



工程咨询乙级：乙 252024010118

工程设计乙级：A245003383

工程勘察乙级：B245003383

项目地址：桂林市全州县

检索号：FY-S21005S-A01

110kV 石塘站至城南站线路改 T 接 110kV

湘昆线、湘城线工程

施工图设计说明书及附图

桂林丰源电力勘察设计有限责任公司

2026 年 1 月

工程咨询单位乙级资信证书

单位名称： 桂林丰源电力勘察设计有限责任公司

住 所： 桂林市甲山乡唐家村委会办公楼西面

统一社会信用代码： 91450300739962435D

法定代表人： 黄学佑

技术负责人： 李兴龙

资信等级： 乙级

资信类别： 专业资信

业 务： 电力（含火电、水电、核电、新能源）

证书编号： 乙252024010118

有 效 期： 2024年08月30日至2027年08月29日



发证单位： 广西工程咨询协会





工程设计资质证书

企业名称：桂林丰源电力勘察设计有限责任公司

详细地址：桂林市甲山乡唐家村委会办公楼西面

统一社会信用代码：
(或营业执照注册号)：91450300739962435D

法定代表人：黄学佑

技术负责人：唐天明

职 称：高级工程师

注册资本：1000万元

经济性质：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）

证书编号：A245003383 有效期至：2030年06月26日

资质类别及等级：

工程设计电力行业风力发电乙级(有效期至2030年06月26日)

工程设计电力行业新能源发电乙级(有效期至2029年12月23日)

工程设计电力行业送电工程乙级(有效期至2030年01月13日)

工程设计电力行业变电工程乙级(有效期至2030年01月13日)



发证机关：广西壮族自治区
住房和城乡建设厅

2025年06月26日



工程勘察资质证书

企业名称：桂林丰源电力勘察设计有限责任公司

详细地址：桂林市甲山乡唐家村委会办公楼西面

统一社会信用代码：91450300739962435D
(或营业执照注册号)

法定代表人：黄学佑

技术负责人：唐天明

职 称：高级工程师

注册资本：1000万元

经济性质：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）

证书编号：B245003383

有效期至：2030年06月26日

资质类别及等级：

工程勘察专业类岩土工程（勘察）乙级（有效期至2030年06月26日）

工程勘察专业类工程测量乙级（有效期至2030年04月05日）



发证机关：广西壮族自治区住房和城乡建设厅

2025年06月26日

批准：唐天明

唐天明

审查：严广林 李建成

严广林

李建成

校核：温海巍 蒋艳兰

温海巍

蒋艳兰

编制：曾运洲 赵景山

曾运洲

赵景山

施工图设计卷册总目录

1 总的部分

1.1 施工图设计总说明书及附图	FY-S21005S-A01
1.2 施工图设计主要设备材料清册	FY-S21005S-A02
1.3 岩土工程勘察报告	FY-S21005S-G01
1.4 水文气象报告	FY-S21005S-W01
1.5 强制性条文执行情况	

2 电气部分

2.1 平断面定位图	FY-S21005S-D0101
2.2 杆塔明细表	FY-S21005S-D0201
2.3 综合图	FY-S21005S-D0301
2.4 金具组装图	FY-S21005S-D0302
2.5 防振锤安装	FY-S21005S-D0303
2.6 光纤复合架空地线（OPGW）部分综合图	FY-S21005S-D0401

3 结构部分

3.1 V3-1C1X5-Z2 铁塔结构图	FY-S21005S-T0101
3.2 V3-1C2W3-J4 铁塔结构图	FY-S21005S-T0102
3.3 防坠落装置、杆塔四牌支架加工图	FY-S21005S-T0103
3.4 杆塔结构明细表、基础施工图	FY-S21005S-T0201

4 预算部分

4.1 预算书	FY-S21005S-E01
---------	----------------

施工图设计总说明书目次

1 总述	3
1.1 工程概况	3
1.2 设计依据	4
1.3 设计规模和范围	5
1.4 初步设计批复执行情况	5
1.5 强制性条文执行情况	6
1.6 主要技术经济指标	6
2 电气部分	10
2.1 线路路径	10
2.2 气象条件	14
2.3 导、地线和光缆型号	15
2.4 绝缘配合	19
2.5 防雷和接地	21
2.6 金具	22
2.7 导线相序与换位	22
2.8 通信保护	23
2.9 林区通道情况	23
2.10 导线对地及交叉跨越距离	23
2.11 主要交叉跨越	24
2.12 电气部分施工要求及简要说明	25
3 结构部分	29
3.1 铁塔及基础设计依据	29
3.2 杆塔加工及施工要求	30
3.3 基础设计说明	33
3.4 地震对杆塔及基础的影响	34
3.5 杆塔与基础的连接方式	34
3.6 基础材料	34
3.7 基础施工要求	35

3.8 基础检测	37
3.9 施工道路修建	37
3.10 验收要求	38
4 标准设计应用情况和典型设计经济技术指标对比分析	38
5 样板点建设	38
5.1 示范工程设计依据	38
5.2 示范工程样板点建设内容	39
6 环境保护措施	39
7 安全保证措施	41
8 绿色低碳电网建设评价	41
8.1 交流输电线路部分	42
8.2 结论	51
9 工程执行的反措条款	52
10 安健环设施的设计设想及实施要求	55
10.1 安健环设施的设计设想	55
10.2 安健环设施的实施要求	55
11 停电施工方案及风险评估	55
11.1 停电施工方案	56
11.2 风险评估	56
12 交叉跨越线路信息表	58
13 树木清理一览表	59
14 施工组织	60
14.1 施工组织步骤	60
14.2 危险性较大分部分项工程及专项施工方案清单	60
15 职业健康	65
15.1 概述	65
15.2 规范引用文件	65
15.3 职业健康危害辨识	65
15.4 职业病防治措施	67
15.5 职业健康结论	68

附件：

- 1、中标通知书。
- 2、全州县人民政府关于征求 110 千伏山南Ⅱ线、南梁线、全南线改接至湘山站工程等 4 个工程线路路径走向意见的复函。
- 3、全州县交通运输局关于桂林供电局征求 110 千伏山南Ⅱ线、南梁线、全南线改接至湘山站工程等 4 个工程线路路径走向意见的回函。
- 4、全州县林业局关于 110 千伏山南Ⅱ线、南梁线、全南线改接至湘山站工程等 4 个工程线路的意见。
- 5、全州县文化广电体育和旅游局关于对《征求 110 千伏山南Ⅱ线、南梁线、全南线改接至湘山站工程等 4 个工程线路路径走向意见》的复函。
- 6、全州县水利局关于 110 千伏山南Ⅱ线、南梁线、全南线改接至湘山站工程等 4 个线路路径走向意见的复函。
- 7、停电风险评估报告。
- 8、关于全州县 110 千伏石塘站至城南站线路改 T 接 110 千伏湘昆线、湘城线工程可行性研究报告的批复。
- 9、桂林供电局关于 110 千伏石塘站至城南站线路改 T 接 110 千伏湘昆线、湘城线工程初步设计的批复。
- 10、110kV 石塘站至城南站线路改 T 接 110kV 湘昆线、湘城线工程施工图设计内审会议纪要。
- 11、工程指标表
- 12、桂林供电局关于全州县 110 千伏石塘站至城南站线路改 T 接 110 千伏湘昆线、湘城线工程施工图设计的批复

附图目录

序号	图 名	图 号
1	南石线 T 接湘仑梁线、湘城线段路径走向图	FY-S21005S-A01-01
2	线路路径走向图（110kV南石线改造段）	FY-S21005S-A01-02
3	杆塔一览表	FY-S21005S-A01-03
4	基础一览表	FY-S21005S-A01-04
5	树木砍伐示意图	FY-S21005S-A01-05

1 总述

1.1 工程概况

(1) 工程名称：110kV 石塘站至城南站线路改 T 接 110kV 湘昆线、湘城线工程。

(2) 线路起迄点：

1) 新建 T 接段：起自 110kV 湘仑梁线#23 塔（与 110kV 湘城线共塔）大号侧新建 D23+1 塔，终至 110kV 南石线#6 塔。

2) 110kV 湘城线、湘仑梁线重新放、紧线段：调整导、地线及 OPGW 光缆段起自 110kV 湘城线、湘仑梁线#21 塔，终至 110kV 南石线#25 塔；另调整 OPGW 光缆段起自 110kV 湘城线、湘仑梁线#25 塔，终至 110kV 南石线#29 塔。

3) 110kV 南石线改造段：起自 110kV 南石线#53 塔，终至 110kV 南石线#60 塔。

(3) 线路长度：

新建 T 接段线路路径长度 0.211km，110kV 湘城线、湘仑梁线导、地线及 OPGW 光缆重新放、紧线段路径长度 1.165km，110kV 湘城线、湘仑梁线重新调整 OPGW 光缆段路径长度 1.076km，110kV 南石线改造段线路路径长度 1.668km，新建 T 接段采用单回路设计，导线截面采用 $1 \times 240\text{mm}^2$ 。

(4) 海拔高度：140m~220m。

(5) 覆冰及风速：新建架空线路按基本风速 27m/s、15mm 覆冰设计。

(6) 行政区划：桂林市全州县。

(7) 地形地貌：丘陵 100%

(8) 各阶段勘察设计完成情况：已取得初步设计批复，进行施工图设计。

(9) 电压等级：110kV。

(10) 回路数：单回路。

(11) 导线型号：

新建 T 接段导线采用 JL/LB20A-240/30 铝包钢芯铝绞线，T 接塔跳线采用 JL/LB20A-300/40 铝包钢芯铝绞线；110kV 湘城线、湘仑梁线重新放、紧线段维持原有 LGJ-300/40 LGJ-300/40 铝-5%铝-稀土合金镀层钢芯铝绞线；110kV 南石线改造段维持原有 LGJ-240/40 钢芯铝绞线。

(12) 地线、光缆型号：

新建 T 接段线路架设 1 根 JLB20A-50 铝包钢绞线；110kV 湘城线、湘仑梁线重新

放、紧线段维持原有 GJ-50 锌-5%铝-稀土合金镀层钢绞线和 16 芯 OPGW 光缆各 1 根；110kV 南石线改造段线路维持原有 24 芯 OPGW 光缆和 GJ-50 钢绞线各 1 根。

(13) X 光无损检测：110kV 新建架空线路压接管及接续管按 10%抽检，为 1 基双回路铁塔 1 侧。

(14) 杆塔用量：全线新建杆塔共 2 基，其中新建双回路耐张铁塔 1 基，单回路直线铁塔 1 基。

(15) 其它工程量：

1) 更换旧线路标志牌 423 块，其中 110kV 南石线 67 块（#6~#73 安装），110kV 塘凯石线 210 块，110kV 塘凯石线石塘支线 13 块，110kV 湘城线 44 块（#24~#67 安装），110kV 湘仑梁线 68 块（全线安装），110kV 湘仑梁线梁家支线 21 块（全线安装），旧线路加装警示牌 80 块、相序牌 99 块、回路色牌 60 块。

2) 拆除 110kV 南石线 73#~110kV 塘凯石线石塘支线 2#段与 110kV 塘凯石线的空中连接线。

3) 110kV 南石线#73 塔加装三相跳线。

4) 因拆除 110kV 南石线#4 塔大号侧三相导线、一根地线，需在 110kV 南石线#4 塔大号侧挂点安装 4 组拉线。

5) 调整原 110kV 南石线#10~#11 塔相序。

(16) 智能输电技术：本线路在湘山~昆仑（T 接梁家、石塘）110kV 线路石塘站侧 T 接点处加装输电线路故障精确定位装置（感应取能型）。

1.2 设计依据

- (1) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）
- (1) 《架空输电线路杆塔结构设计技术规程》（DL/T 5486-2020）
- (2) 《架空输电线路基础设计规程》（DL/T 5219-2023）
- (3) 《混凝土结构设计标准（2024 年版）》（GB/T 50010-2010）
- (4) 《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）
- (5) 《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）
- (6) 《电力设施抗震设计规范》（GB 50260-2013）
- (7) 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T 50065-2011）
- (8) 《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）
- (9) 《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB 50233-2014）

- (10) 《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）
- (11) 《钢结构设计标准》（GB 50017-2017）
- (12) 《南方电网公司反事故措施（2025 版）》
- (13) 《关于印发广西电网公司智能输电线路配置方案（试行）的通知》（桂电基建〔2020〕332 号）
- (14) 《架空输电线路工程施工图设计内容深度规定》（DL/T 5463-2024）
- (15) 《架空输电线路荷载规范》（DL/T 5551-2018）
- (16) 《架空输电线路电气设计规程》（DL/T 5582-2020）
- (17) 《关于印发数字变电站典型配置要求（试行）等 16 项数字输变电技术要求的通知》（办生技函〔2022〕9 号）
- (18) 《防止电力生产事故的二十五项重点要求》（2023 版）
- (19) 《关于印发新建输电线路安全技术措施的通知》（桂电生技〔2024〕22 号）
- (20) 《关于印发南方电网输配电线路交叉跨越专项反事故措施（2024 版）的通知》（办输配电〔2024〕80 号）
- (21) 《桂林市行政审批局关于 110 千伏黄大线、梁黄线改接至昆仑站工程项目核准的批复》（市行审投资字〔2024〕54 号）
- (22) 《关于全州县 110kV 石塘站至城南站线路改 T 接 110kV 湘昆线、湘城线工程可行性研究报告的批复》（新电力规〔2023〕5 号）
- (23) 《桂林供电局关于 110 千伏石塘站至城南站线路改 T 接 110 千伏湘昆线、湘城线工程初步设计的批复》（桂供电建设〔2025〕83 号）
- (24) 广西电网有限责任公司桂林供电局 110kV 及以上电网基建工程可行性研究技术服务合同（110kV 山南 II 线、南梁线、全南线改接至湘山站等 4 个工程）补充协议（110kV 石塘站至城南站线路改 T 接 110kV 湘昆线、湘城线工程等 2 个项目勘察设计）（0403002025100104JS00083）

1.3 设计规模和范围

送电线路的本体设计，对邻近通信线路干扰、危险影响的保护设计，工程预算以及运行维护的附属设施。

1.4 初步设计批复执行情况

施工图设计在气象条件、导线选型、绝缘配置、杆塔设计等方面，基本执行了初设批复的主要技术原则。

1.5 强制性条文执行情况

为提高输电线路工程设计质量，提高执行强制性条文的准确性和有效性，编制了《110kV 石塘站至城南站线路改 T 接 110kV 湘昆线、湘城线工程强制性条文执行情况》。本工程强制性条文执行情况见下表：

项目 \ 数量	强制性条文总数	本工程执行总数
110kV 石塘站至城南站线路改 T 接 110kV 湘昆线、湘城线工程	68	68

1.6 主要技术经济指标

1.6.1 技术经济指标分析

1.6.1.1 线路工程

本工程静态投资 179 万元；动态投资 180 万元，与初设批复 180 万元投资一致，主要原因为：

1.本体工程增加 1 万元，主要原因为：

（1）施工图根据地勘报告调整基础开挖土质比例，且调整基础型式，减少基础混凝土 12.263m³、基础钢筋 0.64t，投资减少 3 万元。

（2）施工图较初设减少塔材 4.19t，投资减少 4 万元。

（3）施工图根据地勘报告调整接地开挖土质比例，投资增加 1 万元。

（4）施工图较初设减少新建段路径长度 0.089km，增加改造段路径长度 1.168km，投资减少 1 万元。

（5）施工图较初设增加悬垂串 3 串、地线串 1 串、防振锤 50 套、更换绝缘子串 18 串，投资增加 2 万元。

（6）施工图较初设增加线路三牌支架 1.021t、更换线路标志牌 210 块，投资增加 4 万元。

（7）施工图较初设增加利旧光缆重新放紧线 1.168km，投资增加 2 万元。

2.基本预备费减少 1 万元，主要原因为：基本预备费费率初设概算为 1.5%，施工图预算为 1%。

1.6.1.2 变电工程

本工程静态投资 9 万元，动态投资 9 万元，与批复概算投资一致。

1.6.2 控制线对比分析表

110kV 石塘站至城南站线路改 T 接 110kV 湘昆线、湘城线工程施工图设计预算造价控制线对比表

单位：元/kVA、万元/km

序号	工程名称	设计单位	预算单位投资		南方电网控制线		超南方电网控制线		原因分析
			本体	静态	本体	静态	本体	静态	
1	线路各侧间隔工程	桂林丰源电力勘察设计有限责任公司	/	/	/	/	/	/	本工程属于间隔改造工程，南方电网公司 2025 年造价控制线没有对应指标，不进行对比分析。
2	110kV 石塘站至城南站线路改 T 接 110kV 湘昆线、湘城线工程		512	848	/	/	/	/	本工程架空路径长度不足 5km，不进行对比分析。

1.6.3 主要技术经济指标表

架空输电线路工程概况及主要技术经济指标表

起点	自 D23+1 塔/110kV 南石线 #56 塔		终点	终至 110kV 南石线#6 塔/终至 110kV 南石线#58 塔			电压等级 (kV)	110kV	输送容量 (MVA)	0	海拔高度 (m)		设计风速 (m/s)	27.5	覆冰厚度 (mm)	15
线路长度 (km)	折合单回总长度	0.211	其中:单回	0.211	双回	0	三回	0	四回	0	加挂导线					
地形 (%)	平地	0	丘陵	100	山地	0	高山	0	峻岭	0	河网	0	泥沼	0	沙漠	0
导线	型号	JL/LB20A-240/30	每相根数	1	地线	型号	JLB20A-50		根数	1	OPGW 光缆		芯数	16	根数	1
杆塔	数量 (基)	2	耐张比例 (%)	100%	其中:角钢塔 (基)	2	钢管塔 (基)	0	混凝土杆 (基)	0						
基础 (基)	阶梯	0	大板	0	插入式	0	掏挖		人工挖孔	3	灌注桩	0	锚杆	0	其他	0
基坑土质比 (%)	普通土	0	坚土	87.541	松砂石		岩石 (爆破)	0	岩石 (人凿)	12.459	泥水坑	0	流砂	0	干砂	0
交叉跨越 (处)	铁路	0	高速公路	0	高铁	0	等级公路		高压电力线	10	通航河流		其他			
绝缘子串型式	悬垂串	6	V 型串	0	耐张串	21	跳线串	24	其他							
导线 (t/km)		3.791	角钢塔 (t/km)			97.754	现浇混凝土 (m3/km)			292.46	盘式绝缘子 (片/km)				2734.597	
地线 (t/km)		0.711	钢管塔 (t/km)			0	灌注桩混凝土 (m3/km)				合成绝缘子 (支/km)				37.915	
基础钢材 (t/km)		17.46	地脚螺栓 (t/km)			7.0284	基础护壁 (m3/km)			76.521	挂线金具 (t/km)				0.531	
运距			人力运距 (km)			0.3	汽车运距 (km)			15	余土汽车运距 (km)				0	
主要材料价格																
导线 (元/t)		21260	地线 (元/t)	14450	角钢塔材 (元/t)	7190	钢管塔材 (元/t)	0	基础钢筋 (元/t)	3950	水泥 (元/t)	300	挂线金具 (元/t)	0	OPGW (元/km)	

2 电气部分

2.1 线路路径

2.1.1 变电站进出线及相关线路情况

2.1.1.1 110kV 石塘站 110kV 出线情况

110kV 石塘变电站位于全州县石塘镇。变电站 110kV 线路向西北方向出线，终期出线 4 回，面向变电站 110kV 出线间隔方向从左至右分别为备用、塘凯石线、狮石线、备用。相序为面向变电站 110kV 出线间隔方向从左至右 A、B、C。本工程出线间隔为湘山～昆仑（T 接梁家、石塘）间隔，即原塘凯石线间隔，110kV 出线间隔布置如图 2.1-1 所示。

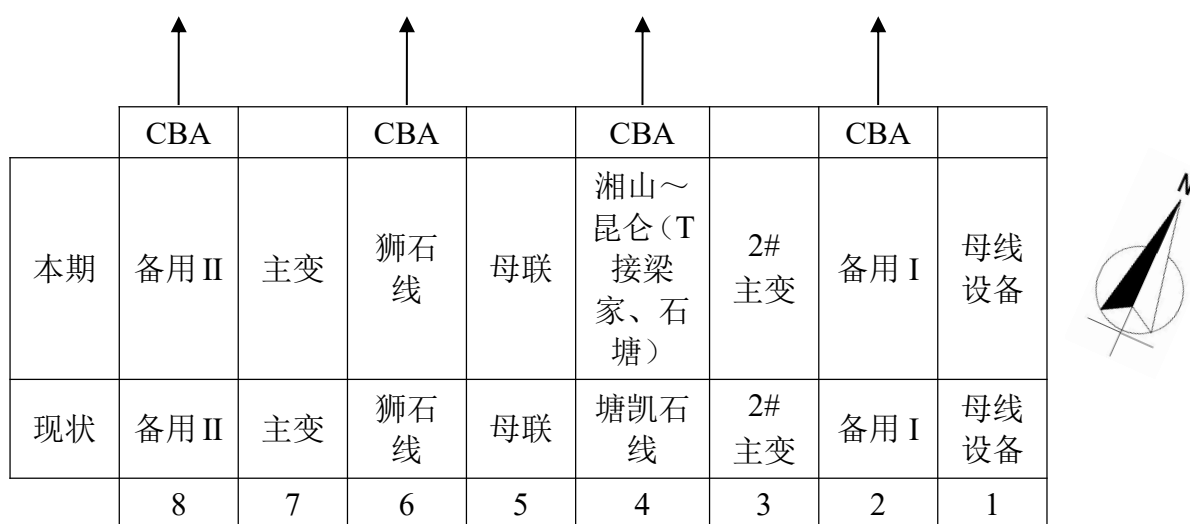


图 2.1-1 110kV 石塘站 110kV 出线间隔示意图

2.1.1.2 110kV 湘城线、湘仑梁线

110kV 湘城线起自 220kV 湘山变电站，终至 110kV 城北变电站，全线杆塔共 67 基。110kV 湘仑梁线起自 220kV 湘山变电站，终至 220kV 昆仑变电站，全线杆塔共 68 基。110kV 湘仑梁线梁家支线起自 110kV 湘仑梁线#62-#63 档中 T 接点，终至 110kV 梁家站，全线杆塔共 21 基。110kV 湘城线、110kV 湘仑梁线#1～#60 段为双回路共塔。110kV 湘仑梁线#68 塔与 110kV 昆城线#1 塔为双回路共塔。110kV 湘城线#62～#67 段与 110kV 昆城线#9～#14 段双回路共塔。110kV 湘城线、110kV 湘仑梁线#21～#25 段导线采用 LGJ-300/40 锌-5%铝一稀土合金镀层钢芯铝绞线，地线采用 1 根 GJ-50 锌-5%铝一稀土合金镀层钢绞线和 1 根 OPGW-16B1-57.7。110kV 湘城线、110kV 湘仑梁线#21～#25 段地线和 OPGW 光缆均已绝缘化。

2.1.1.3 110kV 南石线

110kV 南石线起自 110kV 城南变电站，终至 110kV 石塘变电站，全线杆塔共 85 基，110kV 城南变电站侧构架档未架线，110kV 石塘变电站侧采用电缆进站。目前 110kV 南石线#73（现场为 110kV 塘凯石线石塘支线#1）～石塘站段已接通 110kV 塘凯石线并投运，运行杆号为 110kV 塘凯石线石塘支线#1～#13 杆。原 110kV 南石线#1 塔与 110kV 山南 II 线双回路共塔，110kV 南石线#2～#4 段、#6～#10 段与 110kV 天龙线#2～#4 段、#6～#10 段双回路共塔，110kV 塘凯石线石塘支线#9～#13 段与 110kV 狮石线#67～#71 段双回路共塔。110kV 南石线导线采用 LGJ-240 钢芯铝绞线，地线采用 1 根 GJ-50 镀锌钢绞线和 1 根 24 芯 OPGW 光缆。

110kV 南石线#56 至#58 段：南石线#57、#58 位于小山丘，#56、#58 为上字型直线塔，#57 为直线拉线塔，#57 大号侧方向对边坡距离不够，在#57 往#58 方向 10 米至 25 米段线路目前实测对地距离仅 4.8 米，地面为突出的岩石，因此，本工程在原#57 大号侧新建 1 基直线塔，并拆除原#57 塔以满足对地距离要求。

2.1.1.4 T 接点情况

110kV 湘城线、110kV 湘仑梁线双回路共塔线路南侧（靠近 110kV 石塘变电站侧）为湘仑梁线，北侧（远离 110kV 石塘变电站侧）为湘城线，原 110kV 南石线位于 110kV 湘城线、110kV 湘仑梁线南面。

在 110kV 湘城线、110kV 湘仑梁线双回路共塔#23~24 档新立 1 基双回路 T 接塔，拆除 110kV 南石线#4～#6 段导地线，接通 110kV 南石线#6 塔～新建双回路 T 接塔 110kV 湘仑梁线侧导线。T 接方案如下：

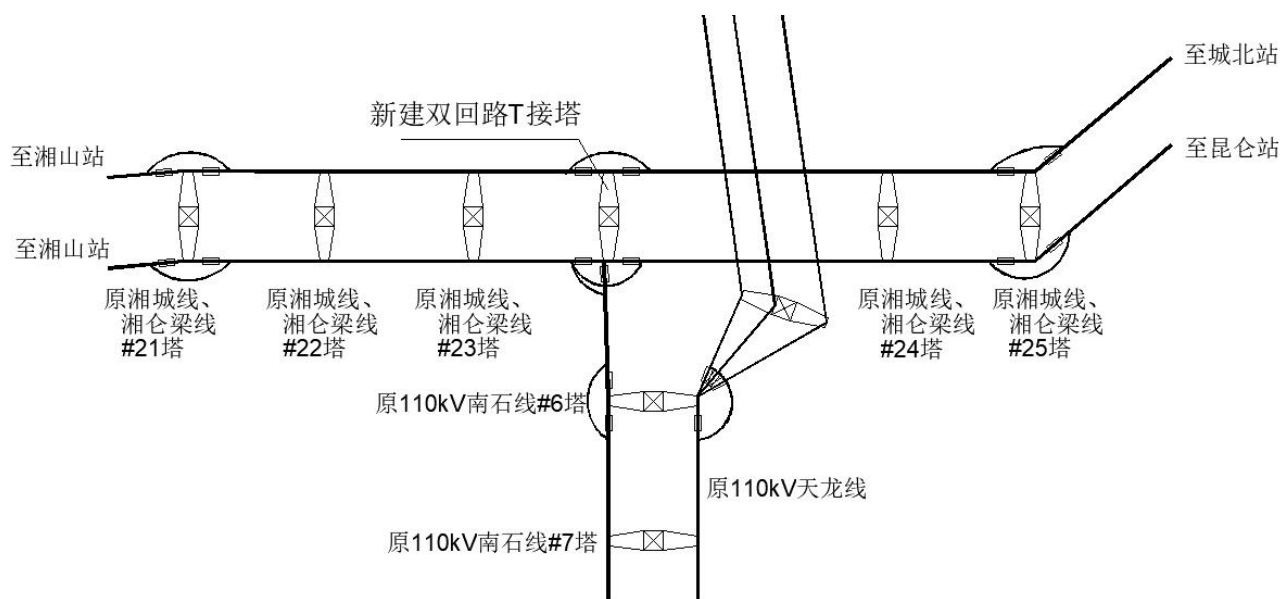


图 2.1-2 T 接示意图

2.1.2 线路路径

2.1.2.1 路径走向

即线路自 110kV 石塘站出线，利用运行的 110kV 塘凯石线石塘支线#1 塔～石塘站段线路，拆除 110kV 塘凯石线石塘支线#1 塔～#2 塔档中与 110kV 塘凯石线的连接线，在石塘支线#1 塔（即城南～石塘 110kV 线路#73 塔）通过跳线与城南～石塘 110kV 线路连接，利旧原城南～石塘#73～#6 塔段线路，在城南～石塘 110kV 线路#6 塔处新建线路向东北走线，至原湘山～昆仑（T 接梁家）110kV 线路#23 塔大号侧新建 T 接塔与该线路接通，形成湘山～昆仑（T 接梁家站、石塘站）110kV 线路。本期改接后形成的石塘支线线路路径长度 20.099km，其中新建线路路径长度 0.211km，利用城南～石塘 110kV 线路路径长度 19.888km。新建线路曲折系数 1.0。线路走向详见线路路径走向图（FY-S21005S-A01-01）。

2.1.2.2 路径协议情况

本工程路径方案基本远离居民区走线，目前已取得全州县人民政府对本工程线路路径的批复。

2.1.2.3 工程地形地貌及水文地质情况

（1）沿线地质情况

沿线地层由新至老依次为第四系(Q)、石炭系(C)。按岩性类别分为松散堆积层、碎屑岩两类。各类岩土的物理力学性质、风化特征、稳定性、水理特性明显不同。

（2）沿线地形地貌

线路跨越区的地貌类型主要为丘陵地貌。丘包浑圆，高程 140m~220m，相对高差 20m~80m，山坡坡度 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。植被以杉树、椿树、灌木为主。

拟选路径已避开崩塌、滑坡、溶蚀漏斗等不良地质作用。

线路所经区域地形分类详见下表：

序号	地 形	所占比例（%）
1	丘陵	100

（3）水文地质特征

1）地表水：线路所经区域地处亚热带，受季风气候影响，沿线雨水充沛，雨季多为 4 月~8 月，雨水的排泄条件良好，大部分沿地面排至低洼沟谷，汇入小的河流，部分通过土层及基岩中的裂隙入渗，补给地下水。塔位地势较高，地表水对塔基施工无不利影响。

2）地下水：线路沿线地下水类型有孔隙水和基岩裂隙水。孔隙水主要分布在黏土层下部，为微透水性土层，主要由附近沟渠及水塘补给，水量很小，山坡等地势高地段地下水埋深大于 10.0m，对基础无不利影响。基岩中以基岩裂隙水为主，分布于岩石裂隙中，富水性一般，埋深较大，对基础施工无影响。

据初步调查及区域地下水水质分析资料，地下水对混凝土结构有微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋有微腐蚀性，对钢结构有弱腐蚀性。

2.1.2.4 沿线区域地震概况

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）及《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T 50011-2010），本线路区地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，抗震设防烈度为 VI 度。

2.1.2.5 矿藏分布及文物保护

根据沿线现场实地调查和地质测绘，线路路径区域内未发现有已开采和正在开采的矿井，不存在压覆矿产现象，亦未发现文物古迹及旅游风景区分布。

2.1.2.6 交通情况

沿线主要交通道路有全州县 S301 省道，并有分支往各村庄的机耕路，均可通行货车，交通运输条件较便利。

材料集散地设在全州县城，人力运距 0.3km，汽车运距 15km。

2.1.2.7 环境保护及林木砍伐情况

线路路径区域地形主要为丘陵，线路通道内的林木主要以杉树、椿树、葡萄、灌木为主。本方案经过有林地约 0.227km，其中杉树林约 0.031km，竹子约 0.016km，葡萄约 0.017km，椿树 0.011km，灌木 0.152km。根据以上情况，为了保护自然生态环境，减少树木砍伐，本工程仅对线路路径内的零星树木作砍伐处理，对经过密林及经济林的地段，一般根据林木平均自然生长高度采取高塔跨越设计。跨越林区按办生技〔2022〕53 号附件 4《输电线路树障防控工作导则（2022 版）》执行，主要树种及自然生长高度为：小叶桉、速生桉树、泡桐为 25m，毛竹、刺竹、木棉树、松树、杉树为 20m，砍头树、苦楝树、八角树、板栗树为 15m，龙眼树、荔枝树为 12m，杂树为 18m，灌木为 6 米。

2.1.2.8 交叉跨（穿）越情况

表 2.1-1 主要交叉跨越情况一览表

序号	障碍物	次数	跨越/穿越
1	110kV 电力线路	1	110kV 湘城线、湘仑线#21~#25 段重新放紧线跨越城南~天龙冶炼厂 110kV 线路。
2	35kV 电力线路	3	110kV 湘城线、湘仑线#21~#25 段重新放紧线跨越
3	10kV 电力线路	6	跨越
4	弱电线路	3	跨越

2.2 气象条件

本工程采用的设计气象条件见表 2.2-1。

表 2.2-1 线路设计气象条件

计算条件		IIIb 气象区
大气温度（℃）	最高气温	40
	最低气温	-5
	年平均气温	15
	覆冰温度	-5
	安装	0
	基本风速	10

	外过电压	15
	内过电压	15
风速 (m/s)	基本风速(10m 基准高, 30 年一遇)	27
	年平均气温	0
	最高、最低气温	0
	覆冰风速	10
	安装	10
	外过电压	10
	内过电压	15
年雷暴日 (日)	86	
覆冰 (mm)	15	

2.3 导、地线和光缆型号

2.3.1 导线型号

新建 T 接段 (D23+1 塔至 110kV 南石线#6 塔段) 导线采用 JL/LB20A-240/30 铝包钢芯铝绞线; 110kV 湘仑梁线#21~#25 塔采用原导线架设, 导线型号为 LGJ-300/40 铝-稀土合金镀层钢芯铝绞线; 110kV 南石线#53~#60 塔采用原导线架设, 导线型号为 LGJ-240/40 钢芯铝绞线。以上线路相导线均为单分裂。

新建导线机械物理特性参数如下表 2.3-1。

表 2.3-1 导线机械物理特性参数表

项目	参数 单位	型号 JL/LB20A-240/30	备注
铝股/直径	根数/mm	24/3.60	
铝包钢股/直径	根数/mm	7/2.40	
铝部截面积	mm ²	244	
铝包钢部截面积	mm ²	31.7	
综合截面积	mm ²	276	
计算直径	mm	21.6	
计算拉断力	N	≥77090	

弹性系数	N/mm ²	67200	
线膨胀系数	1/°C	20.2×10 ⁻⁶	
20°C时直流电阻	Ω/km	≤0.1131	
计算重量	kg/km	883.6	

2.3.2 地线和光缆型号

新建 T 接段（D23+1 塔至 110kV 南石线#6 塔段）架设 1 根 JLB20A-50 铝包钢绞线；110kV 湘仑梁线#21~#25 塔利用 1 根原地线架设，地线型号为 GJ-50 锌-5%铝-稀土合金镀层钢绞线，#21~#29 塔利用 1 根原光缆架设，拟从#29 塔接续盒抽出部分光缆利用旧光缆重新放紧线，光缆型号为 OPGW-16B1-57.7；110kV 南石线#53~#60 塔采用原地线、光缆各 1 根架设，地线型号为 GJ-50 镀锌钢绞线，光缆为 24 芯 OPGW 光缆。

新建段 JLB20A-50 铝包钢绞线机械物理特性参数见表 2.3-2。

表 2.3-2 铝包钢绞线机械物理特性参数表

项 目	参数 型号 单位	JLB20A-50	备注
	单位		
结构（根数/直径）	mm	7/3.00	
铝部截面积	mm ²	12.37	
钢部截面积	mm ²	37.11	
综合截面积	mm ²	49.5	
外径	mm	9.0	
额定拉断力	N	≥66300	
弹性模量	N/mm ²	153900	
线膨胀系数	1/°C	13.0×10 ⁻⁶	
20°C时直流电阻	Ω/km	≤1.7363	
单位长度质量	kg/km	330.3	

2.3.4 导、地线安全系数

为满足规程要求，本工程导线 JL/LB20A-240/30 设计安全系数采用 2.5，最大使用应力为 106.14N/mm²，年平均运行应力取瞬时破坏应力的 25%；地线的安全系数应大于导线的安全系数，根据导线和地线在档距中央的配合，JLB20A-50 的设计安全系数取 3.5，

最大使用应力为 382.68N/mm^2 ，年平均运行应力取瞬时破坏应力的 20%。

2.3.5 导、地线架线后塑性伸长的补偿措施

新导线、地线架线后塑性伸长对弧垂的影响采用降温法补偿，即架线施工计算弧垂时，采用降温法查取应力：JL/LB20A-240/30 导线按实际温度降低温度 20°C ，JLB20A-50 铝包钢绞线实际温度降低温度 10°C 。

本工程综合图中的新建导线、地线架线百米弧垂表中的数据，已考虑了降温补偿，原导、地线不考虑电线的塑性伸长对弧垂的影响，施工时按代表档距和当时的实际温度用插值法直接查取数据计算架线弧垂，不需再降温查取。

2.3.6 导、地线和光缆的防振措施

在正常拉力情况下不论档距大小，导、地线安装防振锤防振，导线 LGJ-300/40 采用 FRY-3/5 型防振锤防振，导线 JL/LB20A-240/30 采用 FRY-3/4 型防振锤防振，地线 JLB20A-50、GJ-50 采用 FRY-1 型防振锤防振。

OPGW 光缆不论档距大小均采用音叉式防振锤防振，为防止出现对 OPGW 光缆造成伤害的应力集中，须配套使用防振护线条。防振锤安装数量由档距大小来确定。

导线防振锤安装距离从线夹活动中心算起，按不等距安装，安装距离详见杆塔明细表。防振锤的型号、安装数量如表 2.3-5 所示。

表 2.3-5 导、地线及光缆防振锤型号、安装数量表

线别	防振锤型号	档距 (m)		
		1 个	2 个	3 个
LGJ-300/40	FRY-3/5	≤ 450	450~800	800~1200
JL/LB20A-240/30	FRY-3/4	≤ 350	350~700	700~1000
JLB20A-50、GJ-50	FRY-1	≤ 300	300~600	600~900
OPGW-16B1-57.7	OPGW 防振锤， OJ-50-36-1-1	≤ 250	250~500	500~750

2.3.7 地线热稳定

本工程新建 T 接段（D23+1 塔至 110kV 南石线#6 塔段）架设一根铝包钢绞线 JLB20A-50，110kV 南石线#5 至 110kV 南石线#6 架设维持原有 24 芯 OPGW 光缆。

送电线路发生单相接地故障时，地线将通过很大的短路电流，并产生急剧的温升，因此需要对地线的短路热稳定进行验算。

本工程根据系统提供的六等分单相接地短路电流对光缆进行热稳定校验，六等分单相接地短路电流（单位：kA）计算结果见图 5.2-1：

昆仑-T接点110kv线路 六等分短路电流 (A)								
	昆仑站	S1	S2	S3	S4	S5	S6	T接点侧
接地点总电流	14.98	13.16	12.02	11.30	10.90	10.75	10.84	11.17
昆仑站侧提供	12.06	9.78	8.18	6.99	6.06	5.31	4.67	4.12
T接点侧提供	2.92	3.38	3.84	4.31	4.84	5.45	6.17	7.05

湘山-T接点110kv线路 六等分短路电流 (A)								
	湘山站	S1	S2	S3	S4	S5	S6	T接点侧
接地点总电流	11.07	10.93	10.93	10.93	10.93	10.93	10.93	10.93
湘山站侧提供	7.17	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74
T接点侧提供	4.20	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52

石塘-T接点110kv线路 六等分短路电流 (A)								
	石塘站	S1	S2	S3	S4	S5	S6	T接点侧
接地点总电流	7.28	7.15	7.15	7.15	7.15	7.15	7.15	7.15
石塘站侧提供	4.73	4.19	4.19	4.19	4.19	4.19	4.19	4.19
T接点侧提供	2.35	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71

图 5.2-1 六等分单相接地短路电流计算结果

经计算得出本工程石塘T接点短路电流值为7.15kA，JLB20A-50铝包钢绞线的短路热稳定允许电流计算如下：

$$I = \sqrt{\frac{C}{0.24\alpha_0 R_0 T} \times \ln \frac{\alpha_0(t_2 - 20) + 1}{\alpha_0(t_1 - 20) + 1}}$$

式中

I---地线验算短路热稳定允许电流，A；

C---载流部分的热容量，取 0.435cal/°C/cm；

α_0 ---载流部 20°C时的电阻温度系数，取 0.0051°C-1；

R_0 ---载流部 20°C时的电阻，取 1.7363×10-5Ω/cm；

T---计算短路热稳定的时间，取 0.25s；

t_1 ---地线初始温度，取 40°C；

t_2 ---地线短路热稳定允许温度，取 300°C。

根据以上公式计算得出，JLB20A-50 的短路热稳定允许电流为 4.02kA；

本工程发生单相接地故障时，流经 JLB20A-50 的短路电流为

$$I = 7.15 \times \frac{1.7363}{1.7363 + 1.550} = 3.78kA < 4.02kA, \text{ 满足热稳定要求。}$$

因此选择 JLB20A-50 铝包钢绞线可满足短路热稳定校验要求。

2.3.8 光缆接头位置

序号	起止杆塔号	接头盒位置
1	110kV 湘仑梁线#21~#29	#29
2	110kV 南石线#53~#60	#53

2.4 绝缘配合

2.4.1 污秽区等级划分

根据初步设计批复，本工程按 c 级污秽区上限进行绝缘配合设计，根据《架空输电线路电气设计规程》（DL/T 5582-2020）的要求，c 级污秽区统一爬电比距的上限为 39.4mm/kV。

2.4.2 绝缘子型号及其机电性能

根据中国南方电网公司标准设计和典型造价 V2.0 的要求，本工程同塔双回路绝缘子差异化绝缘配置，110kV 湘城线侧悬垂绝缘子串采用双联、跳线绝缘子串采用单联，采用大小伞插花型式，每联采用 UG70BH 钟罩型玻璃绝缘子 6 片、UG100BA 空气动力型玻璃绝缘子 3 片，耐张绝缘子串采用双联串，每联采用 10 片 UG70BH 钟罩型玻璃绝缘子；110kV 湘仑梁线侧跳线绝缘子串采用单联，采用大小伞插花型式，每联采用 UG70BH 钟罩型玻璃绝缘子 6 片、UG100BA 空气动力型玻璃绝缘子 2 片，耐张绝缘子串采用双联串，每联采用 9 片 UG70BH 钟罩型玻璃绝缘子。110kV 南石线悬垂绝缘子串采用双联、跳线绝缘子串采用单联，采用大小伞插花型式，每联采用 UG70BH 钟罩型玻璃绝缘子 6 片、UG100BA 空气动力型玻璃绝缘子 2 片，耐张绝缘子串采用双联串，每联采用 9 片 UG70BH 钟罩型玻璃绝缘子。

悬垂绝缘子串和跳线绝缘子串中 UG70BH 钟罩型有效系数为 0.9，UG100BA 空气动力型有效系数为 1.0，按 8 片玻璃绝缘子(2 大 6 小)计算统一爬电比距为 43.4mm/kV，满足 c 级污秽区的绝缘要求。

玻璃绝缘子机电性能参数见下表 2.4-1。

表 2.4-1 玻璃绝缘子机电性能表

序号	名称	标准参数值		备注
1	产品型号	UG70BH 钟罩型	UG100BA 空气动力型	
2	结构高度(mm)	146	146	
3	绝缘件的最大公称直径(mm)	280	380	

4	最小公称爬电距离(mm)	450	365	
5	连接型式标记	16	16	
6	雷电全波冲击耐受电压 (kV)	125	90	
7	工频湿耐受电压 (kV)	50	45	
8	工频击穿电压 (kV)	130	130	
9	额定机械破坏负荷 (kN)	70	100	
10	参考重量 (kg)	5.8	6.0	

2.4.3 绝缘子串的安全系数及联数

根据设计规范规定，绝缘子机械强度的安全系数不应小于表 2.4-2 所列数值。

表 2.4-2 盘型绝缘子及其连接金具机械强度安全系数

情 况	安全系数		
	运行工况	断线工况	断联工况
盘型绝缘子	2.7	1.8	1.5
金具	2.5	1.5	1.5

绝缘子机械强度的安全系数 K_1 应按下式计算：

$$K_1 = T_R / T$$

式中： T_R ——绝缘子的额定机械破坏负荷（kN）；

T ——分别取绝缘子承受的最大使用荷载、断线荷载、断联荷载、验算荷载或常年荷载（kN）

本工程张绝缘子串采用双联 70kN 级玻璃绝缘子，跳线悬垂绝缘子串采用单联 70kN 级玻璃绝缘子（大伞绝缘子为 100kN 级）。

2.4.4 空气间隙

本线路海拔高度在 1000m 以下，根据《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）中第 7.0.9 条规定，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 2.4-3 的规定。

表 2.4-3 110kV 带电部分与杆塔构件（包括拉线、脚钉等）的最小间隙 (m)

海拔高度 (m)	电压等级 (kV)	工频电压	操作过电压	雷电过电压
<1000m	110	0.25	0.70	1.00

带电作业时，110kV 带电部分对杆塔与接地部分的间隙不小于 1.00m，对操作人员需要停留工作的部位，还应考虑人体活动范围 0.5m。

2.5 防雷和接地

2.5.1 防雷措施

本工程线路所经区域年平均雷暴日为 86 天，采取防雷措施如下：

1) 全线架设双地线。地线对边导线的保护角：单回路铁塔不大于 15° ，双回路铁塔不大于 10° 。

2) 杆塔上两根地线之间的距离不超过地线与导线间垂直距离的 5 倍。

3) 每基杆塔均接地，接地装置的工频电阻值保证满足《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）要求，对变电所进出线段 2km 内的杆塔接地形式按加大一级设计，提高进出线段杆塔的耐雷水平。

4) 为避免雷击档距中央反击导线，导线与地线在档距中央的距离（ 15°C ，无风无冰时）应满足下式要求：

$$S \geq 0.012L + 1$$

式中：S——导线与地线在档距中央的距离，m；

L——档距，m。

5) 为保护光缆，每一耐张、悬垂金具组合均含一根接地线，通过接地线使光缆可靠接地。

2.5.2 接地

经实地测量，本工程塔基土壤电阻率见下表 2.5-1：

表 2.5-1 土壤电阻率测试成果表

序号	塔号	气候	土质描述	地形地貌	表土干湿 度	极间 距 a (m)	读数 $R(\Omega)$	土壤电阻率 $\rho_o = 2\pi aR$ ($\Omega \cdot m$)	季节 系数 k	土壤电阻率 $\rho = k_o \rho_o$ ($\Omega \cdot m$)
1	110kV 湘仑梁线 #23 塔大号侧新建 T 接塔 (D23+1)	晴	粉质 粘土	缓坡 林地	稍湿	20	5.7×1	716	1.6	1145
2	110kV 南石线新 建#57 塔 (D57+1)	晴	灰岩	陡坡 荒地	稍湿	20	9.5×10	11932	1.6	19091

本工程新建铁塔四腿接地，接地体采用放射形接地体。

110kV 湘仑梁线#23 塔大号侧新建 T 接塔土壤电阻率为 $1145\Omega \cdot m$ ，土壤电阻率小

于 $2000\Omega \cdot m$ ，该塔位按《关于发布南方电网标准设计与典型造价 V3.0（110kV 预制舱智能变电站、电力隧道、杆塔防坠落、杆塔接地装置、直流融冰装置共 5 项标准设计）的通知》（办基建〔2022〕41 号文）执行，水平接地体采用 $\Phi 12$ 热镀锌圆钢，接地引下线采用 $\Phi 14$ 热镀锌圆钢。

110kV 南石线新建#57 塔土壤电阻率较大，考虑到降低杆塔接地电阻十分困难，采用圆钢接地经济性较差，该塔位采用石墨基柔性接地装置。柔性石墨接地体间连接方式采用压接方式，将石墨接地体两两搭接重叠放置，用定制压接板将两石墨接地体连接在一起，镀锌扁钢引下线与石墨接地之间采用焊接方式连接，将定制镀锌钢套采用 50T 液压钳压接在石墨接地体末端，然后将扁钢引下线与定制镀锌钢套管焊接在一起。

根据《架空输电线路防雷技术导则》（Q/CSG1107002-2018）要求，在雷季干燥时，每基杆塔的接地装置工频接地电阻不大于表 2.5-2 所列数值：

表 2.5-2 杆塔工频接地电阻

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

接地体的埋深，水田或旱耕地为 0.8m，非耕地粘土、松沙石为 0.6m，岩石为 0.3m。

2.6 金具

本工程导线悬垂线夹采用提包式悬垂线夹，导线耐张线夹采用液压型线夹，其它导线金具采用普通金具，参照《南方电网标准设计与典型造价 V3.0 35kV~500kV 交流输电线路金具标准设计》和电力工业部编制出版的《电力金具产品样本（1997 年修订版）》进行选用。

光缆悬垂和耐张线夹均采用预绞式线夹，OPGW 光缆预绞式金具根据《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）选用。

本线路工程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，绝缘子串与横担连接的第一个金具，其机械强度应高于串内其他金具强度，并根据绝缘子串的连接结构形式，考虑留有一定裕度。

2.7 导线相序与换位

2.7.1 导线相序

目前城南~石塘 110kV 线路在 110kV 城南站侧终端塔~构架档未架线，110kV 塘

凯石线石塘支线利用城南～石塘 110kV 线#74～#85 段接入 110kV 石塘变电站，其中 110kV 塘凯石线石塘支线#7～#12 段与狮山～石塘 110kV 线路为同塔双回路架设。

110kV 石塘变电站相序为面向变电站 110kV 出线间隔方向从左至右 A、B、C，采用电缆出线后双回路双侧挂线段 110kV 塘凯石线石塘支线侧相序从上至下 A、B、C，110kV 塘凯石线石塘支线单回路段相序为从左到右 C、A、B（石塘往城南站看），城南～石塘 110kV 线路#73～#11 段相序为从左到右 C、A、B（石塘往城南站看）；城南～石塘 110kV 线路#10～#6 段与 110kV 天龙线同塔架设，相序从上至下 A、C、B，而湘山～昆仑 110kV 线路相序从上至下 A、B、C，相序不一致，考虑在城南～石塘 110kV 线路 #10 塔处将中、下相导线互换，以保证相序一致。

2.7.2 导线换位

根据设计规程规定：在中性点直接接地的电力网中，长度超过 100km 的送电线路均应换位。本工程长度小于 100km，不需换位。

2.8 通信保护

本工程对其相邻电信线的危险影响和干扰影响不超过容许值，不用采取保护措施。

2.9 林区通道情况

线路路径区域地形为丘陵，线路通道内的林木主要为杉树、椿树、灌木和竹子。根据以上情况，为了保护自然生态环境，减少树木砍伐，本工程仅对线路路径内过高无法跨越的林木按线路通道砍伐处理，对经过密林及经济林的地段，一般根据林木平均自然生长高度采取高塔跨越设计。跨越林区按办生技〔2022〕53 号附件 4《输电线路树障防控工作导则（2022 版）》执行。

2.10 导线对地及交叉跨越距离

根据设计规范，本工程导线对地及交叉跨越距离的要求值见表 2.10-1：

表 2.10-1 导线对地及交叉跨越距离表

线路经过地区或跨越物名称	最小距离（m）	备注
居民区	7.0	50℃弧垂
非居民区	6.0	50℃弧垂
交通困难地区	5.0	50℃弧垂
步行可以到达的山坡	5.0	最大风偏
步行不能到达的山坡、峭壁和岩石	3.0	最大风偏

对树木自然生长高度的垂直距离	4.0		50℃弧垂
对果树、经济作物的垂直距离	3.0		50℃弧垂
建筑物	垂直距离	5.0	50℃弧垂
	净空距离	4.0	最大风偏
铁路	至标准轨、窄轨	7.5	80℃弧垂
	至电气轨	11.5	
	至承力索或接触线	3.0	
高速公路、一级公路	至路面	7.0	80℃弧垂 交叉角应大于 45°
一般公路	至路面	7.0	50℃弧垂
通航河流	至 5 年一遇洪水位	6.0	80℃弧垂
	至最高航行水位时 最高船桅顶	2.0	
不通航河流	至百年一遇洪水位	3.0	50℃弧垂
电力线、通信线	至导线或地线	3.0	50℃弧垂

2.11 主要交叉跨越

1) 110kV 湘城线、湘仑梁线重新放、紧线段#22~#23 档跨越湘江 1 次。



图 2.11-1 110kV 湘城线、湘仑梁线#23~#24 档

2) 110kV 湘城线、湘仑梁线重新放、紧线段#23~#24 档跨越 110kV 线路 1 次、35kV

线路 2 次，110kV 南石线#4~#6 拆除三相导线、一根地线跨越 35kV 线路 2 次。

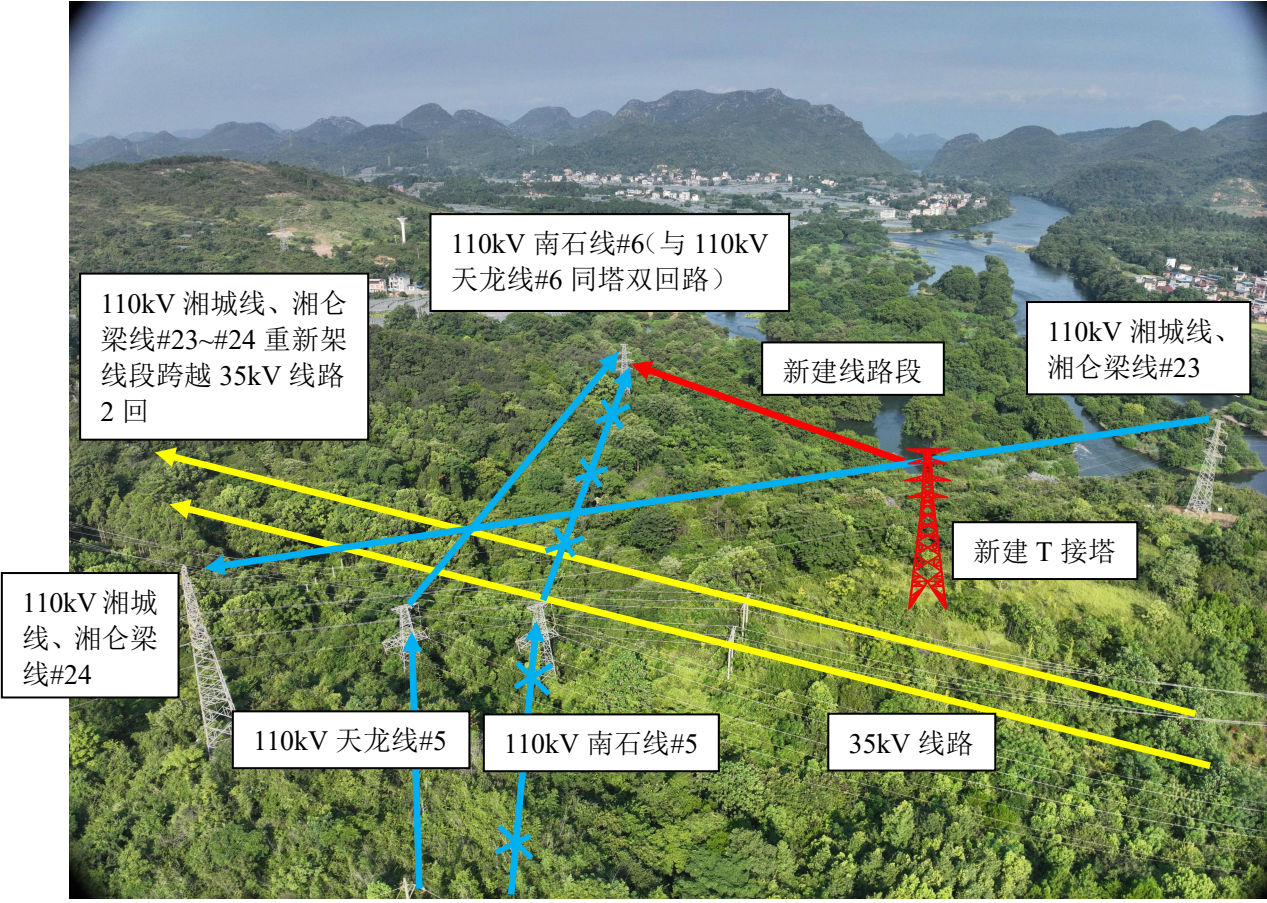


图 2.11-2 110kV 湘城线、湘仑梁线#23~#24 档

3) 110kV 湘城线、湘仑梁线重新放、紧线段#24~#25 档跨越 S301 省道 1 次。



图 2.11-3 110kV 湘城线、湘仑梁线#24~#25 档

2.12 电气部分施工要求及简要说明

2.12.1 施工中应遵守的施工和验收规范以及注意事项

1) 本工程按国家标准《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》(GB 50233-2014) 及有关标准、规范进行施工及验收。所有用于本线路的产品如: 导线、地线、绝缘子、金具、钢材等都应有生产厂家合格证或试验证明。

2) 必须按照批准的设计文件和经有关方面会审的设计施工图施工。

3) 电气部分的施工应按相应卷册中的施工说明和图纸进行, 施工中若发现情况与设计图纸不符或出现新情况时, 施工单位应及时通知设计人员, 以便研究协商妥善处理, 不得擅自更改原设计。

4) 施工过程中需要变更设计时, 变更的内容以设计变更通知单为准。

2.12.2 平断面定位图及杆塔明细表

2.12.2.1 线路方向规定

1) 新建 T 接段: 由 D23+1 塔往 110kV 南石线#6 塔为前进方向, 面向前进方向分前、后、左、右。

2) 110kV 湘城线、湘仑梁线重新放、紧线段: 由 110kV 湘城线、湘仑梁线#21 塔往 110kV 湘城线、湘仑梁线#29 塔为前进方向, 面向前进方向分前、后、左、右。

3) 110kV 南石线改造段: 由 110kV 南石线#53 塔往 110kV 南石线#60 塔为前进方向, 面向前进方向分前、后、左、右。

2.12.2.2 定位测量杆塔位编号

杆位编号顺前进方向由小到大顺序排列, 杆塔桩号带有“D”字头。

2.12.2.3 降基

平断面定位图中标注的降基值为高低腿铁塔虚降值, 实际需要降低施工基面或加高基础的杆塔位桩号及数值以杆塔结构明细表为准。

2.12.2.4 杆塔明细表中及平断面定位图上的设计杆号是杆塔位的连续编号。

2.12.2.5 直线杆塔位移动: 凡要求移动位置的桩号, 杆塔明细表中及平断面定位图上均已标明, 其中“+”号表示前移, “-”号表示后移。位移时应以该杆塔位中心桩为基准, 严格按照规定的方向及数值进行。

2.12.2.6 所有 0°耐张塔一律按右转 0°施工。

2.12.2.7 本工程杆塔均不作位移。

2.12.3 架线安装

2.12.3.1.本工程线路架线施工时，新导、地线采用降温法补偿初伸长，原导、地线不考虑电线的塑性伸长对弧垂的影响，导线 JL/LB20A-240/30 按图 FY-S21005S-D0301-06，导线 LGJ-300/40 按图 FY-S21005S-D0301-07，地线 JLB20A-50 按图 FY-S21005S-D0301-08，地线 GJ-50 按图 FY-S21005S-D0301-09，光缆 OPGW-16B1-57.7 按图 FY-S21005S-D0401-08，并相应按图中的公式计算放线弧垂。图 FY-S21005S-D0301-06、08 中百米档距的放线弧垂值已考虑降温补偿，查表时以实际温度查取。

观测档的架线弧垂可按下面公式计算：

$$f = f_{LP} \times L^2 \times 10^{-4} \div \cos\beta \quad (\text{m})$$

式中：f—观测档弧垂，m；

f_{LP} —代表档距为 LP 时，百米档距的架线弧垂（m）；

β —悬挂点高差角（°）， $\beta = \text{tg}^{-1}(h/L)$ ，h 为悬挂点高差（m）；

L—观测档的档距（m）。

2.12.3.2 线路导线耐张串绝缘子采用单挂点双联。

2.12.3.3 本工程导、地线耐张线夹及其接续管均采用液压方式施工。

2.12.3.4 本线路导、地线不允许有接头档：D23+1 塔~原 110kV 南石线#6 塔档。

2.12.4 导（地）线悬垂、耐张串的组装

2.12.4.1 导线绝缘子串的组装

1) 绝缘子串组装前应测定绝缘强度。

2) 直线杆塔两边导线碗头挂板及绝缘子碗头开口朝杆塔方向。

3) D57+1 塔导线采用独立双挂点双联悬垂绝缘子串，按图 S21005S-D0302-02 组装，原 110kV 南石线 56# 塔更换悬垂串，导线采用单挂点双联悬垂绝缘子串，按图 FY-S21005S-D0302-03 组装，110kV 湘城线#22、#25、110kV 湘仑梁线#22、#23、#25 为单挂点双联悬垂绝缘子串，因调整弧垂，原导线悬垂绝缘子串更换碗头挂板、悬垂线夹、预绞丝护线条，110kV 湘城线#23 为单挂点单联悬垂绝缘子串，需更换除整串悬垂串为单挂点双联形式，按图 S21005S-D0302-14 组装。

2.12.4.2 耐张绝缘子串安装说明

原 110kV 南石线#6 新建 T 接线路侧、新建 D23+1 塔导线耐张绝缘子串采用单挂点双联，按图 FY-S21005S-D0302-04 组装，因南石线#53~南石线#60 段需重新调整弧垂，需在南石线#53 大号侧原耐张绝缘子串每联增加 2 片绝缘子，按图 FY-S21005S-D0302-12

组装。

2.12.4.3 耐张杆塔导线跳线安装。

1) 单回路耐张铁塔边相、双回路铁塔跳线一般采用直引方式，跳线弧垂 f 取 1.7m。施工时应在满足电气间隙的前提下，根据实际状况用比拟方法量取跳线弧垂和线长后再正式安装跳线。详见金具组装图 FY-S21005S-D0302-05。

2) 转角度数 20° 以上的耐张塔外角侧跳线、 20° 以内的耐张塔内、外角侧跳线均应配置跳线串，安装图详见金具组装图 FY-S21005S-D0302-06、07。

3) 跳线安装时，不应选用受过张力的余线做跳线，并注意调整耐张线夹引流方向和角度，以适宜安装。

2.12.4.4 安装绝缘子注意事项

1) 绝缘子运输和搬运必须在包装完好的情况下进行，以免在运输过程中造成绝缘子碰撞破损。

2) 绝缘子运输及安装中应轻拿轻放，不得投掷，绝缘子伞盘严禁用脚踩及与硬物碰撞、刻划，安装时严禁在绝缘子上爬行及站在伞裙上。

2.12.4.5 全线所用预绞式耐张线夹只能一次性使用，不能重复使用。

2.12.4.6 导线防振锤安装个数及安装距离见杆塔明细表，当一线一端的防振锤个数超过 1 个时，按不等距安装。导线悬垂串防振锤安装距离 b 从线夹的活动中心算起，导线耐张串防振锤安装，距离 b 从线夹的末端算起。第一个防振锤的安装距离为 b_1 ，第二个为 b_2 。导线和地线放线完毕后应尽快安装附件，防振锤安装时间不应超过 2 天，其他附件安装不应超过 5 天；光缆防振锤按等距安装，安装距离见 OPGW 光缆施工图 FY-S21005S-D0401-06。

2.12.5 接地装置

2.12.5.1 每基杆塔采用的接地装置型式见杆塔明细表。铁塔接地装置施工图见图 FY-S21005S-D0301-11~14。

2.12.5.2 敷设接地装置时，接地射线的走向可因地制宜，尽量保持直线状，尽量避开房屋、公路和各种埋地管线，在山坡上时宜沿等高线埋设，水平接地体间的距离不宜小于 5m。

2.12.5.3 接地引下线与水平接地体、水平接地体与水平接地体之间采用焊接连接，其搭接长度详见 FY-S21005S-D0301-11。

2.12.5.4 接地电阻的测量按照《接地装置特性参数测量导则》DL/T 475-2017 执行。所有

杆塔的接地装置，均需进行工频电阻值实测、记录，工程移交时，需有完整的实测记录。

2.12.6 OPGW 光缆的施工

2.12.6.1 架线施工前，应认真核对光缆盘号和悬挂范围。

2.12.6.2 各线路 OPGW 光缆的安装位置按杆塔明细表卷册说明安装。

2.12.6.3 光缆施工时应注意光缆的弯曲半径，严禁打折。

2.12.6.4 在安装预绞丝金具时，应先核对预绞丝型号及根数，再进行安装。

2.12.6.5 OPGW 光缆防振锤安装个数及安装间距见杆塔明细表，防振锤采用等距安装，每个防振锤的安装间距为 0.58m（详见图“FY-S21005S-D0401-06”），第一个防振锤的安装位置为距线夹外绞丝末端外侧 6cm。

2.12.6.6 OPGW 光缆悬垂线夹和耐张线夹采用预绞丝线夹，只能一次使用，不能重复使用。

2.12.6.7 光缆施工过程必须采取有效措施保护光缆不受破坏，耐张杆塔必须按规范打临时拉线，避免杆塔或光缆被拉弯、拉坏。

2.12.6.8 其余未提及部分按《南方电网站内通信光缆设计及施工技术指导意见 v1-20170323》进行施工。

2.12.7 其他应注意的事项

2.12.7.1 凡跨越或穿越电力线，架线前必须采取有效的安全措施确保安全施工。

2.12.7.2 线路跨越电力线必须在确保停电的情况下施工，不得带电作业。

2.12.7.3 预防感应电触电伤害措施：①放线段内有电力线时，施工段内杆塔必须提前安装接地体并确认导通状态，避雷线放线需要使用铁滑车，禁止尼龙滑车；跨越运行线路时，施工段两侧杆塔的放线滑车需接地，跨越架主承绳应加装接地分流装置；②交叉跨越档紧线时防止导线跳动或过牵引。③临近带电作业时，需保持安全距离，全程设专人监护，施工前单独交底，并设置临时物理隔离屏障。④临近高压线路组塔时，需对金属构件采取多点接地措施，防范跨步电压。

3 结构部分

3.1 铁塔及基础设计依据

- （1）《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）
- （2）《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T 5154-2020）；
- （3）《架空输电线路基础设计技术规程》（DL/T 5219-2023）；

- (4) 《钢结构设计标准》（GB 50017-2017）；
- (5) 《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)；
- (6) 《混凝土结构设计标准》（GB/T 50010-2010[2024 年版]）；
- (7) 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；
- (8) 《建筑抗震设计规范（2016 年版）》(GB 50011-2010)；
- (9) 《电力设施抗震设计规范》(GB 50260-2013)；
- (10) 《钢结构焊接规范》(GB 50661-2011)；
- (11) 《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）；
- (12) 《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591-2018）；
- (13) 《输电线路铁塔制图和构造规定》（DL/T 5442-2020）；

其他有关规程、规范、技术规定。

3.2 杆塔加工及施工要求

3.2.1 本工程杆塔采用《南方电网公司 35kV～500kV 输电线路杆塔标准设计 V3.0》V3-1C1X5-Z2、V3-1C2W-J4 模块塔型，模块杆塔划分及使用条件详见下表：

序号	塔型名称	转角范围 (°)	呼高范围 (m)	代表档距 (m)	水平档 距 (m)	垂直档距 (m)	K _v 值	覆冰
1	V3-1C1X5-Z2	/	15～42	350	476	650	0.75	15
2	V3-1C2W3-J4	80-90 兼 0-90 终端	15～36	500/250 500/50	340/110	400(-320)/1 50(-150) 500 (-400) /50		15
V3-1C1X5 块为海拔 1000m~2000m、基本风速 25m/s（离地面 10m）、覆冰厚度 15mm、导线 1×JL/LB20A-300/40、地线 JLB20A-100 的单回路铁塔，按山地进行规划设计。直线塔为酒杯型，耐张塔为干字型，按全方位长短腿设计。本工程采用呼高长短腿塔型最小和最大的接腿级差 3 米。								
V3-1C2W3 模块为海拔 1000m 以下、基本风速 23.5m/s（离地面 10m）、覆冰厚度 15mm、导线 1×JL/LB20A-300/40、地线 JLB20A-100 的双回路铁塔，按山地进行规划设计。直线塔、耐张塔均为鼓型，按全方位长短腿设计，本工程采用呼高长短腿塔型最小和最大的接腿级差 3 米。								

3.2.2 杆塔结构除塔座板及个别处需要采用焊接外，其他杆件采用螺栓连接。主材一般采用 Q420、Q355 钢，斜材及辅助材一般采用 Q235 钢，特殊情况时斜材亦可采用 Q355 钢。其质量标准应分别符合《优质碳素结构钢》（GB/T 699-2015），《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591-2018）的要求。

3.2.3 连接螺栓以热浸镀锌成品后的强度为标准来分级，M16、M20 螺栓用 6.8 级，M24

螺栓用 8.8 级；当采用双帽螺栓时，应确保装好螺帽后螺杆平扣或出扣。其质量标准应符合《紧固件机械性能》（GB/T 3098.1~2010、GB/T 3098.2-2015）的要求。

3.2.4 本工程所有自立式铁塔从基础顶面起向上 9m 范围内（高低腿铁塔以短腿基础顶面起向上 9m 范围）采用滚珠式防盗螺栓，相应范围内的脚钉也须采用防盗措施。其余的螺栓须采用扣紧螺母防松。防盗防卸螺栓的规格和强度级别应与原施工图中相应的螺栓相同。

3.2.5 杆塔的登塔设施采用尾端带圆环防滑脚钉，脚钉与螺栓级别相同，脚钉按 400~450mm 间距左右相间排列。在排列脚钉时，若遇到需要脚钉代替接头或节点板螺栓时，则脚钉的直径和强度等级应与所代替的螺栓直径和强度等级相同。

3.2.6 根据广西电网公司桂电生纪要〔2010〕7 号和桂电函〔2018〕56 号文件规定，本工程所有自立式铁塔均需安装铝包钢绞线防坠落装置。

3.2.7 外露铁件需采用热浸镀锌防腐（特殊情况时也可采用热喷涂锌等防腐措施）。热浸镀锌的质量要求和试验方法按《输电线路铁塔制造技术条件（GB/T 2694）》执行；热喷涂锌的质量要求和试验方法按《热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金》（GB/T 9793-2012）执行。

3.2.8 所有杆塔构件应按图纸进行组装，组装后各部分尺寸必须保证准确无误，在组装时，如果发现组装困难或安装不上，应先查明原因，然后按照有关规定进行修正，不得任意切割，以保证质量，对不符合要求的构件，严禁使用。

3.2.8 本工程杆塔各构件的规格、材质必须满足图纸的要求，加工工艺、成品验收应按设计图纸要求和有关技术规范进行。各种杆塔构件须经放样核对尺寸无误后方可下料加工，加工完毕试组装合格后方可出厂。

3.2.9 杆塔构件在施工现场组装前应全面检查，不得使用变形超过有关规范要求的构件，且不允许在组装过程中强行安装、焊接、火割构件。

3.2.10 本工程所有杆塔的材料规格如需代换，应先征得设计同意方可代用。

3.1.11 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；

3.2.12 塔材、螺栓、脚钉及垫片等必须具备出厂合格证及厂家资质；

3.2.13 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；

3.2.114 杆塔基础应符合以下规定时方可组立杆塔：

- 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%。

3.2.15 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；

3.2.16 杆塔部件组装有困难时应查明原因，不得强行组装；

3.2.17 杆塔起吊需采用合理的方式，切勿盲目起吊，导致塔材变形。

3.2.18 螺栓的螺纹不应进入剪切面；

3.2.19 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规定，对一般 8.8 级受拉（法兰）螺栓，螺栓施加的扭矩值不应小于表的规定；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；

一般受剪螺栓紧固扭矩标准(N·m)

螺栓规格	4.8 级扭矩值	6.8 级扭矩值	8.8 级扭矩值
M12	40	50	
M16	80	80	
M20	120	150	170
M24		250	280

8.8 级受拉螺栓紧固扭矩标准(N·m)

螺栓规格	8.8 级扭矩值	螺栓规格	8.8 级扭矩值	螺栓规格	8.8 级扭矩值
M16	80	M33	590	M52	1960
M20	150	M36	740	M56	2320
M22	200	M39	900	M60	2700
M24	250	M42	1090	M64	3160
M27	340	M45	1300		
M30	460	M48	1580		

3.2.20 自立式转角、终端耐张塔组立后，应向受力反方向预倾斜；

3.2.21 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 $\leq 50\text{mm}$ 。

3.2.22 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。直线杆塔经基础验收合格后可随即浇筑基础保护帽，转角杆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。

3.2.23 组塔完成，杆塔所有连接螺栓检查扭矩合格后方能进行架线。架线后，螺栓还应复紧一遍。

3.2.24 杆塔在张力放线过程，作为临时锚线塔使用时，锚线（线端临锚、过轮临锚）必须牢固，线端临锚时锚线对地水平夹角不得大于 20° 。

3.2.25 杆塔放、紧线应按照先地线后导线，导线从上而下，先中间后两边的原则逐相架设，不允许上下交叉或两相同时紧线。

3.2.26 在耐张转角杆塔作平衡挂线时，临锚拉线一端应挂在导线横担端头两侧节点的临锚孔上，且每相导线两侧平衡挂线应尽可能同步进行，使横担两侧受力均匀。

3.2.27 本工程的各种铁塔脚钉的排列布置方位：直线塔导线横担以下主材脚钉排列在正面右主材上（即线路前进方向的后右侧，即 D 腿），导线横担以上脚钉排列在正面左右主材上（即线路前进方向的后侧，即 A、D 腿上均装脚钉）；单回路耐张转角塔脚钉导线横担以下安装在线路转角方向的内侧（当线路右转时，为右后侧，即 D 腿；当线路左转时，为左前侧，即 B 腿），导线横担以上安装在线路转角的外侧（当线路右转时，即 A 腿；当线路左转时，即 C 腿）。双回路耐张塔转角塔脚钉安装在线路转角方向的内角侧（当线路右转时，为右后侧，即 D 腿；当线路左转时，为左前侧，即 B 腿）。

3.2.28 本工程全部铁塔须安装杆号牌、警示牌和相序牌，三牌制作按《中国南方电网有限责任公司企业标准 架空线路及电缆安健环设施标准》（Q/CSG1207002-2016）要求制作：双回路铁塔还需安装回路色标志牌，回路色标志牌按照广西电网公司《输电线路杆塔回路色标志牌设计方案》相关要求制作。根据《数字输电线路装备技术导则》（办生技函〔2022〕9 号附件 16）的规定，本工程新建、改造杆塔标志牌配专用安装支架，不采用绑扎形式。

3.2.29 杆塔编号字体及颜色喷印要求：字体为黑体加粗，颜色为黑色。

3.2.30 警示语喷印要求：在铁塔脚钉腿主材喷印“禁止攀登高压危险”（距基础顶面 2.0~3.0 米间合适位置），字体为黑体加粗，闪电标志为红色，其它字体为黑色。要求喷印在脚钉腿两侧的任一侧。

3.3 基础设计说明

本工程沿线经过各种不同地质条件的地区，应以相应的基础型式适应这些不同的地质条件。基础设计的原则是做到安全可靠的同时，又要经济适用，便于施工。

线路跨越区的地貌类型主要为缓坡林地地貌。沿线地质主要为碎石土，厚度一般为5~10m，无地下水。本工程采用桩基础及岩石嵌固基础，这两种基础型式是目前送电线路工程中使用普遍的基础型式，具有占地及施工开挖面积小、抗拔压性能好、适用性广、设计方法及运行经验成熟等优点。基础能有效的降低基础开挖量及基面土方开挖量，减少施工弃土对表土的破坏，减少基础基面围护工程，降低施工对环境的破坏，易作到对塔基周围的自然地貌的保护。

人工挖孔桩基础适用于土质及松砂石地质，无地下水。施工可以同原状土基础施工一样，但因埋深较大，开挖时必须护壁。岩石嵌固基础，适用于岩石地质，受力主要靠基础和岩石之间嵌固抵抗，能有效减少基础埋深，减少开挖难度。因地质为岩石，坑壁稳定，可不采用护壁，但对桩端需小幅扩底。本工程人工挖孔桩基础代号中含字母“K”，岩石嵌固基础代号含字母“Q”。

3.4 地震对杆塔及基础的影响

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）及《建筑抗震设计规范（2016年版）》（GB 50011-2010），本线路处于地震基本烈度六度区。

根据《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》第3.6.2条规定，位于基本地震烈度为九度及以上地区的各类杆塔均应进行抗震验算。本线路工程处于地震烈度六度区，杆塔可不进行抗震验算。

根据《架空输电线路基础设计技术规程》（DL/T 5219-2014）第3.0.13条规定，对于地震烈度7度及以上地区的高杆塔基础及特殊重要的杆塔基础、8度及以上地区的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，均应考虑地基液化的可能性，并应采取必要的稳定和抗震措施。本线路工程处于地震烈度六度区，基础或地基亦无需采用抗震措施。

3.5 杆塔与基础的连接方式

采用地脚螺栓的方式连接。

3.6 基础材料

基础混凝土强度等级为C25；保护帽混凝土强度等级为C25；基础垫层混凝土强度等级为C20，基础护壁混凝土强度等级为C25。基础混凝土质量标准符合《混凝土结构设计标准》（GB/T50010-2010）的要求。

基础钢材为HPB300、HRB400钢，其质量标准符合《钢筋混凝土用钢 第2部分：

热轧带肋钢筋》（GB/T 1499.2-2018）、《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》（GB/T 1499.1-2017）的要求。

地脚螺栓性能等级为 5.6 级，其设计强度应符合《架空输电线路杆塔结构设计技术规程》（DL/T 5486-2020）。螺母性能等级为 6 级，螺栓及螺母均要求满足《输电杆塔用地脚螺栓与螺母》（DL/T 1236-2021）的相关规定。

3.7 基础施工要求

3.7.1 杆塔基础位置编号规定、基础配置说明及施工基面的降基要求，详见杆塔结构明细表及卷册说明。

3.7.2 本工程部分基础采用加高主柱，会造成各腿埋深不一致，无论基础图上露头多少，均须按结构明细表中的各腿洞底标高确定基础实际埋置深度。确定洞底标高的方法参见“卷册说明”（图：FY-S21005S-T0201-01）。

3.7.3 本工程的线路方向和铁塔塔腿型式、基础位置编号规定、基础配置说明及基础基面的降基要求，详见杆塔结构明细表及卷册说明。铁塔基础根开需根据铁塔呼高按图“FY-S21005S-T0201-04”来查找确定，其中地脚螺栓规格按杆塔结构明细表的型号采用。地脚螺栓对应按地脚螺栓施工图加工，并要求对其热镀锌。

3.7.4 请施工单位在杆塔基础施工前，仔细核对铁塔的基础根开、杆塔地脚螺栓规格及基础的洞底标高，在确认正确无误后方可施工。如有发现设计埋深小于基础图纸埋深的情况，请及时反馈给设计人员。杆塔基础须增加采取围护措施的，也要事先征得设计同意后方能施工。

3.7.5 为了减少土石方开挖以及保护环境，在平整基面时，只须平整塔腿周围小范围的基面，尽量不扰动中间的原状土。基础施工以设计现场标定的中心桩处地面为准。如要降基，必须征得设计同意。

3.7.6 在基坑开挖过程中，如发现不良地质情况（如土洞、淤泥等），应停止开挖并及时反馈给设计人员，待设计、地质人员到现场重新勘察后，确认是否对原设计进行修改。

3.2.7 铁塔基础的开挖，在满足施工场地要求及基坑边坡坡度要求的情况下，尽量减少土石方的开挖。位于斜坡上的铁塔基础，如果基础根开较大，基面较宽，则较高侧的两基墩之间的边坡土石方可不开挖或少开挖，保留用以支撑上边坡（但不能影响塔腿斜材的安装），以保持自然边坡的稳定，从而达到保护环境的目的。

3.7.8 基坑开挖过程中，做好安全措施，确保人员安全。坑口警戒线围栏提示，工人进入基坑前需往基坑内送风，有害气体检测，观察基坑侧边稳定情况，确认安全后方可进

入作业。当地质条件较差或基础作用力较大时，采用人工挖孔桩基础，设置全护壁，开挖过程中应观察孔壁岩土地质情况，检查是否与地勘资料相符，若遇与地勘不符的地质情况，应立即停止作业并及时汇报，同时通知设计根据开挖的情况进行设计复核是否对原设计护壁作法进行加强。在 1~2m 岩层破碎段，每挖深 1m，应及时浇注钢筋砼护壁，护壁砼的强度、厚度和钢筋设置必须符合设计要求。护壁砼采用机械搅拌，必须 24 小时后才能拆除护壁模板。

3.7.9 当基础有护壁时，需严格把控护壁质量，护壁浇筑后未形成强度前不允许往下开挖。

3.7.10 岩石塔位在施工时应特别注意安全，弃石须选择安全有效的地点和方法堆放，对于塔位附近的危及杆塔和行人安全的浮石必须清除。

3.7.11 杆塔基础基坑开挖完成后应尽快浇制混凝土，浇制前坑内如有残土和积水应清理干净，一个基础应一次浇制完成，且需机械分层振捣，确保施工质量。本工程基坑在雨季施工时注意避免暴露时间过长，施工完成后尽快覆盖。

3.7.12 铁塔基础的现浇混凝土必须符合设计要求，浇制时须用振动棒分层捣固。组立铁塔须在基础混凝土强度达到设计强度的 70%以上方可进行，整体组塔须达到设计强度的 100%。

3.7.13 所有转角塔、终端塔的下压基础均要求采取预偏 Δh 值的措施，即下压腿基础主柱顶面高出上拔腿基础主柱顶面一个 Δh 值， Δh 取值如下：

- | | |
|---|-------------------|
| 1) 当转角 θ 为： $0^\circ \leq \theta < 3^\circ$ 时， | $\Delta h = 0$ |
| 2) 当转角 θ 为： $3^\circ \leq \theta < 10^\circ$ 时 | $\Delta h = 3L\%$ |
| 3) 当转角 θ 为： $10^\circ \leq \theta < 20^\circ$ 时， | $\Delta h = 4L\%$ |
| 4) 当转角 θ 为： $20^\circ \leq \theta < 40^\circ$ 时， | $\Delta h = 6L\%$ |
| 5) 当转角 θ 为： $40^\circ \leq \theta < 60^\circ$ 时， | $\Delta h = 7L\%$ |
| 6) 当转角 θ 为： $60^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 时，及终端塔， | $\Delta h = 8L\%$ |

(L 为基础跟开；地脚螺栓出露长度也应考虑 Δh 值)

3.7.14 基坑回填土时应按施工及验收规范的要求分层夯实。对于石坑的回填，其石子应与 30%的土掺合拌匀后回填夯实。对于台阶式基础，应将基础最底层台阶嵌入坑壁内 200mm 以上，并在浇制混凝土时，填满嵌槽。

3.2.15 施工中若发现现场情况与设计文件及图纸有出入时，应与设计人员共同商量处理，不得擅自修改设计。

3.7.16 对水田，需保证高出中心桩地面不小于 0.5m，其他坡地等需保证高出中心桩地面 0.3m。基础埋深详见杆塔结构明细表中的洞底标高。

3.2.17 所有杆塔基础地脚螺栓均应浇制混凝土保护帽，杆塔保护帽施工图见“FY-S21005S-T0201-07”。

3.7.18 有地下水的塔位，在基础开挖及混凝土浇制时，应特别注意地下水位对基础质量及施工的影响，并注意施工时的排水及支护等安全工作。

3.7.19 本工程在施工过程中如因地质原因施工单位需更改基础型式的应征得设计同意后方可更改。基础围护除“杆塔结构明细表”中注明的内容外，如须增加或减除（包括护坡、排水沟等）也应该征得设计同意方可进行。

3.7.20 工程每基杆塔各个工序的施工必须有齐全的施工记录资料。

3.7.21 本工程所有基础混凝土强度等级为 C25。

3.7.22 基础施工应严格按广西电网公司关于加强深基坑工程作业安全管控的通知（桂电办基建函〔2020〕15 号）执行。

3.7.23 铁塔基础的施工工艺、施工质量除按施工图说明进行外，还需按国标《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB50233-2014）及有关规范进行。

3.8 基础检测

本工程仅进行桩基完整性检测，检测方式为低应变检测，检测数量为桩基总数。

3.9 施工道路修建

1) 路线规划应综合考虑地形坡度、原道路走向、道路地质条件等因素确定，尽量选择植被覆盖少的区域修建。

2) 尽量减小道路坡度，陡坡上、下层道路应留有足够的安全间距或采取其他有效挡护措施。

3) 根据道路地形的实际情况，正确选择施工机械，做到提早布置和提早施工，特别是雨季施工，应结合天气情况提前做好相关规划。

4) 对临时施工道路采用彩条旗或硬质围栏进行隔离，限制车辆和人员的活动范围。

5) 施工道路在开工前，对新修施工道路剥离表土，剥离厚度 10cm，采取“先拦挡后堆土”原则，对剥离的表土采用植生袋装土拦挡、沿线堆放、彩条布苫盖措施，苫盖边角需采取压盖处理。

6) 对施工道路外边坡顶部宜采取植生袋填土临时拦挡，拦挡高度略高于路面，以

防止溜渣。

7) 施工道路修筑时宜向内放坡，确保道路排水顺畅，避免冲刷道路边坡，并在内边坡度坡底合理设置临时排水沟。

8) 施工道路以及施工平台余土应运至较平缓的区域，并采取适宜的措施防止水土流失，严禁将余土“顺坡倾倒”。

9) 施工结束后，对施工道路和施工平台扰动区域进行土地整治，对剥离的表土进行回铺，并在适宜季节恢复植被，满足水土保持及环境保护相关要求。

10) 施工道路修筑时，在塔腿基础下方 5 米范围内严禁大开挖，以避免形成陡坎诱发地质灾害。

3.10 验收要求

3.10.1 验收规程、规范

本工程铁塔和基础施工的验收应按照《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB 50233-2014）及相关的规程、规范进行。

3.10.2 验收依据

1) 本工程施工图及施工图文件、本工程由业主代表主持，有监理、设计、施工、加工方召开的基础与铁塔施工图会审的书面文字决议也应成为施工验收的依据。

2) 本工程由加工、施工单位提出的“工程联系单”并有设计、监理签字确认的、设计发出的变更通知单也应成为工程施工验收的依据。

4 标准设计应用情况和典型设计经济技术指标对比分析

本工程新建线路路径长度约 0.211km，路径短于 5km，按桂电办规划〔2025〕2 号附件：广西电网公司 220 千伏及以下电网建设工程可研投资控制指标(2025 年版)，110kV 架空线路工程可研控制指标适用于路径长度 ≥ 5 km 线路，本工程单条线路路径小于 5km，本工程不适宜进行可研投资控制指标对比分析。

5 样板点建设

5.1 示范工程设计依据

1) 《中国南方电网公司 110kV~500kV 输电线路杆塔标准设计 V1.0 版 G4 层精细化模块》；

2) 《2013 年示范工程样板点设计细化指南-架空输电线路部分》。

5.2 示范工程样板点建设内容

本工程样板点建设内容，主要目的是为施工图设计阶段确定样板点建设内容，以明确施工图设计阶段样板点精细化施工质量目标及设计要求，用以指导建设实施工程中的施工工艺标准。根据中国南方电网公司 110kV~500kV 输电线路杆塔标准设计 V1.0 版 G4 层精细化模块》，本工程样板点建设内容详见下表。

序号	样板点建设内容	设计依据
1	基础	标准设计 V1.0 版 G4 层
2	基础保护帽	
3	弧垂控制	
4	接地引下线	
5	引流线	
6	设备标识	
7	环境保护	
8	角钢铁塔分解组立	2013 年示范工程样板点设计 细化指南-架空输电线路部分
9	导地线展放	
10	导地线耐张管压接	
11	导地线接续管压接	
12	绝缘子串安装	
13	防振锤安装	
14	光纤复合架空地线（OPGW）	

6 环境保护措施

环境保护是我国的一项基本国策，其法律、法规、标准是强制性执行规定。项目施工必须从执法的高度重视环境保护工作，建立环境保护责任制，加强宣传教育工作，使职工自觉执行环境保护措施，在工程建设过程中，防止和尽量减少对施工场地和周围环境的影响。

6.1 本工程线路跨越林区地段采取高塔跨越的措施，以避免对林木的砍伐。

6.2 本工程对于坡度较大或地形受限制的塔位，优先考虑采用原状土基础，尽量采用高低腿塔及主柱加高基础，以减少基面土石方开挖量，减少对土地的扰动和破坏。部分加设浆砌筑块石挡土墙，减少由此造成的地表破坏和水土流失。个别塔位设计已考虑修建排水沟，以避免雨水冲刷。

6.3 在线路建设施工中，严格遵守环境法规，严格按照设计文件的环保要求，加强施工全过程的环境保护监督管理，防止因施工不当造成的植被破坏、水土流失、环境污染。

6.4 开工前，项目部应设立环保管理机构，制定相关项目施工环境保护措施，并负责环保工作的日常管理、检查工作，保证项目环境保护措施在施工的全过程得到实施，不出现重大施工污染事故。

6.5 开工前，项目部应组织全体施工人员进行环保法规、环保措施的学习教育，提高职工对环境保护工作的认识，做到人人自觉遵守环保法规、执行环保措施。

6.6 加强对固体废弃物的分类管理，减少发生量并尽可能提高利用率，实现资源的充分利用。砂、石、水泥的堆放要与地面隔离，残留砂、石、水泥及混凝土必须掩埋到基坑内，严禁随地丢弃。各作业点施工完后，回填施工坑、清除包装和废弃物，塔位必须做到工完、料净、场地清。

6.7 牵张场地要合理选择，尽可能避免对环境造成较大的破坏，对确实需要影响到的耕地或山坡，应采取恢复措施。

6.8 水土保持措施

在基坑开挖时根据现场的地形条件确定开挖方式，在线路复测时进行详细的调查，结合基础形式，确定具体的方案。对基坑开挖、弃土堆放有困难的塔位，在保证施工质量的前提下，可采用先施工两个腿，后施工另两个腿的方式，以利于材料及弃土堆放等。

对坡陡的塔位，为防止水土流失，基础浇制、回填后，基面内的余土转至基面外，弃土地点不危及塔基安全，不影响耕种，不损害林木，弃土夯实堆码，表面值草。

接地沟的开挖禁止顺山坡开挖，回填时必须夯实，否则将造成水土流失，长时间被冲刷容易形成冲沟，对塔基及环境都有直接的影响。

对牵张场的选择，做到合理，便于施工，利于环境的保护，在施工中时刻想到环境的问题，对环境有破坏和影响的地方，在施工中要因地制宜，合理布置，对环境的破坏要降低到最小范围。

保护环境，防止水土流失，是为保护国家资源，尽量减少工程建设对地方经济发展及自然保护区生态环境的影响，满足我国政府对工程环保的要求，同时也是保证线路安全运行的重要措施。施工中必须严格按环保施工方案进行。

6.9 施工期间注意防火，杜绝林区吸烟，玩火，遵守当地的风土民情，与当地民众保持良好关系。

6.10 对需要砍树地段，树木砍伐前，先到林业部门办理相关手续。

7 安全保证措施

7.1 安全生产管理方针：安全第一、预防为主、综合治理。

7.2 施工前制定安全施工管理制度及办法、安全组织措施、安全保证措施。

7.3 工程开工前，项目部必须系统地组织施工人员进行一次安全工作规程、安全施工管理规定的学习，切实做好安全生产的教育工作，明确安全生产的重要性。

7.4 一切施工项目必须有安全施工措施，并在施工前进行交底，无措施或未经交底，严禁布置施工。

7.5 特殊作业人员要求持证上岗。

7.6 施工现场在林区间，在施工时必须做好防火工作。

7.7 在架线时，施工单位应对杆塔设置临时拉线，以保证施工时杆塔的安全。

7.8 凡跨越或穿越电力线，架线前必须采取有效的安全措施确保安全施工。

7.9 重要跨越（如等级公路等）必须先办理有关手续后方可施工。

7.10 岩石爆破施工前，应做好沿线调查，对影响的构筑物、建筑物、通信线及电力线路，应做好安全防护措施。

8 绿色低碳电网建设评价

《绿色低碳电网建设标准》是南方电网公司落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略，助力碳达峰、碳中和目标实现，服务国家建立健全绿色低碳循环发展经济体系，促进公司绿色低碳发展转型的具体举措。将有力支撑公司建设具有全球竞争力的世界一流企业，建成安全、可靠、绿色、高效、智能的现代化电网。

本标准在梳理总结国内外绿色相关标准及工程实践的基础上，由 2013 版《3C 绿色电网建设指南（绿色部分）》修编而来。为规范统一交流架空输电线路的绿色低碳建设及评价，特制定本标准。

根据南方电网基建〔2021〕52 号《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》，交流输电线路绿色等级的评价指标体系含节地与土地利用、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料利用、站内外环境质量与环境保护、施工管理 6 类指标，每类指标包括控制项、评分项。设计评价时，不对施工管理类指标进行评价，但可预评相关条文。

本工程绿色低碳电网建设评价如下。

8.1 交流输电线路部分

（1）控制项

本工程根据《绿色低碳电网建设评价标准（交流输电线路部分）（试行）》共32项满足要求，6项不参与评价。控制项各项评定结果详见下表。

评价控制项		设计内容	评定结果
4.1 节地与土地利用	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。	本工程线路路径与地方城镇规划、工业区规划、矿产资源区等相协调，线路路径获地方政府审批同意。	满足
	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。	本工程线路结合电网规划、考虑负荷增长等因素，选用 185mm ² 截面导线，能提高土地资源的利用率。	满足
	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。	本工程耕地塔位处接地体的埋深，在耕作区不小于 0.8m。	满足
4.2 节能与能源利用	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。	本工程导地线选型时已综合考虑了规划要求、电气及机械性能、建设和运行维护费用等因素。	满足
	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%。	本工程导线根据最新南方电网生产设备品类清单（2023 版）选用 JL/LB20A-185/30 铝包钢芯铝绞线，该导线使用的电工圆铝线导电率为 61%。	满足
4.3 节材与材料利用	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。	本工程采用卫星地图、无人机航拍、GPS 等技术优化线路路径选择，缩短线路长度。	满足
	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。	本工程通过气象调查资料，并结合附近线路运行经验，合理确定设计气象条	满足

		件，本工程设计采用广西IIb 气象区。	
	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。	参照 2021 版广西电网污秽区分布图，本工程所处区域为 b 级污秽区。根据《数字输电线路装备技术导则》的规定，本工程按 c 级污秽区配置绝缘子。	满足
	4.3.1.4 按南方电网物资品类优化成果选用设备和材料。	本工程按南方电网物资品类优化成果选用设备和材料。	满足
	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。	本工程铁塔采用标准设计 V3.0 中的 V3-1C1X5-Z2、V3-1C2W3-J4 模块铁塔。	满足
	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。	本工程杆塔采用 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。	满足
4.4 环境质量与环境保护	4.4.1.1 输电线路未进入自然保护区的核心区及缓冲区。	经调查，本工程输电线路沿线未经过自然保护区。	满足
	4.4.1.2 输电线路未在饮用水水源一级保护区内立塔。	经调查，本工程输电线路未在饮用水水源一级保护区内立塔。	满足
	4.4.1.3 在林木密集区、经济作物区采用高跨设计。	本工程线路在经过在林木密集区、经济作物区时，根据林木、经济作物的平均自然生长高度采取高塔跨越设计。	满足
	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。	本工程线路新建杆塔均接地，且采用全腿引下接地方式，采用放射形水平接地体。在高土壤电阻率地区不使用含有重金属或其他有毒成分的化学降阻剂。	满足
	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。	本工程位于山地的塔位，均按照地形情况设置排水沟、护坡、挡土墙等。	满足

	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。	本工程优先考虑采用原状土基础，尽量采用高低腿塔及主柱加高基础，以减少基面土石方开挖量，减少对土地的扰动和破坏。	满足
	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。	本工程为 110kV 线路。	不参与评价
	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。	本工程为 110kV 线路。	不参与评价
	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。	本工程为 110kV 线路。	不参与评价
	4.4.1.10 500kV 输电线路跨越非长期住人的建筑物或邻近民房时，房屋所在位置离地 1.5m 高处的磁场强度不超过 HJ/T24《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》中规定的评价限值，即 0.1mT。	本工程为 110kV 线路。	不参与评价
	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）。	满足规范设计要求。	满足
	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。	本工程为 110kV 线路。	不参与评价
	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。	本工程线路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
4.5 施工	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。	由施工单位按照要求实施。	满足

管理	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。	由施工单位按照要求实施。	满足
	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。	由施工单位按照要求实施。	满足
	4.5.1.4 弃土不得引起水土流失，不得损坏塔位周边植被。	由施工单位按照要求实施。	满足
	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。	由施工单位按照要求实施。	满足
	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。	由施工单位按照要求实施。	满足
	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。	由施工单位按照要求实施。	满足
	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。	由施工单位按照要求实施。	满足
	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。	由施工单位按照要求实施。	满足
	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。	由施工单位按照要求实施。	满足
	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。	由施工单位按照要求实施。	满足
	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。	由施工单位按照要求实施。	满足
	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。	本工程为 110kV 线路。	不参与评价
	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。	由施工单位按照要求实施。	满足

（2）评分项

根据《绿色低碳电网建设评价标准（交流输电线路部分）（试行）》要求，本工程对评分项各类指标进行评分，详见下表。

评分项			设计内容	评分
4.1 节地与土地利用	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。	110kV 石塘站不是枢纽变电站。	不参与评价
	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。	本工程新建线路附近无相同走向的已建线路。	不参与评价
	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。	本工程新建单回路杆塔采用三角形排列，双回路杆塔采用垂直排列。	16
		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。	本工程相导线悬垂串采用 I 型布置。	0
		4.1.2.5 城区或市郊线路采用钢管杆、窄基塔等占地面积少的杆塔，评价分值为 12 分。	本工程线路不在城区或郊区。	不参与评价
		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。	本工程未采用绝缘杆塔、绝缘横担。	0
	IV 基础埋设	4.1.2.7 桩基承台顶面位于地面以下，减少占地面积，评价分值为 6 分。	本工程未涉及承台桩。	不参与评价
4.2 节能与能源利用	I 导地线选型	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。	本工程导线根据最新南方电网生产设备品类清单（2024 版）选用 JL/LB20A-240/30 铝包钢芯铝绞线，该铝包钢芯铝绞线使用的电工圆铝线导电率为 61%。	不参与评价
	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。	本工程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	23

			失和电晕损失的相序排列方式。	
	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。	本工程导线表面电场强度最大值与起晕电场强度之比小于 85%（粗糙系数取为 0.85）。	8
		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。	本工程线路年平均电晕损失不大于线路电阻有功损失的 20%。	5
	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。	本工程未采用绝缘运行方式，	0
	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。	本工程导线悬垂线夹、防振锤均为非铁磁材料制作。	5
4.3 节材与材料利用	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。	本工程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。	6
		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。	本工程塔身或塔腿主材采用单角钢满足受力要求。	不参与评价
		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。	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。	8
		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。	本工程直线塔规划设计未采用“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。	0

		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。	本工程的杆塔利用系数小于 82%。。	3
		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。	本工程未采用 Q420 高强钢。	0
		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。	本工程未采用预应力混凝土杆。	不参与评价
		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。	按要求设计。	5
	II 基础节材	4.3.2.9 位于水塘、河流中的杆塔，靠近塘堤或河堤立塔，减少围堰量，评价分值为 18 分。	本工程没有位于水塘、河流中的杆塔。	不参与评价
		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。	本工程采用桩基础，不涉及基础主柱偏心。	不参与评价
		4.3.2.11 岩石地基采用锚杆基础，评价分值为 8 分。	本工程岩石地基采用桩基础。	0
		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。	本工程不适用装配式基础。	不参与评价
4.4 环境质量与环境保护	I 塔位及路径选择	4.4.2.1 输电线路未进入国家生态保护红线及《建设项目环境影响评价分类管理名录》中的以下环境敏感区域：自然保护区的实验区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源一级保护区、国家级森林公园、国家地质公园、重要湿地、文物保护单位的保护范围、具有特殊历史、文化、科学、民族意义的保护地等，评价分值为 33 分。	本工程线路路径未进入环境敏感区域，未在保护区范围内立塔。	33
		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，例如采用景观塔等，评价分值为 14 分。	本工程路径未经过景观区域。	不参与评价

		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。	本工程线路路径选择及杆塔排位时，避免大面积房屋拆迁。	11
		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。	本工程未跨越长期住人的建筑。	7
		4.4.2.5 避让林木密集区、经济作物区，评价分值为 7 分。		0
	II 生态保护	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。	不同期投运的同塔双回或同塔多回线路，同期架线。	10
		4.4.2.7 采用原状土基础，因地制宜选用岩石基础、岩石锚杆基础、人工挖孔桩等基础类型，减少材料用量及开挖土方量，评价分值为 6 分。	本工程已考虑采用原状土基础。	6
		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。	按要求执行。	3
	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。	本工程附近不涉及学校、医院、养老院等环境敏感区域。	不参与评价
		4.4.2.10 在已有线路近平行新建线路时，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。	本工程没有在已有线路近平行新建线路。	不参与评价
4.5 施工管理	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。	由施工单位按要求实施。	11
		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。	由施工单位按要求实施。	14

	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。	由施工单位按要求实施。	12
		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。	由施工单位按要求实施。	12
	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。	运输条件不满足机械化设施组塔要求。	0
		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。	由施工单位按要求实施。	5
	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。	由施工单位按要求实施。	4
		4.5.2.8 施工驻地办公区、生活区的生活用水采用节水系统和节水器具，节水器具配置比率： (1) 达到 50% 以上，评价分值为 3 分； (2) 达到 100%，评价分值为 5 分。	由施工单位按要求实施。	5
	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。	本工程线路不满足预拌混凝土机械进场要求。	0
		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。	由施工单位按要求实施。	4
	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。	由施工单位按要求实施。	4
		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。	由施工单位按要求实施。	4
		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。	由施工单位按要求实施。	2
		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。	由施工单位按要求实施。	1

8.2 结论

《绿色低碳电网建设评价标准（交流输电线路部分）（试行）》第 3.2.7 要求：交流输电线路绿色等级分为一星级、二星级、三星级 3 个等级。3 个等级的输电线路均应满足本标准所有控制项的要求，且每类指标的评分项得分不应小于 40 分。当绿色输电线路总得分分别达到 50 分、60 分、80 分时，交流输电线路绿色等级分别为一星级、二星级、三星级。

本工程架空线路根据《绿色低碳电网建设标准（交流输电线路部分）》，控制项 38 项，本工程不参评 6 项，其余参评项均满足要求；评分项 49 项，本工程不参评项 13 项，扣除不参评项后 5 类指标评分项得分均不小于 40 分（分别为 45.7 分、83.7 分、44.9 分、90.9 分、78 分），评价总得分为 70.8 分，交流架空输电线路绿色等级为二星级。

本工程可行性研究阶段、初步设计阶段绿色等级为二星级；施工图设计阶段与可行性研究阶段、初步设计阶段评价等级一致。

9 工程执行的反措条款

根据《关于印发南方电网公司反事故措施（2025 版）的通知》（南方电网输配电〔2025〕51 号）及《关于印发南方电网输配电线路交叉跨越专项反事故措施（2024 版）的通知》（办输配电〔2024〕80 号）的要求，同时，为了保障线路的安全、稳定运行，减少事故的发生，本工程在设计时积极响应反措文件的要求，本工程执行的反措文件、条款情况详见表 9-1、表 9-2：

表 9-1 《南方电网公司反事故措施（2025 版）》

序号	执行条款	本工程设计采取的措施
防止输电类设备事故		
3.1.22	针对 35kV 在运线路，导线引流线采用螺栓型并沟线夹连接的应改造，推荐采用液压或 C 型线夹等方式连接。	不涉及。
3.1.26	跨越铁路、高速公路和重要输电线路的架空输电线路光缆不应使用全介质自承式光缆（ADSS），存量应更换为全铝包钢结构的光纤复合架空地线（OPGW）或采用地下管道光缆。退运的 ADSS 应予以拆除。	不涉及。
3.1.27	对于在运电缆线路 110kV 冷缩干式户外终端本体，如存在终端本体及下方 1 米内电缆弯曲超过 30°的情况，应改造为座式户外终端或采取安全可靠措施调整弯曲电缆为竖直形态。	不涉及。
3.1.28	跨越人口密集区（公园、学校、港口、码头、车站、工业园区）的架空输电线路杆塔，应将除跳线串外的单联绝缘子串改为双联绝缘子串。	不涉及。
3.1.29	对于在运非隧道敷设的 110kV 及以上无铜壳防水结构电缆接头，应更换为含绝缘铜壳和玻璃钢保护盒的整体预制式直通电缆中间头（YIJTI1 64/110 或 YJJTI1 127/220）或整体预制式绝缘电缆中间头（YIJII164/110 或 YJJJI1 127/220）。	不涉及。
防止通信装置事故		
6.2.5	通信电源系统应退出负载侧或蓄电池组支路侧欠压保护功能。将高频开关电源输出负载侧或蓄电池组支路侧配置的欠压保护装置调整至强制执行状态。防范蓄电池组电压过低触发欠压保护导致退出电源系统，进而造成通信设备失电的运行风险。	不涉及。

6.2.6	电力调度机构、集控中心（站）、220kV 及以上电压等级厂站和通信枢纽站应具备两条及以上完全独立的光缆敷设沟道（竖井）。同一方向的多条光缆或同一传输系统不同方向的多条光缆应避免同路由敷设进入通信机房和主控室，防止因单一故障（如起火、施工挖掘等），导致所有光缆全部中断风险。	不涉及。
6.2.7	通信电源系统应取消两套通信直流电源系统负载侧并联线缆，确保两套通信直流电源系统独立运行方式。防止任一套通信直流电源系统电压、电流等异常，导致站内通信电源系统全停风险。	不涉及。

表 9-2 《南方电网输配电线路交叉跨越专项反事故措施（2024 版）》

序号	执行条款	本工程设计采取的措施
第 2 节	2.1.1 线路路径选择时，应减少交叉跨越数量，且不应连续跨越；跨越重要输电线路时，不应在一档中跨越三回及以上输电线路，且不宜在杆塔顶部跨越。	不涉及。
	2.1.2 新建线路与高铁、高速公路交叉角不应小于 45°，且不应在铁路车站出站信号机以内跨越；与重要输电线路交叉角不宜小于 30°；线路改造路径受限时，可按原路径设计。	不涉及。
	2.1.3 新建 35kV 及以下线路不得跨越高速铁路（设计时速 200km/h 及以上的铁路），应从下方穿越。	不涉及。
	2.2.1 跨越区段应采用独立耐张段；跨越高铁、二级及以上通航河流的独立耐张段，其两端耐张塔宜采用终端塔。	不涉及。
	2.2.2 跨越档尽量避免出现大档距大高差，跨越塔两侧档距之比不宜超过 2:1。	不涉及。
	2.2.3 跨越档所在耐张段内杆塔结构重要性系数取 1.1。	不涉及。
	2.2.4 跨越重要输电线路时，跨越线路设计标准应不低于被跨越线路。	不涉及。
	2.2.5 除必要的防盗（卸）措施外，跨越耐张段杆塔应采用全塔防松措施。	不涉及。
	2.2.6 沿海强风区跨越区段新建 500kV 线路设计风速气象重现期按 100 年一遇设计，新建 110、220kV 所有线路均按 50 年一遇设计。	不涉及。

2.3.1 对于 15mm 及以上冰区的特高压交叉跨越点，导线最大设计验算覆冰厚度应比同区域常规线路增加 10mm，地线设计验算覆冰厚度应增加 15mm；对于覆冰区其它电压等级交叉跨越点，导线最大设计验算覆冰厚度应比同区域常规线路增加 10mm，地线设计验算覆冰厚度应增加 15mm；对历史上曾出现过超设计覆冰的地区，还应按稀有覆冰条件进行验算。	不涉及。
2.3.2 跨越高铁（或动车）时，导地线平均运行张力不宜超过设计拉断力的 22%，跨越塔悬挂点的平均运行张力不宜超过设计拉断力的 25%	不涉及。
2.3.3 对于新建输配电线路的交叉跨越，耐张段内导、地线不应有接头。	不涉及。
2.3.4 对于新建和改造 10kV 架空线路的交叉跨越，应采用独立耐张段或跨越段改电缆，跨越耐张段应采用带钢芯的绝缘导线。	不涉及。
2.3.5 新建 10kV 架空线路跨越耐张段应逐基逐相安装外串联间隙大通流避雷器（YH10CX-17/50），并做好有效接地。	不涉及。
2.4.1 500kV 及以下导线悬垂绝缘子串应采用双挂点双联串，对于山区高差大、连续上下山的线路可采用双挂点双联单线夹的串型。	不涉及。
2.4.2 地线悬垂应采用独立双串设计，地线悬垂金具串应采用双线夹，耐张串连接金具应提高一个强度等级，不具备独立双串改造条件时，应采取防掉串后备保护措施。	不涉及。
2.4.3 导地线悬垂线夹应采用耐磨型金具；耐张线夹在工程投运前应开展 X 光检测，出具检测报告；应采用防松及防滑移性能较好防振金具。	不涉及。

10 安健环设施的设计设想及实施要求

10.1 安健环设施的设计设想

按南方电网有限责任公司《架空线路及电缆安健环设施标准》有关规定，新建杆塔需要悬挂警示牌、杆塔号牌和相序牌，多回路杆塔还需悬挂回路色标牌。

10.2 安健环设施的实施要求

架空线路安健环设施和电缆线路安健环设施按南方电网有限责任公司《架空线路及电缆安健环设施标准》要求制作。线路四牌（杆号牌、相序牌、警示牌、回路色牌）由施工单位采购，安装费计入工程本体费用中。

10.2.1 架空线路安健环设施的实施要求

1) 禁止标志牌

每基杆塔爬梯侧安装“禁止攀登 高压危险”禁止标志牌一块，悬挂的禁止标志牌底边距地面约 2m~4m 高。

2) 线路标志牌

线路标志牌悬挂在每基钢管杆基础顶面向上 3-6m 的适当位置，原则上安装在钢管杆的小号侧，在公路、河道两侧的杆塔可安装在靠公路、河道的一侧。

3) 相位标志牌

相位标志牌悬挂在每基耐张杆塔小号侧每相导线横担的适当位置，每回线路安装 3 块相位标志牌。

4) 回路色标牌

双回路杆塔需安装线路回路色标牌，悬挂在小号侧每相导线横担的适当位置，每基双回路杆塔安装 6 块回路色标牌。

本工程全部铁塔须安装杆号牌、警示牌和相序牌，三牌制作按《中国南方电网有限责任公司企业标准 架空线路及电缆安健环设施标准》（Q/CSG1207002-2016）要求制作：双回路铁塔还需安装回路色标志牌，回路色标志牌按照广西电网公司《输电线路杆塔回路色标志牌设计方案》相关要求制作。根据《数字输电线路装备技术导则》（办生技函〔2022〕9 号附件 16）的规定，本工程新建、改造杆塔标志牌配专用安装支架，不采用绑扎形式。

11 停电施工方案及风险评估

110kV 湘城线、湘仑梁线#23 塔大号侧新建 T 接塔，110kV 湘昆线、湘仑梁线#21~#25 段利用旧导、地线重新放紧线，110kV 湘昆线、湘仑梁线#21~#29 段利用旧光缆重新

放紧线，110kV 湘城、湘仑梁线需停电。

110kV 南石线#2~#4 段、#6~#10 段与 110kV 天龙线#2~#4 段、#6~#10 段双回路共塔，拆除南石线#4~#6 导线及 1 根地线，110kV 天龙线需停电。

拆除 110kV 南石线 73#~110kV 塘凯石线石塘支线 2#段与 110kV 塘凯石线的空中连接线，110kV 塘凯石线需停电。

11.1 停电施工方案

11.1.1 第一阶段

110kV 南石线改造段施工完毕并验收合格，此阶段无需停电。

11.1.1 第二阶段

拆除南石线#4~#6 导线及 1 根地线，在 110kV 湘城线、湘仑梁线#23 塔大号侧新立 1 基 D23+1 塔作为 T 接至石塘方向的 T 接塔，将南石线#6 与 D23+1 塔接通，最终形成湘山~昆仑（T 接梁家站、石塘站）110kV 线路，同步开展“110kV 山南 II 线、南梁线、全南线改接至湘山站工程工作”工作。110kV 湘城线、湘仑梁线、110kV 天龙线需停电 5 天。

拆除 110kV 南石线 73#~110kV 塘凯石线石塘支线 2#段与 110kV 塘凯石线的空中连接线，并跳通 110kV 南石线 73#处至石塘站方向侧的跳线，此阶段 110kV 塘凯石线需停电 0.5 天。

11.2 风险评估

1) 110kV 湘城、湘仑梁线双回路停电期间，城北站由昆仑站通过昆城线向其 1、2 段母线供电，城北站 110kV 母线合环，全城线开环；全州中心站由湘全线供电、全南狮线作为备用线路；城北站、全州中心站可靠性降低。

如此时，昆城线故障，则通过湘全线、全城线供给城北站 110kV 母线，确保城北站不至于失压，不发生二级安全事件。同时由城北站转供部分县城负荷。

2) 110kV 天龙线停电期间导致天马冶炼、龙华冶炼及连升冶炼三个用户失压。

3) 110kV 塘凯石线需停电期间，110kV 石塘站仅由 1 回 110kV 电源线路供电，可靠性降低。

阶段	主要工作内容	停电范围	停电时间	风险分析	采取措施
1	110kV 南石线改造段施工完毕并验收合格，此阶段无需停电。	无	/	/	/
2	<p>拆除南石线#4~#6 导线及 1 根地线，在 110kV 湘城线、湘仑梁线#23 塔大号侧新立 1 基 D23+1 塔作为 T 接至石塘方向的 T 接塔，将南石线#6 与 D23+1 塔接通，最终形成湘山~昆仑（T 接梁家站、石塘站）110kV 线路，同步开展“110kV 山南 II 线、南梁线、全南线改接至湘山站工程工作”工作。</p> <p>拆除 110kV 南石线 73#~110kV 塘凯石线石塘支线 2#段与 110kV 塘凯石线的空中连接线，并跳通 110kV 南石线 73#处至石塘站方向侧的跳线。</p>	110kV 湘城线、湘仑梁线、110kV 天龙线、110kV 塘凯石线	110kV 湘城线、湘仑梁线、110kV 天龙线停电时间约 5 天，110kV 塘凯石线停电时间约 0.5 天。	<p>1) 110kV 湘城、湘仑梁线双回路停电期间，城北站由昆仑站通过昆城线向其 1、2 段母线供电，城北站 110kV 母线合环，全城线开环；全州中心站由湘全线供电、全南狮线作为备用线路；城北站、全州中心站可靠性降低。</p> <p>2) 110kV 天龙线停电期间导致天马冶炼、龙华冶炼及连升冶炼三个用户失压。</p> <p>3) 110kV 塘凯石线需停电期间，110kV 石塘站仅由 1 回 110kV 电源线路供电，可靠性降低。</p>	<p>1、施工前请确定第一阶段所做基础强度已达到组塔要求；</p> <p>2、所有进行施工前请确定需停电线路已不带电，并采取接地等安全措施；</p> <p>3、做好前期工作准备，尽可能缩短停电时间；</p> <p>4、施工时间尽量安排在电网负荷较小时段，尽量避开冰雪灾害多发季节进行施工。</p>

12 交叉跨越线路信息表

被跨越线路信息表（10kV～35kV）

序号	线路名称	跨越档	交叉跨越 距离（m）	被跨越线 路是否上 扬	下方线路 是否需要 改造	下方线路的 改造方案	被跨越线路预计 停电时间（天）
1	110kV 天龙线	D23+1~110kV 湘城线、湘仑 梁线#24	11.8	否	否	无	5
2	35kV 线路两回（不带电）	D23+1~110kV 湘城线、湘仑 梁线#24	6.3	否	否	无	无

13 树木清理一览表

树木清理一览表

桩号	塔型	塔位清理			档中清理					备注
		树木种类	生长高度（m）	清理面积（m²）	清理里程（m）	树木种类	生长高度（m）	面积（m²）	宽度（m）	
D23+1	V3-1C2W3-J4-15	沙梨	10	77.65	178-211	杉树	/	990	30（线路中心线左右各 15m）	D23+1~南石线 6#段
	南石线#56	/	/	/	391-399	竹子	/	240	30（线路中心线左右各 15m）	南石线 #56~#58
D57	V3-1C1X5-Z2-21	竹子	20	62.88	0-10	竹子	/	300	30（线路中心线左右各 15m）	

备注：塔基用地范围内的树木应全部清理；面积根据断面图进行测算。

14 施工组织

14.1 施工组织步骤

1、第一步建设新建杆塔基础，进行基础养护，组立新塔，架设好不需停电的新线；

2、停电跨越需停电施工的被跨越线路，架设新线：本线路工程为新建线路，涉及停电线路有 110kV 湘城线、湘仑梁线、110kV 天龙线、110kV 塘凯石线，各线路停电内容、顺序详见第 11 章节“停电施工方案及风险评估”。其中的停电天数仅为设计预估，具体停电天数实际以施工单位申报并获得属地供电局系统运行部门批准的为准。

3、施工安全注意事项：

1) 本工程线路与其他电力线路交叉跨越或者在临近原有线路施工时，施工时应注意保持与其他线路的安全距离，并采取相关安全防护措施，避免发生安全事故。

2) 本工程线路跨越等级公路，施工前应办理好相关手续，施工时应采取相关安全防护措施，避免发生安全事故。

3) 对于深坑基础、掏挖基础，在基础开挖施工时，应做好相关安全措施，避免基坑出现塌方等事故。

4) 在原杆塔附近基础施工时，应与原杆塔基础、拉线保持一定的安全距离，避免开挖时影响到原杆塔稳定，在原线路底下施工时，应注意与上方导线的安全距离，并做好相关的安全防护措施，避免发生安全事故。

其余未详尽之处，请按照国家现行相关法律法规、规程规范执行。

14.2 危险性较大分部分项工程及专项施工方案清单

14.2.1 危险性较大分部分项工程及专项施工方案清单

序号	类别	危大工程范围	超过一定规模的危大工程范围	验收时间	备注
1	土石方	(一)开挖深度超过 3m (含 3m) 的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程	(一)开挖深度超过 5m (含 5m) 的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程	土方开挖前；支护、降水完成后	桩位 D23+1、D57 基础施工。
2	基础	(一)人工挖孔桩工程	/	单个人工挖孔桩开挖前	桩位 D23+1、D57 基础施工。

3	跨越	(二) 跨越铁路、公路、航道、通信线路、河流、湖泊及其他障碍物的作业工程		跨越架搭设前、跨越架拆除前	110kV 湘城线、湘仑梁线#22~#23 号重新放、紧线。
4	临近带电体	(二) 临近带电体作业	/	临近带电体作业前	桩位 D23+1、D57 基础施工。
5	其他	(三) 铁塔、线路拆除工程	/	铁塔、线路拆除前	110kV 南石线#57 拆除。
6		(六) 铁塔组立，张力放线及紧线作业工程	/	铁塔组立前、放线前、紧线前	D23+1、D57 组塔。

14.2.2 深基坑作业应遵循的安全技术措施

(一) 监理工程师/监理员应在基坑开挖达 5m 或人工挖孔深度达 10m，应旁站监理（10m 后须设置专门设备持续进行送风）

1) 作业班组必须配备气体检测仪。作业前，按照“先通风、再检测、后作业”的顺序，现场负责人或安全监护人应先对孔洞连续通风 10 分钟，用气体检测仪检测坑内空气，空气中的含氧量不足或超标时，必须采取通风措施，当存在有毒、有害气体时应首先排除，并做好记录。不得用纯氧进行通风换气，不得在坑内使用燃油动力机械设备。

2) 人工挖孔类基础深度超过 5m 时先送风再下井，送风时间在 15 分钟以上，超过 10m 深的孔需设置专门设备向孔内连续通风换气，通风量不少于 25L/s，并随深度的增加送风量也应加大。

(二) 作业人员必须配戴安全帽，绝缘手套，绝缘胶鞋，作业人员上下必须使用软爬梯，不得攀爬护壁或乘坐吊篮上下，上下时应系好安全绳，使用防坠器，以防失足坠落，并配置尼龙保险绳作应急备用，保险绳随开挖深度延长。

(三) 人工挖孔类基础在开挖过程中应观察孔壁岩土地质情况，检查是否与地勘资料相符，若遇与地勘不符的地质情况，应立即停止作业并及时汇报，同时通知设计根据开挖的情况进行设计复核是否对原设计护壁作法进行加强。在 1~2m 岩层破碎段每挖深 1m，应及时浇注钢筋混凝土护壁，护壁的强度、厚度和钢筋设置必须符合设计要求。

(四) 基坑周边、放坡平台的施工荷载应按照设计要求进行控制；基坑开挖的土方不应在邻近建筑及基坑周边影响范围内堆放，并应及时外运；基坑开挖应采用全面分层开挖或台阶式分层开挖的方式，分层厚度按土层确定，开挖过程中的临时边坡坡度按计算确定。

（五）排除深基坑内积水使用潜水泵，禁止使用内燃机放在深基坑内作为排水动力，排水过程中深基坑内不得有人。排水作业结束，必须在切断潜水泵电源后，作业人员方可进入深基坑，潜水泵提放必须使用吊绳，严禁使用潜水泵电缆或水带提放潜水泵。

（六）基坑周边必须安装防护栏杆。防护栏杆高度不应低于 1.2m；防护栏杆应安装牢固，材料应有足够的强度，基坑内设置供施工人员上下的专用梯道。

（七）严格遵守《建筑深基坑工程施工安全技术规范（JGJ3112013）》其他规定。

14.2.3 起重吊装及安装拆卸工程施工安全管理基准技术措施

1) 起吊作业范围设置安全警戒区域，危险控制区域设置专人警戒，无关人员严禁入内；

2) 移动式起重机作业前，应将支腿支在坚实的地面上，必要时使用枕木或钢板增加接触面积；

3) 起吊操作人员必须持证上岗，不得离开驾驶室，不得接打电话等与起吊作业无关的事；

4) 塔吊安装拆卸单位需具备资质，安拆工必须具备资格证件；

5) 吊件不应长时间悬空停留；短时间停留时，操作人员、指挥人员不应离开现场。工作结束后，起重机的各部件应恢复原状。

6) 起重臂不应跨越带电设备或线路进行作业，在邻近带电处吊装作业时，起重机臂架、吊具、辅具、钢丝绳及吊物等与带电体应保持安全距离，配置专人实时观测机械设备与带电体间的安全距离；

7) 起重机械应安装接地装置，接地线应满足接地短路容量要求。

8) 起吊结束时，及时收回吊臂；

9) 视线不清或司索信号不明不得起吊作业；

10) 吊车支腿必须按规定使用枕木，且不得邻近雨水井或电缆沟等易塌陷区域。

11) 龙门吊或门式起重机等吊装设备安装拆卸单位具备资质，安拆工必须具备资格证件；

12) 龙门吊轨道两端不得设置人员休息区、材料加工区、库房等人员聚集场所。

14.2.4 拆除铁塔作业施工安全管理基准技术措施

1) 铁塔高度 1.2 倍范围实施人员管制，派专人做好周边警戒工作，严禁无关人员进入；

- 2) 设专人统一指挥;
- 3) 整体倒塔方式或非常规方式拆塔时, 应提前对塔体 4 个角度进行打拉线, 防止误倾倒;
- 4) 夜间组立/拆除铁塔时, 必须设置足够的照明设备。

14.2.5 模板工程及支撑体系施工安全管理基准技术措施

- 1) 支撑体系必须严格经过受力分析和计算, 使用材料符合规定;
- 2) 模板支撑体系要按规定组织各方验收合格;
- 3) 支撑体系基础必须坚实平整, 构造必须符合规范要求, 模板支架禁止使用门式钢管脚手架;
- 4) 模板支撑体系拆改要有审批手续;
- 5) 严格按照方案设置纵向和水平剪刀撑, 拉结点要牢固, 不得随意拆除;
- 6) 外拉斜撑要设置醒目防撞警示标识;
- 7) 高空作业防坠落、防物体打击措施必须落实到位;
- 8) 模板、钢筋等材料堆放不得集中堆载, 荷载要均匀;
- 9) 浇筑混凝土要对混凝土堆积高度进行控制;
- 10) 浇筑混凝土要对支架的基础沉降、架体变形采取监测措施。

14.2.6 脚手架工程施工安全管理基准技术措施

- 1) 脚手架搭、拆前必须进行安全技术交底;
- 2) 脚手架搭、拆人员应是经考核合格的专业架子工;
- 3) 搭、拆脚手架时作业人员应戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋, 传递杆施工作业人员应密切配合;
- 4) 施工区域周围应设围栏和安全标志, 并设专人安全监护, 无关人员不得入内;
- 5) 脚手架材质必须符合规定, 底部必须平整稳固, 垫块不得使用砖块等脆性材料;
- 6) 按规范安装刚性连墙件、扫地杆、剪刀撑、踢脚板、安全网、脚手板、拦腰杆等关键部位;
- 7) 脚手架不得承受飘窗、雨棚模板等其它支撑外力;
- 8) 脚手架必须经验收合格后方可使用, 逐层验收逐层使用, 使用期间按规定检查;
- 9) 拆除脚手架应自上而下逐层进行, 不得上下同时进行, 拆除的脚手架构配件, 不得抛掷。

- 10) 卸料平台、操作平台作业临边必须按规定设置防护栏杆;
- 11) 平台底部材质必须符合规定, 不能堆放超过荷载的材料、废料等;
- 12) 移动操作平台必须有防止滑动的锁止装置;
- 13) 平台搭设及使用时, 作业人员不得失去高空防坠安全保护。

14.2.7 放紧线施工安全管理基准技术措施

1) 施工前组织专项安全培训, 重点涵盖张力架线技术规范、紧急救援流程及事故案例分析。

2) 牵张机、紧线器、接地滑车等设备进场前需完成调试及安全检测, 建立设备台账并记录维护周期。

3) 导引绳、牵引绳按规格分段标记, 定期检查磨损情况, 断裂强度需符合设计要求。

4) 针对跨越高速公路等重要地段, 提前测量净空距离, 制定专项防护方案。

5) 牵张机前安装接地滑车, 确保全程可靠接地, 接地电阻 $\leq 10\Omega$ 。

6) 根据跨越线架高度及档距计算放线张力, 牵引力不得超过线头理架顶 1 米时的临界值, 防止导线拖挂。

7) 施工人员配备双保险安全带及防坠器, 登高前检查杆塔结构稳定性, 禁止在六级以上大风或雷雨天气作业, 高空工具使用防脱落绳索固定, 传递材料时采用工具袋或滑轮组, 严禁抛掷。

8) 分阶段施工管理: ①放线阶段, 逐项展放导线或地线, 设专人监护导引绳对路面的高度, 适时调整张力避免刮擦障碍物; ②紧线阶段, 使用机动绞磨时, 操作人员与弧垂观测员协同作业, 弧垂值偏差控制在 $\pm 2\%$ 以内; ③挂线阶段, 耐张塔挂线前核对金具规格, 压接管位置符合设计要求, 螺栓紧固力矩达标。

9) 风险管控:

①触电风险: 接近带电体时保持安全距离 (110kV 线路 ≥ 1.5 米), 使用绝缘操作杆及防护手套;

②机械伤害: 牵引机、绞磨等设备设置防护罩, 操作人员需穿戴反光背心并远离旋转部件;

③物体打击: 紧线前检查导线无损伤施工现场划定警戒区, 非作业人员禁止入内。

10) 应急管理:

①预案制定: 编制触电、高空坠落、机械故障专项应急预案, 明确救援路线及医疗

点位置。现场配备急救箱，绝缘杆及灭火器，定期组织应急演练。

②过程监控：施工全程使用视频监控，关键工序（如压接、挂线）留存影像资料。

15 职业健康

15.1 概述

为深入贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想，全面落实“健康中国”战略，构建“大健康”管理格局，进一步落实公司职业健康风险管控工作方案，保障劳动者在劳动过程中的安全与健康，本工程对职业病防治进行了较为充分的考虑，以确保生产性建设工程项目投产后符合要求。建设项目的相关工作人员职业病预防及管控的措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

15.2 规范引用文件

《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令第 52 号）；
《职业健康检查管理办法》（国家卫生和计划生育委员会令第 5 号）
《中国南方电网有限责任公司职业健康管理办法》（Q/CSG2092002-2021）；
《广西电网公司职业健康管理实施细则》（Q/CSG-GXPG2143001-2020）；
《广西电网公司职业健康危害检测项目管理工作指引》（桂电办安监〔2021〕19 号）。

15.3 职业健康危害辨识

根据《广西电网公司职业健康危害因素检测项目一览表》，本工程涉及的危害及检测项目详见下表。

序号	危害类别	危害因素	检测项目	对环境/职业健康的危害
1	物理危害	噪声	噪声	电力设备、拉线牵引车、牵引绞磨机和混凝土开挖风炮机操控等作业现场存在噪音。噪音长期作用于中枢神经，会形成噪音病，头昏、失眠、易疲劳、记忆力减退、注意力不集中反映迟钝、伴有耳鸣。长期暴露于严重噪音环境，可产生听觉疲劳、听力敏锐性下降，听觉器官发生病变，听力损失将成为永久性耳聋。

2		辐射	工频电场强度、磁感应强度	极低频电磁场可能不诱发癌症，但可能促进癌症生长，但无法证实造成什么健康危害。高强度电磁辐射可造成白内障，高强度微波辐射可导致头昏、头痛、失眠、乏力、烦躁、记忆力减退、对心血管造成伤害，消化系统产生溃疡，骨组织充血；并影响生育。
3		高温	WBGT 指数	高温作业，皮肤血管扩张，大量出汗使血液浓缩、心跳加快、血压升高；胃液分泌减少、食欲不振、消化不良；汗腺排汗多，尿液浓缩、增加肾脏负担；高温下，肌肉工作能力、大脑反应能力下降。
4		照明	照度	照明度高或低，均会对视力造成不良影响，视觉疲劳、视力下降。
5		振动	手传振动	使用冲击钻长期从事手传振动作业，可致手麻、手胀、手痛、手胀多汗、手臂物理和关节疼痛等，甚至导致手臂振动病（职业病）。
6	化学危害	粉尘		粉尘不会直接伤人，但对呼吸道和眼睛等器官会造成很大危害。粒径大于 10 微米的粉尘在空气中停留时间较短，在呼吸作用中可被有效地阻留在呼吸道上，不进入肺泡，但由于木粉尘中含有木焦油，这种物质由各种酚类和烃类组成，并含有致癌性较强的物质，长此以往，工人会部分的患有支气管炎、哮喘和肺气肿等，甚至致癌。粒径小于 10 微米以下的粉尘，会直接进入人的肺部组织，沉淀于肺泡中，有可能引起肺组织的慢性纤维化，甚至导致肺心病、心血管病等一系列病变。而且这些可吸入物质还会将多种污染物或病菌带入肺部，对人体危害很大。粉尘如果弹入或飞入人的眼睛，会造成伤害，影响正常操作。
7		有毒气体	一氧化碳	杆塔基坑内易沉积含有有机物质的废水、雨水，这些有机物不可避免含有蛋白、纤维素等含有硫、氮、磷等元素有机物，易产生沼气，沼气中一氧化碳浓度较高，可以对人体产生呼吸抑制，会导致脑细胞缺氧。

8			二氧化碳	杆塔基坑内易沉积含有有机物质的废水、雨水，这些有机物不可避免含有蛋白、纤维素等含有硫、氮、磷等元素有机物，易产生沼气，沼气中二氧化碳含量较高，当浓度到达一定程度时,其对延髓呼吸中枢的作用由兴奋作用变为抑制作用,也就是常见的二氧化碳昏迷。
9			氧含量	杆塔基坑内易沉积含有有机物质的废水、雨水，这些有机物不可避免含有蛋白、纤维素等含有硫、氮、磷等元素有机物，易产生沼气，造成含氧量降低。长时间大脑缺氧会造成不可逆转的损害。

15.4 职业病防治措施

结合目前我国及当地的技术水平，本工程尽可能地采取各种措施来降低缓职业病的风险。

15.4.1 防物理伤害（噪音、辐射、高温及照明）

（1）防噪音：本工程主要的噪音为线路施工产生，进入现场前需对施工人员进行噪音的相关安全培训；进入现场时，尽可能的远离噪音源，减少驻足停留时间，如长时间停留的则需佩戴降噪的耳塞耳麦进行防护。

（2）防电磁辐射：变电站电磁防护设计符合国家现行规程规范的相关规定，在设备选型中考虑了选用电磁场水平低的设备。定期对于配电房、主变压器、电抗器、高压线路、通信机房等可能产生较大工频电磁场进行检测，检测不合格则立即整改使其满足安全生产的要求。

（3）防止高温：线路运行维护检修时，如需户外高温作业，需加强管理，严格遵守国家有关高温作业卫生标准，做好防暑降温工作，按照《高温作业分级》（GB/T 4200）中的方法和标准，对本单位的高温作业进行分级和评价，一般应每年夏季进行一次。宣传防暑降温和预防中暑的知识；合理安排工作时间，避开最高气温，轮换作业，缩短作业时间；设立休息室，保证高温作业工人有充分的睡眠和时间。同时发放饮料和补充营养；发放个人防护用具，如高温作业工人的工作服，配发安全帽、防护镜、面罩、手套、鞋盖和护腿等。变电站为运行维护人员专门设置舒适的休憩场所。

（4）防照明危害：变电站、施工场地照明设计需严格执行国家规程规范，照明照度应达到国家标准，且选用合格的照明灯具及设备。

15.4.2 防毒、防化学伤害

变电站各处密闭空间内（如电缆沟等）、含 SF₆ 气体设备的配电装置室及蓄电池室，设计时考虑通风顺畅，设置机械排风设备，当意外事故发生时，打开调风设备，将室内有害气体及延误基本排净后，方可进入室内进行检修，在建筑物内部配置防毒及防化学伤害的装置，如防毒面具及灭火器等，应有安全防护措施；

土方开挖、回填作业时可配置雾炮机喷雾降尘，运输车辆采用全封闭车厢，防止物料抛洒；易扬尘作业点（如基础施工）采用密目网覆盖，定期洒水保持地面湿润，抑制扬尘产生；对临时堆放的砂石、土方等物料进行防尘布覆盖，避免风力作用下扬尘污染；如必要时，可建立防尘标准化作业流程，明确责任分工及违规处罚机制，形成长效管理机制。

线路区的电缆工作井，如需检修电缆，需提前打开井盖通风一段时间，防止井内含氧量过低或吸入电缆井密闭时可能产生的有害气体。

新构筑物，需进行有毒气体检测，检测合格后方可进入。

15.4.3 其他

在站区、线路区域对人员有危险、危害的地点、设备和设施均设有醒目的安全标志或涂有安全色，安全标志的设置按照南方电网公司安健环设置规范的要求设置；科学合理地安排施工作业计划；做好食品卫生管理；配置针对性的急救设施与药品，定期组织参加职业健康培训，加强宣传教育培训，以应急防护和救援。

15.5 职业健康结论

110kV 石塘站至城南站线路改 T 接 110kV 湘昆线、湘城线工程在施工、运行及检修过程中，涉及的职业病危害较轻，加强职业健康危害预防管理，及时采取有效安全措施，可有效预防工作中可能发生的职业病。