电气工程自动化在电气工程的应用

田 帅
浙江艺羽人力资源股份有限公司宁夏分公司 宁夏 银川 750000

摘 要：电气工程自动化是现代电气行业转型升级的核心技术支撑，有效弥补传统电气管控模式的短板。本文系统介绍智能控制、PLC自动化、电气信息化监控及系统集成等核心技术，深入探究其在供配电、工业生产、建筑电气、设备检测调试领域的实际应用。同时客观分析技术适配性不足、核心技术受制于人、专业人才稀缺、系统安全薄弱等现存问题，提出针对性优化策略，并展望智能化、绿色化的行业发展趋势，为电气自动化技术推广应用提供参考。

关键词：电气工程自动化；电气工程；应用

引言：在工业智能化与新能源电力快速发展的背景下，电气工程作为能源供给与工业生产的核心环节，对自动化、精准化、安全化运行的需求持续提升。传统人工运维模式效率低、误差大、风险高，已无法适配现代化电气系统运行需求。电气工程自动化技术凭借高精度调控、智能预警、高效运维等优势，全面融入电气各领域。基于此，本文全面剖析其技术体系、应用场景与现存问题，制定优化方案，助力行业高质量发展。

1 电气工程自动化核心技术概述

1.1 智能控制技术

（1）智能控制技术原理：依托模糊控制、PID控制、神经网络控制等算法，建立电气系统多模态控制模型，通过对运行数据的实时采集与处理，动态优化控制参数，实现电气系统的自主调控与智能决策。（2）智能控制技术核心优势：适配复杂电气工况，可在非线性、时变性较强的运行环境中保持控制稳定性；具备自学习与自适应能力，可自主修正运行参数，有效提升电气系统调控的精准度与动态响应能力。（3）智能控制技术典型应用：在电机调速、电能质量治理、新能源并网等场景中，智能控制技术能够显著改善系统动态性能，降低超调量与稳态误差，保障电气设备高效稳定运行。

1.2 PLC自动化控制技术

（1）PLC技术工作原理：通过可编程逻辑控制器存储用户编写的控制指令，依据输入信号状态执行逻辑运算、顺序控制、定时计数等操作，控制电气设备启停、运行、联动等各项动作。（2）PLC技术应用特点：可靠性高、抗干扰能力强、编程灵活且易于扩展，配备丰富的I/O接口与通信模块，适配工业电气、建筑电气、智能电网等多场景自动化控制需求。（3）PLC技术与传统电气控制的区别：以软件编程替代继电器等硬件逻辑接线，大幅简化硬件电路设计，降低设备故障率与维护成本，实现电气系统模块化、智能化管控，显著提升系统改造与升级的便捷性[1]。

1.3 电气监控与信息化技术

（1）实时监控技术：依托智能传感器、数据采集终端及SCADA系统，实时采集电气系统电压、电流、功率因数、负荷等关键运行数据，构建全方位监控体系。（2）信息化传输与处理技术：借助物联网通信协议与大数据分析平台，实现电气数据的远程传输、云端存储与智能分析处理，为系统运行优化提供数据支撑。（3）故障预警技术：通过历史数据建模与实时数据比对分析，精准识别电气系统异常状态，提前预判绝缘老化、过载运行、谐波超标等故障隐患，实现从被动检修向主动运维的模式转变，有效提升电气系统运行的安全性与可靠性。

1.4 系统集成与协同控制

（1）集成平台架构：基于工业以太网与现场总线技术，将智能控制单元、PLC控制站、监控管理系统深度融合，构建统一高效的电气自动化管控平台。（2）协同控制策略：实现各子系统间信息互联互通与联锁联动控制，优化能量调度与设备配合，保障电气系统整体运行的协调性与经济性。

2 电气工程自动化技术在电气工程中的具体应用

2.1 在电力系统供配电中的应用

（1）自动化配电调控：通过SCADA系统与智能终端实时采集电压、电流、功率因数等运行参数，结合负荷预测算法自动调节变压器分接头和无功补偿装置，实现无功功率动态补偿与电压分级调控，精准匹配用电负荷变化，持续优化配电参数，有效降低线损与电能损耗，保障供配电系统持续稳定运行。（2）电网故障自动化处理：利用馈线自动化技术，配合变电站出口断路器和线路分段负荷开关，快速判定故障区段并自动隔离故障点，同时通过联络开关自动合闸为非故障区段恢复供

电，实现故障自愈功能，大幅缩短停电时间，减少人工巡线排查工作量，显著提升供电可靠性与运维效率[2]。（3）智能用电管控：通过需求侧管理平台，依据分时电价信号或电网调度指令自动调整可中断负荷运行方式及储能装置充放电策略，实现削峰填谷与负荷均衡管控，促进分布式光伏、风电等新能源并网消纳，有效提升电力资源综合利用效率和电网运行经济性。

2.2 在工业电气控制中的应用

（1）生产设备电气自动化控制：以PLC为核心控制器，依据预设工艺程序控制工业电机启停、变频调速及多设备联动运行，结合PID或模糊控制算法实现闭环精确调节，配合各类传感器反馈完成工序间协同作业，保障流水线生产节拍一致与产品加工质量稳定性，大幅提高生产自动化程度与产能效率。（2）工业电气设备运维自动化：在设备关键部位安装振动、温度、电流等在线监测传感器，实时采集运行参数并自动记录至设备运维管理平台，通过数据分析自动生成设备健康状态报告与趋势曲线，发现参数异常时及时推送维护工单与处理建议，实现从定期维修向预防性维护的转变，有效避免突发停机造成的生产损失与安全事故。（3）工业电气安全防护：配置智能综合保护装置，实时在线监测过载、短路、漏电、缺相及接地等故障隐患，故障发生时毫秒级触发断路器跳闸并上传故障报警信息，同时联动声光报警装置与远程通知功能，确保操作人员与设备安全，全面满足工业现场严苛的电气安全规范要求，构建多层次主动安全防护体系[3]。

2.3 在建筑电气工程中的应用

（1）建筑照明自动化控制：利用照度传感器与人体感应器协同感知环境光线强度变化及人员活动情况，通过智能照明控制器实现分区、分时、分场景照明管理，在无人区域或自然采光充足时自动调暗或关闭对应灯具，有效降低照明能耗，延长灯具使用寿命，同时提升室内光环境舒适度与使用便捷性，营造绿色健康的建筑空间体验[4]。（2）楼宇电气安防自动化：通过建筑设备管理系统将电梯、消防电气、安防监控及门禁系统深度集成联动，火灾发生时自动迫降电梯至首层并切断非消防电源、开启消防通道门锁、启动排烟送风风机，同时联动视频监控系统自动切换至报警区域画面，为人员安全疏散与应急指挥调度提供实时准确的信息保障，全面提升建筑消防安全管理水平。（3）建筑能耗自动化管控：搭建建筑能耗监测管理平台，分项分类计量照明插座、空调通风、动力设备等各类用电数据，通过大数据分析识别节能潜力与异常用电行为，自动优化设备运行策略与启停时序，结合分时电价机制调度储能系统充放电，有效降低建筑运行电费支出，助力绿色建筑节能降耗目标实现，推动建筑行业低碳可持续发展。

2.4 在电气设备调试与检测中的应用

（1）自动化设备调试：采用智能继电保护测试仪等数字化调试工具，依照预设测试序列自动输出模拟故障信号、读取设备动作响应并计算动作误差，一键式完成保护定值校验与仪表精度校准工作，大幅减少人工操作环节，显著提升调试作业效率与参数整定准确性，缩短设备投运周期。（2）电气性能自动化检测：利用自动耐压测试仪、绝缘电阻测试仪配合程控高压切换矩阵装置，对多回路或批量设备自动逐项检测绝缘电阻、工频耐压、泄漏电流、接地电阻等核心性能指标，自动判定合格与否并生成规范检测报告，确保出厂设备电气性能指标全面满足技术标准要求，严控产品质量关[5]。（3）检测数据自动化归档分析：将各项检测结果自动录入数据库管理系统，为每台设备建立完整的电子健康档案，通过历史检测数据纵向对比与趋势分析，精准评估性能退化规律与潜在风险，为产品设计改进、设备维护周期优化调整提供可靠的数据支撑，便于全生命周期质量追溯与闭环管理，持续提升电气设备可靠性与安全性。

3 电气工程自动化应用现存问题与优化策略

3.1 电气工程自动化应用现存问题

（1）技术适配性不足：部分老旧电气设备因通信协议不兼容、接口标准不统一，与新型自动化系统难以实现有效对接，改造升级涉及设备更换、线路重构等多重环节，整体实施难度大、资金投入高，制约了自动化技术的全面推广应用。（2）核心技术依赖进口：高端PLC芯片、高速总线通信模块、复杂工况智能算法等核心技术仍高度依赖国外供应商，不仅增加了设备采购成本与供应周期不确定性，还面临技术封锁与出口管制等潜在风险，影响产业链自主可控能力。（3）专业人才储备不足：兼具电气工程专业理论知识、自动化控制技术实践能力及信息化系统开发运维经验的复合型人才供给严重不足，高校培养体系与企业实际需求之间存在结构性脱节，人才缺口制约了技术成果转化与应用效能释放。（4）系统安全防护薄弱：自动化电气系统规模化联网接入企业信息网络与工业互联网，面临勒索病毒攻击、工业协议漏洞利用、数据窃取篡改等多元化安全威胁，部分系统未部署有效的边界防护与入侵监测机制，安全态势堪忧。

3.2 技术应用优化升级策略

（1）推进设备智能化改造：针对不同机型与工况制

定差异化改造方案，加装协议转换网关与智能数据采集终端，以"微改造"方式低成本提升老旧设备系统兼容性，分阶段推进设备更新换代与数字化升级，在合理成本范围内实现整体自动化水平与运行效率的持续提升。（2）强化核心技术自主研发：设立专项研发基金与产业扶持政策，重点攻关高性能控制芯片、实时工业以太网协议栈、自适应智能算法等关键领域，深化产学研用协同创新机制与产业联盟建设，加速科技成果从实验室向工程应用的转化进程，逐步实现关键环节自主可控与国产化替代，降低对外技术依赖。（3）优化技术应用方案：依据不同电气场景的负荷特性、环境条件与运维要求，科学比选控制策略与设备配置，定制差异化、模块化、可扩展的自动化解决方案，建立方案动态评估与迭代优化机制，避免"一刀切"式部署，有效提升技术方案场景适配性、实施经济性与未来可拓展性。

3.3 人才与管理体系优化策略

（1）加强复合型人才培养：依托高校开设电气自动化与信息化融合专业课程，共建校企联合实训基地与产业学院，推行"理论教学+虚拟仿真+现场实操"三位一体培养模式，通过订单式培养、技能竞赛、在职进修、继续教育等多元化渠道扩充专业人才储备，缩短岗位适应周期，构建梯次合理的人才队伍。（2）完善运维管理制度：建立涵盖日常巡检、定期检修、故障应急、系统升级的全生命周期运维管理规范，制定标准化作业流程与岗位职责清单，引入信息化运维管理平台实现工单闭环管理与备件智能管控，建立设备运行状态评价与考核机制，确保自动化电气系统始终处于安全可靠的良好运行状态。（3）健全安全防护体系：构建纵深防御网络安全架构，部署工业防火墙、堡垒机与入侵检测系统，实施网络分区隔离与最小权限管理，建立安全态势感知平台实现全天候监测预警，定期开展渗透测试、漏洞扫描与应急演练，建立安全事件快速响应与灾难恢复机制，全方位筑牢系统安全防线。

3.4 行业发展优化展望

（1）智能化融合发展：人工智能深度学习、数字孪生、5G边缘计算等新一代信息技术将与电气自动化深度耦合，赋予电气系统自感知、自诊断、自决策与自优化能力，实现从单点自动到全场景智能管控的跨越式演进，推动电气系统向智慧化运营管理方向持续升级，助力智能制造全面升级与产业数字化转型。（2）绿色节能发展：自动化技术将持续赋能电气系统能效精细化管理与碳排放精准管控，通过AI负荷预测、动态经济运行优化、碳足迹实时追踪与能源梯级利用，精准调控各环节能源损耗，有力支撑"双碳"战略目标达成，引领电气行业向绿色、低碳、可持续方向高质量发展，构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系。

结束语

电气自动化技术的普及应用，彻底革新了传统电气工程的运行与运维模式，大幅提升电气系统运行稳定性、安全性与经济性，覆盖电力、工业、建筑等多个关键领域。现阶段行业仍面临设备适配性差、核心技术短板、人才储备不足、网络安全薄弱等诸多难题。唯有多措并举完成技术、人才、管理体系全方位优化，才能推动电气自动化与新一代信息技术深度融合，助力行业实现低碳化、智能化、可持续化发展。

参考文献

[1]王鹏,李刚.电气自动化技术在电气工程中的集成应用与性能优化[J].电力系统保护与控制,2023,51(12):98-105.

[2]张磊,刘阳.智能化电气自动化技术在现代电气工程中的应用研究[J].电工技术学报,2024,39(08):156-163.

[3]陈宇,周航.电气工程自动化控制系统的工程应用痛点与优化策略[J].电力自动化设备,2022,42(09):210-216.

[4]赵明,孙伟.电气自动化设备兼容性与工程适配性优化研究[J].自动化仪表,2023,44(04):56-60.

[5]李博文.电气工程自动化技术在电力工程中的实践应用探析[J].电工技术,2025,13(11):89-92.