

# 带式输送机输送带跑偏原因分析及纠偏策略

张 晨

陕西彬长大佛寺矿业有限公司 陕西 咸阳 712000

**摘 要：**带式输送机输送带跑偏受机械结构、物料分布、运行条件等多因素影响。机械结构方面，滚筒与托辊安装偏差、机架变形等会破坏受力平衡；物料分布不均、粒度湿度差异也会引发跑偏；运行中张力不均、速度负载波动等同样不可忽视。纠偏策略涵盖预防性设计、主动纠偏技术、被动纠偏方法及动态监测维护，可有效减少跑偏，提升输送机运行稳定性与可靠性。

**关键词：**带式输送机；输送带；跑偏原因；纠偏策略

引言：带式输送机是工业散料运输的关键设备，其运行稳定性直接影响生产连续性。然而，输送带跑偏问题普遍存在，轻则加剧设备磨损、增加能耗，重则引发物料堆积、输送带撕裂甚至停机事故。本文聚焦跑偏现象，从机械结构失准、物料分布不均、运行参数波动等多维度剖析成因，结合智能传感与自动控制技术，提出精准纠偏策略，为提升带式输送机运行可靠性提供理论支撑与实践指导。

## 1 带式输送机输送带跑偏机理分析

### 1.1 输送带运行力学基础

(1) 输送带受力分析：运行过程中，输送带主要承受张力、摩擦力、离心力及其他附加力。张力是保证输送带正常运转的核心，由驱动滚筒提供，沿输送带长度方向分布不均，张力差过大会导致输送带两侧伸长量不同，引发跑偏；摩擦力分为驱动滚筒与输送带间的驱动力摩擦力、托辊与输送带间的支撑摩擦力，摩擦力不均会破坏输送带运动平衡；离心力主要产生于曲线段运行时，使输送带向外侧甩动，加剧跑偏趋势；此外，物料偏心装载、输送带自身重量不均等会产生附加力，进一步干扰受力平衡。(2) 跑偏的力学模型建立：以输送带为研究对象，建立二维受力平衡模型，将输送带简化为柔性体，考虑张力、摩擦力、离心力及附加力的作用，设定输送带跑偏量为变量，通过力学平衡方程推导跑偏位移与各作用力的关系。模型明确了单侧受力过载是跑偏的核心诱因，当一侧合力大于另一侧时，输送带会绕中性轴发生偏移，为后续跑偏机理分析及防控提供理论支撑。

### 1.2 跑偏的动态过程描述

(1) 跑偏的初始阶段与恶化阶段：初始阶段，输送带受力轻微失衡，跑偏量小且不明显，仅表现为输送带边缘与托辊轻微接触，此时若及时调整，可快速恢复稳

定；若未及时干预，受力失衡逐渐加剧，进入恶化阶段，输送带跑偏量持续增大，边缘与托辊、机架剧烈摩擦，导致输送带磨损、张力进一步不均，严重时会出现输送带脱辊、撕裂等故障，造成设备停机。(2) 跑偏与输送带振动的关系：二者相互影响、恶性循环。输送带跑偏时，两侧与托辊的接触压力不均，会引发输送带横向振动，振动幅度随跑偏量增大而增加；同时，输送带的横向振动会破坏其受力平衡，导致张力分布更加不均，进而加剧跑偏程度，尤其在高速运行时，振动与跑偏的耦合作用会使故障快速扩大，显著降低带式输送机的运行稳定性<sup>[1]</sup>。

## 2 带式输送机输送带跑偏的主要原因分析

### 2.1 机械结构因素

(1) 滚筒与托辊安装偏差：滚筒和托辊是支撑、驱动输送带的核心部件，若二者轴线与输送机中心线不平行，会导致输送带两侧受力不均，产生侧向推力，推动输送带向受力较大一侧偏移；同时，滚筒、托辊表面长期运行易出现磨损不均、粘料等问题，使输送带与部件间的摩擦力分布失衡，进一步加剧跑偏，其中驱动滚筒安装偏差对跑偏的影响最为显著。(2) 机架变形或安装倾斜：机架作为整机的承载框架，若安装时未保证水平，或长期受物料冲击、自身重力作用发生变形、位移，会导致托辊、滚筒的安装基准偏移，使输送带运行轨迹偏离中心线；此外，机架连接部位松动，会引发运行过程中的振动，间接破坏输送带的运行稳定性，诱发跑偏<sup>[2]</sup>。(3) 输送带接头不平直或硫化质量缺陷：输送带接头是运行中的薄弱环节，若接头切割不平直、硫化工艺不达标，会导致接头处厚度不均、强度不足，运行时接头部位受力失衡，带动输送带整体偏移；同时，劣质接头易出现开裂、脱胶等问题，进一步破坏输送带的连续性和受力平衡性，引发严重跑偏。

## 2.2 物料因素

(1) 物料分布不均: 物料装载时若出现偏载, 即物料集中在输送带一侧, 会使输送带单侧负载过大, 导致该侧张力增大、伸长量增加, 进而向另一侧跑偏; 同时, 物料下落时的冲击载荷会冲击输送带局部, 破坏其运行平衡, 尤其在输送量大、落差较大的场景下, 冲击载荷引发的跑偏更为明显。(2) 物料粒度与湿度影响: 物料粒度不均, 大块物料易在输送带一侧堆积, 导致局部负载失衡; 若物料湿度较大, 易粘连在输送带表面和托辊上, 使输送带表面摩擦系数不均, 同时粘料会增加局部重量, 双重作用下引发输送带跑偏, 且粘连的物料还会加剧部件磨损, 间接扩大跑偏隐患。

## 2.3 运行条件因素

(1) 输送带张力不均或过松/过紧: 张力调节不当是跑偏的核心诱因之一, 若张力分布不均, 输送带两侧伸长量不同, 会直接导致偏移; 张力过松时, 输送带与滚筒间易出现打滑, 摩擦力分布失衡, 引发跑偏; 张力过紧则会增加输送带局部应力, 导致接头、边缘部位损伤, 间接破坏受力平衡。(2) 运行速度与负载波动: 运行速度过快, 会增大输送带的离心力和振动幅度, 降低运行稳定性, 尤其在曲线段易引发跑偏; 负载频繁波动, 会使输送带张力随之剧烈变化, 无法维持稳定的受力平衡, 进而导致输送带偏移, 长期波动还会加剧部件磨损, 扩大跑偏隐患。(3) 环境温度与湿度变化: 环境温度剧烈变化会导致输送带材料热胀冷缩不均, 使输送带长度、张力发生变化, 破坏受力平衡; 环境湿度过大, 会降低输送带与滚筒、托辊间的摩擦系数, 且易导致部件锈蚀、粘连, 间接引发或加剧跑偏<sup>[1]</sup>。

## 2.4 其他因素

(1) 驱动与制动系统同步性差: 多滚筒驱动、多电机驱动的输送机, 若各驱动单元、制动单元同步性不足, 会导致输送带两侧驱动力、制动力不均, 产生侧向推力, 推动输送带跑偏, 严重时还会导致输送带撕裂、脱辊。(2) 维护不当: 清扫器失效会导致物料大量粘连在输送带表面, 破坏摩擦系数和受力平衡; 托辊、滚筒润滑不足会加剧磨损, 导致转动不畅, 增加输送带运行阻力和侧向力; 部件松动未及时紧固、磨损部件未及时更换, 都会逐步破坏输送机的运行稳定性, 诱发并加剧输送带跑偏。

## 3 带式输送机输送带跑偏的纠偏策略研究

### 3.1 预防性设计策略

(1) 优化机械结构设计: 聚焦滚筒、托辊等核心承载驱动部件, 通过结构创新提升输送带运行稳定性。优先采用自动调心托辊组, 其核心原理是当输送带出现轻

微跑偏时, 托辊会在输送带边缘的侧向推力作用下自动偏转一定角度, 进而产生反向纠偏力, 平稳推动输送带回归中心线, 适用于各类中轻载输送机及跑偏隐患较小的场景; 同时, 推广应用锥形滚筒, 将滚筒表面设计为中间粗、两端细的锥形结构, 利用输送带与滚筒接触时的摩擦力差实现自动调心, 当输送带发生跑偏时, 两侧接触滚筒的直径不同, 导致线速度出现差异, 从而带动输送带向中间偏移, 可有效解决长距离、高负载输送机的跑偏难题, 同时能降低部件磨损, 延长设备使用寿命。(2) 改进输送带接头工艺与材料选择: 接头作为输送带运行中的薄弱环节, 其质量直接影响跑偏概率, 需从工艺和材料两方面同步优化。工艺上, 摒弃传统粗放式切割与硫化方式, 采用精准数控切割、恒温恒压硫化工艺, 确保接头切割平整、硫化均匀, 使接头厚度、抗拉强度与输送带本体保持一致, 从根本上避免接头受力失衡引发的跑偏; 材料上, 选用与输送带本体材质匹配的高强度接头胶、耐磨帆布层, 提升接头的耐磨性和抗拉韧性, 减少接头开裂、脱胶、起层等问题, 同时可推广无缝接头技术, 彻底消除接头不平直带来的跑偏隐患, 进一步提升输送带运行的连续性和稳定性<sup>[4]</sup>。

### 3.2 主动纠偏技术

(1) 液压/气动自动纠偏装置原理与应用: 以液压或气动作为动力源, 搭配机械执行机构完成纠偏动作, 其核心原理是通过跑偏传感器实时检测输送带跑偏量, 将模拟信号传递给控制单元, 控制单元经过信号处理后, 驱动液压油缸或气动气缸动作, 带动托辊组、滚筒偏转一定角度, 产生侧向纠偏力, 平稳将输送带拉回中心线。该装置结构简单、动作平稳, 纠偏力可根据跑偏程度灵活调节, 适用于负载波动大、物料冲击性强的场景, 如矿山、冶金、港口等行业的大型输送机, 能有效应对瞬时偏载、冲击载荷引发的突发跑偏。(2) 电动调偏系统: 由检测传感器、电动执行机构和控制模块三部分组成, 实现跑偏的精准监测与高效纠偏。传感器(如光电传感器、位移传感器)对称安装在输送带两侧, 实时采集输送带边缘的跑偏位移信号, 控制模块对信号进行滤波、放大、分析后, 驱动电动执行机构(如步进电机、伺服电机)动作, 精准调整托辊角度或滚筒位置, 纠偏精度可达毫米级。该系统响应迅速、控制灵活, 可适配不同运行速度的输送机, 且便于与后续智能控制系统对接, 实现纠偏过程的自动化联动<sup>[5]</sup>。(3) 基于PLC的智能纠偏控制系统: 融合PLC可编程控制、多信号采集、自动调节等技术, 实现纠偏的智能化、精细化管理。该系统通过跑偏传感器、张力传感器、速度传感器同步采集输

送带运行参数, PLC控制器对各类参数进行综合分析, 精准判断跑偏诱因(如偏载、张力不均、部件磨损), 并自动选择最优纠偏方案, 控制相应执行机构协同动作, 同时具备故障报警、参数记录、数据统计等功能, 可实时反馈纠偏效果。其核心优势在于能自适应不同运行工况, 避免盲目纠偏造成的部件磨损, 适用于长距离、高速度、智能化程度高的带式输送机系统, 能显著提升设备运行稳定性。

### 3.3 被动纠偏方法

(1) 调整滚筒与托辊位置: 通过机械调节手段修正滚筒、托辊的安装偏差, 恢复输送带受力平衡, 从根本上解决跑偏问题。采用螺旋张紧装置, 通过旋转螺旋杆精准调整输送带张力, 使输送带两侧张力保持均匀, 同时可微调滚筒轴线位置, 确保其与输送机中心线平行, 避免滚筒偏移引发的跑偏; 采用垂直重锤张紧装置, 利用重锤的重力自动补偿输送带的伸长量, 维持稳定的张力, 有效避免张力过松导致的打滑跑偏和张力过紧造成的局部应力过大; 对于托辊偏移、磨损不均引发的跑偏, 可人工调整托辊角度, 使托辊轴线与输送带运行方向保持垂直, 或及时更换磨损严重的托辊, 恢复支撑平衡。(2) 增加防跑偏挡轮或导料槽: 通过物理限位或导向作用, 限制输送带跑偏范围, 避免跑偏恶化, 同时减少跑偏带来的设备损伤。在输送带两侧机架上安装防跑偏挡轮, 当输送带出现轻微跑偏时, 挡轮与输送带边缘接触, 产生反向阻力, 阻止输送带继续偏移, 同时可提醒操作人员及时进行后续调整, 挡轮表面需采用耐磨、弹性材料, 避免划伤输送带边缘; 改进导料槽结构, 将导料槽出口设计为与输送带中心线对齐的喇叭口形状, 减少物料下落时的偏载现象, 同时在导料槽内侧加装耐磨衬板, 降低物料对输送带的冲击和磨损, 间接减少跑偏隐患。

### 3.4 动态监测与维护策略

(1) 跑偏监测技术: 采用先进的监测技术, 实时采集输送带跑偏参数, 为纠偏和维护提供精准的数据支撑。红外传感器具有抗干扰能力强、适应恶劣环境的特点, 可在粉尘、潮湿、高温等工业场景中稳定工作, 通过检测输送带边缘的红外信号, 精准判断跑偏位移; 激光测距传感器

安装在输送机机架上, 向输送带边缘发射激光, 通过测量距离变化计算跑偏量, 测量精度高、响应速度快, 可实现跑偏的实时预警; 此外, 可结合视频监控技术, 实现输送带运行状态的可视化监测, 便于操作人员远程查看、及时发现异常跑偏。(2) 定期维护与故障诊断流程: 建立完善的定期维护与故障诊断制度, 定期排查跑偏隐患, 确保设备处于良好运行状态。日常维护中, 定期清理输送带表面和托辊、滚筒上的粘料, 检查清扫器、张紧装置的工作状态, 确保其正常运行; 定期检查输送带接头、边缘的磨损情况, 及时处理开裂、脱胶等问题; 定期校准传感器、纠偏装置的精度, 确保其工作可靠。故障诊断时, 结合监测数据和现场检查结果, 精准判断跑偏诱因, 制定针对性的处理方案, 同时详细记录故障信息、处理过程和效果, 优化后续预防和纠偏策略, 持续提升输送机的运行稳定性, 最大限度减少跑偏故障的发生。

### 结束语

带式输送机输送带跑偏问题涉及多学科交叉, 其有效防控需从设计优化、技术革新与科学管理三方面协同发力。通过精准识别机械结构缺陷、物料特性影响及运行工况波动等核心诱因, 结合自动调心托辊、智能纠偏系统等技术创新, 配合动态监测与预防性维护体系, 可显著降低跑偏故障率。未来需进一步融合物联网与AI技术, 推动输送机向智能化、自适应方向演进, 为工业物流的高效稳定运行提供坚实保障。

### 参考文献

- [1]李斌,高胜,李鹏辉.带式输送机非接触式主动纠偏装置设计[J].机械管理开发,2025,40(07):135-137.
- [2]李鹏.带式输送机智能动态纠偏系统的设计及应用[J].矿业装备,2025,(07):123-125.
- [3]闫巍.带式输送机防跑偏托辊的改造研究[J].能源与节能,2025,(04):296-298.
- [4]段艺昕.矿用带式输送机跑偏分析及纠偏装置改进研究[J].矿业装备,2025,(02):165-167.
- [5]石继波.矿用带式输送机输送带防跑偏装置设计与应用[J].矿业装备,2025,(01):127-129.