

# 矿山输送带跑偏原因分析及自动纠偏装置应用

丁斌超

兖矿新疆矿业有限公司 新疆 昌吉 831114

**【摘要】**：矿山输送带跑偏影响带式输送机平稳运行，增加设备运维支出，是矿山生产常见故障，影响矿山连续化生产作业。文章剖析输送带跑偏的三类主要诱因，涵盖设备安装加工偏差、输送带结构故障、物料输送工况波动，梳理滚筒、托辊、动态载荷对应的跑偏运行规律。文章解读滚筒改良、前倾式托辊架、新型组合式托辊三类自动纠偏装置的结构原理与适用场景。矿山应用案例表明，自动纠偏装置可改善输送带跑偏情况，延长设备使用年限，减少运维消耗，规避生产安全隐患。该研究可为矿山跑偏治理、纠偏设备选型及现场运维优化提供实用技术参考。

**【关键词】**：矿山；输送带；跑偏故障；自动纠偏；设备运维

DOI:10.12417/2811-0722.26.07.049

## 引言

带式输送机承担矿山物料输送的核心工作，凭借大运量、连续作业、适配多种工况的优势，支撑矿山开采与物料转运各项作业有序开展。输送带跑偏普遍出现于矿山设备运行过程，受设备安装状态、设备自身属性、现场作业条件等多重因素作用，会造成带体磨损撕裂、物料洒落、设备停机等现象，加速设备损耗进度，提升运维经济开销，衍生各类生产风险，拖累矿山作业效率与现场安全水平。文章梳理跑偏故障的形成原因与运行特征，介绍各类自动纠偏装置的构造特点与适用范围，依托工程应用效果评判设备使用价值，助力矿山完善跑偏治理手段，维系输送设备长期稳定运行状态。

## 1 矿山输送带跑偏主要原因

### 1.1 设备安装加工误差引发跑偏

矿山带式输送机制造加工缺陷与现场安装精度不达标，是输送带跑偏的主要机械诱因，多发于设备投用初期。设备生产装配环节，滚筒加工误差、表面打磨不均，清扫器磨损失效后，煤粉与矿渣易粘附滚筒表面，致使滚筒局部径差不均、表面凹凸，破坏输送带受力平衡与匀速运行状态<sup>[1]</sup>。现场安装的轴线偏移、设备水平度偏差，改变输送带对中运行基准，引发持续性固定跑偏。托辊两端尺寸偏差、安装角度超标，促使输送带单侧偏移。机架形变倾斜、局部松动悬空，改变输送带运行受力状态，造成区段跑偏、往复蛇行等问题。加工安装产生的偏心力是跑偏根本机械诱因，故障多见于设备投用与调试阶段，削弱设备初期运行稳定性。

### 1.2 输送带自身故障引发跑偏

输送带本体结构缺陷与接头施工质量缺陷，是输送机跑偏的关键内在因素，故障状态会随运行时长逐步持续恶化。输送带接头硫化、机械卡接等施工工序不符合行业规范，会造成接头带宽不均、外形畸变、连接件错位歪斜，带体运转经过接头点位时会出现阶段性偏移现象，故障表现具备固定规律。输送带整体张紧状态不足、整体张力分布失衡，本体材质厚薄与弹

性存在固有差异，打乱设备平稳运行的受力结构，引发无规律的带体晃动与偏移问题。矿山长期高负荷连续作业环境下，输送带会出现局部老化、表层磨损失衡、带体软硬程度不一的情况，破坏带体横向刚性与受力对称状态，持续加重跑偏问题的发生程度。

### 1.3 物料输送工况引发跑偏

矿山动态多变的物料输送工况，会触发并加重输送带跑偏故障，属于现场治理难度较高的外部工况问题。设备给料点位偏移、落料偏离中心，物料侧向冲击带体表面，使得输送带两侧载荷分布不均，带体持续向轻载侧偏移，形成空载状态平稳、加载运行偏移的典型工况故障。输送物料粒径混杂、输送流量起伏不定，持续改变输送带稳态受力状态，增大托辊与带体的受力偏差，物料落差大、冲击强度高的转载位置，偏移与抖动问题更为明显。井下粉尘积水、巷道潮湿泥泞的恶劣作业条件，会造成托辊转动卡顿、灵活度降低，增大设备运行阻力，放大物料工况波动带来的不良影响，形成跑偏、磨损、运行失衡的恶性循环，提升跑偏故障的发生概率与危害程度。

## 2 矿山输送带跑偏基本规律

### 2.1 滚筒位置跑偏规律

滚筒区段输送带跑偏遵循力学规律形成固定运行特征，可为矿山现场输送带纠偏调试及故障整改提供实操依据<sup>[2]</sup>。滚筒轴线保持水平且垂直于带体运行方向时，输送带会朝向滚筒直径偏大侧偏移，滚筒两侧表面线速度存在差值，带动带体受力产生偏移。滚筒轴线垂直输送带运行方向却存在水平高低偏差时，带体持续朝着轴线偏高一侧偏移。滚筒轴线与输送带运行方向存在夹角无法垂直对接时，带体张力分布失衡，整体向张力偏弱的松弛侧位移。滚筒表面线速度差值与带体张力失衡主导各类跑偏现象，构成滚筒区段纠偏调试的核心技术依据。工作人员可结合带体实际偏移方向，判别滚筒加工缺陷、安装错位、表面积料磨损、轴心偏移等设备问题，快速定位并处理跑偏故障，提升设备调试与故障处置效率，维系输送机常态化平

稳运行（见图1）。

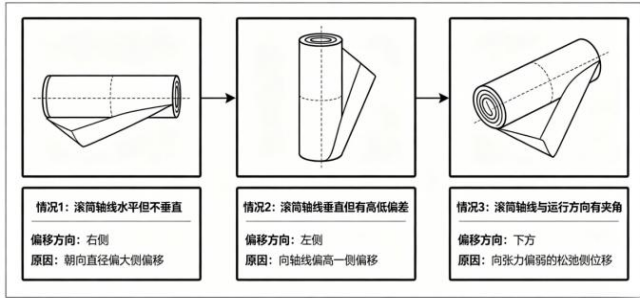


图1 滚筒位置跑偏规律

## 2.2 托辊运行跑偏规律

托辊组安装姿态、固定精度及实时受力状态，直接决定输送带跑偏位置与偏移走向，是矿山日常纠偏作业的重要整治要点。托辊轴线与输送带运行方向出现夹角无法平行贴合时，托辊两端与带体接触时序产生差异，输送带持续朝向托辊先行接触带面的一侧偏移。前倾结构布置的托辊组，能够依托自身结构消解设备运行阻力，生成朝向机身中线的横向纠偏分力，抵消带体偏移应力，减少跑偏问题产生。托辊出现安装歪斜、固定松动、磨损不均等状况，两端受力结构会出现失衡，原有横向纠偏作用完全失效，造成输送带固定方向的持续性偏移。带体承载物料不均衡时，轻载侧运行阻力更低、重载侧阻力相对更高，受力差值会推动带体向轻载侧滑动偏移。

## 2.3 动态载荷跑偏规律

动态载荷工况引发的输送带跑偏不同于静态安装偏差所致跑偏，工况波动带来的偏移具备瞬时波动、无规律、反复出现的特点，始终困扰矿山现场纠偏作业。设备给料位置偏移、物料输送流量实时波动、物料堆积分布不均，都会改变输送带载荷偏心程度，偏移幅度随载荷偏心程度发生变化，载荷恢复均匀状态后偏移现象会短暂消退却极易复发。输送带接头形变、皮带老化松紧不一、机架平整度不足、基础沉降等固有机机械问题，与交变动态载荷相互叠加，会在固定运行区间形成周期性的峰值偏移故障。设备空载重载频繁切换、启停瞬间的冲击荷载、运行速度骤然变动等瞬时运行状态，会放大设备安装与带体自身的固有缺陷，大幅提升偏移幅度。这类跑偏不存在固定偏移方向，带体常呈现往复蛇行的运行状态，对纠偏设备的响应速率、动态调节能力与工况适配水平有着较高标准，也是复杂矿山环境中保障输送带平稳运行、完成精准纠偏的核心难题。

# 3 矿山输送带自动纠偏装置类型与结构

## 3.1 滚筒结构改良纠偏装置

滚筒结构改良纠偏装置依托滚筒外形优化完成无源自动对中调控，简化传统有源纠偏的复杂构造，依靠物理结构优化达成全自动纠偏效果。设备将常规圆柱形滚筒改造为鼓形或双

锥形结构，按照1:100标准锥度完成加工制作，保障结构精度与纠偏运行的稳定状态<sup>[3]</sup>。装置利用输送带向滚筒大直径位置偏移的固有力学特性，让偏移的带体持续产生朝向设备中线的复位趋势，无需外接电源、控制程序及动力传动结构，便可完成持续性的自动纠偏作业。设备整体构造简洁，不增设多余传动与传感控制构件，减少故障发生点位，具备良好的运行稳定性与耐用性。

## 3.2 托辊架前倾式纠偏装置

托辊架前倾式纠偏装置适配常规矿山输送设备，属于性价比优异的主动纠偏设备，依托调整托辊安装形态、重塑受力结构形成稳定横向纠偏力，根除输送带轻微偏移故障。装置改动传统固定式单槽托辊架结构，升级为可调式三槽托辊架结构，两侧托辊可微调至1°~3°前倾安装角度，结构改造难度低、适配范围广。设备运转过程中，前倾式托辊的运行阻力可拆分带动带体运转的周向驱动力，以及指向输送机中心的横向纠偏推力。输送带受物料偏载、小幅安装误差影响产生偏移时，偏移侧带体接触压力与荷载随之上升，横向纠偏力同步动态提升，平稳推动带体回归机身中心，完成自适应动态纠偏作业。装置现场拆装调试流程简易，改造耗材用量少，后期运维流程简便，整体使用成本更低。设备无需整机布设，仅安装于输送机偏移高发区段，节能特性显著，整机能耗增幅可控制在3%以内，改善传统全程前倾安装模式15%的高能耗缺陷，更适配给料状态平稳、偏移作用力偏小的固定式矿山输送设备。

## 3.3 新型组合式托辊纠偏装置

新型组合式托辊纠偏装置可适配矿山各类复杂输送工况，为复合型纠偏设备，结构与运行原理可划分为调心托辊组与铰接悬挂式托辊组两类，能够匹配不同偏移幅度、不同作业场景的输送机纠偏需求。调心托辊组分为带侧挡辊回转式与摩擦上调心两种结构形式，回转式结构搭配防护侧挡辊，带体偏移接触挡辊后可带动支架自主偏转，产生高强度横向纠偏作用力，矫正动作灵敏、纠偏效果突出。行业普遍布设标准为重载区间每十组、空载区间每八组配置一组设备，能够处理带体大幅偏移与突发偏移问题。摩擦上调心托辊组依靠曲面侧辊阻尼作用完成整体回转矫正，运行过程对带体边缘摩擦损耗较低，有效保护输送带结构，降低磨损损耗。设备构件精密、整体构造繁琐，设备采购安装与后续养护所需成本相对更高。铰接悬挂式托辊组采用一体式柔性铰接吊挂结构，带体偏移过程中侧辊倾角可随偏移程度自主调节，依托设备自重与带体荷载分布形成稳定矫正力，运行过程平稳低抖动且具备降噪缓冲效果，多用于露天矿区大型移置式输送机设备，结构无法适配上向输送设备的作业环境。

## 4 自动纠偏装置矿山应用效果与价值

### 4.1 延长设备使用寿命, 降低损耗

自动纠偏装置能够从源头控制输送带偏磨、撕裂等主要故障, 矿山运维统计数据表明, 输送带超三成损坏均来自长期跑偏引发的异常磨损<sup>[4]</sup>。装置投入现场运行后, 可杜绝带体与机架、托辊支架之间的硬性摩擦, 减缓带体老化损耗进度。开滦唐山矿业公司现场应用数据表明, 未布设纠偏设备的跑偏输送带服役周期仅为一年, 采用前倾托辊配合调心托辊组的组合纠偏方式后, 输送带服役时长提升至两至三年, 带体损耗比例下降六成以上。输送机配套托辊、滚筒等构件受力状态更为均衡, 磨损进程得到有效缓解, 设备整体大修间隔得以拉长, 配件更换频次与物资损耗量明显减少(见图2)。

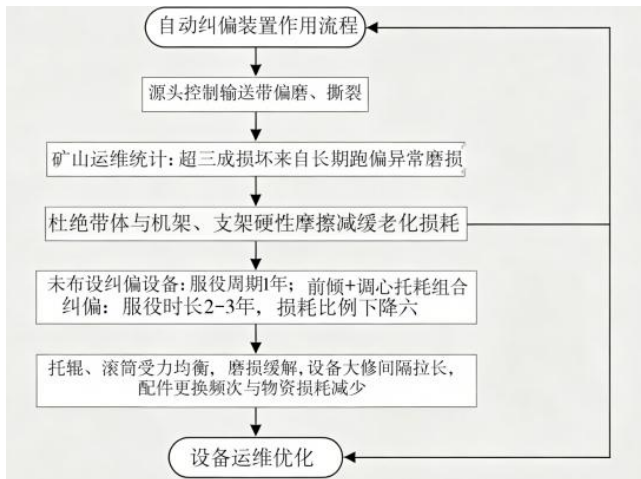


图2 自动纠偏装置作用流程

### 4.2 缩减运维成本, 提升经济效益

自动纠偏装置可缩减矿山输送机全周期运维投入, 提升现

场作业质量与运行效率。兖矿新疆矿业有限公司拥有二十余部总长超两公里的输送设备, 跑偏故障影响下年均输送带采购耗材费用达100万元, 自动纠偏设备投入使用后, 年度耗材开支降至50万元, 单项耗材年度节约金额可达50万元。设备自主完成纠偏作业, 减少人工调偏、杂物清理、故障检修的作业量, 缩减人力投入与检修耗材开支, 整体运维成本降幅可达四成以上。各类井工矿应用设备后, 故障停机时间有效缩短, 物料输送作业效率稳步提升, 为生产运营带来稳定长效的经济收益。

### 4.3 消除安全隐患, 保障生产稳定

自动纠偏装置可从源头规避跑偏诱发的各类生产事故, 稳固矿山物料运输的安全运行体系。装置投入使用后, 能够避免带体偏移超限造成的撒料、卷带、撕裂及设备停机问题, 清除输送系统关键安全隐患<sup>[5]</sup>。输送机运行受力状态均衡、运行阻力平稳, 规避跑偏过载带来的电机升温、传动构件损伤等设备问题, 契合矿山规模化连续生产的运行标准。自动化矫正模式降低现场人工操作频次, 弱化井下及露天作业的安全风险, 配合跑偏保护设备形成双重防护体系, 维持输送带持续对中运行状态, 为矿山物料输送系统安全平稳高效运转提供有力保障。

## 5 结语

文章逐层剖析矿山输送带跑偏的各类成因与运行特征, 设备安装误差、带体结构损伤、现场工况变动构成故障主要来源, 不同作业环境下的跑偏状态存在明显区分。文章阐释三类自动纠偏设备的运行机理、结构特点与适用范围, 工程应用数据能够验证, 自动纠偏设备可改善输送带偏移问题, 减缓设备磨损速度, 压缩现场运维开支, 消解生产环节中的各类安全隐患。合理匹配对应类型的自动纠偏设备, 结合跑偏运行特征开展针对性运维整治, 能够提升输送设备整体运行平稳性。

## 参考文献:

- [1] 曹华栋. 煤矿皮带机跑偏故障处理[J]. 能源与节能, 2024, (07): 287-290.
- [2] 刘吉乔. 胶带输送机智能纠偏系统研究[D]. 安徽理工大学, 2024.
- [3] 郭强. 煤矿带式输送机故障及解决策略探讨[J]. 西部探矿工程, 2024, 36(02): 110-112.
- [4] 王军. 矿井带式输送机故障的分析与处理探究[J]. 矿业装备, 2024, (01): 147-149.
- [5] 赵岩. 带式输送机皮带自动纠偏系统结构设计及运动学分析优化[D]. 内蒙古科技大学, 2023.