


带式输送机跑偏原因分析与纠偏技术研究

赵振华

(山西焦煤机械电气有限公司,太原 030012)

摘要:为解决带式输送机跑偏造成的煤料抛洒和设备损坏问题,首先介绍了带式输送机的组成结构,然后分别对空载工况和物料运输工况下的输送带跑偏原因进行了分析,随后给出了四个方面的输送带静态纠偏措施,在此基础上,重点对动态纠偏系统的组成、跑偏量检测方法、纠偏装置结构、纠偏控制策略等内容进行了研究分析。

关键词:带式输送机;跑偏原因;纠偏装置;控制策略

中图分类号:TD528.1 **文献标识码:**A **开放科学(资源服务)标识码(OSID):** 

Cause Analysis and Correction Technology of Belt Conveyor Deviation

ZHAO Zhenhua

(Machinery Electric Co., Ltd., Shanxi Coking Coal Group, Taiyuan 030012, China)

Abstract: In order to solve the problems caused by the deviation of belt conveyor, such as coal throwing and equipment damage, the article first introduces the composition of the belt conveyor, analyzes the causes of the deviation under no-load conditions and material transportation conditions, and proposes four aspects of static correction measures for the conveyor belt. Based on this, it focuses on the composition of the dynamic deviation correction system, deviation detection method, deviation correction device structure, and deviation correction control strategy.

Key words: belt conveyor; deviation reasons; correction device; control strategy

带式输送机作为煤矿的常用物料运输设备,具有运输距离长、运输效率高、运量大、维护费用低等优点,因此在井上和井下的各物料转运环节应用较为广泛。近年来,随着机械和电气控制技术的发展,井下采煤机械的生产效率大幅提高,因此对带式输送机的运行速度和工作稳定性提出了更高要求。跑偏是带式输送机的常见故障之一,跑偏发生时,不仅造成运输煤料的抛洒,而且输送带单边磨损加速,易发生撕裂、断带,对煤炭转运的安全性和连续性造成较大影响。另外,输送带的维修和更换成本较高,也给企业造成较大经济负担^[1-3]。

针对输送带的跑偏问题,可从提高设备安装精度、托辊结构改造、增设纠偏机构等方面入手解决,本文将在输送带跑偏原因分析基础上,对具体纠偏

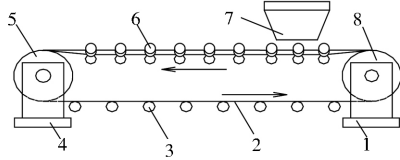
措施进行研究。

1 带式输送机组成

如图1所示,带式输送机主要由输送带、机头架、驱动滚筒、机尾架、转向滚筒、上部槽型托辊、下部平托辊和给料装置等组成。其中,输送带环形缠绕在驱动滚筒和尾部滚筒之间,并往复循环运动,槽型托辊上的输送带承载断面呈U型,由此保证运输物料不向两侧溢出和抛洒;驱动滚筒与电机相连,滚筒面与输送带之间的摩擦力驱动输送带运转;中间托辊用于分段支撑输送带,提高其承载能力,防止输送带过度下垂。一般情况下,煤炭等物料从图示尾部滚筒上方的给料装置落下后,沿箭头方向运输至头部滚筒后卸料^[4-6]。

* 收稿日期:2020-03-19

作者简介:赵振华(1990—),男,辽宁本溪人,本科,助理工程师,从事煤矿机电安全综合业务方面的工作,E-mail:592652621@qq.com。



1—机尾架;2—输送带;3—平托辊;4—机头架;5—驱动滚筒;
6—槽型托辊;7—给料装置;8—转向滚筒

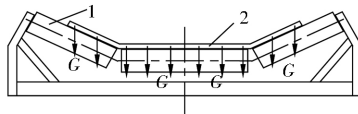
图 1 带式输送机输送部分组成结构

Fig. 1 Composition of belt conveyor

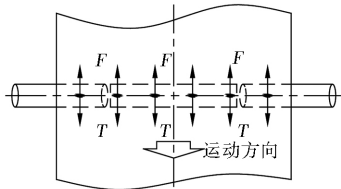
2 输送带跑偏原因分析

2.1 空载工况跑偏原因分析

如图 2 所示,空载状态下,输送带主要受自身重力 G 、张紧力 T 和摩擦力 F 作用,重力使输送带紧贴在托辊表面,从而产生摩擦力,驱使托辊旋转。理想状态下,摩擦力和张紧力方向相反,均沿输送带宽度方向均匀分布。



2-a 正视图



2-b 俯视图

1—槽型托辊;2—输送带

图 2 空载工况下输送带受力分析

Fig. 2 Force analysis of conveyor belt under no-load conditions

实际工况下,两种力都对输送带的跑偏具有一定影响。首先是摩擦力对跑偏的影响^[7]。输送带与托辊的接触状态不可能完全对称,因此在输送带对称中心两侧所生产的摩擦力大小并不相等,从而使输送带产生偏转趋势。当连续多个槽型托辊由于安装误差、支架变形或者地基沉降,引起托辊与输送带单侧不对称接触时,在不对称摩擦力作用下,输送带将发生跑偏。与之相似,当张紧力在输送带宽度方向分布不均匀时,也容易引起跑偏。引起张紧力不均匀分布的因素包括头尾滚筒轴线不平行、滚筒圆柱度偏差过大、输送带拼接质量差等。

2.2 物料运输工况跑偏原因分析

应该明确,凡是造成输送带空载跑偏的因素,也一定能造成物料运输工况下的跑偏,且更加严重。不同的是,物料在输送带上部堆积后,增大了输送带

与托辊之间的摩擦力,且当物料向输送带宽度一侧堆积偏重时,在重力作用下,物料有向托辊对称中心运动的趋势,因此输送带会跟随物料发生跑偏。另外,当物料从落料口落向输送带表面时,其冲击作用也容易引起输送带跑偏^[8]。

3 输送带静态纠偏措施

为防止输送带跑偏,在设备安装、调试和维修过程中,可采用以下静态纠偏措施^[9-10]:

1)在设备安装过程中,应注意控制驱动滚筒和尾部滚筒的轴线平行度,且滚筒安装底座稳固可靠,在满负荷工况下不发生过大变形。同时,应注意控制滚筒表面粗糙度,防止滚筒表面粘煤,影响滚筒外圆圆柱度。

2)在输送带拼接时,应保证拼接缝齐整,拼接缝与输送带对称中心的垂直度小于 1 mm,对于生产中发现由拼接质量引起的跑偏,需断开后重新进行拼接;另外,应严格控制输送带的生产质量,保证输送带内部的各段钢丝绳芯长度一致、分布均匀。

3)在输送机工作过程中,及时根据落料堆放情况,调整落料口、导料槽的相对位置,保证煤料均匀落在输送带中心。

4)在输送机停机维修时,检查和清理滚筒、托辊两侧滚动位置的粉尘,加注润滑油,保证槽型托辊两侧的托辊转动灵活,无卡滞。

4 输送带动态纠偏技术

在带式输送机运行过程中,当输送带已发生跑偏,需及时采取在线动态纠偏措施,防止物料抛洒和输送带过度磨损等。

4.1 动态纠偏系统组成

输送带动态纠偏系统主要由跑偏检测装置、纠偏装置和 PLC 控制机构等组成。其中,跑偏检测装置负责实时在线检测输送带的跑偏量,并将数据信号传输至 PLC 控制机构,PLC 控制器按设定算法计算对应跑偏量;当跑偏量超过设定值时,控制器向纠偏机构发送纠偏控制信号,纠偏结构的伺服电机按指令旋转特定角度,完成纠偏;再次检测,循环以上动作,直至计算所得跑偏量小于设定值。

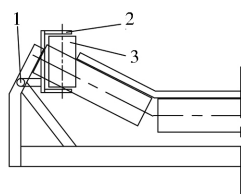
4.2 跑偏量检测方法

根据带式输送机的使用环境要求,适宜采用机械式检测装置,该装置结构如图 3 所示。主要由偏转辊 3、安装支架 2、旋转轴 2 和编码器等组成,对称安装在输送带两侧。当输送带向一侧跑偏时,输送

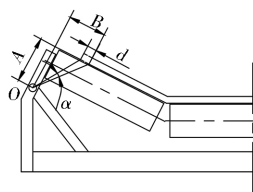
带边缘推动偏转辊绕 O 点旋转, 旋转轴与旋转编码器相连, 检测偏转辊的旋转角度 α , 则跑偏距离 d 的计算公式如下:

$$d = B - A \cdot \tan(\arctan B/A - \alpha) \quad (1)$$

式中: B 为输送带边部与旋转轴心 O 点的垂直距离, mm; A 为斜托辊辊面与旋转轴心 O 点的垂直距离, mm; α 为偏转辊的旋转角度, ($^\circ$)。



3-a 检测装置组成



3-b 结构原理

1—旋转轴和编码器; 2—安装支架; 3—偏转辊

图3 跑偏检测装置及原理

Fig. 3 Deviation detection device and principle

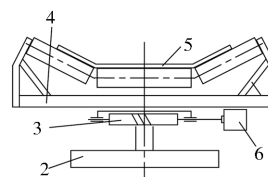
该检测装置的偏转辊与输送带边部跟随接触, 在重力作用下可自动复位, 不会对输送带造成过大的摩擦阻力和磨损。

4.3 纠偏装置结构

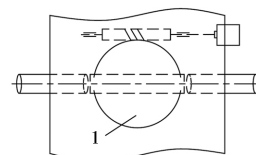
目前常见的输送带纠偏方式包括有源式和无源式, 后者主要利用跑偏动作来触发纠偏支架自动偏转, 从而完成纠偏, 这种方式对跑偏程度调整有限, 且被动式纠偏动作过程不稳定, 因此仅适用于较小载重、轻微跑偏的输送带。对于煤矿用带式输送机, 适宜采用有源主动式纠偏装置, 有源式纠偏一般采用电动、气动或液压装置来驱动纠偏机构运动, 并可根据 PLC 控制器指令不断调整纠偏量, 方便实现自动化控制。

如图 4 所示, 本系统所采用的纠偏装置主要由伺服电机、蜗轮蜗杆机构、旋转支架、底座等组成, 伺服电机的输出轴与蜗杆相连, 蜗轮安装在旋转支架底部中心。当伺服电机根据 PLC 指令旋转特定角

度后, 蜗杆驱动蜗轮和旋转支架共同旋转, 旋转支架上安装的槽型托辊由此旋转特定角度, 旋转方向与输送带跑偏方向相反, 由于输送带具有垂直于槽型托辊中线运动的特性, 因此可对输送带进行纠偏。



4-a 主视图



4-b 俯视图

1—蜗轮; 2—底座; 3—蜗轮蜗杆机构; 4—旋转机架;
5—输送带; 6—伺服电机

图4 纠偏装置机构原理图

Fig. 4 Schematic diagram of correcting device mechanism

4.4 纠偏控制策略

该系统的纠偏控制策略如下: 将首尾滚筒和托辊的平均中心位置设定为输送带的零位, 将停机跑偏量(即满足停机条件的最大跑偏量)设定为跑偏极限值 Δ , 根据实际生产经验, 规定当检测到的跑偏量 $\delta < 0.1\Delta$ 时, 认为当前跑偏量对设备正常运行影响较小, 可不必进行纠偏; 当检测到的跑偏量 $0.1\Delta \leq \delta \leq 0.6\Delta$ 时, 应控制伺服电机进行缓速纠偏, 以减小超调振荡时间, 提高控制稳定性; 当检测到的跑偏量 $0.6\Delta < \delta < \Delta$ 时, 为减少煤料抛洒, 缩短跑偏运行时间, 应进行快速纠偏动作, 加快旋转架的偏转速度。

5 结束语

带式输送机是煤矿的重要物料运输设备, 为提高其运行效率, 解决输送带跑偏造成的煤料抛洒和设备损坏问题。本文分别对空载工况和物料运输工况下的输送带跑偏原因进行了分析, 随后给出了四个方面的输送带静态纠偏措施, 在此基础上, 重点对动态纠偏系统的组成、跑偏量检测方法、纠偏装置结构、纠偏控制策略等内容进行了研究。

参考文献:

- [1] 贺加宝. 带式输送机跑偏机理及纠偏方法研究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2018(23): 134-135.
HE Jiabao. Research on Deviation Mechanism and Correction Method of Belt Conveyor [J]. Inner Mongolia Coal Economy, 2018 (23): 134-135.
- [2] 蔡金生, 高贵鲁, 许晓曦. 带式输送机新型自动纠偏装置[J]. 煤矿机械, 2016, 37(2): 110-111.

- CAI Jinsheng, GAO Guilu, XU Xiaoxi. A New Automatic Deviation Correction Device for Belt Conveyor [J]. Coal Mining Machinery, 2016, 37(2): 110-111.
- [3] 冯建通, 贾纪兵. 带式输送机纠偏装置的现状与趋势[J]. 矿山机械, 2012, 40(6): 4-6.
FENG Jiantong, JIA Jibing. Status and Trend of Belt Conveyor Deviation Correction Device [J]. Mining Machinery, 2012, 40(6): 4-6.
- [4] 陈捷. 选煤厂带式输送机的问题分析与改进[J]. 煤炭工程, 2018, 50(S1): 119-121.
CHEN Jie. Problem Analysis and Improvement of Belt Conveyor in Coal Preparation Plant [J]. Coal Engineering, 2018, 50(S1): 119-121.
- [5] 赵岩. 带式输送机跑偏装置系统设计研究[J]. 山东煤炭科技, 2017(7): 124-125, 127.
ZHAO Yan. Design and Research on Deviation System of Belt Conveyor [J]. Shandong Coal Science and Technology, 2017(7): 124-125, 127.
- [6] 卢世坤. 矿用带式输送机输送带防偏装置分析[J]. 煤炭工程, 2014, 46(7): 124-127.
LU Shikun. Analysis of Anti-deviation Device for Conveyor Belt of Mine Belt Conveyor [J]. Coal Engineering, 2014, 46(7): 124-127.
- [7] 王文晖. 带式输送机输送带跑偏原因分析及处理方法[J]. 工矿自动化, 2013, 39(4): 109-112.
WANG Wenhui. Analysis and Treatment Method of Deviation of Belt Conveyor Belt [J]. Industry and Mine Automation, 2013, 39(4): 109-112.
- [8] 孙晓华, 邱常明, 王彦凤, 等. 带式输送机输送带的跑偏及自动纠偏研究[J]. 选煤技术, 2008(1): 14-16, 75.
SUN Xiaohua, QIU Changming, WANG Yanfeng, et al. Research on Deviation and Automatic Correction of Belt Conveyor Belt [J]. Coal Preparation Technology, 2008(1): 14-16, 75.
- [9] 付守奎, 杜鑫基. 带式输送机输送带的纠偏方法[J]. 煤炭技术, 2006(5): 20-22.
FU Shoukui, DU Xinji. Deviation Correction Method of Belt Conveyor Belt [J]. Coal Technology, 2006(5): 20-22.
- [10] 杨寅威, 吴宏志, 侯友夫, 等. 带式输送机胶带跑偏监测及纠偏装置研究[J]. 矿山机械, 2002(9): 4-6, 31-33.
YANG Yinwei, WU Hongzhi, HOU Youfu, et al. Research on Deviation Monitoring and Correction Device of Belt Conveyor Belt Deviation [J]. Mining Machinery, 2002(9): 4-6, 31-33.

(编辑: 樊 敏)

(上接第 46 页)

参考文献:

- [1] 赵云. 东峰煤矿大断面全煤巷道围岩控制研究[J]. 煤矿现代化, 2019(6): 43-45.
ZHAO Yun. Study on Surrounding Rock Control of Large Section Coal Roadway in Dongfeng Coal Mine [J]. Coal Mine Modernization, 2019(6): 43-45.
- [2] 郝权. 北峙峪煤业大断面巷道分步开挖及围岩控制技术研究[J]. 煤, 2019, 28(6): 10-12.
HAO Quan. Study on Step Excavation and Surrounding Rock Control Technology of Large Section Roadway in Beibei Coal Industry [J]. Coal, 2019, 28(6): 10-12.
- [3] 赵建斌. 大断面巷道分层留底掘进施工工艺研究[J]. 当代化工研究, 2019(7): 178-179.
ZHAO Jianbin. Study on Construction Technology of Layered Bottom-retaining Driving in Large Section [J]. Modern Chemical Research, 2019(7): 178-179.
- [4] 褚鹏, 于衍达, 韩长海. 回采巷道护巷煤柱参数数值模拟优化研究[J]. 山东煤炭科技, 2019(9): 65-66, 72.
CHU Peng, YU Yanda, HAN Changhai. Study on Numerical Simulation and Optimization of Coal Pillar Parameters in Roadway Protection [J]. Shandong Coal Science and Technology, 2019(9): 65-66, 72.
- [5] 张纯旺, 宋选民, 严国超. 大断面巷道联合支护顶板控制及效果分析[J]. 矿业研究与开发, 2017, 37(11): 37-40.
ZHANG Chunwang, SONG Xuanmin, YAN Guochao. Roof Control and Effect Analysis of Large-section Roadway Combined Support [J]. Mining Research and Development, 2017, 37(11): 37-40.
- [6] 张向阳. 孤岛煤柱巷采合理煤柱尺寸与超大断面巷道支护技术研究[J]. 山西煤炭, 2013, 33(8): 45-48.
ZHANG Xiangyang. Research on Reasonable Coal Pillar Mining and Super Large Cross Section Roadway Support Technology in Isolated Island Coal Pillar Roadway [J]. Shanxi Coal, 2013, 33(8): 45-48.

(编辑: 樊 敏)