

经验交流

文章编号: 1671- 251X(2011)03- 0067- 04

DOI: CNKI: 32- 1627/ TP. 20110226. 1600. 002

高可靠性矿用分站的设计

朱前伟¹, 刘春霞²

(1. 中煤科工集团常州自动化研究院, 江苏 常州 213015;
2. 青岛科技大学自动化与电子工程学院, 山东 青岛 266042)

摘要: 矿用分站与传感器之间大多采用模拟信号传输方式, 极易受井下电磁干扰的影响, 降低了煤矿安全监控系统的稳定性和可靠性。针对上述问题, 设计了一种与传感器之间采用数字传输方式的高可靠性矿用分站, 详细介绍了该分站的结构、硬件及软件设计。测试结果表明, 该分站通过了《AQ 6201—2006 煤矿安全监控系统通用技术条件》中规定的抗干扰性能试验, 具有较强的稳定性。

关键词: 安全监控; 矿用分站; 数字传输; LPC1754; EMC

中图分类号: TD68 **文献标识码:** B **网络出版时间:** 2011- 02- 26 16: 00

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20110226.1600.002.html>

Design of Mine-used Substation with High Reliability

ZHU Qian-wei¹, LIU Chun-xia²

(1. Changzhou Automation Research Institute of China Coal Technology and Engineering Group Corporation, Changzhou 213015, China. 2. College of Automation and Electric Engineering of Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: Most mine-used substations use analog signal transmission mode to communicate with sensors. The transmission mode is easily influenced by electromagnetic interference of coal mine underground, which would reduce stability and reliability of safety monitoring and control system of coal mine. To solve the problem, a mine-used substation with high reliability was designed which uses digital transmission mode to communicate with sensors. Structure and design of hardware and software of the substation were introduced in details. The test result showed that the substation passed anti-interference performance test regulated by AQ 6201—2006 *General Specification of Safety Monitoring and Control System of Coal Mine* and has higher stability.

Key words: safety monitoring and control, mine-used substation, digital transmission, LPC1754, EMC

0 引言

矿用分站是煤矿安全监控系统中的一个重要部分, 它的性能好坏将极大地影响整个系统的稳定性和可靠性。《AQ 6201—2006 煤矿安全监控系统通用技术条件》中规定^[1]: 分站接收来自传感器的信

号, 并按预先约定的复用方式远距离传送给传输接口, 同时, 接收来自传输接口的多路复用信号; 分站还具有线性校正、超时判别、逻辑运算等简单的数据处理能力, 并能处理传感器输入信号和传输接口传来的信号, 控制执行器工作。另外, 对于分站采集传感器输入信号部分, 在《MT/T 1005—2006 矿用分站》中规定^[2]: 分站应具有模拟量采集功能, 模拟量输入信号优选数字信号和频率型模拟信号。目前, 现场使用的矿用分站大多只可采集频率型模拟量输入信号, 而不能采集数字信号的模拟量输入信

收稿日期: 2010- 10- 26

作者简介: 朱前伟(1979-), 男, 江苏徐州人, 工程师, 硕士, 现主要从事煤矿自动化监控设备的开发应用和检测工作。E-mail: zhucongwei@126.com

号。在煤矿井下的使用过程中发现,频率型模拟量输入信号抗干扰能力较数字信号的模拟量输入信号差。笔者设计的一种高可靠性矿用分站可以解决该问题。

1 矿用分站硬件系统设计

高可靠性矿用分站的工作原理如图1所示,以LPC1754微处理器为核心,由看门狗电路、红外遥控电路、键盘与显示电路、串口扩展电路和RS485数据收发电路等组成。

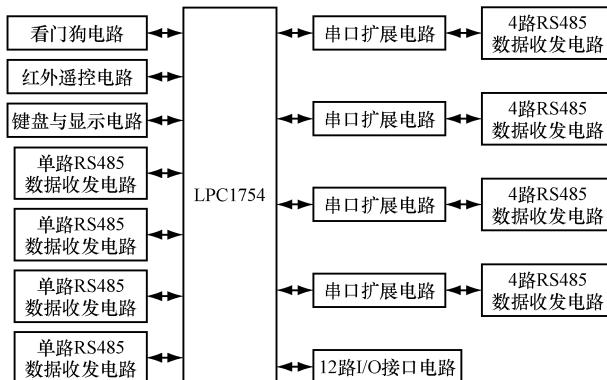


图1 高可靠性矿用分站的工作原理

1.1 LPC1754微处理器

LPC1754是一款Cortex-M3微处理器^[3],适用于处理要求高度集成和低功耗的应用领域。ARM Cortex-M3是处理器下一代新生内核,它可提供系统增强型特性,例如现代化调试特性和支持更高级的块集成;其核心是基于哈佛架构的3级流水线内核,该内核集成了分支预测、单周期乘法、硬件除法等众多功能强大的特性;与执行ARM指令的ARM7TDMI-S处理器相比,其效率提高了35%;具有在系统编程(ISP)和在应用编程(IAP)功能的片上FLASH程序存储器,片内集成了128KB的FLASH ROM、32KB的SRAM,3个SPI控制器,具有同步、串行、全双工通信和可编程的数据长度,4个UART,带小数波特率发生功能、内部FIFO、DMA支持和RS485支持,4个32位通用定时/计数器,片内看门狗和上电复位电路,4MHz的内部RC振荡器可在±1%的精度内调整,70个通用I/O(GPIO)管脚,带可配置的上拉/下拉电阻。基于其优越的性能和丰富的配置,本设计采用LPC1754微处理器。

1.2 看门狗电路

煤矿井下环境中的干扰大多是以窄脉冲的形式出现,造成分站出现的故障大多是“死机”、程序“跑

飞”或进入“死循环”。为使程序能自动恢复,重新正常工作,一种有效的办法是采用硬件看门狗技术,即不断监视程序循环运行时间,若发现时间超过已知的循环设定时间,则认为系统进入了死循环,然后强迫程序返回到0000H入口,在0000H处安排一段出错处理程序,使系统纳入正轨。本设计中采用的看门狗芯片是美信公司生产的MAX813L,其特点是具有独立的看门狗输出功能^[4]:如果看门狗输入在1.6s内未被触发,其输出将变为高电平;低电平有效的手动复位输入;加电、掉电以及供电电压下降情况下的复位输出。这些功能可以提高分站的抗干扰性能。

1.3 红外遥控电路

常用的红外遥控接收电路多存在电路复杂、易受到干扰而误动作、较大的静态功耗等问题。本设计采用一体化红外接收头HS38B3V,它只需要少量的外围电路即可正常工作^[5],可靠性高、抗干扰能力强,非常适合在煤矿井下使用。

1.4 键盘与显示电路

键盘与显示是人机交互的一个窗口,键盘输入部分直接通过按钮与微处理器的I/O相连,按钮共有4个,分别是“上页”、“下页”、“取消”和“确认”。显示部分采用12864的液晶显示屏,循环显示分站所挂接的数字传感器的实时数据和各个开关量的状态。

1.5 单路RS485数据收发电路

常用的RS485数据收发电路由3只隔离光耦、RS485收发器件和隔离电源模块组成,元器件数量较多,占用的PCB面积大,电磁兼容EMC性能差。本设计采用的是ADI公司生产的ADM2582E芯片,它是集成电源隔离、电气隔离、RS485接口芯片和总线保护器件于一体的芯片^[6],具有电磁辐射EME极低和电磁抗干扰EMI极高的优点;另外,它具有过热关断特性,能够防止输出短路,并可防止温度过高时因电源的过度损耗而毁坏芯片:当芯片温度高于150℃时,它独有的热关断电路会关断驱动器输出,而当温度回到140℃时,它会自动使能驱动器输出,满足了《GB 3836.1—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分:通用要求》中对于I类电气设备(煤矿用电气设备)的温度要求^[7];其隔离电压为2500V,输入/输出引脚上提供±15kV ESD(Electro-static Discharge)保护功能,真正防故障装置的接收输入端,以及大于25kV/μs的高共模瞬态抑制能力,非常适合在煤矿井下电磁干扰复杂环境

中的产品使用。由 ADM2582E 组成的 RS485 数据收发电路如图 2 所示, 其中 TX1、RX1、RTS1 引脚与 LPC1754 或 VK3234 的 UART 相关引脚相连。

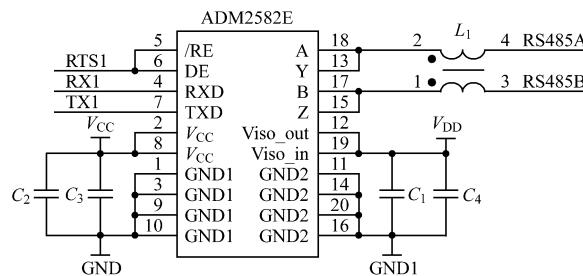


图 2 RS485 数据收发电路

1.6 串口扩展电路

目前市场上使用较多的串口扩展芯片是通过微处理器的串行口来扩展串口的, 这样就占用了一个微处理器固有的串口。本设计采用的串口扩展芯片是摩托罗拉公司生产的 VK3234 芯片, 它是 SPI 总线接口的四通道通用异步收发器^[8], 可独立设置每个子通道串口的波特率、字长、校验格式; 采用绿色环保的无铅封装, 2.5~5.5 V 的宽工作电压范围, 具备可配置自动休眠/唤醒功能; 只需与微处理器的 SPI 接口桥接, 节省了微处理器固有的串口。LPC1754 有 3 个 SPI 接口, 这样就可以扩展 12 个串口, 再加上 LPC1754 固有的 4 个串口, 本矿用分站共有 16 个独立的串行接口, 其中, 一个串口用于与上位机通信, 其余的串口用于连接数字传感器, 每个串口可连接的数字传感器的数量最大为 64 个, 这样可以挂接的数字传感器的数量已经远远超出了煤矿现场使用的数字传感器的数量, 完全可以满足现场需求。由 VK3234 组成的串口扩展电路如图 3 所示, SCS0 为 SPI 片选信号, SCLK0 为 SPI 串行时钟信号, SDIN0 为 SPI 数据输入信号, SDOUT0 为 SPI 数据输出信号, 它们与 LPC1754 的 SPI 接口相连; TX1~TX4、RX1~RX4、RTS1~RTS4 与 ADM2582E 相连, 这样就实现了 1 个 SPI 接口扩展 4 个串口的目的。

1.7 I/O 接口电路

在煤矿井下, 矿用分站不仅要接收模拟量数字传感器的信号, 同时, 还要接收开关量传感器的信号和对远动开关等设备发送控制信号, 当然, 开关量传感器也可通过 RS485 总线与矿用分站通信。矿用分站与其它开关量设备通信同样采用光耦隔离方式, 用于消除两者之间的干扰。

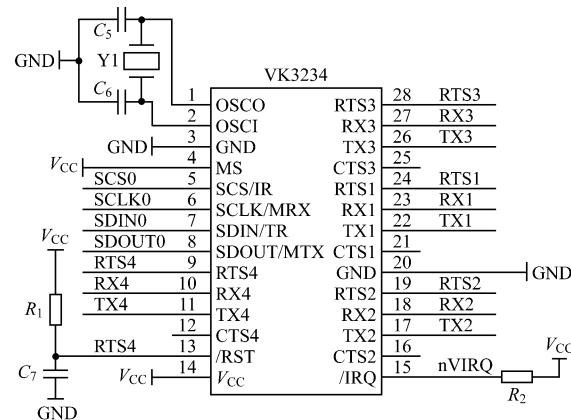


图 3 串口扩展电路

2 矿用分站软件设计

矿用分站软件设计采用 C 语言模块化设计, 各模块之间既相互关联又相互独立, 其主要功能是实现对模拟量数字传感器数据和开关量传感器数据的采集、处理、显示及发出控制命令, 同时, 担负着与上位机通信的任务。矿用分站与传感器通信和矿用分站与上位机通信采用高效、严密的通信协议; 在数据采集部分采用了多种滤波方法相互结合的滤波手段; 在使用硬件看门狗的同时, 使用了微处理器自身带的软件看门狗, 增强了程序的健壮性和抗干扰能力。矿用分站软件程序流程如图 4 所示。

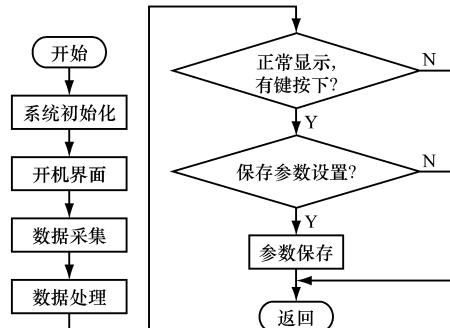


图 4 矿用分站软件程序流程

3 结语

针对目前矿用分站在煤矿使用中存在的问题, 设计的高可靠性矿用分站采用高集成度和低功耗的 LPC1754 微处理器、具有 SPI 接口的串口扩展芯片 VK3234 将微处理器和 RS485 接口芯片 ADM2582E 完美地结合起来。测试结果表明, 该分站界面清晰、简洁; 参数设置简单、快捷; 采用数字传输的方式提高了数据采集的可靠性; 通过了

文章编号: 1671- 251X(2011)03- 0070- 04 DOI: CNKI: 32- 1627/ TP. 20110226. 1607. 006

一种新型通信分站的设计

徐乐年¹, 高爽², 李文静²

(1. 山东科技大学信息与电气工程学院, 2. 山东科技大学机械电子工程学院, 山东 青岛 266510)

摘要: 针对目前煤矿安全监控系统中低层网络即由智能传感器组成的传感器总线网络多种多样的问题, 提出了一种兼容多种通信方式的通信分站设计方案。该分站一方面可采集多种数字接口的智能传感器信息; 另一方面既可采用传统的总线方式与监控计算机通信, 又可通过光纤或工业以太网与监控计算机通信。实际应用表明, 该分站具有良好的兼容性和可靠性。

关键词: 煤矿; 安全监控; 通信分站; 总线; 智能传感器; 兼容性; 本质安全

中图分类号: TD68 **文献标识码:** B **网络出版时间:** 2011- 02- 26 16: 07

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20110226.1607.006.html>

Design of a New Type of Communication Substation

XU Le-nian¹, GAO Shuang², LI Wen-jing²

(1. College of Information and Electrical Engineering of Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China. 2. College of Mechanical and Electronic Engineering of Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China)

Abstract: In view of problem that there are many kinds of sensor bus network composed by intelligent sensors in low level networks of safety monitoring and control system of coal mine, the paper proposed a design scheme of communication substation which is compatible with many kinds of communication modes. On the one hand, the substation can collect data of intelligent sensors with many kinds of digital interface. On the other hand, it not only can communicate with monitoring computer by traditional bus mode, but also can communicate with monitoring computer by optical fiber or industrial Ethernet. The actual

收稿日期: 2010- 11- 01

作者简介: 徐乐年(1965-), 男, 山东龙口人, 副教授, 博士, 长期从事煤矿检测仪表和监测系统的研发工作。E-mail: xulenian@163.com

《AQ 6201—2006 煤矿安全监控系统通用技术条件》中第 4.11 条规定的抗干扰性能试验, 稳定性得到了很大的完善。

参考文献:

- [1] 国家安全生产监督管理总局. AQ 6201—2006 煤矿安全监控系统通用技术条件[S]. 北京: 煤炭工业出版社, 2006.
- [2] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. MT/T 1005—2006 矿用分站[S]. 北京: 煤炭工业出版社, 2006.
- [3] 周立功, 张华. 深入浅出 ARM [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2009.

天大学出版社, 2005.

- [4] 张元良, 吕艳, 王建军. 智能仪表设计应用技术及实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [5] 唐黎明. 高级遥控电风扇的修复[J]. 电子制作, 2008(12): 9-10.
- [6] 何希才. 常用集成电路应用实例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [7] 国家质量技术监督局. GB 3836. 1—2000 爆炸性环境用电气设备 第 1 部分: 通用要求[S]. 北京: 国家标准出版社, 2000.
- [8] 靳桅. 基于 51 系列单片机的 LED 显示屏开发技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2009.