

圆锥破碎机衬板磨损规律及维修周期优化研究

徐奇奇

栾川龙宇铝业股份有限公司

摘要：衬板作为圆锥破碎机的核心易损件，其磨损状态直接影响设备破碎效率、产品粒度及运行稳定性，不合理的维修周期易导致维修过度或维修不足，增加生产成本与设备故障风险。本文聚焦圆锥破碎机衬板磨损的核心痛点，结合工业生产工况，构建基于磨损状态的维修周期优化模型，提出针对性的维修优化策略，为圆锥破碎机衬板精准运维、降本增效提供技术支撑与实践指导。

关键词：圆锥破碎机；衬板；磨损规律；状态监测；维修周期优化；预测性维护

1 引言

圆锥破碎机广泛应用于矿山、建材、冶金等行业的物料破碎作业，衬板作为设备破碎腔的核心组成部分，直接承受物料的冲击、挤压与切削作用，是设备中磨损最剧烈的易损件。衬板磨损会导致破碎腔型畸变、排料粒度不均、破碎效率下降，严重时引发设备振动、异响等故障，甚至造成停机事故。当前工业生产中，衬板维修多采用固定周期模式，未充分考虑工况差异、物料特性及衬板实际磨损状态，易出现维修过度造成的备件浪费、维修成本增加，或维修不足导致的设备故障频发、生产中断等问题。现有研究多聚焦衬板材质改进，对磨损规律的系统分析及维修周期的精准优化研究不足，且与工业实际工况结合不够紧密。

2 圆锥破碎机衬板磨损机理与影响因素

2.1 衬板磨损机理

衬板磨损主要表现为三种协同作用的磨损形式。冲击磨损源于物料进入破碎腔时的高速撞击，导致衬板表面产生塑性变形、凹坑及裂纹，长期冲击会引发表层材料脱落。磨料磨损是物料在破碎过程中与衬板表面发生相对滑动、滚动，对衬板表面产生切削、凿削作用，导致表面材料逐渐流失，是衬板磨损的主要形式。疲劳磨损源于衬板长期承受周期性冲击与挤压载荷，表层产生疲劳应力，逐步形成微观裂纹，裂纹扩

展后导致衬板表层剥落，加剧磨损进程。实际生产中，三种磨损形式相互叠加，且动锥衬板与定锥衬板因受力差异，磨损机理呈现明显差异。

2.2 主要影响因素

物料特性是影响衬板磨损的核心因素，物料硬度越高、棱角越尖锐，对衬板的冲击与切削作用越强，磨损速率越快；物料含粉量过高会增加衬板与物料的黏附摩擦，加剧局部磨损。设备运行参数中，破碎腔型、偏心距、转速直接影响物料破碎轨迹与冲击强度，偏心距过大、转速过高会增加物料对衬板的冲击载荷，加速磨损；排料口尺寸过小会导致物料在破碎腔内滞留时间延长，增加衬板磨损量。衬板材质与安装质量也直接影响磨损寿命，高铬锰钢、合金耐磨钢等材质的衬板抗磨损性能显著优于普通高锰钢；安装间隙过大或紧固不足会导致衬板振动、错位，加剧局部磨损。此外，给料不均匀、过铁现象会导致衬板受力不均，引发局部过度磨损，缩短使用寿命。

3 衬板磨损规律试验研究

选取某矿山 HP900 型圆锥破碎机为试验对象，结合其实际生产工况，开展衬板磨损规律现场试验，通过全程监测与数据采集，系统分析衬板磨损分布、磨损速率及变化规律，为维修周期优化提供数据支撑。

3.1 试验方案设计

试验选取动锥衬板与定锥衬板为研究对象，采用激光测距仪、振动传感器、温度传感器等设备，对衬板磨损量、设备运行参数、物料特性进行全程监测。试验周期为 800 小时，每 100 小时采集一次衬板不同部位的磨损量数据，记录物料硬度、粒度组成、设备转速、偏心距等参数，同步监测设备振动、温度等运行状态，分析各参数对衬板磨损的影响，绘制衬板磨损曲线，揭示磨损规律。

3.2 试验结果与磨损规律分析

试验结果表明，衬板磨损呈现明显的不均匀分布特征。动锥衬板承受约 65% 的总破碎能量，磨损速率显著高于定锥衬板，其中动锥衬板中部磨损最严重，上下部磨损相对较轻；定锥衬板上部磨损速率高于下部，主要因上部物料冲击强度更大。衬板磨损速率呈现阶段性变化，初期磨损速率较快，主要因衬板表面未形成稳定硬化层，物料冲击与切削作用直接作用于衬板基体；运行 200-600 小时期间，磨损速率趋于稳定，衬板表面形成耐磨硬化层，磨损主要以磨料磨损为主；运行 600 小时后，磨损速率再次加快，此时硬化层被破坏，衬板基体直接暴露，疲劳磨损与冲击磨损加剧，易出现表层剥落。

3.3 磨损临界值确定

结合设备运行要求与生产实践，确定衬板磨损临界值。当衬板磨损量达到原厚度的 50% 时，破碎腔型开始畸变，排料粒度偏差超过允许范围，破碎效率下降 10% 以上；当磨损量达到原厚度的 60% 时，衬板易出现裂纹、剥落等故障，引发设备振动异常，存在安全隐患。因此，将衬板磨损量达到原厚度 50% 作为维修预警阈值，达到 60% 作为强制更换阈值，为维修周期优化提供判定标准。

4 维修周期优化模型与策略

4.1 维修周期优化模型构建

以衬板磨损速率为核心指标，结合物料特性、设备运行参数等影响因素，构建维修周期优化模型。模型以维修成本最低、设备有效运行时间最长为目标，整合衬板磨损数据、故障数据及维修数据，通过状态监测数据实时更新磨损速率，动态调整维修周期。模型摒弃传统固定周期的粗放模式，根据衬板实际磨损状态，结合预警阈值与强制更换阈值，确定最优维修时机，避免维修过度与维修不足。

4.2 维修周期优化策略

基于优化模型，提出针对性的维修周期优化策略。建立衬板全生命周期状态监测体系，采用激光扫描、振动分析等技术，实时监测衬板磨损量与运行状态，及时捕捉磨损异常信号。实施分级维修策略，当衬板磨损量达到预警阈值时，开展预防性维修，检查衬板磨损状态、紧固情况，调整设备运行参数，延缓磨损进程；当磨损量接近强制更换阈值时，制定计划性维修方案，提前筹备备件，减少停机维修时间。针对不同磨损部位，实施差异化维修，对磨损严重的中部衬板优先检查、更换，对磨损较轻的部位进行修复处理，提高备件利用率。结合物料特性与工况变化，动态调整维修周期，物料硬度高、冲击载荷大时，缩短维修周期；工况稳定、物料特性良好时，适当延长维修周期。

4.3 维修配套措施

优化衬板材质选型，优先选用添加 Cr、Mo 等合金元素的改良高锰钢或高铬合金衬板，提升抗冲击、抗磨料磨损性能，延长衬板使用寿命。规范衬板安装流程，确保安装间隙合理、紧固可靠，避免运行过程中出现振动、错位。加强设备日常运维，定期清理破碎腔，避免物料滞留与过铁现象，均匀给料，减少衬板受力不均。建立衬板维修台账，记录磨损数据、维修时间、备件更换情况，积累运维经验，持续优化维修周期。

5 结论

本文通过现场试验，系统研究了圆锥破碎机衬板的磨损机理、分布特征及变化规律，明确了物料特性、设备参数等因素对衬板磨损的影响，确定了衬板磨损临界值，构建了基于磨损状态的维修周期优化模型，提出了分级、差异化的维修优化策略，通过工业应用验证了优化方案的有效性。研究表明，衬板磨损呈现不均匀分布与阶段性变化特征，动锥衬板磨损速率显著高于定锥衬板；基于磨损状态的动态维修周期，可有效避免维修过度与维修不足，降低维修成本，提升设备运行可靠性与生产效益。

参考文献

[1]张宁,王振年.圆锥破碎机腔型及破碎效率研究[J].冶金设备管理与维修,2025,43(3):85-87