

电力工业工程领域中人工智能技术的应用研究

李 良

(西北(西安)电能成套设备有限公司, 陕西 西安 710054)

摘 要 随着社会逐步发展, 环境污染加剧, 对于可持续发展的要求不断提高, 能源结构转型成为各国共同关注的焦点。传统化石能源使用导致环境污染危害, 而新兴清洁能源的研发和应用能够有效减少温室气体排放, 缓解气候变化, 提高能源供应的安全性和独立性。然而, 电力系统内接入大量新能源, 这会对原有的电力系统产生一定的影响。在此背景下, 人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术凭借其在大数据分析、机器学习、深度学习等领域的优势, 可以保证电力系统正常运营且能满足新能源接入需求。研究表明, 在电力系统中, 通过采用人工智能技术可提高系统智能化水平, 显著提高电力行业的运营效率和服务质量。

关键词 电力工业; 人工智能; 自动化巡检

中图分类号: TM76; TP18

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.28.012

0 引言

随着经济的发展和技术的进步, 能源需求持续增长, 但同时环境污染和资源短缺问题也日益严峻。面对这些挑战, 推动能源结构转型, 开发和应用已经成为社会各界关注的重点内容。人工智能以其独特的能力, 能够处理和解析大量复杂数据, 并从中提取有价值的信息, 尤其是在电力工业中, 人工智能的应用不仅可以提高系统的自动化程度和智能化水平, 还有助于增强电网的灵活性和可靠性, 进而促进整个行业的转型升级。因此, 研究电力工业工程领域中人工智能技术的应用价值, 能够保证新能源系统逐步接入电力系统中, 保证能源供应充足且能改善世界能源格局。

1 人工智能技术概述

人工智能是指由计算机系统所表现出的智能行为。它旨在通过模拟、扩展人类智能的方式, 使机器能够执行通常需要人类智能才能完成的任务, 如学习、推理、解决问题、感知、语言理解等。AI技术的发展经历了多个阶段, 从早期的基于规则的专家系统到如今深度学习驱动的高度自动化模型, 其进步极大地拓宽了应用范围和可能性^[1]。

机器学习是AI的一个重要分支, 专注于开发算法和统计模型, 使计算机能够在不进行明确编程的情况下从数据中学习。机器学习可以分为监督学习、无监督学习、半监督学习和强化学习等多种类型。监督学习通过使用标记的数据集训练模型, 以预测或分类新数据; 无监督学习则处理未标记的数据, 旨在发现数据内部的结构和模式; 强化学习通过建设互动学习的

理论体系, 能够实现整个系统控制水平的提高。深度学习以先进技术作为支撑, 利用多层神经网络模仿人脑的工作方式, 以实现复杂数据的学习和抽象表示。近年来, 随着计算能力的增强和大数据的可用性增加, 深度学习在图像识别、语音识别、自然语言处理等领域取得了突破性的进展。自然语言处理是AI技术的一个关键领域, 涉及让计算机理解和生成人类语言的能力。神经语言程序学结合了语言学、计算机科学和机器学习的方法, 用于解决文本分析、情感分析、自动翻译、问答系统等问题。近年来, 随着深度学习技术的进步, 神经语言程序学的应用得到了显著提升。计算机视觉旨在赋予机器“看”的能力, 即从数字图像或视频中提取信息并理解其内容。这项技术广泛应用于物体识别、场景重建、运动分析等多个领域^[2]。

2 电力工业工程领域现状分析

2.1 能源结构转型加速

现代社会可持续发展策略不断应用, 对于能源方面的关注度日益提高, 能源结构转型成为各国共同关注的焦点。传统的化石能源(如煤、石油和天然气)因其高污染和不可再生性正逐渐被清洁能源(如风能、太阳能、水能等)所取代。这种转变不仅有助于减少温室气体排放, 缓解气候变化, 还能提高能源供应的安全性和独立性。我国已经制定了一系列政策措施来促进新能源的发展, 包括补贴政策、上网电价优惠以及建立绿色证书交易机制等。这些措施极大地推动了可再生能源项目的建设和运营, 使得风电、光伏等新能源发电量逐年攀升。然而, 新能源的大规模接入也

给电力系统带来了新的挑战,例如如何有效应对新能源发电的间歇性和不稳定性,确保电网的稳定运行。这就需要借助先进的技术手段,特别是人工智能技术,来优化能源配置和管理。

2.2 智能电网技术得到广泛应用

智能电网作为现代电力系统的发展方向,集成了先进的传感测量技术、信息技术、分析决策技术和自动控制技术,实现了电网的智能化监测、保护和控制。通过在传统电网中融入数字化和信息化元素,智能电网能够更有效地整合各种类型的电源,包括分布式能源资源,并提高整个系统的灵活性和可靠性。目前,智能电网技术已在全球范围内得到了广泛的应用和发展。国家电网公司等主要电力企业积极推进智能电网建设,实施了多个示范项目。智能电表的应用大大提升了用电信息采集的效率和准确性;高级配电自动化系统的部署则增强了配电网的故障自愈能力和供电质量。此外,随着物联网技术的发展,越来越多的智能设备被连接到电网上,形成了一个庞大的网络,这为实现更加精细的能源管理和用户服务提供了可能^[3]。

2.3 电力市场改革不断深化

当前,全球电力市场正经历着深刻的变革,旨在提升市场效率、促进可再生能源的利用以及增强电网的灵活性和可靠性。在我国,电力市场改革也取得了显著进展。电力市场的改革主要体现在发电侧和售电侧的开放上。一方面,发电侧市场化交易规模持续扩大,大用户直购电试点逐步推广至全国范围,这使得更多的企业可以直接从发电厂购买电力,减少了中间环节,降低了用电成本。另一方面,售电侧改革也在稳步推进,鼓励社会资本参与售电业务,形成了多元化的售电主体结构,包括独立售电公司、工业园区售电公司等,增加了市场竞争性。此外,随着电力现货市场的建设和发展,电力交易的时间尺度进一步细化,实现了日前、日内甚至实时的电力交易,提高了电力资源配置的效率和灵活性。同时,绿色证书交易机制等新型市场工具的应用也为可再生能源的发展提供了有力支持。

2.4 分布式能源系统与储能技术发展迅猛

可再生能源是现代科学技术发展下的产物,能够满足能源供应需求且降低能源生产运营成本,分布式能源(如太阳能光伏、小型风力发电装置等)在电力工业工程领域中的应用越来越广泛。分布式能源系统允许用户在本地生成电力,这不仅减少了对集中供电系统的依赖,还提高了整个电网的弹性和可靠性。分布式能源的发展也带动了储能技术的需求增长。储能系统,比如电池储能、抽水蓄能、压缩空气储能等,

能够储存多余的电能并在需要时释放,这对平衡供需、稳定电网频率和电压至关重要。特别是在可再生能源比例不断提高的情况下,由于这些能源具有间歇性和波动性,储能技术对于确保能源供应的稳定性显得尤为重要。最后,随着物联网、大数据分析、人工智能等信息技术的融合应用,分布式能源系统和储能解决方案正在变得更加智能化。智能管理系统可以实现对分布式能源资源的实时监控、预测和优化调度,进一步提升了能源利用效率和服务质量。这种趋势有助于构建更加灵活、高效且可持续的未来电力系统。

3 人工智能技术在电力工业工程领域的应用

3.1 在预测性维护中的应用

传统的设备维护策略通常依赖于定期检查或故障发生后的修复,这种方法往往既耗时又耗费资源,并且难以避免意外停机带来的损失。而基于人工智能的预测性维护则能够通过对设备运行数据的实时监测和分析,提前发现潜在的问题并预测故障发生的可能性。利用机器学习算法对历史数据(如温度、振动、压力等传感器数据)进行训练,可以建立起准确的设备健康状态模型。该模型能够识别出正常工作模式与异常模式之间的差异,从而在早期阶段就预警即将发生的故障。例如:在风力发电机组中,通过收集风机叶片的振动信号和转速信息,结合深度学习算法,可以实现对叶片损伤情况的精确预测,有效预防因叶片断裂导致的重大事故。此外,预测性维护还支持定制化的维护计划制定,根据每台设备的实际状况安排最适合的维护时间点,最大限度地减少不必要的停机时间,延长设备使用寿命,降低维修成本^[4]。

3.2 在自动化巡检中的应用

随着无人机、机器人技术和人工智能的发展,自动化巡检逐渐成为提升电力系统运维水平的关键手段。通过搭载高清摄像头、红外热像仪等设备的无人机或地面机器人,可以对输电线路、变电站等关键电力设施进行自动化的巡视检查。这些设备能够在复杂多变的环境中执行任务,如跨越山川河流、穿越森林荒漠等,大大提高了巡检范围和频率。同时,通过先进计算机技术能够实现对整个系统的精准化控制,并且实时采集图像和视频文件,快速识别出诸如绝缘子破损、导线断裂、杆塔倾斜等问题,并及时发出警报。长期的数据积累还能帮助建立设施健康状况的动态模型,为预测性维护提供有力支持。

3.3 在故障诊断与处理中的应用

故障诊断与处理是保证电力系统安全稳定运行的核心环节之一。传统方法往往基于专家经验或简单的

阈值判断来识别故障类型并采取相应措施,这种方法存在一定的局限性,特别是在面对复杂的电力系统时,难以精确快速地定位故障原因并制定有效的解决方案。借助AI技术,特别是机器学习和大数据分析,可以从海量的历史运行数据中挖掘有价值的信息,构建高精度的故障诊断模型。例如:通过神经网络算法对于系统数据做出精准分析,掌握变压器的运行状态,可以有效识别早期故障迹象,提前预警潜在风险;对于电网故障,可以通过分析电压、电流波形特征,结合深度学习技术准确判断故障位置和类型,指导维修人员迅速响应。在故障处理方面,智能调度系统可以根据实时监测数据和故障诊断结果,自动生成应急处理方案,包括调整负荷分配、切换备用电源等操作,以最小化停电影响^[5]。

3.4 在能源优化与调度中的应用

电力系统运营过程中需进行能源系统的优化和调整,尤其是在当前可再生能源比例逐渐增加的背景下,如何有效地整合各种能源资源、提高电网的灵活性和可靠性成为一个重要课题。AI技术能提高系统控制的精度,达到电力系统人工智能化转变要求。智能化技术利用机器学习算法掌握大量数据信息,并且对数据价值进行分析。这有助于电力公司更好地规划发电计划,避免能源浪费或短缺。例如:在风能和太阳能等间歇性能源占比较高的地区,AI可以通过预测天气变化来提前调整传统能源发电量,确保电力供应的稳定性。同时,AI还可以用于优化需求侧管理,通过对用户用电行为的分析,设计个性化的激励机制,进而促使电力用户分时段合理利用能源,减少峰谷差,提升整个系统的运行效率。

3.5 在智能电网管理中的应用

智能电网管理涉及从发电、输电到配电直至用户的各个环节,旨在构建一个更加智能化、高效化和可持续发展的电力网络。在发电环节,AI可以优化各类电源的组合配置,特别是在处理风电、光伏等新能源接入时,确保电网稳定运行的同时最大化利用清洁能源。另外,在输配电方面,借助物联网技术和大数据分析,AI能够实现对电网状态的全面监控和故障预警,及时发现并解决问题,防止事故扩大。对于用户端而言,智能家居设备的发展使得家庭能源管理系统变得更加智能。通过与智能电表相连,这些系统可以根据电价波动自动调节家电的工作模式,帮助用户节约电费。同时,AI还能支持虚拟电厂的概念,将分布式能源资源(如家用太阳能板)聚合起来形成一个虚拟的整体,参与电力市场的交易,增强电网的灵活性和响应速度。

3.6 在电力系统安全与稳定中的应用

电力系统运行过程中必须确保其安全性、稳定性,这样能够保证新能源系统稳定接入电力系统内,有效降低能源损耗以及环境污染危害。基于机器学习算法,这些海量的数据能够被分析以识别潜在的风险因素,并预测可能发生的故障。使用时间序列分析模型对历史数据进行训练,可以提前发现电力设备的老化或异常工作状态,从而及时采取措施避免事故发生。在面对突发事件时, AI技术可以通过模拟不同的运行情景来评估各种应对策略的效果,提供科学依据,帮助操作人员做出最佳选择。现代电力系统面临着来自自然灾害、人为破坏以及网络攻击等多种威胁。为了增强系统的抗干扰能力, AI技术可以用于优化保护装置的动作逻辑,提高其适应性和准确性。除了技术层面的支持外, AI还有助于综合安全管理。通过对历史事件的学习, AI系统能够总结出有效的预防措施和应急预案,指导电力企业建立健全的安全管理体系。

4 结束语

在全球能源结构转型加速和智能电网技术广泛应用的背景下,电力工业工程领域的发展得到了新技术的加持。发展清洁能源、提高电力系统的智能化水平不仅对环境保护至关重要,同时也是提升能源利用效率、确保供电安全的关键所在。在这一进程中, AI技术凭借其强大的数据处理能力、学习能力和决策支持能力,为解决电力系统中的复杂问题提供了全新的视角和方法。随着AI技术的不断进步及其在电力行业的深度集成,未来将能够构建出更加智能、高效和可持续发展的电力供应体系,为实现全球能源革命提供强有力的技术支撑。

参考文献:

- [1] 赵俊华,文福拴,黄建伟,等.基于大语言模型的电力系统通用人工智能展望:理论与应用[J].电力系统自动化,2024,48(06):13-28.
- [2] 王小君,窦嘉铭,刘翌,等.可解释人工智能在电力系统中的应用综述与展望[J].电力系统自动化,2024,48(04):169-191.
- [3] 陈然,杨劲怀,陈奋增,等.人工智能在电力行业数据预测与优化中的关键技术研究[J].电力设备管理,2025(02):11-13.
- [4] 王之阳.基于人工智能的电力计量误差检测与校正方法[J].模型世界,2025(02):151-153.
- [5] 吴鹏.人工智能技术在电力设备运维中的应用及未来发展探析[J].现代工业经济和信息化,2025,15(01):273-275.