



工程咨询乙级：乙 252024010118

工程设计乙级：A245003383

工程勘察乙级：B245003383

检索号：FY-21007C-A02-SM

110kV 龙岩（牛庙）送变电工程  
之  
龙岩站 T 接观岭～钟山 110kV 线路工程  
第一册 初步设计说明书  
（收口版）

桂林丰源电力勘察设计有限责任公司

2025 年 6 月



核定：唐天明

审查：严广林

校核：温海巍

编写：曾五洲





# 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01月13日

## 资质类别及等级：

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04月11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：  
(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：B245003383 有 效 期 至：2030年04月05日

资质类别及等级：

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 04 月 11 日





## 卷册目录

第一册 初步设计说明书（含批文等附件）

第二册 初步设计图册

第三册 初步设计材料清册

第四册 概算书



## 目 录

1 总述 .....	1
1.1 工程设计依据 .....	1
1.2 工程建设规模及设计范围 .....	2
1.2.1 建设规模 .....	2
1.2.2 设计范围 .....	2
1.3 设计水平年 .....	2
1.4 与可研批复的对比情况 .....	3
1.4.1 接入系统方案 .....	3
1.4.2 线路路径方案 .....	3
1.4.3 线路长度 .....	3
1.4.4 导线截面 .....	3
1.4.5 光缆路由 .....	3
1.5 南方电网公司反事故措施执行情况 .....	3
2 电力系统部分 .....	5
2.1 电力系统概述 .....	5
2.2 项目建设必要性 .....	6
2.3 变电站接入系统方案 .....	7
2.3.1 本期接入系统方案 .....	7
2.4 新建导线截面的选择和校验 .....	8
3 线路路径 .....	10
3.1 变电站进出线间隔布置情况 .....	10
3.1.1 110kV 龙岩站间隔布置情况 .....	10
3.2 线路路径方案 .....	10
3.2.1 路径走向 .....	10
3.2.2 线路路径情况说明 .....	11
3.2.3 沿线地形地貌及水文地质情况 .....	13
3.2.4 地震烈度 .....	18
3.2.5 交通运输情况 .....	19
3.2.6 主要交叉跨越情况 .....	20
3.2.7 树木及经济作物情况 .....	20

3.2.8	沿线矿产资源、文物景点及保护区状况 .....	21
3.2.9	微地形、微气象区及主要河流情况 .....	21
3.2.10	对电信线路和无线电台（站）的影响情况 .....	21
3.2.11	主要技术经济指标 .....	21
3.3	工程建设外部环境调查 .....	22
3.3.1	现场交通情况 .....	22
3.3.2	沿线植被情况 .....	22
3.3.3	路径与自然保护区、风景区规划、矿区和城镇规划等相关性 ...	23
3.3.4	工程实施的难度及建议 .....	23
3.3.5	协议敏感点分析 .....	23
4	气象条件及原有线路概况 .....	23
4.1	本工程新建线路气象条件 .....	23
5	机电部分 .....	25
5.1	导线、地线的选型 .....	25
5.1.1	导线选型 .....	25
5.1.2	OPGW 光缆选型 .....	27
5.1.4	非金属管道光缆选型 .....	30
5.2	绝缘配合 .....	32
5.2.1	污秽等级划分 .....	32
5.2.3	空气间隙 .....	36
5.3	防雷和接地 .....	36
5.3.1	防雷保护措施 .....	36
5.3.2	接地装置及工频接地电阻的要求 .....	37
5.4	导线对地及交叉跨越距离 .....	38
5.5	金具 .....	38
5.6	相序 .....	41
6	杆塔与基础 .....	41
6.1	杆塔及基础设计依据 .....	41
6.2	关于执行《南方电网公司 110kV~500kV 输电线路杆塔标准设计 V3.0》及 相关规程、规范设计的情况说明 .....	42
6.3	杆塔型式 .....	43

6.3.1 塔头设计 .....	44
6.3.2 杆塔荷载 .....	45
6.3.3 杆塔设计一般规定 .....	47
6.3.4 杆塔结构设计方法 .....	47
6.3.5 杆塔验算情况 .....	47
6.4 基础部分 .....	47
6.4.1 基础形式的选择 .....	47
6.4.2 材料性能及技术要求 .....	48
6.5 环保措施 .....	49
7 光缆部分 .....	49
7.1 光缆路由 .....	49
8 通讯保护 .....	49
9 附属设施 .....	49
10 节能降耗 .....	50
11 施工组织方案 .....	51
12 环境保护、水土保持方案 .....	52
12.1 线路沿线自然环境概况及环境质量现状 .....	52
12.2 输电线路生态影响评价 .....	53
12.3 环境影响初步分析及处理措施 .....	54
12.3.1 施工期环境影响分析及处理措施 .....	54
12.3.2 营运期环境影响分析及处理措施 .....	55
12.4 水土保持措施 .....	56
13 抗灾减灾分析 .....	57
13.1 灾害评估 .....	57
13.2 气象灾害防护措施 .....	57
13.3 地震灾害防护措施 .....	57
14 劳动安全卫生和职业健康 .....	57
14.1 概述 .....	57
9.2 防治措施 .....	65
15 本工程线路与标准设计、典型造价的主要差异 .....	69
16. 输电线路绿色低碳电网建设及评价标准执行情况 .....	70

16.1	3C 绿色低碳电网依据 .....	70
16.2	3C 绿色低碳电网建设标准 .....	71
16.3	本工程绿色低碳电网建设标准情况 .....	77
17	技经投资 .....	80
18	附件 .....	80

# 1 总述

## 1.1 工程设计依据

(1) 广西电网公司 2020 年第二批计划发展专业 110kV 及以上电网基建工程可行性研究、勘察设计中通知书：0002200000078409

(2) 广西电网有限责任公司贺州供电局文件：贺供电规划〔2022〕14 号 贺州供电局关于 110 千伏龙岩（牛庙）送变电工程可行性研究报告的批复

(3) 贺州市钟山县人民政府 钟政函〔2021〕236 号 关于 110 千伏牛庙送变电工程站址用地及线路路径的意见

(4) 中华人民共和国电力行业标准《架空输电线路工程初步设计内容深度规定》DL/T 5451—2012

(5) 《南方电网公司 110kV~500kV 输电线路杆塔标准设计 V3.0》

(6) 相关技术标准：

- 1) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）
- 2) 《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）
- 3) 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T 50065-2011）
- 4) 《电力工程电缆设计标准》（GB 50217-2018）
- 5) 《电信线路遭受强电线路危险影响的容许值》（GB 6830）
- 6) 《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB 15707）
- 7) 《110~750kV 架空输电线路施工及验收规范》（GB 50233-2014）
- 8) 《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定》（GB/T 26218.2）
- 9) 《电力设施抗震设计规范》（GB 50260-2013）

10) 《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T 5154-2020)

11) 《架空输电线路基础设计技术规程》(DL/T 5219-2023)

## 1.2 工程建设规模及设计范围

### 1.2.1 建设规模

1) 线路起讫点及长度:

新建线路起自 110kV 龙岩变电站 110kV 构架, 采用单、双回路架空出线, 终至 110kV 观钟线#10 号塔。新建架空线路路径长为 1.95km, 其中新建单回路线路长度 1.35km, 新建双回路挂单边线路长度 0.6km。

2) 建设性质: 新建。

3) 电压等级: 110kV。

4) 回路数: 单、双回路。

5) 导线型号: JL/LB20A-400/35 铝包钢芯铝绞线。

6) 光缆/地线型号及长度

新建 110kV 龙岩变电站 110kV 构架~110kV 观钟线#10 号塔段地线为两根 48 芯 OPGW 光缆 (OPGW-100-48-2-1 型), 路径长度 1.95km; 配套建设变电站进站导引光缆采用 48 芯防鼠阻燃非金属管道光缆 (GYFTZY86), 路径长度 0.5km。

### 1.2.2 设计范围

送电线路的本体设计、OPGW 通信光缆设计、工程概算以及运行维护的附属设施。

## 1.3 设计水平年

工程设计水平年为 2025 年, 远景水平年 2030 年。



## 1.4 与可研批复的对比情况

### 1.4.1 接入系统方案

本工程初步设计的接入系统方案与可研批复一致。

### 1.4.2. 线路路径方案

本工程初步设计的线路路径方案与可研批复一致。

### 1.4.3 线路长度

本工程初步设计线路路径进行优化，路径长度较可研批复线路长度减少 0.15km。本工程初步设计线路路径进行优化，较可研批复线路长度减少 0.25km，可研设计采用钢管杆穿越规划工业园区，初步设计现场勘察目前已新建有 110kV 和 220kV 线路 5 条横穿规划工业园区，均未按照规划道路走线，因此本项目采用平行现有线路进行走线，不再采用钢管杆架设。

### 1.4.4 导线截面

本工程初步设计的导线截面与可研批复的一致。

### 1.4.5 光缆路由

本工程初步设计的光缆路由与可研批复的一致。

## 1.5 南方电网公司反事故措施执行情况

根据关于印发《南方电网公司反事故措施（2024 版）》的通知要求，新建线路需根据《南方电网公司反事故措施（2024 版）》开展设计工作，本工程执行《南方电网公司反事故措施（2024 版）》情况详见下表。

序号	反事故措施	执行情况
3.1.5	110kV 及以上运行线路导地线的档中接头严禁采用预绞式金具作为长期独立运行的接续方式，对不满足要求的接头应于 2024 年 12 月前改造为接续管压接方式连接。在接头未改造前，现场应加强红外测温，发现异	已执行

序号	反事故措施	执行情况
	常立即处理。	
3.1.8	输配电线路跨越铁路、一级及以上公路、临近加油站跨越点以及存在事故风险的 500kV 及以上输电线路间交叉跨越点，执行《南方电网输配电线路交叉跨越专项反事故措施》。	本工程无上述重要交叉跨越
3.1.9	对 220kV 及以下采用拉线水泥杆的交流输电线路，组织对拉线运行情况开展排查，对锈蚀严重等不满足运行要求的拉线应予以更换。	本工程不在改范围内
3.1.10	35kV 及以上输电线路跨越铁路、一级及以上公路，跨越档的水泥杆、拉线塔应更换为自立式铁塔，具备条件时应优先改造为独立耐张段。	本工程无上述重要交叉跨越
3.1.11	35kV 及以上输电线路跨越铁路、高速公路以及存在电网事故风险重要交叉跨越点，跨越档的跨越侧导线耐张线夹应开展一次 X 光无损检测，存在问题的应结合实际进行整改。	本工程无上述重要交叉跨越
3.1.15	2017 年 1 月 1 日前投运的环氧泥密封 110kV 及以上电缆户外终端、隧道敷设中间接头，应结合红外、护套接地环流、回路电阻等带电检测 results 和停电窗口对疑似受潮、锈蚀以及金属护套电气连接断开等隐患电缆附件进行开剥检查，发现问题及时采用封铅工艺密封处理。新建电缆线路终端及中间接头与电缆金属护层连接位置需采用封铅密封工艺，不得采用环氧泥密封工艺。在运电缆线路应在 2025 年 12 月 31 日前整改完成。	本工程无电缆线路
3.1.16	新建 110kV 及以上电压等级交流线路导线不宜采用预绞式耐张线夹或跳线线夹，已采用并发现有异常发热的，应及时更换，在更换前应加强日常巡视和红外测温。	已执行
3.1.19	运行超过 15 年（截至 2021 年 12 月）且最外层单丝直径小于 3.0mm 的 110kV 及以上光纤复合架空地线（OPGW），对于关键重点线路，或 500kV 及以上重要输电线路、重要交叉跨越区段，应更换为雷击试验指标不低于 200C 且最外层单丝直径不小于 3.0mm 的光纤复合架空地线（OPGW）。	已执行
3.1.20	历史上因抗冰能力不足受损且未加固的 35kV 及以上线路应于 2024 年 12 月 31 日前完成防冰改造；设计冰厚 10mm 及以上的 110kV 及以上重要输	本工程为轻冰区

序号	反事故措施	执行情况
	电线路应于 2025 年 12 月 31 日前配置融冰手段（穿越冰区区段较短的线路经技术经济比较可通过提高设防标准，不配置融冰手段）；220kV 保底电网厂站、500kV 及以上厂站应具备至少一条可融冰 OPGW 光缆或可靠的光纤路由，不满足要求的，涉及设计冰厚 10mm 及以上的 OPGW 应于 2024 年 12 月 31 日前完成融冰改造。	
3.1.21	针对在运行线路，关键重点线路中重冰区段、Ⅰ类和Ⅱ类风区区段的压接类耐张线夹和接续管，应开展一次 X 光无损检测。	本工程不在中重冰区段、Ⅰ类和Ⅱ类风区
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。	已执行
3.1.23	电缆防火应执行《关于印发防范重大电气火灾及故障专项反事故措施通知》。	本工程无电缆线路
3.1.24	暴露在空气中的电缆塑料保护管应采用阻燃型，且电缆保护管管口均应采取封堵措施。已运行的非阻燃保护管应采取防火隔离措施。	本工程无电缆线路

## 2 电力系统部分

### 2.1 电力系统概述

规划建设 110kV 龙岩（牛庙）变电站位于 X707 县道南侧、牛庙石材新材料产业园调整后规划经二路东侧，原 35kV 龙岩变电站南侧地块上，主要供电范围为：牛庙石材新材料产业园、公安镇以北以及燕塘镇以东周边区域。牛庙石材新材料产业园内主要为大理石加工产业，目前龙岩供电区的负荷主要是工业用电。110kV 龙岩（牛庙）送变电工程已列入《贺州市“十四五”配电网规划》，龙岩变电站终期装设 3×50MVA 主变压器，本期装设 1×50MVA 主变压器。关于电力系统负荷部分的详细论述，详见变电部分的初步设计报告，本线路报告不再进行详细论述。

## 2.2 项目建设必要性

1) 满足牛庙产业园电力负荷发展的需要。

根据负荷预测结果,龙岩站供电区域 2021 年~2025 年以及 2030 年缺电量分别为 85GW·h、91.5GW·h、98.8GW·h、107.1GW·h、116.36GW·h 以及 220.9GW·h,最大缺电力分别为 30.4MW、32MW、33.6MW、35.6MW、37.9MW 以及 50.5MW。

鉴于龙岩供电区的负荷发展情况,以下对即将投产的 110kV 变电站负荷情况进行分析:

钟山县公安镇牛庙石材新材料产业园的建设已经全面铺开,牛庙石材新材料产业园的用电负荷增长将越来越快,工业用电发展迅猛。35kV 牛庙站 2020 年最大负载率已达到 97%(2020 年现有 2 台主变容量  $2\times 6.3\text{MW}$ ,最大负荷达到 12.2MW),2021 年 1 月 35kV 牛庙站紧急新增 3 号主变( $1\times 6.3\text{MW}$ )。随着“十四五”期间牛庙产业园投产,充分考虑农网改造升级后负荷释放,满足新增牛庙工业园负荷需求(报装意向约 29MVA,预计用电时间为 2021 年底)。110kV 龙岩变电站的建设将有效缓解这一区域电力供应紧张的现状,满足该区域的电力需求。

根据负荷预测结果,龙岩站供电区域 2025 年最大缺电力达到 37.9MW,十四五规划新增 1 台 40MVA 主变不能满足当地电力负荷发展需求,故本期龙岩站新建 1 台 50MVA 主变。

2) 减轻 110kV 钟山站供电压力的需要。

2020 年,110kV 钟山站负载率已达到 85.89%,而 110kV 钟山站是钟山县以西片区 35kV 牛庙站、35kV 燕塘站以及 35kV 公安站等 35kV 变电站电源。随着牛庙石材新材料产业园、燕塘产业园以及钟山县公安立冲石材加工园建设与发展,各企业进驻工业园,110kV 钟山站供电区的负荷也将不断增长。110kV 龙岩站的投产可减轻钟山站的供电压力,大大提高钟山县以西片区供电的灵活性和可靠性。

3) 为新用电大户提供用电接入点、提高重点客户供电可靠性的需要。

伴随着牛庙石材新材料产业园建设与发展，已拟建的龙岩变电站可为正在建设或将建设的工业用户提供电力接入点，并可以为重要负荷提供双电源接入。同时，龙岩站的建设可增加 10kV 配网电源点和 35kV 大用户出线，通过与 35kV 燕塘站以及 35kV 公安站的 10kV 出线相联络，增强钟山县以西片区 10kV 配电网络结构，可以大大提高该片区事故时负荷转移率及重点客户供电的可靠性。

## 2.3 变电站接入系统方案

### 2.3.1 本期接入系统方案

钟山县现有 220kV 变电站 1 座，为 220kV 观岭变电站；110kV 变电站 2 座，分别是 110kV 钟山变电站、110kV 城北变电站。

本次拟建的 110kV 龙岩变电站站址位于贺州市钟山县牛庙石材新材料产业园、707 县道东南侧、原 35kV 牛庙站东北侧地块上，现状为牛庙石材新材料产业园规划用地。近区 220kV 观岭变电站 1 座。近区 110kV 变电站 2 座，分别是 110kV 钟山变电站以及 110kV 城北变电站。结合龙岩站周边 110kV 线路分布情况，本工程考虑从观岭站新建 1 回 110kV 线路，接至龙岩站，形成观岭～龙岩线路；同时从龙岩站新建 1 回线路 T 接至观岭～钟山线路，形成龙岩 T 接观岭～钟山线路。新建龙岩站的 2 回 110kV 进线均来自观岭站，其中 1 回线路观岭站直供龙岩，另 1 回线路观岭站 T 接 2 个 110kV 站（龙岩、钟山）。方案如下图：



2-3-1 龙岩站系统接入图

## 2.4 新建导线截面的选择和校验

根据龙岩站接入系统方式，本期新建线路为：新建观岭～龙岩 110kV 线路（架空线路）和新建龙岩变 T 接观岭～钟山 110kV 线路（架空线路）。

1) 按经济电流密度、导线允许载流量选择导线截面

本期龙岩站为 1 台 50MVA 主变，远期龙岩站为 3 台 50MVA 主变，根据龙岩站终期接入系统方案，届时 110kV 城西站将与龙岩站形成观岭～龙岩～城西～新元双侧电源单回链式网架。

正常方式下，新建龙岩变 T 接观岭～钟山 110kV 线路带龙岩站 1 台 50MVA 主变和城西站 1 台 50MVA 主变，即 100MVA，按变压器运行率 70%计，即 70MVA，按年最大负荷利用小时数  $T=4000h$ ，经济电流密度  $J=1.15A/mm^2$  计：

最大工作电流  $I_g = 70 \times 10^3 / (1.732 \times 110) = 367.4 \text{ A}$

导线截面  $A = I_g / J = 367.4 / 1.15 = 319.5 \text{ mm}^2$ 。

2) 按导线允许最大载流量校核导线截面

远期 N-1 事故情况下，1 回 110kV 主干线停运，则另 1 回线路需保证对龙岩站的供电，即新建观岭～钟山（T 接龙岩）110kV 线路需带龙岩站 3 台 50MVA 主变，即 150MVA，按变压器运行率 70%计，需带 105MVA 的负荷，即最大工作电流为 551.1A。

根据龙岩站终期接入系统方案，届时 110kV 城西站将与龙岩站形成观岭～龙岩～城西～新元双侧电源单回链式网架，110kV 城西站为 1 台 50MVA 主变，在一侧电源事故情况下，则另一回电源需保证对龙岩站、城西站的供电，即新建观岭～钟山（T 接龙岩）110kV 线路需带龙岩站 2 台 50MVA 主变和城西站 1 台 50MVA 主变，即 150MVA，按变压器运行率 70%计，需带 105MVA 的负荷，即最大工作电流为  $I_g = 105 \times 10^3 / (1.732 \times 110) = 551.1A$

根据  $400mm^2$  导线极限输送容量（导体最高允许温度按  $80^\circ C$  计，不考虑日照影响，环境温度  $40^\circ C$ ，则载流量校正系数为 0.83）可达  $1.732 \times 110 \times (879 \times 0.83) = 138.9MVA > 105MVA$ ，可满足该线路终期正常及 N-1 故障运行方式下的用电要求。

根据上述计算结果，新建观岭～龙岩 110kV 线路、新建观岭～钟山（T 接龙岩）110kV 线路导线推荐选择  $400mm^2$  截面导线。

### 3) 校核最大工作电流作用下连接回路的电压降

新建观岭～钟山（T 接龙岩）110kV 线路长度从 110kV 观岭～钟山#10 号塔起，终至龙岩站构架，全长 1.95km。导线型号参考“南方电网基建〔2015〕6 号 关于印发公司电网基建一级物资品类优化成果的通知”，导线选择 JL/LB20A-400 型号，正常运行条件下，一条线路带 50MVA 主变容量，变压器运行率 70%计算。

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U^2} = \frac{35 \times 0.8 \times 0.07177 \times 1.95 + 35 \times 0.6 \times 0.39 \times 1.95}{110 \times 110} = 0.35\% < 5\%$$

因此，本工程 110kV 架空导线选用 JL/LB20A-400 满足要求。

### 3 线路路径

#### 3.1 变电站进出线间隔布置情况

##### 3.1.1 110kV 龙岩站间隔布置情况

龙岩站本期为 1 台主变，有 2 个 110kV 进线间隔，预留第 3 回线路进线间隔位置。

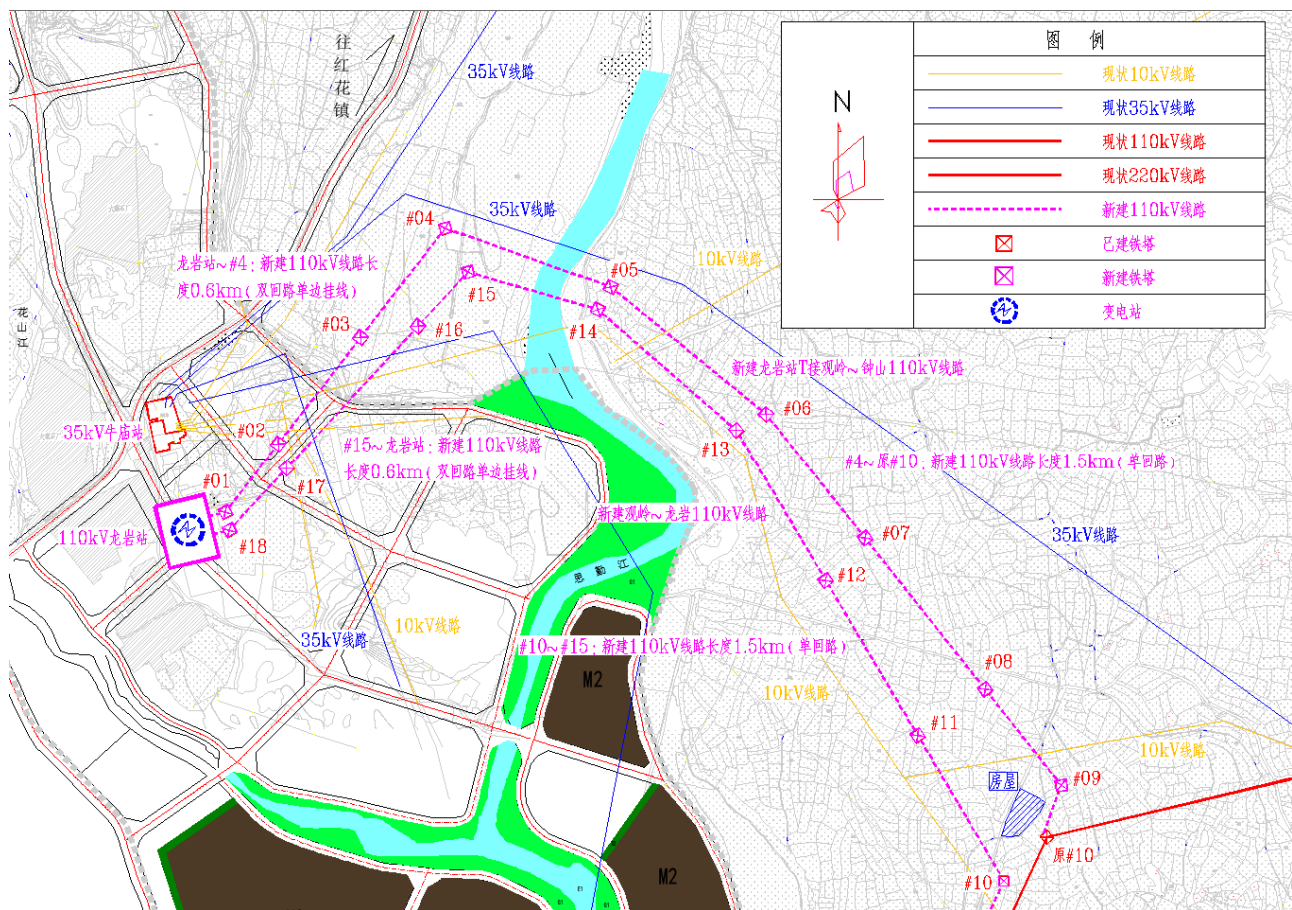
6	5	4	3	2	1
站外方向 ↑					
备用 3	T 接观岭～钟山	分段	备用 2(远期)	观岭	备用 1(远期)
站内方向 ↓					

#### 3.2 线路路径方案

##### 3.2.1 路径走向

线路起自 110kV 龙岩站，终止观岭～钟山 110kV 线路#10 号塔。观岭～钟山 110kV 线路#10 号塔位于 110kV 龙岩站东南侧，观岭～钟山 110kV 线路#10 号塔与龙岩站之间有规划贺州市钟山工业园区龙岩新材料产业园、思勤河，经现场勘察，如线路路径走向图中所示：新建线路由龙岩站 110kV 构架出线后，平行观岭～龙岩 110kV 线路向东北侧走线至贺州市钟山工业园区龙岩新材料产业园规划地块外，继续沿 X707 县道向东北走线，再右转跨越思勤河后沿观岭～龙岩 110kV 线路至观岭～钟山 110kV 线路原#10 号塔。其中：架空线路按双回路单边挂线和单回路混合设计，路径总长约 1.95km，其中新建单回路线路长度 1.35km，新建双回路挂单边线路长度 0.6km。



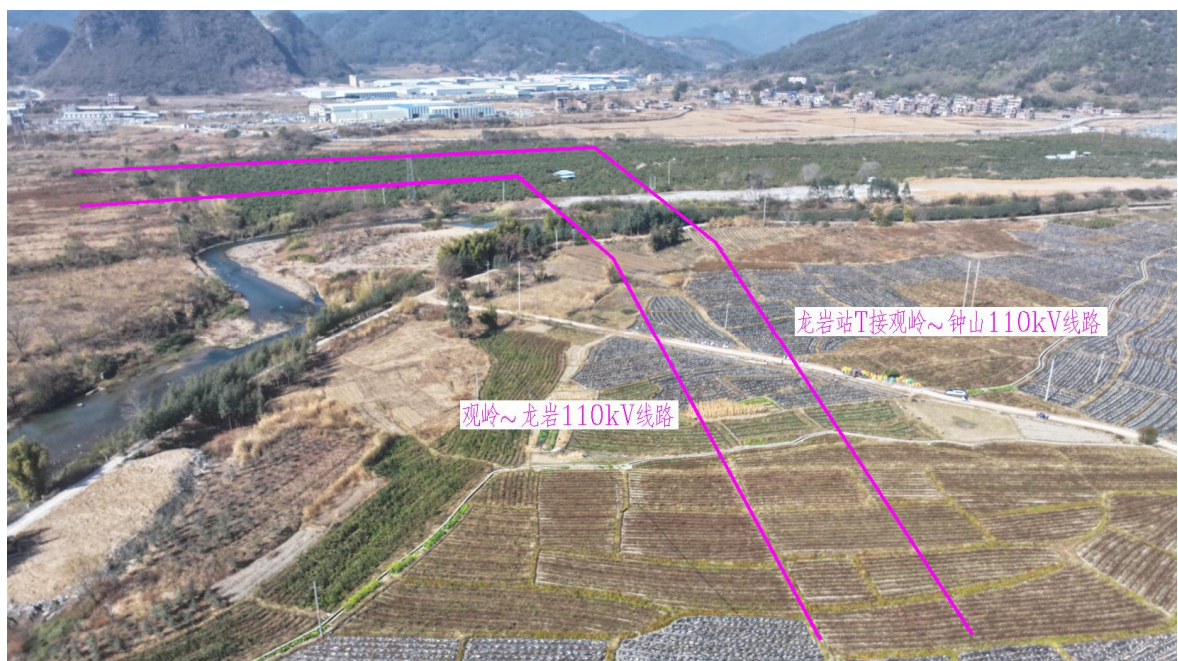


### 3.2.2 线路路径情况说明

#### 1、观岭～钟山 110kV 线路 T 接点至思勤江段路径

观岭～钟山 110kV 线路#10 号塔位于 110kV 龙岩站东南侧，观岭～钟山 110kV 线路#10 号塔与龙岩站之间有规划贺州市钟山工业园区龙岩新材料产业园、思勤河。新建线路在观岭～钟山 110kV 线路#10 号塔向西北方向走线，平行 35kV 二牛线向北侧走线至思勤河旁，左转跨越思勤江。原 110kV 线路#10 号塔为 1D2W2-J3 塔，实际转角度数为  $52^{\circ}$ ，本工程新建线路位于#10 号塔外角侧，综合角度为  $21^{\circ}$ ，小于原#10 号塔使用条件，且新建铁塔位于#10 号塔约 90 米，档距较小。

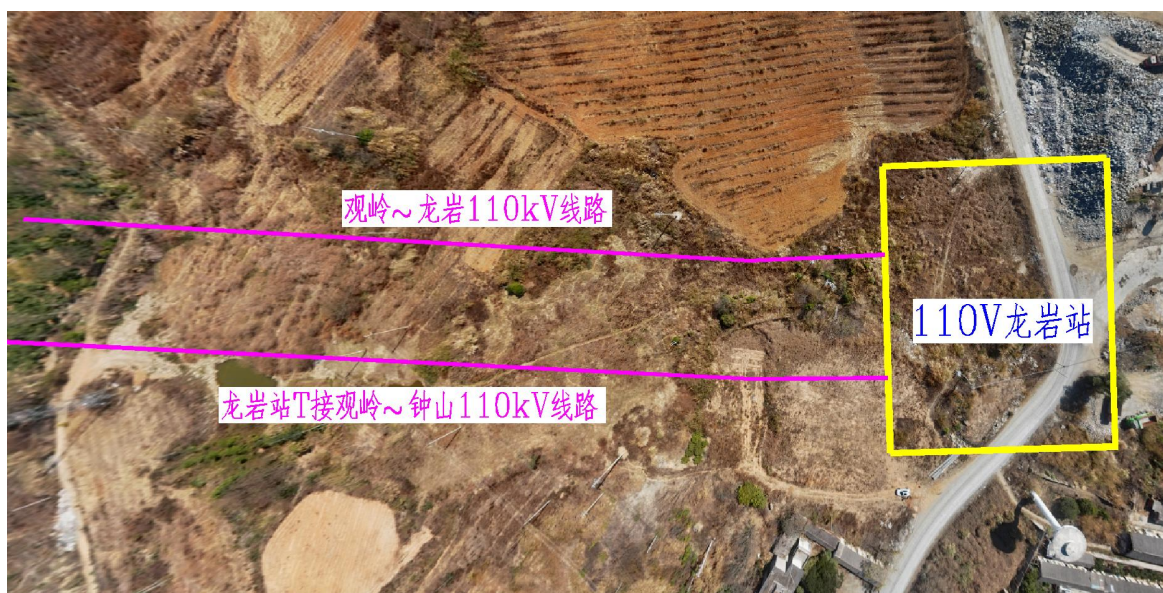
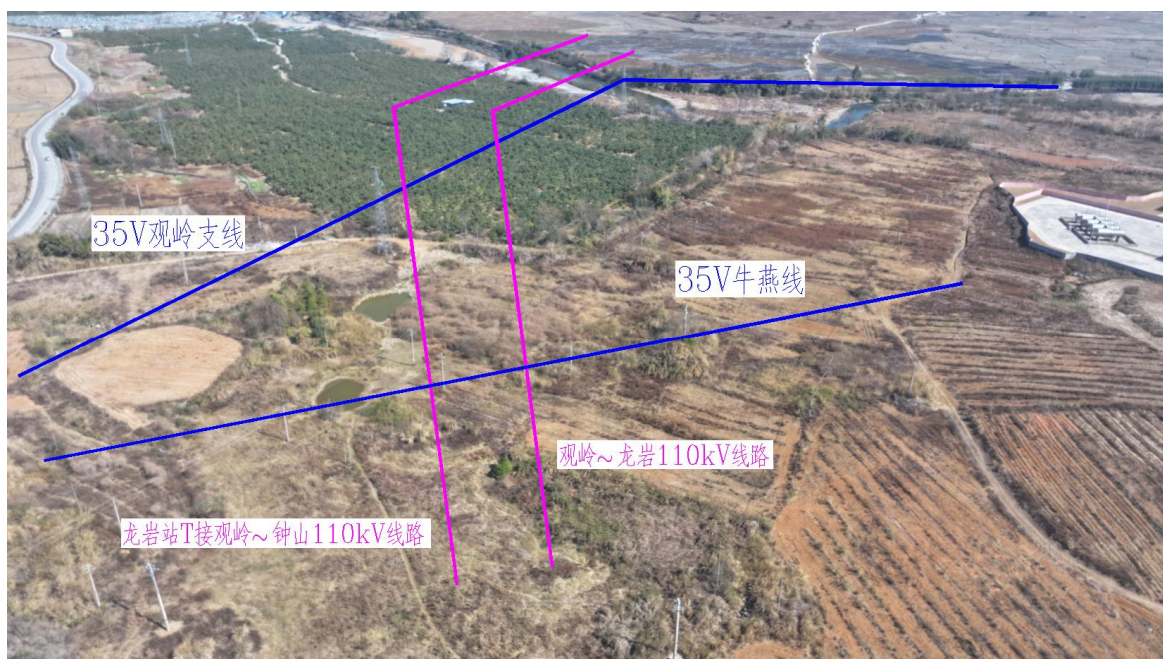




## 2、跨越 35kV 观岭支线至龙岩站段路径

根据现场勘察，35kV 观岭支线和 35kV 牛燕线横穿新建 110kV 龙岩站东侧，新建观岭～龙岩 110kV 线路需跨越 35kV 观岭支线和 35kV 牛燕线才能接入 110kV 龙岩站。35kV 观岭支线地线对地距离为 32 米，35kV 牛燕线地线对地距离为 18 米，因此新建观岭～龙岩 110kV 线路需采用高塔进行跨越，根据平断面分析，新建观岭～龙岩 110kV 线路对 35kV 观岭支线地线最小距离为 11.09 米，对 35kV 牛燕线地线最小距离为 19.89 米，均满足跨越距离要求。





### 3.2.3 沿线地形地貌及水文地质情况

#### 3.2.3.1 地形地貌

拟建线路区域地貌为河流阶地地貌。该地貌形态较单一，地形平缓，起伏很小。地面海拔 181.0m~197.0m，相对高差 1m~5m。地面自然坡度一般小于  $5^{\circ}$ ，少数在  $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$  之间，主要由河流冲积而成。植被较发育，主要为水田，少量为旱地。

工程区地质构造线以近北南向为主，附近区域活动性断裂有栗木~马江断裂带（②⑩）及

富川断裂带 ( ② ) , 具体分布示意图 3.2-1 。

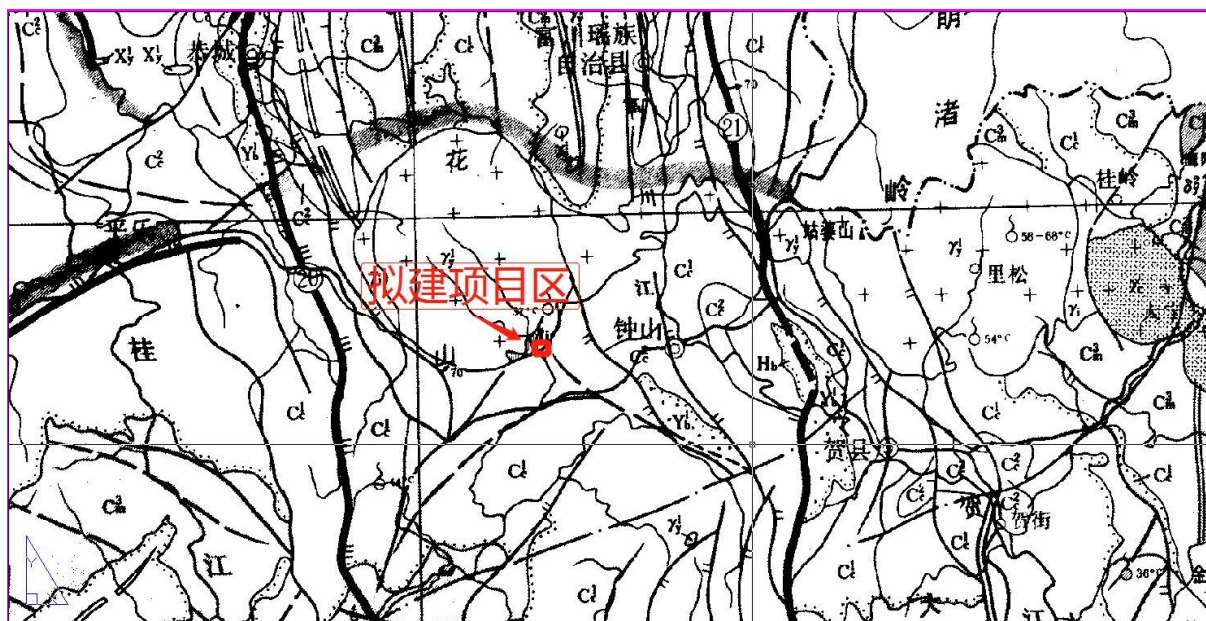


图 3.2-1 拟建线路区域地质构造图 (截图)

各断裂带具体特征如下:

a) 栗木～马江断裂带 (②⑩)：该断裂带北起栗木、恭城，中经昭平县走马、北陀、马江，南抵藤县社山，全长 200 余公里。断裂走向南北，由于中部被几条北东向断层错开，致使断线辗转曲折。北段沿恭城向斜展布，有 3～4 条大体平行的断裂，组成 8km～10km 宽的断裂带，至南部变为一条，并横切加里东期基底褶皱。断面东倾，倾角  $30^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，为逆掩～逆冲断层，个别伴生断裂为倾向相反的正断层。断层错断寒武系至侏罗系，断距数百米至千余米，由北往南变小，破碎带宽数米至十多米，角砾岩、硅化、黄铁矿化常见，属大断裂。在该断裂南部与北东向断裂交汇处出现温泉及 V 级地震，按《岩土工程勘察规范 (GB 50021-2001)》(2009 年版)表 8.5.3 分级，其历史地震震级  $M < 5$  级判别，该断裂带属微弱全新活动断裂。拟建线路与该断裂带的最短距离约 22.7km。

b) 富川断裂带 (㉔)：该断裂带北起湘桂边境的富川县小田。向南经古城、龟石、钟山县望高至贺县沙田以南，全长大于 120km，大致南北走向。北部沿富川复式向斜展布，由



一系列平行断层组成宽数公里至 10 公里的断裂带，向南变成一条。断面倾向变化较大，大部分为倾向东倾角  $70^{\circ}$  的正断层；部分为倾向西的逆断层，使石炭系逆冲于侏罗系之上。按《岩土工程勘察规范（GB 50021-2001）》（2009 年版）表 8.5.3 分级，其历史地震震级  $M < 6$  级判别，该断裂带属微弱全新活动断裂。拟建线路与该断裂带的最短距离约 26.7km。

### 3.2.3.2 地质条件

拟建线路沿线地层有第四系人工堆积层 ( $Q_{ml}$ )、第四系植物层 ( $Q_{pd}$ )、第四系冲洪积层 ( $Q_{al+pl}$ )、泥盆系上统容县组沉积层 ( $D_{3r}$ )，本次未钻到泥盆系上统容县组沉积层。各岩类的物理力学性质、风化特征、稳定性、水理特性明显不同，分述如下：

#### 1) 第四系人工堆积层 ( $Q_{ml}$ )

素填土：花斑色，主要成份为花岗岩，直径 50~90cm，填土时间为 5 年，该层为人工堆积层，洛阳铲无法钻进，推测厚度为 2.0m。无法轻便触探。。该层分布于线路沿线的 T1 塔基及其附近, 层厚一般为 2.00。

#### 2) 第四系植物层 ( $Q_{pd}$ )

耕土：灰黑、黄色色，松散状，主要成份为黏性土，尚未完成自重固结，填土时间为 8 年。该层分布于线路沿线的 T2~T9 塔基及其附近, 层厚一般为 0.20~0.45m。

#### 3) 第四系冲洪积层 ( $Q_{al+pl}$ )

粉质黏土：灰黄色，软塑状。局部为黏土，土质不均匀，切面稍有光泽，土质黏性较差，干强度及韧性中等，无摇振反应，泡水易崩解。轻便触探锤击数为 14~17 击。该层分布于线路沿线的 T6~T9 塔基及其附近, 层厚一般为 0.70~1.00m。

砾砂：灰黄色，稍密状。灰色、褐黄色，其母岩成份为硅质岩及砂岩，磨圆度一般，分选性较差，含 5~25%圆砾、卵石，直径 0.2~25cm，局部含少量黏性土，为冲洪积层。轻便

触探锤击数为 30~35 击。该层分布于线路沿线的 T1~T9 塔基及其附近, 层厚一般为 2.80~4.60m。

### 3.2.3.3 气象条件

钟山县属于亚热带季风气候区（山区属中亚热带气候区），位于北回归线以南，盛行西北风和东北季风。

本工程附近有钟山气象站，钟山气象站建于 1956 年，地理位置为东经 111° 19′ 、北纬 24° 33′ 。该气象站观测项目有气温、降雨、蒸发、湿度、风速、风向及雷暴等，气象资料观测按规范要求进行，并经广西气象局审查整编，资料精度较高。至今为止，钟山气象站累计观测年限达 50 年以上，因此可作为本工程的气象设计依据站，气象站气象特征值成果见表 3.2.1。

项 目 / 站 名		钟 山
测站概况	北 纬	24° 33′
	东 经	111° 19′
	观测场海拔高度 (m)	138.8
	建站日期 (年份)	1956
气压	多年平均气压 (hpa)	997.9
气温	多年平均 (℃)	19.8
	年平均最高 (℃)	24.4
	年平均最低 (℃)	16.4
	极端最高 (℃)	39.8
	日 期 (年月日)	1989 年 8 月 17 日
	极端最低 (℃)	-3.7
	日 期 (年月日)	1969 年 1 月 31 日
湿度	多年平均水汽压 (hpa)	19.3
	多年平均相对湿度 (%)	77
	年最小相对湿度 (%)	9

蒸发	多年平均蒸发量 (mm)	1601.3
	历年最大 (mm)	1832.6
	历年最小 (mm)	1234.8
降水量	历年年平均 (mm)	1562.4
	历年最大 (mm)	2371
	历年最小 (mm)	1081.4
	一日最大 (mm)	225
风	多年平均风速 (m/s)	1.9
	极大风速 (m/s)	28
	主导风向 (方位)	N
	相应频率 (%)	20
天气日数	多年平均大风日数	0.8
	多年平均降水日数 (d)	167
	多年最多降水日数 (d)	195
	多年平均雾天 (d)	3.4
	多年平均雷暴日数 (d)	73
	多年最多雷暴日数 (d)	94
	多年平均雪天 (d)	1.4
覆冰	覆冰厚度 (mm)	5

表 3.2.1 钟山气象站气象特征值成果表

备注：根据广西雷电定位系统监测数据，近三年统计的贺州市年均雷暴日数为 94d。

#### 3.2.3.4 水文特征

拟建线路区地表河流主要有思勤江及花山河。花山河为思勤江的支流，思勤江为本工程地表水的主要排泄通道。花山河在线路西侧经过，线路跨越思勤江两次，两河于龙岩站站址东南面约 0.7km 处汇合。

思勤江是桂江左岸一级支流，流域地理位置东经  $110^{\circ} 50' 10'' \sim 111^{\circ} 25' 40''$ ，北纬  $24^{\circ} 06' 30'' \sim 24^{\circ} 46' 40''$ 。发源于钟山县两安乡沙坪村大桶屯东北方 1.35km 处、大桶山

(1528m) 东北方 3.0km 处, 向西南流 7km, 至小步源屯, 折向东南流, 经两安乡, 至红花镇, 折向西南流, 至花山乡龙岩村旁, 冠河从右岸汇入, 过英家镇, 至清塘镇, 折向东南流, 至新竹(桔芬)村, 珊瑚河从左岸汇入后, 西流入昭平县, 经走马乡, 庇江乡, 至昭平镇江口(大村)村中屯汇入桂江, 河口东经  $110^{\circ} 50'$ 、北纬  $24^{\circ} 12'$ 。思勤江干流长 118.45km, 平均坡降 2.17‰, 流域面积  $1717\text{km}^2$ , 其中钟山县境内河流长 68km, 流域面积为  $1134\text{km}^2$ 。思勤江的主要支流有红花河、汤公河、保安河、黄宝河、老虎冲、花山河、珊瑚河。思勤江流域洪涝灾害频繁, 建国前后经常发生洪水, 河岸农田常受洪水冲刷剥蚀。

根据思勤江河道整治资料、思勤江裕路水文站等资料对线路区域洪水进行分析计算, 推算出工程区域 50 年一遇设计洪水位为 183.1m (1985 国家高程基准, 下同)。本工程跨江段地面高程为 182.80~192.90m。50 年一遇洪水对拟建工程的施工和线路的架设影响较小, 塔基尽量避免低洼地段, 选择旱地与地面高程相对较高的区域加以解决。

### 3.2.4 地震烈度

据《广西通志·地震志》资料, 线路区位于桂东北低强震地震构造区。本区新生代以来以大面积隆起为主, 伴有一定程度的断块差异运动。史料记述该区曾发生 4.75 级以上地震 8 次, 最大地震 5 级, 而且多发生在 1700 年以前; 1700 年以后, 4.75 级以上地震活动基本平息, 小震活动也很稀少。1970 年至 1985 年, 仪器记录到的地震很少, 强度都在 3.0 级以下。

据《建筑抗震设计规范(2016 年版)》(GB 50011-2010)、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)(两图一表), 拟建线路区 II 类场地地震动峰值加速度为 0.05g, 相应的地震基本烈度为 VI 度, 地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s, 设计地震分组为第一组。

从以上区域构造与地震活动分析, 拟建线路区域处于区域构造的相对稳定区域。





图 3.2-2 拟建线路区地震动峰值加速度区划图（截图）



图 3.2-3 拟建线路区地震动反应谱特征周期区划图（截图）

### 3.2.5 交通运输情况

沿线主要交通道路有已建成的 X707 县道，线路经过的平地、丘陵地段周围村庄较多，因此主要为县城公路及公路分支向村庄的乡道，大部分可通行货车，交通运输条件较便利。

材料集散地设在贺州市钟山县城，人力运距 0.3km，汽车运距 30km。

### 3.2.6 主要交叉跨越情况

主要跨越县道、乡道、10kV 线路、35kV 线路、思勤江、低压（通信）线路，无其它重要交叉跨越。

跨越情况：35kV 线路 2 次、10kV 线路 7 次、低压（通信）线路 8 次、乡道 2 次、河流 1 次。

### 3.2.7 树木及经济作物情况

本工程线路通道附近主要植被为：水田、果树；线路经过有林地约 0.5km，其中按照为松树林 0.5km。

为保护自然生态环境，减少林木砍伐，根据南方电网公司《架空线路树障防控工作导则（V2.0）》的要求，跨越的松树按 20m 考虑；并结合沿线植被分布情况，位于林木密集区域的线路适当采取高跨设计，非林木密集区或宜林地，可适当砍伐，以保证线路运行安全。

根据中国南方电网《架空线路树障防控工作导则》中的设计工作要求：“输电线路经过经济林木或树木密集的林区时，原则上要求轻、中冰区采取跨越设计，重冰区采取砍跨结合设计；输电线路经过宜林地时，应根据当地林木种植情况适当考虑跨越设计。跨越树高应按树木的自然成材生长高度考虑，主要树种的自然生长高度一般取以下值：桉树、圣诞树、水冬瓜树、橡胶树、西南桦为 25m，松树、杉树、竹林为 20m，橄榄树、板栗等果树为 15m，龙眼、荔枝、桔子等果树为 12m，灌木、杂树为 5~10m。线路对树木安全距离执行《中华人民共和国电力法》中相关要求。”

本线路按照高跨树木进行设计，只砍伐塔位树木及放线通道（宽 2m），高塔跨越林区按树高自然生长高度（松、杉树种 20 米，速生桉树种 25 米）加上设计规程“导线与树林（考虑自然生长高度）之间的垂直距离不小于 4.0m”的要求，再加上 0.5~1m 的裕度，则线路通

过林区导线对地面垂直距离设计为 24.5~29.5 米。线路通道附近超过主要树种高度的个别树木应砍伐。

### 3.2.8 沿线矿产资源、文物景点及保护区状况

本线路沿线无重要矿产资源分布，线路沿线无文物古迹分布，亦未跨越旅游风景区和保护区。

### 3.2.9 微地形、微气象区及主要河流情况

本线路沿线无微地形、微气象区的影响。本工程新建线路分别跨越小型河流 2 次，河面宽 100m 以内。

### 3.2.10 对电信线路和无线电台（站）的影响情况

本线路采用高跨电信线路，对电信线路无影响；本线路沿线距无线电台（站）的距离较远，对无线电台（站）无影响。

### 3.2.11 主要技术经济指标

3.2-4 主要技术经济指标表

序号	项 目			新建观岭~龙岩 110kV 线路工程
1	基本情况	新建架空线路	单回	1.35
		长度 (km)	双回挂单边	0.6
		新建电缆线路	单回	/
		长度 (km)	双回	/
2	地形比例	架空线路	平地	71%
			泥沼	29%
		电缆线路	平地	/
3	交通运输	汽车平均运距 (km)		30
		人力平均运距 (km)		0.3

序号	项 目		新建观岭~龙岩 110kV 线路工程
4	交叉跨越	跨越乡道	2
		跨越县道	/
		跨越河流	1
		跨越 35kV 线路	2
		下穿 220kV 线路	/
		10kV 线路	4
		低压弱电线路	10
5	树木情况	有林地段长（km）	/
		长期占用林地积 （亩）（密林）	/
		临时占用林地积 （亩）（密林）	/
6	搬迁	坟地	/

### 3.3 工程建设外部环境调查

#### 3.3.1 现场交通情况

沿线主要交通道路有已建成的 X707 县道并有分支往村庄的乡村道路。线路经过龙岩新材料产业园，平地、丘陵地段周围村庄较多，因此主要为县城公路及公路分支向村庄的机耕路，大部分可通行货车，交通运输条件较便利。

#### 3.3.2 沿线植被情况

架空线路沿线主要为水田、旱地、丘陵，并跨越较多的果园。水田主要以水稻等为主，旱地主要为菜地、马蹄地为主，水田、旱地、丘陵四周种等地植有大片果树，丘陵主要以松树、桉树、杂树为主，较密。

3.3.3 路径与自然保护区、风景区规划、矿区和城镇规划等相关性

经现场勘察，线路沿线无经过自然保护区，无经过风景旅游区、无经过规划区。线路沿线附近无采石场、矿区、炸药库和烟花爆竹厂。

3.3.4 工程实施的难度及建议

1) 本工程线路沿线主要为水田、旱地，并且种植有大量柑橘等经济作物，涉及的青赔较多；建议各参建单位、征地部门加大协调力度，解决青赔等问题，以确保工程能顺利实施。

3.3.5 协议敏感点分析

本工程线路路径已取得相关部门的书面复函，详见附件。各部门协议情况见下表所示：

沿线协议情况一览表

序号	各级单位	协议情况
1	钟山县人民政府	原则同意线路路径走向
2	钟山县自然资源局	原则同意线路路径走向
3	钟山工业园区管理委员会	原则同意线路路径走向

4 气象条件及原有线路概况

4.1 本工程新建线路气象条件

本工程气象资料来源于广西气候中心《广西地区架空送电线路设计计算用气象条件区划》以及《广西五十年一遇冰区分布图》，并经实地调查。线路所经区域为贺州西北部地区，年平均气温 19.8℃，年极端最高气温 39.8℃，年极端最低气温-3.7℃，根据三十年一遇气象区划图属广西Ⅲa 气象区，基本风速按 23.5m/s（距地高 10m）考虑。经设计人员调查相邻架空线路历年来的覆冰数据资料和咨询当地居民附近的覆冰情况，该片地区历年来覆冰情况不严重，2008 年冰灾时也未出现超过设计覆冰厚度、导致倒杆、断线的情况。根据 2021 版南



方电网 50 年一遇冰区分布图,本工程为 10mm 冰区,故本工程导、地线覆冰厚度设计值取 10mm, (地线支架强度按照 15mm 覆冰进行设计)。

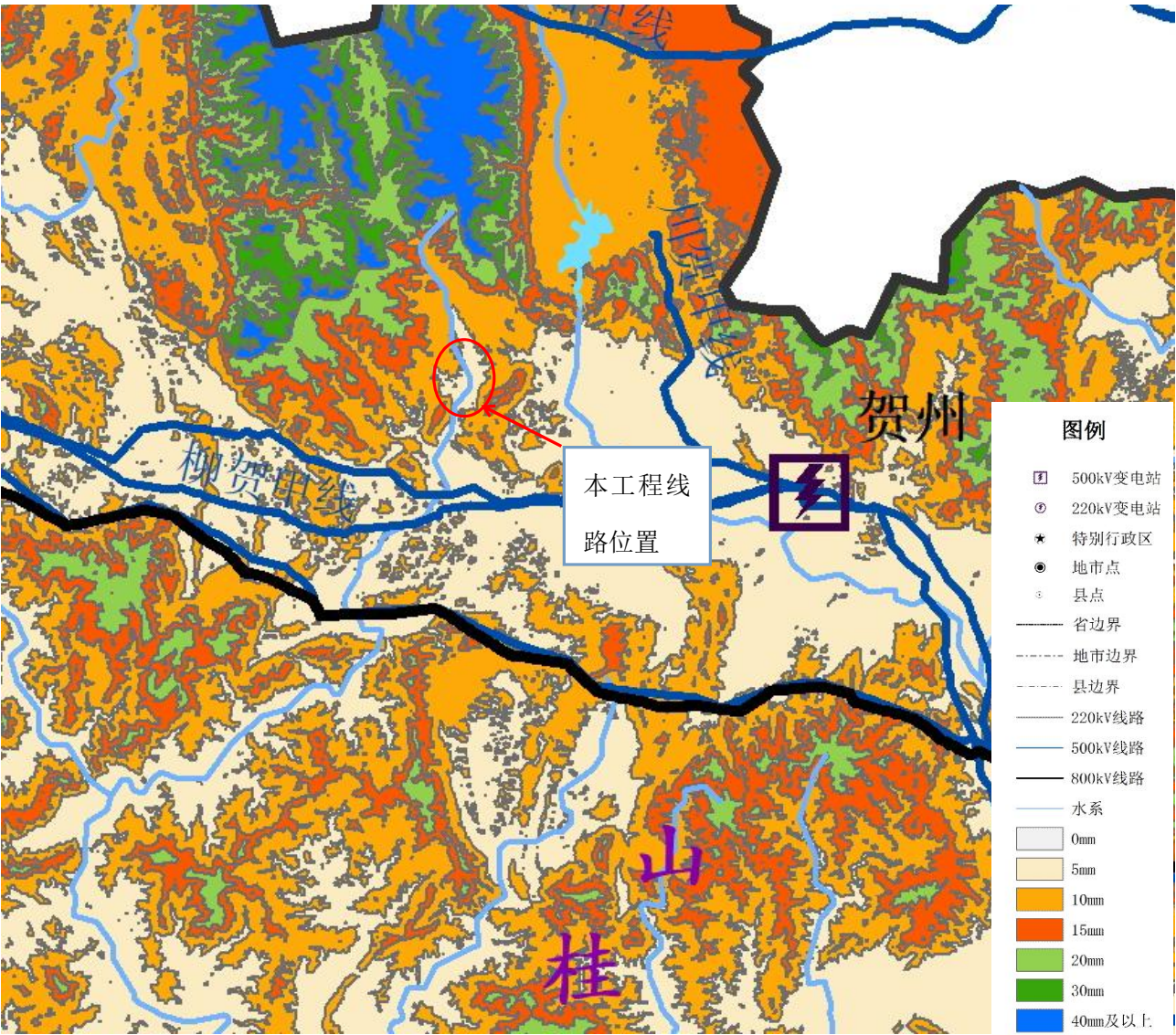


图 4.1-1 冰区分布图（来自“南方电网 50 年一遇冰区分布图（2024 版）”）

组合气象条件一览表

气象组合	温度（℃）	风速（m/s）	覆冰厚度（mm）
最高气温	40	0	0
最低气温	-10	0	0
基本风速	15	23.5	0
覆冰	-5	10	10
安装	5	10	0

气象组合	温度（℃）	风速（m/s）	覆冰厚度（mm）
年平均气温	15	0	0
内过电压	15	15	0
外过电压	20	10	0
年平均雷暴日	94 天		

## 5 机电部分

### 5.1 导线、地线的选型

#### 5.1.1 导线选型

根据系统论证的导线截面要求，本工程导线截面采用  $400\text{mm}^2$ ，可满足输送容量的要求。

导线钢芯截面的选取按国家标准《圆线同心绞架空导线》（GB/T1179-2008）以及南方电网公司电网基建一级物资品类优化成果的通知要求：

$400\text{mm}^2$  截面系列的导线常用有 2 种规格，即 JL/LB20A-400/35、JL/LB20A-400/50。因此本工程选择 JL/LB20A-400/35 和 JL/LB20A-400/50 两种导线进行技术经济比较。

**JL/LB20A-400/35 和 JL/LB20A-400/50 两种导线进行技术经济比较：**

JL/LB20A-400/35、JL/LB20A-400/50 两种导线机械物理特性参数及综合比结果见表

5.1.1 和表 5.1.2 所示。

表 5.1.1 导线的机械物理特性参数表

序号	名 称		标准参数值	标准参数值
1	产品型号		JL/LB20A-400/50	JL/LB20A-400/35
2	结构（根数 / 直径） （mm）	铝	54/3.07	48/3.22
		钢	7/3.07	7/2.50
3	计算截面 积（ $\text{mm}^2$ ）	总计	451.54	425.24
		铝	399.72	390.88
		钢	51.82	34.36
4	外径（mm）		27.6	26.82
5	单位长度质量（kg/km）		1509.3	1307.5

6	20℃时直流电阻（Ω/km）	≤0.0724	≤0.07177
7	额定拉断力（kN）	≥122.95	≥105.7
8	弹性模量（GPa）	69.0	66.0
9	线膨胀系数（1/℃）	19.3×10 <sup>-6</sup>	21.2×10 <sup>-6</sup>
10	节径比	钢芯6根层	16~26
		铝线内层	10~16
		铝线邻外层	10~16
		铝线外层	10~12
		对于有多层的绞线	任何层的节径比应不大于紧邻内层的节径比
			任何层的节径比应不大于紧邻内层的节径比

从表 5-1-1 可知，两种钢芯铝绞线的规格相近，外形尺寸相差不大，电气参数基本相等，二者在电气性能上的差别很小。在力学方面比较如下表 5.1.2。

表 5.1.2 导线的机械物理特性参数表

项目	JL/LB20A-400/50	JL/LB20A-400/35
瞬间破坏应力（N/mm <sup>2</sup> ）	258.6	236.1
安全系数	2.6	2.6
最大使用应力（N/mm <sup>2</sup> ）	103.44	94.44
平均运行应力（N/mm <sup>2</sup> ）	64.65	59.02
平均运行应力/破坏应力	25%	25%
覆冰过载能力（mm）	L <sub>p</sub> =350m	25
导线荷载	垂直荷载	105%
	水平荷载	101%
	纵向荷载	112%
40℃时导线弧垂（m） （L <sub>p</sub> =350m，L=300~400m）	7.05~10.34	7.37~10.84
导线耗量（t/km）	4.64	4.02
注：L <sub>p</sub> 为代表档距，L 为档距。		

由表 5-1-2 中的比较可以看出：

1）JL/LB20A-400/35、JL/LB20A-400/50 两种截面的导线均能满足本线路工程对其机电特性的要求；

2）40℃高温时，按实用档距 300~400m 考虑，JL/LB20A-400/35 导线弧垂略大于 JL/LB20A-400/50，即在同一塔高、同一档距下，JL/LB20A-400/35 较 JL/LB20A-400/50 对地



距离小，在山地、丘陵地区有地形可以利用时，弧垂差值对杆塔的高度影响较小，但在平地或需跨越林木时会增加杆塔的高度，塔材用量相应增加。

3) 从电线力学性能看，JL/LB20A-400/50 略好于 JL/LB20A-400/35。若按导线弧垂最低点张力达 70% 的试验保证拉断力来推算导线允许最大覆冰，即导线的覆冰过载能力，JL/LB20A-400/50 过载能力要比 JL/LB20A-400/35 强，两种截面的导线的过载能力不仅能满足设计要求，且已经远远大于设计的覆冰厚度。

4) 从荷载条件来看，JL/LB20A-400/35 较小，垂直荷载及纵向张力减少的幅度较多，铁塔使用条件较为宽松，相应的杆塔与基础材料量稍少。

5) 与 JL/LB20A-400/35 相比，采用 JL/LB20A-400/50 导线时，导线耗量减少约 0.202t/km。

6) 参照《中国南方电网公司 110kV~500kV 输电线路杆塔标准设计 V2.0 版》中导线截面的选型原则，设计冰厚 10mm 的线路工程，400mm<sup>2</sup> 截面的常用导线型号为 400/35，而且 10mm 冰区 400mm<sup>2</sup> 导线截面的铁塔也均是按照 400/35 导线进行规划设计的。

综上所述，考虑本工程路径为平地丘陵的地形、覆冰过载的能力、铁塔设计的导线选择条件等，同时结合本工程线路路径区域处于 d 级污秽区的情况，本工程导线型号使用 JL/LB20A-400/35 铝包钢芯铝绞线，满足南网物资品类优化型号。

### 5.1.2 OPGW 光缆选型

本工程沿新建龙岩变 T 接观岭~钟山 110kV 线路段架设 2 根 48 芯 OPGW 光缆至龙岩站，长度约 1.95km，其中一根新建光缆与原观岭站~钟山站观岭侧光缆熔接，形成观岭站~龙岩站光缆路由，一根新建光缆与原观岭站~钟山站钟山侧光缆熔接，形成龙岩站~钟山站光缆路由。

#### 1、OPGW 光缆选型原则

OPGW 光缆具备架空地线和光纤通信两个功能，其设计应在满足送电线路相关设计规程对地线的全部要求下，同时满足对光纤通信性能和光纤传输衰耗的要求，其选型原则为：

- 1) 满足系统通信要求；
- 2) 满足系统短路电流要求；
- 3) 与另一根普通地线在弧垂特性上应相匹配；
- 4) OPGW 光缆的设计安全系数宜不小于导线的设计安全系数；
- 5) OPGW 光缆与导线在档距中央的距离： $S \geq 0.012L+1$ ；
- 6) 应满足热稳定校验；
- 7) OPGW 光缆荷载满足杆塔设计要求。
- 8) 具有优良的机械性能和良好的电气性能。

## 2、通信要求

本工程要求 OPGW 光缆中光纤的主要技术要求如下：

- 1) 光纤类型：24 芯 G.652 型单模光纤
- 2) 工作波长：1310nm、1550nm
- 3) 模场直径： $8.6 \sim 9.5 \mu\text{m} \pm 0.7 \mu\text{m}$
- 4) 包层直径： $125.0 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$
- 5) 包层不圆度： $\leq 2\%$
- 6) 模场芯/包层同心度误差： $\leq 0.8 \mu\text{m}$
- 7) 截止波长： $\leq 1260\text{nm}$
- 8) 散波特性：

在 1288nm~1339nm 波长范围内，色散系数： $\leq 3.5\text{ps}/(\text{km} \cdot \text{nm})$

在 1550nm 波长时，色散系数： $\leq 18.5\text{ps}/(\text{km} \cdot \text{nm})$

9) 光纤衰减常数： $\leq 0.36\text{dB}/\text{km}$  (1310nm)

$\leq 0.22\text{dB}/\text{km}$  (1550nm)

10) 损耗温度特性： $\leq 0.05\text{dB}/\text{km}$  ( $-40^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$ )

11) 光纤熔接衰耗： $\leq 0.05\text{ dB}/\text{处}$

12) 光纤的筛选张力应不小于 5N，测试停留时间 1s。

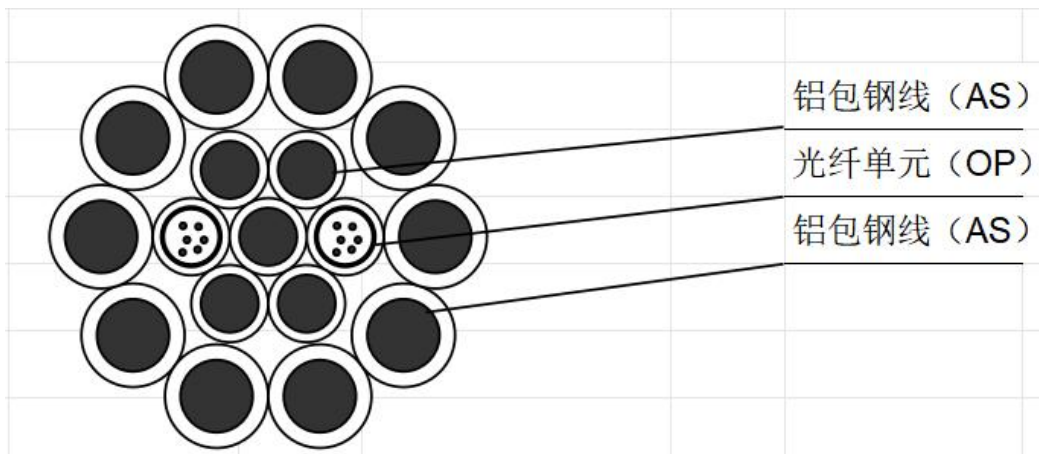
### 3、OPGW 光缆的热稳定校验

经计算得出本工程新建龙岩 T 接观岭~钟山 110kV 线路 220kV 观岭站 110kV 构架侧单相短路电流为 15.296kA，新建 110kV 架空线路地线为 2 根 OPGW-48-100-2-1 光缆，则每根 OPGW-48-100-2-1 光缆分流量占单相短路电流的 50%。短路电流持续时间按照“最大运行方式+最危险点故障（一般也就是进出线档）+主保护一次动作时限”的组合方式选取，本工程 OPGW 光缆校验用短路电流等效时间取 0.3 秒，通过计算得出流经 OPGW-48-100-2-1 光缆的最大短路电流容量为  $17.5\text{kA}^2 \cdot \text{s}$ ，本工程选用最大允许短路电流容量为  $66.2\text{kA}^2 \cdot \text{s}$  的 OPGW-48-100-2-1[118.8；66.2]光缆，可满足短路热稳定校验要求，其机械物理特性如下：

5.1.3 OPGW 光缆的机械物理特性参数表

序号	参数类型	标准参数值
1	OPGW 类别	OPGW-100-48-2-1
2	OPGW 型式或型号	投标人提供
3	光缆结构	1/2.5/20AS+4/2.4/20AS+10/3 .1/20AS, SUS2/2.4
4	最大可容纳光纤芯数（芯）	48
5	铝包钢截面（mm <sup>2</sup> ）	98.48
6	外径 D（mm）	13.5

7	单位长度质量 (kg/km)	$\leq 701.0$
8	额定拉断力 RTS (kN)	$\geq 118.80$
9	20℃ 直流电阻 ( $\Omega/\text{km}$ )	$\leq 0.8910$
10	40-300℃ 允许短路电流容量 ( $I^2t$ ) ( $\text{kA}^2 \cdot \text{s}$ )	$\geq 66.2$
11	线膨胀系数 ( $1/^\circ\text{C}$ )	$13.0 \times 10^{-6}$
12	弹性模量 (GPa)	162
13	最大允许拉力 MAT (kN)	投标人提供
14	年平均运行张力 EDS (kN)	投标人提供
15	最小弯曲半径 (静态)	$\geq 15D$
16	最小弯曲半径 (动态)	$\geq 25D$
17	OPGW 不接头的最大制造长度	$\geq 5$ 千米
18	光缆设计寿命	不小于 30 年



OPGW-48-100-2-1 OPGW 光缆结构图

#### 5.1.4 非金属管道光缆选型

新建龙岩 T 接观岭~钟山 110kV 线路配套建设 110kV 龙岩站 48 芯防鼠阻燃非金属管道光缆 (GYFTZY86) 0.5km。

为保障光纤通信设备的安全运行，导引光缆须采用非金属类光缆。导引光缆在直埋时应穿热镀锌钢管保护，在电缆沟内敷设时应穿  $\Phi 50$  的铝塑管保护，站外敷设于七孔梅花管中，

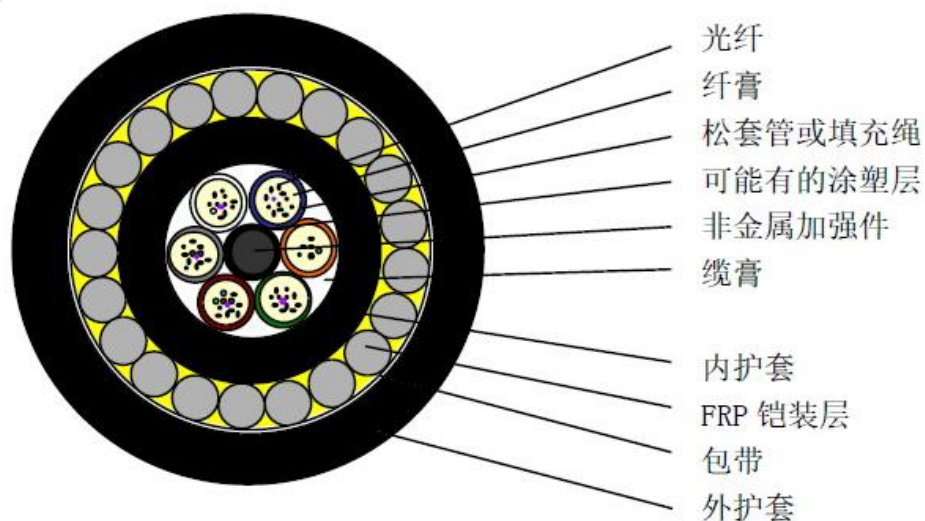
在站内沿二次电缆沟内敷设至站内通信室。

表 5.1.4 管道光缆的技术参数表

内 容	单 位	结构形式及规范要求	
光缆的结构型式		松套层绞式	
光缆外径	mm	$\leq 16$	
光缆芯数		光缆最大容纳芯数 96 芯	
允许短期最大拉力(N)		长期： $\geq 600$ ；短期： $\geq 1500$	
允许的弯曲半径(mm)		见技术标书通用部分表 9 要求	
允许的压扁力(N /100mm)		长期： $\geq 300$ ；短期： $\geq 1000$	
使用环境温度	℃	$-20\sim+60^{\circ}\text{C}$ （光纤衰减值不变）	
光缆外护层		见技术标书通用部分 4.3.4 节要求	
光缆寿命		光缆寿命高于 20 年	
光缆敷设方式		电缆沟及管道敷设	
最大可制造长度	m	$\geq 4\text{km}$	
技术参数		单 位	数 值
外 径		mm	13.2
重 量		kg/km	140
抗张强度	敷设时	N	1500
	运行时	N	600
抗压强度	敷设时	N/100mm	1000
	运行时	N/100mm	300

光缆型号：GYFTZY86

光缆结构示意图：



### 5.1.5 导线、地线安全系数及防振措施

本线路 JL/LB20A-400/35 导线的设计安全系数取 2.6，相应的最大使用张力为 39.48kN；

OPGW 光缆的设计安全系数取 4.0，相应的最大使用张力为 29.5kN。

本工程新建铁塔导、地线均采用防振锤防振。本线路所用的防振锤推荐选用新一代节能型防振锤。导线防振锤型号为 FRY-3/5。FRY 型防振锤作用和普通防振锤相同，所不同的是 FRY 型防振锤有效保护频率范围广，寿命长，电磁损耗低，防电晕性能好，属于节能型金具。

OPGW 光缆配置外径=13.2 光缆防震锤，并配置护线条。

## 5.2 绝缘配合

### 5.2.1 污秽等级划分

本工程线路所经的钟山县城西部，主要污染源为城市道路机动车尾气污染、城市人口密集区的居民生活气体污染以及沿线的工业废气污染，参照《南方电网污区分布图（2021 版）》，本线路所处区域为 c 级污秽区，经现场勘察，新建线路所在地处于贺州市钟山工业园区龙岩新材料产业园周边，该产业园内大部分厂房为石材加工，空气中有大量粉尘，充分考虑大气

条件和环境污秽的总态势并考虑一定的前瞻性，同时结合附近已建及在建线路的污秽等级设计，本工程线路污秽区按加大一级设计，即 d 级污秽区设计。

根据南网公司《35kV~500kV 交流输电线路装备技术导则》要求，污秽区选择适当留有裕度，即：a、b 级污秽区新建线路绝缘子应按照 c 级污秽区等级的统一爬电比距来配置；c、d 级污秽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。因此，本工程统一爬电比距取 d 级污秽区值：50.4mm/kV。



## 5.2.2 绝缘子型号及绝缘子串数

### 5.2.2.1 绝缘子类型选择

架空输电线路采用的绝缘子主要有四种：钢化玻璃绝缘子、盘式瓷绝缘子、合成绝缘子、长棒型瓷绝缘子，各种类型的绝缘子各有特点。钢化玻璃绝缘子具有零值自爆特性，从而可省掉测零值的工作量，运行维护直观方便；盘式瓷绝缘子是架空输电线路最早使用的绝缘子，具有强度高、耐污性能好、运行经验丰富的特点，但须定期检测绝缘子零值，维护工作量较

大；合成绝缘子具有重量轻、耐污性能好、结构简单、易于运输和安装等特点，但其老化相对较快；长棒型瓷绝缘子属新型绝缘子，具有不可击穿、耐污性能好、不须检测零值等特点，但其价格较贵，国内运行经验欠丰富。

根据《35kV~500kV 交流输电线路装备技术导则》，d、e 级污区线路悬垂串宜选用复合绝缘子（重冰区除外）或外伞型绝缘子；耐张串宜选用玻璃绝缘子。结合上述各类绝缘子的特点以及供电局运维部门意见，合成绝缘子老化相对较快，不利于运行维护，因此本工程选用玻璃绝缘子，根据《生产设备品类清单（2024 版）》，选用防污型玻璃绝缘子。

5.2.2.2 绝缘子选择

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）第 7.0.2 条规定，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 5.2-1 的规定。耐张绝缘子串的绝缘子片数应在表 5.2-1 的基础上增加，对 110kV~330kV 输电线路应增加 1 片。

表 5.2-1 操作过电压及雷电过电压要求悬垂绝缘子串的绝缘子的最少绝缘子片数

标称电压	110	220	330	500	750
单片绝缘子的高度（mm）	146	146	146	155	170
绝缘子片数（片）	7	13	17	25	32

为保持高塔的耐雷性能，根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）第 7.0.3 条规定全高超过 40m 有地线的杆塔，高度每增加 10m，应增加 1 片同型号的绝缘子。

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010），d 级污秽区 220kV 及以下线路统一爬电比距需在 39.4~50.4mm/kV，并根据《35kV~500kV 交流输电线路装备技术导则》（南方电网是设备【2015】3 号），c 级、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配置,本工程污秽等级为 d 级，统一爬电比距取 50.4mm/kV。经计



算，本工程采用防污型玻璃绝缘子（根据南网标准设计总论中，耐污型绝缘子爬电距离的有效系数取 0.9，因此有效系数取 0.9），绝缘子串的玻璃绝缘子片数最少为 9 片，因此，本工程悬垂绝缘子串片数按 9 片考虑；根据《10kV～750kV 架空输电线路设计规范》(GB 50545-2010) 第 7.0.6 条耐张绝缘子串的片数在满足 7.0.2 条和 7.0.3 条的情况下，可不再比悬垂绝缘子串增加，因此，耐张绝缘子串片数与悬垂绝缘子串片数相同，按 9 片绝缘子考虑。

表 5.2-2 绝缘子片数配置一览表

类 别	绝缘子型号	单片爬电距离 (mm)	片数	联数	统一爬电比 距 (mm/kV)
导线悬垂串	U70BLP-2	450	9 片	单、双联	50.14
跳线悬垂串	U70BLP-2	450	9 片	单、双联	50.14
导线耐张串	U100BLP-2	450	9 片	双联	50.14

本工程新建线路推荐采用 U70BLP-2 和 U100BLP-2 型绝缘子，其统一爬电比距为 50.14mm/kV, 满足装备导则中第 5.1.4 条规定：c 级、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，即盘型绝缘子最小要求值 50.4mm/kV 的统一爬电比距要求。

本工程 JL/LB20A-400/35 导线悬垂采用 U70BLP-2 玻璃绝缘子，耐张串采用 U100BLP-2 玻璃绝缘子。根据《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023 版）》（国能发安全〔 2023〕22 号），第“15.4.3”规定，“新建 110～220kV 架空线路 20° 以上转角塔的外侧跳线应加装绝缘子及重锤；20° 以下的转角塔的内外侧跳线均应加装单串绝缘子及重锤”。

下表为玻璃绝缘子机电性能参数：

表 5.2-3 110kV 线路玻璃绝缘子性能表：

序 号	名 称	标准参数值	标准参数值
1	产品型号	U70BLP-2	U100BLP-2
2	结构高度(mm)	146	146

序 号	名 称	标准参数值	标准参数值
3	盘径(mm)	255	280
4	爬距(mm)	450	450
5	连接型式标记	16	16
6	雷电全波冲击耐受电压(kV)	120	125
7	工频湿闪(kV)	45	50
8	工频击穿(kV)	130	130
9	额定机电破坏负荷(kN)	70	100
10	参考重量(kg)	5.2	5.9

按《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010），绝缘子机械强度安全系数：最大使用荷载时为 2.7，断线时为 1.8。本工程绝缘子参考本条规定。

按照《中国南方电网反事故措施（2024 年版）》以及桂电设备函【2013】46 号《关于明确架空电力线路交叉跨越技术要求的通知》的要求，对重要跨越处，如跨越公路、河流、10kV 及以上线路直线塔采用独立挂点的双悬垂串绝缘子结构。

### 5.2.3 空气间隙

本线路海拔高度在 1000m 以下，根据设计规范中第 7.0.9 条规定，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）的间隙，不应小于表 5.2-3 所列数值。

表 5.2-4 带电部分与杆塔构件的最小间隙

工 况	同时风速(m/s)	最小空气间隙(m)
雷电过电压	10	1.0
操作过电压	15	0.55
工频电压	23.5	0.25

带电作业的杆塔、带电部分与接地部分的间隙不小于 1.2m，在操作人员停留的地方，另增加人体活动范围 0.5m。

## 5.3 防雷和接地

### 5.3.1 防雷保护措施

本工程所经地区年平均雷暴日 94 天，属于多雷区，根据《电力工程高压送电线路设计手

册》(第二版)中送电线路的防雷保护要求计算本工程基本塔型的耐雷水平为 60.61kA，雷击跳闸率为 1.88；满足《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)规定 110kV~500kV 架空送电线路典型杆塔的耐雷水平(41~63kA)和雷击跳闸率(1.18~2.01)的要求，本工程为加强防雷保护，拟采用下列防雷保护措施：

- 1) 全线架设双地线（光缆）并通过杆塔直接接地，对于双回路，地线对边导线的保护角不大于 10°，单回路不大于 15°。
- 2) 杆塔上两根地线之间的距离不大于导线间垂直距离的 5 倍。
- 3) 档距中央导线与架空地线的距离 S 满足公式  $S \geq 0.012 * L + 1$  的要求。
- 4) 每基杆塔均接地，接地电阻满足规程要求
- 5) 根据南网反事故措施“110kV 及以上电压等级架空线路出线线路侧均应安装避雷器”的要求，本期观岭站。龙岩站内新建构架侧已考虑安装避雷器，故观岭站、龙岩站外终端塔上不需再考虑加装避雷器。

5.3.2 接地装置及工频接地电阻的要求

全线每基杆塔均接地，在居民区和水田中的接地装置做成闭合环形，其余地区采用矩形和放射形。

接地材料：接地引下线用 Φ14 圆钢热镀锌，接地使用 Φ12 圆钢热镀锌。从铁塔四个塔腿分别引下。

接地体埋深：耕作区 0.8m，非耕作区 0.6m，岩石地区不小于 0.3m。

表 5.3-1 在雷季干燥时，每基杆塔不连地线的工频接地电阻不大于下表数值

土壤电阻率 (Ω.m)	100 及 以下	100 以上 至 500	500 以上 至 1000	1000 以上 至 2000	2000 以上
----------------	-------------	-----------------	------------------	-------------------	---------

工频接地电阻 ( $\Omega$ )	10	15	20	25	25
------------------------	----	----	----	----	----

#### 5.4 导线对地及交叉跨越距离

导线对地和交叉跨越距离遵照设计规程中相关规定。

110kV 线路：

i) 本线路经过区段按非居民区考虑，在最大计算弧垂情况下不小于下列数值：

居民区： 7.0m；

非居民区： 6.0m；

交通困难地区： 5.0m

ii) 交叉跨越垂直距离

公路： 7.0m

110kV、35kV 及以下电力线、弱电线： 3.0m

iii) 导线与树木的最高自然生长高度之间的垂直距离不小于 4.0m。（或距现状树木高度之间的垂直距离不小于 8.5m）。

本工程线路跨越树木的设计原则，执行《广西电网公司生技部桂电生函[2013]128 号〈新（改）建架空线路树木砍伐讨论会议纪要〉》及南网《架空线路树障防控工作导则》的规定。

主要树种的自然生长高度一般取以下值：桉树、圣诞树、水冬瓜树、橡胶树、西南桦为 25m，松树、杉树、竹林为 20m，橄榄树、板栗等果树为 15m，龙眼、荔枝、桔子等果树为 12m，灌木 6m、杂树为 10m。

#### 5.5 金具

按《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》第 6.0.3 条，金具强度的安全系数应符合下

列规定：

最大使用荷载情况不应小于：2.5，断线、断联、验算情况不应小于：1.5。

本工程导线采用 JL/LB20A-400/35 铝包钢芯铝绞线，安全系数取 2.6，导线最大使用张力为 41.45kN，在最大使用荷载情况下，耐张绝缘子金具单串内金具强度不小于 103.6kN，耐张绝缘子金具双串内金具强度不小于 51.8kN，故耐张绝缘子金具单串内金具选用 120kN，耐张绝缘子金具双串内金具选用 100kN。

本工程导、地线悬垂线夹根据《南方电网公司 110kV～500kV 输电线路金具标准设计（3.0 版）》选用螺栓型加预绞丝护线条金具，其余按《南方电网公司 110kV～500kV 输电线路金具标准设计（3.0 版）》选型使用，防振锤选用节能型。本工程采用的光缆金具根据《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/T766-2013）选用。

本工程金具选型符合《桂电物函〔2014〕7 号 关于下发绝缘子、金具和水泥杆常用规格型号的通知》的要求，并符合南网反事故措施“新（改、扩）建线路，若一侧地线为 OPGW 时，另一侧地线金具应采用与 OPGW 金具型式一致的金具”的要求。

具体型号见下表：

表 5.5-1 导、地线主要金具一览表

序号	名称	规格	破坏荷重(kN)	备 注
1	悬垂线夹	XG-8040		导线
2	悬垂线夹	XG-8040		跳线
3	耐张线夹（液压型、导线用）	NY-400/35BGA		导线
4	球头挂环（QP 型）	QP-07-50		
5	碗头挂板（W 型）	W-07-70		
6	碗头挂板（WS 型）	WS-07-70		
7	挂板（UB 型）	UB-21/07-100-45		

序号	名称	规格	破坏荷重(kN)	备 注
8	挂板(UB 型)	UB-10/07-80-45		
9	挂板 (PD 型)	PD-07-120		
10	挂板 (PS 型)	PS-10-100		
11	直角挂板 (ZS 型)	ZS-07-80		
12	联板 (L 型)	LF-16/07A-100/500		
13	联板 (L 型)	L-16A-100/400		
14	调整板 (DB 型)	DB-16-110/170		
15	调整板 (DB 型)	DB-10-80/200		
16	U 型挂环	U-21-100		
17	U 型挂环	U-16-95		
18	U 型挂环	U-07-70		
19	U 型挂环	U-10-85		
20	U 型挂环	UL-10-140		
21	U 型螺栓	UJ-1880		
22	预绞丝护线条	FYH-400/35BG-1900		
23	导线防振锤	FR-3/5		

表 5.5-2 本工程线路 OPGW 光缆主要金具一览表

序号	设备名称	型 号 规 范	破坏荷重 (kN)	备 注
1	悬垂金具串	CL-10/OPGW	100	
2	耐张金具串	NL-3/OPGW	120	
3	防振锤			
4	防振护线条			
5	引下固定夹具			
6	接地线			
7	接地线联接件			
8	OPGW 光缆接续盒			应含杆(塔)联结件

9	OPGW 余缆环			应含杆(塔)联结件
---	----------	--	--	-----------

## 5.6 相序

1) 龙岩变 T 接观岭~钟山 110kV 线路部分：龙岩站~#4 为双回路架空线路，线路导线为垂直排列，从上往下相序为 B、A、C；#5~#9 为单回路架空线路，线路导线为三角形排列，从左往右相序为 A、B、C。同时需充分核对观岭~钟山 110kV 线路相序，保证相序一致。

## 6 杆塔与基础

随着高压线路的发展，杆塔及基础的规划已不仅仅是线路本身杆塔优化组合及混凝土、钢材等材料指标高低的问题，同时送电线路对环境影响带来的经济问题和社会问题也日益突出。本工程杆塔及基础的规划充分考虑了安全可靠、技术先进、运行方便、投资经济、节能环保等因素，以期达到安全可靠、技术先进，运行方便，经济指标更合理，实现工程建设对环境影响更小。

### 6.1 杆塔及基础设计依据

- (1) 《110~750kV 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》（GB50017-2017）
- (5) 《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）
- (6) 《电力设施抗震设计规范》（GB 50260-2013）
- (7) 《输电线路铁塔制图和构造规定》（DL/T 5442-2020）
- (8) 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）



(9) 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

(10) 《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)

(11) 《电力设施抗震设计规范》(GB 50260-2013)

(12) 《南方电网公司 110kV~500kV 输电线路杆塔标准设计 V2.1》

其他有关规程、规范、技术规定。

## 6.2 关于执行《南方电网公司 110kV~500kV 输电线路杆塔标准设计 V3.0》及相关规程、规范设计的情况说明

本线路塔型设计以《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)和《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T5154-2020)以及其它有关技术规定为依据,并结合本工程的实际地形地质情况,塔型选择如下:

本工程导线型号为 JL/LB20A-400/35,基本风速 23.5m/s,导覆冰厚度为 5mm;地线(JLB20A-100)覆冰厚度为 10mm,海拔 0~1000 米,经杆塔重量、导地线最大使用张力(导地线型号与标设不同,通过调整导线安全系数使最大使用张力不超标设)、基础作用力比较后,本工程线路自立式铁塔线路部分选用《南方电网公司 110kV~500kV 输电线路杆塔标准设计 V3.0 版》V3-1D2W2 模块(110kV 线路,导线型号为 JL/LB20A-400/35,双回路,基本风速 23.5m/s,导、地线覆冰厚度为 10mm,海拔 0~1000 米)和 V3-1D1W1 模块(110kV 线路,导线型号为 JL/LB20A-400/35,单回路,基本风速 23.5m/s,导、地线覆冰厚度为 10mm,海拔 0~1000 米)。

龙岩站 T 接观岭~钟山 110kV 线路工程采用《南方电网公司 110kV~500kV 输电线路杆塔标准设计 V3.0》中相关模块杆塔进行设计,新建杆塔 9 基,其中 9 基塔采用 V3-1D1W1、V3-1D2W2 模块,杆塔标准设计采用率 100%。

### 6.3 杆塔型式

本线路塔型设计以《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）和《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T5154-2020）以及其它有关技术规定为依据，并结合本工程的实际地形地质情况进行选择。本工程导线型号为 JL/LB20A-400/35，基本风速 23.5m/s，覆冰厚度为 10mm，海拔 0~1000 米，经杆塔重量、基础作用力比较后，塔型选择如下：

#### 1) 自立式角钢塔部分

选用《南方电网公司 35kV~500kV 变电站标准设计 V3.0》V3-1D1W1 模块（110kV 线路，导线型号为 JL/LB20A-400/35，单回路，基本风速 23.5m/s，导、地线覆冰厚度为 10mm，海拔 0~1000 米），本线路采用自立式角钢塔详见下表：

序号	型号	单位	数量	备注
1	V3-1D1W1-J1	基	1	0~20° 自立式单回路转角塔
2	V3-1D1W1-J2	基	1	20~40° 自立式单回路转角塔
3	V3-1D1W1-J4	基	1	60~90° 自立式单回路转角塔
4	V3-1D1W1-Z2	基	2	自立式单回路直线塔

选用《南方电网公司 35kV~500kV 变电站标准设计 V3.0》V3-1D2W2 模块（110kV 线路，导线型号为 JL/LB20A-400/35，双回路，基本风速 23.5m/s，导、地线覆冰厚度为 10mm，海拔 0~1000 米），本线路采用自立式角钢塔详见下表：

序号	型号	单位	数量	备注
1	V3-1D2W2-J4	基	2	60~90° 自立式双回路转角塔
2	V3-1D2W2-Z2	基	1	自立式双回路直线塔
3	V3-1D2W2-Z3	基	1	自立式双回路直线塔

### 6.3.1 塔头设计

塔头设计符合标准设计统一规定，包括绝缘配合原则、绝缘子片数和串长、空气间隙取值、间隙圆设计、防雷保护、塔头布置、联塔金具等。

#### 1) 绝缘配合原则

标准设计应考虑杆塔挂玻璃绝缘子串和复合绝缘子串两种情况，其中，玻璃绝缘子爬电比距按 d 级污区上限值配置片数，即统一爬电比距 $\geq 50.4\text{mm/kV}$ ；

#### 2) 绝缘子片数

绝缘子片数采用爬电比距法计算，同时考虑海拔高度的影响。本工程绝缘子串按 9 片/串考虑。

#### 3) 空气间隙

标准设计的空气间隙按照规范的相关规定选择。

表 6.3-1 空气间隙采用数值

电压等级 (kV)	回路	海拔高度 (m)	空气间隙 (m)			
			工频	操作	雷电	带电作业
110	单、双	$\leq 1000$	0.25	0.70	1.00	1.00

注：1) 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；

#### 4) 间隙圆图

单回直线塔统一取下层横担悬垂绝缘子串风偏角来规划整个塔头，110kV 导线平均高度一般取 15m。双回路直线塔统一取中层横担悬垂绝缘子串风偏角来规划整个塔头。

直线塔按照单、双联“1”型悬垂绝缘子串规划塔头，分别绘制间隙圆图。双联串的允许摇摆角所对应的摇摆角系数  $K_v$  值应满足规划要求。

间隙圆内应包含结构裕度，110kV 铁塔结构裕度取 150mm～200mm。

耐张塔塔头正面图的外角侧绘制装设跳线串情况的间隙圆，内角侧绘制不装设跳线串情况的间隙圆；一般耐张串长度取可能用到的最短长度。

#### 5) 防雷保护

所有杆塔均按照双地线设计。地线和导线的距离应满足档中导地线配合的要求。

无冰区，杆塔上地线对边导线的保护角，对于同塔双回路，110kV 线路不大于  $10^{\circ}$ ；对于单回路，110kV 线路不大于  $15^{\circ}$ 。

#### 6) 塔头布置

对于无冰区杆塔，相邻层导线间的挂点间应保持一定的水平偏移，取 300mm。

单回路酒杯塔和猫头塔悬垂绝缘子串可采用“Ⅰ”串或“V”串；双回路塔一般按全“Ⅰ”串设计。

在设计导线横担尺寸时，所有耐张塔内、外角侧均考虑装设跳线串。

#### 7) 联塔金具

所有直线塔的导线挂点均按单挂点和双挂点进行设计，110kV 双挂点间距为 400mm。

所有电压等级地线均采用单挂点。

无冰区悬垂串联塔金具横线路方向设置。

表 6-2 各电压等级联塔金具

电压等级(kV)	塔型	导线挂点金具	跳线挂点金具	地线挂点金具
110	直线塔	UB 挂板	/	UB 挂板或
	耐张塔	U 型挂环	UB 挂板	U 型挂环

### 6.3.2 杆塔荷载

1) 气象条件的重现期取 30 年。

2) 基本风速离地面高度为 10m。

### 3) 杆塔荷载计算原则

杆塔荷载和组合条件均满足《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545)、《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》(DL/T 5154-2020)等规程规范的要求。

### 4) 荷载组合

#### (1) 直线塔

##### 1) 正常运行情况

基本风速、无冰、未断线(最大垂直荷载、最小垂直荷载分别与最大水平荷载组合)，包括  $90^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $0^\circ$  风。

##### 2) 断线情况：

单回路杆塔：单导线断任意一相导线，地线未断；断任意一根地线，导线未断；

双回路杆塔：同一档内，单导线断任意两相导线；断一根地线，单导线断任意一相导线。

##### 3) 安装情况

直线塔应考虑检修吊装。不考虑锚线情况。；

#### (2) 耐张转角塔

##### 1) 正常运行情况

(a) 基本风速、无冰、未断线(应计算  $90^\circ$  风及其反向风；终端塔还需计算  $0^\circ$  风)；

(b) 低温工况：按最低气温、无冰、无风、未断线情况计算；

##### 2) 断线情况

双回路杆塔：同一档内，单导线断任意两相导线、地线未断；断任意一根地线，单导线断任意一相导线。

### 3) 安装情况

所有耐张转角塔考虑紧线、锚线、吊装跳线的组合。

#### 6.3.3 杆塔设计一般规定

(1) 为增加铁塔顺线路的刚度，所有铁塔采用方形断面。

(2) 按全方位长短腿设计。

(3) 以上自立式铁塔架线完成后，按要求作地脚螺栓保护帽。为保护杆塔的安全运行，自铁塔短腿基础顶面起向上 9m 范围内应采用防盗螺栓，其余单螺帽螺栓应采用防松措施，并考虑锈蚀影响。根据《输电线路防高空坠落工作会会议纪要》（桂电生纪要[2010] 7 号）文规定，本工程每基杆塔均安装防高空坠落装置。

#### 6.3.4 杆塔结构设计方法

杆塔结构设计采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，结构的极限状态是指结构或构件在规定的各种荷载组合作用下或在各种变形或裂缝的限值条件下，满足线路安全的临界状态。极限状态分为承载力极限状态和正常使用极限状态。

#### 6.3.5 杆塔验算情况

本工程拟采用《南方电网公司 35kV~500kV 输电线路铁塔标准设计 V3.0》中的 V3-1D1W1、V3-1D2W2 模块铁塔，原设计已执行《110~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010），《架空输电线路杆塔结构设计技术规程》（DL/T 5486-2020）等最新规范。

### 6.4 基础部分

#### 6.4.1 基础形式的选择

本工程基础设计遵循《架空输电线路基础设计技术规程》（DL/T 5219-2023），针对本工程选用的杆塔形式结合线路经过区域的地质情况，拟采用以下基础形式。

### (1) 掏挖基础

该类基础适用于土质较好的粘性土且无地下水的塔位。该类基础可充分发挥原状土抵抗上拔的优势。与同样荷载及地质条件情况下的台阶基础相比，该类型基础具有混凝土耗用量少，基础施工产生的土石方量少等优点。但由于该类基础采用人工掏挖，因此施工中要严格成形质量检验，已满足设计要求，同时需采取可靠的人身安全措施。凡在地质条件符合掏挖基础的地段，应尽量采用该类型基础。

### (2) 板式基础

此类基础适用于无地下水的各类地质条件基础，基础采用大开挖形式，基础的主柱及底板都配筋来保证抗压和上拔。相对于现浇台阶基础、掏挖基础而言，其混凝土量少，但钢筋用量较多。

### (3) 灌注桩基础

此类基础适用于无地下水的各类地质条件基础，基础施工采用钻孔形式，具有较高的安全性和较强的稳定性，即混凝土渗透至土层深处，能使土层和灌注桩体紧密结合起来；灌注桩能够有效的控制地基沉降，从而对土层产生压实效果；同时灌注桩占地面积较小，对周围环境破坏较小。但由于灌注桩需要大型设备进行施工，因此只适用于交通条件便利的地方。

## 6.4.2 材料性能及技术要求

本工程所用基础钢材：主筋主要采用Ⅱ级（HRB400）钢筋，底板、台阶主筋及箍筋采用HPB300 钢筋，地脚螺栓采用 5.6 级钢。

混凝土材料：本工程基础混凝土在长期无水浸泡地段采用 C25 级混凝土，少数位于长期有水浸泡地段基础混凝土采用 C30 级混凝土。



根据岩土工程资料及水文资料，本工程沿线无强腐蚀性物质，故本工程基础无需采取特殊防腐措施。

根据《架空输电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T 5154-2012）规定，位于基本烈度为七度及以上地区的混凝土高塔和位于基本地震烈度为九度及以上地区的各类杆塔应进行抗震验算。本工程无需进行抗震校验。

## 6.5 环保措施

本工程位于山坡的基础采用加高基础，尽量适应塔位原地形，可以最大限度减少基面开挖量，从而减少水土流失，达到保护环境的目的。

## 7 光缆部分

### 7.1 光缆路由

根据通讯系统与线路防雷需要，本期光缆路由为：

本工程沿新建龙岩变 T 接观岭～钟山 110kV 线路段架设 2 根 48 芯 OPGW 光缆至龙岩站，长度约 1.95km，其中一根新建光缆与原观岭站～钟山站观岭侧光缆熔接，形成观岭站～龙岩站光缆路由，一根新建光缆与原观岭站～钟山站钟山侧光缆熔接，形成龙岩站～钟山站光缆路由。

## 8 通讯保护

本工程跨越的通讯线交叉角大于  $45^{\circ}$ ，不必另做通讯保护设计。

## 9 附属设施

1、本工程所有新建杆塔设置警告牌、杆号牌、相序牌、基础保护宣传牌和线路保护宣传牌。杆号牌、色标牌、警示牌采用牌号框安装。

2、根据《公司输电线路防高空坠落工作会会议纪要》，本工程新建铁塔需装设防高空坠落装置，选用 JLB20A-50 铝包钢绞线，通过与钢锚、楔形线夹及固定夹件组装后固定在塔材、导、地线横担上。

3、根据《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》要求，本工程在观岭～钟山 110kV 线路#10 号塔安装分布式故障定位装置 1 套。

## 10 节能降耗

本线路工程采用以下措施达到节能降耗的目的：

### 1、接入系统方案确保技术经济合理

本期工程接入系统的潮流分布较合理，正常方式下各线路潮流均在经济输送范围内；在 N-1 方式下，各线路潮流与经济输送值相近，没有过载线路。

### 2、考虑经济电流密度、合理选择导线截面

110kV 导线截面经济电流密度并考虑适度发展需要，选用  $400\text{mm}^2$  导线截面，因此能满足电网正常和故障运行的要求，且具有较好的经济性和适应性。

3、为了节省线路走廊资源，减少杆塔占地面积，本工程 110kV 架空线路采用单/双回杆塔混合架设，可以减少线路走廊宽度，减少永久占地面积。

4、导、地线悬垂线夹采用预绞式，跟普通型式的悬垂线夹相比，它具有以下几个突出特点：

1) 最佳的应力分配：将导线所受应力分布在一个较大的区域，使弯曲、剪切、拉伸等静态应力对导线的影响大大减少，极大提高了导线承受应力的能力；

2) 最低的磨损：预绞式悬垂线夹的护线条在悬垂点两侧紧握导线，可以承受较高的不平

衡荷载，从而避免了导线滑移，因此把导线的磨损降至最低限度；

3) 防老化及松动：预绞式悬垂线夹的护线条由与导线材质相符的材料制成，同时又具有较好的弹性和韧性，与普通刚性较强的硬铝护线条相比，较好的防老化性能和防松动性，可以长年安全使用；

4) 极佳的电气性能：预绞式悬垂线夹由于其平滑的外轮廓及独特的尾端鹦鹉嘴处理工艺，避免了电晕现象的发生，降低了电磁损耗。

5、导、地线采用节能型 FDZ 型防振锤，能有效抑制导、地线的振动，避免了由于振动导致的导线股的疲劳破坏和金具、绝缘子的损伤。同时，由于其采用稀土铝合金镀锌高强度钢绞线以及锤体套管热镀锌，最大限度地减少了防振锤的机械、化学磨损，有利于握力的稳定，不松动，提高了使用寿命，还基本消除了电磁损耗，节能效果明显，而且其平滑的外轮廓使电晕放电大大降低。

6、对于位于山区的杆塔，采用长短腿型式以及不等高基础型式，使开挖土石量降低，不仅节约了投资，同时也将对周围环境的影响降低到最小程度。

## 11 施工组织方案

本工程以尽量减少已建站停电时间为原则，设计线路部分建设时序如下：

1、第一步建设自立式角钢塔基础，进行基础养护，不需停电；

2、组立自立式角钢塔工作，不需停电。

3、停电跨越需停电施工的被跨越线路，架设新线，具体停电天数以施工单位的施工停电报告为准。

4、新建线路 T 接 110kV 观钟线，需对 110kV 观钟线停电 2 天；

## 12 环境保护、水土保持方案

本工程环评水保报告在办理中。

### 12.1 线路沿线自然环境概况及环境质量现状

#### (1) 线路沿线自然环境概况

本工程所处区域为贺州市钟山县境内，贺州地处低纬度地区，属中亚热带季风气候。因受太阳强热辐射和季风环流影响，四季分明，热量丰富，雨量充沛，气候温和湿润。夏长而湿，酷暑鲜见，间有冰雹；冬短而干，严寒稀少，偶降小雪；春秋相当，秋温略高于春温，冬夏季风交替规律明显。灵川县处于中亚热带季风气候，四季分明，雨量充沛，阳光充足，热量丰富，夏长冬短，雨热同季。

#### (2) 线路沿线环境质量现状

##### 1) 空气环境质量现状

根据《2010年桂林市环境状况公报》，项目所在的桂林临桂区环境空气质量年均值符合国家二级标准。本工程沿线无大型工业污染源，总体上该区域空气质量良好，达到《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准。

##### 2) 水环境现状

根据《2010年桂林市环境状况公报》，工程沿线水体主要监测评价指标达标准为100%。污染物浓度处于较低水平，水质可达《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，水质较好。

##### 3) 电磁环境现状

工程区域内电磁场水平较低，电磁环境良好。本工程位于桂北地区，根据以往工程电磁环境现状监测结果，桂北地区工频电场为1.459~2.445V/m，工频磁场为 $0.043 \times 10^{-3} \sim 1.255$

$\times 10^{-3} \text{mT}$ , 0.5MHz 无线电干扰值为 37~44.5dB, 远低于国家推荐评价标准限值。由上可知, 总体上本工程线路沿线电磁场污染水平较低、电磁环境质量较好。

#### 4) 生态环境现状

本线路沿线多为丘陵和水田, 植被主要为桉树、松树和杉树, 零星种植有桂花树、柑橘、和梨子树等果树。工程区域生态环境受人工扰动的程度较大, 已不存在原生林木, 沿线植物种类均为常见物种, 未发现受保护的珍稀植物。工程沿线区域野生动物的种类和种群个体数量均较少, 主要是适应人群活动的常见物种, 未发现珍稀保护动物。

本工程沿线植被覆盖程度较高, 生态环境较好, 不涉及自然保护区、风景区等生态敏感区域。

## 12.2 输电线路生态影响评价

本工程线路的塔基建设将压占部分土地, 改变原有地貌、扰动植被, 会造成水土流失; 塔基开挖、回填, 改变了土体结构, 加剧水土流失; 杆塔运至现场进行组立, 需要征占一定临时施工场地, 在施工过程中, 也会扰动了原地貌、损坏了土地和植被。以上所造成的水土流失对生态环境都将产生一定的影响。

线路经过林地时, 尽量采用高塔跨越方式, 仅砍伐塔基处林木。工程沿线无原生林木, 未发现受保护的珍稀植物, 沿线植被均为常见种类, 生长范围广, 适应性强, 因此, 该工程线路的建设不会对建设区域内的物种造成灭绝性的影响。当线路通过田地时, 部分土地因塔基基础开挖、塔体安装和导线架设等施工作业而受到一定的影响, 但在工程投入运行后, 则很快恢复其原有性质。

线路沿线动物种类均为常见物种, 未发现受保护野生动物, 工程施工占地、扰动植被, 会破坏部分野生动物的生境, 使其迁移, 同时施工噪声也会驱赶鸟类等野生动物。由于本工

程占地面积和施工规模很小，不会对野生动物的活动区域造成大的扰动，也不会不对切割或阻断野生动物的活动通道。施工活动结束后，沿线野生动物的生境也将得到逐步恢复，因此工程建设对当地的野生动物生活环境不会产生明显影响。

本工程沿线区域无自然保护区、风景区等生态敏感区域，线路沿线施工点分散，局部占地面积很小，且施工规模小、时间短，故线路施工对沿线生态环境的扰动是轻微的，其生态影响也是小范围和短暂的，不会改变其生态系统的功能。随着工程建设结束，对环境的影响也将逐渐减弱，区域生态环境也将恢复到原有状态。

## 12.3 环境影响初步分析及处理措施

### 12.3.1 施工期环境影响分析及处理措施

#### （1）环境空气影响及处理措施

施工期杆塔基开挖、回填，材料及电气设备运输过程产生的扬尘，以及施工机械、机动车产生的废气，将对大气环境造成一定的影响。

本工程线路共新建杆塔约 9 基，每基杆塔施工规模很小，施工时间较短，且各施工建设点分散，通过对杆塔施工区及交通路面洒水、临时堆放场加盖篷布等措施，工程施工产生的扬尘和废气对沿线环境空气的影响很小。

#### （2）声环境影响及处理措施

本工程施工过程中杆塔塔基基础开挖、车辆运输、各类施工机械作业等产生的噪声是间歇性的、暂时性的。本工程在施工过程中通过合理布局各高噪声施工机械，安装消声器、隔振垫等措施，可以使施工场地的噪声达到《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-90）标准。

本工程产生的噪声经过地形和林木的阻挡，到达沿线居民点时已经衰减。新建线路沿线各施工点分布零散，施工量小，且施工过程具有短期性和暂时性，其对周边的影响也将随着

线路施工的结束而终止。根据预测计算，附近居民点处的声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准的要求，因此，本工程施工噪声对沿线居民及环境敏感点的不利影响很小。

### （3）水环境影响及处理措施

施工废水主要有生产废水和生活污水等，生产废水主要是水泥、混凝土搅拌所产生的废水，本工程施工规模较小，生产废水量约为  $2\text{m}^3/\text{d}$ ，施工人员生活污水量约为  $4\text{m}^3/\text{d}$ ，线路施工人员均租住附近村庄房屋，生活污水纳入当地排水系统，不单独排放，对沿线地表水体水质的影响很小。线路的施工点较为分散，生产废水量极少。

### （4）水土流失及水土保持措施

本工程施工期间线路塔基基础开挖和堆放的土石方由于雨水的冲刷和侵蚀，会引起一定的水土流失。

在工程施工过程中采取以下水土保持措施减少新增水土流失量，如在杆塔施工区周边设置临时排水沟，对基坑开挖出来的土石方采用装土麻袋拦挡，对于容易流失的建筑材料（如水泥等）及临时弃土集中堆放、加强管理，在堆料场周边设置临时排水沟；输电线路产生的临时弃土部分用于绿化覆土，其余土方平铺于塔基的连梁内；施工结束后，对施工基面遗留的土石方进行清理，对裸露在外的地面进行硬化或绿化等。

通过采取完善的水土保持措施和施工管理措施后，可有效控制工程建设造成的水土流失，确保工程安全进行，同时减少对水土资源的破坏。

## 12.3.2 营运期环境影响分析及处理措施

### （1）线路的电磁场影响及处理措施

经类比分析，本工程线路下方的工频电磁场和无线电干扰均能达到标准限值的要求，其



电磁场影响很小。采取的处理措施：选线注意避开密集居民区；采用双回共塔架设，既减小线路走廊，又能降低电磁场影响。

#### （2）线路的声环境影响及处理措施

经类比分析，本工程 110kV 线路对沿线噪声的贡献值极小，且沿线居民点距离线路 30m 以上，线路运行噪声对其影响极小。采取的处理措施：在设备订货时要求提高导线加工工艺，防止由于导线缺陷处的空气电离产生的电晕，降低线路运行时产生的可听噪声水平。

#### （3）环境空气影响分析

本工程建成投运后无废气产生，对空气环境无影响。

#### （4）水环境影响分析

在运行期间，本工程的送电线路无废水产生，对水环境无影响。

### 12.4 水土保持措施

在主体工程设计中具有水土保持功能的措施有：线路在路径选择时，尽可能避开了经济作物田地、陡坡和不良地质段；避开了自然保护区和林区，减少了林木砍伐。全方位采用高低腿塔和主柱加高基础，尽量采用原状土开挖基础，并合理确定基面范围，基面挖方按规定要求放坡，并采取基面排水、护坡等措施，这些措施有效的减少了水土流失。

本方案新增水土保持措施有：线路工程杆塔施工加强临时排水措施，土壤较为肥沃的区域进行表土剥离，对施工裸露地即使进行整治绿化，对堆料场、牵张场、施工道路、临时堆土场采取排水、绿化和临时拦挡等措施，形成完整的水土流失防治体系，将水土流失降到最低限度，保护区域生态环境。

## 13 抗灾减灾分析

### 13.1 灾害评估

线路所经区域为桂林市临桂区，查阅相关资料，线路经过区域内抗震设防烈度小于 6 度，未发现有灾害地震发生。

线路沿线区域地层为元古界-板溪群上亚群中组变质页岩及长石石英砂岩，经调查均未见地质灾害。

### 13.2 气象灾害防护措施

本工程所采用杆塔均按照 10mm 覆冰设计，完全满足线路沿线气象灾害受力情况。

### 13.3 地震灾害防护措施

按照《建筑工程抗震设防分类标准》（GB 50223-2008），本线路工程为重点设防类（乙类），按照以下规程规范执行。

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2008）第 3.1.4 条规定，抗震设防烈度为 6 度时，对乙类建筑可不进行地震作用计算。

《架空送电线路杆塔结构设计技术规定》（DL/T 5154-2002）第 5.5.1 条规定，位于基本烈度为七度及以上地区的混凝土高塔和位于基本地震烈度为九度及以上地区的各类杆塔应进行抗震验算。

## 14 劳动安全卫生和职业健康

### 14.1 概述

#### 14.1.1 依据的规程、规范、文件

（1）《工作场所有害因素职业接触限值 物理因素》（GBZ 2.2-2007）

- (2) 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）
- (3) 《密闭空间作业职业危害防护规范》（GBZ/T 205-2007）
- (4) 《建筑照明设计标准》（GB 50034-2013）
- (5) 《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2002）
- (6) 《生活饮用水卫生标准》（GB/T 5749-2006）
- (7) 《食品安全国家标准 消毒餐（饮）具》（GB/T 14934-2016）
- (8) 《食品安全国家标准 食品微生物学检验 总则》（GB/T 4789）
- (9) 《食品安全国家标准》（GB/T 5009）
- (10) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）
- (11) 《电力行业劳动环境监测技术规范》（DL/T 799 -2019）
- (12) 《广西壮族自治区产品质量检验收费项目和收费标准》（桂价费〔2013〕16号）
- (13) 《南方电网公司生产项目准入条件及预算标准（2020年试行版）》（办生技〔2021〕

6号）

- (14) 中国南方电网有限责任公司职业健康管理办法（Q CSG2092002-2021）
- (15) 《广西电网公司职业健康管理实施细则》（Q/CSG-GXPG2143001-2020）
- (16) 桂电办安监〔2021〕19号：《广西电网公司职业健康危害检测项目管理工作指引》
- (17) 桂电安监〔2021〕23号：关于印发广西电网公司加强职业健康风险管控工作方案

的通知。

### 14.1.2 职业健康危害辨识

本工程对新增设施可能造成职业健康危害，根据《职业健康危害因素清单》，参照《职业健康危害辨识普查表》以普查方式辨识本工程不同工种、不同区域涉及的职业健康潜在危

害因素，分析危害，以便下一步进行检测，做好防护措施。

单位：		日期：	按工种 辨识		按区域辨识			危害描述	目前采取的防 护措施	备注
类别		危害项目	巡 维 中 心 班 组 人 员	输 电 线 路 班 组 人 员	变 电 站 户 外 设 备 场 地	变 电 站 主 控 室	线 路 经 过 区 域 （ 郊 野 ）			
职业健康	物理危害	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	本工程变电部分在原站内建设，不新增建筑；线路部分新增塔待本工程防护措施完善	

							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。		
		照明及能见度	√			√	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。	不涉及	本工程不新增建筑
		温度	√	√	√	√	高温作业，对循环系统、消化系统、泌尿系统、神经系统等均会产生影响。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。过量热积聚体内会产生中暑（职业病）。高温对设备有影响，可能导致电力中断或影响电网稳定	线路部分新增塔待本工程防护措施完善	
		振动					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	不涉及	无电锯、电钻等施工、振动设备控制的作业

							手臂振动病（职业病）。有下列表现之一者可能患有振动病：一是手部冷水复温试验，复温时间延长或复温率低，二是指端振动感觉和手指痛觉减退。		
		辐射	√	√	√	√	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。	本工程变电部分在原站内建设，不新增建筑；线路部分新增塔待本工程防护措施完善	本工程只扩建间隔，不新增变压器、串联电容器、电抗器等
	化学危害	油漆					/	不涉及	本工程不新增建筑，无新装修的场所
		杀虫水					/	不涉及	本工程不新增建筑，无新装修的场所
		实验室化学品					/		本工程无应用
		煤气					/	不涉及	本工程不新增建筑，在原有室内建筑居

								住时需注意
天然气						/	不涉及	本工程不新增建筑， 在原有室内建筑居 住时需注意
汽油、柴油						/	不涉及	本工程不新增建筑， 在原有室内建筑居 住时需注意
二氧化碳灭火剂						/	不涉及	本工程不新增建筑， 在原有室内建筑居 住时需注意
六氟丙烷、七氟丙 烷灭火剂						/	不涉及	本工程不新增该类 设备
无水乙醇（酒精）						/	不涉及	本工程不新增建筑， 在原有室内建筑居 住时需注意
空气质量						/	不涉及	本工程变电部分 在原站内建设
六氟化硫						/	不涉及	本工程不新增 GIS 等 SF6 设备
氮气						/	不涉及	本工程不新产生该



								类物质
	氧气						/	不涉及 本工程不新产生该 类物质
	氨气						/	不涉及 本工程不新产生该 类物质
	乙炔						/	不涉及 本工程不新产生该 类物质
	生物危害						/	不涉及 本工程变电部分 在原站内建设，不新 增建筑；在原有室内 建筑居住时需注意
	人机工效（可制定人机工效调查表）						/	不涉及 本工程变电部分 在原站内建设，不新 增建筑；在原有室内 建筑居住时需注意
	心理因素（可制定心理因素调查表）						/	不涉及 本工程变电部分 在原站内建设，不新 增建筑；在原有室内 建筑居住时需注意
其他危害因素							/	不涉及 不涉及

## 9.2 防治措施

根据《广西电网公司职业健康危害检测项目管理工作指引》，按照节约成本、符合实际的原则，根据职业健康危害所在区域、涉及工种的实际情况，确定各危害因素的检测项目、地点及数量等。原则上同一检测地点同一项目只检测一次，依据《广西电网公司职业健康危害因素检测项目一览表》确定的检测项目、要求及执行标准，确定本工程职业健康危害因素检测项目一览表如下页。

职业健康危害检测项目通过物资管理系统进行申报需求和采购，开展检测项目实施。经职业病危害预评价存在职业病危害的，建设单位应当在施工前组织开展职业病防护设施设计，组织评审并形成书面报告，按照设计评审结果组织施工。

建设项目投入生产和使用前，建设单位应当组织开展职业病危害控制效果评价和职业病防护设施验收。

序号	危害类别	危害因素	检测意义	参考标准依据	检测注意事项	检测地点	数量	单位	执行标准	备注
1		噪声	长期暴露于严重噪声环境，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。	《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素》（GBZ 2.2-2007）	检测前需对工作场所进行现场调查，根据噪声设备分布、噪声特征及变化规律等选取测量点及时间。	基建线路施工现场、通信机房、主变压器区	3	项	《广西壮族自治区产品质量检验收费项目和收费标准》（桂价费〔2013〕16号）	《南方电网公司生产项目准入及预算标准》 试验检验项目预算标准中噪声价格为70元，价格较低，参照桂价费〔2013〕16号，收费100元。
2	物理危害	辐射	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	《电力行业劳动环境监测技术规范 第7部分：工频电场、工频磁场监测》（DL/T 799.7-2019）	重点检测高电压等级设备集中的区域。检测时间尽量选取负荷较高的时段。	高压线路、通信机房	2	项	广西电网综合指导价	《南方电网公司生产项目准入及预算标准》 试验检验项目预算标准中辐射价格为200，价格较低，参照粤环监协〔2018〕11号和广西市场报价，制定广西电网综合指导价300元

			育。							
3		高温	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。	《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素》（GBZ 2.2-2007）、《电力行业劳动环境监测技术规范 第5部分：高温监测》（DL/T 799.7-2019）	检测注意事项：检测时间应选取环境温度较高的时段。检测前应了解接触高温的作业岗位、岗位人员数量、工作路线、各工作地点停留时间及频次等。	主 变 压 器、高压 线路	2	项	广西电网综合指导价	

4		照明	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。	《建筑照明设计标准》（GB 50034-2013）	重点检测正常情况下的照度。检测地点及时间应根据危害分布描述确定。检测注意事项：室内照明测量一般应在没有天然光和其他非被测光源的影响下进行。	配电房、主控室	/	项	《南方电网公司生产项目准入条件及预算标准（2020年试行版）》（办生技〔2021〕6号）	
5		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）	《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素》（GBZ 2.2-2007）	重点考虑电锯、电钻等施工、振动设备控制的作业人员。	基建线路施工现场、主变压器区	2	项	广西电网综合指导价	

## 15 本工程线路与标准设计、典型造价的主要差异

龙岩 T 接观岭～钟山 110kV 线路工程：采用南方电网公司 35kV～500kV 输电线路杆塔标准设计（V2.1）中 1D1W2、1D2W2 的杆塔模块，由于新建线路长度为 1.95km，因此不进行 110kV 标准设计和典型造价应用情况分析。

## 16. 输电线路绿色低碳电网建设及评价标准执行情况

### 16.1 3C 绿色低碳电网依据

根据南方电网公司基建部南方电网基建[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》，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，公司组织编制了中国南方电网公司绿色低碳电网建设标准等成果。

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 $\pm 500\text{kV}$ — $\pm 800\text{kV}$ 换流站及输电线路、 $35\text{kV}$ ～ $500\text{kV}$ 变电站及输电线路、 $0.4\text{kV}$ — $10\text{kV}$ 配网等新建工程，自发文之日起开始试行应用一年。同时，2013版《3C 绿色电网建设指南（绿色部分）》废止。

## 16.2 3C 绿色低碳电网建设标准

(1) 本工程架空线路按评价指标满足标准情况如下：

序号	一级指标	指标类型	条 款	执行情况			
				满足	不满足	评分情况	备注
1	4.1 节地与土地利用	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。	√			
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。	√			
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。	√			
4		评分项	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	
5			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	
6			4.1.2.3 杆塔采用导线三角形或垂直排列的型式，评价分值为 16 分。			16	
7			4.1.2.4 在满足安全性和经济性的基础上，部分或全部相导线悬垂绝缘子串采用 V 型、Y 型或 L 型布置，评价分值为 13 分。				
8			4.1.2.5 城区或市郊线路采用钢管杆、窄基塔等占地面积少的杆塔，评价分值为 12 分。			12	
9			4.1.2.6 在满足安全性和经济性的基础上，采用绝缘杆塔、绝缘横担以缩小线路走廊宽度，评价分值为 6 分。				
10			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。				
11	4.2 节能与能源利用	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。	√			
12			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%。	√			
13		评分项	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	
14			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			23	



			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。				
15			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。				
16			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。				
17			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。				
18			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。				
19	4.3 节材与材料利用	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。	√			
20			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。	√			
21			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。	√			
22			4.3.1.4 按南方电网物资品类优化成果选用设备和材料。	√			
23			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。	√			
24			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。	√			
25		评分项	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	
26			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	
27			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	
28			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	
29			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			4	

			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。				
30			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	
31			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。				
32			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。				
33			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	
34			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。				
35			4.3.2.11 岩石地基采用锚杆基础，评价分值为 8 分。				本工程不涉及岩石地基
36			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。				
37	4.4 环境质量与环境保护	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。	√			
38			4.4.1.2 输电线路未在饮用水水源一级保护区内立塔。	√			
39			4.4.1.3 在林木密集区、经济作物区采用高跨设计。	√			
40			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。	√			
41			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。	√			
42			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。	√			
43			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
44			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
45			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，				本工程为 110kV 线路

			即 4kV/m。				
46			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
47			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)。	√			
48			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。	√			
49			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。	√			
50		评分项	4.4.2.1 输电线路未进入国家生态保护红线及《建设项目环境影响评价分类管理名录》中的以下环境敏感区域：自然保护区的实验区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源一级保护区、国家级森林公园、国家地质公园、重要湿地、文物保护单位的保护范围、具有特殊历史、文化、科学、民族意义的保护地等，评价分值为 33 分。			33	
51			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。				本工程未在有景观要求的区域走线
52			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	
53			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	
54			4.4.2.5 避让林木密集区、经济作物区，评价分值为 7 分。			7	
55			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。				本工程无不同期投运的同塔双回或同塔多回线路
56			4.4.2.7 采用原状土基础，因地制宜选用岩石基础、岩石锚杆基础、人工挖孔桩等基础类型，减少材料用量及开挖土方量，评价分值为 6 分。			6	
57			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。				
58			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。				本工程输电线路邻近无环境敏感区域
59			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。				
60	4.5 施工管理	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。				设计阶段不进行评估
61			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。				设计阶段不进行评估
62			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。				设计阶段不进行评估
63			4.5.1.4 弃土不得引起水土流失, 不得损坏塔位周边植被。				设计阶段不进行评估
64			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。				设计阶段不进行评估
65			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。				设计阶段不进行评估
66			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。				设计阶段不进行评估
67			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。				设计阶段不进行评估
68			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。				设计阶段不进行评估

69			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。				设计阶段不进行评价
70			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。				设计阶段不进行评价
71			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。				设计阶段不进行评价
72			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。				设计阶段不进行评价
73			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。				设计阶段不进行评价
74		评分项	4.5.2.1 实施设计文件中绿色输电线路重点内容： (1) 进行绿色输电线路重点内容的专项交底，评价分值为 6 分； (2) 施工过程中以施工日志记录绿色输电线路重点内容的实施情况，评价分值为 5 分。				设计阶段不进行评价
75			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。				设计阶段不进行评价
76			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。				设计阶段不进行评价
77			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。				设计阶段不进行评价
78			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。				设计阶段不进行评价
79			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。				设计阶段不进行评价
80			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。				设计阶段不进行评价
81			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。				设计阶段不进行评价

82		4.5.2.9 现浇混凝土采用预拌混凝土，评价分值为 9 分。				设计阶段不进行评价
83		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。				设计阶段不进行评价
84		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。				设计阶段不进行评价
85		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。				设计阶段不进行评价
86		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。				设计阶段不进行评价
87		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。				设计阶段不进行评价

注：文中涉及条款编号、表号均对应中国南方电网《绿色低碳电网建设标准（交流输电线路部分）》。

### 16.3 本工程绿色低碳电网建设标准情况

1) 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。

2) 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。

3) 控制项的评定结果为满足或不满足；评分项和加分项的评定结果为分值。

4) 交流输电线路绿色等级评价应按总得分确定等级。

5) 评价指标体系 6 类指标的总分均为 100 分。6 类指标各自的评分项得分  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$ 、 $Q_4$ 、 $Q_5$ 、 $Q_6$  按参评交流输电线路该类指标的评分项实际得分值除以适用于该线路的评分项总分值再乘以 100 分计算。

6) 交流输电线路绿色等级评价的总得分按下式进行计算，其中评价指标体系 6 类指标评分项的权重<sup>w<sub>1</sub>~w<sub>6</sub></sup>按表 3.2.6 取值。

$$\sum Q = w_1Q_1 + w_2Q_2 + w_3Q_3 + w_4Q_4 + w_5Q_5 + w_6Q_6$$

交流输电线路绿色等级各类评价指标的权重

评价指标 权重	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	环境质量与环境保护	施工管理
权重值	0.16	0.18	0	0.22	0.33	0.11

7) 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。

8) 当评价指标体系中某条文不适应交流输电线路所在地区、气候与工程类型等条件时，该条文可不参与评价，等级划分时用实际得分值除以参评项总分值再乘以 100 分计算。

经计算，本工程架空线路绿色输电线路绿色低碳电网建设标准如下表所示：

绿色低碳电网建设标准（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	外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	0	4	
	参评项数	3	2	6	9	14	34	
	参评符合项数	3	2	6	9	14	34	

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	0	0	1	3		4	
	参评项数	7	6	11	7	14	45	
	参评总分数	100	100	92	69	100	—	
	参评得分	53	74	60	64	100	—	
	实际得分	53.0	74.0	65.2	92.8	100.0	—	
	权重	0.16	0.18	0.22	0.33	0.11	1.0	
	权重得分	8.5	13.3	14.3	30.6	11.0	77.8	
绿色等级		二星级						



## 17 技经投资

详见概算书。

## 18 附件

(1)广西电网公司 2020 年第二批计划发展专业 110kV 及以上电网基建工程可行性研究、勘察设计中通知书：0002200000078409

(2) 广西电网有限责任公司贺州供电局文件：贺供电规划〔2022〕14 号 贺州供电局关于 110 千伏龙岩（牛庙）送变电工程可行性研究报告的批复

(3) 贺州市钟山县人民政府 钟政函[2021]236 号 关于 110 千伏牛庙送变电工程站址用地及线路路径的意见

(4) 停电方案及风险评估报告。

(5) 水文气象报告。

(6) 岩土勘察报告。（另附）