

The Application of the construction technology of power transmission and transformation line in the power grid construction

Chunyang Zhu

Puyang Sanyuan Construction Engineering Co., Ltd., Puyang, Henan, 457000, China

Abstract

At present, China's power grid construction is faced with multiple challenges, such as increasing terrain complexity, stricter ecological and environmental protection requirements, and continuous improvement of voltage level. For the construction of new power system, the traditional construction technology has been unable to meet its needs. In the construction process, a series of problems are exposed, such as the lack of foundation stability, the efficiency of aerial work is in a low state, the precision of wire stress control is lacking, and these problems urgently need to be solved with the help of technical innovation and method optimization. Especially in the carbon peak carbon neutral strategy, power grid construction is evolving in the direction of intelligent, intensive, which requires the construction technology must be synchronous technology system reconstruction and process standard upgrade, to form a coordinated symbiotic relationship with the environment, and equipment to achieve highly fit new construction mode.

Keywords

power transmission and transformation lines; construction technology; power grid construction; application research

输变电路施工技术在电网建设中的应用

朱春阳

濮阳市三源建设工程有限公司, 中国·河南濮阳 457000

摘要

当前我国电网建设面临地形复杂度攀升、生态环保要求趋严、电压等级持续提升等多重挑战,对于新型电力系统建设而言,传统施工技术已无法满足其需求。在施工过程当中暴露出的一系列问题如基础稳定性方面存在不足,高空作业的效率处于低下状态,导线应力控制的精度有所欠缺等,这些问题都迫切需要借助技术创新以及方法优化来予以解决。尤其在碳达峰碳中和战略的驱动之下,电网建设正朝着智能化、集约化的方向不断演进,而这要求施工技术必须同步达成技术体系的重构以及工艺标准的升级,进而形成一种能够与环境达成协调共生关系和设备实现高度适配的新型建造模式。

关键词

输变电路; 施工技术; 电网建设; 应用研究

1 引言

电网建设的核心环节是输变电路施工技术,它一方面是达成电能空间上实现转移的关键,另一方面也是保障电网能够拥有良好运行品质的前置必备条件。当前施工实践中,复杂地质条件下的基础成型技术领域、大跨越段导线展放工艺方面以及复合绝缘材料装配方法等技术范畴,依旧存在着有待进一步优化的空间,而这会对工程的建设周期以及后期的运维成本产生直接的影响。现有研究多数是把关注点聚焦在单一的技术环节改进之上,缺乏对施工技术体系的系

统化分析。本文从电网建设全生命周期的视角切入,针对基础施工、杆塔组立、导线架设等这些关键技术特征展开深度的剖析,对施工技术的优化路径以及创新方向加以探讨,进而构建与新型电力系统相适应的现代化施工体系^[1,2]。

2 电网建设中的输变电路施工技术应用

2.1 基础施工技术

施工团队需结合现场地质勘察数据动态调整成孔方案,针对软土、冻土或岩层等不同地质特性匹配差异化施工工艺,例如在流沙层区域优先采用旋挖钻机配合护筒跟进工艺防止孔壁坍塌。混凝土浇筑阶段需严格控制水灰比与振捣频率,通过分层浇筑与温度监测避免基础内部产生蜂窝麻面或温度裂缝,特别在高原低温环境下须采用早强型抗冻混凝

【作者简介】朱春阳(1987-),男,中国河南信阳人,工程师,从事输变电工程建设智能施工技术要点研究。

土并搭建保温棚维持养护条件。钢筋笼制作必须遵循三维空间定位标准，重点监测主筋间距与焊接接头的抗拉强度，对于转角塔等特殊塔基需增设环向加强筋提升抗剪切能力。回填土作业采用电动夯机实施分层碾压，每层虚铺厚度不超过30厘米以确保压实系数达到设计要求，同时设置位移观测桩监测基础沉降量。施工过程需同步建立隐蔽工程影像档案，实现质量溯源管理的可视化闭环。

2.2 杆塔组立技术

杆塔组立技术实施需结合地形特征与塔型结构制定针对性方案，施工前对塔材表面质量及连接部位进行系统性排查，清除存在裂纹或镀层损伤的构件，同时校验基础预埋件定位精度与混凝土养护状态，维持地脚螺栓与塔座孔位完全匹配。组立过程中优先采用分段吊装与整体组立相结合的工艺，利用机动绞磨与滑轮组协同控制塔体提升角度，针对酒杯型塔或猫头型塔的特殊结构，操作人员需实时监测主材弯曲度与节点板间隙，通过经纬仪多角度观测及时校正垂直偏差。高空作业阶段着重强化攀爬防坠装置与承力索双重防护体系，塔上人员依据装配标记有序完成横担与绝缘子的空中对接，地面指挥人员借助通讯设备同步协调各工位作业节奏，针对山区复杂地形额外增设临时拉线抑制塔身摆动。现代工程实践中引入三维模拟技术预演组立全过程，提前识别塔材干涉风险并优化吊点布置方案，有效提升特殊工况下的施工可靠性^[3]。

2.3 导线架设技术

导线架设技术需针对不同地形特征和气候条件制定差异化施工方案（详见图1），施工团队在牵引展放阶段依据导线型号与档距长度动态调整张力控制系统参数。跨越江河或交通干线时优先采用无人机辅助引绳技术，通过高精度定位系统实现导引绳的精准抛投与层级传递，既降低高空作业风险又减少对地面交通的干扰。压接操作必须配备恒温控制液压设备，施工人员需实时监测铝管变形量与压接后握力值，对于大截面导线接头采用阶梯式压接工艺增强机械稳定性。紧线过程中采用多档联调方式平衡相邻档距弧垂值，借助激光测距仪与张力传感器构建三维力学模型，确保导线应力分布符合设计允许偏差范围。安装间隔棒时需结合导线分裂数确定安装间距，作业人员使用扭矩扳手固定螺栓后需复测各间隔棒平面的平行度，针对大档距线路增加防舞动装置抑制微风振动。

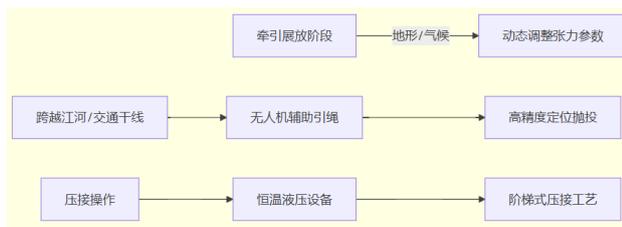


图1 导线架设技术流程图

2.4 绝缘子安装技术

绝缘子安装作业要求施工人员在开箱验货时逐片翻转瓷件核对伞裙完整性，掌心贴合瓷裙曲面检查隐裂时需避开阳光直射防止视觉误差，复合绝缘子安装前需用丙酮溶液喷洒橡胶表面去除运输过程中的油脂污染。悬垂串组装时根据设计图纸调整碗头挂板方向，弹簧销钉安装后必须进行反向拉力测试避免大风区发生退销事故，耐张线夹压接过程中操作者需持续观察引流板偏转角度防止后期产生热斑。高海拔地区施工会在绝缘子钢脚与瓷件结合部缠绕密封胶带阻断潮气侵入，污秽等级较高区域则采用大小伞交替布置的防污型绝缘子提升爬电距离。安装V型串时地面人员需使用可调支架微调两边长度平衡受力，高空作业人员在收紧螺栓过程中需交替对称施力确保球头与球窝完全契合。针对特高压工程中使用的长串绝缘子，施工团队会采用三维模拟软件预演风偏轨迹，在塔身适当位置预设临时限位装置控制摆动幅度。

2.5 接地装置施工技术

施工人员要严格筛选镀锌扁钢或铜覆钢材料的规格参数与防腐层厚度，在盐碱地区优先采用锌包钢复合材质的垂直接地极。开挖接地沟时需保持沟底平整并清除碎石杂质，对于岩石地质区域采用爆破成槽与化学降阻剂回填相结合的工艺，确保接地体与周围土壤形成稳定接触。水平接地体敷设遵循放射状与环形结合的拓扑结构，焊接作业必须采用双面搭接焊法并涂抹导电防腐涂料，转角部位实施圆弧过渡处理降低集中应力。垂直接地极安装采用液压振动锤贯入法，施工过程实时监测接地极垂直度与贯入深度，遇到地下水位较高区域需在接地极周围填充长效离子缓释材料。接地引下线与杆塔连接部位采用热熔焊接工艺消除接触电阻，焊接完成后使用多层防腐胶带实施分段密封处理。施工后期采用三级法检测接地电阻值，对于未达标区域增布深井接地极或铺设石墨网网状接地网，在冻土区段实施季节性调控接地装置埋设深度。

3 输变电路施工技术的优化策略

3.1 施工前期的规划与设计优化

设计团队应当协同地质勘探单位整合岩土力学参数与地下水位数据，结合卫星遥感影像修正线路路径规划方案，针对环保敏感区优先采用杆塔绕避或高跨设计减少林木砍伐量。杆塔定位阶段引入三维数字高程模型模拟导线风偏轨迹，动态调整塔位坐标确保对地距离满足极端气候条件下的安全裕度要求。金具选型配置需建立材料性能数据库，根据工程所处腐蚀等级与机械荷载谱筛选耐张线夹型号，对重冰区段强化绝缘子串的机械强度冗余设计。施工图深化阶段采用BIM技术进行碰撞检测，提前识别杆塔基础与地下管网的冲突点并生成三维可视化解决方案，同步输出装配式基础预制构件加工图纸。物资采购环节推行主材技术规范书动态

更新机制,将新型节能导线与环保型接地材料纳入标准化采购清单,针对高山运输困难区段优先选用模块化金具组件。设计交底过程采用虚拟现实技术构建施工场景沙盘,组织作业人员开展沉浸式工艺推演,重点解析特殊地形条件下的设备吊装路径与安全管控要点。

3.2 施工过程中的质量控制与安全管理

输变电线路施工的质量控制需从材料入场阶段建立全流程追溯机制,质检人员使用磁粉探伤仪筛查钢芯铝绞线内层损伤,针对山区潮湿环境对导线包装密封性实施二次复核,导线展放时同步采用张力监测仪动态校正弧垂偏差。隐蔽工程验收环节引入无人机搭载红外热成像仪扫描电缆接头温度场分布,混凝土基础拆模后使用回弹仪多点抽样评估强度均匀性,施工团队依据地质雷达探测数据调整接地网埋设深度。架线作业期间严格管控压接工艺参数,操作者手持液压曲线记录仪确保每个耐张管压接波形符合工艺图谱,紧线完成后采用激光测距仪复测交叉跨越安全距离。安全管理体系实施中要求全员佩戴集成定位与生命体征监测功能的智能手环,高边坡作业区域架设毫米波雷达实时预警山体位移,针对河网地带铁塔组立配置水面应急救援平台并开展月度落水逃生演练。特殊气候施工时启用气象预警联动系统,暴雨前两小时自动触发接地线临时加固程序,施工指挥部通过数字孪生模型预演极端工况下的应急响应路径。现代工程实践中推行工艺标准化视频交底制度,采用三维激光扫描技术建立施工质量数字档案,实现每个螺栓扭矩值的云端可追溯管理。

3.3 施工后期的验收与维护管理

施工后期的验收与维护管理需建立全生命周期质量追溯体系,运维团队采用智能接地电阻测试仪与红外热成像设备对隐蔽工程实施穿透式检测,重点核查接地装置焊接点与电缆终端头的接触电阻值是否处于安全阈值范围。导线弧垂验收环节应用激光雷达扫描技术生成三维点云模型,结合气象参数动态修正实际观测值与设计值的偏差,针对山区大高差档距实施夜间激光辅助测量消除日光折射误差。金具紧固

状态检查引入智能扭矩扳手自动记录螺栓预紧力曲线,同步上传云端数据库生成防松脱预警图谱,对于采动影响区杆塔额外安装倾角传感器实时监测基础位移量。防雷设施维护采用无人机搭载高清摄像模组巡检避雷线断股情况,发现氧化腐蚀部位立即使用预绞式修补条实施原位修复,沿海盐雾腐蚀区段缩短绝缘子憎水性检测周期至季度级别。线路通道管理开发植被生长预测模型,结合卫星遥感数据与地面巡检结果制定差异化树障清理方案,在候鸟迁徙走廊设置智能声光驱鸟装置降低鸟害跳闸风险^[4,5]。

4 结语

电网建设的稳固开展离不开输变电线路施工技术的持续革新,对于当下技术体系里存在的薄弱之处,应着重强化针对地质适应性方面施工技术的研发工作,对特殊工况之下的工艺控制标准加以完善,促使模块化施工装备和智能化监测技术达成深度融合的状态。施工技术在未来的发展进程中三个维度需重点予以关注:其一是施工装备自主可控能力的提升情况;其二是数字孪生技术在工艺验证方面应用的深化程度;其三是环境友好型施工材料创新研发的推进状况。伴随柔性输电技术的广泛应用以及新型导地线材料实现产业化突破,施工技术必然会朝着精密化、绿色化的方向加快演进的步伐,进而为构建起安全且高效的现代化电网筑牢坚实的技术保障基石。

参考文献

- [1] 赵中君. 输变电线路施工技术在电网建设中的应用分析 [J]. 科技资讯, 2025, 23 (03): 99-101.
- [2] 陆嫻. 电网建设中输变电线路施工技术的应用 [J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8 (10): 154-156.
- [3] 葛陈诚. 刍议电网建设中如何加强输变电线路的电力施工技术和管理 [J]. 科技风, 2017, (23): 102+116.
- [4] 陈丹. 输变电线路施工技术与管理探究 [J]. 中国新技术新产品, 2016, (17): 133.
- [5] 刘辉. 分析电网建设中如何加强输变电线路的电力施工技术和 管理 [J]. 科技风, 2016, (05): 57.