

人工智能在电气工程及其自动化专业中的创新应用

郑 蕊 赵成业 刘耀东

内蒙古华电锡林浩特新能源有限公司 内蒙古 锡林浩特 026000

摘 要：为破解传统电气工程自动化调控精度低、运维模式滞后、适配性不足等行业痛点，本文结合人工智能与电气自动化核心理论，系统探究机器学习、深度学习及智能优化算法在电气设备故障诊断、电力调度优化、智能控制及电气设计仿真中的创新应用。同时剖析技术融合过程中存在的算法适配性弱、数据质量参差、落地成本高、复合型人才短缺等问题，并从技术、行业、人才多维度提出优化策略，展望智能化、无人化、绿色化的行业发展新趋势。

关键词：人工智能；电气工程及其自动化专业；创新应用

引言：在新型电力系统建设与工业智能化转型的大背景下，传统电气自动化被动控制、参数固化、自主决策能力薄弱的短板日益凸显，难以适配新能源并网、复杂工业生产的运行需求。人工智能凭借数据挖掘、智能识别、动态优化的核心优势，与电气工程自动化形成高度适配。基于此，本文梳理二者融合的技术基础，聚焦多场景创新应用，分析现存发展瓶颈并制定优化对策，旨在推动电气领域智能化升级，助力行业高质量、低碳化发展。

1 人工智能与电气工程自动化核心理论与技术基础

1.1 电气工程自动化核心理论

(1) 电气自动控制原理：作为电气工程自动化的核心支撑理论，主要包含闭环控制、自适应控制、集散控制等基础体系。该理论能够实时调节电气设备运行状态，修正系统运行偏差，有效保障电气设备、电力系统在复杂工况下的稳定性与可靠性，是电气自动化精准调控的理论根基。(2) 电力系统运行基础：涵盖电网调度、电能传输、电气设备运行、电力负荷调控等核心运行机制。该理论明确了电力系统电能输送、负荷分配、设备运维的基本逻辑，界定了自动化系统的运行标准与功能需求，为自动化技术落地电力场景提供了运行依据。

1.2 人工智能核心关键技术

(1) 机器学习技术：以监督学习、无监督学习、强化学习为核心技术体系，可对电力系统海量运行数据进行深度处理，完成电气数据智能分析、运行规律挖掘，同时支撑系统自主判断与动态决策，赋能电气自动化智能化升级。(2) 深度学习技术：依托卷积神经网络、循环神经网络等核心算法，适配电气领域复杂任务处理需

求，可精准完成电气设备图像故障识别、运行故障特征提取、电力时序数据预测等工作，大幅提升电气系统故障研判的精准度。(3) 智能优化算法：包含遗传算法、粒子群算法、蚁群算法等经典算法，主要应用于电力调度优化、电气控制参数自适应调整等场景，能够有效解决传统电气控制参数固化、调度效率低等问题，优化系统运行效能^[1]。

1.3 人工智能与电气工程自动化的适配性分析

(1) 数据层面适配：电气工程日常运行会持续生成海量时序运行数据、设备状态监测数据，数据体量庞大、维度丰富、真实性高，可充分满足人工智能算法模型的训练、学习与迭代需求，为智能技术落地提供充足数据支撑。(2) 功能层面适配：传统电气自动化存在被动控制、调控精准度低、缺乏自主决策能力等短板，而人工智能具备自主学习、智能识别、动态优化的核心能力，可有效弥补传统技术缺陷，提升电气系统控制的灵活性与智能化水平。(3) 发展层面适配：二者融合契合智能电网、智慧电气、智能制造的行业主流发展趋势，能够突破传统电气工程的运行局限，推动行业从传统自动化模式，逐步向智能化、精细化、无人化方向转型升级。

2 人工智能在电气工程自动化中的核心创新应用

2.1 在电气设备故障智能诊断与预警中的应用

(1) 基于深度学习的设备故障识别：在传统电气设备故障检测中，多依赖人工巡检与单一阈值比对，存在漏检、误检率高的问题。深度学习技术为电气设备故障检测提供了全新方案，通过卷积神经网络对变压器、断路器、电机等核心电气设备的运行图像、振动信号、温度信号进行特征提取，深度挖掘设备运行的细微

异常特征。该技术可精准识别设备短路、局部过热、线路老化、部件磨损等各类常见故障,不受环境干扰与人工经验限制,有效提升故障识别的准确率与全面性,保障电气设备稳定运行。(2)基于机器学习的故障预警预测:传统电气运维以事后故障维修为主,不仅影响电力系统与工业生产连续性,还会增加运维成本。机器学习算法可依托设备长期运行的时序监测数据完成模型训练,精准捕捉设备运行的劣化趋势,提前预判设备潜在故障风险与故障发生概率。通过持续的数据迭代与模型优化,彻底打破传统事后运维模式,实现电气设备运维从“事后维修”向“事前预警、提前运维”的智能化模式升级,大幅降低设备故障停机概率^[2]。(3)设备故障智能定位与溯源:电气设备故障往往存在诱因复杂、点位隐蔽的特点,人工排查耗时费力。借助人工智能大数据分析技术,可整合设备运行数据、历史故障数据、环境参数数据,快速比对数据差异、锁定故障精准点位,同时追溯故障根源,区分设备老化、操作不当、电网波动、环境影响等不同故障成因。这一应用极大缩短了故障排查与修复时长,显著提升电气设备运维效率与故障处置专业性。

2.2 在电力系统智能调度与优化中的应用

(1)电力负荷智能预测:电力负荷具有随机性、时段性、季节性波动特征,传统人工预测方式精准度较低,难以适配现代电网调度需求。人工智能依托循环神经网络算法,深度分析区域历史用电数据、气象变化数据、时段作息数据及产业生产数据,多维度拟合负荷变化规律,精准预测短期、中期区域电力负荷波动趋势。高精度的负荷预测结果,可为电网发电计划制定、电能分配调度提供可靠的数据支撑,保障电网供需初步平衡。(2)电网运行动态优化:传统电网调度参数固定、策略滞后,难以适配复杂多变的用电场景,易出现能耗浪费、供需失衡等问题。通过遗传算法、粒子群算法等智能优化算法,可实时采集电网输电、配电、用电实时数据,动态调整电网输电参数、配电策略与调压方案,实时平衡区域电力供需关系。有效规避电网过载、空载等不良运行状态,大幅降低电网输电损耗与整体运行能耗,提升电网运行的经济性与稳定性。(3)新能源电力并网智能调控:风电、光伏等新能源发电受天气、环境影响极大,具有间歇性、波动性、随机性特征,大规模并网易造成电网电压波动、频率偏移,影响电网安全。人工智能技术可实时监测新能源发电功率、电网运行状态,动态调节新能源并网容量与消纳策略,实现新能源电力平稳并网、动态消纳。有效解决新能源并网难、波

动大的行业痛点,提升新能源利用率与电网兼容适配能力,助力新型电力系统建设^[3]。

2.3 在电气自动化智能控制系统中的应用

(1)工业电气设备自适应控制:工业生产工况复杂多变,传统电气设备固定运行参数难以适配动态生产需求,控制精度有限。依托强化学习算法,系统可实时感知工业生产负荷、工况环境的动态变化,自主优化调整电机、变频器、调节器等核心电气设备的运行参数,实现设备自适应调控。有效提升工业电气自动化控制的精准度与适配性,保障生产工艺稳定性,提升工业生产智能化水平。(2)智能变电站自动化管控:传统变电站依赖人工值守巡检,存在工作强度大、响应滞后、人为失误等问题。人工智能技术可实现变电站各类设备运行状态的24小时实时监测、运行数据自动采集、异常状态智能研判,可自主完成常规操作决策、异常故障预警处置,全方位推进变电站无人化、智能化值守改造,提升变电站运行管控的高效性与安全性^[4]。(3)楼宇电气智能自动化控制:在现代智能楼宇建设中,人工智能可对楼宇照明、配电、空调、通风等各类电气系统进行集成管控,根据人员流动、环境温度、时段变化实现多设备智能联动调控。在满足楼宇居住、办公使用需求的前提下,最大限度减少无效能耗,实现楼宇电气系统节能降耗与精细化智能管控,契合绿色建筑发展理念。

2.4 在电气设计与仿真优化中的创新应用

(1)电气线路与设备智能选型:传统电气设计依赖设计师经验,易出现选型冗余、线路布局不合理等问题。人工智能可根据电气工程实际场景、负荷等级、供电需求及安全规范,智能匹配最优电气设备型号,自动优化线路走向、布局方案,规避设计漏洞,大幅提升电气设计的科学性、规范性与经济性。(2)电气系统仿真智能优化:电气系统仿真是工程设计、系统调试的关键环节,传统仿真模型参数固定、误差较大。结合人工智能算法可动态优化仿真模型参数,修正仿真偏差,贴合实际电气系统运行状态,有效提升仿真结果精准度,提前预判设计缺陷与运行隐患,降低电气工程设计的试错成本与后期改造投入。

3 人工智能在电气工程自动化应用现存问题与优化发展策略

3.1 人工智能在电气工程应用中的现存问题

(1)算法适配性不足:目前多数通用人工智能算法面向通用场景研发,未针对电气行业复杂工况深度优化,在电力负荷剧烈波动、设备极端运行等特殊场景

中,存在预测精度不足、控制响应滞后等问题,难以满足电气系统高精度运行要求。(2)数据安全与质量问题:电气工程各类监测数据、运行数据分散存储于不同设备与系统中,数据碎片化严重,且易受设备故障、环境干扰出现数据失真、缺失情况。同时海量电气数据的传输与存储过程,存在数据泄露、被篡改等安全隐患。(3)技术融合落地难度大:传统电气设备存量、老旧设备占比高,这类设备硬件性能有限,无法适配高精度智能算法系统。且整体智能化改造投入成本较高,中小企业及传统电力场景升级意愿不足,严重限制智能技术的普及落地。(4)专业复合型人才短缺:电气工程与人工智能分属不同技术领域,行业现有从业人员多仅掌握单一专业知识,既精通电气系统运行原理、又熟练掌握人工智能、大数据技术的复合型人才稀缺,极大制约了技术融合与创新推广。

3.2 技术层面优化改进策略

(1)定制化算法优化:针对设备故障诊断、电力调度、新能源并网等细分电气场景,结合行业运行特性优化算法结构,剔除通用算法冗余模块,强化算法对电气工况的适配能力,提升复杂场景下的预测、识别与调控精度,打造电气领域专用智能算法体系。(2)构建标准化电气数据库:统一电气数据采集、整理、存储与传输标准,搭建规范化、一体化电气数据平台。通过数据清洗、纠错、补全处理无效、失真数据,保障数据完整性与真实性,为人工智能模型训练、迭代优化提供高质量的数据支撑。(3)轻量化智能技术适配:聚焦老旧设备改造难题,研发低成本、小型化、轻量化的智能感知与控制模块,无需大规模更换原有设备即可实现智能化升级,有效降低行业改造成本,加快智能技术在传统电气系统中的落地应用^[5]。

3.3 行业与人才层面发展策略

(1)完善行业技术标准:结合智能电气技术发展现状,统一人工智能在电气控制、故障诊断、数据应用等领域的技术规范与安全标准,明确技术应用边界与操作规范,整治行业乱象,引导行业规范化、有序化发展。(2)强化复合型人才培养:高校优化电气工程专业课程体系,增设人工智能、大数据分析、智能算法等相关课程,搭建交叉学科培养体系。企业开展定向实操培训,提升在岗人员智能技术应用能力,全方位补齐行

业人才短板。(3)推进产学研深度融合:推动高校、科研院所与电力企业、工业企业协同合作,依托科研资源开展关键技术攻关,结合企业实际场景开展技术落地试验,加速新技术、新方案的成果转化,助力行业智能化升级。

3.4 行业未来发展趋势展望

(1)智能化深度融合:未来人工智能将与物联网、大数据、5G 通信技术深度融合,打通电气设备监测、调度、运维全链条数据壁垒,实现电气工程全场景、全流程的智能化感知、分析与管控。(2)无人化自主运行:随着智能算法与控制系统持续优化,电力系统、工业电气自动化系统将具备高度自主决策、自主运维能力,可自主处置常规故障与工况波动,无人化运行模式将全面普及。(3)绿色智能协同发展:人工智能将精准赋能电气系统节能降耗与新能源消纳,有效解决风电、光伏并网波动问题,提升能源利用效率,推动电气工程向智能化、绿色低碳化方向协同发展。

结束语

本文全面阐述了人工智能在电气工程自动化各核心场景的创新应用价值,有效弥补了传统电气技术的诸多缺陷,显著提升了电力系统运行稳定性、运维效率与节能水平。同时明确了当前技术融合落地的各类难题,提出针对性的技术优化、行业规范完善与人才培养策略。未来,随着多技术深度融合,电气工程将全面迈向智能化、无人化、绿色化新阶段,为新型电力系统建设提供坚实技术支撑。

参考文献

- [1] 王朋辉.人工智能在电气工程及其自动化专业中的创新应用研究[J].中国设备工程,2026,16(1):39-42.
- [2] 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.
- [3] 周梦阳.浅谈电气工程自动化与人工智能技术的融合及发展趋势[J].通讯世界,2025,32(11):125-127.
- [4] 徐海峰,徐宗刚,史丰荣.人工智能技术在电气工程自动化中的应用及发展[J].造纸装备及材料,2025,54(9):76-78.
- [5] 郝显翔,侯宏霖.电气工程中人工智能技术的应用分析[J].电子质量,2024,31(11):185-188.