

# 矿用皮带输送机常见故障分析与处理

高翔

郑州煤电物资供销有限公司 河南 郑州 450000

**摘要:** 本文聚焦矿用皮带输送机,先阐述其基于摩擦传动与连续输送技术的工作原理,介绍由驱动、滚筒组件等五大系统构成的结构。接着分析输送带撕裂跑偏、驱动系统电机减速器故障等常见故障类型。然后探讨直观检查、振动信号分析等故障诊断方法与技术及流程。最后提出预防性维护计划、智能化维护技术应用、人员培训与操作规范等维护与管理优化策略,为矿用皮带输送机稳定运行提供参考。

**关键词:** 矿用皮带输送机;故障分析;处理技术

**引言:** 在矿山生产作业中,矿用皮带输送机承担着煤炭、矿石等散料运输的关键任务,其运行稳定性直接影响着矿山生产效率与安全。然而,受复杂工况、高强度运行等因素影响,该设备易出现输送带撕裂、驱动系统故障、电气与控制系统故障等各类问题。深入剖析这些故障类型,探索有效的诊断方法与技术,并制定科学合理的维护管理策略,对于保障矿用皮带输送机稳定运行、提升矿山生产效益具有重要意义。

## 1 矿用皮带输送机的工作原理与结构组成

矿用皮带输送机作为煤炭、矿石等散料运输的核心设备,其工作原理基于摩擦传动与连续输送技术。设备通过驱动装置(电动机、减速器、联轴器)将动力传递至传动滚筒,滚筒表面与输送带间的摩擦力驱动输送带循环运行。输送带采用高强度橡胶或钢丝绳芯材质,兼具承载与牵引功能,绕经头部传动滚筒、尾部改向滚筒及张紧滚筒形成闭合环路,张紧装置通过配重或液压系统维持输送带张力,确保稳定运行。结构上,矿用皮带输送机由五大核心系统构成:驱动系统提供动力;滚筒组件(传动滚筒、改向滚筒)引导输送带路径;托辊系统(槽型托辊、调心托辊)支撑输送带并减少垂度;机架采用型钢焊接结构,承载整体重量;清扫装置(弹簧清扫器、空段清扫器)清除输送带残留物料<sup>[1]</sup>。部分机型增设制动系统(逆止器、盘式制动器)和防护装置(防尘罩、跑偏开关),适应大倾角、防爆等复杂工况。其带宽范围500-1600mm,功率覆盖1.5-800kW,可实现水平、倾斜或多段组合运输,是矿山高效连续作业的关键装备。

## 2 矿用皮带输送机常见故障类型

### 2.1 输送带故障

输送带故障是矿用皮带输送机最常出现的类型,主要有撕裂、跑偏、磨损和接头损坏。撕裂多因物料中混

入尖锐异物,插入输送带后被固定部件阻挡,造成纵向或横向撕裂,严重时报废。跑偏由托辊组安装不平行、张力不均等引发,输送带向一侧偏移,不及时处理会导致边缘磨损、翻卷断裂。磨损分工作面 and 边缘磨损,工作面因摩擦冲击厚度减薄,边缘因跑偏与机架摩擦受损。接头损坏多在硫化或机械接头处,因工艺缺陷、张力波动等开裂脱胶,影响连续性。

### 2.2 驱动系统故障

驱动系统故障影响矿用皮带输送机动力输出,常见有电机、减速器、联轴器和驱动滚筒故障。电机故障有过载、绕组烧毁、轴承损坏等,过载因物料堆积等致负载超额定值,绕组烧毁由散热不良等引起,轴承损坏因润滑不足等。减速器故障有齿轮磨损、断齿等,齿轮磨损源于金属疲劳,断齿因突发过载等,漏油是密封件老化,轴承失效与润滑、负载有关<sup>[2]</sup>。

### 2.3 托辊与滚筒故障

托辊与滚筒故障会破坏输送带运行稳定性,增加设备运行阻力。托辊常见故障为轴承卡死、外壳磨损和密封失效,轴承卡死因润滑不良、粉尘侵入导致转动受阻,使托辊由滚动摩擦变为滑动摩擦,加剧输送带磨损并产生异响;外壳磨损由长期与输送带摩擦或物料冲击造成,表面凹凸不平会损伤输送带;密封失效导致粉尘、水分进入轴承内部,加速轴承损坏。滚筒故障除驱动滚筒外,还包括改向滚筒和张紧滚筒的故障,改向滚筒易出现表面胶层磨损、滚筒弯曲等问题,胶层磨损导致输送带打滑,弯曲会引发输送带跑偏;张紧滚筒故障主要是张力调节失效,因张紧装置部件损坏,如重锤式张紧的钢丝绳断裂、螺旋式张紧的丝杠卡阻,导致输送带张力不足,出现打滑现象,影响输送效率。

### 2.4 电气与控制系统故障

电气与控制系统故障会导致矿用皮带输送机启停失

控、运行参数异常，甚至引发安全事故。常见故障有控制柜元件故障、传感器故障、线路故障和执行器故障。控制柜元件故障包括接触器粘连、继电器失效、断路器跳闸等，接触器粘连由电弧烧蚀导致，使电机持续运行无法停止；继电器失效造成控制信号传递中断；断路器跳闸多因电路短路、过载引发。传感器故障涉及速度传感器、温度传感器、跑偏传感器等，速度传感器故障无法监测输送带转速，导致超速或打滑无法报警；温度传感器失效不能及时发现电机、轴承等部件过热；跑偏传感器故障使输送带跑偏无法被检测，引发后续故障。线路故障表现为电缆老化、绝缘破损、接头松动，导致电路短路或接触不良；执行器故障如电磁阀卡阻、制动器失效，影响张紧装置调节和设备制动，危及运行安全。

### 3 故障诊断方法与技术

#### 3.1 传统诊断方法

传统诊断方法以人工检测为主，在中小煤矿应用广泛。直观检查法是基础，维修人员用肉眼观察输送带是否撕裂、跑偏、接头损坏，查看托辊、滚筒表面磨损变形情况，检查电气线路有无破损、接头松动；同时倾听设备运行声音，判断电机、减速器、轴承等部件有无异常异响；触摸电机、减速器外壳感知温度是否过高。仪器测量法借助基础仪器辅助检测，如用万用表检测电气回路通断、电压电流数值，判断控制柜元件和线路故障；用兆欧表测量电机绕组绝缘电阻，排查绝缘老化问题；用温度计监测关键部件温度，识别过热故障。停机拆解法针对隐蔽故障，当前两种方法无法确定故障点时，停机拆解可疑部件，如打开减速器检查齿轮、拆卸轴承查看损坏情况，此法准确率高但耗时久，影响生产。

#### 3.2 现代智能诊断技术

##### 3.2.1 振动信号分析

振动信号分析技术通过监测设备振动参数识别潜在故障，是机械部件诊断的核心技术。该技术借助安装在电机、减速器、托辊、滚筒等关键部件上的振动传感器，实时采集振动加速度、速度、位移等信号，通过数据采集卡将模拟信号转换为数字信号，传输至数据处理系统。系统采用傅里叶变换、小波分析等算法对振动信号进行处理，提取频率、幅值、相位等特征参数。不同故障对应特定振动特征，如电机轴承外圈磨损会在特定频率出现峰值，减速器齿轮断齿会产生冲击性振动信号，托辊轴承卡死会导致振动幅值显著增大。通过将实际监测的振动特征与正常运行时的特征库对比，可精准判断故障类型、位置及严重程度，实现故障早期预警，避免故障扩大，该技术具有非接触、实时性强的优势。

##### 3.2.2 红外热成像技术

红外热成像技术利用设备部件温度异常识别故障，适用于电气设备和旋转机械的故障诊断。其原理是所有物体都会辐射红外线，温度不同辐射的红外线强度和波长分布不同，红外热像仪通过接收物体辐射的红外线，将其转换为可见的热图像，直观显示设备各部件温度分布<sup>[3]</sup>。在矿用皮带输送机诊断中，该技术可检测电机、减速器、轴承等旋转部件的温度，若轴承润滑不良或磨损，会因摩擦加剧导致温度升高，在热图像上呈现高温点；电气控制柜中接触器、继电器等元件接触不良，会因接触电阻增大产生局部过热，通过热图像可准确定位。另外，还可检测输送带接头温度，因接头松动接触电阻增大导致过热，提前发现接头损坏隐患。该技术无需停机，可远距离检测，能快速排查大范围设备的温度异常问题。

##### 3.2.3 图像识别技术

图像识别技术通过机器视觉系统监测输送带及关键部件状态，实现故障自动识别。系统由高清摄像头、图像采集卡、图像处理服务器组成，摄像头安装在输送带上方、侧面及关键部件附近，实时采集输送带表面、接头、托辊、滚筒等部位的图像，图像经采集卡传输至服务器。服务器采用图像处理算法，如边缘检测、阈值分割、特征提取等，对图像进行预处理，去除噪声并强化故障特征，再通过深度学习模型，如卷积神经网络，对处理后的图像进行分析识别。该技术可精准检测输送带撕裂、跑偏、磨损、异物附着等故障，还能识别托辊缺失、滚筒表面胶层损坏等问题。当识别到故障时，系统立即发出报警信号，并标记故障位置和类型，便于维修人员快速处理，大幅提升输送带故障检测的效率和准确性，减少人工监测的漏判和误判。

##### 3.2.4 机器学习算法

机器学习算法通过对设备运行数据的学习建立模型，实现故障智能诊断和预测，是现代诊断技术的核心支撑。该技术首先收集设备正常运行和各类故障状态下的多维度数据，包括振动、温度、电流、电压等信号数据，构建样本数据集并进行预处理，去除异常值和噪声，划分训练集和测试集。然后选择合适的机器学习算法，如支持向量机、随机森林、神经网络等，利用训练集数据训练模型，使模型学习不同状态下的数据特征规律。训练完成的模型通过测试集验证优化后，应用于实际诊断中，实时接收设备运行数据，经模型分析判断设备是否存在故障，确定故障类型和严重程度，甚至预测故障发展趋势。

### 3.3 故障诊断流程

矿用皮带输送机故障诊断流程遵循“数据采集—分析判断—定位排查—验证处理”的逻辑顺序，确保诊断高效精准。首先是数据采集阶段，结合传统方法和现代技术，人工采集设备外观、声音、温度等直观信息，通过振动传感器、红外热像仪、图像采集设备等智能装置，实时采集振动、温度、图像、电气参数等数据，同时调取设备运行日志和历史故障数据，为诊断提供全面数据支撑。其次是分析判断阶段，先对采集的直观信息和基础数据进行初步分析，判断是否存在明显故障；再利用智能诊断系统对振动、温度等信号及图像数据进行深入处理，结合机器学习模型输出诊断结果，初步确定故障类型和疑似位置。然后是定位排查阶段，针对疑似故障位置，采用针对性方法进一步排查，如对疑似轴承故障部件，通过频谱分析确认故障；对输送带疑似撕裂位置，结合图像回放和人工现场检查核实。最后是验证处理阶段，对排查确定的故障点，通过停机拆解等方式验证，明确故障原因后制定维修方案，维修完成后启动设备试运行，监测运行参数确认故障已排除。

## 4 矿用皮带输送机维护与管理优化策略

### 4.1 预防性维护计划

预防性维护计划以“提前排查、消除隐患”为宗旨，依设备运行规律制定科学方案，降低故障率。先建立设备台账，记录输送机型号、部件采购与安装时间、维修历史等，为维护提供数据支撑。再制定分级维护周期，按日、周、月、季、年划分。日常由操作人员检查输送带跑偏、物料残留、电机声音，清理粉尘；周维护检查托辊转动、输送带张力与电气线路；月维护给减速器换油、润滑轴承、调节张紧装置；季维护拆解查关键轴承磨损与齿轮啮合；年维护全面停机检修，换老化部件并校准设备。同时，结合设备运行负荷与环境调整计划，开采旺季增加频次，粉尘大时加强密封件与润滑保养，通过定期检测维护，提前消除潜在故障隐患。

### 4.2 智能化维护技术应用

智能化维护技术可提升维护效率与精准度，实现“预测性维护”。搭建在线监测平台是关键，整合振动、红外热成像、图像识别等系统数据，实时展示关键部件状态，数据超阈值自动预警并推送信息。应用预测

性维护系统，用机器学习算法分析历史与实时数据，建立寿命预测模型，精准预测关键部件剩余寿命，提前制定更换计划<sup>[4]</sup>。引入智能润滑系统，靠传感器监测部件润滑状态，自动加注与监测油量，减少轴承磨损。利用大数据分析挖掘故障规律，分析故障与运行负荷、环境温度等因素的关联，优化维护计划与参数，提升维护针对性和有效性。

### 4.3 人员培训与操作规范

人员培训与操作规范是保障设备稳定运行的人为关键因素。制定系统培训计划，定期组织操作与维修人员培训，内容涵盖设备原理、结构、故障识别与维护等基础理论，以及监测设备、诊断平台的操作。采用“理论+实操”模式，邀专家现场指导，模拟故障场景实战排查，提升维修人员故障处理能力；对操作人员重点培训规范操作流程，如开机前检查、运行中监测、停机后清理等。建立完善规范制度，明确岗位职责、工作流程与考核标准，规范操作行为，要求维修人员按计划执行并做好记录。定期开展技能考核与安全培训，强化责任与安全意识，避免因操作或维护不当引发故障。

### 结束语

矿用皮带输送机作为矿山运输的关键设备，其稳定运行至关重要。本文系统分析了常见故障类型，介绍了多样化的诊断方法与技术，并提出了针对性的维护与管理优化策略。通过实施预防性维护、应用智能化技术以及加强人员培训，可有效降低故障发生率，提高设备运行效率。未来，随着技术的不断进步，矿用皮带输送机的维护与管理将更加科学、高效，为矿山安全生产提供更有力的保障。

### 参考文献

- [1]王凯.煤矿皮带输送机常见故障分析及处理探析[J].石化技术, 2020, 27(2):359-360.
- [2]赵鹏.皮带输送机常见故障分析及处理方法[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(22):125-126.
- [3]尹雄.煤矿皮带输送机常见故障分析及处理[J].能源与节能, 2021(06): 135-136.
- [4]张喜.煤矿皮带输送机着火原因及预防措施浅析[J].内蒙古煤炭经济, 2021(7):100-101.