

电力施工架空输电线路的施工质量控制

江 坤 王广任 陈 猛

中建八局第二建设有限公司 山东 济南 250000

摘要: 架空输电线路是电力系统能量传输核心,其施工质量关乎电网安全稳定与供电可靠性。当下我国电网向高电压、远距离、复杂地形发展,线路施工难度与质量风险增大,杆塔倾斜等质量问题成运维效率制约瓶颈。本文以施工全流程为主线,依据相关规范,梳理施工准备、核心工序、验收移交阶段的质量控制要点,从人员等四维度剖析影响因素,构建全周期质量控制体系并提出优化措施,为电力施工企业提供实操指导,保障电力系统安全高效运行。

关键词: 架空输电线路; 电力施工; 质量控制

引言: 在电力系统蓬勃发展的当下,架空输电线路作为能量传输的核心通道,其施工质量的重要性不言而喻。随着我国电网不断向高电压、远距离、复杂地形拓展,线路施工面临的技术难度与质量风险与日俱增,杆塔倾斜等质量问题成为制约电网运维效率的关键因素。在此背景下,深入探究电力施工架空输电线路的施工质量控制,构建科学有效的质量管控体系,具有重要的现实意义与紧迫性。

1 架空输电线路施工质量控制相关理论与标准依据

1.1 架空输电线路施工概述

架空输电线路施工是一项涉及多专业、多工序的系统性工程,主要涵盖基础施工、杆塔组立、导线架设、附件安装及验收移交等核心环节,具有施工周期长、作业范围广、受环境影响大的特点。其施工质量直接关联线路输送容量、安全运行寿命及运维成本,核心质量目标是实现“结构稳定、绝缘可靠、参数精准”。从施工特性来看,架空输电线路需适应平原、山区、跨河等多样化地形,不同场景对施工技术的要求差异显著,例如山区施工需重点解决杆塔运输与基础抗滑问题,跨河线路则需强化导线张力控制。随着特高压电网建设推进,施工技术正朝着机械化、智能化方向升级,无人机放线、BIM技术模拟等手段的应用,为质量控制提供了新的技术支撑,但也对施工人员的专业能力提出了更高要求。

1.2 质量控制标准与规范依据

架空输电线路施工质量控制需严格遵循国家及行业现行标准规范,构建“技术标准-管理规范-安全要求”的完整依据体系。核心技术标准包括《110kV-750kV架空输电线路施工及验收规范》(GB 50233-2014),其中明确规定了基础混凝土强度、杆塔垂直度、导线弛度等关键参数的允许偏差,如直线杆塔倾斜度不得超过1.5‰,耐张杆塔不得超过0.3‰。安全与管理规范方面,《电

力建设安全工作规程第2部分:电力线路》(DL 5009.2-2013)对施工过程中的安全操作与质量责任划分作出明确要求。另外,《架空输电线路设计规范》(GB 50545-2010)为施工质量控制提供了设计依据,确保施工与设计的一致性。这些标准规范构成质量控制的刚性约束,施工单位需建立标准解读与执行机制,将规范要求细化到各工序作业指导书中,实现质量控制有章可循^[1]。

2 架空输电线路施工全流程质量控制要点梳理

2.1 施工准备阶段质量控制要点

施工准备阶段是质量控制的源头,其核心是为后续施工提供精准依据与可靠保障,主要包括勘察设计、方案编制、材料设备管控三个关键环节。勘察设计环节需采用全站仪、地质雷达等专业设备,完成地形地貌、地质条件、气象数据的精准采集,重点核查地基承载力与地下管线分布,避免因勘察偏差导致基础施工质量隐患。方案编制需结合勘察结果制定专项施工组织设计,明确复杂地形的施工技术措施,例如山区线路应制定杆塔分段运输方案,跨河线路需确定导线展放的张力控制参数。材料设备管控需建立“进场检验-存储维护-使用核查”流程,导线、杆塔等核心材料需提供出厂合格证与复检报告,确保导线直流电阻、杆塔钢材强度符合标准;施工机械如张力机、起重机等需完成性能调试与检定,确保运行精度。

2.2 核心施工工序质量控制要点

核心施工工序的质量控制直接决定线路整体质量,需针对基础、杆塔、导线、附件等关键环节实施精准管控。基础施工阶段,基坑开挖需严格按设计尺寸执行,软土地基需采用换填或加固处理;钢筋绑扎需保证间距与锚固长度符合规范,混凝土浇筑应采用机械振捣,浇筑后覆盖养护不少于14天,确保强度达标。杆塔组立需选用匹配的吊装设备,直线杆塔吊装时需控制吊点平

衡,避免杆塔变形;螺栓紧固需使用力矩扳手,确保紧固力矩达到设计值,杆塔组立后垂直度偏差需通过经纬仪检测调整。导线架设前需完成张力机与牵引机的参数设定,展放过程中实时监测张力值,避免导线磨损或过度拉伸;弛度调整需在无风或微风天气进行,采用激光测弛仪测量,确保误差控制在 $\pm 2.5\%$ 范围内。附件安装时,绝缘子需逐个检测绝缘性能,金具连接需涂抹防锈脂,接地装置敷设后需测试接地电阻,确保符合设计要求。

2.3 验收与移交阶段质量控制要点

验收与移交阶段是质量控制的最终环节,需通过系统性检测与资料核查,确保线路符合投运标准。验收工作实行“分项验收-整体测试-综合评定”流程,分项验收需对基础强度、杆塔垂直度、导线弛度等逐一核查,不合格项需下达整改通知并跟踪复验。整体测试包括绝缘电阻测试、直流耐压试验、相位核对等关键项目,绝缘电阻测试需使用2500V兆欧表,确保线路绝缘电阻值不低于规范要求;直流耐压试验需按电压等级确定试验参数,持续时间1分钟无击穿现象。资料移交需保证完整性与规范性,包括施工图纸、材料合格证明、检测报告、工序交接记录等,所有资料需经建设、施工、监理三方签字确认^[2]。验收合格后签订移交协议,明确后续运维责任边界,同时留存质量问题追溯档案,为后期运维提供依据。

3 架空输电线路施工质量影响因素系统分析

3.1 人员因素

人员是施工质量控制的核心主体,其专业能力与质量意识直接影响施工质量。施工人员层面,部分一线作业人员缺乏系统培训,对导线压接、螺栓紧固等关键操作的规范要求掌握不足,易出现操作失误,如导线压接时未清理氧化层导致接触电阻过大。技术人员层面,若施工方案交底不清晰,未能结合现场实际调整技术参数,会导致施工与设计脱节,例如山区杆塔组立未考虑边坡稳定性,引发后期倾斜。管理人员层面,现场管控不到位会导致工序交接检验流于形式,未能及时发现质量隐患,如基础混凝土浇筑时未全程监督振捣过程,导致混凝土密实度不足。此外,质量责任未明确到人、考核机制缺失,会降低人员质量管控积极性,形成“重进度、轻质量”的不良倾向。

3.2 技术与方案因素

技术与方案是质量控制的基础支撑,其科学性与适配性直接决定施工质量水平。施工方案方面,若针对复杂场景的专项措施不足,会引发质量问题,如暴雨多发

区域基础施工未设计排水措施,导致基坑积水影响混凝土强度;跨铁路线路导线展放未制定防坠落预案,增加施工风险。技术应用方面,测量技术精度不足会导致关键参数偏差,如使用普通水准仪测量杆塔基础标高,误差超标引发杆塔倾斜;质量检测方法滞后,如采用人工目测检查导线弛度,无法精准控制误差。此外,新技术应用适配性不足也会影响质量,如无人机放线时未结合风速调整飞行参数,导致导线张力波动过大,影响架设质量。技术交底不彻底、施工人员对新技术掌握不足,会进一步放大技术应用风险。

3.3 材料与设备因素

材料与设备是施工质量的硬件保障,其质量与性能直接决定线路施工质量。材料质量方面,导线材质不达标会导致导电性能与机械强度不足,运行中易出现发热或断裂;绝缘子绝缘性能不合格会引发线路闪络故障;混凝土骨料含泥量过高会降低基础强度。部分施工单位为压缩成本,选用劣质材料或简化检验流程,为质量埋下隐患^[3]。设备性能方面,施工机械故障会直接影响施工精度,如张力机张力控制系统失灵会导致导线拉伸过度;起重机吊装精度不足会造成杆塔碰撞变形。检测仪器未定期校准会导致数据失真,如力矩扳手未检定导致螺栓紧固力矩不准,影响杆塔稳定性。材料存储不当也会影响质量,如导线露天存放未覆盖,氧化锈蚀降低导电性能。

3.4 环境与管理因素

环境与管理因素构成质量控制的外部约束,其稳定性与完善性影响质量控制效果。自然环境方面,高温天气会加速混凝土水分蒸发,若未采取遮阳与补水措施,会导致混凝土强度降低;暴雨天气会引发基坑坍塌,影响基础施工质量;大风天气会干扰导线展放,导致弛度控制困难。复杂地形如山区陡峭边坡,会增加杆塔运输与组立难度,若防护措施不足,易出现施工偏差。管理因素方面,质量责任制度不健全会导致“多头管理”或“管理真空”,如监理单位与施工单位质量职责划分不清,出现问题相互推诿。监理监管力度不足,未对关键工序实施旁站监理,会导致违规操作无法及时纠正。此外,进度压力过大时,施工单位易压缩工序时间,如混凝土养护时间不足就进行杆塔组立,影响基础承载能力。

4 架空输电线路施工质量控制优化体系与措施

4.1 构建全周期质量控制体系

构建“事前预防-事中管控-事后改进”的全周期质量控制体系,实现质量管控的闭环管理。事前预防体系需聚焦源头管控,建立人员培训考核机制,所有施工人

员需经理论与实操考核合格后方可上岗；制定材料设备准入标准，建立合格供应商名录，材料进场实行“双人验收”制度；施工方案需组织建设、监理、设计三方评审，重点论证复杂场景技术措施的可行性。事中管控体系需强化过程监督，推行“自检、互检、专检”三检制，每道工序完成后需经检验合格方可进入下一道；关键工序如基础浇筑、杆塔组立实行监理旁站监理，留存影像记录；建立质量动态监测平台，实时采集施工参数，实现异常数据自动预警。事后改进体系需完善追溯与提升机制，建立质量问题数据库，分析问题成因并制定预防措施；开展工程质量回访，跟踪投运后质量状况，形成持续改进闭环。

4.2 各维度质量优化具体措施

针对各质量影响因素，从人员、技术、材料、环境维度制定精准优化措施。人员维度，开展分层级培训，施工人员重点强化操作技能培训，技术人员重点提升方案设计与技术交底能力；实行“质量责任制”，明确各岗位质量职责，将质量绩效与薪酬直接挂钩。技术维度，推广BIM技术用于施工方案模拟，提前预判复杂工序施工风险；采用无人机巡检与激光测距仪等先进设备，提升检测精度；建立技术交底台账，确保施工人员全面掌握技术要求^[4]。材料维度，建立材料全流程追溯体系，通过二维码关联材料出厂信息与施工位置；加强材料存储管理，设置专用存储仓库，对导线、绝缘子等实行防潮、防锈保护；定期开展施工机械与检测仪器检定，确保设备性能达标。环境维度，建立气象与地质监测机制，提前获取天气预警信息，制定极端天气施工预案；复杂地形施工前开展专项风险评估，配备专用防护设备，如山区施工使用索道运输杆塔，减少地形影响。

4.3 强化质量监管与考核机制

强化质量监管与考核机制，形成“监管有力、考核严格”的质量约束体系。监管层面，完善监理管理制

度，增加监理人员配置，明确监理旁站监理的关键工序清单，要求监理人员对施工过程全程记录；建设单位成立质量督查小组，定期开展现场质量抽查，对发现的问题下达整改通知书并跟踪整改效果。引入第三方质量检测机构，对关键工序质量进行独立检测，确保检测结果客观公正。考核层面，建立“质量否决制”，若出现重大质量问题，取消施工班组评优资格；设立质量奖励基金，对质量优良的班组与个人给予专项奖励；将质量指标纳入施工单位绩效考核体系，质量达标情况与工程款支付挂钩，未达标的按比例扣除工程款。同时，建立质量信用评价体系，对质量表现差的施工单位限制其参与后续项目投标。

结束语

架空输电线路施工质量控制关乎电网安全稳定运行，是系统性工程，要应对人员、技术等多重因素挑战。本文梳理全流程要点，剖析影响因素，构建全周期体系与优化措施，明确“源头预防、过程管控、考核激励”思路。实践证明，强化培训、推广技术、管控材料、完善监管能降低质量问题发生率。未来，电网建设向智能化、特高压迈进，需探索人工智能、大数据应用，搭建数字化管控平台，实现精准预测与动态调控，助力电力系统高质量发展。

参考文献

- [1]董威佐.电力施工架空输电线路的施工质量控制[J].科技资讯, 2022, 20(22):25-28.
- [2]李鹏,冯凯.电力施工架空输电线路的施工质量控制[J].模型世界, 2022(33): 37-39.
- [3]李佳朔,刘辉亚,范申,等.电力施工架空输电线路的施工质量控制[J].电力设备管理,2023(5):144-146.
- [4]苏颖.电力施工架空输电线路的施工质量控制[J].数字化用户, 2024(37): 125-126.