

文章编号:1672-058X(2013)04-0050-05

基于 ARM 的煤矿安全监控系统通信分站的设计*

周明龙¹, 田 丽², 武昌俊¹, 程晶晶²

(1. 安徽机电职业技术学院电气工程系, 安徽 芜湖 241000;

2. 安徽工程大学 电气工程学院, 安徽 芜湖, 241000)

摘 要:针对煤矿安全的重要性,设计了一种基于 ARM7 控制器的煤矿安全监控通信分站;该分站由传感器数据采集电路、集成 CAN 控制器的 ARM7 芯片、CAN 接口电路组成;用移植入 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 实时操作系统的 ARM7 微控制器处理传感器采集来的数据,并以 CAN 总线的方式与监控中心进行通信。

关键词:ARM7; 监控分站; $\mu\text{C}/\text{OS-II}$; CAN 总线

中图分类号:TP274

文献标志码:A

一直以来煤矿安全问题是煤炭生产的重心,近几年随着一次性能源的不断利用,相关政府部门也开始高度重视煤炭生产安全问题,因此要保证安全生产就需要拥有一套性能优良的监控系统。该监控系统通过对井下各种生产环境参数和设备运行情况的检测,及时的对检测到的数据进行处理,并通过总线与井上的监控中心进行通信,监控中心的工作人员可以根据井下的情况采取相应的管理措施,如遇到突发事件可以及时的通知井下的工作人员做出相应的决策。监控系统通信分站肩负着环境数据采集与井上通讯的任务,是监控系统的枢纽,它的工作稳定性和实时性决定了监控系统工作的质量。

本文采用 Philip 公司生产的基于 ARM7 内核带有 CAN 接口的 32 位微处理器 LPC2194。处理器比以前的 8 位单片机处理速度快,能及时的将处理的数据通过 CAN 总线送到总站,真正地实现监控系统实时性。 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 是源码公开多任务且基于优先级的实时操作系统,可以优先处理优先级高的任务,例如瓦斯浓度检测任务能够得到及时的处理。现场总线采用 CAN 总线的通信方式,CAN 总线的数据通信具有可靠性、实时性和灵活性。这符合煤矿监控系统实时性的要求,大大提高了执行速度,保证了煤矿的安全生产。

1 监控通信站的总体设计

整个煤矿安全监控系统大体由 3 个部分组成,传感器和执行器模块,监控通信分站以及地面监控中心。其中监控通信分站是整个监控系统最重要的部分,起着枢纽的作用。监控通信分站的主要作用是处理各类传感器采集来的数据,然后根据预定的程序执行相应的执行器,调节相应的环境变量,保证井下的安全生产。现场总线采用 CAN 总线的方式,CAN 总线属于现场总线的范畴,它是一种有效支持分布式控制或者实

收稿日期:2012-06-09;修回日期:2012-09-02.

* 基金项目:国家自然科学基金(71171002);安徽省高校省级自然科学基金项目(KJ2012B014).

作者简介:周明龙(1983-),男,安徽安庆人,助教,从事智能控制与建模仿真研究.

时控制的串行通信网络。CAN 总线是德国 Bosch 公司上世纪 80 年代初为解决汽车内部控制与测试仪器之间的数据交换而开发的一种串行通信协议,由于其高性能、高可靠性以及独特的设计,被广泛应用在过程控制、机械工业、纺织机械等领域,系统框图如图 1 所示。

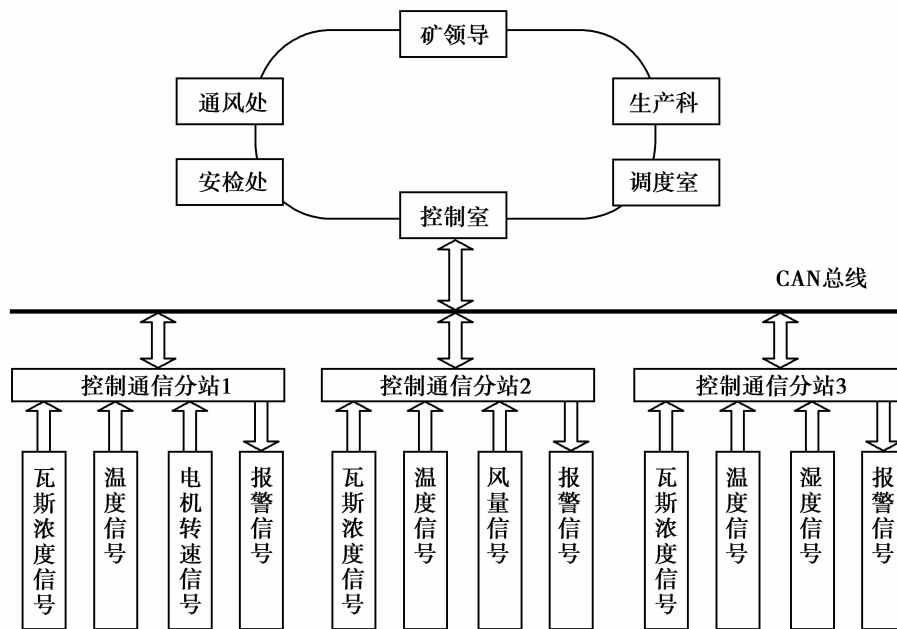


图 1 监控系统结构图

2 监控通信站硬件设计

2.1 控制器的选择

在目前运用的 8 位、16 位控制器的矿用设备中,大多都只具有简单低速的数据处理功能,对于复杂多任务的功能很难在一块芯片上实现,这样不仅实时性得不到保证,因而需要使用多块芯片,使得电路设计的复杂,且降低了系统的抗干扰能力,不利于设计和设备的正常工作。现选用 Philip 公司生产的 ARM7 32 位微处理器 LPC2194,它采用非常小的 64 脚封装、极低的功耗、多个 32 位定时器、4 路 10 位 ADC、4 路高级 CAN 通道、PWM 输出以及 46 路 GPIO 及多达 9 个的外部中断,同时采用三级流水线设计使得处理数据和存储的速度更快,内核带有 CAN 接口,有利于与 CAN 总线进行通信。这款微控制器特别适合自动化应用,如在不同速率的子网络上,通过一个 CAN 网关连接多个 CAN 总线及 CAN 桥路。可以通过移植入实时操作系统进行基于优先级的多任务管理和调度,满足煤矿监控系统对实时性的和可靠性的要求。

2.2 控制器硬件的设计

控制器硬件设计主要包括数据采集电路,键盘与显示电路,存储器扩展,以太网接口等。硬件电路的系统框图如图 2 所示。

监控分站硬件部分的核心部件是 LPC2194 处理器,它是数据处理和数据传输的中心。以复位、时钟和晶振电路等组成最小系统电路,在此基础上扩展多种功能。键盘输入可以手动的调节相关设备的运行参数,并在 LCD 上显示出来。液晶模块可以用动态的方式显示煤矿监控分站的设备运行状况。CAN 总线接口电路是将采集来的数据发送到 CAN 总线上,可以通过总线将井下的信息传递到井上,经过井上监控中心的综合分析和处理,采取相应的措施,及时通知井下的工作人员。

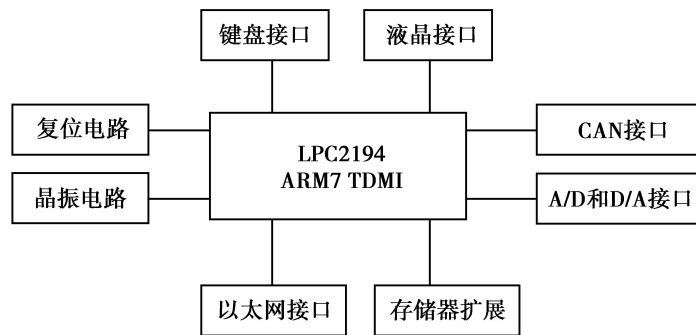


图 2 硬件系统结构图

2.3 瓦斯浓度采集模块

瓦斯浓度检测是煤矿安全生产的最重要的部分,是关系到煤矿安全生产和矿工的人生安全。本设计采用矿用红外瓦斯传感器,它的检测浓度范围宽,使用寿命长。该模块由红外瓦斯传感器、信号放大电路和 A/D 转换器组成,红外瓦斯传感器将感测的瓦斯浓度转换成模拟信号,此模拟信号通常较弱,首先经过信号放大电路放大后,而后经过 A/D 接口送入微处理器进行数据处理。

2.4 按键和液晶显示及报警模块

键盘是用来设定相关设备的参数,如温度检测上限值、瓦斯浓度报警值、系统的时间等。液晶显示用于显示这些参数以及图形和文字。该监控分站还采用报警功能,当温度过高或瓦斯浓度超过报警值时,红色报警指示灯就会闪烁,如图 3 所示的电路图。由 LPC2194 的 P0.8 脚控制 Q_1 和 Q_2 的通断,当需要报警时,微处理器通过 P0.8 脚送连续的矩形脉冲序列。

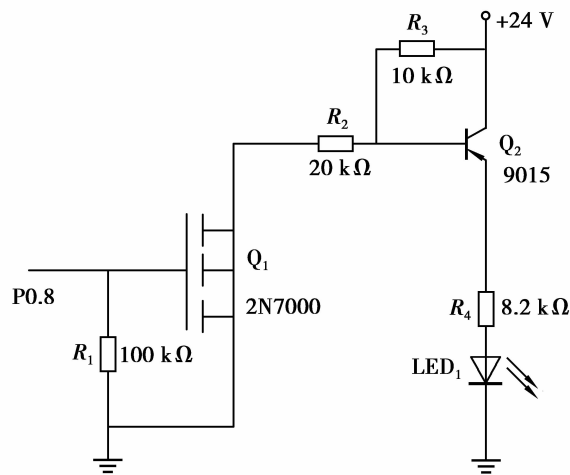


图 3 报警电路

2.5 CAN 接口电路设计

本设计采用的微处理器 LPC2194 已经集成了 CAN 控制器,接口电路采用隔离 CAN 收发器模块,保证 CAN 总线遭受严重干扰时控制器能够正常运行。在以往的设计中,通常采用两个高速光耦(6N137)来实现电气上的隔离,用电源隔离模块实现电源上的隔离,这样不仅设计起来麻烦,而且效果不理想。CTM 系列模块是集成电源隔离,电气隔离,CAN 收发器,CAN 总线保护于一体的隔离 CAN 收发器模块。此模块 TXD、RXD 引脚兼容 +3.3 V 或者 +5 V 的 CAN 控制器,无需外接其他元器件。直接将 CAN 控制器发送接收引脚与 CTM 模块的发送、接收引脚相连接。有了隔离 CAN 收发器,就可以很好的实现 CAN-bus 总线上各节点电气、电源之间完全隔离和独立,提高节点的稳定性和安全性。隔离 CAN 收发器模块电路如图 4 所示。

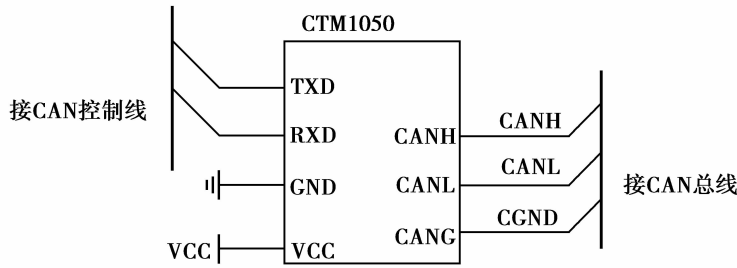


图 4 隔离 CAN 收发器模块

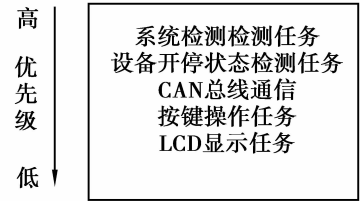


图 5 任务优先级的划分

3 监控通信站软件设计

控制分站的软件部分是监控系统的重要部分。监控系统对实时性要求较高,输入输出数据量较大,需处理的信息源多,为了保证整个监控系统能够稳定有效的运行,选择 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 实时操作系统进行软件的开发。保证通信站与 CAN 总线进行通信,设计 CAN 通信程序。

(1) 系统任务。当系统上电后,检测任务优先级最高,最先运行。执行此任务后,当检测到瓦斯浓度或者温度等变量过高时,立即报警和设备的开停控制(调用相应的程序)。然后及时通知 CAN 总线上的其他节点设备和矿井上的监控中心。按键操作和 LCD 显示部分对实时性要求不高,因此设置为低优先级,如图 5 所示。

(2) CAN 总线通信。将采集的数据打包成 CAN 发送帧格式进行数据的发送。首先要判断发送缓冲器是否空闲,若空闲则 CAN 控制器将要发送的数据送入发送缓冲器。当 CAN 控制器将缓冲器中的数据发送完毕后返回数据帧是否发送成功的信息。接收数据子程序和发送数据基本流程一样,在此不做介绍。CAN 总线发送数据流程图如图 6 所示。

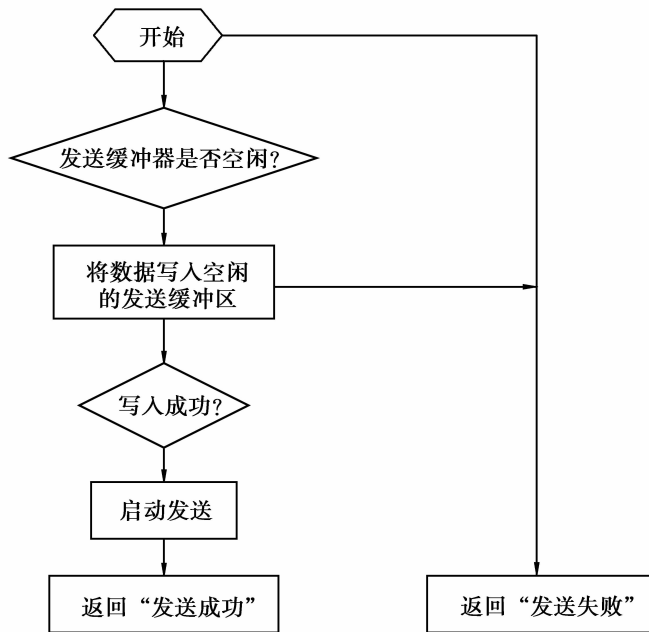


图 6 CAN 总线发送数据流程图

4 结 语

煤矿安全是近年研究的一个热点问题,监控通信分站的设计是整个监控系统核心部分,随着传感器技术、计算机技术、通信技术以及微电子的快速发展,监控通信分站的设计也需要不断地完善,保证煤矿生产更加安全可靠。

参考文献:

- [1] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005
- [2] 饶运涛. 现场总线 CAN 原理与应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003
- [3] 温如春,王祖麟,张振利. 基于 ARM 的煤矿安全生产监控终端设计[J]. 机械与电子,2007(11):66-69
- [4] Labrosse J Jean. 嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$. 2 版[M]. 邵贝贝,译. 北京:北京航空航天大学出版社,2003
- [5] 孙连新,王忠林,韩敬伟. 一个新的三维混沌系统分析及电路实现[J]. 四川兵工学报,2010(2):116-118

Design of the Safety Monitoring System Communication Substation in Coal Mine Based on ARM

ZHOU Ming-long¹, TIAN Li², WU Chang-jun¹, CHENG Jing-jing²

(1. Department of Electric Engineering, Anhui Technical College of Mechanical and
Electrical Engineering, Anhui Wuhu 241000, China;

2. School of Electric Engineering, Anhui Polytechnic University, Anhui Wuhu 241000, China)

Abstract: One kind of coal mine safety monitor and control substation is designed based on ARM7 microcontroller according to the important function in coal mine safety. The substation consists of sensors data acquisition circuit, ARM7 microchip with integrated CAN controller and CAN interface circuit. The ARM7 microcontroller with the real-time operation system $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ is used to handle the data collected by sensors and to communicate with the monitoring center by CAN bus.

Key words: ARM7; monitor and control substation; $\mu\text{C}/\text{OS-II}$; CAN bus

责任编辑:代小红