

智能化技术在电气工程自动化控制中的应用研究

曹阳, 曹刚*

四川铁道职业学院, 四川 成都 610097

DOI: 10.61369/TACS.2025110031

摘 要 : 随着新一代信息技术的快速发展, 智能化技术在电气工程自动化控制中的应用逐渐广泛。凭借其自身强大的优势, 智能化技术成为电气工程自动化控制创新系统运行模式、提高系统稳定性和适应性的关键手段。基于此, 本文将通过分析智能化技术的优势, 探讨其在电气工程自动化控制中的应用路径, 以期为电气工程自动化控制的智能化发展提供新的思路。

关 键 词 : 电气工程自动化控制; 智能化技术; 创新; 系统运行

Research on the Application of Intelligent Technology in Electrical Engineering Automation Control

Cao Yang, Cao Gang*

Sichuan Railway College, Chengdu, Sichuan 610097

Abstract : With the rapid development of the new generation of information technology, intelligent technology has been increasingly widely applied in electrical engineering automation control. By virtue of its powerful inherent advantages, intelligent technology has become a key means to innovate the operation mode of electrical engineering automation control systems and improve system stability and adaptability. Based on this, this paper will analyze the advantages of intelligent technology and explore its application paths in electrical engineering automation control, aiming to provide new ideas for the intelligent development of electrical engineering automation control.

Keywords : electrical engineering automation control; intelligent technology; innovation; system operation

引言

随着工业4.0时代的到来, 作为工业生产、能源供应、基础设施建设的核心支撑领域, 电气工程自动化控制正逐渐向智能化、信息化转型, 传统电气工程自动化控制模式在系统运行和处理速度上逐渐显现瓶颈, 包括响应速度、调控精度、资源利用率等方面, 难以满足现代工业对高效、节能、安全、精准生产的多元化需求^[1]。在此背景下, 智能化技术凭借其自主故障诊断、自适应调节、智能状态检测等核心优势, 为电气工程自动化控制转型提供了技术支撑, 可以有效提升电气系统的运行效率、降低能耗损失、增强安全稳定性, 助力行业向高质量、可持续方向发展。

一、电气工程自动化控制的相关概述与发展特点

作为电气领域与自动化技术深度融合的核心应用领域, 电气工程自动化控制通常围绕电力系统、控制系统、计算机技术的集成与协调展开, 旨在借助技术手段实现电气系统运行的自主化、精准化与高效化^[2]。电气工程自动化控制具有较强的交叉性和自动化性特点, 融合了电气理论、控制工程、计算机技术、信息技术等多领域知识, 形成了以自动控制为核心的应用体系。当前传统电气工程自动化控制技术已经难以满足其多元化需求, 正向多个方向延伸拓展, 在智能电网方面, 以物联网、大数据、云计算等为代表的新一代信息技术正与能源互联网深度融合, 构建起覆盖发电、输电、配电、用电等全环节的智慧能源系统。

电气自动化控制系统是现代电气工程的核心, 其发展特点直接影响电气工程的质量与效率。具体而言, 其一控制对象的广泛性, 涵盖发电、输电、变电、配电、用电等电力系统全链条, 以及工业生产中的电机控制、电气传动、自动化生产线等各类电气设备与系统, 核心是实现对电流、电压、功率、频率等电气参数的精准调控; 其二控制目标的多元化, 传统以“稳定运行”为核心目标, 当前则拓展为高效节能、安全可靠、柔性适配、智能优化等多元目标, 既要保障电气系统的持续稳定运行, 又要实现资源利用效率的最大化与运行成本的最小化^[3]; 其三控制技术的智能化, 电气工程自动化控制系统可以借助人工智能、深度学习等技术对生产过程中的数据进行分析 and 处理, 并根据分析结果对生产过程进行智能化的调整和控制, 从而提高生产效率和生产质量。

二、智能化技术在电气工程自动化控制中的应用优势

（一）突破传统控制局限，实现控制效能的精准化

智能化技术凭借其自学习、自适应、自决策的核心特质，能够从根本上改变控制逻辑的构建方式，为复杂电气系统提供更精准的控制方案，具体而言智能化技术借助机器学习、模糊逻辑、神经网络等技术，能够对电气系统的复杂特性进行深度建模与动态感知^[4]，以此突破传统控制理论对线性系统与精确模型的依赖。同时通过对系统运行数据的实时采集与深度分析，智能化控制技术可自动识别系统动态变化规律，精准捕捉参数偏差与波动趋势，从而动态调整控制策略，实现精准调控；另外，在智能化技术的支撑下，控制系统可以自主适应外部环境与内部状态变化，自主完成控制策略的动态优化，当电气系统面临负载突变、设备老化、外部干扰等不确定因素时，智能化控制系统能够借助实时数据监测快速提取相关数据，分析变化趋势和影响因素^[5]，从而进一步实现自动化调整，确保控制效果的稳定性与高效性。

（二）依托自主故障诊断与预警能力，实现精准化修复

智能化技术凭借先进感知技术、智能算法与数据处理能力，可以依托自动化系统构建复杂的故障诊断模型，并对其出现的故障进行快速捕捉、反应和诊断，而后及时发出预警，实现系统故障从被动发现向主动干预的转型^[6]。电气系统的故障类型多样，故障特征往往呈现出不确定性和偶然性的特征，传统诊断方法难以建立全面的故障诊断机制，而智能化技术能够通过海量历史故障数据与运行数据的自主学习，构建多维度故障特征库与智能诊断模型，自动提取故障信号的特征与变化规律，实现对不同类型故障的精准分类与定位。同时通过实时数据分析，为维修人员提供详细的故障原因和位置信息，帮助维修人员快速采取针对性的措施，降低故障带来的影响。

（三）具备良好的扩展性和适应性，满足系统升级需求

智能化技术能充分结合各种不同的电气工程系统的特点进行有针对性地开发，在使用机器学习算法以及大数据分析时能够准确地把握不同类型的电气工程系统中存在的差异，并针对控制标准、运行需求、运行环境等方面的差异，构建个性化控制系统，以此来提高电气工程自动化控制系统的运维管理水平以及系统的稳定性和可靠性^[7]。而信息技术的发展推动了电气工程自动化控制的大规模应用及不断升级换代，同时借助模块化、标准化的技术架构及自学习控制算法能够不断提高控制系统的适用性和可拓展性，使得控制系统的动态调控及扩展工作获得更高效的技术解决方案；而且随着电气工程自动化控制系统规模逐渐扩大、功能日益完善，可以通过增加设备节点、扩展网络构架、更新软件算法等途径将智能控制系统进行横向扩容、纵向升级，实现功能升级与效能优化^[8]。

三、智能化技术在电气工程自动化控制中的应用路径

（一）借助智能化技术，实现故障智能诊断与实时检测

传统电气设备故障诊断通常依赖系统自动留下的故障痕迹、

相关特征与维修人员的专业经验，这样的诊断方式容易出现隐性故障的识别能力不足、故障定位精度有限，且难以捕捉故障演化的动态过程等问题，从而导致诊断滞后性强、误判率较高。电气设备故障往往隐藏在电流、电压、温度、振动、绝缘电阻等多维度运行数据中，且呈现出不确定性和偶然性特征。而借助智能化的技术力量，建立故障诊断机制，对设备故障从特征提取、模式识别到趋势预报进行全程记录^[9]。首先，智能诊断可以通过数据挖掘、机器学习、神经网络等方法，从海量历史数据中提取有价值的信息，发现问题点，将可能存在的问题及时标记，并将运行状态实时记录传递给维修人员，以便及时对设备实施维修维护。

其次，智能化系统可直接读取故障发生的瞬时数据，采用不同方式对故障发生时刻的时域、频域、时频域的特征参量进行综合解析和关联，并将采集的数据整理形成一套能全面反映当前设备状态的数据体系，便于对故障演化的过程变化情况进行识别和记录，从而为后续故障识别提供充分而又准确的理论依据，达到对故障的高效处理，提高生产质量^[10]；最后，在传统的故障处理上，过去更加依赖工作人员的经验 and 推理，难以处理复杂故障的模糊性与不确定性，而智能诊断模型通过对海量故障样本数据的训练，可以自主学习不同故障类型的特征模式，构建清晰的故障问题图谱，实现对复杂故障模式的精准识别，提升故障的诊断准确率，降低故障停机带来的影响。

（二）构建智能电气控制系统，实现精准、高效调节和优化

作为一种结合传统控制系统与自动智能化技术的新颖控制系统，智能控制系统利用智能算法与控制理论融合，形成具有自学习、自适应、自决策等功能控制体系，突破传统电气控制对精确数学模型和固定控制策略的依赖，实现对复杂电气系统的精准、高效的控制^[11]。与传统的自动化控制系统相比，智能电气自动化控制系统不仅仅需要软、硬件的配合使用，还可以基于智能技术对自己的结构进行调整和优化，来满足复杂的以及动态变化下的控制要求。

同时智能化技术可摆脱传统控制模型的解析局限性，建立数据驱动和模型驱动的混合控制模型，在不需要借助于系统的精确数学解析表达式的前提下，使用大量的运行数据训练来构建输入与输出间的非线性映射关系，而且引入智能算法，如神经网络控制、集成学习、强化学习等技术，可以在多变的环境中实现对电气系统更精准、高效的决策^[12]，从而达到精准控制及优化的效果，进一步提高电气控制的智能化水平和应对变化的能力。

（三）实时优化控制策略，提升系统自主决策能力

随着智能化技术的不断发展，电气工程自动化控制系统的智能化与自主化特征将得到最大程度凸显，使其具备自主适应内外部环境变化的能力，确保在复杂多变的运行场景中提升其自主决策能力，实现效能的最大优化。一方面，智能化技术赋予自动化控制系统精准感知内外部环境变化的能力，为控制策略优化提供实时、准确的状态依据，借助多维度传感器数据的融合感知与智能分析，控制系统能够实时识别电气系统的内部状态变化与外部环境干扰，并对这些变化的类型、强度与影响范围进行精准判断，帮助维修人员从复杂的数据中提取有效的信息，排除干扰信

号的影响,确保状态识别的准确性与可靠性^[13]。

另一方面,智能化技术借助学习算法与优化决策模型,能够实现控制策略的自主调整与持续优化。具体而言,当控制系统感知到内外部环境变化时,学习算法能够自动分析变化对控制效果的影响机制,结合历史运行数据与控制经验,调整控制模型的结构与参数,生成适配当前状态的优化控制策略。此外智能化技术的引入可以促使系统根据内部结构的变化实现动态化调整,确保系统在结构动态变化的情况下依然能够保持稳定、高效的控制效果,为大规模、复杂化电气系统的稳定运行提供核心技术保障。

四、结束语

综上所述,智能化技术在一定程度上拓展了电气工程自动化控制中的应用边界和深度,凭借自身强大的优势,可以实现故障智能诊断与实时检测、提升电气控制的智能化水平与适应能力,促使系统更稳定、可靠,以此推动生产提质增效。未来,智能化技术将更深入赋能电气工程自动化控制领域,为实现其智能化升级和高质量发展提供技术支撑。

参考文献

[1] 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.

[2] 祁洪雨. 智能化技术在电气工程自动化控制中的运用 [J]. 电子技术, 2024, 53(08): 322-323.

[3] 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, (07): 369-371.

[4] 宋亚楠, 杨欣. 电气自动化系统在电气工程自动化控制中的应用 [J]. 电工技术, 2024, (S1): 296-298.

[5] 赵国锋. 智能化技术在电气工程自动化控制中的实践应用 [J]. 数字技术与应用, 2024, 42(06): 238-240.

[6] 韦增习, 蒋婷, 廖华, 等. 智能化技术在电气工程自动化控制中的应用标准 [J]. 大众标准化, 2023, (19): 38-40.

[7] 何亚福, 李留现, 路续. PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的应用 [J]. 锻压装备与制造技术, 2023, 58(04): 83-84.

[8] 张建玉. 智能化技术特点及在电气工程自动化控制中的应用 [J]. 造纸技术与应用, 2023, 51(02): 42-44.

[9] 杨羽. 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(03): 158-160.

[10] 郭维, 徐其祥. PLC 技术在电气工程及其自动化控制 [C]// 中国煤炭学会煤矿自动化专业委员会. 第 30 届全国煤矿自动化与信息化学术会议暨第 11 届中国煤矿信息化与自动化高层论坛论文集. 平顶山天安煤业九矿有限责任公司, 2022: 22-26.

[11] 李宏健, 王安国, 刘馨鑫, 等. 人工智能技术在电气工程自动化控制中的应用研究 [J]. 电子元器件与信息技术, 2022, 6(12): 129-132.

[12] 王玮, 王凯, 孙健. 智能化技术在电气工程自动化控制中的具体应用及价值研究 [J]. 中国战略新兴产业, 2022, (27): 83-85.

[13] 张明丽. 浅谈电气工程自动化控制对智能化技术的运用 [C]// 香港新世纪文化出版社. 2022 年第五届智慧教育与人工智能发展国际学术会议论文集. 宁夏建设职业技术学院, 2022: 138-139.