

# 带式输送机故障分析及监控系统设计

宁 珩

(山西离柳焦煤集团有限公司, 山西 孝义 032300)

**摘 要:** 针对带式输送机各机构的工作原理进行分析, 根据各机构的失效形式与故障原因建立监控系统硬件方案与故障数据库模型。以带式输送机的驱动部件与传动部件为研究对象, 分析了电机、减速器、托辊与滚筒的主要故障形式及维护措施。根据各部件故障信息特征值, 建立监控系统采集方案、数据库与故障诊断机制。通过各部件运行状态的实时采集与数据库分析, 实现带式输送机工况参数的多元信息处理功能, 准确地定位故障原因及故障位置, 有效避免安全事故的发生。

**关键词:** 带式输送机; 故障诊断; 驱动部件; 传动部件

中图分类号: TD52

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Fault Analysis and Monitoring System Design for Belt Conveyor

NING Heng

(Shanxi Liliu Coking Coal (Group) Co., Ltd., Xiaoyi 032300, China)

**Abstract:** The working principles of components in a belt conveyor were analyzed in this article. According to the failure forms and causes, the hardware scheme and fault database model of the monitoring system were established. Taking the drive components and transmission components as research objects, major failure forms and maintenance measures were analyzed for the motor, reducer, roller and drum. Based on their characteristic values of fault information, the data collection plan, database, and fault diagnosis mechanism of the monitoring system were established; by the real-time collection and database analysis on the running status of each component, the multi-information processing of operating parameters for the belt conveyor was realized, which could accurately locate the fault causes and position and effectively avoid safety accidents.

**Key words:** belt conveyor; fault diagnosis; drive components; transmission components

带式输送机是一种大型机械运输设备, 是煤矿使用最普遍的运输设备之一, 具有运输效率高、输送能力大、耗电量小以及运输距离远等优点, 可适应井下恶劣的工作环境<sup>[1-2]</sup>。带式输送机在工作过程中, 载荷分布不均, 受力复杂, 一旦发生故障可能引起重大安全事故。因此, 及时诊断发现带式输送机的故障, 准确定位并处理, 对实际生产过程的安全性十分重要<sup>[3-4]</sup>。本文将针对带式输送机的常见故障进行分析, 研究故障诊断技术, 建立故障监控系统与数据

库评估模型。

## 1 带式输送机工作原理

带式输送机按照位置与功能可分为机头部、机身部、机尾部、输送机带与其他附属装置等机构组成, 具体结构如图 1 所示<sup>[5-6]</sup>。输送带连接成无级环形带, 利用螺旋张紧装置将皮带安装在两侧带轮上, 通过电机驱动滚筒, 带与带轮之间产生摩擦力, 带动皮带与从动轮转动, 从而达到货物运载的目的。本

\* 收稿日期: 2021-01-11

作者简介: 宁珩(1990—), 男, 山西孝义人, 本科, 助理工程师, 从事煤矿机电专业工作, E-mail: jwxmxi1@163.com

文将以带式输送机为研究对象,分析各组成部件的故障类型,建立带式输送机故障模型,方便系统根据不同失效形式与工况参数,对不同部件的故障进行分析,并及时给出解决维护措施。

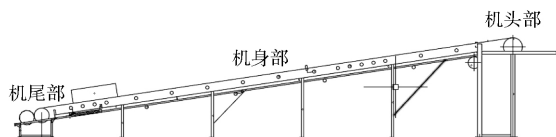


图 1 带式输送机结构图  
Fig. 1 Structure of belt conveyor

## 2 带式输送机故障分析及维护措施

### 2.1 电机故障分析

带式输送机为匀速运输装置,电机通常选用三相异步电动机。当电机发生故障时,主要失效形式为:电机无法启动或启动异常、电机温度过高。

电机无法启动或启动异常的故障原因及解决措施:

1) 输电线路故障。电机无法供电,应当检查电机供电线路。

2) 电机断电自锁。应当检查各保护系统是否运行,运行结束断电复位。

3) 电压过低。应当检查供电电压是否正常。

电机温度过高的故障原因及解决措施:

1) 带式输送机超负荷运行。应当利用钳形电流表测量负载状态下电机的工作电流,若超过铭牌的额定电流,则电机过载。检查电机轴承状态,是否出现卡死,计算电机负载,应当尽量减轻负荷。

2) 润滑不良。应当及时补充各传动部件的润滑油。

3) 电机风扇落灰。应当定时清理电机通风口与风扇。

### 2.2 减速器故障分析

减速器失效形式主要为漏油和过热,其中减速器漏油的故障原因及解决措施如下<sup>[7-8]</sup>:

1) 外壳破裂。应当修补外壳,在轴承端部加挡油盘。

2) 密封装置破损或老化。应当定期更换密封圈,拧紧紧固螺栓。

减速器内润滑油温度超过 40℃,认为减速器过热,主要原因及解决措施如下:

1) 油量过少或使用时间过长。应当按照标准注油,并及时更换。

2) 工况恶劣,轴承损坏。应当处理减速器内部,更换损坏部件。

### 2.3 托辊故障

托辊主要由外壳、轴承、轴与密封件等组成,常见的故障形式包括:外壳磨损、轴承损坏以及主轴弯曲变形等。

托辊表面与轴承之间产生摩擦力,当托辊的旋转切线方向与皮带运行方向之间存在夹角,会导致托辊外壳与轴承之间的磨损加剧,随着设备运行,还会造成托辊轴断裂等现象。输送过程中,将煤料、油污等杂质带入轴承中,污染润滑油,造成轴承剧烈磨损。当输送带上物料重力分配不均时,在长期恶劣工作环境下,会造成托辊一端的载荷较大,使得托辊主轴弯曲变形。

托辊为带式输送机的重要组成部分,损坏后会造成皮带打滑、皮带撕裂及异常损耗等情况,应当定期对托辊的轴承、主轴进行检测,及时更换润滑脂和清理杂物,在运输过程中,避免物料载荷不均的情况。

### 2.4 滚筒故障

滚筒的主要故障形式包括:包胶损坏、筒体压裂、轴损坏与轴承座损坏。在带式输送机运行时,当滚筒与皮带的运行摩擦力大于材料允许范围时,两者之间会形成微小位移,造成包胶的磨损。当带式输送机长时间高负荷运转时,滚筒载荷较大,在焊接质量较差的情况下,滚筒会出现压裂开焊。应当提高焊接工艺,焊缝质量达到 JB1152—81 II 级标准,焊接时首先采用混合气体打底焊,然后采用埋弧自动焊接,保证焊缝根部熔透但不焊穿。

由于滚筒加工时存在误差或表面污秽,造成表面直径大小不一。如图 2 所示,输送带与滚筒之间的牵引分力与皮带运行方向产生倾角,造成皮带的跑偏,如果长期工作,会造成滚筒轴的损坏或断裂。当带式输送机运输坡度较大,滚筒轴承在长期高负荷运转下,轴承座较易损坏。

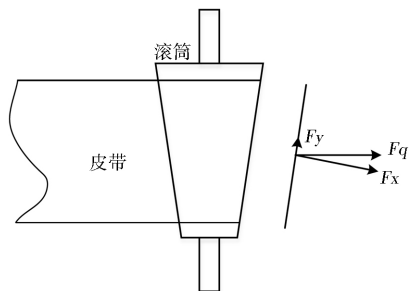


图 2 滚筒直径不一受力示意图  
Fig. 2 Forces on the roller at different diameters

滚筒安装位置误差或直径不一致造成的皮带跑偏,应当尽快检修或更换,短期内可通过调节带式输

送机头部与尾部的滚筒方向,保持输送带张力,实现皮带的调整,具体调整方法如图 3 所示。在潮湿

工作环境下,可在滚筒表面加松香防止打滑,定期更换轴承内的润滑油。

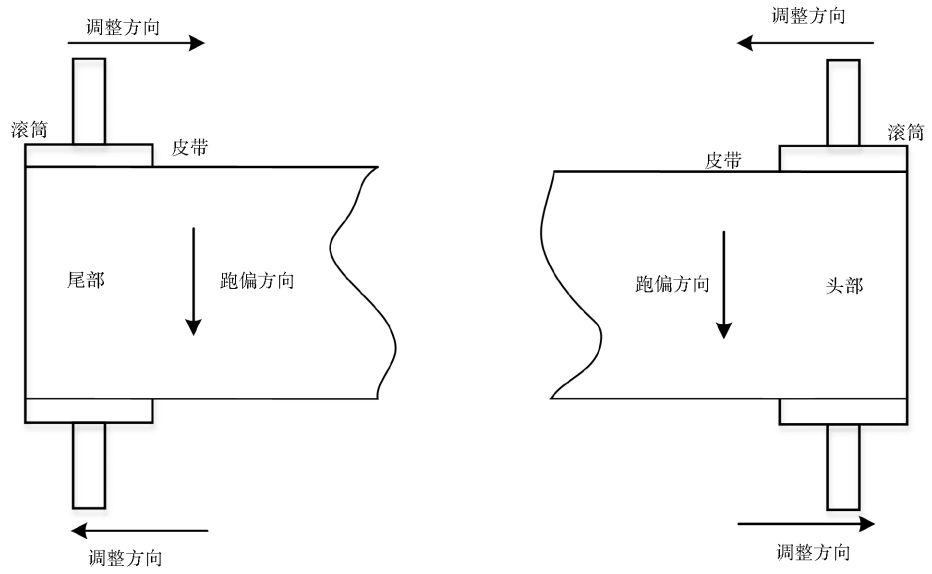


图 3 滚筒调整方法  
Fig. 3 Roller adjustment method

3 监控系统研究设计

3.1 系统方案设计

通过上文对带式输送机各部件故障类型的分析,找出了造成故障的主要原因与解决维护措施,为了能够监测带式输送机的运行状态,及时发现并处理故障,还需建立在线监控系统。监控系统由监控分站与各类传感器组成,具体结构及位置分布如图 4 所示。监控分站包括处理器模块与液晶显示模块

等外部设备接口。处理器模块负责采集信息的处理与分析,将各部件运行数据与数据库进行信息对比,诊断故障状态。液晶显示模块负责数据的直观显示,方便工作人员及时了解带式输送机的故障状态。传感器模块包括温度传感器、烟雾传感器、堆煤传感器、速度传感器、撕裂传感器、振动传感器与跑偏开关等。跑偏开关安装于机头部、机尾部与中间位置。当输送带触碰到开关时,托辊发生偏转,发出跑偏故障信号。

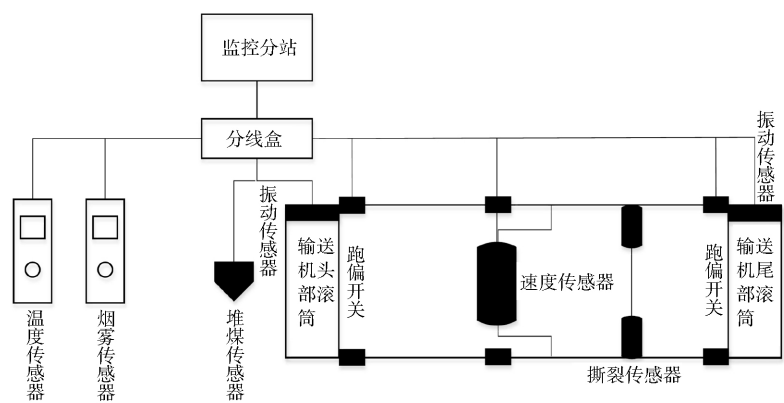


图 4 监控系统方案设计  
Fig. 4 Monitoring system design

3.2 系统硬件选型

监控分站以嵌入式处理器为核心,综合考虑系统功能与实际应用情况,选用 ARM 系列 S3C2440AL

芯片。系统采用 GWD100 矿用温度传感器采集带式输送机运行环境的温度信号,此传感器可抵抗煤尘等因素的干扰,具有较高的可靠性。采用 PT100

型热敏电阻温度传感器测量电机、减速器等设备的温度信号,可测温范围为-200~800℃,精确度达±0.03℃。采用 GQL 气敏式烟雾传感器,探测火灾引起的烟雾,用于火灾报警功能。采用 GMP-D 转速传感器测量电机输出轴的转速,判断电机是否无法正常启动,转速传感器的测量范围为 0~2 000 r/min。GUJ30 堆煤传感器与分站处理器导通,当传感器输出高电压时,实现堆煤保护功能。采用 GBC80 矿用振动传感器,用于滚筒、减速器、电机等设备轴承的振动信号检测,判断是否存在异常抖动。撕裂传感器 GVD1200 安装于上下输送带之间,当输送带撕裂与传感器触碰,发出高电压故障信号<sup>[9-10]</sup>。

### 4 系统数据库推理

除此之外还应当建立皮带机工况参数与故障之间的对应关系,建立全面的故障数据库。在分析过程中将各部件故障看作单独事件,将各故障原因与解决措施作为该事件的子集,每一个子集反应一种故障状态,任意子集都会导致该故障事件的发生。

数据库采用框架表示法对故障信息及维护措施进行描述,故障类型编码为:“G”+故障事件两位编码+子事件两位编码+故障原因两位编码,如由输送电路故障引起的电机无法供电编码为:

G01(电机故障)+01(电机无法供电)+01(输送电路故障)=G010101。

故障诊断系统根据输入的带式输送机工况参数和故障阈值信息,选择合适的故障数据库进行推理,寻找相应的故障事件与子集,其推理流程如图 5 所示。系统根据框架表示规则与事件编码进行查找。若信息与故障数据库规则不匹配,反馈给用户,对故障数据库规则修改完善;若匹配则判断各参数是否超过阈值,未超过则输送机正常。在判断过程中不断添加相关案例,提高系统的诊断精度。

#### 参考文献:

[1] 胡伟,李欧.模糊信息融合在带式输送机故障诊断中的应用[J].工矿自动化,2013,39(6):48-51.  
HU W,LI O. Application of fuzzy information fusion in fault diagnosis of belt conveyor[J]. Industry and Mine Automation, 2013,39(6):48-51.

[2] 田鹤,韩刚.信息融合技术在带式输送机故障诊断中的应用[J].矿山机械,2011,39(3):47-50.  
TIAN H,HAN G. Application of information fusion technology to fault diagnosis of belt conveyors[J]. Mining & Processing Equipment,2011,39(3):47-50.

[3] 张传伟,赵东刚,张俊男,等.无线供电带式输送机巡检系统的设计[J].煤炭技术,2017,36(10):254-256.  
ZHANG C W,ZHAO D G,ZHANG J N,et al. Design of wireless power supply belt inspection system[J]. Coal Technology,

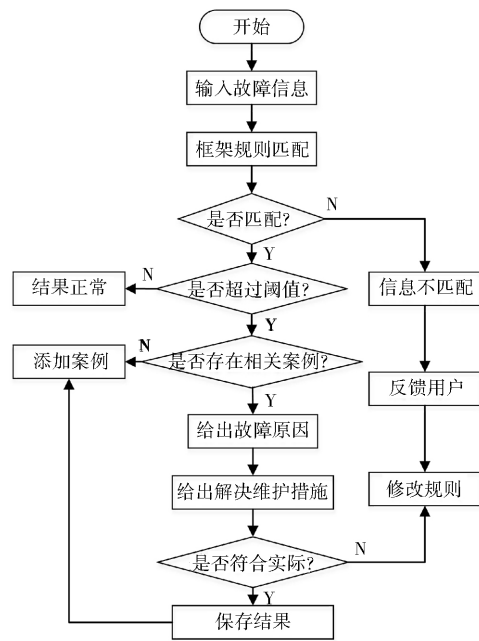


图 5 故障数据库推理流程  
Fig. 5 Fault database reasoning process

监控系统利用推理机制,在实际应用中不断完善数据库规则,逐渐提高监控系统的诊断精确度与速度,保证工作人员及时有效地做出维护措施。系统应用 6 月后,故障诊断准确度如表 1 所示。

表 1 系统应用完善效果  
Table 1 Optimization effects of system application

故障类型	故障诊断准确度 %		优化效果 %
	应用初	6 月后	
电机故障	48	82	70.8
减速器故障	33	70	112.1
托辊故障	39	80	95.1
滚筒故障	43	78	81.4

### 5 结束语

本文提出了一种带式输送机故障诊断及监控系统,建立相应的硬件系统与故障数据库,针对不同故障类型与故障原因,设定相应维护措施。利用传感器信息采集与信息处理技术,实现带式输送机工况参数的分析,准确分析故障原因。

- 2017,36(10):254-256.
- [4] 袁慧娟,陈兴隆. 基于 SOM 网络的带式输送机齿轮箱混合故障诊断研究[J]. 煤矿机械,2020,41(5):192-195.  
YUAN H J, CHEN X L. Research on mixed fault diagnosis of belt conveyor gearbox based on SOM network[J]. Coal Mine Machinery, 2020, 41(5): 192-195.
- [5] 李晋,钱旭,刘珠峰,等. 基于决策树优化粗糙集的设备故障诊断指标集约简的方法研究[J]. 中国煤炭,2016,42(2):74-78,92.  
LI J, QIAN X, LIU Z F, et al. Method study of reduction on index set of equipment fault diagnosis basing upon decision-making tree rough set optimization[J]. China Coal, 2016, 42(2): 74-78, 92.
- [6] 朱艳军,任晓迪,席冉. 煤矿主运输带式输送机故障监测和防治系统研究[J]. 中国煤炭,2014,40(4):73-75.  
ZHU Y J, REN X D, XI R. Research on fault monitoring and controlling system of main belt conveyor in coal mine[J]. China Coal, 2014(4): 73-75.
- [7] 吴定会,王莉,纪志成. 信息融合在带式输送机故障诊断中的应用[J]. 控制工程,2014,21(4):483-486.  
WU D H, WANG L, JI Z C. Application of information fusion technology in fault diagnosis of belt conveyor[J]. Control Engineering of China, 2014, 21(4): 483-486.
- [8] 孙维,刁冬梅. 基于  $\phi$ -OTDR 技术的带式输送机托辊故障检测[J]. 工矿自动化,2016,42(8):9-12.  
SUN W, DIAO D M. Roller fault detection of belt conveyor based on  $\phi$ -OTDR technology[J]. Industry and Mine Automation, 2016, 42(8): 9-12.
- [9] 牟学鹏,邵军,衡军山. 带式输送机故障监控系统的设计与实现[J]. 煤矿机械,2010,31(5):246-248.  
MOU X P, SHAO J, HENG J S. Design and implementation of belt conveyer fault monitoring system[J]. Coal Mine Machinery, 2010, 31(5): 246-248.
- [10] 李艳红,郭海霞. 基于改进 DS 证据理论的矿用带式输送机故障诊断[J]. 煤矿机械,2020,41(8):174-176.  
LI Y H, GUO H X. Fault diagnosis of mine belt conveyor based on improved DS evidence theory[J]. Coal Mine Machinery, 2020, 41(8): 174-176.

(编辑:单 婕)