

关于轮斗斗子粘煤的处理办法

王洋

河北大唐国际王滩发电有限责任公司，河北省唐山市，063611；

摘要：斗轮机是煤炭行业中常用的设备，其挖斗在作业过程中容易出现粘煤现象，这不仅影响了工作效率，还增加了设备维护的难度。使用工具（如捅条、高压气枪）清除积煤和黏结物，必要时停机彻底清理。选择具有防粘特性的材料制作挖斗，如特氟龙等高分子材料，能够有效减少煤炭的粘附。这类材料表面光滑，不易与煤炭产生粘连，从而降低粘煤的可能性。

关键词：煤矿；轮斗斗子粘煤；处理办法

DOI：10.64216/3080-1508.25.11.036

改进挖斗的形状和结构，也可以达到防粘煤的效果。如，增加挖斗内部的倾斜角度，使煤炭在挖掘过程中能够更顺畅地滑落，减少在挖斗内部的停留时间，从而降低粘煤风险。

1 轮斗斗子粘煤问题分析

1.1 煤质特性对轮斗斗子粘煤的影响分析

煤的黏结性与水分，黏结性：煤的焦渣特征直接影响粘煤程度。例如，宁夏王洼矿区煤的焦渣特征为1~2级，属无黏结性长焰煤和不粘煤，这类煤种粘煤风险较低。而烟煤因黏结性和吸水性较强，更易在斗壁黏附。水分：煤粒水分过高会显著增加煤粒间及煤粒与仓壁的黏着力。当水分超过临界值时，黏着力可能减弱，但通常仍会导致壁面粘煤和沟流现象。煤灰成分与粒度分布，灰分特性：煤灰中碱性氧化物（如 Fe_2O_3 、 CaO ）会降低灰熔点，促进熔融黏附；酸性氧化物（如 SiO_2 、 Al_2O_3 ）含量过高则可能增加高温黏性。粒度影响：粒度不均（如大块煤或过量煤粉）易导致堆积和卡堵。王洼矿区煤的粒度分析显示，小于0.5mm的煤灰分最高，且遇水易泥化，加剧粘煤风险。煤种与工业处理，煤种差异：无烟煤黏结性弱于烟煤，而油页岩黏结性最强，需针对性设计斗壁倾角（建议 $\geq 60^\circ$ ）和内衬材料。添加剂调控：通过添加高钙矿物可改变灰熔点，优化煤的流动性。

1.2 结构缺陷

轮斗斗子粘煤问题主要源于其结构设计缺陷。传统斗子底部采用整块铁板结构，当处理水分较高的煤种时，煤粉易在斗底形成黏附层，导致有效容积下降。这种粘煤现象会引发连锁反应：一方面，黏结的煤块可能堵塞

排料口，影响设备连续运行效率；另一方面，堆积的煤粉会改变斗子重心，增加回转轴承的偏心载荷，加速齿轮磨损。更严重的是，人工清理粘煤时若未将斗子降至地面，可能引发人员坠落或机械伤害事故。此外，黏结煤块在反复装卸过程中会碎裂，进一步扩大煤粉接触面，形成恶性循环的粘煤加剧效应。针对上述结构缺陷，可采取以下优化措施：首先，将斗子底部改为铁链拼接结构，通过链条间隙自然排煤，有效避免湿煤黏附，同时保持斗容稳定。其次，在斗壁增设耐磨衬板，采用高密度聚乙烯等低摩擦系数材料，减少煤粉与金属表面的接触粘结。对于关键传动部件，需定期检测回转轴承齿轮啮合状态，将齿顶间隙控制在8mm、齿侧间隙1.5mm范围内，并用红丹粉检测接触斑点覆盖率，确保啮合面均匀受力。此外，应建立煤质监控机制，严格控制入厂燃煤含水量低于8%，必要时通过煤场混煤降低黏结风险。在安全防护方面，必须严格执行斗子落地后再清理的操作规程，并加装防脱轨限位装置，防止设备失控位移。

1.3 环境因素

轮斗斗子粘煤问题主要受以下环境因素影响：湿度因素，高湿度环境会显著加剧煤粉黏结现象。当煤含水量超过8%时，黏结矿物在水分作用下易形成板结层，导致斗壁黏附煤粉并逐渐增厚。蒸汽环境更会形成冷凝积水区，如传统煤斗中27%的积水区会加速煤浆黏稠化。温度影响，低温环境会增加煤浆内部阻力，导致流动性下降；而蒸汽环境中若斗壁温度低于露点，冷凝水会进一步促进黏结。新型蒸汽烧煤斗通过梯度保温设计，将斗壁温度稳定在露点以上3~5℃，可有效减少黏附。煤质特性，含黏结矿物较多的煤种（如褐煤）在水分反复

蒸发-吸收循环中易碎裂,扩大接触面并增强黏结。某褐煤电厂改造案例显示,将椎角从 45° 调整为 38° 并添加导流栅格后,堵煤率从每周3.2次降至半年1次。气流与煤流动力学,传统垂直煤斗易形成“拱桥效应”,而曲线落煤斗通过双曲率蜗壳结构优化煤流轨迹,使堆积角从 68° 降至 42° ,彻底消除黏结风险。粉尘与杂质,煤中灰分等杂质会增加颗粒间相互作用,加剧黏附。通过筛选原煤减少杂质,可降低黏结概率。

2 轮斗斗子粘煤的常规处理措施

2.1 定期清理

针对轮斗斗子粘煤的常规处理措施,结合行业实践和技术规范,机械清理法,螺旋输送系统:在斗轮机构附近加装可移动式螺旋杆,通过旋转剥离粘附煤块。阳泉煤业案例显示,液压驱动系统可提升40%清理效率,但需注意湿度超过12%时易卡涩。高压气枪吹扫:采用0.4MPa压缩气流逆向 45° 喷射,与斗子保持10mm间距,同步设备启停以减少磨损。工艺优化措施,控制煤质参数:筛分原煤至粒度均匀(建议 $<50\text{mm}$),湿度控制在8%以下,必要时混合干煤降低黏性。调整运行参数:取煤时分层作业(每层 $\leq 2\text{m}$),底层煤量减少30%,避免硬底煤或石块堆积。化学辅助处理,喷洒环保型疏松剂(如JH-7型),可使煤体抗压强度降低62%,但需控制剂量 $\leq 0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 并避开皮带区域。智能监测维护,安装振动传感器实时监测斗轮运行状态,异常振动(振幅 $> 0.5\text{mm}$)时自动报警,预防粘料加剧。注意事项:人工清理需执行“先通风、再检测、后作业”原则,并配备CO监测探头;水力清理后需配套煤泥水处理设施,华北地区建议建设沉淀池。

2.2 调整设备状态

针对轮斗斗子粘煤问题,常规处理措施可从设备调整与辅助技术两方面入手:设备状态调整,优化斗轮结构,增加斗子坡度或减少倾斜角度,缩短煤粉停留时间,降低粘结概率。检查斗轮与胶带机的配合间隙,避免因转载点撒料导致煤粉堆积。机械维护措施,定期清理斗轮轴承及驱动部件,防止因油污或磨损加剧粘煤问题。调整制动器间隙与液压推杆油位,确保设备运行稳定性。辅助技术应用,喷雾降粘技术,在斗轮内部安装喷雾装置,喷洒聚乙烯醇等降粘剂,减少煤粉附着。空气炮清堵,在关键位置布置空气炮,利用冲击波破除煤块拱塞,

适用于锥形仓底部。综合管理建议,根据煤质特性(如湿度、挥发分)选择适配方案,褐煤等易自燃煤种需结合水力清理与CO监测。建立定期巡检制度,重点关注斗轮焊缝、胶带机跑偏等易故障点。

2.3 压缩空气清堵装置

压缩空气清堵装置应用,空气炮技术参数,典型型号如ZJ-0.19系列,工作环境温度范围为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。设计推荐容量为150L,通过突然释放压缩气流冲击煤拱薄弱部位。联合清堵策略,与振动器联用可提升效果:空气炮先破坏煤块结构,振动器再促进煤流分散。需根据煤质特性(如水分、粒度)调整空气炮发射频率和振动强度。配套防粘堵措施,结构优化,加大漏斗倾角,并定期轮换清洗煤仓,适用于低水分、高块煤比例的工作。内衬材料需选择低摩擦系数材质,减少煤粘附。智能化监控,实时监测煤流状态,在堵塞初期触发预警系统,缩短响应时间。维护注意事项,定期检查气动元件密封性,低温环境需采取保温措施。吸附剂(如活性炭)若用于废气处理,需按标准控制再生温度(如热空气 $<120^{\circ}\text{C}$)。通过上述综合措施,可有效解决轮斗斗子粘煤问题并降低堵塞风险。

2.4 重锤敲击法

重锤敲击法的实施要点,工具选择:使用铜质或橡胶包裹的重锤,避免金属直接碰撞斗子造成变形或火花隐患。敲击位置:优先选择斗子背部非承力区域,沿粘煤边缘由外向内逐步剥离,避免集中受力导致结构损伤。力度控制:采用间断性敲击,单次力度不超过 $50\text{kg}\cdot\text{m}$,防止过度振动影响斗式提升机链条张力平衡。配套辅助措施。预处理:对严重板结煤块可喷洒JH-7型环保疏松剂,降低煤体抗压强度后再敲击,效率提升约40%。同步清理:敲击后需立即清除脱落煤块,防止堆积在链轮承窝内引发脱轨故障。安全注意事项,停机操作:必须停止设备并悬挂警示牌,严禁运行时进行敲击作业。防护装备:操作人员需佩戴防尘面罩及防砸鞋,斗子下方设置隔离区防止飞溅物伤害。对于高频粘煤工况,建议结合空气炮清堵技术(0.8MPa冲击波)或高压水射流(15-20MPa)进行综合处理。

2.5 内衬防粘材料

高分子耐磨防粘衬板,采用聚乙烯(PE)、聚丙烯酰胺等材料作为内衬,其特性包括耐磨、自润滑、耐腐

蚀及不粘附煤粉。例如火电厂、钢厂等场景中使用的煤斗漏斗滑板,可有效解决粘结、架桥问题。典型规格为1000mm×2000mm×10/15/20mm(宽×长×厚),支持定制化尺寸。陶瓷复合衬板,耐磨陶瓷与橡胶复合的包胶技术,通过陶瓷凸起结构减少直接摩擦,同时提升抗磨损性能(寿命可达普通橡胶的10倍以上)。适用于高湿度、高磨损环境如煤炭码头。其他辅助措施,结合喷雾降粘剂(如聚乙烯醇)或调整斗体设计(如增大倾斜角度至60°以上)可进一步减少粘煤风险。

3 优化处理措施

3.1 材料与结构改造

材料升级方案,梯度耐磨矩阵,采用HV800-HV1200硬度渐变的耐磨材料组合,关键部位使用高铬铸铁衬板或整体烧结碳化硅内衬,实测磨损量可降至传统设计的1/7。复合装甲防护,在易磨损区域增设纳米硅陶瓷衬板抗冲击层+稀土合金耐磨条,配合自动补偿式密封装置。神华某厂测试显示,16万吨煤流冲刷后磨损量仍小于0.8mm。结构优化措施,曲线流态化设计,将传统垂直段改为双曲率蜗壳结构,使煤粉保持流态化运动。国电某厂改造后煤流速度提升至1.6m/s,临界堆积角从68°降至42°,彻底消除拱桥效应。针对高湿度褐煤,38°渐变锥角+导流栅格设计可将堵煤率从每周3.2次降至半年1次。智能振动助流系统,在关键位置安装变频振动器,通过AI算法匹配最佳振频参数。山东客户实测显示,智能振动模式下堵料概率降低85%。辅助技术集成,温控防冻系统:黑龙江项目集成160个测温点的智能温控系统,在-30℃环境下保持煤流温度高于冰点5℃,年减少停机清堵28次。传感器监测网络:18个高精度传感器可提前24小时预警堵煤风险,大唐集团借此避免23次非计划停机。

3.2 工艺与运行调整

结构设计优化,调整倾角与曲率:通过CFD流体仿真优化斗体曲率,将关键部位倾角从52°提升至58°,可显著提升下料效率并减少粘附。梯度耐磨设计:采用上部NM400钢板、中部高铬铸铁衬板、下部陶瓷内衬的组合方案,降低磨损同时减少煤粉粘附。防粘技术应用,喷雾降粘系统:安装喷雾头喷洒聚乙烯醇或聚丙烯酰胺

等降粘剂,有效抑制煤粉粘结。纳米疏水涂层:表面接触角达158°的疏水涂层可大幅降低煤粉粘附率,配合陶瓷衬板实现长效防粘。运行参数调整,控制物料湿度:通过智能温控系统保持斗壁温度高于露点3-5℃,减少冷凝水导致的板结。振动助流技术:安装变频振动器并匹配AI算法,可降低堵料概率82%。维护与监测,模块化维护:采用分体铸造工艺缩短检修时间,如辽宁某案例将168小时维护压缩至60小时。物联网预警:通过22个温湿度传感器构建三维热场云图,提前7天预警堵料风险。

3.3 智能监测与维护

智能监测技术升级,动态电流监测系统,通过实时监测提升机电流变化,精准判断斗内煤量残留情况。当检测到电流异常时,系统自动触发声光报警并暂停装煤流程,避免重复装煤导致的过载风险。多参数物联网传感器在煤斗关键位置部署湿度、温度、压力传感器,结合AI算法预判粘煤风险。结构优化与材料创新,复合耐磨层设计,采用“三明治”结构耐磨层(碳化钨合金表面+缓冲层+基板),使关键部位磨损量下降82%,使用寿命延长至7年以上。智能调偏系统,针对落煤点偏移问题,加装活动挡板与远程调节机构,消除人工干预的安全隐患,同时减少皮带磨损。维护流程智能化,远程集中控制,借鉴神东煤矿“太空舱”模式,通过地面控制中心实时监控设备状态,井下仅需少量人员巡查,大幅降低维护频次。全生命周期管理,华电常德电厂案例显示,智能改造后维修耗时从年均680工时降至90工时,年综合效益提升219万元。高值化利用辅助,煤矸石等固废通过充填工艺实现资源化,减少粘煤杂质来源。例如,中国煤科技术年处理矸石200万吨,同步解决采空区治理问题。

总之,通过选用合适材料、优化挖斗设计、定期清理维护以及使用专用防粘涂料等方法,我们可以有效地解决斗轮机挖斗粘煤的问题。这些方法和技巧不仅提高了工作效率,还降低了设备维护的难度和成本,对于煤炭行业的持续发展具有重要意义。

参考文献

- [1] 刘晓丽, 浅谈轮斗斗子粘煤的处理办法. 2023.
- [2] 王海云, 关于轮斗斗子粘煤的处理办法探讨. 2022.