

输煤系统清扫器失效问题综合治理及检修优化

周 挺

国能黄金埠发电有限公司 江西 上饶 334000

摘 要：输煤系统清扫器是保障皮带清洁、维持系统稳定运行的核心设备，各类失效问题会直接影响输煤作业连续性与现场生产环境。本文结合清扫器实际运行状态，从设备结构、安装工艺、运行工况及运维管理四个维度，全面梳理清扫器频繁失效的核心诱因。依托现存故障短板，针对性开展设备结构改造、安装工艺标准化、工况适配优化等综合治理工作，同时从检修清单、检修周期、作业流程及检修工装层面优化检修体系，搭建全方位长效运维保障机制，可为输煤系统清扫器故障管控与运维提质提供技术参考。

关键词：输煤系统；清扫器；失效原因；综合治理；检修优化

引言：在燃煤生产输送环节中，清扫器承担着皮带残煤清理、设备运行防护的关键职能，设备运行稳定性直接关系输煤系统的作业效率与安全水平。复杂的现场生产工况、长期连续的作业模式以及不规范的运维操作，极易引发清扫器磨损、偏移、卡滞等各类故障，造成清扫功能衰减甚至完全失效，进而引发皮带积煤、设备损耗加剧、现场扬尘等一系列生产问题。为有效改善清扫器运行短板，破解设备频繁失效的运行难题，结合现场设备运行实际状况，系统剖析设备失效核心诱因，制定针对性治理方案与检修优化策略，完善常态化运维管控体系。

1 输煤系统清扫器失效原因分析

1.1 设备本体结构缺陷引发的失效问题

清扫器本身的结构设计存在一定短板，受力形式较为单一，设备长期持续作业后会产生刚性疲劳。刮料部件选用的材料性能有限，耐磨和抗冲击能力难以适配长时间连续作业场景。弹性调节结构设计简易，压力补偿性能偏弱，清扫部件无法始终贴合皮带工作面。固定支架整体强度不足，物料持续冲击和皮带高频振动会让支架出现变形、错位现象^[1]。刀头磨损程度存在区域差异，局部位置磨损速度更快，会形成清扫盲区，皮带表面残留堆积物料，慢慢导致清扫功能失效。设备密封结构存在缺陷，现场粉尘和细碎煤粒容易渗入内部构件，造成部件卡滞，干扰设备正常运转。

1.2 设备安装工艺不规范引发的失效问题

设备安装作业过程中定位精度把控不到位，水平和垂直基准存在偏差，导致清扫器与皮带之间间距不均衡。压紧机构行程调节缺乏合理性，压力偏大时会加快

刀头磨损速度，压力偏小则达不到基础清扫标准。固定螺栓紧固力度不均匀，设备运行震动会造成螺栓松动、部件移位，改变设备原有安装状态。部件装配过程管控松散，构件拼接缝隙超出标准范围，设备运行时会产生异常震动和位置偏移。安装点位选取不够科学，和皮带实际运行轨迹不匹配，部分区域清扫受力异常，长期运行后出现功能失效问题。设备安装完成后缺少精细调试，初始运行状态存在诸多问题，各类缺陷不断积累，最终引发设备故障。

1.3 运行工况适配性不足引发的失效问题

输煤系统运行负荷始终处于变动状态，物料瞬时厚度、颗粒大小没有固定规律，超出清扫器常规适配工作范围。作业现场粉尘量大、空气湿度偏高，潮湿煤料容易粘团结块，大幅提升清扫作业难度。皮带运行速度频繁波动，设备启停次数较多，清扫刀头会持续承受间歇性冲击磨损。输送物料内部夹杂各类硬质杂物，运行过程中会直接磕碰、划伤清扫构件，造成部件变形损坏。高低温极端环境会改变清扫部件物理特性，弹性部件硬化失弹，耐磨部件加速老化，设备整体清扫性能逐步衰减。多变的工况环境让清扫器长期处于超负荷、非正常工作状态，设备老化和失效速度大幅加快。

1.4 日常运维管控缺失引发的失效问题

日常巡检工作存在排查盲区，构件轻微磨损、微小偏移等隐蔽性问题难以被及时察觉。常态化设备检查工作落实不到位，工作人员没有细致核查刀头磨损、结构变形、螺栓松紧等关键点位。部件养护和更换工作存在滞后性，磨损超周期的老旧构件持续投入运行，为设备运行埋下大量隐患。基础运维养护工序落实不足，设备

清洁、除锈、参数调校等常规工作经常缺失。运维人员对设备运行状态变化感知不足,不能根据现场工况及时调整设备运行参数。粗放的运维管理模式会让各类设备缺陷不断叠加,最终造成清扫器丧失正常清扫功能。

2 输煤系统清扫器失效综合治理方案

2.1 清扫器本体结构优化改造

结合清扫器长期运行暴露的结构问题,对设备主体结构进行改良升级。调整设备整体受力方式,提升结构承载上限,缓解连续作业过程中产生的疲劳变形。更换耐磨、抗冲击性能更好的材质加工刀头部件,适应输煤系统长时间不间断运行工况。更新内部弹性调节构件,提升压力补偿效果,让清扫部件始终保持良好的作业状态。加粗加固设备支撑支架,增强整体结构强度,有效抵御物料冲击和皮带振动带来的变形与偏移问题。合理调整刀头排布方式,均衡各部位磨损速度,缩小清扫空白区域,减少皮带表面残煤堆积^[2]。改进设备密封结构,阻挡现场粉尘和细小煤粒进入设备内部,避免构件卡滞卡顿,保障设备长期平稳运行。

2.2 清扫器配套辅助装置完善优化

系统排查清扫器各类配套辅助装置,替换老化、性能不足的零部件。加装缓冲防护结构,弱化物料下落和输送产生的冲击力,减轻刀头等核心部件的磨损消耗。优化压力调控辅助组件,细化档位调节范围,让清扫压力可以精准匹配现场作业需求。增设限位防护装置,限制设备运行晃动幅度,控制作业过程中的位移偏差。完善现场除尘配套设施,减少作业区域粉尘积聚,改善设备外部运行环境。更新各类紧固辅助配件,提升零部件拼接贴合度与牢固度,减少设备运行松动问题,为清扫器稳定工作提供可靠配套支撑。

2.3 设备安装工艺标准化整改

统一梳理并规整清扫器安装施工流程,建立标准化安装工艺要求。明确设备安装水平、垂直基准,严格控制安装偏差。规范压紧机构的调节范围,设定合理行程区间,防止压力超标加速部件损耗或压力不足造成清扫不彻底。统一螺栓紧固施工标准,把控紧固力度,避免受力不均导致设备运行松动、错位。细化零部件装配施工要求,严控拼接缝隙尺寸,降低设备运行震动幅度。根据皮带实际运行轨迹确定标准安装位置,规避局部受力不均引发的设备异常损耗。安装工作完成后开展精细化调试,逐项核对设备运行状态,清除安装环节遗留的各类设备隐患。

2.4 运行适配性调整与工况适配优化

依托输煤现场实际运行状态,针对设备工况适配短板开展针对性调整。按照现场物料厚度、颗粒状态的变化特点,微调清扫设备运行参数,提升设备对复杂物料工况的适应能力。管控作业区域环境湿度,减少潮湿煤料结块粘连现象,降低清扫作业负担。规整皮带运行管控方式,平稳控制运行转速,减轻设备频繁启停对清扫构件的冲击磨损。布置前置杂物拦截装置,隔离物料中混杂的硬质杂物,避免清扫部件受到磕碰损伤。依据现场高低温交替的环境特点,调整清扫部件选型与运行参数,减缓部件老化、硬化速率,稳定设备日常清扫性能。

3 输煤系统清扫器检修体系优化

3.1 检修项目清单标准化梳理

结合输煤现场清扫器的结构组成和长期运行暴露的故障特点,系统性梳理各类检修内容,搭建统一规范的检修项目清单。围绕刀头、弹性压紧组件、支撑支架、密封结构、紧固连接件等核心部件,拆分细化独立检修条目。明确外观检查、功能核验、精度检测的具体工作内容,细化每一项检查的执行要点和排查方向。增补以往检修工作中容易忽略的限位结构、调节螺栓、缓冲配件等小众检查项目,实现设备零部件全覆盖排查^[3]。明确部件磨损、结构变形、螺纹松动、密封失效等各类缺陷的判定标准,统一现场检修判定尺度。精简内容空泛、无法落地执行的粗放条目,将所有检修要求细化为可直接执行、可现场核验的具体检查点位。

3.2 检修周期科学化统筹调整

结合清扫器各类构件的磨损速率、设备运行时长以及输煤系统作业负荷变化,重新规划各部位检修间隔。刀头、弹性件、密封件等直接接触物料和皮带的易耗部件,磨损速度更快,缩短对应的检修间隔,及时排查老化、损坏隐患。支架、固定基座、主体框架等承重结构性能稳定,耐受损耗能力更强,适当拉长检修周期,减少不必要的停机作业。结合输煤系统高峰、低谷作业的负荷差异,针对性调整对应时段的检修频次。摒弃传统一刀切的固定检修模式,按照部件损耗属性、现场运行强度分层规划,为不同构件设置独立的检修时间节点。

3.3 检修作业流程规范化优化

对清扫器原有零散的检修工序进行整合梳理,建立步骤清晰、流程统一的标准化作业体系。检修工作启动前,严格落实停机、断电、物理隔离等安全措施,规避现场作业风险。细化构件拆解、故障排查、废旧配件拆除、新品安装、参数调校等核心工序,明确各环节操作重点。理顺各工序先后顺序,避免工序错乱引发的构件

磕碰、安装偏移、结构损伤等问题。针对不同故障类型制定专属作业步骤,区分常规保养检修和故障专项检修的操作差异。作业完成后逐项核对设备安装精度和运行状态,细化复位、调校、自检的实操细则,规范整套检修作业执行标准。

3.4 检修工装与作业方式升级改进

更新清扫器专项检修配套工具,替换老旧简易、精度不足的传统工装。配备专业测量器具,精准检测刀头磨损厚度、支架形变幅度、安装平行度等关键参数,依托实测数据掌握设备真实状态。配置适配清扫器结构的专用拆装工具,简化狭小空间内的构件拆装流程,降低拆装操作带来的部件损伤概率。革新传统依靠人工目测、经验判断的粗放作业模式,以精准检测数据支撑部件检修和更换工作。优化高空、狭窄廊道等特殊场景的检修操作形式,调整现场作业步骤和操作姿态,消除特殊工况下的检修盲区,提升整体检修作业质量。

4 输煤系统清扫器长效运维保障机制构建

4.1 日常巡检管控机制完善

针对清扫器日常巡检工作存在的疏漏问题,细化专项巡检管控内容,落实定点、定项、定时的巡检模式。明确巡检覆盖范围,重点核查刀头完整程度、弹性组件工作状态、支架紧固情况、密封结构完好程度等核心内容^[4]。细化不同运行时段巡检侧重点,高负荷作业阶段加大巡检力度,重点排查部件松动、异常磨损、结构形变等显性问题。规范巡检记录填报内容,统一设备状态填报标准,清晰留存设备运行基础数据。划定巡检责任范围,落实岗位巡检职责,杜绝漏检、漏查、敷衍巡检等作业问题,让日常巡检形成常态化管控闭环。

4.2 缺陷预判与预处置机制搭建

依托清扫器长期运行损耗规律,搭建针对性的缺陷预判管控模式,聚焦设备常见故障类型梳理隐患特征。结合部件磨损进度、运行工况变化、设备启停频次等基础条件,甄别部件老化、性能衰减、结构松动等潜在隐患。细化各类缺陷的前期征兆,建立故障预判判别标准,提前识别设备失效风险。制定对应的预处置流程,针对轻微磨损、微小偏移、紧固松弛等初期问题,开展提前干预处理。细化隐患分级处置方式,区分一般隐患、重点隐患的处置流程,从源头减少清扫器突发失效故障的出现。

4.3 运维人员作业技能规范化管控

梳理清扫器运维作业的实操要点,统一人员作业规范标准,约束日常运维操作行为。针对设备检查、部件调校、隐患处理、配件更换等常规作业内容,制定标准化操作准则。开展常态化技能培训,聚焦清扫器结构原理、损耗特点、故障识别、实操技巧等核心内容开展教学。规范人员作业考核标准,以实操能力、隐患识别能力、规范执行能力作为核心考核指标。纠正粗放式、经验式的不规范操作,统一全员作业流程与操作习惯,夯实设备运维的人员技术基础。

4.4 设备状态动态管控体系建设

建立清扫器全周期状态动态管控模式,全程跟踪设备运行工况与部件损耗变化。记录设备运行时长、作业负荷、检修记录、隐患处置信息等关键内容,形成完整的设备运维台账。根据台账数据更新设备状态评级,实时掌握部件损耗进度与设备性能变化。结合设备状态变动情况,灵活调整巡检频次、检修节点、养护方案,适配设备不同运行阶段的管控需求^[5]。细化设备状态管控细则,明确数据更新、状态核查、方案调整的执行标准,实现设备运维的动态化、精细化管理。

结束语

输煤系统清扫器的运行状态直接影响皮带输送工况与现场生产条件,设备频发的失效故障会持续制约输煤设备的正常运转。结合清扫器实际运行中暴露的各类问题,从结构改造、安装规范、工况适配多维度开展综合治理,同步对检修流程、管控模式进行系统性完善。整套优化举措贴合现场生产实际,能够有效解决清扫器磨损、偏移、清扫不彻底等常见问题,持续提升设备运行可靠性,让输煤系统的设备运维工作更加规范精细,保障输送作业平稳有序开展。

参考文献

- [1] 王超. 清扫器安装位置对顺槽胶带积煤清理效果的影响评估 [J]. 今日自动化, 2026(5): 26-27, 30.
- [2] 杨姣, 李冲, 鲍久圣, 等. 井下运输巷带式输送机撒煤自动清扫机构设计及仿真分析 [J]. 工矿自动化, 2025, 51(8): 123-133.
- [3] 胡康杰, 朱昌进, 杜君. 基于 PLC 的集装箱/敞车余煤清扫控制系统设计 [J]. 自动化应用, 2025, 66(5): 44-47.
- [4] 蒋文娟. 煤矿铁路道岔自动清扫装置设计及应用 [J]. 机械管理开发, 2025, 40(8): 162-164, 171.
- [5] 李鹏程, 蔺煜博, 张立国, 等. 煤粉清扫机器人结构设计及分析 [J]. 农业装备与车辆工程, 2025, 63(7): 116-119.