

人工智能技术在智能电网中的应用分析

傅潇天 王 桢 罗 芬 许楚航 王 蔚

国网浙江省电力有限公司台州供电公司 浙江台州 318000

摘要: 在全球的能源结构调整中,智能电网逐渐成为今后电力系统重要发展趋势,人工智能技术应用于智能电网可以为提供高效的智能化解决方案,优化电力系统的生产、输送以及消耗,在AI的作用下,实现电网中负荷预测与电力调度、故障分析等自动化智能控制功能,从而提高电网的可靠性和稳定性,增强电网的经济效益,其在电力系统的应用具有深刻意义。本文就人工智能技术应用于智能电网中的应用进行分析,分别从负荷预测、智能电网、调度优化、智能配电网以及故障诊断、可再生能源并网等方面阐述人工智能技术的应用在增强电网智能化水平中的作用。

关键词: 人工智能;智能电网;负荷预测;电力调度;故障诊断

引言

随着信息技术、数字化技术、智能化技术的不断进步,电力生产行业进入了一个新的发展时期,传统电网面临着用户对电力日益增长的需求,新能源机组接入能力差以及电力系统安全稳定供能等一系列问题,而智能电网是解决这些难题的关键技术应用,人工智能是一种可以为智能电网提供综合数据分析、智能控制决策的技术方法,人工智能通过监控电网的实际运行,对电网进行预测、优化,提高电网运行质量和性能。下面就人工智能在智能电网中的应用进行研究,分析人工智能在电网的智能化发展中的价值和意义。

一、人工智能技术概述

(一) 机器学习

人工智能是目前最主流的技术之一,其核心技术

是机器学习。机器学习的核心是用算法来训练机器学会发现数据中的规律,而不用再进行传统意义上的编程使机器执行事先指定的规律。与传统程序不同的是机器学习模型是对算法进行训练,令其通过机器学习学会从大量数据中自主提取信息并输出结论或预估值。机器学习技术在电力行业应用广泛,涉及到电力的需求预测、设备检测、电力调度等领域,机器学习算法可以帮助电网预测电网设备的负荷波动、识别设备故障甚至优化能源分配问题,在电力公司的电网调度管理中,可以预知电网负载变化的趋势、监测设备异常情况甚至提供最优的能源调度,例如决策树、支持向量机(SVM)、k近邻(KNN)等都是当前比较主流的机器学习算法,对于不同的分析问题可以使用不同的学习算法进行处理。例如SVM算法擅长解决复杂分类问题,KNN算法则比较适合处理相似性度比较大的数据集合。机器学习技术为电网运行的智能化调控提供了良好的智能支撑,从而提升电网管理的智能化。

(二) 深度学习

深度学习是机器学习的高阶模型,其通过神经网络的多层人工模型来实现数据的学习与处理。相比于一般机器学习方法,深度学习具有强大的特征获取能力,尤其是对一些复杂的非结构数据,比如图像、语音、视频等具有良好的应用效果。电网中包含的数据形式较为多样化且相对复杂,因此深度学习可以很好地应用于大规模数据的处理中,如实时电力负荷预测、智能故障诊断等。利用神经网络的多层学习结构,深度学习能够自动从原始数据中获取有效的特征,无须人工过程,所以深度学习方法在大规模复杂数据下也具有较大的优越性,

作者简介:

傅潇天(1996.07--)男,汉族,浙江台州人,本科,工程师,研究方向:电气工程及其自动化,电力网络安全,电力信息技术等。

王桢(1991.03--)男,汉族,江苏泰州人,本科,工程师,研究方向:北斗、人工智能、数字孪生等数字新技术在电力系统中的应用。

罗芬(1994.04--)女,汉族,浙江台州人,硕士,工程师,研究方向:电力通信光传输网技术等。

许楚航(1989.11--)女,汉族,浙江台州人,本科,副高,研究方向:电力系统智能信息化等。

王蔚(1995.06--)男,汉族,福建福清人,硕士研究生,工程师,研究方向:通信配电、通信设备。

比如在电网中设备故障的检测，利用深度学习通过对设备运行数据进行分析以识别设备中存在的故障隐患，并加以有效预警。深度学习使智能电网得到更进一步的智能化应用，提高了对不断变化情况的适应能力以及电网的自愈能力。

（三）自然语言处理

自然语言处理是用计算机对自然语言进行处理、分析以及自动生产的技术，它结合了语言学、计算机科学以及人工智能的理论与方法，让计算机可以对自然语言进行识别、分析、自动生产与翻译，从而实现人与计算机用自然语言进行交流的目的。NLP在智能电网中的应用主要分为两方面：一是用于电网管理平台的人机接口，包括电网操作人员与电网的交流，例如可以利用语音识别技术让操作员用语言操控电网系统等，使得电网操作变得便利，显著提高操作的效率；二是用于电网设备的故障识别与状态监视，通过对设备运行的自然语言日志自动分析，判断设备故障，自动为设备运维人员提供故障解决方案；第三是用于电网状态以及需求的报告识别，例如基于自然语言进行电力需求报告自动分析和电网中设备状态报告以及输电线路利用自然语言分析，提高电力调度决策以及资源分配的效率^[1]。

（四）数据挖掘

数据挖掘是从大量的、复杂的、嘈杂的、混杂的数据集中自动提取出有价值的信息和规律的过程，电力系统在运行过程中所产生的大量历史数据包括电力需求数据、设备运行数据、环境数据等等，通过数据挖掘技术对以上数据进行挖掘，发现电网运行的趋势和所潜伏的故障、电网的瓶颈、找出影响设备运行性能的因素等，对电力需求的波动变化趋势进行预测和早期发现电网负荷的异常变化，及时制定调度措施防止电网过载和崩溃现象的发生；对设备状态运行数据进行分析找出设备运行中的隐患，开展故障预测工作；数据挖掘技术对电网系统中数据流量大、信息繁多的问题尤为有效，可帮助电网管理者从海量数据中提取对电网使用有价值的信息，使电网运行更有效率，更安全、更可持续。

二、人工智能在智能电网中的应用

（一）负荷预测与需求响应

负荷预测与需求响应是基于负荷预测的智能电网有效运行的基础。在负荷预测方面，基于专家知识与简单的历史数据模式的传统预测方法无法实时有效应对电力负荷的突发需求，传统预测的盲目性也不再适合如今需求的快速增长以及峰电负荷频繁出现的需求。人工智能中，深度学习、机器学习的方法，不但能够实时处理多

源异构数据的分析，对海量数据的学习能够精确给出预测电力需求的时间。目前，针对需求的变化使用深度学习的机器学习，对趋势、周期等特点的评估，能够以较高的准确性将未来用电时间、峰值用电的预测更加清晰，实现对大量多源异构数据的分析与预测，对未来的用电预测时、短、中、长等多个时间范围，进而为未来配电网电力负荷进行更加科学的调峰分析。可以精准预测负荷从而为电网调度提供合理的数据，保障电力系统在实时情况下进行资源的有序分配，保证电网不发生过载现象，并且电力系统也不会发生缺电情况，尤其在遭遇极端天气的情况下，进行电力调度更是重中之重。

（二）电力调度与优化

电力调度是智能电网的重要任务之一，其旨在对不同电力设备、资源在电力系统的合理分布利用。传统电力调度在电力系统复杂的控制条件下和多变性的影响下，大都是根据人的操作经验，在一系列预设规则进行调度，一旦遇到突发的电力需求变化或者设备发生故障等问题难以及时，快速有效解决。而基于人工智能的智能电网电力调度，尤其使用强化学习算法进行电力调度，可实现智能、自适应调度决策，智能电网供电更具机动性和灵活性^[2]。强化学习是通过模拟各调度决策对电网的影响状态，从而使系统在面对多种不确定情况下，可以自动学习到最优的调度决策规则，而不需要事先建立复杂的数学模型或者进行人工调整。AI在电力调度中不仅可以减少人为调整和干预电网调度的可能性，也可以通过实时进行人工智能算法对电网系统进行实时数据采集分析及处理，进行更加经济，灵活的能源调配。针对可再生能源发电接入电网的调度优化。可再生能源主要为风电、太阳能发电等，发电存在较大时间不确定性，难以预测性，这些可再生能源接入后，为传统电力系统调度带来极大挑战，智能电网能够及时对天气情况等电网电力供需情况进行分析预测，通过对天气预测、发电模式变化以及电力需求变化等因素对电网智能调控，采用基于人工智能的方法进行电力调度。如：AI能根据天气情况及历史发电情况等估算风电、光伏等的发点情况，并相应地调节传统能源的发点比例，即对配比发电进行调配优化。这样一来，不仅做到了可再生能源与传统能源的调配配比，而且在一定程度上也可以使可再生能源的不稳定性所造成的负担减轻，即保证系统可靠运行。

（三）智能配电网

作为智能电网的有机组成部分，智能配电网是依靠各种高度智能的传感器、自动化设备及实时监控系統对电力配电网进行高度化。由于传统的配电网中设备老化、

负荷不均匀、故障检知困难等原因影响到配电网的可靠性、使用效率问题，同时配电网较高的可靠性、运行效率也显著减少了电力供应的风险。人工智能技术的应用则有利于智能配电网的实现，特别是在数据、设备监控、故障诊断等方面均可以大幅度提升配电网的可靠性、运行效率。AI技术在智能配电网中的主要应用场景是对于配电网状态监测和动态调整，电网中的电力设备往往都处于分布的特点，传统的监测形式对于配电网系统中出现的异常情况是难以及时发现的，通过对配电网进行设备中传感器的部署来对电力设备中实时的状态数据采集后，人工智能中的深度学习、机器学习等技术可对数据进行分析、实时监测电网运行状态，能够快速检测出现负荷变动、设备故障或系统异常等情况并对电力公司发出预警，这种数据驱动下智能化管控的优势在于，电力公司的设备故障可提前采取相应预防措施避免突发事件对电网的冲击^[3]。

（四）电力系统的安全监测与故障诊断

智能电网中包含了“智能电网的系统安全监测与故障诊断”是重要内容之一。传统的电网系统安全监测主要依靠人工巡检、定期检查、建立事先的安全策略，这种方式往往费时费力，并且一旦发生了突发事件应对较为被动，错过最佳应对时间。而借助于AI的大数据分析，应用模式识别，大大提高电网的安全监测效率。利用AI在电网中的各设备上部署传感器，实时监测电网系统的安全运行情况，自动捕捉到可能发生故障的安全模式，发出预警信号，提供给电力企业提前发现问题并采取有效措施。AI能够监测出电网运行数据中存在的异常数据，通过大数据平台进行分析，才能实现对电网正常运行过程中的小异常进行分析和预防，避免更大范围的设备故障产生；机器学习可以识别设备运行数据的异常趋势，提前预警电网中相关设备故障，并建立预测模型来定位故障。人工智能可以运用深度学习技术，在模式识别中使用基于特征提取技术来分析海量数据，在历史数据中学习得到不同的故障类型特征，有助于分析决策程序中诊断故障的类型，提高故障诊断的准确度。当出现设备故障时，AI不仅能够识别故障类型，并迅速定位故障设备源点，提供准确的修复方案，缩减恢复故障所需要的时间，避免造成电网中断。

（五）可再生能源的集成与优化

作为一种新能源的代表，可再生能源的可持续发展带来了向电网输送能量不稳定形式的新能源。其中，太阳能、风能等这种新能源往往因为受到天气、季节等其他条件的干扰，因此在输出稳定性和可预见性上都存在

较大缺陷。面对电网的传统功能体系，基于这种新能源形式的电网调度已经很难胜任了。而AI可以通过对气候、天气数据、历史数据、现场观测数据的挖掘和学习，给智能电网输出更精准的能源预测和调适方案，保证接受到这些可再生能源后智能电网依然能够维持健康运行^[4]。AI本身还可以利用机器学习和深度学习的手段，对温度、风速、日照率等外部因素的影响深度挖掘和分析来做出更精确的风、光短期发电预测和风量、光量预测，从而AI可以做出更精准的电网能源调度决策，如当下风力较大时段将更多优先利用风力发电，阳光较为充足时段，优先调动太阳能发电，减少火力发电所占比例，从而AI可以真正通过AI挖掘可再生能源的价值。这种可再生能源优先分配的优势在于，AI不仅能够做出更加智慧的能源调度决策，AI本身对于可再生能源作为新能源优先输出的好处，更多可以通过人工智能来为电网制定电力输出调控策略，基于AI对于目前智能电网内的电网负荷和存储储能等资源的智能化管理，可以更快、更准确地识别需要能源供应，更好地解决供电平衡问题。AI还能调度储能装置，在可再生能源富余时将过剩能源存储，在可再生能源短缺时释放储存的能源以调节供需平衡。可有效调节可再生能源发电出力，进行灵活能源管理，促进建设绿色低碳智能电网。

结语

人工智能技术的应用为智能电网的发展提供了重要的支持。从负荷预测到电力调度，从智能配电网到电力安全监测，人工智能为电力系统的智能化管理带来了革命性的改变。随着人工智能技术的不断发展与成熟，未来智能电网将能够实现更加高效、安全和稳定的运行，推动电力行业向绿色、低碳、智能化的方向发展。在此过程中，人工智能技术将发挥越来越重要的作用，成为智能电网不可或缺的核心驱动力。

参考文献

- [1] 李博, 高志远. 人工智能技术在智能电网中的应用分析和展望 [J]. 中国电力, 2017, 50 (12): 136-140.
- [2] 王冰. 人工智能技术在智能电网中的应用 [J]. 农村经济与科技, 2018, v.29; No.440 (12): 304.
- [3] 戴彦, 王刘旺, 李媛, 等. 新一代人工智能在智能电网中的应用研究综述 [J]. 电力建设, 2018, 39 (10): 10-20.
- [4] 郭健, 王勇. 人工智能结合自动化测试在智能电网系统中的未来应用 [J]. 软件, 2018, 39 (11): 200-202.