

电力建设中架空输配电线路设计及施工

计春强 曹力超

桐乡市电力工程有限责任公司 浙江 嘉兴 314500

摘要: 本文围绕电力建设中架空输配电线路设计及施工展开研究,先阐述设计原则与流程,明确安全性、可靠性、经济性、环保性原则,及前期调研、路径选择等设计环节。接着详细分析设计内容,涵盖电气设计中导线选型、绝缘配合等,结构设计中杆塔与基础设计;施工工艺方面,介绍基础施工、杆塔组立、导线架设关键工序。通过系统梳理设计与施工要点,为架空输配电线路建设提供全面技术参考,助力提升线路建设质量与运行安全性。

关键词: 架空输配电线路;线路设计;线路施工;电气设计;结构设计

引言: 架空输配电线路是电力系统的重要组成部分,承担着电能传输与分配的关键任务,其建设质量直接影响电力供应的稳定性与安全性。当前电力需求持续增长,对架空输配电线路的设计合理性、施工规范性提出更高要求。然而线路建设常面临复杂地形、恶劣环境等挑战,若设计不当或施工不规范,易引发安全事故、增加运维成本。深入研究架空输配电线路设计及施工要点,优化设计方案与施工工艺,对保障电力系统稳定运行、推动电力建设行业发展具有重要意义。

1 架空输配电线路设计基础

1.1 设计原则与要求

安全性原则需覆盖线路全运行场景,正常供电时保障设备稳定避免设计缺陷引发故障,故障发生时通过合理设计控制事故范围防止影响扩散,极端天气下确保线路具备抗风险能力,规避触电、倒杆等事故以保护人员与设备安全^[1]。可靠性原则聚焦供电稳定,通过优化线路结构、选用优质材料提升运行可靠性,减少设计不合理导致的停电,缩短停电时长,满足居民生活与工业生产对持续供电的需求,保障社会运转有序。经济性原则需在安全可靠基础上控制成本,从路径规划、材料选型到杆塔布局综合考量建设投资与运行维护费用,通过方案优化降低整体开支,提升工程经济效益。环保性原则要求设计兼顾生态保护,线路路径避开农田密集区域减少耕地占用,经过自然景观区时优化杆塔与线路布置,降低对自然景观的破坏,实现工程与环境协调。

1.2 设计流程概述

前期调研是设计基础,需收集线路沿线地理、气象、地质资料,地理资料含地形地貌与土地利用情况,气象资料涵盖风速、降水、气温特征,地质资料涉及土壤与岩层条件,同时了解周边城市规划与产业布局,为后续设计提供准确依据。路径选择需结合调研结果开展技术

经济比较,优先选路径短、转角少的路线以减少材料消耗与建设难度,择交通方便区域便于设备运输与维护,选施工条件好的地段降低施工难度、缩短工期,确定最优走向与路径。电气设计覆盖核心环节,导线选型结合输送容量与电压等级确定材质和截面,绝缘配合依据电压与污秽等级选绝缘设备,防雷设计制定防护方案,接地设计确保装置可靠,明确电气参数与安全措施。结构设计保障支撑稳定,杆塔设计结合荷载与地形定类型和尺寸,基础设计依地质选形式并通过计算验证承载力与稳定性,确保承受各类外力。施工图设计需依据电气与结构设计成果,绘制含线路路径、杆塔位置的平面图,展示地形起伏与导线弧垂的剖面图,明确杆塔型号与材料的明细表,为施工提供精准指导。

2 架空输配电线路电气设计

2.1 导线选型

导线材料需结合特性与适用场景选择,铝材质重量轻、成本低,适合中低压线路与跨度较小的场景;铜材质导电性能优、机械强度高,适用于高压线路与对供电可靠性要求高的区域;铝合金材质兼顾铝的轻量化与铜的强度,可用于大跨度线路与腐蚀环境。选型时需综合线路电压等级、输送容量与经济性,高压大容量线路优先考虑导电性能好的材料,中低压线路可侧重成本控制。导线截面需通过多维度计算确定,依据输送容量核算电流承载能力,结合允许电压损失要求控制电能损耗,参考机械强度标准避免截面过小导致导线断裂,确保线路在经济运行状态下满足供电质量^[2]。导线排列方式需适配实际条件,水平排列结构简单、维护方便,适用于平原地区中低压线路;垂直排列占用空间小,适合地形狭窄区域;三角形排列能缩短线路走廊宽度,适配高压线路,选型需结合电压等级、杆塔形式与环境限制综合判断。

2.2 绝缘配合

绝缘子选型需匹配线路工况，瓷绝缘子绝缘性能稳定、成本适中，适用于一般环境；玻璃绝缘子零值自破易检测，适合高压线路；复合绝缘子耐污性强、重量轻，适用于污秽严重的工业区与沿海地区。选型需考虑电压等级确定绝缘强度，结合环境条件判断耐污需求，参考机械负荷选择承重能力适配的类型。绝缘子串设计需明确片数与排列，根据电压等级与绝缘强度要求确定片数，污秽区域需增加片数提升爬距；排列方式可采用串联满足基础绝缘需求，特殊场景用V形串减少线路走廊，同时融入防污闪涂层、均压环等措施，增强防雷击与抗污染能力。空气间隙需按规范确定最小值，依据电压等级核算绝缘距离，结合运行中的温度变化、导线摆动等因素预留余量，防止导线与杆塔、导线与导线之间因间隙不足发生击穿事故。

2.3 防雷设计

避雷线设置需结合线路情况。电压等级110kV及以上的线路，因供电重要性高，通常需设置避雷线；雷电活动频繁区域，即使中低压线路也可考虑设置。避雷线保护范围需覆盖全部导线，通过计算保护角确定安装高度，保护角越小，保护效果越好，一般高压线路保护角控制在 20° 以内，山区线路因地形复杂，可适当减小保护角，确保导线不暴露在保护范围外。接地装置设计需注重泄流效果。需选择耐腐蚀、导电性能好的材料制作接地体，如镀锌圆钢、角钢，确保长期运行中接地性能稳定；设计合理的布置方式，可采用水平接地体与垂直接地体组合，增大接地体与土壤接触面积，降低接地电阻。接地电阻需控制在规范范围内，一般高压线路杆塔接地电阻不超过 10Ω ，确保雷电流能快速通过接地装置泄入大地，减少杆塔电位升高引发的绝缘子闪络。防雷保护措施需多维度强化。可在线路易受雷击的区段如山区、空旷地带安装避雷器，限制雷电过电压；加强绝缘措施可增加绝缘子串片数或采用加强型绝缘子，提高线路抗雷击击穿能力；同时可在杆塔顶部加装避雷针，进一步扩大防雷保护范围，多措施协同提升线路防雷能力，减少雷击跳闸事故。

2.4 接地设计

接地电阻要求需符合安全标准。根据线路电压等级设定最大允许值，110kV线路杆塔接地电阻一般不超过 10Ω ，35kV线路不超过 15Ω ，低压线路可适当放宽，但需确保在接地故障发生时，故障电流能使保护装置快速动作，切断故障线路，避免故障扩大，保障人身安全与设备免受损毁。接地体选型与布置需优化电阻。材料选择需兼顾导电与耐用，镀锌钢材既能满足导电要求，又能

抵御土壤腐蚀；形状可根据地质条件选择，圆钢适用于土壤较松软区域，角钢、钢管适用于坚硬土壤或岩石区域。布置时可采用环形、放射形等方式，环形布置适用于单杆基础，放射形布置可增大接地范围，降低接地电阻，确保接地体与土壤充分接触，提升导电性能^[3]。接地引下线设计需保障连接可靠。需选择与接地体材质一致的材料，如镀锌钢绞线，确保导电性能匹配；引下线需从杆塔顶部直接连接至接地体，路径尽量短直，减少电阻损耗；连接部位需采用焊接或螺栓紧固，确保接触良好，避免出现松动、锈蚀，确保雷电流与故障电流能顺畅传导至接地体，发挥接地系统保护作用。

3 架空输电线路结构设计

3.1 杆塔设计

杆塔类型选择需结合多因素综合判断，电压等级较高的线路需承载更大荷载，优先选用结构稳固的杆塔；导线截面越大对应拉力越强，需匹配承重能力适配的杆塔类型；地形地貌也会影响选型，平原地区可选用直线杆塔降低成本，山区地形复杂路段适合耐张杆塔控制线路走向，转角处需用转角杆塔实现线路转向，线路两端则采用终端杆塔连接变电站或其他线路。杆塔荷载计算需覆盖全工况需求，正常运行时需核算导线自重、覆冰重量产生的垂直荷载，以及风力作用下的水平荷载；断线工况需计算导线断裂瞬间产生的纵向冲击力；安装工况需考虑施工设备与人员附加重量，通过全面计算确保杆塔在各类荷载作用下具备足够强度与稳定性，避免变形或倾倒。杆塔结构优化需借助先进技术，采用有限元分析等结构分析方法精准计算应力分布，结合优化设计技术调整杆塔杆件尺寸与布局，在保证结构安全的前提下减少材料用量，减轻杆塔整体重量，降低生产与运输成本，同时提升杆塔抗风、抗覆冰能力，兼顾经济性与可靠性。

3.2 基础设计

基础类型选择需适配实际条件，浅基础中的独立基础施工简便，适合地质坚硬、荷载较小的直线杆塔；条形基础整体性强，可用于多杆塔并列布置的场景；深基础中的桩基础能深入稳定土层，适用于地质松软、荷载较大的耐张杆塔或转角杆塔；沉井基础防水性好，适合地下水位较高的区域，选型需结合杆塔类型、地质条件与荷载大小综合确定。基础承载力计算需覆盖不同受力状态，正常运行时核算杆塔传递的垂直与水平荷载对基础的作用，极端天气下需考虑覆冰、大风叠加荷载的影响，通过计算确保基础能承受各类荷载，避免出现沉降超标、倾斜或开裂等破坏，保障杆塔整体稳定。基础施

工要求需明确质量与流程标准,施工前需清理场地并平整地基,钢筋绑扎需符合设计尺寸要求,混凝土浇筑需控制坍落度与振捣密实度,养护阶段需保证足够湿度与时间,同时做好基坑回填压实工作,通过规范流程确保基础施工质量,提升基础耐久性,延长线路使用寿命。

4 架空输电线路施工工艺

4.1 基础施工

浅基础施工需规范各工序操作要点,独立基础与条形基础施工均需先开展基坑开挖,开挖过程中需控制深度与尺寸符合设计要求,避免超挖或边坡坍塌;模板安装需保证刚度与平整度,接缝处做好密封处理防止漏浆;钢筋绑扎需按设计间距排列,节点处绑扎牢固确保钢筋骨架稳定;混凝土浇筑前需检查钢筋与模板位置,浇筑时控制浇筑速度并分层振捣密实,浇筑后及时覆盖养护,保证混凝土强度达标。深基础施工需注重关键环节把控,桩基础施工中,成孔需根据地质条件选择冲击钻或回旋钻,确保孔壁完整无塌孔;钢筋笼制作需严格按设计尺寸加工,安装时对准孔位缓慢下放避免碰撞孔壁;混凝土灌注需连续进行,防止出现断桩^[4]。沉井基础施工中,沉井制作需分节浇筑保证混凝土整体性;下沉过程中需均匀挖土控制下沉速度,避免倾斜;封底前需清理井底残渣,采用高强度混凝土浇筑封底,确保防水效果。

4.2 杆塔组立

整体组立需遵循规范工艺流程,杆塔运输前需检查构件完整性,运输过程中做好固定防护防止变形;组立时需平整场地进行,按图纸顺序拼接构件,螺栓紧固需达到规定扭矩,同时检查构件连接处是否贴合紧密,避免存在缝隙影响整体刚度;起立阶段需选用适配起吊设备,设置牵引绳控制杆塔起立方向,起吊过程中实时监测杆塔受力状态,避免碰撞周边物体,起立后及时固定拉线确保稳定,拉线张力需调整至均匀状态。分解组立需注重部件吊装与连接质量,杆塔各部件吊装前需明确吊装顺序与吊点位置,选用合适吊具防止部件损伤,吊具与部件接触处需垫软质材料减少磨损;吊装过程中需缓慢起吊,精准调整部件位置;连接时需核对螺栓规格,确保螺栓穿向一致并紧固到位,组立完成后检查杆塔垂直度,偏差需控制在允许范围内,保障杆塔整体稳

定性。

4.3 导线架设

导线展放需选择合适方法并做好防护,人力展放适合短距离、小截面导线,展放时需安排人员沿线监护,避免导线磨损或缠绕障碍物,监护人员需及时清理线路路径上的杂物;机械展放适用于长距离、大截面导线,需控制牵引速度,设置张力装置保持导线张力稳定,张力值需严格按照设计参数调整。展放过程中需在导线与地面、障碍物接触处铺垫防护垫,防止导线损伤。导线紧线需按流程操作并精准观测弧垂,紧线前需检查牵引设备与锚固装置可靠性,锚固点需加固处理防止移位;紧线时缓慢施加张力,同时安排人员观测弧垂,观测需选择晴朗无风天气确保数据准确,通过调整张力使弧垂符合设计要求,紧线后及时固定导线。附件安装需保证牢固可靠,悬垂线夹、耐张线夹安装需对准导线位置,螺栓紧固到位,紧固后需用扭矩扳手复核力矩;防振锤安装需按设计间距布置,确保与导线紧密贴合,安装完成后检查各附件位置与紧固状态,避免因安装不当影响线路运行安全。

结束语

架空输电线路设计与施工是电力建设的重要构成。设计需综合考量安全、可靠、经济、环保等多方面原则,严格遵循设计流程,做好电气与结构设计。施工环节,基础施工、杆塔组立、导线架设等工艺都关乎线路最终质量。通过科学设计与规范施工,能有效提升架空输电线路的性能,保障电力稳定供应,为经济社会发展提供坚实的电力保障,促进电力行业持续进步。

参考文献

- [1]陈逸寒.电力建设中架空输电线路设计及施工[J].中国科技纵横,2024(19):106-108.
- [2]黄垒.电力建设中架空输电线路设计及施工措施研究[J].电力设备管理,2024(5):200-202.
- [3]于思潮,韩净轩.电力建设中架空输电线路设计及施工措施研究[J].车时代,2025(9):152-154.
- [4]冒云峰.电力建设中架空输电线路的设计及施工探讨[J].模型世界,2023(36):53-55.