

Application of Artificial Intelligence Technology in Electrical Automation Control

Baizhao Zhang Jianan Wang

Huadian Laizhou Power Generation Co., Ltd., Yantai, Shandong, 261400, China

Abstract

Against the background of the intelligent transformation of the power industry, this paper analyzes the application details of artificial intelligence technology in the electrical automation control system to promote the upgrading of the electrical automation control technology system in power enterprises. The paper adopts a combination of theoretical analysis and case studies to analyze the current application status of artificial intelligence technology in the electrical automation control of power enterprises, points out the necessity of artificial intelligence technology empowering the upgrading of electrical automation control, and the future trend of innovative development. Based on practical case analysis, the application details of various artificial intelligence technologies in power equipment control, fault diagnosis, integrated regulation and control, and intelligent operation and maintenance are analyzed, providing technical references for the application of artificial intelligence technology in electrical automation control.

Keywords

artificial intelligence technology; electrical automation; power enterprises; intelligent transformation

人工智能技术在电气自动化控制中的应用

张百兆 王健安

华电莱州发电有限公司, 中国·山东 烟台 261400

摘要

基于电力行业智能化转型的背景,对人工智能技术在电气自动化控制体系中的应用细节展开分析,以推动电力企业电气自动化控制技术体系的升级。文章采用理论分析与案例研究相结合的方法,分析了人工智能技术在电力企业电气自动化控制中的应用现状,指出了人工智能技术赋能电气自动化控制升级的必要性,以及未来创新发展趋势。基于实际案例分析了多种人工智能技术在电力设备控制、故障诊断、集成化调控以及智能运维方面的应用细节,为人工智能技术在电气自动化控制中的应用提供技术参考。

关键词

人工智能技术; 电气自动化; 电力企业; 智能化转型

1 引言

随着我国电力行业的智能化转型,电气自动化控制技术已经与电力企业的生产运营、供配电等各项内容进行了深度融合。电气自动化控制显著提升了生产运营的精度,强化了企业的运营效率,对为社会提供稳定的供电服务有一定促进作用。但随着新时期用电需求逐渐提升,传统的电力企业面临着多元新能源并网、电网工况越发复杂的挑战,单一的电气自动化技术已经出现了滞后性,需要进行调整和升级。人工智能技术凭借着自动化信息收集、智能决策、数字化建模等多元优势,成为电气自动化控制系统升级的新型技术,对此进行分析,有助于为电力行业智能化升级与转型提供明

确方向。

2 新时期电力企业电气自动化控制发展现状

就我国目前的能源管理体系来看,电力行业的发展正朝着智能电网升级、源网荷储协同等多个层面进行创新,电气自动化控制体系推动了电力企业的高质量发展,同时也逐渐出现了部分滞后性,这些显露出的短板问题将成为制约企业发展建设的主要因素^[1],对整个行业的发展也会产生一定负面影响。

首先,电力企业的运营场景逐渐多元,不仅承担着为社会提供供电服务,还涉及基础设备运维、配电线路管控、站房集群管理以及新能源调度等多元化的职责。这就导致企业的日常运营面临着复杂的工况,需要进行多设备协同,且参数多变,传统的自动控制模式已经无法满足目前的精细化生产运营需求。

【作者简介】张百兆(1991-),中国山东潍坊人,工程师,从事电气工程研究。

其次,在“双碳”目标的影响下,电力企业还需要承担企业系统能效优化、构建新能源网发展的新模式,传统的电气自动化控制体系需要结合新的发展需求进行升级和调整,以提升管控的全面性,破除传统技术局限,促进电力行业的绿色低碳发展。

除此之外,部分企业所使用的电气自动化控制体系大多依赖于PID算法或者人工方式进行运行。存在一定局限性,例如非线性适配能力较弱,无法结合设备或系统的运营情况进行及时的动态调节,在故障检索和管理方面存在一定滞后性。尤其在受外部环境或其他因素的影响时,容易出现故障诊断偏差过大或响应不及时情况。

为了解决电力企业智能化转型过程中面临的诸多困境,企业需要对原有的电气自动化控制系统进行优化和调整。以人工智能技术为核心进行系统升级,能够显著提升电气自动化控制的精准性和规范性,可提升电力企业智能化转型的速度。

3 人工智能赋能电气自动化控制升级的必要性

人工智能技术的迭代,成为现代各行各业自动控制体系发展的新机遇。人工智能技术具备非线性建模、自主学习、智能决策等多元化的优势,对于破除传统电气自动化控制体系中的诸多短板有明显效果。

传统的自动控制技术涵盖了信息获取、数据分析、指令下发和机械执行,但人工智能技术可以在原有自动控制流程的基础上新增动态调整和多设备协同功能。比如,人工智能系统无需单独建立数学模型,便可以对海量数据进行针对性分析。对于集中调控电网参数、落实设备动态运行状态检测以及多设备协同管理,具有较强的应用价值,可以将设备运营管理、配电网维护与检测等多项功能进行整合,提升电力企业日常管理的效率与质量。

就目前全球各行业的发展趋势来看,人工智能技术和电气自动化控制体系之间的深度融合,已经成为多方关注的重点。我国将其纳入了智能电网建设的重要战略体系中,并出台了一系列政策,确保人工智能可以与电力行业的发展进行深度融合,以此推动能源体系的智能化转型,促进我国电网的能效优化以及安全发展。

4 人工智能技术在电气自动化控制体系中的融合实践

将人工智能技术和电气自动化控制体系进行融合,其核心目的在于改变传统电气控制的诸多短板,促进电气自动化控制提质增效。因此,本研究着重从电力企业日常生产运维的典型案例出发,分析人工智能技术在电气自动化控制中的应用重点,凸显智能化技术的应用价值,同时为同类型项目的技术升级提供参考。

4.1 基于人工智能实现电力设备智能控制

电力设备是电力企业高质量发展的核心,也是电气自

动化控制系统得以运行的载体。通过电气自动化控制系统,可以确保电力设备的运行稳定。但传统的电气自动化控制系统存在非线性适配不足,以及参数调节较为滞后等情况^[2]。为改变此类短板问题,通过人工智能技术进行动态调控,能够大幅提升设备控制的精准性和稳定性,能为电力企业的稳定发展打好设备基础。

在电力设备智能控制方面,所使用的人工智能技术通常为自主学习以及动态调控技术。此类技术的基础原理在于实时获取设备的运行状态,对设备所面临的运行工况、环境影响因素、能耗情况、磨损情况进行智能化监测,并根据预先设定好的分析指令,由系统自动判断电网运行的经济性以及设备的能耗情况,进而自动调整设备的运行参数。例如,某电力运维企业为了提升变电站变频器调控的精细化水平,在电气自动化控制系统升级的过程中,引入了强化学习技术(Reinforcement Learning, RL),该项技术属于机器学习技术中的一种,它允许智能体在与环境进行交互的过程中,通过频繁试错制定最优的决策和方案。该企业利用此种技术对辖区内的变频器进行集中调控,搭建了变频器智能调控平台。首先,通过构建强化学习智能体,将变频器的输出频率、运行电流、不同阶段的电网负荷作为已知条件,打造模拟空间。将能耗最低且设备运行最稳定时的基础数据作为奖励函数,让智能体通过持续性学习确定设备运行状态和电网工况之间的关联规律;然后基于对变频器数据的采集,由智能体自动制定设备的日常运行参数。在这一系统投入使用后,变频器调控的精准度大幅上升,设备运行的能耗平均降低了13.2%,单座变电站每年节省的电能约为2.7万度,大幅提升了企业的经济效益。

由此能够证明,人工智能技术在电力企业的设备智能调控中具备应用可行性,有助于提升调控的精准性和规范性,可广泛满足电力企业的设备智能调控管理、运维管理和效益管理需求。

4.2 基于人工智能落实电力系统故障诊断

随着目前电力企业发展规模的不断扩大,电力系统的设备数量逐渐增加,且设备的结构更加复杂。为了为社会提供稳定的供电服务,电力企业需要对设备的运行情况进行精细化的监督和管理,落实好故障精准排查以及诊断。在这一过程中,人工智能技术可以弥补电气自动化控制体系中存在的故障定位不准、排查效率低,以及存在排查盲区等短板,有助于强化故障诊断的准确性。

能够承担电力系统故障诊断的人工智能技术为深度学习技术(Deep Learning),深度学习技术与强化学习技术的不同点在于,前者更强调提高预测的精准性,比如通过深度学习了解学习对象的基础规律,将这些规律应用在图像识别、自然语言处理或者语音识别方面,以此优化模型参数,降低预测的误差^[3],而这一结果通常将作为强化学习技术应用的核心依据,因此,在电力企业的系统或设备故障诊断领

域,通过深度学习技术,能够显著提升故障诊断的精度。例如,变压器是电力输变电体系中最为重要的设备,变压器的运行状态将直接影响电网的安全性和稳定性。由于变压器需要长时间运行,将面临着绝缘损坏、零部件消耗、结构性能老化等安全威胁。部分风险点存在一定隐蔽性。传统的自动化控制体系,通常是从运行数据层面进行故障检测,忽视了物理结构、环境因素等方面的安全风险。因此,通过深度学习技术进行智能化的故障识别和早期预警,可显著提升故障诊断的精准度。某企业采用此种方式,对变电站内的28台主变压器进行故障诊断系统的升级,通过数据采集获取了10万余条变压器正常运行数据、3万余条各类故障数据,将这些数据构建成标准化数据集;由技术团队共同构建CNN-LSTM混合模型,该模型能够精准提取数据的核心特征,捕捉数据在不同工况下的变化规律,将其配置到变电站的监测系统中,可以结合实际需求,进行数据信息采集,在线推理以及故障预警。

该系统投入使用6个月后,结果显示:变压器各类故障的识别准确率达到98.6%,较传统单一自动化控制体系的效果提升了27%;可以将故障预警的时间由48小时提升至72小时,将故障排查的时间缩短至1.5小时;系统投入使用以来,有效规避了两起重大的变压器故障,减少了直接经济损失近45万元,同时也降低了日常检修的人工成本,可以为电力设备的日常故障检测提供技术支撑。

4.3 基于人工智能技术实现系统智能化调度

电力调度的主要目标在于促进区域内的供电平衡,进一步降低电网的损耗,同时在新能源高效发展的大环境下,提升电力企业的新能源消纳能力,也是促进整体行业高质量发展的重要体现。随着目前各类新能源的并网发展,电力企业系统面临的负荷波动较大,分布式电源较多,导致日常调度的复杂性和难度有所提升。而传统的人工规划以及自动化控制方式无法实现覆盖全域的灵活调度,这就需要通过人工智能技术进行精准的数据分析实现智能化调度。例如,某电力企业负责该城区的配网建设,整体面积达到79平方公里,辖区内包含18座光伏电站、25座电动汽车充电站以及8台储能设备,负荷峰值高达28万千瓦。在制定电力调度方案的过程中,要降低电网线路损耗,提升供电的稳定性与可靠性,将电压偏移量降至最小。为达成这一目的,该企业以人工智能技术中的模糊逻辑算法(Fuzzy Logic Algorithm)作为核心技术。该项技术具备非线性适配与多目标整合的优势,能够快速处理海量的数据信息,同时能兼顾多个目标进行集成化调度。首先,对全域的电力数据资源进行实时采集,获取了光伏电站、充电站以及储能设备的发电数据、充电负荷数据以及运行参数,并接入当地的气象数据以及用户的历史用电数据,构建了标准的数据库^[4];接下来以模糊逻辑算

法搭建调度决策模型,该模型可以统一对辖区内的多种用电服务进行集成化调度。在调度的过程中构建了模糊规则,该规则以新能源出力、电压偏差以及负荷波动为核心,可以对不同领域的输配电需求进行精准定位;人机交互平台能够提供人工干预与辅助的选项,系统在独立运行时可自动完成对光伏电站出力分配、储能设备充放电策略的调整,还可根据不同高峰期的实际情况,合理切换供电方案;在人为干预的条件下,工作人员可以通过人机交互平台实时了解调度的实际情况,可随时调整具体的调度方案和相关参数,确保指令可以精准落地;为了进一步满足不同阶段的输配电需求,该系统还可以基于电力企业的业务发展规模进行动态升级和优化,持续性地优化逻辑规则库,确保调度方案能够覆盖不同场景^[5]。

该模式代替了传统的自动化控制调度模式以及人工调度模式,将平均调度时间从2.5小时缩短至15~30分钟。不仅提升了调度效率,也能有效降低人工调度误差,减少自动化控制系统的调度盲区,对推动电力企业智能化调度体系的优化起到了积极促进作用。

5 结语

综上所述,以人工智能技术为核心,对电力企业的电气自动化控制体系进行升级和优化,是推动电力行业智能化转型的关键,同时也能够为我国其他领域的电气自动化控制体系升级提供技术参考。研究基于具体的工程案例,分析了人工智能技术中部分技术在电气自动化控制体系中的应用细节,完成了电力设备的智慧调控、精细化的故障诊断,以及覆盖全局的系统化调度,为电力企业的日常生产运营打下了稳定的安全保障,进一步强化系统的运行效率,降低运维成本,保障企业的智能化转型提质增效。未来,随着人工智能技术的不断发展和迭代,可以将研究重点聚焦在人工智能数据共享、算法适配研究方面,结合电力行业及其他行业的实际发展需求,对电气自动化控制体系进行持续升级,以推动我国各产业的智能化创新。

参考文献

- [1] 陈小兵.智能化技术在电气自动化控制中的应用分析[J].智能建筑与智慧城市,2025,(S2):326-328.
- [2] 张永芳.关于电气工程与其自动化的智能化技术应用[J].科技与创新,2025,(24):53-55+58.
- [3] 刘畅.人工智能技术在石化企业电气工程自动化控制中的运用分析[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(22):177-179.
- [4] 阮卫锋.企业电气自动化系统的智能化改造与发展趋势[C]//河南省豫商经济文化交流协会.2025中国城建经济研讨会论文集.浙江闰土新材料有限公司,2025:417-419.
- [5] 项礼春.电气自动化故障诊断及维护应用研究[J].中国设备工程,2025,(21):173-175.