

电力及电气安装工程项目管理中新型电气自动化技术运用分析

刘冬, 李琪

国家电投集团工程有限公司, 上海 201100

DOI:10.61369/EPTSM.2026040005

摘 要 : 我国经济社会正在飞速发展, 对于电力供应的可靠性、稳定性以及经济性有着更高的要求。电力及电气安装工程是电力系统构建的基础, 其运作水平同电网安全和效能相关联。传统的工程运作模式存在信息迟缓、依靠人力、协同性差等情况, 无法满足现代电力建设的需求。本文细致剖析新型电气自动化技术在电力及电气安装工程运作整个生命时段(项目规划, 设备安装, 调试运行, 运维运作)中的实际运用及其实践价值。

文章首先论述工程管理遭遇的难点以及与自动化技术相融合的必要性, 然后系统地阐述物联网、大数据等新技术的主要形成部分, 并着重分析这些技术在安全、工期、质量、成本控制等关键方面所采用的方式及其成果。最后归纳应用时存在的问题并展望未来的发展方向。研究显示, 深入结合新型电气自动化技术是加强工程管理现代化水平、做到精益化管理的必然选择。

关 键 词 : 电气自动化; 工程管理; 物联网; 人工智能; 智能运维

Analysis on the Application of New Electrical Automation Technologies in the Management of Power and Electrical Installation Projects

Liu Dong, Li Qi

State Power Investment Corporation Engineering Co., Ltd., Shanghai 201100

Abstract : With China's rapid economic and social development, there are higher demands for the reliability, stability, and cost-effectiveness of power supply. Power and electrical installation projects serve as the foundation for constructing the power system, with their operational performance closely linked to grid safety and efficiency. Traditional project operation models, characterized by delayed information, heavy reliance on manual labor, and poor coordination, fail to meet the needs of modern power construction. This paper meticulously analyzes the practical application and value of new electrical automation technologies throughout the entire lifecycle of power and electrical installation projects (including project planning, equipment installation, commissioning and operation, and maintenance and operation).

The article first discusses the challenges faced in project management and the necessity of integrating automation technologies. It then systematically elaborates on the main components of new technologies such as the Internet of Things (IoT) and big data, focusing on analyzing the methods and outcomes of these technologies in key areas such as safety, project duration, quality, and cost control. Finally, it summarizes the issues encountered during application and looks ahead to future development directions. The study reveals that the in-depth integration of new electrical automation technologies is an inevitable choice for enhancing the modernization level of project management and achieving lean management.

Keywords : electrical automation; project management; Internet of Things; artificial intelligence; intelligent maintenance and operation

作者简介:

刘冬 (1988.10-), 男, 汉族, 山西省忻州市偏关县人, 学历: 本科, 研究方向: 新能源建设电气管理方向。

李琪 (1987.01-), 男, 汉族, 陕西省蒲城县人, 本科, 工程师, 从事新能源建设电气管理方向。

引言

电力与电气安装工程包含变电站创建、线路敷设、配电系统安装、自动化系统融合等内容，属于一种综合性的工程，其具备技术密集、专业交叉、安全要求高、工期紧迫、参与方繁多等特性。传统工程运作大多依靠管理人员的自身经验，纸质文件的流转以及阶段性的人力核查，此模式存在信息传递效率低下，过程控制缺乏透明度，安全风险提示迟缓，资源调配不够精确等诸多问题。在大型变电站创建时，设备到货信息、安装进度、调试数据散落在各个施工队和工程师那里，项目经理无法及时得到全面而准确的信息，造成决策迟缓，甚至可能导致返工和工期推后。

在此背景下，以数字化、智能化为核心的新型电气自动化技术的兴起，为破解上述管理难题提供了强有力的技术支撑。这些技术不再是传统意义上局限于控制电机启停或流程逻辑的自动化，而是融合了现代信息通信技术，能够实现状态全面感知、信息高效处理、决策智能生成与执行精准控制的综合性技术体系。将此类技术系统性地应用于工程管理，并非简单地将纸质流程电子化，而是对管理理念、组织架构和业务流程的一次深刻变革。本文即立足于这一变革视角，系统分析新型电气自动化技术如何赋能电力及电气安装工程管理，提升其整体效能。

一、新型电气自动化技术的核心构成

要理解其在管理中的应用，首先需厘清其技术内涵。新型电气自动化技术是一个集成性概念，主要由以下几项关键技术构成：

（一）物联网技术

物联网是实现工程管理“可视化”与“可感知化”的基石。通过在施工现场、电气设备、施工机具乃至人员安全帽上部署各类传感器（如温湿度传感器、振动传感器、定位模块、RFID标签、高清摄像头等），可以实时采集环境参数、设备状态、人员位置、作业影像等海量数据。这些数据通过无线网络传输至管理平台，从而将物理世界中的工程要素与数字世界中的管理模型紧密连接起来，为后续的数据分析与智能决策提供了数据源头^[1]。

（二）大数据与云计算技术

物联网传感器所产生数据量极大而且多种多样，大数据技术承担起对这些数据执行存储，清洗，整合及分析的任务，从而找出其中蕴含的价值信息。通过剖析历史安装数据，能够对某个工序的合理历时作出预测，利用设备运行数据时，则可预先判断可能出现的故障状况，云计算平台给予了应对海量数据时所需的伸缩自如又成本可预估的计算能力，这样，项目各参与方就能随时通过终端获取同一云守护平台上的数据，实现数据之间的协作与共享目标。

（三）人工智能与机器学习技术

人工智能尤其是机器学习技术，是给运作系统增添“智能”的关键推动力。通过深入学习和发掘大量工程数据——这些数据包含图纸、规范、历史事故实例以及施工图片等多种类型——AI模型便能表现出很强且丰富的能力。

AI模型在图像识别上能够随时分析监测视频，自动准确判断人员是否佩戴安全帽、是否存在私自踏入危险区域之类的行为。只要察觉到违规情况，就会马上自动拍照，并启动报警系统，从而有效地加强安全运作的效率和精确度。在预测性维护方面，凭借设备的运行数据，AI模型可以深入剖析设备状况，精确预测

像变压器、开关柜这样的重要设备在未来某一段时间发生故障的可能性，促使运作人员把以前的“事后修理”模式变成“事先保养”的模式，极大减小设备故障的风险并削减修理费用。在智能规划与优化这个阶段，AI模型能够帮助运作人员综合考虑诸多要素，优化施工方案，妥善规划材料供应计划，合理调配人员，做到工程运作的精益高效。

（四）数字孪生技术

数字孪生融合了前面提到的各项技术，其会在虚拟空间里创建起一个与物理工程实体完全一一对应的数字化模型。此模型具备可计算性、可模拟性以及可预测性。从工程运作角度而言，运作人员能够借助数字孪生体展开施工模拟，从而预先察觉设计与施工方案之间存在的碰撞冲突；而且能够即时将物理现场的进度及状态实施投影显示，达成远程精确的调度指挥；甚至能够在虚拟环境当中执行应急预案演习并针对操作人员开展培训活动。

二、新型自动化技术在工程管理关键环节的具体应用

（一）在安全管理中的应用：从事后追责到事前预防

安全是电力工程的灵魂所在，新型自动化技术把安全管理从被动应对转变成积极预防。

智能安全帽整合了定位功能与生命体征监测功能，发放给施工人员。该系统能够随时掌握人员所在位置，如果有人未经许可踏入高压危险区域或者受限空间，系统会立刻发出声光警报，而且告知负责人员；现场安装的AI摄像头可以自动辨别未按规定佩戴安全防护用品、抽烟之类的违章情况，并及时发送警示信息。

在安装调试阶段，要给像电缆接头、断路器这样的关键电气设备安装无线测温传感器，从而随时监测其温度变化情况。如果察觉到温度不正常上升，系统就能事先发出警报，防止由于接触不良、超负荷等问题造成火灾或者设备损坏事故^[2]。

安全作业流程走向电子化并实施强制校验：把高压倒闸操作、带电作业等高风险作业的审批流程以及操作规程植入到移动端当中。作业之前，系统会向操作人员发出指令，让他们一项

项去确认安全措施，还要用扫码的方式核对设备编号，彻底防止误操作的发生。作业过程中的关键节点所产生的数据会自动被记录下来，生成一份无法被篡改的电子档案。

（二）在进度管理中的应用：从粗放估算到精准控制

传统进度运作依靠人工填报以及周例会，存在信息迟滞与失真的情况，新技术达成进度的即时、透明运作。

凭借物联网做到进度自动采集：要在关键设备上贴上 RFID 或者二维码标签，当设备完成了进场、安装、接线、调试这些工序之后，施工人员只要用手持终端扫一下标签然后确认一下，进度数据就会自动上传到云平台。项目经理就像查看快递物流那样，可以随时了解到每个设备、每一道工序的完成情况。

2D-BIM 与进度模拟关联：把三维建筑信息模型加上时间这个维度，就创建成 4D 模型。管理人员在电脑里可以直接模拟整个项目施工的流程，把实际进度和计划进度直观显现出来做对比，马上就能找出偏差^[3]。比如这个模型清楚显示，某个区域电缆桥架安装迟缓，会如何影响后面通风管道和消防管道的安装。

数据推动的进度预测及警报：系统融合天气、物料供应、劳动力等方面的数据，根据机器学习算法来剖析当下进度走向。一旦系统预估到也许会因为某些因素致使工期拖延，就会事先向管理者发出警报，而且帮助分析关键路径，给资源调配、工序优化提供决策参考。

（三）在质量管理中的应用：从结果验收到过程精品

工程质量对电力系统长时间运行的可靠性起着决定性作用，自动化技术把质量运作融入到各个施工环节当中。

安装工艺的标准化借助 AR 技术得以达成。施工人员佩戴 AR 眼镜时，设备内部标准接线图、扭矩要求这些虚拟信息就会出现在真实视野之上，逐步引导工人实施规范化操作，大幅缩减了人为失误的概率。

隐蔽工程数字化档案。针对埋设的电缆管线、接地网等隐蔽工程，在施工期间通过移动终端记录其精准的地理坐标、埋深、材质等相关信息，而且附加施工过程中的视频资料；将此类数据同 BIM 模型相关联，建立完善的数字化档案，给后续的运行守护、扩建以及故障定位带来很大的方便。

在系统调试期间，运用智能继电保护测试仪、在线监测装置等自动化设备来测量保护定值、断路器动作时延、绝缘电阻等参数，这些测量数据会自动上传并形成报告。系统能够自行判定测量结果是否达标，还会将之与设计值、出厂值展开对比分析，以保证安装调试质量达到标准。

（四）在成本与物料管理中的应用：从经验估算到精益控制

物料精准运作与追踪依靠物联网技术，针对仓库里的电缆、开关、元器件这些主要材料实行二维码 /RFID 运作。物料从入库开始一直到出库以及安装使用这整个过程都可追溯；系统能设定库存警戒线，一旦库存降到安全值以下就会自动给出采购建议，防止因为缺料而停工或者过度囤货造成资金积压。

在临时供电线路以及大型施工机械处安装智能电表，用以即时监测能耗数据。通过剖析不同班组、不同工序的能耗状况，能够找到能源浪费之处，并改良施工方案；而且，还要对机械的运

行时间、工况加以监测，从而做到预防性保养，提升设备的利用率及其使用寿命^[4]。

依靠数据的成本动态核算：管理系统会自动把进度、物料、人力等方面的数据加以汇总，然后同预算做动态对比。管理者可及时掌握项目成本的实际执行状况，精准知道哪些分项工程存在超支现象，哪些有所节省，做到成本的动态控制和细致化管理。

三、应用过程中面临的挑战与对策

新型自动化技术的前景十分可观，但是在实际的推广应用过程中，还是面临很多挑战。

初始投资成本较高：传感器、硬件设备、软件平台以及系统融合这些方面的前期投入较多，这也许会让一些中小型工程企业感到畏惧。对策为采用分阶段开展的策略，先在安全风险大、质量要求高、规模较大的项目当中展开试点应用，等到取得实际效果之后再慢慢推行开来；还要探寻设备租赁、云服务之类的轻资产模式来削减门槛^[5]。

数据孤岛与接口兼容问题：新建系统要同已有的设计软件、财务软件、OA 系统等相联通，不过，不同厂家的设备与系统之间存在着数据接口不兼容的情况。解决办法是：在项目规划之初就制订统一的数据标准和接口规范，并且首先选用开放性佳、适配性好的平台型解决方案。

人员技能及思维需发生改变：传统管理及施工人员也许会抗拒新技术，亦或是存在技能漏洞。解决办法在于，企业要制订全面的培训方案以优化全体人员的数字化素养，并借助改革管理制度把新技术的应用同成果评定联系起来，促使员工自发去学习并运用新技术。

数据安全与隐私保护方面：工程数据量极大，其中包含电网地理信息、关键设备参数等内容，其安全敏感度非常高。要形成完备的数据安全管理制度，并利用数据加密、访问权限管理、私有云设置等技术方法，保证核心数据不会出现泄漏与被篡改的情况。

四、结论与展望

综上所述，将物联网、大数据、人工智能等新型电气自动化技术融入电力及电气安装工程管理，已不再是可有可无的选择，而是行业发展的必然趋势。它通过实现全要素的实时感知、数据的深度挖掘和过程的智能决策，深刻地改变了传统管理模式，在安全、进度、质量和成本四大核心控制领域均展现出显著优势，有效提升了工程管理的精细化、透明化和智能化水平。

展望未来，随着技术的不断演进，电力及电气安装工程管理将呈现以下发展趋势：

1. 决策自主化：AI 将不再仅限于辅助决策，而是在更多标准化、重复性的管理任务中实现自主决策与执行。例如，系统可根据实时进度和资源状态，自动下达工单、调整施工顺序。
2. 全生命周期一体化：工程阶段形成的数字孪生模型和数据

资产，将无缝对接到后续的运维阶段，实现从“建造”到“运营”的全生命周期数据闭环管理，为智能电网提供最基础、最准确的数字底座。

3. 产业链协同生态化：基于云平台的管理将突破单个项目的界限，连接业主、设计、施工、设备供应商等所有参与方，形成一个高效协同的数字化生态系统，极大提升整个产业链的运作效率。

总而言之，积极拥抱并成功应用新型电气自动化技术，是电力建设企业提升核心竞争力、保障国家能源基础设施安全可靠、推动行业高质量发展的关键路径。这要求企业不仅要在技术上投入，更要在管理理念、组织文化和人才培养上进行一场深刻的自我革新。

参考文献

- [1] 史丹. 电气自动化技术在电气工程中的应用 [J]. 价值工程, 2024, 43(34): 152-154.
- [2] 林辉辉. 电气自动化技术在电力设备节能管理中的创新应用 [J]. 电力设备管理, 2025, (20): 265-267.
- [3] 吴鹏. 人工智能技术在电力设备运维中的应用及未来发展探析 [J]. 现代工业经济和信息化, 2025, 15(01): 273-275.
- [4] 臧传星, 王文清, 陈家辉. 电力工程中电气自动化技术的分析和应用 [J]. 现代工业经济和信息化, 2025, 15(07): 127-129..
- [5] 叶秀虹, 俞锦. 电气自动化在电气工程中的应用 [J]. 光源与照明, 2024, (11): 213-215.