

电力施工架空线路技术

保永桂

云南德泰电力工程有限责任公司

DOI:10.12238/etd.v6i8.17096

[摘要] 架空线路是电力系统配电环节的核心,其施工技术水平关乎电力传输的安全性、稳定性与经济性。本文以电力施工架空线路技术为研究对象,系统阐述其基础理论、规划设计及施工安装核心技术要点,结合工程实例分析关键环节技术应用要求。通过对路径选择、杆塔设计、导线架设等关键工序剖析,提出施工质量控制措施,并展望未来技术发展趋势。研究表明,科学运用该技术可为配电网安全运行提供支撑,推动基层电力工程施工技术升级。

[关键词] 架空线路; 电力施工; 安全技术; 10kV 配网

中图分类号: TM752 文献标识码: A

Overhead Line Technology in Power Construction

Yonggui Bao

Yunnan Detai Electric Power Engineering Co., Ltd.

[Abstract] Overhead lines are the core of the power distribution system in the power sector, and their construction technology level directly affects the safety, stability, and economy of power transmission. This paper takes overhead line technology in power construction as the research object, systematically elaborates on its fundamental theories, planning and design, as well as core technical points in construction and installation, and analyzes the technical application requirements of key links through engineering examples. By analyzing key processes such as route selection, tower design, and conductor installation, quality control measures for construction are proposed, and future technology development trends are outlined. Research shows that the scientific application of this technology can provide support for the safe operation of distribution networks and promote the technological advancement of grassroots power engineering construction.

[Key words] Overhead Lines; Power Construction; Safety Technology; 10kV Distribution Network

引言

在我国电力工业快速发展的背景下,架空线路凭借成本低、施工便捷、维护方便等优势,在10kV至35kV各级配电系统中占据主导地位,目前我国县域配网中10kV及以下架空线路占比超75%,承担着城乡居民及中小企业90%以上的电力供应任务。随着乡村振兴战略推进和分布式新能源的并网需求,对10kV及以下架空线路施工技术的精度、安全性能提出更高要求。近年来,因施工技术不规范导致的10kV线路故障占比达32%,直接影响居民正常用电。因此,深入研究10kV及以下电力施工架空线路技术,明确各环节技术标准与数据要求,对提升施工质量、保障配电网安全运行具有重要现实意义,也是推动基层电力工程高质量发展的必然需求。

1 电力施工架空线路技术基础理论

1.1 架空线路的组成

架空线路主要由导线、避雷线、杆塔、绝缘子、金具、接

地装置及基础等部分组成,各组件协同作用实现电力安全传输。导线作为核心载流部件,其截面面积需根据配电容量确定,10kV线路常用导线截面为50mm²-240mm²,35kV线路则多采用120mm²-300mm²。避雷线通常架设于多雷区杆塔顶端,保护角控制在25°-35°之间,可使导线遭雷击概率降低50%-70%。杆塔承担支撑导线和避雷线的作用,其高度需满足导线对地安全距离要求,一般10kV线路杆塔高度为10m-18m,35kV线路则为15m-22m。绝缘子用于实现导线与杆塔的电气绝缘,每片绝缘子的绝缘电阻不低于300MΩ,金具则负责连接各组件,其机械强度需达到导线拉断力的85%以上,确保线路结构稳定。

1.2 电力传输基本原理

架空线路的电力传输基于电磁感应与欧姆定律,变电站输出的电能经配电变压器调压后,通过导线传输至用户端。在交流配电过程中,导线中的电流会产生集肤效应,导致导线有效电阻增大,10kV线路的集肤效应系数约为1.03-1.08,35kV线路则升

至1.05-1.1。同时,导线间存在分布电容和电感,形成线路阻抗,10kV架空线路的正序阻抗约为0.45Ω/km,35kV线路约为0.38Ω/km。为降低传输损耗,10kV线路通常采用合理截面导线,根据公式 $P_{损}=I^2R$ 可知,在传输功率一定时,导线截面增大1倍,损耗可降至1/2。目前我国10kV配网线路的传输损耗已控制在5%以内,35kV线路则低于3%,远优于早期小截面导线线路^[1]。

1.3 架空线路设计的基本要求

架空线路设计需满足安全、经济、可靠三大核心要求,同时符合相关国家标准。安全方面,导线对地最小安全距离需严格把控,在人口密集区,10kV线路不小于6m,35kV线路不小于7m;跨越乡村公路时,导线最小距离需提升至7m以上。经济方面,需平衡建设成本与运行成本,通过优化路径缩短线路长度,每缩短1km可降低建设成本8万-12万元。可靠方面,线路设计需考虑气象条件,在覆冰区需按5mm-15mm覆冰厚度设计,风速按25m/s-30m/s计算,确保线路在极端天气下故障率低于0.3次/百公里·年。此外,设计还需满足环保要求,避开基本农田,杆塔占用耕地面积控制在0.1亩/基以内。

2 电力施工架空线路的规划与设计技术

2.1 路径选择与测量

路径选择应遵循“最短距离、最小拆迁量、规避障碍物”的原则,通过卫星定位与现场实地勘察相结合的方式确定最优线路走向,采用GPS-RTK技术实施精准测量,确保平面位置误差在±5cm以内,高程误差不超过±10cm。对于10kV及以上电压等级线路,路径转角角度应尽量不小于25°,以降低杆塔受力。跨越河流时,应选择河道较窄处,跨越档距控制在100m至200m之间,同时确保导线在最高洪水水位时的安全距离不小于3m。通过优化路径设计,曾有10kV线路工程成功避开2处居民区和1处通信光缆,缩短线路长度1.8km,减少拆迁成本50余万元,测量精度达标率100%,为后续施工打下坚实基础。

2.2 杆塔设计与选型

杆塔设计需根据线路电压等级、地形条件和受力情况确定类型与参数,常用杆塔包括直线杆、转角杆、耐张杆和终端杆。直线杆占比达80%-90%,主要承受垂直荷载,10kV直线杆的设计弯矩为30kN·m,35kV则为80kN·m;转角杆需承受水平拉力,转角角度越大受力越大,90°转角的10kV杆塔水平拉力可达200kN。地形方面,平原地区优先选用水泥杆,成本约3000元/基,山区则采用轻型铁塔,35kV轻型铁塔重量达1.5-3吨,成本约3万元/基。杆塔基础的承载能力需匹配杆塔重量,水泥杆基础的抗拔力不低于80kN,轻型铁塔基础的抗压强度不小于25MPa,确保杆塔在各种工况下稳定直立^[2]。

2.3 导线与避雷线选型

导线选型需结合配电容量、传输距离和环境条件,优先选用钢芯铝绞线(LGJ),其导电性能与机械强度均衡。不同电压等级导线选型参数如下表所示,导线的直流电阻需符合标准,LGJ-120/20导线的20℃直流电阻为0.153Ω/km,在额定电流下的温度不超过70℃。避雷线多采用钢绞线(GJ),10kV线路常用GJ-25,抗拉

强度为1100MPa,35kV线路则采用GJ-35,抗拉强度达1270MPa。避雷线与导线的配合需满足保护角要求,在雷电活动频繁地区,保护角可缩小至20°,进一步提升线路防雷性能。

不同电压等级架空线路常用导线与避雷线选型参数表

电压等级	常用导线型号	截面积(mm ²)	额定载流量(A)	避雷线型号
10kV	LGJ-50/8	50	210	GJ-25
10kV	LGJ-120/20	120	380	GJ-25
35kV	LGJ-150/25	150	450	GJ-35

2.4 绝缘子与金具的选择

绝缘子需具备优良的绝缘性能和机械强度,10kV线路常用XP-40型悬式绝缘子,其机电破坏负荷为40kN,35kV线路采用XP-70型,机电破坏负荷提升至70kN。在污秽地区,需选用防污绝缘子,其爬距比普通绝缘子大30%-50%,10kV防污绝缘子爬距不小于200mm。金具按功能分为连接金具、固定金具和保护金具,连接金具中的耐张线夹需能承受导线100%的拉断力,LGJ-120导线配套的耐张线夹额定破坏荷载不低于70kN;固定金具的悬垂线夹握力不小于导线计算拉断力的12%,确保导线在风荷载作用下不发生滑动。金具表面需进行热镀锌处理,锌层厚度不小于86μm,防止锈蚀。

3 电力施工架空线路的施工安装技术

3.1 基础施工

基础施工是杆塔稳定的关键,需根据地质条件选择开挖方式,土壤电阻率低于200Ω·m的地区采用大开挖基础,岩石地区则采用挖孔桩基础。基础坑的开挖深度需符合设计要求,10kV水泥杆基础深度为1.5m-2.5m,35kV轻型铁塔基础深度达2m-3m,坑底平整度误差不超过±5cm。钢筋绑扎时,主筋间距误差控制在±10mm,箍筋间距误差不超过±20mm,混凝土浇筑采用C15-C25标号,坍落度控制在160mm±20mm,浇筑过程中需分层振捣,每层厚度不超过50cm,确保混凝土密实度。养护期间,混凝土强度达到设计强度的70%后方可进行杆塔组立,养护时间不少于7天。

3.2 杆塔组立

杆塔组立可采用整体起立法或分段组立法,10kV水泥杆多采用整体起立,起吊时吊点位置距杆顶比例为0.25-0.3,起吊速度控制在0.15m/s以内,防止冲击荷载。35kV轻型铁塔采用分段组立,每段重量不超过起重机额定起重量的80%,组立时垂直度误差控制在1%以内,整塔组立完成后,垂直度误差不超过3%,根开误差不大于±8mm。杆塔组立后,需检查各连接螺栓的紧固度,M12螺栓的拧紧力矩不小于60N·m,M16螺栓不小于100N·m,螺栓拧紧后外露丝扣为2-3扣,确保连接可靠^[3]。

3.3 导线与避雷线架设

导线架设前需进行张力放线,张力机的张力控制根据导线型号确定,LGJ-120导线的放线张力为8kN-12kN,放线速度不超过3km/h,避免导线与地面摩擦损伤。导线接头采用液压连接,

压接前需清除导线表面氧化层,压接模具与导线型号匹配,压接后接头处的电阻不超过同等长度导线电阻的1.2倍,抗拉强度不低于导线计算拉断力的95%。避雷线架设与导线同步进行,其弧垂比导线小8%~12%,10kV线路导线弧垂在25℃时为3m~4m,避雷线弧垂则为2.8m~3.6m。架设完成后,需测量导线相间距离,10kV线路相间距离不小于1.5m,35kV线路不小于2.5m。

3.4 接地装置安装

接地装置由接地体和接地线组成,需满足接地电阻要求,10kV线路杆塔接地电阻不大于15Ω,35kV线路不大于10Ω。水平接地体采用Φ10圆钢,埋深不小于0.8m,长度根据接地电阻计算确定,土壤电阻率高的地区需采用换土或添加降阻剂措施,降阻剂的电阻率不大于8Ω·m,添加后接地电阻可降低30%~50%。接地线与杆塔的连接采用螺栓连接,接触电阻不大于0.01Ω,接地线的截面面积需与接地体匹配,10kV线路接地线截面不小于25mm²。接地装置安装完成后,需采用接地电阻测试仪进行测量,测试数据需记录存档,不合格的需及时整改。

3.5 施工过程中的质量控制要点

施工质量控制需贯穿全过程,原材料进场时需进行检验,导线的直流电阻、绝缘子的绝缘电阻等指标需符合标准,不合格材料严禁使用。基础施工中,需检查混凝土的配合比和浇筑质量,每30m³混凝土制作一组试块进行强度检测。杆塔组立阶段,重点检查垂直度和螺栓紧固度,采用力矩扳手逐个检测。导线架设时,需监控放线张力和接头质量,每个接头都需进行拉力试验和电阻测试。施工过程中,需建立三级质量检查制度,班组自检合格率需达100%,项目部复检合格率不低于98%,监理验收合格率100%。

4 未来电力施工架空线路技术的发展趋势

未来,10kV及以下架空线路技术将朝着智能化、高效化、绿色化大步迈进。(1)智能化趋势显著。小型无人机巡检技术会广泛普及,搭载高清摄像头和红外热像仪的无人机,能精准捕捉导

线断股、绝缘子老化等缺陷,检测精度高达92%以上,巡检效率更是人工的8倍,极大降低人力成本与安全风险。简易在线监测系统也将实现重点区域覆盖,传感器可实时采集导线温度、杆塔倾斜等关键数据,数据传输延迟不超过8s,能提前预警故障^[4]。(2)高效化进程加速。玻璃钢复合材料杆塔将逐步推广,其重量仅为水泥杆的40%,便于山区运输与安装,施工效率提升40%,寿命延长至40年以上。大截面绝缘导线技术持续发展,10kV线路采用240mm²绝缘导线,可有效降低触电风险,满足密集居民区配电需求。(3)绿色化理念深入。可降解绝缘子和镀锌再生金具将得到应用,减少环境污染。线路路径设计会更加注重生态保护,避开乡村水源地和经济作物区,实现电力工程与乡村环境的和谐共生。

5 结束语

电力施工架空线路技术是保障配电网安全稳定运行的核心,涉及基础理论、规划设计、施工安装等多个环节,各环节技术参数与质量控制直接影响线路性能。本文结合10kV及以下配网施工实际,系统分析技术要点,明确施工标准与实施路径。随着配电网向智能化、绝缘化迈进,架空线路技术需创新升级,加强小型化智能设备研发、新型复合材料应用及工艺优化,为构建可靠配电网提供保障,推动基层电力事业高质量发展。

[参考文献]

- [1]王建军.10kV配网架空线路施工技术要点分析[J].电力设备,2022,23(4):112-114.
- [2]陈劲.电力配网架空线路工程施工技术研究[J].现代工程科技,2025,4(18):25-28.
- [3]管鹏.电力配网架空线路工程施工技术研究[J].电力设备管理,2024(23):222-224.
- [4]刘建伟.电力配网架空线路工程施工技术优化研究[J].价值工程,2024,43(5):40-42.