



项目编码: 074900WS25030026

资质证号: A246000728

工程编号: WTS-S1394C

琼海 110kV 万泉输变电新建工程 线路部分初步设计 (收口版)

海南威特建设科技有限公司

2026 年 01 月

琼海 110kV 万泉输变电新建工程 线路部分初步设 (收口版)

(图号: WTS-S1394C-A0101-01)

批准: 卢叶博

审核: 李光先 张洪海

校核: 吴君 郭小云

编制: 陈子豪 古训贵

海南威特建设科技有限公司

2026 年 01 月

图纸目录

序号	图 名	图 号	张数	套用标准图 图号
1	初步设计说明书	WTS-S1394C-A0101-01	1 本	
2	初步设计材料清册	WTS-S1394C-A0101-02	1 本	
3	线路接入系统方案示意图	WTS-S1394C-A0101-03	1	
4	线路路径方案图	WTS-S1394C-A0101-04	1	
5	万泉站 110kV 出线规划图	WTS-S1394C-A0101-05	1	
6	π 接点改接示意图	WTS-S1394C-A0101-06	1	
7	万泉站 110kV 线路间隔布置图	WTS-S1394C-A0101-07	1	
8	导线相序图	WTS-S1394C-A0101-08	1	
9	地线架设示意图	WTS-S1394C-A0101-09	1	
10	杆塔一览表（一）	WTS-S1394C-A0101-10	1	
11	杆塔一览表（二）	WTS-S1394C-A0101-11	1	
12	杆塔一览表（三）	WTS-S1394C-A0101-12	1	
13	杆塔一览表（四）	WTS-S1394C-A0101-13	1	
14	基础一览表（一）	WTS-S1394C-A0101-14	1	
15	基础一览表（二）	WTS-S1394C-A0101-15	1	
16	基础一览表（三）	WTS-S1394C-A0101-16	1	
17	基础一览表（四）	WTS-S1394C-A0101-17	1	
18	110kV 导线悬垂绝缘子串 组装图(复合)	WTS-S1394C-A0101-18	1	
19	110kV 导线悬垂绝缘子串 组装图(玻璃)	WTS-S1394C-A0101-19	1	
20	110kV 导线耐张绝缘子串 组装图（HDN-1）	WTS-S1394C-A0101-20	1	
21	110kV 导线耐张绝缘子串 组装图（HDN-2）	WTS-S1394C-A0101-21	1	
22	110kV 导线跳线绝缘子串 组装图	WTS-S1394C-A0101-22	1	

序号	图 名	图 号	张数	套用标准图 图号
23	110kV 避雷器安装图	WTS-S1394C-A0101-23	1	
24	地线单联耐张串(BN-1-10)	WTS-S1394C-A0101-24	1	
25	变电站出线构架地线耐张绝缘子串	WTS-S1394C-A0101-25	1	
26	OPGW 悬垂金具组装图 (0BZ-1)	WTS-S1394C-A0101-26	1	
27	OPGW 悬垂金具组装图 (0BZ-2)	WTS-S1394C-A0101-27	1	
28	OPGW 耐张金具组装图	WTS-S1394C-A0101-28	1	
29	变电站出线构架OPGW耐张金具组装图	WTS-S1394C-A0101-29	1	
30	光缆接地示意图	WTS-S1394C-A0101-30	1	
31	接头盒示意图	WTS-S1394C-A0101-31	1	
32	余缆架装配图	WTS-S1394C-A0101-32	1	
33	引下夹具装配图	WTS-S1394C-A0101-33	1	
34	小夹板装配图	WTS-S1394C-A0101-34	1	
35	JL/LB20A-300/40 应力特性表(35m/S)	WTS-S1394C-A0101-35	1	
36	JL/LB20A-300/40 应力特性表(37m/S)	WTS-S1394C-A0101-36	1	
37	OPGW-48B1-100 应力特性表(35m/S)	WTS-S1394C-A0101-37	1	
38	OPGW-48B1-100 应力特性表(37m/S)	WTS-S1394C-A0101-38	1	
39	JLB40-100 应力特性表(35m/S)	WTS-S1394C-A0101-39	1	
40	杆塔平断面图 (1/6)	WTS-S1394C-A0101-40	1	
41	杆塔平断面图 (2/6)	WTS-S1394C-A0101-41	1	
42	杆塔平断面图 (3/6)	WTS-S1394C-A0101-42	1	
43	杆塔平断面图 (4/6)	WTS-S1394C-A0101-43	1	
44	杆塔平断面图 (5/6)	WTS-S1394C-A0101-44	1	
45	杆塔平断面图 (6/6)	WTS-S1394C-A0101-45	1	

序号	图 名	图 号	张数	套用标准图 图号
46	杆塔接地装置引下线及零 部件示意图	WTS-S1394C-A0101-46	1	
47	单回路耐张塔接地装置（H ≤30m）	WTS-S1394C-A0101-47	1	1-01-04
48	110kV 双回路耐张塔接地 装置（H≤30m）	WTS-S1394C-A0101-48	1	1-01-08
49	110kV 双回路直线塔接地 装置（H≤42m）	WTS-S1394C-A0101-49	1	1-01-09
50	110kV 双回路直线塔接地 装置（H≤54m）	WTS-S1394C-A0101-50	1	1-01-10

琼海 110kV 万泉输变电新建工程 线路部分初步设计说明书 (送审稿)

(图号: WTS-S1394C-A0101-01)

批准: 卢叶峰

审核: 李光 张洪海

校核: 吴君 郭小江

编制: 陈子豪 古训贵

海南威特建设科技有限公司

2026 年 01 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	3
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	6
1.7 初步设计与可研的差异	7
2、电力系统接线	8
3 线路路径	8
3.1 出线规划及间隔布置	8
3.2 线路路径	10
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	38
4、线路工程设想	38
4.1 气象条件	38
4.2 导线选择	41
4.3 地线选择	42
4.4 导地线技术参数	44
4.5 导线和地线最大允许使用应力	46
4.6 导线及光缆防振措施	46
4.7 绝缘配合	46

4.8	绝缘子串与金具	48
4.9	防雷和接地	54
4.10	导线对地及交叉跨越距离	55
4.11	导线换位	56
4.12	杆塔设计	57
4.13	基础设计	62
4.14	机械化施工工程设想	64
5	通信部分	70
5.1	光缆通信方案	70
5.2	通信保护	71
6	智能输电线路	72
7	劳动安全	73
8	绿色低碳电网建设评价	75
8.1	概述	75
8.2	评价依据及评价等级	75
8.3	评价指标执行情况及等级确认	75
9	工程设计强条执行情况	84
9.1	工程设计强制性条文执行情况	84
10	施工组织设计纲要	93
10.1	工程概况	93
10.2	施工组织措施	94
10.3	施工综合进度	96
10.4	环境保护	96
10.5	保证施工安全的措施	96
10.6	保证工程质量的措施	96
10.7	降低工程成本措施	97
10.8	施工注意事项	97

11 施工停电方案设想 98

12 样板点施工部分 101

 12.1 施工设计依据 101

 12.2 样板点执行情况 101

 12.3 架空线样板点施工说明 105

13 “危大”工程和“超危大”工程的识别和管理基准技术措施 133

附件

- 附件 1： 中标通知书。
- 附件 2： 《关于琼海 110kV 万泉输变电新建工程可行性研究报告的批复》海南电网基建〔2025〕105 号。
- 附件 3： 琼海市政府《琼海供电局关于琼海万泉 110 千伏输变电新建工程配套 110 千伏线路路径走廊的请示》公文呈批单。
- 附件 4： 《琼海市自然资源和规划局关于琼海万泉 110 千伏输变电新建工程配 110 千伏线路路径走廊意见的复函》海自然资函[2024]2474 号
- 附件 5： 海南农垦红昇农场有限公司《关于征求琼海万泉 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》红昇函字[2024]55 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 万泉输变电新建工程可行性研究报告的批复》海南电网基建〔2025〕105 号。
- 3) 琼海市政府《琼海供电局关于琼海万泉 110 千伏输变电新建工程配套 110 千伏线路路径走廊的请示》公文呈批单。
- 4) 《琼海市自然资源和规划局关于琼海万泉 110 千伏输变电新建工程配 110 千伏线路路径走廊意见的复函》海自然资函[2024]2474 号

1.2 设计规模及范围

根据系统接入方案，本期项目将 110kV 塔洋线解口 π 接入 110kV 万泉变电站，形成塔洋~万泉~泮水~官塘（垃圾焚烧电站）的链式接线，本期：

- 1) 将 110kV 塔洋线自 N26 塔接口， π 接至 110kV 万泉站，新建线路全长约 $2 \times 14.3\text{km} + 1 \times 1.132\text{km}$ （其中双回路设计单回架设 0.25km，单回路架设 0.882km）。
- 2) 更换原塔洋、塔银线 N27-新建 J1B 塔导地线，塔银线 J1B 塔-J1A 塔导地线，改造双回线路 0.28km，单回线路 0.07km；塔银、塔泮同塔双回线路重新紧线约 1.1km。
- 3) 随新建 π 接线路架设 48 芯 OPGW 光缆长约 15.432km（其中架设双回光缆 14.3km, 架设单回光缆 1.132km），万泉站侧新建 48 芯双回管道光缆 0.3km，形成万泉站~泮水站、万泉站~塔洋站各 1 回 24 芯光缆路由。沿改造线路架设 OPGW 光缆 0.35km（架设双回光缆

0.28km，架设单回光缆 0.07km），恢复同塔的塔银线观澜路由。

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，减轻周边变电站的供电压力

万泉站供电区域主要由 110kV 银海站、35kV 大路站供电。110kV 银海站主变容量为 100MVA，最大负载率达到 84.82%，已重载；35kV 大路站主变容量为 17.6MVA，最大负载率达到 74.39%，为预重载。目前，银海站和大路站的主变均无法满足“N-1”安全运行校验，供电可靠性低。

随着琼海市的建设发展，供电负荷增大，银海站、大路站的供电压力增大，新增万泉变电站，可转移部分负荷，缓解周边变电站供电压力。

琼海 110kV 万泉输变电新建工程，将满足琼海市西北部地区近期供电负荷增长与安全运行需求，满足琼海市西北片区新增用电需求，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

琼海市西北部地区无 35kV 及以上电源点，目前该区域由 110kV 银海站、35kV 大路站供电。银海站已经重载，大路站为预重载，均不能满足主变“N-1”，且从银海站、大路站 10kV 线路供电至该片区，供电半径过长，供电质量低，无法满足供电可靠性需求。

万泉站的投产将为琼海市西北片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，从万泉站出线的 10kV 线路可以优化该区域的 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、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，为银海站、大路站分担部分负荷，从而降低两站的负载率，满足“N-1”需求，同时减少 10kV 线路长距离交叉供电，拟新建 110kV 万泉变电站。

综上所述为了满足琼海市万泉镇、新市乡及东升农场片区负荷发展需求，强化该地网架结构，提升供电可靠性，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 万泉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 工程概况表

项目名称	琼海110kV万泉输变电新建工程	
线路	π 接线路	原塔银/塔泮线
起点	新建J1A、J1B改接塔	原N27
终点	万泉变电站	J1A、J1B
线路额定电压(kV)	110kV	110kV
回路数	双回/单回	双回/单回
线路架设方式	架空	架空
导线型号	JL/LB1A-300/40	JL/LB1A-300/40
地线型号	OPGW-48B1、JLB40A-100	OPGW-48B1

项目名称			琼海110kV万泉输变电新建工程		
线路			π 接线路	原塔银/塔泮线	
线 路 长 度(km)	线路总长		15.432km	0.35km	
	其中	双回路	$2\times 14.3\text{km}$	$2\times 0.28\text{km}$	
		单回路	1×1.132	0.07km	
	杆塔		58 基	/	
	其中	双回铁塔	56 基	/	
		单回铁塔	2 基	/	
设计基本风速			35m/s(J11-万泉站约 6.73km)、37m/s(其他段约 8.7km)		
地形			平地 50%，丘陵 50%		

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	103.684	3.415	折算至单回路
2	光缆OPGW-48B1-100		km	34.48	1.135	
3	玻璃绝缘子U100BP/146D		片	5504	342.7	
4	FFP-110/100-0.4		支	88	5.5	
5	FFP-110/100-0.3		支	82	5.1	
6	铁塔钢材		吨	965.447	60.1	
7	基础钢材HRB400、HPB300		吨	344.8912	22.349	
8	基础混凝土	C30级	m ³	1236.36	80.12	
9	基础混凝土	C25级	m ³	3180.24	206.08	
10	保护帽及垫层混凝土	C15级	m ³	472.56	30.622	

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) 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T 50065-2011）
- 9) 《架空输电线路荷载规范》（DL/T 5551-2018）
- 10) 《架空输电线路电气设计规程》（DL/T 5582-2020）
- 11) 《架空输电线路外绝缘配置技术导则》（DL/T 1122-2009）
- 12) 《架空输电线路防雷技术导则》Q/CSG 1107002-2025
- 13) 《架空输电线路防风设计技术规范》Q/CSG 1201011-2025
- 14) 《数字输电线路装备技术导则》办生技函〔2022〕9号附件 16
- 15) 《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
- 16) 《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
- 17) 《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》

- 18) 《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)
- 19) 《南方电网公司反事故措施(2025 版)》
- 20) 《南方电网公司输电线路树障防控工作导则》(2022 版)
- 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)

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。

执行情况：按可研批复执行，路径与可研基本一致。

2、架空线杆塔：110kV 线路杆塔选用《南方电网标准设计与典型造价 V3.0》V3-1C2Wd 模块和 V3-1C2We 模块杆塔。

执行情况：按可研批复执行，新建双回路杆塔选用 V3-1C2Wd、V3-1C2We 塔型。另，线路低穿 220kV 按单回路穿越选用 2 基 V3-1C1Wd 杆塔。

3、导地线型号：110kV 线路导线型号为 JL/LB20A-300/40mm² 铝包钢芯铝绞线；单回路架设一根 24 芯 OPGW 复合光纤地线和一根 JLB40-100mm² 普通地线，双回路架设两根 24 芯 OPGW 复合光纤地线。

执行情况：110kV 架空导线采用 JL/LB20A-300/40 铝包钢芯铝绞线，光缆根据通信专业要求选用 48 芯 OPGW 光缆。

4、气象条件：按 50 年一遇风区分段设计，J1-J11 段按基本风速

37m/s 设计，J11～万泉站段按 35m/s 设计、全线覆冰厚度 0mm 设计。

执行情况：按可研批复执行。

5、污秽等级：线路全线按 d 级污区上限配置相应等级外绝缘。

执行情况：按可研批复执行，本工程污秽等级全线按照 d 级污秽等级配置外绝缘。

6、绝缘子形式：110kV 线路工程悬垂绝缘子串选用复合绝缘子；跳线绝缘子串选用复合防风偏绝缘子；耐张绝缘子串位于居民区、城市街道、水田的杆塔选用复合绝缘子，其他杆塔选用玻璃绝缘子。绝缘子串按双联串设置，同塔双回路按差异化绝缘配置。玻璃绝缘子统一爬电比距不低于 50.4mm/kV，合成绝缘子统一爬电比距按玻璃绝缘子统一爬电比距 75%且不低于 45mm/kV 配置。

执行情况：根据《海南电网架空输电线路防雷技术指导意见（2025 版）》要求，经验算高绝缘侧复合绝缘子不满足要求，因此直线杆塔高绝缘侧选用玻璃绝缘子，常规绝缘侧选用复合绝缘子，45m 及以上呼高直线杆塔均选用玻璃绝缘子，其他按可研批复执行。

1.7. 初步设计与可研的差异

1、原 110kV 塔泮/塔银线因富海工业园迁改，N27 至泮水站侧架空线路已更换为 300mm² 截面导线，为了将泮水～万泉全线导线截面统一为 300mm² 截面，新增 N27～J1B（N26 大号侧）导线更换工程量，新增双回路导线更换 0.28km。

2、原 J14-J15 为了减少林木的砍伐，穿越 220kV 琼塔 I/II 线调整为单回路穿越。

3、根据海南电网公司架空输电线路防雷技术指导意见（2025 版），

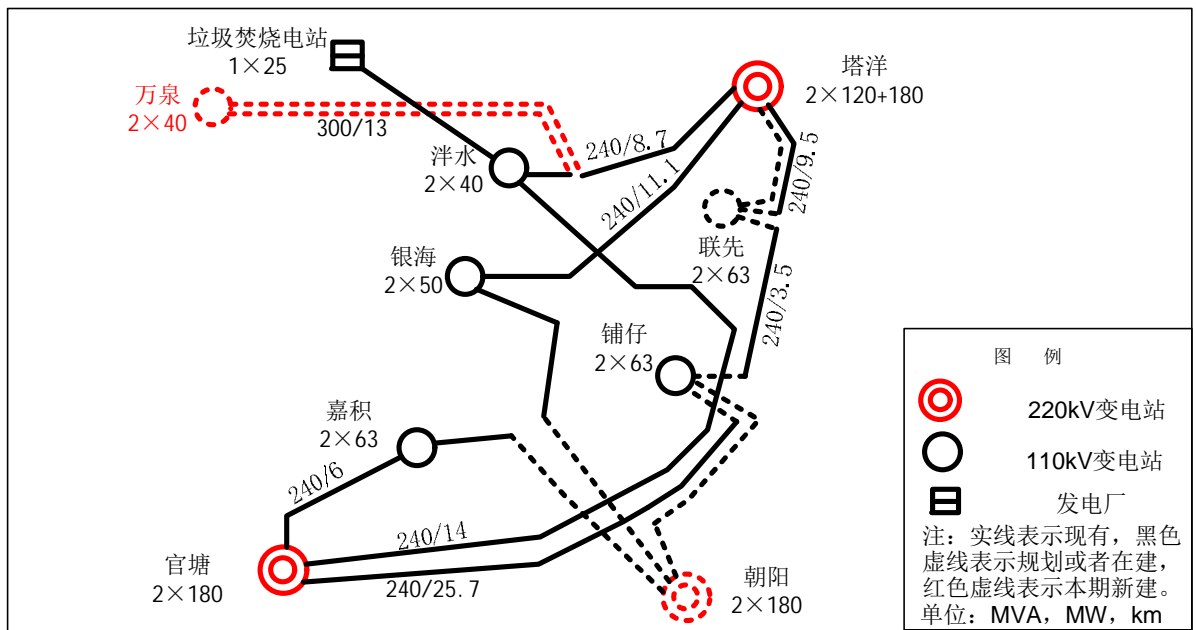
经校核，本工程悬垂串采用复合绝缘子调整为常规绝缘侧选用复合绝缘子，高绝缘侧选用玻璃绝缘子，45m 及以上呼高杆塔悬垂串选用玻璃绝缘子。

4、根据通信专业要求，OPGW 光缆由 24 芯调整为 48 芯。

1.8. 执行初步设计评审意见的情况

2、电力系统接线

根据本工程可研及其批复，本期工程万泉站新出 2 回 110kV 线路 π 接 110kV 塔洋～泮水线，形成塔洋～万泉～泮水～官塘（垃圾焚烧电站）的双侧电源链式接线。接入系统方案图见图 2-1。



3 线路路径

3.1 出线规划及间隔布置

3.1.1 出线规划

110kV 万泉站规划 110kV 出线 6 回，根据接入系统及规划，本期

万泉站新出 2 回 110kV 线路 π 接 110kV 塔泮线，形成 110kV 万泉～塔泮线、110kV 万泉～泮水线；远期再出一回线路接至 220kV 塔泮站。终期其他出线尚未明确。本期及远期出线规划如下图所示：

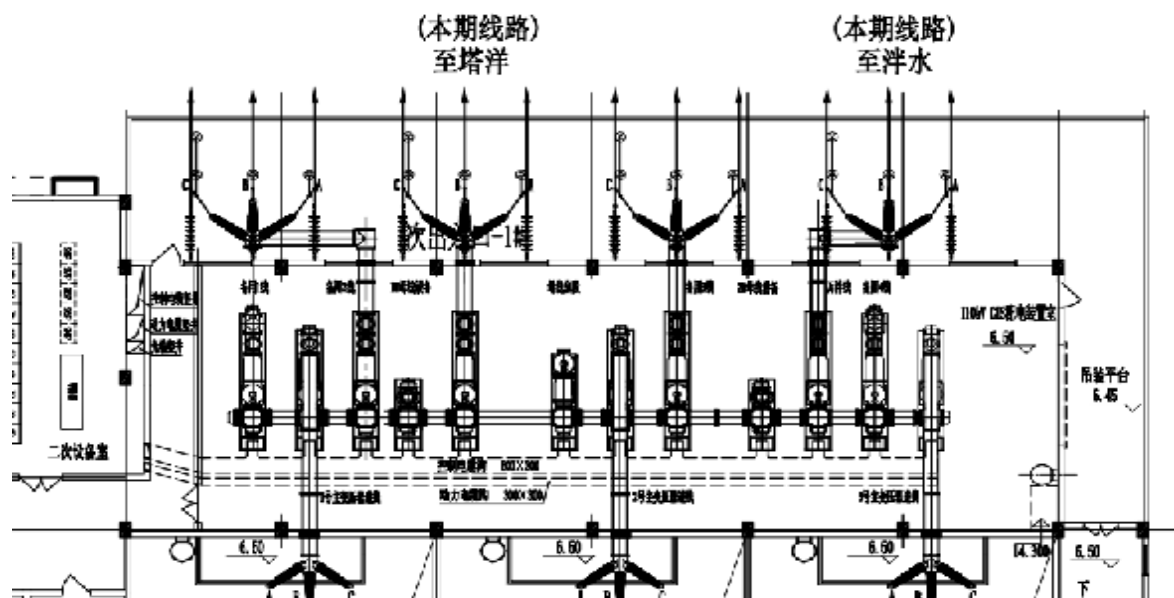


图 3.1-1 110kV 万泉站 110kV 出线规划图

3.1.2 间隔布置

1) 万泉站间隔布置

110kV 万泉站规划 110kV 出线 6 回（4 回架空+2 回电缆），本期建成 4 回架空线间隔，预留 2 回电缆间隔位置。根据系统接入方案，本期将 110kV 塔泮线解口 π 接入 110kV 万泉站，形成 110kV 万泉～塔泮线（万塔线）、110kV 万泉～泮水线（万泮线），其中 220kV 塔泮站侧来线接入万塔线间隔，泮水站侧来线接入万泮线间隔。万泉变电站 110kV 间隔布置如下图：



2)塔洋、泮水站间隔

本期线路 π 接110kV塔洋线，原塔洋线220kV塔洋站侧、110kV泮水站侧间隔保持不变。

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、加油站，尽量避让工厂，砖瓦厂等。
- 3、注重环境保护，避让文物及古迹保护单位。
- 4、避让基本农田，当无法避让时尽量减少基本农田的占用。
- 5、路径方案应技术可行，经济合理。
- 6、路径方案尽可能结合电网发展规划的需要。
- 7、乡镇工业发达地区，在线路通道允许时，新建线路尽量平行

2、避开大的村庄及密集的民房、加油站，尽量避让工厂，砖瓦厂等。

3、注重环境保护，避让文物及古迹保护单位。

4、避让基本农田，当无法避让时尽量减少基本农田的占用。

5、路径方案应技术可行，经济合理。

6、路径方案尽可能结合电网发展规划的需要。

7、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，提高土地利用效率。

8、尽量减少电力线路之间的交叉跨越。

9、线路路径应与规划相协调，减轻对规划区周边用地的影响。

10、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。

11、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。

3.2.2 π 接线路基本情况

本期线路将110kV塔洋线解口 π 接入110kV万泉变电站。110kV塔洋线起于220kV塔洋站，止于110kV泮水站；与110kV塔银线同塔架设，全长约8.7km；塔洋站至N27导线截面为240mm²，N27至泮水站线路因富海工业园建设正在改造，改造后导线截面为300mm²；地线为两根24芯OPGW复合光纤地线。线路沿线以基本农田、林地为主，种植有槟榔、石榴等经济作物。

3.2.3 π 接点选择及 π 接方案

1) π 接点概况及选择

110kV 塔洋线位于万泉站站址东南侧，中间隔有琼海市区。线路解口改接后需向北绕过市区方可架设至万泉站。110kV 塔洋线由 220kV 塔洋站引出后向西南走线，架设至泮水站。该线以 N24(大佳村附近)为界，其东侧与 220kV 朝阳线、110kV 联先线、35kV 泮长线交叉、平行走线，且越靠近塔洋站通道越狭窄，不利于线路改接走线；向西 N24~N27 通道较为开阔，N27~泮水站位于规划城区内，不利于线路改接。综上所述，本次项目拟由塔洋线 N24~N27 段改接。经现场勘

察比选，N24、N25 位于村庄南侧，线路改接后向北走线受村庄制约，N27 靠近塔洋河，且邻近城镇规划区也不利于线路改接，因此本次线路由 N26 耐张塔改接。N26 塔概况如下：

N26 塔为转角耐张塔，型号为 1B2W8-J2-30，位于耕地内，大号侧 12m 为机耕路及水利沟，小号侧 30m 为基本农田。杆塔周边空旷，主要种植有槟榔及石榴，线路北侧空旷，便于线路改接走线。本次项目拟在 N26 塔大号侧、小号侧分别新建改接塔将塔泮线解口改接，新建杆塔周边空旷，且杆塔不占用基本农田，施工较为方便，有利于本项目建设。



图 3.2-1 π 接线路位置图（粉色为本期 π 接线路）



图 3.2-2 π 接点 N26 塔及周边地貌图

2) π 接方案

本次工程计划在 N26 π 接，根据勘察 N26 塔 1B2W8-J2-30 转角耐张塔，设计基本风速为 33m/s，最大使用转角 40 度。不满足本此工程的改接要求，因此本次拟在 N26 两侧分别组立两基转角塔进行 π 接，同时拆除原 N26 塔。

另原 110kV 塔洋/塔银线因富海工业园迁改，N27 至泮水站侧架空线路已更换为 300mm² 截面导线，为了将泮水~万泉全线导线截面统一为 300mm² 截面，本次同步对 N27~J1B（N26 大号侧）导线进行更换，更换双回路导线 0.28km。

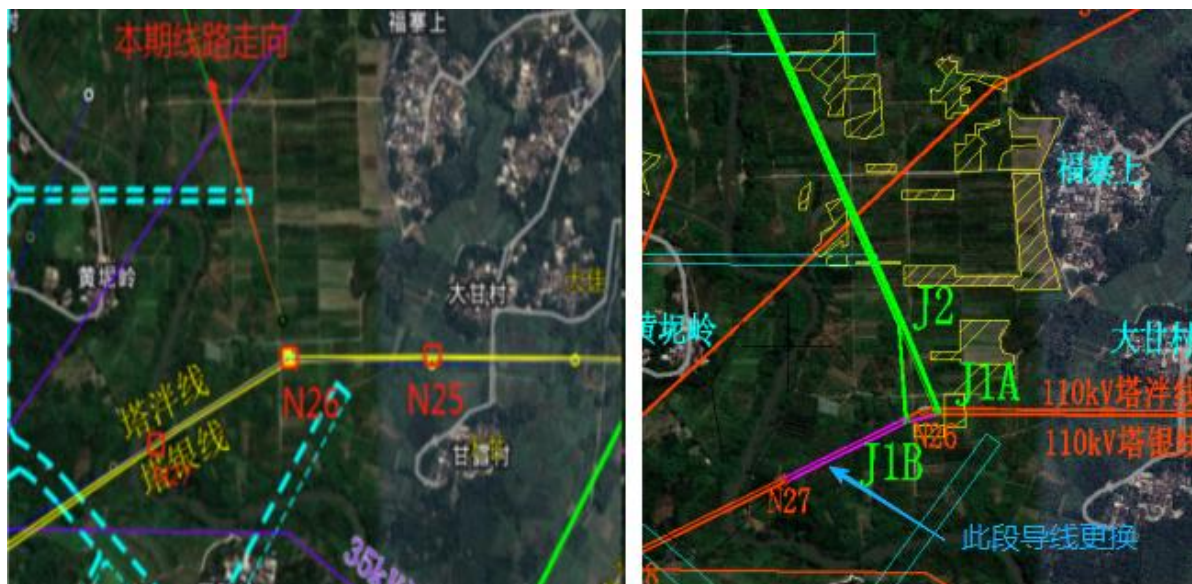


图 3.2-3 π 接点（N26）地理位置及线路 π 接示意图

3.2.4 线路路径方案

本次线路将 110kV 塔洋线解口 π 接入 110kV 万泉变电站，线路路径已经选址选线评审、可研评审及批复，并取得琼海市政府、琼海市自然资源局与规划局等相关部门的意见及回函，因此本次设计阶段线路路径沿用原批复的路径，不在进行路径比选，具体路径方案如下：

在 110kV 塔洋线 N26 塔大号侧、小号侧分别新立改接塔 J1A、J1B，将塔洋线改接后向北走线，至土路边设转角 J2，继续向北走线至福寨

村西北侧甘蔗地设转角 J3, 右转避开城区规划用地架设至水头村西南侧 J4, 左转后向西北走线, 经设转角 J5、J6、J7 调整后途经福田村西侧耕地架设至肇星村南侧 J9, 然后向西走线, 跨 G223 国道、G98 高速后架设至文场园村南侧 J11, 再次左转后向西南走线至琼塔甲乙线 N195 北侧 J12, 然后平行琼塔甲乙线走线, 穿 500kV 三亚~椰城线路至荔枝山南侧 J14, 左转后向南走线, 穿 220kV 琼塔甲乙线后架设至万泉站 J15, 并接入万泉站, 线路全长约 $2 \times 14.3\text{km} + 1 \times 1.132\text{km}$ (双回路设计单回架设 0.25km, 单回路架设 0.882km)。

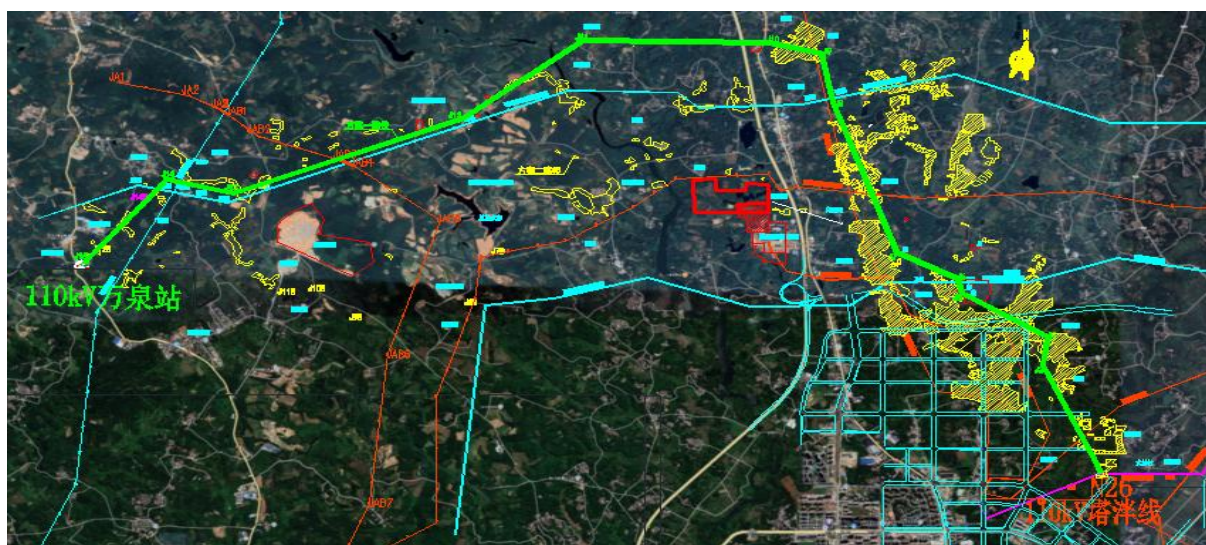


图 3.2-4 路径走向图(绿色线条)

3.2.5 线路通道情况

本线路前段沿线村庄多且邻近城区规划用地, 线路需绕开村庄及规划用地; 后段较为开阔, 便于走线。沿线土地性质主要以林地、一般耕地为主, 零星分布有基本农田。地表植被以槟榔、橡胶为主。

1) J1A~J3 段: 沿线主要以一般耕地、林地为主, 零星分布有少量基本农田, 线路通道空旷, 便于走线。本次塔基均已避开基本农田。沿线植被主要以槟榔为主。



图 3.2-5 J1A-J3 段通道地理位置及沿线植被图



图 3.2-6 J1A-J3 段通道图

2) 线路 J3-J4 段：此段位于福寨村与水头村西侧。线路沿线空旷开阔，影响线路走线的主要是靠近福寨村的基本农田和西侧的 110kV 中泮线。线路沿线以基本农田为主，种植有甘蔗；J4 附近为槟榔园，分布有零星椰子树。



图 3.2-7 J3-J4 段通道地理位置及沿线植被图



图 3.2-8 J3-J4 段通道沿线植被图

3) 线路 J4-J5 段: 此段位于水头村和上朗村一带, J4 附近为槟榔、椰子种植区, 中间段穿越基本农田、规划道路, 并有一段橡胶林, 胶林里分布有坟堆, J5 附近为荔枝园。线路交通情况一般。

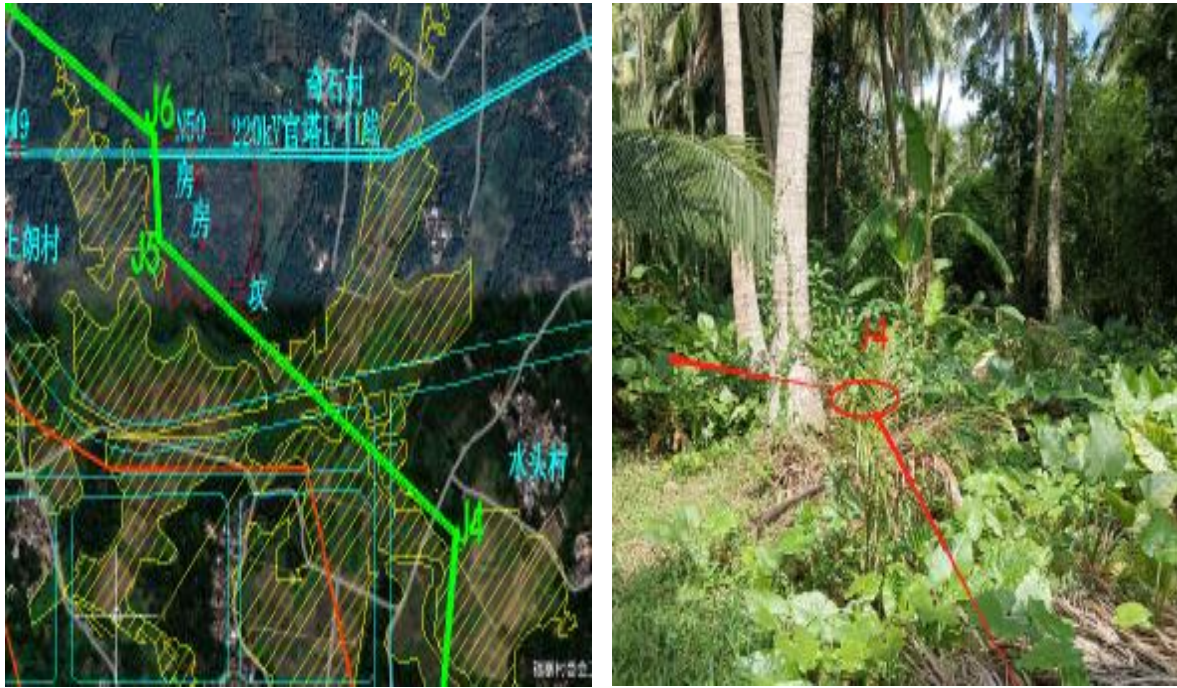


图 3.2-9 J4-J5 段通道地理位置及沿线植被图



图 3.2-10 J4-J5 段通道沿线植被图

4) 线路 J5-J7 段：此段位于奇石村至上朗村一带，穿 220kV 官塔 I/II 线。线路沿线空旷开阔，影响线路走线的主要是 220kV 官塔 I/II 线穿越点的选择、沿线的成片基本农田及分散的房子。线路沿线以槟榔、荔枝、水稻为主，在 J7 处有少量胡椒，交通情况一般，J7 等需修建施工便道。

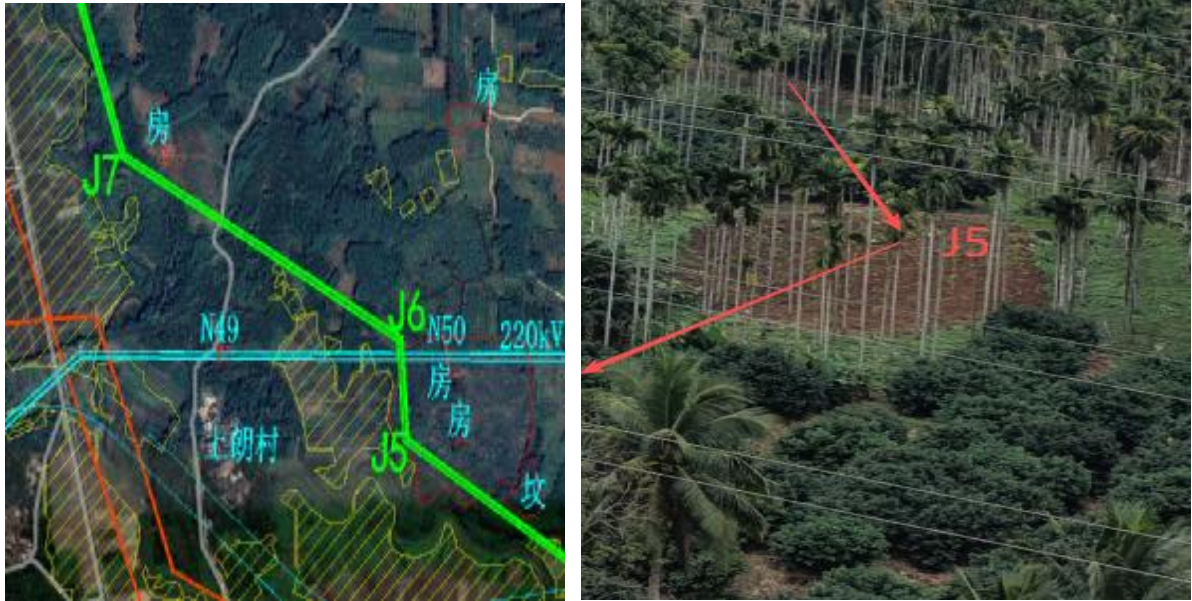


图 3.2-11 J5-J7 段通道地理位置及沿线植被图



图 3.2-12 J5-J6 段通道及沿线植被图



图 3.2-13 J5-J7 段通道沿线植被图

5) 线路 J7-J9 段：此段自上朗村北侧至肇泉村南侧，沿 35kV 洋

大线走线，线路下穿 220kV 琼塔甲乙线 1 次，跨越光伏线路 1 次。影响本次线路走线主要是沿线的基本农田和下穿琼塔甲乙线的穿越点。线路沿线以槟榔为主，局部分布有少量橡胶。

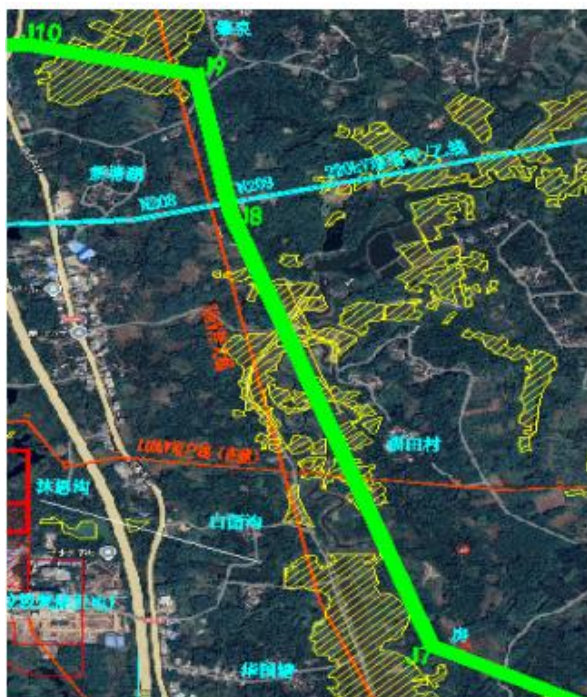


图 3.2-13 J7-J9 段通道地理位置图



图 3.2-14 J7-J8 段通道图



图 3.2-15 J8-J9 段通道图

6) 线路 J9-J11 段：此段自肇泉村至文场园，此段线路空旷便于走线，跨越 G223 国道、G98 高速各 1 次，跨越 35kV 泮大线 1 次。线路沿线以农田、槟榔为主，局部分布有少量橡胶。



图 3.2-16 J9-J11 段通道地理位置图



图 3.2-17 J9-J10 段通道图



图 3.2-18 J10-J11 段通道图

7) 线路 J11-J12 段：此段自文场园村至东红十队东侧，此段线路空旷便于走线。线路沿线以槟榔为主，据部分布有少量橡胶。

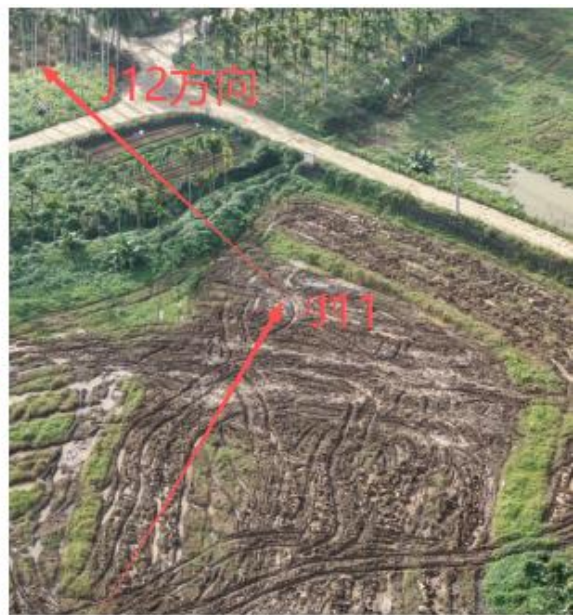
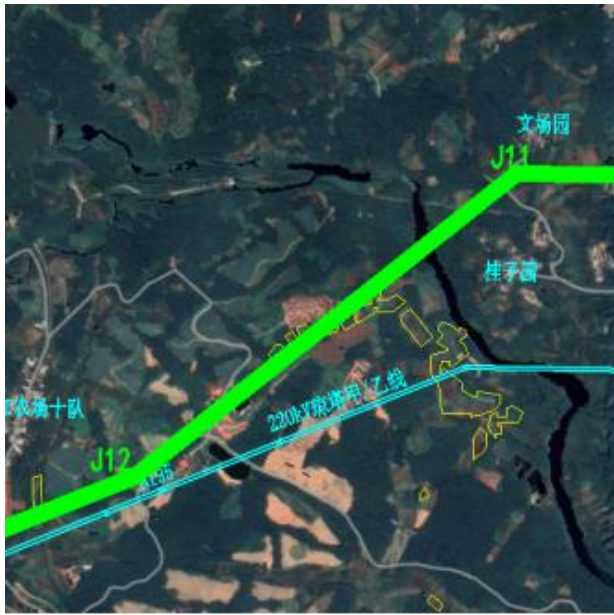


图 3.2-19 J11-J12 段通道地理位置及沿线植被



图 3.2-20 J11-J12 段通道图

8) 线路 J12-J14 段：此段沿着 220kV 琼塔甲/乙线架设，线路穿越 500kV 三亚～椰城线路 1 次。线路沿线以槟榔、橡胶为主。



图 3.2-21 J12-J14 段通道地理位置图



图 3.2-22 J12-J13 段通道图



图 3.2-23 J13-J14 段通道图

9)线路 J14-万泉站：此段自荔枝山东侧向下吉沟村方向架设，穿越 220kV 琼塔甲乙线 1 次。线路沿线以槟榔、橡胶为主，中间分布有坟地。

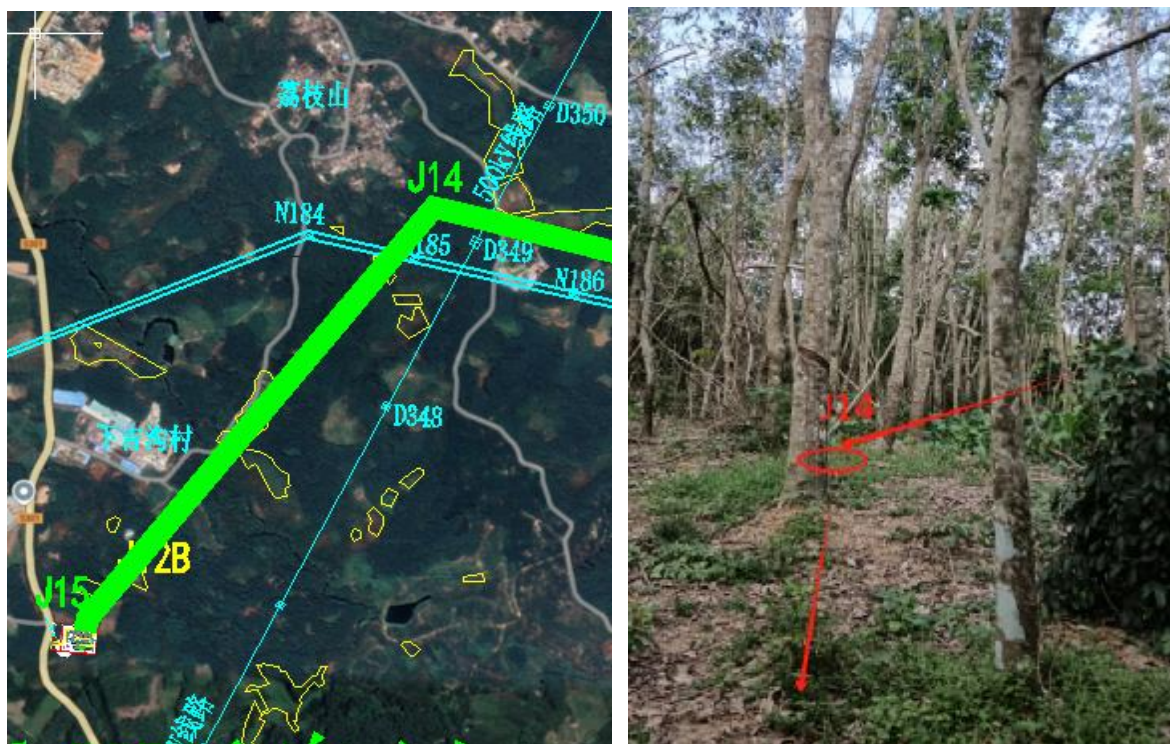


图 3.2-24 J14-J15 段通道地理位置及沿线植被



图 3.2-25 J14-J15 段通道图

3.2.6 交叉跨越及敏感点

本次线路 J2~J3 段跨越 35kV 泮长线 1 次；J5~J6 穿越 220kV 官塔 I/II 线 1 次；J7~J8 跨越光伏送出线路(110kV 沐塔线)1 次；J8~J9、J14~J15 穿越 220kV 琼塔甲乙线各 1 次；J9~J10 跨越泮大线 1 次；J10-J11 跨越 G223 国道、G98 高速各 1 次；J12-J13 跨越光伏集电线路 1 次；J13~J14 穿越 500kV 三亚~椰城线路 1 次、J7~J8、J12~J13 跨越在建光伏线路各 1 次。

1) 跨越泮长线：线路 J2~J3 段跨越盘长线，跨越处泮长线地线高约 21m，本次按跨越设计，跨越处下导线与泮长线地线垂距约 11.5m，泮长线停电施工。

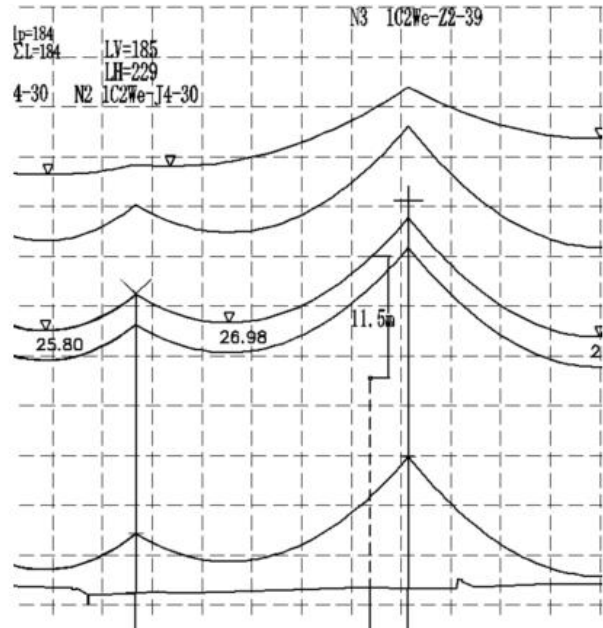


图 3.2-26 线路跨越 35kV 泮长线跨越点

2) 线路在 J5-J6 穿越 220kV 官塔 I/II 线 (N49-N50)，穿越处种植有荔枝、槟榔。220kV 官塔 I/II 线下导线高约 36.0m。本次采用低穿，穿越档右侧为荔枝，不需砍伐；左侧为槟榔椰子，需砍伐。穿越档地线与官塔 I/II 线下导线垂距约为 5.6m。

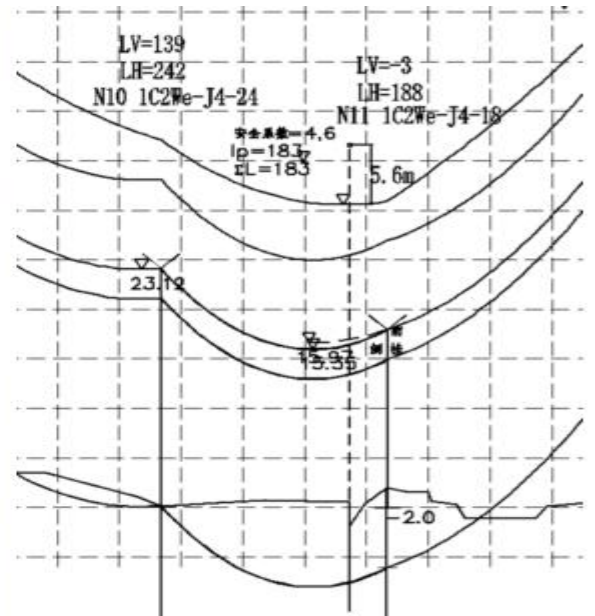


图 3.2-27 线路低穿 220kV 官塔 I/II 线穿越点

3) 线路在 J7~J8 跨越光伏送出线路(110kV 沐塔线)1 次，跨越处沐塔线地线高约 44.0m。本次按跨越设计，跨越处下导线与沐塔线

地线垂距约 7m，沐塔线停电施工，预计停电 4 天。

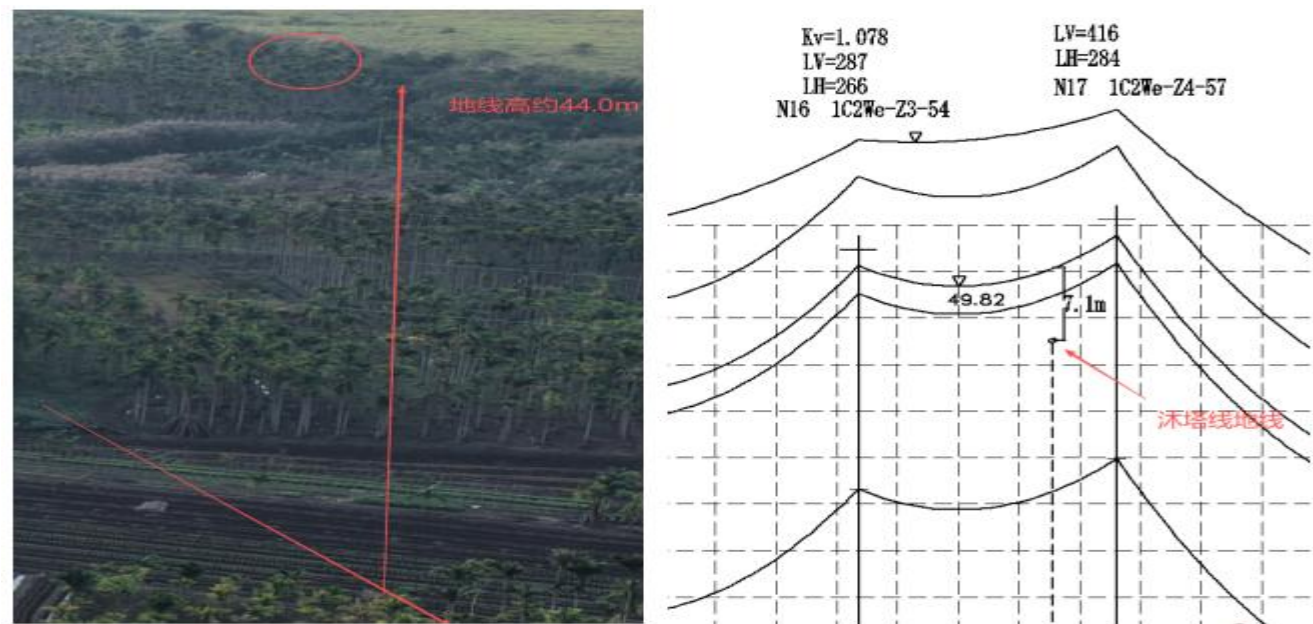


图 3.2-28 线路跨越 110kV 沐塔线光伏发线路

4) 线路在 J8~J9 穿越琼塔甲乙线 N207~N208，穿越点靠近 N208 塔，琼塔甲乙线下导线对地约 37m。由于穿越点处主要为槟榔，因此采用孤立档低穿，下穿琼塔甲乙线后再升高，减少槟榔的砍伐。穿越处地线与琼塔甲乙线下导线垂距约 4.6m，穿越档槟榔需砍伐。

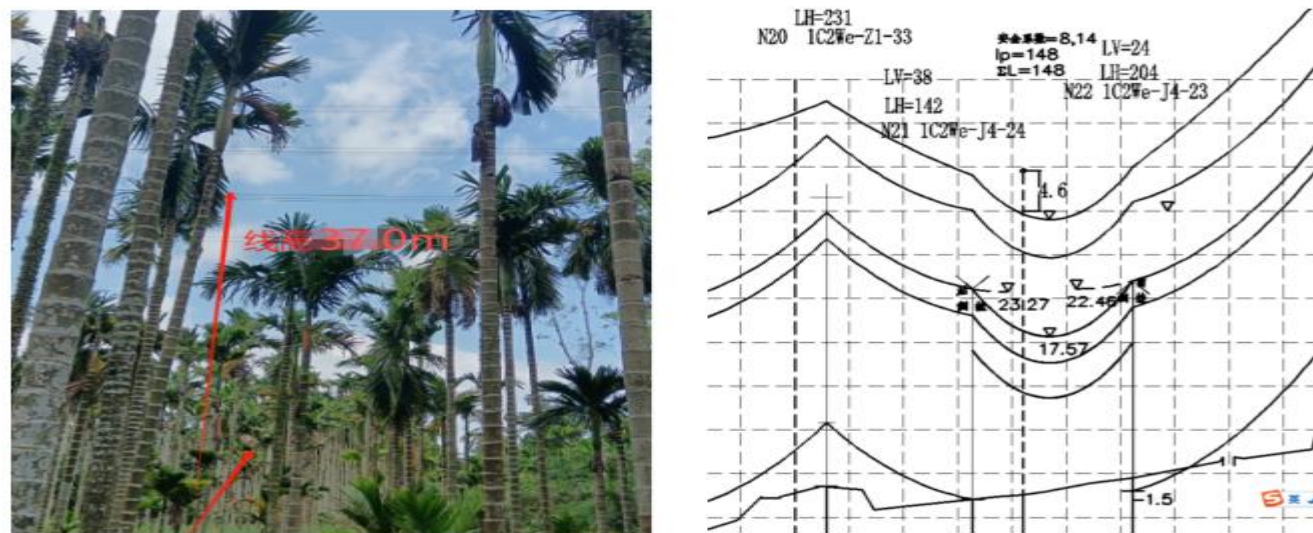


图 3.2-29 线路穿越琼塔甲乙线 N207~N208

5) 线路在 J9~J10 跨越 35kV 泮大线 N28~N29，跨越处为基本农田，种植有槟榔、瓜菜。该处 35kV 泮大线地线高 19.6m。本次按跨越

设计，跨越处下导线与洋大线地线垂距约 9.6m，洋大线停电施工。

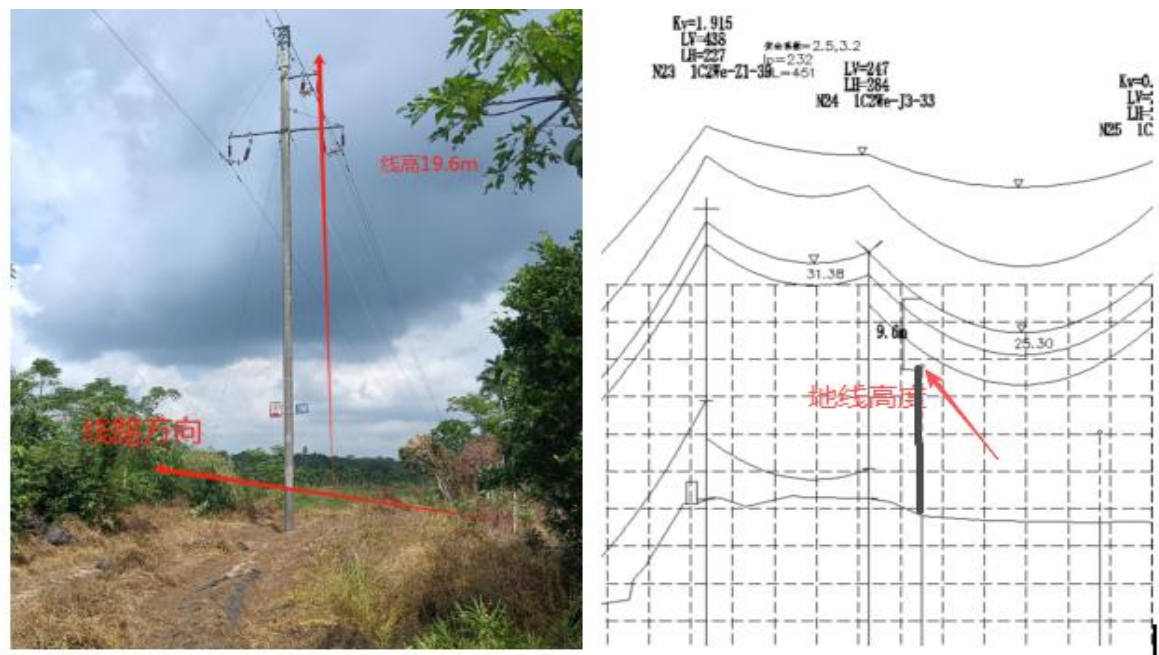


图 3.2-30 线路跨越 35kV 洋大线跨越点

6) 线路在 J12~J13 跨越 35kV 光伏集电线路 1 次，跨越处集电线路地线高约 37.2m。本次按跨越设计，跨越处下导线与沐塔线地线垂距约 6.1m，集电线路预计停电 4 天（与送出线路沐塔线同停）。

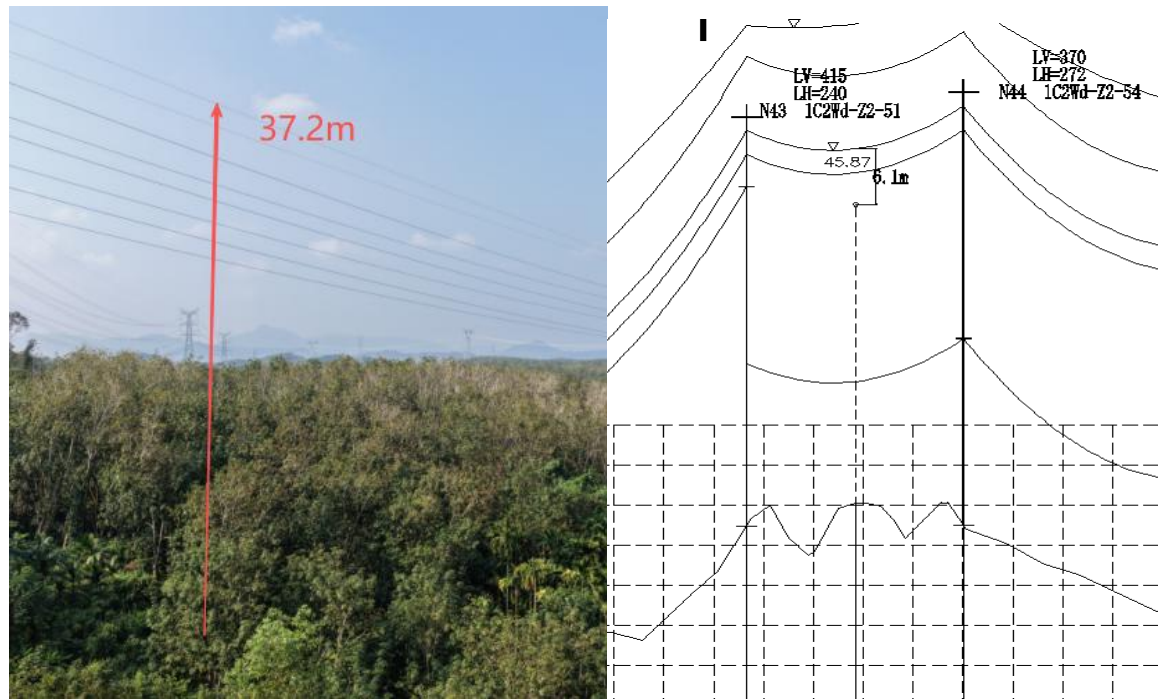


图 3.2-31 线路跨越 35kV 光伏集电线路

7) 线路在 J13~J14 穿越 500kV 三亚-椰城线路, 穿越点距离 D349 塔 (呼高 85m) 约 47m, 穿越点 500kV 下导线高约 72m, 沿线主要为槟榔及橡胶。穿越处地线与 500kV 线路下导线垂距约 19.6m。

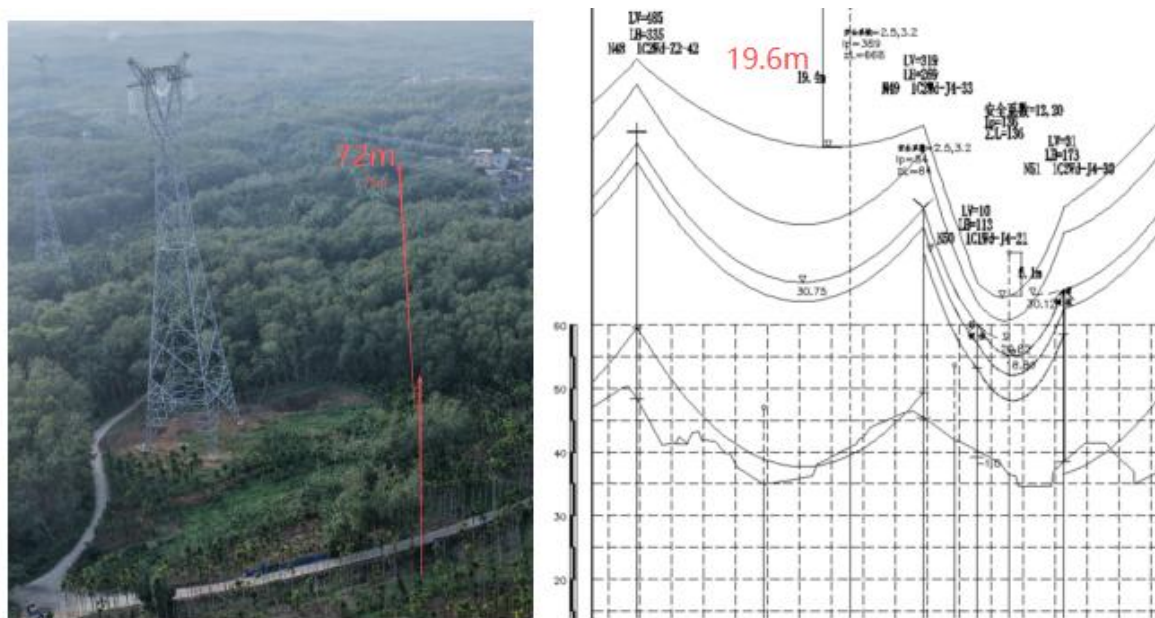


图 3.2-32 线路穿越 500kV 三亚-椰城线路

8) 线路在 J14~J15 穿越琼塔甲乙线 N184~N185, 跨越点靠近 N185 塔 (呼高 42m), 下导线对地约 35m。由于穿越点处主要为槟榔, 因此本次按单回路并采用孤立档穿越, 下穿琼塔甲乙线后再升高, 减少槟榔的砍伐。穿越处地线与琼塔甲乙线下导线垂距约 6m。穿越档槟榔需砍伐。

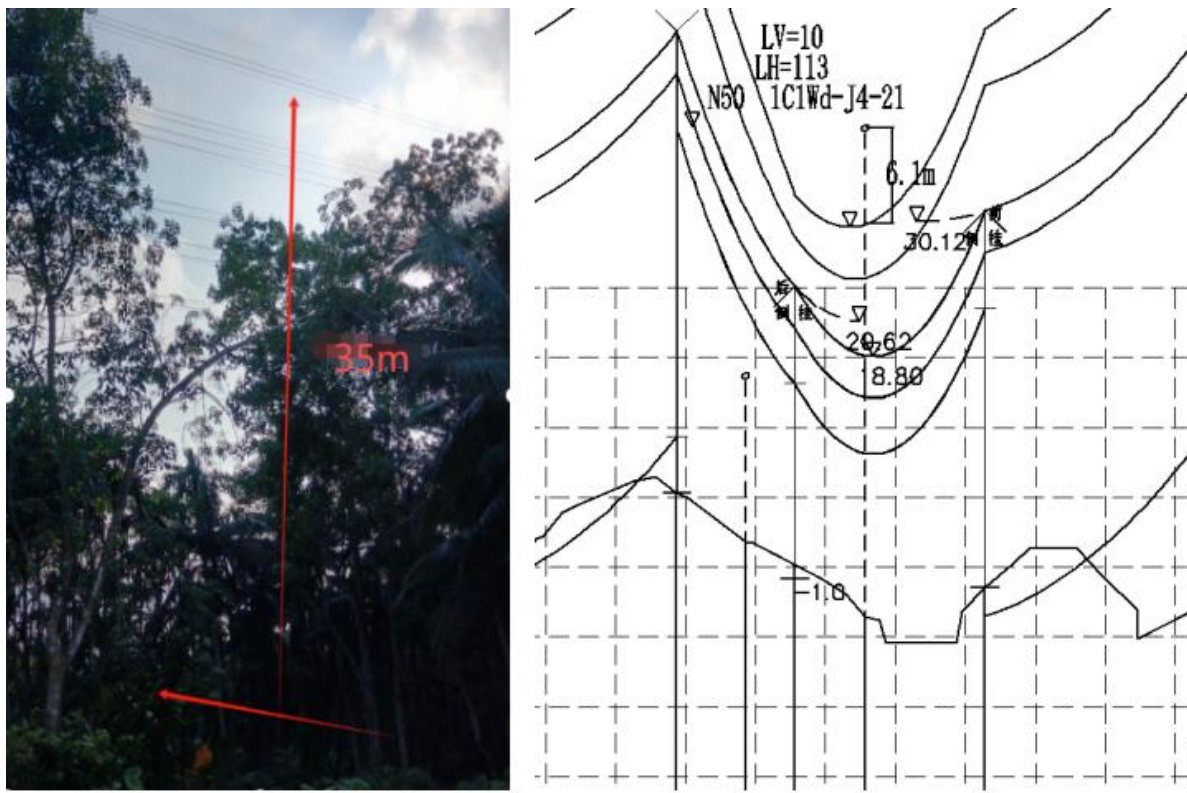


图 3.2-33 线路穿越琼塔甲乙线 N184~N185

9) 线路 J9-J10 跨越 G223 国道、G98 高速，跨越档两侧安装视频在线监控装置。



图 3.2-34 线路跨越 G223、G98 高速

3.3 自然条件及交通情况

本次新建线路途经琼海市嘉积镇、塔洋镇、万泉镇，J7-J8 位于

农田、坡地，J11-J13 为丘陵地形，仅有步行道，无车道路到达。其他段线路沿线有省道、县道、乡村道路及机耕路到达，线路交通条件一般。综合考虑二次汽车运距 8km，人力运距 0.25km。考虑线路展放等因素大部分需修建施工便道。



图 6.3-40 线路沿线的县道、乡村路、机耕路

3.4 青苗概述

本工程线路沿线主要以橡胶林、槟榔为主，并分布有少量速生桉、荔枝、胡椒等。根据《南方电网公司输电线路树障防控工作导则（2022 版）》，速生桉、原生林杂树自然生长高度分别按 25m、18m 计。其他常见树种橡胶、槟榔根据海南地区工程经验并参考其他设计院的取值，自然生长高度分别按 25m、20m 计，荔枝树按 12m 计。本项目跨越林区按高跨设计，设计跨越沿线青苗砍伐原则：

1) 线路经过树林区原则上采用高塔跨越设计（以树木最终生长高度跨越），原则上除塔基及塔基施工占地外通道不砍伐青苗，仅在部分受地形限制无法跨越处进行通道青苗砍伐，做到绿色环保。按《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》规定，跨越林木时档中导线对树木（考虑自然生长高度）的最小垂直距离不小于 4m 考虑。

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绳, 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 $8.6\text{m}+2\times(\text{风偏}+\text{安全距离 } 3.5\text{m})$ 宽来砍伐线路通道宽度。

4) 塔位占地处林木砍伐按实际砍伐考虑, 施工运输临时通道林木需修枝, 必要时砍伐个别树木, 统一计入塔位占地砍伐数量中。

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。

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。

5) 结合本工程线路长度、沿线地形地貌及施工条件, 本次暂按 7 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。

6) 本工程新建线路沿线青苗赔偿统计如下:

a) π 接线路: 槟榔 5931 棵, 水果甘蔗 0.2 亩, 胡椒 357 株, 荔枝 48 棵, 柠檬 12 棵, 潘石榴 75 棵, 橡胶 1140 棵, 椰子 128 棵。水稻 3.93 亩, 山茶 10 株 (高 3m), 香蕉 50 株, 竹林 2.21 亩, 竹子 20 丛, 茄子 0.96, 菜地 0.06 亩。永久征地 9211.8m², 临时征地 40314.6m² (含是施工便道 3065)。

b) 塔银/塔泮线 N27-N26 导线更换

槟榔 30 棵。

具体青苗详见材料清单。

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

本段线路沿线地貌类型为剥蚀残丘, 地貌单元较为单一, 地质条件较简单, 沿线地势总体较平缓, 地形起伏不大, 平坦开阔, 沿线微地貌主要为农田、公路、荒地、林地、经济作物、灌木丛、草地、鱼塘、村庄等。

2、地震动参数

根据2015年版《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)的规定, 该区地震动峰值加速度为0.10g(相应地震基本烈度为7度); 地震动反应谱特征周期为0.40s, 设计地震分组为第二组。

3、沿线地基岩土构成及特性

根据野外鉴别、原位测试结合室内土工试验成果, 在钻探深度范围内揭露地层自上而下划分为3个工程地质层, 即①素填土(Q4ml)、

②粉质粘土(Q4al)、③砂质粘性土((Qel)，岩土层岩性及埋藏分布特征分述如下：

①素填土(Q4ml)：灰黄色、褐黄色，稍湿，松散，主要由粉细砂组成。含有少量植物根系。层厚一般小于1m。该层地质条件差，不宜作为基础持力层，且层厚较薄，建议直接清除。

②粉质粘土(Q4al)：黄色、黄褐色，呈可塑状态，主要由粉黏粒组成，含中粗砂，切面稍有光泽反应，干强度及韧性中等，无摇振反应。局部混有花岗岩孤石分布。根据本次勘察成果结合地区经验确定该层地基承载力特征值 $[fak] = 140kPa$ 。该层物理力学性质尚好，可作为站址基础持力层。

③砂质粘性土((Qel)：褐黄色，可塑，为花岗岩风化残积土，原岩残余结构可以辨认，遇水易软化。局部混有花岗岩孤石分布。根据本次勘察成果结合地区经验确定该层地基承载力特征值 $[fak] = 140kPa$ 。该层物理力学性质尚好，可作为站址基础持力层。

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。

表 3.51 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	内摩擦角标准值	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 (kN/m ³)	Sr (%)	Ck (kPa)	ϕk (°)	a (°)	fak (kPa)	qSK (kPa)	qPK (kPa)	m (MN/m ⁴)	
									6mm	10mm
①耕植土（松散）	17.5	—	—	12	10	—	—	—	—	—
②粉质粘土（可塑）	18.5	95	18	14	20	140	55	600	14	6

③粉质粘土 (可塑)	17.5	95	14	15	20	140	65	500	14	6
---------------	------	----	----	----	----	-----	----	-----	----	---

4、地下水条件

按含水层性质分类，线路沿线的地下水为孔隙性潜水。赋存于粉质粘土层中，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)和按本次勘测成果，地下水水位埋深为1.0-1.4m，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

根据现场调查并参考已有地质资料，线路沿线未见影响线路铁塔安全的滑坡、崩塌、泥石流、溶洞等不良地质作用。沿线附近无矿区及采空区；地表亦未发现文物古迹。

6、岩土工程条件评价

(1) 塔基基础选型

根据野外地质调结果及地形地貌、地基岩性条件，沿线塔岩土工程条件均较好。地层结构一般为上部素填土，下部可塑状砂质粘性土、风化岩并含有孤石。可采用天然地基。场地地下水位塔洋侧较浅，对施工有一定影响；万泉侧水位深，对施工影响不大。

(2) 边坡

线路沿线塔基位地势较平坦，无明显坡度或坡度较小，无需对边坡进行降基或放坡处理。

（3）施工注意事项

工程施工需开挖基坑，开挖时应采取一定措施避免地基土被扰动，同时应避免基坑泡水而造成地基土浸水软化，应及时用垫层封闭坑底并采取止排水措施。

7、结论与建议

（1）拟建工程所在位置，根据2015年版《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)的规定，该区地震动峰值加速度为0.10g(相应地震基本烈度为7度)；地震动反应谱特征周期为0.40s，设计地震分组为第二组。

（2）本段线路沿线地貌类型为剥蚀残丘，地貌单元较为单一，地质条件较简单，沿线地势总体较平缓，地形起伏不大，平坦开阔，沿线微地貌主要为农田、公路、荒地、林地、经济作物、灌木丛、草地、鱼塘、村庄等。

（3）线路沿线第四系覆盖层有人工成因耕植土，冲积成因粉质粘土、残积成因砂质粘性土。

（4）线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1.0~1.4m，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。

（6）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；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，沿线塔基建议采用大板基础或桩基础，具体按照钻孔资料和塔基受力情况而定。同时注意施工时遇到孤石及基岩可采用风钻或放小炮爆破，必要时应采取排水、止水及基坑支护措施。

（9）基础施工完毕后的弃土，应堆放在不影响基面排水和塔基稳定性的位置，严格按照指定地点堆放，无法在塔基附近及坡下堆放的弃土应及时运离现场。施工完毕后需恢复地貌的原始形态，表层土严格夯实并设置散水坡和截、排水系统，并加强后期运行管理。

（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。

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	G223 国道	1	J10-J11 跨越 G223 国道
2	G98 高速	1	J10-J11 跨越 G98 高速
3	500kV	1	J13~J14 穿越 500kV 三亚~椰城线路 1 次
4	220kV	3	J8~J9、J14~J15 穿越 220kV 琼塔甲乙线各 1 次；J5~J6 穿越官塔 I/II 线 1 次
5	110kV	1	J7~J8 跨越 110kV 沐塔线（光伏送出线路），停电 4 天。
6	35kV 光伏集电线路	1	停电 4 天，与沐塔线同停
7	35kV	2	J2~J3 段跨越 35kV 泮长线 1 次；J9~J10 跨越泮大线 1 次
7	10kV 线路	9	跨越，搭跨越架

序号	跨越物	次数	备注
8	380V、220V 线路	10	跨越，搭跨越架
9	通信线	8	跨越，搭跨越架
10	村路	38	跨越
11	河流	6	塔洋河支流 5 次，泮水河 1 次

3.7 路径协议

本工程线路路径已取得琼海市自然资源和规划局等相关部门的回函。

序号	相关单位	意见	备注
1	琼海市自然资源和规划局	不应占用基本农田	不占用基本农田
2	琼海市水务局	无修改意见	
3	琼海市营商环境建设局	应避免分隔较大用地地块，影响土地后续开发建设，如实在无法避让镇区，宜沿防护绿地、规划道路等公用基础设施用地布置。	
4	琼海市万泉镇人民政府	无意见	
5	琼海市嘉积镇人民政府	无意见	
6	琼海市塔洋镇人民政府	无意见	
7	海南农垦红昇农场有限公司	无意见，涉及土地办理相关项目建设用地手续	
8	琼海市林业局		经沟通林业局表示以自规局复函为准，不需再来函
9	琼海市水务局		已套图，未占用河道管理范围

4、线路工程设想

4.1 气象条件

4.1.1 气象条件设计依据

1、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) 《数字输电线路装备技术导则》办生技函〔2022〕9 号附件

16

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) 《南方电网沿海地区设计基本风速分布图》（2024 版）

9) 《南方电网公司输电线路防风设计技术规范》（Q/CSG 1201011-2016）

10) 《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）

7) 本工程可研批复文件

4.1.2 设计采用的气象条件

1) 基本风速

线路位于琼海市嘉积镇、塔洋镇、万泉镇一带，根据《南方电网沿海地区设计基本风速分布图》（2024 版），本线路 30 年一遇风区为 33m/S。根据《数字输电线路装备技术导则》、《南方电网公司输电线路防风设计技术规范》（Q/CSG 1201011-2016）定义，本线路处于沿海强风区。依据《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。因此本工程线路气象重现期按 50 年一遇设计。

根据《南方电网沿海地区设计基本风速分布图》（2024 版），本

次线路 J1A 至 J11 附近处于 37m/s 风区（长度约 8.7km），J11 附近至万泉站处于 35m/s 风区（长度约 6.732km），具体见下图 4.1-1。

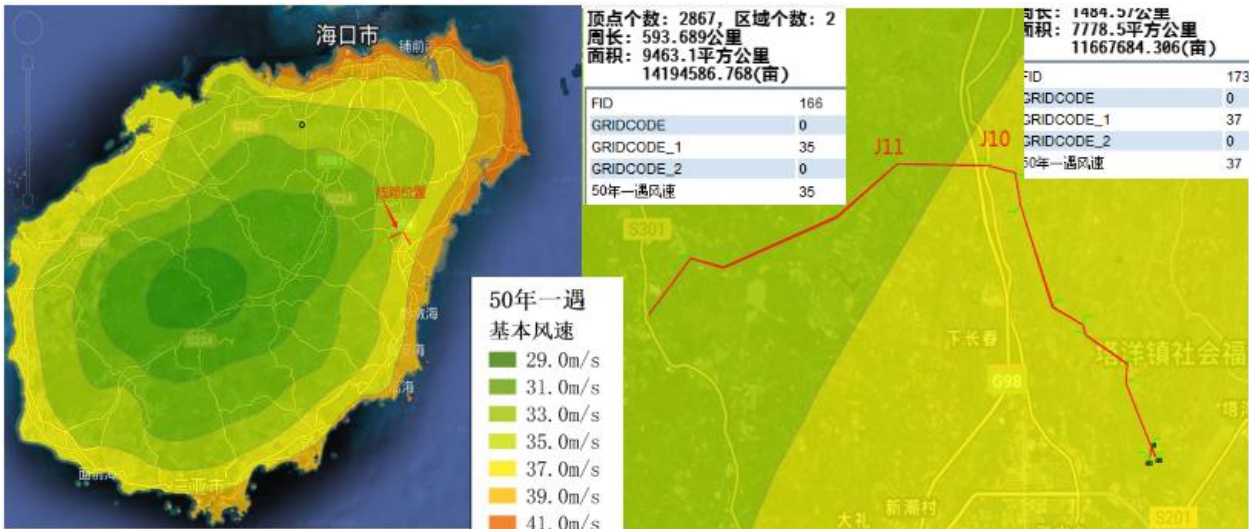


图 4.1-1 线路所处风区分布（南网 2024 版风区分布图）

同时结合本工程可研及其批复，本次线路基本风速分段设计，其中 J1~J11 段按 37m/s、J11~万泉站按 35/s 设计。

2)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。同时参照邻近的塘洋线、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。

3)设计用气象条件

综上所述，并结合《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/T 5582-2020）的有关规定，本线路气象条件采用基本风速为 35/s（J11～万泉站）、37m/s（J1～J11），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 4.1-2 设计气象条件组合表

气象组合 \ 工况	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	35/37	0
设计风速（h=15m）	20	37.2/39.32	0
操作过电压	20	18.6/19.66	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。

1）本期项目线路 π 接 110kV 塔泮线，根据系统要求，正常运行时本期线路单回输送约 52.2MW，按经济电流密度计算（J=0.9A/mm²，Ue=110kV，cos φ =0.95），导线截面约为 320mm²，建议 110kV 线路导线截面选择 1×300mm²，与系统推荐截面一致。

2）根据系统专业要求，终期线路“N-1”情况下，单回线路的极

限输送容量约 61.27MW。本期线路推荐选用 300mm^2 。该导线在环境温度为 35°C ，最高允许温度为 $+70^\circ\text{C}$ 时的极限输送容量为 117MVA，能满足“N-1”工况下输送容量要求。

3) 本线路位于沿海，无特殊跨越段，考虑线路的防腐性，同时参照临近本项目的塔洋线、塔银线导线选型（铝包钢芯铝绞线），本次推荐选用铝包钢芯铝绞线。参照南方电网框招结果及物资品类优化，本期选用 JL/LB1A-300/40 mm^2 导线。

4) 原 110kV 塔洋线导线截面为 240mm^2 ，极限输送容量约为 102MVA。本次工程选用 JL/LB1A-300/40 mm^2 导线，极限输送容量约为 132MVA，大于原有导线输送容量。依据系统专业意见原有导线及新建线路导线均能满足线路“N-1”的输送容量要求，考虑经济性、原有杆塔受力等因素后原塔洋线导线本期不更换，远期系统接线有变化，原利旧塔洋线导线段输送容量不足时再立项改造。同时，由于原塔洋线 N27 至泮水站侧架空线路正在迁改，迁改后导线截面为 300mm^2 。本次线路 π 接后万泉至泮水线路仅有 N26(π 接塔)-N27 塔为 240mm^2 截面导线，因此本次工程同步将原塔洋线 N26-原 N27 档导线更换为 300mm^2 截面，更换后万泉~泮水全线架空导线截面均为 300mm^2 。

4.3 地线选择

本次工程将塔洋~泮水线路 π 接入万泉站，原线路架设有两根 24 芯 OPGW 光缆，本期拟将塔洋~泮水 24 芯光缆随线路 π 接至万泉站。因此线路地线选用两根 OPGW 光缆，根据通信专业要求光缆选用 48 芯。另，本次线路 J14-J15 段穿越 220kV 琼塔线、线路进站段按单回路架设，地线一根选用 OPGW 复合光纤地线，另一根选用 JLB40-100 铝包钢地线。

4.3.1 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。

4.3.2 普通地线和 OPGW 光缆短路热容量校验

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。系统提供单相短路电流如下表所示：

表 4.3-1 万泉站短路电流

短路点	三相短路电流 (kA)	单相短路电流 (kA)
万泉站110kV侧	10.326	14.111
万泉站10kV侧（分列运行）	18.372	
万泉站10kV侧（并列运行）	31.936	

本次新建光缆为 π 接点至万泉站，塔洋站及泮水站侧利旧原光缆，因此本次仅对新建光缆进行热稳定校核。根据系统提供的短路电流，当万泉站侧发生单相接地时，新建光缆承载的短路电流最大，约为 14.11kA。本期架设两根 48 芯 OPGW 光缆，根据地线分流计算，每根光缆按承受约 7.05kA 单相短路电流，按短路电流持续时间为 0.5s 计，短路电流热容量约为 $24.85\text{kA}^2 \cdot \text{s}$ 。

本期线路所选的 OPGW-100-24-1-3 允许短路电流热容量为 $104.91\text{kA}^2 \cdot \text{s}$ ，可以满足热稳定性能的要求。

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

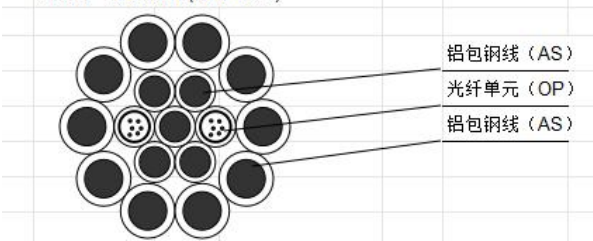
导线型号		JL/LB20A-300/40
股数×直径 (mm)	铝	24×3.99
	铝包钢	7×2.66
截面 (mm ²)	铝截面	300.09
	钢截面	38.9
	总截面	338.99
外径 (mm)		23.94
计算重量 (kg/km)		1085.5
弹性模量 (Gpa)		69000
膨胀系数 (1/℃)×10 ⁻⁶		20.6
20℃ 直流电阻 (Ω /km)		0.0921
破断张力 (N)		94690

表 4.4-2 JLB40-100 铝包钢绞线技术参数

导线型号		JLB40-100
股数×直径 (mm)	铝包钢	19×2.6
截面 (mm ²)	铝截面	38.33
	钢截面	62.55
	总截面	100.88
外径 (mm)		13.0
计算重量 (kg/km)		476.5
弹性模量 (Gpa)		103600
膨胀系数 (1/℃)×10 ⁻⁶		15.5
20℃ 直流电阻 (Ω /km)		0.4322
破断张力 (N)		68600

4.4.2 OPGW 光缆及普通地线技术参数

表 4.4-3 OPGW-100-48-2-3 光缆技术参数

1、结构参数				
<div>OPGW - 2S 2/48B1 (0/98 -85.2)</div> 				
层数	名称	导电率	根数	原材料直径(mm)
中心	ACS	20.3%	1	2.40
第 1 层	ACS	20.3%	4	2.40
	SUS 管	----	2	2.40
第 2 层	ACS	30.0%	10	3.1
2、技术参数				
技术参数		单位	要求值	保证值
承载截面		mm ²		98.5
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(RTS)		km		14.4
OPGW 允许年平均运行张力		N/mm ²	15%~25%RTS	143.8~224.6
OPGW 允许最大使用应力		N/mm ²	40%RTS	359.4
应变限量应力		N/mm ²	70%RTS	629
短路电流容量(I2t)(40℃~300℃)		kA ² ·s		85.2
允许短路电流 I (0.25s, 40℃~300℃)		kA		18.5
额定拉断力(RTS)		kN		88.5
弹性模量		kN/mm ²		139
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

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	JLB40-100
瞬时破坏应力 (N/mm ²)	265.4	916.155	680
最大使用张力(N)	35982	28000	24500
安全系数	2.5	3.2	2.8

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。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

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（℃）	备注
工频电压	0.25	35/37	20	带电作业间隙 0.5m 为人体活 动范围
操作过电压	0.7	18.6/19.6	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

本次线路工程位于线路位于琼海市嘉积镇、塔洋镇、万泉镇一带沿海，线路沿线以农村为主，无工业区，环境条件较好。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，并参照《南方电网污区分布图》（2025 版），本次线路嘉积镇附近处于 d 级污区，其他线路位于 b、c 级污秽区。结合邻近的塔洋线、塔银线的污区设计（d 级污区），并结合可研批复，本次线路按 d 级污区设计。

根据南方电网《数字输电线路装备技术导则》“绝缘配置应以南方电网污区分布图为基础，综合考虑线路附近的污秽发展情况及环境变化因素，结合现场运行经验，选择合适的绝缘子型式和片数，并适当留有预算。b 级污区新建线路绝缘子按照 c 级污区等级的统一爬电比距来配置；c、d 级污区新建线路绝缘子应按照所在污区等级的统一爬电比距的上限来配置，特殊污秽地段按照提高一个等级来配置。”的要求，本工程绝缘子按照所在 d 级污区等级的统一爬电比距的上限

来配置。本工程玻璃绝缘子统一爬电比距不低于 50.4mm/kV，合成绝缘子统一爬电比距按玻璃绝缘子统一爬电比距 75%且不低于 45mm/kV 配置。

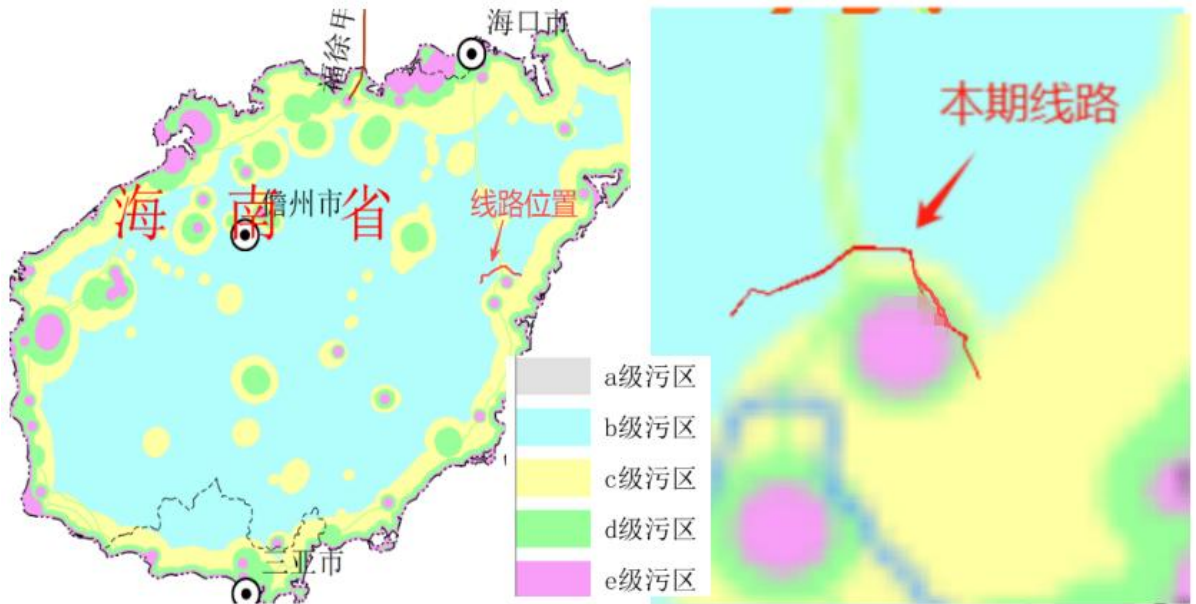


图 4.7-1 线路所处位置污秽等级（2025 版南方电网污区分布图）

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) 绝缘子材质选择

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

合成绝缘子是具有强度高、重量轻、抗冲击、耐污性能好、结构简单、运维方便，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，并结合《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》、《海南电网架空输电线路防雷技术指导意见（2025 版）》、《架空输电线路防雷技术导则》Q/CSG 1107002-2025 差异化防雷要求的要求及海南地区的运行经验，本期线路悬垂串绝缘子常规绝缘侧选用复合绝缘子、高绝缘侧选用玻璃绝缘子；耐张串绝缘子位于基本农田的选用复合绝缘子，其他选用玻璃绝缘子；塔跳线串均选用固定防风偏绝缘子。同时对于直线跨越高塔，复合绝缘子长度不满足《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）》防雷要求时选用玻璃绝缘子。

2) 绝缘子型号选择

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）。根据《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）》（海南电网审计[2023]32 号）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-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-F	FFP-110/100-0.3	FFP-110/100-0.4
结构高度（mm）	146	1568	1400	1550
最小干弧距离（mm）	/	1340	1200	1350
最小公称爬电距离（mm）	450	3600	3300	3300
盘径（mm）	300	/	/	/
连接标记	16	16	16	16
额定机械破坏负荷（kN）	100	100	100	100
雷电全波冲击耐受电压 kV （峰值）不小于	120	550	550	550
工频一分钟湿耐受电压 kV （有效值）不小于	45	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《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）》、《架空输电线路防风设计技术规范》Q/CSG 1201011-2025的要求，本项目耐张串绝缘子按双联串设计，悬垂串参照复合绝缘子的要求也选用双联串；跳线串按以下原则配置：a) 杆塔内角侧：装设1串跳线串；b) 杆塔外角侧： $0^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 装设1串跳线串， $50^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 装设2串跳线串；干字型单回路塔中相安装2串。为提高线路防雷要求，本工程新建同塔双回路按不平衡绝缘进行绝缘配置，塔洋至万泉侧按高绝缘配置、万泉至泮水按常规绝缘配置。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，耐张串不考虑差异化配置。本工程玻璃绝缘子统一爬电比距不低于 50.4mm/kV ，合成绝缘子统一爬电比距按玻璃绝缘子统一爬电比距75%且不低于 45mm/kV 配置。

按爬电比距法，玻璃绝缘子片数的计算公式 $n \geq \lambda U / (KL)$ ，计算每联8.15片（ $n \geq 50.4 \times 72.75 / (1 \times 450)$ ），取9片。

本项目玻璃绝缘子结构高度146mm，根据《架空输电线路防雷技术导则》Q/CSG 1107002-2025、GB50545要求，悬垂串每联不小于7片；耐张串绝缘子片数每联增加一片，即不小于8片。参照《海南电网架空输电线路防雷技术指导意见（2025版）》，防雷绝缘配置要求悬垂串每联不小于8片，耐张每联增加1片，即不小于9片。同时要求全高超过40m有地线杆塔，高度每增加10m，增加1片146mm高度绝缘子。本工程耐张杆塔全高介于42.8m-48.8m间，绝缘子应增加1片绝缘子，即10片，综上所述耐张串玻璃绝缘子每联选10片。直线

杆塔呼高 33m-57m（全高 42.3m-70.1m），呼高小于 42m（全高小于 54.7m）时绝缘子片数 $n \geq 8 + 146 \times (42.3 \sim 54.7 - 40) / 10 / 146 = 8.23 \sim 9.47$ 片，考虑导绝缘子已考虑有足够裕度，因此每联选用 9 片，折算至复合绝缘子要求高度 1202mm~1382mm；按相同方法计算呼高 45m（全高 57.7m）-48m（全高 60.9m）每联不小于 10 片，折算至复合绝缘子要求高度介于 1426mm-1473mm；呼高 51m-57m（70.1m），每联不小于 11 片，折算至复合绝缘子高度为 1517mm-1606mm。由于目前框招复合绝缘子干弧距离为 B 型 1200mm、F 型 1340mm 两种（咨询厂家后考虑加工误差等，F 型干弧距离可以达到 1380）。因此受复合绝缘子干弧距离限制，本期工程直线杆塔 42m 呼高及以下常规绝缘侧选用 /100-F 复合绝缘子，高绝缘侧采用玻璃绝缘子，每联 10 片；45m-48m 呼高杆塔常规绝缘侧选用玻璃绝缘子，每联 10 片，高绝缘侧每联 11 片；51m 及以上杆塔呼高常规绝缘侧选用玻璃绝缘子，每联 11 片，高绝缘侧每联 12 片。具体配置如下

①常规绝缘架线侧

a) 耐张绝缘子串每联选用 10 片 U100BP/146D 外伞双伞型玻璃绝缘子，统一爬电比距分别为 61.8mm/kV。

b) 悬垂绝缘子串 42m 呼高以下每联选用一只 FXBW4-110/100-F 型绝缘子，统一爬电比距为：45.4mm/kV。45m 呼高及以上选用 U100BP/146D 玻璃绝缘子，其中 45m-48m 每联选用 10 片，51-57m 每联选用 11 片，统一爬电比距不小于 61.8mm/kV。

c) 跳线串选用 FFP-110/100-0.3 固定防风偏绝缘子，爬电比距为：3300mm，统一爬电比距为：45.4mm/kV。

②高绝缘架线侧

a) 耐张绝缘子串每联选用 10 片 U100BP/146D 外伞双伞型玻璃绝缘子, 统一爬电比距分别为 61.8mm/kV。

b) 悬垂绝缘子串选用 U100BP/146D 玻璃绝缘子, 其中 42m 呼高及以下每联选用 10 片, 45m-48m 呼高每联选用 11 片, 51-57m 每联选用 12 片, 统一爬电比距不小于 61.8mm/kV。

c) 跳线串选用 FFP-110/100-0.4 固定防风偏绝缘子, 爬电比距为: 3300mm, 统一爬电比距为: 45.4mm/kV。

本次工程所选玻璃绝缘子串统一爬电比距均大于 50.4 mm/kV, 复合绝缘子大于 45mm/kV, 满足线路设计污区要求。

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《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（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。本工程导、地线主要金具选型如下表

表 6.5-9 主要的挂线金具一览

导线型号 金 具	JL/LB20A-300/40	JLB40-100	光缆
悬垂线夹	XG-10040	/	中标厂家型号为准
耐张线夹	NY-300/40BG	NY-100BG-40	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 日/年，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、《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线(光缆)间垂直距离的 5 倍。

3) 在 15°C ，无风状态下，档距中央导线(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。

5) 结合沿线落雷密度及邻近 220kV 琼塔甲乙线、35kV 泮大线、220kV 官塔 I/II 线的雷击情况、避雷器安装情况，本期同塔线路高绝缘配置侧配置避雷器，变电站侧终端塔高、低绝缘侧均配置避雷器，常规绝缘侧其他位置不配置避雷器。

4.9.2 接地

1) 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。根据地勘报告，本工程沿线具微腐蚀性，属一般土质。参照典型设计“一般地区的接地装置采用 $\Phi 12$ 镀锌圆钢，腐蚀严重区域可采用 $\Phi 14$ 镀锌圆钢”的原则本工程接地体采用 $\Phi 12$ 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 $0.6\sim 0.8$ 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 。在距离变电站 2km 范围内杆塔接地装置工频接地电阻不大于 7Ω ；土壤电阻率 $\leq 100\Omega\cdot\text{m}$ 时，杆塔接地电阻不大于 7Ω 。

2) 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。

3) 光缆耐张、悬垂金具组合均含 1 根接地线，有接续盒耐张塔用 2 根接地线，通过接地线使光缆与铁塔逐基可靠接地。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”，本工程线路短，不需要换位。

4.12 杆塔设计

4.12.1 杆塔选择

本线路处于 35m/s、37m/s 两个风区，导线型号为 JL/LB20A-300/40，海拔高度小于 1000m。经查南方电网典型设计 V3-1C2Wd，V3-1C2We，V3-1C1Wd 设计条件与本项目一致，因此本项目选用南方电网典型设计 V3-1C2We、V3-1C2Wd 模块杆塔。各杆塔划分及使用条件见下表。

表 4.12-1 1C2Wd 模块杆塔划分及使用条件（35m/s）

序号	塔型名称	转角范围 (°)	呼高范围 (m)	垂直档距 (m)	不同呼高的水平档距 (m)
1	Z1	/	24~48	500	404~381~360~339~320 24 30 36 42 48
2	Z2	/	24~54	650	535~505~476~449~424~400 24 30 36 42 48 54
3	Z3	/	24~54	850	669~631~596~562~530~500 24 30 36 42 48 54
4	J1	0~25	21~42	500(-400)/15 0(-150)	300/100
5	J2	25~50	21~42	500(-400)/15 0(-150)	300/100
6	J3	50~80	21~42	500(-400)/15 0(-150)	300/100
7	J4	80~90 兼 0~90 终端	21~42	500(-400)/15 0(-150) 600(-500)/50	300/100 350/50

表 4.12-2 1C2We 模块杆塔划分及使用条件（37m/s）

序号	塔型名称	转角范围 (°)	呼高范围 (m)	垂直档距 (m)	不同呼高的水平档距 (m)
1	Z1	/	24~48	500	404~381~360~339~320 24 30 36 42 48
2	Z2	/	24~54	650	535~505~476~449~424~400 24 30 36 42 48 54
3	Z3	/	24~54	850	669~631~596~562~530~500 24 30 36 42 48 54

序号	塔型	转角范围 (°)	呼高范围	垂直档距 (m)	不同呼高的水平档距 (m)
4	J1	0~25	21~42	500 (-400) /150(-150)	300/100
5	J2	25~50	21~42	500 (-400) /150(-150)	300/100
6	J3	50~80	21~42	500 (-400) /150(-150)	300/100
7	J4	80~90 兼 0~90 终端	21~42	500 (-400) /150(-150) 600(-500)/50	300/100 350/50

表 4.12-3 1C1Wd 模块杆塔划分及使用条件 (35m/s)

序号	塔型名称	转角范围 (°)	呼高范围 (m)	垂直档距 (m)	不同呼高的水平档距 (m)
1	J2	25~50	21~42	500 (-400) /150(-150)	300/100
1	J4	80~90 兼 0~90 终端	21~42	500 (-400) /150(-150) 600 (-500) /50	300/100 350/50

本工程共使用杆塔 58 基，双回路耐张塔 23 基，双回路直线塔 33 基，单回路耐张塔 2 基。全线杆塔型式及数量等使用情况详见下表所示。全线杆塔使用，见下表 4.12-4。

表 4.12-4 杆塔使用情况表

序号	杆塔形式	基数	每基塔重 (kg)	螺栓增重 (kg)	各塔型合计 (kg)	备注
1	1C2Wd-J1-33	1	15205	152.05	15357.05	双回路 角钢塔 35m/s
2	1C2Wd-J1-36	1	16496	164.96	16660.96	
3	1C2Wd-J2-36	1	19841	198.41	20039.41	
4	1C2Wd-J4-30	3	20903	209.03	63336.09	
5	1C2Wd-J4-33	1	22585	225.85	22810.85	
6	1C2Wd-J4-36	1	24486	244.86	24730.86	
7	1C2Wd-Z1-33	1	10527	157.905	10684.905	

序号	杆塔形式	基数	每基塔重 (kg)	螺栓增重 (kg)	各塔型合计 (kg)	备注
8	1C2Wd-Z1-36	1	11601	174.015	11775.015	
9	1C2Wd-Z1-39	2	12361	185.415	25092.83	
10	1C2Wd-Z2-36	1	12769	191.535	12960.535	
11	1C2Wd-Z2-39	2	14201	213.015	28828.03	
12	1C2Wd-Z2-42	6	14909	223.635	90795.81	
13	1C2Wd-Z2-51	1	19551	293.265	19844.265	
14	1C2Wd-Z2-54	1	20581	308.715	20889.715	
15	1C2We-J1-30	2	14628	146.28	29548.56	双回路 角钢塔 37m/s
16	1C2We-J1-36	1	17420	174.2	17594.2	
17	1C2We-J2-30	2	17132	171.32	34606.64	
18	1C2We-J2-33	1	18673	186.73	18859.73	
19	1C2We-J3-33	2	21469	214.69	43367.38	
20	1C2We-J4-18	1	15300	153	15453	
21	1C2We-J4-24	3	18138	181.38	54958.14	
22	1C2We-J4-30	3	21593	215.93	65426.79	
23	1C2We-Z1-33	2	11299	169.485	22936.97	
24	1C2We-Z1-36	3	12332	184.98	37550.94	
25	1C2We-Z1-39	5	13676	205.14	69405.7	
26	1C2We-Z2-39	3	14650	219.75	44609.25	
27	1C2We-Z2-45	1	17461	261.915	17722.915	
28	1C2We-Z3-42	1	17170	257.55	17427.55	
29	1C2We-Z3-51	1	21816	327.24	22143.24	
30	1C2We-Z3-54	1	23519	352.785	23871.785	

序号	杆塔形式	基数	每基塔重 (kg)	螺栓增重 (kg)	各塔型合计 (kg)	备注
31	1C2We-Z4-57	1	27051	405.765	27456.765	
32	1C1Wd-J4-21	2	9258	92.58	18701.16	单回路塔
合计		58	965.447 吨			

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。

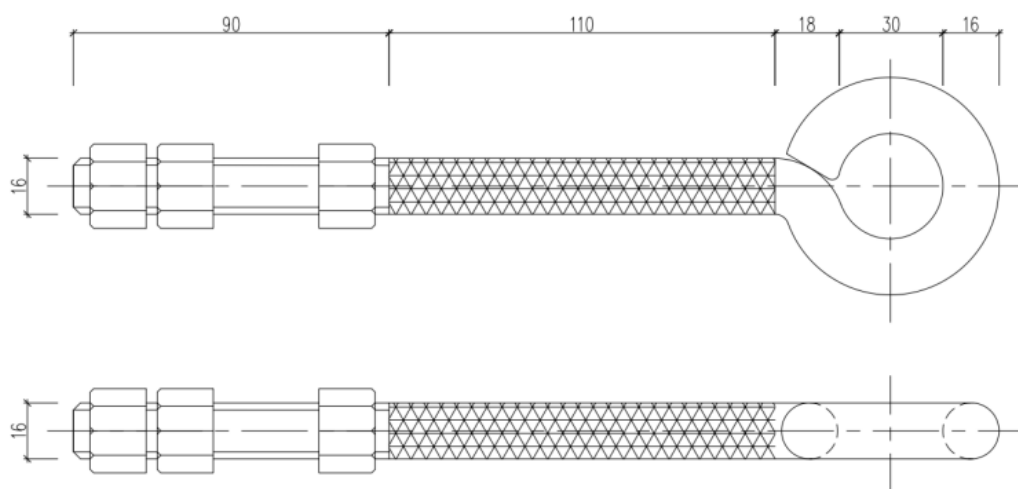
4.12.4 杆塔防盗防松

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）

根据《数字输电线路装备技术导则》“钢管杆、呼高 30m 及以上杆塔可装设钢缆式防坠落装置”的要求，本工程杆塔呼高 30m 以下 6 基，呼高 30m 及以上共 52 基。同时结合技改项目输电运检要求，一般改造杆塔均设置防坠落装置，因此本项目 30m 呼高及以上杆塔均设置防坠落装置，30m 呼高以下不设置防坠落装置。

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。杆号牌、禁止攀登牌设置不锈钢边框。

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。

3) 人工挖孔灌注桩基础

人工挖孔灌注桩是指桩孔采用人工挖掘方法进行成孔，对于地下水位较高的地区可每开挖 1m，设置一层 100mm 厚的 C30 护壁，放入钢筋骨架并浇筑混凝土的桩基。它是一种深型的基础型式，适用于桩基进场道路不便、基础位于架空线行底下且地面可开挖面积较小等情况。

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

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》的要求，本工程对掏挖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。

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

本工程整体以平丘为主，其中平地占 50%，丘陵占 50%。沿线植被茂密，常见的经济作物主要有槟榔、荔枝、橡胶等。



图 4.14-1 现场典型地形及道路条件



图 4.14-2 常见林木（橡胶、槟榔）

本工程基础开挖，除掏挖基础外，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。

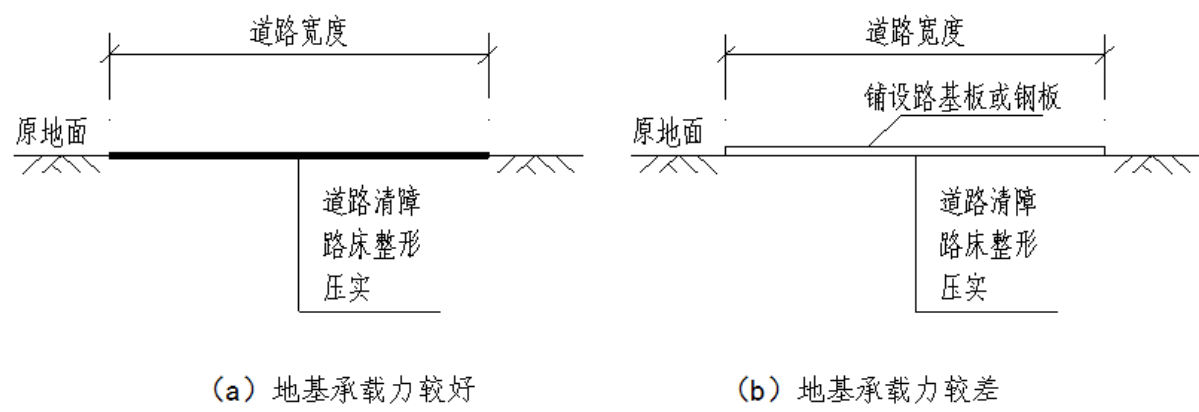


图 4.14-3 施工道路示意图

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。

本项目可研阶段暂按一半机械化施工计列，后续根据塔基定位结果进一步确定机械化施工方案。

4.14.5 机械化施工便道修建

本次工程初步设计初步拟定机械化施工 41 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 所示。

表 4.14-1 杆塔施工便道修建如下

序号	塔基	青苗种类	生长期	便道宽	便道长	砍伐数量	备注
						(棵)/ 甘蔗菠萝按亩计	
1	N1	槟榔	丰果期	3.5	60	31	挖机就地挖填整平，耕地复耕，钢板垫护 60m 长
		柠檬	丰果期			12	

序号	塔基	青苗种类	生长期	便道宽	便道长	砍伐数量	备注
2	N2	竹林	丰果期	3.5	20	0.11	过水利沟钢板垫护 4m 长*3m 长*2
		水利沟					
3	N3	槟榔	丰果期	3.5	50	40	挖机就地挖填整平，耕地复耕 50m 长，钢板垫护 50m 长
		甘蔗	成熟区			0.2	
4	N4	槟榔	丰果期	3.5	70	40	挖机就地挖填整平，耕地复耕 70m 长，钢板垫护 70m 长
		石榴	丰果期			15	
5	N5	槟榔	丰果期	3.5	10	10	挖机就地挖填整平
6	N6	槟榔	丰果期	3.5	100	20	挖机就地挖填整平，耕地复耕 100m 长
		竹林	丰果期	3.5	70	0.3	
7	N7	椰子	丰果期	3.5	30	8	挖机就地挖填整平
8	N8	水稻	丰果期	3.5	120	0.6	钢板垫护 120m 长
9	N10	荔枝	成果期	3.5	85	10	挖机就地挖填整平，复耕 40m 长
10	N11	槟榔	成果期	3.5	250	110	挖机就地挖填整平，耕地复耕 200m 长
11	N14	槟榔	成果期	4.0	100	120	挖机就地挖填整平，耕地复耕 120m 长
		椰子	成果期			20	
		胡椒	成果期	3.5	20	14	
12	N19	槟榔	成果期	3.5	60	20	挖机就地挖填整平，耕地复耕 60m 长
		茄子	成果期	3.5	20	0.11	
13	N20	橡胶	出产期	3.5	10	3	挖机就地挖填整平
14	N21	槟榔	成果期	3.5	120	83	挖机就地挖填整平，钢板垫护 120m 长
		山茶	成果期	3.5	20	10	
		椰子	成果期			8	挖机就地挖填整平
15	N22	槟榔	成果期	3.5	120	70	挖机就地挖填整平，钢板垫护 120m

序号	塔基	青苗种类	生长期	便道宽	便道长	砍伐数量	备注
							长
16	N23	槟榔	成果期	3.5	60	20	挖机就地挖填整平，复耕 60m 长
17	N24	橡胶	出产期	3.5	100	15	挖机就地挖填整平
18	N25	槟榔	成果期	3.5	350	20	100m 原土路平整，250m 挖机就地挖填整平，钢板垫护 250m，施工后复耕
		水稻	成熟期			1.3	
19	N26	槟榔	成果期	3.5	60	12	挖机就地挖填整平
		橡胶	出产期			5	
20	N28	水稻	成熟期	3.5	150	0.79	挖机就地挖填整平，钢板垫护 150m 长，复耕 150m 长
21	N30	椰子	成果期	3.5	20	2	挖机就地挖填整平
22	N31	槟榔	成果期	3.5	50	35	挖机就地挖填整平
23	N32	水稻	成熟期	3.5	70	0.37	挖机就地挖填整平，钢板垫护 70m，复耕 70m 长
24	N33	橡胶	出产期	3.5	30	2	挖机就地挖填整平
		槟榔	成果期			6	
25	N34	橡胶	出产期	3.5	70	4	挖机就地挖填整平
26	N35	荔枝	成果期	3.5	100	8	挖机就地挖填整平
		槟榔	成果期			15	
27	N36	槟榔	成果期	3.5	120	60	挖机就地挖填整平
28	N37	槟榔	成果期	3.5	30	6	挖机就地挖填整平
29	N38	橡胶	丰产期	3.5	50	5	挖机就地挖填整平
30	N39	橡胶	丰产期	3.5	50	5	挖机就地挖填整平
31	N43	橡胶	丰产期	3.5	50	4	挖机就地挖填整平
32	N45	橡胶	出产期	3.5	40	5	挖机就地挖填整平
		槟榔	成果期			20	
33	N47	橡胶	丰产期	3.5	120	10	挖机就地挖填整平
34	N48	槟榔	成果期	3.5	40	28	挖机就地挖填整

序号	塔基	青苗种类	生长期	便道宽	便道长	砍伐数量	备注
		橡胶	丰产期	3.5	20	8	
35	N49	橡胶	丰产期	3.5	60	8	挖机就地挖填整平
36	N50	槟榔	成果期	3.5	80	56	挖机就地挖填整平，复耕 80m 长
37	N54	槟榔	成果期	3.5	80	60	挖机就地挖填整平，复耕 60m 长
38	N55	槟榔	成果期	3.5	130	30	挖机就地挖填整平
		橡胶	出产期			8	
39	N55B	橡胶	出产期	3.5	10	5	挖机就地挖填整平
40	N50B	槟榔	成果期	3.5	20	7	挖机就地挖填整平，复耕 20m 长
41	N1B	菜地	成熟期	3.5	10	0.06	过水利沟钢板垫护 4m 长*3m 长

5 通信部分

5.1 光缆通信方案

5.1.1 光缆架设方案

本期线路 π 接 110kV 塔洋～泮水线路，塔洋～泮水线路随线路架设有一根 24 芯 OPGW 光缆，本次工程将塔泮线 24 芯光缆 π 接至 110kV 万泉站。根据通信专业要求，新建光缆按 48 芯建设，即随新建 π 接线路架设两根 48 芯 OPGW 光缆至万泉站，然后采用导引光缆接至通信机房，形成万泉站～泮水站、万泉站～塔洋站各 1 回 24 芯光缆路由。新建 OPGW 光缆缆长约 15.432km（架设双回光缆 14.3km，架设单回光缆 1.132km）；新建双回管道光缆长约 0.3km。

另，本次 π 接后需沿改造线路（同塔的塔银线恢复）架设 OPGW 光缆 0.35km（架设双回光缆 0.28km，架设单回光缆 0.07km），恢复原线路光缆路由。

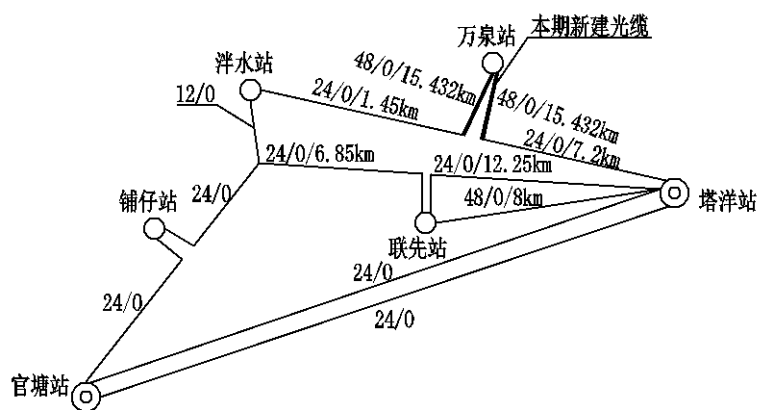


图 5-1 光缆架设结构图

5.1.2 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：

本期线路π接110kV塔洋线，形成110kV塔洋～万泉，110kV万泉～泮水线路。根据《数字输电线路装备技术导则》要求及海南电网基建【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》，本期110kV塔洋～万泉线路塔洋站侧、万泉站侧各配置1套输电线路分布式精确故障定位装置；110kV万泉～泮水线路泮水站侧、万泉站侧各配置1套。本工程共配置4套分布式精确故障辨别定位装置。

另本次线路档内同时跨越G98高速、G223国道一次，跨越处杆塔配置视频监控。

表 6-1 智能输电线路技术应用情况

序号	设备名称	实现的功能	数量	备注
1	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。	4 套	①110kV 塔洋～万泉两侧变电站各配置 1 套。 ②110kV 万泉～泮水线：万泉站新配侧，泮水站侧各配置 1 套
2	视频在线监控装置	实现交叉跨越点时时视频监控，降低人工巡视工作量。	2 套	G223 国道，G98 高速各配置 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	

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	
4	评分项	I 架设方式 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	
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	评项 5 项，不参评项	
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。 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。	16	16	2 项。参	
7			13	0	评分项总	
8			12	不参评	分 66 分，参	
9			6	0	评得分 47 份，	
10		IV 基础埋设 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。 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	折合得分 71.2 分	

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	
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		足 2 项，不参评 0 项	
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	
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	6 项，不参评项 0 项。参	
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	评分项总分 100 分，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	
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	69 份，折合得分 69 分	
7	IV 地线 /OPGW 节能	4.2.2.5 除中重冰区地线有融冰绝缘化设计需求外，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	0		
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 节水与水资源利用

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	4.3.1.1 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	
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

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	
9	II 基础节材	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	份，折合得分 56.25 分	
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）： （1）不小于 82%，评价分值为 4 分； （2）不小于 85%，评价分值为 7 分。	7	7		
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		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	II 基础节材	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 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	4.4.1.1 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 110 kV 线路
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 110 kV 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 110 kV 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	不参评			本工程

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	
		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。				为 110 kV 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、风景名胜区分区、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		
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	评分项 10 项，参评项 7 项，不参评项 3 项。参评项总分 69 分，参评分 60 份，折合得分 86.9 分	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
20		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	6	6		

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	
		少材料用量及开挖土方量，评价分值为 6 分。				
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	III 电磁环境	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		未涉及条文情况
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 站内外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	4.5.1.1 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		控制项 14 项， 参评 13 项，满 足 13 项，不 参评 1 项	
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			

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	
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,取得协议后方可进行施工,减少植被破坏。	满足			本工程为110kV线路
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			
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	I 管理 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		II 节地 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。 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		
18			12	12		
19		III 节能 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。 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。	13	13		
			5	5		
20		IV 节水 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。 4.5.2.8 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。	4	4		
			5	5		
21		V 节材 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		

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	
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	VI 环境保护	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		
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	11.4	12.42	12.38	28.67	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 11.4 分、12.42 分、12.38 分、28.67 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 万泉输变电新建工程	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℃ (若导线按允许温度 80℃ 设计时, 导线运行温度取 50℃) 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	执行

	升的允许值应符合 4.1.3 条的规定。	
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，合成后的数值应符合 4.1.3 条的规定。	执行
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 万泉输变电新建工程	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，应进行地基变形计算，控制地基变形在容许范围内。	执行	
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	<p>《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。</p>	执行
8	<p>《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。</p>	执行
9	<p>《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。</p>	执行
10	<p>《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。</p>	执行
11	<p>《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</p>	执行

	及连梁的混凝土强度等级不应低于 C25。	
12	<p>《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 8ϕ12, 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。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%。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。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>	执行
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，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%。	执行
27	《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：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；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；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%。	执行
28	《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： 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； 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； 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； 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；	执行

29	《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： 1、地基计算均应满足承载力计算的要求； 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； 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。	执行
30	《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。	执行

10 施工组织设计纲要

10.1 工程概况

根据系统接入方案，本期项目将 110kV 塔洋线解口 π 接入 110kV 万泉变电站，形成塔洋～万泉～泮水～官塘（垃圾焚烧电站）的链式接线，本期：

1）将 110kV 塔洋线自 N26 塔接口， π 接至 110kV 万泉站，新建线路全长约 $2 \times 14.3\text{km} + 1 \times 1.132\text{km}$ （其中双回路设计单回架设 0.25km，单回路架设 0.882km）。

2）更换原塔洋、塔银线 N27-新建 J1B 塔导地线，塔银线 J1B 塔-J1A 塔导地线，改造双回线路 0.28km，单回线路 0.07km；塔银、塔洋同塔双回线路重新紧线约 1.1km。

3）随新建、改接线路架设两根 24 芯 OPGW 光缆，其中沿 π 接线路架设 24 芯 OPGW 光缆长约 15.432km（架设双回光缆 14.3km，架设单回光缆 1.132km）；沿改造线路架设 OPGW 光缆 0.35km（架设双回光缆 0.28km，架设单回光缆 0.07km）。万泉站侧新建 24 芯双回管道光缆 0.3km。形成万泉站～泮水站、万泉站～塔洋站各 1 回 24 芯光缆路由。

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35m/s、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-100-48-2-3 型光纤复合地线。

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。组塔必须在基础凝固受力满足要求后方可开展，组塔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

为减少林木砍伐，牵引绳按无人机展放考虑。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。

孤立档展放一侧固定，一侧过牵引，且过牵引长度不大于0.1m。

交叉跨越处弧垂需满足跨越要求，且不得有负误差。

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。

10.8 施工注意事项

1) 严格遵照施工图设计图纸进行施工。

2) 进行基础开挖时应提前了解好塔基附近地下情况，避免挖断地下水管、油管、天然气管道、通信线路等管线。开挖基础或接地槽

时，如发现有地下文物、地下军事坑道、地下电(光)缆、地下管道、应立即停止施工，及时向设计代表提出，待明确解决方案后方可施工。

3) 对于重要交叉跨越，如铁路、等级公路、地下管线及电缆等设施，在开挖基础及架线施工之前请与有关单位办理相关手续，严禁不办理协议私自施工，如有问题尽早与设计人员联系。

4) 各跨越物挂线施工前应核实高度，跨越距离较近的应注意施工弧垂不要有正误差。

5) 跨越电力线路、通信线路时应做好安全防护措施。

6) 施工过程中如发现与平断面图不符时，应及时通知设计处理。

7) 施工之前需提前试装导地线绝缘子串及导地线串第一金具与铁塔的连接，有问题应及时通知设计进行调整，以免影响施工放线。

8) 施工单位在施工前，应会同设计进一步落实相关规划道路的进展情况，防止规划道路调整造成路径冲突。

11 施工停电方案设想

本期线路线路所处区域线路网架如下图。

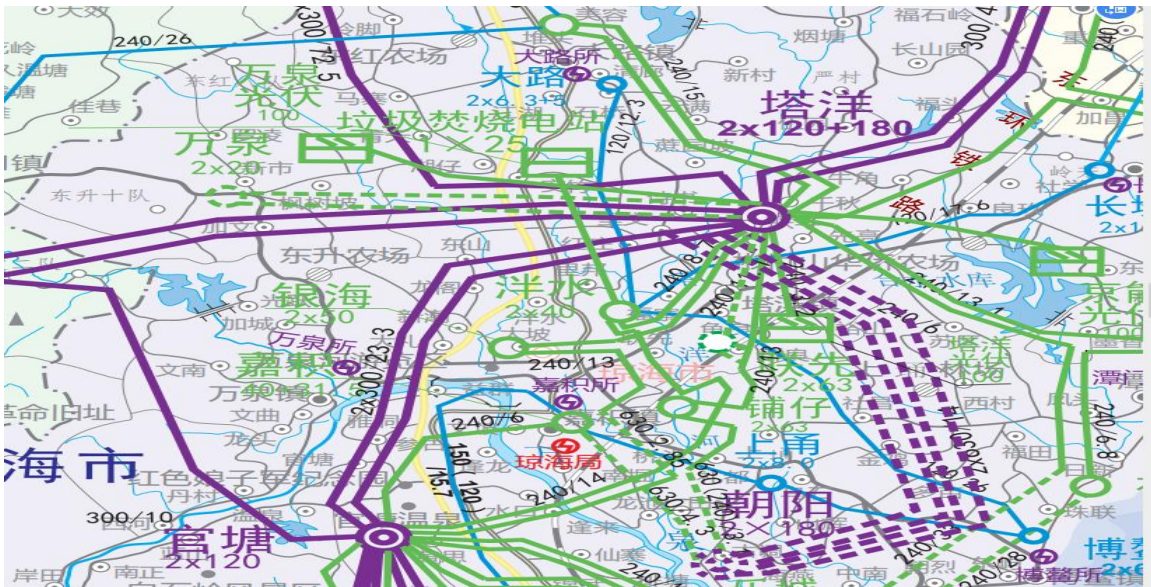


图 11-1 项目所处位置地理接线图

本次线路 π 接时 110kV 塔银/塔泮双回线路同停；线路跨越 35kV 泮长、泮大线时泮长、泮大线需停电；线路跨越 110kV 沐塔线、35kV 集电线路（万泉 100MW 农光互补项目）时，光伏线路需停电。线路跨越 10kV 及以下时搭设跨越架跨越，不需停电；线路下穿 220kV 线路、500kV 线路按不停电施工。施工停电方案如下：

1) π 接线路

本工程 110kV 电源线路 π 接 110kV 塔泮线，110kV 塔泮线与 110kV 塔银线同塔架设。本次线路改接需在原线路下新立两基改接塔，施工期间塔泮线、塔银线需同时停电，预计停电时间 3 天。具体为：

①第一步：在 110kV 塔泮线、塔银线不停电的情况下，完成 π 接点改接塔基础施工及养护，完成新建线路（除 π 接点至第一个转角段）的施工架线。

②第二步：第一步完成后，申请 110kV 塔泮线、塔银线停电。停电后泮水站由官泮线供电（朝阳站建成后为朝阳～泮水线），银海站由官塘～嘉积～银海线路供电（朝阳站建成后为朝阳～银海线），变电站不停电，110kV 塔泮线、塔银线停电 3 天。

另注：嘉积站、银海站最大负荷约为 116MW（铺仔站建成前），若本项目实施时朝阳站未投产且铺仔站未投运，塔银线停电后官塘～嘉积～银海线路将无法满足嘉积站及银海站的输送容量要求，需对上述两个变电站负荷进行限制，确保供电负荷不超 102MW，以满足线路输送容量的要求。但目前铺仔站已在建设，届时可转供嘉积站负荷。极端条件下可采用发电车转供 14MW 即可。

③第三步：完成改接塔组立、安装，完成放线后恢复原线路供电，塔泮线、塔银线预计停电时间 3 天。

2) 跨越 35kV 泮长线

本次线路在 J2-J3 段跨越 35kV 泮水～长坡线路，施工时 35kV 泮长线停电，此时长坡站由 35kV 重兴～长坡线路供电。预计停电时间 1 天。

3) 跨越 35kV 泮大线

本次线路在 J9-J10 段跨越 35kV 泮水～大路线路，施工时 35kV 泮大线停电，预计停电 1 天。目前大路站仅有泮水～大路 1 回电源线路，泮大线停电大路站 35kV 侧将失压。此时大路站负荷需由其他 10kV 联络线供电。根据现场收资，大路站现有负荷约为 17MW，预计本项目实施时负荷约为 15MW 左右。线路转供如下：

①大路站 10kV 大路东线（负荷 3.65MW）与 110kV 东红站东美线（负荷 1.64MW）联络。10kV 东美线导线截面 185mm^2 ，大路站停电期间该线可转供大路站 10kV 大路东线负荷（负荷 3.65MW）。

②大路站 10kV 东红场线（负荷 2.68MW）与东红站龙西线（负荷 2.61MW）联络。10kV 龙西线导线截面 240mm^2 ，大路站停电期间该线可转供大路站 10kV 东红场线负荷（负荷 2.68MW）。

③大路站 10kV 东大线与东红站站间联络线，导线截面 185mm^2 ；大路站 10kV 黄典线（负荷 0.73MW）与东红站东红外引电源线联络，导线截面 185mm^2 。以上两回线路均相当于站间联络线，大路站剩余约 9MW 可由上述两回线路转供。

4) 线路跨越万泉 100MW 农光互补项目集电线路及送出线路

本次工程在 J7-J8 跨越光伏 110kV 送出线路（110kV 沐塔线），在 J12-J13 跨越其 35kV 集电线路，线路跨越时需停电。本次按同停考虑，由于受地形、耐张段长度等施工条件限制，预计停电 4 天。即

J7-J8 段、J12-J13 段在满足架线条件后，申请光伏送出线路与集电线路同时停电，同时分组对 J7-J8、J12-J13 耐张段导线进行展放。本次停电暂不计列光伏线路停电期间光伏站损失发电费用，建议业主与光伏发电厂提前沟通协调，在光伏发电送出线路停电检修期间进行施工。

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：

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。			

序号	样板点	示范目标	执行情况		未执行原因
			已执行	未执行	
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。	√		
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	接续管压接尺寸符合规范要求，机械和电	√		

序号	样板点	示范目标	执行情况		未执行原因
			已执行	未执行	
	续管压接	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±1.2%，其余不大于次档距的±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		√	未涉及

序号	样板点	示范目标	执行情况		未执行原因
			已执行	未执行	
		动，基面平整、夯实。须回填原状土并逐层夯实。			
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。		√	未涉及
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，固定螺栓应使用防盗螺栓。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

序号	样板点	示范目标	执行情况		未执行原因
			已执行	未执行	
合计：35 个			20	15	

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

示范目标：明确角钢铁塔分解组立的质量目标和设计要求。

(1) 质量目标

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。

(2) 设计要求

1) 杆塔组立必须有完整的施工技术文件。组立过程中，应采用不导致部件变形或损坏的措施；

2) 塔材、螺栓、脚钉及垫片等必须具备出厂合格证及厂家资质；

3) 杆塔组装前应根据塔型结构图仔细分段核对塔材，对塔材进行外观检查，塔材无弯曲、脱锌、变形、错孔、磨损；

4) 当个别角钢弯曲度超过长度的 $\leq 2\%$ ，并在变形限度以内，可采用冷矫正法进行矫正，矫正后的角钢不得有洼陷、凹痕、裂纹。

5) 杆塔基础应符合以下规定时方可组立铁塔：

a) 经中间检查验收合格；

b) 混凝土的抗压强度应达到设计强度的 70%。

6) 自立式转角塔、终端塔应组立在倾斜平面的基础上，向受力反方向倾斜，预倾斜值应视铁塔的刚度及受力大小由设计确定，并由施工单位结合铁塔加工质量、塔位地质情况及施工经验等予以调整；

7) 杆塔各构件的组装应牢固，交叉处有空隙，应装设相应厚度的垫圈或垫板；

8) 组塔时，应在腿部隔面组装之后，再组装腿部以上的杆件；另外，对组合角钢的杆件，宜在地面将每根组合杆件拼装后再立塔。

9) 杆塔部件组装有困难时应查明原因，不得强行组装；

10) 螺栓的螺纹不应进入剪切面；

11) 螺栓应逐个紧固，对一般受剪螺栓，螺栓施加的扭矩值不应小于下表的规定；杆塔连接螺栓在组立结束时须全部紧固一次，架线后还应复紧一次，对大型节点应进行初拧、复拧、终拧，建议用电动扳手；

12) 防盗螺栓的防盗销应安装到位，扣紧螺母安装齐全，防盗螺栓的防盗帽位置、开口方向应统一；

13) 杆塔组立及架线后，其允许偏差应符合以下规定：

直线塔结构倾斜：一般 $\leq 3\%$ ，高塔 $\leq 1.5\%$ ；

直线塔结构中心与中心桩间横线方向位移偏差 $\leq 50\text{mm}$ ；

转角塔结构中心与中心桩间横、顺线路方向位移偏差 $\leq 50\text{mm}$ 。

14) 杆塔组立后，各相邻节点间主材弯曲度不得超过 $1/750$ ；

15) 杆塔组立后，塔脚板应与基础面接触良好，有空隙时应垫铁片，并应浇筑水泥砂浆。直线塔经基础验收合格后可随即浇筑基础保护帽，转角塔应在架线后方可浇筑基础保护帽；基础保护帽尺寸应符合设计规定，与塔座接合应严密，且不得有裂缝。

（3） 样板图片

角钢塔组立及成品图见图所示。



角钢塔组立图



角钢塔成品图

12.3.10 导地线展放

示范目标：展放不损伤导、地线，确保施工安全和被跨越物安全。

（1） 质量目标

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。

（2） 设计要求

1）本工程采用张力放线，牵引绳按无人机展放。

2）放线滑轮须满足《放线滑轮基本要求 检验规定及测试方法》DL/T 685 的规定，张力放线时，滑轮轮槽宽应能顺利通过接续管及其护套。耐张塔的放线滑车，为防止受力后跳槽，应采取预倾斜措施，

并随时调整倾斜角度，使导引绳、牵引绳、导线的方向基本垂直于滑车轮轴。

3) 张力放线区段不宜超过 20 个滑轮，线路长度不宜超过 5km；跨越重要交叉跨越物时，宜适当缩短放线段长度，以确保安全和快速完成跨越架线任务。

4) 牵引场、张力场相邻直线塔应能作过轮临锚，锚线对地夹角不大于 20° ，牵引机、张力机出口与临塔悬挂点间的仰角不应超过 15° ，俯角不应超过 5° ；牵张场应尽可能选择在允许导地线压接档；牵张场一般布置在线路中心线上；非特殊情况，张力场不应转向布置。

5) 跨越电力线、弱电线路、铁路、公路、索道及通航河流时，必须有完整可靠的跨越施工技术措施。线路与跨越物正跨或斜跨角大于 30° 时，应考虑整体搭设跨越架，跨越架斜跨角小于 30° 时，可采取分相搭设跨越架。

6) 导地线的布置线应有效控制直线压接管位置，即跨越重要交叉跨越物档导地线不准接头，直线压接管距耐张线夹的距离不小于 15 米，距悬垂线夹的距离不应小于 5 米，距间隔棒的距离不宜小于 0.5 米；将直线压接管数量减至最少；保证导线松锚后仍不落地；节约导线；余线转运量最少。

7) 为了防止导地线因风振而引起疲劳断股，锚线的水平张力不应超过导地线设计使用拉断力的 16%，锚固时同相子导线间的张力应稍有差异，使子导线在空间位置上下错开。

8) 导地线接续管及耐张线夹连接后的握着强度，应在架线施工前进行试件试验。试件不得少于 3 组(允许接续管与耐张线夹合为一组试件)。其试验握着强度对液压不得小于导线或架空地线设计使用

拉断力的 95%。对小截面导线采用螺栓式耐张线夹及钳压管连接时，其试件应分别制作。螺栓式耐张线夹的握着强度不得小于导线设计使用拉断力的 90%。钳压管直线连接的握着强度，不得小于导线设计使用拉断力的 95%。架空地线的连接强度应与导线相对应。

9) 展放导地线出现损伤时，须严格执行最新版《35kV 及以下架空线路施工及验收规范》中的要求。

12.3.11 导地线耐张管压接

示范目标：耐张管压接尺寸符合规范要求，外形美观。

(1) 质量目标

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。

(2) 设计要求

1) 当导线或架空地线采用液压或爆压连接时，操作人员必须经过培训及合格考试、持有操作许可证。连接完成并自检合格后，应在压接管上打上操作人员的钢印。

2) 架线施工前，应对导地线的连接强度进行试件试验，试件不得少于 3 组。其试验握着强度对液压、爆压都不得小于导线或架空地线设计使用拉断力的 95%。

3) 耐张管连接前必须测量管的内、外直径及管壁厚度，其质量应符合现行国家标准《电力金具通用技术条件》GB 2314 规定。不合格者，严禁使用。

4) 切割导线铝股时严禁伤及钢芯，切口应整齐。导线及架空地线的连接部分不得有线股绞制不良、断股、缺股等缺陷。压接后管口附近不得有明显的松股现象。

5) 耐张管压接前必须将导线或架空地线上连接部分的表面，连接管内壁以及穿管时连接管可能接触到的导线表面用汽油清洗干净。

6) 采用液压连接导线时，导线连接部分外层铝股在洗擦后应薄薄地涂上一层电力复合脂，并应用细钢丝刷清刷表面氧化膜，应保留电力复合脂进行连接。

7) 耐张管压接后应检查外观质量，并应符合下列规定：

a) 用精度不低于 0.1mm 的游标卡尺测量压后尺寸，其允许偏差必须符合国家现行标准《架空送电线路导线及避雷线液压施工工艺规程(试行)》SDJ 226 的规定；

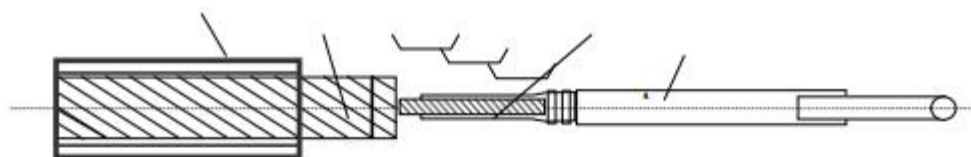
b) 飞边、毛刺及表面未超过允许的损伤，应锉平并用 0# 砂纸磨光；

c) 弯曲度不得大于 2%，有明显弯曲时应校直；校直后的接续管如有裂纹，应割断重接；

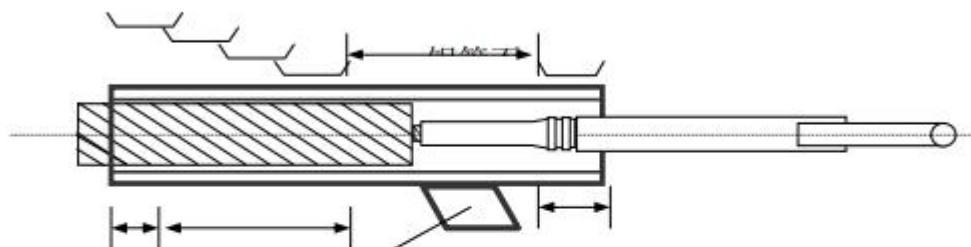
d) 裸露的钢管压后应涂防锈漆。

8) 采用液压导线或架空地线的接续管连接时，必须符合国家现行标准《架空送电线路导线及避雷线液压施工工艺规程(试行)》SDJ 226 的规定。

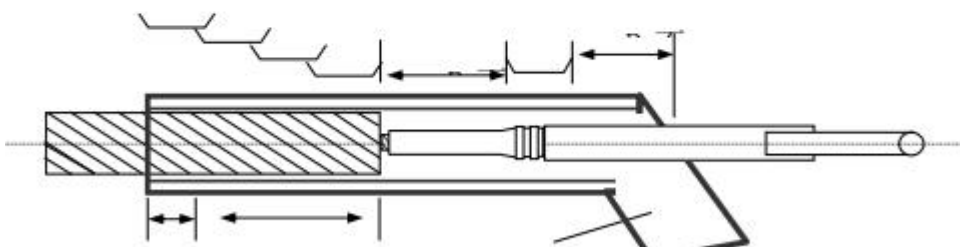
9) 当采用爆压导线或架空地线的接续管连接时，必须符合国家现行标准《架空电力线路外爆压接施工工艺规程》SDJ 276 的规定。



(a) 钢锚液压部位及操



(b) 铝管的液压部位及操



(c) 铝管的液压部位及

耐张管压接示意图

1-钢芯；2-钢管；3-铝线；4-铝管；5-引流板

(3) 样板图片

耐张管压接成品图见图所示。



耐张管压接示例

12.3.12 绝缘子串安装

示范目标：绝缘子表面清洁，金具锁紧，连接可靠，整体自然协调。

（1） 质量目标

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。

（2） 设计要求

1) 绝缘子选型

a) 绝缘子必须选用经过部级以上鉴定(技术鉴定和产品鉴定)的产品。宜选用在南方电网公司范围内具有成功运行经验的产品，并结合工程实际选用优质的玻璃绝缘子、复合绝缘子或瓷绝缘子。

b) 悬垂串绝缘子选择：a~c 级污区线路，可根据运行经验选用玻璃、复合或瓷绝缘子。d~e 级污区线路，除重冰区外，新建线路应选用复合绝缘子，不宜使用钟罩型、深棱型绝缘子。本工程选用复合绝缘子。

c) 耐张串绝缘子的选择：宜选用玻璃绝缘子或瓷绝缘子，结合工程实际可以使用复合绝缘子。本工程选用复合绝缘子。

2) 绝缘配合

a) 输电线路的绝缘配合，应满足线路在工频电压、操作过电压、雷电过电压等各种条件下安全可靠的运行。

3) 绝缘子串安装

a) 绝缘子串组装前应有完整有效的绝缘子串组装图等施工技术文件，并严格按照文件要求进行组装。

c) 安装前应逐个（串）检查绝缘子外观。瓷（玻璃）绝缘子表面污垢应清洗干净；有机复合绝缘子伞套的表面不允许有开裂、脱落、破损等现象，绝缘子的芯棒与端部附件不应有明显的歪斜。

d) 安装前应检查绝缘子串上金具的镀锌层，有局部破损、剥落或缺锌的，应除锈后补刷防锈漆。

e) 安装时应检查碗头、球头与弹簧销之间的间隙，应适当配合。在绝缘子（或碗头）弹簧销已安装好的的情况下球头不得自碗头中脱出。

f) 绝缘子串上的各种金具上的螺栓、穿钉及弹簧销子，除有固定的穿向外，其余穿向应统一，并应符合下列规定：

①单、双悬垂串上的弹簧销子均按线路方向穿入。使用 W 弹簧销子时，绝缘子大口均朝线路后方；使用 R 弹簧销子时，大口均朝线路前方。螺栓及穿钉凡能顺线路方向穿入者均按线路方向穿入，特殊情况两边线由内向外，中线由左向右穿入；

②耐张串上的弹簧销子、螺栓及穿钉均由上向下穿。当使用 W 弹簧销子时，绝缘子大口均应向上；当使用 R 弹簧销子时，绝缘子大口均向下，特殊情况可由内向外，由左向右穿入；

③当穿入方向与当地运行单位要求不一致时，可按运行单位的要求，单应在开工前明确规定。

④金具上所用的闭口销的直径应与金具上的孔径相配合且弹力适度。开口销的开角不得小于 60° ，严禁用铁线或铝线代替闭口销和开口销。

g) 缘子串吊装时当绝缘子串离开地面前，应将绝缘子串理顺后再继续起吊，避免折弯碰撞。吊装过程中，应避免绝缘子串与塔身或

横档相碰。对多联绝缘子串，还应采取措施避免两串绝缘子在串起吊和安装或放线时互相碰撞。

h) 悬垂绝缘子安装时应采取措施防止工器具碰撞有机复合绝缘子伞套，在安装中严禁踩踏有机复合绝缘子上下导线。

i) 悬垂线夹安装时应按设计规定在铝股外缠绕铝包带或预绞丝护线条。铝包带的缠绕方向与导线外层铝股绞制方向一致，且应缠绕紧密；预绞丝护线条中心应对准线夹安装的画印点，逐根顺螺旋方向分别向导线前后侧绞制预绞丝。缠绕层数以线夹紧固为原则，可按设计规定执行。所缠铝包带应露出线夹，但不超过 10mm，其端头应回缠绕于线夹内压住。

j) 悬垂绝缘子串安装后应垂直地面，个别情况其顺线路方向与垂直位置的偏移角不应超过 5° ，且最大偏移值不应超过 200mm。

k) 采用张力放线时，耐张绝缘子串的挂线宜采用高空断线、平衡挂线法施工。

l) 安装后检查绝缘子串与杆塔的连接，确保连接金具锁紧、连接可靠，保证绝缘子串在顺线路方向和横线路方向均能转动灵活。

m) 为防止导线因风振而受损伤，紧线弧垂合格后应及时安装悬垂线夹金具等附件。

12.3.13 地线耐张金具安装

示范目标：地线耐张串金具光面连接、锁紧可靠。

12.3.13.1 质量目标

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。

12.3.13.2 设计要求

1) 地线耐张串组装前应有完整有效的耐张串组装图等施工技术文件，并严格按照文件要求进行组装。

2) 安装前应检查耐张串上金具的镀锌层，有局部破损、剥落或缺锌的，应除锈后补刷防锈漆。

3) 耐张串上各种金具的螺栓、穿钉，除有固定的穿向外，其余穿向应统一。一律由上向下穿；特殊情况下，两边线可由内向外，中线由左向右穿入。

4) 绝缘型地线耐张串宜使用双联绝缘子串。安装时绝缘子的放电间隙应朝向上方；放电间隙的安装距离按设计规定执行，偏差不应大于 $\pm 2\text{mm}$ ；安装后正常情况下地线与杆塔间应具有电气绝缘性。

5) 接地型地线耐张串安装后，地线与杆塔间应有良好的电气导通性能。

6) 绝缘型地线耐张串的耐张线夹不带引流板；接地型地线耐张串的耐张线夹带引流板，并需用引流线向下联通。

7) 安装后检查耐张串与杆塔的连接，确保连接金具锁紧、连接可靠，保证耐张串在顺线路方向和横线路方向均能转动灵活。

12.3.14 防振锤安装

示范目标：防振锤安装牢固、正确、美观。

12.3.14.1 质量目标

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。

12.3.14.2 设计要求

1) 安装前应检查防振锤锤体和夹板有无油漆或锌层脱落。如有，应补涂防锈油漆。

2) 防振锤的型号和安装数量应按设计规定执行。

3) 防振锤的安装距离应按设计规定执行，防振锤安装距离偏差不应大于 $\pm 30\text{mm}$ 。多个防振锤的安装，普通防振锤一般均采用等距离安装法，预绞丝防振锤一般采用不等距安装法。

4) 安装前应根据设计规定的安装距离对导线或地线进行丈量和画印，并在画印处顺导、地线绞制方向缠绕一层铝包带（夹不紧时，最多只能缠两层）或预绞丝。

5) 安装时防振锤夹板中心必须对准画印点或夹在所缠铝包带（预绞丝护线条）处，应拧紧夹板固定螺栓，螺栓穿向应正确。

6) 防振锤应与架空线平行且与地面垂直，设计有特殊要求时应按设计要求安装。

7) 防振锤锤头安装方向应符合设计要求。

8) 为防止导线因风振而受损伤，紧线弧垂合格后应及时安装防振锤等附件。

12.3.14.3 样板图片

防振锤成品图见下图所示。



防振锤安装示例

12.3.15 光纤复合架空地线（OPGW）

12.3.15.1 OPGW 弧垂控制

（1）质量目标

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。

（2）设计要求

- 1) 光缆架线施工必须采用张力放线方法。
- 2) 张力放线时为防止光缆扭绞，应采用防扭器及退扭器。
- 3) 紧线弧垂在架线后应随即在弛度观测档检查，其允许偏差应符合下列规定：

a. 一般情况下，110kV 线路允许偏离 $\leq +5\%$, -2.5% ；220kV 及以上线路允许偏差 $\leq \pm 2.5\%$ ；

b. 跨越通航河流的大跨越档距弧垂允许偏差 $\leq \pm 1\%$ ，其正偏差 $\leq 1\text{m}$ 。

4) 当穿越电力线时，在被穿越导线最大弧垂状态下，光缆对被穿越导线净空距离，应符合规程规定。

5) 挂线时对于孤立档、较小的耐张段及大跨越的过牵引长度不得超过设计值。

(3) 施工工艺要点

1) 弧垂观测应优先选用等长法，驰度板量尺固定要准确。

2) 放线和紧线滑车直径及张力机轮径要满足光缆生产厂家的要求值。

3) 防扭器应先与固定光缆的蛇皮网套联结，再通过退扭器与牵引绳相连，严禁 2 盘或以上的光缆连在一起展放。

4) 光缆展放完毕后应及时紧线。多个没有断开的耐张段连紧时，应采用由远至近的紧线方法，即先紧好距紧线场最远的一个耐张段后，在第二基耐张塔上划印，并在已紧好侧装上耐张金具并挂线，然后在待紧线侧装好耐张线夹并挂好，再紧一下耐张段，依此类推。

5) 温度变化达到 5°C 时，应及时调整弧垂观测值。

6) 光缆紧线时应用光缆专用紧线器。严禁用普通紧线器直接夹持光缆。

7) OPGW 弧垂观测档的选择应符合下列规定：

a. 紧线段在 5 档及以下时靠近中间选择一档；

b. 紧线段在 6~12 档时靠近两端各选择一档；

c. 紧线段在 12 档以上时靠近两端及中间各选择一档；

d. 观测档宜选档距较大和悬挂点高差较小及接近代表档距的线档。

8) 弧垂达标后，应测量光缆与被穿越导线的距离，换算被穿越导线最大弧垂时是否符合规程要求。

9) 如果弛度超过允许误差范围，应在耐张塔上利用调节板进行弛度调整，直至满足设计要求，但绝对不允许采用解开耐张线夹重新缠绕的方法进行调节。

12.3.15.2 OPGW 悬垂金具串安装

(1) 质量目标

OPGW 悬垂金具串安装可靠牢固、规范、整齐美观，符合设计规定。

(2) 设计要求

1) 采用预绞丝式悬垂金具。

2) 金具串上的各种螺栓、穿钉，除有固定的穿向外，其余穿向应统一。

3) 悬垂线夹预绞丝间隙均匀，不得交叉，金具串应垂直地面，顺线路方向偏移角度不得大于 5° ，且偏移不得超过 100mm。

4) 连续上、下山坡处杆塔上的悬垂线夹的安装位置应符合规定。

5) 接地引线的承载面应符合短路电流热容量要求，全线安装位置要统一，接地引线安装应顺畅、美观。

(3) 施工工艺要点

1) 金具现场安装前应进行试组装，确认金具串的连接是否合适，与杆塔挂点吻合。

2) 核查所画印记在放线滑车中心，并保证金具串垂直地面。

3) 护线条中心应与印记重合，护线条缠绕应保证两端整齐，并保持预绞丝形状。

4) 对于双悬垂线夹而言，外层悬护条的中心应在两个胶套中间。

5) 各种螺栓、销钉穿向应符合要求，开口销子直径必须与孔径配合，开口角度不小于 60° ，弹力适度。

6) 附件安装及光缆弧垂调整后，如金具串倾斜超差应及时进行调整。

7) 接地线与光缆通过并沟线夹连接，或接地片连接，并沟线夹与地面垂直，就近与地线横担角铁相连。

(4) 样板图片



OPGW 悬垂金具串安装

12.3.15.3 OPGW 耐张金具串及跳线安装

(1) 质量目标

OPGW 耐张金具串安装可靠牢固、规范、整齐美观，符合设计规定。

（2）设计要求

- 1) 采用预绞丝式耐张金具。
- 2) 金具串上的各种螺栓、穿钉，除有固定的穿向外，其余穿向应统一。
- 3) OPGW 光缆接头引下线要顺畅、美观。
- 4) 接地引线全线安装位置要统一，接地引线安装应顺畅、美观。
- 5) 直通型耐张杆塔跳线在地线支架下方通过时，弧垂一般为 300mm～500mm；从地线支架上方通过时，弧垂一般为 150mm～200mm。
- 6) 构架的 OPGW 耐张金具所使用的绝缘子串，其表面完好干净，不得有损伤、划痕。

（3）施工工艺要点

- 1) 缠绕预绞丝时应保证两端整齐，并保持原预绞丝形状。
- 2) 各种螺栓、销钉穿向应符合要求，开口销子直径必须与孔径配合，开口角度不小于 60° ，弹力适度。
- 3) 光缆引线及接地线应自然引出，引线应顺畅、美观，接地并沟线夹方向不得扭转，或垂直或水平，螺栓紧固应达到扭矩要求。
- 4) 绝缘子表面应擦洗干净无损伤。

（4）样板图片



OPGW 耐张金具串安装（直通型）



OPGW 耐张金具串安装（接头型）

12.3.15.4 OPGW 防振锤安装

（1）质量目标

OPGW 防振锤安装可靠牢固、规范、整齐美观，符合设计规定。

（2）设计要求

- 1) 防振锤安装距离符合设计要求。
- 2) 防振锤安装距离允许偏差不大于 $\pm 30\text{mm}$ 。
- 3) 防振锤安装位置、数量、方向、锤头朝向和螺栓紧固力矩符合设计要求。

（3）施工工艺要点

- 1) 防振锤要无锈蚀、无污物，锤头与挂板要成一平面。
- 2) 防振锤在线上要自然下垂，锤头与线要平行。
- 3) 防振锤大小头设置要符合设计要求，螺栓紧固力要达到要求。

（4）样板图片



OPGW 防振锤安装

12.3.15.5 OPGW 引下线夹安装

(1) 质量目标

OPGW 引下线夹安装可靠牢固、规范、整齐美观，符合设计规定。

(2) 设计要求 1) 用夹具固定光缆引下线，控制其走向，光缆敷设弯曲半径不得小于光缆生产厂家的要求值。

2) 夹具安装在铁塔主材内侧引下，间距为 1.5m~2m。

3) 安装时要保证光缆顺直，耐张线夹光缆引出端应自然、顺畅、美观。

(3) 施工工艺要点

1) 引下线夹要自上而下安装，安装距离在 1.5m~2m 范围之内。线夹固定在突出部位，不得使余缆线与角铁发生摩擦碰撞。

2) 引线要自然顺畅，两固定线夹间的引线要拉紧，不得产生风吹摆动现象。

(4) 样板图片



OPGW 引下线夹安装

12.3.15.6 OPGW 接头盒安装

(1) 质量目标

OPGW 接头盒安装可靠牢固、规范、整齐美观，符合设计规定。

(2) 设计要求

1) 站内构架终端接头盒安装高度宜为 1.5m~2.5m。如光缆接头位置设置在杆塔上，接头盒放置在距离地面 9m 及以上的第一个横隔面的位置。

2) 接头盒宜采用金属外壳，安装固定可靠、无松动、防水密封措施良好。

3) 根据“OPGW 接入变电站构架的反事故措施（修改版）”的要求，OPGW 与变电站接地网须有两处可靠的连接，连接后具有良好的导电性能。

(3) 施工工艺要点

1) 固定接头盒时，应使光缆固定接头盒尚的连接光缆端口侧垂直向下，以避免接头盒积水受潮。

2) 安装位置符合要求，固定螺栓要紧固。

3) 进出线应顺畅、自然，弯曲半径应符合设计要求。

(4) 样板图片



构架 OPGW 接头盒及余缆架安装



铁塔 OPGW 接头盒及余缆架安装

12.3.15.7 OPGW 余缆架安装

(1) 质量目标

OPGW 余缆架安装可靠牢固、规范，预览整齐美观，符合设计规定。

(2) 设计要求

- 1) 余缆架应固定可靠，不允许在杆塔上任意打孔。
- 2) 余缆应整齐有序，不得交叉和扭曲受力，捆绑点应不少于 4 处。

(3) 施工工艺要点

- 1) 余缆架应固定可靠，不允许在杆塔上任意打孔。
- 2) 余缆应整齐有序，不得交叉和扭曲受力，捆绑点应不少于 4

处。

3) 余缆架在设计要求的位置安装，余缆架以外的引线用引下线夹固定好。

12.3.16 导地线接续管压接

示范目标：接续管压接尺寸符合规范要求，外形美观。

12.3.16.1 质量目标

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。

12.3.16.2 设计要求

1) 导线或架空地线在跨越铁路、高速公路和一级公路、电车道、特殊管道、索道、35kV 及以上电力线和一、二级通航河流时，档内不许接头，具体按设计要求执行。

2) 不同金属、不同规格、不同绞制方向的导线或架空地线，严禁在一个耐张段内连接。

3) 当导线或架空地线采用液压连接时，操作人员必须经过培训及合格考试、持有操作许可证。连接完成并自检合格后，应在压接管上打上操作人员的钢印。

4) 导线或地线在同一处损伤出现下述情况之一时，必须将损伤部分全部割去，重新以接续管连接：a) 张力放线时，钢芯铝绞线与钢芯铝合金绞线，强度损失超过总拉力的 8.5%或截面积损伤超过导电部分面积的 12.5%；铝绞线与铝合金绞线，强度损失超过总拉力的 8.5%；

b) 非张力放线时，钢芯铝绞线与钢芯铝合金绞线，强度损失超过总拉力的 17%或截面积损伤超过导电部分面积的 25%；铝绞线与铝合金绞线，强度损失超过总拉力的 17%；

c) 损伤的范围超过一个补修管允许补修的范围；

d) 复合材料的导线钢芯有断股；

e) 金钩、破股已使钢芯或内层铝股形成无法修复的永久变形；

f) 镀锌钢绞线，7 股组成的断 2 股，19 股组成的断 3 股。

2) 架线施工前，应对导地线的连接强度进行试件试验，试件不得少于 3 组。其试验握着强度对液压、爆压及钳压都不得小于导线或架空地线设计使用拉断力的 95%。

6) 接续管连接前必须测量管的内、外直径及管壁厚度，其质量应符合现行国家标准《电力金具通用技术条件》GB 2314 规定。不合格者，严禁使用。

7) 切割导线铝股时严禁伤及钢芯，切口应整齐。导线及避雷线的连接部分不得有线股绞制不良、断股、缺股等缺陷。连接后管口附近不得有明显的松股现象。

8) 连接前必须将导线或架空地线上连接部分的表面，连接管内壁以及穿管时连接管可能接触到的导线表面用汽油清洗干净。

9) 采用钳压或液压连接导线时，导线连接部分外层铝股在洗擦后应薄薄地涂上一层电力复合脂，并应用细钢丝刷清刷表面氧化膜，应保留电力复合脂进行连接。

10) 接续管压接后应检查外观质量，并应符合下列规定：

a) 用精度不低于 0.1mm 的游标卡尺测量压后尺寸，其允许偏差必须符合国家现行标准《架空送电线路导线及避雷线液压施工工艺规程(试行)》SDJ 226 的规定；

b) 飞边、毛刺及表面未超过允许的损伤，应锉平并用 0 # 砂纸磨光；

c) 弯曲度不得大于 2%，有明显弯曲时应校直；校直后的接续管如有裂纹，应割断重接；

d) 裸露的钢管压后应涂防锈漆。

11) 在一个档距内每根导线或架空地线上只允许有一个接续管，并应满足下列规定：

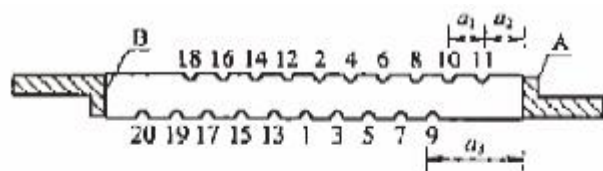
a) 接续管与耐张线夹出口间的距离不应小于 15m；

b) 接续管与悬垂线夹中心的距离不应小于 5m；

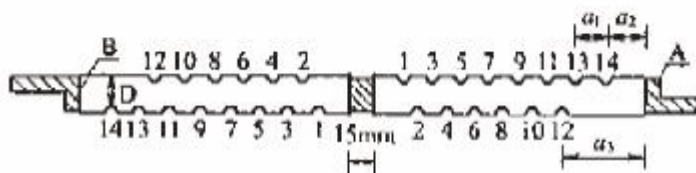
c) 接续管与间隔棒中心的距离不宜小于 0.5m；

d) 宜减少因损伤而增加的接续管。

12) 钳压的压口位置及操作顺序应按例图 2.8-1 进行。连接后端头的绑线应保留。钳压管压口数及压后尺寸的数值必须《110～500kV 架空送电线路施工及验收规范》GB 50233-2005 的规定。



(a) LYG-95/20钢芯铝绞线

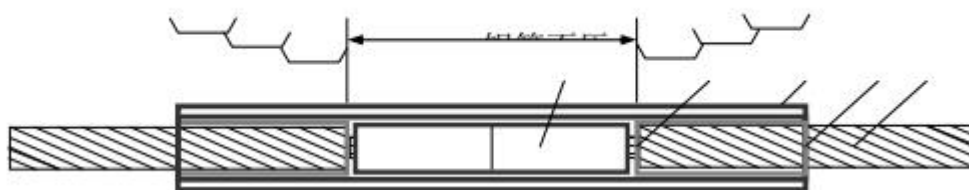


钳压接续管连接示意图

A—绑线；B—垫片；1、2、3……表示操作顺序

13) 采用液压导线或架空地线的接续管连接时，必须符合国家现行标准《架空送电线路导线及避雷线液压施工工艺规程(试行)》SDJ226 的规定。

14) 当采用爆压导线或架空地线的接续管连接时，必须符合国家现行标准《架空电力线路外爆压接施工工艺规程》SDJ 276 的规定。



接续管压接示意图

1-钢芯；2-钢管；3-铝线；4-铝管；5-铝套管

12.3.16.3 样板图片

接续管压接成品图见下图所示。



接续管压接示例

12.3.17 地线悬垂金具安装

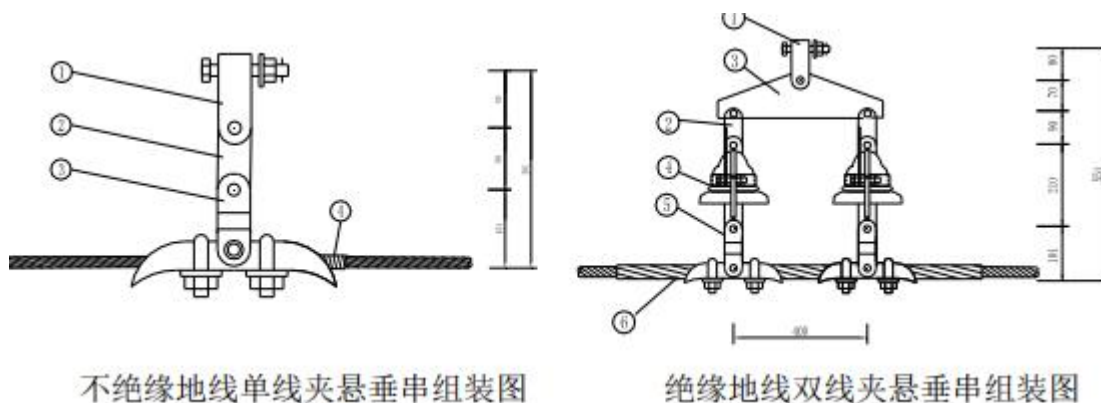
示范目标：地线悬垂串金具锁紧，连接可靠。

12.3.17.1 质量目标

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。

12.3.17.2 设计要求

1) 地线悬垂串组装前应有完整有效的悬垂串组装图等施工技术文件，并严格按照文件要求进行组装。



2) 安装前应检查悬垂串上金具的镀锌层，有局部破损、剥落或缺锌的，应除锈后补刷防锈漆。

3) 悬垂串上各种金具的螺栓、穿钉，除有固定的穿向外，其余穿向应统一。凡能顺线路方向穿入者均按线路方向穿入；特殊情况两边线由内向外，中线由左向右穿入。

4) 绝缘型地线悬垂串宜使用双联绝缘子串。安装时绝缘子的放电间隙应放在线路的外侧；放电间隙的安装距离按设计规定执行，偏差不应大于 $\pm 2\text{mm}$ ；安装后正常情况下地线与杆塔间具有电气绝缘性。

5) 接地型地线悬垂串安装后，地线与杆塔间应有良好的电气导通性能。

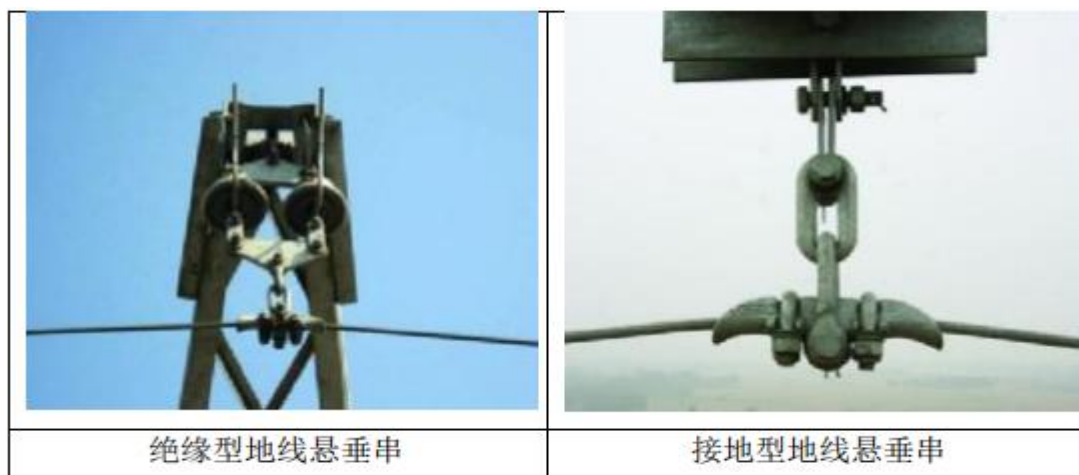
6) 悬垂线夹安装时应按设计规定在铝股外缠绕铝包带或预绞丝护线条。铝包带的缠绕方向与导线外层铝股绞制方向一致，且应缠绕紧密。预绞丝护线条中心应对准线夹安装的画印点，逐根顺螺旋方向分别向导线前后侧绞制预绞丝。缠绕层数以线夹紧固为原则，可按设计规定执行。所缠铝包带应露出线夹，但不超过 10mm，其端头应回缠绕于线夹内压住。

7) 安装后检查绝悬垂串与杆塔的连接，确保连接金具锁紧、连接可靠，保证悬垂串在顺线路方向和横线路方向均能转动灵活。

8) 为防止导线因风振而受损伤，紧线弧垂合格后应及时安装地线悬垂串等附件。

12.3.17.3 样板图片

地线悬垂串成品图见下图所示。



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。 3、承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系。	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 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

序号	分部分项工程名称	主要内容	本工程是否涉及
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。	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
		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。	未涉及

		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。	
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。 4、采用高承台、钢结构平台、利用原有建筑结构等特殊基础工程；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。	未涉及
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设情况，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；
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	

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
5	程	城市主干道、军警、政府等重要或敏感道路占道开挖。	中	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。
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，高空作业人员器具必须装在专用工具袋中，或有严防坠物的保险措施； 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。
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	
9		新型及异型跨越架搭设（拆除）。	中	
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

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
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	<p>的事；</p> <p>3. 起吊结束时，及时收回吊臂；</p> <p>4. 视线不清或司索信号不明不得起吊作业；</p> <p>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；</p> <p>6. 吊装设备必须做好可靠的接地措施。</p>
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	<p>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；</p> <p>2. 设专人统一指挥；</p> <p>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，防止误倾倒；</p> <p>4. 夜间组立/拆除铁塔时，必须设置足够的照明设备。</p>
16		在运行电力线路下方的铁塔组立/拆除工程。	高	
17		采取整体倒塔方式或非常规方式拆塔。	中	
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	<p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>
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	<p>1. 架线/拆线前，重要跨越要由技术负责人对现场交叉跨越情况作详细调查，</p>

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
24		与带电运行线路同塔架设的线路架线（拆除）工程。	高	并绘制沿线简图； 2. 跨（穿）越带电线路施工时，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； 3. 架线施工前，检查铁塔地脚螺栓、重要构件齐全，螺栓紧固； 4. 重要跨越处，设置专职监护人； 5. 与带电运行线路同塔架线/拆线前，应提前沿线核对线路走向、线路牌，以防因架空线与电缆交接处回路交换或线路牌错误，导致误入带电线路（如线路走向无法通视时，应重新验电）； 6. 铁塔带电回路侧，不应放置任何物品； 7. 特殊导线必须使用专用卡线器、网套等工器具。
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	
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
36		在运行电力线路下方的线路基础开挖、灌注桩等工程。	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
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	带电体间的安全距离。
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。
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	
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重；
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。