

电气工程及其自动化技术的智能化应用研究

王玉

国家能源（山东）新能源有限公司，山东 济南 250014

DOI: 10.61369/SSSD.2025170035

摘 要： 关于制造业智能化建设发展方向，落实到电气工程及其自动化技术应用中，实现更加高效、精确的运行管理。对此，研究中明确电气工程及其自动化、智能化技术的基本概念，借助相应优势提出几点可行且有效的应用策略。

关 键 词： 电气工程及其自动化技术；智能化；应用策略

Research on the Intelligent Application of Electrical Engineering and Automation Technology

Wang Yu

National Energy (Shandong) New Energy Co., Ltd., Jinan, Shandong 250014

Abstract： Regarding the development direction of intelligent manufacturing construction, when implemented in the application of electrical engineering and automation technology, it aims to achieve more efficient and accurate operation and management. In this regard, the research clarifies the basic concepts of electrical engineering and automation technology as well as intelligent technology, and proposes several feasible and effective application strategies by leveraging their corresponding advantages.

Keywords： electrical engineering and automation technology; intellectualization; application strategies

引言

电气工程及其自动化技术在我国制造生产中广泛应用，辐射在机械、电子、计算机等方面。随着相关技术的智能化变迁，更为现代生产需求提供优良技术支持，智能化、现代化、全面化的探索应当提上工作日程。同时，智能化技术紧随其上，显著降低员工工作难度，为企业创造更大的经济效益。其还能够避免人工操作的失误问题，实现快速制定检修计划，将企业经济损失降到最低。电气工程及其自动化技术的智能化应用，势必兼具二者优势，形成一套科学有效的智能应用与实践方案，值得我们深入探索与实践。

一、电气工程及其自动化技术的智能化应用优势

（一）提升电力系统运行效能

电气工程及其自动化技术的智能化应用显著提升电力系统的运行效率与稳定性，进而影响电气行业来到智能时代，提出新的、贴近群众生活的电能方案全新解。在相关系统中，引入人工智能、大数据分析和物联网，推动电力系统主动预测、解决问题^[1]。比如说，智能电网能够实时监测负荷变化，自动调节发电与输配电策略，有效降低线路损耗并提升能源利用率。基于机器学习算法的状态评估模型可对设备健康状况进行动态诊断，提前预警潜在故障，减少非计划停机时间。显然，电气工程及其自动化的智能化应用，让资源配置不断优化，让相关工作效率显著提升，促成高弹性、高可靠性的现代电力系统。

（二）增强工业自动化控制精度

当前，在工业自动化领域，电气工程与智能化技术的深度融合极大提高了生产过程的精准度与柔性。智能控制系统依托传感器网络与边缘计算单元，实现对电机驱动、变频调速及工艺参数的毫秒级闭环调控，确保产线在复杂工况下仍保持高效稳定运行^[2-3]。数字孪生技术的应用使工程师能够在虚拟环境中模拟、优化控制逻辑，再部署至实际系统，显著缩短调试周期并降低试错成本。智能化还支持远程监控与协同运维，使跨地域工厂实现统一调度与能效管理。以此不断提升制造企业的核心竞争力，为实现绿色低碳制造提供技术支撑^[4]。

（三）优化终端用户能源体验

智能化电气自动化技术同步显著改善了用电体验与能源管理效能。智能家居系统通过集成智能电表、负荷识别算法与用户

行为分析,可自动优化家电运行时段,实现削峰填谷与电费节约;商业楼宇则借助楼宇自动化系统对空调、照明、电梯等高耗能设备进行协同调控,在保障舒适度的同时降低整体能耗。此外,电动汽车充电桩网络与分布式储能系统的智能协调控制,进一步促进了源-网-荷-储一体化互动^[5-7]。那么,关于终端用户的参与感和满意度提升,也推动了需求侧响应机制的落地,为构建以用户为中心的新型电力生态体系注入强劲动力。

二、电气工程及其自动化技术的智能化应用策略

(一) 智能感知与状态监测系统的深度集成

现代电气工程及其自动化领域,智能感知技术的引入显著提升了系统对运行状态的实时掌控能力。通过部署高精度传感器、边缘计算单元及物联网通信模块,电力设备如变压器、断路器、母线等关键节点可实现全天候、多维度的状态数据采集,包括温度、电流、电压、局部放电、振动等参数^[8]。这些数据经由边缘侧预处理后上传至云端或本地智能平台,结合大数据分析 with 人工智能算法,可对设备健康状态进行动态评估与趋势预测。例如,在变电站中,基于红外热成像与声学传感融合的智能诊断系统能够提前识别绝缘劣化或连接松动等潜在故障,从而避免突发性停电事故。此外,智能感知系统还能与 SCADA、EMS 等传统监控系统无缝对接,形成“感知—分析—决策—执行”的闭环控制架构,极大提高了电网运行的安全性与可靠性。这种深度集成不仅优化了运维策略,从“定期检修”转向“状态检修”,也降低了人工巡检成本,为构建新一代智能电网奠定了坚实基础^[9]。

(二) 基于人工智能的负荷预测与调度优化

随着分布式能源、电动汽车及柔性负荷的大规模接入,电力系统负荷特性日趋复杂,传统调度方法已难以满足高精度、高响应速度的需求。在此背景下,人工智能技术为负荷预测与调度优化提供了全新路径。利用深度学习模型对历史用电数据、气象信息、节假日特征、社会经济指标等多源异构数据进行建模,可实现分钟级乃至秒级的短期与超短期负荷精准预测,误差率显著低于传统统计方法^[10]。在此基础上,结合强化学习或混合整数规划算法,调度系统能够动态优化发电计划、储能充放电策略及需求响应方案,在保障供电可靠性的前提下最大化系统经济性与新能源消纳率。例如,在区域微网中,AI 驱动的调度引擎可根据光伏出力波动与用户用电行为自适应调整储能系统运行模式,实现削峰填谷与电压支撑。同时,该策略还能与市场机制联动,参与电力现货交易,提升资产运营效率。这种智能化调度不仅是能源转型的关键支撑,也是实现“双碳”目标的重要技术手段。

(三) 数字孪生驱动的设备全生命周期管理

数字孪生技术通过构建物理设备的高保真虚拟映射,为电气设备的全生命周期管理提供了革命性工具。在设计阶段,工程师可在数字空间中模拟不同工况下的电磁场分布、热传导特性及机

械应力,优化结构参数;在制造环节,数字孪生体可与 MES 系统联动,实现工艺参数的实时反馈与质量追溯;在运行维护阶段,通过持续同步物理设备的实时运行数据,数字孪生平台可动态更新设备状态模型,并结合故障知识库与仿真推演,提前预警潜在失效模式。例如,对于高压开关设备,其数字孪生体可模拟触头磨损、灭弧性能退化等过程,辅助制定精准的更换周期^[11-12]。此外,该技术还支持远程专家协同诊断与虚拟培训,大幅提升运维效率。更重要的是,数字孪生所积累的海量运行数据可反哺产品迭代设计,形成“设计—运行—反馈—优化”的闭环创新机制。这种贯穿“投运—退役”全过程的智能化管理策略,不仅延长了设备使用寿命,也显著降低了全生命周期成本,是电气工程迈向高端制造与服务化转型的核心路径。

(四) 网络安全与自主可控的智能控制系统构建

随着电气自动化系统日益依赖网络化与智能化技术,所面临的信息安全威胁也呈指数级增长。一方面,需采用“零信任”架构,实施端到端的身份认证、访问控制与数据加密,确保控制指令与状态信息的完整性与机密性;另一方面,应推动核心软硬件的国产化替代,摆脱对国外 PLC、DCS、工业操作系统等关键技术的依赖,提升系统自主可控水平^[13-14]。在此基础上,可融合区块链技术实现操作日志的不可篡改存证,利用 AI 异常检测模型实时识别网络流量中的异常行为。同时,建立多层次纵深防御体系,包括边界防火墙、入侵检测系统、安全审计平台等,并定期开展红蓝对抗演练以验证防护有效性。此外,智能控制系统还需具备“故障安全”与“降级运行”能力,在遭受攻击时仍能维持基本供电功能。这不仅关乎技术安全,更涉及国家能源战略安全,是智能化应用可持续发展的根本保障。

(五) 多能互补与综合能源系统的智能协同控制

“双碳”战略目标驱动下,电气工程及其自动化技术正加速向多能融合、高效协同的方向演进。依托先进的信息物理融合架构,将分布式光伏、风电、燃气轮机、电锅炉、热泵、储电/储热装置及柔性负荷等多元单元纳入统一调度框架,利用模型预测控制、多智能体强化学习或博弈论等方法,动态优化各子系统的运行状态与能量流分配^[15]。例如,在园区级综合能源系统中,智能协同控制器可根据电价信号、可再生能源出力预测及用户用能需求,实时调整热电联产机组的运行模式、储能系统的充放策略以及空调负荷的启停计划,在满足舒适性约束的前提下最小化综合用能成本并最大化清洁能源消纳率。此外,支持与上级电网的互动响应,参与需求侧响应或辅助服务市场,进一步提升系统灵活性。为保障协同控制的可靠性,还需建立高精度的多能流耦合模型,并集成数字孪生、边缘计算等技术实现本地快速决策与云端全局优化的协同。

三、结束语

总的来说,智能系统、技术在电气工程中的应用可进一步发挥优势,关于电气工程及其自动化技术的智能化建设也应提上工作日程。以其融合发展,为电气行业带来新的机遇和挑战,为电

气工程整体运行提供坚实技术保障。在相应工作顺利展开的同时，全面推进电气系统平稳、安全和有序推进，全面推进电气工程及其自动化实现可持续发展，可谓一举多得。在未来，电力企业要加强智能化技术应用与研究，努力提高制造生产相关的整体服务水平，适应当前不断变化与升级的电能需求。

参考文献

[1] 郑瀚. 电气工程及其自动化一流专业人才培养模式探索——以河池学院为例 [J]. 产业创新研究, 2024, (20): 193-195.

[2] 朱新华. 电力系统保护与控制中电气工程及其自动化技术的应用研究 [J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8(10): 93-95.

[3] 孙博琳. 项目教学法在中职机械设备电气工程及其自动化教学中的应用研究 [J]. 造纸装备及材料, 2024, 53(10): 241-243.

[4] 张雅婕, 杨洁. PLC 技术在煤矿电气工程自动化控制中的应用 [J]. 现代工业经济和信息化, 2024, 14(09): 149-151.

[5] 曹祥林, 周凌孟. 基于人工智能环境下电气工程及其自动化的智能化技术探索 [J]. 装备制造技术, 2024, (09): 91-93.

[6] 张宏伟, 张月. 基于实践教学的电气自动化课程体系优化与创新研究 [J]. 装备制造技术, 2024, (09): 94-96.

[7] 王彬, 王雪, 李聪, 等. 电气工程及其自动化专业中韩融合式课程体系构建及实施 [J]. 汽车与新动力, 2024, 7(S1): 116-120.

[8] 杨臻. 新能源开发中电气工程自动化节能措施应用分析 [J]. 中国设备工程, 2024, (05): 250-252.

[9] 戴学伟. 智能化技术在煤矿电气工程自动化中的应用研究 [J]. 矿业装备, 2024, (03): 134-136.

[10] 黄鹤. 智能化背景下建筑电气工程设计——评《建筑电气及智能化工程设计》[J]. 应用化工, 2024, 53(01): 257.

[11] 巩冬梅, 马源, 张玮玮. 智能化技术在电力系统电气工程自动化中的应用研究 [J]. 科技创新与生产力, 2023, 44(11): 111-114.

[12] 刘艳. 探究当前智能化技术在电气工程自动化控制中的运用 [J]. 家电维修, 2023, (11): 32-35.

[13] 房宝平. 电气自动化系统中的质量控制与安全管理技术分析 [J]. 电子技术, 2023, 52(10): 167-169.

[14] 仲仕蛟. 医院电气工程及其自动化中的智能化技术重要性与应用探析 [J]. 数字通信世界, 2023, (09): 104-106+110.

[15] 王辉. 电力系统电气工程自动化中 PLC 自动控制技术的运用探讨 [J]. 自动化应用, 2023, 64(04): 41-44.