

智慧矿山机电设备检测中的 AI 技术应用

唐 睿

(四川交建材料科技有限公司, 四川 成都 610000)

摘要 在智慧矿山中, 机电设备的安全运行是保障生产连续性和提高效率的关键, 传统的机电设备检测往往依赖人工巡检, 存在效率低下、漏检率高等问题。引入人工智能技术, 可以实现对机电设备的自动监测和预测维护, 从而提高检测效率和准确性, 降低安全风险。基于此, 本文首先分析智慧矿山中对机电设备检测的需求, 并研究 AI 技术在该领域的具体应用及构建方案, 希望能为促进该技术的应用提供有效参考。

关键词 智慧矿山; 机电设备; 人工智能

中图分类号: TD67

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)08-0016-03

在当今数字化革命的浪潮中, 智慧矿山作为工业领域的前沿代表, 正以日新月异的速度发展和演变。机电设备作为矿山生产的核心支柱, 其安全性和效率直接关系到整个生产链的稳定运行。传统的设备检测通常依赖于人工巡检, 不仅费时费力, 还存在主观判断和盲点。而 AI 技术则通过智能化的数据分析和处理, 能够实时监测设备运行状态、预测潜在故障, 并且能够进行快速的响应和调整, 从而大幅提升了设备的运行效率和安全性。特别是, AI 技术结合了机器学习和大数据分析的优势, 能够从海量的设备运行数据中挖掘出隐藏的模式和规律, 为设备维护提供更为精准的决策支持。因此, 当前对该技术进行深入研究是十分有必要的。

1 智慧矿山中机电设备的检测需求

第一, 高效性。传统的检测方式往往需要大量的人力物力, 而且耗时耗力, 不能满足矿山生产中对设备状态实时监测的需求。因此, 智慧矿山需要引入先进的检测技术和设备, 提高检测效率, 实现设备状态的实时监测和预警。第二, 准确性。机电设备在矿山生产中起着至关重要的作用, 一旦出现故障可能会导致生产事故和人员伤亡, 因此对设备状态的检测需要准确无误。为此, 智慧矿山需要采用高精度的检测设备和技术, 对设备的各项参数进行精准监测和分析, 及时发现并排除潜在的故障隐患^[1]。第三, 智能化和自动化。随着人工智能和物联网技术的发展, 智能化设备已经成为智慧矿山的发展趋势。智能化的设备能够实现自动化的监测和控制, 提高设备的利用率和生产效率, 降低人力成本和生产风险, 因此智慧矿山需要引入智能化的机电设备检测系统, 实现对设备状态

的智能化监测和管理。第四, 可持续发展特点。矿山生产是一个长期的持续过程, 因此设备检测系统需要具备稳定可靠的特点, 能够长期稳定运行并不断适应矿山生产的变化。同时, 智慧矿山还需要考虑设备检测对环境的影响, 采用环保节能的检测设备和技术, 实现矿山生产的可持续发展。

2 智慧矿山机电设备检测中的 AI 技术应用

2.1 智慧矿山中 AI 关键技术分析

2.1.1 智能传感器

智能传感器技术是指能够收集、处理和传输各种环境数据的先进传感器系统, 可以感知矿山内部和周围环境的各种参数, 如温度、湿度、气体浓度、地质构造等, 从而实现了对矿山状态的实时监测和分析。通过部署大量的传感器设备, 可以对矿山内部和周边环境的各种参数进行实时监测, 并及时发现异常情况。智能传感器技术还可以通过数据分析和挖掘, 帮助矿山管理者优化生产流程和资源利用。传感器收集到的海量数据可以通过人工智能算法进行分析, 发现生产过程中存在的潜在问题和改进空间。此外, 传感器可以监测矿工的工作环境, 如温度、湿度和空气质量等, 及时发现存在的安全隐患, 并采取措施改善工作条件, 保障矿工的健康和安全。

2.1.2 图像识别技术

图像识别技术在智慧矿山中被广泛运用于安全监控。通过在矿山各个角落安装摄像头, 图像识别系统可以实时监测矿工的工作状态和行为, 及时发现危险情况并采取相应的措施, 有效预防事故的发生。操作时, 可以立即发出警报并通知相关人员进行处理, 从而保障矿工的安全。图像识别技术也可以用于设备状态监

测和维护。矿山中的大型设备如挖掘机、运输车等经常需要进行维护和保养,以确保其正常运行。图像识别系统可以通过监测设备表面的磨损、裂纹等情况,及时发现潜在的故障迹象,并提前预警维护人员进行检修,避免设备因故障导致的生产中断和安全事故^[2]。此外,图像识别技术还可以帮助管理者对矿山环境进行监测和分析。例如,通过分析矿山区域的地质构造、植被覆盖等信息,可以帮助管理者及时发现地质灾害的迹象,采取相应的措施进行防范和应对。

2.1.3 声音识别技术

通过监测矿山内部的声音信号,系统可以及时发现异常声音,如地质变化、机械故障或人员紧急求助的声音。这可以帮助矿山管理人员及时采取措施,减少事故发生的可能性,保障矿工的安全。另外,通过分析设备运行时的声音特征,系统可以实现对设备状态的实时监测和预测性维护。当设备出现异常声音时,系统可以自动发出警报并提供相应的维修建议,避免设备故障对生产造成的停滞和损失。此外,声音识别技术还可以用于改善矿山的环境监测和管理。通过监测矿山周围的环境声音,系统可以实时评估矿山对周边环境的影响,及时发现和解决环境污染问题,保护周边生态环境的完整性。

2.2 智慧矿山中的 AI 技术应用

2.2.1 故障诊断

传统的故障诊断依赖于工程师的经验和技能,而 AI 技术则能够通过对大量数据的分析和比对,快速准确地识别出设备可能存在的问题。例如,利用机器学习算法,结合传感器采集到的数据,可以实现对设备运行状态的实时监测和分析,发现潜在故障并及时报警,极大地降低了故障对生产造成的影响。通过对历史数据的深度学习和模式识别,AI 系统可以预测设备未来可能发生的故障类型和时间点,提前进行维护和修复,避免了突发故障对生产带来的损失。同时,AI 技术还可以优化设备的运行参数,降低故障发生的概率,进一步提升了设备的可靠性和稳定性。

例如,假设一台采矿机出现了异常振动。传感器会实时监测到振动数据,并将其传输到中央数据处理中心。AI 算法会立即对这些数据进行分析,并与之前训练好的模型进行比对。通过比对确定这种振动是否属于常规工作范围内的情况,还是表示设备存在故障,并给出具体故障类型。同时 AI 系统可以立即向维护人员发出警报,并提供修复建议,比如建议更换特定部件或进行维护保养。此外,AI 技术还可以利用设备历

史数据和运行状态预测未来可能出现的故障,帮助管理人员采取预防措施,避免设备损坏造成的停工和损失。

2.2.2 预测维护

通过历史数据的积累和机器学习算法的训练,AI 系统可以建立起设备健康状态的模型。当新的数据进入系统时,AI 系统可以根据模型对设备的健康状态进行实时评估,并预测未来一段时间内可能发生的故障情况。智能传感器不断收集设备的温度、压力、振动等数据,并将数据传输到中央数据处理系统进行分析。通过监测设备的运行数据,智慧矿山可以实时了解设备的工作状态,及时发现异常情况^[3]。通过将传感器数据和大数据分析结果输入人工智能算法中,智慧矿山可以自动识别设备的维护需求,并生成相应的维护工单。这种智能化的维护管理系统能够帮助矿山管理者更加高效地安排维护人员和资源,提高维护效率和设备可用率。

2.2.3 安全监测

通过大数据分析和机器学习算法,系统能够从历史数据中挖掘出潜在的安全隐患和趋势,预测出可能发生的事故类型和发生的时间,为矿山管理者提供重要的决策依据。比如,通过监测地质构造变化、矿井内部气体浓度、设备运行状态等数据,系统能够提前发现地质灾害、瓦斯爆炸、设备故障等潜在风险,并及时向相关人员发出预警,以减少事故的发生概率。通过安装在各个关键位置的传感器和摄像头,系统能够实时监测矿井内部的各项参数和矿工的工作状态,一旦发现异常情况立即报警并采取相应的措施。同时,矿山管理者可以通过远程监控系统随时随地查看矿山的运行情况,并进行远程控制,及时调整生产参数和采取紧急救援措施,确保矿山的安全稳定运行。此外,智慧矿山中的 AI 技术还可以通过虚拟仿真和模拟训练提升安全监测的效率和准确性。通过建立真实矿山环境的虚拟模型,系统能够模拟各种可能发生的安全事故,并对矿工进行安全培训和演练,提高其应对突发情况的能力和反应速度。同时,还可以通过模拟测试不同的安全监测方案和应急预案,优化矿山的安全管理体系,提高事故应对的效率和准确性。

3 智慧矿山 AI 系统架构设计

3.1 逻辑体系结构

系统的逻辑架构可以划分为三个核心层面:矿井子系统层级、数据捕获与流通层级以及业务功能应用层级。

矿井子系统层级:该层级囊括了各类设备、物联

网传感器以及中央计算机监控机制，旨在实现对矿井中关键设备如主风机、提升机、压缩机等的实时在线监测与控制。

数据捕获与流通层级：该层级由两大软件模块构成，一是数据捕获软件，负责从矿山监控系统中收集各项监测数据；二是数据传输软件，承担将收集到的数据准确无误地传送至更高级别数据中心的任务。

业务功能应用层级：这一层级主要由数据中心、网站以及移动应用平台构成，其核心功能是向煤矿工作人员及管理层提供设备的实时在线监控服务，确保信息的高效流通与利用。

3.2 部署架构

系统的部署覆盖了煤矿和监控两大层面。具体而言，煤矿侧采取了物联网传感技术，包括温度、振动、压力、速度、电压、电流等传感器，用以实时捕获机电设备的运行详情和各类工况数据。这些捕获到的信息会即时通过监控子系统进行存储和可视化展示。为了整合和传输这些数据，系统特别设计了数据采集模块，该模块从子系统中提取数据，并通过数据传输模块将其安全、高效地传输至监控端的数据接收平台。值得一提的是，数据采集和传输模块均被精心部署在煤矿侧^[4]。

在监管层面，系统不仅配置了数据分析模块和全面的监控平台网站，还开发了便于移动设备使用的监控服务应用程序。这一系列配置和部署的目的在于为监督者提供极大的便利，使他们能够借助互联网，无论身处何地，都能实时、有效地进行在线监督和管理。

3.3 技术架构

该系统采纳了层次分明的体系结构设计，细化为接入层、数据收集与传输层、数据存储层，以及最终的平台应用层。在软件模块布局上，系统融合了C/S、B/S架构，并提供了移动应用支持。该网站基于ASP.NET MVC 5.0框架打造，同时引入了包括jQuery、ECharts、HTML5和SVG在内的多项前沿技术和第三方组件。此外，针对安卓平台的应用软件，则采用了Java编程语言进行开发。

为了支持多样化的业务需求，平台综合运用了Redis、SQL Server和HBase等数据库技术，旨在存储实时监控信息、报警记录、统计数据和庞大的设备历史采样数据。在数据接入环节，系统采用了OPC UA/DA协议，以确保矿端设备监控子系统的信息采集与接入的高效性；同时，借助FTP协议或消息队列传输技术，确保数据能够稳定、快速地传输至平台。

在神经网络方面，矿山运营涉及大量的数据和复杂的环境变化，因此采用LSTM (Long Short-Term Memory) 网络来构建AI模型^[5]。LSTM是一种递归神经网络，适用于处理序列数据，能够捕捉数据中的长期依赖关系，对于时间序列预测和序列分类等任务效果显著。数据准备和预处理中需要收集和清洗历史数据，包括矿山的生产数据、设备状态数据、环境数据等。然后，将数据进行归一化处理，以确保各个特征的尺度相近，有利于模型的训练和收敛。在设计网络结构时，需要考虑到矿山运营的特点和需求。通常情况下，可以采用多层LSTM结构，通过堆叠多个LSTM层来增加网络的表达能力。同时还可以添加一些正则化手段，如Dropout层，以防止过拟合问题的发生。在模型搭建完成后，需要进行模型的训练和调优，包括将数据集划分为训练集、验证集和测试集，利用训练集对模型进行训练，并通过验证集来调节超参数和防止过拟合。在训练过程中，可以采用一些优化算法，如Adam优化器，以加速模型收敛并提高模型的泛化能力。

4 结束语

智慧矿山机电设备检测中的AI技术应用，不仅为矿山生产带来了革命性的改变，更引领了矿山行业迈向智能化、自动化的新时代。通过AI技术的深入应用，我们能够实现对设备运行状态的实时监测和精准分析，及时发现并解决潜在的安全隐患，确保矿山生产的安全稳定。同时，AI技术还能对设备运行数据进行深度挖掘，预测设备的维护周期和故障风险，为矿山的预防性维护提供有力支持。此外，AI技术还能帮助矿山实现智能化管理，提高生产效率，降低运营成本。针对AI未来的发展，相信随着人工智能技术的不断突破和进步，智慧矿山将不断拓宽应用领域，提升应用水平，为矿山行业的可持续发展注入强大的动力。

参考文献：

- [1] 黄粒. 自动化技术在矿山机电设备中的应用与发展方向研究[J]. 中国金属通报, 2023(15):11-13.
- [2] 康成国. 智能矿山煤矿机电设备管理创新策略[J]. 矿业装备, 2023(12):149-151.
- [3] 李博文, 张斌, 吕晓明. 煤矿机电设备智慧检修系统研究与应用[J]. 中国煤炭, 2023, 49(11):87-91.
- [4] 李小波. 机械制造领域智能化技术与机电一体化融合发展研究[J]. 中国煤炭, 2023, 49(S2):55-59.
- [5] 胡春林. 人工智能技术在智慧矿山机电设备检测中的应用[J]. 中国机械, 2024(04):48-51.