

输变电工程建设中智能施工技术的应用研究

程慧祥, 毛江

(国网河南省电力公司获嘉县供电公司)

【摘要】随着输变电工程规模的不断扩大, 施工过程中的复杂性和技术要求日益提高, 传统施工模式在效率、质量与安全性上逐渐暴露出局限。智能施工技术借助信息化、自动化与人工智能手段, 实现施工全过程的动态感知、精准控制与优化决策, 不仅提升了施工的智能化水平, 也促进了施工资源的合理配置。通过理论研究可见, 智能施工技术的应用能够推动输变电工程建设模式的变革, 为未来电力基础设施的可持续发展奠定坚实基础。

【关键词】输变电工程; 智能施工; 信息化管理; 自动化控制; 人工智能

中图分类号: TU74; TM72

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.115

Research on the Application of Intelligent Construction Technology in Transmission and Transformation Engineering

CHENG Hui-xiang, MAO Jiang

(State Grid Henan Electric Power Company Huojia County Power Supply Company)

【Abstract】With the continuous expansion of transmission and transformation engineering, the complexity and technical requirements of construction are steadily increasing, while traditional construction models are gradually revealing limitations in efficiency, quality, and safety. Intelligent construction technology, supported by information technology, automation, and artificial intelligence, enables dynamic perception, precise control, and optimized decision-making throughout the construction process. It not only enhances the level of construction intelligence but also promotes the rational allocation of resources. Theoretical research indicates that the application of intelligent construction technology is driving a transformation in transmission and transformation engineering, laying a solid foundation for the sustainable development of future power infrastructure.

【Keywords】transmission and transformation engineering; intelligent construction; information management; automation control; artificial Intelligence

1 引言

输变电工程作为电力系统的重要组成部分, 直接关系到国家能源战略实施与社会经济稳定运行。随着建设规模扩大, 传统施工方式在安全性、协调性及资源利用率方面存在不足, 亟需通过新兴技术实现突破。智能施工技术以信息技术、自动化装备和人工智能算法为核心, 实现对施工过程的数字化感知、实时调度与智能决策, 为工程建设提供支撑。

2 输变电工程建设的特点与发展趋势

2.1 输变电工程建设的复杂性与挑战

输变电工程通常跨越山地、河流与城镇, 施工环境复杂多变, 气候和地质条件的不确定性极高。线路架设、设备吊装与基础施工等环节均需多工种密切协同, 增加了组织与技术难度。工程周期长、进度压力大, 稍有延误便会影响整体电网建设。施工设备体积庞大, 运输与安装环节风险突出, 常需精确控

制与特殊工艺。与此同时, 安全标准不断提高, 对人员培训和作业流程提出更严格要求^[1]。建设规模不断扩大, 涉及区域与利益主体众多, 协调任务沉重, 信息沟通与资源配置难度随之增加。

2.2 传统施工方式的局限性

传统施工方式依赖人工经验与机械作业, 缺乏统一信息化平台, 施工数据难以共享, 管理层对现场情况掌握不足。工序间衔接依赖人工协调, 易出现进度滞后或重复作业。施工质量受工人水平影响较大, 难以实现高度稳定, 且缺少实时监测手段, 不利于早期发现问题。复杂环境下人工作业效率低, 安全隐患明显, 尤其在高空作业和恶劣气候条件下更为突出。随着工程规模扩大, 传统方式在进度、成本与质量控制方面逐渐失去优势, 已无法满足对高可靠性和高效率的要求, 限制了输变电工程建设水平。

2.3 智能化发展的必然要求

在电力系统升级和能源转型的背景下, 智能化

施工成为输变电工程发展的核心方向。通过引入数字化监测与信息化管理平台,实时掌握施工状态,及时调整计划。自动化装备能替代部分高危工序,减少人为失误,提高作业精度与安全水平。人工智能技术则在资源调度和施工优化中发挥作用,使施工方案更科学合理。全过程数据的记录与共享,为后续运维与改造提供支撑,实现建设与管理的连续性。

3 智能施工技术的理论基础

3.1 信息化与数字化技术的支撑作用

信息化与数字化技术是输变电工程智能施工的重要基石。通过传感器、物联网与遥感技术,施工现场的温度、湿度、地形等信息能够实时采集并传输至管理平台。结合三维建模和地理信息系统,可在虚拟环境中进行模拟工程规划,提前识别风险并优化施工方案。数字孪生技术为施工提供虚拟映射,使现场状态与数字模型保持同步,便于管理层动态掌握进展。数据可视化工具能直观展现进度、质量与安全情况,增强决策科学性。随着大数据与云计算的发展,施工数据得以长期积累与分析,为后续工程提供经验参考和理论支持^[2]。

3.2 自动化施工装备的应用价值

自动化施工装备在输变电工程中显著提升了作业能力。无人机能够承担高空线路巡检与放线任务,降低人工攀爬带来的安全风险;智能张力放线机通过精准控制张力与弧垂,确保导线敷设质量稳定可靠;全自动起重与吊装设备在重型设备安装中展现高精度与高效率,减少了人工操作误差。自动化装备能够在复杂环境下稳定运行,提升施工适应性和连续性。其应用不仅改善了作业条件,还推动施工环节向标准化和规模化发展。

3.3 人工智能在施工决策中的运用

人工智能为施工决策提供了前所未有的科学性与灵活性。通过机器学习算法,系统可从历史工程数据中提炼规律,预测不同环境下的风险因素。深度学习与图像识别技术在质量检测中应用广泛,能快速发现绝缘子缺陷或线路损伤。人工智能还可在施工调度中发挥作用,根据实时数据动态优化资源配置,减少等待与浪费。复杂工程方案的比较分析也可通过智能算法实现,为管理层提供多维度参考。

4 智能施工技术在输变电工程中的应用模式

4.1 工程前期设计与规划的智能化支持

在前期阶段,智能化技术能助力完成科学设计与合理规划。通过GIS系统与三维建模,可对地形地貌进行全面分析,辅助线路与站址选择,避免因选址不当引发后续风险;数字化平台能集成地质、水文、气象等信息,为设计人员提供全面依据;虚拟仿真技术支持对不同施工方案进行模拟比对,筛选最优路径与资源配置方式^[3]。大数据分析则可结合历史项目经验,为规划提供概率性评估。智能化规划提高设计精度,缩短前期准备周期,为后续施工奠定良好基础,保证工程在时间、成本与质量上的均衡。

4.2 施工过程的动态感知与精准控制

在施工过程中,智能化技术能实现全方位动态感知。传感器与监测设备实时采集温度、湿度、风速及设备运行状态,确保施工活动符合安全条件;无人机与视频监控系统为施工提供全景视角,帮助管理人员及时发现异常。自动化装备通过数据接口与控制平台联动,实现对施工动作的精准控制,减少操作误差。施工数据的实时传输与存储,使管理层随时掌握进度与质量,快速作出调整。动态感知与精准控制提升了作业可靠性,增强了施工的可预见性,使复杂环境下的任务在科学决策引导下顺利推进。

4.3 工程管理与协同的智能化实现

智能施工不仅体现在作业层面,更在于工程管理与协同。信息化管理平台整合进度、质量与成本数据,实现多部门共享,避免重复劳动与沟通滞后。施工计划与实际进展可通过可视化界面直观呈现,使管理人员迅速掌握整体态势。基于人工智能的分析工具还能对风险进行提前预警,提升管理的前瞻性。协同办公系统打破了地域限制,使远程专家能参与方案讨论与决策,提升整体效率。智能化管理提高了资源利用率,强化了团队合作,为大规模输变电工程提供可靠支持,使施工过程更加透明与高效。

5 智能施工技术应用的优势与问题

5.1 提升施工效率与质量的价值体现

智能施工技术在效率与质量提升方面作用突

出。通过自动化设备替代高风险与重复性作业,施工进度明显加快,工期缩短。实时监控与数据采集使得问题能早期发现与纠正,减少返工。数字化管理平台帮助各环节实现信息共享,避免工序间脱节,提高整体衔接度。智能化工具在质量检测中提供了客观依据,保证施工结果稳定可靠。相比传统方式,智能施工减少了人力依赖,提升了标准化程度^[4]。效率与质量的双重改善,使输变电工程更符合现代电力发展需求,为行业树立新的建设模式与价值导向。

5.2 促进施工安全与资源优化的作用

施工安全一直是输变电工程的重点,智能化技术为其提供了新的保障手段。自动化装备代替人工完成高空和危险作业,大幅降低事故风险。传感器和监控系统实时反馈环境与设备状态,使潜在隐患得以及时排查。人工智能算法能对施工行为进行分析,提前预判可能出现的问题,提升风险预防能力。在资源管理方面,智能系统根据进度与需求动态调配人力、物资与设备,减少浪费并提升利用率。资源的合理配置不仅降低了成本,也增强了可持续性,使施工过程在安全与经济性之间实现平衡。

5.3 技术推广中的瓶颈与挑战

尽管智能施工具有显著优势,但在推广过程中仍存在诸多挑战。首先,智能设备与平台的投入成本较高,对企业资金与管理能力提出较大考验;其次,不同地区的工程环境差异明显,智能技术的适配性和通用性不足,限制了其大规模应用。人员培训也是关键问题,操作人员需掌握新系统和新设备,否则难以发挥效能;部分管理模式与制度尚未完全匹配,导致技术在实际工程中应用受阻。

6 输变电工程智能施工的未来展望

6.1 融合新一代信息技术的发展趋势

未来,输变电工程智能施工将与新一代信息技术深度融合。物联网与5G通信的应用,将实现海量施工数据的高速传输与低延迟反馈,使现场与管理平台之间更紧密;大数据与人工智能结合,将推动施工管理由经验驱动向数据驱动转变。区块链技术的引入有助于实现数据的透明与可追溯性,提升工程管理的公信力;虚拟现实与增强现实技术将广泛用于施工培训和现场辅助,提高人员技能与操作精度。信息技术的快速发展,为智能施工不断注入新动能,

推动输变电工程进入更高效、透明与智能的新时代。

6.2 构建智能化施工体系的路径

构建完整的智能化施工体系需要技术、管理与制度的协同。技术方面,应推动信息化平台、自动化装备与人工智能算法的深度集成,实现从设计到施工的全过程覆盖;管理方面,需建立统一的数据标准与共享机制,确保不同主体之间的信息顺畅流通。制度方面,应制定相应的行业规范与标准,为智能施工的推广提供保障;企业需要重视人才培养,打造懂技术又懂管理的复合型队伍。通过多方面协同,逐步构建科学、系统的智能施工体系,使输变电工程建设更加高效与可控,提升行业整体竞争力。

6.3 推动行业转型升级的战略意义

输变电工程智能施工不仅是技术进步的结果,更是行业转型升级的重要抓手。通过智能化手段提升效率与安全性,电网建设能更快响应能源转型与社会发展需求;智能施工推动工程管理模式变革,使数据成为核心资产,为未来电力系统数字化运营奠定基础。同时,促进了新兴技术与传统工程融合,带动相关产业链发展。智能化施工的广泛应用将提升行业整体水平,使电力建设更绿色、高效和可持续。

7 结语

综上所述,输变电工程建设是电力系统安全稳定运行的重要保障,智能施工技术的应用为工程建设提供了新的发展动力。通过信息化、自动化与人工智能的深度融合,施工过程不仅能更高效与精准,还能显著提升资源利用效率与安全管理水平。未来应从技术研发、体系建设与标准规范等方面持续推进,以推动输变电工程建设走向更高水平的智能化与可持续化。

参考文献

- [1] 生海波, 韩立强, 张建强. 输变电工程中的智能施工技术分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40 (5): 330-331.
- [2] 姜维杰, 徐斌, 张皓杰, 张增生, 宋兴蓓. 智能化临建在输变电工程建设中的应用[J]. 大众标准化, 2022 (17): 142-144.
- [3] 李德鹏. 变电站输变电工程技术的应用及发展前景分析[J]. 光源与照明, 2022 (3): 192-194.
- [4] 程广通. 输变电工程建设智能施工技术应用研究[J]. 通讯世界, 2024, 31 (12): 139-141.