

矿山机电设备智能故障检测诊断技术

仇转宝

重庆川九矿山建设有限公司

DOI:10.12238/ems.v7i9.15235

[摘要] 矿山机电设备在现代矿业生产中至关重要，其正常运行关乎矿山生产效率、安全性和经济效益。但因矿山作业环境复杂、设备长期连续运行，机电设备难免出现故障。传统故障检测诊断方法依赖人工经验和简单监测手段，难以满足快速、准确诊断需求。而智能故障检测诊断技术作为新兴手段，为矿山机电设备故障诊断提供更有效方案。它融合先进传感器、信号处理技术和人工智能算法，能实时精准捕捉设备运行信息，及时发现潜在隐患并准确判断故障类型、位置和严重程度。本文旨在深入探讨矿山机电设备智能故障检测诊断技术，以期为提高矿山机电设备的可靠性和稳定性提供理论支持和技术参考。

[关键词] 矿山机电设备；智能故障检测；故障诊断技术

随着矿业的不断发展，矿山机电设备的自动化、智能化程度越来越高。这一方面提高了矿山生产的效率和质量，另一方面也对设备的故障检测诊断技术提出了更高的要求。智能故障检测诊断技术能够有效降低设备维修成本、减少停机时间、提高生产安全性，具有重要的现实意义。目前，国内外学者在该领域已经取得了一定的研究成果，但仍面临着一些挑战，如传感器数据的准确性和可靠性、智能算法的适应性和鲁棒性等。因此，进一步深入研究矿山机电设备智能故障检测诊断技术具有重要的理论和实践价值。

1 矿山机电设备智能故障检测诊断技术的优势

1.1 提高故障检测的准确性

传统的矿山机电设备故障检测主要依赖人工经验和简单的检测工具，这种方式容易受到主观因素的影响，导致故障判断不准确。而智能故障检测诊断技术运用先进的传感器、数据分析算法和机器学习模型，能够实时、精准地采集设备的各项运行参数。例如，通过安装在电机上的振动传感器和温度传感器，可以实时监测电机的振动频率和温度变化。一旦这些参数出现异常波动，系统能够迅速识别并判断可能存在的故障类型，如轴承磨损、绕组短路等，大大提高了故障检测的准确性。

1.2 实现故障的早期预警

智能故障检测诊断技术具有强大的数据分析和处理能力，它可以对设备运行过程中的海量数据进行深度挖掘和分析。通过建立设备的健康状态模型，将实时监测数据与正常运行状态下的数据进行对比分析，能够及时发现设备运行中的潜在问题。当设备出现轻微的异常变化时，系统就会发出

预警信号，提醒维修人员及时采取措施进行处理。这样可以 在故障尚未发展成严重问题之前进行修复，避免设备故障的进一步恶化，减少设备停机时间和维修成本。

1.3 降低人工检测成本

在传统的矿山机电设备故障检测中，需要大量的人力投入，维修人员需要定期对设备进行巡检和检测，这不仅耗费大量的时间和精力，而且效率低下。智能故障检测诊断技术实现了设备运行状态的自动化监测和故障诊断，减少了人工巡检的工作量。维修人员可以通过远程监控系统随时随地获取设备的运行状态信息，无需频繁到现场进行检测。同时，智能诊断系统能够快速准确地定位故障位置和原因，为维修人员提供详细的维修指导，提高了维修效率，降低了人工检测成本。

1.4 提升设备的可靠性和稳定性

矿山生产环境恶劣，机电设备长期处于高负荷、高强度的运行状态，容易出现各种故障。智能故障检测诊断技术可以实时监测设备的运行状态，及时发现并解决设备存在的问题，确保设备始终处于良好的运行状态。通过对设备故障的及时处理和预防性维护，可以减少设备的故障率，延长设备的使用寿命，提升设备的可靠性和稳定性，保障矿山生产的正常进行。

1.5 优化设备的维护管理

智能故障检测诊断技术为矿山企业的设备维护管理提供了科学的决策依据。通过对设备运行数据的分析和统计，企业可以了解设备的运行规律和故障发生的特点，制定合理的维护计划和维修策略。例如，根据设备的实际运行状况和剩

余使用寿命，合理安排设备的检修时间和维修内容，避免过度维修和维修不足的问题。同时，通过对设备故障数据的分析，可以总结经验教训，不断改进设备的设计和制造工艺，提高设备的整体性能和质量。

2 矿山机电设备智能故障检测诊断的关键技术

2.1 传感器技术

传感器作为获取设备运行状态信息的首要环节，是智能故障检测诊断的基础。先进的传感器能够精确捕捉矿山机电设备在运行过程中的各种物理量，如温度、振动、压力、电流等。例如，在电机运行时，温度传感器可以实时监测电机绕组的温度变化。一旦温度超出正常范围，就可能预示着电机存在过载、散热不良或者绕组短路等故障。高精度的振动传感器则能检测设备的振动频率和幅度，不同的故障往往会产生特定的振动模式。通过对振动信号的分析，能够及时发现设备的不平衡、松动、轴承磨损等问题。而且，随着技术的发展，现在的传感器越来越朝着微型化、智能化、多功能化的方向发展，不仅可以提高检测的精度和可靠性，还能实现数据的初步处理和传输，为后续的故障诊断提供更准确、更丰富的信息。

2.2 数据采集与传输技术

在矿山复杂的环境中，要将传感器获取的数据准确、及时地传输到故障诊断系统中，数据采集与传输技术起着至关重要的作用。数据采集系统需要具备高速、稳定、抗干扰的特性。它能够对传感器传来的模拟信号进行快速采样，并将其转换为数字信号，以便计算机进行处理。为了保证数据的完整性和准确性，采集系统还需要对信号进行滤波、放大等预处理操作。而在数据传输方面，由于矿山环境的特殊性，有线传输可能会受到线缆铺设困难、易损坏等问题的影响。因此，无线传输技术得到了广泛的应用。例如，采用 ZigBee、WiFi 等无线通信协议，可以实现数据的远距离、实时传输。同时，为了确保数据传输的安全性和稳定性，还需要采用加密技术和数据纠错机制，防止数据在传输过程中丢失或被篡改。

2.3 数据分析与处理技术

采集到的数据需要经过深入分析和处理才能挖掘出其中蕴含的故障信息。传统的数据分析方法，如时域分析、频域分析等，能够对设备的运行状态进行初步的判断。例如，通过时域分析可以观察信号的幅值、均值、方差等统计特征，

判断设备是否存在异常波动。频域分析则可以将信号从时域转换到频域，找出信号中的特征频率成分，从而识别出故障的类型。然而，随着矿山机电设备的日益复杂，传统方法往往难以满足故障诊断的需求。因此，机器学习和深度学习等智能算法得到了广泛的应用。机器学习算法，如支持向量机、决策树等，可以通过对大量历史数据的学习，建立故障诊断模型。深度学习算法，如卷积神经网络 (CNN)、循环神经网络 (RNN) 等，则能够自动提取数据中的深层次特征，提高故障诊断的准确性和可靠性。这些智能算法可以对设备的运行状态进行实时监测和预测，提前发现潜在的故障隐患。

2.4 故障诊断专家系统

故障诊断专家系统是一种基于知识的智能系统，它将领域专家的经验 and 知识以规则、案例等形式存储在知识库中。当设备出现故障时，系统可以根据采集到的数据，利用推理机制在知识库中进行匹配和推理，从而得出故障诊断结果。专家系统具有知识共享、快速诊断、决策支持等优点。它可以为现场维修人员提供准确的故障诊断信息和维修建议，提高维修效率和质量。而且，随着人工智能技术的发展，专家系统还可以不断学习和更新知识库，适应新的故障类型和设备变化。例如，通过与机器学习算法相结合，专家系统可以自动从新的数据中提取知识，优化诊断规则，进一步提高故障诊断的能力。

2.5 故障预警技术

故障预警是矿山机电设备智能故障检测诊断的重要一环，它旨在提前发现设备可能出现的故障，避免故障的进一步恶化和引发严重事故。通过对设备运行数据的实时监测和分析，结合历史故障数据和专家经验，建立合理的预警模型。利用统计学方法，设定设备各项运行参数的正常波动范围和预警阈值。当传感器采集到的数据超出预警阈值时，系统及时发出警报。例如，对于电机的电流参数，根据其额定功率和正常运行工况，确定一个合理的电流波动区间，一旦电流值超出该区间，立即启动预警机制。同时，引入机器学习算法，对设备运行状态进行动态评估和预测。如使用时间序列分析算法，对设备未来一段时间内的运行参数进行预测，提前察觉潜在的故障趋势。通过对大量设备运行数据的学习，算法可以识别出一些早期的异常模式，这些模式可能在传统监测方法下难以发现，但却可能是故障发生的前期征兆。故障预警技术还应具备分级预警功能，根据故障的严重程度和

可能造成的影响,将预警分为不同级别,如一级预警表示轻微异常,只需加强监测;二级预警表示存在潜在风险,需要安排专业人员进行检查;三级预警则表示情况较为紧急,需立即停机检修。这样可以使维修人员根据预警级别采取相应的措施,提高应对故障的效率。

2.6 远程监控与维护技术

在现代矿山生产中,远程监控与维护技术为矿山机电设备的管理提供了极大的便利。借助先进的网络通信技术,实现对矿山机电设备的远程实时监控和诊断。通过建立远程监控中心,将各个矿山现场的设备运行数据集中传输到监控中心的服务器上。监控人员可以在监控中心通过专门的软件系统,实时查看设备的各项运行参数、状态信息和故障报警情况。无论监控人员身处何地,只要有网络连接,就可以随时随地对设备进行监控。远程维护技术则允许专业的技术人员通过网络对现场设备进行远程操作和调试。当设备出现故障时,技术人员无需亲临现场,就可以通过远程维护系统对设备进行诊断和修复。例如,技术人员可以远程调整设备的运行参数、更新设备的控制程序等。此外,远程监控与维护系统还可以实现设备运行数据的长期存储和分析。通过对历史数据的挖掘和分析,可以总结出设备的运行规律和故障发生特点,为设备的维护计划制定、性能优化和升级改造提供有力依据。同时,系统还可以与供应商和制造商的数据库进行对接,实现数据共享和技术支持,进一步提高设备的管理水平和可靠性。

3 矿山机电设备智能故障检测诊断技术的优化措施

3.1 构建完善的设备数据管理体系

要实现矿山机电设备智能故障检测诊断技术的有效应用,构建完善的设备数据管理体系是基础。首先,对矿山内所有机电设备进行详细的信息登记,包括设备型号、购置时间、安装位置、技术参数等基础信息,为后续的数据采集和分析提供准确的设备背景资料。在数据采集方面,要确保各类传感器稳定运行,按照设定的时间间隔和精度要求,全面、准确地采集设备的运行数据。建立数据存储系统,将采集到的实时数据和历史数据进行分类存储,便于后续的查询和分析。同时,要注重数据的安全性和可靠性,采用数据备份和恢复机制,防止数据丢失或损坏。此外,对采集到的数据进行清洗和预处理,去除噪声和错误数据,保证数据的质量。通过建立数据索引和标签,提高数据的检索效率,为后续的

数据分析和故障诊断提供高质量的数据支持。

3.2 加强人员培训与技术交流

矿山机电设备智能故障检测诊断技术应用需专业人才。一方面,加强矿山企业内部员工培训,针对不同岗位制定计划,对一线操作人员培训正确使用和维护智能监测设备,了解运行原理和初步判断故障方法;对维修人员开展深入技术培训,使其掌握关键技术和维修技能,能运用故障诊断专家系统和远程监控与维护技术维修调试设备。另一方面,积极开展技术交流,组织企业内部研讨会,让员工分享问题与解决经验;加强与高校、科研机构及其他矿山企业合作交流,邀请专家讲学指导,参与行业学术会议和技术论坛,了解行业动态和技术趋势,引进先进技术和理念,提升企业技术水平和创新能力。

4 结语

综上所述,矿山机电设备智能故障检测诊断技术在提高检测准确性、实现预警、降低成本、提升可靠性及优化维护管理等方面优势显著。其涵盖的传感器、数据采集与传输、数据分析与处理、故障诊断专家系统、预警及远程监控与维护等关键技术相互协作,保障设备稳定运行。为发挥该技术作用,矿山企业应积极优化,构建完善设备数据管理体系,确保数据采集、存储和利用;加强人员培训与技术交流,提升员工素质和水平,紧跟行业趋势创新改进技术。展望未来,随人工智能、大数据、物联网等技术发展,该技术将不断完善升级。

[参考文献]

- [1]李鹏翔. 矿山机电设备智能故障检测诊断技术[J]. 世界有色金属, 2024, (15): 16-18.
- [2]耿振, 王亚斌, 王海松. 智能技术在矿山机电设备故障诊断中的应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2024, (14): 163-165.
- [3]高寒. 机电设备中智能故障检测诊断技术的运用[J]. 黑龙江科学, 2024, 15 (02): 64-66.
- [4]王艳. 矿山机电设备智能故障检测诊断技术研究[J]. 中国高新科技, 2023, (17): 47-49.
- [5]董永智. 智能技术在矿山机电设备故障诊断中的应用[J]. 冶金与材料, 2023, 43 (07): 124-126.
- [6]陈祖奎. 智能煤矿机电设备故障检测诊断技术的应用分析[J]. 中国机械, 2023, (16): 95-98.