

# 煤矿智能开采设备的故障诊断与安全保障措施

代 波 程立华

新疆生产建设兵团塔什店联合矿业有限责任公司 新疆 库尔勒 841000

**摘要:** 随着煤炭开采技术的不断发展,煤矿智能开采设备已成为现代矿业的重要组成部分。这些设备的高度自动化和智能化特点,极大地提高了开采效率和安全性。然而,由于煤矿开采环境的恶劣性,设备故障时有发生,对开采过程造成严重影响。因此,对煤矿智能开采设备进行故障诊断,并采取相应的安全保障措施,对于确保开采过程的安全和高效具有重要意义。

**关键词:** 煤矿; 智能开采设备; 故障诊断; 安全保障; 措施

引言: 煤矿智能开采设备集机械、电子、信息、控制等技术于一体,形成高度自动化、智能化的开采系统。设备故障诊断方法包括基于信号处理、数据驱动和模型的多种技术,如振动分析、声音识别、温度监测、专家系统、神经网络及物理模型和状态空间模型等。然而,智能开采设备的故障诊断与安全保障问题也日益凸显。本文旨在探讨煤矿智能开采设备的故障诊断方法,并提出相应的安全保障措施,以确保煤矿生产的安全与高效运行。

## 1 煤矿智能开采设备的特点

煤矿智能开采设备具有显著的高度自动化特点,这些设备能够实现远程操作、自动化控制和智能决策,大大减少了人工干预,提高了开采效率。操作人员只需在控制室通过电脑或遥控器即可对设备进行远程操控,实现了开采过程的无人化或少人化。煤矿智能开采设备的集成度也非常高,它们集成了物联网、云计算、大数据等多种先进技术,实现了信息的实时共享和智能处理。这不仅提高了设备的智能化水平,也为矿井的信息化管理提供了有力支持。然而,煤矿开采环境恶劣,粉尘、高温、高湿度以及强烈的震动等因素对设备的正常运行产生了不利影响。因此,煤矿智能开采设备还需要具备良好的环境适应性,能够在恶劣的环境下保持稳定运行。为此,设备制造商在设计和制造过程中采用了多种先进技术和材料,以提高设备的耐用性和可靠性。

## 2 煤矿智能开采设备的故障诊断方法

### 2.1 基于信号处理的故障诊断方法

#### 2.1.1 振动分析方法

振动分析方法是煤矿智能开采设备故障诊断中常用的一种方法。其原理是通过在设备上安装振动传感器,实时监测设备振动信号的变化情况。这些振动信号包含了设备运行时产生的各种机械振动信息,如轴承的转

动、齿轮的啮合等。通过对这些振动信号进行频率分析、谱分析等处理,可以提取出设备的振动特征,进而判断设备是否存在故障或异常振动情况。振动分析方法在煤矿智能开采设备中的应用非常广泛<sup>[1]</sup>。例如,对采煤机的传动系统进行振动分析,可以及时发现齿轮磨损、轴承故障等问题。通过对振动信号的监测和分析,可以在故障发生初期就进行预警,避免故障进一步恶化,造成更大的损失。

#### 2.1.2 声音识别方法

声音识别方法是另一种基于信号处理的故障诊断方法。其原理是通过在设备上安装声音传感器,实时采集设备工作时产生的声音信号。这些声音信号包含了设备运行时产生的各种声音信息,如齿轮的啮合声、链条的摩擦声等。运用声音信号处理和模式识别技术,可以对这些声音信号进行分析和识别,从而判断设备是否存在异常声音,并进一步判断设备是否存在故障或异常情况。声音识别方法在煤矿智能开采设备中的应用也十分广泛。例如,对输送机的链条进行声音识别,可以判断链条是否存在松动、磨损等故障。通过声音识别方法,可以实现对设备故障的实时监测和诊断,提高设备的可靠性和安全性。

#### 2.1.3 温度监测方法

温度监测方法是基于设备工作时产生的温度变化来进行故障诊断的一种方法。其原理是通过在设备上安装温度传感器,实时监测设备工作时的温度变化。设备在正常运行时,其温度会保持在一个相对稳定的范围内。如果设备存在故障或异常情况,往往会伴随着温度的升高或降低。通过对设备温度数据的实时监测和分析,可以发现设备存在的故障或异常情况。温度监测方法在煤矿智能开采设备中的应用同样非常重要。例如,对采煤机的电机进行温度监测,可以及时发现电机过热、轴承

损坏等问题。通过温度监测方法,可以实现对设备温度的实时监测和预警,防止设备因过热而损坏,保障设备的正常运行。

## 2.2 基于数据驱动的故障诊断方法

### 2.2.1 专家系统

专家系统是一种基于领域专家知识和经验构建的智能系统。在煤矿智能开采设备的故障诊断中,专家系统可以利用自身的自动化功能,对设备的故障特征信号进行分析和诊断。通过将设备故障特征信号输入专家系统,系统会根据预先设定的规则和知识库,对故障进行推理和判断,并依靠投票决策完成最后的诊断结果验证。专家系统在煤矿智能开采设备的复杂故障诊断中具有显著优势。例如,对煤矿风机的故障进行诊断时,可以通过专家系统分析风机的振动信号、温度数据等,准确判断风机的故障类型和原因。专家系统的应用,提高了故障诊断的准确性和效率。

### 2.2.2 神经网络

神经网络是一种模拟人脑神经网络的智能算法。在煤矿智能开采设备的故障诊断中,神经网络可以通过对大量设备故障数据的训练和学习,掌握设备故障的特征和规律。当新的故障数据出现时,神经网络可以根据其学到的知识和经验,对故障数据进行预测和诊断。神经网络在煤矿智能开采设备的大规模故障诊断和预测中具有广泛应用<sup>[2]</sup>。例如,对煤矿智能化采煤机进行故障预测时,可以通过神经网络分析采煤机的历史运行数据,预测其未来的故障趋势。神经网络的应用,提高了故障诊断的智能化水平和预测准确性。

## 2.3 基于模型的故障诊断方法

### 2.3.1 物理模型

物理模型是基于设备的物理特性和工作原理建立的数学模型。在煤矿智能开采设备的故障诊断中,可以通过建立设备的物理模型,分析设备在正常和故障状态下的行为特征。通过比较实际运行数据与物理模型的预测数据,可以判断设备是否存在故障。物理模型在煤矿智能开采设备的简单故障诊断中具有优势。例如,对煤矿输送机进行物理模型分析时,可以通过分析输送机的力学特性和运动规律,判断其是否存在故障。物理模型的应用,提高了故障诊断的直观性和准确性。

### 2.3.2 状态空间模型

状态空间模型是一种描述系统动态行为的数学模型。在煤矿智能开采设备的故障诊断中,可以通过建立设备的状态空间模型,分析设备在不同状态下的状态变量和输出变量之间的关系。通过监测和分析这些变量的

变化,可以判断设备是否存在故障。状态空间模型在煤矿智能开采设备的复杂故障诊断中具有重要作用。例如,对煤矿智能化采煤机进行状态空间模型分析时,可以通过分析采煤机的运行状态变量和输出变量之间的关系,判断其是否存在故障。状态空间模型的应用,提高了故障诊断的全面性和准确性。

## 3 煤矿智能开采设备的安全保障措施

### 3.1 设备层面的安全保障措施

#### 3.1.1 加强设备维护保养

设备是煤矿智能开采的基础,其性能稳定与否直接关系到开采过程的安全和效率。因此,加强设备的维护保养是至关重要的。(1)定期维护。应制定科学合理的维护保养计划,明确维护周期、维护内容和维护标准。例如,对智能化采煤机,应定期进行润滑、清洗和检查等维护工作,确保各部件运转灵活、无异常磨损。应建立完善的维护记录制度,对每次维护的时间、内容、结果等进行详细记录,以便后续分析和追溯。(2)故障排查。应利用先进的故障诊断技术,如振动分析、声音识别等,对设备进行实时监测和故障诊断。一旦发现异常信号,应立即进行分析和处理,防止故障扩大化。此外,还应建立完善的故障排查机制,明确故障排查的流程、责任人和处理时限,确保故障得到及时有效的处理。

#### 3.1.2 提高设备质量

设备质量是保障设备安全运行的根本,在设备的设计和制造阶段,应严格遵循相关的标准和规范,确保设备的结构合理、性能稳定。(1)严格选材。对设备的零部件应进行严格的检测和筛选,确保使用的零部件质量合格。特别是对于采煤机等关键设备,应选用高强度、耐磨、耐腐蚀的材料进行制造,以提高设备的使用寿命和可靠性。(2)优化设计。应充分考虑矿山的实际运行环境,对设备进行优化设计。例如,对采煤机的刀具进行耐磨设计,提高其在恶劣环境下的使用寿命;对输送机的结构进行优化设计,提高其承载能力和运行稳定性。

#### 3.1.3 引入先进技术

先进技术的引入是提高设备安全保障水平的重要手段。(1)物联网技术。通过在设备上安装传感器和通信模块,将设备的运行数据实时传输到监控中心,监控中心根据数据分析结果对设备进行远程维护和故障处理。这不仅可以提高维护效率,还可以减少人员进入危险区域的风险。(2)新材料和新工艺的应用。应采用新材料和新工艺,提高设备的耐磨、耐腐蚀等性能<sup>[3]</sup>。例如,对采煤机的关键部件采用高强度、耐磨的材料进行制造,可以提高其使用寿命和可靠性;对输送机的滚筒采用新

型耐磨材料,可以减少滚筒的磨损和更换频率。

### 3.2 人员层面的安全保障措施

#### 3.2.1 加强员工安全意识教育

员工是煤矿智能开采过程中的主体,其安全意识的高低直接关系到开采过程的安全。(1)安全培训。应定期组织安全培训活动,通过案例分析、模拟演练等方式,让员工了解煤矿智能开采设备的安全风险和应对措施。应建立完善的培训记录制度,对每次培训的时间、内容、参与人员等进行详细记录,以便后续分析和追溯。(2)安全意识宣传。应通过宣传栏、内部刊物、网络平台等多种渠道,广泛宣传安全知识和管理理念。树立“安全第一”的理念,将安全文化融入企业核心价值观,让员工时刻保持对安全的警惕性。

#### 3.2.2 规范员工操作行为

规范员工操作行为是防止事故发生的重要措施。

(1)操作规程是规范员工操作行为的基础。应制定完善的操作规程,明确设备操作的步骤和注意事项。要求员工严格按照操作规程进行操作,避免因操作不当导致事故。应定期对操作规程进行修订和完善,确保其适应设备更新和技术发展的需求。(2)违章监督是维护安全生产秩序的重要手段。应设置违章操作举报渠道,鼓励员工相互监督,共同维护安全生产秩序。对违章操作行为进行严肃处理,形成良好的安全生产氛围<sup>[4]</sup>。应加强对违章行为的宣传和教育,让员工深刻认识到违章操作的危害性和严重性。

### 3.3 管理层面的安全保障措施

#### 3.3.1 完善安全管理制度

安全管理制度是保障设备安全运行的重要保障。

(1)制度建设是完善安全管理制度的基础。应建立健全设备的安全管理制度,明确各级管理人员和操作人员的责任。制定详细的设备维护保养计划、安全检查计划等,确保设备的安全运行。应定期对安全管理制度进行修订和完善,确保其适应设备更新和技术发展的需求。(2)制度执行是确保安全管理制度有效实施的关键。应加强对安全管理制度的执行力度,定期对制度执行情况进行检查和评估。对违反制度的行为进行严肃处理,确保制度的有效实施。应建立完善的制度执行监督机制,对制度执行情况进行全面、客观的监督和评价。

#### 3.3.2 加强安全检查

安全检查是发现和处理安全隐患的重要手段。(1)

定期检查。应组织专业团队对智能化采煤工作面进行定期安全检查,包括设备运行状态、作业环境、人员操作等方面。及时发现和处理存在的安全隐患,确保各项安全措施得到有效执行。应建立完善的检查记录制度,对每次检查的时间、内容、结果等进行详细记录,以便后续分析和追溯。(2)专项检查。应对采煤机的液压系统、电气系统等进行专项检查,确保其正常运行<sup>[5]</sup>。应针对设备更新和技术发展的需求,不断调整和完善专项检查的内容和标准。

#### 3.3.3 建立应急响应机制

应急响应机制是应对突发事件的重要保障。(1)应急预案。应制定详细的应急预案,明确应急响应流程和处置措施。一旦发生事故或异常情况,立即启动应急预案,组织人员进行救援和处理。应定期对应急预案进行演练和评估,确保其适应实际情况的需求。(2)应急演练。应定期开展应急演练活动,通过模拟火灾、机械伤害、气体泄漏等场景,让员工熟悉应急响应流程和处置措施。应对应急演练进行评估和总结,不断完善和提高应急响应机制的有效性和实用性。

### 结语

煤矿智能开采设备的故障诊断与安全保障措施是确保煤炭开采过程安全、高效的关键。通过采用先进的故障诊断技术,可以及时发现并处理设备故障,避免事故的发生。同时,从设备、人员和管理三个层面出发,采取全面而有效的安全保障措施,可以进一步提高设备的安全性和可靠性。未来,随着技术的不断发展,煤矿智能开采设备的故障诊断与安全保障措施将更加完善,为煤炭开采行业的可持续发展提供有力保障。

### 参考文献

- [1]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.
- [2]张琨.浅谈故障检测诊断技术在智能化煤矿机电设备中的应用[J].中国设备工程,2021(12):185-186.
- [3]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.
- [4]卢彦龙.煤矿机电设备的智能化管理[J].能源与节能,2024(8):260-263.
- [5]张盛林.智能控制技术在煤矿机电设备中的运用研究[J].中国科技纵横,2024(1):74-76.