本工程环评关注的主要环境问题。

## 1.5 环境影响报告书的主要结论

渝黔背靠背联网工程的建设符合国家产业政策，与地方城乡规划不冲突。本工程输电线路避让了沿线主要生态敏感区，工程已取得了当地人民政府或自然资源等规划主管部门对本工程选址、选线原则同意的意见。

本工程在设计、施工、运行过程中按照国家相关环境保护要求，分别采取了一系列的环境保护措施，可使工程产生的电磁环境、声环境及水环境等影响符合国家环境保护法规、环境保护标准的要求。本工程采取的生态环境保护措施有效可行，可将工程施工带来的负面影响减轻到满足国家有关规定的要求。

因此，从环境影响的角度来看，本工程的建设是可行的。

## 2 总则

### 2.1 编制依据

#### 2.1.1 国家法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日起修订版施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日起修正版施行）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日起修正版施行）；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日起修正版施行）；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日起施行）；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日起修订版施行）；
- (7) 《中华人民共和国森林法》（2020 年 7 月 1 日起修订版施行）；
- (8) 《中华人民共和国湿地保护法》（2022 年 6 月 1 日起施行）；
- (9) 《中华人民共和国城乡规划法》（2019 年 4 月 23 日起修正版施行）；
- (10) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日起修正版施行）；
- (11) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日起修订版施行）；
- (12) 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月 1 日起修正版施行）；
- (13) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2023 年 5 月 1 日起修订版施行）；
- (14) 《中华人民共和国电力法》（2018 年 12 月 29 日起修正版施行）；
- (15) 《中华人民共和国长江保护法》（2021 年 3 月 1 日起施行）；
- (16) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月 1 日起修订版施行）；
- (17) 《电力设施保护条例》（2011 年 1 月 8 日起修订版施行）；
- (18) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日起修订版施行）；
- (19) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月 7 日起修订版施行）；
- (20) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016 年 2 月 6 日起修订版施行）；

(21) 《国务院关于印发空气质量持续改善行动计划的通知》（国发〔2023〕24号）；

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

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

(24) 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅2019年11月印发）；

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

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

### 2.1.2 部委规章

(1) 《环境影响评价公众参与办法》（2018年生态环境部令第4号）；

(2) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（2019年生态环境部令第9号）；

(3) 《生态环境部建设项目环境影响报告书（表）审批程序规定》《2020年生态环境部令第14号》；

(4) 《国家危险废物名录（2025年版）》（2024年生态环境部、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）；

(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（2020年生态环境部令第16号）；

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

(7) 《生态环境部审批环境影响评价文件的建设项目目录（2019年本）》（生态环境部公告2019年第8号）；

(8) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年原环境保护部令第16号修正）；

(9) 《突发环境事件应急管理办法》（2015年原环境保护部令第34号）；



(10) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2023 年国家发展和改革委员会令 第 7 号)；

(11) 《电力设施保护条例实施细则》(2024 年国家发展和改革委员会令 第 11 号修订)；

(12) 《全国主体功能区规划》(国务院, 国发〔2010〕46 号)；

(13) 《全国生态功能区划》(修编)(原环境保护部中国科学院公告 2015 年第 61 号)；

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

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

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

(17) 《生态保护红线生态环境监督办法(试行)》(生态环境部, 国环规生态〔2022〕2 号)；

(18) 《国家级自然公园管理办法(试行)》(国家林业和草原局, 林保规〔2023〕4 号)；

(19) 《关于进一步优化环境影响评价工作的意见》(生态环境部, 环环评〔2023〕52 号)；

(20) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(原环境保护部, 国环规环评〔2017〕4 号)；

(21) 《“十四五”噪声污染防治行动计划》(生态环境部, 环大气〔2023〕1 号)；

(22) 《低噪声施工设备指导名录(第一批)》(工业和信息化部等四部门公告 2023 年第 12 号)；

(23) 《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)；

(24) 《生态环境分区管控管理暂行规定》(生态环境部, 环环评〔2024〕41 号)；

(25) 《有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》（国家林业和草原局公告 2023 年第 17 号）；

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

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

(28) 《关于加强生态保护监管工作的意见》（生态环境部，环生态〔2020〕73 号）；

(29) 《“十四五”生态保护监管规划》（生态环境部，环生态〔2022〕15 号）；

(30) 《全国鸟类迁徙通道保护行动方案（2021-2035 年）》（国家林业和草原局，林护发〔2022〕122 号）；

(31) 《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划（2024-2030 年）》（国家发展改革委财政部国家林草局，发改农经〔2024〕798 号）；

(32) 《关于印发输变电建设项目重大变动清单（试行）的通知》（环办辐射〔2016〕84 号）；

(33) 《低噪声施工设备指导名录（2024 年版）》（工业和信息化部、生态环境部、住房和城乡建设部、市场监管总局公告 2024 年 40 号）。

(34) 《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》自然资办函〔2022〕2080 号；

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

(36) 《国家林业和草原局关于进一步做好林草要素保障工作的通知》（林办发〔2024〕64 号）。

## 2.1.3 地方性法规及相关文件

### 2.1.3.1 重庆市

(1) 《重庆市环境保护条例》(2022 年 11 月 1 日)；

(2) 《重庆市辐射污染防治办法》(2021 年 1 月 1 日)；

(3) 《重庆市大气污染防治条例》(2023 年 5 月 30 日)；

(4) 《重庆市水污染防治条例》(2022 年 7 月 27 日)；

(5) 《重庆市水资源管理条例》(2024 年 2 月 20 日)；

- (6)《重庆市环境噪声污染防治办法》(2023 年 12 月 13 日);
- (7)《重庆市林地保护管理条例》(2021 年 2 月 22 日);
- (8)《重庆市野生动物保护规定》(2021 年 4 月 9 日);
- (9)《重庆市人民政府关于加强集中式饮用水源保护工作的通知》(渝府发〔2012〕79 号);
- (10)《关于印发〈重庆市“三线一单”生态环境分区管控调整方案(2023 年)〉的通知》(渝环规〔2024〕2 号);
- (11)《重庆市重点保护野生动物名录》(渝林规范〔2023〕2 号);
- (12)《重庆市重点保护野生植物名录》(渝林规范〔2023〕2 号);
- (13)《重庆市生态环境保护“十四五”规划》(渝府发〔2022〕11 号);
- (14)《重庆市主体功能区规划》;
- (15)《重庆市水功能区划》(渝府〔2010〕110 号);
- (16)《重庆市綦江区声环境功能区划分调整方案》(綦江府办发〔2023〕36 号);
- (17)《关于印发〈重庆市綦江区“三线一单”生态环境分区管控调整方案(2023 年)〉的通知》(綦江府发〔2024〕15 号)。

### 2.1.3.2 贵州省

- (1)《贵州省生态环境保护条例》(2019 年 8 月 1 日起施行);
- (2)《贵州省陆生野生动物保护办法》(2008 年 8 月 4 日起修订版施行);
- (3)《贵州省人民政府关于公布贵州省重点保护野生植物名录的通知》(黔府发〔2023〕17 号);
- (4)《贵州省人民政府关于公布贵州省重点保护野生动物名录的通知》(黔府发〔2023〕20 号);
- (5)《省人民政府关于印发贵州省主体功能区规划的通知》(黔府发〔2013〕12 号);
- (6)《贵州省生态功能区划》(2016 年 5 月);
- (7)《贵州省大气污染防治条例》(2023 年 11 月 29 日起修订版施行);
- (8)《贵州省环境噪声污染防治条例》(2018 年 1 月 1 日实施);
- (9)《贵州省固体废物污染环境防治条例》(2021 年 5 月 1 日起实施);
- (10)《贵州省水污染防治条例》(2018 年 11 月 29 日);

(11)《省人民政府办公厅关于印发贵州省生态环境分区管控方案的通知》（黔府办函〔2024〕67号）；

(12)《关于印发遵义市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（遵府发〔2020〕10号）；

(13)《贵州省自然资源厅生态环境厅林业局关于印发〈贵州省生态保护红线监管办法（试行）〉的通知》（黔自然资发〔2023〕4号）。

#### 2.1.4 环评技术导则、规范、标准及测量方法

- (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 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (4)《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (5)《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (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)《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》（GB39220-2020）；
- (9)《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）；
- (10)《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
- (11)《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- (12)《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- (13)《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）；
- (14)《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- (15)《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；
- (16)《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；
- (17)《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；
- (18)《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；
- (19)《土地利用现状分类标准》（GB/T21010-2017）；
- (20)《全国植物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告 2010 年第 27 号，2010 年 3 月 4 日）；
- (21)《全国动物物种资源调查技术规定（试行）》（环境保护部公告 2010 年第 27 号，2010 年 3 月 4 日）；

- (22) 《外来物种环境风险评估技术导则》（HJ624-2011）；
- (23) 《生物多样性观测技术导则两栖动物》（HJ710.6—2014）；
- (24) 《生物多样性观测技术导则爬行动物》（HJ710.5-2014）；
- (25) 《生物多样性观测技术导则鸟类》（HJ710.4-2014）；
- (26) 《生物多样性观测技术导则陆生哺乳动物》（HJ710.3-2014）；
- (27) 《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）；
- (28) 《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB55034-2022）；
- (29) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (30) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- (31) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；
- (32) 《生态保护红线监管技术规范生态状况监测（试行）》（HJ1141-2020）；
- (33) 《古树名木保护条例》（中华人民共和国国务院令 第 800 号 2025 年 3 月 15 日起施行）；
- (34) 《废铅蓄电池处理污染控制技术规范》（HJ 519—2020 ）。

### 2.1.5 工程设计规程规范

- (1) 《柔性直流输电换流站设计标准》（GB/T51381-2019）；
- (2) 《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）；
- (3) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）；
- (4) 《220kV~750kV 变电站设计技术规程》（DL/T5218-2012）。

### 2.1.6 工程设计文件

- (1) 《渝黔背靠背联网工程可行性研究报告评审意见》（电力规划设计总院 电力规划总院有限公司 电规电网〔2025〕1467 号，2025 年 7 月 18 日）；
- (2) 《渝黔背靠背联网工程可行性研究第一卷总报告》（国核电力规划设计研究院有限公司、中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司、中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司、中国电建集团贵州电力设计研究院有限公司，2025 年 5 月）；



(3) 《渝黔背靠背联网工程可行性研究第四卷换流站站址选择及工程设想》（国核电力规划设计研究院有限公司中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司，2025 年 5 月）；

(4) 《渝黔背靠背联网工程可行性研究第五卷线路工程第一册交流线路路径选择及工程设想（重庆段）》（中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司，2025 年 5 月）；

(5) 《渝黔背靠背联网工程可行性研究第五卷线路工程第二册交流线路路径选择及工程设想（贵州段）》（中国电建集团贵州电力设计研究院有限公司，2025 年 5 月）；

(6) 《渝黔背靠背联网工程可行性研究第五卷线路工程第四册贵州侧变电站间隔扩建工程》（中国电建集团贵州电力设计研究院有限公司，2025 年 5 月）。

2.1.7 环评工作委托文件

- (1) 本项目合同（换流站）；
- (2) 本项目合同（重庆段线路）；
- (3) 本项目合同（贵州段线路和红城变电站）。

2.1.8 生态环境部门关于本工程环境影响评价执行标准的意见

(1) 《重庆市綦江区生态环境局关于对渝黔背靠背联网工程环境影响评价采用标准有关事项的复函》（綦环函〔2025〕82 号）；

(2) 《遵义市生态环境局习水分局关于渝黔背靠背联网工程（贵州段）环境影响评价标准的复函》（习环函〔2025〕251 号）。

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本工程为输变电项目，各阶段评价因子见表 2.2-1。

表 2.2-1 本工程环境影响评价因子

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位 mg/L
施工期	声环境	昼间、夜间等效声级，Leq	dB（A）	昼间、夜间等效声级，Leq	dB（A）
	生态环境	生态系统及其生物因子、非生物因子	--	生态系统及其生物因子、非生物因子	--
	水环境	pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、NH <sub>3</sub> -N、石油类	mg/L	pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、NH <sub>3</sub> -N、石油类	mg/L
运行期	电磁环境	工频电场	V/m	工频电场	V/m

		工频磁场	$\mu\text{T}$	工频磁场	$\mu\text{T}$
		合成电场	V/m	合成电场	V/m
	声环境	昼间、夜间等效声级, $\text{Leq}$	dB (A)	昼间、夜间等效声级, $\text{Leq}$	dB (A)
	水环境	pH、COD、 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、石油类	mg/L	pH、COD、 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、石油类	mg/L

注: pH 无量纲

## 2.2.2 评价标准

环评单位已向重庆市綦江区生态环境局、遵义市生态环境局习水分局征询本工程环境影响评价执行标准, 并获得相关标准的复函。

### 2.2.2.1 电磁环境

根据《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》(GB39220-2020)、《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 等国家标准要求, 并依据《重庆市綦江区生态环境局关于渝黔背靠背联网工程环境影响评价采用标准有关事项的复函》(綦环函〔2025〕82号)、《遵义市生态环境局习水分局关于渝黔背靠背联网工程(贵州段)环境影响评价标准的复函》(习环函〔2025〕251号), 本环评执行的电磁环境评价标准见表 2.2-2。

表 2.2-2 电磁环境评价标准

环境影响因子	评价标准	标准依据
合成电场	渝黔背靠背换流站执行《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》(GB39220-2020) 中换流站周边的电磁环境敏感目标处合成电场强度 $E_{95}$ 的限值为 25kV/m, 且 $E_{80}$ 的限值为 15kV/m。换流站围墙外的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的合成电场强度 $E_{95}$ 的限值为 30kV/m, 且应给出警示和防护指示标志。	《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》(GB39220-2020)、《电磁环境控制限值》(GB8702-2014); 重庆市綦江区生态环境局、遵义市习水县生态环境局标准复函。
工频电场	换流站、变电站周边和交流输电线路沿线环境以 4000V/m 作为工频电场强度公众曝露控制限值。 交流架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度控制限值为 10kV/m, 且应给出警示和防护指示标志。	
工频磁场	换流站、变电站周边和交流输电线路沿线环境以 100 $\mu\text{T}$ 作为工频磁感应强度公众曝露控制限值。	

### 2.2.2.2 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021) “应根据声源的类别和项目所处的声环境功能区类别确定声环境影响评价标准。没有划分声环境功能区的区域应采用地方生态环境主管部门确定的标准”。本工程重庆市境内声环境影响评价标准, 根据《重庆市綦江区生态环境局关于渝黔背靠背联网工程环境影响评价采用标准有关

事项的复函》（綦环函〔2025〕82号）确定；贵州境内声环境影响评价标准，根据《遵义市生态环境局习水分局关于渝黔背靠背联网工程（贵州段）环境影响评价标准的复函》（习环函〔2025〕251号）确定。本工程环评执行的声环境影响评价标准见表2.2-3。

表 2.2-3 声环境影响评价标准

声环境		评价标准
质量标准	换流站	换流站周边声环境保护目标执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准（昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A)）。
	红城 500kV 变电站	变电站周边声环境保护目标执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准（昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A)）。
	线路	沿线位于乡村区域，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准；位于居住、商业、工业混杂区域，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准；位于交通干线两侧 50m（相邻 1 类标准区域）区域范围内执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准。
排放标准	换流站	厂界环境噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准（昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A)）。
	红城 500kV 变电站	厂界环境噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准（昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A)）。
	施工期场界环境噪声排放	执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准。

2.2.2.3 水环境

依据相关国家标准、地方标准、《重庆南州城市管理服务有限公司关于征求渝黔背靠背联网工程换流站站址意见复函》（白头〔2025〕3号）、《重庆市綦江区生态环境局关于渝黔背靠背联网工程环境影响评价采用标准有关事项的复函》（綦环函〔2025〕82号）、《遵义市生态环境局习水分局关于渝黔背靠背联网工程（贵州段）环境影响评价标准的复函》（习环函〔2025〕251号），本工程环评执行的水环境评价标准见表2.2-4。

表 2.2-4 水环境评价标准

水环境		评价标准
质量标准		隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程一档跨越永丰河，渝黔换流站～红城变 500kV 线路（重庆段）一档跨越綦江和蒲河，永丰河、綦江和蒲河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。 渝黔换流站～红城变 500kV 线路（贵州段）一档跨越的习水河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准，一档跨越的梅溪河、大水河、玉明河、福林河等执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准。
排放标准	运行期	换流站 站区排水采用分流制，包括雨水、生活污水、工业废水及事故排油。雨水通过管网收集后采用重力流方式最终排至站址东侧永丰河。生活污水经处理达标后回用于站内复用，多余部分定期清运。 生产废水（阀外冷系统排水）：采用自来水反渗透处理后不再额外增加物质，并向城镇排水主管部门办理城镇污水排入排水管网许可证后排至桥河工业污水处理厂。 站内油浸电气设备事故油排入站内事故油池进行油水分离。

		站内设置一座消防混合液收集池，用于收集联接变火灾时的排油及消防混合液。
	红城 500kV 变电站	生活污水：经埋地式污水处理装置处理后回用于站区道路浇洒，多余部分由环卫部门定期清运，不外排。
	线路	无废污水排放

### 2.2.2.4 固体废物

一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

## 2.3 评价工作等级

### 2.3.1 电磁环境

按照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）规定，电磁环境影响评价工作等级的划分见表 2.3-1。

表 2.3-1 电磁环境影响评价工作等级

分类	电压等级	工程	条件	评价工作等级
直流	±400kV 及以上	-	-	一级
	其他	-	-	二级
交流	220kV 及以上	500kV 变电站	户外式	一级
		500kV 输电线路	边导线地面投影两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	一级
		220kV 输电线路	边导线地面投影两侧各 15m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	二级

本工程拟建换流站直流侧电压为±260kV、交流侧电压为 500kV，交流 500kV 变电站为户外式变电站，根据《环境影响评价技术导则 输变电》，本工程换流站电磁环境影响评价等级为一级。

本工程红城 500kV 变电站电压等级为 500kV，为户外式变电站，根据《环境影响评价技术导则 输变电》，本工程红城 500kV 变电站电磁环境影响评价等级为一级。

本工程交流 500kV 新建线路电压等级为 500kV，采用架空方式设计，边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标。根据《环境影响评价技术导则 输变电》，确定本工程线路电磁环境影响评价等级为一级。

站外采用 35kV 外接电源线路，按建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版），35kV 豁免。

综上，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本工程电磁环境影响评价工作等级确定为一级评价，并针对各子项工程分别开展电磁环境影响评价。

### 2.3.2 声环境

《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）规定：建设项目所处的声环境功能区为《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量达 3dB(A)~5dB(A)（含 5dB(A)），或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价。建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 3 类、4 类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在 3dB(A)以下（不含 3dB(A)），或受影响人口数量变化不大时，按三级评价。在确定评价工作等级时，如果建设项目符合两个等级的划分原则，按较高等级评价。

本工程换流站、红城 500kV 变电站位于声环境功能区 2 类区；输电线路途经区域以农村区域为主，兼有部分有交通干线经过的村庄，主要适用《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 1 类、2 类及 4 类地区。本工程建设前后换流站评价范围内声环境保护目标噪声级增量小于 5dB(A)，红城 500kV 变电站评价范围内声环境保护目标增量小于 5dB(A)，线路评价范围内声环境保护目标噪声级增量小于 3dB(A)。

综上，本工程依据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）评价等级确定原则，确定本工程声环境影响评价工作等级为二级。

### 2.3.3 地表水环境

本工程换流站运行期产生的废水主要为工作人员产生的生活污水以及阀厅冷却装置排放的冷却水。换流站生活污水污染因子简单（主要为 pH、COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N），且产生量很小。换流站站内生活污水利用地埋式污水处理设施处理后回用于站区道路喷洒、绿化，多余部分定期清运。本工程换流站冷却系统采用间接水冷方式，阀外冷却水最大日排放量约为 1300m<sup>3</sup>/d，生产废水（阀外冷系统排水）暂按排至桥河工业污水处理厂处理。

红城 500kV 变电站生活污水经地埋式污水处理装置处理后回用于站区道路浇洒，多余部分由环卫部门定期清运，不外排。本期不新增值守人员，不新增生活污水排放量。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）的要求，本次水环境影响评价等级为三级 B。

### 2.3.4 生态环境

本工程为线性工程，工程永久占地面积约 35.29hm<sup>2</sup>，临时占地 163.00hm<sup>2</sup>，共计占地 198.29hm<sup>2</sup>。工程无涉水施工，在水域内无永久和临时占地。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本工程适用的生态影响评价等级判定原则包括：

- （1）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；
- （2）涉及自然公园时，评价等级为二级；
- （3）涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；
- （4）当工程占地规模大于 20km<sup>2</sup>时（包括永久和临时占用陆地和水域），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；
- （5）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；
- （6）其他情况，评价等级为三级；
- （7）当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。
- （8）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。
- （9）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。

依据 HJ19-2022 中上述判定原则，分段确定本工程生态影响评价等级见表 2.3-2。

表 2.3-2 生态影响评价工作等级

工程涉及区域	位置关系	评价等级	评价依据
自然保护区	重庆綦江老瀛山市级自然保护区	二级	HJ19-2022（6.1.2a）“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”和 6.1.6 “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”
国家地质公园	重庆綦江国家地质公园	三级	HJ19-2022（6.1.2b）“涉及自然公园时，评价等级为二级”和 6.1.6 “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”。
生态保护红线	重庆市生态保护红线	三级	HJ19-2022（6.1.2c）“涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级”和 6.1.6 “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”。本项目虽然工程评价范围内涉及重庆生态保护红线，但生态保护红线范围内无永久或临时占地，对生态保护红线无影响。
生态保护红线	贵州省生态保护红线	二级	HJ19-2022（6.1.2c）“涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级”，生态保护红线范围内设有临时占地。
	红城变西南侧 386m	三级	HJ19-2022（6.1.2c）“涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级”，虽然红城变间隔扩建工程评价范围内涉及生态保护



工程涉及区域	位置关系	评价等级	评价依据
			红线，但距离生态保护红线 386m，且间隔扩建工程位于站内预留场地施工，对生态保护红线无影响。
其余部分		三级	HJ19-2022（6.1.2g）

综上所述，本工程建设仅对陆生生态产生影响，线路工程分段确定生态影响评价等级如下：

（1）线路生态评价范围内涉及重庆綦江老瀛山市级自然保护区，但不穿跨越，生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级由一级下调为二级。

（2）线路跨越贵州省生态保护红线但在生态保护红线范围内设有临时占地，跨越贵州省生态保护红线段线路生态影响评价等级为二级；

（3）本项目换流站、变电站及线路其余部分生态评价等级均为三级。

## 2.4 评价范围

依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）等相关环评导则，本工程为输变电项目，各评价因子的评价范围如下：

### 2.4.1 电磁环境

换流站：围墙外 50m 范围内。

变电站：围墙外 50m 范围内。

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

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

### 2.4.2 声环境

换流站：围墙外 200m 范围内。

变电站：围墙外 200m 范围内。

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

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

### 2.4.3 地表水环境

换流站内站区排水采用分流制，包括雨水、生活污水、工业废水及事故排油。雨水通过管网收集后采用重力流方式最终排至站址东侧永丰河。生活污水经处理达标后回用于站内复用，多余部分定期清运。生产废水（阀外冷系统排水）排至桥河工业污水处理厂。站内油浸电气设备事故油排入站内事故油池进行油水分离。站内设置一座消防混合液收集池，用于收集联接变火灾时的排油及消防混合液。

红城 500kV 变电站前期配套建设有生活污水处理设施，本期扩建不新增运行人员，本期扩建污水处理依托前期。线路工程运行期不产生废水。本环评对地表水环境不划定评价范围，主要分析废水处理措施的可行性或可依托性。

#### 2.4.4 生态环境

根据《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 输变电》（HJ24-2020），确定本工程生态环境影响评价范围如下：

（1）换流站、变电站：站场边界外 500m 内。

（2）输电线路：本项目重庆段线路评价范围涉及重庆綦江老瀛山市级自然保护区、重庆綦江国家地质公园及生态红线，该段线路评价范围扩大为边导线地面投影向两侧外延 1km；贵州段线路跨越生态红线，跨越段线路评价范围为线路向两端外延 1km，线路边导线地面投影向两侧外延 1km；线路不涉及生态敏感区段评价范围为线路边导线地面投影外两侧各 300m 内的带状区域。其中边界根据水文单元、生态单元、地理单元界限为参照边界进行局部调整。

### 2.5 环境敏感目标

#### 2.5.1 线路路径尽量避让环境敏感目标的优化过程

本工程设计根据《柔性直流输电换流站设计标准》（GB/T51381-2019）、《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）等相关标准，按照电力系统规划，开展规划选址选线工作。

本工程换流站站址在选址优化过程中避让了生态保护红线、饮用水水源保护区等环境敏感区。

对于输电线路，因线路路径长，沿途障碍因素多，设计过程中经过多次搜资、征求沿线各地政府及其相关部门意见对线路路径进行优化，尽量避让各种工程制约因素和环境敏感区。受沿线自然保护区、生态保护红线及矿区等限制，对于确实不能完全避让的环境敏感区则尽量采取无害化跨越措施。

#### 2.5.2 环境敏感目标

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）等环评导则、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），环境敏感目标包括重要生境、自然公园（含湿地公园等）、生态保护红线等生态敏感区、饮用水水源保护区以及居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域。

（1）生态敏感区

本工程选线时，尽量避让依据法律法规、政策等规范性文件划定或确认的国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等区域，环评过程中设计按环评要求进行了路径优化，避让 4 处生态敏感区。避让的生态敏感区见表 2.5-2。

受沿线现有建（构）筑设施、地方城乡规划、矿区、已建线路、居民集中区、生态敏感区等制约因素影响，本工程跨越贵州省生态保护红线。本工程跨越的生态敏感区见表 2.5-3。

## （2）水环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 地表水》（HJ2.3-2018），水环境保护目标包括饮用水水源保护区、饮用水取水口，涉水的自然保护区、风景名胜区，重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场等渔业水体，以及水产种质资源保护区等。

本工程选线时，环评过程中设计按环评要求进行了线路优化，近距离避让 13 处饮用水水源保护区。本工程已避让的饮用水水源保护区见表 2.5-4。本工程换流站站外电源先线路穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地保护区，见表 2.5-5。

## （3）电磁及声环境保护目标

本工程背靠背换流站评价范围内没有电磁环境敏感目标，有声环境保护目标 4 处；红城 500kV 变电站评价范围内有电磁环境敏感目标 1 处，声环境保护目标 2 处；隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程评价范围内有电磁环境敏感目标 4 处，声环境保护目标 4 处，渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（重庆段）评价范围内有电磁环境敏感目标 64 处，声环境保护目标 63 处；重庆 220kV 迁改线路工程评价范围内有电磁环境敏感目标 5 处，声环境保护目标 5 处；渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（贵州段）评价范围内有电磁环境敏感目标 50 处，声环境保护目标 49 处。本工程电磁和声环境保护目标统计表详见表 2.5-1。

表 2.5-1 本工程电磁和声环境保护目标统计表

项目	电磁环境敏感目标 (处)	声环境保护目标 (处)
换流站	0	4
红城 500kV 变电站	1	2
隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路新建工程	4	4
渝黔换流站～红城变 500kV 线路新建工程（重庆段）	64	63

重庆 220kV 迁改线路工程*	5	5
渝黔换流站~红城变 500kV 线路新建工程（贵州段）	50	49
合计	124	127

注：\*220kV 铁线迁改段无敏感目标。

本工程的电磁及声环境保护目标详见表 2.5-6~表 2.5-11。

表 2.5-2 本工程 1km 范围内近距离避让的生态敏感区

序号	敏感区类型	环境敏感区名称	级别	审批情况	所在行政区	与本工程线路位置关系	保护对象	备注
1	自然保护区	重庆綦江老瀛山市级自然保护区	市级	渝府〔2004〕114 号成立	重庆市綦江区	位于线路南侧，线路与实验区最近距离约 70m	稀有木化石群、恐龙足迹化石群和丹霞地貌	在生态评价范围内
2	国家地质公园	重庆綦江国家地质公园	国家级	国土资函〔2013〕229 号成立	重庆市綦江区	位于线路东南侧，线路与地质公园其他区域最近距离约 20m	地质遗址资源	在生态评价范围内
3	生态保护红线	綦江区生态保护红线-生物多样性维护	市级	自然资办函〔2022〕2080 号启用	重庆市綦江区	位于线路东南侧，线路与生态保护红线最近距离约 20m	生物多样性维护	在生态评价范围内
4	森林公园	习水国家森林公园	国家级	林场发〔2003〕241 号批复	贵州省遵义市习水县	线路位于森林公园东侧，距离森林公园最近水平距离约 0.76km。	生物多样性	超出评价范围

表 2.5-3 本工程跨越的生态敏感区

序号	敏感区类型	名称	行政区	级别	审批情况	保护范围	主要保护对象(功能)	本工程相对位置关系	行政主管部门	协议情况
1	生态保护红线	贵州省生态保护红线	贵州省遵义市习水县	/	自然资办函(2022)2341号成立	贵州省生态保护红线划定面积为45900.76平方公里，占国土面积比例为26.06%。全省生态保护红线格局为“一区三带多点”：“一区”即武陵山—月亮山区，主要生态功能是生物多样性维护和水源涵养；“三带”即乌蒙山—苗岭、大娄山—赤水河中上游生态带和南盘江—红水河流域生态带，主要生态功能是水源涵养、水土保持和生物多样性维护；“多点”即各类点状分布的禁止开发区域和其他保护地。	赤水河生物多样性	线路有10处零星跨越贵州省生态保护红线（如图所示）： 第①处：跨越赤水河生物多样性（520330123099）线路路径长0.43km（同塔双回段），一档跨越，跨越距离0.6km； 第②处：跨越赤水河生物多样性（520330122945）线路路径长0.47km（0.10+0.03+0.07+0.04+0.23）（同塔双回段），一档跨越，跨越距离0.9km； 第③处：跨越赤水河生物多样性（520330122942）线路路径长1.75km（0.3+0.18+0.07+0.09+0.66+0.11+0.28+0.06）（同塔双回段），多次分段跨越，跨越距离0.2-0.75km； 第④处：跨越赤水河生物多样性（520330125135）线路路径长0.2km（同塔双回段），一档跨越，跨越距离0.5km； 第⑤处：跨越赤水河生物多样性（520330122917）线路路径长0.52km（同塔双回段），一档跨越，跨越距离0.6km；	贵州省自然资源厅	/



							<p>第⑥处，跨越赤水河生物多样性（520330122915）线路路径长 1.4km （0.95+0.45）（同塔双回路）多次分段跨越，跨越距离 0.4-0.98km；</p> <p>第⑦处：跨越赤水河生物多样性（520330122907）线路路径长 0.05km（同塔双回路），一档跨越，跨越距离 0.7km；</p> <p>第⑧处：跨越赤水河生物多样性（520330125131）线路路径长 1.28km （0.14+0.05+0.73+0.23+0.13）（单回路），多次分段跨越，跨越距离 0.2-0.4km；</p> <p>第⑨处：跨越赤水河生物多样性（520330125129）线路路径长 2.3km （0.35+0.08+0.17+0.44+0.09+0.19+0.74+0.12+0.07+0.05）（单回路），多次分段跨越，跨越距离 0.2-0.5km；</p> <p>第⑩处：跨越赤水河生物多样性（520330122899）线路路径长 0.74km （0.4+0.16+0.18）（单回路），多次分段跨越，跨越距离 0.25-0.35km；</p> <p>本项目跨越生态保护红线线</p>		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



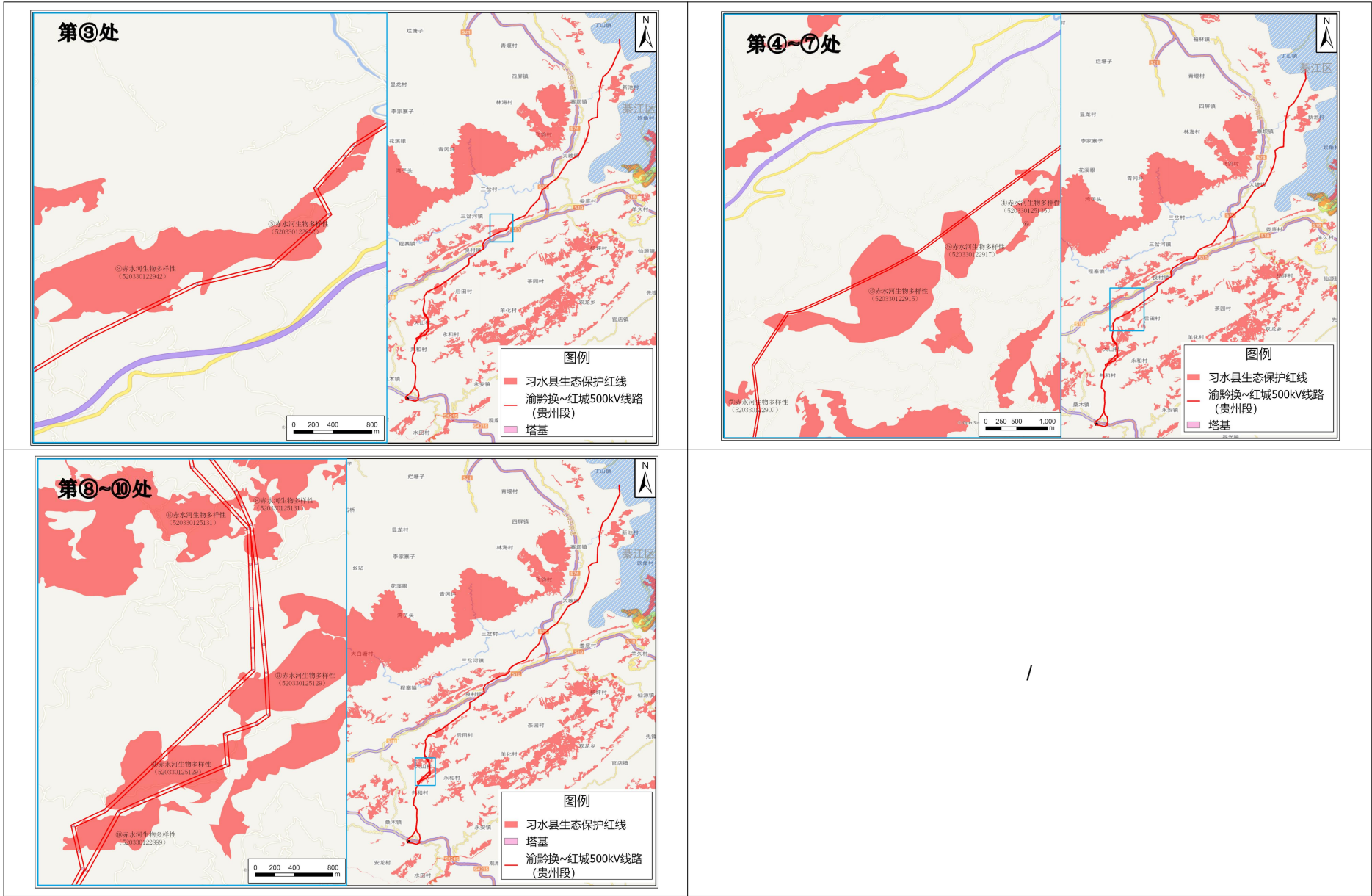


表 2.5-4 本工程 1km 范围内近距离已避让的饮用水水源保护区

序号	名称	行政区	级别	审批情况	保护范围	主要保护对象（功能）	本工程相对位置关系	行政主管部门
1	綦江区三江街道玉河水库黄桷村饮水工程水源地	重庆市綦江区	乡镇级	渝府办〔2016〕19 号	一级保护区：整个水库正常水位线以下的全部水域，取水口侧正常水位线以上 200 米范围内的陆域，但不超过集雨区范围。二级保护区：正常水位线以上（一级保护区以外），水平距离 2000 米区域。	饮用水源	线路距离綦江区三江街道玉河水库黄桷村饮水工程水源地二级保护区最近距离约 450m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 600m。	重庆市綦江区生态环境局
2	綦江区石角镇香樟沟水库丰岩村饮水工程水源地	重庆市綦江区	乡镇级	渝府办〔2016〕19 号	一级保护区：整个水库正常水位线以下的全部水域，取水口侧正常水位线以上 200 米范围内的陆域，但不超过集雨区范围。二级保护区：正常水位线以上（一级保护区以外），水平距离 2000 米区域。	饮用水源	线路距离綦江区石角镇香樟沟水库丰岩村饮水工程水源地二级保护区最近距离约 450m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 550m。	重庆市綦江区生态环境局
3	綦江区石角镇梨树沟山坪塘石角村饮水工程水源地	重庆市綦江区	乡镇级	渝府办〔2016〕19 号	一级保护区：整个水库正常水位线以下的全部水域，取水口侧正常水位线以上 200 米范围内的陆域，但不超过集雨区范围。二级保护区：正常水位线以上（一级保护区以外），水平距离 2000 米区域。	饮用水源	线路距离綦江区石角镇梨树沟山坪塘石角村饮水工程水源地二级保护区最近距离约 1000m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 1200m。	重庆市綦江区生态环境局
4	綦江区东溪镇綦江河大安村饮水工程水源地	重庆市綦江区	乡镇级	渝府办〔2016〕19 号	一级保护区：整个水库正常水位线以下的全部水域，取水口侧正常水位线以上 200 米范围内的陆域，但不超过集雨区范围。二级保护区：正常水位线以上（一级保护区以外），水平距离 2000 米区域。	饮用水源	线路距离綦江区东溪镇綦江河大安村饮水工程水源地二级保护区最近距离约 400m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 500m。	重庆市綦江区生态环境局
5	綦江区东溪镇紫河紫场饮水工程水源地	重庆市綦江区	乡镇级	渝府办〔2016〕19 号	一级保护区：取水口上游 1000 米至下游 100 米，5 年一遇洪水所能淹没的水域，洪水期正常水位河道边缘纵深 50 米，陆域沿岸长度与一级保护区水域长度相同。二级保护区：取水口上游 1000-3000 米，下游 100-300 米，一级保护区向外 10 年一遇洪水所能淹没的水域，10 年一遇洪水淹没区域河道	饮用水源	线路距离綦江区东溪镇紫河紫场饮水工程水源地二级保护区最近距离约 1100m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离	重庆市綦江区生态环境局

					边缘水平纵深 200 米。		约 1100m。	
6	綦江区三角镇小湾山坪塘吉安场镇水厂水源地①	重庆市綦江区	乡镇级	渝府办(2016)19号	一级保护区：整个水库正常水位线以下的全部水域，取水口侧正常水位线以上 200 米范围内的陆域，但不超过集雨区范围。二级保护区：正常水位线以上（一级保护区以外），水平距离 2000 米区域。	饮用水源	线路距离綦江区三角镇小湾山坪塘吉安场镇水厂水源地一级保护区最近距离约 200m，距离二级保护区最近距离约 220m；塔基距离饮用水水源一级保护区最近距离约 380m，距离二级保护区最近距离约 400m。	重庆市綦江区生态环境局
7	綦江区东溪镇东丁河东溪水厂水源地	重庆市綦江区	乡镇级	渝府办(2013)40号	一级保护区：取水口上游 1000 米至下游 100 米的整个水域，30 年一遇洪水位控制高程以下陆域，陆域沿岸长度与一级保护区水域长度相同。二级保护区：取水口上游 1000-1500 米，下游 100-200 米的整个水域，30 年一遇洪水位控制高程以下陆域，陆域沿岸长度与二级保护区水域长度相同。	饮用水源	线路距离綦江区东溪镇东丁河东溪水厂水源地二级保护区最近距离约 400m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 450m。	重庆市綦江区生态环境局
8	綦江区三江街道玉荷塘水库双福村饮水工程水源地	重庆市綦江区	乡镇级	渝府办(2016)19号	一级保护区：整个水库正常水位线以下的全部水域，取水口侧正常水位线以上 200 米范围内的陆域，但不超过集雨区范围。二级保护区：正常水位线以上（一级保护区以外），水平距离 2000 米区域。	饮用水源	线路距离綦江区三江街道玉荷塘水库双福村饮水工程水源地二级保护区最近距离约 600m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 700m。	重庆市綦江区生态环境局
9	贵州省习水县寨坝镇红砖水库饮用水水源保护区①	贵州省习水县	乡镇级	遵府函(2020)1号	习水县寨坝镇红砖水库饮用水水源保护区分为一级保护区、二级保护区，保护区的总面积为 2.7526 平方公里，其中一级保护区面积为 0.2345 平方公里，二级保护区面积为 2.5181 平方公里，取水口坐标：28°38'33.269"，106°33'31.517"。	饮用水源	线路距离贵州省习水县大坡镇土地岩水库饮用水水源二级保护区最近距离约 48m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 128m。	遵义市生态环境局

10	贵州省习水县大坡镇土地岩水库饮用水水源保护区 <sup>①</sup>	贵州省习水县	乡镇级	遵府函 (2020) 1 号	遵义市习水县大坡镇土地岩水库集中式饮用水水源保护区划分为一级保护区、二级保护区，其中一级、二级保护区面积分别为 0.02827km <sup>2</sup> 、1.7382km <sup>2</sup> ，保护区总面积为 1.7665km <sup>2</sup> 。取水点地理位置位于东经 106°34'30.10"，北纬 28°34'17.12"。	饮用水源	线路距离贵州省习水县良村镇新田沟水库饮用水水源二级保护区最近距离约 144m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 158m。	遵义市生态环境局
11	贵州省习水县良村镇新田沟水库饮用水水源保护区 <sup>①</sup>	贵州省习水县	乡镇级	遵府函 (2020) 1 号	习水县良村镇新田沟水库饮用水水源保护区分为一级保护区、二级保护区，保护区的总面积为 14.2578 平方公里，其中一级保护区面积 1.7176 平方公里，二级保护区面积 12.5402 平方公里。取水口坐标：28°21'29.220"，106°23'33.919"。	饮用水源	线路距离贵州省习水县大茅坡水库饮用水水源二级保护区最近距离约 13m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 18m。	遵义市生态环境局
12	贵州省习水县大茅坡水库饮用水水源保护区 <sup>①</sup>	贵州省习水县	县级	黔府函 (2018) 77 号	习水县大茅坡水库集中式饮用水水源保护区分为一级、二级保护区，保护区面积共 9.6149km <sup>2</sup> ，其中一级保护区面积 1.4563km <sup>2</sup> ，二级保护区面积 8.1586km <sup>2</sup> 。取水口坐标为：东 107°57'31.64"，北纬 26°29'12.85"。 一级保护区：大茅坡水库坝址以上水库正常水位线以下全部水域面积及水域外 200 米。 二级保护区：大茅坡水库尾水沿河干流上溯及河道两侧分水岭以内。	饮用水源	线路距离贵州省习水县桑木镇铁厂水库饮用水水源二级保护区最近距离约 52m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 63m。	贵州省生态环境厅
13	贵州省习水县桑木镇铁厂水库饮用水水源保护区 <sup>①</sup>	贵州省习水县	乡镇级	遵府函 (2020) 1 号	习水县桑木镇铁厂水库集中式供水工程饮用水水源保护区总面积为 0.5007km <sup>2</sup> ，其中一级保护区 0.0579km <sup>2</sup> ，二级保护区 0.4428km <sup>2</sup> ，取水口地理坐标为东经 106°18'38.72"，北纬 28°15'51.00"。	饮用水源	线路距离贵州省习水县大坡镇土地岩水库饮用水水源二级保护区最近距离约 48m，塔基距离饮用水水源二级保护区最近距离约 128m。	遵义市生态环境局

注：① 饮用水水源保护区位于线路边导线 300m 范围内，作为地表水环境保护目标进行关注。

表 2.5-5 本工程穿越的饮用水水源保护区

序号	名称	行政区	级别	审批情况	保护范围	主要保护对象（功能）	本工程相对位置关系	行政主管部门
1	綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地	重庆市綦江区	乡镇级	渝环函（2021）566号	一级保护区：以取水口为圆心，400 米为半径，多年平均水位对应的高程线以下的全部水域以及一级保护区水域外 200 米范围内的陆域，但不超过流域分水岭范围。二级保护区：一级保护区水域外，多年平均水位对应的高程线以下的全部水库水域以及二级保护区水域外，入库河流上溯 3000 米的汇水区域，西侧以綦江和万盛行政界线为界，但不超过分水岭。	水库	本工程 35kV 站外电源线路自南向北走线，线路在綦江区永城镇、隆盛镇范围内走线时，穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地二级保护区，穿越长度约 4.8km，立塔约 16 基。	重庆市綦江区生态环境局

表 2.5-6 换流站评价范围内电磁和声环境保护目标

序号	行政区	名称（村组）	功能	评价范围内户数	最近房屋楼层及结构及高度	距厂界最近距离/m	环境影响因子	声环境保护要求	备注
1	重庆市綦江区隆盛镇	狮铃村新湾组	居民房	3 户	杨**家，2 层坡顶，高度约为 6m	北侧 123m	N	2 类	/
2		石梁村拱桥组	居民房	7 户	户主不详，2 层坡顶，高度约为 6m	东南侧 129m	N	2 类	/
3		狮铃村崔家坝组	居民房	7 户	户主不详，3 层坡顶，高度约为 9m	东北侧 114m	N	2 类	/
4		石梁村赵家岗组	居民房	1 户	王**家，2 层坡顶，高度约为 6m	南侧 185m	N	2 类	共设置两个监测点

表 2.5-7 红城 500kV 变电站电磁和声环境保护目标

序号	环境敏感目标名称及分布			功能	评价范围内户数	评价范围内最近建筑物楼层及高度	与最近侧围墙的距离	环境影响因子	声环境保护要求
1	贵州省遵义市习水县	二郎镇	莫洛村联合组	居民房	11 户	最近户为徐**家，2 层平顶，高度约 6m	西北侧约 19m	E、B、N	2 类
				居民房	4 户	最近户为周*家，2 层平顶，高度约 6m	北侧 172m	N	2 类
2			莫洛村田头组	居民房	9 户	最近户为王**家，3 层平顶，高度约 9m	西南侧约 126m，南侧 140m	N	2 类

表 2.5-8 隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程电磁和声环境保护目标

序号	环境敏感目标名称及分布			功能	评价范围内户数	评价范围内最近建筑物及高度	最近建筑物与工程相对位置关系	导线对地高度(m)	环境影响因子	声环境保护要求	备注
1	重庆市綦江区	隆盛镇	狮铃村桑树沟组	居民房	2 户	金**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	东南侧 13m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区
2			狮铃村崔家坝组	居民房	3 户	崔**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	西北侧 8m	≥24	E、B、N	1 类	10mm 冰区，该组房屋均位于两线间共同评价范围内
3			狮铃村新垮组	居民房	2 户	杨**家，3 层坡顶，高度约 10.5m	北侧 20m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区
4		三角镇	佛子寺村松林坪组	居民房	1 户	罗**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	西南侧 50m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区



表 2.5-9 渝黔换流站~红城 500kV 线路工程（重庆段）电磁和声环境保护目标

序号	环境敏感目标名称及分布			功能	评价范围内户数	评价范围内最近建筑物及高度	最近建筑物与工程相对位置	导线对地高度(m)	环境影响因子	声环境保护要求	备注
1	重庆市綦江区三角镇		佛子寺村王家湾组	居民房	1 户	蒋**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	西北侧 50m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
2			桐垭村茶元组	居民房	5 户	刘**，1 层坡顶，高度约 4.5m	西北侧 6m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
3			桐垭村柏果坪组	居民房	3 户	封**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	西北侧 30m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
4			桐垭村大河嘴组	居民房	6 户	周**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	东侧 8m	≥18	E、B、N	1 类、4a 类（距綦万高速公路 33m）	10mm 冰区同塔双回
5			红岩村母家岩组	居民房	10 户	刘**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	西北侧 8m	≥18	E、B、N	1 类、4a 类（距 S312 省道 5m）	10mm 冰区同塔双回
6			望石村岩丰坪组	居民房	1 户	李**家，3 层坡顶，高度约 10.5m	东侧 35m	≥14	E、B、N	4a 类（距 S312 省道 5m）	10mm 冰区同塔双回
7			红岩村瓦屋组	居民房	4 户	吴**家，3 层坡顶，高度约 10.5m	东北侧 18m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
8			红岩村老贯屋组	居民房	3 户	李**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	西北侧 10m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
9			彭香村小湾组	居民房	5 户	王**家，3 层坡顶，高度约 10.5m	西北侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
10			乐升坪村刘家湾组	居民房	7 户	周**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	东南侧 6m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回

11		乐升坪村双院子组	居民房	4 户	周**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东南侧 18m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
12		乐升坪村中田坝组	居民房	7 户	夏**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西北侧 12m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
13		龙门村团山堡组	居民房	1 户	周**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	西北侧 20m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
14		龙门村杨家湾组	居民房	11 户	刘**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	西北侧 6m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
15		龙门村舌大榜组	居民房	1 户	周**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	西北侧 35m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
16	通惠街道	三桥村 9 组	居民房、农家乐	10 户	张**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	西北侧 6m	≥23	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
17		三桥村 10 组	居民房	5 户	周**家, 1 层平顶, 高度约 3.0m	东北侧 6m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
18		三桥村 12 组	居民房	2 户	户主不详, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西南侧 20m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
19	石角镇	千秋村 2 组	居民房	4 户	李**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东南侧 6m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
20		新农村 5 组	居民房	3 户	冯**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东北侧 6m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
21	三江街道	寨门村 4 组	居民房、观景休息站	4 户	赵**家, 2 层平顶, 高度约 6.0m	西南侧 8m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
22		寨门村 3 组	居民房	17 户	周**家, 1 层平顶, 高度约 3.0m	西南侧 6m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
23		寨门村 7 组	居民房	7 户	江**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东北侧 12m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
24	石角镇	寨溪村 3 组	住宅	4 户	王**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	西南侧 6m	≥23	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
25	三江街道	大山村 5 组	居民房	6 户	廖**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西北侧 6m	≥23	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回

26			大山村 7 组	居民房	3 户	吴**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西北侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
27			大山村 8 组	居民房	1 户	邓**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	西北侧 8m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
28			大山村 1 组	居民房	1 户	朱**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东南侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
29	石角 镇		福禄村 1 组	居民房	2 户	霍**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西北侧 35m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
30			福禄村 2 组	居民房	5 户	李**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东南侧 6m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
31			福禄村 3 组	居民房	1 户	黄**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东南侧 40m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
32	扶欢 镇		插旗村 5 组	居民房	2 户	户主不详, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东南侧 10m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
33	篆塘 镇		盖石社区 3 组	居民房、 寺庙	6 户	盖石王爷庙, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西北侧 6m	≥21	E、B、N	4a 类 (距 G210 国道 5m)	10mm 冰区 同塔双回
34			渡沙村 1 组	居民房	5 户	陶**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	东南侧 8m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
35			渡沙村 2 组	居民房	3 户	刘**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西北侧 12m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
36			渡沙村 3 组	居民房	4 户	向**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	东南侧 12m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
37			渡沙村 6 组	居民房	4 户	黄**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西北侧 6m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
38			白坪村 3 组	居民房	9 户	向**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	西北侧 6m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
39			文胜村 3 组	居民房	2 户	邓**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	东南侧 6m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
40			葡萄村 1 组	居民房	8 户	杨**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东南侧 20m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回

41	东溪 镇	遥河村 12 组	居民房	4 户	邹**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	西北侧 6m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
42		遥河村 10 组	居民房	5 户	刘**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	西北侧 8m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
43		遥河村石料场	搅拌站、 石料厂	1 户	搅拌站, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东侧 8m	≥14	E、B	/	10mm 冰区 同塔双回
44		杨柳村 7 组	居民房	3 户	杨**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东南侧 6m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
45		杨柳村 6 组	居民房	1 户	程**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	西侧 45m	≥14	E、B、N	4a 类距 G210 国道 5m)	10mm 冰区 同塔双回
46		大安村 17 组	居民房	6 户	文**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	西北侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
47		大安村 19 组	居民房	7 户	户主不详, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	西北侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
48		竹园村 7 组	居民房	5 户	金**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	西南侧 18m	≥14	E、B、N	4a 类距 G210 国道 5m)	10mm 冰区 同塔双回
49		长堰村 1 组	居民房	1 户	胡**家, 2 层坡顶, 高度约 4.5m	东南侧 25m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
50		长堰村 2 组	居民房	2 户	罗**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东南侧 45m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
51		长堰村 4 组	居民房	4 户	李**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西北侧 6m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
52		长堰村 3 组	居民房	5 户	毛**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东南侧 18m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
53		长堰村 6 组	居民房	2 户	郑**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东南侧 20m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
54		白云寺村 5 组	居民房	3 户	黄**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东南侧 10m	≥19	E、B、N	1 类	10mm 冰区

55	丁山镇	白云寺村 4 组	居民房	1 户	嫣**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东南侧 6m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区
56		白云寺村 2 组	居民房	14 户	邓**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	东南侧 8m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
57		巩固村 1 组	居民房	11 户	户主不详, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西南侧 12m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
58		巩固村 4 组	居民房	3 户	李**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	西北侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
59		上榜村 2 组	居民房	4 户	岳**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西南侧 8m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
60		上榜村 3 组	居民房	3 户	户主不详, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	西南侧 30m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
61		保元村 2 组	居民房	1 户	赵**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西北侧 6m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
62		保元村 3 组	居民房	4 户	杨**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东南侧 25m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
63		保元村 7 组	居民房	4 户	翁**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	西北侧 6m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回
64		石佛村 6 组	居民房	3 户	皮**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东南侧 30m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区 同塔双回

表 2.5-10 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）电磁和声环境保护目标

序号	环境敏感目标名称及分布			功能	评价范围内户数	评价范围内最近建筑物及高度	最近建筑物与工程相对位置	导线对地高度(m)	环境影响因子	声环境保护要求	备注
1	遵义市习水县	寨坝镇	条台村兴隆台组	居民房	7 户	最近户为刘**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	东侧 10m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
2			合心村岩上组	居民房	1 户	最近户为李**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	西侧 35m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
3			合心村彭家嘴组	居民房	4 户	最近户为龚**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	东侧 7m	≥19	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
4			合心村两河口组	居民房	1 户	最近户为余**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	西侧 30m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
5			习源村群力组	居民房	2 户	最近户为黎**家，3 层坡顶，高度约 10.5m	东侧 20m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
6			习源村习源组	居民房	2 户	最近为习源农旅庄园，4 层坡顶，高度约 13.5m	西侧 25m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
7			习源村田坝组	居民房	4 户	最近户为张**家，4 层平顶，高度约 12m	西侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
8			习源村新建组	居民房	5 户	最近户为冯**家，3 层平顶，高度约 9m	西侧 13m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
9			永盛村双凤组	居民房	1 户	最近户为刘**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	西侧 40m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
10			永盛村新联组	居民房	1 户	最近户为吴**家，2 层平顶，高度约 6m	东侧 24m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
11			永盛村新华组	居民房	3 户	最近户为陈**家，3 层平顶，高度约 9m	北侧 7m	≥23	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
12	遵义市习水县	大坡镇	小罗村双凤组	居民房	1 户	最近户为宋**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	西北侧 42m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
13			小罗村胜利组	居民房	5 户	最近户为侯**家，2 层平顶，高度约 6m	西侧 8m	≥23	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
14			小罗村石坪组	土地庙	1 处	1 层坡顶，高度约 4.5m	西侧 30m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
	居民房	4 户		最近户为王**家，3 层平	西侧 18m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同		

序号	环境敏感目标名称及分布	功能	评价范围内户数	评价范围内最近建筑物及高度	最近建筑物与工程相对位置	导线对地高度(m)	环境影响因子	声环境保护要求	备注
				顶, 高度约 9m					塔双回
15	大坡村杨柳组	居民房	1 户	最近户为杨**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东侧 49m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
16	裕民村和平组	居民房	2 户	最近户为胡**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m (顶层为棚子, 不住人)	西侧 12m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
17	大坡村岩上组	居民房	4 户	最近户为何**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
		看护房	1 处	何**鱼塘看护房, 1 层平顶, 高度 3.0m	东侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	
18	裕民村天量组	居民房	2 户	最近户为何**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	西侧 23m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
19	裕民村天生组	居民房	2 户	最近户为穆**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东侧 9m	≥18	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
20	龙灯村鱼科组	居民房	4 户	最近户为袁**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m	西侧 28m	≥14	E、B、N	4a 类	10mm 冰区同塔双回, G212 国道两侧 20m 范围内
21	龙灯村观音沟组	居民房	3 户	最近户为穆**家, 3 层平顶, 高度约 9m	西侧 7m	≥23	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
22	龙灯村关沟组	居民房	4 户	最近户为罗**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东侧 30m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
23	罗家坝村罗家组	居民房	4 户	最近户为罗**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东侧 23m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
24	罗家坝村中心组	居民房	6 户	最近户为周**家, 2 层坡顶, 高度约 7.5m	东侧 20m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
25	建筑村海鱼组	居民房	1 户	最近户为曾**家, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东侧 11m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
26	建筑村石笋组	居民房	4 户	最近户为任**家, 1 层坡/	西侧 30m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同

序号	环境敏感目标名称及分布			功能	评价范围内户数	评价范围内最近建筑物及高度	最近建筑物与工程相对位置	导线对地高度(m)	环境影响因子	声环境保护要求	备注
						平顶，高度约 10.5m					塔双回
27	遵义市习水县	良村镇	良村村坝头组	居民房	2 户	最近户为周**家，3 层坡顶，高度约 10.5m	西侧 20m	≥14	E、B、N	4a 类	10mm 冰区同塔双回，S302 省道两侧 25m 范围内
28			良村村铁厂湾组	居民房	2 户	最近户为袁**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	东南侧 18m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
29			良村村光明组	居民房	6 户	最近户为冯**家，3 层平顶，高度约 9m	东侧 18m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
30			良村村梅台组	居民房	1 户	最近户为曾**家，2 层平顶，高度约 6m	东侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
				污水处理站	1 处	煤矿井污水处理厂，1 层平顶，高度约 3m	西侧 25m	≥14	E、B	/	10mm 冰区同塔双回
31			大安村大塘组	居民房	2 户	最近户为陈**家，3 层平顶，高度约 9m	西侧 45m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
32			大安村越进组	居民房	1 户	最近户为丁**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	西北侧 19m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
33			大安村石坎组	居民房	1 户	最近户为任**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	东南侧 10m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
34			大安村水坝组	居民房	4 户	最近户为陈**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	东侧 12m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
35	遵义市习水县	桑木镇	大山村高千组	居民房	1 户	最近户为陈**家，1 层坡顶，高度约 4.5m	东侧 45m	≥14	E、B、N	1 类	15mm 冰区同塔双回
36			大山村新建组	居民房	14 户	最近户为罗**家，2 层平顶，高度约 6m	东侧 10m	≥26	E、B、N	1 类	20mm 冰区单回路及单回路并行
37			共和村柏果组	居民房	2 户	最近户为余**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	东侧 30m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
38			共和村柏木组	居民房	4 户	最近户为穆**家，3 层平	西侧 9m	≥23	E、B、N	1 类	10mm 冰区同



序号	环境敏感目标名称及分布			功能	评价范围内户数	评价范围内最近建筑物及高度	最近建筑物与工程相对位置	导线对地高度(m)	环境影响因子	声环境保护要求	备注
						顶, 高度约 12m					塔双回
39			共和村子曹组	居民房	3 户	最近户为穆**家, 2 层平顶, 高度约 6m	东侧 35m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
40			共和村茶窝组	寺庙	1 个	金钟寺, 1 层坡顶, 高度约 4.5m	东侧 10m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
41			桐桅村均田组	居民房	4 户	最近户为陈**家, 3 层坡顶, 高度约 10.5m (顶层为棚子, 不住人)	东侧 12m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
42			桐桅村中心组	居民房	1 户	最近户为叶**家, 2 层平顶, 高度约 6m	西侧 46m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
43			桐桅村坪子组	居民房	1 户	最近户为赵**家, 2 层平顶, 高度约 6m	东侧 35m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
44			桐桅村顺丰组	居民房	4 户	最近户为刘**家, 2 层平顶, 高度约 6m	西侧 15m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区同塔双回
45	遵义市习水县二郎镇		庆丰村新民组	居民房	1 户	最近户为赵**家, 2 平坡顶, 高度约 6m	东侧 22m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区单回路并行
46			庆丰村上湾组	居民房	4 户	最近户为周**家, 2 层平顶, 高度约 6m	西侧 10m	≥24	E、B、N	1 类	10mm 冰区单回路
47			庆丰村农兴组	居民房	1 户	最近户为李**家, 2 层平顶, 高度约 6m	东侧 45m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区单回路
48			庆丰村小山组	居民房	2 户	最近户为赵**家, 2 层平顶, 高度约 6m	北侧 17m	≥14	E、B、N	1 类	10mm 冰区单回路
49			庆丰村石见坡组	居民房	9 户	最近户为赵**家, 2 层平顶, 高度约 6m	西南 12m	≥21	E、B、N	1 类	10mm 冰区单回路
50			莫洛村联合组	居民房	7 户	最近户为余**家, 2 层平顶, 高度约 6m	东北 15m	≥14	E、B、N	1、2 类	10mm 冰区单回路

表 2.5-11 重庆 220kV 迁改线路工程电磁和声环境保护目标

序号	环境敏感目标名称及分布			功能	评价范围内的规模 (数量)	评价范围内最近建筑物及高度	最近建筑物与工程 相对位置关系	导线对地 高度 (m)	环境影响 因子	声环境保 护要求	备注
1	重庆市 綦江区	隆盛镇	长春村瓦房子组	居民房	7 户	袁**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	西侧 15m	≥7.5	E、B、N	1 类	10mm 冰区 220kV 旗黄线迁改
2			长春村桥上组	居民房	2 户	张**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	东北侧 20m	≥7.5	E、B、N	1 类	10mm 冰区 220kV 旗黄线迁改
3			石梁村拱桥组	居民房	2 户	但**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	西北侧 6m	≥7.5	E、B、N	1 类	10mm 冰区 220kV 旗黄线迁改
4		三角镇	佛子寺村王家湾组	居民房	1 户	李**家，3 层坡顶，高度约 10.5m	西南侧 20m	≥7.5	E、B、N	1 类	10mm 冰区 220kV 旗黄线迁改
5			佛子寺村梨子树组	居民房	3 户	袁**家，2 层坡顶，高度约 7.5m	东北侧 10m	≥7.5	E、B、N	1 类	10mm 冰区 220kV 旗黄线迁改

注：1、本工程环境敏感目标为根据初步设计阶段路径调查的环境敏感目标，可能随工程设计阶段的不断深化而略有变化；表中所列距离均为当前设计阶段在工程拆迁后输电线路边导线垂直投影距环境敏感目标的最近水平距离，可能随工程设计阶段的不断深化而略有变化。

2、根据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）和《关于印发<输变电建设项目重大变动清单（试行）>的通知》（环办辐射〔2016〕84 号），无风情况下，500kV 输电线路边导线与建筑物之间的水平距离不应小于 5m，边导线地面投影外 5m 以内范围为有人居住的建筑物属于工程拆迁，在工程拆迁范围内的住宅、学校、医院、办公楼、工厂等有公众居住、工作或学习的建筑物不列为环境敏感目标，工程拆迁实际情况随工程设计阶段的不断深化而确定，最终以施工阶段为准。

3、根据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）及可研设计资料，500kV 输电线路经过各敏感目标处的最小线高不低于 14m；后文“6.1.6 章节对环境敏感目标的影响结论”中详述各敏感目标处电磁环境达标的最低线高要求。

4、根据《中华人民共和国噪声污染防治法》及《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），声环境保护目标指需要保持安静的建筑物及建筑物集中区，即指用于居住、科学研究、医疗卫生、文化教育、机关团体办公、社会福利等需要保持安静的建筑物。

5、环境影响因子：“E”—工频电场；“B”—工频磁场；“N”—噪声。

6、电磁环境保护要求为工频电场强度小于 4000V/m；工频磁感应强度小于 100μT。

## 2.6 评价重点

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），各要素评价工作等级在二级及以上时，应作为评价重点。本工程电磁环境影响评价工作等级为一级，声环境影响评价工作等级为二级，生态环境影响评价工作等级按二级、三级分段评价，水环境影响评价为三级 B。因此，本工程的评价工作重点为电磁环境影响评价、声环境影响评价以及生态环境影响评价。

### 3 建设项目概况与分析

#### 3.1 项目的一般特性

本工程主要建设内容包括：渝黔背靠背换流站新建工程；红城 500kV 变电站扩建工程；其他变电工程；500kV 线路新建工程。

本工程的一般工程特性见表 3.1-1。

表 3.1-1 本工程一般工程特性表

工程名称		渝黔背靠背联网工程		
建设性质		新建、扩建		
建设地点		重庆市綦江区、贵州省遵义市习水县		
建设单位		国家电网有限公司西南分部、贵州电网有限责任公司		
设计单位		中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司 中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司 国核电力规划设计研究院有限公司 中国电建集团贵州电力设计研究院有限公司		
主要建设内容		(1) 渝黔背靠背换流站新建工程 (2) 红城 500kV 变电站扩建工程 (3) 500kV 线路新建工程 (4) 220kV 线路改迁工程		
换流站工程	建设规模	地理位置	重庆市綦江区隆盛镇石梁村	
		额定直流电压	±260kV	
		额定换流容量	2x1500MW	
		直流部分	包含 2 个柔直背靠背换流单元，每个单元额定功率 1500MW，采用对称单极接线。每个背靠背换流单元包括 2 组 VSC 换流阀，换流阀采用 4500V/3000A 压接式的 IGBT 器件，换流阀子模块拓扑结构为半桥拓扑，按支撑式换流阀进行布置。联接变压器（12+1）×567MVA（其中 1 台备用），采用单相双绕组有载调压。	
		交流部分	重庆侧建设 500kV，出线 4 回。	
			贵州侧建设 500kV，出线 2 回。	
	占地面积	换流站总用地面积约 18.40hm <sup>2</sup> ，其中围墙内占地面积约 10.73hm <sup>2</sup> 。		
	外接电源线路	地理位置	重庆市綦江区	
		建设性质	新建	
		电压等级	35kV	
		线路长度	16.63km（其中 16.15km 架空线路，0.48km 电缆线路），曲折系数 1.1	
杆塔型式		架空+电缆		
红城 500kV 变电站扩建工程		地理位置	贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村	
		电压等级	500kV	
		现有工程	已建 1 台 750MVA #2 主变、1 组 60Mvar 并联低压电容器及 1 组 60Mvar 并联低压电抗器，500kV 出线 2 回（分别接至二	

		郎电厂、诗乡），220kV 出线 5 回（分别接至元村 2 回、绿洲 3 回）。
	在建工程	扩建 1 台 750MVA #1 主变和 1 组 60Mvar 并联低压电容器。
	本期扩建内容	扩建 500kV 出线间隔 2 个；同时扩建 2×60Mvar 低压电抗器。
环保措施	事故油池	本期不新建，依托前期。
	污水处理装置	本期不新建，依托前期。
500kV 线路新建工程	(1) 隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程	
	电压等级	500kV、220kV
	建设规模	本工程将隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入换流站，新建线路长度 7.4km，其中 2×1.3km 按同塔双回路架设，2.6km 按同塔双回路架设（本期单侧挂线），2.2km 按单回路架设。
	架设方式	500kV 线路单回、同塔双回及双回塔单边挂线架设，220kV 迁改线路单回架设
	线路所经行政区	重庆市綦江区
	沿线地形	丘陵占 5%，一般山地占 95%
	导线型号	500kV 线路 4×JL3/G1A-630/45，220kV 迁改 2×JL/G1A-400/35
	规划杆塔数量	500kV 新建线路 19 基（直线塔 2 基，耐张塔 17 基），旗黄 220kV 单回迁改线路新建铁塔 15 基（直线塔 7 基，耐张塔 8 基）
	塔基占地面积	永久占地面积约 3.99hm²
	(2) 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（重庆段）	
	电压等级	500kV、220kV
	建设规模	新建换流站~红城Ⅰ、Ⅱ回 500kV 线路（重庆段），新建线路长度 2×57.3km，按同塔双回路架设。
	架设方式	500kV 线路同塔双回架设，220kV 迁改线路单回架设
	线路所经行政区	重庆市綦江区
	沿线地形	丘陵占 13%、一般山地占 87%
	导线型号	500kV 线路 4×JL3/G1A-630/45，220kV 迁改线路 1×JL3/G1A-400/35
	规划杆塔数量	500kV 新建线路 133 基（直线塔 73 基，耐张塔 60 基），隆铁 220kV 单回迁改新建铁塔 4 基（耐张塔 4 基）
	塔基占地面积	永久占地面积约 5.27hm²
	(3) 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）	
	电压等级	500kV
	建设规模	新建线路长度 2×72.3km，其中 2×56.7km 按同塔双回路架设，2×15.6km 按两个单回路架设（利用 500kV 郎红甲线已建杆塔同塔双回单侧挂线架设 0.1km）
架设方式	10mm 冰区	同塔双回、单回、利用 500kV 郎红甲线已建杆塔同塔双回单侧挂线架设
	15mm	同塔双回架设

	冰区	
	20mm 冰区	单回架设
	线路所经行政区	贵州省遵义市习水县
	沿线地形	丘陵 24.31%，一般山地 49%，高山大岭 26.69%
	导线型号	新建：4×JL/LB20A-630/45 钢芯铝绞线 已建 500kV 郎红甲线：4×JL/LB20A-400/50 型铝包钢芯铝绞线
	规划杆塔数量	新建 226 基（直线塔 105 基，耐张塔 121 基），利用已建 1 基（耐张塔 1 基）
20kV 线路改迁工程	隆盛～海棠、 隆盛～圣泉 500kV 线路开 断接入渝黔换 流站线路段	本段线路跨越旗能电铝～黄山双回 220kV 线路，由于不能同时停电，需进行改造，新建线路长度 5.3km，新建铁塔 15 基。本工程需拆除原隆盛～海棠 500kV 线路长度 1.8km，拆除铁塔 4 基，需拆除原隆盛～圣泉 500kV 线路长度 1.7km，拆除铁塔 3 基。均位于綦江区。
	渝黔换流站～ 红城变 500kV 线路段（重庆 段）	本段线路同时跨越隆盛～綦江东铁路牵引站 220kV 线路和隆盛～綦江 220kV 线路，由于不能同时停电，需对隆盛～綦江东铁路牵引站 220kV 线路进行改造，新建单回线路 0.8km，新建铁塔 4 基，拆除铁塔 1 基。均位于綦江区境内。
工程总投资		511678 万元
计划工期		计划 2027 年投入试运行。

### 3.1.1 换流站工程

#### 3.1.1.1 站址概况

推荐隆盛永丰站址位于重庆市綦江区隆盛镇石梁村，距重庆市区东南约 55km、渝筑高速西约 500m，隆盛镇石梁村北约 2.3km。站址东侧为乡村公路、南侧 2.3km 为 S312 省道。渝黔背靠背联网工程换流站站址评价范围不涉及生态敏感区、饮用水水源保护区。占地性质为建设用地、农用地（基本农田、耕地、林地等）。

进站道路由站址东侧乡村公路引接，新建进站道路长度约 740m，拓宽道路 2.6km。站址为丘陵地貌，四周较为开阔，站址高程在 383～447m，自然地形最大高差约 64m，站址不受 100 年一遇洪水影响。

渝黔背靠背联网工程换流站地理位置示意图见图 3.1-1。



图 3.1-1 拟建换流站现状

### 3.1.1.2 建设规模

#### 1) 直流部分

额定直流电压： $\pm 260\text{kV}$ ；

额定换流容量： $2 \times 1500\text{MW}$ ；

联接变两侧交流电压等级：重庆侧和贵州侧均为  $500\text{kV}$ ；

建设规模：包含 2 个柔直背靠背换流单元，每个单元额定功率  $1500\text{MW}$ ，采用对称单极接线。每个背靠背换流单元包括 2 组 VSC 换流阀，换流阀采用  $4500\text{V}/3000\text{A}$  压接式的 IGBT 器件，换流阀子模块拓扑结构为半桥拓扑，按支撑式换流阀进行布置。联接变压器  $(12+1) \times 567\text{MVA}$ （其中 1 台备用），采用单相双绕组有载调压。

#### 2) 交流部分

重庆侧出线 4 回，贵州侧出线 2 回、两侧各 1 组幅相校正器、1 组  $500\text{kV}$  降压变压器，共组成 6 个完整串（重庆侧 4 串、贵州侧 2 串）、1 个大半串，同时贵州侧降压变通过断路器直接接  $500\text{kV}$  母线。

#### 3) 无功补偿

本期在换流站至红城变 2 回  $500\text{kV}$  出线侧各装设 1 组  $120\text{Mvar}$  高压并联电抗器及中性点小电抗。

#### 4) 外接电源

换流站站外电源考虑从  $110\text{kV}$  平山变电站  $35\text{kV}$  侧配电装置引接，线路全长约  $16.63\text{km}$ （其中  $16.15\text{km}$  架空线路， $0.48\text{km}$  电缆线路），曲折系数 1.1。

换流站总用地面积约  $18.40\text{hm}^2$ ，其中围墙内占地面积约  $10.73\text{hm}^2$ 。

本工程建设规模如表 3.1-2。

表 3.1-2 换流站建设规模

序号	项目	本期建设规模	远景建设规模
1	换流功率	3000MW	3000MW
2	联接变容量	(12+1)×567MVA	(12+1)×567MVA
3	换流阀	两个背靠背换流单元，每个单元额定功率 1500MW	两个背靠背换流单元，每个单元额定功 1500MW
4	幅相校正器	重庆侧和贵州侧各 1 小组，每小组容量暂按 120Mvar	重庆侧和贵州侧各 1 小组，每小组容量暂按 120Mvar
5	500kV 交流出线	重庆侧 4 回（至海棠 1 回、圣泉 1 回、隆盛 2 回），贵州侧 2 回（均至红城变）	重庆侧 6 回（至海棠 1 回、圣泉 1 回、隆盛 2 回，备用 2 回），贵州侧 2 回（均至红城变）
6	500/35kV 降压变	重庆侧 1×180MVA，贵州侧 1×180MVA	重庆侧 1×180MVA，贵州侧 1×180MVA
7	35kV 低压并联电抗器	无	无
8	站用变	重庆侧、贵州侧均为 1×16MVA	重庆侧、贵州侧均为 1×16MVA
9	500kV 高压并联电抗器	重庆侧：0 贵州侧 2×120MVar	重庆侧：0 贵州侧 2×120MVar

### 3.1.1.3 总平面布置

站区方位长轴方向北偏西 7°布置，基本布置型式为：由北向南依次为 500kV 交流配电装置场地（重庆侧）、联接变及启动回路场地（重庆侧）、阀厅及主辅控制楼、联接变及启动回路场地（贵州侧）、500kV 交流配电装置场地（贵州侧）。500kV 交流架空线路向南出线 2 回、向西出线 2 回、北侧出线 4 回，站前区位于站区南侧，进站道路由站区东侧接入。

根据工艺需求，主辅控制楼及阀厅相邻布置。辅助生产区分为两个区域，站前区从东向西依次为综合楼→消防训练场（地上）综合车库；站区东北侧由西向东依次为一次及阀基备品库→综合水泵房→消防水池→380kV 站用电室→消防混合液收集池，堆场位于重庆侧交流场地；阀冷废水总池位于站址西南侧。

综合楼南北朝向布置，正立面朝北，站前广场设置在综合楼与主干道之间，使得办公及休息区尽量远离噪声源及含油设备；综合车库布置于综合楼西侧，综合水泵房布置靠近阀厅区主辅控楼，减少管道长度。

本工程共设置 2 幢 CAFS 设备间，布置于启动回路区北侧空地；设置 2 幢 500kV 继电器小室，分别布置在 2 幢 500kV GIS 室西侧空地。事故油池、阀冷水池、备用桥臂电抗器室及专用品库等其它辅助生产建筑物靠近服务对象就近布置在站区空闲场地，因地制宜进行布置，减少辅助建筑占地面积。



全站建、构筑物防火间距满足《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）、《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）、《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB50229-2019、《柔性直流输电换流站设计标准》（GB/T51381-2019）的相关规定。

站区总平面布置紧凑合理，功能分区明确、清晰，用地节约，各配电装置之间连接顺畅，交直流出线方便。换流站总占地面积 18.40hm<sup>2</sup>，围墙内占地面积为 10.73hm<sup>2</sup>，进站道路及站外边坡占地面积约 7.67hm<sup>2</sup>。换流站新建围墙总长度 1492m。

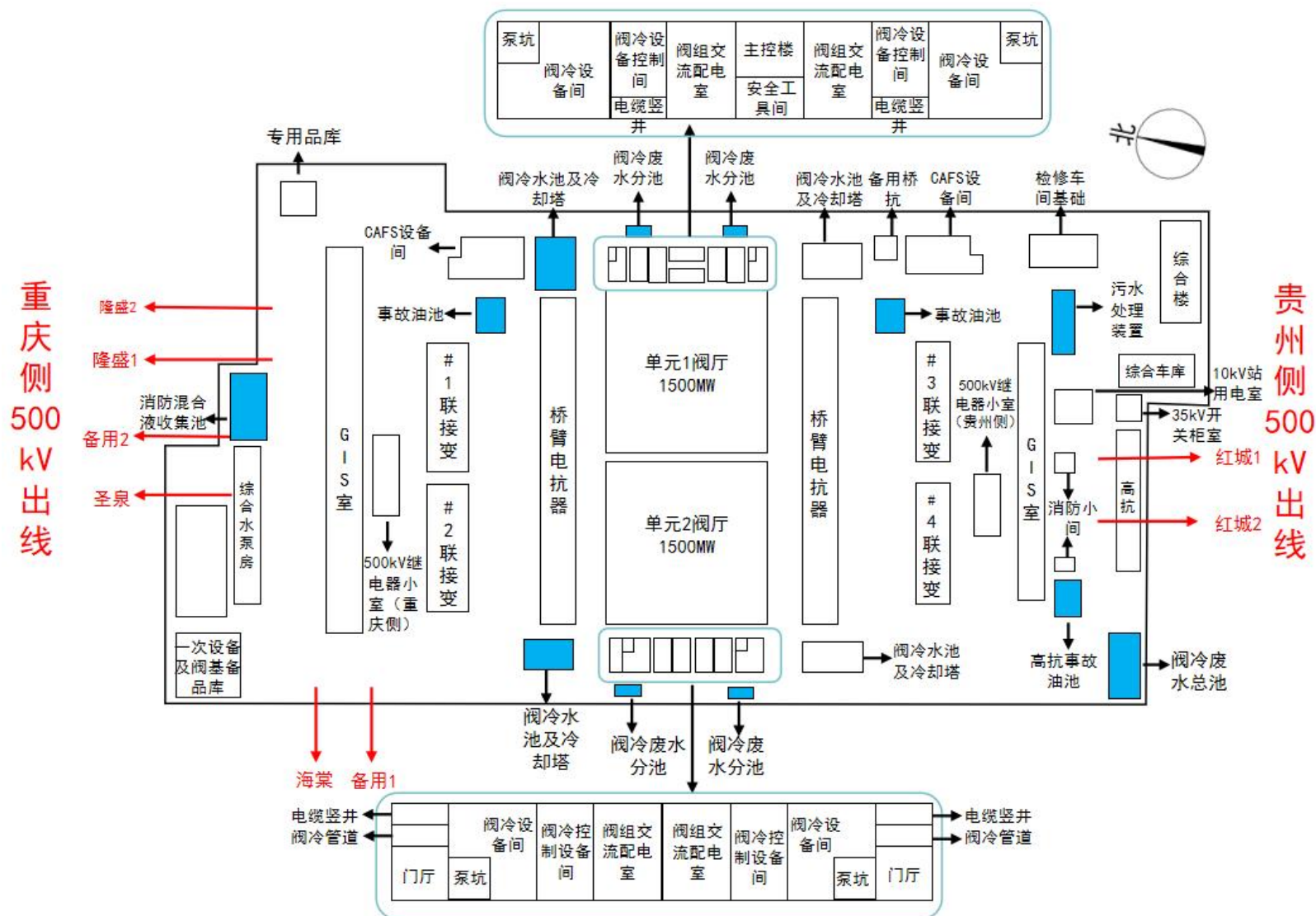


图 3.1-2 换流站总平面布置

### 3.1.1.4 供水排水系统

供水：换流站站外水源引接綦江区新庆江水厂，管道长度 15km。另外在站内设置 3d 生产用水量的储水池。

排水：排水系统主要包括雨水排水系统和生活污水排水系统。换流站雨水排至东侧的永丰河。生活污水经地埋式生活污水处理装置处理后部分回用，富余部分定期清运，不外排。生产废水（阀外冷系统排水）经站内 4 个阀冷废水排放点汇流至各自附近的废水分池，通过排水泵提升抽送并收集在废水总池，最终通过本工程建设的专用管道（29km）排至桥河工业污水处理厂。

### 3.1.1.5 事故排油系统

根据设计提资，本工程换流站联接变油重约 102t，高抗油重约 40t。换流站设联接变事故油池 2 座，高抗事故油池 1 座。联接变事故油池用于收集联接变事故排油，有效容积为 120m<sup>3</sup>；高抗事故油池用于收集高抗事故排油，有效容积为 55m<sup>3</sup>。

换流站新建联接变事故油池有效容积约 120m<sup>3</sup>，接入的最大一台电气设备油重约 102t，折合体积约 115m<sup>3</sup>；新建高抗事故油池有效容积约 55m<sup>3</sup>，接入的最大一台电气设备油重约 40t，折合体积约 45m<sup>3</sup>。因此换流站内新建事故油池有效容积满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）（2019 年 8 月 1 日起实施）6.7.8 中“户外单台油量为 1000kg 以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施，其容积宜按设备油量的 20%设计，并能将事故油排至总事故贮油池。总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一台设备确定，并设置油水分离装置。当不能满足上述要求时，应设置能容纳相应电气设备全部油量的贮油设施，并设置油水分离装置。”的要求。换流站内事故油池为全地下式钢筋混凝土式，结构安全稳定，内部按《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597—2023）的要求进行防渗处理。

### 3.1.1.6 降噪措施

本工程换流站联接变压器均采取加隔声罩（Box-in）措施，隔声量要求不低于 20dB(A)；换流站选用实体围墙加高并设声屏障措施，隔声屏障计权隔声量≥25dB(A·)。

站区西侧围墙加高至 4m，上设 2m 高隔声屏障；站区南侧部分围墙加高至 5m，上设 0.5m 隔声屏障；站区东侧围墙加高至 3m，上设 2m 高隔声屏障；其余围墙高度 2.5m，上设 0.5m 隔声屏障。

### 3.1.1.7 外接电源线路

外接电源从 110kV 平山变电站 35kV 侧配电装置专线引接，线路全长约 16.63km（其中 16.15km 架空线路，0.48km 电缆线路），曲折系数 1.1。

### 3.1.2 红城 500kV 变电站扩建工程

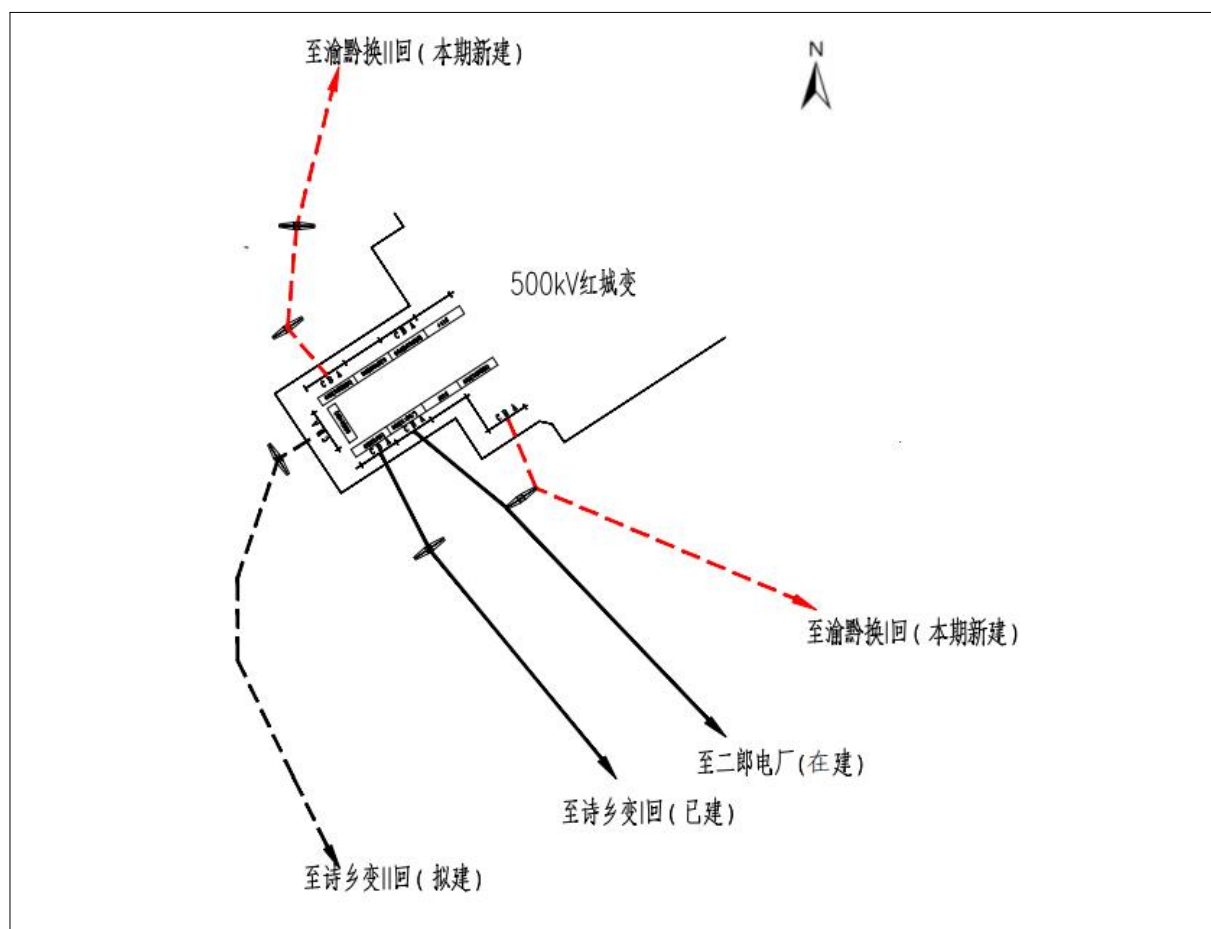
#### 3.1.2.1 地理位置

红城 500kV 变电站位于贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村附近，该站已于 2022 年建成。

#### 3.1.2.2 本期扩建工程概况

本工程对红城 500kV 变电站进行扩建，本期扩建 2 个 500kV 出线间隔至渝黔背靠背换流站，分别扩建红城 500kV 变西北侧起第一、东南侧南起第四个间隔；同时扩建 2 组 60Mvar 并联低压电抗器。

本期红城 500kV 变电站扩建工程在现有站区围墙内进行，不需新征用地，不改变变电站内平面布置，不新增劳动定员，不新增废水、固体废物等污染物，不改变站内现有环境保护设施。



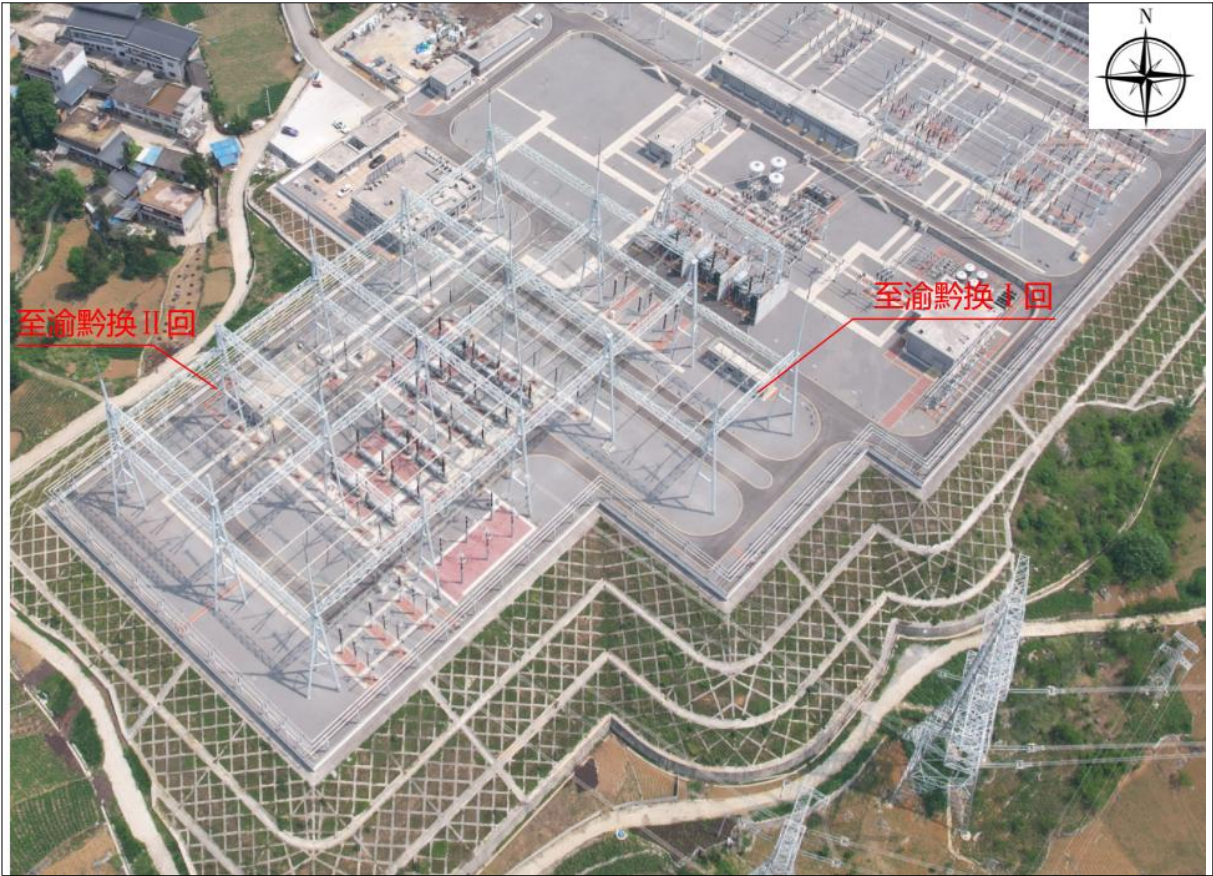


图 3.1-3 红城 500kV 变电站本期间隔扩建示意图

3.1.2.3 前期工程概况

- (1) 变电站前期已建规模
- 主变压器：站内现有 1×750MVA #2 主变压器，三相分体布置。
- 500kV 出线：现有 500kV 出线 2 回，分别接至二郎电厂、诗乡。
- 220kV 出线：现有 220kV 出线 5 回，分别接至元村 2 回、绿洲 3 回。
- 无功补偿装置：已建主变低压侧装设 1×60Mvar 并联电容器和 1×60Mvar 并联电抗器。
- (2) 变电站前期在建规模
- 主变压器：站内在建 1×750MVA #1 主变压器，三相分体布置。
- 无功补偿装置：在建主变低压侧装设 1×60Mvar 并联电容器。
- (3) 变电站远期规模
- 红城 500kV 变电站远期建设规模如下表 3.1-3。

表 3.1-3 红城 500kV 变电站建设规模

项目	现有规模	在建规模	本期扩建规模	远期规模
主变压器	1×750MVA（#2 主变）	1×750MVA（#1 主变）	无	3×750MVA
500kV 出线	2 回	/	扩建 2 个间隔	6 回



220kV 出线	5 回	/	无	14 回
35kV 低压无功补偿设备	1×60Mvar 并联低压电容器和 1×60Mvar 并联低压电抗器	1×60Mvar 并联低压电容器	2×60Mvar 并联低压电抗器	2×(2×60Mvar) 并联 低压电容器组和 2× (2×60Mvar) 并联低压电抗器

### (3) 变电站现有环保设施

#### 1) 水污染防治

红城 500kV 变电站站内排水采取雨污分流制。站区雨水经雨水排水管收集后，排入站外低洼处。根据现场调查、前期工程相关资料以及遵义市生态环境局习水分局关于本工程环评执行标准的复函，红城 500kV 变电站站内生活污水采用地埋式污水处理装置进行处理，处理能力约 1m<sup>3</sup>/h，站内日常工作人员一般为 3~4 人，最大日排生活污水量约为 0.5m<sup>3</sup>/d，变电站已建生活污水处理设施能够满足变电站运行产生的生活污水量。生活污水由污水管网汇集至污水调节池，经污水升压泵升压流入中水处理设备，采用生化处理工艺，经中水池集中收集后回用于站区道路浇洒，多余部分由环卫部门定期清运，不外排。

#### 2) 噪声防治措施

变电站目前各侧站界围墙高度 2.5m，西北侧 2.5m 高围墙在建高度 0.5m 的声屏障（长度 177.5m）。另外#1 主变西北侧在建 1 道防火墙。

#### 3) 固体废物处置

变电站站内设有垃圾箱，站内工作人员产生的生活垃圾分类收集后，定期由当地环卫车集中收集外送统一处理。

变电站站内设有蓄电池室，蓄电池置于蓄电池室内，更换的废旧蓄电池由有资质单位回收处理。经与运行单位核实，本工程红城变电站自运行以来尚未更换过蓄电池。

站内更换的废铅酸蓄电池交由具有危险废物处置资质的单位回收或处置；事故废油经事故油池暂存后交由有相应资质的单位进行回收，少量含油废水和废渣等交由有危废处置资质的单位进行妥善处置。

根据建设单位提供的危险废物外委协议，变电站产生的事故油及铅蓄电池由具有相关危废运输资质的单位进行运输，并由有相应危废处理资质的单位进行回收处理。

#### 4) 事故油池

红城 500kV 变电站前期工程中已建有 1 座容积为 74m<sup>3</sup>的事故油池。根据已建主变铭牌和在建主变资料，站内单台主变最大油重为 60t，折合体积约 67.1m<sup>3</sup>，满足

《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）（2019年8月1日起实施）6.7.8中“户外单台油量为1000kg以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施，其容积宜按设备油量的20%设计，并能将事故油排至总事故贮油池。总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一台设备确定，并设置油水分离装置。当不能满足上述要求时，应设置能容纳相应电气设备全部油量的贮油设施，并设置油水分离装置”要求。

#### （4）本期扩建工程与前期工程的依托关系

本期扩建工程与前期工程的依托关系见表3.1-4。

表 3.1-4 本期变电站扩建工程与前期工程的依托关系一览表

项目		内容
站内永久设施	进站道路	利用现场进站道路，本期无需扩建
	生活污水处理装置	不新增运行人员，不增加生活污水产生量，本期依托原有生活污水处理装置
	雨水排水	变电站已设置有雨水排放系统，本期扩建后雨水等系统最终排入原有系统。
	事故油池	本期不新增用油设备。
施工临时设施	施工用水、用电	利用站内现有水源及电源

#### 3.1.2.4 总平面布置

红城500kV变电站站区由东北至西南布置有220kV配电装置场地、主变及35kV配电装置场地、500kV配电装置场地；500kV、220kV、35kV配电装置分别采用HGIS、AIS、AIS布置方式。220kV配电装置采用AIS瓷柱式断路器双列布置在东北侧，向东北架空出线；500kV配电装置选用户外HGIS设备，采用悬吊式硬管母线HGIS中型，布置在西南侧，向西北、西南、东南三个方向架空出线；主变及无功补偿装置布置在站区中部；站用变压器布置在380V中央配电室内；主控通信楼及附属建筑布置在站区西北侧的站前区，从西北侧进站。水泵房、消防水池及污水处理设施布置在主控通信楼西北侧。事故油池位于融冰阀控室南侧。站内道路围绕主变及主控通信楼的主干道形成一个主环形道路。红城500kV变电站一期工程已按最终规模一次征地，总征地面积约7.462hm<sup>2</sup>，其中围墙内占地面积为4.201hm<sup>2</sup>。本期扩建均在一期工程围墙内进行，不新征土地。

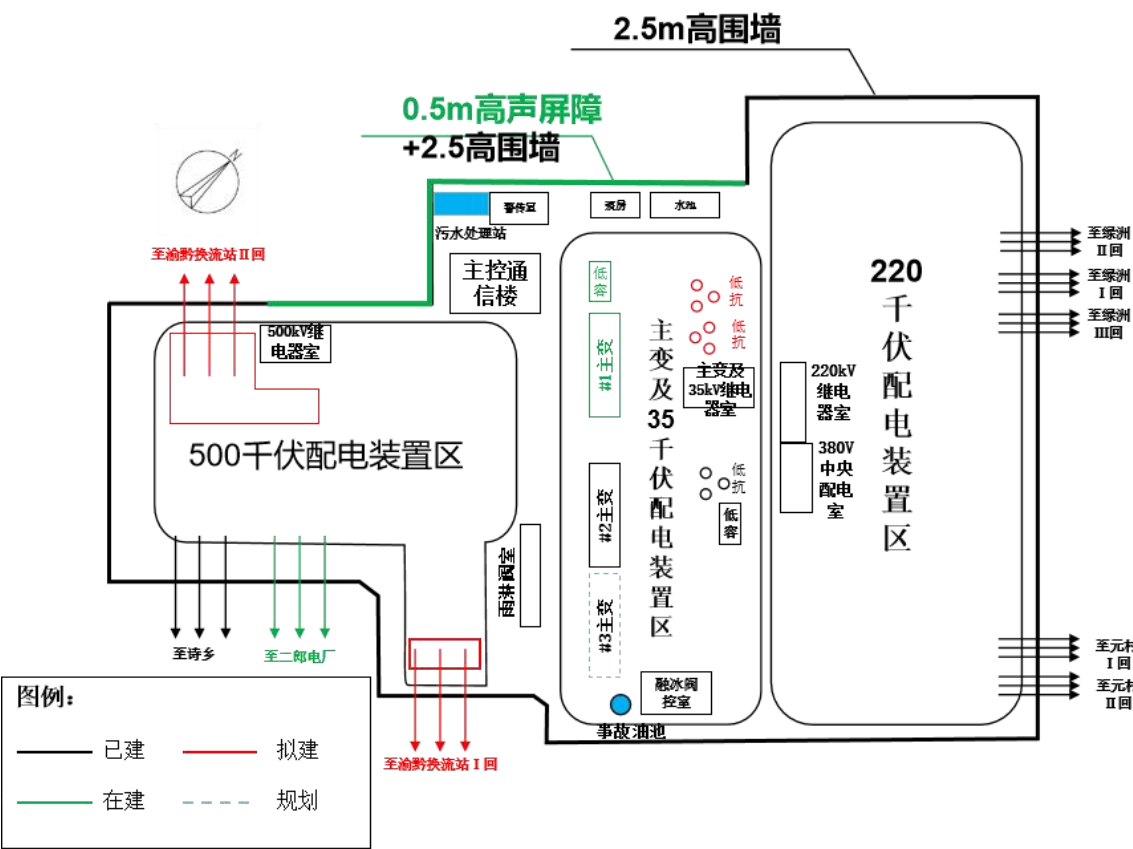


图 3.1-4 红城 500kV 变电站平面布置示意图

3.1.2.5 环境影响回顾性分析

3.1.2.5.1 变电站环保手续履行情况

红城 500kV 变电站一期工程属于“贵州习水 500kV 输变电工程”的建设内容，红城变环评阶段名称为习水变。2020 年 8 月 11 日贵州省生态环境厅以《关于贵州习水 500kV 输变电工程环境影响报告书的批复》（黔环审〔2020〕79 号）对其环境影响报告书予以批复。2023 年 7 月 26 日，贵州电网有限责任公司遵义供电局对该工程进行了竣工环保验收。

二期工程属于“500 千伏二郎电厂灵活接入贵州电网工程”的建设内容。2023 年 9 月 15 日贵州省生态环境厅以《关于 500 千伏二郎电厂灵活接入贵州电网工程环境影响报告书的批复》（黔环审〔2023〕79 号）对其环境影响报告书予以批复。该工程目前已建暂未投运未竣工环保验收。

三期工程属于“500 千伏遵义习水主变扩建工程”的建设内容。2025 年 6 月 11 日贵州省生态环境厅以《关于 500 千伏遵义习水主变扩建工程环境影响报告书的批复》（黔环审〔2025〕45 号）对其环境影响报告书予以批复。该工程目前处于施工图设计阶段，暂未开工建设，预计 2025 年 12 月施工。

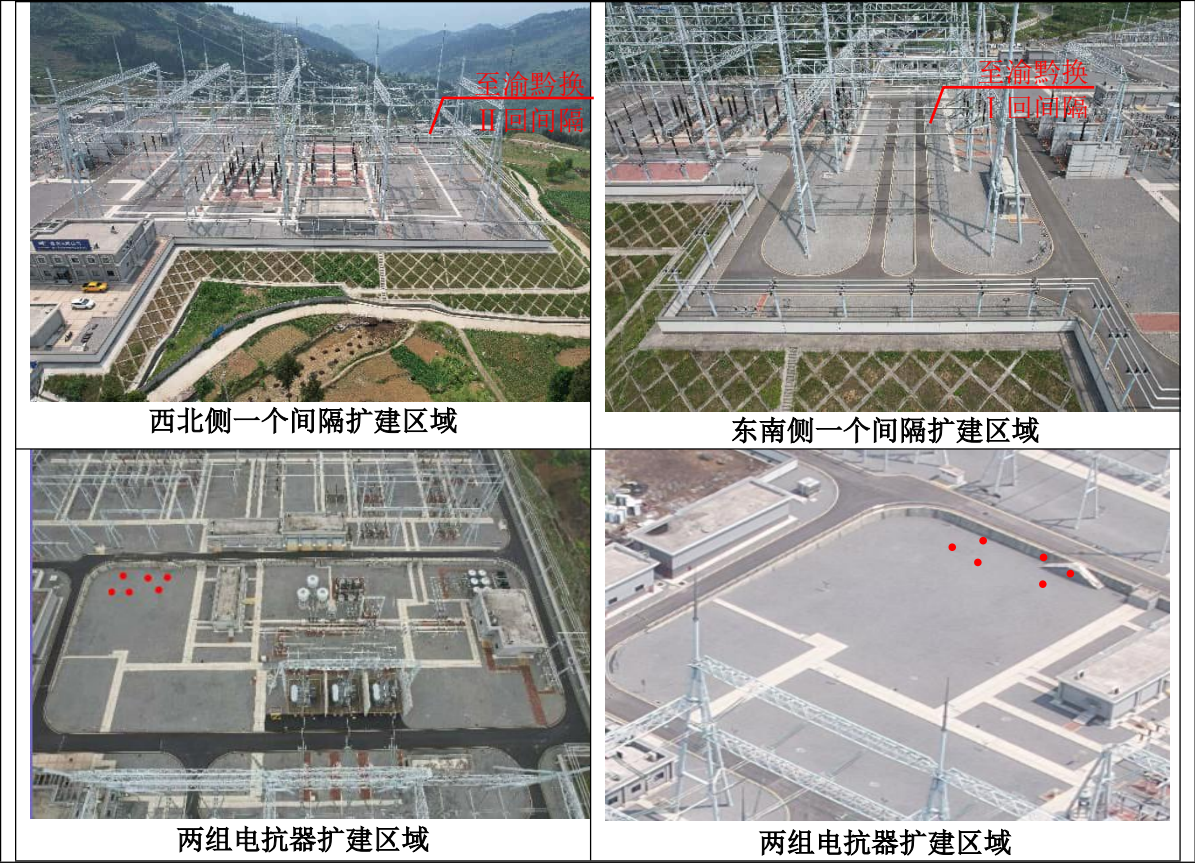


表 3.1-5 红城 500kV 变电站环保手续履行情况一览表

前期工程	环评批复		验收批复	
	建设内容	批复	建设规模	批复
一期工程	建设 1×750MVA #2 主变，500kV 出线间隔 1 回，建设 1×60Mvar 并联电容器和 1×60Mvar 并联电抗器。	2020 年 8 月 11 日，贵州省生态环境厅黔环审（2020）79 号	建设 1×750MVA 主变，500kV 出线间隔 1 回，建设 1×60Mvar 并联电容器和 1×60Mvar 并联电抗器。	2023 年 7 月 26 日，贵州电网有限责任公司遵义供电局自主验收
二期工程	扩建 1 个 500kV 出线间隔	2023 年 9 月 15 日，贵州省生态环境厅黔环审（2023）79 号	已扩建 1 个 500kV 出线间隔	该工程目前已建暂未投运未竣工验收
三期工程	扩建 1×750MVA#1 主变、1×60Mvar 并联电容器。	2025 年 6 月 11 日，贵州省生态环境厅黔环审（2025）45 号	该工程目前处于施工图设计阶段，暂未开工建设，预计 2025 年 12 月施工。	

3.1.2.5.2 现有环保设施效果

红城 500kV 变电站本期扩建区域及主要环保措施现场照片见图 3.1-5。







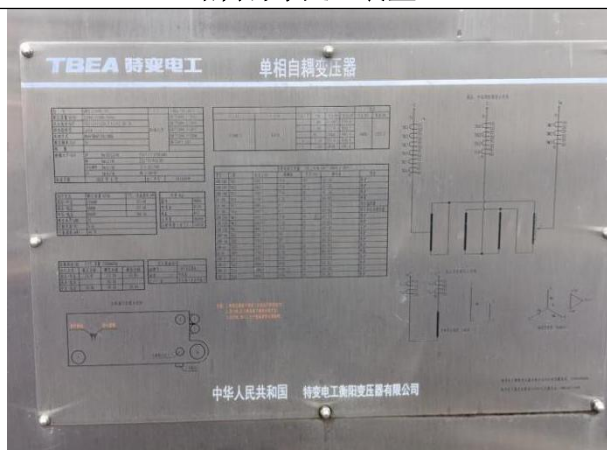
事故油池（有效容积 74m<sup>3</sup>）



站内污水处理装置



已建#2 主变



已建#2 主变铭牌



站内碎石铺垫



雨水井





图 3.1-5 红城 500kV 变电站本期扩建区域及主要环保措施照片

### 3.1.2.5.3 竣工环境保护验收主要结论回顾

根据最近一期工程环保验收意见《习水 500kV 输变电工程竣工环境保护验收意见》，主要结论如下：

#### (1) 环境保护措施、设施落实情况

红城 500kV 变电站一期工程已在变电站内建设了地理式生活污水处理设施。经现场检查，污水处理设施正常。

#### (2) 工程对环境的影响

红城 500kV 变电站在建设过程中认真执行了建设项目环保“三同时”制度，各项污染防治措施和生态保护措施基本达到环境影响报告书及批复要求。经审查，工程建设内容与环评报告及批复基本一致，验收调查单位采取的调查方法适宜。监测结果满足国家有关标准和要求，报告编制较为规范，结论总体可行，同意项目通过竣工环境保护验收。

### 3.1.2.5.4 存在的环保问题

红城 500kV 变电站环保手续完整。根据前期工程竣工环境保护验收和本期对红城 500kV 变电站电磁环境、声环境现状监测结果分析，红城 500kV 变电站产生的工频电场强度、工频磁感应强度满足 4000V/m、100 $\mu$ T 的控制限值；红城 500kV 变电站厂界环境噪声排放昼间、夜间均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》2 类标准。因此，本期红城 500kV 变电站扩建工程不存在环保问题。

### 3.1.3 500kV 线路新建工程

### 3.1.3.1 隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程

#### (1) 工程规模

新建线路长度 7.4km，其中 2×1.3km 按同塔双回路架设，2.6km 按同塔双回路架设（本期单侧挂线），2.2km 按单回路架设。另外本工程需拆除原隆盛～海棠 500kV 线路长度 1.8km，拆除 1 基单回路转角角钢塔，3 基单回路直线角钢塔；需拆除原隆盛～圣泉 500kV 线路长度 1.7km，拆除 1 基单回路转角角钢塔，2 基单回路直线角钢塔。最终形成渝黔换流站～隆盛 I 回、II 回线路长度均约 3.3km，渝黔换流站～圣泉线路长度约 92km（同塔双回路部分 17km，单回路部分 75km），渝黔换流站～海棠长度约 139km（同塔双回路部分 61km，单回路部分 78km）。

#### (2) 线路路径方案

##### 1) 隆盛～海棠 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程

线路起于拟建渝黔换流站，海棠侧两回同塔双回单边挂线向西出线后，接至分支塔合并为同塔双回线路，上山后右转，依次跨越 220kV 旗黄线、蟠龙抽蓄～隆盛 500kV 线路，在隆盛～海棠 500kV 线路#8 大号侧约 20m 处立塔后分为 2 回单回线路，接入原线路，形成渝黔换流站～海棠 500kV 线路；隆盛侧同塔双回出线后向北，依次跨越 220kV 旗黄双回线路、蟠龙抽蓄～隆盛 500kV 线路、G7521 渝筑高速，在隆盛～海棠 500kV 线路#5 小号侧约 25m 处立塔后分为 2 回单回线路，接入原线路，形成渝黔换流站～隆盛 500kV 线路。220kV 旗黄单回迁改线路起于隆盛镇长春村，止于三角镇佛子寺村，线路长度 5.3km。

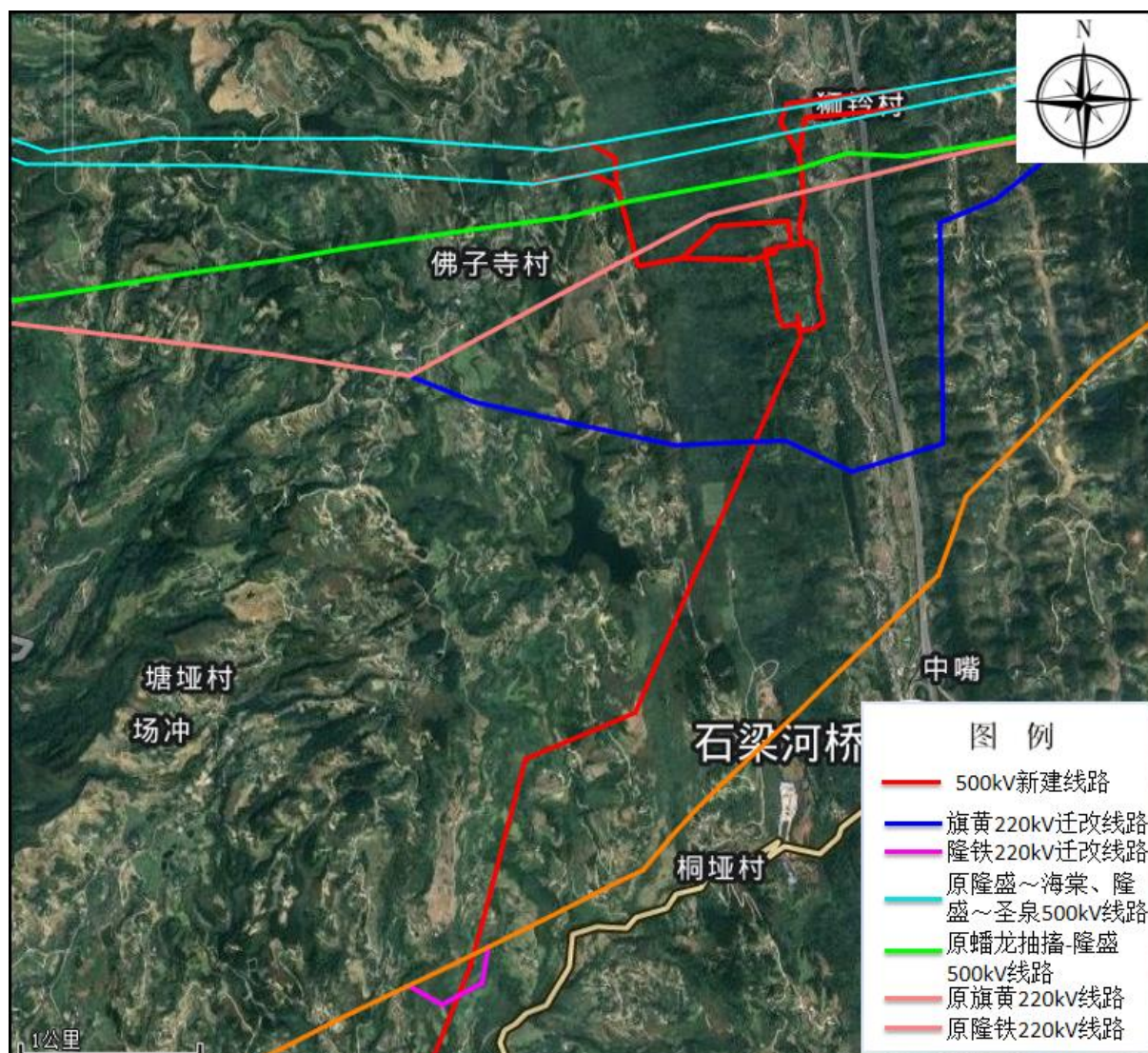


图 3.1-6 隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程及配套迁改路径示意图

## 2) 隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程

线路起于拟建渝黔换流站，圣泉侧单边挂线向北出线后左转，接至分支塔与开断隆盛~海棠 500kV 线路同塔双回路走线至蟠龙抽蓄~隆盛 500kV 线路北侧后，利用分支塔改单，在隆盛~圣泉 500kV 线路#7 大号侧约 30m 处立塔，接入原线路，形成渝黔换流站~圣泉 500kV 线路；隆盛侧出线后向北，与开断隆盛~海棠 500kV 线路同塔双回路走线至蟠龙抽蓄~隆盛 500kV 线路北侧后，利用分支塔改单，跨越 G7521 渝筑高速，在隆盛~圣 500kV 线路#5 大号侧约 25m 处立塔，接入原线路，形成渝黔换流站~隆盛 500kV 线路。

线路全线为 10mm 冰区，沿线海拔 350m~750m，位于重庆市綦江区境内。

## (3) 前期环保手续



现有隆盛～海棠（原隆盛～圣泉二回）、隆盛～圣泉 500kV 线路最早一期工程环境影响评价包含在《500 千伏圣泉（西彭）输变电工程环境影响报告书》中，原国家环境保护总局于 2007 年 7 月 30 日以环审〔2007〕307 号文对环境影响报告书进行了批复，原环境保护部于 2015 年 7 月 1 日以环验〔2015〕158 号文批准项目通过竣工环境保护验收。

现有隆盛～海棠 500kV 线路是由原隆盛～圣泉二回线路在“新玉（巴南二）500kV 输变电工程”中在圣泉 500kV 变电站外搭接至海棠（永川）站后形成，该线路环境影响评价包含在《新玉（巴南二）500kV 输变电工程环境影响报告书》中，重庆市生态环境局于 2024 年 4 月 23 日以渝（辐）环准〔2024〕28 号文对环境影响报告书进行了批复，目前尚未投运，竣工环境保护验收工作正在进行中。

### 3.1.3.2 渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（重庆段）

#### （1）工程规模

重庆段新建线路起于拟建渝黔换流站，止于渝黔省界。路径长约 57.3km，全线采用同塔双回架设，新建铁塔 133 基。

#### （2）线路路径方案

线路起于拟建渝黔换流站，出线后往西南方向，避让马踏塘水库和三角镇规划产业园范围，穿越隆盛镇-永城镇页岩矿约 0.8km，依次跨越 220kV 隆綦南北线、220kV 隆铁线、35kV 田天线、110kV 綦庆线、S0101 綦万高速公路、S104 省道、规划市域铁路 C5 线（可研完成）、220kV 綦盛线（冷备用状态）后右转向西，从三角镇现有产业园边缘穿越，避让重庆綦江国家地质公园、生态保护红线、綦江区三角防雹增雨炮台“落点 2”区域后继续往南走线，避让通惠街道规划生态农业科创园，避让光伏项目选址范围、三江场镇城镇规划区范围、篆塘镇页岩矿区，搬迁重庆市凡伯建筑公司民爆库房 1 座（2×单库 5 吨），跨越蒲河、S303 省道、老三万南客货铁路（已报废）、三万南客货铁路、长输油气管线綦南线、110kV 桥平线，避让三江街道玉河水库黄桷村饮水工程水源地、石角镇香樟沟水库丰岩村饮水工程水源地，依次跨越渝贵铁路客专（隧道）、长输油气管线江津输油站管道、川黔货运铁路、綦江、G353 国道，避让篆塘角铁矿区、重庆渝祺公司白坪村砂岩矿山，跨越 35kV 盖郭电线、长输油气管线东 4 井-东 8 井站外 T 接点管线、长输油气管线东浅 3 井采气支线、长输油气管线东浅 2 井采气支线、长输油气管线东溪中压原料气干线、长输油气管线新东溪中压原料气干线、G210 国道、綦江，随后平行 500kV 郎隆一二线走线，依次跨越綦

江、G210 国道、G75 兰海高速（隧道）、110kV 渝明一二线、110kV 桥赶线、110kV 渝明线、110kV 渝桥线、220kV 渝綦线，继续向西南走线，穿越渝黔四川盆地綦江页岩气田丁山区块页岩气开采（采矿权）约 9.8km、避让新庄水库和东溪镇巩固茶山，最后到达渝黔省界。220kV 隆铁单回迁改线路位于三角镇桐垭村，线路长度 0.8km。

重庆段推荐路径长约 57.3km，全线采用同塔双回架设，沿线海拔 200～1100m，沿线地形丘陵占 13%、一般山地占 87%。沿线基本风速为 27m/s，覆冰厚度为 10mm。

### 3.1.3.3 500kV 线路新建工程（贵州境内）

#### （1）工程规模

渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）起于渝黔省界，止于红城 500kV 变电站。新建线路长度 2×72.3km，其中 2×56.7km 按同塔双回路架设，2×15.6km 按两个单回路架设（利用 500kV 郎红甲线已建杆塔同塔双回单侧挂线架设 0.1km）。线路位于贵州省遵义市习水县境内。

#### （2）线路路径方案

渝黔换流站~红城 500kV 线路（贵州段）起于遵义市习水县寨坝镇茨竹林处省界分界点，线路整体向南侧走线，经过新岩村、廖家山、屋基坪、石滚坪、莱坝、新添堡、耳香树，在唐家湾向西侧绕行避开土地岩水源保护区和规划的羊九水库，随后线路继续向南走线，经过石头寨、田沟、塘水井、麻湾头，在高坟台处跨越 220kV 习夜井线。随后线路向西南走线，途经天星村、天生桥、龙灯村，在春天湾跨越 220kV 绿孔线，继续向西南走线，在狐狸垭处跨越 S74 江习古高速，随后经过上寨、楠厂沟、沙土湾、同心村、大杉树堡、陡累子，在坝头附近先后跨越 220kV 绿孔线、220kV 习夜井线和 S10 江习古高速。随后线路向西走线，经过石岗子、湾底下、火石垭村，线路向西南绕行避让新田沟水源保护区和大茅坡水源地，经过大坡、岩上、茶园、酸草坪、水坝，在槽上垭口避让贵州省习水县河坝-茶园矿区-3 重晶石详查（探矿权），随后线路经过水洞上、枣林、岩背上、子槽沟，在军田上跨越 ±800kV 宾金线，线路向南走线，经过桐卷村、大坡后到达团山堡，随后两回线路分开走线进入 500kV 红城变。

其中，本工程 II 回线路（西侧线路）在团山堡向西南侧走线，经过大园子、唐家营，在莫洛村北侧先后跨越 220kV 红绿 II 回、220kV 红绿 I 回、220kV 红绿 III 回、

G4215 蓉遵高速（暗跨），随后接入 500kV 红城变。本工程 I 回线路（东侧线路）在团山堡向南方向走线，经过岩口、营上、齐心村，在丁家湾先后跨越 G4215 蓉。遵高速（暗跨）、220kV 红元 I 回、220kV 红元 II 回后，随后在尖山向西在红城变进线档利用已建 500kV 郎红甲线 1 基双回路终端塔单侧挂线接入 500kV 红城变。

本方案线路长度为 2×72.3km，除槽上垭口（20mm 冰区起点）至桑木镇共和村（20mm 冰区终点）线路段、钻越±800kV 宾金线路段以及二郎镇庆丰村至 500kV 红城变段路径采用两个单回路架设（红城变侧进线档利用已建双回杆塔单侧挂线）外，其余段均采用同塔双回架设。线路位于贵州省遵义市习水县。

### 3.1.4 220kV 线路改建工程

#### （1）隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路段迁改

本工程跨越旗能电铝～黄山双回 220kV 线路，由于不能同时停电，需进行改造，新建单回线路长度 5.3km，新建铁塔 15 基。

迁改旗黄 220kV 线路环境影响评价包含在《渝隆盛至大板锭 220kV 线路工程环境影响报告表》中，原重庆市环境保护局于 2011 年 6 月 15 日以渝（辐）环准〔2011〕67 号文对该环境影响报告表进行了批复，重庆旗能电铝有限公司于 2013 年 5 月 20 日对该项目进行了竣工环境保护验收。

#### （2）渝黔换流站～红城变 500kV 线路段（重庆段）迁改

本工程同时跨越隆盛～綦江东铁路牵引站 220kV 线路和隆盛～綦江 220kV 线路，由于不能同时停电（220kV 隆綦南北线接入綦江站后，通过 220kV 綦铁线向铁路牵引站供电，220kV 隆铁线也向该铁路牵引站供电。若 220kV 隆綦南北线和 220kV 隆铁线同停，会造成 220kV 綦江站由 220kV 渝綦线单电源供电，形成五级风险，同时造成铁路牵引站供电五级风险，市调意见此两条线路不可同停），需对隆盛～綦江东铁路牵引站 220kV 线路进行改造，新建单回线路 0.8km，新建铁塔 4 基；拆除线路约 0.5km，拆除铁塔 1 基。迁改线路均位于重庆市綦江区境内。

220kV 隆铁线环境影响评价包含在《渝黔铁路綦江东牵引变 220kV 外部供电工程环境影响报告表》中，原重庆市环境保护局于 2015 年 12 月 30 日以渝（辐）环准〔2015〕60 号文对该环境影响报告表进行了批复，国网重庆市电力公司于 2019 年 7 月 15 日以渝电环保〔2019〕7 号文对该项目进行了竣工环境保护验收。

### 3.1.5 导线、地线选型

#### （1）导线型式



1) 隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路导线采用 4×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线。

2) 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（重庆段）导线采用 4×JL3/G1A-630/45 铝包钢芯耐热铝合金绞线。

3) 220kV 旗黄线改造导线采用 2×JL/G1A-300/40 钢芯铝绞线，220kV 隆铁线路改造导线采用 1×JL3/G1A-400/35 钢芯铝绞线。

4) 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段），本段线路途经 10mm 冰区、15mm 中冰区和 20mm 重冰区，各冰区均采用 4×JL/LB20A-630/45 型铝包钢芯铝绞线。根据建设单位提供的资料，红城变进线档南侧 500kV 郎红甲线已挂 4×JL/LB20A-400/50 型铝包钢芯铝绞线。

## （2）地线型式

1) 隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路地线双回路部分两根地线均采用 OPGW-150（72 芯）光缆。单回路部分架设一根 JLB20A-120 铝包钢绞线和一根 OPGW-150（72 芯）光缆。

2) 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（重庆段）地线架设两根 OPGW-120（48 芯）光缆，进出线档加装两根 JLB20A-120 铝包钢绞线。

3) 220kV 旗黄线改造地线采用 OPGW-120（48 芯）光缆，220kV 隆铁线路改造导线采用 GJ-80 光缆。

4) 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段），本段新建单回线路段 10mm 冰区采用 1 根 48 芯 OPGW-150 光缆和 1 根 JLB27-150 型铝包钢绞线；15mm、20mm 冰区采用 48 芯 OPGW-150 光缆和 1 根 JLB20A-150 型铝包钢绞线。本工程新建双回路采用 2 根 48 芯 OPGW-150 光缆。红城变进线档利用已建 500kV 郎红甲线 1 基双回路终端塔单侧挂线，南侧 500kV 郎红甲线已挂 1 根 48 芯 OPGW-120 光缆，本工程挂北侧，地线型号为 1 根 48 芯 OPGW-150 光缆。

表 3.1-6 500kV 线路新建工程（重庆侧）线路导线特性表

型号		4×JL3/G1A-630/45	2×JL/G1A-300/40	JL/G1A-400/35
冰区		10mm	10mm	10mm
结构 股数/直径	铝单线	45/4.22	24/3.99	45/2.22
	镀锌钢线	7/2.81	7/2.66	7/2.50
截面积 mm <sup>2</sup>	铝	629	300.09	391
	钢	43.4	38.90	34.24

	总计	673	338.99	425.24
外径 (mm)		33.8	23.9	26.8
分裂数		4	2	/
分裂间距 (mm)		500	300	/
单位长度质量 (kg/km)		2078.4	1131	1347.5
20℃ 直流电阻Ω/km		≤0.0448	≤0.0964	≤0.0739

表 3.1-7 本工程 500kV 线路（贵州段）导线特性表

型号		新建线路	500kV 郎红甲线
		4×JL/LB20A-630/45	4×JL/LB20A-400/50
冰区		10mm、15mm、20mm	10mm
结构股数/直径	铝单线	45/4.2	54/3.07
	铝包钢	7/2.8	7/3.07
截面积 mm <sup>2</sup>	铝	623	400
	钢	43.1	51.8
	总计	667	452
外径 (mm)		33.6	27.6
分裂数		4	4
分裂间距 (mm)		500	450
单位长度质量 (kg/km)		2008	1448.6
20℃ 直流电阻Ω/km		≤0.0453	0.0693

### 3.1.6 杆塔

(1) 隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程

隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程新建铁塔 19 基（直线塔 2 基，耐张塔 17 基），其中双回路塔 9 基，单回路塔 8 基。

(2) 渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（重庆段）

渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（重庆段）新建铁塔 133 基（直线塔 73 基，耐张塔 60 基），均为双回路塔。

(3) 渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（贵州段）

贵州段新建铁塔 226 基（直线塔 105 基，耐张塔 121 基），利用已建 1 基耐张塔。

(4) 220kV 迁改线路

旗黄 220kV 单回迁改线路新建铁塔 15 基，其中直线塔 8 基，耐张塔 7 基。

隆铁 220kV 单回迁改新建铁塔 4 基，均为耐张塔。

### 3.1.7 基础型式

根据不同地质条件，结合各塔型的基础作用力，本工程采用掏挖基础、挖孔基础、斜柱板式基础及岩石基础。

#### (1) 掏挖基础

掏挖基础采用人工掏挖成型，能较好发挥了原状土的粘聚力及侧向土抗力，是在无地下水、基础外负荷较小时，主要采用的基础型式。该基础与大开挖现浇斜柱板式基础相比虽然混凝土指标稍高，但能有效地降低基坑开挖量及小平台开挖量，减少施工弃土对表土的破坏，降低施工对环境的破坏，保护了塔基周围的自然地貌，同时，该型基础开挖深度较挖孔桩小，使施工更加方便，降低了施工费用。

#### (2) 挖孔基础

塔位地形限制，且基础作用力较大的地方，掏挖基础常会因弯矩较大基础尺寸及指标偏高，采用挖孔桩基础则可解决底板强度和地基承载力的问题，确保基础安全可靠。基础在施工时须有保证安全和质量的可靠措施，基坑开挖时不能扰动原状土，成孔后须及时浇灌砼以避免水和杂物侵入基坑。

#### (3) 斜柱板式基础

板式基础适应地质条件的范围较广，主要适用于有、无地下水的硬、可塑粘及软塑土地基。其施工较为便利，在地基承载力较差、基础须浅埋的塔位采用，适用性显著。

#### (4) 岩石基础

岩石基础具有节约混凝土、钢材，现场施工工作量小等优点，有着显著的经济效益。根据不同的地质条件，可采用岩石锚桩基础和嵌固式岩石基础。

岩石锚桩基础适用于直接建在基岩上的基础，与基岩连成整体可承受较大的拉力。岩石锚杆基础降低了在硬质岩层开挖的难度，有利于施工。本工程部分输电线路少部分塔位适合做岩石锚杆基础。

嵌固式基础是使基础底部嵌固于基岩中，充分利用岩石的剪切能力，以达到提高基础抗拔能力的目的，主要用于强～中风化的岩石地基。其适用范围广、施工工程量小、材料消耗低、施工简易等优点。

### 3.1.8 并行（交叉）线路情况

#### (1) 隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程

隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程 10mm 冰区涉及单回并行，并行线路长度为 0.1km，500kV 单回并行线路最小并行间距约 85m（中对中最小间距），并行线间有 1 处敏感点位于共同评价范围内。隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程上跨 500kV 蟠龙抽蓄～隆盛线路。

## （2）渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（贵州段）

渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（贵州段）新建 500kV 单回并行线路最小并行间距约 45m（中对中最小间距），单回并行段线路长度 2×7.5km。除本期新建 500kV 线路单回并行走线外，本工程新建 500kV 线路未与已建 330kV 及以上线路并行走线。本期新建 500kV 线路单回并行线路之间无敏感目标。本工程 500kV 线路单回并行线路在军田上西北侧钻越±800kV 宾金线。

其他线路无并行（交叉）情况。

## 3.1.9 对地距离及交叉跨越

本工程 500kV 输电线路主要交叉跨越详见表 3.1-8。

表 3.1-8 本工程 500kV 输电线路主要交叉跨越情况一览表

序号	交叉跨越物	次数	备注
1	高速公路	7 次	G7521 渝筑高速、G75 兰海高速、S0101 綦万高速、G4215 蓉遵高速公路（暗跨）、S10 江习古高速公路（明跨）
2	省道	11 次	G353 国道、G210 国道、S104 省道、S303 省道、S302 省道、G212 国道
3	非通航河流	13 次	永丰河、蒲河、綦江福林河、梅溪河、大水河、习水河、玉明河、习水福林河
4	330kV 及以上线路	2×2 次	500kV 蟠龙抽蓄～隆盛（同塔双回跨越） 线路钻越±800kV 宾金线（单回并行钻越）
5	220kV 电力线	12 次	220kV 隆基南北线、220kV 隆铁线、220kV 綦盛线、220kV 渝綦线拟新建、220kV 旗黄单回临时迁改线、220kV 旗黄双回线路、220kV 红绿Ⅱ回、220kV 红绿Ⅲ回、220kV 红绿Ⅰ回、220kV 红元Ⅰ回、220kV 红元Ⅱ回、220kV 习夜井线
6	110kV 线路	17 次	/
7	输气管道	2 次	习水县寨坝镇页岩气集输管网 1 次、丁山页岩气集输管道 1 次

按照《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）规定的 500kV 线路导线对地最小允许距离取值，详见表 3.1-9 所示。

表 3.1-9 500kV 线路新建工程不同地区的导线对地最小允许距离

线路经过地区	最小距离（m）	计算条件
居民区	14	导线最大弧垂
非居民区	11/10.5	导线最大弧垂

交通困难地区	8.5	导线最大弧垂
步行可以达到的山坡	8.5	导线最大弧垂
步行不能达到的山坡、峭壁、岩石	6.5	导线最大风偏

注：根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），“居民区”指“工业企业地区、港口、码头、火车站、城镇等人口密集区”，“非居民区”指“居民区以外地区”。

按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）规定，导线对各种被跨越物的最小距离如表 3.1-10 所示。

表 3.1-10 500kV 线路新建工程导线对建筑物、树木等的距离

被跨越物名称		最小垂直距离（m）	计算条件
对建筑物	垂直距离	9	导线最大弧垂
	净空距离	8.5	导线最大风偏
对树木自然生长高	垂直距离	7.0	导线最大弧垂
	净空距离	7.0	导线最大风偏
果树、经济作物、城市绿化灌木、街道树		7.0	导线最大弧垂

### 3.1.10 工程占地与土石方

#### 3.1.10.1 工程占地

换流站总占地 76.64hm<sup>2</sup>，其中永久占地 18.40hm<sup>2</sup>，临时占地 58.24hm<sup>2</sup>。

红城 500kV 变电站本期扩建均在站内现有围墙内进行，本期扩建不新增占地，本期扩建站内占地面积 0.32hm<sup>2</sup>。

输电线路工程总占地面积约 121.65hm<sup>2</sup>，其中永久占地面积约 16.89hm<sup>2</sup>，临时占地面积约 104.76hm<sup>2</sup>。

本工程总占地 198.29hm<sup>2</sup>，其中永久占地 35.29hm<sup>2</sup>，临时占地 163.00hm<sup>2</sup>。占地类型包括水田、旱地、果园、茶园、其他园地、乔木林地、竹林地、灌木林地、其他林地、其他草地、公用设施用地、坑塘水面、田坎、农村宅基地、农村道路。本工程占地详见表 3.1-11。

#### 3.1.10.2 工程土石方平衡

本工程挖填土石方总量为 255.61 万 m<sup>3</sup>，总挖方 128.87 万 m<sup>3</sup>（其中表土剥离 15.03 万 m<sup>3</sup>，基础开挖土石方 113.84 万 m<sup>3</sup>），总填方 126.74 万 m<sup>3</sup>（其中表土回覆 15.03 万 m<sup>3</sup>，基础回填土石方 111.71 万 m<sup>3</sup>），无借方，弃方 2.13 万 m<sup>3</sup>（其中干化后的淤泥 1.16 万 m<sup>3</sup>，建筑垃圾 0.33 万 m<sup>3</sup>，一般土石方 0.64 万 m<sup>3</sup>）。本工程土石方详见表 3.1-12。

表 3.1-11 本工程占地面积汇总表单位: hm<sup>2</sup>

项目分区		占地类型															占地性质		行政区划		合计
		水田	旱地	果园	茶园	其他 园地	乔木 林地	竹林地	灌木 林地	其他 林地	其他 草地	公用设 施用地	坑塘 水面	田坎	农村宅 基地	农村 道路	永久	临时	重庆市	贵州省	
新建换 流站工 程区	站区	1.92	1.96				2.68	1.47	0.27				0.52	1.01	0.81	0.09	10.7 3		10.73		10.73
	进站道路区	0.02	0.54				1.31	0.41	0.38					0.15	0.11	0.07	1.80	1.19	2.99		2.99
	站外护坡工程区	0.91	1.19				1.80	0.80	0.18					0.47	0.26	0.02	5.44	0.19	5.63		5.63
	施工生产生活区	1.70	0.57			0.20	1.22	0.42					0.46	0.01				4.58	4.58		4.58
	站外临时堆土区	1.51	0.30				0.09	0.30	0.05				0.08	0.29	0.09	0.01		2.72	2.72		2.72
	站外电源设施区	0.50	1.21	0.64	0.49		2.30		2.12	1.13	0.88						0.36	8.91	9.27		9.27
	供排水工程区		13.62				5.42	0.68	2.03		5.42					13.5 5	0.07	40.65	40.72		40.72
	小计	6.56	19.39	0.64	0.49	0.20	14.82	4.08	5.03	1.13	6.30		0.60	2.38	1.28	13.7 4	18.4 0	58.24	76.64		76.64
扩建变 电站工 程区(红 城变)	站内扩建区										0.32						0.32			0.32	0.32
	小计										0.32						0.32			0.32	0.32
输电线 路工程 区	塔基及塔基施工 区	8.37	3.90	1.06	0.35		21.83		19.7 9	11.9 7	3.12						16.5 7	53.82	35.20	35.19	70.39
	牵张场地区	0.24	1.38	0.12			2.46		1.88	1.68	0.24							8.00	3.44	4.56	8.00
	跨越施工场地区	0.28	1.12	0.12			2.80		1.84	1.64	0.44							8.24	3.36	4.88	8.24
	施工道路区	2.78	1.96	0.38	0.13		14.53		8.51	4.39	2.02							34.70	21.76	12.94	34.70
	小计	11.67	8.36	1.68	0.48		41.62		32.0 2	19.6 8	5.82						16.5 7	104.7 6	63.76	57.57	121.33
合计		18.23	27.75	2.32	0.97	0.20	56.44	4.08	37.0 5	20.8 1	12.1 2	0.32	0.60	2.38	1.28	13.7 4	35.2 9	163.0 0	140.40	57.89	198.29

表 3.1-12 本工程土石方平衡一览表单位: 万 m<sup>3</sup>

项目		开挖量			回填量			调入	调出	借方	弃方
		表土	土石方	小计	表土	土石方	小计				
点型工程	新建换流站工程区	7.76	99.73	107.49	7.76	98.27	106.03				1.46
	扩建变电站工程区		0.89	0.89		0.22	0.22				0.67
	小计	7.76	100.62	108.38	7.76	98.49	106.25				2.13
线型工程	隆盛~海棠、隆盛~圣泉开断接入换流站线路	0.46	1.09	1.55	0.46	1.09	1.55				
	换流站~红城 500kV 线路	6.64	12.13	18.77	6.64	12.13	18.77				
	迁改线路	0.17	0.97	1.14	0.17	0.97	1.14				
	小计	7.27	13.22	20.49	7.27	13.22	20.49				
合计		15.03	113.84	128.87	15.03	111.71	126.74				2.13

### 3.1.11 施工工艺和方法

#### 3.1.11.1 换流站工程

##### (1) 施工组织

###### 1) 施工驻地

新建背靠背换流站的施工生产生活区在站址附近租地设置；同时根据需要在周边村庄租用民房设立工程项目部。

###### 2) 施工人员

根据换流站工程量和建设工期要求，新建换流站施工高峰人数约 100~150 人。

###### 3) 施工工序

换流站施工阶段主要分为站区场地平整、建（构）筑物施工、电气设备及屋外配电网架安装、给排水管线施工、站内外道路施工等，根据需要部分施工步骤可交叉进行。换流站主要施工工序见图 3.1-7。

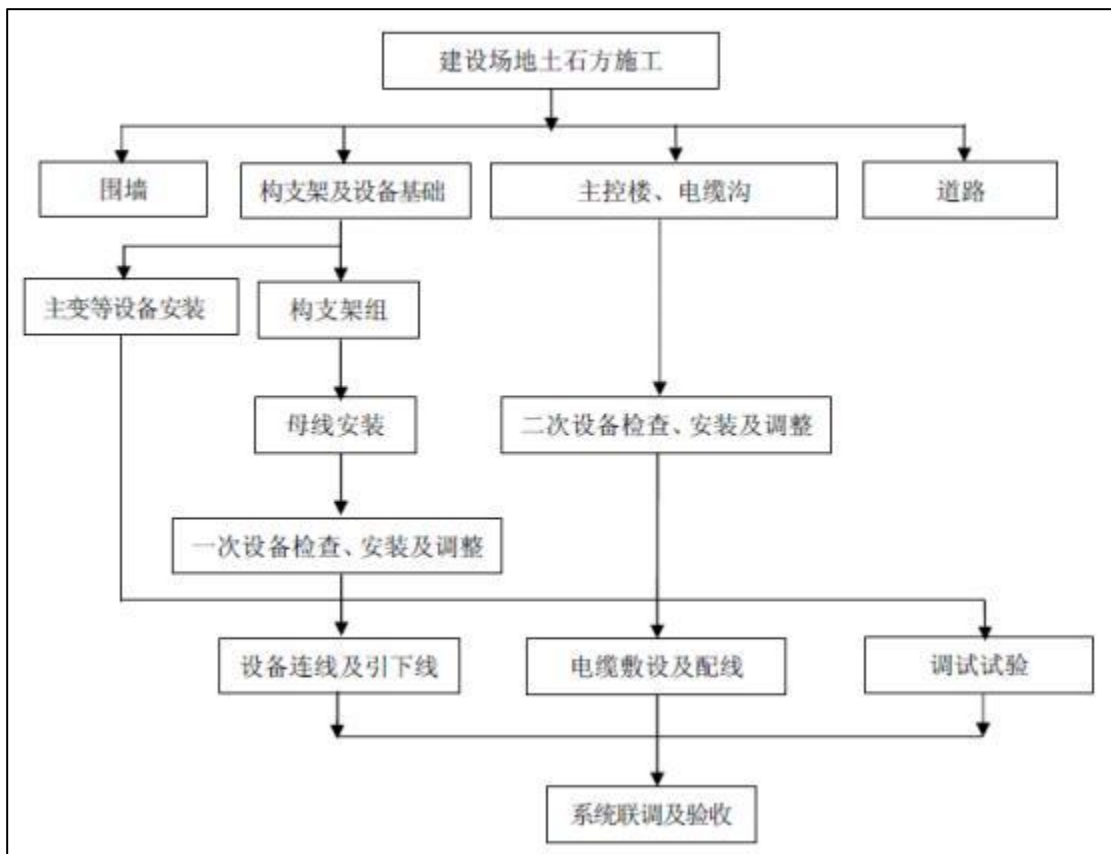


图 3.1-7 换流站施工工序流程图

##### 4) 施工工艺

站区场地平整：本工程施工过程中拟采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱流。施工单位严格按照施工组织大纲施工。换流站场地整平时，可利用大型机械挖掘、填筑、推平，并使厚度满足要求，振动碾压密



实，边角部位采用平板振动夯实。设置临时堆土场用于堆放站区剥离表土或堆放施工期末及时回填的部分土方。临时堆土需进行拍实，周边设置填土编织袋进行挡护，并设彩条布网苫盖。场地平整时宜避开雨天施工，严禁大雨期进行回填施工，并应做好防雨及排水措施。

场地平整工艺流程：将场地有机物和表层耕植土清除至指定的地方，将填方区的填土分层夯实填平，整个场地按设计进行填方平整。挖方区按设计标高进行开挖，开挖宜从上到下分层分段依次进行，随时做一定的坡度以利泄水。由于填土较深，为保证质量，回填土的含水率应严格控制，防止形成橡皮土；如土质过干，应洒水湿润再压实。

建（构）筑物施工：采用机械与人工结合开挖基槽，钢模板浇制钢筋混凝土。砖混、混凝土、预制构件等建材采用塔吊垂直提升，水平运输采用人力推车搬运。

基础挖填施工工艺流程为：测量定位、放线→土方开挖→清理一垫层施工→基础模板安装→基础钢筋绑扎→浇捣基础砼→模板拆除→人工养护→回填土夯实→成品保护。

电气设备及屋外配电网架安装：采用人工开挖基槽，钢模板浇制基础，钢管人字柱及螺栓角钢梁构架均在现场组装，采用吊车吊装，设备支架和预制构件在现场组立。

给排水管线施工：采用机械和人工相结合的方式开挖沟槽，管道敷设顺序为：测量定线—清除障碍物—平整工作带—管沟开挖—钢管运输、布管—组装焊接—下沟—回填—竣工验收。开挖前先剥离表层土，临时堆土一侧铺设防尘网，防止堆土扰动地表，剥离的表层土置于最底层，开挖的土方置于顶层，堆土外侧采用填土编织袋进行拦挡，土方顶部采用防尘网进行苫盖。土方回填时按照后挖先填、先挖后填的原则进行施工。

站内外道路施工：进站道路引接至东侧乡村道路，进站道路长度约 610m，拓宽道路长度约 2.6km。大件设备运输采用铁路+公路联运方案。

### 3.1.11.2 变电站扩建工程

#### （1）扩建工程内容及规模

500kV 本期扩建在变电站围墙内进行，不新征占地。本期扩建工程的主要施工工艺流程为设备进场运输、设备土建施工及设备的安装。

#### （2）配套设施、公用设施及环保设施

前期工程已配套建设全站的场地、道路、供排水和事故油池等设施，本期无需改扩建。本期扩建不新增值守人员，不新增生活污水及固体废物等排放。

#### （3）施工场地设置

本期红城 500kV 变电站扩建工程可利用预留#3 主变及其 35kV 配电装置场地作为设备及建材临时堆放场地；施工生活用地可临时租用附近民房解决。

### 3.1.11.3 输电线路

本工程施工过程中采用机械施工与人工施工相结合的方法，统筹、合理、科学安排施工工序，避免重复施工和土方乱流。

#### (1) 施工组织

##### 1) 施工场地布设

线路工程施工场地主要有塔基施工场地，施工放线牵引的牵张场布置，另外是跨越铁路、公路、高速线路等重要设施的施工场地。

##### 2) 施工材料运输

本工程大型设备运输尽量利用项目沿线已有的高速公路、国道、省道、县道。当现有道路不能满足工程设施运输要求时，需要在原有的乡、村道路上拓宽或加固以满足运行要求，在无现有道路可利用的情况下，需开辟新的简易道路。山丘区坡度较大或植被覆盖度较好的林区，可采用施工索道运输材料，减缓因修施工道路引起的水土流失及树木砍伐。索道两侧起点与终点支架一般安排在塔基施工场地及施工道路范围内，不另外占地。

#### (2) 施工工艺流程及方法

线路工程施工主要有：施工准备、基础施工、铁塔组装、架线几个阶段；采用机械施工与人工施工相结合的方法进行。

##### 1) 基础施工

在基础施工中按照设计要求进行施工，特别注意隐藏部位浇制和基础养护，专职质检员必须严把质量关，逐基对基坑进行验收。

在基础施工阶段，基面土方开挖时，落实表土剥离保护利用的要求，施工单位要注意铁塔不等腿及加高的配置情况，结合现场实际地形进行，不贸然大开挖；开挖基面时，上坡边坡一次按规定放足，避免在立塔完成后进行二次放坡；当减腿高度超过 3m 时，注意内边坡保护，尽量少挖土方，当内边坡放坡不足时，需砌挡土墙；尽量缩短基坑暴露时间，一般随挖随浇基础，同时做好基面及基坑排水工作，保证塔位和基坑不积水；对于岩石嵌固基础及全掏挖基础的基坑开挖，采用人工开挖或分层定向爆破，以及人工开挖和爆破二者相结合的方式，不采用大开挖、大爆破的方式，以保证塔基及附近岩体的完整性和稳定性。

##### 2) 铁塔组立

铁塔组立按照线路施工规范要求进行施工。工程铁塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在实际施工过程中，根据铁塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。利用支立抱杆，吊装铁塔构件，抱杆通过牵引绳的连接拉动，随铁塔高度的增高而上升，各个构件顶端和底部支脚采用螺栓连接。

线路杆塔组立及接地工程施工流程见图 3.1-7。

### 3) 架线

输电线路施工目前国内外普遍采用张力架线方式，该方法是指利用牵引机、张力机等施工机械展放导线，使导线在展放过程中离开地面和障碍物而呈架空状态，再用与张力放线相配合的工艺方法进行紧线、挂线及附件安装等。在展放导线过程中，展放导引绳需由人工完成，但由于导引绳一般为尼龙绳，重量轻、强度高，在展放过程中仅需清理出很窄的临时通道，对树木和农作物等造成的影响很小，且在架线工程结束后即可恢复到原来的自然状态。

### 4) 线路拆除工艺

本工程迁改线路段位于山地地区，塔基占地范围属于林地和草地，不涉及耕地。由于已建塔基基础埋深较深，为避免大开挖造成植被破坏和水土流失，线路拆除段不拆除地下的塔基基础，仅拆除线路的架空部分，包括铁塔、导地线和金具（绝缘子、线夹、间隔棒、防振锤等），无土石方工程量。

拆线方案：原则上以每个耐张段为单位，分段同步拆线。具体步骤如下：临时拉线：拆除导线前在需拆除的耐张段的外侧设置临时拉线，利用耐张塔松线开断回收；拆除跳线：将耐张段直线塔上导、地线翻入滑车；松线：松线选用钢丝绳做总牵引或用带绞盘拖拉机，拖拉机前用地锚固定，防止受力后倾；在地面开断导、地线。

拆塔施工方案：拆塔有三种方案，一种为整体倒塔方案，第二种为薄壁锰钢抱杆外拉线散吊拆除法，第三种为半倒。

①整体倒塔方案：自立式旧塔倒塔方向要求塔高范围内无任何障碍物，整基倒塔方法要求在杆塔倒塔方向两侧 30m 高处加装临时拉线，以控制杆塔沿规定方向倒落。杆塔腿部切割部位要求准确，施工人员及设备要求撤离倒塔范围，倒塔范围严禁闲杂人员进入，设专人巡视。

②散吊方法：首先自立式杆塔利用中横担拆下横担，地线支架拆上横担，同时检查地线支架锈蚀情况，必要时进行补强，塔身上应加装转向滑车以减轻地线支架及横担的下压力。

③半倒：即先在杆塔顶部和中部分别设置四条固定拉线(与整倒相同)，再将杆塔中部倒塔方向相反的两个包脚铁拆除，松开反向拉线，正向拉线牵引拉倒杆塔上部，最后将整基杆塔向合适的方向拉倒。

采用上述的张力架线方法，由于避免了导线与地面的机械摩擦，在减少了对农作物、树木损失的前提下，也可以有效减轻因导线损伤带来的运行中的电晕损失及对周围环境的电磁环境影响强度。

架线施工流程见图 3.1-8。

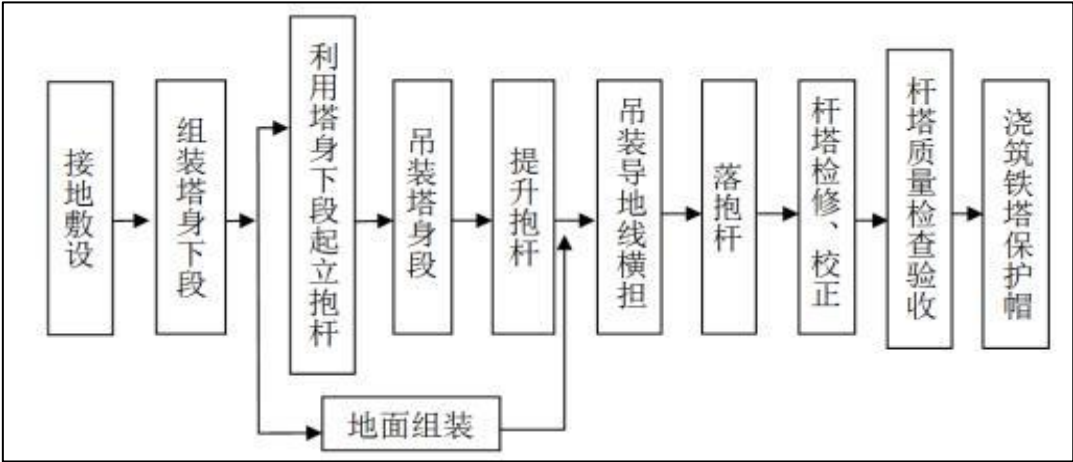


图 3.1-8 输电线路杆塔组立及接地工程施工流程图

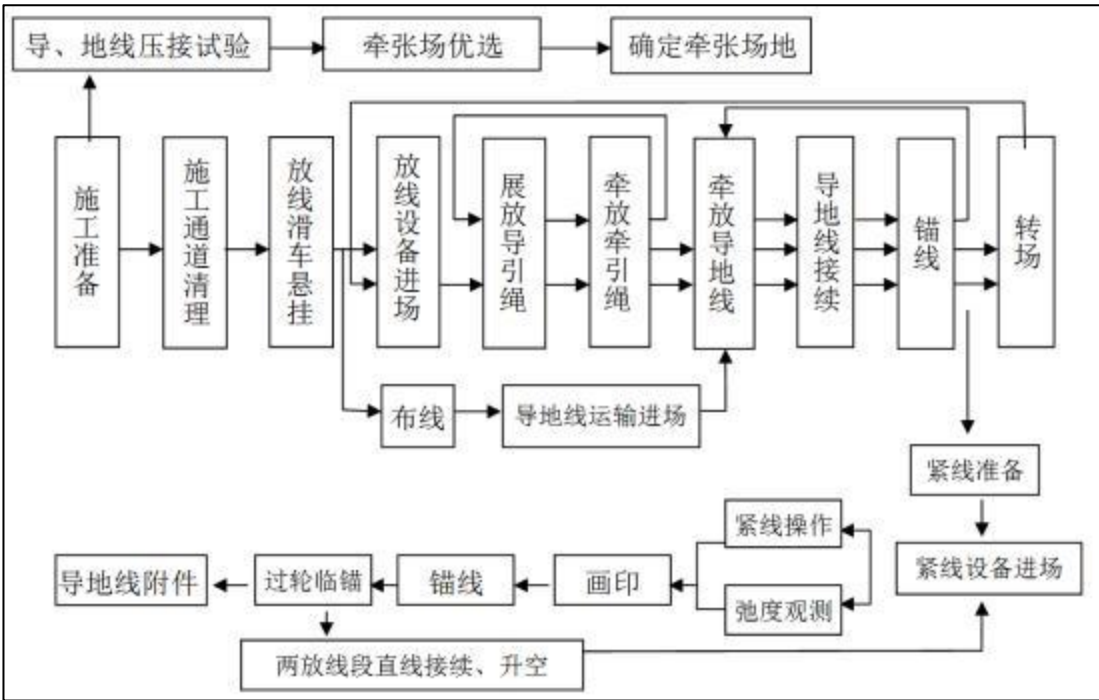


图 3.1-9 输电线路架线施工流程图

3.1.12 主要经济技术指标

项目动态总投资 511678 万元，其中环保投资约 3776.13 万元，环保投资占总投资比例约为 0.74%。

3.1.13 工程建设工期

本工程预计于 2027 年建成投运。

3.2 选址选线合理性及政策法规相符性分析

3.2.1 选址选线合理性分析

3.2.1.1 换流站工程

建设单位及时组织工程招标确定环评单位，由环评单位在可研选站选址阶段提前介入，对换流站站址选择提供专业意见。

站址方案综合技术经济比较主要以拟选的隆盛永丰站址及新盛站址，从接入系统条件、站址外部环境、进出线条件、站址工程地质、大件设备运输、站用水源和电源等因素进行综合比较，提出本工程推荐站址。

两个站址技术经济及环境条件比较详见表 3.2-1 和图 3.2-1。

表 3.2-1 背靠背换流站站址比选一览表

序号	项目	隆盛永丰站址 (推荐站址)	新盛站址 (比选站址)	比较说明
1	地理位置	綦江区隆盛镇	綦江区新盛街道	/
2	地形地貌	隆盛永丰站址所在区域地貌类型剥蚀丘陵，站址区现状主要为民房、农田和林地，整体呈西高、东低之势，站址高程在 383~447m，站址区最高点位于场地西侧 447m。	新盛站址所在区域地貌类型剥蚀丘陵，大部分地段基岩裸露或埋深小于 1.0m，仅山间冲沟缓坡地段分布的梯田内局部地段第四系土层埋深约 2.0m。站址区现状主要为民房、农田和林地，整体呈中间高、四周低之势，地面标高主要在 380.0m~435.0m 之间，站址区最高点位于场地西南侧，地面标高为 442.50m。	相当
3	地质条件	站址为丘陵地貌，四周较为开阔，站址高程在 383~447m，自然地形最大高差约 64m。	站址为丘陵地貌，四周较为开阔，站址高程在 358~427m，自然地形最大高差约 69m。	相当
4	防洪排水	站址不受永丰河 100 年一遇洪水影响；站址不受内涝积水影响。	站址不受新盛河 100 年一遇洪水影响。	相当
5	站外电源方案	从 110kV 平山变电站 35kV 侧配电装置引接，线路全长约 16.63km（其中 16.15km 架空，0.48km 电缆），曲折系数 1.1。总投资约为 2286 万元。	从 110kV 水井湾变电站 35kV 侧配电装置引接，线路全长约 23.8km（其中 23.5km 架空，0.3km 电缆），曲折系数 2.28。总投资约为 3111 万元。	隆盛永丰站址站外电源线路更短，投资较优。
6	进站道路	进站道路可从站址东侧乡村道路引接，新建进站道路长度约 610m，拓宽道路长度约为 2600m，沿途拆除 7 栋房屋。	进站道路可从站址东侧乡村道路引接，新建进站道路长度约 800m，拓宽道路长度约为 3000m，沿途拆除约 10 栋房屋。	隆盛站址进站道路更短，房屋拆迁数量较少
7	水源及排水条件	由当地自来水厂供水，供水管道长约 15km，废水收集后采用泵站抽排至工业污水处理厂，排水管道长约 29km。	由当地自来水厂供水，供水管道长约 18km，废水收集后采用泵站抽排至工业污水处理厂，排水管道长约 22km。	隆盛站址距离自来水厂较近，新盛站址距离污水处理厂较近
8	现状交通条件情况	万盛南火车站货场至站址运输距离为 27km	北渡火车站货场至站址运输距离为 29km	相当
		二程运输桥梁检测、道路改造费用共计 4232 万元。	二程运输桥梁检测、道路改造费用共计 3998 元。	
		站址距綦江市区车程约 20km	站址距綦江市区车程约 10km	

		站址距离万盛南站货场约 27km	站址距离北渡火车站货场约 29km	
9	进出线条件	推荐方案站址出线条件不受限	推荐方案站址出线条件不受限	相当
10	用地性质	站址用地性质为林地、一般耕地及基本农田，其中基本农田占比 0.25，位于城镇开发边界外。	站址用地性质为林地、一般耕地及基本农田，其中基本农田占比 0.48，位于城镇开发边界外。	隆盛站址更优
11	生态敏感区状况	不涉及生态保护红线等生态敏感区。	不涉及生态保护红线等生态敏感区。	相当
12	拆迁补偿	站址拆迁 220V 及 380V 线路约 1.5km，拆改坟头 60 处，拆迁砖房、石方及土房建筑面积预估约 3965m <sup>3</sup> 。	站址拆迁 220V 及 380V 架空线路 5500m，拆改坟约 50 座，拆迁砖房、石方及土房建筑面积约 10850m <sup>2</sup> 。	隆盛永丰站址占优
13	临建条件比较	临建面积 40000m <sup>2</sup> ，临建布置暂在站区南侧的空地上考虑临建区域土方自平衡	临建面积 40000m <sup>2</sup> 临建布置暂在站区东北侧空地上考虑临建区域土方自平衡，较隆盛永丰站址土方挖填多 30000m <sup>3</sup>	新盛站址临建设施土方多 30000m <sup>3</sup>
14	电磁、声环境敏感目标	评价范围内无电磁敏感目标，声环境敏感目标 4 处。	评价范围内电磁敏感目标 2 处，声环境敏感目标 8 处。	隆盛永丰站址占优
15	土石方及边坡	站址挖填方 172.81 万 m <sup>3</sup> 。最大挖方边坡 44m，最大填方边坡 24m	站址挖填方 287.28 万 m <sup>3</sup> 。最大挖方边坡 28m，最大填方边坡 45m	隆盛永丰站址占优
16	规划部门意见	已取得重庆市綦江区自然资源局选址意见	/	隆盛永丰站址占优
17	工程技术经济角度	两站址均位于綦江区，地形地貌相似，地质和防洪排水条件相当，隆盛站站外电源线路更短，隆盛站址进站道路更短，水源、交通运输条件、进出线条件相当，隆盛站基本农田占比低，拆迁量小，施工临建区域土石方自平衡，总体来看，隆盛站址更优。		隆盛永丰站址占优
18	生态环境角度	两站址均不涉及生态保护红线和其他生态敏感区，隆盛站址评价范围内环境敏感目标数量少，民房拆迁量小，土石方量小，从生态保护角度更优。		隆盛永丰站址占优
19	其他方面	从用地性质来看，隆盛站址占用基本农田更少；从地理条件看隆盛站址高差小于新盛站址，施工难度低，挖填方量小。隆盛站址已取得重庆市綦江区自然资源局选址意见。		隆盛永丰站址占优





图 3.2-1 拟建换流站现状

综上，从技术、经济、环保、实施难易程度和安全风险等多方面比较，隆盛永丰站址均优于新盛站址，因此推荐隆盛永丰站址作为本工程换流站站址。

### 3.2.1.2 线路工程

#### 3.2.1.2.1 线路路径选择和优化原则

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

(2) 原则上避开军事设施、城镇规划、大型工矿企业、自然保护区、旅游风景区及重要通信设施，减少线路工程建设对地方经济发展的影响。

(3) 在经济合理的前提下尽量避开高山大岭、恶劣地质区和重冰区、已有的各种矿产采空区、开采区、规划开采区及险恶地形、水网、不良地质地段，尽量避让林木密集覆盖区。

(4) 尽可能靠近现有国道、省道、县道及乡村公路，改善交通条件，方便施工和运行。

(5) 充分考虑地形、地貌、避免大档距、大高差、相邻档距相差悬殊地段，为使新建线路安全可靠，力求避开严重覆冰地段和微地形地段。

(6) 在路径选择中，充分体现以人为本的保护环境意识，尽量避免大面积拆迁民房。

(7) 减少交叉跨越已建送电线路，特别是高电压等级的送电线路，以降低施工过程中的停电损失，提高运行的安全性。

(8) 综合协调本线路与沿线已建、在建、拟建送电线路、公路、铁路及其它设施间的矛盾。

(9) 充分征求地方政府及有关部门对路径方案的意见和建议。

(10) 尽量利用市、县分界地区，城镇、乡镇之间结合部、利用率较低的土地。路径方案技术可行，经济合理。

(11) 结合两端变电站站址、换流站间航空线沿线敏感点分布情况，合理选择线路方案，技术方案做到安全可靠、经济合理。

### 3.2.1.2.2 线路架设方式合理性分析

由于本工程线路所处地区经济较发达，各种城镇规划及障碍设施繁多，房屋分布密集，电力走廊资源十分紧张。为有效减少对城镇规划的影响、节约走廊通道、减少房屋拆迁量，综合考虑工程建设条件和系统安全稳定运行需要，隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程架设方式与海棠～隆盛和圣泉～隆盛线路架设方式保持一致，新建  $\pi$  接线路由于距离拟建渝黔换流站很近，为配合换流站间隔布置，采用单回/同塔双回架/双回单边挂线。新建渝黔换流站与隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路的直线距离约 0.6km，综合现场地形和设施，“ $\pi$ ”接线路避让了居民集中区，同时避免了穿越綦江区三角镇小湾山坪塘吉安场镇水厂饮用水水源地保护区，隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程线路具有环保合理性。渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（重庆段）均采用同塔双回架设。本工程同时跨越隆盛～綦江东铁路牵引站 220kV 线路和隆盛～綦江 220kV 线路，由于不能同时停电（220kV 隆綦南北线接入綦江站后，通过 220kV 綦铁线向铁路牵引站供电，220kV 隆铁线也向该铁路牵引站供电。若 220kV 隆綦南北线和 220kV 隆铁线同停，会造成 220kV 綦江站由 220kV 渝綦线单电源供电，形成五级风险，同时造成铁路牵引站供电五级风险，市调意见此两条线路不可同停）。本工程跨越旗能电铝～黄山双回 220kV 线路，由于不能同时停电，需进行改造。

渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（贵州段）由于 20mm 重冰区线路出现故障概率较大，为避免同时停电，20mm 冰区采用两个单回线路并行架设；为避免接至红城变同一母线，避免维修时同时停电，红城变侧采用两个单回线路分别从东南侧、西北侧不同母线进线；另外线路需钻越  $\pm 800$ kV 宾金线，需满足相关安全距离要求。因此为保障供电的可靠性以及满足钻越  $\pm 800$ kV 宾金线时安全距离要求，槽上垭口（20mm 冰区起点）至桑木镇共和村（20mm 冰区终点）线路段、钻越  $\pm 800$ kV 宾金线路段以及二郎镇庆丰村至 500kV 红城变段路径采用两个单回路架设（红城变侧进线档利用已建双回杆塔单侧挂线）外，其余段均采用同塔双回架设。

### 3.2.1.2.3 路径方案比选

(1) 隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程



新建渝黔换流站与隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路的直线距离约 0.6km, “ $\pi$ ”接线路在站外距离很近, 周围线路通道拥挤, 距离隆盛变电站约 2.2km, 已有多条输电线路, 包括 500kV 隆盛~海棠线路、500kV 隆盛~圣泉 500kV 线路、500kV 蟠龙抽蓄-隆盛线路、220kV 旗黄线路、220kV 隆綦南线、220kV 隆铁线、 $\pm 800$ kV 锦苏线路、 $\pm 800$ kV 复奉线路, 通道拥挤; 且周围为丘陵地形, 高差较大, 同时线路需避让居民集中和綦江区三角镇小湾山坪塘吉安场镇水厂饮用水水源地保护区一级保护区 (距离新建站仅 1.2km), 因此站外 “ $\pi$ ” 接线路不存在其他比选方案, 路径方案唯一。

## (2) 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程 (重庆段)

渝黔换流站~红城变 500kV 线路, 航空直线经过重庆市綦江区、贵州省遵义市。受省界附近四面山国家级风景名胜区范围、重庆綦江长田县级自然保护区范围、重庆綦江国家地质公园范围限制, 同时避免与已建 500kV 郎隆线反复交叉, 渝黔换流站~红城变 500kV 线路的省界接头点位置较唯一。因此, 渝黔换流站~红城变 500kV 线路在重庆段、贵州段内分别进行局部比选。

按照路径选择原则, 结合线路起止点位置、沿线城镇规划、风景名胜保护区、自然保护区、国家地质公园、工矿设施、房屋密集区以及重要交叉跨越等分布情况, 在充分考虑施工、运行、交通条件、路径可靠性与合理性的基础上, 拟定了西、东两个路径方案进行比较。

### 1) 西方案 (推荐方案)

线路起于拟建渝黔换流站, 出线后往西南方向, 避让马踏塘水库和三角镇规划产业园范围, 穿越隆盛镇-永城镇页岩矿约 0.8km, 依次跨越 220kV 隆綦南北线、220kV 隆铁线、35kV 田天线、110kV 綦庆线、S0101 綦万高速公路、S104 省道、市域铁路 C5 线 (可研完成)、220kV 綦盛线 (冷备用状态) 后右转向西, 从边缘穿越三角镇现有产业园, 避让重庆綦江国家地质公园、生态保护红线、綦江区三角防雹增雨炮台“落点 2”区域后继续往南走线, 避让通惠街道规划生态农业科创园, 避让光伏项目选址范围、三江场镇城镇规划区范围、篆塘镇页岩矿区, 搬迁重庆市凡伯建筑公司民爆库房 1 座 (2 $\times$ 单库 5 吨), 跨越蒲河、S303 省道、老三万南客货铁路 (已报废)、三万南客货铁路、长输油气管线綦南线、110kV 桥平线, 避让三江街道玉河水库黄桷村饮水工程水源地、石角镇香樟沟水库丰岩村饮水工程水源地, 依次跨越渝贵铁路客专 (隧道)、长输油气管线江津输油站管道、川黔货运铁路、綦江、G353 国道, 避让篆塘角铁矿区、重庆渝祺公司白坪村砂岩矿山, 跨越 35kV 盖郭电线、长输油气管线东 4 井-东 8 井站外 T 接点管线、长输油气管线东浅 3 井采气支线、长输油气管线东浅 2 井采气支线、长输油气管线东溪中压原料气干线、长输

油气管线新东溪中压原料气干线、G210 国道、綦江，随后平行 500kV 郎隆一二线走线，依次跨越綦江、G210 国道、G75 兰海高速（隧道）、110kV 渝明一二线、110kV 桥赶线、110kV 渝明线、110kV 渝桥线、220kV 渝綦线，继续向西南走线，穿越渝黔四川盆地綦江页岩气田丁山区块页岩气开采（采矿权）约 9.8km、避让新庄水库和东溪镇巩固茶山，最后到达丁山镇天兴桥附近接头点。

重庆段西方案新建线路路径长约 57.3km，全线采用同塔双回架设，均位于綦江区，沿线海拔 200~1100m，沿线地形丘陵占 13%、一般山地占 87%。沿线基本风速为 27m/s，覆冰厚度为 10mm。

## 2) 东方案

线路起于拟建渝黔换流站，出线后往西南方向，避让马踏塘水库和三角镇规划产业园范围，穿越隆盛镇-永城镇页岩矿约 0.8km，依次跨越 220kV 隆綦南北线、220kV 隆铁线、35kV 田天线、220kV 隆渝东西线、110kV 綦庆线、S0101 綦万高速公路、220kV 綦盛线（冷备用状态）、市域铁路 C5 线（可研完成）后向南，避让永城镇松湾水库永城水厂水源地、綦江老瀛山市级自然保护区、生态保护红线、永城镇流水岩水库复兴村水厂水源地，穿越隆盛镇-永城镇页岩矿约 6km、桃子荡背斜地热水矿约 2.5km，避让石角镇溶岩水库石角、蒲河水厂水源地，跨越 220kV 隆渝东西线、三万南客货铁路（隧道），从北侧绕行石角镇城镇规划区范围，跨越蒲河、S303 省道、长输油气管线綦南线、110kV 桥平线后，与西方案走向一致，至丁山镇天兴桥附近接头点。

重庆段东方案新建线路路径长约 57.0km，全线采用同塔双回架设，均位于綦江区，沿线海拔 200~1100m，沿线地形丘陵占 16%、一般山地占 84%。沿线基本风速为 27m/s，覆冰厚度为 10mm。

综合考虑环境保护、技术经济和线路安全稳定运行等因素，两个方案对比分析情况详见表 3.2-2。

表 3.2-2 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（重庆段）西、东方案比选情况表

序号	比较项目		西方案	东方案	比较情况
1	路径长度（km）		2×57.3	2×57.0	东方案优
2	曲折系数		1.21	1.18	
3	地形划分	丘陵	13%	16%	相当
		山地	87%	84%	
		海拔高程（m）	200~1100	200~1100	
4	基本风速（m/s）		27	27	相同
5	冰区划分（mm）		10	10	

6	林区	沿线翻山山脉附近基本为林区，其余段多为零星小片林区。树种多为马尾松、柏树、杨树、桉树等针、阔叶林木，胸径在10~25cm之间，高度大部分在15~25m。林区长度约49.0km，大部分为国有林和经济林。	沿线翻山山脉附近基本为林区，其余段多为零星小片林区。树种多为马尾松、柏树、杨树、桉树等针、阔叶林木，胸径在10~25cm之间，高度大部分在15~25m。林区长度约45.2km，大部分为国有林和经济林。	东方案优
7	交通运输情况	线路在老瀛山局部山区段路径仅有部分交叉的乡村道路，其余段基本有平行或交叉的国道、省道、县道、乡村公路，总体来说交通条件较好。	线路在老瀛山局部山区段路径仅有部分交叉的乡村道路，其余段基本有平行或交叉的国道、省道、县道、乡村公路，总体来说交通条件较好。	相当
8	沿线障碍设施	线路已避让城镇规划区。对线路影响的设施：1、线路穿越隆盛镇-永城镇页岩矿约0.8km，已取得区规自局协议，建议尽量避开或少占重要矿产；穿越渝黔四川盆地綦江页岩气田丁山区块页岩气开采（采矿权）9.8km，已办理矿权单位中国石油化工股份有限公司协议。2、线路穿越綦江区三角镇现有产业园约0.7km，已取得镇政府协议；3、线路跨越的綦江为通航河流，需要进行航道通航条件影响评价；4、重庆市凡伯建筑公司民爆库房。	线路已避让城镇规划区。对线路影响的设施：1、线路穿越隆盛镇-永城镇页岩矿约6.8km和桃子荡背斜地热水矿约2.5km，已取得区规自局协议，建议尽量避开或少占重要矿产；穿越渝黔四川盆地綦江页岩气田丁山区块页岩气开采（采矿权）9.8km，已办理矿权单位中国石油化工股份有限公司协议。2、线路跨越的綦江为通航河流，需要进行航道通航条件影响评价。	西方案优
9	房屋拆迁	40341m <sup>2</sup>	49513m <sup>2</sup>	西方案优
10	交叉跨越	跨越铁路2次，高速公路1次，220kV电力线4次，110kV电力线6次，35kV电力线3次。	跨越铁路2次，高速公路1次，220kV电力线6次，110kV电力线6次，35kV电力线3次。	西方案优
11	生态环境敏感区	不穿跨越敏感区，临近自然保护区1处，生态红线2处国家地质公园1处，饮用水水源保护区8处	不穿跨越敏感区，临近自然保护区1处，生态红线2处国家地质公园1处，饮用水水源保护区9处	西方案优
12	投资	44900	46287	西方案优
13	优点	1、房屋拆迁量少； 2、穿越矿区长度短，影响较小； 3、与已建贵州二郎电厂送出线路不在一个大通道内。	路径长度略短0.3km。	西方案优
14	缺点	1、需搬迁炸药库1座； 2、穿越三角镇现有产业	1、房屋拆迁量大； 2、穿越矿区长度长，数	西方案优

		园边缘。	量多； 3、通道内需避让的水源地多，部分段通道狭窄。	
15	工程技术经济角度	两个方案路径长度基本相当，东方案和西方案路径长度基本一致，但西方案穿越矿区长度短，影响较小，穿越矿区长度长，数量多；且西方案房屋拆迁量少，考虑投资，西方案总投资较东方案总投资更少，且路径方案落地实施协调难度更小		西方案优
16	生态环境角度	西方案穿越林区长度与东方案穿越林区长度基本相当，均避让了沿线生态敏感区，但是东方案附近的饮用水水源保护区多于西方案，对生态环境的影响更大；且东方案设计沿线房屋更多，对当地居民影响更大		西方案优

#### ①从工程技术经济和安全运行角度

两个方案路径长度基本相当，东方案和西方案路径长度基本一致，但西方案穿越矿区长度短，影响较小，穿越矿区长度长，数量多；且西方案房屋拆迁量少，考虑投资，西方案总投资较东方案总投资更少，且路径方案落地实施协调难度更小。西方案穿越矿区长度较东方案更短，更有利于线路安全稳定运行，且西方案与已建贵州二郎电厂送出线路不在一个大通道内，而东方案与已建贵州二郎电厂送出线路位于一个大通道内，运行风险更高因此，从工程技术经济和安全运行角度分析，西方案优。

#### ②从生态环境角度

西方案穿越林区长度与东方案穿越林区长度基本相当，均避让了沿线生态敏感区，但是东方案附近的饮用水水源保护区多于西方案，对生态环境的影响更大；且东方案设计沿线房屋更多，对当地居民影响更大。因此，从生态环境角度分析，西方案更优。

综上所述，从工程技术经济、生态环境等综合考虑，渝黔换~红城 500kV 线路工程（重庆段）推荐西方案。

#### （3）渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）

综合考虑沿线矿区、生态保护红线、地形、高速公路、饮用水水源保护区及天然气管道等因素，渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）采用西方案（推荐方案）、东方案（比选方案）、西支方案（比选方案）共三个路径方案。

##### 1）西方案（推荐方案）

该方案线路起于遵义市习水县寨坝镇茨竹林处省界分界点，线路整体向南侧走线，经过新岩村、廖家山、屋基坪、石滚坪、莱坝、新添堡、耳香树，在唐家湾向西侧绕行避开土地岩水源保护区和规划的羊九水库，随后线路继续向南走线，经过石头寨、田沟、塘水井、麻湾头，在高坟台处跨越 220kV 习夜井线。随后线路向西南走线，途经天星村、天生桥、龙灯村，在春天湾跨越 220kV 绿孔线，继续向西南走线，在狐狸垭处跨越 S74 江

习古高速，随后经过上寨、楠厂沟、沙土湾、同心村、大杉树堡、陡累子，在坝头附近先后跨越 220kV 绿孔线、220kV 习夜井线和 S10 江习古高速。随后线路向西走线，经过石岗子、湾底下、火石垭村，线路向西南绕行避让新田沟水源保护区和大茅坡水源地，经过大坡、岩上、茶园、酸草坪、水坝，在槽上垭口避让贵州省习水县河坝-茶园矿区-3 重晶石详查（探矿权），随后线路经过水洞上、枣林、岩背上、子槽沟，在军田上钻越  $\pm 800\text{kV}$  宾金线，线路向南走线，经过桐卷村、大坡后到达团山堡，随后两回线路分开走线进入 500kV 红城变。

其中，本工程 II 回线路（西侧线路）在团山堡向西南侧走线，经过大园子、唐家营，在莫洛村北侧先后跨越 220kV 红绿 II 回、220kV 红绿 I 回、220kV 红绿 III 回、G4215 蓉遵高速（暗跨），随后接入 500kV 红城变。本工程 I 回线路（东侧线路）在团山堡向南方向走线，经过岩口、营上、齐心村，在丁家湾先后跨越 G4215 蓉遵高速（暗跨）、220kV 红元 I 回、220kV 红元 II 回后，随后在尖山向西在红城变进线档利用已建 500kV 郎红甲线 1 基双回路终端塔单侧挂线接入 500kV 红城变。

本方案线路长度  $2 \times 72.3\text{km}$ ，除槽上垭口（20mm 冰区起点）至桑木镇共和村（20mm 冰区终点）线路段、钻越  $\pm 800\text{kV}$  宾金线路段以及二郎镇庆丰村至 500kV 红城变段路径采用两个单回路架设（红城变侧进线档利用已建双回杆塔单侧挂线）外，其余段均采用同塔双回架设。线路位于贵州省遵义市习水县。

## 2) 东方案（比选方案）

该方案线路起于遵义市习水县寨坝镇邓家田处省界分界点，线路整体向南侧走线，经过新岩村、廖家山、屋基坪、石滚坪、莱坝、新添堡、耳香树，在唐家湾向西侧绕行避开土地岩水源保护区和规划的羊九水库，随后线路继续向南走线，经过石头寨、田沟、塘水井、立子庄、庙坝、宋家坪、土老欠、河坝，线路避让温水镇城镇开发边界和温水镇吉华煤矿，整体向东南走线，随后经过长长湾、陈家箐，在月土坝跨越 S10 印江高速（明跨），线路继续向南走线，经过典足、官府殿，在撵熊湾向西南转向避让习水县温水镇同旭建材厂，在龙孔山跨越 220kV 习夜井线，线路整体向西南走线避让保丰水库水源保护区，经过胡家沟、河至东、许家坡、茅坝村、罗家沟、杜家沟、石牛山、石板溪，在永兴村整体向南走线避让炸药库库房（50 吨）和茶场饰面石材采石场，随后线路向西南走线，经过半坎村、三台山、庙后头、刘家沟、虎老山、后坝、石灯湾、沈家洞，在核桃坪钻越  $\pm 800\text{kV}$  宾金线，随后继续向西南走线，经过岗上、寸膜岩，在穿洞附近跨越习水县穿洞水库（规划），线路向西南走线到达团山堡，随后两回线路分开走线进入 500kV 红城变。

其中，本工程Ⅱ回线路（西侧线路）在团山堡向西南侧走线，经过大园子、唐家营，在莫洛村北侧先后跨越 220kV 红绿Ⅱ回、220kV 红绿Ⅰ回、220kV 红绿Ⅲ回、G4215 蓉遵高速（暗跨），随后接入 500kV 红城变。本工程Ⅰ回线路（东侧线路）在团山堡向南方向走线，经过岩口、营上、齐心村，在丁家湾先后跨越 G4215 蓉遵高速（暗跨）、220kV 红元Ⅰ回、220kV 红元Ⅱ回后，随后在尖山向西接入 500kV 红城变。

本方案线路长度 2×93.1km，其中 20mm、30mm 重冰区和 500kV 红城变进行段采用两个单回路走线，其余段路径均采用同塔双回架设方式。线路位于贵州省遵义市习水县、重庆市綦江区，习水县境内路径长度约 2×89.3km，綦江区境内线路长度约 2×3.8km。

### 3）西支方案（比选方案）

西方案线路路径在良村镇火石垭村至桑木镇子槽沟段线路路径主要受新田沟水源保护区和大茅坡水源保护区分布范围限制，根据沿线障碍物分布情况和冰区划分情况，拟定在两水源保护区东侧绕行方案为西支方案，路径情况如下：本方案线路与良村镇火石垭村避让新田沟水源保护区整体向南走线，线路经过白果坪、察子岩，在火烧房子处进入“贵州省习水县河坝-茶园矿区-2 重晶石详查”矿区范围，穿越长度约 2.7km，于坪上离开该矿区范围，随后线路经过老鹰岩、石顶子、润南村、克寨沟、大山堡、银房咀、高粱洞，最终到达桑木镇子槽沟。

三个方案对比分析情况详见表 3.2-3。

表 3.2-3 渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（贵州段）各方案比选情况表

序号	比较项目		西方案	东方案	西支方案	比较情况
1	路径长度		2×72.3km	2×93.1km	2×72.3km	西方案及西支方案较优
2	曲折系数		1.13	1.13	1.13	相同
3	地形划分	丘陵（%）	24.31	21	24.31	西方案及西支方案较优
		一般山地（%）	49	49.3	52	
		高山大岭（%）	26.69	29.7	23.69	
		海拔高程（m）	800-1600	800-1700	800-1600	
4	基本风速（m/s）		25/27	25/27	25	基本相当
5	冰区划分	10mm	48.0km	44.2km	46.7km	西方案和西支方案较优
		15mm	32km	19.6km	40.8km	
		20mm	7.5km	22.5km	0km	

		30mm	0km	6.8km	0km	
6	跨越林区线路长度（km）		72	75	72	西方案及西支方案较优
7	交通运输情况		整体交通情况一般	整体交通情况一般	整体交通情况一般	相同
8	沿线障碍设施		穿越渝黔四川盆地綦江页岩气田丁山区块页岩气开采范围线路长度 14.3km，穿越探矿穿越国家矿产地路径长度约 41km。	穿越渝黔四川盆地綦江页岩气田丁山区块页岩气开采范围线路长度 14.3km，穿越贵州省习水县河坝-茶园矿区-1 重晶石详查范围约 14.5km；穿越国家矿产地路径长度约 37.1km	穿越渝黔四川盆地綦江页岩气田丁山区块页岩气开采范围线路长度 14.3km，穿越探矿穿越国家矿产地路径长度约 41km。穿越贵州省习水县河坝-茶园矿区-2 重晶石详查 2.7km	西方案穿越矿区较少，穿越线路较短，不确定性因素减少，对周边环境影响可控。西方案较优。
9	房屋拆迁		拆迁量约 9500m²	拆迁量约 14500m²	拆迁量约 10500m²	西方案房屋拆迁量较少，减少了建筑垃圾产生量，西方案较优
10	主要交叉跨越		跨越高速 4 次、钻越±800kV 宾金线 2 次、跨越 220kV 线路 9 次、跨越输气管道 2 次	跨越高速 3 次、钻越±800kV 宾金线 1 次、跨越 220kV 线路 6 次、跨越输气管道 4 次	跨越高速 4 次、钻越±800kV 宾金线 2 次、跨越 220kV 线路 9 次、跨越输气管道 2 次	东方案较西方案少跨越 1 次高速和 3 次 220kV 线路，但需多跨越 2 次输气管道，从建设难度上看，西方案和西支方案较优。
11	敏感区		（1）跨越贵州省生态保护红线线路路径长 9.14km，不在生态保护红线内立塔（具体跨越生态保护红线情况见表 2.5-3）； （2）评价范围内居民类敏感目标 50 处	（1）穿越贵州省生态保护红线 21.8km，在生态保护红线范围内立塔； （2）评价范围内居民类敏感目标 68 处	（1）穿越贵州省生态保护红线线路路径长 1.62km，生态保护红线内立塔 2 基； （2）评价范围内居民类敏感目标 52 处	西方案较优。
12	造价对比（万）		0	2642	0	西方案和西支方案较优
13	优点		（1）房屋拆迁量较少； （2）穿越矿区长度短，影响较小； （3）不在生态保护红线内立塔。	跨越电力线路次数稍少。	（1）穿越矿区长度短，影响较小； （2）生态保护红线内线路较短。	西方案和西支方案较优
14	缺点		跨越电力线路次数稍多。	（1）房屋拆迁量大； （2）穿越矿区长度长，数量多，穿越重晶石矿区，协调难度大，存在颠覆性风险。 （3）占用贵州省生态保护红线。	（1）生态保护红线内立塔，占用生态保护红线； （2）西支方案虽冰区较轻，但穿越重晶石矿区，协调难度大，存在颠覆性风险。	西方案较优
15	工程技术经济角度		在路径长度、地形划分、冰区划分上看，西方案较东方案线路短 2×20.8km，高山大岭较少，海拔稍低，经过重冰区线路			西方案较优

		短，施工难度较低，西方案较东方案更具优势。在林区跨越、交通情况上看，两方案交通情况基本相当，西方案跨越林区线路短 3km，砍伐树木较少，赔偿费用较低；在矿产资源影响情况上，西方案穿越矿区较少，穿越线路较短，不确定性因素减少，东方案涉及的贵州省习水县河坝-茶园矿区-1 重晶石详查（探矿权）协调难度大；在房屋拆迁上，东方案房屋拆迁量大且建设协调难度大；在主要交叉跨越上，东方案较西方案少跨越 1 次高速和 3 次 220kV 线路，但需多跨越 2 次输气管道，从建设难度上看，西方案更优；从造价方面看，西方案投资较省。西支方案和西方案线路长度、地形等基本条件相当，但西支方案涉及贵州省习水县河坝-茶园矿区-2 重晶石详查，协调难度大，存在颠覆性问题，且拆迁量较大。综合技术经济比较，建议将西方案作为本工程的推荐方案。	
16	生态环境角度	西方案整体线路长度较短、跨越林区较短，房屋拆迁量少。西方案较东方案减小了生态保护红线占地面积，减少了施工扰动面积和树木砍伐，减少了建筑垃圾产生量，对生态保护红线生物多样性和周边其他生态影响较小，且东方案设计沿线房屋多，对当地居民影响更大。西支方案占用生态保护红线，沿线房屋多，对当地居民影响较大。因此，从生态环境角度分析，西方案较优。	西方案较优

#### ①从工程技术经济角度

通过上述对比，在路径长度、地形划分、冰区划分上看，西方案较东方案线路短 2×20.8km，高山大岭较少，海拔稍低，经过重冰区线路短，施工难度较低，西方案较东方案更具优势。在林区跨越、交通情况上看，两方案交通情况基本相当，西方案跨越林区线路短 3km，砍伐树木较少，赔偿费用较低；在矿产资源影响情况上，西方案穿越矿区较少，穿越线路较短，不确定性因素减少，东方案涉及的贵州省习水县河坝-茶园矿区-1 重晶石详查（探矿权）协调难度大；在房屋拆迁上，东方案房屋拆迁量大且建设协调难度大；在主要交叉跨越上，东方案较西方案少跨越 1 次高速和 3 次 220kV 线路，但需多跨越 2 次输气管道，从建设难度上看，西方案更优；从造价方面看，西方案投资较省。西支方案和西方案线路长度、地形等基本条件相当，但西支方案涉及贵州省习水县河坝-茶园矿区-2 重晶石详查，协调难度大，存在颠覆性问题，且拆迁量较大。综合技术经济比较，建议将西方案作为本工程的推荐方案。

#### ②从生态环境角度

西方案整体线路长度较短、跨越林区较短，且仅跨越贵州省生态保护红线，房屋拆迁量少。西方案较东方案减小了生态保护红线占地面积，减少了施工扰动面积和树木砍伐，减少了建筑垃圾产生量，对生态保护红线生物多样性和周边其他生态影响较小，且东方案设计沿线房屋多，对当地居民影响更大。西支方案虽然涉及的生态保护红线线路较短，但西支方案在生态保护红线方案内立塔 2 基，永久占用生态保护红线，西方案跨越生态保护



红线，不在生态保护红线内立塔；西支方案沿线房屋多，对当地居民影响较大。因此，从生态环境角度分析，西方案较优。

综上所述，从工程技术经济、生态环境等综合考虑，渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（贵州段）推荐西方案。

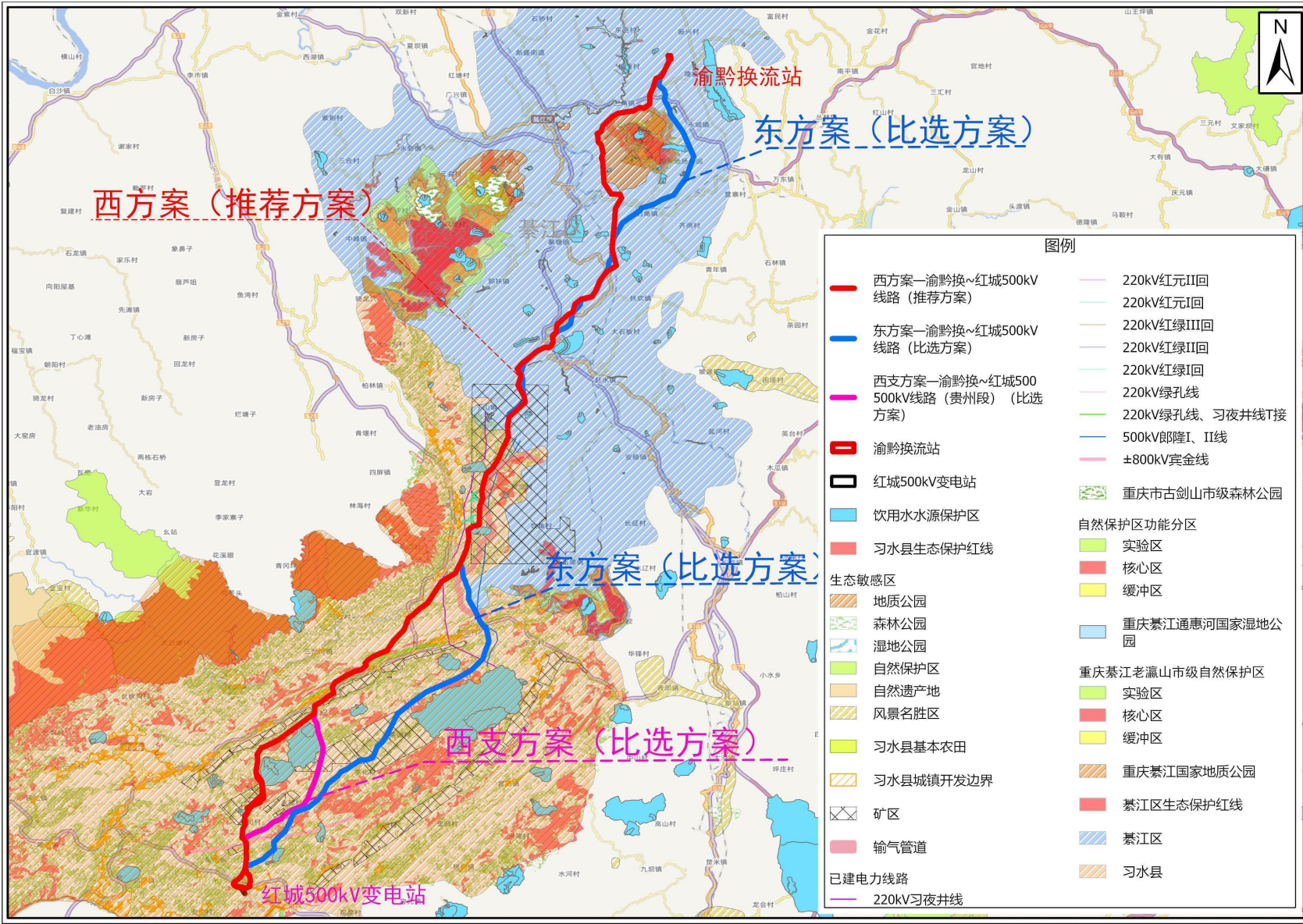


图 3.2-2 本工程线路比选示意图（总体）



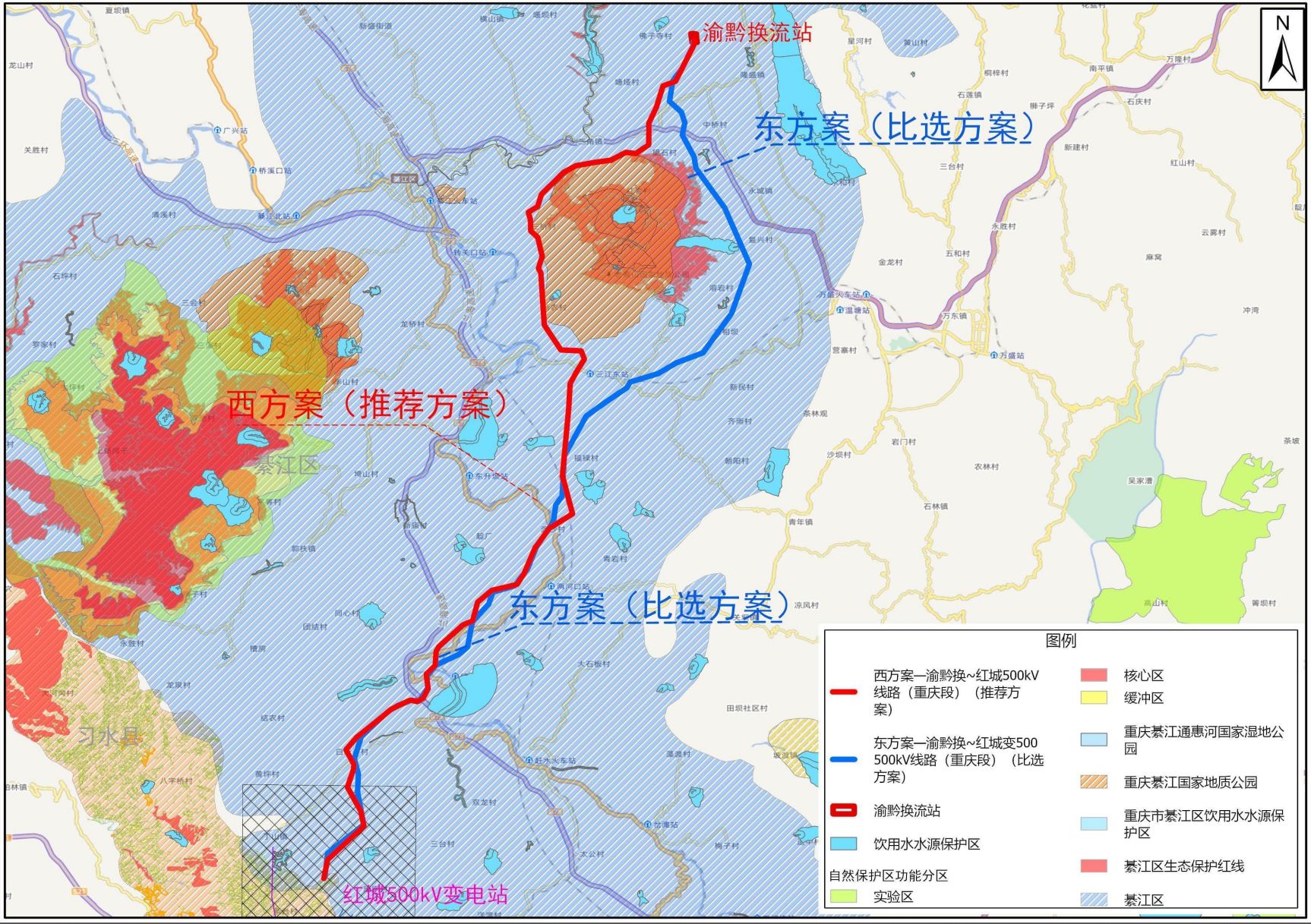


图 3.2-3 本工程线路比选示意图（重庆境内）



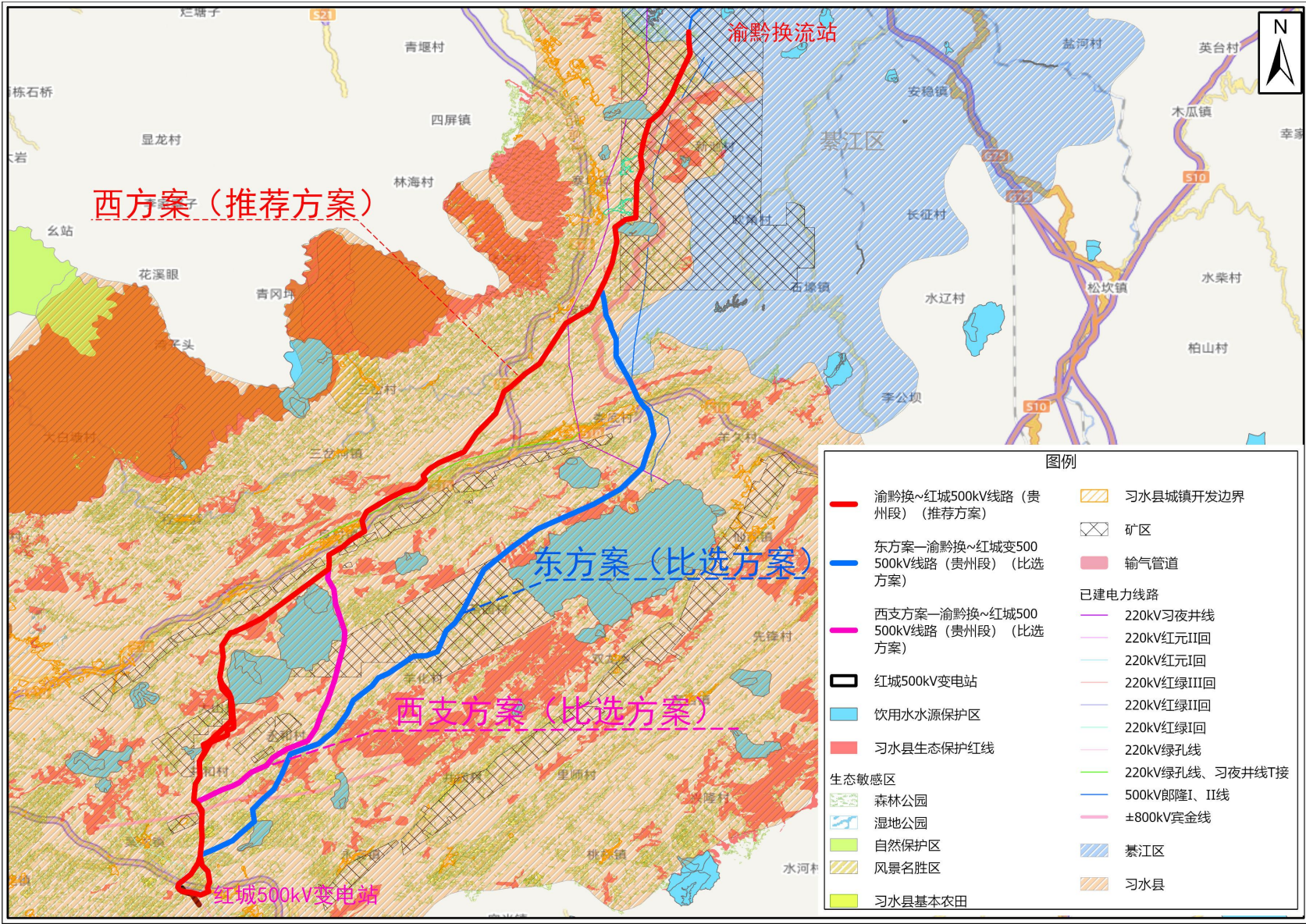


图 3.2-4 本工程线路比选示意图（贵州境内）



3.2.1.3 环评阶段对线路方案优化情况

本工程换流站不涉及生态敏感区。

根据建设单位提出的环评单位和设计单位深度沟通、协调一致的要求，环评根据收资情况，针对本工程涉及的环境敏感区向设计单位予以提资，并提出优化要求：对线路跨越或临近饮用水水源保护区、生态保护红线、居民区的路径，向设计提出了优化方案、深化设计等要求，针对确实无法避让时采取无害化跨越措施或尽量减少在保护区范围内立塔数量等措施要求。

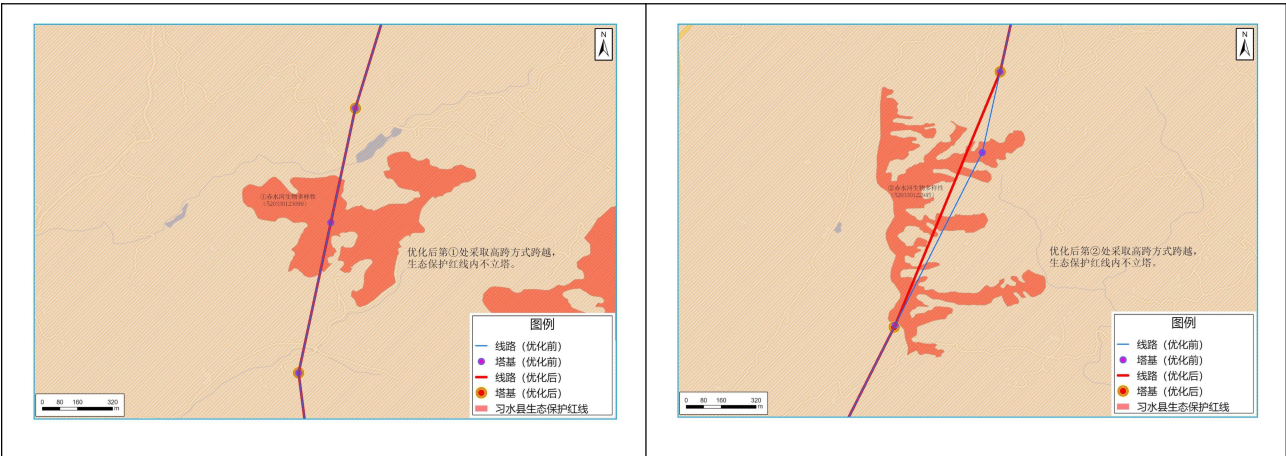
环评阶段，工程设计根据环评要求主要针对线路推荐方案西方案线路穿（跨）越生态保护红线段进行了深化优化设计，尽量优化线路路径和采取高跨方式，优化后相较于原设计方案，本工程线路未在生态保护红线内立塔。

针对在红城变进站附近两个单回路东西两侧临近莫洛村先锋组形成包夹时，建议东侧的单回线路尽可能远离该村民组。设计根据环评建议在莫洛村先锋组线路段东侧单回线路已尽可能远离了该村民组。

环评阶段线路的优化情况见表 3.2-4。本工程优化前后与贵州省生态保护红线及莫洛村先锋组相对位置关系示意图分别见图 3.2-5、图 3.2-6。

表 3.2-4 环评阶段线路的优化情况一览表

序号	环境敏感区		可研阶段与线路的位置关系	环评阶段线路优化后的位置关系
1	生态保护红线	贵州省生态保护红线	生态保护红线内立塔 23 基	生态保护红线内立塔 0 基
2	居民区	莫洛村先锋组	两条单回路最近相距 0.7km，东侧单回线路距离莫洛村先锋组最近距离 60m。	两条单回路最近相距 1.4km，东侧单回线路距离莫洛村先锋组最近距离 800m。



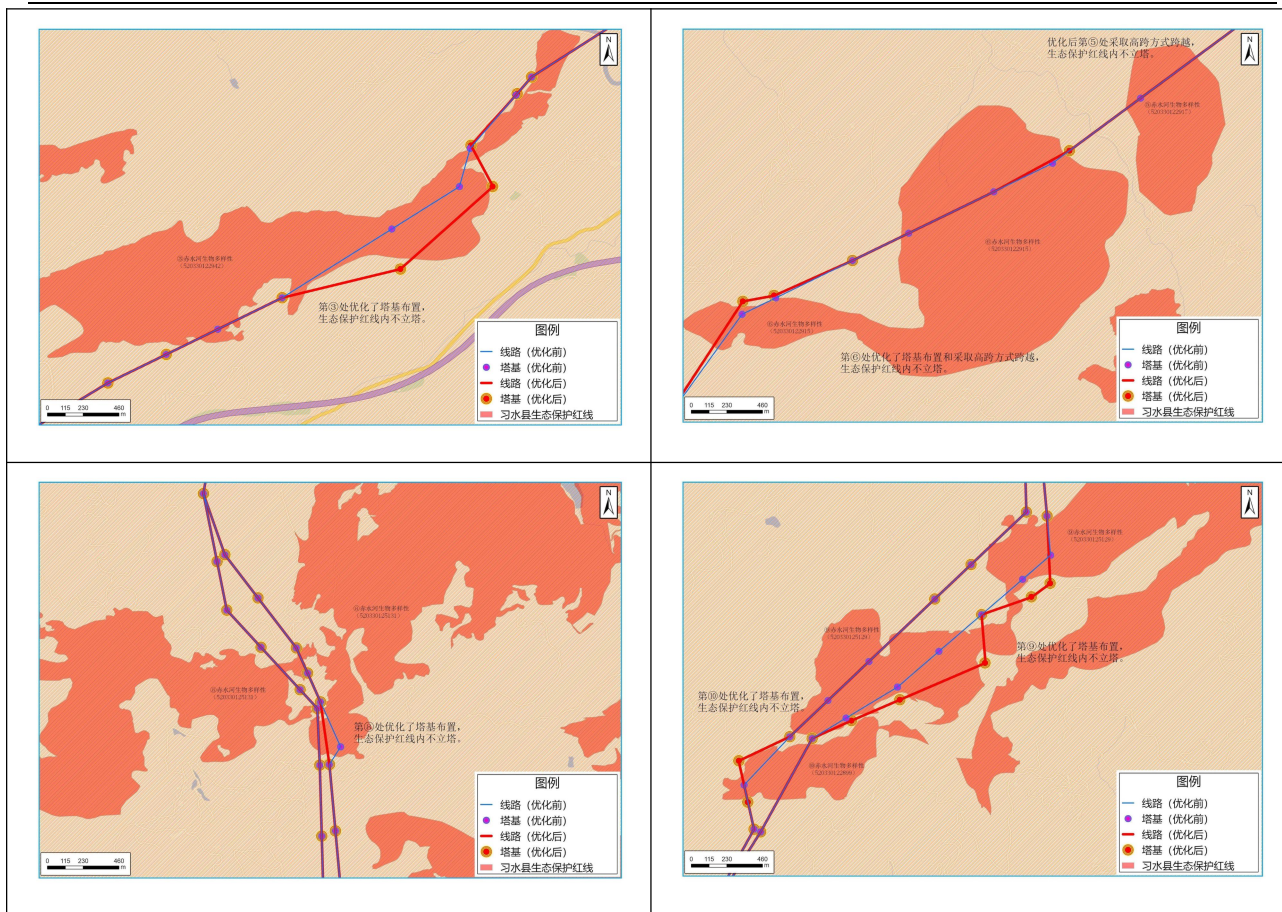


图 3.2-5 本工程优化前后与贵州省生态保护红线相对位置关系示意图



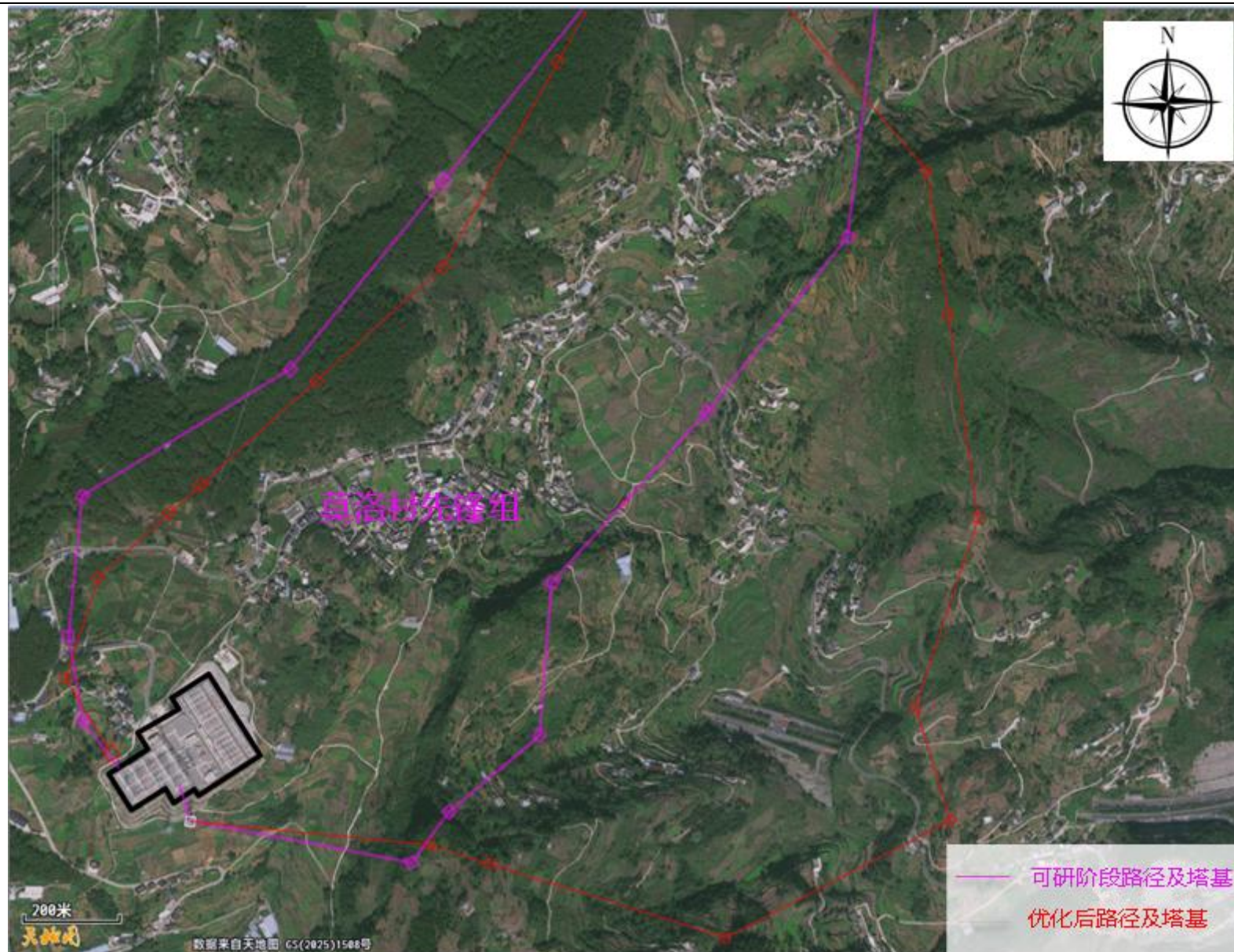


图 3.2-6 本工程优化前后与莫洛村先锋组相对位置关系示意图

### 3.2.1.4 跨越贵州省生态保护红线不可避免让分析

本工程输电线路贵州段两侧存在大范围的生态保护红线，受矿区、林地、居民聚集区、饮用水水源保护区、高速公路、以及 $\pm 800\text{kV}$  宾金线钻跨越条件限制，线路方案的选择余地大大缩减，无法完全避让生态保护红线（见图 3.2-7）。以下分段详述工程线路对生态保护红线的不可避免让性。

#### （1）第①~②段（赤水河生物多样性 520330123099、520330122945）

本段线路整体由北向南，周边有成片或碎片化的生态保护红线。同时线路东侧分布有输气管道、渝黔四川盆地綦江页岩气田丁山区块页岩气开采大片矿区，500kV 郎隆I、II线路和饮用水水源保护区，线路无法东侧进行避让。线路西侧有自然保护区、森林公园、饮用水水源保护区、规划的水库、220kV 绿孔线及 220kV 习夜井线、大片基本农田、居民聚集区以及江习古高速公路，线路无法西侧进行避让。此外选择从渝黔四川盆地綦江页岩气田丁山区块页岩气开采矿区最窄处穿越而过，同时考虑沿线地形、线路曲折系数、运行安全，线路不可避免让生态保护红线，尽可能局部优化选择生态保护红线边缘或相对破碎化处生态保护红线穿越或采用高跨方式一档跨越，通过塔基优化调整，该段采用跨越方式通过贵州省生态保护红线。

因此，本段线路不可避免让跨越贵州省生态保护红线，线路周围的限制性因素详见图 3.2-8。

#### （2）第③段（赤水河生物多样性 520330120156）

本段线路东南侧分布有华航煤矿、S10 江习古高速、220kV 绿孔线及 220kV 习夜井 T 接线、大片基本农田和居民聚集区；西北侧分布有自然保护区、大片生态保护红线、基本农田和居民聚集区；工程线路若从两侧进行避让都将涉及以上敏感区。同时考虑沿线地形、线路曲折系数、运行安全，线路不可避免让生态保护红线，通过从生态保护线中间最窄处、塔基等方面优化调整，该段采用跨越方式通过贵州省生态保护红线。

因此，本段线路不可避免让跨越贵州省生态保护红线，线路周围的限制性因素详见图 3.2-9。

#### （3）第④~⑩段（赤水河生物多样性 520330125135、520330122917、520330122915、520330122907、520330125131、520330125129、520330122899）

本段线路东北侧及东侧分布生态保护红线分布范围较广，碎片化较大，新田沟及大茅坡水库饮用水水源保护区面积较大，还分布有谢家坝铅锌矿、洞子沟萤石矿及中新锌矿，线路无法从东侧进行避让；若从西北侧及西侧进行避让，西北侧存在小南坝煤矿、



官渡河煤矿、S10 江习古高速、大片基本农田和居民聚集区等，西侧存在大范围碎片化的生态保护红线、饮用水水源保护区、贵州省习水县河坝—茶园矿区重晶石详查区，西北侧及西侧沿线地形起伏较大，地形陡峭。线路受地形控制，出现大档距及大高差等恶劣情况，可能导致频繁停电或电压波动等运行不稳定的情况出现且安全隐患较大，在后期施工中需开辟更长的施工便道，林木砍伐量增大，导致水土流失情况加剧，不利于生态保护；且线路离村庄较近，对当地居民影响较大。同时考虑沿线地形、线路曲折系数、运行安全，该段线路不可避让生态保护红线，通过从生态保护线边界及中间最窄处、塔基等方面优化调整，该段采用跨越方式通过贵州省生态保护红线。

因此，本段线路路径不可避让跨越贵州省生态保护红线，线路周围的限制性因素详见图 3.2-10。

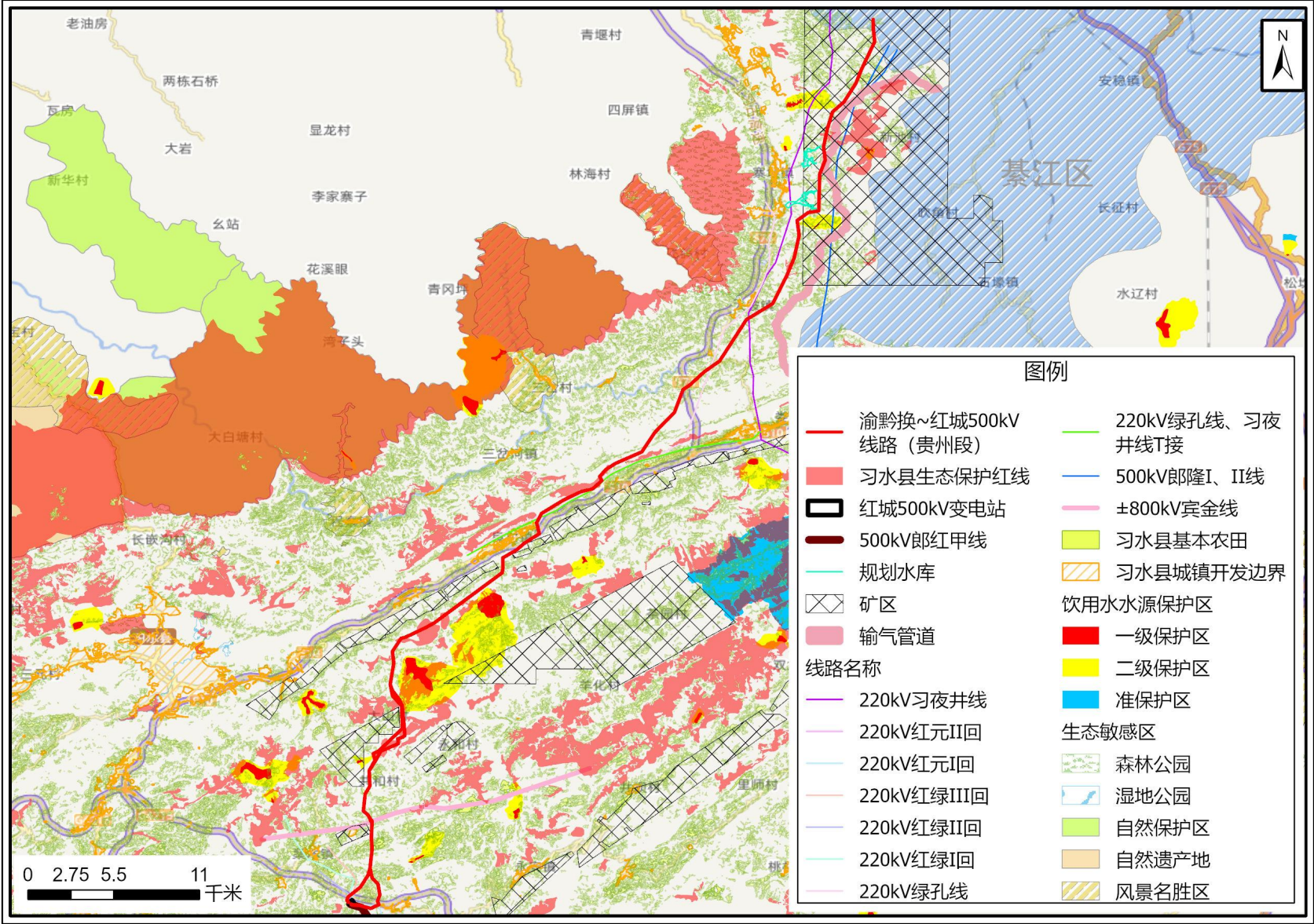


图 3.2-7 线路周围的限制性因素（贵州段）



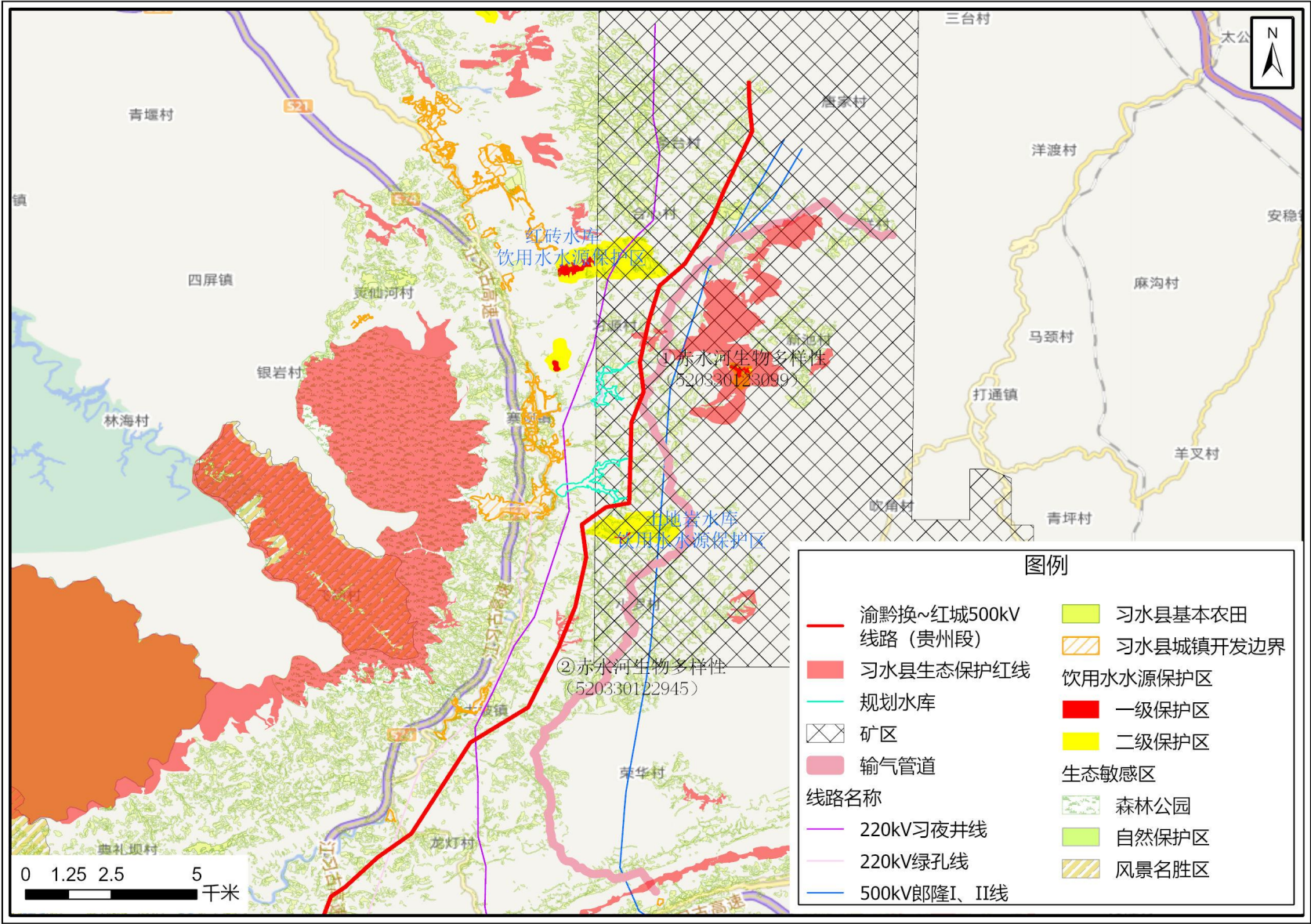


图 3.2-8 线路周围的限制性因素（第①~②段）



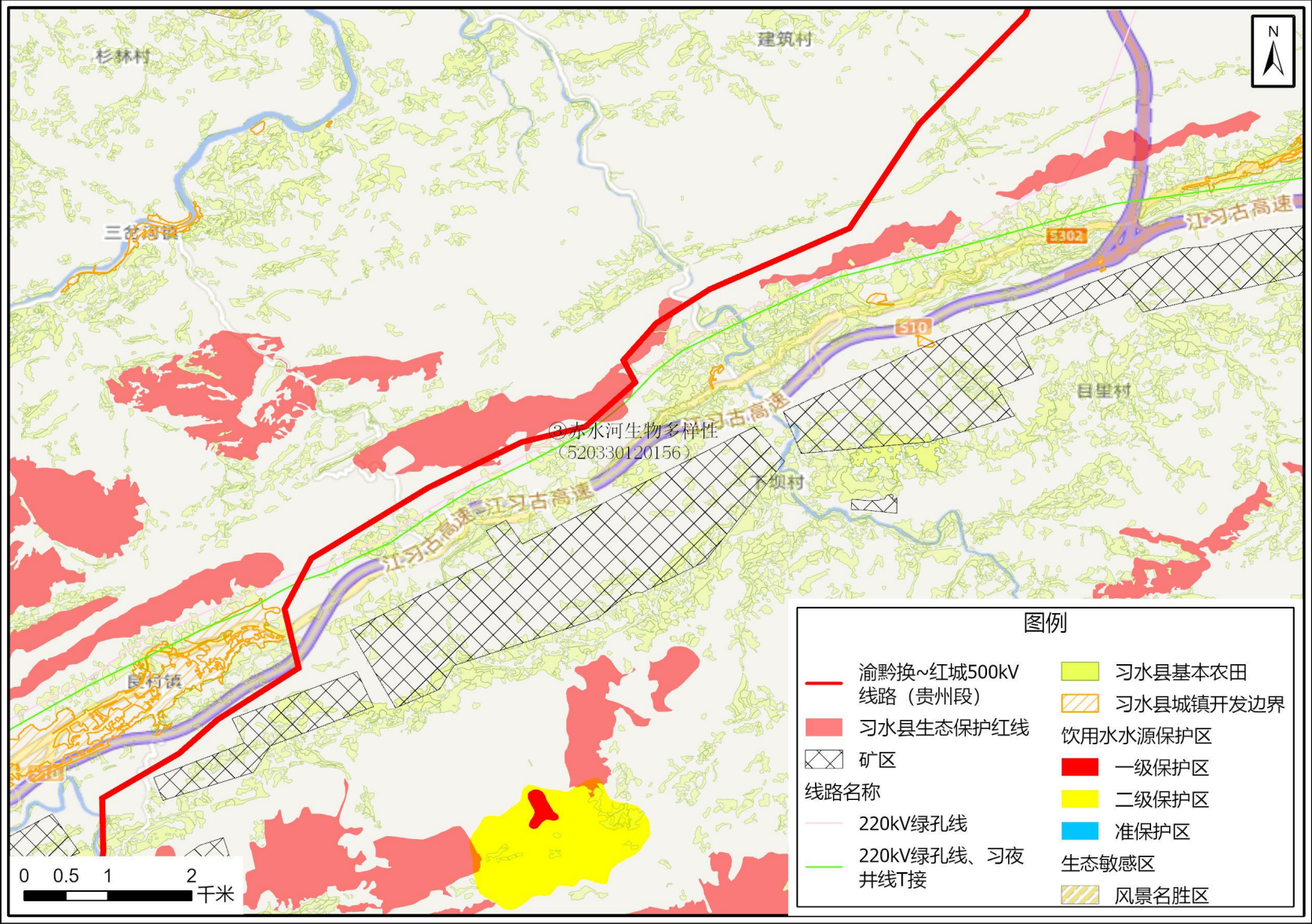


图 3.2-9 线路不可避免跨越生态保护红线限制性因素示意图（第③段）



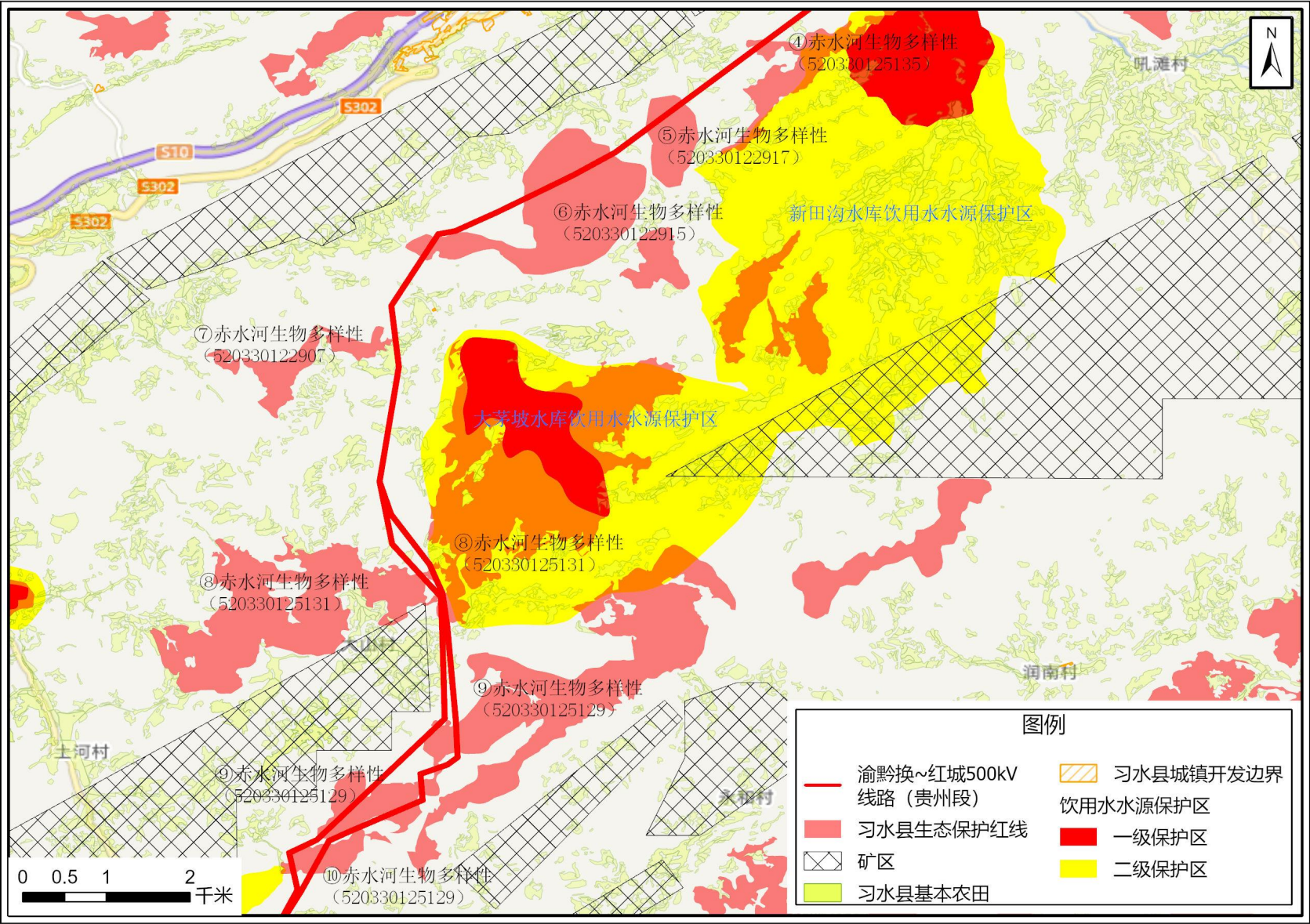


图 3.2-10 线路不可避免跨越生态保护红线限制性因素示意图（第④~⑩段）

### 3.2.1.5 穿越饮用水水源地不可避让分析

本工程换流站站外电源线路不可避免地穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地保护区。以下对工程线路穿越饮用水水源地的不可避让性进行详细分析。

#### 1) 水源保护区地理位置及功能区划

綦江区永城镇黄沙水库庆江片区供水工程项目水源地位于綦江区永城镇及隆盛镇，永城镇地处綦江区东北部，东邻南桐镇、金桥镇，南与石角镇交界，西与三角镇相连，北与隆盛镇接壤。全镇辖区面积 **62.98** 平方千米。

一级保护区水域范围以取水口为圆心，**400** 米为半径，多年平均水位对应的高程线以下的全部水域。陆域范围为一级保护区水域外 **200** 米范围内的陆域，但不超过流域分水岭范围。

二级保护区水域范围为一级保护区水域外，多年平均水位对应的高程线以下的全部水库水域。陆域范围为二级保护区水域外，入库河流上溯 **3000** 米的汇水区域，西侧以綦江和万盛行政界线为界，但不超过分水岭。

#### 2) 水源保护区成立批复

2021 年重庆市以《重庆市生态环境局关于公布实施黔江区等区县（自治县）集中式饮用水水源地保护区的函》（渝环函〔2021〕566 号）批复成立綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地保护区。

#### 3) 本工程与饮用水水源保护区的位置关系

本工程 **35kV** 站外电源线路自南向北走线，线路在綦江区永城镇、隆盛镇范围内走线时，穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地二级保护区，穿越长度约 **4.8km**，立塔约 **16** 基。



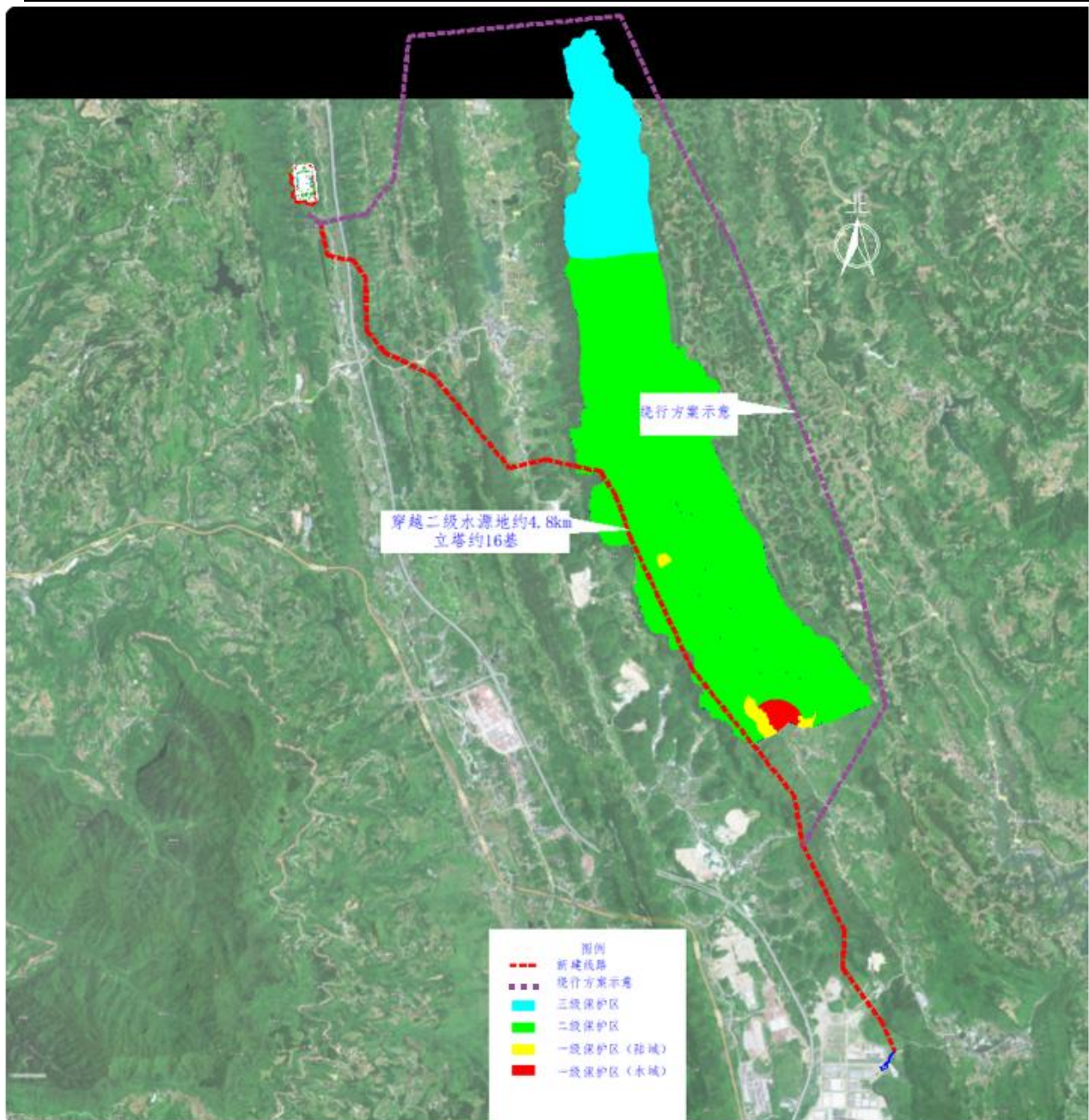


图 3.2-11 本工程与綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地保护区相对位置关系图

#### 4) 路径不可避免性论证

受城镇规划区、万盛经开区拟开发矿产范围、重庆鼎程达建材有限公司（永城石灰岩矿山）、重庆地吉建材有限公司（隆盛石灰岩采矿点）、重庆市綦江区朝野采砂有限责任公司（隆盛梨树湾石灰岩采矿点）、綦江县龙田建材有限公司石灰岩采矿点、以及现状 500kV 隆盛变电站出线等因素限制，该段可选择路径有限。

根据《电力设施保护条例》：“第十条 任何单位和个人不得在距电力设施周围五百米范围内(指水平距离)进行爆破作业。因工作需要必须进行破作业时，应当按国家颁发的有关爆破作业的法律法规，采取可靠的安全防范措施，确保电力设施安全，并征得当地电力设施产权单位或管理部门的书面同意，报经政府有关管理部门批准。”重庆鼎程达建材有限

公司（永城石灰岩矿山）、重庆地吉建材有限公司（隆盛石灰岩采矿点）、重庆市綦江区朝野采砂有限责任公司（隆盛梨树湾石灰岩采矿点）、綦江县龙田建材有限公司石灰岩采矿点均为石灰岩矿山，需进行放炮作业。四个矿区整体呈南北方向布置，整体位于水源地保护区西侧，与水源地西侧边沿水平距离如下所示：

序号	企业名称	矿山名称	与水源地保护区边缘最近距离 (m)
1	綦江县龙田建材有限公司	石灰岩采矿点	268
2	重庆地吉建材有限公司	隆盛石灰岩采矿点	480
3	重庆市綦江区朝野采砂有限责任公司	隆盛梨树湾石灰	460
4	重庆鼎程达建材有限公司	永城石灰岩矿山	850

若考虑向西避让水源保护区，则新建线路距离现状石灰岩矿山距离不足 500 米，矿山爆破作业将会对线路运行安全产生影响，且新建线路也会对矿山后续开采及采矿证件延续产生影响。

若向东避让则需要穿越水源地南侧万盛经开区拟开发矿产范围，万盛经信委不同意路径；由于推荐路径方案穿越现状线路位置距离变电站较远，钻越现状线路较少，且选取的钻越点现状线路两侧地势较高，安全距离足够，但绕行方案对现状 500kV 隆盛站形成包围，与 500kV 变电站所有的出线（9 条 500kV 线路）均存在交叉。由于变电站附近铁塔高度较低，不具备钻越条件。因此绕行方案路径不可行，本工程穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地保护区限制性因素详见下图：



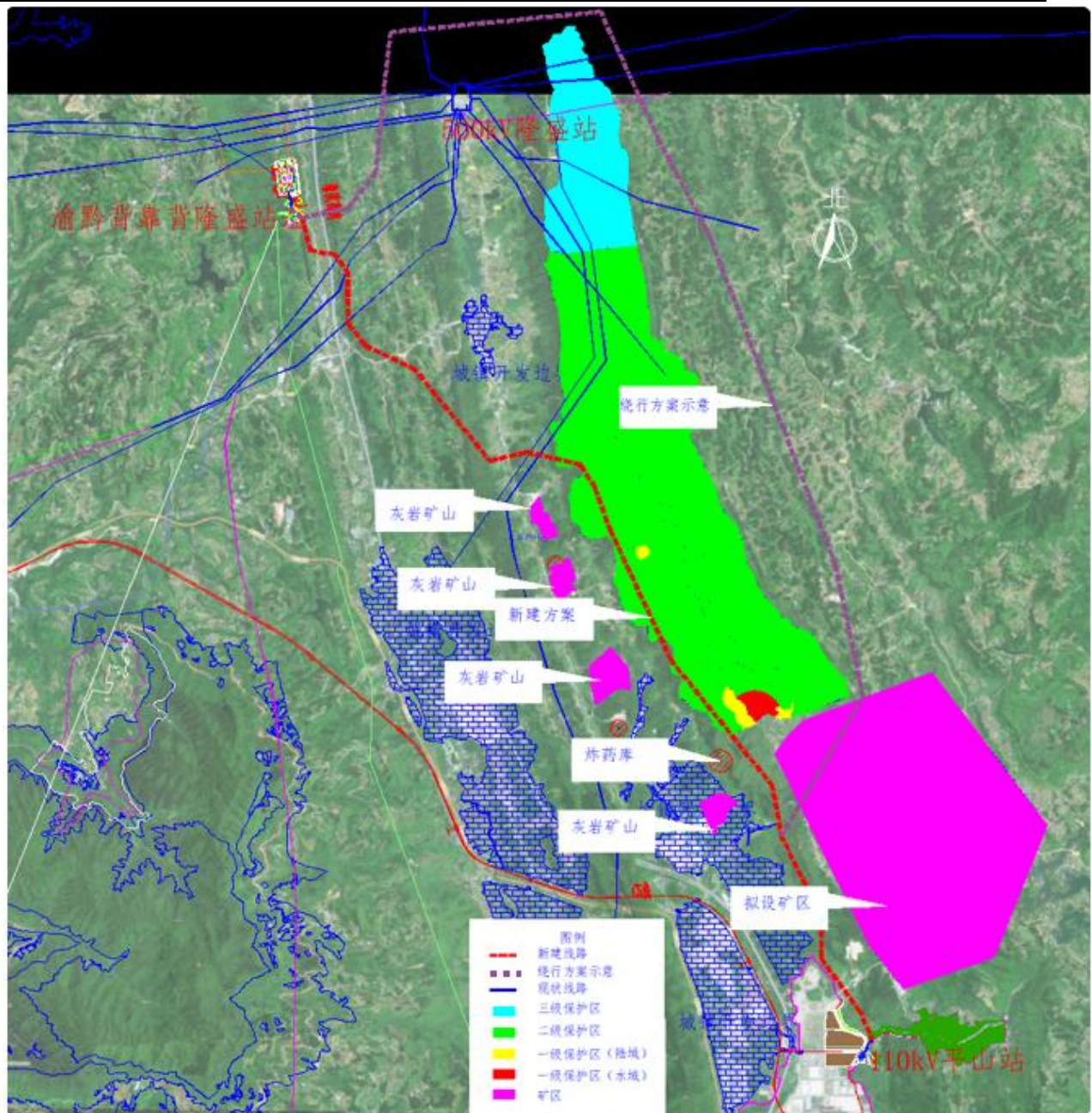


图 3.2-12 本工程穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地保护区限制性因素

(4) 局部优化的可能性

推荐线路于保护区边缘穿越二级水源保护区陆域范围，为避让矿区范围，在满足立塔条件的前提下无优化空间。

目前已取得相关主管部门的意见，见支撑性材料。

3.2.1.6 小结

本工程在选址选线 and 设计阶段已进行了优化，已尽最大可能避让沿线环境敏感区，但受城镇规划、自然条件等因素的限制，本工程线路无法完全避让沿线水环境敏感区及跨越贵州省生态保护红线。工程设计尽量缩短了线路穿越环境敏感区的路径长度，尽量采用无害化穿越方式，在做好施工结束后的场地恢复后，不会对环境敏感区的功能产生不良影响。

### 3.2.2 与国家产业政策的相符性分析

本工程是国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的“第一类鼓励类”中的“电力基础设施建设”类项目，符合国家产业政策。

### 3.2.3 与电网规划的相符性分析

本工程属于国家能源局提出的加快推进 12 项电力灵活互济工程规划建设工程之一（国能发电力〔2024〕49 号），被列为新增的提前储备类跨省区重点工程之一。因此，本工程建设与电力发展规划相符。

### 3.2.4 与生态环境保护相关规划的协调性分析

#### 3.2.4.1 与《全国主体功能区规划》的协调性分析

根据《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕46 号），按开发方式将全国国土空间分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域；按开发内容，分为城市化地区、农产品主产区和重点生态功能区；按层级，分为国家和省级两个层面。

本工程涉及国家层面的重点开发区域。其中重庆市属于“国家层面的重点开发区域—成渝地区”，贵州省属于“国家层面的重点开发区域—黔中地区”。本工程属于电力基础设施项目，不属于污染类建设项目，且工程涉及的生态红线采用无害化一档跨越的方式，工程不涉及相关法律法规规定的禁止区域，工程建设可以为当地开发建设提供电力供应及保障。本工程建设及运行过程中将采取严格的环境保护措施，工程产生的电磁环境、声环境等影响符合国家有关标准要求。因此，本工程与《全国主体功能区规划》相协调。

#### 3.2.4.2 与《重庆市国土空间规划（2021—2035）》的协调性分析

2024 年 6 月 17 日，重庆市人民政府印发《重庆市国土空间规划（2021—2035）》，规划提出：统筹布局外电入渝通道，扩大入渝电力规模，统筹落实川渝电网一体化工程，预留特高压直流输电通道，预控新能源基地等外送入渝及过境输电通道的廊道空间。

本工程属于国家能源局提出的加快推进 12 项电力灵活互济工程中的项目，属于国家“十四五”电力规划中期滚动调整中新增的提前储备类跨省区重点工程之一。本工程建设对提升紧急情况下事故支援能力、发挥负荷错峰、余缺互济、安全支撑等方面的作用，对于加强省间事故支援能力、电力互补互济能力，促进清洁能源消纳，具有重要作用。本工程不属于污染类建设项目，换流站站址及线路尽量避让了重庆市的生态敏感区，已避让城镇规划区及村庄。因此，本工程的建设与《重庆市国土空间规划（2021—2035）》相符。

#### 3.2.4.3 与《贵州省国土空间规划（2021—2035）》的协调性分析

2024 年 8 月 9 日，贵州省人民政府发布了《贵州省国土空间规划（2021-2035 年）》，规划提出：保障重要能源运输通道建设。巩固拓展与滇、川、渝、桂、粤等周边省（自治区、直辖市）能源合作，协同落实国家“西电东送”通道建设，实现相邻电网互联互通，水火互济，稳定提升“黔电送粤”规模。

本工程属于国家能源局提出的加快推进 12 项电力灵活互济工程中的项目，属于国家“十四五”电力规划中期滚动调整中新增的提前储备类跨省区重点工程之一，属于省际超高压电网建设项目。本工程建设可以加强重庆和贵州省省间事故支援能力、电力互补互济能力，促进清洁能源消纳。本工程不属于污染类建设项目，工程跨越贵州省生态保护红线，不在生态保护红线内立塔。因此，本工程的建设与《贵州省国土空间规划（2021—2035）》相符。

### 3.2.5 与生态环境分区管控要求的相符性分析

#### 3.2.5.1 与重庆市生态环境分区管控要求的相符性

2024 年 3 月 19 日，重庆市生态环境局发布《关于印发《重庆市“三线一单”生态环境分区管控调整方案（2023 年）》的通知》（渝环规〔2024〕2 号），依据生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线等调整情况，结合全市经济社会发展和生态环境保护实际，调整优先保护、重点管控、一般管控三类环境管控单元，分区分类实施精细化管控。优先保护单元突出系统性保护，保持空间格局基本稳定，部分单元对生态保护红线予以整合；重点管控单元突出精细化管理，空间格局与环境治理格局相匹配，部分单元根据产业园区和城镇开发边界进行细分；一般管控单元保持基本稳定，为经济社会发展和生态环境保护预留空间。调整后，全市国土空间按优先保护、重点管控、一般管控三大类划分为 818 个环境管控单元。其中，优先保护单元 392 个，面积占比 37.4%；重点管控单元 305 个，面积占比 17.3%；一般管控单元 121 个，面积占比 45.3%。主城都市区、渝东北三峡库区城镇群、渝东南武陵山区城镇群优先保护单元面积占比分别为 21.3%、44.7%、48.3%，重点管控单元面积占比分别为 39.4%、6.8%、3.1%，一般管控单元面积占比分别为 39.3%、48.5%、48.6%。生态环境准入清单保持一定的延续性，维持“市级总体管控要求—区县总体管控要求—单元管控要求”三个层级框架，坚持目标和问题导向，以区域生态环境质量改善目标为核心，实施差异化管理。主城都市区梯次推动中心城区和主城新区功能互补及同城化发展，强化污染物排放控制和环境风险防控；渝东北三峡库区城镇群突出秦巴山区、三峡库区生态涵养和生物多样性保护，强化水土流失和农业农村污染治理；渝东南武陵山区城镇群突出武陵山区生物多样性维护和生态修复，加强石漠化治理和重金属污染防控。各区县（自治县）人民政府、两江新区管委会、西部科学城重庆高新区管委会、万盛经开区管委会、市级有关

部门要严格按照《重庆市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实施意见》（渝府发〔2020〕11号）和本次生态环境分区管控调整结果，深入实施“三线一单”生态环境分区管控制度，将生态环境分区管控成果充分应用在服务国家和我市重大发展战略实施的全过程，应用在治水、治气、治土、治废、治塑、治山、治岸、治城、治乡等生态环境治理的各方面，应用在政策制定、规划编制、产业布局、工业园区管理、用地审批、项目建设等重要领域，发挥生态环境分区管控的底线约束和决策支持作用，保障我市经济社会绿色低碳高质量发展。

#### （1）与生态保护红线管控要求的相符性

2022年9月30日，自然资源部正式批准同意重庆市启用“三区三线”划定成果。2024年2月6日，重庆市规划和自然资源局、重庆市生态环境局和重庆市林业局共同发布了《关于加强生态保护红线实施管理的通知》（渝规资〔2023〕323号），通知明确：“1. 有限人为活动不涉及新增建设用地的，按有关规定进行管理，无明确规定的由区县制定具体监管办法”，生态保护红线内允许开展的有限人为活动范围“6. 必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划（国土空间规划获批过渡期，已纳入正组织开展联合审查的或经市规划和自然资源局审查通过的区县国土空间规划可作为规划依据）的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动，包括公路、铁路、堤坝、航道、桥梁、隧道、电缆(光缆)、油气、供水管线等基础设施及输变电、通信基站、广电发射台等点状附属设施、轨道交通、港口码头、风电、以防洪或供水为主要功能的水利设施。已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。”

本工程为输变电工程，渝黔换流站和500kV输电线路、220kV交流线路均避让了重庆市生态保护红线，不涉及穿跨越重庆市生态保护红线。本工程为线性工程，符合重庆市綦江区国土空间规划，与重庆市生态保护红线管控要求不违背。

#### （2）本工程与綦江区“三线一单”生态环境分区管控要求相符性分析

2024年6月14日，重庆市綦江区人民政府发布了《关于印发《重庆市綦江区“三线一单”生态环境分区管控调整方案（2023年）》的通知》（綦江府发〔2024〕15号）。工程所涉管控单元详见表3.2-5。

表 3.2-5 本工程涉及重庆市綦江区环境管控单元情况表

序号	县（市、区）	环境管控单元编码	管控单元分类
1	綦江区一般管控单元-綦江河通惠河	ZH50011030005	一般管控单元
2	綦江区重点管控单元-蒲河寨溪大桥	ZH50011020010	重点管控单元
3	綦江区一般生态空间-生物多样性维护	ZH50011011011	优先保护单元
4	綦江区一般管控单元-綦江河綦江中游段	ZH50011030002	一般管控单元
5	綦江区重点管控单元-綦江河北渡	ZH50011020009	重点管控单元



6	万盛经开区工业城镇重点管控单元-平山片区	ZH50019220003	重点管控单元
7	万盛经开区一般生态空间-生物多样性	ZH50019210007	优先保护单元
8	万盛经开区重点管控单元-蒲河温塘	ZH50019220007	重点管控单元

工程与重庆市綦江区环境管控单元位置关系示意图见下图，与重庆市綦江区生态环境管控总体准入要求相符性分析见表 3.2-6。

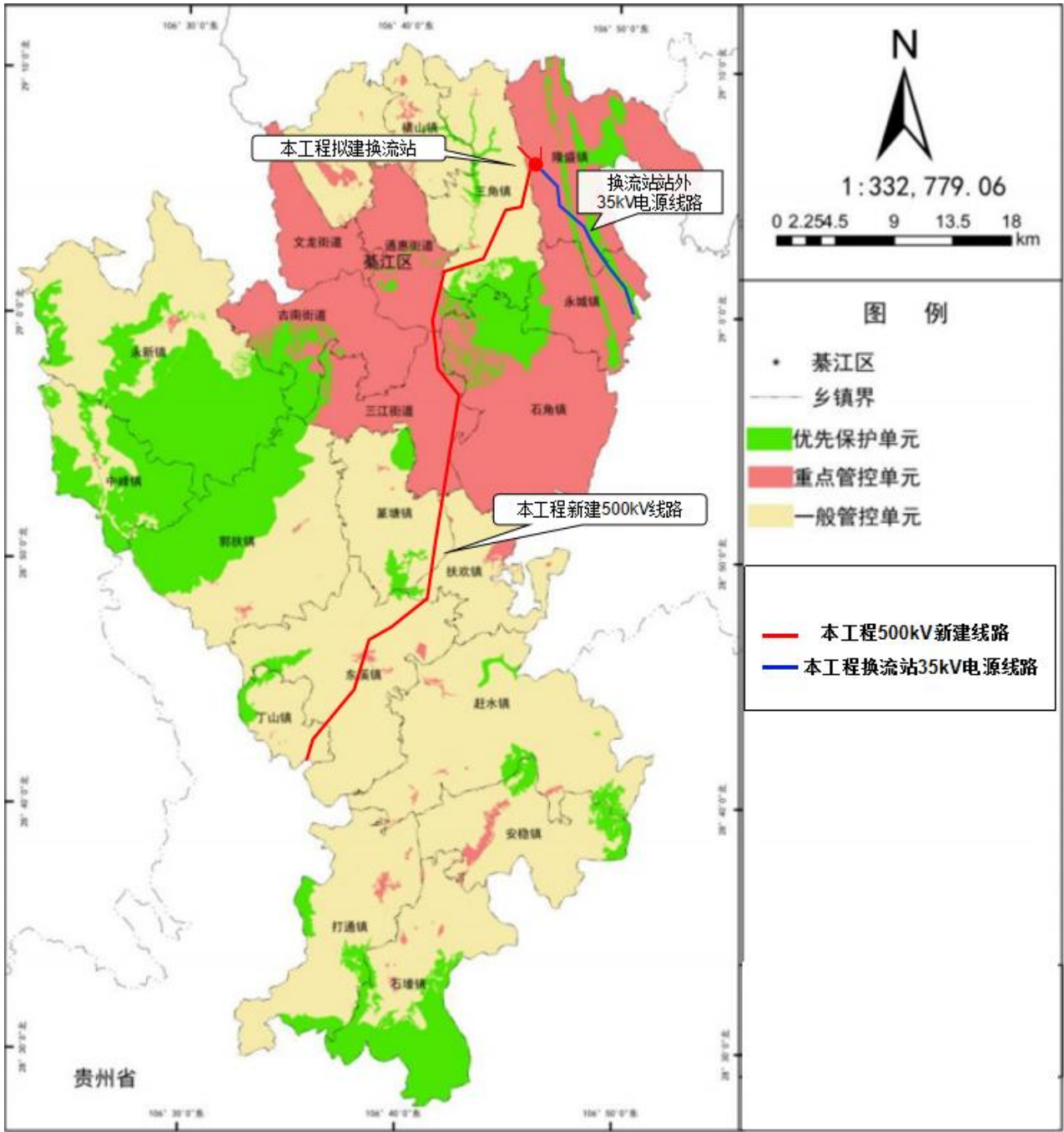


图 3.2-13 本工程与重庆市綦江区环境管控单元位置关系示意图

表 3.2-6 本工程所涉及的重庆环境管控单元及与其相关准入要求相符性分析

管控单元	清单编制要求	市级总体管控要求	綦江区单元级管控要求	本项目情况	相符性分析
綦江区一般管控单元-綦江河通惠河 ZH50011030005	空间布局约束	空间布局约束： 第一条 深入实施农村“厕所革命”，推进农村生活垃圾治理和农村生活污水治理，基本消除较大面积农村黑臭水体，整治提升农村人居环境。 污染排放管控：	/	不涉及	符合
	污染物排放管控		1.以农业农村、乡村旅游面源污染为重点强化水污染治理，持续推动通惠河水体综合整治。推广生态地膜、秸秆地膜等易降解替代地膜，持续开展废弃农膜回收利用。	本工程所经区域不涉及通惠河，不涉及水污染，不涉及畜禽养殖。	符合
	环境风险防控		/	/	/
	资源开发效率要求		/	/	/
綦江区一般管控单元-綦江河綦江中游段 ZH50011030002	空间布局约束	第二条加强畜禽粪污资源化利用，加快推动长江沿线畜禽规模化养殖场粪污处理配套设施装备提档升级，推进畜禽养殖户粪污处理设施装备配套，推行畜禽粪肥低成本、机械化、就地就近还田，推进水产养殖尾水治理，强化水产养殖投入品使用管理。	1.推进低效及污染工业用地转型，引导城镇开发边界外以及现有分散工业用地上企业向工业园区集中。 2.页岩气开发布井时，应尽量避免地下暗河等复杂地质区。3.随着旅游产业发展，在污水处理能力不能满足其发展需求时，应加快建设污水处理厂和规划区域污水收集管网，在污水处理厂和排水管网投运之前，应限制扩大运营。	本项目为输变电工程，不属于工业用地项目，不涉及污水排放	符合
	污染物排放管控		1.进一步提升城镇污水收集处理水平，加快完善城镇二三级污水管网，逐步提高污水收集率和处理量，强化城中村、老旧城区和城乡结合部污水的收集处理，落实雨污分流。 2.加强城镇污水处理厂管理，根据处理需求及实际能力，推进乡镇污水处理厂提标改造和扩容，建立运行经费保障长	本项目为输变电工程，不涉及污水排放和页岩气开采。	符合

			效机制；加快推进松同片区污水处理厂建设并完善污水处理设施及配套管网。确保长期稳定达标排放。 3.页岩气开采过程中，鼓励页岩气开发采用“井工厂”等先进钻井工艺，适时建设页岩气压裂废水和气田水的集中处理设施，推进页岩气废水的最大化收集、最大化处理和最大化再利用。		
	环境风险防控		1.页岩气开采项目中，应加强油气田建设、勘探开发过程的环境监督管理，及时制定风险应急预案。	本项目为输变电工程，不涉及页岩气开采。	符合
	资源开发效率要求		/	/	/
綦江区重点管控单元-綦江河北渡 ZH50011020009	空间布局约束	空间布局约束： 第一条 深入贯彻习近平生态文明思想，筑牢长江上游重要生态屏障，推动优势区域重点发展、生态功能区重点保护、城乡融合发展，优化重点区域、流域、产业的空间布局。 第二条 禁止在长江干支流、重要湖泊岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库、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。禁止在长江、嘉陵江、乌江岸线一公里范围内布局新建重化工、纸浆制造、印染等存在环境风险的项目。 第三条 禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目（高污染项目严格按照《环境保护综合名录》“高污染”产品名录执行）。禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、生态环境准入清单、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评	1.现有园区外的工业企业（除在安全生产或者产业布局等方面有特殊要求外）不得实施单纯增加产能的技改（扩建）项目；新建有污染物排放的工业项目原则上进入工业园区或工业聚集区；引导现有工业用地上零星工业企业向园区搬迁。	本工程为输变电工程，不属于增加产能的技改（扩建）项目，运行期除电磁和噪声影响不排放污染物，属于《产业结构调整指导目录》规定的鼓励类产业，不属于工业化工石化冶炼等高污染项目，不涉及畜禽养殖、水产养殖，符合綦江区国土空间规划。	符合
	污染物排放管控		1.以设施建设和运行保障为重点，强化城市污水治理，优先实施入河口排水管和沿河截污系统整治，分步实现清污分流、雨污分流，实施城市污水处理设施建设与改造，完善污水收集管网，推进雨污合流改造。结合新城开发和城市道路建设同步新建污水管网。强化老旧城区和城乡结合部污水	本工程为输变电工程，不属于工业化工石化冶炼等高污染项目，仅在施工期会产生一定的扬尘影响，施工期将采取洒水降尘等措施，运行期无大气	符合

		<p>文件审批原则要求。</p> <p>第四条 严把项目准入关口，对不符合要求的高耗能、高排放、低水平项目坚决不予准入。除在安全或者产业布局等方面有特殊要求的项目外，新建有污染物排放的工业项目应当进入工业集聚区。新建化工项目应当进入全市统一布局的化工产业集聚区。鼓励现有工业项目、化工项目分别搬入工业集聚区、化工产业集聚区。</p> <p>第五条新建、扩建有色金属冶炼、电镀、铅蓄电池等企业应布设在依法合规设立并经过规划环评的产业园区。</p>	<p>截流和收集，针对建成区污水收集系统不完善的区域进行改造，完善污水管网体系。 2.制定实施相配套的车辆提前淘汰鼓励政策，按照国家要求淘汰国三及以下排放标准的汽车，鼓励引导国四柴油货车提前淘汰更新。按照有关规定停止办理国三及以下排放标准汽车转入手续。</p>	<p>污染物产生，基本不会增加綦江区化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物排放总量。输电线路不涉及向水体排放污水，不涉及畜禽养殖废弃物综合利用。</p>	
	环境风险防控	<p>第六条 涉及环境保护距离的工业企业或项目应通过选址或调整布局原则上将环境保护距离控制在园区边界或用地红线内，提前合理规划项目地块布置、预防环境风险。</p> <p>第七条 有效规范空间开发秩序，合理控制空间开发强度，切实将各类开发活动限制在资源环境承载能力之内，为构建高效协调可持续的国土空间开发格局奠定坚实基础。</p>	/	<p>本工程为输变电工程，不涉及饮用水源、化工园区等突发环境风险，仅在施工期会产生一定的扬尘影响，不涉及重点化工园区有毒有害气体等情况。</p>	符合
	资源开发效率要求	<p>污染排放管控：</p> <p>第八条 新建石化、煤化工、燃煤发电（含热电）、钢铁、有色金属冶炼、制浆造纸行业依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，腾出足够的环境容量。严格按照国家及我市有关规定，对钢铁、水泥熟料、平板玻璃、电解铝等行业新建、扩建项目实行产能等量或减量置换。国家或地方已出台超低排放要求的“两高”行业建设项目应满足超低排放要求。加强水泥和平板玻璃行业差别化管理，新改扩建项目严格落实相关产业政策要求，满足能效标杆水平、环保绩效 A 级指标要求。</p>	<p>1.全面推进城镇绿色规划、绿色建设、绿色运行管理，推动低碳城市、韧性城市、海绵城市、“无废城市”建设；提高建筑节能标准，大力发展水能、风能，推广可再生能源等在城镇供热中的试点应用。</p>	<p>本工程为输变电工程，属于《产业结构调整指导目录》规定的鼓励类产业，站内变压器等设备均采用符合标准工艺先进的节能设备，运行期无碳排放不属于高耗水行业和污水排放，不涉及畜禽养殖废弃物综合利用。</p>	符合
	空间布局约束	<p>第九条 严格落实国家及我市大气污染防控相关要求，对大气环境质量未达标地区，新建、改扩建项目实施更严格的污染物排放总量控制要求。严格落实</p>	<p>1.优化畜禽和水产养殖产业布局，控制农业面源污染，严格执行《綦江区养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》中有关畜禽养殖、水产养殖“三区”划</p>	<p>本工程为输变电工程，属于《产业结构调整指导目录》规定的鼓励类产</p>	符合



綦江区重点管控单元-蒲河寨溪大桥 ZH50011020010		实区域削减要求，所在区域、流域控制单元环境质量未达到国家或者地方环境质量的标准的，建设项目需提出有效的区域削减方案，主要污染物实行区域倍量削减。 第十条 在重点行业（石化、化工、工业涂装、包装印刷、油品储运销等）推进挥发性有机物综合治理，推动低挥发性有机物原辅材料和产品源头替代，推广使用低挥发性有机物含量产品，推动纳入政府绿色采购名录。有条件的工业集聚区建设集中喷涂工程中心，配备高效治污设施，替代企业独立喷涂工序，对涉及喷漆、喷粉、印刷等废气进行集中处理。 第十一条 工业集聚区应当按照有关规定配套建设相应的污水集中处理设施，安装自动监测设备，工业集聚区内的企业向污水集中处理设施排放工业废水的，应当按照国家有关规定进行预处理，达到集中处理设施处理工艺要求后方可排放。 第十二条 推进乡镇生活污水处理设施达标改造。新建城市生活污水处理厂全部按照一级 A 标及以上排放标准设计、施工、验收，建制乡镇生活污水处理设施出水水质不得低于一级 B 标排放标准；对现有截流制排水管网实施雨污分流改造，针对无法彻底雨污分流的老城区，尊重现实合理保留截留区域，合理提高截留倍数；对新建的排水管网，全部按照雨污分流模式实施建设。	定要求。	业，不属于工业化 工石化冶炼等高污 染项目，不涉及畜 禽养殖、水产养 殖，符合綦江区国 土空间规划。	
	污染物排放管控	第十三条 新、改、扩建重点行业（重有色金属矿采选业（铜、铅锌、镍钴、锡、锑和汞矿采选）、重有色金属冶炼业（铜、铅锌、镍钴、锡、锑和汞冶炼）、铅蓄电池制造业、皮革鞣制加工业、化学原料及化学制品制造业（电石法聚氯乙烯制造、铬盐制造、以工业固废为原料的锌无机化合物工业等）、电镀行业）重点重金属污染物排放执行“等量替代”原则。 第十四条 固体废物污染环境防治坚持减量化、资	1.加快建设共同片区污水处理厂以及配套排水管网的建设，以便后续组团企业的生产废水和生活污水能排入园 区污水处理厂集中处理统一排放；加 快园区内各类管网及服务设施等基础 设施建设，为企业入驻提供更好条 件。 2.加强农业面源污染治理。引导、鼓 励农村“化肥农药减量化”行动，推广 测土配方施肥、增施有机肥、秸秆还 田、病虫害绿色防控与统防统治技 术，推进农药化肥减量增效，强化农 膜和农药包装废弃物回收处理。 3.加强畜禽养殖废弃物污染治理和综 合利用，完善畜禽养殖场污染治理配 套设施设备，推广、指导畜禽养殖废 弃物综合利用，推进畜禽粪污资源化 利用，强化污水、垃圾等集中处置设 施环境管理。	本工程为输变电工 程，不属于工业化 工石化冶炼等高污 染项目，仅在施工 期会产生一定的扬 尘影响，施工期将 采取洒水降尘等措 施，运行期无大气 污染物产生，基本 不会增加綦江区化 学需氧量、氨氮、 二氧化硫、氮氧化 物排放总量。输电 线路不涉及向水体 排放污水，不涉及 畜禽养殖废弃物综 合利用。	符合
	环境风险防控		/	本工程为输变电工 程，不涉及饮用水 源、化工园区等突 发环境风险，仅在 施工期会产生一定 的扬尘影响，不涉 及重点化工园区有 毒有害气体等情 况。	符合

	资源开发效率要求	<p>源化和无害化的原则。产生工业固体废物的单位应当建立健全工业固体废物产生、收集、贮存、运输、利用、处置全过程的污染环境防治责任制度，建立工业固体废物管理台账。</p> <p>第十五条 建设分类投放、分类收集、分类运输、分类处理的生活垃圾处理系统。合理布局生活垃圾分类收集站点，完善分类运输系统，加快补齐分类收集转运设施能力短板。强化“无废城市”制度、技术、市场、监管、全民行动“五大体系”建设，推进城市固体废物精细化管理。</p> <p>环境风险防控：</p> <p>第十六条 深入开展行政区域、重点流域、重点饮用水源、化工园区等突发环境事件风险评估，建立区域突发环境事件风险评估数据信息获取与动态更新机制。落实企业突发环境事件风险评估制度，推进突发环境事件风险分类分级管理，严格监管重大突发环境事件风险企业。</p> <p>第十七条 强化化工园区涉水突发环境事件四级环境风险防范体系建设。持续推进重点化工园区（化工集中区）建设有毒有害气体监测预警体系和水质生物毒性预警体系。</p> <p>资源开发利用：</p> <p>第十八条 实施能源领域碳达峰碳中和行动，科学有序推动能源生产消费方式绿色低碳变革。实施可再生能源替代，减少化石能源消费。加强产业布局和能耗“双控”政策衔接，促进重点用能领域用能结构优化和能效提升。</p> <p>第十九条 鼓励企业对标能耗限额标准先进值或国际先进水平，加快主要产品工艺升级与绿色化改造，推动工业窑炉、锅炉、电机、压缩机、泵、变压器等重点用能设备系统节能改造。推动现有企业、园区生产过程清洁化转型，精准提升市场主体绿色低碳水平，引导绿色园区低碳发展。</p> <p>第二十条 新建、扩建“两高”项目应采用先进适用</p>	<p>1.实施养殖区综合整治工程和污染治理， 畜禽粪污综合利用率保持 85%以上。</p>	<p>本工程为输变电工程，属于《产业结构调整指导目录》规定的鼓励类产业，站内变压器等设备均采用符合标准工艺先进的节能设备，不属于高耗水行业和污水排放工业企业，不涉及畜禽养殖废弃物综合利用。</p>	符合
万盛经开区工业城镇重点管控单元-平山片区 ZH50019220003	空间布局约束	<p>区域突发环境事件风险评估数据信息获取与动态更新机制。落实企业突发环境事件风险评估制度，推进突发环境事件风险分类分级管理，严格监管重大突发环境事件风险企业。</p> <p>第十八条 实施能源领域碳达峰碳中和行动，科学有序推动能源生产消费方式绿色低碳变革。实施可再生能源替代，减少化石能源消费。加强产业布局和能耗“双控”政策衔接，促进重点用能领域用能结构优化和能效提升。</p> <p>第十九条 鼓励企业对标能耗限额标准先进值或国际先进水平，加快主要产品工艺升级与绿色化改造，推动工业窑炉、锅炉、电机、压缩机、泵、变压器等重点用能设备系统节能改造。推动现有企业、园区生产过程清洁化转型，精准提升市场主体绿色低碳水平，引导绿色园区低碳发展。</p> <p>第二十条 新建、扩建“两高”项目应采用先进适用</p>	<p>1.涉及涂装等对大气污染较大的企业尽量布置在平山片区北部。</p>	<p>本工程为输变电工程，属于《产业结构调整指导目录》规定的鼓励类产业，运行期不产生废气，不属于对大气污染较大的企业。</p>	符合
	污染物排放管控	<p>资源开发利用：</p> <p>第十八条 实施能源领域碳达峰碳中和行动，科学有序推动能源生产消费方式绿色低碳变革。实施可再生能源替代，减少化石能源消费。加强产业布局和能耗“双控”政策衔接，促进重点用能领域用能结构优化和能效提升。</p> <p>第十九条 鼓励企业对标能耗限额标准先进值或国际先进水平，加快主要产品工艺升级与绿色化改造，推动工业窑炉、锅炉、电机、压缩机、泵、变压器等重点用能设备系统节能改造。推动现有企业、园区生产过程清洁化转型，精准提升市场主体绿色低碳水平，引导绿色园区低碳发展。</p> <p>第二十条 新建、扩建“两高”项目应采用先进适用</p>	<p>1.强化水泥等重点行业大气污染治理，保障企业各项环保设施稳定运行、确保污染物达标排放。完成水泥企业深度治理。 2.加快推进关闭煤矿矿井废水治理。 3.完善雨污管网建设。</p>	<p>本工程为输变电工程，不属于工业化工石化冶炼等高污染项目，仅在施工期会产生一定的扬尘影响，施工期将采取洒水降尘等措施，运行期无大气污染物产生，不涉及煤矿矿井废水。</p>	符合
	环境风险防控	<p>资源开发利用：</p> <p>第十八条 实施能源领域碳达峰碳中和行动，科学有序推动能源生产消费方式绿色低碳变革。实施可再生能源替代，减少化石能源消费。加强产业布局和能耗“双控”政策衔接，促进重点用能领域用能结构优化和能效提升。</p> <p>第十九条 鼓励企业对标能耗限额标准先进值或国际先进水平，加快主要产品工艺升级与绿色化改造，推动工业窑炉、锅炉、电机、压缩机、泵、变压器等重点用能设备系统节能改造。推动现有企业、园区生产过程清洁化转型，精准提升市场主体绿色低碳水平，引导绿色园区低碳发展。</p> <p>第二十条 新建、扩建“两高”项目应采用先进适用</p>	<p>1.严格限制危化品及易燃易爆物品用地布局和规模。 2.加强重点监管企业土壤环境风险监管。 3.对建设用地土壤污染风险管控和修复名录中的地</p>	<p>本工程为输变电工程，不涉及饮用水源、化工园区等突发环境风险，仅在</p>	符合

万盛经开区重点 管控单元-蒲河温 塘 ZH50019220007		的工艺技术和装备，单位产品物耗、能耗、水耗等达到清洁生产先进水平。 第二十一条 推进企业内部工业用水循环利用、园区内企业间用水系统集成优化。开展火电、石化、有色金属、造纸、印染等高耗水行业工业废水循环利用示范。根据区域水资源禀赋和行业特点，结合用水总量控制措施，引导区域工业布局和产业结构调整，大力推广工业水循环利用，加快淘汰落后用水工艺和技术。 第二十二条 加快推进节水配套设施建设，加强再生水、雨水等非常规水多元、梯级和安全利用，逐年提高非常规水利用比例。结合现有污水处理设施提标升级扩能改造，系统规划城镇污水再生利用设施。	块，应当按照规定以及土壤污染风险评估报告的要求，采取风险管控措施防止污染扩散。发现污染扩散的，应当立即采取阻隔、阻断等风险管控措施或者开展修复。	施工期会产生一定的扬尘影响，不涉及重点化工园区有毒有害气体等情况。	
	资源开发效率要求		1.严格限制高能耗、高水耗的工业企业。	本工程为输变电工程，属于《产业结构调整指导目录》规定的鼓励类产业，站内变压器等设备均采用符合标准工艺先进的节能设备，不属于高能耗、高水耗的工业企业。	符合
	空间布局约束		/	/	/
	污染物排放管控		1.继续推进规模化畜禽养殖场污染治理设施建设，持续深化规模以下畜禽养殖企业污染治理。 2.推进化肥农药使用减量化，开展农业废弃物资源化利用。	本工程为输变电工程，属于《产业结构调整指导目录》规定的鼓励类产业，不涉及畜禽养殖废弃物和农业废弃物。	符合
綦江区一般生态 空间-生物多样性 维护 ZH50011010011	环境风险防控		/	/	/
	资源开发效率要求		/	/	/
	空间布局约束	严格控制开发建设活动范围和强度，落实生态修复相关要求，确保生态系统结构稳定和生态功能不退化。	1.严格控制开发建设活动范围和度，落实生态修复相关要求，保证原有的生态系统结构和功能不受破坏。	本项目为输变电工程，开发建设和活动强度低，工期较短，在施工结束后将及时进行生态恢复，对生态系统影响很低	符合
	污染物排放管控	/	/	/	/

	环境风险防控	/	/	/	/
	资源开发效率要求	/	/	/	/
万盛经开区一般生态空间-生物多样性 ZH50019210007	空间布局约束	严格控制开发建设活动范围和强度，落实生态修复相关要求，确保生态系统结构稳定和生态功能不退化。	1.与一般生态空间存在冲突的矿产资源开发活动，严格按照万盛矿产资源总体规划的要求控制开采活动范围和强度，坚持“边开采、边治理”，严格落实绿色开采及矿山环境保护、生态修复相关要求。 2.严格控制活动范围和强度，及时开展生态修复，确保生态系统结构和生物多样性维护功能不受破坏。	本项目为输变电工程，开发建设和活动强度低，工期较短，在施工结束后将及时进行生态恢复，对生态系统影响很低	符合
	污染物排放管控	/	/	/	/
	环境风险防控	/	/	/	/
	资源开发效率要求	/	/	/	/

### 3.2.5.2 与贵州省生态环境分区管控要求的相符性

2024 年 12 月 28 日贵州省人民政府办公厅印发《省人民政府办公厅关于印发贵州省生态环境分区管控方案的通知》（黔府办函〔2024〕67 号），贵州省共划定环境管控单元 1376 个，其中优先保护单元 819 个，重点管控单元 435 个，一般管控单元 122 个。生态环境管控单元分为优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类，实施分类管控。优先保护单元主要涵盖生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等生态功能区域；重点管控单元主要涵盖经济开发区、工业园区、中心城区等经济发展程度较高、生态环境质量改善压力较大的区域；一般管控单元指优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域。优先保护单元以生态环境保护为主，依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设。生态保护红线原则上按禁止开发或依现行法律法规规定有条件开发区域进行管理。严禁不符合国家有关规定的各类开发活动，严禁任意改变用途，严格禁止任何单位和个人擅自占用和改变用地性质。生态保护红线以外的其他重要生态空间，依法依规对产业和项目准入进行限制或管控。重点管控单元以生态修复和环境污染治理为主，加强污染物排放控制和环境风险防控，进一步提升资源利用效率。严格落实区域及重点行业污染物允许排放量。对环境质量不达标的管控单元，落实现有各类污染源污染物排放削减计划和环境容量增容方案。一般管控单元以生态环境保护与适度开发相结合为主，开发建设中应落实生态环境管控相关要求。

#### （1）与生态保护红线管控要求的相符性

2022 年 11 月 1 日，自然资源部正式批准同意贵州省启用“三区三线”划定成果。2023 年 5 月 12 日，贵州省自然资源厅 生态环境厅 林业局印发了《贵州省生态保护红线监管办法（试行）》的通知（黔自然资发〔2023〕4 号），通知明确：“第五条 生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，符合法律法规规定并经批准同意的科学研究观测、调查等活动除外；生态保护红线内自然保护地核心保护区以外的区域，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内国家公园、自然保护区、自然公园、饮用水水源保护区等区域，依照相关法律法规执行。生态保护红线内允许的有限人为活动和国家重大项目涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区等自然保护地以及饮用水水源保护区等保护区的，应当征求相关主管部门或具有审批权限相关管理机构的意见。”“第六条 生态保护红线内自然保护地核心保护区以外的区域，允许的有限人为活动包括：（六）必须且无法避让、符合县级及以上国土空间规划的线性基础设施、通讯、防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。主要包括：公路、铁

路、航道、轨道、桥梁、隧道、电缆、油气、供热、防洪、供水等基础设施；输变电、通信基站、广电发射台等附属设施；河道、湖泊治理及其堤坝、岸坡加固，水库除险加固、清淤扩容及维修养护，船舶航行、航道疏浚清淤等工程。”“第七条 符合生态保护红线内允许的有限人为活动，涉及新增建设用地的，在办理用地预审和规划选址时，由市级人民政府出具符合允许有限人为活动审核意见，报省级自然资源主管部门按权限办理用地预审和规划选址。根据市级人民政府出具的审核意见，省级自然资源主管部门征求省直相关部门意见，涉及自然保护地的，征求林业主管部门意见后，分批次报省级人民政府出具符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见，作为建设项目办理农用地转用、土地征收的必备材料。”

本项目为输变电工程，500kV 输电线路部分跨越贵州省生态保护红线，在生态保护红线内无永久占地，因此，本项目与贵州省生态保护红线管控要求不违背。

## （2）本工程与遵义市生态环境分区管控要求相符性分析

2020 年 11 月 18 日，遵义市人民政府印发了《关于遵义市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（遵府发〔2020〕10 号）。根据生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线等情况，全市共划定 207 个生态环境分区管控单元，其中优先保护单元 131 个，重点管控单元 61 个，一般管控单元 15 个。

本工程（贵州境内）涉及遵义市优先保护单元（ZH52033010012、ZH52033010011）和一般管控单元（ZH52033030001）。工程所涉管控单元详见表 3.2-7。

表 3.2-7 本工程涉及贵州省遵义市环境管控单元情况表

序号	县（市、区）	环境管控单元编码	管控单元分类
1	习水县生态保护红线优先保护单元	ZH52033010012	优先保护单元
2	习水县优先保护单元	ZH52033010011	优先保护单元
3	习水县一般管控单元	ZH52033030001	一般管控单元

工程与遵义市环境管控单元位置关系示意图见图 3.2-14，与所涉环境管控单元准入要求相符性分析见表 3.2-8。



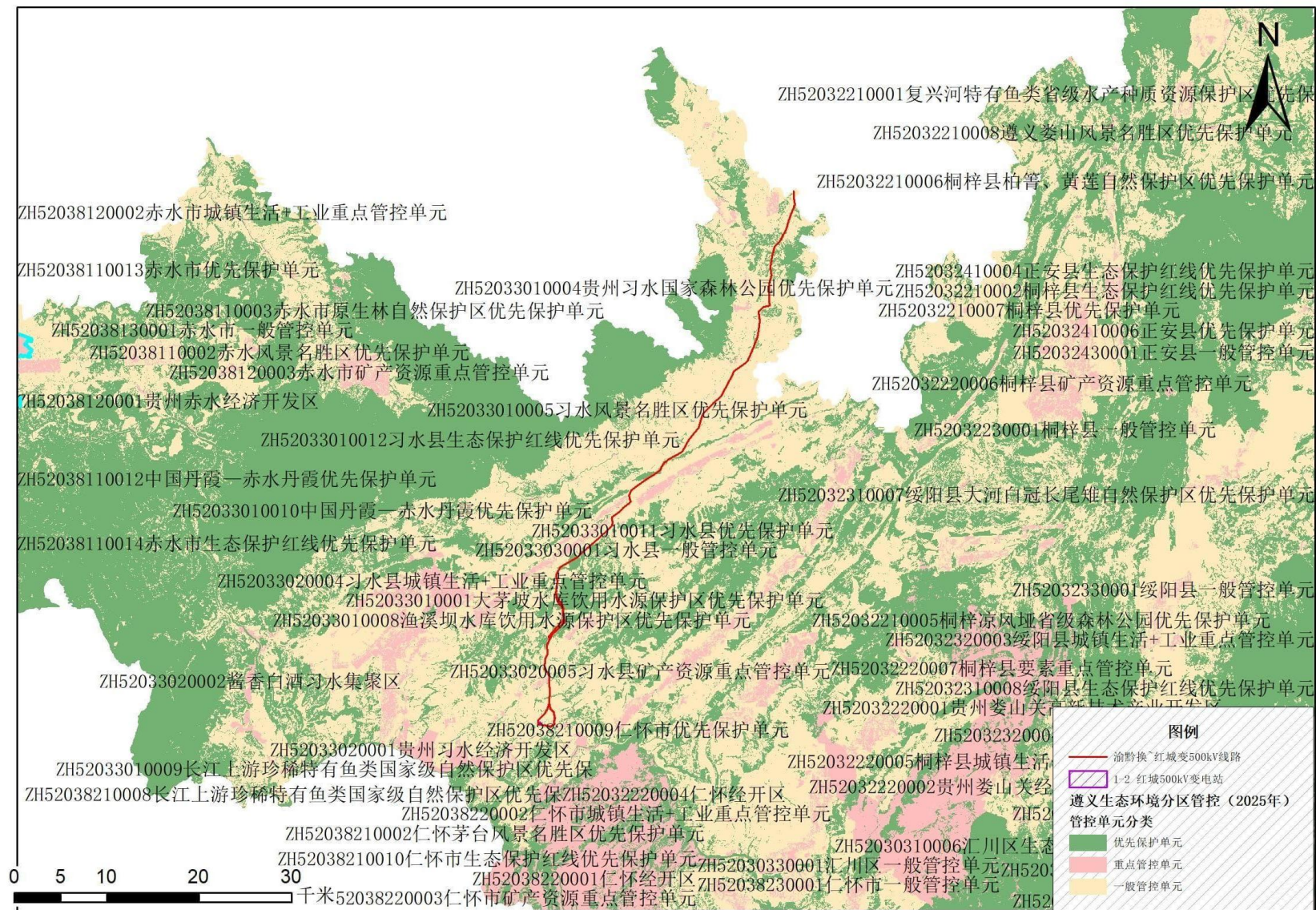


表 3.2-8 本工程（贵州境内）所涉及的环境管控单元及与其相关准入要求相符性分析

各管控单元的准入要求			本工程情况	符合性分析
习水县生态保护红线优先保护单元 ZH52033010012	空间布局约束	1.涉及斑块执行贵州省生态保护红线普适性管控要求。	1.本工程不占用生态保护红线，符合贵州省生态保护红线普适性管控要求。	符合
	污染物排放管控	/	/	/
	环境风险防控	/	/	/
	资源开发效率要求	/	/	/
习水县优先保护单元 ZH52033010011	空间布局约束	1.涉及斑块分别执行贵州省普适性管控要求中对应的生态保护区红线、公益林、河湖生态缓冲带、极重要敏感区、天然林、饮用水源、重要湖库、重要敏感区等普适性准入要求。 2.畜禽养殖业执行贵州省农业污染禁养区、限养区普适性管控要求；畜禽养殖业规模的确定执行贵州省农业污染普适性管控要求。 3.执行贵州省自然岸线普适性管控要求。	1.本工程不占用生态保护红线，符合贵州省生态保护红线准入要求；本工程为输变电工程，不属于公益林、天然林等禁止活动；本工程不涉及河湖生态缓冲带、极重要敏感区、饮用水源、重要湖库、重要敏感区等。 2.本工程不属于畜禽养殖业。 3.本工程不涉及贵州省自然岸线。	符合
	污染物排放管控	/	/	/
	环境风险防控	1.发生饮用水水源严重污染、威胁供水安全等紧急情况时，饮用水源地责任政府应当立即启动已发布的应急预案，采取应急措施，最大程度减轻可能造成的污染和危害。 2.执行贵州省土壤污染风险防控普适性管控要求。 3.与四川省联合建立水污染联防联控机制，保障赤水河流域水质安全。	1.本工程不涉及饮用水水源保护区。 2.本工程不涉及主变等含油设备建设，不会造成土壤污染。 3.在采取本报告提出的水污染防治后，不会影响赤水河流域水质安全。	符合
	资源开发效率要求	/	/	/
习水县一般管控单元 ZH52033030001	空间布局约束	1.城镇开发边界执行贵州省土地资源普适性管控要求。 2.畜禽养殖业执行贵州省农业污染禁养区、限养区普适性管控要求；畜禽养殖业规模的确定执行贵州省农业污染普适性管控要求。 3.执行贵州省自然岸线普适性管控要求。 4.高速公路、铁路沿线以及城镇	1.本工程不涉及城镇开发边界内。 2.本工程不属于畜禽养殖业。 3.本工程不涉及贵州省自然岸线。 4.本工程不属于露天矿山项目。 5.本工程不属于畜禽养殖业。 6.本工程不涉及城镇开发边界。 7.本工程红城变前期已一次性征地，本次不涉及新增占地；线路工程塔基只占地，不征地，不涉及农用地转用和土地征收等。	符合



		<p>建成区上风向等重点区域限制露天矿山建设；对现有造成污染的露天矿山进行有序退出。</p> <p>5 控制畜禽养殖规模和数量，优化养殖场布局。</p> <p>6 加强和规范城镇开发边界管理，不得擅自突破城镇建设用地规模和城镇开发边界扩展倍数，严禁违反法律和规划开展用地审批。</p> <p>7.涉及农用地优先保护区严格耕地用途管制，坚决制止耕地“非农化”、防止耕地“非粮化”。</p>		
	污染物排放管控	<p>1.生活污水处理率、污泥无害化处置率、新建城镇生活污水处理、旅游基础设施执行贵州省水环境城镇生活污染普适性管控要求。</p> <p>2.按照“户分类、村收集、镇转运、县处理”的模式，乡镇生活垃圾无害化处理率达到相关要求。</p> <p>3.化肥农药使用量执行遵义市普适性管控要求。</p> <p>4.大气污染物排放执行贵州省大气环境污染物排放普适性管控要求。</p> <p>5.畜禽养殖业废弃污染物管控要求执行遵义市普适性管控要求。</p> <p>6.全市一般工业固体废物综合利用率稳定提高，危险废物安全处置率 100%。</p>	<p>1.本工程红城变施工期生活污水利用站内已有地埋式一体化污水处理设备进行处理，线路施工人员生活污水利用租住地生活污水处理系统处理；施工废水经沉淀后循环利用，不外排。运行期红城变本期不新增生活污水，沿用前期站内设计的污水处理设施及处置方式。采取相应措施后，符合贵州省水环境城镇生活污染普适性管控要求。</p> <p>2.本工程施工期生活垃圾经租用民房和站内垃圾收集桶收集后定期清运至当地环卫部门指定的垃圾收集点由环卫部门统一处理；运行期红城变本期不新增生活垃圾，沿用前期站内生活垃圾处理设施及处置方式。</p> <p>3.本工程不涉及化肥农药使用。</p> <p>4.施工过程中严格采用符合排放标准要求的汽车，实施机动车国六排放标准，防治机动车尾气污染大气环境。</p> <p>5.本工程不属于畜禽养殖业。</p> <p>6.施工过程中产生的生活垃圾和建筑垃圾分类堆放，集中清运至指定场所，集中处置。运行期红城变本期不新增固体废物，站内产生废旧铅蓄电池等危废时，运行单位委托由资质单位进行处置。</p>	符合
	环境风险防控	<p>1.执行贵州省土壤污染风险防控普适性管控要求。</p> <p>2.执行全省及遵义市环境风险防控普适性管控要求。</p> <p>3.病死畜禽管控风险执行贵州省水环境农业污染普适性管控要求。</p> <p>4.与四川省联合建立水污染联防联控机制，保障赤水河流域水质</p>	<p>1.本工程不涉及主变等含油设备建设，不会造成土壤污染。</p> <p>2.在采取本报告提出的各项污染防治后，可将环境风险控制在可接受水平内。</p> <p>3.本工程不属于畜禽养殖业。</p> <p>4.在采取本报告提出的水污染防治后，不会影响赤水河流域水质安全。</p>	符合

		安全。		
	资源开发效率要求	1.执行遵义市习水县资源开发利用效率普适性要求。	1.本工程站、塔基按照节约用地制度，尽可能减少永久占地面积。严格实施建设用地总量和强度双控行动，控制本工程的征地面积。塔基尽可能选在植被稀少的荒地区域，尽量避开耕地区域，减少占用耕地面积。	符合

### 3.2.6 与涉及地区相关规划的相符性分析

本工程在选址、选线阶段，已充分征求所涉地区规划、自然资源等部门的意见，对路径进行了优化，避开了城镇发展区域，不影响当地城镇发展规划，以减少对所涉地区的环境影响。红城变本期在现有站内预留场地进行扩建，不新增占地，前期已取得贵州省人民政府同意农用地转为建设用地的批复。本工程已取得工程所在地选址、选线的原则同意意见。本工程相关主管部门意见详见表 3.2-9。

表 3.2-9 本工程相关主管部门意见情况一览表

序号	意见出具单位	意见和要求	对意见的落实情况
<b>换流站</b>			
1	重庆市綦江区规划和自然资源局	(1) 涉及占用永久基本农田，应当符合《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》(自然资发〔2023〕89号)中明确占用永久基本农田重大建设项目范围的要求，同时进一步优化选址，按照《关于进一步加强占用永久基本农田管理的通知》(渝规资规范〔2020〕9号)等相关政策办理，不占或少占耕地。 (2) 站外电源线路缓冲范围应尽量避免或少占重要矿产，确无法避开，按照相关规定完善手续，涉及南桐煤矿区的还应向万盛自然资源主管部门申请查询，涉及采矿权的，还应与矿业权人安全互保或补偿事宜协商一致，避免矛盾纠纷。 (3) 项目实施前须完善地质灾害危险性评估等项工作，并严格按专家提出的审查意见和建议实施，确保安全。	(1) 本项目已尽量避开永久基本农田； (2) 本项目已尽量避开重要矿产，如有不可避免的重要矿产将按照规定办理相关手续； (3) 已进行地质灾害危险性评估等项工作，并严格按专家提出的审查意见和建议实施。
2	重庆市綦江区生态环境局	(1) 我局同意项目开展前期工作。(2) 根据贵单位提供的换流站站址及路径方案资料，经比核，新盛站址、隆盛站址及站外电源线路路径均不涉及饮用水源保护区及生态红线。 (3) 请贵单位根据《中华人民共和国环境影响评价法》要求开展环境影响评价，从环境保护角度对项目选址选线进行充分论证，环境影响评价文件通过审批后方可开工建设。	已按照《中华人民共和国环境影响评价法》对项目选址选线进行充分论证。
<b>重庆市境内</b>			
1	重庆市生态环境局	符合生态红线管控要求，优先避让自然保护地，饮用水水源保护区等环境敏感区，原则同意。	本项目在重庆境内已避让沿线生态保护红线、自然保护区和饮用水水源保护区。
2	重庆市綦江区规划	推荐方案不涉及生态保护红线，原则同意。	

	划和自然资源局		/
3	重庆市綦江区生态环境局	沿线不涉及饮用水水源保护区，原则同意。	/
贵州境内			
1	遵义市生态环境局习水分局	经核实，推荐方案不在饮用水水源保护区红线内，原则同意。	/
2	习水县自然资源局	经查，该项目未占基本农田，占用生态红线，建议按贵州省生态红线管理办法完善用地手续，涉及与矿产资源重叠的，需提前与矿业权人达成协议。	经优化调整本工程不占用生态保护红线。正在办理有关用地手续和与矿业权人达成协议。

### 3.2.7 与环境敏感区相关法律法规的相符性分析

#### 3.2.7.1 本工程穿越饮用水水源地与相关法律法规的相符性分析

根据《中华人民共和国水污染防治法》第五十九条和《重庆市水污染防治条例》第五十三条：“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”。本工程 35kV 站外电源线路自南向北走线，线路在綦江区永城镇、隆盛镇范围内走线时，穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地二级保护区，穿越长度约 4.8km，立塔约 16 基，运行期无污染物排放，符合法律部法规要求。

#### 3.2.7.2 本工程跨越生态保护红线与相关法律法规的相符性分析

渝黔换流站~红城 500kV 线路（贵州段）有 10 处零星跨越贵州省生态保护红线，成分散式跨越。根据设计提供的资料，该线路段不在生态保护红线内立塔，施工时非必要不在生态红线内设置临时占地，不会对生态功能造成破坏，符合自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局印发的《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）以及贵州省自然资源厅生态环境厅林业局《关于印发贵州省生态保护红线监管办法的通知（试行）》（黔自然资发〔2023〕4 号）的相关要求。

### 3.2.8 与《输变电建设项目环境保护技术要求》的相符性分析

本工程与《输变电建设项目环境保护技术要求（HJ1113-2020）》的相符性分析情况详见表 3.2-10。

本环评对于本工程的设计、施工、运行阶段提出了相应的环境保护措施要求，推动环境保护“三同时”制度的落实，本工程建设符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）的相关规定。

表 3.2-10 本工程与《输变电建设项目环境保护技术要求（HJ1113-2020）》的相符性分析

环保要求		相符性分析	结论
选 址 选 线	工程选址选线应符合规划环境影响评价文件的要求。	本工程建设区域无规划环境影响评价文件。	本工程换流站及线路的选址选线与环保要求相符。
	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。	本工程换流站选址时对自然保护区、生态保护红线、饮用水水源保护区等环境敏感区进行了避让；线路选线时尽可能对这些环境敏感区进行了避让，符合生态保护红线管控要求	
	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。	变电工程的选址及进出线均不涉及自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	
	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。	本工程换流站选址及输电线路选线已尽量避开居民密集区域，降低了电磁和声环境影响。	
	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。	本工程新建 500kV 交流线路为重要线路，采用同塔双回和单回并行方式架设，尽量减少新开辟走廊，降低对环境的影响。	
	原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	换流站站址及线路不涉及 0 类声环境功能区。	
	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。	换流站选址时考虑尽量减少土地占用，尽量减少植被扰动和弃土弃渣。	
	输电线路宜避让集中林区，以减少林木砍伐，保护生态环境。	本工程新建 500kV 交流线路路径尽量避让了集中林区，经过林木密集地段时根据树木生长高度采用高跨方式通过，以减少林木砍伐。	
	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。	本工程不进入自然保护区。	
设计阶段	输电线路进入自然保护区实验区、饮用水水源二级保护区等环境敏感区时，应采取塔基定位避让、减少进入长度、控制导线高度等环境保护措施，减少对环境保护对象的不利影响。	本工程不进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	本工程设计阶段在电磁环境保护、声环境保护、生态环境保护及水环境保护等方面均与相
	变电工程应设置足够容量的事故油池及其配套的拦截、防雨、防渗等措施和设施。一旦发生泄漏，应能及时进行拦截和处理，确保油及油水混合物全部收集、不外排。	换流站根据有关设计规范设置了足够容量的总事故贮油池及防雨、防渗等措施，确保事故油不外排。	
	工程设计应对产生的工频电场、工频磁场、直流合成电场等电磁环境影响因子进行验算，采取相应防护措施，确保电磁环境影响满足国家标准要求；输电线路设计应因地制宜选择线路型式、架设高度、杆塔塔型、导线参数、相序布置等，减少电磁环境影响；330kV 及以上电压等级的输电线路	本工程已进行电磁预测并采取相关防护措施，确保电磁环境影响满足国家标准要求。	

施工阶段	出现交叉跨越或并行时，应考虑其对电磁环境敏感目标的综合影响。		关环保要求相符。
	变电工程噪声控制设计应首先从噪声源强上进行控制，选择低噪声设备；对于声源上无法根治的噪声，应采用隔声、吸声、消声、防振、减振等降噪措施，确保厂界排放噪声和周围声环境敏感目标分别满足 GB12348 和 GB3096 要求；户外变电工程在设计过程中应进行平面布置优化，将主变压器、联接变压器、高压电抗器等主要声源设备布置在站址中央区域或远离站外声环境敏感目标侧的区域；变电工程应采取降低低频噪声影响的防治措施，以减少噪声扰民。	换流站尽量选择低噪声设备，优化总平面布置，对于声源上无法根治的噪声，采用隔声、吸声、消声、防振、减振等措施，确保厂界排放噪声和周围声环境保护目标均满足相应环保标准要求；依法限制夜间施工，本环评要求施工作业时优先选用低噪声施工设备和运输工具。	
	输变电建设项目在设计过程中应按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复的措施；输电线路应因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区应采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖。输电线路无法避让集中林区时，应采取控制导线高度设计，以减少林木砍伐，保护生态环境；输变电建设项目临时占地，应因地制宜进行土地功能恢复设计；进入自然保护区的输电线路，应根据生态现状调查结果，制定相应的保护方案。塔基定位应避让珍稀濒危物种、保护植物和保护动物的栖息地，根据保护对象的特性设计相应的生态环境保护措施、设施等。	本工程将按照避让、减缓、恢复的次序提出生态影响防护与恢复措施；输电线路因地制宜合理选择塔基基础，在山丘区采用全方位长短腿与不等高基础设计，无法避让集中林区时将采取高跨设计，以减少林木砍伐，保护原生生态环境；对于进入生态保护红线的输电线路，已根据生态环境现状调查结果，制定相应的保护方案。	
	变电工程应采取节水措施，加强水的重复利用，减少废（污）水排放。雨水和生活污水应采取分流制；变电工程站内产生的生活污水宜考虑处理后纳入城市污水管网；不具备纳入城市污水管网条件的变电工程，应根据站内生活污水产生情况设置生活污水处理装置（化粪池、埋地式污水处理装置、回用水池、蒸发池等），生活污水经处理后回收利用、定期清理或外排，外排时应严格执行相应的国家和地方水污染物排放标准相关要求；换流站循环冷却水处理应选择对环境污染小的阻垢剂、缓蚀剂等，循环冷却水外排时应严格执行相应的国家和地方水污染物排放标准相关要求。	换流站内雨水通过管网收集后采用重力流方式最终排至站址东侧永丰河。生活污水经处理达标后回用于站内复用，多余部分定期清运。生产废水（阀外冷系统排水）排至桥河工业污水处理厂。站内油浸电气设备的事事故油排入站内事故油池进行油水分离。站内设置一座消防混合液收集池，用于收集联接变火灾时的排油及消防混合液。站区无冷却水排放。	
施工阶段	进入自然保护区和饮用水水源保护区等环境敏感区的输电线路，建设单位应加强施工过程的管理，开展环境保护培训，明确保护对象和保护要求，严格控制施工影响范围，确定适宜的施工季节和施工方式，减少对环境保护对象的不利影响。	跨越生态保护红线的输电线路，建设单位将加强施工过程的管理，开展环境保护培训，明确保护对象和保护要求，严格控制施工影响范围，确定适宜的施工方式，减少对环境保护对象的不利影响。	在本工程施工阶段，将落实设计文件、环评文件及其审批部门审批文件中提出的环境保护要求，降
	在城市市区噪声敏感建筑物集中区域内，禁止夜间进行产生环境噪声污染的建筑施工，但抢修、抢险作业和因生产工艺上要求或者特殊需要必须连续作业的除外。夜间作业必须公告附近居民。输变电建设项目施工工期临时用地应永临结合，优先利用荒地、劣地；输变电建设项目施工占用耕地、园地、林地和草地，应做好表土剥离、分类存放和回填利用；施工结束后，应及时清理施工现场，因地制宜进行土地功能恢复。	已将相关要求纳入施工期噪声环保措施中，后续将按照《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定进行施工，将施工噪声对外环境的影响减至最小程度。施工阶段将做好环保要求的生态环境保护措施和水土保持措施，对于进入生态敏感区的线路，施工时将选择合理的施工时间、友好的施工工艺，对动植物实施相应的保护方案。	

运行阶段	在饮用水水源保护区和其他水体保护区内或附近施工时，应加强管理，做好污水防治措施，确保水环境不受影响；施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物。	本次环评已要求施工单位在饮用水水源保护区和其他水体保护区附近施工时，加强管理，做好污水防治措施，确保水环境不受影响；施工期间禁止向水体排放、倾倒垃圾、弃土、弃渣，禁止排放未经处理的钻浆等废弃物。	低噪声、污水、扬尘、固废等对环境的不利影响。
	施工过程中，对易起尘的临时堆土、运输过程中的土石方等应采用密闭式防尘布（网）进行苫盖，施工面集中且有条件的地方宜采取洒水降尘等有效措施，减少易造成大气污染的施工作业；施工过程中，建设单位应当对裸露地面进行覆盖；暂时不能开工的建设用地超过三个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。	已将相关要求纳入施工期大气环保措施中，施工过程中将按照《中华人民共和国大气污染防治法》等法规要求，防治扬尘污染。	
	施工过程中产生的土石方、建筑垃圾、生活垃圾应分类集中收集，并按国家和地方有关规定定期进行清运处置，施工完成后及时做好迹地清理工作；在农田和经济作物区施工时，施工临时占地宜采取隔离保护措施，施工结束后应将混凝土余料和残渣及时清除，以免影响后期土地功能的恢复。	施工前将做好施工机构及施工人员的环保培训，将垃圾集中收集并按规定清运处置，施工完成后将及时做好迹地清理工作，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。	
	运行期做好环境保护设施的维护和运行管理，加强巡查和检查，保障发挥环境保护作用。定期开展环境监测，确保电磁、噪声、废水排放符合GB8702、GB12348、GB8978等国家标准要求，并及时解决公众合理的环境保护诉求。	在本工程运行期，将做好环境保护设施的维护和运行管理，保障发挥环境保护作用。	本工程运行阶段将定期对设备进行检查维护，保证设施的正常运行。
	运行期应对事故油池的完好情况进行检查，确保无渗漏、无溢流。	运行期将对事故油池的完好情况进行定期检查。	
	变电工程运行过程中产生的变压器油、高抗油等矿物油应进行回收处理。废矿物油和废铅酸蓄电池作为危险废物应交由有资质的单位回收处理，严禁随意丢弃。不能立即回收处理的应暂存在危险废物暂存间或暂存区。	换流站运行过程中产生的废矿物油将进行回收处理，废矿物油和废铅蓄电池将交由有资质的单位回收处理，杜绝随意丢弃。	
	针对变电工程站内可能发生的突发环境事件，应按照HJ169等国家有关规定制定突发环境事件应急预案，并定期演练。	针对变电工程站内可能发生的突发环境事件，建设单位制定突发环境事件应急预案，并将定期展开演练。	

### 3.3 环境影响因素识别与评价因子筛选

#### 3.3.1 环境影响因素识别

##### 3.3.1.1 施工期

施工期的主要环境影响因素有：生态影响、施工噪声、施工扬尘、施工废水及生活污水、施工固体废物等方面。

##### (1) 施工噪声

各类施工机械噪声可能对周围居民生活产生影响。

##### (2) 施工扬尘

车辆运输产生的扬尘；施工开挖，造成土地裸露，产生的二次扬尘可能对周围环境产生暂时性的和局部的影响。

##### (3) 施工废水及生活污水

施工过程中产生的生活污水以及施工废水若不经处理，则可能对地表水环境以及周围其他环境要素产生不良影响。

##### (4) 固体废物

施工过程中产生的固体废物主要是建筑垃圾、生活垃圾、拆除线路铁塔、导地线和金具（绝缘子、线夹、间隔棒、防振锤等）等。固体废物如不妥善处理时对环境产生不良影响。

##### (5) 生态影响

施工占地、植被破坏、施工人员活动噪声、施工占地、水土流失等各项环境影响因素均可能会对生态环境产生影响。

##### 3.3.1.2 运行期

运行期的主要环境影响因素有：合成电场、工频电场、工频磁场、噪声、生活污水等。

##### (1) 合成电场、工频电场、工频磁场

换流站运行时产生合成电场、工频电场、工频磁场；红城 500kV 变电站运行期产生的工频电场、工频磁场；新建 500kV 交流线路和 220kV 迁改线路运行产生的工频电场、工频磁场。

##### (2) 噪声



换流站内电气设备在运行时会产生各种噪声，主要有联接变压器、联接变风扇、500kV 降压变、35kV 站用变、阀冷器、幅相校正器、桥臂电抗器等电气设备所产生的电磁噪声和冷却风扇产生的空气动力噪声，主要以中低频为主。

红城 500kV 变电站运行区噪声主要为本期扩建的低压电抗器。输电线路运行噪声主要来源于导线、金具产生的电晕放电噪声。

### (3) 废水

换流站站内污水主要来源于值班人员产生的生活污水以及换流阀循环冷却水。

红城 500kV 变电站扩建工程在现有站区内进行建设，扩建后不新增工作人员，运行期不新增生活污水量。

输电线路运行期无废水产生。

### (4) 废矿物油及废旧蓄电池

换流站内联接变、降压变、站用变等电气设备为了绝缘和冷却的需要，其外壳内装有矿物油，正常运行工况条件下，不会发生设备漏油、跑油的现象，亦无弃油产生；当发生事故时，有可能产生废油。

红城 500kV 变电站本期仅扩建间隔及低压电抗器，运行期不新增废旧蓄电池和事故油。

换流站内蓄电池达到使用寿命后更换会产生废旧蓄电池。

### (5) 固体废物

运行产生的固体废物为运行人员产生的生活垃圾。

## 3.3.2 评价因子筛选

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），结合本工程的特点，筛选出本工程的评价因子如下：

### 3.3.2.1 施工期

#### (1) 声环境

昼、夜间等效声级， $Leq$ ；

#### (2) 水环境

主要是 pH、COD、 $BOD_5$ 、 $NH_3-N$ 、石油类；

#### (3) 生态环境

生态系统及其生物因子、非生物因子。

### 3.3.2.2 运行期

### （1）电磁环境

背靠背换流站：合成电场、工频电场、工频磁场。

变电站：工频电场、工频磁场。

交流线路：工频电场、工频磁场。

### （2）声环境

昼、夜间等效声级， $L_{eq}$ 。

### （3）地表水环境

pH、COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、石油类。

### （4）固体废物

运行人员产生的生活垃圾、事故状态下的废矿物油、废旧蓄电池。

## 3.4 生态环境影响途径分析

本工程在施工过程中破坏地表，可能会产生水土流失隐患进而影响生态恢复。输电线路塔基等施工活动，会带来永久与临时占地，从而使微区域地表状态及场地地表植被发生改变，对区域生态造成不同程度影响。主要表现在以下几个方面：

（1）换流站站区和输电线路塔基施工需进行挖方、填方等活动，会对站区以及线路附近原生地貌和植被造成一定程度破坏，降低覆盖度，可能形成裸露疏松表土，导致土壤侵蚀；施工弃土、弃渣及建筑垃圾等，如果不进行必要防护，可能会影响植被生长，加剧土壤侵蚀与水土流失，导致生产力下降和生物量损失。

（2）电缆沟及站外管线开挖会占用临时用地，杆塔的现场组立及牵张放线需占用临时用地，因施工需要会新修部分临时道路，工程土建施工弃渣的临时堆放也会占用少量场地。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到短期破坏，导致生产力下降和生物量损失。

（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动物觅食、迁徙等产生干扰，有可能限制其活动区域、觅食范围、栖息空间等。

（4）施工期间，旱季容易产生少量扬尘，可能会对附近农作物产生影响。

## 3.5 设计采取的环境保护措施

### 3.5.1 新建换流站工程

#### 3.5.1.1 电磁环境

（1）合理选址，换流站选址避让生态敏感区和居民密集区。

(2) 在换流站总平面布置设计时，合理布置和屏蔽部分电气设备，减少相互之间的电磁干扰。

(3) 合理选择电气设备、导线、金具、绝缘子串等，提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

(4) 对站内配电装置进行合理布局，提高导线对地高度。

### 3.5.1.2 声环境

(1) 合理选址，换流站选址避让居民集中区；

(2) 联接变压器均采取加隔声罩（Box-in）措施，隔声量要求不低于 20dB(A)；

(3) 换流站选用实体围墙加声屏障；

(4) 站区西侧围墙加高至 4m，上设 2m 高隔声屏障；站区南侧部分围墙加高至 5m，上设 0.5m 隔声屏障；站区东侧围墙加高至 3m，上设 2m 高隔声屏障；其余围墙高度 2.5m，上设 0.5m 隔声屏障。

### 3.5.1.3 水环境

换流站排水采用雨污分流。运行期产生的废水主要为值班人员产生的生活污水以及换流阀循环冷却水。

本站址换流站内雨水设置 1 个排水口，排至东侧的永丰河。

拟建背靠背换流站日常运行人员按 50 人考虑，平均日排水量约为 6.75m³/d，最高日排水量为 14.9m³/d。拟建换流站采用 1 套处理能力为 3.0m³/h 的埋地式污水处理装置，生活污水经埋地式污水处理装置二级生化处理后部分回用，富余部分委托环卫部门定期清运。

生产废水（阀外冷系统排水）：站内 4 个阀冷废水排放点，通过管道汇流至各自附近的废水分池，经排水泵提升抽送并收集在废水总池，最终通过专用管道排至桥河工业污水处理厂。

在穿越的水环境敏感区内或附近施工时，应加强施工人员管理，合理布置施工场地并采取限界措施，严禁超界施工；施工场地设垃圾箱(桶)，施工过程中产生的生活垃圾和建筑垃圾分类、分开堆放并及时清运，不随意丢弃；施工场地设置简易沉淀池，施工废水经处理后回用，不外排；位于山丘区的塔位采取拦挡等措施，减轻水土流失对水源保护区的影响。

### 3.5.1.4 固体废物

换流站运行维护人员生活垃圾收集后送至站外简易垃圾转运站，由当地环卫部门定期清理处置。

换流站内蓄电池按照建设单位铅酸蓄电池管理制度要求，待蓄电池到寿命周期时，由建设单位相关部门统一交由有资质单位处理，不会对环境造成影响。

### 3.5.1.5 环境风险

换流站内拟建设 3 座事故油池，事故油池为全地下式钢筋混凝土式，结构安全稳定，内部按《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）要求进行防渗处理。重庆侧联接变东侧和贵州侧联接变东侧设置有两座事故油池，用于收集重庆侧联接变压器和贵州侧联接变压器事故油，有效容积约 120m<sup>3</sup>。贵州侧高抗西北侧设置有一座事故油池，用于收集高抗的事故油，有效容积约 55m<sup>3</sup>。

换流站新建主变事故油池有效容积约 120m<sup>3</sup>，接入的最大一台电气设备油重约 102t，折合体积约 115m<sup>3</sup>；新建高抗事故油池有效容积约 55m<sup>3</sup>，接入的最大一台电气设备油重约 40t，折合体积约 45m<sup>3</sup>。因此换流站内新建事故油池有效容积满足 GB50229-2019 中“总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一台设备确定”的要求。

## 3.5.2 变电站扩建工程

### 3.5.2.1 声环境

变电站施工时尽量选用低噪声的施工设备；夜间不安排施工活动。红城 500kV 变电站本期扩建低压电抗器 1m 处声压级控制在 57dB（A）以下。

### 3.5.2.2 水环境

变电站施工过程中，站内施工场地设置临时沉淀池，把施工泥浆废水汇集入沉淀池充分沉淀后，上清液用于站区洒水降尘，沉淀物回用于施工后的场地平整。施工人员的生活污水利用站内现有设施处理。

### 3.5.2.3 固体废物

生活垃圾统一收集后交由环卫工人集中处理，禁止随地堆放。施工产生的多余土方运至弃渣场集中堆放，及时清理并送至指定处理场进行处理。

## 3.5.3 线路工程

### 3.5.3.1 电磁环境和声环境

工程选线时已充分征求沿线政府及规划等相关职能部门的意见，优化路径，尽量避让城镇规划区、学校、居民密集区。

合理选择导线直径及导线分裂数以降低线路电磁环境影响，要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。合理选择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

严格按照相关规程及规范，结合项目区周围的实际情况和工程设计要求，控制线路对地距离和对房屋水平距离，确保评价范围内有公众居住、工作、学习的建筑物电磁环境、声环境满足标准限值要求。

### 3.5.3.2 生态环境

输电线路尽可能避开林区或沿林区边缘通过，以减少林木砍伐量，保护自然环境。工程全线塔位均按铁塔长短腿、全方位高低腿设计，减少塔基开挖量和开挖面积，减少破坏植被面积和水土流失。施工结束后及时对塔基周围、施工临时占地进行植被恢复。

## 4 环境现状调查与评价

### 4.1 区域概况

渝黔背靠背联网工程位于重庆市綦江区和贵州省遵义市习水县。

重庆市綦江区位于重庆市南部，地处大巴山脉东麓，东邻四川，南接贵州，是重庆市的重要交通枢纽和经济区。綦江区总面积约为 3000 平方公里，辖 12 个街道、16 个乡镇，山地占大部分，耕地面积较少，是典型的山区县。

遵义市习水县位于贵州省北部，乌蒙山脉东麓，东与重庆相接，南界毕节市，北邻四川省，是遵义市的重要组成部分。全县总面积约为 2545 平方公里，辖 13 个乡镇，272 个村（居），其中山地面积较大，耕地面积相对较少，是典型的山区县。

### 4.2 自然环境

#### 4.2.1 地形地貌

##### （1）渝黔背靠背换流站新建工程

站址为丘陵地貌，四周较为开阔，站址高程在 383~447m，自然地形最大高差约 64m，站址不受 100 年一遇洪水影响；站址不受永丰河 100 年一遇洪水影响；站址不受内涝积水影响，站址不受永丰河 100 年一遇设计洪水影响。

（2）隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程、渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（重庆段）及配套迁改线路工程

工程区处于四川盆地黔北山区过渡带上，区内地形由北向南逐渐升高，一般海拔高程在 300~1100m 之间。其中北部区域属低海拔丘陵地貌，海拔高程在 190~500m，高差在 200m 以下；中部及南部区域属于小起伏低山及低中山地貌，海拔高程在 500~1100m 之间，高差约 300~500m，零星分布有河流阶地地貌。

##### （3）红城 500kV 变电站扩建工程

红城 500kV 变电站站址位于贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村附近。站址场地原始地貌为构造侵蚀、溶蚀中低山缓坡地形地貌。地势总体上呈北高南低，前期工程建设场地结合地形走向，整个站址区域按东北向西南方向单向放坡方式布置，本期扩建工程在原有围墙内预留场地进行，无新增用地。

##### （4）渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）

贵州段线路主要途经贵州省遵义市习水县，本工程线路沿线海拔高程在 800m-1600m，地形条件相差较大。根据沿线地形起伏及地貌特点，本工程均属高原型高中低山地貌形态。





图 4.2-1 工程沿线典型自然环境现状



## 4.2.2 地质

(1) 本工程换流站所在区域属于丘陵地貌，场地无滑坡、崩塌、泥石流等其它不良地质作用；此外场地内未发现其它影响场地稳定性的不良地质作用，场地内无影响工程建设的不良地质作用和地质灾害，场地工程建设较适宜。

(2) 隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程、渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（重庆段）及配套迁改线路工程

工程区地处新华夏构造体系内，在区域上属于“川东褶皱区”。新华夏构造形迹总体呈近南北向，向西突出，作“S”形展布，弧形线状排列，以褶皱为主，断裂较少发育，褶皱展现出向斜开阔背斜紧密的特征。根据区域地质资料及现场踏勘，工程区内出露的地层以第四系（Q）、上白垩系（K）、侏罗系（J）地层为主。第四系覆盖层以残坡积、崩坡积、冲洪积成因的黏性土、粉土、碎（块）石为主，下伏基岩主要为砂岩、泥岩、零星分布灰岩。根据 GB18306-2015《中国地震动参数区划图》，线路在 II 类场地条件下的基本地震动峰值加速度为 0.05g，基本地震动反应谱特征周期 0.35s。斜坡中上部地貌地段，场地覆盖层+强风化层厚度一般小于 5m，场地类别主要为 I 1 类，坡脚、河流阶地及其它岩性局部覆盖层+强风化层厚度大于 5m 的地段，场地类别为 II 类，地震基本烈度为 VI 度。

(3) 红城 500kV 变电站扩建工程

根据前期地勘报告，站场内无断层通过，场地及周边无明显的滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地面沉降等不良地质作用和地质灾害，场地稳定，适宜建筑。

(4) 渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（贵州段）

本工程途经习水县沿线无区域性断裂及活动断裂通过，II 类场地对应的地震动峰值加速度为 0.05g，地震基本烈度为 6 度，反应谱特征周期为 0.35s，设计地震分组为第一组。线路沿线属于相对稳定区域，沿线场地与地基稳定，适宜本线路工程建设。

## 4.2.3 水文特征

本工程换流站、红城变周围不涉及地表大中型水体。

(1) 渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（重庆段）

新建 500kV 输电线路在重庆境内主要跨越綦江、蒲河和永丰河。均为一档跨越不在河道立塔。

綦江河是长江右岸一级支流，发源于贵州省桐梓县北大娄山系。流经习水、桐梓、綦江、南川、万盛、巴南、江津，流域面积 7068km<sup>2</sup>，干流河长 198km，总落差 854.2m，河道平均比降 6.41‰，由源头至赶水段称綦江河，为綦江上游河段，流经中低山区，多岩溶峡谷，急滩陡坎，水力资源丰富；赶水至古南大常闸坝为中游，流经低山丘陵红层地

区，已建拦河坝 5 处；大常闸坝至江口为下游段，已建成拦河坝 3 座。綦江北与一品河、五步河流域相邻，东西与乌江、赤水河流域接壤。流域呈树枝状，两岸支流分布大体均匀，流域东西向平均宽度约 90km，南北向平均长度约 78km。在綦江县境内直接流入綦江的主要一级支流，右岸有綦江河、扶欢河、蒲河、通惠河和新盛河；左岸有羊渡河、福林河、丁山河、綦江河、郭扶河和清溪河。

蒲河为綦江河中游段右岸的一条支流，蒲河发源于南川市小金山，经巴南区花桥乡至南川市神童乡为孝子河。流经万盛区，至温塘入綦江县境为蒲河。再向西流经石角至三江汇入綦江。全长 89km，流域面积 834.7km<sup>2</sup>。其中綦江县境内长 20 多 km，流域面积 334.0km<sup>2</sup>，河宽 20~90m，多年平均流量 14.6m<sup>3</sup>/s，最大流量为 782m<sup>3</sup>/s，最小流量为 0.2~0.3m<sup>3</sup>/s，落差 755m，坡降 4.3‰。流域内洪水主要由暴雨形成，洪水发生时间与暴雨一致。每年 4 月上旬开始进入汛期，5~9 月为本流域大暴雨多发季节，特大暴雨洪水常发生在此时期。洪水过程多为单峰，洪水具有汇集快，洪水过程陡涨陡落，峰型尖瘦，峰顶持续时间短的特点，历时约 24h 左右，最大洪量主要集中在 6h 内。

永丰河为蒲河的一级支流、綦江二级支流，发源于巴南南沱乡石坝村，至新场乡五星村入綦江区境，经葫芦槽、石梁河、永城场至蒲河场汇入蒲河，永丰河流域面积 122.40km<sup>2</sup>，河道全长 38.27km，其中綦江区境内河道全长 21.30km，河宽 15~30m，多年平均流量 2.22m<sup>3</sup>/s，落差 115m。流域内洪水主要由暴雨形成，洪水发生时间与暴雨一致。每年 4 月上旬开始进入汛期，5~9 月为本流域大暴雨多发季节，特大暴雨洪水常发生在此时期。洪水过程多为单峰，洪水具有汇集快，洪水过程陡涨陡落，峰型尖瘦，峰顶持续时间短的特点，历时约 24h 左右，最大洪量主要集中在 6h 内。

## (2) 黔黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）

新建 500kV 输电线路在贵州境内主要跨越福林河、习水河、玉明河、大水河和梅溪河。

福林河，别名峰岩沟河，属綦江流域支流，习水县东北部水系通过福林河等河流汇入綦江，最终注入长江。线路于寨坝镇合心村岩上组北侧约 190m 处一档跨越福林河。

习水河，习水河发源于习水县寨坝镇，东南流至良村下折西北流经官渡、长沙入四川境，至合江城附近注入赤水河。线路于寨坝镇习源村田坝组东南约 120m 处一档跨越习水河。

玉明河，别名裕民河，流经习水县大坡镇裕民村，属习水河上游支流。线路于大坡镇裕民村天星组北侧约 100m 处一档跨越玉明河。

大水河，属赤水河水系，与习水河共同构成县域核心水系。大水河流经温水镇、三岔河乡、大坡乡。线路于大水村西北侧约 380m 处一档跨越大水河。

梅溪河，梅溪河是习水河的一级支流，发源于良村镇茶园的窑房，由南至北，流经吼滩、良村、大安、狮子等地，于新场汇入习水河。线路于良村镇大安村大塘组东北侧约 170m 处一档跨越梅溪河。

#### 4.2.4 气候气象特征

重庆市綦江区地处重庆市南部，气候属于亚热带季风气候区。綦江区气候温暖湿润，降水丰富，阳光充足，四季分明。夏季以东南季风为主，气温较高，降水集中；冬季则受北方冷空气影响，气温适中，降水减少。年平均气温约为 18.5℃。平均年降水量约 1200mm，降水主要集中在夏季。年平均无霜期约为 270 天。

遵义市习水县地处贵州省北部，气候属于亚热带季风气候区。习水县气候温和湿润，四季分明，降水充沛，阳光适中。夏季以东南季风为主，降水量较大；冬季则受北方冷空气影响，气温较低，降水减少。年平均气温约 16.5℃。平均年降水量约 1200mm，降水量集中在夏季。年平均无霜期约 250 天。

表 4.2-1 工程气候气象特征

气候特征	重庆市綦江区	遵义市习水县
年平均气温(℃)	18.5	16.5
极端最低气温(℃)	0.4	-8.6
极端最高气温(℃)	44.5	34.5
平均年降水量(mm)	1200	1200
年平均无霜期(天)	270	250
年平均风速(m/s)	1.1	1.6

### 4.3 电磁环境

#### 4.3.1 监测因子

##### (1) 合成电场

换流站各监测点地面合成电场强度。

##### (2) 工频电场、工频磁场

换流站、红城 500kV 变电站、500kV 线路新建工程各监测点距离地面 1.5m 高度处工频电场强度和工频磁感应强度。

#### 4.3.2 布点原则

本环评在背靠背换流站、红城 500kV 变电站、500kV 线路进行电磁环境现状监测；在电磁环境敏感目标、500kV 及以上线路交叉口跨越处及代表性典型线位处进行电磁环境现状监测。具体布点原则如下：

（1）背靠背换流站：本工程换流站为新建站，站址的布点方法为在站址中心及站界四周布设 5 个监测点位，合成场强测点位于地面，工频电场工频磁场测点位于距离地面 1.5m 处。对换流站电磁环境敏感目标进行布点监测，监测点距离房屋 1m，合成场强测点位于地面，工频电场工频磁场距地面高度 1.5m。

（2）红城 500kV 变电站：在变电站厂界四侧及间隔扩建围墙外布设监测点位，测点在距离围墙 5m 处布置、测点高度为距离地面 1.5m 处。对红城 500kV 变电站电磁环境敏感目标进行布点监测，监测点距离房屋 1m、距地面高度 1.5m。

（3）500kV 线路新建工程：对线路沿线各电磁环境敏感目标进行电磁环境现状监测，同一个自然村组选取最近户进行监测。在满足监测条件的前提下，在环境敏感目标靠近输电线路一侧且距离建筑物 1m 处布点。若受环境敏感目标周边地形及植被影响环境敏感目标靠近输电线路一侧不具备监测条件，则在环境敏感目标具备监测条件且距离建筑物 1m 处布点。对位于单回并行线路内侧的电磁环境敏感目标，在电磁环境敏感目标靠近输电线路的两侧分别布设监测点位。另外在 500kV 及以上线路交叉口跨越处以及无敏感目标线路段线路正下方选择代表性典型线位进行监测。

#### 4.3.3 监测点位、监测时间、监测环境和工况

（1）背靠背换流站：在拟建站址中心及厂界处共布设 4 个电磁环境监测点，见图 4.3-1。

（2）红城 500kV 变电站：变电站站界监测点尽可能选取在无进出线或远离进出线的围墙外，在变电站厂界四周和间隔扩建围墙外布置监测点，测点在距离围墙 5m 处布置、测点高度为距离地面 1.5m 处。红城变除进站大门附近外其他站界围墙外 5m 是斜坡，不具备监测条件，现场监测时在距围墙外 1.5m 处进行了监测，不设衰减断面。对红城 500kV 变电站电磁环境敏感目标进行布点监测，监测点距离房屋 1m、距地面高度 1.5m。

（3）隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程：共布设 4 个监测点。

（4）500kV 线路新建工程：本工程 500kV 线路新建工程共布设 132 处电磁环境监测点；重庆境内线路共布设 84 处电磁环境监测点位，其中渝黔换流站～红城 500kV 线路工程（重庆境段）布设 69 个电磁环境监测点位（69 处电磁环境敏感目标）、与其他线路交叉跨越和典型线位（不同地形地貌）9 处，断面监测 1 处，重庆 220kV 迁改线路工程布设

5 个电磁环境监测点位（5 处电磁环境敏感目标）；渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）共布设 52 处 83 个电磁环境监测点位，其中 50 处 81 个电磁环境敏感目标监测点（50 处电磁环境敏感目标）、2 处 2 个线路典型线位监测点位。

本工程监测时间、监测环境详见表 4.3-1。

本工程监测期间，红城 500kV 变电站处于正常运行状态，运行工况详见表 4.3-2。

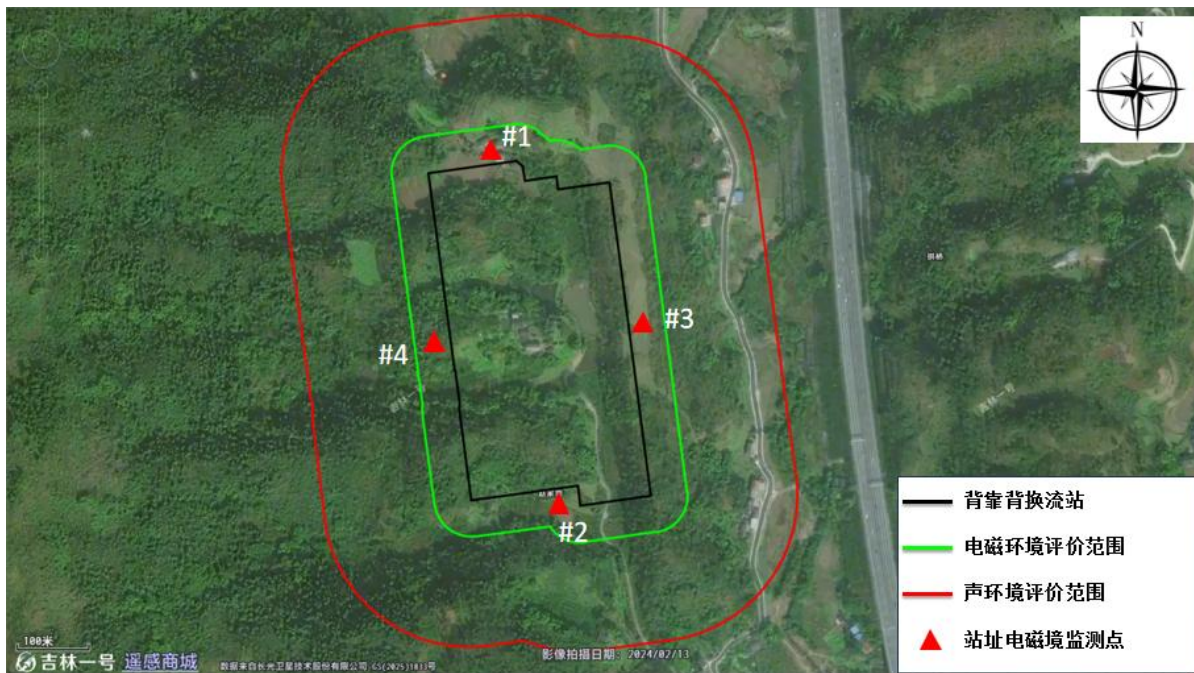


图 4.3-1 背靠背换流站电磁监测布点示意图

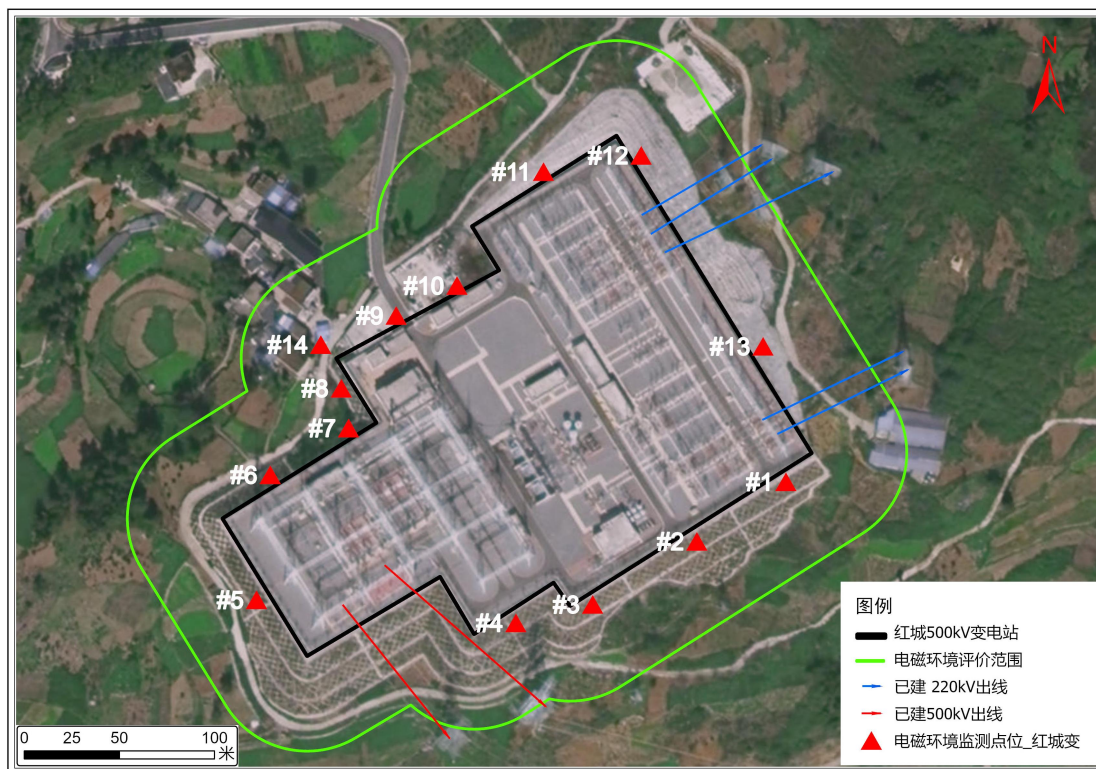


图 4.3-2 红城 500kV 变电站电磁监测布点示意图



表 4.3-1 本工程电磁环境现状监测时间和气象参数一览表

测量时间	气象参数		
	气温(℃)	湿度 (%RH)	风速 (m/s)
一、背靠背换流站合成电场			
2025.6.18	24.0~27.2	66.4~73.6	0.2
二、背靠背换流站工频电场、工频磁场			
2025.6.18	24.0~27.2	66.4~73.6	0.2
2025.6.18	24.0~27.2	66.4~73.6	0.2
三、红城 500kV 变电站			
2025.5.11	10~21	63~68	≤2.0
四、渝黔换流站~红城变 500kV 线路新建工程（重庆段）			
2025.6.18	24.2~25.8	70.4~72.4	0.2
2025.6.19	24.4~26.8	64.1~68.4	0.2
2025.6.20	25.8~27.8	64.1~69.9	0.2
2025.6.23	24.2~29.1	59.8~71.1	0.2
2025.6.24	27.4~32.6	50.1~61.4	0.2~0.9
2025.6.25	24.2~30.4	51.2~66.8	0.2
2025.6.26	26.5~29.4	50.6~66.8	0.2
2025.6.27	24.2~35.2	47.3~60.2	0.2~1.3
2025.6.28	28.0~33.6	56.7~74.0	0.2~3.3
2025.9.25	21.6~23.4	60.0~63.0	0.6~1.2
2025.9.26	21.4~27.8	60.1~68.2	0.2~1.0
2025.9.27	24.2~31.2	68.4~74.6	0.2~1.1
2025.9.28	24.2~32.4	56.1~62.1	0.2~0.8
五、重庆段 220kV 迁改线路工程			
2025.7.25	32.1~34.2	50.0~53.6	0.2~2.1
2025.9.28	28.1~28.2	56.1~56.2	0.6
六、渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）			
2025.5.11	10~21	63~68	≤2.0
2025.5.12	14~28	65~68	≤2.5
2025.5.13	16~25	65~70	≤1.1
2025.5.15	16~21	65~72	≤1.1
2025.5.19	18~26	65~68	≤1.1
2025.5.20	19~28	63~68	≤2.0
2025.5.23	17~25	68~75	≤1.8
2025.5.29	17~28	58~68	≤1.3
2025.5.30	18~28	60~69	≤1.3
2025.5.31	15~23	65~70	≤1.5
2025.6.1	16~23	66~70	≤1.4
2025.6.2	15~22	65~70	≤1.3
2025.6.3	17~22	64~70	≤1.3



2025.6.4	18~24	60~68	≤1.1
2025.6.7	19~23	54~61	≤1.2
2025.6.8	18~25	55~63	≤1.1
2025.6.10	18~27	62~67	≤1.2
2025.6.11	17~27	60~66	≤1.5
2025.6.12	18~29	61~66	≤1.6
2025.9.7	20~30	62~67	≤1.3
2025.9.9	19~23	63~69	≤1.6
2025.9.10	20~25	61~68	≤1.8
2025.9.11	21~28	60~66	≤1.6
2025.9.14	20~29	60~65	≤1.6

表 4.3-2 本工程电磁环境现状监测期间重庆部分交叉跨越和断面线路运行工况

检测时间	项目	电压 (kV)	电流 (A)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
2025.6.19	蟠龙抽蓄~隆盛 500kV 线路	520.77~526.42	60.64~1046.04	-300.88~944.81	-96.92~11.01
2025.6.25	500kV 二郎-隆盛 一二线	朗隆一线: 524.18~531.29; 朗隆二线: 523.17~530.78	朗隆一线: 55.07~57.42; 朗隆二线: 55.07~57.42	朗隆一线: 0~3.65; 朗隆二线: 0~3.65	朗隆一线: -51.148~-48.71; 朗隆二线: -77.93~26.79

表 4.3-3 本工程电磁环境现状监测期间红城 500kV 变电站运行工况

检测时间	项目	电压 (kV)	电流 (A)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
2025.5.11	#1 主变	在建	在建	在建	在建
	#2 主变	532.58~544.95	382.89~385.02	348.37~350.50	67.13~68.30
	500kV 诗红线	530.53~532.03	73.14~82.52	59.04~60.23	39.03~40.04
	500kV 郎红甲线	0 (建成未投运)	0 (建成未投运)	0 (建成未投运)	0 (建成未投运)
	220kV 红绿 I 线	232.65~237.96	301.09~309.31	115.92~117.64	23.66~24.70
	220kV 红绿 II 线	231.794~238.25	288.29~297.26	119.47~120.45	22.99~23.06
	220kV 红绿 III 线	232.16~238.44	372.47~378.80	154.16~155.57	18.20~19.61
	220kV 红元 I 线	231.38~237.45	131.30~134.19	14.18~17.96	21.16~21.32
	220kV 红元 II 线	232.01~237.15	141.87~147.32	15.05~18.42	21.64~22.24

4.3.4 监测频次

各监测点位监测一次。

4.3.5 监测单位

合成电场：广西壮族自治区辐射环境监督管理站。

工频电场、工频磁场：武汉华凯环境检测有限公司（贵州境内）、广西壮族自治区辐射环境监督管理站（重庆境内）。

本工程各电磁环境现状监测单位均通过了相应资质认证和计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。各监测单位质量管理体系包括：

- 1) 人员管理
- 2) 仪器设备管理
  - ①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。
- 3) 记录与报告
  - ①数据记录制度；②报告质量控制。

本工程环境现状监测使用仪器都是经过计量检定部门检定的、在计量有效期内的监测仪器。从事电磁环境现状监测的单位均具有从事电磁环境监测的资质。

4.3.6 监测方法与监测仪器

(1) 监测方法

《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》（GB39220-2020）；《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

(2) 监测仪器

表 4.3-4 换流站电磁环境监测仪器一览表

仪器名称型号及出厂编号	测量范围	校准证书编号	使用时间
仪器名称：电磁辐射分析仪 仪器型号：NBM-550/EHP-50D 出厂编号：E-0094/000WX10526	电场强度： 5mV/m~100kV/m 磁感应强度： 0.3nT~10mT 频率范围： 5Hz~100kHz	校准单位：华南国家计量测试中心 证书编号：WWD202403349 有效期： 2024.10.08.~2025.10.07	2025.6.18~2025.6.28
仪器名称：STT-HDSW 高压直流电磁环境测量系统 仪器型号：HDEM-01 出厂编号：EM13033	合成场强： ±20kV/m, ±100kV/m 频率范围：0.01kV/m, 0.05kV/m	校准单位：中国计量科学研究院 证书编号：DCcx2025-00340 有效期： 2025.03.12.~2026.03.11	2025.6.18

表 4.3-5 电磁环境监测仪器一览表（重庆段）

仪器名称型号及出厂编号	测量范围	校准证书编号	使用时间
仪器名称：电磁辐射分析仪 仪器型号：NBM-550/EHP-50D 出厂编号：E-0094/000WX10526	电场强度： 5mV/m~100kV/m 磁感应强度： 0.3nT~10mT 频率范围： 5Hz~100kHz	校准单位：华南国家计量测试中心 证书编号：WWD202403349 有效期： 2024.10.08.~2025.10.07	2025.6.18~2025.6.28

仪器名称：电磁辐射分析仪 仪器型号：SEM-600/LF-04D 出厂编号：D-2287/N-2237	电场强度： 10mV/m~100kV/m 磁感应强度： 1nT~10mT 频率范围： 1Hz~400kHz	校准单位：华南国家计量测试中心 证书编号：WWD202501942 有效期： 2025.06.23~2026.06.22	2025.7.25
仪器名称：电磁辐射分析仪 仪器型号：SEM-600/LF-04D 出厂编号：D-2285/N-2236	电场强度： 10mV/m~100kV/m 磁感应强度： 1nT~10mT 频率范围： 1Hz~400kHz	校准单位：华南国家计量测试中心 证书编号：WWD202501825 有效期： 2025.06.13~2026.06.12	2025.9.25~2025.9.28

表 4.3-6 电磁环境监测仪器一览表（贵州境内）

仪器名称型号及出厂编号	测量范围	校准证书编号	使用时间	使用时间
仪器名称：电磁辐射分析仪 仪器型号：NBM-550/EHP-50F 出厂编号：G0248/000WX50950	测量范围电场强度： 5mV/m~100kV/m 磁感应强度： 0.3nT~10mT 频率范围： 1Hz-400kHz	校准单位：华南国家计量测试中心广东省计量科学研究院 证书编号：WWD202500738 有效期：2025.03.18-2026.03.17	2025.9.7~2025.9.14	2025.5.23~2025.5.31 2025.6.1~2025.6.4 2025.9.7~2025.9.14
仪器名称：电磁辐射分析仪 仪器型号：SEM-600/LF-04 出厂编号：D-1398/I-1398	测量范围电场强度： 0.01V/m~100kV/m 磁感应强度： 1nT~10mT 频率范围： 1Hz-400kHz	校准单位：华南国家计量测试中心广东省计量科学研究院 证书编号：WWD202402726 有效期：2024.08.09-2025.08.08	2025.5.11~2025.6.12	2025.5.11~2025.5.20 2025.6.7~2025.6.12

4.3.7 监测结果

依据广西壮族自治区辐射环境监督管理站、武汉华凯环境检测有限公司出具的检测报告，按照技术导则规范，本环评已对监测结果进行校对、审核。背靠背换流站站址的电磁环境监测结果见表 4.3-7；红城 500kV 变电站厂界及电磁环境敏感目标电磁环境现状监测结果见表 4.3-8；500kV 线路新建工程监测结果见表 4.3-9 至 4.3-13；

表 4.3-7 背靠背换流站电磁环境现状监测结果一览表

序号	名 称	合成电场(V/m)		工频电场强度(V/m)	工频磁感应强度(μT)
		E <sub>80</sub>	E <sub>95</sub>		
1	换流站东侧#3	-0.11	-0.14	0.09	0.011
2	换流站南侧#2	-0.13	-0.15	0.34	0.009
3	换流站西侧#4	-0.12	-0.14	0.21	0.010
4	换流站北侧#1	-0.12	-0.15	0.15	0.032

表 4.3-8 红城 500kV 变电站工频电场、工频磁场现状监测结果

序号	检测点位		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	备注
一、红城 500kV 变电站					
1	厂界东南侧#1		163.70	0.219	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
2	厂界东南侧#2		44.86	0.454	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
3	厂界东南侧#3		33.33	0.452	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
4	厂界东南侧#4（间隔扩建围墙处）		28.77	0.512	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
5	厂界西南侧#5		108.88	0.283	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
6	厂界西北侧#6（间隔扩建围墙处）		200.27	0.205	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
7	厂界西北侧#7		223.20	0.545	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
8	厂界西北侧#8		91.62	0.164	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
9	厂界西北侧#9		23.35	0.128	/
10	厂界西北侧#10		17.57	0.067	/
11	厂界西北侧#11		28.35	0.243	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
12	厂界东北侧#12		45.70	2.587	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
13	厂界东北侧#13		14.86	0.199	受地形限制，测点距离厂界 1.5m
二、红城 500kV 变电站电磁环境敏感目标					
1	贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村联合组（#14）	余**家	2.82	0.049	/

表 4.3-9 重庆境内 500kV 线路新建工程工频电场、工频磁场现状监测结果

序号	测点名称		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	备注
<b>隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路</b>					
1	重庆市綦江区狮铃村桑树沟组	金**	365.94	0.665	南侧 25m 为 500 千伏隆泉二线, 线高 48m; 北侧 80m 为 500 千伏隆泉一线, 线高 60m
		黄**	49.24	0.446	南侧 43m 为 500 千伏隆泉二线, 线高 72m
2	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村崔家坝组	崔**	42.65	0.406	北侧 25m 为 500 千伏隆泉一线, 线高 69m
		崔**	27.45	0.208	北侧 57m 为 500 千伏隆泉一线, 线高 64m; 南侧 40m 为 500 千伏隆泉二线, 线高 65m
3	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村新湾组	杨**	1.46	0.012	/
4	重庆市綦江区三角镇佛子寺村松林坪组	罗**	1.43	0.079	/
<b>渝黔换~红城 500kV 线路(重庆段)</b>					

序号	测点名称		工频电 场强度 (V/m)	工频磁感应强度 ( $\mu$ T)	备注
1	重庆市綦江区三角镇 佛子寺村王家湾组	蒋**	1.10	0.011	/
2	重庆市綦江区三角镇 桐垭村茶元组	刘**	0.63	0.006	/
		何**	0.47	0.006	/
3	重庆市綦江区三角镇 桐垭村柏果坪组	封**	0.44	0.013	/
4	重庆市綦江区三角镇 桐垭村大河嘴组	王**	1.67	0.084	/
		周** (棚子)	1.47	0.022	/
		周** (门前)	3.26	0.023	/
		刘**	2.05	0.014	
5	重庆市綦江区三角镇 红岩村母家岩组	代*	0.23	0.004	/
		吴**	0.73	0.007	/
		张*	0.34	0.005	/
		涂**	2.25	0.015	/
6	重庆市綦江区三角镇 望石村岩丰坪组	李*	2.49	0.016	/
7	重庆市綦江区三角镇 红岩村瓦屋组	吴**	0.42	0.013	/
8	重庆市綦江区三角镇 红岩村老贯屋组	李**	0.42	0.014	/
		吴**	0.40	0.014	/
9	重庆市綦江区三角镇 彭香村小湾组	王**	4.10	0.006	/
10	重庆市綦江区三角镇 乐升坪村刘家湾组	周**	0.22	0.014	
11	重庆市綦江区三角镇 乐升坪村双院子组	周**	4.86	0.005	/
12	重庆市綦江区三角镇 乐升坪村中田坝组	涂**	2.15	0.004	/
		夏**	3.04	0.021	/
		周**	1.02	0.011	/
13	重庆市綦江区三角镇 龙门村团山堡组	周**	0.42	0.005	/
14	重庆市綦江区三角镇 龙门村杨家湾组	刘**	0.90	0.005	/
		刘**	0.41	0.013	/
15	重庆市綦江区三角镇 龙门村舌大榜组	张**	1.22	0.014	/
16	重庆市綦江区通惠街 道三桥村 9 组	周**	2.82	0.022	/
		张**	0.50	0.009	/
17	重庆市綦江区通惠街 道三桥村 10 组	周**	0.42	0.014	/
18	重庆市綦江区通惠街 道三桥村 12 组	无名	2.07	0.016	/
19	重庆市綦江区石角镇 千秋村 2 组	李**	0.47	0.014	/
20	重庆市綦江区石角镇 新农村 5 组	冯**	2.18	0.014	/

序号	测点名称		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 ( $\mu$ T)	备注
21	重庆市綦江区三江街道寨门村 4 组	赵**	0.25	0.014	/
22	重庆市綦江区三江街道寨门村 3 组	周**	0.35	0.014	/
		黄**	0.41	0.014	/
		翁**	0.77	0.018	/
23	重庆市綦江区三江街道寨门村 7 组	周**	0.41	0.014	/
		曾**	0.42	0.014	/
		江**	0.77	0.009	/
24	重庆市綦江区石角镇寨溪村 3 组	王**	0.34	0.013	/
		刘**	2.61	0.014	/
		蒋*	0.39	0.014	/
25	重庆市綦江区三江街道大山村 5 组	廖**	0.72	0.062	/
		廖**	0.42	0.014	/
26	重庆市綦江区三江街道大山村 7 组	吴**	2.23	0.021	
27	重庆市綦江区三江街道大山村 8 组	邓**	0.41	0.014	
28	重庆市綦江区三江街道大山村 1 组	朱**	0.34	0.014	/
29	重庆市綦江区石角镇福禄村 1 组	杨**	0.86	0.008	/
30	重庆市綦江区石角镇福禄村 2 组	陈** (1 楼)	3.06	0.010	/
		陈** (2 楼)	0.64	0.005	/
		陈** (3 楼)	0.10	0.004	/
		李**	0.13	0.011	/
31	重庆市綦江区石角镇福禄村 3 组	黄**	0.13	0.007	/
32	重庆市綦江区扶欢镇插旗村 5 组	无名	4.79	0.044	
33	重庆市綦江区篆塘镇盖石社区 3 组	黄*	4.60	0.041	/
		盖石王爷庙	0.42	0.014	/
34	重庆市綦江区篆塘镇渡沙村 1 组	李**	2.23	0.021	/
		罗**	0.42	0.014	/
35	重庆市綦江区篆塘镇渡沙村 2 组	刘**	0.43	0.014	/
36	重庆市綦江区篆塘镇渡沙村 3 组	向**	7.61	0.049	/
		无名	1.14	0.014	/
37	重庆市綦江区篆塘镇渡沙村 6 组	黄**	0.10	0.008	/
38	重庆市綦江区篆塘镇白坪村 3 组	梁**	0.41	0.014	/
		向*	3.47	0.014	/
		向*	0.42	0.014	/



序号	测点名称		工频电 场强度 (V/m)	工频磁感应强度 ( $\mu$ T)	备注
39	重庆市綦江区篆塘镇 文胜村 3 组	邓**	3.43	0.014	/
		李**	1.13	0.014	/
40	重庆市綦江区篆塘镇 葡萄村 1 组	杨**	2.59	0.014	/
		雍**	4.03	0.014	/
41	重庆市綦江区篆塘镇 遥河村 12 组	邹**	2.91	0.009	/
42	重庆市綦江区东溪镇 遥河村 10 组	刘**	0.44	0.014	/
43	重庆市綦江区东溪镇 遥河村	石料场 搅拌站	4.31	0.036	/
44	重庆市綦江区东溪镇 杨柳村 7 组	杨**	2.11	0.028	/
		欧**	0.42	0.014	/
45	重庆市綦江区东溪镇 杨柳村 6 组	程**	1.72	0.035	/
46	重庆市綦江区东溪镇 大安村 17 组	文**	1.48	0.010	/
47	重庆市綦江区东溪镇 大安村 19 组	无名	0.40	0.093	/
		陆**	1.45	0.045	/
48	重庆市綦江区东溪镇 竹园村 7 组	金**	12.87	0.107	/
		杨**	2.55	0.044	/
49	重庆市綦江区东溪镇 长堰村 1 组	胡*	0.89	0.021	/
50	重庆市綦江区东溪镇 长堰村 2 组	罗**	0.44	0.041	/
51	重庆市綦江区东溪镇 长堰村 4 组	郑**	1.58	0.027	/
		李**	0.39	0.013	/
52	重庆市綦江区东溪镇 长堰村 3 组	何**	3.18	0.035	/
		毛**	5.20	0.075	/
53	重庆市綦江区东溪镇 长堰村 6 组	郑**	1.39	0.015	/
54	重庆市綦江区东溪镇 白云寺村 5 组	廖**	2.62	0.042	/
		黄**	11.61	0.018	/
55	重庆市綦江区东溪镇 白云寺村 4 组	嫣**	0.60	0.015	/
56	重庆市綦江区东溪镇 白云寺村 2 组	嫣**	0.41	0.015	/
		邓**	0.43	0.015	/
57	重庆市綦江区东溪镇 巩固村 1 组	无名	2.42	0.014	/
		无名	0.45	0.015	/
58	重庆市綦江区东溪镇 巩固村 4 组	李**	1.86	0.014	/
		杨**	0.36	0.014	/
59	重庆市綦江区东溪镇 上榜村 2 组	岳**	1.50	0.007	/
		罗**	4.56	0.014	/
60	重庆市綦江区东溪镇 上榜村 3 组	张**	0.08	0.005	/
		帅**	2.41	0.011	/
61	重庆市綦江区丁山镇 保元村 2 组	赵**	0.73	0.005	/

序号	测点名称		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 ( $\mu$ T)	备注
62	重庆市綦江区丁山镇保元村 3 组	杨**	0.54	0.006	/
63	重庆市綦江区丁山镇保元村 7 组	翁**	4.22	0.035	/
		徐**	0.77	0.019	/
		徐*	2.30	0.014	/
64	重庆市綦江区丁山镇石佛村 6 组	皮**	0.28	0.035	/
		无名	0.58	0.021	/

表 4.3-10 220kV 改迁线路周围敏感目标电磁环境监测结果

序号	测点名称		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 ( $\mu$ T)
1	重庆市綦江区隆盛镇长春村瓦房子组	袁** (1 楼)	3.63	0.090
		袁** (2 楼)	3.40	0.091
		袁**	5.20	0.016
2	重庆市綦江区隆盛镇长春村桥上组	张**	2.63	0.090
3	重庆市綦江区隆盛镇石梁村拱桥组	但**	0.70	0.096
		杨**	0.44	0.013
4	重庆市綦江区三角镇佛子寺村王家湾组	李**	1.97	0.089
5	重庆市綦江区三角镇佛子寺村梨子树组	袁**	2.59	0.090

表 4.3-11 重庆境内线路交叉及典型线位电磁环境现状监测结果

序号	监测点位名称	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 ( $\mu$ T)	备注
1	500kV $\pi$ 接隆盛一二回线路跨越蟠龙抽蓄-隆盛 500 千伏线路 2	177.80	0.068	隆蟠线 107#~108# 杆塔, 线高 47m
2	500kV $\pi$ 接隆盛一二回线路跨越蟠龙抽蓄-隆盛 500 千伏线路 1	195.12	0.054	隆蟠线 107#~108# 杆塔, 线高 47m
3	500kV $\pi$ 接海棠圣泉线路跨越蟠龙抽蓄-隆盛 500 千伏线路 1	164.98	0.059	隆蟠线 109#~110# 杆塔, 线高 45m
4	500kV $\pi$ 接海棠圣泉线路跨越蟠龙抽蓄-隆盛 500 千伏线路 2	53.14	0.036	隆蟠线 109#~110# 杆塔, 线高 45m
5	三江街道典型线位	0.06	0.005	
6	石角镇典型线位	0.05	0.005	
7	扶欢镇典型线位	0.05	0.005	

表 4.3-12 重庆境内 500kV 二郎电厂-隆盛一二线断面电磁环境现状监测结果

序号	监测点位名称	工频电场强度(V/m)	工频磁感应强度(μT)
1	中心线地面投影点	223.78	0.125
2	距中心线地面投影点 5m	272.52	0.253
3	距中心线地面投影点 9m	276.64	0.228
4	距中心线地面投影点 10m (边导线下)	305.22	0.266
5	距中心线地面投影点 11m	294.94	0.206
6	距中心线地面投影点 15m	252.00	0.165
7	距中心线地面投影点 19m	329.84	0.125
8	距中心线地面投影点 20m	394.88	0.116
9	距中心线地面投影点 21m	373.20	0.111
10	距中心线地面投影点 25m	284.02	0.064
11	距中心线地面投影点 30m	215.00	0.053
12	距中心线地面投影点 35m	176.50	0.046
13	距中心线地面投影点 40m	142.08	0.039
14	距中心线地面投影点 45m	104.74	0.031
15	距中心线地面投影点 50m	68.17	0.024
16	距中心线地面投影点 55m	53.11	0.021
17	距中心线地面投影点 60m (距边导线 50m)	46.00	0.019

表 4.3-13 贵州境内 500kV 线路新建工程工频电场、工频磁场现状监测结果

序号	测点名称	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	
(1) 电磁环境敏感目标				
1	贵州省遵义市习水县寨坝镇条台村兴隆台组	刘**家	8.69	0.201
		徐**家	2.66	0.213
		周**家	3.69	0.215
2	贵州省遵义市习水县寨坝镇合心村岩上组	李**家	1.64	0.212
3	贵州省遵义市习水县寨坝镇合心村彭家嘴组	龚**家	1.43	0.204
		龚**家	1.16	0.197
4	贵州省遵义市习水县寨坝镇合心村两河口组	余**家	2.79	0.208
5	贵州省遵义市习水县寨坝镇习源村群力组	黎**家	3.72	0.302

序号	测点名称		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
		敖**家	39.83	0.315
6	贵州省遵义市习水县坝镇习源村习源组	习源农旅庄园	7.67	0.293
7	贵州省遵义市习水县寨坝镇习源村田坝组	卢**家	2.15	0.199
		张**家	2.60	0.294
8	贵州省遵义市习水县寨坝镇习源村新建组	冯**家	2.43	0.304
		杨**家	2.49	0.317
9	贵州省遵义市习水县寨坝镇永盛村双凤组	刘**家	3.28	0.178
10	贵州省遵义市习水县寨坝镇永盛村新联组	吴**家	20.08	0.193
11	贵州省遵义市习水县寨坝镇永盛村新华组	陈**家	5.42	0.192
		陈**家	1.12	0.211
12	贵州省遵义市习水县大坡镇小罗村双凤组	宋**家	2.96	0.196
13	贵州省遵义市习水县大坡镇小罗村胜利组	侯**家	2.55	0.306
		侯**家	2.52	0.319
14	贵州省遵义市习水县大坡镇小罗村石坪组	土地庙	10.91	0.005
		王**家	0.14	0.006
		王**家	2.23	0.003
15	贵州省遵义市习水县大坡镇大坡村杨柳组	杨**家	0.08	0.007
16	贵州省遵义市习水县大坡镇裕民村和平组	胡**家	2.65	0.014
17	贵州省遵义市习水县大坡镇大坡村岩上组	何**家	2.53	0.324
		胡**家	0.24	0.005
		何**鱼塘看护房	0.06	0.006
18	贵州省遵义市习水县大坡镇裕民村天量组	何**家	25.38	0.005
19	贵州省遵义市习水县大坡镇裕民村天生组	穆**家	4.33	0.006
		穆**家	9.30	0.007
20	贵州省遵义市习水县大坡镇龙灯村鱼科组	袁**家	1.77	0.009
		何**家	5.03	0.007
21	贵州省遵义市习水县大坡镇龙灯村观音沟组	穆**家	0.46	0.019
22	贵州省遵义市习水县大坡镇龙灯村关沟组	罗**家	1.97	0.007
23	贵州省遵义市习水县大坡镇罗家坝村罗家组	罗**家	4.87	0.007
		刘**家	0.28	0.005
24	贵州省遵义市习水县大坡镇罗家坝村中心组	罗**家	26.15	0.312
		周**家	0.05	0.004
25	贵州省遵义市习水县大坡镇建筑村海鱼组	曾**家	0.21	0.008
26	贵州省遵义市习水县大坡镇建筑村石笋组	陈**家	0.76	0.004
		任**家	6.32	0.006
27	贵州省遵义市习水县良村镇良村村坝头组	任**家	6.26	0.016
		周**家	7.51	0.015
28	贵州省遵义市习水县良村镇良村村铁厂湾组	1 号	1.19	0.007
		袁**家	9.93	0.005
29	贵州省遵义市习水县良村镇良村村光明组	冯**家	3.21	0.005
		涂**家	3.19	0.012

序号	测点名称		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
30	贵州省遵义市习水县良村镇良村村梅台组	曾**家	2.64	0.288
		煤矿井污水处理厂	0.75	0.017
31	贵州省遵义市习水县良村镇大安村大塘组	陈**家	3.40	0.048
32	贵州省遵义市习水县良村镇大安村越进组	丁**家	0.30	0.363
33	贵州省遵义市习水县良村镇大安村石坎组	任**家	0.30	0.073
34	贵州省遵义市习水县良村镇大安村水坝组	舌**家	0.42	0.099
		陈**家	0.26	0.006
35	贵州省遵义市习水县桑木镇大山村高千组	陈**家	2.34	0.296
36	贵州省遵义市习水县桑木镇大山村新建组	马**家	7.10	0.008
		熊**家	0.70	0.068
		罗**家	3.43	0.074
		罗**家	3.15	0.086
37	贵州省遵义市习水县桑木镇共和村柏果组	钟**家	0.38	0.014
		余**家	10.99	0.300
38	贵州省遵义市习水县桑木镇共和村柏木组	穆**家	0.21	0.006
		穆**家	2.48	0.316
39	贵州省遵义市习水县桑木镇共和村子曹组	穆**家	6.88	0.338
40	贵州省遵义市习水县桑木镇共和村茶窝组	金钟寺	2.75	0.312
41	贵州省遵义市习水县桑木镇桐桅村均田组	陈**家	1.53	0.008
		陈**家	1.20	0.004
42	贵州省遵义市习水县桑木镇桐桅村中心组	叶**家	1.36	0.006
43	贵州省遵义市习水县桑木镇桐桅村坪子组	赵**家	2.61	0.320
44	贵州省遵义市习水县桑木镇桐桅村顺丰组	杨**家	0.22	0.009
		刘**家	0.54	0.002
45	贵州省遵义市习水县二郎镇庆丰村新民组	赵**家	0.20	0.006
46	贵州省遵义市习水县二郎镇庆丰村上湾组	周**家	1.26	0.010
		周**家	1.68	0.007
47	贵州省遵义市习水县二郎镇庆丰村农兴组	李**家	2.38	0.308
48	贵州省遵义市习水县二郎镇庆丰村小山组	赵**家	3.43	0.313
		赵**家	2.76	0.301
49	贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村石见坡组	赵**家	2.46	0.299
50	贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村联合组	余**家	1.98	0.029
(2) 线路典型线位				
1	典型线位 1	拟建线路正下方	0.02	0.005
2	典型线位 2	拟建线路正下方	4.54	0.333

#### 4.3.8 电磁环境现状评价及结论

##### (1) 背靠背换流站新建工程

换流站站址四周及中心的地面合成电场强度  $E_{80}$  监测结果为  $-0.11\text{kV/m} \sim -0.13\text{kV/m}$ ， $E_{95}$  监测结果为  $-0.14\text{kV/m} \sim -0.15\text{kV/m}$ ，合成场强分别小于  $15\text{kV/m}$

( $E_{80}$ )、25kV/m ( $E_{95}$ ) 的标准限值；站址四周及中心的工频电场强度监测结果为 0.09V/m~0.40V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.009 $\mu$ T~0.032 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

## (2) 红城 500kV 变电站扩建工程

红城 500kV 变电站厂界的工频电场强度监测结果为 14.86V/m~223.20V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.067 $\mu$ T~2.587 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

红城 500kV 变电站电磁环境敏感目标处的工频电场强度监测结果为 2.82V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.049 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

## (4) 500kV 线路新建工程

1) 隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程及换流站~红城 500kV 线路工程（重庆段）：

换流站~红城 500kV 线路工程（重庆段）沿线电磁环境敏感目标处工频电场强度监测结果为 0.08V/m~365.94V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.004 $\mu$ T~0.665 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

2) 与抽蓄~隆盛 500 千伏线路交叉跨越及典型线位处工频电场强度监测结果为 0.05V/m~195.12V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.005 $\mu$ T~0.068 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 10kV/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

3) 500kV 二郎电厂~隆盛一二线断面电磁环境现状监测结果为 46.00V/m~394.88V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.019 $\mu$ T~0.266 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 10kV/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

## 4) 220kV 迁改线路：

220kV 迁改线路电磁环境现状监测结果为 0.44V/m~5.20V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.013 $\mu$ T~0.096 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

## 5) 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）：

渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）沿线电磁环境敏感目标处工频电场强度监测结果为 0.05V/m~39.83V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.002 $\mu$ T~0.363 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。



线路典型线位处工频电场强度监测结果为  $0.02\text{V/m} \sim 4.54\text{V/m}$ ，工频磁感应强度监测结果为  $0.005\mu\text{T} \sim 0.333\mu\text{T}$ ，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于  $10\text{kV/m}$ 、 $100\mu\text{T}$  的标准限值。

## 4.4 声环境

### 4.4.1 噪声源调查与分析

本工程评价范围内的现有噪声源为红城  $500\text{kV}$  变电站站内已建主变等以及输电线路沿线的交通道路等产生的交通噪声。

### 4.4.2 监测因子

昼间、夜间等效声级， $\text{Leq}$ 。

### 4.4.3 布点原则

本工程声环境现状监测点位在现场踏勘调查沿线声环境保护目标、 $500\text{kV}$  及以上线路交叉跨越等的基础上确定，具体布点原则如下：

（1）背靠背换流站：本工程换流站为新建站，站址的布点方法为在站界四周布设监测点位，测点位于距离地面  $1.2\text{m}$  高度处。换流站声环境保护目标监测点距离墙壁或窗户  $1\text{m}$ 、距地面高度  $1.2\text{m}$ 。

（2）红城  $500\text{kV}$  变电站：红城  $500\text{kV}$  变电站为已建站，在厂界进行布点监测，厂界的监测点应包括距噪声敏感建筑物较近以及受被测声源影响大的位置，测点位于围墙外  $1\text{m}$ 、距离地面  $1.2\text{m}$  高度、距任一反射面距离不小于  $1\text{m}$  的位置，其中变电站东南侧部分、西南侧、西北侧、东北侧部分分布有声环境保护目标，厂界测点位于围墙外  $1\text{m}$ ，高于围墙  $0.5\text{m}$ 。变电站声环境保护目标监测点距离墙壁或窗户  $1\text{m}$ 、距地面高度  $1.2\text{m}$ 。对于楼层为三层及以上的房屋，对不同楼层分别进行监测，监测点位布置在窗户外  $1\text{m}$ 。

（3） $500\text{kV}$  线路新建工程：对线路沿线各声环境保护目标进行声环境现状监测，同一个自然村选取最近户进行监测。在满足监测条件的前提下，在环境敏感目标靠近输电线路一侧且距离建筑物  $1\text{m}$  处布点。若受环境敏感目标周边地形及植被影响环境敏感目标靠近输电线路一侧不具备监测条件，则在环境敏感目标具备监测条件且距离建筑物  $1\text{m}$  处布点。监测点位按照布点原则进行布点，监测点距离墙壁或窗户  $1\text{m}$ 、距地面高度  $1.2\text{m}$ 。对于楼层为三层及以上的房屋，对不同楼层分别进行监测，监测点位布置在窗户外  $1\text{m}$ 。对位于单回并行线路内侧的声环境保护目标，在声环境保护目

标靠近输电线路的两侧分别布设监测点位。另外在 500kV 及以上线路交叉口跨越处及线路正下方选择代表性典型线位进行监测。

#### 4.4.4 监测点位、监测时间、监测环境和工况

(1) 背靠背换流站：在拟建站址中心及厂界处共布设 4 个监测点；换流站声环境保护目标处共计布设 4 个监测点位，见图 4.4-1。

(2) 红城 500kV 变电站：在厂界四侧共布设 14 个监测点；红城 500kV 变电站声环境保护目标处共计布设 2 处 4 个监测点位（2 处声环境保护目标），见图 4.4-2。

(3) 500kV 线路新建工程：本工程 500kV 线路新建工程共布设 132 处声环境保护目标监测点；重庆境内线路共布设 84 处声环境监测点位，其中渝黔换流站~红城 500kV 线路工程（重庆境段）布设 69 处声环境监测点位（69 处声环境保护目标）、与其他线路交叉跨越和典型线位（不同地形地貌）位 9 处，断面监测 1 处，重庆 220kV 迁改线路工程布设 5 处声环境监测点位（5 处声环境保护目标）；渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）共布设 52 处 82 个声环境监测点位，其中 50 处 80 个声环境保护目标监测点（46 处声环境保护目标）、2 处 2 个线路典型线位监测点位。

本工程监测时间、监测环境与电磁环境监测时间、环境相同，详见前表 4.3-1。本工程监测期间，红城 500kV 变电站处于正常运行状态，运行工况详见前表 4.3-3。

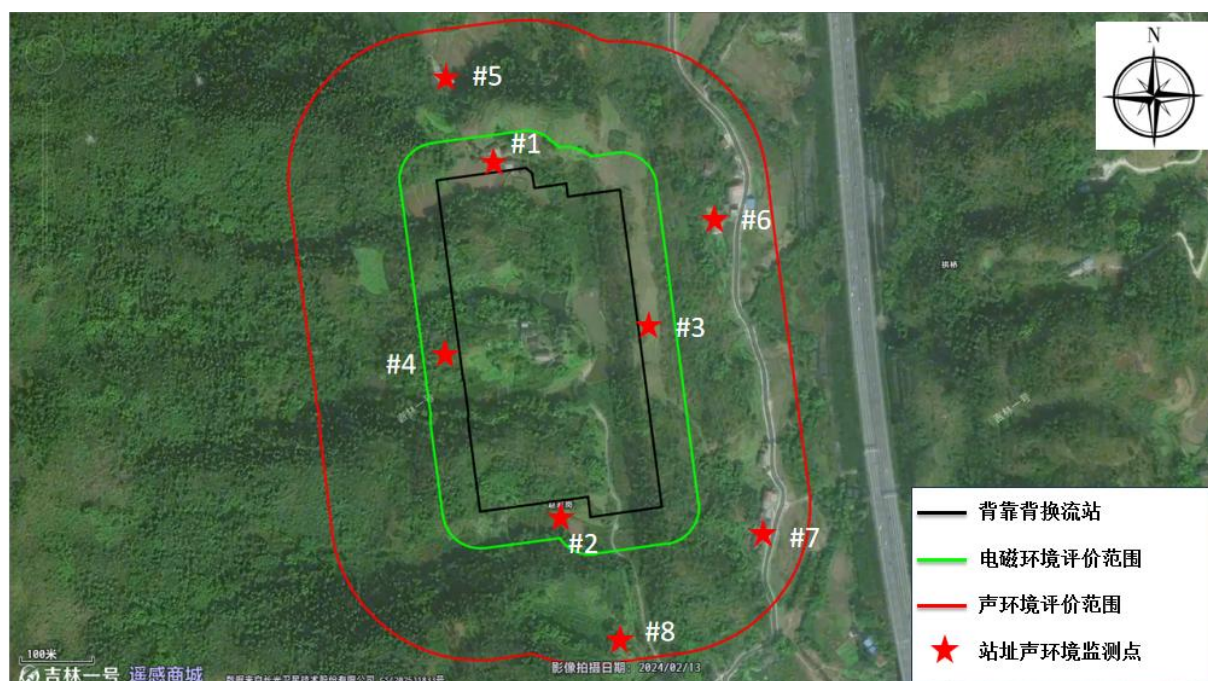
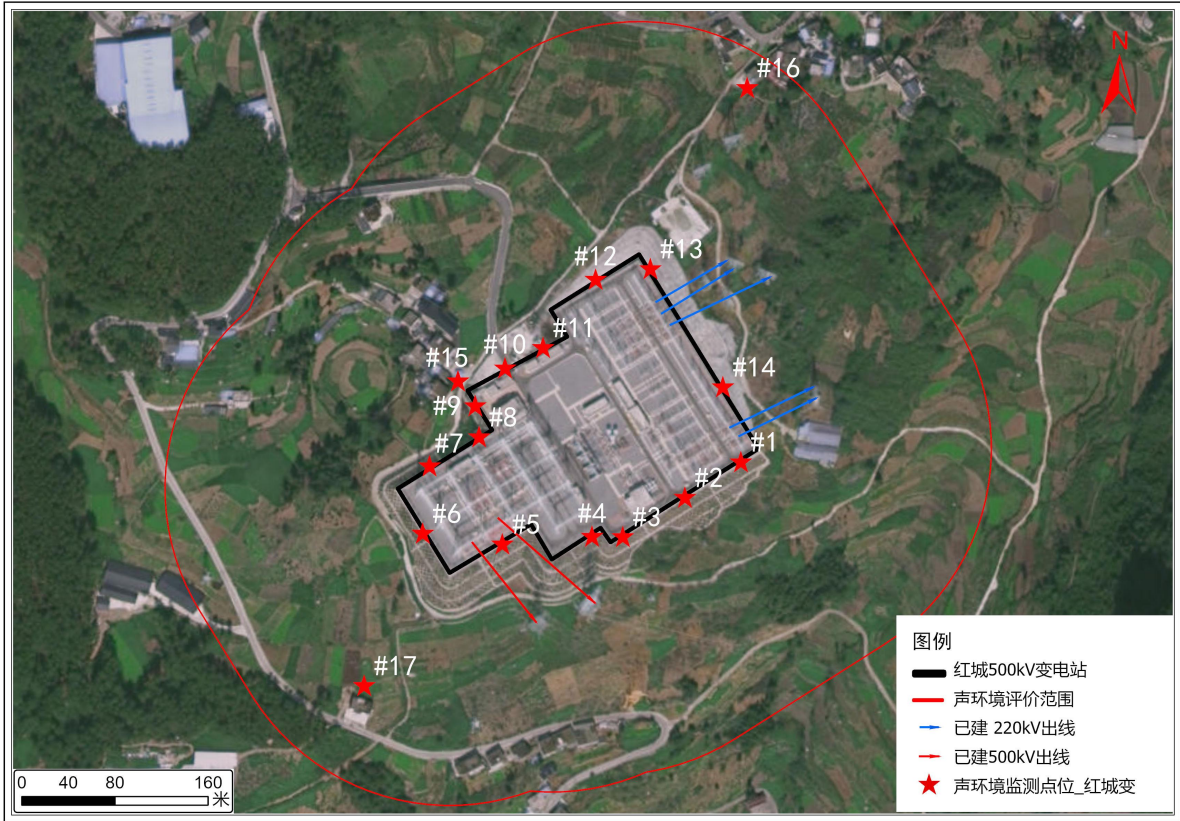


图 4.4-1 背靠背换流站声环境现状监测布点示意图



4.4.5 监测频次

每个监测点昼间、夜间各监测一次。

4.4.6 监测单位

武汉华凯环境检测有限公司、广西壮族自治区辐射环境监督管理站。

4.4.7 监测方法与监测仪器

(1) 监测方法

按《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）中的监测方法进行测量。其中 4a 类声环境保护目标处测量 20min 等效声级  $Leq$ ，并记录监测期间车流量信息。

检测人员在每天噪声监测前后均使用声校准器对多功能声级计进行校准，且本工程全部点位监测前后示值偏差最大值均不大于 0.5dB。声校准器满足 GB/T15173 对 1 级声校准器的要求。

(2) 监测及校准仪器

本工程噪声监测所用仪器见表 4.4-1 至表 4.4-2。

表 4.4-1 噪声监测仪器一览表（换流站和重庆段）

仪器名称型号及出厂编号	技术指标	检定证书编号	使用时间
仪器名称：多功能声级计 仪器型号：AWA6292 出厂编号：391453	测量范围： 20dB(A)~143dB(A)	检定单位：广西壮族自治区计量检测研究院 证书编号：电声字第 240400795 号 有效期：2024.08.27-2025.08.26	2025.6.18~2025.6.28
仪器名称：声校准器 仪器型号：AWA6021A 出厂编号：1023266	声压级： (94.0/114.0) dB(A)	检定单位：广西壮族自治区计量检测研究院 证书编号：电声字第 250400076 号 有效期：2025.01.14-2026.01.13	
仪器名称：多功能声级计 仪器型号：AWA6292 出厂编号：391451	测量范围： 20dB(A)~143dB(A)	检定单位：广西壮族自治区计量检测研究院 证书编号：电声字第 250401319 号 有效期：2025.06.03-2026.06.02	2025.7.25 2025.9.25~2025.9.28
仪器名称：声校准器 仪器型号：AWA6021A 出厂编号：1023269	声压级： (94.0/114.0) dB(A)	检定单位：广西壮族自治区计量检测研究院 证书编号：电声字第 250400075 号 有效期：2025.01.14-2026.01.13	

表 4.4-2 噪声监测仪器一览表（贵州境内）

仪器名称型号及出厂编号	技术指标	检定证书编号	使用时间
仪器名称：声级计 仪器型号：AWA6228+ 出厂编号：00319883	测量范围： 20dB(A)~142dB(A) 频率范围：10Hz-20kHz	检定单位：湖北省计量测试技术研究院 证书编号：2025SZ024900304 有效期：2025.4.9-2026.4.8	2025.5.11~2025.5.20 2025.5.23~2025.5.31 2025.6.7~2025.6.12
仪器名称：声校准器 仪器型号：AWA6021A 出厂编号：1011369	声压级： (94/114) dB 频率范围： 1000.0Hz±1Hz	检定单位：湖北省计量测试技术研究院 证书编号：2024SZ024900797 有效期：2024.8.2-2025.8.1	
仪器名称：声级计 仪器型号：AWA6228+ 出厂编号：00322805	测量范围： 20dB(A)~142dB(A) 频率范围：10Hz-20kHz	检定单位：湖北省计量测试技术研究院 证书编号：2024SZ024900798 有效期：2024.8.2-2025.8.1	2025.6.1~2025.6.4
仪器名称：声校准器 仪器型号：AWA6021A 出厂编号：1010815	声压级： (94/114) dB 频率范围： 1000.0Hz±1Hz	检定单位：湖北省计量测试技术研究院 证书编号：2025SZ024900146 有效期：2025.4.3-2026.4.2	



仪器名称：声级计 器型号： AWA6228+ 出厂编号： 00322805	测量范围： 20dB(A)~142dB(A) 频率范围：10Hz- 20kHz	检定单位：湖北省计量测试技术 研究院 证书编号：2025SZ024900837 有效期：2025.7.29-2026.7.28	2025.9.7~2025.9.14
仪器名称：声校准器 仪器型号： AWA6021A 出厂编号：1010815	声压级： (94/114) dB 频率范围： 1000.0Hz±1Hz	检定单位：湖北省计量测试技术 研究院 证书编号：2025SZ024900146 有效期：2025.4.3-2026.4.2	

4.4.8 监测结果

依据广西壮族自治区辐射环境监督管理站以及武汉华凯环境检测有限公司出具的检测报告，按照技术导则规范，本环评已对监测结果进行校对、审核。背靠背换流站站址的声环境现状监测结果见表 4.4-3；红城 500kV 变电站厂界及声环境保护目标现状监测结果见表 4.4-4；500kV 交流输电线路监测结果见表 4.4-5 至 4.4-7。

表 4.4-3 背靠背换流站声环境现状监测结果一览表单位：dB(A)

序号	监测点位名称		监测结果		执行标准		
			昼间	夜间	类别	昼间	夜间
(一) 换流站							
1	换流站北侧#1		41	40	2 类	60	50
2	换流站南侧#2		45	39	2 类	60	50
3	换流站东侧#3		42	39	2 类	60	50
4	换流站西侧#4		45	39	2 类	60	50
(二) 声环境保护目标							
1	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村新湾组杨**（站北侧）#5	杨**民房	38	37	2 类	60	50
2	重庆市綦江区隆盛镇石梁村拱桥组住户 1（站东南侧）#7	民房	43	43	2 类	60	50
3	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村崔家坝组住户 1（站东北侧）#6	民房	43	40	2 类	60	50
4	重庆市綦江区隆盛镇石梁村赵家岗组王**（站南侧）#8	民房	43	41	2 类	60	50

表 4.4-4 红城 500kV 变电站声环境现状监测结果一览表单位：dB(A)

序号	监测点位名称	监测结果		执行标准		
		昼间	夜间	类别	昼间	夜间
(一) 红城 500kV 变电站						
1	厂界东南侧#1	47	36	2 类	60	50

2	厂界东南侧#2		42	36	2类	60	50	
3	厂界东南侧#3		42	37	2类	60	50	
4	厂界东南侧#4（间隔扩建围墙处）		43	39	2类	60	50	
5	厂界东南侧#5		50	44	2类	60	50	
6	厂界西南侧#6		47	45	2类	60	50	
7	厂界西北侧#7（间隔扩建围墙处）		48	45	2类	60	50	
8	厂界西北侧#8		45	43	2类	60	50	
9	厂界西北侧#9		46	40	2类	60	50	
10	厂界西北侧#10		42	37	2类	60	50	
11	厂界西北侧#11		36	34	2类	60	50	
12	厂界西北侧#12		37	34	2类	60	50	
13	厂界东北侧#13		40	35	2类	60	50	
14	厂界东北侧#14		39	35	2类	60	50	
(二) 声环境保护目标								
1	贵州省遵义市习水县 莫洛村联合组 (#15)	余**家		42	40	2类	60	50
	贵州省遵义市习水县 莫洛村联合组 (#16)	周*家		43	37	2类	60	50
2	贵州省遵义市习水县 莫洛村田头组 (#17)	王**家	一层	40	38	2类	60	50
			三层	42	39	2类	60	50

表 4.4-5 重庆境内 500kV 线路新建工程声环境保护目标现状监测结果单位: dB(A)

序号	监测点位名称	监测结果		执行标准			
		昼间	夜间	类别	昼间	夜间	
隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换线路工程							
1	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村桑树沟组	金**	41	40	1 类	55	45
		黄**	44	41	1 类	55	45
2	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村崔家坝组	崔**	42	40	1 类	55	45
		崔**	43	39	1 类	55	45
3	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村新湾组	杨**	38	37	1 类	55	45
4	重庆市綦江区三角镇佛子寺村松林坪组	罗**	43	42	1 类	55	45
渝黔换～红城 500kV 线路工程（重庆段）							
1	重庆市綦江区三角镇佛子寺村王家湾组	蒋**	43	41	1 类	55	45
2	重庆市綦江区三角镇桐垭村茶元组	刘**	43	41	1 类	55	45
		何**	44	41	1 类	55	45



序号	监测点位名称		监测结果		执行标准		
			昼间	夜间	类别	昼间	夜间
3	重庆市綦江区三角镇桐垭村柏果坪组	封**	41	40	1 类	55	45
4	重庆市綦江区三角镇桐垭村大河嘴组	王**	64	51	4a 类	70	55
		周** (棚子)	42	42	1 类	55	45
		周** (门前)	56	54	4a 类	70	55
		刘**	58	46	4a 类	70	55
5	重庆市綦江区三角镇红岩村母家岩组	代*	54	52	4a 类	70	55
		吴**	65	50	4a 类	70	55
		张*	45	42	1 类	55	45
		涂**	40	42	1 类	55	45
6	重庆市綦江区三角镇望石村岩丰坪组	李*	56	54	4a 类	70	55
7	重庆市綦江区三角镇红岩村瓦屋组	吴**	43	42	1 类	55	45
8	重庆市綦江区三角镇红岩村老贯屋组	李**	40	39	1 类	55	45
		吴**	41	40	1 类	55	45
9	重庆市綦江区三角镇彭香村小湾组	王**	42	42	1 类	55	45
10	重庆市綦江区三角镇乐升坪村刘家湾组	周**	44	41	1 类	55	45
11	重庆市綦江区三角镇乐升坪村双院子组	周**	46	44	1 类	55	45
12	重庆市綦江区三角镇乐升坪村中田坝组	涂**	39	40	1 类	55	45
		夏**	43	40	1 类	55	45
		周**	41	40	1 类	55	45
13	重庆市綦江区三角镇龙门村团山堡组	周**	40	41	1 类	55	45
14	重庆市綦江区三角镇龙门村杨家湾组	刘**	41	40	1 类	55	45
		刘**	42	41	1 类	55	45
15	重庆市綦江区三角镇龙门村舌大榜组	张**	44	40	1 类	55	45
16	重庆市綦江区通惠街道三桥村 9 组	周**	47	41	1 类	55	45
		张**	38	40	1 类	55	45
17	重庆市綦江区通惠街道三桥村 10 组	周**	44	41	1 类	55	45

序号	监测点位名称		监测结果		执行标准		
			昼间	夜间	类别	昼间	夜间
18	重庆市綦江区通惠街道三桥村 12 组	无名	43	41	1 类	55	45
19	重庆市綦江区石角镇千秋村 2 组	李**	46	41	1 类	55	45
20	重庆市綦江区石角镇新农村 5 组	冯**	44	42	1 类	55	45
21	重庆市綦江区三江街道寨门村 4 组	赵**	43	42	1 类	55	45
22	重庆市綦江区三江街道寨门村 3 组	周**	42	41	1 类	55	45
		黄**	39	38	1 类	55	45
		翁**	45	42	1 类	55	45
23	重庆市綦江区三江街道寨门村 7 组	周**	42	40	1 类	55	45
		曾**	45	40	1 类	55	45
		江**	39	41	1 类	55	45
24	重庆市綦江区石角镇寨溪村 3 组	王**	44	41	1 类	55	45
		刘**	43	40	1 类	55	45
		蒋*	44	41	1 类	55	45
25	重庆市綦江区三江街道大山村 5 组	廖**	45	40	1 类	55	45
		廖**	40	40	1 类	55	45
26	重庆市綦江区三江街道大山村 7 组	吴**	44	41	1 类	55	45
27	重庆市綦江区三江街道大山村 8 组	邓**	45	41	1 类	55	45
28	重庆市綦江区三江街道大山村 1 组	朱**	44	40	1 类	55	45
29	重庆市綦江区石角镇福祿村 1 组	杨**	43	41	1 类	55	45
30	重庆市綦江区石角镇福祿村 2 组	陈** (1 楼)	45	41	1 类	55	45
		陈** (2 楼)	40	33	1 类	55	45
		陈** (3 楼)	40	30	1 类	55	45
		李**	42	41	1 类	55	45
31	重庆市綦江区石角镇福祿村 3 组	黄**	45	41	1 类	55	45
32	重庆市綦江区扶欢镇插旗村 5 组	无名	45	40	1 类	55	45
33	重庆市綦江区篆塘镇盖石	黄*	56	47	4a 类	70	55

序号	监测点位名称		监测结果		执行标准		
			昼间	夜间	类别	昼间	夜间
	社区 3 组	盖石王爷庙	54	45	4a 类	70	55
34	重庆市綦江区篆塘镇渡沙村 1 组	李**	45	41	1 类	55	45
		罗**	45	41	1 类	55	45
35	重庆市綦江区篆塘镇渡沙村 2 组	刘**	46	41	1 类	55	45
36	重庆市綦江区篆塘镇渡沙村 3 组	向**	44	41	1 类	55	45
		无名	42	41	1 类	55	45
37	重庆市綦江区篆塘镇渡沙村 6 组	黄**	40	39	1 类	55	45
38	重庆市綦江区篆塘镇白坪村 3 组	梁**	40	41	1 类	55	45
		向*	40	39	1 类	55	45
		向*	39	39	1 类	55	45
39	重庆市綦江区篆塘镇文胜村 3 组	邓**	40	40	1 类	55	45
		李**	41	41	1 类	55	45
40	重庆市綦江区篆塘镇葡萄村 1 组	杨**	41	40	1 类	55	45
		雍**	42	40	1 类	55	45
41	重庆市綦江区篆塘镇遥河村 12 组	邹**	38	40	1 类	55	45
42	重庆市綦江区东溪镇遥河村 10 组	刘**	41	39	1 类	55	45
43	重庆市綦江区东溪镇遥河村	石料场搅拌站	66	54	4a 类	70	55
44	重庆市綦江区东溪镇杨柳村 7 组	杨**	43	42	1 类	55	45
		欧**	41	39	1 类	55	45
45	重庆市綦江区东溪镇杨柳村 6 组	程**	67	49	4a 类	70	55
46	重庆市綦江区东溪镇大安村 17 组	文**	40	41	1 类	55	45
47	重庆市綦江区东溪镇大安村 19 组	无名	41	39	1 类	55	45
		陆**	46	43	1 类	55	45
48	重庆市綦江区东溪镇竹园村 7 组	金**	54	49	4a 类	70	55
		杨**	57	48	4a 类	70	55
49	重庆市綦江区东溪镇长堰村 1 组	胡*	45	39	1 类	55	45

序号	监测点位名称		监测结果		执行标准		
			昼间	夜间	类别	昼间	夜间
50	重庆市綦江区东溪镇长堰村 2 组	罗**	45	42	1 类	55	45
51	重庆市綦江区东溪镇长堰村 4 组	郑**	37	41	1 类	55	45
		李**	46	39	1 类	55	45
52	重庆市綦江区东溪镇长堰村 3 组	何**	45	40	1 类	55	45
		毛**	41	40	1 类	55	45
53	重庆市綦江区东溪镇长堰村 6 组	郑**	40	38	1 类	55	45
54	重庆市綦江区东溪镇白云寺村 5 组	廖**	44	39	1 类	55	45
		黄**	44	40	1 类	55	45
55	重庆市綦江区东溪镇白云寺村 4 组	嫣**	43	41	1 类	55	45
56	重庆市綦江区东溪镇白云寺村 2 组	嫣**	46	44	1 类	55	45
		邓**	41	40	1 类	55	45
57	重庆市綦江区东溪镇巩固村 1 组	无名	41	40	1 类	55	45
		无名	40	41	1 类	55	45
58	重庆市綦江区东溪镇巩固村 4 组	李**	42	40	1 类	55	45
		杨**	42	41	1 类	55	45
59	重庆市綦江区东溪镇上榜村 2 组	岳**	40	42	1 类	55	45
		罗**	44	42	1 类	55	45
60	重庆市綦江区东溪镇上榜村 3 组	张**	42	43	1 类	55	45
		帅**	41	43	1 类	55	45
61	重庆市綦江区丁山镇保元村 2 组	赵**	40	41	1 类	55	45
62	重庆市綦江区丁山镇保元村 3 组	杨**	37	41	1 类	55	45
63	重庆市綦江区丁山镇保元村 7 组	翁**	38	39	1 类	55	45
		徐**	40	40	1 类	55	45
		徐*	44	41	1 类	55	45
64	重庆市綦江区丁山镇石佛村 6 组	皮**	40	40	1 类	55	45
		无名	47	42	1 类	55	45

表 4.4-6 重庆境内线路交叉跨越及典型线位声环境现状监测结果单位: dB(A)

序号	监测点位名称	监测结果	
		昼间	夜间
1	500kVπ接隆盛一二回线路跨越蟠龙抽蓄-隆盛 500 千伏线路 2	40	38
2	500kVπ接隆盛一二回线路跨越蟠龙抽蓄-隆盛 500 千伏线路 1	42	40
3	500kVπ接海棠圣泉线路跨越蟠龙抽蓄-隆盛 500 千伏线路 1	40	42
4	500kVπ接海棠圣泉线路跨越蟠龙抽蓄-隆盛 500 千伏线路 2	40	42
5	三江街道典型线位	45	42
6	石角镇典型线位	39	42
7	扶欢镇典型线位	44	42
8	500kV 二郎电厂-隆盛一二线	44	42

表 4.4-7 220kV 交流迁改线路声环境保护目标现状监测结果单位: dB(A)

序号	监测点位名称		监测结果		执行标准		
			昼间	夜间	类别	昼间	夜间
1	重庆市綦江区隆盛镇长春村瓦房子组	袁** (1 楼)	54	45	1 类	55	45
		袁** (2 楼)	54	43	1 类	55	45
		袁**	43	40	1 类	55	45
2	重庆市綦江区隆盛镇长春村桥上组	张**	53	44	1 类	55	45
3	重庆市綦江区隆盛镇石梁村拱桥组	但**	50	44	1 类	55	45
		杨**	44	40	1 类	55	45
4	重庆市綦江区三角镇佛子寺村王家湾组	李**	47	43	1 类	55	45
5	重庆市綦江区三角镇佛子寺村梨子树组	袁**	53	43	1 类	55	45

表 4.4-8 贵州境内 500kV 线路新建工程声环境现状监测结果一览表单位: dB(A)

序号	测点名称		监测结果		执行标准				
			昼间	夜间	类别	昼间	夜间		
(1) 声环境保护目标									
1	贵州省遵义市习水县寨坝镇条台村兴隆台组		刘**家	39	37	1 类	55	45	
			徐**家	43	40	1 类	55	45	
			周**家	一层	43	39	1 类	55	45
				三层	44	39	1 类	55	45
2	贵州省遵义市习水县寨坝镇合心村岩上组		李**家	44	40	1 类	55	45	

序号	测点名称		监测结果		执行标准			
			昼间	夜间	类别	昼间	夜间	
3	贵州省遵义市习水县寨坝镇合心村彭家嘴组	龚**家	43	39	1类	55	45	
		龚**家	40	37	1类	55	45	
4	贵州省遵义市习水县寨坝镇合心村两河口组	余**家	39	36	1类	55	45	
5	贵州省遵义市习水县寨坝镇习源村群力组	黎**家	一层	41	37	1类	55	45
			三层	41	37	1类	55	45
		敖**家	一层	38	36	1类	55	45
			三层	38	36	1类	55	45
6	贵州省遵义市习水县坝镇习源村习源组	习源农旅庄园	一层	38	36	1类	55	45
		三层	38	36	1类	55	45	
7	贵州省遵义市习水县寨坝镇习源村田坝组	卢**家		45	40	1类	55	45
		张**家	一层	39	37	1类	55	45
			三层	39	37	1类	55	45
8	贵州省遵义市习水县寨坝镇习源村新建组	冯**家	一层	40	37	1类	55	45
			三层	40	37	1类	55	45
		杨**家		39	36	1类	55	45
9	贵州省遵义市习水县寨坝镇永盛村双凤组	刘**家	47	41	1类	55	45	
10	贵州省遵义市习水县寨坝镇永盛村新联组	吴**家	44	40	1类	55	45	
11	贵州省遵义市习水县寨坝镇永盛村新华组	陈**家	一层	40	37	1类	55	45
			三层	40	38	1类	55	45
		陈**家		40	38	1类	55	45
12	贵州省遵义市习水县大坡镇小罗村双凤组	宋**家	40	38	1类	55	45	
13	贵州省遵义市习水县大坡镇小罗村胜利组	侯**家		43	39	1类	55	45
		侯**家	一层	44	39	1类	55	45
			三层	44	39	1类	55	45
14	贵州省遵义市习水县大坡镇小罗村石坪组	土地庙		39	37	1类	55	45
		王**家	一层	40	38	1类	55	45
			三层	40	38	1类	55	45
		王**家		38	36	1类	55	45
15	贵州省遵义市习水县大坡镇大坡村杨柳组	杨**家	38	36	1类	55	45	
16	贵州省遵义市习水县大坡镇裕民村和平组	胡**家	一层	40	38	1类	55	45
			三层	40	38	1类	55	45
17	贵州省遵义市习水县大坡镇大坡村岩上组	何**家		39	37	1类	55	45
		胡**家		39	37	1类	55	45
		何**鱼塘看护房		42	38	1类	55	45
18	贵州省遵义市习水县大坡镇裕民村天量组	何**家	44	39	1类	55	45	
19	贵州省遵义市习水县大坡镇裕民	穆**家	40	38	1类	55	45	



序号	测点名称		监测结果		执行标准		
			昼间	夜间	类别	昼间	夜间
	村天生组	穆**家	39	37	1 类	55	45
20	贵州省遵义市习水县大坡镇龙灯村鱼科组	袁**家 一层	63	49	4a 类	70	55
		三层	65	50	4a 类	70	55
		何**家	63	50	4a 类	70	55
21	贵州省遵义市习水县大坡镇龙灯村观音沟组	穆**家 一层	40	38	1 类	55	45
		三层	40	38	1 类	55	45
22	贵州省遵义市习水县大坡镇龙灯村关沟组	罗**家	38	36	1 类	55	45
23	贵州省遵义市习水县大坡镇罗家坝村罗家组	罗**家	41	37	1 类	55	45
		刘**家	43	38	1 类	55	45
24	贵州省遵义市习水县大坡镇罗家坝村中心组	罗**家	42	39	1 类	55	45
		周**家	40	38	1 类	55	45
25	贵州省遵义市习水县大坡镇建筑村海鱼组	曾**家	39	37	1 类	55	45
26	贵州省遵义市习水县大坡镇建筑村石笋组	陈**家	39	37	1 类	55	45
		任**家	45	40	1 类	55	45
27	贵州省遵义市习水县良村镇良村村坝头组	任**家 一层	67	51	4a 类	70	55
		三层	68	52	4a 类	70	55
		周**家 一层	68	53	4a 类	70	55
		三层	67	53	4a 类	70	55
28	贵州省遵义市习水县良村镇良村村铁厂湾组	1 号 一层	44	40	1 类	55	45
		三层	44	40	1 类	55	45
		袁**家	40	38	1 类	55	45
29	贵州省遵义市习水县良村镇良村村光明组	冯**家 一层	39	37	1 类	55	45
		三层	39	37	1 类	55	45
		涂**家	43	39	1 类	55	45
30	贵州省遵义市习水县良村镇良村村梅台组	曾**家	38	36	1 类	55	45
31	贵州省遵义市习水县良村镇大安村大塘组	陈**家 一层	42	39	1 类	55	45
		三层	41	40	1 类	55	45
32	贵州省遵义市习水县良村镇大安村越进组	丁**家	40	38	1 类	55	45
33	贵州省遵义市习水县良村镇大安村石坎组	任**家	40	38	1 类	55	45
34	贵州省遵义市习水县良村镇大安村水坝组	舌**家	39	37	1 类	55	45
		陈**家	46	42	1 类	55	45
35	贵州省遵义市习水县桑木镇大山村高千组	陈**家	41	38	1 类	55	45
36	贵州省遵义市习水县桑木镇大山村新建组	马**家	39	36	1 类	55	45
		熊**家 一层	39	36	1 类	55	45
		三层	39	36	1 类	55	45
		罗**家	39	36	1 类	55	45
		罗**家	39	36	1 类	55	45

序号	测点名称		监测结果		执行标准			
			昼间	夜间	类别	昼间	夜间	
37	贵州省遵义市习水县桑木镇共和村柏果组	钟**家		40	38	1 类	55	45
		余**家		43	41	1 类	55	45
38	贵州省遵义市习水县桑木镇共和村柏木组	穆**家	一层	41	40	1 类	55	45
			三层	41	39	1 类	55	45
		穆**家	一层	40	38	1 类	55	45
			三层	40	38	1 类	55	45
39	贵州省遵义市习水县桑木镇共和村子曹组	穆**家		40	38	1 类	55	45
40	贵州省遵义市习水县桑木镇共和村茶窝组	金钟寺		39	37	1 类	55	45
41	贵州省遵义市习水县桑木镇桐桅村均田组	陈**家	一层	40	37	1 类	55	45
			三层	39	37	1 类	55	45
		陈**家		39	36	1 类	55	45
42	贵州省遵义市习水县桑木镇桐桅村中心组	叶**家		40	37	1 类	55	45
43	贵州省遵义市习水县桑木镇桐桅村坪子组	赵**家		39	36	1 类	55	45
44	贵州省遵义市习水县桑木镇桐桅村顺丰组	杨**家		41	38	1 类	55	45
		刘**家		40	37	1 类	55	45
45	贵州省遵义市习水县二郎镇庆丰村新民组	赵**家		41	38	1 类	55	45
46	贵州省遵义市习水县二郎镇庆丰村上湾组	周**家		41	37	1 类	55	45
		周**家		40	38	1 类	55	45
47	贵州省遵义市习水县二郎镇庆丰村农兴组	李**家		46	42	1 类	55	45
48	贵州省遵义市习水县二郎镇庆丰村小山组	赵**家		44	40	1 类	55	45
		赵**家		40	38	1 类	55	45
49	贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村石见坡组	赵**家		41	37	1 类	55	45
50	贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村联合组	余**家		41	40	2 类	60	50
(2) 线路典型线位								
1	典型线位 1	拟建线路正下方		39	36	1 类	55	45
2	典型线位 2	拟建线路正下方		43	40	1 类	55	45

#### 4.4.9 声环境质量现状评价及结论

##### (1) 背靠背换流站新建工程

换流站站址周围的噪声昼间监测值为 41dB(A)~45dB(A)，夜间监测值为 39dB(A)~40dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。换流

站声环境保护目标处噪声昼间监测值为 38dB(A)~43dB(A)，夜间监测值为 37dB(A)~43dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。

### （2）红城 500kV 变电站扩建工程

红城 500kV 变电站厂界噪声排放昼间监测值为 36dB(A)~50dB(A)，夜间监测值为 34dB(A)~45dB(A)，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。红城 500kV 变电站声环境保护目标处声环境昼间监测值为 40dB(A)~43dB(A)，夜间监测值为 37dB(A)~40dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。

### （3）500kV 线路新建工程

隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程及换流站~红城 500kV 线路工程（重庆段）：

线路沿线位于 1 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值范围为 37~47dB(A)，夜间监测值范围为 30~44dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求；位于 4a 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值为 54~67dB(A)，夜间监测值为 45~54dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准限值要求。

与抽蓄-隆盛 500 千伏线路交叉跨越及典型线位处噪声昼间监测值范围为 39~45dB(A)，夜间监测值范围为 38~42dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求。

#### 220kV 交流迁改线路：

位于 1 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值范围为 43~54dB(A)，夜间监测值范围为 40~45dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求。

#### 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）：

渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）线路沿线位于 1 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值范围为 38~47dB(A)，夜间监测值范围为 36~42dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求；位于 2 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值范围为 41dB(A)，夜间监测值范围为 40dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求；位于 4a 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值为 63~68dB(A)，夜间监测值为 49~53dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准限值要求。线路典型线位处噪声昼间监测值范围为

39~43dB(A)，夜间监测值范围为 36~40dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求。

4.5 生态环境

详见报告书第 7 章《生态影响评价》专章。

4.6 地表水环境

（1）换流站

本工程换流站站址周围无大中型地表水体，站址不受附近百年一遇洪水位影响，且不涉及饮用水水源保护区。

站外电源线路穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地保护区。根据《綦江区永城镇黄沙水库庆江片区供水工程项目水源地保护区划分技术报告》和重庆市生态环境局关于公布实施黔江区等区县（自治县）集中式饮用水水源地保护区的函（渝环函〔2021〕566 号）执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。

（2）500kV 变电站

红城 500kV 变电站周围无大中型地表水体。

（3）输电线路

根据《重庆市綦江县水功能区划》（2011 年版）以及《重庆市綦江区生态环境局关于渝黔背靠背联网工程环境影响评价采用标准有关事项的复函》（綦环函〔2025〕82 号），隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程一档跨越永丰河，渝黔换流站～红城变 500kV 线路（重庆段）一档跨越綦江和蒲河，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。根据《贵州省水环境功能区划》（黔府函〔2015〕30 号）和《遵义市生态环境局习水分局关于渝黔背靠背联网工程（贵州段）环境影响评价标准的复函》（习环函〔2025〕251 号），渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（贵州段）一档跨越习水河，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类，500kV 输电线路一档跨越梅溪河、大水河、玉明河、福林河等执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准。本工程线路经过的主要大中型地表水体概况见表 4.6-1。

表 4.6-1 本工程线路经过的主要大中型地表水体概况

序号	行政区	跨越河流	经过地点	经过方式	水功能区划	执行标准	是否属于饮用水水源保护区
1	重庆市綦江区	永丰河	隆盛镇狮铃村	一档跨越	景观娱乐用水区	III	否

2	重庆市綦江区	蒲河	三江街道大山村	一档跨越	景观娱乐用水区	III	否
3	重庆市綦江区	綦江	篆塘镇渡沙村、东溪镇杨柳村、大安村	一档跨越	景观娱乐用水区	III	否
4	贵州省遵义市习水县	习水河	寨坝镇习源村	一档跨越	渔业用水、农业用水	II	否
5	贵州省遵义市习水县	福林河	寨坝镇合心村	一档跨越	渔业用水、农业用水	III	否
6	贵州省遵义市习水县	玉明河	大坡镇裕民村	一档跨越	渔业用水、农业用水	III	否
7	贵州省遵义市习水县	大水河	温水镇大水村	一档跨越	渔业用水、农业用水	III	否
8	贵州省遵义市习水县	梅溪河	良村镇良村村	一档跨越	渔业用水、农业用水	III	否
							
跨越永丰河现状							



	
<p>跨越蒲河现状</p>	<p>跨越蒲河现状</p>
	
<p>跨越綦江现状</p>	<p>跨越綦江现状</p>
	
<p>跨越习水河段现状</p>	<p>跨越福林河段现状</p>
	
<p>跨越玉明河现状</p>	<p>跨越大水河现状</p>





图 4.6-2 本工程线路经过的主要大中型地表水体现状典型现场照片

## 5 施工期环境影响评价

### 5.1 生态影响预测与评价

见报告书第7章《生态环境影响评价》专章。

### 5.2 声环境影响分析

#### 5.2.1 换流站工程

##### 5.2.1.1 施工期声源

换流站工程施工主要包括土石方开挖、土建及设备安装等几个阶段。噪声源主要包括工地运输车辆的交通噪声以及桩基、土建、设备安装施工中各种机具的设备噪声。

施工机械设备一般露天作业，噪声经几何扩散衰减后到达预测点。主要施工设备与施工场界、周边敏感点之间的距离一般都大于  $2H_{\max}$ （ $H_{\max}$  为声源的最大几何尺寸）。因此，换流站工程施工期的施工设备可等效为点声源。

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），并结合工程特点，换流站施工常见施工设备噪声源声压级见表 5.2-1。

表 5.2-1 换流站施工设备噪声源声压级单位：dB(A)

序号	阶段	主要施工设备	声压级* (距声源 5m, 单位 dB(A))
1	施工场地四通一平	液压挖掘机	90
		重型运输车	90
		推土机	88
		压路机	90
2	主体土建施工	静力压桩机	75
		重型运输车	90
		商砼搅拌车	90
		空压机	92
		混凝土输送泵	95
		混凝土振捣器	88
3	电气安装施工	重型运输车	90
		空压机	92

注：\*换流站施工设备参考 HJ2034-2013 选用最大的噪声源源强值。

##### 5.2.1.2 声环境影响预测

本工程换流站施工噪声源主要有挖掘机、推土机、压路机、混凝土输送泵、混凝土振捣器、空压机、汽车等，由于施工期场地空旷，且噪声源相对不固定，因此将施工噪声近似等效到场界内的点声源进行计算。

### (1) 四通一平施工

四通一平施工期内的施工作业主要是进行场地平整，施工噪声源主要有挖掘机、推土机、压路机、汽车等，预测模式采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中点声源几何发散衰减模型。为尽量降低对周边环境的影响，施工场地修筑围墙（或等效于围墙的临时围挡设施），围墙隔声量按 20dB（A）计算。

点声源随传播衰减按下式计算：

$$L_p(r)=L_p(r_0)-20\lg(r/r_0) \quad (1)$$

式中： $L_p(r)$ —预测点处声压级，dB； $L_p(r_0)$ —参考位置  $r_0$  处的声压级，dB； $r$ —预测点距声源的距离，m； $r_0$ —参考位置距声源的距离，m。

### (2) 主体土建施工

本时期内的施工作业声源主要是换流站区域的功能性建筑和配套设施施工噪声，以及施工生产区内临时施工设备噪声，施工期噪声级最大可达 95dB(A)，点声源随传播衰减按（1）式计算。

### (3) 电气安装施工

该时期内的施工作业主要是将设备安装到位，该时期内噪声源主要是汽车、空压机等，噪声级最大为 92dB(A)，预测模式同上。该阶段设备基础、构架等均已建成，施工主要为在已建成的设备基础和构架上进行设备安装。

表 5.2-2 换流站施工场界外施工噪声影响计算值单位：dB(A)

距场界距离 (m)			1	5	7	10	15	20	25	30	35	50	100	150	200
施工源强															
96	四通一平	无围挡	94	80	77	74	70	68	66	64	63	60	55	54	50
		有围挡	74	60	57	54	50	48	46	44	43	40	35	34	30
101	主体土建	无围挡	99	85	82	79	75	73	71	69	68	65	60	59	53
		有围挡	79	65	62	59	55	53	51	49	48	45	40	39	33
94	电气安装	无围挡	92	78	75	72	68	66	64	62	61	58	53	52	48
		有围挡	72	58	55	52	48	46	44	42	41	38	33	32	28

注：1）施工源强为距离施工机械 5m 处的最大声压级，已考虑多台设备同时作业时声源叠加影响。

2）有围墙（或等效于围墙的临时围挡设施）按噪声设备布置在围墙（或等效于围墙的临时围挡设施）5m 内进行计算。

3）施工场地修筑围墙（或等效于围墙的临时围挡设施），围墙隔声量按 20dB（A）计算。

从上表可以看出，施工期在施工场地修筑围墙（或等效于围墙的临时围挡设施）可有效减小施工噪声影响。有围挡情况下，换流站新建工程四通一平施工噪声在距离场界 5m、10m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB(A)、夜间 55dB(A)；主体土建施工阶段，施工场界的施工噪声在距离场界 5m、15m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB(A)、夜间 55dB(A)；电气安装阶段施工噪声在距离场界 5m、7m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB(A)、夜间：55dB(A)。

本工程换流站评价范围内声环境保护目标距离换流站厂界最近距离约 91m，距离厂界较远。本工程换流站施工期建议先设置围挡（先期构建围墙，或者对产生噪声的作业区域进行围挡），且依法限制夜间进行产生噪声的建筑施工作业，在围挡降噪措施条件下声环境保护目标受噪声影响较小。

因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

### 5.2.1.3 拟采取的环保措施

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

（1）加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受生态环境部门的监督管理。

（2）施工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。本环评建议施工作业应按《低噪声施工设备指导名录（第一批）》（工业和信息化部 生态环境部 住房和城乡建设部 市场监管总局四部门公告 2023 年第 12 号）、《低噪声施工设备指导名录（2024 年版）》（工业和信息化部、生态环境部、住房和城乡建设部、市场监管总局公告 2024 年 40 号）和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB1495-2002），优先选用低噪声施工设备和运输工具。

（3）优化设备布局，噪声设备尽量远离施工场地场界布置，针对高噪声设备采取基础减震；施工期应制定设备操作、检修及保养等各类操作规程及管理制度，以确保设备的正常运行，减少噪声污染。

(4) 优化施工方案，合理安排工期，依法限制夜间施工。施工期间采取永临结合的噪声防治措施，建议先期建设换流站围墙或者对产生噪声的作业区域进行围挡，用以阻隔施工噪声的传播、减小对外环境的影响。施工工序中因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

(5) 合理安排车辆运输路线，运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放，避免夜间装卸材料，优先选择新能源车辆。

#### 5.2.1.4 施工期声环境影响评价

在采取上述声环境影响保护措施后，可将换流站工程施工期噪声对周边声环境的影响降至最低，施工场界处的噪声值可以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 相应标准要求。同时，施工期对周围环境的噪声影响是短暂的，在施工结束后施工噪声影响也将随之消失。

### 5.2.2 红城 500kV 变电站扩建工程

#### (1) 施工噪声源和噪声影响分析

500kV 变电站扩建工程施工内容相对简单，开挖量小，使用的机械设备也很少，设备材料的运输量小，施工人员较新建工程要少得多，产生的噪声相对较小。工程施工位于围墙内，在前期工程建有围墙遮挡情况下，根据表 5.2-2 可知，红城 500kV 变电站扩建工程的施工场界昼间噪声低于 70dB(A)，夜间不施工，因此施工期间红城 500kV 变电站扩建工程的施工场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》中(GB12523-2011) 标准限值要求。

红城 500kV 变电站最近处声环境保护目标距离变电站施工区域最近距离约 55m。根据表 5.2-2，本工程变电站建设对声环境保护目标的噪声影响按最不利情况预测，即按主体土建施工阶段距离场界 50m 施工预测，结果详见表 5.2-3。

表 5.2-3 变电站施工对附近声环境保护目标的噪声影响单位：dB(A)

变电站	敏感目标名称	距离	遮挡物隔声量	现状值		贡献值		预测值		标准值		是否达标		达标条件
				昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	源强距敏感目标最小距离
红城 500kV 变电站	住宅	NW 19m	20	42	40	54	0	54.3	40	60	50	达标	达标	55m

由上表可知，红城变电站昼间施工，夜间不施工，有遮挡条件下，叠加本工程变电站施工影响，声环境保护目标处噪声值达标。因此红城变电站施工期，声环境保护目标处的噪声预测值能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准。

## （2）施工期噪声控制措施

为了进一步降低工程施工建设期对周围环境的影响，本工程拟采取如下措施：

1）建设单位应当按照规定将噪声污染防治费用列入工程造价，在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任。要求施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受环境保护部门的监督管理。

2）优化施工方案，合理安排工期，依法限制夜间施工，高噪声施工设备尽量远离施工场界布设。

3）施工车辆出入现场时应低速、禁鸣。运输材料的车辆进入施工现场限制鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放。

## 4）施工期噪声影响分析结论

在采取选用低噪声设备、合理安排施工时序、优化施工场地布设等噪声控制措施后，本工程 500kV 变电站扩建工程施工期对周围声环境的影响能够满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，声环境保护目标处的噪声预测值能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准要求。

## 5.2.3 线路工程

### 5.2.3.1 主要声源概况

线路工程在施工期的场地平整、挖土填方、铁塔组立、金具安装等几个阶段中，主要噪声源有挖掘机、桩机、商砼搅拌车、混凝土振捣器、吊车及交通运输噪声等，这些施工设备运行时会产生一定的噪声。此外，线路工程在架线施工过程中，各牵张场内的牵张机、绞磨机等设备也产生一定的机械噪声。输电线路施工机械声压级水平一般小于 70dB(A)。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，施工噪声影响亦会结束。

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

（2）优化施工方案，合理安排工期，依法限制夜间施工。按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，在噪声敏感建筑物集中区域，禁止夜间进行产生噪声的建筑施工作业，但抢修、抢险施工作业，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工



作业的除外。因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

（3）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。本环评要求在噪声敏感建筑物集中区域的施工作业应按《低噪声施工设备指导名录（第一批）》（工业和信息化部生态环境部住房和城乡建设部市场监管总局四部门公告 2023 年第 12 号）、《低噪声施工设备指导名录（2024 年版）》（工业和信息化部、生态环境部、住房和城乡建设部、市场监管总局公告 2024 年 40 号）和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB1495-2002），优先选用低噪声施工设备和运输工具。

（4）在噪声敏感建筑物集中区域施工作业，建设单位应当依据《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定要求开展施工期的噪声监测，控制施工期噪声影响。

（5）根据塔基区域周边噪声敏感建筑物分布情况，结合道路运输条件，尽量选择昼间且噪声敏感建筑物分布少的路段进行运输，减少对噪声敏感建筑物的影响。

### 5.2.3.2 施工期声环境影响评价

在采取以上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小程度。同时，施工期对周围环境的噪声影响是短暂的，在施工结束后施工噪声影响也将随之消失。

### 5.2.3.3 施工期噪声影响评价结论

在采取以上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小程度。同时，施工期对周围环境的噪声影响是短暂的，在施工结束后施工噪声影响也将随之消失。

## 5.3 施工扬尘分析

### 5.3.1 换流站工程

#### 5.3.1.1 主要污染源概况

施工期扬尘主要来自土方挖掘、物料运输和使用、施工现场内车辆行驶等。由于扬尘源多且分散，源高一般在 15m 以下，属于无组织排放。同时，受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性较大。

#### 5.3.1.2 拟采取的环保措施

为尽量减少换流站施工期扬尘对大气环境的影响，建议建设期采取如下扬尘污染防治措施：

（1）建设单位与施工单位签订施工合同，应当明确施工单位扬尘污染防治责任，将扬尘污染防治费用列入工程预算。

（2）合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染。施工临时堆土应集中、合理堆放，遇天气干燥时应进行人工控制定期洒水。

（3）加强材料转运与使用的管理，合理装卸，规范操作，以防止扬尘对环境空气质量的影响。

（4）对土、石料等可能产生扬尘的材料，在运输时用防水布覆盖。

（5）在施工现场周围建筑防护围墙，进出场地的车辆应限制车速。

（6）施工过程中执行《住房和城乡建设部办公厅关于进一步加强施工工地和道路扬尘管控工作的通知》（建办质〔2019〕23号）、《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB55034-2022），以及沿线各省及地市政府、住建部门及环保部门对于扬尘治理的相关要求，确保工程不产生扬尘污染。施工期间采取抑尘措施后应符合相应的排放标准要求，施工期间应严格执行各省对重污染天气应急预案中的相关规定。

（7）施工过程中，针对道路运输车辆加强环保管理，采用经检验具有环保合格标志的运输车辆，并优先采用新能源或国五及以上排放标准运输车辆；针对压燃式非道路移动机械，采用新能源或国四及以上排放标准的运输车辆；针对小型点燃式发动机的非道路移动机械，采用新能源或国三及以上排放标准的运输车辆；针对大型点燃式发动机的非道路移动机械，采用新能源或先进排放标准的运输车辆。

### 5.3.2 红城 500kV 变电站扩建工程

#### 5.3.2.1 主要污染源概况

施工期扬尘主要来自土方挖掘、物料运输和使用、施工现场内车辆行驶等。由于扬尘源多且分散，源高一般在 15m 以下，属于无组织排放。同时，受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性较大。

#### 5.3.2.2 拟采取的环保措施

合理组织施工，对施工道路及施工场地定时洒水、喷淋，防止施工扬尘污染周围环境。

### 5.3.3 线路工程

### 5.3.3.1 主要污染源概况

输电线路的塔基在施工时，由于土地裸露产生的局部、少量二次扬尘，可能对周围环境产生暂时影响，但塔基建成后对裸露土地进行绿化即可消除。另外，输电线路塔基在施工中，由于汽车运输使用临时施工道路，将使施工场地附近二次扬尘增加，但由于输电线路施工强度不大，基础开挖量小，而且绝大部分施工点都远离居民住宅，因此其对环境空气的影响范围和程度很小。

在项目的施工阶段，尤其是施工初期，土石方的开挖和道路运输都将产生扬尘的污染，特别是久旱无雨的大风天气，扬尘污染更为突出。施工开挖、车辆运输等产生的粉尘短期内将使局部区域空气中的 TSP 明显增加。对土、石料、水泥等可能产生扬尘的材料，在运输时用防水布覆盖。

### 5.3.3.2 拟采取的环保措施

为尽量减少输电线路施工期扬尘对大气环境的影响，施工期应采取如下扬尘污染防治措施：

- （1）建设单位与施工单位签订施工合同，应当明确施工单位扬尘污染防治责任，将扬尘污染防治费用列入工程预算。
- （2）施工过程中，应当加强对施工现场和物料运输的管理，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防治扬尘污染。
- （3）施工过程中，对易起尘的临时堆土、运输过程中的土石方等应采用密闭式防尘布（网）进行苫盖，施工面集中且有条件的地方宜采取洒水降尘等有效措施，减少易造成大气污染的施工作业。
- （4）施工过程中，应当对裸露地面进行覆盖；暂时不能开工的建设用地超过三个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。
- （5）施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧。
- （6）施工过程中执行《住房和城乡建设部办公厅关于进一步加强施工工地和道路扬尘管控工作的通知》（建办质〔2019〕23号）、《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB55034-2022），以及沿线各省及地市政府、住建部门及环保部门对于扬尘治理的相关要求，确保工程不产生扬尘污染。施工期间采取抑尘措施后应符合相应的排放标准要求，施工期间应严格执行各省对重污染天气应急预案中的相关规定。

(7) 施工过程中，针对道路运输车辆加强环保管理，采用经检验具有环保合格标志的运输车辆，并优先采用新能源或国五及以上排放标准运输车辆；针对压燃式非道路移动机械，采用新能源或国四及以上排放标准的运输车辆；针对小型点燃式发动机的非道路移动机械，采用新能源或国三及以上排放标准的运输车辆；针对大型点燃式发动机的非道路移动机械，采用新能源或先进排放标准的运输车辆。

### 5.3.4 施工期扬尘影响评价结论

采取上述措施后，本工程施工期对环境空气的影响能得到有效控制。

## 5.4 固体废物环境影响分析

### 5.4.1 换流站工程

#### 5.4.1.1 主要污染源概况

换流站建设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以及建筑垃圾等。施工产生的临时弃土、建筑垃圾若不妥善处理则会产生水土流失等环境影响。

#### 5.4.1.2 拟采取的环保措施

施工单位应按照水土保持方案开展施工，临时土石方应集中堆放、及时回填，以减少弃土弃渣的产生。为避免施工及生活垃圾对环境造成影响，在工程施工前应做好施工机构及施工人员的环保培训。明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分开堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。

### 5.4.2 红城 500kV 变电站扩建工程

#### 5.4.2.1 主要污染源概况

变电站建设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以及建筑垃圾等。施工产生的临时弃土、建筑垃圾若不妥善处理则会产生水土流失等环境影响。

#### 5.4.2.2 拟采取的环保措施

基础开挖未能完全回填的余土和建筑垃圾由施工单位安排专人专车及时清运至当地城建部门指定的地点处置。施工人员居住产生的生活垃圾，集中堆放至施工人员居住地附近村庄的垃圾收集点，由环卫部门统一清运处理。

### 5.4.3 线路工程

### 5.4.3.1 主要污染源概况

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拆除的塔材、导线、金具等。

### 5.4.3.2 拟采取的环保措施

为尽量减少输电线路施工期固体废物对环境的影响，施工期应采取如下防治措施：

(1) 施工单位应按照水土保持方案开展施工，临时土石方应集中堆放、及时回填，以减少弃土弃渣的产生。做好表土的剥离保护利用，本工程剥离的表土全部回覆于塔基区用于植被恢复，严禁就地倾倒压占征地范围外植被或顺坡溜弃。

(2) 为避免施工及生活垃圾对环境造成影响，在工程施工现场应做好施工单位及施工人员的环保培训；明确要求施工过程中产生的生活垃圾、拆迁建筑垃圾分开收集，严禁混堆；生活垃圾应采用垃圾桶收集，并集中堆放，堆放处应采取必要的围护、地面防渗处理，避免垃圾飞扬及污染土壤和地下水；建筑垃圾应及时清运出施工场地；施工单位应与有独立法人资格的清运单位签订规范的生活垃圾及建筑垃圾清运协议，理清环保责任；严禁施工单位将生活垃圾、建筑垃圾作为农田区土方回填，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。

(3) 施工现场不设置施工营地，施工人员的生活垃圾由施工人员自行收集后带回租住地，统一交由当地环卫部门清运，禁止在施工现场随意丢弃。

(4) 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。

(5) 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”。

(6) 本工程需拆除原隆盛～海棠 500kV 线路长度 1.8km，拆除 1 基单回路转角角钢塔，3 基单回路直线角钢塔；需拆除原隆盛～圣泉 500kV 线路长度 1.7km，拆除 1 基单回路转角角钢塔，2 基单回路直线角钢塔；配套迁改线路工程需拆除 220kV 隆铁线铁塔 1 基。根据现场调查，拆除线路段位于农村地区，塔基占地范围属于林地和草地，不涉及耕地。由于已建塔基基础埋深较深，为避免大开挖造成植被破坏和水土流失，迁改工程不拆除地下的塔基基础，仅拆除既有线路地面以上的架空部分，包括铁塔、导地线和金具（绝缘子、线夹、间隔棒、防振锤等），无土石方工程量。拆除的

塔材、导线、金具等由建设单位统一回收处置，不随意丢弃。施工结束后施工单位对迹地进行清理、平整，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。因此在施工单位做好铁塔材料回收处置工作、垃圾分类收集的情况下，线路拆除工程不会对塔基周边产生固体废物影响。

#### 5.4.4 施工期固体废物环境影响评价结论

采取以上措施后，本工程施工期产生的固体废物对环境的影响可以接受。

### 5.5 地表水环境影响分析

#### 5.5.1 换流站工程

##### 5.5.1.1 主要污染源概况

施工污水包括施工生产废水和施工人员生活污水。其中生产废水主要在基础施工、设备清洗、物料清洗、进出车辆清洗及建筑结构养护等过程中产生；生活污水主要来自施工人员的生活排水。

在站外电源线路施工阶段产生的施工废水和生活污水可能会污染输电线路所（穿）跨越的水源保护区和地表水体；另外，由于未及时清理建筑垃圾或生活垃圾，也可能对水源保护区和地表水体造成水体污染；施工过程中对临时堆土或开挖面未及时采取防护措施，雨水冲刷后也会对水源保护区和地表水体产生影响。

##### 5.5.1.2 拟采取的环保措施

为尽量减少施工期废水对水环境的影响，换流站施工期应采取如下水污染防治措施如下：

（1）对施工场地和施工生活区的生产废水和生活污水分别设置临时污水处理装置，加强管理，做好防渗处理，防止无组织排放。

（2）在不影响主设备区施工进度的前提下，合理开展施工组织作业，优先修筑生活污水处理设施，对换流站施工人员生活污水进行处理后由环卫部门定期清运，不外排。

（3）将物料、车辆清洗废水、建筑结构养护废水集中，经过沉砂处理循环利用。

（4）做好施工场地周围的拦挡措施，尽量避免雨天开挖作业；同时要落实文明施工原则，不外排施工废水。

（5）建设单位和施工单位应加强自我检查和监督意识，施工单位在施工期间应贯彻“预防为主”的原则，建立完善的水环境保护制度。



站外电源线路拟采取的环保措施如下：

线路施工期对水源保护区和地表水体的影响主要来源于：施工废水、塔基施工降雨淋溶水、施工人员的生活污水等。施工废水、塔基施工降雨淋溶水主要污染物为SS，施工废水采用沉淀后回用的措施，塔基施工区做好渣土和施工作业面遮盖等水土保持措施，对建筑垃圾、生活垃圾分开收集，并及时外运至当地政府指定位置处置。

由于输电线路属线性工程，单塔开挖工程量小，作业点分散，施工时间较短，单塔施工周期一般在两个月内，影响区域较小；输电线路的施工具有局地占地面积小、跨距长、点分散等特点，每个施工点上的施工人员很少，其生活污水排入当地的生活污水系统处置，不会对当地地表水环境造成影响。在采取相关水环境保护措施后，不会对线路附近的地表水体和穿（跨）越的饮用水水源保护区造成不良影响。

## 5.5.2 红城 500kV 变电站扩建工程

### 5.5.2.1 主要污染源概况

施工污水主要包括施工生产废水和施工人员生活污水。其中生产废水主要为设备清洗、物料清洗等过程产生；生活污水主要来自施工人员的生活排水。施工高峰期约20人，参考《建筑给水排水设计标准》（2019版），施工人员站内生活用水量按30L/人·d计，排污系数为0.85，则生活污水产生量为0.51m³/d。站内值班人员生活污水产生量为0.51m³/d，施工期站内生活污水产生量为1.02m³/d。

### 5.5.2.2 拟采取的环保措施

变电站施工过程中，站内施工场地设置临时沉淀池，将施工泥浆废水汇集入沉淀池充分沉淀后，上清液用于站区洒水降尘，沉淀物回用于施工后的场地平整。施工人员的生活污水利用站内现有设施处理。施工期站内生活污水产生量为1.02m³/d，小于地埋式污水处理装置设计规模24m³/d（1m³/h），生活污水经过地埋式污水处理装置后回用于站区道路浇洒，多余部分由环卫部门定期清运，不外排，目前地埋式污水处理装置运行正常，因此施工人员的生活污水可依托站内已有地埋式污水处理系统进行处理。

## 5.5.3 线路工程

### 5.5.3.1 主要污染源

线路工程施工期的水环境污染主要为施工人员生产生活过程中产生的生活污水和施工过程中产生的施工废水。

输电线路塔基施工时各塔基施工点人数少，单塔基工程量小，作业点分散，施工时间短，且施工人员一般租用当地民房居住。

施工废水包括灌注桩施工产生的泥水、雨水冲刷土方及裸露场地形成的泥水，有施工废水排放的特殊施工工艺过程中产生的废水以及砂石料加工、施工机械和进出车辆的冲洗水等。

### 5.5.3.2 对地表水及饮用水水源保护区环境的影响

在线路施工阶段产生的施工废水和生活污水可能会污染输电线路临近和（穿）跨越的水源保护区和地表水体；另外，由于未及时清理建筑垃圾或生活垃圾，也可能对水源保护区和地表水体造成水体污染；施工过程中对临时堆土或开挖面未及时采取防护措施，雨水冲刷后也会对水源保护区和地表水体产生影响。

线路施工期对水源保护区和地表水体的影响主要来源于：施工废水、塔基施工降雨淋溶水、施工人员的生活污水等。施工废水、塔基施工降雨淋溶水主要污染物为SS，施工废水采用沉淀后回用的措施，塔基施工区做好渣土和施工作业面遮盖等水土保持措施，对建筑垃圾、生活垃圾分开收集，并及时外运至当地政府指定位置处置。

由于输电线路属线性工程，单塔开挖工程量小，作业点分散，施工时间较短，单塔施工周期一般在两个月内，影响区域较小；输电线路的施工具有局地占地面积小、跨距长、点分散等特点，每个施工点上的施工人员很少，其生活污水排入当地的生活污水系统处置，不会对当地地表水环境造成影响。在采取相关水环境保护措施后，不会对线路附近的地表水体和穿（跨）越的饮用水水源保护区造成不良影响。

### 5.5.3.3 拟采取的一般性保护措施

（1）输电线路施工人员临时租用附近村庄民房，不设置施工营地，生活污水利用已有的化粪池进行处理。

（2）合理安排工期，尽量避免雨天施工，确需在雨天施工的，做好雨天施工应急措施，关注天气预报，可能有较大降水时，采取提前对施工作业面采取彩条布覆盖、修建临时排水沟、沉砂池等工程防护措施和设施，含泥沙的地表径流应经沉砂池处理后外排。

（3）对于钻孔灌注桩等施工工艺过程中产生的泥浆水，施工单位应设置泥浆池，泥浆池原则上每个塔基设置一处，根据塔基所在的环境及地形条件因地制宜布设，原则上应尽量靠近塔基，泥浆池容积按能满足基础施工泥浆水不外排需要设置，对泥浆水进行沉淀澄清后循环利用，严禁未经处理直接排放。

(4) 对于施工场地区域的施工设备和运输车辆清洗废水，应设置设备清洗池，对设备和车辆清洗废水进行沉砂处理后上清水回用于施工场地抑尘喷洒，泥沙晾干后用于场地回填，不得外排。

(5) 加强对施工现场使用带油的机械器具的检修和维护，采取措施防止跑、冒、滴、漏油；设立施工机械漏油事故应急预案，配备必要的器材和设备，施工过程中如发生漏油事故时应立即启动应急预案，及时收集后妥善处置。

#### 5.5.3.4 穿（跨）越河流的保护措施

本项目输电线路穿（跨）越部分河流，施工期对水环境的影响主要发生在线路塔基基础开挖和基础浇筑期间，跨越河流等水体施工时拟采取如下措施：

(1) 加强施工期间人员管理，禁止将废污水和固体废物倾倒入河流、湖泊等水体。

(2) 各类施工场地要远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大施工范围，禁止侵占河道。

(3) 合理安排工期和施工工序，避免雨天施工。基础施工阶段，开挖过程中的临时堆土、钻渣等应采取遮盖、铺垫和拦挡措施，防止雨水冲刷、无组织径流污染河流水体。

(4) 线路采用一档跨越方式通过水体，不在河流内岸和河道中立塔，不会对跨越水体构成影响。线路架线时采用牵张放线和无人机放线等先进工艺，避免涉水施工。

(5) 施工中临时堆土点应远离水体，不得在水体附近和河道范围内设临时堆土点。

#### 5.5.3.5 线路临近饮用水水源保护区的保护措施

(1) 项目开工前相关单位应对临近饮用水水源保护区段的线路路径方案进行复核，确保线路路径和塔基不在饮用水水源保护区内。

(2) 项目开工前相关单位应向施工单位进行环境保护工作交底，明确饮用水水源保护区边界范围，检查该区段的施工方案和施工组织方案，确保施工临时占地不在保护区内。

(3) 加强施工期间的环境保护管理，严禁向饮用水水源保护区内排放施工废水、倾倒弃土弃渣，以及其他破坏水环境敏感区功能的行为。

#### 5.5.4 施工期地表水环境影响评价结论

采取环保措施后，本工程施工期的地表水环境影响可以接受。

## 6 运行期环境影响评价

### 6.1 电磁环境影响预测与评价

#### 6.1.1 换流站新建工程

采用类比法进行换流站的电磁环境影响预测评价。

##### 6.1.1.1 类比对象的选择

###### (1) 类比对象选择的原则

换流站电磁环境影响的主要影响因素为电压等级和布置形式，类比对象应选择电压等级相同，总平面布置、建设规模、环境条件等因素类似，运行稳定，且已通过竣工环境保护验收的换流站。

###### (2) 类比对象的选取

本工程拟建背靠背换流站直流电压等级为 $\pm 260\text{kV}$ ，换流阀输送功率为 $3000\text{MW}$ ，12台联接变压器。经调查国内暂没有同电压等级及同等建设规模的背靠背换流站，同时本环评考虑本工程换流站采用的为柔性直流方案，故根据上述类比条件，同时考虑到换流站电压等级、总平面布置、建设规模的差异性，按保守原则，本工程背靠背换流站选取直流电压等级更高的 $\pm 420\text{kV}$ 宜昌背靠背换流站和 $\pm 300\text{kV}$ 中通道直流背靠背换流站作为本工程换流站类比对象。

宜昌背靠背换流站（曾用名北通道换流站，龙泉换流站）包含在“渝鄂直流背靠背联网工程”，2020年6月15日，国家电网有限公司以《关于印发渝鄂直流背靠背联网工程竣工环境保护验收意见的通知》（国家电网科〔2020〕352号）通过了该工程竣工环境保护验收。中通道直流背靠背换流站包含在“广东电网直流背靠背广州工程”，目前已完成竣工环境保护验收。

本工程与类比对象的可行性分析详见表6.1-1。

表 6.1-1 本工程换流站与类比换流站工程相关情况比较表

换流站 项目	渝黔背靠背换流站 (本期建设)	宜昌背靠背换流站 (类比换流站)	中通道直流背靠背换流站 (类比换流站)	可比性分析
地理位置	重庆市綦江区	湖北省宜昌市	广东省广州市增城区	/
站址地形	丘陵	丘陵	平地	与中通道直流背靠背换流站不一致
直流电压等级	±260kV	±420kV	±300kV	本次新建换流站直流电压等级低于中通道直流背靠背换流站和宜昌背靠背换流站
交流电压等级	500kV	500kV	500kV	一致
输出功率	3000MW	2500MW	3000MW	本期新建换流站功率大于宜昌换流站，与中通道直流背靠背换流站一致
换流变（联接变） 规模	12+1 台备用，单台容量 567MVA	12+1 台换流变，单台容量 450MVA	12+1 台换流变，单台容量 575MVA	单台容量大于宜昌换流站小于中通道直流背靠背换流站，换流变台数一致
换流变布置形式	户外布置	户外布置	户内布置	与中通道直流背靠背换流站不一致
阀厅布置形式	户内，全封闭	户内，全封闭	户内，全封闭	一致
交流出线	重庆侧 4 回 500kV 出线 贵州侧 2 回 500kV 出线	4 回 500kV 出线	4 回 500kV 出线	大于宜昌换流站和中通道直流背靠背换流站
500kV 配电装置	GIS，户外布置	GIS，户外布置	GIS，户内布置	与中通道直流背靠背换流站不一致
交流滤波器组	柔性直流方案	柔性直流方案	柔性直流方案	一致
平面布置	站区中央为阀厅和联接变区； 站前区布置在站区东南侧； 500kV 交流配电装置布置在站 区南、北两侧	换流变和阀厅布置在站区中央， 滤波器组布置在换流变和阀厅东 西两侧	阀厅布置在站区中央，联接变压器在站区西北 和东南侧，500kV 交流配电装置布置在站区东南 侧	与宜昌换流站相似，与中通道直流背靠背换流站差异性较大

围墙内占地面积	10.73hm <sup>2</sup>	6.65hm <sup>2</sup>	13hm <sup>2</sup>	本工程换流站占地大于宜昌换流站，小于中通道直流背靠背换流站
运行工况		类比监测期间换流站运行电压已达到设计额定电压等级，换流站运行正常，满足类比要求。		



## （2）类比对象的可行性分析

### 1）本工程与类比对象的相似性：

①交流电压等级：本工程换流站与类比换流站交流电压等级均为 500kV，完全一致，具备可比性。

②交流滤波器：渝黔背靠背换流站采用柔性直流方案，三个换流站均相同，具备可比性。

③阀厅布置形式：三个换流站均为户内全封闭布置，完全一致。

### 2）本工程与类比对象的主要差异为：

①地形：本工程换流站站址地形与宜昌换流站一致，均为丘陵，地形条件一致，与中通道直流背靠背换流站不同，地形不作为主要影响因素，具备可比性。

②实测数据类比性分析：宜昌换流站监测报告所采用的检测方法为《直流换流站与线路合成场强、离子流密度测量方法》（DL/T1089-2008）、合成场强限值的验收标准为《±800kV 特高压直流换流站电磁环境限值》（DL/T 275-2012），与《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》（GB39220-2020）标准及要求基本一致，合成电场监测方法也符合《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》（GB 39220-2020）的要求。故其所提供的监测数据具备可比性。

### ③布置形式：

联接变（换流变）布置形式：宜昌换流站均为户外布置，完全一致；中通道直流背靠背换流站为户内布置，具有一定差异性，总体来看，具备一定的可比性。

④平面布置：三个换流站的平面布置均为按照功能区布置，宜昌换流站换流变居中，条件相似。虽然具体布置细节有所不同，但总体布局思路一致，具备可比性。与中通道直流背靠背换流站布置形式略有不同，但是换流变均位于换流站两侧，500kV 配电装置区位置类似，具备一定可比性。

⑤500kV 配电装置布置：渝黔背靠背换流站为户外 GIS 布置，宜昌换流站为户外 GIS 布置，中通道直流背靠背换流站为户内 GIS 布置。渝黔背靠背换流站 500kV 配电装置与宜昌换流站一致，具备可比性。

⑥直流电压等级：渝黔背靠背换流站为±260kV，宜昌换流站为±420kV，中通道直流背靠背换流站为±300kV。本次新建换流站的直流电压等级小于类比换流站宜昌换流站和中通道直流背靠背换流站，具有可比性。

⑦输出功率：渝黔背靠背换流站的输出功率为 3000MW，宜昌换流站的输出功率为 2500MW，中通道直流背靠背换流站输出功率为 3000MW。本次新建换流站的输出功率略高于宜昌换流站，具有可比性。

⑧联接变（换流变）容量：渝黔背靠背换流站为 12 台+1 台备用，单台容量 567MVA；宜昌换流站为 12+1 台，单台容量 450MVA；中通道直流背靠背换流站为 12+1 台备用，单台容量 575MVA。本次新建换流站的联接变单台容量与两类比换流站相同，但容量略高于宜昌换流站，略低于中通道直流背靠背换流站。总体来看，具备一定的可比性。

⑨占地面积：渝黔背靠背换流站占地 10.73hm<sup>2</sup>，宜昌换流站占地 6.65hm<sup>2</sup>，中通道直流背靠背换流站占地 13hm<sup>2</sup>。本次新建换流站占地面积大于宜昌换流站，小于中通道直流背靠背换流站，具备一定的可比性。

⑩交流出线：渝黔背靠背换流站为 6 回 500kV 出线，宜昌换流站为 4 回 500kV 出线，中通道直流背靠背换流站为 4 回 500kV 出线。本次新建换流站的交流出线数量大于宜昌换流站和中通道直流背靠背换流站，出线电压等级一致，具备可比性。

根据国内外研究成果和已通过竣工环保验收的输变电工程分析，换流站的电压等级和布置形式是电磁环境影响的主要因素。本次新建换流站的直流电压等级小于宜昌换流站和中通道直流背靠背换流站，与类比换流站平面布置基本相同。从地理位置、地形、电压等级、输出功率、联接变规模、布置形式、滤波器组、平面布置、占地面积等方面来看，本次新建换流站与宜昌换流站和中通道直流背靠背换流站具备较高的可比性。虽然在某些细节上存在差异，但总体来看，类比是可行的。

### 6.1.1.2 类比监测情况

### 6.1.1.3 宜昌换流站

#### 6.1.1.3.1 类比监测情况

##### （1）监测因子

监测因子包括合成电场、工频电场、工频磁场。

##### （3）监测单位

电力系统电磁兼容和电磁环境研究与监测中心。

##### （3）监测方法

《直流换流站与线路合成场强、离子流密度测量方法》（DL/T1089-2008）、《高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法》（DL/T988-2005）、《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。合成电场监测方法也符合《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》（GB39220-2020）的要求。

#### (4) 监测仪器

类比换流站现状监测的仪器情况见表 6.1-2。

表 6.1-2 监测仪器信息一览表

监测项目	仪器名称	测量范围	校准有效期至	检定单位
工频电场、工频磁场	EFA-300 场强测量仪	10V/m~100kV/m 100nT~32mT	2020.04.17	中国电力科学研究院有限公司
合成电场	TEMS01 直流合成场强计	-100kV/m~+100kV/m	2020.04.25	

### (5) 监测布点



图 6.1-1 宜昌换流站厂界及断面监测布点图

### (6) 监测时间及监测环境

宜昌换流站监测时间及监测环境见表 6.1-3。

表 6.1-3 类比换流站监测时间及环境条件

时间	天气	温度	湿度	风速	风向
2019.7.24	晴	28℃	76.0%	1.2m/s	W
2019.7.25	晴	26℃~32℃	55%~83%	0.5~1.0m/s	NE

## (7) 监测工况

宜昌换流站监测期间运行工况见下表 6.1-4。

表 6.1-4 宜昌换流站监测期间运行工况

监测时间	设备	电压 (kV)	电流 (A)
2019.7.24	盘宜 I 线	524~529	159~152
	盘宜 II 线	524~529	137~134
	单元 1	±420	160~162
	单元 2	±420	159~160
2019.7.24	盘宜 I 线	524~529	121~119
	盘宜 II 线	524~529	103~100
	单元 1	±420	160~162
	单元 2	±420	159~160

## 6.1.1.3.2 类比监测结果

(1) 厂界及电磁环境敏感目标监测结果宜昌换流站厂界监测结果见表 6.1-5。

表 6.1-5 宜昌换流站厂界及临近房屋电磁环境监测结果

监测点位	合成电场强度（kV/m）		工频电场强度（kV/m）	工频磁感应强度（μT）	备注
	<i>E</i> <sub>80</sub>	最大值			
一、厂界					
测点 1#	0.30	0.32	1.81	1.19	
测点 2#	-0.23	-0.25	0.23	0.62	
测点 3#	-0.27	-0.29	0.04	0.57	
测点 4#	-0.22	-0.23	0.02	0.35	
测点 5#	0.19	0.22	0.02	0.33	
测点 6#	0.18	0.22	0.01	0.42	
测点 7#	0.21	0.23	0.92	0.64	
测点 8#	0.22	0.25	0.08	1.38	
测点 9#	0.28	0.30	1.36	1.22	
测点 10#	-0.18	-0.20	0.02	0.21	
测点 11#	-0.16	-0.18	0.02	0.22	
测点 12#	0.17	0.20	0.02	0.23	
测点 13#	0.15	0.18	1.03	0.32	
测点 14#	0.18	0.20	0.06	1.28	
二、临近房屋电磁环境					
杨**宅	0.08	0.10	0.01	0.18	
黄**宅	0.07	0.10	0.03	0.24	
张**宅	0.10	0.12	0.01	0.18	
秦**宅	0.11	0.13	0.01	0.19	
陈**宅	0.13	0.15	1.75	0.48	

注：本报告中合成电场强度的负号仅表示极性，不代表其大小，评价时以绝对值进行比较。下同。

由表 6.1-5 可知， $\pm 420\text{kV}$  宜昌换流站厂界各测点合成电场  $E_{80}$  监测值为  $0.15\text{kV/m} \sim 0.30\text{kV/m}$ ，最大值为  $0.18\text{kV/m} \sim 0.32\text{kV/m}$ ，合成场强小于  $15\text{kV/m}$  ( $E_{80}$ ) 的标准限值；宜昌换流站合成电场最大值小于  $25\text{kV/m}$  ( $E_{95}$ ) 的标准限值，由此可知其合成电场  $E_{95}$  也可满足  $25\text{kV/m}$  ( $E_{95}$ ) 的标准限值。 $\pm 420\text{kV}$  宜昌换流站厂界工频电场强度监测值为  $0.01\text{kV/m} \sim 1.81\text{kV/m}$ ；工频磁感应强度监测值为  $0.21\mu\text{T} \sim 1.38\mu\text{T}$ ，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于  $4000\text{V/m}$ 、 $100\mu\text{T}$  的标准限值。

宜昌换流站电磁环境影响评价范围内无电场环境敏感目标。验收阶段对换流站相对较近的居民房进行了电磁环境现状监测。宜昌换流站相对较近的居民房各测点合成电场  $E_{80}$  监测值为  $0.07\text{kV/m} \sim 0.13\text{kV/m}$ ，最大值为  $0.10\text{kV/m} \sim 0.15\text{kV/m}$ ；合成场强小于  $15\text{kV/m}$  ( $E_{80}$ ) 的标准限值；居民房合成电场最大值小于  $25\text{kV/m}$  ( $E_{95}$ ) 的标准限值，由此可知其合成电场  $E_{95}$  也可满足  $25\text{kV/m}$  ( $E_{95}$ ) 的标准限值。工频电场强度监测值为  $0.01\text{kV/m} \sim 1.75\text{kV/m}$ ；工频磁感应强度监测值为  $0.18\mu\text{T} \sim 0.48\mu\text{T}$ ，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于  $4000\text{V/m}$ 、 $100\mu\text{T}$  的标准限值。

## (2) 断面监测结果

宜昌换流站站外电磁环境断面监测结果见表 6.1-6。

表 6.1-6 宜昌换流站站外电磁环境监测断面监测结果

监测点位	合成电场强度 (kV/m)		备注
	$E_{80}$	$E_{95}$	
围墙外 5m	0.32	0.36	
围墙外 10m	0.31	0.33	
围墙外 15m	0.28	0.30	
围墙外 20m	0.26	0.27	
围墙外 25m	0.25	0.27	
围墙外 30m	0.23	0.26	
围墙外 35m	0.22	0.25	
围墙外 40m	0.20	0.24	
围墙外 45m	0.19	0.22	
围墙外 50m	0.18	0.21	

由表 6.1-6 可知， $\pm 420\text{kV}$  宜昌换流站站外监测断面各测点处的合成电场  $E_{80}$  监测值最大为  $0.32\text{kV/m}$ 、 $E_{95}$  为  $0.36\text{kV/m}$ ，合成电场强度监测值均随距围墙距离的增加呈逐渐变小趋势。

### 6.1.1.4 中通道直流背靠背换流站

#### 6.1.1.4.1 类比监测情况

##### (1) 监测因子

监测因子包括合成电场、工频电场、工频磁场。

##### (3) 监测单位

武汉网绿环境技术咨询有限公司（工频电场、工频磁场）、武汉依艾普检测技术有限公司（合成电场）。

##### (3) 监测方法

《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（H705-2020）；

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）；

《直流输电工程合成电场限值及其监测方法》（GB39220-2020）。

##### (4) 监测仪器

类比换流站现状监测的仪器情况见表 6.1-7。

表 6.1-7 监测仪器信息一览表

序号	仪器设备	仪器编号	测量范围	校准有效期	校准证书编号	校准单位
1	SEM600/LF-04 电磁辐射分析仪	D-1539/I-1539	工频电场强度： 5mV/m~ 100kV/m；工 频磁 感应强度：1nT ~ 10mT	2022.5.7~2023. 5.6	[J20220314752 4-02-0003]	广州广电 计量检测 股份有限 公司
2	合成场强 测试仪	PFDZ-0 1/PFDZ -01 1402005 /14010	-100kV/m~ 100kV/m	2022.01.14~202 3.01.13	2022DW04400 0026	湖北省计 量测试技 术研究院

##### (5) 监测布点



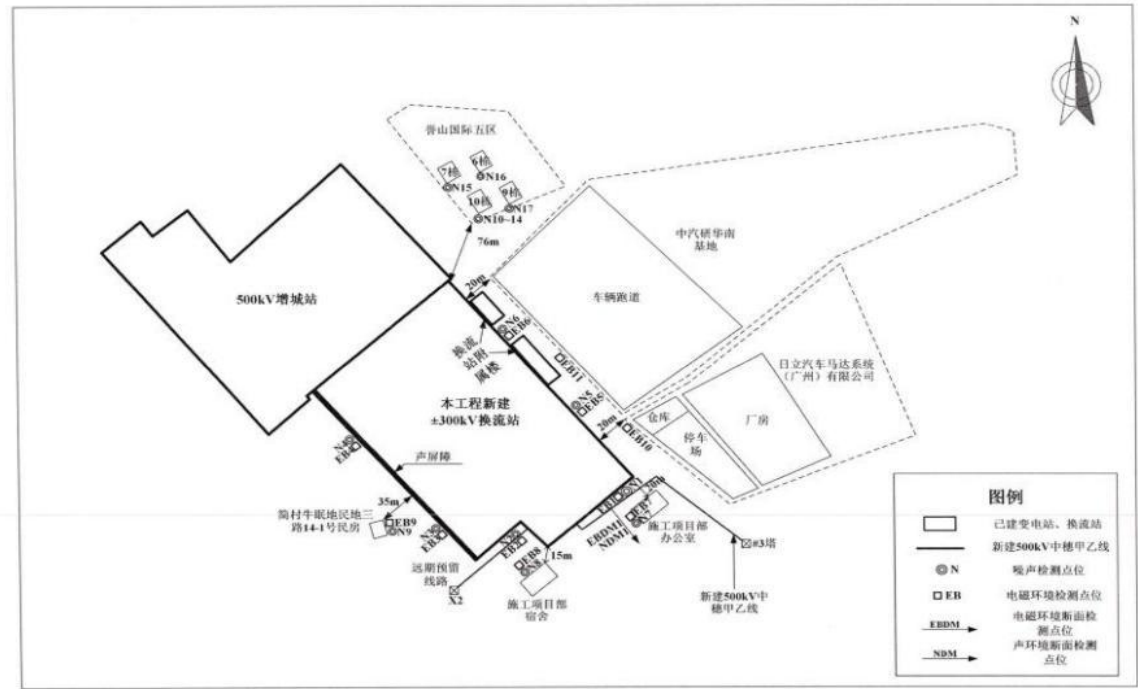


图 6.1-2 中通道直流背靠背换流站工频电场强度、工频磁感应强度监测点位图

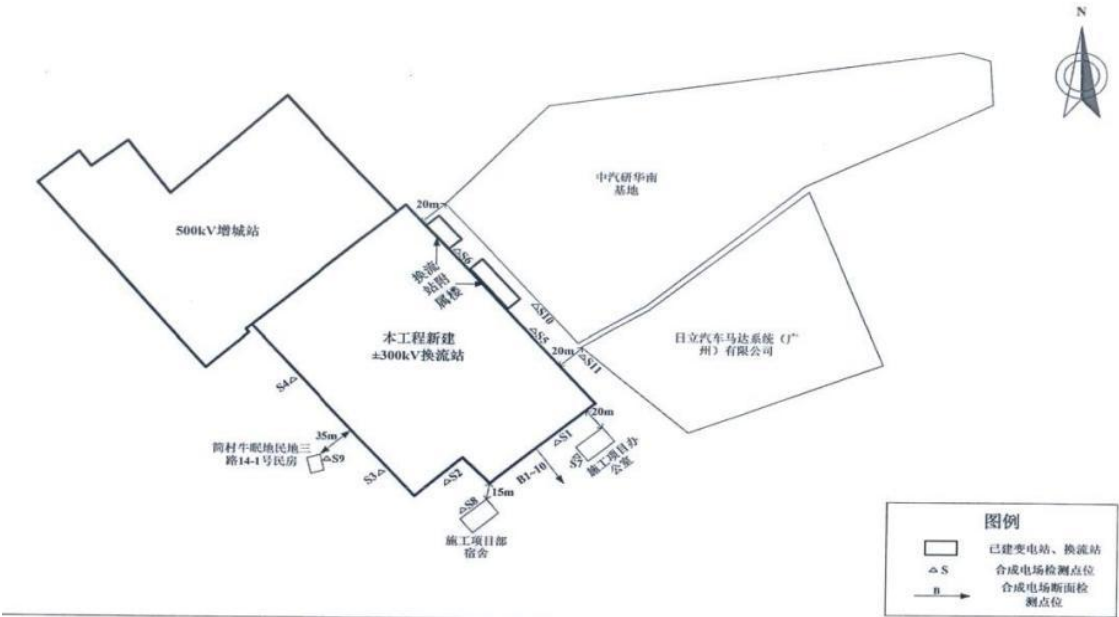


图 6.1-3 中通道直流背靠背换流站合成电场监测点位图

(6) 监测时间及监测环境

中通道直流背靠背换流站监测时间及监测环境见表 6.1-8。

表 6.1-8 类比换流站监测时间及环境条件

监测日期	天气	环境温度 (°C)	相对湿度 (%)	风力 (m/s)	风向	备注
2022.10.15	晴	23~27	43~50	1.0~ 1.5	北	合成电场
	晴	17~31	50~61	1.2~ 1.8	./	工频电场、工 频 磁场

(7) 监测工况

中通道直流背靠背换流站监测期间运行工况见下表 6.1-9。

表 6.1-9 类比换流站监测期间运行工况

监测时间	名称	电压 (kV)	电流 (A)	有功 (MW)	无功 (Mvar)
2022.10.15	单元一穗东侧柔直变	308.49~311.56	104.04~747.78	-96.56~-690.45	/
	单元一增城侧柔直变	306.91~311.10	105.51~758.09	98.03~697.92	/
	单元二穗东侧柔直变	308.26~311.64	103.84~746.90	-96.2~-689.59	/
	单元二增城侧柔直变	306.92~311.16	105.34~758.19	98.02~697.48	/
	500kV 站用变	532.93~538.54	0~ 1.38	1.09~ 1.4	-0.72~-0.89
	110kV 站用变	113.10~ 115.08	0. 1~0. 12	0.01~0.05	0.01~0.03
	500kV 中穗甲线	533.48~539.04	100.56~709.57	95.73~691.08	8.63~33.82
	500kV 中穗乙线	533.64~539. 12	110. 12~791.21	99.33~696.35	-0.68~-23.35
	500kV 增中甲线	531.58~538.84	105.51~758.09	98.03~697.92	0~0.26
	500kV 增中乙线	531.60~538.94	105.34~758.19	98.02~697.48	0~0.21
2022.10.16	单元一穗东侧柔直变	306.58~310.29	103.25~739.65	-95.62~-689.32	/
	单元一增城侧柔直变	305.34~311.66	104.76~756.55	97.38~689.86	/
	单元二穗东侧柔直变	307.16~310.87	102.95~744.86	-95.87~-687.62	/
	单元二增城侧柔直变	305.87~311.74	104.98~757.20	97.89~698.58	/
	500kV 站用变	531.68~537.98	0~ 1.27	1.04~ 1.37	-0.68~-0.77
	110kV 站用变	112.89~ 114.97	0.09~0. 11	0.01~0.04	0.01~0.02

#### 6.1.1.4.2 类比监测结果

(1) 中通道直流背靠背换流站厂界及电磁环境敏感目标监测结果见表 6.1-10 和 6.1-11。

表 6.1-10 类比换流站厂界及临近房屋工频电场、工频磁场环境监测结果

序号	测点编号	测点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	监测时间
广东电网直流背靠背广州工程（大湾区中通道直流背靠背工程）换流站					
1	EB1	换流站东南侧（距离东侧角约 40m）围墙外 5m	848.99	1.2092	2022.10.15
2	EB2	换流站东南侧（距离南侧角约 40m）围墙外 5m	78.07	1.0207	
3	EB3	换流站西南侧（距离南侧角约 50m）围墙外 5m	10.04	0.3716	
4	EB4	换流站西南侧（距离西侧角约 70m）围墙外 5m	4.32	0.1218	

5	EB5	换流站东北侧（距离东侧角约 50m）围墙外 5m	31.21	0.3706	
6	EB6	换流站东北侧（距离北侧角约 60m）围墙外 5m	2.45	0.4912	
7	EB7	施工项目部办公室西南侧 2m	244.26	0.9613	
8	EB8	施工项目部宿舍西北侧 2m	17.02	0.1949	
9	EB9	简村牛眠地民地三路 14-1 号民房东侧 2m	25.35	0.1210	
10	EB10	日立汽车马达系统（广州）有限公司西侧 2m	37.92	0.5436	
11	EB11	中汽研华南基地西南侧 2m	6.14	0.1590	

表 6.1-11 类比换流站厂界及临近房屋工频电场、工频磁场环境监测结果

测点 编号	测点名称	合成电场(kV/m)		备注
		E <sub>80</sub>	E <sub>95</sub>	
S1	换流站东侧#1	-0.57	-0.60	换流站东南侧
S2	换流站南侧#2	-0.54	-0.57	换流站东南侧
S3	换流站南侧#3	-2.31	-2.51	换流站西南侧/
S4	换流站南侧#4	-0.54	-0.60	换流站西南侧
S5	换流站南侧#5	-1.04	-1.61	换流站东南侧/
S6	换流站西侧#6	-0.40	-0.60	换流站西北侧
S7	项目部办公室	-0.47	-0.47	/
S8	项目员工宿舍	-0.84	-1.04	/
S9	民地三路 14-1	-0.50	-0.50	/
S10	中汽研华南基地	-0.50	-0.54	/
S11	日立汽车马达系统（广州有限公司）	-0.57	-0.57	/

注：本报告中合成电场强度的负号仅表示极性，不代表其大小，评价时以绝对值进行比较。下同。

由表 6.1-10 和 6.1-11 可知， $\pm 300\text{kV}$  中通道直流背靠背换流站厂界各测点合成电场  $E_{80}$  监测值为  $0.40\text{kV/m}\sim 2.31\text{kV/m}$ ， $E_{95}$  为  $0.57\text{kV/m}\sim 2.51\text{kV/m}$ ，合成场强小于  $15\text{kV/m}$ （ $E_{80}$ ）的标准限值；合成电场最大值小于  $25\text{kV/m}$ （ $E_{95}$ ）的标准限值，由此可知其合成电场  $E_{95}$  也可满足  $25\text{kV/m}$ （ $E_{95}$ ）的标准限值。 $\pm 300\text{kV}$  中通道直流背靠背换流站厂界工频电场强度监测值为  $2.45\text{V/m}\sim 848.99\text{V/m}$ ；工频磁感应强度监测值为  $0.1218\mu\text{T}\sim 1.2092\mu\text{T}$ ，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于  $4000\text{V/m}$ 、 $100\mu\text{T}$  的标准限值。

$\pm 300\text{kV}$  中通道直流背靠背换流站附近的电磁环境敏感目标合成电场  $E_{80}$  监测值为  $0.47\text{kV/m} \sim 0.84\text{kV/m}$ ，最大值为  $0.47\text{kV/m} \sim 1.04\text{kV/m}$ ；合成场强小于  $15\text{kV/m}$  ( $E_{80}$ ) 的标准限值；合成电场最大值小于  $25\text{kV/m}$  ( $E_{95}$ ) 的标准限值，由此可知其合成电场  $E_{95}$  也可满足  $25\text{kV/m}$  ( $E_{95}$ ) 的标准限值。工频电场强度监测值为  $6.14\text{V/m} \sim 244.26\text{kV/m}$ ；工频磁感应强度监测值为  $0.1210\mu\text{T} \sim 0.9613\mu\text{T}$ ，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于  $4000\text{V/m}$ 、 $100\mu\text{T}$  的标准限值。

## (2) 断面监测结果

中通道直流背靠背换流站站外电磁环境断面监测结果见表 6.1-12。

表 6.1-12 类比换流站站外电磁环境监测断面监测结果

测点 编号	距离 (m)	合成场强(kV/m)		备注
		$E_{80}$	$E_{95}$	
B1	围墙外 5m 处	-0.47	-0.50	/
B2	围墙外 10m 处	-0.54	-0.57	/
B3	围墙外 15m 处	-0.57	-0.60	/
B4	围墙外 20m 处	-0.54	-0.57	/
B5	围墙外 25m 处	-0.57	-0.67	/
B6	围墙外 30m 处	-0.60	-0.74	/
B7	围墙外 35m 处	-0.60	-0.64	/
B8	围墙外 40m 处	-0.60	-0.64	/
B9	围墙外 45m 处	-0.60	-0.60	/
B10	围墙外 50m 处	-0.54	-0.57	/

由表 6.1-12 可知， $\pm 300\text{kV}$  中通道直流背靠背换流站站外监测断面各测点处的合成电场  $E_{80}$  监测值最大为  $0.60\text{kV/m}$ 、 $E_{95}$  为  $0.74\text{kV/m}$ ，合成电场强度监测值均随距围墙距离的增加呈先增高再变小的趋势。

### 6.1.1.5 电磁环境影响预测评价

类比换流站厂界及断面各测点合成电场强度  $E_{80}$ 、 $E_{95}$  监测值分别小于  $15\text{kV/m}$ 、 $25\text{kV/m}$ ，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于  $4000\text{V/m}$ 、 $100\mu\text{T}$ 。根据前述类比可行性和类比监测结果可以推断，本工程换流站投入运行后，换流站厂界和电磁环境敏感目标的合成电场强度、工频电场强度、工频磁感应强度均能够满足相应控制限值要求。

### 6.1.2 红城 500kV 变电站扩建工程电磁环境影响评价

6.1.2.1 评价方法

本期红城 500kV 变电站电磁环境影响采用类比分析的方法进行预测分析及评价。

6.1.2.2 电磁环境影响预测及评价

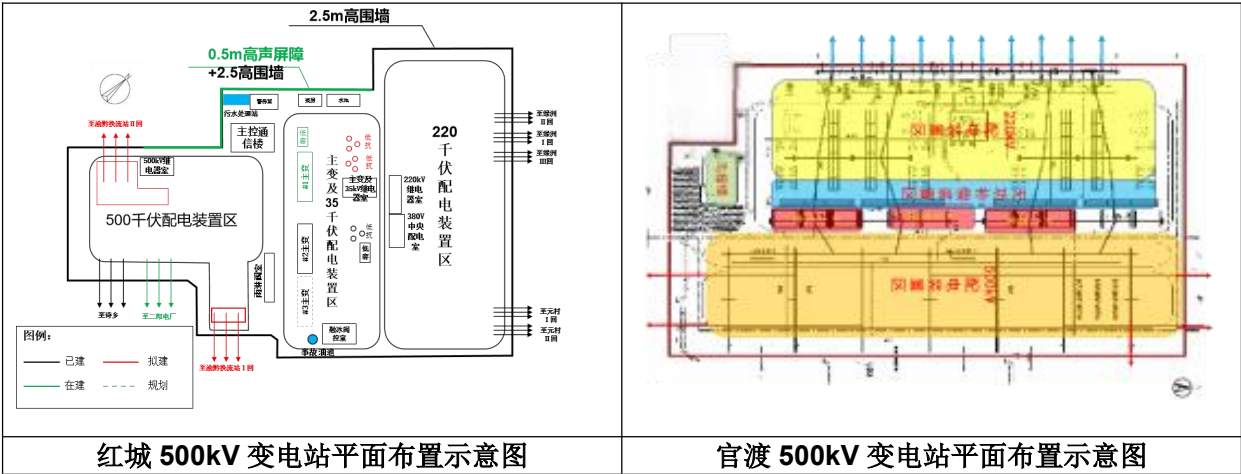
(1) 类比对象

本期红城 500kV 变电站选取已投入运行的官渡 500kV 变电站进行电磁环境影响的类比监测和评价。类比监测数据引用官渡 500kV 变电站现状检测报告中的监测数据，该工程已通过国网河南省电力公司组织的竣工环保验收。

类比变电站监测期间的规模及环境条件详见表 6.1-13，两座变电站平面对比图见图 6.1-4。

表 6.1-13 红城 500kV 变电站类比变电站相关情况

项目	红城 500kV 变电站 (本期扩建后)	官渡 500kV 变电站 (类比监 测期间规模)	可比性分析
电压等级 (kV)	500	500	一致
布置型式	500kV 配电装置 HGIS 置	500kV 配电装置 HGIS 布置	一致
变压器容量 (MVA)	2×750	3×1000	类比站主变多 1 台，主变容量较大
500kV 出线	4 回	5 回	类比站多 1 回
220kV 出线	5 回	10 回	类比站多 5 回
总平面布置	采用 500kV 配电装置、主变 压器及 35kV 配电装置、 220kV 配电装置三列式布置	采用 500kV 配电装置、主变 压器及 35kV 配电装置、 220kV 配电装置三列式布置	一致
母线形式	500kV 采用悬吊式管型母线	500kV 采用悬吊式管型母线	一致
占地面积 (变电站 围墙内)	4.201hm <sup>2</sup>	4.192hm <sup>2</sup>	基本一致
所在区域	贵州省遵义市	河南省郑州市	站址环境条件相 当，周围地形开 阔；不是影响电磁 环境的主要因素。
变电站周边环境条 件	农村地区，变电站周边主要为 农用地	农村地区，变电站周边主要为 农用地	
运行工况	/	类比监测期间变电站运行电压 已达到设计额定电压等级，变 电站运行正常，见表 6.1-13。	/



(2) 类比对象可比性分析

变电站产生的工频电场主要与运行电压有关，变电站产生的工频磁场主要与主变容量（即运行电流）有关。

红城 500kV 变电站与官渡 500kV 变电站电压等级、500kV 配电装置布置型式、总平面布置、母线形式等均相同，占地面积基本一致，红城变主变容量为  $2 \times 750\text{MVA}$ ，小于类比对象官渡 500kV 变电站  $3 \times 1000\text{MVA}$  的主变容量；红城 500kV 变电站 500kV、220kV 出线回数较官渡变分别少 1 回、5 回。

综上所述，用官渡 500kV 变电站作为红城 500kV 变电站的电磁环境影响类比对象，具有可比性。

(3) 类比监测因子

工频电场、工频磁场。

(4) 监测布点

1) 变电站厂界及电磁环境敏感目标

在变电站四周围墙外布设 6 个厂界监测点位，各监测点距变电站围墙距离约为 5m，测点距地面高度 1.5m。

2) 变电站外衰减断面

官渡 500kV 变电站衰减断面布置在变电站东侧围墙外，监测路径垂直于东侧围墙。测点间距为 5m，测点距地面高度 1.5m。监测点位参见图 6.1-5。



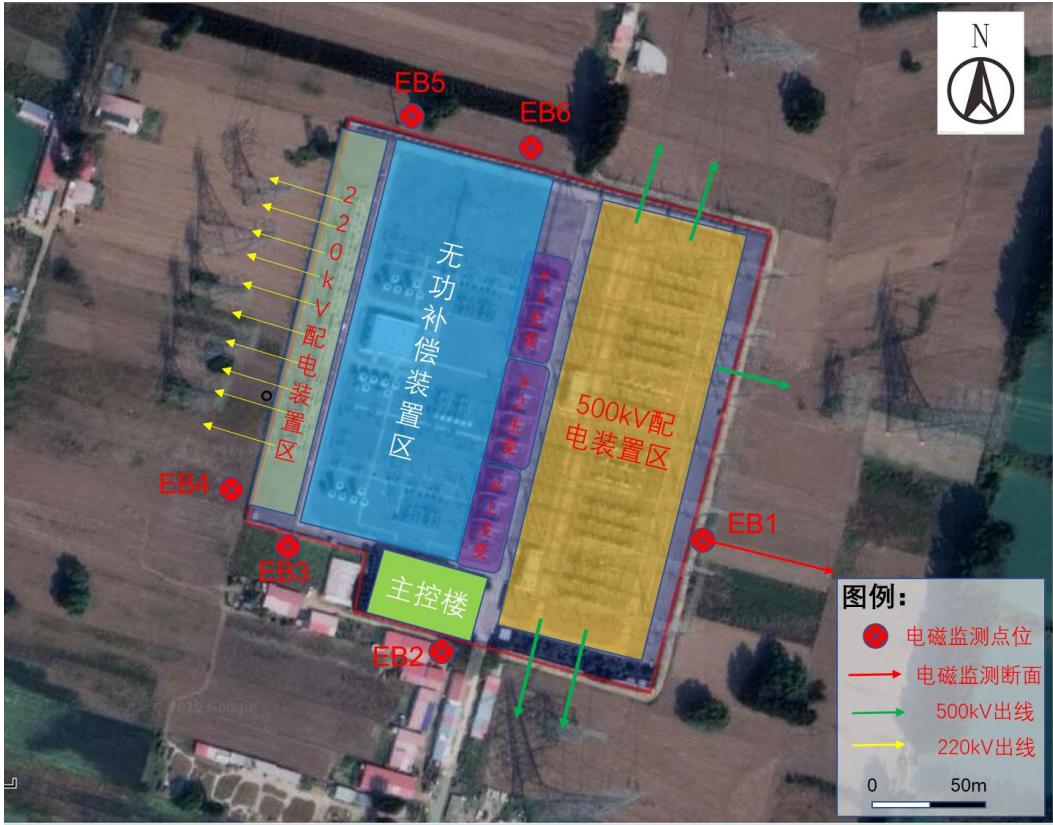


图 6.1-5 官渡 500kV 变电站电磁环境监测点位示意图

(5) 监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

(6) 监测单位

武汉依艾普检测技术有限公司。

(7) 监测仪器

监测使用的仪器参见表 6.1-14。

表 6.1-14 监测所用仪器名称、型号以及检定情况一览表

仪器设备	设备型号	测量范围	检定/校准机构	检定有效期
工频场强计	HI-3604/00133408	工频电场： 0.1V/m~200kV/m 工频磁场：1nT~20mT	中国舰船研究设计 中心检测校准实验 室	2018 年 6 月 8 日~2019 年 6 月 7 日

(8) 监测环境及运行工况

监测时间：2019 年 4 月 9 日。

监测天气：多云，温度 7~10℃，相对湿度 65~69%，风速 1.6~2.3m/s。

官渡 500kV 变电站监测期间运行工况表 6.1-15。运行工况正常。

表 6.1-15 类比对象官渡 500kV 变电站监测期间运行工况

名称	高压侧电压（kV）	高压侧电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）
#1 主变	535.42~536.00	530.57~532.20	492.21	-45.56
#2 主变	535.71~536.15	529.70~532.05	492.21	-44.65

名称	高压侧电压（kV）	高压侧电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）
#3 主变	536.15~536.30	526.19~535.56	492.21	-47.70

(9) 监测结果

官渡 500kV 变电站类比监测结果参见表 6.1-16、表 6.1-17。

表 6.1-16 官渡 500kV 变电站厂界工频电场、工频磁场监测结果

序号	检测点位		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	东侧围墙外5m	EB1	811	0.715
2	南侧围墙外5m	EB2	177.4	0.121
3	南侧围墙外5m	EB3	40.3	0.388
4	西侧围墙外5m	EB4	84.6	0.852
5	北侧围墙外5m	EB5	43.9	0.304
6	北侧围墙外5m	EB6	15.9	0.778

表 6.1-17 官渡 500kV 变电站衰减断面工频电场、工频磁场监测结果

序号	监测点位	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度(μT)
1	东侧围墙外 5m	811	0.715
2	东侧围墙外 10m	777	0.460
3	东侧围墙外 15m	709	0.326
4	东侧围墙外 20m	683	0.249
5	东侧围墙外 25m	556	0.201
6	东侧围墙外 30m	376	0.162
7	东侧围墙外 35m	325	0.154
8	东侧围墙外 40m	253	0.142
9	东侧围墙外 45m	170.5	0.133
10	东侧围墙外 50m	104.1	0.120

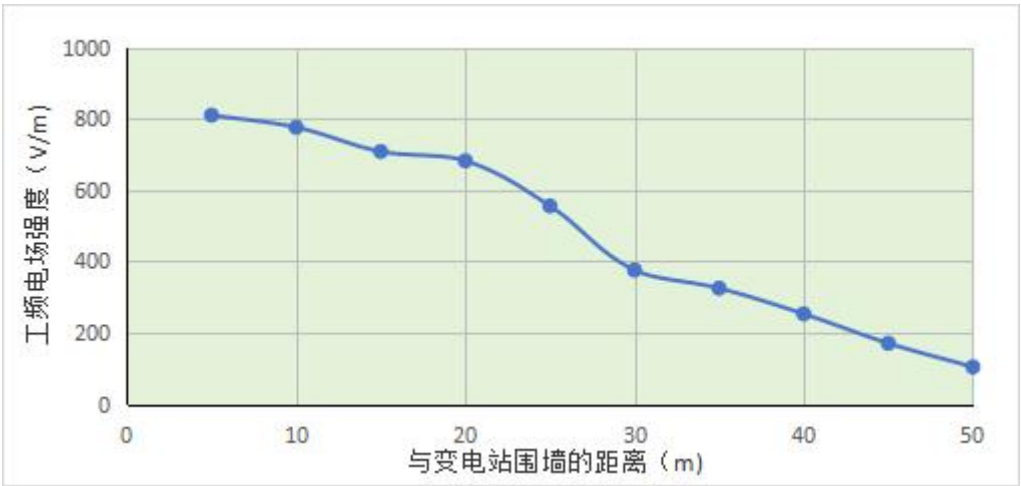


图 6.1-6 官渡 500kV 变电站厂界断面工频电场

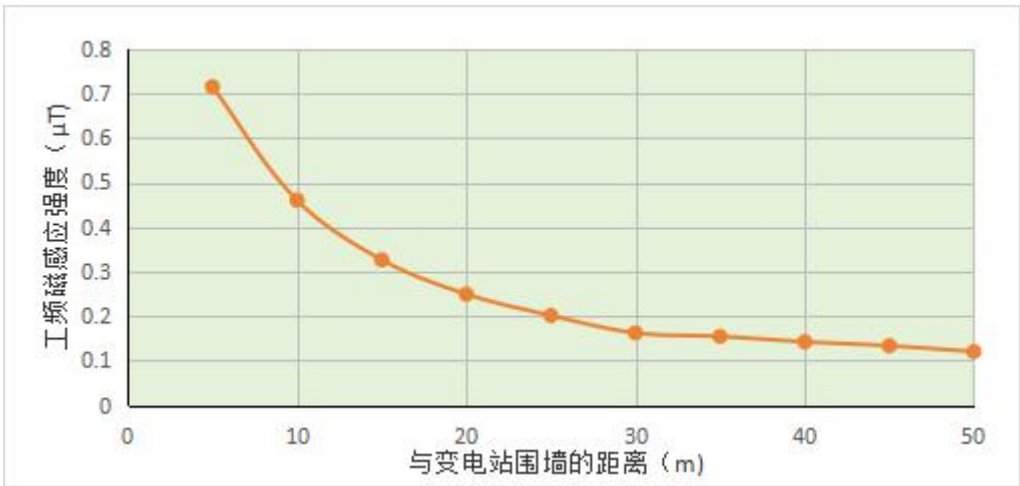


图 6.1-7 官渡 500kV 变电站厂界断面工频磁感应强度

(10) 监测结果分析

1) 变电站厂界

官渡 500kV 变电站厂界四周工频电场强度为 15.9~811V/m，均满足 4000V/m 标准限值要求；厂界测点工频磁场强度为 0.121~0.852μT，均满足 100μT 标准限值要求。

2) 衰减断面

官渡 500kV 变电站衰减断面测得的工频电场强度范围为 104.1~811V/m，工频磁场强度为 0.120~0.715μT，随距离变电站厂界距离增大，工频电场强度和工频磁场强度呈减小趋势，且各点测值均分别满足 4000V/m、100μT 标准限值要求。

6.1.2.3 电磁环境影响评价结论

由官渡 500kV 变电站类比监测结果可知，红城 500kV 变电站建成后，变电站站界和电磁环境敏感目标处的工频电场强度、工频磁场强度分别满足 4000V/m、100μT 的标准限值要求。

6.1.3 架空输电线路类比评价

(1) 类比对象

根据输电线路电压等级、架线型式、环境条件和运行工况等选取类比对象。本环评选择 500kV 雁船 II 线作为单回线路类比对象，选择 500kV 雁船 I、II 线同塔双回线路作为本工程双回线路的类比对象。考虑建成后实际架设形式，在进行电磁环境影响类比分析时本工程同塔双回路单侧挂线按同塔双回线路考虑。

类比输电线路的规模及环境条件详见表 6.1-18。

表 6.1-18 本工程输电线路与类比对象情况对比

项目	本工程单回线路	500kV 雁船 II 线	本工程双回线路/ 同塔双回单侧挂	500kV 雁船 I、II 线同塔双 回线路
----	---------	---------------	---------------------	---------------------------

			线	
电压等级 (kV)	500	500	500	500
架设型式	单回	单回	双回	双回
导线排列方式	水平排列、三角排列	水平排列	鼓形排列	鼓形排列
相序	CAB 或 BCA	ABC	A C B B C A C B A C B A	A C B B C A
导线型号	JL3/G1A-630/45/JL(JL/LB20A-630/45)	JL/G1A-500/40	JL3/G1A-630/45/JL(JL/LB20A-630/45) JL/LB20A-630/45、 JL/LB20A-400/50	JL3/G1A-500/40
导线分裂数	4	4	4	4
导线分裂间距	500mm	500mm	500mm/450mm	500mm
导线外径	33.8mm	30.0mm	33.8mm/27.6mm	30.0mm
导线对地距离	11m <sup>①</sup> /14m (设计对地最小线高)	18m (类比监测处)	11m <sup>①</sup> /14m (设计对地最小线高)	15m (类比监测处)
所在区域	重庆、贵州	湖南	重庆、贵州	湖南
环境条件	平地、丘陵、山区，农村	平地、丘陵，农村	平地、丘陵、山区，农村	平地、丘陵，农村
运行电压	500kV <sup>②</sup>	536.1~538.4	500kV <sup>②</sup>	雁船 I 线: 535.1~536.7 雁船 II 线: 536.4~537.9
运行电流	3646A <sup>②</sup>	151.9~153.7	3646A <sup>②</sup>	雁船 I 线: 152.4~154.7 雁船 II 线: 150.4~152.9 <sup>③</sup>
运行工况	/	运行电压已达到设计额定电压等级，线路运行正常	/	运行电压已达到设计额定电压等级，线路运行正常

注：①架空输电线路经过非居民区（耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）导线对地最小距离为 11m 时，输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。

②本工程新建线路的电压采用设计电压，电流采用设计最大允许输送电流。

③类比线路监测期间电流较本工程设计最大允许输送电流小，类比线路设计电流约为 3600A，电流主要影响工频磁场，在达到设计电流情况下，类比线路最大磁感应强度约为 24μT（3600÷150.4×0.991），小于 100μT。

## （2）类比对象可比性分析

类比对象依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中的类比要求和《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）中的监测技术要求选择。

由表 6.1-18 可知，类比对象与本工程线路电压等级、导线分裂数、分裂间距基本一致；本工程输电线路架设型式、导线排列方式较对比对象更为多样，但通过后文模式预测，本工程单回路塔型排列方式中，水平排列电磁环境影响较其它排列方式影响更大，与类比对象水平排列方式一致。本次所选类比线路架设高度与本工程输电线路存在一定差异，即类比线路架设高度为实际架设高度，环评阶段本工程输电线路架设高度为《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中规定的导线对地最低理论高度，实际架设时，由于本工程涉及区域地形主要为丘陵、山区，塔基多位于山坡上，铁塔经山包等自然地形抬升后导线对地实际高度一般会大于最低理论高度，可与类比线路导线对地高度相当或更高。因此，类比线路的电磁环境监测结果能反映本工程输电线路建成投运后可能产生的电磁环境影响水平，具有可比性。

考虑到类比对象与本工程线路设计情况的差异，本环评进行了电磁模式验证性计算。

### （3）监测项目

离地面 1.5m 高度处的工频电场、工频磁场。

### （4）监测布点

单回线路：类比监测点选择在 500kV 雁船 II 线的#34~#35 杆塔间线路导线的弧垂最低处。测点周围平坦开阔，无其它架空线，符合监测技术条件要求。测点处导线弧垂处离地距离约 18m。

同塔双回线路：类比监测点选择在 500kV 雁船 I 回线、雁船 II 回线#27~#28 杆塔间线路导线的弧垂最低处。测点周围平坦开阔，无其它架空线，符合监测技术条件要求。测点处导线弧垂处离地距离约 15m。

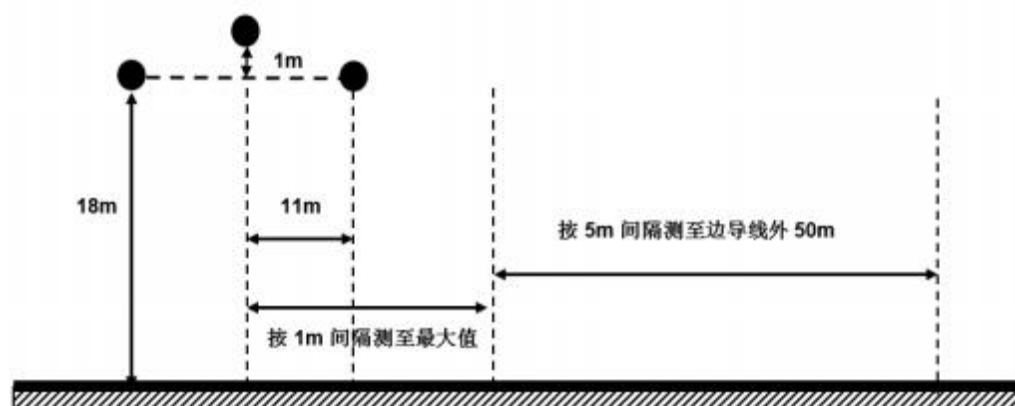


图 6.1-8 500kV 雁船 II 线电磁环境监测断面示意图

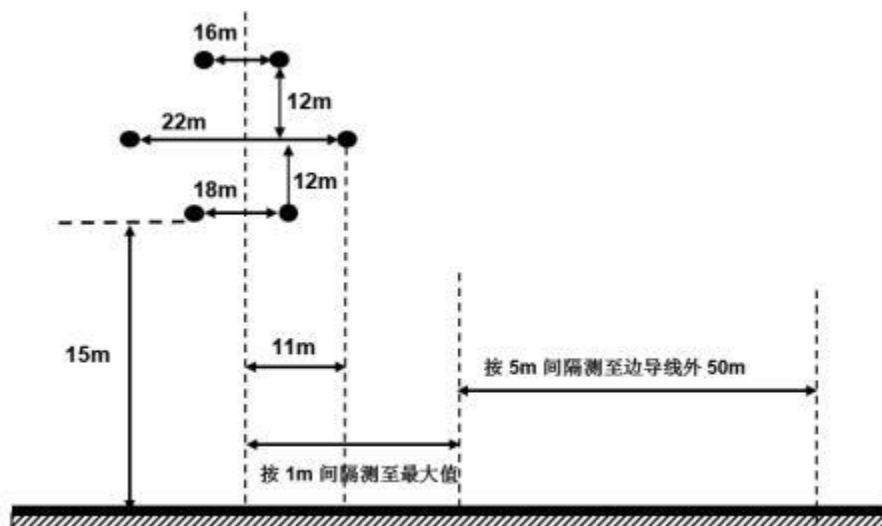


图 6.1-9 500kV 雁船 I、II 线同塔双回线路电磁环境监测断面示意图

### (5) 监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

### (6) 监测单位及测量仪器

- 1) 监测单位: 武汉中电工程检测有限公司。  
2) 监测仪器: 参见表 6.1-19。

**表 6.1-19 监测所用仪器名称、型号以及检定情况一览表**

仪器名称型号及出厂编号	量程范围	校准证书编号
仪器名称：智能场强仪 仪器型号：NBM-550/EHP-50F 出厂编号：G-0199/000WX50910	测量范围： 电场强度： 5mV/m～1kV/m（V/m 量程） 500mV/m～100kV/m（kV/m 量程） 磁感应强度： 0.3nT～100μT（μT 量程） 30nT～10mT（mT 量程）	校准单位：上海市计量测试技术研究院 证书编号：2021F33-10-3385824001 有效期：2021.06.29-2022.06.28

### (7) 监测环境及运行工况

### 1) 监测时间

监测时间：2021年9月14日~9月15日。

## 2) 监测天气

2021年9月14日：温度 36.3~38.7℃、湿度 36.5~44.5%，风速 0.5~1.6m/s。

2021年9月15日：温度34.1~36.5℃、湿度48.3~53.7%，风速1.4~2.8m/s。

### 3) 监测时运行工况

监测期间线路运行工况见表 6.1-20。运行工况正常。

表 6.1-20 监测期间运行工况



检测时间	项目	电压 (kV)	电流 (A)	有功功率 (MW)	无功功率 (Mvar)
2021.9.14	500kV 雁船 II 线	536.1~538.4	151.9~153.7	-109.3~-114.1	-59.9~-61.8
2021.9.15	500kV 雁船 I 线	535.1~536.7	152.4~154.7	-125.7~-127.2	-63.9~-64.8
	500kV 雁船 II 线	536.4~537.9	150.4~152.9	-106.7~-109.2	-59.2~-61.5

### (8) 监测结果

500kV 雁船 II 线类比监测结果见表 6.1-21, 500kV 雁船 I、II 线同塔双回线路类比线路监测结果见表 6.1-22。

**表 6.1-21 500kV 雁船 II 线电磁环境类比监测结果**

测点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度(μT)
<b>一、500kV 雁船 II 线电磁环境衰减断面</b>		
距中心线 0m	1254	0.559
距中心线 1m	1284	0.613
距中心线 2m	1449	0.639
距中心线 3m	1723	0.610
距中心线 4m	2068	0.543
距中心线 5m	2401	0.496
距中心线 6m	2706	0.532
距中心线 7m	3002	0.479
距中心线 8m	3244	0.487
距中心线 9m	3453	0.459
距中心线 10m	3606	0.473
距中心线 11m (边导线下)	3773	0.468
距边导线 1m	3891	0.466
距边导线 2m	4006	0.443
距边导线 3m	4005	0.417
距边导线 4m	4023	0.422
距边导线 5m	3936	0.383
距边导线 6m	3892	0.353
距边导线 10m	3116	0.247
距边导线 15m	2491	0.223
距边导线 20m	1764	0.179
距边导线 25m	1282	0.147
距边导线 30m	939.0	0.120
距边导线 35m	772.3	0.101
距边导线 40m	574.7	0.092
距边导线 45m	466.3	0.077
距边导线 50m	343.7	0.061
<b>二、500kV 雁船 II 线#34~#35 杆塔电磁环境敏感目标</b>		
衡阳市衡东县霞流镇鑫霞村赵某养殖房东南侧 (为 1 层坡顶房屋, 位于线路西北侧约 10m 处, 线高 18m)	2603	0.340

**表 6.1-22 500kV 雁船 I、II 线电磁环境类比监测结果**

测点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
------	--------------	--------------

一、500kV 雁船 I、II 线电磁环境衰减断面		
边导线内（距中心线 0m）	2723	0.946
边导线内（距中心线 1m）	2794	0.991
边导线内（距中心线 2m）	2835	0.939
边导线内（距中心线 3m）	3208	0.900
边导线内（距中心线 4m）	3405	0.886
边导线内（距中心线 5m）	3849	0.856
边导线内（距中心线 6m）	4856	0.841
边导线内（距中心线 7m）	5141	0.869
边导线内（距中心线 8m）	4566	0.876
边导线内（距中心线 9m）	4582	0.812
边导线内（距中心线 10m）	5086	0.775
距中心线 11m（边导线外）	4912	0.735
距边导线 1m	4315	0.704
距边导线 2m	4271	0.645
距边导线 3m	4523	0.625
距边导线 4m	4126	0.567
距边导线 5m	3967	0.474
距边导线 6m	3743	0.455
距边导线 7m	3114	0.397
距边导线 10m	2305	0.316
距边导线 15m	1416	0.254
距边导线 20m	844.5	0.195
距边导线 25m	627.2	0.158
距边导线 30m	476.5	0.124
距边导线 35m	336.0	0.104
距边导线 40m	211.7	0.090
距边导线 45m	142.1	0.065
距边导线 50m	115.2	0.055
二、500kV 雁船 I、II 线#27~#28 杆塔电磁环境敏感目标		
衡阳市衡东县霞流镇平田村七组民房西南侧（为 1 层坡顶房屋，位于线路东侧约 48m 处，线高 28m）	29.05	0.072

### （9）监测结果分析

1）工频电场强度：500kV 雁船 II 线工频电场强度最大值为 4023V/m，位于距边导线外 4m 处。在线路边导线 4m 外随着距离的增加，工频电场值呈降低的趋势。500kV

雁船 I、II 线同塔双回线路工频电场强度最大值为 5141V/m，位于边导线内线路下方。在线路边导线 3m 外随着距离的增加，工频电场值呈降低的趋势。

2) 工频磁感应强度：500kV 雁船 II 线工频磁感应强度最大监测值为 0.639 $\mu$ T，位于边导线内。500kV 雁船 I、II 线同塔双回线路工频磁感应强度最大值为 0.991 $\mu$ T，位于边导线内。

3) 电磁环境敏感目标：500kV 雁船 II 线#34~#35 杆塔间电磁环境敏感目标处工频电场强度监测值为 2603V/m，工频磁感应强度监测值为 0.340 $\mu$ T，分别满足 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值要求。

500kV 雁船 I、II 线#27~#28 杆塔间电磁环境敏感目标处工频电场强度监测值为 29.05V/m，工频磁感应强度监测值为 0.072 $\mu$ T，分别满足 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值要求。

#### (10) 电磁环境类比监测的验证计算

按照电磁环境类比监测时同样工况条件进行理论计算，并与实测值分析比较，以验证理论计算预测方案的可信性。

500kV 雁船 II 线理论计算结果与实测结果对比情况见表 6.1-23、图 6.1-13~图 6.1-14，500kV 雁船 I、II 线同塔双回线路理论计算结果与实测结果对比情况见表 6.1-24、图 6.1-15~图 6.1-16。

表 6.1-23 500kV 雁船 II 线电磁环境实测结果与理论计算结果对比表

距线路中心距离 (m)	工频电场强度 (V/m)		工频磁感应强度( $\mu$ T)	
	实测值	理论计算值	实测值	理论计算值
0	1254	1707.1	0.559	1.564
1	1284	1759.5	0.613	1.562
2	1449	1908.7	0.639	1.557
3	1723	2133.8	0.610	1.548
4	2068	2411.1	0.543	1.535
5	2401	2719.5	0.496	1.519
6	2706	3041.4	0.532	1.499
7	3002	3361.2	0.479	1.475
8	3244	3665.6	0.487	1.446
9	3453	3943.0	0.459	1.414
10	3606	4183.7	0.473	1.378
11 (边导线下)	3773	4380.3	0.468	1.339
边导线外 5	3936	4620.6	0.383	1.105
边导线外 10	3116	3934.1	0.247	0.862
边导线外 15	2491	2997.7	0.223	0.660
边导线外 20	1764	2192.0	0.179	0.508

边导线外 25	1282	1595.2	0.147	0.397
边导线外 30	939	1174.1	0.120	0.317
边导线外 35	772.3	879.3	0.101	0.258
边导线外 40	574.7	671.0	0.092	0.213
边导线外 45	466.3	521.4	0.077	0.178
边导线外 50	343.7	412.0	0.061	0.152

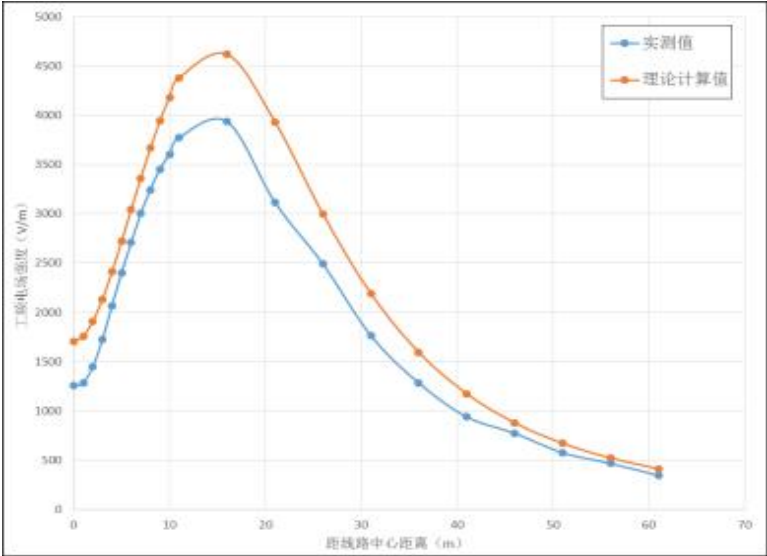


图 6.1-10 500kV 雁船 II 线工频电场强度实测结果与理论计算结果对比图

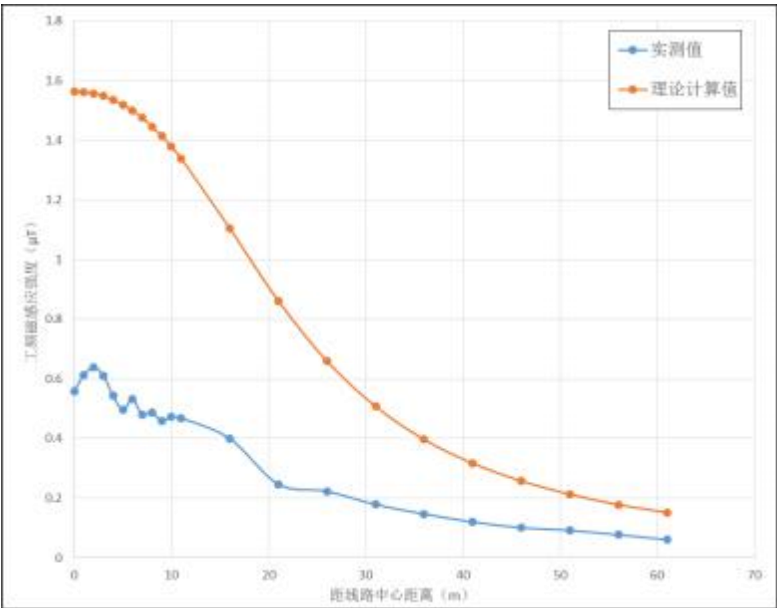


图 6.1-11 500kV 雁船 II 线工频磁感应强度实测结果与理论计算结果对比图

表 6.1-24 500kV 雁船 I、II 线电磁环境实测结果与理论计算结果对比表

距线路中心距离 (m)	工频电场强度 (V/m)		工频磁感应强度(μT)	
	实测值	理论计算值	实测值	理论计算值
0	2723	3086.1	0.946	1.579
1	2794	3176.7	0.991	1.577
2	2835	3427.7	0.939	1.572
3	3208	3788.6	0.900	1.564

4	3405	4204.0	0.886	1.552
5	3849	4626.2	0.856	1.535
6	4856	5018.0	0.841	1.513
7	5141	5351.4	0.869	1.485
8	4566	5606.3	0.876	1.452
9	4582	5770.3	0.812	1.413
10	5086	5838.1	0.775	1.369
11（边导线下）	4912	5811.1	0.735	1.320
边导线外 5	3967	4630.9	0.474	1.035
边导线外 10	2305	2955.5	0.316	0.765
边导线外 15	1416	1719.6	0.254	0.558
边导线外 20	844.5	980.3	0.195	0.410
边导线外 25	627.2	565.3	0.158	0.306
边导线外 30	476.5	336.1	0.124	0.232
边导线外 35	336.0	212.6	0.104	0.179
边导线外 40	211.7	150.3	0.090	0.141
边导线外 45	142.1	121.4	0.065	0.112
边导线外 50	115.2	107.8	0.055	0.090

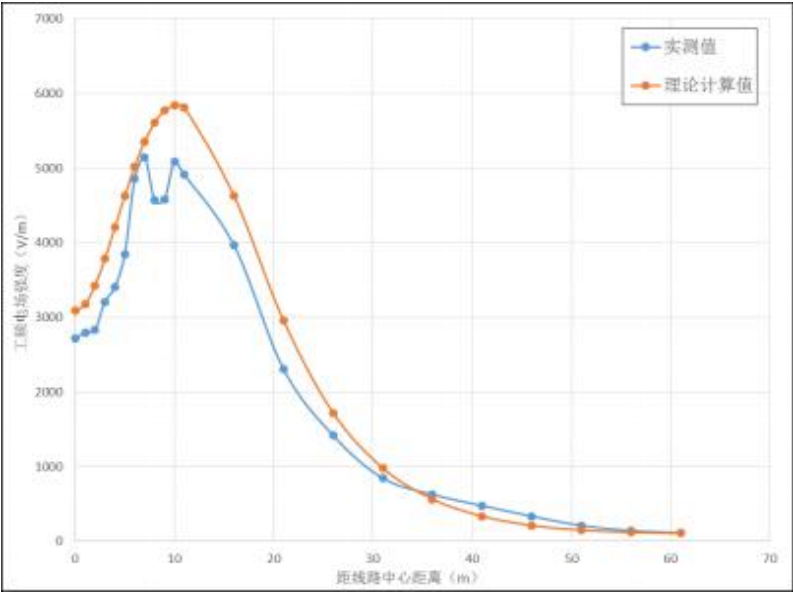


图 6.1-12 500kV 雁船 I、II 线工频电场强度实测结果与理论计算结果对比图

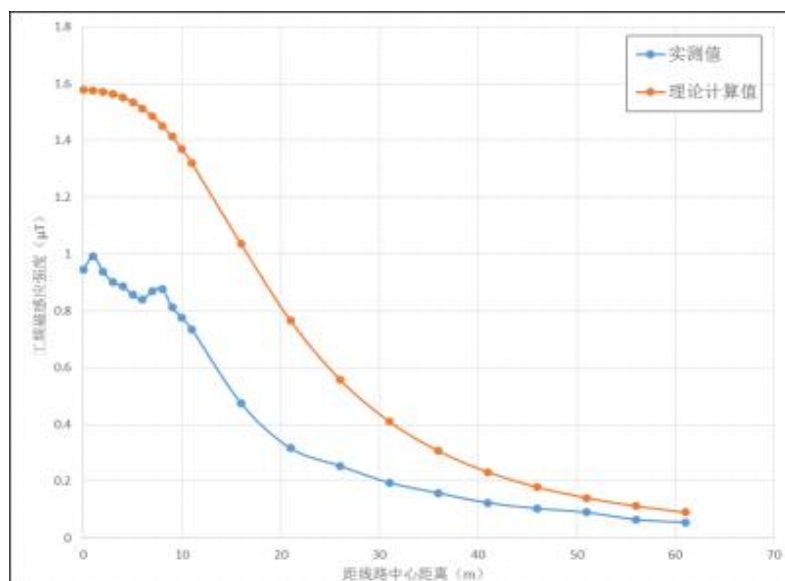


图 6.1-13 500kV 雁船 I、II 线工频磁感应强度实测结果与理论计算结果对比图

由类比监测结果和模式预测结果的对比可知，输电线路工频电场强度理论计算值与实测值变化趋势一致、数据差别不大，理论预测值总体上略大于实测值。因此，对线路运行产生的电磁环境采用模式预测计算结果是可信的。本报告将采用理论预测结果进行输电线路工程电磁环境预测及评价。

## 6.1.4 架空线路工程模式预测及评价

### 6.1.4.1 预测因子

工频电场、工频磁场。

### 6.1.4.2 预测模式

工频电场、工频磁场预测按照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）推荐模式计算。

#### （1）工频电场强度预测

利用等效电荷法计算高压送电线路下空间工频电场强度。

首先利用镜像法计算送电线上的等效电荷。可由下列矩阵方程计算多导线线路中导线上的等效电荷：

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

式中：（U）：各导线对地电压的单列矩阵；

（Q）：各导线上等效电荷的单列矩阵；

（λ）：各导线的电位系数组成的 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。

对于 500kV 三相导线，各相导线对地电压为：

$$|U_A|=|U_B|=|U_C|=500 \times 1.05 / \sqrt{3} = 303.1 \text{ kV}$$

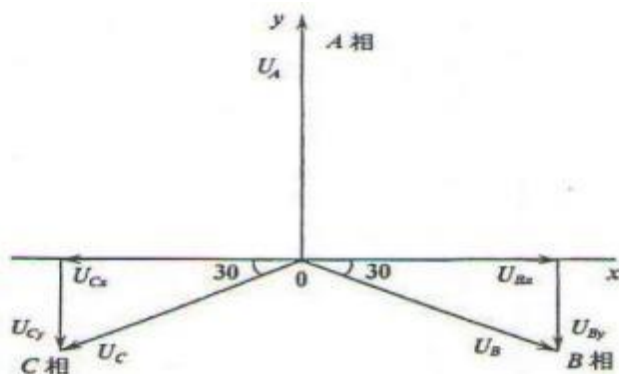


图 6.1-14 对地电压计算图

500kV 各相导线对地电压分量为：

$$U_A = (303.1 + j0) \text{ kV}$$

$$U_B = (-151.6 + j262.5) \text{ kV}$$

$$U_C = (-151.6 - j262.5) \text{ kV}$$

(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', ... 表示他们的镜像，电位系数可写为：

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2h_i}{R_i}$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{L'_{ij}}{L_{ij}}$$

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

式中：ε<sub>0</sub>：空气的介电常数；ε<sub>0</sub> =  $\frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} \text{ F/m}$ ；

h<sub>i</sub>：导线与地面的距离；

L<sub>ij</sub>：第 i 根导线与第 j 根导线的间距；

L'<sub>ij</sub>：第 i 根导线与第 j 根导线的镜像导线的间距；

R<sub>i</sub>：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<sub>i</sub> 计算式为：

$$R_i = R_n \sqrt{\frac{nr}{R}}$$

式中：R：分裂导线半径；n：次  
导线根数；  
r：次导线半径。

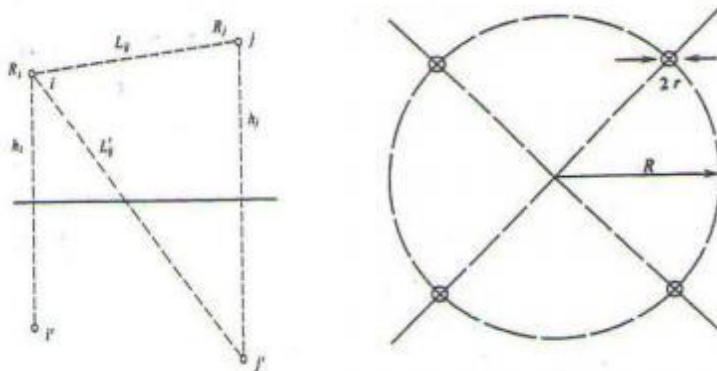


图 6.1-15 电位系数及等效半径计算图

由〔U〕矩阵和〔λ〕，利用等效电荷矩阵方程即可求出〔Q〕矩阵。空间任意一点的电场强度可根据叠加原理计算得出，在(x, y)点的电场强度分量  $E_x$  和  $E_y$  可表示为：

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

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

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

$L_i$  和  $L'_i$ ：分别为导线 i 及其镜像至计算点的距离。

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

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

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

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该点的合成场为：

$$\vec{E} = (E_{xR} + jE_{xI})\vec{x}_0 + (E_{yR} + jE_{yI})\vec{y}_0 = E_x\vec{x}_0 + E_y\vec{y}_0$$

式中：

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

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

## (2) 工频磁感应强度预测

由于工频情况下电磁场具有准静态性，线路的磁场仅由电流产生，输电线路在空间任一点产生的工频磁感应强度可根据安培定律，按照矢量迭加原理计算得出。输电导线在空间任一点产生的工频磁感应强度计算公式为：

$$B = \mu_0 H = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

式中：B：磁感应强度，T；

H：磁场强度，A/m；

$\mu_0$ ：真空中的磁导率( $\mu=4\pi\times10^{-7}$ A/m)；I：导线i中的电流值，A；

r：第i相导线至计算点处的直接距离，m。

和电场强度计算不同的是磁场计算时只考虑处于空间的实际导线，忽略它的镜像进行计算，其结果已足够符合实际。

如图，不考虑导线i的镜像时，可计算在A点其产生的磁场强度：

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

式中：I：导线i中的电流值

对于三相线路，由相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都必须分别考虑电流间的相角，按相位矢量来合成。一般来说合成矢量对时间段轨迹是一个椭圆。

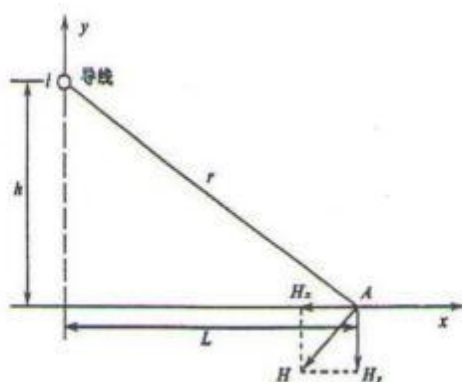


图 6.1-16 磁场向量图

对于三相线路，由于相位不同形成的磁感应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。

### 6.1.4.3 预测参数的选取

#### (1) 杆塔类型

本工程交流线路均选用电磁环境影响最大的塔型进行预测计算。根据本工程杆塔一览表，本工程单回线路导线排列方式分别有水平排列、三角排列和同塔双回单侧挂线 3 种排列方式。因此，本工程选取了不同排列方式下横担最宽的塔型分别进行了预测。本工程同塔双回线路导线排列方式采用鼓形排列。本工程选取了横担最宽的直线塔和耐张塔分别进行了预测。

#### (2) 导线型号

本工程 500kV 交流线路重庆境内经过 10mm 冰区时采用 4×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线，贵州境内经过 10mm 冰区、15mm 中冰区以及 20mm 重冰区均采用 4×JL/LB20A-630/45 铝包钢芯铝绞线，为配合换流站间隔布置，渝黔换流站进线档利用 4 基双回路塔单侧挂线，采用 4×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线，另一侧暂时空置备用。红城变进线档利用 1 基双回路终端塔单侧挂线段南侧的 500kV 郎红甲线已挂 4×JL/LB20A-400/50 型铝包钢芯铝绞线。4×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线和 4×JL/LB20A-630/45 铝包钢芯铝绞线影响电磁环境水平的参数相同。

#### (3) 导线对地距离

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），500kV 交流输电线路按非居民区（架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）导线对地最小距离 11m、居民区导线对地最小距离 14m 进行预测计算。红城变进线档利用 1 基双回路终端塔单侧挂线段南侧已建 500kV 郎红甲线，通过现场实测，该段 500kV 郎红甲线导线对地最小高度为 12m。本期从红城变出线至该基杆塔线路较 500kV 郎红甲线短，且红城变由北往南地势逐渐下降，本次评价保守按 12m 考虑，该段评价范围内无电磁环境敏感目标，按非居民区进行预测评价。

#### (4) 相序

通过本工程线路同种架设形式下不同的相序排列情况进行电磁环境影响预测，发现其电磁环境影响结果基本一致，因此本次预测根据线路的架设形式选择其中一种相序排

A2C1

列进行预测。其中同塔双回线路预测相序排列为 B2B1，单回线路相序排列为 CAB，

C2A1

单回并行线路相序排列为 C2A2B2 B1C1A1，利用 500kV 郎红甲线已建杆塔同塔双回

C1B

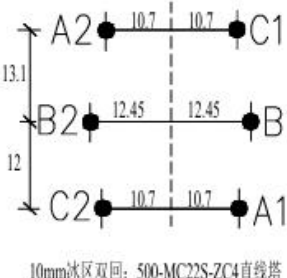
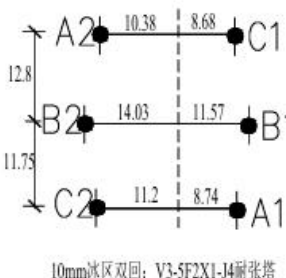
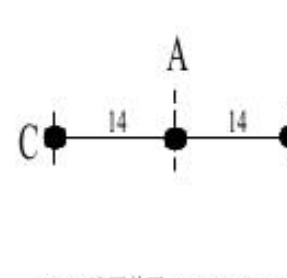
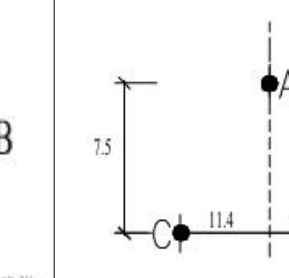
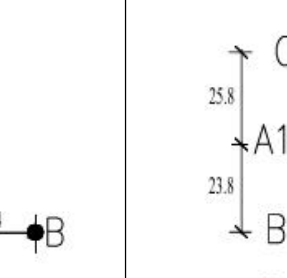
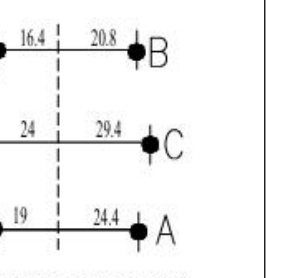
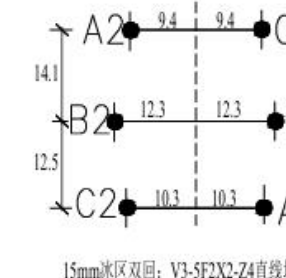
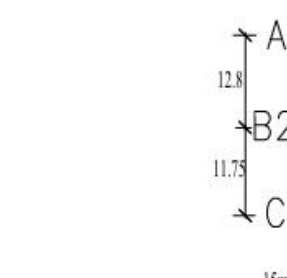
单侧挂线相序排列为 A1C。

B1A

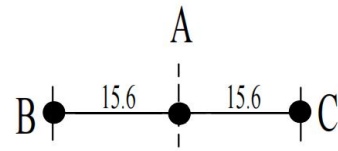
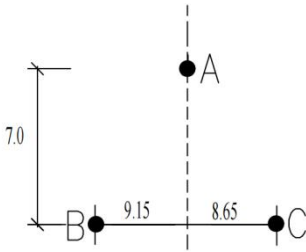
#### (5) 计算参数

本工程 500kV 交流线路预测参数详见表 6.1-25。

表 6.1-25 本工程架空输电线路模式预测计算参数表

一、500kV 交流线路								
10mm 冰区	线路型式	同塔双回回路线路		单回线路		双回单边挂线（本期挂内侧） （贵州段）	双回单边挂线（本期挂内侧） （重庆段）	
	导线排列方式	鼓形排列（直线）	鼓形排列（耐张）	水平排列（直线）	三角排列（耐张）	鼓形排列（终端）	鼓形排列（终端）	
	计算电压（kV）	500	500	500	500	500	500	
	线路架设方式							
	导线形式	JL3/G1A-630/45/JL(JL/LB20A-630/45)					JL/LB20A-630/45、JL/LB20A-400/50	JL3/G1A-630/45
	导线直径（mm）	33.8					33.8、27.6	33.8
	分裂数	4					4	4
	分裂间距（mm）	500					500、450	500
	电流（A）*	3646					3646、1604	3646
	导线对地距离（m）	非居民区 11m/居民区 14m			非居民区 10.5m/居民区 14m		非居民区 12m	居民区 14m
	预测高度（m）	非居民区：地面 1.5m；居民区：地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m			非居民区：地面 1.5m；居民区：地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m			
15mm 冰区	线路型式	同塔双回线路						
	导线排列方式	鼓形排列（直线）			鼓形排列（耐张）			
	计算电压（kV）	500			500			
	线路架设方式							
	导线形式	JL/LB20A-630/45						
	导线直径（mm）	33.8						
	分裂数	4						
	分裂间距（mm）	500						
	电流（A）*	3646						
	导线对地距离（m）	非居民区 11m/居民区 14m						
	预测高度（m）	非居民区：地面 1.5m；居民区：地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m			非居民区：地面 1.5m；居民区：地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m			
	线路型式	单回线路						



20m 冰区	导线排列方式	水平排列（直线）		三角排列（耐张）	
	计算电压（kV）	500kV		500kV	
	线路架设方式	<div></div> <div>20mm冰区单回：V3-5F1X3-Z2直线塔</div>		<div></div> <div>20mm冰区单回：V3-5F1X3-J3耐张塔</div>	
	导线形式	JL/LB20A-630/45			
	导线直径（mm）	33.8			
	分裂数	4			
	分裂间距（mm）	500			
	电流（A）*	3646			
	导线对地距离（m）	非居民区 11m/居民区 14m		非居民区 10.5m/居民区 14m	
	预测高度（m）	非居民区：地面 1.5m；居民区：地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m			

注：本工程“非居民区”指架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，下同。

### 6.1.4.4 预测结果

#### (1) 500kV 线路（10mm 冰区）

根据本工程杆塔一览表，本工程 500kV 线路经过 10mm 冰区导线排列方式分别有单回水平排列、单回三角排列、双回路直线塔、双回路耐张塔、双回路单边挂线五种排列方式，本工程对不同排列方式下电磁环境影响最大的塔型均进行了电磁预测。

对地高度 4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 边导线外 5m 内为拆迁范围不存在房屋，本环评预测仅给出数据，不纳入电磁环境影响评价，不作为电磁环境保护措施的参考依据。

#### 1) 500kV 双回线路（10mm 冰区）——直线塔

经过 10mm 冰区，500kV 双回线路直线塔，输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-26~表 6.1-27 和图 6.1-17~图 6.1-21。

**表 6.1-26 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔工频电场强度预测结果** 单位：kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-62.45	边导线外 50m	0.202	0.151	0.156	0.166	0.180	0.195
-57.45	边导线外 45m	0.216	0.151	0.161	0.178	0.200	0.224
-52.45	边导线外 40m	0.231	0.154	0.171	0.200	0.235	0.273
-47.45	边导线外 35m	0.255	0.179	0.207	0.252	0.305	0.360
-42.45	边导线外 30m	0.315	0.274	0.310	0.371	0.444	0.520
-37.45	边导线外 25m	0.472	0.490	0.534	0.611	0.708	0.813
-32.45	边导线外 20m	0.828	0.908	0.963	1.064	1.198	1.349
-31.45	边导线外 19m	0.939	1.027	1.085	1.194	1.338	1.501
-30.45	边导线外 18m	1.068	1.161	1.224	1.340	1.497	1.675
-29.45	边导线外 17m	1.218	1.313	1.380	1.507	1.677	1.873
-28.45	边导线外 16m	1.392	1.483	1.556	1.695	1.883	2.099
-27.45	边导线外 15m	1.595	1.674	1.755	1.909	2.118	2.358
-26.45	边导线外 14m	1.831	1.889	1.979	2.152	2.387	2.657
-25.45	边导线外 13m	2.106	2.128	2.231	2.427	2.696	3.004
-24.45	边导线外 12m	2.424	2.393	2.512	2.741	3.053	3.407
-23.45	边导线外 11m	2.792	2.686	2.826	3.096	3.466	3.879
-22.45	边导线外 10m	3.214	3.006	3.174	3.500	<b>3.947</b>	4.438
-21.45	边导线外 9m	3.697	3.353	3.557	<b>3.958</b>	4.509	5.104
-20.45	边导线外 8m	4.241	<b>3.723</b>	<b>3.975</b>	4.475	5.170	5.907
-19.45	边导线外 7m	4.849	4.113	4.425	5.056	5.954	6.891
-18.45	边导线外 6m	5.514	4.515	4.901	5.704	6.889	8.118
-17.45	边导线外 5m	6.225	<b>4.917</b>	<b>5.393</b>	<b>6.419</b>	<b>8.015</b>	9.688
-16.45	边导线外 4m	6.962	5.307	5.889	7.194	9.379	11.765

-15.45	边导线外 3m	7.692	5.668	6.367	8.009	11.037	14.648
-14.45	边导线外 2m	8.375	5.981	6.803	8.829	13.038	18.943
-13.45	边导线外 1m	8.958	6.227	7.169	9.596	15.365	26.084
-12.45	边导线下	9.387	6.386	7.434	10.228	17.808	40.380
-12	边导线内	9.528	6.428	7.520	10.466	18.905	54.476
-11	边导线内	<b>9.640</b>	6.432	7.589	10.738	20.318	141.232
-10	边导线内	9.509	6.321	7.513	10.706	20.143	87.496
-9	边导线内	9.137	6.098	7.294	10.383	18.559	43.686
-8	边导线内	8.552	5.771	6.951	9.835	16.381	28.261
-7	边导线内	7.799	5.354	6.512	9.155	14.253	20.864
-6	边导线内	6.930	4.867	6.011	8.430	12.440	16.604
-5	边导线内	5.998	4.335	5.484	7.730	10.990	13.900
-4	边导线内	5.054	3.785	4.970	7.104	9.874	12.103
-3	边导线内	4.149	3.254	4.506	6.585	9.052	10.898
-2	边导线内	3.349	2.790	4.132	6.197	8.488	10.122
-1	边导线内	2.760	2.460	3.886	5.957	8.158	9.685
0	边导线内	2.534	2.338	3.800	5.876	8.050	9.544
1	边导线内	2.760	2.460	3.886	5.957	8.158	9.685
2	边导线内	3.349	2.790	4.132	6.197	8.488	10.122
3	边导线内	4.149	3.254	4.506	6.585	9.052	10.898
4	边导线内	5.054	3.785	4.970	7.104	9.874	12.103
5	边导线内	5.998	4.335	5.484	7.730	10.990	13.900
6	边导线内	6.930	4.867	6.011	8.430	12.440	16.604
7	边导线内	7.799	5.354	6.512	9.155	14.253	20.864
8	边导线内	8.552	5.771	6.951	9.835	16.381	28.261
9	边导线内	9.137	6.098	7.294	10.383	18.559	43.686
10	边导线内	9.509	6.321	7.513	10.706	20.143	87.496
11	边导线内	<b>9.640</b>	6.432	7.589	10.738	20.318	141.232
12	边导线内	9.528	6.428	7.520	10.466	18.905	54.476
12.45	边导线下	9.387	6.386	7.434	10.228	17.808	40.380
13.45	边导线外 1m	8.958	6.227	7.169	9.596	15.365	26.084
14.45	边导线外 2m	8.375	5.981	6.803	8.829	13.038	18.943
15.45	边导线外 3m	7.692	5.668	6.367	8.009	11.037	14.648
16.45	边导线外 4m	6.962	5.307	5.889	7.194	9.379	11.765
17.45	边导线外 5m	6.225	<b>4.917</b>	<b>5.393</b>	<b>6.419</b>	<b>8.015</b>	9.688
18.45	边导线外 6m	5.514	4.515	4.901	5.704	6.889	8.118
19.45	边导线外 7m	4.849	4.113	4.425	5.056	5.954	6.891
20.45	边导线外 8m	4.241	3.723	3.975	4.475	5.170	5.907
21.45	边导线外 9m	3.697	3.353	3.557	3.958	4.509	5.104
22.45	边导线外 10m	3.214	3.006	3.174	3.500	3.947	4.438
23.45	边导线外 11m	2.792	2.686	2.826	3.096	3.466	3.879
24.45	边导线外 12m	2.424	2.393	2.512	2.741	3.053	3.407
25.45	边导线外 13m	2.106	2.128	2.231	2.427	2.696	3.004
26.45	边导线外 14m	1.831	1.889	1.979	2.152	2.387	2.657
27.45	边导线外 15m	1.595	1.674	1.755	1.909	2.118	2.358

28.45	边导线外 16m	1.392	1.483	1.556	1.695	1.883	2.099
29.45	边导线外 17m	1.218	1.313	1.380	1.507	1.677	1.873
30.45	边导线外 18m	1.068	1.161	1.224	1.340	1.497	1.675
31.45	边导线外 19m	0.939	1.027	1.085	1.194	1.338	1.501
32.45	边导线外 20m	0.828	0.908	0.963	1.064	1.198	1.349
37.45	边导线外 25m	0.472	0.490	0.534	0.611	0.708	0.813
42.45	边导线外 30m	0.315	0.274	0.310	0.371	0.444	0.520
47.45	边导线外 35m	0.255	0.179	0.207	0.252	0.305	0.360
52.45	边导线外 40m	0.231	0.154	0.171	0.200	0.235	0.273
57.45	边导线外 45m	0.216	0.151	0.161	0.178	0.200	0.224
62.45	边导线外 50m	0.202	0.151	0.156	0.166	0.180	0.195

注：根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），500kV 输电线路不应跨越长期住人的建筑物，且边导线与建筑物之间的最小水平距离为 5m，因此本环评将线路下方以及边导线 5m 以内的计算结果用“-”表示；而为反映线路在居民区最小线路高度下的电磁环境影响水平，将导线对地 14m 时地面 1.5m 高度处的计算结果全部列出。下同。

表 6.1-27 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-62.45	边导线外 50m	2.53	2.41	2.53	2.65	2.77	2.87
-57.45	边导线外 45m	3.14	2.96	3.14	3.31	3.47	3.62
-52.45	边导线外 40m	3.95	3.70	3.95	4.20	4.44	4.66
-47.45	边导线外 35m	5.06	4.68	5.06	5.43	5.79	6.13
-42.45	边导线外 30m	6.59	6.02	6.59	7.17	7.74	8.27
-37.45	边导线外 25m	8.78	7.87	8.78	9.72	10.65	11.54
-32.45	边导线外 20m	12.00	10.50	12.00	13.59	15.21	16.78
-31.45	边导线外 19m	12.81	11.15	12.81	14.59	16.42	18.19
-30.45	边导线外 18m	13.69	11.84	13.69	15.70	17.76	19.77
-29.45	边导线外 17m	14.66	12.59	14.66	16.91	19.26	21.54
-28.45	边导线外 16m	15.71	13.40	15.71	18.26	20.93	23.54
-27.45	边导线外 15m	16.85	14.26	16.85	19.75	22.80	25.79
-26.45	边导线外 14m	18.11	15.19	18.11	21.40	24.92	28.37
-25.45	边导线外 13m	19.48	16.19	19.48	23.25	27.31	31.31
-24.45	边导线外 12m	20.97	17.26	20.97	25.31	30.04	34.71
-23.45	边导线外 11m	22.61	18.41	22.61	27.62	33.17	38.65
-22.45	边导线外 10m	24.40	19.63	24.40	30.22	36.79	43.28
-21.45	边导线外 9m	26.34	20.92	26.34	33.15	41.00	48.78
-20.45	边导线外 8m	28.46	22.29	28.46	36.45	45.95	55.39
-19.45	边导线外 7m	30.75	23.73	30.75	40.19	51.83	63.48
-18.45	边导线外 6m	33.21	25.23	33.21	44.40	58.89	73.59
-17.45	边导线外 5m	35.83	26.77	35.83	49.12	67.48	86.59
-16.45	边导线外 4m	38.56	28.34	38.56	54.37	78.03	103.92

-15.45	边导线外 3m	41.36	29.90	41.36	60.09	91.10	128.22
-14.45	边导线外 2m	44.15	31.44	44.15	66.12	107.20	164.88
-13.45	边导线外 1m	46.82	32.91	46.82	72.16	126.45	226.56
-12.45	边导线下	49.28	34.28	49.28	77.73	147.42	351.47
-12	边导线内	50.39	34.91	50.39	80.17	157.27	698.95
-11	边导线内	52.31	36.08	52.31	83.98	171.36	1257.37
-10	边导线内	53.78	37.08	53.78	86.10	173.13	779.95
-9	边导线内	54.78	37.90	54.78	86.46	163.40	395.69
-8	边导线内	55.33	38.55	55.33	85.37	148.40	261.21
-7	边导线内	55.51	39.05	55.51	83.34	133.38	197.32
-6	边导线内	55.42	39.40	55.42	80.87	120.55	160.93
-5	边导线内	55.15	39.63	55.15	78.36	110.38	138.10
-4	边导线内	54.80	39.78	54.80	76.08	102.66	123.08
-3	边导线内	54.45	39.86	54.45	74.21	97.05	113.11
-2	边导线内	54.16	39.91	54.16	72.83	93.26	106.73
-1	边导线内	53.97	39.93	53.97	71.99	91.07	103.16
0	边导线内	53.90	39.93	53.90	71.71	90.35	102.01
1	边导线内	53.97	39.93	53.97	71.99	91.07	103.16
2	边导线内	54.16	39.91	54.16	72.83	93.26	106.73
3	边导线内	54.45	39.86	54.45	74.21	97.05	113.11
4	边导线内	54.80	39.78	54.80	76.08	102.66	123.08
5	边导线内	55.15	39.63	55.15	78.36	110.38	138.10
6	边导线内	55.42	39.40	55.42	80.87	120.55	160.93
7	边导线内	55.51	39.05	55.51	83.34	133.38	197.32
8	边导线内	55.33	38.55	55.33	85.37	148.40	261.21
9	边导线内	54.78	37.90	54.78	86.46	163.40	395.69
10	边导线内	53.78	37.08	53.78	86.10	173.13	779.95
11	边导线内	52.31	36.08	52.31	83.98	171.36	1257.37
12	边导线内	50.39	34.91	50.39	80.17	157.27	698.95
12.45	边导线下	49.28	34.28	49.28	77.73	147.42	351.47
13.45	边导线外 1m	46.82	32.91	46.82	72.16	126.45	226.56
14.45	边导线外 2m	44.15	31.44	44.15	66.12	107.20	164.88
15.45	边导线外 3m	41.36	29.90	41.36	60.09	91.10	128.22
16.45	边导线外 4m	38.56	28.34	38.56	54.37	78.03	103.92
17.45	边导线外 5m	35.83	26.77	35.83	49.12	67.48	86.59
18.45	边导线外 6m	33.21	25.23	33.21	44.40	58.89	73.59
19.45	边导线外 7m	30.75	23.73	30.75	40.19	51.83	63.48
20.45	边导线外 8m	28.46	22.29	28.46	36.45	45.95	55.39
21.45	边导线外 9m	26.34	20.92	26.34	33.15	41.00	48.78
22.45	边导线外 10m	24.40	19.63	24.40	30.22	36.79	43.28
23.45	边导线外 11m	22.61	18.41	22.61	27.62	33.17	38.65
24.45	边导线外 12m	20.97	17.26	20.97	25.31	30.04	34.71
25.45	边导线外 13m	19.48	16.19	19.48	23.25	27.31	31.31
26.45	边导线外 14m	18.11	15.19	18.11	21.40	24.92	28.37
27.45	边导线外 15m	16.85	14.26	16.85	19.75	22.80	25.79

28.45	边导线外 16m	15.71	13.40	15.71	18.26	20.93	23.54
29.45	边导线外 17m	14.66	12.59	14.66	16.91	19.26	21.54
30.45	边导线外 18m	13.69	11.84	13.69	15.70	17.76	19.77
31.45	边导线外 19m	12.81	11.15	12.81	14.59	16.42	18.19
32.45	边导线外 20m	12.00	10.50	12.00	13.59	15.21	16.78
37.45	边导线外 25m	8.78	7.87	8.78	9.72	10.65	11.54
42.45	边导线外 30m	6.59	6.02	6.59	7.17	7.74	8.27
47.45	边导线外 35m	5.06	4.68	5.06	5.43	5.79	6.13
52.45	边导线外 40m	3.95	3.70	3.95	4.20	4.44	4.66
57.45	边导线外 45m	3.14	2.96	3.14	3.31	3.47	3.62
62.45	边导线外 50m	2.53	2.41	2.53	2.65	2.77	2.87

## 工频电场强度

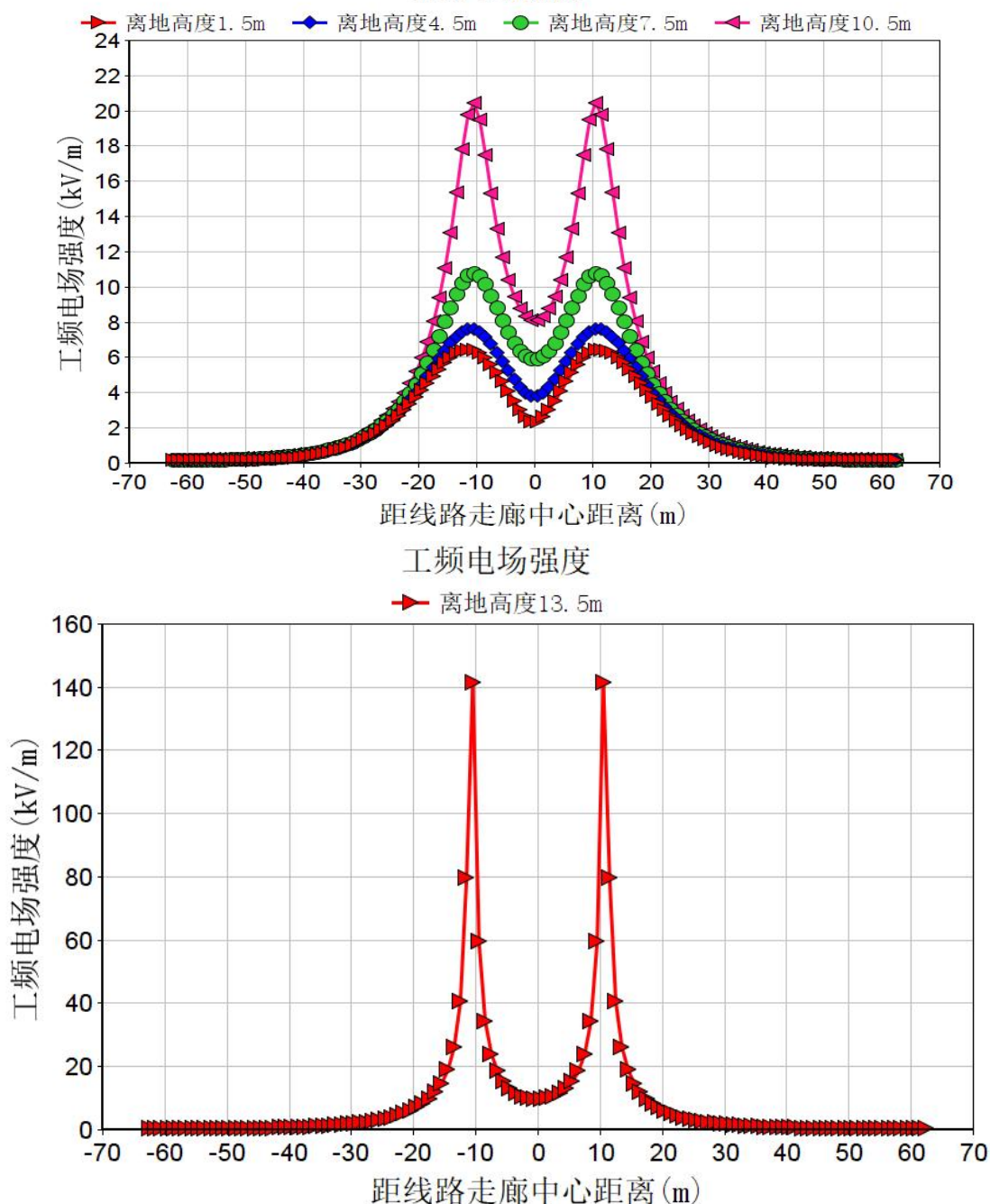


图 6.1-17 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔工频电场强度分布图（对地 14m）

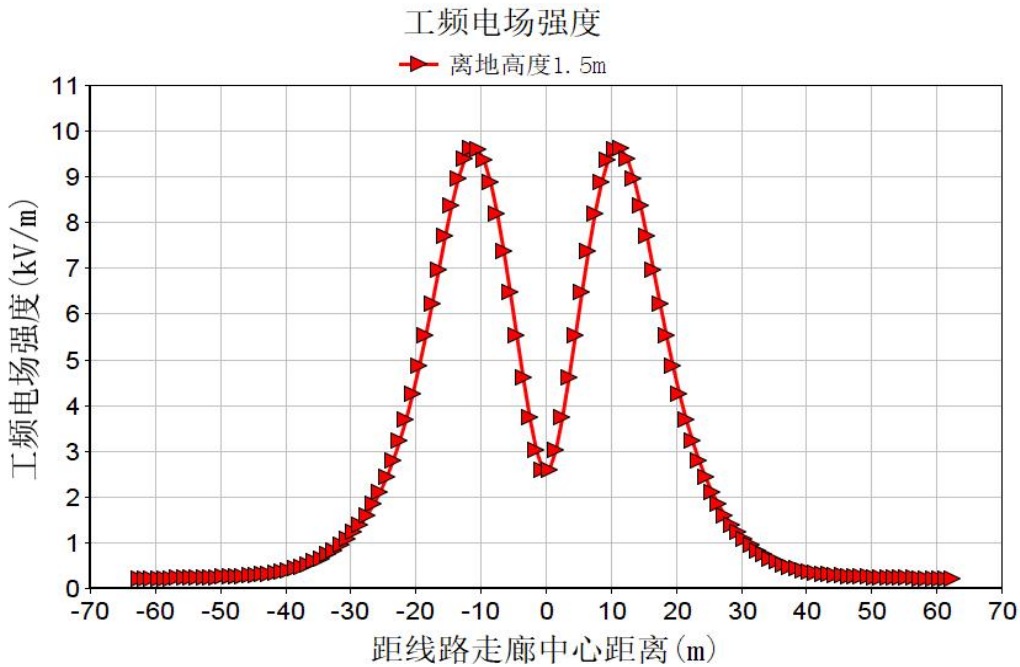
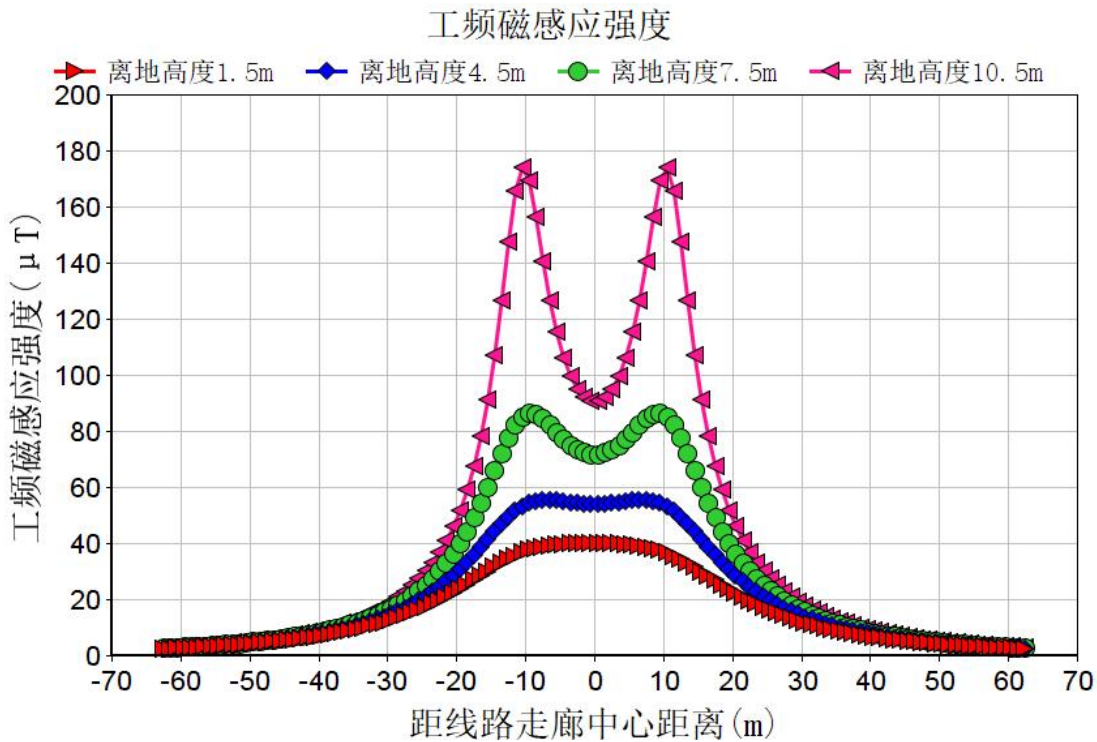


图 6.1-18 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔工频电场强度分布图（对地 11m）





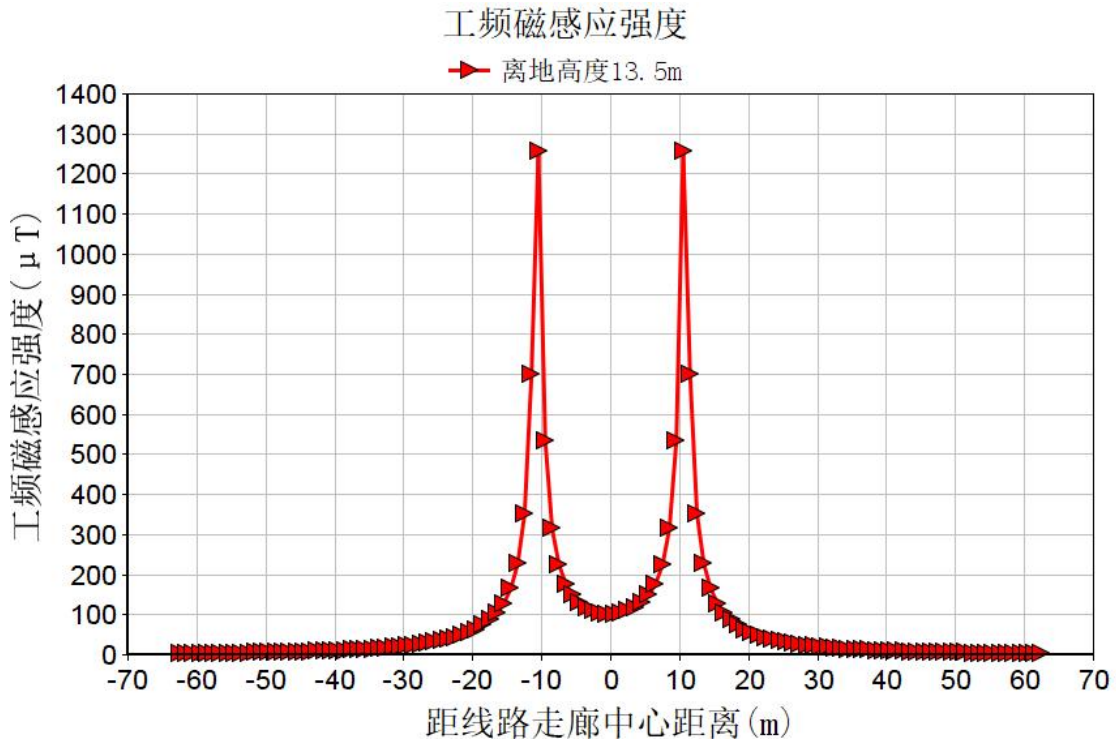


图 6.1-19 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔磁感应强度分布图（对地 14m）

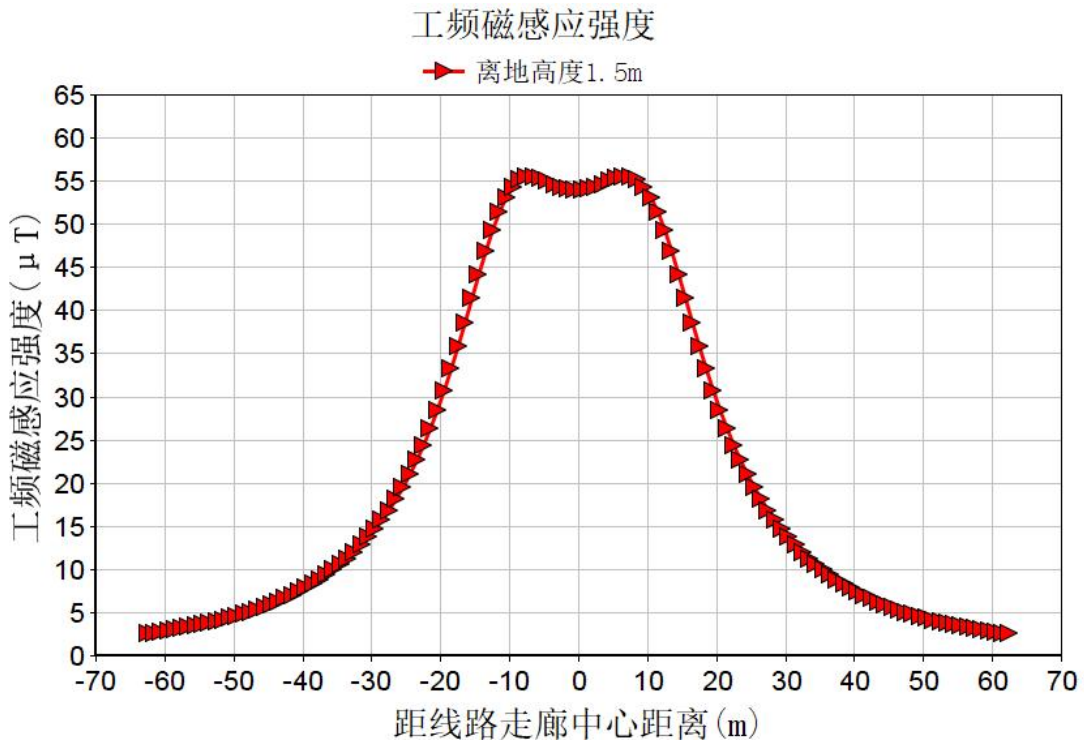


图 6.1-20 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔磁感应强度分布图（对地 11m）

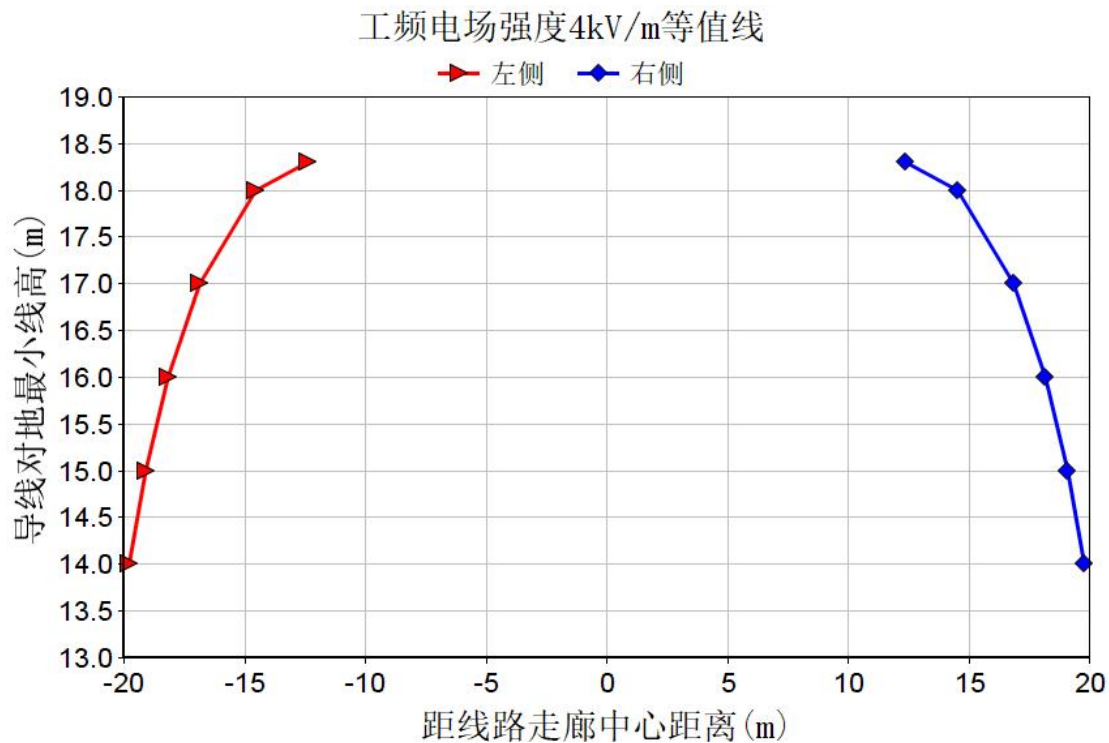


图 6.1-21 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔 4kV/m 达标等值线图

表 6.1-28 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔 4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.3	-12.40
18.0	-14.54
17.0	-16.86
16.0	-18.18
15.0	-19.10
14.0	-19.79
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.3	12.40
18.0	14.54
17.0	16.86
16.0	18.18
15.0	19.10
14.0	19.79

2）500kV 双回线路（10mm 冰区）——耐张塔

经过 10mm 冰区，500kV 双回线路耐张塔，输电线路工频电场、磁感应强度结果参  
见表 6.1-29~表 6.1-30 和图 6.1-22~图 6.1-26。

表 6.1-29 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔工频电场强度预测结果

单位：kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-64.03	边导线外 50m	0.184	0.147	0.151	0.157	0.166	0.176
-59.03	边导线外 45m	0.214	0.169	0.175	0.185	0.199	0.214
-54.03	边导线外 40m	0.254	0.201	0.210	0.227	0.249	0.273

-49.03	边导线外 35m	0.313	0.256	0.270	0.296	0.330	0.366
-44.03	边导线外 30m	0.405	0.353	0.375	0.416	0.467	0.523
-39.03	边导线外 25m	0.563	0.529	0.564	0.626	0.706	0.792
-34.03	边导线外 20m	0.852	0.858	0.910	1.006	1.131	1.269
-33.03	边导线外 19m	0.937	0.952	1.009	1.114	1.251	1.405
-32.03	边导线外 18m	1.036	1.060	1.122	1.236	1.388	1.559
-31.03	边导线外 17m	1.151	1.182	1.250	1.375	1.543	1.733
-30.03	边导线外 16m	1.285	1.321	1.395	1.533	1.720	1.933
-29.03	边导线外 15m	1.442	1.479	1.560	1.713	1.922	2.162
-28.03	边导线外 14m	1.626	1.657	1.747	1.919	2.153	2.425
-27.03	边导线外 13m	1.844	1.859	1.960	2.153	2.419	2.728
-26.03	边导线外 12m	2.099	2.085	2.200	2.420	2.725	3.080
-25.03	边导线外 11m	2.398	2.339	2.471	2.726	3.079	3.491
-24.03	边导线外 10m	2.747	2.621	2.775	3.074	3.491	<b>3.973</b>
-23.03	边导线外 9m	3.153	2.931	3.114	3.471	<b>3.971</b>	4.544
-22.03	边导线外 8m	3.620	3.269	3.489	<b>3.923</b>	4.534	5.224
-21.03	边导线外 7m	4.153	<b>3.632</b>	<b>3.900</b>	4.435	5.197	6.044
-20.03	边导线外 6m	4.750	4.015	4.344	5.013	5.983	7.047
-19.03	边导线外 5m	5.408	<b>4.412</b>	<b>4.815</b>	<b>5.659</b>	<b>6.922</b>	<b>8.295</b>
-18.03	边导线外 4m	6.114	4.810	5.305	6.372	8.052	9.886
-17.03	边导线外 3m	6.848	5.198	5.798	7.147	9.420	11.984
-16.03	边导线外 2m	7.577	5.557	6.275	7.962	11.083	14.887
-15.03	边导线外 1m	8.260	5.868	6.711	8.784	13.087	19.201
-14.03	边导线下	8.845	6.113	7.077	9.552	15.417	26.362
-14	边导线下	8.845	6.113	7.077	9.552	15.417	26.362
-13	边导线内	9.275	6.271	7.344	10.188	17.861	40.688
-12	边导线内	9.503	6.328	7.486	10.605	19.835	80.143
-11	边导线内	9.493	6.275	7.486	10.736	20.502	141.577
-10	边导线内	9.238	6.108	7.342	10.566	19.551	59.463
-9	边导线内	8.752	5.833	7.067	10.137	17.585	34.390
-8	边导线内	8.073	5.463	6.684	9.536	15.406	24.060
-7	边导线内	7.255	5.019	6.229	8.855	13.461	18.583
-6	边导线内	6.355	4.526	5.740	8.177	11.882	15.283
-5	边导线内	5.436	4.018	5.259	7.562	10.670	13.166
-4	边导线内	4.564	3.537	4.829	7.055	9.787	11.789
-3	边导线内	3.825	3.137	4.492	6.685	9.198	10.933
-2	边导线内	3.338	2.881	4.289	6.471	8.877	10.483
-1	边导线内	3.231	2.826	4.246	6.427	8.809	10.386
0	边导线内	3.538	2.986	4.370	6.553	8.992	10.634
1	边导线内	4.166	3.323	4.644	6.842	9.433	11.253
2	边导线内	4.983	3.771	5.032	7.281	10.152	12.322
3	边导线内	5.887	4.272	5.493	7.843	11.180	13.994
4	边导线内	6.805	4.778	5.984	8.494	12.557	16.572
5	边导线内	7.673	5.252	6.463	9.183	14.309	20.685

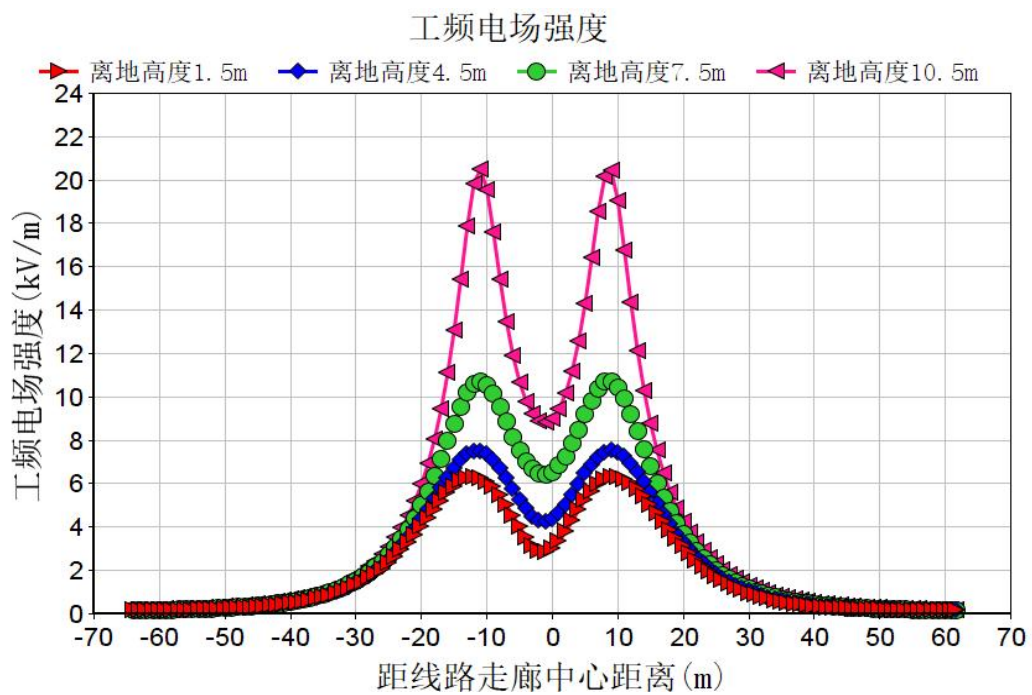
6	边导线内	8.432	5.664	6.889	9.839	16.393	27.852
7	边导线内	9.026	5.991	7.225	10.373	18.556	42.727
8	边导线内	9.407	6.216	7.441	10.692	20.167	84.724
9	边导线内	9.548	6.330	7.518	10.725	20.404	127.778
10	边导线内	9.443	6.330	7.450	10.457	19.044	56.294
11	边导线内	9.114	6.222	7.247	9.928	16.756	32.642
11.57	边导线下	8.826	6.111	7.069	9.518	15.277	25.796
12.57	边导线外 1m	8.232	5.860	6.696	8.743	12.964	18.884
13.57	边导线外 2m	7.542	5.543	6.254	7.919	10.980	14.684
14.57	边导线外 3m	6.808	5.180	5.773	7.103	9.335	11.842
15.57	边导线外 4m	6.072	4.789	5.278	6.330	7.981	9.780
16.57	边导线外 5m	5.365	<b>4.388</b>	<b>4.787</b>	<b>5.619</b>	<b>6.861</b>	8.213
17.57	边导线外 6m	4.707	3.990	4.314	4.974	5.930	6.980
18.57	边导线外 7m	4.110	3.605	3.870	4.399	5.150	5.988
19.57	边导线外 8m	3.578	3.240	3.458	3.888	4.491	5.175
20.57	边导线外 9m	3.110	2.901	3.083	3.437	3.932	4.500
21.57	边导线外 10m	2.703	2.590	2.743	3.040	3.454	3.934
22.57	边导线外 11m	2.353	2.307	2.438	2.692	3.044	3.455
23.57	边导线外 12m	2.052	2.052	2.166	2.386	2.690	3.046
24.57	边导线外 13m	1.796	1.824	1.925	2.118	2.385	2.695
25.57	边导线外 14m	1.577	1.621	1.712	1.884	2.119	2.393
26.57	边导线外 15m	1.391	1.441	1.523	1.678	1.888	2.131
27.57	边导线外 16m	1.233	1.282	1.357	1.498	1.686	1.903
28.57	边导线外 17m	1.098	1.142	1.211	1.339	1.510	1.704
29.57	边导线外 18m	0.983	1.019	1.082	1.200	1.355	1.530
30.57	边导线外 19m	0.884	0.910	0.969	1.077	1.218	1.377
31.57	边导线外 20m	0.799	0.815	0.869	0.969	1.098	1.242
36.57	边导线外 25m	0.518	0.486	0.524	0.592	0.676	0.768
41.57	边导线外 30m	0.375	0.316	0.342	0.387	0.444	0.505
46.57	边导线外 35m	0.296	0.231	0.247	0.277	0.314	0.355
51.57	边导线外 40m	0.248	0.188	0.198	0.217	0.241	0.267
56.57	边导线外 45m	0.214	0.164	0.171	0.182	0.197	0.214
61.57	边导线外 50m	0.189	0.149	0.152	0.159	0.168	0.179

表 6.1-30 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-64.03	边导线外 50m	2.25	2.15	2.25	2.34	2.42	2.50
-59.03	边导线外 45m	2.79	2.65	2.79	2.93	3.05	3.16
-54.03	边导线外 40m	3.53	3.32	3.53	3.73	3.92	4.08
-49.03	边导线外 35m	4.54	4.22	4.54	4.85	5.14	5.40
-44.03	边导线外 30m	5.95	5.46	5.95	6.44	6.90	7.33
-39.03	边导线外 25m	7.97	7.18	7.97	8.77	9.56	10.30
-34.03	边导线外 20m	10.93	9.62	10.93	12.32	13.73	15.07
-33.03	边导线外 19m	11.68	10.22	11.68	13.25	14.84	16.37

-32.03	边导线外 18m	12.50	10.86	12.50	14.26	16.07	17.81
-31.03	边导线外 17m	13.39	11.56	13.39	15.38	17.43	19.43
-30.03	边导线外 16m	14.36	12.31	14.36	16.61	18.96	21.25
-29.03	边导线外 15m	15.41	13.11	15.41	17.97	20.66	23.31
-28.03	边导线外 14m	16.57	13.98	16.57	19.48	22.58	25.64
-27.03	边导线外 13m	17.82	14.91	17.82	21.15	24.74	28.31
-26.03	边导线外 12m	19.20	15.90	19.20	23.02	27.19	31.36
-25.03	边导线外 11m	20.70	16.97	20.70	25.10	29.97	34.88
-24.03	边导线外 10m	22.34	18.11	22.34	27.44	33.17	38.98
-23.03	边导线外 9m	24.13	19.33	24.13	30.06	36.85	43.77
-22.03	边导线外 8m	26.08	20.62	26.08	33.01	41.14	49.45
-21.03	边导线外 7m	28.20	21.98	28.20	36.33	46.16	56.26
-20.03	边导线外 6m	30.48	23.41	30.48	40.07	52.10	64.56
-19.03	边导线外 5m	32.93	24.89	32.93	44.29	59.23	74.88
-18.03	边导线外 4m	35.53	26.42	35.53	49.01	67.86	88.08
-17.03	边导线外 3m	38.24	27.97	38.24	54.24	78.44	105.59
-16.03	边导线外 2m	41.02	29.52	41.02	59.94	91.50	130.05
-15.03	边导线外 1m	43.78	31.03	43.78	65.93	107.56	166.79
-14.03	边导线内	46.44	32.48	46.44	71.92	126.72	228.52
-14	边导线内	46.44	32.48	48.88	77.46	147.55	228.52
-13	边导线内	48.88	33.84	50.99	81.96	165.55	353.37
-12	边导线内	50.99	35.06	52.68	84.95	173.80	700.60
-11	边导线内	52.68	36.14	53.93	86.20	169.18	1256.63
-10	边导线内	53.93	37.04	54.72	85.85	156.06	532.06
-9	边导线内	54.72	37.78	55.13	84.34	140.79	313.14
-8	边导线内	55.13	38.35	55.22	82.18	127.00	223.59
-7	边导线内	55.22	38.78	55.10	79.85	115.85	176.56
-6	边导线内	55.10	39.09	54.87	77.67	107.38	148.48
-5	边导线内	54.87	39.30	54.62	75.86	101.29	130.65
-4	边导线内	54.62	39.43	54.40	74.55	97.27	119.14
-3	边导线内	54.40	39.51	54.27	73.81	95.10	112.03
-2	边导线内	54.27	39.55	54.25	73.65	94.65	108.31
-1	边导线内	54.25	39.56	54.34	74.10	95.89	107.52
0	边导线内	54.34	39.55	54.53	75.13	98.89	109.57
1	边导线内	54.53	39.50	54.79	76.70	103.84	114.72
2	边导线内	54.79	39.41	55.06	78.72	111.01	123.64
3	边导线内	55.06	39.26	55.26	81.03	120.71	137.70
4	边导线内	55.26	39.02	55.31	83.36	133.16	159.55
5	边导线内	55.31	38.67	55.10	85.31	147.94	194.75
6	边导线内	55.10	38.19	54.54	86.38	162.94	256.68
7	边导线内	54.54	37.54	53.55	86.05	173.05	386.31
8	边导线内	53.55	36.73	52.10	84.01	171.93	754.33
9	边导线内	52.10	35.75	50.21	80.28	158.41	1127.01
10	边导线内	50.21	34.61	47.93	75.22	138.29	491.06

11	边导线内	47.93	33.32	35.53	49.01	67.86	283.52
11.57	边导线下	46.42	32.49	46.42	71.79	125.80	223.95
12.57	边导线外 1m	43.75	31.03	43.75	65.76	106.78	164.33
13.57	边导线外 2m	40.98	29.50	40.98	59.76	90.87	128.53
14.57	边导线外 3m	38.19	27.95	38.19	54.08	77.94	104.57
15.57	边导线外 4m	35.47	26.39	35.47	48.86	67.47	87.35
16.57	边导线外 5m	32.87	24.86	32.87	44.15	58.91	74.34
17.57	边导线外 6m	30.42	23.37	30.42	39.95	51.85	64.14
18.57	边导线外 7m	28.13	21.94	28.13	36.21	45.94	55.93
19.57	边导线外 8m	26.02	20.58	26.02	32.90	40.95	49.18
20.57	边导线外 9m	24.07	19.29	24.07	29.96	36.70	43.55
21.57	边导线外 10m	22.28	18.07	22.28	27.35	33.03	38.79
22.57	边导线外 11m	20.64	16.93	20.64	25.02	29.85	34.72
23.57	边导线外 12m	19.14	15.86	19.14	22.94	27.08	31.22
24.57	边导线外 13m	17.76	14.86	17.76	21.08	24.64	28.19
25.57	边导线外 14m	16.51	13.93	16.51	19.40	22.48	25.54
26.57	边导线外 15m	15.36	13.06	15.36	17.90	20.58	23.21
27.57	边导线外 16m	14.30	12.26	14.30	16.54	18.88	21.16
28.57	边导线外 17m	13.33	11.51	13.33	15.31	17.36	19.35
29.57	边导线外 18m	12.44	10.82	12.44	14.20	15.99	17.73
30.57	边导线外 19m	11.63	10.17	11.63	13.18	14.77	16.29
31.57	边导线外 20m	10.88	9.57	10.88	12.26	13.66	15.01
36.57	边导线外 25m	7.91	7.13	7.91	8.72	9.50	10.24
41.57	边导线外 30m	5.90	5.41	5.90	6.39	6.85	7.28
46.57	边导线外 35m	4.49	4.18	4.49	4.80	5.09	5.35
51.57	边导线外 40m	3.49	3.28	3.49	3.69	3.87	4.04
56.57	边导线外 45m	2.76	2.61	2.76	2.89	3.01	3.12
61.57	边导线外 50m	2.21	2.11	2.21	2.30	2.39	2.46



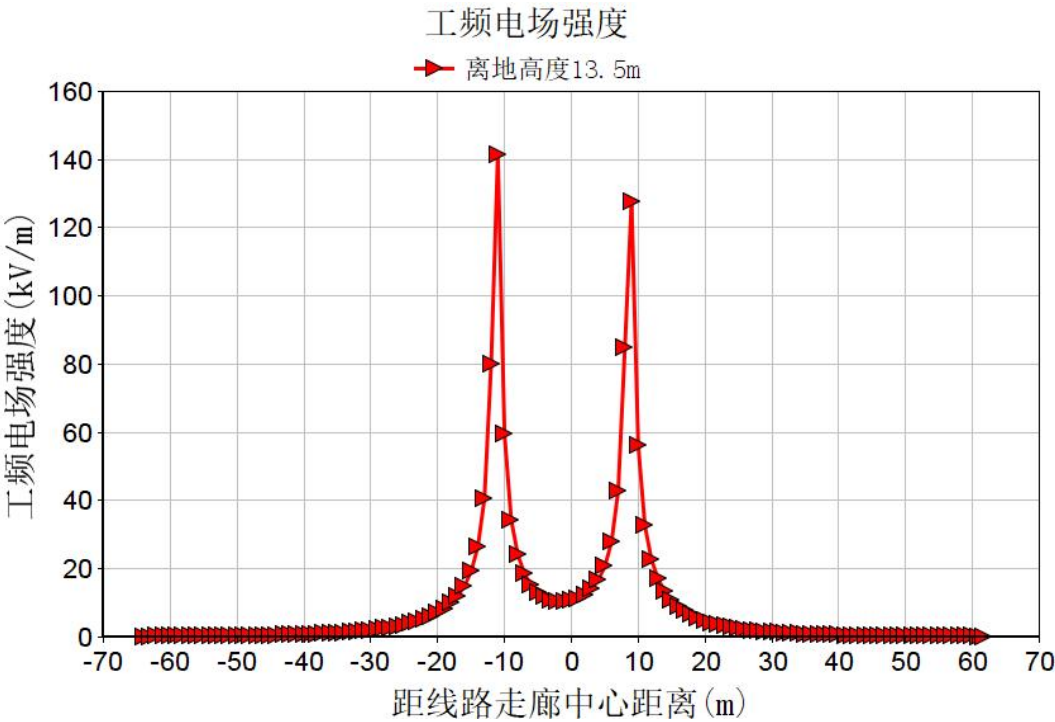


图 6.1-22 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔电场强度分布图（对地 14m）

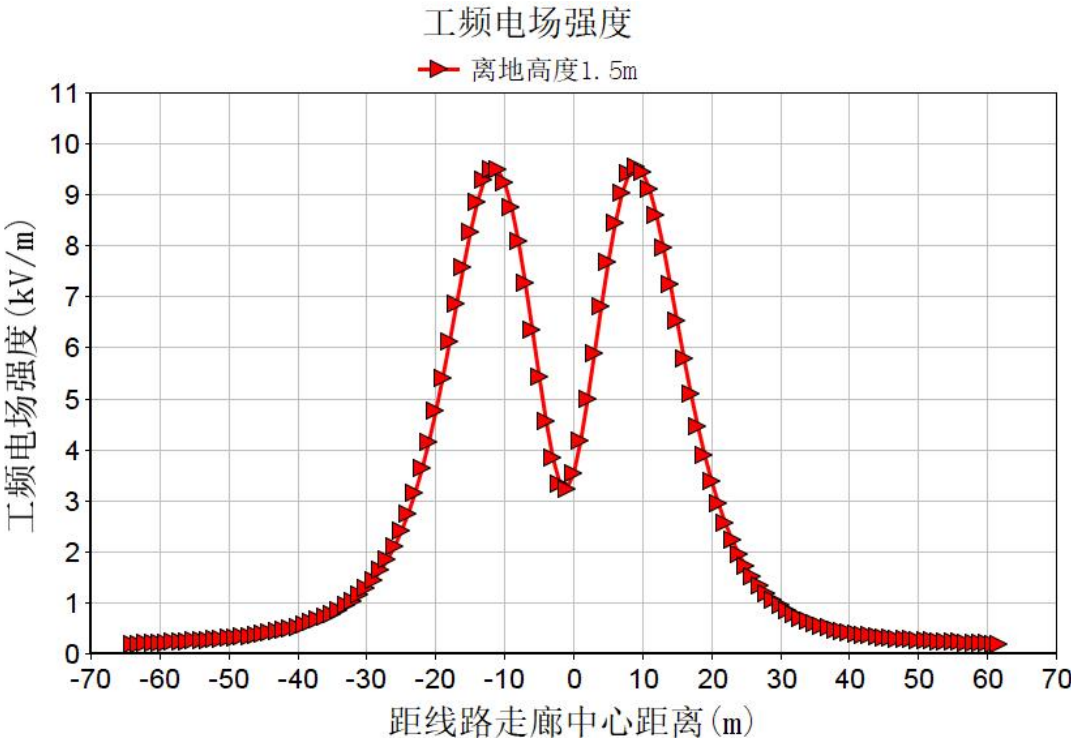


图 6.1-23 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔电场强度分布图（对地 11m）



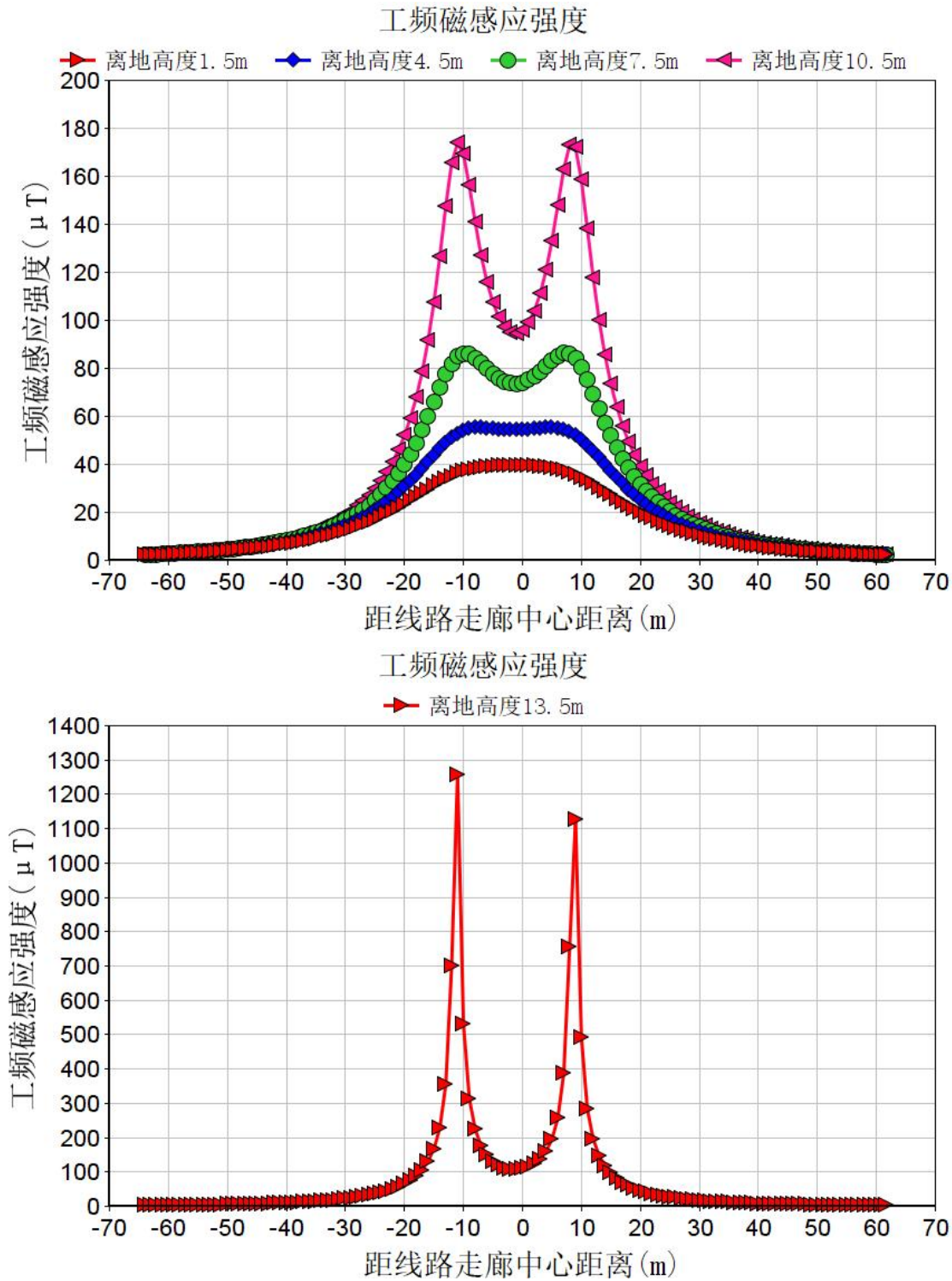


图 6.1-24 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔磁感应强度分布图（对地 14m）

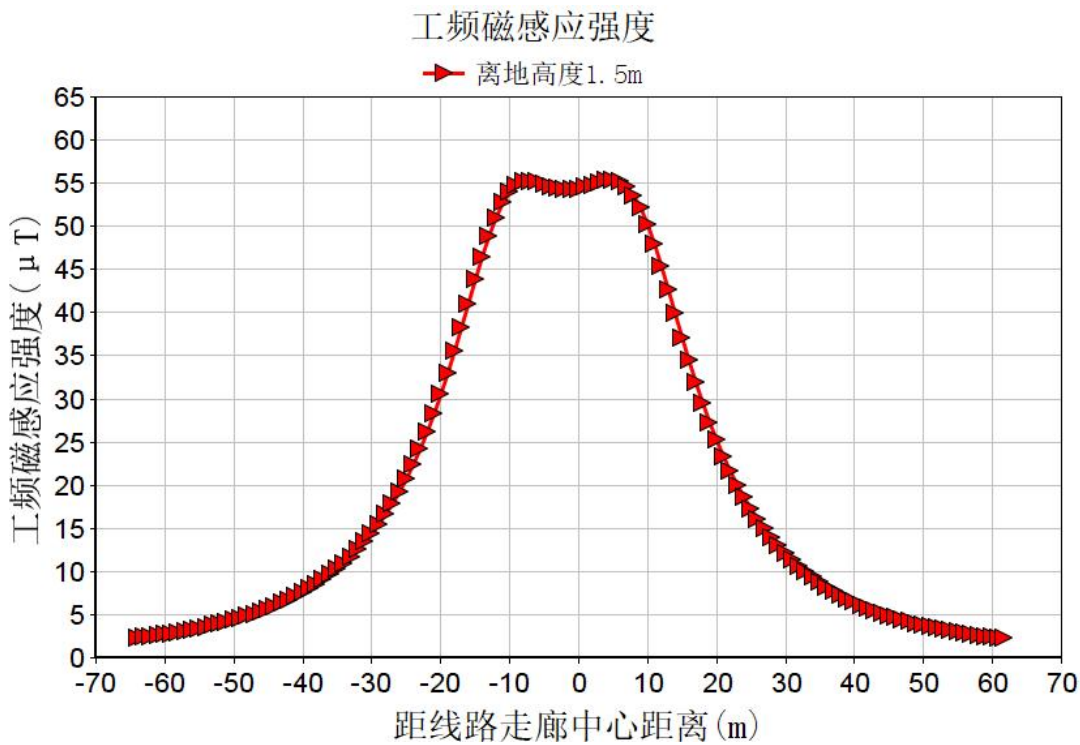


图 6.1-25 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔磁感应强度分布图（对地 11m）

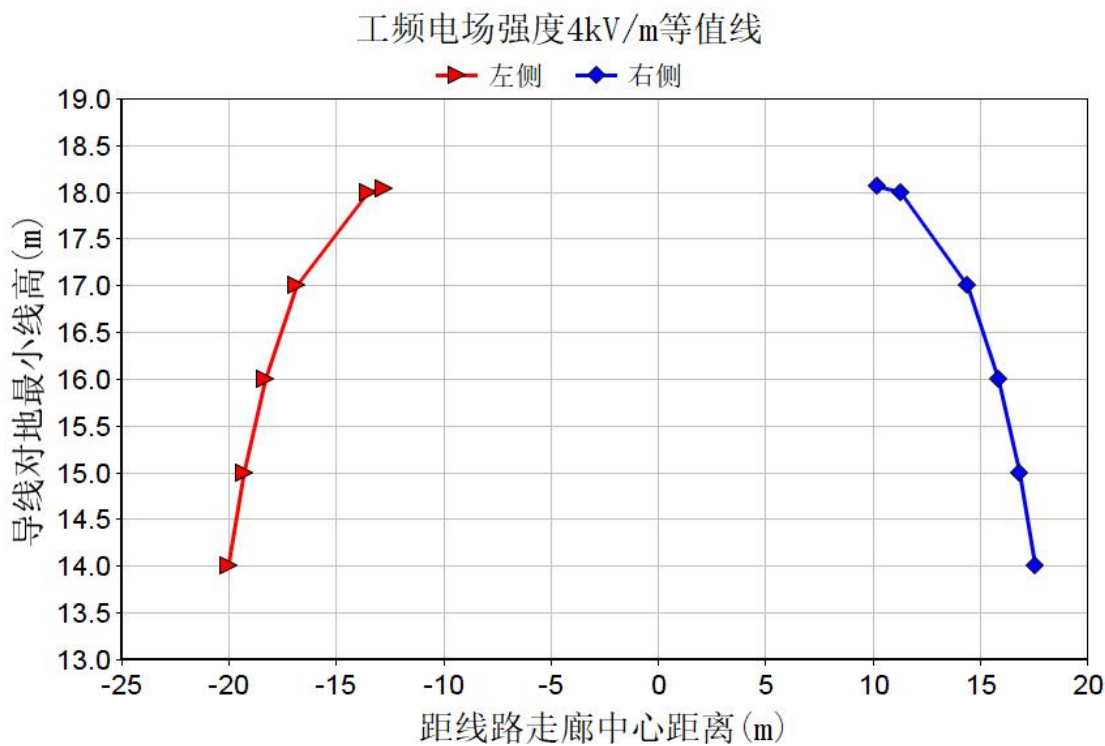


图 6.1-26 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔 4kV/m 达标等值线图

表 6.1-31 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔 4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.0	-12.80
18.0	-13.52
17.0	-16.85
16.0	-18.31
15.0	-19.31

14.0	-20.04
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.1	10.20
18.0	11.29
17.0	14.42
16.0	15.86
15.0	16.85
14.0	17.57

### 3) 500kV 单回水平排列线路 (10mm 冰区)

经过 10mm 冰区, 500kV 单回水平排列线路方式下, 输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-32~表 6.1-33 和图 6.1-27~图 6.1-31。

表 6.1-32 500kV 单回水平排列线路 (10mm 冰区) 工频电场强度预测结果 单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-64	边导线外 50m	0.309	0.368	0.366	0.361	0.354
-59	边导线外 45m	0.397	0.469	0.466	0.459	0.449
-54	边导线外 40m	0.522	0.610	0.605	0.595	0.580
-49	边导线外 35m	0.705	0.812	0.804	0.789	0.766
-44	边导线外 30m	0.984	1.109	1.098	1.074	1.040
-39	边导线外 25m	1.428	1.562	1.545	1.510	1.457
-34	边导线外 20m	2.169	2.267	2.247	2.202	2.126
-33	边导线外 19m	2.372	2.450	2.431	2.386	2.307
-32	边导线外 18m	2.600	2.650	2.633	2.590	2.508
-31	边导线外 17m	2.854	2.868	2.855	2.817	2.734
-30	边导线外 16m	3.140	3.106	3.099	3.069	2.989
-29	边导线外 15m	3.460	3.365	3.367	3.349	3.277
-28	边导线外 14m	3.818	3.644	3.659	<b>3.662</b>	<b>3.604</b>
-27	边导线外 13m	4.219	<b>3.945</b>	<b>3.979</b>	4.012	3.979
-26	边导线外 12m	4.665	4.266	4.326	4.404	4.411
-25	边导线外 11m	5.159	4.605	4.701	4.842	4.913
-24	边导线外 10m	5.703	4.960	5.103	5.332	5.502
-23	边导线外 9m	6.294	5.324	5.529	5.880	6.199
-22	边导线外 8m	6.928	5.691	5.973	6.490	7.034
-21	边导线外 7m	7.591	6.050	6.428	7.164	8.046
-20	边导线外 6m	8.265	6.387	6.880	7.897	9.287
-19	边导线外 5m	8.921	<b>6.689</b>	<b>7.312</b>	<b>8.678</b>	<b>10.820</b>
-18	边导线外 4m	9.519	6.938	7.702	9.479	12.714
-17	边导线外 3m	10.014	7.116	8.024	10.251	14.999
-16	边导线外 2m	10.355	7.207	8.253	10.927	17.557
-15	边导线外 1m	10.498	7.201	8.366	11.424	19.927
-14	边导线下	10.415	7.093	8.354	11.677	21.284

-13	边导线内	10.102	6.885	8.217	11.662	21.085
-12	边导线内	9.585	6.591	7.974	11.416	19.714
-11	边导线内	8.921	6.235	7.658	11.022	17.981
-10	边导线内	8.192	5.850	7.312	10.581	16.426
-9	边导线内	7.500	5.477	6.986	10.180	15.264
-8	边导线内	6.956	5.159	6.723	9.887	14.542
-7	边导线内	6.660	4.935	6.558	9.745	14.265
-6	边导线内	6.662	4.827	6.508	9.770	14.435
-5	边导线内	6.938	4.834	6.566	9.955	15.068
-4	边导线内	7.394	4.927	6.705	10.267	16.186
-3	边导线内	7.911	5.065	6.883	10.650	17.773
-2	边导线内	8.374	5.203	7.054	11.023	19.662
-1	边导线内	8.691	5.301	7.175	11.296	21.365
0	边导线内	8.803	5.337	7.219	11.397	22.083
1	边导线内	8.691	5.301	7.175	11.296	21.365
2	边导线内	8.374	5.203	7.054	11.023	19.662
3	边导线内	7.911	5.065	6.883	10.650	17.773
4	边导线内	7.394	4.927	6.705	10.267	16.186
5	边导线内	6.938	4.834	6.566	9.955	15.068
6	边导线内	6.662	4.827	6.508	9.770	14.435
7	边导线内	6.660	4.935	6.558	9.745	14.265
8	边导线内	6.956	5.159	6.723	9.887	14.542
9	边导线内	7.500	5.477	6.986	10.180	15.264
10	边导线内	8.192	5.850	7.312	10.581	16.426
11	边导线内	8.921	6.235	7.658	11.022	17.981
12	边导线内	9.585	6.591	7.974	11.416	19.714
13	边导线内	10.102	6.885	8.217	11.662	21.085
14	边导线下	10.415	7.093	8.354	11.677	21.284
15	边导线外 1m	10.498	7.201	8.366	11.424	19.927
16	边导线外 2m	10.355	7.207	8.253	10.927	17.557
17	边导线外 3m	10.014	7.116	8.024	10.251	14.999
18	边导线外 4m	9.519	6.938	7.702	9.479	12.714
19	边导线外 5m	8.921	6.689	7.312	8.678	10.820
20	边导线外 6m	8.265	6.387	6.880	7.897	9.287
21	边导线外 7m	7.591	6.050	6.428	7.164	8.046
22	边导线外 8m	6.928	5.691	5.973	6.490	7.034
23	边导线外 9m	6.294	5.324	5.529	5.880	6.199
24	边导线外 10m	5.703	4.960	5.103	5.332	5.502
25	边导线外 11m	5.159	4.605	4.701	4.842	4.913
26	边导线外 12m	4.665	4.266	4.326	4.404	4.411
27	边导线外 13m	4.219	3.945	3.979	4.012	3.979
28	边导线外 14m	3.818	3.644	3.659	3.662	3.604
29	边导线外 15m	3.460	3.365	3.367	3.349	3.277
30	边导线外 16m	3.140	3.106	3.099	3.069	2.989
31	边导线外 17m	2.854	2.868	2.855	2.817	2.734

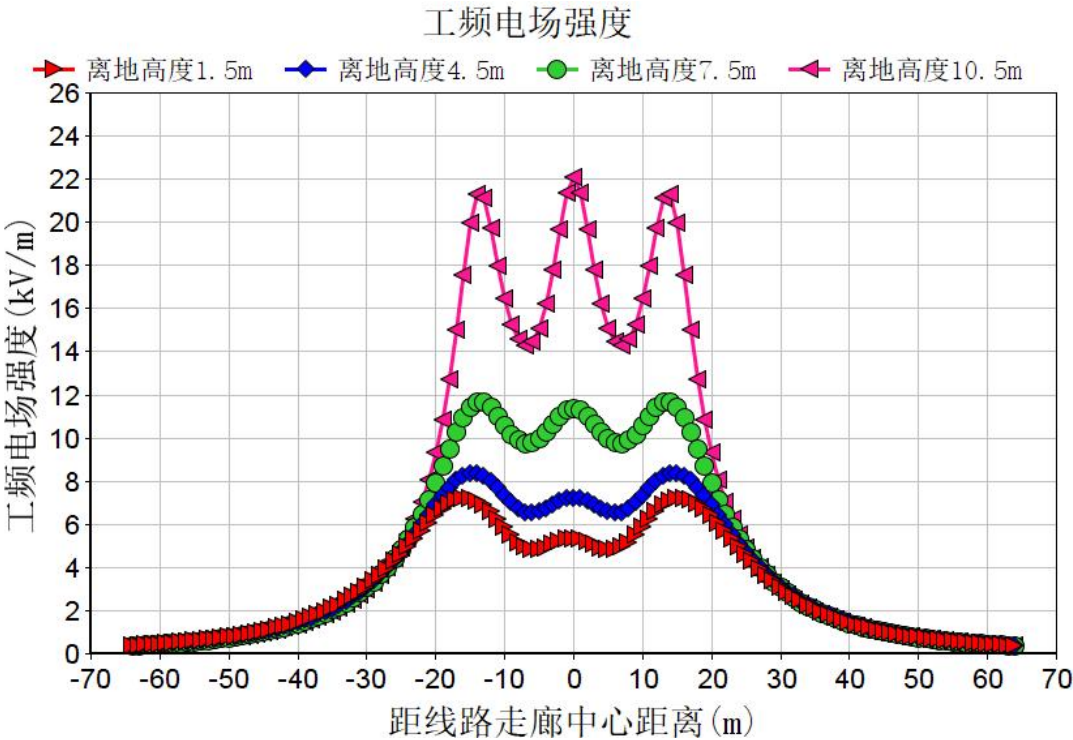
32	边导线外 18m	2.600	2.650	2.633	2.590	2.508
33	边导线外 19m	2.372	2.450	2.431	2.386	2.307
34	边导线外 20m	2.169	2.267	2.247	2.202	2.126
39	边导线外 25m	1.428	1.562	1.545	1.510	1.457
44	边导线外 30m	0.984	1.109	1.098	1.074	1.040
49	边导线外 35m	0.705	0.812	0.804	0.789	0.766
54	边导线外 40m	0.522	0.610	0.605	0.595	0.580
59	边导线外 45m	0.397	0.469	0.466	0.459	0.449
64	边导线外 50m	0.309	0.368	0.366	0.361	0.354

表 6.1-33 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-64	边导线外 50m	4.23	4.16	4.23	4.29	4.33
-59	边导线外 45m	5.01	4.90	5.01	5.09	5.14
-54	边导线外 40m	6.02	5.86	6.02	6.14	6.21
-49	边导线外 35m	7.37	7.13	7.37	7.55	7.67
-44	边导线外 30m	9.23	8.85	9.23	9.53	9.73
-39	边导线外 25m	11.90	11.25	11.90	12.43	12.79
-34	边导线外 20m	15.91	14.71	15.91	16.94	17.67
-33	边导线外 19m	16.94	15.58	16.94	18.13	18.99
-32	边导线外 18m	18.08	16.52	18.08	19.47	20.48
-31	边导线外 17m	19.33	17.54	19.33	20.95	22.15
-30	边导线外 16m	20.71	18.64	20.71	22.62	24.06
-29	边导线外 15m	22.23	19.83	22.23	24.49	26.23
-28	边导线外 14m	23.91	21.12	23.91	26.60	28.73
-27	边导线外 13m	25.76	22.52	25.76	29.00	31.63
-26	边导线外 12m	27.81	24.03	27.81	31.73	35.02
-25	边导线外 11m	30.08	25.65	30.08	34.85	39.03
-24	边导线外 10m	32.58	27.38	32.58	38.42	43.80
-23	边导线外 9m	35.34	29.23	35.34	42.52	49.56
-22	边导线外 8m	38.34	31.18	38.34	47.24	56.58
-21	边导线外 7m	41.60	33.23	41.60	52.64	65.28
-20	边导线外 6m	45.09	35.36	45.09	58.78	76.16
-19	边导线外 5m	48.76	37.53	48.76	65.66	89.91
-18	边导线外 4m	52.54	39.71	52.54	73.18	107.30
-17	边导线外 3m	56.31	41.87	56.31	81.07	128.86
-16	边导线外 2m	59.96	43.95	59.96	88.86	153.87
-15	边导线外 1m	63.32	45.92	63.32	95.89	178.44
-14	边导线下	66.28	47.72	66.28	101.50	194.99
-13	边导线内	68.75	49.34	68.75	105.25	197.74
-12	边导线内	70.70	50.76	70.70	107.13	189.17
-11	边导线内	72.15	51.97	72.15	107.50	176.24

-10	边导线内	73.19	52.99	73.19	106.94	163.92
-9	边导线内	73.92	53.84	73.92	106.02	154.29
-8	边导线内	74.44	54.53	74.44	105.21	147.94
-7	边导线内	74.87	55.09	74.87	104.80	144.95
-6	边导线内	75.26	55.56	75.26	104.98	145.38
-5	边导线内	75.65	55.94	75.65	105.81	149.44
-4	边导线内	76.05	56.24	76.05	107.21	157.39
-3	边导线内	76.43	56.48	76.43	108.96	169.25
-2	边导线内	76.76	56.66	76.76	110.72	183.86
-1	边导线内	76.98	56.76	76.98	112.03	197.31
0	边导线内	77.06	56.80	77.06	112.52	203.04
1	边导线内	76.98	56.76	76.98	112.03	197.31
2	边导线内	76.76	56.66	76.76	110.72	183.86
3	边导线内	76.43	56.48	76.43	108.96	169.25
4	边导线内	76.05	56.24	76.05	107.21	157.39
5	边导线内	75.65	55.94	75.65	105.81	149.44
6	边导线内	75.26	55.56	75.26	104.98	145.38
7	边导线内	74.87	55.09	74.87	104.80	144.95
8	边导线内	74.44	54.53	74.44	105.21	147.94
9	边导线内	73.92	53.84	73.92	106.02	154.29
10	边导线内	73.19	52.99	73.19	106.94	163.92
11	边导线内	72.15	51.97	72.15	107.50	176.24
12	边导线内	70.70	50.76	70.70	107.13	189.17
13	边导线内	68.75	49.34	68.75	105.25	197.74
14	边导线下	66.28	47.72	66.28	101.50	194.99
15	边导线外 1m	63.32	45.92	63.32	95.89	178.44
16	边导线外 2m	59.96	43.95	59.96	88.86	153.87
17	边导线外 3m	56.31	41.87	52.54	73.18	107.30
18	边导线外 4m	52.54	39.71	56.31	81.07	128.86
19	边导线外 5m	48.76	37.53	48.76	65.66	89.91
20	边导线外 6m	45.09	35.36	45.09	58.78	76.16
21	边导线外 7m	41.60	33.23	41.60	52.64	65.28
22	边导线外 8m	38.34	31.18	38.34	47.24	56.58
23	边导线外 9m	35.34	29.23	35.34	42.52	49.56
24	边导线外 10m	32.58	27.38	32.58	38.42	43.80
25	边导线外 11m	30.08	25.65	30.08	34.85	39.03
26	边导线外 12m	27.81	24.03	27.81	31.73	35.02
27	边导线外 13m	25.76	22.52	25.76	29.00	31.63
28	边导线外 14m	23.91	21.12	23.91	26.60	28.73
29	边导线外 15m	22.23	19.83	22.23	24.49	26.23
30	边导线外 16m	20.71	18.64	20.71	22.62	24.06
31	边导线外 17m	19.33	17.54	19.33	20.95	22.15
32	边导线外 18m	18.08	16.52	18.08	19.47	20.48
33	边导线外 19m	16.94	15.58	16.94	18.13	18.99
34	边导线外 20m	15.91	14.71	15.91	16.94	17.67

39	边导线外 25m	11.90	11.25	11.90	12.43	12.79
44	边导线外 30m	9.23	8.85	9.23	9.53	9.73
49	边导线外 35m	7.37	7.13	7.37	7.55	7.67
54	边导线外 40m	6.02	5.86	6.02	6.14	6.21
59	边导线外 45m	5.01	4.90	5.01	5.09	5.14
64	边导线外 50m	4.23	4.16	4.23	4.29	4.33



6.1-27 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）工频电场强度分布图（14m）

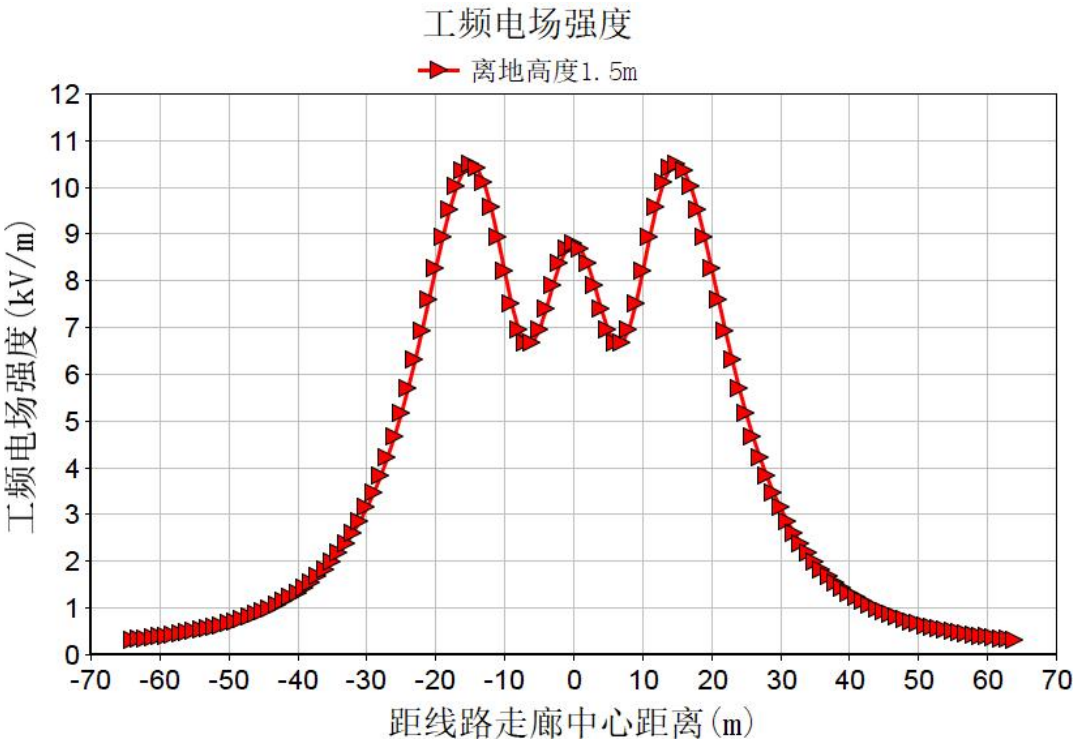
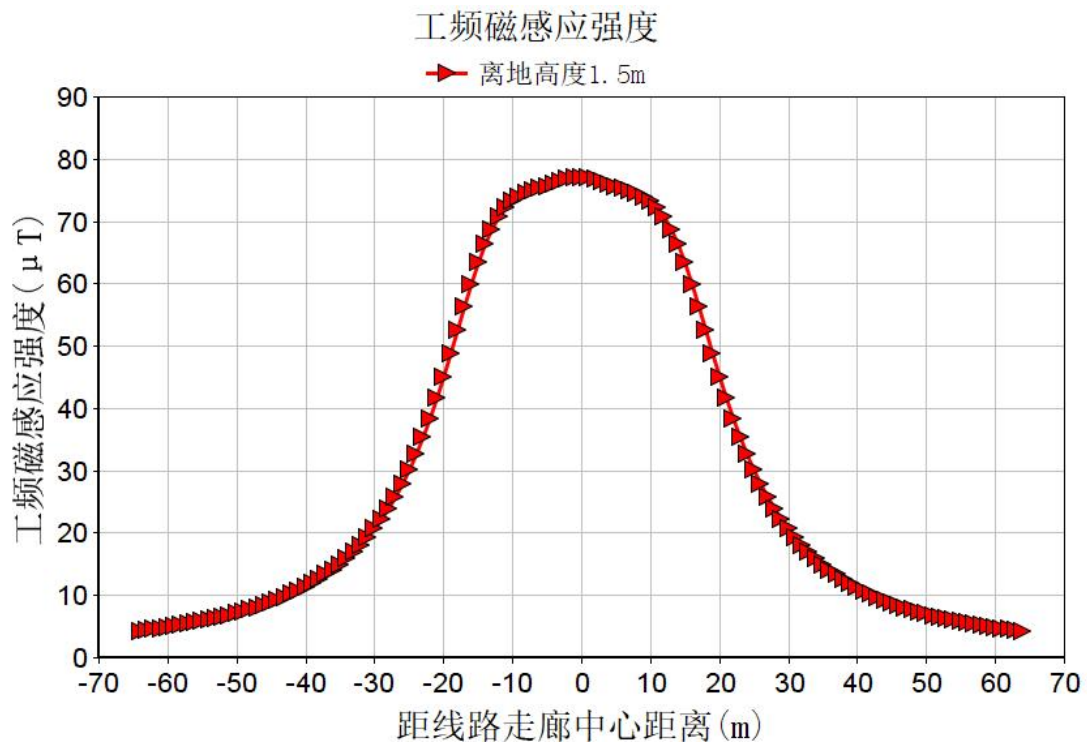
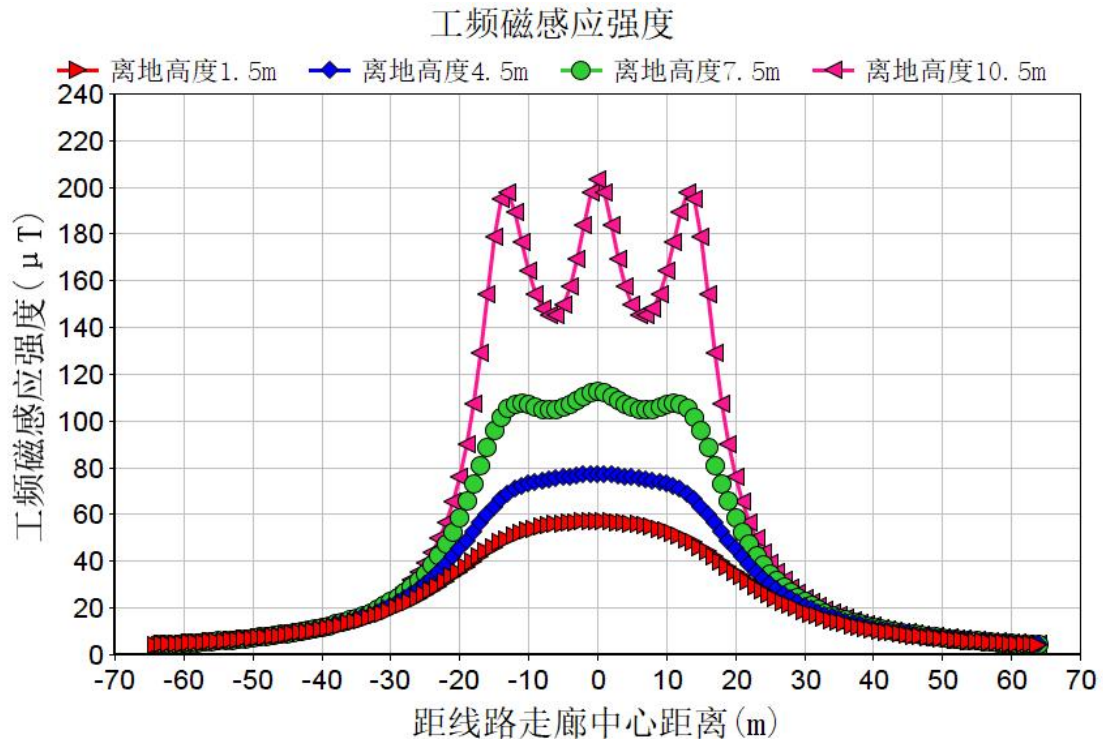


图 6.1-28 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）工频电场强度分布图（11m）





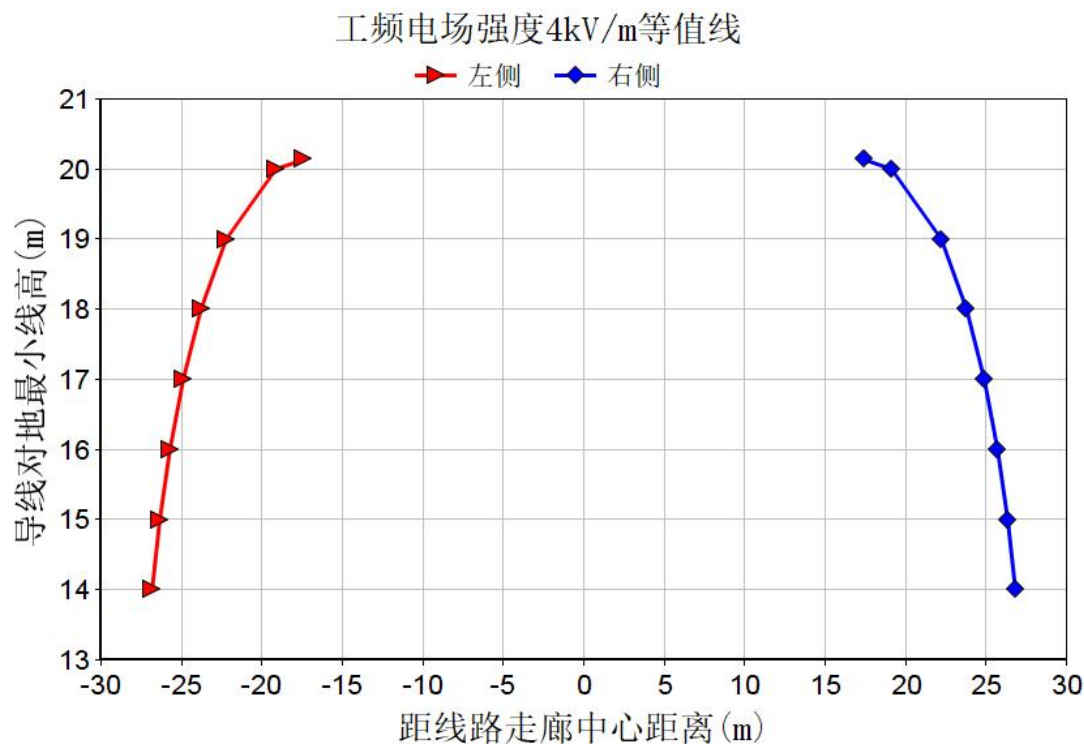


图 6.1-31 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）4kV/m 达标等值线图

表 6.1-34 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
20.1	-17.40
20.0	-19.12
19.0	-22.22
18.0	-23.79
17.0	-24.89
16.0	-25.72
15.0	-26.35
14.0	-26.82
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
20.1	17.40
20.0	19.12
19.0	22.22
18.0	23.79
17.0	24.89
16.0	25.72
15.0	26.35
14.0	26.82

#### 4) 500kV 单回三角排列线路 (10mm 冰区)

经过 10mm 冰区, 500kV 单回三角排列线路方式下, 输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-35~表 6.1-36 和图 6.1-31~图 6.1-35。

**表 6.1-35 500kV 单回三角排列线路 (10mm 冰区) 工频电场强度预测结果**      单位: kV/m

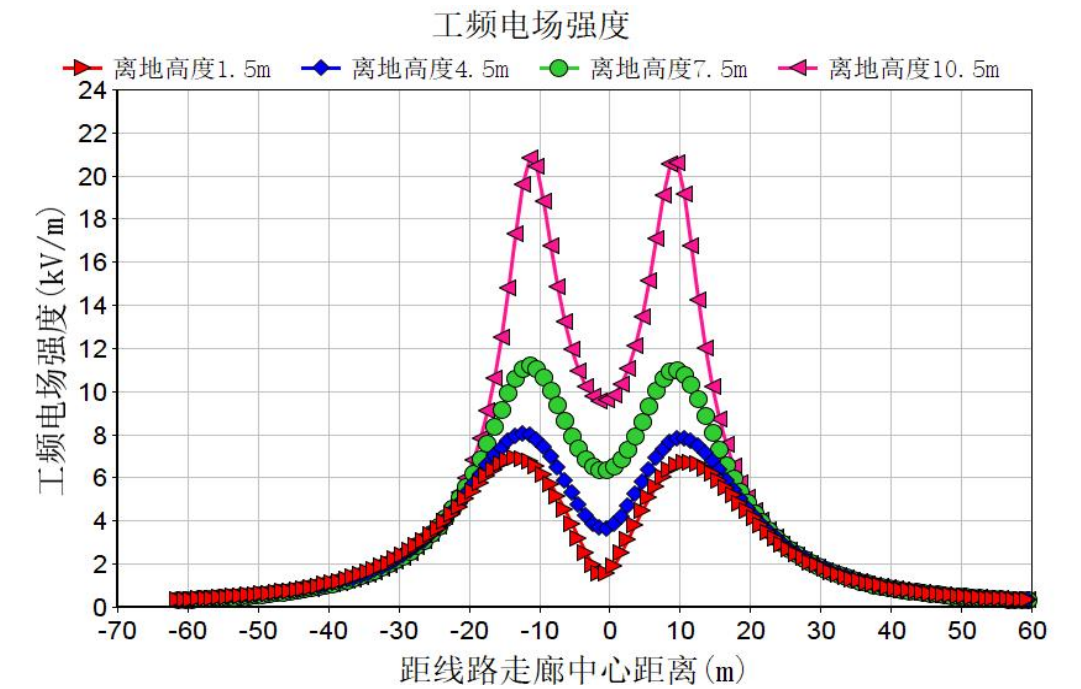
距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 10.5m	导线对地 14m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-61.4	边导线外 50m	0.287	0.329	0.328	0.325	0.321
-56.4	边导线外 45m	0.358	0.414	0.412	0.407	0.401
-51.4	边导线外 40m	0.458	0.533	0.530	0.523	0.514
-46.4	边导线外 35m	0.608	0.707	0.702	0.692	0.677
-41.4	边导线外 30m	0.841	0.969	0.961	0.945	0.922
-36.4	边导线外 25m	1.225	1.378	1.366	1.342	1.305
-31.4	边导线外 20m	1.896	2.032	2.020	1.991	1.938
-30.4	边导线外 19m	2.086	2.205	2.194	2.166	2.112
-29.4	边导线外 18m	2.300	2.395	2.387	2.361	2.307
-28.4	边导线外 17m	2.543	2.604	2.599	2.580	2.527
-27.4	边导线外 16m	2.818	2.833	2.834	2.823	2.776
-26.4	边导线外 15m	3.131	3.082	3.093	3.096	3.059
-25.4	边导线外 14m	3.485	3.354	3.378	3.402	3.382
-24.4	边导线外 13m	3.887	<b>3.647</b>	<b>3.690</b>	<b>3.746</b>	<b>3.754</b>
-23.4	边导线外 12m	4.340	3.962	4.031	4.132	4.185
-22.4	边导线外 11m	4.851	4.297	4.401	4.566	4.687
-21.4	边导线外 10m	5.421	4.648	4.799	5.053	5.277
-20.4	边导线外 9m	6.051	5.011	5.223	5.599	5.978
-19.4	边导线外 8m	6.737	5.377	5.666	6.207	6.819
-18.4	边导线外 7m	7.468	5.738	6.120	6.879	7.838
-17.4	边导线外 6m	8.226	6.079	6.573	7.610	9.086
-16.4	边导线外 5m	8.978	<b>6.384</b>	<b>7.005</b>	<b>8.386</b>	<b>10.626</b>
-15.4	边导线外 4m	9.680	6.636	7.393	9.178	12.521
-14.4	边导线外 3m	10.276	6.816	7.710	9.933	14.793
-13.4	边导线外 2m	10.701	6.906	7.927	10.577	17.310
-12.4	边导线外 1m	10.899	6.892	8.020	11.024	19.594
-11.4	边导线下	10.824	6.763	7.970	11.199	20.806
-11	边导线内	10.714	6.679	7.908	11.184	20.838
-10	边导线内	10.242	6.387	7.654	10.940	19.857
-9	边导线内	9.516	5.985	7.271	10.450	17.982
-8	边导线内	8.589	5.486	6.784	9.798	15.951
-7	边导线内	7.525	4.908	6.227	9.075	14.142
-6	边导线内	6.387	4.272	5.637	8.356	12.660
-5	边导线内	5.228	3.601	5.053	7.698	11.501

-4	边导线内	4.096	2.924	4.515	7.140	10.633
-3	边导线内	3.044	2.282	4.067	6.712	10.027
-2	边导线内	2.174	1.757	3.758	6.436	9.666
-1	边导线内	1.744	1.503	3.630	6.328	9.539
0	边导线内	2.037	1.657	3.703	6.394	9.646
1	边导线内	2.843	2.127	3.965	6.632	9.991
2	边导线内	3.865	2.743	4.377	7.028	10.585
3	边导线内	4.980	3.409	4.891	7.561	11.447
4	边导线内	6.128	4.074	5.459	8.202	12.603
5	边导线内	7.262	4.709	6.040	8.909	14.083
6	边导线内	8.327	5.287	6.592	9.624	15.889
7	边导线内	9.259	5.788	7.078	10.272	17.915
8	边导线内	9.994	6.194	7.464	10.763	19.787
9	边导线内	10.477	6.491	7.721	11.009	20.769
9.414	边导线下	10.593	6.577	7.393	9.178	12.521
10.414	边导线外 1m	10.680	6.711	7.710	9.933	14.793
11.414	边导线外 2m	10.494	6.732	7.927	10.577	17.310
12.414	边导线外 3m	10.079	6.647	8.020	11.024	19.594
13.414	边导线外 4m	9.493	6.473	7.970	11.199	20.806
14.414	边导线外 5m	8.799	6.227	6.850	8.244	10.533
15.414	边导线外 6m	8.055	5.927	6.424	7.473	8.989
16.414	边导线外 7m	7.304	5.592	5.977	6.747	7.739
17.414	边导线外 8m	6.580	5.237	5.528	6.080	6.719
18.414	边导线外 9m	5.901	4.876	5.091	5.477	5.880
19.414	边导线外 10m	5.279	4.519	4.673	4.936	5.181
20.414	边导线外 11m	4.717	4.173	4.281	4.454	4.593
21.414	边导线外 12m	4.215	3.844	3.916	4.026	4.094
22.414	边导线外 13m	3.769	3.534	3.581	3.645	3.667
23.414	边导线外 14m	3.376	3.247	3.274	3.306	3.299
24.414	边导线外 15m	3.029	2.981	2.995	3.005	2.980
25.414	边导线外 16m	2.724	2.737	2.742	2.737	2.700
26.414	边导线外 17m	2.456	2.514	2.512	2.498	2.456
27.414	边导线外 18m	2.221	2.310	2.304	2.285	2.240
28.414	边导线外 19m	2.013	2.125	2.117	2.094	2.048
29.414	边导线外 20m	1.830	1.957	1.947	1.923	1.879
34.414	边导线外 25m	1.185	1.324	1.315	1.294	1.262
39.414	边导线外 30m	0.818	0.932	0.925	0.912	0.891
44.414	边导线外 35m	0.595	0.681	0.677	0.669	0.656
49.414	边导线外 40m	0.452	0.516	0.513	0.508	0.499
54.414	边导线外 45m	0.356	0.402	0.400	0.397	0.391
59.414	边导线外 50m	0.288	0.322	0.321	0.318	0.314

表 6.1-36 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 10.5m	导线对地 14m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-61.4	边导线外 50m	3.73	3.64	3.71	3.78	3.82
-56.4	边导线外 45m	4.43	4.30	4.41	4.50	4.56
-51.4	边导线外 40m	5.35	5.17	5.33	5.46	5.55
-46.4	边导线外 35m	6.60	6.31	6.56	6.76	6.90
-41.4	边导线外 30m	8.33	7.87	8.27	8.59	8.83
-36.4	边导线外 25m	10.82	10.06	10.72	11.29	11.71
-31.4	边导线外 20m	14.61	13.20	14.42	15.50	16.34
-30.4	边导线外 19m	15.59	13.99	15.37	16.63	17.60
-29.4	边导线外 18m	16.68	14.84	16.42	17.88	19.02
-28.4	边导线外 17m	17.87	15.77	17.57	19.27	20.62
-27.4	边导线外 16m	19.19	16.76	18.84	20.83	22.44
-26.4	边导线外 15m	20.64	17.84	20.24	22.59	24.53
-25.4	边导线外 14m	22.26	19.01	21.79	24.57	26.93
-24.4	边导线外 13m	24.05	20.27	23.49	26.82	29.71
-23.4	边导线外 12m	26.04	21.63	25.38	29.38	32.96
-22.4	边导线外 11m	28.25	23.08	27.46	32.31	36.81
-21.4	边导线外 10m	30.69	24.63	29.75	35.65	41.39
-20.4	边导线外 9m	33.38	26.28	32.26	39.49	46.92
-19.4	边导线外 8m	36.34	28.02	34.99	43.89	53.66
-18.4	边导线外 7m	39.56	29.84	37.95	48.91	62.00
-17.4	边导线外 6m	43.02	31.71	41.09	54.61	72.42
-16.4	边导线外 5m	46.66	33.60	44.38	60.96	85.56
-15.4	边导线外 4m	50.41	35.49	47.74	67.87	102.14
-14.4	边导线外 3m	54.13	37.34	51.06	75.05	122.60
-13.4	边导线外 2m	57.67	39.10	54.22	82.05	146.21
-12.4	边导线外 1m	60.85	40.73	57.08	88.24	169.15
-11.4	边导线内	63.53	42.19	59.51	92.98	184.14
-11	边导线内	64.43	42.72	60.34	94.37	186.42
-10	边导线内	66.24	43.91	62.06	96.47	182.86
-9	边导线内	67.42	44.89	63.24	96.79	170.89
-8	边导线内	68.03	45.67	63.95	95.78	156.78
-7	边导线内	68.20	46.26	64.26	93.97	143.94
-6	边导线内	68.06	46.68	64.29	91.85	133.45
-5	边导线内	67.75	46.97	64.15	89.76	125.36
-4	边导线内	67.37	47.15	63.92	87.95	119.42
-3	边导线内	67.02	47.25	63.69	86.55	115.35
-2	边导线内	66.76	47.29	63.50	85.63	112.94
-1	边导线内	66.62	47.27	63.38	85.24	112.06
0	边导线内	66.61	47.21	63.36	85.40	112.67

1	边导线内	66.73	47.10	63.42	86.09	114.80
2	边导线内	66.94	46.93	63.53	87.28	118.60
3	边导线内	67.20	46.69	63.65	88.90	124.27
4	边导线内	67.40	46.34	63.70	90.81	132.08
5	边导线内	67.46	45.87	63.59	92.79	142.28
6	边导线内	67.23	45.25	63.21	94.49	154.83
7	边导线内	66.57	44.45	62.47	95.45	168.69
8	边导线内	65.39	43.45	61.27	95.11	180.52
9	边导线内	63.59	42.26	59.57	93.05	184.17
9.414	边导线下	62.70	41.73	58.74	91.69	181.99
10.414	边导线外 1m	60.05	40.27	56.34	87.05	167.35
11.414	边导线外 2m	56.92	38.66	53.53	80.98	144.76
12.414	边导线外 3m	53.44	36.92	50.42	74.10	121.44
13.414	边导线外 4m	49.78	35.09	47.15	67.04	101.18
14.414	边导线外 5m	46.10	33.23	43.85	60.25	84.78
15.414	边导线外 6m	42.51	31.36	40.61	53.99	71.76
16.414	边导线外 7m	39.11	29.51	37.51	48.37	61.44
17.414	边导线外 8m	35.94	27.73	34.61	43.42	53.19
18.414	边导线外 9m	33.03	26.01	31.91	39.08	46.51
19.414	边导线外 10m	30.37	24.39	29.44	35.30	41.04
20.414	边导线外 11m	27.96	22.85	27.18	31.99	36.50
21.414	边导线外 12m	25.79	21.42	25.13	29.11	32.70
22.414	边导线外 13m	23.82	20.08	23.27	26.58	29.47
23.414	边导线外 14m	22.06	18.84	21.59	24.36	26.72
24.414	边导线外 15m	20.46	17.69	20.06	22.40	24.34
25.414	边导线外 16m	19.02	16.62	18.68	20.66	22.28
26.414	边导线外 17m	17.72	15.63	17.43	19.12	20.47
27.414	边导线外 18m	16.54	14.72	16.29	17.74	18.88
28.414	边导线外 19m	15.47	13.88	15.25	16.50	17.48
29.414	边导线外 20m	14.50	13.10	14.30	15.39	16.23
34.414	边导线外 25m	10.75	9.99	10.65	11.22	11.64
39.414	边导线外 30m	8.28	7.83	8.22	8.54	8.78
44.414	边导线外 35m	6.56	6.28	6.52	6.72	6.87
49.414	边导线外 40m	5.33	5.14	5.30	5.43	5.53
54.414	边导线外 45m	4.41	4.28	4.39	4.48	4.54
59.414	边导线外 50m	3.71	3.62	3.70	3.76	3.80



6.1-32 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）工频电场强度分布图（14m）

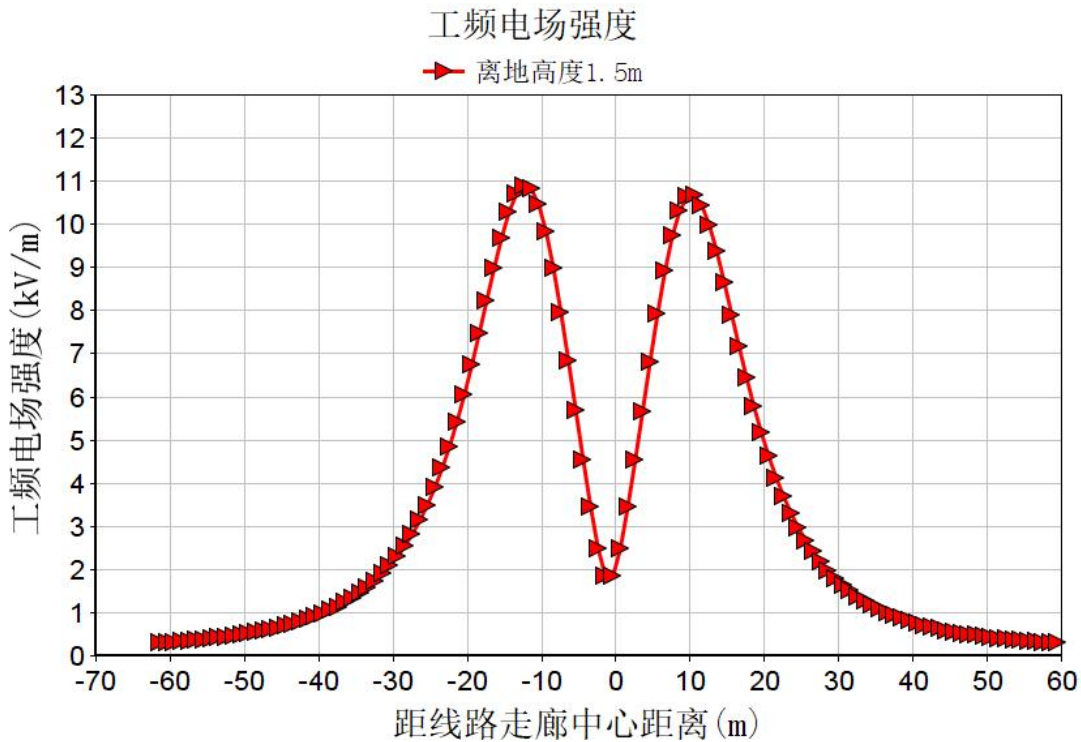
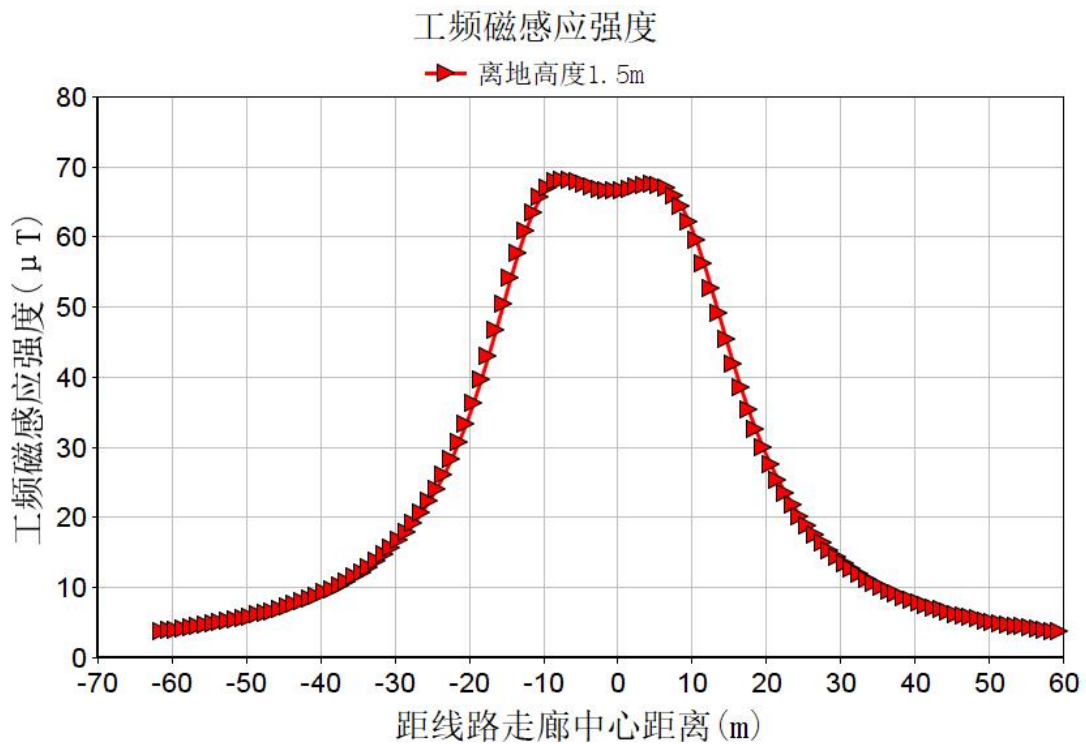
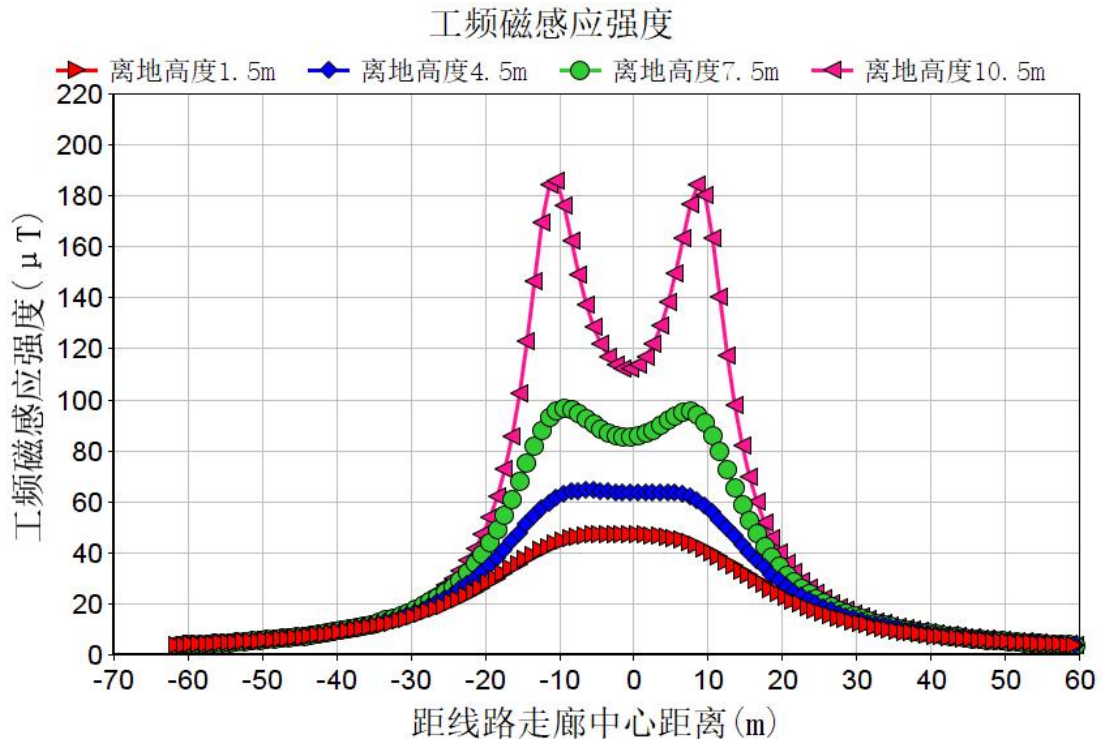


图 6.1-33 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）工频电场强度分布图（10.5m）





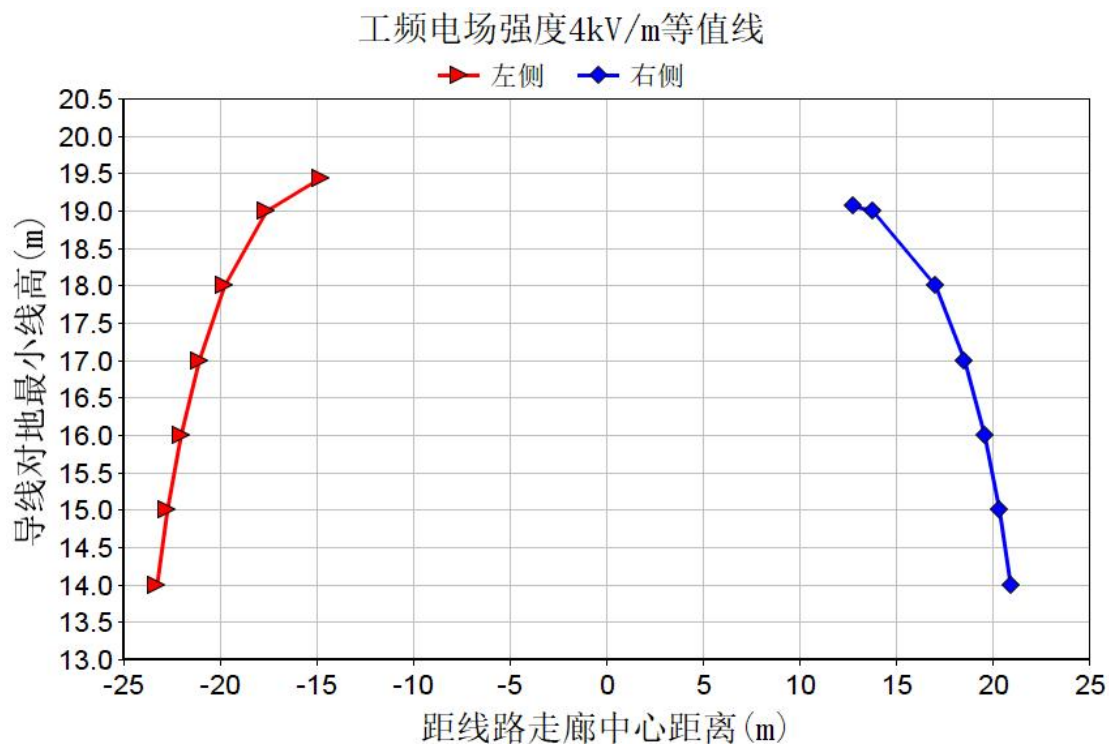


图 6.1-36 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）4kV/m 达标等值线图

表 6.1-37 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
19.4	-14.80
19.0	-17.61
18.0	-19.79
17.0	-21.10
16.0	-22.04
15.0	-22.75
14.0	-23.28
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
19.1	12.80
19.0	13.78
18.0	17.03
17.0	18.54
16.0	19.58
15.0	20.34
14.0	20.92

### 5) 500kV 双回单边挂线线路 (10mm 冰区) 贵州段非居民区

经过 10mm 冰区, 500kV 贵州段非居民区双回单边挂线线路方式下, 输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-38~表 6.1-39 和图 6.1-37~图 6.1-38。

**表 6.1-38 500kV 双回单边挂线线路 (10mm 冰区) 贵州段非居民区工频电场强度预测结果**

单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 12m
		地面 1.5m
-74	边导线外 50m	0.272
-69	边导线外 45m	0.312
-64	边导线外 40m	0.366
-59	边导线外 35m	0.442
-54	边导线外 30m	0.550
-49	边导线外 25m	0.719
-44	边导线外 20m	1.025
-43	边导线外 19m	1.115
-42	边导线外 18m	1.219
-41	边导线外 17m	1.338
-40	边导线外 16m	1.475
-39	边导线外 15m	1.632
-38	边导线外 14m	1.812
-37	边导线外 13m	2.019
-36	边导线外 12m	2.255
-35	边导线外 11m	2.523
-34	边导线外 10m	2.827
-33	边导线外 9m	3.171
-32	边导线外 8m	3.557
-31	边导线外 7m	3.988
-30	边导线外 6m	4.466
-29	边导线外 5m	4.989
-28	边导线外 4m	5.554
-27	边导线外 3m	6.157
-26	边导线外 2m	6.784
-25	边导线外 1m	7.420
-24	边导线内	8.042
-23	边导线内	8.620
-22	边导线内	9.121
-21	边导线内	9.510
-20	边导线内	9.758
-19	边导线内	9.842
-18	边导线内	9.756

-17	边导线内	9.505
-16	边导线内	9.112
-15	边导线内	8.605
-14	边导线内	8.019
-13	边导线内	7.387
-12	边导线内	6.737
-11	边导线内	6.091
-10	边导线内	5.468
-9	边导线内	4.877
-8	边导线内	4.326
-7	边导线内	3.817
-6	边导线内	3.351
-5	边导线内	2.929
-4	边导线内	2.551
-3	边导线内	2.215
-2	边导线内	1.923
-1	边导线内	1.679
0	边导线内	1.490
1	边导线内	1.363
2	边导线内	1.308
3	边导线内	1.328
4	边导线内	1.418
5	边导线内	1.568
6	边导线内	1.767
7	边导线内	2.009
8	边导线内	2.287
9	边导线内	2.601
10	边导线内	2.950
11	边导线内	3.337
12	边导线内	3.762
13	边导线内	4.226
14	边导线内	4.730
15	边导线内	5.273
16	边导线内	5.849
17	边导线内	6.450
18	边导线内	7.064
19	边导线内	7.669
20	边导线内	8.242
21	边导线内	8.752
22	边导线内	9.165
23	边导线内	9.451
24	边导线内	9.586
25	边导线内	9.557
26	边导线内	9.366
27	边导线内	9.029

28	边导线内	8.573
29	边导线内	8.030
29.4	边导线下	7.797
30.4	边导线外 1m	7.187
31.4	边导线外 2m	6.566
32.4	边导线外 3m	5.954
33.4	边导线外 4m	5.368
34.4	边导线外 5m	4.819
35.4	边导线外 6m	4.313
36.4	边导线外 7m	3.853
37.4	边导线外 8m	3.439
38.4	边导线外 9m	3.071
39.4	边导线外 10m	2.746
40.4	边导线外 11m	2.460
41.4	边导线外 12m	2.211
42.4	边导线外 13m	1.996
43.4	边导线外 14m	1.810
44.4	边导线外 15m	1.651
45.4	边导线外 16m	1.516
46.4	边导线外 17m	1.400
47.4	边导线外 18m	1.303
48.4	边导线外 19m	1.220
49.4	边导线外 20m	1.151
54.4	边导线外 25m	0.926
59.4	边导线外 30m	0.802
64.4	边导线外 35m	0.713
69.4	边导线外 40m	0.638
74.4	边导线外 45m	0.574
79.4	边导线外 50m	0.517

表 6.1-39 500kV 双回单边挂线（10mm 冰区）贵州段非居民区磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 12m
		地面 1.5m
-74	边导线外 50m	6.15
-69	边导线外 45m	7.06
-64	边导线外 40m	8.19
-59	边导线外 35m	9.60
-54	边导线外 30m	11.39
-49	边导线外 25m	13.72
-44	边导线外 20m	16.83
-43	边导线外 19m	17.57
-42	边导线外 18m	18.37
-41	边导线外 17m	19.22
-40	边导线外 16m	20.13

-39	边导线外 15m	21.10
-38	边导线外 14m	22.14
-37	边导线外 13m	23.25
-36	边导线外 12m	24.45
-35	边导线外 11m	25.73
-34	边导线外 10m	27.10
-33	边导线外 9m	28.57
-32	边导线外 8m	30.15
-31	边导线外 7m	31.83
-30	边导线外 6m	33.61
-29	边导线外 5m	35.50
-28	边导线外 4m	37.47
-27	边导线外 3m	39.51
-26	边导线外 2m	41.59
-25	边导线外 1m	43.67
-24	边导线内	45.68
-23	边导线内	47.55
-22	边导线内	49.20
-21	边导线内	50.53
-20	边导线内	51.47
-19	边导线内	51.96
-18	边导线内	51.98
-17	边导线内	51.53
-16	边导线内	50.67
-15	边导线内	49.47
-14	边导线内	48.01
-13	边导线内	46.37
-12	边导线内	44.63
-11	边导线内	42.85
-10	边导线内	41.09
-9	边导线内	39.37
-8	边导线内	37.72
-7	边导线内	36.15
-6	边导线内	34.68
-5	边导线内	33.30
-4	边导线内	32.02
-3	边导线内	30.84
-2	边导线内	29.76
-1	边导线内	28.76
0	边导线内	27.86
1	边导线内	27.03
2	边导线内	26.29
3	边导线内	25.64
4	边导线内	25.05

5	边导线内	24.55
6	边导线内	24.12
7	边导线内	23.76
8	边导线内	23.49
9	边导线内	23.28
10	边导线内	23.16
11	边导线内	23.11
12	边导线内	23.14
13	边导线内	23.24
14	边导线内	23.42
15	边导线内	23.67
16	边导线内	23.99
17	边导线内	24.35
18	边导线内	24.75
19	边导线内	25.15
20	边导线内	25.54
21	边导线内	25.86
22	边导线内	26.09
23	边导线内	26.18
24	边导线内	26.11
25	边导线内	25.86
26	边导线内	25.44
27	边导线内	24.84
28	边导线内	24.12
29	边导线内	23.28
29.4	边导线下	22.93
30.4	边导线外 1m	22.01
31.4	边导线外 2m	21.07
32.4	边导线外 3m	20.13
33.4	边导线外 4m	19.20
34.4	边导线外 5m	18.30
35.4	边导线外 6m	17.44
36.4	边导线外 7m	16.62
37.4	边导线外 8m	15.85
38.4	边导线外 9m	15.11
39.4	边导线外 10m	14.42
40.4	边导线外 11m	13.77
41.4	边导线外 12m	13.16
42.4	边导线外 13m	12.58
43.4	边导线外 14m	12.04
44.4	边导线外 15m	11.53
45.4	边导线外 16m	11.05
46.4	边导线外 17m	10.59
47.4	边导线外 18m	10.16
48.4	边导线外 19m	9.76
49.4	边导线外 20m	9.37



54.4	边导线外 25m	7.74
59.4	边导线外 30m	6.47
64.4	边导线外 35m	5.47
69.4	边导线外 40m	4.68
74.4	边导线外 45m	4.05
79.4	边导线外 50m	3.53

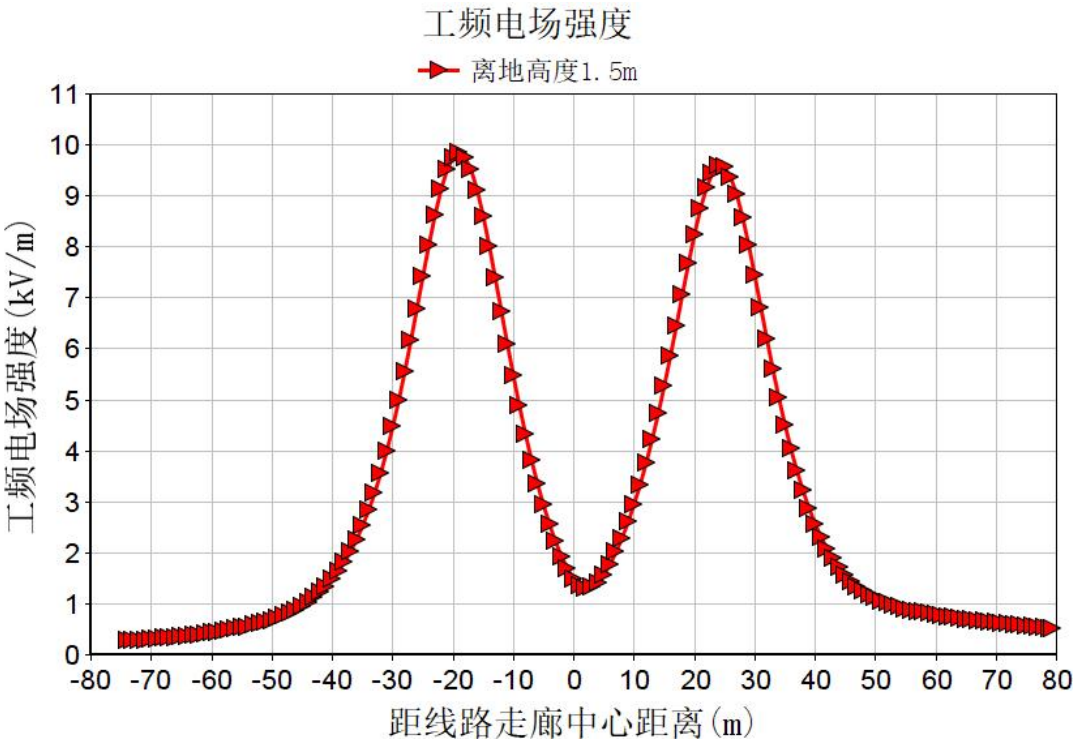


图 6.1-37 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）贵州段非居民区工频电场强度分布图（12m）

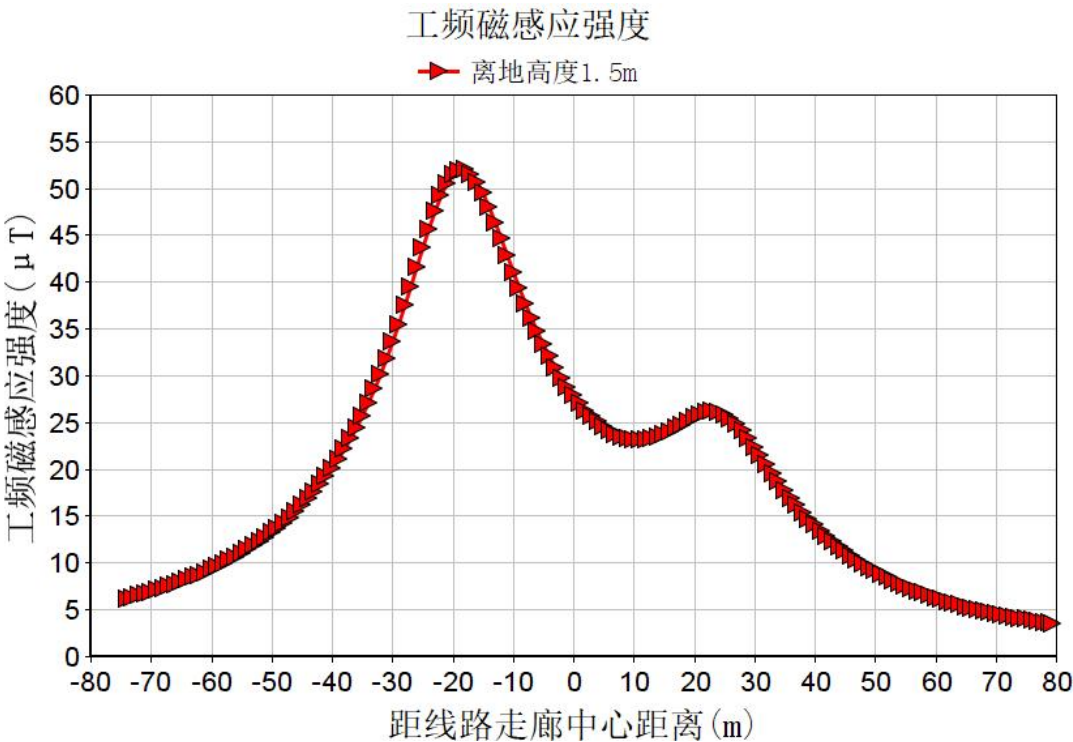


图 6.1-38 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）贵州段非居民区磁感应强度分布图（12m）

## 6) 500kV 双回单边挂线线路 (10mm 冰区) 重庆段居民区

经过 10mm 冰区, 500kV 重庆段居民区双回单边挂线线路方式下, 输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-40~表 6.1-41 和图 6.1-39~图 6.1-41。

**表 6.1-40 500kV 双回单边挂线 (10mm 冰区) 重庆段居民区工频电场强度预测结果 单位: kV/m**

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 14m			
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-63.6	边导线外 50m	0.116	0.120	0.128	0.138
-58.6	边导线外 45m	0.132	0.139	0.151	0.166
-53.6	边导线外 40m	0.161	0.172	0.190	0.214
-48.6	边导线外 35m	0.220	0.235	0.263	0.297
-43.6	边导线外 30m	0.335	0.357	0.396	0.445
-38.6	边导线外 25m	0.554	0.584	0.639	0.710
-33.6	边导线外 20m	0.959	1.003	1.084	1.191
-32.6	边导线外 19m	1.075	1.123	1.211	1.329
-31.6	边导线外 18m	1.206	1.258	1.355	1.485
-30.6	边导线外 17m	1.354	1.411	1.519	1.663
-29.6	边导线外 16m	1.521	1.585	1.705	1.867
-28.6	边导线外 15m	1.709	1.781	1.916	2.100
-27.6	边导线外 14m	1.921	2.002	2.157	2.368
-26.6	边导线外 13m	2.158	2.252	2.431	2.676
-25.6	边导线外 12m	2.421	2.532	2.744	3.032
-24.6	边导线外 11m	2.712	2.845	3.099	3.446
-23.6	边导线外 10m	3.032	3.193	3.503	<b>3.928</b>
-22.6	边导线外 9m	3.380	3.577	<b>3.962</b>	4.493
-21.6	边导线外 8m	<b>3.753</b>	<b>3.997</b>	4.481	5.159
-20.6	边导线外 7m	4.146	4.449	5.066	5.948
-19.6	边导线外 6m	4.552	4.930	5.719	6.890
-18.6	边导线外 5m	<b>4.962</b>	<b>5.429</b>	<b>6.440</b>	<b>8.023</b>
-17.6	边导线外 4m	5.361	5.932	7.221	9.394
-16.6	边导线外 3m	5.733	6.420	8.043	11.059
-15.6	边导线外 2m	6.060	6.867	8.870	13.063
-14.6	边导线外 1m	6.322	7.245	9.641	15.385
-13.6	边导线下	6.500	7.524	10.276	17.810
-13	边导线内	6.561	7.632	10.554	19.085
-12	边导线内	6.576	7.702	10.793	20.312
-11	边导线内	6.480	7.625	10.721	19.909
-10	边导线内	6.275	7.407	10.357	18.161
-9	边导线内	5.968	7.064	9.771	15.903
-8	边导线内	5.572	6.625	9.056	13.738
-7	边导线内	5.108	6.122	8.297	11.898
-6	边导线内	4.594	5.587	7.558	10.412

-5	边导线内	4.055	5.052	6.883	9.246
-4	边导线内	3.515	4.548	6.300	8.353
-3	边导线内	3.004	4.104	5.829	7.695
-2	边导线内	2.566	3.752	5.481	7.243
-1	边导线内	2.257	3.523	5.268	6.978
0	边导线内	2.143	3.444	5.197	6.891
1	边导线内	2.257	3.523	5.268	6.978
2	边导线内	2.566	3.752	5.481	7.243
3	边导线内	3.004	4.104	5.829	7.695
4	边导线内	3.515	4.548	6.300	8.353
5	边导线内	4.055	5.052	6.883	9.246
6	边导线内	4.594	5.587	7.558	10.412
7	边导线内	5.108	6.122	8.297	11.898
8	边导线内	5.572	6.625	9.056	13.738
9	边导线内	5.968	7.064	9.771	15.903
10	边导线内	6.275	7.407	10.357	18.161
11	边导线内	6.480	7.625	10.721	19.909
12	边导线内	6.576	7.702	10.793	20.312
13	边导线内	6.561	7.632	10.554	19.085
13.6	边导线下	6.500	7.524	10.276	17.810
14.6	边导线外 1m	6.322	7.245	9.641	15.385
15.6	边导线外 2m	6.060	6.867	8.870	13.063
16.6	边导线外 3m	5.733	6.420	8.043	11.059
17.6	边导线外 4m	5.361	5.932	7.221	9.394
18.6	边导线外 5m	4.962	5.429	6.440	8.023
19.6	边导线外 6m	4.552	4.930	5.719	6.890
20.6	边导线外 7m	4.146	4.449	5.066	5.948
21.6	边导线外 8m	3.753	3.997	4.481	5.159
22.6	边导线外 9m	3.380	3.577	3.962	4.493
23.6	边导线外 10m	3.032	3.193	3.503	3.928
24.6	边导线外 11m	2.712	2.845	3.099	3.446
25.6	边导线外 12m	2.421	2.532	2.744	3.032
26.6	边导线外 13m	2.158	2.252	2.431	2.676
27.6	边导线外 14m	1.921	2.002	2.157	2.368
28.6	边导线外 15m	1.709	1.781	1.916	2.100
29.6	边导线外 16m	1.521	1.585	1.705	1.867
30.6	边导线外 17m	1.354	1.411	1.519	1.663
31.6	边导线外 18m	1.206	1.258	1.355	1.485
32.6	边导线外 19m	1.075	1.123	1.211	1.329
33.6	边导线外 20m	0.959	1.003	1.084	1.191
38.6	边导线外 25m	0.554	0.584	0.639	0.710
43.6	边导线外 30m	0.335	0.357	0.396	0.445
48.6	边导线外 35m	0.220	0.235	0.263	0.297
53.6	边导线外 40m	0.161	0.172	0.190	0.214
58.6	边导线外 45m	0.132	0.139	0.151	0.166

63.6	边导线外 50m	0.116	0.120	0.128	0.138
------	----------	-------	-------	-------	-------

**表 6.1-41 500kV 双回单边挂线（10mm 冰区）重庆段居民区磁感应强度预测结果**      单位:  $\mu\text{T}$

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 14m			
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-63.6	边导线外 50m	2.36	2.45	2.53	2.59
-58.6	边导线外 45m	2.91	3.04	3.16	3.26
-53.6	边导线外 40m	3.64	3.84	4.02	4.18
-48.6	边导线外 35m	4.63	4.93	5.22	5.48
-43.6	边导线外 30m	5.98	6.47	6.93	7.37
-38.6	边导线外 25m	7.88	8.67	9.47	10.23
-33.6	边导线外 20m	10.58	11.94	13.36	14.76
-32.6	边导线外 19m	11.25	12.77	14.38	15.97
-31.6	边导线外 18m	11.96	13.68	15.50	17.32
-30.6	边导线外 17m	12.74	14.66	16.73	18.82
-29.6	边导线外 16m	13.57	15.74	18.10	20.51
-28.6	边导线外 15m	14.46	16.92	19.62	22.41
-27.6	边导线外 14m	15.42	18.20	21.31	24.55
-26.6	边导线外 13m	16.45	19.61	23.19	26.99
-25.6	边导线外 12m	17.56	21.14	25.30	29.76
-24.6	边导线外 11m	18.74	22.82	27.66	32.95
-23.6	边导线外 10m	20.00	24.65	30.31	36.64
-22.6	边导线外 9m	21.33	26.65	33.29	40.93
-21.6	边导线外 8m	22.74	28.81	36.66	45.97
-20.6	边导线外 7m	24.22	31.15	40.46	51.95
-19.6	边导线外 6m	25.75	33.65	44.73	59.12
-18.6	边导线外 5m	27.32	36.30	49.51	67.82
-17.6	边导线外 4m	28.91	39.05	54.80	78.48
-16.6	边导线外 3m	30.49	41.86	60.54	91.63
-15.6	边导线外 2m	32.03	44.64	66.55	107.76
-14.6	边导线外 1m	33.49	47.29	72.52	126.94
-13.6	边导线下	34.85	49.69	77.97	147.67
-13	边导线内	35.59	50.96	80.74	159.09
-12	边导线内	36.70	52.73	84.15	171.53
-11	边导线内	37.63	54.01	85.76	171.20
-10	边导线内	38.37	54.80	85.59	159.82
-9	边导线内	38.93	55.12	83.98	143.90
-8	边导线内	39.32	55.07	81.46	128.34
-7	边导线内	39.57	54.73	78.53	115.11
-6	边导线内	39.71	54.22	75.58	104.52
-5	边导线内	39.77	53.64	72.87	96.31
-4	边导线内	39.77	53.07	70.56	90.11
-3	边导线内	39.74	52.56	68.73	85.60

-2	边导线内	39.70	52.17	67.41	82.53
-1	边导线内	39.68	51.93	66.61	80.76
0	边导线内	39.67	51.84	66.35	80.18
1	边导线内	39.68	51.93	66.61	80.76
2	边导线内	39.70	52.17	67.41	82.53
3	边导线内	39.74	52.56	68.73	85.60
4	边导线内	39.77	53.07	70.56	90.11
5	边导线内	39.77	53.64	72.87	96.31
6	边导线内	39.71	54.22	75.58	104.52
7	边导线内	39.57	54.73	78.53	115.11
8	边导线内	39.32	55.07	81.46	128.34
9	边导线内	38.93	55.12	83.98	143.90
10	边导线内	38.37	54.80	85.59	159.82
11	边导线内	37.63	54.01	85.76	171.20
12	边导线内	36.70	52.73	84.15	171.53
13	边导线内	35.59	50.96	80.74	159.09
13.6	边导线下	34.85	49.69	77.97	147.67
14.6	边导线外 1m	33.49	47.29	72.52	126.94
15.6	边导线外 2m	32.03	44.64	66.55	107.76
16.6	边导线外 3m	30.49	41.86	60.54	91.63
17.6	边导线外 4m	28.91	39.05	54.80	78.48
18.6	边导线外 5m	27.32	36.30	49.51	67.82
19.6	边导线外 6m	25.75	33.65	44.73	59.12
20.6	边导线外 7m	24.22	31.15	40.46	51.95
21.6	边导线外 8m	22.74	28.81	36.66	45.97
22.6	边导线外 9m	21.33	26.65	33.29	40.93
23.6	边导线外 10m	20.00	24.65	30.31	36.64
24.6	边导线外 11m	18.74	22.82	27.66	32.95
25.6	边导线外 12m	17.56	21.14	25.30	29.76
26.6	边导线外 13m	16.45	19.61	23.19	26.99
27.6	边导线外 14m	15.42	18.20	21.31	24.55
28.6	边导线外 15m	14.46	16.92	19.62	22.41
29.6	边导线外 16m	13.57	15.74	18.10	20.51
30.6	边导线外 17m	12.74	14.66	16.73	18.82
31.6	边导线外 18m	11.96	13.68	15.50	17.32
32.6	边导线外 19m	11.25	12.77	14.38	15.97
33.6	边导线外 20m	10.58	11.94	13.36	14.76
38.6	边导线外 25m	7.88	8.67	9.47	10.23
43.6	边导线外 30m	5.98	6.47	6.93	7.37
48.6	边导线外 35m	4.63	4.93	5.22	5.48
53.6	边导线外 40m	3.64	3.84	4.02	4.18
58.6	边导线外 45m	2.91	3.04	3.16	3.26
63.6	边导线外 50m	2.36	2.45	2.53	2.59

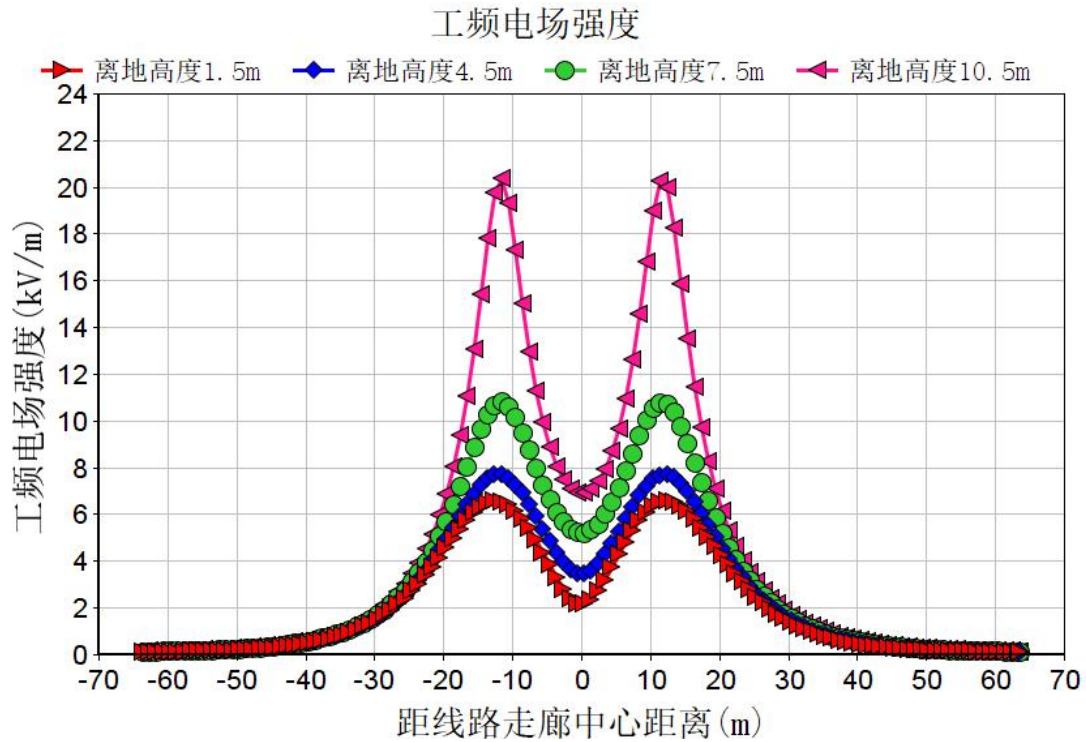


图 6.1-39 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）重庆段居民区工频电场强度分布图（对地  
14m）

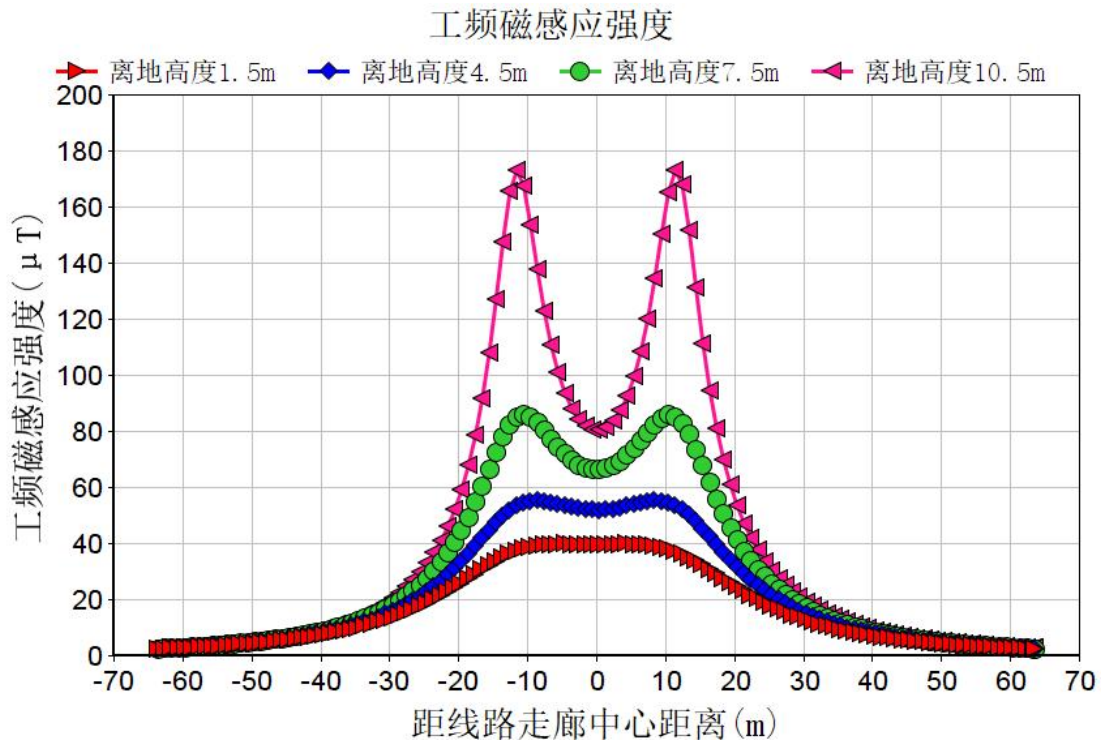


图 6.1-40 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）重庆段居民区磁感应强度分布图（对地  
14m）

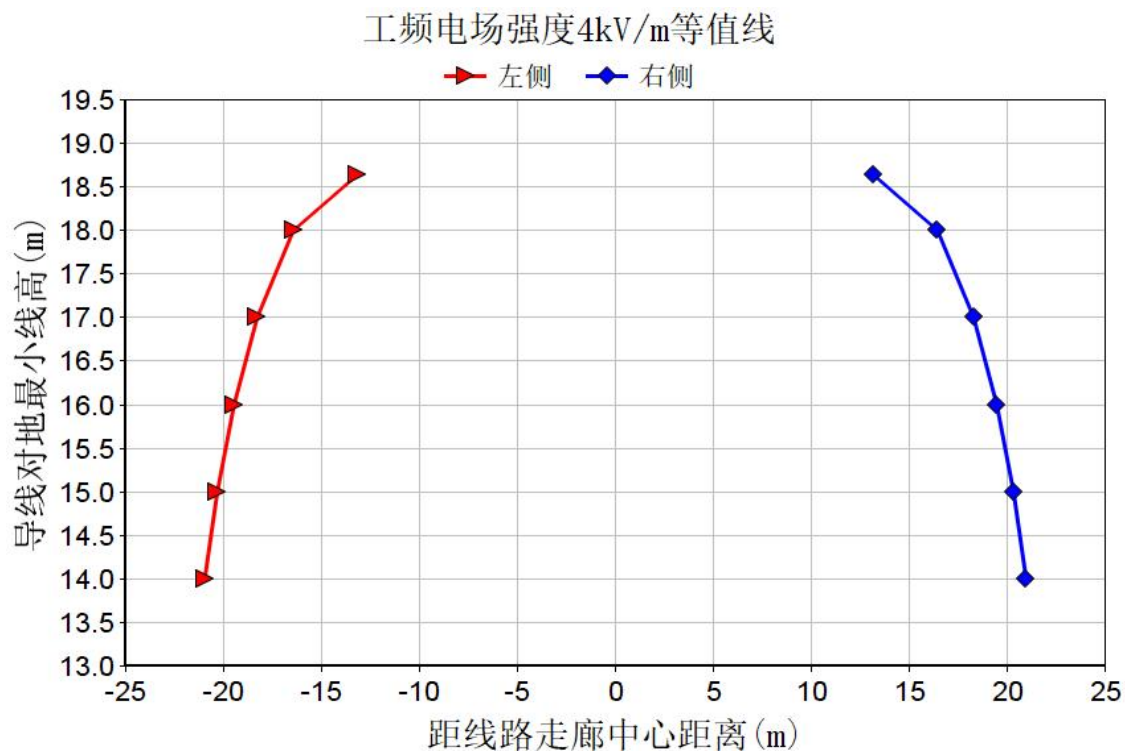


图 6.1-41 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）重庆段居民区 4kV/m 达标等值线图

表 6.1-42 500kV 双回单边挂线（10mm 冰区）重庆段居民区 4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.6	-13.20
18.0	-16.44
17.0	-18.29
16.0	-19.47
15.0	-20.32
14.0	-20.97
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.6	13.20
18.0	16.44
17.0	18.29
16.0	19.47
15.0	20.32
14.0	20.97

(2) 500kV 线路（15mm 冰区）



根据本工程杆塔一览表，本工程 500kV 线路经过 15mm 冰区导线排列方式分别有双回直线和双回耐张两种方式，本工程对不同排列方式下电磁环境影响最大的塔型均进行了电磁预测。

### 1) 500kV 双回线路（15mm 冰区）——直线塔

经过 15mm 冰区，500kV 双回线路直线塔，输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-43~表 6.1-44 和图 6.1-42~图 6.1-46。

**表 6.1-43 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔工频电场强度预测结果** 单位：kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的 距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-62.3	边导线外 50m	0.173	0.129	0.133	0.142	0.154	0.168
-57.3	边导线外 45m	0.194	0.141	0.149	0.163	0.182	0.203
-52.3	边导线外 40m	0.223	0.165	0.177	0.200	0.228	0.259
-47.3	边导线外 35m	0.270	0.218	0.237	0.270	0.311	0.355
-42.3	边导线外 30m	0.360	0.331	0.357	0.403	0.461	0.523
-37.3	边导线外 25m	0.535	0.548	0.583	0.646	0.727	0.816
-32.3	边导线外 20m	0.886	0.950	0.998	1.087	1.205	1.339
-31.3	边导线外 19m	0.992	1.064	1.116	1.212	1.341	1.488
-30.3	边导线外 18m	1.115	1.193	1.249	1.354	1.495	1.657
-29.3	边导线外 17m	1.258	1.339	1.400	1.515	1.671	1.849
-28.3	边导线外 16m	1.425	1.503	1.570	1.697	1.870	2.069
-27.3	边导线外 15m	1.620	1.688	1.763	1.904	2.098	2.320
-26.3	边导线外 14m	1.846	1.895	1.979	2.140	2.359	2.610
-25.3	边导线外 13m	2.110	2.127	2.223	2.407	2.658	2.945
-24.3	边导线外 12m	2.417	2.385	2.497	2.712	3.004	3.335
-23.3	边导线外 11m	2.772	2.670	2.803	3.058	3.404	<b>3.792</b>
-22.3	边导线外 10m	3.181	2.983	3.143	3.451	<b>3.870</b>	4.330
-21.3	边导线外 9m	3.650	3.323	3.517	<b>3.896</b>	4.413	4.970
-20.3	边导线外 8m	4.180	<b>3.687</b>	<b>3.927</b>	4.400	5.053	5.740
-19.3	边导线外 7m	4.774	4.071	4.369	4.968	5.809	6.680
-18.3	边导线外 6m	5.427	4.469	4.839	5.602	6.711	7.846
-17.3	边导线外 5m	6.128	<b>4.870</b>	<b>5.328</b>	<b>6.304</b>	<b>7.794</b>	<b>9.327</b>
-16.3	边导线外 4m	6.860	5.261	5.822	7.068	9.105	11.272
-15.3	边导线外 3m	7.592	5.625	6.304	7.878	10.700	13.942
-14.3	边导线外 2m	8.284	5.946	6.748	8.701	12.631	17.855
-13.3	边导线外 1m	8.886	6.202	7.128	9.485	14.902	24.196
-12.3	边导线下	9.345	6.375	7.413	10.153	17.360	36.325
-12	边导线内	9.447	6.408	7.475	10.317	18.071	67.556
-11	边导线内	9.644	6.450	7.598	10.704	19.960	204.079
-10	边导线内	9.603	6.379	7.577	10.799	20.474	121.320

-9	边导线内	9.316	6.195	7.412	10.591	19.389	55.402
-8	边导线内	8.803	5.903	7.115	10.129	17.368	32.954
-7	边导线内	8.101	5.516	6.712	9.500	15.189	23.375
-6	边导线内	7.264	5.054	6.235	8.796	13.259	18.191
-5	边导线内	6.346	4.541	5.724	8.097	11.691	15.020
-4	边导线内	5.404	4.008	5.218	7.460	10.479	12.958
-3	边导线内	4.498	3.492	4.758	6.927	9.585	11.596
-2	边导线内	3.700	3.044	4.384	6.526	8.971	10.727
-1	边导线内	3.120	2.728	4.139	6.277	8.613	10.241
0	边导线内	2.901	2.613	4.053	6.193	8.496	10.084
1	边导线内	3.120	2.728	4.139	6.277	8.613	10.241
2	边导线内	3.700	3.044	4.384	6.526	8.971	10.727
3	边导线内	4.498	3.492	4.758	6.927	9.585	11.596
4	边导线内	5.404	4.008	5.218	7.460	10.479	12.958
5	边导线内	6.346	4.541	5.724	8.097	11.691	15.020
6	边导线内	7.264	5.054	6.235	8.796	13.259	18.191
7	边导线内	8.101	5.516	6.712	9.500	15.189	23.375
8	边导线内	8.803	5.903	7.115	10.129	17.368	32.954
9	边导线内	9.316	6.195	7.412	10.591	19.389	55.402
10	边导线内	9.603	6.379	7.577	10.799	20.474	121.320
11	边导线内	9.644	6.450	7.598	10.704	19.960	204.079
12	边导线内	9.447	6.408	7.475	10.317	18.071	67.556
12.3	边导线下	9.345	6.375	7.413	10.153	17.360	36.325
13.3	边导线外 1m	8.886	6.202	7.128	9.485	14.902	24.196
14.3	边导线外 2m	8.284	5.946	6.748	8.701	12.631	17.855
15.3	边导线外 3m	7.592	5.625	6.304	7.878	10.700	13.942
16.3	边导线外 4m	6.860	5.261	5.822	7.068	9.105	11.272
17.3	边导线外 5m	6.128	4.870	5.328	6.304	7.794	9.327
18.3	边导线外 6m	5.427	4.469	4.839	5.602	6.711	7.846
19.3	边导线外 7m	4.774	4.071	4.369	4.968	5.809	6.680
20.3	边导线外 8m	4.180	3.687	3.927	4.400	5.053	5.740
21.3	边导线外 9m	3.650	3.323	3.517	3.896	4.413	4.970
22.3	边导线外 10m	3.181	2.983	3.143	3.451	3.870	4.330
23.3	边导线外 11m	2.772	2.670	2.803	3.058	3.404	3.792
24.3	边导线外 12m	2.417	2.385	2.497	2.712	3.004	3.335
25.3	边导线外 13m	2.110	2.127	2.223	2.407	2.658	2.945
26.3	边导线外 14m	1.846	1.895	1.979	2.140	2.359	2.610
27.3	边导线外 15m	1.620	1.688	1.763	1.904	2.098	2.320
28.3	边导线外 16m	1.425	1.503	1.570	1.697	1.870	2.069
29.3	边导线外 17m	1.258	1.339	1.400	1.515	1.671	1.849
30.3	边导线外 18m	1.115	1.193	1.249	1.354	1.495	1.657
31.3	边导线外 19m	0.992	1.064	1.116	1.212	1.341	1.488
32.3	边导线外 20m	0.886	0.950	0.998	1.087	1.205	1.339
37.3	边导线外 25m	0.535	0.548	0.583	0.646	0.727	0.816
42.3	边导线外 30m	0.360	0.331	0.357	0.403	0.461	0.523

47.3	边导线外 35m	0.270	0.218	0.237	0.270	0.311	0.355
52.3	边导线外 40m	0.223	0.165	0.177	0.200	0.228	0.259
57.3	边导线外 45m	0.194	0.141	0.149	0.163	0.182	0.203
62.3	边导线外 50m	0.173	0.129	0.133	0.142	0.154	0.168

注：根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），500kV 输电线路不应跨越长期住人的建筑物，且边导线与建筑物之间的最小水平距离为 5m，因此本环评将线路下方以及边导线 5m 以内的计算结果用“-”表示；而为反映线路在居民区最小线路高度下的电磁环境影响水平，将导线对地 14m 时地面 1.5m 高度处的计算结果全部列出。下同。

表 6.1-44 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的 距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地 13.5m
-62.3	边导线外 50m	2.45	2.34	2.45	2.55	2.64	2.73
-57.3	边导线外 45m	3.04	2.89	3.04	3.19	3.33	3.45
-52.3	边导线外 40m	3.84	3.61	3.84	4.06	4.26	4.45
-47.3	边导线外 35m	4.93	4.58	4.93	5.26	5.58	5.87
-42.3	边导线外 30m	6.44	5.91	6.44	6.97	7.48	7.95
-37.3	边导线外 25m	8.61	7.76	8.61	9.48	10.33	11.13
-32.3	边导线外 20m	11.80	10.38	11.80	13.29	14.80	16.24
-31.3	边导线外 19m	12.60	11.02	12.60	14.28	15.99	17.62
-30.3	边导线外 18m	13.48	11.72	13.48	15.38	17.31	19.17
-29.3	边导线外 17m	14.44	12.46	14.44	16.58	18.78	20.90
-28.3	边导线外 16m	15.48	13.27	15.48	17.91	20.42	22.85
-27.3	边导线外 15m	16.62	14.13	16.62	19.38	22.26	25.06
-26.3	边导线外 14m	17.86	15.06	17.86	21.01	24.34	27.58
-25.3	边导线外 13m	19.22	16.06	19.22	22.83	26.69	30.45
-24.3	边导线外 12m	20.71	17.13	20.71	24.86	29.36	33.77
-23.3	边导线外 11m	22.33	18.27	22.33	27.14	32.43	37.61
-22.3	边导线外 10m	24.11	19.49	24.11	29.70	35.96	42.11
-21.3	边导线外 9m	26.04	20.79	26.04	32.58	40.06	47.43
-20.3	边导线外 8m	28.15	22.16	28.15	35.84	44.88	53.81
-19.3	边导线外 7m	30.43	23.61	30.43	39.51	50.59	61.58
-18.3	边导线外 6m	32.89	25.11	32.89	43.66	57.42	71.24
-17.3	边导线外 5m	35.50	26.67	35.50	48.32	65.72	83.57
-16.3	边导线外 4m	38.24	28.25	38.24	53.51	75.89	99.86
-15.3	边导线外 3m	41.07	29.84	41.07	59.20	88.47	122.46
-14.3	边导线外 2m	43.90	31.41	43.90	65.25	104.02	155.96
-13.3	边导线外 1m	46.65	32.92	46.65	71.39	122.80	210.90
-12.3	边导线下	49.20	34.33	49.20	77.18	143.82	317.18
-12	边导线内	49.91	34.73	49.91	78.76	150.10	593.58
-11	边导线内	52.04	35.98	52.04	83.25	167.79	1818.85
-10	边导线内	53.75	37.07	53.75	86.16	175.09	1084.28

-9	边导线内	54.98	37.99	54.98	87.30	169.53	500.50
-8	边导线内	55.75	38.73	55.75	86.84	155.98	303.31
-7	边导线内	56.12	39.30	56.12	85.22	140.68	219.85
-6	边导线内	56.17	39.73	56.17	82.97	127.00	175.14
-5	边导线内	56.02	40.03	56.02	80.55	115.94	148.11
-4	边导线内	55.75	40.23	55.75	78.29	107.49	130.73
-3	边导线内	55.45	40.35	55.45	76.39	101.35	119.36
-2	边导线内	55.19	40.42	55.19	74.97	97.19	112.16
-1	边导线内	55.02	40.46	55.02	74.11	94.79	108.15
0	边导线内	54.96	40.47	54.96	73.81	94.00	106.87
1	边导线内	55.02	40.46	55.02	74.11	94.79	108.15
2	边导线内	55.19	40.42	55.19	74.97	97.19	112.16
3	边导线内	55.45	40.35	55.45	76.39	101.35	119.36
4	边导线内	55.75	40.23	55.75	78.29	107.49	130.73
5	边导线内	56.02	40.03	56.02	80.55	115.94	148.11
6	边导线内	56.17	39.73	56.17	82.97	127.00	175.14
7	边导线内	56.12	39.30	56.12	85.22	140.68	219.85
8	边导线内	55.75	38.73	55.75	86.84	155.98	303.31
9	边导线内	54.98	37.99	54.98	87.30	169.53	500.50
10	边导线内	53.75	37.07	53.75	86.16	175.09	1084.28
11	边导线内	52.04	35.98	52.04	83.25	167.79	1818.85
12	边导线内	49.91	34.73	49.91	78.76	150.10	593.58
12.3	边导线内	49.20	34.33	49.20	77.18	143.82	317.18
13.3	边导线外 1m	46.65	32.92	46.65	71.39	122.80	210.90
14.3	边导线外 2m	43.90	31.41	43.90	65.25	104.02	155.96
15.3	边导线外 3m	41.07	29.84	41.07	59.20	88.47	122.46
16.3	边导线外 4m	38.24	28.25	38.24	53.51	75.89	99.86
17.3	边导线外 5m	35.50	26.67	35.50	48.32	65.72	83.57
18.3	边导线外 6m	32.89	25.11	32.89	43.66	57.42	71.24
19.3	边导线外 7m	30.43	23.61	30.43	39.51	50.59	61.58
20.3	边导线外 8m	28.15	22.16	28.15	35.84	44.88	53.81
21.3	边导线外 9m	26.04	20.79	26.04	32.58	40.06	47.43
22.3	边导线外 10m	24.11	19.49	24.11	29.70	35.96	42.11
23.3	边导线外 11m	22.33	18.27	22.33	27.14	32.43	37.61
24.3	边导线外 12m	20.71	17.13	20.71	24.86	29.36	33.77
25.3	边导线外 13m	19.22	16.06	19.22	22.83	26.69	30.45
26.3	边导线外 14m	17.86	15.06	17.86	21.01	24.34	27.58
27.3	边导线外 15m	16.62	14.13	16.62	19.38	22.26	25.06
28.3	边导线外 16m	15.48	13.27	15.48	17.91	20.42	22.85
29.3	边导线外 17m	14.44	12.46	14.44	16.58	18.78	20.90
30.3	边导线外 18m	13.48	11.72	13.48	15.38	17.31	19.17
31.3	边导线外 19m	12.60	11.02	12.60	14.28	15.99	17.62
32.3	边导线外 20m	11.80	10.38	11.80	13.29	14.80	16.24
37.3	边导线外 25m	8.61	7.76	8.61	9.48	10.33	11.13
42.3	边导线外 30m	6.44	5.91	6.44	6.97	7.48	7.95

47.3	边导线外 35m	4.93	4.58	4.93	5.26	5.58	5.87
52.3	边导线外 40m	3.84	3.61	3.84	4.06	4.26	4.45
57.3	边导线外 45m	3.04	2.89	3.04	3.19	3.33	3.45
62.3	边导线外 50m	2.45	2.34	2.45	2.55	2.64	2.73

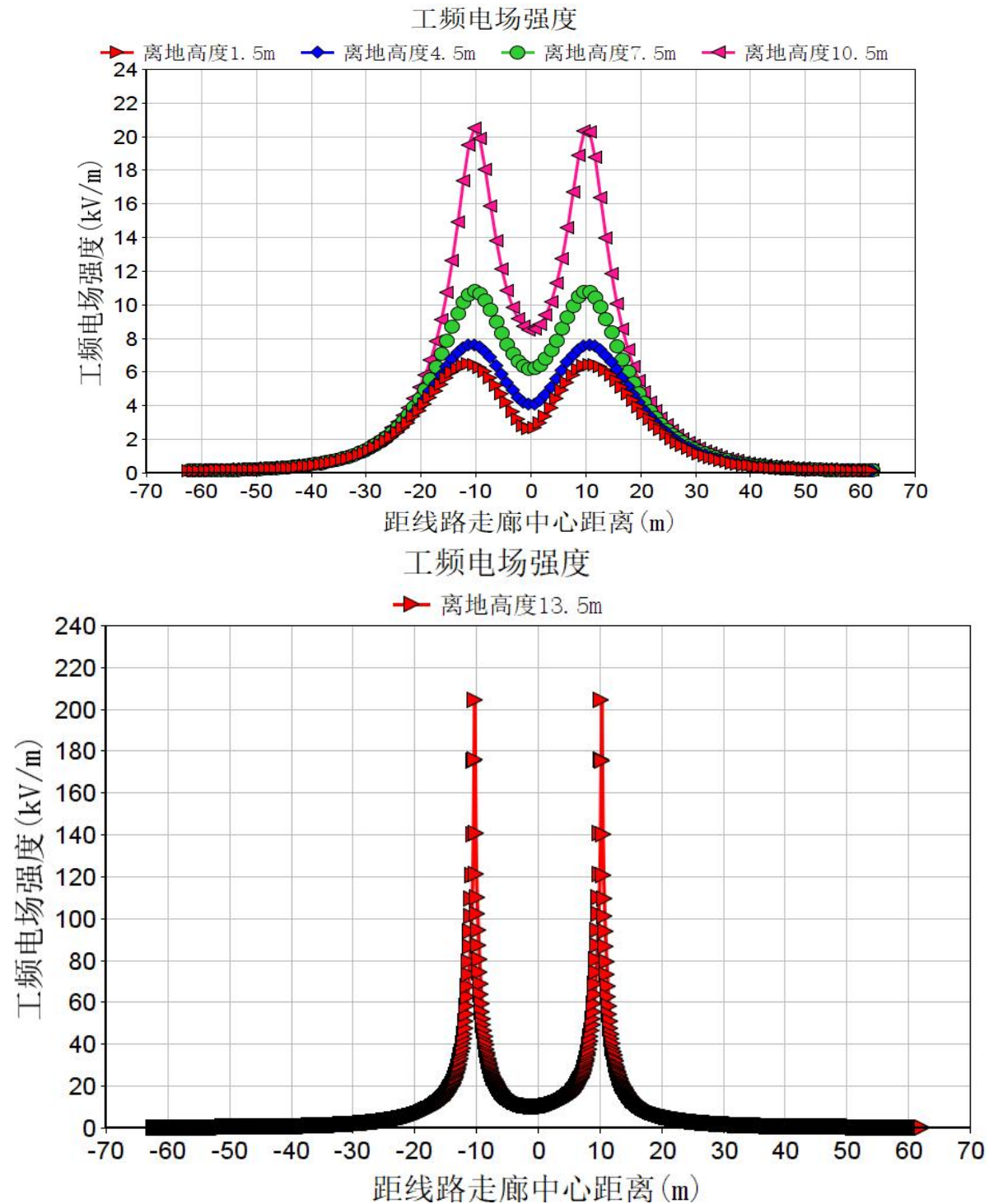


图 6.1-42 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔工频电场强度分布图（对地 14m）

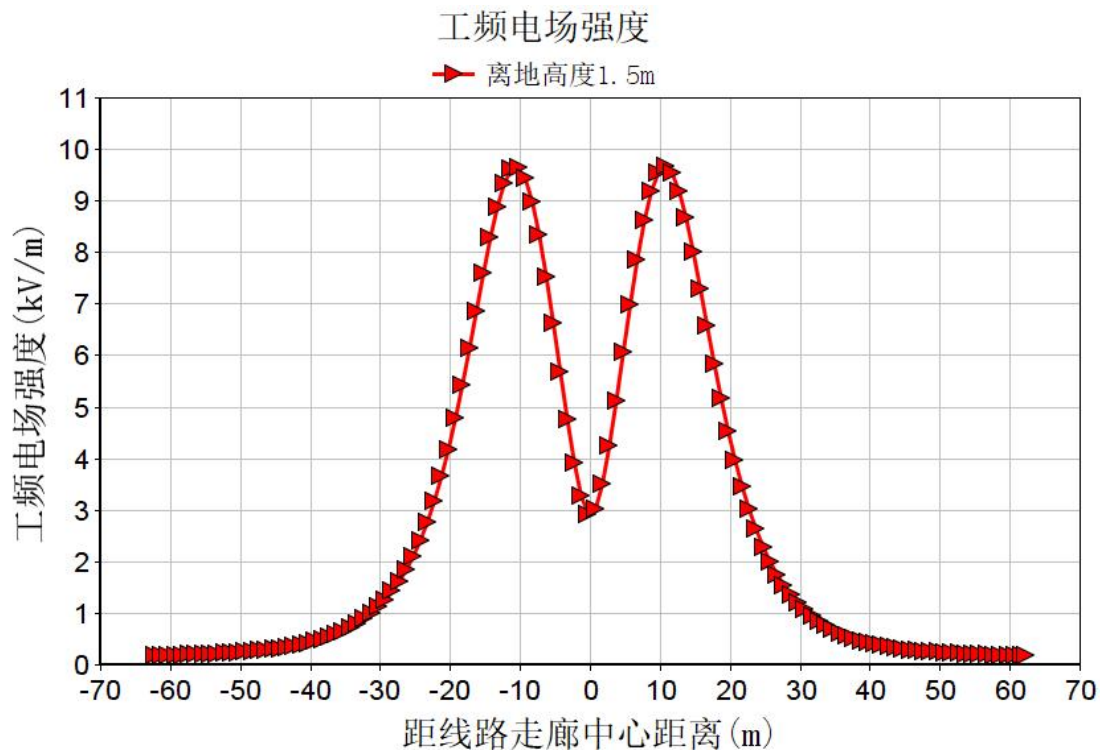
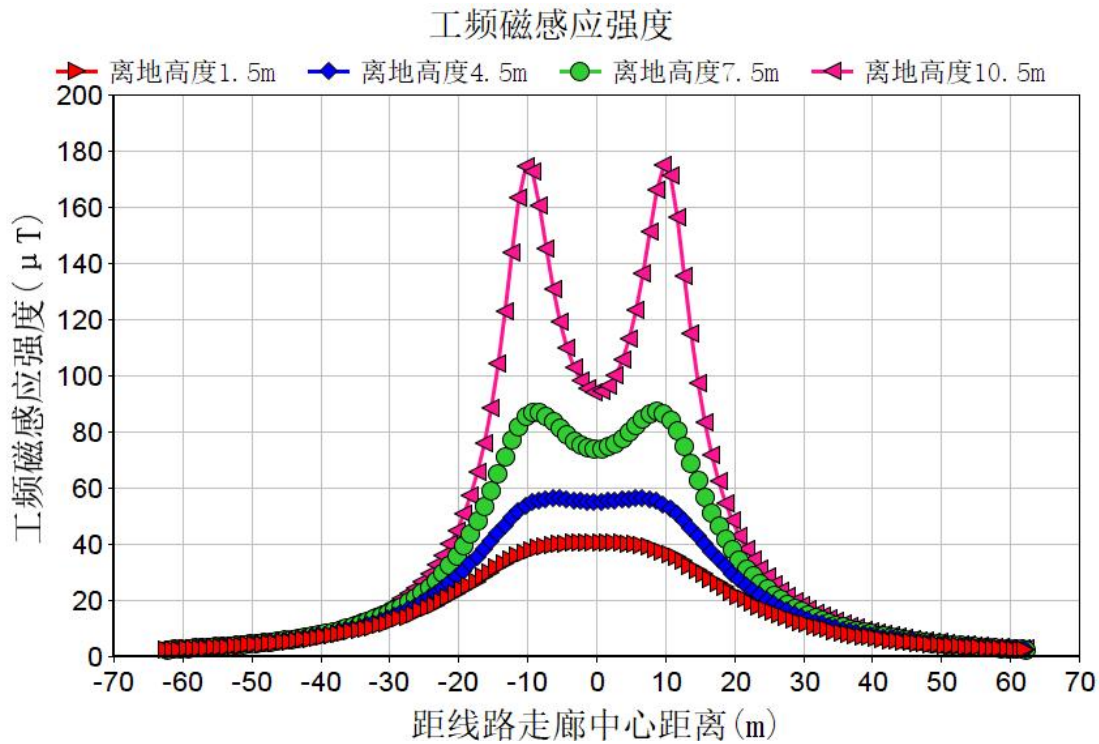


图 6.1-43 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔工频电场强度分布图（对地 11m）



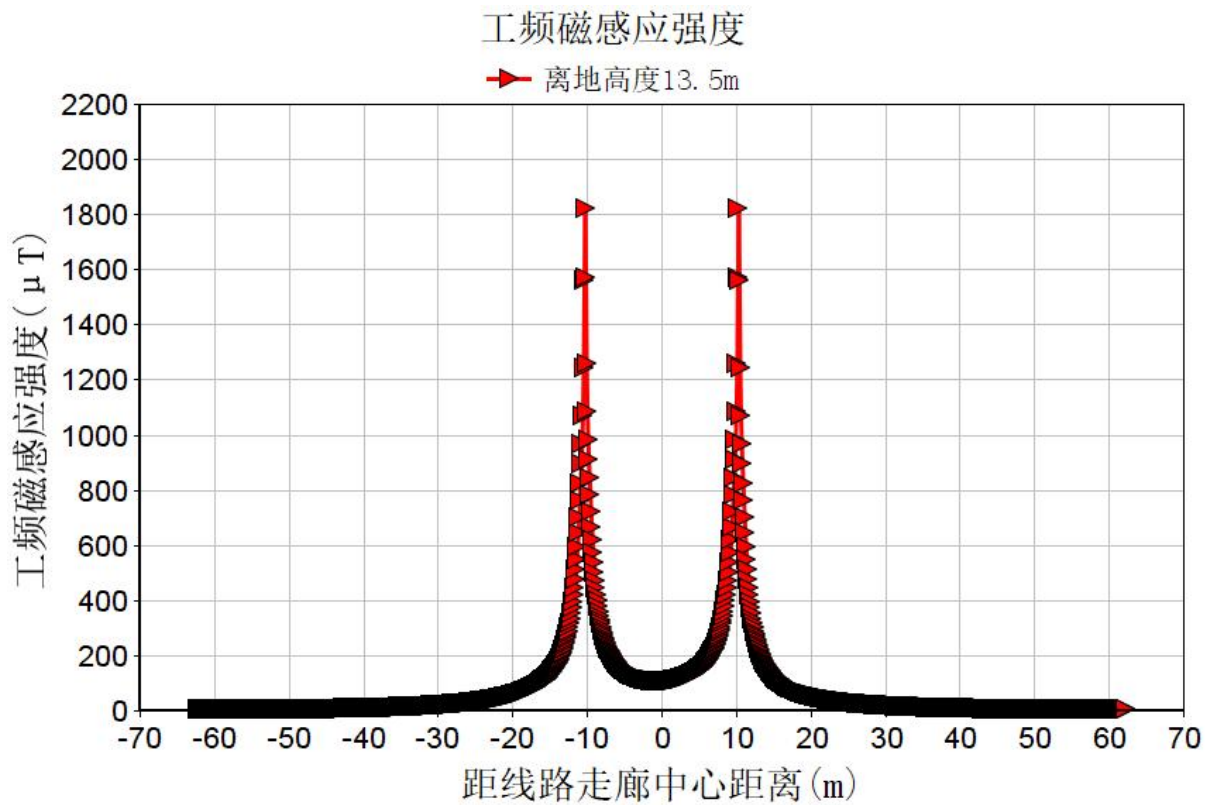


图 6.1-44 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔磁感应强度分布图（对地 14m）

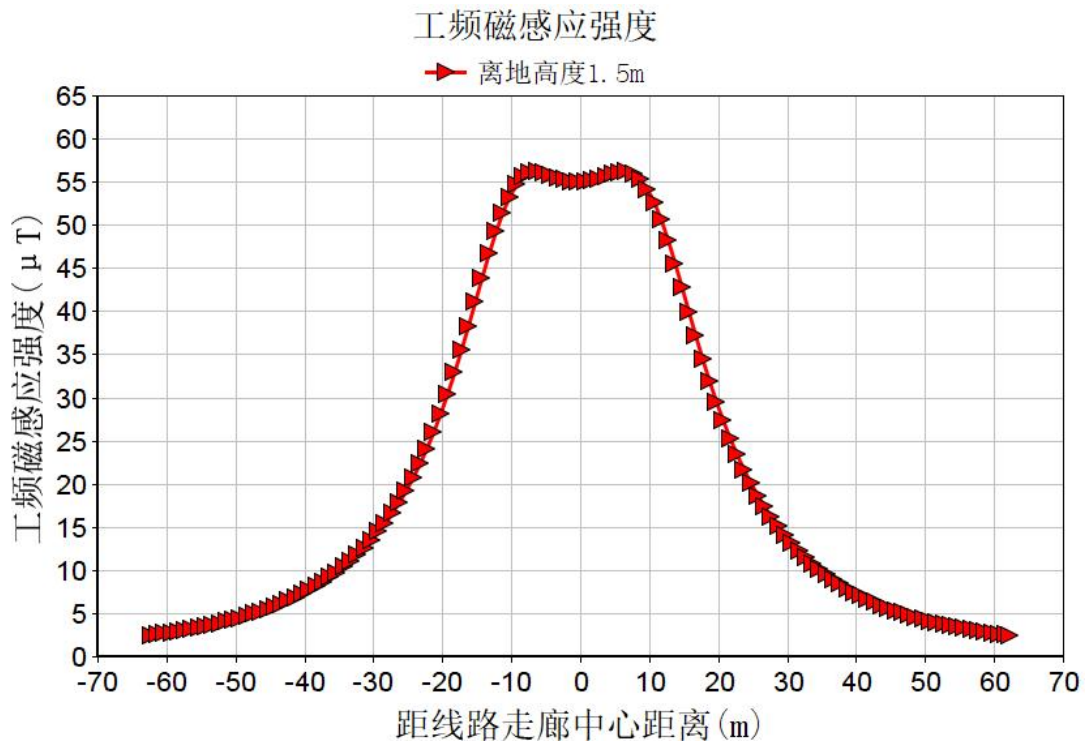


图 6.1-45 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔磁感应强度分布图（对地 11m）



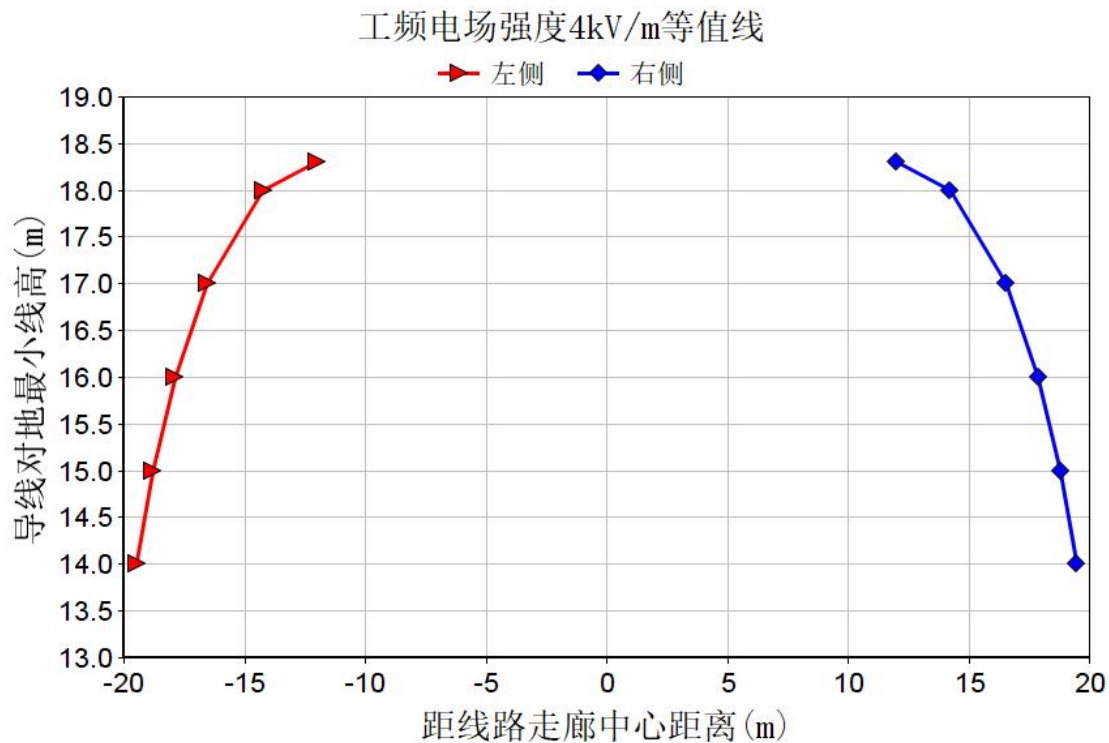


图 6.1-46 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔 4kV/m 达标等值线图

表 6.1-45 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔 4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.3	-12.00
18.0	-14.24
17.0	-16.55
16.0	-17.87
15.0	-18.79
14.0	-19.48
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.3	12.00
18.0	14.24
17.0	16.55
16.0	17.87
15.0	18.79
14.0	19.48

2) 500kV 双回线路（15mm 冰区）——耐张塔

经过 15mm 冰区，500kV 双回线路耐张塔，输电线路工频电场、磁感应强度结果参  
见表 6.1-46~表 6.1-47 和图 6.1-47~图 6.1-51。

表 6.1-46 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔工频电场强度预测结果

单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-64.03	边导线外 50m	0.184	0.147	0.151	0.157	0.166	0.176
-59.03	边导线外 45m	0.214	0.169	0.175	0.185	0.199	0.214
-54.03	边导线外 40m	0.254	0.201	0.210	0.227	0.249	0.273
-49.03	边导线外 35m	0.313	0.256	0.270	0.296	0.330	0.366
-44.03	边导线外 30m	0.405	0.353	0.375	0.416	0.467	0.523
-39.03	边导线外 25m	0.563	0.529	0.564	0.626	0.706	0.792
-34.03	边导线外 20m	0.852	0.858	0.910	1.006	1.131	1.269
-33.03	边导线外 19m	0.937	0.952	1.009	1.114	1.251	1.405
-32.03	边导线外 18m	1.036	1.060	1.122	1.236	1.388	1.559
-31.03	边导线外 17m	1.151	1.182	1.250	1.375	1.543	1.733
-30.03	边导线外 16m	1.285	1.321	1.395	1.533	1.720	1.933
-29.03	边导线外 15m	1.442	1.479	1.560	1.713	1.922	2.162
-28.03	边导线外 14m	1.626	1.657	1.747	1.919	2.153	2.425
-27.03	边导线外 13m	1.844	1.859	1.960	2.153	2.419	2.728
-26.03	边导线外 12m	2.099	2.085	2.200	2.420	2.725	3.080
-25.03	边导线外 11m	2.398	2.339	2.471	2.726	3.079	3.491
-24.03	边导线外 10m	2.747	2.621	2.775	3.074	3.491	<b>3.973</b>
-23.03	边导线外 9m	3.153	2.931	3.114	3.471	<b>3.971</b>	4.544
-22.03	边导线外 8m	3.620	3.269	3.489	<b>3.923</b>	4.534	5.224
-21.03	边导线外 7m	4.153	<b>3.632</b>	<b>3.900</b>	4.435	5.197	6.044
-20.03	边导线外 6m	4.750	4.015	4.344	5.013	5.983	7.047
-19.03	边导线外 5m	5.408	<b>4.412</b>	<b>4.815</b>	<b>5.659</b>	<b>6.922</b>	<b>8.295</b>
-18.03	边导线外 4m	6.114	4.810	5.305	6.372	8.052	9.886
-17.03	边导线外 3m	6.848	5.198	5.798	7.147	9.420	11.984
-16.03	边导线外 2m	7.577	5.557	6.275	7.962	11.083	14.887
-15.03	边导线外 1m	8.260	5.868	6.711	8.784	13.087	19.201
-14.03	边导线下	8.845	6.113	7.077	9.552	15.417	26.362
-14	边导线下	8.845	6.113	7.077	9.552	15.417	26.362
-13	边导线内	9.275	6.271	7.344	10.188	17.861	40.688
-12	边导线内	9.503	6.328	7.486	10.605	19.835	80.143
-11	边导线内	9.493	6.275	7.486	10.736	20.502	141.577
-10	边导线内	9.238	6.108	7.342	10.566	19.551	59.463
-9	边导线内	8.752	5.833	7.067	10.137	17.585	34.390
-8	边导线内	8.073	5.463	6.684	9.536	15.406	24.060
-7	边导线内	7.255	5.019	6.229	8.855	13.461	18.583
-6	边导线内	6.355	4.526	5.740	8.177	11.882	15.283
-5	边导线内	5.436	4.018	5.259	7.562	10.670	13.166
-4	边导线内	4.564	3.537	4.829	7.055	9.787	11.789
-3	边导线内	3.825	3.137	4.492	6.685	9.198	10.933

-2	边导线内	3.338	2.881	4.289	6.471	8.877	10.483
-1	边导线内	3.231	2.826	4.246	6.427	8.809	10.386
0	边导线内	3.538	2.986	4.370	6.553	8.992	10.634
1	边导线内	4.166	3.323	4.644	6.842	9.433	11.253
2	边导线内	4.983	3.771	5.032	7.281	10.152	12.322
3	边导线内	5.887	4.272	5.493	7.843	11.180	13.994
4	边导线内	6.805	4.778	5.984	8.494	12.557	16.572
5	边导线内	7.673	5.252	6.463	9.183	14.309	20.685
6	边导线内	8.432	5.664	6.889	9.839	16.393	27.852
7	边导线内	9.026	5.991	7.225	10.373	18.556	42.727
8	边导线内	9.407	6.216	7.441	10.692	20.167	84.724
9	边导线内	9.548	6.330	7.518	10.725	20.404	127.778
10	边导线内	9.443	6.330	7.450	10.457	19.044	56.294
11	边导线内	9.114	6.222	7.247	9.928	16.756	32.642
11.57	边导线下	8.826	6.111	7.069	9.518	15.277	25.796
12.57	边导线外 1m	8.232	5.860	6.696	8.743	12.964	18.884
13.57	边导线外 2m	7.542	5.543	6.254	7.919	10.980	14.684
14.57	边导线外 3m	6.808	5.180	5.773	7.103	9.335	11.842
15.57	边导线外 4m	6.072	4.789	5.278	6.330	7.981	9.780
16.57	边导线外 5m	5.365	<b>4.388</b>	<b>4.787</b>	<b>5.619</b>	<b>6.861</b>	8.213
17.57	边导线外 6m	4.707	3.990	4.314	4.974	5.930	6.980
18.57	边导线外 7m	4.110	3.605	3.870	4.399	5.150	5.988
19.57	边导线外 8m	3.578	3.240	3.458	3.888	4.491	5.175
20.57	边导线外 9m	3.110	2.901	3.083	3.437	3.932	4.500
21.57	边导线外 10m	2.703	2.590	2.743	3.040	3.454	3.934
22.57	边导线外 11m	2.353	2.307	2.438	2.692	3.044	3.455
23.57	边导线外 12m	2.052	2.052	2.166	2.386	2.690	3.046
24.57	边导线外 13m	1.796	1.824	1.925	2.118	2.385	2.695
25.57	边导线外 14m	1.577	1.621	1.712	1.884	2.119	2.393
26.57	边导线外 15m	1.391	1.441	1.523	1.678	1.888	2.131
27.57	边导线外 16m	1.233	1.282	1.357	1.498	1.686	1.903
28.57	边导线外 17m	1.098	1.142	1.211	1.339	1.510	1.704
29.57	边导线外 18m	0.983	1.019	1.082	1.200	1.355	1.530
30.57	边导线外 19m	0.884	0.910	0.969	1.077	1.218	1.377
31.57	边导线外 20m	0.799	0.815	0.869	0.969	1.098	1.242
36.57	边导线外 25m	0.518	0.486	0.524	0.592	0.676	0.768
41.57	边导线外 30m	0.375	0.316	0.342	0.387	0.444	0.505
46.57	边导线外 35m	0.296	0.231	0.247	0.277	0.314	0.355
51.57	边导线外 40m	0.248	0.188	0.198	0.217	0.241	0.267
56.57	边导线外 45m	0.214	0.164	0.171	0.182	0.197	0.214
61.57	边导线外 50m	0.189	0.149	0.152	0.159	0.168	0.179

表 6.1-47 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m

-64.03	边导线外 50m	2.25	2.15	2.25	2.34	2.42	2.50
-59.03	边导线外 45m	2.79	2.65	2.79	2.93	3.05	3.16
-54.03	边导线外 40m	3.53	3.32	3.53	3.73	3.92	4.08
-49.03	边导线外 35m	4.54	4.22	4.54	4.85	5.14	5.40
-44.03	边导线外 30m	5.95	5.46	5.95	6.44	6.90	7.33
-39.03	边导线外 25m	7.97	7.18	7.97	8.77	9.56	10.30
-34.03	边导线外 20m	10.93	9.62	10.93	12.32	13.73	15.07
-33.03	边导线外 19m	11.68	10.22	11.68	13.25	14.84	16.37
-32.03	边导线外 18m	12.50	10.86	12.50	14.26	16.07	17.81
-31.03	边导线外 17m	13.39	11.56	13.39	15.38	17.43	19.43
-30.03	边导线外 16m	14.36	12.31	14.36	16.61	18.96	21.25
-29.03	边导线外 15m	15.41	13.11	15.41	17.97	20.66	23.31
-28.03	边导线外 14m	16.57	13.98	16.57	19.48	22.58	25.64
-27.03	边导线外 13m	17.82	14.91	17.82	21.15	24.74	28.31
-26.03	边导线外 12m	19.20	15.90	19.20	23.02	27.19	31.36
-25.03	边导线外 11m	20.70	16.97	20.70	25.10	29.97	34.88
-24.03	边导线外 10m	22.34	18.11	22.34	27.44	33.17	38.98
-23.03	边导线外 9m	24.13	19.33	24.13	30.06	36.85	43.77
-22.03	边导线外 8m	26.08	20.62	26.08	33.01	41.14	49.45
-21.03	边导线外 7m	28.20	21.98	28.20	36.33	46.16	56.26
-20.03	边导线外 6m	30.48	23.41	30.48	40.07	52.10	64.56
-19.03	边导线外 5m	32.93	24.89	32.93	44.29	59.23	74.88
-18.03	边导线外 4m	35.53	26.42	35.53	49.01	67.86	88.08
-17.03	边导线外 3m	38.24	27.97	38.24	54.24	78.44	105.59
-16.03	边导线外 2m	41.02	29.52	41.02	59.94	91.50	130.05
-15.03	边导线外 1m	43.78	31.03	43.78	65.93	107.56	166.79
-14.03	边导线下	46.44	32.48	46.44	71.92	126.72	228.52
-14	边导线下	46.44	32.48	48.88	77.46	147.55	228.52
-13	边导线内	48.88	33.84	50.99	81.96	165.55	353.37
-12	边导线内	50.99	35.06	52.68	84.95	173.80	700.60
-11	边导线内	52.68	36.14	53.93	86.20	169.18	1256.63
-10	边导线内	53.93	37.04	54.72	85.85	156.06	532.06
-9	边导线内	54.72	37.78	55.13	84.34	140.79	313.14
-8	边导线内	55.13	38.35	55.22	82.18	127.00	223.59
-7	边导线内	55.22	38.78	55.10	79.85	115.85	176.56
-6	边导线内	55.10	39.09	54.87	77.67	107.38	148.48
-5	边导线内	54.87	39.30	54.62	75.86	101.29	130.65
-4	边导线内	54.62	39.43	54.40	74.55	97.27	119.14
-3	边导线内	54.40	39.51	54.27	73.81	95.10	112.03
-2	边导线内	54.27	39.55	54.25	73.65	94.65	108.31
-1	边导线内	54.25	39.56	54.34	74.10	95.89	107.52
0	边导线内	54.34	39.55	54.53	75.13	98.89	109.57
1	边导线内	54.53	39.50	54.79	76.70	103.84	114.72
2	边导线内	54.79	39.41	55.06	78.72	111.01	123.64

3	边导线内	55.06	39.26	55.26	81.03	120.71	137.70
4	边导线内	55.26	39.02	55.31	83.36	133.16	159.55
5	边导线内	55.31	38.67	55.10	85.31	147.94	194.75
6	边导线内	55.10	38.19	54.54	86.38	162.94	256.68
7	边导线内	54.54	37.54	53.55	86.05	173.05	386.31
8	边导线内	53.55	36.73	52.10	84.01	171.93	754.33
9	边导线内	52.10	35.75	50.21	80.28	158.41	1127.01
10	边导线内	50.21	34.61	47.93	75.22	138.29	491.06
11	边导线内	47.93	33.32	35.53	49.01	67.86	283.52
11.57	边导线下	46.42	32.49	46.42	71.79	125.80	223.95
12.57	边导线外 1m	43.75	31.03	43.75	65.76	106.78	164.33
13.57	边导线外 2m	40.98	29.50	40.98	59.76	90.87	128.53
14.57	边导线外 3m	38.19	27.95	38.19	54.08	77.94	104.57
15.57	边导线外 4m	35.47	26.39	35.47	48.86	67.47	87.35
16.57	边导线外 5m	32.87	24.86	32.87	44.15	58.91	74.34
17.57	边导线外 6m	30.42	23.37	30.42	39.95	51.85	64.14
18.57	边导线外 7m	28.13	21.94	28.13	36.21	45.94	55.93
19.57	边导线外 8m	26.02	20.58	26.02	32.90	40.95	49.18
20.57	边导线外 9m	24.07	19.29	24.07	29.96	36.70	43.55
21.57	边导线外 10m	22.28	18.07	22.28	27.35	33.03	38.79
22.57	边导线外 11m	20.64	16.93	20.64	25.02	29.85	34.72
23.57	边导线外 12m	19.14	15.86	19.14	22.94	27.08	31.22
24.57	边导线外 13m	17.76	14.86	17.76	21.08	24.64	28.19
25.57	边导线外 14m	16.51	13.93	16.51	19.40	22.48	25.54
26.57	边导线外 15m	15.36	13.06	15.36	17.90	20.58	23.21
27.57	边导线外 16m	14.30	12.26	14.30	16.54	18.88	21.16
28.57	边导线外 17m	13.33	11.51	13.33	15.31	17.36	19.35
29.57	边导线外 18m	12.44	10.82	12.44	14.20	15.99	17.73
30.57	边导线外 19m	11.63	10.17	11.63	13.18	14.77	16.29
31.57	边导线外 20m	10.88	9.57	10.88	12.26	13.66	15.01
36.57	边导线外 25m	7.91	7.13	7.91	8.72	9.50	10.24
41.57	边导线外 30m	5.90	5.41	5.90	6.39	6.85	7.28
46.57	边导线外 35m	4.49	4.18	4.49	4.80	5.09	5.35
51.57	边导线外 40m	3.49	3.28	3.49	3.69	3.87	4.04
56.57	边导线外 45m	2.76	2.61	2.76	2.89	3.01	3.12
61.57	边导线外 50m	2.21	2.11	2.21	2.30	2.39	2.46

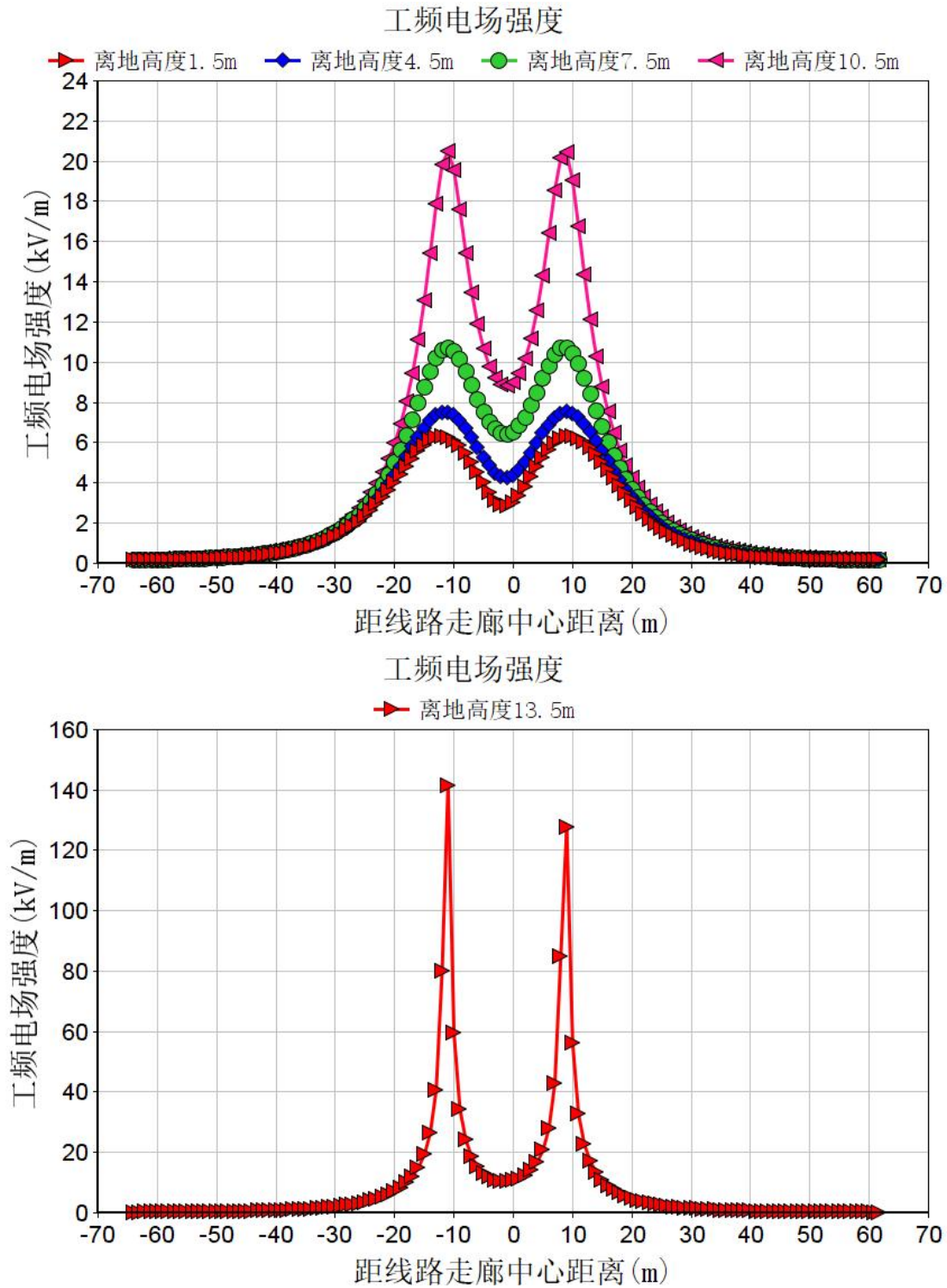


图 6.1-47 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔电场强度分布图（对地 14m）

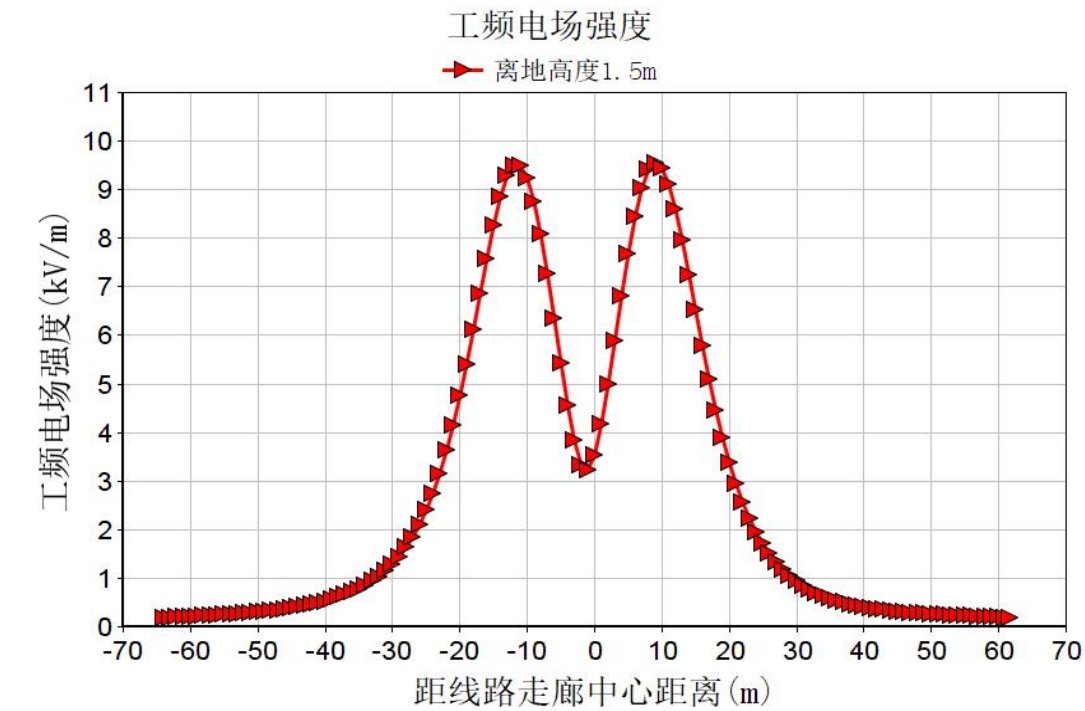
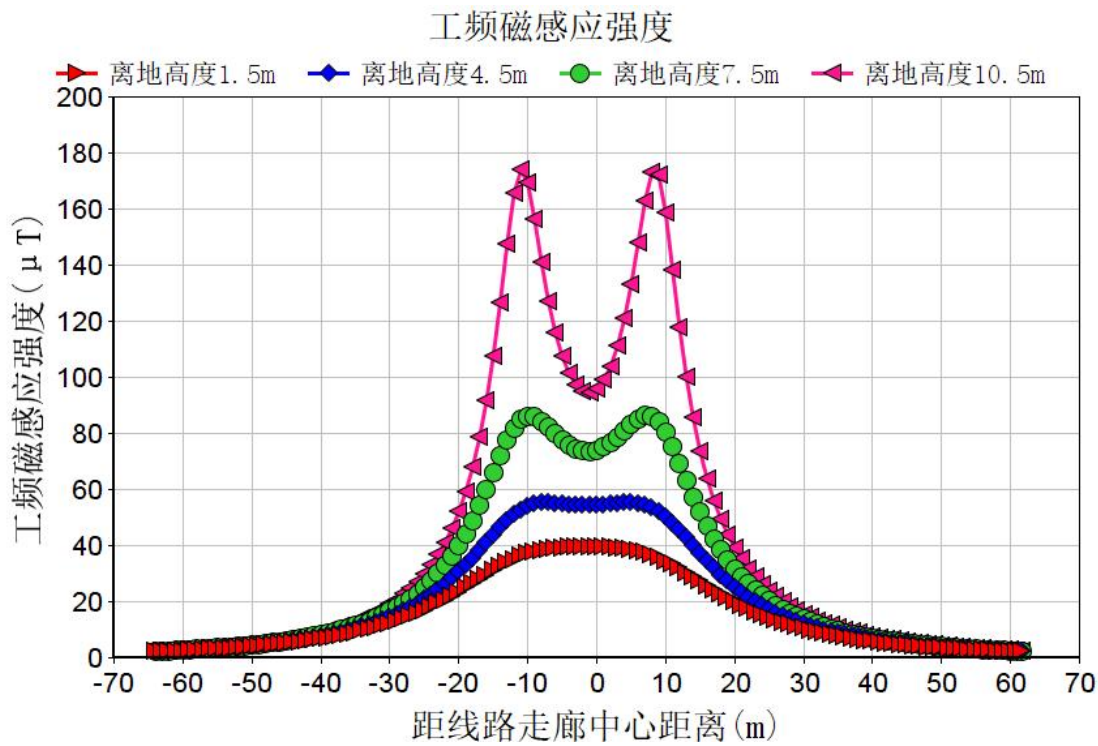


图 6.1-48 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔电场强度分布图（对地 11m）





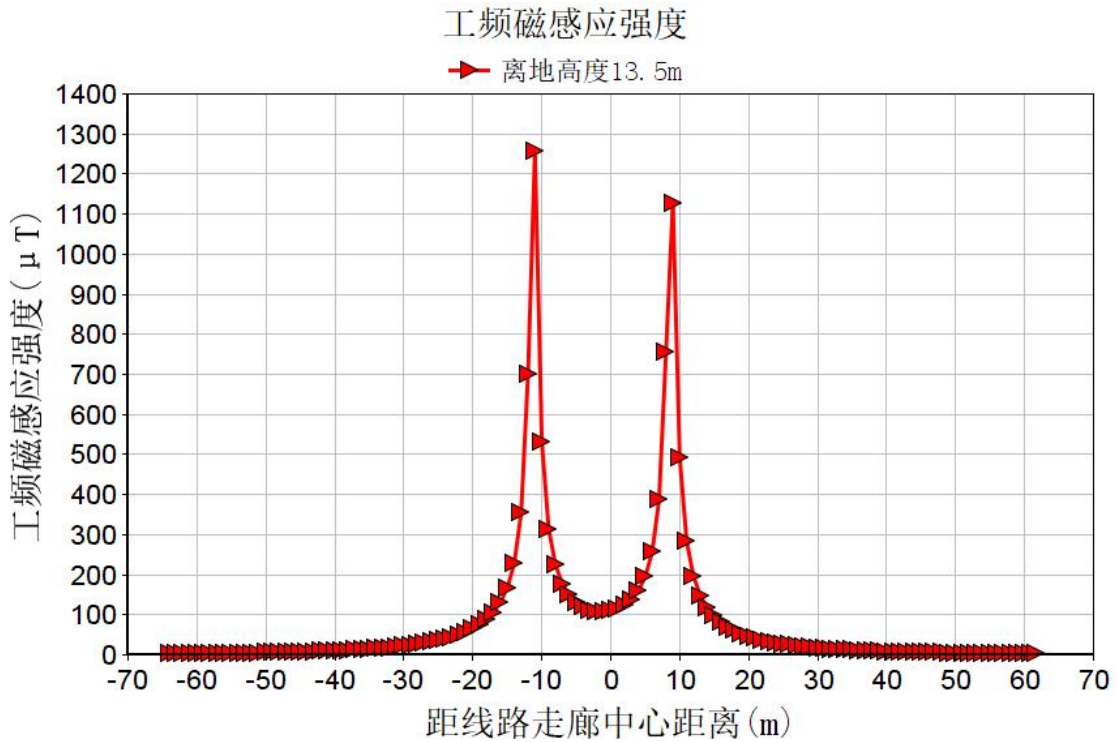


图 6.1-49 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔磁感应强度分布图（对地 14m）

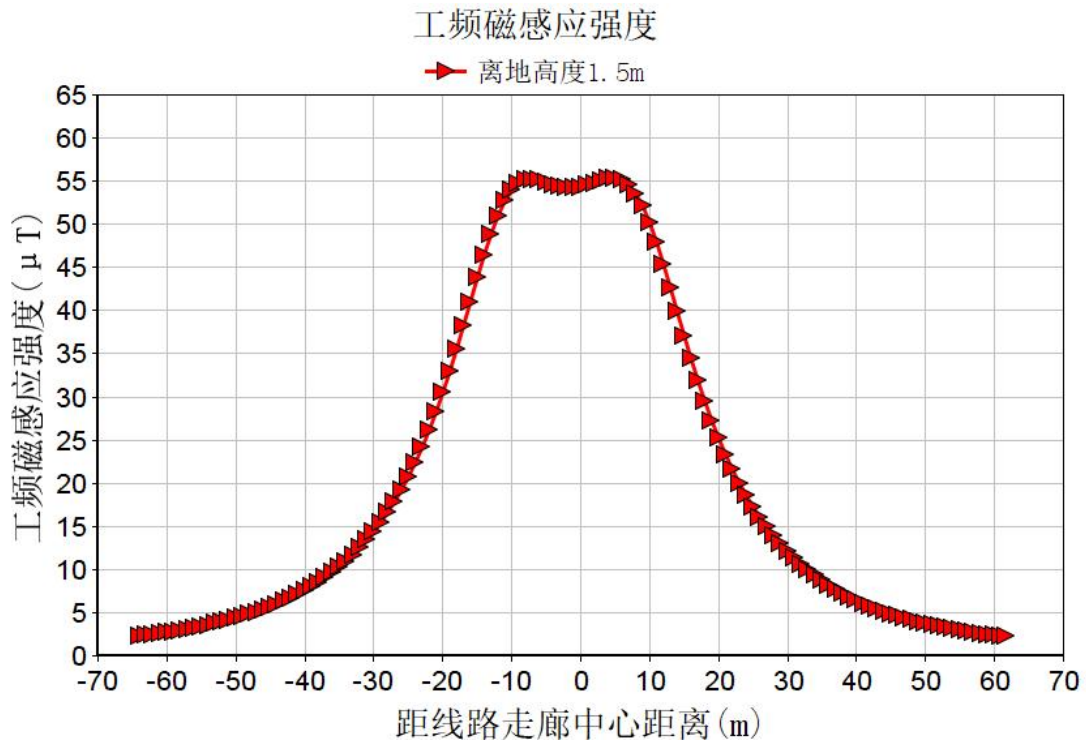


图 6.1-50 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔磁感应强度分布图（对地 11m）

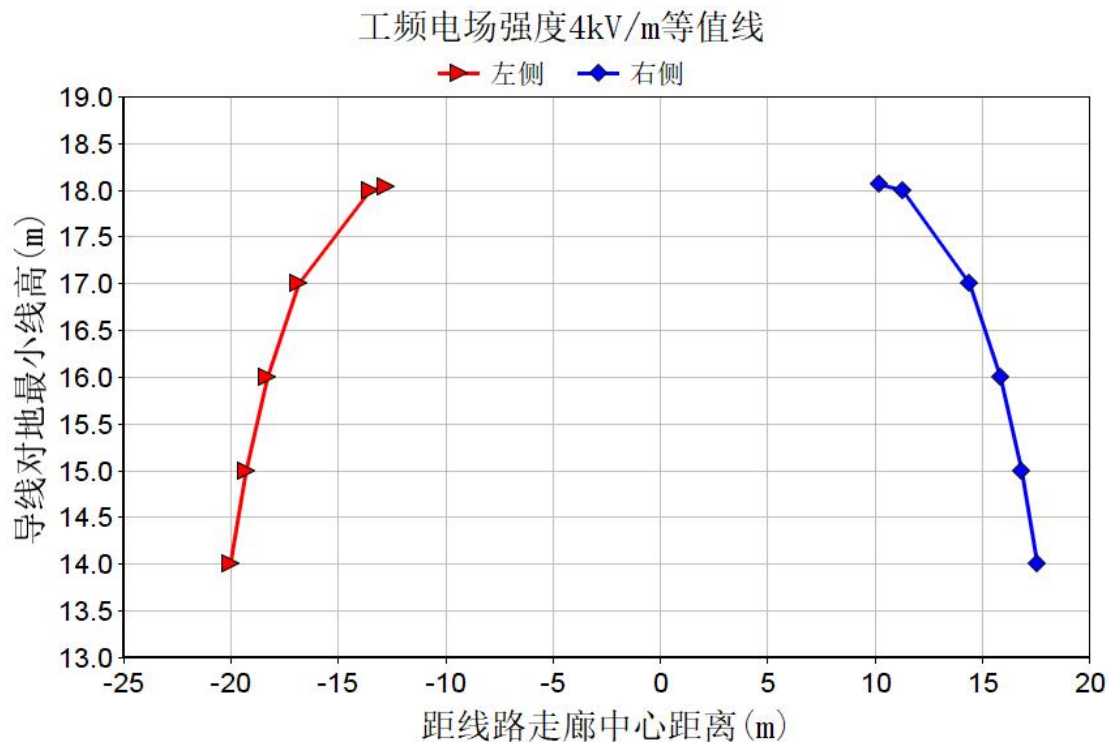


图 6.1-51 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔 4kV/m 达标等值线图

表 6.1-48 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔 4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.0	-12.80
18.0	-13.52
17.0	-16.85
16.0	-18.31
15.0	-19.31
14.0	-20.04
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.1	10.20
18.0	11.29
17.0	14.42
16.0	15.86
15.0	16.85
14.0	17.57

（3）500kV 线路（20mm 冰区）

根据本工程杆塔一览表，本工程 500kV 线路经过 20mm 冰区导线排列方式分别有单回水平和单回三角两种排列方式，本工程对不同排列方式下电磁环境影响最大的塔型均进行了电磁预测。

1）500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）

经过 20mm 冰区，500kV 单回水平排列线路方式下，输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-49~表 6.1-50 和图 6.1-52~图 6.1-56。

表 6.1-49 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）工频电场强度预测结果 单位：kV/m

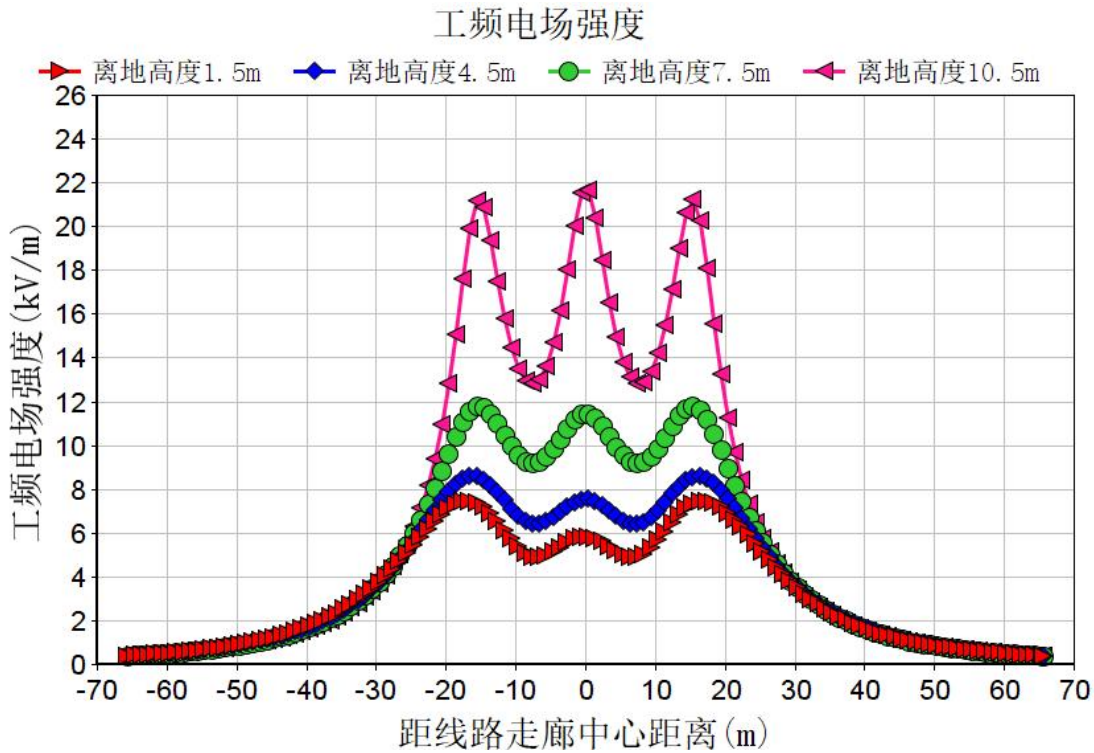
距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-65.6	边导线外 50m	0.323	0.384	0.382	0.377	0.370
-60.6	边导线外 45m	0.414	0.488	0.485	0.478	0.468
-55.6	边导线外 40m	0.543	0.633	0.628	0.618	0.603
-50.6	边导线外 35m	0.731	0.841	0.833	0.817	0.794
-45.6	边导线外 30m	1.017	1.146	1.134	1.110	1.075
-40.6	边导线外 25m	1.470	1.609	1.591	1.556	1.501
-35.6	边导线外 20m	2.225	2.328	2.307	2.261	2.183
-34.6	边导线外 19m	2.431	2.514	2.494	2.448	2.366
-33.6	边导线外 18m	2.662	2.718	2.700	2.655	2.571
-32.6	边导线外 17m	2.920	2.941	2.926	2.886	2.800
-31.6	边导线外 16m	3.210	3.183	3.174	3.141	3.058
-30.6	边导线外 15m	3.535	3.446	3.447	3.426	3.350
-29.6	边导线外 14m	3.898	3.731	3.744	3.744	3.681
-28.6	边导线外 13m	4.304	4.037	4.069	4.099	4.060
-27.6	边导线外 12m	4.756	4.365	4.422	4.496	4.497
-26.6	边导线外 11m	5.257	4.711	4.804	4.940	5.003
-25.6	边导线外 10m	5.808	5.074	5.213	5.436	5.596
-24.6	边导线外 9m	6.408	5.447	5.648	5.991	6.298
-23.6	边导线外 8m	7.051	5.824	6.101	6.608	7.137
-22.6	边导线外 7m	7.725	6.194	6.566	7.288	8.152
-21.6	边导线外 6m	8.412	6.545	7.029	8.029	9.395
-20.6	边导线外 5m	9.083	<b>6.862</b>	<b>7.473</b>	<b>8.816</b>	<b>10.926</b>
-19.6	边导线外 4m	9.701	7.127	7.875	9.622	12.812
-18.6	边导线外 3m	10.217	7.323	8.210	10.396	15.077
-17.6	边导线外 2m	10.583	7.434	8.451	11.067	17.596
-16.6	边导线外 1m	10.754	7.447	8.575	11.552	19.896
-15.6	边导线内	10.700	7.358	8.569	11.782	21.153
-15	边导线内	10.556	7.254	8.502	11.785	21.144
-14	边导线内	10.139	7.006	8.295	11.579	20.021
-13	边导线内	9.538	6.678	7.989	11.174	18.214
-12	边导线内	8.814	6.295	7.622	10.664	16.409
-11	边导线内	8.047	5.893	7.239	10.145	14.920
-10	边导线内	7.331	5.511	6.885	9.694	13.829
-9	边导线内	6.768	5.192	6.604	9.364	13.137
-8	边导线内	6.449	4.976	6.430	9.192	12.825
-7	边导线内	6.431	4.885	6.381	9.191	12.889
-6	边导线内	6.702	4.922	6.455	9.361	13.339
-5	边导线内	7.190	5.061	6.628	9.682	14.203
-4	边导线内	7.788	5.262	6.864	10.113	15.508

-3	边导线内	8.389	5.477	7.115	10.591	17.246
-2	边导线内	8.896	5.665	7.336	11.034	19.251
-1	边导线内	9.234	5.791	7.487	11.350	21.029
0	边导线内	9.352	5.835	7.540	11.465	21.775
1	边导线内	9.234	5.791	7.487	11.350	21.029
2	边导线内	8.896	5.665	7.336	11.034	19.251
3	边导线内	8.389	5.477	7.115	10.591	17.246
4	边导线内	7.788	5.262	6.864	10.113	15.508
5	边导线内	7.190	5.061	6.628	9.682	14.203
6	边导线内	6.702	4.922	6.455	9.361	13.339
7	边导线内	6.431	4.885	6.381	9.191	12.889
8	边导线内	6.449	4.976	6.430	9.192	12.825
9	边导线内	6.768	5.192	6.604	9.364	13.137
10	边导线内	7.331	5.511	6.885	9.694	13.829
11	边导线内	8.047	5.893	7.239	10.145	14.920
12	边导线内	8.814	6.295	7.622	10.664	16.409
13	边导线内	9.538	6.678	7.989	11.174	18.214
14	边导线内	10.139	7.006	8.295	11.579	20.021
15	边导线内	10.556	7.254	8.502	11.785	21.144
15.6	边导线下	10.700	7.358	8.569	11.782	21.153
16.6	边导线外 1m	10.754	7.447	8.575	11.552	19.896
17.6	边导线外 2m	10.583	7.434	8.451	11.067	17.596
18.6	边导线外 3m	10.217	7.323	8.210	10.396	15.077
19.6	边导线外 4m	9.701	7.127	7.875	9.622	12.812
20.6	边导线外 5m	9.083	<b>6.862</b>	<b>7.473</b>	<b>8.816</b>	<b>10.926</b>
21.6	边导线外 6m	8.412	6.545	7.029	8.029	9.395
22.6	边导线外 7m	7.725	6.194	6.566	7.288	8.152
23.6	边导线外 8m	7.051	5.824	6.101	6.608	7.137
24.6	边导线外 9m	6.408	5.447	5.648	5.991	6.298
25.6	边导线外 10m	5.808	5.074	5.213	5.436	5.596
26.6	边导线外 11m	5.257	4.711	4.804	4.940	5.003
27.6	边导线外 12m	4.756	4.365	4.422	4.496	4.497
28.6	边导线外 13m	4.304	4.037	4.069	4.099	4.060
29.6	边导线外 14m	3.898	3.731	3.744	3.744	3.681
30.6	边导线外 15m	3.535	3.446	3.447	3.426	3.350
31.6	边导线外 16m	3.210	3.183	3.174	3.141	3.058
32.6	边导线外 17m	2.920	2.941	2.926	2.886	2.800
33.6	边导线外 18m	2.662	2.718	2.700	2.655	2.571
34.6	边导线外 19m	2.431	2.514	2.494	2.448	2.366
35.6	边导线外 20m	2.225	2.328	2.307	2.261	2.183
40.6	边导线外 25m	1.470	1.609	1.591	1.556	1.501
45.6	边导线外 30m	1.017	1.146	1.134	1.110	1.075
50.6	边导线外 35m	0.731	0.841	0.833	0.817	0.794
55.6	边导线外 40m	0.543	0.633	0.628	0.618	0.603
60.6	边导线外 45m	0.414	0.488	0.485	0.478	0.468
65.6	边导线外 50m	0.323	0.384	0.382	0.377	0.370

表 6.1-50 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-65.6	边导线外 50m	4.54	4.46	4.54	4.60	4.64
-60.6	边导线外 45m	5.36	5.25	5.36	5.44	5.50
-55.6	边导线外 40m	6.42	6.26	6.42	6.54	6.63
-50.6	边导线外 35m	7.84	7.59	7.84	8.03	8.15
-45.6	边导线外 30m	9.78	9.39	9.78	10.10	10.31
-40.6	边导线外 25m	12.56	11.89	12.56	13.11	13.49
-35.6	边导线外 20m	16.71	15.48	16.71	17.77	18.53
-34.6	边导线外 19m	17.78	16.38	17.78	19.01	19.89
-33.6	边导线外 18m	18.96	17.35	18.96	20.38	21.42
-32.6	边导线外 17m	20.24	18.40	20.24	21.91	23.14
-31.6	边导线外 16m	21.66	19.53	21.66	23.62	25.10
-30.6	边导线外 15m	23.22	20.76	23.22	25.54	27.33
-29.6	边导线外 14m	24.94	22.09	24.94	27.71	29.89
-28.6	边导线外 13m	26.84	23.52	26.84	30.16	32.86
-27.6	边导线外 12m	28.94	25.06	28.94	32.94	36.32
-26.6	边导线外 11m	31.25	26.72	31.25	36.12	40.40
-25.6	边导线外 10m	33.80	28.49	33.80	39.76	45.25
-24.6	边导线外 9m	36.60	30.37	36.60	43.93	51.10
-23.6	边导线外 8m	39.64	32.35	39.64	48.70	58.22
-22.6	边导线外 7m	42.93	34.43	42.93	54.16	67.02
-21.6	边导线外 6m	46.45	36.58	46.45	60.34	78.00
-20.6	边导线外 5m	50.13	38.76	50.13	67.25	91.84
-19.6	边导线外 4m	53.90	40.95	53.90	74.76	109.28
-18.6	边导线外 3m	57.65	43.10	57.65	82.59	130.81
-17.6	边导线外 2m	61.24	45.17	61.24	90.26	155.64
-16.6	边导线外 1m	64.52	47.10	64.52	97.08	179.77
-15.6	边导线内	67.37	48.87	67.37	102.40	195.55
-15	边导线内	68.82	49.84	68.82	104.67	198.29
-14	边导线内	70.81	51.28	70.81	106.84	192.38
-13	边导线内	72.26	52.51	72.26	107.26	179.28
-12	边导线内	73.25	53.53	73.25	106.46	165.17
-11	边导线内	73.87	54.37	73.87	105.04	153.11
-10	边导线内	74.25	55.05	74.25	103.52	144.00
-9	边导线内	74.50	55.60	74.50	102.27	137.90
-8	边导线内	74.71	56.05	74.71	101.55	134.72
-7	边导线内	74.96	56.43	74.96	101.49	134.41
-6	边导线内	75.28	56.75	75.28	102.16	137.09
-5	边导线内	75.68	57.03	75.68	103.52	143.07
-4	边导线内	76.12	57.27	76.12	105.46	152.68

-3	边导线内	76.57	57.47	76.57	107.70	166.01
-2	边导线内	76.96	57.62	76.96	109.85	181.84
-1	边导线内	77.23	57.71	77.23	111.42	196.15
0	边导线内	77.32	57.74	77.32	112.00	202.21
1	边导线内	77.23	57.71	77.23	111.42	196.15
2	边导线内	76.96	57.62	76.96	109.85	181.84
3	边导线内	76.57	57.47	76.57	107.70	166.01
4	边导线内	76.12	57.27	76.12	105.46	152.68
5	边导线内	75.68	57.03	75.68	103.52	143.07
6	边导线内	75.28	56.75	75.28	102.16	137.09
7	边导线内	74.96	56.43	74.96	101.49	134.41
8	边导线内	74.71	56.05	74.71	101.55	134.72
9	边导线内	74.50	55.60	74.50	102.27	137.90
10	边导线内	74.25	55.05	74.25	103.52	144.00
11	边导线内	73.87	54.37	73.87	105.04	153.11
12	边导线内	73.25	53.53	73.25	106.46	165.17
13	边导线内	72.26	52.51	72.26	107.26	179.28
14	边导线内	70.81	51.28	70.81	106.84	192.38
15	边导线内	68.82	49.84	68.82	104.67	198.29
15.6	边导线下	67.37	48.87	67.37	102.40	195.55
16.6	边导线外 1m	64.52	47.10	64.52	97.08	179.77
17.6	边导线外 2m	61.24	45.17	61.24	90.26	155.64
18.6	边导线外 3m	57.65	43.10	57.65	82.59	130.81
19.6	边导线外 4m	53.90	40.95	53.90	74.76	109.28
20.6	边导线外 5m	50.13	38.76	50.13	67.25	91.84
21.6	边导线外 6m	46.45	36.58	46.45	60.34	78.00
22.6	边导线外 7m	42.93	34.43	42.93	54.16	67.02
23.6	边导线外 8m	39.64	32.35	39.64	48.70	58.22
24.6	边导线外 9m	36.60	30.37	36.60	43.93	51.10
25.6	边导线外 10m	33.80	28.49	33.80	39.76	45.25
26.6	边导线外 11m	31.25	26.72	31.25	36.12	40.40
27.6	边导线外 12m	28.94	25.06	28.94	32.94	36.32
28.6	边导线外 13m	26.84	23.52	26.84	30.16	32.86
29.6	边导线外 14m	24.94	22.09	24.94	27.71	29.89
30.6	边导线外 15m	23.22	20.76	23.22	25.54	27.33
31.6	边导线外 16m	21.66	19.53	21.66	23.62	25.10
32.6	边导线外 17m	20.24	18.40	20.24	21.91	23.14
33.6	边导线外 18m	18.96	17.35	18.96	20.38	21.42
34.6	边导线外 19m	17.78	16.38	17.78	19.01	19.89
35.6	边导线外 20m	16.71	15.48	16.71	17.77	18.53
40.6	边导线外 25m	12.56	11.89	12.56	13.11	13.49
45.6	边导线外 30m	9.78	9.39	9.78	10.10	10.31
50.6	边导线外 35m	7.84	7.59	7.84	8.03	8.15
55.6	边导线外 40m	6.42	6.26	6.42	6.54	6.63
60.6	边导线外 45m	5.36	5.25	5.36	5.44	5.50
65.6	边导线外 50m	4.54	4.46	4.54	4.60	4.64



6.1-52 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）工频电场强度分布图（14m）

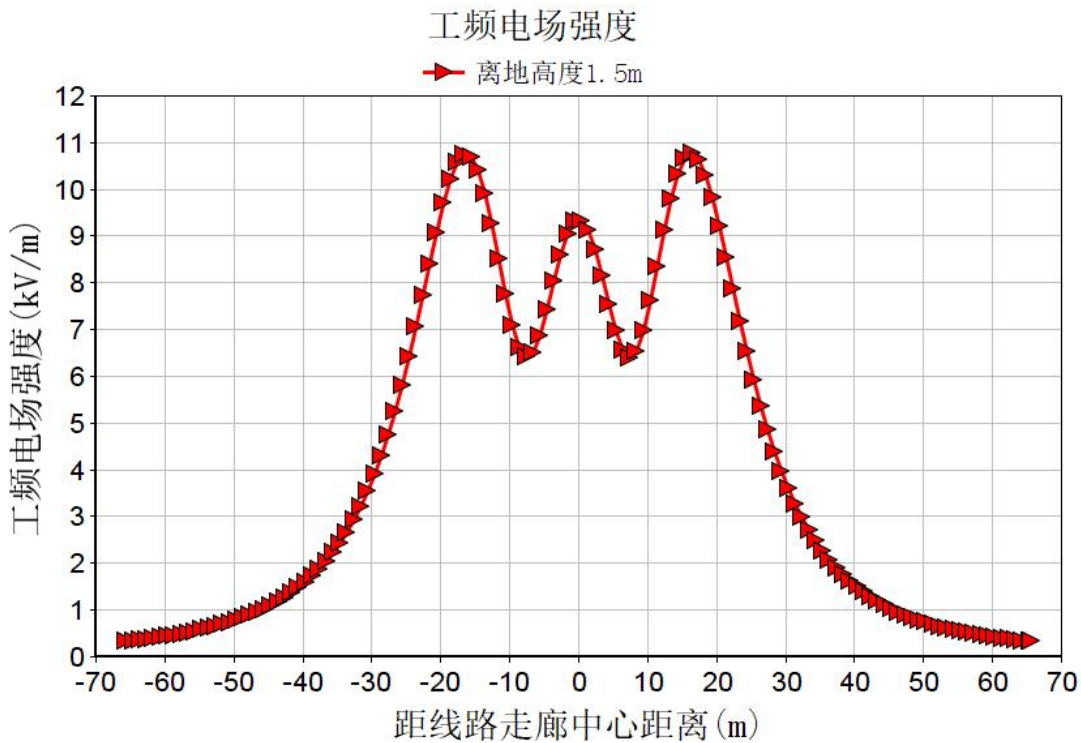


图 6.1-53 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）工频电场强度分布图（11m）



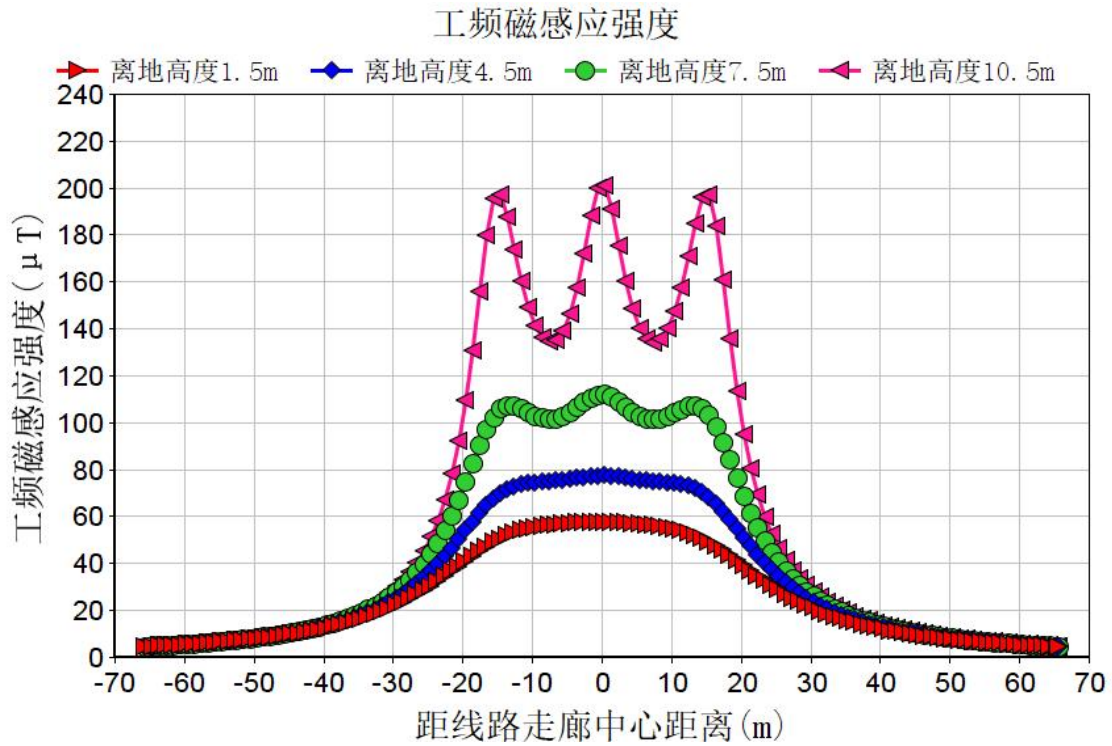


图 6.1-54 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）磁感应强度分布图（14m）

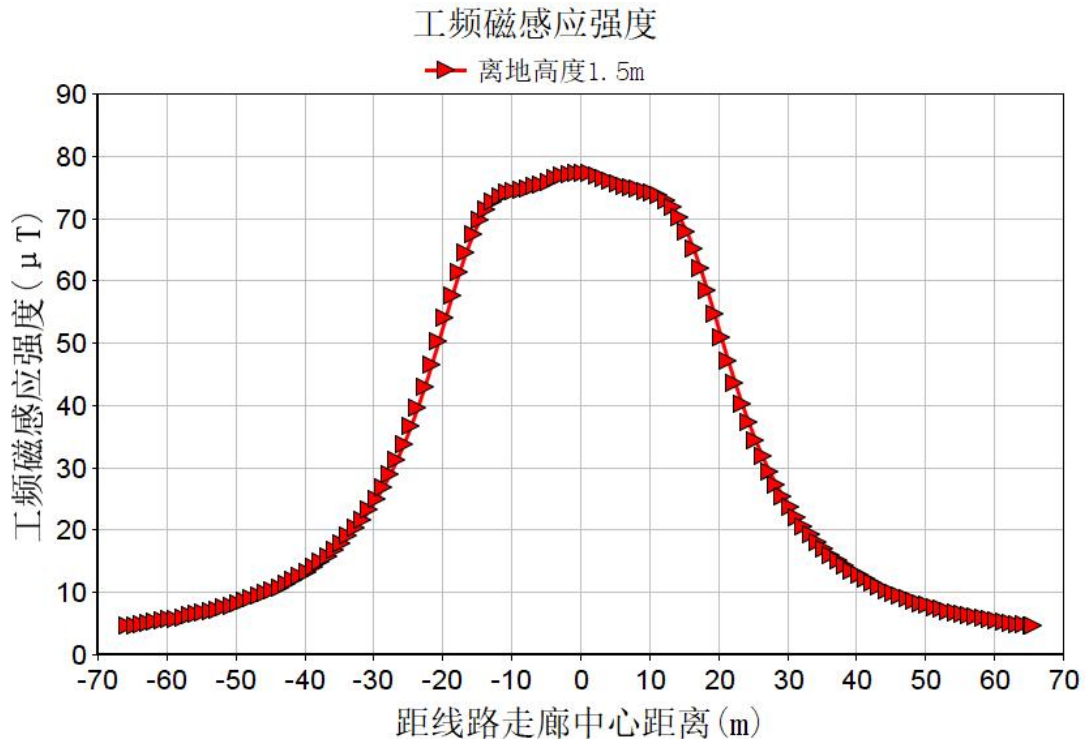


图 6.1-55 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）磁感应强度分布图（11m）

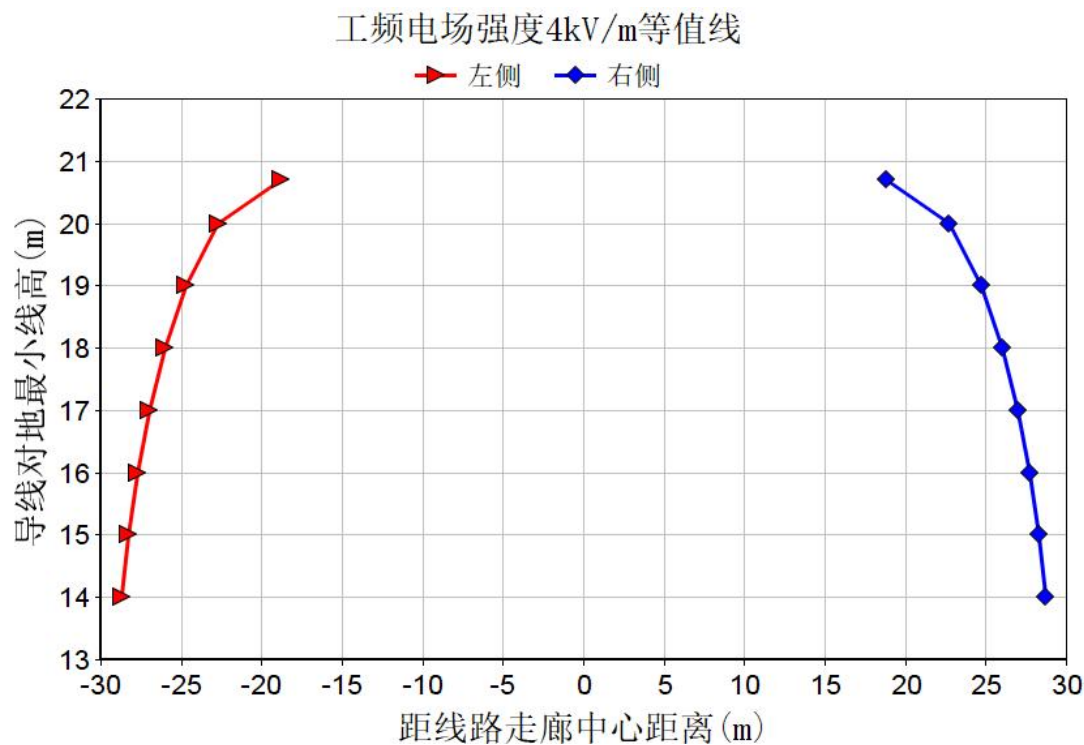


图 6.1-56 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）4kV/m 达标等值线图

表 6.1-51 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）4kV/m 达标等值数据表

单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
20.7	-18.80
20.0	-22.72
19.0	-24.71
18.0	-26.01
17.0	-26.98
16.0	-27.72
15.0	-28.29
14.0	-28.72
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
20.7	18.80
20.0	22.72
19.0	24.71
18.0	26.01
17.0	26.98
16.0	27.72
15.0	28.29
14.0	28.72

## 2) 500kV 单回三角排列线路 (20mm 冰区)

经过 20mm 冰区, 500kV 单回三角排列线路方式下, 输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-53~表 6.1-54 和图 6.1-57~图 6.1-61。

**表 6.1-52 500kV 单回三角排列线路 (20mm 冰区) 工频电场强度预测结果** 单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 10.5m	导线对地 14m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-59.15	边导线外 50m	0.276	0.310	0.309	0.306	0.302
-54.15	边导线外 45m	0.342	0.388	0.386	0.383	0.377
-49.15	边导线外 40m	0.436	0.499	0.496	0.490	0.482
-44.15	边导线外 35m	0.576	0.661	0.657	0.648	0.635
-39.15	边导线外 30m	0.795	0.907	0.900	0.886	0.866
-34.15	边导线外 25m	1.157	1.293	1.283	1.262	1.230
-29.15	边导线外 20m	1.796	1.916	1.906	1.882	1.838
-28.15	边导线外 19m	1.977	2.081	2.073	2.051	2.006
-27.15	边导线外 18m	2.183	2.264	2.258	2.240	2.195
-26.15	边导线外 17m	2.417	2.464	2.463	2.451	2.408
-25.15	边导线外 16m	2.683	2.684	2.689	2.687	2.651
-24.15	边导线外 15m	2.985	2.924	2.939	2.952	2.928
-23.15	边导线外 14m	3.330	3.185	3.215	3.250	3.245
-22.15	边导线外 13m	3.720	3.468	3.517	3.585	<b>3.612</b>
-21.15	边导线外 12m	4.163	<b>3.771</b>	<b>3.848</b>	<b>3.963</b>	4.037
-20.15	边导线外 11m	4.661	4.094	4.206	4.388	4.534
-19.15	边导线外 10m	5.218	4.431	4.592	4.866	5.122
-18.15	边导线外 9m	5.834	4.779	5.002	5.403	5.821
-17.15	边导线外 8m	6.505	5.129	5.431	6.002	6.663
-16.15	边导线外 7m	7.220	5.470	5.869	6.664	7.687
-15.15	边导线外 6m	7.957	5.790	6.304	7.385	8.946
-14.15	边导线外 5m	8.684	<b>6.070</b>	<b>6.715</b>	<b>8.151</b>	<b>10.503</b>
-13.15	边导线外 4m	9.354	6.294	53.90	74.76	109.28
-12.15	边导线外 3m	9.910	6.442	57.65	82.59	130.81
-11.15	边导线外 2m	10.286	6.496	61.24	90.26	155.64
-10.15	边导线外 1m	10.424	6.441	64.52	97.08	179.77
-9.15	边导线下	10.280	6.269	67.37	102.40	195.55
-9	边导线内	10.249	6.245	68.82	104.67	198.29
-8	边导线内	9.782	5.942	70.81	106.84	192.38
-7	边导线内	9.042	5.526	72.26	107.26	179.28
-6	边导线内	8.081	5.012	73.25	106.46	165.17
-5	边导线内	6.962	4.421	73.87	105.04	153.11
-4	边导线内	5.756	3.784	74.25	103.52	144.00
-3	边导线内	4.540	3.142	74.50	102.27	137.90

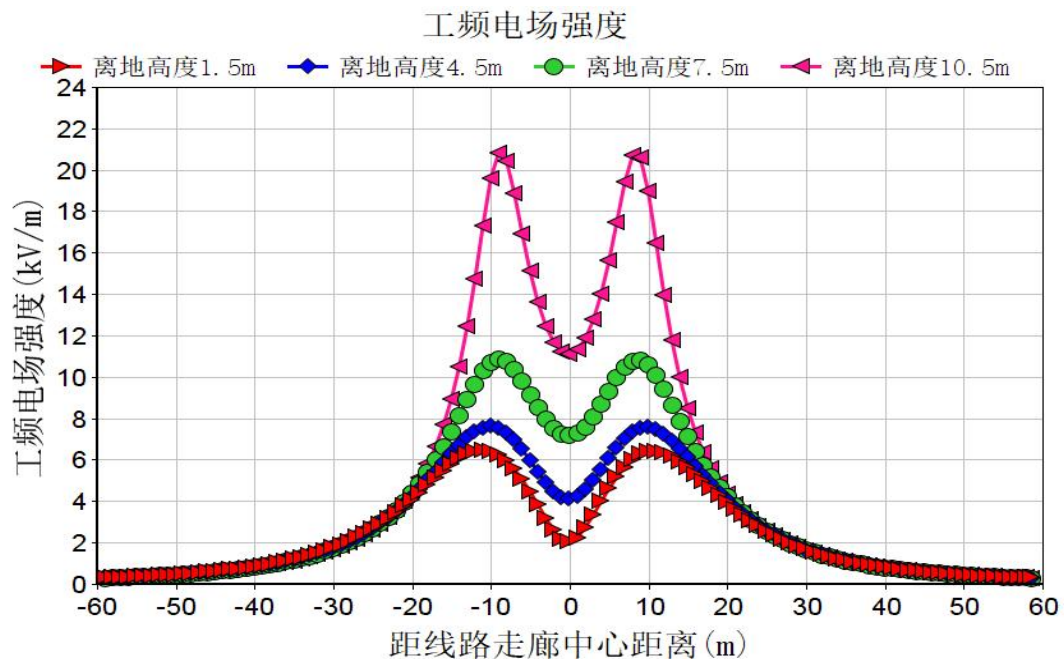
-2	边导线内	3.409	2.561	74.71	101.55	134.72
-1	边导线内	2.552	2.149	74.96	101.49	134.41
0	边导线内	2.325	2.045	75.28	102.16	137.09
1	边导线内	2.883	2.297	75.68	103.52	143.07
2	边导线内	3.895	2.797	76.12	105.46	152.68
3	边导线内	5.078	3.412	76.57	107.70	166.01
4	边导线内	6.296	4.055	76.96	109.85	181.84
5	边导线内	7.466	4.671	77.23	111.42	196.15
6	边导线内	8.515	5.226	77.32	112.00	202.21
7	边导线内	9.374	5.694	77.23	111.42	196.15
8	边导线内	9.984	6.055	76.96	109.85	181.84
8.65	边导线下	10.213	6.216	76.57	107.70	166.01
9.65	边导线外 1m	10.359	6.389	76.12	105.46	152.68
10.65	边导线外 2m	10.224	6.445	75.68	103.52	143.07
11.65	边导线外 3m	9.849	6.392	75.28	102.16	137.09
12.65	边导线外 4m	9.296	6.245	74.96	101.49	134.41
13.65	边导线外 5m	8.627	6.023	6.668	8.105	10.469
14.65	边导线外 6m	7.902	5.743	6.258	7.341	8.911
15.65	边导线外 7m	7.167	5.426	5.825	6.622	7.653
16.65	边导线外 8m	6.455	5.086	5.389	5.961	6.629
17.65	边导线外 9m	5.787	4.738	4.962	5.364	5.789
18.65	边导线外 10m	5.173	4.392	4.553	4.830	5.091
19.65	边导线外 11m	4.619	4.056	4.169	4.353	4.505
20.65	边导线外 12m	4.123	3.735	3.812	3.930	4.009
21.65	边导线外 13m	3.684	3.433	3.484	3.554	3.585
22.65	边导线外 14m	3.296	3.153	3.183	3.221	3.220
23.65	边导线外 15m	2.955	2.893	2.910	2.924	2.904
24.65	边导线外 16m	2.655	2.655	2.661	2.661	2.628
25.65	边导线外 17m	2.391	2.437	2.437	2.426	2.387
26.65	边导线外 18m	2.160	2.238	2.234	2.217	2.174
27.65	边导线外 19m	1.956	2.058	2.050	2.030	1.987
28.65	边导线外 20m	1.777	1.894	1.885	1.862	1.820
33.65	边导线外 25m	1.146	1.277	1.268	1.248	1.218
38.65	边导线外 30m	0.789	0.896	0.890	0.877	0.857
43.65	边导线外 35m	0.573	0.654	0.650	0.642	0.629
48.65	边导线外 40m	0.435	0.494	0.492	0.486	0.478
53.65	边导线外 45m	0.342	0.385	0.383	0.380	0.375
58.65	边导线外 50m	0.276	0.308	0.307	0.304	0.301

表 6-53 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 10.5m	导线对地 14m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-59.15	边导线外 50m	3.36	3.28	3.35	3.41	3.45
-54.15	边导线外 45m	4.01	3.89	4.00	4.08	4.14

-49.15	边导线外 40m	4.86	4.69	4.84	4.96	5.05
-44.15	边导线外 35m	6.02	5.75	5.98	6.17	6.31
-39.15	边导线外 30m	7.63	7.20	7.57	7.88	8.11
-34.15	边导线外 25m	9.98	9.24	9.88	10.42	10.83
-29.15	边导线外 20m	13.55	12.20	13.36	14.41	15.22
-28.15	边导线外 19m	14.48	12.95	14.27	15.48	16.43
-27.15	边导线外 18m	15.51	13.75	15.27	16.67	17.78
-26.15	边导线外 17m	16.65	14.62	16.36	18.00	19.32
-25.15	边导线外 16m	17.90	15.57	17.57	19.50	21.07
-24.15	边导线外 15m	19.29	16.60	18.90	21.18	23.08
-23.15	边导线外 14m	20.84	17.70	20.38	23.09	25.39
-22.15	边导线外 13m	22.56	18.90	22.01	25.25	28.08
-21.15	边导线外 12m	24.47	20.19	23.82	27.72	31.24
-20.15	边导线外 11m	26.59	21.58	25.82	30.55	34.98
-19.15	边导线外 10m	28.94	23.07	28.03	33.79	39.45
-18.15	边导线外 9m	31.55	24.65	30.45	37.52	44.86
-17.15	边导线外 8m	34.41	26.32	33.10	41.80	51.48
-16.15	边导线外 7m	37.54	28.06	35.96	46.71	59.69
-15.15	边导线外 6m	40.91	29.86	39.02	52.29	69.98
-14.15	边导线外 5m	44.47	31.70	42.23	58.54	83.01
-13.15	边导线外 4m	48.14	33.53	45.52	65.34	99.50
-12.15	边导线外 3m	51.81	35.33	48.79	72.46	119.91
-11.15	边导线外 2m	55.32	37.05	51.92	79.43	143.49
-10.15	边导线外 1m	58.52	38.66	54.79	85.66	166.40
-9.15	边导线内	61.26	40.11	57.27	90.53	181.40
-9	边导线内	61.50	40.25	57.49	90.92	182.20
-8	边导线内	63.62	41.50	59.45	93.86	182.80
-7	边导线内	65.14	42.57	60.93	95.06	173.50
-6	边导线内	66.13	43.44	61.95	94.88	160.73
-5	边导线内	66.68	44.12	62.58	93.84	148.63
-4	边导线内	66.91	44.64	62.93	92.43	138.77
-3	边导线内	66.95	45.00	63.08	91.04	131.46
-2	边导线内	66.90	45.24	63.12	89.93	126.56
-1	边导线内	66.84	45.36	63.12	89.25	123.88
0	边导线内	66.81	45.37	63.10	89.09	123.31
1	边导线内	66.81	45.29	63.08	89.44	124.82
2	边导线内	66.84	45.09	63.03	90.28	128.48
3	边导线内	66.82	44.78	62.91	91.50	134.46
4	边导线内	66.66	44.32	62.64	92.88	142.95
5	边导线内	66.26	43.71	62.14	94.11	153.93
6	边导线内	65.49	42.93	61.31	94.76	166.62
7	边导线内	64.24	41.96	60.06	94.29	178.31
8	边导线内	62.41	40.79	58.34	92.25	183.43
8.65	边导线内	61.04	40.00	57.07	90.17	180.73

9.65	边导线外 1m	58.31	38.55	54.60	85.32	165.80
10.65	边导线外 2m	55.12	36.95	51.74	79.12	142.99
11.65	边导线外 3m	51.62	35.23	48.62	72.18	119.51
12.65	边导线外 4m	47.97	33.43	45.36	65.10	99.17
13.65	边导线外 5m	44.31	31.60	42.09	58.33	82.75
14.65	边导线外 6m	40.77	29.78	38.89	52.11	69.77
15.65	边导线外 7m	37.42	27.98	35.84	46.56	59.51
16.65	边导线外 8m	34.31	26.24	32.99	41.67	51.34
17.65	边导线外 9m	31.45	24.58	30.36	37.41	44.74
18.65	边导线外 10m	28.86	23.01	27.95	33.69	39.35
19.65	边导线外 11m	26.51	21.53	25.75	30.46	34.89
20.65	边导线外 12m	24.40	20.14	23.76	27.65	31.17
21.65	边导线外 13m	22.50	18.85	21.96	25.19	28.02
22.65	边导线外 14m	20.79	17.66	20.33	23.03	25.34
23.65	边导线外 15m	19.25	16.56	18.86	21.13	23.03
24.65	边导线外 16m	17.86	15.54	17.53	19.45	21.03
25.65	边导线外 17m	16.61	14.59	16.32	17.96	19.28
26.65	边导线外 18m	15.48	13.72	15.23	16.64	17.75
27.65	边导线外 19m	14.45	12.92	14.24	15.45	16.40
28.65	边导线外 20m	13.52	12.18	13.34	14.38	15.19
33.65	边导线外 25m	9.96	9.23	9.86	10.41	10.81
38.65	边导线外 30m	7.62	7.19	7.56	7.87	8.10
43.65	边导线外 35m	6.01	5.74	5.98	6.16	6.30
48.65	边导线外 40m	4.86	4.68	4.84	4.96	5.04
53.65	边导线外 45m	4.01	3.89	3.99	4.07	4.13
58.65	边导线外 50m	3.36	3.28	3.35	3.41	3.45



6.1-57 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）工频电场强度分布图（14m）

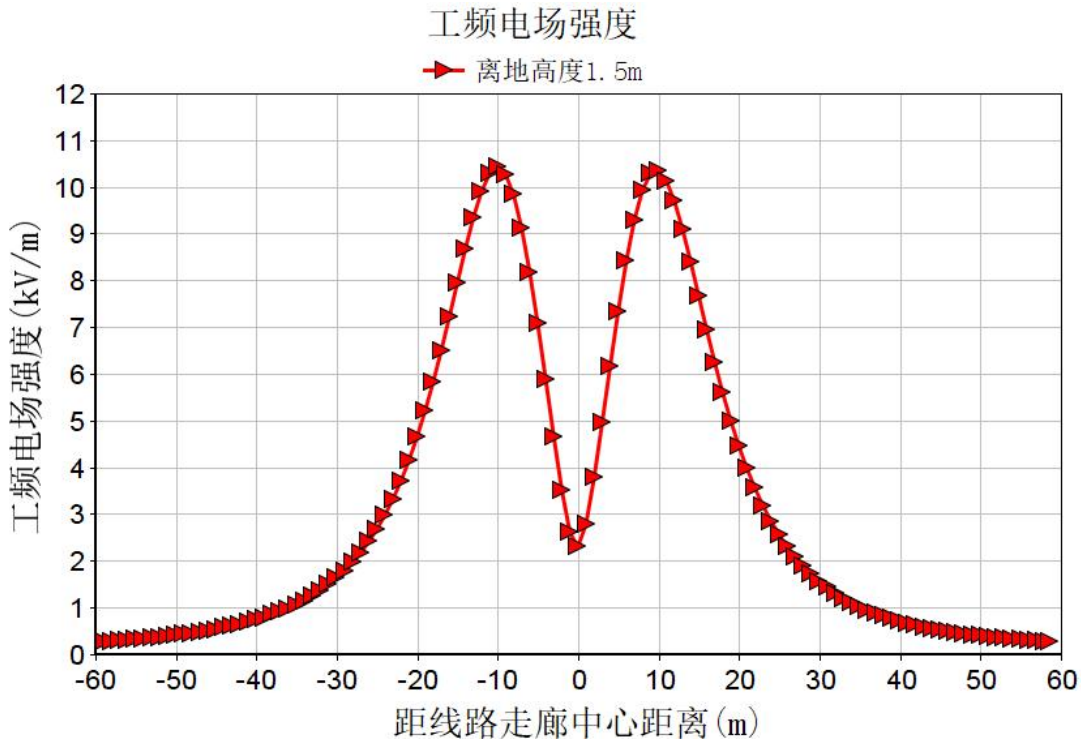


图 6.1-58 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）工频电场强度分布图（10.5m）

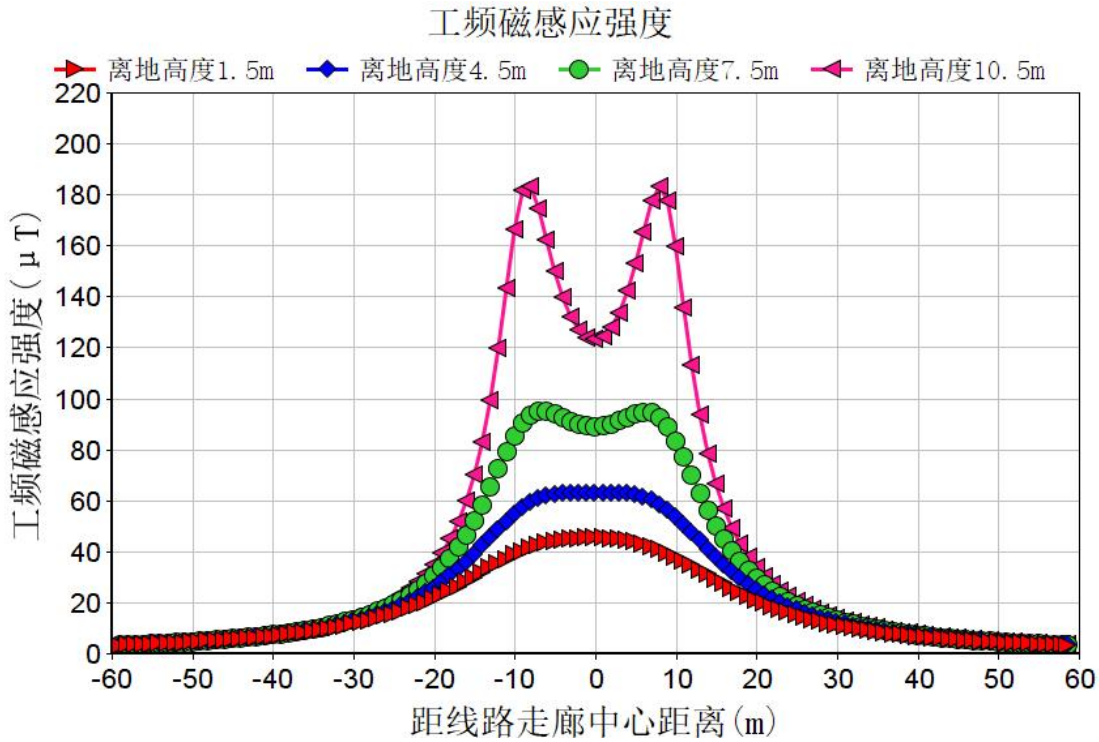


图 6.1-59 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）磁感应强度分布图（14m）



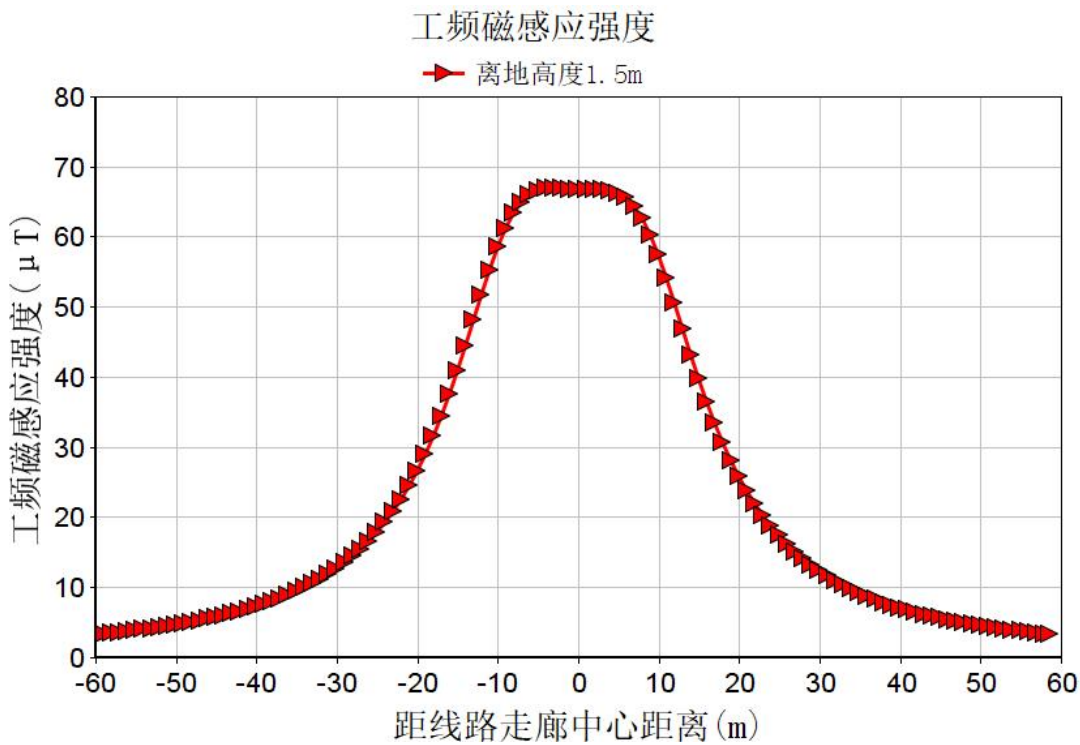


图 6.1-60 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）磁感应强度分布图（10.5m）

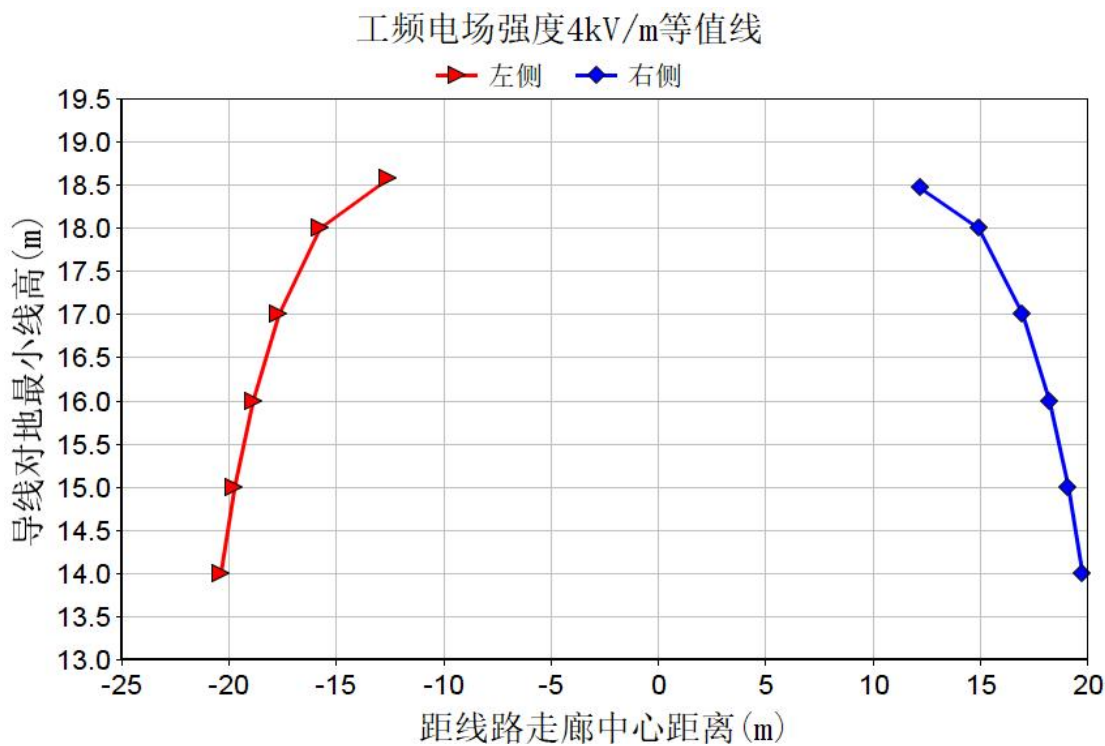


图 6.1-61 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）4kV/m 达标等值线图

表 6.1-54 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）4kV/m 达标等值数据表

单位: kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.6	-12.60
18.0	-15.76

17.0	-17.68
16.0	-18.89
15.0	-19.75
14.0	-20.39
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
18.5	12.20
18.0	14.93
17.0	16.99
16.0	18.23
15.0	19.12
14.0	19.77

#### 6.1.4.5 预测分析

##### (1) 500kV 线路 (10mm 冰区)

##### 1) 500kV 双回线路 (10mm 冰区) ——直线塔

①非居民区，当导线对地距离为 11m 时，距地面 1.5m 处，新建线路产生的工频电场强度最大值为 9.640kV/m，小于 10kV/m；磁感应强度最大值为 55.51 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

②居民区，当导线对地距离为 14m 时，边相导线外 5m 处，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 4.917kV/m、5.393kV/m、6.419kV/m、8.015kV/m、9.688kV/m，不满足 4kV/m 的公众曝露控制限值；磁感应强度最大值分别为 26.77 $\mu$ T、35.83 $\mu$ T、49.12 $\mu$ T、67.48 $\mu$ T、86.59 $\mu$ T，均能满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 8m 之外，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场分别为 3.723kV/m、3.975kV/m，磁感应强度分别为 22.29 $\mu$ T、28.46 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 9m 之外，距地面 7.5m 高度处的工频电场为 3.958kV/m，磁感应强度为 33.15 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 10m 之外，距地面 10.5m 高度处的工频电场为 3.947kV/m；磁感应强度为 36.79 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 11m 之外，距地面 13.5m 高度处的工频电场为 3.879kV/m；磁感应强度为 38.65 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

##### 2) 500kV 双回线路 (10mm 冰区) ——耐张塔

①非居民区，当导线对地距离为 11m 时，距地面 1.5m 处，新建线路产生的工频电场强度最大值为 9.548kV/m，小于 10kV/m；磁感应强度最大值为 55.31 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

②居民区，当导线对地距离为 14m 时，边相导线外 5m 处，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 4.412kV/m、4.815kV/m、5.659kV/m、6.922kV/m、8.295kV/m，不满足 4kV/m 的公众曝露控制限值；磁感应强度最大值分别为 24.89 $\mu$ T、32.93 $\mu$ T、44.29 $\mu$ T、59.23 $\mu$ T、74.88 $\mu$ T，均能满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 7m 之外，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场分别为 3.632kV/m、3.900kV/m，磁感应强度分别为 21.98 $\mu$ T、28.20 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 8m 之外，距地面 7.5m 高度处的工频电场为 3.923kV/m，磁感应强度为 33.01 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 9m 之外，距地面 10.5m 高度处的工频电场为 3.971kV/m；磁感应强度为 36.85 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 10m 之外，距地面 13.5m 高度处的工频电场为 3.973kV/m；磁感应强度为 38.98 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

### 3) 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）

①非居民区，当导线对地距离为 11m 时，距地面 1.5m 处，新建线路产生的工频电场强度最大值为 10.498kV/m，大于 10kV/m；磁感应强度最大值为 77.06 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

②居民区，当导线对地距离为 14m 时，边相导线外 5m 处，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 6.689kV/m、7.312kV/m、8.678kV/m、10.820kV/m，不满足 4kV/m 的公众曝露控制限值；磁感应强度最大值分别为 37.53 $\mu$ T、48.76 $\mu$ T、65.66 $\mu$ T、89.91 $\mu$ T，均能满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 13m 之外，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场为 3.945kV/m、3.979kV/m，磁感应强度为 22.52 $\mu$ T、25.76 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 14m 之外，距地面 7.5m、10.5m 高度处的工频电场分别为 3.662kV/m、3.604kV/m，磁感应强度分别为 26.60 $\mu$ T、28.73 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

### 4) 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）

①非居民区，当导线对地距离为 10.5m 时，距地面 1.5m 处，新建线路产生的工频电场强度最大值为 10.906kV/m，大于 10kV/m；磁感应强度最大值为 68.20 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

②居民区，当导线对地距离为 14m 时，边相导线外 5m 处，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 6.384kV/m、7.005kV/m、8.386kV/m、10.626kV/m，不满足 4kV/m 的公众曝露控制限值；磁感应强度最大值分别为 33.60 $\mu$ T、44.38 $\mu$ T、60.96 $\mu$ T、85.56 $\mu$ T，均能满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 13m 之外，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场为 3.647kV/m、3.690kV/m、3.746kV/m、3.754kV/m，磁感应强度为 20.27 $\mu$ T、23.49 $\mu$ T、26.82 $\mu$ T、29.71 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

#### 5) 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）贵州段非居民区

①非居民区，当导线对地距离为 12m 时，距地面 1.5m 处，新建线路产生的工频电场强度最大值为 9.842kV/m，小于 10kV/m；磁感应强度最大值为 51.98 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 6) 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）重庆段居民区

①居民区，当导线对地距离为 14m 时，边相导线外 5m 处，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 4.962kV/m、5.429kV/m、6.440kV/m、8.023kV/m，不满足 4kV/m 的公众曝露控制限值；磁感应强度最大值分别为 27.32 $\mu$ T、36.30 $\mu$ T、49.51 $\mu$ T、67.82 $\mu$ T，均能满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 8m 之外，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场分别为 3.753kV/m、3.997kV/m，磁感应强度分别为 22.74 $\mu$ T、28.81 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 9m 之外，距地面 7.5m 高度处的工频电场为 3.962kV/m，磁感应强度为 33.29 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 10m 之外，距地面 10.5m 高度处的工频电场为 3.928kV/m；磁感应强度为 36.64 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

### （2）500kV 线路（15mm 冰区）

#### 1) 500kV 双回线路（15mm 冰区）——直线塔

①非居民区，当导线对地距离为 11m 时，距地面 1.5m 处，新建线路产生的工频电场强度最大值为 9.644kV/m，小于 10kV/m；磁感应强度最大值为 56.17 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

②居民区，当导线对地距离为 14m 时，边相导线外 5m 处，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 4.870kV/m、5.328kV/m、6.304kV/m、7.794kV/m、9.327kV/m，不满足 4kV/m 的公众曝露控制限值；磁感应强度最大值分别为 26.67 $\mu$ T、35.50 $\mu$ T、48.32 $\mu$ T、65.72 $\mu$ T、83.57 $\mu$ T，均能满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 8m 之外，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场分别为 3.687kV/m、3.927kV/m，磁感应强度分别为 22.16 $\mu$ T、28.15 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 9m 之外，距地面 7.5m 高度处的工频电场为 3.896kV/m，磁感应强度为 32.58 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 10m 之外，距地面 10.5m 高度处的工频电场为 3.870kV/m；磁感应强度为 35.96 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 11m 之外，距地面 13.5m 高度处的工频电场为 3.792kV/m；磁感应强度为 37.61 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

## 2) 500kV 双回线路（15mm 冰区）——耐张塔

①非居民区，当导线对地距离为 11m 时，距地面 1.5m 处，新建线路产生的工频电场强度最大值为 9.548kV/m，小于 10kV/m；磁感应强度最大值为 55.31 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

②居民区，当导线对地距离为 14m 时，边相导线外 5m 处，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 4.412kV/m、4.815kV/m、5.659kV/m、6.922kV/m、8.295kV/m，不满足 4kV/m 的公众曝露控制限值；磁感应强度最大值分别为 24.89 $\mu$ T、32.93 $\mu$ T、44.29 $\mu$ T、59.23 $\mu$ T、74.88 $\mu$ T，均能满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 7m 之外，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场分别为 3.632kV/m、3.900kV/m，磁感应强度分别为 21.98 $\mu$ T、28.20 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 8m 之外，距地面 7.5m 高度处的工频电场为 3.923kV/m，磁感应强度为 33.01 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 9m 之外，距地面 10.5m 高度处的工频电场为 3.971kV/m；磁感应强度为 36.85 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；

在线路边相导线 10m 之外，距地面 13.5m 高度处的工频电场为 3.973kV/m；磁感应强度为 38.98 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

### （3）500kV 线路（20mm 冰区）

#### 1）500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）

①非居民区，当导线对地距离为 11m 时，距地面 1.5m 处，新建线路产生的工频电场强度最大值为 10.754kV/m，大于 10kV/m；磁感应强度最大值为 77.32 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

②居民区，当导线对地距离为 14m 时，边相导线外 5m 处，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 6.862kV/m、7.473kV/m、8.816kV/m、10.926kV/m，不满足 4kV/m 的公众曝露控制限值；磁感应强度最大值分别为 38.76 $\mu$ T、50.13 $\mu$ T、67.25 $\mu$ T、91.84 $\mu$ T，均能满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 14m 之外，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场为 3.731kV/m、3.744kV/m、3.744kV/m、3.681kV/m，磁感应强度为 22.09 $\mu$ T、24.94 $\mu$ T、27.71 $\mu$ T、29.89 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

#### 2）500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）

①非居民区，当导线对地距离为 11m 时，距地面 1.5m 处，新建线路产生的工频电场强度最大值为 10.424kV/m，大于 10kV/m；磁感应强度最大值为 66.95 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

②居民区，当导线对地距离为 14m 时，边相导线外 5m 处，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，工频电场强度最大值分别为 6.070kV/m、6.715kV/m、8.151kV/m、10.503kV/m，不满足 4kV/m 的公众曝露控制限值；磁感应强度最大值分别为 31.70 $\mu$ T、42.23 $\mu$ T、58.54 $\mu$ T、83.01 $\mu$ T，均能满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 12m 之外，距地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处的工频电场为 3.771kV/m、3.848kV/m、3.963kV/m，磁感应强度为 20.19 $\mu$ T、23.82 $\mu$ T、27.72 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值；在线路边相导线 13m 之外，距地面 10.5m 高度处的工频电场为 3.612kV/m；磁感应强度为 28.08 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

表 6.1-55 本工程架空输电线路模式预测结果一览表

一、500kV 交流线路							
冰区	架设方式	排列方式	预测点	工频电场最大值 (kV/m)	磁感应强度最大值 (μT)	是否达标	达标距离
10mm 冰区	双回路	直线塔	非居民区	9.640	55.51	达标	/
			居民区	1.5m	4.917	工频电场超标	边相导线 8m
				4.5m	5.393		边相导线 8m
				7.5m	6.419		边相导线 9m
				10.5m	8.015		边相导线 10m
				13.5m	9.688		边相导线 11m
		耐张塔	非居民区	9.548	55.31	达标	/
			居民区	1.5m	4.412	工频电场超标	边相导线 7m
				4.5m	4.815		边相导线 7m
				7.5m	5.659		边相导线 8m
				10.5m	6.922		边相导线 9m
				13.5m	8.295		边相导线 10m
	单回路	水平排列	非居民区	10.498	77.06	工频电场超标	/
			居民区	1.5m	6.689	工频电场超标	边相导线 13m
				4.5m	7.312		边相导线 13m
				7.5m	8.678		边相导线 14m
				10.5m	10.820		边相导线 14m
		三角排列	非居民区	10.906	68.20	工频电场超标	/
			居民区	1.5m	6.384	工频电场超标	边相导线 13m
				4.5m	7.005		边相导线 13m
				7.5m	8.386		边相导线 13m
				10.5m	10.626		边相导线 13m
	双回单边塔挂线	居民区	非居民区	9.842	51.98	达标	/
			居民区	1.5m	4.962	工频电场超标	边相导线 8m
				4.5m	5.429		边相导线 8m



				7.5m	6.440	49.51		边相导线 9m
				10.5m	8.023	67.82		边相导线 10m
15mm 冰区	双回路	直线塔	非居民区		9.644	56.17	达标	/
			居民区	1.5m	4.870	26.67	工频电场超标	边相导线 8m
				4.5m	5.328	35.50		边相导线 8m
				7.5m	6.304	48.32		边相导线 9m
				10.5m	7.794	65.72		边相导线 10m
				13.5m	9.327	83.57		边相导线 11m
		耐张塔	非居民区		9.548	55.31	达标	/
			居民区	1.5m	4.412	24.89	工频电场超标	边相导线 7m
				4.5m	4.815	32.93		边相导线 7m
				7.5m	5.659	44.29		边相导线 8m
				10.5m	6.922	59.23		边相导线 9m
				13.5m	8.295	74.88		边相导线 10m
20mm 冰区	单回路	水平排列	非居民区		10.754	77.32	工频电场超标	/
			居民区	1.5m	6.862	38.76	工频电场超标	边相导线 14m
				4.5m	7.473	50.13		边相导线 14m
				7.5m	8.816	67.25		边相导线 14m
			居民区	10.5m	10.926	91.84		边相导线 14m
		三角排列	非居民区		10.424	66.95	工频电场超标	/
			居民区	1.5m	6.070	31.70	工频电场超标	边相导线 12m
				4.5m	6.715	42.23		边相导线 12m
				7.5m	8.151	58.54		边相导线 12m
				10.5m	10.503	83.01		边相导线 13m

#### 6.1.4.6 线路抬升高度预测计算

##### (1) 500kV 双回线路 (10mm 冰区) ——直线塔

非居民区：经过 10mm 冰区，500kV 双回直线塔经过非居民区、导线对地 11m 时，线路下方工频电场强度最大值小于 10kV/m，不需要抬升导线对地高度。

居民区：经过 10mm 冰区，500kV 双回直线塔经过居民区、导线对地 14m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域。为满足居民区工频电场 4kV/m 评价标准，需抬升线路对地高度使线路边导线 5m 外区域的工频电场强度小于 4kV/m。

##### (2) 500kV 双回线路 (10mm 冰区) ——耐张塔

非居民区：经过 10mm 冰区，500kV 双回耐张塔经过非居民区、导线对地 11m 时，线路下方工频电场强度最大值小于 10kV/m，不需要抬升导线对地高度。

居民区：经过 10mm 冰区，500kV 双回耐张塔经过居民区、导线对地 14m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域。为满足居民区工频电场 4kV/m 评价标准，需抬升线路对地高度使线路边导线 5m 外区域的工频电场强度小于 4kV/m。

##### (3) 500kV 单回水平排列线路 (10mm 冰区)

非居民区：经过 10mm 冰区，500kV 单回水平排列线路经过非居民区、导线对地 11m 时，线路下方工频电场强度最大值大于 10kV/m，需抬升导线对地高度。

居民区：经过 10mm 冰区，500kV 单回水平排列线路经过居民区、导线对地 14m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域。为满足居民区工频电场 4kV/m 评价标准，需抬升线路对地高度使线路边导线 5m 外区域的工频电场强度小于 4kV/m。

##### (4) 500kV 单回三角排列线路 (10mm 冰区)

非居民区：经过 10mm 冰区，500kV 单回三角排列线路经过非居民区、导线对地 10.5m 时，线路下方工频电场强度最大值大于 10kV/m，需抬升导线对地高度。

居民区：经过 10mm 冰区，500kV 单回三角排列线路经过居民区、导线对地 14m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域。为满足居民区工频电场 4kV/m 评价标准，需抬升线路对地高度使线路边导线 5m 外区域的工频电场强度小于 4kV/m。

##### (5) 500kV 双回单边挂线线路 (10mm 冰区)

非居民区：经过 10mm 冰区，500kV 双回单边挂线线路经过非居民区、导线对地 12m 时，线路下方工频电场强度最大值小于 10kV/m，不需要抬升导线对地高度。

居民区：经过 10mm 冰区，500kV 双回单边挂线线路经过居民区、导线对地 14m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域。为满足居民区工频电场 4kV/m 评价标准，需抬升线路对地高度使线路边导线 5m 外区域的工频电场强度小于 4kV/m。

#### **(6) 500kV 双回线路（15mm 冰区）——直线**

非居民区：经过 15mm 冰区，500kV 双回直线塔经过非居民区、导线对地 11m 时，线路下方工频电场强度最大值小于 10kV/m，不需要抬升导线对地高度。

居民区：经过 15mm 冰区，500kV 双回直线塔经过居民区、导线对地 14m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域。为满足居民区工频电场 4kV/m 评价标准，需抬升线路对地高度使线路边导线 5m 外区域的工频电场强度小于 4kV/m。

#### **(7) 500kV 双回线路（15mm 冰区）——耐张塔**

非居民区：经过 15mm 冰区，500kV 双回耐张塔经过非居民区、导线对地 11m 时，线路下方工频电场强度最大值小于 10kV/m，不需要抬升导线对地高度。

居民区：经过 15mm 冰区，500kV 双回耐张塔经过居民区、导线对地 14m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域。为满足居民区工频电场 4kV/m 评价标准，需抬升线路对地高度使线路边导线 5m 外区域的工频电场强度小于 4kV/m。

#### **(8) 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）**

非居民区：经过 20mm 冰区，500kV 单回水平排列线路经过非居民区、导线对地 11m 时，线路下方工频电场强度最大值大于 10kV/m，需抬升导线对地高度。

居民区：经过 20mm 冰区，500kV 单回水平排列线路经过居民区、导线对地 14m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域。为满足居民区工频电场 4kV/m 评价标准，需抬升线路对地高度使线路边导线 5m 外区域的工频电场强度小于 4kV/m。

#### **(9) 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）**

非居民区：经过 20mm 冰区，500kV 单回三角列线路经过非居民区、导线对地 11m 时，线路下方工频电场强度最大值大于 10kV/m，需要抬升导线对地高度。

居民区：经过 20mm 冰区，500kV 单回三角排列线路经过居民区、导线对地 14m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域。为满足居民区工频电场 4kV/m 评价标准，需抬升线路对地高度使线路边导线 5m 外区域的工频电场强度小于 4kV/m。

各类型线路高度线路抬升后，工频电场强度、磁感应强度预测结果详见下表。

表 6.1-56 本工程架空输电线路模式预测抬升达标高度一览表

冰区	架设方式	排列方式	预测点		达标高度
10mm 冰区	双回路	直线塔	非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 18m
				4.5m	抬升至 19m
				7.5m	抬升至 20.5m（取整为 21m）
				10.5m	抬升至 22.5m（取整为 23m）
				13.5m	抬升至 25m
		耐张塔	非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 17m
				4.5m	抬升至 18m
				7.5m	抬升至 19.5m（取整为 20m）
				10.5m	抬升至 22m
				13.5m	抬升至 24m
	单回路	水平排列	非居民区		抬升至 12m
			居民区	1.5m	抬升至 21m
				4.5m	抬升至 22m
				7.5m	抬升至 24m
				10.5m	抬升至 25.5m（取整为 26m）
		三角排列	非居民区		抬升至 12m
			居民区	1.5m	抬升至 20m
				4.5m	抬升至 21m
				7.5m	抬升至 23m
				10.5m	抬升至 25m
		双回单边塔挂线	非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 18m
				4.5m	抬升至 19m
				7.5m	抬升至 20.5m（取整为 21m）
				10.5m	抬升至 22.5m（取整为 23m）
15mm 冰区	双回路	直线塔	非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 18m
				4.5m	抬升至 19m
				7.5m	抬升至 20.5m（取整为 21m）
				10.5m	抬升至 22.5m（取整为 23m）
				13.5m	抬升至 25m
		耐张塔	非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 17m
				4.5m	抬升至 18m
				7.5m	抬升至 19.5m（取整为 20m）
				10.5m	抬升至 22m
				13.5m	抬升至 24m
20mm 冰区	单回路	水平排列	非居民区		抬升至 12m
			民	1.5m	抬升至 22m

				4.5m	抬升至 23m
				7.5m	抬升至 24m
				10.5m	抬升至 26m
				非居民区	抬升至 11m
			居民区	1.5m	抬升至 19.5m (取整为 20m)
				4.5m	抬升至 20.5m (取整为 21m)
				7.5m	抬升至 22m
				10.5m	抬升至 24m
10mm 冰区单回并行				非居民区	抬升至 12m
				1.5m	抬升至 23m
				4.5m	抬升至 23.5m (取整为 24m)
				7.5m	抬升至 24m
				10.5m	抬升至 25.5m (取整为 26m)
20mm 冰区单回并行				非居民区	抬升至 12m
				1.5m	抬升至 23.5m (取整为 24m)
				4.5m	抬升至 24m
				7.5m	抬升至 25m
				10.5m	抬升至 26m
220kV 交流迁改线路单回水平				非居民区	无需抬升
				1.5m	抬升至 9m
				4.5m	抬升至 10m
				7.5m	抬升至 12m
				10.5m	抬升至 14m
220kV 交流迁改线路单回三角				非居民区	无需抬升
				1.5m	抬升至 9m
				4.5m	抬升至 9.5m
				7.5m	抬升至 11.5m
				10.5m	抬升至 14m
220kV 交流迁改线路双回单边挂线				非居民区	无需抬升
				1.5m	无需抬升
				4.5m	无需抬升
				7.5m	无需抬升
				10.5m	抬升至 11m

表 6.1-57 500kV 双回线路 (10mm 冰区) 直线塔电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果 单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 18m	导线对地 19m	导线对地 20.5m	导线对地 22.5m	导线对地 25m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-62.45	边导线外 50m	0.087	0.082	0.082	0.089	0.103
-57.45	边导线外 45m	0.077	0.080	0.095	0.118	0.144
-52.45	边导线外 40m	0.091	0.110	0.142	0.179	0.216
-47.45	边导线外 35m	0.166	0.196	0.240	0.287	0.331

-42.45	边导线外 30m	0.316	0.353	0.405	0.459	0.506
-37.45	边导线外 25m	0.571	0.612	0.668	0.724	0.770
-32.45	边导线外 20m	0.985	1.024	1.078	1.129	1.165
-31.45	边导线外 19m	1.093	1.131	1.183	1.232	1.264
-30.45	边导线外 18m	1.212	1.247	1.297	1.344	1.371
-29.45	边导线外 17m	1.340	1.373	1.421	1.464	1.487
-28.45	边导线外 16m	1.480	1.509	1.554	1.594	1.612
-27.45	边导线外 15m	1.631	1.656	1.698	1.734	1.747
-26.45	边导线外 14m	1.794	1.814	1.852	1.884	1.892
-25.45	边导线外 13m	1.967	1.982	2.017	2.045	2.047
-24.45	边导线外 12m	2.152	2.161	2.192	2.217	2.213
-23.45	边导线外 11m	2.346	2.349	2.377	2.399	2.390
-22.45	边导线外 10m	2.547	2.545	2.571	2.592	2.577
-21.45	边导线外 9m	2.755	2.747	2.772	2.793	2.774
-20.45	边导线外 8m	2.965	2.952	2.979	3.001	2.979
-19.45	边导线外 7m	3.174	3.157	3.187	3.214	3.191
-18.45	边导线外 6m	3.377	3.357	3.394	3.428	3.407
-17.45	边导线外 5m	<b>3.567</b>	<b>3.547</b>	<b>3.594</b>	<b>3.640</b>	<b>3.623</b>
-16.45	边导线外 4m	3.740	—	—	—	—
-15.45	边导线外 3m	3.888	—	—	—	—
-14.45	边导线外 2m	4.004	—	—	—	—
-13.45	边导线外 1m	4.082	—	—	—	—
-12.45	边导线下	4.116	—	—	—	—
-12	边导线内	4.116	—	—	—	—
-11	边导线内	4.078	—	—	—	—
-10	边导线内	3.990	—	—	—	—
-9	边导线内	3.852	—	—	—	—
-8	边导线内	3.668	—	—	—	—
-7	边导线内	3.444	—	—	—	—
-6	边导线内	3.189	—	—	—	—
-5	边导线内	2.914	—	—	—	—
-4	边导线内	2.635	—	—	—	—
-3	边导线内	2.372	—	—	—	—
-2	边导线内	2.150	—	—	—	—
-1	边导线内	1.999	—	—	—	—
0	边导线内	1.945	—	—	—	—
1	边导线内	1.999	—	—	—	—
2	边导线内	2.150	—	—	—	—
3	边导线内	2.372	—	—	—	—
4	边导线内	2.635	—	—	—	—
5	边导线内	2.914	—	—	—	—
6	边导线内	3.189	—	—	—	—
7	边导线内	3.444	—	—	—	—
8	边导线内	3.668	—	—	—	—

9	边导线内	3.852	—	—	—	—
10	边导线内	3.990	—	—	—	—
11	边导线内	4.078	—	—	—	—
12	边导线内	4.116	—	—	—	—
12.45	边导线下	4.116	—	—	—	—
13.45	边导线外 1m	4.082	—	—	—	—
14.45	边导线外 2m	4.004	—	—	—	—
15.45	边导线外 3m	3.888	—	—	—	—
16.45	边导线外 4m	3.740	—	—	—	—
17.45	边导线外 5m	<b>3.567</b>	<b>3.547</b>	<b>3.594</b>	<b>3.640</b>	<b>3.623</b>
18.45	边导线外 6m	3.377	3.357	3.394	3.428	3.407
19.45	边导线外 7m	3.174	3.157	3.187	3.214	3.191
20.45	边导线外 8m	2.965	2.952	2.979	3.001	2.979
21.45	边导线外 9m	2.755	2.747	2.772	2.793	2.774
22.45	边导线外 10m	2.547	2.545	2.571	2.592	2.577
23.45	边导线外 11m	2.346	2.349	2.377	2.399	2.390
24.45	边导线外 12m	2.152	2.161	2.192	2.217	2.213
25.45	边导线外 13m	1.967	1.982	2.017	2.045	2.047
26.45	边导线外 14m	1.794	1.814	1.852	1.884	1.892
27.45	边导线外 15m	1.631	1.656	1.698	1.734	1.747
28.45	边导线外 16m	1.480	1.509	1.554	1.594	1.612
29.45	边导线外 17m	1.340	1.373	1.421	1.464	1.487
30.45	边导线外 18m	1.212	1.247	1.297	1.344	1.371
31.45	边导线外 19m	1.093	1.131	1.183	1.232	1.264
32.45	边导线外 20m	0.985	1.024	1.078	1.129	1.165
37.45	边导线外 25m	0.571	0.612	0.668	0.724	0.770
42.45	边导线外 30m	0.316	0.353	0.405	0.459	0.506
47.45	边导线外 35m	0.166	0.196	0.240	0.287	0.331
52.45	边导线外 40m	0.091	0.110	0.142	0.179	0.216
57.45	边导线外 45m	0.077	0.080	0.095	0.118	0.144
62.45	边导线外 50m	0.087	0.082	0.082	0.089	0.103

表 6.1-58 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔电磁环境达标的最小线高及磁感应强度预测结果

单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 18m	导线对地 19m	导线对地 20.5m	导线对地 22.5m	导线对地 25m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-62.45	边导线外 50m	2.23	2.32	2.39	2.43	2.45
-57.45	边导线外 45m	2.72	2.84	2.93	2.99	3.02
-52.45	边导线外 40m	3.36	3.53	3.65	3.74	3.78
-47.45	边导线外 35m	4.18	4.43	4.62	4.74	4.80
-42.45	边导线外 30m	5.28	5.64	5.92	6.11	6.21
-37.45	边导线外 25m	6.75	7.30	7.73	8.02	8.17
-32.45	边导线外 20m	8.72	9.58	10.26	10.74	10.99
-31.45	边导线外 19m	9.19	10.13	10.89	11.41	11.69
-30.45	边导线外 18m	9.69	10.72	11.55	12.14	12.44



-29.45	边导线外 17m	10.22	11.35	12.27	12.92	13.26
-28.45	边导线外 16m	10.78	12.02	13.04	13.76	14.14
-27.45	边导线外 15m	11.37	12.73	13.87	14.67	15.09
-26.45	边导线外 14m	11.99	13.49	14.75	15.65	16.12
-25.45	边导线外 13m	12.64	14.30	15.70	16.70	17.23
-24.45	边导线外 12m	13.33	15.16	16.71	17.83	18.42
-23.45	边导线外 11m	14.05	16.06	17.79	19.05	19.71
-22.45	边导线外 10m	14.79	17.01	18.93	20.35	21.10
-21.45	边导线外 9m	15.57	18.01	20.15	21.73	22.58
-20.45	边导线外 8m	16.37	19.05	21.42	23.20	24.16
-19.45	边导线外 7m	17.19	20.13	22.76	24.76	25.83
-18.45	边导线外 6m	18.03	21.24	24.15	26.38	27.59
-17.45	边导线外 5m	18.87	22.36	25.57	28.05	29.41
-16.45	边导线外 4m	19.71	—	—	—	—
-15.45	边导线外 3m	20.54	—	—	—	—
-14.45	边导线外 2m	21.36	—	—	—	—
-13.45	边导线外 1m	22.14	—	—	—	—
-12.45	边导线内	22.88	—	—	—	—
-12	边导线内	23.23	—	—	—	—
-11	边导线内	23.89	—	—	—	—
-10	边导线内	24.49	—	—	—	—
-9	边导线内	25.03	—	—	—	—
-8	边导线内	25.50	—	—	—	—
-7	边导线内	25.90	—	—	—	—
-6	边导线内	26.23	—	—	—	—
-5	边导线内	26.51	—	—	—	—
-4	边导线内	26.72	—	—	—	—
-3	边导线内	26.89	—	—	—	—
-2	边导线内	27.00	—	—	—	—
-1	边导线内	27.06	—	—	—	—
0	边导线内	27.09	—	—	—	—
1	边导线内	27.06	—	—	—	—
2	边导线内	27.00	—	—	—	—
3	边导线内	26.89	—	—	—	—
4	边导线内	26.72	—	—	—	—
5	边导线内	26.51	—	—	—	—
6	边导线内	26.23	—	—	—	—
7	边导线内	25.90	—	—	—	—
8	边导线内	25.50	—	—	—	—
9	边导线内	25.03	—	—	—	—
10	边导线内	24.49	—	—	—	—
11	边导线内	23.89	—	—	—	—
12	边导线内	23.23	—	—	—	—
12.45	边导线内	22.88	—	—	—	—

13.45	边导线外 1m	22.14	—	—	—	—
14.45	边导线外 2m	21.36	—	—	—	—
15.45	边导线外 3m	20.54	—	—	—	—
16.45	边导线外 4m	19.71	—	—	—	—
17.45	边导线外 5m	18.87	22.36	25.57	28.05	29.41
18.45	边导线外 6m	18.03	21.24	24.15	26.38	27.59
19.45	边导线外 7m	17.19	20.13	22.76	24.76	25.83
20.45	边导线外 8m	16.37	19.05	21.42	23.20	24.16
21.45	边导线外 9m	15.57	18.01	20.15	21.73	22.58
22.45	边导线外 10m	14.79	17.01	18.93	20.35	21.10
23.45	边导线外 11m	14.05	16.06	17.79	19.05	19.71
24.45	边导线外 12m	13.33	15.16	16.71	17.83	18.42
25.45	边导线外 13m	12.64	14.30	15.70	16.70	17.23
26.45	边导线外 14m	11.99	13.49	14.75	15.65	16.12
27.45	边导线外 15m	11.37	12.73	13.87	14.67	15.09
28.45	边导线外 16m	10.78	12.02	13.04	13.76	14.14
29.45	边导线外 17m	10.22	11.35	12.27	12.92	13.26
30.45	边导线外 18m	9.69	10.72	11.55	12.14	12.44
31.45	边导线外 19m	9.19	10.13	10.89	11.41	11.69
32.45	边导线外 20m	8.72	9.58	10.26	10.74	10.99
37.45	边导线外 25m	6.75	7.30	7.73	8.02	8.17
42.45	边导线外 30m	5.28	5.64	5.92	6.11	6.21
47.45	边导线外 35m	4.18	4.43	4.62	4.74	4.80
52.45	边导线外 40m	3.36	3.53	3.65	3.74	3.78
57.45	边导线外 45m	2.72	2.84	2.93	2.99	3.02
62.45	边导线外 50m	2.23	2.32	2.39	2.43	2.45

表 6.1-59 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果  
单位：kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 17m	导线对地 18m	导线对地 19.5m	导线对地 22m	导线对地 24m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-64.03	边导线外 50m	0.114	0.108	0.105	0.103	0.111
-59.03	边导线外 45m	0.132	0.129	0.131	0.138	0.152
-54.03	边导线外 40m	0.165	0.168	0.179	0.196	0.218
-49.03	边导线外 35m	0.228	0.239	0.262	0.291	0.320
-44.03	边导线外 30m	0.343	0.364	0.399	0.439	0.476
-39.03	边导线外 25m	0.542	0.574	0.622	0.671	0.715
-34.03	边导线外 20m	0.886	0.926	0.984	1.033	1.082
-33.03	边导线外 19m	0.979	1.020	1.079	1.126	1.177
-32.03	边导线外 18m	1.083	1.124	1.184	1.228	1.279
-31.03	边导线外 17m	1.197	1.239	1.299	1.339	1.391
-30.03	边导线外 16m	1.324	1.364	1.424	1.459	1.513
-29.03	边导线外 15m	1.464	1.502	1.562	1.590	1.646
-28.03	边导线外 14m	1.617	1.653	1.711	1.732	1.790

-27.03	边导线外 13m	1.784	1.817	1.874	1.886	1.946
-26.03	边导线外 12m	1.965	1.995	2.049	2.052	2.116
-25.03	边导线外 11m	2.161	2.186	2.239	2.230	2.299
-24.03	边导线外 10m	2.370	2.390	2.441	2.420	2.496
-23.03	边导线外 9m	2.591	2.606	2.657	2.622	2.707
-22.03	边导线外 8m	2.822	2.832	2.884	2.835	2.932
-21.03	边导线外 7m	3.060	3.065	3.120	3.058	3.170
-20.03	边导线外 6m	3.300	3.301	3.362	3.288	3.420
-19.03	边导线外 5m	3.536	3.536	3.606	3.522	3.678
-18.03	边导线外 4m	3.762	—	—	—	—
-17.03	边导线外 3m	3.971	—	—	—	—
-16.03	边导线外 2m	4.153	—	—	—	—
-15.03	边导线外 1m	4.301	—	—	—	—
-14.03	边导线下	4.405	—	—	—	—
-14	边导线下	4.405	—	—	—	—
-13	边导线内	4.458	—	—	—	—
-12	边导线内	4.456	—	—	—	—
-11	边导线内	4.394	—	—	—	—
-10	边导线内	4.273	—	—	—	—
-9	边导线内	4.097	—	—	—	—
-8	边导线内	3.871	—	—	—	—
-7	边导线内	3.608	—	—	—	—
-6	边导线内	3.321	—	—	—	—
-5	边导线内	3.031	—	—	—	—
-4	边导线内	2.762	—	—	—	—
-3	边导线内	2.544	—	—	—	—
-2	边导线内	2.408	—	—	—	—
-1	边导线内	2.380	—	—	—	—
0	边导线内	2.465	—	—	—	—
1	边导线内	2.646	—	—	—	—
2	边导线内	2.894	—	—	—	—
3	边导线内	3.178	—	—	—	—
4	边导线内	3.471	—	—	—	—
5	边导线内	3.749	—	—	—	—
6	边导线内	3.996	—	—	—	—
7	边导线内	4.199	—	—	—	—
8	边导线内	4.350	—	—	—	—
9	边导线内	4.443	—	—	—	—
10	边导线内	4.476	—	—	—	—
11	边导线内	4.451	—	—	—	—
11.57	边导线下	4.409	—	—	—	—
12.57	边导线外 1m	4.301	—	—	—	—
13.57	边导线外 2m	4.150	—	—	—	—
14.57	边导线外 3m	3.964	—	—	—	—

15.57	边导线外 4m	3.752	—	—	—	—
16.57	边导线外 5m	3.523	3.523	3.593	3.508	3.662
17.57	边导线外 6m	3.285	3.286	3.347	3.274	3.404
18.57	边导线外 7m	3.043	3.048	3.104	3.043	3.154
19.57	边导线外 8m	2.804	2.814	2.867	2.820	2.916
20.57	边导线外 9m	2.571	2.587	2.639	2.606	2.690
21.57	边导线外 10m	2.349	2.370	2.423	2.403	2.479
22.57	边导线外 11m	2.138	2.165	2.219	2.212	2.282
23.57	边导线外 12m	1.941	1.973	2.029	2.034	2.099
24.57	边导线外 13m	1.759	1.794	1.853	1.868	1.929
25.57	边导线外 14m	1.590	1.629	1.689	1.714	1.773
26.57	边导线外 15m	1.436	1.477	1.539	1.571	1.628
27.57	边导线外 16m	1.295	1.338	1.401	1.440	1.496
28.57	边导线外 17m	1.167	1.211	1.275	1.319	1.374
29.57	边导线外 18m	1.051	1.096	1.160	1.208	1.261
30.57	边导线外 19m	0.947	0.991	1.054	1.105	1.159
31.57	边导线外 20m	0.852	0.896	0.958	1.012	1.064
36.57	边导线外 25m	0.506	0.542	0.595	0.649	0.697
41.57	边导线外 30m	0.307	0.332	0.371	0.417	0.458
46.57	边导线外 35m	0.198	0.211	0.237	0.270	0.303
51.57	边导线外 40m	0.144	0.147	0.160	0.179	0.203
56.57	边导线外 45m	0.121	0.117	0.119	0.125	0.141
61.57	边导线外 50m	0.111	0.104	0.099	0.096	0.103

表 6.1-60 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔水平排列电磁环境达标的最小线高及磁感应强度

 预测结果 单位:  $\mu\text{T}$ 

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 17m	导线对地 18m	导线对地 19.5m	导线对地 22m	导线对地 24m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-64.03	边导线外 50m	2.04	2.11	2.16	2.18	2.21
-59.03	边导线外 45m	2.50	2.60	2.68	2.70	2.75
-54.03	边导线外 40m	3.11	3.25	3.36	3.39	3.46
-49.03	边导线外 35m	3.91	4.12	4.28	4.33	4.43
-44.03	边导线外 30m	4.98	5.30	5.54	5.62	5.78
-39.03	边导线外 25m	6.43	6.92	7.31	7.44	7.70
-34.03	边导线外 20m	8.41	9.20	9.83	10.04	10.48
-33.03	边导线外 19m	8.89	9.76	10.45	10.69	11.18
-32.03	边导线外 18m	9.39	10.35	11.13	11.39	11.94
-31.03	边导线外 17m	9.93	10.99	11.85	12.15	12.76
-30.03	边导线外 16m	10.51	11.68	12.63	12.96	13.65
-29.03	边导线外 15m	11.11	12.41	13.48	13.85	14.61
-28.03	边导线外 14m	11.76	13.20	14.38	14.80	15.66
-27.03	边导线外 13m	12.44	14.03	15.36	15.83	16.80
-26.03	边导线外 12m	13.16	14.93	16.41	16.94	18.04
-25.03	边导线外 11m	13.93	15.88	17.54	18.13	19.38

-24.03	边导线外 10m	14.72	16.89	18.75	19.42	20.83
-23.03	边导线外 9m	15.56	17.96	20.05	20.80	22.40
-22.03	边导线外 8m	16.43	19.09	21.43	22.28	24.10
-21.03	边导线外 7m	17.33	20.28	22.89	23.86	25.92
-20.03	边导线外 6m	18.26	21.51	24.44	25.52	27.87
-19.03	边导线外 5m	19.21	22.78	26.04	27.26	29.93
-18.03	边导线外 4m	20.16	—	—	—	—
-17.03	边导线外 3m	21.12	—	—	—	—
-16.03	边导线外 2m	22.07	—	—	—	—
-15.03	边导线外 1m	22.99	—	—	—	—
-14.03	边导线下	23.88	—	—	—	—
-14	边导线下	23.88	—	—	—	—
-13	边导线内	24.72	—	—	—	—
-12	边导线内	25.49	—	—	—	—
-11	边导线内	26.20	—	—	—	—
-10	边导线内	26.83	—	—	—	—
-9	边导线内	27.38	—	—	—	—
-8	边导线内	27.84	—	—	—	—
-7	边导线内	28.23	—	—	—	—
-6	边导线内	28.54	—	—	—	—
-5	边导线内	28.79	—	—	—	—
-4	边导线内	28.97	—	—	—	—
-3	边导线内	29.09	—	—	—	—
-2	边导线内	29.16	—	—	—	—
-1	边导线内	29.17	—	—	—	—
0	边导线内	29.14	—	—	—	—
1	边导线内	29.06	—	—	—	—
2	边导线内	28.91	—	—	—	—
3	边导线内	28.71	—	—	—	—
4	边导线内	28.45	—	—	—	—
5	边导线内	28.10	—	—	—	—
6	边导线内	27.69	—	—	—	—
7	边导线内	27.19	—	—	—	—
8	边导线内	26.60	—	—	—	—
9	边导线内	25.94	—	—	—	—
10	边导线内	25.20	—	—	—	—
11	边导线内	24.40	—	—	—	—
11.57	边导线下	23.88	—	—	—	—
12.57	边导线外 1m	22.99	—	—	—	—
13.57	边导线外 2m	22.06	—	—	—	—
14.57	边导线外 3m	21.11	—	—	—	—
15.57	边导线外 4m	20.15	—	—	—	—
16.57	边导线外 5m	19.19	22.76	26.01	27.23	29.89
17.57	边导线外 6m	18.24	21.48	24.40	25.48	27.82

18.57	边导线外 7m	17.31	20.25	22.86	23.81	25.87
19.57	边导线外 8m	16.40	19.06	21.39	22.24	24.05
20.57	边导线外 9m	15.53	17.93	20.01	20.76	22.35
21.57	边导线外 10m	14.69	16.86	18.71	19.37	20.78
22.57	边导线外 11m	13.89	15.84	17.50	18.09	19.32
23.57	边导线外 12m	13.13	14.89	16.37	16.89	17.98
24.57	边导线外 13m	12.41	13.99	15.31	15.78	16.75
25.57	边导线外 14m	11.72	13.15	14.33	14.75	15.61
26.57	边导线外 15m	11.07	12.37	13.43	13.80	14.56
27.57	边导线外 16m	10.47	11.63	12.58	12.91	13.59
28.57	边导线外 17m	9.89	10.95	11.80	12.10	12.71
29.57	边导线外 18m	9.35	10.31	11.08	11.34	11.89
30.57	边导线外 19m	8.84	9.71	10.40	10.64	11.13
31.57	边导线外 20m	8.37	9.15	9.78	9.99	10.43
36.57	边导线外 25m	6.38	6.88	7.26	7.39	7.65
41.57	边导线外 30m	4.93	5.25	5.49	5.57	5.74
46.57	边导线外 35m	3.87	4.07	4.23	4.28	4.39
51.57	边导线外 40m	3.07	3.21	3.32	3.35	3.42
56.57	边导线外 45m	2.47	2.57	2.64	2.66	2.71
61.57	边导线外 50m	2.01	2.08	2.13	2.14	2.18

**表 6.1-61 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果**      单位：kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 12m	导线对地 21m	导线对地 22m	导线对地 24m	导线对地 25.5m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-64	边导线外 50m	0.330	0.471	0.480	0.495	0.501
-59	边导线外 45m	0.422	0.586	0.595	0.608	0.613
-54	边导线外 40m	0.553	0.739	0.746	0.757	0.758
-49	边导线外 35m	0.744	0.945	0.949	0.951	0.947
-44	边导线外 30m	1.031	1.224	1.220	1.209	1.196
-39	边导线外 25m	1.482	1.599	1.583	1.547	1.522
-34	边导线外 20m	2.218	2.093	2.057	1.983	1.948
-33	边导线外 19m	2.416	2.207	2.165	2.082	2.046
-32	边导线外 18m	2.636	2.324	2.278	2.185	2.148
-31	边导线外 17m	2.881	2.446	2.394	2.291	2.255
-30	边导线外 16m	3.152	2.571	2.514	2.401	2.367
-29	边导线外 15m	3.453	2.698	2.636	2.513	2.481
-28	边导线外 14m	3.786	2.826	2.760	2.627	2.600
-27	边导线外 13m	4.153	2.955	2.883	2.741	2.721
-26	边导线外 12m	4.556	3.081	3.006	2.856	2.844
-25	边导线外 11m	4.995	3.203	3.126	2.968	2.967
-24	边导线外 10m	5.470	3.319	3.241	3.078	3.090
-23	边导线外 9m	5.976	3.426	3.348	3.182	3.211
-22	边导线外 8m	6.505	3.521	3.445	3.278	3.328

-21	边导线外 7m	7.047	3.601	3.530	3.366	3.439
-20	边导线外 6m	7.582	3.664	3.599	3.441	3.542
-19	边导线外 5m	8.087	3.706	3.650	3.503	3.634
-18	边导线外 4m	8.533	3.724	—	—	—
-17	边导线外 3m	8.886	3.717	—	—	—
-16	边导线外 2m	9.112	3.684	—	—	—
-15	边导线外 1m	9.184	3.623	—	—	—
-14	边导线下	9.084	3.536	—	—	—
-13	边导线内	8.814	3.424	—	—	—
-12	边导线内	8.395	3.291	—	—	—
-11	边导线内	7.867	3.140	—	—	—
-10	边导线内	7.290	2.978	—	—	—
-9	边导线内	6.739	2.811	—	—	—
-8	边导线内	6.296	2.645	—	—	—
-7	边导线内	6.032	2.487	—	—	—
-6	边导线内	5.985	2.344	—	—	—
-5	边导线内	6.141	2.220	—	—	—
-4	边导线内	6.437	2.119	—	—	—
-3	边导线内	6.787	2.041	—	—	—
-2	边导线内	7.105	1.988	—	—	—
-1	边导线内	7.325	1.956	—	—	—
0	边导线内	7.403	1.946	—	—	—
1	边导线内	7.325	1.956	—	—	—
2	边导线内	7.105	1.988	—	—	—
3	边导线内	6.787	2.041	—	—	—
4	边导线内	6.437	2.119	—	—	—
5	边导线内	6.141	2.220	—	—	—
6	边导线内	5.985	2.344	—	—	—
7	边导线内	6.032	2.487	—	—	—
8	边导线内	6.296	2.645	—	—	—
9	边导线内	6.739	2.811	—	—	—
10	边导线内	7.290	2.978	—	—	—
11	边导线内	7.867	3.140	—	—	—
12	边导线内	8.395	3.291	—	—	—
13	边导线内	8.814	3.424	—	—	—
14	边导线下	9.084	3.536	—	—	—
15	边导线外 1m	9.184	3.623	—	—	—
16	边导线外 2m	9.112	3.684	—	—	—
17	边导线外 3m	8.886	3.717	—	—	—
18	边导线外 4m	8.533	3.724	—	—	—
19	边导线外 5m	8.087	3.706	3.650	3.503	3.634
20	边导线外 6m	7.582	3.664	3.599	3.441	3.542
21	边导线外 7m	7.047	3.601	3.530	3.366	3.439
22	边导线外 8m	6.505	3.521	3.445	3.278	3.328



23	边导线外 9m	5.976	3.426	3.348	3.182	3.211
24	边导线外 10m	5.470	3.319	3.241	3.078	3.090
25	边导线外 11m	4.995	3.203	3.126	2.968	2.967
26	边导线外 12m	4.556	3.081	3.006	2.856	2.844
27	边导线外 13m	4.153	2.955	2.883	2.741	2.721
28	边导线外 14m	3.786	2.826	2.760	2.627	2.600
29	边导线外 15m	3.453	2.698	2.636	2.513	2.481
30	边导线外 16m	3.152	2.571	2.514	2.401	2.367
31	边导线外 17m	2.881	2.446	2.394	2.291	2.255
32	边导线外 18m	2.636	2.324	2.278	2.185	2.148
33	边导线外 19m	2.416	2.207	2.165	2.082	2.046
34	边导线外 20m	2.218	2.093	2.057	1.983	1.948
39	边导线外 25m	1.482	1.599	1.583	1.547	1.522
44	边导线外 30m	1.031	1.224	1.220	1.209	1.196
49	边导线外 35m	0.744	0.945	0.949	0.951	0.947
54	边导线外 40m	0.553	0.739	0.746	0.757	0.758
59	边导线外 45m	0.422	0.586	0.595	0.608	0.613
64	边导线外 50m	0.330	0.471	0.480	0.495	0.501

表 6.1-62 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）电磁环境达标的最小线高及磁感应强度预测结

果 单位：μT

距杆塔中 心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 12m	导线对地 21m	导线对 地 22m	导线对地 24m	导线对地 25.5m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-64	边导线外 50m	4.21	3.92	4.00	4.03	4.08
-59	边导线外 45m	4.97	4.57	4.67	4.72	4.79
-54	边导线外 40m	5.97	5.39	5.54	5.61	5.71
-49	边导线外 35m	7.29	6.43	6.64	6.75	6.90
-44	边导线外 30m	9.11	7.78	8.10	8.26	8.49
-39	边导线外 25m	11.69	9.54	10.04	10.29	10.66
-34	边导线外 20m	15.52	11.85	12.65	13.05	13.68
-33	边导线外 19m	16.50	12.39	13.27	13.72	14.41
-32	边导线外 18m	17.57	12.96	13.93	14.43	15.20
-31	边导线外 17m	18.74	13.56	14.62	15.18	16.05
-30	边导线外 16m	20.02	14.19	15.36	15.98	16.95
-29	边导线外 15m	21.43	14.84	16.14	16.83	17.91
-28	边导线外 14m	22.97	15.53	16.96	17.73	18.94
-27	边导线外 13m	24.66	16.25	17.82	18.68	20.04
-26	边导线外 12m	26.51	16.99	18.73	19.68	21.20
-25	边导线外 11m	28.54	17.76	19.67	20.72	22.43
-24	边导线外 10m	30.76	18.55	20.65	21.81	23.72
-23	边导线外 9m	33.16	19.36	21.66	22.95	25.08
-22	边导线外 8m	35.76	20.19	22.70	24.11	26.48
-21	边导线外 7m	38.53	21.03	23.75	25.31	27.93
-20	边导线外 6m	41.46	21.87	24.82	26.52	29.41

-19	边导线外 5m	44.51	22.71	25.89	27.74	30.90
-18	边导线外 4m	47.62	23.54	—	—	—
-17	边导线外 3m	50.70	24.36	—	—	—
-16	边导线外 2m	53.68	25.15	—	—	—
-15	边导线外 1m	56.45	25.92	—	—	—
-14	边导线下	58.94	26.64	—	—	—
-13	边导线内	61.08	27.33	—	—	—
-12	边导线内	62.84	27.97	—	—	—
-11	边导线内	64.25	28.55	—	—	—
-10	边导线内	65.34	29.09	—	—	—
-9	边导线内	66.18	29.57	—	—	—
-8	边导线内	66.82	30.00	—	—	—
-7	边导线内	67.34	30.37	—	—	—
-6	边导线内	67.77	30.69	—	—	—
-5	边导线内	68.15	30.96	—	—	—
-4	边导线内	68.49	31.18	—	—	—
-3	边导线内	68.79	31.35	—	—	—
-2	边导线内	69.02	31.46	—	—	—
-1	边导线内	69.18	31.54	—	—	—
0	边导线内	69.23	31.56	—	—	—
1	边导线内	69.18	31.54	—	—	—
2	边导线内	69.02	31.46	—	—	—
3	边导线内	68.79	31.35	—	—	—
4	边导线内	68.49	31.18	—	—	—
5	边导线内	68.15	30.96	—	—	—
6	边导线内	67.77	30.69	—	—	—
7	边导线内	67.34	30.37	—	—	—
8	边导线内	66.82	30.00	—	—	—
9	边导线内	66.18	29.57	—	—	—
10	边导线内	65.34	29.09	—	—	—
11	边导线内	64.25	28.55	—	—	—
12	边导线内	62.84	27.97	—	—	—
13	边导线内	61.08	27.33	—	—	—
14	边导线下	58.94	26.64	—	—	—
15	边导线外 1m	56.45	25.92	—	—	—
16	边导线外 2m	53.68	25.15	—	—	—
17	边导线外 3m	50.70	24.36	—	—	—
18	边导线外 4m	47.62	23.54	—	—	—
19	边导线外 5m	44.51	22.71	25.89	27.74	30.90
20	边导线外 6m	41.46	21.87	24.82	26.52	29.41
21	边导线外 7m	38.53	21.03	23.75	25.31	27.93
22	边导线外 8m	35.76	20.19	22.70	24.11	26.48
23	边导线外 9m	33.16	19.36	21.66	22.95	25.08
24	边导线外 10m	30.76	18.55	20.65	21.81	23.72
25	边导线外 11m	28.54	17.76	19.67	20.72	22.43

26	边导线外 12m	26.51	16.99	18.73	19.68	21.20
27	边导线外 13m	24.66	16.25	17.82	18.68	20.04
28	边导线外 14m	22.97	15.53	16.96	17.73	18.94
29	边导线外 15m	21.43	14.84	16.14	16.83	17.91
30	边导线外 16m	20.02	14.19	15.36	15.98	16.95
31	边导线外 17m	18.74	13.56	14.62	15.18	16.05
32	边导线外 18m	17.57	12.96	13.93	14.43	15.20
33	边导线外 19m	16.50	12.39	13.27	13.72	14.41
34	边导线外 20m	15.52	11.85	12.65	13.05	13.68
39	边导线外 25m	11.69	9.54	10.04	10.29	10.66
44	边导线外 30m	9.11	7.78	8.10	8.26	8.49
49	边导线外 35m	7.29	6.43	6.64	6.75	6.90
54	边导线外 40m	5.97	5.39	5.54	5.61	5.71
59	边导线外 45m	4.97	4.57	4.67	4.72	4.79
64	边导线外 50m	4.21	3.92	4.00	4.03	4.08

表 6.1-63 500kV 单回三角排列线路 (10mm 冰区) 电磁环境达标的最低线高及工频电场强度预测

结果 单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 12m	导线对地 20m	导线对地 21m	导线对地 23m	导线对地 25m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-61.4	边导线外 50m	0.305	0.396	0.404	0.418	0.428
-56.4	边导线外 45m	0.382	0.495	0.503	0.518	0.527
-51.4	边导线外 40m	0.491	0.629	0.637	0.651	0.658
-46.4	边导线外 35m	0.652	0.815	0.821	0.830	0.833
-41.4	边导线外 30m	0.901	1.074	1.076	1.075	1.067
-36.4	边导线外 25m	1.302	1.438	1.429	1.407	1.384
-31.4	边导线外 20m	1.977	1.938	1.911	1.854	1.808
-30.4	边导线外 19m	2.162	2.056	2.024	1.958	1.907
-29.4	边导线外 18m	2.369	2.181	2.144	2.068	2.012
-28.4	边导线外 17m	2.601	2.310	2.268	2.182	2.121
-27.4	边导线外 16m	2.859	2.445	2.398	2.301	2.236
-26.4	边导线外 15m	3.147	2.584	2.531	2.424	2.355
-25.4	边导线外 14m	3.468	2.727	2.668	2.550	2.478
-24.4	边导线外 13m	3.825	2.871	2.808	2.678	2.605
-23.4	边导线外 12m	4.218	3.015	2.947	2.808	2.735
-22.4	边导线外 11m	4.649	3.156	3.085	2.937	2.866
-21.4	边导线外 10m	5.117	3.292	3.219	3.064	2.997
-20.4	边导线外 9m	5.619	3.420	3.347	3.186	3.125
-19.4	边导线外 8m	6.146	3.536	3.464	3.301	3.250
-18.4	边导线外 7m	6.688	3.637	3.568	3.406	3.367
-17.4	边导线外 6m	7.226	3.717	3.655	3.497	3.475
-16.4	边导线外 5m	7.737	3.774	3.720	3.571	3.569
-15.4	边导线外 4m	8.189	3.802	—	—	—
-14.4	边导线外 3m	8.548	3.799	—	—	—

-13.4	边导线外 2m	8.778	3.761	—	—	—
-12.4	边导线外 1m	8.849	3.685	—	—	—
-11.4	边导线内	8.738	3.572	—	—	—
-11	边导线内	8.641	3.516	—	—	—
-10	边导线内	8.268	3.350	—	—	—
-9	边导线内	7.722	3.149	—	—	—
-8	边导线内	7.031	2.917	—	—	—
-7	边导线内	6.229	2.659	—	—	—
-6	边导线内	5.354	2.384	—	—	—
-5	边导线内	4.441	2.101	—	—	—
-4	边导线内	3.529	1.826	—	—	—
-3	边导线内	2.664	1.582	—	—	—
-2	边导线内	1.942	1.400	—	—	—
-1	边导线内	1.582	1.316	—	—	—
0	边导线内	1.816	1.354	—	—	—
1	边导线内	2.478	1.500	—	—	—
2	边导线内	3.317	1.721	—	—	—
3	边导线内	4.217	1.981	—	—	—
4	边导线内	5.123	2.256	—	—	—
5	边导线内	5.996	2.527	—	—	—
6	边导线内	6.799	2.782	—	—	—
7	边导线内	7.494	3.013	—	—	—
8	边导线内	8.046	3.214	—	—	—
9	边导线内	8.427	3.381	—	—	—
9.414	边导线内	8.528	3.437	—	—	—
10.414	边导线外 1m	8.647	3.552	—	—	—
11.414	边导线外 2m	8.586	3.629	—	—	—
12.414	边导线外 3m	8.363	3.670	—	—	—
13.414	边导线外 4m	8.012	3.676	—	—	—
14.414	边导线外 5m	7.567	3.650	3.601	3.460	3.464
15.414	边导线外 6m	7.064	3.597	3.538	3.387	3.372
16.414	边导线外 7m	6.532	3.519	3.454	3.299	3.266
17.414	边导线外 8m	5.996	3.422	3.353	3.196	3.151
18.414	边导线外 9m	5.475	3.309	3.239	3.084	3.029
19.414	边导线外 10m	4.980	3.184	3.114	2.965	2.902
20.414	边导线外 11m	4.519	3.051	2.983	2.841	2.774
21.414	边导线外 12m	4.095	2.913	2.848	2.714	2.646
22.414	边导线外 13m	3.708	2.772	2.712	2.587	2.519
23.414	边导线外 14m	3.359	2.631	2.576	2.462	2.394
24.414	边导线外 15m	3.045	2.493	2.442	2.338	2.274
25.414	边导线外 16m	2.763	2.357	2.311	2.218	2.157
26.414	边导线外 17m	2.511	2.225	2.185	2.102	2.045
27.414	边导线外 18m	2.286	2.099	2.064	1.991	1.938
28.414	边导线外 19m	2.085	1.978	1.948	1.884	1.836
29.414	边导线外 20m	1.906	1.863	1.837	1.783	1.739

34.414	边导线外 25m	1.255	1.378	1.370	1.349	1.327
39.414	边导线外 30m	0.871	1.027	1.029	1.028	1.021
44.414	边导线外 35m	0.634	0.778	0.784	0.792	0.795
49.414	边导线外 40m	0.480	0.601	0.608	0.620	0.627
54.414	边导线外 45m	0.375	0.473	0.480	0.493	0.502
59.414	边导线外 50m	0.302	0.379	0.386	0.398	0.407

表 6.1-64 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）电磁环境达标的最小线高及磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 12m	导线对地 20m	导线对地 21m	导线对地 23m	导线对地 25m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-61.4	边导线外 50m	3.69	3.44	3.51	3.54	3.58
-56.4	边导线外 45m	4.38	4.03	4.13	4.17	4.22
-51.4	边导线外 40m	5.28	4.77	4.91	4.98	5.04
-46.4	边导线外 35m	6.48	5.73	5.93	6.03	6.13
-41.4	边导线外 30m	8.14	6.97	7.28	7.43	7.58
-36.4	边导线外 25m	10.51	8.62	9.10	9.34	9.58
-31.4	边导线外 20m	14.02	10.79	11.57	11.97	12.38
-30.4	边导线外 19m	14.92	11.30	12.16	12.61	13.06
-29.4	边导线外 18m	15.90	11.84	12.79	13.29	13.80
-28.4	边导线外 17m	16.97	12.41	13.46	14.02	14.59
-27.4	边导线外 16m	18.15	13.00	14.17	14.79	15.43
-26.4	边导线外 15m	19.43	13.63	14.92	15.61	16.33
-25.4	边导线外 14m	20.84	14.29	15.71	16.48	17.29
-24.4	边导线外 13m	22.39	14.97	16.55	17.41	18.32
-23.4	边导线外 12m	24.08	15.68	17.43	18.39	19.40
-22.4	边导线外 11m	25.93	16.41	18.34	19.41	20.55
-21.4	边导线外 10m	27.94	17.17	19.29	20.48	21.76
-20.4	边导线外 9m	30.11	17.95	20.28	21.60	23.03
-19.4	边导线外 8m	32.46	18.73	21.29	22.75	24.34
-18.4	边导线外 7m	34.95	19.53	22.31	23.92	25.69
-17.4	边导线外 6m	37.57	20.33	23.35	25.11	27.07
-16.4	边导线外 5m	40.28	21.12	24.38	26.30	28.45
-15.4	边导线外 4m	43.02	21.89	—	—	—
-14.4	边导线外 3m	45.71	22.65	—	—	—
-13.4	边导线外 2m	48.26	23.37	—	—	—
-12.4	边导线外 1m	50.59	24.05	—	—	—
-11.4	边导线下	52.62	24.69	—	—	—
-11	边导线内	53.34	24.93	—	—	—
-10	边导线内	54.86	25.49	—	—	—
-9	边导线内	56.01	25.99	—	—	—
-8	边导线内	56.80	26.43	—	—	—

-7	边导线内	57.30	26.81	—	—	—
-6	边导线内	57.55	27.13	—	—	—
-5	边导线内	57.64	27.38	—	—	—
-4	边导线内	57.62	27.58	—	—	—
-3	边导线内	57.55	27.71	—	—	—
-2	边导线内	57.47	27.78	—	—	—
-1	边导线内	57.41	27.80	—	—	—
0	边导线内	57.36	27.76	—	—	—
1	边导线内	57.33	27.66	—	—	—
2	边导线内	57.30	27.50	—	—	—
3	边导线内	57.22	27.29	—	—	—
4	边导线内	57.06	27.01	—	—	—
5	边导线内	56.74	26.68	—	—	—
6	边导线内	56.20	26.28	—	—	—
7	边导线内	55.37	25.83	—	—	—
8	边导线内	54.21	25.31	—	—	—
9	边导线内	52.69	24.75	—	—	—
9.414	边导线下	51.98	24.50	—	—	—
10.414	边导线外 1m	49.97	23.86	—	—	—
11.414	边导线外 2m	47.67	23.18	—	—	—
12.414	边导线外 3m	45.15	22.46	—	—	—
13.414	边导线外 4m	42.50	21.71	—	—	—
14.414	边导线外 5m	39.81	20.94	24.15	26.04	28.15
15.414	边导线外 6m	37.14	20.15	23.13	24.86	26.79
16.414	边导线外 7m	34.56	19.36	22.11	23.69	25.43
17.414	边导线外 8m	32.10	18.57	21.09	22.53	24.10
18.414	边导线外 9m	29.79	17.79	20.09	21.39	22.80
19.414	边导线外 10m	27.65	17.03	19.12	20.29	21.56
20.414	边导线外 11m	25.66	16.28	18.18	19.23	20.36
21.414	边导线外 12m	23.84	15.55	17.27	18.22	19.23
22.414	边导线外 13m	22.18	14.85	16.41	17.26	18.15
23.414	边导线外 14m	20.65	14.17	15.58	16.34	17.14
24.414	边导线外 15m	19.26	13.52	14.80	15.48	16.19
25.414	边导线外 16m	17.99	12.90	14.06	14.67	15.30
26.414	边导线外 17m	16.83	12.31	13.35	13.90	14.47
27.414	边导线外 18m	15.77	11.75	12.69	13.19	13.69
28.414	边导线外 19m	14.80	11.22	12.07	12.51	12.96
29.414	边导线外 20m	13.91	10.71	11.48	11.88	12.29
34.414	边导线外 25m	10.44	8.56	9.04	9.28	9.52
39.414	边导线外 30m	8.09	6.93	7.24	7.39	7.54
44.414	边导线外 35m	6.45	5.70	5.90	6.00	6.10
49.414	边导线外 40m	5.25	4.75	4.89	4.95	5.02
54.414	边导线外 45m	4.36	4.01	4.11	4.15	4.20
59.414	边导线外 50m	3.67	3.43	3.50	3.53	3.56

**表 6.1-65 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）重庆段居民电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果**      **单位：kV/m**

距杆塔中心距离（m）	距边相导线的距离（m）	导线对地 18m	导线对地 19m	导线对地 20.5m	导线对地 22.5m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-63.6	边导线外 50m	0.073	0.073	0.078	0.090
-58.6	边导线外 45m	0.095	0.101	0.115	0.136
-53.6	边导线外 40m	0.143	0.156	0.179	0.208
-48.6	边导线外 35m	0.231	0.252	0.284	0.320
-43.6	边导线外 30m	0.381	0.409	0.449	0.493
-38.6	边导线外 25m	0.630	0.663	0.709	0.756
-33.6	边导线外 20m	1.035	1.068	1.115	1.159
-32.6	边导线外 19m	1.141	1.174	1.219	1.262
-31.6	边导线外 18m	1.258	1.289	1.333	1.373
-30.6	边导线外 17m	1.385	1.414	1.456	1.494
-29.6	边导线外 16m	1.524	1.550	1.589	1.624
-28.6	边导线外 15m	1.674	1.696	1.733	1.765
-27.6	边导线外 14m	1.836	1.854	1.888	1.916
-26.6	边导线外 13m	2.010	2.023	2.054	2.079
-25.6	边导线外 12m	2.195	2.203	2.231	2.252
-24.6	边导线外 11m	2.390	2.392	2.417	2.436
-23.6	边导线外 10m	2.594	2.591	2.614	2.631
-22.6	边导线外 9m	2.805	2.795	2.818	2.835
-21.6	边导线外 8m	3.019	3.004	3.028	3.046
-20.6	边导线外 7m	3.232	3.214	3.240	3.263
-19.6	边导线外 6m	3.441	3.420	3.452	3.481
-18.6	边导线外 5m	3.639	3.616	3.658	3.696
-17.6	边导线外 4m	3.820	—	—	—
-16.6	边导线外 3m	3.978	—	—	—
-15.6	边导线外 2m	4.105	—	—	—
-14.6	边导线外 1m	4.196	—	—	—
-13.6	边导线下	4.245	—	—	—
-13	边导线内	4.252	—	—	—
-12	边导线内	4.224	—	—	—
-11	边导线内	4.147	—	—	—
-10	边导线内	4.021	—	—	—
-9	边导线内	3.848	—	—	—
-8	边导线内	3.634	—	—	—
-7	边导线内	3.386	—	—	—
-6	边导线内	3.112	—	—	—
-5	边导线内	2.826	—	—	—
-4	边导线内	2.540	—	—	—
-3	边导线内	2.275	—	—	—



-2	边导线内	2.053	—	—	—
-1	边导线内	1.902	—	—	—
0	边导线内	1.849	—	—	—
1	边导线内	1.902	—	—	—
2	边导线内	2.053	—	—	—
3	边导线内	2.275	—	—	—
4	边导线内	2.540	—	—	—
5	边导线内	2.826	—	—	—
6	边导线内	3.112	—	—	—
7	边导线内	3.386	—	—	—
8	边导线内	3.634	—	—	—
9	边导线内	3.848	—	—	—
10	边导线内	4.021	—	—	—
11	边导线内	4.147	—	—	—
12	边导线内	4.224	—	—	—
13	边导线内	4.252	—	—	—
13.6	边导线下	4.245	—	—	—
14.6	边导线外 1m	4.196	—	—	—
15.6	边导线外 2m	4.105	—	—	—
16.6	边导线外 3m	3.978	—	—	—
17.6	边导线外 4m	3.820	—	—	—
18.6	边导线外 5m	3.639	3.616	3.658	3.696
19.6	边导线外 6m	3.441	3.420	3.452	3.481
20.6	边导线外 7m	3.232	3.214	3.240	3.263
21.6	边导线外 8m	3.019	3.004	3.028	3.046
22.6	边导线外 9m	2.805	2.795	2.818	2.835
23.6	边导线外 10m	2.594	2.591	2.614	2.631
24.6	边导线外 11m	2.390	2.392	2.417	2.436
25.6	边导线外 12m	2.195	2.203	2.231	2.252
26.6	边导线外 13m	2.010	2.023	2.054	2.079
27.6	边导线外 14m	1.836	1.854	1.888	1.916
28.6	边导线外 15m	1.674	1.696	1.733	1.765
29.6	边导线外 16m	1.524	1.550	1.589	1.624
30.6	边导线外 17m	1.385	1.414	1.456	1.494
31.6	边导线外 18m	1.258	1.289	1.333	1.373
32.6	边导线外 19m	1.141	1.174	1.219	1.262
33.6	边导线外 20m	1.035	1.068	1.115	1.159
38.6	边导线外 25m	0.630	0.663	0.709	0.756
43.6	边导线外 30m	0.381	0.409	0.449	0.493
48.6	边导线外 35m	0.231	0.252	0.284	0.320
53.6	边导线外 40m	0.143	0.156	0.179	0.208
58.6	边导线外 45m	0.095	0.101	0.115	0.136
63.6	边导线外 50m	0.073	0.073	0.078	0.090

表 6.1-66 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）重庆段居民电磁环境达标的最小线高及磁感应

强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离（m）	距边相导线的距离（m）	导线对地 18m	导线对地 19m	导线对地 20.5m	导线对地 22.5m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-63.6	边导线外 50m	2.23	2.29	2.34	2.37
-58.6	边导线外 45m	2.72	2.82	2.89	2.93
-53.6	边导线外 40m	3.37	3.51	3.61	3.67
-48.6	边导线外 35m	4.22	4.42	4.58	4.68
-43.6	边导线外 30m	5.35	5.66	5.90	6.06
-38.6	边导线外 25m	6.87	7.36	7.75	8.01
-33.6	边导线外 20m	8.92	9.72	10.36	10.80
-32.6	边导线外 19m	9.41	10.30	11.00	11.49
-31.6	边导线外 18m	9.93	10.91	11.69	12.24
-30.6	边导线外 17m	10.49	11.56	12.43	13.04
-29.6	边导线外 16m	11.07	12.26	13.23	13.91
-28.6	边导线外 15m	11.68	13.00	14.08	14.85
-27.6	边导线外 14m	12.33	13.79	15.00	15.86
-26.6	边导线外 13m	13.02	14.63	15.98	16.94
-25.6	边导线外 12m	13.73	15.52	17.02	18.11
-24.6	边导线外 11m	14.48	16.45	18.14	19.36
-23.6	边导线外 10m	15.26	17.44	19.32	20.70
-22.6	边导线外 9m	16.07	18.47	20.57	22.13
-21.6	边导线外 8m	16.90	19.55	21.88	23.64
-20.6	边导线外 7m	17.75	20.66	23.26	25.23
-19.6	边导线外 6m	18.62	21.79	24.67	26.88
-18.6	边导线外 5m	19.49	22.95	26.12	28.59
-17.6	边导线外 4m	20.35	—	—	—
-16.6	边导线外 3m	21.21	—	—	—
-15.6	边导线外 2m	22.04	—	—	—
-14.6	边导线外 1m	22.83	—	—	—
-13.6	边导线内	23.58	—	—	—
-13	边导线内	24.00	—	—	—
-12	边导线内	24.66	—	—	—
-11	边导线内	25.25	—	—	—
-10	边导线内	25.78	—	—	—
-9	边导线内	26.23	—	—	—
-8	边导线内	26.62	—	—	—
-7	边导线内	26.94	—	—	—
-6	边导线内	27.20	—	—	—
-5	边导线内	27.40	—	—	—
-4	边导线内	27.56	—	—	—
-3	边导线内	27.67	—	—	—

-2	边导线内	27.75	—	—	—
-1	边导线内	27.80	—	—	—
0	边导线内	27.81	—	—	—
1	边导线内	27.80	—	—	—
2	边导线内	27.75	—	—	—
3	边导线内	27.67	—	—	—
4	边导线内	27.56	—	—	—
5	边导线内	27.40	—	—	—
6	边导线内	27.20	—	—	—
7	边导线内	26.94	—	—	—
8	边导线内	26.62	—	—	—
9	边导线内	26.23	—	—	—
10	边导线内	25.78	—	—	—
11	边导线内	25.25	—	—	—
12	边导线内	24.66	—	—	—
13	边导线内	24.00	—	—	—
13.6	边导线下	23.58	—	—	—
14.6	边导线外 1m	22.83	—	—	—
15.6	边导线外 2m	22.04	—	—	—
16.6	边导线外 3m	21.21	—	—	—
17.6	边导线外 4m	20.35	—	—	—
18.6	边导线外 5m	19.49	22.95	26.12	28.59
19.6	边导线外 6m	18.62	21.79	24.67	26.88
20.6	边导线外 7m	17.75	20.66	23.26	25.23
21.6	边导线外 8m	16.90	19.55	21.88	23.64
22.6	边导线外 9m	16.07	18.47	20.57	22.13
23.6	边导线外 10m	15.26	17.44	19.32	20.70
24.6	边导线外 11m	14.48	16.45	18.14	19.36
25.6	边导线外 12m	13.73	15.52	17.02	18.11
26.6	边导线外 13m	13.02	14.63	15.98	16.94
27.6	边导线外 14m	12.33	13.79	15.00	15.86
28.6	边导线外 15m	11.68	13.00	14.08	14.85
29.6	边导线外 16m	11.07	12.26	13.23	13.91
30.6	边导线外 17m	10.49	11.56	12.43	13.04
31.6	边导线外 18m	9.93	10.91	11.69	12.24
32.6	边导线外 19m	9.41	10.30	11.00	11.49
33.6	边导线外 20m	8.92	9.72	10.36	10.80
38.6	边导线外 25m	6.87	7.36	7.75	8.01
43.6	边导线外 30m	5.35	5.66	5.90	6.06
48.6	边导线外 35m	4.22	4.42	4.58	4.68
53.6	边导线外 40m	3.37	3.51	3.61	3.67
58.6	边导线外 45m	2.72	2.82	2.89	2.93
63.6	边导线外 50m	2.23	2.29	2.34	2.37

表 6.1-67 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测

单位：kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 18m	导线对地 19m	导线对地 20.5m	导线对地 22.5m	导线对地 25m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-62.3	边导线外 50m	0.077	0.075	0.078	0.089	0.105
-57.3	边导线外 45m	0.091	0.095	0.109	0.130	0.154
-52.3	边导线外 40m	0.132	0.146	0.170	0.200	0.231
-47.3	边导线外 35m	0.217	0.239	0.272	0.311	0.347
-42.3	边导线外 30m	0.366	0.395	0.436	0.481	0.521
-37.3	边导线外 25m	0.612	0.646	0.693	0.741	0.781
-32.3	边导线外 20m	1.012	1.045	1.092	1.137	1.168
-31.3	边导线外 19m	1.116	1.149	1.195	1.238	1.265
-30.3	边导线外 18m	1.231	1.261	1.306	1.347	1.371
-29.3	边导线外 17m	1.356	1.384	1.427	1.465	1.485
-28.3	边导线外 16m	1.492	1.517	1.557	1.592	1.608
-27.3	边导线外 15m	1.639	1.660	1.698	1.730	1.740
-26.3	边导线外 14m	1.797	1.815	1.849	1.877	1.883
-25.3	边导线外 13m	1.967	1.979	2.010	2.036	2.036
-24.3	边导线外 12m	2.147	2.155	2.183	2.205	2.200
-23.3	边导线外 11m	2.337	2.339	2.365	2.385	2.374
-22.3	边导线外 10m	2.536	2.532	2.556	2.575	2.560
-21.3	边导线外 9m	2.741	2.732	2.755	2.774	2.755
-20.3	边导线外 8m	2.949	2.935	2.960	2.981	2.959
-19.3	边导线外 7m	3.156	3.139	3.167	3.193	3.170
-18.3	边导线外 6m	3.358	3.338	3.374	3.407	3.386
-17.3	边导线外 5m	3.549	3.529	3.575	3.620	3.603
-16.3	边导线外 4m	3.723	—	—	—	—
-15.3	边导线外 3m	3.874	—	—	—	—
-14.3	边导线外 2m	3.994	—	—	—	—
-13.3	边导线外 1m	4.077	—	—	—	—
-12.3	边导线下	4.117	—	—	—	—
-12	边导线内	4.121	—	—	—	—
-11	边导线内	4.100	—	—	—	—
-10	边导线内	4.029	—	—	—	—
-9	边导线内	3.910	—	—	—	—
-8	边导线内	3.743	—	—	—	—
-7	边导线内	3.537	—	—	—	—
-6	边导线内	3.298	—	—	—	—
-5	边导线内	3.039	—	—	—	—
-4	边导线内	2.776	—	—	—	—
-3	边导线内	2.528	—	—	—	—
-2	边导线内	2.320	—	—	—	—

-1	边导线内	2.179	—	—	—	—
0	边导线内	2.129	—	—	—	—
1	边导线内	2.179	—	—	—	—
2	边导线内	2.320	—	—	—	—
3	边导线内	2.528	—	—	—	—
4	边导线内	2.776	—	—	—	—
5	边导线内	3.039	—	—	—	—
6	边导线内	3.298	—	—	—	—
7	边导线内	3.537	—	—	—	—
8	边导线内	3.743	—	—	—	—
9	边导线内	3.910	—	—	—	—
10	边导线内	4.029	—	—	—	—
11	边导线内	4.100	—	—	—	—
12	边导线内	4.121	—	—	—	—
12.3	边导线下	4.117	—	—	—	—
13.3	边导线外 1m	4.077	—	—	—	—
14.3	边导线外 2m	3.994	—	—	—	—
15.3	边导线外 3m	3.874	—	—	—	—
16.3	边导线外 4m	3.723	—	—	—	—
17.3	边导线外 5m	3.549	3.529	3.575	3.620	3.603
18.3	边导线外 6m	3.358	3.338	3.374	3.407	3.386
19.3	边导线外 7m	3.156	3.139	3.167	3.193	3.170
20.3	边导线外 8m	2.949	2.935	2.960	2.981	2.959
21.3	边导线外 9m	2.741	2.732	2.755	2.774	2.755
22.3	边导线外 10m	2.536	2.532	2.556	2.575	2.560
23.3	边导线外 11m	2.337	2.339	2.365	2.385	2.374
24.3	边导线外 12m	2.147	2.155	2.183	2.205	2.200
25.3	边导线外 13m	1.967	1.979	2.010	2.036	2.036
26.3	边导线外 14m	1.797	1.815	1.849	1.877	1.883
27.3	边导线外 15m	1.639	1.660	1.698	1.730	1.740
28.3	边导线外 16m	1.492	1.517	1.557	1.592	1.608
29.3	边导线外 17m	1.356	1.384	1.427	1.465	1.485
30.3	边导线外 18m	1.231	1.261	1.306	1.347	1.371
31.3	边导线外 19m	1.116	1.149	1.195	1.238	1.265
32.3	边导线外 20m	1.012	1.045	1.092	1.137	1.168
37.3	边导线外 25m	0.612	0.646	0.693	0.741	0.781
42.3	边导线外 30m	0.366	0.395	0.436	0.481	0.521
47.3	边导线外 35m	0.217	0.239	0.272	0.311	0.347
52.3	边导线外 40m	0.132	0.146	0.170	0.200	0.231
57.3	边导线外 45m	0.091	0.095	0.109	0.130	0.154
62.3	边导线外 50m	0.077	0.075	0.078	0.089	0.105

表 6.1-68 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔电磁环境达标的最低线高及磁感应强度预测结果

 单位:  $\mu\text{T}$ 

距杆塔中心距 离 (m)	距边相导线的距 离 (m)	导线对地 18m	导线对地 19m	导线对地 20.5m	导线对地 22.5m	导线对地 25m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-62.3	边导线外 50m	2.19	2.27	2.32	2.36	2.38
-57.3	边导线外 45m	2.67	2.78	2.86	2.91	2.94
-52.3	边导线外 40m	3.30	3.46	3.57	3.65	3.69
-47.3	边导线外 35m	4.13	4.35	4.53	4.64	4.70
-42.3	边导线外 30m	5.23	5.56	5.82	6.00	6.09
-37.3	边导线外 25m	6.69	7.22	7.62	7.90	8.04
-32.3	边导线外 20m	8.68	9.50	10.15	10.61	10.84
-31.3	边导线外 19m	9.15	10.05	10.77	11.28	11.53
-30.3	边导线外 18m	9.65	10.64	11.44	12.00	12.29
-29.3	边导线外 17m	10.18	11.27	12.15	12.78	13.10
-28.3	边导线外 16m	10.74	11.94	12.92	13.62	13.98
-27.3	边导线外 15m	11.33	12.65	13.75	14.52	14.92
-26.3	边导线外 14m	11.95	13.42	14.63	15.50	15.95
-25.3	边导线外 13m	12.61	14.23	15.58	16.55	17.06
-24.3	边导线外 12m	13.30	15.08	16.59	17.68	18.25
-23.3	边导线外 11m	14.03	15.99	17.67	18.89	19.54
-22.3	边导线外 10m	14.78	16.95	18.82	20.19	20.92
-21.3	边导线外 9m	15.56	17.95	20.03	21.58	22.40
-20.3	边导线外 8m	16.37	19.00	21.32	23.05	23.98
-19.3	边导线外 7m	17.20	20.08	22.66	24.61	25.66
-18.3	边导线外 6m	18.05	21.20	24.05	26.23	27.42
-17.3	边导线外 5m	18.90	22.34	25.49	27.92	29.26
-16.3	边导线外 4m	19.76	—	—	—	—
-15.3	边导线外 3m	20.60	—	—	—	—
-14.3	边导线外 2m	21.43	—	—	—	—
-13.3	边导线外 1m	22.23	—	—	—	—
-12.3	边导线下	22.99	—	—	—	—
-12	边导线内	23.21	—	—	—	—
-11	边导线内	23.90	—	—	—	—
-10	边导线内	24.54	—	—	—	—
-9	边导线内	25.11	—	—	—	—
-8	边导线内	25.61	—	—	—	—
-7	边导线内	26.04	—	—	—	—
-6	边导线内	26.41	—	—	—	—
-5	边导线内	26.71	—	—	—	—
-4	边导线内	26.94	—	—	—	—
-3	边导线内	27.12	—	—	—	—
-2	边导线内	27.25	—	—	—	—

-1	边导线内	27.32	—	—	—	—
0	边导线内	27.35	—	—	—	—
1	边导线内	27.32	—	—	—	—
2	边导线内	27.25	—	—	—	—
3	边导线内	27.12	—	—	—	—
4	边导线内	26.94	—	—	—	—
5	边导线内	26.71	—	—	—	—
6	边导线内	26.41	—	—	—	—
7	边导线内	26.04	—	—	—	—
8	边导线内	25.61	—	—	—	—
9	边导线内	25.11	—	—	—	—
10	边导线内	24.54	—	—	—	—
11	边导线内	23.90	—	—	—	—
12	边导线内	23.21	—	—	—	—
12.3	边导线下	22.99	—	—	—	—
13.3	边导线外 1m	22.23	—	—	—	—
14.3	边导线外 2m	21.43	—	—	—	—
15.3	边导线外 3m	20.60	—	—	—	—
16.3	边导线外 4m	19.76	—	—	—	—
17.3	边导线外 5m	18.90	22.34	25.49	27.92	29.26
18.3	边导线外 6m	18.05	21.20	24.05	26.23	27.42
19.3	边导线外 7m	17.20	20.08	22.66	24.61	25.66
20.3	边导线外 8m	16.37	19.00	21.32	23.05	23.98
21.3	边导线外 9m	15.56	17.95	20.03	21.58	22.40
22.3	边导线外 10m	14.78	16.95	18.82	20.19	20.92
23.3	边导线外 11m	14.03	15.99	17.67	18.89	19.54
24.3	边导线外 12m	13.30	15.08	16.59	17.68	18.25
25.3	边导线外 13m	12.61	14.23	15.58	16.55	17.06
26.3	边导线外 14m	11.95	13.42	14.63	15.50	15.95
27.3	边导线外 15m	11.33	12.65	13.75	14.52	14.92
28.3	边导线外 16m	10.74	11.94	12.92	13.62	13.98
29.3	边导线外 17m	10.18	11.27	12.15	12.78	13.10
30.3	边导线外 18m	9.65	10.64	11.44	12.00	12.29
31.3	边导线外 19m	9.15	10.05	10.77	11.28	11.53
32.3	边导线外 20m	8.68	9.50	10.15	10.61	10.84
37.3	边导线外 25m	6.69	7.22	7.62	7.90	8.04
42.3	边导线外 30m	5.23	5.56	5.82	6.00	6.09
47.3	边导线外 35m	4.13	4.35	4.53	4.64	4.70
52.3	边导线外 40m	3.30	3.46	3.57	3.65	3.69
57.3	边导线外 45m	2.67	2.78	2.86	2.91	2.94
62.3	边导线外 50m	2.19	2.27	2.32	2.36	2.38



**表 6.1-69 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果**  
单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 17m	导线对地 18m	导线对地 19.5m	导线对地 22m	导线对地 24m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-64.03	边导线外 50m	0.114	0.108	0.105	0.103	0.111
-59.03	边导线外 45m	0.132	0.129	0.131	0.138	0.152
-54.03	边导线外 40m	0.165	0.168	0.179	0.196	0.218
-49.03	边导线外 35m	0.228	0.239	0.262	0.291	0.320
-44.03	边导线外 30m	0.343	0.364	0.399	0.439	0.476
-39.03	边导线外 25m	0.542	0.574	0.622	0.671	0.715
-34.03	边导线外 20m	0.886	0.926	0.984	1.033	1.082
-33.03	边导线外 19m	0.979	1.020	1.079	1.126	1.177
-32.03	边导线外 18m	1.083	1.124	1.184	1.228	1.279
-31.03	边导线外 17m	1.197	1.239	1.299	1.339	1.391
-30.03	边导线外 16m	1.324	1.364	1.424	1.459	1.513
-29.03	边导线外 15m	1.464	1.502	1.562	1.590	1.646
-28.03	边导线外 14m	1.617	1.653	1.711	1.732	1.790
-27.03	边导线外 13m	1.784	1.817	1.874	1.886	1.946
-26.03	边导线外 12m	1.965	1.995	2.049	2.052	2.116
-25.03	边导线外 11m	2.161	2.186	2.239	2.230	2.299
-24.03	边导线外 10m	2.370	2.390	2.441	2.420	2.496
-23.03	边导线外 9m	2.591	2.606	2.657	2.622	2.707
-22.03	边导线外 8m	2.822	2.832	2.884	2.835	2.932
-21.03	边导线外 7m	3.060	3.065	3.120	3.058	3.170
-20.03	边导线外 6m	3.300	3.301	3.362	3.288	3.420
-19.03	边导线外 5m	3.536	3.536	3.606	3.522	3.678
-18.03	边导线外 4m	3.762	—	—	—	—
-17.03	边导线外 3m	3.971	—	—	—	—
-16.03	边导线外 2m	4.153	—	—	—	—
-15.03	边导线外 1m	4.301	—	—	—	—
-14.03	边导线下	4.405	—	—	—	—
-14	边导线下	4.405	—	—	—	—
-13	边导线内	4.458	—	—	—	—
-12	边导线内	4.456	—	—	—	—
-11	边导线内	4.394	—	—	—	—
-10	边导线内	4.273	—	—	—	—
-9	边导线内	4.097	—	—	—	—
-8	边导线内	3.871	—	—	—	—
-7	边导线内	3.608	—	—	—	—
-6	边导线内	3.321	—	—	—	—
-5	边导线内	3.031	—	—	—	—
-4	边导线内	2.762	—	—	—	—

-3	边导线内	2.544	—	—	—	—
-2	边导线内	2.408	—	—	—	—
-1	边导线内	2.380	—	—	—	—
0	边导线内	2.465	—	—	—	—
1	边导线内	2.646	—	—	—	—
2	边导线内	2.894	—	—	—	—
3	边导线内	3.178	—	—	—	—
4	边导线内	3.471	—	—	—	—
5	边导线内	3.749	—	—	—	—
6	边导线内	3.996	—	—	—	—
7	边导线内	4.199	—	—	—	—
8	边导线内	4.350	—	—	—	—
9	边导线内	4.443	—	—	—	—
10	边导线内	4.476	—	—	—	—
11	边导线内	4.451	—	—	—	—
11.57	边导线下	4.409	—	—	—	—
12.57	边导线外 1m	4.301	—	—	—	—
13.57	边导线外 2m	4.150	—	—	—	—
14.57	边导线外 3m	3.964	—	—	—	—
15.57	边导线外 4m	3.752	—	—	—	—
16.57	边导线外 5m	3.523	3.523	3.593	3.508	3.662
17.57	边导线外 6m	3.285	3.286	3.347	3.274	3.404
18.57	边导线外 7m	3.043	3.048	3.104	3.043	3.154
19.57	边导线外 8m	2.804	2.814	2.867	2.820	2.916
20.57	边导线外 9m	2.571	2.587	2.639	2.606	2.690
21.57	边导线外 10m	2.349	2.370	2.423	2.403	2.479
22.57	边导线外 11m	2.138	2.165	2.219	2.212	2.282
23.57	边导线外 12m	1.941	1.973	2.029	2.034	2.099
24.57	边导线外 13m	1.759	1.794	1.853	1.868	1.929
25.57	边导线外 14m	1.590	1.629	1.689	1.714	1.773
26.57	边导线外 15m	1.436	1.477	1.539	1.571	1.628
27.57	边导线外 16m	1.295	1.338	1.401	1.440	1.496
28.57	边导线外 17m	1.167	1.211	1.275	1.319	1.374
29.57	边导线外 18m	1.051	1.096	1.160	1.208	1.261
30.57	边导线外 19m	0.947	0.991	1.054	1.105	1.159
31.57	边导线外 20m	0.852	0.896	0.958	1.012	1.064
36.57	边导线外 25m	0.506	0.542	0.595	0.649	0.697
41.57	边导线外 30m	0.307	0.332	0.371	0.417	0.458
46.57	边导线外 35m	0.198	0.211	0.237	0.270	0.303
51.57	边导线外 40m	0.144	0.147	0.160	0.179	0.203
56.57	边导线外 45m	0.121	0.117	0.119	0.125	0.141
61.57	边导线外 50m	0.111	0.104	0.099	0.096	0.103

表 6.1-70 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔水平排列电磁环境达标的最低线高及磁感应强度

 预测结果 单位:  $\mu\text{T}$ 

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 17m	导线对地 18m	导线对地 19.5m	导线对地 22m	导线对地 24m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	地面 13.5m
-64.03	边导线外 50m	2.04	2.11	2.16	2.18	2.21
-59.03	边导线外 45m	2.50	2.60	2.68	2.70	2.75
-54.03	边导线外 40m	3.11	3.25	3.36	3.39	3.46
-49.03	边导线外 35m	3.91	4.12	4.28	4.33	4.43
-44.03	边导线外 30m	4.98	5.30	5.54	5.62	5.78
-39.03	边导线外 25m	6.43	6.92	7.31	7.44	7.70
-34.03	边导线外 20m	8.41	9.20	9.83	10.04	10.48
-33.03	边导线外 19m	8.89	9.76	10.45	10.69	11.18
-32.03	边导线外 18m	9.39	10.35	11.13	11.39	11.94
-31.03	边导线外 17m	9.93	10.99	11.85	12.15	12.76
-30.03	边导线外 16m	10.51	11.68	12.63	12.96	13.65
-29.03	边导线外 15m	11.11	12.41	13.48	13.85	14.61
-28.03	边导线外 14m	11.76	13.20	14.38	14.80	15.66
-27.03	边导线外 13m	12.44	14.03	15.36	15.83	16.80
-26.03	边导线外 12m	13.16	14.93	16.41	16.94	18.04
-25.03	边导线外 11m	13.93	15.88	17.54	18.13	19.38
-24.03	边导线外 10m	14.72	16.89	18.75	19.42	20.83
-23.03	边导线外 9m	15.56	17.96	20.05	20.80	22.40
-22.03	边导线外 8m	16.43	19.09	21.43	22.28	24.10
-21.03	边导线外 7m	17.33	20.28	22.89	23.86	25.92
-20.03	边导线外 6m	18.26	21.51	24.44	25.52	27.87
-19.03	边导线外 5m	19.21	22.78	26.04	27.26	29.93
-18.03	边导线外 4m	20.16	—	—	—	—
-17.03	边导线外 3m	21.12	—	—	—	—
-16.03	边导线外 2m	22.07	—	—	—	—
-15.03	边导线外 1m	22.99	—	—	—	—
-14.03	边导线下	23.88	—	—	—	—
-14	边导线下	23.88	—	—	—	—
-13	边导线内	24.72	—	—	—	—
-12	边导线内	25.49	—	—	—	—
-11	边导线内	26.20	—	—	—	—
-10	边导线内	26.83	—	—	—	—
-9	边导线内	27.38	—	—	—	—
-8	边导线内	27.84	—	—	—	—
-7	边导线内	28.23	—	—	—	—
-6	边导线内	28.54	—	—	—	—
-5	边导线内	28.79	—	—	—	—
-4	边导线内	28.97	—	—	—	—

-3	边导线内	29.09	—	—	—	—
-2	边导线内	29.16	—	—	—	—
-1	边导线内	29.17	—	—	—	—
0	边导线内	29.14	—	—	—	—
1	边导线内	29.06	—	—	—	—
2	边导线内	28.91	—	—	—	—
3	边导线内	28.71	—	—	—	—
4	边导线内	28.45	—	—	—	—
5	边导线内	28.10	—	—	—	—
6	边导线内	27.69	—	—	—	—
7	边导线内	27.19	—	—	—	—
8	边导线内	26.60	—	—	—	—
9	边导线内	25.94	—	—	—	—
10	边导线内	25.20	—	—	—	—
11	边导线内	24.40	—	—	—	—
11.57	边导线下	23.88	—	—	—	—
12.57	边导线外 1m	22.99	—	—	—	—
13.57	边导线外 2m	22.06	—	—	—	—
14.57	边导线外 3m	21.11	—	—	—	—
15.57	边导线外 4m	20.15	—	—	—	—
16.57	边导线外 5m	19.19	22.76	26.01	27.23	29.89
17.57	边导线外 6m	18.24	21.48	24.40	25.48	27.82
18.57	边导线外 7m	17.31	20.25	22.86	23.81	25.87
19.57	边导线外 8m	16.40	19.06	21.39	22.24	24.05
20.57	边导线外 9m	15.53	17.93	20.01	20.76	22.35
21.57	边导线外 10m	14.69	16.86	18.71	19.37	20.78
22.57	边导线外 11m	13.89	15.84	17.50	18.09	19.32
23.57	边导线外 12m	13.13	14.89	16.37	16.89	17.98
24.57	边导线外 13m	12.41	13.99	15.31	15.78	16.75
25.57	边导线外 14m	11.72	13.15	14.33	14.75	15.61
26.57	边导线外 15m	11.07	12.37	13.43	13.80	14.56
27.57	边导线外 16m	10.47	11.63	12.58	12.91	13.59
28.57	边导线外 17m	9.89	10.95	11.80	12.10	12.71
29.57	边导线外 18m	9.35	10.31	11.08	11.34	11.89
30.57	边导线外 19m	8.84	9.71	10.40	10.64	11.13
31.57	边导线外 20m	8.37	9.15	9.78	9.99	10.43
36.57	边导线外 25m	6.38	6.88	7.26	7.39	7.65
41.57	边导线外 30m	4.93	5.25	5.49	5.57	5.74
46.57	边导线外 35m	3.87	4.07	4.23	4.28	4.39
51.57	边导线外 40m	3.07	3.21	3.32	3.35	3.42
56.57	边导线外 45m	2.47	2.57	2.64	2.66	2.71
61.57	边导线外 50m	2.01	2.08	2.13	2.14	2.18

**表 6.1-71 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果**      单位：kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 12m	导线对地 22m	导线对地 23m	导线对地 24m	导线对地 26m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-65.6	边导线外 50m	0.344	0.503	0.511	0.516	0.527
-60.6	边导线外 45m	0.440	0.622	0.630	0.634	0.642
-55.6	边导线外 40m	0.575	0.779	0.785	0.787	0.791
-50.6	边导线外 35m	0.771	0.989	0.991	0.988	0.985
-45.6	边导线外 30m	1.066	1.268	1.262	1.254	1.237
-40.6	边导线外 25m	1.526	1.638	1.620	1.603	1.567
-35.6	边导线外 20m	2.275	2.114	2.076	2.052	1.991
-34.6	边导线外 19m	2.477	2.222	2.179	2.155	2.089
-33.6	边导线外 18m	2.701	2.333	2.286	2.261	2.190
-32.6	边导线外 17m	2.949	2.447	2.395	2.372	2.296
-31.6	边导线外 16m	3.224	2.564	2.507	2.485	2.405
-30.6	边导线外 15m	3.530	2.682	2.621	2.601	2.517
-29.6	边导线外 14m	3.868	2.801	2.735	2.720	2.633
-28.6	边导线外 13m	4.241	2.918	2.849	2.839	2.750
-27.6	边导线外 12m	4.650	3.033	2.960	2.958	2.870
-26.6	边导线外 11m	5.096	3.144	3.069	3.076	2.989
-25.6	边导线外 10m	5.578	3.249	3.172	3.191	3.107
-24.6	边导线外 9m	6.093	3.345	3.268	3.301	3.223
-23.6	边导线外 8m	6.632	3.430	3.354	3.403	3.334
-22.6	边导线外 7m	7.185	3.502	3.429	3.497	3.439
-21.6	边导线外 6m	7.734	3.558	3.490	3.578	3.535
-20.6	边导线外 5m	8.255	3.595	3.535	3.646	3.621
-19.6	边导线外 4m	8.719	3.612	—	—	—
-18.6	边导线外 3m	9.092	3.608	—	—	—
-17.6	边导线外 2m	9.341	3.580	—	—	—
-16.6	边导线外 1m	9.438	3.529	—	—	—
-15.6	边导线下	9.364	3.456	—	—	—
-15	边导线内	9.236	3.401	—	—	—
-14	边导线内	8.892	3.294	—	—	—
-13	边导线内	8.410	3.171	—	—	—
-12	边导线内	7.835	3.035	—	—	—
-11	边导线内	7.227	2.891	—	—	—
-10	边导线内	6.657	2.744	—	—	—
-9	边导线内	6.200	2.601	—	—	—
-8	边导线内	5.926	2.467	—	—	—
-7	边导线内	5.877	2.346	—	—	—
-6	边导线内	6.047	2.243	—	—	—
-5	边导线内	6.385	2.160	—	—	—

-4	边导线内	6.811	2.096	—	—	—
-3	边导线内	7.245	2.050	—	—	—
-2	边导线内	7.611	2.020	—	—	—
-1	边导线内	7.856	2.003	—	—	—
0	边导线内	7.941	1.998	—	—	—
1	边导线内	7.856	2.003	—	—	—
2	边导线内	7.611	2.020	—	—	—
3	边导线内	7.245	2.050	—	—	—
4	边导线内	6.811	2.096	—	—	—
5	边导线内	6.385	2.160	—	—	—
6	边导线内	6.047	2.243	—	—	—
7	边导线内	5.877	2.346	—	—	—
8	边导线内	5.926	2.467	—	—	—
9	边导线内	6.200	2.601	—	—	—
10	边导线内	6.657	2.744	—	—	—
11	边导线内	7.227	2.891	—	—	—
12	边导线内	7.835	3.035	—	—	—
13	边导线内	8.410	3.171	—	—	—
14	边导线内	8.892	3.294	—	—	—
15	边导线内	9.236	3.401	—	—	—
15.6	边导线下	9.364	3.456	—	—	—
16.6	边导线外 1m	9.438	3.529	—	—	—
17.6	边导线外 2m	9.341	3.580	—	—	—
18.6	边导线外 3m	9.092	3.608	—	—	—
19.6	边导线外 4m	8.719	3.612	—	—	—
20.6	边导线外 5m	8.255	3.595	3.535	3.646	3.621
21.6	边导线外 6m	7.734	3.558	3.490	3.578	3.535
22.6	边导线外 7m	7.185	3.502	3.429	3.497	3.439
23.6	边导线外 8m	6.632	3.430	3.354	3.403	3.334
24.6	边导线外 9m	6.093	3.345	3.268	3.301	3.223
25.6	边导线外 10m	5.578	3.249	3.172	3.191	3.107
26.6	边导线外 11m	5.096	3.144	3.069	3.076	2.989
27.6	边导线外 12m	4.650	3.033	2.960	2.958	2.870
28.6	边导线外 13m	4.241	2.918	2.849	2.839	2.750
29.6	边导线外 14m	3.868	2.801	2.735	2.720	2.633
30.6	边导线外 15m	3.530	2.682	2.621	2.601	2.517
31.6	边导线外 16m	3.224	2.564	2.507	2.485	2.405
32.6	边导线外 17m	2.949	2.447	2.395	2.372	2.296
33.6	边导线外 18m	2.701	2.333	2.286	2.261	2.190
34.6	边导线外 19m	2.477	2.222	2.179	2.155	2.089
35.6	边导线外 20m	2.275	2.114	2.076	2.052	1.991
40.6	边导线外 25m	1.526	1.638	1.620	1.603	1.567
45.6	边导线外 30m	1.066	1.268	1.262	1.254	1.237
50.6	边导线外 35m	0.771	0.989	0.991	0.988	0.985
55.6	边导线外 40m	0.575	0.779	0.785	0.787	0.791

60.6	边导线外 45m	0.440	0.622	0.630	0.634	0.642
65.6	边导线外 50m	0.344	0.503	0.511	0.516	0.527

表 6.1-72 500kV 单回水平排列线路 (20mm 冰区) 电磁环境达标的最低线高及磁感应强度预测结果 单位:  $\mu\text{T}$

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 12m	导线对地 22m	导线对地 23m	导线对地 24m	导线对地 26m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-65.6	边导线外 50m	4.52	4.17	4.25	4.33	4.36
-60.6	边导线外 45m	5.32	4.84	4.96	5.06	5.11
-55.6	边导线外 40m	6.37	5.69	5.84	5.99	6.06
-50.6	边导线外 35m	7.76	6.75	6.97	7.19	7.30
-45.6	边导线外 30m	9.66	8.11	8.45	8.77	8.93
-40.6	边导线外 25m	12.35	9.87	10.38	10.89	11.15
-35.6	边导线外 20m	16.32	12.13	12.94	13.77	14.20
-34.6	边导线外 19m	17.33	12.66	13.54	14.46	14.94
-33.6	边导线外 18m	18.43	13.21	14.17	15.20	15.72
-32.6	边导线外 17m	19.64	13.78	14.84	15.97	16.56
-31.6	边导线外 16m	20.96	14.38	15.55	16.80	17.46
-30.6	边导线外 15m	22.40	15.01	16.29	17.68	18.41
-29.6	边导线外 14m	23.98	15.66	17.06	18.60	19.43
-28.6	边导线外 13m	25.71	16.34	17.87	19.58	20.50
-27.6	边导线外 12m	27.61	17.04	18.72	20.61	21.63
-26.6	边导线外 11m	29.68	17.76	19.59	21.68	22.83
-25.6	边导线外 10m	31.93	18.50	20.50	22.80	24.08
-24.6	边导线外 9m	34.38	19.25	21.42	23.96	25.38
-23.6	边导线外 8m	37.01	20.01	22.37	25.15	26.72
-22.6	边导线外 7m	39.81	20.78	23.33	26.37	28.10
-21.6	边导线外 6m	42.77	21.56	24.30	27.60	29.51
-20.6	边导线外 5m	45.83	22.33	25.27	28.84	30.92
-19.6	边导线外 4m	48.94	23.09	—	—	—
-18.6	边导线外 3m	52.00	23.83	—	—	—
-17.6	边导线外 2m	54.94	24.55	—	—	—
-16.6	边导线外 1m	57.65	25.25	—	—	—
-15.6	边导线下	60.05	25.91	—	—	—
-15	边导线内	61.32	26.29	—	—	—
-14	边导线内	63.11	26.90	—	—	—
-13	边导线内	64.53	27.46	—	—	—
-12	边导线内	65.59	27.98	—	—	—
-11	边导线内	66.37	28.45	—	—	—
-10	边导线内	66.93	28.88	—	—	—
-9	边导线内	67.35	29.26	—	—	—
-8	边导线内	67.69	29.60	—	—	—
-7	边导线内	68.00	29.89	—	—	—



-6	边导线内	68.31	30.14	—	—	—
-5	边导线内	68.63	30.35	—	—	—
-4	边导线内	68.96	30.52	—	—	—
-3	边导线内	69.27	30.65	—	—	—
-2	边导线内	69.52	30.74	—	—	—
-1	边导线内	69.69	30.79	—	—	—
0	边导线内	69.75	30.81	—	—	—
1	边导线内	69.69	30.79	—	—	—
2	边导线内	69.52	30.74	—	—	—
3	边导线内	69.27	30.65	—	—	—
4	边导线内	68.96	30.52	—	—	—
5	边导线内	68.63	30.35	—	—	—
6	边导线内	68.31	30.14	—	—	—
7	边导线内	68.00	29.89	—	—	—
8	边导线内	67.69	29.60	—	—	—
9	边导线内	67.35	29.26	—	—	—
10	边导线内	66.93	28.88	—	—	—
11	边导线内	66.37	28.45	—	—	—
12	边导线内	65.59	27.98	—	—	—
13	边导线内	64.53	27.46	—	—	—
14	边导线内	63.11	26.90	—	—	—
15	边导线内	61.32	26.29	—	—	—
15.6	边导线下	60.05	25.91	—	—	—
16.6	边导线外 1m	57.65	25.25	—	—	—
17.6	边导线外 2m	54.94	24.55	—	—	—
18.6	边导线外 3m	52.00	23.83	—	—	—
19.6	边导线外 4m	48.94	23.09	—	—	—
20.6	边导线外 5m	45.83	22.33	25.27	28.84	30.92
21.6	边导线外 6m	42.77	21.56	24.30	27.60	29.51
22.6	边导线外 7m	39.81	20.78	23.33	26.37	28.10
23.6	边导线外 8m	37.01	20.01	22.37	25.15	26.72
24.6	边导线外 9m	34.38	19.25	21.42	23.96	25.38
25.6	边导线外 10m	31.93	18.50	20.50	22.80	24.08
26.6	边导线外 11m	29.68	17.76	19.59	21.68	22.83
27.6	边导线外 12m	27.61	17.04	18.72	20.61	21.63
28.6	边导线外 13m	25.71	16.34	17.87	19.58	20.50
29.6	边导线外 14m	23.98	15.66	17.06	18.60	19.43
30.6	边导线外 15m	22.40	15.01	16.29	17.68	18.41
31.6	边导线外 16m	20.96	14.38	15.55	16.80	17.46
32.6	边导线外 17m	19.64	13.78	14.84	15.97	16.56
33.6	边导线外 18m	18.43	13.21	14.17	15.20	15.72
34.6	边导线外 19m	17.33	12.66	13.54	14.46	14.94
35.6	边导线外 20m	16.32	12.13	12.94	13.77	14.20
40.6	边导线外 25m	12.35	9.87	10.38	10.89	11.15
45.6	边导线外 30m	9.66	8.11	8.45	8.77	8.93

50.6	边导线外 35m	7.76	6.75	6.97	7.19	7.30
55.6	边导线外 40m	6.37	5.69	5.84	5.99	6.06
60.6	边导线外 45m	5.32	4.84	4.96	5.06	5.11
65.6	边导线外 50m	4.52	4.17	4.25	4.33	4.36

表 6.1-73 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测

结果 单位：kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 19.5m	导线对地 20.5m	导线对地 22m	导线对地 24m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-59.15	边导线外 50m	0.281	0.361	0.368	0.377	0.387
-54.15	边导线外 45m	0.349	0.452	0.459	0.469	0.478
-49.15	边导线外 40m	0.445	0.576	0.584	0.592	0.600
-44.15	边导线外 35m	0.589	0.749	0.755	0.761	0.765
-39.15	边导线外 30m	0.813	0.994	0.996	0.995	0.991
-34.15	边导线外 25m	1.182	1.342	1.334	1.321	1.302
-29.15	边导线外 20m	1.824	1.828	1.803	1.770	1.729
-28.15	边导线外 19m	2.005	1.945	1.915	1.877	1.831
-27.15	边导线外 18m	2.209	2.067	2.033	1.990	1.939
-26.15	边导线外 17m	2.440	2.196	2.156	2.109	2.054
-25.15	边导线外 16m	2.701	2.329	2.284	2.234	2.174
-24.15	边导线外 15m	2.996	2.468	2.418	2.364	2.301
-23.15	边导线外 14m	3.330	2.610	2.555	2.498	2.433
-22.15	边导线外 13m	3.706	2.754	2.694	2.636	2.570
-21.15	边导线外 12m	4.128	2.898	2.835	2.777	2.712
-20.15	边导线外 11m	4.600	3.040	2.974	2.919	2.857
-19.15	边导线外 10m	5.122	3.176	3.109	3.059	3.003
-18.15	边导线外 9m	5.693	3.304	3.237	3.196	3.149
-17.15	边导线外 8m	6.307	3.419	3.355	3.326	3.292
-16.15	边导线外 7m	6.951	3.517	3.459	3.446	3.430
-15.15	边导线外 6m	7.606	3.594	3.545	3.552	3.558
-14.15	边导线外 5m	8.241	3.644	3.608	3.640	3.672
-13.15	边导线外 4m	8.815	3.664	—	—	—
-12.15	边导线外 3m	9.279	3.650	—	—	—
-11.15	边导线外 2m	9.580	3.598	—	—	—
-10.15	边导线外 1m	9.669	3.507	—	—	—
-9.15	边导线下	9.514	3.377	—	—	—
-9	边导线内	9.484	3.361	—	—	—
-8	边导线内	9.049	3.189	—	—	—
-7	边导线内	8.378	2.981	—	—	—
-6	边导线内	7.509	2.746	—	—	—
-5	边导线内	6.497	2.493	—	—	—
-4	边导线内	5.402	2.234	—	—	—
-3	边导线内	4.292	1.991	—	—	—

-2	边导线内	3.259	1.787	—	—	—
-1	边导线内	2.482	1.655	—	—	—
0	边导线内	2.277	1.623	—	—	—
1	边导线内	2.779	1.696	—	—	—
2	边导线内	3.701	1.859	—	—	—
3	边导线内	4.780	2.080	—	—	—
4	边导线内	5.889	2.330	—	—	—
5	边导线内	6.950	2.586	—	—	—
6	边导线内	7.897	2.830	—	—	—
7	边导线内	8.674	3.051	—	—	—
8	边导线内	9.233	3.241	—	—	—
8.65	边导线下	9.449	3.338	—	—	—
9.65	边导线外 1m	9.606	3.469	—	—	—
10.65	边导线外 2m	9.519	3.560	—	—	—
11.65	边导线外 3m	9.220	3.612	—	—	—
12.65	边导线外 4m	8.758	3.627	—	—	—
13.65	边导线外 5m	8.186	3.607	3.572	3.606	3.641
14.65	边导线外 6m	7.553	3.557	3.510	3.519	3.526
15.65	边导线外 7m	6.900	3.481	3.425	3.413	3.399
16.65	边导线外 8m	6.258	3.384	3.322	3.294	3.262
17.65	边导线外 9m	5.646	3.270	3.204	3.165	3.120
18.65	边导线外 10m	5.078	3.143	3.077	3.029	2.975
19.65	边导线外 11m	4.558	3.008	2.943	2.889	2.829
20.65	边导线外 12m	4.089	2.867	2.805	2.748	2.685
21.65	边导线外 13m	3.670	2.724	2.665	2.608	2.544
22.65	边导线外 14m	3.296	2.581	2.527	2.471	2.408
23.65	边导线外 15m	2.965	2.440	2.391	2.338	2.276
24.65	边导线外 16m	2.672	2.303	2.258	2.209	2.151
25.65	边导线外 17m	2.413	2.170	2.131	2.085	2.031
26.65	边导线外 18m	2.185	2.043	2.009	1.967	1.917
27.65	边导线外 19m	1.983	1.921	1.892	1.855	1.810
28.65	边导线外 20m	1.804	1.806	1.781	1.749	1.709
33.65	边导线外 25m	1.169	1.324	1.317	1.304	1.285
38.65	边导线外 30m	0.806	0.980	0.982	0.982	0.977
43.65	边导线外 35m	0.585	0.739	0.745	0.751	0.754
48.65	边导线外 40m	0.444	0.568	0.575	0.584	0.592
53.65	边导线外 45m	0.348	0.446	0.453	0.462	0.471
58.65	边导线外 50m	0.281	0.357	0.363	0.372	0.381

表 6.1-74 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）电磁环境达标的最小线高及磁感应强度预测结果 单位：μT

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 19.5m	导线对地 20.5m	导线对地 22m	导线对地 24m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-59.15	边导线外 50m	3.35	3.11	3.18	3.22	3.25

-54.15	边导线外 45m	4.00	3.66	3.75	3.81	3.85
-49.15	边导线外 40m	4.84	4.35	4.48	4.57	4.63
-44.15	边导线外 35m	5.98	5.25	5.44	5.58	5.67
-39.15	边导线外 30m	7.57	6.43	6.72	6.93	7.07
-34.15	边导线外 25m	9.88	7.99	8.45	8.79	9.02
-29.15	边导线外 20m	13.36	10.09	10.84	11.42	11.81
-28.15	边导线外 19m	14.27	10.58	11.41	12.06	12.50
-27.15	边导线外 18m	15.27	11.11	12.03	12.75	13.25
-26.15	边导线外 17m	16.36	11.66	12.68	13.49	14.05
-25.15	边导线外 16m	17.57	12.24	13.38	14.29	14.92
-24.15	边导线外 15m	18.90	12.86	14.12	15.14	15.86
-23.15	边导线外 14m	20.38	13.50	14.90	16.05	16.86
-22.15	边导线外 13m	22.01	14.18	15.73	17.02	17.94
-21.15	边导线外 12m	23.82	14.88	16.61	18.05	19.09
-20.15	边导线外 11m	25.82	15.61	17.52	19.15	20.32
-19.15	边导线外 10m	28.03	16.37	18.48	20.30	21.63
-18.15	边导线外 9m	30.45	17.14	19.47	21.50	23.01
-17.15	边导线外 8m	33.10	17.93	20.50	22.76	24.45
-16.15	边导线外 7m	35.96	18.73	21.54	24.05	25.95
-15.15	边导线外 6m	39.02	19.53	22.59	25.36	27.48
-14.15	边导线外 5m	42.23	20.32	23.65	26.68	29.03
-13.15	边导线外 4m	45.52	21.11	—	—	—
-12.15	边导线外 3m	48.79	21.86	—	—	—
-11.15	边导线外 2m	51.92	22.59	—	—	—
-10.15	边导线外 1m	54.79	23.28	—	—	—
-9.15	边导线下	57.27	23.91	—	—	—
-9	边导线内	57.49	23.97	—	—	—
-8	边导线内	59.45	24.55	—	—	—
-7	边导线内	60.93	25.06	—	—	—
-6	边导线内	61.95	25.51	—	—	—
-5	边导线内	62.58	25.88	—	—	—
-4	边导线内	62.93	26.19	—	—	—
-3	边导线内	63.08	26.42	—	—	—
-2	边导线内	63.12	26.58	—	—	—
-1	边导线内	63.12	26.67	—	—	—
0	边导线内	63.10	26.68	—	—	—
1	边导线内	63.08	26.62	—	—	—
2	边导线内	63.03	26.49	—	—	—
3	边导线内	62.91	26.29	—	—	—
4	边导线内	62.64	26.02	—	—	—
5	边导线内	62.14	25.67	—	—	—
6	边导线内	61.31	25.26	—	—	—
7	边导线内	60.06	24.77	—	—	—
8	边导线内	58.34	24.23	—	—	—

8.65	边导线下	57.07	23.87	—	—	—
9.65	边导线外 1m	54.60	23.23	—	—	—
10.65	边导线外 2m	51.74	22.55	—	—	—
11.65	边导线外 3m	48.62	21.82	—	—	—
12.65	边导线外 4m	45.36	21.06	—	—	—
13.65	边导线外 5m	42.09	20.28	23.59	26.61	28.95
14.65	边导线外 6m	38.89	19.49	22.54	25.29	27.41
15.65	边导线外 7m	35.84	18.69	21.49	23.98	25.88
16.65	边导线外 8m	32.99	17.89	20.44	22.70	24.39
17.65	边导线外 9m	30.36	17.10	19.43	21.45	22.95
18.65	边导线外 10m	27.95	16.33	18.44	20.25	21.57
19.65	边导线外 11m	25.75	15.58	17.48	19.10	20.27
20.65	边导线外 12m	23.76	14.85	16.57	18.01	19.05
21.65	边导线外 13m	21.96	14.15	15.70	16.98	17.90
22.65	边导线外 14m	20.33	13.48	14.87	16.01	16.82
23.65	边导线外 15m	18.86	12.83	14.09	15.11	15.82
24.65	边导线外 16m	17.53	12.22	13.35	14.26	14.89
25.65	边导线外 17m	16.32	11.64	12.66	13.47	14.02
26.65	边导线外 18m	15.23	11.09	12.00	12.73	13.22
27.65	边导线外 19m	14.24	10.56	11.39	12.04	12.48
28.65	边导线外 20m	13.34	10.07	10.82	11.39	11.79
33.65	边导线外 25m	9.86	7.98	8.44	8.78	9.00
38.65	边导线外 30m	7.56	6.42	6.71	6.92	7.06
43.65	边导线外 35m	5.98	5.24	5.43	5.57	5.66
48.65	边导线外 40m	4.84	4.35	4.48	4.57	4.63
53.65	边导线外 45m	3.99	3.66	3.75	3.81	3.85
58.65	边导线外 50m	3.35	3.11	3.18	3.22	3.25

## 6.1.5 交叉跨越和并行线路环境影响分析

### 6.1.5.1 交叉跨越

#### (1) 与 500kV 交流线路交叉跨

本项目输电线路与既有输电线路交叉跨越时相互间距按照《110~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求设计。

本项目输电线路主要交叉跨越情况见表 3.1-8。本项目同塔双回线路在重庆市綦江区三角镇、隆盛镇跨越蟠龙抽蓄-隆盛 500kV 单回线路，交叉跨越处无环境敏感目标，属于非居民区。针对交叉跨越点的电磁环境影响，本工程采用模式预测的方式对 500kV 交流线路与 500kV 交流线路交叉跨越通过时的电磁环境影响进行分析。

根据输电线路电磁环境理论，对于同一条输电线路，其下导线对地高度越低，线下工频电场强度、工频磁感应强度越大。因此对于被跨越（钻越）输电线路，选取导线对

地高度相对较低的交叉跨越点处进行预测，可以更为保守的反映本项目线路与其他线路交叉跨越时的叠加电磁环境影响。

对本项目线路跨越既有线路的叠加电磁环境影响分析采用的预测方法为：采用本项目线路在交叉跨越点处工频电场强度、工频磁感应强度的理论计算最大值与被跨越线路现状监测值叠加得出。交叉跨越预测参数及预测结果见下表。

本次评价采用现状线路实际监测和拟建线路模式预测相结合的方法对 500kV 交流线路交叉跨越进行电磁环境影响评价，将拟建线路在最低线高处的模式预测值与被跨越线路现状监测值叠加得出直接算术相加，保守估计交跨处工频电磁场强度，并进行评价。交叉跨越预测参数及预测结果见下表。

表 6.1-75 本项目线路与既有线路交叉跨越时预测参数

序号	被跨越线路			本项目新建线路			
	名称	塔型及排列方式	对地高度 (m)	塔型及排列方式	对地高度 (m)	导线型号	塔型、架设方式及导线排列方式
1	跨越 500kV 蟠龙抽蓄-隆盛线路	单回水平	45	同塔双回	11	JL3/G1A-630/45	

表 6.1-76 本项目线路与其他既有线路交叉跨越时电磁环境的影响预测结果

编号	位置	数值类别	电磁环境	
			工频电场强度 (kV/m)	工频磁感应强度 (μT)
1	跨越 500kV 蟠龙抽蓄-隆盛线路	被跨越线路现状监测值	0.195	3.58
		本项目线路理论计算值	9.640	55.51
		预测值	9.835	59.09
标准限值 (非居民区)			10kV/m	100μT

根据现场调查，在本项目线路与其他既有线路交叉跨越处评价范围内无居民敏感目标分布，因此本项目输电线路与其它既有线路交叉跨越不存在对居民敏感目标的影响。

由上表可以看出，本项目线路与其他线路交叉跨越处的工频电场强度满足耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所电场强度控制限值 10kV/m 要求，工频磁感应强度满足公众暴露控制限值 100μT 要求。

本项目新建线路选取的理论预测值为设计规范要求的最低对地 11m，经与设计沟通，实际跨越处导线线高度远大于 11m，但预测中仍采用 11m 的最低线高进行叠加预测，且采用算术叠加这种最为保守的预测情况下，耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等非居民区场所电场强度仍低于 10kV/m，因此在所有条件最不利的情况下，交叉跨越处的电磁环境仍满足相关要求，因此实际电磁环境影响满足相关要求。

## (2) 500kV 交流线路与 $\pm 800$ kV 直流线路交叉跨越

交流线路的电磁环境影响因子工频电场、工频磁场不会与直流线路的影响因子合成电场产生叠加。直流线路的影响因子合成场强也不会对交流线路的工频电场、工频磁场影响因子产生影响。因此，本工程交流线路交跨直流线路时，交叉跨越处地面附近的工频电场、工频磁场和合成场强基本维持交直流线路单独运行时的影响程度和范围。

### 6.1.5.2 并行线路

#### (1) 并行线路电磁环境影响分析

本工程两回 500kV 输电线路在 10mm 冰区和 20mm 冰区涉及单回并行，并行线路长度为  $2 \times 7.6$ km(贵州  $2 \times 7.5$ km，重庆  $2 \times 0.1$ km)。新建 500kV 单回并行线路最小并行间距约 45m（中对中最小间距）。本环评对单回并行线路采用类比分析与模式预测的方式进行电磁环境影响分析。

#### (2) 类比分析

##### 1) 类比对象

通过查找和收集相关资料，暂未找到中心线间距小于 45m 的 500kV 单回并行线路。本工程中心线间距 45m 是根据设计提供的资料在 cad 图上测得的水平间距，项目实际建成后由于地形、高差、施工条件以及考虑线路安全运行、维护的因素，中心线间距往往大于 45m。根据输电线路电压等级、架线型式、环境条件和运行工况等选取类比对象，新建单回并行线路选择 500kV 十樊 I、十樊 II 回并行线路作为类比对象。

类比输电线路的规模及环境条件详见表 6.1-77。

表 6.1-77 本工程输电线路与类比对象情况对比

项目	本工程线路	500kV 十樊 I、十樊 II 回线路
电压等级 (kV)	500	500
架设型式	单回并行	单回并行
并行间距	约 45m（中心线之间最小距离）	67m（中心线之间距离）
导线排列方式	水平	水平
相序	CAB/BCA	CBA/ABC
导线型号	JL3/G1A-630/45（JL/LB20A-630/45）	JL3/G1A-500/45
导线分裂数	4	4
分裂间距	500mm	450mm
导线外径	33.8mm	30.0mm



导线对地距离	11m <sup>①</sup> /14m（设计最小值）	十樊Ⅰ回：32m 十樊Ⅱ回：19m
所在区域	贵州	湖北
环境条件	平地、丘陵，农村	平地、丘陵，农村
运行电压	500kV	十樊Ⅰ回：533.79kV 十樊Ⅱ回：534.61kV
运行电流	3646A <sup>②</sup>	十樊Ⅰ回：261.60A 十樊Ⅱ回：246.60A <sup>③</sup>
运行工况	/	电电压已达到设计额定电压等级，线路运行正常

①架空输电线路经过非居民区（耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）导线对地最小距离为 11m 时，输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。

②本工程新建线路的电压采用设计电压，电流采用设计最大允许输送电流。

③类比线路监测期间电流较本工程设计最大允许输送电流小，类比线路设计电流约为 3600A，电流主要影响工频磁场，在达到设计电流情况下，类比线路最大磁感应强度约为 17μT（ $3600 \div 246.6 \times 1.16$ ），小于 100μT。

## 2）类比对象可比性分析

类比对象依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中的类比要求和《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）HJ681-2013》中的监测技术要求选择。

由表 6.1-77 可知，并行线路类比对象 500kV 十樊Ⅰ、十樊Ⅱ回线路与本工程新建线路在电压等级、架设方式（均为并行单回）、导线分裂数等方面一致；导线型号、导线外径存在不同。本工程导线外径与类比对象十樊Ⅰ、Ⅱ回导线外径略有差异，但导线外径对工频电磁场的影响相对有限。并行类比线路的并行间距大于本工程线路并行间距；本次所选类比线路架设高度与本工程输电线路存在一定差异，即类比线路架设高度为实际架设高度，环评阶段本工程输电线路架设高度为《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中规定的导线对地最低理论高度，实际架设时，由于本工程涉及区域地形主要为山地及丘陵，塔基多位于山坡上，铁塔经山包等自然地形抬升后导线对地实际高度一般会大于最低理论高度，可与类比线路导线对地高度相当。因此，类比线路的电磁环境监测结果基本能反映本工程输电线路建成投运后可能产生的电磁环境影响水平，具有可比性。

考虑到类比对象与本工程线路设计情况的差异，本环评进行了电磁模式验证性计算。

## 3）监测项目

离地面 1.5m 高度处的工频电场、工频磁场。

4) 监测布点

以十樊Ⅰ回线路边相导线对地投影点为起点，沿垂直于线路方向向十樊Ⅱ回线路进行。每间隔 5m 布设 1 个测点，监测至十樊Ⅱ回线路边导线外 50m 处。

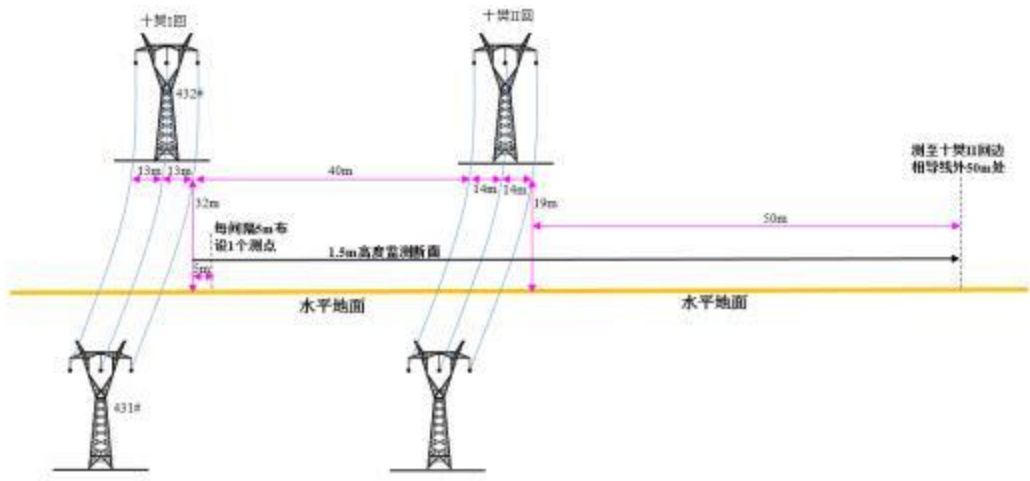


图 6.1-62 500kV 十樊Ⅰ、十樊Ⅱ回并行线路电磁环境监测断面示意图

5) 监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

6) 监测单位及测量仪器

监测单位为武汉中电工程检测有限公司，监测仪器见表 6.1-78。

表 6.1-78 监测所用仪器名称、型号以及检定情况一览表

名称	设备型号	量程范围	校准证书编号	校准单位	有效期
电磁环境监测仪器	SEM-600/LF-04	工频电场强度： 0.1V/m~200kV/m 工频磁感应强度： 1nT~10mT	CEPRI-DC(JZ)- 2019-036	中国电力科学研究院有限公司	2019.08.02~2020.08.01

7) 监测环境及运行工况

监测时的环境和运行工况见表 6.1-79。

表 6.1-79 监测环境及运行工况

监测点位	十樊Ⅰ回、十樊Ⅱ回单回并行线路，十樊Ⅰ回边相导线弧垂最低点处垂直于线路方向上
导线弧垂对地线高	32m、19m
监测时间	2019 年 8 月 22 日
监测气象条件	多云，温度为 30.2~32.7℃、湿度 54.3~63.8%、风速 0.2~2.4m/s

监测时运行参数	十樊Ⅰ回：电压 533.79kV、电流 261.60A、有功功率 233.07MW、无功功率 59.82MVar 十樊Ⅱ回：电压 534.61kV、电流 246.60A、有功功率 226.28MW、无功功率 60.89MVar
监测点周围环境	监测断面处为农田，地势平坦，四周无树木、建筑物等干扰物，符合监测技术条件要求。

## 8) 监测结果

类比线路监测结果见表 6.1-80。

表 6.1-80 500kV 十樊Ⅰ、十樊Ⅱ回并行线路电磁环境类比监测结果（单回并行）

监测点位	工频电场强度 (V/m)	磁感应强度 ( $\mu$ T)
十樊Ⅰ回边相导线下	1143	0.23
距十樊Ⅰ回边相导线 5m、距十樊Ⅱ回边相导线 35m	1429	0.15
距十樊Ⅰ回边相导线 10m、距十樊Ⅱ回边相导线 30m	1072	0.13
距十樊Ⅰ回边相导线 15m、距十樊Ⅱ回边相导线 25m	1119	0.16
距十樊Ⅰ回边相导线 20m、距十樊Ⅱ回边相导线 20m	1692	0.22
距十樊Ⅰ回边相导线 25m、距十樊Ⅱ回边相导线 15m	2874	0.36
距十樊Ⅰ回边相导线 30m、距十樊Ⅱ回边相导线 10m	4049①	0.53
距十樊Ⅰ回边相导线 35m、距十樊Ⅱ回边相导线 5m	5073	0.83
十樊Ⅱ回边相导线下	4765	0.90
十樊Ⅱ回边相导线内、距十樊Ⅱ回中心线 10m	4164	0.94
十樊Ⅱ回边相导线内、距十樊Ⅱ回中心线 5m	2470	1.03
十樊Ⅱ回中心线下	2156	1.16
十樊Ⅱ回边相导线内、距十樊Ⅱ回中心线 5m	3008	0.98
十樊Ⅱ回边相导线内、距十樊Ⅱ回中心线 10m	4814	0.92
十樊Ⅱ回边相导线下	4346	1.02
距十樊Ⅱ回边相导线 5m	4456	0.74
距十樊Ⅱ回边相导线 10m	3569	0.65
距十樊Ⅱ回边相导线 15m	2760	0.53
距十樊Ⅱ回边相导线 20m	2025	0.43
距十樊Ⅱ回边相导线 25m	1480	0.33
距十樊Ⅱ回边相导线 30m	1135	0.26
距十樊Ⅱ回边相导线 35m	902.9	0.21
距十樊Ⅱ回边相导线 40m	764.7	0.19
距十樊Ⅱ回边相导线 45m	629.1	0.15
距十樊Ⅱ回边相导线 50m	544.1	0.14

注：①监测断面处 500kV 十樊Ⅱ回线路导线对地距离为 19m，该处无电磁环境敏感目标。

## 9) 监测结果分析

500kV 十樊Ⅰ、Ⅱ回线路断面工频电场强度最大值为 5073V/m，出现在十樊Ⅰ回边相导线 35m、距十樊Ⅱ回边相导线 5m 处，位于两条并行线路中间。

500kV 十樊 I、II 回线路断面磁感应强度最大值为  $1.16\mu\text{T}$ ，出现在 500kV 十樊 II 回中心线正下方。

#### 10) 电磁环境类比监测的验证计算

按照电磁环境类比监测时同样工况条件进行理论计算，并与实测值分析比较，以验证理论计算预测方案的可信性。经过多次模式预测，当工频电场强度达标时，工频磁场一般不会出现超标现象，本环评主要进行工频电场的实测值与理论计算值的分析比较。

500kV 十樊 I、II 回线路理论计算结果与实测结果对比情况见表 6.1-81。

表 6.1-81 500kV 十樊 I、II 回线路工频电场实测结果与理论计算结果对比表

监测点位	工频电场强度类比监测 (V/m)	
	类比监测值	理论计算值
十樊 I 回边相导线下方	1143	1978
距十樊 I 回边相导线 5m、距十樊 II 回边相导线 35m	1429	2441
距十樊 I 回边相导线 10m、距十樊 II 回边相导线 30m	1072	2792
距十樊 I 回边相导线 15m、距十樊 II 回边相导线 25m	1119	3110
距十樊 I 回边相导线 20m、距十樊 II 回边相导线 20m	1692	3501
距十樊 I 回边相导线 25m、距十樊 II 回边相导线 15m	2874	4033
距十樊 I 回边相导线 30m、距十樊 II 回边相导线 10m	4049	4659
距十樊 I 回边相导线 35m、距十樊 II 回边相导线 5m	5073	5077
十樊 II 回边相导线下方	4765	4792
十樊 II 回边相导线内、距十樊 II 回中心线 10m	4164	3985
十樊 II 回边相导线内、距十樊 II 回中心线 5m	2470	2965
十樊 II 回中心线下方	2156	2616
十樊 II 回边相导线内、距十樊 II 回中心线 5m	3008	2758
十樊 II 回边相导线内、距十樊 II 回中心线 10m	4814	3622
十樊 II 回边相导线下方	4346	4322
距十樊 II 回边相导线 5m	4456	4441
距十樊 II 回边相导线 10m	3569	3817
距十樊 II 回边相导线 15m	2760	2964
距十樊 II 回边相导线 20m	2025	2207
距十樊 II 回边相导线 25m	1480	1628
距十樊 II 回边相导线 30m	1135	1210
距十樊 II 回边相导线 35m	902.9	911.6
距十樊 II 回边相导线 40m	764.7	697.9
距十樊 II 回边相导线 45m	629.1	543.0
距十樊 II 回边相导线 50m	544.1	429.0

由类比监测结果和模式预测结果的对比可知，输电线路工频电场强度理论计算值与实测值变化趋势一致、数据差别不大，理论预测值总体上略大于实测值。因此，对线路

运行产生的电磁环境采用模式预测计算结果是可信的。本报告将采用理论预测结果进行输电线路工程电磁环境预测及评价。

### (3) 模式预测

#### 1) 预测参数

本工程新建单回线路预测参数与表 6.1-81 中一致。本工程单回并行线路并行最小间距为 45m（并行线路中对中距离）。随着并行线路间距增大，单回并行线路对并行段内侧区域的叠加影响逐渐减小。模式预测表明，并行线路并行段内侧区段工频电场和工频磁场最大值随着并行间距的增大逐渐减小。因此本工程采用保守原则，采用单回并行中对中最小间距 45m 进行预测。10mm 冰区选用该冰区段单回线路影响最大的塔型进行预测，20mm 冰区选用该冰区段单回线路影响最大的塔型进行预测。

线路预测示意图详见图 6.1-62~图 6.1-63。

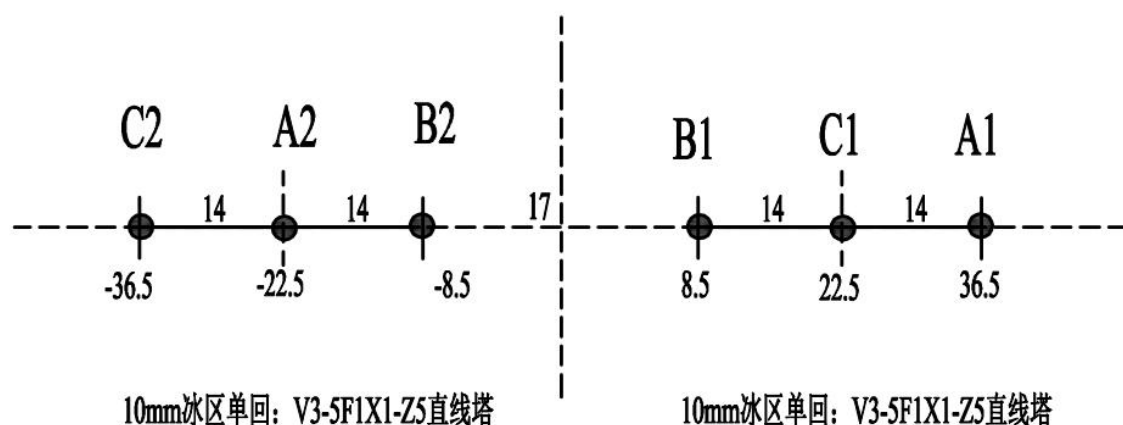


图 6.1-63 本工程单回并行线路电磁预测示意图（10mm 冰区）

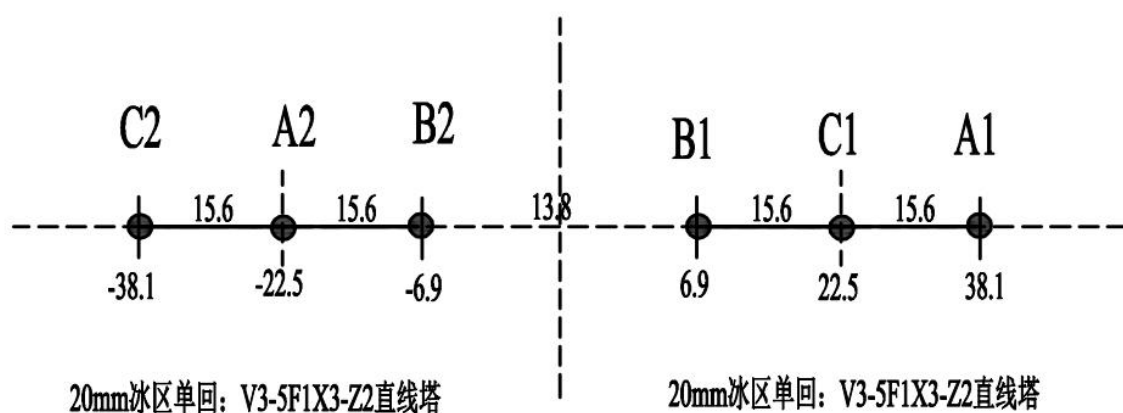


图 6.1-64 本工程单回并行线路电磁预测示意图（20mm 冰区）

## 2) 预测计算结果

### ①10mm 冰区单回并行线路

10mm 冰区单回并行线路工频电场强度、工频磁感应强度预测结果参见表 6.1-82~表 6.1-83 和图 6.1-65~图 6.1-69。

表 6.1-82 单回并行线路工频电场预测结果 (10mm) 单位: kV/m

距并行 线路中 心距离 (m)	距本工程新建线路边相导线的距 离 (m)	导线对 地 11m	导线对地 14m				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	
-86.5	II 回线 C 相边导线外 50m	0.303	0.366	0.363	0.359	0.352	
-81.5	II 回线 C 相边导线外 45m	0.389	0.465	0.461	0.455	0.445	
-76.5	II 回线 C 相边导线外 40m	0.511	0.603	0.598	0.588	0.574	
-71.5	II 回线 C 相边导线外 35m	0.691	0.802	0.794	0.779	0.757	
-66.5	II 回线 C 相边导线外 30m	0.965	1.096	1.084	1.061	1.027	
-61.5	II 回线 C 相边导线外 25m	1.404	1.544	1.527	1.493	1.441	
-56.5	II 回线 C 相边导线外 20m	2.139	2.244	2.224	2.181	2.106	
-55.5	II 回线 C 相边导线外 19m	2.341	2.426	2.407	2.364	2.286	
-54.5	II 回线 C 相边导线外 18m	2.567	2.625	2.609	2.567	2.487	
-53.5	II 回线 C 相边导线外 17m	2.820	2.842	2.830	2.793	2.712	
-52.5	II 回线 C 相边导线外 16m	3.105	3.079	3.073	3.043	2.966	
-51.5	II 回线 C 相边导线外 15m	3.423	3.337	3.339	3.323	3.253	
-50.5	II 回线 C 相边导线外 14m	3.780	3.615	3.631	3.635	3.580	
-49.5	II 回线 C 相边导线外 13m	4.180	3.915	3.949	3.984	3.955	
-48.5	II 回线 C 相边导线外 12m	4.625	4.235	4.296	4.375	4.386	
-47.5	II 回线 C 相边导线外 11m	5.118	4.574	4.670	4.812	4.888	
-46.5	II 回线 C 相边导线外 10m	5.661	4.928	5.071	5.302	5.476	
-45.5	II 回线 C 相边导线外 9m	6.252	5.292	5.496	5.849	6.172	
-44.5	II 回线 C 相边导线外 8m	6.885	5.658	5.940	6.457	7.007	
-43.5	II 回线 C 相边导线外 7m	7.548	6.016	6.394	7.130	8.019	
-42.5	II 回线 C 相边导线外 6m	8.222	6.353	6.845	7.862	9.259	
-41.5	II 回线 C 相边导线外 5m	8.877	6.655	7.277	8.642	10.793	
-40.5	II 回线 C 相边导线外 4m	9.476	6.904	7.666	9.443	12.689	
-39.5	II 回线 C 相边导线外 3m	9.970	7.082	7.988	10.216	14.977	
-38.5	II 回线 C 相边导线外 2m	10.312	7.175	8.218	10.893	17.540	
-37.5	II 回线 C 相边导线外 1m	10.455	7.170	8.334	11.394	19.920	
-36.5	II 回线 C 相边导线下	10.373	7.064	8.325	11.652	21.291	
-35.5	II 回线 B 相边导线外 27m (向外 侧)	10.063	6.861	8.194	11.647	21.110	
-34.5	II 回线 B 相边导线外 26m (向外 侧)	9.551	6.574	7.961	11.414	19.757	
-33.5	II 回线 B 相边导线外 25m (向外 侧)	8.895	6.229	7.658	11.038	18.041	

-32.5	II 回线 B 相边导线外 24m (向外侧)	8.181	5.861	7.332	10.616	16.503
-31.5	II 回线 B 相边导线外 23m (向外侧)	7.511	5.511	7.029	10.240	15.356
-30.5	II 回线 B 相边导线外 22m (向外侧)	7.000	5.223	6.796	9.975	14.651
-29.5	II 回线 B 相边导线外 21m (向外侧)	6.743	5.037	6.666	9.861	14.388
-28.5	II 回线 B 相边导线外 20m (向外侧)	6.789	4.971	6.653	9.916	14.570
-27.5	II 回线 B 相边导线外 19m (向外侧)	7.105	5.021	6.748	10.129	15.212
-26.5	II 回线 B 相边导线外 18m (向外侧)	7.597	5.158	6.923	10.467	16.331
-25.5	II 回线 B 相边导线外 17m (向外侧)	8.146	5.338	7.134	10.868	17.907
-24.5	II 回线 B 相边导线外 16m (向外侧)	8.640	5.516	7.333	11.252	19.769
-23.5	II 回线 B 相边导线外 15m (向外侧)	8.989	5.656	7.480	11.526	21.419
-22.5	II 回线 B 相边导线外 14m (向外侧)	9.136	5.732	7.544	11.614	22.061
-21.5	II 回线 B 相边导线外 13m (向外侧)	9.061	5.737	7.513	11.487	21.254
-20.5	II 回线 B 相边导线外 12m (向外侧)	8.783	5.676	7.396	11.173	19.469
-19.5	II 回线 B 相边导线外 11m (向外侧)	8.355	5.571	7.218	10.745	17.509
-18.5	II 回线 B 相边导线外 10m (向外侧)	7.864	5.452	7.016	10.293	15.863
-17.5	II 回线 B 相边导线外 9m (向外侧)	7.413	5.359	6.834	9.898	14.692
-16.5	II 回线 B 相边导线外 8m (向外侧)	7.109	5.326	6.710	9.619	14.011
-15.5	II 回线 B 相边导线外 7m (向外侧)	7.036	5.378	6.675	9.491	13.796
-14.5	II 回线 B 相边导线外 6m (向外侧)	7.225	5.522	6.739	9.525	14.033
-13.5	II 回线 B 相边导线外 5m (向外侧)	7.643	5.744	6.894	9.711	14.723
-12.5	II 回线 B 相边导线外 4m (向外侧)	8.204	6.013	7.114	10.015	15.869
-11.5	II 回线 B 相边导线外 3m (向外侧)	8.805	6.294	7.360	10.378	17.439
-10.5	II 回线 B 相边导线外 2m (向外侧)	9.347	6.551	7.589	10.721	19.246
-9.5	II 回线 B 相边导线外 1m (向外侧)	9.746	6.753	7.764	10.956	20.785
-8.5	II 回线 B 相边导线下	9.947	6.881	7.856	11.012	21.268



-7.5	II 回线 B 相边导线外 1m (向内侧)	9.929	6.925	7.851	10.857	20.284
-6.5	II 回线 B 相边导线外 2m (向内侧)	9.704	6.891	7.756	10.518	18.323
-5.5	II 回线 B 相边导线外 3m (向内侧)	9.314	6.790	7.589	10.062	16.182
-4.5	II 回线 B 相边导线外 4m (向内侧)	8.826	6.647	7.380	9.569	14.335
-3.5	II 回线 B 相边导线外 5m (向内侧)	8.319	6.490	7.166	9.115	12.927
-2.5	II 回线 B 相边导线外 6m (向内侧)	7.876	6.350	6.982	8.754	11.959
-1.5	II 回线 B 相边导线外 7m (向内侧)	7.573	6.253	6.859	8.524	11.398
-0.5	II 回线 B 相边导线外 8m (向内侧)	7.465	6.218	6.815	8.445	11.214
0.5	I 回线 B 相边导线外 8m (向内侧)	7.465	6.218	6.815	8.445	11.214
1.5	I 回线 B 相边导线外 7m (向内侧)	7.573	6.253	6.859	8.524	11.398
2.5	I 回线 B 相边导线外 6m (向内侧)	7.876	6.350	6.982	8.754	11.959
3.5	I 回线 B 相边导线外 5m (向内侧)	8.319	6.490	7.166	9.115	12.927
4.5	I 回线 B 相边导线外 4m (向内侧)	8.826	6.647	7.380	9.569	14.335
5.5	I 回线 B 相边导线外 3m (向内侧)	9.314	6.790	7.589	10.062	16.182
6.5	I 回线 B 相边导线外 2m (向内侧)	9.704	6.891	7.756	10.518	18.323
7.5	I 回线 B 相边导线外 1m (向内侧)	9.929	6.925	7.851	10.857	20.284
8.5	<b>I 回线 B 相边导线下</b>	9.947	6.881	7.856	11.012	21.268
9.5	I 回线 B 相边导线外 1m (向外侧)	9.746	6.753	7.764	10.956	20.785
10.5	I 回线 B 相边导线外 2m (向外侧)	9.347	6.551	7.589	10.721	19.246
11.5	I 回线 B 相边导线外 3m (向外侧)	8.805	6.294	7.360	10.378	17.439
12.5	I 回线 B 相边导线外 4m (向外侧)	8.204	6.013	7.114	10.015	15.869
13.5	I 回线 B 相边导线外 5m (向外侧)	7.643	5.744	6.894	9.711	14.723
14.5	I 回线 B 相边导线外 6m (向外侧)	7.225	5.522	6.739	9.525	14.033
15.5	I 回线 B 相边导线外 7m (向外侧)	7.036	5.378	6.675	9.491	13.796
16.5	I 回线 B 相边导线外 8m (向外侧)	7.109	5.326	6.710	9.619	14.011

17.5	I 回线 B 相边导线外 9m (向外侧)	7.413	5.359	6.834	9.898	14.692
18.5	I 回线 B 相边导线外 10m (向外侧)	7.864	5.452	7.016	10.293	15.863
19.5	I 回线 B 相边导线外 11m (向外侧)	8.355	5.571	7.218	10.745	17.509
20.5	I 回线 B 相边导线外 12m (向外侧)	8.783	5.676	7.396	11.173	19.469
21.5	I 回线 B 相边导线外 13m (向外侧)	9.061	5.737	7.513	11.487	21.254
22.5	I 回线 B 相边导线外 14m (向外侧)	9.136	5.732	7.544	11.614	22.061
23.5	I 回线 B 相边导线外 15m (向外侧)	8.989	5.656	7.480	11.526	21.419
24.5	I 回线 B 相边导线外 16m (向外侧)	8.640	5.516	7.333	11.252	19.769
25.5	I 回线 B 相边导线外 17m (向外侧)	8.146	5.338	7.134	10.868	17.907
26.5	I 回线 B 相边导线外 18m (向外侧)	7.597	5.158	6.923	10.467	16.331
27.5	I 回线 B 相边导线外 19m (向外侧)	7.105	5.021	6.748	10.129	15.212
28.5	I 回线 B 相边导线外 20m (向外侧)	6.789	4.971	6.653	9.916	14.570
29.5	I 回线 B 相边导线外 21m (向外侧)	6.743	5.037	6.666	9.861	14.388
30.5	I 回线 B 相边导线外 22m (向外侧)	7.000	5.223	6.796	9.975	14.651
31.5	I 回线 B 相边导线外 23m (向外侧)	7.511	5.511	7.029	10.240	15.356
32.5	I 回线 B 相边导线外 24m (向外侧)	8.181	5.861	7.332	10.616	16.503
33.5	I 回线 B 相边导线外 25m (向外侧)	8.895	6.229	7.658	11.038	18.041
34.5	I 回线 B 相边导线外 26m (向外侧)	9.551	6.574	7.961	11.414	19.757
35.5	I 回线 B 相边导线外 27m (向外侧)	10.063	6.861	8.194	11.647	21.110
36.5	I 回线 A 相边导线下	10.373	7.064	8.325	11.652	21.291
37.5	I 回线 A 相边导线外 1m	10.455	7.170	8.334	11.394	19.920
38.5	I 回线 A 相边导线外 2m	10.312	7.175	8.218	10.893	17.540
39.5	I 回线 A 相边导线外 3m	9.970	7.082	7.988	10.216	14.977
40.5	I 回线 A 相边导线外 4m	9.476	6.904	7.666	9.443	12.689
41.5	I 回线 A 相边导线外 5m	8.877	6.655	7.277	8.642	10.793
42.5	I 回线 A 相边导线外 6m	8.222	6.353	6.845	7.862	9.259
43.5	I 回线 A 相边导线外 7m	7.548	6.016	6.394	7.130	8.019
44.5	I 回线 A 相边导线外 8m	6.885	5.658	5.940	6.457	7.007
45.5	I 回线 A 相边导线外 9m	6.252	5.292	5.496	5.849	6.172

46.5	I 回线 A 相边导线外 10m	5.661	4.928	5.071	5.302	5.476
47.5	I 回线 A 相边导线外 11m	5.118	4.574	4.670	4.812	4.888
48.5	I 回线 A 相边导线外 12m	4.625	4.235	4.296	4.375	4.386
49.5	I 回线 A 相边导线外 13m	4.180	3.915	3.949	3.984	3.955
50.5	I 回线 A 相边导线外 14m	3.780	3.615	3.631	3.635	3.580
51.5	I 回线 A 相边导线外 15m	3.423	3.337	3.339	3.323	3.253
52.5	I 回线 A 相边导线外 16m	3.105	3.079	3.073	3.043	2.966
53.5	I 回线 A 相边导线外 17m	2.820	2.842	2.830	2.793	2.712
54.5	I 回线 A 相边导线外 18m	2.567	2.625	2.609	2.567	2.487
55.5	I 回线 A 相边导线外 19m	2.341	2.426	2.407	2.364	2.286
56.5	I 回线 A 相边导线外 20m	2.139	2.244	2.224	2.181	2.106
61.5	I 回线 A 相边导线外 25m	1.404	1.544	1.527	1.493	1.441
66.5	I 回线 A 相边导线外 30m	0.965	1.096	1.084	1.061	1.027
71.5	I 回线 A 相边导线外 35m	0.691	0.802	0.794	0.779	0.757
76.5	I 回线 A 相边导线外 40m	0.511	0.603	0.598	0.588	0.574
81.5	I 回线 A 相边导线外 45m	0.389	0.465	0.461	0.455	0.445
86.5	I 回线 A 相边导线外 50m	0.303	0.366	0.363	0.359	0.352

表 6.1-83 单回并行线路工频磁场强度预测结果（10mm 冰区） 单位：μT

距并行 线路中 心距离 (m)	距本工程新建线路边相导线的距离 (m)	导线对 地 11m	导线对地 14m				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	
-86.5	II 回线 C 相边导线外 50m	3.67	3.61	3.67	3.71	3.74	
-81.5	II 回线 C 相边导线外 45m	4.36	4.28	4.36	4.42	4.47	
-76.5	II 回线 C 相边导线外 40m	5.27	5.15	5.27	5.37	5.43	
-71.5	II 回线 C 相边导线外 35m	6.51	6.32	6.51	6.66	6.76	
-66.5	II 回线 C 相边导线外 30m	8.24	7.93	8.24	8.49	8.65	
-61.5	II 回线 C 相边导线外 25m	10.77	10.22	10.77	11.21	11.51	
-56.5	II 回线 C 相边导线外 20m	14.62	13.59	14.62	15.50	16.13	
-55.5	II 回线 C 相边导线外 19m	15.63	14.45	15.63	16.65	17.39	
-54.5	II 回线 C 相边导线外 18m	16.74	15.38	16.74	17.94	18.82	
-53.5	II 回线 C 相边导线外 17m	17.96	16.39	17.96	19.38	20.43	
-52.5	II 回线 C 相边导线外 16m	19.32	17.50	19.32	21.00	22.27	
-51.5	II 回线 C 相边导线外 15m	20.82	18.70	20.82	22.83	24.37	
-50.5	II 回线 C 相边导线外 14m	22.49	20.01	22.49	24.90	26.80	
-49.5	II 回线 C 相边导线外 13m	24.35	21.43	24.35	27.26	29.63	
-48.5	II 回线 C 相边导线外 12m	26.42	22.98	26.42	29.96	32.94	
-47.5	II 回线 C 相边导线外 11m	28.71	24.65	28.71	33.06	36.87	
-46.5	II 回线 C 相边导线外 10m	31.26	26.46	31.26	36.62	41.57	
-45.5	II 回线 C 相边导线外 9m	34.08	28.41	34.08	40.74	47.26	
-44.5	II 回线 C 相边导线外 8m	37.18	30.49	37.18	45.49	54.23	
-43.5	II 回线 C 相边导线外 7m	40.57	32.69	40.57	50.97	62.88	
-42.5	II 回线 C 相边导线外 6m	44.23	34.99	44.23	57.23	73.76	

-41.5	II 回线 C 相边导线外 5m	48.13	37.38	48.13	64.30	87.56
-40.5	II 回线 C 相边导线外 4m	52.19	39.82	52.19	72.10	105.09
-39.5	II 回线 C 相边导线外 3m	56.30	42.26	56.30	80.36	126.94
-38.5	II 回线 C 相边导线外 2m	60.35	44.68	60.35	88.65	152.49
-37.5	II 回线 C 相边导线外 1m	64.18	47.00	64.18	96.29	177.93
-36.5	II 回线 C 相边导线下	67.65	49.21	67.65	102.60	195.66
-35.5	II 回线 B 相边导线外 27m (向外侧)	70.66	51.24	70.66	107.11	199.67
-34.5	II 回线 B 相边导线外 26m (向外侧)	73.17	53.10	73.17	109.75	192.24
-33.5	II 回线 B 相边导线外 25m (向外侧)	75.19	54.75	75.19	110.86	180.21
-32.5	II 回线 B 相边导线外 24m (向外侧)	76.78	56.21	76.78	110.99	168.62
-31.5	II 回线 B 相边导线外 23m (向外侧)	78.04	57.49	78.04	110.70	159.61
-30.5	II 回线 B 相边导线外 22m (向外侧)	79.06	58.59	79.06	110.45	153.80
-29.5	II 回线 B 相边导线外 21m (向外侧)	79.93	59.53	79.93	110.54	151.30
-28.5	II 回线 B 相边导线外 20m (向外侧)	80.69	60.33	80.69	111.12	152.16
-27.5	II 回线 B 相边导线外 19m (向外侧)	81.36	60.99	81.36	112.23	156.55
-26.5	II 回线 B 相边导线外 18m (向外侧)	81.94	61.52	81.94	113.76	164.67
-25.5	II 回线 B 相边导线外 17m (向外侧)	82.38	61.90	82.38	115.42	176.42
-24.5	II 回线 B 相边导线外 16m (向外侧)	82.62	62.14	82.62	116.84	190.40
-23.5	II 回线 B 相边导线外 15m (向外侧)	82.61	62.24	82.61	117.52	202.47
-22.5	II 回线 B 相边导线外 14m (向外侧)	82.32	62.18	82.32	117.12	206.08
-21.5	II 回线 B 相边导线外 13m (向外侧)	81.75	61.98	81.75	115.53	197.88
-20.5	II 回线 B 相边导线外 12m (向外侧)	80.94	61.65	80.94	113.04	182.26
-19.5	II 回线 B 相边导线外 11m (向外侧)	79.97	61.20	79.97	110.13	166.05
-18.5	II 回线 B 相边导线外 10m (向外侧)	78.92	60.64	78.92	107.32	153.14
-17.5	II 回线 B 相边导线外 9m (向外侧)	77.86	60.00	77.86	104.99	144.55
-16.5	II 回线 B 相边导线外 8m (向外侧)	76.83	59.27	76.83	103.39	140.13
-15.5	II 回线 B 相边导线外 7m (向外侧)	75.85	58.47	75.85	102.55	139.49
-14.5	II 回线 B 相边导线外 6m (向外侧)	74.88	57.59	74.88	102.41	142.37
-13.5	II 回线 B 相边导线外 5m (向外侧)	73.87	56.61	73.87	102.76	148.66
-12.5	II 回线 B 相边导线外 4m (向外侧)	72.72	55.52	72.72	103.30	158.26

-11.5	II 回线 B 相边导线外 3m (向外侧)	71.34	54.31	71.34	103.56	170.60
-10.5	II 回线 B 相边导线外 2m (向外侧)	69.62	52.98	69.62	103.00	183.70
-9.5	II 回线 B 相边导线外 1m (向外侧)	67.53	51.53	67.53	101.07	192.76
-8.5	II 回线 B 相边导线外	65.05	49.99	65.05	97.47	191.03
-7.5	II 回线 B 相边导线外 1m (向内侧)	62.24	48.38	62.24	92.26	176.04
-6.5	II 回线 B 相边导线外 2m (向内侧)	59.24	46.77	59.24	85.94	153.38
-5.5	II 回线 B 相边导线外 3m (向内侧)	56.23	45.23	56.23	79.22	130.54
-4.5	II 回线 B 相边导线外 4m (向内侧)	53.41	43.83	53.41	72.83	111.49
-3.5	II 回线 B 相边导线外 5m (向内侧)	50.97	42.65	50.97	67.36	97.18
-2.5	II 回线 B 相边导线外 6m (向内侧)	49.10	41.74	49.10	63.21	87.38
-1.5	II 回线 B 相边导线外 7m (向内侧)	47.91	41.18	47.91	60.62	81.70
-0.5	II 回线 B 相边导线外 8m (向内侧)	47.51	40.99	47.51	59.75	79.83
0.5	I 回线 B 相边导线外 8m (向内侧)	47.51	40.99	47.51	59.75	79.83
1.5	I 回线 B 相边导线外 7m (向内侧)	47.91	41.18	47.91	60.62	81.70
2.5	I 回线 B 相边导线外 6m (向内侧)	49.10	41.74	49.10	63.21	87.38
3.5	I 回线 B 相边导线外 5m (向内侧)	50.97	42.65	50.97	67.36	97.18
4.5	I 回线 B 相边导线外 4m (向内侧)	53.41	43.83	53.41	72.83	111.49
5.5	I 回线 B 相边导线外 3m (向内侧)	56.23	45.23	56.23	79.22	130.54
6.5	I 回线 B 相边导线外 2m (向内侧)	59.24	46.77	59.24	85.94	153.38
7.5	I 回线 B 相边导线外 1m (向内侧)	62.24	48.38	62.24	92.26	176.04
8.5	I 回线 B 相边导线外	65.05	49.99	65.05	97.47	191.03
9.5	I 回线 B 相边导线外 1m (向外侧)	67.53	51.53	67.53	101.07	192.76
10.5	I 回线 B 相边导线外 2m (向外侧)	69.62	52.98	69.62	103.00	183.70
11.5	I 回线 B 相边导线外 3m (向外侧)	71.34	54.31	71.34	103.56	170.60
12.5	I 回线 B 相边导线外 4m (向外侧)	72.72	55.52	72.72	103.30	158.26
13.5	I 回线 B 相边导线外 5m (向外侧)	73.87	56.61	73.87	102.76	148.66
14.5	I 回线 B 相边导线外 6m (向外侧)	74.88	57.59	74.88	102.41	142.37
15.5	I 回线 B 相边导线外 7m (向外侧)	75.85	58.47	75.85	102.55	139.49
16.5	I 回线 B 相边导线外 8m (向外侧)	76.83	59.27	76.83	103.39	140.13
17.5	I 回线 B 相边导线外 9m (向外侧)	77.86	60.00	77.86	104.99	144.55
18.5	I 回线 B 相边导线外 10m (向外侧)	78.92	60.64	78.92	107.32	153.14
19.5	I 回线 B 相边导线外 11m (向外侧)	79.97	61.20	79.97	110.13	166.05
20.5	I 回线 B 相边导线外 12m (向外侧)	80.94	61.65	80.94	113.04	182.26
21.5	I 回线 B 相边导线外 13m (向外侧)	81.75	61.98	81.75	115.53	197.88
22.5	I 回线 B 相边导线外 14m (向外侧)	82.32	62.18	82.32	117.12	206.08
23.5	I 回线 B 相边导线外 15m (向外侧)	82.61	62.24	82.61	117.52	202.47
24.5	I 回线 B 相边导线外 16m (向外侧)	82.62	62.14	82.62	116.84	190.40
25.5	I 回线 B 相边导线外 17m (向外侧)	82.38	61.90	82.38	115.42	176.42
26.5	I 回线 B 相边导线外 18m (向外侧)	81.94	61.52	81.94	113.76	164.67
27.5	I 回线 B 相边导线外 19m (向外侧)	81.36	60.99	81.36	112.23	156.55
28.5	I 回线 B 相边导线外 20m (向外侧)	80.69	60.33	80.69	111.12	152.16
29.5	I 回线 B 相边导线外 21m (向外侧)	79.93	59.53	79.93	110.54	151.30
30.5	I 回线 B 相边导线外 22m (向外侧)	79.06	58.59	79.06	110.45	153.80
31.5	I 回线 B 相边导线外 23m (向外侧)	78.04	57.49	78.04	110.70	159.61

32.5	I 回线 B 相边导线外 24m (向外侧)	76.78	56.21	76.78	110.99	168.62
33.5	I 回线 B 相边导线外 25m (向外侧)	75.19	54.75	75.19	110.86	180.21
34.5	I 回线 B 相边导线外 26m (向外侧)	73.17	53.10	73.17	109.75	192.24
35.5	I 回线 B 相边导线外 27m (向外侧)	70.66	51.24	70.66	107.11	199.67
36.5	I 回线 A 相边导线下	67.65	49.21	67.65	102.60	195.66
37.5	I 回线 A 相边导线外 1m	64.18	47.00	64.18	96.29	177.93
38.5	I 回线 A 相边导线外 2m	60.35	44.68	60.35	88.65	152.49
39.5	I 回线 A 相边导线外 3m	56.30	42.26	56.30	80.36	126.94
40.5	I 回线 A 相边导线外 4m	52.19	39.82	52.19	72.10	105.09
41.5	I 回线 A 相边导线外 5m	48.13	37.38	48.13	64.30	87.56
42.5	I 回线 A 相边导线外 6m	44.23	34.99	44.23	57.23	73.76
43.5	I 回线 A 相边导线外 7m	40.57	32.69	40.57	50.97	62.88
44.5	I 回线 A 相边导线外 8m	37.18	30.49	37.18	45.49	54.23
45.5	I 回线 A 相边导线外 9m	34.08	28.41	34.08	40.74	47.26
46.5	I 回线 A 相边导线外 10m	31.26	26.46	31.26	36.62	41.57
47.5	I 回线 A 相边导线外 11m	28.71	24.65	28.71	33.06	36.87
48.5	I 回线 A 相边导线外 12m	26.42	22.98	26.42	29.96	32.94
49.5	I 回线 A 相边导线外 13m	24.35	21.43	24.35	27.26	29.63
50.5	I 回线 A 相边导线外 14m	22.49	20.01	22.49	24.90	26.80
51.5	I 回线 A 相边导线外 15m	20.82	18.70	20.82	22.83	24.37
52.5	I 回线 A 相边导线外 16m	19.32	17.50	19.32	21.00	22.27
53.5	I 回线 A 相边导线外 17m	17.96	16.39	17.96	19.38	20.43
54.5	I 回线 A 相边导线外 18m	16.74	15.38	16.74	17.94	18.82
55.5	I 回线 A 相边导线外 19m	15.63	14.45	15.63	16.65	17.39
56.5	I 回线 A 相边导线外 20m	14.62	13.59	14.62	15.50	16.13
61.5	I 回线 A 相边导线外 25m	10.77	10.22	10.77	11.21	11.51
66.5	I 回线 A 相边导线外 30m	8.24	7.93	8.24	8.49	8.65
71.5	I 回线 A 相边导线外 35m	6.51	6.32	6.51	6.66	6.76
76.5	I 回线 A 相边导线外 40m	5.27	5.15	5.27	5.37	5.43
81.5	I 回线 A 相边导线外 45m	4.36	4.28	4.36	4.42	4.47
86.5	I 回线 A 相边导线外 50m	3.67	3.61	3.67	3.71	3.74

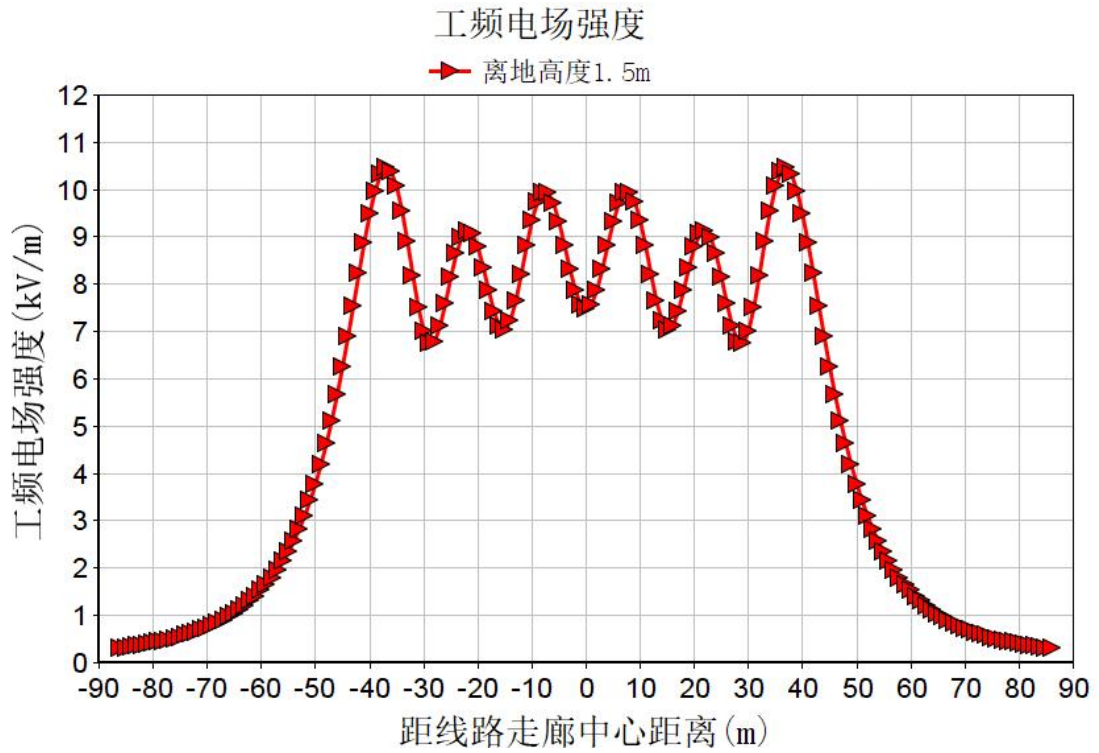


图 6.1-65 并行线路工频电场强度分布图（10mm 冰区）——非居民区（对地 11m）

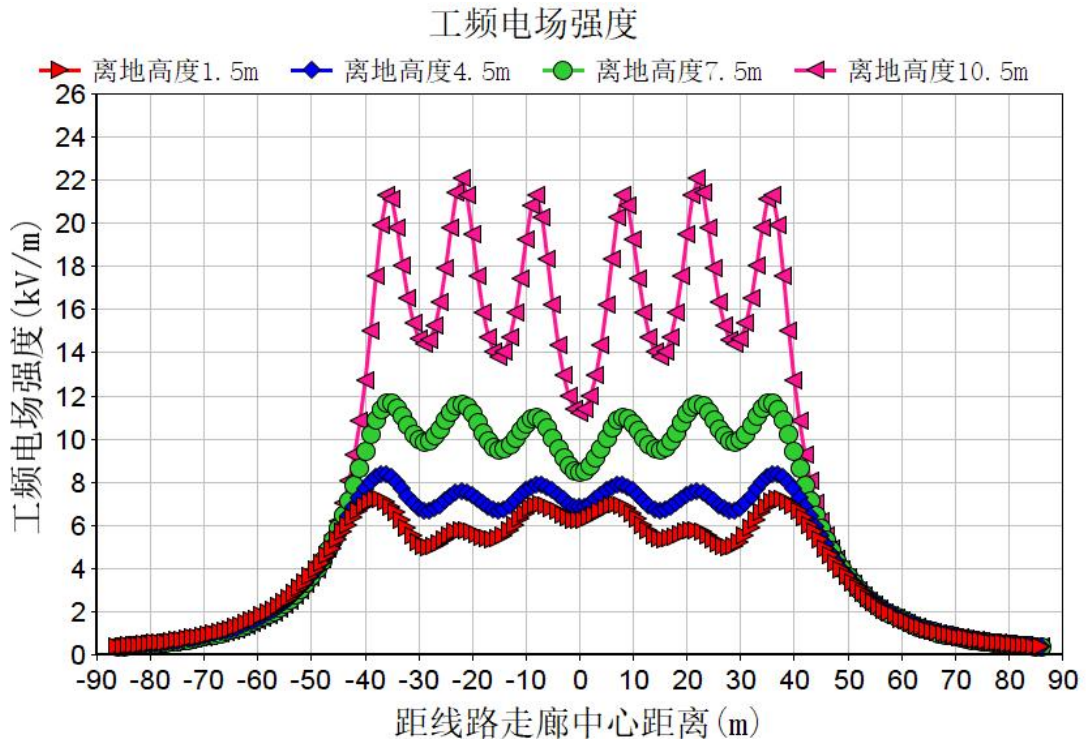


图 6.1-66 并行线路工频电场强度分布图（10mm 冰区）——居民区（对地 14m）



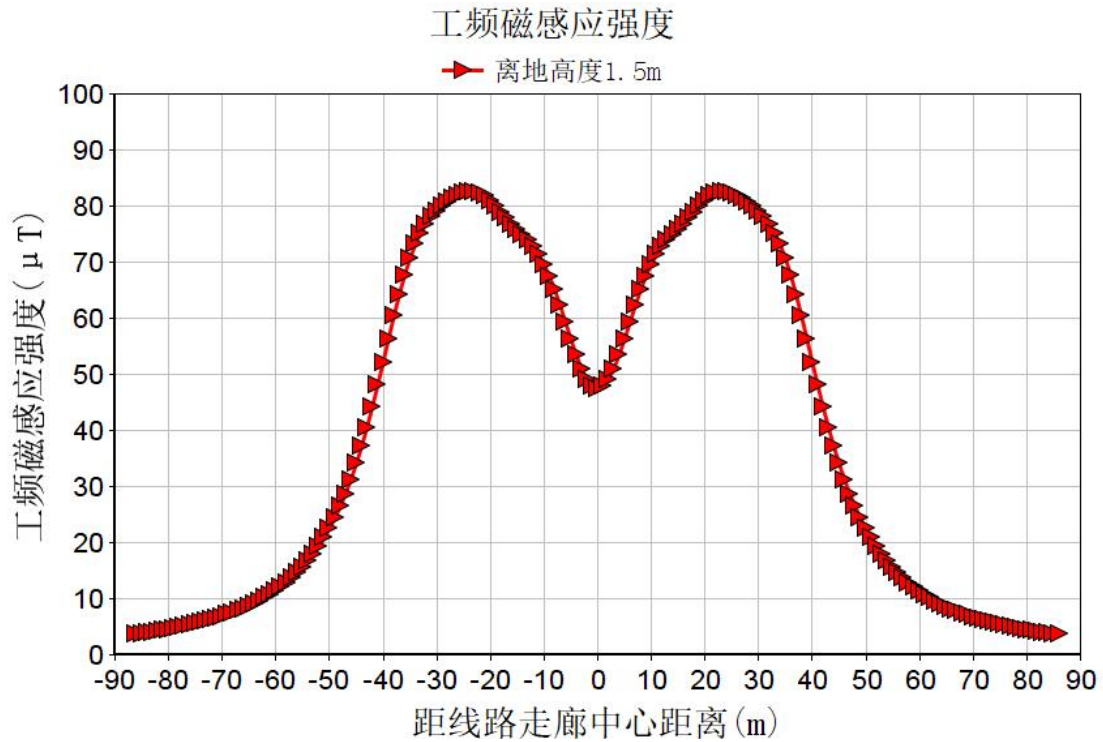


图 6.1-67 并行线路工频磁感应强度分布图（10mm 冰区）——非居民区（对地 11m）

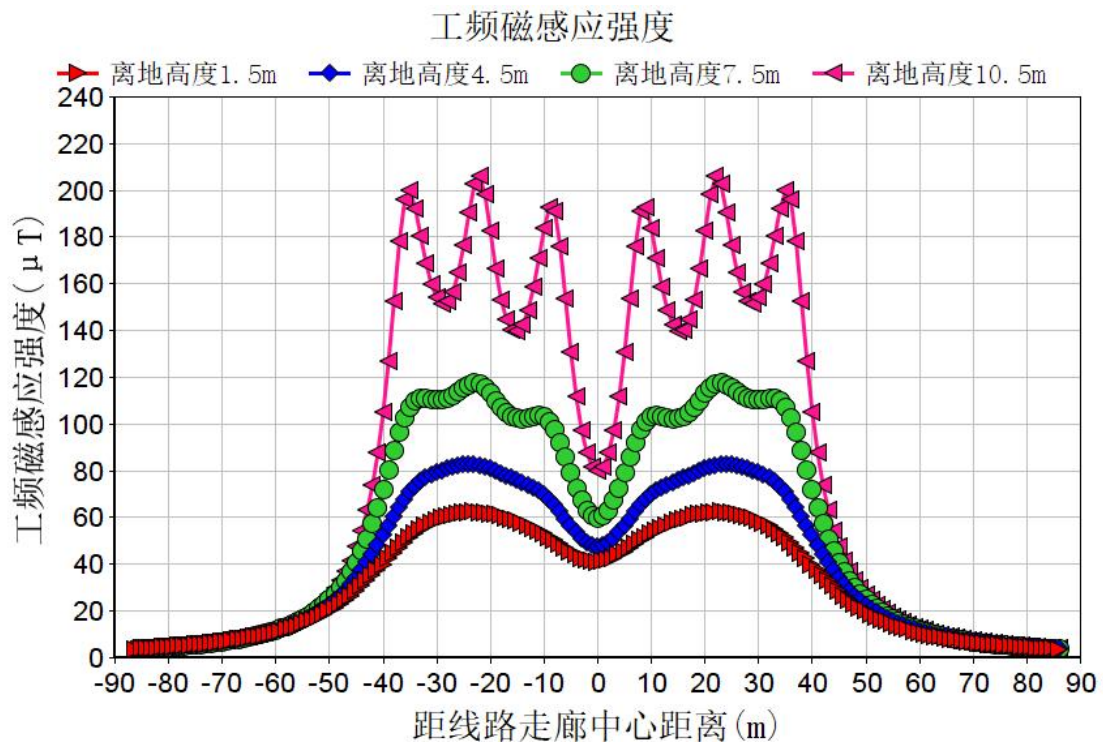


图 6.1-68 并行线路工频磁感应强度分布图（10mm 冰区）——居民区（对地 14m）

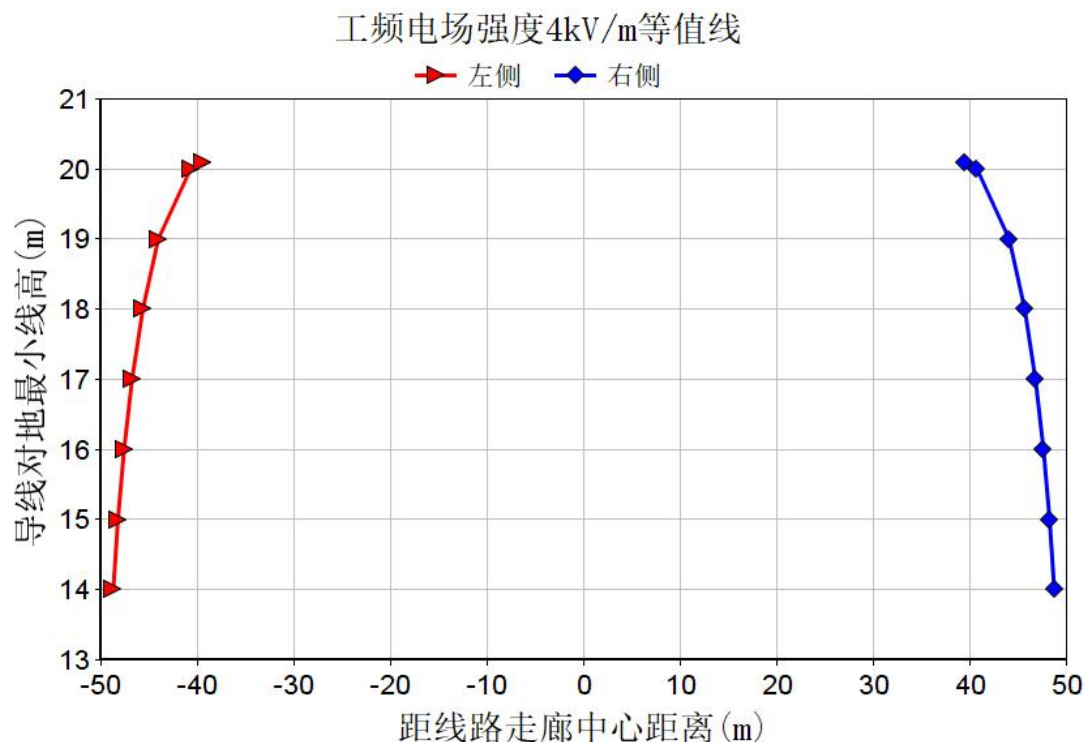


图 6.1-69 并行线路（10mm 冰区）4kV/m 达标等值线图

表 6.1-84 并行线路（10mm 冰区）4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
20.1	-39.40
20.0	-40.73
19.0	-44.07
18.0	-45.67
17.0	-46.78
16.0	-47.62
15.0	-48.25
14.0	-48.73
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
20.1	39.40
20.0	40.73
19.0	44.07
18.0	45.67
17.0	46.79
16.0	47.62
15.0	48.25
14.0	48.73

②20mm 冰区单回并行线路

20mm 冰区单回并行线路工频电场强度、工频磁感应强度预测结果参见表 6.1-85~表 6.1-86 和图 6.1-70~图 6.1-74。

表 6.1-85 单回并行线路工频电场预测结果（20mm）

单位：kV/m

距并行线路中	距本工程新建线路边相导线的距离	导线对地 11m	导线对地 14m
--------	-----------------	----------	----------

心距离 (m)	(m)	地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-88.1	II 回线 C 相边导线外 50m	0.319	0.384	0.382	0.377	0.370
-83.1	II 回线 C 相边导线外 45m	0.408	0.486	0.483	0.476	0.466
-78.1	II 回线 C 相边导线外 40m	0.534	0.629	0.624	0.614	0.599
-73.1	II 回线 C 相边导线外 35m	0.719	0.834	0.826	0.810	0.788
-68.1	II 回线 C 相边导线外 30m	1.000	1.135	1.123	1.100	1.065
-63.1	II 回线 C 相边导线外 25m	1.448	1.594	1.576	1.541	1.488
-58.1	II 回线 C 相边导线外 20m	2.197	2.307	2.287	2.242	2.165
-57.1	II 回线 C 相边导线外 19m	2.402	2.493	2.473	2.428	2.348
-56.1	II 回线 C 相边导线外 18m	2.632	2.696	2.678	2.635	2.552
-55.1	II 回线 C 相边导线外 17m	2.889	2.917	2.903	2.864	2.780
-54.1	II 回线 C 相边导线外 16m	3.177	3.159	3.151	3.119	3.038
-53.1	II 回线 C 相边导线外 15m	3.500	3.421	3.422	3.403	3.329
-52.1	II 回线 C 相边导线外 14m	3.862	3.705	3.718	3.719	3.659
-51.1	II 回线 C 相边导线外 13m	4.267	4.010	4.042	4.073	4.038
-50.1	II 回线 C 相边导线外 12m	4.718	4.337	4.395	4.469	4.474
-49.1	II 回线 C 相边导线外 11m	5.218	4.682	4.775	4.912	4.979
-48.1	II 回线 C 相边导线外 10m	5.768	5.044	5.184	5.408	5.572
-47.1	II 回线 C 相边导线外 9m	6.367	5.417	5.617	5.961	6.273
-46.1	II 回线 C 相边导线外 8m	7.009	5.793	6.070	6.577	7.112
-45.1	II 回线 C 相边导线外 7m	7.684	6.163	6.534	7.257	8.127
-44.1	II 回线 C 相边导线外 6m	8.370	6.513	6.996	7.996	9.369
-43.1	II 回线 C 相边导线外 5m	9.041	6.829	7.439	8.783	10.901
-42.1	II 回线 C 相边导线外 4m	9.658	7.094	7.841	9.588	12.788
-41.1	II 回线 C 相边导线外 3m	10.174	7.290	8.176	10.362	15.056
-40.1	II 回线 C 相边导线外 2m	10.540	7.401	8.417	11.035	17.580
-39.1	II 回线 C 相边导线外 1m	10.711	7.416	8.543	11.523	19.890
-38.1	II 回线 C 相边导线下	10.657	7.328	8.540	11.758	21.160
-37.9	II 回线 B 相边导线外 31m (向外 侧)	10.619	7.299	8.524	11.772	21.227
-36.9	II 回线 B 相边导线外 39m (向外 侧)	10.290	7.092	8.369	11.676	20.629
-35.9	II 回线 B 相边导线外 29m (向外 侧)	9.760	6.800	8.107	11.353	19.012
-34.9	II 回线 B 相边导线外 28m (向外 侧)	9.084	6.446	7.772	10.889	17.165
-33.9	II 回线 B 相边导线外 27m (向外 侧)	8.336	6.062	7.407	10.383	15.547
-32.9	II 回线 B 相边导线外 26m (向外 侧)	7.609	5.689	7.059	9.919	14.312
-31.9	II 回线 B 相边导线外 25m (向外 侧)	7.003	5.369	6.773	9.563	13.478
-30.9	II 回线 B 相边导线外 24m (向外 侧)	6.617	5.145	6.588	9.354	13.033

-29.9	II 回线 B 相边导线外 23m (向外侧)	6.522	5.046	6.526	9.315	12.962
-28.9	II 回线 B 相边导线外 22m (向外侧)	6.728	5.079	6.593	9.449	13.268
-27.9	II 回线 B 相边导线外 21m (向外侧)	7.182	5.227	6.770	9.743	13.972
-26.9	II 回线 B 相边导线外 20m (向外侧)	7.784	5.453	7.023	10.161	15.100
-25.9	II 回线 B 相边导线外 19m (向外侧)	8.429	5.710	7.309	10.650	16.664
-24.9	II 回线 B 相边导线外 18m (向外侧)	9.017	5.955	7.579	11.132	18.573
-23.9	II 回线 B 相边导线外 17m (向外侧)	9.464	6.152	7.791	11.514	20.478
-22.9	II 回线 B 相边导线外 16m (向外侧)	9.713	6.276	7.911	11.709	21.652
-21.9	II 回线 B 相边导线外 15m (向外侧)	9.733	6.314	7.921	11.666	21.398
-20.9	II 回线 B 相边导线外 14m (向外侧)	9.526	6.266	7.823	11.388	19.834
-19.9	II 回线 B 相边导线外 13m (向外侧)	9.127	6.145	7.632	10.936	17.749
-18.9	II 回线 B 相边导线外 12m (向外侧)	8.599	5.976	7.380	10.398	15.796
-17.9	II 回线 B 相边导线外 11m (向外侧)	8.022	5.790	7.106	9.861	14.245
-16.9	II 回线 B 相边导线外 10m (向外侧)	7.488	5.625	6.854	9.397	13.145
-15.9	II 回线 B 相边导线外 9m (向外侧)	7.090	5.516	6.662	9.054	12.472
-14.9	II 回线 B 相边导线外 8m (向外侧)	6.905	5.491	6.559	8.862	12.196
-13.9	II 回线 B 相边导线外 7m (向外侧)	6.975	5.562	6.561	8.836	12.300
-12.9	II 回线 B 相边导线外 6m (向外侧)	7.286	5.722	6.666	8.971	12.786
-11.9	II 回线 B 相边导线外 5m (向外侧)	7.777	5.950	6.856	9.249	13.674
-10.9	II 回线 B 相边导线外 4m (向外侧)	8.360	6.212	7.099	9.633	14.991
-9.9	II 回线 B 相边导线外 3m (向外侧)	8.942	6.475	7.356	10.067	16.725
-8.9	II 回线 B 相边导线外 2m (向外侧)	9.438	6.706	7.591	10.479	18.720
-7.9	II 回线 B 相边导线外 1m (向外侧)	9.779	6.881	7.768	10.786	20.501
-6.9	II 回线 B 相边导线下	9.923	6.986	7.866	10.924	21.293
-5.9	II 回线 B 相边导线外 1m (向内侧)	9.862	7.019	7.881	10.870	20.655
-4.9	II 回线 B 相边导线外 2m (向内侧)	9.622	6.990	7.821	10.655	19.041
-3.9	II 回线 B 相边导线外 3m (向内侧)	9.266	6.918	7.713	10.348	17.244
-2.9	II 回线 B 相边导线外 4m (向内侧)	8.880	6.830	7.590	10.035	15.761
-1.9	II 回线 B 相边导线外 5m (向内侧)	8.558	6.754	7.487	9.789	14.768
-0.9	II 回线 B 相边导线外 6m (向内侧)	8.383	6.712	7.431	9.661	14.299
0.9	I 回线 B 相边导线外 6m (向内侧)	8.383	6.712	7.431	9.661	14.299
1.9	I 回线 B 相边导线外 5m (向内侧)	8.558	6.754	7.487	9.789	14.768
2.9	I 回线 B 相边导线外 4m (向内侧)	8.880	6.830	7.590	10.035	15.761

3.9	I 回线 B 相边导线外 3m (向内侧)	9.266	6.918	7.713	10.348	17.244
4.9	I 回线 B 相边导线外 2m (向内侧)	9.622	6.990	7.821	10.655	19.041
5.9	I 回线 B 相边导线外 1m (向内侧)	9.862	7.019	7.881	10.870	20.655
6.9	I 回线 B 相边导线下	9.923	6.986	7.866	10.924	21.293
7.9	I 回线 B 相边导线外 1m (向外侧)	9.779	6.881	7.768	10.786	20.501
8.9	I 回线 B 相边导线外 2m (向外侧)	9.438	6.706	7.591	10.479	18.720
9.9	I 回线 B 相边导线外 3m (向外侧)	8.942	6.475	7.356	10.067	16.725
10.9	I 回线 B 相边导线外 4m (向外侧)	8.360	6.212	7.099	9.633	14.991
11.9	I 回线 B 相边导线外 5m (向外侧)	7.777	5.950	6.856	9.249	13.674
12.9	I 回线 B 相边导线外 6m (向外侧)	7.286	5.722	6.666	8.971	12.786
13.9	I 回线 B 相边导线外 7m (向外侧)	6.975	5.562	6.561	8.836	12.300
14.9	I 回线 B 相边导线外 8m (向外侧)	6.905	5.491	6.559	8.862	12.196
15.9	I 回线 B 相边导线外 9m (向外侧)	7.090	5.516	6.662	9.054	12.472
16.9	I 回线 B 相边导线外 10m (向外侧)	7.488	5.625	6.854	9.397	13.145
17.9	I 回线 B 相边导线外 11m (向外侧)	8.022	5.790	7.106	9.861	14.245
18.9	I 回线 B 相边导线外 12m (向外侧)	8.599	5.976	7.380	10.398	15.796
19.9	I 回线 B 相边导线外 13m (向外侧)	9.127	6.145	7.632	10.936	17.749
20.9	I 回线 B 相边导线外 14m (向外侧)	9.526	6.266	7.823	11.388	19.834
21.9	I 回线 B 相边导线外 15m (向外侧)	9.733	6.314	7.921	11.666	21.398
22.9	I 回线 B 相边导线外 16m (向外侧)	9.713	6.276	7.911	11.709	21.652
23.9	I 回线 B 相边导线外 17m (向外侧)	9.464	6.152	7.791	11.514	20.478
24.9	I 回线 B 相边导线外 18m (向外侧)	9.017	5.955	7.579	11.132	18.573
25.9	I 回线 B 相边导线外 19m (向外侧)	8.429	5.710	7.309	10.650	16.664
26.9	I 回线 B 相边导线外 20m (向外侧)	7.784	5.453	7.023	10.161	15.100
27.9	I 回线 B 相边导线外 21m (向外侧)	7.182	5.227	6.770	9.743	13.972
28.9	I 回线 B 相边导线外 22m (向外侧)	6.728	5.079	6.593	9.449	13.268
29.9	I 回线 B 相边导线外 23m (向外侧)	6.522	5.046	6.526	9.315	12.962
30.9	I 回线 B 相边导线外 24m (向外侧)	6.617	5.145	6.588	9.354	13.033
31.9	I 回线 B 相边导线外 25m (向外侧)	7.003	5.369	6.773	9.563	13.478
32.9	I 回线 B 相边导线外 26m (向外侧)	7.609	5.689	7.059	9.919	14.312
33.9	I 回线 B 相边导线外 27m (向外侧)	8.336	6.062	7.407	10.383	15.547

	侧)					
34.9	I 回线 B 相边导线外 28m (向外侧)	9.084	6.446	7.772	10.889	17.165
35.9	I 回线 B 相边导线外 29m (向外侧)	9.760	6.800	8.107	11.353	19.012
36.9	I 回线 B 相边导线外 30m (向外侧)	10.290	7.092	8.369	11.676	20.629
37.9	I 回线 B 相边导线外 31m (向外侧)	10.619	7.299	8.524	11.772	21.227
38.1	I 回 A 相边导线下	10.657	7.328	8.540	11.758	21.160
39.1	I 回线 A 相边导线外 1m	10.711	7.416	8.543	11.523	19.890
40.1	I 回线 A 相边导线外 2m	10.540	7.401	8.417	11.035	17.580
41.1	I 回线 A 相边导线外 3m	10.174	7.290	8.176	10.362	15.056
42.1	I 回线 A 相边导线外 4m	9.658	7.094	7.841	9.588	12.788
43.1	I 回线 A 相边导线外 5m	9.041	6.829	7.439	8.783	10.901
44.1	I 回线 A 相边导线外 6m	8.370	6.513	6.996	7.996	9.369
45.1	I 回线 A 相边导线外 7m	7.684	6.163	6.534	7.257	8.127
46.1	I 回线 A 相边导线外 8m	7.009	5.793	6.070	6.577	7.112
47.1	I 回线 A 相边导线外 9m	6.367	5.417	5.617	5.961	6.273
48.1	I 回线 A 相边导线外 10m	5.768	5.044	5.184	5.408	5.572
49.1	I 回线 A 相边导线外 11m	5.218	4.682	4.775	4.912	4.979
50.1	I 回线 A 相边导线外 12m	4.718	4.337	4.395	4.469	4.474
51.1	I 回线 A 相边导线外 13m	4.267	4.010	4.042	4.073	4.038
52.1	I 回线 A 相边导线外 14m	3.862	3.705	3.718	3.719	3.659
53.1	I 回线 A 相边导线外 15m	3.500	3.421	3.422	3.403	3.329
54.1	I 回线 A 相边导线外 16m	3.177	3.159	3.151	3.119	3.038
55.1	I 回线 A 相边导线外 17m	2.889	2.917	2.903	2.864	2.780
56.1	I 回线 A 相边导线外 18m	2.632	2.696	2.678	2.635	2.552
57.1	I 回线 A 相边导线外 19m	2.402	2.493	2.473	2.428	2.348
58.1	I 回线 A 相边导线外 20m	2.197	2.307	2.287	2.242	2.165
63.1	I 回线 A 相边导线外 25m	1.448	1.594	1.576	1.541	1.488
68.1	I 回线 A 相边导线外 30m	1.000	1.135	1.123	1.100	1.065
73.1	I 回线 A 相边导线外 35m	0.719	0.834	0.826	0.810	0.788
78.1	I 回线 A 相边导线外 40m	0.534	0.629	0.624	0.614	0.599
83.1	I 回线 A 相边导线外 45m	0.408	0.486	0.483	0.476	0.466
88.1	I 回线 A 相边导线外 50m	0.319	0.384	0.382	0.377	0.370

注：根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010），500kV 输电线路不应跨越长期住人的建筑物，且边导线与建筑物之间的最小水平距离为 5m，因此本环评将线路下方以及边导线 5m 以内的计算结果用“-”表示；而为反映线路在居民区最小线路高度下的电磁环境影响水平，将导线对地 14m 时地面 1.5m 高度处的计算结果全部列出。下同。

表 6.1-86 单回并行线路工频磁场强度预测结果（20mm 冰区）

单位：μT

距并行 线路中 心距离 (m)	距本工程新建线路边相导线的距离 (m)	导线对地 11m	导线对地 14m				
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m	
-88.1	II 回线 C 相边导线外 50m	3.92	3.86	3.92	3.97	4.00	
-83.1	II 回线 C 相边导线外 45m	4.65	4.57	4.65	4.72	4.76	
-78.1	II 回线 C 相边导线外 40m	5.61	5.48	5.61	5.71	5.77	
-73.1	II 回线 C 相边导线外 35m	6.91	6.71	6.91	7.06	7.16	
-68.1	II 回线 C 相边导线外 30m	8.71	8.39	8.71	8.97	9.13	
-63.1	II 回线 C 相边导线外 25m	11.33	10.77	11.33	11.79	12.10	
-58.1	II 回线 C 相边导线外 20m	15.31	14.26	15.31	16.22	16.86	
-57.1	II 回线 C 相边导线外 19m	16.35	15.14	16.35	17.40	18.16	
-56.1	II 回线 C 相边导线外 18m	17.49	16.10	17.49	18.73	19.62	
-55.1	II 回线 C 相边导线外 17m	18.75	17.14	18.75	20.20	21.28	
-54.1	II 回线 C 相边导线外 16m	20.15	18.28	20.15	21.87	23.16	
-53.1	II 回线 C 相边导线外 15m	21.69	19.51	21.69	23.74	25.32	
-52.1	II 回线 C 相边导线外 14m	23.40	20.86	23.40	25.86	27.80	
-51.1	II 回线 C 相边导线外 13m	25.30	22.32	25.30	28.27	30.69	
-50.1	II 回线 C 相边导线外 12m	27.41	23.90	27.41	31.02	34.07	
-49.1	II 回线 C 相边导线外 11m	29.74	25.61	29.74	34.18	38.07	
-48.1	II 回线 C 相边导线外 10m	32.34	27.46	32.34	37.80	42.85	
-47.1	II 回线 C 相边导线外 9m	35.20	29.44	35.20	41.98	48.62	
-46.1	II 回线 C 相边导线外 8m	38.35	31.55	38.35	46.79	55.68	
-45.1	II 回线 C 相边导线外 7m	41.77	33.78	41.77	52.32	64.43	
-44.1	II 回线 C 相边导线外 6m	45.47	36.11	45.47	58.64	75.41	
-43.1	II 回线 C 相边导线外 5m	49.38	38.52	49.38	65.74	89.29	
-42.1	II 回线 C 相边导线外 4m	53.44	40.97	69.30	104.43	197.95	
-41.1	II 回线 C 相边导线外 3m	57.54	43.43	72.08	108.19	198.23	
-40.1	II 回线 C 相边导线外 2m	61.55	45.84	74.34	110.05	188.26	
-39.1	II 回线 C 相边导线外 1m	65.31	48.15	76.11	110.43	174.93	
-38.1	II 回线 C 相边导线外	68.68	50.33	77.45	109.91	162.59	
-37.9	II 回线 B 相边导线外 31m（向外 侧）	69.30	50.75	78.49	109.05	152.89	
-36.9	II 回线 B 相边导线外 39m（向外 侧）	72.08	52.73	79.33	108.27	146.16	
-35.9	II 回线 B 相边导线外 29m（向外 侧）	74.34	54.51	80.06	107.87	142.36	
-34.9	II 回线 B 相边导线外 28m（向外 侧）	76.11	56.09	80.75	108.03	141.39	
-33.9	II 回线 B 相边导线外 27m（向外 侧）	77.45	57.48	81.43	108.83	143.30	
-32.9	II 回线 B 相边导线外 26m（向外 侧）	78.49	58.69	82.11	110.24	148.30	
-31.9	II 回线 B 相边导线外 25m（向外	79.33	59.75	82.76	112.14	156.67	



	侧)					
-30.9	II 回线 B 相边导线外 24m (向外侧)	80.06	60.68	83.30	114.27	168.53
-29.9	II 回线 B 相边导线外 23m (向外侧)	80.75	61.49	83.68	116.23	183.18
-28.9	II 回线 B 相边导线外 22m (向外侧)	81.43	62.20	83.80	117.50	197.60
-27.9	II 回线 B 相边导线外 21m (向外侧)	82.11	62.81	83.61	117.61	205.66
-26.9	II 回线 B 相边导线外 20m (向外侧)	82.76	63.32	83.10	116.34	201.66
-25.9	II 回线 B 相边导线外 19m (向外侧)	83.30	63.71	82.28	113.82	187.08
-24.9	II 回线 B 相边导线外 18m (向外侧)	83.68	63.98	81.25	110.51	169.00
-23.9	II 回线 B 相边导线外 17m (向外侧)	83.80	64.11	80.08	106.98	152.87
-22.9	II 回线 B 相边导线外 16m (向外侧)	83.61	64.10	78.89	103.75	140.74
-21.9	II 回线 B 相边导线外 15m (向外侧)	83.10	63.95	77.75	101.16	132.71
-20.9	II 回线 B 相边导线外 14m (向外侧)	82.28	63.66	76.71	99.37	128.36
-19.9	II 回线 B 相边导线外 13m (向外侧)	81.25	63.25	75.80	98.43	127.25
-18.9	II 回线 B 相边导线外 12m (向外侧)	80.08	62.75	74.99	98.29	129.11
-17.9	II 回线 B 相边导线外 11m (向外侧)	78.89	62.17	74.24	98.81	133.88
-16.9	II 回线 B 相边导线外 10m (向外侧)	77.75	61.53	73.46	99.78	141.62
-15.9	II 回线 B 相边导线外 9m (向外侧)	76.71	60.86	72.55	100.86	152.39
-14.9	II 回线 B 相边导线外 8m (向外侧)	75.80	60.15	71.41	101.63	165.78
-13.9	II 回线 B 相边导线外 7m (向外侧)	74.99	59.40	69.96	101.55	179.94
-12.9	II 回线 B 相边导线外 6m (向外侧)	74.24	58.60	68.14	100.10	190.24
-11.9	II 回线 B 相边导线外 5m (向外侧)	73.46	57.73	65.98	97.02	190.04
-10.9	II 回线 B 相边导线外 4m (向外侧)	72.55	56.78	63.56	92.42	176.79
-9.9	II 回线 B 相边导线外 3m (向外侧)	71.41	55.74	61.04	86.86	156.03
-8.9	II 回线 B 相边导线外 2m (向外侧)	69.96	54.59	58.65	81.15	135.34
-7.9	II 回线 B 相边导线外 1m (向外侧)	68.14	53.36	56.61	76.13	118.93
-6.9	II 回线 B 相边导线外	65.98	52.06	69.30	104.43	197.95
-5.9	II 回线 B 相边导线外 1m (向内侧)	63.56	50.76	72.08	108.19	198.23
-4.9	II 回线 B 相边导线外 2m (向内侧)	61.04	49.50	74.34	110.05	188.26
-3.9	II 回线 B 相边导线外 3m (向内侧)	58.65	48.38	76.11	110.43	174.93
-2.9	II 回线 B 相边导线外 4m (向内侧)	56.61	47.46	77.45	109.91	162.59
-1.9	II 回线 B 相边导线外 5m (向内侧)	55.14	46.81	55.14	72.47	108.11
-0.9	II 回线 B 相边导线外 6m (向内侧)	54.41	46.49	54.41	70.64	103.02

0.9	I 回线 B 相边导线外 6m (向内侧)	54.41	46.49	54.41	70.64	103.02
1.9	I 回线 B 相边导线外 5m (向内侧)	55.14	46.81	55.14	72.47	108.11
2.9	I 回线 B 相边导线外 4m (向内侧)	56.61	47.46	56.61	76.13	118.93
3.9	I 回线 B 相边导线外 3m (向内侧)	58.65	48.38	58.65	81.15	135.34
4.9	I 回线 B 相边导线外 2m (向内侧)	61.04	49.50	61.04	86.86	156.03
5.9	I 回线 B 相边导线外 1m (向内侧)	63.56	50.76	63.56	92.42	176.79
6.9	I 回线 B 相边导线外	65.98	52.06	65.98	97.02	190.04
7.9	I 回线 B 相边导线外 1m (向外侧)	68.14	53.36	68.14	100.10	190.24
8.9	I 回线 B 相边导线外 2m (向外侧)	69.96	54.59	69.96	101.55	179.94
9.9	I 回线 B 相边导线外 3m (向外侧)	71.41	55.74	71.41	101.63	165.78
10.9	I 回线 B 相边导线外 4m (向外侧)	72.55	56.78	72.55	100.86	152.39
11.9	I 回线 B 相边导线外 5m (向外侧)	73.46	57.73	73.46	99.78	141.62
12.9	I 回线 B 相边导线外 6m (向外侧)	74.24	58.60	74.24	98.81	133.88
13.9	I 回线 B 相边导线外 7m (向外侧)	74.99	59.40	74.99	98.29	129.11
14.9	I 回线 B 相边导线外 8m (向外侧)	75.80	60.15	75.80	98.43	127.25
15.9	I 回线 B 相边导线外 9m (向外侧)	76.71	60.86	76.71	99.37	128.36
16.9	I 回线 B 相边导线外 10m (向外侧)	77.75	61.53	77.75	101.16	132.71
17.9	I 回线 B 相边导线外 11m (向外侧)	78.89	62.17	78.89	103.75	140.74
18.9	I 回线 B 相边导线外 12m (向外侧)	80.08	62.75	80.08	106.98	152.87
19.9	I 回线 B 相边导线外 13m (向外侧)	81.25	63.25	81.25	110.51	169.00
20.9	I 回线 B 相边导线外 14m (向外侧)	82.28	63.66	82.28	113.82	187.08
21.9	I 回线 B 相边导线外 15m (向外侧)	83.10	63.95	83.10	116.34	201.66
22.9	I 回线 B 相边导线外 16m (向外侧)	83.61	64.10	83.61	117.61	205.66
23.9	I 回线 B 相边导线外 17m (向外侧)	83.80	64.11	83.80	117.50	197.60
24.9	I 回线 B 相边导线外 18m (向外侧)	83.68	63.98	83.68	116.23	183.18
25.9	I 回线 B 相边导线外 19m (向外侧)	83.30	63.71	83.30	114.27	168.53
26.9	I 回线 B 相边导线外 20m (向外侧)	82.76	63.32	82.76	112.14	156.67
27.9	I 回线 B 相边导线外 21m (向外侧)	82.11	62.81	82.11	110.24	148.30
28.9	I 回线 B 相边导线外 22m (向外侧)	81.43	62.20	81.43	108.83	143.30
29.9	I 回线 B 相边导线外 23m (向外侧)	80.75	61.49	80.75	108.03	141.39
30.9	I 回线 B 相边导线外 24m (向外侧)	80.06	60.68	80.06	107.87	142.36
31.9	I 回线 B 相边导线外 25m (向外侧)	79.33	59.75	79.33	108.27	146.16

32.9	I 回线 B 相边导线外 26m (向外侧)	78.49	58.69	78.49	109.05	152.89
33.9	I 回线 B 相边导线外 27m (向外侧)	77.45	57.48	77.45	109.91	162.59
34.9	I 回线 B 相边导线外 28m (向外侧)	76.11	56.09	76.11	110.43	174.93
35.9	I 回线 B 相边导线外 29m (向外侧)	74.34	54.51	74.34	110.05	188.26
36.9	I 回线 B 相边导线外 30m (向外侧)	72.08	52.73	72.08	108.19	198.23
37.9	I 回线 B 相边导线外 31m (向外侧)	69.30	50.75	69.30	104.43	197.95
38.1	I 回 A 相边导线下	68.68	50.33	68.68	103.44	196.17
39.1	I 回线 A 相边导线外 1m	65.31	48.15	65.31	97.39	179.16
40.1	I 回线 A 相边导线外 2m	61.55	45.84	61.55	89.93	154.11
41.1	I 回线 A 相边导线外 3m	57.54	43.43	57.54	81.76	128.72
42.1	I 回线 A 相边导线外 4m	53.44	40.97	53.44	73.53	106.88
43.1	I 回线 A 相边导线外 5m	49.38	38.52	49.38	65.74	89.29
44.1	I 回线 A 相边导线外 6m	45.47	36.11	45.47	58.64	75.41
45.1	I 回线 A 相边导线外 7m	41.77	33.78	41.77	52.32	64.43
46.1	I 回线 A 相边导线外 8m	38.35	31.55	38.35	46.79	55.68
47.1	I 回线 A 相边导线外 9m	35.20	29.44	35.20	41.98	48.62
48.1	I 回线 A 相边导线外 10m	32.34	27.46	32.34	37.80	42.85
49.1	I 回线 A 相边导线外 11m	29.74	25.61	29.74	34.18	38.07
50.1	I 回线 A 相边导线外 12m	27.41	23.90	27.41	31.02	34.07
51.1	I 回线 A 相边导线外 13m	25.30	22.32	25.30	28.27	30.69
52.1	I 回线 A 相边导线外 14m	23.40	20.86	23.40	25.86	27.80
53.1	I 回线 A 相边导线外 15m	21.69	19.51	21.69	23.74	25.32
54.1	I 回线 A 相边导线外 16m	20.15	18.28	20.15	21.87	23.16
55.1	I 回线 A 相边导线外 17m	18.75	17.14	18.75	20.20	21.28
56.1	I 回线 A 相边导线外 18m	17.49	16.10	17.49	18.73	19.62
57.1	I 回线 A 相边导线外 19m	16.35	15.14	16.35	17.40	18.16
58.1	I 回线 A 相边导线外 20m	15.31	14.26	15.31	16.22	16.86
63.1	I 回线 A 相边导线外 25m	11.33	10.77	11.33	11.79	12.10
68.1	I 回线 A 相边导线外 30m	8.71	8.39	8.71	8.97	9.13
73.1	I 回线 A 相边导线外 35m	6.91	6.71	6.91	7.06	7.16
78.1	I 回线 A 相边导线外 40m	5.61	5.48	5.61	5.71	5.77
83.1	I 回线 A 相边导线外 45m	4.65	4.57	4.65	4.72	4.76
88.1	I 回线 A 相边导线外 50m	3.92	3.86	3.92	3.97	4.00

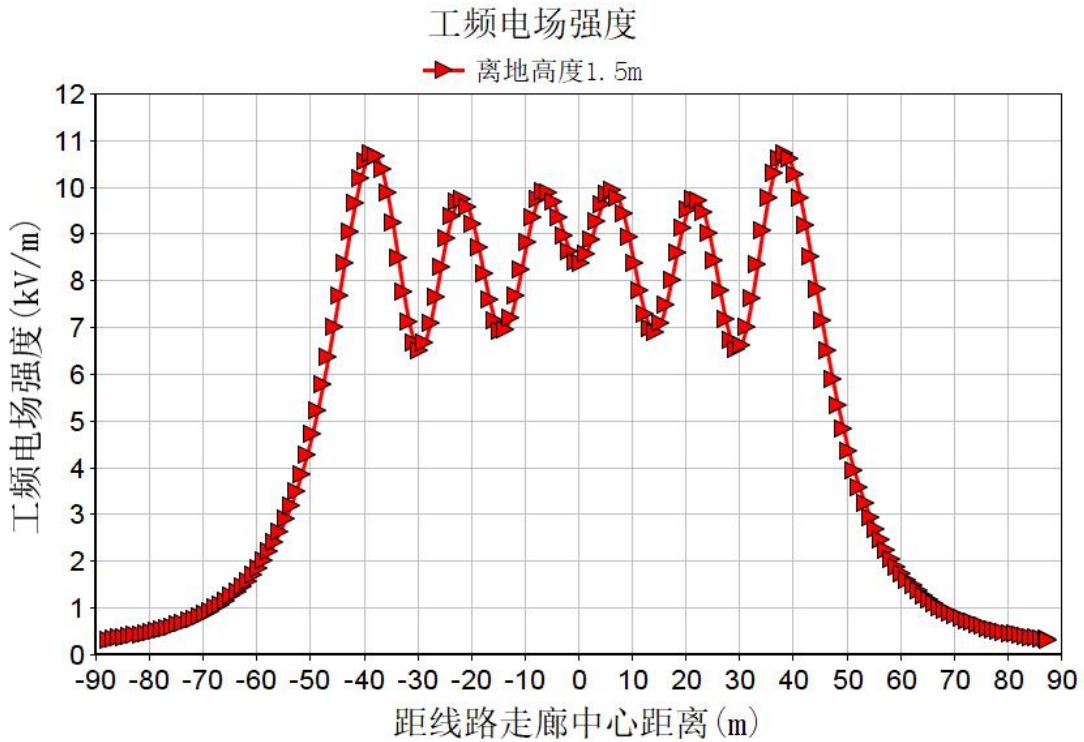


图 6.1-70 并行线路工频电场强度分布图（20mm 冰区）——非居民区（对地 11m）

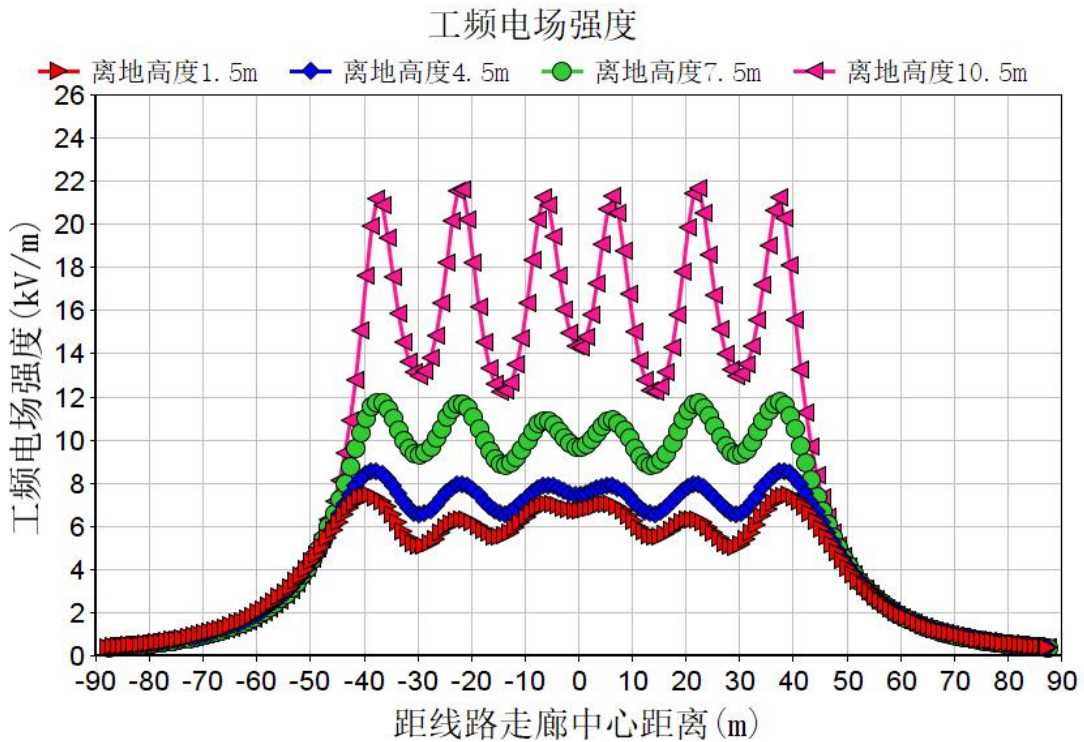


图 6.1-71 并行线路工频电场强度分布图（20mm 冰区）——居民区（对地 14m）

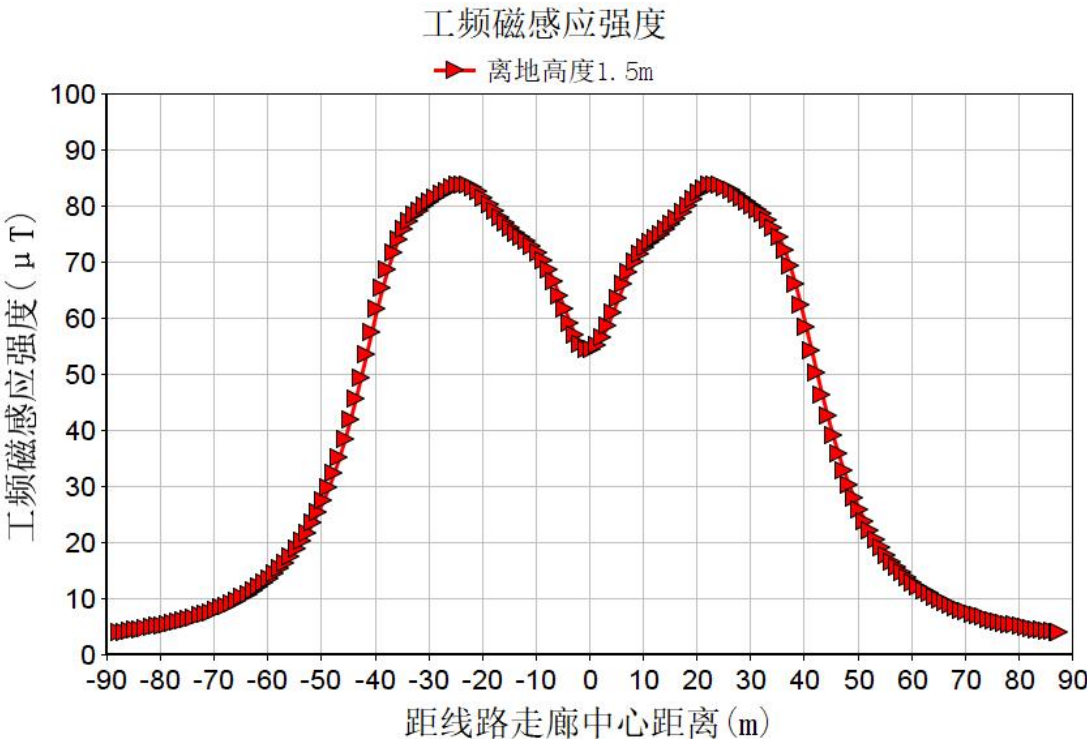


图 6.1-72 并行线路工频磁感应强度分布图（20mm 冰区）——非居民区（对地 11m）

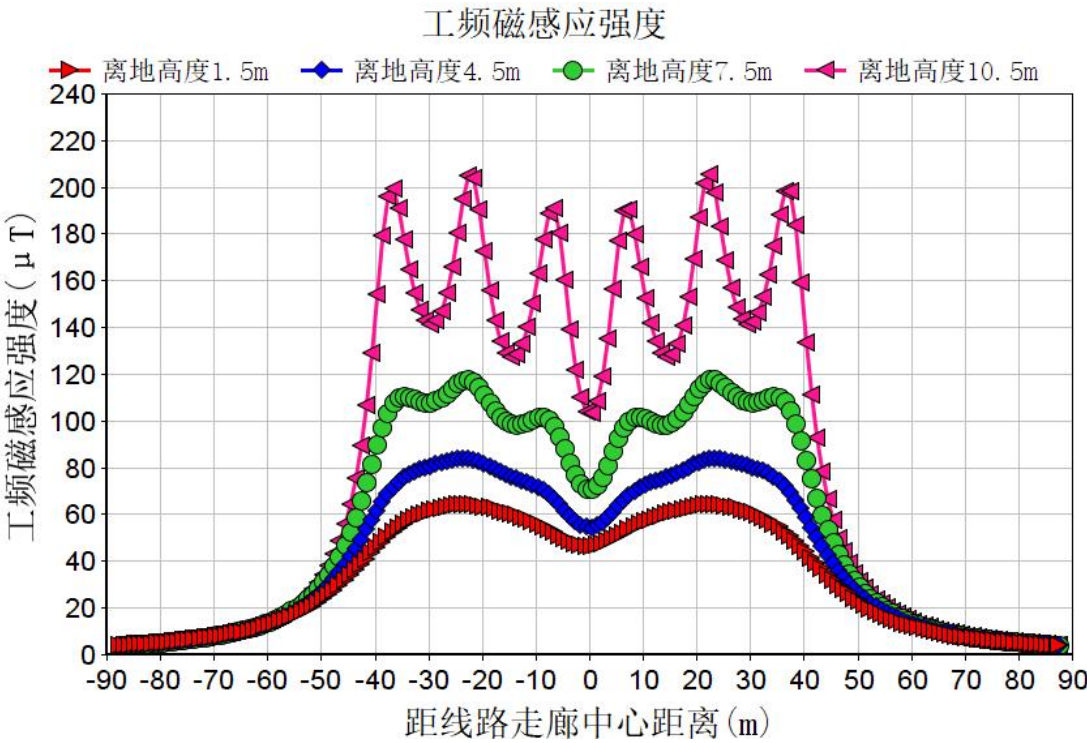


图 6.1-73 并行线路工频磁感应强度分布图（20mm 冰区）——居民区（对地 14m）

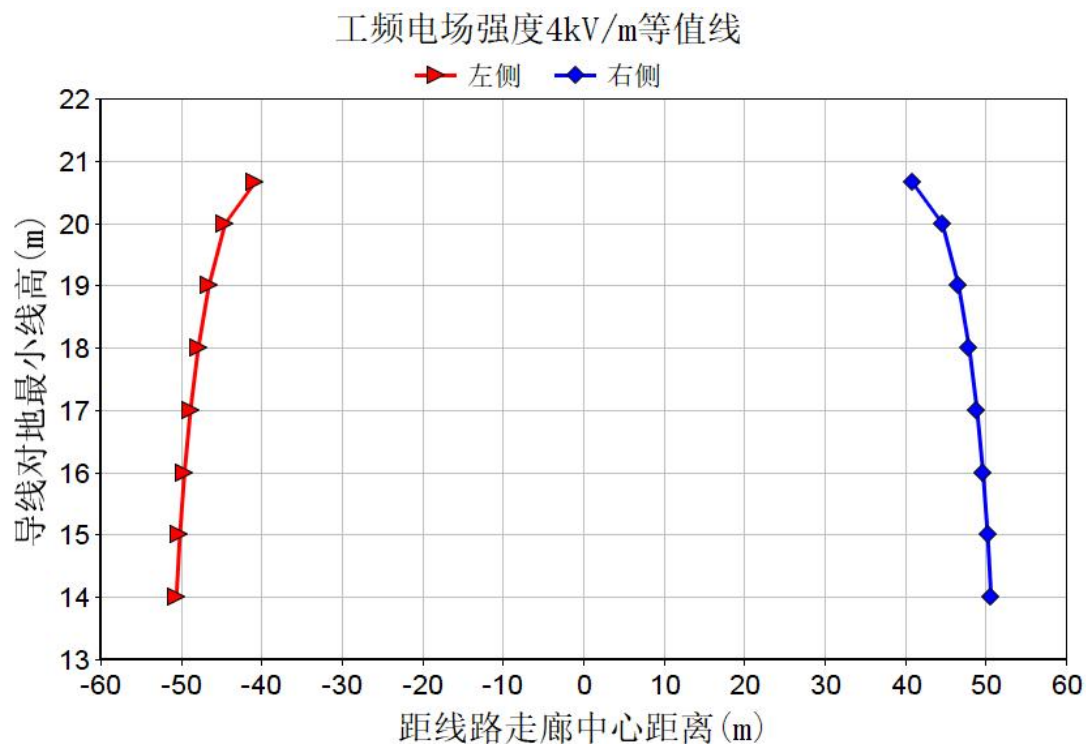


图 6.1-74 并行线路（20mm 冰区）4kV/m 达标等值线图

表 6.1-87 并行线路（20mm 冰区）4kV/m 达标等值数据表

单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
20.7	-40.80
20.0	-44.57
19.0	-46.60
18.0	-47.92
17.0	-48.89
16.0	-49.63
15.0	-50.20
14.0	-50.63
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
20.7	40.80
20.0	44.57
19.0	46.60
18.0	47.92
17.0	48.89
16.0	49.63
15.0	50.20
14.0	50.63

### 3) 预测结果分析

#### ①10mm 冰区单回并行线路

非居民区：当本工程并行 500kV 单回线路导线对地距离为 11m 时，距地面 1.5m 处，并行线路产生的工频电场强度最大值为 10.455kV/m，大于 10kV/m；磁感应强度最大值为 82.62 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。

居民区，当本工程并行单回线路导线对地距离为 14m 时，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，边相导线外 5m 处，工频电场强度最大值分别为 6.655kV/m、7.277kV/m、9.115kV/m、12.927kV/m，大于 4kV/m 的公众曝露控制限值；在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，磁感应强度最大值分别为 42.65 $\mu$ T、50.97 $\mu$ T、67.36 $\mu$ T、97.18 $\mu$ T，均满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

#### ②20mm 冰区单回并行线路

非居民区：当本工程并行 500kV 单回线路导线对地距离为 11m 时，距地面 1.5m 处，并行线路产生的工频电场强度最大值为 10.711kV/m，大于 10kV/m；磁感应强度最大值 83.80 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。

居民区，当本工程并行单回线路导线对地距离为 14m 时，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，边相导线外 5m 处，工频电场强度最大值分别为 6.829kV/m、7.487kV/m、9.789kV/m、14.768kV/m，大于 4kV/m 的公众曝露控制限值；在距地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，磁感应强度最大值分别为 46.81 $\mu$ T、55.14 $\mu$ T、72.47 $\mu$ T，均满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值，距地面 10.5m 高度处，磁感应强度最大值为 108.11 $\mu$ T，不满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

### 4) 线路抬升高度预测计算

根据电磁预测结果可知，10mm 冰区和 20mm 冰区下，新建 500kV 单回线路并行时，经过其它地区、导线对地距离为 11m 时，线路下方工频电场强度最大值均大于 10kV/m，需抬升导线对地高度。

10mm 冰区和 20mm 冰区下，新建 500kV 单回线路并行时，经过居民区、导线对地距离为 14m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域，为指导工程设计在后续塔基定位阶段通过抬升导线对地距离的方式确保线路临近房屋工频电场满足标准，本环评进行新建线路抬升高度预测计算。



10mm 冰区下，单回并行线路抬升高度及工频电场强度、磁感应强度预测结果参见表 6.1-88~表 6.1-89。20mm 冰区下，线路抬升高度及工频电场强度、磁感应强度预测结果参见表 6.1-88~表 6.1-89。

**表 6.1-88 并行线路电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果（10mm 冰区）** 单位：

kV/m

距并行线路中心距离（m）	距本工程新建线路边相导线的距离（m）	导线对地 12m	导线对地 23m	导线对地 23.5m	导线对地 24m	导线对地 25.5m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-86.5	I 回线 B 相边导线外 50m	0.325	0.499	0.502	0.502	0.509
-81.5	I 回线 B 相边导线外 45m	0.416	0.613	0.615	0.615	0.620
-76.5	I 回线 B 相边导线外 40m	0.544	0.762	0.763	0.761	0.763
-71.5	I 回线 B 相边导线外 35m	0.731	0.960	0.959	0.954	0.950
-66.5	I 回线 B 相边导线外 30m	1.014	1.220	1.215	1.209	1.196
-61.5	I 回线 B 相边导线外 25m	1.460	1.559	1.551	1.544	1.520
-56.5	I 回线 B 相边导线外 20m	2.190	1.985	1.974	1.976	1.941
-55.5	I 回线 B 相边导线外 19m	2.387	2.080	2.069	2.074	2.039
-54.5	I 回线 B 相边导线外 18m	2.606	2.177	2.166	2.177	2.140
-53.5	I 回线 B 相边导线外 17m	2.849	2.276	2.265	2.282	2.247
-52.5	I 回线 B 相边导线外 16m	3.119	2.376	2.367	2.391	2.357
-51.5	I 回线 B 相边导线外 15m	3.419	2.476	2.469	2.502	2.471
-50.5	I 回线 B 相边导线外 14m	3.751	2.576	2.571	2.615	2.588
-49.5	I 回线 B 相边导线外 13m	4.117	2.673	2.672	2.729	2.709
-48.5	I 回线 B 相边导线外 12m	4.519	2.767	2.770	2.843	2.831
-47.5	I 回线 B 相边导线外 11m	4.958	2.856	2.865	2.955	2.954
-46.5	I 回线 B 相边导线外 10m	5.431	2.938	2.953	3.064	3.077
-45.5	I 回线 B 相边导线外 9m	5.937	3.011	3.035	3.168	3.199
-44.5	I 回线 B 相边导线外 8m	6.466	3.074	3.107	3.265	3.316
-43.5	I 回线 B 相边导线外 7m	7.007	3.124	3.167	3.353	3.428
-42.5	I 回线 B 相边导线外 6m	7.542	3.159	3.214	3.430	3.533
-41.5	I 回线 B 相边导线外 5m	8.047	3.178	3.247	3.494	3.627
-40.5	I 回线 B 相边导线外 4m	8.493	3.179	—	—	—
-39.5	I 回线 B 相边导线外 3m	8.845	3.162	—	—	—
-38.5	I 回线 B 相边导线外 2m	9.072	3.125	—	—	—
-37.5	I 回线 B 相边导线外 1m	9.144	3.069	—	—	—
-36.5	I 回线 B 相边导线下	9.047	2.995	—	—	—
-35.5	I 回线 C 相边导线外 27m（向外侧）	8.780	2.904	—	—	—
-34.5	I 回线 C 相边导线外 26m（向外侧）	8.366	2.800	—	—	—
-33.5	I 回线 C 相边导线外 25m（向外侧）	7.848	2.687	—	—	—
-32.5	I 回线 C 相边导线外 24m（向外侧）	7.287	2.567	—	—	—
-31.5	I 回线 C 相边导线外 23m（向外侧）	6.759	2.447	—	—	—

-30.5	I 回线 C 相边导线外 22m (向外侧)	6.347	2.332	—	—	—
-29.5	I 回线 C 相边导线外 21m (向外侧)	6.121	2.226	—	—	—
-28.5	I 回线 C 相边导线外 20m (向外侧)	6.117	2.136	—	—	—
-27.5	I 回线 C 相边导线外 19m (向外侧)	6.314	2.064	—	—	—
-26.5	I 回线 C 相边导线外 18m (向外侧)	6.648	2.014	—	—	—
-25.5	I 回线 C 相边导线外 17m (向外侧)	7.033	1.987	—	—	—
-24.5	I 回线 C 相边导线外 16m (向外侧)	7.386	1.982	—	—	—
-23.5	I 回线 C 相边导线外 15m (向外侧)	7.642	1.998	—	—	—
-22.5	I 回线 C 相边导线外 14m (向外侧)	7.757	2.032	—	—	—
-21.5	I 回线 C 相边导线外 13m (向外侧)	7.717	2.082	—	—	—
-20.5	I 回线 C 相边导线外 12m (向外侧)	7.535	2.146	—	—	—
-19.5	I 回线 C 相边导线外 11m (向外侧)	7.251	2.223	—	—	—
-18.5	I 回线 C 相边导线外 10m (向外侧)	6.925	2.310	—	—	—
-17.5	I 回线 C 相边导线外 9m (向外侧)	6.633	2.406	—	—	—
-16.5	I 回线 C 相边导线外 8m (向外侧)	6.448	2.510	—	—	—
-15.5	I 回线 C 相边导线外 7m (向外侧)	6.430	2.620	—	—	—
-14.5	I 回线 C 相边导线外 6m (向外侧)	6.597	2.733	—	—	—
-13.5	I 回线 C 相边导线外 5m (向外侧)	6.923	2.847	—	—	—
-12.5	I 回线 C 相边导线外 4m (向外侧)	7.350	2.959	—	—	—
-11.5	I 回线 C 相边导线外 3m (向外侧)	7.805	3.067	—	—	—
-10.5	I 回线 C 相边导线外 2m (向外侧)	8.215	3.168	—	—	—
-9.5	I 回线 C 相边导线外 1m (向外侧)	8.524	3.260	—	—	—
-8.5	I 回线 C 相边导线下	8.692	3.341	—	—	—
-7.5	I 回线 C 相边导线外 1m (向内侧)	8.702	3.411	—	—	—
-6.5	I 回线 C 相边导线外 2m (向内侧)	8.564	3.470	—	—	—
-5.5	I 回线 C 相边导线外 3m (向内侧)	8.305	3.517	—	—	—
-4.5	I 回线 C 相边导线外 4m (向内侧)	7.972	3.554	—	—	—
-3.5	I 回线 C 相边导线外 5m (向内侧)	7.622	3.581	3.565	3.655	3.635
-2.5	I 回线 C 相边导线外 6m (向内侧)	7.313	3.599	3.580	3.662	3.631
-1.5	I 回线 C 相边导线外 7m (向内侧)	7.102	3.610	3.589	3.666	3.628
-0.5	I 回线 C 相边导线外 8m (向内侧)	7.027	3.613	3.592	3.667	3.627
0.5	II 回线 A 相边导线外 8m (向内侧)	7.027	3.613	3.592	3.667	3.627
1.5	II 回线 A 相边导线外 7m (向内侧)	7.102	3.610	3.589	3.666	3.628
2.5	II 回线 A 相边导线外 6m (向内侧)	7.313	3.599	3.580	3.662	3.631
3.5	II 回线 A 相边导线外 5m (向内侧)	7.622	3.581	3.565	3.655	3.635
4.5	II 回线 A 相边导线外 4m (向内侧)	7.972	3.554	—	—	—
5.5	II 回线 A 相边导线外 3m (向内侧)	8.305	3.517	—	—	—
6.5	II 回线 A 相边导线外 2m (向内侧)	8.564	3.470	—	—	—
7.5	II 回线 A 相边导线外 1m (向内侧)	8.702	3.411	—	—	—
8.5	II 回线 A 相边导线下	8.692	3.341	—	—	—
9.5	II 回线 A 相边导线外 1m (向外侧)	8.524	3.260	—	—	—
10.5	II 回线 A 相边导线外 2m (向外侧)	8.215	3.168	—	—	—
11.5	II 回线 A 相边导线外 3m (向外侧)	7.805	3.067	—	—	—
12.5	II 回线 A 相边导线外 4m (向外侧)	7.350	2.959	—	—	—

13.5	II 回线 A 相边导线外 5m (向外侧)	6.923	2.847	—	—	—
14.5	II 回线 A 相边导线外 6m (向外侧)	6.597	2.733	—	—	—
15.5	II 回线 A 相边导线外 7m (向外侧)	6.430	2.620	—	—	—
16.5	II 回线 A 相边导线外 8m (向外侧)	6.448	2.510	—	—	—
17.5	II 回线 A 相边导线外 9m (向外侧)	6.633	2.406	—	—	—
18.5	II 回线 A 相边导线外 10m (向外侧)	6.925	2.310	—	—	—
19.5	II 回线 A 相边导线外 11m (向外侧)	7.251	2.223	—	—	—
20.5	II 回线 A 相边导线外 12m (向外侧)	7.535	2.146	—	—	—
21.5	II 回线 A 相边导线外 13m (向外侧)	7.717	2.082	—	—	—
22.5	II 回线 A 相边导线外 14m (向外侧)	7.757	2.032	—	—	—
23.5	II 回线 A 相边导线外 15m (向外侧)	7.642	1.998	—	—	—
24.5	II 回线 A 相边导线外 16m (向外侧)	7.386	1.982	—	—	—
25.5	II 回线 A 相边导线外 17m (向外侧)	7.033	1.987	—	—	—
26.5	II 回线 A 相边导线外 18m (向外侧)	6.648	2.014	—	—	—
27.5	II 回线 A 相边导线外 19m (向外侧)	6.314	2.064	—	—	—
28.5	II 回线 A 相边导线外 20m (向外侧)	6.117	2.136	—	—	—
29.5	II 回线 A 相边导线外 21m (向外侧)	6.121	2.226	—	—	—
30.5	II 回线 A 相边导线外 22m (向外侧)	6.347	2.332	—	—	—
31.5	II 回线 A 相边导线外 23m (向外侧)	6.759	2.447	—	—	—
32.5	II 回线 A 相边导线外 24m (向外侧)	7.287	2.567	—	—	—
33.5	II 回线 A 相边导线外 25m (向外侧)	7.848	2.687	—	—	—
34.5	II 回线 A 相边导线外 26m (向外侧)	8.366	2.800	—	—	—
35.5	II 回线 A 相边导线外 27m (向外侧)	8.780	2.904	—	—	—
36.5	II 回 B 相边导线下	9.047	2.995	—	—	—
37.5	II 回 B 相边导线外 1m	9.144	3.069	—	—	—
38.5	II 回 B 相边导线外 2m	9.072	3.125	—	—	—
39.5	II 回 B 相边导线外 3m	8.845	3.162	—	—	—
40.5	II 回 B 相边导线外 4m	8.493	3.179	—	—	—
41.5	II 回 B 相边导线外 5m	8.047	3.178	3.247	3.494	3.627
42.5	II 回 B 相边导线外 6m	7.542	3.159	3.214	3.430	3.533
43.5	II 回 B 相边导线外 7m	7.007	3.124	3.167	3.353	3.428
44.5	II 回 B 相边导线外 8m	6.466	3.074	3.107	3.265	3.316
45.5	II 回 B 相边导线外 9m	5.937	3.011	3.035	3.168	3.199
46.5	II 回 B 相边导线外 10m	5.431	2.938	2.953	3.064	3.077
47.5	II 回 B 相边导线外 11m	4.958	2.856	2.865	2.955	2.954
48.5	II 回 B 相边导线外 12m	4.519	2.767	2.770	2.843	2.831
49.5	II 回 B 相边导线外 13m	4.117	2.673	2.672	2.729	2.709
50.5	II 回 B 相边导线外 14m	3.751	2.576	2.571	2.615	2.588
51.5	II 回 B 相边导线外 15m	3.419	2.476	2.469	2.502	2.471
52.5	II 回 B 相边导线外 16m	3.119	2.376	2.367	2.391	2.357
53.5	II 回 B 相边导线外 17m	2.849	2.276	2.265	2.282	2.247
54.5	II 回 B 相边导线外 18m	2.606	2.177	2.166	2.177	2.140
55.5	II 回 B 相边导线外 19m	2.387	2.080	2.069	2.074	2.039
56.5	II 回 B 相边导线外 20m	2.190	1.985	1.974	1.976	1.941

61.5	II 回 B 相边导线外 25m	1.460	1.559	1.551	1.544	1.520
66.5	II 回 B 相边导线外 30m	1.014	1.220	1.215	1.209	1.196
71.5	II 回 B 相边导线外 35m	0.731	0.960	0.959	0.954	0.950
76.5	II 回 B 相边导线外 40m	0.544	0.762	0.763	0.761	0.763
81.5	II 回 B 相边导线外 45m	0.416	0.613	0.615	0.615	0.620
86.5	II 回 B 相边导线外 50m	0.325	0.499	0.502	0.502	0.509

表 6.1-89 并行线路电磁环境达标的最小线高及工频磁场强度预测结果（10mm 冰区） 单位：

μT

距并行线路中心距离（m）	距本工程新建线路边相导线的距离（m）	导线对地 12m	导线对地 23m	导线对地 23.5m	导线对地 24m	导线对地 25.5m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-86.5	I 回线 B 相边导线外 50m	3.65	3.36	3.44	3.51	3.55
-81.5	I 回线 B 相边导线外 45m	4.34	3.93	4.04	4.14	4.19
-76.5	I 回线 B 相边导线外 40m	5.24	4.65	4.80	4.95	5.03
-71.5	I 回线 B 相边导线外 35m	6.45	5.58	5.80	6.01	6.13
-66.5	I 回线 B 相边导线外 30m	8.15	6.78	7.12	7.44	7.63
-61.5	I 回线 B 相边导线外 25m	10.59	8.36	8.88	9.41	9.72
-56.5	I 回线 B 相边导线外 20m	14.29	10.44	11.28	12.15	12.69
-55.5	I 回线 B 相边导线外 19m	15.24	10.93	11.85	12.83	13.43
-54.5	I 回线 B 相边导线外 18m	16.29	11.45	12.46	13.55	14.22
-53.5	I 回线 B 相边导线外 17m	17.45	11.99	13.11	14.31	15.08
-52.5	I 回线 B 相边导线外 16m	18.72	12.56	13.79	15.14	16.00
-51.5	I 回线 B 相边导线外 15m	20.12	13.16	14.51	16.02	16.99
-50.5	I 回线 B 相边导线外 14m	21.66	13.79	15.28	16.95	18.05
-49.5	I 回线 B 相边导线外 13m	23.36	14.44	16.08	17.95	19.19
-48.5	I 回线 B 相边导线外 12m	25.24	15.13	16.93	19.01	20.41
-47.5	I 回线 B 相边导线外 11m	27.30	15.84	17.82	20.13	21.71
-46.5	I 回线 B 相边导线外 10m	29.57	16.57	18.74	21.32	23.09
-45.5	I 回线 B 相边导线外 9m	32.06	17.33	19.70	22.55	24.54
-44.5	I 回线 B 相边导线外 8m	34.76	18.11	20.70	23.85	26.08
-43.5	I 回线 B 相边导线外 7m	37.68	18.91	21.72	25.19	27.67
-42.5	I 回线 B 相边导线外 6m	40.79	19.72	22.76	26.57	29.33
-41.5	I 回线 B 相边导线外 5m	44.07	20.54	23.83	27.97	31.02
-40.5	I 回线 B 相边导线外 4m	47.45	21.37	—	—	—
-39.5	I 回线 B 相边导线外 3m	50.86	22.19	—	—	—
-38.5	I 回线 B 相边导线外 2m	54.21	23.02	—	—	—
-37.5	I 回线 B 相边导线外 1m	57.40	23.82	—	—	—
-36.5	I 回线 B 相边导线外	60.35	24.62	—	—	—
-35.5	I 回线 C 相边导线外 27m（向外侧）	62.99	25.39	—	—	—
-34.5	I 回线 C 相边导线外 26m（向外侧）	65.27	26.13	—	—	—
-33.5	I 回线 C 相边导线外 25m（向外侧）	67.20	26.85	—	—	—
-32.5	I 回线 C 相边导线外 24m（向外侧）	68.81	27.53	—	—	—

-31.5	I 回线 C 相边导线外 23m (向外侧)	70.14	28.16	—	—	—
-30.5	I 回线 C 相边导线外 22m (向外侧)	71.25	28.76	—	—	—
-29.5	I 回线 C 相边导线外 21m (向外侧)	72.18	29.31	—	—	—
-28.5	I 回线 C 相边导线外 20m (向外侧)	72.97	29.82	—	—	—
-27.5	I 回线 C 相边导线外 19m (向外侧)	73.63	30.27	—	—	—
-26.5	I 回线 C 相边导线外 18m (向外侧)	74.17	30.68	—	—	—
-25.5	I 回线 C 相边导线外 17m (向外侧)	74.56	31.03	—	—	—
-24.5	I 回线 C 相边导线外 16m (向外侧)	74.77	31.33	—	—	—
-23.5	I 回线 C 相边导线外 15m (向外侧)	74.78	31.58	—	—	—
-22.5	I 回线 C 相边导线外 14m (向外侧)	74.58	31.77	—	—	—
-21.5	I 回线 C 相边导线外 13m (向外侧)	74.16	31.92	—	—	—
-20.5	I 回线 C 相边导线外 12m (向外侧)	73.56	32.01	—	—	—
-19.5	I 回线 C 相边导线外 11m (向外侧)	72.82	32.05	—	—	—
-18.5	I 回线 C 相边导线外 10m (向外侧)	71.99	32.05	—	—	—
-17.5	I 回线 C 相边导线外 9m (向外侧)	71.10	32.00	—	—	—
-16.5	I 回线 C 相边导线外 8m (向外侧)	70.17	31.90	—	—	—
-15.5	I 回线 C 相边导线外 7m (向外侧)	69.23	31.77	—	—	—
-14.5	I 回线 C 相边导线外 6m (向外侧)	68.24	31.60	—	—	—
-13.5	I 回线 C 相边导线外 5m (向外侧)	67.16	31.40	—	—	—
-12.5	I 回线 C 相边导线外 4m (向外侧)	65.95	31.17	—	—	—
-11.5	I 回线 C 相边导线外 3m (向外侧)	64.56	30.92	—	—	—
-10.5	I 回线 C 相边导线外 2m (向外侧)	62.92	30.65	—	—	—
-9.5	I 回线 C 相边导线外 1m (向外侧)	61.03	30.38	—	—	—
-8.5	I 回线 C 相边导线下	58.89	30.11	—	—	—
-7.5	I 回线 C 相边导线外 1m (向内侧)	56.56	29.84	—	—	—
-6.5	I 回线 C 相边导线外 2m (向内侧)	54.14	29.59	—	—	—
-5.5	I 回线 C 相边导线外 3m (向内侧)	51.75	29.36	—	—	—
-4.5	I 回线 C 相边导线外 4m (向内侧)	49.53	29.16	—	—	—
-3.5	I 回线 C 相边导线外 5m (向内侧)	47.63	28.99	32.24	35.78	38.10
-2.5	I 回线 C 相边导线外 6m (向内侧)	46.16	28.87	32.03	35.42	37.59
-1.5	I 回线 C 相边导线外 7m (向内侧)	45.24	28.80	31.90	35.19	37.28
-0.5	I 回线 C 相边导线外 8m (向内侧)	44.93	28.77	31.86	35.12	37.17
0.5	II 回线 A 相边导线外 8m (向内侧)	44.93	28.77	31.86	35.12	37.17
1.5	II 回线 A 相边导线外 7m (向内侧)	45.24	28.80	31.90	35.19	37.28
2.5	II 回线 A 相边导线外 6m (向内侧)	46.16	28.87	32.03	35.42	37.59
3.5	II 回线 A 相边导线外 5m (向内侧)	47.63	28.99	32.24	35.78	38.10
4.5	II 回线 A 相边导线外 4m (向内侧)	49.53	29.16	—	—	—
5.5	II 回线 A 相边导线外 3m (向内侧)	51.75	29.36	—	—	—
6.5	II 回线 A 相边导线外 2m (向内侧)	54.14	29.59	—	—	—
7.5	II 回线 A 相边导线外 1m (向内侧)	56.56	29.84	—	—	—
8.5	II 回线 A 相边导线下	58.89	30.11	—	—	—
9.5	II 回线 A 相边导线外 1m (向外侧)	61.03	30.38	—	—	—
10.5	II 回线 A 相边导线外 2m (向外侧)	62.92	30.65	—	—	—
11.5	II 回线 A 相边导线外 3m (向外侧)	64.56	30.92	—	—	—

12.5	II 回线 A 相边导线外 4m (向外侧)	65.95	31.17	—	—	—
13.5	II 回线 A 相边导线外 5m (向外侧)	67.16	31.40	—	—	—
14.5	II 回线 A 相边导线外 6m (向外侧)	68.24	31.60	—	—	—
15.5	II 回线 A 相边导线外 7m (向外侧)	69.23	31.77	—	—	—
16.5	II 回线 A 相边导线外 8m (向外侧)	70.17	31.90	—	—	—
17.5	II 回线 A 相边导线外 9m (向外侧)	71.10	32.00	—	—	—
18.5	II 回线 A 相边导线外 10m (向外侧)	71.99	32.05	—	—	—
19.5	II 回线 A 相边导线外 11m (向外侧)	72.82	32.05	—	—	—
20.5	II 回线 A 相边导线外 12m (向外侧)	73.56	32.01	—	—	—
21.5	II 回线 A 相边导线外 13m (向外侧)	74.16	31.92	—	—	—
22.5	II 回线 A 相边导线外 14m (向外侧)	74.58	31.77	—	—	—
23.5	II 回线 A 相边导线外 15m (向外侧)	74.78	31.58	—	—	—
24.5	II 回线 A 相边导线外 16m (向外侧)	74.77	31.33	—	—	—
25.5	II 回线 A 相边导线外 17m (向外侧)	74.56	31.03	—	—	—
26.5	II 回线 A 相边导线外 18m (向外侧)	74.17	30.68	—	—	—
27.5	II 回线 A 相边导线外 19m (向外侧)	73.63	30.27	—	—	—
28.5	II 回线 A 相边导线外 20m (向外侧)	72.97	29.82	—	—	—
29.5	II 回线 A 相边导线外 21m (向外侧)	72.18	29.31	—	—	—
30.5	II 回线 A 相边导线外 22m (向外侧)	71.25	28.76	—	—	—
31.5	II 回线 A 相边导线外 23m (向外侧)	70.14	28.16	—	—	—
32.5	II 回线 A 相边导线外 24m (向外侧)	68.81	27.53	—	—	—
33.5	II 回线 A 相边导线外 25m (向外侧)	67.20	26.85	—	—	—
34.5	II 回线 A 相边导线外 26m (向外侧)	65.27	26.13	—	—	—
35.5	II 回线 A 相边导线外 27m (向外侧)	62.99	25.39	—	—	—
36.5	II 回 B 相边导线外	60.35	24.62	—	—	—
37.5	II 回 B 相边导线外 1m	57.40	23.82	—	—	—
38.5	II 回 B 相边导线外 2m	54.21	23.02	—	—	—
39.5	II 回 B 相边导线外 3m	50.86	22.19	—	—	—
40.5	II 回 B 相边导线外 4m	47.45	21.37	—	—	—
41.5	II 回 B 相边导线外 5m	44.07	20.54	23.83	27.97	31.02
42.5	II 回 B 相边导线外 6m	40.79	19.72	22.76	26.57	29.33
43.5	II 回 B 相边导线外 7m	37.68	18.91	21.72	25.19	27.67
44.5	II 回 B 相边导线外 8m	34.76	18.11	20.70	23.85	26.08
45.5	II 回 B 相边导线外 9m	32.06	17.33	19.70	22.55	24.54
46.5	II 回 B 相边导线外 10m	29.57	16.57	18.74	21.32	23.09
47.5	II 回 B 相边导线外 11m	27.30	15.84	17.82	20.13	21.71
48.5	II 回 B 相边导线外 12m	25.24	15.13	16.93	19.01	20.41
49.5	II 回 B 相边导线外 13m	23.36	14.44	16.08	17.95	19.19
50.5	II 回 B 相边导线外 14m	21.66	13.79	15.28	16.95	18.05
51.5	II 回 B 相边导线外 15m	20.12	13.16	14.51	16.02	16.99
52.5	II 回 B 相边导线外 16m	18.72	12.56	13.79	15.14	16.00
53.5	II 回 B 相边导线外 17m	17.45	11.99	13.11	14.31	15.08
54.5	II 回 B 相边导线外 18m	16.29	11.45	12.46	13.55	14.22
55.5	II 回 B 相边导线外 19m	15.24	10.93	11.85	12.83	13.43

56.5	II 回 B 相边导线外 20m	14.29	10.44	11.28	12.15	12.69
61.5	II 回 B 相边导线外 25m	10.59	8.36	8.88	9.41	9.72
66.5	II 回 B 相边导线外 30m	8.15	6.78	7.12	7.44	7.63
71.5	II 回 B 相边导线外 35m	6.45	5.58	5.80	6.01	6.13
76.5	II 回 B 相边导线外 40m	5.24	4.65	4.80	4.95	5.03
81.5	II 回 B 相边导线外 45m	4.34	3.93	4.04	4.14	4.19
86.5	II 回 B 相边导线外 50m	3.65	3.36	3.44	3.51	3.55

表 6.1-90 并行线路电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果（20mm 冰区） 单位：

kV/m

距并行线路中心距离（m）	距本工程新建线路边相导线的距离（m）	导线对地 12m	导线对地 23.5m	导线对地 24m	导线对地 25m	导线对地 26m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-88.1	I 回线 B 相边导线外 50m	0.342	0.528	0.531	0.536	0.539
-83.1	I 回线 B 相边导线外 45m	0.435	0.646	0.648	0.652	0.653
-78.1	I 回线 B 相边导线外 40m	0.568	0.800	0.801	0.802	0.800
-73.1	I 回线 B 相边导线外 35m	0.761	1.002	1.001	0.998	0.992
-68.1	I 回线 B 相边导线外 30m	1.051	1.266	1.262	1.252	1.242
-63.1	I 回线 B 相边导线外 25m	1.507	1.608	1.599	1.582	1.568
-58.1	I 回线 B 相边导线外 20m	2.250	2.033	2.022	1.999	1.989
-57.1	I 回线 B 相边导线外 19m	2.451	2.128	2.116	2.092	2.086
-56.1	I 回线 B 相边导线外 18m	2.673	2.224	2.212	2.189	2.186
-55.1	I 回线 B 相边导线外 17m	2.920	2.322	2.311	2.288	2.291
-54.1	I 回线 B 相边导线外 16m	3.194	2.421	2.411	2.390	2.399
-53.1	I 回线 B 相边导线外 15m	3.499	2.520	2.512	2.493	2.511
-52.1	I 回线 B 相边导线外 14m	3.836	2.618	2.612	2.598	2.626
-51.1	I 回线 B 相边导线外 13m	4.207	2.714	2.711	2.702	2.743
-50.1	I 回线 B 相边导线外 12m	4.615	2.807	2.808	2.806	2.861
-49.1	I 回线 B 相边导线外 11m	5.061	2.895	2.901	2.907	2.980
-48.1	I 回线 B 相边导线外 10m	5.542	2.976	2.989	3.005	3.098
-47.1	I 回线 B 相边导线外 9m	6.056	3.050	3.069	3.097	3.214
-46.1	I 回线 B 相边导线外 8m	6.595	3.113	3.140	3.183	3.326
-45.1	I 回线 B 相边导线外 7m	7.147	3.164	3.201	3.260	3.432
-44.1	I 回线 B 相边导线外 6m	7.695	3.202	3.249	3.327	3.530
-43.1	I 回线 B 相边导线外 5m	8.216	3.225	3.283	3.381	3.619
-42.1	I 回线 B 相边导线外 4m	8.679	3.231	—	—	—
-41.1	I 回线 B 相边导线外 3m	9.052	3.220	—	—	—
-40.1	I 回线 B 相边导线外 2m	9.302	3.191	—	—	—
-39.1	I 回线 B 相边导线外 1m	9.398	3.145	—	—	—
-38.1	I 回线 B 相边导线下	9.325	3.082	—	—	—
-37.9	I 回线 C 相边导线外 31m（向外侧）	9.290	3.068	—	—	—
-36.9	I 回线 C 相边导线外 39m（向外侧）	9.012	2.987	—	—	—



-35.9	I 回线 C 相边导线外 29m (向外侧)	8.586	2.894	—	—	—
-34.9	I 回线 C 相边导线外 28m (向外侧)	8.050	2.793	—	—	—
-33.9	I 回线 C 相边导线外 27m (向外侧)	7.462	2.687	—	—	—
-32.9	I 回线 C 相边导线外 26m (向外侧)	6.888	2.581	—	—	—
-31.9	I 回线 C 相边导线外 25m (向外侧)	6.407	2.480	—	—	—
-30.9	I 回线 C 相边导线外 24m (向外侧)	6.092	2.388	—	—	—
-29.9	I 回线 C 相边导线外 23m (向外侧)	5.995	2.310	—	—	—
-28.9	I 回线 C 相边导线外 22m (向外侧)	6.127	2.250	—	—	—
-27.9	I 回线 C 相边导线外 21m (向外侧)	6.448	2.208	—	—	—
-26.9	I 回线 C 相边导线外 20m (向外侧)	6.888	2.186	—	—	—
-25.9	I 回线 C 相边导线外 19m (向外侧)	7.364	2.182	—	—	—
-24.9	I 回线 C 相边导线外 18m (向外侧)	7.801	2.194	—	—	—
-23.9	I 回线 C 相边导线外 17m (向外侧)	8.138	2.219	—	—	—
-22.9	I 回线 C 相边导线外 16m (向外侧)	8.330	2.255	—	—	—
-21.9	I 回线 C 相边导线外 15m (向外侧)	8.358	2.300	—	—	—
-20.9	I 回线 C 相边导线外 14m (向外侧)	8.221	2.351	—	—	—
-19.9	I 回线 C 相边导线外 13m (向外侧)	7.946	2.408	—	—	—
-18.9	I 回线 C 相边导线外 12m (向外侧)	7.575	2.471	—	—	—
-17.9	I 回线 C 相边导线外 11m (向外侧)	7.168	2.539	—	—	—
-16.9	I 回线 C 相边导线外 10m (向外侧)	6.793	2.613	—	—	—
-15.9	I 回线 C 相边导线外 9m (向外侧)	6.519	2.693	—	—	—
-14.9	I 回线 C 相边导线外 8m (向外侧)	6.401	2.778	—	—	—
-13.9	I 回线 C 相边导线外 7m (向外侧)	6.468	2.867	—	—	—
-12.9	I 回线 C 相边导线外 6m (向外侧)	6.708	2.959	—	—	—
-11.9	I 回线 C 相边导线外 5m (向外侧)	7.078	3.052	—	—	—
-10.9	I 回线 C 相边导线外 4m (向外侧)	7.515	3.143	—	—	—
-9.9	I 回线 C 相边导线外 3m (向外侧)	7.951	3.231	—	—	—
-8.9	I 回线 C 相边导线外 2m (向外侧)	8.325	3.313	—	—	—
-7.9	I 回线 C 相边导线外 1m (向外侧)	8.589	3.388	—	—	—
-6.9	I 回线 C 相边导线下	8.713	3.455	—	—	—
-5.9	I 回线 C 相边导线外 1m (向内侧)	8.695	3.513	—	—	—
-4.9	I 回线 C 相边导线外 2m (向内侧)	8.553	3.560	—	—	—
-3.9	I 回线 C 相边导线外 3m (向内侧)	8.329	3.598	—	—	—
-2.9	I 回线 C 相边导线外 4m (向内侧)	8.083	3.626	—	—	—
-1.9	I 回线 C 相边导线外 5m (向内侧)	7.876	3.644	3.623	3.585	3.648
-0.9	I 回线 C 相边导线外 6m (向内侧)	7.764	3.652	3.631	3.591	3.650
0.9	II 回线 A 相边导线外 6m (向内侧)	7.764	3.652	3.631	3.591	3.650
1.9	II 回线 A 相边导线外 5m (向内侧)	7.876	3.644	3.623	3.585	3.648
2.9	II 回线 A 相边导线外 4m (向内侧)	8.083	3.626	—	—	—
3.9	II 回线 A 相边导线外 3m (向内侧)	8.329	3.598	—	—	—
4.9	II 回线 A 相边导线外 2m (向内侧)	8.553	3.560	—	—	—
5.9	II 回线 A 相边导线外 1m (向内侧)	8.695	3.513	—	—	—
6.9	II 回线 A 相边导线下	8.713	3.455	—	—	—
7.9	II 回线 A 相边导线外 1m (向外侧)	8.589	3.388	—	—	—

8.9	II 回线 A 相边导线外 2m (向外侧)	8.325	3.313	—	—	—
9.9	II 回线 A 相边导线外 3m (向外侧)	7.951	3.231	—	—	—
10.9	II 回线 A 相边导线外 4m (向外侧)	7.515	3.143	—	—	—
11.9	II 回线 A 相边导线外 5m (向外侧)	7.078	3.052	—	—	—
12.9	II 回线 A 相边导线外 6m (向外侧)	6.708	2.959	—	—	—
13.9	II 回线 A 相边导线外 7m (向外侧)	6.468	2.867	—	—	—
14.9	II 回线 A 相边导线外 8m (向外侧)	6.401	2.778	—	—	—
15.9	II 回线 A 相边导线外 9m (向外侧)	6.519	2.693	—	—	—
16.9	II 回线 A 相边导线外 10m (向外侧)	6.793	2.613	—	—	—
17.9	II 回线 A 相边导线外 11m (向外侧)	7.168	2.539	—	—	—
18.9	II 回线 A 相边导线外 12m (向外侧)	7.575	2.471	—	—	—
19.9	II 回线 A 相边导线外 13m (向外侧)	7.946	2.408	—	—	—
20.9	II 回线 A 相边导线外 14m (向外侧)	8.221	2.351	—	—	—
21.9	II 回线 A 相边导线外 15m (向外侧)	8.358	2.300	—	—	—
22.9	II 回线 A 相边导线外 16m (向外侧)	8.330	2.255	—	—	—
23.9	II 回线 A 相边导线外 17m (向外侧)	8.138	2.219	—	—	—
24.9	II 回线 A 相边导线外 18m (向外侧)	7.801	2.194	—	—	—
25.9	II 回线 A 相边导线外 19m (向外侧)	7.364	2.182	—	—	—
26.9	II 回线 A 相边导线外 20m (向外侧)	6.888	2.186	—	—	—
27.9	II 回线 A 相边导线外 21m (向外侧)	6.448	2.208	—	—	—
28.9	II 回线 A 相边导线外 22m (向外侧)	6.127	2.250	—	—	—
29.9	II 回线 A 相边导线外 23m (向外侧)	5.995	2.310	—	—	—
30.9	II 回线 A 相边导线外 24m (向外侧)	6.092	2.388	—	—	—
31.9	II 回线 A 相边导线外 25m (向外侧)	6.407	2.480	—	—	—
32.9	II 回线 A 相边导线外 26m (向外侧)	6.888	2.581	—	—	—
33.9	II 回线 A 相边导线外 27m (向外侧)	7.462	2.687	—	—	—
34.9	II 回线 A 相边导线外 28m (向外侧)	8.050	2.793	—	—	—
35.9	II 回线 A 相边导线外 29m (向外侧)	8.586	2.894	—	—	—
36.9	II 回线 A 相边导线外 30m (向外侧)	9.012	2.987	—	—	—

37.9	II 回线 A 相边导线外 31m (向外侧)	9.290	3.068	—	—	—
38.1	II 回 B 相边导线下	9.325	3.082	—	—	—
39.1	II 回 B 相边导线外 1m	9.398	3.145	—	—	—
40.1	II 回 B 相边导线外 2m	9.302	3.191	—	—	—
41.1	II 回 B 相边导线外 3m	9.052	3.220	—	—	—
42.1	II 回 B 相边导线外 4m	8.679	3.231	—	—	—
43.1	II 回 B 相边导线外 5m	8.216	3.225	3.283	3.381	3.619
44.1	II 回 B 相边导线外 6m	7.695	3.202	3.249	3.327	3.530
45.1	II 回 B 相边导线外 7m	7.147	3.164	3.201	3.260	3.432
46.1	II 回 B 相边导线外 8m	6.595	3.113	3.140	3.183	3.326
47.1	II 回 B 相边导线外 9m	6.056	3.050	3.069	3.097	3.214
48.1	II 回 B 相边导线外 10m	5.542	2.976	2.989	3.005	3.098
49.1	II 回 B 相边导线外 11m	5.061	2.895	2.901	2.907	2.980
50.1	II 回 B 相边导线外 12m	4.615	2.807	2.808	2.806	2.861
51.1	II 回 B 相边导线外 13m	4.207	2.714	2.711	2.702	2.743
52.1	II 回 B 相边导线外 14m	3.836	2.618	2.612	2.598	2.626
53.1	II 回 B 相边导线外 15m	3.499	2.520	2.512	2.493	2.511
54.1	II 回 B 相边导线外 16m	3.194	2.421	2.411	2.390	2.399
55.1	II 回 B 相边导线外 17m	2.920	2.322	2.311	2.288	2.291
56.1	II 回 B 相边导线外 18m	2.673	2.224	2.212	2.189	2.186
57.1	II 回 B 相边导线外 19m	2.451	2.128	2.116	2.092	2.086
58.1	II 回 B 相边导线外 20m	2.250	2.033	2.022	1.999	1.989
63.1	II 回 B 相边导线外 25m	1.507	1.608	1.599	1.582	1.568
68.1	II 回 B 相边导线外 30m	1.051	1.266	1.262	1.252	1.242
73.1	II 回 B 相边导线外 35m	0.761	1.002	1.001	0.998	0.992
78.1	II 回 B 相边导线外 40m	0.568	0.800	0.801	0.802	0.800
83.1	II 回 B 相边导线外 45m	0.435	0.646	0.648	0.652	0.653
88.1	II 回 B 相边导线外 50m	0.342	0.528	0.531	0.536	0.539

表 6.1-91 并行线路电磁环境达标的最小线高及工频磁场强度预测结果 (20mm 冰区) 单位:

μT

距并行线路中心距离 (m)	距本工程新建线路边相导线的距离 (m)	导线对地 12m	导线对地 23.5m	导线对地 24m	导线对地 25m	导线对地 26m
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-88.1	I 回线 B 相边导线外 50m	3.91	3.59	3.67	3.73	3.79
-83.1	I 回线 B 相边导线外 45m	4.63	4.18	4.30	4.38	4.46
-78.1	I 回线 B 相边导线外 40m	5.57	4.93	5.09	5.22	5.33
-73.1	I 回线 B 相边导线外 35m	6.84	5.89	6.12	6.30	6.47
-68.1	I 回线 B 相边导线外 30m	8.61	7.13	7.48	7.75	8.02
-63.1	I 回线 B 相边导线外 25m	11.15	8.75	9.28	9.72	10.15
-58.1	I 回线 B 相边导线外 20m	14.97	10.86	11.71	12.42	13.15
-57.1	I 回线 B 相边导线外 19m	15.96	11.36	12.29	13.07	13.89

-56.1	I 回线 B 相边导线外 18m	17.04	11.87	12.90	13.77	14.68
-55.1	I 回线 B 相边导线外 17m	18.22	12.42	13.54	14.51	15.54
-54.1	I 回线 B 相边导线外 16m	19.53	12.99	14.23	15.30	16.45
-53.1	I 回线 B 相边导线外 15m	20.96	13.59	14.95	16.14	17.43
-52.1	I 回线 B 相边导线外 14m	22.54	14.22	15.71	17.03	18.48
-51.1	I 回线 B 相边导线外 13m	24.29	14.87	16.51	17.97	19.60
-50.1	I 回线 B 相边导线外 12m	26.20	15.55	17.34	18.97	20.79
-49.1	I 回线 B 相边导线外 11m	28.31	16.26	18.22	20.02	22.06
-48.1	I 回线 B 相边导线外 10m	30.62	16.99	19.13	21.12	23.40
-47.1	I 回线 B 相边导线外 9m	33.15	17.74	20.07	22.26	24.81
-46.1	I 回线 B 相边导线外 8m	35.89	18.51	21.04	23.45	26.29
-45.1	I 回线 B 相边导线外 7m	38.84	19.30	22.04	24.68	27.82
-44.1	I 回线 B 相边导线外 6m	41.98	20.10	23.06	25.94	29.40
-43.1	I 回线 B 相边导线外 5m	45.27	20.91	24.10	27.22	31.02
-42.1	I 回线 B 相边导线外 4m	48.66	21.73	—	—	—
-41.1	I 回线 B 相边导线外 3m	52.06	22.54	—	—	—
-40.1	I 回线 B 相边导线外 2m	55.39	23.35	—	—	—
-39.1	I 回线 B 相边导线外 1m	58.54	24.16	—	—	—
-38.1	I 回线 B 相边导线下	61.43	24.95	—	—	—
-37.9	I 回线 C 相边导线外 31m (向外侧)	61.97	25.10	—	—	—
-36.9	I 回线 C 相边导线外 39m (向外侧)	64.45	25.87	—	—	—
-35.9	I 回线 C 相边导线外 29m (向外侧)	66.56	26.61	—	—	—
-34.9	I 回线 C 相边导线外 28m (向外侧)	68.32	27.33	—	—	—
-33.9	I 回线 C 相边导线外 27m (向外侧)	69.75	28.01	—	—	—
-32.9	I 回线 C 相边导线外 26m (向外侧)	70.93	28.67	—	—	—
-31.9	I 回线 C 相边导线外 25m (向外侧)	71.92	29.28	—	—	—
-30.9	I 回线 C 相边导线外 24m (向外侧)	72.77	29.86	—	—	—
-29.9	I 回线 C 相边导线外 23m (向外侧)	73.53	30.40	—	—	—
-28.9	I 回线 C 相边导线外 22m (向外侧)	74.23	30.89	—	—	—
-27.9	I 回线 C 相边导线外 21m (向外侧)	74.86	31.35	—	—	—
-26.9	I 回线 C 相边导线外 20m (向外侧)	75.42	31.76	—	—	—
-25.9	I 回线 C 相边导线外 19m (向外侧)	75.86	32.12	—	—	—
-24.9	I 回线 C 相边导线外 18m (向外侧)	76.15	32.44	—	—	—
-23.9	I 回线 C 相边导线外 17m (向外侧)	76.24	32.72	—	—	—
-22.9	I 回线 C 相边导线外 16m (向外侧)	76.11	32.95	—	—	—
-21.9	I 回线 C 相边导线外 15m (向外侧)	75.74	33.14	—	—	—
-20.9	I 回线 C 相边导线外 14m (向外侧)	75.16	33.28	—	—	—
-19.9	I 回线 C 相边导线外 13m (向外侧)	74.41	33.38	—	—	—
-18.9	I 回线 C 相边导线外 12m (向外侧)	73.54	33.44	—	—	—
-17.9	I 回线 C 相边导线外 11m (向外侧)	72.62	33.47	—	—	—
-16.9	I 回线 C 相边导线外 10m (向外侧)	71.69	33.45	—	—	—
-15.9	I 回线 C 相边导线外 9m (向外侧)	70.79	33.40	—	—	—
-14.9	I 回线 C 相边导线外 8m (向外侧)	69.93	33.32	—	—	—

-13.9	I 回线 C 相边导线外 7m (向外侧)	69.09	33.21	—	—	—
-12.9	I 回线 C 相边导线外 6m (向外侧)	68.25	33.08	—	—	—
-11.9	I 回线 C 相边导线外 5m (向外侧)	67.36	32.93	—	—	—
-10.9	I 回线 C 相边导线外 4m (向外侧)	66.34	32.76	—	—	—
-9.9	I 回线 C 相边导线外 3m (向外侧)	65.15	32.58	—	—	—
-8.9	I 回线 C 相边导线外 2m (向外侧)	63.75	32.39	—	—	—
-7.9	I 回线 C 相边导线外 1m (向外侧)	62.11	32.20	—	—	—
-6.9	I 回线 C 相边导线外	60.27	32.02	—	—	—
-5.9	I 回线 C 相边导线外 1m (向内侧)	58.29	31.86	—	—	—
-4.9	I 回线 C 相边导线外 2m (向内侧)	56.31	31.71	—	—	—
-3.9	I 回线 C 相边导线外 3m (向内侧)	54.46	31.58	—	—	—
-2.9	I 回线 C 相边导线外 4m (向内侧)	52.91	31.48	—	—	—
-1.9	I 回线 C 相边导线外 5m (向内侧)	51.80	31.41	34.95	37.99	41.22
-0.9	I 回线 C 相边导线外 6m (向内侧)	51.25	31.38	34.90	37.89	41.07
0.9	II 回线 A 相边导线外 6m (向内侧)	51.25	31.38	34.90	37.89	41.07
1.9	II 回线 A 相边导线外 5m (向内侧)	51.80	31.41	34.95	37.99	41.22
2.9	II 回线 A 相边导线外 4m (向内侧)	52.91	31.48	—	—	—
3.9	II 回线 A 相边导线外 3m (向内侧)	54.46	31.58	—	—	—
4.9	II 回线 A 相边导线外 2m (向内侧)	56.31	31.71	—	—	—
5.9	II 回线 A 相边导线外 1m (向内侧)	58.29	31.86	—	—	—
6.9	II 回线 A 相边导线外	60.27	32.02	—	—	—
7.9	II 回线 A 相边导线外 1m (向外侧)	62.11	32.20	—	—	—
8.9	II 回线 A 相边导线外 2m (向外侧)	63.75	32.39	—	—	—
9.9	II 回线 A 相边导线外 3m (向外侧)	65.15	32.58	—	—	—
10.9	II 回线 A 相边导线外 4m (向外侧)	66.34	32.76	—	—	—
11.9	II 回线 A 相边导线外 5m (向外侧)	67.36	32.93	—	—	—
12.9	II 回线 A 相边导线外 6m (向外侧)	68.25	33.08	—	—	—
13.9	II 回线 A 相边导线外 7m (向外侧)	69.09	33.21	—	—	—
14.9	II 回线 A 相边导线外 8m (向外侧)	69.93	33.32	—	—	—
15.9	II 回线 A 相边导线外 9m (向外侧)	70.79	33.40	—	—	—
16.9	II 回线 A 相边导线外 10m (向外侧)	71.69	33.45	—	—	—
17.9	II 回线 A 相边导线外 11m (向外侧)	72.62	33.47	—	—	—
18.9	II 回线 A 相边导线外 12m (向外侧)	73.54	33.44	—	—	—
19.9	II 回线 A 相边导线外 13m (向外侧)	74.41	33.38	—	—	—
20.9	II 回线 A 相边导线外 14m (向外侧)	75.16	33.28	—	—	—
21.9	II 回线 A 相边导线外 15m (向外侧)	75.74	33.14	—	—	—
22.9	II 回线 A 相边导线外 16m (向外侧)	76.11	32.95	—	—	—
23.9	II 回线 A 相边导线外 17m (向外侧)	76.24	32.72	—	—	—

24.9	II 回线 A 相边导线外 18m (向外侧)	76.15	32.44	—	—	—
25.9	II 回线 A 相边导线外 19m (向外侧)	75.86	32.12	—	—	—
26.9	II 回线 A 相边导线外 20m (向外侧)	75.42	31.76	—	—	—
27.9	II 回线 A 相边导线外 21m (向外侧)	74.86	31.35	—	—	—
28.9	II 回线 A 相边导线外 22m (向外侧)	74.23	30.89	—	—	—
29.9	II 回线 A 相边导线外 23m (向外侧)	73.53	30.40	—	—	—
30.9	II 回线 A 相边导线外 24m (向外侧)	72.77	29.86	—	—	—
31.9	II 回线 A 相边导线外 25m (向外侧)	71.92	29.28	—	—	—
32.9	II 回线 A 相边导线外 26m (向外侧)	70.93	28.67	—	—	—
33.9	II 回线 A 相边导线外 27m (向外侧)	69.75	28.01	—	—	—
34.9	II 回线 A 相边导线外 28m (向外侧)	68.32	27.33	—	—	—
35.9	II 回线 A 相边导线外 29m (向外侧)	66.56	26.61	—	—	—
36.9	II 回线 A 相边导线外 30m (向外侧)	64.45	25.87	—	—	—
37.9	II 回线 A 相边导线外 31m (向外侧)	61.97	25.10	—	—	—
38.1	II 回 B 相边导线下	61.43	24.95	—	—	—
39.1	II 回 B 相边导线外 1m	58.54	24.16	—	—	—
40.1	II 回 B 相边导线外 2m	55.39	23.35	—	—	—
41.1	II 回 B 相边导线外 3m	52.06	22.54	—	—	—
42.1	II 回 B 相边导线外 4m	48.66	21.73	—	—	—
43.1	II 回 B 相边导线外 5m	45.27	20.91	24.10	27.22	31.02
44.1	II 回 B 相边导线外 6m	41.98	20.10	23.06	25.94	29.40
45.1	II 回 B 相边导线外 7m	38.84	19.30	22.04	24.68	27.82
46.1	II 回 B 相边导线外 8m	35.89	18.51	21.04	23.45	26.29
47.1	II 回 B 相边导线外 9m	33.15	17.74	20.07	22.26	24.81
48.1	II 回 B 相边导线外 10m	30.62	16.99	19.13	21.12	23.40
49.1	II 回 B 相边导线外 11m	28.31	16.26	18.22	20.02	22.06
50.1	II 回 B 相边导线外 12m	26.20	15.55	17.34	18.97	20.79
51.1	II 回 B 相边导线外 13m	24.29	14.87	16.51	17.97	19.60
52.1	II 回 B 相边导线外 14m	22.54	14.22	15.71	17.03	18.48
53.1	II 回 B 相边导线外 15m	20.96	13.59	14.95	16.14	17.43
54.1	II 回 B 相边导线外 16m	19.53	12.99	14.23	15.30	16.45
55.1	II 回 B 相边导线外 17m	18.22	12.42	13.54	14.51	15.54
56.1	II 回 B 相边导线外 18m	17.04	11.87	12.90	13.77	14.68
57.1	II 回 B 相边导线外 19m	15.96	11.36	12.29	13.07	13.89

58.1	II 回 B 相边导线外 20m	14.97	10.86	11.71	12.42	13.15
63.1	II 回 B 相边导线外 25m	11.15	8.75	9.28	9.72	10.15
68.1	II 回 B 相边导线外 30m	8.61	7.13	7.48	7.75	8.02
73.1	II 回 B 相边导线外 35m	6.84	5.89	6.12	6.30	6.47
78.1	II 回 B 相边导线外 40m	5.57	4.93	5.09	5.22	5.33
83.1	II 回 B 相边导线外 45m	4.63	4.18	4.30	4.38	4.46
88.1	II 回 B 相边导线外 50m	3.91	3.59	3.67	3.73	3.79

### 5) 并行线路电磁预测结论

#### 10mm 冰区下:

①非居民区, 本工程单回并行线路, 导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ , 地面上 1.5m 处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。

②居民区, 本工程单回并行线路, 当导线对地最小高度分别 $\geq 23\text{m}$ 、 $23.5\text{m}$  (取整为  $24\text{m}$ )、 $24\text{m}$ 、 $25.5\text{m}$  (取整为  $26\text{m}$ ) 时, 地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中的限值要求。

#### 20mm 冰区下:

①非居民区, 本工程单回并行线路, 导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ , 地面上 1.5m 处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。

②居民区, 本工程单回并行线路, 当导线对地最小高度分别 $\geq 23.5\text{m}$  (取整为  $24\text{m}$ )、 $24\text{m}$ 、 $25\text{m}$ 、 $26\text{m}$  时, 地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中的限值要求。

## 6.1.6 220kV 交流迁改输电线路环境影响分析

### (1) 220kV 交流迁改线路概况

隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路新建工程跨越旗能电铝~黄山双回 220kV 线路, 由于不能同时停电, 需进行改造, 新建单回线路长度 5.3km, 新建铁塔 15 基。

渝黔换流站~红城变 500kV 线路新建工程 (重庆段) 同时跨越隆盛~綦江东铁路牵引站 220kV 线路和隆盛~綦江 220kV 线路, 由于不能同时停电, 需对隆盛~綦江东铁路牵引站 220kV 线路进行改造, 新建单回线路 0.8km, 新建铁塔 4 基, 拆除铁塔 1 基, 拆除线路约 0.5km。

(2) 类比评价

1) 类比对象

根据输电线路电压等级、架线型式、环境条件和运行工况等选取类比对象。本工程220kV单回线路选择220kV渔宁单回线路作为类比对象，同塔双回单边挂线按同塔双回线路保守考虑选择220kV渔宁线、220kV周渔线同塔双回线路作为类比对象。

类比输电线路的规模及环境条件详见表6.1-92。

表 6.1-92 本工程 220kV 输电线路与类比对象情况对比

项目	本工程单回线路	220kV渔宁线路 (类比线路)	本工程同塔双回单 侧挂线线路	220kV 渔宁线、220kV 周 渔线 (类比线路)
电压等级 (kV)	220	220	220	220
架设型式	单回	单回	同塔双回单侧挂线	同塔双回
导线排列方式	水平排列、三角排列	水平排列	鼓形排列	鼓形排列
相序	CAB	ABC	A B C	A C B B C A
导线型号	2×JL/G1A-400/35	2×JL/G1A-400/35	2×JL/G1A-400/35	2×JL/G1A-400/35
导线分裂数	2	2	2	2
导线分裂间距	400mm	400mm	400mm	400mm
导线外径	26.8mm	26.8mm	26.8mm	26.8mm
导线对地距离	6.5m <sup>①</sup> /7.5m (设计对 地最小线高)	11.5m (类比监 测处)	6.5m <sup>①</sup> /7.5m (设计 对地最小线高)	14.1m (类比监测处)
所在区域	重庆、贵州	河南	重庆、贵州	河南
环境条件	平地、丘陵、山区， 农村	平地、农村	平地、山区，农村	平地、农村
运行电压	220kV <sup>②</sup>	230.00~233.01	220kV <sup>②</sup>	220kV渔宁线： 230.00~233.01 220kV周渔线： 230.04~233.15
运行电流	1148A <sup>②</sup>	12.88~431.72	1148A <sup>②</sup>	220kV渔宁线： 12.88~431.72 220kV周渔线： 39.63~239.24
运行工况	/	运行电压已 达到设计额定电 压等级，线路运 行正常	/	运行电压已达到设 计额定电压等级，线路运 行正常

注：①架空输电线路经过非居民区（耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）导线对地最小距离为6.5m时，输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和保护标志。

②本工程新建线路的电压采用设计电压，电流采用设计最大允许输送电流。

2) 类比对象可比性分析



类比对象依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中的类比要求和《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）中的监测技术要求选择。

由表 6.1-92 可知，类比对象与本工程线路电压等级、导线型号、导线分裂数、分裂间距基本一致；本工程输电线路架设型式、导线排列方式较对比对象更为多样，但通过后文模式预测，本工程单回路塔型排列方式中，水平排列电磁环境影响较其它排列方式影响更大，与类比对象水平排列方式一致。本次所选类比线路架设高度与本工程输电线路存在一定差异，即类比线路架设高度为实际架设高度，环评阶段本工程输电线路架设高度为《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中规定的导线对地最低理论高度，实际架设时，由于本工程涉及区域地形主要为丘陵、山区，塔基多位于山坡上，铁塔经山包等自然地形抬升后导线对地实际高度一般会大于最低理论高度，可与类比线路导线对地高度相当或更高。因此，类比线路的电磁环境监测结果能反映本工程输电线路建成投运后可能产生的电磁环境影响水平，具有可比性。

### 3) 监测项目

离地面 1.5m 高度处的工频电场、工频磁场。

### 4) 监测布点

单回线路：类比监测点选择在 220kV 渔宁线的#20~#21 杆塔间线路导线的弧垂最低处。以线路中心线弧垂最低处地面投影为监测起点，沿垂直于线路方向，在线路边导线外 5m 以内测点间距为 1m，在线路边导线外 10m 以外测点间距为 5m，至距离边导线对地投影外 40m 止。测点周围平坦开阔，无其它架空线，符合监测技术条件要求。测点处导线弧垂处离地距离约 11.5m。

同塔双回线路：类比监测点选择在 220kV 渔宁线、220kV 周渔线#12~#13 杆塔间线路导线的弧垂最低处。以线路下相边导线弧垂最低处地面投影为监测起点，沿垂直于线路方向，在线路边导线外 5m 以内测点间距为 1m，在线路边导线外 10m 以外测点间距为 5m，至距离边导线对地投影外 40m 止。测点周围平坦开阔，无其它架空线，符合监测技术条件要求。测点处导线弧垂处离地距离约 14.1m。

### 5) 监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

### 6) 监测单位及测量仪器

武汉华凯环境检测有限公司。

监测仪器：参见表 6.1-93。

表 6.1-93 监测所用仪器名称、型号以及检定情况一览表

仪器名称型号及出厂编号	量程范围	校准/检定证书编号
仪器名称：电磁辐射分析仪 仪器型号：NBM-550/EHP-50F 出厂编号： G0248/000WX50950	测量范围电场强度： 5mV/m~100kV/m 磁感应强度： 0.3nT~10mT 频率范围：1Hz- 400kHz	校准单位：中国舰船研究设计中心检测校准实 验室 证书编号：CAL（2024）-（JZ）-（0013） 有效期：2024.03.28-2025.03.27

7）监测环境及运行工况

2024 年 5 月 28 日，温度 17~23℃、湿度（RH）52~64%，风速≤0.8m/s。

③监测时运行工况

监测期间线路运行工况见表 6.1-94。运行工况正常。

表 6.1-94 监测期间运行工况

项目	电压（kV）	电流（A）	有功功率（MW）	无功功率（Mvar）
220kV 渔宁线	230.00~233.01	12.88~431.72	-169.66~ -2.44	-18.37~10.14
220kV 周渔线	230.04~233.15	39.63~239.24	3.66~93.92	-22.07~ -1.95

8）监测结果

220kV 渔宁线电磁环境类比监测结果见表 6.1-95，220kV 渔宁、220kV 周渔同塔双回线路类比线路监测结果见表 6.1-96。

表 6.1-95 220kV 渔宁线电磁环境类比监测结果

测点位置	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度(μT)
导线弧垂最大处线路中心	972.3	2.332
距线路中心 1m	1089	2.296
距线路中心 2m	1239	2.286
距线路中心 3m	1452	2.183
距线路中心 4m	1659	2.146
距线路中心 5m	1773	2.089
距线路中心 6m	1865	2.040
边导线地面投影正下方	1948	1.904
边导线外 1m	2094	1.816
边导线外 2m	2215	1.743
边导线外 3m	2363	1.689
边导线外 4m	2481	1.621
边导线外 5m	2451	1.586
边导线外 10m	1986	1.083
边导线外 15m	1413	0.841
边导线外 20m	906.7	0.687
边导线外 25m	464.2	0.565
边导线外 30m	234.8	0.522
边导线外 35m	156.7	0.434

边导线外 40m	121.5	0.364
<b>表 6.1-96 220kV 渔宁、220kV 周渔同塔双回线路电磁环境类比监测结果</b>		
测点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
导线弧垂最大处线路中心	2376	1.904
距线路中心 1m	2451	1.762
距线路中心 2m	2275	1.783
距线路中心 3m	2231	1.773
距线路中心 4m	2284	1.677
距线路中心 4.7m	2283	1.658
边导线地面投影正下方	2381	1.654
边导线外 1m	2452	1.520
边导线外 2m	2375	1.444
边导线外 3m	2338	1.332
边导线外 4m	2190	1.197
边导线外 5m	2033	1.093
边导线外 10m	1601	0.901
边导线外 15m	1042	0.722
边导线外 20m	475.3	0.617
边导线外 25m	209.7	0.501
边导线外 30m	87.42	0.394
边导线外 35m	46.37	0.317
边导线外 40m	27.54	0.274

### 9) 监测结果分析

①工频电场强度：220kV 渔宁线工频电场强度最大值为 2481V/m，位于距边导线外 4m 处。在线路边导线 4m 外随着距离的增加，工频电场值呈降低的趋势。220kV 渔宁、220kV 周渔同塔双回线路工频电场强度最大值为 2452V/m，位于距边导线外 1m 处，在线路边导线 1m 外随着距离的增加，工频电场强度呈降低的趋势。

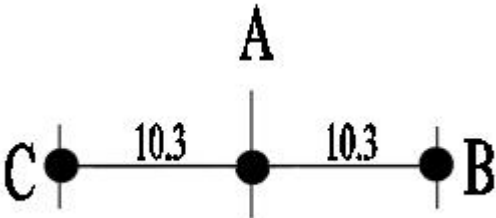
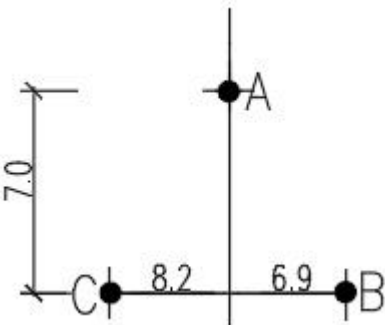
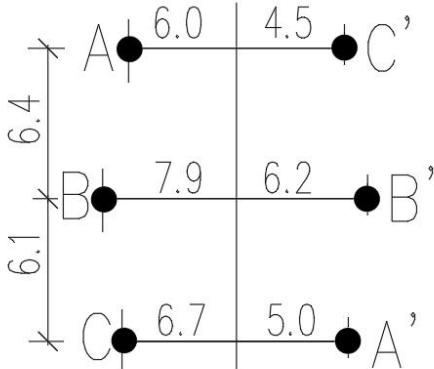
②工频磁感应强度：220kV 渔宁线工频磁感应强度最大监测值为 2.332μT，位于边导线内。220kV 渔宁、220kV 周渔同塔双回线路工频磁感应强度最大值为 1.904μT，位于线路下相边导线下方。

### (3) 模式预测

#### 1) 预测参数

本工程迁改线路单回，220kV 交流迁改线路均位于 10mm 冰区，采用单回路架设和同塔双回单边挂线，选用该段单回线路影响最大的塔型进行预测。

表 6.1-97 本项目 220kV 交流迁改线路预测参数

220kV 交流迁改线路				
10mm 冰区	线路型式	单回线路		
	导线排列方式	水平排列（直线）	三角排列（耐张）	单边挂线
	计算电压（kV）	220kV	220kV	220kV
	线路架设方式			
	导线形式	JL/G1A-400/35		
	导线直径（mm）	26.8		
	分裂数	2		
	分裂间距（mm）	400		
	电流（A）*	1148		
	导线对地距离（m）	非居民区 6.5m/居民区 7.5m		
	预测高度（m）	非居民区：地面 1.5m；居民区：地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m		

## 1) 220kV 迁改单回水平排列线路

220kV 迁改单回水平排列线路输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-98~表 6.1-99 和图 6.1-75~图 6.1-79。

表 6.1-98 220kV 迁改单回水平排列线路工频电场强度预测结果 单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 6.5m	导线对地 7.5m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-60.3	边导线外 50m	0.061	0.069	0.069	0.068	0.066
-55.3	边导线外 45m	0.080	0.090	0.089	0.088	0.085
-50.3	边导线外 40m	0.108	0.121	0.119	0.117	0.113
-45.3	边导线外 35m	0.149	0.167	0.164	0.160	0.153
-40.3	边导线外 30m	0.216	0.240	0.236	0.227	0.216
-35.3	边导线外 25m	0.329	0.363	0.355	0.339	0.317
-30.3	边导线外 20m	0.539	0.587	0.569	0.536	0.491
-29.3	边导线外 19m	0.601	0.652	0.632	0.593	0.540
-28.3	边导线外 18m	0.673	0.728	0.704	0.658	0.596
-27.3	边导线外 17m	0.757	0.815	0.786	0.733	0.659
-26.3	边导线外 16m	0.855	0.916	0.883	0.819	0.732
-25.3	边导线外 15m	0.971	1.034	0.995	0.920	0.816
-24.3	边导线外 14m	1.108	1.172	1.127	1.038	0.914
-23.3	边导线外 13m	1.271	1.334	1.282	1.177	1.027
-22.3	边导线外 12m	1.467	1.525	1.467	1.343	1.161
-21.3	边导线外 11m	1.702	1.751	1.688	1.542	1.319
-20.3	边导线外 10m	1.987	2.019	1.955	1.785	1.508
-19.3	边导线外 9m	2.333	2.335	2.278	2.085	1.737
-18.3	边导线外 8m	2.754	2.706	2.675	2.464	2.018
-17.3	边导线外 7m	3.262	3.139	3.166	2.954	2.367
-16.3	边导线外 6m	3.870	<b>3.635</b>	<b>3.781</b>	<b>3.610</b>	<b>2.809</b>
-15.3	边导线外 5m	4.583	<b>4.185</b>	<b>4.556</b>	<b>4.530</b>	<b>3.377</b>
-14.3	边导线外 4m	5.384	4.764	5.536	5.916	4.114
-13.3	边导线外 3m	6.220	5.326	6.754	8.242	5.065
-12.3	边导线外 2m	6.979	5.793	8.164	12.979	6.229
-11.3	边导线外 1m	7.494	6.075	9.485	28.387	7.432
-10.3	边导线内	7.599	6.092	10.136	1.266	8.244
-10	边导线内	7.537	6.040	10.126	1.260	8.346
-9	边导线内	7.039	5.691	9.473	23.610	8.216
-8	边导线内	6.224	5.143	8.348	13.878	7.671
-7	边导线内	5.332	4.536	7.315	10.487	7.116
-6	边导线内	4.629	4.043	6.642	9.057	6.751
-5	边导线内	4.356	3.825	6.421	8.686	6.640
-4	边导线内	4.612	3.951	6.676	9.224	6.804

-3	边导线内	5.263	4.338	7.386	11.007	7.252
-2	边导线内	6.042	4.807	8.437	15.485	7.939
-1	边导线内	6.664	5.178	9.498	31.249	8.654
0	边导线内	6.903	5.318	9.926	316.948	8.949
1	边导线内	6.664	5.178	9.498	31.249	8.654
2	边导线内	6.042	4.807	8.437	15.485	7.939
3	边导线内	5.263	4.338	7.386	11.007	7.252
4	边导线内	4.612	3.951	6.676	9.224	6.804
5	边导线内	4.356	3.825	6.421	8.686	6.640
6	边导线内	4.629	4.043	6.642	9.057	6.751
7	边导线内	5.332	4.536	7.315	10.487	7.116
8	边导线内	6.224	5.143	8.348	13.878	7.671
9	边导线内	7.039	5.691	9.473	23.610	8.216
10	边导线内	7.537	6.040	10.020	57.409	8.378
10.3	边导线下	7.599	6.092	9.994	112.241	7.998
11.3	边导线外 1m	7.494	6.075	9.485	28.387	7.432
12.3	边导线外 2m	6.979	5.793	8.164	12.979	6.229
13.3	边导线外 3m	6.220	5.326	6.754	8.242	5.065
14.3	边导线外 4m	5.384	4.764	5.536	5.916	4.114
15.3	边导线外 5m	4.583	4.185	4.556	4.530	3.377
16.3	边导线外 6m	3.870	3.635	3.781	3.610	2.809
17.3	边导线外 7m	3.262	3.139	3.166	2.954	2.367
18.3	边导线外 8m	2.754	2.706	2.675	2.464	2.018
19.3	边导线外 9m	2.333	2.335	2.278	2.085	1.737
20.3	边导线外 10m	1.987	2.019	1.955	1.785	1.508
21.3	边导线外 11m	1.702	1.751	1.688	1.542	1.319
22.3	边导线外 12m	1.467	1.525	1.467	1.343	1.161
23.3	边导线外 13m	1.271	1.334	1.282	1.177	1.027
24.3	边导线外 14m	1.108	1.172	1.127	1.038	0.914
25.3	边导线外 15m	0.971	1.034	0.995	0.920	0.816
26.3	边导线外 16m	0.855	0.916	0.883	0.819	0.732
27.3	边导线外 17m	0.757	0.815	0.786	0.733	0.659
28.3	边导线外 18m	0.673	0.728	0.704	0.658	0.596
29.3	边导线外 19m	0.601	0.652	0.632	0.593	0.540
30.3	边导线外 20m	0.539	0.587	0.569	0.536	0.491
35.3	边导线外 25m	0.329	0.363	0.355	0.339	0.317
40.3	边导线外 30m	0.216	0.240	0.236	0.227	0.216
45.3	边导线外 35m	0.149	0.167	0.164	0.160	0.153
50.3	边导线外 40m	0.108	0.121	0.119	0.117	0.113
55.3	边导线外 45m	0.080	0.090	0.089	0.088	0.085
60.3	边导线外 50m	0.061	0.069	0.069	0.068	0.066

表 6.1-99 220kV 迁改单回水平排列线路磁感应强度预测结果 单位:  $\mu\text{T}$ 

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 6.5m	导线对地 7.5m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-60.3	边导线外 50m	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12
-55.3	边导线外 45m	1.33	1.32	1.34	1.34	1.34
-50.3	边导线外 40m	1.62	1.61	1.63	1.63	1.63
-45.3	边导线外 35m	2.01	2.00	2.03	2.04	2.03
-40.3	边导线外 30m	2.57	2.55	2.60	2.62	2.60
-35.3	边导线外 25m	3.41	3.37	3.47	3.50	3.47
-30.3	边导线外 20m	4.75	4.67	4.87	4.94	4.87
-29.3	边导线外 19m	5.12	5.03	5.25	5.34	5.25
-28.3	边导线外 18m	5.52	5.42	5.69	5.79	5.69
-27.3	边导线外 17m	5.99	5.86	6.18	6.30	6.18
-26.3	边导线外 16m	6.51	6.36	6.75	6.89	6.75
-25.3	边导线外 15m	7.10	6.92	7.39	7.57	7.39
-24.3	边导线外 14m	7.78	7.56	8.14	8.36	8.14
-23.3	边导线外 13m	8.57	8.29	9.02	9.30	9.02
-22.3	边导线外 12m	9.48	9.14	10.05	10.41	10.05
-21.3	边导线外 11m	10.55	10.11	11.28	11.76	11.28
-20.3	边导线外 10m	11.80	11.24	12.77	13.40	12.77
-19.3	边导线外 9m	13.29	12.55	14.58	15.46	14.58
-18.3	边导线外 8m	15.06	14.09	16.83	18.10	16.83
-17.3	边导线外 7m	17.17	15.88	19.66	21.56	19.66
-16.3	边导线外 6m	19.71	17.97	23.30	26.29	23.30
-15.3	边导线外 5m	22.74	20.37	28.04	33.07	28.04
-14.3	边导线外 4m	26.28	23.06	34.31	43.50	34.31
-13.3	边导线外 3m	30.29	25.98	42.54	61.35	42.54
-12.3	边导线外 2m	34.53	28.96	52.79	98.38	52.79
-11.3	边导线外 1m	38.53	31.76	63.69	220.42	63.69
-10.3	边导线下	41.71	34.08	71.51	18.55	71.51
-10	边导线内	42.43	34.65	72.66	20.47	72.66
-9	边导线内	43.99	36.11	72.36	194.38	72.36
-8	边导线内	44.45	36.92	68.23	117.58	68.23
-7	边导线内	44.26	37.28	63.69	90.79	63.69
-6	边导线内	43.93	37.42	60.49	79.21	60.49
-5	边导线内	43.79	37.54	59.17	75.53	59.17
-4	边导线内	44.02	37.75	59.95	78.44	59.95
-3	边导线内	44.64	38.09	62.91	90.42	62.91
-2	边导线内	45.48	38.47	67.77	122.52	67.77
-1	边导线内	46.23	38.79	73.00	240.18	73.00
0	边导线内	46.53	38.92	75.18	2405.74	75.18
1	边导线内	46.23	38.79	73.00	240.18	73.00

2	边导线内	45.48	38.47	67.77	122.52	67.77
3	边导线内	44.64	38.09	62.91	90.42	62.91
4	边导线内	44.02	37.75	59.95	78.44	59.95
5	边导线内	43.79	37.54	59.17	75.53	59.17
6	边导线内	43.93	37.42	60.49	79.21	60.49
7	边导线内	44.26	37.28	63.69	90.79	63.69
8	边导线内	44.45	36.92	68.23	117.58	68.23
9	边导线内	43.99	36.11	72.36	194.38	72.36
10	边导线内	42.43	34.65	73.19	461.58	73.19
10.3	边导线下	41.71	34.08	69.03	888.87	69.03
11.3	边导线外 1m	38.53	31.76	63.69	220.42	63.69
12.3	边导线外 2m	34.53	28.96	52.79	98.38	52.79
13.3	边导线外 3m	30.29	25.98	42.54	61.35	42.54
14.3	边导线外 4m	26.28	23.06	34.31	43.50	34.31
15.3	边导线外 5m	22.74	20.37	28.04	33.07	28.04
16.3	边导线外 6m	19.71	17.97	23.30	26.29	23.30
17.3	边导线外 7m	17.17	15.88	19.66	21.56	19.66
18.3	边导线外 8m	15.06	14.09	16.83	18.10	16.83
19.3	边导线外 9m	13.29	12.55	14.58	15.46	14.58
20.3	边导线外 10m	11.80	11.24	12.77	13.40	12.77
21.3	边导线外 11m	10.55	10.11	11.28	11.76	11.28
22.3	边导线外 12m	9.48	9.14	10.05	10.41	10.05
23.3	边导线外 13m	8.57	8.29	9.02	9.30	9.02
24.3	边导线外 14m	7.78	7.56	8.14	8.36	8.14
25.3	边导线外 15m	7.10	6.92	7.39	7.57	7.39
26.3	边导线外 16m	6.51	6.36	6.75	6.89	6.75
27.3	边导线外 17m	5.99	5.86	6.18	6.30	6.18
28.3	边导线外 18m	5.52	5.42	5.69	5.79	5.69
29.3	边导线外 19m	5.12	5.03	5.25	5.34	5.25
30.3	边导线外 20m	4.75	4.67	4.87	4.94	4.87
35.3	边导线外 25m	3.41	3.37	3.47	3.50	3.47
40.3	边导线外 30m	2.57	2.55	2.60	2.62	2.60
45.3	边导线外 35m	2.01	2.00	2.03	2.04	2.03
50.3	边导线外 40m	1.62	1.61	1.63	1.63	1.63
55.3	边导线外 45m	1.33	1.32	1.34	1.34	1.34
60.3	边导线外 50m	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12



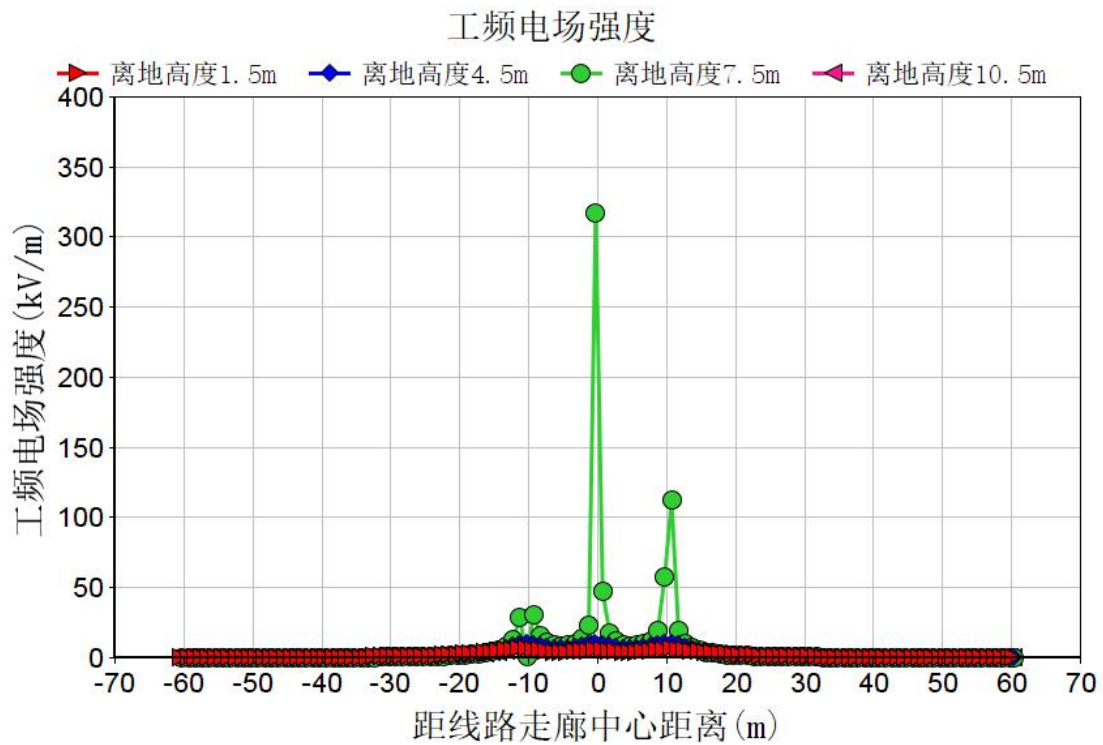


图 6.1-75 220kV 迁改单回水平排列线路工频电场强度分布图（7.5m）

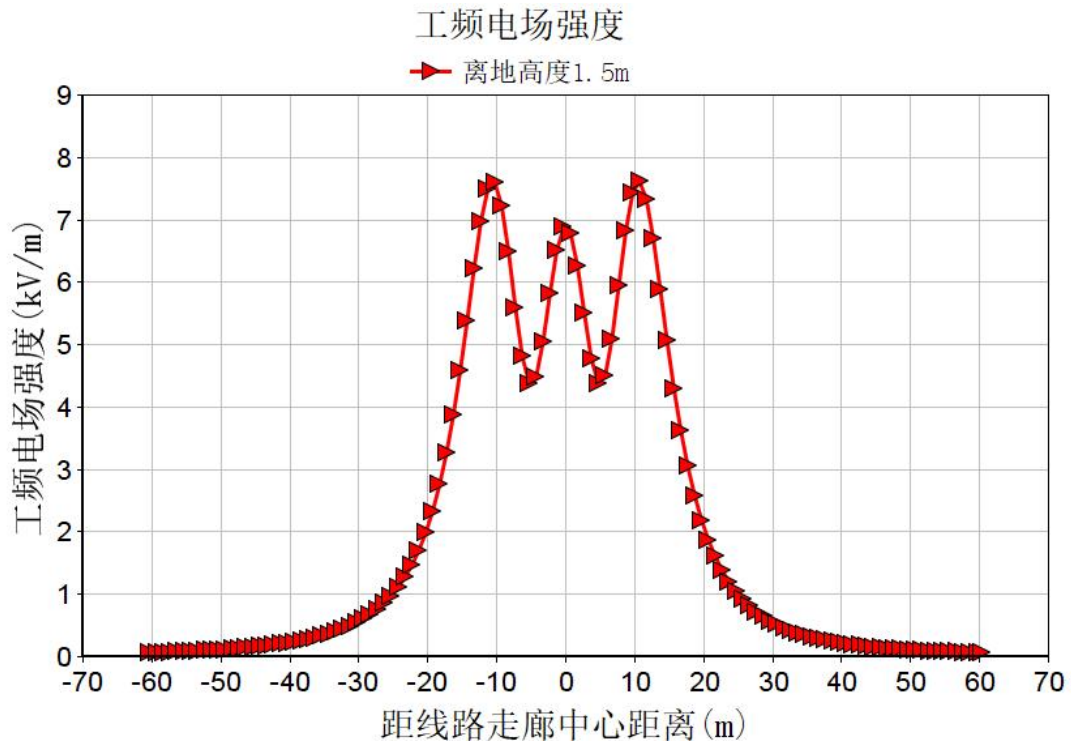


图 6.1-76 220kV 迁改单回水平排列线路工频电场强度分布图（6.5m）

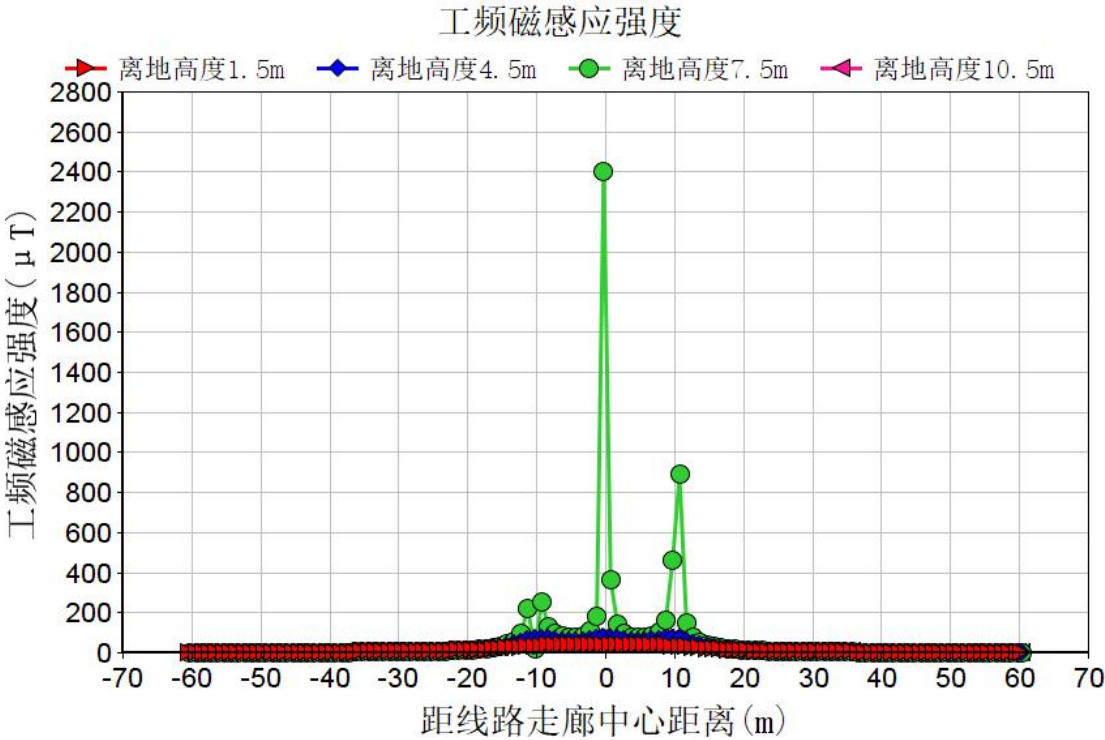


图 6.1-77 220kV 迁改单回水平排列线路磁感应强度分布图（7.5m）

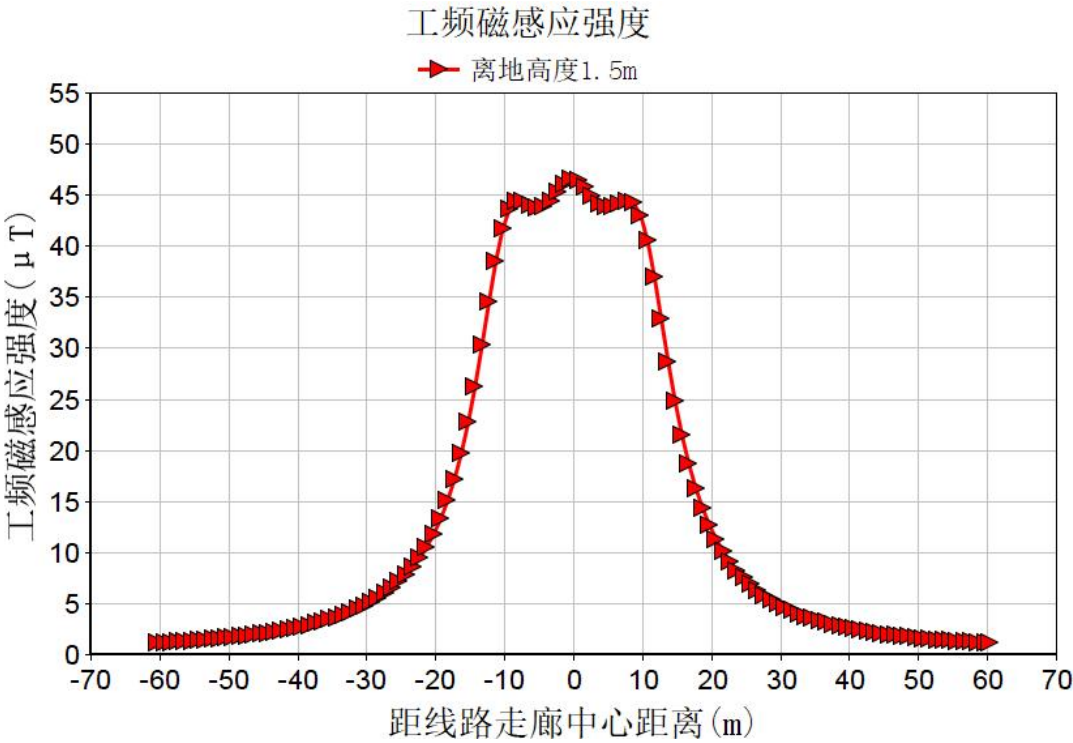


图 6.1-78 220kV 迁改单回水平排列线路磁感应强度分布图（6.5m）

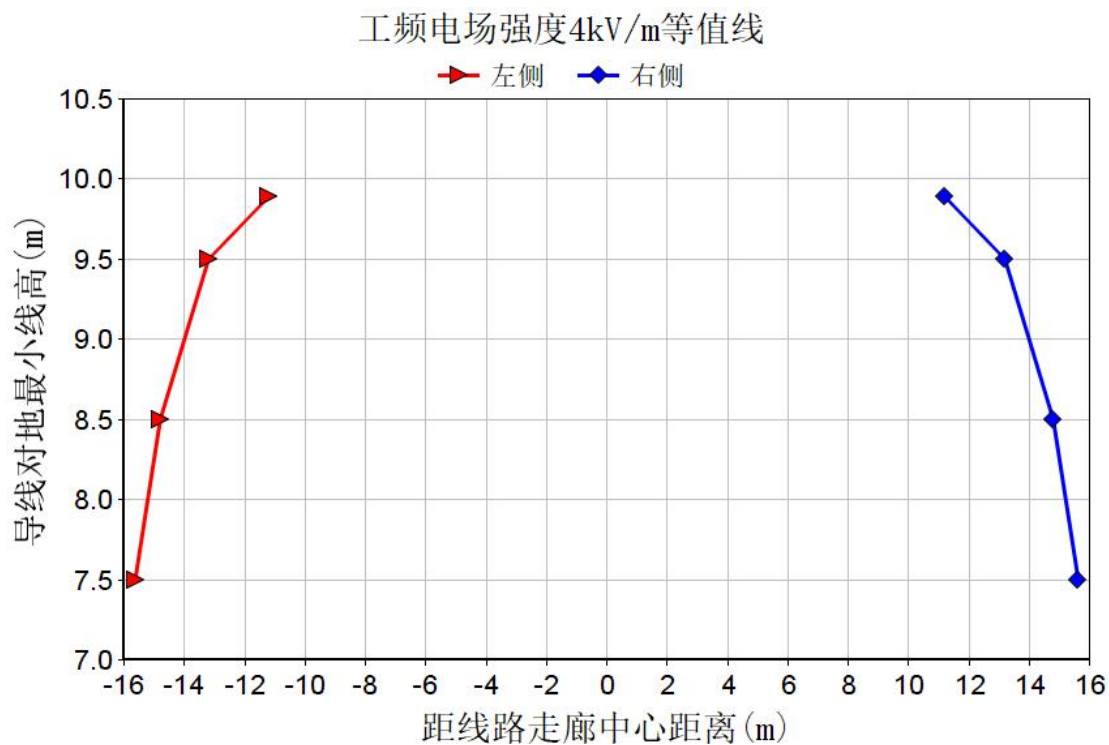


图 6.1-79 220kV 迁改单回水平排列线路 4kV/m 达标等值线图

表 6.1-100 220kV 迁改单回水平排列线路 4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
9.9	-11.20
9.5	-13.20
8.5	-14.80
7.5	-15.63
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
9.9	11.20
9.5	13.20
8.5	14.80
7.5	15.63

2) 220kV 迁改单回三角排列线路

220kV 迁改单回三角排列线路输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-101~表 6.1-102 和图 6.1-80~图 6.1-84。

表 6.1-101 220kV 迁改单回三角排列线路工频电场强度预测结果 单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 6.5m	导线对地 7.5m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-58.2	边导线外 50m	0.090	0.091	0.091	0.090	0.089
-53.2	边导线外 45m	0.108	0.110	0.109	0.109	0.107
-48.2	边导线外 40m	0.133	0.136	0.135	0.134	0.132
-43.2	边导线外 35m	0.168	0.174	0.173	0.171	0.168
-38.2	边导线外 30m	0.222	0.233	0.231	0.227	0.222
-33.2	边导线外 25m	0.312	0.331	0.327	0.320	0.309
-28.2	边导线外 20m	0.482	0.515	0.507	0.489	0.465
-27.2	边导线外 19m	0.533	0.571	0.560	0.539	0.510
-26.2	边导线外 18m	0.593	0.635	0.622	0.597	0.562
-25.2	边导线外 17m	0.664	0.710	0.695	0.665	0.622
-24.2	边导线外 16m	0.748	0.799	0.780	0.744	0.692
-23.2	边导线外 15m	0.849	0.903	0.881	0.837	0.773
-22.2	边导线外 14m	0.970	1.027	1.001	0.948	0.869
-21.2	边导线外 13m	1.116	1.175	1.145	1.080	0.983
-20.2	边导线外 12m	1.294	1.352	1.318	1.240	1.118
-19.2	边导线外 11m	1.511	1.563	1.528	1.435	1.282
-18.2	边导线外 10m	1.779	1.817	1.783	1.676	1.480
-17.2	边导线外 9m	2.107	2.120	2.097	1.977	1.724
-16.2	边导线外 8m	2.511	2.480	2.486	2.360	2.029
-15.2	边导线外 7m	3.006	2.904	2.971	2.862	2.414
-14.2	边导线外 6m	3.604	3.394	3.582	3.537	2.910
-13.2	边导线外 5m	4.311	3.941	4.357	4.492	3.557
-12.2	边导线外 4m	5.112	4.523	5.338	5.931	4.413
-11.2	边导线外 3m	5.953	5.091	6.558	8.347	5.539
-10.2	边导线外 2m	6.721	5.568	7.963	13.253	6.952
-9.2	边导线外 1m	7.246	5.858	9.262	29.134	8.474
-8.2	边导线下	7.357	5.877	9.860	1.503	9.608
-8	边导线内	7.320	5.845	9.848	2.875	9.740
-7	边导线内	6.849	5.502	9.166	26.011	9.877
-6	边导线内	5.998	4.905	7.879	14.322	9.449
-5	边导线内	4.947	4.145	6.547	10.208	8.930
-4	边导线内	3.862	3.319	5.428	8.148	8.580
-3	边导线内	2.852	2.510	4.583	6.985	8.471
-2	边导线内	2.007	1.804	4.021	6.340	8.578
-1	边导线内	1.485	1.357	3.752	6.071	8.812
0	边导线内	1.558	1.416	3.785	6.131	9.042
1	边导线内	2.172	1.936	4.122	6.531	9.189
2	边导线内	3.062	2.672	4.754	7.340	9.306
3	边导线内	4.094	3.487	5.674	8.751	9.513

4	边导线内	5.178	4.298	6.864	11.284	9.881
5	边导线内	6.186	5.018	8.219	16.681	10.333
6	边导线内	6.942	5.548	9.199	28.874	10.543
6.9	边导线下	7.263	5.792	9.784	54.307	10.191
7.9	边导线外 1m	7.156	5.774	9.187	29.375	8.825
8.9	边导线外 2m	6.633	5.487	7.892	13.323	7.178
9.9	边导线外 3m	5.868	5.013	6.490	8.365	5.678
10.9	边导线外 4m	5.032	4.448	5.275	5.927	4.496
11.9	边导线外 5m	4.236	3.870	4.297	4.476	3.606
12.9	边导线外 6m	3.535	3.327	3.527	3.516	2.938
13.9	边导线外 7m	2.943	2.843	2.921	2.838	2.429
14.9	边导线外 8m	2.456	2.425	2.440	2.337	2.036
15.9	边导线外 9m	2.059	2.070	2.056	1.955	1.727
16.9	边导线外 10m	1.737	1.773	1.747	1.655	1.480
17.9	边导线外 11m	1.477	1.525	1.496	1.417	1.281
18.9	边导线外 12m	1.265	1.319	1.291	1.225	1.117
19.9	边导线外 13m	1.093	1.147	1.123	1.068	0.982
20.9	边导线外 14m	0.952	1.004	0.983	0.937	0.869
21.9	边导线外 15m	0.835	0.884	0.866	0.829	0.773
22.9	边导线外 16m	0.738	0.783	0.768	0.738	0.693
23.9	边导线外 17m	0.658	0.698	0.686	0.661	0.624
24.9	边导线外 18m	0.590	0.626	0.616	0.595	0.565
25.9	边导线外 19m	0.532	0.564	0.556	0.539	0.513
26.9	边导线外 20m	0.483	0.511	0.504	0.490	0.469
31.9	边导线外 25m	0.319	0.334	0.331	0.325	0.315
36.9	边导线外 30m	0.230	0.238	0.236	0.233	0.228
41.9	边导线外 35m	0.176	0.180	0.179	0.177	0.174
46.9	边导线外 40m	0.139	0.142	0.141	0.140	0.138
51.9	边导线外 45m	0.114	0.115	0.114	0.113	0.112
56.9	边导线外 50m	0.095	0.095	0.095	0.094	0.093

 表 6.1-102 220kV 迁改单回三角排列线路磁感应强度预测结果 单位:  $\mu\text{T}$ 

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 6.5m	导线对地 7.5m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-58.2	边导线外 50m	0.99	0.99	1.00	1.01	1.01
-53.2	边导线外 45m	1.19	1.19	1.20	1.21	1.21
-48.2	边导线外 40m	1.46	1.45	1.47	1.49	1.49
-43.2	边导线外 35m	1.83	1.81	1.85	1.87	1.87
-38.2	边导线外 30m	2.35	2.33	2.39	2.42	2.42
-33.2	边导线外 25m	3.14	3.10	3.21	3.27	3.27
-28.2	边导线外 20m	4.41	4.32	4.56	4.68	4.67
-27.2	边导线外 19m	4.75	4.65	4.93	5.07	5.05
-26.2	边导线外 18m	5.14	5.02	5.34	5.51	5.49
-25.2	边导线外 17m	5.58	5.44	5.82	6.02	5.99

-24.2	边导线外 16m	6.08	5.90	6.36	6.60	6.57
-23.2	边导线外 15m	6.64	6.43	6.99	7.28	7.23
-22.2	边导线外 14m	7.29	7.04	7.71	8.07	8.01
-21.2	边导线外 13m	8.03	7.72	8.56	9.01	8.91
-20.2	边导线外 12m	8.89	8.51	9.56	10.12	9.99
-19.2	边导线外 11m	9.90	9.42	10.75	11.47	11.28
-18.2	边导线外 10m	11.08	10.48	12.18	13.13	12.85
-17.2	边导线外 9m	12.48	11.70	13.93	15.20	14.77
-16.2	边导线外 8m	14.14	13.13	16.09	17.86	17.18
-15.2	边导线外 7m	16.13	14.79	18.82	21.36	20.23
-14.2	边导线外 6m	18.49	16.70	22.30	26.13	24.18
-13.2	边导线外 5m	21.29	18.89	26.83	32.98	29.39
-12.2	边导线外 4m	24.54	21.33	32.78	43.50	36.34
-11.2	边导线外 3m	28.18	23.93	40.53	61.49	45.58
-10.2	边导线外 2m	31.96	26.55	50.09	98.71	57.31
-9.2	边导线外 1m	35.43	28.93	60.05	221.01	70.16
-8.2	边导线下	38.03	30.80	66.83	20.11	80.06
-8	边导线内	38.41	31.10	67.47	45.90	81.28
-7	边导线内	39.52	32.17	66.87	208.43	83.13
-6	边导线内	39.47	32.57	62.15	119.23	80.30
-5	边导线内	38.70	32.48	56.62	88.56	76.64
-4	边导线内	37.64	32.12	51.95	73.73	74.29
-3	边导线内	36.65	31.70	48.55	65.69	73.83
-2	边导线内	35.92	31.34	46.40	61.40	75.00
-1	边导线内	35.54	31.14	45.40	59.65	76.96
0	边导线内	35.55	31.13	45.49	59.98	78.53
1	边导线内	35.95	31.31	46.69	62.47	79.11
2	边导线内	36.69	31.63	49.08	67.73	79.27
3	边导线内	37.65	32.00	52.76	77.36	80.14
4	边导线内	38.60	32.26	57.67	95.47	82.38
5	边导线内	39.18	32.20	63.13	135.48	85.37
6	边导线内	38.90	31.60	66.49	227.69	86.59
6.9	边导线下	37.63	30.49	66.52	405.00	83.24
7.9	边导线外 1m	35.07	28.63	59.50	220.92	71.82
8.9	边导线外 2m	31.64	26.29	49.66	98.63	58.36
9.9	边导线外 3m	27.92	23.71	40.21	61.43	46.23
10.9	边导线外 4m	24.33	21.14	32.54	43.45	36.74
11.9	边导线外 5m	21.12	18.73	26.65	32.94	29.65
12.9	边导线外 6m	18.35	16.57	22.17	26.10	24.35
13.9	边导线外 7m	16.01	14.68	18.71	21.33	20.34
14.9	边导线外 8m	14.05	13.04	16.01	17.83	17.25
15.9	边导线外 9m	12.41	11.63	13.86	15.18	14.82
16.9	边导线外 10m	11.02	10.42	12.13	13.11	12.88
17.9	边导线外 11m	9.85	9.37	10.70	11.45	11.30

18.9	边导线外 12m	8.85	8.47	9.52	10.11	10.01
19.9	边导线外 13m	8.00	7.69	8.53	8.99	8.93
20.9	边导线外 14m	7.26	7.00	7.69	8.06	8.01
21.9	边导线外 15m	6.61	6.41	6.97	7.27	7.24
22.9	边导线外 16m	6.05	5.88	6.35	6.60	6.57
23.9	边导线外 17m	5.56	5.42	5.80	6.01	6.00
24.9	边导线外 18m	5.13	5.00	5.33	5.51	5.49
25.9	边导线外 19m	4.74	4.64	4.91	5.06	5.05
26.9	边导线外 20m	4.40	4.31	4.55	4.67	4.67
31.9	边导线外 25m	3.13	3.09	3.21	3.27	3.27
36.9	边导线外 30m	2.35	2.32	2.39	2.42	2.42
41.9	边导线外 35m	1.82	1.81	1.85	1.87	1.87
46.9	边导线外 40m	1.46	1.45	1.47	1.49	1.49
51.9	边导线外 45m	1.19	1.19	1.20	1.21	1.21
56.9	边导线外 50m	0.99	0.99	1.00	1.01	1.01

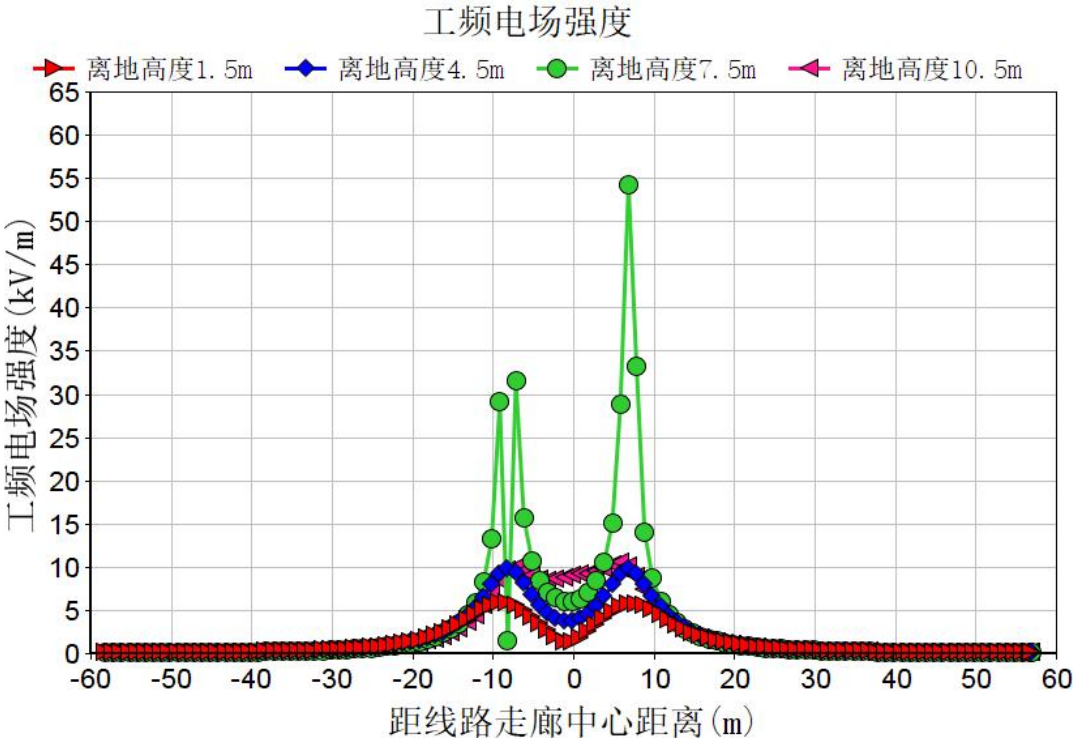


图 6.1-80 220kV 迁改单回三角排列线路工频电场强度分布图（7.5m）



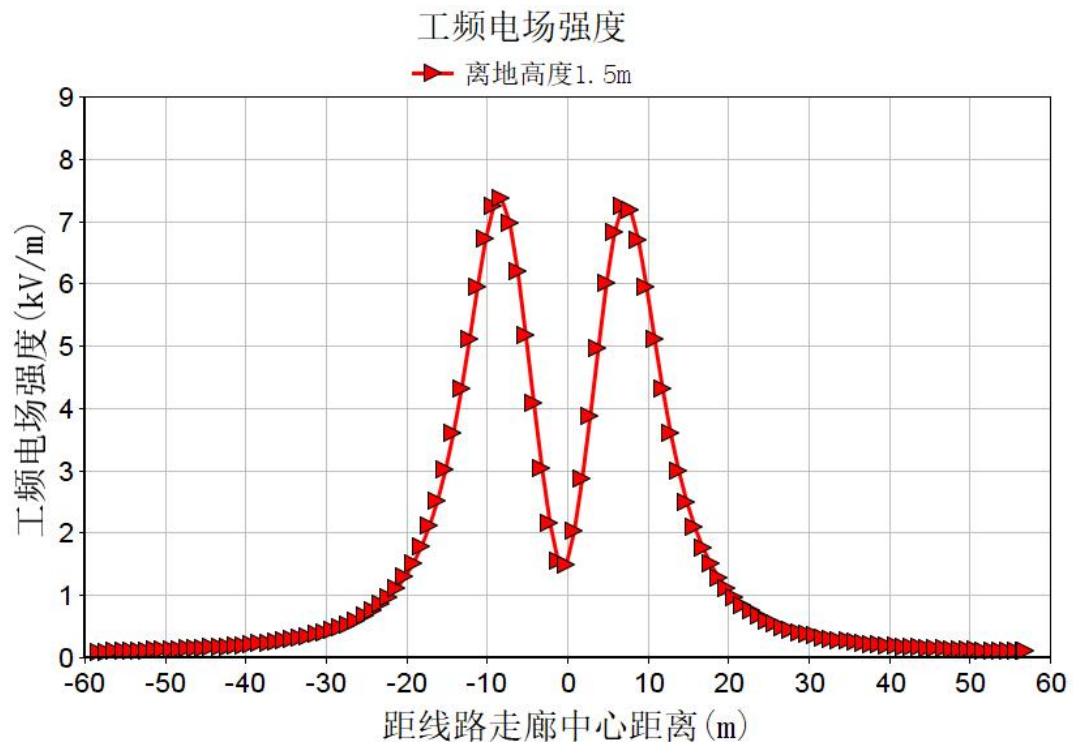


图 6.1-81 220kV 迁改单回三角排列线路工频电场强度分布图 (6.5m)

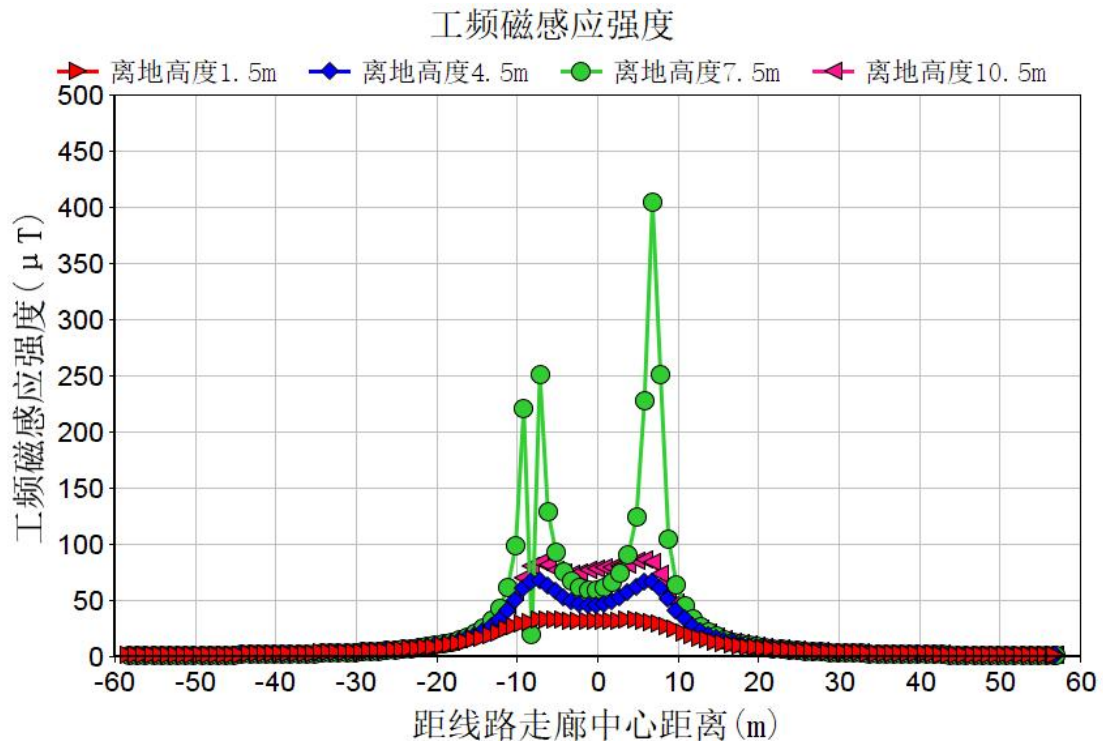


图 6.1-82 220kV 迁改单回三角排列线路磁感应强度分布图 (7.5m)



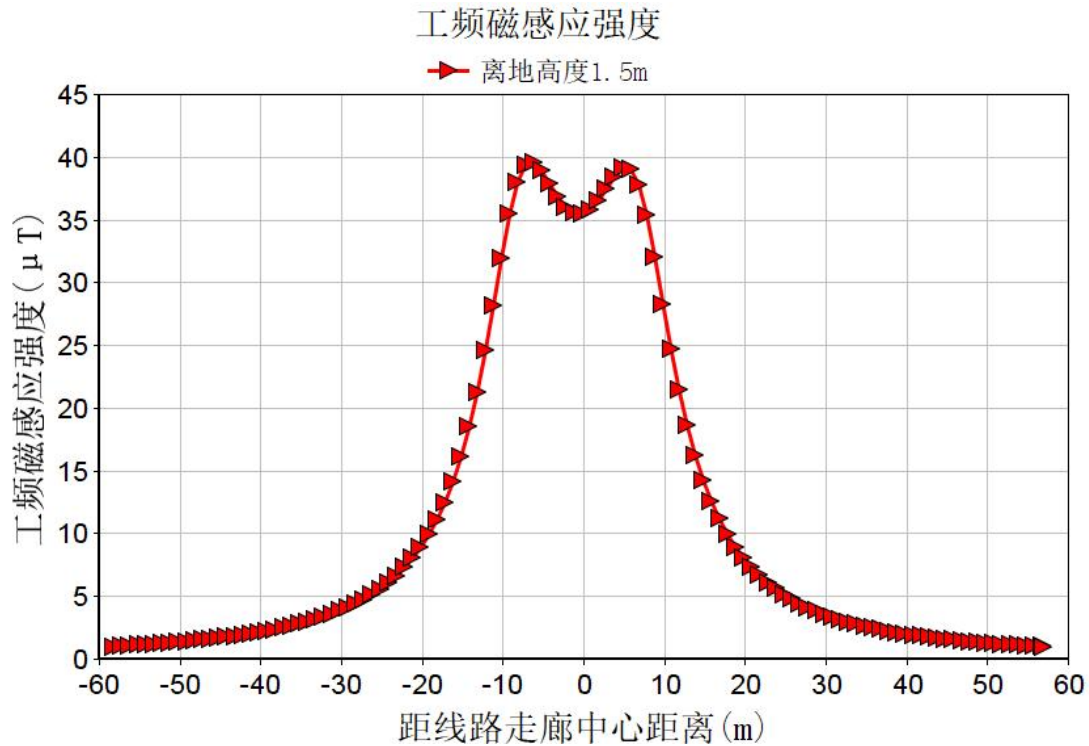


图 6.1-83 220kV 迁改单回三角排列线路磁感应强度分布图（6.5m）

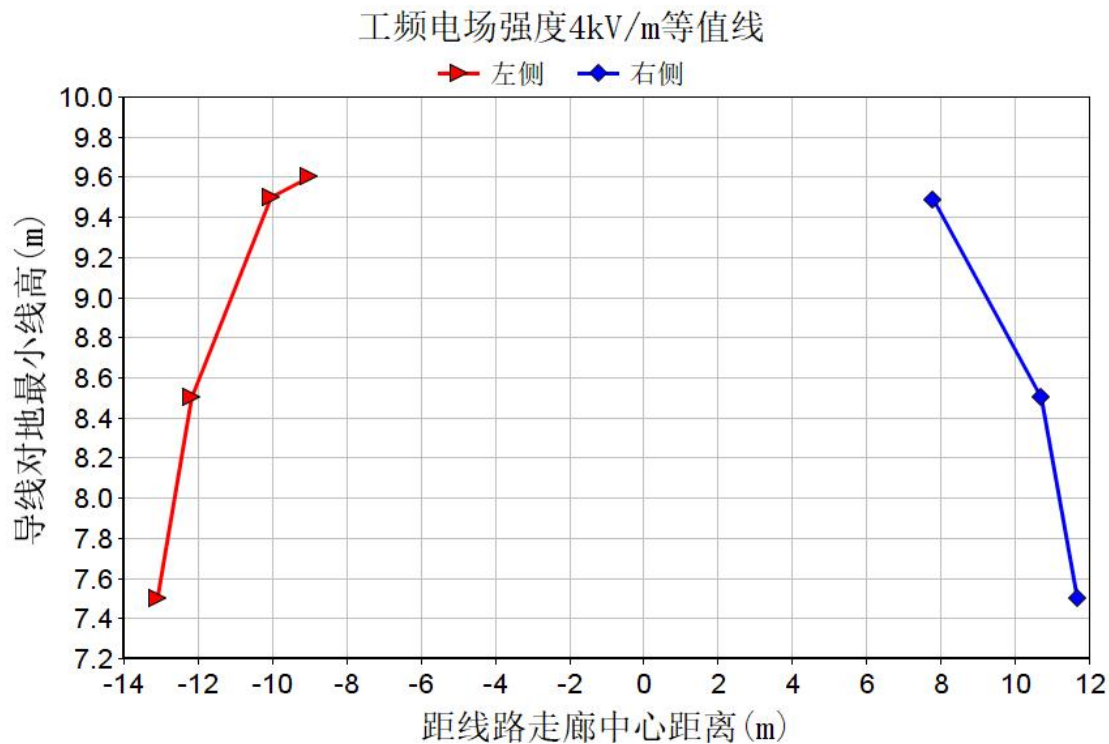


图 6.1-84 220kV 迁改单回三角排列线路 4kV/m 达标等值线图

表 6.1-103 220kV 迁改单回三角排列线路 4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
9.6	-9.00

9.5	-10.04
8.5	-12.18
7.5	-13.10
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
9.5	7.80
8.5	10.71
7.5	11.67

### 3) 220kV 迁改双回单边挂线线路

220kV 迁改双回单边挂线线路输电线路工频电场、磁感应强度结果参见表 6.1-104~表 6.1-105 和图 6.1-85~图 6.1-88。

**表 6.1-104 220kV 迁改双回单边挂线线路工频电场强度预测结果** 单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 6.5m	导线对地 7.5m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-57.9	边导线外 50m	0.140	0.135	0.135	0.135	0.134
-52.9	边导线外 45m	0.163	0.157	0.157	0.156	0.156
-47.9	边导线外 40m	0.191	0.182	0.182	0.183	0.183
-42.9	边导线外 35m	0.224	0.210	0.212	0.214	0.217
-37.9	边导线外 30m	0.263	0.241	0.246	0.253	0.261
-32.9	边导线外 25m	0.303	0.269	0.282	0.303	0.326
-27.9	边导线外 20m	0.336	0.283	0.323	0.382	0.440
-26.9	边导线外 19m	0.341	0.283	0.334	0.406	0.475
-25.9	边导线外 18m	0.345	0.283	0.347	0.436	0.518
-24.9	边导线外 17m	0.349	0.284	0.365	0.473	0.569
-23.9	边导线外 16m	0.353	0.288	0.389	0.519	0.632
-22.9	边导线外 15m	0.361	0.298	0.423	0.577	0.709
-21.9	边导线外 14m	0.375	0.319	0.469	0.651	0.804
-20.9	边导线外 13m	0.400	0.358	0.534	0.746	0.924
-19.9	边导线外 12m	0.444	0.422	0.623	0.868	1.073
-18.9	边导线外 11m	0.518	0.519	0.742	1.024	1.262
-17.9	边导线外 10m	0.632	0.654	0.899	1.224	1.502
-16.9	边导线外 9m	0.799	0.837	1.107	1.483	1.810
-15.9	边导线外 8m	1.033	1.075	1.376	1.818	2.210
-14.9	边导线外 7m	1.349	1.380	1.726	2.258	2.737
-13.9	边导线外 6m	1.769	1.760	2.179	2.844	3.445
-12.9	边导线外 5m	2.309	2.225	2.765	3.640	4.414
-11.9	边导线外 4m	2.986	2.772	3.519	4.755	5.767
-10.9	边导线外 3m	3.793	3.386	4.483	6.392	7.671
-9.9	边导线外 2m	4.692	4.026	5.685	8.997	10.273

-8.9	边导线外 1m	5.581	4.620	7.086	13.837	13.401
-7.9	边导线内	6.293	5.071	8.437	26.876	16.026
-7	边导线内	6.625	5.276	9.176	273.374	16.531
-6	边导线内	6.545	5.231	8.910	49.758	14.834
-5	边导线内	6.023	4.911	7.765	17.538	11.833
-4	边导线内	5.216	4.392	6.329	10.282	9.009
-3	边导线内	4.308	3.769	5.007	6.952	6.832
-2	边导线内	3.433	3.130	3.918	5.024	5.248
-1	边导线内	2.661	2.531	3.053	3.770	4.096
0	边导线内	2.015	2.001	2.374	2.899	3.247
1	边导线内	1.492	1.549	1.843	2.268	2.610
2	边导线内	1.077	1.175	1.430	1.800	2.126
3	边导线内	0.755	0.872	1.110	1.447	1.754
4	边导线内	0.512	0.630	0.866	1.181	1.466
5	边导线内	0.341	0.444	0.684	0.979	1.242
6	边导线内	0.241	0.310	0.553	0.828	1.066
6.2	边导线内	0.231	0.289	0.532	0.802	1.036
7.2	边导线外 1m	0.218	0.217	0.451	0.696	0.905
8.2	边导线外 2m	0.244	0.197	0.402	0.617	0.801
9.2	边导线外 3m	0.280	0.211	0.376	0.559	0.718
10.2	边导线外 4m	0.311	0.237	0.364	0.516	0.652
11.2	边导线外 5m	0.336	0.263	0.359	0.484	0.598
12.2	边导线外 6m	0.353	0.284	0.357	0.458	0.554
13.2	边导线外 7m	0.365	0.301	0.357	0.438	0.517
14.2	边导线外 8m	0.371	0.312	0.355	0.420	0.485
15.2	边导线外 9m	0.373	0.319	0.353	0.405	0.458
16.2	边导线外 10m	0.372	0.323	0.349	0.391	0.435
17.2	边导线外 11m	0.368	0.324	0.345	0.378	0.413
18.2	边导线外 12m	0.363	0.323	0.339	0.366	0.394
19.2	边导线外 13m	0.356	0.320	0.332	0.354	0.377
20.2	边导线外 14m	0.348	0.315	0.325	0.342	0.361
21.2	边导线外 15m	0.339	0.309	0.317	0.331	0.346
22.2	边导线外 16m	0.330	0.303	0.309	0.320	0.332
23.2	边导线外 17m	0.320	0.296	0.301	0.310	0.319
24.2	边导线外 18m	0.310	0.288	0.292	0.299	0.306
25.2	边导线外 19m	0.301	0.281	0.284	0.289	0.295
26.2	边导线外 20m	0.291	0.273	0.275	0.279	0.284
31.2	边导线外 25m	0.246	0.234	0.235	0.236	0.236
36.2	边导线外 30m	0.207	0.200	0.200	0.199	0.198
41.2	边导线外 35m	0.175	0.170	0.170	0.169	0.168
46.2	边导线外 40m	0.149	0.146	0.146	0.145	0.144
51.2	边导线外 45m	0.128	0.126	0.126	0.125	0.124
56.2	边导线外 50m	0.111	0.110	0.109	0.109	0.108

表 6.1-105 220kV 迁改单回三角排列线路磁感应强度预测结果 单位:  $\mu\text{T}$ 

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 6.5m	导线对地 7.5m			
		地面 1.5m	地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-57.9	边导线外 50m	0.87	0.86	0.88	0.89	0.90
-52.9	边导线外 45m	1.05	1.04	1.07	1.09	1.11
-47.9	边导线外 40m	1.30	1.29	1.33	1.36	1.38
-42.9	边导线外 35m	1.65	1.62	1.69	1.75	1.78
-37.9	边导线外 30m	2.15	2.10	2.22	2.31	2.37
-32.9	边导线外 25m	2.89	2.82	3.03	3.20	3.31
-27.9	边导线外 20m	4.08	3.94	4.35	4.69	4.92
-26.9	边导线外 19m	4.40	4.23	4.71	5.11	5.38
-25.9	边导线外 18m	4.75	4.56	5.11	5.59	5.91
-24.9	边导线外 17m	5.15	4.93	5.57	6.13	6.51
-23.9	边导线外 16m	5.59	5.33	6.09	6.75	7.21
-22.9	边导线外 15m	6.09	5.78	6.68	7.48	8.03
-21.9	边导线外 14m	6.65	6.29	7.36	8.32	8.98
-20.9	边导线外 13m	7.28	6.86	8.13	9.30	10.12
-19.9	边导线外 12m	8.00	7.50	9.03	10.47	11.48
-18.9	边导线外 11m	8.83	8.22	10.08	11.86	13.12
-17.9	边导线外 10m	9.77	9.03	11.31	13.54	15.13
-16.9	边导线外 9m	10.84	9.94	12.77	15.59	17.63
-15.9	边导线外 8m	12.08	10.97	14.51	18.15	20.77
-14.9	边导线外 7m	13.51	12.13	16.61	21.38	24.81
-13.9	边导线外 6m	15.15	13.43	19.16	25.55	30.12
-12.9	边导线外 5m	17.03	14.86	22.31	31.10	37.24
-11.9	边导线外 4m	19.15	16.41	26.24	38.77	47.01
-10.9	边导线外 3m	21.47	18.03	31.14	49.97	60.58
-9.9	边导线外 2m	23.88	19.61	37.20	67.83	78.94
-8.9	边导线外 1m	26.14	21.00	44.24	101.39	100.93
-7.9	边导线下	27.87	22.01	51.02	193.29	119.62
-7	边导线内	28.61	22.43	54.66	1957.50	123.94
-6	边导线内	28.30	22.25	53.14	357.10	112.92
-5	边导线内	26.89	21.44	47.16	127.93	92.46
-4	边导线内	24.76	20.16	39.83	77.14	72.68
-3	边导线内	22.35	18.61	33.19	54.21	57.09
-2	边导线内	19.95	16.98	27.77	41.09	45.50
-1	边导线内	17.74	15.40	23.49	32.60	36.89
0	边导线内	15.77	13.92	20.08	26.65	30.39
1	边导线内	14.05	12.57	17.35	22.26	25.39
2	边导线内	12.55	11.37	15.13	18.90	21.47
3	边导线内	11.26	10.30	13.31	16.26	18.35
4	边导线内	10.14	9.35	11.78	14.13	15.83

5	边导线内	9.16	8.51	10.50	12.39	13.77
6	边导线内	8.30	7.76	9.41	10.94	12.07
6.2	边导线下	7.263	7.63	9.21	10.68	11.77
7.2	边导线外 1m	7.156	6.98	8.30	9.51	10.40
8.2	边导线外 2m	6.633	6.41	7.51	8.51	9.25
9.2	边导线外 3m	5.868	5.89	6.82	7.66	8.27
10.2	边导线外 4m	5.032	5.43	6.23	6.93	7.43
11.2	边导线外 5m	4.236	5.02	5.70	6.29	6.71
12.2	边导线外 6m	3.535	4.65	5.23	5.73	6.09
13.2	边导线外 7m	2.943	4.32	4.82	5.25	5.55
14.2	边导线外 8m	2.456	4.02	4.45	4.82	5.07
15.2	边导线外 9m	2.059	3.74	4.12	4.44	4.66
16.2	边导线外 10m	1.737	3.50	3.82	4.10	4.29
17.2	边导线外 11m	1.477	3.27	3.56	3.80	3.96
18.2	边导线外 12m	1.265	3.07	3.32	3.52	3.67
19.2	边导线外 13m	1.093	2.88	3.10	3.28	3.40
20.2	边导线外 14m	0.952	2.71	2.90	3.06	3.17
21.2	边导线外 15m	0.835	2.55	2.72	2.86	2.96
22.2	边导线外 16m	0.738	2.40	2.56	2.68	2.77
23.2	边导线外 17m	0.658	2.27	2.41	2.52	2.59
24.2	边导线外 18m	0.590	2.15	2.27	2.37	2.43
25.2	边导线外 19m	0.532	2.03	2.14	2.23	2.29
26.2	边导线外 20m	0.483	1.93	2.03	2.10	2.16
31.2	边导线外 25m	0.319	1.50	1.56	1.61	1.64
36.2	边导线外 30m	0.230	1.20	1.24	1.27	1.29
41.2	边导线外 35m	0.176	0.98	1.00	1.02	1.04
46.2	边导线外 40m	0.139	0.81	0.83	0.84	0.85
51.2	边导线外 45m	0.114	0.69	0.70	0.71	0.71
56.2	边导线外 50m	0.095	0.59	0.59	0.60	0.61

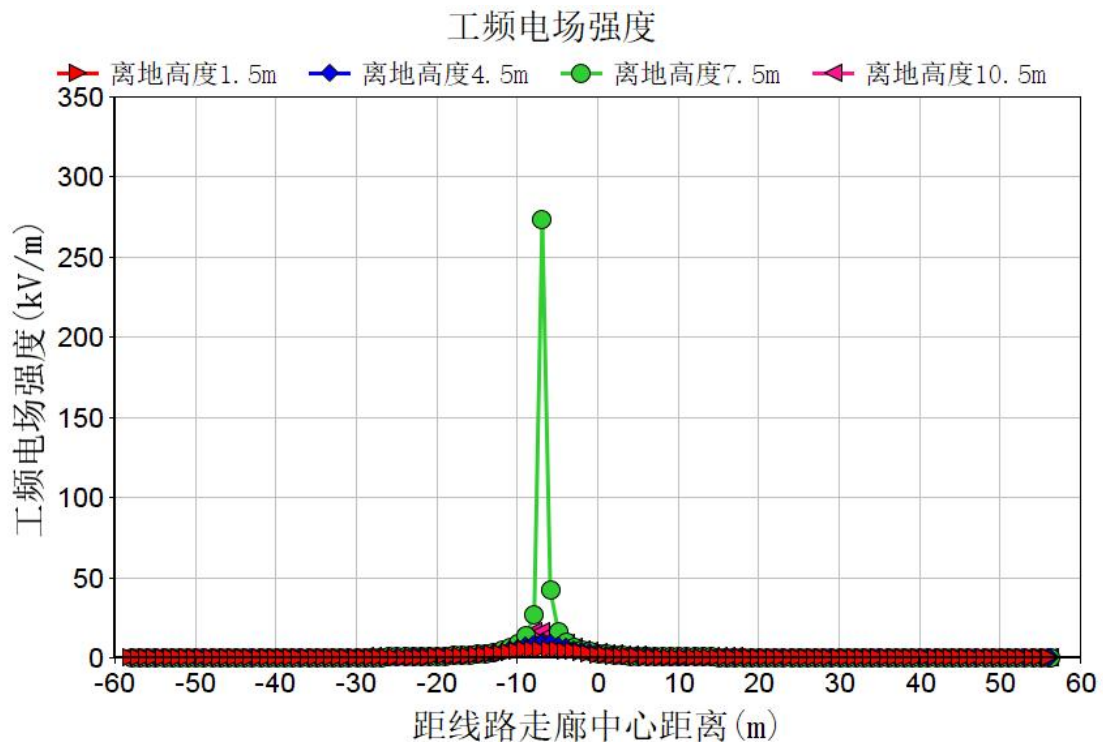


图 6.1-85 220kV 迁改双回单边挂线线路工频电场强度分布图（7.5m）

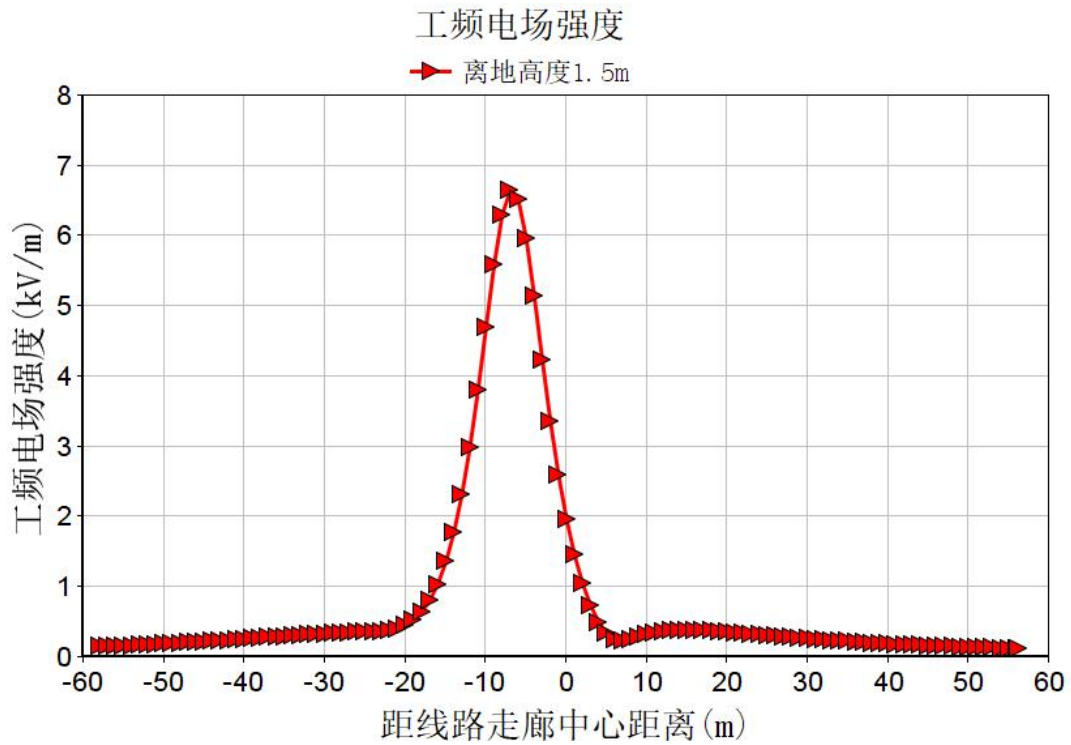


图 6.1-86 220kV 迁改双回单边挂线线路工频电场强度分布图（6.5m）

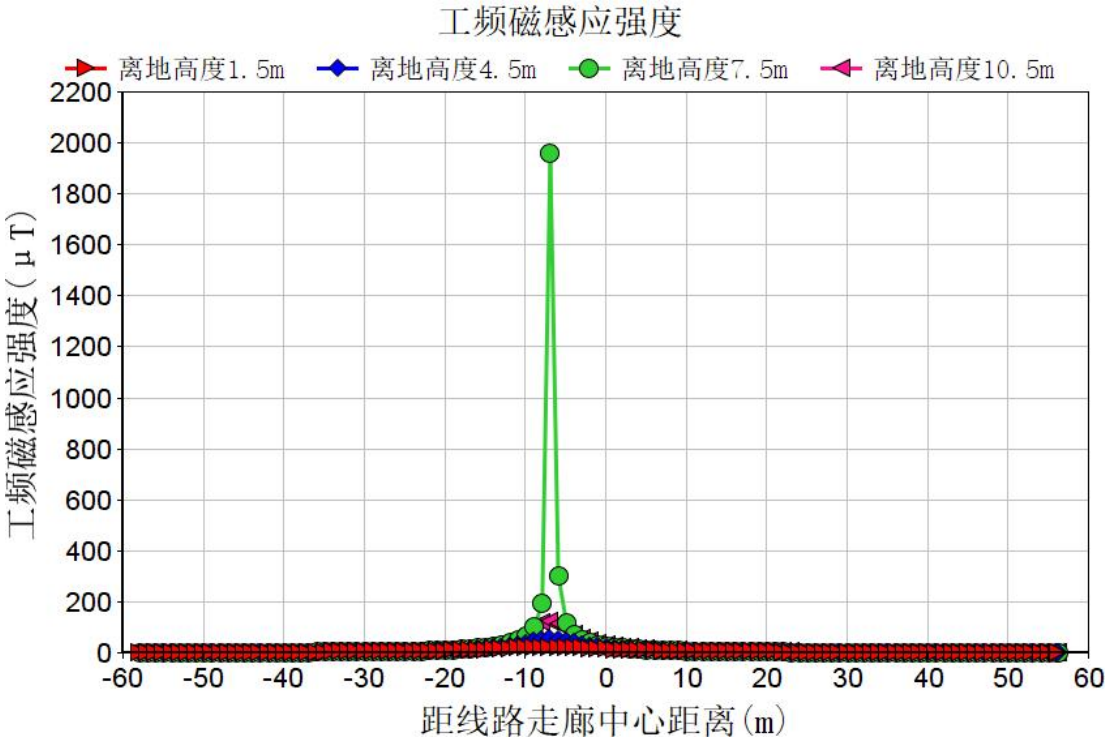


图 6.1-87 220kV 迁改双回单边挂线线路磁感应强度分布图（7.5m）

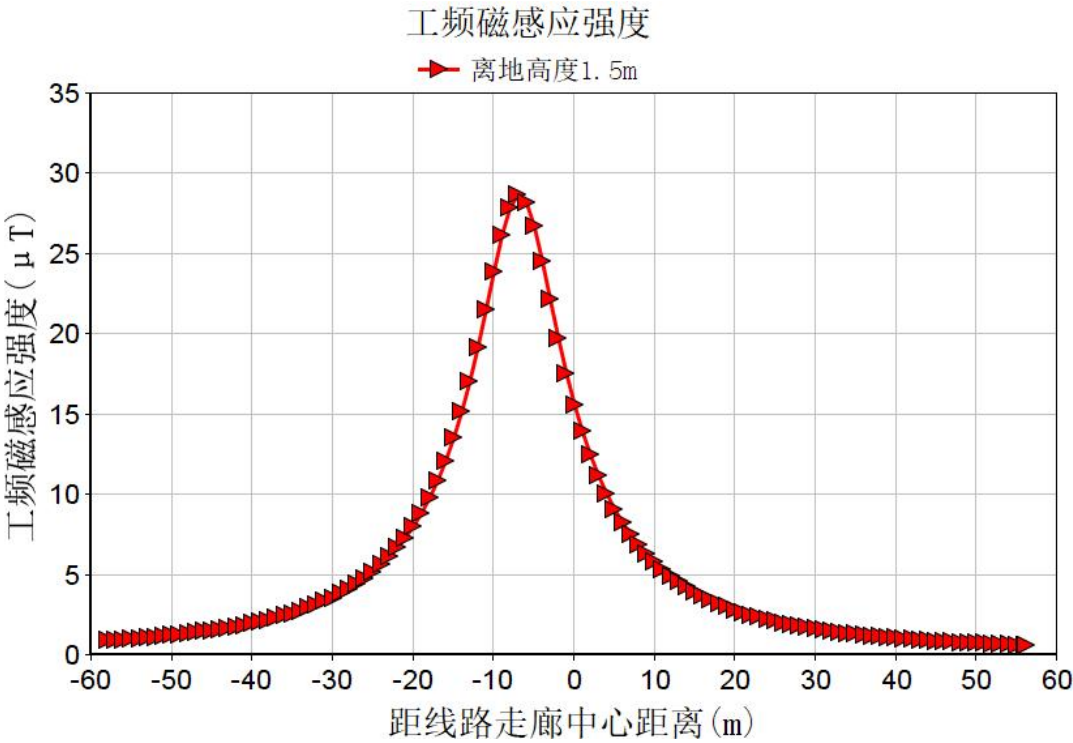


图 6.1-88 220kV 迁改双回单边挂线线路磁感应强度分布图（6.5m）

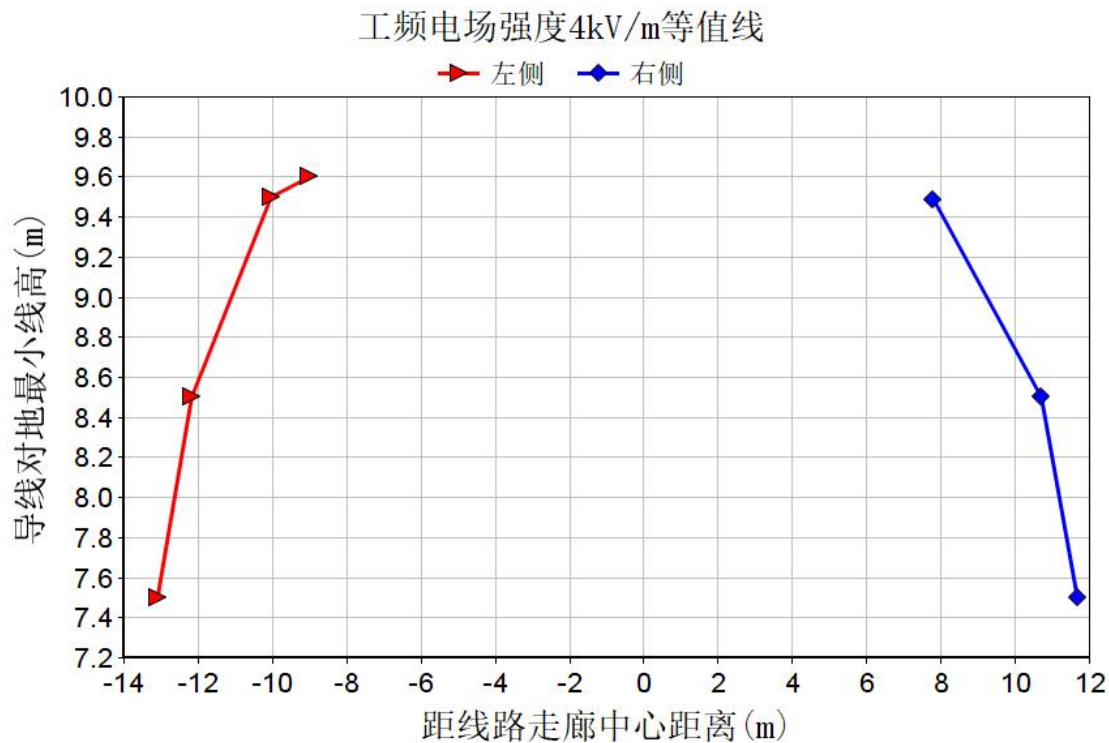


图 6.1-89 220kV 迁改双回单边挂线线路 4kV/m 达标等值线图

表 6.1-106 220kV 迁改双回单边挂线线路 4kV/m 达标等值数据表单位：kV/m

左侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
9.6	-9.23
9.5	-10.02
8.5	-12.08
7.5	-13.60
右侧	
导线对地最小线高(m)	距线路走廊中心距离(m)
9.5	7.93
8.5	10.64
7.5	11.88

(3) 预测结果分析

220kV 交流迁改线路单回水平排列：

非居民区：当本工程 220kV 交流迁改线路单回水平排列导线对地距离为 6.5m 时，距地面 1.5m 处，并行线路产生的工频电场强度最大值为 7.599kV/m，小于 10kV/m；磁感应强度最大值为 46.53μT，小于 100μT。

居民区，当本工程 220kV 交流迁改线路单回水平排列导线对地距离为 7.5m 时，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，边相导线外 5m 处，工频电场强度最大值分别为 4.185kV/m、4.556kV/m、4.530kV/m，大于 4kV/m 的公众曝露控制限值；线路在距



地面 10.5m 高度处，边相导线外 5m 处，工频电场强度最大值为 3.377kV/m，小于 4kV/m 的公众曝露控制限值。在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，磁感应强度最大值分别为 20.37 $\mu$ T、28.04 $\mu$ T、33.07 $\mu$ T、28.04 $\mu$ T，均满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 6m 之外，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场为 3.635kV/m、3.781kV/m、3.610kV/m、2.809kV/m，磁感应强度为 17.97 $\mu$ T、23.30 $\mu$ T、26.29 $\mu$ T、23.30 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

#### 220kV 交流迁改线路单回三角排列：

非居民区：当本工程 220kV 交流迁改线路单回三角排列导线对地距离为 6.5m 时，距地面 1.5m 处，并行线路产生的工频电场强度最大值为 7.375kV/m，小于 10kV/m；磁感应强度最大值 39.52 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。

居民区，当本工程 220kV 交流迁改线路单回三角排列导线对地距离为 7.5m 时，线路在距地面 4.5m、7.5m 高度处，边相导线外 5m 处，工频电场强度最大值分别为 4.357kV/m、4.492kV/m，大于 4kV/m 的公众曝露控制限值；线路在距地面 1.5m、10.5m 高度处，边相导线外 5m 处，工频电场强度最大值分别为 3.941kV/m、3.557kV/m，小于 4kV/m 的公众曝露控制限值。在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，磁感应强度最大值分别为 18.89 $\mu$ T、26.83 $\mu$ T、32.98 $\mu$ T、29.39 $\mu$ T，均满足 100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。在线路边相导线 6m 之外，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场为 3.394kV/m、3.582kV/m、3.537kV/m、2.910kV/m，磁感应强度为 16.70 $\mu$ T、22.30 $\mu$ T、26.13 $\mu$ T、24.18 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

#### 220kV 交流迁改线路同塔双回单边挂线：

非居民区：当本工程 220kV 交流迁改线路同塔双回单边挂线导线对地距离为 6.5m 时，距地面 1.5m 处，并行线路产生的工频电场强度最大值为 6.625kV/m，小于 10kV/m；磁感应强度最大值 28.61 $\mu$ T，小于 100 $\mu$ T。

居民区，当本工程 220kV 交流迁改线路同塔双回单边挂线导线对地距离为 7.5m 时，线路在距地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处，边相导线外 5m 处，工频电场强度最大值分别为 2.225kV/m、2.765kV/m、3.640kV/m，小于 4kV/m 的公众曝露控制限值；线路在距地面 10.5m 高度处，边相导线外 5m 处，工频电场强度最大值为 4.414kV/m，大于 4kV/m 的公众曝露控制限值。在距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处，磁感应强度最大值分别为 14.86 $\mu$ T、22.31 $\mu$ T、31.10 $\mu$ T、37.24 $\mu$ T，均满足 100 $\mu$ T 的公众曝露

控制限值。在线路边相导线 6m 之外，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场为 1.760kV/m、2.179kV/m、2.844kV/m、3.445kV/m，磁感应强度为 13.43 $\mu$ T、19.16 $\mu$ T、25.55 $\mu$ T、30.12 $\mu$ T，均能满足 4kV/m、100 $\mu$ T 的公众曝露控制限值。

#### (4) 线路抬升高度预测计算

根据电磁预测结果可知，新建 220kV 迁改线路，经过其它地区、导线对地距离为 6.5m 时，线路下方工频电场强度最大值均小于 10kV/m，无需抬升导线对地高度。

新建 220kV 迁改线路，经过居民区、导线对地距离为 7.5m 时，线路边相导线 5m 外存在工频电场强度大于 4kV/m 的区域，为指导工程设计在后续塔基定位阶段通过抬升导线对地距离的方式确保线路临近房屋工频电场满足标准，本环评进行新建线路抬升高度预测计算。

线路抬升高度及工频电场强度、磁感应强度预测结果参见下表。

**表 6.1-107 220kV 交流迁改线路单回水平排列电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果**

单位：kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距 离 (m)	导线对地 9m	导线对地 10m	导线对地 12m	导线对地 14m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-60.3	边导线外 50m	0.080	0.087	0.099	0.109
-55.3	边导线外 45m	0.104	0.112	0.127	0.139
-50.3	边导线外 40m	0.139	0.149	0.167	0.180
-45.3	边导线外 35m	0.191	0.203	0.225	0.240
-40.3	边导线外 30m	0.273	0.288	0.313	0.328
-35.3	边导线外 25m	0.407	0.425	0.451	0.464
-30.3	边导线外 20m	0.645	0.660	0.682	0.685
-29.3	边导线外 19m	0.713	0.727	0.745	0.744
-28.3	边导线外 18m	0.790	0.802	0.816	0.811
-27.3	边导线外 17m	0.878	0.887	0.896	0.887
-26.3	边导线外 16m	0.979	0.984	0.986	0.971
-25.3	边导线外 15m	1.095	1.095	1.089	1.068
-24.3	边导线外 14m	1.228	1.222	1.206	1.177
-23.3	边导线外 13m	1.381	1.367	1.339	1.304
-22.3	边导线外 12m	1.558	1.534	1.492	1.449
-21.3	边导线外 11m	1.760	1.727	1.669	1.619
-20.3	边导线外 10m	1.992	1.949	1.875	1.819
-19.3	边导线外 9m	2.255	2.205	2.114	2.057
-18.3	边导线外 8m	2.552	2.498	2.394	2.343
-17.3	边导线外 7m	2.879	2.833	2.723	2.692
-16.3	边导线外 6m	3.232	3.211	3.111	3.123
-15.3	边导线外 5m	3.598	3.628	3.564	3.659

-14.3	边导线外 4m	3.953	—	—	—
-13.3	边导线外 3m	4.267	—	—	—
-12.3	边导线外 2m	4.500	—	—	—
-11.3	边导线外 1m	4.612	—	—	—
-10.3	边导线内	4.574	—	—	—
-10	边导线内	4.533	—	—	—
-9	边导线内	4.303	—	—	—
-8	边导线内	3.968	—	—	—
-7	边导线内	3.599	—	—	—
-6	边导线内	3.286	—	—	—
-5	边导线内	3.114	—	—	—
-4	边导线内	3.123	—	—	—
-3	边导线内	3.277	—	—	—
-2	边导线内	3.488	—	—	—
-1	边导线内	3.660	—	—	—
0	边导线内	3.725	—	—	—
1	边导线内	3.660	—	—	—
2	边导线内	3.488	—	—	—
3	边导线内	3.277	—	—	—
4	边导线内	3.123	—	—	—
5	边导线内	3.114	—	—	—
6	边导线内	3.286	—	—	—
7	边导线内	3.599	—	—	—
8	边导线内	3.968	—	—	—
9	边导线内	4.303	—	—	—
10	边导线内	4.533	—	—	—
10.3	边导线内	4.574	—	—	—
11.3	边导线外 1m	4.612	—	—	—
12.3	边导线外 2m	4.500	—	—	—
13.3	边导线外 3m	4.267	—	—	—
14.3	边导线外 4m	3.953	—	—	—
15.3	边导线外 5m	3.598	3.628	3.564	3.659
16.3	边导线外 6m	3.232	3.211	3.111	3.123
17.3	边导线外 7m	2.879	2.833	2.723	2.692
18.3	边导线外 8m	2.552	2.498	2.394	2.343
19.3	边导线外 9m	2.255	2.205	2.114	2.057
20.3	边导线外 10m	1.992	1.949	1.875	1.819
21.3	边导线外 11m	1.760	1.727	1.669	1.619
22.3	边导线外 12m	1.558	1.534	1.492	1.449
23.3	边导线外 13m	1.381	1.367	1.339	1.304
24.3	边导线外 14m	1.228	1.222	1.206	1.177
25.3	边导线外 15m	1.095	1.095	1.089	1.068
26.3	边导线外 16m	0.979	0.984	0.986	0.971
27.3	边导线外 17m	0.878	0.887	0.896	0.887
28.3	边导线外 18m	0.790	0.802	0.816	0.811

29.3	边导线外 19m	0.713	0.727	0.745	0.744
30.3	边导线外 20m	0.645	0.660	0.682	0.685
35.3	边导线外 25m	0.407	0.425	0.451	0.464
40.3	边导线外 30m	0.273	0.288	0.313	0.328
45.3	边导线外 35m	0.191	0.203	0.225	0.240
50.3	边导线外 40m	0.139	0.149	0.167	0.180
55.3	边导线外 45m	0.104	0.112	0.127	0.139
60.3	边导线外 50m	0.080	0.087	0.099	0.109

表 6.1-108 220kV 交流迁改线路单回水平排列电磁环境达标的最小线高及工频磁场强度预测结果

 单位:  $\mu\text{T}$ 

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距 离 (m)	导线对地 9m	导线对地 10m	导线对地 12m	导线对地 14m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-60.3	边导线外 50m	1.10	1.11	1.11	1.12
-55.3	边导线外 45m	1.31	1.33	1.33	1.33
-50.3	边导线外 40m	1.59	1.61	1.62	1.62
-45.3	边导线外 35m	1.97	2.00	2.02	2.02
-40.3	边导线外 30m	2.51	2.56	2.58	2.60
-35.3	边导线外 25m	3.30	3.39	3.43	3.45
-30.3	边导线外 20m	4.54	4.71	4.79	4.84
-29.3	边导线外 19m	4.87	5.07	5.16	5.22
-28.3	边导线外 18m	5.23	5.47	5.57	5.65
-27.3	边导线外 17m	5.64	5.92	6.04	6.14
-26.3	边导线外 16m	6.10	6.43	6.58	6.70
-25.3	边导线外 15m	6.61	7.01	7.19	7.33
-24.3	边导线外 14m	7.18	7.68	7.89	8.07
-23.3	边导线外 13m	7.84	8.44	8.70	8.92
-22.3	边导线外 12m	8.57	9.31	9.64	9.93
-21.3	边导线外 11m	9.41	10.33	10.75	11.12
-20.3	边导线外 10m	10.36	11.52	12.07	12.55
-19.3	边导线外 9m	11.44	12.92	13.64	14.29
-18.3	边导线外 8m	12.67	14.57	15.53	16.42
-17.3	边导线外 7m	14.06	16.53	17.82	19.08
-16.3	边导线外 6m	15.61	18.83	20.62	22.43
-15.3	边导线外 5m	17.32	21.52	24.02	26.70
-14.3	边导线外 4m	19.17	—	—	—
-13.3	边导线外 3m	21.09	—	—	—
-12.3	边导线外 2m	23.00	—	—	—
-11.3	边导线外 1m	24.80	—	—	—
-10.3	边导线下	26.36	—	—	—
-10	边导线内	26.78	—	—	—
-9	边导线内	27.95	—	—	—
-8	边导线内	28.80	—	—	—
-7	边导线内	29.39	—	—	—

-6	边导线内	29.79	—	—	—
-5	边导线内	30.09	—	—	—
-4	边导线内	30.32	—	—	—
-3	边导线内	30.54	—	—	—
-2	边导线内	30.72	—	—	—
-1	边导线内	30.84	—	—	—
0	边导线内	30.89	—	—	—
1	边导线内	30.84	—	—	—
2	边导线内	30.72	—	—	—
3	边导线内	30.54	—	—	—
4	边导线内	30.32	—	—	—
5	边导线内	30.09	—	—	—
6	边导线内	29.79	—	—	—
7	边导线内	29.39	—	—	—
8	边导线内	28.80	—	—	—
9	边导线内	27.95	—	—	—
10	边导线内	26.78	—	—	—
10.3	边导线下	26.36	—	—	—
11.3	边导线外 1m	24.80	—	—	—
12.3	边导线外 2m	23.00	—	—	—
13.3	边导线外 3m	21.09	—	—	—
14.3	边导线外 4m	19.17	—	—	—
15.3	边导线外 5m	17.32	21.52	24.02	26.70
16.3	边导线外 6m	15.61	18.83	20.62	22.43
17.3	边导线外 7m	14.06	16.53	17.82	19.08
18.3	边导线外 8m	12.67	14.57	15.53	16.42
19.3	边导线外 9m	11.44	12.92	13.64	14.29
20.3	边导线外 10m	10.36	11.52	12.07	12.55
21.3	边导线外 11m	9.41	10.33	10.75	11.12
22.3	边导线外 12m	8.57	9.31	9.64	9.93
23.3	边导线外 13m	7.84	8.44	8.70	8.92
24.3	边导线外 14m	7.18	7.68	7.89	8.07
25.3	边导线外 15m	6.61	7.01	7.19	7.33
26.3	边导线外 16m	6.10	6.43	6.58	6.70
27.3	边导线外 17m	5.64	5.92	6.04	6.14
28.3	边导线外 18m	5.23	5.47	5.57	5.65
29.3	边导线外 19m	4.87	5.07	5.16	5.22
30.3	边导线外 20m	4.54	4.71	4.79	4.84
35.3	边导线外 25m	3.30	3.39	3.43	3.45
40.3	边导线外 30m	2.51	2.56	2.58	2.60
45.3	边导线外 35m	1.97	2.00	2.02	2.02
50.3	边导线外 40m	1.59	1.61	1.62	1.62
55.3	边导线外 45m	1.31	1.33	1.33	1.33
60.3	边导线外 50m	1.10	1.11	1.11	1.12

表 6.1-109 220kV 交流迁改线路单回三角排列电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果

单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 8m	导线对地 9.5m	导线对地 11.5m	导线对地 14m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-58.2	边导线外 50m	0.092	0.094	0.098	0.103
-53.2	边导线外 45m	0.111	0.115	0.120	0.128
-48.2	边导线外 40m	0.138	0.144	0.152	0.162
-43.2	边导线外 35m	0.177	0.187	0.199	0.212
-38.2	边导线外 30m	0.238	0.253	0.271	0.288
-33.2	边导线外 25m	0.341	0.364	0.388	0.409
-28.2	边导线外 20m	0.531	0.565	0.592	0.611
-27.2	边导线外 19m	0.588	0.623	0.650	0.667
-26.2	边导线外 18m	0.654	0.690	0.716	0.730
-25.2	边导线外 17m	0.730	0.767	0.791	0.802
-24.2	边导线外 16m	0.820	0.856	0.877	0.884
-23.2	边导线外 15m	0.926	0.959	0.975	0.977
-22.2	边导线外 14m	1.050	1.079	1.089	1.084
-21.2	边导线外 13m	1.197	1.219	1.221	1.208
-20.2	边导线外 12m	1.371	1.383	1.374	1.352
-19.2	边导线外 11m	1.577	1.575	1.554	1.521
-18.2	边导线外 10m	1.821	1.801	1.765	1.720
-17.2	边导线外 9m	2.108	2.066	2.015	1.959
-16.2	边导线外 8m	2.445	2.376	2.314	2.246
-15.2	边导线外 7m	2.834	2.739	2.671	2.597
-14.2	边导线外 6m	3.274	3.158	3.099	3.028
-13.2	边导线外 5m	3.754	3.634	3.613	3.564
-12.2	边导线外 4m	4.249	—	—	—
-11.2	边导线外 3m	4.718	—	—	—
-10.2	边导线外 2m	5.096	—	—	—
-9.2	边导线外 1m	5.311	—	—	—
-8.2	边导线内	5.304	—	—	—
-8	边导线内	5.273	—	—	—
-7	边导线内	4.971	—	—	—
-6	边导线内	4.458	—	—	—
-5	边导线内	3.801	—	—	—
-4	边导线内	3.075	—	—	—
-3	边导线内	2.352	—	—	—
-2	边导线内	1.713	—	—	—
-1	边导线内	1.308	—	—	—
0	边导线内	1.359	—	—	—
1	边导线内	1.830	—	—	—
2	边导线内	2.493	—	—	—

3	边导线内	3.218	—	—	—
4	边导线内	3.927	—	—	—
5	边导线内	4.548	—	—	—
6	边导线内	5.003	—	—	—
6.9	边导线下	5.222	—	—	—
7.9	边导线外 1m	5.231	—	—	—
8.9	边导线外 2m	5.018	—	—	—
9.9	边导线外 3m	4.642	—	—	—
10.9	边导线外 4m	4.177	—	—	—
11.9	边导线外 5m	3.685	3.574	3.564	3.524
12.9	边导线外 6m	3.209	3.102	3.053	2.990
13.9	边导线外 7m	2.774	2.687	2.627	2.561
14.9	边导线外 8m	2.391	2.328	2.273	2.212
15.9	边导线外 9m	2.059	2.022	1.978	1.927
16.9	边导线外 10m	1.776	1.761	1.730	1.690
17.9	边导线外 11m	1.538	1.539	1.522	1.492
18.9	边导线外 12m	1.336	1.351	1.345	1.325
19.9	边导线外 13m	1.167	1.190	1.194	1.183
20.9	边导线外 14m	1.025	1.054	1.064	1.061
21.9	边导线外 15m	0.905	0.937	0.953	0.956
22.9	边导线外 16m	0.803	0.836	0.857	0.864
23.9	边导线外 17m	0.716	0.750	0.773	0.784
24.9	边导线外 18m	0.643	0.675	0.700	0.714
25.9	边导线外 19m	0.579	0.611	0.636	0.652
26.9	边导线外 20m	0.525	0.555	0.580	0.597
31.9	边导线外 25m	0.342	0.361	0.382	0.400
36.9	边导线外 30m	0.242	0.254	0.269	0.284
41.9	边导线外 35m	0.182	0.189	0.199	0.210
46.9	边导线外 40m	0.143	0.147	0.153	0.162
51.9	边导线外 45m	0.116	0.118	0.122	0.128
56.9	边导线外 50m	0.096	0.097	0.100	0.104

表 6.1-110 220kV 交流迁改线路单回三角排列电磁环境达标的最小线高及工频磁场强度预测结果

 单位:  $\mu\text{T}$ 

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 8m	导线对地 9.5m	导线对地 11.5m	导线对地 14m
		地面 1.5m	地面 4.5m	地面 7.5m	地面 10.5m
-58.2	边导线外 50m	0.99	0.99	1.00	1.00
-53.2	边导线外 45m	1.18	1.19	1.20	1.20
-48.2	边导线外 40m	1.44	1.46	1.47	1.47
-43.2	边导线外 35m	1.80	1.83	1.84	1.84
-38.2	边导线外 30m	2.31	2.35	2.37	2.38
-33.2	边导线外 25m	3.07	3.14	3.18	3.20
-28.2	边导线外 20m	4.27	4.41	4.49	4.52
-27.2	边导线外 19m	4.60	4.75	4.85	4.89

-26.2	边导线外 18m	4.96	5.14	5.25	5.30
-25.2	边导线外 17m	5.36	5.58	5.71	5.77
-24.2	边导线外 16m	5.81	6.08	6.23	6.30
-23.2	边导线外 15m	6.32	6.64	6.83	6.91
-22.2	边导线外 14m	6.90	7.29	7.51	7.62
-21.2	边导线外 13m	7.56	8.03	8.31	8.44
-20.2	边导线外 12m	8.32	8.89	9.25	9.41
-19.2	边导线外 11m	9.18	9.90	10.35	10.56
-18.2	边导线外 10m	10.17	11.08	11.66	11.93
-17.2	边导线外 9m	11.32	12.48	13.24	13.59
-16.2	边导线外 8m	12.63	14.14	15.15	15.63
-15.2	边导线外 7m	14.15	16.13	17.50	18.17
-14.2	边导线外 6m	15.87	18.49	20.39	21.35
-13.2	边导线外 5m	17.81	21.29	23.97	25.39
-12.2	边导线外 4m	19.93	—	—	—
-11.2	边导线外 3m	22.16	—	—	—
-10.2	边导线外 2m	24.38	—	—	—
-9.2	边导线外 1m	26.40	—	—	—
-8.2	边导线下	28.02	—	—	—
-8	边导线内	28.29	—	—	—
-7	边导线内	29.30	—	—	—
-6	边导线内	29.79	—	—	—
-5	边导线内	29.89	—	—	—
-4	边导线内	29.74	—	—	—
-3	边导线内	29.49	—	—	—
-2	边导线内	29.26	—	—	—
-1	边导线内	29.12	—	—	—
0	边导线内	29.11	—	—	—
1	边导线内	29.21	—	—	—
2	边导线内	29.40	—	—	—
3	边导线内	29.58	—	—	—
4	边导线内	29.64	—	—	—
5	边导线内	29.42	—	—	—
6	边导线内	28.77	—	—	—
6.9	边导线下	27.75	—	—	—
7.9	边导线外 1m	26.13	—	—	—
8.9	边导线外 2m	24.15	—	—	—
9.9	边导线外 3m	21.96	—	—	—
10.9	边导线外 4m	19.75	—	—	—
11.9	边导线外 5m	17.66	21.12	23.79	25.21
12.9	边导线外 6m	15.75	18.35	20.25	21.21
13.9	边导线外 7m	14.04	16.01	17.38	18.06
14.9	边导线外 8m	12.55	14.05	15.06	15.55
15.9	边导线外 9m	11.24	12.41	13.17	13.52



16.9	边导线外 10m	10.11	11.02	11.60	11.87
17.9	边导线外 11m	9.13	9.85	10.30	10.51
18.9	边导线外 12m	8.27	8.85	9.21	9.37
19.9	边导线外 13m	7.53	8.00	8.28	8.41
20.9	边导线外 14m	6.87	7.26	7.49	7.59
21.9	边导线外 15m	6.30	6.61	6.80	6.89
22.9	边导线外 16m	5.79	6.05	6.21	6.28
23.9	边导线外 17m	5.34	5.56	5.69	5.75
24.9	边导线外 18m	4.94	5.13	5.24	5.29
25.9	边导线外 19m	4.58	4.74	4.83	4.88
26.9	边导线外 20m	4.26	4.40	4.48	4.51
31.9	边导线外 25m	3.06	3.13	3.17	3.19
36.9	边导线外 30m	2.31	2.35	2.37	2.38
41.9	边导线外 35m	1.80	1.82	1.84	1.84
46.9	边导线外 40m	1.44	1.46	1.47	1.47
51.9	边导线外 45m	1.18	1.19	1.20	1.20
56.9	边导线外 50m	0.99	0.99	1.00	1.00

表 6.1-111 220kV 交流迁改线路双回单边挂线电磁环境达标的最小线高及工频电场强度预测结果

单位: kV/m

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 14m
		地面 10.5m
-57.9	边导线外 50m	0.128
-52.9	边导线外 45m	0.146
-47.9	边导线外 40m	0.167
-42.9	边导线外 35m	0.192
-37.9	边导线外 30m	0.223
-32.9	边导线外 25m	0.271
-27.9	边导线外 20m	0.370
-26.9	边导线外 19m	0.403
-25.9	边导线外 18m	0.444
-24.9	边导线外 17m	0.494
-23.9	边导线外 16m	0.555
-22.9	边导线外 15m	0.629
-21.9	边导线外 14m	0.720
-20.9	边导线外 13m	0.831
-19.9	边导线外 12m	0.968
-18.9	边导线外 11m	1.137
-17.9	边导线外 10m	1.347
-16.9	边导线外 9m	1.610
-15.9	边导线外 8m	1.942
-14.9	边导线外 7m	2.369
-13.9	边导线外 6m	2.928
-12.9	边导线外 5m	3.679

-11.9	边导线外 4m	—
-10.9	边导线外 3m	—
-9.9	边导线外 2m	—
-8.9	边导线外 1m	—
-7.9	边导线内	—
-7	边导线内	—
-6	边导线内	—
-5	边导线内	—
-4	边导线内	—
-3	边导线内	—
-2	边导线内	—
-1	边导线内	—
0	边导线内	—
1	边导线内	—
2	边导线内	—
3	边导线内	—
4	边导线内	—
5	边导线内	—
6	边导线内	—
6.2	边导线内	—
7.2	边导线外 1m	—
8.2	边导线外 2m	—
9.2	边导线外 3m	—
10.2	边导线外 4m	—
11.2	边导线外 5m	0.513
12.2	边导线外 6m	0.470
13.2	边导线外 7m	0.435
14.2	边导线外 8m	0.407
15.2	边导线外 9m	0.384
16.2	边导线外 10m	0.364
17.2	边导线外 11m	0.347
18.2	边导线外 12m	0.332
19.2	边导线外 13m	0.320
20.2	边导线外 14m	0.308
21.2	边导线外 15m	0.297
22.2	边导线外 16m	0.287
23.2	边导线外 17m	0.278
24.2	边导线外 18m	0.269
25.2	边导线外 19m	0.261
26.2	边导线外 20m	0.253
31.2	边导线外 25m	0.218
36.2	边导线外 30m	0.188
41.2	边导线外 35m	0.163
46.2	边导线外 40m	0.142
51.2	边导线外 45m	0.124

56.2	边导线外 50m	0.109
------	----------	-------

表 6.1-112 220kV 交流迁改线路双回单边挂线电磁环境达标的最小线高及工频磁场强度预测结果

单位:  $\mu\text{T}$

距杆塔中心距离 (m)	距边相导线的距离 (m)	导线对地 14m
		地面 10.5m
-57.9	边导线外 50m	0.90
-52.9	边导线外 45m	1.09
-47.9	边导线外 40m	1.36
-42.9	边导线外 35m	1.74
-37.9	边导线外 30m	2.31
-32.9	边导线外 25m	3.18
-27.9	边导线外 20m	4.65
-26.9	边导线外 19m	5.05
-25.9	边导线外 18m	5.52
-24.9	边导线外 17m	6.05
-23.9	边导线外 16m	6.65
-22.9	边导线外 15m	7.35
-21.9	边导线外 14m	8.16
-20.9	边导线外 13m	9.11
-19.9	边导线外 12m	10.22
-18.9	边导线外 11m	11.55
-17.9	边导线外 10m	13.15
-16.9	边导线外 9m	15.10
-15.9	边导线外 8m	17.51
-14.9	边导线外 7m	20.55
-13.9	边导线外 6m	24.47
-12.9	边导线外 5m	29.65
-11.9	边导线外 4m	—
-10.9	边导线外 3m	—
-9.9	边导线外 2m	—
-8.9	边导线外 1m	—
-7.9	边导线内	—
-7	边导线内	—
-6	边导线内	—
-5	边导线内	—
-4	边导线内	—
-3	边导线内	—
-2	边导线内	—
-1	边导线内	—
0	边导线内	—
1	边导线内	—
2	边导线内	—

3	边导线内	—
4	边导线内	—
5	边导线内	—
6	边导线内	—
6.2	边导线下	—
7.2	边导线外 1m	—
8.2	边导线外 2m	—
9.2	边导线外 3m	—
10.2	边导线外 4m	—
11.2	边导线外 5m	6.21
12.2	边导线外 6m	5.67
13.2	边导线外 7m	5.19
14.2	边导线外 8m	4.77
15.2	边导线外 9m	4.40
16.2	边导线外 10m	4.07
17.2	边导线外 11m	3.77
18.2	边导线外 12m	3.51
19.2	边导线外 13m	3.27
20.2	边导线外 14m	3.05
21.2	边导线外 15m	2.85
22.2	边导线外 16m	2.67
23.2	边导线外 17m	2.51
24.2	边导线外 18m	2.36
25.2	边导线外 19m	2.23
26.2	边导线外 20m	2.10
31.2	边导线外 25m	1.61
36.2	边导线外 30m	1.27
41.2	边导线外 35m	1.03
46.2	边导线外 40m	0.85
51.2	边导线外 45m	0.71
56.2	边导线外 50m	0.60

#### (5) 220kV 迁改线路电磁预测结论

##### 220kV 交流迁改线路单回水平排列：

居民区，220kV 交流迁改线路单回水平排列，当导线对地最小高度分别 $\geq 9\text{m}$ 、10、12m、14m 时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

##### 220kV 交流迁改线路单回三角排列：

居民区，220kV 交流迁改线路单回三角排列，当导线对地最小高度分别 $\geq 8\text{m}$ 、9.5m（取整为 10m）、11.5m（取整为 12m）、14m 时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

## 220kV 交流迁改线路同塔双回单边挂线:

居民区，220kV 交流迁改线路同塔双回单边挂线，当导线对地最小高度 $\geq 11\text{m}$ （时，地面以上 10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

### 6.1.7 架空输电线路电磁预测结论

对于输电线路工频电场不满足非居民区 10kV/m 和居民区 4kV/m 的评价标准，常用的控制措施包括控制达标范围或者抬升线高两种方案。

如采用控制达标范围的方案:

#### (1) 500kV 输电线路

##### 1) 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 8m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m；距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 11m。

##### 2) 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 7m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 8m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m。

##### 3) 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 13m；距地面 7.5m、10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 14m。

##### 4) 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 13m。

##### 5) 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 8m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m。

#### 6) 500kV 双回线路 (15mm 冰区) 直线塔

居民区, 当导线对地距离为 14m 时, 边导线外 5m, 距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 8m; 距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m; 距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m; 距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 11m。

#### 7) 500kV 双回线路 (15mm 冰区) 耐张塔

居民区, 当导线对地距离为 14m 时, 边导线外 5m, 距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 7m; 距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 8m; 距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m; 距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m。

#### 8) 500kV 单回水平排列线路 (20mm 冰区)

居民区, 当导线对地距离为 14m 时, 边导线外 5m, 距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 14m。

#### 9) 500kV 单回三角排列线路 (20mm 冰区)

居民区, 当导线对地距离为 14m 时, 边导线外 5m, 距地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 12m; 距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 13m。

### (2) 500kV 单回并行输电线路

1) 10mm 冰区下: 居民区, 本工程单回并行线路, 当导线对地距离为 14m 时, 边导线外 5m, 保守考虑, 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处电磁达标控制范围为边导线外 14m。

2) 20mm 冰区下: 居民区, 本工程单回并行线路, 当导线对地距离为 14m 时, 边导线外 5m, 地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、电磁达标控制范围为边导线外 14m。

### (3) 220kV 迁改线路

#### 1) 220kV 单回水平排列线路

居民区, 当导线对地距离为 7.5m 时, 边导线外 5m, 距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 6m。

#### 2) 220kV 单回三角排列线路

居民区，当导线对地距离为 7.5m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 6m。

### 3) 220kV 双回单边挂线线路

居民区，当导线对地距离为 7.5m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 6m。

如采用抬升线高的方案：

#### 1) 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 18\text{m}$ 、 $19\text{m}$ 、 $20.5\text{m}$ （取整为  $21\text{m}$ ）、 $22.5\text{m}$ （取整为  $23\text{m}$ ）、 $25\text{m}$  时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 2) 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 17\text{m}$ 、 $18\text{m}$ 、 $19.5\text{m}$ （取整为  $20\text{m}$ ）、 $22\text{m}$ 、 $24\text{m}$  时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 3) 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上 1.5m 处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 21\text{m}$ 、 $22\text{m}$ 、 $24\text{m}$ 、 $25.5\text{m}$ （取整为  $26\text{m}$ ）时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 4) 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上 1.5m 处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 20\text{m}$ 、 $21\text{m}$ 、 $23\text{m}$ 、 $25\text{m}$  时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 5) 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 18\text{m}$ 、 $19\text{m}$ 、 $20.5\text{m}$ （取整为  $21\text{m}$ ）、 $22.5\text{m}$ （取整为  $23\text{m}$ ）时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 6）500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 18\text{m}$ 、 $19\text{m}$ 、 $20.5\text{m}$ （取整为  $21\text{m}$ ）、 $22.5\text{m}$ （取整为  $23\text{m}$ ）、 $25\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$ 、 $13.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 7）500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 17\text{m}$ 、 $18\text{m}$ 、 $19.5\text{m}$ （取整为  $20\text{m}$ ）、 $22\text{m}$ 、 $24\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$ 、 $13.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 8）500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上  $1.5\text{m}$  处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 22\text{m}$ 、 $23\text{m}$ 、 $24\text{m}$ 、 $26\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 9）500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 11\text{m}$ ，地面以上  $1.5\text{m}$  处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 19.5\text{m}$ （取整为  $20\text{m}$ ）、 $20.5\text{m}$ （取整为  $21\text{m}$ ）、 $22\text{m}$ 、 $24\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

### （2）500kV 单回并行线路

#### 1）10mm 冰区下：

非居民区，本工程单回并行线路，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上  $1.5\text{m}$  处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。

居民区，本工程单回并行线路，当导线对地最小高度分别 $\geq 23\text{m}$ 、 $23.5\text{m}$ （取整为  $24\text{m}$ ）、 $24\text{m}$ 、 $25.5\text{m}$ （取整为  $26\text{m}$ ）时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度



处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

## 2) 20mm 冰区下:

非居民区，本工程单回并行线路，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面上 1.5m 处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。

居民区，本工程单回并行线路，当导线对地最小高度分别 $\geq 23.5\text{m}$ （取整为 24m）、24m、25m、26m 时，地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

## (3) 220kV 迁改线路

### 1) 220kV 单回水平排列线路

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 9\text{m}$ 、10m、12m、14m 时，地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

### 2) 220kV 单回三角排列线路

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 8\text{m}$ 、9.5m（取整为 10m）、11.5m（取整为 12m）、14m 时，地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

### 3) 220kV 双回单边挂线线路

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 11\text{m}$ 时，地面上 10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

控制达标范围见下表。

表 6.1-113 本工程架空输电线路控制达标范围一览表

一、500kV 交流线路							
冰区	架设方式	排列方式	预测点	工频电场最大值 (kV/m)	磁感应强度最大值 ( $\mu$ T)	是否达标	达标距离
10mm 冰区	双回路	直线塔	非居民区	9.640	55.51	达标	/
			居民区	1.5m	4.917	工频电场超标	边相导线 8m
				4.5m	5.393		边相导线 8m
				7.5m	6.419		边相导线 9m
				10.5m	8.015		边相导线 10m
				13.5m	9.688		边相导线 11m
		耐张塔	非居民区	9.548	55.31	达标	/
			居民区	1.5m	4.412	工频电场超标	边相导线 7m
				4.5m	4.815		边相导线 7m
				7.5m	5.659		边相导线 8m
				10.5m	6.922		边相导线 9m
				13.5m	8.295		边相导线 10m
	单回路	水平排列	非居民区	10.498	77.06	工频电场超标	/
			居民区	1.5m	6.689	工频电场超标	边相导线 13m
				4.5m	7.312		边相导线 13m
				7.5m	8.678		边相导线 14m
			10.5m	10.820	89.91		边相导线 14m
		三角排列	非居民区	10.906	68.20	工频电场超标	/
			居民区	1.5m	6.384	工频电场超标	边相导线 13m
				4.5m	7.005		边相导线 13m
				7.5m	8.386		边相导线 13m
				10.5m	10.626		边相导线 13m
	双回单边塔挂线	居民区	非居民区	9.842	51.98	达标	/
			居民区	1.5m	4.962	工频电场超标	边相导线 8m
				4.5m	5.429		边相导线 8m

				7.5m	6.440	49.51		边相导线 9m		
				10.5m	8.023	67.82		边相导线 10m		
15mm 冰区	双回路	直线塔	非居民区		9.644	56.17	达标	/		
			居民区	1.5m	4.870	26.67	工频电场超标	边相导线 8m		
				4.5m	5.328	35.50		边相导线 8m		
				7.5m	6.304	48.32		边相导线 9m		
				10.5m	7.794	65.72		边相导线 10m		
				13.5m	9.327	83.57		边相导线 11m		
		耐张塔	非居民区		9.548	55.31	达标	/		
			居民区	1.5m	4.412	24.89	工频电场超标	边相导线 7m		
				4.5m	4.815	32.93		边相导线 7m		
				7.5m	5.659	44.29		边相导线 8m		
				10.5m	6.922	59.23		边相导线 9m		
				13.5m	8.295	74.88		边相导线 10m		
20mm 冰区	单回路	水平排列	非居民区		10.754	77.32	工频电场超标	/		
			居民区	1.5m	6.862	38.76	工频电场超标	边相导线 14m		
				4.5m	7.473	50.13		边相导线 14m		
				7.5m	8.816	67.25		边相导线 14m		
				10.5m	10.926	91.84		边相导线 14m		
		三角排列	非居民区		10.424	66.95	达标	工频电场超标		
			居民区	1.5m	6.070	31.70	工频电场超标	边相导线 12m		
				4.5m	6.715	42.23		边相导线 12m		
				7.5m	8.151	58.54		边相导线 12m		
				10.5m	10.503	83.01		边相导线 13m		
		二、220kV 交流迁改线路								
		10mm 冰区	单回路	水平排列	非居民区		7.617	46.53	达标	/
居民区	1.5m				4.185	20.37	工频电场超标	边相导线 6m		
	4.5m				4.556	28.04		边相导线 6m		

				7.5m	4.530	33.07		边相导线 6m
				10.5m	3.377	28.04	达标	/
		三角排列	非居民区		7.375	39.62	达标	/
			居民区	1.5m	3.941	18.89	达标	/
				4.5m	4.357	26.83	工频电场超标	边相导线 6m
				7.5m	4.492	32.98		边相导线 6m
				10.5m	3.557	29.39	达标	/
			非居民区		6.653	28.64	达标	/
	双回单边挂线		居民区	1.5m	2.225	38.76	达标	/
				4.5m	2.765	50.13		/
				7.5m	3.640	67.25		/
				10.5m	4.414	83.01	工频电场超标	边相导线 6m

## (2) 采用抬升线高的方案

综合比较导线抬升措施和达标控制范围措施，在工程技术条件允许的前提下，推荐采用导线抬升措施控制电磁环境影响，见表 6.1—114。施工阶段严格按照设计方案提出的各项电磁环境控制措施进行施工并按 GB8702 等标准的要求在线路铁塔上悬挂警示和保护指示牌。

表 6.1-114 本工程架空输电线路抬升达标高度一览表

冰区	架设方式	排列方式	预测点		达标高度
10mm 冰区	双回路	直线塔	非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 18m
				4.5m	抬升至 19m
				7.5m	抬升至 20.5m (取整为 21m)
				10.5m	抬升至 22.5m (取整为 23m)
				13.5m	抬升至 25m
		耐张塔	非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 17m
				4.5m	抬升至 18m
				7.5m	抬升至 19.5m (取整为 20m)
				10.5m	抬升至 22m
				13.5m	抬升至 24m
	单回路	水平排列	非居民区		抬升至 12m
			居民区	1.5m	抬升至 21m
				4.5m	抬升至 22m
				7.5m	抬升至 24m
				10.5m	抬升至 25.5m (取整为 26m)
		三角排列	非居民区		抬升至 12m
			居民区	1.5m	抬升至 20m
				4.5m	抬升至 21m
				7.5m	抬升至 23m
				10.5m	抬升至 25m
	双回单边塔挂线		非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 18m
				4.5m	抬升至 19m
				7.5m	抬升至 20.5m (取整为 21m)
				10.5m	抬升至 22.5m (取整为 23m)
15mm 冰区	双回路	直线塔	非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 18m
				4.5m	抬升至 19m
				7.5m	抬升至 20.5m (取整为 21m)
				10.5m	抬升至 22.5m (取整为 23m)
				13.5m	抬升至 25m
		耐张塔	非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 17m

				4.5m	抬升至 18m
				7.5m	抬升至 19.5m (取整为 20m)
				10.5m	抬升至 22m
				13.5m	抬升至 24m
20mm 冰区	单回路	水平排列	非居民区		抬升至 12m
			居民区	1.5m	抬升至 22m
				4.5m	抬升至 23m
				7.5m	抬升至 24m
				10.5m	抬升至 26m
		三角排列	非居民区		抬升至 11m
			居民区	1.5m	抬升至 19.5m (取整为 20m)
				4.5m	抬升至 20.5m (取整为 21m)
				7.5m	抬升至 22m
				10.5m	抬升至 24m
10mm 冰区单回并行			非居民区		抬升至 12m
			居民区	1.5m	抬升至 23m
				4.5m	抬升至 23.5m (取整为 24m)
				7.5m	抬升至 24m
				10.5m	抬升至 25.5m (取整为 26m)
20mm 冰区单回并行			非居民区		抬升至 12m
			居民区	1.5m	抬升至 23.5m (取整为 24m)
				4.5m	抬升至 24m
				7.5m	抬升至 25m
				10.5m	抬升至 26m
220kV 交流迁改线路单回水平			非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 9m
				4.5m	抬升至 10m
				7.5m	抬升至 12m
				10.5m	抬升至 14m
220kV 交流迁改线路单回三角			非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	抬升至 9m
				4.5m	抬升至 9.5m
				7.5m	抬升至 11.5m
				10.5m	抬升至 14m
220kV 交流迁改线路双回单边挂线			非居民区		无需抬升
			居民区	1.5m	无需抬升
				4.5m	无需抬升
				7.5m	无需抬升
				10.5m	抬升至 11m

### (3) 电磁环境敏感目标

通过对部分线路段采取抬升导线对地距离的措施，本工程建成后，500kV 输电线路电磁环境敏感目标工频电场强度和磁感应强度预测值均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的限值要求。

### 6.1.8 输电线路电磁环境敏感目标影响预测结果

本环评按保守原则，环境敏感目标的房屋结构选取评价范围内楼层最高的房屋进行预测，若最高楼层同时存在平顶与坡顶两种结构，则选取平顶房屋进行预测；预测距离根据线路与环境敏感目标最近的距离确定。

本环评选择经过电磁环境影响最大的塔型进行计算，符合《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）8.1.2.3“塔型选择时，可主要考虑线路经过居民区时的塔型，也可按保守原则选择电磁环境影响最大的塔型”的要求。

本工程 500kV 输电线路电磁环境敏感目标预测结果详见表 6.1-108 至表 6.1-111。

由预测结果可知，通过对部分线路段采取抬升导线对地距离的措施，本工程建成后，500kV 输电线路（重庆段）电磁环境敏感目标工频电场强度预测范围为 0.151~3.557kV/m，磁感应强度预测范围为 2.41~30.22 $\mu$ T；500kV 输电线路（贵州段）电磁环境敏感目标工频电场强度预测范围为 0.141~3.557kV/m，磁感应强度预测范围为 2.51~30.45 $\mu$ T，电磁环境影响满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的限值要求。

表 6.1-115 隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程电磁环境敏感目标的影响预测结果

序号	环境敏感目标名称				方位及最近距离	房屋结构	拟采取的环保措施	预测点高度	采取措施后最近敏感目标预测值		备注
									工频电场强度（kV/m）	磁感应强度（μT）	
1	重庆市綦江区		狮铃村桑树沟组	居民房	东南侧 14m	2 层坡顶	≥14	1.5m	3.615	20.01	10mm 冰区（单回并行段外侧）
								4.5m	3.631	22.49	
2		隆盛镇	狮铃村崔家坝组	居民房	西北侧 8m	2 层坡顶	≥24	1.5m	3.506	28.18	10mm 冰区（并行段内侧）
								4.5m	3.592	31.86	
3			狮铃村新垌组	居民房	北侧 20m	3 层坡顶	≥14	1.5m	0.908	10.50	10mm 冰区同塔双回
								4.5m	0.963	12.00	
								7.5m	1.064	13.59	
4			三角镇	佛子寺村松林坪组	居民房	西南侧 50m	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.151	2.41

表 6.1-116 渝黔换流站~红城 500kV 线路工程（重庆段）电磁环境敏感目标的影响预测结果

序号	环境敏感目标名称				方位及最近距离	评价范围内最高层的房屋结构	拟采取的环保措施（m）	预测点高度	采取措施后最近敏感目标预测值		备注
									工频电场强度（kV/m）	磁感应强度（μT）	
1	重庆市綦江区	三角镇	佛子寺村王家湾组	居民房	西北侧 50m	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.151	2.41	10mm 冰区 同塔双回
2			桐垭村茶元组	居民房	西北侧 6m	2 层坡顶	≥18	1.5m	3.377	18.03	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	3.622	23.12	
3			桐垭村柏果坪组	居民房	西北侧 30m	3 层坡顶	≥14	1.5m	0.353	6.02	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	0.375	6.59	
								7.5m	0.416	7.17	



4	重庆市綦江区		桐垭村大河嘴组	居民房	东侧 8m	3 层坡顶	≥18	1.5m	2.965	16.37	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	3.144	20.59	
								7.5m	3.515	26.21	
5			红岩村母家岩组	居民房	西北侧 8m	3 层坡顶	≥18	1.5m	2.965	16.37	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	3.144	20.59	
								7.5m	3.515	26.21	
6			望石村岩丰坪组	居民房	东侧 35m	3 层坡顶	≥14	1.5m	0.256	4.68	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	0.270	5.06	
								7.5m	0.296	5.43	
7			红岩村瓦屋组	居民房	东北侧 18m	3 层坡顶	≥14	1.5m	1.161	11.84	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	1.224	13.69	
								7.5m	1.340	15.70	
8			红岩村老贯屋组	居民房	西北侧 10m	2 层坡顶	≥14	1.5m	3.006	19.63	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	3.174	24.40	
								7.5m	3.500	30.22	
9			彭香村小湾组	居民房	西北侧 15m	3 层坡顶	≥14	1.5m	1.674	14.26	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	1.755	16.85	
								7.5m	1.909	19.75	
10			乐升坪村刘家湾组	居民房	东南侧 6m	3 层坡顶	≥21	1.5m	2.814	14.85	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	2.999	18.77	
								7.5m	3.394	24.15	
11			乐升坪村双院子组	居民房	东南侧 18m	2 层坡顶	≥14	1.5m	1.161	11.84	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	1.224	13.69	
12			乐升坪村中田坝组	居民房	西北侧 12m	3 层坡顶	≥14	1.5m	2.393	17.26	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	2.512	20.97	
								7.5m	2.741	25.31	
13			龙门村团山堡组	居民房	西北侧 20m	2 层坡顶	≥14	1.5m	0.908	10.50	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	0.963	12.00	
14			龙门村杨家湾组	居民房	西北侧 6m	2 层坡顶	≥18	1.5m	3.377	18.03	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	3.622	23.12	
15			龙门村舌大榜组	居民房	西北侧 35m	2 层坡顶	≥14	1.5m	0.256	4.68	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	0.270	5.06	
16		通惠街道	三桥村 9 组	居民房、农家乐	西北侧 6m	4 层坡顶	≥23	1.5m	2.438	12.82	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	2.587	16.03	

								7.5m	2.904	20.37	
								10.5m	3.428	26.38	
17			三桥村 10 组	居民房	东北侧 6m	3 层坡顶	≥21	1.5m	2.814	14.85	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	2.999	18.77	
								7.5m	3.394	24.15	
18			三桥村 12 组	居民房	西南侧 20m	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.908	10.50	10mm 冰区 同塔双回
19			千秋村 2 组	居民房	东南侧 6m	2 层坡顶	≥18	1.5m	3.377	18.03	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	3.622	23.12	
20		石角镇	新农村 5 组	居民房	东北侧 6m	2 层坡顶	≥18	1.5m	3.377	18.03	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	3.622	23.12	
21	重庆市綦江区		寨门村 4 组	居民房、 观景休息 站	西南侧 8m	2 层坡顶	≥18	1.5m	2.965	16.37	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	3.144	20.59	
								7.5m	3.515	26.21	
22		三江街道	寨门村 3 组	居民房	西南侧 6m	2 层平顶	≥21	1.5m	2.814	14.85	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	2.999	18.77	
								7.5m	3.394	24.15	
23			寨门村 7 组	居民房	东北侧 12m	2 层平顶	≥14	1.5m	2.393	17.26	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	2.512	20.97	
								7.5m	2.741	25.31	
24		石角镇	寨溪村 3 组	住宅	西南侧 6m	3 层平顶	≥23	1.5m	2.438	12.82	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	2.587	16.03	
								7.5m	2.904	20.37	
								10.5m	3.428	26.38	
25			大山村 5 组	居民房	东南侧 13m	3 层平顶	≥23	1.5m	2.438	12.82	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	2.587	16.03	
								7.5m	2.904	20.37	
								10.5m	3.428	26.38	
26		三江街道	大山村 7 组	居民房	西北侧 15m	2 层坡顶	≥14	1.5m	1.674	14.26	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	1.755	16.85	
27			大山村 8 组	居民房	西北侧 20m	3 层坡顶	≥14	1.5m	0.908	10.50	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	0.963	12.00	
28			大山村 1 组	居民房	东南侧 15m	1 层坡顶	≥14	1.5m	1.674	14.26	10mm 冰区 同塔双回
29		石角镇	福祿村 1 组	居民房	西北侧 35m	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.256	4.68	10mm 冰区

											同塔双回
30			福禄村 2 组	居民房	东南侧 6m	3 层坡顶	≥21	1.5m	2.814	14.85	10mm 冰区
								4.5m	2.999	18.77	同塔双回
								7.5m	3.394	24.15	
31			福禄村 3 组	居民房	东南侧 40m	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.201	3.38	10mm 冰区
											同塔双回
32		扶欢镇	插旗村 5 组	居民房	西北侧 10m	1 层坡顶	≥14	1.5m	3.006	19.63	10mm 冰区
											同塔双回
33			盖石社区 3 组	居民房、 寺庙	西北侧 6m	3 层坡顶	≥21	1.5m	2.814	14.85	10mm 冰区
								4.5m	2.999	18.77	同塔双回
								7.5m	3.394	24.15	
34	重庆市綦江区		渡沙村 1 组	居民房	东南侧 8m	3 层坡顶	≥18	1.5m	2.965	16.37	10mm 冰区
								4.5m	3.144	20.59	同塔双回
								7.5m	3.515	26.21	
35			渡沙村 2 组	居民房	西北侧 12m	3 层坡顶	≥14	1.5m	2.393	17.26	10mm 冰区
								4.5m	2.512	20.97	同塔双回
								7.5m	2.741	25.31	
36			渡沙村 3 组	居民房	东南侧 12m	3 层坡顶	≥14	1.5m	2.393	17.26	10mm 冰区
								4.5m	2.512	20.97	同塔双回
								7.5m	2.741	25.31	
37			渡沙村 6 组	居民房	西北侧 6m	2 层坡顶	≥18	1.5m	3.377	18.03	10mm 冰区
								4.5m	3.622	23.12	同塔双回
38			白坪村 3 组	居民房	西北侧 6m	3 层坡顶	≥21	1.5m	2.814	14.85	10mm 冰区
								4.5m	2.999	18.77	同塔双回
								7.5m	3.394	24.15	
39			文胜村 3 组	居民房	东南侧 6m	3 层坡顶	≥21	1.5m	2.814	14.85	10mm 冰区
								4.5m	2.999	18.77	同塔双回
								7.5m	3.394	24.15	
40			葡萄村 1 组	居民房	东南侧 20m	3 层坡顶	≥14	1.5m	0.908	10.50	10mm 冰区
								4.5m	0.963	12.00	同塔双回
								7.5m	1.064	13.59	
41			遥河村 12 组	居民房	西北侧 6m	3 层坡顶	≥21	1.5m	2.814	14.85	10mm 冰区
								4.5m	2.999	18.77	同塔双回
								7.5m	3.394	24.15	
42			遥河村 10 组	居民房	西北侧 8m	3 层坡顶	≥18	1.5m	2.965	16.37	10mm 冰区
								4.5m	3.144	20.59	

	重庆市綦江区	东溪镇						7.5m	3.515	26.21	同塔双回
43			遥河村石料场	搅拌站、石料厂	东侧 8m	1 层坡顶	≥14	1.5m	3.723	22.29	10mm 冰区 同塔双回
44			杨柳村 7 组	居民房	东南侧 6m	2 层坡顶	≥18	1.5m	3.377	18.03	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	3.622	23.12	
45			杨柳村 6 组	居民房	西侧 45m	3 层坡顶	≥14	1.5m	0.169	2.96	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	0.175	3.14	
								7.5m	0.185	3.31	
46			大安村 17 组	居民房	西北侧 15m	3 层坡顶	≥14	1.5m	1.674	14.26	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	1.755	16.85	
								7.5m	1.909	19.75	
47			大安村 19 组	居民房	西北侧 15m	3 层坡顶	≥14	1.5m	1.674	14.26	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	1.755	16.85	
								7.5m	1.909	19.75	
48			竹园村 7 组	居民房	西南侧 18m	3 层坡顶	≥14	1.5m	1.161	11.84	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	1.224	13.69	
								7.5m	1.340	15.70	
49			长堰村 1 组	居民房	东南侧 25m	2 层坡顶	≥14	1.5m	0.529	7.87	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	0.564	8.78	
50			长堰村 2 组	居民房	东南侧 45m	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.169	2.96	10mm 冰区 同塔双回
51			长堰村 4 组	居民房	西北侧 6m	3 层坡顶	≥21	1.5m	2.814	14.85	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	2.999	18.77	
								7.5m	3.394	24.15	
52			长堰村 3 组	居民房	东南侧 18m	3 层坡顶	≥14	1.5m	1.161	11.84	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	1.224	13.69	
								7.5m	1.340	15.70	
53			长堰村 6 组	居民房	东南侧 20m	3 层坡顶	≥14	1.5m	0.908	10.50	10mm 冰区 同塔双回
								4.5m	0.963	12.00	
								7.5m	1.064	13.59	
54			白云寺村 5 组	居民房	西北侧 6m	2 层坡顶	≥18	1.5m	3.377	18.03	10mm 冰区
								4.5m	3.622	23.12	
55			白云寺村 4 组	居民房	东南侧 6m	1 层坡顶	≥18	1.5m	3.377	18.03	

56	重庆市綦江区	丁山镇	白云寺村 2 组	居民房	东南侧 8m	3 层坡顶	≥18	1.5m	2.965	16.37	10mm 冰区 同塔双回							
								4.5m	3.144	20.59								
								7.5m	3.515	26.21								
57			巩固村 1 组	居民房	西南侧 12m	3 层坡顶	≥14	1.5m	2.393	17.26	10mm 冰区 同塔双回							
								4.5m	2.512	20.97								
								7.5m	2.741	25.31								
58			巩固村 4 组	居民房	西北侧 15m	2 层平顶	≥14	1.5m	1.674	14.26	10mm 冰区 同塔双回							
								4.5m	1.755	16.85								
								7.5m	1.909	19.75								
59			上榜村 2 组	居民房	西南侧 8m	3 层坡顶	≥18	1.5m	2.965	16.37	10mm 冰区 同塔双回							
								4.5m	3.144	20.59								
								7.5m	3.515	26.21								
60			上榜村 3 组	居民房	西南侧 30m	3 层坡顶	≥14	1.5m	0.353	6.02	10mm 冰区 同塔双回							
								4.5m	0.375	6.59								
								7.5m	0.416	7.17								
61				保元村 2 组	居民房	西北侧 6m	1 层坡顶	≥18	1.5m	3.377	18.03	10mm 冰区 同塔双回						
62									保元村 3 组	居民房	东南侧 25m		3 层坡顶	≥14	1.5m	0.529	7.87	10mm 冰区 同塔双回
															4.5m	0.564	8.78	
				7.5m	0.626	9.72												
63				保元村 7 组	居民房	西北侧 6m	3 层坡顶	≥21	1.5m	2.814	14.85	10mm 冰区 同塔双回						
									4.5m	2.999	18.77							
									7.5m	3.394	24.15							
64				石佛村 6 组	居民房	东南侧 30m	3 层坡顶	≥14	4.5m	0.210	3.95	10mm 冰区 同塔双回						
									1.5m	0.353	6.02							
									4.5m	0.375	6.59							
7.5m				0.416	7.17													

表 6.1-117 渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）电磁环境敏感目标的影响预测结果

序号	环境敏感目标名称及分布				方位及最近距离	房屋结构	拟采取的环保措施（提升导线对地高度（m）	预测点高度	采取措施后最近敏感目标预测值		备注
									工频电场强度（kV/m）	磁感应强度（μT）	
1	遵义市习水县	寨坝镇	条台村兴隆台组	居民房	东侧 10m	3 层坡顶	≥14	1.5m	3.006	19.63	10mm 冰区同塔双回
								4.5m	3.174	24.40	

								7.5m	3.500	30.22	
2			合心村岩上组	居民房	西侧 35m	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.179	4.68	10mm 冰区同塔双回
3			合心村彭家嘴组	居民房	东侧 7m	2 层坡顶	≥19	1.5m	3.157	20.13	10mm 冰区同塔双回
								4.5m	3.557	25.83	
4			合心村两河口组	居民房	西侧 30m	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.274	6.02	10mm 冰区同塔双回
5			习源村群力组	居民房	东侧 20m	3 层平顶	≥14	1.5m	0.950	10.38	15mm 冰区同塔双回
								4.5m	0.998	11.80	
								7.5m	1.087	13.29	
								10.5m	1.205	14.80	
6			习源村习源组	居民房	西侧 25m	4 层坡顶	≥14	1.5m	0.548	7.76	15mm 冰区同塔双回
								4.5m	0.583	8.61	
								7.5m	0.646	9.48	
								10.5m	0.727	10.33	
7			习源村田坝组	居民房	西侧 15m	4 层平顶	≥14	1.5m	1.688	14.13	15mm 冰区同塔双回
								4.5m	1.763	16.62	
								7.5m	1.904	19.38	
								10.5m	2.098	22.26	
								13.5m	2.320	25.06	
8			习源村新建组	居民房	西侧 13m	4 层平顶	≥14	1.5m	2.127	16.06	15mm 冰区同塔双回
								4.5m	2.223	19.22	
								7.5m	2.407	22.83	
								10.5m	2.658	26.69	
								13.5m	2.945	30.45	
9			永盛村双凤组	居民房	西侧 40m	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.165	3.61	15mm 冰区同塔双回
10			永盛村新联组	居民房	东侧 24m	2 层平顶	≥14	1.5m	0.610	8.21	15mm 冰区同塔双回
								4.5m	0.647	9.15	
								7.5m	0.714	10.12	
11			永盛村新华组	居民房	北侧 7m	3 层平顶	≥23	1.5m	2.338	12.43	15mm 冰区同塔双回
								4.5m	2.469	15.38	
								7.5m	2.745	19.31	
								10.5m	3.193	24.61	
12	遵义市习	大坡	小罗村双	居民房	西北侧	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.153	3.30	15mm 冰区同

	水县	镇	凤组		42m						塔双回
13			小罗村胜利组	居民房	西侧 8m	3 层平顶	$\geq 23$	1.5m	2.241	11.88	10mm 冰区同塔双回
								4.5m	2.358	14.67	
								7.5m	2.604	18.33	
								10.5m	3.001	23.20	
14			小罗村石坪组	土地庙	西侧 30m	1 层坡顶	$\geq 14$	1.5m	0.274	6.02	10mm 冰区同塔双回
				居民房	西侧 18m	3 层平顶	$\geq 14$	1.5m	1.161	11.84	
								4.5m	1.224	13.69	
								7.5m	1.340	15.70	
15			大坡村杨柳组	居民房	东侧 49m	2 层坡顶	$\geq 14$	10.5m	1.497	17.76	10mm 冰区同塔双回
								1.5m	0.151	2.51	
								4.5m	0.157	2.64	
								1.5m	2.393	17.26	
16			裕民村和平组	居民房	西侧 12m	3 层坡顶	$\geq 14$	4.5m	2.512	20.97	10mm 冰区同塔双回
								7.5m	2.741	25.31	
								1.5m	1.674	14.26	
								4.5m	1.755	16.85	
17			大坡村岩上组	居民房	东侧 15m	2 层坡顶	$\geq 14$	1.5m	1.674	14.26	10mm 冰区同塔双回
				看护房	东侧 15m	1 层平顶	$\geq 14$	4.5m	1.755	16.85	
								1.5m	1.674	14.26	
								4.5m	1.755	16.85	
18			裕民村天量组	居民房	西侧 23m	1 层坡顶	$\geq 14$	1.5m	0.627	9.90	10mm 冰区同塔双回
19			裕民村天生组	居民房	东侧 9m	1 层坡顶	$\geq 18$	1.5m	2.755	15.57	10mm 冰区同塔双回
20			龙灯村鱼科组	居民房	西侧 28m	3 层坡顶	$\geq 14$	1.5m	0.342	6.69	10mm 冰区同塔双回
								4.5m	0.382	7.37	
								7.5m	0.448	8.07	
								1.5m	2.344	12.35	
21			龙灯村观音沟组	居民房	西侧 7m	3 层平顶	$\geq 23$	4.5m	2.476	15.34	10mm 冰区同塔双回
								7.5m	2.756	19.34	
								10.5m	3.214	24.76	
								1.5m	0.274	6.02	
22			龙灯村关沟组	居民房	东侧 30m	3 层平顶	$\geq 14$	4.5m	0.310	6.59	10mm 冰区同塔双回
								7.5m	0.371	7.17	
								10.5m	0.444	7.74	
								1.5m	0.627	8.82	
23			罗家坝村	居民房	东侧 23m	2 层坡顶	$\geq 14$	1.5m	0.627	8.82	10mm 冰区同

			罗家组					4.5m	0.675	9.92	塔双回
24			罗家坝村 中心组	居民房	东侧 20m	4 层坡顶	$\geq 14$	1.5m	0.908	10.50	10mm 冰区同 塔双回
								4.5m	0.963	12.00	
								7.5m	1.064	13.59	
								10.5m	1.198	15.21	
25			建筑村海 鱼组	居民房	东侧 11m	1 层坡顶	$\geq 14$	1.5m	2.686	18.41	10mm 冰区同 塔双回
26			建筑村石 笋组	居民房	西侧 30m	3 层坡顶	$\geq 14$	1.5m	0.331	5.91	15mm 冰区同 塔双回
								4.5m	0.357	6.44	
								7.5m	0.403	6.97	
27			良村村坝 头组	居民房	西侧 20m	3 层坡顶	$\geq 14$	1.5m	0.908	10.50	10mm 冰区同 塔双回
								4.5m	0.963	12.00	
								7.5m	1.064	13.59	
28			良村村铁 厂湾组	居民房	东南侧 18m	3 层平顶	$\geq 14$	1.5m	1.161	11.84	10mm 冰区同 塔双回
								4.5m	1.224	13.69	
								7.5m	1.340	15.70	
								10.5m	1.497	17.76	
29			良村村光 明组	居民房	东侧 18m	3 层平顶	$\geq 14$	1.5m	1.161	11.84	10mm 冰区同 塔双回
								4.5m	1.224	13.69	
								7.5m	1.340	15.70	
								10.5m	1.497	17.76	
30	遵义市习 水县	良村 镇	良村村梅 台组	居民房	东侧 15m	2 层平顶	$\geq 14$	1.5m	1.674	14.26	10mm 冰区同 塔双回
								4.5m	1.755	16.85	
			污水处理 站		西侧 25m	1 层平顶	$\geq 14$	1.5m	0.490	7.87	
								4.5m	0.534	8.78	
31			大安村大 塘组	居民房	西侧 45m	3 层平顶	$\geq 14$	1.5m	0.151	2.96	10mm 冰区同 塔双回
								4.5m	0.161	3.14	
								7.5m	0.178	3.31	
								10.5m	0.200	3.47	
32			大安村越 进组	居民房	西北侧 19m	3 层平顶	$\geq 14$	1.5m	1.064	11.02	15mm 冰区同 塔双回
								4.5m	1.116	12.60	
								7.5m	1.212	14.28	
								10.5m	1.341	15.99	
33			大安村石	居民房	东南侧	1 层坡顶	$\geq 14$	1.5m	2.983	19.49	15mm 冰区同



			坎组		10m						塔双回					
34	遵义市习水县	桑木镇	大安村水坝组	居民房	东侧 12m	2 层平顶	≥14	1.5m	2.385	17.13	15mm 冰区同塔双回					
								4.5m	2.497	20.71						
								7.5m	2.712	24.86						
35			大山村高千组	居民房	东侧 45m	1 层坡顶	≥14	1.5m	0.141	2.89	15mm 冰区同塔双回					
36								大山村新建组	居民房	东侧 10m	3 层平顶	≥26	1.5m	2.591	15.17	20mm 冰区单回路及单回路并行
													4.5m	2.673	17.39	
			7.5m	2.840	20.09											
10.5m			3.098	23.40												
37			共和村柏果组	居民房	东侧 30m	3 层平顶	≥14	1.5m	0.274	6.02	10mm 冰区同塔双回					
								4.5m	0.310	6.59						
								7.5m	0.371	7.17						
								10.5m	0.444	7.74						
38			共和村柏木组	居民房	西侧 9m	3 层平顶	≥23	1.5m	2.132	11.41	10mm 冰区同塔双回					
	4.5m	2.235						14.00								
	7.5m	2.450						17.36								
	10.5m	2.793						21.73								
39	共和村子曹组	居民房	东侧 35m	2 层平顶	≥14	1.5m	0.179	4.68	10mm 冰区同塔双回							
						4.5m	0.207	5.06								
						7.5m	0.252	5.43								
40	共和村茶窝组	居民房	东侧 10m	1 层坡顶	≥14	1.5m	3.006	19.63	10mm 冰区同塔双回							
41	桐棧村均田组	居民房	东侧 12m	3 层坡顶	≥14	1.5m	2.393	17.26	10mm 冰区同塔双回							
						4.5m	2.512	20.97								
						7.5m	2.741	25.31								
						10.5m	3.053	30.04								
42	桐棧村中心组	居民房	西侧 46m	2 层平顶	≥14	1.5m	0.151	2.84	10mm 冰区同塔双回							
						4.5m	0.160	3.00								
						7.5m	0.175	3.16								
43	桐棧村坪子组	居民房	东侧 35m	2 层平顶	≥14	1.5m	0.179	4.68	10mm 冰区同塔双回							
						4.5m	0.207	5.06								
						7.5m	0.252	5.43								
44	桐棧村顺	居民房	西侧 15m	3 层平顶	≥14	1.5m	1.674	14.26	10mm 冰区同							
						4.5m	1.755	16.85								

			丰组					7.5m	1.909	19.75	塔双回
								10.5m	2.118	22.80	
45	遵义市习水县	二郎镇	庆丰村新民组	居民房	东侧 22m	2 层平顶	≥14	1.5m	1.926	12.08	10mm 冰区单回路并行外侧
								4.5m	1.906	12.87	
								7.5m	1.865	13.53	
46			庆丰村上湾组	居民房	西侧 10m	3 层坡顶	≥24	1.5m	2.783	15.91	10mm 冰区单回路
								4.5m	2.880	18.55	
								7.5m	3.078	21.81	
47			庆丰村农兴组	居民房	东侧 45m	2 层平顶	≥14	1.5m	0.469	4.90	10mm 冰区单回路
								4.5m	0.466	5.01	
								7.5m	0.459	5.09	
48			庆丰村小山组	居民房	北侧 17m	2 层平顶	≥14	1.5m	2.868	17.54	10mm 冰区单回路
								4.5m	2.855	19.33	
								7.5m	2.817	20.95	
49	庆丰村石见坡组	居民房	西南 12m	3 层坡顶	≥21	1.5m	3.081	16.99	10mm 冰区单回路		
						4.5m	3.164	19.68			
						7.5m	3.326	22.85			
50	莫洛村联合组	居民房	东北 15m	3 层平顶	≥14	1.5m	3.365	19.83	10mm 冰区单回路		
						4.5m	3.367	22.23			
						7.5m	3.349	24.49			
						10.5m	3.277	26.23			

表 6.1-118 重庆 220kV 迁改线路工程电磁环境敏感目标的影响预测结果

序号	环境敏感目标名称				方位及最近距离	房屋结构	拟采取的环保措施	预测点高度	采取措施后最近敏感目标预测值		备注
									工频电场强度 (kV/m)	磁感应强度 (μT)	
1	重庆市綦江区	隆盛镇	长春村瓦房子组	居民房	西侧 15m	3 层坡顶	≥7.5	1.5m	1.034	6.92	10mm 冰区单回
								4.5m	0.995	7.39	
								7.5m	0.920	7.57	
2			长春村桥上组	居民房	东北侧 20m	2 层坡顶	≥7.5	1.5m	0.587	4.67	10mm 冰区单回
								4.5m	0.569	4.87	
3		石梁村拱桥组	居民房	西北侧 6m	2 层坡顶	≥7.5	1.5m	3.635	17.97	10mm 冰区单回	
							4.5m	3.781	23.30		
4		三角镇	佛子寺村王	居民房	西南侧 20m	3 层坡顶	≥7.5	1.5m	0.587	4.67	10mm 冰区

			家湾组					4.5m	0.569	4.87	单回
								7.5m	0.536	4.94	
5			佛子寺村梨子树组	居民房	西南侧 10m	3 层坡顶	≥7.5	1.5m	2.109	11.24	10mm 冰区 单回
								4.5m	1.955	12.77	
								7.5m	1.785	13.40	

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 换流站

6.2.1.1 噪声预测及治理措施方案复核分析

根据本工程可研设计，对其中提出的噪声预测及治理措施方案进行复核，可研报告中，本工程换流站考虑采取的噪声控制措施如表 6.2-1、图 6.2-1 所示。

表 6.2-1 换流站噪声控制措施一览表

工程	主要措施
换流站	本工程换流站联接变压器均采用加隔声罩（Box-in）措施，隔声量要求不低于 20dB(A)；换流站选用实体围墙加高并设声屏障措施，隔声屏障计权隔声量≥25dB（A）。
	站区西侧围墙加高至 5m，局部设 2m 高隔声屏障；站区北、东、南侧部分围墙加高至 5m，上设 0.5m 隔声屏障；其余围墙高度 2.5m，上设 0.5m 隔声屏障。

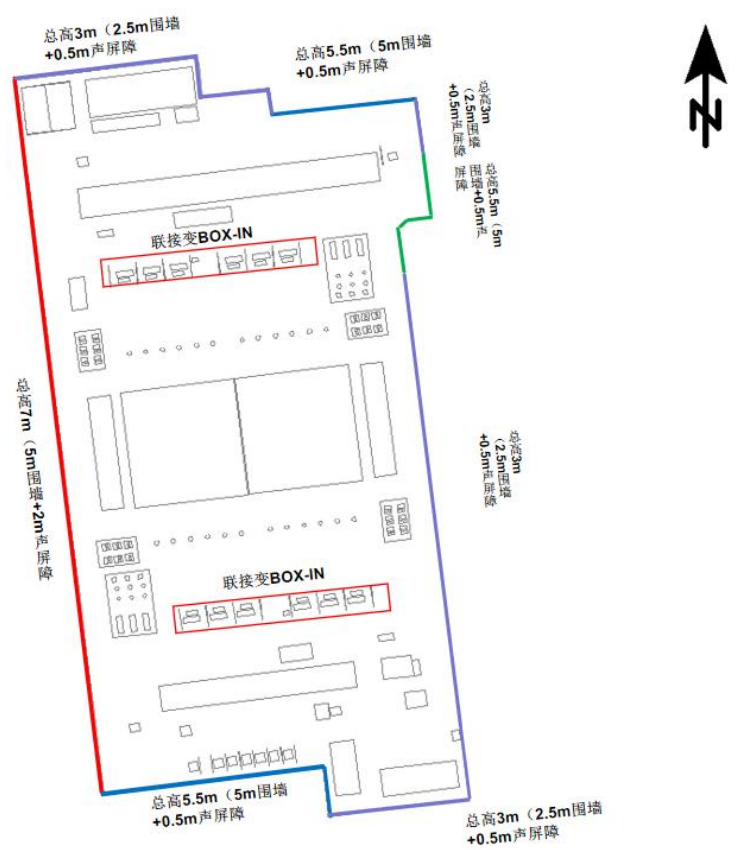


图 6.2-1 换流站噪声控制措施示意图

(1) 预测结果

采取可研报告中的噪声控制措施后，换流站对周围环境的贡献值等声级曲线预测图见图 6.2-2，厂界噪声预测结果见表 6.2-2。

表 6.2-2 换流站厂界噪声预测结果表

厂界	厂界噪声（噪声贡献值）dB(A)	备注
换流站北侧	36.6	最大值
换流站南侧	41.6	最大值
换流站东侧	53.7	最大值
换流站西侧	41.0	最大值

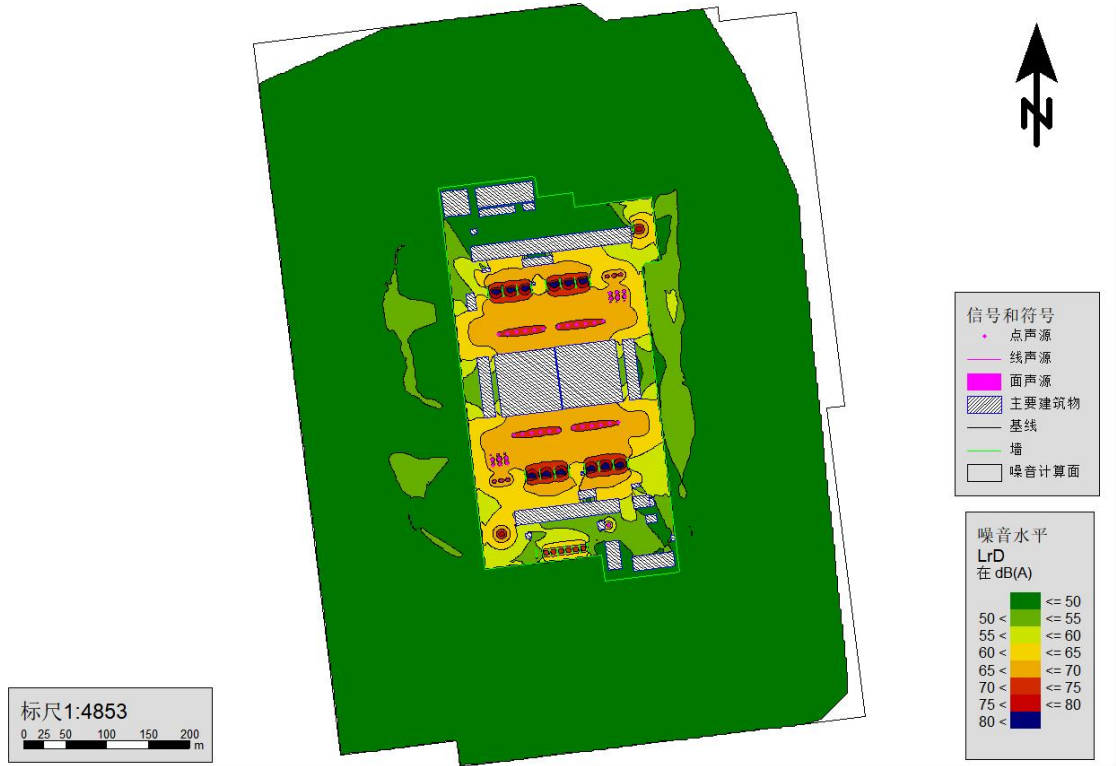


图 6.2-2 换流站噪声贡献值等声级曲线预测图

(2) 噪声预测结果评价

由噪声预测结果可知，根据可研报告中提出的噪声防治措施，换流站各侧厂界噪声各侧贡献值为 36.6dB(A)~53.7dB(A)，东侧厂界不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准限值要求。

故本环评将按下列方法进行噪声预测，并对可研报告中提出的噪声防治措施进行调整。

6.2.1.2 噪声预测建模边界条件

(1) 预测模式和预测软件

采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）中的室外工业噪声预测模式，换流站噪声预测软件选用噪声预测软件 SoudPLAN。

(2) 预测范围

换流站围墙外 200m 范围内。

### (3) 预测与评价内容

厂界噪声预测：绘制换流站厂界噪声等值线分布图，给出厂界噪声达标情况。

换流站声环境保护目标：根据声环境保护目标与换流站位置关系，预测换流站声环境保护目标噪声值，给出换流站声环境保护目标噪声达标情况。

### (4) 预测时段

换流站为 24h 连续运行，噪声源稳定，昼、夜间对周围环境的贡献值基本一致。

### (5) 预测点位及高度

换流站厂界噪声预测点位：根据《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的规定，换流站厂界噪声选取围墙外 1m 处、地面之上 1.2m 高度处进行预测。

声环境保护目标预测点位：预测点在房屋围墙外 1m，距离地面 1.2m 高度处。

### (6) 衰减因素选取

噪声的预测计算过程中，在满足工程所需精度的前提下，采用较为保守的方法。本次评价主要考虑几何发散（ $A_{div}$ ）、空气吸收（ $A_{atm}$ ）、地面效应（ $A_{gr}$ ）、声屏障（ $A_{bar}$ ）引起的噪声衰减，而未考虑其他多方面效应（ $A_{misc}$ ）引起的噪声衰减。

## 6.2.1.3 预测方案及预测参数

### (1) 预测方案

厂界噪声：换流站为新建换流站，将本期工程包含的联接变压器（Box-in）、联接变风扇、500kV 降压变、500kV 高抗、阀冷塔、幅相校正器、桥臂电抗器等作为噪声源纳入预测模型进行噪声影响预测。以在厂界处的噪声贡献值作为厂界噪声达标评判的依据。

换流站声环境保护目标：将换流站本期新建的声源作为噪声源，预测换流站建设对声环境保护目标的贡献值，以换流站声环境保护目标处所受的噪声贡献值与现状值叠加后的预测值作为声环境保护目标处声环境影响评价。

### (2) 预测参数

#### 1) 噪声源强参数

本环评依据设计提供声源取值，同时参考国内已有的类似噪声设备类比监测数据及相关设计资料，进行源强取值。换流站噪声模式预测源强参数见表 6.2-3。

表 6.2-3 换流站主要设备噪声源强调查清单

序号	声源名称		空间相对位置			声源类型	声功率级 (dB(A))	声源高度	数量	
			X	Y	Z			(m)	(台/组)	
1	联接变压器	1#	48.6	333.7	1.5	面声源	99.6	1.5	12	
			59.6	333.7						
			48.6	330.1						1.5
			59.6	330.1						
		2#	66.3	333.7	1.5					
			77.3	333.7						
			66.3	330.1						
			77.3	330.1						
		3#	84.0	333.7	1.5					
			95.0	333.7						
			84.0	330.1						
			95.0	330.1						
		4#	119.3	333.7	1.5					
			130.3	333.7						
			119.3	330.1						
			130.3	330.1						
		5#	137.0	333.7	1.5					
			148.0	333.7						
			137.0	330.1						
			148.0	330.1						
		6#	154.7	333.7	1.5					
			165.7	333.7						
			154.7	330.1						
			165.7	330.1						
				63.8	106.5					1.5

		7#	74.8	106.5					
			63.8	102.9					
			74.8	102.9					
		8#	81.5	106.5	1.5				
			92.5	106.5					
			81.5	102.9					
			92.5	102.9					
		9#	99.2	106.5	1.5				
			110.2	106.5					
			99.2	102.9					
			110.2	102.9					
		10#	134.5	106.5	1.5				
			145.5	106.5					
			134.5	102.9					
			145.5	102.9					
		11#	152.2	106.5	1.5				
			163.2	106.5					
			152.2	102.9					
			163.2	102.9					
		12#	169.9	106.5	1.5				
			180.9	106.5					
			169.9	102.9					
			180.9	102.9					
		1#	49.5	327.1	3				
			56.7	327.1					
			49.5	324.1					
			56.7	324.1					
		2#	67.0	327.1	3				



2	联接变 风扇		74.2	327.1		面声源	98	3	12
			67.0	324.1					
			74.2	324.1					
		3#	84.5	327.1	3				
			91.7	327.1					
			84.5	324.1					
			91.7	324.1					
		4#	120.0	327.1	3				
			127.2	327.1					
			120.0	324.1					
			127.2	324.1					
		5#	137.5	327.1	3				
			144.7	327.1					
			137.5	324.1					
			144.7	324.1					
		6#	155.0	327.1	3				
			162.2	327.1					
			155.0	324.1					
			162.2	324.1					
		7#	66.3	113.1	3				
			73.5	113.1					
			66.3	109.5					
			73.5	109.5					
		8#	83.8	113.1	3				
			91.0	113.1					
			83.8	109.5					
			91.0	109.5					
		9#	101.3	113.1	3				

			108.5	113.1					
			101.3	109.5					
			108.5	109.5					
		10#	136.8	113.1	3				
			144.0	113.1					
			136.8	109.5					
			144.0	109.5					
		11#	154.3	113.1	3				
			161.5	113.1					
			154.3	109.5					
			161.5	109.5					
		12#	171.8	113.1	3				
			179.0	113.1					
			171.8	109.5					
			179.0	109.5					
		3	阀冷却塔（水冷）	1#	17.5				
34.5	298.1								
17.5	272.1								
34.5	272.1								
2#	172.5			320.1	6				
	189.5			320.1					
	172.5			303.1					
	189.5			303.1					
3#	15.0			161.7	6				
	41.0			161.7					
	15.0			144.7					
	41.0			144.7					
4#	200.3			195.3	6				

			217.3	221.3					
			200.3	195.3					
			217.3	221.3					
4	桥臂电抗器	贵州侧	50.0	279.7	8	点声源	96	8	12
			60.5	279.7					
			71.0	279.7					
			81.5	279.7					
			92.0	279.7					
			102.5	279.7					
			113.0	279.7					
			123.5	279.7					
			134.0	279.7					
			144.5	279.7					
			155.0	279.7					
			165.5	279.7					
		重庆侧	50.0	155.9	8	点声源	90	8	12
			60.5	155.9					
			71.0	155.9					
			81.5	155.9					
			92.0	155.9					
			102.5	155.9					
			113.0	155.9					
			123.5	155.9					
			134.0	155.9					
			144.5	155.9					
			155.0	155.9					
			165.5	155.9					
5	500kV 降压	贵州侧	231.1	419.2	2.5	面声源	96.5	2.5	2 台

	变		237.1		419.2					
			231.1		414.7					
			237.1		414.7					
			21.7		38.2	2.5	面声源	96.5	2.5	2
			27.7		33.7					
			21.7		38.2					
			27.7		33.7					
6	35kV 站用变		153.9		66.5	1.5	点声源	85	1.5	1
7	幅相矫正器	贵州侧	电抗器 1#	189.6	343.4	3	点声源	88	3	6
			电抗器 2#	198.4	343.4					
			电抗器 3#	207.2	343.4					
			电抗器 4#	189.6	336.6					
			电抗器 5#	198.4	336.6					
			电抗器 6#	207.2	336.6					
			电抗器 1#	187.2	363.9	3	线声源	90	3	3
				189.7	363.9					
			C1 电容器 2#	196.0	363.9					
				198.5	363.9					
			C1 电容器 3#	207.3	363.9					
				209.8	363.9					
		重庆侧	C2 电容器 1#	189.5	332.4	3	线声源	85	3	3
				192.0	332.4					
			C2 电容器 2#	198.7	332.4					
				201.2	332.4					
			C2 电容器 3#	210.4	332.4					
				212.9	332.4					
			电抗器 1#	24.5	130.2	3	点声源	88	3	6

			电抗器 2#	33.0	130.2					
			电抗器 3#	41.5	130.2					
			电抗器 4#	24.5	123.4					
			电抗器 5#	33.0	123.4					
			电抗器 6#	41.5	123.4					
			C1 电容器 1#	22.2	107.3	3	线声源	90	3	3
				24.7	107.3					
			C1 电容器 2#	30.0	107.3					
				32.5	107.3					
			C1 电容器 3#	41.3	107.3					
				43.8	107.3					
			C2 电容器 1#	22.4	138.8	3	线声源	85	3	3
				24.9	138.8					
			C2 电容器 2#	34.1	138.8					
				36.6	138.8					
			C2 电容器 3#	45.8	138.8					
				48.3	138.8					
8	500kV 高抗	1#		82.0	14.0	1.75	面声源	88	1.75	7
				88.0	14.0					
				82.0	8.0					
				88.0	8.0					
		2#		96.8	14.0					
				102.8	14.0					
				96.8	8.0					
				102.8	8.0					
		3#		111.6	14.0					
				117.6	14.0					
				111.6	8.0					

			117.6	8.0					
		4#	126.4	14.0					
			132.4	14.0					
			126.4	8.0					
			132.4	8.0					
		5#	141.2	14.0					
			147.2	14.0					
			141.2	8.0					
			147.2	8.0					
		6#	156.0	14.0					
			162.0	14.0					
			156.0	8.0					
			162.0	8.0					

注：1、X，Y，Z 以厂界西南角为原点，原点坐标为X 0.0，Y 0.0，Z407.5m（此为海拔高度，本次噪声预测相对高度值为0）。

2、联接变采取Box-in，表格中所列为措施后源强。

3、上述空间坐标，面声源四个顶点坐标统计，线声源按照两个端点坐标统计。

## 2) 站内建筑物衰减因素

噪声预测考虑建筑物的隔声等衰减因素, 围墙、防火墙吸声系数取 0.27, 主要建(构) 筑物高度见表 6.2-4。

表 6.2-4 换流站站内主要建(构)筑物情况表

序号	建(构) 筑物名称	高度 (m)
1	阀厅	21.5
2	主控楼	23
3	辅控楼	18.5
4	综合楼	12.45
5	一次及阀基备品库	12.2
6	综合泵房	7.20
7	警传室	4.55
8	重庆侧 500kV 继电器小室	4.50
9	重庆侧 500kV GIS 室	15.00
10	重庆侧 CAFS 设备间	7.60
11	重庆侧 CAFS 选择阀室	4.50
12	综合车库	7.20
13	重庆侧备用桥臂电抗器室	6.00
14	贵州侧 500kV 继电器小室	4.50
15	贵州侧 500kV GIS 室	15.00
16	贵州侧 CAFS 设备间	7.60
17	贵州侧 CAFS 选择阀室	4.50
18	专用品库	4.50
19	联接变防火墙	11
20	降压变防火墙	8.5
21	10kV 站用电室	5
22	35kV 开关柜室	5
23	半地上水池	3
24	消防小间	3
25	500kV 高抗防火墙	6

### 6.2.1.4 声环境保护目标

换流站周围声环境保护目标详见表 6.2-5。

表 6.2-5 声环境保护目标调查表

序号	声环境保护目标名称	空间相对位置/m			距厂界最近距离/m	方位	执行标准	声环境保护目标情况说明	
		X	Y	Z				建筑结构	楼层

1	重庆市綦江区隆盛镇石梁村拱桥组住户 1	354.7	-43.3	360.9	129m	东南侧	2 类	坡顶	2 层
2	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村崔家坝组住户 1	351.6	382.6	358.8	114m	东北侧		平顶	3 层
3	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村新湾组杨**	11.6	587.3	387.0	123m	北侧		坡顶	3 层
4	重庆市綦江区隆盛镇石梁村赵家岗组王**	146.5	-189.3	401.8	185m	南侧		坡顶	1 层

注：1、X，Y 以厂界西南角为原点，Z 以海平面为原点，原点坐标为X 0.0，Y 0.0，Z 0.0 m。

本工程换流站考虑采取的噪声控制措施如表 6.2-6、图 6.2-3 所示。

表 6.2-6 换流站噪声控制措施一览表

工程	主要措施
换流站	<p>本工程换流站联接变压器均采用加隔声罩（Box-in）措施，隔声量要求不低于 20dB(A)；换流站选用实体围墙加高并设声屏障措施，隔声屏障计权隔声量≥25dB（A·）。</p> <p>站区西侧围墙加高至 4m，上设 2m 高隔声屏障；站区南侧部分围墙加高至 5m，上设 0.5m 隔声屏障；站区东侧围墙加高至 3m，上设 2m 高隔声屏障；其余围墙高度 2.5m，上设 0.5m 隔声屏障。</p>





图 6.2-3 换流站预测模型三维示意图

6.2.1.5 预测建模

根据换流站预测方案、预测参数，换流站建立的噪声预测模型见图 6.2-2。

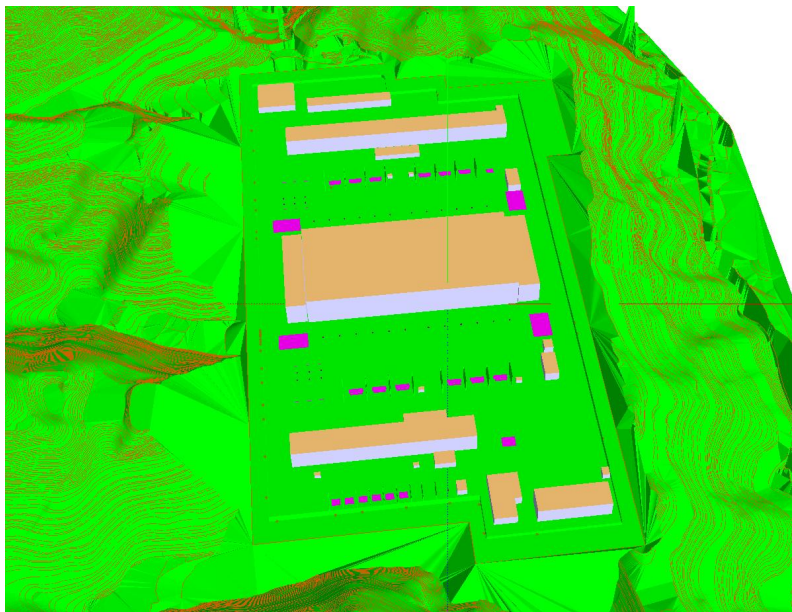


图 6.2-4 换流站预测模型三维示意图

6.2.1.6 换流站声环境影响预测结果

(1) 预测结果

采取上述噪声控制措施后，换流站对周围环境的贡献值等声级曲线预测图见图 6.2-5，厂界噪声预测结果见表 6.2-7，声环境保护目标结果见表 6.2-8。

表 6.2-7 换流站厂界噪声预测结果表

厂界	厂界噪声（噪声贡献值）dB(A)	备注
换流站北侧	37.4	最大值
换流站南侧	47.8	最大值
换流站东侧	47.6	最大值
换流站西侧	49.1	最大值

表 6.2-8 声环境保护目标噪声预测结果与达标分析表单位：dB（A）

序号	名称	噪声现状值		噪声标准		噪声贡献值		噪声预测值		较现状增量		超标和达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	重庆市綦江区隆盛镇石梁村拱桥组住户 1（站东南侧）	42.9	42.6	55	45	29.5	29.5	43.1	42.8	+0.2	+0.2	达标	
2	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村崔家坝组住户 1（站东北侧）	43.2	39.8	55	45	32.2	32.2	43.5	40.5	+0.3	+0.7	达标	
3	重庆市綦江区隆盛镇狮铃村新湾组杨**（站北侧）	37.5	37.2	55	45	26.8	26.8	37.8	37.6	+0.3	+0.4	达标	
4	重庆市綦江区隆盛镇石梁村赵家岗组王**（站南侧）	43.3	40.8	55	45	36.9	36.9	43.4	42.3	+0.1	+1.5	达标	

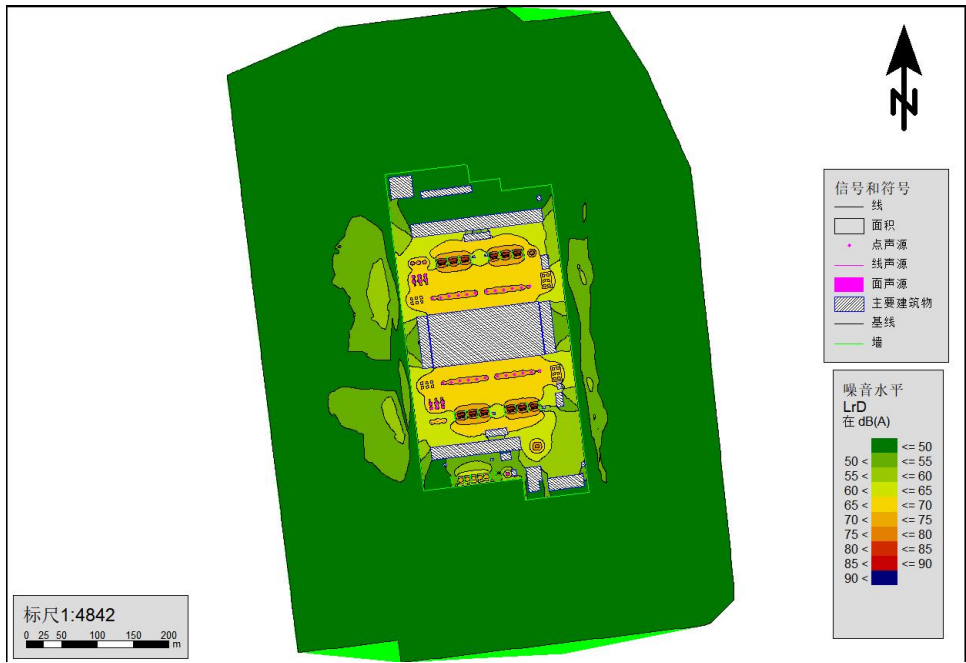


图 6.2-5 换流站本期噪声贡献值等声级曲线预测图（1.2m 高）

（2）噪声预测结果评价

由噪声预测结果可知，根据以上提出的噪声防治措施，换流站各侧厂界噪声各侧贡献值为 37.4dB(A)～49.1dB(A)，能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准限值要求。评价范围内声环境保护目标处昼间噪声预测值为 37.8~43.5dB（A），夜间噪声预测值为 37.6~42.8dB（A），满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

6.2.2 红城 500kV 变电站扩建工程

6.2.2.1 预测模式及参数

（1）预测模式

采用《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）附录 B 中的“B.1 工业噪声预测计算模型”。

（2）预测软件

本环评采用 CadnaA 噪声模拟软件进行噪声预测。

（3）预测参数

红城 500kV 变电站本期扩建的主要声源设备为本期扩建的 2 组 60Mvar 低压电抗器。目前红城变三期工程还未开工建设，本期将红城 500kV 变电站三期工程声源与本期扩建声源作为主要源强一并进行预测。红城变三期工程主要声源为#1 主变及

1×60Mvar 并联电容器组。根据设计单位提供的资料和《变电站噪声控制技术导则》（DL/T 1518-2016），主变压器声源源强取声功率级 95.5dB（A），并联低压电容器组声源按距离低压电容器组 1m 处声压级 56.0dB（A）取值，低压电抗器声源按距离电抗器 1m 处声压级 57.0dB（A）取值。本工程主要噪声源设备参数及噪声源强见表 6.2-9。

表 6.2-9 工业企业噪声源强调查清单（室外声源）

噪声源	型号	空间相对位置（m）			声源类型	声压级 （距声源 距离） dB(A)/m	声功 率级 dB(A)	声源 控制 措施	运行时段
		X	Y	Z					
#1 主变-A （三期工程）	500kV， 户外单 相三绕 组无载 调压、 油浸自 耦电力 变压器	457.94	462.97	0.5~5.5	垂直面 声源	/	95.5	采用低噪声设备	各设备 24 小时正常运行
		465.94	462.97						
		465.94	454.97						
		457.94	454.97						
#1 主变-B （三期工程）		468.45	462.97	0.5~5.5	垂直面 声源	/	95.5		
		476.45	462.97						
		476.45	454.97						
		468.45	454.97						
#1 主变-C （三期工程）		478.93	462.97	0.5~5.5	垂直面 声源	/	95.5		
		486.93	462.97						
		486.93	454.97						
		478.93	454.97						
#1 低压电 容器组（三 期工程）	35kV	433.34	460.77	0~4.0	垂面声 源	56.0/1.0	/		
		442.42	460.77						
		442.42	455.61						
		433.34	455.61						
#1 低压电 抗器-1（本 期）	35kV	451.30	498.30	4	点声源	57.0/1	/		
#1 低压电 抗器-2（本 期）		448.30	493.30	4	点声源	57.0/1	/		
#1 低压电 抗器-3（本 期）		454.30	493.30	4	点声源	57.0/1	/		
#2 低压电 抗器-1（本 期）	35kV	460.30	498.30	4	点声源	57.0/1	/		
#2 低压电 抗器-2（本 期）		466.30	498.30	4	点声源	57.0/1	/		
#2 低压电 抗器-3（本 期）		463.30	493.30	4	点声源	57.0/1	/		

注：红城变西南侧围墙西北角坐标（X、Y、Z）为（0、0、0），下表同。

表 6.2-10 500kV 主变频谱及 A 计权声功率级

设备名称	频谱									合计 dB(A)
	频率 (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
500kV 变压器	L <sub>w</sub>	52.3	72.7	71.3	74.3	60.3	58.1	49.7	41.5	95.5

## 2) 衰减因素选取

预测计算时，在满足工程所需精度的前提下，采用了较为保守的考虑，在噪声衰减时考虑了空气、距离衰减以及主控楼、围墙（实体）及变压器防火墙等主要建筑物的阻挡效应，而未考虑声源较远的无声源建（构）筑物之间的衍射和反射衰减、地面反射衰减等。变电站围墙外地面，按光滑反射面考虑。建构筑物的吸收系数为 0.21，反射损失为 1dB，围墙和防火墙的吸声系数为 0.07，反射损失为 0.3dB。

另外三期工程#1 主变扩建采取的降噪措施如下：在#1 主变 A 相西北侧安装 1 道高 8.0m 防火墙，同时在西北侧围墙上安装长 177.5m 高 0.5m 声屏障。

## 3) 站内建筑

红城 500kV 变电站站内主要建（构）筑物情况见表 6.2-11。

表 6.2-11 红城 500kV 变电站站内主要建（构）筑物情况一览表

序号	主要设备及建构筑	长×宽×高 (m)
1	一般围墙高度（西北侧围墙高 2.5m+声屏障高 0.5m，长 177.5m）	2.5
2	主变防火墙	8.0
3	主控通信楼	27.6×20.7×8.5
4	500kV 继电器小室	20.8×10.6×4.7
5	220kV 继电器小室	25.6×7.0×6.0
6	35kV 及主变继电器小室	21×7×4.7
7	融冰阀控室	19.2×15.2×4.5
8	水池	20×6.3×5.7
9	水泵房	10.9×7.9×5.7
10	警传室	11.75×7.8×4.0
11	雨淋阀室	17.5×5×4.4
12	380V 中央配电室	20.6×8.4×4.4

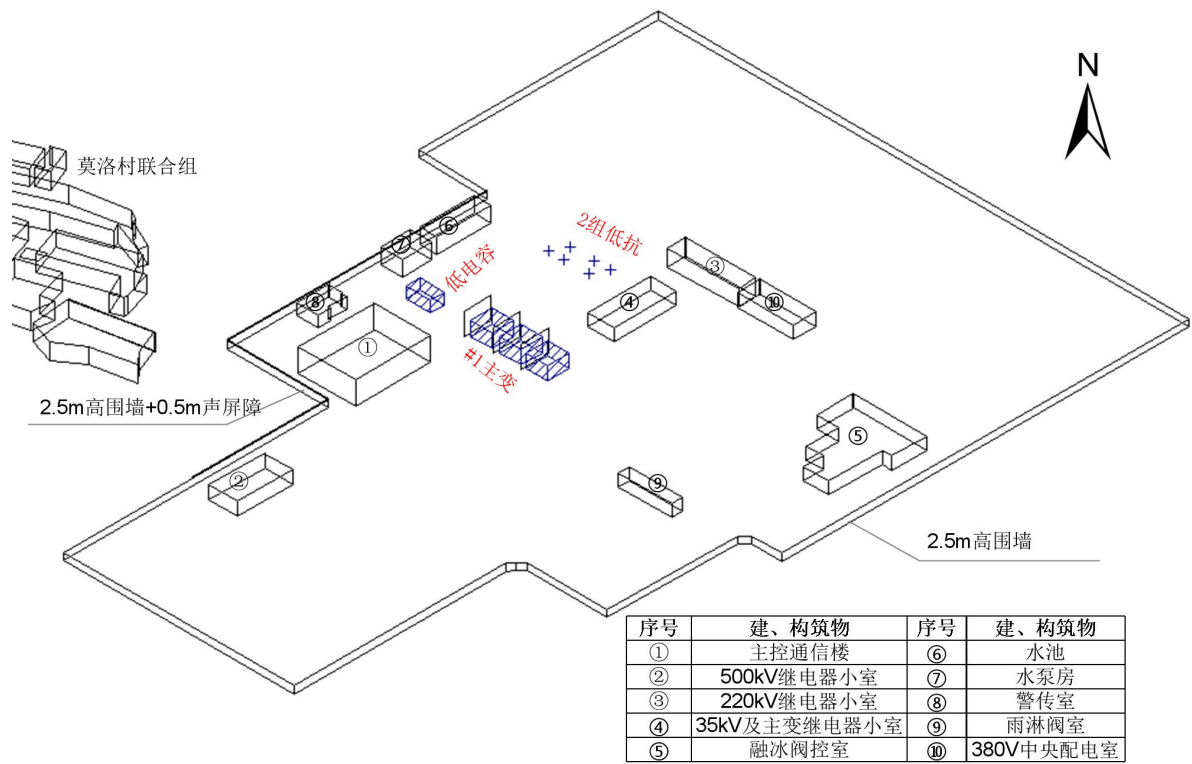


图 6.2-6 红城变噪声预测三维模型示意图

6.2.2.2 声环境保护目标

红城 500kV 变电站周围声环境保护目标详细参数详见表 6.2-12。

表 6.2-12 声环境保护目标调查表

序号	声环境保护名称		空间相对位置/m			距厂界最近距离/m	方位	功能区类别	声环境保护目标情况说明（介绍声环境保护目标建筑结构、朝向、楼层、周围环境情况）
			X	Y	Z				
1	联合组	余**家	404.99	391.67	6	19	西北侧	2 类	朝南，2 层平顶，农村
		余**家	378.29	415.16	6	53			
		周*家	319.66	747.52	6	172	北侧	2 类	朝西，2 层平顶，农村
2	田头组	王**家	584.29	186.35	9	126	西南	2 类	朝南，3 层平顶，农村

6.2.2.3 预测方案

（1）预测时段

变电站为 24 小时连续运行，噪声源稳定，昼间和夜间产生的噪声水平具有一致性，其对环境噪声的贡献值昼夜相同。

（2）预测点位

变电站厂界噪声预测点位：以变电站围墙为厂界，四侧厂界噪声预测点位高度为地面以上 1.2m 高度处；当厂界有围墙无声屏障且周围有受影响的声环境保护目标时，测点应选在厂界外 1m、高于围墙 0.5m 以上的位置（即 3.0m 高）。鉴于三期扩建工程将在西北侧有声环境保护目标的部分厂界处设有声屏障，本期投运后该声屏障已建成，因此西北侧有声屏障的部分厂界预测点位高度为地面以上 1.2m，其他厂界有围墙无声屏障且周围有受影响的声环境保护目标的厂界预测点位高度为高于围墙 0.5m 即 3.0m。

声环境保护目标噪声预测点位：预测点在房屋围墙外 1m，距离地面 1.2m 高度处。

### （3）预测方案

#### 1) 厂界噪声

计算本工程建设产生的噪声贡献值，并与反映变电站现有噪声源影响的厂界噪声现状监测值进行叠加，计算本工程建成后的厂界噪声预测值。

#### 2) 声环境保护目标噪声

预测本工程建设对声环境保护目标的贡献值，以变电站声环境保护目标处所受的噪声贡献值与现状值叠加后的预测值作为声环境保护目标处声环境影响评价量。

### 6.2.2.4 噪声预测计算结果

红城 500kV 变电站本期扩建投运后，厂界噪声预测结果及声环境保护目标处的噪声预测值见表 6.2-13。1.2m 高度处噪声等值线分布图见图 6.2-7。

表 6.2-13 红城 500kV 变电站运行期厂界噪声预测结果（本期扩建后）单位：dB（A）

预测点位置		噪声贡献最大值	噪声现状监测最大值		噪声预测值		较现状增量		噪声标准值		达标情况	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
红城 500 kV 变电站厂界	1#	35.4	47	36	47.3	38.7	/	/	60	50	达标	达标
	2#	34	42	36	42.6	38.1	/	/	60	50	达标	达标
	3#	45.4	42	37	47.0	46.0	/	/	60	50	达标	达标
	4#	48.2	43	39	49.3	48.7	/	/	60	50	达标	达标
	5#	45.2	50	44	51.2	47.7	/	/	60	50	达标	达标
	6#	45.4	47	45	49.3	48.2	/	/	60	50	达标	达标
	7#	46.1	48	45	50.2	48.6	/	/	60	50	达标	达标
	8#	43.7	45	43	47.4	46.4	/	/	60	50	达标	达标
	9#	34.5	46	40	46.3	41.1	/	/	60	50	达标	达标
	10#	37.2	42	37	43.2	40.1	/	/	60	50	达标	达标
	11#	38.1	36	34	40.2	39.5	/	/	60	50	达标	达标
	12#	39.5	36	34	41.1	40.6	/	/	60	50	达标	达标
	13#	37.9	37	34	40.5	39.4	/	/	60	50	达标	达标
	14#	44.7	40	35	46.0	45.1	/	/	60	50	达标	达标
	15#	46	39	35	46.8	46.3	/	/	60	50	达标	达标
	16#	32.8	39	35	39.9	37.0	/	/	60	50	达标	达标



预测点位置		噪声贡献最大值	噪声现状监测最大值		噪声预测值		较现状增量		噪声标准值		达标情况	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
声环境保护目标	17#	39	42	40	43.8	42.5	0.9	2	60	50	达标	达标
	18#	40.6	42	40	44.4	43.3	1.8	2.5	60	50	达标	达标
	19#	33.4	43	37	43.5	38.6	2.4	3.3	60	50	达标	达标
	20#（一楼）	34.7	40	38	41.1	39.7	0.5	1.6	60	50	达标	达标
	20#（三楼）	36.9	42	39	43.2	41.1	1.1	1.7	60	50	达标	达标

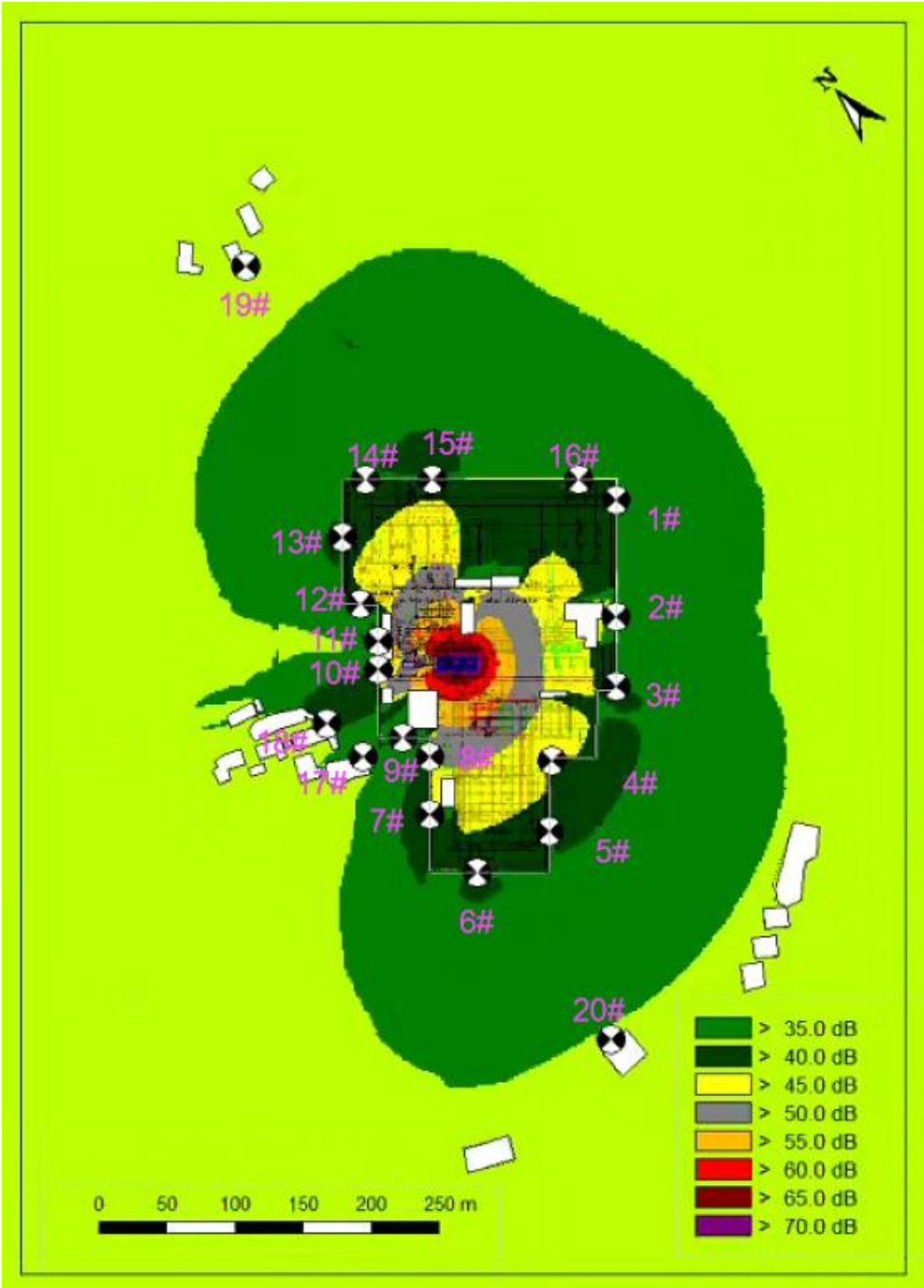


图 6.2-7 红城 500kV 变电站 1.2m 高处噪声等值线分布图（本期扩建后）

### 6.2.2.5 声环境影响评价结论

由预测结果可知：红城 500kV 变电站本期建成投运后，变电站厂界噪声预测值昼间为 39.9~51.2dB（A），夜间预测值为 37~48.7dB（A），能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类排放限值要求。

红城 500kV 变电站本期建成投运后对声环境保护目标的贡献值与声环境保护目标处的背景值叠加后，声环境保护目标处昼间噪声值为 41.1~44.4dB（A），夜间噪声值为 38.6~43.3dB（A），满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

### 6.2.3 500kV 线路工程声环境预测及评价

#### 6.2.3.1 评价方法

采用类比分析的方法对输电线路运行期产生的噪声影响进行预测及评价。

#### 6.2.3.2 新建 500kV 输电线路类比评价

##### （1）类比对象

同电磁环境类比监测。本环评选择 500kV 雁船 II 线作为单回线路类比对象，选择 500kV 雁船 I、II 线同塔双回线路作为双回线路的类比对象。在进行声环境影响类比分析时本工程同塔双回路单侧挂线保守按同塔双回线路考虑。

500kV 雁船 I、II 回线路与本工程电压等级、导线分裂数、分裂间距、架设形式基本一致，导线外径略有差异，但是对声环境影响不大；500kV 雁船 I、II 回线路与本工程所经区域环境（环境背景值）均相似。本次所选类比线路架设高度与本工程输电线路存在一定差异，即类比线路架设高度为实际架设高度，环评阶段本工程输电线路架设高度为《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中规定的导线对地最低理论高度，实际架设时，由于本工程涉及区域地形主要为丘陵、山区，塔基多位于山坡上，铁塔经山包等自然地形抬升后导线对地实际高度一般会大于最低理论高度，可与类比线路导线对地高度相当或更高。因此，类比线路的声环境监测结果能反映本工程输电线路建成投运后可能产生的声环境影响水平，具有可比性。

##### （2）监测布点、监测频次、监测时间及运行工况

监测布点：同电磁环境类比监测。

监测频次：昼间、夜间各一次。

监测时间：2021 年 9 月 14 日~9 月 15 日。

运行工况：见表 6.1-18。

### (3) 监测单位

监测单位：武汉中电工程检测有限公司。

### (4) 监测仪器

监测仪器情况见表 6.2-14。

表 6.2-14 监测所用仪器名称、型号以及检定情况一览表

仪器名称型号及出厂编号	量程范围	校准/检定证书编号
<b>噪声</b> 仪器名称：声级计 仪器型号：AWA6228 出厂编号：109930 仪器名称：声校准器仪器型号：AWA6221A 出厂编号：1005621	测量范围： 低量程：（20~132）dB(A) 高量程：（30~142）dB(A) 声压级： （94.0/114.0）dB	检定单位：湖北省计量测试技术研究院 证书编号：2021SZ01360922 有效期：2021.08.18-2022.08.17 检定单位：湖北省计量测试技术研究院 证书编号：2021SZ01360923 有效期：2021.08.18-2022.08.17
<b>温湿度风速仪</b> 仪器名称：多功能风速计 仪器型号：Testo410-2 出厂编号：38584284/005	温度 测量范围：-10℃~+50℃ 湿度 测量范围：0%RH~100%RH（无结露） 风速 测量范围：0.4m/s~20m/s	校准单位：湖北省气象计量检定站 证书编号：鄂气检 32106042 有效期：2021.06.10-2022.06.09 检定单位：湖北省气象计量检定站 证书编号：鄂气检 42106099 有效期：2021.06.02-2022.06.01

### (5) 监测方法

按《声环境质量标准》（GB3096-2008）的监测方法进行监测，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的要求。

### (6) 监测结果及分析

500kV 雁船 II 线类比监测结果见表 6.2-15，500kV 雁船 I、II 线类比监测结果见表 6.2-16。

表 6.2-15 500kV 雁船 II 线声环境类比监测结果 单位：dB（A）

监测点位	昼间	夜间
<b>一、500kV 雁船 II 线声环境监测断面</b>		
距线路中心 0m	41.9	37.8
距线路中心 1m	40.7	36.2
距线路中心 2m	41.3	36.7
距线路中心 3m	41.7	36.5
距线路中心 4m	42.5	39.4
距线路中心 5m	42.3	39.6
距线路中心 6m	42.0	39.0
距线路中心 7m	41.4	38.4
距线路中心 8m	41.0	38.7
距线路中心 9m	42.1	39.4

距线路中心 10m	41.9	39.0
距线路中心 11m (边导线下)	41.6	38.6
距边导线 5m	41.8	38.1
距边导线 10m	41.1	37.9
距边导线 15m	40.7	36.9
距边导线 20m	40.0	37.2
距边导线 25m	40.4	37.6
距边导线 30m	41.2	38.1
距边导线 35m	41.4	38.5
距边导线 40m	40.6	37.9
距边导线 45m	40.3	38.7
距边导线 50m	40.5	38.1
<b>二、500kV 雁船 II 线#34~#35 杆塔声环境保护目标</b>		
衡阳市衡东县霞流镇鑫霞村赵某养殖房东南侧 (为 1 层坡顶房屋, 位于线路西北侧约 10m 处, 线高 18m)	41.9	38.8

表 6.2-16 500kV 雁船 I、II 线声环境类比监测结果 单位: dB (A)

测点位置	昼间	夜间
<b>一、500kV 雁船 I、II 线声环境监测断面</b>		
距线路中心 0m	46.2	43.5
距线路中心 1m	45.8	43.0
距线路中心 2m	46.0	43.7
距线路中心 3m	46.1	43.4
距线路中心 4m	45.9	43.5
距线路中心 5m	45.7	43.3
距线路中心 6m	46.2	43.7
距线路中心 7m	45.5	43.5
距线路中心 8m	45.9	43.8
距线路中心 9m	45.8	43.4
距线路中心 10m	46.0	43.5
距线路中心 11m (边导线下)	45.8	44.0
距边导线 5m	46.3	44.2
距边导线 10m	46.1	43.8
距边导线 15m	45.8	43.5
距边导线 20m	46.2	44.1
距边导线 25m	45.7	43.8
距边导线 30m	45.5	43.5
距边导线 35m	46.1	44.0
距边导线 40m	45.7	43.3
距边导线 45m	46.0	43.9
距边导线 50m	46.4	44.5
<b>二、500kV 雁船 I、II 线#27~#28 杆塔声环境保护目标</b>		
衡阳市衡东县霞流镇平田村七组民房西南侧 (为 1 层坡顶房屋, 位于线路东侧约 48m 处, 线高 28m)	45.8	43.0

由类比监测结果可知, 500kV 雁船 II 线监测断面测得的昼间噪声值为 40.0~42.5dB (A), 夜间噪声值为 36.2~39.6dB (A)。线路声环境保护目标处昼间噪声监测值为

41.9dB (A)，夜间噪声监测值为 38.8dB (A)，满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 1 类标准限值要求。500kV 雁船 I、II 线断面监测昼间噪声值为 45.5~46.4dB (A)，夜间噪声监测值为 43.0~44.5dB (A)。线路声环境保护目标处昼间噪声监测值为 45.8dB (A)，夜间噪声监测值为 43.0dB (A)，满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 1 类标准限值要求。本工程和类比线路途经地区主要为农村，噪声背景值基本相同。

因此，由类比监测结果分析，本工程输电线路建成投运后对周围声环境质量及各声环境敏感目标的影响能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)对应的标准限值要求。

### 6.2.4 220kV 交流迁改输电线路噪声类比评价

#### (1) 类比对象

本工程 220kV 单回线路选择 220kV 渔宁单回线路作为类比对象，同塔双回单边挂线按同塔双回线路保守考虑选择 220kV 渔宁、220kV 周渔同塔双回线路作为类比对象，类比对象可行性分析一览表见表 6.2-17。

表 6.2-17 类比对象可比性分析一览表

项目	本工程线路		220kV 渔宁线路 (类比线路)	220kV 渔宁线、220kV 周渔线 (类比线路)
电压等级 (kV)	220		220	220
架设形式	单回/同塔双回单边挂线		单回	同塔双回
导线排列方式	三角排列/水平排列/鼓形排列		水平排列	鼓形排列
相序	C A B	A B C	A B C	A C B B C A
导线型号	2×JL/G1A-400/35		2×JL/G1A-400/35	2×JL/G1A-400/35
导线分裂数	2		2	2
导线分裂间距	400mm		400mm	400mm
导线外径	26.8mm		26.8mm	26.8mm
导线对地距离	6.5m <sup>①</sup> /7.5m (设计对地最小线高)		11.5m (类比监测处)	14.1m (类比监测处)
所在区域	重庆市綦江区		河南周口	河南周口
环境条件	平地、丘陵、山区，农村		平地、农村	平地、农村
运行电压	220kV <sup>②</sup>		230.00~233.01	220kV 渔宁线：230.00~233.01 220kV 周渔线：230.04~233.15

运行电流	1148A <sup>②</sup>	12.88~431.72	220kV渔宁线：12.88~431.72 220kV周渔线：39.63~239.24
运行工况	/	运行电压已达到设计额定电压等级，线路运行正常	运行电压已达到设计额定电压等级，线路运行正常

注：①架空输电线路经过非居民区（耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）导线对地最小距离为 6.5m 时，输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和保护标志。

②本工程新建线路的电压采用设计电压，电流采用设计最大允许输送电流。

根据表 6.2-17，类比线路与本工程 220kV 迁改线路电压等级、导线型号、导线分裂数、分裂间距均相同；类比线路与本工程所经区域环境（环境背景值）均相似。本次所选类比线路架设高度与本工程输电线路存在一定差异，即类比线路架设高度为实际架设高度，环评阶段本工程输电线路架设高度为《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）中规定的导线对地最低理论高度，实际架设时，由于本工程涉及区域地形主要为丘陵、山区，塔基多位于山坡上，铁塔经山包等自然地形抬升后导线对地实际高度一般会大于最低理论高度，可与类比线路导线对地高度相当或更高。因此，类比线路的声环境监测结果能反映本工程输电线路建成投运后可能产生的声环境影响水平，具有可比性。

（2）监测布点、监测频次、监测时间、监测天气及运行工况

1）监测布点

220kV 渔宁线的单回线路类比监测断面位于#20~#21 塔段，导线对地高度 11.5m，中心线距离边导线 7m，从导线弧垂最大处线路中心的地面投影点开始，每隔 1m 布设 1 个监测点位，监测至边导线下，然后每隔 5m 布设 1 个监测点位，一直测至边导线外 40m 处。

220kV 渔宁线、220kV 周渔线的同塔双回线路类比监测断面位于#12~#13 塔段，导线对地高度 14.1m，中心线距离边导线 6m，从导线弧垂最大处线路中心的地面投影点开始，每隔 1m 布设 1 个监测点位，监测至边导线下，然后每隔 5m 布设 1 个监测点位，一直测至边导线外 40m 处。

2）监测频次：昼间、夜间各一次。

3）监测时间

2024 年 5 月 28 日。

4）监测天气

阴、温度 17~23℃、风速≤0.8m/s。

- 5) 运行工况：见表 6.2-17。
- (3) 监测单位：武汉华凯环境检测有限公司
- (4) 监测仪器：监测仪器见表 6.2-18。

表 6.2-18 声环境监测仪器信息表

仪器名称型号及出厂编号	量程范围	校准/检定证书编号
仪器名称：声级计 仪器型号：AWA6228+ 出厂编号：00325121	测量范围： 20dB(A)~142dB(A)	检定单位：湖北省计量测试技术研究院 证书编号：2024SZ024900329 有效期：2024.04.23-2025.04.22
仪器名称：声校准器 仪器型号：AWA6021A 出厂编号：1011369	声压级： (94/114) dB	检定单位：湖北省计量测试技术研究院 证书编号：2023SZ024900819 有效期：2023.08.11-2024.08.10

- (5) 监测方法
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。
- (6) 监测结果及分析
- 220kV 类比输电线路噪声类比监测结果分别见表 6.2-19。

表 6.2-19 220kV 线类比输电线路噪声监测结果

监测点位置		噪声监测值 dB(A)	背景噪声测量值 /dB(A)	噪声测量修正结果 /dB(A)
220kV 渔宁线、单回线路声环境监测断面（20#~21#塔，线高 11.5m）	导线弧垂最大处线路中心	38	37 (背景噪声检测点位于线路东北侧，距离边导线地面投影 135m)	<45
	距线路中心 1m	38		<45
	距线路中心 2m	38		<45
	距线路中心 3m	38		<45
	距线路中心 4m	39		<45
	距线路中心 5m	38		<45
	距线路中心 6m	39		<45
	边导线地面投影正下方	39		<45
	边导线外 1m	38		<45
	边导线外 2m	38		<45
	边导线外 3m	38		<45
	边导线外 4m	37		<45
	边导线外 5m	38		<45
	边导线外 10m	38		<45
	边导线外 15m	38		<45
	边导线外 20m	37		<45

	边导线外 25m	38		<45
	边导线外 30m	37		<45
	边导线外 35m	37		<45
	边导线外 40m	38		<45
220kV 渔宁线、 220kV 周渔线同塔 双回线路声环境监 测断面（12#~13# 塔，线高 14.1m）	导线弧垂最大处线 路中心	38	37 (背景噪声检测点位 位于线路东北侧， 距离边导线地面投 影 180m)	<45
	距线路中心 1m	38		<45
	距线路中心 2m	38		<45
	距线路中心 3m	38		<45
	距线路中心 4m	38		<45
	距线路中心 4.7m	38		<45
	边导线地面投影正 下方	38		<45
	边导线外 1m	38		<45
	边导线外 2m	38		<45
	边导线外 3m	37		<45
	边导线外 4m	38		<45
	边导线外 5m	38		<45
	边导线外 10m	38		<45
	边导线外 15m	37		<45
	边导线外 20m	38		<45
	边导线外 25m	37		<45
	边导线外 30m	37		<45
	边导线外 35m	38		<45
	边导线外 40m	37		<45

### (7) 监测结果分析

由类比监测结果可知，220kV 渔宁线单回线路、220kV 渔宁线/220kV 周渔线同塔双回线路运行时，距离地面 1.2m 高度处噪声值满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）及《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。220kV 类比输电线路线下及边导线外 40m 范围内噪声水平变化趋势不明显，输电线路运行噪声对周围环境噪声基本不构成增量贡献。

因此，由类比监测结果分析，本工程输电线路建成投运后对周围声环境质量及各声环境敏感目标的影响能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）对应的标准限值要求。

## 6.3 地表水环境影响分析

### 6.3.1 换流站工程



(1) 换流站运行期间站内废水主要包括冷却水和生活污水。

### 1) 生活污水

拟建背靠背换流站日常运行人员按 50 人考虑，平均日排水量约为  $6.75\text{m}^3/\text{d}$ ，最高日排水量为  $14.9\text{m}^3/\text{d}$ 。拟建换流站采用 1 套处理能力为  $3.0\text{m}^3/\text{h}$  的埋地式污水处理装置，生活污水经埋地式污水处理装置二级生化处理后部分回用，富余部分委托环卫部门定期清运。

排水系统主要包括雨水排水系统和生活污水排水系统。换流站雨水排至东侧的永丰河，生活污水经埋地式生活污水处理装置处理后部分回用，富余部分委托环卫部门定期清运。

### 2) 循环冷却水排水

可研阶段按排至桥河工业污水处理厂设计。根据设计提资，本工程换流站冷却系统采用间接水冷方式，阀外冷却水最大日排放量约为  $1300\text{m}^3/\text{d}$ 。采取排污水处理厂方案，需建设 29km 排水管线。站内设置 4 个阀冷废水排放点，冷却水通过管道汇流至各自附近的废水分池，经排水泵提升抽送并收集在废水总池，最终通过专用管道排至桥河工业污水处理厂。

阀外冷补水水源来自自来水厂，补水水质符合国家生活饮用水卫生标准。水处理采用为砂滤+炭滤+反渗透+加药的方式，每个喷淋水池还配有一套自循环水过滤系统。换流站阀冷却水处理工艺见图 6.3-1。

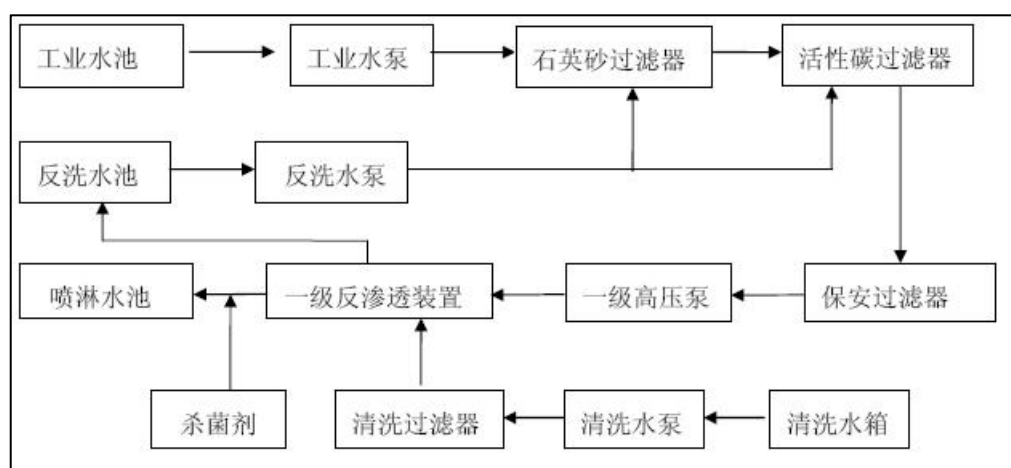


图 6.3-1 换流站阀冷却水处理工艺流程图

根据《重庆南州城市管理服务有限公司关于征求渝黔背靠背联网工程换流站站址意见的复函》，换流站运行后需进一步核实确认阀冷洁净下水的性质是否在生产过程中使用自来水反渗透处理后不再额外增加物质。并应在投产前向城镇排水主管部门办理城镇污水排入排水管网许可证。经许可后，换流站完成与污水处理厂的联动调试，

确保管网接口压力匹配，并提供符合《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)的水质全指标检测报告后，方可将阀冷洁净下水通过管道排至綦江桥河工业园区污水处理厂污水管网。

经核实确认，实际运行中，冷却水处理时，可能向喷淋水池中加药，药剂为杀菌灭藻剂和缓蚀阻垢剂，均为环保型制剂，不会产生污染问题，本项目排污许可正在办理中。

(2) 站外电源线路运行期间无废水产生，不会对线路附近水体环境产生影响。运行期巡视检修人员的固体废物应妥善收集，禁止随意丢弃至水体中，不会对输电线路附近水环境产生影响。输电线路巡视人员产生的少量生活污水依托当地居民旱厕等进行处理。

### 6.3.2 红城 500kV 变电站

红城 500kV 变电站前期工程已建设了地埋式污水处理装置，生活污水处理流程为：生活污水→污水管道→污水调节池→潜池排污泵→地埋式生活污水处理装置→消毒池→中水池→站内回用。

红城 500kV 变电站值班人员较少，日常工作人员一般为 3~4 人（3 班倒），生活污水主要来源于主控制楼，主要污染物为 COD、SS，污水量不超过 0.51m<sup>3</sup>/d。间断排放的少量生活污水采用地埋式污水设施处理后回用站区道路浇洒，多余部分由环卫部门定期清运，不外排，对站址周围水环境没有影响。本期 500kV 变电站扩建不增加运行人员、不新增生活污水排放量，对地表水环境不产生新的影响。

### 6.3.3 输电线路

线路运行期无污水、废水产生，对周围地表水环境没有影响。

## 6.4 固体废物环境影响分析

### (1) 生活垃圾处置

换流站运行期产生的固体废物主要为工作人员正常工作和生活产生的生活垃圾。生活垃圾在站内设置垃圾箱集中收集，由环卫部门定期负责收集和处理，不会污染环境。

本期红城 500kV 变电站扩建工程不新增运行人员，不新增生活垃圾产生量，对周围环境没有影响。

### (2) 废旧蓄电池

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部令第 36 号），废铅蓄电池为含铅废物，属于危险废物，废物类别为 HW31 含铅废物，废物代码为 900-052-31，危险特性为（T，C）。

换流站采用免维护铅酸蓄电池，运行维护人员根据使用年限和运行状态确定是否更换蓄电池。换流站应在站内运行期更换下来的废旧蓄电池交由有资质的单位进行处置。废旧蓄电池在收集、转移过程中，须严格执行《危险废物转移联单管理办法》有关规定，禁止在转移过程中擅自拆解、破碎、丢弃废旧蓄电池。

### （3）废油

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部令第 36 号），废变压器油为废矿物油与含矿物油废物，属于危险废物，废物类别为 HW08，废物代码为 900-220-08 废矿物油与含矿物油废物，危险特性为（T，I）。

当变压器发生事故时产生的部分事故油通过鹅卵石流入事故油坑，再通过排油管道排入事故油池。变压器冷却油为矿物油，因其而产生的废弃沉积物、油泥属危险废物，该危险废物由具备相应资质的专业单位进行回收处理。

### （4）含油废水

按规程要求，换流站、变电站内对带油设备设置油坑，通过排油管道集中排至事故油池，该油池设计考虑有油水分离功能，主变压器事故时，油污水先排至水封井，再接入总事故油池，经油水分离装置处理后，含油废水由运营单位统一收集送至有资质的单位进行处理，不外排。

### （5）输电线路运行期间无固体废物产生。

## 6.5 环境风险评价

### 6.5.1 环境风险影响分析

换流站在施工期的环境风险主要为联接变压器、站用变压器等含油设备在运输和安装过程中因不按操作规程操作等引发的设备破损、操作不当或其他原因造成的绝缘油外泄。

换流站在运行期可能引发环境风险事故的主要隐患为联接变压器、交流变压器绝缘油外泄。绝缘油属危险废物，如处置不当会对环境产生影响。

红城变本期采用干式低压电抗器，不新增含油设备，不存在环境风险影响。

## 6.5.2 环境风险防范措施

### 6.5.2.1 施工期风险防范措施

对于施工阶段含油电气设备绝缘油外泄的风险可以通过加强施工管理、文明施工、按操作规程施工等方式从源头上控制；同时在含油电气设备的装卸、安装、存放区域设置围挡和排导系统，确保意外事故状态下泄露的含油电气设备绝缘油导入总事故贮油池，避免通过漫流或雨水排水系统进入外环境。

### 6.5.2.2 运行期事故漏油防范措施

换流站站内主要含油设施为联接变、降压变、站用变、高抗等。站内含油设施下方均设计有贮油设施（事故油坑），设施内铺设卵石层，设施四周设有排油槽并与总事故贮油池相连。

换流站内拟建设 3 座事故油池，事故油池为全地下式钢筋混凝土式，结构安全稳定，内部进行防渗处理。重庆侧联接变东侧和贵州侧联接变东侧设置有两座事故油池，用于收集重庆侧联接变压器和贵州侧联接变压器事故油，有效容积分别各计约 120m<sup>3</sup>。贵州侧高抗西北侧设置有一座事故油池，用于收集高抗事故油，有效容积约 55m<sup>3</sup>。换流站新建事故油池有效容积约 120m<sup>3</sup>，接入的最大一台电气设备油重约 102t，折合体积约 115m<sup>3</sup>；新建高抗事故油池有效容积约 55m<sup>3</sup>，接入的最大一台电气设备油重约 40t，折合体积约 45m<sup>3</sup>。因此换流站内新建事故油池有效容积满足 GB50229-2019 中“总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一台设备确定”的要求。

红城 500kV 变电站前期工程中已建有 1 座容积为 74m<sup>3</sup> 的事故油池，事故油池的建设已通过前期工程的竣工环保验收。根据已建主变铭牌和在建主变资料，站内单台主变最大油重为 60t，折合体积约 67.1m<sup>3</sup>，满足《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）（2019 年 8 月 1 日起实施）6.7.8 中“户外单台油量为 1000kg 以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施，其容积宜按设备油量的 20% 设计，并能将事故油排至总事故贮油池。总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一台设备确定，并设置油水分离装置。当不能满足上述要求时，应设置能容纳相应电气设备全部油量的贮油设施，并设置油水分离装置。”本期扩建间隔不涉及用油设备，事故油池沿用前期，本期不新（扩）建事故油池。

为进一步控制、降低绝缘油外泄事故风险，建议加强施工管理和质量验评，严格落实相应的环境风险控制措施和设施，运行期对事故油池定期巡检，维持正常运行。在采取

上述风险防范措施后，换流站绝缘油泄漏风险概率、风险水平较低，风险影响可得到有效控制。

### 6.5.2.3 输电线路环境风险防范措施及风险分析

输电线路运行期无环境风险事项。

### 6.5.3 应急预案

为进一步保护环境，环评提出本工程投运后，建设单位必须针对换流站建立相应的事故应急管理部门，并制定相应的环境风险应急预案，以紧急应对可能发生的环境风险，并及时进行救援和减少环境影响。

按照《突发环境事件应急管理办法》（部令第 34 号）落实项目建设和运行过程中的突发环境事件应急管理，开展突发环境事件风险评估，完善突发环境事件风险防控措施，排查治理环境安全隐患，制定突发环境事件应急预案并备案、演练，加强环境应急能力保障建设。在《国家电网有限公司突发环境事件应急预案（第 3 次修订-2021 年）》的指导下，根据本工程工程特点，形成本工程的突发环境事件应急预案，按照《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4 号），进行备案管理，并定期演练，落实突发环境事件应急能力保障建设。

### 6.5.4 应急救援的组织

建设单位应成立应急救援指挥中心、应急救援抢救中心，各成员职责明确，各负其责。指挥中心要有相应的指挥系统（报警装置和电话控制系统），各生产单元的报警信号应进入指挥中心。

### 6.5.5 编制应急预案

#### （1）应急预案主要内容

应急救援预案的内容主要包括发生火灾事故的预案、发生自然灾害时的预案、生产控制系统发生故障时的预案等。

应急预案主要编制内容及框架见表 6.5-1。

表 6.5-1-100 应急预案主要内容表

序号	项目	预案内容及要求
1	应急计划区	危险目标：联接变、站用变、电抗器、变压器等含油电气设备 保护目标：控制室、环境敏感目标
2	应急组织机构	站区：负责全站指挥、事故控制和善后救援 地区：对影响区全面指挥、救援疏散
3	预案分级响应条件	规定预案级别，分级响应程序及条件
4	应急救援保障	应急设施、设备与器材等

5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式和交通保障、管制等相关内容
6	应急环境监测、抢险、救援及控制措施	由专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据
7	应急防护措施	防火区域控制：事故现场与邻近区域； 清除污染措施：清除污染设备及配置
9	应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序；事故现场善后处理，恢复措施；邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
10	培训计划	人员培训；应急预案演练
11	公众教育和信息	对换流站邻近地区开展公众教育、发布有关信息

## (2) 含油电气设备绝缘油泄漏应急预案

### 1) 组织领导：

领导机构：运行管理单位相关部门负责联接变等变压器油泄漏处理问题，明确责任归属。

责任人：领导机构分管人员、站长、站内值班组长，值班巡视人员。

### 2) 事故应急：

①发生一般绝缘油泄漏，当班值班人员应立即报告值班组长，站长、运行管理单位逐级上报，采取必要防护措施，避免发生火灾、爆炸等事故；

②发生绝缘油泄漏事故时，当班值班人员应立即报告值班组长，站长、运行管理单位逐级上报，并按换流站火灾应急预案、人员伤亡预案组织救援；③检查绝缘油储存设施，确保泄漏的绝缘油储存在事故油坑、管道及总事故贮油池中，不外泄，及时联系有资质单位对其进行回收；

④对事故现场进行勘察，对事故性质、参数与后果进行评估；

⑤对事故现场与邻近区域进行防火区控制，对受事故油污染的设备进行清除；

⑥应急状态终止，对事故现场善后处理，邻近区域解除事故警戒及采取善后恢复措施，恢复换流站或变电站运行。

## 7 生态影响评价

识别拟建工程施工期、运营期对当地环境生态的影响性质和影响程度，以便有针对性地开展生态影响的评价工作。根据拟建工程的建设内容、工艺特点以及沿线地区的生态现状及环境特点，对拟建工程的生态影响因子进行识别与筛选，见表 7-1。

表 7-1 环境生态影响识别与因子筛选表

建设时期	受影响的对象	评价因子	施工内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期	物种	分布范围种群、数量、种群结构、行为等	项目施工活动及场地占用使占地范围内土地性质及利用类型改变，直接造成项目及影响区植被及部分微小生物被破坏或导致死亡，使区域种群交流活动在一定程度上受到阻隔，间接造成区域种群数量减少，间接使种群结构发生变化，施工活动直接对区域野生动物行为产生一定程度的干扰	短期可逆	弱
	生境	生境面积、质量	项目施工活动直接造成项目及影响区的区域生境受到影响，间接降低生境面积和质量，造成区域生境一定程度上的破碎化	短期可逆	弱
	生物群落	物种组成、群落结构	项目施工活动及土地占用等行为，直接使区域物种减少，破坏了群落关系，使物种组成和群落结构发生变化	短期可逆	弱
	生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	项目施工活动及土地占用等行为，直接降低区域植被覆盖，降低区域生产力和生产量，破坏生态系统功能，降低占地区域物种丰富度，间接对区域生态系统均匀度和优势度造成一定程度的影响	短期可逆	弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	项目施工活动及土地占用等行为，对区域生物多样性有一定的影响，在一定程度上破坏了生物优势度等	短期可逆	弱
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	<p><b>A. 贵州段生态敏感区情况：</b>（1）线路跨越贵州省生态保护红线，不在生态保护红线内立塔；（2）红城变评价范围内涉及贵州省生态保护红线（"520330114343 大娄山-赤水河水源涵养"），位于红城变西南侧 386m。</p> <p><b>B. 重庆段生态敏感区情况：</b>（1）临近生态保护红线，最近距离 20m，占地不涉及生态保护红线；（2）重庆綦江国家地质公园，避让，与地质公园边界最近距离 20m；</p>	短期可逆	弱

			(3)重庆綦江老瀛山市级自然保护区，避让，与自然保护区边界最近距离100m，保护区位于线路南侧。线路占地不涉及自然保护区。 对敏感区内土地利用、农业、水土流失、动物繁衍、植物多样性、水生生物、景观等有一定程度的间接影响。		
	自然景观	景观多样性、完整性等	项目施工活动及土地占用等行为，直接改变了区域景观多样性，在一定程度上破坏了景观完整性	短期可逆	弱
	自然遗迹	遗迹多样性、完整性等	项目评价区不涉及自然遗迹	—	—
运营期	对植物影响分析	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	正常运营期对植被无直接影响，不涉及覆盖度、生物量损失影响； 事故情况下产生局部植被破坏，如偶发性的检修或者发生输电线路的破损、断裂、短路，造成火灾；倒塔事故时，压占塔基周边植被，对塔基附近植被产生局部破坏，降低小范围内的生产力，塔基事故修复后，采取绿化补偿修复措施，植被破坏区域在一定时段后得以恢复。	偶发可逆	短期局部影响，影响程度较弱
	对野生动物影响分析	物种组成、群落结构	本工程输电线主要为空中跨越，对野生动物种群无阻隔影响。偶有个别迷鸟撞击输电线路的可能性。总体看对区域野生动物物种组成、群落结构影响很小。	偶发可逆	弱
	自然景观	景观多样性、完整性等	塔基占地使景观完整性受到一定程度的影响，由于塔基占地面积较小，在塔基周边绿化恢复完成后，对景观影响较小	长期不可逆	弱
	自然遗迹	遗迹多样性、完整性等	项目线路不涉及自然遗迹	—	—

由上表可知，拟建工程施工期和运营期对环境生态产生的影响方式和影响程度有所不同。工程施工期的影响主要通过施工扰动产生的，属于直接影响，而且影响性质属于负面的。根据识别，工程施工期对生态的各个方面均会产生不利影响，其中对土地利用、植被覆盖度、生物量方面的影响尤为突出，即工程建设将会降低植被覆盖度、降低物种丰富度，给项目占地及周边影响区域物种、生境、生物群落、生态系统等方面带来一定程度的影响。项目建设完成后，工程沿线塔基开挖敷设占用的临时占地，施工期结束前均已将原土层按原有方式回填并进行整理，并恢复原有土地利用类



型，复耕或复原原有植被。对环境生态的负面影响已经显著减轻，生态环境将得以恢复改善。随着时间的推移，区域物种、生境、生物群落、生态系统等逐渐丰富、优化，区域生态环境逐渐恢复。

工程运营期的影响主要通过已建线路或日常维护扰动产生的，属于直接影响。通过加强设备维护，防止风险发生。降低人员活动对评价区生态的扰动，可将运营期生态影响降至最低。

## 7.1 生态影响评价概述

### 7.1.1 评价因子

本工程施工期和运行期对周围生态环境将产生一定的影响。主要影响因素包括施工期的换流站、变电站、塔基永久占地及施工道路、施工生产生活区、牵张场等临时占地；施工废水、弃渣、施工噪声以及人为活动等；运行期的电磁环境、声环境、输电线路架设对动物分布的影响等。生态影响评价因子筛选表见表 7.1-1。

表 7.1-1 生态影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	工程内容和影响方式	影响性质	影响程度
施工期				
物种	分布范围	工程永久/临时占地导致物种分布格局变化	直接/间接影响、长期影响	中
	种群数量、种群结构、行为	工程开挖、材料运输造成干扰	直接/间接影响、短期影响	弱
生境	生境面积	永久占地导致生境丧失和破坏	直接影响、不可逆影响、长期影响	中
		临时占地导致生境丧失和破坏	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
	质量	施工人为活动、弃渣、扬尘、水土流失等对物种生境影响	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
	连通性	施工道路等对生境的阻隔影响	直接影响、可逆影响、短期影响	弱
生物群落	物种组成、群落结构	塔基处边缘效应等造成群落结构改变	直接影响、不可逆影响、长期影响	中
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	施工永久、临时占地导致植被覆盖度降低、生物量、生产力降低、生态系统功能受到一定影响	直接/间接影响、可逆影响、长期影响	弱

生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	工程对保护对象分布、活动的影响	间接影响、可逆影响、短期影响	弱
自然景观	景观多样性、完整性等	工程建设造成景观面积变化	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
运行期				
物种	分布范围、种群数量、种群结构	输电线路运行产生的合成电场、工频电场、工频磁场、噪声对动物分布的影响	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱
生境	连通性	输电线路对鸟类迁徙和飞行影响	直接影响、不可逆影响、长期影响	中-弱，不涉及鸟类主要迁徙通道
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	输电线路下方乔木高度修剪造成生产力下降、生物量下降	直接影响、可逆影响、长期影响	弱
自然景观	遗迹多样性、完整性等	塔基对自然景观的干扰	直接影响、不可逆影响、长期影响	弱

### 7.1.2 评价时段

本工程按施工期和运行期两个时段进行评价，生态现状调查水平年为 2025 年，分别在 6-7 月和 10 月开展了现场调查工作。

### 7.1.3 生态调查与评价方法

在线路沿线开展了生态敏感区、生物资源等资料的收集工作。调查内容依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）。具体到野生动植物物种调查，方法详见具体对应种群调查章节。

利用野外调查和收集的资料，采用生态机理分析法、类比法、景观生态方法等方法进行评价分析。

## 7.2 生态现状调查与评价

### 7.2.1 土地利用现状调查

本次评价根据实地调查结果，参照《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），将评价范围内土地划分为乔木林地、灌木林地、其他草地等 11 个分类。见表 7.2-1。

表 7.2-1 评价区土地利用解译分类

名称	含义
乔木林地	指乔木郁闭度 $\geq 0.2$ 的林地，不包括森林沼泽

灌木林地	指灌木覆盖度 $\geq 40\%$ 的林地，不包括灌丛沼泽
其他草地	指树木郁闭度 $< 0.1$ ，表层为土质，不用于放牧的草地
城镇住宅用地	指城镇用于生活居住的各类房屋用地及其附属设施用地，不含配套的商业服务设施等用地
农村宅基地	指农村用于生活居住的宅基地。
工业用地	指工业生产、产品加工制造、机械和设备修理及直接为工业生产等服务的附属设施用地
采矿用地	指采矿、采石、采砂（沙）场，砖瓦窑等地面生产用地，排土（石）及尾矿堆放地
交通运输用地	指用于运输通行的地面线路、场站等的土地。包括民用机场、汽车客运场站、港口、码头、地面运输管道和各种道路以及轨道交通用地。
水域及水利设施用地	指陆地水域、滩涂、沟渠、沼泽、水工建筑物等用地。不包括滞洪区和已垦滩涂中的耕地、园地、林地、城镇、村庄、道路等用地。
旱地	指无灌溉设施，主要靠天然降水种植旱生农作物的耕地，包括没有灌溉设施，仅靠引洪淤灌的耕地
水田	指用于种植水稻、莲藕等水生农作物的耕地。包括实行水生、旱生农作物轮种的耕地。
其他土地	指上述地类以外的其他类型的土地

以 2025 年 6 月遥感影像作为源数据，卫星数据来自 Landsat-8 影像——哨-2 号卫星，基于 ArcGIS 平台，对其进行校准、拼接、切割等预处理，采用人机交互式解译法（即人员现场踏勘结合机器识别解译）提取土地利用数据，结果见下表。

表 7.1-2 评价区土地利用现状汇总

土地利用类型	面积（ $\text{hm}^2$ ）	百分比（%）
乔木林地	10098.11	53.60
灌木林地	1619.69	8.60
其他草地	640.79	3.40
城镇用地	25.88	0.14
农村宅基地	416.77	2.21
工业用地	52.94	0.28
采矿用地	23.19	0.12
交通运输用地	292.28	1.55
其他土地	154.75	0.82
水域	23.13	0.12
水田	1769.58	9.39
旱地	3722.47	19.76

合计	18839.57	100.00
----	----------	--------

评价结果表明，评价区总面积为 **18839.57hm<sup>2</sup>**。评价区林地（乔木 + 灌木）合计：**11717.80 hm<sup>2</sup>**，占 **62.20 %**，生态优势明显。耕地（水田+旱地）合计 **5492.05 hm<sup>2</sup>**，占 **29.15 %**，是第二大土地利用类型。建设用地（城镇、农村、工业、采矿、交通）合计 **811.05 hm<sup>2</sup>**，仅占 **4.31 %**，开发强度低。

## 7.2.2 植被生态现状调查

### 7.2.2.1 总体概况

本项目全线途经重庆市綦江区和贵州省遵义市习水县，渝黔背靠背联网工程（以下简称本工程）主要建设内容包括：渝黔背靠背换流站新建工程（以下简称渝黔换流站），红城 500kV 变电站扩建工程，隆盛～海棠、隆盛～圣泉开断接入换流站 500kV 线路工程，换流站～红城 500kV 线路工程。根据《中国植被》(吴征镒 1980)、《中国植被及地理格局中华人民共和国植被图集(1:100 万)说明书》(上卷、下卷)(张新时主编 2007)，项目区位于亚热带，水热条件良好，自然环境复杂多变，评价范围内原生植被以中亚热带常绿阔叶林为主，评价区植被除受地带性特征制约外，还受局部地形、地貌、热量、水分、土壤及土地开发利用的影响。

本项目所在区域位于贵州北部和重庆南部綦江县，地处亚热带高原山区，由于受太平洋暖流和印度洋季风气候的双重影响，加之河谷切割较深，气候类型多样，对森林植物的生长发育、保存和繁衍极为有利，适宜多种植物生长。

区域内特点为：位于贵州北部与重庆南部边界，地貌类型以丘陵、低中山居多，海拔一般900～1300米，部分分水岭平顶山海拔高达1800m。相对高差较大，河流深切，相对高差达600米以上，形成悬崖峡谷，间或分布小面积盆地。出露地层以白垩纪、侏罗系砂页岩为主。石灰岩地区岩溶地貌也较为发育。土壤以黄壤为主，石灰岩地区有黄色石灰土，局部地区（綦江区一带）有紫色土分布。气候垂直变化显著，谷地较热，山地较凉。习水和綦江区一带热量条件较好，年降雨量940～1100毫米左右。

区域内植被与农田垦殖程度关系密切，在沿线农田垦殖强烈区域，水土流失较严重，天然植被保存很少，多数转化为农用旱地，不宜垦殖的区域则保留残存稀疏林地，且以针叶林为主。砂页岩山顶保留有白栎、麻栎灌丛，石灰岩地区则有较多的柏木林保存。岩石露头的区域多小果蔷薇、火棘为主的藤刺灌丛。在沿线人为扰动较少的部分区域，如渝黔交界区域，人口密度较低，农耕面积对森林占用较少，或山体坡

度较大不易开垦的山体，保留了部分常绿阔叶林种，以小红栲、峨嵋栲、槲栎为主的常绿阔叶落叶混交林为代表。部分区域也有小红栲、栎类及马尾松、杉木等构成的针阔混交林分布。在沿途的河谷区域和海拔较低的谷地，分布有斑块状的河谷季雨林，代表植物有榕树（*Ficus macrocarpa*）、黄果树（*Ficus lacor*）、大叶桉（*Eucalyptus robusta*）等。在重庆市綦江区段，线路途经的三江镇、东溪镇等乡镇河岸两侧黄果树古树较为常见。

区域内栽培植物有甘蔗、芭蕉、柑桔、桃、李等果木，粮食作物以水稻为主，旱地以玉米、黄豆为主，綦江境内部分区域种植小麦。在习水县境内由于酿酒业发达，高粱在此区域内广泛种植。

区域内农垦较为强烈，尤其在人口稠密的乡镇区域，造成自然植被破坏，人工栽培用地和自然植被保护问题较为突出。

### 7.2.2.2 植被类型

根据《中国植被及其地理格局 中华人民共和国植被图集（1:100 万）说明书》（上卷、下卷）（张新时主编，2007），项目区域沿线植被类型(植被型)主要包括酸性土植被和钙质土植被两大类，具体又细分为针叶林、落叶阔叶林、常绿阔叶林、针叶林、灌丛、灌草丛、竹林等植被类型，由于线路走线多位于山脊区域，植被调查中对跨河的湿地植物群落进行了调查，未对水生植物群落进行具体划分，统一归入湿地植物群落类型。

### 7.2.2.3 植被覆盖度

本次评价基于遥感估算植被覆盖度，方法采用植被指数法。分辨率 15m，处理系统采用 ENVI（The Environment for Visualizing Images），在提取 NDVI 的影像上通过建模实现植被覆盖度（FVC）的计算。从植被覆盖度（FVC）的估算结果可以看出，本项目评价范围内基本属于较高和高度植被覆盖等级，低植被覆盖区域主要为水体和裸露地表，低植被和较低植被覆盖区域面积相对较少。

评价区人类活动密集，农业以及工业比较发达，远离村寨的区域林地覆盖率高，植被覆盖度（FVC）的估算结果符合该地区的生态环境特征。具体评价区植被覆盖度统计见下表。

整体植被状况优良，高度覆盖（>60 %）占 76.70 %，对应 15868 hm<sup>2</sup>，为区域基底。≥45 % 的中-高覆盖合计 88.71%，表明绝大部分地表具备持续光合能力、水土保持功能与生物栖息条件。低-较低覆盖（<30 %）仅 5.62 %，生态退化面积积极小，区

域植被整体健康。

表 7.1-3 评价范围内植被覆盖度

覆盖度类型	覆盖度	面积（hm <sup>2</sup> ）	占比%
低植被覆盖度	<10%	380.87	2.02
较低植被覆盖度	10%-30%	490.85	2.61
中度植被覆盖度	30%-45%	865.73	4.60
较高植被覆盖度	45%-60%	1961.29	10.41
高度植被覆盖度	>60%	15140.82	80.37
合计		18839.57	100.00

7.2.2.4 植物群落现状调查

7.2.2.4.1 调查时间

根据项目沿线植被区划及植被地带性分布规律，对评价范围内植被和植物进行了详细的踏查，调查时间为 2025 年 6 月、7 月植被生长旺盛季节，10 月由于线路调整，补充了部分样地，分组开展现场踏勘。

7.2.2.4.2 调查内容与方法

根据导则要求与调查情况，选取若干具有代表性点位进行植物样方调查。植物区系调查限于陆生维管束植物，重点是种子植物。植物和植被调查采取样线法和样方法相结合，除了实地记录观察到的植物物种外，同时在地形图上勾绘观察到的植物群落类型和边界。沿样线随机确定植物群落调查样方，样方分成针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌丛、灌草丛类型，其大小根据调查要求和群落特点分别为 20m×20m、5m×5m 和 1m×1m。

调查样线主要在项目评价范围内，沿输电线路走廊开展调查。沿途设置代表性调查样地与样方。

样地要求具有全面性和代表性，全面性指样地在空间上涵盖整个研究区，布局均衡，能够反映研究区植被和环境的全貌；代表性指布点必须包含所有代表性的植物群落类型，是群落清查的主体内容。采用典型样方调查方法进行采样，乔木层样方面积为 20 m×20 m、灌木层样方面积为 5 m×5 m、草本层样方面积为 1 m×1 m。记录样方中每株植物的种名、树高（灌草为株高）、胸径（灌木为基径）、冠幅、盖度与频度等指标，根据公式计算群落中物种的重要值，确定群落类型及其分布状况。

植物科属种根据《中国高等植物图鉴》《中国植物志》《中国植物志》和《贵州植物志》等国家和地方专著进行鉴定。记录植物的科、属、种名，形态特征、生境、土壤、海拔、坡度。

采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行植被和土地利用类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图和土地利用类型图，并以此为依据，进行景观体系的优势度、多样性的分析。GIS 数据制作和处理的软件平台为 ArcGIS，遥感处理分析的软件采用 ENVI。

土地利用类型现状图、植被覆盖度图及植被类型现状图由野外调查结合卫星影像解译结果确定。卫星遥感数据以 2025 年 6 月遥感影像作为源数据，卫星数据来自 Landsat-8 影像——哨-2 号卫星，空间分辨率为 10 米。同时结合野外实际调查辅助解译。野外生态信息数据的采集主要借助奥维、GPS 记录仪获取。

表 7.1-4 线路跨越生态敏感区情况

敏感区类别	行政区		名称	与项目位置关系	主要保护目标	备注
生态红线	贵州省	遵义市	赤水河生物多样性生态保护红线520330125129	跨越赤水河生物多样性（520330125129）线路路径长 2.3km（0.35+0.08+0.17+0.44+0.09+0.19+0.74+0.12+0.07+0.05）（单回路段），自空中跨越生态保护红线，未在红线内占地； 临时工程：穿越 520330125129 人抬道路长 250m(北侧 65m+南侧 185m)，占地 250m <sup>2</sup>	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线，类型为生物多样性维护。	未设塔基，空中跨越 临时工程占用部分生态红线
生态红线	贵州省	遵义市	赤水河生物多样性生态保护红线520330125131	跨越赤水河生物多样性（520330125131）线路路径长 1.28km（0.14+0.05+0.73+0.23+0.13）（单回路段），自空中跨越生态保护红线，未在红线内占地； 临时工程：穿越 520330125131 人抬道路长 50m，占地 50m <sup>2</sup>	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线，类型为生物多样性维护。	未设塔基，空中跨越 临时工程占用部分生态红线
生态红线	贵州省	遵义市	赤水河生物多样性生态保护红线520330122907	跨越赤水河生物多样性（520330122907）线路路径长 0.05km（同塔双回段），自空中跨越生态保护红线，未在红线内占地	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线，类型为生物多样性维护。	未设塔基，空中跨越
生态红线	贵州省	遵义市	赤水河生物多样性生态保护红线520330123099	跨越赤水河生物多样性（520330123099）线路路径长 0.43km（同塔双回段），自空中跨越生态保护红线，未在红线内占地	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线，类型为生物多样性维护。	未设塔基，空中跨越



生态红线	贵州省 遵义市	习水县	赤水河生物多样性生态保护红线 520330122945	跨越赤水河生物多样性 (520330122945) 线路路径长 0.47km (0.10+0.03+0.07+0.04+0.23) (同塔双回段), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线, 类型为生物多样性维护。	未设塔基, 空中跨越
生态红线	贵州省 遵义市	习水县	赤水河生物多样性生态保护红线 520330122942	跨越赤水河生物多样性 (520330122942) 线路路径长 1.75km (0.3+0.18+0.07+0.09+0.66+0.11+0.28+0.06) (同塔双回段), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线, 类型为生物多样性维护。	未设塔基, 空中跨越
生态红线	贵州省 遵义市	习水县	赤水河生物多样性生态保护红线 520330125135	跨越赤水河生物多样性 (520330125135) 线路路径长 0.2km (同塔双回段), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线, 类型为生物多样性维护。	未设塔基, 空中跨越
生态红线	贵州省 遵义市	习水县	赤水河生物多样性生态保护红线 520330122917	跨越赤水河生物多样性 (520330122917) 线路路径长 0.52km (同塔双回段), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线, 类型为生物多样性维护。	未设塔基, 空中跨越
生态红线	贵州省 遵义市 习水县	习水县	赤水河生物多样性生态保护红线 520330122915	跨越赤水河生物多样性 (520330122915) 线路路径长 1.4km (1.1+0.3) (同塔双回段), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线, 类型为生物多样性维护。	未设塔基, 空中跨越
生态红线	贵州省 遵义市 习水县	习水县	赤水河生物多样性生态保护红线 520330125131	跨越赤水河生物多样性 (520330125131) 线路路径长 1.28km (0.14+0.05+0.73+0.23+0.13) (单回路段), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线, 类型为生物多样性维护。	未设塔基, 空中跨越

生态红线	贵州省 遵义市 习水县	习水县	赤水河生物多样性生态 保护红线 520330122899	跨越赤水河生物多样性 (520330122899)线路路径长 0.74km (0.4+0.16+0.18)(单回路), 自空中 跨越生态保护红线, 未在红线内占地	生态敏感区名称为赤水河生物多样性保护红线, 类型为生物多样性维护。	未设塔基, 空中跨越
生态红线	重庆市 綦江区	綦江区	綦江区生态 保护红线 500110126331	500kV 线路自红线西北方向经过, 位于红线 范围外, 最近直线距离 0.033km	生态敏感区名称为綦江区生态保护红线, 类型为 生物多样性维护。	临近, 未占用 和跨越
国家地质 公园	重庆市	綦江区	重庆綦江国家地 质公园	未跨越, 最近距离 0.020km	重庆綦江国家地质公园, 分为一级、二级、三级 保护区和其他区域, 输电线路距离最外围边界 0.020km. 公园是以典型、稀有、珍贵的木化石群、恐龙 足迹群和丹霞地貌景观为主体, 融优美自然的中 低山—丘陵地貌景观、地质构造遗迹和特色鲜明 的綦江农民版画等人文景观为一体, 是一个集地 学研究、科学普及、旅游观光和休闲度假于一体 的, 科学内涵丰富、地方特色浓郁、文化气息深 厚、观赏价值极高的综合性地质公园。	距离外围保护 地带边界 0.020km
自然保护 区	重庆市	綦江区	重庆綦江老瀛山 市级自然保护区	未穿越, 最近直线距离 0.073km	老瀛山保护区是以珍稀、濒危动植物种及其生 存环境为重点, 集生态保护、科研监测、生态旅 游于一体的自然保护区。老瀛山保护区属森林生 态系统类型自然保护区。森林生态系统类型自然 保护区是指以森林植被及其生境所形成的自然生 态系统作为主要保护对象的自然保护区。	距离保护区北 部边界 0.073km, 位于 实验区以外。 保护区在本项 目生态影响范 围内。

## 一、调查依据与原则

经查询国家林业和草原局公告（2023 年第 23 号）（陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）），本项目所涉及的生态敏感区不属于野生动物重要栖息地，不做重要生境考虑。

线路在贵州段为跨越生态红线，未在保护红线内设置塔基和占地，生态评价等级按三级评价。线路避让了綦江老瀛山自然保护区，但项目影响评价范围涉及綦江老瀛山自然保护区，根据导则应为一类评价，考虑本项目线性工程未占用自然保护区用地，降为二类开展评价。生态影响评价及相关调查原则如下。

1)对输电线路沿线评价范围为：涉及生态敏感区段两侧 1000m 范围，未涉及生态敏感区段两侧 300m 范围，换流站等场站外扩 500m 为生态评价范围。对评价范围内的主要植被类型进行调查，并按照技术导则要求评价区域内设置样方。

2)植物样方布点涵盖重点施工区域、植被良好的区域、生态保护红线区、生态敏感区及周边区域，并考虑样方布点的均匀性，有针对性设置样方点。

3)样方调查设计除考虑植被类型外，还考虑覆盖不同生境类型，同时山区样方结合海拔、坡向、坡位合理布设。

4)根据线路沿线植被与地形特点，结合前期调查结果，在植物多样性高或一些生态敏感的地段做重点调查；反之，在一些物种多样性低，人为活动频繁的乡镇地段和耕作区做简要调查。

5)调查中尽量避免非取样误差，避免选择路边易到之处和受人为活动干扰强烈的区域，两人以上进行观察记录，消除主观因素。

## 二、调查内容及方法

评价人员首先广泛收集沿线植被资料，包括植物志、植被区系及植物名录、国家重点保护野生植物名录、植被类型图、线路周边区域的生态敏感区资料、典型植被生产力及主要植物群落生物量的相关参考文献等。

在此基础上，进行了现场调查，按照导则要求，设置典型样方，对植被类型及分布、植物群落组成及生长状况及重要植物物种资源现状进行调查。尤其是针对重点保护野生植物、古树名木等，野外调查、部门咨询、民间访问和市场调查相结合，确保摸清当地植物群落、保护物种和古树名木现状，保证调查的全面性与典型性。

调查样地设置要求如下：

利用 GPS 确定标定样方的位置，设置乔木群落样方面积 20m×20m，草本样方面

积  $1\text{m}\times 1\text{m}$ ，调查并记录乔木层树种的株数、高度、胸径、冠幅等，调查并记录灌木层和草本层植物的种类、数量、高度和盖度以及海拔等，同时拍摄样方群落照片。对现场调查中发现的保护植物、古树名木等，记录经纬度、周边位置信息并拍摄照片留存。

### 三、植物样方布设情况

#### 1) 样方设置情况

在调查范围内共设置了有代表性的样方 51 个，样方布设情况见下表野生动植物调查样方样线布置图。

表 7.1-5 评价区内植物调查样方一览表

序号	群落类型	海拔(m)	坡度(°)	坡向	规格	备注
					(m×m)	
1.	慈竹群落	354	5°	SE 45°	10×10	起点段
2.	慈竹群落	359	10°	SE8°	10×10	
3.	水竹群落	423	5°	SE 5°	5×5	换流站场站区域
4.	慈竹群落	407	13°	SE 60°	5×5	
5.	白栎群落	402	35°	SW 8°	10×10	綦江生态保护红线区
6.	马尾松群落	721	10°	SW 10°	10×10	
7.	柏木群落	647	35°	W	10×10	
8.	马尾松群落	661	25°	SW 20°	10×10	綦江老瀛山自然保护区、綦江地质公园
9.	毛竹群落	621	30°	SE 25°	10×10	綦江老瀛山市级自然保护区、綦江国家地质公园、綦江区生态保护红线
10.	慈竹群落群落	581	5°	NE 5°	10×10	綦江老瀛山市级自然保护区、綦江国家地质公园、綦江区生态保护红线
11.	慈竹群落	353	13°	SE 10°	5×5	
12.	毛竹群落	653	28°	NE 25°	5×5	
13.	马尾松群落	493	21°	SW20°	10×10	
14.	白栎群落	480	20°	SE 16°	10×10	
15.	白栎群落	624	32°	SE 30°	10×10	赤水河生态保护红线
16.	马尾松+白栎群落	495	24°	SE 10°	10×10	綦江老瀛山市级自然保护区、綦江国家地

						质公园、綦江区生态 保护红线
17.	马尾松+白栎群落	546	6°	SE 40°	10×10	
18.	盐肤木群落	601	30°	NW8°	5×5	
19.	牡荆群落	610	6°	SE 25°	5×5	
20.	牡荆群落	663	20°	SE15°	5×5	
21.	类芦群落	734	6°	SW30°	2×2	
22.	白茅群落	628	14°	SE25°	2×2	
23.	五节芒群落	626	19°	SE 30°	2×2	
24.	蒿、狗尾草群落	350	2°	SW 10°	2×2	赤水河生态保护红线
25.	蒿、狗尾草群落	352	1°	SW 10°	2×2	
26.	水竹群落	513	5°	NW25°	5×5	
27.	毛竹群落	916	24°	NW18°	5×5	
28.	水竹群落	962	3°	NW50°	10×2	
29.	马尾松+白栎群落	915	35°	SW40°	10×10	赤水河生态保护红线
30.	丝栗栲群落	1275	28°	SE 45°	20×20	
31.	蒿、狗尾草群落	423	2°	SW 10°	2×2	
32.	芒+蕨群落	1036	7°	NE 15°	2×2	
33.	盐肤木群落	578	25°	NW 5°	5×5	赤水河生态保护红线
34.	丝栗栲群落	1230	25°	SW 65°	20×20	赤水河生态保护红线
35.	丝栗栲群落	1229	20°	SW 60°	20×20	赤水河生态保护红线
36.	杉木群落	1122	20°	NW 85°	20×20	
37.	杉木群落	1130	7°	NW 70°	10×10	
38.	杉木群落	1129	12°	NW35°	10×10	
39.	火棘、野蔷薇、金佛山荚 蒾、马桑群落	1094	18°	NE 80°	5×5	
40.	马尾松群落	912	5°	SE 40°	10×10	

41.	柏木群落	1101	5°	NE 20°	20×20	
42.	火棘、野蔷薇、金佛山荚蒾、马桑群落	435	13°	SW	5×5	
43.	火棘、野蔷薇、金佛山荚蒾、马桑群落	410	10°	SE	5×5	
44.	火棘、野蔷薇、金佛山荚蒾、马桑群落	367	11°	W	5×5	
45.	五节芒群落	312	22°	N	5×5	
46.	五节芒群落	620	15°	SW40°	5×5	
47.	类芦群落	840	13°	SE 45°	5×5	
48.	类芦群落	480	17°	SW 10°	5×5	
49.	盐肤木群落	771	18°	NE 15°	5×5	
50.	盐肤木群落	1022	15°	NW 5°	5×5	
51.	芒群落	430	—	—	5×5	

### 3) 植物样方类型符合性分析

本项目为线性项目，按照生态导则进行分段评价。进入生态敏感区的线路段生态影响评价等级为二级；其余区段生态影响评价等级为三级。按照生态导则要求，二级评价开展样方调查的，应涵盖评价范围内不同的植被类型及生境类型，山地区域还应结合海拔段、坡位、坡向进行布设。根据植物群落类型（宜以群系及以下分类单位为调查单元）设置调查样地。

本项目样方设置兼顾了乔木、灌木、草本及水生植被等不同的植被类型，同时在一般区域及不同生态敏感区（主要考虑林地、灌丛等不同生境）均进行了样方布设。由于线路为一档跨越水域（生态保护红线或自然保护地），建设过程距离水体较远，不涉及湿地占地，不产生水体扰动，本次不进行水生植物样方调查。综上所述，本次调查植物样方的设置符合生态导则的类型要求。

### 4) 植物样方数量符合性分析

本项目为线性项目，按照生态导则进行分段评价。进入生态敏感区的线路段生态影响评价等级为二级；其余区段生态影响评价等级为三级。按照生态导则要求，二级评价主要植被群落调查的数量每种不少于 3 个，三级为 1 个。

根据文献资料，结合现场实际调查，确定二级评价及三级评价区域主要植被群落共需要布设 18 个植物样方，实际调查中共设置了 51 个植物样方。本次调查植物样方的设置符合生态导则的数量要求，详见下表。

表 7.1-6 植物样方数量符合性

评价等级	主要植被群落	需布设数量	同类群落布设数量	符合性
二级	6	18	36	符合
三级	6	6	15	符合
总计	12	24	51	符合

### 7.2.2.5 主要植物群落类型及特征

依据现场调查结果并参考相关资料，对评价范围主要植物群落进行统计，并得出主要植物名录，详见下表。



表 7.1-7 评价范围主要植物群落调查结果统计表

植被系列	植被型组	植被型	植被亚型	群系及组合型	主要分布区域
自然植被	针叶林	暖性常绿针叶林	亚热带山地暖性常绿针叶林	1. 马尾松群系 Form. <i>Pinus massoniana</i>	各地广泛分布
				2. 杉木群系 Form. <i>Cunninghamia lanceolata</i>	各地
				3. 柏木群系 Form. <i>Cupressus funebris</i>	广泛分布, 綦江段较多
		针阔混交林	亚热带山地针阔混交林	4. 马尾松、白栎群系 Form. <i>Pinus massoniana</i> , <i>Quercus fabri</i>	广泛分布
	阔叶林	常绿阔叶林	中亚热带山地常绿阔叶林	5. 丝栗栲群系 Form. <i>Castanopsis fargesii</i>	习水区域岛屿状分布
		落叶阔叶林	亚热带山地落叶阔叶林	6. 白栎群系 Form. <i>Quercus fabri</i>	綦江零星分布
	竹林	亚热带低山丘陵河谷竹林	中亚热带低山丘陵河谷竹林	7. 慈竹群系 Form. <i>Bambusa emeiensis</i>	村寨附近
				8. 水竹 Form. <i>Phyllostachys heteroclada</i>	村寨附近
				9. 毛竹群系 Form. <i>Phyllostachys edulis</i>	广泛分布
	灌丛和灌草丛	灌丛	亚热带山地灌丛	10. 火棘、野蔷薇、金佛山荚蒾、马桑群系 Form. <i>Pyracantha fortuneana</i> , <i>Rosa</i> spp., <i>Viburnum chinshanense</i> , <i>Coriaria nepalensis</i>	评价区域各处喀斯特山地
				11. 牡荆群系 Form. <i>Vitex negundo</i> var. <i>cannabifolia</i>	评价区域各地
				12. 盐肤木群系 Form. <i>Rhus chinensis</i>	各地广泛分布
		灌草丛	亚热带山地灌草丛	13. 芒、蕨群系 Form. <i>Miscanthus sinensis</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	林缘
				14. 类芦群系 Form. <i>Neyraudia reynaudiana</i>	评价区河谷斜坡
				15. 白茅群系 Form. <i>Imperata cylindrica</i>	评价区零星分布
				16. 五节芒群系 Form. <i>Miscanthus floridulus</i>	评价区河谷斜坡
				17. 蒿、狗尾草群系 Form. <i>Artemisia</i> spp., <i>Setaria viridis</i>	各地路旁、荒山广泛分布
人工植被	经济果木林	果木林		核桃林	习水良村
				茶丛	东溪
				杨梅林	东溪
	村寨风景林			刺槐林	村寨附近
				香椿林	村寨附近

		桉树林	村寨附近
	农田	旱地作物	以玉米（高粱）、油菜为主的一年两熟作物组合
	植被	水田作物	以水稻、油菜为主的一年两熟作物组合
			评价区域广泛分布，习水境内以高粱居多
			评价区域广泛分布

主要植物群落的组成与特点如下：

各主要植被类型特征及分布情况系根据野外实地调查资料，结合线路调查获得。

现概述如下：

### ①暖性常绿针叶林

#### 1.马尾松群系 *Form. Pinus massoniana*

此类森林在评价区区域广泛分布。该群落发育于砂岩、碎屑砂岩、砂页岩等岩石风化形成的酸性黄壤上。群落盖度70-90%以上，建群种为马尾松，其树高一般在10~18m之间，胸径15~30cm，最大可达40cm以上，枝下高2.0~4.0m。林木分布较为均匀，生长茂盛，林中常见有白栎、枫香、榿栎、麻栎、光皮桦、毛白杨、华山松、杉木、杨梅、女贞、构树等乔木种类，林下灌木多见榿栎幼树、盐肤木、油茶、瓜木、刺槐、映山红、多种柃木、火棘、马桑、白栎幼树、滇白珠、马醉木、南烛以及金佛山荚蒾、多种悬钩子、各类蔷薇等灌木，草本层常见芒、渐尖毛蕨、蝴蝶花、芒萁、蜈蚣草、贯众、乌韭、狗脊、各类苔草、紫萁等草本植物的分布。

#### 2.杉木群系 *Form. Cunninghamia lanceolata*

此类群落分布于评价区比较常见。为人工栽种后处于自然生长状态的林分。群落分布于碎屑岩发育形成的黄壤上，多以疏散状态存地，分布面积较小。林冠覆盖在75%左右。乔木层以杉木占较大优势，也常有光皮桦、慈竹、麻栎等混生其间。杉木一般高8~12m，胸径10~20cm，枝下高为1.0~2.0m。林下灌木稀疏，常见有白栎幼树、火棘、竹叶椒、小果蔷薇、马桑、金丝桃等分布，覆盖度30%左右，草本层常见的种类有牛尾蒿、白花车轴草、芒、荩草、蛇莓、鼠麴草等。

#### 3.柏木群系 *Form. Cupressus funebris*

此类群落主要分布于评价区喀斯特山地。为近年人工栽种后处于自然生长状态的林分。群落分布于碳酸盐岩风化壳形成的钙质土山地丘陵。林冠覆盖较好，总覆盖度在65%左右。乔木层柏木一般高6~10m，胸径8~15cm，枝下高为0.1~2.0m。由于群落郁闭度较低，林间空隙较大，其他物种较易侵入其中，如盐肤木、化香、光皮桦、麻栎等物种。灌木层多为典型石灰岩有刺灌丛的种类，以金佛山荚蒾、火棘、亮叶

鼠李、地瓜榕、竹叶椒、野蔷薇、悬钩子、马桑等较占优势，一般高1.0~2.0m。草本层常见的种类有类芦、五节芒、牛尾蒿、黄花蒿、白茅、芒、蜈蚣草、肾蕨、石韦、扭黄茅、鸡矢藤、野棉花、苎草、蛇莓、麦冬、火绒草、铁线莲等。

## ②针阔混交林

### 4.马尾松、白栎群系Form. *Pinus massoniana*, *Quercus fabri*

在评价区广泛分布，群落盖度为50~80%。乔木层以马尾松、白栎为建群种，胸径8~30cm，树高5~16m，枝下高0.4~3m。灌木层中常见有麻栎、白栎、槲栎、枫香幼树、菝葜、杜茎山、穗序鹅掌柴、盐肤木、各种荚蒾、多种菝葜、杨梅等物种。草本层常见芒、芒萁、光里白、乌毛蕨、白茅、朝天罐、狗脊、海金沙、毛茛、各种苔草、乌韭、石松等草本植物。

## ②常绿阔叶林

### 5.丝栗栲群系Form. *Castanopsis fargesii*

该种类型群落分布在区域零星分布，为区域残存的地带性植被，但受人为干扰较大。群落的外貌深绿色，季相变化不明显，建群种为丝栗栲。乔木层层覆盖度为70~90%，林中常混生有光皮桦、麻栎、甜槠、灯台树、枫香、硬斗石栎、青冈等物种。灌木层层盖度30~60%，高1.0~5.0m，主要种类有光叶海桐、盐肤木、化香、小果蔷薇、宜昌荚蒾、金丝桃、柃木、香叶树等等。草本层中多分布有蜈蚣草、石松、细叶薹草、狗脊等物种。

## ③落叶阔叶林

### 6.白栎群系Form. *Quercus fabri*

此类森林群落在评价区较为常见。建群种以白栎为主。群落总的盖度为60-85%，建群种白栎一般高10~25m，胸径10~30cm，最大可达40cm以上，枝下高1.0m左右，林中常分布有麻栎、槲栎、光皮桦、构树、枫香、丝栗栲等乔木树种。灌木层发育较发达，以铁仔、竹叶椒、火棘、马桑、金佛山荚蒾、珍珠荚蒾、小檗、胡颓子、中国旌节花、光皮桦幼树等灌木种类。草本层相对较为简单，常见种类有黄茅、薹草、蕨、石松、狗脊、黄背草、薯蓣、蒿类、狗尾草等分布。

## ④亚热带低山丘陵河谷竹林

### 7.慈竹群系Form. *Bambusa emeiensis*

该群落零星分布于评价区村寨附近。群落外貌整齐，建群种类单一，层次不明显，竹竿密度较大，植株高10m左右，平均胸径5cm左右，最大胸径可达7cm。林下草本

层较为稀疏，主要有蝎子草、酢浆草、牛尾蒿、狗尾草、土牛膝、酸模、积雪草、蝴蝶花等种类。

#### 8.水竹Form. *Phyllostachys heteroclada*

该群落分布于评价区村寨附近。群落外貌整齐，建群种类单一，层次不明显，竹竿密度较大，植株高3-10m左右，平均胸径2.0-5.5cm左右，最大胸径可达7cm。林下草本层主要有蝎子草、酢浆草、牛尾蒿、狗尾草、土牛膝、酸模、积雪草、蝴蝶花等种类。

#### 9.毛竹群系Form. *Phyllostachys edulis*

该群落在评价区较为常见，主要分布于评价区山脊紫色土比较厚的区域。群落种类单一，层次不明显，竹竿稠密，植株平均高15m，最高可达20m，平均胸径14cm，最大胸径可达18cm。竹林中常见有丝栗栲、杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)、枫香树(*Liquidambar formosana* Hance)、麻栎(*Quercus acutissima* Carruth.)、南酸枣(*Choerospondias axillaris* (Roxb.) Burt et Hill)等乔木种类，灌木层不发达，常见杜茎山(*Maesa japonica* (Thunb.) Zipp. ex Scheff.)、香叶树(*Lindera communis* Hemsl.)、木姜子(*Litsea pungens* Hemsl.)、杨梅(*Myrica rubra* (Lour.) Siebold et Zucc.)、铁仔(*Myrsine africana* Linn.)等灌木，草本层覆盖度较低，常见有芒萁、铁芒萁、光里白、冷水花、楼梯草、蝎子草、蝴蝶花、蕨、吉祥草、薯蓣、芒、黄金凤、狗尾草等草本植物分布。

#### ⑤灌丛

10.火棘、野蔷薇、金佛山荚蒾、马桑群系Form. *Pyracantha fortuneana*, *Rosa* spp., *Viburnum chinshanense*, *Coriaria nepalensis*

该群落主要分布于评价区域的喀斯特山地。群落生境为碳酸盐岩丘陵山地，生境中石灰岩、白云质灰岩等碳酸盐岩出露较多，形成典型的石芽、石峰、峰丛等形态，土层浅薄，且土被不连续。灌丛植物多生于石隙、石缝之中的石旮旯土上，且由于适应喀斯特干旱生境，多具有刺且呈蔓状丛生，从而形成石灰岩山地丘陵的藤本有刺灌丛。群落的层次结构较为简单，仅由灌木层和草本层两个层次组成，少数地段也有地被层发育。灌木层极其发达，层覆盖度可达80%以上，多由具刺的藤状灌木组成，主要种类为马桑及蔷薇科的火棘、蔷薇等属植物，蔷薇属的种类较多，常见的如火棘、全缘火棘、金佛山荚蒾、粉枝莓、栽秧泡、高粱泡、大乌泡、木莓、黄泡、软条蔷薇、小果蔷薇、金缨子、多花蔷薇等。此外还常见竹叶椒、刺梨、圆果化香、盐肤木、

石岩枫、各类栒子、亮叶鼠李、菝葜、各种荚蒾、皂柳、十大功劳、淫羊藿、金丝桃、南天竹等。在灌木层中常混生有毛白杨、圆果化香、盐肤木、瓜木、毛桐、柏木等乔木树种的幼树。草本层的发育与群落生境条件密切相关：在部分基岩大面积裸露的地段，草本层发育较差，但在土被连续的地段则草本层发育较好，层覆盖度一般在30—50%之间，主要种类有朝天罐、马兰、石韦、瓦韦、铁扫帚、乌头、野菊、地稔、野百合、留兰香、金星蕨、苎草、各类苔草、火绒草、黄花蒿、黄背草等等。地被层常为一些苔藓植物、地衣和地瓜榕。此外，群落中还常见有铁线莲、野葡萄、乌莓、爬山虎和菟丝子等层间植物的分布。

#### 11. 牡荆群系 Form. *Vitex negundo* var. *cannabifolia*

群落分布于评价区域河谷两岸陡崖、斜坡。灌木层和草本层均很发育，植被的覆盖度较大，其总覆盖度在55-95%之间。灌木层的建群种类为牡荆等。灌丛中常见铁仔、火棘、青冈、香花崖豆藤、云实、地果、盐肤木、化香树、构树、朴树等。植株高一般为1.5~5.0m，基径多在2.0~10.0cm之间。草本植物常见的种类为斑茅、芒、黄茅、鬼针草、狗尾草、蕨、黄背草、白茅、细叶苔草等。高度多在0.2~1.2m之间。该类灌丛分布于评价区域的山地环境，对防止水土流失，保护生态环境具有重要的生态效益。

#### 12. 盐肤木群系 Form. *Rhus chinensis*

评价区各地广泛分布。该植物群落多为林地遭受火灾或人为大面积砍伐后自然演替而成。群落中土层较厚，且土被连续。群落的建群种类常为盐肤木。群落灌木层发达，层片的高度一般在1.0~5.0m之间，盖度可达85%以上，常见种类有马桑、白栎、槲栎、枫香、木姜子、马醉木、滇白珠、圆果化香、算盘子、南烛、小果南烛、香叶树、胡枝子、柳杉幼树、杉木幼树、构树、长叶水麻等，草本层发达，常见种类有芒、五节芒、光里白、芒萁、蕨、狗尾草、升马唐、各类苔草、画眉草、委陵菜等。

#### ⑥ 灌草丛

#### 13. 芒、蕨群系 Form. *Miscanthus sinensis*, *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*

此类灌草丛在评价区林缘比较典型，是由于人为活动或山火的频繁干扰而形成。群落的总覆盖度多在70~90%，部分地段可达95%以上。灌草丛的优势种为芒、蕨，局部区域蕨呈背景化分布。草本层中除上述优势种外，尚有海金沙、茜草、石松、大茴、黄背草、野古草、淡竹叶、苔草、矛叶苎草、狼尾草、青蒿、牛尾蒿、黄花蒿等

。此外，在群落中也常有多种灌木稀疏生长，如盐肤木、槲木、马桑、旌节花、白栎、算盘子、各种菝葜、胡枝子、铁仔、金樱子等。

#### 14.类芦群系Form.*Neyraudia reynaudiana*

此类灌草丛分布于评价区河谷斜坡或陡崖、河岸。群落组成种类以类芦为主，群落高2.0~3.0m之间，覆盖度85%左右。除类芦外，也常见有芦苇、芦竹、牡荆、长叶水麻、马桑、盐肤木、白栎、构树等植物的分布。

#### 15.白茅群系Form.*Imperata cylindrica*

此类灌草丛零星分布于评价区山地。群落高0.5~1.0m之间，白茅常常背景化分布。常见有黄茅、芒萁、蕨等植物的分布。

#### 16.五节芒群系Form.*Miscanthus floridulus*

此群落在评价区分布于评价区河漫滩、路旁、林缘等区域。总覆盖度一般为40~90%，部分地段可达100%以上。平均高度一般在150~300cm之间。群落中常见有淡竹叶、狗牙根、野古草、冷水花、蝴蝶花、堇菜等。

#### 17.蒿、狗尾草群系Form. *Artemisia* spp., *Setaria viridis*

此类灌草丛植被是评价区内常见的植被类型，广泛分布各地荒坡、路旁、田埂、村寨附近及弃耕地。群落发育于酸性土或石灰土山坡，是由于人为活动或山火的频繁干扰而形成。群落的总覆盖度多在50~90%，部分地段可达95%以上。灌草丛的优势种为菊科蒿属植物以及荩草为主，其叶层高度一般为80cm左右，生殖层高度可达30~150cm。此外，群落中常见有狗尾草、蕨、海金沙、茜草、猪殃殃、一年蓬、黄背草、野古草、淡竹叶、苔草等。此外，在群落中也常有多种灌木稀疏生长，如火棘、盐肤木、槲木、马桑、胡枝子等。

#### ⑦经济果木林

评价区域内有一定数量的经济果木林分布。如以杨梅、茶、核桃、李、桃、板栗、刺梨、核桃、猕猴桃为主的果林等。

#### ⑧村寨风景林

在评价区村寨附近，分布有人工种植后处于自然生长状态的以刺槐、泡桐、桉树、香椿、响叶杨为主的村寨风景林，但是受到人文干扰较大，是村寨景观的重要组成部分。

#### ⑨农田植被

在评价区，人工植被主要为以农业技术措施为主培育形成的农田植被，包括水田植被和旱地植被。现分别就两类人工植被分析如下：

#### A.以玉米（高粱）、油菜为主的一年两熟作物组合

在评价区广泛分布。由于受海拔和河谷地貌的影响，该区域旱地植被类型复杂多样，从粗放的轮歇地类型到一年三熟类型都有分布，而以一年两熟的“玉-油”、“高粱-油”、“玉-薯”等类型为主。

#### B.以水稻、油菜为主的一年两熟作物组合

在评价区广泛分布。由于水源及灌溉条件的差异，水田植被一般可划分为灌溉水田和望天田，但两类水田的作物组合以及群落的季相层片结构均无明显差异，均为以水稻、小麦和油菜为主要作物组合。

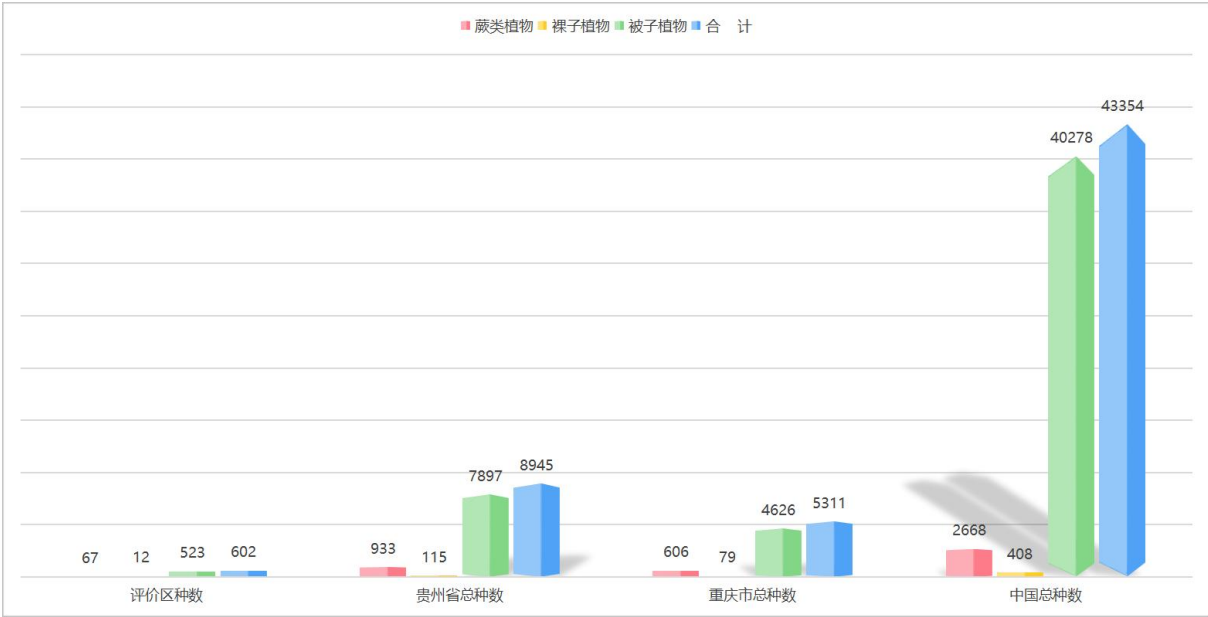
### 7.2.2.6 植物与植被区系构成与分布特点分析

#### 一、植物区系组成

本项目所在区域位于贵州北部和重庆南部綦江县，地处亚热带高原山区，由于受太平洋暖流和印度洋季风气候的双重影响，加之河谷切割较深，气候类型多样，对森林植物的生长发育、保存和繁衍极为有利，适宜多种植物生长。据统计，项目评价区域共有维管束植物 136 科 391 属 602 种（包括变种），其中蕨类植物在评价区有 24 科、43 属、67 种（变种），占中国蕨类植物总数的 2.51%。裸子植物在评价区有 7 科、11 属、12 种，占中国裸子植物总数的 2.94%。被子植物在评价区有 105 科、337 属、523 种（变种），占中国被子植物总数的 1.30%。评价区的维管束植物占中国维管束植物总数的 1.39%，虽然占比不高，但种类组成仍具有一定的多样性，反映了该区域独特的植物区系特征。详见表 7.1-8。

表7.1-8 评价区域主要维管束植物数量统计表

植物类群	科	属	种（变种）	评价区物种占中国总数比重%
蕨类植物	24	43	67	2.51
裸子植物	7	11	12	2.94
被子植物	105	337	523	1.30
合 计	136	391	602	1.39



(注：贵州省维管束植物总数依“贵州维管束植物（高等植物）分类与代码DB52/T 820-2022”中的数据；)

图7.1-1 评价区植物种类与贵州、重庆、中国种类组成的对比

评价区范围内，常见乔木种类有：马尾松（*Pinus massoniana*）、枫香（*Liquidambar formosana*）、麻栎（*Quercus acutissima*）、白栎（*Quercus fabri*）、栲（*Castanopsis fargesii*）、楸树（*Catalpa bungei*）、光皮桦（*Betula luminifera*）、杉木（*Cunninghamia lanceolata*）、柳杉（*Cryptomeria japonica*）、响叶杨（*Populus adenopoda*）、朴树（*Celtis sinensis*）、构树（*Broussonetia papyrifera*）、云南樟（*Cinnamomum glanduliferum*）、檫木（*Sassafras tzumu*）、皂荚（*Gleditsia sinensis*）、漆（*Toxicodendron vernicifluum*）、乌柏（*Sapium sebiferum*）、刺槐（*Robinia pseudoacacia*）、香椿（*Toona sinensis*）、胡桃（*Juglans regia*）、柏木（*Cupressus funebris*）、泡桐（*Paulownia duclouxii*）等，常见灌木种类有马桑（*Coriaria nepalensis*）、窄叶蚊母树（*Distylium dunnianum*）、火棘（*Pyracantha fortuneana*）、圆果化香（*Platycarya longipes*）、小果蔷薇（*Rosa cymosa*）、粉枝莓（*Rubus biflorus*）、苦皮藤（*Celastrus angulatus*）、美丽胡枝子（*Lespedeza formosa*）、扁核木（*Prinsepia utilis*）、杜鹃（*Rhododendron simsii*）、南烛（*Vaccinium bracteatum*）、滇白珠（*Gaultheria leucocarpa* var. *yunnanensis*）、月月青（*Itea ilicifolia*）、珍珠荚蒾（*Viburnum foetidum* var. *ceanothoides*）、金佛山荚蒾（*Viburnum chinshanense*）、匍匐栒子（*Cotoneaster adpressus*）、高粱泡（*Rubus lambertianus*）、云实（*Caesalpinia decapetala*）、山蚂蝗（*Desmodium oxyphyllum*）、石岩枫（*Mallotus repandus*）、



粗叶悬钩子 (*Rubus alceifolius*)、盐肤木 (*Rhus chinensis*)、香叶树 (*Lindera communis*) 等, 常见草本植物有芒 (*Miscanthus sinensis*)、旱茅 (*Schizachyrium delavayi*)、蝴蝶花 (*Iris japonica*)、蕺菜 (*Houttuynia cordata*)、白花车轴草 (*Trifolium repens*)、土荆芥 (*Dysphania ambrosioides*)、五节芒 (*Miscanthus floridulus*)、牛尾蒿 (*Artemisia dubia*)、黄花蒿 (*Artemisia annua*)、青蒿 (*Artemisia carvifolia*)、黄茅 (*Heteropogon contortus*)、芒萁 (*Dicranopteris pedata*)、蕨 (*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)、鼠麴草 (*Gnaphalium affine*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*)、荩草 (*Arthraxon hispidus*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、细叶薹草 (*Carex duriuscula* subsp. *stenophylloides*)、蜈蚣草 (*Eremochloa ciliaris*)、贯众 (*Cyrtomium fortunei*)、浮萍 (*Lemna minor*)、豆瓣菜 (*Nasturtium officinale*)、水芹 (*Oenanthe javanica*)、土牛膝 (*Achyranthes aspera*) 等等。

通过对评价区域植物区系的分析研究, 可知该地区植物区系有以下特点:

#### ①植物种类组成相对丰富

该区域虽地处水热条件相对良好的中亚热带常绿阔叶林带, 但是由于区域人口密集、开发历史较为久远, 人为活动对自然环境的干扰较为频繁。自然植被在人为活动严重的干扰影响下, 多发生严重的逆向演替, 地带性植被类型较少, 现状植被多为次生性的针叶林和灌丛、灌草丛。总体来看, 评价区区域植物种类依然较为丰富。

#### ②区系成分较为复杂, 温带性质成分所占比例高于热带性质的成分

根据吴征镒《中国种子植物属的分布区类型专辑》的划分方案, 对评价区域种子植物区系的地理成分进行了分析统计, 其结果见表3.1-2。在15种地理成分中, 15种地理成分均不同程度具有, 其中, 北温带分布居于首位, 泛热带分布型次之, 东亚分布和热带亚洲分布也占有较大的比例, 充分反映了区系地理成分的复杂性。不计算世界分布性质的成分, 则评价区各类温带分布类型的属为163属, 占本区总属数的53.27%, 热带分布类型的属143属, 占该地区总属数的46.73%, 这表明评价区中温带成分和热带成分均较丰富, 具有温带性质的物种在本区植物区系中显然起着主导作用。

评价区植物区系地理组成特征如下:

#### 1) 热带成分显著

热带亚洲分布的属占 **7.52%**，说明评价区与热带亚洲地区的植物区系联系紧密。热带亚洲地区气候温暖湿润，物种丰富多样，评价区能够容纳这些热带植物，表明其生态环境具有一定的热带特征，如较高的温度和湿度。

泛热带分布的属占 **20.26%**，是评价区植物区系的重要组成部分。这些植物能够适应广泛的热带和亚热带环境，其在评价区的存在进一步强调了评价区的热带或亚热带气候特征。

热带亚洲与其他地区的间断分布，如热带亚洲至热带大洋洲分布、热带亚洲至热带非洲分布等，这些成分的存在表明评价区在植物区系上与热带亚洲其他地区及周边热带地区存在联系，可能是由于历史时期的植物迁移或地理隔离导致的。

## 2) 温带成分丰富

北温带分布的属占 **24.18%**，是评价区植物区系中比例较高的部分。这说明评价区的生态环境也具有一定的温带特征，能够支持北温带植物的生长。北温带植物通常适应较冷的气候条件，其在评价区的存在可能与评价区的海拔高度、地形地貌等因素有关，这些因素导致评价区局部地区具有温带气候特征。

东亚和北美洲间断分布的属占 **7.52%**，表明评价区与东亚其他地区及北美洲在植物区系上存在一定的联系。这种联系可能是由于地质历史时期的板块运动和气候变化导致的植物迁移和分布格局的形成。

旧世界温带分布的属占 **4.58%**，进一步丰富了评价区的温带植物成分，体现了评价区植物区系的复杂性和多样性。

## 3) 东亚特有成分突出

东亚分布的属占 **13.73%**，是评价区植物区系的重要组成部分。这些植物是东亚地区特有的，它们的存在表明评价区在东亚植物区系中具有重要的地位，是东亚植物多样性的组成部分。

中国特有分布的属占 **2.29%**，如杉木属、银杏属等，这些植物是中国特有的珍稀植物，其在评价区的存在不仅丰富了评价区的植物种类，也体现了评价区在生物多样性保护方面的重要性。

## 4) 植物区系的复杂性和多样性

评价区的植物区系包含了热带、亚热带、温带等多种地理成分，这种复杂的地理成分组合表明评价区的生态环境复杂多样，能够为不同地理分布类型的植物提供适宜的生存条件。

评价区的植物区系地理成分的形成是多种因素共同作用的结果。地质历史时期的板块运动、气候变化以及现代的地形地貌、气候条件等因素共同影响了植物的分布和迁移，导致了评价区植物区系的复杂性和多样性。

评价区丰富的植物区系地理成分有助于生态系统的稳定性。不同地理分布类型的植物在生态系统中扮演着不同的角色，它们相互作用、相互依存，共同维持着生态系统的功能和稳定性。

表7.1-9 评价区域种子植物区系地理成分构成

植物区系地理成分	属类型数量	地理成分所占(%)	常见代表植物种类
1、世界分布	42	—	蓼属 ( <i>Polygonum</i> )、藜属 ( <i>Chenopodium</i> )、酸模属 ( <i>Rumex</i> )、苋属 ( <i>Amaranthus</i> )、繁缕属 ( <i>Stellaria</i> )、鼠麴草属 ( <i>Gnaphalium</i> )、酢浆草属 ( <i>Oxalis</i> )、千里光属 ( <i>Senecio</i> )、藁草属 ( <i>Carex</i> )、金丝桃属 ( <i>Hypericum</i> )
2、泛热带分布	62	20.26	鸭跖草属 ( <i>Commelina</i> )、菝葜属 ( <i>Smilax</i> )、薯蓣属 ( <i>Dioscorea</i> )、朴属 ( <i>Celtis</i> )、榕属 ( <i>Ficus</i> )、糙叶树属 ( <i>Aphananthe</i> )、冷水花属 ( <i>Pilea</i> )、苧麻属 ( <i>Boehmeria</i> )、牛膝属 ( <i>Achyranthes</i> )、马齿苋属 ( <i>Portulaca</i> )
3、热带亚洲和热带美洲间断分布	10	3.27	雀梅藤属 ( <i>Sageretia</i> )、桤木属 ( <i>Eurya</i> )、白珠树属 ( <i>Gaultheria</i> )、落葵薯属 ( <i>Anredera</i> )、木姜子属 ( <i>Litsea</i> )
4、旧世界热带分布	19	6.21	合欢属 ( <i>Albizia</i> )、老虎刺属 ( <i>Pterolobium</i> )、芭蕉属 ( <i>Musa</i> )
5、热带亚洲至热带大洋洲分布	12	3.92	樟属 ( <i>Cinnamomum</i> )、野牡丹属 ( <i>Melastoma</i> )、香椿属 ( <i>Toona</i> ) 柘属 ( <i>Cudrania</i> )、兰属 ( <i>Cymbidium</i> )、淡竹叶属 ( <i>Lophatherum</i> )
6、热带亚洲至热带非洲分布	17	5.56	蝎子草属 ( <i>Girardinia</i> )、水麻属 ( <i>Debregeasia</i> )、飞龙掌血属 ( <i>Toddalia</i> )、铁仔属 ( <i>Myrsine</i> )、芒属 ( <i>Miscanthus</i> )、菅属 ( <i>Themeda</i> )
7、热带亚洲分布	23	7.52	慈竹属 ( <i>Sinocalamus</i> )、构属 ( <i>Broussonetia</i> )、苦苣菜属 ( <i>Ixeris</i> )、鸡矢藤属 ( <i>Paederia</i> )、青冈属 ( <i>Cyclobalanopsis</i> )
8、北温带分布	74	24.18	松属 ( <i>Pinus</i> )、杨属 ( <i>Populus</i> )、桦木属 ( <i>Betula</i> )、栎属 ( <i>Quercus</i> )、栲属 ( <i>Cotoneaster</i> )、胡桃属 ( <i>Juglans</i> )、盐肤木属 ( <i>Rhus</i> )
9、东亚和北美洲间断分布	23	7.52	鼠刺属 ( <i>Itea</i> )、胡枝子属 ( <i>Lespedeza</i> )、刺槐属 ( <i>Robinia</i> )、山蚂蝗属 ( <i>Desmodium</i> )、漆属 ( <i>Toxicodendron</i> )、十大功劳属 ( <i>Mahonia</i> )
10、旧世界温带分布	14	4.58	水芹属 ( <i>Oenanthe</i> )、女贞属 ( <i>Ligustrum</i> )、牛至属 ( <i>Origanum</i> )、牛蒡属 ( <i>Arctium</i> )、窃衣属 ( <i>Torilis</i> )、荆芥属 ( <i>Nepeta</i> )、川续断属 ( <i>Dipsacus</i> )、火棘属 ( <i>Pyracantha</i> )
11、温带亚洲分布	2	0.65	马兰属 ( <i>Kalimeris</i> )、刺儿菜属 ( <i>Cephalanoplos</i> )、[+]/杭子梢属 ( <i>Campylotropis</i> )

植物区系 地理成分	属类 类型数 量	地理成 分所占 (%)	常见代表植物种类
12、地中 海区、西 亚至中亚 分布	1	0.33	黄连木属 ( <i>Pistacia</i> )、鱼鳔槐属 ( <i>Colutea</i> )、旱茅属 ( <i>Eremopogon</i> )
13、中亚 分布	0	0.00	角蒿属 ( <i>Incarvillea</i> )
14、东亚 分布	42	13.73	刺楸属 ( <i>Kalopanax</i> )、鞘柄木属 ( <i>Toricellia</i> )、蕺菜属 ( <i>Houttuynia</i> )、化香树属 ( <i>Platycarya</i> )、扁核木属 ( <i>Prinsepia</i> )、南天竹属 ( <i>Nandina</i> )
15、中国 特有分布	7	2.29	杉木属 ( <i>Cunninghamia</i> )、通脱木属 ( <i>Tetrapanax</i> )、银杏属 ( <i>Ginkgo</i> )、蜡梅属 ( <i>Chimonanthus</i> )、喜树属 ( <i>Camptotheca</i> )、大血藤属 ( <i>Sargentodoxa</i> )、金钱松属 ( <i>Pseudolarix</i> )
合 计	348	100.00	
注：各地理成分所占%，世界分布属未计入总数。			

### ③珍稀濒危植物种类及特有成分较为贫乏

项目区域因人类活动频繁，干扰影响较大，特别是原生性常绿阔叶林几乎不在留存，因此珍稀植物种类、古树大树及特有成分均极贫乏。

由于森林植被及原生性常绿阔叶林的破坏，致使植物区系中中国特有成分也很少。据统计，评价区仅有中国特有属7个，即杉木属 (*Cunninghamia*)、通脱木属 (*Tetrapanax*)、银杏属 (*Ginkgo*)、蜡梅属 (*Chimonanthus*)、喜树属 (*Camptotheca*)、大血藤属 (*Sargentodoxa*)、金钱松属 (*Pseudolarix*)，占本区域种子植物总属数的2.01%。典型的中国特有植物有光皮桦、板栗、木姜子、金丝桃、小果蔷薇、竹叶椒、马桑等物种，而真正成为本省本地区所特有的植物却没有发现。上述情况反映了本评价区的珍贵稀有、特有植物极为稀少的特点。

## 二、植被的基本特征

根据对评价区域进行的植被线路考察和若干重点地区代表类型的样方调查以及相关文献资料的整理，结合有关区域环境条件和农、林业生产状况，对区域内的植被的主要有如下特征：

### ①喀斯特植被和酸性土植被并重，区域分异较为明显。

由于评价区分布着碳酸盐类岩石和碎屑岩类岩石，因此在区域内既有典型喀斯特发育，又有常态侵蚀地貌分布。在亚热带水热条件下，喀斯特地区的土壤多发育成典型的石灰土（包括黑色石灰土、黄色石灰土以及由石灰土发育形成的各种耕作土），

该区域的植被受地质地貌条件和土壤环境的影响，发育形成适应喀斯特钙质土生态环境的喀斯特植被类型，如柏木林，火棘+马桑+野蔷薇+悬钩子灌丛等；在常态侵蚀地貌区，由于砂岩、砂页岩、泥质页岩等碎屑岩风化后形成典型的酸性土壤，即黄壤、红壤、黄红壤、黄棕壤、紫色土等，受到母质、土壤性质的影响，植物群落也成为喜酸性土群落，如马尾松林，蕨、芒灌草丛等等，它们不但分布碎屑岩酸性土壤（黄壤、红壤、黄红壤、紫色土）上，有时也分布在部分碳酸盐岩老风化壳发育形成的厚层土壤上，从而使本评价区域的植被同时具有喀斯特植被与酸性土植被两大系列，并且表现出同等重要的植被特征。

## ②现状植被具有明显的次生性

由于剧烈的人为干扰，评价区域的地带性植被——亚热带常绿阔叶林已被破坏殆尽，仅贵州重庆交界段有小片残存的植被片段。现状植被多是各类次生性植被，如以马尾松、柏木为主的亚热带山地暖性针叶林，以火棘、马桑、悬钩子、野蔷薇为主的喀斯山地钩刺灌丛，以芒、蕨为主的河谷低丘陵灌草丛等等。植被的明显次生性，使包括针叶林、针阔叶混交林、灌丛及灌草丛等次生性植被类型在评价区域广泛分布并占主导地位，致使区内植被的生态效应的有效性、生物物种的多样性及植被的生物量的丰富程度都受到一定影响。

## ③森林植被覆盖率较高，但原生林资源较为匮乏

本评价区域的森林植被以次生的马尾松林、杉木林、柏木林较为常见，地带性常绿阔叶林较为少见，成碎片状分布。根据卫星图片解译统计，区内乔木林地面积共计为10539.89hm<sup>2</sup>，约占土地总面积的50.95%；再加上灌木林（包括疏林地）和灌草丛，自然植被占地面积达到63.42%，区域内人工植被占比低，对自然生态系统影响相对较小。

## ④人工植被总面积较小，旱地植被占明显优势，水田植被稀少

评价区域处在贵州西北部与重庆南部接壤地带，丹霞地貌发育较好，河谷的深切，山高坡陡，适宜耕作的土地较少，区域中25°以上坡耕地较多，土地垦殖程度高。目前区域内有水田2518.28hm<sup>2</sup>、旱地3823.21hm<sup>2</sup>。由它们组成的农田植被共计6341.50hm<sup>2</sup>，约占土地总面积的30.65%，人工植被占比总量较少。由于多数旱地是在河谷斜坡和丘陵山地的斜坡面上开垦出来的，长期不断的翻耕种植，加速了土壤的侵蚀过程。

## 三、植被的地理分布规律

### ①植被的水平分布规律

植被的地理分布受气候（包括温度、水分、光照、大气湿度等）、土壤、地形和生物等自然因素以及人为因素的综合影响。评价区流域范围呈西—东走向的条状。评价区域内，由于地形、气候、土壤等自然条件错综复杂，再加上人为活动的长期影响，致使植被的地理分布也表现出错综复杂的特性，形成植被地域分异比较明显的现状。在上述各因素中，影响植被地理分布最重要的因素则是热量条件（温度）与水分条件。热量和水分条件的不同，则植物群落的种类组成、外貌、结构及生态特性等特征都发生相应的变化，从而形成不同的植被类型，因此，在评价区域内，植被存在着一定的分布规律：即植被受热量条件和水分条件的影响而表现在水平方向的分布规律。

评价区域植被在上述水平分布规律——纬度地带性和经度地带性的同时支配下，表现出明显的过渡性特征，即从东向西的过渡。

### ②垂直地带性规律

评价区地形地貌主要为高中山和峡谷，地势高低起伏的变化较大，区域海拔最高点为1760m，最低点为220m，海拔高差大。海拔900m以下的河谷中，出现类芦（*Neyraudia reynaudiana*）、黄茅（*Heteropogon contortus*）、金茅（*Eulalia quadrinervis*）等构成的群落；海拔900~1500 m的地带则是中亚热带常绿阔叶林，如硬斗石栎、青冈、丝栗栲林，其优势成分主要为壳斗科、樟科、山茶科、木兰科的常绿阔叶树种；海拔1500m左右的区域则出现光皮桦为主的落叶阔叶林。

### ③影响评价区植被分布的非地带性地理因素

评价区域植被的地理分布除了受上述纬度地带性和经度地带性地带性规律的制约以外，还受地形、基岩—土壤性质等非地带性因素的强烈影响，使得植被常常突破地带性的分布规律，表现出错综复杂的特性。

基岩—土壤性质的影响：

由于评价区范围内同时有碳酸盐类岩石和碎屑岩类岩石分布，因而发育成性质不同的土壤，即由前者发育形成弱碱性-中性的石灰土和由后者发育形成的酸性黄壤、紫色土。不同岩性、土壤的生境对植被的发育有很大影响，并形成不同性质的植被类型：在石灰岩、白云岩、白云质灰岩等风化壳及其上形成的弱碱性-中性钙质土，植被发育成各类具有石生性、耐旱性和喜钙性的喀斯特植被，如：圆果化香、青冈为主的常绿与落叶阔叶混交林，以火棘、野蔷薇、悬钩子为主的喀斯特钩刺灌丛，以扭黄茅为主的灌草丛等，群落的组成种类多具喜钙、耐旱的生态特性，并具有较强的石生性；而

在砂页岩、泥岩和古风化壳上多发育形成土层深厚的酸性黄壤、紫色土、黄棕壤或粗骨性黄壤，其上则生长发育了典型的酸性土植物群落，如以马尾松、杉木为主的针叶林；以马尾松、光皮桦、栎类为主的针阔叶混交林，以光皮桦、杜鹃、栎类为主要的落叶灌丛等，充分显示了母岩性质、土壤类型对植被分布的影响，并形成植被地理分布的非地带性规律。

### 7.2.2.7 植物生物量

植被的生物量是指一定地段面积内植物群落在某一时期生存着的活的有机物质之重量（干重），以 $t/hm^2$ 表示。对评价区域植被生物量的测定和分析，仅限于自然植被，即森林植被、灌丛和灌草丛植被，而这种在一定地域范围内进行的植被生物量研究，实为区域植被生物量研究，群落类型不同，其生物量测定的方法也有所不同，本研究报告对森林群落采用修订的材积源生物量估算法；对灌丛、灌草丛群落采用野外调查收获法结合现有资料的引用。

#### ①森林群落生物量

森林生物量目前常用材积推算法来估算，用此方法估算出的生物量称为材积源生物量。由于在作材积分析时需要对森林群落样地的林木进行砍伐取样，在实际操作中要涉及取样木砍伐的审批手续及样木赔偿付费等问题，在本次调研的短期内无法妥善办理有关手续。在征得委托单位同意后，本次森林生物量的估算采取借用中国科学院生态环境研究中心专家建立的我国森林生物量的基本参数（方精云等，我国森林植被的生物量和净生产量，生态学报，Vol.16.No.5，1996），并以其对贵州森林推算的平均生物量 $79.2t/hm^2$ 作为本次森林生物量估算的基础。考虑到上述参数未将森林群落的林下灌木、草本之生物量计入，因此，又借用中山大学学者（管东生，广州市森林生态系统的特征及其对碳、氧平衡的作用研究.《全球变化与区域响应研究》，人民教育出版社，2000）在我国南方地区（广州林区）所进行的森林生物量测定中增加的灌木草本层生物量之补充，即在材积源生物量中增加 $10t/hm^2$ ，即以 $89.2 t/hm^2$ （ $79.2 + 10t/hm^2$ ）作为本评价区域森林群落生物量的基数。

#### ②灌丛和灌草丛生物量

灌丛和灌草丛生物量采用收获法测定。本次野外实地调查时，在每个样方内均匀取样 $4m^2$ 的生物量（鲜重），并将部分鲜样称重后带回实验室内恒温箱中 $80^{\circ}C$ 烘干至恒重，计算含水量及干物质重量，将生物量鲜重换算成干重，得到灌丛地上部分平均生物量为 $16.55t/hm^2$ ，灌草丛地上部分平均生物量为 $4.87t/hm^2$ 。

由于现场测定仅做了灌丛和灌草丛的地上部分生物量的测定，地下部分生物量则利用已有的生物量资料中地上部分（T）与地下部分（R）之比例系数（T/R）为1.44的系数来推算出本评价区域灌丛和灌草丛生物量的地下部分（屠玉麟，贵州中部喀斯特灌丛群落生物量研究，《中国岩溶》，Vol. 14. No. 3.1995）。因此，灌丛的生物量即为地上部分与地下部分之和： $(16.55 + 16.55/1.44) = 28.04\text{t/hm}^2$ ，灌草丛的生物量即为地上部分与地下部分之和： $(4.87 + 4.87/1.44) = 8.25\text{t/hm}^2$ 。

③农田植被生物量

农田植被生物量由三部分组成，即作物籽粒、秸秆和根茬。由于目前尚无评价区农田的秸秆、根茬单位面积产量数据，为此借用张云生等（的研究结果，玉米籽粒、秸秆、根茬生物量比例为：1:1.24:0.28，水稻籽粒、秸秆、根茬生物量比例为：1:0.87:0.38。根据评价区内作物（籽粒）的平均产量（玉米：3532.57 kg/ hm<sup>2</sup>；水稻：3747.96kg/ hm<sup>2</sup>），估算出评价区实际生物量为：以玉米为主的旱地植被生物量8902.10kg/ hm<sup>2</sup>，以水稻为主的水田植被8432.91kg/ hm<sup>2</sup>。

此外，在评价区域内，马铃薯的其重要的农田植被，常与玉米实行套种，故旱地的生物量不能忽视马铃薯的生物量。根据李军等的研究（李军，马铃薯茎叶与块茎产量的相关性研究，黑龙江农业科学，No.2.1997：23-24），马铃薯块茎（x）与地上部分（y）之间有如下的一元回归方程： $y = 1.207 * x + 0.166$ ，而评价区域马铃薯块茎平均产量为4071.78kg/hm<sup>2</sup>，故马铃薯生物量为8986.59 kg/hm<sup>2</sup>，因此，旱地植被的生物量为玉米+马铃薯：8902.10 + 8986.59 = 17888.69kg/ hm<sup>2</sup>，即17.89t / hm<sup>2</sup>。

⑤生物量估算

在生物量估算中，首先要统计出各类植被的面积。本次分析根据评价区域遥感卫星数据，归纳汇总成各植被所占面积，其中，森林面积指林业用地中的“乔木林地”面积，包括各种类型的森林群落；灌丛面积主要是林业用地中的“灌木林”面积；灌草丛面积主要由土地利用中的“牧草地”及未利用土地（主要为荒草地）构成。

按以上归纳汇总，统计出本评价区域自然植被面积及生物量，情况如下表所示。

表7.1-10 评价区植被生物量

植被类型	植被面积 (hm <sup>2</sup> )	单位面积生物量 (t/hm <sup>2</sup> )	各类植被生物量 (t)	占区域总生物量比重 (%)
森林植被	10539.89	89.2	940158.31	86.51
灌丛植被	1802.94	28.04	50554.47	4.65
灌草丛植被	778.03	8.25	6418.75	0.59



以水稻为主的水田植被	2518.28	8.43	21229.14	1.95
以玉米为主的旱地植被	3823.21	17.89	68397.29	6.29
建设用地	995.22	—	—	—
水域	230.83	—	—	—
合计	18839.57	—	1086757.95	100.00

#### A.评价区植被生物量数据组成情况

森林植被（乔木林地）：面积为10539.89hm<sup>2</sup>，单位面积生物量为89.20 t/hm<sup>2</sup>，总生物量为940158.31 t，占区域总生物量的58.76%，是评价区生物量最大的植被类型，对区域生态系统的稳定和生物多样性保护具有重要意义。

灌丛植被（灌木林地）：面积为1802.94 hm<sup>2</sup>，单位面积生物量为28.04 t/hm<sup>2</sup>，总生物量为50554.47 t，占区域总生物量的4.65%，在保持水土、防止水土流失等方面发挥着重要作用。

灌草丛植被（草地、未利用地）：面积为778.03 hm<sup>2</sup>，单位面积生物量为8.25 t/hm<sup>2</sup>，总生物量为6418.75t，仅占区域总生物量的0.59%，草地在评价区面积较小，生态功能稍弱。

以水稻为主的水田植被：面积为2518.28 hm<sup>2</sup>，单位面积生物量为8.43 t/hm<sup>2</sup>，总生物量为21229.14 t，占区域总生物量的1.95%，是评价区占比较低的农作物植被类型。

以玉米为主的旱地植被：面积为3823.21 hm<sup>2</sup>，单位面积生物量为17.89 t/hm<sup>2</sup>，总生物量为68397.29 t，占区域总生物量的6.29%，是评价区主要的作物类型，对区域的粮食生产和社会经济发展具有重要支撑作用。

建设用地和水域：面积分别为995.22 hm<sup>2</sup>和230.83 hm<sup>2</sup>，属于无地表植被生长区域，这些区域主要是人类活动的场所和水域环境，在生态系统中主要承担着其他非生物量相关的功能。

#### B.植被生物量分布规律分析

从植被类型来看，森林植被是评价区生物量的主要贡献者，总生物量占区域总生物量的94.53%。这说明评价区的生态系统以森林为主导，森林植被在区域生态系统的物质循环、能量流动和生态服务功能中占据核心地位。

灌丛植被和灌草丛的生物量相对较少，但也有一定的占比，分别为4.65%和0.59%。它们在生态系统中起到辅助作用，如灌丛植被在森林和草地之间起到过渡和缓冲的作用，经济果木林则在提供经济价值的同时也对生态环境有一定的改善作用。

水田植被和旱地植被的生物量较少，分别占1.95%和6.29%。这与它们的面积相对较小有关，但它们在生态系统中也有其独特的生态功能，如灌草丛植被可以作为野生动物的栖息地和食物来源，水田植被是评价区重要的农作物生产区域。

从单位面积生物量来看，森林植被的单位面积生物量最高，为89.20 t/hm<sup>2</sup>，这是因为森林植被具有较高的植被覆盖度、复杂的群落结构和较长的生长周期，能够积累大量的生物量。

灌丛植被的单位面积生物量相对较低，分别为28.04 t/hm<sup>2</sup>，这与灌丛植被结构相对简单，生长周期相对较短，生物量积累相对较少。

### 7.2.2.8 珍稀保护植物现状调查

#### ①国家重点保护野生植物

通过野外实地调查并结合走访当地群众，按照现行的《中华人民共和国野生植物保护条例（2017）》、《国家重点保护野生植物名录（国家林业和草原局 农业农村部 公告（2021年第15号））》以及其它相关规定，本次调查中发现有国家二级重点保护野生植物中华猕猴桃（*Actinidia chinensis* Planch.）和南方红豆杉一株分布，目前阶段调查共计发现现中华猕猴桃35株，在綦江与习水交界处，以及进入习水县境内后沿线分布较多。评价区有一定数量的人工栽种的中华猕猴桃，也有少量野生。中华猕猴桃在贵州非喀斯特山区为常见物种，野生资源量较大，历史以来为地方群众采食的重要对象。

表7.1-11 评价区域中华猕猴桃分布情况

序号	植物名称	经度	纬度	海拔 m	与输电线中心距离m	备注/照片编号
1.	中华猕猴桃1株	106.58391745	28.60999573	1123	西侧27	160033
2.	中华猕猴桃1株	106.58377750	28.61003956	1122	西侧41	155947
3.	中华猕猴桃1株	106.58517093	28.60962721	1127	东侧90	160117
4.	中华猕猴桃1株	106.58212844	28.60961571	1067	东侧208	155658
5.	中华猕猴桃1株	106.58560535	28.60904485	1134	东侧123	160448
6.	中华猕猴桃1株	106.58569505	28.60900943	1136	东侧132	160602
7.	中华猕猴桃1株	106.58617893	28.60903381	1146	东侧180	160723
8.	中华猕猴桃1株	106.58634100	28.60905951	1150	东侧196	160750

9.	中华猕猴桃1株	106.59005794	28.61111857	1185	东侧580	162852
10.	中华猕猴桃1株	106.59151627	28.61152090	1221	东侧723	164442
11.	中华猕猴桃1株	106.59194455	28.61182660	1240	东侧767	163333
12.	中华猕猴桃1株	106.58150224	28.60804237	1111	西侧287	155557
13.	中华猕猴桃1株	106.58154931	28.60795498	1103	西侧282	155453
14.	中华猕猴桃1株	106.58154861	28.60793937	1102	西侧283	155516
15.	中华猕猴桃1株	106.58154861	28.60793937	1108	西侧283	103803
16.	中华猕猴桃1株	106.61522205	28.69184370	1015	西侧237	104320
17.	中华猕猴桃1株	106.60173844	28.68069993	1015	东侧1047 较远	105939
18.	中华猕猴桃1株	106.59680407	28.67758704	1067	东侧1556 较远	110603
19.	中华猕猴桃2株	106.58861975	28.66486546	1075	东侧1726 较远	111731
20.	中华猕猴桃1株	106.58689806	28.65286800	1101	东侧1320 较远	112246
21.	中华猕猴桃1株	106.57766737	28.63082567	1249	东侧906	114452
22.	中华猕猴桃1株	106.57198536	28.62168326	1152	东侧1225较 远	115429
23.	中华猕猴桃1株	106.60625002	28.64703340	970	西侧623	170023
24.	中华猕猴桃1株	106.60618903	28.64687491	1007	西侧621	170145
25.	中华猕猴桃1株	106.60424062	28.64523177	1031	西侧542	170540
26.	中华猕猴桃1株	106.60210829	28.63531373	1279	西侧932	173652 赤水河生态 保护红线内
27.	中华猕猴桃1株	106.60199211	28.63505729	1291	西侧932	173831 赤水河生态 保护红线内
28.	中华猕猴桃1株	106.60199211	28.63505729	1291	西侧966	173831 赤水河生态 保护红线内
29.	中华猕猴桃1株	106.59740849	28.63549845	1311	西侧595	174245
30.	中华猕猴桃3株	106.59581950	28.63547376	1316	西侧485	174407

31.	中华猕猴桃2株	106.59218722	28.63603730	1291	西侧193	174720
合计	35株					

评价区分布的银杏（*Ginkgo biloba* Linn.）、南方红豆杉（*Taxus chinensis* var. *mairei*（Lemée et Lév.） Cheng et L. K. Fu）、罗汉松（*Podocarpus macrophyllus* D. Don）等均为街道、村寨、附近人工栽培物种，根据相关规定不属于保护范围。







南方红豆杉

图7.1-2 评价区部分中华猕猴桃现场照片

②省市级重点保护野生植物

通过野外实地调查并结合走访当地群众，按照现行的《中华人民共和国野生植物保护条例（2017）》以及《贵州省重点保护野生植物名录（黔府发〔2023〕17号）》、《重庆市重点保护野生植物名录》（渝林规范〔2023〕2号）规定，本次调查中未发现有贵州省和重庆市重点保护野生植物分布。

7.2.2.9 古树名木现状调查

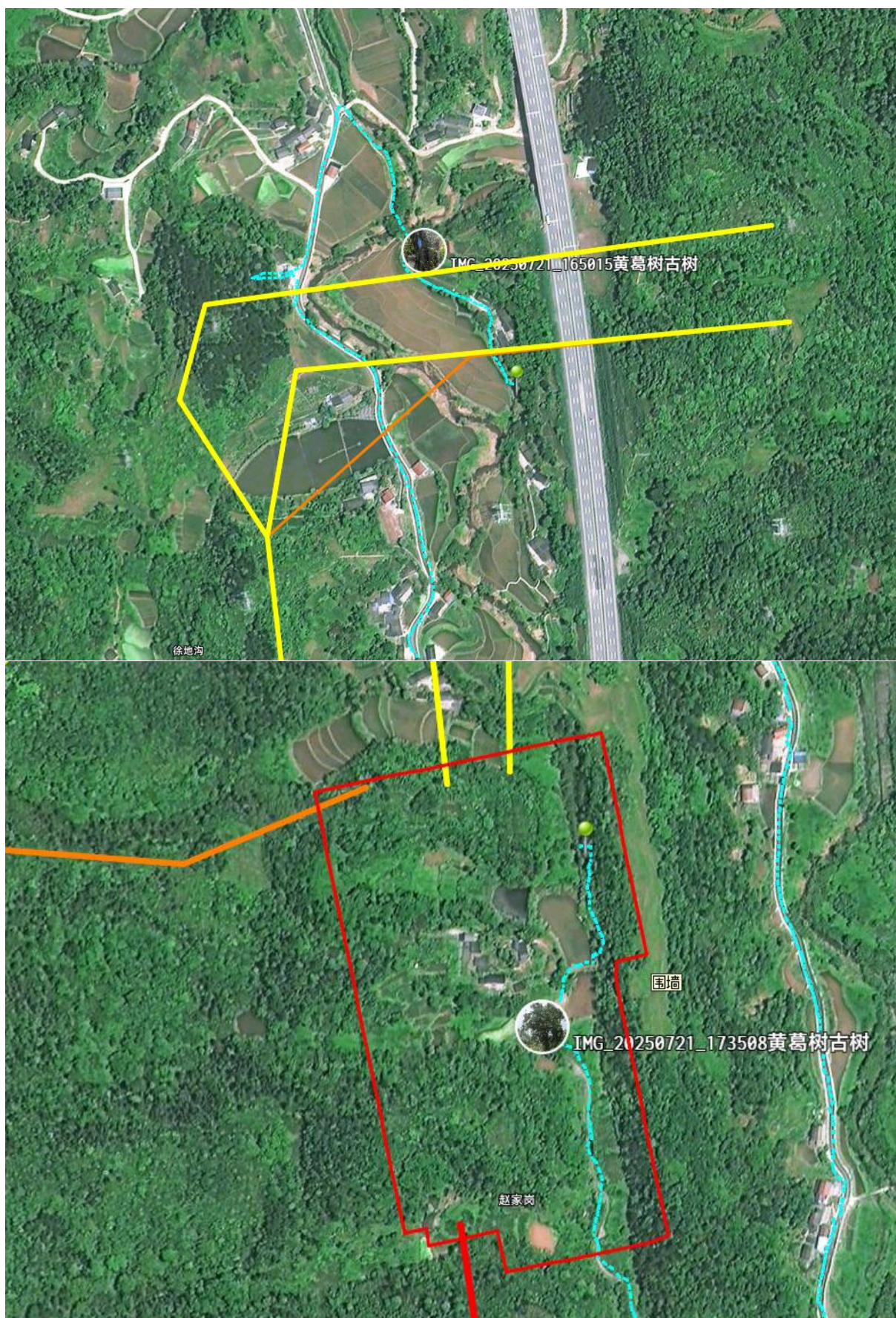
通过野外实地调查并结合走访当地群众，按照现行的《中华人民共和国野生植物保护条例（2017年10月7日，根据中华人民共和国国务院令（第687号）修正）》、《全国古树名木普查建档技术规定（全绿字〔2001〕15号）》、《古树名木保护条例》（中华人民共和国国务院令第800号，2025年1月3日国务院第50次常务会议通过，

2025年3月15日起施行) 以及其它相关规定, 本次调查中发现有名木古树1种16株分布, 均为黄葛树 (*Ficus virens*)。评价区古树多在村寨或城镇周边得以保存下来, 16株古树的10株集中分布在綦江县东溪镇, 大多位于线路评价范围外, 与线路直线距离1km~1.5km范围。

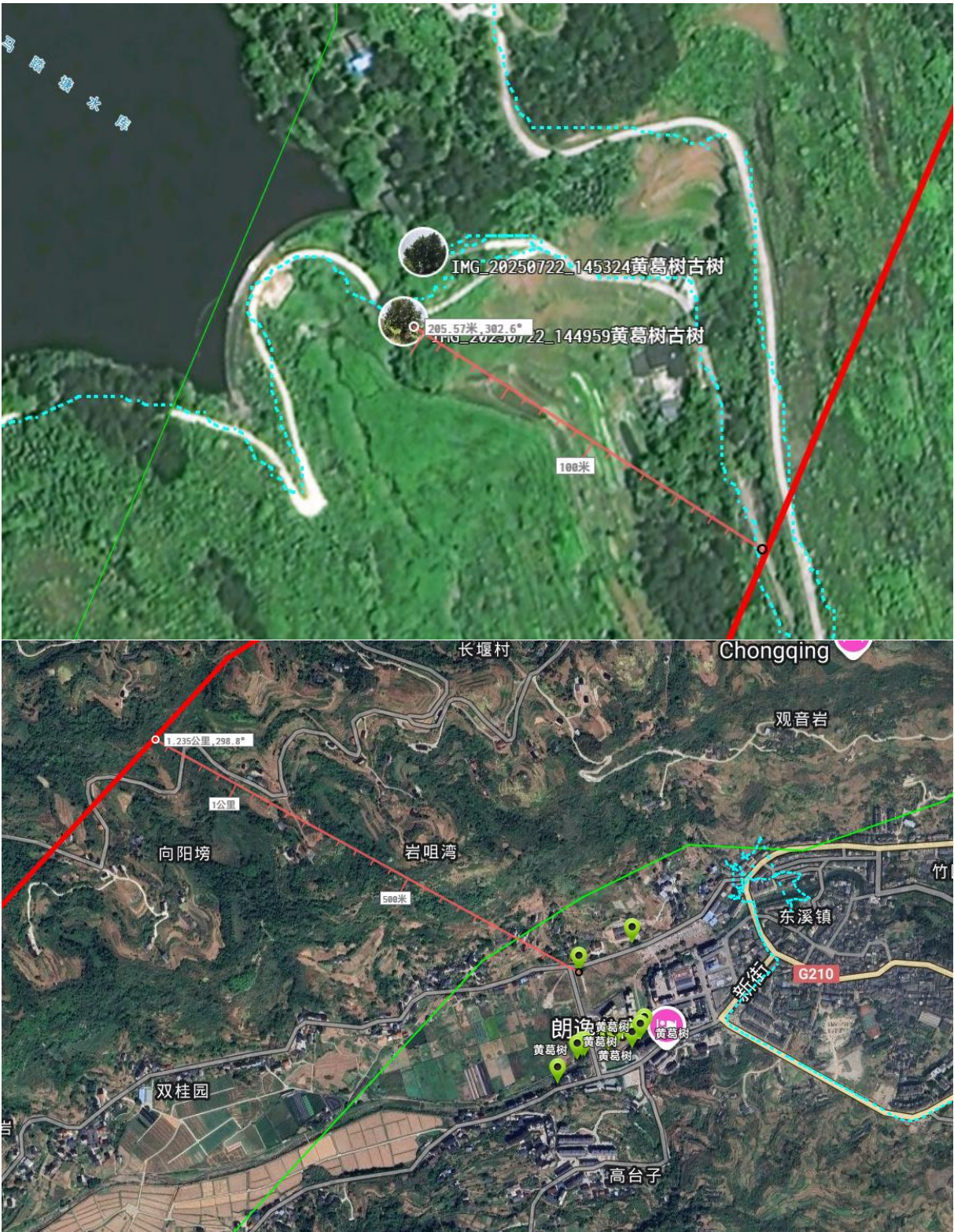
表7.1-12 评价区域古树名木分布情况

名称	树龄	级别	树高m	胸径cm	经纬度	海拔m	分布地点	与本项目关系
黄葛树01	300	二级	16	125	E 106.74663787 N 28.95108917	378	东溪镇王山庙	距离线路1.17km, 无直接影响
黄葛树02	140	三级	8	80	E 106.65421789 N 28.76346563	360	东溪镇朗逸	距离线路1.27km, 无直接影响
黄葛树03	150	三级	7	90	E 106.65281955 N 28.76282327	360	东溪镇朗逸	距离线路1.18km, 无直接影响
黄葛树04	130	三级	9	85	E 106.65296195 N 28.76088009	354	东溪镇朗逸河边	距离线路1.36km, 无直接影响
黄葛树05	130	三级	7	85	E 106.65290236 N 28.76087342	354	东溪镇朗逸河边	距离线路1.36km, 无直接影响
黄葛树06	160	三级	8	95	E 106.65277909 N 28.76079743	354	东溪镇朗逸河边	距离线路1.36km, 无直接影响
黄葛树07	260	三级	10	120	E 106.65225471 N 28.76025303	359	东溪镇朗逸河边	距离线路1.37km, 无直接影响
黄葛树08	130	三级	7	85	E 106.65359657 N 28.76101764	353	东溪镇朗逸河边	距离线路1.37km, 无直接影响
黄葛树09	140	三级	7	80	E 106.65375799 N 28.76107328	353	东溪镇朗逸河边	距离线路1.37km, 无直接影响
黄葛树10	170	三级	10	105	E 106.65421262 N 28.76107563	354	东溪镇朗逸河边	距离线路1.37km, 无直接影响
黄葛树11	140	三级	8	95	E 106.65443525 N 28.76126139	354	东溪镇朗逸河边	距离线路1.41km, 无直接影响
黄葛树12	160	三级	9	90	E 106.65453315 N 28.76140129	354	东溪镇朗逸河边	距离线路1.44km, 无直接影响
黄葛树13	100	三级	7	90	E 106.79193629 N 29.09576835	402	起点换流站选址赵家岗	位于换流站用地红线内, 需移栽保护。
黄葛树14	120	三级	8	110	E 106.79346859 N 29.10528925	361	起点段线路下方	距离线路水平约22m, 位于线路下方, 未占用
黄葛树15	100	三级	65	100	E 106.78365562 N 29.08209160	577	马踏塘水库坝体	距离线路水平约200m, 未占用
黄葛树16	120	三级	12	110	E 106.78355662 N 29.08178223	570	马踏塘水库坝体	距离线路水平约205m, 未占用

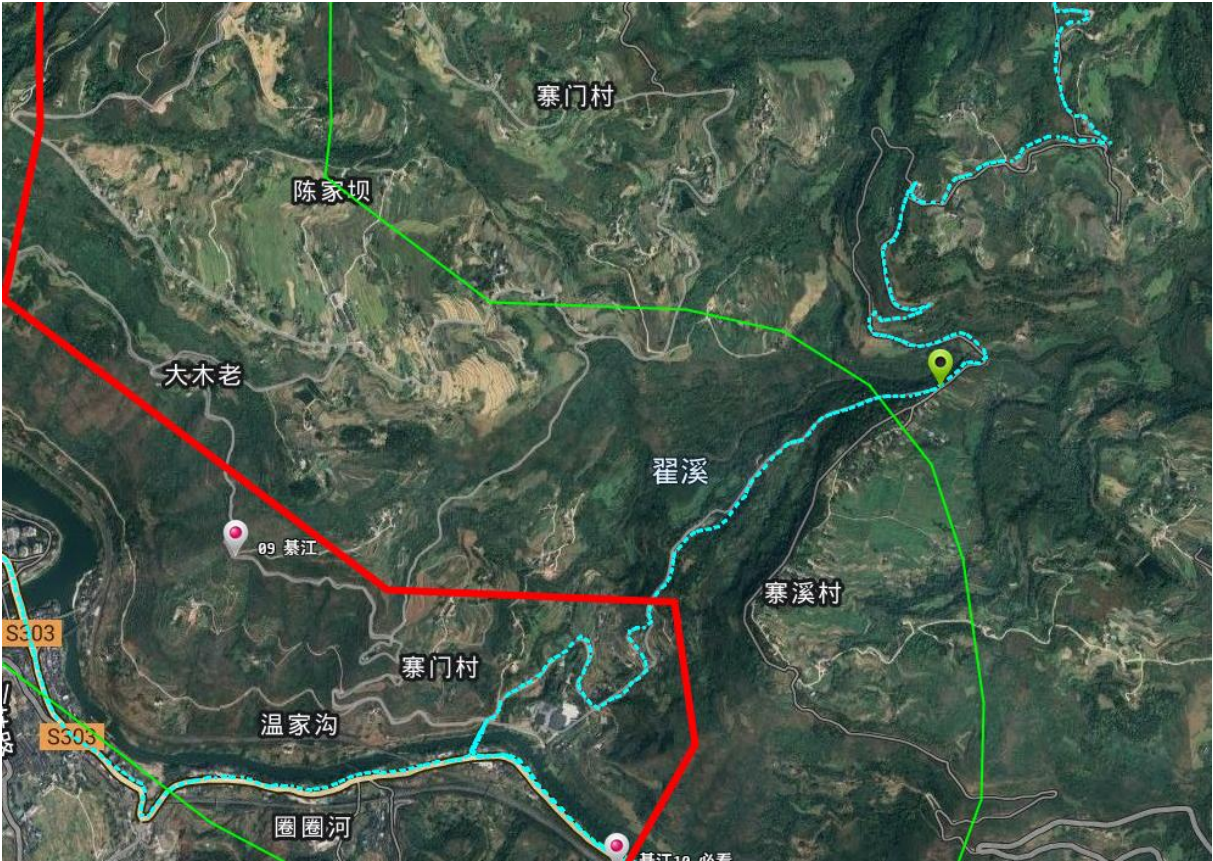












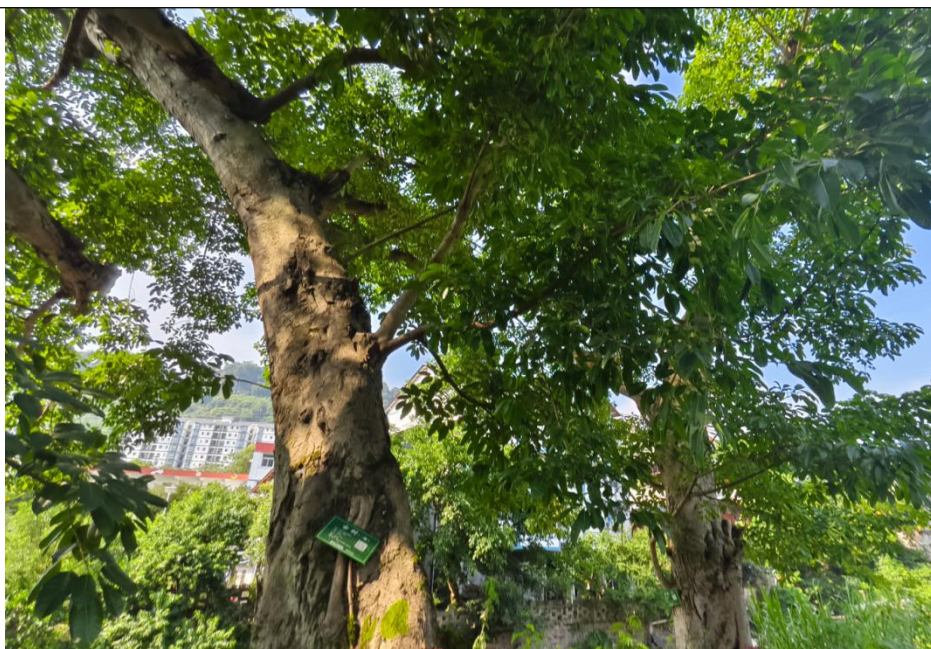
评价区古树分布情况

	
01 黄葛树测量冠幅	01 黄葛树量胸径
	
02 黄葛树	03 黄葛树



	
04 黄葛树	05 黄葛树
	
06 黄葛树	07 黄葛树
	
08 黄葛树	09 黄葛树





10、11黄葛树



13号黄葛树，被占用需移栽古树现状





14号 起点段古树  
黄葛树古树照片

7.2.2.10 外来入侵植物调查

根据《中国外来入侵物种名单》（第一批，2003年）、《中国外来入侵物种名单》（第二批，2010年）、《中国外来入侵物种名单》（第三批，2014年）、《中国自然生态系统外来入侵物种名单》（第四批，2016年）、《关于加强外来入侵物种防控工作的通知》（生态环境部等，2021年）、《重点管理外来入侵物种名录》（农业农村部等，2023年）等文件，评价区调查统计下来有如下外来入侵植物14种分布：

表7.1-13 评价区外来入侵植物分布情况

序号	种类	原产地	入侵途径	主要危害	分布区域
(1)	喜旱莲子草（ <i>Alternanthera philoxeroides</i> ）	南美洲	水产养殖引入、水流传播	堵塞河道，破坏水生生态系统	各地广泛分布
(2)	凤眼蓝（ <i>Eichhornia crassipes</i> ）	南美洲	观赏引入、随意丢弃	要盖水面，导致水体缺氧、生物多样性下降	綦江起点
(3)	加拿大一枝黄花（ <i>Solidago canadensis</i> ）	北美洲	观赏引入、种子扩散	侵占农田，与作物竞争资源	各地荒地
(4)	苏门白酒草（ <i>Conyza</i>	南美洲	种子随风传播	入侵农田、果园，影响作物生长	各地

序号	种类	原产地	入侵途径	主要危害	分布区域
	<i>sumatrensis</i> )				
(5)	落葵薯 ( <i>Anredera cordifolia</i> )	南美洲	作为药用植物引入	攀附其他植物致其死亡	各地
(6)	鬼针草 ( <i>Bidens pilosa</i> )	美洲热带	种子随动物、人类传播	快速占领荒地、农田，种子具倒刺易附着扩散，与作物竞争养分，降低农田产量。	路边、荒地广泛分布
(7)	藿香蓟 ( <i>Ageratum conyzoides</i> )	中南美洲	人为携带、自然扩散	分泌化感物质抑制其他植物生长，形成单一群落，破坏生物多样性。	农田、山坡
(8)	圆叶牵牛 ( <i>Ipomoea purpurea</i> )	美洲热带	观赏引入、种子扩散	攀援覆盖本土植被，阻碍光合作用，导致树木死亡或农作物倒伏。	灌丛、农田边
(9)	婆婆纳 ( <i>Veronica agrestis</i> )	欧亚大陆	种子混杂于农作物	侵占麦田、菜地，与作物竞争水分和养分，影响机械化收割。	农田、路旁
(10)	一年蓬 ( <i>Erigeron annuus</i> )	北美洲	风力传播、人为活动	入侵农田、草地，形成密集种群，抑制其他草本植物生长。	荒地、路边
	小蓬草 ( <i>Conyza canadensis</i> )	北美洲	种子随风扩散	快速占领荒地，释放化感物质阻碍其他植物萌发，加剧土地退化。	荒地、路边
	垂序商陆 (美洲商陆) ( <i>Phytolacca americana</i> )	北美洲	作为观赏植物、药用植物引入，后逃逸至野外自然扩散。	全株有毒，中毒后可能会出现恶心、呕吐、腹痛、腹泻、心跳过速、血压下降、呼吸困难等症状，严重者甚至可能会导致死亡。	荒地、路边

## 7.2.3 动物生态调查

### 7.2.3.1 总体状况

世界陆地动物区系可划分为 6 个界，分别是澳洲界、新热带界、旧热带界、东洋界、古北界和新北界。中国动物地理区划涉及东洋界与古北界两个界，东洋界和古北界在我国的分界线为：西起横断山脉北端，经过川北岷山及陕南的秦岭向东到达淮河一线。

古北界在我国可进一步分为东北区、华北区、蒙新区和青藏区；东洋界分为西南区、华中区和华南区，一共七个区。东洋界大致分布于长江中、下游以南，为亚洲东部热带动物现代分布的中心地区；古北界自东北经秦岭以北的华北和内蒙古、新疆至青藏高原，为旧大陆寒温带动物的现代分布中心地区。

项目线路位于东洋界华中区——西部山地高原亚区，生态地理动物群以亚热带森林、林灌动物群为主，动物分布型以南中国型为主，南中国型为分布或主要分布在我国季风地区、中亚热带的喜暖湿种类，与东南亚热带——亚热带型（东洋型）形成

北—南的地理替代，但互有重叠。

贵州习水县位于大娄山北坡向四川盆地过渡的中山峡谷地带，保存了地球北纬 28° 最完好的中亚热带常绿阔叶林。动物区系呈现典型的华中华南成分与滇黔成分交汇的过渡特征：云豹、金钱豹、林麝等国家一级保护动物以及大鲵、虎纹蛙、细痣疣螈等两栖类，均反映出湿润常绿林—溪谷复合生境的完整性；34 种爬行类中 41% 为华中华南区种，57 种鱼类兼具长江水系广布种与特有种，显示其处于长江上游生态屏障的核心位置。该区域是华中-西南昆虫分化与保存的热点之一。

重庆綦江区地处四川盆地东南缘喀斯特低山丘陵，地势南高北低，兼具盆周山地与岭谷地貌。动物区系以东洋界华中区成分占绝对优势：黑叶猴、云豹、林麝 3 种国家一级保护动物与 18 种国家二级保护动物（如猕猴、斑羚、红腹锦鸡等）构成典型的盆周山地森林-灌丛群落。两栖、爬行类共 32 种，其中 12 种两栖类与 14 种爬行类均属东洋区系，仅个别为广布种，缺乏古北界成分，表明其区系纯度较高。70 余种鱼类及丰富的水生昆虫与底栖动物则反映了綦江流域作为长江一级支流在物种扩散廊道中的关键作用。

根据 HJ1166 对一类生态系统的划分，评价区内主要生境类型包括森林生境、灌丛生境、草地生境、湿地生境、农田生境、城镇生境及少量其他类裸地生境。各类生境随着海拔、纬度、气候等条件变化，存在差异性，栖息的野生动物也随之产生差异。

### 7.2.3.2 调查内容、方法与样线分布

#### 7.2.3.2.1 调查内容与方法

##### 一、调查原则

##### 1) 科学性原则

有明确的观测目标，观测样地和观测对象应具有代表性，能全面反映观测区域内哺乳动物多样性和群落的整体状况；应采用统一、标准化的观测方法，对哺乳动物种群动态变化进行观测。观测方法和观测结果应具有可重复性。

##### 2) 可操作性原则

观测计划应考虑所拥有的人力、资金和后勤保障等条件，观测样地应具备一定的交通条件和工作条件。应在系统调查的基础上，充分考虑野生动物资源现状、保护状况和观测目标等因素选择合适的观测区域和观测对象，采用高效率、低成本的观测方

法。

### 3) 可持续性原则

观测工作应满足生物多样性调查与后期跟踪监测的需要，并能有效地指导生物多样性保护工作。观测对象、观测样地、观测方法、观测时间和频次一经确定。

### 4) 保护性原则

考虑环境影响评价报告为技术性报告，全部采用非损伤性取样方法，避免不科学的频繁观测。

### 5) 安全性原则

野外工作应充分考虑调查人员户外安全，做好防护措施。

## 二、调查方法

陆生野生动物现状调查采用的方法依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）、《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ710.3-2014）、《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ710.4-2014）、《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ710.5-2014）、《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ710.6-2014），针对不同野生动物类群采取不同方法调查。具体如下：

### 1) 陆生哺乳动物调查方法

鉴于多数种类陆生哺乳动物白天隐匿，少活动不易被见到，故调查中主要以痕迹为主，痕迹主要指足迹、粪便、爪痕、卧迹和巢、洞穴等。因此在进行调查时须努力在样方中寻找痕迹。

#### ①样带/线法

样带/线设置一般选择沿评价区域两侧布设，对不同植被类型采用不同的样带：包括森林样带；灌丛、灌草丛及疏林灌草丛样带；典型山地草坡样带；耕地样带。样带/线中应有 2 到 3 人沿曲线前进，以便发现痕迹。只记录前方和两侧的个体，包括越过样带的个体和痕迹，痕迹应区分新旧。实际调查中受项目时间和财力限制，样带调查与样方调查相结合使用。

#### ②样方法

用于特殊地形，不易进行样带法的地区。根据经验样方应不小于 500×100m，按长方形设置。

### 2) 鸟类调查方法

鸟类调查多采用样带法，特殊情况下选择样点法。

### ①样带/线法

样带/线布设与陆生哺乳动物调查样带相同。鸟类样带调查进行最佳时刻为清晨或日落前数小时，此时为动物活动最活跃时间，调查时步行时速 2 至 3km/h 为佳，观察记录沿途所见到的种类和数量。

调查人员只记录位于前方和两侧的鸟类，包括飞过样带的个体和由前方向后飞的个体，但由后向前飞的个体不予记录，以免重复。在繁殖期，成对活动的鸟类，如仅见雌鸟或雄鸟、窝卵、雏鸟均应记录为一对。记录种类和数量同时要记录沿线的生境，地形及人为活动类型和程度。沿线视不同地区生境类型，设置样带 3 至 10 条。

### ②样点法

由于山地切割剧烈，地形复杂而难于持续行走的地区适用样点法。样点应均匀布置在样带上，每条样带不少于 5 个样点，样点在开阔地区半径一般为 50m，森林、灌丛地带一般为 25m。调查人员位于中心位置，尽量减少对鸟类活动的干扰，统计所见到的种类，每个样点调查时间应不少于 10 分钟。对于见到的样点外的种类应记录其与样点中心点的距离和飞行高度。

### 3) 两栖类和爬行类调查方法

两栖类与爬行类动物由于行动能力较弱，两栖类活动区域多位于溪旁和水田附近，所以两栖和爬行类调查样方多选取在其适宜的生境，如溪流、水田与森林交汇处等附近布设样方，样方大小一般视具体生境而定，多为长方形，50×10m。两栖类因其活动特性，夜间易于发现和记录，在两栖类活跃的季节，采用夜间调查，便于发现不同种类。

### 4) 本次应用的调查方法

本次调查中，鉴于调查区域环境较为复杂，样线/带调查中，各类物种调查一并进行，陆生哺乳动物则以痕迹观察为主，部分生境较好的点位采取了红外相机调查。样线/带设置综合考虑了评价范围内的不同生境，针叶林、阔叶林、灌丛、草地、水域、农田、村寨城镇六类生境，布设的样线较长，跨越多个生境，列表进行统计记录。

### 5) 访问调查

访问当地居民、在山上放牧的群众和工作人员，了解当地陆生脊椎动物的种类及其分布情况。访问时请被访者辨认《中国两栖动物图鉴》、《中国爬行动物图鉴》、《中国鸟类野外手册》、《中国兽类野外手册》等图册中在当地分布的动物，介绍近 5 年来的分布地点和数量情况，再根据专业知识和相关文献进行综合分析和判断。



在以上调查和收集资料基础上，确定评价区各类陆生脊椎动物名录，分析陆生脊椎动物各大类群物种组成、区系特征、国家和省级重点保护物种、特有物种和列入红皮书的物种。

7.2.3.2.2 调查样线分布

本次调查，样线/带调查结合生境特点布设，各类物种调查一并进行，陆生哺乳动物则以痕迹观察为主。样线/带设置综合考虑了评价范围内的不同生境，结合《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）对生态系统的分级划定，结合项目现状特点，评价区分布有森林生境、灌丛生境、草地生境、湿地生境、农田生境、城镇生境、洞穴生境共7类生境，针对不同生境开展了对应野生动物样线布置，每种生境下布设样线数量超过8条。

1、样线设置

本次调查共布设30条样线，调查总量218.336km，覆盖了评价区内的典型生境和重点关注的区域，对评价区野生动物现状进行了实地调查，结合评价区野生动物历史记录资料对评价区野生动物开展评价。具体样线布设见表 评价区野生动物样线调查统计表。

调查的生境类型参照HJ 1166 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，中I级分类的生态系统类型对应。评价区分布有1森林生态系统，以L表示森林生境；2灌丛生态系统，以G表示灌丛生境；3草地生态系统类型，以C表示草地生境；4湿地生态系统类型，以H表示河流湿地生境；5农田生态系统类型，以N表示；6 城镇生态系统类型，以X表示；8 其他生态系统类型中导则推荐的冰川和裸地本次评价不涉及。部分物种如红点齿蟾、绒毛菊头蝠等生物生存在洞穴生境，以D表示，由于洞穴生境的特殊性、稀有性，未列入生态系统调查技术规范涉及的生态系统范畴内，项目建设对洞穴生境无直接影响，本次不对洞穴生境开展内部调查，仅做标记。

表7.1-14 评价区野生动物样线调查统计表

编号	总长度（km）	生境类型	优势类群	主要人为干扰
样线1	5.389	L,G,C,H,N,X	小型鸟类为主	人为干扰少
样线2	2.788	L,G,C,N,X	鸟类为主	弱干扰，其余人为干扰少
样线3	6.248	L,G,C,N,H,X	鸟类	轻度干扰，局部干扰较大
样线4	1.546	L,G,N	鸟类	弱扰小，仅通村路

样线5	7.994	L,G,C,H,N,X,D	鸟类	中度干扰，耕作活动
样线6	6.36	L,G,C,N,X	鸟类	中度干扰，人为耕作
样线7	10.199	L,G,C,H,N,X,D	鸟类	弱干扰，终点老瀛山实验区
样线8	3.284	L,G,N,X,D	鸟类	弱干扰，仅通村道
样线9	6.189	L,G,C,H,N,X,D	鸟类	中度干扰。
样线10	7.343	L, G, C, N	鸟类	轻度干扰。
样线11	7.333	L,G,C,H,N,X	鸟类	轻度干扰。
样线12	3.330	L, G, C, H, N	鸟类	中度干扰。
样线13	16.011	L, G, C, H, N, X	鸟类	中度干扰
样线14	11.471	<u>L,G,C,H,N,X,D</u>	鸟类	中度干扰，人为耕作
样线15	17.15	L,G,C,H,N,X,D	鸟类	中干扰
样线16	9.464	L,G,C,H,N,X	鸟类	弱干扰，仅通村道
样线17	6.869	L,G,C,H,N,X	鸟类	弱干扰。
样线18	10.472	L,G,N,X	鸟类	中度干扰。
样线19	8.716	L,G,C,N,X	鸟类	中度干扰。
样线20	7.12	L,G,C,H,N,X	鸟类	轻度干扰。
样线21	6.429	L,G,C,H,N,X	鸟类	中度干扰
样线22	5.258	L,G,C,H,N,X	鸟类	中度干扰
样线23	4.885	L,G,C,H,N,X	鸟类	弱干扰
样线24	7.896	L,G,C,H,N,X	鸟类	弱干扰，仅通村道
样线25	2.579	<u>L,G,C,H,N,X</u>	鸟类	轻度干扰。
样线26	2.167	L,G,C,H,N,X	鸟类	中度干扰。
样线27	4.917	L,G,C,H,N	鸟类	中度干扰。
样线28	19.737	L,G,C,H,N,X	鸟类	中度干扰。
样线29	4.445	L,G,C,H,N	鸟类	轻度干扰。
样线30	4.747	L,G,C,H,N,X	鸟类	中度干扰。
合计	218.336			

## 2、动物样线类型符合性分析

本项目为线性项目，按照生态导则进行分段评价。进入生态敏感区的线路段（包

括生态保护红线、地质公园、自然保护区)生态影响评价等级为二级;其余区段生态影响评价等级为三级。陆生生态二级评价开展样线调查的,应涵盖评价范围内不同的生境类型,每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 3 条,除了收集历史资料外,二级评价尽量获得野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等关键活动期的现状资料。本项目二级评价包含了湿地、村镇、林地、农田等不同生境类型,类型满足要求。另一方面,样线调查中调查团队充分考虑了野生动物不同活动规律,两栖爬行动物以夜间调查为主开展调查;鸟类、兽类采取黄昏、黎明等活跃期开展样线调查工作,以保障更为真实有代表性的调查结果。

从样线调查时间上,现场调查在 6 月底至 7 月初野生动物繁殖季节和 9 月底至 10 月初鸟类迁徙季节,沿部分敏感区样线补充了野生动物样线调查工作,满足导则要求的“尽量获得野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等关键活动期的现状资料”。

### 3、动物样线数量符合性分析

本项目为线性项目,按照生态导则进行分段评价。进入生态敏感区的线路段(包括生态保护红线、地质公园、自然保护区)生态影响评价等级为二级;其余区段生态影响评价等级为三级。按照生态导则要求,二级评价中每种生境动物调查样线不少于 3 条,三级为 1 条。

本项目影响范围涉及自然保护区段应设置样线 3 条,实际设置 5 条;其余临近和跨越生态保护红线段设置 20 条;一般区域应至少设置 1 条,实际设置 5 条,数量满足要求。

## 7.2.3.3 评价区野生动物概况

### 1、野生动物调查统计结果

根据现场调查,结合綦江区记录和贵州动物志等资料记载,评价范围内共有陆生野生动物 169 种,占贵州省陆生野生脊椎动物(1043 种)的 16.20%;占重庆市陆生野生脊椎动物总数的 20.84%。在几大类群中,鸟类种类数量在几大类群中居于首位,占评价区总种数的 61.54%。评价区森林植被较丰富,野生动物丰富区域集中在自然保护区及人力较难到达的陡坡山谷地带,野生动物资源分布不均匀。

评价区脊椎动物具体分布在各分类阶元中的数量状况见下表。

表7.1-15 评价范围内陆生脊椎动物各纲下分类阶元种类数量

纲	目/亚目	科	种	占评价区总数的比重(%)	贵州省记录	占贵州省种数比重(%)	重庆市记录	重庆市占比
两栖纲	1	7	18	10.65	97	18.56	57	31.58
爬行纲	3	7	28	16.57	120	23.33	63	44.44
鸟纲	15	40	104	61.54	673	15.45	574	18.12
哺乳纲	7	11	19	11.24	153	12.42	117	16.24
合计	26	65	169	100.00	1043	16.20	811	20.84

注：贵州省数据来自 2010 年 3 月出版的《贵州野生动物名录》、中国观鸟记录中心鸟类记录、《贵州省爬行动物更新名录》（生物多样性，2024， 32 （4））、《贵州省两栖动物名录修订》（四川动物，2020.39（6））。綦江区数据参考《重庆市两栖爬行动物分类分布名录》、《重庆市綦江地区秋季不同生境鸟类多样性研究》、《重庆市兽类资源及其区系分析》、《重庆市綦江地区鸟类资源调查》、《重庆市綦江地区秋季不同生境鸟类多样性研究》与观鸟网在綦江的记录数据完善。

2、评价区常见陆生野生动物物种

评价区常见动物种类有：

哺乳纲：社鼠（*Rattus niviventer*）、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）、小家鼠（*Mus musculus*）等啮齿目种类占优势；

鸟纲：白鹭（*Egretta garzetta*）、池鹭（*Ardeola bacchus*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）、棕背伯劳（*Lanius schach*）、白颊噪鹛（*Garrulax sannio sannio*）等鸟类，其中鹭科种类在农田附近及河流、池塘旁较为常见，噪鹛等画眉亚科的种类在针阔混交林和阔叶落叶林及灌丛中较为多见；

爬行纲：黑眉锦蛇（*Elaphe taeniura*）等蛇类在评价区内虽有分布但数量稀少；两栖纲：泽蛙（*Rana limnocharis*）、中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）、黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculatus*）、饰纹姬蛙（*Microhyla ornata*）等生活在农田附近的常见种类，数量较多。

7.2.3.4 评价区两栖类现状

本次样线调查涉及范围广，实际拍摄记录中记录最多的为鸟类类群，兽类、两爬受季节影响概率低。

1）物种组成

通过野外调查并结合历史资料，评价区域共有 18 种两栖类动物，隶属于 1 目 7 科，多为常见种类，中华蟾蜍、泽陆蛙，数量较多。评价区两栖动物名录见表附录 1

评价区两栖动物名录。

列入《中国生物多样性红色名录》中极危 **CR**、濒危 **EN** 和易危 **VU** 的物种有 3 种，全部为易危 **VU** 种：合江棘蛙、峨眉角蟾、红点齿蟾。中国特有种 3 种，峨眉角蟾、无斑雨蛙、合江棘蛙。

从地方保护物种看，纳入贵州省省级保护的两栖类动物有 3 种，均为姬蛙属物种：粗皮姬蛙、小弧斑姬蛙、饰纹姬蛙；纳入重庆市市级保护的两栖类有两种：红点齿蟾和合江姬蛙。

入侵物种 1 种——牛蛙，在习水和綦江部分水体有分布，与当地牛蛙养殖逃逸有关。

## 2) 区系分析

评价区两栖动物共有 18 种，无古北种两栖类分布，属广布种有 4 种，占总数的 22.22%，属于东洋界的有 14 种，占总数的 77.78%，可见本区域的两栖动物以东洋界为主体。

## 3) 生态习性

根据两栖动物生活习性的不同，可将评价范围内的两栖动物分为以下 4 种生态类型：

静水型（在静水或缓流中觅食）：黑斑侧褶蛙、沼水蛙等，主要在评价区内的池塘、湖泊及稻田等静水水域中分布，与人类活动关系较密切。

溪流型（在流水中活动觅食）：合江臭蛙、贵州臭蛙等，主要分布在评价范围内的山涧溪流。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：泽陆蛙、中华蟾蜍、小弧斑姬蛙、饰纹姬蛙等，它们主要在评价区内离水源不远的陆地上如草地，石下，田埂间等生境内活动，与人类活动关系较密切。

树栖型（在树上活动觅食，离水源较近的林地）：包括华西雨蛙、斑腿泛树蛙、峨眉树蛙等，他们主要在评价范围内离水源不远的树上生活。

## 7.2.3.5 评价区爬行类现状

### 1) 物种组成

通过野外调查并结合历史资料，评价区内爬行动物共有 3 目 7 科 28 种，其中优势科是游蛇科，分布有 17 种。评价区爬行动物名录详见附录 2 评价区爬行动物名录。

列入《中国生物多样性红色名录》中极危CR、濒危EN和易危VU的物种有10种，其中易危VU的有4种：玉斑锦蛇、灰鼠蛇、乌华游蛇、乌梢蛇；濒危EN级有6种：中华鳖、王锦蛇、黑眉锦蛇、滑鼠蛇、银环蛇、尖吻蝾。

从地方保护物种看，无纳入贵州省省级保护的爬行类动物；列入重庆市市级保护的爬行类有7种：王锦蛇、黑眉锦蛇、滑鼠蛇、尖吻蝾、福建竹叶青、玉斑锦蛇、乌梢蛇。

## 2) 区系分析

评价区爬行类动物共有28种，评价区爬行类动物均为东洋界种类，属古北东洋界广布种有3种，占总数的10.71%，属于东洋界的有23种，占总数的 82.14%，古北种2种，占7.14%。

## 3) 生态习性

根据评价范围内爬行动物生活习性的不同，可以将评价范围内爬行动物分为以下3种生态类型：

住宅型（在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：包括赤链蛇(本次现场调查在綦江段拍摄记录一条)、黑眉锦蛇（习水段夜间调查记录成体一条）等，主要在评价区中的建筑物如居民区附近活动，与人类活动关系较密切。

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：北草蜥、石龙子、蓝尾石龙子、银环蛇、尖吻蝾等。它们主要在评价范围内的山林灌丛中活动中。

林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：包括王锦蛇、玉斑锦蛇、乌梢蛇、虎斑颈槽蛇等。它们主要在评价区内水域附近的山间林地活动。评价区中林栖傍水型爬行类种类数量最多，此种生态类型构成了评价区爬行类的主体。

## 7.2.3.6 评价区鸟类现状

### 1) 鸟类物种多样性及区系分析

评价范围的鸟类有104种，隶属于15目40科。其中，以雀形目鸟类最多，共63种，占60.58%。

从动物地理角度看，在104种鸟类中，属于东洋界分布的种类有50种，占48.08%；属于古北界分布的种类有10种，占9.62%；广布种有44种，占42.31%。从鸟类动物地理分布看，东洋界分布种和广布种占明显优势，古北界分布种比例不足10%。

从鸟类居留类型看，评价区鸟类中，留鸟72种，占69.23%；夏候鸟18种，占17.31%；冬候鸟13种，占12.50%；旅鸟1种，占0.96%。从鸟类居留类型看，留鸟占明显优势，接近70%，迁徙鸟种（冬候鸟、夏候鸟、旅鸟）总计约30%。

## 2) 鸟类生态类群

鸟类栖息和取食等各种活动都与自然环境有着十分密切的关系，它们的种群也随着自然环境的不同构成了多种多样的鸟类群。该地区有以下主要鸟类群：

### ① 针阔叶林鸟类群

该鸟类群主要分布在针阔混交林带。这里植被密度高，地势陡峭，分布于此地的鸟类多为森林鸟类，其代表种类有：大拟啄木鸟、大山雀等。该地带人为干扰较少，植被保存相对完好，鸟类资源因此也较为丰富。

### ② 灌木混交林鸟类群

该鸟类群主要分布于沿线灌木林与阔叶林交错边缘地带。分布于该地的鸟类主要代表有：灰胸竹鸡、珠颈斑鸠、红嘴蓝鹊及噪鹛类等。

### ③ 溪涧水域鸟类群

该鸟类群主要分布于沿线附近的小溪涧以及各个溪流或山间地带，其代表种类有：池鹭、白鹭、黑水鸡等。许多农田鸟类也常迁飞于溪流间，并在溪流里栖息，如：小鹭鸕、北红尾鸕等。

### ④ 农田草丛鸟类群

该鸟类群主要分布于山地梯田以及海拔较低的丘陵草丛。这些地带主要为居民农田区，虽然耕作强度较大，人类活动也较为频繁，但是由于食源较为丰富，许多鸟类仍然大量栖息与此。农田鸟类常见麻雀、山麻雀、黄臀鹌、领雀嘴鹌、白头鹌、白鹌等。







## 3) 珍稀保护鸟种

调查区分布的鸟类中，国家二级保护鸟类12种：雀鹰、普通鵟、松雀鹰、鹊鹑、斑头鹑鹑、红嘴相思鸟、黑鸢、红隼、红腹锦鸡、红腹角雉、灰林鸮、画眉。







地方保护物种看，小鸺鹠、灰胸竹鸡、黑水鸡、大拟啄木鸟、四声杜鹃、噪鹛、普通夜鹰共7种，属于重庆市市级保护物种。







从IUCN名录看，无VU及以上级别珍稀保护物种分布。

下表为部分现场记录的野生动物照片，完整的野生动物调查和记录照片详见附录5野生动物现场调查成果部分。

	
<p>白腰文鸟 <i>Lonchura striata</i> (起点π接隆盛一回线路附近)</p>	<p>金腰燕 <i>Cecropis daurica</i> (220kv 隆黄迁改段附近)</p>
	
<p>白鹊鸽 <i>Motacilla alba</i> (綦江段拍摄)</p>	<p>丝光椋鸟 <i>Sturnus sericeus</i> (綦江段记录)</p>
	
<p>棕背伯劳 <i>Lanius schach</i></p>	<p>纯色山鹪莺 <i>Prinia inornata</i></p>



	
珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i>	白鹡鸰 <i>Motacilla alba</i> 当年生幼鸟
	
白头鹎 <i>Pycnonotus sinensis</i>	白头鹎 <i>Pycnonotus sinensis</i>
	
白鹡鸰 <i>Motacilla alba</i> 当年生幼鸟	领雀嘴鹎 <i>Spizixos semitorques</i>

	
珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i>	领雀嘴鹀 <i>Spizixos semitorques</i>
	
北红尾鸲雌鸟 <i>Phoenicurus aureus</i>	家燕 <i>Hirundo rustica</i>
	
家燕 <i>Hirundo rustica</i>	乌鸫 <i>Turdus merula</i>









	
<p> 鹊鸂 <i>Copsychus saularis</i> </p>	<p> 小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i>  綦江段丁山湖水库 </p>
	
<p> 小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i> </p>	<p> 赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>  綦江习水交界附近马尾松林 </p>
	
<p> 赤腹松<i>Callosciurus erythraeus</i>  习水段 </p>	<p> 鸟巢中的红嘴蓝鹊  <i>Urocissa erythrorhyncha</i> </p>

图7.1-3 部分野生动物现场拍摄照片

7.2.3.7 评价区兽类现状

1) 物种组成

根据历史文献记载和野外调查结果，评价区内分布有兽类7目11科19种。其中食虫目1科1种，翼手目3科4种，灵长目1科1种，兔形目1科1种；啮齿目2科9种；食肉目2科2种，偶蹄目1科1种。以啮齿目动物占据优势。

## 2) 区系分析

评价区内兽类以东洋界种类占据优势，共计14种，占评价区兽类物种总数的73.68%；古北界物种共1种，占评价区兽类物种总数的5.26%；广布种有4种，占评价区兽类物种总数的21.05%。动物区系特征表现为东洋界种类所占的比例较大。

## 3) 哺乳类生态类群

根据评价范围兽类生活习性的不同，可以将上述种类分为以下5种生态类型：

半地下生活型（穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：此种类型的有小家鼠、褐家鼠、社鼠等，它们在评价区内主要分布在树林和农田中，其中小家鼠、褐家鼠等与人类关系密切。

地面生活型（主要在地面上活动、觅食）：以豹猫、野猪为代表，在评价范围内的山体林中分布。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型兽类）：有大蹄蝠、绒毛菊头蝠、三叶蹄蝠等，它们在评价范围内主要分布于岩洞和居民点附近，傍晚接近天黑时出来活动。

树栖型（主要在树上栖息、觅食）：该类型有珀氏长吻松鼠、赤腹松鼠等，在评价范围内分布在阔叶落叶林或针阔混交林中。

## 4) 珍稀保护兽类

评价区分布的兽类中，猕猴和豹猫为国家二级保护兽类，集中在老瀛山自然保护区分布，同时豹猫也属于VU易危级物种；灰麝鼯为贵州省省级保护物种；黄鼬为重庆市市级保护物种。猕猴根据分布记录，在保护区核心区分布，距离线位超过2km，位于评价范围外，但考虑猕猴活动范围较大，仅列入区域兽类名录，并标注明确分布区域。豹猫为小型兽类，多在原生阔叶林内活动分布，评价范围边缘靠近老瀛山自然保护区带有分布记录。

### 7.2.3.8 评价区珍稀保护动物现状

#### 1、重要物种（国家重点保护野生动物与红色名录中 CR、EN、VU 物种）

评价范围内陆生脊椎动物中，分布有国家Ⅱ级重点保护野生动物 14 种，其中鸟类 12 种；兽类 2 种。列入物种红色名录中 CR、EN、VU 物种有 14 种：濒危 EN 6 种，

易危 8 种。综合统计，共计分布重要物种 27 种（重叠物种仅记录 1 次）。

7.1-16 评价区分布的国家重点保护野生动物统计表

中文名、拉丁名	分布	数量	国家重点	IUCN
1. 红点齿蟾 <i>Oreolalax rhodostigmatus</i>	洞穴	+		VU
2. 合江棘蛙 <i>Quasipaa</i>	湿地	+		VU
3. 峨眉角蟾 <i>Boulenophrys omeimontis</i>	山区溪流	+		VU
4. 中华鳖 <i>Pelodiscus sinensis</i>	河流	++		EN
5. 王锦蛇 <i>Elaphe carinata</i>	广布	++		EN
6. 玉斑锦蛇 <i>Euprepophis mandarinus</i>	广布	++		VU
7. 黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>	广布	++		EN
8. 灰鼠蛇 <i>Ptyas korros</i>	广布	++		VU
9. 乌华游蛇 <i>Sinonatrix</i>	广布	++		VU
10. 滑鼠蛇 <i>Ptyas mucosus</i>	广布	++		EN
11. 乌梢蛇 <i>Zaocys dhumnades</i>	广布	++		VU
12. 银环蛇 <i>Bungarus</i>	广布	++		EN
13. 尖吻蝮 <i>Deinagkistrodon</i>	广布	++		EN
14. 雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	广布	++	国家二级	
15. 普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	广布	++	国家二级	
16. 松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	评价区森林	++	国家二级	
17. 鹊鹞 <i>Circus melanoleucos</i>	广布	++	国家二级	
18. 黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	活动范围广，主要在评价区开阔的山体	++	国家二级	
19. 斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	评价区森林	+	国家二级	
20. 红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	活动范围广，分布于林缘开阔地带，也常见	++	国家二级	
21. 燕隼 <i>Falco Subbuteo</i>	广布	++	国家二级	
22. 红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	阔叶林	++	国家二级	NT
23. 红腹角雉 <i>Tragopan temminckii</i>	阔叶林	++	国家二级	NT
24. 画眉 <i>Garrulax canorus</i>	落叶阔叶灌丛、灌草丛	++	国家二级	
25. 红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea lutea</i>	灌丛和灌草丛	+++	国家二级	
26. 豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	阔叶林、綦江自然保护区	++	国家二级	VU

27. 猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	阔叶林、綦江自然保护区	+	国家二级	
------------------------------	-------------	---	------	--

2、贵州省省级保护野生动物

根据《贵州省人民政府关于公布贵州省重点保护野生动物名录的通知（黔府发[2023]20号）》，评价区分布有2个属4种列入贵州省省级保护物种，分别为麝属的灰麝和姬蛙属的3种姬蛙：粗皮姬蛙、小弧斑姬蛙、饰纹姬蛙。

3、重庆市保护野生动物

根据《重庆市重点保护野生动物名录》（渝林规范〔2023〕2号），评价区共计分布重庆市重点保护野生动物17种，其中兽类1种，鸟类7种，爬行类7种、两栖类2种。

两栖类中2种：红点齿蟾、合江棘蛙；爬行类中7种：王锦蛇、黑眉锦蛇、滑鼠蛇、尖吻蝥、福建竹叶青、玉斑锦蛇、乌梢蛇；鸟类中7种：小鹈鹕、灰胸竹鸡、黑水鸡、大拟啄木鸟、四声杜鹃、噪鹛、普通夜鹰；兽类1种：黄鼬。共17种列入重庆市重点保护野生动物。

7.2.4 生态系统现状调查

7.2.4.1 总体情况

参考《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)，将输电线路评价范围生态系统划分为6个一级生态系统，10个二级生态系统。一级类别包括针森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统；二级分为。根据遥感解译数据，统计出评价范围各类生态系统分布，见下表。

表 7.1-17 评价范围内生态系统分布表

生态系统分类		面积 (hm <sup>2</sup> )	占比
森林生态系统	阔叶林	1732.18	9.19
	针叶林	2975.61	15.79
	针阔混交林	5390.32	28.61
灌丛生态系统	阔叶灌丛	1619.69	8.60
草地生态系统	草丛	663.92	3.52
湿地生态系统	湖泊	53.12	0.28
	河流	101.63	0.54
农田生态系统	耕地	5492.05	29.15
城镇生态系统	居住地	442.64	2.35
	工矿交通	368.40	1.96

合计	18839.57	100.00
----	----------	--------

由表及图可见，评价区自然生态系统中，主要以森林生态系统为主，约占评价区总面积的 53.60%；森林生态系统以针阔混交林分布最广，占比 28.61%，是评价区主要的代表性植被类群。农田生态系统面积占比 29.15%；城镇生态系统、湿地生态系统占比仅 5.13%，评价区城镇开发程度较低。

## 7.2.4.2 各类生态系统状况

### （1）森林生态系统

森林生态系统包含针叶林生态系统及阔叶林生态系统。是森林群落与其生存环境在物流、能流和信息流作用下形成具有一定结构、执行一定功能和自调控的自然综合体。森林生态系统是一个复杂的巨系统，具有丰富的物种多样性、结构多样性、食物链、食物网以及功能过程多样性等，能量转换和物质循环最旺盛，光合生产率与生物生产能力较高，形成了分化、分层、分支和交汇的复杂网络特征，因此其抗干扰能力强，种群的密度和群落的结构能够长期处于稳定的状态，生态效应最强，在生物多样性保护中具有重要意义。

根据现场踏勘与调研，结合遥感影像解译结果可知，评价区森林生态系统面积 10098.11hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的 53.60%，沿线广泛分布。主要有暖性针叶林（如马尾松林、杉木林、柏木林）。

这些地区降水量较高，土壤条件良好，环境复杂多样，植被以高大乔木为主，植被覆盖度和物种丰富度均较高，生境丰富，能够为动物提供食物和隐蔽场所，是评价区哺乳动物相对较多的地带。森林生境具有较高的郁闭度和复杂的冠层结构，为鸟类物种的隐蔽场所，是鸟类重要的繁殖生境。森林生境的落叶和腐木支持了丰富的无脊椎动物和微生物，也是其他动物类群重要的隐蔽场所和食物来源。因此，森林生态系统中的动物种类相当丰富，生物多样性高。

森林生态系统是陆地生态系统的主体，也是陆地三大生态系统类型之一。相较于其他生态系统，森林生态系统具有层次结构丰富、生物种类多样、生产力高等特点，具有更加复杂的空间结构和营养结构，是人类赖以生存的重要自然资源，也是应对全球温室效应、生物多样性丧失、生态平衡破坏等诸多环境问题和保护良好生态环境的重要基础。评价区森林生态系统的服务功能包括养分循环、食物生产、气体调节、调节气温、涵养水源、改良土壤、水土保持、净化环境、孕育和保存生物多样性等方

面，相较于其它类型的生态系统，森林生态系统具有较强的生态服务功能。

## （2）灌草丛生态系统

灌草丛生态系统是灌木植物、草本植物、动物和微生物与其无机环境组成的一个具有一定结构、功能和自我调节能力的整体。

根据现场踏勘，结合遥感影像解译，评价区灌丛和灌草丛生态系统面积为 2283.61hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的 12.12%，线路沿线均有分布。主要为西南地区典型的落叶阔叶灌丛，类型丰富，如火棘、野蔷薇、金佛山荚蒾、牡荆、五节芒等构成的灌丛灌草丛植被群落。

植株多为簇生，无明显主干，群落平均高度 1-3m，植被层郁闭，具有种类多、分布广、生产力高、耐旱等特点。动植物种类和数量仅次于森林和湿地，其种群密度和群落结构较为稳定。生态系统多与森林生态系统镶嵌分布，多生长于林下或者林缘，植被高度有所增加，植被盖度较高，植物生长状况变好。为小型动物提供食物和栖息的场所，植株较高的区域也为一些小型鸟类提供了隐蔽的繁殖场所。此生态系统中鸟类、哺乳类、两栖类和爬行类动物均有分布，鸟类种类和数量尤其丰富。

灌丛生态系统是仅次于森林陆地生态系统的土壤保持和碳固定的主体，一般情况下，单位面积土壤碳保持量和固碳能力也仅次于森林。其生态服务功能多样，包括有机质储存、固碳释氧、调节气候、水源涵养、防风固沙、水土保持、生物多样性保育等，在固定二氧化碳和群落演替中的地位不可替代，并且对区域环境保护和能源替代方面也有较大作用。沿线区域灌丛生态系统主要功能为防风固沙、水土保持、生物多样性保育等，在沿线区域中发挥不可或缺的生态作用。

## （3）农田生态系统

农田生态系统包括耕地生态系统及园地生态系统。是人类为了满足生存需要，积极干预自然，依靠土地资源，利用农田生物与非生物环境之间以及农田生物种群之间的关系来进行人类所需食物和其他农产品生产的半自然生态系统。人类从自身利益出发，通过农业生态系统的信息反馈，利用其经济力量、技术力量和政策对农田环境和生物系统进行调节、管理和改造。构建合理的农田生态系统对农业资源的有效利用、农业生产的持续发展以及维护良好的人类生存环境都有重要作用。

根据现场踏勘，结合遥感影像解译，评价区农田生态系统面积为 5492.05hm<sup>2</sup>，约占评价区总面积的 29.15%，在村寨周边分布。生态系统主要种植粮食作物（如玉米、



小麦等）、经济作物（红薯等）和果树（桃树、李子树等）。

农田生态系统主要受日照、温度、湿度和降水等环境影响，其发展和演变除了受自然条件的制约，同时还受到社会规律的支配。农田生态系统为人工植被，包括栽培、种植的农作物以及一些伴生草本植物等，其群落结构简单，物种组成单一，抗干扰能力较弱，种群密度和群落结构较易发生改变，生态较为脆弱。其植被生境相对简单，人类活动比较频繁，人为干扰多样，生境质量相对较差，生物多样性较为单一，动物物种多样性较森林、灌丛、湿地等低。

农田生态系统及其生物多样性的存在，对于保护和改善生态环境质量有着较为重要的作用和意义。农田生态系统作为城市生态系统与自然生态系统之间的缓冲区和生态库，不论是在空间位置还是自然程度上，均介于生物多样性程度最高的自然生态系统和最低的城市生态系统之间，可以作为一道屏障，为自然生态系统中生物的扩散提供空间和食物，发挥重要的缓冲作用。此外，农田生态系统可以提供农产品，为现代工业提供原料。也具有大气调节、土壤保持、养分循环、水分调节、传粉播种、病虫害控制、生物多样性及基因资源等功能。

#### （4）城镇生态系统

城镇生态系统包含居住地生态系统及工矿交通生态系统。是居民与环境相互作用而形成的统一整体，也是人类对自然环境的适应、加工、改造而建设起来的特殊的人工生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。

根据现场踏勘，结合遥感影像解译，城镇生态系统面积较少，规模不大。

与自然生态系统相比较，该生态系统具有人类影响主导、结构复杂、空间异质性强、生物种类和群落种类多样、社会经济驱动强烈等特点，在人类高强度的能流物流驱动下，生态系统的结构变化速度很快。居住地生态系统中的植被以人工种植的绿化植被为主。输电线路沿线的植被主要为居住地绿地和道路绿地，居住地生态系统植被少，人为活动强度高，生境状况较差，在此类生态系统下的陆生动物主要为喜与人类伴居的种类，两栖动物和爬行动物种类较少。

该生态系统对其他生态系统具有很大的依赖性，需要从其他生态系统中获取大量的物质和能量，生态相对脆弱，同时又将大量废物排放到其他生态系统中去，会对其他生态系统造成强大的冲击和干扰。居住地生态系统具有提供生活和物质生产的服务功能，如食物生产、原材料生产等；也具有满足人类精神生活需求的功能，如休闲娱乐

乐、学习工作等；并有较少的与人类日常生活和身心健康相关的生命支持功能，如净化空气、减轻噪声等。

### （5）湿地生态系统

湿地生态系统包含湖泊生态系统及河流生态系统。是由陆地和水域相互作用而形成的自然综合系统，湿地生态系统的物质循环、能量流动和物种迁移与演变活跃，具有较高的生态多样性、物种多样性和生物生产力。

根据现场踏勘结合遥感影像解译，评价区湿地生态系统面积为  $154.75\text{hm}^2$ ，仅占评价区总面积的  $0.82\%$ ，在项目沿线的各个区段呈零星分布，在习水河、綦江河等沿岸分布较多，系统内分布有小株木、蚊母树等。

湿地生态系统在评价范围内的分布面积小，但湿地生态系统及周边水资源条件好，且由于属于水陆交错带，具有显著的边缘效应，物种丰富度和群落盖度均比较高，栖息地质量较好。湿地生态系统内的植物物种生长状况较好，群落结构完整，各片层均发育良好，其种群的密度和群落的结构呈周期性变化。湿地生态系统为两栖类以及水鸟提供了重要栖息地。评价区湿地生态系统两栖类种类和数量较为丰富，鸟类种类和数量也较多，是区域生态结构的重要支撑。

易变性是湿地生态系统脆弱性表现的特殊形态之一，当水量减少至干涸时，湿地生态系统演替为陆地生态系统，当水量增加时，该系统又演替为湿地生态系统，水文情况决定了生态系统的状态。湿地生态系统兼有水域和陆地生态系统的特点，其物质循环、能量流动和物种迁移与演变活跃，具有较高的物种多样性和生物生产力，生态功能极强，不仅提供大量资源产品，还具有显著的生态环境调节功能。一般而言，湿地在净化水质、调蓄洪水、调节气候、控制土壤等多方面发挥着重要作用，被人们称为“地球之肾”、物种贮存库、气候调节器。输电线路沿线湿地，拥有丰富的动植物群落，发挥重要的水源涵养、生物多样性维持功能。

#### 7.2.4.3 生物量计算

生物量是指在一定时间内、一定区域内地表面所有有机物质的总量，以  $\text{t/亩}$  或  $\text{t/hm}^2$  表示，包括植物与动物生物量的总和，其中动物生物量很小，本次调查仅调查和计算植物的生物量。植物的生物量反映了被固定的太阳辐射能的大小。

生态评价区植被调查是通过实地勘察、卫片解译、室内分析并结合收集的资料经综合分析而完成。利用遥感图像处理软件进行解译，并经几何精校正、图像增强、进

行融合，根据各类环境信息数据及相关图像处理软件进行综合分析，得到评价区内生态环境研究所需的相关数据。

由于人类活动的反复破坏，线路工程所在区域原生植被大部分已不复存在，目前存在的植被主要有耕地、森林（含园地）和草地。

### （1）耕地生物量

农田植被生物量由三部分组成，即作物籽粒、秸秆和根茬。由于目前尚无评价区农田的秸秆、根茬单位面积产量数据，为此借用张云生等的研究结果（张云生，顾思平，等，主要农作物籽实、秸秆、根茬产量及其养分含量的分析，东北农业大学学报，2002,33(2):125-128），玉米籽粒、秸秆、根茬生物量比例为：1:1.24:0.28，水稻籽粒、秸秆、根茬生物量比例为：1:0.87:0.38。根据评价区域内作物（籽粒）的平均产量（玉米：250.0kg×15 亩= 3750kg；水稻：500.0kg×15 亩=7500kg），估算出评价区实际生物量为：以玉米为主的旱地植被生物量 9.45t/hm<sup>2</sup>，以水稻为主的水田植被 16.88t/hm<sup>2</sup>。

表 7.1-18 评价区现状农作物生物量统计表

耕地类型	面积 (hm <sup>2</sup> )	生物量 (t/hm <sup>2</sup> )	总生物量 (t)
旱地	3722.47	9.45	35177.34
水田	1769.58	16.88	29870.51
合计	5492.05	26.33	65047.85

### （2）自然植被生物量

本次各植被的生物量估算方法分别是：森林生物量的估算主要采取贵州省林业调查规划院所作的中国西南山地喀斯特森林的生物量调查结果；灌丛生物量的确定主要参考贵州师范大学屠玉麟、杨军所作的《贵州中部喀斯特灌丛群落生物量研究》得出的数据；草地植被生物量，根据北京大学朴世龙等《中国草地植被生物量及其空间分布格局》中提供的贵州草地植被生物量的数据。

表 7.1-19 评价区自然植被生物量统计表

植被类型	评价范围内面积 (hm <sup>2</sup> )	生物量		
		平均生物量 (t/hm <sup>2</sup> )	生物量 (t)	占比
森林	10098.11	89.20	900751.65	95.94
灌丛	1619.69	21.99	35617.01	3.79
草丛	663.92	3.73	2476.42	0.26

合计	12381.72	114.92	938845.07	100.00
----	----------	--------	-----------	--------

评价区内森林植被分为阔叶林和针叶林。森林植被总面积 10098.11hm<sup>2</sup>，总生物量 900751.65t，占自然植被生物量的 95.94%。

## 7.2.5 生态敏感区与生态保护红线现状调查

### 7.2.5.1 穿跨越与避让的生态敏感区总体情况

拟建项目贵州段跨越生态保护红线 10 处，均为空中跨越，未在生态保护红线内设置塔基，未占用生态保护红线。其中赤水河生物多样性生态保护红线 520330125129、520330125131 两处生态保护红线设有临时人抬道路，总计 300m，路宽 1m，临时用地占用生态保护红线面积约 300m<sup>2</sup>。

重庆綦江段避让綦江区生态保护红线，最近距离 0.020km。

2km 内避让重庆綦江国家地质公园 1 处、重庆綦江老瀛山自然保护区 1 处、重庆綦江通惠河国家湿地公园 1 处。

### 7.2.5.2 穿（跨）越的生态保护红线区

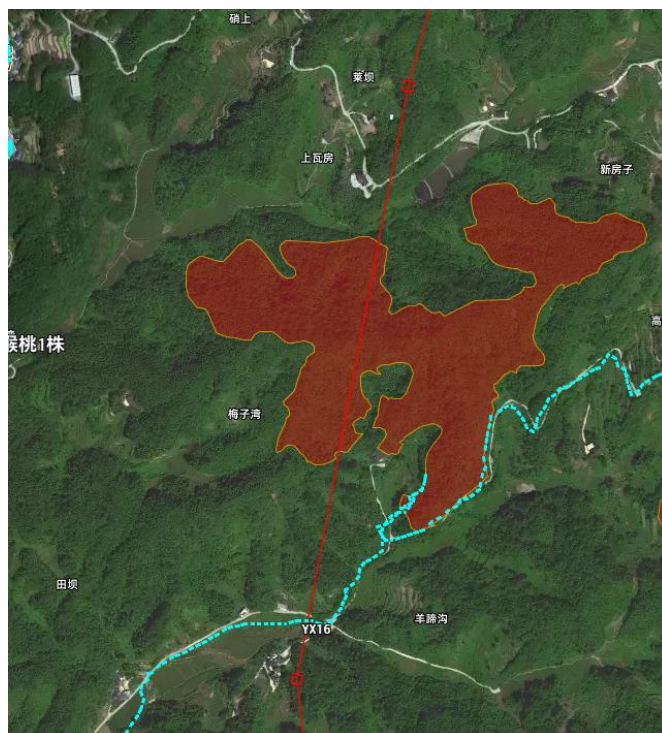
#### 7.2.5.2.1 赤水河生物多样性生态保护红线

线路 10 次跨越赤水河生物多样性生态保护红线。

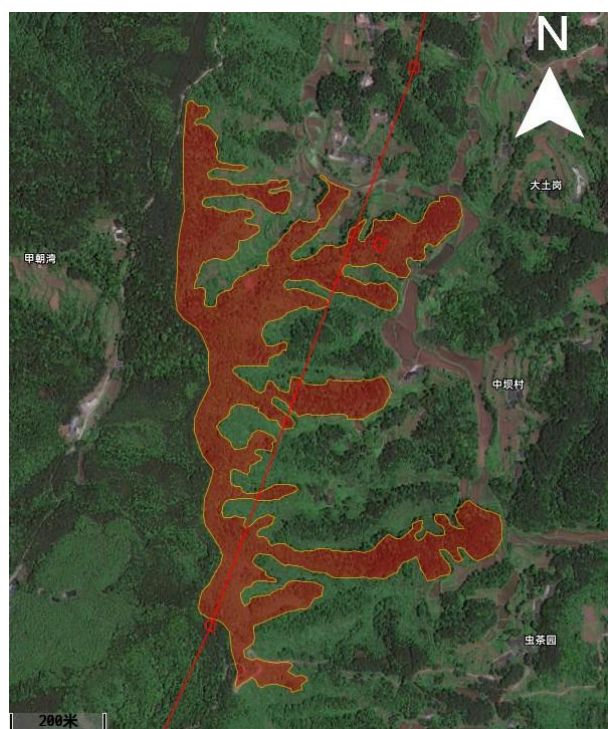
##### 1、位置关系

线路在习水县跨越 10 处赤水河生物多样性生态保护红线区域，跨越的 10 处红线编码自北向南依次为：520330123099、520330122945、520330122942、520330125135、520330122917、520330122915、520330122907、520330125131、520330125129、520330122899，与 10 处红线关系分别为：

1) 赤水河生物多样性生态保护红线 520330123099, 500kV 线路 1 处跨越, 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地。跨越赤水河生物多样性 (520330123099) 线路路径长 0.43km (同塔双回路)。

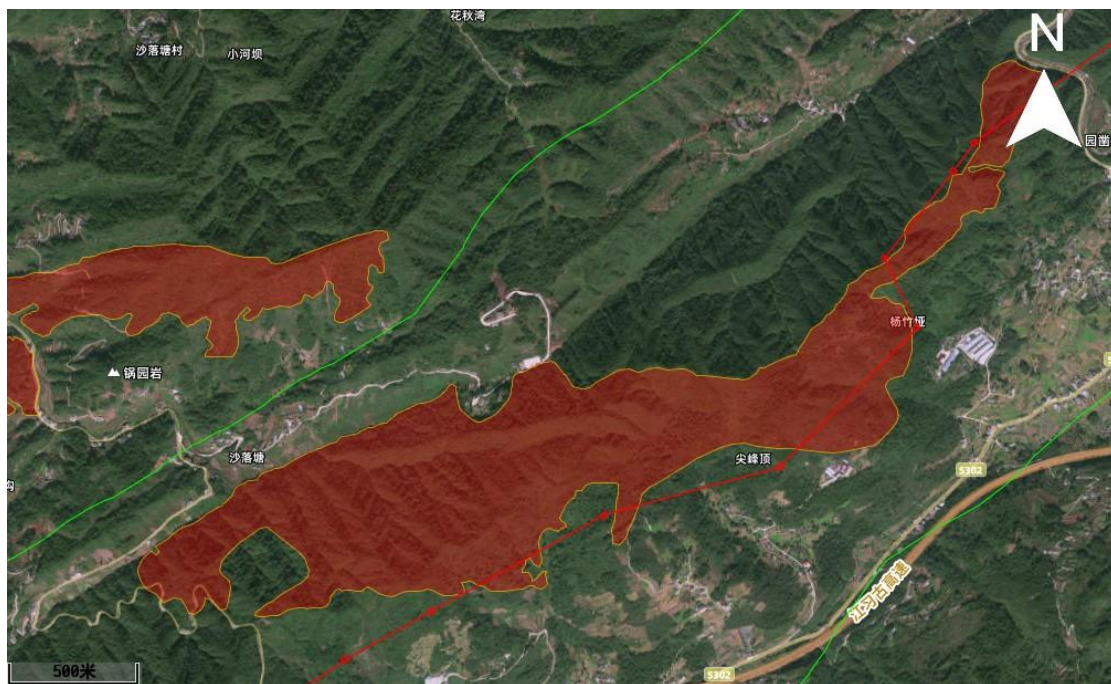


2) 赤水河生物多样性生态保护红线 520330122945, 跨越赤水河生物多样性 (520330122945) 线路路径长 0.47km (0.10+0.03+0.07+0.04+0.23) (同塔双回路), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地。

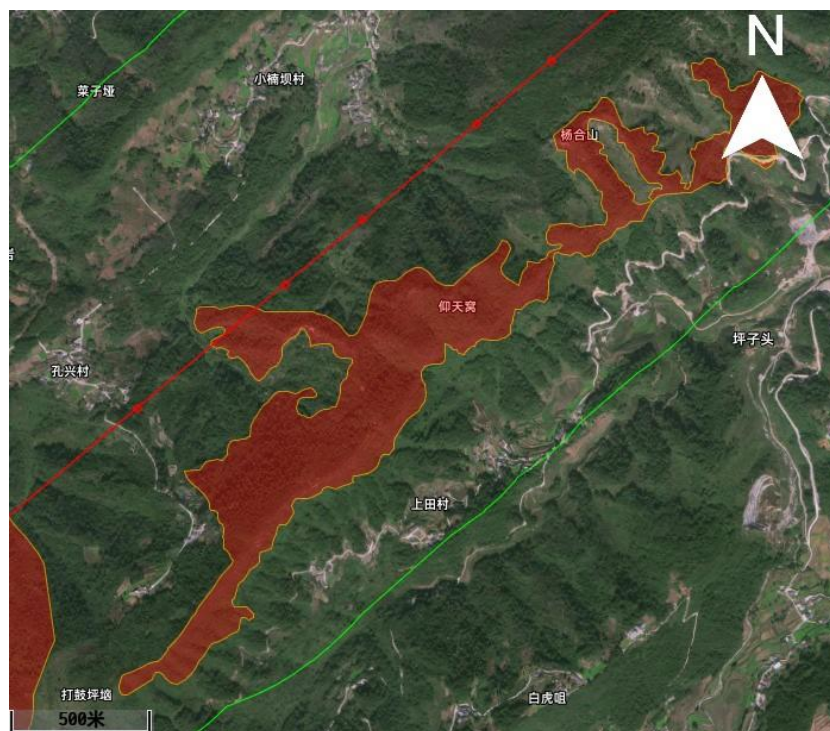




3) 赤水河生物多样性生态保护红线 520330122942, 跨越赤水河生物多样性 (520330122942) 线路路径长 1.75km (0.3+0.18+0.07+0.09+0.66+0.11+0.28+0.06) (同塔双回段), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地。



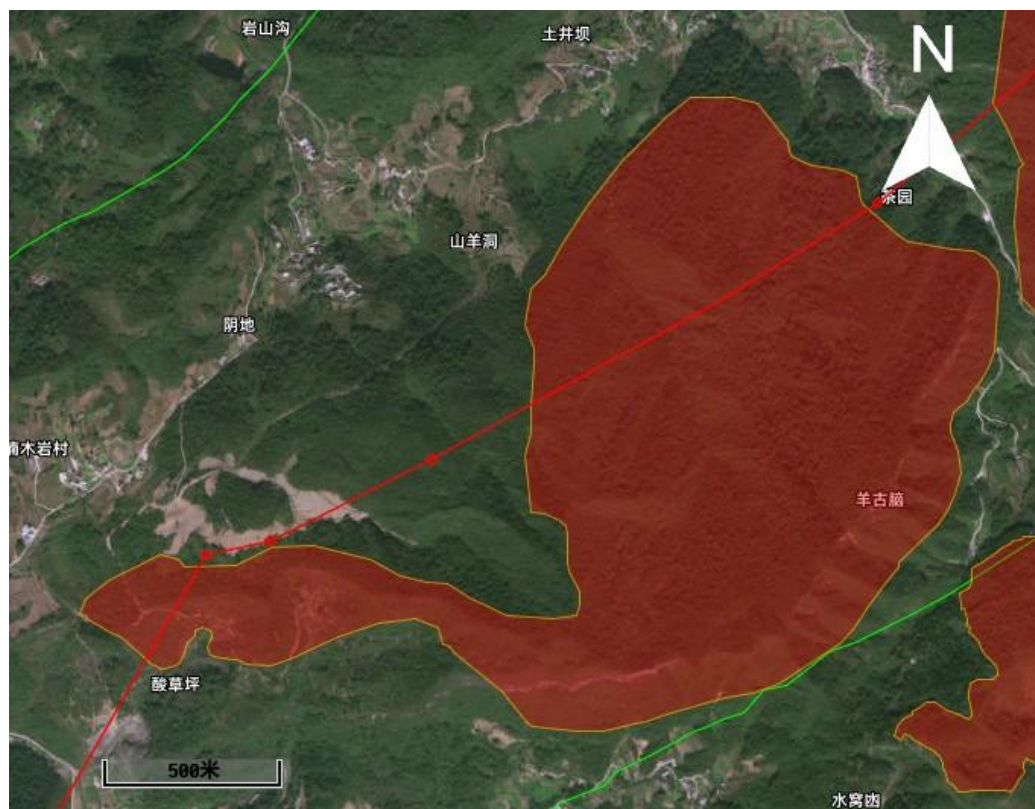
4) 赤水河生物多样性生态保护红线 520330125135, 跨越赤水河生物多样性 (520330125135) 线路路径长 0.2km (同塔双回段), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地。



5) 跨越赤水河生物多样性(520330122917)线路路径长 0.52km (同塔双回路), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地。



6) 跨越赤水河生物多样性(520330122915)线路路径长 1.4km (1.1+0.3) (同塔双回路), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地。

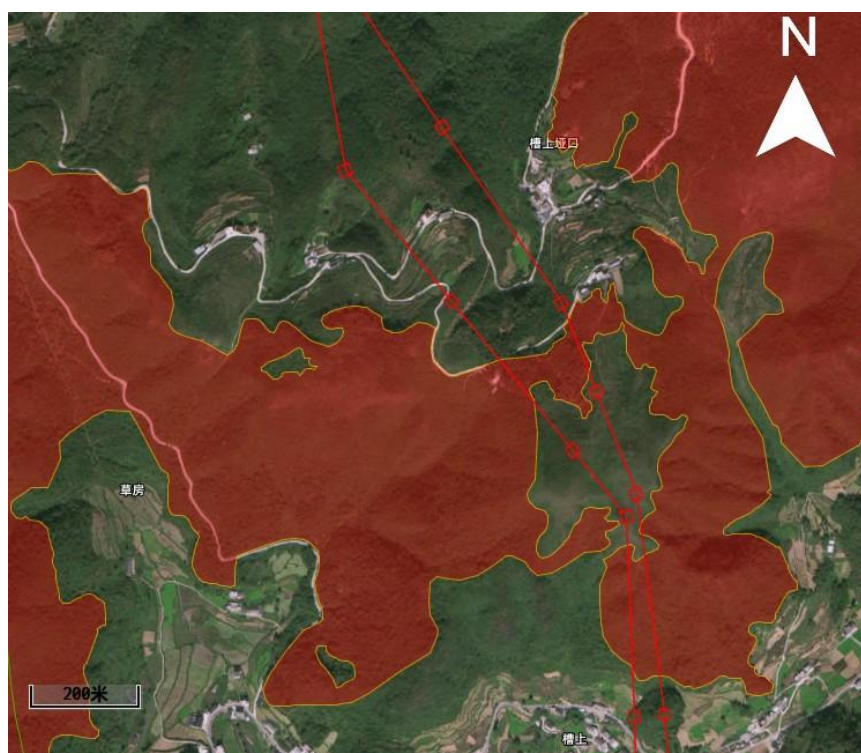




7) 跨越赤水河生物多样性(520330122907)线路路径长0.05km(同塔双回路), 空中跨越, 未占地。



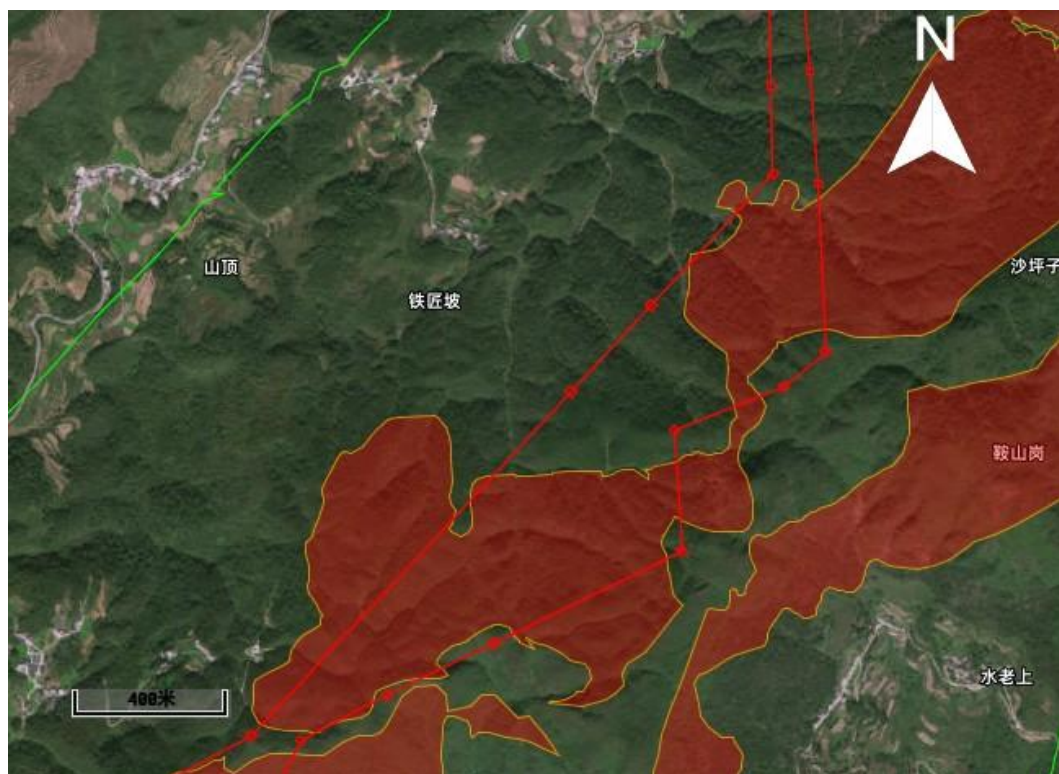
8) 跨越赤水河生物多样性(520330125131)线路路径长1.28km。(0.14 + 0.05 + 0.73 + 0.23 + 0.13) (单回路), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地; 临时工程: 穿越 520330125131 人抬道路长50m, 占地50m<sup>2</sup>。



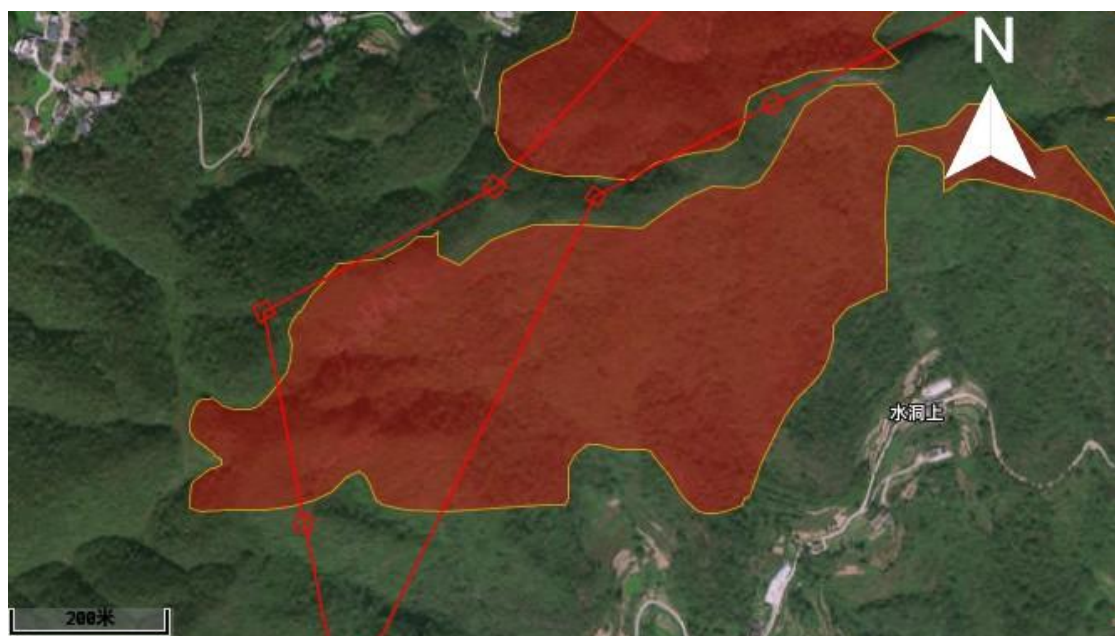


9) 跨越赤水河生物多样性 (520330125129) 线路路径长 2.3km (0.35 + 0.08 + 0.17 + 0.44 + 0.09 + 0.19 + 0.74 + 0.12 + 0.07 + 0.05) (单回路段), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地;

临时工程: 穿越 520330125129 人抬道路长 250m(北侧 65m+南侧 185m), 占地 250m<sup>2</sup>。



10) 跨越赤水河生物多样性 (520330122899) 线路路径长 0.74km (0.4+0.16+0.18) (单回路段), 自空中跨越生态保护红线, 未在红线内占地。



## 2、赤水河生物多样性生态保护红线保护要求

项目穿越的区域位于赤水河流域习水县，对应生态保护红线执行贵州省生态保护红线普适性管控要求。

区域布局要求：“1.赤水河流域县级以上人民政府在进行赤水河流域产业布局 and 产业结构调整时，应当严格落实国家产业结构调整指导目录，优先考虑自然资源条件、环境资源承载能力以及保护流域生态环境的需要。2.禁止在赤水河流域内发展下列产业：（1）不符合国家产业政策的；（2）不符合环境保护要求的；（3）不符合赤水河流域保护规划、产业发展规划的。禁止在赤水河干流岸线一公里范围内新建、扩建煤矿、砂石厂（场）、取土场、化工园区和化工项目。禁止在赤水河干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除外。在赤水河流域沿岸铺设石油天然气、化工液体管道应当符合河湖岸线保护规划和生态环境保护要求。禁止新建、扩建、改建生活垃圾填埋场。”

本次建设的输变电工程属于国家基础设施建设工程，符合国家产业政策规划要求，不属于赤水河生态保护红线区禁止发展的产业和项目类别。

## 3、土地利用现状

根据全国土地利用/覆盖分类系统，结合评价区实际，本次评价共确定区分出以下 5 种土地利用和地表覆盖景观类型。跨越生态保护红线段以林地为主。多为次生针叶林群落，耕地较少。

耕地：包括水浇地、旱田等。

林地：包括林地、其他林地等。

草地：包括林间、道路旁、坑塘边生长草本植物为主的草地等。

水域：包括沟渠、河流、坑塘水面等。

建设用地：包括公路用地、村庄等。

## 4、植被与保护植物调查

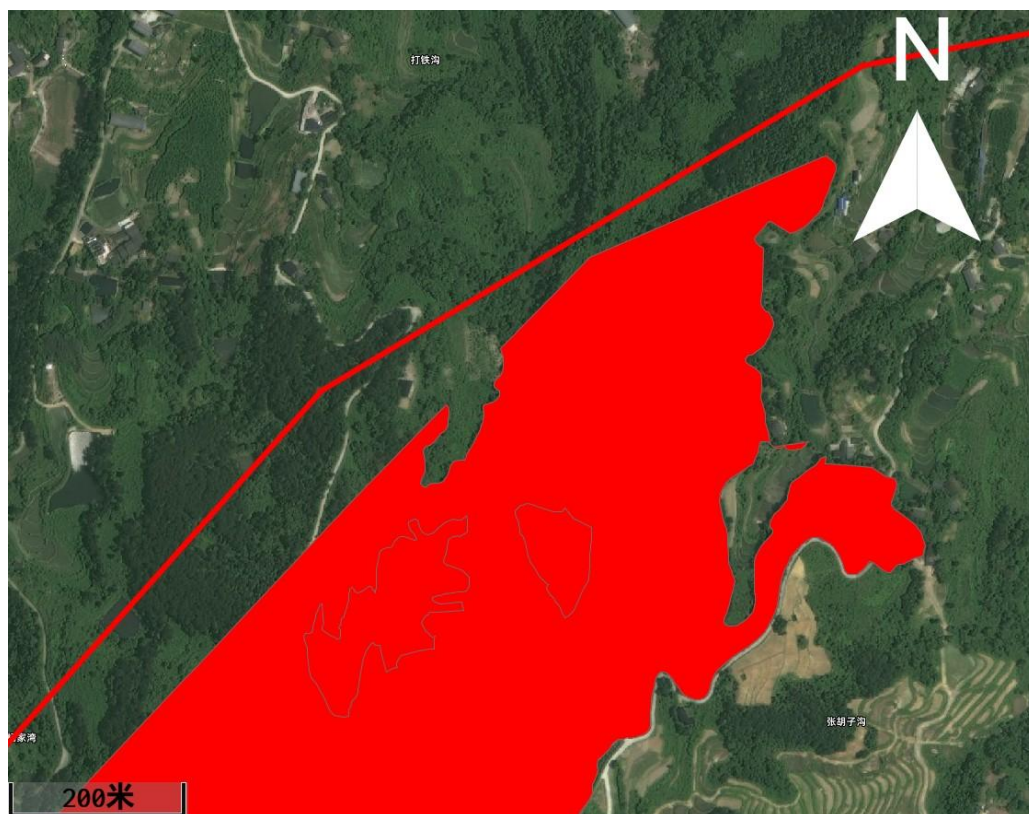
评价组在该段红线内进行了样方调查。调查结果显示，工程所在区域植被隶属于亚热带暖性针叶林类群，以次生植被为主。主要建群种为马尾松、杉木；天然次生植被主要为野生杂草群落，多见于路边、地埂和荒地上以及灌木林下，主要优势种有芒、白茅、芒萁等草本植物。工程跨越生态保护红线段植被类型主要为次生针叶林和灌丛。

## 5) 动物和保护动物情况

在该区段设置样线进行了现场调查，并查阅了保护区相关资料。在现场调查期间，发现的动物主要为鸟类，包括喜鹊、白鹡鸰、树麻雀、白头鹎等。未在生态保护红线内发现国家Ⅰ级重点保护动物、国家Ⅱ级重点保护动物的集中栖息地，生态保护红线跨越段由于范围较小，样线调查记录野生动物很少。

### 7.2.5.3 临近的生态保护红线

项目有一处临近生态保护红线，位于重庆綦江段，与綦江区生态保护红线500110126331，最近距离约0.033km，位于保护红线以外。



### 7.2.5.4 临近的湿地公园

#### 7.25.4.1 重庆綦江通惠河国家湿地公园

##### (1) 湿地公园概况

重庆綦江通惠河国家湿地公园位于綦江区中部，公园规划范围涉及3个街镇，自北向南延伸至綦江城区，规划总面积6810亩，其中：湿地面积3711亩，湿地率达54.50%。

公园内湿地资源丰富，以河流湿地（总长约35公里）和库塘湿地为主体的复合湿地生态系统，在我国西南山地地区具有较强的典型性和代表性。

## （2）生物多样性

湿地公园位于綦江区境内，分布有高等维管植物 916 种，包括国家一级保护植物 2 种、国家二级保护植物 12 种；有脊椎动物 213 种，包括国家二级保护野生动物 7 种。

## （3）本项目与湿地公园位置关系

本次实施的綦江段线路与湿地公园最近距离约 1.2km，海拔高差约 200m，线位远高于湿地公园区域。湿地公园位于线路评价范围外，项目建设对湿地公园无直接影响。

### 7.2.5.5 重庆綦江国家地质公园（避让）

#### 7.2.5.5.1 重庆綦江国家地质公园概况

重庆綦江国家地质公园位于重庆市綦江区境内的北部，包括綦江区古南镇、三角镇、石角镇、三江镇和永新镇的部分区域。

公园性质：公园以典型、稀有、珍贵的木化石群、恐龙足迹群和丹霞地貌景观为主体，融优美自然的中低山—丘陵地貌景观、地质构造遗迹和特色鲜明的綦江农民版画等人文景观为一体，是一个集地学研究、科学普及、旅游观光和休闲度假于一体的，科学内涵丰富、地方特色浓郁、文化气息深厚、观赏价值极高的综合性地质公园。

公园特色：公园以中生代白垩系地层形成的丹霞地貌，以及产于侏罗系沙溪庙组中的木化石群和白垩系夹关组中的恐龙足迹群为特色。其中马桑岩的木化石，硅化和钙化共生，堪称一绝，表面保存完整树皮煤，国内罕见；莲花保寨的恐龙足迹，迄今为止是中国西南地区中白垩统地层发现的最大规模之恐龙足迹群，也是中国首次发现的甲龙亚目的足迹。公园的丹霞地貌分布广泛，秀甲西南，是西南地区丹霞地貌集大成者。

#### 7.2.5.5.2 重庆綦江国家地质公园布局

##### 1、总体布局

綦江地质公园总体布局为“1、2、3”，即“一心、两环、三园”的结构。

一心：綦江区城区（原綦江县城）为公园管理接待服务中心；

两环：公园东、西两条主要游览环线；

东环线：綦江——三角——红岩——莲花保寨——白云观——綦江



西环线：綦江——古剑山——西山——綦江

三园：木化石园区、老瀛山园区、古剑山园区。

## 2、园区划分

木化石园区：位于綦江城东的马桑岩，面积 1.2km，有大小木化石 29 根、以及枝条和碎块共 60 余处，其中 8 根规模较大。木化石产于侏罗系中统沙溪庙组地层，距今约 1.5 亿年，为原生地层产出，物质成分有硅化和钙化两种，木化石外附着树皮，为国内所罕见。

老瀛山园区：位于石角镇和三角镇接壤处，面积 52.1km。园区内共发现恐龙化石点 4 处，其中 1 处为恐龙遗迹化石群，3 处为恐龙骨骼化石点。在红岩坪莲花寨陡崖的凹腔内的 329 个足迹，是我国西南地区中白垩系地层迄今为止发现的，最大规模的恐龙足迹群。包含甲龙亚目的中国綦江足迹、兽脚亚目的敏捷舞足迹和鸟脚亚目的炎热老瀛山足迹和莲花卡利尔足迹等新属种，其中中国綦江足迹是中国首次发现甲龙类的足迹。另外还有恐龙皮肤和毛发的印痕、恐龙粪便等化石。恐龙足迹造迹于白垩系夹关组紫红色石英砂岩中，这套砂岩地层形成的丹霞赤壁，雄奇壮美、叹为观止。

古剑山园区：位于古南镇和永新镇的南部，面积为 46.5 平方千米，主要景观为由白垩系上统夹关组的红色砂砾岩层和砖红色泥砂岩层形成的赤壁丹崖，山壁陡峻，千姿百态，观赏价值极高。

### 7.2.5.5.3 重庆綦江国家地质公园功能分区

公园划分为地质遗迹保护区（点）、公园管理区、游客服务区、观光游览区、自然生态区、原有居民点保留区和基本农田保留区七大功能区。

古剑山园区：古剑山丹霞地貌保护区，面积 4.359 km<sup>2</sup>；西山丹霞地貌保护区，面积 3.605 km<sup>2</sup>；古剑山自然生态区，面积 7.618 km<sup>2</sup>；古剑山自然生态区，面积 7.618 km<sup>2</sup>；吊耳岩自然生态区，面积 4.360 km<sup>2</sup>；鸡公嘴观光游览区，面积 0.525 km<sup>2</sup>；清水口观光游览区，面积 0.131 km<sup>2</sup>；擂鼓村观光游览区，面积 1.140 km<sup>2</sup>；大桥口观光游览区，面积 0.420 km<sup>2</sup>；西山观光游览区，面积 0.634 km<sup>2</sup>；古剑山公园管理区，面积 0.058 km<sup>2</sup>；古剑山游客服务区，面积 0.467 km<sup>2</sup>；古剑山居民点保留区，面积 0.792 km<sup>2</sup>；基本农田保留区，面积 22.385 km<sup>2</sup>；鸡公嘴石笋保护点。

木化石园区：木化石保护区，面积 0.283 km<sup>2</sup>；木化石观光游览区，面积 0.145 km<sup>2</sup>；木化石公园管理区，面积 0.025 km<sup>2</sup>；基本农田保留区，面积 0.715 km<sup>2</sup>；木化石

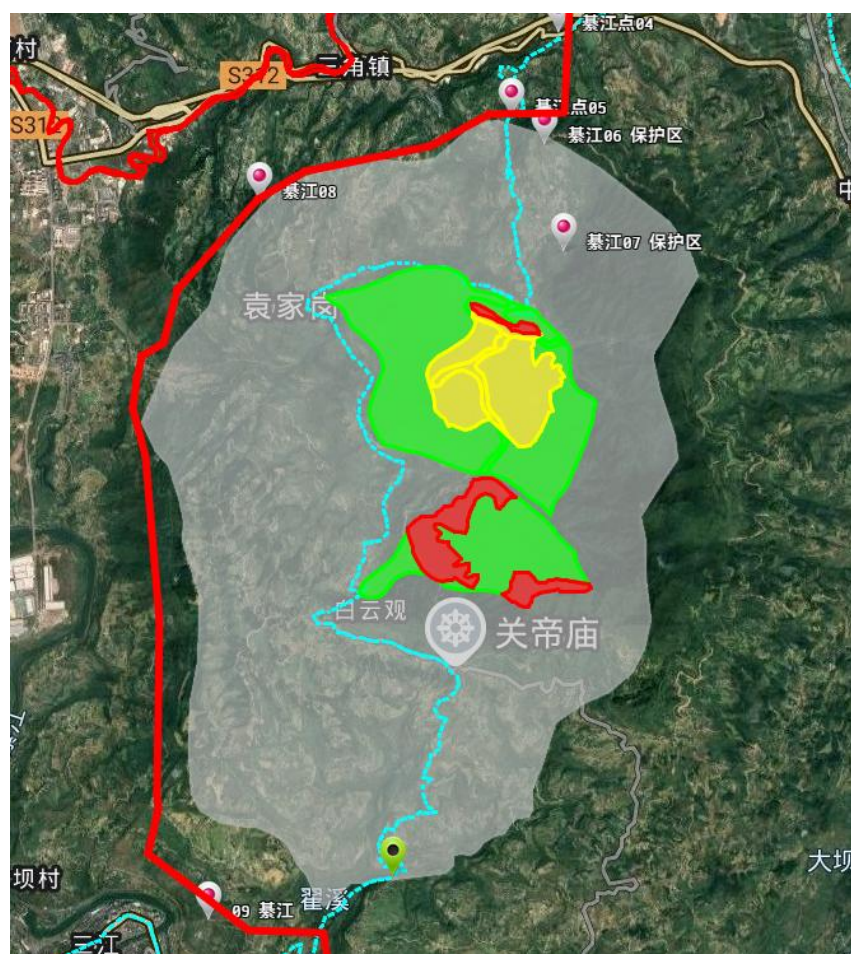
保护点和波痕保护点。

老瀛山园区：恐龙足迹保护区，面积3.380 km<sup>2</sup>；莲花丹霞地貌保护区，面积2.246 km<sup>2</sup>；老瀛山丹霞地貌保护区，面积2.671 km<sup>2</sup>；红岩坪观光游览区，面积0.406 km<sup>2</sup>；天成庙观光游览区，面积0.502 km<sup>2</sup>；白云观观光游览区，面积0.483 km<sup>2</sup>；老瀛山自然生态区，面积8.091 km<sup>2</sup>；老瀛山公园管理区，面积0.181 km<sup>2</sup>；红岩坪游客服务区，面积0.503 km<sup>2</sup>；老瀛山居民点保留区，面积0.466 km<sup>2</sup>；白云观公园管理区，面积0.025 km<sup>2</sup>；基本农田保留区，面积32.759 km<sup>2</sup>；恐龙足迹保护点、不整合接触界面保护点、泥裂保护点、波痕保护点、交错层理保护点和水白保护点。

综上所述，公园地质遗迹保护区面积16.99 km<sup>2</sup>，占公园面积的17.02%；自然生态区面积20.07 km<sup>2</sup>，占公园面积的20.11%；观光游览区面积4.39 km<sup>2</sup>，占公园面积的4.40%；公园管理区面积0.29km<sup>2</sup>，占公园面积的0.29%；游客服务区面积0.97km<sup>2</sup>，占公园面积的0.97%；居民点保留区面积1.26km<sup>2</sup>，占公园面积的1.26%；基本农田保留区面积55.85km<sup>2</sup>，占公园面积的55.95%。

#### 7.2.5.5.4 与重庆綦江国家地质公园关系

线路避让了重庆綦江国家地质公园范围，自地质公园西部边界以外经过，与地质公园最近距离约 20m，距离一级景区 2.14km，距离二级景区 2.3km，距离三级景区 1.52km。塔基和线路走向均位于地质公园范围外。



## 7.2.5.6 重庆綦江老瀛山市级自然保护区（避让）

### 7.2.5.6.1 重庆綦江老瀛山市级自然保护区概况

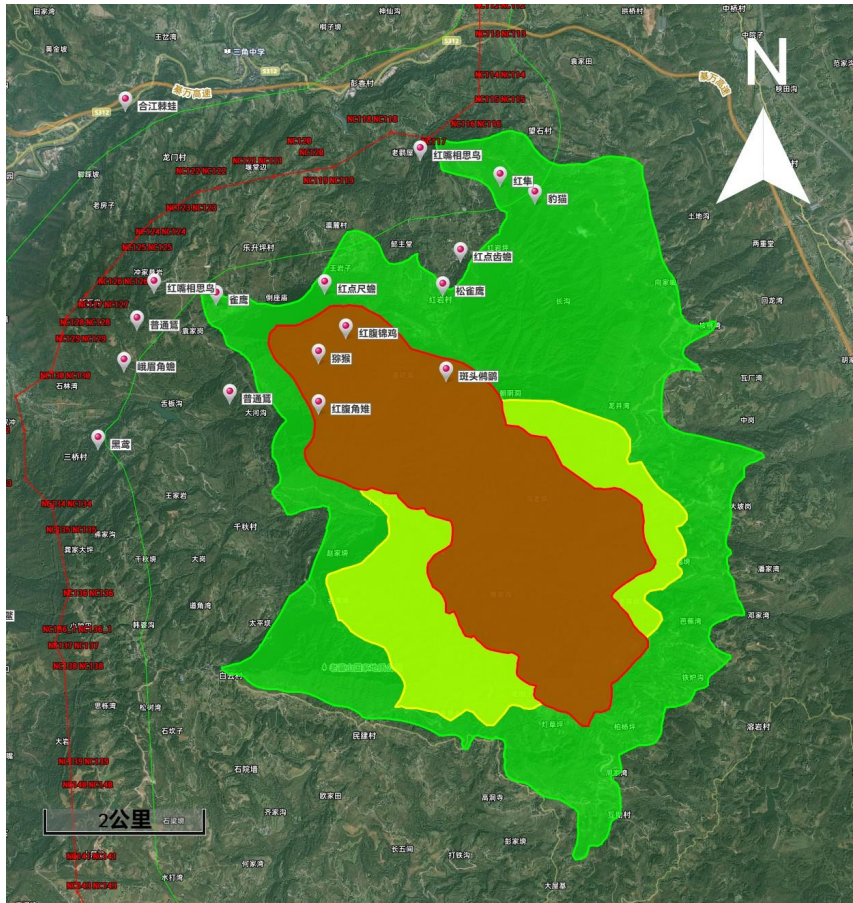
老瀛山保护区位于重庆市西南，綦江区东北部，位于北纬  $28^{\circ}57'50''$ — $29^{\circ}2'39''$ ，东经  $106^{\circ}43'49''$ — $106^{\circ}48'5''$  之间，范围包括国有林场及石角镇、三角镇、永城镇的部分。于 2004 年 5 月 21 日，经渝府发〔2004〕114 号文《重庆市人民政府关于同意建立涪陵大木山和綦江老瀛山两个市级自然保护区的批复》同意成立老瀛山市级自然保护区，面积 3414 公顷，属森林生态系统类型自然保护区，行政主管部门为林业部门。

### 7.2.5.6.2 重庆綦江老瀛山市级自然保护区保护对象

老瀛山保护区属森林生态系统类型自然保护区。森林生态系统类型自然保护区是指以森林植被及其生境所形成的自然生态系统作为主要保护对象的自然保护区。老瀛山保护区主要保护珍稀、濒危野生动植物物种及其栖息环境以及共同形成的自然生态系统。保护原生植物群落，陆生野生动物分布的独特地理环境和森林，自然及人文景观。

### 7.2.5.6.3 与重庆綦江老瀛山市级自然保护区关系

线路避让了重庆綦江老瀛山市级自然保护区，线路自保护区西北方向经过，距保护区边缘最短距离73m，自保护区外经过。



### 7.2.6 沿线主要生态问题

沿线森林植被保护较好，主要影响生态影响体现在城镇开发、农田垦殖对自然植被和生境的占用方面。

区域内植被与农田垦殖程度关系密切，在沿线农田垦殖强烈区域，水土流失较严重，天然植被保存很少，多数转化为农用旱地，不宜垦殖的区域则保留残存稀疏林地，且以针叶林为主。砂页岩山顶保留有白栎、麻栎灌丛，石灰岩地区则有较多的柏木林保存。岩石露头的区域多小果蔷薇、火棘为主的藤刺灌丛。在沿线人为扰动较少的部分区域，如渝黔交界区域，人口密度较低，农耕面积对森林占用较少，或山体坡度较大不易开垦的山体，保留了部分常绿阔叶林种，以小红栲、峨嵋栲、檫木为主的常绿阔叶落叶混交林为代表。部分区域也有小红栲、栎类及马尾松、杉木等构成的针阔混交林分布。在沿途的河谷区域和海拔较低的谷地，分布有斑块状的河谷季雨林，



代表植物有榕树（*Ficus macrocarpa*）、黄果树（*Ficus lacor*）、大叶桉（*Eucalyptus robusta*）等。在重庆市綦江区段，线路途经的三江镇、东溪镇等乡镇河岸两侧黄果树古树较为常见。

区域内栽培植物有甘蔗、芭蕉、柑桔、桃、李等果木，粮食作物以水稻为主，旱地以玉米、黄豆为主，綦江境内部分区域种植小麦。在习水县境内由于酿酒业发达，高粱在此区域内广泛种植。

区域内农垦较为强烈，尤其在人口稠密的乡镇区域，造成自然植被破坏，人工栽培用地和自然植被保护问题较为突出。

### 7.2.7 换流站用地及周边生态现状

隆盛永丰站址位于重庆市綦江区隆盛镇石梁村，位于重庆市区东南约55km、渝筑高速西约500m，隆盛镇石梁村北约2.3km。站址东侧为乡村公路、南侧2.3km为S312省道。渝黔背靠背联网工程换流站站址不涉及生态敏感区、饮用水水源保护区。

进站道路由站址东侧乡村公路引接，新建进站道路长度约740m，拓宽道路2.6km。站址为丘陵地貌，四周较为开阔，站址高程在383~447m，自然地形最大高差约64m，站址不受100年一遇洪水影响。

换流站站外电源考虑从110kV平山变电站35kV侧配电装置引接，线路全长约16.63km（其中16.15km架空线路，0.48km电缆线路），曲折系数1.1。

隆盛永丰站址位于山坡，占地范围内为赵家岗居民组，植被以村寨旁人工栽培植物和次生林为主，包括部分毛竹、慈竹、构树、桉树等，乔木林所占比例较少，以次生灌木为主，常见种类有盐肤木、构树、皱叶荚蒾、马桑等，草本层以芒、青蒿、葎草及人工种植的瓜苗、辣椒等较常见。

根据现场调查，换流站选址用地红线范围内，现存一株古树，为黄葛树（*Ficus virens*），树龄约100年，未挂牌，达到3级古树标准，在项目建设前需采取移栽方案加以保护。

换流站外接35kV架空线路，两侧植被以马尾松次生林和毛竹等栽培植物为主。未发现珍稀保护植物在外接线路两侧分布。

根据场地及周边野生动物样线调查，记录鸟种有白鹡鸰、喜鹊、白颊噪鹛、白头鹎、北红尾鸲、麻雀、珠颈斑鸠。两爬和兽类样线调查在此范围未记录到。

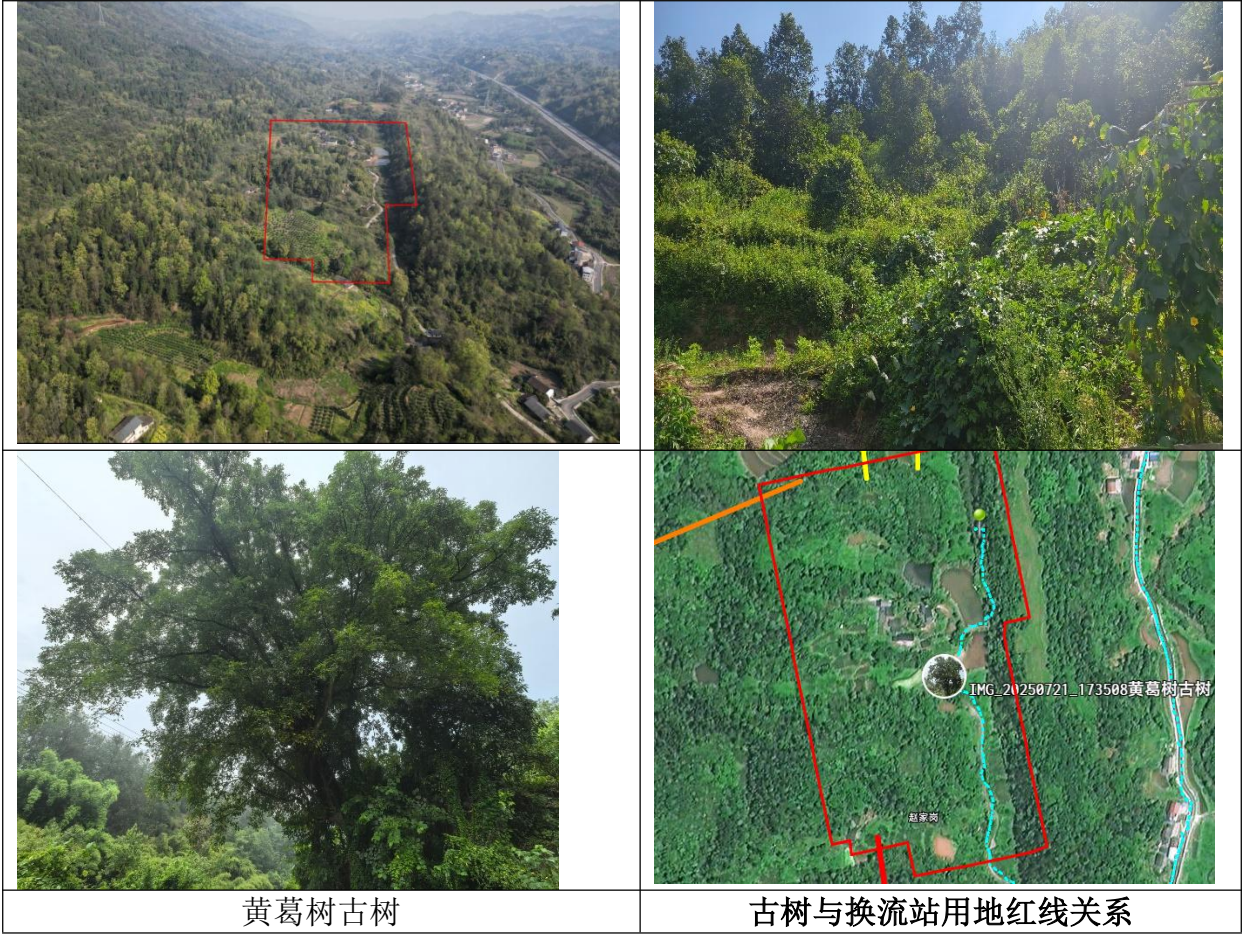


图7.1-4 拟建换流站周围现状现场植被照片

**7.2.8 红城 500kV 变电站用地及周边生态现状**

红城500kV变电站位于贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村附近，该站已于2022年建成。本工程对红城500kV变电站进行扩建，本期扩建2个500kV出线间隔至渝黔背靠背换流站，分别扩建红城500kV变西北侧南起第一、东南侧南起第四个间隔；同时扩建2组60Mvar并联低压电抗器。

本期红城500kV变电站扩建工程在现有站区围墙内进行，不需新征用地、不改变变电站内平面布置，不新增劳动定员，不新增废水、固体废物等污染物，不改变站内现有环境保护设施。

变电站周边以农田植被旱地作物为主，较远的区域山坡上分布有以马尾松为建群种的针叶林植被群落。林下草本多禾本科草本植物，部分林地下以盐肤木、火棘、荚蒾灌丛较多。

变电站区域野生动物以鸟类为主，常见麻雀、家燕、八哥、白颊噪鹛、黄臀鹌、白头鹌等。





图7.1-2 红城500kv变电站周围现状照片

7.3 生态影响分析与预测

7.3.1 土地利用影响分析

项目建设会占用一定面积的土地，使评价范围内的各类用地面积发生变化，可能导致区域自然生态体系生产能力和稳定状况发生改变，从而对生态系统完整性产生一定影响。

本项目占地包括永久占地和临时占地，永久占地包括变电站站区、进站道路和线

路塔基区等；临时占地包括变电站的站外施工生产生活区、供排水管线区，以及线路的塔基施工场地、牵张场、跨越施工场地和施工道路等。

#### （1）施工临时占地对土地利用的影响分析

在项目建设过程中，临时占地只发生在项目施工期间。这些临时占地如发生在生长期，则可能会破坏一部分林地、灌丛、草地和农作物等，对农、林业生产造成一定损失，也会使其它自然植被遭到一定程度的损伤。但项目结束后，临时占地均可恢复原有土地利用功能，土地利用类型不会发生改变，本项目建设的临时占地对土地利用结构与功能影响不大。

#### （2）永久占地对土地利用的影响分析

本项目永久占地主要指变电站的永久占地，约  $18.40\text{hm}^2$ 。这些占地将变为建设用地。本项目建成后，评价区林地、草地、耕地和湿地等的面积都有不同程度地减少，但变化比例较小，本项目对评价区土地利用类型和结构变化影响小。

综上，项目对沿线土地利用结构的影响可以接受，临时占地在施工后期会迅速恢复，永久占地面积很小，不会带来明显的土地利用结构与功能变化。

### 7.3.2 植被生态影响分析

#### 7.3.2.1 施工期植被生态影响分析

##### （1）对森林植被的影响

森林植被沿线广泛分布，线路两侧分布较多，以针叶林和落叶阔叶林为主，森林相对茂密，植被盖度比较大。

在施工期，永久占地与临时占地将会小范围占用一定量的林地，破坏局部群落的组成与结构，对评价区森林植被造成损失；而塔间线路占用林地上方的空间，不会对森林植被带来影响。项目将通过科学选址选线与严格论证，尽量占用人工林、灌丛、草丛、农田等，减少占用天然林，可以将损失降到最低。结合资料与实地调查得知，评价区内多为常见种，未调查到以国家珍稀、濒危、重点保护植物为建群种的森林群落，调查到的国家重点保护植物和省级重点保护植物与线路均有一段距离，项目建设不会造成森林结构及保护物种、生境的严重破坏。且因为项目建设占地量不大，施工期短，造成的森林生物量与生产力损失量很小。森林植被多分布在环境较适宜的区域，恢复条件相对较好，天然更新能力极强，整体恢复能力与抗干扰能力较强，施工结束后，临时占地区域的林地生物量和生产力很快就可以实现恢复。

综上，输变电项目建设导致的小范围、局部干扰和线性扰动将不会对森林的生物多样性带来威胁，也不会造成大的生物量与生产力损失。但在施工过程中，建议对林木分布集中区域或有保护物种分布的区域采取围挡措施等，以免不当操作带来不利生态影响。

## （2）对灌丛植被的影响

沿线的灌丛植被在评价区广泛分布，常见的灌丛包括火棘、悬钩子、马桑、盐肤木等。

在施工期，会占用少量灌丛，造成少量生产力及生物量的永久损失，牵张场、跨越施工场地区、施工道路等临时占地也可能会导致小范围内灌丛结构轻微破坏。但沿线的灌丛分布分散，不会造成大面积破坏。且沿线水热条件较好，火棘、马桑、悬钩子等灌木种类生长迅速，灌丛受到破坏后易于自然恢复。受到人为扰动后，只要加强后期维护，减少人类活动干扰，不会对其造成不可逆影响。部分灌丛生长在坡度较大的深沟或陡坡，如施工管理不当，可能会产生影响，施工时需采取水土保持措施，避免影响水源涵养和水土保持生态功能。

## （3）对湿地植被的影响

沿线湿地植被主要分布在河流沿岸，沿线部分水库湿地，相比河流段湿地植物明显较少，湿地和湿生植被主要分布在河流湿地的两侧，在受人为干扰较少的河岸两侧，以枫杨为主的湿地植物类群较为醒目，高大的枫杨树构成河岸林地，枫杨种子沿河散布，是评价区自然河流景观的重要构成要素。在灌木层则以蚊母树、长叶水麻、小桉木较为常见。对沿线河流等湿地，线路为一档跨越，不在河流湿地中立塔，临时占地不会占用河流湿地。在跨越水体段施工时，塔基基础开挖等产生的扬尘与施工人员生产生活产生的废水、废弃物等可能会对河岸带与河漫滩的湿生植被产生一定影响，但河岸带与河漫滩水分与土壤条件相对较好，湿地植被恢复能力极强，受扰后可以较快恢复，同时也将采取措施减轻以上影响。因此，项目建设将不会对湿地植被产生明显的不利影响，不会影响湿地植被的河水净化和生态缓冲等功能。

## （4）对栽培植被的影响

栽培植被线路广泛分布，以粮食作物为主。常见的粮食作物主要有小麦、玉米、高粱，均为常见粮食作物类型；经济作物主要为花生、土豆、甘薯，在沿线也有一定分布。

在施工期，项目对农田植被的影响，主要体现在施工期干扰造成的生物量与生产

力损失。塔基占地面积较小，且多占用田埂或边角地块，所带来的产量损失非常小，基本不影响粮食生产，更不会对农业生态造成明显不利影响。线路塔基实际占地仅限于4个支撑脚，塔下仍可种植，不会对农业生态产生明显影响。塔基建设可能会影响大型喷灌设备的使用，可以通过合理的选线将这种影响降到最低。项目临时占地可能会占用少量农田，短期内会影响粮食与经济作物的产量，但这种影响暂时、可恢复，结束后即可恢复原状。通过后期管理与恢复，对栽培植被的影响可以接受。

### 7.3.2.2 运行期植被生态影响分析

运行期内，导线下方的灌丛、灌草丛和栽培植被高度较低，不需要对这些植被进行修剪，对其植被和植物资源没有影响。但对导线下方高度较高的林木可能需要进行修剪，将对森林群落的生物量、生产力造成一定损失。但项目设计时，铁塔塔位一般选择在山腰、山脊或山顶，这些区域树木高度一般低于 15m，由于山腰、山脊或山顶等有利地形形成的高差，在塔位附近，树冠与导线之间的垂直距离通常超过 10m，不需要定期修剪树冠。山坳中的林木高度较半山、山脊和山顶处虽然更高，但是由于位置低凹，导线与山坳处的乔木树冠之间的垂直距离更大，故不需砍伐。且设计时已考虑了沿线树木的自然生长高度，并视情况采取在林区加高杆塔高度的措施，减少林木砍伐。项目运行可能会造成极少量生物量、生产力损失，对植物生态环境的影响轻微。

运行期的线路维修和巡检以人力和无人机巡检为主，巡线检修也会利用机耕道等已有道路，基本不破坏森林灌丛植被或栽培植被，对其影响可以接受，但运行期可能会踩踏部分草地植被，造成少量的生产力和生物量损失。而巡检扰动频率低，强度小，单次巡检时间短，草地植被即使受扰后也很快就会自然恢复，总体上项目运行对植被的影响可以接受。

### 7.3.2.3 对国家、省重点保护野生植物的影响

野外调查现场调查发现 6 株国家重点保护野生植物，均为中华猕猴桃。

表 7.2-1 重要野生植物与线路的位置关系一览表

序号	植物名称	经度	纬度	海拔 m	与输电线中心距离 m
	中华猕猴桃1株	106.61567171	28.69298033	1008	230
2.	中华猕猴桃1株	106.61514260	28.69186177	1023	210
3.	中华猕猴桃2株	106.58992657	28.66675966	1061	1680
4.	中华猕猴桃2株	106.57278761	28.62157730	1164	1270



合计	6株				
----	----	--	--	--	--

由上表可知，本项目建设对上述国家级及省级重点保护野生植物无占用影响。项目施工活动产生的主要不利影响为施工扬尘、废水和人为干扰等。施工期土方、建筑垃圾如随意堆放，将改变区域内重点保护植物的生境状况，还可能引起局部水土流失；废水如随意排放可能会改变区域内水分、土壤等生境条件，可能会对重点保护植物生长发育产生不利影响；扬尘颗粒如随风飘落到重点保护植物植株上，可能短暂影响其光合作用。

但本项目基本实现了土方就地平衡，废水妥善收集处理，采用洒水抑尘措施抑制扬尘。落实相关措施后，施工影响可以接受。人为干扰方面，施工机械碾压及施工人员踩踏等会破坏附近重点保护植物生境，如管理不善，也可能发生采挖、折枝、采叶等行为，但通过设置围栏，划定施工活动范围，加强宣传教育、施工监理等措施，人为干扰对评价区重点保护植物的影响会比较小。其余重点保护野生植物距离线路均较远，且项目单位对重要线段也会在施工前实施调查，对于后期调查发现的保护物种，也通过采取有效措施。这样基本可消除对重点保护野生植物的不利影响。

7.3.2.4 对古树名木的影响分析

根据现场实地调查，调查记录古树 12 棵。现有的古树多位于现有村落，均不位于塔基、变电站永久占地区，距离线路及塔基有一定距离，最近的距离 1.17 米。

表 7.2-2 古树名木与线路的位置关系一览表

名称	树龄	级别	树高 m	胸径 cm	经纬度	海拔 m	分布地点	与本项目关系
黄葛树 01	30 0	二级	1 6	125	E 106.74663787 N 28.95108917	378	东溪镇王山庙	距离线路1.17km ，无直接影响
黄葛树 02	14 0	三级	8	80	E 106.65421789 N 28.76346563	360	东溪镇朗逸	距离线路1.27km ，无直接影响
黄葛树 03	15 0	三级	7	90	E 106.65281955 N 28.76282327	360	东溪镇朗逸	距离线路1.18km ，无直接影响
黄葛树 04	13 0	三级	9	85	E 106.65296195 N 28.76088009	354	东溪镇朗逸 河 边	距离线路1.36km ，无直接影响
黄葛树 05	13 0	三级	7	85	E 106.65290236 N 28.76087342	354	东溪镇朗逸 河 边	距离线路1.36km ，无直接影响
黄葛树 06	16 0	三级	8	95	E106.65277909 N 28.76079743	354	东溪镇朗逸 河 边	距离线路1.36km ，无直接影响
黄葛树 07	26 0	三级	1 0	120	E 106.65225471 N 28.76025303	359	东溪镇朗逸 河 边	距离线路1.37km ，无直接影响
黄葛树 08	13 0	三级	7	85	E 106.65359657 N 28.76101764	353	东溪镇朗逸 河 边	距离线路1.37km ，无直接影响



黄葛树 09	14 0	三 级	7	80	E 106.65375799 N28.76107328	353	东溪镇朗逸 河 边	距离线路1.37km ，无直接影响
黄葛树 10	17 0	三 级	1 0	105	E 106.65421262 N 28.76107563	354	东溪镇朗逸 河 边	距离线路1.37km ，无直接影响
黄葛树 11	14 0	三 级	8	95	E 106.65443525 N 28.76126139	354	东溪镇朗逸 河 边	距离线路1.41km ，无直接影响
黄葛树 12	16 0	三 级	9	90	E 106.65453315 N 28.76140129	354	东溪镇朗逸 河 边	距离线路1.44km ，无直接影响

根据现有的项目线路及施工布设，结合古树的分布情况，本项目施工不占用古树，项目施工占地对古树名木无影响。古树距离线路有一定距离，基本不会造成直接影响。但如果施工中管理不善，物料运输、塔基施工建设产生的扬尘及人为干扰等可能会对古树的生长产生不利影响。对可能受施工影响的古树，施工过程中应加强保护与监管。通过采取上述措施，项目施工建设对古树名木的影响极其轻微。

### 7.3.2.5 外来物种影响分析

评价范围内入侵植物的入侵机制具备种子量大、传播能力强、传播范围广、抗逆性强、适应性强等特点，部分入侵植物还具有化感作用。入侵植物的主要入侵方式为影响其他植物繁殖和生长，扩散方式多为人类农业生产活动扩散或随水流及风力传播。

本项目为线性项目，且沿线经过植被覆盖较好的山区。尽管施工对自然群落的破坏很小，但是施工活动带来的干扰也会在一定程度上降低群落对外来种入侵的抵抗力。同时，施工期沿线人流、车流量增加，可能会无意造成外来入侵植物的传播。外来物种在一定范围内若形成优势群落，将对土著物种产生一定的排斥，使区域内植物群落类型、结构、生物多样性受到一定的影响。因此需要加强外来入侵植物危害教育，施工中尽量选用本地的施工机械及材料，对施工器械定期彻底清理，加强施工机械的消毒，以避免外来入侵植物种子的无意扩散。施工过程中如果发现外来入侵物种植株，应及时处理。同时结合不同入侵种的入侵机制，采取针对性地防控措施。采取措施后，该影响可明显降低，总体上影响可以接受。

### 7.3.3 动物生态影响分析

#### 7.3.3.1 施工期野生动物影响分析

##### 7.3.3.1.1 对鸟类的影响

(1) 项目占地的影响

项目变电站、塔基、施工简易道路、材料堆场、施工区域等会占用林地、草地和灌丛用地，会破坏鸟类生境，导致鸟类生境减少。在丘陵、山地中架设铁塔需要适当砍伐一些植被，在鸟类繁殖季节可能危害鸟卵和幼鸟，受影响的种类主要为常见的白头鹎、黄臀鹎、领雀嘴鹎、红嘴蓝鹊、麻雀、大山雀、喜鹊等鸣禽；珠颈斑鸠、山斑鸠、白颊噪鹛等喜地栖的鸟类；环颈雉等陆禽。生境破坏可能使其活动和觅食范围减小，但由于项目永久占地占评价区的比例很小，鸟类活动能力较强，这些鸟类很容易在附近区域找到替代生境，而临时占地在施工结束进行生态恢复后，仍可作为鸟类栖息地，项目占地对鸟类的影响可以接受。

### （2）施工噪声的影响

鸟类一般对噪声较为敏感，施工期会存在一定的施工机械作业噪声和材料运输交通噪声，这些噪声可能会对栖息在施工区域及邻近区域的鸟类产生一定的趋避作用。受施工噪声影响，施工场地一定范围内将不再适合鸟类的栖息、觅食等活动。但由于鸟类的活动范围很大，行动迅捷，可替代的适宜栖息生境较多，可以就近寻找到其它适于栖息的地方。且由于塔基分布较为分散，单个塔基影响范围小，施工时间短暂，施工噪声在每个区域生境的持续时间短，施工噪声对鸟类的影响可以接受。

### （3）水污染的影响

输电线路一档跨越綦江河、永丰河、蒲河、梅溪河、大水河、习水河、玉明河等河流，在这些河流水体边进行塔基施工时，如施工生产废水及生活污水未得到妥善处理，排放后可能会污染周边水体，从而影响湿地鸟类和傍水型鸟类的栖息环境，间接影响到鸟类的取水或取食。可能受影响的种类主要为游禽（如：小鹭、白鹭等）和涉禽（如：苍鹭、白鹭、池鹭等），但线路塔基占用湿地极少，影响范围和程度有限且短暂。通过合理的塔基选址，适宜的水污染防治、水土保持措施避免不良影响的产生。

### （4）夜间施工灯光对鸟类的影响

一般情况下，夜间灯光会打乱自然环境的明暗循环规律，严重时可能会影响鸟类迁徙模式、觅食活动和繁殖过程。在夜间，特别是在低云、低雾、有雨天气情况下，较低高度飞行的鸟类可能会被灯光吸引而迷失方向，增加坠落和被猎捕的风险。但项目施工时，塔基施工物料需求有限，运输量小，且基本在白天运输，夜间光源比较少，基本不会对鸟类产生影响。同时，施工时段多集中在白昼，基本不夜间施工，且塔基分布较为分散，单个塔基的施工时间较短，影响程度非常有限。即使因部分工序原因，必须在夜间施工，但由于施工机械少，灯光亮度低，光源数量少，对鸟类的危

害较小，影响轻微。

#### (5) 施工活动的影响

施工期线路周边人员变多，人为活动增加，会对栖息在施工区及邻近区域的鸟类产生一定干扰，但鸟类性情警惕，迁移能力较强，且施工区附近相似生境较多，鸟类很容易找到类似生境继续活动。施工扰动可能会使大部分鸟类因为施工噪声远离施工区域，小部分地栖和灌木林栖鸟类由于栖息地的丧失而迁移，项目评价区内鸟类种类和数量暂时性减少，但由于大多数鸟类会通过短距离迁移来避免伤害，且本项目的施工点较分散，施工结束后，对植被进行恢复与重建可使栖息地功能逐步恢复，影响鸟类生存的人为活动因素消失，迁移至周边生境中的鸟类会重新回到原生境。可见，项目施工活动会对鸟类产生轻微的短期影响，但长期影响较小。

### 7.3.3.1.2 对水生生物的影响

#### (1) 项目占地的影响

本项目在河流湿地区域为一档跨越，塔基不占用湿地和河流水体，不占用水生物栖息地，不会直接破坏鱼类、水生爬行动物等水生物栖息环境。极少量的水体内占地面积积极小，不会造成湿地面积的明显减少。施工临时占地不会占用湿地与水域，不会占用水生物的栖息地。

#### (2) 水污染与水土流失的影响

输电线路一档跨越永丰河、蒲河、綦江河、福林河、梅溪河、大水河、习水河、玉明河等河流，在这些河流水体边进行塔基施工时，如施工废水、施工临时堆土和施工人员生活污水未得到妥善处理，排放后可能会污染周边水体，从而影响鱼类、水生爬行动物等水生物的栖息环境，间接影响水生物的食物链网结构。本项目不在河流湿地立塔，不会干扰湿地水环境与栖息地生境。塔基施工期间会采取有效的污废水治理措施与水土保持工程与管理措施，不会向水体排污，不会造成水土流失，不会对水体水质产生影响，也不会对水生生物栖息环境产生不良影响，不会影响到水生生物。项目运行期主要的检修活动不涉及水体，也不会向水体排污。项目建设与运行不会对水生生物产生影响。

### 7.3.3.1.3 对两栖类的影响

#### (1) 施工占地的影响

本项目线路较长，塔基数量较多，但大都布置在裸地、农田、建设用地、荒地等

其他用地上，一档跨越永丰河、蒲河、綦江河、福林河、梅溪河、大水河、习水河、玉明河等河流，不在水体中立塔，对两栖类生境占用影响小，少量的塔基施工，采取围隔措施后，干扰范围小，也基本不占用其生境。施工临时道路、牵张场地等临时占地会尽量避开山溪、沟渠、池塘等两栖类生境，即使小部分占用，随着生态恢复措施的实施，临时占地区植被进一步恢复，对其生境占用的影响将逐渐减小。项目变电站主要占用农田及坑塘，少量占用湿地水域，不会直接占用两栖类的栖息地。

## （2）水污染的影响

变电站与进场道路等的场地平整等可能会在雨季造成水土流失，水域附近的塔基开挖、建设等活动产生的废水、施工人员生活污水、施工机械维修及油污跑冒滴漏产生的含油污水等，如果处理不当，会随雨水流入河流、坑塘或农田等两栖类栖息生境，造成局部生境污染和水质破坏。石灰、水泥、渣料等溶于水会造成水体 pH 值、无机盐浓度的改变，这对通过表皮吸水的蛙类有很大威胁，水体 pH 值、无机盐浓度的改变会破坏其体内的水盐平衡，导致其失水和积累盐分而死亡。通过严格落实施工期间的水污染防治措施，加强施工生产废水和生活污水收集清运与处理，在带油设备下方铺设吸油毡等集油措施，可大大降低对周边水环境的影响。

## （3）施工噪声的影响

蛙类主要通过鸣声求偶，施工期噪声会对其求偶造成一定的干扰，使其求偶繁殖率降低。蛙类求偶时间一般为晚上或凌晨，本项目主要在昼间施工，避开了其繁殖时间，且在湿地水域等区域的施工工程量较小，施工时间短，施工噪声对其影响小。施工区域产生的项目噪声也将驱使两栖类向周围适宜生境迁徙，不会对两栖类的生存造成明显不利影响。

## （4）夜间施工灯光对两栖动物的影响

通常来说，夜间灯光可能会干扰自然环境光暗交替的规律性，从而改变两栖类动物的行为和生境条件。由于两栖动物视觉敏感性高，其夜间活动更易受到光照变化的影响，如光照可能会阻碍两栖动物进出繁殖区；灯光也会干扰一些雄性两栖类动物的鸣叫，降低雌性对配偶的选择性，导致雌性倾向于快速交配以避免交配活动过长所增加的捕食风险。但项目塔基分布较为分散，单个塔基的施工时间较短，施工时段主要集中在白昼，基本不夜间施工，影响程度非常有限。即使在夜间施工，由于塔基施工量较小，运行机械少，灯光亮度低，光源数量少，对两栖类动物的危害也比较小，影

响十分轻微。同时，塔基施工物料需求有限，运输强度较低，且基本在白天运输，一般没有夜间光源，对两栖动物影响轻微。

#### （5）人为活动干扰影响

施工区域人为活动增加会干扰两栖类的栖息、觅食等活动，将迫使两栖类迁移到周围适宜生境中生存，短暂减少该区域两栖生物的种类和数量；施工期间，进入周边适宜生境的两栖类可能使得其他物种的生存压力加剧，食物链结构改变。但从大范围来看，本项目属于点线型项目，仅在塔基附近造成极小范围的点状改变，没有显著改变两栖类在该区域的生境条件与物种数量。施工活动结束后，随着人为活动的消失，自然生态环境会逐渐恢复，项目建设对两栖类物种的影响将逐步消失。

### 7.3.3.1.4 对爬行类的影响

#### （1）施工占地的影响

项目变电站、塔基等永久占地以及施工便道、牵张场地等临时占地占用林地、灌丛、荒地等用地，可能会减少部分陆生爬行类动物生境，对生境植被的破坏还可能对爬行类动物的食物可获得性产生轻微的影响；施工便道等线性占地将造成爬行类动物的生境破碎化程度增加，导致施工影响区内爬行动物离开原有的生境，迁移到施工区以外的替代生境中。但评价区内替代生境多，施工占地占区域总面积的比例极其小，项目占地对其生存不会造成明显威胁。

#### （2）水污染的影响

某些林栖傍水型爬行类的生存对水环境有一定依赖性，施工期间土石方作业及施工废水可能会导致水体污染，对其生境会造成一定程度的影响，可能会影响其栖息活动。但是这些影响比较短暂，施工过程也将严格执行各项水污染防治措施，且周边可替代生境多，不会影响爬行类生存栖息环境。

#### （3）施工噪声、人为活动的影响

施工作业产生的噪声和震动、施工人员的生产生活等活动会干扰爬行类捕食，并对其造成惊吓，迫使其迁出施工区域。新建变电站的工程量相对较大，施工活动多，施工车辆行驶频繁，如管理不善，可能会造成行动缓慢的爬行类动物躲避不及而死亡，需要加强施工管理。但由于变电站所处区域为平原区，爬行类动物数量较少，不会造成明显不利影响。

#### （4）夜间施工灯光对爬行类的影响

通常情况下，夜间灯光可能会破坏昼夜交替规律，打乱自然光暗循环，并可能改变爬行动物的行为、生活节律与生境条件。灯光会影响爬行类动物的夜视效果，光照时长变化也可能会扰乱其原本的生活规律。但项目塔基分布较为分散，单个塔基的施工时间短，施工时段多集中在白昼，基本不夜间施工，影响程度非常有限。即使在夜间施工，由于塔基施工强度低，使用的机械数量少，灯光亮度低，光源数量少，对爬行类动物的危害很小，影响比较轻微。同时，塔基施工物料需求有限，运输强度较低，且基本在白天运输，一般没有夜间光源，对爬行动物影响轻微。

### 7.3.3.1.5 对兽类的影响

#### （1）施工占地的影响

本项目变电站位于城镇周边，位于城市建设范围内，周边分布的兽类种类和数量较少，偶见啮齿目小型兽类；塔基呈点状分布，占地面积比例小，影响范围小。项目对兽类影响主要体现在施工便道、施工生产生活区、牵张场等临时占地的影响，栖息地的占用使得兽类短暂离开施工占地，向其他的适宜生境迁移，周边类似的生境较多，兽类的生存基本不会受到影响，临时占地的影响可以接受。

#### （2）施工噪声、人为活动的影响

施工机械噪声和交通运输车辆噪声等会干扰兽类的栖息、觅食等活动，使兽类迁移，兽类的迁移能力强，将使其避免施工造成的直接伤害，但同时受施工噪声影响迁移到它处的兽类，可能会因为争夺有限的生存空间，竞争压力变大，自然选择强度增加。施工期间，施工人员仅在一定范围内活动，且施工噪声传播范围有限，并不会影响其生存，这种暂时性施工活动更不会对其种群产生不良影响。施工人员活动留下的食物残渣和垃圾可能会吸引啮齿类在施工区域聚集，客观上增加其食物来源。总体上施工噪声、人为活动对兽类的影响可以接受。

#### （3）夜间施工灯光对兽类的影响

一般来说，夜间灯光会打乱自然环境的明暗交替，并可能破坏昼夜节律，从而改变兽类动物的行为、生活节律与生境条件。夜间灯光会干扰兽类的作息和行为模式，影响其视觉，扰乱其生物钟，影响其觅食和繁殖等正常活动，甚至影响到其迁徙路线。但项目塔基分布较为分散，周边可替代生境与迁徙路线多，单个塔基的施工时间较短，施工时段集中在白昼，基本不夜间施工，影响程度非常有限。即使在夜间施工，塔基施工强度不大，机械较少，灯光亮度低，光源数量少，对兽类危害也小，影

响比较轻微。同时，塔基施工物料需求有限，运输强度较低，且基本在白天运输，一般没有夜间光源，对兽类影响轻微。

### 7.3.3.2 运行期野生动物影响分析

#### 7.3.3.2.1 对两栖、爬行类及兽类的影响

运行期，兽类、两栖类和爬行类等陆生动物的空间活动范围基本不会受到限制，输电线路塔基等占地对其生境和活动起着非常小的阻碍作用。小型陆生动物因本身的生物学特性，其活动范围较小，因而受到的限制更大，变电站和塔基等永久占地会对一些小型兽类栖息地造成一定破坏。但本项目输电线路为点状项目，根据地形差异，两塔之间距离一般为 300m-800m 左右，杆塔之间的区域为架空线路，造成的分离和阻隔作用相对较小，不会对陆生动物的生境和活动产生真正阻隔。项目运行后，陆生动物仍可自由活动和穿梭于线路两侧，对其行为和活动范围的影响可以接受，不会对其种群产生明显不利影响。人类活动的增加也会为小型陆生动物，如伴随人类居住生活的啮齿类动物等带来更多的食物来源。

输电线路运行期人为活动很少，活动以巡线为主，且巡线人员数量少，巡线时间短暂，其巡线活动有一定的时间间隔，不会有过于频繁的人类活动，对陆生动物栖息和繁衍的扰动和影响极其轻微。

#### 7.3.3.2.2 对鸟类的影响

##### (1) 对迁徙鸟类的影响

本项目评价区域未涉及主要鸟类迁徙通道，根据鸟类调查结果，留鸟占比最多，迁徙鸟种较少。输电线路杆塔较为高大，可能会对线路附近鸟类迁徙和飞行造成一定影响。

根据相关研究，输电线路常见的活动鸟类有鸛形目、隼形目、鹤形目、鸽形目、雨燕目及雀形目的鸟类。其中容易引起输电线路事故的为鸛形目的鹭科、鸛科，隼形目的鹰科、隼科，鹤形目的鹤科，鸽形目的鸠鸽科及雀形目的鸦科鸟类。输电线路对鸟类活动的影响主要表现为鸟类在飞行中撞到输电线路和杆塔受伤以及发生触电事故。鸟类一般具有很好的视力，它们很容易发现并躲避障碍物，在飞行途中遇到障碍物都会在大约 100m-200m 的距离下避开。因此，在天气晴好的情况下，鸟类误撞输电线路的几率很小。



鸟类迁徙是候鸟在繁殖地与越冬地之间沿相对固定的路线定期往返的习性。参考国家林业和草原局于 2022 年 12 月颁布的《全国鸟类迁徙通道保护行动方案（2021—2035 年）》，我国主要有东部、中部、西部 3 条迁徙路线。

一是东部候鸟迁徙路线，位于东亚-澳大利西亚迁徙路线的中段偏东地带，从我国南海沿东南沿海一带，穿越华南东部和华东、华北、东北的大部分地区，通往俄罗斯西伯利亚地区，其覆盖范围主要包括我国动物地理分区的东北区的大兴安岭亚区、长白山亚区和松辽平原亚区，华北区的黄淮平原亚区，蒙新区的东部草原亚区，华中区的东部丘陵平原亚区，华南区的闽广沿海亚区、海南岛亚区、台湾亚区和南海诸岛亚区。沿该路线迁徙的候鸟主要包括：在西伯利亚、阿拉斯加、蒙古东部和我国东北地区繁殖，前往东南亚、澳洲等地越冬的鸕鹚类，在我国越冬的白鹤、白枕鹤、东方白鹤、鸿雁、豆雁、苍鹭、花脸鸭、苍鹰、红嘴鸥、长耳鸮、白腰朱顶雀、黄喉鹀等鸟类，以及前往朝鲜半岛及日本越冬的丹顶鹤等鸟类，是涉及候鸟种类和数量最多的路线。

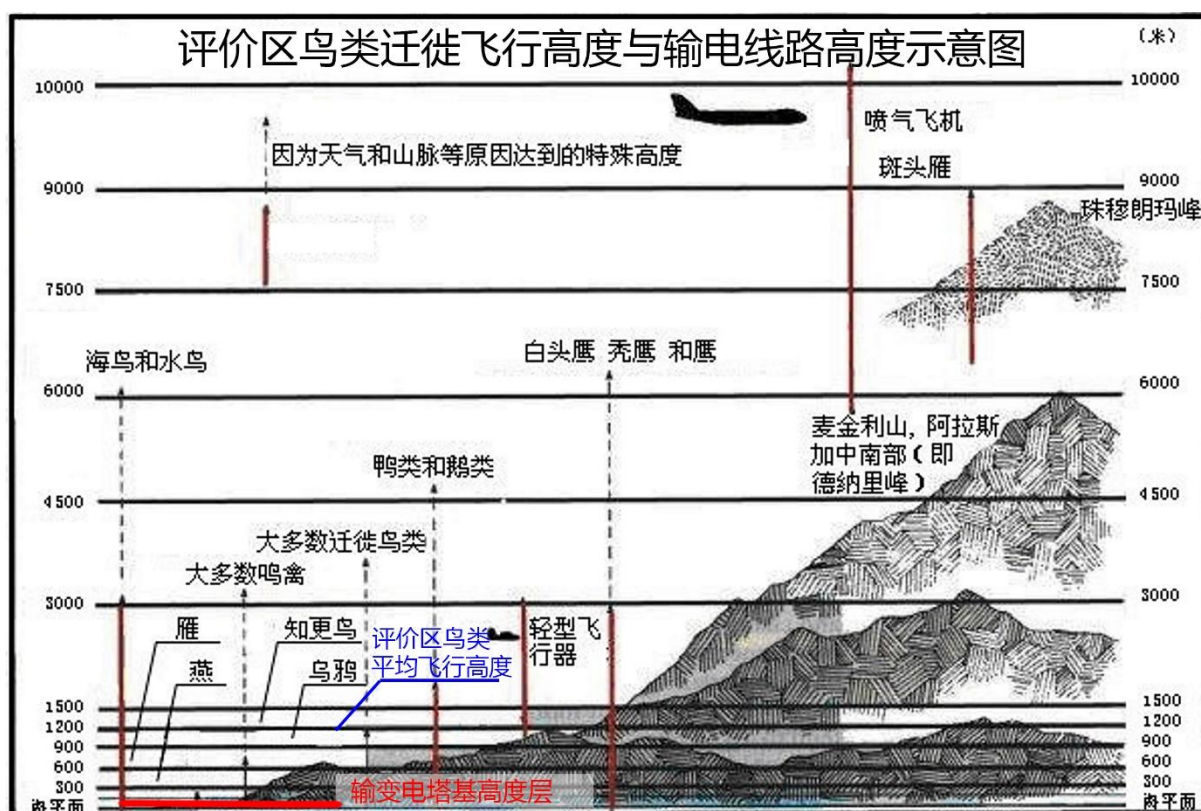
二是中部候鸟迁徙路线，位于中亚迁徙路线的中段偏东地带，并与东亚-澳大利西亚中段西部重叠。从我国云贵高原，穿越四川盆地，沿横断山脉，向北经阿尼玛卿、邛崃、大巴山、秦岭、贺兰山、阴山等山脉，或翻越喜马拉雅山脉、唐古拉山脉、巴颜喀拉山脉和祁连山脉，至蒙古国和俄罗斯中西部及西伯利亚西部。其覆盖范围主要包括我国动物地理分区的蒙新区西部荒漠亚区东部，青藏区羌塘高原亚区，青海藏南亚区，华北区的黄土高原亚区，西南区的西南山地亚区、喜马拉雅亚区，华中区的西部山地高原亚区，以及华南区的滇南山地亚区。沿该迁徙路线上的候鸟，主要有大天鹅、赤麻鸭及灰雁等雁鸭类和普通鸕鹚、黑颈鹤、斑头雁及渔鸥等高原鸟类。它们在我国青藏高原的南部和云贵高原，以及印度和尼泊尔等地区越冬。由于这条迁徙路线横跨很多海拔在 5000m-8000m 以上的山脉，因此是全球候鸟迁徙海拔最高的区域。

三是西部候鸟迁徙路线，位于西亚-东非迁徙路线的中段偏东地带，部分与中亚迁徙路线的中段西部重叠。东起内蒙和甘肃西部以及新疆大部，沿昆仑山向西南进入西亚和中东地区，至非洲。沿该迁徙路线上的候鸟主要有波斑鸕鹚等。

上述三条迁徙路线的候鸟都是南北向迁徙，代表了我国主要候鸟迁徙的基本情况。本项目线路位于贵州与重庆交界，位于中部候鸟迁徙路线途径的西南山地区域。

根据鸟类迁徙习惯，普通鸟类飞翔高度在 400m 以下，鹤类在 300m-500m，鸕鹚、

雁类等最高飞行高度可达 900m 以上。输电项目杆塔及导线的高度一般在 100m 以下，远低于鸟类迁徙的飞行高度，因此在一般情况下，输电线路杆塔对鸟类迁徙的影响不大。但由于沿线的湿地生境是大型游禽、涉禽重要的越冬、繁殖或迁徙必经生境，这些鸟类在飞行过程中相对其他小型鸟类较笨拙，可能无法及时避开输电杆塔或导线而发生碰撞，存在误撞线路风险，若在夜间或大雾等能见度低的情况下，这种风险会比较严重，故在湖泊、河流等湿地生境及近距离树立杆塔及导线对鸟类影响相对较大。



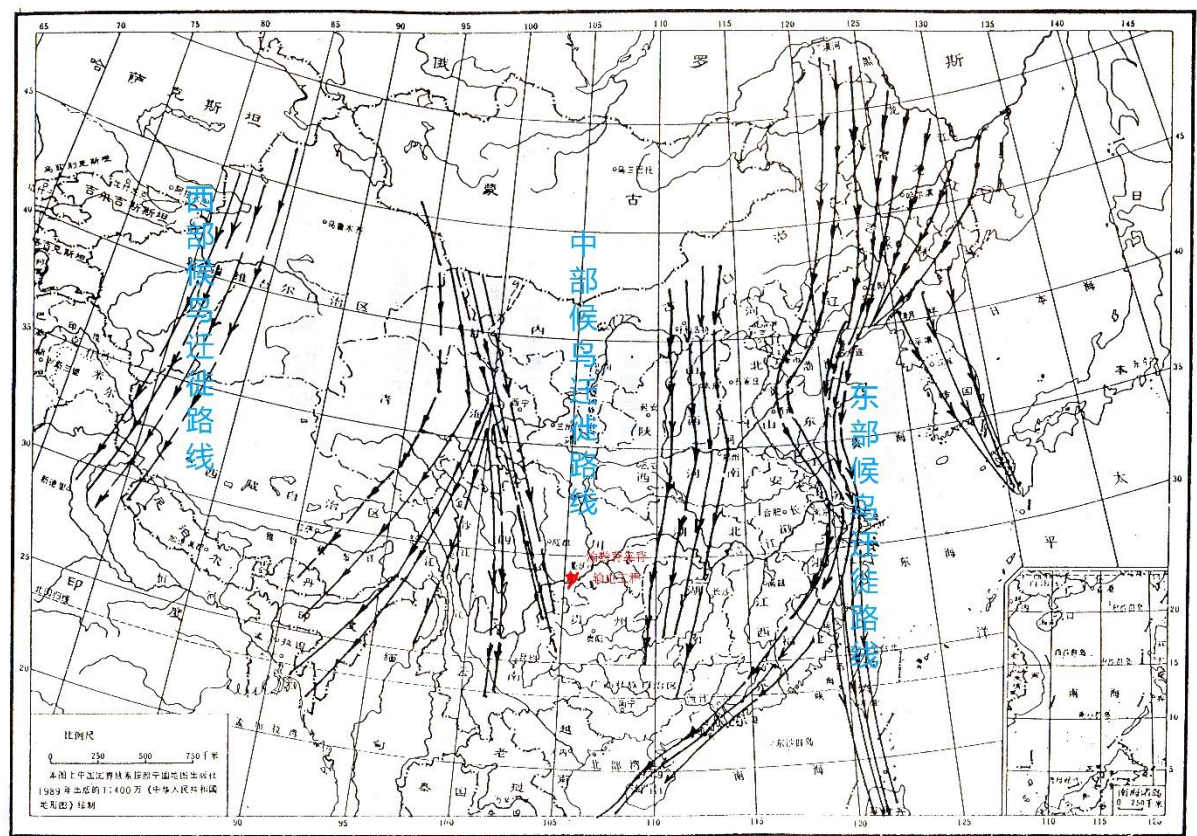


图 7.1-4 渝黔输电线路与中国候鸟迁徙通道位置关系图

(2) 对留鸟的影响

评价区留鸟种类较多，包括山斑鸠、珠颈斑鸠、白头鹎、雀鹰、环颈雉、喜鹊、白颊噪鹛等，本输电线路对鸟类活动的影响主要表现为鸟类在觅食等日常活动中可能会撞到输电线路和杆塔受伤，但这些事故发生的概率较小。运行期工作人员线路检修会增加人为干扰，但本项目运行期检修频率不高，且区段检修时间短、检修人员较少，对留鸟的人为干扰很小。此外，沿线评价区留鸟可能在输电线下方树木上筑巢产卵，线路运行期线路下方乔木修剪可能会破坏鸟类巢穴及幼崽。

7.3.3.3 对重要动物影响分析

对本项目沿线区域动物资源进行调查后发现，由于动物活动范围大，评价范围内存在的国家重点保护野生动物、省级重点保护野生动物以及特有种仅偶尔出现于评价区。项目占地将减少某些重要野生动物的生境，因不同类型动物生活习性的不同，项目对以上动物可能会造成不同程度的影响。

### 7.3.3.3.1 对重要两栖类影响

评价范围分布的重要两栖类包括红点齿蟾、中国大鲵、棘腹蛙等。红点齿蟾喜洞穴生境，项目建设不涉及其生境。中国大鲵在习水河有分布记录，但项目一跨而过，对水生生物无直接影响。棘腹蛙喜清洁的溪流生境，项目建设未涉及该类生境的占压。总体上看，线路建设不会占用水域和湿生生境，但如管理不善，施工废水也可能会污染其生境，生境的减小和施工噪声可能迫使两栖类动物离开栖息地，降低其活动和分布范围，需要加强施工现场的管理，缩短施工工期，控制施工作业面。

本项目输电线路以一档跨越方式跨越水体，不在水域立塔，塔基位于两岸陆地且塔基占地面积较小，不会大量占用两栖类生境。同时，这些两栖类常栖息于多种生境，周边可替代的适合它们生存的生境较多，施工结束后，仍可回到原来的生境，不会使两栖类物种数量减少。总体上看，通过在施工中采取有力的管理与保护措施，加强施工污水治理，加强施工噪声的控制，合理控制施工时间，本项目对重要两栖动物的影响可以接受。

### 7.3.3.3.2 对重要爬行类的影响

评价范围可能出现的重要陆生爬行类包括尖吻蝾、银环蛇、乌梢蛇、玉斑锦蛇、黑眉锦蛇、王锦蛇等。尖吻蝾、王锦蛇、黑眉锦蛇等蛇类在农田村寨周边、林地与农田交界带多有分布，银环蛇喜河流湿地、水田、水坝附近觅食鱼类和蛙类。

项目对以上重点爬行类动物的影响主要是变电站、塔基、牵张场、施工便道等永久与临时占地，这些占地可能会占用爬行类动物的部分生境，施工噪声、人为扰动等活动也会对爬行类动物的活动与栖息造成干扰。由于本项目塔基为点状占地，单个塔基面积小，周边相似生境较多，在施工结束后临时占地植被将逐渐恢复，爬行类动物仍可回到原有生境栖息生活，项目占地对其影响比较轻微。

### 7.3.3.3.3 对重要鸟类的影响

评价范围内的重点保护鸟类主要包括陆禽、猛禽、游禽、涉禽、鸣禽和攀禽。

陆禽包括红腹锦鸡、环颈雉、灰胸竹鸡等。红腹锦鸡、环颈雉栖于不同高度的开阔林地、灌木丛、半荒漠及农耕地；灰胸竹鸡常栖息于低山丘陵、林地灌丛。施工应尽量避开陆禽的繁殖期，对其影响主要为生境占用及噪声惊扰。项目塔基占用林草地等可能占用其生境，施工期人为活动和施工噪声也会迫使其远离施工区域，但塔基占



地面积较小，施工时间短，评价区周边适宜生境较多，环颈雉奔跑速度快，遇到惊扰后可到附近的适宜生境继续活动。施工结束后，对其原生境进行恢复，仍可回到原栖息地，影响可以接受。其它陆禽也具备类似栖息特点，短期的施工干扰不会对陆禽造成明显影响。

猛禽主要有雀鹰、普通鵟、黑鸢、燕隼、鹊鹞、红隼、斑头鸺鹠等。猛禽活动范围大，在山区林地、河流沿岸以及农田、灌丛都有分布，但最主要的栖息生境为林地。猛禽听觉、视觉非常敏锐，飞行系统非常发达，飞翔能力强，项目施工对它们的不利影响可以接受，受到惊扰后，可选择其他适宜生境继续生存。施工活动可能破坏部分林地造成间接影响。所以在施工期需加强宣传教育、采取保护措施，设立警示牌等，减少对留鸟巢穴、鸟蛋、幼鸟的影响。

游禽主要有小鹭、白腰草鹮等，涉禽包括白鹭、苍鹭、黑水鸡、池鹭、夜鹭等。游禽和涉禽多活动于评价区的河流、湿地等水域及水田。项目不在水域立塔，距离岸边尚有一定距离，不占用游禽、涉禽生境。项目对其主要为施工废水的影响，施工期废水如不采取有效措施随意排放，可能会污染周边水体，从而影响游禽和涉禽的栖息环境，间接影响鸟类的取水或取食，但本项目施工期废水集中收集处置，不外排，不会对周边水源造成明显影响。但在运行期，距离线路较近的湿地、河流的游禽、涉禽等存在误撞线路风险，不良天气条件下，这种风险就会加大，故在湖泊、河流等湿地生境及近距离树立杆塔及导线对鸟类影响相对较大，需要加强后期生态观测，并根据观测结果及时采取相关保护措施。

鸣禽主要有喜鹊、三道眉草鹀、家燕、山斑鸠、珠颈斑鸠、白颊噪鹛、白鹡鸰等。鸣禽是鸟类中最进化的类群，分布广，能够适应多种多样生态环境，多数种类营树栖生活，少数种类为地栖，主要分布在项目沿线的林地和草地生境中。输电线路施工对鸣禽的影响主要是塔基等占用其生境与施工噪声。本项目单个塔基占地面积小，永久占地对鸣禽生境占用较少，临时占地可在施工结束后进行生态恢复，所以其生境受到影响较小；受施工噪声惊吓，评价区中的鸣禽可能会远离原来的栖息地，但本项目施工时间较短，且会尽量避开其活动频繁时段，周边有较多适宜生境供其栖息、觅食、活动，所以噪声对鸣禽的影响可以接受。

攀禽包括星头啄木鸟、大杜鹃等。常栖息于林地生境，也见于农田和居民区。这些鸟类的活动性较大，无固定的居留地，性机警，受惊后迅速起飞，飞行速度较快，

且部分物种较隐蔽，不易被发现。输电线路对施工攀禽的影响主要是项目永久和临时占地占用森林生境和施工噪声，但本项目单个塔基永久占地面积小，临时占地在施工结束即可恢复，攀禽大多善于隐蔽，在受到施工噪声惊扰后，其会飞离原栖息地。项目施工时间较短，会尽量避开其活动频繁时段和繁殖期，周边也有较多适宜生境供其栖息与活动，所以施工占地和噪声对攀禽影响可以接受。

#### 7.3.3.3.4 对重要兽类的影响

评价区重点保护兽类分布范围较为广泛，常栖息于森林、灌丛和农田生态系统中，在以上环境中施工时，施工占地可能会缩小这些兽类的栖息地，同时它们还可能受到施工期噪声的惊吓，但这些动物大多生性机警，受到惊扰后可能远离施工区域，不会对其生存造成较大影响。同时，由于线路局部施工时间较短，工程量较小，这种影响具有临时、局地 and 可逆的特征，一旦施工结束，受影响种群将会立即恢复。且重点保护兽类有较多适宜的生境供其栖息、觅食、活动，在大的区域内，不会对其生存和种群数量产生明显的影响。因此，项目建设对其影响可以接受。

### 7.3.4 生态系统影响分析

#### 7.3.4.1 对各类生态系统的影响分析

##### (1) 针叶林、阔叶林生态系统影响分析

塔基建设直接占用部分林地，导致林地面积的减少，间接占用森林中动物的生境，使其暂时远离施工区域。由于输电项目塔基较分散，塔基占地以及施工占地面积较小，少量的林木砍伐、修剪不会改变森林生态系统的群落演替，也不会对沿线森林生态系统造成系统性的破坏。因此施工对于森林生态系统的结构影响有限，不会破坏森林生态系统的结构完整性。塔基的建设不会改变森林生态系统的地形地貌，不会产生生态阻隔，也不会破坏生态系统的食物链食物网等。对于森林生态系统的物质循环、能量流动等过程影响有限，不会破坏森林生态系统的完整性。通过对施工人员的严格管理，禁止不文明施工行为，尽量减少施工对野生动物及其栖息环境的影响。临时占地造成的影响在施工结束后，可以通过采取相应的植被恢复措施得到缓解和消除，不会对森林生态系统的水源涵养、水土保持等功能产生影响。综上所述，本项目对于森林生态系统的影响可以接受。

##### (2) 草丛生态系统影响分析

区域内草丛生态系统分布较广，但本项目塔基间隔远，单个塔基占地小，所以对草地植被和生境的破坏很小，不会影响草地生态系统的栖息地连通性，也不会影响野生动物的种类和数量，项目建设对草地生态系统的结构影响较小。如管理不善，施工扬尘附着在草地植被的叶面上，可能导致植物的光合作用减弱，可能会造成生产力的小幅下降，但只局限在施工区。项目占用草地可能会间接影响草食性动物的觅食，但草地生态系统面积大，分布广泛，不会影响草地生态系统的食物链和食物网结构，也不会改变其地形地貌，不会破坏草地生态系统的物质循环、能量流动等过程，项目建设造成的生物量与生产力损失很少，不会影响草地生态系统服务功能。

### （3）耕地、园地生态系统影响分析

本项目占用的耕地、园地生态系统面积总体较多，但主要占用田边地角与生产力较差的农田，不会大幅度减少农田面积，也不会改变当地土地利用总体状况，农田生态系统是人工控制的生态系统，生境功能较弱，少量占用不会对评价区的农田生态系统结构和功能造成影响。

### （4）河流、湖泊生态系统影响分析

评价区内湿地生态系统多为一档跨越，不占用河流湿地，对湿地植被的影响很小，不会破坏湿地野生动物的栖息生境，对于湿地生态系统的结构影响有限。施工期将采取土石方开挖防护、围隔措施，有效控制水土流失和污染排放，不会影响湿地生态系统的水质，也不会影响水生生物栖息环境。同时，湿地内及周边可能会有一些湿地鸟类存在，需要加强管理、约束施工人员活动和控制施工边界，合理选择施工时间，避免夜间施工，减少对湿地生态系统造成的破坏。

### （5）居住地及工况交通生态系统影响分析

本项目选线时，基本避开了城镇，但也会占用一些农村居民点，占用的面积非常小，不会对评价区的城镇生态系统结构造成影响。城镇生态系统属于人工系统，受人类活动影响很大，人类可以利用经济、技术、政策等手段，对其中的环境和生物进行调节、管理和改造，具有极强的恢复能力，项目建设不会对城镇生态系统功能造成影响。

## 7.3.5 对生态敏感区与生态保护红线的影响分析

### 7.3.5.1 对穿（跨）越生态保护红线的影响分析

#### 7.3.5.1.1 赤水河生物多样性生态保护红线



本工程涉及赤水河生物多样性生态保护红线，主导功能为生物多样性维护。线路跨越的生态保护红线位于习水县境内。

生物多样性指生物及其环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和。保护生物多样性的基本要求是，就地保护生态系统和自然环境，维持恢复物种在自然环境中生存力的群体，目的在于保护和合理利用生物资源。

本工程对生态保护红线进行了避让，在习水县赤水河生物多样性生态保护红线区内未设置塔基，施工过程会对红线两侧陆生动植物等生物多样性造成一定间接影响，也会影响其局部功能的发挥，塔基避让了生态保护红线，施工对生态保护红线内生物多样性影响非常小。通过采取有效措施，该影响基本可消除。项目建设不会对红线区生境功能及生物多样性保护功能造成不可逆的影响。

根据《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号），生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；自然保护地核心保护区外禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。本项目为输变电工程，属于必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施。

### 7.3.5.1.2 与生态保护红线相关管理要求的分析

根据《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）中要求：“生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；自然保护地核心保护区外禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动”。

本项目为输变电工程，输电线路跨越或穿越生态敏感区，属于必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施，属于允许开展的有限人为活动。

从设计角度，目前对沿线全部的生态保护红线进行了避让，未设塔基，项目建设可满足相关管理要求，在采取有效的生态保护措施后，对生态保护红线的影响较小。

### 7.3.5.2 对避让生态敏感区的影响分析

本项目避让的主要生态敏感区包括重庆綦江通惠河国家湿地公园、重庆綦江国家地质公园、重庆綦江老瀛山市级自然保护区，共3处生态敏感区。

#### （1）对植被和保护物种的影响

施工期，项目不在生态敏感区内立塔，不会因施工活动造成临时占地及永久占

地。生态敏感区内土地利用类型不会发生变化，植被生物量和生产力也不受影响。施工期将加强管理，禁止施工人员进入生态敏感区，禁止采集植物，不会造成物种数量减少。

运行期，线路巡检人员不在生态敏感区内开展活动，项目建设不会对区内植被和保护植物物种产生影响。

在设计深化过程中，应对这些敏感区进行关注，确保线路塔基及其扰动范围不落入敏感区内；施工中严格限制施工范围。在采取一定的生态保护措施后，对临近敏感区植被和保护物种的影响可以接受。

### （2）对野生动物和保护物种的影响

施工期，项目不在生态敏感区内立塔，不在生态敏感区内设置施工营地，不大范围扰乱动物生境。施工期间建设单位会加强教育，向施工人员普及野生动物保护的重要性，禁止施工人员捕猎和捕捞。敏感区内活动的动物大多为常见种，项目建设不会导致敏感区内生物多样性下降。综上所述。项目建设对敏感区野生动物的影响可以接受。

线路工程的施工可能会对附近国家重点保护动物的生境造成轻微干扰，因此，需要严格加强施工管理，禁止爆破等方式施工，严格规范施工边界，减小对保护区的干扰。同时，由于保护区分布有较多的涉禽等保护物种，存在误撞线路、筑巢受伤的风险，在这些线段，需加强施工期和运行期生态监测，加强警示球及风车式驱鸟器等护鸟驱鸟措施，减轻对鸟类的影响。

### （3）对生态系统的影响

项目不在生态敏感区内施工，不会破坏生态敏感区的自然群落结构，通过采取有效的生态保护，尤其是鸟类影响保护措施，不会对保护物种造成明显不良影响。项目施工与运行不会影响生态系统的结构，不会明显影响生态系统的水源涵养、水土保持、生物多样性维持等生态功能。

## 7.4 生态影响防护与恢复措施

### 7.4.1 生态保护和恢复总体思路

本线路位于贵州北部习水县与重庆市南部綦江区，途经习水县和綦江区。总体上看线路未穿越重要自然保护地，对地质公园和自然保护区均进行了避让，区域位于两省交界，植被覆盖度高，生态本底状况较好，要注意对其水源涵养及生物多样性功能

的维护，要控制水土流失，避免对生境的干扰和破坏；实施积极的生态恢复辅助措施，促进生态系统的自然恢复，减缓因建设导致的水土流失与生态破坏。

陆域生态防护的核心是减少林地、灌丛等高生态价值用地的占用，减少林木砍伐量，尤其是避免非人工林的砍伐，多利用裸地、荒地；尤其是对陆域中的石质山地，要注意保护有限的表土资源，单独堆存，就地利用，同时注意保护表土中的种子库。对水域和湿地采用一档跨越，不在湿地或水体中立塔，减轻对水质与水生物栖息地、河流与河漫滩湿地的干扰，难以避开的实施有效的围隔施工和防护措施，避免污染源，破坏水生物栖息地。

## 7.4.2 设计阶段生态影响防护措施

### 7.4.2.1 合理选线，减轻沿线生态干扰

在设计规划阶段，本项目结合当地自然环境、人文景观、城镇发展规划、国家安全设施等实际情况，系统实施了方案比选，优化路径，科学合理走线，尽量避开生态敏感区、城镇规划区、学校和居民密集区，选择对当地生态敏感区、居民生活区等影响较小的方案，选址选线及布局尽量做到与其所在区域城镇发展与建设规划、生态功能区划、生态环境保护规划、国土空间规划等相关规划相协调，尽量做到经济技术指标高，走线流畅，投资经济，最大限度减少对沿线景观与生态环境的影响。

### 7.4.2.2 合理避让，减轻敏感区干扰

为最大限度减轻对生态敏感区的影响，充分考虑生态环境敏感性与生态保护红线的制约性要求，在实地勘查与设计阶段，以生态文明理念为指导，贯彻“避让优先”原则。对难以避让的生态保护红线区，选择穿越距离最小的方案，输电线路跨越湿地水体时，采用一档跨越的方式，不在水体中立塔，尽量避开集中林地和果园等经济作物林，减少林木砍伐，保护生态环境。通过合理避让，从源头上减少破坏，避免了对区域生态体系和生态敏感区的不利影响。

### 7.4.2.3 统筹规划，减少生态价值较高土地的占用

本项目在规划设计阶段，通过充分的线路走向论证，在考虑地质条件、地质灾害等多项安全问题的基础上，尽量减少了对森林、湿地、灌丛、草地等高价值生态用地的占用，减小对地形地貌的扰动和对野生动物栖息环境的影响，尽可能占用生态价值较差的用地类型，实现选线生态干扰的最小化。在难以避开的林区，线路经过时尽量

采用高跨方式，减少了对植被群落的破坏和生物多样性影响，避免了生态影响与负效应的放大。

### 7.4.3 施工期生态影响缓解措施

#### 7.4.3.1 植被保护与恢复措施

##### 7.4.3.1.1 总体措施

###### (1) 规避措施

1)合理选线。应注意避让植被生长良好地段，输电线路塔位应尽量避免落在长势较好的植被中，材料堆放场应尽量使用既有场地，牵张场应尽量选择路边无植被地段或地表植被稀疏地段。

2)合理划定施工范围。合理规划施工便道、塔基施工区、牵张场地、材料堆放处等临时场地，严格划定施工范围和人员、车辆的行走路线，并采取彩条旗或硬质栏杆围挡等施工限界措施，避免对施工范围之外的区域植被造成碾压和破坏；应根据实地情况，采取斜拉牵张等占地面积小、对植被干扰较小的牵张方式；架设方式采用对地表植被破坏较小的架设方法，最大限度减少和避免导线在地面的摆动，减少可能由此导致的地表植被破坏。

3)科学约束施工方式。严格按设计的占地面积、样式要求开挖，尽量采用原状土开挖方式，避免大规模开挖；缩小施工作业范围，施工材料有序堆放，减少对塔基周围生态的破坏。

4)输电线路施工中，避让林木、灌丛密集分布区，塔基落点尽量选择林间空隙、林缘或树木稀疏区域，严格控制沿线林木的砍伐数量，施工中需要砍伐通道处林木时，应与当地林业部门联系，办理砍伐证明及相关函件。

5)施工期选用本地的施工机械及材料，外地进入施工区的施工机械及材料等应经过严格检疫，加强施工机械设备的消毒，防止病虫害传播；加大监管力度，做好虫情测报与信息反馈工作，做好病虫害防疫工作。

6)项目建设前应注意对保护植物的调查，必要时聘请专业人员现场指导，同时施工过程中应注意对植物资源的保护，避免损害可能出现的保护物种，对生长状况较好的区域，可采取增加架杆高度等对植被进行保护。

7)施工期应根据天气预报情况，加强大风与暴雨期间的施工管理，及时完善施工

预案，避免水土流失。

## (2)减缓措施

1)合理开挖，保留表土。塔基开挖时，应将表层土与下层土分开，进行表土剥离、集中堆放，暂时保存表层土，用于今后的回填，以恢复土壤理化性质，促进植被的恢复，临时表土堆场应采取苫盖等临时防护措施。

2)在基础开挖与基础施工过程中，站区、站外供排水管线区、站用电源线区等场地施工开挖过程中形成的临时堆土，易形成松散堆积体，重塑地形，破坏地表径流路径，为水蚀提供物料来源。需采取临时拦挡、苫盖等临时措施；对塔基及施工场地区的建筑材料堆放底部铺垫彩条布，临时堆土顶部和四周苫盖密目网，实施有效防护。

3)挡护坡面坡脚，防止水土流失。对于需要在坡度较大地区设置杆塔的区域，施工时应及时在坡脚处设置草袋挡土墙挡护，或坡面种植草本植物等防护措施加以防护，施工过程中在施工区设置临时排水沟。

4)对于临时占地，由于施工人员、施工车辆及施工材料压占，会改变土壤紧实度，影响植被的自然生长。材料运输过程中可能有部分沙石、水泥洒落，施工迹地也可能有部分建筑垃圾，项目完工后应清除各种残留建筑垃圾，对粒径较大的碎石块进行拣选去除。

## (3)恢复措施

1)剥离表土回覆：剥离的表土具有种子库作用，且肥力较好，将剥离表土全部回覆至平整后的施工场地内，用于恢复迹地。

2)土地整治：对变电站、塔基及塔基施工区、施工生产生活区、牵张场地区、跨越施工场地区、施工道路区等线路施工占地进行回填、翻松土壤等土地整治，改善施工迹地的理化性质，以满足后期植物生长环境的要求。

3)恢复植被：施工结束后，对塔基及塔基施工区、跨越施工场地区、施工道路区等临时占用林草地区域，采取撒播草籽、栽植乔灌木等方式恢复植被，草籽及树种宜选用本地种；同时，应结合沿线的光热水条件差异，选择合适的生长季节实施恢复，并要加强后期的维护与管理。

## (4)管理措施

1)积极进行环保宣传，控制行为规范，严格管理监督。施工前对施工人员开展环境保护意识教育和生态保护法律法规宣传。施工期严格划定施工红线，严格行为规

范，要求文明施工，不得开展滥采、滥挖、滥伐等植被破坏活动，防止破坏植被的情况发生。

2)积极采取有效措施预防火灾。应加强防护，如在施工区竖立警示牌，在生活区划出可生火范围、巡回检查、配备相关消防设施等，以预防和杜绝火灾发生。

3)生活垃圾和建筑垃圾集中收集、集中处理，不得随意丢弃；尽可能实现挖填平衡，合理处置施工土石方。

4)项目施工和生态修复过程中，应按照国家与地方相关规定，加强建设中的检验和检疫工作，避免直接或间接引入外来种，并要加强外来入侵种的综合防控。

5)严格履行检疫手续，尽量使用当地车辆进行施工作业，加强检验检疫，防止携带传染源的车辆、人员和施工工具及材料进入评价区，造成病虫害爆发或扩散。

#### 7.4.3.1.2 重要植物保护措施

项目施工活动扰动对其不利影响主要来自施工扬尘及人工采挖等。应采取以下措施进行保护。

(1)项目施工前，施工单位必须制定相应的环境保护措施。并聘请专业技术人员或专家对施工人员进行宣传教育，加强施工人员对保护植物的识别鉴定能力，提高施工人员的保护意识。

(2)在调查到的保护植物周边施工时，应严格设置施工围栏，限制施工区域，避免项目施工对保护植物带来的不利影响。

(3)对施工区域内的重要野生植物进行标记和保护，必要时进行移栽。

(4)加强施工管理，严禁施工人员对有经济价值、药用价值和观赏价值的保护植物进行采挖与破坏。

(5)项目施工建设准备期，应对项目占地范围内的保护植物进行调查，制定相应的保护植物应急预案。

(6)在项目占地区域如发现有保护植物分布，应上报相关部门，采取相应的迁地或就地保护等相应措施。

(7)施工完成后，及时进行生态恢复，对施工区域进行复绿，种植适宜的本地植物，恢复生态平衡。建立长期的生态监测机制，确保施工对野生植物的影响得到有效控制。

### 7.4.3.1.3 古树名木保护措施

根据《古树名木保护条例》（中华人民共和国国务院令 第800号），本项目建设时对古树名木应采取以下措施：

（1）县级人民政府古树名木主管部门应当设置保护标志和必要的保护设施。本项目施工前应为征地范围内的古树名木进行进一步的排查，确定征地范围内存在古树名木时应及时反馈，不得擅自移动、损毁破坏保护标志及保护措施。

（2）项目施工中，应避免在古树名木附近设立营地及其它临时占地，运输车辆及设备尽可能远离古树名木。对调查到古树名木应加强其保护，如靠近施工便道或牵张场地，可考虑设置围栏保护，避免因施工操作影响古树生长或误伤古树。

（3）加强对施工人员的宣传教育，提高对古树名木的保护意识。施工前施工人员须赴现场对古树名木进行识别。施工过程中，对古树名木采取实体围挡和张贴警示标牌等，避免施工活动对古树造成不利影响，必要时聘请专业人员指导。施工结束后检查施工期地是否对古树名木产生明显影响，如有则联系专业人员进行指导。

（4）不得对古树名木实施以下损毁行为：砍伐或者擅自迁移；在古树名木保护范围内新建扩建建筑物或者构筑物、非通透性硬化地面、挖坑取土、动用明火、堆放和倾倒有毒有害物品；刻划、钉钉、剥皮挖根、攀树折枝、悬挂重物及其他损害古树名木正常生长的行为。

（5）因公共事业和基础设施建设项目确需在古树名木保护范围内进行建设施工的，建设单位应当在施工前制定古树名木保护方案，并报县级人民政府古树名木主管部门备案。古树名木主管部门应当对保护方案的制定和落实进行指导、监督。因建设施工对古树名木生长造成损害的，建设单位应当承担相应的复壮、养护费用。

### 7.4.3.1.4 公益林保护措施

根据《国家级公益林管理办法》（林资发〔2017〕34号），本项目建设时采取以下措施：

（1）在设计中应考虑施工结束后土地功能和植被恢复的措施，制定详细的生态恢复方案，明确恢复的目标、方法和时间节点。

（2）塔基选址应尽量避免林木密集区域和珍稀植物分布区，减少公益林砍伐。在山丘区可采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖和林木砍伐。

（3）对于必须穿越公益林的线路段，可采用高跨设计，使输电线路跨越林区，减



少对林木的砍伐。

(4) 严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续。

(5) 对公益林的采伐，按照“采一补二”的原则，必须采伐的面积或株数要在符合规划的造林区域内予以科学补种。受造林空间限制，县域范围内无法满足“采一补二”要求的，要在设区的市范围内调剂栽植，确保栽植的林木成活率标准符合造林要求。

### 7.4.3.2 动物保护措施

#### 7.4.3.2.1 总体措施

##### (1) 预防措施

1) 加强宣传与现场指导：按照《中华人民共和国野生动物保护法》的相关规定，结合现场实际，对施工人员进行宣传教育，提高施工人员的生态保护意识，严禁追逐、猎杀野生动物，在施工现场设置警示牌和宣传牌，施工过程中遇到鸟类、蛇等动物卵，应联系野保部门处理，或妥善移置到附近类似生境中；同时建议聘请专业人员进行现场指导，遇到突发事件及时稳妥处理，避免对保护动物及其生境造成影响。

2) 合理规划施工时间：根据野生动物活动规律，合理规划协调施工工期。沿线大部分动物在早晨和黄昏较为活跃，常外出觅食，对于野生动物密集区，施工尽可能避开早晨和黄昏阶段，减少对野生动物正常生活的影响；夜晚是两栖爬行类野生动物活动的高峰期，在湿地水域附近施工时，应重视夜间运输车辆灯光对野生动物的影响，严格控制光源使用量或者进行遮蔽，减轻干扰。

3) 合理安排施工区域：施工点应避开野生动物主要活动区，穴居和地栖鸟类常在地面筑巢，施工时应避让洞穴和筑巢区域，一旦发现幼体或受伤野生鸟类与兽类，应及时联系相关部门实施管护；同时要标明施工活动区，禁止到非施工区域活动，尤其要禁止点火、猎捕等。

4) 控制施工噪声强度：施工噪声易影响沿线鸟类、野生动物等的觅食、栖息，应采用噪声较小的施工工艺与机械设备，合理优化运输线路，控制施工机械、车辆等的噪声强度，减轻对野生动物的影响。

5) 加强栖息环境保护：严禁向河流湿地排放污废水，施工材料的堆放要远离水源，尤其是粉状材料与有害材料，注意不能被雨水携带或风吹至水体，以免对两栖、

爬行、湿地鸟类、水生生物的生境造成污染；对塔基临时施工区以及牵张场、人抬道路、施工临时道路等，应结合植物保护与恢复措施，做好生境恢复，有利于动物适应新的生境。

6) 加强预防与警示：在野生动物活动频繁区域，塔基基坑开挖过程中，停工期间应该加盖基坑盖板，防止野生动物掉落受伤；

经查阅《陆生野生动物重要栖息地名录(第一批)》，本项目评价范围内不涉及鸟类重要栖息地。但在河流湿地等鸟类活动相对频繁区域，仍需设计安装警示装置等预防措施，防止鸟类误撞线路。本次安装设施为警示球和风车式驱鸟器。警示球可在一定程度上对鸟类提示地线的位置及高度以减少碰撞几率，风车式驱鸟器能驱使鸟类不敢靠近电杆从而降低鸟类在附近活动的概率，该组合兼顾了驱鸟与护鸟功能。

### (2)生境恢复措施

对变电站临时施工区、塔基临时施工区、牵张场、施工便道、跨越施工场地区等临时占地，应参照施工前原地貌、植被、水源及其它栖息生境条件，尽快做好生境恢复和维护工作，减少生境破坏对野生动物造成的不利影响。

### (3)管理措施

项目建设前，尽量做好施工规划前期工作；施工期间加强临时施工场所的防护，加强施工人员生活污水排放管理，减少对野生动物生境的影响；做好项目的管理工作，尽量减少因植被破坏、水土流失、水源污染等栖息地破坏行为对野生动物的不利影响。加强施工中的专家咨询与现场指导，及时采取适应性保护措施。

## 7.4.3.2.2 重要动物保护措施

对国家及地方重点保护野生动物、濒危易危动物等重要物种，根据施工和运行期特点，采取不同的保护措施。

在施工期，如现场发现重要动物，应采取妥善措施进行保护，特别是在临近的自然保护区、森林公园、湿地公园等区域，可聘请专业人员加强指导，并要加强施工管理，不得破坏重要动物的栖息地，严禁捕猎野生动物；如发现受伤的重要动物，应及时联系野生动物保护部门救治。运行期可加强与地方野保部门的联系，强化对重点保护动物监测和救护救治不同类型保护动物的具体保护措施见下表。

表 7.3-1 重要动物保护措施

物种名称	影响途径	保护措施
尖吻蝥 王锦蛇 黑眉锦蛇 银环蛇等	施工期噪声、人为捕捉、车辆碾压等	(1)加强宣传教育, 严禁人为捕捉与伤害。 (2)减少对其生境的占用, 避免破坏爬行类生境, 严禁向其生境倾倒废物。 (3)加强施工车辆与机械管理, 减少车辆与机械碾压造成种群数量减少。 (4)合理安排施工现场布置和施工工序, 尽量避免高噪声施工机械和设备同时运作, 禁止在夜间使用高噪声施工设备。 (5)施工结束后对其生境实施生态恢复, 尽可能恢复原生生境。
野猪、狗獾等	施工期生境占用、噪声、人为干扰等	(1)加强宣传教育和管理, 禁止偷猎、下夹、设置陷阱, 严禁捕杀动物。 (2)施工现场如发现, 应哄赶、诱导其离开施工现场, 减少对其伤害。 (3)严格控制施工作业范围, 减少临时占地, 避免车辆或施工机械超范围作业。 (4)妥善处理与处置施工生产生活废物, 必要时委托专业机构处理, 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。 (5)集中快速完成施工, 施工时间尽量避开兽类繁殖季节与活动频繁时段。 (6)合理安排现场施工布置和施工工序, 尽量避免高噪声施工机械和设备同时作业, 控制施工现场车辆噪声, 禁止在夜间使用高噪声施工设备。 (7)施工结束后选择乡土植被及时恢复, 力求将兽类生境恢复原状。
泽蛙、大蟾蜍中华亚种、饰纹姬蛙等	施工期噪声、生境占用、人为捕捉、废水排放等	(1)加强宣传教育和管理, 严禁施工人员捕杀两栖动物和鱼类。 (2)合理安排施工布置和施工工序, 尽量避免高噪声施工机械和设备同时运作, 禁止在夜间使用高噪声施工设备, 控制施工机械、车辆噪声, 可通过地形实施噪声阻隔, 必要时加装隔声屏障, 控制噪声源强度。 (3)减少施工对湿地及周边生境的破坏, 严禁向其栖息地倾倒弃渣废物, 减轻对其生境的破坏。 (4)施工时远离湿地水域, 距离水域较近处要加强围隔与围挡, 减少对湿生生境的直接干扰。 (5)做好施工污水处理, 禁止向水体湿地排放, 施工材料远离栖息地堆放, 避免风险事故影响。 (6)施工结束后对施工便道等临时占地进行生态恢复, 尽可能恢复原生生境。
珠颈斑鸠 灰胸竹鸡等	施工期噪声、生境占用、人为捕捉等	(1)加强宣传教育和管理, 严禁捕杀。 (2)控制施工机械、车辆噪声, 控制车辆鸣笛, 禁止在夜间使用高噪声施工设备。 (3)减少施工对其生境的不必要破坏和占用, 施工要避开其原生生

		境。 (4)在其繁殖期间，如发现成鸟和幼鸟，应就地采取保护措施。 (5)对临时占地、施工便道进行生态恢复，恢复其自然生境。
物种名称	影响途径	保护措施
雀鹰、普通鵟、黑鸢、红隼、黑翅鸢、燕隼、鹊鹞、斑头鸺鹠等	施工期噪声、生境占用、人为捕捉、施工干扰等	(1)减少施工对周边生境的占用和破坏，严禁随意倾倒弃渣废土。 (2)合理安排施工布置和施工工序，加强现场管理，减少施工干扰。 (3)控制施工机械、车辆噪声，尽量避免高噪声施工机械和设备同时运作，禁止在夜间使用高噪声施工设备，严禁夜间爆破。 (4)在鸟类繁殖期间，注意鸟类巢穴、鸟蛋、幼鸟等的保护，可在鸟类巢穴附近设立警示牌、警示标语等，严禁破坏鸟窝、鸟蛋等行为。 (5)发现幼鸟和受伤成鸟，及时上报并采取保护救助措施。 (6)对施工便道等临时占地进行生态恢复，尽量恢复原生生境； (7)安装驱鸟警示装置（警示球和风车式驱鸟器），减少鸟类在杆塔及线路附近活动的概率，避免对鸟类造成伤害。
白、苍鹭、夜鹭等	施工期：施工期噪声、生境占用、人为捕捉、施工干扰等； 运行期：输电线路阻隔	(1)湿地附近施工时，严格控制施工范围，加强对施工人员的管理，严禁施工人员捕鸟。 (2)科学优化施工时间，尽量避免早晨与黄昏等活动时段施工。 (3)加强对油料、燃料等物料的环保管理，施工材料堆放要远离水域湿地，避免泄漏对水体造成污染，影响水禽栖息。 (4)妥善处理处置施工生活与生产污废水，严禁向水体排放，避免破坏其生境。 (5)发现幼鸟和受伤成鸟，及时上报并采取保护救助措施。 (6)加强施工现场的生态监测与管理，根据监测情况及时在相关区域杆塔及导线安装驱鸟警示装置，如警示球及风车式驱鸟器。
红嘴蓝鹊、星头啄木鸟、大杜鹃等	施工期生境占用、噪声、人为干扰等	(1)减少施工对周边生境的占用和破坏，严禁随意倾倒弃渣废土。 (2)合理安排施工布置和施工工序，加强现场管理，减少施工干扰。 (3)控制施工机械、车辆噪声，尽量避免高噪声施工机械和设备同时运作，禁止在夜间使用高噪声施工设备。 (4)在鸟类繁殖期间，注意鸟类巢穴、鸟蛋、幼鸟等的保护，可在鸟类巢穴附近设立警示牌、警示标语等，严禁破坏鸟窝、鸟蛋等行为。 (5)发现幼鸟和受伤成鸟，及时上报并采取保护救助措施。 (6)对施工便道等临时占地进行生态恢复，尽量恢复原生生境。

白头鹎、喜鹊、三道眉草鹀、家燕、山斑鸠、白鹡鸰、红尾水鸱、大山雀、白颊噪鹛等	施工期生境占用、噪声、人为捕捉	<p>(1)严格控制施工范围，加强对施工人员的教育和管理，严禁施工人员捕鸟。</p> <p>(2)科学优化施工时间，尽量避免早晨与黄昏等活动时段施工。</p> <p>(3)合理安排施工布置和施工工序，加强现场管理，减少施工干扰。</p> <p>(4)加强物料运输优化，减少运输车辆使用频率，禁止在夜间使用高噪声施工设备。</p> <p>(5)发现幼鸟和受伤成鸟，及时上报并采取保护救助措施。</p> <p>(6)集中快速完成施工，施工时间尽量避开繁殖季节与活动频繁时段。</p> <p>(7)运行期观察鸟类对塔架的利用变化，加强驱鸟警示装置（警示球和风车式驱鸟器）的运用，减少鸟类受伤害风险。</p> <p>(8)对施工便道等临时占地进行生态恢复，尽量恢复原生生境。</p>
--	-----------------	---

### 7.4.3.3 生态系统保护措施

#### 7.4.3.3.1 森林和灌丛生态系统保护措施

(1)严格按照《中华人民共和国森林法》的规定，在施工中对施工人员进行教育和监督，严禁在森林区域内发生毁林采石、采砂、采土以及其他毁林、毁灌行为。

(2)统筹规划施工布置，减少施工临时占地，并尽可能选择林木和灌丛植被稀疏处、林缘、林窗与林间裸地等区域，禁止施工人员砍伐施工场地外的林木和灌丛。

(3)经过森林植被较好区域时，应采用砍伐量和林地破坏相对较小的架线工艺，如无人机架线等。

(4)施工结束后对施工临时道路、牵张场、塔基施工等临时占地，实施有效恢复，恢复原有林木和灌丛植被的生态功能。

(5)对林木和灌丛植被较好区域，尽量采取索道方式运输施工材料，减少施工便道对植被的破坏，同时，施工材料应合理堆放，减少林木砍伐。

(6)林木和灌丛植被恢复时，应根据当地土壤和气候条件，选择当地乡土植物进行恢复，杜绝引进外来物种。

(7)森林区域施工应注意防火，施工人员应该严禁吸烟或其他容易引发火灾的行为，并有专人监督。为满足输电线路正常运行，运行期需对导线下方树冠进行定期修剪，保障安全距离，避免造成森林火灾，同时保障输电线路运行安全。

#### 7.4.3.3.2 草地生态系统保护措施

(1)为保护草地和草丛，环评要求设计单位在下一阶段设计中进一步优化塔形设计、减少草地占地面积。

(2)在草地的施工临时占地，可铺设防护覆盖，减轻对草地地表的直接碾压与破坏，避免影响草地生产力。

(3)6-9 月份是草地生长旺盛的季节，施工期要加强防护措施，施工结束及时实施草地恢复，减少对草原动物食源与栖息环境的破坏。

(4)草地运输时，应尽量选择硬化道路，未硬化施工道路控制行驶速度，运输粉状物质时遮盖。

(5)加强对施工队伍管理，严格制定落实各项规章制度，教育施工人员注意保护草地，避免施工机械、人员对草地的破坏。

(6)评价区内沿线草地区域干旱少雨，容易发生火灾，施工人员和运行期检修人员应严禁烟火，加强防火检查。

#### 7.4.3.3.3 湿地生态系统保护措施

(1)加强法制教育，严禁在施工中占用河缘湿地植被，严禁施工人员在河流湿地中捕捞，严禁捕捉两栖动物和湿地鸟类，保护湿地生物生态多样性。

(2)机械和车辆冲洗维修应利用社会设施解决，严禁在河滩地、河边开展施工机械和车辆冲洗维修，避免污水排放影响湿地水质与环境。

(3)施工生活与生产废水妥善收集与处理，严禁向河流湿地排放，如发生污水风险事故排放，及时采取有效措施。

(4)水域附近施工应做好拦挡等水土保持措施，避免雨天施工，减少水土流失对湿地水域的影响。

(5)施工物资，尤其是粉状施工物料，要妥善存放，加强防雨覆盖与使用管理，防止雨水冲刷进入水体。

(6) 加强施工现场生态观测与管理，根据观测情况及时采取鸟类影响预防与保护措施。

(7)制定施工期环境风险应急预案，若出现机械倾覆漏油等污染风险事故，须及时对油污进行收集，防止对湿地水域造成污染。

#### 7.4.3.3.4 农田生态系统保护措施

(1)为保护耕地，本环评要求设计单位在下一阶段设计中，进一步优化塔形设计，减少耕地占用面积，占用尽量集中在边角田地。

(2)加强施工现场管理，严格落实农田生态保护各项政策法规制度，控制施工人员

活动范围，避免施工机械、人员占用场地周边农田。

(3)施工中应保存农田表层土壤，分层堆放，及时利用表土实施复耕，也可用表土实施劣质地或者其他耕地的土壤改良，维持区域农田生产力。

(4)项目施工过程中，加强水土流失防治工作，松散土料极易随水流失，不宜露天大量堆放，针对天气易变、雨水较多的夏季，开展重点防控。

(5)周边运输时，应尽量选择硬化道路，尽量不在农田中建设施工便道，未硬化施工道路控制行驶速度，运输粉状物质时遮盖。

(6)及时实施占用耕地的生态补偿，落实青苗补偿等措施。

#### 7.4.3.3.5 居住地生态系统保护措施

(1)线路在城镇村落施工时，应严格在规划设计范围内实施，破坏的林草湿地植被和动物栖息地要及时恢复。

(2)加强施工现场管理，利用已有市政与社会设施，妥善处理施工废水和生活污水，加强施工堆料管理，控制对周边环境的污染。

(3)施工前应对施工人员进行环保意识宣传教育，施工中采用低噪声设备，并加强防护，严格遵守当地施工要求，避免噪声扰民。

#### 7.4.3.4 针对生态敏感区采取的保护措施

除了前面提到的保护措施外，针对不同生态敏感区，仍要加强以下措施，如下表所示。



表 7.3-2 各生态敏感区与生态保护红线的保护与恢复措施

类别	名称	保护和恢复措施	主管部门意见落实情况分析
生态保护红线	赤水河生物多样性保护生态红线、綦江区生态保护红线	(1) 为减小工程建设对当地生态环境的影响，应合理安排施工工期和加强施工管理，施工时合理组织、尽量少占用临时施工用地。牵张场地及临时道路等临时占地尽量避让生态保护红线区。 (2) 严禁采挖保护物种，严格落实生态识别与管理，对保护植物采取围隔措施，减小对植被的破坏。 (3) 施工期采用运输车辆加盖篷布、施工便道洒水减少扬尘等临时措施减少水土流失；线路工程完工后，立即对杆塔下的基坑填平并夯实，在其上覆盖一层开挖之初分离出的熟土层，原为耕地的进行复耕，荒草地或者其他占地类型种草，选择草种以乡土品种为主。 (4) 在穿越灌丛或林地时，限定施工活动范围，必要时可采用临时围栏等设施，避免砍伐或者破坏施工场地之外的树木、灌丛，以减轻生态扰动的强度。 (5) 根据野生动物活动规律，合理规划协调施工工期，尽可能避开早晨和黄昏时段，减少对野生动物的影响。 (6) 跨越河流线路施工时，应远离水体，杜绝对水生动植物的扰动。	本项目跨越生态红线区时尽可能采用一档跨越，必须设立塔基时尽可能少地占地，临时占地等工程设立在生态保护红线外。
避让的生态敏感区（重庆綦江国家地质公园、綦江老瀛山市级自然保护区）		(1) 对施工人员进行生态保护意识的培训，使其了解重庆綦江国家地质公园、綦江老瀛山市级自然保护区的重要性和保护要求，提高施工人员的环保意识和责任感。同时，加强对施工人员的管理和监督，确保各项生态保护措施得到有效落实。 (2) 控制施工范围，严禁施工人员进入生态敏感区，严禁在生态敏感区设置临时占地及施工营地； (3) 教育施工人员不得捡拾鸟卵、猎捕野生动物及其幼体，不得进入生态敏感区采摘与破坏野生植物； (4) 生态敏感区周边要避免爆破等高噪声方式施工，减轻对保护区野生动物的干扰； (5) 严禁施工废物在生态敏感区堆放与施工废水向生态敏感区排放； (6) 尤其是要注意避免对鸟类生境造成干扰，要加强施工现场的鸟类观测与监测，评估鸟类受损风险，及时采取防鸟与引鸟措施。	/

## 7.4.4 运行期生态影响缓解措施

### 7.4.4.1 基本要求

(1) 实施生态监测：项目运行单位应制定生态跟踪监测计划，配合相关部门，完善生态保护措施，监测内容包括输电线路对野生动植物数量与分布的干扰现状、对栖息地、生态系统现状的破坏及干扰程度等。

(2) 加强教育与管理：对线路检修维护人员进行生态保护意识教育，加强运行期生态管理，禁止林木和植被采伐，严禁捕猎野生动物和鱼类，避免因此破坏沿线自然植被和生态系统。

(3) 制定科学巡线方案：巡线时避免建设新道路，尽量利用已有道路，巡线道路尽量避开动物集中分布区。落实定期巡查，巡线时特别注意保护对象，保护生态环境不被破坏，保证生态与项目运行相协调。巡检过程中，严格控制人员数量，避免过多人员和车辆进入生态敏感区、生态保护红线区域，减轻干扰强度。

### 7.4.4.2 植物保护措施

(1) 实施无人机或直升机巡检。为减少输变电项目巡查检修可能造成的植被损伤和生态扰动，建议尽量采用无人机或直升机对输电线路进行飞行巡检，分辨和判断可能存在的故障，减少人力巡检造成的生态扰动。

(2) 定期对沿线植被生态保护和防护措施及设施进行检查，加强维护，实施跟踪，及时修复遭破坏的设施，了解生态恢复效果，及时采取后续措施。

(3) 依据规划继续完善生态恢复等各项项目措施、植被补偿措施，确保植被及栖息地修复效果。

### 7.4.4.3 动物保护措施

(1) 如在项目周围遇到鸟巢、雏鸟和需要救助的野生动物，需在野生动物保护专业人员的指导下进行妥善安置。

(2) 线路检修作业应尽量避免鸟类迁徙、繁殖时节，日常线路巡视、检修，塔基维护等作业中减少对鸟类的干扰。

(3) 在野生动物活动较为频繁的季节，注意监测项目对野生动物的影响，并结合相关生态管理活动的开展，对项目周围区域的动物进行调查，以实时了解项目对区域生态环境的影响。

(4) 对区域内的电力线路进行运行维护时，应收集并处理各类因电力线路运行维护而产生的废弃物，避免对生物造成危害。在湿地、河流附近线路检修时，应禁止检

修人员捕捞鱼类，避免油污排放进入水域，以减少对鱼类等水生生物及其生境的干扰。

#### 7.4.4.4 生态敏感区和生态保护红线措施

(1) 加强现场生态检查与监测，及时了解鸟类对塔架的利用情况，根据利用情况，及时加强与专业保护部门、专家的咨询与交流，避免用电安全事故与动物损害事故发生，及时采取预防与保护措施，避免影响野生动物。

(2) 线路巡查与维修过程中，要严格控制污染排放，尤其是要避免污水向湿地、水域类敏感区排放，同时，严禁巡查人员捕捉野生动物。

(3) 加强临近重庆綦江地质公园、綦江老瀛山自然保护区段的鸟类调查监测工作，存在鸟类误撞线路风险，存在鸟类误撞线路风险，需在杆塔上安装驱鸟物品（风车式驱鸟器、警示球），驱逐鸟类远离杆塔，并及时评估措施实施效果，根据变化情况加以改进与完善，减轻对鸟类的影响。

(4) 加强与生态敏感区相关保护与管理部门的联系，及时强化生态保护措施。

#### 7.4.5 场站工程生态影响与保护措施

##### 7.4.5.1 换流站用地与生态保护措施

隆盛永丰站址位于重庆市綦江区隆盛镇石梁村，为本次新增建设站点，占地未涉及生态保护红线，占地范围内植被以人工栽培植被和次生植被为主。站址内涉及古树一株，需移栽处理。聘请专业林业单位，编制古树移栽方案，落实明确移栽地点和移栽周期，在具体工程实施前，完成对应移栽保护措施，古树移栽预算初步估算50万以内。

(1) 占地影响，工程塔基建设将直接占用部分灌丛、草地，导致灌丛、草地面积的减少。另外在施工期间，工作人员进出评价区，工程建筑材料及其车辆的进入，会碾压部分灌丛、草地，导致草地面积的较少。工程实施后，永久占用场站区域，造成土地类型由耕地、园地改变为建设用地。

(2) 工程占用灌丛、草地导致原有的灌草地面积减小，将间接影响草食性动物的觅食；施工扬尘等附着在草原植被的叶面上将导致植物的光合作用减弱，同时也会威胁到以草为食的动物的生存；施工噪声将对鸟类以及兽类产生一定的驱赶作用。

项目隆盛永丰站永久占地范围以外区域，受项目建设期间噪声影响，对周边鸟类等野生动物有驱逐作用，建设完成后，周边开展绿化措施，并对临时用地开展生态恢复，永久占地范围以外区域的生态负面影响得以降低。

7.4.5.2 红城 500kV 变电站用地生态影响与保护措施

红城500kV变电站位于贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村附近，该站已于2022年建成。本期红城500kV变电站扩建工程在现有站区围墙内进行，不需新征用地、不改变变电站内平面布置，不新增劳动定员，不新增废水、固体废物等污染物，不改变站内现有环境保护设施。

工程建设未新增占地，对周边生态环境不涉及直接占地影响，扩建后会导致局部噪声有所增加，从生态现状调查结果看，红城500kv变电站周边以农田为主，生态保护红线的区域距离在350m以外，项目建设对野生动植物和生态红线无直接负面影响。

7.4.6 生态监测与环境管理

7.4.6.1 生态监测

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），大中型水利水电项目、采掘类项目、新建 100km 以上的高速公路及铁路项目、大型海上机场项目等应开展全生命周期生态监测；新建 50~100km 的高速公路及铁路项目、新建码头项目、高等级航道项目、围填海项目以及占用或穿（跨）越生态敏感区的其他项目应开展长期跟踪生态监测（施工期并延续至正式投运后 5~10 年）；其他项目可根据情况开展常规生态监测。

本项目为输变电工程，跨越生态敏感区，应开展长期跟踪生态监测。监测计划见下表。

表 7.4-3 生态监测一览表

监测时期	监测内容	方法	频次	点位	监测费用
自施工期开始并延续至正式投运后 3 年	输电线路对野生动植物数量与分布的干扰现状、对栖息地、生态系统现状的破坏及干扰程度等	现场开展样方、样线调查，并使用影像拍摄记录	施工期间每年植物繁盛期和野生动物迁徙季节开展两期现状调查监测； 投运后第一年、第二年、第三年每年植物繁盛期和野生动物迁徙季节开展两期野生动植物生态现状调查监测；	贵州段 8 处跨越生态保护红线区域，綦江段临近生态保护红线区域； 重庆綦江国家地质公园 重庆綦江老瀛山市级自然保护区 此外针对沿线调查发现的古树名木、珍稀保护植物分布点进行调查监测	每期陆生生态监测费用 7 万元，每年两期计 14 万； 共需监测施工期 2 年，运营期 3 年，总计生态监测费用 70 万

项目所处的重庆和贵州两地，水热条件较好，建议植被和植物监测时间为每年 5~10 月，植被监测点位可布置在输电线路沿线选择适宜地段，在沿线选择不同生境

（包括耕地、森林、灌草丛等）地段设置 3~5 个监测样地进行监测，每期监测现场调查周期约 7 天。

#### 7.4.6.2 环境管理

为了最大限度地减轻施工期作业活动对沿线生态环境的不利影响，减少运营期事故的发生，确保线路安全运行，建立科学有效的环境管理体制，落实各项环保措施显得尤为重要。

##### （1）管理基本内容

重点关注对工程建设过程中征占的临时占地的生态保护与恢复措施，包括对临时占地土壤层的利用与保护，对河流水系的保护。除了最大可能保护植被外，有效保护土壤和水系，是施工期生态监理的基本工作内容。

##### （2）管理要点

设计阶段应复核项目设计文件中工程是否较环境保护相关文件发生调整，是否包含了有关文件所要求的环保配套治理设施，同时针对其中存在的问题提出专业化的修改建议。

施工准备阶段应检查设计文件及施工方案是否满足环境保护要求。如有违背应协助做好优化设计和改善设计工作。参与设计单位向施工单位的技术交底。

施工阶段应根据本报告有关施工期生态环境保护措施的具体要求，确定环境管理工作主要内容，详细列出监控内容。施工现场环境管理要点见表 7.3-4。

表 7.3-4 施工现场环境管理要点

影响因素	防治措施建议	实施机构	监督机构
土地占用	严格控制施工占地面积，严格控制施工作业带面积和宽度，施工现场严格管理，划定活动范围，尽量减少农田和林地的占用时间，施工结束后尽快恢复临时性占用耕地	施工单位	环境监理单位
生物多样性	加强对施工人员的管理，严禁对野生动植物的破坏等		
植被	选择适宜生态类型及时恢复植被种植		
农业生态	采取分层开挖分层回填措施，尽量使农田地段有养分土层不流失		
林地	尽量减少林地占地，减少树木砍伐数量；在确保施工正常进行的前提下尽量减小施工作业带宽度；最大程度地恢复临时占用林地		
水土保持	主体工程与水保措施同时施工，做好挡土防护措施等		
河段	严禁施工废弃物丢入河道，采取一跨跨越，避开河道管理范围		

试运行阶段应关注项目主体工程的试运行情况，各类环保管理制度、事故应急预

案的执行情况等。试运行结束后，汇总各项内容，编制环境监理总结报告。

## 7.5 生态影响评价结论（小结）

### 7.5.1 生态环境现状

区域内植被与农田垦殖程度关系密切，在沿线农田垦殖强烈区域，水土流失较严重，天然植被保存很少，多数转化为农用旱地，不宜垦殖的区域则保留残存稀疏林地，且以针叶林为主。砂页岩山顶保留有白栎、麻栎灌丛，石灰岩地区则有较多的柏木林保存。岩石露头的区域多小果蔷薇、火棘为主的藤刺灌丛。在沿线人为扰动较少的部分区域，如渝黔交界区域，人口密度较低，农耕面积对森林占用较少，或山体坡度较大不易开垦的山体，保留了部分常绿阔叶林种，以白栎、枫香树为主的常绿阔叶落叶混交林为代表。部分区域也有小红栲、栎类及马尾松、杉木等构成的针阔混交林分布。在沿途的河谷区域和海拔较低的谷地，分布有斑块状的河谷季雨林，代表植物有榕树（*Ficus macrocarpa*）、黄果树（*Ficus lacor*）、大叶桉（*Eucalyptus robusta*）等。在重庆市綦江区段，线路途经的三江镇、东溪镇等乡镇河岸两侧黄果树古树较为常见。

评价区内主要土地利用类型为林地，植被覆盖度较高。本工程线路沿线附近有村庄分布，评价区所在区域受人类生产活动影响较深，其原始野生动物生境已基本丧失，经现场调查及资料收集，本项目评价区内可能存在的国家重点保护野生动物、省级重点保护野生动物以及特有种共 27 种。

从总体上来看，沿线区域受人为干扰较强，生态系统类型主要为耕地生态系统，耕地中种植小麦、玉米等农作物，植被种类较丰富，生产力较高，故农田生态系统的恢复稳定性和阻抗稳定性都较强。在农田生态系统中还镶嵌着草丛生态系统和阔叶林生态系统等生态系统，使整个评价区生态系统的结构和功能呈现出一定的多样性，并保持着动态稳定性。

本工程线路跨越习水县赤水河生物多样性保护生态红线区域，项目建设不影响生态敏感区的主导功能。严格按照施工规范施工，施工后及时对生态进行恢复，不会对生态敏感区造成直接或间接的影响。

评价区陆生生态系统的现状总生物量为 1086757.95t，其中森林植被的生物量最大为 940158.31t，占比 86.51%。临时占地范围内的植被生物量将会损失，但是本输电线路建成后，将进行绿化，在一定程度上弥补损失的生物量。

评价范围内陆生脊椎动物中，分布有国家Ⅱ级重点保护野生动物14种，其中鸟类

12种；兽类2种。列入物种红色名录中CR、EN、VU物种有14种：濒危EN 6种，易危8种。综合统计，共计分布重要物种27种（重叠物种仅记录1次）。

### 7.5.2 生态影响评价

本项目施工期对生态环境的影响主要表现在土地利用方式、动植物、水土流失、影响生态敏感区主导功能等方面。本项目占地范围内的植物物种都是当地周边常见的普通植物，因此项目的建设对区域植物多样性的影响甚微。施工后期，由于逐步采取绿化措施，物种量和生物量都将有所增加。因此施工期植物物种量和生物量是变化的，由急剧减少到逐步增加。

施工结束后，沿线的绿化建设及植被的恢复，可逐渐弥补植物物种多样性与生物量的损失。本项目运营期对生态环境的主要不利影响是使动物迁移受阻，工程占用耕地、林地、果园的面积较小，不会影响沿线的农业经济在整个国民经济构成中的比例和地位。

项目不在生态敏感区内施工，不会破坏生态敏感区的自然群落结构，通过采取有效的生态保护，尤其是鸟类影响保护措施，不会对保护物种造成明显不良影响。项目施工与运行不会影响生态系统的结构，不会明显影响生态系统的水源涵养、水土保持、生物多样性维持等生态功能。

换流站工程占用古树1株，未挂牌，为三级古树需移栽保护。

### 7.5.3 生态保护措施的可行性

本线路沿线区域生态功能重要，属于生态敏感区域，但植被覆盖度高，生态本底状况较好。项目建设采取生态保护措施时，注重了对水源涵养、生物多样性等主导功能的维护，可促进生态系统的自然恢复，减缓因建设导致的水土流失与生态破坏。

陆域生态防护的核心是减少林地、灌丛等高生态价值用地的占用，减少林木砍伐量，尤其是避免非人工林的砍伐，多利用裸地、荒地；尤其是对陆域中的石质山地，要注意保护有限的表土资源，单独堆存，就地利用，同时注意保护表土中的种子库。对水域和湿地采用一档跨越，不在湿地或水体中立塔，减轻对水质与水生物栖息地、河流与河漫滩湿地的干扰。

本项目在严格执行施工期的水土流失防治措施及运营期的植被保护和恢复措施之后，生态环境影响在可接受的范围内。因此，在实施相应保护和恢复措施、跟踪生态监测与环境管理措施的前提下，本项目建设从生态影响角度可行。



## 8 环境保护设施、措施分析与论证

### 8.1 设计阶段的环境保护设施、措施分析

本工程设计阶段已设计采取了一系列的环保设施、措施，这些设施及措施符合环境影响评价技术导则中“预防、减缓、补偿、恢复”的基本原则，并体现了“预防为主、环境友好”的设计理念。本环评将根据工程环境影响特点、工程区域环境特点、环境影响评价过程中发现的问题，补充相应的环境影响预防、减缓、补偿、恢复及环境管理措施，形成生态环境保护设施、措施体系，以保证本工程的建设符合国家环境影响评价、环境保护的法律法规、环境保护技术政策、国家环境保护产业政策的要求。

### 8.2 环境保护设施、措施

根据环境影响预测及评价结论，本环评在可研设计采取的环境保护设施及措施基础上进行了补充。建设单位是各项环境保护设施、措施的实施主体，对设计单位、施工单位、监理单位、运行单位提出环境保护工作要求，要求各参与单位按照环评提出的要求落实各项环境保护设施、措施。

本工程换流站和输电线路工程在各阶段应采取的环境保护设施、措施分列如下：

#### 8.2.1 换流站工程

##### 8.2.1.1 电磁环境影响控制措施

（1）严格按照技术规程选择电气设备，对高压一次设备采用均压措施。控制导体和电气设备安全距离，选用具有抗干扰能力的设备，设置防雷接地保护装置。

（2）为限制电晕产生的电磁环境影响，在设备定货时应要求导线和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

（3）按技术规程控制配电构架高度、对地和相间距离，控制设备间连线离地面的最低高度，确保换流站围墙外附近居住等场所的电磁环境符合相应标准。

（4）施工阶段严格按照设计方案提出的各项电磁环境控制措施进行施工并在换流站附近按 GB8702、GB39220 等标准的要求悬挂警示和防护指示标志。

##### 8.2.1.2 声环境影响控制设施及措施

###### 8.2.1.2.1 环境保护设施

（1）联接变压器均采取加隔声罩（Box-in）措施，隔声量要求不低于 20dB(A)；

（2）换流站选用实体围墙；

### （3）围墙加高+声屏障；

站区西侧围墙加高至 4m，上设 2m 高隔声屏障；站区南侧部分围墙加高至 5m，上设 0.5m 隔声屏障；站区东侧围墙加高至 3m，上设 2m 高隔声屏障；其余围墙高度 2.5m，上设 0.5m 隔声屏障。

#### 8.2.1.2.2 噪声控制措施

通过设备招标优先采用低噪声设备、按不高于本环评源强提出设备噪声水平限值要求，从声源上减少噪声的产生。

考虑到实际采购换流站设备的源强、设备质量、设备安装等的不确定性所带来的噪声影响具有不确定性，建议在换流站工程建成后进行厂界噪声监测，发现超标问题及时采取控制措施，确保厂界噪声排放达标。

##### （1）施工阶段噪声控制措施

建设单位应当按照规定将噪声污染防治费用列入工程造价，在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任，施工期采取下列施工期噪声防护措施：

1）依法加强施工期的环境管理、环境监测和环境监控工作，并接受环保部门的监督管理。

2）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。本环评要求在噪声敏感建筑物集中区域的施工作业应按《低噪声施工设备指导名录（第一批）》（工业和信息化部生态环境部住房和城乡建设部市场监管总局四部门公告 2023 年第 12 号）、《低噪声施工设备指导名录（2024 年版）》（工业和信息化部、生态环境部、住房和城乡建设部、市场监管总局公告 2024 年 40 号）《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB1495-2002），优先选用低噪声施工设备和运输工具。

3）优化设备布局，噪声设备远离施工场地场界布置，针对高噪声设备采取基础减震；施工期应制定设备操作、检修及保养等各类操作规程及管理制度，以确保设备的正常运行，减少噪声污染。

4）优化施工方案，合理安排工期，依法限制夜间施工。施工期间采取永临结合的噪声防治措施，提前建设换流站围墙或设立临时围挡，施工生产集中区需提前设立临时围挡，用以阻隔施工噪声的传播减小对外环境的影响。施工工序中因特殊需要必须连续施工作业并产生噪声污染影响的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境

主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

5) 合理安排车辆运输路线，运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放，避免夜间装卸材料，优先选择新能源车辆。

6) 建设单位应当依法开展施工期噪声监测，建设单位还应当监督施工单位落实噪声污染防治实施方案。

## (2) 项目建成后实施噪声监测确保达标

考虑到实际采购电气设备的源强、设备质量、设备安装等的不确定性所带来的噪声影响具有不确定性，环评建议在换流站建成后进行厂界监测，发现超标问题及时采取控制措施，确保厂界噪声排放达标。

### 8.2.1.3 施工期扬尘影响控制措施

(1) 建设单位与施工单位签订施工合同，应当明确施工单位扬尘污染防治责任，将扬尘污染防治费用列入工程预算。

(2) 合理组织施工，尽量避免扬尘二次污染。施工临时堆土应集中、合理堆放，遇天气干燥时应进行人工控制定期洒水。

(3) 加强材料转运与使用的管理，合理装卸，规范操作，以防止扬尘对环境空气质量的影响。

(4) 对土、石料等可能产生扬尘的材料，在运输时用防水布覆盖。

(5) 在施工现场周围建筑防护围墙，进出场地的车辆应限制车速。

(6) 施工过程中执行《住房和城乡建设部办公厅关于进一步加强施工工地和道路扬尘管控工作的通知》（建办质〔2019〕23号）、《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB55034-2022），以及沿线各省及地市政府、住建部门及环保部门对于扬尘治理的相关要求，确保工程不产生扬尘污染。施工期间采取抑尘措施后应符合相应的排放标准要求，施工期间应严格执行各省对重污染天气应急预案中的相关规定。

(7) 施工过程中，针对道路运输车辆加强环保管理，采用经检验具有环保合格标志的运输车辆，并优先采用新能源或国五及以上排放标准的运输车辆；针对压燃式非道路移动机械，采用新能源或国四及以上排放标准的运输车辆；针对小型点燃式发动机的非道路移动机械，采用新能源或国三及以上排放标准的运输车辆；针对大型点燃式发动机的非道路移动机械，采用新能源或先进排放标准的运输车辆。

## 8.2.1.4 水环境影响控制设施及措施

### 8.2.1.4.1 设计阶段水环境影响控制设施及措施

#### (1) 换流站采取的保护措施：

换流站内站区排水采用分流制，包括雨水、生活污水、工业废水及事故排油。雨水通过管网收集后采用重力流方式最终排至站址东侧永丰河。生活污水经处理达标后回用于站内复用，多余部分定期清运。生产废水（阀外冷系统排水）排至桥河工业污水处理厂。站内油浸电气设备的事事故油排入站内事故油池进行油水分离。站内设置一座消防混合液收集池，用于收集联接变火灾时的排油及消防混合液。

#### (2) 站外电源穿越饮用水水源地的保护措施：

在穿越的水环境敏感区内或附近施工时，应加强施工人员管理，合理布置施工场地并采取限界措施，严禁超界施工；施工场地设垃圾箱(桶)，施工过程中产生的生活垃圾和建筑垃圾分类、分开堆放并及时清运，不随意丢弃；施工场地设置简易沉淀池，施工废水经处理后回用，不外排；位于山丘区的塔位采取拦挡等措施，减轻水土流失对水源保护区的影响。

### 8.2.1.4.1 施工期水环境影响控制设施及措施

#### (1) 换流站采取的环境影响控制设施及措施

1) 对施工场地和施工生活区的生产废水和生活污水分别设置临时污水处理装置，加强管理，做好防渗处理，防止无组织排放。在不影响主设备区施工进度的前提下，合理开展施工组织作业，优先修筑生活污水处理设施，对换流站施工人员生活污水进行处理。

2) 将物料、车辆清洗废水、建筑结构养护废水集中，经过沉砂处理循环利用。

3) 做好施工场地周围的水土保持拦挡措施，尽量避免雨天开挖作业；同时要落实文明施工原则，不外排施工废水。

4) 建设单位和施工单位应加强自我检查和监督意识，施工单位在施工期间应贯彻“预防为主”的原则，建立完善的水环境保护制度。

#### (2) 站外电源线路采取的环境影响控制设施及措施

1) 尽量避免雨天施工，确实无法避免时应做好雨天施工应急预案。

2) 加强对施工现场使用带油的机械器具的检修和维护，采取措施防止跑、冒、滴、漏油；施工过程中如发生漏油时应及时收集后妥善处置。采用商品混凝土，不在施

工现场拌和混凝土。架线采用张力架线方式，避免对线路走廊下方植被产生扰动和破坏。

3) 在饮用水水源二级保护区、准保护区新建塔基基础时，在确保安全和质量的前提下做到尽量减小开挖范围，避免不必要的开挖和过多的破坏原土；土建施工一次到位，避免重复开挖。

4) 施工机械维修和冲洗设施等不得布置在饮用水水源保护区内；材料堆场应尽量避免布置于饮用水水源保护区内；牵张场地应严格控制在饮用水水源保护区内的布设，并应避开饮用水水源一级保护区。施工道路应尽量利用区域现有道路、机耕路、田埂及林间小道等，尽量减少新开辟施工道路，降低修筑施工便道的工程量，以减少施工扰动造成的水土流失和植被破坏。

5) 在饮用水水源二级保护区、准保护区附近区域施工时，采用临时防护栏、彩带等对塔基施工范围进行临时围栏，严格限制施工活动范围，严格控制施工占地和植被破坏。做好施工临时堆土、弃土、建材防护工作。施工中的临时堆土、砂石等建材堆放点应远离水体，并采取苫布覆盖等防护措施，避免水蚀和风蚀；施工弃土应严禁在保护区内随意弃置。塔基施工过程中应对施工裸露地表采取设置截排水沟、彩条布覆盖等临时拦挡和防护措施，并在适当区域设置沉砂池、泥浆沉淀池等工程防护设施，防止水土流失造成的水体污染。

6) 在进入饮用水水源二级保护区、准保护区附近区域路段设置警示牌。提醒施工人员规范行为，严禁捕捞鱼类、猎杀野生动物；杜绝随意丢弃生活垃圾。

7) 缩短施工时间。饮用水水源二级保护区、准保护区两侧塔基施工建议集中作业，加快进度，尽可能缩短施工时间，减轻干扰。

8) 按设计要求施工，饮用水水源二级保护区、准保护区区域两侧塔基施工开挖时应分层开挖，分层堆放，施工结束后按原土层顺序分层回填，以利于后期植被恢复，多余土方在塔基附近及时平整；塔基施工结束后，尽快清理施工场地，并对施工扰动区域进行植被恢复。

9) 饮用水水源二级保护区、准保护区区域施工结束后，及时对施工区域进行清理，做到“工完、料尽、场地清”，临时迁改工程在跨越过渡后及时拆除，恢复原状。对各类建筑废料、多余材料应及时清运，进行综合利用或异地无害化处理。对塔基区、牵张场、临时施工道路区域及时进行复耕或恢复植被。

### 8.2.1.4.1 运行阶段水环境影响控制措施

在运行期应做好换流站埋地式污水处理设施的设备维护，保证设施的正常有效运行。定期对埋地式污水处理设施的机械设备（如泵、曝气机等）进行检查、维护；定期对曝气管实施清洗。每半年对生物接触氧化池进行化学清洗，及时维护确保处理效果。

站外电源线路运行期间无废水产生，不会对线路附近水体环境产生影响。运行期巡视检修人员的固体废物应妥善收集，禁止随意丢弃至水体中，不会对输电线路附近水环境产生影响。输电线路巡视人员产生的少量生活污水依托当地居民旱厕等进行处理。

### 8.2.1.5 固体废物影响控制设施及措施

换流站运行维护人员生活垃圾收集后送至站外简易垃圾转运站，由当地环卫部门定期清理处置。

换流站内蓄电池按照建设单位铅酸蓄电池管理制度要求，待蓄电池到寿命周期时，由建设单位相关部门统一交由有资质单位处理，不会对环境造成影响。

### 8.2.1.6 事故漏油风险防范设施及措施

#### （1）设计阶段的环保设施

1）换流站内油浸电气设备（包括联接变、站用变、降压变压器、高抗等）的事故排油，经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入布置在设备附近的事故集油池内，进行油水分离后，水排出至雨水排水管网，事故油保留在事故集油池内，可通过油泵抽取回收。换流站内拟建设 3 座事故油池，站用变压器、降压变压器与联接变共用两座事故集油池，高抗一座事故油池。

2）事故油池的设计及建设满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）等标准要求，事故油坑、管道及总事故贮油池均采用表面防渗措施及基础防渗。

#### （2）施工阶段的环保措施

1）对于施工阶段变压器油外泄的风险可以通过加强施工管理、避免野蛮施工、不按操作规程施工等方式从源头上控制；

2）在用油设备的装卸、安装、存放区域设置围挡和排导系统，确保意外事故状态下泄漏的变压器油导入总事故贮油池，避免通过漫流或雨水排水系统进入外环境。

#### （3）运行阶段的环保措施

1）加强对总事故贮油池及其排导系统的巡查和维护，做好运行期间的管理工作。

2) 设备发生事故时排油或漏油时，事故油进入油池后，废油应及时交由具备资质的单位进行回收处置。

3) 建设单位必须依据工程特点建立相应的事故应急管理部门，形成本工程的突发环境事件应急预案，进行备案管理，以紧急应对可能发生的环境风险，并及时进行救援和减少环境影响，并定期演练，落实突发环境事件应急能力保障建设。

### 8.2.1.7 生态环境保护措施

本工程施工过程中，基础开挖产生的堆土应在指定区域堆放，并采取苫盖等措施。在施工完成后，站内施工区域进行绿化及硬化。

### 8.2.1.8 水土保持措施

施工前剥离表土并集中堆放，对堆放的表土进行彩条布铺垫、密目网苫盖，并进行表土养护，施工结束后对临时占地区域进行表土回覆、土地整治、恢复植被。

站内设雨水排水管网，挖填方边坡坡底设置钢筋混凝土排水沟，挖方边坡外侧设钢筋混凝土截洪沟，使用预制混凝土块进行护坡。

### 8.2.1.9 环境管理措施

(1) 强化施工期的环境保护管理工作。成立专门的环保组织体系，对施工人员进行文明施工和环境保护培训，加强施工期的环境管理和环境监控工作。

(2) 开展施工期环境监理工作。建设单位根据本环评提出的各项环保措施，开展本工程的环境监理工作，分别针对设计单位、监理单位和施工单位提出相应的验收标准及细则，并在合同条文中列入，以保证各项环保措施在工程建设阶段得以顺利实施，保证环保设施与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

(3) 及时进行竣工验收。换流站投运后，应依法开展竣工环境保护验收工作，确保各项环境影响满足相关标准和规定的要求。

## 8.2.2 红城 500kV 变电站扩建工程

### 8.2.2.1 噪声控制措施

#### (1) 设计阶段噪声控制措施

红城 500kV 变电站本期扩建低压电抗器 1m 处声压级控制在 57dB (A) 以下。

#### (2) 施工阶段噪声控制措施



1) 建设单位应当按照规定将噪声污染防治费用列入工程造价，在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任。要求施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受环境保护部门的监督管理。

2) 优化施工方案，合理安排工期，依法限制夜间施工，高噪声施工设备尽量远离施工场界布设。

3) 施工车辆出入现场时应低速、禁鸣。运输材料的车辆进入施工现场限制鸣笛，装卸材料时应做到轻拿轻放。

### (3) 运行阶段噪声控制措施

加强设备维护和管理，确保厂界和声环境保护目标处噪声达标。

## 8.2.2.2 废污水

### (1) 施工期废污水防治措施

变电站施工过程中，站内施工场地设置临时沉淀池，把施工泥浆废水汇集入沉淀池充分沉淀后，上清液用于站区洒水降尘，沉淀物回用于施工后的场地平整。施工人员的生活污水利用站内现有设施处理。

### (2) 运行阶段的环保措施

红城 500kV 变电站生活污水经地理式污水处理装置处理后回用于站区道路浇洒，多余部分由环卫部门定期清运，不外排。本期不新增值守人员，不新增生活污水排放量。

## 8.2.2.3 固体废物

### (1) 施工阶段环保措施

基础开挖未能完全回填的余土和建筑垃圾由施工单位安排专人专车及时清运至当地城建部门指定的地点处置。施工人员居住产生的生活垃圾，集中堆放至施工人员居住地附近村庄的垃圾收集点，由环卫部门统一清运处理。

### (2) 运行阶段环保措施

变电站站内设有垃圾箱，站内工作人员产生的生活垃圾收集后，定期由当地环卫车集中收集外送统一处理；站内更换的废铅酸蓄电池交由有危险废物处置资质的单位处置；油污水经设备下部的集油坑，通过地下排油管道汇入总事故集油池内，废油由有相应危险废物处置资质的单位处理。本期不新增生活垃圾、废铅酸蓄电池、废油及含油废水。

## 8.2.2.4 施工扬尘控制措施

合理组织施工，对施工道路及施工场地定时洒水、喷淋，防止施工扬尘污染周围环境。

## 8.2.3 输电线路工程

### 8.2.3.1 电磁环境影响控制措施

对于输电线路工频电场不满足非居民区 10kV/m 和居民区 4kV/m 的评价标准，常用的控制措施包括控制达标范围或者抬升线高两种方案。

如采用控制达标范围的方案：

#### (1) 500kV 输电线路

##### 2) 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 8m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m；距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 11m。

##### 2) 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 7m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 8m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m。

#### 3) 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 13m；距地面 7.5m、10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 14m。

#### 4) 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 13m。

#### 5) 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 8m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m。

#### 6) 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 8m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外

9m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m；距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 11m。

#### 7) 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 7m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 8m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m。

#### 8) 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 14m。

#### 9) 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 12m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 13m。

### （2）500kV 单回并行输电线路

1) 10mm 冰区下：居民区，本工程单回并行线路，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，保守考虑，1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处电磁达标控制范围为边导线外 14m。

2) 20mm 冰区下：居民区，本工程单回并行线路，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、电磁达标控制范围为边导线外 14m。

### （3）220kV 迁改线路

#### 1) 220kV 单回水平排列线路

居民区，当导线对地距离为 7.5m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 6m。

#### 2) 220kV 单回三角排列线路

居民区，当导线对地距离为 7.5m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 6m。

#### 3) 220kV 双回单边挂线线路

居民区，当导线对地距离为 7.5m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 6m。

如采用抬升线高的方案：

#### 1) 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 18\text{m}$ 、19m、20.5m（取整为 21m）、22.5m（取整为 23m）、25m 时，地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 2) 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 17\text{m}$ 、18m、19.5m（取整为 20m）、22m、24m 时，地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 3) 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面上 1.5m 处的工频电场强度可小于 10kV/m。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 21\text{m}$ 、22m、24m、25.5m（取整为 26m）时，地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 4) 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面上 1.5m 处的工频电场强度可小于 10kV/m。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 20\text{m}$ 、21m、23m、25m 时，地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 5) 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 18\text{m}$ 、19m、20.5m（取整为 21m）、22.5m（取整为 23m）时，地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 6) 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 18\text{m}$ 、 $19\text{m}$ 、 $20.5\text{m}$ （取整为  $21\text{m}$ ）、 $22.5\text{m}$ （取整为  $23\text{m}$ ）、 $25\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$ 、 $13.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 7) 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 17\text{m}$ 、 $18\text{m}$ 、 $19.5\text{m}$ （取整为  $20\text{m}$ ）、 $22\text{m}$ 、 $24\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$ 、 $13.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 8) 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上  $1.5\text{m}$  处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 22\text{m}$ 、 $23\text{m}$ 、 $24\text{m}$ 、 $26\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 9) 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 11\text{m}$ ，地面以上  $1.5\text{m}$  处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 19.5\text{m}$ （取整为  $20\text{m}$ ）、 $20.5\text{m}$ （取整为  $21\text{m}$ ）、 $22\text{m}$ 、 $24\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

### （2）500kV 单回并行线路

#### 1) 10mm 冰区下：

非居民区，本工程单回并行线路，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上  $1.5\text{m}$  处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。

居民区，本工程单回并行线路，当导线对地最小高度分别 $\geq 23\text{m}$ 、 $23.5\text{m}$ （取整为  $24\text{m}$ ）、 $24\text{m}$ 、 $25.5\text{m}$ （取整为  $26\text{m}$ ）时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 2) 20mm 冰区下：

非居民区，本工程单回并行线路，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上 1.5m 处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。

居民区，本工程单回并行线路，当导线对地最小高度分别 $\geq 23.5\text{m}$ （取整为 24m）、24m、25m、26m 时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

### （3）220kV 迁改线路

#### 1）220kV 单回水平排列线路

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 9\text{m}$ 、10m、12m、14m 时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 2）220kV 单回三角排列线路

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 8\text{m}$ 、9.5m（取整为 10m）、11.5m（取整为 12m）、14m 时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 3）220kV 双回单边挂线线路

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 11\text{m}$  时，地面以上 10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

综合比较导线抬升措施和达标控制范围措施，在工程技术条件允许的前提下，推荐采用导线抬升措施控制电磁环境影响。施工阶段严格按照设计方案提出的各项电磁环境控制措施进行施工并按 GB8702 等标准的要求在线路铁塔上悬挂警示和防护指示牌。

### 8.2.3.2 声环境影响控制措施

（1）合理选择导线直径及导线分裂数以降低线路电磁环境影响，要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。合理选择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

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

（3）优化施工方案，合理安排工期，依法限制夜间施工。按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，在噪声敏感建筑物集中区域，禁止夜间进行产生噪声的建筑施工作业，但抢修、抢险施工作业，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的除

外。因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

(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。本环评要求在噪声敏感建筑物集中区域的施工作业应按《低噪声施工设备指导名录（第一批）》（工业和信息化部生态环境部住房和城乡建设部市场监管总局四部门公告 2023 年第 12 号）、《低噪声施工设备指导名录（2024 年版）》（工业和信息化部、生态环境部、住房和城乡建设部、市场监管总局公告 2024 年 40 号）和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB1495-2002），优先选用低噪声施工设备和运输工具。

(5) 在噪声敏感建筑物集中区域施工作业，建设单位应当依据《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定要求开展施工期的噪声监测，控制施工期噪声影响。建设单位还应当监督施工单位落实噪声污染防治实施方案。

(6) 根据塔基区域周边噪声敏感建筑物分布情况，结合道路运输条件，尽量选择在昼间且噪声敏感建筑物分布少的路段进行运输，减少对噪声敏感建筑物的影响。

### 8.2.3.3 施工期扬尘影响控制措施

(1) 建设单位与施工单位签订施工合同，应当明确施工单位扬尘污染防治责任，将扬尘污染防治费用列入工程预算。

(2) 施工过程中，应当加强对施工现场和物料运输的管理，保持道路清洁，管控料堆和渣土堆放，防治扬尘污染。

(3) 施工过程中，对易起尘的临时堆土、运输过程中的土石方等应采用密闭式防尘布（网）进行苫盖，施工面集中且有条件的地方宜采取洒水降尘等有效措施，减少易造成大气污染的施工作业。

(4) 施工过程中，应当对裸露地面进行覆盖；暂时不能开工的建设用地建议进行绿化、铺装或者遮盖。

(5) 施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧。

(6) 施工过程中，针对道路运输车辆加强环保管理，采用经检验具有环保合格标志的运输车辆，并优先采用新能源或国五及以上排放标准运输车辆；针对压燃式非道路移动机械，采用新能源或国四及以上排放标准的运输车辆；针对小型点燃式发动机的非道路移动

机械，采用新能源或国三及以上排放标准的运输车辆；针对大型点燃式发动机的非道路移动机械，采用新能源或先进排放标准的运输车辆。

(7) 施工过程中执行《住房和城乡建设部办公厅关于进一步加强施工工地和道路扬尘管控工作的通知》（建办质〔2019〕23号）、《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB55034-2022），以及沿线各省及地市政府、住建部门及环保部门对于扬尘治理的相关要求，确保工程不产生扬尘污染。

### 8.2.3.4 水环境影响控制措施

#### 8.2.3.4.1 拟采取的一般性保护措施

(1) 输电线路施工人员临时租用附近村庄民房，不设置施工营地，生活污水利用已有的化粪池进行处理。

(2) 合理安排工期，尽量避免雨天施工，确需在雨天施工的，做好雨天施工应急措施，关注天气预报，可能有较大降水时，采取提前对施工作业面采取彩条布覆盖、修建临时排水沟、沉砂池等工程防护措施和设施，含泥沙的地表径流应经沉砂池处理后外排。

(3) 对于钻孔灌注桩等施工工艺过程中产生的泥浆水，施工单位应设置泥浆池，泥浆池原则上每个塔基设置一处，根据塔基所在的环境及地形条件因地制宜布设，原则上应尽量靠近塔基，泥浆池容积按能满足基础施工泥浆水不外排需要设置，对泥浆水进行沉淀澄清后循环利用，严禁未经处理直接排放；泥浆沉淀池的泥巴主要来源于钻孔地下的泥土，可晾干后就地填埋处理。

(4) 对于施工场地区域的施工设备和运输车辆清洗废水，应设置设备清洗池，对设备和车辆清洗废水进行沉砂处理后上清水回用于施工场地抑尘喷洒，泥沙晾干后用于场地回填，不得外排。

(5) 加强对施工现场使用带油的机械器具的检修和维护，采取措施防止跑、冒、滴、漏油；设立施工机械漏油事故应急预案，配备必要的器材和设备，施工过程中如发生漏油事故时应立即启动应急预案，及时收集后妥善处置。

#### 8.2.3.4.2 跨越河流的保护措施

(1) 加强施工期间人员管理，禁止将废污水和固体废物倾倒入河流、湖泊等水体。

(2) 各类施工场地要远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大施工范围，禁止侵占河道。



(3) 合理安排工期和施工工序，避免雨天施工。基础施工阶段，开挖过程中的临时堆土、钻渣等应采取遮盖、铺垫和拦挡措施，防止雨水冲刷、无组织径流污染河流水体。

(4) 线路采用一档跨越方式通过水体，不在河流内岸和河道中立塔，不会对跨越水体构成影响。线路架线时采用牵张放线和无人机放线等先进工艺，避免涉水施工。

(5) 施工中临时堆土点应远离水体，不得在水体附近和河道范围内设临时堆土点。

#### 8.2.3.4.3 线路临近饮用水水源保护区的保护措施

(1) 项目开工前相关单位应对临近饮用水水源保护区段的线路路径方案进行复核，确保线路路径和塔基不在饮用水水源保护区内。

(2) 项目开工前相关单位应向施工单位进行环境保护工作交底，明确饮用水水源保护区边界范围，检查该区段的施工方案和施工组织方案，确保施工临时占地不在保护区内。

(3) 加强施工期间的环境保护管理，严禁向饮用水水源保护区内排放施工废水、倾倒弃土弃渣，以及其他破坏水环境敏感区功能的行为。

(4) 运行检修时车辆尽可能远离饮用水水源保护区，禁止将固体废物丢弃在饮用水水源保护区范围内。

#### 8.2.3.5 固体废物影响控制措施

(1) 在工程施工前应做好施工机构及施工人员的环保培训。明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。

(2) 本工程输电线路沿线产生的建筑垃圾根据当地实际情况优先考虑综合利用，若无法综合利用，则运至就近的建筑垃圾场地堆放集中堆置或按当地相关部门要求堆放在指定场地。施工结束后施工单位对拆迁迹地进行清理或碾压整平，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。

(3) 相应的线路拆除工程仅拆除上述线路段的地面以上部分，包括铁塔、导地线和金具（绝缘子、线夹、间隔棒、防振锤等），不拆除塔基基础，无土石方工程量。拆除的塔材、导线、金具等由建设单位委托相关单位回收处置。施工结束后施工单位对迹地进行清理、平整，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。

#### 8.2.3.6 生态环境保护措施

生态环境保护措施详见报告书第 7.3 节。

### 8.2.3.7 水土保持措施

施工前在塔基施工场地周围设置彩条旗围护，严格限制施工机械和人员活动范围，并对开挖扰动区域表土剥离，表土和开挖土石方分开堆放，施工期对临时堆土压占及其他轻微扰动区域采取彩条布铺垫措施，堆土外侧设植生袋拦挡并采用密目网进行苫盖。

灌注桩基础施工过程中在塔基施工场地范围内设泥浆沉淀池，山丘区内塔基区根据需要设置浆砌石护坡、浆砌石挡渣墙、浆砌石排水沟。

施工结束后回覆表土并土地整治、穴状整地，根据原地貌进行耕地恢复或植被恢复。

### 8.2.3.8 环境管理措施

(1) 工程不得占用国家一级公益林及Ⅰ级保护林地；针对工程涉及的公益林，建设单位在工程前依据《国家级公益林管理办法》及地方相关法规依法办理相关的征占地手续，确保工程依法合规开展建设。

(2) 建设单位应强化施工期的环境保护管理工作。成立专门的环保组织体系，对设计单位、施工单位、监理单位提出环境保护工作要求，要求各参与单位按照环评提出的要求落实各项环境保护措施。

(3) 强化施工期环境监理工作。建设单位根据本环评提出的各项环保措施，开展本工程的环境监理工作，分别针对设计、监理和施工单位提出相应的验收标准及细则，并在合同条文中列入，以保证各项环保措施在工程建设阶段得以顺利实施。

(4) 及时进行竣工验收。工程投运后，应进行竣工环境保护验收调查工作，确保工程环境影响满足相关标准和规定的要求。

(5) 加强对当地群众进行有关超高压输电工程方面的环境宣传工作，做好公众沟通工作；

(6) 加强对线路巡检人员的环境教育工作，提高其环保意识，巡检过程中关注环保问题；生态类保护目标范围内尽量减少线路巡检和维护时的人员和车辆，减少对生态环境的影响。

## 8.3 环保设施、措施的经济、技术可行性分析

本工程拟采取的环保设施、措施是根据本工程的特点、工程设计技术规范、环境保护要求拟定的。这些保护设施及措施大部分是在已投产的背靠背换流站输电工程的设计、施工、运行经验的基础上，不断加以分析、改进，并结合本工程自身的特点确定的。通过类比同类工程，这些设施及措施均具备了可靠性和有效性。

现阶段，本工程所有拟采取的环境保护设施及措施投资都已纳入工程投资预算。在可研评审过程中，本工程的可研环保设施及措施投资已通过了技术经济领域的专家审查。

因此，本工程所采取的环保设施及措施技术可行，经济合理，可使工程产生的环境影响符合国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。

## 8.4 环保设施、措施投资估算

项目动态总投资 511678 万元，其中环保投资约 3776.13 万元，环保投资占总投资比例约为 0.74%。本工程投资估算见表 8.4-1。

表 8.4-1 环保投资估算一览表

序号	项目名称	费用（万元）	备注
一、换流站新建工程			
1	联接变、高抗事故排油系统（包含总事故油池、排油管道；不包含事故油坑费用，其在主体工程中计列）	104	费用计入工程主体投资
2	噪声治理（Box-in、围墙加高、声屏障）	815	
3	站区绿化	98.5	
4	生活污水处理设施、污水调节池、废水池及阀冷却排水收集池	644	
5	生态措施（包含植物保护等费用）	163	
小计		1824.5	
二、500kV 线路新建工程			
1	生态恢复费用	435.21	费用计入工程主体投资
2	临时防护设施	838.42	
3	抬高导线对地高度	112.7	
4	动物保护永久保护（湿地公园段鸟类防警示装置）	64.3	
小计		1450.63	
三、红城 500kV 变电站			
1	施工期临时环保措施	55	费用计入工程主体投资
小计		55	
四、环境管理			
1	环境影响评价费用	191	费用计入工程主体投资
2	竣工验收环境监测及验收费用	100	
3	施工期环境监理	85	
4	生态监测费用	70	
小计		446	
环保设施及措施		3776.13	
工程总投资（动态）		511678	
环保设施及措施投资占总投资比例		0.74%	

## 9 环境管理与监测计划

### 9.1 环境管理

#### 9.1.1 环境管理机构

建设单位和负责运行的单位应在其管理机构内配备必要的环境保护人员，负责环境保护管理工作。

#### 9.1.2 公众沟通机制

依据原环境保护部办公厅环办函〔2015〕1745号《关于印发<输变电工程公众沟通工作指南（试行）>的函》要求，建设单位应建立输变电工程公众沟通工作机制，着力提升公共宣传时效，加强信息公开工作，健全公众参与机制，提高舆情应对和信访办理能力。建设单位及其委托的设计、环评、施工、监理、监测、验收等单位，按照各自职责开展输变电工程公众沟通工作，并协同输变电工程所在地人民政府及各部门开展工作。

建设单位国家电网有限公司也发布了《关于印发<国家电网公司输变电环保纠纷处理指导意见>的通知》（科环〔2008〕24号），并于2018年编制了《国家电网有限公司输变电环保纠纷处理工作规范》，用于应对输变电工程公众沟通工作。建议在本工程的设计、施工、运行过程中，建设单位及其委托的设计、环评、施工、监理、监测、验收等单位依据部委文件及国家电网公司要求，按照各自职责开展输变电工程公众沟通工作。

#### 9.1.3 施工期环境管理

本工程可开展环境监理工作。本工程的施工将采取招投标制。施工招标中应明确监理单位的环境监理职责，对投标单位提出施工期间的环保要求，并对监理单位提出环境保护人员资质要求。在施工设计文件中详细说明施工期应注意的环保问题，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保设计要求施工。环境监理人员对施工过程严格检查是否满足环保要求，并不定期地对施工点进行抽查监督检查。

工程建设期间环境保护监理及环境管理的职责和任务如下：

- （1）贯彻执行国家的各项环境保护方针、政策、法规和各项规章制度。
- （2）制定本工程施工中的环境保护计划，负责工程施工过程中各项环境保护措施实施的监督和日常管理。
- （3）收集、整理、推广和实施工程建设中各项环境保护的先进工作经验和技术。
- （4）组织和开展对施工人员进行施工活动中应遵循的环保法规、知识的培训，提高全体员工文明施工的认识。

(5) 负责日常施工活动中的环境监理工作，做好工程用地区域的环境特征调查，并掌握环境保护目标的相关情况。

(6) 在施工计划中应适当计划设备运输道路，以避免影响当地居民生活，施工中应考虑保护生态和避免水土流失，合理组织施工以减少占用临时施工用地。

(7) 在施工过程中，以本工程跨越生态保护红线段线路为环境监理工作重点，同时关注工程临近自然保护地、饮用水水源地等保护区段线路的环境保护工作。

(8) 跨越生态保护红线为重点，施工区域应设置警示牌、环境信息公示牌及宣传标语，包括且不限于施工区域警示牌、生态保护红线范围内警示牌、重要动植物保护牌、生态敏感区环水保措施牌、施工现场环水保措施要点公示、主要设备操作规程公示、环保监督公示牌等。

(9) 做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作。

(10) 监督施工单位，使施工工作完成后的耕地恢复和补偿，环保设施、水保设施等各项保护工程同时完成。

(11) 工程竣工后，组织进行竣工环境保护验收。

### 9.1.4 环境保护设施竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》以及建设项目竣工环境保护验收有关管理规定和技术规范，本建设项目正式投产运行前，建设单位需依法组织环保验收。验收的主要内容为项目对污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度的落实情况，工程竣工环境保护验收的主要内容见表 9.1-1。

表 9.1-1 工程竣工环境保护验收一览表

序号	验收对象	验收内容
1	相关资料、手续	项目相关环保批复文件是否齐备，环境保护档案是否齐全。
2	批建符合性核实	工程实际建设内容是否有变化，是否属于重大变更。
3	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。
4	环境保护设施安装质量	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、生活污水处理设施、声环境保护设施。
5	环境保护设施正常运转条件	各项环保设施是否有合格的操作人员、操作制度。
6	污染物排放控制	合成电场、工频电场、工频磁场、噪声水平、废水处理方式是否满足评价标准要求。

7	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。线路生态影响防护措施、水土流失防治措施和植被恢复措施是否落实到位。
8	生态恢复措施落实情况	是否按照环评生态影响恢复措施的原则和具体要求进行植被恢复，并根据基本原则评估生态恢复效果。
9	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，应该对所有的环境影响因子如合成电场、工频电场、工频磁场、噪声进行监测，对出现超标情况的环境敏感目标采取措施确保达标。
10	环境保护敏感目标的环境影响验证	监测本工程附近环境敏感目标的电磁环境、噪声是否与预测结果相符；工程涉及的环境敏感区与环评阶段是否一致。

### 9.1.5 运行期的环境管理

根据项目所在区域的环境特点，在运行主管单位宜设环境管理部门，配备相应专业的管理人员。环保管理人员应在各自的岗位责任制中明确所负的环保责任。监督国家法规、条例的贯彻执行情况，制订和贯彻环保管理制度，监控本工程主要污染源，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) 建立本工程合成电场、工频电场、工频磁场、噪声环境监测、生态环境现状数据档案。
- (3) 掌握项目所在地周围的环境特征和环境保护目标情况，做好记录、建档工作。
- (4) 检查治理设施运行情况，及时处理出现的问题，保证治理设施的正常运行。
- (5) 不定期地巡查线路各段，特别是各环境保护目标，保护生态环境不被破坏，保证保护生态与工程运行相协调。
- (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) 按照《企业环境信息依法披露管理办法》（生态环境部令第24号）、《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发〔2015〕162号）等法规的要求，依法公开环境信息。

### 9.1.6 环境保护培训

对与工程项目有关的主要人员，包括施工单位、运行单位、受影响区域的公众，应进行环境保护技术和政策方面的培训与宣传，从而进一步增强施工、运行单位的环保管理能力，减少施工和运行产生的不利环境影响，并且能够更好地参与和监督本工程的环保管理；提高人们的环保意识，加强公众的环境保护和自我保护意识。

具体的环保管理培训计划见表 9.1-2。

表 9.1-2 环保管理培训计划

项目	参加培训对象	培训内容
环境保护知识和政策	施工人员	1.电磁环境影响的有关知识 2.声环境质量标准 3.电力设施保护条例 4.其他有关的国家和地方的规定
环境保护管理培训	建设单位或运行管理单位、施工单位、其他相关人员	1.中华人民共和国环境保护法 2.中华人民共和国水污染防治法 3.中华人民共和国自然保护区管理条例 4.中华人民共和国湿地保护法 5.国家级自然公园管理办法（试行） 6.建设项目环境保护管理条例 7.其他有关的管理条例、规定
水土保持和野生动植物保护	施工及其他相关人员	1.中华人民共和国水土保持法 2.中华人民共和国野生动物保护法 3.中华人民共和国野生植物保护条例 4.国家重点保护野生植物名录 5.国家重点保护野生动物名录 6.重庆市重点保护野生动物名录 7.重庆市重点保护野生植物名录 8.贵州省重点保护野生动物名录 9.贵州省重点保护野生植物名录 8.其他有关的地方管理条例、规定

## 9.2 环境监理

建设单位应委托工程监理单位或专业环境监理单位开展本工程的环境监理工作。环境监理是环境管理的重要内容，是指建设项目环境监理单位受建设单位委托，依据有关环境保护法律法规、建设项目环境影响评价及其批复文件、环境监理合同等，对建设项目实施专业化的环境保护咨询和技术服务，协助和指导建设单位全面落实建设项目各项环保措施。

### 9.2.1 各单位的环境监理职责

（1）建设单位的主要职责：全面负责环境监理工作的监督管理，委托环境监理单位开展环境监理工作，落实环境监理相关费用，审查环境监理规划，协调相关单位提供环境监理工作所需资料。

（2）环境监理单位职责：成立建设项目环境监理机构，落实监理人员及设施设备配备等；核实输变电工程设计文件与环境影响评价文件及批复文件相符性；开展环境保护宣传和培训，为施工单位落实施工期各项环境保护措施提供技术指导；对输变电工程施工过程中各项环境保护措施的落实情况进行监督控制，检查核实建设项目设计、施工、运行与环境影响评价文件及批复文件的相符性；配合建设单位建立环境保护沟通、协调和会商机

制；编制环境监理规划、环境监理实施细则、环境监理报告及其他环境监理相关文件等；协助建设单位配合生态环境部门开展建设项目“三同时”管理和竣工环境保护验收等工作。

（3）设计单位职责：在设计文件中落实环境影响评价文件及批复文件提出的环境保护措施；配合建设单位，向环境监理单位提供监理工作所需的设计资料；环境监理单位若发现工程设计、施工不满足环境保护要求时，设计单位应配合进行相应的设计变更。

（4）施工单位职责：在施工文件的编制及施工过程中落实环境影响评价文件及批复文件、设计文件提出的环境保护措施；接受环境监理单位的监督和指导，参与环境监理例会，及时处理环境保护相关问题，并向环境监理单位反馈；配合建设单位，向环境监理单位提供监理工作所需的资料。

### 9.2.2 环境监理的工作方式

（1）文件审查：环境监理单位依据有关法律法规、标准、环境影响评价文件及批复文件与合同，对工程设计文件及施工单位提交的施工组织设计、施工方案等涉及环境保护的内容进行审查，并签署监理意见。

（2）巡视：环境监理单位在施工过程及调试过程中进行定期或不定期、全面或局部的检查活动。

（3）旁站：环境监理人员按照合同对建设项目的环境保护设施、污染防治措施、生态保护措施或涉及环境保护的关键工序施工进行全过程现场检查、记录的监督活动。

（4）见证：环境监理人员现场监督某工序全过程完成情况的的活动。

（5）会议：环境监理单位定期或者不定期召开的环境监理会议，包括环境监理例会和环境监理专题会议。会议由环境监理总监或由其授权的环境监理工程师主持，相关单位参加。

（6）监测：环境监理单位根据工作需要，对工程施工及运行排放的噪声、废水、扬尘等进行监测，为制定和采用污染控制措施提供依据。

（7）走访调查：环境监理单位走访调查环境影响评价范围内涉及的政府部门、企事业单位、社会团体及居民，了解对于工程施工的态度及工程建设对周边的环境影响。

（8）宣传培训：环境监理单位组织开展施工准备阶段和施工阶段环境保护宣传和培训，指导施工单位严格落实各项环境保护措施。

（9）协调：环境监理单位针对建设过程中出现的环境污染事件、环境保护投诉等配合建设单位开展有关统计分析等协调工作。



(10) 跟踪检查：环境监理单位对工程建设过程中环境保护设施、污染防治措施、生态保护措施落实的进度及效果情况进行跟踪检查，对签发文件及指令的执行情况进行检查落实。

(11) 编制报告：环境监理单位编制环境监理报告，包括环境监理月报、环境监理专题报告及环境监理工作总结报告等。

### 9.2.3 施工图设计及施工准备阶段环境监理工作内容

(1) 施工单位根据建设单位提出的验收标准细则，将环境保护工作内容纳入施工组织总设计中，对其实施情况及时自检并随时修正；

(2) 监理单位审核施工组织设计，具体项目的施工组织设计中应包括生态保护措施，生态恢复及补偿，“三废”排放环节和去向等内容。

(3) 监理单位审核施工承包合同中的环境保护专项条款，建设单位在与施工单位签订承包合同条款中应有环境保护方面内容，施工承包单位必须遵循的环境保护有关要求应以专项条款的方式在施工承包合同中体现，并在施工过程中据此加强监督管理、检查、监测，减少施工期对生态的破坏以及对环境的污染影响，同时应对施工单位的文明施工素质及施工环境管理水平进行审核；

(4) 设置专职环境保护监理。监理单位应具有环境保护监理资质或聘请环境监理工程师，依据建设单位提出的验收标准细则及施工单位编制的施工组织总设计，在施工建设各阶段随时进行质量监督，将出现的问题及时向业主汇报。

### 9.2.4 施工期环境监理工作内容

施工阶段是输变电工程对环境产生影响的主要阶段，同时也是环保“三同时”中的“同时施工”实施阶段。在施工阶段，首先环境监理应根据输变电工程的建设进度和施工情况合理采取巡视、旁站等方式对环境保护执行情况进行控制，同时施工过程中对主体工程实际建设情况进行批建符合性跟踪，对配套环保设施的“同时施工”、施工行为进行监督。

#### (1) 批建符合性环境监理

在施工过程中要根据建设进度检查本工程实际建设规模如线路路径方案、路径长度、架设型式、杆塔型式、导线类型及相应数量以及换流站内安装的电力设备规模、位置、数量等，即调查主体工程内容与设计文件和环评报告的批建符合性。

#### (2) 环保“三同时”环境监理

在施工过程中，环境监理单位监督建设单位按照设计同时建设主体工程配套的电磁环境、噪声等防治设施，确保环保“三同时”的“同时施工”的落实。

### （3）施工行为及环保设施、措施环境监理

1）施工废水：本工程生态环境监理的重点为本工程线路跨越的地表水，具体监理要求为：是否在跨越地表水体附近设置了施工营地、牵张场、材料堆场等临时施工场地，对施工期间产生的生产废水的来源、排放量及处理设施的建设过程、沉淀池的定期清理和处理效果等进行检查、监督，检查施工废水是否做到了回用。

### 2）大气污染监理

对工程临时用地布局、占地规模和施工扰动范围进行监控，尽可能把扬尘污染影响控制在有限范围内。

### 3）环境噪声监理

对噪声污染源，应按要求进行防治，使施工场界噪声达到相应的排放标准要求，施工区域及其影响区域达到相应的质量标准要求。避免噪声扰民；依法监督夜间施工，监督是否有夜间施工、是否按照要求办理了相关手续。

### 4）固体废物监理

施工过程中建筑垃圾是否安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置。对不符合环保要求的行为进行现场处理并要求限期整改，确保固体废物得到有效处置，使施工区达到环境安全和现场清洁整齐的要求。施工生活垃圾应由施工单位负责处理，不得随意抛弃或填埋，保证工程所在现场清洁整齐，对环境无污染。

### 5）生态环境监理

对于生态监理工作，本工程生态环境监理的重点为本工程线路沿线涉及的生态保护红线、自然保护区等的环境监理，生态影响防护措施、各类生态系统的保护措施、植被保护措施、动物保护措施的各项避免措施、减缓措施、恢复与补偿措施和管理措施要求的内容的具体落实情况。

是否进行了合理的施工组织安排，施工方案是否科学，施工场地布置是否合理；是否加强了对施工人员的教育和管控，是否按设计放线，是否规范了施工人员活动范围；施工区域是否采取了临时挡护和覆盖的措施，水土流失防治效果如何；是否存在对水环境保护目标水体和水质产生显著不利影响的行为和活动；生活垃圾、施工固废和施工废水是否得到妥善处置；施工结束后是否及时清理施工场地并进行植被恢复等。

### 6）环境管理监理

①协助建设单位和施工单位建立和完善环境保护管理体系，涉及环保工作小组、环保规章制度、重大污染事故应急处理、施工人员环保培训和环保工作宣传等方面，保证环境监理工作顺利开展，并走向正规化、科学化和规范化。

②提高管理人员和施工人员的环保意识，要求各施工单位根据制定的环保培训和宣传计划，分批次、分阶段地对职工进行环保教育。

③对可能的公众环保诉求、环保事件及重大污染事故处理情况开展环境监理。

#### 7) 其它

监督环境影响报告书及批复文件提出的其它环保措施执行情况。

### 9.2.5 竣工环保验收环境监理内容

#### (1) 组织初验

1) 工程完工、竣工文件编制完成后，承包人向环境监理工程师提交初验申请报告。

2) 环境监理工程师审核初验报告。

3) 环境监理工程师会同业主代表，组织承包人、设计代表对工程现场和工程资料进行检查。

4) 环境总监召集初验会议，讨论决定是否通过初验，并向建设单位提出工程环境初验报告。

#### (2) 协助环保验收单位组织竣工验收

1) 完成竣工验收小组交办的工作；

2) 安排专人保存收集竣工验收时环保主管部门所需的资料；

3) 提出工程运行前所需的环保部门的各种批复文件，并予以协助办理；

4) 编制工程环境监理报告书。工程环境监理报告书内容主要有：工程概况、监理组织机构、监理工作起止时间、监理内容及执行情况、工程的环保分析等。

#### (3) 整理环境监理竣工资料

环境监理竣工资料在合同规定的时间内提交建设单位，主要内容有：

1) 环境监理实施细则；

2) 与建设单位、设计单位、承包人来往文件；

3) 环境监理备忘录；

4) 环境监理通知单；

5) 停（复）工通知单；

6) 会议记录和纪要；

7) 环境监理月报或季报;

8) 工程环境监理报告书。

结合工程特点, 本工程环境监理重点内容见表 9.2-1。

表 9.2-1 本工程环境监理重点内容一览表

阶段		环境监理重点内容
设计 工 备 段	计 施 准 阶	1. 复核输电线路的路径走向, 着重复核项目线路设计穿越的环境敏感目标与环境影响评价文件中的符合性, 同时关注线路临近的环境敏感区; 2. 复核输电线路的主要技术指标, 包括线路长度、导线高度及塔基占地面积等内容与环境影响评价文件中的符合性; 3. 复核换流站的主要技术指标, 包括建设规模、总平面布置等内容与环境影响评价文件中的符合性; 4. 核实环境保护措施是否按要求“同时设计”, 复核措施与环境影响评价文件中的符合性。
施工期		1. 采用视频影像等方式记录输变电工程项目所在区域的典型原始地貌; 2. 对施工图进行环境保护技术审查; 3. 对承包商施工组织计划进行技术审核, 重点是对施工污染防治方案的审核; 4. 对施工行为开展环境监理, 包括大气、废水、固废、噪声等方面的污染防治达标监理; 5. 重点关注线路跨越生态敏感区、生态保护红线段的生态保护监理, 确保施工活动符合环评中提出的要求, 减少工程施工过程对生态环境的影响; 6. 对主体工程以及配套环境保护措施建设内容开展环境监理。
竣工环保 验收		1. 关注环境保护措施的运行情况以及相应环境保护管理制度的建立 (例如油污水、生活垃圾等处置方式); 2. 参加环境保护工程验收工作, 编制环境监理总结报告。

## 9.3 环境监测及调查

### 9.3.1 环境监测及调查任务

根据输变电工程的环境影响特点, 主要进行运行期的环境监测和环境调查, 同时依法开展施工期噪声监测。运行期的环境影响因子主要包括合成电场、工频电场、工频磁场、噪声。施工期的环境影响因子为生态和噪声。

本工程拟定环境监测计划如下:

#### (1) 电磁环境监测

1) 监测项目: 合成电场、工频电场、工频磁场。

2) 监测方法: 执行国家相关的监测技术规范、方法。

3) 监测频次及时间: 本工程投运后结合竣工验收监测一次。

4) 监测布点: 换流站监测点布置在厂界处; 红城变监测点布置在厂界和电磁环境敏感目标处; 输电线路监测点可在环境敏感目标列表中选择有代表性的点进行监测, 选择代表性点时主要考虑已进行了现状监测的环境敏感目标, 并考虑地形地貌特征和兼顾行政区划特点。

#### (2) 噪声监测

1) 监测项目：昼、夜间等效声级。

2) 监测方法：执行国家相关的监测技术规范、方法。

3) 监测频次及时间：施工期间结合实际需要进行监测；本工程投运后在竣工验收时监测一次，并且在运行期依据《中华人民共和国噪声污染防治法》的要求开展噪声监测。

4) 监测布点：换流站监测点布置在厂界处，变电站监测点布置在厂界处，输电线路监测点可在环境敏感目标列表中选择有代表性的点位进行监测，选择代表性点位时主要考虑已进行了现状监测的环境敏感目标，并考虑地形地貌特征和兼顾行政区特点。

表 9.3-1 电磁环境、声环境监测计划要求一览表

监测内容		监测布点	监测时间	监测因子
期 施 工	噪声	噪声敏感建筑物集中区域	施工期间结合实际需要进行监测。	等效连续 A 声级
运 行 期	合成电场、工频电场、工频磁场	换流站厂界、变电站厂界、电磁环境敏感目标处	本工程完成后正式投产后第一年内结合竣工环境保护验收监测一次；结合实际需要进行监测。	合成电场、工频电场、工频磁场
	噪声	换流站厂界、变电站厂界、声环境保护目标处	本工程完成后正式投产后第一年内结合竣工环境保护验收监测一次；依据《中华人民共和国噪声污染防治法》的要求，在运行期开展噪声监测。	等效连续 A 声级

(3) 生态监测

1) 监测项目：生态系统变化情况、影响评价区内动植物资源变化及其生长、分布和繁殖情况。

2) 监测方法：执行国家相关的监测技术规范、方法。

3) 监测频次及时间：按 HJ19-2022 的要求执行。

4) 监测布点：对生态敏感区重点进行监测布点，在此基础上，对线路沿线的主要生态系统类型及沿线所有市级行政区分别进行监测布点。本工程以生态敏感区及生态保护红线为重点布设监测点位。

生态环境监测内容及计划见表 9.3-2。

表 9.3-2 生态环境监测计划要求一览表

时期	环境问题	环境监测内容	负责部门或单位	监测频率
施工期	动植物	是否高跨林区，施工活动是否进入法律禁止建设区域，施工中是否限制施工范围以避免惊扰动物，穿越生态保护红线段线路的施工工期是	施工单位、监理	施工期抽查

		否符合环评要求；集中堆放取土场表层的熟土，待取土完毕后覆盖平铺，尽快恢复其生产力。	单位	
竣工环保验收	临时占地	施工结束后及时对施工场地进行清理平整和植被恢复。	建设单位	运行期抽查
运行期	植被	生态敏感区运行期生态恢复。	建设单位	运行期抽查

### 9.3.2 监测技术要求

换流站、变电站、输电线路施工期及运行期各项环境监测工作可委托相关单位完成。

监测范围应与工程实际建设的影响区域相一致，监测位置与频次除按前述要求进行外，还应满足生态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。

### 9.4 信息公开

本工程应执行《关于强化建设项目环境影响评价事中事后监管的实施意见》（环评〔2018〕11号）、《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发〔2015〕162号）、《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）等法规，建设单位既是建设项目环评公众参与和履行环境责任的主体、也是建设项目环评信息公开的主体，应当建立健全的环境信息公开制度，指定机构负责环境信息公开日常工作，将本工程的环境信息进行全面的公开，包括但不限于以下内容：公开环境影响报告书编制信息、公开环境影响报告书全本、公开建设项目开工前的信息、公开建设项目施工过程中的信息、公开建设项目建成后的信息及其他需要公开的信息。

## 10 评价结论与建议

### 10.1 工程概况

渝黔背靠背联网工程主要建设内容包括：渝黔背靠背换流站新建工程；红城500kV变电站扩建工程；其他变电工程；500kV线路新建工程。工程建设地点位于重庆市綦江区和贵州省遵义市习水县。

本工程动态总投资 511678 万元，本工程环保设施及措施投资约 3776.13 万元，环保投资占工程总投资的 0.74%。

#### （一）渝黔背靠背换流站新建工程

##### （1）地理位置

隆盛永丰站址位于重庆市綦江区隆盛镇石梁村，距重庆市区东南约 55km、渝筑高速西约 500m，隆盛镇石梁村北约 2.3km。站址东侧为乡村公路、南侧 2.3km 为 S312 省道。进站道路由站址东侧乡村公路引接，长度约 610m。

##### （2）建设内容及规模

###### 1) 直流部分

额定直流电压：±260kV；

额定换流容量：2×1500MW；

联接变网侧交流电压等级：重庆侧和贵州侧均为 500kV；

建设规模：包含 2 个柔直背靠背换流单元，每个单元额定功率 1500MW，采用对称单极接线。每个背靠背换流单元包括 2 组 VSC 换流阀，换流阀采用 4500V/3000A 压接式的 IGBT 器件，换流阀子模块拓扑结构为半桥拓扑，按支撑式换流阀进行布置。联接变压器（12+1）×567MVA（其中 1 台备用），采用单相双绕组有载调压。

###### 2) 交流部分

重庆侧出线 4 回，贵州侧出线 2 回、两侧各 1 组幅相校正器、1 组 500kV 降压变压器，共组成 6 个完整串（重庆侧 4 串、贵州侧 2 串）、1 个大半串，同时贵州侧降压变通过断路器直接接 500kV 母线。

###### 3) 外接电源

换流站站外电源考虑从 110kV 平山变电站 35kV 侧配电装置引接，线路全长约 16.63km（其中 16.15km 架空，0.5km 电缆），曲折系数 1.1。

换流站总用地面积约 18.40hm<sup>2</sup>，其中围墙内占地面积约 10.73hm<sup>2</sup>。

## （二）红城 500kV 变电站扩建工程

红城 500kV 变电站位于贵州省遵义市习水县二郎镇莫洛村附近，于 2022 年建成，现有工程均已落实前期环境影响评价报告及批复提出的环保措施。

本期扩建 2 个出线间隔至渝黔换流站，扩建 2 组 60Mvar 并联低压电抗器。

## （三）500kV 线路新建工程

### （1）隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站新建工程

本工程将隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入换流站，新建线路长度 7.4km，其中 2×1.3km 按同塔双回路架设，2.6km 按同塔双回路架设（本期单侧挂线），2.2km 按单回路架设。

### （2）渝黔换流站～红城变 500kV 线路新建工程

渝黔换流站～红城变 500kV 线路路径总长约 129.6km，全线位于重庆市綦江区和贵州省遵义市习水县。

#### 1）渝黔换流站～红城变 500kV 线路新建工程（重庆段）

新建换流站～红城 I、II 回 500kV 线路（重庆段），新建线路长度 2×57.3km，同塔双回路架设。

#### 2）渝黔换流站～红城变 500kV 线路新建工程（贵州段）

渝黔换流站～红城变 500kV 新建线路长度 2×72.3km，其中 2×56.7km 按同塔双回路架设，2×15.6km 按两个单回路架设，导线截面采用 4×630mm<sup>2</sup>，线路均位于贵州省遵义市习水县。

## （四）迁改线路工程

（1）本工程隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路跨越旗能电铝～黄山双回 220kV 线路，由于不能同时停电，需对旗能电铝～黄山双回 220kV 线路（以下简称 220kV 旗黄线）进行改造，新建 220kV 单回线路长度 5.3km，新建铁塔 15 基，无需拆除铁塔。改造线路位于重庆市綦江区境内。

（2）本工程渝黔换流站～红城变 500kV 线路新建工程（重庆段）同时跨越隆盛～綦江东铁路牵引站 220kV 线路和隆盛～綦江 220kV 线路，由于不能同时停电，需对隆盛～綦江东铁路牵引站 220kV 单回线路（以下简称 220kV 隆铁线）进行改造，新建 220kV 单回线路 0.8km，新建铁塔 4 基，拆除铁塔 1 基。改造线路位于重庆市綦江区境内。

## 10.2 环境现状与主要环境问题



### 10.2.1 自然环境概况

本工程换流站所在区域属于丘陵地貌，站址高程在 383~447m，自然地形最大高差约 64m。

重庆段线路工程区处于四川盆地向黔北山区过渡带上，区内地形由北向南逐渐升高，一般海拔在 300~1100m 之间。其中北部区域属低海拔丘陵地貌，海拔高程在 190~500m，高差在 200m 以下；中部及南部区域属于小起伏低山及低中山地貌，海拔在 500~1100m 之间，高差约 300~500m，零星分布有河流阶地地貌。

贵州段线路主要途经贵州省遵义市习水县，线路沿线海拔在 800m-1600m，地形条件相差较大。根据沿线地形起伏及地貌特点，本工程均属高原型高中低山地貌形态。

### 10.2.2 生态环境现状

#### (1) 生态系统现状

评价区自然生态系统中，主要以森林生态系统为主，约占评价区总面积的 53.60%；森林生态系统以针阔混交林分布最广，占比 28.61%，是评价区主要的代表性植被类群。农田生态系统面积占比 29.15%；城镇生态系统、湿地生态系统占比仅 5.13%，评价区城镇开发程度较低。

#### (2) 生态完整性现状

评价区林地（乔木 + 灌木）合计：11717.80 hm<sup>2</sup>，占 62.20 %，生态优势明显。耕地（水田+旱地）合计 5492.05 hm<sup>2</sup>，占 29.15 %，是第二大土地利用类型。建设用地（城镇、农村、工业、采矿、交通）合计 811.05 hm<sup>2</sup>，仅占 4.31 %，开发强度低。

#### (3) 陆生植物现状

区域内植被与农田垦殖程度关系密切，在沿线农田垦殖强烈区域，水土流失较严重，天然植被保存很少，多数转化为农用旱地，不宜垦殖的区域则保留残存稀疏林地，且以针叶林为主。砂页岩山顶保留有白栎、麻栎灌丛，石灰岩地区则有较多的柏木林保存。岩石露头的区域多小果蔷薇、火棘为主的藤刺灌丛。在沿线人为扰动较少的部分区域，如渝黔交界区域，人口密度较低，农耕面积对森林占用较少，或山体坡度较大不易开垦的山体，保留了部分常绿阔叶林种，以小红栲、峨嵋栲、槲栎为主的常绿阔叶落叶混交林为代表。部分区域也有小红栲、栎类及马尾松、杉木等构成的针阔混交林分布。在沿途的河谷区域和海拔较低的谷地，分布有斑块状的河谷季雨林，代表植物有榕树（*Ficus macrocarpa*）、黄果树（*Ficus lacor*）、大叶桉（*Eucalyptus*

*robusta*) 等。在重庆市綦江区段, 线路途经的三江镇、东溪镇等乡镇河岸两侧黄果树古树较为常见。

区域内栽培植物有甘蔗、芭蕉、柑桔、桃、李等果木, 粮食作物以水稻为主, 旱地以玉米、黄豆为主, 綦江境内部分区域种植小麦。在习水县境内由于酿酒业发达, 高粱在此区域内广泛种植。

本次调查中发现有国家二级重点保护野生植物中华猕猴桃 (*Actinidia chinensis* Planch.) 和南方红豆杉一株分布, 目前阶段调查段共计发现现中华猕猴桃 35 株, 在綦江与习水交界处, 以及进入习水县境内后沿线分布较多。

本次调查中发现有名木古树 1 种 16 株分布, 均为黄葛树 (*Ficus virens*)。评价区古树多在村寨或城镇周边得以保存下来, 16 株古树的 10 株集中分布在綦江县东溪镇, 大多位于线路评价范围外, 与线路直线距离 1km~1.5km 范围。

#### (4) 陆生动物现状

项目线路位于东洋界华中区——西部山地高原亚区, 生态地理动物群以亚热带森林、林灌动物群为主, 动物分布型以南中国型为主, 南中国型为分布或主要分布在我国季风地区、中亚热带的喜暖湿种类, 与东南亚热带——亚热带型 (东洋型) 形成北—南的地理替代, 但互有重叠。

评价范围内陆生脊椎动物中, 分布有国家 II 级重点保护野生动物 14 种, 其中鸟类 12 种; 兽类 2 种。列入物种红色名录中 CR、EN、VU 物种有 14 种: 濒危 EN 6 种, 易危 8 种。综合统计, 共计分布重要物种 27 种 (重叠物种仅记录 1 次)。

#### (5) 生态保护红线

本工程跨越贵州省生态保护红线, 不在生态保护红线范围内立塔。

重庆綦江段避让綦江区生态保护红线, 最近距离 0.020km。

#### (6) 生态敏感区 (避让)

全线未穿越自然保护区等生态敏感区, 2km 内避让重庆綦江国家地质公园 1 处、重庆綦江老瀛山自然保护区 1 处、重庆綦江通惠河国家湿地公园 1 处。

本次实施的綦江段线路与湿地公园最近距离约 1.2km, 海拔高差约 200m, 线位远高于湿地公园区域。湿地公园位于线路评价范围外, 项目建设对湿地公园无直接影响。

线路避让了重庆綦江国家地质公园范围, 自地质公园西部边界以外经过, 与地质公园最近距离约 20m, 距离一级景区 2.14km, 距离二级景区 2.3km, 距离三级景区 1.52km。塔基和线路走向均位于地质公园范围外。

线路避让了重庆綦江老瀛山市级自然保护区，线路自保护区西北方向经过，距保护区边缘最短距离73m，自保护区外经过。

### 10.2.3 水环境现状

#### (1) 换流站

本工程换流站站址周围无大中型地表水体，不涉及水环境敏感区。

站外电源线路穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地保护区。

#### (2) 500kV 变电站

红城 500kV 变电站周围无大中型地表水体，也不涉及水环境敏感区。

#### (3) 输电线路

根据《重庆市綦江县水功能区划》（2011 年版）以及《重庆市綦江区生态环境局关于渝黔背靠背联网工程环境影响评价采用标准有关事项的复函》（綦环函〔2025〕82 号），隆盛～海棠、隆盛～圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程一档跨越永丰河，渝黔换流站～红城变 500kV 线路（重庆段）一档跨越綦江和蒲河，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。根据《贵州省水环境功能区划》（黔府函〔2015〕30 号）和《遵义市生态环境局习水分局关于渝黔背靠背联网工程（贵州段）环境影响评价标准的复函》（习环函〔2025〕251 号），渝黔换流站～红城变 500kV 线路工程（贵州段）一档跨越习水河，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类，500kV 输电线路一档跨越梅溪河、大水河、玉明河、福林河等执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准。

### 10.2.4 电磁环境现状

#### (1) 背靠背换流站新建工程

换流站站址四周及中心的地面合成电场强度  $E_{80}$  监测结果为 -0.11kV/m~-0.13kV/m， $E_{95}$  监测结果为 -0.14kV/m~-0.15kV/m，合成场强分别小于 15kV/m（ $E_{80}$ ）、25kV/m（ $E_{95}$ ）的标准限值；站址四周及中心的工频电场强度监测结果为 0.09V/m~0.40V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.009μT~0.032μT，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100μT 的标准限值。

#### (2) 红城 500kV 变电站扩建工程

红城 500kV 变电站厂界的工频电场强度监测结果为 14.86V/m~223.20V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.067μT~2.587μT，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100μT 的标准限值。

红城 500kV 变电站电磁环境敏感目标处的工频电场强度监测结果为 2.82V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.049 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

#### (4) 500kV 线路新建工程

隆盛~海棠、隆盛~圣泉 500kV 线路开断接入渝黔换流站线路工程及换流站~红城 500kV 线路工程（重庆段）：

换流站~红城 500kV 线路工程（重庆段）沿线电磁环境敏感目标处工频电场强度监测结果为 0.03V/m~365.94V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.003 $\mu$ T~0.665 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

与抽蓄-隆盛 500 千伏线路交叉跨越及典型线位处工频电场强度监测结果为 0.05V/m~195.12V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.005 $\mu$ T~0.068 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

500kV 二郎电厂-隆盛一二线断面电磁环境现状监测结果为 46.00V/m~394.88V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.019 $\mu$ T~0.266 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

220kV 迁改线路：220kV 迁改线路电磁环境现状监测结果为 0.34V/m~3.86V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.089 $\mu$ T~0.096 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）：

渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）沿线电磁环境敏感目标处工频电场强度监测结果为 0.05V/m~39.83V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.002 $\mu$ T~0.363 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 4000V/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

线路典型线位处工频电场强度监测结果为 0.02V/m~4.54V/m，工频磁感应强度监测结果为 0.005 $\mu$ T~0.333 $\mu$ T，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于 10kV/m、100 $\mu$ T 的标准限值。

## 10.2.5 声环境现状

#### (1) 背靠背换流站新建工程

换流站站址周围的噪声昼间监测值为 41dB(A)~45dB(A)，夜间监测值为 39.dB(A)~40dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。换流

站声环境保护目标处噪声昼间监测值为 38dB(A)~43dB(A)，夜间监测值为 37dB(A)~43dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。

## （2）红城 500kV 变电站扩建工程

红城 500kV 变电站厂界噪声排放昼间监测值为 36dB(A)~50dB(A)，夜间监测值为 34dB(A)~45dB(A)，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。红城 500kV 变电站声环境保护目标处声环境昼间监测值为 40dB(A)~43dB(A)，夜间监测值为 37dB(A)~40dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。

## （3）500kV 线路新建工程

线路沿线位于 1 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值范围为 32~47dB(A)，夜间监测值范围为 30~44dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求；位于 4a 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值为 43.0~67dB(A)，夜间监测值为 41~54dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准限值要求。与抽蓄-隆盛 500 千伏线路交叉跨越及典型线位处噪声昼间监测值范围为 39~45dB(A)，夜间监测值范围为 38~42dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求。220kV 交流迁改线路：位于 1 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值范围为 47~54dB(A)，夜间监测值范围为 43~45dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求；位于 4a 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值为 47(A)，夜间监测值为 46dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准限值要求。

渝黔换流站~红城变 500kV 线路工程（贵州段）线路沿线位于 1 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值范围为 38~47dB(A)，夜间监测值范围为 36~42dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求；位于 2 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值范围为 41dB(A)，夜间监测值范围为 40dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求；位于 4a 类区的声环境保护目标处噪声昼间监测值为 63~68dB(A)，夜间监测值为 49~53dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准限值要求。线路典型线位处噪声昼间监测值范围为 39~43dB(A)，夜间监测值范围为 36~40dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值要求。

## 10.2.6 工程区域的主要环境问题

由于本工程输电线路沿线已有部分已运行的输电线路，因此现有输电线路均是存在的主要电磁环境影响源；结合本次环评的环境现状监测结果，本工程所在地附近电磁环境现状均满足相应国家标准要求。

区域声环境污染源主要为线路经过的主要交通干道等产生的交通噪声；结合本次环评现状监测结果，工程所在地附近环境敏感目标的声环境现状满足相应标准要求。

## 10.3 环境影响预测与评价结论

### 10.3.1 电磁环境影响评价结论

#### 10.3.1.1 换流站

本工程背靠背换流站选取 $\pm 420\text{kV}$  宜昌换流站和 $\pm 300\text{kV}$  中通道直流背靠背换流站作为本工程换流站类比对象。类比换流站厂界及断面各测点合成电场强度  $E_{80}$ 、 $E_{95}$  监测值分别小于  $15\text{kV/m}$ 、 $25\text{kV/m}$ ，工频电场强度、工频磁感应强度分别小于  $4000\text{V/m}$ 、 $100\mu\text{T}$ 。根据前述类比可行性和类比监测结果可以推断，本工程换流站投入运行后，换流站厂界和电磁环境敏感目标的合成电场强度、工频电场强度、工频磁感应强度均能够满足相应控制限值要求。

#### 10.3.1.2 红城 500kV 变电站扩建工程

本期红城 500kV 变电站选取已投入运行的官渡 500kV 变电站进行电磁环境的类比监测和评价。由官渡 500kV 变电站类比监测结果可知，红城 500kV 变电站建成后，变电站站界及电磁环境敏感目标处的工频电场强度、工频磁场强度分别满足  $4\text{kV/m}$ 、 $100\mu\text{T}$  的标准限值要求。

#### 10.3.1.3 500kV 线路工程

本项目涉及的 500kV 输电线路经过沿线的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等非居民区场所时，按照最小对地高度 11m 设计时，部分区域超过  $10\text{kV}$  标准限值，需抬升导线高度的措施，且应给出警示和防护指示标志。详见表 6.1-113 和 6.1-114。

居民区按照最小对地高度 14m 设计时，部分区域超过  $4\text{kV/m}$  的公众曝露控制限值，将采取控制水平距离或抬高导线措施，控制达标范围和导线高度抬升要求详见表 6.1-113 和 6.1-114。

#### 10.3.1.4 220kV 迁改线路工程

本项目涉及的 220kV 迁改输电线路经过沿线的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等非居民区场所时，按照最小对地高度 6.5m 设计时，无需抬升导线高度和控制水平距离，线路运行时产生的电磁环境影响满足相应标准限值要求，且应给出警示和防护指示标志。

居民区按照最小对地高度 7.5m 设计时，部分区域超过 4kV/m 的公众曝露控制限值，将采取控制水平距离或抬高导线措施，控制达标范围和导线高度抬升要求详见表 6.1-113 和 6.1-114。

### 10.3.2 声环境影响评价结论

(1) 本工程拟建背靠背换流站已考虑对联接变压器采取加隔声罩 (Box-in) 措施，隔声量要求不低于 20dB(A)，换流站选用实体围墙，并架设声屏障措施，隔声屏障计权隔声量 $\geq 25\text{dB}(\text{A})$ 。

站区西侧围墙加高至 4m，上设 2m 高隔声屏障；站区南侧部分围墙加高至 5m，上设 0.5m 隔声屏障；站区东侧围墙加高至 3m，上设 2m 高隔声屏障；其余围墙高度 2.5m，上设 0.5m 隔声屏障。

在采取以上噪声防治措施后，由预测结果可知，拟建换流站投运后产生厂界环境噪声排放预测值能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准的要求；换流站周围声环境保护目标处的声环境预测值可满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类标准 (昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A))。

(2) 红城 500kV 变电站扩建工程投运后，变电站厂界噪声预测值能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类排放限值要求。红城 500kV 变电站声环境保护目标噪声预测值满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准限值要求。

(3) 根据声环境类比分析可知，500kV 架空输电线路和 220kV 架空输电线路建成投运后对周围声环境质量及各声环境敏感目标的影响能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 对应的标准限值要求。

### 10.3.3 生态环境影响预测与评价结论

总体来说，本工程对沿线评价范围内的动、植物和自然生态系统影响有限，在采取必要的、具有针对性的生态保护措施后，该建设项目对区域自然生态系统的影响能够控制在可以接受的水平，满足国家有关规定的要求。

### 10.3.4 水环境影响评价结论

(1) 换流站排水采用雨污分流。运行期产生的废水主要为工作人员产生的生活污水以及阀厅冷却装置排放的冷却水。换流站内雨水设置 1 个排水口，排至东侧的永丰河。换流站站内建设 1 套地埋式生活污水处理设施，站内生活污水经其处理后，用于站区抑尘喷洒，不外排。富余部分委托环卫部门定期清运。生产废水（阀外冷系统排水）排至桥河工业污水处理厂。

由于站外电源线路属线性工程，单塔开挖工程量小，作业点分散，施工时间较短，单塔施工周期一般在两个月内，影响区域较小；输电线路的施工具有局地占地面积小、跨距长、点分散等特点，每个施工点上的施工人员很少，其生活污水排入当地的生活污水处理系统处置，不会对当地地表水环境造成影响。在采取相关水环境保护措施后，不会对线路附近的地表水体和穿越的饮用水水源保护区造成不良影响。

(2) 红城 500kV 变电站站内建设了地埋式生活污水处理设施，生活污水经处理达标后站内回用于站内，不外排。本期 500kV 变电站扩建不增加运行人员、不新增生活污水排放量，对地表水环境不产生新的影响。

(3) 线路运行期无污水、废水产生，对周围地表水环境没有影响。

### 10.3.5 固体废物影响分析

#### (1) 换流站

1) 换流站运行期产生的固体废物主要为工作人员正常工作和生活产生的生活垃圾。生活垃圾在站内设置垃圾箱集中收集，由环卫部门定期负责收集和处理，不会污染环境。

2) 本期新建换流站直流系统采用 $\pm 260\text{kV}$ 电压等级。换流站采用免维护铅酸蓄电池，运行维护人员根据使用年限和运行状态确定是否更换蓄电池。退役下来的废旧蓄电池由有资质的收集处置单位回收，蓄电池应整体拆卸运输，不得在现场进行拆散、破碎。

3) 当变压器发生事故时产生的部分事故油通过鹅卵石流入事故油坑，再通过排油管道排入事故油池。变压器冷却油为矿物油，因其而产生的废弃沉积物、油泥属危险废物，该危险废物由具备相应资质的专业单位进行回收处理。

4) 按规程要求，换流站内对带油设备设置油坑，通过排油管道集中排至事故油池，该油池设计考虑有油水分离功能，主变压器事故时，油污水先排至水封井，再接入总事故油池，经油水分离装置处理后，含油废水由运营单位统一收集送至有资质的单位进行处理，不外排。



危险废物严禁随意丢弃，不能立即回收处理的应暂存在危险废物暂存间或暂存区。

## （2）红城 500kV 变电站

变电站站内设有垃圾箱，站内工作人员产生的生活垃圾收集后，定期由当地环卫车集中收集外送统一处理；站内更换的废铅酸蓄电池交由有危险废物处置资质的单位处置；油污水经设备下部的集油坑，通过地下排油管道汇入总事故集油池内，废油及含油废水由有相应危险废物处置资质的单位处理。本期不新增生活垃圾、废铅酸蓄电池、废油及含油废水。

（3）输电线路运行期间无固体废物产生。

### 10.3.6 环境风险分析

本工程在换流站含油设备附近配套建设 3 座事故油池，每个事故油池容量符合《火电发电厂与变电站设计防火标准》（GB50299-2019）中的要求。事故油池为钢筋混凝土浇筑，结构安全稳定，内部进行防渗处理。

## 10.4 环境保护设施及措施

### 10.4.1 工程设计采取的环保设施、措施及其技术经济分析

#### 10.4.1.1 换流站工程

##### 10.4.1.1.1 电磁环境控制措施及设施

（1）合理选址，换流站选址避让生态敏感区和居民密集区。

（2）在换流站总平面布置设计时，合理布置和屏蔽部分电气设备，减少相互之间的电磁干扰。

（3）合理选择电气设备、导线、金具、绝缘子串等，提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕。

（4）对站内配电装置进行合理布局，提高导线对地高度。

##### 10.4.1.1.2 声环境控制措施及设施

（1）合理选址，换流站选址避让居民集中区；

（2）联接变压器均采取加隔声罩（Box-in）措施，隔声量要求不低于 20dB(A)；

（3）换流站选用实体围墙并加高；

（4）加设声屏障措施；

站区西侧围墙加高至 4m，上设 2m 高隔声屏障；站区南侧部分围墙加高至 5m，上设 0.5m 隔声屏障；站区东侧围墙加高至 3m，上设 2m 高隔声屏障；其余围墙高度 2.5m，上设 0.5m 隔声屏障。

#### 10.4.1.1.3 水环境保护措施及设施

换流站排水采用雨污分流。运行期产生的废水主要为工作人员产生的生活污水以及循环冷却水外排水。

本站址换流站内雨水设置 1 个排水口，排至东侧的永丰河。排水干管直径为 DN1600，管线长度约 1000m，由于高差较大，中途需设置消力设施。

新建换流站站内建设 1 套地埋式生活污水处理设施，站内生活污水经其处理后，用于站区抑尘喷洒，不外排。富余部分委托环卫部门定期清运。

生产废水（阀外冷系统排水）排至桥河工业污水处理厂。

站内油浸电气设备事故油排入站内事故油池进行油水分离。站内设置一座消防混合液收集池，用于收集联接变火灾时的排油及消防混合液。

#### 10.4.1.1.4 固体废物控制措施

换流站内已设计有垃圾箱等固体废物收集设施，并由环卫部门定期清运，统一处理，不得随意丢弃。对于废旧蓄电池，换流站应将更换下的废旧蓄电池按计划交由有资质的单位回收处置，不在站内贮存，不得随意丢弃。

#### 10.4.1.1.5 事故漏油风险防范设施、措施

换流站内油浸电气设备（包括联接变、站用变、降压变压器等）的事故排油，经设备下部的油坑收集，通过地下排油管道汇入布置在设备附近的事故集油池内，进行油水分离后，水排出至雨水排水管网，事故油保留在事故集油池内，可通过油泵抽取回收。

站用变压器、降压变压器与联接变共用事故集油池，2 座联接变事故油池分别为 120m<sup>3</sup>，高抗事故油池 55m<sup>3</sup>。每座事故油池容积按照可容纳最大一台设备 100%的油量考虑。

#### 10.4.1.2 输电线路工程

##### （1）电磁环境和声环境影响控制措施

1）工程选线时已充分征求沿线政府及规划等相关职能部门的意见，优化路径，尽量避让城镇规划区、学校、居民密集区。

2）严格按照相关规程及规范，结合项目区周围的实际情况和工程设计要求，确保评价范围内有公众居住、工作、学习的建筑物电磁环境、声环境满足标准限值要求。

3) 合理选择导线直径、导线分裂数、导线截面和导线结构要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺,防止尖端放电和起电晕,以降低线路电磁环境和声环境影响。合理选择导线截面和导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

## (2) 生态环境保护措施

1) 尽量避让自然保护区、自然公园、饮用水水源保护区、生态保护红线等环境敏感区;尽量避让集中林区、少占耕地,输电线路经过林区时尽量采用高跨方式。

2) 山丘区杆塔设计时采用全方位高低腿铁塔、尽量采用根开小的自立塔,尽量减少占地、土石方开挖量;塔位有坡度时考虑修筑护坡、排水沟;线路跨越水体时,尽量采用一档跨越、不在水体中立塔的方式。

### 10.4.1.3 技术经济分析

上述措施符合环境影响评价技术导则中环境保护措施“预防、减缓、补偿、恢复”的基本原则,并体现了“预防为主、环境友好”的设计理念。本工程拟采取的环保措施是根据本工程的特点、工程设计技术规范、环境保护要求拟定的。上述保护措施大部分是在已投产背靠背联网工程的设计、施工、运行经验的基础上,不断加以分析、改进,并结合本工程自身的特点确定的。通过类比同类工程,这些措施均具备了可靠性和有效性。

## 10.4.2 新增环境保护措施

### 10.4.2.1 换流站工程

#### (1) 噪声影响控制措施

1) 在设备选型时,通过设备招标优先采用低噪声设备。考虑到实际采购换流站设备的源强、设备质量、设备安装等的不确定性所带来的噪声影响具有不确定性,建议在换流站建成后调试阶段进行厂界噪声监测,发现超标问题及时采取更换低噪声设备、加装消声器或隔声屏障等控制措施,确保厂界噪声达标。运行期加强声源设备运维管理,定期开展噪声监测,确保稳定达标。

2) 优化施工方案,合理安排工期,依法限制夜间施工。按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定,在噪声敏感建筑物集中区域,禁止夜间进行产生噪声的建筑施工作业,但抢修、抢险施工作业,因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的除外。因特殊需要必须连续施工作业的,应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明,并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

#### (2) 水污染防治措施

- 1) 将物料、车辆清洗废水、建筑结构养护废水集中，经过沉砂处理循环利用。
- 2) 利用换流站临时修建的污水处理设施，施工人员生活污水经处理后回用于站区绿化或者回用为施工用水。
- 3) 做好施工区域周围的拦挡措施，尽量避免雨天开挖作业；同时要落实文明施工原则，不漫排施工废水。
- 4) 在运行期应做好换流站埋地式污水处理设施的设备维护，保证设施的正常有效运行。定期对埋地式污水处理设施的机械设备（如泵、曝气机等）进行检查、保修维护；定期对曝气管实施清洗，建议设置自动阀实施对曝气管的自动清洗。

### 10.4.2.2 输电线路工程

#### 10.4.2.2.1 电磁控制措施

对于输电线路工频电场不满足非居民区 10kV/m 和居民区 4kV/m 的评价标准，常用的控制措施包括控制达标范围或者抬升线高两种方案。

如采用控制达标范围的方案：

##### (1) 500kV 输电线路

##### 3) 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 8m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m；距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 11m。

##### 2) 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 7m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 8m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m。

##### 3) 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 13m；距地面 7.5m、10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 14m。

##### 4) 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 13m。

#### 5) 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 8m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m。

#### 6) 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 8m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m；距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 11m。

#### 7) 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 7m；距地面 7.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 8m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 9m；距地面 13.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 10m。

#### 8) 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 14m。

#### 9) 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）

居民区，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 12m；距地面 10.5m 高度处的工频电场控制范围为边导线外 13m。

### (2) 500kV 单回并行输电线路

1) 10mm 冰区下：居民区，本工程单回并行线路，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，保守考虑，1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处电磁达标控制范围为边导线外 14m。

2) 20mm 冰区下：居民区，本工程单回并行线路，当导线对地距离为 14m 时，边导线外 5m，地面上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、电磁达标控制范围为边导线外 14m。

### (3) 220kV 迁改线路

#### 1) 220kV 单回水平排列线路

居民区，当导线对地距离为 7.5m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 6m。

#### 2) 220kV 单回三角排列线路

居民区，当导线对地距离为 7.5m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 6m。

#### 3) 220kV 双回单边挂线线路

居民区，当导线对地距离为 7.5m 时，边导线外 5m，距地面 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处的工频电场达标控制范围为边导线外 6m。

如采用抬升线高的方案：

#### 1) 500kV 双回线路（10mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 18\text{m}$ 、 $19\text{m}$ 、 $20.5\text{m}$ （取整为  $21\text{m}$ ）、 $22.5\text{m}$ （取整为  $23\text{m}$ ）、 $25\text{m}$  时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 2) 500kV 双回线路（10mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 17\text{m}$ 、 $18\text{m}$ 、 $19.5\text{m}$ （取整为  $20\text{m}$ ）、 $22\text{m}$ 、 $24\text{m}$  时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m、13.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 3) 500kV 单回水平排列线路（10mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上 1.5m 处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 21\text{m}$ 、 $22\text{m}$ 、 $24\text{m}$ 、 $25.5\text{m}$ （取整为  $26\text{m}$ ）时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 4) 500kV 单回三角排列线路（10mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上 1.5m 处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 20\text{m}$ 、 $21\text{m}$ 、 $23\text{m}$ 、 $25\text{m}$ 时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 5) 500kV 双回单边挂线线路（10mm 冰区）

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 18\text{m}$ 、 $19\text{m}$ 、 $20.5\text{m}$ （取整为  $21\text{m}$ ）、 $22.5\text{m}$ （取整为  $23\text{m}$ ）时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 6) 500kV 双回线路（15mm 冰区）直线塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 18\text{m}$ 、 $19\text{m}$ 、 $20.5\text{m}$ （取整为  $21\text{m}$ ）、 $22.5\text{m}$ （取整为  $23\text{m}$ ）、 $25\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$ 、 $13.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 7) 500kV 双回线路（15mm 冰区）耐张塔

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 17\text{m}$ 、 $18\text{m}$ 、 $19.5\text{m}$ （取整为  $20\text{m}$ ）、 $22\text{m}$ 、 $24\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$ 、 $13.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 8) 500kV 单回水平排列线路（20mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上  $1.5\text{m}$  处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 22\text{m}$ 、 $23\text{m}$ 、 $24\text{m}$ 、 $26\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

#### 9) 500kV 单回三角排列线路（20mm 冰区）

非居民区，导线对地最小高度抬升至 $\geq 11\text{m}$ ，地面以上  $1.5\text{m}$  处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 19.5\text{m}$ （取整为  $20\text{m}$ ）、 $20.5\text{m}$ （取整为  $21\text{m}$ ）、 $22\text{m}$ 、 $24\text{m}$  时，地面以上  $1.5\text{m}$ 、 $4.5\text{m}$ 、 $7.5\text{m}$ 、 $10.5\text{m}$  高度处、线路边相导线外  $5\text{m}$  处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

### (2) 500kV 单回并行线路

#### 1) 10mm 冰区下：

非居民区，本工程单回并行线路，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上 1.5m 处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。

居民区，本工程单回并行线路，当导线对地最小高度分别 $\geq 23\text{m}$ 、 $23.5\text{m}$ （取整为  $24\text{m}$ ）、 $24\text{m}$ 、 $25.5\text{m}$ （取整为  $26\text{m}$ ）时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

## 2) 20mm 冰区下:

非居民区，本工程单回并行线路，导线对地最小高度抬升至 $\geq 12\text{m}$ ，地面以上 1.5m 处的工频电场强度可小于  $10\text{kV/m}$ 。输电线路下的耕地、园地等场所应给出警示和防护标志。

居民区，本工程单回并行线路，当导线对地最小高度分别 $\geq 23.5\text{m}$ （取整为  $24\text{m}$ ）、 $24\text{m}$ 、 $25\text{m}$ 、 $26\text{m}$  时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

## (3) 220kV 迁改线路

### 1) 220kV 单回水平排列线路

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 9\text{m}$ 、 $10\text{m}$ 、 $12\text{m}$ 、 $14\text{m}$  时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

### 2) 220kV 单回三角排列线路

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 8\text{m}$ 、 $9.5\text{m}$ （取整为  $10\text{m}$ ）、 $11.5\text{m}$ （取整为  $12\text{m}$ ）、 $14\text{m}$  时，地面以上 1.5m、4.5m、7.5m、10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

### 3) 220kV 双回单边挂线线路

居民区，当导线对地最小高度分别 $\geq 11\text{m}$  时，地面以上 10.5m 高度处、线路边相导线外 5m 处的电磁环境均可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

综合比较导线抬升措施和达标控制范围措施，在工程技术条件允许的前提下，推荐采用导线抬升措施控制电磁环境影响。施工阶段严格按照设计方案提出的各项电磁环境控制措施进行施工并按 GB8702 等标准的要求在线路铁塔上悬挂警示和防护指示牌。



#### 10.4.2.2.2 噪声影响控制措施

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

优化施工方案，合理安排工期，依法限制夜间施工。按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，在噪声敏感建筑物集中区域，禁止夜间进行产生噪声的建筑施工作业，但抢修、抢险施工作业，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工作业的除外。因特殊需要必须连续施工作业的，应当取得地方人民政府住房和城乡建设、生态环境主管部门或者地方人民政府指定的部门的证明，并在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

在噪声敏感建筑物集中区域施工作业，应当优先使用低噪声施工工艺和设备，夜间施工时禁止使用产生较大噪声的机械设备如桩机、推土机、挖掘机等。

建设单位应当依据《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定要求开展施工期和运行期的噪声监测。

#### 10.4.2.2.3 水污染防治措施

(1) 施工期间施工场地要尽量远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大，施工临时道路要尽量利用已有人抬道路，确保施工活动不进入饮用水水源保护区内，且不对饮用水水源保护区产生影响。

(2) 施工时应先设置水土保持拦挡措施，后进行工程建设。架线时尽量采用无人机协助架线等先进的施工放线工艺。

(3) 施工中临时堆土点应远离跨越的水体。尽可能采用商品混凝土，如在施工现场拌和混凝土，应对砂、石料冲洗废水进行处置和循环使用，严禁排入河流影响受纳水体的水质。

#### 10.4.2.2.4 固体废物

(1) 在工程施工前应做好施工机构及施工人员的环保培训。明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放，并安排专人专车及时清运或定期运至环卫部门指定的地点处置，使工程建设产生的垃圾处于可控状态。

(2) 本工程输电线路沿线的建筑垃圾根据当地实际情况优先考虑综合利用，若无法综合利用，则运至就近的建筑垃圾场地堆放集中堆置或按当地相关部门要求堆放在指定场地。施工结束后施工单位对拆迁迹地进行清理或碾压整平，结合周边的土地利用现状及时恢复植被。

### 10.4.2.2.5 生态环境保护措施

#### 1) 采取措施的原则

本工程的实施可能对项目建设区域的生态环境产生一定的影响，对于可能出现的生态问题，应该积极采取避让、减缓、补偿和重建等措施。按照生态恢复的原则其优先次序应遵循“避让→减缓→补偿和重建”的顺序，能避让的尽量避让，对不能避让的情况则采取措施减缓，减缓不能生效的，就应有必要的补偿和重建方案。

#### 2) 避让措施

设计阶段通过优化线路设计，尽量避让已有的环境敏感区及成片林区，对未能避让的林区采用高跨的方式通过。

合理规划施工便道、牵引场地、材料堆放处等临时场地，合理划定施工范围和人员、车辆的行走路线，避免对施工范围之外的区域的植被造成碾压和破坏。在平原地带立塔时，可充分利用村村通道路及田间小道；在林区立塔时，可借用防护通道及其他检修道路。

#### 3) 减缓措施

强化对线路涉及的敏感区段的塔基优化工作。在山区路段，采用全方位高低腿杆塔，减少占地和土石方开挖。

塔基施工时应尽量保存塔基开挖处的熟化土和表层土，并将表层熟土和生土分开堆放，回填时应按照土层的顺序回填，松土、施肥，缩短植被恢复时间和增加恢复效果。

统筹规划施工布置，减少施工临时占地，并尽可能选择植被稀疏处，并禁止施工人员随意砍伐施工场地外的林木。

#### 4) 恢复措施

施工结束后对施工临时道路、牵张场、塔基施工临时占地等恢复原有土地功能。对塔基临时施工区、施工临时道路及时做好植被恢复工作，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

#### 5) 管理措施

本工程不可避免穿越饮用水水源地。施工前应印发环境保护手册，组织专业人员对施工人员进行环保宣传教育，生态敏感区内施工区域应明示保护对象及施工环保要求；施工期严格施工红线，严格行为规范，进行必要的管理监督，禁止破坏植被、影响地表水水质的情况发生。

## 10.5 环境管理与监测计划

项目建设单位宜设立环境管理机构，配备环境管理人员，制定环境保护管理制度，按照国家的环境保护法律、法规、标准等要求，开展施工期和运行期的环境管理工作。组织做好施工过程中的环境保护、环境监理、环保培训以及项目建成后的竣工环保验收等工作，负责运行过程中的环保设施的稳定运行和污染物的达标排放。

项目建设单位应按计划开展环境监测及调查工作，合成电场、工频电场、工频磁场及噪声在项目投运后结合竣工环保验收监测一次，并按要求开展运行阶段监测工作；生态环境调查可在换流站区域、输电线路沿线走廊内，在工程建设及运行前后，对土地利用、施工临时占地恢复、迹地恢复等情况进行调查。

## 10.6 政策、规划及相关法规的相符性分析

### 10.6.1 与国家产业政策的相符性分析

本工程是国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的“第一类鼓励类”中的“电力基础设施建设”类项目，符合国家产业政策。

### 10.6.2 与电网规划的相符性分析

本工程属于国家能源局提出的加快推进 12 项电力灵活互济工程规划建设工程之一（国能发电力〔2024〕49 号），被列为新增的提前储备类跨省区重点工程之一。因此，本工程建设与电力发展规划相符。

### 10.6.3 与涉及地区的相关规划相符性分析

本工程在选址、选线阶段，已充分征求所涉地区规划、自然资源等部门的意见，对路径进行了优化，避开了城镇发展区域，不影响当地城镇发展规划。本工程已取得工程所在地自然资源等规划部门对规划及选址、选线的原则同意意见。

### 10.6.4 与环境敏感区相关法律法规的相符性分析

#### 10.6.4.1 本工程穿越饮用水水源地与相关法律法规的相符性分析

根据《中华人民共和国水污染防治法》第五十九条和《重庆市水污染防治条例》第五十三条：“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”。本工程 35kV 站外电源线路自南向北走线，线路在綦江区永城镇、隆盛镇范围内走线时，穿越綦江区永城镇黄沙水库庆江供水工程水源地二级保护区，穿越长度约 4.8km，立塔约 16 基，运行期无污染物排放，符合法律部法规要求。

#### 10.6.4.2 本工程跨越生态保护红线与相关法律法规的相符性分析

渝黔换流站~红城 500kV 线路（贵州段）有 10 处零星跨越贵州省生态保护红线，成分散式跨越。根据设计提供的资料，该线路段不在生态保护红线内立塔，施工时非必要不在生态红线内设置临时占地，不会对生态功能造成破坏，符合自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局印发的《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）以及贵州省自然资源厅生态环境厅林业局《关于印发贵州省生态保护红线监管办法的通知（试行）》（黔自然资发〔2023〕4 号）的相关要求。

## 10.7 公众意见采纳情况

建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）开展了环境影响评价公众参与工作。未收到公众提出的与本工程环境影响和环境保护措施有关的建议和意见。

## 10.8 综合结论

渝黔背靠背联网工程的建设符合国家产业政策、符合当地城市规划和电网规划要求，站址和线路路径选择合理，对地区经济发展起到积极的促进作用。本工程选址选线与国家 and 地方相关法律法规相符，与工程所在地的城乡规划和其他相关规划不冲突。

本工程在设计、施工、运行过程中按照国家相关环境保护要求，分别采取了一系列的环境保护措施，使工程产生的电磁环境、声环境等影响符合国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。本工程的生态环境保护措施有效可行，可将工程施工带来的负面影响减轻到满足国家有关规定的要求。

因此，从环境影响的角度来看，本工程的建设是可行的。