

基于信息化和智能化的煤矿机电设备故障诊断与预测

刘俊峰

内蒙古蒙泰不连沟煤业有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要: 本文聚焦基于信息化和智能化的煤矿机电设备故障诊断与预测。剖析了煤矿机电设备类型、故障特征、运维需求及信息化智能化技术适配性。阐述信息化故障诊断系统设计, 涵盖总体架构、数据采集处理与算法设计。探讨智能化故障预测模型, 包括预测原理方法、模型构建优化及故障趋势分析与预警机制。通过采煤机和刮板输送机案例验证。旨在为煤矿机电设备运维提供高效精准方法, 提升煤矿生产安全性与效率。

关键词: 煤矿机电设备; 故障诊断; 故障预测

1 煤矿机电设备故障特征与运维需求分析

1.1 设备类型与故障特征

煤矿机电设备种类繁多, 主要包括采煤机、刮板输送机、掘进机、提升机、通风机等。这些设备在煤矿生产中起着至关重要的作用, 但不同类型的设备具有不同的故障特征。采煤机作为煤矿开采的核心设备, 其故障主要集中在截割部、牵引部和电气系统。截割部由于直接与煤层接触, 磨损严重, 据统计, 截齿的磨损率在每班可达3%-5%, 这会导致截割效率下降, 甚至引发截割部过载故障。牵引部的故障多与液压系统有关, 如液压泵、液压马达的泄漏问题, 泄漏量超过额定流量的10%时, 就会明显影响牵引速度和牵引力。电气系统的故障则主要表现为电气元件的老化和短路, 例如接触器触点的烧蚀, 在频繁启停的情况下, 触点烧蚀速度加快, 一般每3-6个月就需要检查更换。刮板输送机主要用于煤炭的运输, 其故障多发生在链条、刮板和中部槽。链条的断裂是较为严重的故障, 链条的疲劳强度会随着使用时间的增加而降低, 当疲劳强度下降到原强度的70%以下时, 链条断裂的风险大幅增加。刮板的磨损也较为常见, 刮板与中部槽的摩擦会导致刮板厚度逐渐减小, 当刮板厚度磨损超过原厚度的20%时, 就需要更换刮板。中部槽的变形和磨损会影响煤炭的运输效率, 中部槽的磨损速率约为每年0.5-1mm。掘进机的故障主要集中在截割头、装载部和行走部。截割头的截齿磨损和轴承损坏较为频繁, 截齿磨损率与采煤机类似, 轴承的损坏会导致截割头振动加剧, 影响掘进效率。装载部的耙爪和刮板输送机链条也容易出现故障, 耙爪的磨损会导致装载效率下降, 链条的故障会影响煤炭的装载和运输。行走部的履带和驱动轮磨损严重, 履带的磨损会导致行走阻力增大, 驱动轮的磨损会影响掘进机的行走速度和稳定性。

1.2 运维需求与挑战

煤矿机电设备的运维需求主要包括设备的日常维护、定期检修和故障维修。日常维护需要对设备进行清洁、润滑、紧固等工作, 以确保设备的正常运行。定期检修则需要按照设备的运行时间和使用情况进行全面的检查和维修, 例如采煤机每运行1000-1500小时需要进行一次中修, 每运行3000-4000小时需要进行一次大修。故障维修则是在设备出现故障时及时进行修复, 以减少设备停机时间。煤矿机电设备的运维面临着诸多挑战^[1]。首先, 煤矿生产环境恶劣, 粉尘、潮湿、瓦斯等因素会对设备的性能和寿命产生严重影响。其次, 设备的运行时间长, 负荷大, 容易出现故障。煤矿机电设备通常需要24小时连续运行, 设备的磨损和疲劳程度较高, 故障发生率也相应增加。据统计, 煤矿机电设备的平均无故障工作时间仅为200-300小时。另外, 运维人员的专业素质和技能水平参差不齐, 部分运维人员对设备的结构和原理了解不够深入, 缺乏故障诊断和维修的经验, 这也会影响设备的运维效果。

1.3 信息化与智能化技术适配性

信息化与智能化技术在煤矿机电设备运维中具有广阔的应用前景。信息化技术可以实现对设备运行状态的实时监测和数据采集, 通过对采集到的数据进行分析 and 处理, 可以及时发现设备的潜在故障。智能化技术则可以在信息化的基础上, 实现对设备故障的自动诊断和预测。通过机器学习、深度学习等算法, 对大量的设备运行数据进行分析 and 建模, 可以准确地判断设备的故障类型和故障位置, 并预测设备的故障趋势。例如, 利用神经网络算法对刮板输送机的链条故障进行预测, 预测准确率可以达到85%以上。信息化与智能化技术与煤矿机电设备的适配性主要体现在以下几个方面。一是技术的可行性, 目前传感器技术、通信技术、数据处理技术等已经相对成熟, 可以满足煤矿机电设备运维的需求。二是

经济的合理性,虽然信息化与智能化技术的初期投资较大,但从长远来看,可以降低设备的维修成本,提高设备的运行效率,具有良好的经济效益。三是操作的便捷性,信息化与智能化系统应该具有友好的人机界面,方便运维人员操作和使用。

2 基于信息化的煤矿机电设备故障诊断系统设计

2.1 系统总体架构

基于信息化的煤矿机电设备故障诊断系统主要由数据采集层、数据传输层、数据处理层和应用层组成。数据采集层主要负责采集设备的运行状态数据,包括温度、振动、电流、电压等参数。采集设备采用各种传感器,如温度传感器、振动传感器、电流互感器等。这些传感器安装在设备的关键部位,实时采集设备的运行数据,并将数据转换为电信号或数字信号。数据传输层负责将采集到的数据传输到数据处理层。传输方式可以采用有线传输和无线传输相结合的方式。有线传输可以采用工业以太网、现场总线等技术,具有传输稳定、抗干扰能力强的优点;无线传输可以采用ZigBee、Wi-Fi等技术,具有安装方便、灵活性高的优点。数据处理层主要对采集到的数据进行处理和分析,首先对数据进行预处理,包括数据清洗、数据归一化等操作,以去除噪声和异常值。然后利用故障诊断算法对数据进行分析,判断设备是否存在故障。数据处理层还可以建立设备故障数据库,将设备的故障信息和处理方法进行存储和管理。应用层主要为用户提供故障诊断结果和决策支持,用户可以通过Web界面或移动客户端查看设备的运行状态和故障诊断结果,并根据诊断结果采取相应的措施。应用层还可以实现设备的远程监控和管理,提高设备的运维效率。

2.2 数据采集与处理技术

数据采集是故障诊断系统的基础,准确可靠的数据采集是保证诊断结果准确性的关键。在数据采集过程中,需要考虑传感器的选型、安装位置和采集频率等因素。传感器的选型应该根据设备的特点和诊断需求进行选择,传感器的安装位置应该选择在设备的关键部位,能够准确反映设备的运行状态。采集频率应该根据设备的运行速度和故障特征进行确定,一般来说,对于高速旋转的设备,采集频率应该较高。数据处理技术主要包括数据清洗、数据归一化和特征提取^[2]。数据清洗是去除采集数据中的噪声和异常值,常用的方法有均值滤波、中值滤波等。数据归一化是将不同范围的数据转换到相同的范围内,以便于后续的分析和处理。特征提取是从原始数据中提取出能够反映设备故障特征的信息,常用的方法有时域分析、频域分析等。

2.3 故障诊断算法设计

故障诊断算法是故障诊断系统的核心,常见的故障诊断算法有专家系统、模糊逻辑、神经网络等。专家系统是一种基于知识的故障诊断方法,它将领域专家的知识 and 经验以规则的形式存储在知识库中,通过推理机对输入的数据进行推理和判断,从而得出故障诊断结果。专家系统的优点是诊断结果具有较高的准确性和可靠性,但缺点是知识库的建立和维护比较困难,需要领域专家的大量参与。模糊逻辑是一种处理不确定性和模糊性信息的方法,它可以将设备的故障特征用模糊集合表示,通过建立模糊规则进行故障诊断。模糊逻辑的优点是能够处理模糊和不确定信息,但缺点是诊断结果的准确性受到模糊规则的影响较大。神经网络是一种模拟人类神经系统的智能算法,它可以通过对大量的样本数据进行学习和训练,建立设备的故障模型。神经网络的优点是具有较强的自适应能力和学习能力,能够处理复杂的非线性问题,但缺点是训练时间较长,需要大量的样本数据。在实际应用中,可以根据设备的特点和诊断需求选择合适的故障诊断算法,也可以将多种算法进行融合,以提高故障诊断的准确性和可靠性。

3 基于智能化的煤矿机电设备故障预测模型研究

3.1 故障预测的基本原理与方法

故障预测的基本原理是通过通过对设备的运行状态数据进行分析 and 建模,找出设备故障与运行状态之间的关系,从而预测设备的故障趋势和剩余寿命。故障预测的方法主要包括基于模型的预测方法、基于数据驱动的预测方法和混合预测方法。基于模型的预测方法是通过建立设备的物理模型或数学模型,利用模型对设备的运行状态进行仿真和预测^[3]。基于模型的预测方法的优点是预测结果具有较高的准确性和可靠性,但缺点是模型的建立比较复杂,需要大量的专业知识和实验数据。基于数据驱动的预测方法是通过通过对大量的设备运行数据进行分析 and 挖掘,建立设备的故障预测模型。常见的数据驱动预测方法有时间序列分析、回归分析、机器学习等。基于数据驱动的预测方法的优点是不需要建立复杂的物理模型,只需要大量的运行数据,但缺点是预测结果的准确性受到数据质量和算法选择的影响较大。混合预测方法是将基于模型的预测方法和基于数据驱动的预测方法相结合,充分发挥两种方法的优势。

3.2 预测模型的构建与优化

预测模型的构建是故障预测的关键步骤,主要包括数据准备、特征选择、模型训练和模型评估等环节。数据准备是收集和整理设备的运行数据,包括历史故障数

据和正常运行数据。数据的质量和数量对预测模型的性能有重要影响,因此需要对数据进行预处理,去除噪声和异常值。特征选择是从原始数据中选择出能够反映设备故障特征的信息,特征选择的好坏直接影响预测模型的准确性。常用的特征选择方法有相关性分析、主成分分析等。模型训练是利用选定的算法和特征数据对预测模型进行训练,调整模型的参数,使模型能够准确地拟合设备的运行状态。模型评估是对训练好的模型进行性能评估,常用的评估指标有准确率、召回率、F1值等。如果模型的性能不满足要求,需要对模型进行优化,如调整模型参数、更换算法等。

3.3 故障趋势分析与预警机制

故障趋势分析是对设备的故障发展趋势进行预测和分析,通过对设备的运行状态数据进行实时监测和分析,判断设备的故障是否会进一步发展。故障趋势分析可以采用趋势图、统计分析等方法。预警机制是在设备出现故障趋势时及时发出警报,提醒运维人员采取相应的措施。预警机制可以根据故障的严重程度和紧急程度设置不同的预警级别,如一级预警、二级预警等。当设备出现一级预警时,表示设备即将发生严重故障,需要立即停机检修;当设备出现二级预警时,表示设备存在一定的故障隐患,需要及时安排维修计划。

4 案例分析

4.1 案例一

某煤矿的采煤机在运行过程中出现了截割部振动过大的问题,影响了采煤效率。利用基于信息化的故障诊断系统对采煤机进行诊断,通过安装在截割部的振动传感器采集振动信号,将信号传输到数据处理层进行分析。首先对数据进行预处理,去除噪声和异常值,然后利用时域分析和频域分析方法提取振动信号的特征。通过与故障数据库中的数据进行比对,发现振动信号的频谱特征与截齿磨损故障的频谱特征相似,初步判断为截齿磨损故障^[4]。为了进一步验证诊断结果,利用基于智能化的故障预测模型对采煤机的故障趋势进行预测。将历史振动数据和运行参数输入到预测模型中,模型预测出

截齿的剩余寿命约为50小时。根据预测结果,运维人员及时安排截齿的更换工作,避免故障的进一步扩大,提高采煤机的运行效率。

4.2 案例二

某煤矿的刮板输送机由多个设备组成,包括驱动电机、链条、刮板等。在运行过程中,刮板输送机出现了运输效率下降的问题。利用基于信息化的故障诊断系统对刮板输送机的多个设备进行协同诊断。通过在驱动电机上安装电流传感器、在链条上安装张力传感器、在刮板上安装位移传感器,实时采集设备的运行状态数据。将采集到的数据传输到数据处理层,利用数据融合技术对多个设备的数据进行综合分析。分析结果表明,驱动电机的电流波动较大,链条的张力不均匀,刮板的位移异常。通过进一步的故障诊断,发现驱动电机存在绕组短路故障,链条存在断裂隐患,刮板存在卡阻问题。运维人员根据诊断结果,及时对驱动电机进行维修,更换部分链条和刮板,使刮板输送机恢复正常运行。

结束语

基于信息化和智能化的煤矿机电设备故障诊断与预测研究意义重大。信息化系统实现设备状态实时监测与数据高效处理,智能化模型为故障精准诊断和提前预测提供有力支撑。案例分析也证明该方法的可行性与有效性。未来,随着技术不断发展,需进一步优化系统算法、提升数据处理能力,加强多技术融合,以更好地应对煤矿复杂环境,为煤矿机电设备稳定运行和煤矿安全生产保驾护航。

参考文献

- [1]崔旭东.煤矿机电设备常见故障以及维修技术[J].能源与节能,2022,(06):139-140.
- [2]陈文清.自动化技术在煤矿机电设备控制的应用[J].内蒙古煤炭经济,2022,(11):127-129.
- [3]冉昶瑞.煤矿机电设备中自动化技术的应用策略探析[J].中国设备工程,2023,(24):198-200
- [4]张少华.煤矿机电设备实时监测故障诊断技术应用研究[J].设备管理与维修,2023,(24):161-163.