

矿山机械设备维修的故障诊断技术

武银龙

宁夏宝丰能源集团股份有限公司马莲台煤矿 宁夏 银川 750104

摘要: 在矿山开采作业中,机械设备的稳定运行是保障高效生产的关键。本文聚焦于矿山机械设备维修的故障诊断技术。阐述了矿山机械设备故障诊断的重要性,包括保障生产安全、提高生产效率、降低维修成本及延长设备使用寿命等方面。介绍了常见的故障诊断技术,如振动诊断技术、油液分析技术、温度监测技术、无损检测技术和智能诊断技术。同时探讨了该领域的发展趋势,涵盖多传感器信息融合技术、远程故障诊断技术、智能化与自动化诊断技术以及基于大数据的故障诊断技术,为矿山机械设备的维修与管理提供参考。

关键词: 矿山机械; 设备维修; 故障诊断; 技术

引言: 在矿山生产中,机械设备起着至关重要的作用。然而,由于矿山工作环境恶劣,机械设备容易出现各种故障,影响生产的正常进行。一旦设备发生故障,不仅可能导致生产停滞,还可能带来安全隐患。因此,准确、及时地对矿山机械设备进行故障诊断十分必要。合理运用故障诊断技术,不仅能保障生产安全,还能提高生产效率、降低成本。本文将对矿山机械设备故障诊断的重要性、常见技术及发展趋势展开深入探讨。

1 矿山机械设备故障诊断的重要性

1.1 保障生产安全

矿山生产环境复杂,机械设备长期在高负荷、恶劣工况下运行,潜藏着诸多安全隐患。若设备故障未能及时诊断与处理,极有可能引发严重的安全事故。例如,矿井提升机的制动系统出现故障,可能导致提升容器失控坠落,造成人员伤亡和重大财产损失;通风设备故障则会致使井下通风不畅,瓦斯积聚,增加瓦斯爆炸风险。通过故障诊断技术,能够实时监测设备运行状态,及时发现潜在故障,提前采取维修措施,将安全隐患扼杀在萌芽状态,有效保障矿山工作人员的生命安全和企业的稳定运营。

1.2 提高生产效率

矿山生产任务繁重,机械设备一旦出现故障,必然导致生产中断,造成大量时间和资源的浪费。传统的事后维修方式,在设备故障发生后才进行检修,往往需要较长的停机时间来排查和修复故障,严重影响生产进度。而运用故障诊断技术,可对设备进行定期检测和实时监测,提前预测设备故障,在设备故障发生前安排维修计划。这样一来,不仅能减少非计划停机时间,还能使设备始终保持良好的运行状态,确保矿山生产的连续性,从而显著提高生产效率,保障矿山企业按时完成生

产任务,提升企业经济效益。

1.3 降低维修成本

不合理的维修策略和缺乏精准的故障诊断,容易导致维修成本居高不下。过度维修会使不必要更换的零部件被更换,造成资源浪费;而维修不足又会使设备故障反复出现,增加维修频率和维修难度。通过故障诊断技术,能够准确判断设备故障的类型、位置和严重程度,实现针对性维修。这样既避免了过度维修带来的成本增加,又防止因维修不及时导致设备损坏加剧,减少后期维修费用。此外,故障诊断技术还可帮助企业合理安排维修时间和资源,优化维修计划,进一步降低维修成本,提高企业的成本控制能力和市场竞争力。

1.4 延长设备使用寿命

矿山机械设备价格昂贵,延长设备使用寿命对于企业降低成本、提高效益具有重要意义。设备在运行过程中,零部件会逐渐磨损、老化,若不及时发现和um处理潜在问题,将加速设备的损坏。故障诊断技术可以实时监测设备各部件的运行参数和性能状态,通过对数据的分析,了解设备的磨损规律和老化趋势。依据诊断结果,企业能够采取有效的维护措施,如合理调整设备运行参数、及时更换磨损部件、进行预防性保养等,减缓设备的磨损和老化速度,使设备保持良好的技术状态,从而延长设备的使用寿命,充分发挥设备的效能,为企业创造更大的价值^[1]。

2 常见的矿山机械设备故障诊断技术

2.1 振动诊断技术

振动诊断技术是矿山机械设备故障诊断中应用广泛且行之有效的方法之一。其原理基于机械设备在正常运行时,各部件的振动具有特定的频率、幅值和相位特征;而当设备出现故障,如零部件磨损、松动、不对中

或不平衡时,这些振动特征会发生改变。以矿山球磨机为例,在运行过程中,若筒体内部的衬板发生松动,振动传感器采集到的振动信号会出现周期性的冲击成分,通过时域波形分析能清晰看到异常的冲击脉冲,再结合频谱分析,可定位到与衬板松动相关的特征频率,从而判断出故障位置与程度。又如矿山提升机,当主轴出现不对中故障时,振动信号在2倍频处的幅值会明显增加,技术人员通过对振动信号进行包络解调分析,可进一步确定不对中的具体类型与严重程度。在实际应用中,振动诊断技术可对矿山的各类设备,如提升机、通风机、球磨机等进行监测诊断。它具有非接触、实时性强、灵敏度高等优点,能在设备运行状态下快速检测出潜在故障,为设备的预防性维修提供有力依据。不过,该技术也存在一定局限性,当设备运行环境复杂,干扰信号较多时,可能会影响诊断结果的准确性,因此常需结合其他诊断技术共同使用,以提高故障诊断的可靠性。

2.2 油液分析技术

油液分析技术,作为新型设备维护手段,在矿山机械设备故障诊断中占据核心地位。其原理是基于油液在设备运动部件循环时,会携带物理化学性质变化、磨损颗粒分布及外侵物质构成等关键信息,通过对这些数据的深度剖析,可精准判断设备运行状态,实现预防性维修。在某大型露天矿山,一台重型挖掘机近期作业效率下降,伴随异常抖动。技术人员对其液压油进行抽样检测,光谱分析显示铁元素含量超出正常标准8倍,铜元素含量也显著增加;进一步利用铁谱分析,观察到大量细小的切削状铁颗粒与片状铜颗粒。综合判断,确认挖掘机液压泵的齿轮与铜制轴套出现严重磨损,及时更换部件后,设备恢复正常运行。另一地下矿山中,矿用自卸卡车发动机频繁报警。对机油进行检测时,光谱分析发现硅元素含量超标6倍,同时铁谱中出现大量尖锐的沙尘颗粒。结合车辆运行环境,诊断为空气滤清器密封失效,导致大量沙尘进入发动机。更换滤清器并清理发动机后,成功排除故障。油液分析技术凭借非侵入式检测的优势,能在设备运行中实时获取内部信息,有效降低突发故障风险。但该技术对样本采集的规范性、检测环境的稳定性要求极高,且需专业人员结合设备工况与经验综合判断,才能确保诊断结果的可靠性。

2.3 温度监测技术

温度监测技术是矿山机械设备故障诊断的重要手段,其基于设备正常运行时各部件存在稳定温度区间,一旦发生故障,如轴承磨损、润滑不良、电气过载等,相关部位温度会异常升高的原理,通过实时采集温度数

据,实现故障预警与诊断。在某矿山,主井提升机在运行过程中,安装于滚筒轴承处的红外温度传感器实时监测数据显示,轴承温度在半小时内从正常的55℃迅速攀升至85℃,且升温速率远超设定阈值。技术人员结合振动监测数据,发现存在异常振动频率,综合判断为轴承滚珠磨损、润滑脂老化导致摩擦加剧。及时停机更换轴承与润滑脂后,避免了轴承抱死引发的重大事故。另一露天矿山的颚式破碎机,电机长期高负荷运转。在线温度监测系统捕捉到电机定子绕组温度持续高于120℃的安全限值,同时三相绕组温度差超过15℃。经检查,发现电机内部接线端子松动,导致接触电阻增大、局部发热。维修人员重新紧固接线端子并优化散热系统,使电机恢复正常运行。温度监测技术凭借实时、直观的特点,能快速定位故障隐患,但矿山环境复杂多变,粉尘、潮湿等因素可能干扰测温准确性,需结合其他诊断技术综合判断。

2.4 无损检测技术

无损检测技术通过不破坏设备结构的方式,对矿山机械设备的内部缺陷和表面损伤进行检测,是保障设备安全运行的重要手段。其基于声、光、电、磁等物理特性,利用超声波、射线、涡流等原理,获取设备内部信息。在某煤矿中,主运输带式输送机的关键承重钢缆长期处于高负荷运转状态。技术人员采用超声导波无损检测技术,在钢缆表面激发导波信号,通过分析反射波的时间和幅值变化,发现距离接头处3米位置存在多处钢丝断裂,及时更换钢缆避免了因钢缆断裂引发的运输中断事故。另一煤矿中,液压支架立柱在长期高压支撑下易出现内部裂纹。运用磁粉检测技术,对立柱表面施加磁场并喷洒磁粉,在磁场作用下,裂纹处产生漏磁场吸附磁粉,清晰显现出肉眼难以察觉的微小裂纹。经检查,多根立柱存在横向裂纹,通过焊接修复和加固处理,有效消除了顶板垮塌风险。无损检测技术能够在不影响设备正常运行的前提下,精准定位隐患,但不同检测方法适用场景有限,需根据设备材质、结构和故障类型合理选择,并结合其他诊断技术提高检测准确性。

2.5 智能诊断技术

智能诊断技术融合人工智能、物联网与大数据分析,是矿山机械设备故障诊断的革新手段。其通过部署多类型传感器实时采集设备振动、温度、电流等运行数据,借助机器学习算法挖掘数据特征,构建故障预测模型,实现设备状态的自主分析与智能预警。在某大型露天矿山,破碎机作为核心设备,传统诊断方法难以精准预判复杂故障。引入基于深度学习的智能诊断系统后,

该系统对破碎机长期运行的振动、应力数据进行训练,建立故障特征数据库。某次运行中,系统监测到破碎机主轴振动信号出现异常波动,结合历史数据与算法分析,提前48小时预测出轴承外圈疲劳裂纹故障,矿山提前储备备件并安排检修,避免了设备突发停机导致的产能损失。另一地下矿山搭建了设备智能运维平台,集成数百台采掘设备的实时数据。平台通过大数据分析,发现某区域多台凿岩台车的液压系统油温、压力数据呈现相似异常趋势,经智能诊断模型研判,定位为液压油滤芯堵塞导致系统效率下降。运维人员据此及时更换滤芯,避免了因液压系统故障引发的大面积设备停机,设备综合利用率提升15%。智能诊断技术显著提升故障诊断效率与准确性,但需持续优化算法并保障数据质量,以适应矿山复杂多变的工况^[2]。

3 矿山机械设备故障诊断技术的发展趋势

3.1 多传感器信息融合技术

多传感器信息融合技术整合多个不同类型传感器采集的数据,通过特定算法进行综合分析,从而更全面、准确地反映矿山机械设备的运行状态。在矿山场景中,振动、温度、压力等传感器各司其职,收集设备不同维度的信息。单一传感器的数据可能存在片面性,而多传感器信息融合技术能取长补短,避免因单一数据误判故障。该技术提升了故障诊断的可靠性和准确性,但也面临数据同步、算法优化等难题,未来需进一步研究高效的融合算法,实现多源数据的深度融合与协同处理。

3.2 远程故障诊断技术

远程故障诊断技术借助网络通信技术,打破地域限制,实现专家与现场设备之间的远程交互诊断。在矿山生产中,设备分布广泛且工作环境恶劣,传统现场诊断耗时耗力。通过在设备关键部位部署传感器并接入网络,实时采集的运行数据可传输至远程诊断中心。专家通过专业诊断系统对数据进行分析,及时给出故障诊断结果与维修建议。不过,该技术面临数据安全、网络稳定性等挑战,未来需加强网络安全防护体系建设,提升数据传输的稳定性和可靠性。

3.3 智能化与自动化诊断技术

智能化与自动化诊断技术是未来矿山机械设备故障诊断的重要发展方向,旨在减少人工干预,实现故障诊断的自主化与智能化。该技术通过引入人工智能算法,如深度学习、强化学习等,使诊断系统具备自主学习和决策能力。系统可自动对设备运行数据进行特征提取、分析和故障判断,无需人工频繁参与诊断流程。随着技术的发展,该技术将朝着更智能、更自适应的方向演进,但目前在算法优化、模型泛化能力等方面仍需改进,以适应复杂多变的矿山工况。

3.4 基于大数据的故障诊断技术

基于大数据的故障诊断技术依托海量设备运行数据,挖掘数据背后的规律,实现对设备故障的精准预测和诊断。矿山机械设备在长期运行中积累了大量数据,涵盖设备正常、异常及故障等各种状态信息。通过大数据分析技术,对这些数据进行清洗、处理和深度挖掘,能够发现设备故障的潜在模式和发展趋势。然而,该技术面临数据存储、处理效率及数据隐私保护等问题,未来需不断优化大数据处理技术,提高数据挖掘的效率和准确性,同时完善数据安全管理制度^[3]。

结束语

综上所述,矿山机械设备故障诊断技术对于保障矿山安全生产、提升生产效率、降低运营成本具有不可替代的作用。从传统的振动诊断、油液分析,到前沿的智能化、大数据诊断技术,每一次技术革新都推动着矿山设备维护向更精准、高效的方向发展。未来,随着多传感器融合、远程诊断等新兴技术的深入应用,故障诊断将实现更智能的预测与决策。

参考文献

- [1]魏天友.机械设备故障诊断与监测的常用方法及其发展趋势[J].科技风,2019,(36):171-171.
- [2]王晓蕾,姬治岗.煤矿机械设备故障分析与诊断技术及发展趋势[J].科学技术与工程,2020,20(12):4621-4630.
- [3]马骥.机械设备中的可靠性及故障诊断方法研究[J].企业科技与发展,2019,(2):135-136.