

人工智能技术在新型电力系统中的应用

屈昊联 王宇

内蒙古电力集团阿拉善供电公司, 内蒙古 阿拉善 750306

[摘要]人工智能技术在新型电力系统中的应用,通过构建智能化电力调度和优化控制模型,实现电网运行状态的实时监测与故障诊断,有效提升系统的稳定性和运行效率。基于大数据分析和机器学习算法,构建负荷预测模型和能效评估系统,对复杂多变的电力需求进行精准预测和智能调控,提升供电可靠性和可再生能源利用率。在电力设备智能运维中,通过深度学习算法识别故障特征,优化设备健康管理和寿命预测,降低维护成本和非计划停机风险。人工智能在电力系统中应用推动智能电网建设,促进能源管理现代化和低碳化发展。

[关键词]人工智能技术;新型电力系统;智能电网;大数据分析;设备运维

DOI: 10.33142/hst.v8i5.16491

中图分类号: TM73

文献标识码: A

Application of Artificial Intelligence Technology in New Power Systems

QU Haolian, WANG Yu

Alxa Power Supply Company of Inner Mongolia Power Group, Alxa, Inner Mongolia, 750306, China

Abstract: The application of artificial intelligence technology in the new power system achieves real-time monitoring and fault diagnosis of the power grid operation status by constructing intelligent power dispatching and optimization control models, effectively improving the stability and operational efficiency of the system. Based on big data analysis and machine learning algorithms, a load forecasting model and energy efficiency evaluation system are constructed to accurately predict and intelligently regulate complex and changing electricity demands, improving power supply reliability and renewable energy utilization. In intelligent operation and maintenance of power equipment, deep learning algorithms are used to identify fault characteristics, optimize equipment health management and life prediction, reduce maintenance costs and unplanned downtime risks. The application of artificial intelligence in the power system promotes the construction of smart grids, modernization of energy management, and low-carbon development.

Keywords: artificial intelligence technology; new power system; smart grid; big data analysis; equipment operation and maintenance

引言

随着能源结构转型和可再生能源比例的逐步提升,新型电力系统的构建已成为电力行业发展的重要方向。在复杂多变的电网环境下,传统电力系统面临调度复杂、故障预警不足及能效管理滞后的挑战。人工智能技术凭借其在数据处理、模式识别及预测分析方面的优势,正逐步成为解决这些难题的关键手段。通过智能算法和数据挖掘技术,能够实现电网运行状态的精准监测和设备健康管理,有效提升电力系统的智能化和低碳化水平,助力现代电力系统的高效稳定运行。

1 人工智能在电力系统调度优化中的应用

1.1 人工智能算法在电力负荷预测中的应用

电力负荷预测是电力系统调度的核心环节之一,直接影响电力资源的合理分配与电网稳定性。传统负荷预测方法主要依赖于时间序列分析和统计建模,面对多变的电力需求和复杂的外部环境,预测精度难以保证。人工智能技术的引入,特别是基于深度学习和神经网络的方法,有效提升了负荷预测的准确性。通过对历史电力负荷数据、天气条件、节假日效应等多种因素进行综合分析,人工智能算法能够动态调整预测模型,使负荷预测具备更强的适应

性与准确性。特别是在短期和超短期负荷预测中,基于LSTM(长短期记忆网络)和GRU(门控循环单元)的算法表现出色,为电网调度提供了可靠的数据支撑。

1.2 电力优化分配中的智能调控技术

在电力系统中,优化分配是提升供电可靠性和减少能耗的关键环节。人工智能技术通过构建智能优化模型,能够实时分析电力需求和供给状况,实现发电与输电的高效调度。基于强化学习的调控算法能够在动态变化的电力环境中进行自主学习和策略调整,优化发电机组的启停策略和电力负荷分配。针对多能源电力系统,人工智能可以有效协调新能源和常规能源的输出,实现多能互补和分布式供电优化。在应对突发负荷变化和电网扰动时,智能调控系统能够迅速做出反应,保障电网的稳定运行。

1.3 实时监测与故障预警中的智能化应用

在电力系统的实时监测中,人工智能技术通过构建数据驱动的监控模型,实现对电网运行状态的精准感知。基于大数据分析,人工智能算法可以快速捕捉异常变化和故障信号,通过模式识别技术进行预警提示。例如,基于卷积神经网络(CNN)和自编码器(Autoencoder)的故障检测算法能够识别电力设备运行中的微弱故障信号,有助于

提前制定维护策略。在输配电环节,通过融合物联网传感器和智能算法,构建实时监测平台,能够持续跟踪电网运行状态,实现故障诊断与快速响应。

1.4 提升电力系统运行效率与稳定性的实践

通过人工智能技术在调度优化中的综合应用,电力系统运行效率得到了显著提升。优化负荷预测减少了电力过度供应和短缺的风险,智能调控算法优化了电力资源配置,提高了供电可靠性。同时,实时监测与故障预警系统则进一步保障了电力设备的健康运行,有效降低了非计划停机事件的发生率。人工智能技术在电力调度中的深入应用,不仅提高了运行效率,还显著增强了电网的智能化水平和抗风险能力,为建设稳定高效的新型电力系统提供了技术保障。

2 智能故障诊断与预警在电力设备运维中的实践

2.1 深度学习在电力设备故障特征识别中的应用

电力设备在运行过程中容易受到环境因素、机械磨损和操作失误的影响,导致故障频发。传统故障诊断方法主要依赖于人工巡检和定期维护,存在时效性差和精确度不足的问题。深度学习技术的引入,使电力设备故障特征识别实现了智能化。基于卷积神经网络(CNN)的图像识别算法,可以自动提取设备表面缺陷和异常现象,如裂纹、腐蚀和过热痕迹。在信号处理方面,基于长短期记忆网络(LSTM)和递归神经网络(RNN)的时序分析方法,能够精准捕捉设备振动、温度和电流波动信号中的异常特征,显著提高了故障识别的准确性。

2.2 健康状态预测在设备运维管理中的实践

设备健康状态预测是智能运维管理的重要环节,旨在对设备运行状态进行全面评估,提前预判可能出现的故障风险。基于深度学习的健康状态预测模型,综合分析设备运行历史数据、实时监测参数和环境变量,构建具有自学习能力的状态评估体系。基于深度置信网络(DBN)和自编码网络(Autoencoder)的预测算法,通过提取多维数据特征,实现设备劣化趋势预测和剩余寿命估算。在实际应用中,如变压器绝缘老化分析和高压开关接触电阻劣化监控,深度学习方法有效减少了误报和漏报现象,提升了设备运行状态管理的科学性和精确性。

2.3 故障预警与运维策略优化

基于机器学习和深度学习算法的智能预警系统,通过实时数据分析和故障模式匹配,实现潜在风险的快速识别与提示。在配电设备管理中,基于支持向量机(SVM)和随机森林(RF)的分类算法能够识别电压波动、过载和短路隐患,辅助调度人员做出科学决策。同时,通过运维策略优化,结合历史运维数据和当前故障预警信息,建立智能维护决策模型,合理安排设备检修和更换周期,降低非计划停机次数和维护成本。

2.4 提升设备可靠性与寿命的技术措施

通过深度学习算法与数据分析技术的有效融合,电力

设备智能化运维管理在提升可靠性和寿命方面取得了显著成效。通过自动化故障特征提取和精确的健康状态预测,提前介入设备潜在故障管理,大大减少了突发停机事故。智能预警系统使维护管理更加主动和灵活,有效缓解了传统运维中的滞后性和被动性问题。在电力系统现代化进程中,智能化故障诊断与预警技术的推广应用,显著提高了设备管理水平和系统运行的安全性,推动了电力设备运维向智能化、自动化方向发展。

3 基于人工智能的电力系统能效管理与优化策略

3.1 能效评估模型的构建与优化

电力系统能效管理的核心在于准确评估系统能耗及效率水平,识别能量流失的关键环节。传统能效评估方法多依赖于经验公式和统计分析,难以在复杂电力环境中实现动态调整和精准分析。人工智能技术的应用,特别是基于机器学习的能效评估模型,通过对历史能耗数据、电力负荷变化及环境参数进行深度挖掘,构建出更加灵活和精准的能效分析框架。基于回归算法和神经网络模型,能够预测不同工况下的能耗水平,并实时更新评估结果。通过集成聚类算法和异常检测方法,能效评估模型能够自动识别异常能耗现象,提供科学的节能策略建议,有助于电力系统的优化管理。

3.2 智能能耗监控与数据分析

在智能电网的构建过程中,能耗监控已成为能效管理的重要环节。利用人工智能算法,通过物联网传感器实时采集电网设备运行数据,如电压、电流、温度和功率因数,进行综合分析和处理。基于大数据分析平台,融合K-means聚类和关联规则挖掘技术,实现能耗数据的分类与特征提取。在监控电网运行状态的同时,基于深度学习算法(如CNN和RNN)的能耗预测模型,可识别高能耗节点及潜在能效问题。通过构建能耗数据的特征矩阵和多维关联分析,能够更全面地掌握能耗分布规律和波动特性,为后续节能优化提供可靠依据。

3.3 节能优化方案设计与实施

在提升电力系统能效方面,基于人工智能的节能优化方案设计能够有效应对电网能量利用率偏低的问题。强化学习算法在节能优化中具有较强的自主学习和决策能力,通过对调度策略的不断改进,逐步实现能耗最小化和效率最大化。在智能发电系统中,基于遗传算法和粒子群优化(PSO)的发电调度模型,能够在多目标约束下实现最优调度策略,提高电能转化效率。在配电环节,基于支持向量回归(SVR)算法的配电优化方法,可实时调整负荷分配,减少能量损耗。节能优化方案不仅在技术层面具备先进性,还在实际应用中具有显著的经济效益和环境效益。

3.4 提高能效管理水平的实践路径

通过人工智能技术与能效管理的深度融合,电力系统的节能水平得到显著提升。智能能耗监控系统实时监测电

网运行状态,减少能量浪费和过载风险。基于机器学习的能效评估模型为节能管理提供科学依据,实现能效管理的精细化和动态化。节能优化方案则通过算法迭代与策略改进,使电力资源配置更趋合理,推动智能电网的建设与绿色发展。能效管理的提升不仅优化了电力系统整体运行效率,还在低碳经济发展中发挥了积极作用,助力可持续能源体系的构建。

4 人工智能在新能源电力系统中的融合应用

4.1 风电发电量预测中的人工智能应用

风电作为新能源的重要组成部分,其发电量具有强烈的随机性和间歇性,给电网稳定运行带来巨大挑战。传统预测方法如物理建模和统计分析,难以充分捕捉风速和风向的复杂变化特征。人工智能技术,尤其是深度学习算法,在风电功率预测中展现出独特优势。基于长短期记忆网络(LSTM)和卷积神经网络(CNN)的预测模型,能够综合考虑历史风速、风向、温度和湿度等多维数据,构建多变量时间序列预测框架。在实时预测中,基于迁移学习的方法,可利用相邻风电场的预测模型,快速调整当前模型参数,显著提升短期和超短期风电功率预测的准确性,为风电并网调度提供科学依据。

4.2 光伏发电功率波动平抑中的智能策略

光伏发电受光照强度、环境温度和气象条件影响较大,输出功率易产生大幅波动,导致电网电压频繁波动。为了缓解光伏发电的间歇性和不稳定性,人工智能技术通过构建智能控制模型,实现功率波动的平抑与调控。基于模糊控制和神经网络的混合算法,能够在功率突变时快速调整逆变器输出功率,保持电压平稳。在分布式光伏系统中,基于强化学习的分布式控制策略,可以协调多个光伏发电单元的输出,使其在不同光照条件下协同工作,减少波动影响。同时,基于深度强化学习的储能优化控制算法,能够在功率过剩时进行储能,在功率不足时释放能量,实现新能源出力的平滑化。

4.3 储能管理优化中的人工智能实践

新能源电力系统的发展对储能系统提出了更高的智能化管理要求。人工智能技术通过优化储能调度策略,提高能量存储与释放的效率,助力新能源电力系统的稳定运行。在锂电池储能和飞轮储能系统中,基于贝叶斯优化和粒子群算法的能量调度策略,能够在功率波动剧烈时实现快速响应和灵活调整。结合大数据分析和机器学习,构建储能系统的健康管理模型,对电池充放电效率及衰减特性进行实时监控,预测电池寿命及维护需求。在多

能互补系统中,基于多目标优化算法的储能调度方案,实现了风能、光能和电能的协同利用,优化储能设备的利用率和系统能效。

4.4 新能源电力系统的协调控制与集成应用

在新能源与传统电力系统深度融合的背景下,人工智能在协调控制中的作用愈发突出。智能控制算法通过融合风电和光伏出力特征,实现电网频率和电压的动态调整。基于遗传算法和模糊控制的协调控制策略,能够在新能源比例快速增加时,稳定电网运行。智能预测调度系统综合考虑新能源发电特性和负荷波动,优化电力调度计划,平衡发电与用电需求。同时,通过集成物联网与云计算平台,实时采集新能源场站的运行数据,利用智能算法分析功率特性和输出趋势,形成自适应调整机制。

5 结语

人工智能技术在新型电力系统中的应用,正在推动电力行业向智能化、自动化和高效化方向迈进。通过构建智能化电力调度与优化控制模型,有效提升了电网运行效率和稳定性。智能故障诊断和预警系统的应用,显著增强了设备运维管理水平,减少了非计划停机和维护成本。在能效管理领域,基于人工智能的优化策略有效提高了电力系统整体能效,实现了节能降耗的目标。在新能源电力系统中,人工智能技术不仅提升了风电和光伏发电的稳定性,还实现了储能管理和协调控制的智能化。人工智能的广泛应用,助力构建智能电网,推动电力系统高效、低碳和可持续发展。

[参考文献]

- [1]高鑫,王奕雯,李世豪.基于人工智能技术的新型电力系统调度优化分析[J].电力设备管理,2024(21):135-137.
 - [2]张俊,蒲天骄,高文忠,等.电力系统智能计算的关键技术及应用展望[J].发电技术,2025(1):18.
 - [3]刘早,王琴.深化人工智能技术在能源电力行业的融合应用[N].国家电网报,2025-03-10(03).
 - [4]马键.智能技术在新型电力系统分析和控制中的应用[J].集成电路应用,2024,41(4):206-207.
 - [5]樊晓玲.新型电力系统下智能配电网技术在配电设备中的应用研究[J].现代制造技术与装备,2024(2):39-41.
- 作者简介:屈昊联(1985.1—),男,毕业于华北电力大学,硕士研究生学历,副高级工程师,研究方向:电气工程;王宇(1986.8—),男,毕业于内蒙古工业大学,硕士研究生学历,副高级工程师,研究方向:电气工程。