

人工智能背景下电气自动化的升级改造探究

关越¹ 陈玲²

1 马鞍山职业技术学院, 安徽 马鞍山 243000; 2 皖江工学院, 安徽 马鞍山 243000

摘要: 本文聚焦人工智能背景下电气自动化的升级改造, 探讨关键技术与应用、面临挑战及应对策略。在技术应用方面, 包括智能感知与数据采集、智能决策与优化控制、故障诊断与预测性维护等内容。分析了升级改造面临技术融合、数据安全、人才与成本等挑战。为此, 提出需推动行业标准制定、采用隐私计算技术、加强校企合作、政府出台扶持政策等策略, 以助力电气自动化实现智能化转型与可持续发展。

关键词: 人工智能; 电气自动化; 升级改造; 应对策略

Exploration of the Upgrading and Transformation of Electrical Automation under the Background of Artificial Intelligence

Guan,Yue¹ Chen,Ling²

1Maanshan Technical College, Maanshan, Anhui, 243000, China

2Wanjiang University of Technology, Maanshan, Anhui, 243000, China

Abstract: This paper focuses on the upgrading and transformation of electrical automation under the background of artificial intelligence, and explores the key technologies and applications, the challenges faced, and the corresponding countermeasures. In terms of technological applications, it includes intelligent perception and data collection, intelligent decision-making and optimal control, fault diagnosis and predictive maintenance, etc. It analyzes the challenges faced in the upgrading and transformation, such as technology integration, data security, talents, and costs. To this end, it proposes strategies such as promoting the formulation of industry standards, adopting privacy computing technologies, strengthening school-enterprise cooperation, and the government introducing supportive policies, etc., to help electrical automation achieve intelligent transformation and sustainable development.

Keywords: Artificial Intelligence; Electrical automation; Upgrading and transformation; Countermeasures

DOI: 10.62639/sspsstr11.20250204

前言

在科技迅猛发展的当下, 人工智能与电气自动化的融合成为行业发展的必然趋势。人工智能凭借其强大的数据处理与分析能力, 为电气自动化升级改造带来新契机, 推动其向智能化、高效化迈进。通过在关键技术上的创新应用, 可提升电气系统运行效率与可靠性。然而, 这一升级改造过程并非一帆风顺, 也面临着技术融合、数据安全、人才短缺、成本高昂等诸多挑战。深入探究这些问题并寻求应对策略, 对推动电气自动化产业发展具有重要意义。

一、人工智能助力电气自动化升级改造的关键技术与应用

(一) 智能感知与数据采集

1. 传感器技术创新

传统的温度、压力、振动等传感器正加速智能化升级, 新型智能传感器的应用对电气设备状态精准监测至关重要。升级后的温度传感器能实时高精度测温, 并通过内置算法预测温度变化趋势, 对过热风险进行提前预警; 经过升级的压

力传感器则可以自适应调整测量范围, 在复杂压力环境中提供稳定准确数据; 振动传感器借助 MEMS 技术, 敏锐捕捉细微振动, 助力进行故障诊断。同时, 不同类型传感器采集的数据在格式、频率、量级上差异大, 给监测带来了挑战^[1]。为实现全面精准感知, 多源异构数据采集融合技术搭建起了统一采集平台, 通过高速通信网络汇聚实时数据, 再运用卡尔曼滤波、神经网络融合算法等, 深度融合不同来源数据, 为后续分析决策提供全面反映系统运行状态的综合数据。

2. 数据预处理与特征提取

因从各类传感器采集的数据常夹杂噪声且量级、分布各异, 需要对数据进行预处理操作, 包括噪声处理与归一化。噪声处理常见方法有均值滤波、中值滤波和小波去噪等, 均值滤波通过计算数据窗口平均值平滑数据以去除随机噪声, 中值滤波取窗口中值输出对椒盐噪声抑制效果好, 小波去噪则利用小波变换多分辨率特性在去噪的同时保留数据细节。归一化将不同量级数据映射到 [0,1] 或 [-1,1] 等特定区间, 确保数据一致性与可比性, 常见方法有最大-最小归一化、标准化归一。经过预处理后的数据需要基于人工智能算

(稿件编号: SSTP-25-4-1009)

作者简介: 关越 (1984-), 男, 满族, 籍贯: 辽宁义县, 本科, 讲师, 研究方向: 电气自动化, 自动控制。
陈玲 (1982-), 女, 汉族, 籍贯: 安徽安庆, 硕士, 副教授, 研究方向: 电力电子功率变换, 优化算法控制。

法提取关键特征以反映电气系统运行状态, 比如说深度学习的卷积神经网络, 通过卷积层、池化层自动提取深层次抽象特征, 在分析电气设备振动信号时能捕捉时频域特征、挖掘故障潜在模式; 主成分分析则通过线性变换降低数据维度, 保留主要信息, 提高分析效率, 为设备状态评估与故障诊断提供有力支持。

(二) 智能决策与优化控制

1. 基于机器学习的控制策略

在电气自动化系统持续演进的进程中, 基于机器学习的先进控制策略成为提升系统综合性能的核心手段。自适应控制算法作为其中的典型代表, 能够精准捕捉系统运行状况的细微变化并迅速做出响应, 自动对控制参数进行调整。以电机调速系统为例, 其在实际运行中负载情况多变, 自适应控制依据负载实时发生的改变, 动态调整电机的输入电压与频率。这样就使得电机无论面对何种复杂的负载条件, 都能始终维持高效的运行状态, 极大地提升了能源利用效率。借助对系统历史运行数据的深度剖析, 构建精准的预测模型, 从而对系统未来的行为走势进行科学预测。基于此, 预测控制能够提前洞察系统可能出现的变化, 前瞻性地调整控制参数, 使系统能够从容应对即将到来的各种情况。通过这两种算法对系统运行数据的深度挖掘与分析, 实现了控制参数的实时、精准调整, 显著增强了电气自动化系统在复杂多变运行环境中的适应能力与稳定性。

2. 深度学习在复杂系统决策中的应用

深度学习作为当下人工智能领域的核心技术, 通过构建深度神经网络模型, 能够对电气系统中的运行数据进行深度挖掘与细致分析。以电网调度为例, 深度神经网络可以全面考量电网各节点的电压、电流、功率等关键因素, 同时兼顾实时用电负荷数据, 以及天气、时间等外部动态因素, 通过复杂的算法运算制定出最优的电力分配方案, 从而确保电网运行始终保持稳定且高效的状态^[2]。在工业自动化生产线控制方面, 深度学习模型能够对生产线上各类设备的运行状态进行实时、不间断的监测与评估, 一旦检测到异常工况就可以迅速调整生产流程, 有效避免生产事故的发生, 保障生产的连续性与安全性。这些成功实践充分凸显了深度学习在复杂电气系统决策中的巨大应用价值与潜力。

(三) 故障诊断与预测性维护

1. 故障特征识别与诊断模型

人工智能算法能够对电气设备在故障发生时产生的电流、电压、振动等各种信号进行特征提取与分类。例如在对变压器故障诊断中, 通过对其运行过程中的油温、油色谱等数据进行分析, 人工智能算法可以提取出反映故障类型与严重程度的特征信息, 进而判断变压器是否存在故障以及故障的具体类型。传统方法往往依赖于人工经验与简单的阈值判断, 在面对复杂故障与海量数据时显得力不从心。与传统故障诊断方法相比, 基于人工智能的诊断方法具有更高的准确性与时效性, 这种方法能够自动学习大量故障样本中的特征模式, 不受人为因素干扰, 快速准确地诊断

出故障, 大大提高故障诊断的效率与可靠性。

2. 预测性维护策略

预测性维护策略是基于设备运行数据与历史故障数据构建预测模型, 以此提前预测设备故障发生的概率与时间。通过对设备实时运行数据的持续监测, 结合历史故障数据中蕴含的故障发展规律, 预测模型能够对设备的健康状态进行动态评估。例如, 在风力发电机组的维护中, 通过收集风机的振动、温度、转速等运行数据, 以及历史出现故障时的数据, 建立预测模型来预测风机各个部件可能出现故障的时间节点与概率, 运维人员依据预测结果, 可以制定出合理的维护计划。相较于传统的定期维护策略, 预测性维护策略避免了过度维护与维护不足的问题, 有效降低了设备停机时间, 减少了不必要的维护成本, 同时也提高了设备的可靠性与使用寿命。

二、人工智能背景下电气自动化升级改造面临的挑战与应对策略

(一) 技术挑战

1. 人工智能与电气自动化技术融合难题

在人工智能与电气自动化融合的进程中, 技术体系间的壁垒成为阻碍升级改造的关键难题。不同技术体系间接口标准不统一, 人工智能领域的数据处理与算法优化与电气自动化专注的硬件设备及通信, 各自遵循着不同的标准规范。同时, 数据格式与传输协议的差异, 进一步加剧了集成上的困难。电气自动化设备采集的数据, 可能因特殊格式无法直接被人工智能算法有效处理; 而人工智能模型输出的结果, 也可能因传输协议不匹配, 难以顺畅应用于电气自动化系统。这种差异使得两个领域在实际集成过程中面临着重重困难, 严重制约了电气自动化的智能化升级。

为有效应对这一困境, 应当推动行业标准制定, 鼓励行业协会、科研机构以及企业需合作, 共同探讨并确立适用于两者融合的统一标准, 明确接口规范、数据格式以及传输协议等关键内容。同时, 要加强跨领域技术研发合作, 通过打破学科界限, 促进人工智能与电气自动化领域的专家、学者和工程师紧密协作, 研发出更具兼容性与适应性的技术方案, 从而打通技术融合的关键节点, 为电气自动化的升级改造铺平道路。

2. 模型泛化与适应性问题

复杂多变的电气运行环境给模型带来了诸多按难题, 电气系统的运行工况会受到温度、湿度、负载变化等多种因素影响, 使得运行环境极为复杂。在此情况下, 模型的准确性与稳定性容易受到冲击, 难以精准地反映系统的真实状态。同时, 新工况与新故障类型不断涌现, 也进一步考验着模型的适应性^[3]。随着电气技术的发展以及新设备的应用, 一些前所未有的运行工况和故障模式逐渐出现。传统模型往往基于过往的经验和数据进行训练, 面对这些新情况, 可能无法及时准确地做出判断和处理。

为有效应对这些挑战, 可以采用迁移学习与强化学习等技术。迁移学习能够将在一种场景下训练好的模型知识, 迁移到其他相关场景中, 提高模型

对不同工况的适应能力, 增强其泛化性能。强化学习则通过让模型在与环境的交互中不断学习, 根据奖励机制优化决策, 提升模型在复杂环境中的应对能力。此外, 还要及时收集新工况、新故障的数据, 持续更新模型数据, 并将其融入模型训练, 能够使模型不断进化, 更好地适应电气运行环境的动态变化, 从而确保模型始终保持较高的准确性与稳定性。

(二) 数据安全与隐私保护

1. 数据安全威胁

在数字化浪潮下, 电气自动化系统数据面临数据泄露与篡改等威胁, 时刻危及系统的稳定运行与信息安全。在数据采集时, 不法分子可能干扰传感器获取准确数据; 传输链路中, 数据可能在网络节点被截取或篡改; 数据存储时, 数据库可能遭受黑客攻击; 在数据使用过程中, 内部人员的不当操作也可能导致数据泄露。

因此, 必须建立多层次数据安全防护体系来有效应对这些风险。首先, 可以采用加密技术, 对不同阶段的数据进行加密处理, 确保数据即使被窃取也难以被解读。另一方面, 可以运用访问控制技术, 严格限定不同人员和系统对数据的访问权限, 只有经过授权的主体才能访问和操作相应数据, 从而全方位保障电气自动化系统数据的安全。

2. 隐私保护困境

在当今数字化时代, 电气设备运行所产生的数据很可能涉及企业商业机密与用户隐私。生产工艺、设备参数优化方案等企业商业机密关乎企业的核心竞争力, 而似家庭用电习惯、特定场所的用电数据等用户隐私类则直接关系到用户的个人权益。当进行数据共享与应用时, 如何在隐私保护与数据价值挖掘之间找到平衡, 是亟待解决的问题^[4]。在充分挖掘数据价值能够为企业带来生产效率提升、服务优化等益处的同时, 保护好用户隐私, 达到不损害用户和企业的利益, 降低引发法律风险的目的。

为应对这一挑战, 可以运用隐私计算技术来解决, 比如说联邦学习技术允许各参与方在不共享原始数据的情况下, 协同训练模型, 各方在本地进行数据计算, 仅将加密后的梯度等中间结果进行交互, 从而在保护数据隐私的同时, 实现模型的共同优化。另外, 同态加密也是一种有效的技术手段, 这种技术可以让数据在加密状态下进行计算, 计算结果解密后与明文计算结果一致, 确保数据在整个处理过程中始终保持加密状态, 有效保护隐私。通过这些技术, 可在保护隐私的前提下实现数据的有效利用。

(三) 人才与成本挑战

1. 复合型人才短缺

在人工智能与电气自动化深度融合的发展趋势下, 既精通人工智能又熟悉电气自动化的专业人才匮乏现状愈发凸显。这种复合型人才不仅要掌握人工智能领域的算法原理、模型构建与数据分析技能, 还需要熟知电气自动化系统的架构设计、设备运行原理及控制策略。当前此种类型人才的稀缺, 严重制约了行业的升级改造进程。同时, 人才培养体系与企业实际需求脱节问题也较为突出。高校作为人才培养的主阵地, 课程设置

往往侧重于单一学科知识的传授, 缺乏跨学科课程的有机融合, 导致学生虽在某一领域有一定知识储备, 但面对人工智能与电气自动化交叉领域的复杂问题时, 却难以有效应对。而实际中, 企业急需的是能够快速将理论知识应用于实际项目, 解决实际工程问题的人才, 这种脱节使得企业在人才招聘与培养上陷入困境。

为改善这一局面, 高校应当与企业应加强合作, 根据企业需求调整学科专业设置, 开设跨学科专业或课程模块, 让学生在学习过程中能够接触到两个领域的前沿知识与实践案例。从企业角度看, 可以为高校提供实习实训基地, 让学生参与实际项目, 积累实践经验。

2. 成本压力

在电气自动化的升级改造进程中, 众多是中小企业升级改造所需的高性能的传感器、先进的控制器等硬件设备采购价格不菲, 同时, 适配的软件系统开发也需要投入大量的人力、物力进行定制化编程, 后期软件更新、漏洞修复等多个方面的维护成本也居高。对于中小企业而言, 有限的资金储备使得它们在面对如此高昂的升级成本时, 承受着巨大的资金压力。并且, 由于升级改造的投资回报存在不确定性, 未来市场环境、技术发展等诸多因素都可能影响项目的最终收益, 这进一步加剧了中小企业的顾虑。

这就需要多方协同努力缓解这一困境, 政府应积极出台扶持政策, 通过提供财政补贴, 直接减轻企业的资金负担, 助力企业顺利开展升级改造项目; 还可以给予税收优惠, 降低企业运营成本, 提高企业的资金流转能力。企业自身也应合理规划升级路径, 依据自身实际情况和发展需求, 分阶段、有步骤地实施升级改造。这样既能避免一次性投入过多资金, 又能在每个阶段及时评估效果, 根据实际情况调整策略, 逐步降低成本, 确保升级改造工作稳健推进, 实现可持续发展。

三、结语

综上, 人工智能为电气自动化升级改造带来重大机遇, 关键技术的应用显著提升了系统性能与管理效率, 为行业变革带来了新的契机。电气自动化作为现代工业的重要支撑, 在人工智能的推动下正经历着深刻的升级改造。然而, 升级改造之路挑战重重, 政府、企业、高校与科研机构行业各方需通力合作、各司其职, 共同攻坚克难。这样才能推动电气自动化在人工智能浪潮中实现深度转型, 迈向智能化、高效化、可持续发展的新征程, 为各行业发展注入强劲动力。

参考文献:

- [1] 付锐, 姚丹. 基于计算机视觉的电气自动化智能检测方法研究 [J]. 自动化与仪器仪表, 2024, (11): 227-231.
- [2] 史志宏. 基于人工智能技术的电气自动化智能监控与数据研究 [J]. 电气技术与经济, 2024, (11): 66-68.
- [3] 陈建章. 人工智能在工业电气自动化 PLC 技术中的应用 [J]. 电气技术与经济, 2024, (11): 87-89.
- [4] 贾瑞兴. 人工智能技术在电气自动化控制中的应用 [J]. 造纸装备及材料, 2024, 53 (11): 133-135.