



项目编码: 074904WS25030001

资质证号: A246000728

工程编号: WTS-S1025C

琼海 110kV 联先输变电新建工程 初步设计说明书 (线路部分)

(图号: WTS-S1025C-A0101-01)

海南威特建设科技有限公司

2026 年 2 月

琼海 110kV 联先输变电新建工程 初步设计说明书 (线路部分)

(图号: WTS-S1025C-A0101-01)

批准: 卢叶博

审核: 李光 张洪海

校核: 吴君 彭小江

编制: 陈子豪 古训贵

海南威特建设科技有限公司

2026 年 2 月

目 录

1 概述	1
1.1 设计依据	1
1.2 设计规模及范围	1
1.3 建设必要性	2
1.4 主要技术经济指标	4
1.5 设计遵循的规程规范及文件	5
1.6 执行可行性研究报告批复的情况	7
1.7 可研与初步设计的差异	8
2、电力系统接线	8
3 线路路径	9
3.1 出线规划及间隔布置	9
3.1.1 出线规划	9
3.1.2 间隔布置	9
3.2 线路路径	10
3.2.1 线路路径拟定原则	10
3.2.2 线路路径方案选择	11
3.3 自然条件及交通情况	30
3.4 青苗概述	31
3.5 地形地貌及地质水文条件	33
3.6 主要交叉跨越	37
3.7 路径协议	40
4、架空线部分	40
4.1 气象条件	40
4.1.1 气象条件设计依据	40
4.1.2 设计采用的气象条件	41

4.2	导线选择	44
4.3	地线选择原则	44
4.3.1	地线选择	44
4.3.2	短路热容量校验	45
4.3.3	OPGW 光缆单丝外径选择	46
4.4	导地线技术参数	46
4.4.1	导地线技术参数	46
4.4.2	OPGW 光缆技术参数	47
4.5	导线和地线最大允许使用应力	48
4.6	导线及光缆防振措施	48
4.7	绝缘配合	49
4.7.1	空气间隙	49
4.7.2	污秽等级	49
4.8	绝缘子串与金具	50
4.8.1	绝缘子串与金具安全系数	50
4.8.3	金具	55
4.9	防雷和接地	56
4.9.1	防雷保护	56
4.9.2	避雷器	56
4.9.3	接地	57
4.10	导线对地及交叉跨越距离	58
4.11	导线换位	59
4.12	杆塔设计	59
4.12.1	杆塔选择	59
4.12.2	杆塔防腐	62

4.12.3 杆塔材料	62
4.12.4 杆塔防盗防松	62
4.12.5 登塔（杆）措施和三牌	63
4.12.6 杆塔抗震设计	63
4.13 基础设计	64
4.13.1 基础形式	64
4.13.2 基础材料	64
4.13.3 基础防护	65
4.13.4 基础防腐措施	65
4.13.5 基础抗震	65
4.13.6 基础检测	65
4.14 机械化施工工程设想	66
4.14.1 本工程典型设备进场方式	66
4.14.2 典型地貌运输方式	67
4.14.3 典型场景修筑方案	68
4.14.4 机械化施工原则	68
4.14.5 机械化施工便道修建	69
4.14.6 环水保措施	72
5 通信部分	74
5.1 光缆通信方案	74
5.2 通信保护	76
5.2.1 设计原则	76
5.2.2 对通信线路的影响及其防护措施	76
6 智能输电线路	77

7 劳动安全	78
8 绿色低碳电网建设评价	79
8.1 概述	79
8.2 评价依据及评价等级	79
8.3.1 节地与土地利用	79
8.3.2 节能与能源利用	80
8.3.3 节材与材料利用	81
8.3.4 环境质量与环境保护	82
8.3.5 施工管理	84
8.3.6 评定说明	86
9 工程设计强条执行情况	87
9.1 工程设计强制性条文执行情况	87
10 施工组织设计纲要	96
10.1 工程概况	96
10.1.1 线路自然条件	96
10.1.2 导线型号及地线	97
10.1.3 地质概况	97
10.2 施工组织措施	97
10.2.1 施工单位确定	97
10.2.2 场地布置	97
10.2.3 施工阶段	98
10.3 施工综合进度	98
10.4 环境保护	99
10.5 保证施工安全的措施	99
10.5.1 安全生产方针	99

10.5.2 安全施工管理	99
10.6 保证工程质量的措施	99
10.7 降低工程成本措施	100
11 施工停电方案设想	100
12 样板点施工部分	103
12.1 施工设计依据	103
12.2 样板点执行情况	103
12.3 架空线样板点施工说明	108
12.3.1 基础	108
12.3.2 基础保护帽	108
12.3.3 弧垂控制	108
12.3.4 接地引下线	108
12.3.5 引流线	108
12.3.6 护坡	108
12.3.7 设备标识	108
12.3.8 环境保护	108
12.3.9 角钢铁塔分解组立	109
12.3.10 导地线展放	109
12.3.11 导、地线耐张管压接	109
12.3.12 导、地线接续管压接	109
12.3.13 绝缘子串安装	109
12.3.14 均压环、屏蔽环安装	109
12.3.15 地线悬垂金具安装	109
12.3.16 地线耐张金具安装	110
12.3.17 防振锤安装	110

12.3.18 光纤复合架空地线	110
13 “危大”工程和“超危大”工程的识别和管理基准技术措施	110
附件	

附件 1： 中标通知书。

附件 2： 《关于琼海 110kV 联先输变电新建工程可行性研究报告的批复》海南电网基建〔2024〕51 号。

附件 3： 《琼海市自然资源和规划局关于征求琼海联先 110 千伏输变电新建工程配套 110 千伏线路路径走廊意见的复函》海自然资函〔2023〕1998 号。

1 概述

1.1 设计依据

- 1) 本工程中标通知书
- 2) 《关于琼海 110kV 联先输变电新建工程可行性研究报告的批复》海南电网基建〔2024〕51 号
- 3) 《琼海市自然资源和规划局关于征求琼海联先 110 千伏输变电新建工程配套 110 千伏线路路径走廊意见的复函》海自然资函〔2023〕1998 号

1.2 设计规模及范围

根据接入系统,本期项目 110kV 联先变电站接入 3 回 110kV 线路,其中 1 回引接自 220kV 塔洋站,另 2 回就近 π 接 110kV 塔洋~铺仔线,形成 220kV 塔洋站 \approx 110kV 联先站 \sim 110kV 铺仔站 \approx 220kV 朝阳站的接线形式。线路概况如下:

1、新建塔洋至联先线路:由 220kV 塔洋站出线 1 回 110kV 线路至 110kV 联先站。新建单回架空线路路径长约 $1\times 7.9\text{km}$,导线选用 JL/LB20A-300/40mm² 铝包钢芯铝绞线。

2、 π 接 110kV 塔洋~铺仔线线路:将 110kV 塔洋~铺仔线原#59~#60 段解口,新建两回 110kV 线路至 110kV 联先站。新建线路路径长 2.78km,其中双回架空线路长 $2\times 2.75\text{km}$,单回架空线路长 $1\times 0.03\text{km}$,导线选用 JL/LB20A-300/40mm² 铝包钢芯铝绞线。

3、为了满足通信防雷要求,①随 110kV 塔洋至联先线路新建 1 回 48 芯 OPGW 光缆和 1 根普通地线 JLB27-100,路径长约 7.9km。②

随联先站 π 接 110kV 塔洋～铺仔线线路新建 48 芯 OPGW 光缆，路径长约 2.78km，其中双回路架设 2 回 48 芯 OPGW 光缆 2×2.75 km，单回路分别架设 1 根 48 芯 OPGW 光缆和 1 根普通地线 JLB27-100 共 1×0.03 km。

本工程设计范围为以上新建工程的本体设计、光缆设计、通信保护设计及概算部分。

1.3 建设必要性

1) 满足供电区域负荷增长的需要，保障区域发展建设

根据电网现状与规划，琼海嘉积城区现有的 3 座 110kV 变电站，总容量为 251.5MVA，在建的 110kV 铺仔变电站，可新增供电容量 126MVA。届时嘉积城区共有 4 座 110kV 变电站，总容量达到 377.5MVA。

近期，琼海嘉积城区用电需求增长迅速，原有的 3 个变电站负载率偏高，已影响供电运行安全。其中 110kV 泮水站的负载率达到 87.6%，已重载，嘉积站和银海站的负载率将近 70%，主变无法满足“N-1”安全运行校验。随着嘉积城区东北地区的开发建设，联先站供电区域的负荷将有较大增长，根据联先站近区电力平衡结果，若不建设联先站，2028 年后联先站近区容载比均小于 1.8，低于规划导则下限规定。因此，需新增变电站，转移部分负荷，缓解周边 110kV 变电站供电压力。

琼海 110kV 联先站输变电新建工程，将满足琼海嘉积城区近期供电负荷增长与安全运行需求，满足城区东部片区新增用电需求，保障区域快速发展建设。

2) 完善 10kV 网架结构，缩短供电半径，提高供电质量，降低损耗

琼海嘉积城区内变电站点偏少，北部片区只有 110kV 泮水站，且已经重载，不能满足主变“N-1”，无法满足供电可靠性需求。嘉积城区的其余两座 110kV 变电站，负载率偏高，也无法满足城区负荷增长需求。

联先站的投产将为嘉积城区提供一个强有力的电源支撑，可以对周边负荷就近供电，缩短供电距离。同时，从联先站出线的 10kV 线路可以优化嘉积城区的 10kV 网架结构，提高供电可靠性。提高电压质量，减少线路电能损耗，提高电网运行的经济性。提升配电网供电可靠性，降低用户停电时间，优化区域电力营商环境。

3) 土地资源紧缺，提早布局促进当地经济发展

联先村位于琼海市嘉积镇东部。根据片区规划功能定位，琼海市以建设海南东部中心城市为总抓手，打造成集高端商务办公、智慧商贸物流、公共生活服务配套等为一体的海南东部中心城市综合型新区。联先站位于琼海市的塔洋创新集聚区，其供电范围可辐射至站前片区。随着该地区建设有序推进，土地资源逐渐紧缺，该区域负荷逐步增长，周边变电站将难以满足负荷增长需求，尽早开展联先站建设的前期可研工作，可减少后期规划报建、环评过程中出现的不利因素，促进当地的经济发展。

4) 符合电网规划建设目标

根据《琼海市“十四五”配电网规划修编》中相关结论，满足市

区负荷发展需求，为泮水站、嘉积站、银海站、铺仔站（在建）分担部分负荷，从而降低市区各站的负载率，满足“N-1”需求，同时减少 10kV 线路长距离交叉供电，拟新建 110kV 联先变电站。

综上所述，拟建 110kV 联先变电站位于琼海市嘉积城区东部，主要供电范围为嘉积城区的塔洋创新集聚区及远期拓展空间，该片区内现有变电站容量不足，无法满足新增电力需求，致使该区内供电网架薄弱，供电可靠度低，停电时间长，无法匹配该片区发展定位水准。为了满足嘉积城区负荷发展需求，提升嘉积城区供电可靠性，提高区域基础设施智能化水平，降低电网停电时间、优化区域营商环境，建设琼海 110kV 联先输变电新建工程是十分必要。

1.4 主要技术经济指标

1) 工程概况见下表

表 1.4-1

工程概况

项目名称	琼海110kV联先输变电新建工程	
线路	新建塔洋至联先线路	π 接线路
线路起讫点	起于220kV塔洋站，止于110kV联先站	起于为 π 接点110kV塔洋~铺仔线原59#/AN0塔，止于110kV联先站
建设规模	新建线路路径长度约7.9km，其中新建单回架空线路长1×7.9km	新建线路路径长2.78km，其中双回架空线路长2×2.75km，单回架空线路长1×0.03km
导线型号	JL/LB20A-300/40型铝包钢芯铝绞线	
地线型号	沿线架设1回48芯OPGW光缆和1根普通地线JLB27-100，路径长约7.9km	沿 π 接线路新建48芯OPGW光缆，路径长约2.78km，其中双回路架设2回48芯OPGW光缆2×2.75km，单回路分别架设1根48芯OPGW光缆和1根普通地线JLB27-100共1×0.03km
杆塔数量	新建铁塔28基，其中双回路耐张塔3基，单回路耐张塔9基，单回路直线塔16基	新建铁塔12基，其中双回路耐张塔6基，双回路直线塔6基
设计基本风速	37m/s，按50年一遇气象重现期考虑	
航空距离	6.81km	1.7km
曲折系数	1.16	1.59
地形	平地100%	

2) 主要材料指标见下表

表 1.4-2

主要材料指标表

序号	名称		单位	总耗量	每千米单位耗量	备注
1	导线JL/LB20A-300/40		吨	45.92	3.42	13.43
2	地线JLB27-100		吨	5.29	0.67	
3	光缆OPGW-48B1-100		km	15.79	1.18	
4	玻璃绝缘子U100BP/146D		片	1200	89.35	
5	FXBW4-110/100-B		支	36	2.68	
6	FXBW4-110/100-F		支	354	26.36	
7	FFP-110/100-0.3		支	18	1.34	
8	FFP-110/100-0.4		支	68	5.06	
9	铁塔钢材		吨	534.75	39.82	
10	基础钢材HRB400、HPB300		吨	185.94	13.85	
11	基础混凝土	C30级	m ³	255.88	19.05	
12	基础混凝土	C25级	m ³	1985.92	147.87	
13	保护帽混凝土	C15级	m ³	316.76	23.59	

1.5 设计遵循的规程规范及文件

- 1) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）
- 2) 《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB50233-2014）
- 3) 《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》（DL/T 5033-2023）
- 4) 《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T5154-2012）
- 5) 《架空输电线路基础设计规程》（DL/T 5219-2023）
- 6) 《光纤复合架空地线（OPGW）用预绞丝金具技术条件和试验方法》

(DL/T 766-2013)

7) 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB/T 50064-2014)

8) 《数字输电线路装备技术导则》办生技函〔2022〕9 号附件 16

9) 《南方电网公司关于海南沿海电网差异化建设标准的批复》南方电网计[2019]20 号

10) 《南方电网公司输电线路防风设计技术规范》(Q/CSG 1201011-2025)

11) 《关于印发 2018 年沿海输配电线路防风加固技术监督发现问题及整改要求的通知》生计 [2018]80 号

12) 《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065-2011)

13) 《架空输电线路外绝缘配置技术导则》(DL/T 1122-2009)

14) 《架空输电线路防雷技术导则》(Q/CSG 1107002-2025)

15) 《关于发布中国南方电网公司绿色低碳电网建设标准等成果的通知》

16) 《关于印发〈南方电网输配电线路交叉跨越专项反事故措施〉的通知》(2017 年)

17) 《南方电网公司反事故措施(2025 版)》

18) 《南方电网公司输电线路树障防控工作导则》(2022 版)

19) 《架空输电线路荷载规范》(DL/T 5551-2018)

20) 《架空输电线路电气设计规程》(DL/T 5582-2020)

21) 海南电网生技【2023】32 号文《关于印发海南电网有限责任公司

输电线路绝缘子选型指导意见（2023 年版）的通知》

22) 海南电网公司架空输电线路防雷技术指导意见（2025 版）办生技函〔2025〕55 号

23) 南方电网公司架空输电线路机械化施工设计指导手册（试行版）办输配电函〔2025〕64 号

1.6 执行可行性研究报告批复的情况

1、线路路径：同意可研报告推荐并经琼海市自然资源和规划局批复的路径方案。

回复：按意见执行，路径与可研一致。

2、架空线杆塔：110kV 新建杆塔选用新设计 1C2Wa、1C1Wa 模块塔型。

回复：根据《中国南方电网公司 110kV~500kV 输电线路杆塔标准设计 V3.0》进行杆塔选型，调整为采用 1C2WE、1C1WC 塔型。

3、导地线型号：架空导线采用 $1 \times \text{JL/LB20A-300/40}$ 铝包钢芯铝绞线。

回复：按可研批复执行, 110kV 架空导线采用 JL/LB20A-300/40 铝包钢芯铝绞线。

4、气象条件：按基本风速 37m/s 设计，全线覆冰厚度按 0mm 设计。

回复：按可研批复执行，基本风速为 37m/s、覆冰厚度为 0mm。

5、污秽等级：线路全线按 e 级污区配置相应等级外绝缘。

回复：按可研批复执行，本工程污秽等级全线按照 e 级污秽等级

配置外绝缘。

6、绝缘子形式：110kV 新建架空线路高绝缘侧悬垂、耐张串采用双联 FXBW4-110/100-F 型复合绝缘子，跳线串 FFP-110/100-0.4 型固定防风偏复合绝缘子；正常绝缘侧悬垂、耐张串采用双联 FXBW4-110/100-B 型复合绝缘子，跳线串 FFP-110/100-0.3 型固定防风偏复合绝缘子。

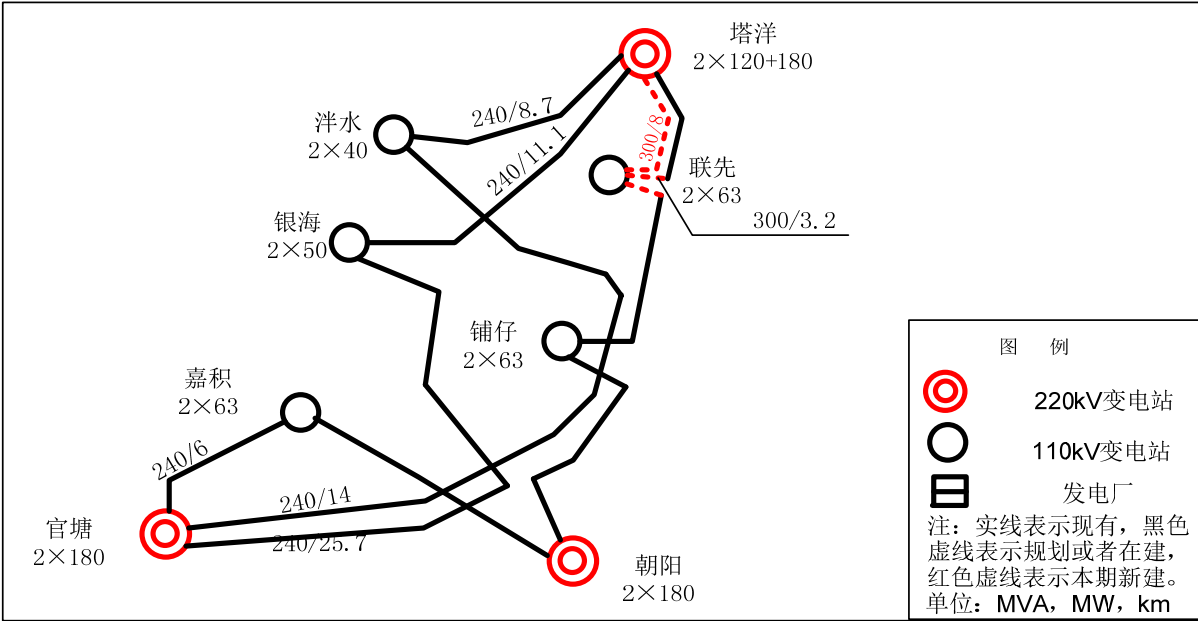
回复：本期线路悬垂串绝缘子选用复合绝缘子；耐张串绝缘子位于水田、耕地区域的选用复合绝缘子，其他区域选用玻璃绝缘子。杆塔跳线串均选用固定防风偏绝缘子。

1.7 可研与初步设计的差异

- 1、根据通信专业要求， π 接段 OPGW 光缆由 24 芯调整为 48 芯。
- 2、根据业主要求，取消配套 10kV 接入部分。

2、电力系统接线

根据本工程可研及其批复，本期项目 110kV 联先变电站接入 3 回 110kV 线路，其中 1 回引接自 220kV 塔洋站，另 2 回就近 π 接 110kV 塔洋～铺仔线，形成 220kV 塔洋站 \approx 110kV 联先站 \sim 110kV 铺仔站 \approx 220kV 朝阳站的接线形式。系统接线图如下：



3 线路路径

3.1 出线规划及间隔布置

3.1.1 出线规划

110kV 联先站 110kV 终期出线规划为 6 回（4 回架空+2 回电缆），其中 4 回采用架空出线，2 回采用电缆出线。本期架空出线 3 回（铺联线、塔联 I 线、塔联 II 线），备用 3 回。

3.1.2 间隔布置

1、110kV 联先站本期 110kV 间隔布置如图 3.1-1 所示，面向联先站 110kV 出线侧从左到右分别为备用 1、铺联（本期出线）、塔联 I（本期出线）、备用 2、塔联 II（本期出线）、备用 3 间隔。

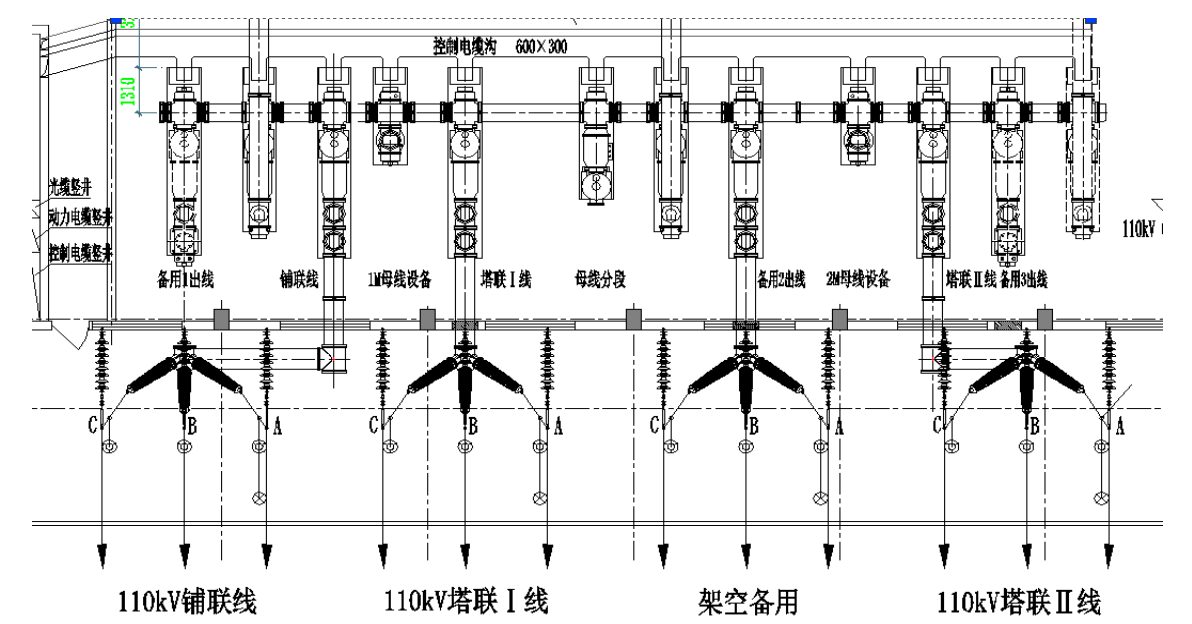


图 3.1-1 110kV 联先站 110kV 间隔布置图

2、本期自 220kV 塔洋站引接线路（塔联 II 线）占用塔洋站#2 预留间隔； π 接塔洋～铺仔线原两侧变电站（塔洋站、铺仔站）间隔保持不变。220kV 塔洋站间隔布置如下图 3.1-2 所示，面向塔洋站 110kV 出线侧从左到右分别为沐塔、备用 2（塔联 II）、塔洋～铺仔（ π 接线路）、塔洋、塔银、塔潭福 I、塔潭福 II、裕塔、京塔、洋林、塔东乙、塔东甲。

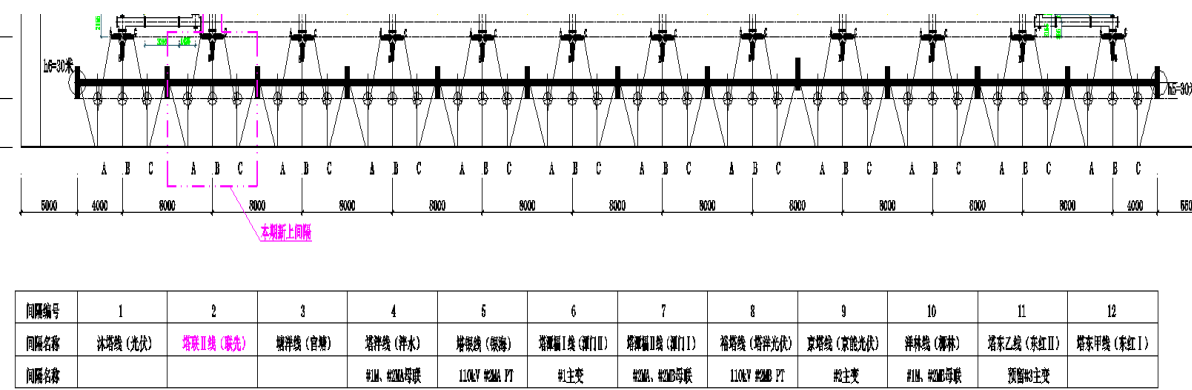


图 3.1-2 220kV 塔洋站 110kV 间隔布置图

3.2 线路路径

3.2.1 线路路径拟定原则

1、避让军事设施、城市、镇区及其已规划区，减少对规划区的影响。

2、避开大的村庄及密集的民房，尽量避让工厂，砖瓦厂及加油站等。

3、注重环境保护，避让文物及古迹保护单位。

4、路径方案应技术可行，经济合理。

5、路径方案尽可能结合电网发展规划的需要。

6、乡镇工业发达地区，在线路通道允许时，新建线路尽量平行原有线路或公路走，减少线路通道，提高土地利用率。

7、尽量减少电力线路之间的交叉跨越。

8、线路路径应与规划相协调，减轻对规划区周边用地的影响。

9、充分考虑沿线地质、地形条件对线路可靠性及经济性的影响，做到经济合理，安全适用。

10、综合协调线路路径与沿线已建线路、规划线路以及其它设施的矛盾，统筹考虑线路路径方案。

11、避开基本农田，当无法避开时尽量减少基本农田的占用。

3.2.2 线路路径方案选择

3.2.2.1 塔洋站至联先站路径

本方案线路地势平坦，村庄密集，沿线以林地为主，零星分散有少量基本农田，主要种植有槟榔、石榴、水稻及少量的橡胶、香蕉等经济作物。经我司设计人员多次现场勘测，并对勘测路径进行多方比选后，初步拟定以下路径方案，具体路径走向如下：

1) 线路路径走向

线路自 220kV 塔洋站 110kV 第二个间隔（由南向北）引出，架设至 110kV 塔洋～铺仔线原 96#双回路塔预留单侧挂线，后在站外菠萝地设转角 JN2（组立在 110kV 塔洋～铺仔线线下，一侧挂接原塔洋～铺仔线，一侧挂接本期线路），避开通信塔及 110kV 沐塔线后向南架设，由后亮村、先亮村东侧鱼塘及槟榔园穿过至 110kV 塔洋～铺仔线 #90 塔北侧设转角 JN7；右转后向西走线，经上截山村南侧水泥路边设转角 JN9，避开村庄、烈士陵园及村庄保护林后架设至珍寨村西侧十字路口附近设转角 JN15；线路左转后沿水利沟向南架设，跨越 X349 县道、35kV 泮长线至田浩村与塔洋镇间路边设转角 JN20，然后右转平行 110kV 塔银/塔泮线架设（在塔银/塔泮线#23 塔附近穿越该双回路）至 S201 省道北侧水利沟边设转角 JN27，左转跨越 S201 省道后设转角 JN28，右转跨越规划路及塔洋河后接至联先站（JN28-JN29 段考虑为变电站远期架空出线预留通道，该段按双回路设计（单回架设）。线路路径长 7.9km，其中单回架空线路 7.9km。

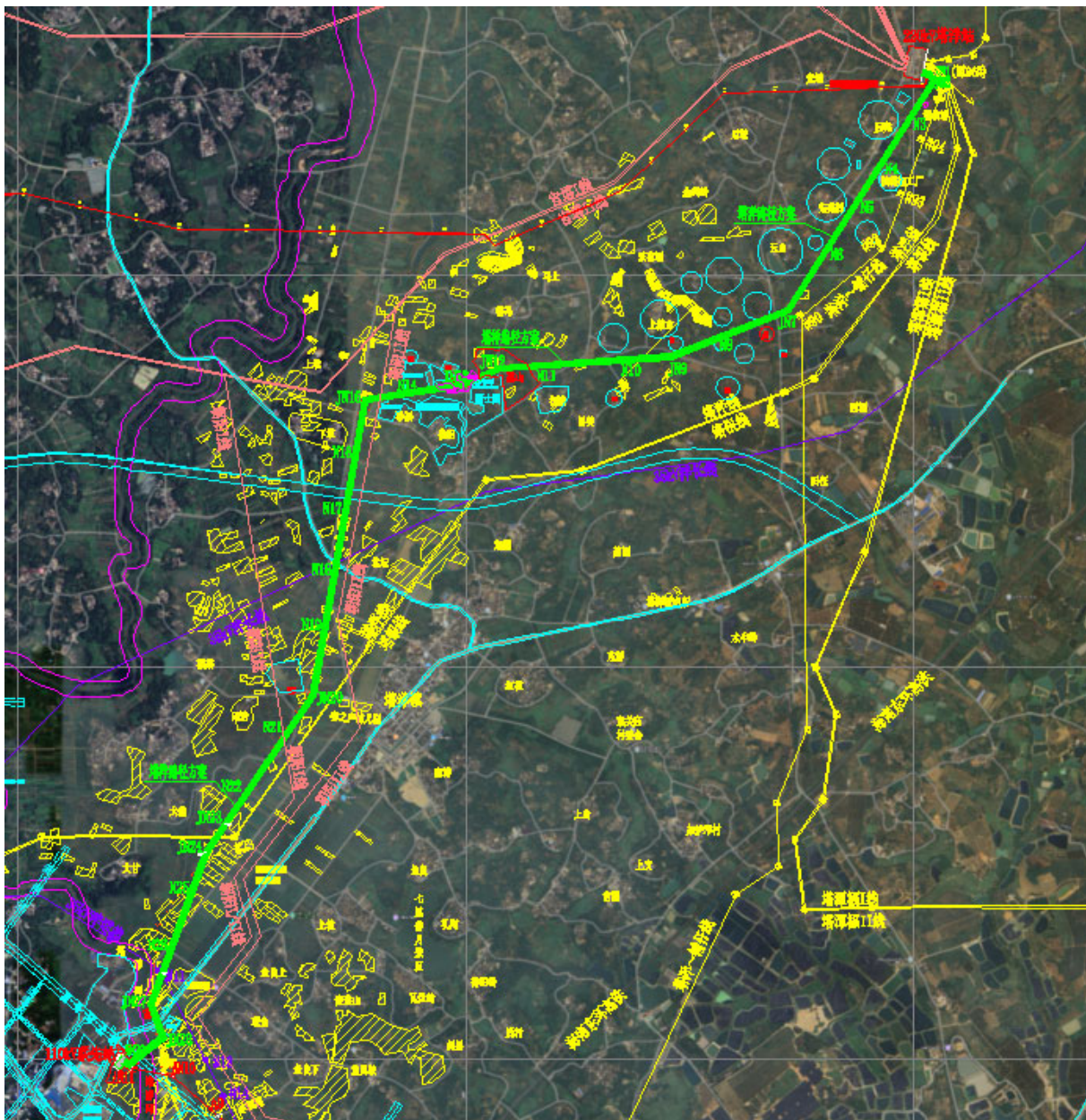


图 3.2-1 自塔洋引接段路径走向图

2) 通道情况

(1) JN0-JN1-JN2段：按双回铁塔单侧挂线设计（一侧挂接原塔洋～铺仔线，一侧挂接本期线路），长约0.1km。沿线为林地，有村路可到达，经济作物为菠萝。



图 3.2-2 JN0-JN1-JN2 段路径走廊

(2) JN2-JN7段：此段按单回架空线设计，长约1.45km。沿线为林地，分布有鱼塘，有乡村道路及机耕路到达，走廊开阔。沿线经济作物以槟榔、胡椒为主。





图 3.2-3 JN2-JN7 段路径走廊

(3) JN7-JN9段：此段按单回架空线设计，长约0.7km。沿线为林地，有乡村道路及机耕路到达，主要经济作物以胡椒、槟榔、椰子为主。





图 3.2-4 JN7-JN9 段路径走廊

(4) JN9-JN13段：此段按单回架空线设计，长约1.2km。沿线为林地，有乡村道路及机耕路到达，主要经济作物以椰子、槟榔、石榴为主。





图 3.2-5 JN9-JN13 段路径走廊

(5) JN13-JN15段：此段按单回架空线设计，长约0.52km。沿线为林地，有乡村道路及机耕路到达，主要经济作物以槟榔、石榴为主。





图 3.2-6 JN13-JN15 段路径走廊

(6) JN15-JN20段：按单回架空线设计，长约1.67km。沿线分布零星基本农田，有乡村道路及机耕路到达，走廊开阔。沿线经济作物以香蕉、槟榔、石榴为主。





图 3.2-7 JN15-JN20 段路径走廊

(7) JN20-JN24 段：按单回架空线设计，长约 1.6km。沿线分布

零星基本农田，有乡村道路及机耕路到达，走廊开阔。沿线经济作物以香蕉、槟榔、菜地为主。



图 3.2-8 JN20-JN24 段路径走廊

(8) JN24-JN29 段：JN24-JN28 段按单回架空线设计，长约

1.05km；JN28-JN29 按双回架空线设计(单回架设, 预留一回)，长约 0.25km。线路沿线主要为基本农田，有乡村道路及机耕路到达，走廊开阔。沿线经济作物以槟榔、水田为主。



图 3.2-9 JN24-JN29 段路径走廊

3.2.2.2 π 接 110kV 塔洋～铺仔线线路路径

1、 π 接线路基本情况

根据推荐的接入系统方案，本期将 110kV 塔洋～铺仔线解口 π 接入 110kV 联先变电站。110kV 塔洋～铺仔线起于 220kV 官塘站，止于 220kV 塔洋站，导线截面为 240mm^2 ，双地线，一根为 24 芯 OPGW 复合光纤，另一根为 JLB23-50。线路按单/双回路设计，其中#90-#96 为双回路设计单回路架设，#1-#59 与塔洋线同塔双回架设，其他段为单回路设计单回路架设。

2、 π 接点选择及路径方案

2.1 π 接点选择

110kV 塔洋～铺仔线位于联先站址南侧，由西南向东北方向走线。经现场勘察，110kV 塔洋～铺仔线#20 塔～#56 塔、#62 塔～#79 塔位于东环高铁东侧，与拟选联先站址间隔高铁，受 110kV 塔洋～铺仔线跨越东环高铁的影响，本次 π 接点位置唯一，拟由塔洋～铺仔线#59-#60 段改接。

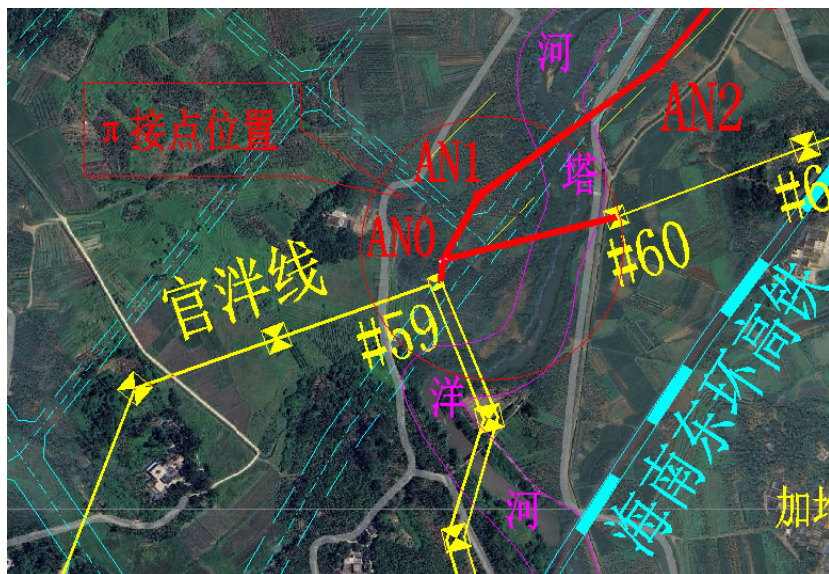


图 3.2-10 π 接点地理位置图

2.2 π 接点概况及路径方案

1) π 接点为塔洋～铺仔线#59 塔-#60 塔间

塔洋～铺仔线#59 塔呼高 15m，杆塔位于村路边的槟榔地内；#60 塔呼高 15m，杆塔位于村路边的水田内。塔洋～铺仔线#59-#60 段为独立耐张段，地势平坦开阔，有利于线路改接立塔、施工。本次拟在塔洋～铺仔线原#59 塔北侧约 30 米新立 1 基双回耐张塔，将 110kV 塔洋～铺仔线自#59、#60 解口后 π 接入联先变电站。



图 3.2-11 塔洋～铺仔线#59、#60 塔



图 3.2-12 π 接点位置及改接示意图

2) 线路路径走向

因联先站与 π 接点（塔洋～铺仔线#59-#60）之间村庄密集，途径区域多为基本农田，且该区域已划分为规划区，为了降低线路对规划区开发建设的影响，本次 π 接段的线路需沿规划片区规划路网外围走线，线路路径方案唯一。具体路径走向如下：

在 110kV 塔洋～铺仔线原#60 段北侧新增一基双回耐张塔 AN0，将 110kV 塔洋～铺仔线原#59～#60 段解口架设至 AN0，后右转经 AN1 塔跨过塔洋河后在其东侧设转角 AN2，左小转沿规划路向北架设至墩上村西侧规划路边设转角 AN6，然后左转沿着规划路向西架设至水泥路边设转角 AN10，继续左转跨越规划路及塔洋河后接至联先站。线路路径长 2.78km，其中双回架空线路 2.75km，单回架空线路 0.03km。

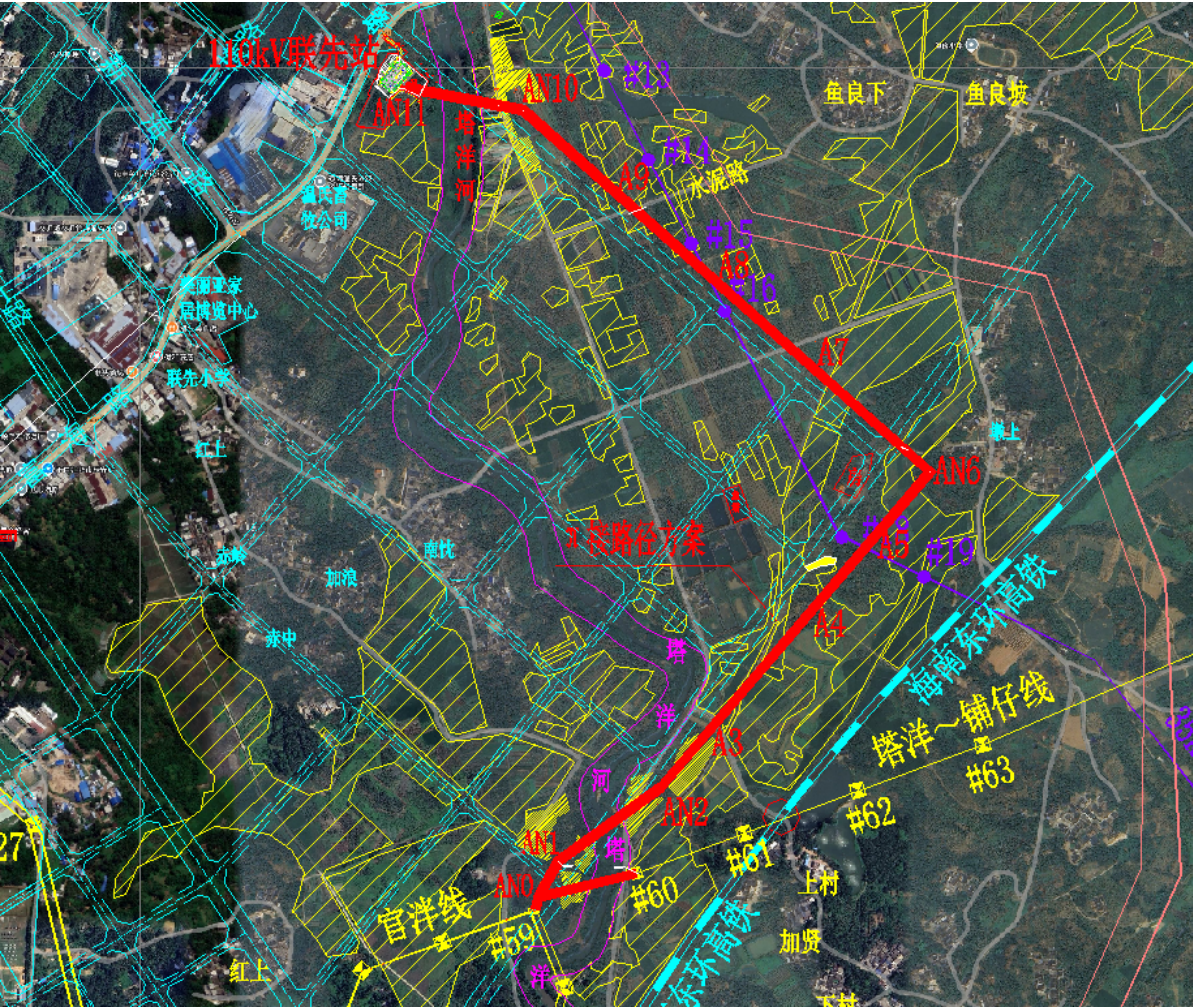


图 3.2-13 π 接方案路径走向图

3) 通道情况

(1) AN0-AN1-AN2 段：按双回架空线设计，长约 0.35km。线路跨越塔洋河，途径基本农田，均有机耕路、乡村道路到达，运输方便，走廊开阔。沿线经济作物以槟榔、椰子、水田为主。



图 3.2-14 AN0-AN1-AN2 段路径走廊

(2) AN2-AN6 段：按双回架空线设计，长约 0.9km。沿规划路架设，以基本农田为主，地势平缓开阔，均有机耕路、乡村道路到达，运输方便，有利于线路架设。线路杆塔布设均已避开基本农田。沿线经济作物以椰子、槟榔、水稻为主。



图 3.2-15 AN2-AN6 段路径走廊

(3) AN6-AN11 段：按双回架空线设计，长约 1.45km。沿规划路架设，以基本农田为主，地势平缓开阔，均有机耕路、乡村道路到达，运输方便，有利于线路架设。线路杆塔布设均已避开基本农田。沿线经济作物以槟榔、水稻、菜地为主。





图 3.2-16 AN6-AN11 段路径走廊

3.3 自然条件及交通情况

本次新建线路位于琼海市嘉积镇、塔洋镇附近，线路沿线有省道、

县道、乡村道路及机耕路到达，线路交通条件良好，能为大件材料提供较为便利的运输条件。二次汽车运距 5.5km，人力运距 0.1km。



图 3.2-17 线路沿线的县道、乡村路、机耕路

3.4 青苗概述

本工程线路沿线以槟榔为主，并分布椰子、香蕉、胡椒、菜地等。根据《南方电网公司输电线路树障防控工作导则（2022 版）》、海南地区工程经验并参考其他设计院的取值，本工程橡胶、椰子、槟树种自然生长高度分别按 25m、25m、20m 计。本项目跨越林区按高跨设计，设计跨越、砍伐青苗原则如下：

1) 线路经过林区原则上采用高塔跨越设计（以树木自然生长高度跨越），不再按完全砍伐线路通道设计，做到绿色环保。应按《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》、《南方电网公司输电线路树障防控工作导则（2022 版）》规定，档中导线对树木(考虑自然生长高度)的最小垂直距离不小于 4m 考虑、最大风偏情况边导线与树木之间的最小净空距离不小于 3.5m。

2) 按跨越设计时，本工程考虑采用无人机等较成熟施工方法来展放牵引线，不再砍伐放线通道。

3) 无法跨越情况一般发生穿越处、转角塔附近或少量特别高大树木或因地形限制难以跨越处。对于个别无法跨越树木段,设计按在最大计算风偏情况下,导线满足对树木的电气距离来确定砍伐宽度,根据本工程实际情况,按以上原则确定砍伐宽度时,本工程新建单/双回路塔段线路砍伐宽度为铁塔两侧横担长度 $8\text{m}+2\times(\text{风偏}+\text{安全距离 } 3.5\text{m})$ 宽来砍伐线路通道宽度。

4) 铁塔塔基施工占地按《南方电网公司架空输电线路机械化施工设计指导手册(试行版)》执行,其中永久占地为(铁塔基础根开+立柱宽度+2m)²,临时占地平地为(铁塔基础根开+15m)²,并根据上述面积、青苗种类计算每基塔的青苗赔偿费用。塔位临时占地(施工作业面)内青苗损坏赔偿费用包含基础施工(含堆土)及杆塔组立时青苗赔偿费用。

5) 塔基施工便道根据施工便道宽度按实统计青苗量,110kV 部分按 3.5m 宽计列。

6) 结合本工程线路长度、沿线地形地貌及施工条件,本次暂按 9 个牵张场设置。牵张场占地按《南方电网公司架空输电线路机械化施工设计指导手册(试行版)》执行,其中 110kV 牵引场临时占地约为 $20\text{m}\times 15\text{m}/\text{个}$,张力场临时占地约为 $25\text{m}\times 20\text{m}/\text{个}$,牵张场临时用地面积含牵张力机及展放作业面临时用地、导地线线盘安放临时用地、起吊机械等临时用地。

本工程具体青赔量详见青苗统计表中的统计。

3.5 地形地貌及地质水文条件

3.5.1 工程地质条件

1、地形地貌

拟建场地地貌单元主要为花岗岩剥蚀丘陵地貌单元。拟建场地位于琼海市嘉积镇 东北侧，拟建场地周边植被为经济型作物。

2、区域地质稳定性

距离拟建线路最近处断裂带为王五~文教断裂，该断裂带为早中更新世断层，此断裂带距离拟建场地约7.5km，对拟建场地影响不大。

3、地震动参数

根据区域地质资料，拟建场址区无全新活动断裂经过，场地稳定性较好。根据2015年 版《中国地震动参数区划图》结合《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010) (2016版) 的规定，本工程所在区域抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度值为0.10g；地震动反应谱特征周期为0.40s，设计地震分组为第二组。

根据《电力设施抗震设计规范》(GB50260-2013)，本工程属一般电力设施，工程抗震 设防分类属标准设防类(丙类)。

4、沿线地基岩土构成及特性

场地岩土体的工程地质分层主要根据岩土类别、成因、状态或密实度、含有物、风化程度等划分。

根据前期收集的勘探资料及本次沿线地质调查与现场岩土工程勘测情况，本线路工程经过地区地层从上至下可分为3层，分别为杂填土(Q4m1)、砂质粘性土(Qe1)、强风化 花岗岩，具体描述如下：

①杂填土（Q4 m1）：灰褐色，湿，松散，土质不均匀，主要由砂土及少量粘性土组成，顶部见少量植物根系。

②砂质粘性土：（Qe1）：黄色，褐黄色，呈可塑状态，含中细砂颗粒，局部含少量砾砂，黏性一般，切面稍有光泽，干强度中等，韧性中等，无摇晃反应。

③强风化花岗岩：黄色，褐黄色，呈强风化状态，岩石风化剧烈，岩芯呈半岩半土状态。

本线路工程岩土层设计参数推荐值系根据《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)、《建筑地基基础设计规范》(DBJ15-31-2016)、并结合工程建设经验综合提出，岩土层的主要物理力学性质指标推荐值见表3.5-1。各塔位岩土层主要设计参数推荐值详见附件：《岩土工程勘测成果一览表》。

表 3.5.1 地基岩土层物理力学指标一览表

岩土层的主要物理力学性质指标							钻(挖)孔桩		桩侧土的侧向比例系数	
岩土层名称	天然重度	饱和度	粘聚力标准值	内摩擦角标准	计算上拔角	承载力特征值	极限摩阻力标准值	极限端阻力标准值		
	γ	Sr	Ck	Φ	a	fak	qSK	qPK		
	(kN/m3)	(%)	(kPa)	k (°)	(°)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	m (MN/m4)	
									6mm	10mm
①杂填土(松散)	17.5	—	—	12	10	—	—	—	—	—
②砂质粘性土(可塑)	17.5	95	14	15	20	140	65	500	14	6
③花岗岩(强风化)	21	—	60	28	25	500	160	2600	33	14

4、水文地质条件及水、土水化学特征

按含水层性质分类，线路沿线的地下水为孔隙性潜水。赋存于残

积成因砂质粘性土 层中。

地下水主要接受大气降水补给，排泄途径主要为大气蒸发以及向低洼、沟谷等处渗透排泄。

地下水位动态常有季节性和多年的周期性变化，地下水位受自然因素(气候、地质 和水文地质条件等)和人为因素(开采地下水、回灌等)的影响。雨季地下水上升、旱季 地下水下降。

按本次勘测成果，地下水水位埋深为 1.0~2.2m，水位变化受季节变化影响变幅 1.0~2.0m，场地地下水水位埋深较浅，对基坑开挖有一定影响，如遇地下水，建议采用 明沟结合集水坑抽排。

根据地区经验结合邻近勘察报告，沿线塔基的地下水和地下水位以上的土对建筑材料腐蚀性综合评价为：

沿线塔基地下水对混凝土结构具微腐蚀性；地下水对钢筋混凝土结构中钢筋在干湿 交替和长期浸水条件下均具微腐蚀性。地下水位以上的土对混凝土结构和对钢筋混凝土 结构中的钢筋均具微腐蚀性。

5、不良地质作用评价

本次勘测未发现滑坡、危岩、崩塌、采空区、地面沉降及影响场地稳定性的活动断裂等不良地质作用。

6、结论与建议

(1) 根据区域地质资料，拟建场址区无全新活动断裂经过，场地稳定性较好。根据2015年版《中国地震动参数区划图》结合《建筑抗震设计标准》(GB 50011—2010) (2024版) 的规定，本工程所在

区域抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度值为 $0.10g$ ；地震动反应谱特征周期为 $0.40s$ ，设计地震分组为第二组。

根据《电力设施抗震设计规范》（GB50260-2013），本工程属一般电力设施，工程抗震设防分类属标准设防类(丙类)。

(2) 拟建场地地貌单元为花岗岩剥蚀丘陵地貌单元。该地段地层较简单。地层为残积成因砂质粘性土。表层分布有人工成因杂填土层。

(3) 线路沿线第四系覆盖层有人工成因杂填土，残积成因砂质粘性土等。

(4) 路沿线的地下水为孔隙性潜水。

(5) 沿线塔基勘测期间，地下水水位埋深为 $2.0\sim 3.2m$ ，水位变化受季节变化影响变幅 $1.0\sim 2.0m$ ，场地地下水水位埋深较深，对基坑开挖影响不大，如遇地下水，建议采用明沟结合集水坑抽排。

(6) 地下水对混凝土结构具微腐蚀性；地下水对钢筋混凝土结构中钢筋在干湿交替和长期浸水条件下均具微腐蚀性；塔基地下水位以上的土对混凝土结构和对钢筋混凝土结构中的钢筋均具微腐蚀性。

(7) 本次勘测未发现滑坡、危岩、崩塌、采空区、地面沉降及影响场地稳定性的活动断裂等不良地质作用。

(8) 根据现场工程地质条件，建议采用天然地基，基础形式选用大板基础，必要时地基处理或加大基础结构。基坑排水可采取明沟结合抽排方式进行。

(10) 地下水位的变化随季节性气候变化，勘测期间所测得的地下水位可能与施工期间的地下水位有所不同。

(11) 建议加强地质工代工作，在施工过程中，若发现现场地质情况与本报告出入较大时应及时反馈给设计、勘测单位，以便能尽快到现场检验及处理。

3.6 主要交叉跨越

1) 本次新建线路主要交叉跨越如下表：

表 3.6-1 主要交叉跨越表

序号	跨越物	次数	备注
1	规划路	6	架空跨越
2	水泥村路	23	架空跨越
3	省道 S201	1	架空跨越
4	县道 S201	1	架空跨越
5	塔洋河	3	架空跨越
6	220kV 电力线	2	架空穿越带电
7	110kV 电力线	1	架空穿越带电
8	35kV 电力线	4	架空跨越停电
9	10kV 电力线	11	架空跨越带电
10	0.4kV 电力线	6	架空跨越带电
11	通信线	7	架空跨越带电
12	沟渠	11	架空跨越
13	鱼塘	4	架空跨越

2) 交叉跨越情况

1) N17~N18 段跨越 35kV 洋长线：跨越处洋长线地线高约 24m，本次按跨越设计，跨越处下导线与洋长线地线垂距约 7.13m，满足跨越要求，洋长线停电施工。

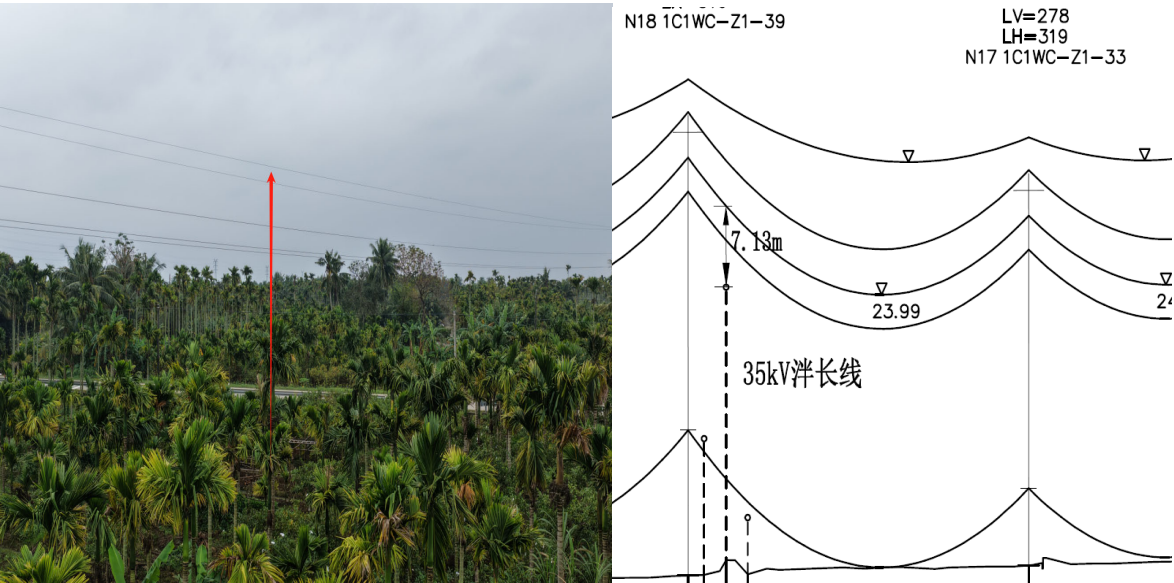


图 3.6-1 N17~N18 段跨越 35kV 泮长线现场情况及断面图

2) JN23~JN24 段穿越 110kV 塔泮/塔银线：穿越处塔泮/塔银线下导线线高约 21m，本次按穿越设计，穿越处上地线线与塔泮/塔银线下导线垂距约 4.51m，满足跨越要求，塔泮/塔银线不停电施工。

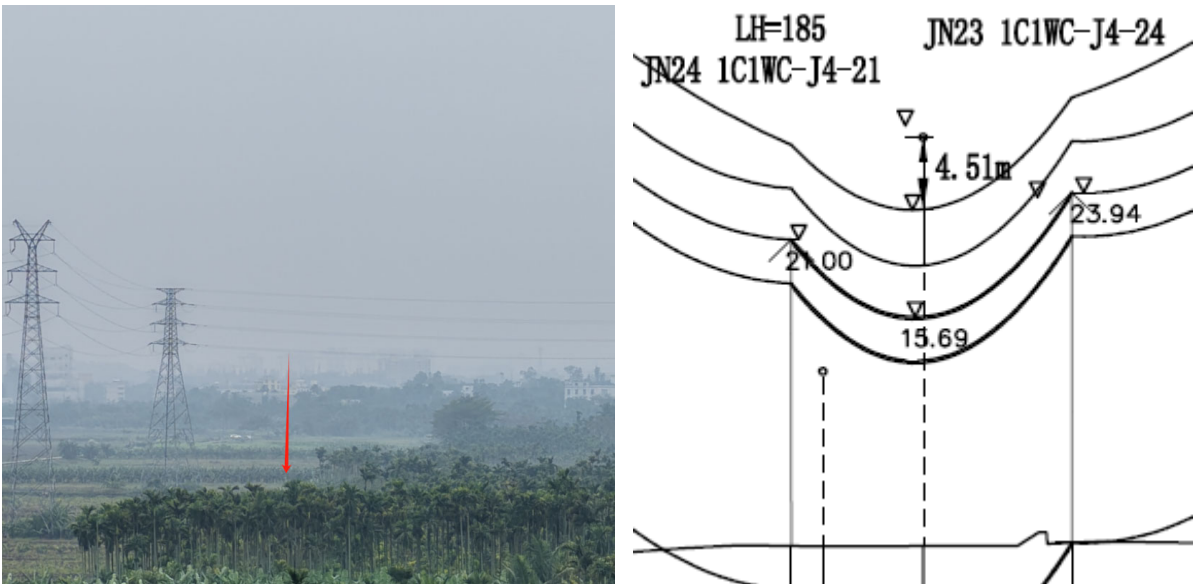
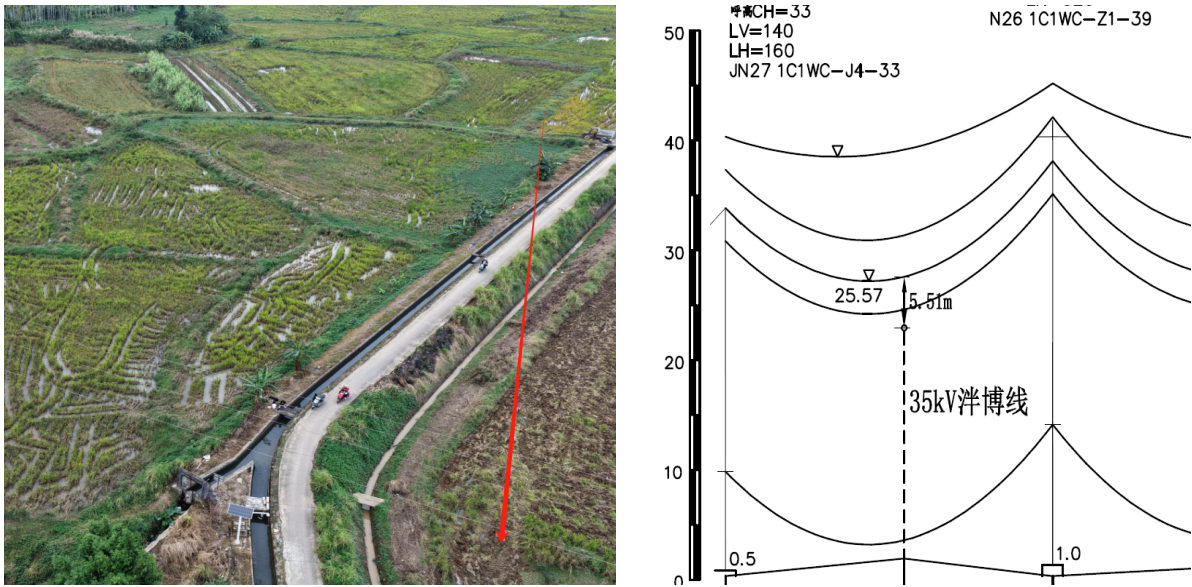
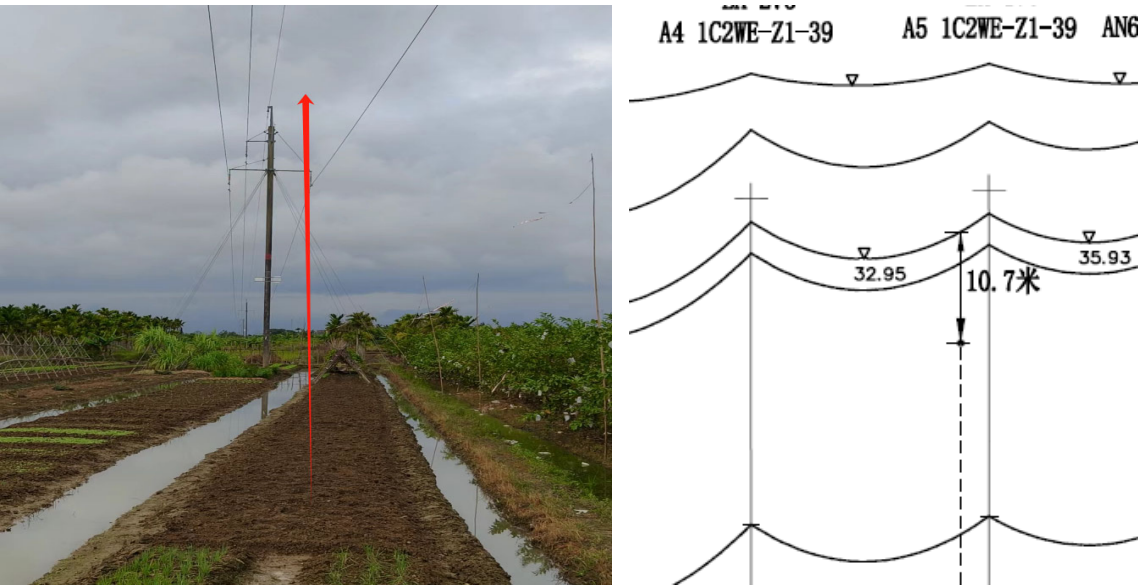


图 3.6-2 JN23~JN24 段穿越 110kV 塔泮/塔银线现场情况及断面图

3) N26~JN27 段跨越 35kV 泮博线：跨越处泮博线地线高约 21m，本次按跨越设计，跨越处下导线与泮博线地线垂距约 5.51m，满足跨越要求，泮博线停电施工。



4) A4~A5 段跨越 35kV 泮博线：跨越处泮博线地线高约 24m，本次按跨越设计，跨越处下导线与泮博线地线垂距约 10.7m，满足跨越要求，泮博线停电施工。



5) A8~A9 段跨越 35kV 泮博线：跨越处泮博线地线高约 21m，本次按跨越设计，跨越处下导线与泮博线地线垂距约 8.2m，满足跨越要求，泮博线停电施工。

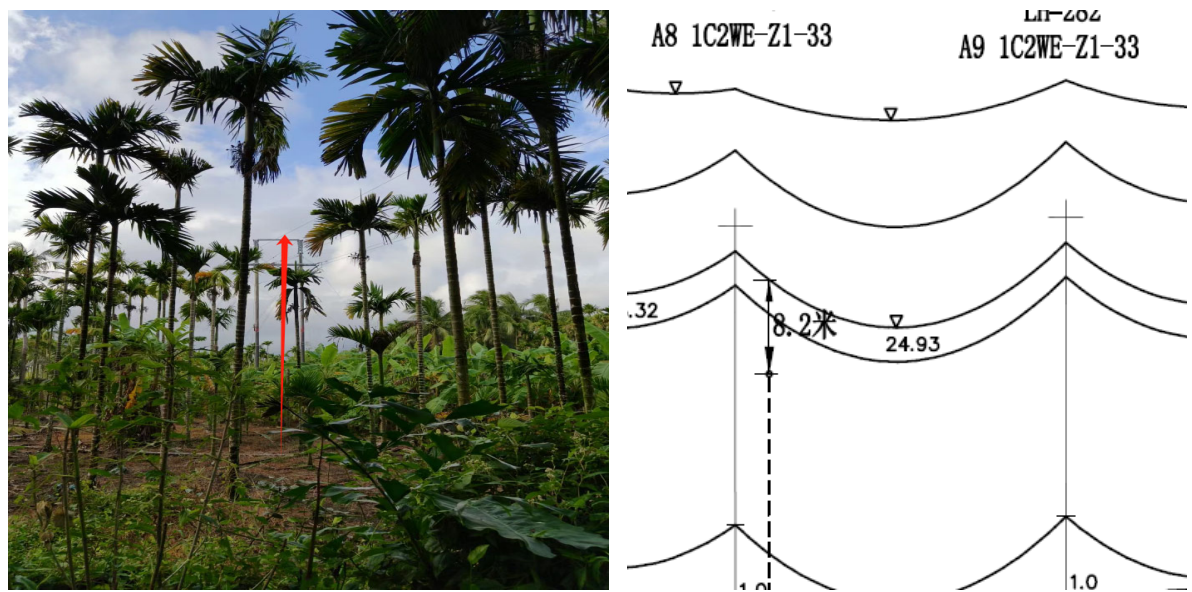


图 3.6-5 A8～A9 段跨越 35kV 泮博线现场情况及断面图

3.7 路径协议

表 3.7-1 线路路径协议办理情况一览表

序号	协议单位	协议情况	协议内容	备注
1	琼海市自然资源和规划局	已取得	见回函	
2	琼海市河长制办公室	已取得	见回函	
3	琼海市水务局	已取得	见回函	
4	琼海市营商环境建设局	已取得	回函无意见	
5	琼海市嘉积镇人民政府	已取得	回函无意见	
6	琼海市塔洋镇人民政府	已取得	回函无意见	
7	琼海市发展和改革委员会	已取得	回函无意见	

4、架空线部分

4.1 气象条件

4.1.1 气象条件设计依据

- 1) 线路沿线各气象台(站)的原始气象资料和附近已有电力线路的运行经验及沿线的风灾害调查资料
- 2) 《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）
- 3) 《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）

- 4) 《架空输电线路电气设计规范》(DL/T 5582-2020)
- 5) 《架空输电线路荷载规范》(DLT 5551-2018)
- 6) 《南方电网沿海地区设计基本风速分布图》(2024 版)
- 7) 《海南电网有限责任公司输电线路绝缘子选型指导意见》海南电网生技〔2023〕32 号附件 956 号
- 8) 《南方电网公司输电线路防风设计技术规范》(Q/CSG 1201011-2025)
- 9) 《南方电网公司关于海南沿海电网差异化建设标准的批复》(南方电网计【2019】20 号)
- 10) 本工程可研批复文件

4.1.2 设计采用的气象条件

a) 基本风速

根据《南方电网公司关于海南沿海电网差异化建设标准的批复》(南方电网计【2019】20 号)的批复：沿海强风区新建 35-220 千伏线路的气象重现期由 30 年一遇提升到 50 年一遇。而在《南方电网公司输电线路防风设计技术规范》(Q/CSG 1201011-2016)“术语和定义”中定义沿海强风区域为 I、II 类风区区域，而本工程线路路径完全处于 II 类风区区域，因此本工程气象重现期应提高到 50 年一遇。

1) 通过收集琼海气象站大风资料，并根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》的相关规定，采用气象站同一风速高度下连续自记 10min 平均的历年最大风速作统计样本，经极值 I 型分布函数作为风速概率统计的模型，计算出离地面 10 米高、50 年一遇 10min 平均

最大风速 31.6m/s。

2) 由《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)查得线路工程区域离地 10m 高 50 年一遇基本风压为 0.85kN/m² 间，相应离地 10m 高 50 年一遇 10min 平均最大风速 36.88m/s。

3) 根据《南方电网 50 年一遇基本风速分布图》（2024 版），本次新建 110kV 线路位于 37m/s 基本风速区中，如下图 4.1-1 所示：

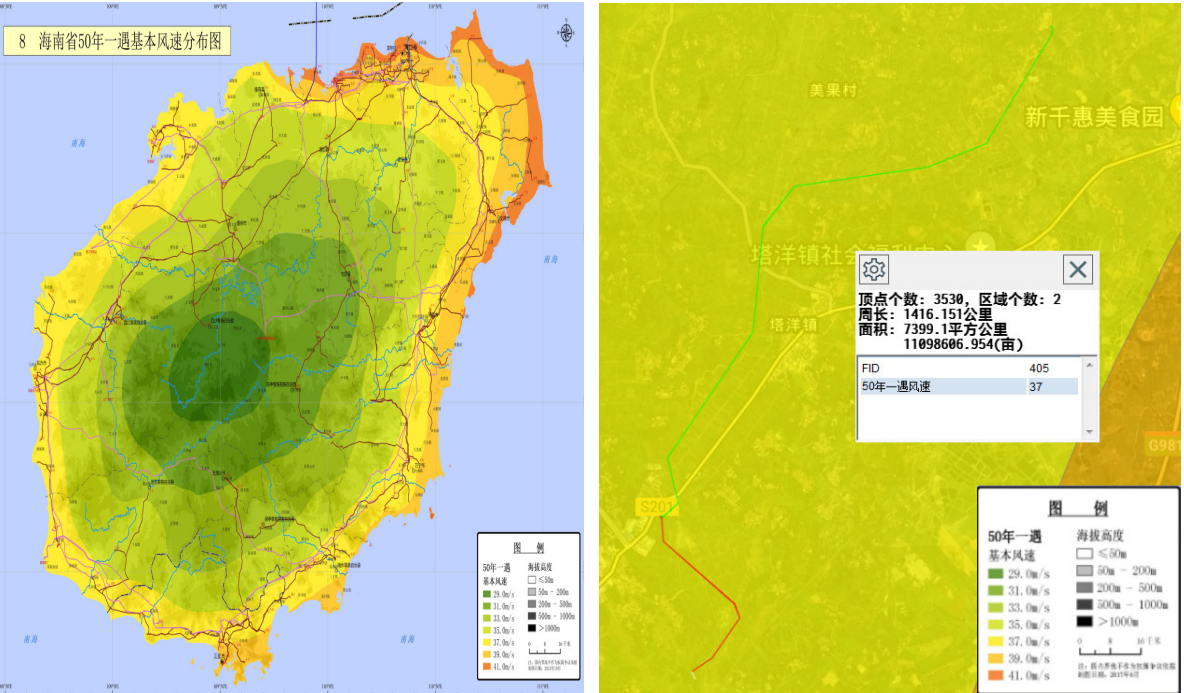


图4.1-1 《南方电网50年一遇基本风速分布图（2024版）》

由以上三种风速计算方法知：由《建筑结构荷载规范》风压折算所得风速值与《南方电网沿海地区设计基本风速分布图》所得风速值非常相近。而根据气象台站风速观测统计所得风速值偏小，这主要是受线路所处位置与气象台站站址之间位置差异、建筑物阻挡等因素影响而引起的偏差。同时考虑到近年来台风频发，对线路影响较大，因此根据《建筑结构荷载规范》风压折算所得风速值与《南方电网沿海地区设计基本风速分布图》所得风速值更能反应出实际风速。

综上所述，本次线路工程取离地面 10m 高、50 年一遇、10min 时距的基本风速为 37m/s。

b) 其它气象条件

根据搜集的琼海气象站资料，本线路所经地区年平均气温为 24℃，年极端最高气温为 38.5℃，年极端最低气温为 6.2℃，沿线气温变化范围小。同时参照邻近的塔洋～铺仔线、塔银线等设计气象条件（最高气温 40℃，最低气温 0℃），本工程最高气温取 40℃，最低气温取 0℃，本工程年平均气温取 20℃。

本工程沿线地区雷电活动较频繁，据统计资料，平均年雷暴日数为 68.1 天。

海南省地处低纬，四周环海，远离冷空气源地，形成于北冰洋和西伯利亚的寒凜空气到达海南时，增温变性，强度减弱，所以海南的冬天气温暖和，植物繁茂，全岛基本上常年受海洋气候控制，气候温热，即使在冬季，极端最低气温也在 0℃ 以上，不具备结冰条件。因此，本线路覆冰厚度取 0mm。

c) 设计用气象条件

根据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的有关规定，同时为提高电网抗自然灾害的能力，按照海南电网公司的相关要求，本线路气象条件采用基本风速为 37m/s，最高气温为 40℃，最低气温为 0℃，无覆冰。设计气象条件组合如下表所示：

表4.1-1

设计气象条件组合表

工况 气象组合	气温 (℃)	风速 (m/s)	冰厚 (mm)
最高气温	40	0	0

最低气温	0	0	0
年平均气温	20	0	0
覆冰	0	0	0
基本风速 (h=10m)	20	37	0
基本风速 (h=15m)	20	39.5	0
操作过电压	20	19.8	0
雷电过电压	15	15	0
安装情况	5	10	0
带电作业	15	10	0
年均雷电日 (日/年)	68.1		

4.2 导线选择

根据本工程可研批复，线路导线选用JL/LB20A-300/40mm² 铝包钢芯铝绞线（导线运行温度为40℃，导线允许温度为70℃）。依据系统专业要求，考虑远期线路“N-1”故障下，剩余3回电源线路在最恶劣条件下极限输送容量应能满足联先站及铺仔站共302.4MVA的负荷需求。即“N-1”故障下，单回线路最大输送容量为100.8MVA，原110kV塔洋～铺仔线导线截面为240mm²，允许安全输送容量约为102MVA，本次新建段选用JL/LB20A-300/40mm² 导线，允许安全输送容量约为117MVA，可满足输送容量要求。考虑经济性、原有杆塔受力等因素后，原塔洋～铺仔线导线保持不变。即线路原塔洋～铺仔线段利旧，导线截面为240mm²；新建段选用300mm² 截面导线。

4.3 地线选择原则

4.3.1 地线选择

为了满足防雷保护要求并兼顾通信要求，1) 新建塔洋至联先线路：随新建线路架设一根48芯OPGW光缆和和一根普通地线JLB27-100。

2) π 接110kV塔洋～铺仔线线路：新建线路双回路架设两根48芯

OPGW光缆，单回路段分别架设一根48芯OPGW光缆和一根普通地线JLB27-100。

4.3.2 短路热容量校验

当输电线路发生单相接地短路故障时，地线上会通过较大的短路电流，切除故障的时间相对较长，将使地线产生急剧的温升，而过热的温度会损坏光纤，造成系统通信的中断。为此，在光缆和地线的选型设计中，除满足力学特性外，还应满足热稳定要求，即要根据单相短路电流的大小和系统切除故障的时间来计算短路电流引起的温升，以保证允许温升最大值大于实际温升。

根据系统专业提资，塔洋站110kV侧单相短路电流为12.9kA，短路电流热容量为 $49.9\text{kA}^2 \cdot \text{s}$ （短路时间 $t=0.3\text{s}$ ）。

塔洋至联先线路为新建单回路架空线路，本期架设一根48芯OPGW光缆和一根普通地线JLB27-100，单根光缆按承受50%单相短路电流进行热稳定验算，按短路电流持续时间为0.3s。

π 接110kV塔洋～铺仔线线路为新建双回路架空线路，本期双回路架设两根48芯OPGW光缆，单回路段分别架设一根48芯OPGW光缆和一根普通地线JLB27-100。根据地线分流计算，双光缆段，每根光缆按承受50%单相短路电流进行热稳定验算，按短路电流持续时间为0.3s。

本期线路所选的OPGW-100-48-2-3允许短路电流热容量为 $102.68\text{kA}^2 \cdot \text{s}$ ，JLB27-100地线允许短路电流热容量为 $84.68\text{kA}^2 \cdot \text{s}$ ，均大于上述变电站侧短路电流热容量，可以满足热稳定性能的要求。

4.3.3 OPGW光缆单丝外径选择

当输电线路发生雷击故障时，架空地线上的雷电流幅值很大，但持续的时间很短，产生的热量并不大，但必须确定合适的单丝强度，避免发生雷击断股现象。根据运行经验，一般采用OPGW外层单丝的直径不小于3.0mm来避免发生雷击断股现象，因此本次OPGW外层单丝的直径不小于3.0mm。

4.4 导地线技术参数

4.4.1 导地线技术参数

表 4.4-1 JL/LB20A-300/40 铝包钢芯铝绞线技术参数

导线型号		JL/LB20A-300/40
股数×直径（mm）	铝	24×3.99
	铝包钢	7×2.66
截面（mm ² ）	铝截面	300.09
	钢截面	38.9
	总截面	338.99
外径（mm）		23.94
计算重量（kg/km）		1085.5
弹性模量（Gpa）		69000
膨胀系数（1/℃）×10 ⁻⁶		20.6
20℃直流电阻（Ω/km）		0.0921
破断张力（N）		94690

表 4.4-2 JLB27-100 铝包钢绞线技术参数

导线型号		JLB27-100
股数×直径（mm）	铝包钢	19/2.6
截面（mm ² ）	铝截面	37.33
	钢截面	63.55
	总截面	100.88

导线型号	JLB27-100
外径 (mm)	13
计算重量 (kg/km)	606.9
弹性模量 (Gpa)	133000
膨胀系数 (1/℃) × 10-6	13.4
20℃ 直流电阻 (Ω /km)	0.6444
破断张力 (N)	108900

4.4.2 OPGW 光缆技术参数

表 4.4-3 OPGW-48B1-100 (100-48-2-3) 光缆技术参数

1、结构参数				
层数	名称	导电率	根数	原材料直径 (mm)
中心	AS	20.3%	1	2.50
第 1 层	AS	20.3%	4	2.40
	SUS 不锈钢管	----	2	2.40
第 2 层	AS	30.0%	10	3.10
2、技术参数				
技术参数		单位	要求值	保证值
OPGW 外径 D		mm		13.5
最大光纤芯数		芯	48	48
OPGW 单重		kg/km		625
拉重比		km		14.4
OPGW 允许年平均运行张力		N/mm²	16%~25%RTS	143.8~224.6
OPGW 允许最大使用应力		N/mm²	40%RTS	359.4
应变限量应力		N/mm²	70%RTS	629.0

OPGW 不接头的制造长度	km/盘	≥ 5	≥ 5
OPGW 结构形式	-----	松套不锈钢 管层绞式	松套不锈钢管层绞式
短路电流容量 (I ² t) (40℃~300℃)	kA ² ·s		85.2
允许短路电流 I (0.25s, 40℃~300℃)	kA		18.5
铝合金/铝包钢截面积	mm ²		0/98.5
承载截面积	mm ²		98.5
额定拉断力 (RTS)	kN		88.5
弹性模量	kN/mm ²		139.0
热膨胀系数	10 ⁻⁶ /℃		13.6
20℃ 直流电阻	Ω/km		0.643
最高容许温度	℃		300
最小弯曲半径 (静态和动态)	mm		202/270

4.5 导线和地线最大允许使用应力

本工程导地线最大允许使用应力结合杆塔使用条件及线路具体情况选择，导地线安全系数及最大使用应力如下表：

表 4.5-1 最大使用应力及安全系数

项目	JL/LB20A-300/40		OPGW-48B1-100		JLB27-100
瞬时破坏应力 (N/mm ²)	265.4		853.55		1025.53
最大使用张力 (N)	34598.27	14992.58	26273.44	12010.71	25232.93
安全系数	2.6	6.0	3.2	7.0	4.1

4.6 导线及光缆防振措施

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）及本工程导、地线年平均运行应力，本工程导、地线均需要采用防振锤防振。导线、普通地线均采用节能型防震锤，该防振锤有效保护频

率范围广，并且使用寿命长，电磁损耗低，防电晕性能好。导线防振锤型号为 FRY-3/5，地线防振锤型号为 FDNJ-3/BG。OPGW 光缆防振锤由厂家提供（预绞丝式）。

表 4.6-1 防振锤安装数量

导、地线直径 d (mm)	档 距 (m)		
	一个（每端）	二个（每端）	三个（每端）
$d < 12$	≤ 500	500~700	700~900
$12 \leq d \leq 22$	≤ 350	350~700	700~1000
$22 \leq d \leq 37.1$	≤ 450	450~800	800~1200

4.7 绝缘配合

4.7.1 空气间隙

本工程线路海拔高度在 1000m 以下，根据《110kV~750kV 架空线路输电线路设计规范》GB50545-2010、《架空输电线路电气设计规程》DL/T5582-2020 规定，在相应风偏条件下，导线及带电部分与杆塔构件（包括拉线、脚钉等）间隙，不小于下表数值。

表 4.7-1 线路带电部分与杆塔构件的最小空气间隙

工况	最小间隙 (m)	相应风速 (m/s)	相应温度 (°C)	备注
工频电压	0.25	37	20	带电作业间隙 0.5m 为人体活动范围
操作过电压	0.7	19.8	20	
雷电过电压	1.0	15	15	
带电作业	1.0+0.5	10	15	

4.7.2 污秽等级

本线路工程位于琼海市嘉积镇、塔洋镇附近，鉴于工程周遭环境及根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》GB50545-2010、《架空输电线路电气设计规程》DL/T5582-2020 规定规定，并参照《南方

电网污区分布图》（2025 版），本次线路绝大部分位于 b、c 级污秽区，仅有嘉积镇附近处于 d、e 级污区，根据可研批复及考虑到污区发展，本工程污秽等级全线按照 e 级设计。根据南方电网《数字输电线路装备技术导则》及《海南电网有限责任公司输电线路绝缘子选型指导意见》“e 级污区新建输电线路绝缘子应按照所在污区等级的统一爬电比距的中限或上限来配置”要求，以及《架空输电线路电气设计规程》（DL/T 5582-2020）“对 d 级及以上污区，复合绝缘子的爬电距离不应小于盘型绝缘子最小要求值的 3/4，且 110kV~750kV 线路复合绝缘子的统一爬电比距不小于 45mm/kV”的要求，本工程绝缘子按照所在 e 级污区等级的统一爬电比距的中限来配置。本项目复合绝缘子统一爬电比距按不低于 45mm/kV 选择，玻璃绝缘子统一爬电比距不低于 55.1mm/kV 进行配置。

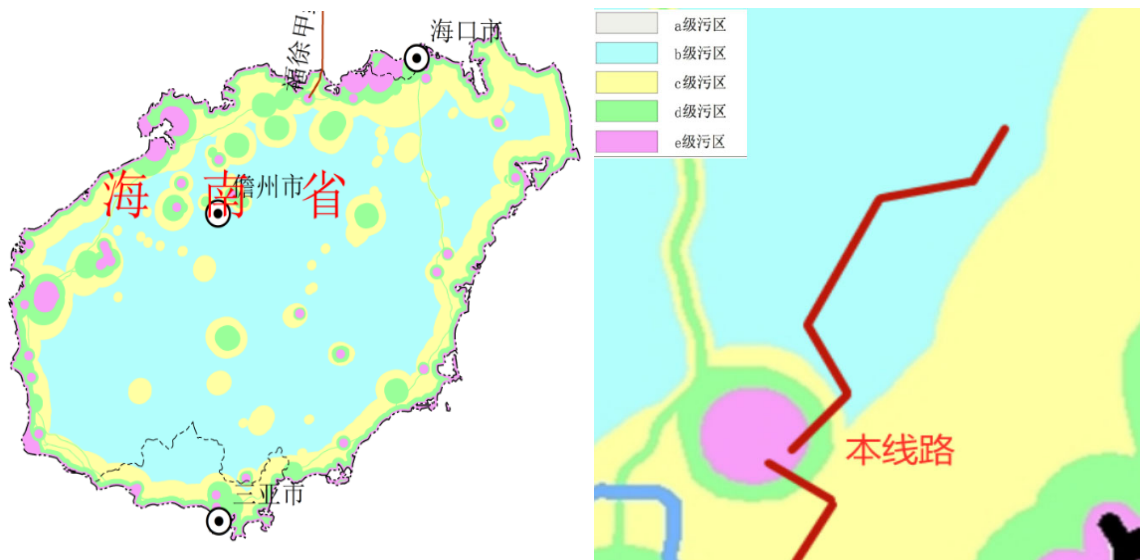


图 4.7-1 线路所处位置污秽等级（2025 版南方电网污区分布图）

4.8 绝缘子串与金具

4.8.1 绝缘子串与金具安全系数

一般线路绝缘子串与金具的机械强度不低于下表所列的安全系数，绝缘子安全系数是指绝缘子标称机电破坏荷载与绝缘子最大使用荷载之比，金具安全系数意义同上。

表 4.8-1 绝缘子串及金具强度安全系数

情况	最大使用荷载		常年荷载	验算	断线	断联
	盘型绝缘子	棒型绝缘子				
绝缘子	2.7	3.0	4.0	1.5	1.8	1.5
金具	2.5		—	—	1.5	

4.8.2 绝缘子

1) 绝缘子形式选择

目前，我国 110kV 线路通常采用以下三种形式的绝缘子即盘型瓷质绝缘子、钢化玻璃绝缘子、棒形合成绝缘子。

a) 盘型瓷质绝缘子

盘型瓷质绝缘子具有良好的绝缘性能，被广泛应用于各级电压等级线路上。盘型瓷质绝缘子属于可击穿型，其绝缘性能逐渐降低，即通常所说的“老化”现象，测零维护工作量大，运行维护工作量大。主要适用于干旱、少雨和风沙多的污秽场所。

b) 钢化玻璃绝缘子

钢化玻璃绝缘子具有优良的机电性能，抗拉强度高、耐电性能好，并且具有零值自爆特征，从而省掉了测零维护的工作量，击穿自爆后更换即可。

c) 合成绝缘子

合成绝缘子是近几年来兴起的新型的防污绝缘子，它强度高、重

量轻、抗冲击、耐污性能好、结构简单、运输方便，其表面积污后仍具有憎水性，运行状况基本良好，其中以硅橡胶合成绝缘子为最优。

基于以上三种绝缘子的优缺点，按照南方电网《数字输电线路装备技术导则》、《海南电网有限责任公司输电线路绝缘子选型指导意见》的要求及海南地区的运行经验，本期线路悬垂串绝缘子选用复合绝缘子；耐张串绝缘子位于水田、耕地区域的选用复合绝缘子，其他区域选用玻璃绝缘子。杆塔跳线串均选用固定防风偏绝缘子。本工程复合绝缘子两端均需配置均压环。

2) 绝缘子参数

根据绝缘子安全系数要求及本工程特点，并结合《数字输电线路装备技术导则》要求，本工程绝缘子串选用双联串。参照物资框招标结果及物资品类优化成果，同时参照海南在运行及在建 110kV 绝缘子串绝缘子强度选型（均为 100kN 级），本次项目推荐玻璃绝缘子选用外伞双伞型玻璃绝缘子，型号为 U100BP/146D，复合绝缘子选用 FXBW4-110/100-B、FXBW4-110/100-F 型复合绝缘子，跳线串选用 FFP-110/100-0.3、FFP-110/100-0.4 复合防风偏绝缘子，绝缘子强度均能满足各工况强度要求，各绝缘子参数如下：

表 4.8-2 绝缘子参数

项 目	绝缘子				
绝缘子型号	U100BP/ 146D	FXBW4-110 /100-B	FXBW4-110 /100-F	FFP-110 /100-0.3	FFP-110 /100-0.4
结构高度（mm）	146	1400	1568	1400	1550
最小干弧距离（mm）	/	1200	1340	1200	1310
最小公称爬电距离（mm）	450	3300	3600	3300	3300

项 目	绝缘子				
绝缘子型号	U100BP/ 146D	FXBW4-110 /100-B	FXBW4-110 /100-F	FFP-110 /100-0.3	FFP-110 /100-0.4
盘径 (mm)	300	/	/	/	/
连接标记	16	16	16	16	16
额定机械拉伸负荷 (kN)	100	100	100	100	100
雷电全波冲击耐受电压 kV (峰值) 不小于	120	550	550	550	550
工频一分钟湿耐受电压 kV (有效值) 不小于	45	230	230	230	230
工频击穿电压 kV	130	/	/	/	/
参考重量 (kg)	5.8	/	/	/	/

备注：复合绝缘子两端配置均压环

3) 绝缘子配置

根据《架空输电线路防风设计技术规范》Q/CSG 1201011-2025 的要求，本项目悬垂串、耐张串绝缘子按双联串设计；跳线串内角安装 1 串；外角 0-50° 安装 1 串，50-90° 安装 2 串；干字型单回路塔中相安装 2 串。本工程自塔洋站引接段单回路线路按正常绝缘进行绝缘配置， π 接 110kV 塔洋~铺仔线段新建同塔双回路按不平衡绝缘进行绝缘配置，塔洋至联先侧按高绝缘配置、联先至铺仔按常规绝缘配置。根据《架空输电线路防雷技术导则》Q/CSG 1107002-2025 差异化防雷要求，耐张塔在跳线串采用差异化设计，耐张串不再考虑差异化配置。

1) π 接 110kV 塔洋~铺仔线正常绝缘架线侧①悬垂绝缘子选用 FXBW4-110/100-B 型绝缘子，爬电距离为：3300mm，其结构高度为：1400mm，统一爬电比距为：45.3mm/kV；②耐张绝缘子选用 FXBW4-110/100-F 型绝缘子，爬电距离为：3600mm，其结构高度为：

1568mm, 统一爬电比距为: 49.5mm/kV; ③跳线串选用 FFP-110/100-0.3 固定防风偏绝缘子, 爬电比距为: 3300mm, 其结构高度为: 1400mm, 统一爬电比距为: 45.3mm/kV。

2) π 接 110kV 塔洋~铺仔线高绝缘架线侧①悬垂、耐张绝缘子选用 FXBW4-110/100-F 型绝缘子, 爬电距离为: 3600mm, 其结构高度为: 1568mm, 统一爬电比距为: 49.5mm/kV; ②跳线串选用 FFP-110/100-0.4 固定防风偏绝缘子, 爬电比距为: 3300mm, 其结构高度为: 1400mm, 统一爬电比距为: 45.3mm/kV。

3) 新建塔洋~联先单回路按正常绝缘进行绝缘配置①耐张绝缘串每联选用 10 片 U100BP/146D 外伞双伞型玻璃绝缘子, 爬电距离为 450mm, 其结构高度为 146mm, 绝缘子串统一爬电比距为 61.81mm/kV; 或一只 FXBW4-110/100-F 型绝缘子, 爬电距离为: 3600mm, 其结构高度为: 1568mm, 统一爬电比距为: 49.5mm/kV; ②悬垂绝缘子选用: FXBW4-110/100-F 型绝缘子, 爬电距离为: 3600mm, 其结构高度为: 1568mm, 统一爬电比距为: 49.5mm/kV; ③跳线串选用 FFP-110/100-0.4 固定防风偏绝缘子, 爬电比距为: 3300mm, 其结构高度为: 1400mm, 统一爬电比距为: 45.3mm/kV。

耐张绝缘子串玻璃绝缘子片数选择按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》GB50545-2010 中爬电比距法, 绝缘子片数按下式计算:

$$n \geq \frac{\lambda U}{K_0 L_0}$$

式中 n —每串绝缘子片数;

λ —统一爬电比距, 55.1mm/kV;

U —系统最高相电压，72.8kV；

L_0 —单片绝缘子几何爬电距离，mm；

K_e —绝缘子爬电距离的有效系数，普通型、双伞形、三伞形绝缘子取 1.0，钟罩型、深棱形取 0.9。本工程玻璃绝缘子选择外伞双伞型，绝缘子爬电距离的有效系数均取 1.0。

根据污区划分所采用的统一爬电比距，按上式计算选择的绝缘子片数为 9 片外伞双伞型，同时所选片数应满足《关于印发海南电网公司架空输电线路防雷技术指导意见（2025 版）》中要求的 110kV 线路耐张绝缘子片数不小于 9 片的要求（全高超过 40m 有地线的杆塔，高度每增加 10m，应增加 1 片同型绝缘子），故本次塔洋～联先单回路线路的耐张绝缘子片数按 10 片配置。

4.8.3 金具

本工程金具参照《中国南方电网公司标准设计与典型造价 V3.0（智能输电线路金具标准设计）》选用。导线悬垂线夹采用铝合金节能型线夹，导线耐张线夹采用液压型铝合金线夹，该线夹使用非磁性高强度稀土铝合金材料制造，能耗低、强度高、防腐性强，使用方便可靠。光缆线夹均采用预绞式产品，光缆金具按照《光纤复合架空地线（OPGW）用预绞式金具技术条件和试验方法（DL/T 766-2013）》中的型号选用，由中标厂家整套提供。所选用的各种金具强度均符合设计技术规程（GB 50545-2010）规定的“安全系数正常情况不小于 2.5，事故情况不小于 1.5”的要求。

表 4.8-3 主要的挂线金具一览

<div>导线型号 金 具</div>	JL/LB20A-300/40	JLB27-100	光缆
悬垂线夹	XG-10040	XGJ-10022	中标厂家型号为准
耐张线夹	NY-300/40BG	NY-100BG-27	中标厂家型号为准

4.9 防雷和接地

4.9.1 防雷保护

本线路所经地区年均雷暴日为 68.1，是雷电活动较强烈的地区。为提高线路的耐雷水平，降低雷击跳闸率，本工程在防雷保护方面依据《架空输电线路防雷技术导则》Q/CSG 1107002-2025、《海南电网公司架空输电线路防雷技术指导意见》（2025 版）、《数字输电线路装备技术导则》规定采取以下措施：

1) 依据《架空输电线路防雷技术导则》Q/CSG 1107002-2025 要求“110kV、220kV 单回线路的地线保护角分别不大于 10°，110kV 同塔双（多）回线路的地线保护角分别不宜大于 0°”。本工程全线杆塔逐基接地，全线架设双地线，单回路段地线对边导线保护角按不大于 9°，双回路段地线保护角不大于 0° 设计。

2) 杆塔上两根地线(光缆)之间的距离不大于导地线(光缆)间垂直距离的 5 倍。

3) 在 15℃，无风状态下，档距中央导地线(光缆)之间的距离满足下式的要求： $S \geq 0.012L + 1$ （m）

式中：S-导线与地线(光缆)之间的距离（m）、L-档距（m）。

4) 杆塔逐基接地，接地电阻满足规程的要求。

4.9.2 避雷器

本工程在避雷器配置方面依据《海南电网公司架空输电线路防雷技术指导意见》（2025 版）规定采取以下措施：

1) 35kV~110kV 线路的变电站（发电厂）进线段 1-3 基杆塔至少一基杆塔逐相配置线路避雷器。

2) 重要交叉跨越的跨越档跨越侧杆塔应逐相安装线路避雷器。

本工程新建杆塔段不涉及重要交叉跨越，本期在塔洋~联先段（塔洋站、联先站）进线段单回线路前 3 基杆塔各配置 3 套线路避雷器， π 接段联先站进线段双回线路前 3 基杆塔配置 6 套线路避雷器。

4.9.3 接地

降低杆塔接地电阻是提高线路耐雷水平最直接有效的方法。本工程全线杆塔逐基接地，接地装置型式按《南方电网公司标准设计与典型造价 V3.0（杆塔接地装置）》模块选用。一般采用环形圆钢型式，对于局部土壤电阻率较大的塔位，通过增设水平射线来降低杆塔的接地电阻。接地体采用 $\Phi 14$ 镀锌圆钢，接地引下线采用 $\Phi 14$ 镀锌圆钢，接地体埋设深度一般为 0.6~0.8 米，耕地、农田埋深 1m，岩石地区开挖困难时，接地装置的埋深可适当减少，但不得小于 0.3m。本工程的土壤电阻率在 128~144 $\Omega \cdot m$ 之间，距离变电站 2km 范围内杆塔接地装置工频接地电阻不大于 10 Ω ，其他杆塔工频接地电阻不大于下表 4.9-1 所列数值。

表 4.9-1 工频接地电阻选取表

土壤电阻率 ρ ($\Omega \cdot m$)	$\rho \leq 100$	$100 \leq \rho \leq 500$	$500 \leq \rho \leq 1000$	$1000 \leq \rho \leq 2000$	$2000 \leq \rho$
工频接地电阻 (Ω)	7	10	15	20	25

本工程接地引下线及联接零部件应热镀锌以防腐蚀，接地引下线与接地体联接采用导电沥青进行防腐处理，接地引下线与杆塔联接采用普通螺栓加防卸帽。

光缆耐张、悬垂金具组合均含 1 根接地线，有接头盒耐张塔用 2 根接地线，通过接地线使光缆可靠接地。光缆接续盒做两点接地。

4.10 导线对地及交叉跨越距离

确定导线对地面、建筑物、树木、公路、河流、索道及各种架空线路的距离时，按《架空输电线路电气设计规程》DL/T5582-2020、《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的规定执行。

表 4.10-1 线路导线对地最小距离

序号	项目	最小设计距离 (m)	备注
1	居民区	7.0	最大弧垂
2	非居民区	6.0	最大弧垂
3	对步行可以到达的山坡的净空距离	5.0	最大风偏
4	对步行不能到达的山坡、峭壁和岩石的净空距离	3.0	最大风偏
5	对建筑物的垂直距离	5.0	最大弧垂
6	对建筑物的水平距离	4.0	最大风偏

表 4.10-2 线路导线对建筑设施最小距离

序号	被跨越物名称		最小垂直距离 (m)	备注
1	高速公路和一级公路		7.0	70℃弧垂
2	二、三、四级公路		7.0	最大弧垂
3	铁路（电气轨）		11.5	70℃弧垂
4	电力线及通信线		3.0	最大弧垂
5	架空水槽		5.0	最大弧垂
6	不通航河流		3.0	最大弧垂
	通航河流	至最高洪水位	6.0	最大弧垂
		至最高航行水位的最高船桅顶	2.0	最大弧垂

4.11 导线换位

1) 线路换位是为减小电力系统正常运行时电流和电压的不对称,并限制送电线路对通信线路的影响。不换位线路每相阻抗和导纳不相等,引起了负序和零序电流。过大的负序电流会引起系统内电机过热,零序电流超过一定数值时,在中性点不接地系统中,可能引起灵敏度较高的接地继电器误动作。

2) 根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)第 8.0.4 条规定,“在中性点直接接地电力网中,长度超过 100km 输电线路宜换位,换位循环长度不宜大于 200km”,根据规范本工程线路短,不需要换位。

4.12 杆塔设计

4.12.1 杆塔选择

本工程铁塔型式的选择,是按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)和《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T 5154-2012)、《架空输电线路荷载规范》(DL/T 5551-2018)、《架空输电线路电气设计规程》(DL/T 5582-2020)、《输电线路防风设计技术规范》等技术规定,结合本工程设计条件海拔 0~1000m、基本风速 37m/s($h=10m$)、覆冰厚度 0mm,导线采用 JL/LB20A-300/40;本次选用《南方电网标准设计与典型造价 V3.0》杆塔规划中的 V3-1C2WE、V3-1C1WC 杆塔模块。V3-1C2WE 模块、V3-1C1WC 模块杆塔划分及使用条件见下表:

表 4.12-1

V3-1C2WE 模块杆塔划分及使用条件

序号	塔型名称	转角范围 (°)	呼高范围 (m)	代表档距 (m)	常用呼高/ 相应水平档距 (m)		垂直档距 (m)	不同呼高的水平档距 (m)
					呼高	水平档距		
1	Z1	/	24~48	350	48	320	500	404~381~360~339~320 24 30 36 42 48
2	Z2	/	24~54	350	54	400	650	535~505~476~449~424~400 24 30 36 42 48 54
3	Z3	/	24~54	350	54	500	850	669-631~596~562~530~500 24 30 36 42 48 54
4	Z4	/	48~72	350	72	450	800	547~521~496~473~450 48 54 60 66 72
5	J1	0~25	21~42	500/250	42	300/100	500 (-400) /150 (-150)	
6	J2	25~50	21~42	500/250	42	300/100	500 (-400) /150 (-150)	
7	J3	50~80	21~42	500/250	42	300/100	500 (-400) /150 (-150)	
8	J4	80~90 兼 0~90 终端	21~42	500/250 500/50	42	300/100 350/50	500 (-400) /150 (-150) 600 (-500)/50	

表 4.12-2

V3-1C1WC 模块杆塔划分及使用条件

序号	塔型名称	转角范围 (°)	呼高范围 (m)	代表档距 (m)	常用呼高/ 相应水平档距 (m)		垂直档距 (m)	不同呼高的水平档距 (m)
					呼高	水平档距		
1	Z1	/	24~48	350	48	320	500	404~381~360~339~320 24 30 36 42 48
2	Z2	/	24~54	350	54	400	650	535~505~476~449~424~400 24 30 36 42 48 54
3	Z3	/	24~54	350	54	500	850	669-631~596~562~530~500 24 30 36 42 48 54
4	Z4	/	48~72	350	72	450	800	547~521~496~473~450 48 54 60 66 72
5	J1	0~25	21~42	500/250	42	300/100	500 (-400) /150 (-150)	
6	J2	25~50	21~42	500/250	42	300/100	500 (-400) /150 (-150)	
7	J3	50~80	21~42	500/250	42	300/100	500 (-400) /150 (-150)	
8	J4	80~90 兼 0~90 终端	21~42	500/250 500/50	42	300/100 350/50	500 (-400) /150 (-150) 600 (-500)/50	

本工程共使用新建双回路杆塔 15 基，其中转角塔 9 基，直线塔 6 基；新建单回路杆塔 25 基，其中转角塔 9 基，直线塔 16 基。全线杆塔型式及数量等使用情况详见下表所示

表 4.12-3

杆塔型式及数量表

甲供主要设备材料（新建塔洋至联先线路）						
序号	杆塔形式	基数	每基塔重(kg)	单基螺栓增重(kg)	各塔型合计(kg)	备注
1	V3-1C1WC-J1-33	1	10527	105.27	10632.27	单回转角塔
2	V3-1C1WC-J2-33	1	11764	117.64	11881.64	
3	V3-1C1WC-J2-36	1	12795	127.95	12922.95	
4	V3-1C1WC-J4-21	1	9258	92.58	9350.58	
5	V3-1C1WC-J4-24	1	10577	105.77	10682.77	
6	V3-1C1WC-J4-30	2	13276	132.76	26817.52	
7	V3-1C1WC-J4-33	2	14590	145.90	29471.80	
8	V3-1C1WC-Z1-33	2	8009	120.14	16258.27	单回直线塔
9	V3-1C1WC-Z1-36	6	8943	134.15	54462.87	
10	V3-1C1WC-Z1-39	3	9997	149.96	30440.87	
11	V3-1C1WC-Z1-42	2	10761	161.42	21844.83	
12	V3-1C1WC-Z2-39	3	10843	162.65	33016.94	
13	V3-1C2WE-J4-27	1	19529	195.29	19724.29	双回转角塔
14	V3-1C2WE-J4-30	1	21593	215.93	21808.93	
15	V3-1C2WE-J4-33	1	23886	238.86	24124.86	
合计		28	总重：333441.39kg(含高强钢:133376.56kg)			
甲供主要设备材料（π接110kV塔洋～铺仔线线路）						
1	V3-1C2WE-J1-30	1	14628	146.28	14774.28	双回转角塔
2	V3-1C2WE-J2-33	1	18673	186.73	18859.73	
3	V3-1C2WE-J4-27	1	19529	195.29	19724.29	
4	V3-1C2WE-J4-30	2	21593	215.93	43617.86	

5	V3-1C2WE-J4-33	1	23886	238.86	24124.86	
6	V3-1C2WE-Z1-33	2	11299	169.49	22936.97	双回直线塔
7	V3-1C2WE-Z1-39	2	13676	205.14	27762.28	
8	V3-1C2WE-Z1-42	2	14534	218.01	29504.02	
合计		12	总重：201304.29kg(含高强钢:77531.65kg)			
合计		40	总重：534745.68kg(含高强钢:210908.21kg)			

4.12.2 杆塔防腐

本工程全部杆塔的结构部件均采用热镀锌防腐。

4.12.3 杆塔材料

1) 钢管和钢板的主要钢材为 Q235B、Q355B、Q420B、Q460C 钢，一部分小小口径 Q235B 钢管可用 20 号优质碳素结构钢的无缝钢管。施工图中未注明材质的均为 Q235B 钢。

2) 各种螺栓的强度级别应在帽头上加盖识别钢印。

3) 法兰盘连接螺栓要配双帽双垫，导线横担挂线处的连接螺栓采用双帽加一垫片，U 形插板、单插板和十字插板的连接螺栓配一帽、一垫、一扣紧螺母，螺母拧紧后要求丝扣部分外露 2-3 扣。双帽采用一厚一薄，薄帽符合 GB 6172.1《六角薄螺母》的规定，法兰位置的防盗帽规格应符合薄帽的要求并替代薄帽。

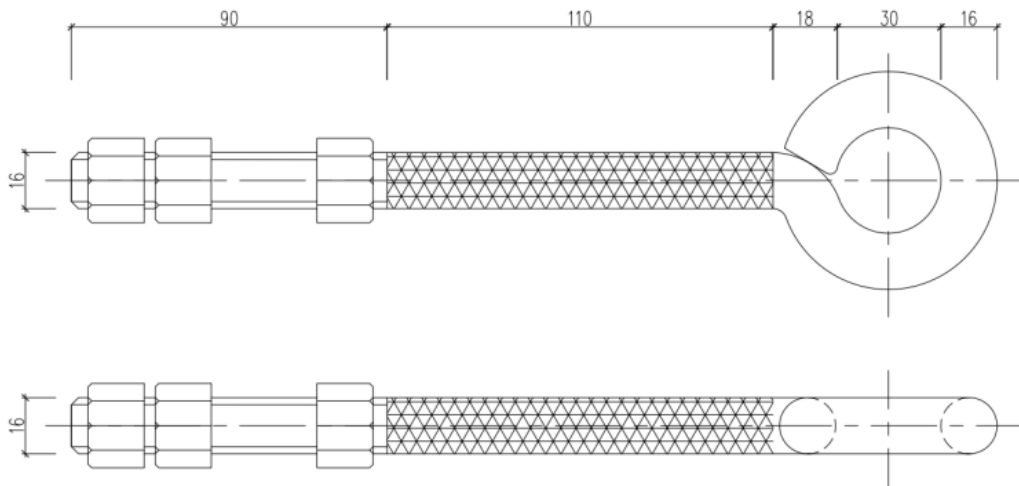
4.12.4 杆塔防盗防松

根据中国南方电网有限责任公司企业标准《数字输电线路装备技术导则》要求，本项目杆塔自塔脚以上 9 米内（呼称高不足 9 米的，按下导线横担以下）全部使用防盗螺栓，且防盗形式应能满足螺栓防松要求，全线杆塔在塔头挂线点附近受拉螺栓采用双帽螺栓，其它螺

栓应能满足螺栓防松要求。接地引下线螺栓采用普通螺栓加防卸帽的型式。

4.12.5 登塔（杆）措施和三牌

本线路所用杆塔均装设脚钉，采用圆环脚钉，脚钉末端圆形挂环杆径为 16mm，孔径宜 30mm，脚钉端部弯曲采用热处理，禁止焊接，按 450mm 左右的间距从下往上正侧面均匀交错排列。当遇到用脚钉代替螺栓时，则脚钉的直径及强度等级与所代替的螺栓强度相同。



圆环脚钉示意图（脚钉末端圆形挂环杆径为 16mm，孔径为 30mm）

所有新立杆塔要求安装杆号牌、警示牌、相序牌；三牌的加工与安装，均按南方电网公司企业标准《架空线路及电缆安健环设施标准》（Q/CSG 1207002-2016）规定执行。

4.12.6 杆塔抗震设计

根据《线规》第 12.1.10 条规定，位于地震烈度 9 度及以上地区的各类杆塔均应进行抗震验算，本工程线路所经地区地震基本烈度为 6 度，故本工程杆塔不再进行抗震验算。

4.13 基础设计

4.13.1 基础形式

基础设计遵循《架空送电线路基础设计技术规定》（DL/T 5219-2023）以及有关的技术规定，并根据线路经过区域的地质情况、铁塔使用条件、基础受力特点及经济性，采用以下基础型式，详见《基础一览表》。

1) 板式直柱基础

板式直柱基础适用于地质承载力较差，或地下水丰富，施工时易产生流砂现象等地段。基础施工采用大开挖形式，基础以主柱、底板配筋来保证抗压和抗拔。相对于现浇阶梯基础、掏挖基础而言，其混凝土量少，但钢筋用量多。当自立式铁塔塔位的交通不便、运距较远时，宜选用此类基础，以便减少水泥、砂石料及水的运输量，有利于降低工程造价。

2) 钻孔灌注桩基础

钻孔灌注桩是一种直接在现场桩位上就地成孔，然后在孔内浇筑混凝土或安放钢筋笼再浇注混凝土而成的桩，具有施工低噪音、低振动、桩长和直径可按设计要求变化自如、桩端能可靠地进入持力层或嵌入岩层、单桩承载力大、挤土影响小、含钢量低等特点，便利施工，适用于地质条件较差，有地下水、流砂、液化土层等情况。同时因其占地面积小，在城市中应用也较为普遍。但灌注桩基础成桩工艺较复杂，成桩速度慢，成桩质量与施工有密切关系。

4.13.2 基础材料

板式直柱基础混凝土强度等级采用 C25；灌注桩基础混凝土强度等级采用 C30；保护帽和垫层混凝土强度等级采用 C15。基础主筋采用 HRB400，箍筋采用 HPB300。

地脚螺栓钢材为：抗拉强度为 5.6 级的优质碳素钢，其质量标准应分别符合《优质碳素结构钢》（GB/T 699-2015）的要求。

4.13.3 基础防护

基础防护原则：一般根据杆塔基础所处位置进行防护，主要为防止雨水的淤积浸泡基础，需采取一些排水措施，对基础进行防护。

4.13.4 基础防腐措施

根据本工程地勘报告结果，沿线地下水对铁塔及基础有微腐蚀性。按照《工业建筑防腐蚀设计规范》第 3.1.9 条的规定，微弱腐蚀环境可按正常环境进行设计。故本工程不考虑基础防腐措施。

4.13.5 基础抗震

根据终勘结果，本线路沿途无岩土体的滑坡、塌陷、崩塌、震陷，在地震作用下的稳定性较好。本线路沿线地震基本烈度为 6 度，《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）第 12.0.9 条规定“对位于地震烈度 7 度以上地区的高杆塔基础及特殊重要杆塔基础、8 度以上地区的 220kV 及以上耐张型杆塔的基础，当场地为饱和砂土或饱和粉土时，均应考虑基础液化的可能性，并应采用必要的稳定和抗震措施。”本线路所经地区无饱和砂土或饱和粉土，基础不考虑抗震。

4.13.6 基础检测

1) 桩基检测原则

根据电网公司基建部 20240052 附件《广东电网公司基建造价管理提升工作方案》要求，本工程灌注桩基础采用小应变检测（需 100% 检测），具体要求参见《建筑基桩检测技术规范》JGJ106-2014。

2) 基础实体检测

基础实体质量不同构件应分开计算，检测数量抽检比例数量如下：混凝土强度检测的抽检数量为单个基础总数的5%，且不应少于3件。混凝土缺陷检测的抽检数量为单个基础总数的10%，且不应少于3件。混凝土钢筋保护层厚度检测的抽检数量为单个基础总数的2%，且不应少于5件。

4.14 机械化施工工程设想

根据本工程机械化施工推广条件，建议针对部分交通条件较好、经济作物及林木少的塔位采用机械化施工试点。

4.14.1 本工程典型设备进场方式

本工程整体以平地为主。沿线经济作物较多，常见的经济作物主要有槟榔、椰子、胡椒、水田等。



图 4.13-1 现场典型地形及道路条件

本工程基础开挖一般按机械开挖设计。施工便道主要是考虑挖机进场沿途对不平坦地形的平整，并考虑对应通道的青苗，但其便道承重及转弯半径并不能满足混凝土搅拌车、铁塔铁件的运输。能满足一般铁件、金具的运输。

4.14.2 典型地貌运输方式

（1）平地段

根据道路路面情况、宽度、转弯半径等因素综合考虑运输方案。当有可利用道路（路面宽度、路基承载力、转弯半径满足要求）时，优先采用拖拉机运输；当道路宽度较小且不小于 1.5m 时，可采取炮车运输。

（2）丘陵地段

可采用轻型卡车、炮车、履带式运输车、索道运输。轻型卡车运输临时道路宽 2.5~3m，坡度小于 15° ；炮车运输临时道路宽 2~

2.5m, 山地坡度不应超过 30° ; 履带式运输车运输临时道路宽 2~3m, 坡度小于 35° , 并间隔一定距离设置会车平台。

路基一般要求边填筑边夯实, 夯实应采用压路机或重型机械, 对大块石要求破碎, 保证回填压实。本项目沿线主要为种植地, 原则上仅对地面进行开挖平整, 施工后需进行松土。

4.14.3 典型场景修筑方案

考虑常用机械的通行宽度, 并尽量降低投资成本, 确定临时道路修建宽度为 3.5m, 部分丘陵地区受地形限制, 考虑放坡后修建宽度约为 4m, 典型方案示意图如下。

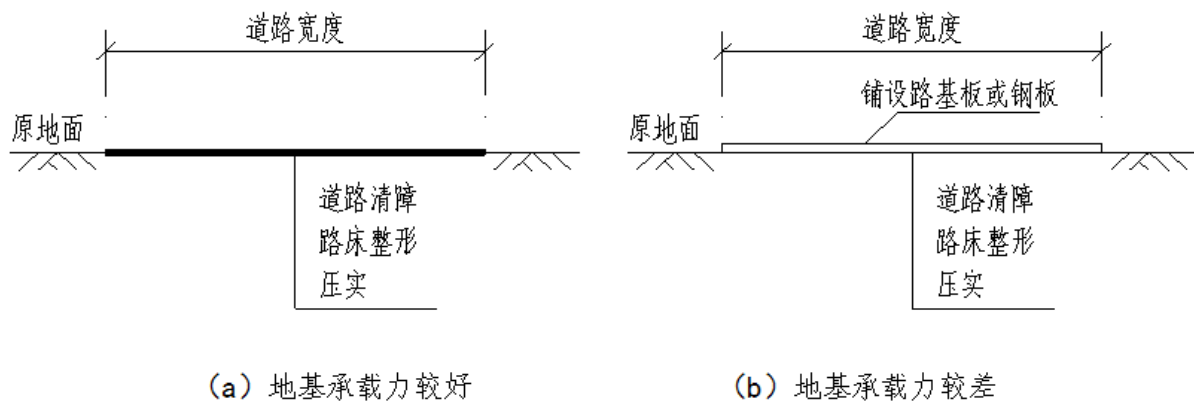


图 4.14-2 施工道路示意图

4.14.4 机械化施工原则

- (1) 塔位及进场道路坡度不大于 25° ;
- (2) 进场道路宽度不小于 3.5m;
- (3) 新修道路长度 300m 以内;
- (4) 途径的桥梁限重不低于 32t;
- (5) 转弯半径不小于 5m;
- (6) 上空限高不低于 3.5m;
- (7) 施工道路不位于高价值经济作物区 (果树、橡胶林、槟榔

林）、经济林区、自然保护区、生态敏感区 and 环境敏感区；

(8) 施工道路不存在受民房、庙宇、坟地等影响而无法扩宽的情况。

本工程机械化施工试点位置在村镇附近，交通条件较好且经济作物及林木较少，适合机械化施工。本项目初设阶段按全线机械化施工计列。

4.14.5 机械化施工便道修建

本次工程初步拟定机械化施工 34 基。便道宽度按 3.5m 进行平整修建。因本项目沿线均种植有经济作物，因此施工便道原则上不回填碎石等影响种植物料，就地开挖平整，施工完整后松土恢复。途经软土、积水地方优先垫护钢板。各杆塔施工便道修建如表 4.14-1、4.14-2 所示。

表 4.14-1 杆塔施工便道修建（新建塔洋至联先线路）

杆塔号	青苗种类	生长期	砍伐长×宽 (m)	面积 (亩)	砍伐数量 (株)	备注
JN2	菠萝	成果期	50×3.5	0.262		挖机就地挖填整平
N3	胡椒	成果期	70×3.5	0.367	51	挖机就地挖填整平
	槟榔	成果期	50×3.5	0.262	37	
N4	槟榔	成果期	90×3.5	0.472	66	挖机就地挖填整平
JN7	槟榔	成果期	85×3.5	0.446	62	挖机就地挖填整平
N8	胡椒	成果期	93×3.5	0.488	68	挖机就地挖填整平
	槟榔	成果期	77×3.5	0.404	57	
JN9	槟榔	成果期	51×3.5	0.268	37	挖机就地挖填整平
N10	胡椒	成果期	62×3.5	0.325	46	挖机就地挖填整平
	槟榔	成果期	55×3.5	0.289	40	

N11	胡椒	成果期	81×3.5	0.425	60	挖机就地挖填整平
JN13	莲雾	成果期	55×3.5	0.289	12	挖机就地挖填整平
N14	胡椒	成果期	80×3.5	0.420	59	挖机就地挖填整平
	槟榔	成果期	75×3.5	0.394	55	
JN15	槟榔	成果期	40×3.5	0.210	29	挖机就地挖填整平, 钢板垫护 40m
N16	槟榔	成果期	40×3.5	0.210	29	挖机就地挖填整平, 钢板垫护 40m
N17	槟榔	成果期	40×3.5	0.210	29	挖机就地挖填整平, 钢板垫护 40m
N18	槟榔	成果期	50×3.5	0.262	37	挖机就地挖填整平, 钢板垫护 50m
N19	槟榔	成果期	50×3.5	0.262	37	挖机就地挖填整平, 钢板垫护 50m
JN20	香蕉	成果期	80×3.5	0.420	67	挖机就地挖填整平
N21	石榴	成果期	80×3.5	0.420	25	挖机就地挖填整平, 过水利沟钢板垫护 4m
	槟榔	成果期	90×3.5	0.472	66	
N22	香蕉	成果期	70×3.5	0.367	59	挖机就地挖填整平, 钢板垫护 87m, 复耕 87m
	石榴	成果期	60×3.5	0.315	19	
	槟榔	成果期	90×3.5	0.472	66	
JN23	香蕉	成果期	40×3.5	0.210	34	挖机就地挖填整平
JN24	香蕉	成果期	62×3.5	0.325	52	挖机就地挖填整平, 钢板垫护 131m, 复耕 131m
	石榴	成果期	63×3.5	0.331	20	
	槟榔	成果期	60×3.5	0.315	44	
N25	香蕉	成果期	36×3.5	0.189	30	挖机就地挖填整平, 钢
	石榴	成果期	20×3.5	0.105	6	

	水田		70×3.5	0.367		板垫护 122m, 复耕 122m
N26	水田		25×3.5	0.131		钢板垫护 25m, 复耕 25m
JN27	石榴	成果期	35×3.5	0.184	11	挖机就地挖 填整平, 钢 板垫护 65m, 复耕 65m
	槟榔	成果期	30×3.5	0.157	22	
JN28	菜地	出产期	55×3.5	0.289		挖机就地挖 填整平, 钢 板垫护 55m, 复耕 55m

表 4.14-2 杆塔施工便道修建 (π 接 110kV 塔洋~铺仔线线路)

杆塔号	青苗种类	生长期	砍伐长×宽 (m)	面积 (亩)	砍伐数量 (株)	备注
AN0	椰子	成果期	65×3.5	0.341	9	挖机就地挖 填整平
	槟榔	成果期	65×3.5	0.341	48	
AN1	椰子	成果期	50×3.5	0.262	7	挖机就地挖 填整平
	槟榔	成果期	43×3.5	0.226	32	
AN2	水田		40×3.5	0.210		钢板垫护 40m, 复耕 40m
AN5	椰子	成果期	60×3.5	0.315	8	挖机就地挖 填整平
	槟榔	成果期	60×3.5	0.315	44	
AN6	椰子	成果期	70×3.5	0.367	9	挖机就地挖 填整平
AN7	菜地	出产期	30×3.5	0.157		挖机就地挖 填整平, 钢 板垫护 70m, 复耕 30m
	槟榔	成果期	40×3.5	0.210	29	
AN8	水田		57×3.5	0.299		挖机就地挖 填整平, 钢
	菜地	出产期	51×3.5	0.268		

	槟榔	成果期	65×3.5	0.341	48	板垫护 173m, 复耕 108m
AN9	槟榔	成果期	50×3.5	0.262	37	挖机就地挖 填整平
AN10	菜地	出产期	30×3.5	0.157		挖机就地挖 填整平, 钢 板垫护 30m, 复耕 30m

表 4.14-3 线路机械化率

线路	杆塔数 (基)	机械化施工杆塔数 (基)	机械化率
新建塔洋至联先线路	28	24	86%
π 接 110kV 塔洋~铺仔线线路	12	10	83%

4.14.6 环水保措施

本次工程初步拟定机械化施工 34 基。主要水土保持防治区中可分为永久占地区（塔基永久占地）和临时占地区（塔基临时占地、牵张场、施工道路）。主要采取的水土保持措施如下表所示。

表 4.14-3 机械化施工水土保持措施计算面积

项目	区域	单位	计列原则	备注
塔基施工	塔基永久占地	m ²	$(\text{基础根开} + \text{主柱宽度} + 2\text{m})^2$	
	塔基临时占地	m ²	$(\text{基础根开} + B)^2 - \text{永久占地};$ 平地泥沼: 110kV~220kV 杆塔 B=15m	
架线施工	牵张场	m ²	牵引场尺寸 (m): 20×15 张力场尺寸 (m): 25×20	
临时道路	施工道路	m ²	详见表 4.14-1、4.14-2	

表 4.14-4 机械化施工水土保持工程措施计列原则

项目	区域	单位	计列原则	备注
表土剥离及回覆	塔基区	m ³	余土外运塔位: 剥离面积 $4 \times (\text{主柱直径} + 2\text{m})^2$ 余土就地平摊塔位: 剥离面积按照永久占地面积	剥离厚度 0.6m

项目	区域	单位	计列原则	备注
	牵张场	m ³	不计列	
	跨越场	m ³	不计列	
	施工道路	m ³	平地区不计列	
耕地恢复	塔基区	m ²	按照塔基临时占地计列（只计列耕地、园地）	不与土地整治重复计列
	牵张场	m ²	按照占地面积计列（只计列耕地、园地）	
	施工道路	m ²	详见表 4.14-1、4.14-2	

表 4.14-5 机械化施工水土保持植物措施计列原则

项目	区域	单位	计列原则	备注
播撒草籽	塔基区	m ²	按照塔基永久占地+临时占地计列（只计列林地、草地）	不涉及
	牵张场	m ²	按照占地面积计列（只计列林地、草地）	
	跨越场	m ²	按照占地面积计列（只计列林地、草地）	
	施工道路	m ²	按照占地面积计列（只计列林地、草地）	
	索道	m ²	按照占地面积计列（只计列林地、草地）	
栽植灌木	塔基区	株	种植面积按照塔基临时占地计列（只计列林地），不考虑乔木	不涉及
	牵张场	株	种植面积按照占地面积计列（只计列林地）	
	跨越场	株	种植面积按照占地面积计列（只计列林地）	
	施工道路	株	种植面积按照占地面积计列（只计列林地）	
	索道	株	按照起始站、中转站面积计列（只计列林地）	

表 4.14-6 机械化施工水土保持临时措施计列原则

项目	区域	单位	计列原则	备注
彩旗绳限界	塔基区	m	按照临时场地边界长度×3 计算	
	牵张场	m	按照临时场地边界长度×3 计算	
	施工道路	m	施工道路两侧布设彩旗绳限界	

项目	区域	单位	计列原则	备注
彩条布 铺垫	塔基区	m ²	根据材料堆放量、临时堆土量和堆放高度确定，平均每基塔约 50m ² 。	
	牵张场	m ²	根据牵张装备确定，平均每处牵张场约 50m ² 。	
	施工道路	m ²	根据施工道路表土剥离工程量和堆放高度确定	
彩条布 苫盖	塔基区	m ²	按彩条布铺垫面积的 1.5 倍考虑	
	牵张场	m ²	不计列	
	施工道路	m ²	按彩条布铺垫面积的 1.5 倍考虑	
临时 拦挡	塔基区	m ³	平地、河网泥沼段每基塔 5m ³ 计列	
	牵张场	m ³	不计列	
	施工道路	m ³	平地、河网泥沼段不计列	
泥浆沉 淀池	塔基区	座	塔位已计列泥浆处理费用	

5 通信部分

5.1 光缆通信方案

5.1.1 通信现状

目前各 110kV 站点至少有 2 条光缆接入电网光传输系统。本站光缆主要有：

本站周边已建成官塘～塔洋 220kV 线路上 2 根 24 芯 OPGW 光缆；

官塘 110kV 线路上架设 1 根 24 芯 OPGW 光缆，其中官洋 110kV 线路上使用 12 芯光缆至 110kV 泮水站，塔洋 110kV 线路上使用 12 芯至 220kV 塔洋站；目前铺仔站站在施工，新建 2 回光缆 π 接官塘～塔洋 110kV 线路 24 芯 OPGW 光缆。塔洋～泮水 110kV 线路上有 1 根 24 芯 OPGW 光缆。光纤型号为 G.652D 型。

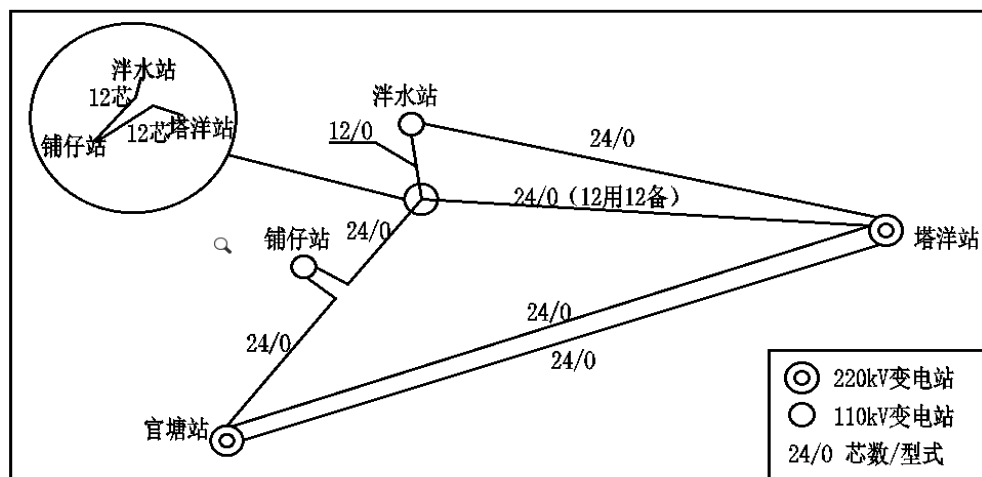


图 5.1-1 相关光缆现状图

5.1.2 光缆架设方案

本期联先站沿新建 110kV 线路敷设 2 回 48 芯 OPGW 光缆至 π 接点，新建线路长 $(2 \times 2.75 + 1 \times 0.03)$ km；沿新建线路架设一回 48 芯 OPGW 光缆至塔洋站，线路长 7.9km。光纤型号采用 G.652D 型，光纤型号采用 G.652D 型。详见本工程“光缆（地线）架设示意图（WTS-S1392C-A0101-08）”。

5.1.3 光缆施工要求

1) OPGW 光缆进站接地应采用可靠接地方式引下光缆应至少两点接地，接地点分别在构架顶端、下端固定点，并通过匹配的专用接地线可靠接地。站内光缆采用带放电间隙绝缘子与构架绝缘，构架下端有接地刀闸的，可在 OPGW 引下光缆末端入余缆架前点处及进接头盒前点处用线夹与接地线相连并汇接到刀闸上端，刀闸下端用接地线与站内接地网可靠连接。接地线应有良好导电性，截面不小于 OPGW 的截面。

2) 余缆架下沿距离地面不小于 1.5m。接头盒安装位置宜在余缆架顶端上方不小于 0.5m。余缆应固定在余缆架上，在余缆架上盘绕应整齐有序，不应交叉扭曲受力，捆绑点不应少于 4 处，绑扎材料应采用不锈钢扎带、

铝丝等耐腐蚀材料，余缆和余缆架接触良好，余缆架用抱箍等方式可靠安装。光缆余缆盘留量应满足光缆放至地面仍有不小于 5m 的余量。

5.2 通信保护

5.2.1 设计原则

- 1) 《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》(DL/T 5033-2023)
- 2) 《架空电力线路与调幅广播收音台的防护间距》(GB7495-1987)
- 3) 《架空电力线路、变电站(所)对电视差转台、转播台无线电干扰防护间距标准》(GB50143—2018)
- 4) 《航空无线电导航台(站)电磁环境要求》(GB6364-2013)

5.2.2 对通信线路的影响及其防护措施

5.2.2.1 沿途电信设施情况

根据现场调查，在影响范围内的通信光缆基本上沿着主干道及乡村公路架设，乡村公路上主要是广播光纤线路。通信光缆主要是电信、中国网通、中国移动及中国联通等公司运营的线路。

5.2.2.2 危险影响、干扰影响及防护措施

本线路与上述通信线路仅仅相互交叉：其交叉角和跨越高度均满足有关规程之规定，其感应纵电动势及对地电压初步确定其未超过标准值；同时由于光纤数字传输线路抗电磁干扰影响能力强，其干扰影响也满足规程规定。因此本工程对沿线通信线路初步确定不采取任何保护措施。

5.2.2.3 无线电设施

线路附近的无线电设施，主要为电视、广播传输网络及 GSM、CDMA 数字蜂窝移动通信系统机站，无其它无线电设施。送电线路产生的电晕对 GSM (900MHz、1800MHz 或 2000MHz) 移动机站的超高频信号没有影响。

6 智能输电线路

根据海南电网基建【2021】22 号文《关【正文】关于印发电网项目智能化功能配置指导意见（2021 年版）的通知》，应按照南网公司“智慧生产”的推广应用思路，进一步明确海南本地智能化输电线路建设标准。通过有序推广成熟度高的智能技术应用，适当引进前瞻性智能装备，达到快速提升设备数字化、智能化水平，提高运维工作效率和生产经济效益的目的。同时参照《数字输电线路装备技术导则》要求，本工程智能输电线路技术应用情况如下表所示：

表 6-1 智能输电线路技术应用情况

线路类型	载体装置	实现的功能	配置原则	本工程配置情况
架空类	输电线路分布式精确故障定位装置	通过检测线路故障时的行波变化情况，判断故障点的具体位置，并测算出故障点的相对距离。	1. 110kV 及以上架空线路和混合线路的架空部份应配置。 2. T 接线路的 T 接点宜配置。 3. 110kV 及以上未按照集中式行波测距的线路或跨单位管理的分界点宜配置。根据实际情况考虑配置分布式或集中式行波测距装置其中一种即可。	塔洋～联先线路：两侧变电站（塔洋站、联先站）各配置 1 套。 π 接塔洋～铺仔线：将塔洋～铺仔线（塔洋站侧）装置拆装至联先～铺仔线（联先站侧安装），另新建 2 套装置，联先站侧安装 1 套，塔洋站侧安装 1 套。

7 劳动安全

劳动安全设计时主要考虑线路施工和检修时因电气引起的人身安全，对国家规定的有关防火、防尘、防毒及卫生等劳动安全，应符合有关规定、规范的要求。

1) 基础设计时，结合地质情况，考虑适宜的基础形式及埋深，以便于安全施工；

2) 杆塔设计时考虑了必要的攀登设施，以保证施工、运行人员登塔时的安全；

3) 线路设计时，已充分考虑了塔头间隙，从而保证人体与带电部分安全距离满足施工运行规程、规范。

8 绿色低碳电网建设评价

8.1 概述

为完整、准确、全面贯彻新发展理念，深入践行“四个革命、一个合作”能源安全新战略，助力国家“碳达峰、碳中和”目标实现，加快建成安全、可靠、绿色、高效、智能的现代化电网。

8.2 评价依据及评价等级

中国南方电网公司绿色低碳电网建设标准等成果，在梳理总结国内外绿色相关标准及工程实践的基础上进行编制，包括《绿色低碳电网建设标准》和《绿色低碳电网建设评价工作指引》两个部分，明确了变电站及换流站、交直流输电线路及电缆线路、配网等工程绿色低碳建设及评价的范围、规范性依据文件、基本规定、评价指标以及绿色技术要点、评价方法等。成果适用于南方电网范围内±500kV～±800kV 换流站及输电线路、35kV～500kV 变电站及输电线路、0.4kV～10kV 配网等新建工程。

8.3 评价指标执行情况及等级确认

8.3.1 节地与土地利用

序号	项目		条款	项目评分			备注说明
				评价分值	单项评分值	章节评分值	
1	控制项		4.1.1.1 线路路径选择与地方城镇规划、工业区规划、矿产资源区等相协调。	满足		控制项 3 项，参	
2			4.1.1.2 导线选型结合电网规划、考虑负荷增长等因素，提高单位走廊宽度的输送容量，提高土地资源的利用率。	满足		评 3 项，满足 3 项，不	
3			4.1.1.3 通过耕地的输电线路，其接地体埋设在耕作深度以下。	满足		参评 0 项	
4	评分	I 架设	4.1.2.1 大型发电厂和枢纽变电站的进出线、两回或多回路相邻线路统一规划，评价分值为 22 分。	22	不参评	评分项 7 项，参	

序号	项目		条款	项目评分			备注说明
				评价分值	单项评分值	章节评分值	
	项	方式				评项 5 项，不参评项 2 项。参评项总分 66 分，参评得分 47 分，折合得分 71.2 分	
5		II 路径选择	4.1.2.2 在已有线路附近新建线路且条件允许时，靠近原有线路平行走线，避免分割土地，评价分值为 25 分。	25	25		
6		III 设备选择及布置	4.1.2.3 杆塔采用导线三角形或垂直排列的型式，评价分值为 16 分。	16	16		
7			4.1.2.4 在满足安全性和经济性的基础上，部分或全部相导线悬垂绝缘子串采用 V 型、Y 型或 L 型布置，评价分值为 13 分。	13	0		
8			4.1.2.5 城区或市郊线路采用钢管杆、窄基塔等占地面积少的杆塔，评价分值为 12 分。	12	不参评		
9			4.1.2.6 在满足安全性和经济性的基础上，采用绝缘杆塔、绝缘横担以缩小线路走廊宽度，评价分值为 6 分。	6	0		
10		IV 基础埋设	4.1.2.7 桩基承台顶面位于地面以下，减少占地面积，评价分值为 6 分。	6	6		

8.3.2 节能与能源利用

序号	项目		条款	项目评分			备注说明
				评价分值	单项评分值	章节评分值	
1	控制项		4.2.1.1 综合考虑规划要求、电气及机械性能、建设和运行维护费用等因素进行导、地线选型，采用全寿命周期费用最低法进行比选。	满足		控制项 2 项，参评 2 项，满足 2 项，不参评 0 项	
2			4.2.1.2 导线选型时，对于硬铝线，导电率不小于 61%；对于耐热铝合金线，导电率不小于 60%；对于普通铝合金线，导电率不小于 52.5%；对于软铝线，导电率不小于 63%。	满足			
3	评分项	I 导线选型	4.2.2.1 采用钢芯高导电率铝绞线（硬铝线导电率不小于 61.5%）、铝合金芯铝绞线、中强度全铝合金绞线等节能导线，评价分值为 51 分。	51	51	评分项 6 项，参评项 6 项，不参评项 0 项。参评项总分 100 分，参评得分 69 分，折合得分 69 分	
4		II 导线布置方式	4.2.2.2 对于同塔双回及多回输电线路，验算其相序排列方式对电阻损失和电晕损失的影响，在满足防雷和电磁环境要求的前提下，选择有利于降低电阻损失和电晕损失的相序排列方式，评价分值为 23 分。	23	0		
5		III 导线电晕控制	4.2.2.3 导线表面电场强度计算最大值与起晕电场强度之比小于 85%（粗糙系数取为 0.85），评价分值为 8 分。	8	8		
6			4.2.2.4 年平均电晕损失理论值不大于线路电阻有功损失的 20%，评价分值为 5 分。	5	5		
7		IV 地线	4.2.2.5 除中重冰区地线有融冰绝缘化设计需求	8	0		

序号	项目	条款	项目评分			备注说明
			评价分值	单项评分值	章节评分值	
	线/OPGW 节能	外,在满足热稳定校核时,110kV~500kV 线路普通地线采用绝缘运行方式,评价分值为 8 分。				
8	V 金具节能	4.2.2.6 导线悬垂线夹和防振锤采用非铁磁材料制作,评价分值为 5 分。	5	5		

8.3.3 节材与材料利用

序号	项目	条款	项目评分			备注说明	
			评价 分值	单 项 评 分 值	章 节 评 分 值		
1	控制项	4.3.1.1 采用卫片、航片、海拉瓦、遥感影像、数字地面模型（DEM）全数字摄影测量系统和 GPS 等技术优化线路路径选择，缩短线路长度。	满足		控制项 6 项，参 评 6 项， 满足 6 项，不参 评 0 项		
2		4.3.1.2 根据沿线气象资料的数理统计结果，参考附近已有线路的运行经验，合理确定设计气象条件。	满足				
3		4.3.1.3 参考邻近线路的积污实测值、最新审定的污区分布图和直交流积污比，结合现场实际污秽调查结果并考虑污秽发展情况，选择合适的绝缘子型式和片数。	满足				
4		4.3.1.4 按南方电网物资品类优化成果选用设备和材料。	满足				
5		4.3.1.5 综合考虑路径情况、地形地貌、气象条件、交叉跨越等因素，合理进行杆塔选型和规划，应用标准设计杆塔。	满足				
6		4.3.1.6 杆塔采用 M24 及以上规格螺栓连接时采用 8.8 级，M20 螺栓连接时采用 6.8 级，M16 螺栓连接时采用 6.8 级或 4.8 级，减少螺栓数量以缩小节点板尺寸。	满足				
7	评分项	I 杆塔节材	4.3.2.1 对于同塔双回或多回输电线路，采用标识牌进行回路识别，不刷回路漆，评价分值为 6 分。	6	6	评分项 12 项， 参评项 8 项，不 参评项 4 项。参 评项总 分 64 分，参评 得分 36 分，折合 得分 56.25	
8			4.3.2.2 塔身或塔腿主材采用单根大规格角钢无法满足受力要求时，采用单角钢变换双角钢主材连接，评价分值为 9 分。	9	不参 评	未涉及 条文情 况	
9			4.3.2.3 横担、塔身或塔腿主材采用常规单角钢无法满足受力要求时，采用大规格角钢，评价分值为 8 分。	8	8		
10			4.3.2.4 直线塔的规划设计采用“塔高每降低一定高度，杆塔水平档距相应增大一定百分比”的方法，提高杆塔利用系数，评价分值为 10 分。	10	10		
11			4.3.2.5 工程的杆塔利用系数（实际总水平档距/所有杆塔理论水平档距之和，下同）：	7	7		

序号	项目	条款	项目评分			备注说明
			评价分值	单项评分值	章节评分值	
		(1) 不小于 82%，评价分值为 4 分； (2) 不小于 85%，评价分值为 7 分。			分	
12		4.3.2.6 应用 Q420 及以上高强钢，减少杆塔钢材用量，对于 220kV 及以上线路，Q420 及以上高强钢用量比例不低于线路角钢塔钢材用量的 25%，评价分值为 5 分。	5	5		
13		4.3.2.7 经过充分评估、论证，采用预应力混凝土杆，评价分值为 3 分。	3	不参评		未使用混凝土杆
14		4.3.2.8 经过充分评估、论证并在保证施工安全的前提下，减少安装工况引起的塔重增加，评价分值为 5 分。	5	0		
15	II 基础节材	4.3.2.9 位于水塘、河流中的杆塔，靠近塘堤或河堤立塔，减少围堰量，评价分值为 18 分。	18	不参评		未涉及条文情况
16		4.3.2.10 铁塔的基础主柱采用斜柱或设置偏心式，减少基础材料用量，评价分值为 15 分。	15	0		
17		4.3.2.11 岩石地基采用锚杆基础，评价分值为 8 分。	8	0		
18		4.3.2.12 经过充分评估、论证，采用装配式基础，评价分值为 6 分。	6	不参评		未涉及条文情况

8.3.4 环境质量与环境保护

序号	项目	条款	项目评分			备注说明
			评价分值	单项评分值	章节评分值	
1	控制项	4.4.1.1 输电线路未进入自然保护区的核心区及缓冲区。	满足		控制项 13 项， 参评 9 项，满足 9 项，不 参评 4 项	
2		4.4.1.2 输电线路未在饮用水水源一级保护区内立塔。	满足			
3		4.4.1.3 在林木密集区、经济作物区采用高跨设计。	满足			
4		4.4.1.4 位于居民区和水田的接地体敷设成环形或采用垂直接地体装置。不使用含有重金属或其他有毒成分的化学降阻剂。	满足			
5		4.4.1.5 位于山地的塔位，按照地形情况设置排水沟、护坡、挡土墙等。	满足			
6		4.4.1.6 山区、丘陵地区塔位采用全方位长短腿布置，并与不等高基础配合使用，减少杆塔降基面。	满足			
7		4.4.1.7 500kV 线路经过农业耕作区时，线路下方离地 1.5m 高处最大未畸变工频电场强度不大于 10kV/m。	不参评		本工程 为 110kV 线 路	

序号	项目		条款	项目评分			备注说明
				评价 分值	单 项 评 分 值	章 节 评 分 值	
8			4.4.1.8 500kV 线路经过居民区时，线路下方离地 1.5m 高处最大未畸变工频电场强度不大于 7kV/m。	不参评			本工程为 110kV 线路
9			4.4.1.9 500kV 输电线路跨越非长期住人的建筑物或邻近民房时，房屋所在位置离地 1.5m 高处的最大未畸变工频电场强度不超过 HJ/T24《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》中规定的评价限值，即 4kV/m。	不参评			本工程为 110kV 线路
10			4.4.1.10 500kV 输电线路跨越非长期住人的建筑物或邻近民房时，房屋所在位置离地 1.5m 高处的磁场强度不超过 HJ/T24《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》中规定的评价限值，即 0.1mT。	不参评			本工程为 110kV 线路
11			4.4.1.11 输电线路环境噪声不超过 GB3096《声环境质量标准》的规定；同时不大于 GB 50545《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》的限值要求，即 55dB(A)。	满足			
12			4.4.1.12 110～500kV 输电线路边相导线投影外 20m 处，频率为 0.5MHz 的无线电干扰限值执行 GB 15707《高压交流架空送电线无线电干扰限值》的规定。	满足			
13			4.4.1.13 满足对短波无线电测向（收信）台、中波导航台、对空情报（空管）雷达站、电视差转（转播）台、调幅广播收音（监测）台等各类无线电台和弱电线路等设施的电磁影响要求。	满足			
14	评分项	I 塔位及路径选择	4.4.2.1 输电线路未进入国家生态保护红线及《建设项目环境影响评价分类管理名录》中的以下环境敏感区域：自然保护区的实验区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源一级保护区、国家级森林公园、国家地质公园、重要湿地、文物保护单位的保护范围、具有特殊历史、文化、科学、民族意义的保护地等，评价分值为 33 分。	33	33	评分项 10 项，参评项 7 项，不参评项 3 项。参评项总分 69 分，参评得分 60 分，折合得分 86.9 分	
15			4.4.2.2 在有景观要求的区域走线时开展输电线路景观设计，路径走向和塔位布置考虑当地的自然景观与地形地貌，做到与环境协调，例如采用采用景观塔等，评价分值为 14 分。	14	不参评		未涉及景区
16			4.4.2.3 线路路径选择及杆塔排位时，避免大面积房屋拆迁，评价分值为 11 分。	11	11		
17			4.4.2.4 110kV～220kV 线路不跨越长期住人的建筑，评价分值为 7 分。	7	7		
18			4.4.2.5 避让林木密集区、经济作物区，评价分值为 7 分。	7	0		
19			4.4.2.6 不同期投运的同塔双回或同塔多回线路，同期架线，评价分值为 10 分。	10	不参评		未涉及条文情况

序号	项目	条款	项目评分			备注说明
			评价分值	单项评分值	章节评分值	
20	III 电磁环境	4.4.2.7 采用原状土基础,因地制宜选用岩石基础、岩石锚杆基础、人工挖孔桩等基础类型,减少材料用量及开挖土方量,评价分值为 6 分。	6	6	未涉及条文情况	
21		4.4.2.8 塔位、牵张场、跨越施工场地及施工道路采取有效的植被恢复措施,评价分值为 3 分。	3	3		
22		4.4.2.9 输电线路邻近已有学校、医院、养老院、疗养所等环境敏感区域时采取改善线下电磁环境的措施: (1)房屋所在地离地 1.5m 高处最大未畸变工频电场强度不超过 3.5kV/m,评价分值为 4 分; (2)房屋所在地离地 1.5m 高处的磁场强度不超过 0.05mT,评价分值为 7 分。	7	不参评		
23		4.4.2.10 在已有线路附近平行新建线路时,对多回线路的相序布置进行优化以改善工频电磁环境,评价分值为 2 分。	2	0		

8.3.5 施工管理

序号	项目	条款	项目评分			备注说明
			评价分值	单项评分值	章节评分值	
1	控制项	4.5.1.1 应建立绿色电网项目施工管理体系和组织机构,并落实各级责任人。	满足			
2		4.5.1.2 施工项目部应制定施工人员职业健康监测计划、风险控制措施计划,并组织实施。	满足			
3		4.5.1.3 施工前应进行设计文件中绿色电网重点内容的专项会审。	满足			
4		4.5.1.4 弃土不得引起水土流失,不得损坏塔位周边植被。	满足			
5		4.5.1.5 施工现场噪声排放、污水排放、环境污染控制等均满足国家相关标准要求,施工期间不发生因环境污染引起的合理投诉。	满足			
6		4.5.1.6 施工材料站场运送土方、建筑垃圾、建筑材料、机具设备等车辆出场时冲洗干净,不污损场外道路。	满足			
7		4.5.1.7 征地范围外的临时施工用地按工程水土保持方案进行处理。	满足			
8		4.5.1.8 施工现场建筑垃圾进行分类处理,并收集到现场封闭式垃圾站,不能利用的及时运出;施工现场生活垃圾设置封闭式垃圾容器,实行袋装化,并及时清运;有毒有害废弃物及时回收,且交有资质的单位处理;施工现场附近无公共厕所可供使用时,需设置临时厕所。	满足			
9		4.5.1.9 沿途因施工需要对树木进行砍伐或修剪时,应及时与相关管理部门协商,取得协议后方可	满足			

序号	项目	条款	项目评分			备注说明
			评价分值	单项评分值	章节评分值	
		进行施工，减少植被破坏。				
10		4.5.1.10 采用人工放线时，严格控制放线通道砍伐宽度，减少林木砍伐量。	满足			
11		4.5.1.11 放线施工牵引场充分利用空闲地等未利用的土地，减少植被破坏。	满足			
12		4.5.1.12 放线施工牵引场等临时设施及工程材料不堆放在一级水源保护区范围内。	满足			
13		4.5.1.13 220kV 及以上线路工程采用张力放线方式展放导地线。	不参评			本工程为 110kV 线路
14		4.5.1.14 采用新材料、新设备、新工艺、新技术实施前，应进行相应的职业健康风险评估。	满足			
15	评分项	4.5.2.1 实施设计文件中绿色输电线路重点内容： （1）进行绿色输电线路重点内容的专项交底，评价分值为 6 分； （2）施工过程中以施工日志记录绿色输电线路重点内容的实施情况，评价分值为 5 分。	5	5	评分项 14 项，参评项 14 项，不参评项 0 项。参评项总分 100 分，参评得分 100 分	
16		4.5.2.2 严格控制设计文件变更，避免出现降低项目绿色性能的重大变更，评价分值为 14 分。	11	11		
17		4.5.2.3 施工道路尽量利用已有的道路或路基，新建段道路不占用耕地，评价分值为 12 分。	12	12		
18		4.5.2.4 利用山地、荒地作为取或弃土场的用地，不占用耕地，评价分值为 12 分。	12	12		
19		4.5.2.5 运输条件及场地条件较好时，采用机械化设施组塔，评价分值为 13 分。	13	13		
		4.5.2.6 施工现场公共区域照明，采用节能照明灯具的比率大于 80%，评价分值为 5 分。	5	5		
20		4.5.2.7 混凝土施工养护采用节水养护膜，评价分值为 4 分。	4	4		
		4.5.2.8 施工驻地办公区、生活区的生活用水采用节水系统和节水器具，节水器具配置比率： （1）达到 50% 以上，评价分值为 3 分； （2）达到 100%，评价分值为 5 分。	5	5		
21		4.5.2.9 现浇混凝土采用预拌混凝土，评价分值为 9 分。	9	9		
22		4.5.2.10 施工驻地新建临时办公和生活用房采用多层轻钢活动板房等可重复利用的结构，评价分值为 4 分。	6	6		
23	4.5.2.11 土方施工作业阶段，作业区目测扬尘高度不大于 1.5m，不扩散到场区外；结构安装阶段，作业区目测扬尘高度不大于 0.5m。非施工作业区目测无扬尘，评价分值为 4 分。	4	4			

序号	项目	条款	项目评分			备注说明
			评价分值	单项评分值	章节评分值	
24		4.5.2.12 场地平整和边坡施工时对于裸露地表采取临时覆盖措施，防止尘土飞扬及水土流失，评价分值为 4 分。	4	4		
25		4.5.2.13 导线、金具等设备在安装时，采取保护措施，避免划伤，防止投运后尖端放电，评价分值为 2 分。	2	2		
26		4.5.2.14 张力放线的引导绳采用动力伞、遥控飞艇、遥控飞机、直升飞机等悬空展放，评价分值为 1 分。	1	1		

8.3.6 评定说明

表 8.3-1 绿色低碳电网评价汇总表（交流输电线路部分）

项目		节地与土地利用	节能与能源利用	节材与材料利用	环境质量与环境保护	施工管理	合计	结论
控制项	指标项数	3	2	6	13	14	38	合格
	不参评项数	0	0	0	4	1	5	
	参评项数	3	2	6	9	13	33	
	参评满足项数	3	2	6	9	13	33	
评分项	指标项数	7	6	12	10	14	49	合格
	指标总分数	100	100	100	100	100	—	
	不参评项数	2	0	4	3	0	9	
	参评项数	5	6	8	7	14	40	
	参评总分数	66	100	64	69	100	—	
	参评得分	47	69	36	60	100	—	
	实际得分	71.2	69	56.25	86.9	100	—	
	权重	0.16	0.18	0.22	0.33	0.11	1	
	权重得分	11.39	12.42	12.38	28.68	11	75.87	
绿色等级		二星级						
1. 控制项扣除不参评项均应全部符合；评分项 5 项指标实际得分均不小于 40 分；总得分分别达到 50 分、60 分、80 分时，架空线路绿色等级分别为一星级、二星级、三星级。								

《绿色低碳电网建设标准（交流输电线路部分）》绿色等级评价指标控制项和评分项分别有 38 项和 49 项，本工程分别有 33 项和 40 项参评，控制项 33 项满足要求，评分项 5 类指标得分分别为 11.39 分、12.42 分、12.38 分、28.68 分、11 分，总得分为 75.87 分，架空线路绿色等级为二星级。

9 工程设计强条执行情况

9.1 工程设计强制性条文执行情况

表 9.1-1 工程设计部分强制性条文执行表

工程名称	琼海 110kV 联先输变电新建工程	专业名称	线路
序号	强制性条文条款号及内容	执行结果	
1	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 5.0.7: 导、地线在弧垂最低点的设计安全系数不应小于 2.5, 悬挂点的设计安全系数不应小于 2.25。地线的设计安全系数不应小于导线的设计安全系数。	执行	
2	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 6.0.3: 金具强度的安全系数应符合下列规定: 1、最大使用荷载情况不应小于 2.5。2、断线、断联、验算情况不应小于 1.5。	执行	
3	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 7.0.2: 在海拔高度 1000m 以下地区, 操作过电压及雷电过电压要求的悬垂绝缘子串的绝缘子最少片数, 应符合表 7.0.2 的规定。耐张绝缘子串的绝缘子片数应在表 7.0.2 的基础上增加, 对 110kV ~ 330kV 输电线路应增加 1 片, 对 500kV 输电线路应增加 2 片, 对 750kV 输电线路不需增加片数。	执行	
4	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 7.0.9: 在海拔不超过 1000m 的地区, 在相应的风偏条件下, 带电部分与杆塔构件 (包括拉线、脚钉等) 的最小间隙, 应符合表 7.0.9-1 和表 7.0.9-2 的规定。	执行	
5	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 7.0.10: 在海拔高度 1000m 以下地区, 带电作业时, 带电部分对杆塔与接地部分的校验间隙应符合表 7.0.10 的规定。	执行	

6	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 7.0.17: 中性点非直接接地系统在居民区无地线钢筋混凝土杆和铁塔应接地, 其接地电阻不应超过 30Ω 。	不适用本工程
7	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 7.0.19: 钢筋混凝土杆的铁横担、地线支架、爬梯等铁附件与接地引下线应有可靠的电气连接, 并应符合下列规定: 1、利用钢筋兼作接地引下线的钢筋混凝土电杆, 其钢筋与接地螺母、铁横担或地线支架之间应有可靠的电气连接。2、外敷的接地引下线可采用镀锌钢绞线, 其截面应按热稳定要求选取, 且不应小于 25mm^2 。3、接地体引出线的截面不应小于 50mm^2 并应进行热稳定验算, 引出线表面应进行有效的防腐处理。	不适用本工程
8	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 13.0.1: 导线对地面、建筑物、树木、铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路的距离, 应根据导线运行温度 40°C (若导线按允许温度 80°C 设计时, 导线运行温度取 50°C) 情况或覆冰无风情况求得最大弧垂计算垂直距离, 根据最大风情况或覆冰情况求得的最大风偏进行风偏校验。重覆冰区的线路, 还应计算导线不均匀覆冰或验算覆冰情况下的弧垂增大。	执行
9	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 13.0.2: 导线对地面的最小距离, 以及与山坡、峭壁、岩石之间的最小净空距离应符合以下规定: 1、在最大计算弧垂情况下, 导线对地面的最小距离应符合表 13.0.2-1 规定的数值。2、在最大计算风偏情况下, 导线与山坡、峭壁、岩石之间的最小净空距离应符合表 13.0.2-2 规定的数值。	执行
10	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 13.0.4: 输电线路不应跨越屋顶为可燃材料的建筑物。对耐火屋顶的建筑物, 如需跨越时应那有关方面协商同意, 500kV 及以上输电线路不应跨越长期住人的建筑物。导线与建筑物之间的距离应符合以下规定: 1、在最大计算弧垂情况下, 导线与建筑物之间的最小垂直距离, 应符合表 13.0.4-1 规定的数值。2、在最大计算风偏情况下, 边导线与建筑物之间的最小净空距离, 应符合表 13.0.4-2 规定的数值。3、在无风情况下, 边导线与建筑物之间的水平距离, 应符合表 13.0.4-3 规定的数值。4、在最大计算风偏情况下, 边导线与规划建筑物之间的最小净空距离, 应符合表 13.0.4-2 规定的数值。	执行
11	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 5.0.4: 海拔不超过 1000m 时, 距输电线路边相导线投影外 20m 处且离地高且频率为 0.5MHz 时的无线电干扰限制应符合表 5.0.4 的规定。	执行

12	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 5.0.5: 海拔不超过 1000m 时, 距输电线路边相导线投影外, 湿导线条件下的可听噪声限制应符合表 5.0.5 的规定	执行
13	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 13.0.5: 500kV 及以上输电线路跨越非长期住人的建筑物或邻近民房时, 房屋所在位置离地面 1.5m 处的未畸变电场不得超过 4kV/m。	不适用本工程
14	《110 ~ 750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010) 13.0.11: 输电线路与铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的基本要求, 应符合表 13.0.11 的规定。	执行
15	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》(DL/T5033-2023) 4.1.1: 中性点不直接接地系统的输电线路一相接地短路, 而人体碰触临近电信导线时, 由容性耦合引起的流经人体的电流允许值为 15mA。	不适用本工程
16	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》(DL/T5033-2023) 4.1.2: 在输电线路故障状态下, 电信明线上的磁感应电压 (包含磁感应纵电动势和磁感应对地电压) 应符合下列规定。1、基本电压允许值见表 4.1.2-1。2、考虑输电线路故障持续时间的人身安全电压允许值见表 4.1.2-2。	执行
17	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》(DL/T5033-2023) 4.1.3: 在输电线路故障状态下, 电信电缆芯线上的磁感应电压 (包含磁感应纵电动势和磁感应对地电压) 应符合下列规定。1、电信电缆芯线两端有绝缘变压器, 或一端为绝缘变压器而另一端通过低阻抗接地或与带有接地的金属护套或屏蔽层连接, 或所有电缆芯线在两终端都装有避雷器时, 电信电缆芯线上的磁感应电压允许值见表 4.1.3。2、当电信电缆芯线不符合 4.1.3 条 1 款规定的条件时, 电信电缆芯线上的磁感应电压允许值应符合 4.1.2 条的规定。	执行
18	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》(DL/T5033-2023) 4.1.4: 考虑输电线路故障持续时间的设备安全电压允许值见表 4.1.4。	执行
19	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》(DL/T5033-2023) 4.1.5: 当输电线路发生接地短路故障时, 因地电流影响对邻近埋地电信电缆芯线和大地间引起的点位差, 以及电信局 (站) 接地装置上的地电位升的允许值应符合 4.1.3 条的规定。	执行
20	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》(DL/T5033-2023) 4.1.6: 输电线路对埋地电信电缆线路同时产生感性耦合和阻性耦合两种影响时, 合成后	执行

	的数值应符合 4.1.3 条的规定。	
21	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》（DL/T5033-2023）4.1.7：在输电线路故障状态下，光缆线路上的磁感应电压（包含磁感应纵电动势和磁感应对地电压）影响允许值见表 4.1.7。当同时存在感性耦合和阻性耦合两种影响时，合成后的数值应符合表 4.1.7 的要求。	执行
22	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》（DL/T5033-2023）4.1.8：在输电线路故障状态下，非电气化铁道的半自动、自动闭塞方向电路及遥控、遥信线路的磁感应电压（包含磁感应纵电动势和磁感应对地电压）允许值应按 4.1.2 条和 4.1.3 条的规定确定。	执行
23	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》（DL/T5033-2023）4.1.9：当电信线路磁感应纵电动势超过允许值时，必须按 3.0.2 条电信回路工作状态进一步计算电信线路的导线与大地间产生的磁感应对地电压。只有在磁感应对地电压超过 4.1.2 条～4.1.7 条允许值时，电信线路才存在危险影响。	执行
24	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》（DL/T5033-2023）4.2.1：音频双线电话回路噪声计电动势允许值应符合下列规定：1、县电话局至县以上电话局的电话回路为 4.5mV。2、县电话局至县以下电话局的电话回路为 10mV。3、业务电话回路为 7mV。	执行
25	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》（DL/T5033-2023）4.2.2：兼作电话用有线广播双线回路噪声计电动势允许值为 10mV。	执行
26	《交流架空输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》（DL/T5033-2023）4.2.3：输电线路在“线一地”电报回路中感应产生流过电报机的干扰电流允许值为电报机工作电流的 10%。	执行
27	《交流架空输电线路对无线电台影响防护设计规范》（DL/T 5040-2017）3.0.1：输电线路与各类无线电台的防护间距应满足表 3.0.1 的要求。	执行

表 9.1-2 工程设计部分强制性条文执行表

工程名称	琼海 110kV 联先输变电新建工程	专业名称	结构
序号	强制性条文条款号及内容	执行结果	
1	《架空输电线路基础设计规程》（DL/T 5219-2023）3.1.1 地基基础设计应符合下列规定：1、地基基础设计应保证基础结构的强度，并满足地基承载力计算的有关规定；2、处于软弱地基的耐张转角塔、终端杆塔基础，应进行地基变	执行	

	形计算, 控制地基变形在容许范围内。	
2	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 3.1.2 对位于地震烈度为 7 度及以上的地区, 当场地为饱和砂土和饱和粉土时, 均应考虑地基液化的可能性, 并采取必要的稳定地基或基础的抗震措施。	执行
3	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 3.1.6 基础型式的选择, 应综合考虑工程要求、岩土工程条件、施工条件等因素, 优先采用原状土基础。岩石地基可采用岩石锚杆基础、岩石嵌固基础或嵌岩桩基础; 地质条件较差时可采用扩展基础或桩基础; 特殊情况下, 可采用筏板基础、螺旋锚基础、复合式沉井基础等; 运输或浇筑混凝土有困难的地区, 可采用装配式基础; 电杆及拉线盘宜采用装配式基础。	执行
4	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 3.1.9 除有特殊要求外, 河滩上或内涝积水地区基础主柱顶面高程不应低于 5 年一遇洪涝水位高程。	执行
5	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 3.1.14 对地基变形有计算要求的杆塔基础, 基础的最大倾斜率 δ (不含基础预偏值) 应满足表 3.1.14 的要求。	本工程不涉及
6	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 4.9.4 柱中纵向受力钢筋应符合下列规定: 1、纵向受力钢筋的直径 d 不宜小于 12mm, 全部纵向钢筋配筋率不宜大于 5%; 圆柱中纵向钢筋宜沿周边均匀布置, 根数不宜少于 8 根, 且不应少于 6 根。2、柱内纵向钢筋的净距不应小于 50mm, 且不宜大于 300mm。3、在偏心受压柱中, 垂直于弯矩作用平面的侧面上的纵向受力钢筋以及轴心受压柱中各边的纵向受力钢筋, 其中距不应大于 300mm。4、纵向受力钢筋的焊接接头应互相错开, 应满足下列规定: 1) 同一连接区段长度为 $35d$ (d 为纵向受力钢筋的较大直径) 且不小于 500mm 的长度范围内。在同一连接区段内, 对纵向受拉钢筋的焊接接头面积百分率不应大于 50%。纵向受压钢筋的接头面积百分率可不受限制。	执行
7	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 4.9.5 柱中箍筋应符合下列规定: 1、在柱中及其他受压构件中的周边箍筋应为封闭式。对圆柱中的箍筋, 搭接长度应满足 9.11.2 锚固长度, 且末端做成 135° 弯钩, 弯钩末端平直段长度不应小于箍筋直径的 5 倍; 也可焊成封闭环式。2、箍筋间距不应大于 400mm 及构件截面的短边尺寸, 且不应大于 $15d$, d 为纵向钢筋的最小直径。3、箍筋直径不应小于 $d/4$, 且不应小于 6mm。当柱的宽度不小于 800mm 时, 箍筋	执行

	直径不应小于 8mm, d 为纵向钢筋的最大直径。4、当柱中全部纵向受力钢筋的配筋率大于 3%时, 箍筋直径不应小于 8mm, 间距不应大于纵向受力钢筋最小直径的 10 倍, 且不应大于 200mm。搭接长度应满足 9.11.2 锚固长度, 箍筋末端应做成 135° 弯钩且弯钩末端平直段长度不应小于箍筋直径的 10 倍。箍筋也可焊成封闭环式。5、当柱截面短边尺寸大于 400mm 且各边纵向钢筋多于 3 根时, 或当柱截面短边尺寸不大于 400mm 但各边纵向钢筋多于 4 根时, 应设置复合箍筋。6、柱中纵向受力钢筋搭接长度范围内应配置箍筋, 其直径不应小于搭接钢筋较大直径的 0.25 倍。当钢筋受拉时, 箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 5 倍, 且不应大于 100mm; 当钢筋受压时, 箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 10 倍, 且不应大于 200mm。当受压钢筋直径 $d > 25\text{mm}$ 时, 尚应在搭接接头两端面外 100mm 范围内各设置两个箍筋。	
8	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 4.9.8 基础底板中的纵向受拉钢筋直径不应小于 10mm, 间距不应大于 200mm, 也不应小于 100mm。	执行
9	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 4.9.9 承受拉力的地脚螺栓, 直径不应小于 22mm, 间距不应小于 4 倍的地脚螺栓直径。	执行
10	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 9.1.2 桩基础应进行下列计算和验算:1、上拔、下压及水平承载力计; 2、桩身、连梁及承台承载力计算; 对于桩侧土不排水抗剪强度小于 10kPa、且长径比大于 50 的桩尚应进行桩身压屈验算; 3、设计地面处的水平位移计算; 4、必要时应进行抗裂和裂缝宽度验算; 5、对有变形计算要求的杆塔基础, 应进行地基变形计算; 6、当桩端平面以下存在软弱下卧层时, 应进行软弱下卧层承载力验算; 7 对于抗震设防区的桩基, 应进行抗震承载力验算。	执行
11	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 9.7.3 桩基础的混凝土强度等级应满足下列要求: 1、当水下灌注混凝土施工时, 桩身混凝土的强度等级不应低于 C30; 干法施工时, 桩身混凝土的强度等级不应低于 C25; 护壁混凝土的强度等级不宜低于桩身混凝土的强度等级。2、承台及连梁的混凝土强度等级不应低于 C25。	执行
12	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 9.7.7 桩基础的配筋, 应符合下列要求:1、当桩身 直径为 300mm 2000mm 时, 最小配筋率不宜小于 0.65%~0.2% (小直径桩取高值)。2、桩身主筋不宜小于 8 ϕ 12, 纵向主筋应沿桩身周边均匀布置, 其净距不应小于 60mm; 混凝土保护层厚度不应小于 50mm。微型桩桩身截面主筋不应小于 3 根, 混凝土保护层厚度不应小于 30mm。3、桩身主筋应等截面或变	执行

	<p>截面通长配置。4、箍筋直径不应小于 8mm, 间距宜为 200mm-300mm, 宜用螺旋箍筋或焊接环状箍筋:对于承受较大水平荷载或处于抗震设防烈度大于等于 8 度地区的桩, 箍筋直径不应小于 10mm, 桩顶部 3 倍至 5 倍桩径范围内(桩径小取大值, 桩径大取小值)箍筋间距应加密至 100mm. 当桩身位于液化土层范围内时箍筋应加密;当考虑箍筋受力作用时, 箍筋配置应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》(2024 年版) GB50010 的有关规定;当钢筋笼长度超过 4m 时,应每隔 2m 设道直径不小于 12mm 的焊接加劲箍筋。</p> <p>5、承台的受力钢筋应通长配置, 对四桩及以上承台宜按双向均匀布置, 对三桩的三角形承台应按三向板带均匀布置, 且最里面的三根钢筋围成的三角形应在塔脚底板截面范围内。承台纵向受力钢筋的直径不应小于 12mm, 间距不应大于 200mm。桩基承台的最小配筋率不应小于 0.15%。</p> <p>6、承台底面钢筋的混凝土保护层厚度, 当有混凝土垫层时, 不应小于 50mm, 无垫层时不应小于 70mm;同时不应小于桩头嵌入承台内的长度。</p> <p>7、连梁配筋应按计算确定, 梁上下部配筋不宜小于 2 根直径 12mm 钢筋:位于同一轴线上的连梁纵筋宜通长配置。</p>	
13	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 16.0.4 山区线路应采用全方位长短腿与不等高基础配合使用的原则进行铁塔和基础设计, 必要时应做好基面稳定防护处理措施。	执行
14	《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023) 16.0.5 塔位的设计基面应按下列原则确定: 1、宜按基面开方最小原则对各塔腿分别设计; 2、塔位边坡的开挖坡度允许值应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定; 3、塔基施工余土应提出适宜的处理方案。	执行
15	《工程结构通用规范》(GB 55001-2021) 3.1.3 结构设计应对起控制作用的极限状态进行计算或验算;当不能确定起控制作用的极限状态时, 结构设计应对不同极限状态分别计算或验算。	执行
16	《工程结构通用规范》(GB 55001-2021) 3.1.5 结构设计时选定的设计状况, 应涵盖正常施工和使用过程中的各种不利情况。各种设计状况均应进行承载能力极限状态设计, 持久设计状况尚应进行正常使用极限状态设计。	执行
17	《钢结构通用规范》(GB 55006-2021) 3.0.1 钢结构工程所选用钢材的牌号、技术条件、性能指标均应符合国家现行有关标准的规定。	执行
18	《钢结构通用规范》(GB 55006-2021) 4.1.5 拉弯、压弯构件应验算轴力和弯矩共同作用下的截面强度, 验算时截面几何特性应按净截面面积和净截面模量计算。	执行

19	《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）4.1.6 压弯构件必须保证在压力和弯矩共同作用下的整体稳定性。拉弯构件当拉力很小而弯矩相对较大时，应防止发生整体失稳。	执行
20	《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）4.4.2 对于普通螺栓连接、铆钉连接、高强度螺栓连接，应计算螺栓（铆钉）受剪、受拉、拉剪联合承载力，以及连接板的承压承载力，并应考虑螺栓孔削弱和连接板撬力对连接承载力的影响。	执行
21	《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）4.6.2 钢构件应根据结构形式、抗震等级以及节间荷载等情况，控制其长细比、板件宽厚比，并根据需要设置加劲肋。	执行
22	《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）5.4.2 设计覆冰区的电视塔、无线电塔桅和输电塔等类似结构时，应考虑结构构件、架空线、拉绳表面覆冰后引起的荷载及挡风面积增大的影响和不均匀脱冰时产生的不利影响；对输电塔结构还应考虑覆冰引起的断线张力作用。	执行
23	《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）5.4.3 塔桅钢结构应进行长效防腐蚀处理。	执行
24	《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）2.0.2 结构混凝土强度等级的选用应满足工程结构的承载力、刚度及耐久性需求。对设计工作年限为 50 年的混凝土结构，结构混凝土的强度等级尚应符合下列规定；对设计工作年限大于 50 年的混凝土结构，结构混凝土的最低强度等级应比下列规定提高。1、素混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C20；钢筋混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C25；预应力混凝土楼板结构的混凝土强度等级不应低于 C30，其他预应力混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C40；钢-混凝土组合结构构件的混凝土强度等级不应低于 C30。2、承受重复荷载作用的钢筋混凝土结构构件，混凝土强度等级不应低于 C30。3、抗震等级不低于二级的钢筋混凝土结构构件，混凝土强度等级不应低于 C30。采用 500MPa 及以上等级钢筋的钢筋混凝土结构构件，混凝土强度等级不应低于 C30。	执行
25	《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）4.4.1 混凝土结构构件应根据受力状况分别进行正截面、斜截面、扭曲截面、受冲切和局部受压承载力计算；对于承受动力循环作用的混凝土结构或构件，尚应进行构件的疲劳承载力验算。	执行
26	《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）4.4.5 混凝土结构中普通钢筋、预应力筋应采取可靠的锚固措施。普通钢筋锚固长度取值应符合下列规定：1、受拉钢筋锚固长度应根据钢筋的直径、钢筋及混凝土抗拉强度、钢筋的外形、钢筋锚固端的形式、结构或结构构件的抗震等级进行计算；2、受拉钢筋锚固长度不应小于 200mm；3、对受压钢筋，	执行

	当充分利用其抗压强度并需锚固时,其锚固长度不应小于受拉钢筋锚固长度的 70%。	
27	<p>《混凝土结构通用规范》(GB 55008-2021) 4.4.6 除本规范另有规定外,钢筋混凝土结构构件中纵向受力普通钢筋的配筋率不应小于表 4.4.6 的规定值,并应符合下列规定:</p> <p>1、当采用 C60 以上强度等级的混凝土时,受压构件全部纵向普通钢筋最小配筋率应按表中的规定值增加 0.10% 采用;</p> <p>2、除悬臂板、柱支承板之外的板类受弯构件,当纵向受拉钢筋采用强度等级 500MPa 的钢筋时,其最小配筋率应允许采用 0.15% 和 $0.45f_t/f_y$ 中的较大值;</p> <p>3、对于卧置于地基上的钢筋混凝土板、板中受拉普通钢筋的最小配筋率不应小于 0.15%。</p>	执行
28	<p>《建筑与市政地基基础通用规范》(GB55003-2021) 第 2.2.2: 地基基础设计时,所采用的作用效应与相应的抗力限值应符合下列规定:</p> <p>1、按地基承载力确定基础底面积及埋深或按单桩承载力确定桩数时,传至基础或承台底面上的作用效应应按正常使用极限状态下作用的标准组合;相应的抗力应采用地基承载力特征值或单桩承载力特征值;</p> <p>2、计算地基变形时,传至基础底面上的作用效应应按正常使用极限状态下作用的准永久组合,不应计入风荷载和地震作用。相应的限值应为地基变形允许值;</p> <p>3、计算挡土墙、地基或滑坡稳定以及基础抗浮稳定时,作用效应应按承载能力极限状态下作用的基本组合,但其分项系数均为 1.0;</p> <p>4、在确定基础或桩基承台高度、支挡结构截面、计算基础或支挡结构内力、确定配筋和验算材料强度时,上部结构传来的作用效应和相应的基底反力、挡土墙土压力以及滑坡推力,应按承载能力极限状态下作用的基本组合,采用相应的分项系数。当需要验算基础裂缝宽度时,应按正常使用极限状态作用的标准组合;</p>	执行
29	<p>《建筑与市政地基基础通用规范》(GB55003-2021) 第 4.1.1: 地基设计应符合下列规定:</p> <p>1、地基计算均应满足承载力计算的要求;</p> <p>2、对地基变形有控制要求的工程结构,均应按地基变形设计;</p> <p>3、对受水平荷载作用的工程结构或位于斜坡上的工程结构,应进行地基稳定性验算。</p>	执行
30	<p>《建筑与市政地基基础通用规范》(GB55003-2021) 第 4.3.5: 当利用压实填土作为建筑工程的地基持力层时,在平整场地前,应根据结构类型、填料性能和现场条件等,对拟压实的填土提出质量要求。未经检验查明以及不符合质量要求的压实填土,均不得作为建筑工程的地基持力层。</p>	执行

10 施工组织设计纲要

10.1 工程概况

根据接入系统,本期项目 110kV 联先变电站接入 3 回 110kV 线路,其中 1 回引接自 220kV 塔洋站,另 2 回就近 π 接 110kV 塔洋~铺仔线,形成 220kV 塔洋站 \approx 110kV 联先站 \sim 110kV 铺仔站 \approx 220kV 朝阳站的接线形式。线路概况如下:

1、新建塔洋至联先线路:由 220kV 塔洋站出线 1 回 110kV 线路至 110kV 联先站。新建单回架空线路路径长约 $1\times 7.9\text{km}$,导线选用 JL/LB20A-300/40mm² 铝包钢芯铝绞线。

2、 π 接 110kV 塔洋~铺仔线线路:将 110kV 塔洋~铺仔线自 #59-#60 间解口,新建 2 回 110kV 线路至 110kV 联先站。新建线路路径长 2.78km,其中双回架空线路长 $2\times 2.75\text{km}$,单回架空线路长 $1\times 0.03\text{km}$,导线选用 JL/LB20A-300/40mm² 铝包钢芯铝绞线。

3、为了满足通信防雷要求,①随 110kV 塔洋至联先线路新建 1 回 48 芯 OPGW 光缆和 1 根普通地线 JLB27-100,路径长约 7.9km。②随联先站 π 接 110kV 塔洋~铺仔线线路新建 48 芯 OPGW 光缆,路径长约 2.78km,其中双回路架设 2 回 48 芯 OPGW 光缆 $2\times 2.75\text{km}$,单回路分别架设 1 根 48 芯 OPGW 光缆和 1 根普通地线 JLB27-100 共 $1\times 0.03\text{km}$ 。

10.1.1 线路自然条件

本次线路工程设计基本风速按 50 年一遇 37m/s,覆冰厚度 0mm,最高气温 40℃,最低气温 0℃,年平均气温取 20℃。

10.1.2 导线型号及地线

导线：JL/LB20A-300/40 铝包钢芯铝绞线；

地线：OPGW-100-24-1-3 型光纤复合地线、JLB27-100 铝包钢绞线。

10.1.3 地质概况

本次勘察范围内及周边地区，未发现浅埋的全新世活动断裂、滑坡、崩塌、泥石流、采空区、地面沉降等不良地质作用。场地稳定性较好，适宜线路建设。

10.2 施工组织措施

10.2.1 施工单位确定

采用公开招标方式。为加强现场施工管理，应设立项目经理部，统一领导，全面协调施工管理。项目部可下设负责施工技术的技术组；负责质量检查的质检组；负责处理包括地方关系的协调组和负责后勤供应的后勤组。根据送电线路施工质量形成的原理，按照 ISO9002 国际标准的质量程序要求，指定统一的各工序质量目标。

10.2.2 场地布置

为了便于调度和施工材料的保管，工程项目部和材料站宜设在离本线路较近，交通、生活较为方便的城镇。其施工队临时设施应具备：

- 1) 施工现场水泥仓库；
- 2) 钢筋加工棚；
- 3) 施工工具和零星材料仓库；
- 4) 施工后勤及娱乐场所。

另外还应本着尽量少占用耕地、少毁坏青苗、果园及经济作物。

10.2.3 施工阶段

1、基础施工和铁塔组立

每个标段负责基础开挖施工、浇制、铁塔组立，应根据施工工期和自身的人力物力等硬件资源，合理安排技工和普工的比例。在基础施工中必须按照设计要求进行施工，铁塔组立按照线路施工规范要求进行施工，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。组塔必须制定组塔措施交现场监理确认后实施。

2、放紧线和附件安装

放紧线和附件安装：导、地线架设采用一牵一张力放线施工工艺，机械绞磨紧线，地面压接。牵张场地各施工队应按五公里左右一处设置、或塔位不超过16基的线路范围内为宜，张力放线后应尽快进行架线工序，一般以张力放线施工段作紧线段，以耐张塔作紧线操作塔。紧线完毕后应尽快进行耐张塔的附件安装和直线塔的线夹安装及防振金具安装和间隔棒安装，避免导线因在滑车中受振和在档距中的相互鞭击而损伤。

10.3 施工综合进度

施工单位应根据建设单位的工期要求，编排工序进度安排时（横道图），合理安排施工准备、线路复测、基坑开挖、附件安装、竣工验收、消缺、调试、移交各个工序的进度和时间衔接，以保质保量的完成施工任务。

10.4 环境保护

1) 按照国家及地方有关环保规定，土地法、林业法和施工图的有关技术要求进行施工作业，以降低工程施工对环境的影响、破坏程度。

2) 在整个施工过程中，对施工占地进行合理的规划，尽最大限度地减少耕地的占用面积、减少对植被的破坏。

10.5 保证施工安全的措施

10.5.1 安全生产方针

安全第一，预防为主。施工队、班组控制未遂事故和纪律事故，不发生人身轻伤事故和其他一般事故。

10.5.2 安全施工管理

贯彻执行国家及电力行业有关安全生产方针、政策、法规、指令，执行《电力建设安全施工管理规定》、《电力建设安全工作规程》、《安全生产工作规定》及《电力建设安全健康与环境管理工作规定》，所有的工序应严格按照送电线路施工的操作程序。

10.6 保证工程质量的措施

1) 物质供应部门负责进货检验及掌握供货方面的质量，对由业主供应的工程材料，由施工单位物质部按照有关规定进行清点、检验、标识、保管等管理。其他由施工单位自采的材料，如钢筋、水泥应选择有资质、有信誉的厂家供货，并提供给产品合格证和材质证明书，所选用的砂、石需要有检验报告。

2) 工程技术部门、质检部门配合工程监理单位，按照国家有关

质量标准、施工技术措施，督促检查施工队在施工过程中的各项工序质量。

3) 由工程技术部门、质检部门配合工程监理单位，检查验收及施工总验收，并在一年内的质量保证期间，对用户的产品质量进行品质跟踪，搞好线路工程移交后的质量服务工作。

10.7 降低工程成本措施

1) 在工程施工组织和工程施工管理中精心组织、科学管理。精简机构，以精兵强将组成施工队伍，发挥一专多能，减少管理人员。

2) 建立以项目经理为首的生产高效率指挥系统。做到情况明、调度灵、行动快，减少不必要的停工现象。

3) 加强质量管理，编制实施《质量控制措施》，严格执行，避免施工质量事故的发生。

4) 对机械设备、施工工器具加强维护，合理调配，提高周转率和利用率。施工过程中，强化安全检查和监控，杜绝安全事故的发生。

11 施工停电方案设想

110kV 部分：本次项目在 π 接 110kV 塔洋～铺仔线及在塔洋～铺仔线原 95#～原 96#段新建 JN2 塔时，按停电施工考虑，因 π 接点原 59#塔位置 110kV 塔洋～铺仔线和 110kV 官泮线同塔架设，故改接线路时需对两回线路进行同停。根据本工程特点，对 110kV 塔洋～铺仔线、110kV 官泮线提出以下施工停电方案：

(1) ①第一步：在 110kV 塔洋～铺仔线、110kV 官泮线不停电的情况下，完成 π 接点一基改接塔 AN0 和塔洋引接段 JN2 基础施工及养护，完成

新建线路（除 π 接点至 AN0 段及塔洋～铺仔线原 96#至 JN7 段）的施工架线。

②第二步：第一步完成后，申请 110kV 塔洋～铺仔线、110kV 官泮线停电，停电后完成原 59#塔、60#塔线路解口工作及改接塔 AN0 的后续组立工作，完成架 AN0～原 59#塔、AN0～原 60#塔两个耐张段导地线架设工作。

③第三步：第二步完成后，恢复 110kV 官泮线供电，本次停电约 2 天。110kV 塔洋～铺仔线继续停电。

④第四步：第三步完成后，110kV 塔洋～铺仔线继续保持停电状态，完成 JN2 塔的组立工作，开断塔洋～铺仔线原 95#～原 96#段导地线，完成塔洋站～JN2～JN7 的导地线架设工作。以上就完成了所有杆塔的组立及架线工作，并完成线路验收，消缺，线路参数测试等环节后，恢复 110kV 塔洋～铺仔线供电，本次停电约 6 天。

（2）110kV 官泮线停电期间，110kV 泮水站由 220kV 塔洋站供电。预测泮水站 2027 最大负荷约 56.3MW，塔泮线导线截面为 240mm²（最大输送容量 102MVA），可满足输送容量要求。

（3）110kV 塔洋～铺仔线停电期间，110kV 铺仔站由 220kV 官塘站供电。预测铺仔站 2027 最大负荷约 60.6MW，官塘～铺仔线导线截面为 240mm²（最大输送容量 102MVA），可满足输送容量要求。

（4）故本工程总体需对 110kV 官泮线共停电 2 天，对 110kV 塔洋～铺仔线共停电 6 天，停电改接时不会对两侧变电站（220kV 塔洋站、110kV 铺仔站、110kV 泮水站）造成停电。

跨越 35kV 泮长线：本次线路在 N17～N18 段跨越 35kV 泮长线，按停

电施工考虑。根据本工程特点，对 35kV 泮长线提出以下施工停电方案：

(1) 申请 35kV 泮长线停电，停电后完成 JN15-JN20 耐张段导地线架线工作，工作完成后恢复 35kV 泮长线供电，本次停电约 1 天。

(2) 该区域 35kV 网架结构为：泮水～长坡～重兴～会文。35kV 泮长线停电期间，35kV 长坡站全站负荷由 110kV 会文站供电。预测至 2027 年，35kV 长坡站最大负荷约 10.1MW，35kV 重兴站最大负荷约 8.5MW，两个站合计负荷约为 18.6MW，35kV 会重线导线截面为 120mm²（最大输送容量 20.2MVA），可满足输送容量要求。

(3) 故本工程总体需对 35kV 泮长线共停电 1 天，停电时不会对两侧变电站（泮水站、长坡站、重兴站）造成停电。

跨越 35kV 泮博线：本次线路在 N26～JN27、A4～A5、A8～A9 段，共 3 次跨越 35kV 泮博线，按停电施工考虑。根据本工程特点，对 35kV 泮博线提出以下施工停电方案：

(1) 申请 35kV 泮博线停电，停电后完成 JN24-JN27、AN2-AN6、AN6-AN10 三个耐张段导地线架线工作，工作完成后恢复 35kV 泮博线供电，本次停电约 3 天。

(2) 该区域 35kV 网架结构为：泮水～博鳌～上甬～嘉积。35kV 泮博线停电期间，35kV 博鳌站全站负荷由 110kV 嘉积站供电。预测至 2027 年，35kV 博鳌站最大负荷约 10.3MW，35kV 上甬站最大负荷约 12.7MW，两个站合计负荷约为 23MW，35kV 嘉上线导线截面为 185mm²（最大输送容量 27.5MVA），可满足输送容量要求。

(3) 故本工程总体需对 35kV 泮博线共停电 3 天，停电时不会对两侧

变电站（泮水站、上甬站、博鳌站）造成停电。

12 样板点施工部分

12.1 施工设计依据

本工程样板点施工设计依据《南方电网公司 110kV～500kV 变电站标准设计 G4 层级》。

12.2 样板点执行情况

本工程样板点执行情况如下表：

琼海 110kV 联先输变电新建工程样板点清单

序号	样板点	示范目标	执行情况		未执行原因
			已执行	未执行	
2012 年-输电线路部分（10 个）					
X-01	基础	道路、建筑物、人行道旁等采用 1--3 级清水砼，一次浇筑成型，棱角方正，顶面平整，表面光滑，无麻面、蜂窝、露筋。	√		
X-02	基础保护帽	1、统一保护帽外形；	√		
		2、一次浇筑成型，棱角方正，表面光滑，无麻面，不积水。			
X-03	弧垂控制	1、导线最大弧垂满足安全要求；	√		
		2、地线对穿越导线净空距离满足安全要求。			
X-04	接地引下线	1、统一接地引下线出土位置；	√		
		2、接地引下线平敷于基础及保护帽表面，连接可靠、平直美观。			
X-05	引流线	1、引流板光面连接；	√		
		2、自然下垂，顺畅美观，无扭曲、硬弯。			
X-06	排水沟	1、统一排水沟截面尺寸；	√		
		2、内壁平整，排水顺畅。			
X-07	挡土墙	整体牢固、正面齐平、泄水孔通畅。		√	未涉及
X-08	护坡	整体牢固、正面齐平、泄水孔通畅。	√		
X-09	设备标识	1、增设横向塔材统一安装位置。统一方向的同时，以利于巡线工作侧安装；	√		
		2、横担与塔身连接处悬挂回路标识牌取代回路漆			
X-10	环境保护	1、林区全部采用高跨设计；	√		
		2、山地全部采用全方位高低腿设计；			
		3、施工落实环保措施；			
		4、植被恢复。			
2013-架空输电线路部分（17 个）					

X-11	角钢铁塔分解组立	组立后铁塔牢固，各相邻节点间主材弯曲度不得超过 1/750；塔脚板应与基础面接触良好，有空隙时应垫铁片，并灌注水泥砂浆；铁塔组立完成后，应测量其倾斜值，直线杆塔的倾斜应不超过杆高的 3%，转角塔不应向受力侧倾斜。	√		
X-12	钢管铁塔分解组立	组立后铁塔牢固，各相邻节点间主材弯曲度不得超过 1/750；塔脚板应与基础面接触良好，有空隙时应垫铁片，并灌注水泥砂浆；铁塔组立完成后，应测量其倾斜值，直线杆塔的倾斜应不超过杆高的 3%，转角塔不应向受力侧倾斜。		√	未涉及
X-13	钢管杆分解组立	组立后钢管杆结构牢固，各分段及整塔的弯曲均不应超过其对应长度的 2%；塔脚板应与基础面接触良好，有空隙时应垫铁片，并灌注水泥砂浆；铁塔组立完成后，直线杆塔的倾斜应不超过杆高的 5%，转角塔不应向受力侧倾斜。		√	未涉及
X-14	单柱钢管塔整体组立	组立后钢管杆结构牢固，各分段及整塔的弯曲均不应超过其对应长度的 2%；塔脚板应与基础面接触良好；杆塔组立完成后，直线杆塔的倾斜应不超过杆高的 5%，转角塔不应向受力侧倾斜。		√	未涉及
X-15	拉线塔组立	组立后铁塔牢固，各相邻节点间主材弯曲度不得超过 1/750，拉线的对地夹角允许偏差应为 1°，组合拉线的各根拉线应受力均衡。		√	未涉及
X-16	导地线展放	保证导地线电气及机械性能，避免出现散股、断股、鼓包等损伤导地线的现象。	√		
X-17	导、地线耐张管压接	耐张管压接尺寸符合规范要求，机械和电气性能满足设计要求。	√		
X-18	导、地线接续管压接	接续管压接尺寸符合规范要求，机械和电气性能满足设计要求。	√		
X-19	绝缘子串安装	绝缘子外表清洁、整体完好；金具锁紧，连接可靠；安装后须保证带电部分对杆塔投间的电气距离满足规范要求，绝缘子串在顺线路方向和横线路方向均能转动灵活。	√		
X-20	均压环、屏蔽环安装	均压环、屏蔽环表面光滑，保证绝缘子和金具的电晕控制在合理范围。	√		
X-21	地线悬垂金具安装（绝缘型、接地型）	地线悬垂串金具锁紧，连接可靠，安装过程满足有关规程规范的要求；安装后悬垂串在顺线路方向和横线路方向均能转动灵活；绝缘型地线悬垂串放电间隙安装距离应满足设计要求。	√		
X-22	地线耐张金具安装（绝缘型、接地型）	地线耐张串金具光面连接、锁紧可靠，安装过程满足有关规程规范的要求；安装后绝缘子串在顺线路方向和横线路方向均能转动灵活；绝缘型地线耐张串放电间隙安装距离应满足设计要求。	√		
X-23	防振锤安装（导、地线，预绞式）	防振锤安装距离、方向及个数均满足设计要求，保证导、地线具有良好的抗振性能。	√		
X-24	阻尼线安装	阻尼线线夹安装牢固；阻尼线长度和安装距离满足设计规定，顺畅美观。		√	未涉及

X-25	间隔棒安装	间隔棒结构面与导线垂直,杆塔两侧第一个间隔棒安装距离允许偏差不大于端次档距的 $\pm 1.2\%$,其余不大于次档距的 $\pm 2.4\%$.各相间隔棒安装位置应在同一导线垂直面上。间隔棒安装应紧密,螺栓紧固力达到扭矩要求。		√	未涉及
X-26	光纤复合架空地线 (OPGW)	OPGW 紧线弧垂应符合相关规程及设计要求,对被跨越物净空高度必须符合设计规定。悬垂金具串、防振锤、引下线夹、接头盒、余缆架安装可靠牢固、规范、整齐美观,符合设计规定。	√		
X-27	全介质自承式光缆 (ADSS)	ADSS 紧线弧垂应符合相关规程及设计要求,对被跨越物净空高度必须符合设计规定。悬垂、耐张金具串、防振鞭、引下线夹、接头盒、余缆架等安装可靠牢固、规范、整齐美观,符合设计规定。		√	未涉及
电力电缆 (8 个)					
L-11	排管土石方工程	排管基坑底部施工面宽度为排管横断面设计宽度并两边各加 500mm,便于支模和设置基坑支护等工作。开挖时基坑侧部土体稳定。开挖不对排管埋深下的地基产生扰动,基面平整、夯实。须回填原状土并逐层夯实。		√	未涉及
L-12	排管本体工程	垫层下地基稳定且已夯实、平整,垫层应采用强度等级不低于 C10 的混凝土,垫层混凝土应密实,上面平整。沿管材方向间隔一定距离须采取固定措施,管材接头应错开布置,管材必须分层铺设并在水平和竖向保持间距。用于单芯电缆敷设的排管钢筋应避免形成闭合环路。排管混凝土结构的抗渗等级不小于 S6。做好成品保护。		√	未涉及
L-13	排管工作井	垫层下的地基稳定且已夯实、平整,垫层混凝土密实,上表面平整。用于单芯电缆敷设的排管钢筋应避免形成闭合环路。排管混凝土结构的抗渗等级不小于 S6。做好成品保护。井盖强度应满足使用环境中最大荷载要求,满足防水、防振、防跳、耐老化、耐磨、耐极端气温等使用要求,使用寿命不小于 30 年。安装时保证密封、防水要求,与路面高度一致,保持平整并满足防盗要求。		√	未涉及
L-14	非开挖拉管钻孔及铺设	严格导向孔轨迹控制,电力管道之间和电力管道与各类地下管道、地下构筑物、道路、铁路、通信、树木等之间保证一定的净空距离。每孔非开挖拉管应全线连接后一次性铺管,管材应采取防绕措施。		√	未涉及
L-15	集水坑及排水处理	合理设置集水坑。底板散水坡度统一指向集水坑,散水坡度取 0.5%左右。集水坑尺寸满足排水泵放置要求。坑顶应设置保护盖板,盖板上设置泄水孔。		√	未涉及
L-16	电缆隧道通风及照明	隧道内环境满足电缆运行及工作人员人身安全,风机及其附件应能在 280℃的环境下连续工作不少于 30min。隧道照明电压宜采用直流 24V,如采用交流 220V 电压时,防触电的安全措施可靠、完备。隧道内电气设备防潮措施完备。		√	未涉及
L-17	接地装置及接地线	接地体(线)连接宜使用搭接焊,搭接长度符合规范要求。终端接地线应用接		√	未涉及

		线端子直接与接地排相连，接地箱内需标好相色。箱体与支架接地良好，接地干线与接地网直接相连。			
L-18	标识	电缆路径应设置符合公司安健环要求的指示牌、指示桩、指示块、警示带，固定螺栓应使用防卸螺栓。电缆线路铭牌规范、设置合理、安装牢固。电缆终端、接头、同轴电缆处应绕包相色带。		√	未涉及
合计（个）			19	16	

12.3 架空线样板点施工说明

12.3.1 基础

道路、建筑物、人行道旁等采用 1--3 级清水砼，一次浇筑成型，棱角方正，顶面平整，表面光滑，无麻面、蜂窝、露筋。

12.3.2 基础保护帽

- 1) 统一保护帽外形；
- 2) 一次浇筑成型，棱角方正，表面光滑，无麻面，不积水。

12.3.3 弧垂控制

- 1) 导线最大弧垂满足安全要求；
- 2) 地线对穿越导线净空距离满足安全要求。

12.3.4 接地引下线

- 1) 统一接地引下线出土位置；
- 2) 接地引下线平敷于基础及保护帽表面，连接可靠、平直美观。

12.3.5 引流线

- 1) 引流板光面连接；
- 2) 自然下垂，顺畅美观，无扭曲、硬弯。

12.3.6 护坡

整体牢固、正面齐平、泄水孔通畅。

12.3.7 设备标识

- 1) 增设横向塔材统一安装位置。统一方向的同时，以利于巡线工作侧安装；
- 2) 横担与塔身连接处悬挂回路标识牌取代回路漆。

12.3.8 环境保护

- 1) 林区全部采用高跨设计；

2) 施工落实环保措施；

3) 植被恢复。

12.3.9 角钢铁塔分解组立

组立后铁塔牢固，各相邻节点间主材弯曲度不得超过 $1/750$ ；塔脚板应与基础面接触良好，有空隙时应垫铁片，并灌注水泥砂浆；铁塔组立完成后，应测量其倾斜值，直线杆塔的倾斜应不超过杆高的 3%，转角塔不应向受力侧倾斜。

12.3.10 导地线展放

保证导地线电气及机械性能，避免出现散股、断股、鼓包等损伤导地线的现象。

12.3.11 导、地线耐张管压接

耐张管压接尺寸符合规范要求，机械和电气性能满足设计要求。

12.3.12 导、地线接续管压接

接续管压接尺寸符合规范要求，机械和电气性能满足设计要求。

12.3.13 绝缘子串安装

绝缘子外表清洁、整体完好；金具锁紧，连接可靠；安装后须保证带电部分对杆塔投间的电气距离满足规范要求，绝缘子串在顺线路方向和横线路方向均能转动灵活。

12.3.14 均压环、屏蔽环安装

均压环、屏蔽环表面光滑，保证绝缘子和金具的电晕控制在合理范围。

12.3.15 地线悬垂金具安装

地线悬垂串金具锁紧，连接可靠，安装过程满足有关规程规范的要求；安装后悬垂串在顺线路方向和横线路方向均能转动灵活；绝缘

型地线悬垂串放电间隙安装距离应满足设计要求。

12.3.16 地线耐张金具安装

地线耐张串金具光面连接、锁紧可靠，安装过程满足有关规程规范的要求；安装后绝缘子串在顺线路方向和横线路方向均能转动灵活；绝缘型地线耐张串放电间隙安装距离应满足设计要求。

12.3.17 防振锤安装

防振锤安装距离、方向及个数均满足设计要求，保证导、地线具有良好的抗振性能。

12.3.18 光纤复合架空地线

OPGW 紧线弧垂应符合相关规程及设计要求，对被跨越物净空高度必须符合设计规定。悬垂金具串、防振锤、引下线夹、接头盒、余缆架安装可靠牢固、规范、整齐美观，符合设计规定。

13 “危大”工程和“超危大”工程的识别和管理基准技术措施

表13-1 危险性较大的分部分项工程识别一览表

序号	分部分项工程名称	主要内容	本工程是否涉及
1	基坑工程	1、开挖深度超过 3m（含 3m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。 2、开挖深度虽未超过 3m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建、构筑物安全的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。	涉及
2	模板工程及支撑体系	1、各类工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程。 2、混凝土模板支撑工程：搭设高度 5m 及以上，或搭设跨度 10m 及以上，或施工总荷载（荷载效应基本组合的设计值，以下简称设计值）10kN/m ² 及以上，或集中线荷载（设计值）15kN/m 及以上，或高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无联系构件的混凝土模板支撑工程。	涉及

序号	分部分项工程名称	主要内容	本工程是否涉及
		3、承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系。	
3	起重吊装及起重机械安装拆卸工程	1、采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 10kN 及以上的起重吊装工程。 2、采用起重机械进行安装的工程。 3、起重机械安装和拆卸工程。 4、起重机械的基础和附着工程。	涉及
4	脚手架工程	1、搭设高度 24m 及以上的落地式钢管脚手架工程（包括采光井、电梯井脚手架）。 2、附着式升降脚手架工程。 3、悬挑式脚手架工程。 4、高处作业吊篮。 5、卸料平台、操作平台工程。 6、异型脚手架工程。	未涉及
5	拆除工程	可能影响行人、交通、电力设施、通讯设施或其它建、构筑物安全的拆除工程。	未涉及
6	暗挖工程	采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程。	未涉及
7	结建式人防工程	结构工程的模板工程（支撑）；孔口防护工程的门框墙制作（门框采用起重机械进行吊装）、防护门（防护密闭门、密闭门）吊装。	未涉及
8	输变电工程	1、运行电力线路下方的线路基础开挖工程。	未涉及
		2、15m 及以上跨越架搭拆作业工程。	未涉及
		3、跨越高速公路、一级公路、电气化铁路、通航航道工程。	未涉及
		4、按大跨越设计的大跨越工程。	未涉及
		5、10kV 及以上带电跨（穿）越工程。	涉及
		6、500kV 及以上停电跨越工程。	未涉及
		7、作业最小安全距离处于临界值的临近带电施工工程。	未涉及
		8、与带电运行线路同塔架设的线路架线（拆除）工程。	未涉及
		9、110kV 及以上铁塔、线路拆除工程。	涉及
		10、土质高度超过 10 米或岩质高度超过 15 米的高边坡工程。	未涉及
		11、临近水源保护区或敏感区的变压器油务处理作业。	未涉及

序号	分部分项工程名称	主要内容	本工程是否涉及
		12、地质条件或地下管线复杂区域的水平定向钻施工工程。	未涉及
		13、索道、旱船运输作业工程。	未涉及
9	其他	1、建筑幕墙安装工程。 2、钢结构、网架和索膜结构安装工程。 3、人工挖孔桩工程。 4、水下作业工程。 5、装配式建筑混凝土预制构件安装工程。 6、采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全，尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程。 7、建设、勘察、设计、施工、监理单位三方以上共同认定或建设主管部门及其委托的安全监督机构认定为危险性较大的分部分项工程。	未涉及

表 13-2 超过一定规模危险性较大的分部分项工程识别一览表

序号	分部分项工程名称	主要内容	本工程是否涉及
1	基坑工程	1、开挖深度超过 5m（含 5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。 2、开挖深度虽未超过 5m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建筑（构筑物）安全基坑（槽）的土方开挖、高边坡、支护、降水工程。	未涉及
2	模板工程及支撑体系	1、各类工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程。 2、混凝土模板支撑工程：搭设高度 8m 及以上，或搭设跨度 18m 及以上，或施工总荷载（设计值）15kN/m ² 及以上，或集中线荷载（设计值）20kN/m 及以上。 3、承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系，承受单点集中荷载 7kN 及以上。	未涉及
3	起重吊装及起重机械安装拆卸工程	1、采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程。 2、起重量 300kN 及以上，或搭设总高度 200m 及以上，或搭设基础标高在 200m 及以上的起重机械安装和拆卸工程。 3、发生严重变形或事故的起重机械的拆除工程。	未涉及

		4、采用高承台、钢结构平台、利用原有建筑结构的特殊基础工程；附着距离达 1.5 倍制造商的设计最大值、附着杆数量少于制造商的设计数量、附着杆均位于垂直附着面中心线的同一侧的起重机械附着工程，以及附着杆与垂直附着面中心线之间的夹角小于 15° 或大于 65° 的塔式起重机附着工程。	
4	脚手架工程	1、搭设高度 50m 及以上的落地式钢管脚手架工程。 2、提升高度在 150m 及以上的附着式升降脚手架工程或附着式升降操作平台工程。 3、分段架体搭设高度 20m 及以上的悬挑式脚手架工程。 4、作业面异形、复杂的或无法按产品说明书要求安装的高处作业吊篮工程。	未涉及
5	拆除工程	1、码头、桥梁、高架、烟囱、水塔或拆除中容易引起有毒有害气体(液)体或粉尘扩散、易燃易爆事故发生的特殊建、构筑物的拆除工程。 2、文物保护建筑、优秀历史建筑或历史文化风貌区影响范围内的拆除工程	未涉及
6	暗挖工程	采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程。	未涉及
8	输变电工程	1、高度超过 80m 及以上的高塔组立工程。 2、运输质量在 20kg 及以上、牵引力在 10kN 及以上的重型索道运输作业工程。	未涉及
9	其他	1、施工高度 50m 及以上的建筑幕墙安装工程。 2、跨度 36m 及以上的钢结构安装工程，或跨度 60m 及以上的网架和索膜结构安装工程。 3、开挖深度 16m 及以上的人工挖孔桩工程。 4、水下作业工程。 5、重量 1000kN 及以上的大型结构整体顶升、平移、转体等施工工艺。 6、采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全，尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程。 7、建设、勘察、设计、施工、监理单位三方以上共同认定或建设主管部门及其委托的安全监督机构认定为超过一定规模的危险性较大的分部分项工程。	未涉及

表 13-3 典型中高风险分部分项工程施工安全管理基准技术措施一览表

序号	分部分项工程	典型中高风险作业	风险等级	施工安全管理基准技术措施
1	深基坑工程	开挖邻近 3 米范围内有运行电力、燃气、军用通讯等管线的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。	高	1. 开挖前确保孔洞周围排水畅通，严防雨水倒灌，汛期配置抽水设备，严防浸泡坍塌； 2. 设专人监测基坑受力及变形，超警戒值必须报告并处理； 3. 挖土机械配备专人监管； 4. 为坑内作业人员配置应急逃生设施。 5. 开挖前施工单位需在管线权属单位见证下再次探明开挖区域管线布置情况，不得盲目开挖； 6. 邻近、交叉运行电缆及地下管线时，不得采用机械开挖，应用人力开挖，并设专人监护； 7. 暴露的管线应做好保护及警示标识，必要时邀请管线权属单位到场旁站监督； 8. 严格按照市政道路围蔽要求进行围蔽，严格按方案落实交通疏导措施。
2		开挖深度超过 5m（含 5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。	高	
3		开挖深度超过 3m（含 3m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。	中	
4		开挖深度虽未超过 3m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建、构筑物安全的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。	中	
5		城市主干道、军警、政府等重要或敏感道路占道开挖。	中	
6	跨越架工程	跨越高速、快速、铁路、重要建构筑物及带电线路等的跨越封网及拆网。	高	1. 跨越高度在 15m 以上时应采取特殊加固措施； 2. 对于架体在 30m 以上或在同一处跨越铁路、公路、高速路及电力线路时，应专项设计； 3. 跨越架必须经验收合格后方可使用，悬挂醒目标志，使用期间按规定检查； 4. 跨越架搭拆期间，高空作业人员必须正确使用安全带； 5. 跨越交通道路封网作业时，高空作业人员工器具必须装在专用工具袋中，或有严防坠物的保险措施；
7		跨越铁路（含普通铁路、高铁、地铁等）、公路、高架桥、立交桥、重要建构筑物及带电线路等的特殊跨越架搭设（拆除）。	中	
8		架体高度在 15m 及以上的跨越架搭设（拆除）及使用。	中	

序号	分部分项工程	典型中高风险作业	风险等级	施工安全管理基准技术措施
9		新型及异型跨越架搭设（拆除）。	中	6. 封网或跨越架需满足技术要求，所有跨越点需派人监护，检查交通疏导措施落实情况，并配备足够的通讯设备； 7. 跨越架、跨越网的保护范围必须满足要求。
10	人工挖孔桩工程	开挖深度 16m 及以上的人工挖孔桩工程。	高	1. 开挖前确保孔洞周围排水畅通，严防雨水倒灌，汛期配置抽水设备，严防浸泡坍塌； 2. 开挖后每日施工前必须对孔内进行气体探测并通风，阶段停工后严格执行“先通风换气、再检测评估、后安排作业”的原则； 3. 坑内要常备自动气体检测，实时监测气体浓度； 4. 人工挖孔桩必须按设计要求设置护壁，护壁强度达到要求后才允许继续下挖； 5. 必须配备应急软梯上下孔洞； 6. 孔外设置监护人，随时观察、配合孔内人员施工。
11		开挖深度 5m 以上，地质复杂或周围环境复杂（邻近山坡、填埋土、水系发达、砂质土、可能产生毒气的土质等）的人工挖孔桩工程。	高	
12		人工挖孔桩工程。	中	
13	起重吊装	邻近电力运行设备吊装，吊机旋转半径处于安全距离临界值的吊装作业。	高	1. 吊装作业配置专职司索指挥人员，配置专人实时观测机械设备与带电体间的安全距离； 2. 作业期间，吊机操作人员不得离开驾驶室，不得接打电话等与起吊作业无关的事； 3. 起吊结束时，及时收回吊臂； 4. 视线不清或司索信号不明不得起吊作业； 5. 安装围栏，设置专用施工通道，确保与带电区域隔离，悬挂好安全警示牌，规范作业人员的活动范围和机械设备的站位； 6. 吊装设备必须做好可靠的接地措施。
14		邻近交通道路、裸露运行管线、人员密集区域、铁路等重要建构筑物吊装，吊机旋转半径可能到达毗邻区域安全距离的吊装作业。	中	
15	组立/拆除铁塔作业	组立/拆除铁塔高度 1.2 倍范围内，存在人员密集，交通、电力线路、存在人员滞留的主要建/构筑物及其它设施。	高	1. 铁塔高度 1.2 倍范围实施人员管制，派专人做好周边警戒工作，严禁无关人员进入； 2. 设专人统一指挥； 3. 整体倒塔方式或非常规方式拆塔时，应提前对塔体 4 个角度进行打拉线，防
16		在运行电力线路下方的铁塔组立/拆除工程。	高	

序号	分部分项工程	典型中高风险作业	风险等级	施工安全管理基准技术措施
17		采取整体倒塔方式或非常规方式拆塔。	中	止误倾倒； 4. 夜间组立/拆除铁塔时，必须设置足够的照明设备。
18		110kV 及以上铁塔拆除工程。	中	
19		高度超过 80m 及以上的高塔组立工程。	中	
20		复杂环境（如夜间照明度不足等）组立/拆除铁塔作业。	中	
21	架线/拆线施工	转检修状态下的电缆斩切作业。	高	1. 向运行单位获取现场图纸，项目负责人组织工作负责人、施工班组长核对现场与图纸相符，重点核对拟斩切电缆有无扩容、迁改、负荷转供等原因造成名称、走向、标识不一致、不对应； 2. 斩切电缆鉴别实施前，检查鉴别仪检验有效、仪表指示准确； 3. 斩切电缆鉴别时必须对电缆沟内所有电缆逐条鉴别，并及时做好标识和记录，经有经验人员复核后确定； 4. 电缆斩切时，必须做好接地措施，工作人员必须穿防护服、戴绝缘手套、站在绝缘垫上，现场应使用遥控打钉器； 5. 电缆识别、斩切施工过程中项目管理人员必须在现场管控，专职安全员或安全监护人全过程监护。
22		与运行电缆同管沟敷设中的电缆斩切作业。	高	
23		复杂环境（包括夜间施工、人口密集、重要交通区域、邻近高压带电体等）架线/拆线施工。	高	
24		与带电运行线路同塔架设的线路架线（拆除）工程。	高	
25		跨（穿）越运行中的 110kV 及以上带电线路的架线/拆线施工。	高	
26		10kV 及以上带电跨（穿）越工程。	中	
27		500kV 及以上停电跨越工程。	中	
28		跨越高速公路、一级公路、电气化铁路、通航航道工程。	中	
29		按大跨越设计的大跨越工程。	中	
30		110kV 及以上线路拆除工程。	中	
31		特殊导线拆除或更换新导线作业。	中	

序号	分部分项工程	典型中高风险作业	风险等级	施工安全管理基准技术措施
32	边坡工程	边坡上下侧存在影响交通、居民、电力、燃气、通信等设施安全的边坡工程。	中	1. 边坡作业前应做好排水系统，避免水软化地基的不利影响； 2. 边坡作业下方设置警戒区，正下方不得有人或大型设备，禁止边坡下方开挖作业； 3. 边坡开挖应根据边坡地质特征，采取自上而下、分段跳槽、及时支护的逆作法有序进行，严禁无序大开挖、大爆破及底部掏挖作业； 4. 边坡作业时，应设置防止人员、材料及工器具坠落的防护措施； 5. 从事边坡作业人员定期体检，凡患高血压、心脏病、贫血病、癫痫病的，不得从事边坡作业； 6. 边坡下方有重要构建筑物或其它交通等重要设施时，必须取得权属单位同意； 7. 设专人监测边坡稳定性，地表位移、变形、裂缝超警戒值必须立即报告处理。
33		土质高度超过 10 米或岩质高度超过 15 米的高边坡工程。	中	
34		其它复杂环境下（索道运输、边坡陡峭、滚石等）的边坡工程。	中	
35	其他	作业最小安全距离处于临界值的临近带电施工工程。	中	1. 严格执行工作票制度，按规定办理许可手续，按许可时间组织施工作业； 2. 施工现场绳索等易飘物应及时固定，严防飘至邻近带电体； 3. 配置专人实时观测人员、机械设备与带电体间的安全距离。
36		在运行电力线路下方的线路基础开挖、灌注桩等工程。	中	
37		在电力生产（运行）区域保护范围内作业，包括工程本体施工、进退场、临建设施、作业准备等与承接工程相关的作业。	中	
38		地质条件或地下管线复杂（邻近 3 米范围或交叉燃气、输油管线、电力、通讯、水管等）区域的电缆管沟非开挖（定向钻）作业。	高	1. 向设施设备权属单位申请办理施工许可手续，签订安全协议； 2. 邀请设施设备权属单位熟悉情况的专业人员开展现场交底； 3. 非开挖（定向钻）作业前，需再次探明开挖区域管线布设情况； 4. 根据需要邀请设施设备权属单位进行现场监护，建立良好沟通机制，发生突发异常情况时，参与应急处置； 5. 暴露的管线应做好保护及警示标识，必要时邀请管线权属单位到场旁站监
39		老城区地下管线不明区域电缆管沟非开挖（定向钻）作业。	中	

序号	分部分项工程	典型中高风险作业	风险等级	施工安全管理基准技术措施
				督； 6. 施工作业对邻近设施设备的稳定运行产生影响时，应邀请设施设备权属单位开展现场检查验收。
40		索道运输作业工程。	中	1. 各受力构件须经严格受力计算，留有足够裕度； 2. 各受力钢丝绳等构件受力满足要求，完好、无损伤； 3. 现场配置的提料兜最大容量不得超过；
41		旱船运输作业工程。	中	4. 机械制动灵敏可靠，自锁装置灵敏可靠； 5. 设置专职操作人员，机械控制钥匙由本人随身携带； 6. 严禁载人。