

文章编号:1671-251X(2015)01-0045-04 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.01.012
王建勋.煤矿输送带传输故障实时监测技术[J].工矿自动化,2015,41(1):45-48.

煤矿输送带传输故障实时监测技术

王建勋

(煤炭科学技术研究院有限公司,北京 100013)

摘要:分析了断带、纵向撕裂、跑偏、水煤和碎煤堆积等常见的煤矿输送带传输故障及其原因,总结了目前针对煤矿输送带常见传输故障的监测技术及其存在的主要问题;为了解决现有输送带传输故障实时监测技术只能事后报警、不能提前预警的局限性,提出了一种基于机器视觉技术的煤矿输送带传输智能监测及预警系统。

关键词:带式输送机;输送带;传输故障;实时监测;故障诊断;提前预警

中图分类号:TD634.1 文献标志码:A 网络出版时间:2015-01-05 16:33

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20150105.1633.012.html>

Real-time fault monitoring technology for coal mine conveying belt

WANG Jianxun

(China Coal Research Institute, Beijing 100013, China)

Abstract: Common faults of coal mine conveying belt were analyzed as well as their causes, including splice breaking, longitudinally tearing, sideslipping, coal-water mixture and conny piling up, etc. Existing monitoring technologies for common faults of coal mine conveying belt were summarized as well as their main problems. For the problem that existing monitoring technologies only alarm after faults but cannot pre-alarm, an intelligent detecting and pre-alarming system for coal mine conveying belt was proposed which was based on machine vision.

Key words: belt conveyor; conveying belt; conveying fault; real-time monitoring; fault diagnosis; pre-alarming

0 引言

带式输送机是煤炭生产的主要运输工具。与其他输送形式相比,带式输送机具有连续运输能力强、运输量大、承载能力强、运输距离较长、运行效率高、操作安全、使用方便、维修容易、适应复杂工作环境、易于实现自动控制等优点。输送带是带式输送机的主要部件之一,其造价约占整机的60%^[1]。输送带一旦发生事故,将严重影响带式输送机的正常运行,造成重大经济损失。对输送带进行实时监测,对于保证带式输送机安全、可靠、高效运行以及煤矿安全生产具有重要意义。

1 煤矿输送带常见传输故障及原因分析

煤炭是易燃物质,同时煤矿井下含有瓦斯等易燃气体,因此,煤矿企业选择输送带必须首先保证煤炭运输安全。《煤矿安全规程》规定,所有煤矿井下使用的输送带必须为符合国家相关安全生产标准的阻燃抗静电输送带;地面和露天煤矿使用的输送带在以物理机械性能为首要选用原则的同时,也要兼顾安全性能。

目前,煤矿企业常用的输送带主要有煤矿用织物整芯阻燃输送带(MT914)和煤矿用钢丝绳芯阻燃输送带(MT668)^[1]。织物整芯阻燃输送带主要

收稿日期:2014-06-19;修回日期:2014-12-02;责任编辑:李明。

基金项目:煤炭科学研究总院技术创新基金项目(2012CX09)。

作者简介:王建勋(1975—),男,辽宁朝阳人,工程师,现主要从事煤炭企业信息化技术的研究工作,E-mail:wangjx@eicsi.cn。

有塑料整芯阻燃抗静电输送带(PVC型)和橡胶面整芯阻燃抗静电输送带(PVG型)2种类型。织物整芯阻燃输送带具有质量小、成本低等优点,在煤矿用输送带中占有80%。钢丝绳芯阻燃输送带具有拉伸强度高、耐冲击性好、寿命长、运输能力大、运输距离长等优点,广泛用于主输送带运输。

经煤矿实地调查得知,煤矿输送带事故中超过95%为断带、纵向撕裂、跑偏、水煤和碎煤堆积事故。

1.1 输送带断带

煤矿用带式输送机运输距离较长,所有的输送带必须结成环形才能使用。煤矿用输送带接头常采用机械卡口固定接头法或热硫化接头法。对于煤矿用织物整芯阻燃输送带,这2种方法都可采用;对于煤矿用钢丝绳芯阻燃输送带,通常只采用热硫化接头法。机械卡口固定接头法使用便捷,比较经济,但是接头的效率低,容易损坏,接头强度相当于输送带自身强度的28%~45%。热硫化接头法是经实践证明的理想接头方法,接头效率高,非常稳定,接头寿命长,接头强度相当于输送带自身强度的60%~80%。由于输送带接头强度比较低,且易损坏,所以接头通常是整条输送带最薄弱的部分。输送带横向断裂大多发生在接头处。输送带机械卡口变形或硫化接头强度太低、工艺不合格、质量不过关或磨损过于严重,都容易导致断带事故的发生。根据以往煤矿用钢丝绳芯阻燃输送带断带事故的统计分析可知,断带的最直接原因大多是输送带硫化接头内钢丝绳黏着力逐渐丧失,其外在表现为接头长度有明显变化,局部凸包并逐渐扩大。另外,原煤中异物导致的输送带撕裂如不能得到及时处理,也容易导致断带事故。

1.2 输送带纵向撕裂

导致输送带纵向撕裂的常见工况主要有以下几种。

(1) 通常情况下,输送带运送的原煤中会夹杂带有尖锐棱角的大块杂物(如煤矸石、铁器、木块等),非常容易划伤进而刺穿输送带。特别是在落料口和转运直角位附近,来煤中的异物在下落过程中,容易被卡阻在导煤槽挡板、托辊架等位置,同时受到正在运动中的输送带带动的力量,导致异物愈卡愈紧,最终穿透和撕裂输送带,甚至引发断带事故。

(2) 落料口处满仓堆煤,导致原煤中的矸石等异物或大煤块插入滚筒与机头两侧的连接梁之间并

卡压输送带,最终导致输送带撕裂。

(3) 因输送带拉力不均、落煤不正、水煤等原因导致跑偏,或因重载等致使输送带与机架、导煤槽、平行托辊架磨边或卷进滚筒,最终导致输送带撕裂。

第1种工况是导致输送带纵向撕裂的最常见原因。据统计,大约80%的输送带纵向撕裂事故发生于落料口,应重点对机尾落料口进行检测。

1.3 输送带跑偏

输送带经常发生跑偏事故会导致输送带磨损加剧和变形,降低其使用寿命,严重时会造成输送带撕裂,甚至导致人员伤亡事故。造成输送带跑偏的常见原因有以下几种。

(1) 输送带和滚筒质量问题。输送带制造时内部构造不均匀,或者输送带硫化接头接斜,导致装载后受力变形,运行时发生跑偏。滚筒外圆圆柱度误差较大同样容易导致输送带跑偏。

(2) 设备安装调试问题。托辊、滚筒、机架等安装不符合技术规范,导致机头和机尾传动滚筒之间轴线平行度误差较大,或者落料口位置偏差导致偏载,都容易导致输送带跑偏。

(3) 输送带运行中问题。带式输送机在运行过程中,滚筒和托辊沾上煤泥,导致输送带两侧张紧力不均匀,引起跑偏。特别是当落料口淋水较大或输送带输送水煤时,输送带与托辊打滑以及水煤混合漂移、侧流,致使输送带两侧负载相差较大,导致输送带跑偏。

可通过加强采购选型、交货验收过程中的质量审查验收,选择合理接头形式和确保遵循正确的粘接工艺规范来减少因质量问题引起的输送带跑偏事故。设备安装调试过程中发现输送带跑偏时要及时校正。

1.4 水煤和碎煤堆积事故

因工作面涌水等原因,常造成大量的水分进入煤流中,当毛煤含水量大于20%时,煤水混合物就呈现为黏稠状态的两相流体,俗称水煤^[2]。来煤中混有过多水煤容易引起输送带打滑、稀煤泥塞仓和机尾淤煤等事故。输送带运输过程中,由于水煤与输送带之间摩擦力比较小,同时其受自身重力影响,容易堆积到带式输送机机尾,达到一定量时容易导致水煤溃泻,严重影响安全生产。碎煤是指粒度为0~5 mm的煤,其流动性较强,在自身重力作用下容易堆积在带式输送机机尾,导致碎煤堆积事故。水煤和碎煤堆积容易导致输送带跑偏、打滑甚至断带事故。

2 煤矿输送带监测技术研究现状

2.1 现有输送带保护装置

《煤矿安全规程》第373—375条规定煤矿输送带必须装设驱动滚筒防滑保护、堆煤保护和防跑偏装置,应装设温度保护、烟雾保护和自动洒水装置;主要运输巷道内安设的带式输送机必须装设输送带张紧力下降保护装置和防撕裂保护装置;钢丝绳芯带式输送机应装设断带保护装置等。

现有的输送带保护装置大多依靠光电传感器或压力传感器进行输送带故障监测。对于输送带跑偏和打滑故障的监测技术已经很成熟,并在煤矿得到了广泛应用。对于输送带断带和纵向撕裂等严重事故的监测目前仍没有较好的解决方案。现有的输送带防断带和纵向撕裂保护装置由于可靠性不高、监测不够准确和智能,经常误报警停机,影响了煤矿正常生产。本文着重对目前输送带断带和纵向撕裂等故障监测技术进行总结。

笔者通过市场调查和文献资料查阅,将已有的输送带断带和纵向撕裂检测设备分为两类:

(1) 通过监测输送带故障引起的外部变化情况进行判断。该类检测设备主要有漏料检测器、撕裂压力检测器、线型检测器、棒型检测器、带宽检测器等。

(2) 通过检测输送带故障,对输送带内部破坏情况进行监测。该类检测设备主要利用超声波、X射线、电磁感应等技术对输送带内部状态进行检测,对比输送带故障发生前后的内部结构状态变化来判断其运行状况。

漏料检测器^[3-4]通过漏斗装置监测重点部位发生撕裂导致的漏煤情况,及时做出反应。漏料检测器有拉线开关式、称重传感器式、红外线式、CCD摄像式等型式,基本检测原理是当输送带发生纵向撕裂时,拉线开关、称重传感器、CCD摄像头等检测输送带下方的漏煤信号,控制带式输送机立即停车。

撕裂压力检测器^[5]通过将内置测力传感器的测力托辊来检测输送带撕裂故障。当故障发生时,测力传感器检测到异物施加给输送带的额外附加压力,检测器输出停机报警信号,令带式输送机停机。撕裂压力检测器的优点是检测原理简单,灵敏度高;缺点是可靠性较差,误报率高,使用寿命较短。

线型检测器与棒型检测器^[3,5]原理类似。线型检测器利用尼龙线或细钢丝做探头,将其安设于缓冲托辊之间,穿过固定孔与槽型输送带下表面贴合

在一起。棒型检测器将一根棒或其他管状物弯曲成槽型托辊状,安装在输送带下方和缓冲托辊之间。当异物刺穿输送带后拉扯尼龙线、细钢丝或槽型棒,导致其偏转移位,触发与其联动的限位开关,输出报警信号,同时停止带式输送机运行。

带宽检测器^[6]利用安设在输送带两侧的检测辊或利用超声波测量距离方法测量输送带宽度。检测原理:输送带被撕裂后形成的左右两部分输送带经常由于负重原因而导致接近部分输送带边缘发生重叠,带宽检测器检测到输送带整体宽度变窄后,判断发生输送带纵向撕裂事故并发出报警信号。

超声波检测器^[6]利用超声波转换原理对输送带进行监测。该检测器将波导管横向安装在易发生输送带撕裂处的托辊之间,通过比对探头的发波状态和收波状态是否一致来判断是否发生纵向撕裂故障。当输送带发生纵向撕裂故障后,波导管因受力弯曲而损坏,探头发波状态和收波状态不符,检测器输出停机报警信号,指示带式输送机立即停机。

X射线检测仪^[3,7]利用X射线成像原理对钢丝绳芯输送带内部进行安全透视检测,具有高频率、高清晰、低剂量特点。该检测仪有固定式和手提式2种型式。固定式可固定在输送带两端,手提式工作时水平放置。检测仪一端发射X射线,另一端接收X射线并对接收信号进行处理,生成输送带透视画面。

电磁感应式检测器^[6,8]基于电磁感应原理,利用钢丝绳芯输送带已有的静态磁场以及输送带接头脱胶、抽动和钢丝绳锈绳、断绳时引起的钢丝绳磁场变化特性,通过磁感传感器将磁场变化量转换为数字信号,对信号进行放大、滤波、采集等处理后,由专用软件处理得到钢丝绳芯输送带接头、锈绳、断绳等实际变化情况及接头变化曲线。该检测器在现场布置时,每隔一定距离在输送带内埋设一个导体或导磁体,并在输送带两侧安装一组信号发生和接收探头。当输送带发生纵向撕裂故障而切断传感线圈回路后,信号接收探头接收不到电磁信号,此时检测器及时输出报警信号,令带式输送机停机。电磁感应式检测器使用寿命长,自动化程度高,但成本很高,抗干扰能力差,检测效果受环境温度影响很大,可靠性不高。

随着电子技术和自动控制技术的飞速发展,输送带监测技术和设备正在向非接触式检测方向发展,并取得了一些科研成果。参考文献[6]进行了基于线阵CMOS的输送带监测研究,通过在输送带传

输系统的特定位置安设 CMOS 图像采集设备,对清洁处理过的输送带表面破损情况进行拍摄,然后将图像数据传输到计算机上进行处理和特征识别,根据识别结果判断输送带是否存在缺陷,当识别为缺陷时,自动对相关区域进行喷雾标志,并按照缺陷的严重程度进行分等级蜂鸣告警,从而实现对输送带的实时监测。参考文献[9-10]对基于机器视觉的输送带纵向撕裂智能检测技术进行了研究,利用虚拟仪器技术,通过视觉传感方式对输送带撕裂场景进行图像采集,图像传输到计算机后采用图形化编程工具 LabVIEW 对裂纹图像进行处理和特征识别,当输送带裂纹的长度或宽度等几何特征超过软件设定阈值时,判定输送带已经达到濒临撕裂的临界值,并立即发出报警信号。

2.2 现有监测技术存在的问题及改进

(1) 采用的技术相对落后。现有的输送带监测装置主要通过光电传感器、压敏电阻等对漏料或输送带宽度等进行监测,进而判断输送带运行状况,存在事后报警、可靠性低等缺点。

(2) 现有传感器等相关设备的稳定性和质量仍比较低。传感器是输送带监测系统的数据来源,其较低的质量和可靠性影响整个系统的可靠性。

(3) 监测输出结果大多是事后检测报警,而非事前检测并提前预警,所以根据检测结果只能做到尽量减少输送带破坏损失,无法实现提前避免破坏损失。

(4) 部分检测装置成本高。采用嵌入法设计的电磁感应式检测器,输送带内埋设导电橡胶或光电纤维等导电体,制造工艺复杂,生产成本偏高。

(5) 基于机器视觉的输送带检测技术主要通过检测输送带裂纹等自身表面状态进行缺陷识别报警。受输送带残存煤料粘附的影响,该检测技术对于裂纹缺陷识别的准确率仍不高。

针对现有煤矿输送带监测技术的缺点和不足,本文提出一种煤矿输送带传输智能监测及预警系统。该系统利用机器视觉技术,通过专业摄像机对输送带传输过程中极易导致输送带事故的主要因素进行监控,采用软件分析获取的实时高清图像,判断落料口等位置大体积异物堆积、碎煤堆积、水煤堆积等异常情况,以及输送带接头破损问题,根据图像分析、特征对比识别结果和风险级别做出主动报警甚

至主动停机响应。该系统的创新点在于解决了很多现有输送带监控技术只能事后报警、不能根据现场工况提前预警的局限性,最大限度地提升了与输送带有关的重大安全事故预防及预警能力,尽可能地避免或减少输送带损坏、停产及人员伤亡等情况的发生,减少经济损失,提高生产效率。该系统还可提示适时进行输送带保养维护,有助于延长其使用寿命。

3 结语

目前,煤矿输送带实时工况及故障监测诊断技术,特别是针对断带、纵向撕裂、水煤和碎煤堆积等常见事故的实时监测技术及相关系统仍存在许多问题。利用机器视觉技术,结合先进的计算机、物联网等技术,通过图像获取、图像处理和模式识别,进而实现输送带故障的事前预警、事中报警并做出相应的响应,将成为煤矿输送带传输故障实时监测技术的一个主要研究方向。

参考文献:

- [1] 安伟,宋长江,袁陆海. 煤矿用输送带的选型和使用[J]. 中国橡胶,2009,25(4):36-39.
- [2] 佟利,刘尚海,李成敏,等. 水力采煤井下煤炭全部脱水工艺:中国,200910175210.3[P]. 2010-05-26.
- [3] 黄民,魏任之. 矿用钢绳芯带式输送机实时工况监测与故障诊断技术[J]. 煤炭学报,2005,30(2):245-250.
- [4] 赵弼龙,乔铁柱. 基于支持向量机红外图像分割的输送带纵向撕裂检测方法[J]. 工矿自动化,2014,40(5):30-33.
- [5] 张安宁,孙宇坤,尹中会. 带式输送机防纵撕保护研究现状及趋势[J]. 煤炭科学技术,2007,35(12):77-79.
- [6] 侯智卿. 基于线阵 CMOS 的传输输送带检测系统研究[D]. 太原:中北大学,2011.
- [7] 荣峰,苗长云,徐伟. 强力输送带 X 光无损检测仪的研制[J]. 光学精密工程,2011,19(10):2393-2401.
- [8] 许洪强. 带式输送机输送带纵向撕裂监测系统研究[D]. 葫芦岛:辽宁工程技术大学,2006.
- [9] 祁隽燕,谭超,李浩. 基于机器视觉的输送带纵向撕裂智能检测[J]. 煤矿机械,2006,27(11):110-111.
- [10] 滕永青,李仰军,周承仙. 基于机器视觉和虚拟仪器技术的传送带监测系统[J]. 煤矿机械,2008,29(4):125-127.