

电气工程自动化中智能化技术研究

窦常伟

北京良安科技股份有限公司 北京 100000

摘要: 智能化技术在电气工程自动化中应用价值显著,可提升控制精度与效率、增强自适应与容错能力、推动节能减排。关键技术涵盖智能控制、感知与数据处理、运维与决策等方面。但应用中存在数据质量、算法复杂性与实时性矛盾、系统安全性与可靠性等问题。可通过构建标准化数据体系、优化算法与硬件、强化安全防护等路径优化。

关键词: 电气工程自动化;智能化技术;智能控制;研究

引言:在电气工程自动化领域,智能化技术正成为推动行业变革的核心力量。其凭借强大的实时数据处理、环境感知与自主学习能力,不仅显著提升了系统控制精度、自适应与容错能力,还为节能减排与绿色发展提供了有力支撑。然而,智能化技术在电气工程自动化应用中,也面临数据质量、算法复杂性与实时性矛盾、系统安全性与可靠性等诸多挑战。深入剖析其应用价值、关键技术、现存问题,并探寻优化路径,对推动电气工程自动化智能化发展具有重大现实意义。

1 智能化技术在电气工程自动化中的应用价值

1.1 提升系统控制精度与效率

在电气工程自动化领域,智能化技术对于提升系统控制精度与效率发挥着关键作用。电气工程运行过程中充斥着大量复杂变量,这些变量具有动态性和不确定性,传统控制方式难以精准应对。而智能化技术具备强大的实时数据处理能力,可迅速捕捉并分析这些复杂变量。借助先进的智能算法,如深度学习算法、自适应控制算法等,能够对控制参数进行动态优化调整。以电力系统调度为例,智能控制算法可实时感知负荷的波动变化,依据变化情况精准、及时地调整发电功率,让电压、频率等关键参数始终稳定在最优范围,进而有效提升供电质量,同时提高能源利用效率,降低能源损耗。

1.2 增强系统自适应与容错能力

电气工程的运行环境复杂多变,充满了不确定性因素,设备老化、负载波动、外部干扰等情况时有发生,这些都可能对系统的稳定运行构成威胁。智能化技术具备强大的环境感知和自主学习能力,通过持续监测系统状态,收集各类运行数据,并运用数据分析技术自主学习环境变化规律。当系统出现异常情况时,智能化技术能够快速调整控制策略或切换运行模式,确保系统在复杂环境下依然能够稳定运行,避免因局部故障导致整个系统瘫痪。同时,智能诊断技术犹如系统的“健康医

生”,能够提前识别潜在故障,及时发出预警信号,为维修人员提供准确的故障信息,从而降低故障停机概率,大大提高系统运行的可靠性和稳定性。

1.3 推动节能减排与绿色发展

在全球倡导节能减排、绿色发展的大背景下,智能化技术在电气工程自动化中的应用具有重要意义。它能够实现对能源消耗的精准管控,通过智能算法对能耗数据进行深度分析,挖掘能源消耗的规律和潜在问题,进而优化设备运行方式,减少不必要的能源浪费。此外,智能化技术还可利用智能监测系统实时监控污染物排放,确保各项环保指标达标。例如,在工业电机控制中,智能调速技术能够根据实际生产需求精确调节电机转速,避免了电机在低效区间运行,显著降低了电能消耗,为企业的绿色生产和可持续发展提供了有力支持^[1]。

2 电气工程自动化中关键智能化技术

2.1 智能控制技术

(1) 模糊控制技术:基于模糊逻辑理论,无需建立精确的数学模型,适用于具有非线性、时变性的电气工程系统。在电机调速、温度控制等场景中,模糊控制能够通过模糊规则处理不确定信息,实现平滑调节,提高控制的鲁棒性。(2) 神经网络控制技术:模仿人脑神经网络结构,通过大量样本训练形成输入与输出的映射关系,具备自学习和自适应能力。在电力系统负荷预测、复杂设备控制中,神经网络可通过不断学习历史数据优化控制策略,提升对复杂动态过程的控制精度。(3) 专家系统控制技术:将领域专家的知识 and 经验转化为规则库,通过推理机制解决电气工程中的决策问题。例如,在变电站自动化系统中,专家系统可根据设备状态信息判断故障类型并给出处理方案,辅助运维人员快速决策。

2.2 智能感知与数据处理技术

(1) 智能传感技术:集成了微型处理器和通信模块的智能传感器,能对电压、电流、温度、振动等物理量

进行高精度采集,并对原始数据进行预处理(如滤波、校准),再通过无线或有线方式传输至控制系统,为智能决策提供可靠数据支持。(2)大数据分析技术:电气工程自动化系统产生的海量运行数据中蕴含着丰富的规律信息。大数据分析技术通过数据挖掘算法提取关键特征,如设备性能衰减趋势、负荷变化模式等,为系统优化、故障预警提供数据驱动的依据。(3)机器视觉技术:通过图像采集设备和图像处理算法,实现对电气设备外观、线路连接等的自动检测。在输电线路巡检中,机器视觉可识别导线磨损、绝缘子破损等缺陷,替代人工巡检,提高检测效率和准确性^[2]。

2.3 智能运维与决策技术

(1)预测性维护技术:此技术深度融合设备运行数据、环境参数以及历史故障记录等多源信息,借助先进的智能算法,对设备剩余寿命进行精准预估,并提前洞察可能出现的故障类型与发生时间。基于这些预测结果,为每台设备量身定制个性化维护计划,实现从被动维修到主动预防的转变。以变压器为例,通过油色谱分析可检测油中溶解气体的成分与含量,结合振动监测技术捕捉设备运行时的振动特征,从而提前发现绝缘老化等潜在问题,及时安排维护,有效避免突发故障导致的生产中断与损失。(2)智能调度决策技术:在电力系统、工业生产等复杂电气工程场景中,智能调度系统扮演着关键角色。它能够全面综合考虑资源约束、负荷需求、成本目标等多方面因素,运用高效的优化算法,快速生成最优调度方案,确保各类资源得到高效配置,实现系统内各环节的协同运行,提升整体运行效率与经济效益。

3 智能化技术应用中的关键问题

3.1 数据质量与信息孤岛问题

在电气工程自动化系统推进智能化进程时,数据质量与信息孤岛问题成为关键阻碍。智能化技术的有效运行高度依赖高质量、全面且准确的数据作为坚实支撑。然而,实际状况却不容乐观,电气工程自动化系统在数据采集环节存在诸多缺陷,常出现采集不完整的情况,部分关键数据缺失,导致对系统运行状态的反映不够全面;数据精度也难以保证,误差较大,使得基于这些数据做出的分析和决策缺乏可靠性;而且数据格式不统一,不同设备、系统采集的数据格式千差万别,增加了数据整合与处理的难度。此外,不同设备、子系统之间数据接口不兼容现象普遍存在,各系统各自为政,数据无法顺畅流通与共享,形成了信息孤岛。这使得智能算法难以获取充足且有效的数据资源,进而严重影响决策

的准确性和科学性,制约了智能化技术在电气工程自动化领域的深入应用与发展。

3.2 算法复杂性与实时性矛盾

在电气工程自动化系统智能化升级过程中,算法复杂性与实时性之间的矛盾日益凸显。部分先进的智能算法,尤其是深度学习算法,凭借其强大的特征提取和模式识别能力,在诸多复杂任务中展现出卓越性能。然而,这类算法具有极高的计算复杂度,在训练阶段需要海量数据和强大的计算资源,历经漫长的时间迭代优化模型参数;在推理阶段,也需进行大量的矩阵运算和复杂的逻辑判断,消耗可观的计算时间和资源。但电气工程自动化系统对实时性有着极为严苛的要求,以电力系统故障处理为例,必须在毫秒级的时间内完成故障检测、定位和隔离等操作,否则可能引发大面积停电等严重后果。算法复杂性与系统实时性的冲突,极易造成智能控制响应延迟,使得系统无法及时、准确地做出决策和动作,进而影响整个系统的稳定运行,给电气工程的安全与可靠带来潜在威胁^[3]。

3.3 系统安全性与可靠性挑战

随着智能化技术在电气工程自动化系统中的深度应用,系统网络连接与数据交互的广度和深度大幅增加,这无疑为系统带来了更为严峻的网络安全(cybersecurity)风险。恶意攻击者可能利用网络漏洞,对系统发起诸如分布式拒绝服务攻击、病毒入侵等恶意行为,干扰系统正常运行;数据篡改等非法操作也可能悄然发生,破坏数据的完整性和准确性,进而导致系统失控,引发严重的生产事故和经济损失。此外,智能算法,尤其是深度学习等复杂算法,具有显著的“黑箱”特性,其决策过程难以直观解释和理解。一旦算法本身存在偏差或缺陷,在运行过程中就可能引发误操作,而且由于难以追溯决策源头,给故障排查和系统修复带来极大困难,进一步威胁到电气工程自动化系统的安全性和可靠性,成为智能化发展道路上亟待解决的关键问题。

4 智能化技术在电气工程自动化中的优化路径

4.1 构建标准化数据体系

在电气工程智能化发展的进程中,构建标准化数据体系是解决数据问题、推动智能技术有效应用的关键举措。(1)要建立一套全面且统一的数据采集、存储和传输标准。明确不同类型设备在数据采集时的精度、频率等要求,规范数据存储的格式与结构,统一数据传输的协议与规范,以此确保不同设备、系统之间能够实现无缝的数据互通,打破因标准差异导致的数据交流障碍。

(2)加强数据预处理技术的研发力度。运用数据清洗

技术,去除数据中的噪声、重复和错误信息;通过数据融合,将来自多个渠道的相关数据进行整合,形成更全面、准确的数据集;采用数据增强手段,对有限的数据进行扩充和优化,提升数据的质量和丰富度,为智能算法提供可靠、高质量的输入。(3)搭建一体化数据平台。该平台应具备强大的数据集成和管理能力,能够将分散在各个设备和系统中的数据进行集中存储和管理。同时,提供便捷的数据共享机制,使不同部门和环节的人员都能根据权限获取所需数据,打破信息孤岛,实现数据的深度挖掘和高效利用,为电气工程智能化决策提供有力支撑。

4.2 优化算法设计与硬件支撑

在电气工程自动化领域,为满足其严苛的实时性要求,需从算法设计与硬件支撑两方面协同优化。(1)在算法设计层面,开发轻量化智能算法是关键。一方面,可对现有复杂算法模型进行简化,去除冗余结构和参数,在保证算法核心性能的前提下,降低计算复杂度,加快推理速度。另一方面,积极引入边缘计算技术,将部分数据处理和决策任务从中心服务器迁移至数据源头附近的边缘设备。如此一来,数据无需长途传输至中心进行处理,在本地即可快速完成分析与决策,极大地减少了对中心服务器的依赖,有效缩短了响应时间。(2)在硬件支撑方面,要紧跟技术发展趋势,及时升级硬件设施。选用高性能芯片,其具备更强大的运算能力和更高的处理效率,能够快速执行复杂的算法指令。同时,合理部署边缘计算节点,构建分布式计算架构,进一步提升系统的整体计算能力。通过硬件的升级换代,为算法运行提供坚实的物质基础,从而在算法复杂性与实时性之间找到最佳平衡点,确保电气工程自动化系统能够稳定、高效地运行^[4]。

4.3 强化安全防护与算法可解释性

在电气工程智能化发展进程中,强化安全防护与提升算法可解释性是保障系统稳定可靠运行的两大重要任务。(1)建立多层次安全防护体系是抵御各类安全威

胁的关键。运用先进的加密技术,对数据在传输和存储过程中进行加密处理,防止数据被窃取或篡改;实施严格的访问控制策略,依据用户角色和权限,限制其对系统资源的访问,避免非法操作;部署高效的入侵检测系统,实时监测网络流量和系统行为,及时发现并阻断潜在的攻击行为,全方位保障数据传输和系统运行的安全。(2)加强智能算法的可解释性研究不可或缺。借助可视化技术,将算法复杂的决策过程以直观的图形、图像形式呈现出来,让技术人员能够清晰理解算法的推理逻辑;采用规则提取方法,从算法模型中提炼出易于理解的规则,使算法决策过程透明化,便于人工校验和故障追溯。此外,还应定期对智能系统进行全面的安全性测试,及时发现并修复潜在的安全漏洞,同时持续优化算法,降低因算法偏差或缺陷引发的风险,确保电气工程智能化系统安全、稳定、高效地运行。

结束语

智能化技术为电气工程自动化带来了控制精度提升、自适应能力增强及绿色发展等诸多价值,但也面临数据、算法、安全等方面的挑战。通过构建标准化数据体系、优化算法设计与硬件支撑、强化安全防护与算法可解释性等优化路径,可有效应对挑战。未来,随着技术的持续进步与创新,智能化技术将在电气工程自动化领域发挥更大作用,推动行业向更高效、智能、安全、绿色的方向迈进,创造更为显著的经济与社会效益。

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]王福宁.智能化技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].流体测量与控制,2024,5(6):15-17+22.
- [3]陈玉超.智能化技术在电气工程自动化系统中的应用研究[J].科技资讯,2024,22(21):70-72.
- [4]孙正伟,赵金金.电气工程及其自动化技术的智能化应用研究[J].时代汽车,2025,(04):22-24.