

人工智能在变电站运维管理中的应用探讨

曹兵

(冀北电力有限公司超高压分公司, 北京 102488)

摘要 我国智能电网的快速发展对电力系统运行管理提出了更高的要求, 传统的人工巡检、故障诊断和维护决策方法已经很难适应电网的不断发展。伴随着科学技术的快速发展, 人工智能正在逐渐深入社会各个领域, 对传统产业产生了巨大的影响。变电站是电网中的重要节点, 其运行和管理的智能化改造显得尤为重要。本文探索人工智能技术在变电站运行管理中的应用, 以创新的方式展示了它的巨大潜能, 并预测了它的未来发展方向, 以期为提高变电站运维管理水平提供参考。

关键词 人工智能; 变电站运维管理; 智能监测; 预警系统

中图分类号: TM63

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0022-03

随着科学技术的快速发展, 人工智能正在逐渐深入社会各个领域, 给传统产业带来了全新的动力。变电站是电网中的重要节点, 其运行和管理工作的高效和安全, 对整个电网的安全稳定运行具有重要意义。近几年来, 人工智能技术被越来越多地运用到变电站的运行管理中, 不但大大提高了运行的效率, 而且大大提高了系统的安全可靠性。将人工智能技术引入变电站运行管理中, 既可以提高运行的效率, 又可以保证系统的安全可靠运行。在今后的工作中, 随着科技的发展、应用领域的扩展, 人工智能在电力系统中的应用将会越来越多。

1 人工智能在变电站运维管理中的应用概述

1.1 智能监测与预警系统

智能监控与预警系统是变电站运行管理改革的重要组成部分, 它的应用价值日益显现。将高精度传感器技术、大数据分析技术和先进算法建模技术相结合, 可实现对变电站运行状态的实时监控和精确预警。本文提出一种基于分布式传感网络的电力系统, 对电力系统中的温度、振动、电流、电压等关键参量进行实时采集, 并采用边缘计算对其进行预处理, 去除噪声和离群点, 保证数据质量。最后, 将采集到的数据传送到云计算中心, 利用深度学习技术对其进行深度挖掘和分析。比如, 利用 LSTM 对时序数据进行预测, 可以在几个小时乃至几天内对设备出现的故障进行预测, 从而为维护人员赢得充足的准备时间。另外, 该系统还具有自主学习和优化功能。在此基础上, 通过持续的历史数据和运行维护经验, 对模型进行不断的优化, 从而提升了预警的准确性和误识率。

1.2 自动化巡检与故障识别

随着电力系统运行管理的不断革新, 电力系统的运行监测和故障辨识逐渐成为提高电力系统运行效率和精度的重要驱动力量。将高精度传感器、机器视觉算法和智能解析模型相结合, 可使变电站由手工巡检向全自动、智能化方向发展。以一家大型电力企业为例, 它引进的自动巡视系统, 通过搭载高清摄像机和红外线热像仪的无人机, 每天对变电站内的重要设备进行全方位、无死角的检查, 从而降低了人工巡视的疏漏和错误。其中, 深度学习在故障诊断中的应用尤其重要。通过对巡检时的图像和视频进行自动分析, 实现对设备表面裂纹、漏油、过热等故障的快速、准确的诊断。另外, 该系统还具有较强的数据处理功能。通过对监测数据和故障日志的深入分析, 揭示装备失效的内在机理和发展趋势, 为制定和优化维修决策提供科学依据。

1.3 数据驱动优化决策支持

基于数据驱动的优化决策支持在变电站运行管理改革中具有重要作用。利用先进的大数据分析方法, 实现对大量运行数据的实时采集和处理, 为管理人员提供准确、科学的决策依据, 将极大地提升电网的运行和维护效率, 有效地减少系统失效的概率, 保障电网的安全与稳定。通过对实际运行数据的深入分析, 得出了变压器温升的异常变化规律。另外, 运行维护策略的动态调整也是基于数据驱动的最优决策支持。通过对设备运行状态和维护结果的不断监测, 可以对现有维护策略的有效性进行自动评价, 并针对具体的运行状态做出相应的调整。该方法既能增强维护决策的针对性和灵活性, 又能推动维护管理水平的不断改善和优化。

2 人工智能技术在变电站运维管理中的关键技术

2.1 深度学习在故障预测中的应用

在电力系统运行管理创新实践中,基于深度学习的处理数据和模式识别方法在电力系统故障预报方面具有广阔的应用前景。通过建立复杂的神经网络模型,从大量的运行数据中抽取重要的特征,并从中挖掘出设备运行的常态和反常态的细微差别,进而实现对隐患的预警和防范。同时,本项目还将引入迁移学习方法,对已有的深度学习模型进行优化,提高模型的收敛速度和预测精度。在此基础上,本项目拟采用融合学习的方式,对多种深度学习模型的预测结果进行融合,以提升其预测精度与鲁棒性。将深度学习引入变电站运行管理中,可以有效地提升故障预报的准确性与有效性,为实现变电站的智能化和自动化运行提供有力的技术支持。随着科技的发展以及数据的不断累积,我们有充分的理由认为,基于深度学习的变电站故障预报方法必将得到更广泛、更深入的应用。

2.2 机器视觉在设备状态检测中的实践

随着变电站运行管理向智能化方向发展,利用计算机视觉技术对设备进行状态监测具有重要意义。利用高精度相机及先进的图像处理技术,可以对变电站中各种设备进行实时监控和精确分析。比如,一种基于机器视觉技术的设备状态监测系统,可以实现对变压器油温、油位、绝缘子积污等重要参量的自动识别,从而提高设备运行状态监测的精度与效率。深度学习是机器视觉实际应用中必不可少的重要技术支持。通过建立复杂的神经网络模型,深度学习可以从大量的影像数据中自动地学习和抽取设备的状态信息。本文介绍了一种基于深度学习的变电站开关柜内部状态识别方法。通过对开关柜内部接线松动、绝缘老化等隐患的检测,采用图像标记与分类等方法,使操作人员可以直观、清晰地看到开关柜内部存在的隐患。另外,将机器视觉技术用于装备状态监测,也将推动运营数据分析技术向更深层次发展。通过将机器视觉与运行数据分析相结合,使操作人员能够对设备运行状态进行实时采集,并对其进行深入的挖掘与预测。比如,应用机器视觉系统采集了海量的设备运行信息,在此基础上建立了设备健康状况评价模型。本文通过对设备运行历史数据、当前运行状态和环境因子的分析,实现对设备健康状态的精确评价,为制定运营管理决策提供科学依据。

2.3 自然语言处理在运维文档分析中的探索

在自然语言处理(NLP)的辅助下,变电站运行文

件的分析正面临着空前的变革。运行管理文件是记录设备运行状态、运行记录和故障处置的重要载体,对其进行精确抽取和有效使用是提高运营管理效率的关键。利用自然语言处理技术,对运维文件进行智能分析,快速查找问题,优化运维策略。其中,自然语言处理技术在操作文档分析中的应用包括信息提取、情感分析和文本分类。以信息提取为研究对象,采用命名实体识别(NER)等方法,实现对设备名称、故障类型、处理方法等重要信息的自动提取,构建结构化的知识库,在提升信息检索效率的同时,为故障的预警和诊断提供强有力的支撑。另外,在操作文档的分析中,情感分析也得到了广泛的应用。利用文本中文本的情绪倾向性判定,能够直观地反映运维人员对设备状态、工作环境等的主观感知,为改进运维环境和提高员工满意度提供依据^[1]。自然语言处理在文本分类领域也表现出巨大的潜能,对设备维修记录进行分类,并对其进行日常维护、故障处理、设备维修计划等进行分类,既便于存档和管理,又便于后续的数据挖掘和分析。

2.4 强化学习在运维策略优化中的潜力

强化学习是一种机器学习方法,在实现变电站运行管理智能化过程中具有重要的应用价值。强化学习是一种模仿人的决策行为,通过持续的试错和反馈,使得智能系统可以在复杂的环境中自主地学习和优化维护策略。这一特点对于变电站的运营管理具有十分重要的意义,由于其工作环境的复杂性,使得常规的静态维护方法很难有效地应对突发事件以及长时间运行状态的微小变化。在此基础上,利用增强型学习算法对不同维护策略下的变电站运行状态进行仿真,并对其进行奖惩。在此基础上,通过持续的反复学习,逐步摸索出最佳的运行维护策略组合,从而有效地减少运行失败率,降低运行费用^[2]。

3 人工智能在变电站运维管理中的实践

3.1 智能变电站的自动化运维体系构建

3.1.1 自动化巡检流程设计

在智能化变电站运行管理系统中,对运行过程进行自动监控是提高运行效率和精度的重要步骤。在此基础上,利用计算机视觉和深度学习等先进人工智能技术,对变电站设备进行全方位、高精度的监控。首先,利用高清晰度摄像机和传感网络对变电站中各种设备进行实时监测和分析。在此基础上,采用深度学习方法,对所获取的图像进行智能化分析,实现漏油、超温、锈蚀等故障诊断,并与多传感器信息相融合,实现对装备健康状态的全面诊断。在数据分析层次上,

运用数据挖掘、机器学习等先进技术，建立多维数据分析模型。通过对巡检数据的深入分析，可以更好地揭示出装备故障背后的规律和发展趋势，从而为维修人员提供更多的科学依据。随着人工智能技术的进一步发展和完善，巡检过程的自动化将成为变电站运行管理的关键环节，促进电网安全、高效和智能的发展。

3.1.2 故障预警与快速响应机制

在电力系统运行过程中，建立有效的故障预警和快速反应机制是保证电力系统安全可靠运行的重要一环^[3]。随着人工智能技术的深入运用，该机制获得了空前的发展。当发现可能发生故障时，智能变电站的故障报警系统将立即启动，并通过短信、邮件等多种形式将预警消息发送给操作班组，保证信息的时效性。同时，系统也会按照预先设定好的应急方案，启动快速反应机制，对物资进行快速分配，其中包括派出无人巡检机器人对现场进行初步检测，并配备相应的维护工具及零部件。该系统具有较高的自动化程度，可以大大减少错误处理的时间，提高维护和维修的效率。在此基础上，为进一步提高事故早期预警和快速反应机制的性能，还将对其数据分析模型进行持续优化。与此同时，运营组也会对模型进行定期的校验与更新，以保证其一直处于最优的状态。对电力系统进行优化，从而提高智能化变电站的运行效率，为电力系统的安全、稳定运行提供强有力的保证。

3.2 基于AI的运维数据分析平台

3.2.1 数据采集与清洗策略

在电力系统运行管理系统中，建立以人工智能为基础的运维数据分析平台，实现了数据收集和清理策略。随着智能电网建设的迅猛发展，电力系统中的数据规模呈现爆炸性的增长，如何对其进行高效、准确的收集和净化，是提高电力系统运营管理智能化水平的关键^[4]。在数据获取上，通过多源异质信息融合的方法，综合获取变电站内各类传感器、监测设备和运行管理系统等多源信息。在此基础上，利用高性能的数据采集器，实现对设备运行状态、运行状态、报警等重要信息的获取，保证了数据的时效性与完整性。同时，通过数据交换与接口，将不同厂家、不同系统间的数据连接起来，打通“信息孤岛”，为下一步的数据分析提供充足的数据资源。在数据清理中，存在着数据冗余、遗漏和异常等问题。本文从数据去重、补全、离群检测和处理三个方面提出了一种较为科学的数据清洗方法。采用基于密度聚类机器学习方法对样本进行离群点检测，实现对样本中不满足分布规则的样本进行自动甄别，从而提高样本的精度与可信度。

采用自然语言处理方法，对运营管理文档进行分析与清理，提炼出可用于维护管理决策的结构化信息。

3.2.2 数据分析模型构建与优化

建立和优化数据分析模型是提高运行效率和决策准确性的重要步骤。以数据挖掘和机器学习为主要研究手段，构建多维多层次的运行维护数据分析平台。本系统对海量传感器数据、设备运行状态、运行状态等信息进行了整合，并对数据进行清理和预处理，以保证数据的正确性和完整性。在建模过程中，通过引入随机森林和梯度提升树等多种融合学习方法，并结合变电站自身的特殊商业逻辑，建立多层次的故障预测和性能评价模型，为电力系统运行管理提供理论依据和技术支撑，具有重要的理论意义和应用价值。另外，也致力于对数据分析模型进行不断的优化和迭代。构建模型评价和反馈机制，定期评价和调整模型的性能，为电力系统的运行和运行管理提供有力的技术支撑，具有重要的理论和实际意义。在变电站运行管理过程中，如何建立和优化数据分析模型，是挖掘数据价值，推动运维创新的一个重要引擎^[5]。在今后的工作中，我们会不断地深入研究人工智能的运用，促进变电站的运行管理向更智能化和高效率的方向发展。

4 结束语

结合智能监控预警、巡检自动化与故障辨识、基于数据驱动的最优决策支撑、遥控与无人值班等多种手段的集成应用，可有效提高变电站的运行效率和安全性。随着人工智能技术的进一步发展成熟，它必将在变电站运行管理领域得到越来越广泛的应用。在此基础上，本文结合增强学习等前沿研究成果，提出基于增强学习的网络运行维护决策优化新思路与新方法。随着物联网和大数据等技术的不断深入，变电站的智能程度也将得到进一步提高，从而实现更加高效、安全和可靠的运行和管理。

参考文献：

- [1] 张灵. 人工智能在变电站运维管理中的应用探讨[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(09): 241-243.
- [2] 闻立飞, 孟晖. 人工智能技术在变电站运维管理中的应用研究[J]. 光源与照明, 2022(03): 243-245.
- [3] 黄毅. 人工智能在变电站运维管理中的应用探讨[J]. 科技创新与应用, 2022, 12(09): 170-173.
- [4] 郑佳乐, 丁佩瑶, 沈浩, 等. 人工智能在变电站运维管理中的应用[J]. 集成电路应用, 2022, 39(01): 242-243.
- [5] 王刘旺, 周自强, 林龙, 等. 人工智能在变电站运维管理中的应用综述[J]. 高电压技术, 2020, 46(01): 1-13.