

经验交流

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0069- 04

# 基于 USB 协议的井下防爆计算机电池电量 监测系统的设计

郑万波, 吴燕清, 肖勇, 雷凯丽

(煤炭科学研究总院重庆研究院, 重庆 400037)

**摘要:** 针对现有井下防爆计算机不具备电池电量监测功能的问题, 提出了一种基于 USB 协议的井下防爆计算机电池电量监测系统的设计方案。该系统选用带有 AD 转换的小型单片机完成电池电量采集和处理任务, 采集的数据通过串口传输给 USB 转串口模块, 上位机通过虚拟串口可得到电池电量的采样值。测试结果表明, 该系统设计的指标符合负载工作时间, 数据传输可靠性较高, AD 转换的相对误差能够满足电池电量采集的要求。

**关键词:** 矿井; 防爆计算机; 电池电量; USB 协议; 实时监测

**中图分类号:** TD684 **文献标识码:** B

## Design of Electric Quantity of Battery Monitoring System of Underground Explosion-proof Computer Based on USB Protocol

ZHENG Wan bo, WU Yan qing, XIAO Yong, LEI Kai li

(Chongqing Research Institute of CCRI, Chongqing 400037, China)

**Abstract:** In view of problem that current underground explosion-proof computer has no monitoring function for electric quantity of battery, a design scheme of electric quantity of battery monitoring system of underground explosion-proof computer based on USB protocol was proposed. In the system, small single-chip microcomputer with AD conversion is used to collect and process electric quantity of battery, the collected data is transmitted to module of USB to serial port, then sampling value of electric quantity of battery can be got by upper computer through virtual serial port. The test result showed that the indexes of the system accord with working time of load, data transmission has higher reliability and relative error of AD conversion can meet with demands of collection of electric quantity of battery.

**Key words:** mine, explosion-proof computer, electric quantity of battery, USB protocol, real-time monitoring

## 0 引言

井下防爆计算机为便携式结构、隔爆兼本质安全型设计, 采用镍氢电池供电, 其电路本身不具备电池电量监测功能, 在使用的过程中电量处于一个未知状态, 经常出现突然断电的情况。因此, 需要利用

现有硬件资源及接口, 开发一种具备实时电量采集、传输、处理、显示及缺电报警功能的电量监测系统, 解决充放电过程中电量实时监测问题。本文介绍一种基于 USB 协议的井下防爆计算机电池电量监测系统的设计。

## 1 电池电量采集电路设计

防爆计算机提供外接 USB 数据接口, 所以其它

收稿日期: 2010- 09- 10

作者简介: 郑万波(1981- ), 男, 四川富顺人, 工程师, 硕士, 现主要从事矿井救援通信技术与装备研究工作。E-mail: zwanbo2001@163.com

数据都需要转换成 USB 数据上传到防爆计算机。由于防爆计算机只有 1 个 USB 输出口, 电池电量监测系统需要同时挂接 USB 电量采集模块和 USB 鼠标键盘, 用 USB 集线器电路来扩展 USB 接口, 图 1 为电池电量采集电路框图。

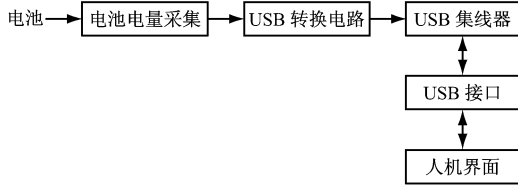


图 1 电池电量采集电路框图

电池电量监测系统选用自带 AD 转换的小型单片机完成电池电量采集任务, 通过串口输出, USB 转换电路完成串口数据和 USB 协议数据间的转换, USB 数据通过上位机(防爆计算机)的驱动软件把 USB 数据解析成虚拟串口数据, 上位机获取采集数据后通过人机界面显示。电池电量采集电路作为从机, 上位机作为主机, 主机和从机采用查询应答的通信方式。

根据煤矿产品的实际需求, 电池电量监测系统的绝对误差  $\leq 0.01$ , 相对误差  $\leq 0.1\%$ 。

## 2 系统硬件电路设计

### 2.1 单片机电路

电池电量监测系统的处理器采用低成本的 STC12C2052AD 型单片机<sup>[1-2]</sup>, 它是高速/低功耗/超强抗干扰的新一代 8051 单片机, 指令代码完全兼容传统 8051 单片机, 内部集成 MAX810 专用复位电路, 复位脚设置为 I/O 口使用时, 复位脚可浮空; 4 路 PWM, 8 路高速 10 位 AD 转换; 工作电压为 5.5~3.5 V; 超低功耗: 空闲模式下工作电流小于 1 mA, 正常工作电流为 4~7 mA, 每个 I/O 口驱动能力均可达到 20 mA; 掉电模式下外部中断唤醒功耗  $< 0.1 \mu\text{A}$ , 支持下降沿/低电平和远程唤醒, 增加了掉电唤醒专用定时器, 启动掉电唤醒定时器典型功耗  $< 2 \mu\text{A}$ 。图 2 为带 AD 转换的单片机电路, 其中  $C_{30}$  和  $R_{15}$  组成上电复位电路, JP1 为 ISP 编程口, 采用 12 MHz 晶振, ADC 电压采集输入口为 P1.2/ADC2 口。

### 2.2 USB 转串口电路

USB 转串口芯片 PL2302A-BS 为 28 脚贴片 SOIC 封装, 5 V 供电, 工作频率为 12 MHz, 符合 USB1.1 通信协议, 可以直接将 USB 信号转换成串口信号, 支持 RS232、RS485、RS422 传输接口, 波特

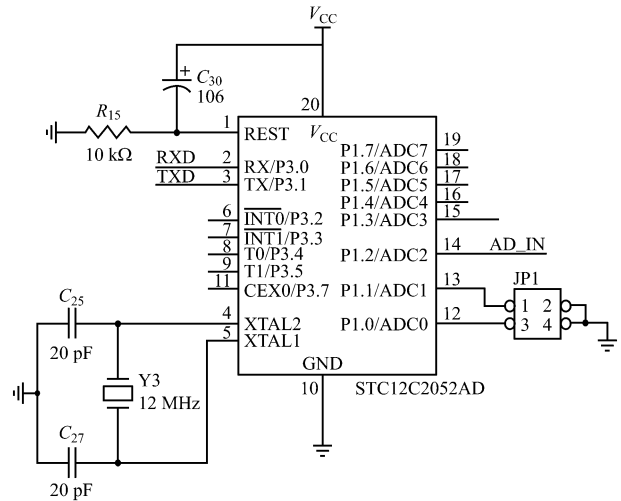


图 2 带 AD 转换的单片机电路

率为 75~1 228 800 bit/s, 有 22 种波特率供选择, 并支持 5、6、7、8、16 共 5 种数据比特位。图 3 为 USB 转串口电路, PL2302A-BS 的 1 脚、5 脚为串口的 TXD 和 RXD, 分别接单片机的 P3.0 (RX) 和 P3.1 (TX) 引脚; USB 信号为差分信号, PL2302A-BS 的 15 脚 DP 为信号正, 16 脚 DM 为信号负, 17 脚和 18 脚为电源两极。

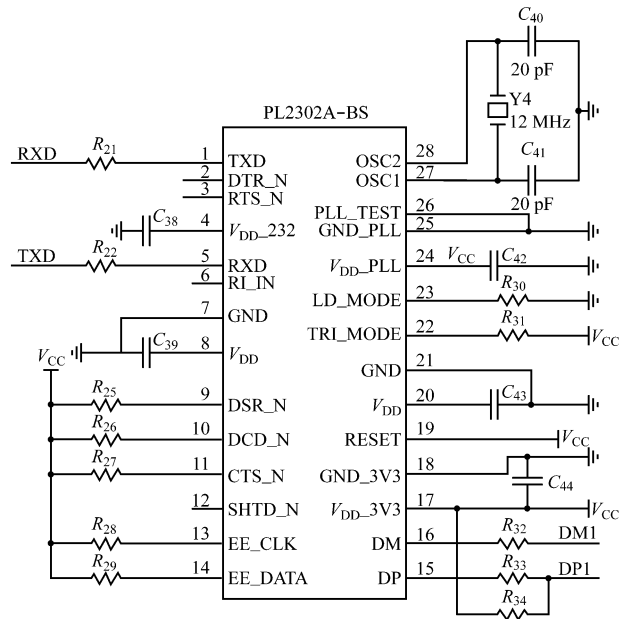


图 3 USB 转串口电路

## 3 系统软件设计

### 3.1 通信协议的设计<sup>[3-4]</sup>

主机与从机间的握手协议:

单片机通信数据格式(16 进制): 55 55 X1 X2 X3 X4 CC, 其中 55 55 为帧头, X1 为千位, X2 为百位, X3 为十位, X4 为个位, CC 为帧尾。

波特率设置: 1 200 bit/s, 无校验, 8 位数据位, 1 位停止位。

电量计算公式:  $5[(X1X2X3X4)/1\ 024]=$  采样电压。

3.2 程序设计

AD 转换程序流程如图 4 所示。单片机启动, 串口初始化, 打开 AD 转换电源(ADC\_POWER=1), 初始化 10 位数据位, 高 8 位存储在 AD\_DATA 中, 低 2 位存储在 AD\_LOW2 中, 启动所要转换的通道(CHS2CHS1CHS0 为 010, 选择 P1.2 作为 AD 转换通道), 读取转换结果; 在测试的过程中发现 AD 转换数据波动较大, 于是增加了软件滤波, 同时减小采样参考电压波动, 对数据进行字符型转换, 通过串口发送到上位机。

4 系统测试分析

为检测基于 USB 协议的井下防爆计算机电池

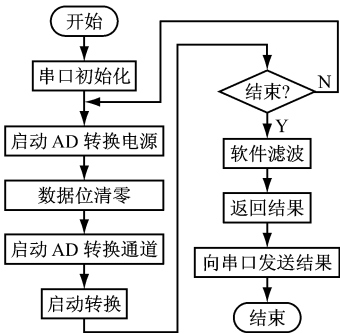


图 4 AD 转换程序流程

电量监测系统数据采集功能的实现程度及采集数据的准确性, 对该系统进行了测试。

4.1 系统测试

将防爆计算机充满电, 用万用表测试采样点实际电压, 通过 USB 数据口传给防爆计算机, 通过串口调试助手来显示数据。采集的电池电量测试结果如表 1 所示( $U_F$  为参考电压,  $U_F=+5\text{ V}$ )。

表 1 采集的电池电量测试结果

序号	时间	采样点实际电压 $U_i/\text{V}$	理论采样值 $f_i:=U_i(2^{10}/U_F)$	串口助手显示数据	负载状态
1	14: 30	4. 488	919. 1	55 55 30 39 31 39 CC	正常
2	15: 00	4. 355	891. 9	55 55 30 38 39 32 CC	正常
3	15: 30	4. 277	875. 9	55 55 30 38 37 36 CC	正常
4	16: 00	4. 205	861. 2	55 55 30 38 36 31 CC	正常
5	17: 00	4. 144	848. 7	55 55 30 38 34 39 CC	正常
6	17: 30	4. 093	838. 2	55 55 30 38 33 38 CC	正常
7	18: 00	4. 038	826. 9	55 55 30 38 32 37 CC	正常
8	18: 30	3. 998	818. 8	55 55 30 38 31 39 CC	正常
9	17: 00	3. 953	809. 6	55 55 30 38 31 30 CC	正常
10	17: 10	3. 949	808. 8	55 55 30 38 30 39 CC	正常
11	17: 15	3. 931	805. 1	无	不能工作

从表 1 可看出, 防爆计算机的主板工作时间为 4 h 40 min, 镍氢电池电压与容量成正比。防爆计算机开始工作时电池电压变化较快, 理论采样值和实际显示数据相差较小, 说明数据在传输过程中传输可靠性较高。负载能够正常工作的采样电压范围为 3. 949~ 4. 488 V, 但当采样点实际电压达到 3. 931 V 时, 负载不能工作, 数据不能上传。

4.2 系统误差分析<sup>[5]</sup>

根据系统设计要求, 通过误差分析来分析系统精度。电压采集电路误差分析如表 2 所示( $U_R$  为 AD 转换参考电压值,  $U_R=5\text{ V}$ )。

从表 2 可看出, 采样点实际电压在 3. 949~

4. 488 V 时可以使负载正常工作, 因此, 电池电量显示的范围也是这个范围; 绝对误差  $\leq 0. 002$ , 相对误差  $\leq 0. 052\ 57\%$ , 精度完全满足电池电量采集的要求。

5 结语

测试结果表明, 基于 USB 协议的井下防爆计算机电池电量监测系统设计的指标符合负载工作时间; 数据传输可靠性较高; AD 转换的相对误差能够满足精度要求, 解决了现有防爆计算机不能进行实时电池电量监测的问题。

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0072- 04

# 基于嵌入式 ARM 和 GPRS 的激光盘煤系统的设计

张立勇, 姜培刚, 方素兰

(青岛理工大学机械工程学院, 山东 青岛 266033)

**摘要:** 针对传统的激光盘煤设备存在的问题, 提出了一种基于嵌入式 ARM 和 GPRS 的激光盘煤系统的设计方案。该系统以嵌入式操作系统  $\mu$ Clinux 和 ARM7 系列处理器 LPC2210 作为软硬件核心, 利用激光扫描仪采集煤堆表面的三维数据信息, 再通过串口传送至 GPRS 模块, 经 Internet 网络传送至服务器作进一步处理, 最终获得煤堆的体积及三维图形。实验测试结果表明, 该系统具有测量方便、精度高等特点。

**关键词:** 火电厂; 激光盘煤; 激光扫描仪; GPRS; 嵌入式系统; ARM7

**中图分类号:** TM621 **文献标识码:** B

## Design of Laser Coal Stocktaking System Based on Embedded ARM and GPRS

ZHANG Liyong, JIANG Peigang, FANG Sulan

(School of Mechanical Engineering of Qingdao Technological University, Qingdao 266033, China)

收稿日期: 2010- 08- 25

作者简介: 张立勇(1982- ), 男, 山东济宁人, 青岛理工大学机械

工程学院在读硕士研究生, 现主要从事机电控制方面的研究工作。

E-mail: meiyong08@163.com

表 2 电压采集电路误差分析

序号	采样点实际电压 $U_i/V$	理论采样值 $f_i/V$	采样电压 $U_s = \frac{URf_i}{2^{10}}/V$	绝对误差 $ U_s - U_i /V$	相对误差 $\frac{ U_i - U_s }{U_i}/\%$
1	4.488	919	4.487	0.001	0.0223
2	4.355	892	4.355	0.000	0.0000
3	4.277	876	4.277	0.000	0.0000
4	4.205	861	4.204	0.001	0.0238
5	4.144	849	4.146	0.002	0.0480
6	4.093	838	4.092	0.001	0.0240
7	4.038	827	4.038	0.000	0.0000
8	3.998	819	3.999	0.001	0.0250
9	3.953	810	3.955	0.002	0.0510
10	3.949	809	3.950	0.001	0.0250
11	3.931	无	无	无	无

### 参考文献:

- [1] 戴佳, 戴卫恒. 51 单片机 C 语言应用程序设计实例精讲[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [2] 常越. M68HC08 单片机原理及 C 语言开发实例[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [3] 郑万波. 新型矿井应急救援指挥通信系统关键技术

研究[D]. 重庆: 煤炭科学研究总院重庆研究院, 2009.

- [4] 刘萍先, 曹清华, 赵筱媛. 基于 RS232/485 协议的多机通信系统的设计[J]. 南昌工程学院学报, 2008, 27(6): 16-19, 28.
- [5] 费业泰. 误差理论与数据处理[M]. 5 版. 北京: 机械工业出版社, 2004.