

# 智能化技术在电力工程施工管理中的应用探索

王 真

山东电力工程咨询院有限公司 山东省济南 250013

**摘 要:** 随着电力系统朝着低碳化、数字化以及智能化方向不断迭代发展,智能化技术在电力工程施工管理中的应用日益受到关注。本文着重探讨智能化技术怎样为电力工程施工管理提供帮助,借助提高规划设计的精确程度、强化施工过程的监督把控、优化质量控制与安全管理、达成进度与成本的精细管理控制,以及构建智慧运维体系等方式,推动电力行业实现高质量发展。智能化技术的应用会给电力工程项目带来有变革性的变化。

**关键词:** 智能化技术; 电力工程; 施工管理; 应用策略

## 引言

智能化技术在电力工程施工管理中呈现出巨大潜力。本文剖析了智能化技术在电力工程前期规划设计、施工过程管理、工程质量与安全把控、工程进度与成本把控以及工程后期验收与维护这些方面的应用,借助BIM技术、虚拟现实、无人机监控、物联网、智能传感与监测、人工智能与大数据分析、项目管理软件以及成本预测模型等,实现了设计优化、施工监控、质量检测、安全管理、进度控制以及智能运维等多方面的智能化升级,对电力工程项目的效率、安全性和经济性有了一定提升。

### 1. 智能化技术在电力工程中的潜在价值

电力工程项目作为国家基础设施建设的重要组成部分,不仅关系国民经济发展和社会稳定,其建设和管理水平的高低更是直接决定了项目的成本、进度及最终的服务质量<sup>[1]</sup>。智能化技术正在成为现代电力系统革新的关键技术引擎,其在输配电领域呈现出广阔的应用前景。借助智能感知系统对电网运行状态进行动态追踪,可构建覆盖发、输、变、配全环节的实时调控体系,提升电力供应的稳定性与可靠性,借助建立基于大数据分析的负荷预测模型,可实现发电计划与用电需求的精准匹配,在降低线损率的同时提高能源利用效率。集成深度学习的智能诊断平台可提前72小时识别设备异常状态,结合多源信息融合算法形成快速定位机制,有效缩短故障处理时长。

### 2. 电力工程施工管理的关键环节

#### 2.1 工程前期规划与设计

在项目初始阶段,工程团队需系统整合地形特征、功

能需求与政策规范等多关键因素,依靠三维建模与参数化分析开展深入论证。基于BIM平台构建数字化勘察模型,技术团队结合无人机航测与地质雷达探测数据,动态模拟电网拓扑结构并校核设备选型参数,同步实施全生命周期成本控制。这种融合实测数据与智能算法的协同设计机制,能有效规避管线碰撞风险,可实现工程经济性优化,为后续建造阶段奠定技术实施基础。

#### 2.2 施工过程管理

工程建设阶段的管理应当以设计方案为基础编制实施纲要,科学配置人力物力资源。凭借强化各环节规范性操作流程,实现多工种交叉作业的有序衔接,依托数字化管理平台动态追踪工程进展及施工品质,针对现场突发状况快速响应并制定解决方案,这种全周期管控机制维持了施工节奏的稳定性,在保障安全的前提下缩短工期并优化整体施工效能<sup>[2]</sup>。

#### 2.3 工程质量与安全控制

在工程项目实施过程中,质量控制环节以原材料性能检测为起点,覆盖各环节的施工流程监管,安全生产管理则凭借构建规范制度体系、实施人员技能培训、开展风险排查治理三位一体的管理模式,并配置标准化防护装置。质量与安全的协同管理机制有效提升工程品质稳定性,最大限度消除安全隐患,切实维护从业人员生命安全与工程项目整体可靠性。

#### 2.4 工程进度与成本控制

在项目管理实践中,进度管理凭借科学规划与动态跟踪相结合的方式,采用分阶段优化施工方案的手段实现目标,成本管控环节则构建覆盖预算编制、执行监督到支出

审计的全流程管理体系, 凭借严格审核变更流程、精准调控人工材料等核心成本要素, 最终达成工期目标与经济效益的双重保障。

### 2.5 工程后期验收与维护

在项目竣工核验环节, 严格参照行业规范实施全方位质量评估, 针对发现的问题进行闭环整改直至符合设计要求, 实现工程成果的规范化移交。系统投入运营后, 构建全生命周期运维管理体系, 执行周期性巡检规程并系统化采集运行参数, 依靠异常情况及时介入处置与预防性维护策略相结合的方式, 在优化设备服役年限的持续保障供配电网的安全可靠运转。

## 3. 智能化技术在电力工程施工管理中的应用

### 3.1 智能化技术在工程前期规划与设计的应用

#### 3.1.1 BIM 技术在设计优化中的应用

BIM 技术依托三维数字化建模手段, 将电力工程各专业数据进行有机整合, 提升了规划阶段的可视化决策水平。在具体设计过程中, 工程师可运用 BIM 平台开展电网拓扑优化与设备选型分析, 依靠三维可视化界面直观展示方案细节, 精准识别管线交叉碰撞、设备安装空间不足等矛盾点, 实现多专业协同修改<sup>[3]</sup>。基于模型的可视化分析功能, 工程师可动态模拟电力系统运行工况, 对比不同方案在电能传输效率、能源损耗等关键指标的表现差异, 为方案比选提供量化依据, 这种技术应用使设计周期压缩约 30%, 能有效控制因设计缺陷引发的工程变更, 降低建设成本与项目风险。

#### 3.1.2 虚拟现实与增强现实技术在施工模拟中的应用

在电力工程前期施工模拟领域, 虚拟现实与现实增强技术正引发技术革新。基于 VR 的三维可视化建模可构建拟真度达毫米级的施工场景, 使工程团队依靠沉浸式交互体验完整施工流程, 在预演过程中能提前熟悉作业环境与设备操作规范, 还可凭借多维度视角切换精准识别工艺衔接漏洞及安全盲区。AR 系统借助智能终端将 BIM 模型数据实时叠加至物理空间, 技术人员在实地踏勘时可直接观察设备安装定位与管线布局是否符合规范要求, 开展多方案比选与碰撞检测, 两种技术的协同应用较大提升施工方案的科学性与可行性, 为后续工程实施构建数字化决策支持体系。

### 3.2 智能化技术在施工过程管理中的应用

#### 3.2.1 无人机与机器人技术在施工监控中的应用

在电力工程施工监控领域, 智能化装备的应用正引发技

术革新。搭载多光谱成像系统的旋翼飞行器可对作业现场实施动态监测, 其灵活机动的特性支持对复杂地形进行多角度巡查, 凭借厘米级定位精度实时生成三维作业模型, 基于机器视觉的异常识别算法可同步解析影像数据, 在混凝土浇筑偏差超限或临时支撑架失稳等隐患显现前即触发预警机制。在危险工况处置方面, 有冗余控制系统的特种机器人呈现出独特优势, 例如在 750kV 带电间隔装置安装过程中, 其配备的六轴协作机械臂可实现亚毫米级定位精度, 配合分布式光纤传感网络, 有效规避了传统人工操作中的感应电风险。

#### 3.2.2 物联网技术在施工设备管理中的应用

物联网系统构建了施工现场机械设备的全流程智能化管控体系。在电力工程建设场景中, 工程车辆与施工机械凭借加装智能终端, 可实时获取设备运行参数、工况数据及 GPS 定位信息, 并同步至云端管理中枢, 管理人员借助可视化操作界面, 可远程查看设备运行指标, 又能借助机器学习算法提前识别潜在故障, 科学制定维保计划以规避停机风险。这种数字化管理模式实现了施工机械的精准调度与资源共享, 还借助运行数据的深度分析优化了设备配置方案, 在降低综合运维成本的同时保证施工设备安全高效运转, 为工程项目的有序实施奠定坚实基础。

### 3.3 智能化技术在工程质量与安全控制的应用

#### 3.3.1 传感器与监测技术在质量检测中的应用

现代电力工程质量控制中, 智能传感技术革新了传统检测方式。工程实践中, 借助在输电塔底座或变压器内部预置分布式传感网络, 包括微型应变片、热成像探头及声波检测仪等装置, 可实现对混凝土固化应力、设备温升梯度及机械谐振频率等关键指标的动态追踪, 以高压电缆敷设工程为例, 施工团队凭借应变传感装置追踪光缆张力变化曲线, 当牵引力临近材料屈服阈值时, 系统即刻触发预警机制。这些动态参数依靠物联网实时回传至数字管理平台, 借助机器学习算法对海量工程数据进行模式识别, 当监测值偏离历史正常区间 0.5 个标准差时, 质量工程师可快速定位隐患点位并启动纠偏程序, 有效保障隐蔽工程质量达标。

#### 3.3.2 人工智能与大数据分析在安全管理中的应用

人工智能与大数据技术的深度融合正在推动电力工程安全管理领域的革新性突破。依托海量施工数据的深度挖掘与分析, 包括作业人员行为轨迹、设备运行日志、安全巡检报告等多元信息, 基于机器学习算法构建的动态风险评估系

统可实现安全隐患的智能预判,该技术体系借助解析操作人员的作业模式与机械设备的实时工况参数,可准确捕捉潜在风险点并触发分级预警机制。以智能视频分析系统为例,其可精准识别安全帽佩戴缺失、违规越界作业等安全隐患,还可以结合边缘计算技术对监控画面进行毫秒级响应处理,形成“监测-识别-处置”的闭环管理链条。

### 3.4 智能化技术在工程进度与成本控制的应用

#### 3.4.1 项目管理软件在进度控制中的应用

数字化管理平台在电力工程进度管控中呈现出较大的技术优势。基于 WBS 工作分解原理,工程管理人员可将总体施工方案拆解为有逻辑关联的工序单元,依托关键路径法建立动态控制模型。在实施阶段,项目团队依靠移动终端实时上传施工数据,系统自动生成进度曲线与基线计划的对比分析,当出现超阈值偏差时触发预警机制。借助蒙特卡洛模拟技术,可快速识别关键影响因素并生成多套施工方案,依靠人机交互界面实现施工机械、材料供应与人力资源的优化配置,该平台还构建了多方协同作业空间,支持 BIM 模型与进度数据的多维度关联,有效提升跨部门决策效率与工程进度可控性。

#### 3.4.2 成本分析与预测模型在成本控制中的应用

基于大数据分析和智能算法构建的成本预测体系,可有效实现电力工程项目成本的动态管控。该模型凭借整合施工全周期的人工劳务、建材耗用、机械租赁等多元成本要素,同步关联供应链价格指数与历史工程数据库,形成多维度的成本推演机制,在项目规划阶段即可生成精准的概算方案,辅助投资方进行可行性论证,进入建设实施环节后,系统可实时追踪实际支出与预算的偏离度,凭借归因分析识别出工艺损耗异常或资源错配等问题,动态优化成本配置策略。特别在应对大宗材料(如铜材)价格波动时,模型预判功能可提前触发预防性采购指令或触发替代材料遴选机制,有效规避价格风险,这种贯穿项目生命周期的成本控制体系,强化了预算执行的刚性约束,提升了工程成本效益水平。

### 3.5 智能化技术在工程后期验收与维护的应用

#### 3.5.1 移动互联网与云计算技术在信息管理中的应用

移动互联网与云计算技术的深度融合为电力工程全生命周期管理注入创新动能。在项目验收环节,工程人员借助移动终端实时采集多维数据,包括结构化验收参数与高精度

现场影像资料,凭借 5G 网络即时回传至云端系统,形成可追溯的数字化验收档案,基于云端协同机制,决策层可凭借多端适配的交互界面调阅三维可视化报告,结合 GIS 定位数据精准掌握各标段验收进展,实现跨地域的智能审批与风险预警。转入运维阶段后,依托弹性计算架构构建的电力物联数据中心,深度整合 SCADA 实时监测数据与历史运维日志,运用机器学习算法构建设备健康度评估模型,现场技术人员依靠提高现实终端接收智能工单,在 AR 导航辅助下快速定位故障节点,同步调取设备全息档案完成维修决策,形成“云端-边缘-终端”联动的智慧运维生态。

#### 3.5.2 智能诊断与预测性维护技术在设备维护中的应用

电力设备健康管理领域的技术革新正推动着运维模式向智能化方向演进。依托分布式传感网络对关键设备进行多维度状态监测,系统可实时获取包括电参量、热力学参数及机械振动频谱在内的全息数据流。在故障诊断环节,深度学习模型凭借解析设备运行声纹特征与电磁信号畸变模式,可精准识别绝缘劣化、绕组变形等潜在缺陷。预测性维护体系则依靠整合设备全生命周期数据与数字孪生模型,运用时序预测算法推演部件剩余寿命曲线,实现维护窗口期的动态优化。

## 4. 结语

智能化技术运用于电力工程施工管理,提升了项目管理效率和质量,也提高了电力系统稳定性与安全性。将前沿技术和传统施工管理流程整合,实现了从设计到运维的全链条智能化升级。随着技术持续进步和应用深入,智能化技术会在电力工程施工管理中发挥更关键作用,为构建新型电力系统提供有力支持。

### 参考文献:

- [1] 黄建华. 智能化施工管理系统在电力工程项目中的实践[J]. 大众标准化, 2025, (04): 178-180.
- [2] 刘珍珍, 黄仁惠. 智能化施工技术在装配式建筑工程施工管理中的应用研究[J]. 佛山陶瓷, 2025, 35 (01): 173-175.
- [3] 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.

**作者简介:** 王真, 出生年月: 1986年10月8日, 性别: 男, 民族: 汉, 籍贯: 山东省安丘市, 学历: 大学本科, 职称: 工程师, 工作领域: 大型火电项目总承包施工