

AI技术在变电检修管理中的应用

马 华 李文涛 王 睿

国网宁夏电力有限公司中卫供电公司 宁夏 中卫 755000

摘 要：本文探讨了人工智能（AI）技术在变电检修管理中的应用及其带来的变革。AI技术通过其强大的数据处理和智能分析算法，在变电设备的状态监测、故障诊断、检修计划优化以及巡检过程优化等方面展现出了巨大潜力。文章分析了AI技术在变电检修管理中面临的挑战，并提出相应的对策。本文的研究为AI技术在变电检修管理中的进一步应用和推广提供了参考和借鉴。

关键词：AI技术；变电检修；检修管理；智能化；电力系统

1 AI 技术在变电检修管理中的应用概述

人工智能（AI）技术在变电检修管理中的应用，正在逐步改变传统的检修模式，推动变电运维向智能化、高效化方向发展。AI技术以其强大的数据处理能力和智能分析算法，为变电设备的状态监测、故障诊断以及检修计划优化提供有力支持。在变电检修管理中，AI技术能够实时收集和大量的设备运行数据，通过深度学习算法挖掘数据间的潜在关联，及时发现设备存在的故障隐患。利用AI技术构建的故障诊断模型，能够对设备的异常信号进行精准识别，提高故障诊断的准确性和效率。另外，AI技术还能根据设备的运行状态和检修历史数据，智能预测设备的未来故障趋势，为检修计划的制定提供科学依据。在检修计划的优化方面，AI技术能够综合考虑设备的重要程度、检修资源的分配情况以及电网的安全稳定运行需求，智能生成最优的检修方案。这不仅能够有效避免过度检修和检修不足的问题，还能降低检修成本，提高检修工作的整体效益；随着AI技术的不断发展和完善，其在变电检修管理中的应用将更加广泛和深入^[1]。未来，AI技术将进一步提升变电检修管理的智能化水平，为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。同时，也需要加强AI技术在变电检修管理领域的标准制定和人才培养，推动其健康、有序地发展。

2 AI 技术在变电检修管理中的挑战

2.1 数据质量与安全问题

在变电检修管理中应用AI技术时，数据的质量与安全成为首要挑战。变电设备产生的数据往往复杂且多样，包括电流、电压、温度、振动等多种类型的信息。这些数据在采集、传输和存储过程中可能会受到干扰或损坏，导致数据质量下降。此外，数据的安全性问题也不容忽视。变电设备数据往往包含敏感信息，如设备运行状态、地理位置等，若被非法访问或篡改，可能会对

电网的安全运行构成威胁。因此，如何在保证数据完整性和准确性的同时，确保数据的安全传输和存储，是AI技术在变电检修管理中面临的一大难题。

2.2 模型可解释性与可靠性

AI技术在变电检修管理中的应用依赖于复杂的模型和算法，这些模型往往缺乏可解释性，即其决策过程难以被人类理解。这可能导致在检修决策中出现误解或误判，影响检修效果。同时，模型的可靠性也是一大挑战。由于变电设备的运行环境和条件复杂多变，AI模型需要在各种极端情况下都能保持稳定的性能和准确的预测。此外，模型的更新和维护也是一项长期而艰巨的任务，需要不断投入资源和精力。

2.3 技术融合与人才短缺

AI技术在变电检修管理中的应用需要与现有的电力系统技术深度融合，由于电力系统的复杂性和专业性，技术融合并非易事。如何将AI技术与传统的电力设备监测、故障诊断和检修方法相结合，实现无缝对接和高效协同，是当前面临的一大挑战^[2]。另外，人才短缺也是制约AI技术在变电检修管理中应用的重要因素。具备电力专业知识和AI技术背景的复合型人才稀缺，难以满足日益增长的技术需求。这不仅影响了AI技术的落地实施，也限制了变电检修管理的智能化升级。

3 AI 技术在变电检修管理中的对策

3.1 数据安全与隐私保护

在变电检修管理中，数据的安全与隐私保护是确保AI技术有效应用的关键环节。由于变电设备数据涉及电网运行的核心信息，一旦泄露或被恶意利用，将对电力系统的安全稳定运行构成严重威胁。首先，建立严格的数据访问控制机制是关键。通过设定权限等级，限制不同用户对数据的访问权限，确保只有授权人员能够访问敏感数据。采用先进的加密技术，对传输和存储的数

据进行加密处理,防止数据在传输过程中被截获或在存储时被窃取,还应建立数据备份和恢复机制,以防数据丢失或损坏;其次,加强数据隐私保护意识培训也至关重要。定期对变电检修管理人员进行数据安全与隐私保护培训,提高他们的数据安全意识,让他们了解数据泄露的危害以及如何防止数据泄露。同时,建立数据泄露应急响应机制,一旦发生数据泄露事件,能够迅速采取应对措施,减轻损失。另外,还可以引入第三方数据安全审计机构,定期对变电检修管理系统进行数据安全审计,发现潜在的安全漏洞并及时修复。通过引入外部监督力量,增强数据安全的可信度和可靠性。

3.2 技术集成与兼容性

AI技术在变电检修管理中的应用需要与现有的电力系统技术进行深度融合,实现技术集成与兼容性。由于电力系统的复杂性和专业性,技术集成并非易事,需要采取一系列措施来确保AI技术与传统技术的无缝对接和高效协同。通过制定统一的数据格式和传输协议,确保AI系统能够顺利接入现有的电力系统监测和控制平台,实现数据的实时共享和交互。这有助于消除不同系统之间的信息孤岛,提高数据的利用效率和准确性;利用AI技术的智能分析和预测能力,对传统检修方法进行优化和改进。例如,通过AI算法对设备故障进行智能诊断,提高故障诊断的准确性和效率;利用AI技术对检修计划进行智能优化,降低检修成本和停电时间。还可以将AI技术与远程监控和自动化控制相结合,实现变电设备的远程监控和智能控制,提高检修工作的智能化水平;随着可再生能源的快速发展和智能电网的建设,电力系统将变得更加复杂和多样化,AI技术需要具备高度的灵活性和可扩展性,以适应未来电力系统的变革。通过持续的技术研发和更新迭代,确保AI技术能够始终与电力系统的实际需求保持同步。

3.3 人才短缺与培训需求

AI技术在变电检修管理中的应用对人才的需求提出了更高要求。具备电力专业知识和AI技术背景的复合型人才短缺成为制约AI技术在变电检修管理中应用的关键因素之一。(1)针对变电检修管理领域的人才需求,加强与高校和科研机构的合作,共同培养具备电力专业知识和AI技术背景的复合型人才。通过设立联合培养项目、开展学术交流与合作研究等方式,促进人才培养与产业需求的深度融合。鼓励高校开设相关课程,为学生提供学习AI技术和电力知识的机会,培养具备跨学科能力的复合型人才。(2)针对现有变电检修管理人员,应定期开展AI技术培训和技能提升活动。通过邀请行业

专家进行讲座、组织内部培训课程、开展实践项目等方式,帮助管理人员掌握AI技术的基本原理和应用方法,提高他们的技术应用能力和创新能力。同时,鼓励管理人员积极参与AI技术的研发和应用实践,通过实际操作和项目经验积累,提升他们的专业素养和综合能力^[3]。

(3)建立健全的人才激励机制,吸引和留住具备AI技术和电力知识的优秀人才。通过提供具有竞争力的薪酬待遇、良好的职业发展空间以及丰富的员工福利等措施,激发人才的积极性和创造力。加强与员工的沟通与交流,了解他们的职业需求和发展期望,为他们提供个性化的职业规划和发展路径。在培训需求方面,应针对不同层次和类型的人才制定差异化的培训计划。对于初学者,应注重基础知识的传授和实践能力的培养;对于进阶者,应关注高级技术和管理能力的提升;对于专家级人才,应注重创新思维和跨学科能力的培养。通过分层次的培训体系,满足不同人才阶段的发展需求。(4)加强与国际先进企业和科研机构的交流合作,引进国际先进的培训理念和方法,提高培训质量和效果。通过与国际接轨的培训体系和认证标准,提升变电检修管理人员在国际市场上的竞争力。

4 AI技术在变电检修管理中的具体应用

4.1 数据采集与实时监测

AI技术在变电检修管理中的首要应用体现在数据采集与实时监测方面。传统的变电检修往往依赖于人工巡检和数据记录,这种方式不仅效率低下,而且难以捕捉到设备故障的早期信号。AI技术的引入,使得变电设备的数据采集变得更加自动化和智能化。通过安装传感器和智能监测设备,AI系统能够实时收集变电设备的运行状态数据,如电流、电压、温度、振动等。这些数据经过AI算法的处理和分析,能够生成设备的实时运行状态图,帮助管理人员直观了解设备的健康状况。同时,AI系统还能对数据进行预处理和清洗,去除异常值和噪声,提高数据的准确性和可靠性;在实时监测方面,AI系统能够根据设定的阈值和规则,对设备数据进行实时监控和分析。一旦数据出现异常波动或超出预设范围,系统将自动触发预警机制,及时通知管理人员进行处理。这种实时监测和预警能力,能够大大提前设备故障的发现和修复时间,降低故障对电网运行的影响。

4.2 故障诊断与预警

AI技术在变电检修管理中的另一个重要应用是故障诊断与预警。传统的故障诊断方法往往依赖于专家经验和人工分析,不仅耗时耗力,而且容易受到人为因素的影响。而AI技术则能够通过机器学习算法,对设备历史

数据和实时监测数据进行深度学习和分析,挖掘数据间的潜在关联和规律。基于这些数据关联和规律,AI系统能够构建故障诊断模型,对设备故障进行智能识别和分类。一旦设备出现故障迹象,系统将自动触发故障诊断机制,对故障进行快速准确的定位和分析。同时,AI系统还能根据故障诊断结果,生成维修建议和处理方案,指导管理人员进行故障修复;AI技术还能够结合设备的运行状态数据和历史维修记录,对设备的未来故障趋势进行预测和预警。这种预测能力能够帮助管理人员提前制定维修计划和备品备件准备,降低故障对电网运行的影响和风险。

4.3 巡检过程优化

AI技术在变电检修管理中的另一个显著应用是巡检过程优化。传统的巡检方式往往依赖于人工巡检和记录,这种方式不仅效率低下,而且容易受到人为因素的影响。而AI技术则能够通过图像识别和自然语言处理等技术,对巡检过程进行智能化优化。例如,通过安装智能巡检机器人或无人机,AI系统能够自动完成变电设备的巡检任务。这些机器人或无人机搭载了高清摄像头和传感器等设备,能够对设备进行全方位、多角度的拍摄和监测。AI系统则能够对拍摄到的图像和视频进行处理和分析,识别设备的异常状态和故障迹象^[4]。另外,AI技术还能够结合设备的地理位置信息和运行状态数据,对巡检路线和频次进行优化。通过智能调度和路径规划算法,AI系统能够生成最优的巡检路线和频次方案,提高巡检效率和准确性。同时,AI系统还能对巡检结果进行智能分析和评估,为管理人员提供巡检工作的改进建议和优化方向。

4.4 运维策略优化

通过收集和分析变电设备的运行数据、故障数据和维修记录等信息,AI系统能够对设备的运维策略进行智能化优化和调整。一方面,AI系统能够根据设备的运行

状态和故障趋势预测结果,制定针对性的预防性维护计划。这种计划能够提前发现并修复设备的潜在故障,避免故障扩大化和对电网运行的影响。另一方面,AI系统还能够结合设备的维修历史记录和备品备件库存情况等信息,对维修资源进行智能调度和优化配置。通过合理分配维修资源和备品备件库存等措施,降低维修成本和停机时间。AI技术还能够结合电网的运行需求和安全要求等信息,对变电设备的运维策略进行整体优化。通过综合考虑设备的可靠性、经济性、安全性和环保性等因素,AI系统能够生成最优的运维策略方案,为管理人员提供科学决策依据和支持,这种整体优化的运维策略方案能够进一步提高变电设备的运行效率和安全性水平,为电网的稳定运行提供有力保障。

结束语

随着人工智能技术的不断发展和完善,其在变电检修管理中的应用前景日益广阔。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,AI技术将在变电检修管理中发挥更加重要的作用。同时,也需要加强人才培养和技术创新,推动AI技术在变电检修管理领域的健康、有序发展,为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]王莹.人工智能技术在电力设备运维检修中的研究及应用[J].百科论坛电子杂志,2020(10):1218.
- [2]陈学伟,王伟,田新成,等.基于AI技术的电力生产管理自动化系统研究[J].电工技术,2022(16):24-26,29. DOI:10.19768/j.cnki.dgjs.2022.16.007.
- [3]蒲天骄,乔骥,韩笑,等.人工智能技术在电力设备运维检修中的研究及应用[J].高电压技术,2020,46(2):369-383. DOI:10.13336/j.1003-6520.hve.20200131001.
- [4]尹龙强,裴璐,吴钊铭,等.AI技术在配电房用户出线电能质量监测中的应用研究[J].计算机产品与流通,2020(12):96-97.