

电气自动化融合技术在电气工程中的应用研究

李书生¹ 麻国栋²

1 浙江海控教学设备有限公司

2 杭州一工科技有限公司

DOI:10.32629/etd.v7i2.18967

[摘要] 电气自动化融合技术作为现代电气工程领域的核心发展方向,正通过智能化手段推动电力系统的转型升级。该技术以控制理论、计算机科学和信息处理为基础,通过算法设计与硬件集成实现了电力生产、传输及应用的全程自动化管控。其核心价值在于利用智能感知设备和数据分析平台,构建实时反馈与自主决策系统,既提升了设备运行的精准度与响应速度,又显著优化了能源调配效率。

[关键词] 电气自动化融合技术; 电气设备; 电气工程

中图分类号: F407.6 文献标识码: A

Research on the application of electrical automation integration technology in electrical engineering

Shusheng Li¹ Guodong Ma²

1 Zhejiang Haikong Teaching Equipment Co., Ltd.

2 Hangzhou Yigong Technology Co., Ltd

[Abstract] As the core development direction in the field of modern electrical engineering, electrical automation integration technology is promoting the transformation and upgrading of power systems through intelligent means. Based on control theory, computer science, and information processing, this technology achieves full automation control of power production, transmission, and application through algorithm design and hardware integration. Its core value lies in the utilization of intelligent sensing devices and data analysis platforms to build a real-time feedback and autonomous decision-making system. This not only enhances the accuracy and response speed of equipment operation but also significantly optimizes the efficiency of energy allocation.

[Key words] electrical automation integration technology; electrical equipment; Electrical Engineering

当前技术发展已突破传统人工操作的局限性,通过自适应控制模块与多系统协同机制,在故障预判、安全防护和能效管理等方面形成系统性解决方案,为电网稳定性与可持续发展提供了技术支撑。随着人工智能与物联网技术的深度渗透,电气自动化正朝着自主决策、远程协作和智能诊断方向迭代演进,其应用边界持续扩展,成为驱动电力行业数字化转型的关键引擎。

1 电气自动化融合技术实施意义

电气自动化技术通过集成控制理论、计算机技术与智能算法,构建智能化电力系统运行体系,实现电能生产、传输和应用的全程精准调控。该技术借助传感器、控制器与执行机构的协同运作,完成设备状态实时监测与动态响应,有效提升能源转化效率和系统稳定性。其核心在于将人工经验转化为标准化程序逻辑,通过自适应优化算法强化设备协同能力,在确保安全运行的基础上降低运维冗余,其价值主要体现在以下几点:

1.1 提升生产效率

电气自动化融合技术通过智能控制与信息技术的深度结合,显著优化生产流程的连续性及精准度,其核心在于将传统人工操作转化为系统化自动执行,减少人为干预带来的效率损耗。该技术借助实时监测与动态反馈机制,实现设备运行参数的自主调整,同步提升生产节奏与资源调度效率,同时通过自适应算法实时优化工艺流程,有效缩短设备响应间隔与停机等待时间。其在复杂工况下的快速决策能力可最大限度降低生产环节的冗余操作,提升各单元协同运作水平,从而系统性提升整体产能^[1]。

1.2 降低人力成本

电气自动化融合技术通过智能控制系统与自动化设备的深度协同,将传统依赖人工操作的环节转化为标准化程序化运作,有效缩减人力资源配置规模。该技术利用传感器网络与执行机构的闭环反馈机制,实现设备运行状态的自主监测与实时调控,

大幅削减人工巡检与手动调试频次,尤其在重复性高、精度要求严格的场景中,通过预设逻辑替代人工经验判断,显著降低操作失误风险与人员培训成本。其自适应算法持续优化设备运行参数,减少人工干预需求,同时通过远程监控平台实现多设备集群的集中化管理,压缩现场值守与维护人员投入。

1.3 提升产品质量

电气自动化融合技术通过智能传感与闭环控制系统,将生产工艺参数转化为数字化指令执行,消除人工操作波动对产品质量的影响。该技术借助高精度检测装置实时追踪生产流程关键节点,通过动态补偿机制自动修正设备运行偏差,确保加工精度与工艺参数的稳定输出。其内置的工艺逻辑模型将复杂人工经验转化为标准化控制程序,利用自适应算法优化材料配比与加工时序匹配度,有效避免因工序衔接不畅导致的质量缺陷。系统搭载的质量追溯功能可自动标识异常生产环节,配合预设容错机制快速实施工艺补偿,在减少次品率的同时显著提升产品性能一致性,为构建全流程质量管控体系奠定技术基础^[2]。

2 电气自动化融合技术的主要内容

2.1 远程监控

电气自动化融合技术通过物联感知设备与通信协议的无缝衔接,构建覆盖全域设备的实时数据流通通道,其远程监控模块依托边缘计算节点与云端平台的协同架构,实现跨地域设备状态的动态映射与异常预警(如图1)。该系统整合分布式传感器网络与工业控制协议,将设备运行参数转化为可视化动态模型,通过智能算法解析异构数据流的关联性,辅助远程诊断与参数优化。其自适应通信协议支持多重加密传输,确保控制指令的精准送达与响应延迟最小化,同步建设设备组态与工艺流程的远程双向交互机制,形成覆盖全生命周期的预防性维护体系。该技术通过智能决策树动态匹配运维策略,在保障设备稳定运行的同时,显著提升离散制造场景下的远程操控协同效率,为分布式工业系统的集约化管理提供技术支撑。



图1 远程监控技术

2.2 集中化监控

电气自动化融合技术通过构建统一的中央控制平台,将分散的设备运行参数与工艺流程数据实时汇集处理,实现全产业链的集中化监控。该系统依托标准化通信协议与工业物联网架构,将各类智能传感器、执行机构与控制器接入协同网络,通过可视化界面动态展示设备状态与能耗分布。其核心模块采用智能算法对海量运行数据进行模式识别,自动生成工艺优化建议与故障预警图谱,同步建立远程操控权限分级管理机制。该技术通过预设逻辑实现跨区域设备的联动调控,在确保指令安全传输的基础上,使管理人员能够依托单一终端完成多产线的实时状态跟踪、参数修正与应急预案启动,显著提升大规模工业系统的管控集成度与应急响应效率。

2.3 现场总线监控

电气自动化融合技术通过现场总线架构建立设备级通信网络,将分布式传感器、执行器与控制器整合为统一的数据交互系统。该技术基于标准化通信协议实现毫秒级信号传输,通过网关设备完成数字信号与模拟量的双向转换,使底层设备状态参数实时映射至监控界面。其冗余通信机制保障关键工序数据传输的完整性,同步构建分布式控制节点的动态响应模型,使工艺调整指令能够精准触达目标设备。系统内置的信号校验算法自动识别线路干扰与传输延迟,配合拓扑结构优化实现复杂工况下的网络稳定性^[3]。

3 电气自动化融合技术在电气工程中的具体应用

3.1 分散测控

电气自动化融合技术在分散测控领域通过分布式的智能终端与通信网络,实现设备级的数据采集与自主决策。系统采用模块化设计将控制功能下沉至各节点单元,每个智能终端内置独立的数据处理芯片与算法模块,既能实时解析传感器信号完成局部闭环控制,又能通过工业以太网与相邻节点交换关键参数。该技术运用冗余通信架构与自适应协议,确保在单个节点故障时自动切换备用线路维持系统整体稳定,同时通过组态软件实现所有终端运行状态的统一可视化监控。分散测控体系支持远程参数配置与逻辑更新,使设备形成既能分散自治又可集中协调的弹性控制网络,显著提升复杂电力系统的容错性与响应实时性,分散测控技术在电气工程中的应用情况如表1。电气自动化融合技术在分散测控领域通过构建分布式智能终端集群,实现工业生产现场的实时参数采集与设备联动控制,例如在制造车间部署自适应调节系统精准匹配加工设备运行状态。

表1 电气自动化融合技术的应用领域

应用领域	监测参数	故障率降低/%
变电站	温度、压力、电流	30
输电线路	电压、电流、功率	28
配电网	电流、负荷、电压	32

3.2 电网调度

电气自动化融合技术在电网调度中通过集成多源数据采集与智能分析系统,构建覆盖发输变配用全环节的协同调控体系。系统依托高速通信网络即时汇集各节点电压、负荷与设备状态参数,通过边缘计算单元完成本地数据的预处理与异常初筛,再上传至调度中心进行全网运行模式优化。该技术采用分层控制架构实现跨区域协同,基于负荷预测算法与故障诊断模型自动生成调节策略,同步建立设备远程联锁控制机制。通过标准化通信规约与信息安全防护体系,确保调控指令在各级变电站与发电单元之间的可靠传输,配合可视化平台实时跟踪电网运行态势。电网调度环节借助多维度时空数据分析模型,动态优化跨区域电力传输路径与无功补偿策略,典型应用包括新能源发电集群出力预测与并网功率柔性调节。

3.3 变电站自动化

电气自动化融合技术在变电站自动化中通过智能设备与通信系统的深度集成,构建覆盖全站设备的实时监测与控制网络。系统采用标准化通信协议将继电保护装置、智能终端与主控单元互联,实现开关状态、电流电压等参数的毫秒级采集与同步分析,通过边缘计算模块自主执行故障诊断与隔离策略。该技术结合冗余通信架构确保关键信号的双通道传输,利用可视化平台将设备运行工况动态映射为三维拓扑图,实现远程开关操作与参数整定。针对不同电压等级设备开发自适应控制算法,使无功补偿与电压调节指令能精准匹配电网波动需求,同时部署加密认证机制保障调控指令的安全性。当前变电站自动化则依托智能断路器的数字孪生系统,同步执行电气量监测与保护逻辑运算,如通过在线绝缘监测模块提前预警设备异常发热趋势^[4]。

4 电气工程中加强电气自动化融合技术的策略

4.1 配套设施的完善

在电气工程领域强化自动化技术的融合应用,需围绕基础设施建设重点推进多层次技术整合框架。通过部署具备异构设备兼容性的通信网关与多模态数据接口,构建覆盖传感层、传输层与决策层的统一协议转换体系,同步构建边缘计算节点与云端分析平台的分布式架构,实现设备状态的实时映射与预测性维护。配套形成覆盖智能终端、通信协议、数据格式的行业标准规范体系,融合开发适应多场景的安全防护机制与冗余校验模块,确保自动化系统在复杂工况下的可靠运行。重点完善包括仿真测试平台、信息安全认证中心在内的技术支撑体系,强化多专业协同创新机制,为自动化技术深度渗透发电、输电、配电全流程创造适配的底层技术生态^[5]。

4.2 系统化工作平台的建设

在电气工程领域深化自动化技术融合,需构建层级分明的系统化工作平台架构,重点开发具备多源异构数据整合能力的核心中枢模块。通过部署标准化数据接口与自适应通信协议转换机制,实现继电保护装置、智能终端与监控主站的深度互联。平台集成故障特征库与运行参数模型库,结合机器学习算法动态优化保护定值整定规则与负荷分配策略。同步建立包含设备全生命周期管理、能效评估优化、安全防护体系的功能矩阵,采用数字孪生技术构建三维可视化运维界面,实现设备健康状况实时仿真与隐患预测。该平台通过边缘计算节点与云端分析引擎的协同运作,形成覆盖数据采集、智能诊断、策略执行的闭环调控体系^[6]。

5 结束语

综上所述,电气自动化融合技术作为现代电气工程发展的重要方向,通过智能化控制与数字技术的深度融合,为电力系统的精准调控与高效运维提供了全新范式。该技术以智能感知、自主决策为核心特征,依托数字孪生与云边协同架构,不仅显著提升了设备运行的可靠性与响应速度,更实现了能源调度优化与全产业链协同。今后需要持续深化底层协议标准化建设、强化核心算法适应性以及健全系统容错机制,进而推动电气工程向自主化、智能化转型。

[参考文献]

- [1] 邵杨. 电气自动化技术在冶金电气工程中的应用[J]. 冶金与材料, 2024, 44(11): 92-94.
- [2] 解东. 浅析电气自动化技术在电气工程中的作用[J]. 模具制造, 2024, 24(02): 205-207.
- [3] 王忠武. 电气自动化技术在电气工程中的实际应用[J]. 中国设备工程, 2023, 14(21): 224-226.
- [4] 温键. 电气工程中电气自动化技术的应用研究[J]. 科技与创新, 2023, 22(13): 165-167.
- [5] 应健. 电气自动化技术在智能建筑电气工程中的运用分析[J]. 科技视界, 2023, 14(05): 67-70.
- [6] 王洪涛. 浅谈电气自动化技术在电气工程中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, 25(01): 96-98.

作者简介:

李书生(1983--),男,汉族,安徽人,本科,工程师,研究方向:基于AI算法的电气自动化系统优化和物联网(IoT)与电气自动化的融合应用等方向。

麻国栋(1981--),男,汉族,河北人,本科,工程师,研究方向:智能感知与设备状态监测在职业技能训练中的研究。