

煤化工项目煤储运系统存在的问题及整改措施

陈 宇

河南心连心化学工业集团股份有限公司 河南 新乡 453000

摘 要: 煤储运系统是煤化工项目的前端枢纽,其运行可靠性直接影响全厂生产稳定性。本文结合煤化工项目实际运行情况,系统分析了筛分效率低、破碎机齿辊磨损、皮带跑偏撒料、溜槽堵塞、落料管磨损及栈桥粉尘超标等典型问题。从机械设计制造及其自动化专业角度,提出了筛板结构优化、破碎机齿辊结构改进及耐磨材料升级、自动纠偏装置加装、曲线落料管优化及干雾抑尘系统应用等整改措施。应用效果表明,整改后设备故障率显著降低,现场粉尘浓度达到职业卫生标准要求,为煤储运系统稳定运行提供了技术保障。

关键词: 煤储运系统;齿辊破碎机;带式输送机;曲线落料管;干雾抑尘;耐磨材料

引言:煤储运系统承担着原煤接收、储存、筛分、破碎及向下游装置供煤的任务,是煤化工项目不可或缺的组成部分。由于系统处理的物料具有粘湿性强、易堵塞、有一定磨琢性等特性,设备长期处于高负荷、高磨损工况下运行,溜槽堵塞、皮带跑偏、落料管磨损、粉尘超标等问题频发,严重制约系统可靠性和现场职业健康水平。本文立足于机械设计制造及其自动化专业视角,系统剖析煤储运系统主要设备的典型故障,提出切实可行的结构优化和材料升级方案,为同类项目设备改进提供参考。

1 煤储运系统工艺流程与设备构成

1.1 典型煤储运系统工艺流程

煤储运系统主要包括卸煤、储煤、输煤、筛分、破碎及供煤等工序。来煤经卸煤设施卸入受煤坑,通过带式输送机转运至破碎楼。原煤经除铁后,先进入筛分机进行分级,符合工艺粒度要求的合格煤粉通过旁路落料管落入下游带式输送机,筛上不合格的大块煤则进入破碎机破碎至工艺要求粒度,破碎后的物料经下游带式输送机输送至煤仓贮存。供煤阶段,粉煤仓内的煤粉通过给料机均匀送入下游装置。各环节环环相扣,任何设备故障都可能导致全线停车。掌握设备运行特性和故障模式,是保障系统稳定运行的基础。

1.2 主要机械设备类型与功能

煤储运系统主要设备包括带式输送机、筛分机、破碎机、卸料器、料仓及给料机等。带式输送机由输送带、托辊、滚筒等组成,是最易出现故障的设备;筛分机用于煤粉分级;齿辊破碎机通过齿辊对煤块进行劈裂破碎;犁式卸料器和卸料车用于卸料;料仓的锥斗角度和内衬材料直接影响物料流动;振动给料机或叶轮给料机负责定量供料,这些设备的协同工作决定了系统整体

性能。

1.3 系统运行的共性难点

煤储运系统运行的共性难点可归纳为“堵、漏、磨、尘、偏”五个字。“堵”指溜槽、落料管、料仓出口堵塞,多因物料含水量高、粘附性强或溜槽角度不足所致,严重时需人工捅堵,存在安全风险。“漏”指密封不严导致的漏粉、漏料,既造成物料损失,又恶化作业环境。“磨”指设备过流部件的磨损失效,破碎机齿辊、落料管弯头、溜槽底板等长期受煤流冲刷,使用寿命短则数月、长不过一年。“尘”指输煤过程中产生的粉尘污染,转载点、落料点、破碎机进出口是粉尘的主要逸散源,煤尘不仅危害健康,还存在爆炸隐患。“偏”指皮带跑偏,即输送带偏离中心线运行,导致撒料、边缘磨损甚至撕带事故。这五大问题相互关联,如落料管设计不当会加剧堵料和粉尘产生,皮带跑偏会加快托辊和输送带磨损。解决这些问题需要从设备结构、材料选择、控制方式等多维度综合施策。

2 煤储运系统典型问题分析

2.1 筛分机与破碎机问题

筛分机的主要问题为筛板堵塞和筛分效率下降。原煤水分较高时,细煤粉易粘附筛孔形成“糊筛”,大量合格煤粉输送至破碎机,造成破碎机负荷增大。此外,激振器轴承温升过高也是常见故障,会间接导致侧板开裂、长时间停机维修^[1]。破碎机的首要问题是齿辊磨损。齿板直接承受煤块冲击和切削,磨损后无法有效咬合煤块,导致出料粒度超标,影响气化炉运行。同时,齿辊轴承长期承受冲击载荷,易发生烧毁。这些问题暴露了原设备在适用性和耐磨设计方面的不足。

2.2 输送系统问题

带式输送系统问题集中在皮带跑偏、溜槽堵塞和落

料管磨损。皮带跑偏原因复杂，如滚筒不平行、托辊卡涩、落料点偏心等，不仅造成撒料，还可能导致输送带撕裂。溜槽堵塞是另一顽疾，传统直线溜槽使物料无序撞击，细颗粒在涡流区沉积粘附，最终堵塞。落料管弯头承受物料高速冲击，普通钢弯头使用寿命很短，磨损穿孔后漏粉严重。托辊可靠性同样不容忽视，恶劣工况下轴承易进灰失效，托辊不转时输送带在其表面滑动，可能磨穿输送带。

2.3 料仓及给料机问题

料仓问题主要表现为仓壁挂料和结拱。当锥斗角度小于物料安息角或内衬摩擦系数过大时，煤粉会粘附形成挂料，甚至完全堵塞出料口。结拱使物料形成稳定拱形结构，导致给料机空转、下游断煤。给料机常见问题包括：振动给料机激振力不足或弹簧疲劳，导致给料波动；叶轮给料机间隙不当，造成泄漏或卡阻。料仓问题本质上是流动问题，与仓体结构和内衬材料密切相关；给料机故障更多涉及机械传动和配合精度。

2.4 栈桥粉尘治理问题

栈桥粉尘主要产生于物料转运环节，诱导空气将细颗粒卷扬，冲击气流进一步加剧扬尘。传统布袋除尘器存在诸多问题：煤粉湿度大易堵塞滤袋；管道长易积灰；除尘点过多导致风量不均。相当比例的布袋除尘器因维护量大而闲置，现场粉尘浓度远超国家限值。此外，煤尘还具有爆炸风险。因此，粉尘治理不仅是环保要求，更是安全红线。

3 整改措施与机械优化方案

3.1 筛分与破碎设备改进

在齿辊上方增设除铁器和除木器，防止铁件和木块损坏齿板。筛分机整改聚焦于筛板防堵和激振器可靠性。采用聚氨酯筛板替代传统钢丝编织筛网，聚氨酯具有自润滑特性，煤粉不易粘附，开孔率虽略低但抗堵性能显著提升。针对高水分工况，可在筛面上增设弹跳球或超声波振动装置，通过二次振动清除堵塞颗粒。激振器轴承改用高速润滑脂并加装温度在线监测，温度超过80℃时自动报警，防止轴承烧毁扩大故障。针对破碎机齿辊磨损问题，采取结构优化与材质升级双管齐下的策略。结构上，将整体铸造型齿板改为分体式模块化齿板，单块齿板损坏时无需更换整个齿辊，降低备件成本；齿形由原尖齿改为“大齿+小齿”复合布置，大齿承担粗破功能，小齿负责细碎和整形，减少齿尖单点磨损。材质方面，原齿板材质为高锰钢，热处理后其硬度和强度并未有效提高。本改进采用40Cr，经调质处理提高综合力学性能，并在齿头堆焊耐磨焊条，进一步提高

了破碎齿的使用寿命^[2]。

3.2 输送系统结构优化

输送系统整改采用曲线落料管技术。曲线落料管采用“汇集-导流-缓冲”三段式设计，使物料以与下游皮带相同的速度和方向落料，消除了无序碰撞，粉尘产生量可大幅降低，极大地降低了堵料风险^[3]。落料管弯头及冲击点敷设氧化铝陶瓷衬板，使用寿命显著延长。皮带跑偏治理采用自动调心托辊^[4]和跑偏开关连锁。输送带头尾部安装两级清扫器，有效控制回程带料。托辊选用迷宫式密封结构，防止粉尘和水汽侵入轴承。

3.3 料仓及给料机改造

料仓及给料机的改造目标是实现“整体流”流动状态，消除挂料和结拱。料仓的锥斗角度加大至70°，使仓壁陡于物料安息角；仓壁内衬采用超高分子量聚乙烯板，摩擦系数低至0.1-0.15，煤料在重力作用下沿仓壁顺畅下滑。对于既有料仓角度无法更改的情况，可采用空气炮辅助破拱。空气炮布置在料仓锥斗中部，定时或按需喷出高压气体冲击结拱物料，破拱效果显著^[5]。给料机方面，振动给料机更换为高效能激振器，激振力富余系数不低于30%，同时配置变频控制器，可实现给料量的无级调节。叶轮给料机严格控制叶轮与壳体间隙至0.2-0.3mm，并在轴端增设气密封装置，防止细粉泄漏。此外，在料仓上部加装雷达料位计，实时监测仓内料位，结合给料机变频调速实现料位的自动闭环控制，避免空仓或满仓运行。

3.4 栈桥粉尘综合治理

栈桥粉尘治理采用“源头抑尘+过程密闭+高效除尘”的综合技术路线。源头抑尘是核心，可采用干雾抑尘技术。干雾系统产生粒径1-10μm的微细水雾，与同粒径煤尘颗粒发生凝聚沉降，抑尘效率可达96%以上。与传统的湿式抑尘不同，干雾耗水量极低（约0.2-0.5L/t煤），且水雾粒径小于煤尘，不会增加物料水分。干雾喷嘴布置于落料管出料口、破碎机进出口及输送带转载点等产尘点^[6]。过程密闭方面，对输送带导料槽进行全封闭改造，导料槽长度延长至6-8m，内部设置多层防尘帘，形成“迷宫”密封，防止粉尘外溢。原布袋除尘器可改造为湿式除尘器或保留作为辅助除尘，湿式除尘器利用水浴洗涤原理，无滤袋堵塞之忧，且除尘效率稳定在96%以上。与此同时，在栈桥适当位置设置粉尘浓度在线监测仪，实时反馈治理效果，超标时自动报警并联动除尘设备调增风量。通过上述综合措施，现场粉尘浓度可稳定控制在4mg/m³以下。

3.5 备件管理与设备维护策略

设备整改不仅包括硬件升级, 还需配套完善的备件管理与维护策略。建立关键备件清单, 对齿辊齿板、陶瓷衬板、输送带、托辊等易损件设定最低库存阈值, 避免因备件短缺导致停机等待。推行基于状态的维护策略, 在破碎机轴承、激振器轴承、输送带驱动滚筒等关键部位加装振动和温度传感器, 通过在线监测实时评估设备健康状态, 变“计划性大修”为“预测性维修”^[7]。制定标准化的点检流程, 明确各设备的点检部位、点检周期和判定标准, 点检数据录入信息化管理平台, 实现设备全生命周期管理。针对干雾抑尘系统等新增设施, 编制专项操作规程, 明确水压、气压、喷雾周期等关键工艺参数, 由专人负责日常检查和维护, 确保系统长期稳定运行。

4 整改效果与应用评价

4.1 设备运行可靠性提升

某煤化工项目完成整改后, 煤储运系统设备运行可靠性显著提升。破碎机齿板使用寿命由原4个月延长至12个月, 齿辊轴承未再发生烧毁事故。筛分机筛板更换周期由2个月延长至8个月, 激振器轴承温度稳定在55~70℃之间。皮带输送系统跑偏故障率下降85%, 溜槽堵塞事故下降80%, 落料管磨穿漏粉现象得到有效控制。料仓内衬优化及增大仓壁角度使挂料和结拱次数大幅减少, 大部分情况下可通过空气炮自行处理, 人工敲仓作业显著降低。

4.2 现场环境与安全水平改善

粉尘治理措施实施后, 栈桥岗位粉尘浓度均值由整改前的15~25mg/m³降至4mg/m³以下, 该结果不仅满足GBZ 2.1-2019《工作场所有害因素职业接触限值》中煤尘总尘4 mg/m³的限值要求, 亦符合GB 15577-2018《粉尘防爆安全规程》对储运系统防爆的强制性要求。转载点、破碎机进出口等关键产尘点基本扬尘消除, 现场作业环境得到根本改善。干雾抑尘系统耗水量仅0.3L/t煤, 对物料热值无影响, 且冬季无需伴热防冻, 运行成本低廉。连续一周的粉尘浓度在线监测数据显示, 日达标率在95%以上。安全方面, 粉尘爆炸风险评估结果显示, 整改后爆炸风险等级由“较高风险”降至“低风险”, 有效降

低了煤尘爆燃隐患。同时, 人工捅堵溜槽、敲击料仓等危险作业大幅减少, 作业人员的安全风险显著降低。

4.3 经济效益分析

备件及维护成本方面, 易损件使用寿命延长使年备件消耗费用明显降低, 维修人工时数同步减少。停产损失方面, 煤储运系统故障导致的全厂停车次数大幅减少, 有效保障了下游装置长周期稳定运行。新增设施运行成本方面, 干雾抑尘系统年运行成本远低于原布袋除尘器, 后者还存在滤袋更换频繁、清灰工作量大等隐性成本^[6]。整改年综合收益来自备件消耗降低、人工维护减少、停产损失规避及除尘系统运行成本节约等多个方面。

结束语

煤储运系统的可靠运行是煤化工项目稳产高产的前提。本文从机械设计制造及其自动化专业视角, 系统分析了带式输送机、筛分机、破碎机、落料管、料仓及除尘系统等关键设备的典型问题, 提出了自动纠偏、聚氨酯筛板、耐磨衬板、曲线落料管、料仓锥度及干雾抑尘等结构优化和材料升级措施。未来可进一步探索智能巡检机器人、设备故障预测模型等智能化技术在煤储运系统的应用, 推动运维管理向数字化、智能化转型。

参考文献

- [1]郭宣, 龚国龙, 李旭东, 等. 振动筛智能监测诊断系统在小保当选煤厂的应用[J]. 选煤技术, 2025, 53(4): 83-91.
- [2]郝跃, 李永强. DRS660筛分式双齿辊破碎机齿辊优化改进[J]. 煤炭加工与综合利用, 2024(8): 42-45.
- [3]杜学亮. 三维曲线落煤管在输煤系统中的应用[J]. 中国高新科技, 2022(02): 102-103.
- [4]赵海贤. 带式输送机自动调心托辊的优化设计分析[J]. 化纤与纺织技术, 2022, 51(09): 125-127.
- [5]王金鑫. 邯鄲洗选厂储煤仓破拱系统改造研究[J]. 中国机械, 2022(36): 55-57.
- [6]王宏平. 选矿厂炉前皮带系统微米级干雾抑尘技术的应用实践[J]. 黑龙江科学, 2023, 14(10): 110-113.
- [7]郑起, 庞子祺, 刘小龙. 振动监测技术在设备故障诊断中的应用[J]. 设备管理与维修, 2022(05): 150-152.