

电力工程及其输电线路设计与施工的技术分析

李军

国网定西供电公司, 甘肃 定西 743000

DOI: 10.61369/SSSD.2026050021

摘 要 : 输电线路是电力系统的关键构成部分之一, 其设计与施工质量会影响整个系统运行的安全性与经济性。随着我国电力系统规模逐渐扩大以及智能电网技术的推广, 输电线路建设面临着长距离、高电压、复杂环境等挑战。基于此, 本文分析输电线路设计阶段的路径规划与勘测、杆塔选型等核心技术, 以及施工阶段的基础施工、杆塔组立、架线工艺等关键环节探讨技术的实际应用, 期望能为现代电力工程输电线路高质量建设给予相应的支持与指导。

关 键 词 : 电力工程; 输电线路设计; 施工工艺

Technical Analysis of Power Engineering and the Design and Construction of Its Transmission Lines

Li Jun

State Grid Dingxi Power Supply Company, Dingxi, Gansu 743000

Abstract : Transmission lines are one of the key components of the power system, and the quality of their design and construction directly affects the safety and economic efficiency of the entire system's operation. With the gradual expansion of the scale of China's power system and the popularization of smart grid technology, the construction of transmission lines is facing challenges such as long distance, high voltage, and complex environments. Based on this, this paper analyzes the core technologies in the design stage of transmission lines, such as route planning and surveying, and tower type selection. It also discusses the practical application of technologies in the key links of the construction stage, including foundation construction, tower erection, and stringing technology. The paper is expected to provide corresponding support and guidance for the high-quality construction of transmission lines in modern power engineering.

Keywords : power engineering; transmission line design; construction technology

一、电力工程输电线路设计要点

(一) 路径规划与勘测

输电线路设计中路径规划环节关系工程的投资成本、建设周期与运行安全。因此, 设计时应当以缩短线路长度、降低征地与建设成本、

避开地质灾害隐患点与敏感环境区域、保障施工便利性为目标^[1]。在平原地区可优先考虑直线路径, 减少转角或者跨越式线路。而在山地丘陵区, 需结合等高线走向, 避开滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害易发区, 利用地形高差优化杆塔高度配置。

线路设计前需要开展现场勘察, 收集生态环境、地质条件、周边建筑物等详细信息, 进而确定路径规划^[2]。目前, 无人机勘测、卫星遥感等技术的应用提高了勘测效率, 工作人员可以快速、精准地获得地形地貌数据。

(二) 杆塔设计与选型

电力工程输电线路数量多而且覆盖的面积广泛, 需要选择适宜的杆塔型号与设计类型, 以保证电力传输的安全与稳定。项目团队选择杆塔形式时需要考虑施工环境, 以及输电线路的导线规

格、气候、地质和地形条件, 科学规划杆塔材料选型、截面设计与节点构造等工作^[3]。选型环节, 需要根据线路的功能需求选择直线杆塔、耐张杆塔、转角杆塔等不同类型。同时, 杆塔设计还需考虑极端环境因素, 强化抗风、抗震、抗冰设计。例如, 在雷电多发地区, 需优化杆塔高度与结构, 减少雷击概率; 在冻土区、软土区等特殊地质环境, 需配套设计稳固的基础结构, 防止杆塔倾斜或下沉^[4]。设计方案需经过科学的计算与实验验证, 确保杆塔在运行过程中能够承受导线重量、风荷载、冰雪荷载等多种作用力。

(三) 绝缘与防雷设计

绝缘与防雷设计用以保证供电安全, 绝缘子是绝缘的关键部件, 需要结合运行环境综合考虑后进行选型, 不同材质的绝缘子在性能上有所不同, 可以满足多样化的应用需求。例如, 清洁地区可优先选用机械强度突出的瓷绝缘子。而在高压线路场景中可以选用具备自爆特性的玻璃绝缘子, 以便帮助运维人员巡检。在工业、煤矿等重污染区域, 可以选用耐污闪性能优异硅橡胶复合绝缘子, 提升绝缘水平。

防雷设计需要考虑进行外部拦截与内部限流两种方式的防

护,同时也要顾及杆塔参数与特殊线段的不同需求^[5]。外部可通过架设架空地线拦截直击雷,将地线保护角控制在25°以内。而内部安装氧化锌避雷器限制过电压,同时优化接地系统降低接地电阻。

对于跨越山谷、河流等大跨度线段,需加强绝缘配置与防雷保护,适当增加绝缘子片数,提升线路耐雷水平。在雷活动频繁的山区,可采用线路避雷器、防雷接地装置联合防护,降低雷击跳闸率^[6]。

（四）导线与金具设计

导线是电能传输的载体,其选择不仅要考虑电流承载力,还需要综合考虑材质选定、敷设方式等多重因素。根据材质与结构,常用导线主要分为三类:钢芯铝绞线(LGJ)、铝合金绞线(JL/LHA1)、碳纤维复合芯导线(ACCC)。导线截面需要根据输电距离、负荷特性与损耗要求合理选择,保证在满足电力传输需求的同时,尽可能降低线损。金具是导线与杆塔的连接部件,包括悬垂线夹、耐张线夹、防震锤、间隔棒等,其设计与选型需匹配导线规格与受力特点^[7]。防震锤需按照“等距对称”原则安装,间距通常为10~15m;间隔棒用于保持分裂导线间距,防止出现子导线鞭击问题,特高压线路需采用阻尼型间隔棒抑制次档距振动。设计中还需考虑导线的弧垂控制,保证导线对地面及交叉跨越物的安全距离。

二、输电线路施工核心技术分析

（一）基础施工技术

基础是杆塔稳定的根本,其施工质量直接决定杆塔的承受能力与抗倾覆性能,项目人员需要结合工程地形、地质条件选择合适的技术方案。平原地区地质稳定,多采用现浇混凝土扩展基础,施工中施工人员可以运用全站仪进行定位放样,搭配定型钢模板保障基础几何尺寸精度。混凝土浇筑需要严格执行分层振捣工艺,同时控制钢筋保护层厚度不小于35mm,浇筑后采取覆盖土工布洒水保湿的养护措施。山区与丘陵地带地形复杂、土石方开挖难度大,掏挖式基础成为优选技术。施工人员可采用人工配合小型机械的方式进行基坑开挖,减少边坡放坡系数,这有利于减少施工成本,降低对周边生态环境的破坏。针对岩石地质区域,岩石嵌固基础技术的应用比较广泛,技术人员可用钻孔机械完成基坑成型,借助岩石自身的高强度特性替代部分混凝土结构,这样可以提升基础的抗拔性能,同时也可以缩短施工周期^[8]。在实际的施工过程中,需要施工人员根据地质勘察报告随时调整施工参数,为后续杆塔组立与架线施工奠定基础。

（二）杆塔组立工艺

杆塔组立工艺需要结合杆塔类型、地形条件及设备配置选择适宜的方案。在平地 and 开阔地带,混凝土电杆多采用整体起立工艺,施工中采用抱杆方式,同时搭配卷扬机、钢丝绳组等设备起吊,并用全站仪实时监测杆身垂直度,控制弯曲偏差不超过千分之三。起吊后及时固定临时拉线,避免杆塔倾斜。对于角钢塔、钢管塔等重型杆塔,多采用分解组立工艺,施工人员采用内悬浮

外拉线抱杆,将塔材分段吊装至高空,在高空对接完成组装^[9]。组装过程中要严格控制螺栓紧固力矩,如M16连接螺栓的紧固力矩不小于80N·m,确保连接点的机械强度。山区与丘陵地带地形复杂、场地狭小,大型设备进场困难,施工中多采用小型履带式起重机配合人工组立,同时对施工场地进行局部平整,设置临时锚点固定抱杆,解决地形限制带来的施工难题。

当前,随着机械化施工水平提升,履带式起重机与无人机辅助吊装技术在复杂地形中广泛应用。例如,山地施工过程中,25t履带吊可以进行30m高度杆塔的整体吊装,可有效提升组立效率;无人机可用于牵引吊装绳索,避免在密林或陡坡处开辟施工通道,减少生态破坏。

不同类型铁塔需要技术人员采用不同的组立工艺。酒杯塔曲臂优先采用分段吊装、曲臂分开吊装的方法;猫头塔头部紧凑、横担较短,采用分片吊装法;双回路铁塔吊装需自上而下进行,先吊装塔身,再吊装导线横担,最后吊装地线横担,借助移动式起重机明确起重参数,来保证吊装的精度。

（三）架线施工技术

架线施工技术是输电线路电气性能与机械稳定性的关键保证,其主要程序为导线展放、紧线操作及附件安装。具体的施工过程中,需要技术人员结合工程要求与设备条件制定精细化施工方案。

导线展放优先采用张力展放工艺,施工中通过张力机与牵引机协同作业,使导线带有一定张力脱离地面,这样可以避免导线与障碍物摩擦进而造成损伤,展放过程中要用到防捻器、走板等专用工具,防止导线出现扭曲、散股等问题。对于跨越公路、铁路等重要设施的区段,需提前搭设钢管跨越架,并设置专人监护,使展放作业能够顺利展开。紧线施工是架线环节的核心控制点,施工人员可采用液压紧线器进行操作,并用弧垂观测仪实时监测导线弧垂。110kV~220kV线路需控制弧垂偏差在设计值的±2.5%以内,330kV及以上线路控制在±1.5%以内。附件安装环节需要注重工艺精度,悬垂线夹安装时确保导线夹持牢固且没有损伤,耐张线夹采用液压压接工艺,压接后需通过拉力测试,确保握着力不小于导线额定拉断力的95%。

（四）防雷接地施工技术

防雷接地施工是保障输电线路抵御雷击灾害的防线,其目标是构建低阻抗接地网,快速将雷电流泄入大地,防止其对建筑物、输电设备及周边设施造成伤害。

接地网通常由水平接地体(镀锌扁钢或圆钢)与垂直接地极(角钢或铜棒)组成,采用“田”字形或“口”字形布局扩大接地面积。施工中要控制其埋深不得小于0.8m,这样做的目的是防止因地表土壤干湿交替导致接地电阻产生大幅波动。垂直接地极则选用角钢或铜棒,常规布设长度为2.5~3m,间距要控制在自身长度的2~3倍,以削弱极间屏蔽效应,提升散流效率。

在高土壤电阻率区域,需要针对性采用复合降阻方案。浅表层采用换土法置换接地体周边低电阻率腐殖土或膨润土优化散流环境。深层则采用深井接地技术,钻孔深度达15~60m至地下水层,植入专用防腐接地极,降低接地电阻。施工过程中,接地体

连接采用搭接焊接，焊缝长度不小于扁钢宽度的2倍，焊后要及时进行防腐处理；同时布设临时接地装置保障施工安全。竣工后采用四极法检测接地电阻。

（五）光缆施工技术

光缆是输电线路通信传输的重要载体，其施工质量直接影响通信稳定性。光缆中含有金属成分，施工期间需做好避雷处理。施工前需要进行设计图纸审核、设备材料检查、技术交底等工作，对每盘光缆进行单盘测试，确认完好无破损后才可以施工^[10]。

光缆架设需控制盘卷长度，一般控制在2-3km，弯曲半径不得小于光缆外径的15倍以下。短距离光缆布放可采用人工牵引，长距离需采用机械牵引，人手孔中光缆预留长度应 $\geq 0.5-1\text{m}$ ，并盘扎整齐；接头盒安装需密封良好，防止进水受潮。

施工过程中要避免光缆与导线、杆塔等硬物摩擦，保证光缆敷设平整、固定牢固。光缆接头处需做好标识，便于后续维护。同时，需同步完善光缆接地系统，与线路防雷接地形成协同防护，提升整体防雷效果。

三、结语

在电力工程输电线路设计与施工过程中，施工人员面临着许多复杂的问题，如线路的选择、架空电路的比较、输电线路的结构设计以及施工安全问题等。行业内从业人员需要不断的摸索实际工作，积极引进新技术，完善输电线路施工技术，加强输电线路的维护与保修，进而提高电力工程的质量与效率，确保电力系统安全运行。

参考文献

[1] 童永祥. 电力工程输电线路施工技术分析 [J]. 光源与照明, 2024, (10): 165-167.
[2] 王吉浩. 输电线路施工关键工程技术及控制研究 [J]. 电力设备管理, 2024, (17): 204-206.
[3] 欧振峰. 电力工程及其输电线路设计与施工技术问题刍议 [J]. 中国高新科技, 2024, (16): 80-82.
[4] 李钢. 电力工程输电线路可靠性设计与施工技术研究 [J]. 中国新技术新产品, 2024, (15): 78-80.
[5] 唐麒. 新形势下电力工程输电线路设计及施工技术 [J]. 自动化应用, 2023, 64(S2): 133-135.
[6] 钱锦怡, 钱峻, 吴岚. 电力工程输电线路设计分析 [J]. 电子元器件与信息技术, 2023, 7(11): 153-156.
[7] 肖庆华. 输电线路设计中线路防雷技术的运用 [J]. 科技资讯, 2023, 21(22): 96-99.
[8] 刘彦文. 电力工程输电线路设计要点分析 [J]. 光源与照明, 2023, (03): 185-187.
[9] 李万棉. 电力工程及其输电线路设计与施工的技术问题 [J]. 广西电业, 2023, (03): 65-69.
[10] 陈功. 电力工程中的接地施工控制技术分析 [J]. 集成电路应用, 2022, 39(12): 232-233.