

信息化技术在电力工程管理中的应用

管 巍

内蒙古电力(集团)有限责任公司包头供电分公司 内蒙古 包头 014200

摘要:在现代科技的支持下,电力企业也注重对基本建设工程的管理,将信息技术应用到每一个具体的细节管理中,并获得了明显的发展成果。而要实现将信息化技术与电力基本工程管理相融合,还要与不同的工程实际相联系,才能更好地体现出新计划技术的优点。将信息化技术与基本建设工程的重大需要相联系,并在此基础上,不断探索信息化技术在电力基本工程管理中的应用思路和应用方向。

关键词: 信息化技术; 电力工程管理; 应用

电力工程信息化管理以垂直一体化架构和全流程数字化为核心,兼具技术密集性、定制化需求及多专业协同特征,但信息孤岛、实时性不足等问题仍需通过云化集成与AI深度融合进一步突破。

1 信息化技术在电力工程管理中的应用现状

1.1 应用进展与技术渗透

1.1.1 智能监控与安全管理。施工现场已逐步引入AI视频分析、可穿戴设备及物联网传感器,实现人员行为识别(如安全装备佩戴检测)、危险区域入侵预警等功能,但实时性不足问题仍普遍存在。环境监测系统集成温湿度、空气质量等传感器,可联动设备自动调节施工环境参数,但在复杂场景下的精准度仍需提升。

1.1.2 全流程数字化管理。项目管理平台(如泛普软件)已实现进度、资源、成本的在线协同,但部分企业仍依赖传统Excel+邮件模式,信息孤岛现象导致设计变更响应延迟和资源浪费。^[1]BIM技术应用于三维建模和施工模拟,优化资源配置,但中小型项目普及率较低。数据整合与分析能力。统一信息平台逐步整合“人机料法环测”数据,支持施工全流程追溯,但多系统间数据互通性不足,影响智能分析效率。高精度传感器用于监测关键工序(如混凝土养护),结合大数据优化能耗管理,但能耗规律分析尚未形成标准化模型。

1.2 现存问题与挑战

系统协同性与规划不足。电力企业内部系统高度统一,但跨部门、跨企业信息共享仍存在壁垒,“信息孤岛”现象突出。缺乏整体性规划,部分新应用与旧系统兼容性差,导致资源重复投入。实时性与精细化瓶颈。安全管理的实时交互能力有限,隐患发现与处理滞后,如外包人员违章行为难以及时管控。成本管控颗粒度粗,部分项目预算偏差率超15%,材料损耗率优化空间显著。技术应用深度不均衡。大型电网企业(如国家电

网)信息化投入占比超50%,但地方电力公司和中小型工程技术渗透率较低。智能决策支持系统(如虚拟电厂、AI故障预测)尚处于试点阶段,规模化应用不足。

1.3 行业布局与市场特征

1.3.1 市场规模与投入。2023年电力信息化市场规模超750亿元,国家电网、南方电网等头部企业年信息化投入超百亿,占行业主导地位。智能电网建设带动行业年复合增长率达11.1%,但市场竞争格局分散,专业化厂商在细分领域优势显著。

1.3.2 技术演进方向。云计算、物联网与AI技术加速融合,推动能源互联网建设,但跨领域技术协同仍需突破。电力企业从“业务驱动”向“数据驱动”转型,但数据治理能力和分析模型成熟度参差不齐。

2 信息化技术在电力工程中的具体应用

2.1 智慧工地建设。①输变电工程智能管理。国家电网依托“e基建”2.0平台,集成BIM、物联网、AI等技术,构建了覆盖施工状态感知、资源调度及智能决策的工业级软件系统,支撑输变电工程智能化转型,其30个智慧工地项目获2024年度行业标杆案例。在输变电工程中,通过AI视频分析、智能传感器等设备实现21类高价值机械设备和98项智能化应用的实时监控,提升作业标准化水平。②火电与新能源工程管理。国家能源集团北仑电厂智慧工地整合视频监控、AI行为识别、BIM等模块,实现对火电工程建设全过程的智能化管控。国能广投北海电厂二期扩建工程部署智慧工地管理平台和深基坑监测系统,通过实时数据分析优化施工安全与进度。

2.2 电力系统智能化与调度。①特高压工程AI化。国电南瑞在±1100千伏特高压工程中应用AI驱动的直流控制保护系统,实时监测换流阀状态并优化控制策略,设备故障率降低60%。虚拟电厂与负荷调控国电南瑞研发的虚拟电厂(VPP)系统通过AI算法聚合分布式能源与储能设

备,实现电网供需动态平衡,支撑新能源高比例并网。

②抽水蓄能电站智能运维。南方电网XS-1000D人工智能平台应用于7座抽水蓄能电站,实现设备智能巡检与状态诊断,替代90%人工巡检,年经济效益达1760万元。

2.3 通信与监测技术创新。①电力控制业务专网。EPDT技术通过改造230MHz频段,实现电力负荷管理、配电终端遥控等场景的安全通信,支持新型电力系统应急保底需求。②输电管廊无线传感网。国网公司研发的低功耗窄带融合无线传感网,应用于输电管廊环境监测,提升隐蔽工程的安全性和运维效率。

2.4 数字孪生与能效优化。①电网数字孪生平台。数字孪生技术应用于新能源场站,实现设备状态三维可视化与故障预测,提升新能源消纳能力和运维效率。②工业企业能效管理。基于电力物联网高速载波技术的数据采集系统,实时监控低压供电台区状态,优化线损治理,单项目年节能量达120万千瓦时。工业公辅车间智能管控系统(如空压站云智控)通过AI算法优化设备运行参数,某汽车工厂项目节能率达20%。信息化技术已深度渗透电力工程全场景,典型案例涵盖智慧工地、特高压AI控制、虚拟电厂、数字孪生监测等方向,推动电力行业向安全、高效、智能化转型。

3 信息化技术给电力工程管理带来的优势和效益

3.1 全流程效率提升

3.1.1 实时监控与精细化管理。通过项目管理平台实现进度、资源、成本的在线协同管理,减少人工操作误差,提升管理效率。^[2]BIM技术结合施工模拟优化资源配置,减少返工和材料浪费,项目预算偏差率显著降低。

3.1.2 自动化与智能决策支持。AI算法与大数据分析自动处理重复性任务(如数据录入、报表生成),释放人力资源。电力大模型预测设备故障并生成应急方案,缩短故障响应时间,降低运维成本。

3.2 安全风险防控能力增强

智能化安全监测即AI视频分析实时识别未佩戴安全装备、危险区域入侵等隐患,联动告警系统提升事故预防能力。可穿戴设备与物联网传感器实时监测人员健康状态(如心率、体温),保障高危作业安全。环境动态调控。温湿度、空气质量传感器自动调节施工环境参数,降低极端天气对工程进度的影响。深基坑监测系统实时预警地质风险,提升隐蔽工程安全性。

3.3 资源优化与成本控制

3.3.1 精准化资源调度。统一信息平台整合“人机料法环测”数据,优化设备与材料调配效率,降低闲置率。虚拟电厂(VPP)聚合分布式能源与储能设备,动态

平衡供需关系,减少能源浪费。

3.3.2 能耗与线损治理。电力物联网高速载波技术实时监控低压供电台区状态,单项目年节能量达120万千瓦时。工业公辅车间智能管控系统(如空压站云智控)通过AI优化设备运行参数,节能率提升20%。

3.4 数据驱动的管理升级

3.4.1 全生命周期数据贯通。从规划、设计到运维全流程数据可追溯,支持质量回溯与责任划分,提升管理透明度。数字孪生技术实现设备三维可视化与故障预测,新能源消纳能力提升15%以上。

3.4.2 多维度决策支持。多源数据融合分析(如施工进度、设备状态、环境参数)生成动态热力图,辅助科学决策。负荷预测与调度优化模型降低电网峰谷差,提升电力系统稳定性。

3.5 助力“双碳”与可持续发展

3.5.1 新能源高效并网。数智化坚强电网支持源网荷储一体化,推动风电、光伏等新能源高比例消纳。储能系统信息化管理提升电池寿命与充放电效率,降低碳排放强度。

3.5.2 绿色化转型加速。智能电表与需求侧管理系统引导用户错峰用电,优化能源消费结构。碳足迹追踪平台量化电力工程碳排放,支撑企业制定低碳发展路径。信息化技术通过效率提升、安全强化、资源优化、数据赋能四大维度,推动电力工程管理向智能化、绿色化转型。典型效益包括:降低施工成本15%-20%、减少安全事故率60%、提升新能源消纳能力30%以上,为“双碳”目标实现提供核心支撑。

4 信息化技术对电力工程高质量完成的作用

4.1 质量精准控制与全流程追溯

关键工艺毫米级精度把控。通过无人机高空巡检、智能终端同步采集施工数据,对电缆接头制作、耐压试验等核心工艺实现毫米级精度管理,确保交接试验一次性通过率达100%。BIM技术结合施工模拟优化资源配置,减少返工和材料浪费,显著降低项目预算偏差率。全流程可追溯管理。隐蔽工程采用影像追溯机制,结合电子档案记录施工全流程数据,支持质量回溯与责任划分,提升工艺标准化水平。数字孪生技术实现设备三维可视化与故障预测,新能源消纳能力提升15%以上,推动工程全生命周期质量管理。

4.2 安全风险防控能力强化

4.2.1 智能化安全监测与预警。AI视频分析实时识别未佩戴安全装备、危险区域入侵等隐患,联动告警系统实现事故主动预防,降低60%安全事故率。深基坑监测系

统实时预警地质风险，物联网传感器动态调节施工环境参数，保障高危作业安全。

4.2.2 标准化作业动态管控。对架空线路迁移、临近带电体施工等高风险作业实施24小时动态监控，通过“关键工序旁站监督+智能终端轨迹记录”确保安全规范落地。可穿戴设备实时监测人员健康状态（如心率、体温），降低极端环境下的作业风险。

4.3 资源优化与协同效率提升

4.3.1 精细化资源调度。统一信息平台整合“人机料法环测”数据，优化设备与材料调配效率，降低闲置率30%以上。电力物联网高速载波技术实时监控低压供电台区状态，单项目年节能量达120万千瓦时。

4.3.2 多主体协同管理。项目管理平台实现跨部门、跨层级的在线协同，减少人工操作误差，缩短工期10%-15%。虚拟电厂（VPP）聚合分布式能源与储能设备，动态平衡供需关系，减少能源浪费。

4.4 数据驱动的高效决策

4.4.1 动态热力图辅助科学决策。多源数据融合分析（施工进度、设备状态、环境参数）生成动态热力图，支撑项目进度调整与资源调配。负荷预测与调度优化模型降低电网峰谷差，提升电力系统稳定性。

4.4.2 智能化运维与成本控制。工业公辅车间智能管控系统（如空压站云智控）通过AI算法优化设备参数，单项目节能率超20%。云计算与数据仓库技术提升电力数据处理效率，实现复杂场景下的快速响应与成本优化。信息化技术通过工艺精准化、安全主动化、资源协同化、决策智能化四大核心作用，推动电力工程实现高质量交付。典型效益包括：预算偏差率降低20%、安全事故率下降60%、工期缩短15%，为新型电力系统建设提供技术保障。

5 电力工程信息化管理未来发展趋势与挑战

5.1 发展趋势

5.1.1 数智化坚强电网深度融合。电力技术与数字化技术（AI、云计算、物联网等）深度融合，推动能源流、信息流、业务流、资金流的“四流合一”，实现电网从物理互联到数智融合的跃迁。数字孪生技术加速应用，构建覆盖全环节的智慧能源网络，提升新能源消纳能力和设备全生命周期管理效率。

5.1.2 源网荷储一体化发展。通过虚拟电厂（VPP）和智能调度系统集成分布式能源与储能设备，实现供需动态平衡，支撑高比例新能源并网。负荷预测与调度优化模型逐步普及，降低电网峰谷差，提升电力系统稳定性。

5.1.3 与低碳化转型。碳足迹追踪平台量化碳排放，

支撑企业制定低碳发展路径，推动绿色施工与能效优化。工业公辅车间智能管控系统（如空压站云智控）通过AI优化设备参数，单项目节能率可达20%以上。

5.1.4 全链条智能化升级。智慧工地全面推广，AI视频分析、可穿戴设备与BIM技术协同应用，实现施工安全、资源调配和进度管理的全流程智能化。电力大模型深化应用，从故障预测扩展至应急方案生成与决策支持，推动管理向数据驱动转型。

5.2 核心挑战

5.2.1 信息孤岛与数据整合难题。垂直化管理模式下，电力企业跨层级、跨区域数据互通仍存在壁垒，需通过云平台和标准化接口实现全链条数据贯通。中小型项目因资金和技术限制，BIM等技术的普及率不足，制约精细化管理能力提升。技术应用成本与规模化瓶颈。智能监控系统（如AI视频分析、传感器网络）初期投入高，中小型工程难以承担，技术下沉面临成本压力。数字孪生、虚拟电厂等新兴技术尚处试点阶段，规模化部署需突破算法优化与算力瓶颈。

5.2.2 网络安全威胁加剧。随着物联网设备大规模接入，电力系统面临数据泄露、网络攻击等风险，需建立动态防护体系与应急响应机制。分布式能源并网增加电网复杂性，对通信安全与设备抗干扰能力提出更高要求。

5.2.3 多主体协同复杂性升级。新能源消纳需协调发电企业、电网公司、用户等多方利益，利益分配与责任划分机制待完善。跨国能源互联项目面临技术标准差异与政策壁垒，全球协同治理体系尚未成熟。

未来电力工程信息化管理将围绕数智融合、绿色转型、全链协同展开，但需突破信息孤岛、技术成本、安全风险等核心挑战。通过云化集成、标准统一与生态共建，推动行业向高效、安全、可持续方向发展。

总之，电力信息化是一种发展的必然趋势，应当以基本建设为切入点，对电力信息化建设的内容、要点和措施进行研究，要将信息化在电力基本建设中的作用充分地体现出来，做到对电力基本建设的投资和建设进行有效控制，使电力工程在基建阶段就进入科学的管理和信息化的阶段，持续地发掘和减少电力基本建设的各种成本，为今后的运营奠定良好的管理和技术基础，提高其竞争能力。

参考文献

[1]冉华.浅谈信息化技术在电力工程管理中的应用.2023.

[2]李宏宇.电力建设工程现场安全管理问题及信息化建设策略.2022.