

电力工程输电线路施工技术及其质量控制策略研究

宋常建

国网冀北电力有限公司围场县供电分公司, 河北 承德 068450

[摘要] 电力工程输电线路的施工质量对电网的安全稳定运行有着直接的影响, 同时也决定着能源的优化配置效率。随着特高压、新能源配套输电线路建设规模的持续扩大, 对输电线路施工技术的管理提出了更为严格的要求。文章首先对基础施工、架线施工、新型施工技术的应用要点进行了系统性的阐述, 并分析影响施工质量的相关因素, 在此基础上, 构建全流程的质量控制体系以及保障措施, 从而提高输电线路施工的质量, 以此保障电网的长期稳定运行, 以供参考。

[关键词] 电力工程; 输电线路; 施工技术; 质量控制; 全流程管控

DOI: 10.33142/ucp.v3i1.19213

中图分类号:

文献标识码: A

Research on Construction Technology and Quality Control Strategy of Power Engineering Transmission Lines

SONG Changjian

Weichang County Power Supply Company of State Grid Jibei Electric Power Company Limited, Chengde, Hebei, 068450, China

Abstract: The construction quality of power engineering transmission lines has a direct impact on the safe and stable operation of the power grid, and also determines the optimization efficiency of energy allocation. With the continuous expansion of the construction scale of ultra-high voltage and new energy supporting transmission lines, stricter requirements have been put forward for the management of transmission line construction technology. The article first systematically elaborates on the key points of basic construction, overhead construction, and the application of new construction technologies, and analyzes the relevant factors that affect construction quality. Based on this, a quality control system and guarantee measures for the entire process are constructed to improve the quality of transmission line construction and ensure the long-term stable operation of the power grid for reference.

Keywords: power engineering; transmission line; construction technology; quality control; whole process control

引言

电力工程输电线路作为电能传输的关键通道以及能源优化配置的核心基础设施, 在我国能源体系以及电力发展中占有重要的地位。输电线路施工的质量可以确保电力在传输过程中的稳定性、耐久性以及安全性。相反, 或施工期间采用不规范的技术、质量监控未落实到位, 极易引发一系列安全隐患, 导致大面积的停电, 不仅增加工程的运维成本, 而且对社会生产生活秩序造成严重的影响。近年来, 三维激光扫描、无人机放线等新型技术在输电线路施工中得到了推广应用, 虽然有助于降低施工风险, 提高施工效率, 但是部分施工人员对于新型技术的操作流程与规范要求熟悉、质量控制体系不完善等问题, 对质量管控的效率与效果造成一定的影响。鉴于此, 为了提高输电线路施工质量, 本文分析影响施工质量的关键因素, 提出针对性的控制策略。

1 电力工程输电线路施工核心技术

基础施工质量直接影响着杆塔的稳定性和承载能力, 掏挖基础施工技术依托原状土的抗剪强度承担荷载, 经成孔、下钢筋笼、浇筑混凝土三步施工, 施工时严格控制开挖尺寸, 采用护壁措施, 在挖掘过程中重点保护原状土结构, 钢筋笼下放后浇筑混凝土并振捣密实, 该技术适用于

承载力好、土层质地均匀的区域。阶梯基础施工技术工艺相对简便, 适用于多种地质条件。施工前需进行精确放线, 施工过程中做好排水工作, 在基坑底部设置排水沟和集水井, 高水位区域可采用井点降水法。岩石嵌固基础施工技术适用于岩石地基或覆土较浅的区域, 施工前, 需对地质条件进行详细勘察, 钻孔过程中, 严格控制孔位、孔深和孔径, 严格控制混凝土浇筑的配合比。

杆塔施工技术杆塔承担着导线、地线的悬挂和固定作用, 输电线路杆塔主要分为直线杆塔和耐张杆塔两大类, 直线杆塔适用于线路直线段, 耐张杆塔结构适用于山地及大容量送电线路中。杆塔组立技术分为整体组立和分解组立, 整体组立适用于低矮轻型杆塔和平整场地, 分解组立适用于高大杆塔和复杂地形。架线施工技术关乎输电线路电能传输的安全稳定, 涵盖导线展放、连接、紧线及附件安装四步。导线展放有拖地展放和张力展放, 拖地展放简单低成本, 但易磨损、效率低, 适用于平坦短线路; 张力展放借设备使导线悬空, 减少磨损、提升效率, 适用于复杂地形和高压线路。导线连接主要以损伤程度为依据, 重度损伤需锯断后用接续管连接, 轻微损伤可采用缠绕或补修预绞丝修复。紧线前要确保铁塔组立、基础强度等达标。严格按照设计要求和工艺标准进行附件安装, 确保牢固准

确, 安装中做好质量检查。新型施工技术应用提升了施工效率和质量, 如飞行器悬空展放导引绳技术采用无人机或直升机代替人工牵引导引绳, 减少青苗赔偿费用, 提升导引绳展放效率和精度。悬浮抱杆组立杆塔技术采用倒落式人字抱杆结构, 通过绳索与滑轮系统实现杆塔部件的吊装, 适用于高大杆塔和复杂地形, 提升杆塔组立的精度和效率。导线挂胶放线滑车放置法在放线滑车的轮槽部位加装橡胶层, 降低导线磨损程度。

2 加强电力工程输电线路施工技术的意义

输电线路作为电能传输的关键通道, 在整个的电网建设过程中, 输电线路的施工质量直接影响着电网运行的安全性。因此, 需要强化对输电线路的施工过程管理和控制。在输电线路施工的复杂进程中通常会使用不同的施工技术, 做好技术交底工作, 不仅可以推进施工的顺利进行, 而且可以确保施工的质量。对于输电线路施工技术管理过程而言, 其管理内容丰富, 涵盖基础流程、铁塔施工流程等, 只有严格按照规定的施工流程开展工作, 才能保证施工过程的安全性和稳定性。

3 电力工程输电线路施工质量影响因素分析

输电线路施工质量受人为、材料、机械、环境、技术等多因素综合影响, 且相互关联, 明确作用机制是制定质量控制策略的前提。人为因素是核心, 体现在施工人员专业能力、操作规范性和责任意识上, 技术不足、敷衍施工、管理失误、安全意识淡薄等都会影响质量; 材料是物质基础, 质量不达标会引发隐患, 源于采购、运输、检验等环节管控疏漏; 机械设备影响施工质量和效率, 测量仪器精度不足、施工机械性能不稳、操作不规范等会导致施工误差; 环境因素包括气候、地质和周边环境, 恶劣天气、复杂地质、未勘察周边设施等会影响施工; 技术因素涵盖施工技术标准、方案和交底, 标准不明、方案不完善、交底不到位、新技术应用缺指导等会引发质量隐患。

各影响因素具体关联关系如图 1 所示。

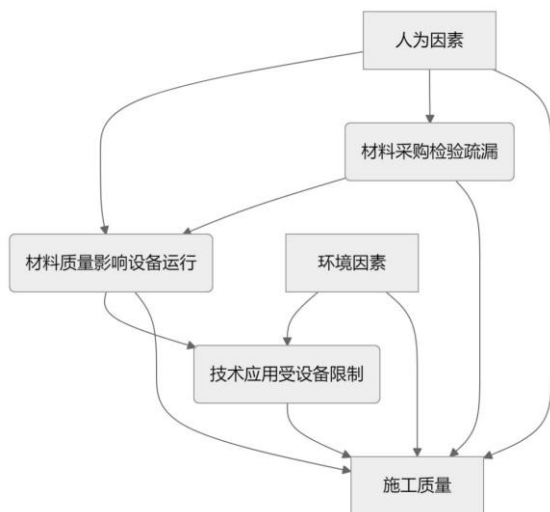


图 1 施工质量影响因素关联图

4 电力工程输电线路施工质量控制策略

4.1 施工前质量控制策略

施工前质量控制是预防质量隐患关键, 在进行输电线路施工前, 相关部门应重视前期准备工作, 明确施工流程, 熟悉施工图纸, 明确技术要求等。对于不明确的内容, 相关部门应该及时沟通交流, 理解施工难点, 并对安全隐患进行分析探讨, 制定针对性的预防措施。详细勘察施工区域, 清理障碍、平整场地、修建设施。强化人员管控, 建立“资质-培训-考核”准入机制, 确保持证上岗率 100%, 开展多阶段培训, 建立绩效考核体系。严格材料管控, 建立全链条体系, 把控采购、运输环节, 进场执行“双检制”, 建立材料台账。规范机械设备管控, 建立全生命周期管理体系, 施工前检查调试设备, 制定维护计划, 操作人员持证上岗并定期培训。做好技术准备, 结合实际制定完善及专项施工方案, 经审批后实施, 开展全面技术交底并形成书面记录存档。

4.2 施工中质量控制策略

施工中质量控制是保障施工质量的核心, 在输电线路施工时, 要选择合适的布线。首先, 在张牵场附近安装装置, 为后续施工的顺利开展提供保障。其次, 将施工区的长度控制在流程要求范围内。如果线路区域是山区, 那么要将施工区域控制在 6.5 km; 如果在平原区域进行施工, 那么在原有的长度基础上增加 2 km。最后, 对施工线路的流程进行规划和安排。综合考虑环境因素和地形因素, 确保材料和设备能够安全进入施工现场, 不同高度的架线曲度会给施工流程造成一定的影响, 降低导线的质量。在施工过程中, 如果出现地形突变, 则要使用滑车设备对施工设备进行合理布置。另外, 关注开挖质量、钢筋笼制作安装质量和混凝土浇筑质量, 挖掘过程中采取护壁措施, 验收合格后方可进行钢筋笼制作安装。钢筋笼制作需严格按照设计要求控制钢筋的规格、数量、间距和长度, 钢筋笼下放时, 需保持垂直。混凝土浇筑时, 严格控制配合比和浇筑速度, 分层振捣密实, 振捣过程中避免碰撞钢筋笼和孔壁。

不同类型基础的质量控制要点不同, 具体控制标准如表 1 所示。

表 1 不同类型基础质量控制标准表

基础类型	核心质量控制要点	允许偏差
掏挖基础	孔位、孔深、孔径, 原状土保护, 混凝土振捣, 钢筋笼安装	孔深 $\pm 50\text{mm}$, 孔径 $\pm 10\text{mm}$
阶梯基础	基坑放线, 放坡系数, 排水, 混凝土浇筑, 台阶尺寸	台阶尺寸 $\pm 10\text{mm}$, 顶面标高 $\pm 10\text{mm}$
岩石嵌固基础	孔位、孔深、孔径, 孔壁清理, 插筋安装, 混凝土浇筑	孔深 $\pm 30\text{mm}$, 孔径 $\pm 5\text{mm}$
大板基础	混凝土配合比, 温度控制, 养护, 钢筋布置	混凝土强度偏差 $\leq \pm 5\%$, 表面平整度 $\leq 3\text{mm/m}$

结合地形条件和输电需求,确保杆塔类型符合要求。吊装过程中控制吊装速度和吊装角度,实时监测杆塔状态,用专业仪器(如激光测距仪)测量杆塔垂直度。导线展放时,根据地形条件和导线规格,选择合适的展放方式,导线连接前清理连接部位的氧化层和杂物,连接后进行拉力试验和电阻检测。紧线施工控制导线受力和弧垂,弧垂调整需结合环境温度。附件安装前,对附件进行全面检查,确保附件完好、规格符合设计要求,按照设计参数确定防振锤安装位置和数量,安装牢固,线夹、间隔棒等附件安装需避免出现移位、松动等问题。安排专业质量管理人员重点检查施工操作规范性、质量控制要点落实情况,及时发现并整改质量隐患,对发现的质量问题,明确整改责任人、整改措施和整改期限,确保隐患彻底消除。

4.3 施工后质量控制策略

施工完成后,组织专业检测人员,对输电线路施工质量进行全面检测,对检测不合格的部位,及时组织整改,直至检测合格。

重点检测项目及检测标准如表2所示。

表2 输电线路施工质量检测项目及标准表

检测项目	检测方法	检测标准
基础强度	回弹法、钻芯法	符合设计强度等级,偏差 $\leq \pm 5\%$
杆塔垂直度	激光测距仪、经纬仪	偏差 $\leq 1\%$,且不大于30mm
导线弧垂	弧垂仪测量	偏差 $\leq \pm 5\%$ 设计值
导线连接电阻	电阻测试仪	不大于同截面导线电阻的1.2倍
绝缘子绝缘性能	绝缘电阻测试仪、工频耐压试验	绝缘电阻 $\geq 1000M\Omega$,耐压试验合格

质量检测合格后组织建设单位、施工单位、监理单位等相关方严格按照设计要求,全面核查施工资料以及施工质量。在竣工验收环节中,不仅要检查施工工序的完整性,而且需要落实质量控制措施以及核查检测报告的完整性与真实性。在检查过程中一旦发现任何问题,由施工单位进行及时的整改,并明确整改的期限,待所有的整改工作全部完成之后重新进行验收。当竣工验收合格之后,方可签订竣工验收报告,明确界定建设、施工、监理等各参建方的责任,确保输电线路具备安全运行条件。

施工资料作为施工质量的重要凭证,同时也是后续开展运维工作的关键依据。在施工任务完成后全面的整理施工日记、设计文件、施工图纸、质量检测报告、材料检验报告、竣工验收报告等各类文件,相关资料文件需准确、完整且规范,并进行科学分类归档,建立电子和纸质档案,便于后续的资料查阅,同时也为后续的运维工作提供便捷的参考。

4.4 质量控制保障体系构建

由建设单位、施工单位、监理单位成立输电线路施工质量控制专项小组,明确各方职责。定期召开质量例会,

对质量控制中所存在的不足之处进行分析探讨,并制定针对性的解决方案,以此确保质量控制工作的有序推进。制定完善的质量控制管理制度,明确各岗位人员的质量职责,将质量控制责任落实到个人,建立质量考核机制,将施工质量指标与绩效考核挂钩,制定质量事故应急预案,若发生质量事故,立即启动应急预案,及时处置,避免事故扩大。建立多元监督体系,引入第三方质量监督机构,对施工质量进行独立抽检,抽检结果作为竣工验收的重要依据。同时,开通质量投诉通道,鼓励施工人员、群众反馈质量问题,形成全方位的监督格局。

5 结论与展望

5.1 结论

电力工程输电线路施工技术的规范应用和质量控制是保障电网安全稳定运行的关键。本文通过对输电线路施工核心技术的研究,得出以下结论:

(1)输电线路施工核心技术主要涵盖基础施工技术、新型施工技术、杆塔施工技术等多个方面,各环节技术的规范应用是保障施工质量的基础,因此施工人员需要紧密围绕现场的实际状况选择合适的施工技术,并对施工的精密度进行严格的把控,严格遵循工艺标准进行作业。

(2)在输电线路施工质量的形成过程中,人为因素、材料因素、环境因素、技术因素等相互关联,在这诸多因素里,人为因素和材料因素占据着核心地位,需重点管控。

(3)构建全流程质量控制体系,施工前,注重准备工作;施工中,注意检测施工质量,加强过程管控以及施工后的检测验收,完善保障体系,可以有效避免质量隐患的发生,提升输电线路施工质量。

5.2 展望

随着我国特高压输电线路和新能源配套输电线路建设的不断推进,未来,需加强新型施工技术的研发和推广应用,实现施工过程的智能化、精细化管控;结合大数据、物联网等技术,构建智能化质量监测平台,加强施工人员的专业培训,提升施工人员的智能化操作能力和质量意识,为我国电网建设高质量发展提供支撑。

[参考文献]

- [1]崔庆坤,刘凯,王圳.电力工程配电网线路施工技术及其质量控制探讨[J].产品可靠性报告,2024(6):67-69.
- [2]温少伟.电力工程配电网线路施工技术及其质量控制探讨[J].家电维修,2024(1):101-103.
- [3]万国.电力工程输电线路施工技术及其质量控制措施[J].自动化应用,2023,64(2):153-155.
- [4]杨岗.电力工程输电线路施工技术及其质量控制的探究[J].电子元器件与信息技术,2020,4(12):116-117.
- [5]姜维.电力工程建设中输电线路施工质量的技术控制[J].

通讯世界,2024,31(2):133-135.

[6]刘鹏.电力工程输电线路施工技术及其质量控制研究[J].冶金管理,2020,0(3):67-67.

[7]蒋建萍.输电线路运行维护智能化管理措施探讨[J].电子元件与信息技术,2018,2(12):108-111.

[8]赵浩杰,陈非凡.输电线路施工质量控制及改进研究[J].机电信息,2019(23):23-23.

[9]吕林刚.关于配电线路在施工中的质量控制的思考探究实践[J].科技创新导报,2019,16(19):164-165.

[10]贾刚强.电力工程输电线路施工技术及其质量控制的探究[J].中国新技术新产品,2019,0(20):86-87.

作者简介:宋常建(1993.5—),单位名称:国网冀北电力有限公司围场县供电分公司,毕业学校和专业:内蒙古工业大学电气工程及其自动化。