

矿用带式输送机智能监测装置研究

王 鹏¹, 王哲华^{2*}

(1. 苏州经贸职业技术学院 机电系, 江苏 苏州 215009; 2. 宿州科力电器有限公司, 安徽 宿州 234000)

摘要:为解决煤矿现场对国内矿用带式输送机监测保护装置应用情况认识模糊, 缺乏可靠性高的智能监测装置的问题, 开展了对在用监测装置典型型的分析, 提出了矿用带式输送机监测装置正从模拟电路、继电器构成的综合保护器向智能化、网络化监测装置过渡的趋势。据此, 设计了以高速 STC 单片机和工控机为核心的监测系统, 组建了主、从站的通讯网络, 以实现多种数据的监测保护和远程监控。现场使用结果表明: 本监测装置具有运行速度快, 监控功能齐全, 实时显示故障及运行数据, 工作方式灵活等特点, 为传统保护装置的更新提供了技术参考。该装置进行软、硬件改造后, 可推广应用于其他井下环境和相关行业。

关键词:监测装置; 矿用带式输送机; STC 单片机; 通讯

中图分类号: TH222; TP277; TD528.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2011)03-0333-04

Study on the intelligent monitoring apparatus for belt conveyors

WANG Peng¹, WANG Zhe-hua²

(1. Mechatronic Department, Suzhou Institute of Trade & Commerce, Suzhou 215009, China;

2. Keli Electrical Devices Co. Ltd., Suzhou 234000, China)

Abstract: To realize clearly the application situation of the belt conveyor monitoring apparatus and solve the problem of lacking reliable intelligent monitoring devices, typical applying molds at home were analyzed and later a monitoring apparatus for mining belt conveyors based on speedy STC MCU and IPC was designed. A 1 : N communication network was established, and hence data acquisition, machinery protection and remote monitoring came true. The observation in field shows that the new apparatus can offer real-time running and fail data and has complete monitoring functions, flexible working modes. It will provide technical references on the replacement of traditional ones and be further employed to many other mining devices and in other sectors after necessary innovation.

Key words: monitoring apparatus; mining belt conveyor; STC MCU; communication

0 引 言

带式输送机是煤矿上输送煤炭、矸石等物料的高效连续运输设备。由于煤矿井下环境恶劣, 带式输送机易损坏, 不仅影响生产, 还可能威胁井下人员的安全^[1-2]。因此《煤矿安全规程》规定, 带式输送机运输时必须装设防滑、堆煤、温度、烟雾报警等监测装置。目前国内采用的监测装置虽能实现安全监测的基本要

求, 但仍存在很多问题^[3]。主要表现在监测装置可靠性不高, 易出现故障和误操作; 技术复杂, 用户使用、检修困难; 传感器稳定性差, 易受外界干扰; 监测参数分散, 不利于数据共享、成本控制。可见, 在分析矿用带式输送机监测装置典型型式的基础上, 设计可靠、易用的智能监测装置仍是保证带式输送机安全运行的迫切任务。

本研究主要探讨矿用带式输送机智能监测装置研究。

1 带式输送机监测装置的典型型式

带式输送机监测装置配套不同类型的传感器可组成各种功能的控制系统,实现打滑、堆煤、跑偏、温度、烟雾等保护功能。各类监测装置的核心部件多是由硬线逻辑电路、运算放大器、CMOS 集成电路、单片机、PLC 等构成。因其采用的技术不同,结构型式和具体性能差别较大。

1.1 模拟电路和继电器构成的监测装置

传统的皮带机综合保护器多采用这种类型。如曾获得原能源部科技进步三等奖的 PZB-J1 带式输送机综合保护监控仪,具备综合保护、集中控制、通讯等三大功能,工作可靠、安装方便。整个装置采用模块式结构,分成隔爆型电源及执行模块、本质安全型主控模块、本质安全型传感器模块、本质安全型超温自动洒水模块等。这类装置控制功能灵活,但体积较大,模拟信号易受电磁干扰,整体可靠性不高。

1.2 智能芯片为核心的监测装置

这类监测装置多是以单片机、数字信号处理芯片(DSP)、可编程逻辑器件等智能控制芯片为核心设计,对带式输送机的运行状态进行实时监测,实现手动、自动启/停控制,温度、速度、堆料、跑偏、胶带撕裂等保护,以及烟雾、CO 浓度超限报警及自动洒水等,装置间的数据通讯多采用 RS485 串行总线进行^[4]。总体来看,该监测装置仍属于数据采集系统,虽有简单启/停控制,但信号采集、监测仍是其主要任务。

1.3 PLC 为核心的保护监控系统

PLC 组成的监控系统可靠性高、使用方便,能适应带式输送机复杂多样的控制和保护要求。典型的 PLC 保护监控系统由电气控制部分、保护用传感器及计算机终端组成^[5]。其中 PLC 是控制核心,各种传感器向 PLC 提供输入信号,完成信号采集,计算机终端是客户监控端。这类系统兼顾在线监测和控制,使信息得以共享;主流 PLC 支持各类接口规范,可以利用 RS485 或工业总线组网,满足大范围监控的需求。

1.4 单项监测装置

工业现场除还在大量使用的仅有断带、输送带撕裂、打滑、跑偏、张力超限等单项保护功能的监测装置,如某种钢丝绳芯输送带横向断裂监测装置,目前采用 X 射线进行无损探测,能实时、连续观察带内钢丝绳的动态图像,自动计算输送带任意部位的强

度和接头伸长量是否在规定的标准范围内,具有超标报警显示功能^[6]。这些单项保护装置虽然功能单一,但针对性强,准确度较高,有些不仅具有监测和保护功能,还可以显示故障部位,甚至自动减小偏差,因此仍有一定市场。

2 监测装置功能和基本要求

在分析现有带式输送机监测装置特点和相关技术标准的基础上,本研究针对矿用带式输送机的运行工况设计了一种新型监测装置。它以高速低功耗单片机和工控机为核心部件,提高了系统的可靠性及使用寿命。可实现打滑、超温洒水、堆煤、急停、跑偏、撕裂等保护,同时可监测皮带机的带速、电机温度,并以数显方式实时报出。该装置采用串行通讯方式与上位机和其它输送机进行数据交换,实现远程监控和多机集中控制。

监测装置基本构成如图 1 所示,主要由多种传感器、STC 单片机分站、STC 单片机主站、报警、显示模块、行列式键盘、继电器输出等部分组成。主站单片机可通过 RS485 串行协议与上位机通信,实现数据共享和远程监控。主站单片机在带式输送机出现故障时蜂鸣报警,并通过控制电路延时保护,断开输送机控制电路,同时启动自动洒水降温、灭火、沿线闭锁等措施。

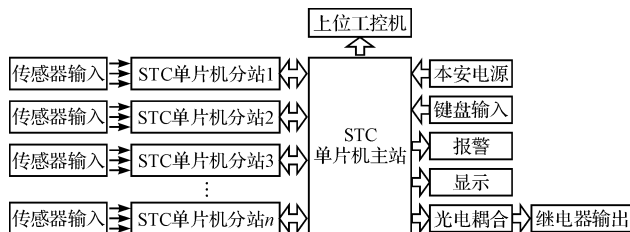


图 1 智能监测装置组成框图

3 带式输送机监测装置设计

3.1 硬件选型设计

3.1.1 控制芯片

采用 STC 单片机为控制核心设计监测系统的主、从站。该单片机是国产高速、低功耗、抗干扰能力强的新一代 8051 单片机,1 时钟即为 1 个机器周期,因而运行速度提高 8~12 倍;ISP 无需专用编程器;集成硬件看门狗芯片,增加了对应特殊功能寄存器;驱动能力很强,每 I/O 口最大 20 mA^[7]。

监测分站单片机选用 STC10L08X,其具有 8 KB

片内 ROM, 512 B RAM, 工作电压 2.2 ~ 3.6 V, PDIP 封装; 2 个 16 位定时器, 5 个中断且均可作为外部中断使用, 1 个全双工串口。主站芯片选用 STC12LE5A60S2, 片内 ROM 为 60 KB, RAM 则达 1 280 B; 增加了外部掉电检测电路, 可在掉电时将数据存进 EEPROM; 具有 8 通道 10 位 ADC, 2 路 PWM 输出, 4 个 16 位定时器。

STC 单片机在使用上与传统 51 单片机有一定区别: 因单片机内部有大容量 ROM, 不再需要外扩, 将 PSEN 信号去除, 管脚作为普通 I/O 使用; I/O 口作为准双向口使用时, 由于执行速度快, 指令执行完后 I/O 口电平来不及变化, 因此程序中在写高电平后要增加 2 个空操作, 延时读取外部状态; 由于执行速度快, 可采用较低的时钟频率, 以实现低功耗。

3.1.2 传感器

根据功能要求, 监测装置需配用多种类型的传感器以检测相关参数, 本研究主要选择了宿州科力电器公司生产的各型防爆传感器, 主要包括:

(1) 速度传感器: 用于输送带速度监测及打滑保护。常用的速度传感器有轴编码器、磁感应传感器、光电传感器、舌簧管式传感器、霍尔传感器等。因为霍尔传感器经济、可靠, 监测装置选用了这种结构的 GSH5 本安型速度传感器, 测速范围 0 ~ 10 m/s, 磁钢与霍尔元件距离 10 mm ~ 15 mm。

(2) 温度传感器: 用于温度监测和超温自动报警。选用了 KGW-12 型本安温度传感器, 工作电压 12 V, 温度保护值有 +40°、+60°两档。与 ZJP-1 矿用隔爆兼本安型自动喷雾装置配合可实现超温自动洒水。

(3) 煤位传感器: 用于堆煤保护, 主要有煤位开关和煤位探头两种。前者是靠煤堆上升使传感器导杆偏离中心线带动触点动作来实现保护, 因结构简单, 现场使用最多, 监测装置选择了该结构型式的 KGU 型触控传感器, 其动作角度 $\geq 30^\circ$ 。

(4) 跑偏传感器: 用于跑偏保护, 选用的是 GEJ40 本安型跑偏传感器。当传感器导杆偏离中心线 $40^\circ \pm 3^\circ$ 时, 经延时实现跑偏保护。通常成对使用, 机部、机尾各装一对, 沿胶带每隔 50 ~ 100 m 再装 1 对。

(5) 烟雾传感器: 选用 KGQ-12 型烟雾传感器, 双气敏型探头, 工作电压 12 V, 传感器灵敏度为 II 级。使用时悬挂于两主动滚筒上方风流下行的方向, 高度尽量靠近上带来料。

(6) 纵向撕裂传感器: 用于传送带纵向撕裂保护, 选用 KGV-12 型胶带纵向撕裂传感器, 采用红外传感

原理, 矿用本安型, 电压 12 V。

3.1.3 显示部分

主站显示可采用数码管和液晶显示器 (LCD) 实现。LCD 体积小、重量轻、耗电省, 不需要外接驱动电路, 减少了连线复杂性, 因此监测装置采用了 LCD1602 作为显示部件, 与 STC 单片机的连接采用 4 位并行数据传输方式。

3.1.4 上位机

用于远程监控设备运行情况的上位机采用研华公司生产的 IPC610 总线工控机, 配备专用处理器板卡。机箱为 4U 高 14 槽机架安装, 包括通用 14 槽无源底板、300 W ATX 电源和双冷却风扇, 支持单 PS/2 电源或冗余电源, 性价比较高。

3.2 软件系统设计

本装置系统的软件部分包括上位机监控程序、主站控制程序和分站控制程序。

3.2.1 上位机监控程序

上位机软件完成系统监控画面处理, 与主站控制机通讯等, 采用 MCGS 组态软件设计。MCGS 是快速构造和生成上位机监控程序的组态软件, 能够完成现场数据采集、数据处理、流程控制、动画显示、报表输出等功能, 广泛应用于石化、钢铁、电力、机械制造等领域。监控程序除了要设计好监控画面, 正确进行动画连接、设备连接外, 重点解决监控程序与单片机的通信问题, 即编制 MCGS 的设备驱动程序。

MCGS 用 Active DLL 构件的方式来实现设备驱动程序, 通过规范的 OLE 接口挂接到 MCGS 中, 以解决数据传输速度慢的问题; 同时, OLE 是一个可扩充的开放标准, 用于实现不同软件之间的相互操作。可以使用 VB、VC 等语言编制驱动程序, MCGS 设备构件的实现方法、原理与标准 VB 的 ActiveDLL 一致, 只要遵守 MCGS 的接口规范, ActiveDLL 就可以用作 MCGS 的设备驱动构件。

3.2.2 主、从站控制程序

带式输送机监测系统的主站控制流程如图 2 所示, 运行开始后首先对系统进行初始化, 包含定时器、I/O 口、液晶显示的初始化等^[8]。设置串口中断方式后开中断, 启动定时器。从站数据通过串行中断方式传送给主站, 主站通过判断从机的地址, 确定数据是由哪个从机发出, 得到从机所连接的传感器监测到的带式输送机的故障信号或运行参数。接收数据时需要启用定时器不停监测数据两个相邻字节之间的时间间

隔,以判断是否需要丢弃数据。分站控制软件主要包括通信协议、检测信号拾取、地址识别等模块。

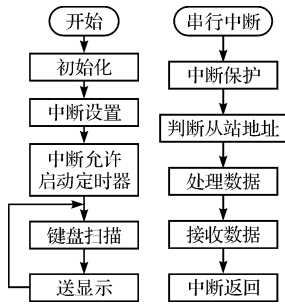


图2 主站控制程序

3.3 网络通讯

系统采用 RS485 串行总线传送信号,传输距离远,传输速率高^[9]。采用的通讯方式为 1:N 主从式;通讯协议为 Modbus RTU;波特率为 1 200、2 400、4 800、9 600 bps,可现场设置;通讯接口为 RS485 半双工异步串行接口;传输方式为两线式,在传输线终端接 100 Ω 的电阻。从而利用 1 根双绞线把所有从站连接起来,然后接到主站的 RS485 接口上,再通过上位机侧的转换器与上位机相连。长距离传输时还可采用光纤作为介质,在收发端加光电转换器^[10]。

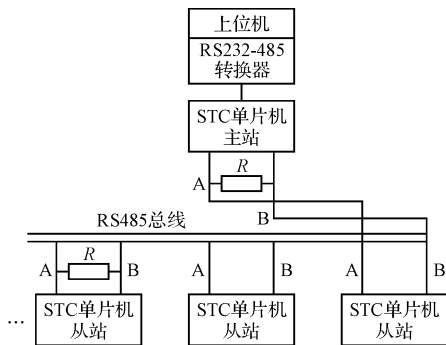


图3 监测系统通讯网络框图

4 监测装置运行效果

该监测装置已由宿州科力电器有限公司生产,在皖北煤电公司投入试运行。从现场运行情况来看:由于以 STC 单片机作为系统核心,同传统监测装置和基于 51 单片机的装置相比,降低了系统功耗,加快了运行速度;系统工作方式灵活,具有集控、手动、检修 3 种可选的方式;具有故障监测保护、语音声光报警、设备启动预警、启/停连锁、实时显示故障及运行数据功能;

在设计之初预留有接口,方便系统升级扩展。经过不断调试和完善,该监测装置能够准确、清晰、实时地完成系统的监测保护任务,满足用户的要求,具有较好的稳定性。

5 结束语

本研究根据矿用带式输送机监测设备从模拟电路、继电器构成的综合保护器向网络化智能监控仪器过渡的趋势要求,设计了以 STC 单片机和工控机为核心的智能监测装置,为矿用带式输送机保护装置的更新换代提供了技术参考,把测试装置研制中的相关成果继续深化,可推广到其他的井下作业环境中,经过扩展改造,还可以组建 ProfiBus 现场总线控制系统,满足更大规模集中控制的要求。

参考文献(References):

- [1] VLADISLAV K, ZAINALABIDIN M N. Hazard identification for equipment-related fatal incidents in the U. S. underground coal mining[J]. *Journal of Coal Science and Engineering*, 2009, 15(1): 1-6.
- [2] VERAKIS H, HOCKENBERRY M. Conveyor belt entry fire hazards and control[C]//Proceedings of 12th U. S./North American Mine Ventilation Symposium, USA: [s. n.], 2008: 547-550.
- [3] 赵松, 陈东轩, 陶瑞生. 煤矿带式输送机综合保护装置的应用探讨[J]. *煤矿安全*, 2005, 36(2): 41-43.
- [4] 郑晓亮, 祝龙记. 煤矿带式输送机智能控制保护系统[J]. *煤矿机械*, 2008, 29(2): 123-125.
- [5] 邢丽坤, 韦颖. PLC 在带式输送机电气控制系统中的应用[J]. *煤炭工程*, 2007(11): 113-114.
- [6] 吴登庆, 郭广生. 钢丝绳芯输送带横向断裂监测装置的应用[J]. *煤炭科学技术*, 2000, 28(3): 31-32.
- [7] 王海涛, 蒋德云, 李照霞, 等. 一种基于单片机 STC89C58-RD+ 的称重显示控制器[J]. *机电工程*, 2008, 25(6): 82-84.
- [8] 袁易君. 基于 AVR 单片机带式输送机监测系统的设计[J]. *煤矿机械*, 2010, 31(3): 230-231.
- [9] 彭庆海, 胡小强. Modbus 协议及其在 MCU 与 PLC 通信中的应用[J]. *机电工程*, 2010, 27(4): 52-54.
- [10] MAZURKIEWICZ D. Computer system for monitoring conveyor belt joints[J]. *Canadian Mining Journal (Digital Edition)*, 2007(5): 23-24.

[编辑: 柴福莉]