

智能化技术在电力工程施工管理中的应用研究

李京雷

内蒙古电投新能源生态建设有限公司 内蒙古 028000

摘 要: 本文对智能化技术的定义、关键技术以及其在建筑行业的应用现状进行了阐述,借助对电力工程施工准备、过程以及后期管理等关键环节展开分析。对 BIM 技术、物联网、大数据、AI 算法等在施工设计规划、现场监控、设备运维等具体应用进行了深入探讨。研究显示,智能化技术可提高施工效率以及质量,减少成本与风险,为电力工程施工管理的数字化转型提供了实践参考以及理论支撑,有关键的现实意义以及应用价值。

关键词: 智能化技术; 电力工程; 施工管理; 应用研究

随着科学技术的飞速发展,智能化技术已被广泛应用于各领域中,尤其是电力工程施工中,智能化的提出给工程施工带来空前的改变。智能化技术在提升电力工程施工效率与质量的同时,也减少施工成本与风险。因此,对电力工程施工智能化技术集成应用及管理创新进行深入地研究,有着非常大的现实意义与应用价值。

1. 智能化技术概述

1.1 智能化技术的定义

智能化技术属于融合了计算机科学、大数据以及人工智能等多个领域的综合技术体系。其核心要点在于使设备或者系统拥有模拟人类感知、思考以及决策的能力,该技术借助传感器来采集数据,经过算法进行分析处理,实现自主适应环境、优化流程以及精准执行任务的目标,最终可提升效率并且降低成本,促使各个行业朝着高效化以及自动化的方向进行升级^[1]。

1.2 智能化技术的关键技术分析

智能化技术所涉及的关键技术覆盖人工智能、物联网、大数据以及云计算,人工智能可给予决策算法方面的支持,借助图像识别来开展质量检测工作,物联网可以实现设备之间的互联互通,采集实时数据,大数据承担着对海量信息进行分析的任务,从中挖掘潜在规律,云计算则为数据的存储与计算搭建起高效平台,这四项技术协同合作,支撑着智能化系统实现稳定运行。

2. 电力工程施工管理的关键环节

2.1 施工准备阶段

此阶段作为电力工程顺利推进的根基,需要从多个维度

着手做好保障工作,首先要开展技术准备工作,组织设计单位以及施工团队进行图纸会审,明确变电站建设、线路铺设等关键环节的技术标准,编制专项施工方案,如高压设备安装流程、停电作业应急预案等。其次是进行资源筹备,依据施工进度计划采购符合国家标准要求的电力设备以及材料,并对进场物资实施质量抽检,组建专业施工队伍,开展安全与技能培训,保证人员熟悉电力施工规范^[2]。最后还需要完成现场准备,清理施工场地、搭建临时设施,协调相关部门办理电力施工许可、占道审批等手续,为后续施工消除障碍。

2.2 施工过程管理

在这个环节当中需要对质量、安全以及进度进行动态地把控,以此来保障施工可有序地向前推进。在质量管控方面,构建了三级检查制度,施工班组要进行自检,技术人员要开展复检,监理单位要实施终检,重点核查设备安装精度,像母线对接误差以及线路连接的可靠性等。对于隐蔽工程,比如电缆沟敷设,要全程留存影像资料,防止出现质量隐患。在安全管理层面,落实“两票三制”,也就是工作票、操作票,交接班制、巡回检查制、设备定期试验轮换制,配备绝缘手套、接地线等防护装备,定期开展安全巡查,严格防范触电、高空坠落等事故,进度管理需要依靠项目管理软件,实时跟踪施工节点^[3]。针对设备到货延迟、天气影响等问题及时调整计划,保证工程按照工期推进。

2.3 施工后期管理与维护

此阶段着重于工程验收以及长效运维工作,以此来保证电力系统可稳定地运行。首先进行的是竣工验收工作,组织建设方、施工方、监理方以及供电公司等多个相关方共同

开展联合验收。在验收过程中,仔细核查工程质量是否与设计要求相符,例如,对变压器绝缘性能进行测试,检测线路的绝缘电阻等。还要整理施工技术资料,像竣工图纸、设备合格证等,并将其归档备案。当验收合格之后,需要开展运维交接工作,向运维单位移交设备台账、操作手册,并且进行运维技术交底,以此保证运维人员可熟悉设备的特性。在日常维护方面,制定定期巡检计划,借助红外测温、负荷监测等手段来排查设备隐患。建立应急响应机制,针对线路故障、设备跳闸等突发状况,明确抢修流程以及人员职责,保障电力系统可持续稳定地供电,减少停电所造成的损失。

3. 智能化技术在电力工程施工管理中的应用

3.1 智能化技术在施工准备阶段的应用

3.1.1 智能化设计与规划

电力工程施工准备阶段,智能化设计与规划借助 BIM 技术实现全面升级,利用 BIM 软件创建电力工程三维可视化模型可整合变电站布局、输电线路走向、设备安装位置等关键数据,实现设计参数的实时联动以及协同调整。比如在高压输电线路设计里,借助 BIM 与 GIS 融合技术,可精确分析线路经过区域的地形地貌、气象条件,自动避开地质灾害高发区和生态敏感区,降低后期线路改道风险^[4]。模型可以模拟设备安装时的空间匹配度,提前找出变压器、开关柜等大型设备与土建结构的尺寸冲突,防止施工阶段出现设计变更。借助 BIM 模型的碰撞检测功能,还可以排查管线、电缆敷设中的交叉干扰问题,优化设计方案,为后续施工提供准确的技术依据,提高设计效率与规划科学性。

3.1.2 智能化施工方案制定

智能化技术借助大数据分析以及 AI 算法,为电力工程施工方案的制定提供精准支持,系统可整合历史上同类电力工程的施工数据,像工期、成本、质量指标等,以及当地施工资源信息,比如设备租赁价格、劳务人员数量,以及实时环境数据,像气候趋势、交通状况等,构建方案优化数据库。在进行变电站建设施工方案制定时, AI 算法依据数据库可自动生成多套施工流程预案,从工期匹配度、成本控制、安全风险等方面进行量化评估,最终输出最优方案。针对变压器安装环节,系统结合设备重量、吊装场地条件,智能推荐吊装机械型号以及吊装路径,计算吊装作业的安全系数,同时模拟不同施工顺序对整体工期的影响,以此确定最佳施工时序。在方案制定过程中还可以嵌入三维进度模拟功能,把

施工节点与 BIM 模型关联起来,直观呈现各阶段施工进度,可以让管理人员提前预判工期瓶颈,保证方案的可行性以及高效性。

3.2 智能化技术在施工过程管理的应用

3.2.1 智能化现场监控与管理

智能化现场监控与管理依靠物联网以及远程监控技术实现电力工程施工过程的实时、精细管控。在施工场地布置高清摄像头、红外传感器、RFID 标签等设备,可实时收集现场人员位置、设备运行状况、施工进度等数据,然后传输到云端管理平台,比如在变电站土建施工里,借助 RFID 标签绑定施工材料,可实时跟踪钢筋、水泥等物资的进场、使用以及库存状况,自动预警材料短缺或者积压问题,运用 AI 视频分析技术,可对施工现场人员安全帽佩戴、高空作业防护措施落实情况自动识别,发现违规行为马上触发声光报警并推送到管理人员终端。云端平台可整合多维度数据生成可视化报表,像施工进度偏差分析图、质量检测合格率统计等,管理人员依靠手机或者电脑就能远程把握现场动态,及时调整管理策略,防止因信息滞后造成管理漏洞。

3.2.2 智能化施工设备与机械

智能化施工设备与机械借助自动化控制以及远程操作技术提升了电力工程施工效率与精度。在变电站设备安装环节,智能机械臂可替代人工去完成母线对接、电缆压接等高精度作业,其搭载的视觉定位系统可以精准识别安装基准点,把对接误差控制在毫米级,这比人工操作精度要高很多^[5]。在输电线路施工过程中,无人机可承担导线展放、杆塔巡检等任务,依靠搭载的激光雷达与高清相机,可快速完成线路路径测量以及杆塔基础验收,和传统人工测量相比,效率提升了 3 至 5 倍,还可以规避山区、跨河等复杂地形的作业风险,部分智能化设备有数据自反馈功能,像智能压路机在变电站场地平整施工时可实时采集压实度数据并上传至管理平台,系统自动分析压实效果,指导设备调整碾压力度与频次,保证施工质量符合设计标准,减少返工成本。

3.2.3 智能化安全监控系统

智能化安全监控系统借助多技术融合手段,搭建起电力工程施工安全的全面防护网络。该系统以 AI 视频监控为核心,融合红外热成像以及毫米波雷达等技术实现对施工区域的 24 小时不间断监测。在高压设备安装现场, AI 视频监控可自动识别人员与带电设备之间的安全距离,一旦人员误入

危险区域，便会立刻触发现场语音警示以及后台报警信息，联动门禁系统限制人员进入，红外热成像技术可以实时监测施工设备的温度变化，如果变压器、电缆等设备出现异常升温，能提前预警设备故障风险，防止火灾、爆炸等安全事故发生。系统还可整合施工人员的智能安全帽数据，安全帽里内置的定位芯片与心率监测模块，可实时追踪人员位置以及健康状态。

3.3 智能化技术在施工后期管理与维护的应用

3.3.1 智能化维护与检修

电力工程施工后期管理与维护，智能化维护与检修依靠物联网以及预测性维护技术，实现设备运维的高效与精准。在变压器、断路器、输电线路等关键设备上安装传感器，可实时采集设备运行参数，像温度、振动、绝缘电阻等，然后传输到运维管理平台，平台搭载的 AI 算法依据设备历史运行数据和故障数据库，构建设备健康状态评估模型，自动分析参数变化趋势，预测设备潜在故障。比如传感器监测到变压器绕组温度异常升高时，系统结合历史故障案例与温度变化曲线，准确判断故障类型，像铁芯多点接地、绕组匝间短路，还推送检修建议和备件清单，避免传统“定期检修”模式下出现过度维护或者漏检情况。输电线路维护方面，无人机搭载的红外测温仪与紫外成像仪，可快速检测线路接头过热、绝缘子污秽等隐患。和人工巡检相比，覆盖范围更大、检测效率更高，还可以在雷雨、大风等恶劣天气下作业，保障运维工作的连续性。部分智能设备支持远程运维，例如，智能开关柜可依靠云端平台实现远程状态监测与参数调整，减少现场运维次数，降低运维成本。

3.3.2 智能化数据分析与决策支持

智能化数据分析与决策支持借助大数据处理以及 AI 算法，可为电力工程施工后期的管理与维护提供科学的决策依据，运维管理平台会对设备运行数据、维护记录、故障处理报告等大量信息加以整合，经过数据清洗、分类以及建模等操作，挖掘数据背后的关联规律以及潜在问题。^[6] 比如在变电站运维过程中，系统可分析不同季节、不同负荷状况下设备的故障发生率，总结得出像“夏季高温时段变压器故障高发”“用电高峰期开关柜跳闸率上升”等规律，依据这些规律来优化维护计划，把重点维护时间调整到故障高发期之

前。平台可生成多维度的数据分析报表，像设备寿命预测报告、维护成本效益分析报告等，为管理人员提供决策方面的参考。借助对比不同维护方案的成本与设备故障率，系统可推荐“预防性维护+状态检修”的组合模式，在保障设备稳定运行的情况下，降低运维成本。当电力系统出现复杂故障时，比如输电线路跳闸同时伴有多设备异常，系统可借助数据关联分析迅速定位故障根源，排除非关联异常信息，缩短故障诊断时间，为抢修工作争取宝贵时间。

结语：

智能化技术给电力工程施工管理给予了强大动力，在施工准备阶段，BIM 协同设计发挥作用，施工过程中，物联网监控与智能设备得以应用，后期以及预测性维护与数据分析决策，智能化技术对施工管理流程进行了全面优化，它提升了施工精度、效率以及安全性，还实现了成本的有效控制和风险的精准防控。未来，技术持续迭代，要加强技术整合与普及，推动电力工程施工管理朝着更智能、更高效的方向发展，为电力行业可持续发展奠定坚实基础。

参考文献：

- [1] 贺瑜. 信息化与智能化技术在电力工程中的应用 [J]. 集成电路应用, 2025, 42 (04): 114-115.
- [2] 李小军. 智能技术在电力工程施工中的应用研究 [J]. 光源与照明, 2025, (03): 248-250.
- [3] 王亮, 鲁尔姣. 智能化技术在电力工程建设中的应用研究 [J]. 电工技术, 2024, (S2): 184-186.
- [4] 王玮. 电力工程施工中智能化技术的集成应用与管理创新 [J]. 流体测量与控制, 2024, 5 (04): 91-94.
- [5] 汪天亮, 刘洋. 电力工程施工中智能化技术的集成应用与管理创新 [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 (七). 北京华联电力工程咨询有限公司, 2024: 29-31.
- [6] 孙晓晨. 智能化电力系统中的大数据决策支持技术分析 [J]. 集成电路应用, 2023, 40(09): 314-315.

作者简介：李京雷，出生年月：1986，3月，性别：男，民族：蒙古族，籍贯：通辽市，学历：本科，职称：工程师，工作领域：电力工程技术