

电力工程输电线路施工技术研究

吴建文

杭州恒耀电力工程设计有限公司, 浙江杭州, 310020;

摘要: 随着居民对于电力需求的日益增长, 新能源大规模接入、智能电网建设以及电力市场逐步开放都对输电线路施工技术提出更严格的要求, 人工智能技术的兴起也使得输电线路施工技术更新迫在眉睫。基于此, 笔者根据自身经验与研究成果, 对输电线路施工技术在电力工程中的应用进行深度剖析, 希望能够对相关人士有所帮助和启发, 进而促进我国电力事业的高质量发展。

关键词: 电力工程; 输电线路; 杆塔

DOI: 10.69979/3060-8767.25.03.029

引言

输电线路是电力系统中连接发电端与用电端的纽带, 其能够将电能高效、稳定地传输至千家万户中, 本文结合具体工程案例对该技术与现代科技的融合进行分析, 从自动化吊装设备、智能监测系统到无人机巡检技术, 这些新型设备的应用无不体现出其在降低人力成本、提升作业质量等方面的优势。特别是在面对更为复杂的地质条件和严格的环境保护要求时, 基于自动化与智能化的输电线路施工技术将展现出其独特优势。因此, 本文结合具体工程案例, 对输电线路施工技术在电力工程中的应用加以阐述, 并对其优化策略进行分析与讨论, 旨在帮助更多城市的电力工程保持该有的电力输送稳定性和整体效率。

1 工程概况

随着某城市经济的快速发展以及当地居民用电需求的日益增长, 原有电网架构已无法满足当前用电电力供需量, 特别是在用电高峰时段的电网负荷压力巨大且存在一定安全隐患。因此, 当地政府决定新建一条全长50km、电压等级为220kV的输电线路以加强区域电网互联互通, 全面提升电力供应的稳定性和可靠性。

2 输电线路施工技术在电力工程中的应用

2.1 勘察施工

该输电线路工程初期勘察阶段, 传统的人工勘测方法往往受限于复杂地形条件和多变气候等因素而难以实现高效数据采集; 基于多源遥感技术的智能化勘测体系则成功解决这一难题, 其优势如表1所示。

表1 基于多源遥感技术的智能化勘测体系的优点

高精度无人机遥感系统	①搭载多光谱传感器和激光雷达(LiDAR)设备; ②采用RTK(实时动态差分)定位技术; ③具备自主路径规划能力, 可适应复杂地形条件下的三维航测; ④通过点云数据处理生成高精度数字高程模型(DEM)和数字表面模型(DSM)
多源卫星遥感技术	①综合利用高分系列卫星、Sentinel系列等多源遥感数据; ②应用InSAR技术进行地表形变监测; ③采用深度学习算法实现地物自动分类与特征提取; ④构建GIS空间数据库, 实现多时相、多分辨率数据的融合分析
高精度定位导航系统	①采用GNSS(全球导航卫星系统)网络RTK技术; ②集成IMU(惯性测量单元)实现组合导航; ③应用CORS(连续运行参考站)系统提供基准服务; ④定位精度达到毫米级, 满足工程控制测量要求

该技术体系通过三维激光扫描、摄影测量、遥感反演等技术手段实现输电走廊全要素、高精度数字化建模; 基于BIM技术构建的三维数字化勘测平台不仅能够进行空间分析与路径优化等智能决策, 还可以为后续数字化设计、智能化施工提供基础数据支撑。这种技术集成方案使得勘察精度得到大幅提升, 有效规避传统方案所导致的设计变更与施工风险, 为输电线路工程的全生命周期管理奠定坚实基础^[1]。

2.2 塔杆施工

该输电线路基础施工内容主要集中于杆塔选择与施工方面, 项目团队必须深入了解并掌握输电线路长度、电压等级、地形地貌及环境因素等施工要求才能选择与之契合度较高的杆塔类型。

施工团队基于BIM系统来可以进一步提升杆塔选择准确性, 该系统能够模拟展示杆塔安装与基础混凝土浇筑

筑等整个作业流程；基于BIM系统模拟功能实现对杆塔在实际施工中的表现进行准确评估，进而发现并解决其中存在的问题。同时，强度实验能够模拟杆塔在极端条件下的受力情况，采用这种方法可以从多角度入手来保障所选杆塔符合相关技术标准^[2]。

技术人员在塔杆组立环节必须严格按照相关安全标准进行作业，自动化吊装设备基于精准性控制系统可以实现对吊装角度、力度的完美控制；并在起吊过程中根据预设参数自动调整吊装姿态，使杆塔在上升过程中保持高度平衡性，避免因晃动或倾斜而导致的安全隐患。当杆塔接近目标位置时设备需要适度调整下放速度，使其可以准确落在指定区域并为后续紧固与连接工作打下基础；智能检测系统在杆塔组立过程中能够实时监测吊装过程中的风速、塔杆倾斜度、吊装绳索张力等关键参数，系统一旦发现这些数据超出预设安全范围就会立即发出警报来提示操作人员进行干预^[3]。

2.3 架线施工

架线作业前的准备工作十分关键，技术团队需要将放线滑车移动至预设位置，并将牵引绳牢固系于横杆之下，使其在架线过程中不会出现松动或脱落情况；不同类型杆塔的牵引绳悬挂数量也存在一定差异性。如果选择直线杆塔就要在每一根导线上悬挂一根牵引绳即可满足需求；而耐张塔由于对稳定性与承载力的要求更高，因此要保证悬挂牵引绳的数量至少为两根及以上；并采用挂线架和张力机等专业设备来配合满足耐张塔的特殊需求。

架线方法选择也要根据具体情况来谨慎决策，架空输电线路与无张力架线方法更为适配，因为这种方法操作相对简单且对设备和技术的要求也相对较低；但在需要跨越复杂地形或障碍物时的特殊情况采用张力架线方法更为合适，但施工人员必须保证牵引绳选择与架线方法完全匹配，以避免因不匹配而导致的安全隐患^[4]。

同时，架线过程还要密切关注导线与跨越物之间的相隔距离，特别是对于人流和车流量较大的区域需做好安全风险控制工作，尽量设置防护网或警示标志等设施来保证施工人员及车辆安全。此外，导线选择必须综合考量多种因素，引线与导线、导线与施工物间距及挡距受力情况都是决定导线类型的重要因素；如果导线与引线之间的距离超过300mm或挡距受力过大等情况都不适合使用硬绝缘导线。因为这类导线在极端条件下存在安全性能下降等隐患，容易对整个输电线路的安全性与稳定性造成较多影响。

3 电力工程中输电线路施工技术的优化措施

3.1 提高电力传输效率

利用超导材料在极低温度下所展现出的几乎无电阻的独特特性，施工人员可以大幅降低长距离输电过程中的能量损失，具体来说，施工人员通过将高温超导带材与液氮冷却系统结合起来能够大幅度提高输电线路的传输能力，使得更多的电能传输过程中得到充分利用，进而将运行成本控制在最低范围内。与此同时，施工人员通过引入智能电网技术建立起集成化的智能电网管理系统，能够实时监控电力需求、供应以及输电状态，该系统通过将大量数据收集起来并加以分析来帮助施工人员精准地预测电力需求的变化趋势，对电力资源配置加以优化，使电力供应的稳定性始终保持在较高水平。智能电网还能够将分布式能源、可再生能源新型等新型能源整合起来，通过高效的电力配送、负荷平衡机制提升电力供需之间的平衡性。此外，智能电网可以根据用户的实际需求调整电力供应方案以实现按需供电，从而提高用户的满意度、电力系统的整体效益^[5]。

高压直流（HVDC）输电技术在跨越长距离输电、海底输电等项目中展现出高度契合性，其与传统交流输电系统相比可以大幅降低电力能源在传输过程中的损耗。这是因为电流方向在直流输电过程中可以保持恒定不变，有效避免交流输电中因电流方向频繁变化而产生的电磁感应损耗或电容效应损耗，使得高压直流输电在长距离传输时会大幅提升电力传输与使用效率。

此外，直流输电系统所具备的快速电流控制能力能够在极短时间内对电力传输进行调整与平衡，有效应对电网中的各种突发情况，使得电力供应在长时段内保持该有的稳定性，为更多企业及居民高效输送电力能源。

同时，高压直流输电系统能在短期内承受超过额定功率的电力传输，为电网的安全运行提供有力的保障；而柔性交流输电系统（FACTS）这种电力电子技术装置能够采用控制电力系统电压、电流与功率因数等参数来实现对电网的灵活调节，促进电网更加高效地分配电力流，进而减少电力传输过程中的损耗并提高输电效率。

3.2 应用环境友好型技术

发展与应用环境友好型施工技术的核心宗旨在于通过一系列创新手段、实践策略将施工活动对自然环境、生态系统的负面影响降至最低；环境友好型施工并非仅仅在施工阶段才考虑环保因素，而是要求从工程规划、设计的源头就开始融入环保理念。在项目启动之初施工人员就可以采用先进的生态评估模型、环境影响评价系统科学预测输电线路工程产生的土壤侵蚀、水资源污染、生物多样性破坏等潜在影响。之后施工人员就可以据此制定出一套最小化环境干扰的施工方案，涵盖从材料的

选择、使用到施工方法的改进再到废弃物的处理、资源的回收再利用等各个环节。此外,环境友好型施工还要求施工人员在施工过程中实施严格的环保管理、监控机制,要对施工活动进行实时监测,确保各项环保措施得到有效执行;同时,定期对施工区域进行环境质量检测,在发现环境问题后及时进行解决。

项目团队对于环保型施工材料、施工方法的选择不仅仅在于对环境保护责任的承担,更是推动施工行业可持续发展的关键举措,施工人员采用这类材料可以大幅减少施工废弃物、降低环境污染;而在施工方法的选择上,施工人员则可以采用低噪音施工设备来显著减少对周边居民、生态环境的噪音污染,此外,还可以实施封闭式施工,通过搭建围挡、覆盖物料等方式控制施工过程中的灰尘扩散,保持施工现场及周边环境的清洁。为进一步降低施工活动对生态环境的影响,施工人员还可以应用先进的地理信息系统(GIS)、3D建模技术,GIS技术能够精准地定位施工区域,分析施工活动对周边环境可能产生的影响,从而帮助施工团队制定更加科学合理的施工方案;而3D建模技术则可以在施工前对施工物进行虚拟构建,模拟施工过程中的各种情况并对施工路径进行优化,减少不必要的土地开挖、植被破坏。

此外,施工团队需要对环保型施工材料实施严格的废物管理与资源循环利用,不单单要关注施工作业物的直接产物,更需全面考虑作业全过程所产生的各类废弃物并采取有效措施加以管理,充分发挥其“废物再利用”价值。输电线路施工现场所产生的混凝土搅拌或设备清洗废水若未经处理就直接排放,极易对周围水体及生态环境造成污染,严重情况下会影响整个生态系统的平衡性。

因此,项目团队要基于物理、化学或生物等技术理论建立相应的废水处理系统,务必保证污水在排放前达到相关环保标准;经过净化后的水体也可以将其用于施工现场冲洗或降尘等环节中,大力奉行能源节约与可持续发展战略;施工期间所产生的废弃物物质可以经过分类收集、分拣、破碎与加工等工序,将其转化为再生资源二次利用。

3.3 复杂地形适应工程技术革新

项目团队在面对复杂多变的地形条件时应基于地形分析软件、GIS系统等技术来全面掌握输电线路所经地区的地形地貌、地质构造、水文条件等关键信息,以此为依据对输电线路的可行性进行评估并合理确定线路走向。GIS系统不仅能够展示地形表面的形态,还可

以揭示地下岩层的分布、断裂带的走向以及潜在的地质灾害风险区,使项目团队精准识别滑坡、泥石流、地面塌陷等输电线路可能会遭遇的地质风险,从而制定出更加科学的施工方案。

在电力输电线路工程中,由于传统的输电塔、基础结构往往难以满足实际需求,因此,工程师们必须开发适应性强、稳定性高的定制型输电塔、基础结构。针对高坡度地区地形陡峭、土壤承载力有限这一情况,工程师们设计了加固的塔架结构,通过增加塔身的强度、稳定性使输电塔能够在高坡度地区安全、稳定地运行;而在沼泽地等软土地基地区,鉴于土壤含水量高、承载力弱,工程师们开发了特殊的基础结构如桩基、地下连续墙等以适应沼泽地的特殊地质条件。此外,施工团队还将无人机技术、遥感技术应用在监测施工进度、评估地形变化等工作中,这样就可以及时了解施工进度,在发现潜在问题后也能在第一时间进行调整、优化。同时,遥感技术也可以为施工团队提供地形变化的信息支持,主要就是通过卫星或无人机搭载的高分辨率遥感设备实时监测地形地貌的变化情况,为施工团队提供准确的预警信息,使施工过程更加灵活。

4 结语

电力工程输电线路施工技术的发展与研究是一项长期任务,相关人士需要以科技为引领、以质量为保障,不断创新与探索才能推动我国输电线路建设事业迈向新的高度。

参考文献

- [1]姜广清. 电力工程中高压输电线路施工技术与检修研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (06): 77-79.
- [2]罗瑞. 新经济常态下电力工程输电线路施工技术应用与革新研究[J]. 自动化应用, 2024, 65(S2): 50-52.
- [3]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.
- [4]叶尔达那·哈德勒, 阿尔恒·切尔子扎提, 夏丽达·木那提别克, 等. 输电线路施工技术在电力工程中的应用研究[J]. 光源与照明, 2024, (10): 171-173.
- [5]宗川皓. 电力工程输电线路施工与检测技术研究[C]//中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(五). 河北电力有限公司石家庄供电分公司; , 2024: 94-96.