

智能化技术在电气工程自动化控制中的运用

朱航程

浙江慈爱装饰工程有限公司 浙江 杭州 310011

摘要: 本文围绕智能化技术在电气工程自动化控制中的应用展开研究。首先,对比传统自动化控制技术,阐述了智能化技术在高精度自适应控制、自主化故障处理、集成化协同控制等方面的核心优势。其次,系统介绍了模糊控制、神经网络控制、PLC 智能控制及智能传感与实时监测四类常用智能化技术的原理与特点。在此基础上,深入分析了智能化技术在电气设备优化控制、电气系统故障智能处理、电气自动化协同控制及电气系统参数优化四个场景中的具体应用方式与技术效果。研究表明,智能化技术可显著提升电气系统的控制精度、运行效率与故障处理能力,是推动电气工程自动化控制向高效、节能、智能化方向发展的关键技术支撑。

关键词: 智能化技术; 电气工程; 自动化控制; 运用

引言: 电气工程自动化控制是现代工业生产与能源管理体系的核心支撑环节,其运行效率与控制精度直接影响生产质量与能耗水平。传统自动化控制技术依赖固定参数与人工干预,在面对复杂动态工况时存在响应滞后、协同性差、故障处理效率低等突出问题。近年来,模糊控制、神经网络、PLC 智能控制及智能传感监测等智能化技术快速发展,为电气工程自动化控制提供了全新的技术路径。本文系统梳理了智能化技术在电气工程自动化控制中的核心优势与常用技术类型,重点分析了其在设备优化控制、故障智能处理、协同控制及参数优化四个方面的具体应用,旨在为电气工程智能化升级提供理论参考与实践指导。

1 智能化技术应用于电气工程自动化控制的核心优势

相较于传统自动化控制技术,智能化技术依托自主运算、智能识别、动态适配的核心特性,与电气工程技术需求高度契合,在实际应用中具备多方面显著优势,能够全方位优化电气控制系统的运行性能。(1) 智能化技术具备高精度自适应控制优势。传统电气自动化控制按照预设参数完成固定操作,无法根据电气设备实时运行状态调整控制参数,面对电压波动、负荷变化等动态工况,极易出现控制偏差。而智能化技术可通过传感器实时采集电气系统的电流、电压、温度、负荷等运行数据,依托智能算法完成数据的快速运算与分析,自主调整控制参数,实现自适应调控,大幅提升控制精度。(2) 具备自主化故障处理优势。传统电气系统故障排查依赖人工检测,不仅耗时较长,还容易出现漏检、误检问题。智能化技术可实现对系统故障的实时识别、精准定位与自主预警,部分常规故障可通过智能程序自

主完成修复调控,有效缩短故障处理时间。(3) 具备集成化协同控制优势。现代电气工程多为多设备、多模块协同运行模式,传统控制方式难以实现各模块的高效联动。智能化技术可搭建一体化控制平台,统筹管控各类电气设备,实现多设备协同作业、数据互通与联动调控,提升整个电气系统的运行协同性与整体作业效率。除此之外,智能化技术能够大幅减少人工操作环节,降低人工劳动强度,规避人为操作失误引发的系统运行问题,提升电气自动化控制的稳定性与安全性^[1]。

2 电气工程自动化控制中常用的智能化技术类型

2.1 模糊控制技术

模糊控制技术是基于模糊逻辑算法的智能化控制技术,区别于传统精准数值的固定控制模式,可适配电气工程中大量模糊、不确定、动态变化的运行工况。电气系统运行过程中,很多工况无法通过精准数值进行定义,如设备轻微过载、电压小幅波动、运行温度渐变等,传统控制技术无法精准识别此类模糊状态,难以做出合理调控。模糊控制技术可将模糊化的运行参数转化为可识别、可运算的逻辑信号,通过算法推演完成工况判断与控制决策,无需依赖精准数学模型,即可实现对复杂电气系统的动态控制。该技术主要应用于电气调速、电压调控、温度控制等场景,能够有效解决传统控制技术对非线性、动态化电气工况适配性差的问题,提升控制系统的容错能力^[2]。

2.2 神经网络控制技术

神经网络控制技术是模拟生物神经元运算逻辑构建的智能控制技术,具备强大的数据分析、自主学习与模

式识别能力,是电气工程自动化控制领域的核心智能运算技术。该技术通过多层神经元结构,对电气设备运行产生的海量数据进行分层处理、特征提取与规律归纳,能够精准捕捉电气系统运行中的细微变化与潜在关联规律。同时,神经网络具备持续自主学习能力,可通过不断积累运行数据迭代优化运算模型,逐步提升控制精度与泛化能力。在电气工程中,该技术主要应用于电气设备运行状态预测、多参数耦合协调调控、隐性故障早期识别等场景,能够有效处理多变量、非线性、强耦合的复杂电气控制问题,弥补传统 PID 算法与经验规则在运算能力与适应性方面的不足,为电气自动化控制提供更高效、更精准的智能决策支撑。

2.3 PLC 智能控制技术

PLC 智能控制技术是电气工程自动化领域应用最为广泛的智能化技术之一,具备运行稳定性强、操作灵活度高、系统集成性好等显著特点。相较于传统 PLC 固定编程控制模式,智能化升级后的 PLC 系统融入了智能运算、高速数据传输与动态调控功能,可根据电气系统实时运行数据自动调整控制程序与逻辑参数。该技术依托模块化硬件结构与可编程软件架构,能够适配不同类型、不同规模的电气设备与控制系统,完成电气设备启停控制、工艺流程调控、运行数据采集、多设备联动控制等多项功能。同时,PLC 智能系统具备极强的电磁抗干扰能力与宽温适应能力,可在高负荷、强电磁干扰、粉尘潮湿等工业复杂运行环境下保持稳定运行,是实现电气设备自动化、智能化协同控制的核心基础技术。

2.4 智能传感与实时监测技术

智能传感与实时监测技术是电气智能化控制的基础支撑技术,承担着数据采集、状态感知的核心作用。传统电气监测仅能采集基础运行数据,数据精度低、实时性差,无法为精准控制提供支撑。智能传感技术依托高精度传感器、物联网感知模块,可实时采集电气系统的电流、电压、功率、温度、振动、绝缘状态等全方位运行数据,实现对电气设备、线路、控制系统的全天候动态监测。同时,该技术可完成数据的实时传输与初步筛选,将有效运行数据同步至智能控制终端,为模糊控制、神经网络控制、PLC 智能调控提供精准的数据支撑,实现“感知-分析-调控”的一体化智能控制流程。

3 智能化技术在电气工程自动化控制中的具体应用

3.1 在电气设备优化控制中的应用

电气设备是电气工程自动化控制系统的核心载体,其运行稳定性与控制精度直接决定整体系统的工作质

量与能效水平。智能化技术的引入,使得对电机、变压器、变频器、开关柜等各类电气设备的控制方式从传统固定参数模式转变为精细化、自适应的动态优化模式。(1)在电机、变压器、变频器等核心电气设备的运行控制中,依托神经网络算法与模糊控制技术,可突破传统固定参数控制的局限,根据设备实时运行负荷与工况环境动态调整运行参数。以工业电机控制为例,传统模式下电机通常以额定功率持续运行,低负荷工况下存在显著能源浪费,高负荷工况下则易触发过载保护甚至造成绕组损坏。融合智能化技术后,系统可实时采集电机转速、定子电流、负载转矩、运行温度等多维数据,通过智能算法建立负载-功率-转速映射模型,自主推演当前工况下的最优运行参数,动态调节供电频率与电压幅值,使电机在满足负载需求的前提下维持最优能效比运行。(2)针对变压器、开关柜等静态电气设备,智能监测技术可实时感知绕组温升、绝缘介质状态、铁损与铜损水平等核心运行指标。当监测数据接近预设阈值时,自适应调控机制可自动启动冷却系统或调整负载分配策略,有效规避设备过热、绝缘劣化、损耗超标等运行风险,优化设备整体运行状态,延长设备使用寿命,降低非计划停机概率^[3]。

3.2 在电气系统故障智能处理中的应用

电气系统在长期运行过程中,线路绝缘老化、设备机械损耗、负荷突变波动、外部环境电磁干扰等多重因素均可能引发短路、过载、漏电、接地故障等各类异常。(1)传统人工排查模式依赖运维人员逐段检测,效率低、定位误差大,且响应周期长,极易导致故障范围扩大,影响系统整体运行可靠性。智能化技术可实现电气故障的实时监测、精准定位、智能分析与分级自主处理,显著提升故障响应速度与处理精度。(2)依托智能传感技术全天候采集电压、电流、温度、绝缘电阻等系统运行参数,结合神经网络算法与专家系统对历史故障样本库及实时异常数据进行关联对比分析,可快速识别短路、过载、漏电、设备异常等故障类型,并精确锁定故障发生点位。对于电压暂降、轻微过载、谐波超标等常规小型故障,智能控制系统可直接通过参数自适应调整、负荷自动分流、无功补偿切换等方式完成自主修复,无需人工介入。对于严重故障,系统可立即触发分级预警机制,同步记录故障发生时刻、故障类型、故障位置及关联运行数据,为人工维修提供精准依据,有效避免故障持续扩散。此外,系统通过持续积累故障处理数据并迭代优化算法模型,不断提升故障识别与处理的精准度,从根源上降低电气系统故障发生率。

3.3 在电气自动化协同控制中的应用

现代电气工程普遍采用多设备、多工序联动运行模式,各电气模块与设备之间逻辑关联紧密,单一设备运行异常即可引发连锁反应,导致整体系统工况失稳。(1)传统分散式控制模式下,各设备独立运行、缺乏统一调度,难以实现高效协同。智能化技术可搭建一体化智能控制平台,实现电气系统的集中管控与协同联动控制。(2)依托 PLC 智能控制系统与工业通信总线,整合各类电气设备的运行程序、通信协议与数据端口,打通不同设备、不同控制模块之间的数据壁垒,实现指令互通与逻辑联动。在工业电气生产线、楼宇电气控制系统、配电自动化系统等复杂应用场景中,智能平台可统筹管控全部电气设备,根据整体运行需求统一调度各设备启停时序、负荷分配与工序衔接,实现自动化、智能化协同作业。(3)系统可实时监测各功能模块运行状态,当某一设备出现过载、过温、通信中断等工况异常时,自动触发关联设备的参数调整与运行模式切换,维持系统整体平衡,避免故障传导扩散。该模式彻底解决了传统分散控制中设备联动滞后、配合失调、响应不同步等问题,显著提升了复杂电气系统的整体运行效率与可靠性^[4]。

3.4 在电气系统参数优化中的应用

电气系统的运行参数直接决定系统的控制精度、运行效率与综合能耗水平。传统人工参数调节方式依赖运维经验,存在明显的滞后性与主观性,难以适配动态变化的运行工况。智能化技术可实现电气系统运行参数的实时优化与动态校准,从根本上解决传统调参方式的固有缺陷。(1)通过智能传感模块持续采集系统电流、电压、有功功率、无功功率、谐波含量、设备损耗等核心运行参数,依托模糊控制算法与神经网络模型对多维参数进行综合分析并趋势预判,将实时运行数据与最优运行区间进行对比,自主完成参数微调与在线校准。针对电气控制系统中的 PID 控制参数、变频调速参数、稳压

稳压参数等核心控制参数,智能系统可根据不同运行工况与负荷状态,动态匹配最优参数组合,替代传统固定参数设置模式。(2)在负荷突变或工况切换场景下,智能优化系统可在毫秒级时间内完成参数重算与下发,确保控制响应与实际需求高度匹配。通过参数智能优化,可有效降低电气系统运行损耗,减小控制偏差,提升系统运行的稳定性与控制精准度,同时最大限度优化系统能耗,实现电气系统高效、节能运行^[5]。

结束语

智能化技术在电气工程自动化控制中的应用已从理论探索步入规模化落地阶段,其在设备优化控制、故障智能处理、协同控制及参数优化等方面展现出传统技术难以比拟的优势。模糊控制、神经网络、PLC 智能控制及智能传感监测等核心技术的成熟,为电气系统的高精度、高效率、高可靠性运行提供了坚实的技术支撑。随着工业物联网、边缘计算与人工智能算法的持续演进,电气自动化控制将进一步向自主决策、深度学习、全域感知方向发展。未来,智能化技术与电气工程的深度融合,将推动电气系统从被动响应向主动预判转变,从局部优化向全局协同升级,为工业生产与能源管理的智能化转型奠定核心基础。

参考文献

- [1] 张贵龙. 智能化技术在电气工程及其自动化控制中的应用研究 [J]. 自动化应用, 2024, 65(S2): 10-11+14.
- [2] 牛卿懿. 基于智能化技术的煤矿电气工程自动化控制系统研究 [J]. 电气技术与经济, 2024, (08): 216-218.
- [3] 吴燕峰. 智能化技术在电气自动化控制系统开发中的运用研究 [J]. 设备监理, 2023(02): 1-3+8.
- [4] 乔征瑞, 张玉. 探究当前智能化技术在电气工程自动化控制中的运用 [J]. 新疆有色金属, 2023, 46(05): 108-110.
- [5] 王雪. 智能化技术在电气工程自动化控制中的应用 [J]. 自动化应用, 2023, 64(08): 74-76.