

矿山机械破碎机故障诊断与维护技术

朱显华 朱绍品 杨学东 阮振辉 赵恩龙 张振明

云南迪庆有色金属有限责任公司 云南 香格里拉 674400

摘要: 矿山破碎机是矿石开采与加工生产中的核心主力设备,设备运行的稳定性直接关系到矿山整体生产效率与施工安全。为有效提升矿山破碎机的运维管理水平,降低设备故障发生率,本文系统梳理了矿山破碎机的主流设备结构与常见故障类型,深入分析各类故障的产生机理。同时构建了包含日常预防性维护、阶段性分级检修、故障事后抢修、关键部件延寿养护的完整维护技术体系。

关键词: 矿山机械;破碎机;故障诊断;维护技术

引言

在现代矿山工程生产体系中,破碎作业是矿石加工流程的第一道核心工序,破碎机的运行状态直接决定矿山生产的连续性与产能效益。随着矿山开采规模不断扩大,破碎机长期处于连续高强度作业状态,设备零部件磨损速度加快,各类隐性故障和突发性故障不断增多。传统设备运维方式多以事后维修和定期笼统检修为主,存在故障发现滞后、隐患排查不彻底、养护标准不统一等诸多弊端,容易出现小故障持续累积、频繁停机维修的情况,严重影响矿山正常生产进度。

1 破碎机主流故障诊断技术

1.1 振动信号诊断技术

振动信号诊断是矿山破碎机运维工作中最为基础且适用性最强的状态检测手段,也是现场设备故障排查的核心技术方式。破碎机在正常运行的过程中,设备整体的振动状态会保持在相对稳定的合理区间内,设备内部各类零部件出现磨损、松动、变形或者配合异常等问题时,设备运行产生的振动频率、振幅以及振动速度都会发生明显的规律性变化。该技术主要依托专业的振动采集设备,贴合破碎机机身、轴承座、机架等核心监测位置进行数据采集,全程依托设备自身运行产生的振动信号开展检测,无需停机拆解设备,不会对矿山正常生产作业造成影响。相较于传统的人工目视、耳听排查方式,振动信号检测能够捕捉到人体感官无法识别的微小振动异常,可提前发现设备早期的隐性故障。在实际技术应用过程中,工作人员会持续采集设备运行的动态振动数据,结合破碎机正常工况下的振动基准数据进行对比分析^[1]。通过梳理振动数据的波动规律,能够精准区分设备正常振动与故障振动的差异,有效判断轴承磨

损、齿轮啮合异常、转子失衡、机架松动等各类常见机械故障。这项技术可以实现对破碎机运行状态的持续性动态监测,摆脱了传统定期检修的局限性,能够为设备预防性维护提供真实可靠的数据支撑,从根本上减少设备突发故障停机的概率,大幅提升矿山破碎机设备运行的稳定性与使用寿命。

1.2 油液分析故障诊断技术

油液分析是针对矿山破碎机润滑系统与液压系统开展故障诊断的核心技术,主要依托设备内部润滑油、液压油的状态变化判断设备内部构件的运行工况。矿山破碎机的轴承、齿轮、液压阀体等精密构件,长期处于高负荷、高摩擦的工作状态,构件磨损、内部锈蚀、油路老化等问题都会直接改变油液的物理状态与内部成分。这项技术的核心原理,是通过定期抽取设备在用油液样本,依托专业检测手段分析油液的清洁程度、粘度指标、水分含量以及金属颗粒含量等关键参数。设备内部零部件出现轻微磨损时,会产生细微金属碎屑并混入油液当中,油路密封结构出现老化破损时,外界粉尘和水分也会逐步渗入油液内部,这些细微变化都可以通过油液检测精准捕捉。相较于振动检测的外部监测方式,油液分析能够深入判断设备内部隐性损耗状态。很多破碎机内部构件的早期磨损不会引发明显的振动异常,人工巡检和外部检测都难以发现问题。而油液分析可以提前捕捉设备内部的微观故障隐患,精准识别零部件磨损、油液变质、油路进水进尘等潜在问题。

1.3 红外热成像温度检测诊断

红外热成像温度检测诊断是矿山破碎机设备无损检测的重要技术手段,主要依靠设备表面温度分布的变化情况判断设备的运行异常状态。矿山破碎机在持续高负

荷作业的过程中,各类零部件的摩擦运转,油路传输以及电气工作都会产生稳定且均匀的热量。设备一旦出现运行故障,局部发热状态会发生明显改变,形成温度异常区域,这也是红外检测技术的核心判断依据。该检测技术依托红外热成像设备捕捉设备表面的红外辐射信号,将不可见的温度分布转化为直观的热成像画面,让技术人员能够直观观察设备整体与局部的温度差异^[2]。整套检测流程无需接触设备本体,也不需要设备停机拆解,可以在设备正常运转的状态下完成全方位检测,完全适配矿山连续生产的作业模式。在破碎机的运行体系中,轴承卡滞、电机过载、线路虚接、润滑失效以及部件摩擦加剧等问题,都会造成局部热量堆积,引发局部高温过热现象。这类温度异常往往出现速度快,隐蔽性较强,常规人工测温方式很难实现全面覆盖检测。红外热成像检测可以精准定位高温异常点位,区分正常温升与故障温升的区别。技术人员通过对比设备标准工况下的温度区间,结合热成像画面的温度梯度变化,能够提前识别各类隐性故障隐患。及时处理过热问题可以有效避免部件烧损、电路故障以及设备抱死等重大问题的发生。这种检测方式弥补了传统检测手段的盲区,有效提升破碎机温度类故障的排查精度,为设备安全稳定运行提供可靠的技术保障。

2 破碎机分级维护技术体系

2.1 预防性日常维护内容与操作规范

(1) 预防性日常维护是矿山破碎机整套运维体系中最基础也是最重要的工作环节,属于常态化、规律性的基础养护工作。该维护模式区别于故障发生后的被动抢修,核心目的在于通过每日标准化检查与养护操作,持续维持设备的良好运行状态,从源头减少零部件损耗,降低各类突发故障的发生概率,保障破碎机能够长期稳定、安全、高效的开展破碎作业。(2) 日常维护工作主要围绕设备外观状态、运行环境、基础构件、辅助系统等多个基础维度开展全面检查。工作人员每日开机作业前,需要对破碎机机身整体进行细致排查,重点检查机身机架、连接螺栓、固定构件的紧固状态,及时发现松动、偏移、锈蚀等基础问题。同时全面清理设备表面堆积的矿料粉尘、碎石残渣,避免杂物长期堆积腐蚀设备壳体,防止残渣卡滞设备运转部件,影响设备正常启停和作业运转。(3) 润滑系统检查是日常预防性维护的核心重点内容。工作人员需要每日检查润滑油箱的油位高度,确认油液处于设备规定的标准区间内,同时观察油液的清澈度,判断油液是否出现浑浊、变质、掺水掺尘等问题。此外还要检查各润滑管路的通畅性,排查管

路渗漏、堵塞、老化破损等情况,保证轴承、齿轮、转轴等关键摩擦部位能够得到持续均匀的润滑,减少机械运转产生的硬性磨损与高温发热问题。(4) 设备作业过程中,运维人员需要全程关注设备的运行状态,细致辨识设备运行产生的声响、振动、温度变化,及时捕捉异常信号。作业结束停机后,需对设备进行二次清洁与状态复核,检查进料口、出料口及破碎腔内部是否残留物料,防止物料固结影响下次开机运行。

2.2 定期计划性检修维护

(1) 小修属于高频次常规检修,是保障设备日常稳定运行的基础检修工作。小修工作周期较短,主要针对设备易损耗、高活动的零部件开展检查与养护。工作内容集中在紧固设备各类连接构件,检查并更换轻度磨损的密封配件,补充和更换局部变质的润滑油脂,调试设备基础运行参数。同时全面排查设备线路、防护结构和进出料部位的工作状态,及时处理轻微故障隐患。小修整体作业量较小,无需大规模拆解设备,能够快速完成检修工作,有效规避小隐患累积引发的设备故障。(2) 中修属于阶段性深度检修,检修周期相对更长,检修深度和作业范围远大于小修^[3]。中修工作需要破碎机核心运转部件进行系统性检查,针对轴承、传动结构、调节机构等关键构件进行精度检测与磨损评估。对于出现中度磨损、性能下降的零部件进行更换,对设备的润滑系统、液压系统进行全面清洗和油品更换。同时重新校正设备运行精度,修复设备长期运行产生的结构偏差,解决设备运行中出现的振动偏大、温升异常、作业效率下降等隐性问题,恢复设备标准作业性能。(3) 大修是破碎机全生命周期内最高等级的系统性检修,主要针对长期高负荷运行后的整机状态进行全面修复。大修作业需要对设备主体进行整体拆解,全面检测机架、主轴、破碎腔体、传动系统等核心主体结构的损耗情况。针对严重磨损、变形、老化的核心部件进行整体更换,修复设备结构形变,彻底清理设备内部积尘和油污。检修完成后重新调试整机运行参数,让设备性能恢复至出厂标准。

2.3 故障事后抢修维护流程

(1) 设备出现故障停机后,首要工作是开展安全锁定与现场隔离。工作人员必须第一时间切断设备的电源和动力供给,彻底关停液压系统与传动结构,确认设备完全停止运转。在完成安全防护措施之后,运维人员才能进入作业区域开展故障排查工作。这一步骤可以从根本上规避设备误启动、残余压力释放等安全风险,保障抢修作业人员的人身安全,为后续检修工作创造安全稳

定的作业条件。(2)完成安全准备工作后,需要开展全面细致的故障溯源排查。工作人员结合设备停机前的运行状态,包括设备异响、振动变化、温度波动以及作业参数异常等细节,逐步排查故障产生的具体位置和根本原因^[4]。排查过程遵循由外至内、由简至繁的基本原则,先检查外部结构、线路、油路和进料系统,再逐步检测内部传动构件、核心运转部件,精准锁定故障根源,避免片面判断导致维修不彻底的问题。(3)在明确故障类型和损坏部位后,严格按照设备维修技术标准开展针对性修复作业。对于小型配件损坏问题,可直接完成配件更换、结构紧固和油路疏通等基础修复工作。对于结构变形、部件开裂、传动系统损坏等较为严重的故障,需要按照规范工艺进行校正、修补或整体更换,保证修复后的构件配合精度符合设备运行标准。修复过程全程遵循矿山设备安全维修规范,杜绝违规操作。

2.4 关键零部件延寿维护工艺

(1)零部件延寿维护的基础核心是精细化润滑防护工艺。各类转动、传动类核心构件的绝大多数损耗,都来源于金属接触面的干摩擦和半干摩擦。日常养护中需要根据季节温度、作业负荷以及油品适配标准,选用匹配型号的润滑油脂,严格把控加注量和加注周期。过量加注会造成内部积热、阻力增大,加注不足则会形成摩擦磨损。同时需要定期清理润滑通道内部的杂质和油污,保持油路通畅,让摩擦工作面可以持续形成均匀的润滑油膜,减少金属直接接触带来的硬性损耗。(2)针对衬板、锤头等耐磨构件,主要采用工况适配的防护与校正维护工艺。这类部件长期承受矿石冲击和磨削作用,表面容易出现磨损不均、局部凹陷和结构疲劳等问题^[5]。日常维护中需要定期检查构件磨损状态,及时对表面附着的硬化矿层和杂质进行清理,保证破碎工作

面受力均匀。对于出现轻微磨损的部位,可通过专业补焊、耐磨涂层喷涂等工艺修复表面结构,提升构件耐磨性能。同时定期调整构件安装间隙,避免间隙过大造成冲击负荷加剧,减少部件疲劳损伤。(3)轴承、主轴等精密核心构件的延寿维护,重点在于工况稳定性管控。运维过程中需要持续监测设备运行温度与振动状态,避免长期高温运行造成金属材质性能衰减,杜绝偏心运转、超负荷进料带来的结构疲劳问题。定期对主轴同轴度、轴承配合精度进行检测校正,及时处理松动、偏移等微小问题,防止长期累积偏差引发构件疲劳开裂。

结语

综上所述,整体研究成果能够有效适配当前矿山智能化运维的发展需求,可为矿山现场破碎机日常管理、故障排查、检修养护提供标准化技术依据。后续可结合物联网监测、智能算法预测、数字孪生等新兴技术,进一步优化故障预判精度,完善预测性维护体系,持续推动矿山破碎设备运维管理向智能化、精细化、数字化方向升级。

参考文献

- [1] 刘鸣洲,王鹤淇. 矿山机械破碎机故障诊断与维护技术[J]. 冶金与材料,2026,46(4):85-87.
- [2] 陈宏远,张禹,金丹. 矿山机械破碎机故障诊断与维护技术[J]. 今日制造与升级,2025(5):163-165.
- [3] 曾梦阳. 矿山机械破碎机故障诊断与维护技术创新实践[J]. 冶金与材料,2024,44(6):97-99.
- [4] 刘涛. 矿山机械设备智能故障诊断与预测性维护技术研究[J]. 中国设备工程,2026(6):202-204.
- [5] 贾雪. 矿山机械设备破碎机的故障诊断与维护技术研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(10):081-084.