

文章编号:1671-251X(2014)11-0010-04 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.11.003
黄鹤松,高翔,岳维超,等.井下胶带接头图像采集系统设计[J].工矿自动化,2014,40(11):10-13.

井下胶带接头图像采集系统设计

黄鹤松^{1,2}, 高翔^{1,2}, 岳维超^{1,2}, 廖玉波³, 李平³

- (1. 山东科技大学 电气与自动化工程学院, 山东 青岛 266590;
2. 山东省机器人与智能技术重点实验室, 山东 青岛 266590;
3. 淄博矿业集团有限责任公司 许厂煤矿, 山东 济宁 272173)

摘要:针对现有胶带接头隐患检测方法存在漏检、误报等问题,设计了一种井下运输胶带接头的图像采集系统。该系统采用电感式接近开关实时检测金属胶带接头,并控制数字摄像机自动抓拍运输胶带接头处的图像,利用井下环网将图像传输到地面监控室,实现胶带接头图像的实时采集与处理,及时排除胶带接头可能出现的撕裂、脱扣等隐患。

关键词:胶带接头; 图像采集; 图像传输; 速度传感器; 接近开关

中图分类号:TD634 文献标志码:A 网络出版时间:

网络出版地址:

Design of image acquisition system of underground belt connector

HUANG Hesong^{1,2}, GAO Xiang^{1,2}, YUE Weichao^{1,2}, LIAO Yubo³, LI Ping³

- (1. College of Electrical and Automation Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China; 2. Shandong Robotics & Intelligent Technology Key Laboratory, Qingdao 266590, China; 3. Xuchang Coal Mine, Zibo Mining Group Co., Ltd., Jining 272173, China)

Abstract: In view of problems of leak-detection and misinformation existed in present detection methods of belt connector state, an image acquisition system of underground belt connector was designed. The system adopts inductance-type proximity switch to detect belt metal connector real-timely and also controls digital camera to capture the images of the positions of travelling belt automatically. Then, it uses underground looped network to transfer the images to the ground monitoring room, so as to achieve real-time capturing and processing of the belt connector images and eliminate hidden danger of tearing, tripping of the belt connector in time.

Key words: belt connector; image acquisition; image transmission; speed sensor; proximity switch

0 引言

井下运输胶带承担着煤矿的运输任务,胶带断裂会造成很大的经济损失,严重时将导致重大安全事故。由于胶带断裂或故障多发生在胶带接头处,因此,及时排除胶带接头可能出现的撕裂、脱扣等隐患,保证胶带的安全运行十分重要。

目前,煤矿针对胶带接头隐患的主要检测方法有钢芯胶带接头断裂在线检测仪^[1]以及强力输送带横向断裂预警装置^[2]。钢芯胶带接头断裂在线检测仪采用在胶带接头前后预埋橡胶磁块的方法,通过霍尔传感器检测橡胶磁块产生的脉冲信号,单片机采集该信号并进行计算分析,实现实时监测和预警,但该方法需要预埋橡胶磁块,对胶带有小范围内的

收稿日期:2014-02-21;修回日期:2014-03-21;责任编辑:张强。

基金项目:2013年山东省第二批技术创新计划项目(201320803011)。

作者简介:黄鹤松(1972—),男,江苏启东人,副教授,硕士,主要从事煤矿自动化及监测技术的实践与研究, E-mail: huang_sust@163.com。

损伤,容易缩短胶带的服务年限;强力输送带横向断裂预警装置采用X光射线源使X光射线穿过胶带并照射到X光射线接收板上,获取胶带热硫化接头处的钢芯映射图像,通过分析图像信息,实现对胶带接头的监测和预警,但该方法使现场工作人员易受到X光射线辐射,对身体健康有一定危害。除此之外,国内大多数煤矿仍采用人工肉眼观察的方法,该方法工作量大,而且容易造成漏检、误判。针对上述几种方法存在的缺陷,设计了一种用于监测井下胶带接头的图像采集系统,系统能准确检测出存在隐患的胶带接头并进行预警提示,实时提醒现场工作人员及时更换胶带接头,保证胶带安全、可靠运行。

1 系统硬件组成及设计

井下胶带接头图像采集系统由图像采集和图像传输 2 个部分组成,如图 1 所示。

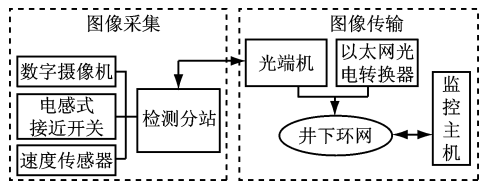


图 1 井下胶带接头图像采集系统组成结构

1.1 图像采集设计

1.1.1 电感式接近开关

电感式接近开关与运输胶带处于非接触状态,能准确检测到金属接头,并将信息反馈给检测分站,具有抗干扰能力强、使用寿命长的优点。为滤除偶发性干扰信号,采用 3 个电感式接近开关同时检测的方法,增加了系统的可靠性。3 个电感式接近开关等间隔水平安装于振动较小的胶带上方(2 个改向滚筒之间),该安装方法能避免因电感式接近开关与胶带接触而造成的磨损。在运输胶带反面选择一个胶带接头,在其前方涂上黄色荧光漆,宽约 5 cm,成矩形形状,作为 1 号胶带接头的标志。监控主机分析采集的图像信息,图像中含有此标志的,判断为 1 号胶带接头,并依次计算出各胶带接头编号。

胶带运行过程中,每个电感式接近开关检测到金属胶带接头时产生 1 个脉冲信号。当检测分站同时采集到 2 个以上的脉冲信号时,判断为胶带接头即将到来,此时,检测分站控制数字摄像机以 12~15 fps 的速度抓拍胶带接头处的图像。在保证采集到胶带接头图像的前提下,此方式最大限度地减少了数据的采集量,降低了井下环网的数据流负载。

1.1.2 速度传感器

速度传感器可实时检测胶带运行速度,监控主机可根据检测结果修正图像采集速度。速度传感器与胶带面滚动摩擦接触,减少了与胶带面的磨损。在速度传感器信号输出端与供电电源之间上拉一个 10 kΩ 的电阻,可输出 200~1 000 Hz 的频率信号,对应 0~6 m/s 的胶带运行速度。200 Hz 频率是胶带速度为零时的输出,可作为判断速度传感器是否正常运行的标准。当速度传感器输出频率信号低于 200 Hz 时,可判断信号线断开或速度传感器损坏,增强了系统的自检测能力^[3]。

1.1.3 数字摄像机

数字摄像机可在检测分站的控制下抓拍胶带图像,图像分辨率为 1 392×1 040,最大帧率可达 15 fps,可编程设置曝光时间为 20 μs~60 ms,支持百兆以太网。选用空间分辨率为 120 lp/mm,焦距为 5 mm 的镜头,拍摄范围能覆盖 1.2 m 宽的胶带接头。

数字摄像机有 3 种图像采集方式:连续采集、触发采集、单张采集。该系统采用触发采集方式,相比连续采集方式(数字摄像机不间断地采集胶带图像),该方式只在电感式接近开关检测到金属接头时,才连续 2 s 采集胶带接头处的图像,大大减少了采集图像的数据量,也减轻了监控主机处理图像数据的负担。胶带接头撕裂、脱扣等情况发生时,胶带正反面断裂程度相差不大,但胶带正面煤渣较多,易对抓拍的图像造成干扰,因此,该系统选择拍摄运输胶带的反面图像。在带式输送机机头处,改向滚筒将胶带面翻转(反面向上),数字摄像机镜头正好向下拍摄胶带反面,同时可防止煤渣掉落遮挡镜头。

1.1.4 检测分站

检测分站可显示当前所采集胶带接头的编号、胶带实时速度以及时间等信息,同时可在检测出胶带接头隐患时进行声光报警。检测分站主要包括检测模块、数字摄像机控制模块、电源模块、CPU 模块、通信模块、显示模块以及声光报警模块^[4],结构如图 2 所示。检测分站的 CPU 选用 STM32F103VET6。

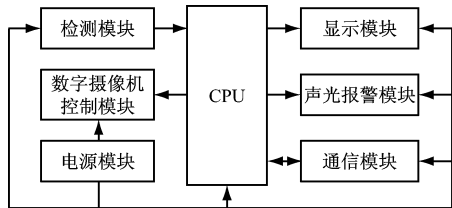


图 2 检测分站结构

(1) 检测模块。检测模块包括电感式接近开关和速度传感器 2 个部分。检测分站 CPU 获取电感式接近开关以及速度传感器的信号时,都采用光耦进行隔离处理。

(2) 数字摄像机控制模块。检测分站与数字摄像机的距离较远,选用 12 V 的电压信号增加其驱动能力,并采用光耦对电压信号的电平进行转换。

(3) 通信模块。设计的通信电路需完成检测分站与监控主机之间的数据交换,通信的信息吞吐量不高,因此,采用在工业领域广泛应用的 RS485 通信接口。

设计选用具有瞬变电压抑制功能的差分收发器 SN75LBC184 作为 RS485 的驱动接口芯片。采用 3 个高速光耦 6N137 分别对 RS485 的接收、发送信号以及接收/发送控制信号进行隔离,提高了通信的可靠性^[5]。

(4) 电源模块。设计了 3 个等级的直流电压: 12,5,3.3 V。本系统采用本安电源将 AC127 V 转换为 DC12 V,直接为电感式接近开关、速度传感器以及数字摄像机供电。DC12 V 经过 7805 转换为 DC5 V,为检测分站的显示模块、声光报警模块供电;采用 DC-DC 电源模块 B0505S-1W 对 DC5 V 电源隔离后,为通信模块供电。DC5 V 电源经过 AMS1117-33 转换为 DC3.3 V,为 CPU 供电。

(5) 显示模块。为简化设计,显示模块采用串行接口的专用 LED 智能芯片 HD7279 来驱动 LED 数码管。HD7279 外接 6 个 LED 数码管动态显示胶带接头信息。

(6) 声光报警模块。声光报警模块是检测分站的一个重要部分,其采用双路光电继电器 AQW214 驱动报警。通过图像分析,监控主机检测到胶带接头存在隐患时,检测分站接收到故障信息后进行声光报警。现场工作人员可通过观察显示模块确定存在隐患的胶带接头编号,便于查找、更换胶带接头。

1.2 图像传输设计

1.2.1 光端机

系统选用光端机完成图像信号和 RS485 信号的调制与解调^[6]。系统在图像采集处和井下环网接入点各安装一个光端机,井下图像采集处的数字摄像机将采集的 RAW8 格式的图像数据转换成 JPEG 格式,传输到 1 号光端机中。1 号光端机把图像信号和 RS485 信号调制成单模单芯传输的光信号。该光信号远距离传输至位于井下环网接入点处的 2 号光端机中,再被解调成图像信号和 RS485 信号。

1.2.2 以太网光电转换器

以太网光电转换器能把图像信号调制成单模双芯传输的光信号。由于现场百兆以太网图像接口为单模双芯接口,因此,2 号光端机解调出的图像信号需经过光电转换器转换后,接入到井下环网交换机中。2 号光端机解调出的 RS485 信号则直接接入井下环网交换机的 RS485 模块,利用井下环网将 2 类信号传输到井上的交换机中,实现与监控主机的通信。

图像传输示意如图 3 所示。

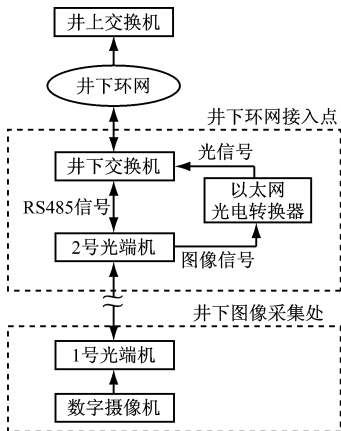


图 3 图像传输示意

2 监控主机软件设计

针对远程控制、图像显示以及信息记录等功能,系统监控软件采用 C++ 编程设计^[7],胶带接头监控界面如图 4 所示。



图 4 胶带接头监控界面

监控界面的菜单栏分为文件、历史图片、设置以及帮助 4 个部分。文件菜单用于选择图像打印、页面设置等功能;设置菜单用于更改数字摄像机的曝光时间、光圈以及增益等参数,使采集的图像效果达到最佳,也可选择数字摄像机的采集方式;历史图片菜单用于设置图像的保存路径以及图像的保存时间;帮助菜单用于查询软件说明。

监控界面的窗口分为当前图像、历史信息、信号

检测分站以及故障信息 4 个部分。当前图像部分用于显示胶带接头图像；信号检测分站部分用于控制检测分站的开启/关闭以及时间设置等；历史信息与故障信息部分用于记录故障胶带接头编号以及故障状态等信息。

3 结语

井下胶带接头图像采集系统采用电感式接近开关与数字摄像机自动抓拍相结合的方法,可实时监测胶带接头可能出现的撕裂、脱扣等隐患。系统具有安装方便、操作简单、维护量小等特点,有效地提高了煤矿运输系统的安全可靠性,减轻了胶带检修人员的工作量。该系统现已在山东能源集团某煤矿运行,实际应用结果表明,该系统能准确地检测出胶带接头隐患,同时最大限度地减少了图像数据的采集量,降低了井下环网的数据流负载。

参考文献：

- [1] 殷勇辉,范忠明,梁骁,等. 钢绳芯输送带接头实时监测系统[J]. 煤炭科学技术,2009,37(7):90-92.
- [2] 荣锋,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.
- [3] 赵勇,胡涛. 传感器与检测技术[M]. 北京:机械工业出版社,2010:46-50.
- [4] 孙书鹰,陈志佳,寇超. 新一代嵌入式微处理器 STM32F103 开发与应用[J]. 微计算机应用,2010,31(12):59-63.
- [5] 王新栋. 煤矿绞车盘形闸安全监测报警系统[D]. 青岛:山东科技大学,2006.
- [6] 刘富强. 数字视频图像处理与通信[M]. 北京:机械工业出版社,2010:78-80.
- [7] 黄维通. Visual C++ 面向对象与可视化程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2000:113-185.