

电力电气工程中线路安装与施工技术研究

郑庆福

贵州电网有限责任公司毕节威宁供电局 贵州 毕节 553100

摘要: 电力电气工程中, 线路安装与施工技术对保障电力系统安全稳定运行至关重要。本文深入探讨了线路安装与施工的关键技术, 包括材料选用、预处理、敷设固定、连接调试等。通过规范施工流程和技术要求, 旨在提升电力系统运行效率, 降低故障率。同时, 本文也分析了常见问题与对策, 为电力电气工程线路安装与施工提供理论指导和实践参考。

关键词: 电力电气工程; 线路安装; 施工技术

引言: 电力电气工程作为现代社会发展的重要基石, 其线路安装与施工技术直接关系到电力系统的稳定性与安全性。随着技术的不断进步和需求的日益增长, 对线路安装与施工的要求也日益严格。本研究旨在深入探讨电力电气工程中的线路安装与施工技术, 分析现有技术的优缺点, 提出改进措施, 以期提高施工效率与质量, 为电力系统的稳定运行提供坚实的技术支撑。

1 电力电气工程线路安装与施工基础理论

1.1 线路安装与施工的基本概念

(1) 线路的种类按功能可分为输电线路、配电线路和控制线路, 其中配电线路在配网中又可分为主干线、分支线和接户线。按敷设方式分为架空线路、电缆线路和电缆沟线路。规格方面, 导线截面积从 10mm^2 到 400mm^2 不等, 需根据配网负荷、供电半径和敷设环境选择, 如架空配网常用JKLYJ型交联聚乙烯绝缘铝绞线、LGJ型钢芯铝绞线, 电缆则有YJV22型交联聚乙烯绝缘钢带铠装电缆、VV22型聚氯乙烯绝缘钢带铠装电缆等。

(2) 安装与施工的基本流程包括前期准备、线路敷设、连接固定、测试验收。前期准备涉及配网规划图纸会审、材料电气性能检验和施工组织设计编制; 线路敷设需按配网规划路径进行, 架空线要进行杆塔组立、放线紧线, 电缆线需进行电缆沟开挖、电缆敷设; 连接固定需采用压接、螺栓连接等方式, 确保接触良好; 测试验收包括绝缘电阻、接地电阻测试、核相和通电试运行。

1.2 线路安装与施工的技术要求

(1) 安全性要求是核心, 施工中需严格遵守电力安全工作规程, 设置安全围栏和警示标志, 导线绝缘层不得破损, 接地装置必须可靠连接, 防止人身触电和设备损坏事故。(2) 稳定性要求体现在线路敷设平整顺直, 固定间距符合规范, 架空线弧垂符合设计值, 电缆弯曲半径不小于规定值, 避免因受力不均导致断线或接触不

良, 影响配网可靠运行。(3) 可靠性要求线路连接点牢固耐用, 接头处电阻不得超过同长度导线电阻的1.2倍, 线路路径应避开污染源、高温区域等恶劣环境, 减少外界因素对配网运行的影响^[1]。

1.3 相关标准和规范

(1) 国家及行业标准主要有《架空配电线路设计规程》(DL/T5220)、《电力工程电缆设计标准》(GB50217)等, 明确了配网线路设计、材料选用的技术参数; 行业标准如《农村电网改造升级技术导则》对农村配网线路有专项规定。(2) 施工规范和技术要求包括《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》(GB50168)、《10kV及以下架空配电线路施工及验收规程》(DL/T572), 规定了电缆敷设、杆塔组立、导线架设的操作细节; 施工中需做好工序交接记录, 隐蔽工程需验收合格后方可隐蔽, 确保每环节符合质量要求。

2 电力电气工程线路安装技术

2.1 线路选材与预处理

(1) 材料的选用原则需综合技术参数与实际场景。电气性能上, 导线载流量需匹配配网负荷电流, 如台区主干线导线需按台区最大负荷电流的1.3倍选型; 机械强度方面, 跨越公路的架空线需选用抗拉强度 $\geq 137\text{MPa}$ 的钢芯铝绞线, 城市配网电缆需能承受一定的机械外力和拉力。环境适应性上, 沿海地区配网优先选防盐雾腐蚀的铜芯电缆, 工业区采用耐化学腐蚀的绝缘导线, 寒冷地区避免使用低温易脆裂的电缆。(2) 材料的预处理工艺涵盖多道工序。外观检查要逐段排查, 导线绝缘层不得有气泡、破损, 电缆铠装层应无变形、锈蚀; 绝缘测试分两次进行, 到货时测试原始绝缘电阻, 敷设前复测, 10kV电缆绝缘电阻需 $\geq 1000\text{M}\Omega$; 切割加工使用专用工具, 剥线钳剥离绝缘层时需控制力度, 避免损伤芯线, 高压电缆切割后需进行端部密封处理, 防止受潮。

2.2 线路敷设与固定

(1) 敷设方式的选择需结合配网工程条件。城市建成区配网多采用地下电缆敷设,配合非开挖技术减少对交通和居民生活的影响;郊区配网可采用架空敷设,降低建设成本;工业园区配网根据规划采用电缆沟敷设。特殊场所如易燃易爆厂区,必须使用穿镀锌钢管的暗敷方式,且钢管连接处需做好密封处理^[2]。(2) 固定方法和技巧注重稳定性与保护性。架空线固定用耐张线夹和悬垂线夹,转角处、耐张段两端需增加固定点,防止导线摆动磨损;电缆在电缆沟内固定用电缆支架,间距 $\leq 1.5\text{m}$,且分层敷设,高低压电缆分开布置;穿管线路在转弯处、管口1m内必须设置固定点,金属管固定用管卡和膨胀螺栓,避免热胀冷缩导致线路位移。(3) 敷设时还需注意路径规划,避开热力管道、燃气管道等危险源,与其他管线的平行距离 $\geq 0.5\text{m}$,交叉距离 $\geq 0.25\text{m}$,确保线路安全运行,同时考虑未来配网扩容的需求。

2.3 线路连接与接头处理

(1) 连接方式的选择需兼顾导电性与耐久性。低压配网小截面导线可用螺栓式接线端子连接,较大截面导线多采用压接端子;高压线路接头使用液压连接,通过专用模具将接头与导线压接成整体,压接顺序从中间向两端进行,确保接触面积最大化;铜铝导线连接必须使用铜铝过渡端子,过渡端子与铜导线用压接,与铝导线用压接或焊接。(2) 接头处理的技术要点包括:连接后需测量接头电阻,应 \leq 同长度导线电阻的1.2倍;接头位置需避开受力点和弯曲处,架空线接头距杆塔 $\geq 0.5\text{m}$,电缆接头需预留一定裕量;绝缘恢复采用分层包扎,内层用半导电电阻水带,中层用绝缘胶带,外层用防紫外线保护套,户外接头还需加装防雨罩,确保防水等级达到IP67。

3 电力电气工程线路施工技术

3.1 施工前的准备工作

(1) 施工图纸的审核与熟悉需分层次开展,技术负责人牵头审核设计合理性,重点核对线路走向与周边设施的安全距离(如与建筑物水平距离 $\geq 1.5\text{m}$)、导线型号与配网负荷的匹配性,以及防雷接地系统的布置逻辑。施工班组需逐张熟悉图纸细节,标注关键节点(如转角杆塔位置、电缆中间接头位置),并结合现场勘查绘制施工路径示意图,标注地下管线分布和已有配网设施,避免施工时造成损坏。审核后形成书面记录,对疑问点及时联系设计单位出具变更说明,确保施工依据准确无误。(2) 施工材料和设备的准备实行“双检制”,材料进场时核查规格型号(如电缆截面误差 $\leq 5\%$)、

生产批号与合格证一致性,按规范抽样送检(导线每批次取3组试样测电阻率)。设备方面,高压试验设备需经计量检定合格,放线机、绞磨机等机械检查传动系统灵活性,配备备用液压泵、电缆牵引头。材料存放分区标识,绝缘材料单独存放于恒温($10\sim 30^{\circ}\text{C}$)干燥(湿度 $\leq 60\%$)库房,电缆盘需架空放置防受潮,设备定期维护保养,确保施工时无故障。

3.2 施工过程中的关键步骤与技术难点

(1) 基础施工与线路支架安装中,杆塔基础基坑开挖需用全站仪定位,偏差 $\leq 50\text{mm}$,软土地基采用碎石垫层(厚度 $\geq 100\text{mm}$)加固,混凝土浇筑时分层振捣(每层厚度 $\leq 300\text{mm}$),确保密实度。支架安装难点在于高空作业,需用水平仪校准横担水平度(偏差 $\leq 2\text{mm/m}$),焊接支架时保证焊缝高度 $\geq 6\text{mm}$,防腐处理需涂刷两道防锈漆加一道面漆,应对方法是采用脚手架或高空作业车保障操作稳定性^[3]。(2) 线路敷设与固定施工中,架空线张力放线需用张力机控制张力(钢芯铝绞线张力 \leq 拉断力的25%),避免导线出现硬弯;电缆敷设时用牵引机牵引,速度控制在 8m/min 以内,弯曲处设专人监护,防止绝缘层划伤。技术难点是跨越既有线路的敷设,需采用搭设跨越架或不停电作业方式,确保施工安全和既有线路正常运行。(3) 线路连接与调试施工中,接头压接需按“压接顺序图”操作,钢芯铝绞线压接模具需与导线型号匹配,压接后六角形对边尺寸偏差 $\leq 1\text{mm}$ 。调试时先测绝缘电阻(10kV 线路 $\geq 1000\text{M}\Omega$),再做直流耐压试验(试验电压为2.5倍额定电压,持续1min无击穿),难点是多回路电缆相位核对,采用相序仪逐相测试,确保相序一致,避免合环时出现问题。

3.3 施工质量控制与检验方法

(1) 质量控制的要点包括工序交接卡控,每道工序完成后由质检员签字确认,重点监控接头处理(压接深度达标)、杆塔组立(倾斜度符合要求)等关键环节。措施上推行“样板引路”,首段施工合格后再全面展开,设置质量奖惩制度,对绝缘层损伤等问题实行“零容忍”返修,隐蔽工程(如地下电缆敷设)需留存影像资料,经监理、业主共同验收签字。(2) 质量检验的方法和标准执行三级检验制,外观检验用20倍放大镜检查导线绝缘层无裂纹,尺寸检验用游标卡尺测接头压接尺寸(偏差 $\leq 1\text{mm}$)。仪器测试包括接地电阻仪测接地装置($\leq 4\Omega$)、双臂电桥测导线电阻(与理论值偏差 $\leq 10\%$)。最终验收按《电气装置安装工程质量检验及评定规程》,分合格(偏差在允许范围内)、优良(偏差 \leq

允许值80%)两级,试运行连续72小时满负荷运行,温升 \leq 设计值(如铜导线 $\leq 70^{\circ}\text{C}$)为合格^[4]。

4 电力电气工程线路安装与施工中的常见问题与对策

4.1 常见问题分析

(1) 线路选材与预处理中的问题:选材易出现与配网负荷不匹配,如用 25mm^2 导线承载50A长期负荷,导致导线过热;绝缘材料耐候性不足,户外使用普通绝缘导线,经过风吹日晒后出现老化龟裂。预处理时,导线切割后未及时处理氧化层,存放后表面形成氧化膜影响导电;电缆剥线时伤及芯线,影响机械强度和导电性;低压电缆绝缘测试省略,将受潮电缆直接敷设,留下安全隐患。(2) 线路敷设与固定中的常见问题:架空线杆塔基础回填不实,雨后出现沉降,导致杆塔倾斜度超过1%;电缆沟敷设时未做好排水措施,积水浸泡电缆导致绝缘下降。固定方面,电缆在支架上固定不牢,受外力后移位;架空线固定点间距过大,导线摆动幅度大,易造成绝缘磨损;穿管线路管径选择过小,多根导线强行穿入,造成绝缘层磨损。(3) 线路连接与接头处理中的缺陷:压接模具与导线规格不匹配,出现“虚接”,导致接头过热;接头密封处理不当,受潮后绝缘电阻下降;高压电缆接头屏蔽层处理不符合要求,导致电场分布不均,影响线路安全运行。

4.2 解决方案与对策

(1) 针对选材与预处理问题的对策:建立配网“负荷-截面”对照表,按计算电流的1.3倍选型,同时考虑配网发展预留一定裕量;户外线路强制使用耐候型绝缘导线,绝缘层厚度 $\geq 1.4\text{mm}$ 。预处理推行“三测三查”:测导线电阻率(符合GB/T3956标准)、测绝缘层厚度、测电缆外径;查氧化层处理、查芯线完整性、查密封状态。导线切割后立即用专用抗氧化剂处理,电缆预处理后4小时内完成敷设。(2) 敷设与固定问题的解决方

案:架空线基础回填采用“分层夯实法”,每300mm层厚用震动夯实,压实系数 ≥ 0.93 ;电缆沟设置排水坡度和集水井,确保不积水。固定实施“标准化间距”:架空线直线段固定点间距4-6m,转弯处0.3m内必设固定点;电缆在支架上固定牢固,采用尼龙扎带或金属卡子;穿管前计算“导线总截面积”,不超过管径截面积的40%,穿线时使用牵引绳配合滑石粉润滑。(3) 连接与接头处理缺陷的改进措施:推行“模具-导线”匹配清单,压接前核对模具型号,压接后用卡尺测量六角对边尺寸(偏差 $\leq 0.5\text{mm}$)。接头密封采用热缩式密封套,确保密封良好;高压电缆接头严格执行“剥切-清洁-密封”流程,屏蔽层切断处用半导体胶带过渡,恢复长度 $\geq 20\text{mm}$ 。接头完成后24小时内复测绝缘电阻,确保符合要求。

结束语

综上所述,电力电气工程中线路安装与施工技术的研究对于保障电力系统的安全稳定运行具有重要意义。通过优化选材、精细施工、严格质量控制,可以有效提升线路安装的质量与效率。未来,随着新技术的不断涌现,线路安装与施工技术也将不断创新与发展。本研究期望为电力行业提供有益的参考,共同推动电力电气工程技术的进步与发展。

参考文献

- [1]张玲.研究电气工程建设中的电气安装问题及安装技术[J].低碳世界,2020,(08):73-74.
- [2]邓琛.建筑电力电气工程的线路安装及施工技术研究[J].消费电气,2023,(05):48-49.
- [3]周光辉.建筑电力电气工程线路安装及施工策略[J].百科论坛电气杂志,2020,(07):74-75.
- [4]卢波辉.建筑电力电气工程的线路安装及施工技术分析[J].建筑·建材·装饰,2021,(10):104-105.