

矿山机械部件失效原因及预防措施探究

王晓博

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司洗选中心 宁夏银川 750000

摘要: 现阶段, 工程师在对矿山机械部件失效问题进行管控的过程中, 需引进一套完整的技术体系和框架, 针对设备失效的问题, 引进智能润滑系统, 做好常态化的运维管理; 并且引进自适应应力优化技术, 有效管控设备应力集中的情况; 并且借助非接触式故障诊断技术, 做到对设备故障问题全面诊断分析, 做到有备而无患。本文对矿山机械部件失效的原因以及预防策略进行分析探讨。

关键词: 矿山机械; 失效原因; 预防措施

DOI:10. 69979/3041-0673. 24. 3. 030

引言:

在矿山机械部件失效问题预防管控过程中, 工作人员需要对其中的技术指标进行合理设置, 制定一个完整的技术管理体系和架构, 做好对故障问题定性、定量分析描述和评价, 提高故障管控水平。

1. 矿山机械部件失效的原因分析

1.1 矿山机械部件失效原因较多。

首先, 矿山设备在长时间运行过程中会导致各部件磨损加剧, 磨损分为正常磨损、疲劳磨损、腐蚀磨损三个部分, 会改变机械部件原有尺寸、形状和表面质量, 影响设备工作性能。一般情况下, 磨损加剧是润滑不良所导致的, 以至于摩擦增大。同时, 矿山机械在潮湿环境下工作, 金属部件容易受到腐蚀影响, 导致金属表面减薄或结晶, 降低机械设备强度和硬度。矿山作业中可能会接触到各种化学物质, 相关物质会对机械部件产生腐蚀作用。

其次, 矿山机械在工作环节也会受到震动和冲击, 导致机械设备产生疲劳破裂, 由于机械部件设计不合理, 如应力集中、材料选取不当, 会加速疲劳过程。设备在运行过程中需要超负荷工作, 应对复杂作业环境, 会导致机械部件承受过大压力。再加上操作人员对机械操作不当, 出现过载、急停或急起的情况, 会对机械设备造成损害。

另外, 机械部件的质量直接影响到其使用寿命和性能, 使用低质量的部件更容易造成失效, 随着时间推移, 机械部件会老化, 性能降低, 更容易出现失效问题。并且, 复杂的自然条件如断层、破碎带可能会增加机械事故的风险, 导致机械部件失效。在极端气候条件, 如高温、低温、大风, 有可能对机械部件产生不利影响。因

此, 工程师需根据矿山机械部件的使用寿命和失效风险, 引进有效的管理措施, 使设备、系统能够保持良好且稳定的运行状态。

2. 矿山机械部件失效问题预防措施

2.1 引进智能润滑系统

矿山机械部件需得到有效润滑和保护, 从而维持良好的运行状态, 传统的润滑保护主要是依靠人工进行润滑油添加操作, 极易出现人员防呆问题。此时, 相关单位可以在矿山机械部件失效问题预防过程中引进智能润滑系统, 实时监测设备润滑状态, 包含润滑油量质以及润滑部位的温度、振动等核心参数。根据监测结果, 系统能够自动调整润滑剂的种类、量和频率, 以保证设备得到合适的润滑。相对于传统人工处理方式, 智能润滑系统能够精确控制润滑剂的用量和时机, 避免浪费以及过度润滑, 降低润滑成本。同时, 通过实时检测和智能调整, 智能润滑系统还能够及时发现并解决潜在的重大问题, 从而预防润滑不良导致机械部件失效和故障发生。另外, 智能润滑系统能够记录并分析设备润滑数据, 为设备维护保养提供科学依据, 通过数据分析, 可以优化润滑策略和维护计划, 进一步提高设备的可靠性和使用寿命。在实践管理环节, 相关单位需要对矿山机械的实际运行状况进行深入分析, 明确润滑系统的需求和存在的问题, 之后根据分析结果, 设计合适的润滑系统方案, 包含系统架构、硬件配置、润滑软件。在完成方案设计之后, 需进行系统选型, 选取具有良好口碑、技术成熟且服务完善的智能润滑系统供应商, 确保系统的使用以及后续维护可靠稳定。在引进智能润滑系统之后, 相关单位需要加强对人员的教育培训, 引导其掌握系统的使用方法和维护技巧。而在系统正式投入运行之后, 需同步建立起完善的预警监测机制, 结合监测系统, 对

设备润滑情况进行分析，并定期进行维护和保养。

例如，某大型矿山企业长期面临因人工润滑不当导致的机械部件失效问题，如轴承过热、齿轮磨损加剧等，这些问题不仅增加了维修成本，还严重影响了生产效率和安全生产。过去，该企业的维修工人需要定期手动检查并添加润滑油到各机械部件，但由于工作量大、环境恶劣，常出现遗漏或过量添加的情况。例如，在一次检查中，由于疏忽，一台关键设备的轴承长时间未得到润滑，导致轴承过热损坏，停机维修长达一周。为此，企业经过市场调研和技术评估，选择了一家技术成熟、口碑良好的智能润滑系统供应商。该系统能够实时监测润滑油量、油质以及润滑部位的温度、振动等核心参数。

系统架构：系统设计为分布式架构，包括中央控制单元、多个传感器节点和通信模块，确保数据的实时传输和处理。

硬件配置：在矿山的关键机械部件上安装了高精度传感器，如振动传感器、温度传感器和油位传感器，以收集实时数据。

润滑软件：开发了专用润滑管理软件，用于数据分析和润滑策略的制定。软件界面友好，支持远程监控和故障诊断。

系统投入运行后，通过数据分析发现某台破碎机的齿轮箱在特定工况下润滑需求增加。系统自动调整了润滑剂的种类和加注频率，有效降低了齿轮磨损和油温。同时，系统还避免了过度润滑，减少了润滑剂的浪费。此外，系统建立了完善的预警机制，当监测到异常参数（如油温过高、振动异常）时，会立即向管理人员发送警报信息。在系统安装初期，企业组织了一次全面的培训活动，邀请供应商技术人员对操作和维护人员进行了系统使用和维护技巧的讲解。通过实操演练，确保每位员工都能熟练掌握系统操作。经过一段时间的运行，企业对比了引进智能润滑系统前后的数据。结果显示，设备故障率下降了 30%，维修成本降低了 20%，生产效率提高了 15%。同时，系统提供的数据分析为进一步优化润滑策略和维护计划提供了有力支持。

2.2 自适应应力优化技术的应用

自适应应力优化技术主要是借助有限元分析和材料科学原理，对矿山机械部件在工作过程中的应力分布进行精确模拟和优化，通过调整部件结构参数、材料选择和加工工艺，使部件在承受荷载时能够更加均匀，减少应力集中现象，从而提高部件承载能力和抗疲劳性能。该技术还能够根据机械实际运行状况，动态调整优化方案，以实现更加高效的应力管理，从而防止部件失效。自适应应力优化技术的应用可延长设备使用寿命，降低

失效风险，但是工程师需通过建立起机械部件的数学模型，模拟在不同工况下的应力分布状态，需考虑材料力学性能、部件几何形状、边界条件以及外在荷载等诸多因素，对应力状态进行全面分析。并根据应力分析结果，优化设计方案，调整部件的结构设计、材料选择和加工工艺措施，减少应力集中现象，提高部件的承载能力和抗疲劳性能。之后，对优化后的部件进行验证试验，进行仿真分析，评估优化效果，根据实验验证结果，对优化方案进行进一步调整和完善，确保优化后的部件能够满足实际工作需求，降低失效风险。自适应应力优化技术能够精确模拟机械部件的应力分布状态，提供详细的分析结果。因此，该项预防工作更加具备科学性和精确性。并且，该技术可根据不同工况和需求得到定制优化，以满足矿山机械部件多样化的使用需求。而随着矿山机械向大型化、智能化方向发展，对机械部件性能和可靠性的要求越来越高，自适应应力优化技术将作为一种创新性的预防措施，在设备制造、设计以及运维中发挥出越来越重要的作用。

例如，某大型矿山企业面临机械部件频繁失效的问题，尤其是在高负荷、复杂工况下，部件的应力集中现象显著，导致疲劳裂纹和断裂事故频发。工程师团队首先使用 CAD 软件建立了矿山提升机滚筒的精确三维模型，并导入到有限元分析软件中。模型包含约 50 万个网格单元，精确模拟了滚筒的几何形状和内部结构。基于有限元分析，模拟了滚筒在不同工况（如满载、空载、紧急制动）下的应力分布状态。分析结果显示，在满载工况下，滚筒轮辐与轮毂连接处出现最大应力集中，峰值应力达到 450MPa，远高于材料的许用应力。根据应力分析结果，设计师对滚筒结构进行了优化设计，包括增加过渡圆角、调整轮辐布局和采用高强度合金钢材料。优化后，模拟结果显示最大应力降至 380MPa，降低了 15.6%，且应力分布更加均匀。此外，技术人员优化了焊接工艺，采用低氢焊条和预热后焊接技术，以减少焊接残余应力和裂纹产生。焊接残余应力测试显示，优化后残余应力降低了 20%，提高了焊接接头的疲劳强度。之后，对制造优化后的滚筒样机，并进行了静载和疲劳试验。试验结果显示，样机在 1.5 倍额定载荷下未出现破坏，疲劳寿命提高了 30%。同时，使用仿真软件对优化方案进行了进一步验证，仿真结果与试验结果吻合度高达 95%。根据设备实际运行数据，发现某时段内滚筒承受的冲击载荷显著增加。通过实时监测和数据分析，工程师对滚筒结构进行了微调，增加了局部加强筋，进一步提升了抗冲击能力。调整后，该时段内滚筒的故障率下降了 40%。

2.3 非接触式故障诊断技术

工程师在对矿山机械部件失效问题进行预防管控环节,需要实时采集设备的运行参数和状态,其中可利用非接触式故障诊断技术,结合无损检测等方法,对振动、温度、声音进行识别分析,结合声、光、磁、电等物理量,对机械部件进行非接触式检测和测量,从而了解设备在运行状况下的各种参数。

2.3.1. 振动

其中包含引进振动监测技术,通过安装振动传感器,实时监测振动频率、幅度等参数,并与正常状态下的振动特征进行比对,以此来判断相关部件是否存在故障,可应用于轴承、齿轮、转子等旋转部件的故障诊断。例如,工程师在矿山提升机的轴承和齿轮箱上安装了高精度振动传感器。传感器实时采集振动数据,包括振动频率、幅度等,数据显示在正常运行状态下,轴承的振动频率稳定在 50Hz,幅度小于 0.2mm。某日,系统监测到轴承振动频率突然增加至 70Hz,幅度也上升至 0.4mm,与正常状态存在显著差异。通过比对振动特征,判断轴承可能存在磨损或松动,及时安排停机检查,发现轴承内圈磨损严重,更换后恢复正常。

2.3.2. 温度

另外,红外热成像技术主要是利用红外热成像仪,捕捉机械部件表面温度分布图,通过对比分析温度异常区域,判断这些部件是否存在过热磨损,可以对电机、轴承等关键部件进行检测。例如,在使用红外热成像仪对矿山电机进行定期检测期间,红外图像显示电机外壳大部分区域温度均匀,约为 60°C,但发现一处局部区域温度高达 80°C。对比正常温度分布图,判断该区域可能存在过热现象,进一步检查发现该区域对应的线圈绝缘层有破损。之后,技术人员及时修复绝缘层,避免了电机因过热而烧毁的风险。

2.3.3. 超声波

而超声波检测主要是结合超声波在传递时遇到缺陷或界面产生的反射和折射现象,识别内部缺陷问题,可以对设备的焊点、螺栓连接等部位的裂缝松动进行检测。例如,技术人员对矿山输送机的焊点和螺栓连接部位进行超声波检测。超声波检测结果显示,某处焊点反

射信号异常强烈,且存在明显的回波衰减现象。根据超声波在材料中的传播特性,判断该焊点内部可能存在裂纹或未熔合缺陷。之后,对焊点进行 X 射线复查,确认存在裂纹,立即进行修复加固,防止了潜在的安全事故。

2.3.4. 数据处理

为了有效实施非接触式检测,工程师需要合理部署传感器,在关键节点实时采集机械部件运行过程中的各种物理信号,并且对采集到的信号进行滤波、去噪等预处理,提取出有用的故障特征信息;再结合模式识别、机器学习算法,对处理后的信号进行分析,判断部件是否存在故障以及其中的故障类型。

例如,采集到的信号首先经过滤波和去噪处理,去除环境噪声和干扰信号。并利用信号处理技术提取振动频率、幅度、温度异常区域、超声波反射特征等有用信息。借助,模式识别与机器学习,将提取的特征信息输入到预先训练好的机器学习模型中,进行故障类型识别。模型准确识别出轴承磨损、电机过热、焊点裂纹等多种故障类型,为维修决策提供了科学依据。通过引入非接触式故障诊断技术,该矿山企业成功实现了对关键机械部件的实时状态监测与故障预防,振动监测、红外热成像和超声波检测技术的综合应用,不仅提高了故障检测的准确性和及时性,还降低了因停机检修带来的经济损失。同时,合理的传感器部署和先进的信号处理与模式识别技术,为故障特征的提取和识别提供了有力支持,进一步提升了设备管理的智能化水平。

3. 结束语

总体来说,在对矿山机械部件失效问题进行管控期间,相关单位需要结合一套行之有效的方案,加强对技术细节的管理,对故障问题进行准确高效分析判断,提高系统的使用品质和效率。

参考文献:

- [1] 朱旭明. 矿山机械部件失效原因及预防措施[J]. 工程机械与维修, 2023(5):24-26.
- [2] 李志衣. "机械故障诊断"专题序言[J]. 失效分析与预防, 2023, 18(3):F0002.