

220kV 西界线、永发 I 回线同塔段改 造工程

第三卷 10kV 线路迁改部分

云南送变电工程有限公司
二〇二五年十一月 昆明

批 准：陈亮德

核 定：彭朝阳

审 查：李泽根

校 核：贾万波

编 写：范旭彪

施工图设计总目录

(检索号：YSSJ-2025-038-S-XL-P01)

| 类别 | 卷册名称 | 卷册编号 | 备注 |
|-----|-----------------|----------------------------|----|
| 第一卷 | 施工图设计说明书 | YSSJ-2025-038-S-XL-P0101 | |
| 第二卷 | 工程参数及材料汇总表 | YSSJ-2025-038-S-XL-P0102 | |
| 第三卷 | 图纸资料 | YSSJ-2025-038-S-XL-P0103 | |
| 第一册 | 10kV 线路迁改路径走向图 | YSSJ-2025-038-S-XL-P010301 | |
| 第八册 | 铁塔基础图 | YSSJ-2025-038-S-XL-P010304 | |
| 第九册 | 电缆埋管敷设图 | YSSJ-2025-038-S-XL-P010305 | |
| 第四卷 | 10kV 及以下杆（塔）明细表 | YSSJ-2025-038-S-XL-P0104 | |
| 第五卷 | 坐标点明细表 | YSSJ-2025-038-S-XL-P0105 | |

目 录

| | |
|--------------------------------|----|
| 1 、总的部分 | 5 |
| 1.1 设计依据 | 5 |
| 1.2 主要设计标准、规程规范及有关企业技术要求 | 5 |
| 1.3 建设规模 | 5 |
| 1.4 工程投资 | 7 |
| 2 、架空线部分 | 9 |
| 2.1 线路路径走向 | 9 |
| 2.2 工程自然条件 | 9 |
| 2.2.1 主要交叉跨越 | 9 |
| 2.2.2 交通情况 | 9 |
| 2.2.3 森林分布情况 | 9 |
| 2.2.4 沿线水文、地质、地形条件 | 9 |
| 2.2.5 污区分布 | 10 |
| 2.2.6 架空线路设计气象条件 | 10 |
| 2.3 主要设备选型 | 11 |
| 2.4 导线选型及防振措施 | 11 |
| 2.5 绝缘子选型、绝缘配合和金具组装 | 11 |
| 2.6 防雷接地 | 12 |
| 2.6.1 防雷接地要求 | 12 |
| 2.6.2 防雷接地措施 | 12 |
| 2.7 杆塔及基础 | 12 |
| 2.7.1 杆塔选型原则 | 12 |
| 2.7.2 杆塔使用情况 | 12 |
| 2.7.3 基础形式 | 13 |
| 2.7.4 拉线 | 13 |
| 2.8 施工说明及要求 | 13 |
| 2.8.1 施工测量 | 13 |
| 2.8.2 基础施工要求 | 13 |
| 2.8.3 杆塔施工要求 | 14 |
| 2.8.4 架线施工要求 | 15 |
| 2.8.5 接地施工要求 | 15 |
| 2.8.6 附件施工要求 | 16 |
| 2.8.7 导线对地距离及交叉跨越要求 | 16 |
| 3 其它 | 17 |
| 3.1 停电措施分析 | 17 |
| 3.2 安健环及安全风险预控 | 17 |
| 3.2.1 安健环 | 17 |
| 3.2.2 安全风险预控 | 17 |

1 、总的部分

1.1 设计依据

- 1、《中标通知书》
- 2、云南电网有限责任公司关于《关于印发昭通供电局 220kV 西界线、永发 I 回线同塔段改造工程可行性研究评审意见的通知》（云电规划〔2025〕445 号）。

1.2 主要设计标准、规程规范及有关企业技术要求

- 《圆线同心绞架空导线》GB/T 1179-2017
- 《环形混凝土电杆》GB 4623-2014
- 《额定电压 10kV 架空绝缘电缆》GB/T 14049-2008
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010
- 《供配电系统设计规范》GB 50052-2009
- 《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053-2013
- 《低压配电设计规范》GB 50054-2011
- 《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060-2008
- 《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061-2010
- 《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
- 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010
- 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168-2018
- 《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173-2014
- 《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018
- 《城市配电网规划设计规范》GB 50613-2010
- 《高压电缆选用导则》DL/T 401-2017
- 《农村低电压电力技术规程》DL/T 499 2001
- 《中低压配电网改造技术导则》DL/T 599-2016
- 《架空绝缘配电线路设计标准》GB 51302-2018
- 《农村电网建设与改造技术导则》DL/T 5131-2015

- 《10kV 及以下架空配电线路设计规范》DL/T 5220-2021
- 《城市电力电缆线路设计技术规定》DL/T 5221-2016
- 《民用建筑电气设计标准》GB51348-2019
- 《广东电网公司配网工程标准设计和典型造价》
- 《中国南方电网城市配电网技术导则》Q/CSG 10012-2005
- 《110kV 及以下配电网装备技术原则》Q/CSG 10703-2009
- 中国南方电网公司标准设计和典型造价 V3.0（智能配电）
- 中国南方电网标准设计与典型造价 V3.0（智能配电）（第一至七卷）适应性修正
- 关于印发生产设备品类优化清单（2023 版）的通知
- 《南方电网公司反事故措施（2024 版）》
- 《中国南方电网有限责任公司配电网安健环设施标准》
- 《10kV 和 35kV 配网标准设计 V2.1》

1.3 建设规模

一、10kV 发安 I、II 回迁改线路

说明：因 220kV 西界线 N9#塔组立，需拆除 10kV 发安 I、II 回 28#塔，导致原 10kV 发安 I、II 回 27#-30#段导线拆除，需重新架设 10kV 线路至杨帆社区五、六号配电室。本工程为迁改后 10kV 线路新建路径示意图：

1、本工程新建 10kV 线路 $2 \times 0.299 + 1.116 + 0.391\text{km}$ ，采用 JKLGYJ-10kV-240/30 架空绝缘线 1.827km，采用 JL/LB1A-240mm²/30mm² 架空绝缘线 0.141km。

2、新立杆塔 20 基：其中 $\phi 190 \times 12\text{m}$ 水泥电杆 3 基， $\phi 190 \times 15\text{m}$ 水泥电杆 11 基， $\phi 190 \times 18\text{m}$ 分段水泥电杆 1 基，焊接塔 H1J40-12 米 3 基，H2J28-13 米 2 基。

3、新装设普通拉线 6 组，拉线采用 GJ-70mm² 钢绞线；拉盘采用 $800 \times 400 \times 150$ 。

5、本工程共设置相序牌 6 组；新装验电接地环 5 组。

6、本工程新建 10kV 电缆线路 0.245km，采用 10kV 铜芯交联聚乙烯绝缘电力电缆，FYZA-YJV22-8.7/15KV-3 \times 300mm²，双钢带铠装，防蚁阻燃聚氯乙烯外护套。

7、本工程新建电缆盘井 4 座，电缆排管 150 米。

6、地形系数：山地：80%，高山：20%；地质情况：坚土 80%，岩石 20%。

汽车二次运距：10km，配送运距：78km，人力二次运距 0.1km。

1.4 工程投资

10kV 发安 I、II 回迁改线路投资 108.1312 万元。

1.5 审查意见执行情况

(1) 线路路径方案

经与云南电网有限责任公司电网规划研究中心复核，施工图执行可研路径方案。

(2) 主要设计原则

执行施工图评审意见。

表 1.5-1：初步设计与施工图意见对比表

| 序号 | 单项 | 初步设计 | 施工图设计 | (“+”表示施工图设计比初步设计增加数量，“-”表示减少数量) | 备注 |
|----|----------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------|
| 1 | 线路长度(km) | 1.5km | 1.968km | +0.468 | 路径调整 |
| 2 | 气象区划分 | 10mm(全线) | 10mm(全线) | | 执行 |
| 3 | 导线 | JL/LB20A-240/30、JKLGYJ-10-240/30 | JL/LB20A-240/30、JKLGYJ-10-240/30 | | 执行 |
| 4 | 杆塔数量(基) | 25 | 20 | -5 | 路径调整 |
| 5 | 曲折系数 | 1.26 | 1.26 | 0 | 执行 |

1.6 反措执行情况

本工程对比《南方电网公司反事故措施》（2024 版），执行情况如下表所示：

表 1.6-1 反事故措施执行情况一览表

| 序号 | 反事故措施 | 时效性要求 | 首发年份 | 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 2023 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，发现异常立即处理。 | 2023 年 12 月 31 日前完成 | 2017 | 不涉及 |

| | | | | |
|--------|---|----------------|------|-----|
| 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》（南方电网生技[2017]22号）。 | 长期有效 | 2018 | 不涉及 |
| 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。2022年12月底前完成。 | 2022年12月31日前完成 | 2019 | 不涉及 |
| 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。2023年12月底前完成。 | 2023年12月31日前完成 | 2020 | 不涉及 |
| 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。2023年12月底前完成。 | 2023年12月31日前完成 | 2020 | 不涉及 |
| 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数据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。 | 长期有效 | 2021 | 不涉及 |
| 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。 | 长期有效 | 2021 | 不涉及 |
| 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，或跨越铁路、一级及以上公路的区段，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）。2023年12月31日前完成。 | 2023年12月31日前完成 | 2022 | 不涉及 |
| 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2023年12月31日前完成防冰改造；设计冰厚10mm及以上的110kV及以上重要输电线路应于2023年12月31日前配置融冰手段（穿越冰区区间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）；冰区线路应按照《输电线路防冰工作导则》于2023年12月31日前加装覆冰监测装置；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。 | 2024年12月31日前完成 | 2022 | 不涉及 |
| 3.1.21 | 新建35kV及以上输电线路压接类耐张线夹和接续管，要求开展X光无损检测。针对在运行线路，关键重点线路中重冰区段、沿海强风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。 | 2024年12月31日前完成 | 2022 | 不涉及 |
| 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。 | 2025年12月31日 | 2023 | 不涉及 |
| 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》（南方电网生技[2018]36号）。 | 长期有效 | 2023 | 不涉及 |
| 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。 | 2024年12月31日 | 2023 | 不涉及 |

注：

1. 本节中关键重点线路：来源网公司年度运行方式中明确的关键重点线路。
2. 本节中重要输电线路：包括保底电网线路、西电东送主干线路、涉港澳核线路、网公司年度运行方式中明确的关键重点线路。

3. 本节中设计冰厚：指线路设计冰厚，非地线设计冰厚。

4. 本节中可靠的光纤路由：管道光缆、地埋光缆、110kV 及以下低电压等级架空光缆、可融冰的光缆、已抗冰加固的光缆、OPPC 光缆等经综合评估没有中断风险的情况，原则可作为抗冰灾能力强的可靠光缆。

2 、架空线部分

2.1 线路路径走向

因220kV西界线N9#塔组立，需拆除10kV发安 I、II 回28#塔，导致原10kV发安 I、II 回27#-30#段导线拆除，需重新架设10kV线路至杨帆社区五、六号配电室。

2.2 工程自然条件

2.2.1 主要交叉跨越

跨越 10kV 电力线路 4 次，跨越通信线路 3 次，一般公路 3 次，河流 1 次；

2.2.2 交通情况

本工程主要运输干道为昆明（地点）至彝良（地点）高速（二级公路），工地运输采用汽车二次转运，总体交通条件较号。

架空线路运距：人力运距:0.1km，工地运输:10km。

2.2.3 森林分布情况

本工程线路沿线树木种类以花椒树为主，，平均树高6，胸径10cm，数量偏多。

林木砍伐数量：杆塔位置花椒树需砍伐，数量约为 70 棵。。

2.2.4 沿线水文、地质、地形条件

线路所经区主要为低中山地貌，线路所经区塔位高程为850~1200m，一般相对高差20~50m，沿线植被较发育，多为松树。地形起伏，沿线地形坡度一般在10~25° 之间，局部大于30° 。

根据线路路径沿线地下水的贮存条件和特点，地下水类型主要为基岩裂隙水及孔隙水。基岩裂隙水主要赋存于基岩节理裂隙中，埋藏深，在基坑开挖深度内很难见到，基础设计和施工过程中可不考虑该类地下水的影响。孔隙水主要以上层滞水的形式赋存于

第四系松散堆积层中，主要受大气降水补给，无稳定地下水位。雨季施工时，需考虑上层滞水对工程基础的影响。

线路沿线未见大型滑坡、泥石流和地表塌陷等不良地质作用。存在的工程地质问题主要为地表水浸泡问题、冲刷问题和边坡问题，不会引发不良地质问题进而造成对环境的影响。因本工程线路大部分为斜坡走线，地形坡度陡峻，施工时弃石易滚落山下对车辆、行人、房屋、居民等造成危害，基础施工时，弃土（弃渣）不得随意堆放山坡上或向山坡下倾倒，基础施工后应尽快回填、夯实，恢复原来地形、植被等，将剩余的弃土（弃渣）搬运至安全地带，并采取措施将其固定，以免造成水土流失。另外，塔位采用桩基础，因此本工程的兴建不会对环境造成大的影响。

2.2.5 污区分布

根据《架空电力线路环境污秽等级》划分，本工程经过区域污秽等级为II级污区。

2.2.6 架空线路设计气象条件

根据彝良县气象资料，并结合附近已有线路运行情况，本工程设计气象条件采用南方电网公司10kV及以下线路标准设计D级气象区进行设计。采用设计气象条件组合参数列表如下：

| 气象组合条件 | | 南网 | D | 级气象区参数 |
|----------|-------|-----|---|--------|
| 大气温度（℃） | 最高气温 | 40 | | |
| | 最低气温 | -10 | | |
| | 设计覆冰 | -5 | | |
| | 最大风速 | -5 | | |
| | 安装情况 | -5 | | |
| | 大气过电压 | 15 | | |
| | 内部过电压 | 15 | | |
| | 年平均气温 | 15 | | |
| 风速（m/s） | 最大风速 | 25 | | |
| | 设计覆冰 | 10 | | |
| | 安装情况 | 10 | | |
| | 大气过电压 | 10 | | |
| | 内部过电压 | 15 | | |
| 覆冰厚度（mm） | | 6 | | |

| | | |
|--------------|----------|------|
| 冰的密度 (g/cm³) | | 0.9 |
| 全年雷暴日数 (天/年) | | 60 |
| 地震烈度 | | VII |
| 海拔 | 最高海拔 (m) | 800 |
| | 最低海拔 (m) | 1200 |

2.3 主要设备选型

主要设备型号及技术参数

| 设备名称 | 规格型号 | 主要技术参数 | 数量 | (新增/沿用) | 备注 |
|------|------|--------|----|---------|----|
| | | | | | |

2.4 导线选型及防振措施

导线型号

| 项目 | 导线规格型号 (多种规格型号用 “,” 连接) |
|----------|---|
| 10kV 架空线 | JKLGYJ-10kV-240/30、JL/LB20A-240mm2/30mm2、 |

2.5 绝缘子选型、绝缘配合和金具组装

| 类别 | | 规格型号 (多种规格用 “,” 连接) |
|-------|-------|---------------------|
| 耐张串 | 耐张线夹 | NLL-185-240 |
| | 绝缘子 | XP-70 |
| 悬垂串 | 悬垂线夹 | |
| | 绝缘子 | |
| 拉线串 | 高压绝缘子 | XP-70 |
| | 低压绝缘子 | |
| 瓷横担 | | SC-210 |
| 针式绝缘子 | | |
| 柱式绝缘子 | | PS-15T, PS-15M |
| 蝶式绝缘子 | | |
| | | |

2.6 防雷接地

2.6.1 防雷接地要求

- (1) 要求钢筋混凝土电杆自然接地电阻值不大于 30Ω ，如线路在居民区，并且电杆自然接地电阻超过 30Ω ，则应根据地质情况加设角钢垂直接地。
- (2) 电力线路与通信线、电力线等重要设施交叉跨越时，交叉档两端应采用角钢垂直接地。
- (3) 在雷电频繁区域，10kV架空绝缘线路宜视需要每隔200~500米设置避雷器并应加装防雷金具。架空配电线路与电缆连接处应安装线路避雷器。
- (4) 10kV并联电容器、柱上断路器、电缆终端头的防雷装置采用氧化锌避雷器。对经常开路运行又带电的柱上断路器两侧均应装设避雷器，电缆终端头装设一组避雷器。以上接地引下线应分别与各电气设备的外壳连接，接地装置的接地电阻不应大于 10Ω 。
- (5) 对于10kV架空线路独立安装的避雷器应优先选用跌落式避雷器。

2.6.2 防雷接地措施

- (1) 10kV线路采用杆塔接地防雷措施，10kV线路设备采用安装避雷器防雷措施，配电变压器采用杆塔接地，安装避雷器防雷措施。
- (2) 其它。

2.7 杆塔及基础

2.7.1 杆塔选型原则

杆塔选型原则：根据线路所采用的气象条件结合技术上安全可靠、经济合理的原则，综合地形、地貌及气象条件，选用中国南方电网公司《云南电网公司10kV及以下配电线路标准设计和典型造价V5.0》中的10kV线路杆塔，该系列杆塔安全可靠、经济合理，符合线路设计要求。

2.7.2 杆塔使用情况

10kV杆塔

| 杆塔使用情况 | | | 新立杆塔 | 沿用杆塔 | 总计(基) |
|--------|-------|--------|------|------|-------|
| 杆塔数量 | 合计(基) | | 20 | 1 | 21 |
| | 其中 | 整杆(基) | 14 | | 14 |
| | | 分段杆(基) | 1 | | 1 |
| | | 铁塔(基) | 5 | 1 | 6 |

| | | | | |
|----------|------------|-----------------------|-----|--------|
| 杆塔比例 | 分段杆使用比例（%） | 91.46% | 0% | 89.28% |
| | 铁塔使用比例（%） | 8.5% | 50% | 9.5% |
| 杆塔使用比例公式 | | 1. 分段杆：分段杆数量/合计×100%； | | |
| | | 2. 铁塔：铁塔数量/合计×100%。 | | |
| | | | | |

2.7.3 基础形式

水泥电杆采用直埋式，回填土分层夯实。如果坑位地质不良，应配合使用底盘、卡盘。
水泥电杆埋设深度不小于1/6杆高。

铁塔采用现浇混凝土立柱式基础，按基础根开放出基础位置。具体尺寸见基础结构图。
铁塔现浇基础混凝土标号为C20，垫层混凝土标号为C15, 对于60° 及以下转角塔的放样要根据线路转角的1/2分角来进行。

2.7.4 拉线

本工程线路拉线选用GJ-70 钢绞线，拉线盘选用_800X400_, 埋深 2 m，拉线与电杆夹角为45度，最小不小于30度。

杆子拉线如从下台带电导线中穿过，应装设拉线绝缘子。在安装拉线的时候，拉线绝缘子距离地面的距离不应小于2.5m。

2.8 施工说明及要求

本工程的施工必须严格执行国家及行业现行有关工艺质量标准及规范;严格执行有关安全操作规程，做好安全文明施工的组织和技术措施。

2.8.1 施工测量

施工单位在施工前应采用带GPS的测量仪器对线路进行定位测量，对交叉跨越物作高度测量。复测中如发现对地、对线安全距离不满足规范要求及直线杆偏移、转角度数、档距、高差等内容与设计图纸不符并超出国家允许的范围时，应及时向设计方及业主联系，最终复测结果需以书面形式传送设计方核准。在施工过程中如有变更，应及时向设计方及业主联系。

2.8.2 基础施工要求

水泥电杆采用直挖埋设方式，回填土分层夯实，每回填300mm厚度夯实一次，坑口的地

面上应筑防沉层，防沉层的上部边宽不得小于坑口边宽，其高度视土质夯实程度确定，一般以300~500mm为宜。回填土经过沉降应及时补填夯实，在工程移交时坑口回填层应不低于地面。如果坑位地质不良，应配合使用底盘、卡盘。

| 水泥电杆埋设深度要求 | |
|---|------------|
| 电杆规格（单位：mm） | 埋深度（单位：mm） |
| $\Phi 150 \times 10000$ | 1700 |
| $\Phi 190 \times 10000$ | 1700 |
| $\Phi 190 \times 12000$ | 2000 |
| $\Phi 190 \times 15000$ | 2500 |
| 对于转角在 60° 以下的杆塔基础放样要根据线路转角的 $1/2$ 分角来进行。 | |

2.8.3 杆塔施工要求

- 1) 严格执行《电气装置安装工程35kV及以下架空线路施工及验收规范》（GB50173-92）。
- 2) 塔材的防腐原则一律为热浸镀锌，埋入土中的塔材必须在回填土前刷两道热沥青（或沥青防锈漆），加强防腐能力；请施工单位在加工和验收过程中严格把关。
- 3) 架线前认真检查沿用杆塔，倾斜杆塔必须校正作杆根处理后方可架线，如发现断裂、弯曲杆塔应与设计人员联系，进行相应调整。沿用杆塔及铁附件应做除锈防腐处理。
- 4) 直线杆顺线路方向位移：架空电力线路不应超过设计档距的3%、直线杆横线路方向位移不应超过50mm；转角杆、分支杆的横线顺线路方向的位移均不超过50mm；双杆（含变压器杆）迈步不应大于30mm，根开的中心偏差不应超过 $\pm 30\text{mm}$ ；两杆坑深度宜一致。
- 5) 钢筋混凝土杆的杆身弯曲度不得超过电杆全长的2%。电杆表面应平整光滑无露筋跑浆等现象，没有纵向、横向裂纹。
- 6) 线路单横担的安装，直线杆应装于受电侧，分支杆、 90° 转角杆（上、下）及终端杆应装于拉线侧。
- 7) 横担的安装应平正，安装的偏差不超过下列规定值：
 - (1) 单杆横担端部上下歪斜不应大于20mm；
 - (2) 单杆横担端部左右扭斜不应大于20mm；
 - (3) 双杆横担：横担与电杆联接处的高差不应大于联接距离的0.5%；双杆横档的左右扭斜不应大于横档总长度的1%；
- 8) 瓷横担的安装：应符合施工验收规范要求，全瓷式瓷横担绝缘子的固定处应加软垫。

2.8.4 架线施工要求

- 1) 导线接头处采用导线接续管连接，在线路跨越通信线、公路、河流、铁路、水库等处的档距内不得有接头。
- 2) 本工程导线收线时应考虑初伸长的影响，可采用降温方法补偿。
- 3) 架线前承力杆塔应打好临时接线。
- 4) 导线紧好后，同档内各相导线的弛度应符合设计要求。
- 5) 线路沿途跨越河流、水库、铁路、公路、通信线等，施工时注意做好安全防护措施。
- 6) 电力接户线档距内不应有接头；两端遇有铜铝连接时，应设过渡措施。
- 7) 供电负荷应分配尽量平衡，不得用一相线或两相线集中供电。

2.8.5 接地施工要求

- 1) 新立铁塔应逐基接地，接地装置采用闭合式接地，见接地施工图。施工完毕，需实测接地电阻值，要求接地电阻小于 30Ω ，若达不到要求值，则应增加接地装置，直到满足要求。
- 2) 设备安装处应装设高原型氧化锌避雷器，接地装置采用闭合式或放射状接地，施工完毕，需实测接地电阻值，要求避雷器接地电阻小于 10Ω ，设备接地电阻小于 4Ω ，若达不到要求值，则应增加接地装置，直到满足要求。
- 3) 配电变压器的高低电压防雷装置采用高原型氧化锌避雷器，其接地引下线应与变压器低压侧中性点及外壳连接，低压JP柜外壳也应同时接至接地极上。接地引下线应用截面积不小于 25mm^2 的单塑黄绿双软铜芯线与接地网的引上线连接板（即接地联板）在距离地面高度不小于 2.5m 处连接，且接地联板至少应为两组并共同接于接地极上，以防止变压器中性点接地引下线断线或中性线接触不良电压升高发生触电。
- 4) 接地装置的埋设按照规程和设计要求进行施工。接地装置敷设的方式采用水平和垂直相结合的方式敷设，水平敷设的接地体采用 $\Phi 12$ 圆钢敷设，垂直敷设的接地体采用 $\angle 63 \times 6 \times 1500$ 角钢垂直埋入地下作为垂直接地体。接地体埋深：非耕地不小于 0.6m 、耕地不小于 0.8m ，垂直接地体的间距不小于其长度的两倍，且不小于 5m 。

2.8.6 附件施工要求

- 1) 铁塔转角在 60° 以上的横担安装采用上下层分开安装，跨公路侧横担在上层安装，不跨公路横担按顺序安装。
- 2) 绝缘架空导线在线路耐张及“T”接处导线应安装接地挂环，作为停电检修时验电和导线接地连接点。
- 3) 架空绝缘导线在直线耐张段处的引流线不宜开断。
- 4) 引流线安装后，不得有扭曲现象。
- 5) 引流线或引下线采用并钩线夹连接时，线夹数量不应少于2个，并在连接前应清除氧化膜，涂电力复合脂。

2.8.7 导线对地距离及交叉跨越要求

根据《66kV及以下架空电力线路设计规范》（GB50061-2010）的规定：

- 1) 线路导线对地面及建筑物的距离，在最大弧垂和最大风偏时，不小于下表中规定的数值：

| 线路电压 (kV) | 距离 (m) | 人口 密集 地区 | 人口 稀少 地区 | 交通困 难地区 | 步行 可到达 的山坡 | 步行不能 到达的山 坡、峭壁岩 石 | 树木 | 建筑物 |
|-------------------|-----------|----------------|----------------|------------|------------------|----------------------------|----|-----|
| 中压 10kV | 最小垂直距离 | 6.5 | 5.5 | 4.5 | 4.5 | 1.5 | 3 | 3 |
| | 最小水平距离 | | | | 4.5 | 1.5 | | 1.5 |
| 低压 0.4kV 以下 | 最小垂直距离 | 6 | 5 | 4 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| | 最小水平距离 | | | | 3 | 1 | | 1 |

- 2) 架空电力线路与其它设施交叉或接近的要求：

| 距离 | 线路电压 (kV) | 标准轨铁路轨 顶 | 至电气 化铁路 承力索 | 公路 | 电力 线路 | 弱电线路 |
|----------------|----------------|-------------|-------------------|----|----------|------|
| 最小垂直 距离 (m) | 中压 10kV | 7.5 | 3 | 7 | 2 | 2 |
| | 低压 0.4kV 以下 | 7.5 | 3 | 6 | 1 | 1 |

| 距离 | 线路电压 (kV) | 标准轨铁路轨 顶 | 至电气 化铁路 承力索 | 公路 | 电力 线路 | 弱电线路 |
|---------------|----------------|-------------|-------------------|-----|-----------------------|----------------|
| 最小水平 距离（m） | 中压 10kV | 交叉 5m | 0.5 | 0.5 | 路径 受限 地区 2.5 | 路径受限 地区 2.0 |
| | 低压 0.4kV 以下 | 交叉 5m | 0.5 | 0.5 | 路径 受限 地区 2.5 | 路径受限 地区 1.0 |

- 3) 导线在以下地段不允许有接头：
- （1）跨高速公路及一级公路不得接头；
 - （2）跨房屋不得接头；
 - （3）跨10kV线路及弱电线路不得接头。
 - （4）跨水库河流不得接头。

3 其它

3.1 停电措施分析

采用带电作业方式，不涉及停电，具体以现场核实为准。

3.2 安健环及安全风险预控

3.2.1 安健环

按照《南方电网有限责任公司架空输电线路及电缆安健环设施标准》的要求安装线路名称编号、相序、警告、安全等标志牌。

3.2.2 安全风险预控

(一)施工图设计

目的：管理、控制电网规划和设计阶段对电网运行带来的风险，确保从源头开始解决、控制电力生产过程的风险。

- 1) 本设计满足法律法规与技术标准；
- 2) 本设计满足安健环功能与风险控制要求；
- 3) 所选设备、设施的适用性、先进性和可扩展性均满足要求；

- 4) 本工程满足施工安装条件，具有可实施性；
- 5) 本工程新建架空线路交通叫健全满足运行维护、维修的方便性。

(二) 施工与交接验收

目的：控制施工中的安全和质量风险，确保工程的顺利交接。

- 1、确保对施工的全过程进行风险评估；
- 2、基于风险评估结果制订施工方案；
- 3、在施工前进行全面的安全技术交底；
- 4、定期对施工现场进行安全检查；
- 5、应明确验收的程序和标准，程序和标准应包括过程和交接验收；
- 6、应按照程序和标准进行验收；

4 危大工程

4.1 执行依据

- 1) 危险性较大的分部分项工程安全管理规定（住建部 37 号令）；
- 2) 中国南方电网有限责任公司基建施工作业风险管控业务指导书；

4.2 危大工程清单

“危险性较大的分部分项工程”对照表（包括但不限于）

| 工序 | 作业内容 | 作业部位 |
|-------------------|--|------|
| 一、基坑工程 | 开挖深度超过 3m（含 3m）的基坑（槽）的土方开挖工程。 | 无 |
| | 开挖深度超过 3m（含 3m）或虽未超过 3m 但地质条件和周边环境复杂的的基坑（槽）的支护、降水工程。 | 无 |
| 二、模板工程及支撑体系 | （一）各类工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程。 | 无 |
| | （二）混凝土模板支撑工程：搭设高度 5m 及以上，或搭设跨度 10m 及以上，或施工总荷载（荷载效应基本组合的设计值，以下简称设计值）10 kN/m ² 及以上，或集中线荷载（设计值）15kN/m 及以上，或高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无联系构件的混凝土模板支撑工程。 | 无 |
| | （三）承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系。 | 无 |
| 三、起重吊装及起重机械安装拆卸工程 | （一）采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 10kN 及以上的起重吊装工程。 | 无 |
| | （二）采用常规起重机械进行安装工程。 | |
| | （三）起重机械安装和拆卸工程。 | |
| 四、脚手架工程 | （一）搭设高度 24m 及以上的落地式钢管脚手架工程（包括采光井、电梯井脚手架）。 | 无 |
| | （二）附着式升降脚手架工程。 | 无 |

| 工序 | 作业内容 | 作业部位 |
|--------|---|---------------------------|
| | (三) 悬挑式脚手架工程。 | 无 |
| | (四) 高处作业吊篮。 | 无 |
| | (五) 卸料平台、操作平台工程。 | 无 |
| | (六) 异型脚手架工程。 | 无 |
| 五、拆除工程 | (一) 建筑物、构筑物拆除工程。 | 拆除 10kV 永安 I、II 回 29#塔及导线 |
| 六、暗挖工程 | (一) 采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程。 | 无 |
| 七、其它 | (一) 建筑幕墙安装工程。 | 无 |
| | (二) 钢结构、网架和索膜结构安装工程。 | 组塔、架线工程, 所有塔位及档放线 |
| | (三) 人工挖孔桩工程。 | 无 |
| | (四) 水下作业工程。 | 无 |
| | (五) 装配式建筑混凝土预制构件安装工程。 | 无 |
| | (六) 采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全, 尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程。 | 无 |

注: 其它未尽事宜须按照中华人民共和国住房和城乡建设部令 37 号文《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》和《电网基建项目危险性较大的分部分项工程安全管理工作指引》(2017 年版) 执行。

“超过一定规模的危险性较大的分部分项工程”对照表 (包括但不限于)

| | | |
|-------------------|---|---|
| 一、深基坑工程 | 开挖深度超过 5m (含 5m) 的基坑 (槽) 的土方开挖、支护、降水工程。 | 无 |
| 二、模板工程及支撑体系 | (一) 各类工具式模板工程: 包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程。 | 无 |
| | (二) 混凝土模板支撑工程: 搭设高度 8m 及以上, 或搭设跨度 18m 及以上, 或施工总荷载 (设计值) 15kN/m ² 及以上, 或集中线荷载 (设计值) 20kN/m 及以上。 | 无 |
| | (三) 承重支撑体系: 用于钢结构安装等满堂支撑体系, 承受单点集中荷载 7kN 及以上。 | 无 |
| 三、起重吊装及起重机械安装拆卸工程 | (一) 采用非常规起重设备、方法, 且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程。 | 无 |
| | (二) 起重量 300kN 及以上, 或搭设总高度 200m 及以上, 或搭设基础标高在 200m 及以上的起重机械安装和拆卸工程。 | |
| 四、脚手架工程 | (一) 搭设高度 50m 及以上的落地式钢管脚手架工程。 | 无 |

| | | |
|--------|--|---|
| | (二) 提升高度在 150m 及以上的附着式升降脚手架工程或附着式升降操作平台工程。 | 无 |
| | (三) 分段架体搭设高度 20m 及以上的悬挑式脚手架工程。 | 无 |
| 五、拆除工程 | (一) 码头、桥梁、高架、烟囱、水塔或拆除中容易引起有毒有害气体(液)体或粉尘扩散、易燃易爆事故发生的特殊建、构筑物的拆除工程。 | 无 |
| | (二) 文物保护建筑、优秀历史建筑或历史文化风貌区影响范围内的拆除工程。 | 无 |
| 六、暗挖工程 | 采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程。 | 无 |
| 七、其它 | (一) 施工高度 50m 及以上的建筑幕墙安装工程。 | 无 |
| | (二) 跨度 36m 及以上的钢结构安装工程,或跨度 60m 及以上的网架和索膜结构安装工程。 | 无 |
| | (三) 开挖深度 16m 及以上的人工挖孔桩工程。 | 无 |
| | (四) 水下作业工程。 | 无 |
| | (五) 重量 1000kN 及以上的大型结构整体顶升、平移、转体等施工工艺。 | 无 |
| | (六) 采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全,尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程。 | 无 |

5 强制性条文执行情况

根据中华人民共和国《工程建设标准强制性条文 电力工程部分》(2016 年版),本工程电气部分执行的强制性条文参照《66kV 及以下架空输电线路设计规范》的相关强制性条款执行,具体执行情况如下表所示:

电气部分强制性条文执行情况一览表

| 序号 | 执行标准名称 | 强制性条文号 | 条文内容 |
|----|---------------------------------|--------|---|
| 1 | 《民用爆破器材工程设计安全规范》(GB 50089-2018) | 4.2.2 | 危险品生产区内,1.1 级或 1.1*级建筑物的外部距离不应小于表 4.2.2 的规定。 |
| 2 | | 4.2.3 | 危险品生产区内,1.2 级建筑物的外部距离不应小于表 4.2.2 的规定。 |
| 3 | | 4.2.4 | 危险品生产区内,1.4 级建筑物的外部距离不应小于 50m。硝酸铵仓库的外部距离不应小于 200m。 |
| 4 | | 4.3.2 | 危险品总仓库区内,1.1 级建筑物的外部距离不应小于表 4.3.2 的规定。 |
| 5 | | 4.3.3 | 危险品总仓库区内,1.4 级建筑物的外部距离不应小于 100m; 硝酸铵仓库的外部距离不应小于 200m。 |

| | | | |
|----|---|--------|---|
| 6 | | 12.6.3 | 危险性建筑物区设置的各级架空线路不应跨越危险性建筑物。 |
| 7 | | 12.6.5 | 当在危险性建筑物区架设 1kV 以下的架空线路时，不应跨越危险性建筑物。其架空线的轴线与危险性建筑物的距离不应小于电杆高度的 1.5 倍，与干法生产黑火药的 1.1 级建筑物的距离不应小于 50m。 |
| 8 | 《地下及覆土火药炸药仓库设计安全规范》（GB 50154-2009） | 4.3.2 | 当缓坡地形岩石洞库存药条件符合本规范第 3.0.3 条的规定时，爆炸飞石外部允许距离应选取表 4.3.2-1 的相应数值后，乘以表 4.3.2-2 和表 4.3.2-3 相应的折减系数确定。 |
| 9 | | 4.3.3 | 当缓坡地形条件下的极硬岩石和硬质岩石洞库存药条件符合本规范第 3.0.3 条的规定时，爆炸空气冲击波外部允许距离应选取表 4.3.3-1 的相应数值后，乘以表 4.3.3-2 相应的折减系数确定。 |
| 10 | | 4.3.4 | 当缓坡地形软质岩石洞库存药条件符合本规范第 3.0.3 条的规定时，爆炸空气冲击波外部允许距离应选取表 4.3.4-1 的相应数值后，乘以表 4.3.4-2 相应的折减系数确定。 |
| 11 | | 4.3.5 | 当陡坡地形软质岩石洞库存药条件符合本规范第 3.0.3 条的规定时，爆炸空气冲击波外部允许距离应选取表 4.3.5-1 的相应数值后，乘以表 4.3.5-2 相应的折减系数确定。 |
| 12 | | 4.3.6 | 当黄土洞库存药条件符合本规范第 3.0.3 条的规定时，爆炸空气冲击波外部允许距离应选取表 4.3.6-1 的相应数值后，乘以表 4.3.6-2 相应的折减系数确定。 |
| 13 | | 4.3.7 | 覆土库爆炸空气冲击波外部允许距离不应小于表 4.3.7 的规定。 |
| 14 | | 7.5.1 | 与库区和转运站无关的高、低压电气线路和通信线路不应穿越库区和转运站，且严禁跨越危险性建筑物。 |
| 15 | | 4.2.2 | 危险品生产区 1.1 级建筑物、构筑物的外部最小允许距离不应小于表 4.2.2 的规定。 |
| 16 | | 4.2.3 | 危险品生产区 1.3 级建筑物、构筑物的外部最小允许距离不应小于表 4.2.3 的规定。 |
| 17 | | 4.3.2 | 危险品总仓库区 1.1 级仓库的外部最小允许距离不应小于表 4.3.2 的规定。 |
| 18 | | 4.3.3 | 危险品总仓库区 1.3 级仓库的外部最小允许距离不应小于表 4.3.3 的规定。 |
| 19 | | 12.6.3 | 与烟花爆竹企业无关的电气线路和通信线路严禁穿越、跨越危险品生产区和危险品总仓库区。当在危险品生产区或危险品总仓库区围墙外敷设时，10kV 及以下电力架空线路和通信架空线路与危险性建筑物外墙的水平距离不应小于 35m。 |
| 20 | 《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》（GB 50257-2014） | 5.1.7 | 架空线路严禁跨越爆炸性危险环境；架空线路与爆炸性危险环境的水平距离，不应小于杆塔高度的 1.5 倍。 |
| 21 | 《66kV 及以下架空输电线路设计规范》 | 5.0.4 | 海拔不超过 1000m 时，距输电线路边相导线投影外 20m 处且离地 2m 高且频率为 0.5MHz 时的无线电干扰限值应符合以下规定：110kV 为 46dB；220kV~330kV 为 53dB；500kV 为 55dB；750kV 为 58dB。 |
| 22 | | 5.0.5 | 海拔不超过 1000m 时，距输电线路边相导线投影外 20m 处，湿导线条件下的可听噪声限值应为 55dB(A)。 |
| 23 | | 5.0.7 | 导、地线在弧垂最低点的设计安全系数不应小于 2.5，悬挂点的设计安全系数不应小于 2.25。地线的设计安全系数，不应小于导线的设计安全系数。 |
| 24 | | 6.0.3 | 金具强度的安全系数应符合下列规定： 1 最大使用荷载情况不应小于 2.5。 2 断线、断联、验算情况不应小于 1.5。 |

| | | | |
|----|--|---------|---|
| 25 | | 7.0.2 | 在海拔高度 1000m 以下地区, 操作过电压及雷电过电压要求的悬垂绝缘子串绝缘子最少片数, 应符合规范规定。耐张绝缘子串的绝缘子片数应增加, 对 110~330kV 输电线路增加 1 片, 对 500kV 输电线路增加 2 片, 对 750kV 输电线路不需增加片数。 |
| 26 | | 7.0.9 | 在海拔不超过 1000m 的地区, 在相应风偏条件下, 带电部分与杆塔构件(包括拉线、脚钉等)的最小间隙, 不应小于规范所列数值。 |
| 27 | | 7.0.10 | 在海拔高度 1000m 以下地区, 带电作业时, 带电部分对杆塔与接地部分的校验间隙应符合规范规定。 |
| 28 | | 7.0.17 | 中性点非直接接地系统在居民区的无地线钢筋混凝土杆和铁塔应接地, 其接地电阻不应超过 30Ω。 |
| 29 | | 7.0.19 | 钢筋混凝土杆的铁横担、地线支架、爬梯等铁附件与接地引下线应有可靠的电气连接, 并应符合下列规定: 1 利用钢筋兼作接地引下线的钢筋混凝土电杆, 其钢筋与接地螺母、铁横担或地线支架之间应有可靠的电气连接; 2 外敷的接地引下线可采用镀锌钢绞线, 其截面应按热稳定要求选取, 且不应小于 25mm ² ; 3 接地体引出线的截面不应小于 50mm ² 并应进行热稳定验算。引出线表面应进行有效的防腐处理, 如热镀锌。 |
| 30 | | 13.0.1 | 导线对地面、建筑物、树木、铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路的距离, 应根据导线运行温度+40℃ (若导线按允许温度+80℃ 设计时, 导线运行温度取+50℃) 情况或覆冰无风情况求得的最大弧垂计算垂直距离, 根据最大风情况或覆冰情况求得的最大风偏进行风偏校验。重覆冰区的线路, 还应计算导线不均匀覆冰和验算覆冰情况下的弧垂增大。 |
| 31 | | 13.0.2 | 导线对地面的最小距离, 以及与山坡、峭壁、岩石之间的最小净空距离应符合规范规定。 |
| 32 | | 13.0.4 | 输电线路不应跨越屋顶为燃烧材料做成的建筑物。对耐火屋顶的建筑物, 如需跨越时应与有关方面协商同意, 500kV 及以上输电线路不应跨越长期住人的建筑物。导线与建筑物之间的距离应符合规范规定。 |
| 33 | | 13.0.5 | 500kV 及以上输电线路跨越非长期住人的建筑物或邻近民房时, 房屋所在位置离地面 1.5m 处的未畸变电场不得超过 4kV/m。 |
| 34 | | 13.0.11 | 输电线路与铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的基本要求, 应符合规范规定。 |
| 35 | 《输电线路对电信线路危险和干扰影响防护设计规程》DL/T 5033-2006 | 7.0.1 | 当输电线路对电信线路产生的危险影响超过允许值时, 应根据具体情况, 通过技术经济比较和协商, 采取必要的防护措施, 以保证人身和电信设备的安全。在输电线路方面可选用下列防护措施。 1、与电信线路保持合理的间距和交叉角。 2、采用良导体地线。 3、架设屏蔽线。4、限制单相接地短路电流。 5、缩短接地故障时间。 6、降低杆塔接地电阻。 7、杆塔接地装置远离埋地电缆、埋地光缆方向敷设。 |
| 36 | | 8.4.1 | 不同金属、不同规格、不同绞制方向的导线或架空地线严禁在一个耐张段内连接。 |
| 37 | 《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》(GB 50233-2014) | 5.0.7 | 导、地线在弧垂最低点的设计安全系数不应小于 2.5, 悬挂点的设计安全系数不应小于 2.25。地线的设计安全系数不应小于导线的设计安全系数。 |
| 38 | | 6.0.3 | 金具强度的安全系数应符合下列规定: 1 最大使用荷载情况不应小于 2.5。 2 断线、断联、验算情况不应小 1.5。 |
| 39 | | 7.0.2 | 在海拔高度 1000m 以下地区, 操作过电压及雷电过电压要求的悬垂绝缘子串的绝缘子最少片数, 应符合表 7.0.2 的规定。耐张绝缘子串的绝缘子片数应在表 7.0.2 的基础 |

| | | | |
|----|--|--------|---|
| | | | 上增加,对 110kV~330kV 输电线路应增加 1 片,对 500kV 输电线路应增加 2 片,对 750kV 输电线路不需增加片数。 |
| 40 | | 7.0.17 | 中性点非直接接地系统在居民区的无地线钢筋混凝土杆和铁塔应接地,其接地电阻不应超过 30Ω 。 |
| 41 | | 7.0.19 | 钢筋混凝土杆的铁横担、地线支架、爬梯等铁附件与接地引下线应有可靠的电气连接,并应符合下列规定: 1 利用钢筋兼作接地引下线的钢筋混凝土电杆,其钢筋与接地螺母、铁横担或地线支架之间应有可靠的电气连接。 2 外敷的接地引下线可采用镀锌钢绞线,其截面应按热稳定要求选取,且不应小于 25mm^2 。 3 接地体引出线的截面不应小于 50mm^2 并应进行热稳定验算,引出线表面应进行有效的防腐处理。 |