

文章编号:1671-251X(2012)07-0067-04

李荣生,姚彬,李世奇. 选煤厂带式输送机防伤人安全保护系统设计[J]. 工矿自动化,2012(7):67-70.

选煤厂带式输送机防伤人安全保护系统设计

李荣生¹, 姚彬¹, 李世奇²

(1. 山西大同大学煤炭工程学院, 山西 大同 037003;
2. 中国地质大学(武汉)机械与电子信息学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:针对现有选煤厂带式输送机保护装置缺少动态防伤人监测功能,输送机旋转部位易导致伤人事故等问题,提出一种选煤厂带式输送机防伤人安全保护系统设计方案;介绍了该系统的总体设计方案、设备选型、探测器布置方式。该系统通过热释放红外探测器、对射红外探测器及红外电子网检测人体靠近输送机旋转部件的情况,当工作人员进入检测区域活动时给予提示、报警或进行停机保护。现场工业试验结果显示,选煤厂带式输送机防伤人安全保护系统可有效预防带式输送机旋转部件伤人事故。

关键词:选煤厂;带式输送机;防伤人保护;自动监测;红外探测器

中图分类号:TD634.1 文献标识码:B 网络出版时间:2012-07-02 09:59

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120702.0959.019.html>

Design of Anti-assault Safety Protection System of Belt Conveyor in Coal Preparation Plant

LI Rong-sheng¹, YAO Bin¹, LI Shi-qi²

(1. Coal Engineering College of Shanxi Datong University, Datong 037003, China.
2. Faculty of Mechanical and Electronic Information of China University of Geosciences (Wuhan),
Wuhan 430074, China)

Abstract: In allusion to problems that current protection device of belt conveyor in coal preparation plant is lack of dynamic anti-assault monitoring function and rotating parts of conveyor easily lead to injury accident and other issues, the paper proposed a design scheme of anti-assault safety protection system of belt conveyor in coal preparation plant, and introduced overall design, equipment selection and detector

收稿日期:2012-05-07

作者简介:李荣生(1957-),男,山西运城人,副教授,现主要从事电气自动化方面的教学与科研工作。E-mail: lrs1957@163.com

参考文献:

- [1] 齐志远,王生铁. 协调控制框架下的离网型风力发电系统能量管理[J]. 太阳能学报,2009,30(4):503-508.
- [2] 戴兴建,于涵,李奕良. 飞轮储能系统充放电效率实验研究[J]. 电工技术学报,2009,24(3):20-24.
- [3] 张崇巍,张兴. PWM整流器及其控制[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [4] SALMAN T R. Advanced High-speed Flywheel Energy Storage Systems for Pulsed Power Application [D]. Texas: Texas A&M University, 2008.
- [5] BILLINTON R, BAGE, CUI Y. Reliability Evaluation of Small Stand-alone Wind Energy Conversions Systems Using a Time Series Simulation Model[J]. IEEE Proceedings: Generation, Transmission and Distribution, 2003, 150(1): 96-100.
- [6] 葛海涛. 基于 MATLAB 的风力发电系统仿真研究 [D]. 保定:华北电力大学,2009.

layout of the system. The system uses pyroelectric infrared detector, active infrared intrusion detector and infrared electronic network to detect human body near rotating parts of conveyor, and gives tips, alarm or shutdown for protection. Field industrial test results showed that the system can effectively prevent injury accident caused by rotating parts of conveyor.

Key words: coal preparation plant, belt conveyor, anti-assault protection, automatic monitoring, infrared detector

0 引言

我国大多数选(洗)煤厂采用带式输送机运输原煤、精煤,由于输送机运行速度快、托辊及旋转部件多,极易造成伤人事故。为了保证选煤厂的安全运行,带式输送机均设置防撕裂、跑偏、打滑装置以及温度传感器、沿线急停拉线、安装在机头附近的急停开关等安全保护装置。然而,对于防伤人保护设施,生产现场仍采用在机头和机尾旋转部分装设防护栏、制定相关管理制度等传统方法。在长期的生产运行中,尤其是工作人员上夜班困倦导致警觉性不高或在冬季厂房内雾汽大、能见度较低的情况下,以及工作人员在违章清理输送带下方(滚筒)浮煤的过程中,因输送机旋转部位导致伤人的事故时有发生。

经调研分析,现场安全设施存在的问题:(1) 现有保护装置缺少动态防伤人监测功能以及人员进入(接近)易发事故区域时的预警功能。在工作人员单独工作时,一旦发生事故很难自行摆脱,易导致事故扩大。(2) 传统防护栏不仅给设备检修和维护带来了不便,而且受条件限制不易实现全线布置。

迄今国内外文献报道较多的是针对带式输送机安全运行开发的各种综合监测保护系统,而针对人员保护装置的研究相对较少。本文提出一种选煤厂带式输送机防伤人安全保护系统设计方案,采用红外探测器对输送机全线旋转部件监测保护,在人体接近、接触旋转部件时给予报警或断电保护,从而预防伤人事故发生。

1 安全保护系统方案设计

1.1 系统总体结构

安全保护系统总体结构如图 1 所示。热释放红外探测器布置在输送机机头(尾)适宜处,用于检测人体是否进入传动旋转部件区域。由于现有探测器的辐射角度大多为 $90^{\circ} \sim 110^{\circ}$,辐射范围不满足机头全覆盖要求,因此采用两套探测器并行方式,通过调整探测器的安装高度及角度实现了对该区域的全范围监测。对射红外探测器布置在沿机身(走廊过道)

一侧,采用 2 组 3 线式检测方式。其中 2 组指同一处装设 2 个探测器,辐射 2 道具有一定间隔的红外线,利用外组和内组红外线分别检测人体靠近输送机机身运动部件的距离;3 线指每组都产生 3 束红外光线。

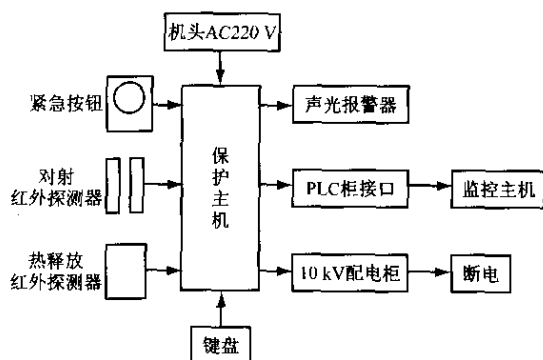


图 1 安全保护系统总体结构

探测器布置完成后,在输送机机头(尾)旋转部位一定区域半径内、沿机身一侧设置 1 道红外电子网,当工作人员进入检测区域活动时,系统给予报警提示;当人体接近机身一侧且遮挡外组 2 条及以上红外线时,现场发出报警信号;当人体遮挡内组 2 条及以上红外线时,现场发出报警并实行停机保护。

探测器采集的信号经保护主机判断处理后,进入集控中心 PLC 输入接口,最后经监控主机进行显示。紧急按钮用于在某些特定情况下,人为操作实施报警或停机。系统采用一体式声光报警器,其音响分贝能够抑制现场噪声干扰。系统市电取自现场机头附近交流 380/220 V 电源,该电源经保护主机内部变压器后,为系统各部件提供交/直流电源。安全保护系统与在线集控系统相对独立,且连接简便,不会因系统故障影响选煤厂的正常生产。

1.2 系统工作流程

安全保护系统工作流程如图 2 所示。

2 安全保护系统设备选型

2.1 试验现场条件

安全保护系统试验地点选在大同煤矿集团大地选煤工程有限责任公司塔山选煤厂 7001 精煤上仓

带式输送机。带式输送机技术参数:机长 182 m, 倾角为 14° , 带宽 1 400 mm (机架宽 1 880 mm), 机身高 850 mm, 带速为 3.15 m/s, 运输量为 1 590 t/h。生产现场噪声、粉尘实测数据:机尾噪声强度为 75~80 dB, 机头噪声强度为 90~105 dB; 粉尘质量浓度为 90~100 mg/m^3 。

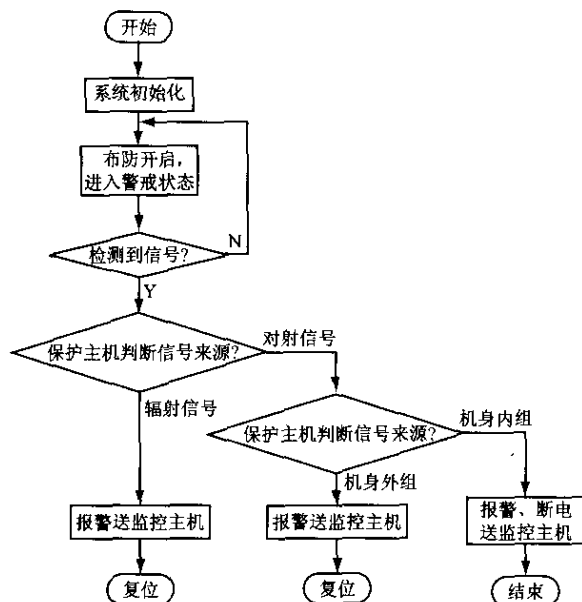


图2 安全保护系统工作流程

2.2 探测器选型

目前市场上对射红外探测器光束线种类较多, 光源多为红外数字脉冲式, 采用 2 光束以上同时遮断检知式。考虑机架实际高度, 光束过多会使光线间距偏小, 容易引起误报; 光束过少则易出现漏检现象。对于对射检测长度, 过长不利于对准校验, 过短则布置组增多, 不便维护。根据使用经验, 检测长度应考虑标称参数的 20% 裕量。因此选用 ABT-80 型三束红外光栅栏对射红外探测器, 其特点: 采用同轴非球面精密光学透镜, 外壳材质采用 PC 工程塑料; DC12 V, 继电器输出方式; 光源选用红外 LED 数字脉冲式, 检测长度为 80 m; 水平光轴调整角度为 $\pm 90^\circ$, 垂直光轴调整角度为 $\pm 10^\circ$ 。

热释放红外探测器选用 DT-450T 型双鉴红外微波探测器, 其特点: 外壳材质采用耐热、抗冲击、阻燃型优异的聚碳酸酯 ABS; 具有温度自动补偿、防水、防尘性能, 符合 IP65 规范; DC9~16 V, 继电器输出方式; 工作温度为 $-10\sim+50^\circ\text{C}$, 安装高度为 2.2~2.4 m, 探测角度为 90° 、 110° 。

2.3 系统保护主机选择

系统选用 YK-AL8/16 型智能报警主机, 以 AT89C51 单片机为控制核心。该主机具有 8 种布

防方式: 全面布防、延时布防、远程布防、定时布防、强制布防、遥控布防、单防区布防、周边布防; 6 种撤防方式: 单防区撤防、密码键盘撤防、远程撤防、接警撤防、定时撤防、遥控撤防; 4 种防区类型: 即时防区、延时防区、全日防区、周边防区。

为使系统能够适应现场工作环境需要, 各部件增设铝合金材料机壳, 使其符合防尘、防潮、防振及防碰撞的要求, 并采用电缆进出线, 确保系统运行安全及工作稳定性。

另外, 交流电源选用 MQY-2 $\times$ 2.5 矿用阻燃、防水软电缆, 通信选用 HYA 阻燃、防水 4 芯通信软电缆。为防止电缆受损, 配有 $\varnothing 24.5$ 的 PVC 线管。

3 探测器布置方式及工业试验

3.1 探测器布置方式分析

(1) 对射红外检测方案

沿机架纵向布置 3 套对射探测器, 每套检测长度分别为 58 m、60 m、64 m; 在同一布置点并行安装 2 组探测器, 间隔为 10 cm。这样, 探测器使沿机架高度方向产生 3 束间距为 13 cm 的红外光, 沿机架一侧水平产生 2 道间距为 10 cm 的红外光线。

(2) 单套热释放红外检测方案

探测器辐射俯视图、侧视图如图 3 所示。探测器标称条件: 辐射光出射角为 90° , 辐射水平距离为 3~8~12 m, 俯视扇形范围为 $53.7^\circ\sim 74.5^\circ\sim 79.6^\circ$ 。检测区域离墙 3.5~5 m 时, 计算探测器俯视角为 $57.8^\circ\sim 66.3^\circ$ 。

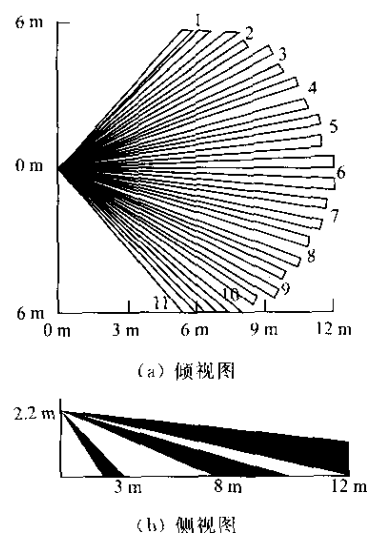


图3 探测器辐射俯视图、侧视图

依据现场安装条件, 探测器允许安装高度为 3.7 m, 检测区域离墙 3.5~5 m, 计算对应俯视角为 $43.4^\circ\sim 53.5^\circ$ 。比较可知, 在规定检测区域内, 现

场与标称俯视角差为 $12.8^{\circ} \sim 14.4^{\circ}$ 。实际安装时使探测器与墙间夹角为 13° , 可基本满足检测区域的要求。探测器现场、标称条件下辐射侧视图如图4所示。计算辐射曲率半径为 $5.13 \sim 6.26$ m, 则俯视图扇形弧长 $l_m = \frac{\theta}{180} \pi R = \frac{90}{180} \times \pi \times (5.13 \sim 6.26) = 8.05 \sim 9.82$ 。

(3) 2套热释放红外并行检测方案

依照上述分析的方法和布置方式, 对于2套辐射角为 90° 的探测器, 按辐射范围重叠率为 0.75 计算, 其有效俯视图扇形弧长为 $11.6 \sim 14.2$ m, 可实现

机头检测范围全覆盖。机尾处按标称参数布置, 即高度取 2.2 m, 辐射范围可满足现场条件。

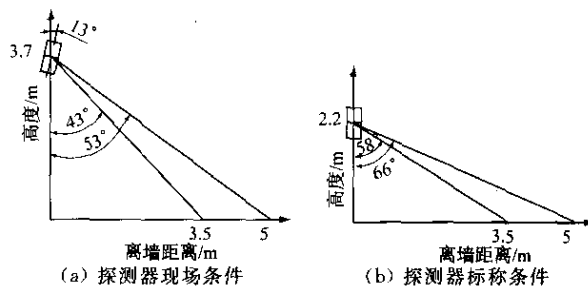
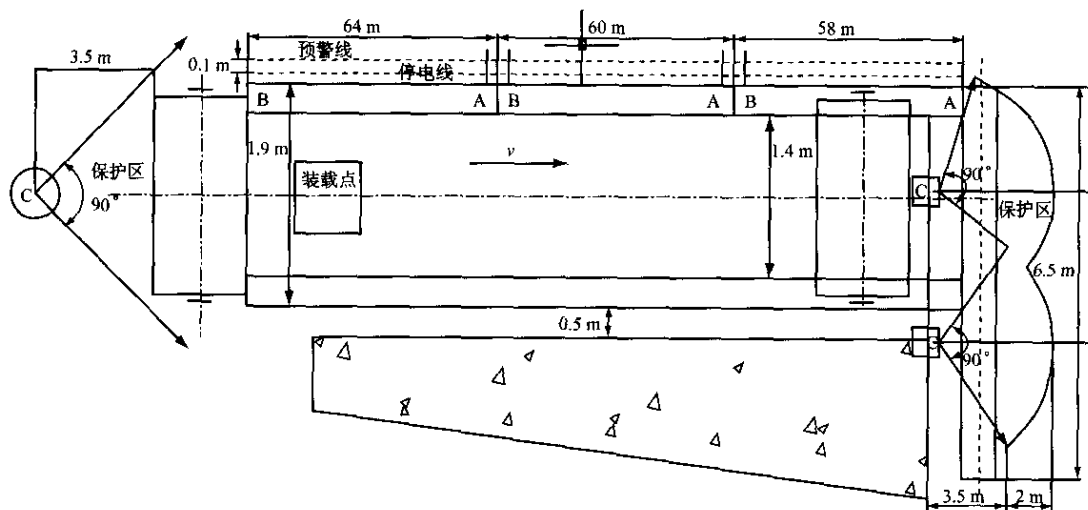


图4 2种条件下探测器辐射侧视图

图5为探测器在带式输送机上的布置及保护区。



A—对射发射器; B—对射接收器; C—热释放探测器

图5 探测器在带式输送机上的布置及保护区

3.2 现场工业试验

保护主机功能设置: 设置全面布防、接警撤防方式和即时防区类型。

软件参数设置: 系统通电后自检时间为 60 s, 机头报警时间不大于 60 s; 机身外侧报警时间不小于 5 s, 机身内侧报警时间不大于 5 s; 系统退出时间为 3 s, 为防止受外界影响而产生误动作, 设置延迟时间为 0.5 s。

测试过程: 接通电源, 系统进入自检状态, 探测器 LED 灯灭表示进入正常监测状态。对于机头(尾)端, 采用人体步行测试方法, 调节探测器安装高度及其与墙间角度; 在人员进入被检测区域且移动的过程中, 系统即时连续报警。对于机身侧, 首先调节探测器发射、接收对准度, 依照有无蜂鸣声判断; 通电后, 发射电源指示绿灯亮, 工作指示红灯闪亮; 当对准时, 接收的对准指示红灯熄灭, 蜂鸣器无鸣响。当人体遮挡内外侧红外线时, 系统即时报警。外侧线报警时间为 5 s, 内侧线报警时间为 3 s。人体离开检测区域或不再遮挡内外侧红外线约 3 s 后

系统复位。

4 结语

选煤厂带式输送机防伤人安全保护系统可有效避免选煤厂带式输送机旋转部件伤人事故, 具有一定社会效益。该系统还可应用于不同生产线的输送机以及矿山企业其它有伤人危险的工作场所。

参考文献:

- [1] 丁镇生. 传感器及传感技术应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.
- [2] 王义玉, 叶文, 王彬. 红外探测器[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2005.
- [3] 陈永甫. 红外探测与控制电路[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [4] 杨帮文. 新编传感器实用宝典[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [5] 何希才, 薛永毅. 传感器及其应用实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.