



52-S13831C-A01-01

10kV 线路工程

初步设计阶段

第一卷

总说明书及附图

(收口版)

中国电建集团贵州电力设计研究院有限公司

工程设计证书号：甲级 A252000639

工程勘察证书号：甲级 B152000632

二〇二五年十一月 贵阳

10kV 线路工程

初步设计阶段

总 目 录

卷 册	卷册名称	卷册编号
第一卷	总说明书及附图	52-S13831C-A01
第二卷	设备材料清册	52-S13831C-A02
第三卷	概算书	52-S13831C-E

10kV 线路工程
初步设计阶段

批	准:	陈右			
审	核:	王邦民	冯		
校	核:	田文涛	尹玉强	李娟	华建坤
编	制:	肖裔科	江锐		

10kV 线路工程

初步设计阶段

目 录

1 总 述	1
1.1 设计依据	1
1.2 建设必要性、建设规模和设计范围	2
1.3 工程投资	7
1.4 可研计划情况对比	7
3 线路路径	12
3.1 线路路径方案	12
3.2 地形地质及运输情况	14
3.3 交叉跨越及砍伐情况	14
4 机电部分	15
4.1 设计气象条件组合	15
4.2 导线	15
4.3 导线的防振	16
4.4 绝缘配合	16
4.5 防雷保护及接地	17
5 杆型与基础	18
5.1 杆型规划	18
5.2 拉线与基础规划	18
7 环境保护和节能降耗	25
7.1 路径走廊环境保护	25
7.2 基环境保护	26
7.3 送电节能措施	27
8 劳动安全	29
8.1 防电伤	29
8.2 防暑、防寒	29
8.3 辐射预防措施	29
8.4 照明	29
8.5 劳动安全及工业卫生机构与设施	29
9 运行维护	32
9.1 保线站	32
9.2 运行维护用通信设备	32
9.3 交通工具	32
9.4 安全警示牌	32
10 投资估算	33
10.1 编制原则和依据	33
10.2 投资估算	34

附 图 目 录

序 号	图 号	图 名	张 数
1	S13831C-A01-02	路径示意图	1
2	S13831C-A01-03	单回路杆塔标志牌图	1
3	S13831C-A01-04	多回路杆塔标志牌图	1
4	S13831C-A01-05	裸导线悬垂串组装图	1
5	S13831C-A01-06	绝缘导线耐张绝缘子串组装图	1
6	S13831C-A01-07	防震锤安装示意图	1
7	S13831C-A01-08	接地挂环安装示意图	1
8	S13831C-A01-09	杆型一览图	1
9	S13831C-A01-10	2×2 φ160 行人排管敷设图	1

1 总 述

1.1 设计依据

1.1.1 设计依据

《工程设计中标通知书》

《设计合同》

现场勘测的相关资料。

1.1.2 规程规范

本工程设计依据的主要规程规范：

GB 50009-2012	建筑结构荷载规范
GB 50010-2010	混凝土结构设计规范
GB 50052-2009	供配电系统设计规范
GB 50061-2010	66kV 及以下架空电力线路设计标准（2024 年版）
GB 50064-2014	交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范
GB 50065-2011	交流电气装置的接地设计规范
GB 50168-2018	电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范
GB 50217-2018	电力工程电缆设计标准
GB 14049-2008	额定电压 10kV 架空绝缘电缆
GB 4623-2014	环形混凝土电杆
GB 12706.3-2020	额定电压 35kV 及以下铜芯、铝芯塑料绝缘电力电

缆 第三部分：交联聚乙烯绝缘电力电缆

GB/T 11022-2020	高压开关设备和控制设备标准的公用技术要求
DL/T 5154-2012	架空输电线路杆塔结构设计技术规定
DL/T 5220-2021	10kV 及以下架空配电线路设计规范
DL/T 5352-2006	高压配电装置设计技术规程
DL/T 5729-2023	配电网规划设计技术导则

- DL/T 599-2016 中低压配电网改造技术导则
- DL/T 5219-2014 架空输电线路基础设计技术规程
- DL/T765.3-2004 额定电压 10kV 及以下架空绝缘导线金具

1.1.3 南方电网公司有关规定

(1) 《南方电网标准设计与典型造价（V3.1）智能配电标准设计分册第四卷（云南）专用标准设计》；

(2) 《南方电网公司反事故措施》（2024 版）；

(3) 《南方电网输电线路防雷技术导则》；

(4) 《架空线路树障防控工作导则（V2.0）》；

(5) 《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）；

(6) 《中国南方电网电力通信光缆技术规范》；

(7) 《设备、材料物资品类优化规格型号清单》；

(8) 南方电网架空线路导线、地线及 OPGW 等技术规范；

(9) 南方电网架空线路钢管塔、角钢塔技术规范；

(10) 《云南电网输电装备技术导则（2021 版）》；

(11) 云电生[2018]51 号文、南方电网生技[2017]22 号文、设备[2023]第 40 期；

1.2 建设必要性、建设规模和设计范围

1.2.1 建设必要性

1、缓解 110kV 乐居变、文屏变的供电压力，提高电网供电能力

2024 年，乐居变最大供电负荷为 88.3MW，负载率 88.3%；鲁甸变最大供电负荷为 49.6MW，负载率 55.1%；文屏变最大供电负荷为 87.0MW，负载率 87.0%。乐居变、文屏变已重载运行，鲁甸变不久将重载运行。

本项目建成后，将切割部分 35kV 变电站由 110kV 坪地变电站、220kV 梭山升压站供电，缓解 110kV 乐居变、文屏变和鲁甸变的供电压力。本项

目建成后，预计 110kV 乐居变 2025 年负载率由 93.6%降低至 68.9%，预计 110kV 鲁甸变 2025 年负载率由 58.4%降低至 18.9%，预计 110kV 文屏变 2025 年负载率由 92.2%降低至 76.5%。

2、满足项目近区快速增长的用电需求，为地区经济发展提供电力保障

随着项目近区负荷增长，110kV 变电容量缺额逐年增大。容载比取 1.8 的情况下，2025 年最大变电容量缺额 61MVA，2030 年最大变电容量缺额 184MVA。容载比取 2.2 的情况下，2025 年最大变电容量缺额 139MVA，2030 年最大变电容量缺额 290MVA。

本项目建成后，110kV 坪地变电站增加主变容量 $2 \times 50\text{MVA}$ ，梭山升压站也将提供约 50MVA(按 2 回 240mm^2 的 35kV 线路 70%负载率计)的等效 110kV 主变容量，共计增加 110kV 变电容量约 150MVA，能够提高电网供电能力，为地区经济发展提供电力保障。

3、优化项目近区 35kV 供电网架结构，提高供电可靠性

目前，项目近区内 35kV 变电站均为单回链式供电，供电半径较长，35kV 电网结构较为薄弱，供电可靠性较低。

本项目建成后，将目前乐居变供电的 35kV 凉水井变、旧圃变、红山变（在建）、苏家院变转由坪地变供电，鲁甸变供电的 35kV 小寨变、新民变转由坪地变供电。将目前鲁甸变供电的 35kV 水磨变转由梭山升压站供电，将目前文屏变供电的 35kV 梭山变、乐红变转由梭山升压站供电。

本项目建成后，可改善片区串供现状，降低供电半径，提高电网供电可靠性。

综上所述，有必要在项目近区新建 1 座 110kV 坪地变电站，并配套出 10kV 线路，加强新增负荷的电力供应，为昭通经济发展提供有力电力保障。

4、项目解决措施

根据系统报告中所述坪地变供区现状 10kV 供电线路情况，结合供区负荷发展情况和 10kV 网架优化方案，考虑本期坪地变 10kV 出线 4 回、电气

备用 2 回。

新建 10kV 梨园线，接原 10kV 月亮湾线梨园支线负荷。新建 10kV 田合线，接原 10kV 戒毒所线田合支线负荷。新建 10kV 工业园区 1 线，接原 10kV 工业园区线负荷。新建 10kV 茨院 1 线，接原 10kV 茨院线新集镇支线负荷。

1.2.2 工程建设规模

本工程为 110kV 坪地输变电工程 10kV 线路送出部分，本期出线 4 回，均采用电缆沿电缆沟敷设出线，出站后转架空架设；其中架空线路长度 26.61km，导线型号 JKLGYJ-10kV-120/20mm²、JKLGYJ-10kV-240/30mm²；电缆敷设长度 0.64km，电缆型号 FYZA-YJV22-8.7/15kV-3×300mm²；新建柱上开关 5 台。

其中：

(1) 10kV 月亮湾 A 线：线路路径长约 10.15km，其中架空线路长约 10.05km，电缆路径长约 0.1km，全线单回路架设，导线截面 300mm²，电缆采用 FYZA-YJV22-8.7/15kV-3×300mm² 铜芯交联聚乙烯绝缘电力电缆。

(2) 坪地变 T 接田合支线 10kV 线路：线路路径长约 1.2km，全线单回路架设，其中架空线路长约 1.1km，电缆路径长约 0.1km，全线单回路架设，导线截面 300mm²，电缆采用 FYZA-YJV22-8.7/15kV-3×300mm² 铜芯交联聚乙烯绝缘电力电缆。

(3) 坪地变 T 接工业园区 10kV 线路：线路路径长约 7.96km，其中架空线路长约 7.74km，电缆路径长约 0.22km，全线同杆塔双回、单侧挂线，导线截面 300mm²，电缆采用 ZRA-YJV22-8.7/15-3×300mm² 铜芯交联聚乙烯绝缘电力电缆。

(4) 坪地变 T 接茨院 10kV 线路：线路路径长约 7.94km，其中架空线路长约 7.72km，电缆路径长约 0.22km，全线同杆塔双回、单侧挂线，导线截面 300mm²，电缆采用 FYZA-YJV22-8.7/15kV-3×300mm² 铜芯交联聚乙烯绝缘电力电缆。

(5) 拆除部分：10kV 梨园线共计拆除长约 10.3km，10kV 戒毒所田合线拆除长约 2.5km。

1.2.3 设计范围

本工程为 110kV 坪地变 10kV 送出线路新建工程，本次工程设计范围是新建 10kV 线路共 4 回，主要转供 35kV 水磨变、110kV 鲁甸变的部分负荷，并与现有线路形成环网。

1.3 建设单位、设计单位及建设期限

建设单位：云南电网有限责任公司昭通供电局

设计单位：中国电建集团贵州电力设计研究院有限公司

建设期限：待定。

1.4 南网标准通用设计应用情况

根据本工程的气象条件、导（地）线型号及地形地貌，塔型选择与可研一致；拟选用《南方电网标准设计与典型造价（V3.1）智能配电标准设计分册 第四卷（云南）专用标准设计》中水泥杆和 H2J69-11 系列塔型。

1.5 差异说明

选用《南方电网标准设计与典型造价（V3.1）智能配电标准设计分册 第四卷（云南）专用标准设计》中水泥杆和 H2J69-11 系列塔型，无差异。

1.6 南网电网公司反事故措施（2024 版）执行情况

本工程执行《南方电网公司反事故措施(2024 版)》情况如下表：

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 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。	本工程不涉及
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）。	本工程不涉及
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	本工程不涉及

序号	反事故措施	执行情况
	拉线应予以更换。	
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。	本工程不涉及
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 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。	本工程不涉及
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）。	本工程不涉及
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 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。	本工程不涉及
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及接续管，因开展一次 X 光无损检测。	本工程不涉及
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。	本工程不涉及
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》。	本工程不涉及
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。	本工程不涉及

序号	反事故措施	执行情况
3.1.25	新建和改造工程的钢管杆桩基础施工必须采用一次浇筑工艺，且每个钢管杆桩基础应通过低应变检测（声波透射检测）和回弹检测。	本工程不涉及

1.7 工程投资

详见本工程《概算书》（卷册编号：52-S13831C-E）。

1.8 可行性研究评审意见的执行情况

2024 年 12 月 2 日，在云南省昭通市组织召开了鲁甸县 110kV 坪地输变电工程可行性研究收口报告评审会议。与会专家详细听取了设计单位的汇报，同意路径方案、导地线型号、绝缘配合等设计方案。具体审查意见详见附件 1：《关于报送昭通 110kV 坪地输变电工程可行性研究复核报告评审意见》。

本阶段工作将严格按照审查意见精神执行。

1.8.1 线路路径：本工程线路路径以可研审定方案为基础，初设勘察时对局部地段路径方案作了进一步优化，小范围调整路径。修改后的线路路径不涉及生态红线等敏感点，尽量避让基本农田。

1.8.2 变电站进出线方案与可研相比减少一条白草坪线（10kV 月亮湾 B 线）出线。

- 1.8.3 导线、电缆型号同可研。
- 1.8.4 污区划分及绝缘配合同可研。
- 1.8.5 绝缘子选型同可研。
- 1.8.6 气象条件选择同可研。
- 1.8.7 杆塔选型、基础选型同可研。

具体执行情况如下表所示：

序号	项目	可研	初设	执行情况
1	10kV 月亮湾 A 线	10.8km (架空 10.7km+电缆 0.1km)	10.15km (架空 10.05km+电缆 0.1km)	路径优化
2	10kV 月亮湾 B 线	12.2km (架空 12.05km+电缆 0.15km)	—	初设取消 10kV 月亮湾 B 线
3	坪地变 T 接 田合支线 10kV 线路	3.3km (架空 3.2km+电缆 0.1km)	1.2km (架空 1.1km+电缆 0.1km)	初设取消了田合支线的改造，仅新建坪地变出线至 10kV 戒毒所线 T 田合支线 103 杆作为临时施工用电。
4	坪地变 T 接 工业园区 10kV 线路	9.1km (架空 8.95km+电缆 0.15km)	7.96km (架空 7.74km+电缆 0.22km)	路径优化
5	坪地变 T 接 茨院 10kV	9.0km (架空 8.85km+电缆 0.15km)	7.94km (架空 7.72km+电缆 0.22km)	路径优化

1.9 可研与初设对比分析

1.9.1 技术对比

本工程以可研审定方案为基础，初设时对方案作了进一步优化。初步设计阶段与可研阶段具体技术对比详见下表：

可研与初步设计技术对比表

序号	名称	单位	数量		差值（初设-可研）
			可研阶段	初步设计阶段	
1	线路长度	km	44.4	27.25	-17.15
1.1	其中：架空	km	43.75	26.61	-17.14
1.2	电缆	km	0.65	0.64	-0.01
2	杆塔数量	基	771	545	-226
3	拆除工程	km	19.3+2.5	10.3+2.5	-9.0

根据上表可知，（1）初步设计阶段长度较可研减少 17.15km，杆塔使用数量较可研少 226 基。

1.9.2 投资对比

可研投资估算和初步设计投资概算对比详见下表：

可研估算与初步设计概算投资对比表

序号	项目	单位	可研			初设		
			投资	规模	单位投资	投资	规模	单位投资
1	10kV 线路工程	km	1907	44.4	42.95	1585	27.25	58.17

根据可研估算与初步设计概算投资对比表数据可知，本工程可研动态总投资估算为 1907.00 万元，初步设计动态总投资概算为 1585 万元，初步设计动态总投资概算比可研动态总投资估算减少 322 万元，即下降约 16.89%。

2 工程主要技术经济特性

2.1 路径方案情况一览

项目 \ 路径方案		推荐方案
建设规模		110kV 单回交流架空输电线路
经过地区		昭阳区、鲁甸县
线路长度 (km)		27.25km
航空距离 (km)		19.05km
曲折系数		1.41
耐张比例		44%
冰区分布	10mm	27.25km
地形	10mm	丘陵 80%、平地 20%
污区划分		全线按 c 级污秽区设计
导线型号		JKLGYJ-10kV-120/20、JKLGYJ-10kV-240/30 型钢芯铝绞线交联聚乙烯绝缘架空电缆
杆塔型式		自立式铁塔
基础型式		台阶基础
林木跨越		全线跨越林区约 5km
房屋拆迁		线路已避让沿线房屋村寨，无房屋拆迁。
沿线地质情况		全线出露岩层地基承载力高，工程特性较好，满足线路塔位承载力要求。
对矿产资源影响		已避让
交通情况		整体交通情况较好
沿线重要通信设备 及其影响情况		本线路对接近的部分架空电缆不存在影响。不计列通信保护费

2.2 方案主要技术经济指标

序号	材料名称	规格或图号	单位	数 量
1	钢芯铝绞线交 联聚乙烯绝缘 架空电缆	JKLGYJ-10kV-120/20	km	35.44
2	钢芯铝绞线交 联聚乙烯绝缘 架空电缆	JKLGYJ-10kV-240/30	km	79.62
3	钢芯铝绞线	JL/G1A-120/20	km	4.65
2	电杆数		基	475
3	绝缘子	PS-15T	片/片	4153
		XP-70		1825
8	铁塔数	H2J69-11	基	70
	现浇混凝土	C25	立方米	850.5
9	现浇混凝土	C15	立方米	75.6
11	钢筋	HPB300	t	9.8
12	钢筋	HRB400	t	39.2
	地脚螺栓		t	44.8

3 线路路径

3.1 线路路径方案

3.1.1 路径方案拟定原则

10kV 电力线路路径的选择，应认真进行调查研究，综合考虑运行维护、施工、路径等因素，统筹兼顾，全面安排，进行多方案的比较，做到经济合理、安全适用必须满足以下原则：

1、应减少与其他设施交叉；当与其他架空线路交叉时，其交叉点不宜选在被跨越线路的杆塔顶上

2、架空弱电线路等级划分应符合标准

3、架空电力线路跨越架空弱电线路的交叉角应符合标准

4、保证安全条件下，应保证电缆路径最短

5、应便于敷设、维护

6、宜避开将要挖掘施工的地方

3.1.2 本工程路经方案情况

根据系统报告中所述坪地变供区现状 10kV 供电线路情况，结合供区负荷发展情况和 10kV 网架优化方案，考虑本期坪地变 10kV 出线 4 回，分别与供区周边 35kV 水磨变相应的 10kV 线路建立联络并分接负荷。

本期出线方案：

（1）10kV 梨园线线路：从 110kV 坪地变电站 10kV 开关柜起，单回电缆出线，至站外转架空建设，往西南方向走线，先后经过大梨树左侧、王家田坝左侧、陆柴冲，再右转往北方向走线，经过肖家沟、邱家屋基，最终接至 10kV 月亮湾线 T 梨园支线 51.15 支线 12#止。

（2）10kV 田合线线路：从 110kV 坪地变电站 10kV 开关柜起，单回电缆出线，至站外转架空建设，往东北方向走线，经过田坝北侧，最终接至 10kV 戒毒所线 T 田合支线 103 杆止。

(3) 10kV 工业园区 I 回线线路：从 110kV 坪地变电站 10kV 开关柜起，双回电缆出线，至站外转架空建设，先往南方向走线，经过白龙潭左侧再左转往东南方向走线，再经过沿闸村，最终接至 10kV 工业园区线 265#止。

(4) 10kV 茨院 I 回线线路：从 110kV 坪地变电站 10kV 开关柜起，双回电缆出线，至站外转架空建设，与 T 接工业园区线平行走线，再经过沿闸村，再与昭巧公路东北方向平行走线，最终接至 10kV 茨院线止。

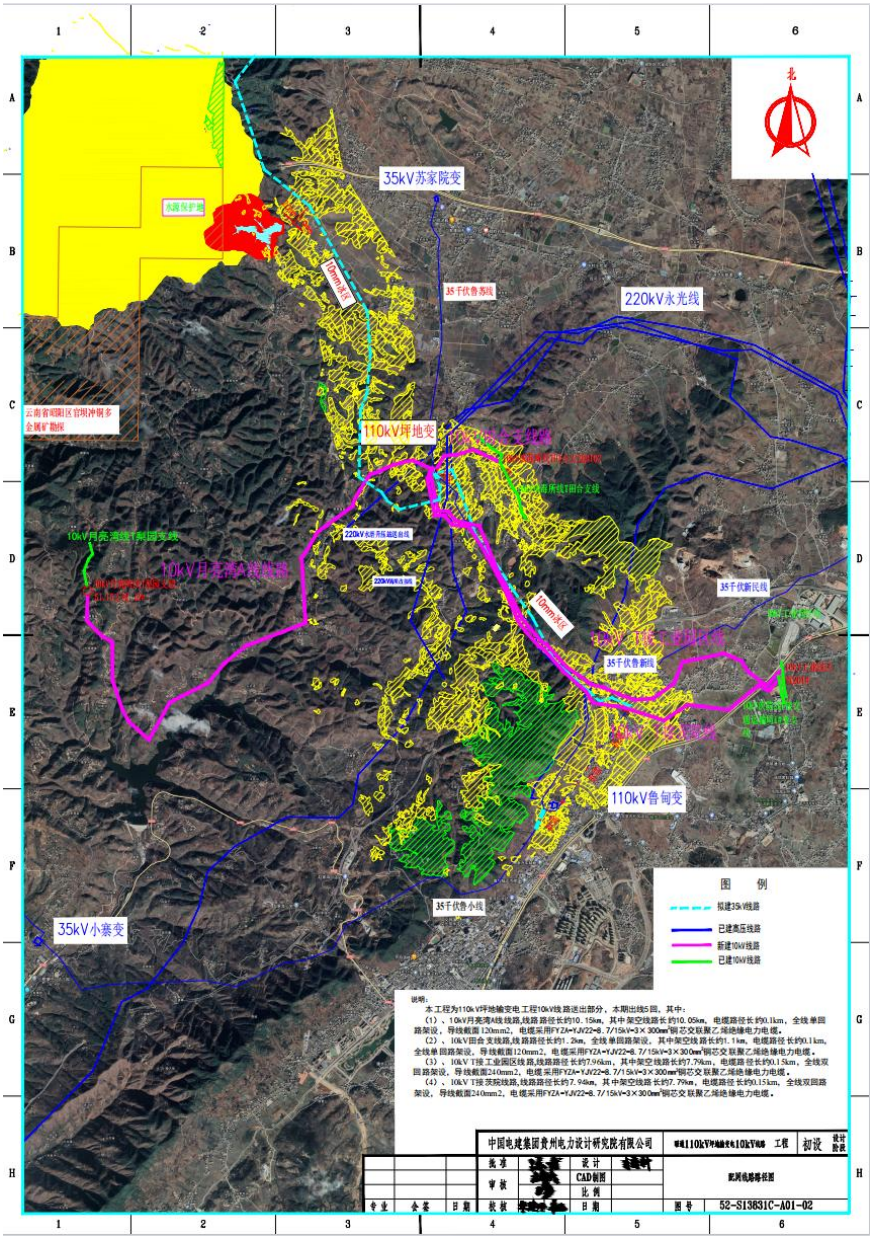


图 3.1.2-1 110kV 坪地变本期 10kV 出线地理接线示意图

3.2 地形地质及运输情况

项目名称	地形情况 (%)			地质情况 (%)				运输 (km)	
	平地	丘陵	山地	普通土	坚土	松砂石	岩石	汽车运输	人力运输
10kV 部分									
昭通 110kV 坪地输变电 10kV 线路配套工程	20	80	/	20	0	30	50	20	0.4

3.3 交叉跨越及砍伐情况

项目名称	线路 长度	35kV 电力线 路	10kV 及以下 电力线 路(次)	低压、 通讯线 路 (次)	公路		树木 砍伐
					一般 公路	穿越县 道	
10kV 部分							
昭通 110kV 坪地输变电 10kV 线路配套工程	27.25	2	18	26	16	3	

跨越 10kV 及以下线路采用带电跨越方式，并计列其相关费用。

4 机电部分

4.1 设计气象条件组合

设计标准及资料来源：

- (1) 《66kV 及以下架空电力线路设计标准（2024 年版）》（GB50061-2010）。
- (2) 《电力工程气象勘测技术规定》（DL/T5158-2012）。
- (3) 《建筑结构荷载规范》（GB50209-2012）中全国基本风压分布图。
- (4) 线路沿线各气象台站的气象资料和附近已建 35kV、110kV、220kV 线路的设计、运行经验及沿线的风、冰灾害调查资料。

按照《66kV 及以下架空电力线路设计标准(2024 年版)》(GB50061-2010)（以下简称《设计规范》）的规定，以及结合本线路沿线附近现有高压线路的运行经验进行综合分析，本工程线路设计气象条件组合见下表：

气 象 条 件	气 温 $t(^{\circ}\text{C})$	风 速 $v(\text{m/s})$	冰 厚 $b(\text{mm})$
最高气温	40	0	0
最低气温	-5	0	0
年平均气温	15	0	0
基本风速	10	25	0
覆冰厚度	-5	10	10
外过电压	15	10	0
内过电压	15	15	0
安装情况	0	10	0
年雷电日	50 日		

4.2 导线

10kV 线路根据配变装接总容量，最大负荷对应的最大工作电流并根据项目所在地区类别，经计算并对照《南网一导则》和物资品类优化规定确

定的最小截面选择导线。

10kV 线路架空导线选用 JKLGYJ-10kV-120/20、JKLGYJ-10kV-240/30 型架空绝缘线。

表 4.2-1 10kV 绝缘导线型号及参数

型号		JKLGYJ-10kV-120/20	JKLGYJ-10kV-240/30
构造（根数×直径，mm）	铝	26×2.38	24×3.6
	绝缘厚度（mm）	3.4	3.4
	钢/铝包钢	7×1.85	7×2.4
截面积（mm ² ）	铝	115.67	244.29
	钢/铝包钢	18.82	31.67
	总计	14.49	275.96
直径（mm）		15.07	21.6
外径（mm）		21.87	28.4
单位质量（kg/km）		550	950
综合弹性系数（MPa）		76000	73000
线膨胀系数（1/℃）		0.0000189	0.0000196
计算拉断力（N）		41000	75620

4.3 导线的防振

危害电线正常运行的运动形式主要为微风振动及舞动。鉴于本工程的实际情况，确定本工程在年平均运行应力不满足要求时采用防震锤防振。

4.4 绝缘配合

污秽区等级划分以《南方电网污秽分布图》（2018 版）为依据，并参照设计技术规程（GB 50061-2010）附录 B，从长远考虑，为提高线路抗污秽能力，本工程按 d 级污秽区设计，线路爬电比距不小于 2.00cm/千伏（按标称电压计算）。本工程 10kV 采用瓷质绝缘子。

表 4.4-1 绝缘子的主要尺寸及特性表

适用 线型	绝缘子 型号	主 要 尺 寸		耐受电压		额定机 械破坏 负荷 (kN)	重量 (kg)
		高度 (mm)	盘径 (mm)	工频湿闪闪络 电压 (kV)	50%全波冲 击闪络电压 (kV)		
导线	XP-70	146	255	45	120	70	4.6
导线	PS-15M	160	190	45	118	13.7	4.5

本工程 10kV 耐张杆采用 XP-70 型防污型瓷质绝缘子 3 片成单串，直线杆均采用 PS-15M 针式瓷绝缘子。

按照《10kV 及以下架空配电线路设计技术规范》(DL/T5220-2005) 规定，绝缘子及金具的机械强度及设计安全系数，应符合下表规定：

类别	安全系数		
	运行工况	断线工况	断联工况
悬式绝缘子	2.7	1.8	1.5
针式绝缘子	2.5	1.5	1.5

4.5 防雷保护及接地

1) 本项目所经区域雷电活动频繁，年平均雷暴日数为 50 日，属多雷区。柱上断路器、隔离开关的防雷装置采用复合型绝缘护套氧化锌避雷器。10kV 线路中分段的柱上断路器或隔离开关的两侧均装设避雷器，其接地引下线应分别与各电器设备的外壳连接并可靠接地。且接地装置的接地电阻不应大于 10Ω 。

5 杆型与基础

5.1 杆型规划

5.1.1 杆型选择及主要设计原则

按《66kV 及以下架空电力线路设计标准(2024 年版)》(GB50061-2010)、《10kV 及以下架空配电线路设计规范》(DL/T 5220-2021)《云南电网公司 10kV 及以下配电线路标准设计和典型造价 V3.1》等规程。

5.1.2 杆型选择

线路设计覆冰按 10mm 冰区, 风速 25m/s 进行设计, 根据技术上安全可靠、经济合理的原则, 结合地形、地貌及气象条件, 10kV 直线杆选用预应力杆; 转角, 耐张, 分支杆、终端杆、双杆、三联杆选用非预应力电杆。低压电杆采用预应力杆。根据规范电杆壁厚为 35mm 的混凝土标号不宜小于 C60, 壁厚为 50mm 的混凝土标号不宜小于 C50; 交通运输困难的地段, 采用两节普通杆, 中间用法兰盘连接。电杆质量标准符合现行国家标准及相关技术规定。

本次工程项目采用的杆型主要根据中国南方电网公司《云南电网公司 10kV 及以下配电线路标准设计和典型造价 V3.1》结合本工程具体情况合理选用, 本工程水泥杆主要采用 190 电杆、铁塔采用 H2J69-11 一种塔型。

5.2 拉线与基础规划

5.2.1 基础设计原则

根据《10kV 及以下架空配电线路设计规范》DL/T 5220-2021、《架空输电线路基础设计技术规程》DL/T5219-2014 等进行设计。

5.2.2 基础形式及数量

电杆基础采用预制混凝土基础, 拉盘采用 LP-10、LP-8 等。底盘采用 DP-8、DP-10 等。

铁塔采用钢筋混凝土基础; 强度等级为 C25, 其中钢材采用 Q355 普通

碳素结构钢，水泥采用 425#普通硅酸盐水泥，堡坎用砌石强度等级不小于 MU10。

5.2.3 其它

- 1) 沿线地下水不含对混凝土有害的物质，对混凝土基础无侵蚀。
- 2) 本工程抗震设防烈度为Ⅶ度，根据《电力设施抗震设计规范》，基础设计不考虑抗震措施。

5.2.3 拉线

本工程采用 GJ-50, GJ-70 两种型号的镀锌钢绞线作为拉线。所有拉线均配置绝缘子。

6 电缆部分

6.1 设计依据

《电力工程电缆设计标准》（GB50217—2018）

《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》（GB 50168—2016）

《电力电缆线路运行规范》（DL/T 1253-2013）

《电缆防火措施设计和施工验收标准》（DLGJ 154-2000）

6.2 电缆敷设方式与架空连接方式

1) 本工程电缆选用排管敷设和直埋敷设。

2) 电缆最小允许弯曲半径

敷设时： $15 \times D$ 敷设后： $12 \times D$

注：D 为电缆外径。

3) 本工程电缆加装电缆保护管引上电缆支架平台、电杆，经避雷器后架空绕跳到各相与电缆连接。

4) 10kV 线路采用三芯电缆，电缆总长度考虑一定敷设系数及变化量和制作接头、终端头预留。

6.3 电缆设计基本技术条件

(1) 设计气象条件

根据当地气象站历年气象资料统计，按有关电缆设计规范，得出本工程设计环境条件取值如下：电缆敷设，计算电线载流量时按最热月日最高气温取为 40°C ；当地在夏季，雨水较为充足，自然水源补充明显，土壤热阻系数应较小，按有关规程要求，本工程从偏于安全考虑，计算选取土壤最大热阻系数： $1.4^{\circ}\text{C} \cdot \text{m} / \text{w}$ 。

(2) 电缆选型

根据电力电缆设计规范对于 3-35kV 三相供电回路数电缆芯数的选择，当工作电流较大的回路或电缆敷设与水下时，可选择单芯电缆，其余情况

应选用三芯电缆。本工程 10kV 电缆推荐选用 300mm² 截面的三芯铜芯交联聚乙烯绝缘电缆，电缆型号为 FYZA-YJV22-8.7/15kV-3×300mm²，且热稳定校验截面满足要求。

从运行方式上考虑，三芯电缆较单芯电缆具有以下优点，

1) 三芯电缆因有钢带铠装保护，对于敷设环境要求较为宽松，对一般外力破坏有一定的防护作用。

2) 在正常运行中，三芯电缆流过三个线芯的电流总和为零，在金属屏蔽层两端就基本上没有感应电压。但是采用单芯电缆时，单芯电缆线芯通过电流时就会有磁力线交链金属屏蔽层，使它的两端出现感应电压，使用三芯电缆较为安全。

(3) 电缆截面选择

电缆截面应满足持续允许电流、短路热稳定、允许电压降等要求，当最大负荷电流利用小时 $T_{\max} > 5000\text{h}$ 且长度超过 20m 时，还应按经济电流密度选取。

动力回路铝芯电缆截面不宜小于 6mm²。

1) 按持续允许电流选择

敷设在空气中和土壤中的电缆允许载流量按下式计算：

$$KI_{xu} \geq I_g$$

式中 I_g ——计算工作电流 (A)

I_{xu} ——电缆在标准敷设条件下的额定载流量

K ——不同敷设条件下综合校正系数，空气中单根敷设 $K=K_t$

空气中多根敷设 $K=K_t K_1$

空气中穿管敷设 $K=K_t K_2$

土壤中单根敷设 $K=K_t K_3$

土壤中多根敷设 $K=K_t K_3 K_4$

K_t ——环境温度不同于标准敷设温度时的校正系数

K1——空气中并列敷设时的校正系数

K2——空气中穿管敷设时的校正系数

K3——直埋敷设时的校正系数

K4——多根并列直埋敷设时的校正系数

KtK1——多根电缆并列敷设在空气中综合校正系数

2) 按经济电流密度选择

当最大负荷利用小时大于 5000 且线路长度超过 20m 时，应按经济电流密度选择电缆截面

$$S = \frac{I_g}{j}$$

式中 I_g ——计算工作电流 (A)

j ——经济电流密度 (A/mm²)

6.4 电缆直埋

根据《电力工程电缆设计标准》GB50217-2018、《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 等规范、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 V3.1》，由于变电站 10kV 电缆出线数量较少，且变电站外属主要通道，现视电缆工程条件、环境特点和电缆类型、数量等因素，选择电缆直埋出线以及满足运行可靠、便于维护和技术经济合理的要求。其优点是检修更换电缆方便，使用灵活，转弯方便，可据自然地形而修建。本工程修建电缆直埋长度为 400m。

工程电缆直埋段主要位于户外，将底部原土夯实，电缆安置在砂或软土中，电缆上方配置混凝土保护板。电缆上缘距地面需保证不小于 0.7m 厚的覆盖层。

沿电缆路径的直线间隔 10~15m、转弯处和接头部位，应竖立明显的方位标志或标桩。

电缆与电缆、管道、道路、构筑物等之间的最小容许距离各种设施的

净距：

电缆直埋时的配置情况		平行 (m)	交叉 (m)
控制电缆之间		—	0.5 ^①
电力电缆之间或与控制电缆之间	10kV 及以下电力电缆	0.1	0.5 ^①
	10kV 以上电力电缆	0.25 ^②	0.5 ^①
不同部门使用的电缆		0.5 ^②	0.5 ^①
电缆与地下管沟	热力管沟	2.0 ^③	0.5 ^①
	油管或易（可）燃气管道	1.0	0.5 ^①
	其他管道	0.5	0.5 ^①
电缆与建筑物基础		0.6 ^③	—
电缆与公路边		1.0 ^③	—
电缆与排水沟		1.0 ^③	—
电缆与树木的主干		0.7	—
电缆与 1kV 以下架空线电杆		1.0 ^③	—
电缆与 1kV 以上架空线杆塔基础		4.0 ^③	—

6.5 电缆附件

本工程电缆终端头选择型号为 WLS-10/3×300 的 10kV 全冷缩户外电缆终端头（含端子）和型号为 NLS-10/3×300 的 10kV 全冷缩户内电缆终端头（含端子）。

6.6 接地

本工程电缆金属护套接地方式采用两端直接接地，并在工井处与工井内接地体连接作为接地系统。

6.7 电缆防火

- 1、电缆两端须采用防火堵料。
- 2、电缆中间接头处在两侧电缆各约 3 米区段和该范围并列的其他电缆上缠绕自粘性防火包带或刷防火涂料；电缆终端头也须缠绕自粘性防火包带或刷防火涂料；该范围并列的其它电缆上缠绕自粘性防火包带。
- 3、在户外终端附近，电缆局部暴露在空气中，暴露段需刷防火涂料。

- 4、只要电缆长期暴露在空气中，暴露段均需刷防火涂料。
- 5、未尽事宜参见相关电缆防火设计规范。

7 环境保护和节能降耗

7.1 路径走廊环境保护

高压输电线路的环境影响包括电磁干扰和区域环境影响两个部分。为了既保证工程建设质量，又保证对环境影响程度最低，通过充分收资调研和路径协调工作，并依据有关规定控制线路对环境的影响，从而实现保护环境的目的。

1、为保证线路下方人员的正常活动，线路下综合电场强度按小于 10kV/m 设计，在晴天距边导线投影 20 米处 0.5mHz 无线电干扰小于 53dB 的规定值，可听噪音小于 60dB (A)。

2、按设计规程，线路临近居民房屋处的电场强度限制在 4kV/m 以下（离地 1 米高处）。

3、对沿线相关的通信线路和无线电设施进行通信保护设计。

4、进行线路路径协调工作，避开城镇规划区、开发区、居民密集区、军事设施区、厂矿等重要区域，将对环境的影响控制在最小程度。

5、避开自然保护区、风景区、寺庙等，在路径选择时尽量避开林区，无法避让的林区，尽量选用线间距离较小的塔型穿越，尽量采用高塔跨越的方式，以减少林木砍伐，保护生态环境。

6、施工如果采取张力放紧线，尽量减小施工通道砍伐宽度。

按《66kV 及以下架空电力线路设计规范》（GB50061-2010）的规定，对树木在满足净空距离 4m 的情况下可不予砍伐（考虑自然生长高度后），高度不超过 2.0m 的灌木不砍伐；另外，为不砍或少砍林木，线路可适当加高铁塔，采用跨越的方式。

线路施工期间，需临时征用土地（包括铁塔安装、放紧线通道、修路及施工人员临时建筑等占地）、砍伐少量林木、损坏庄稼、土石方开挖破坏地表等。为将影响减小到最低程度，拟采取如下措施：

(1) 在保证工期前提下，放、紧线时间应尽量安排在农作物收获以后，以减少对农作物的损坏；

(2) 施工中禁用爆破方式压接导、地线，对岩石基坑开挖时要采取消声措施；开挖土方按指定地点堆放，防止植被破坏，以免水土流失及危及塔位安全。

(3) 尽量租用现有房屋作为施工管理、仓库用房。

本工程全线按 d 进行绝缘配合。

按照《66kV 及以下架空电力线路设计规范》（GB50061-2010）中有关规定，线路附近无线电干扰水平的标准是：无雨、无雪、无雾天气，频率 0.5MHz，距边线投影距离 20m 处无线电干扰水平不得超过 53dB，本工程满足此要求。

7.2 基环境保护

7.2.1 避免大开挖基坑基面，保护自然地形、地貌

用铁塔的长短腿及高低基础配合来调整塔脚与地形的高差，减少基面开方量，保护边坡稳定性。施工完毕后，作好自然地形、植被的恢复工作。

7.2.2 基坑开挖

凡能开挖成形的基坑，均采用以“坑壁”代替基础底模板方式开挖，尽可能减少开挖量。对位于陡峭山岩，地质条件差的塔位，不允许爆破施工，需采用人工开挖。

7.2.3 弃土堆放

坡度较陡的塔位（地形大于 25 度的山坡），严禁将降基面及基坑开挖的弃土就地置于塔位下坡方向，应将弃土运到基坑范围外分散堆放，以防止弃土滑动破坏塔位下坡方向自然地貌，危及基坑安全。

7.2.4 边坡保护

1) 对部分塔位开挖后出现易风化、剥落、掉块的上边坡均采用浆砌块

石护坡，对下边坡均采用浆砌块石保坎，不准采用“干砌保坎、护坡”。护坡、保坎均采用重力式挡土墙。

2) 对较好的岩石边坡，则按有关规定和现场地质情况作放坡处理。

3) 对位于较陡下边坡的塔腿一般采用毛石混凝土回填基坑。基坑开挖时采用以“坑壁”代替基础底模板方式。

4) 对位于陡坡地形、附近人口稀少的塔位，接地沟开挖可不形成封闭环形，以避免沿垂直方向开挖接地沟从而形成冲沟危及塔位边坡的安全。

7.2.5 基坑排水

位于斜坡的基坑表面应回填成斜面，恢复自然排水。对可能出现较大汇水面且土层较厚的塔位，要求开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统，排水沟采用浆砌块石排水沟。

7.2.6 农田复耕和恢复植被

在施工过程中占用的场地，施工完毕后即可进行农田复耕。在林区及地表以草和灌木为主的地区，在施工完毕后应尽可能进行恢复地表植被，并播撒草籽。

7.2.7 为保护基坑场地的原始地貌及植被，对施工创面的斜坡和弃土地带，撒种草籽。

7.3 送电节能措施

1. 节能标准及节能规范

- ①国家发改委发改投资（2006）2787 号文
- ②国家发改委令第 40 号《产业结构调整指导目录（2005 年）》
- ③《66kV 及以下架空电力线路设计规范》（GB50061-2010）
- ④其他国家、行业有关节能设计标准及控制指标

2. 节能措施

(1)考虑经济电流密度、合理选择导线截面：

导线是架空输电线路的主要元件之一，在工程投资中占有很大比重。

导线截面选择过大，不仅增加有色金属消耗量，还显著增加线路的建设投资。导线截面选择过小，则运行中导线的电压和电能损耗加大，使电能传输质量和运行经济性变差。因此，按照经济电流密度法则合理选择导线截面，对电网建设、运行经济性和技术性都具有重要意义。

本工程导线截面和结构的选择除满足系统输送容量的要求外，还要考虑负荷增长因素、冰风荷载对机械强度的要求和校验导线的电晕特性。

本工程中导线截面采用 120mm^2 ，能够满足电力输送要求。

(2) 导线材质和构造选择：

本工程线路导线采用高导电率钢芯铝绞线，降低了线损。同铝包钢绞线和铝合金绞线相比，钢芯铝绞线铝线导电率最高，可以达到同等截面铜导线的 $61\% \sim 63\%$ ，线损最小，能源利用率最高。全铝合金导线导电率仅能达到同等截面铜导线的 $58\% \sim 60\%$ ，虽然机械性能方面优越，但其线损较大，是同截面钢芯铝绞线的 1.18 倍，而且配套金具研制费用高，因此，本工程采用钢芯铝绞线导线。

3. 结论

通过上述节能降耗措施，来达到依靠科学技术、降低消耗，合理利用资源，提高资源利用效率。推广采用节能、降耗、节水的先进技术和产品，强制淘汰消耗高、污染大、质量差的落后生产能力、工艺和产品，有利于资源节约和综合利用，从源头杜绝能源的浪费。

8 劳动安全

8.1 防电伤

为确保运行、维护、检修人员的人身安全，在投产后将按《电业安全工作规程》制定一整套运行、检修规程。严格执行“两票工作制，即工作票，操作票合格率达到 100%，实践证明严格执行两票工作制度基本上杜绝了电气设备操作过程中的安全事故。

8.2 防暑、防寒.

夏季对巡检工人供给饮料和补充营养，膳食总容量应较高，补充维生素和钙等。

冬季对巡检工人供给保温服、防护面罩、手套等个人防护用品。

8.3 辐射预防措施

禁止身上带有金属移植件，心脏起搏器等辅助装置的人员进行带电作业。

工作人员防护材料个人穿金属丝制屏蔽服（例如穿防辐射肚兜，防辐射，围裙防辐射吊背心，防辐射 T 恤等），应给工作人员作定期身体检查。

8.4 照明

野外工作以天然采光为主，检修及事故处理时使用投光等设备，工作人员配备应急电源得灯具。

8.5 劳动安全及工业卫生机构与设施

在线路运行组织中有人负责和监督劳动安全与工业卫生工作。

1、职业培训和防护用品

线路管理人员和操作人员，必须经培训考核合格后才能上岗。

对全体员工进行经常性的安全教育，提高员工的安全意识和安全基本知识，包括能正确符合国家标准和执行标准的各种安全和卫生器材。要求作人员掌握触电救护知识，掌握人工心肺复苏发的操作要领，以备应急之

用。

工人当进入工频电厂强度超过最高容许量的工作地点时，作业人员应穿戴屏蔽服。

检修作业由于其工作的特殊性，需长时间滞留在作业现场，易受到各种职业危害因素的影响，应为维修作业人员提供相应的个人防护用品。

2、劳动安全及工业卫生制度建立

企业法定代表人必须经过安全、消防教育，并取得资质证书。安全管理人员也必须参加安全干部培训，取得安全干部资质证书。对新职工、变换工种职工必须进行三级安全教育方能上岗，对特种作业人员加强管理，持证上岗。对特种作业人员加强管理，应按照国家有关规定专门安全作业培训，取得特种作业资质证书，做到持证上岗。

建立健全安全生产管理机构，落实人员，制定、完善安全生产责任制，以适应新的生产规模的需要。制定各岗位的安全职责，各工种安全操作规程，各设备的使用、保管、维护、检修、更新制度，制定安全检查、安全奖惩、安全教育培训、事故统计分析报告、危险区域和活动电的审批、危险危害因素检测报警制度。定期、不定期地开展危害辨识、危害评价、控制策划活动，当情况发生变化时，及时修正和完善。危害辨识、危害评价时应横向到边、纵向到底，不留死角，应空间上覆盖，时间上覆盖，人员覆盖；实行危险的全过程动态控制。

配备专职或者兼职的职业卫生专业人员，负责单位的职业病防治工作，制定职业病防治计划和实施方案，建立、健全职业卫生管理制度和操作规程，并参与各项方案、制度的具体实施。

选择具有职业性健康检查资质的医院，以及根据接触的有害因素特性，选择相应的检查指标，对操作人员进行上岗前、在岗期间以及离岗时的职业健康检查工作，避免患有职业禁忌证的工人接触相应有害因素。为劳动者建立职业健康监护档案，并按照规定期限妥善保存。

加强防护设备和个人防护用品的维护保养工作，定期检查防护用品性能，确保其始终处于适用状态。

建立、健全职业病危害事故应急救援预案。

对有关各工种制定相应的技术安全岗位操作法，除正常的生产外，还应包括在异常情况下的各项应急措施，并定期教育培训和进行预案演练。

制定事故应急预案，事故应急预案应包括：具体描述可能的意外事故和紧急情况及其后果；确定应急期间负责人及所有人员在应急期间的职责；确定应急期间起特殊作用人员（如消防员、急救人员、毒物泄漏处置人员）的职责、权限和义务；疏散程序；建立与外部应急机构的联系；定期与安全生产监督管理部门、公安部门、保险机构及相邻企业的交流。

9 运行维护

9.1 保线站

本工程线路路径较短，按规定可不设检修站、巡线站。

9.2 运行维护用通信设备

根据线路长度，列运行维护用通信设备手持式对讲机 1 对，设备费用列入本工程预算。对讲机型号不加限制，运行单位可根据实际情况进行购置。

9.3 交通工具

按有关规定列入费用。

9.4 安全警示牌

根据电力系统有关规定，按照杆型单基数量计列安全警示牌、塔号牌及相信牌费用。

10 投资概算

10.1 编制原则和依据

- 1) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设预算编制与计算规定》；
- 2) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设预算定额》第一册 建筑工程（上、下册）；
- 3) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设预算定额》第二册 电气设备安装工程；
- 4) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设预算定额》第三册 架空线路工程；
- 5) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设预算定额》第四册 电缆线路工程；
- 6) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设预算定额》第五册 通信及自动化工程；
- 7) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设概算定额》第一册 建筑工程；
- 8) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设概算定额》第二册 电气设备安装工程；
- 9) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设概算定额》第三册 架空线路工程；
- 10) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设概算定额》第四册 电缆线路工程；
- 11) 2022 年版《20kV 及以下配电网工程建设概算定额》第五册 通信及自动化工程。

10.2 投资概算

序号	项目名称	建设规模	概算投资 (万元)
1	昭通 110kV 坪地输变电 10kV 线路工程	新建 10kV 电缆 0.64km, 10kV 单回架空线路路径长 11.15km, 10kV 双回架空线路路径长 15.46km, 新建开关 5 台。	1585