

基于单片机 MSP430 的蓄电池监测仪

孙步胜^{1,2}, 孙延春²

(1. 山东科技大学, 山东青岛 266510; 2. 北京航空航天大学, 北京 100083)

摘要:介绍了一种充分利用 MSP430 的片上资源的蓄电池在线监测系统, 给出了其设计原理, 实现方法及软、硬件结构。为了方便系统的扩展, 在结构设计时采用了主从式架构, 即一主多从模式。主模块监测蓄电池组的电压、电流及环境温度。节点模块(从模块)监测单体蓄电池的电压、内阻和单体蓄电池温度。主从之间通过 M-bus 协议进行通讯, 节点模块将检测的数据上传到主模块, 由主模块做出状态评定。从而实现了对于蓄电池组的实时监控。

关键词: MSP430; 蓄电池; 内阻; M-bus 协议

中图分类号: TM933.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-1841(2007)07-0015-02

Storage Battery Monitor Based on MSP430

SUN Bu-sheng^{1,2}, SUN Yan-chun²

(1. Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China;

2. Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract: A storage battery monitor which have taken full advantage of resources of MSP430 was introduced, and presented the design principle, operating method and structure of hardware and software was presented. The system brought forward structure of principal and subordinate to system extension, namely one mainframe and many subordinate modules. The main modules measured voltage and current of storage battery group and environmental temperature. The subordinate module (node module) inspected voltage, internal impedance, temperature of single storage battery, and send measured data to the mainframe by M-bus. The mainframe gave the stage of storage battery. Consequently the system realized real-time monitoring to storage battery group.

Key words: MSP430; storage battery; internal impedance; M-bus protocol

0 引言

在电力、电信等部门, 拥有很多无人职守的设备机房, 为提高系统运行的可靠性, 设备机房供电电源的设计大都采用交流 220 V 电源和 1 至 2 组蓄电池组互相补充的结构。当交流 220 V 电源停电时, 蓄电池组对系统供电; 当交流 220 V 电源正常工作时, 它对蓄电池组进行充电。可见蓄电池组对系统运行可靠性起到至关重要的作用, 因此, 必须对蓄电池的所有参数进行在线监测^[1-2]。

1 工作原理

根据蓄电池的具体使用情况, 系统分为主模块和节点模块 2 部分。节点模块检测蓄电池单体电压、单体温度、单体内阻。主模块测量蓄电池组的电压、电流和环境温度。由于蓄电池组由多个蓄电池单体组成, 所以一个主模块可以连接多个节点模块, 主模块不断轮询节点模块并将节点模块测到的数据存储在数据缓存器, 以备上位机查询。同时主模块根据所测电流的方向判断出蓄电池组所处的充放电状态。整个系统采用 M-bus 协议, 便于进一步集成。

2 硬件组成

2.1 主模块

主模块的功能大致可以分为 3 类: 一是测量功能, 包括测量蓄电池组总电压、总电流和环境温度; 二是对外围设备管理,

包括液晶显示管理、键盘和指示灯管理; 三是通讯功能, 包括与上位机进行通讯和与节点模块通讯。主模块系统框图见图 1。

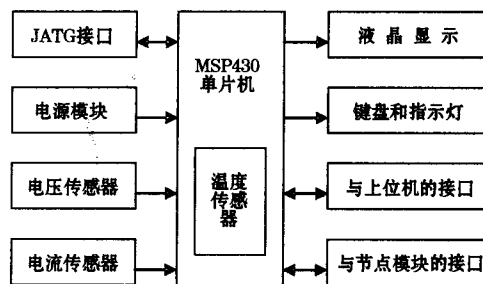


图1 主模块系统框图

2.1.1 单片机

单片机选用 MSP430F147, 它是超低功耗 Flash 型 16 位 RISC 指令集单片机, 具有丰富的片上外围, 是一款性价比极高的单片机^[3]。

2.1.2 通讯

与上位机通讯接口采用 RS-232 和 RS-485 2 种方式, 但 2 种方式不同时工作, 通过跳线来设置。与节点模块通讯采用光隔离驱动, 以接力的方式进行通讯。通讯协议采用 modbus 协议, 此协议是应用于电子控制器上的一种通用语言, 通过此协议, 控制器之间、控制器和其他设备之间可以通信。

2.1.3 电源

主模块采用 DC48 V 供电, 加入整流桥, 适应 ± 48 V, 连接时

不用考虑正负极。主模块需要 $\pm 15\text{ V}$ 、 5 V 、 3.3 V 4 种电压,要求输入与输出电压隔离。考虑到电池仪的应用环境, $\pm 15\text{ V}$ 由电源模块产生, 5 V 、 3.3 V 分别由稳压芯片产生。

2.1.4 JTAG

JTAG 为一种国际标准测试协议,主要用于芯片内部测试。标准的 JTAG 接口是 4 线: TMS、TCK、TDI、TDO,分别为模式选择、时钟、数据输入和数据输出线。

JTAG 编程方式为在线编程,传统生产流程中先对芯片进行预编程然后再烧录到芯片中。现在的流程为先固定器件到电路板上,再用 JTAG 进行在线编程和调试,从而能大大加快工程的进度。

2.1.5 模拟量输入电路

为了提高抗干扰能力和便于远程传输,电压和电流传感器都选用工业标准 $4\sim 20\text{ mA}$ 电流输出型。电路板上用电流/电压变换电路,可以直接串联高精密(可选 1%)电阻来实现,并加上二极管进行双向限幅保护。MSP430F147 内嵌温度传感器,它的输出送入 ADC12 模块的通道 10,然后对其进行 A/D 转换,进而可以测量芯片内的温度,由于 MSP430 芯片是低功耗的,所以芯片的温度几乎就是环境的温度。

2.2 节点模块

节点模块的主要功能是对蓄电池组的单体电池电压、单体电池温度、单体电池内阻、单体电池温度进行测量。节点模块系统原理图见图 2。

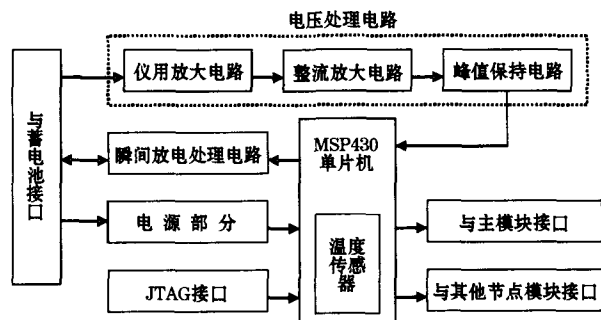


图 2 节点模块系统原理图

2.2.1 单片机

单片机采用 MSP430F133,完成模拟量的采集、数据处理及串行通讯。温度传感器使用 MSP430F133 内嵌的温度传感器,为了保证芯片的温度就是蓄电池单体的温度,需要把 MSP430 焊接在 PCB 板背面,并保证背面除 MSP430 外无任何突起物, MSP430 芯片表面可靠接触壳体金属面。

2.2.2 模拟电压预处理电路

前级采用仪用放大电路,提取由放电引起的电压变化,进行放大处理。中间级采用半波整流放大电路,用在输入端加电容隔离由于前级放大倍数过大引起的直流分量,然后进行负半波放大,同时在输出端加上电容用于滤波,由于这个电容的存在,放大倍数会有一些衰减,但波形会平坦很多。后级采用峰值保持电路,峰值保持时间由所选用电阻和电容确定。

2.2.3 瞬时放电处理电路

瞬时放电电路是为了测蓄电池的内阻而设计的,由 MSP430

的 IO 口来控制 MOS 管的导通与截止来完成瞬时放电。

2.2.4 通讯

1 个节点模块有 2 个通讯接口,一个用来连接上一个节点模块,另外一个用来连接下一个节点模块级联,以接力的方式的连接起来,2 个通讯接口都采用光耦进行隔离。

2.2.5 内阻测量

蓄电池的内阻和容量有着密切的关系,所以蓄电池内阻的大小直接决定着蓄电池的性能,在综合分析各种测量方法的基础上,设计采用放电法测量内阻,此方法性价比较高^[1]。放电法测量电池内阻的原理如下:

如图 3 所示,假设 E 为化学物质使电池产生的总电压, R_1 为电池内部产生的等效内阻, R_2 为外部的负载电阻。当电路空载时,电池两端的电压 $U = E$; 当电池放电时,电池两端的电压为

$$U = \frac{E \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

在实际应用中,如图 4 所示, E 为不变的电池内部电压, R_1 为电池内阻, R_2 为电池供电的负载, R_3 为放电的负载。设开关断开时电池端电压为 U_1 , 开关闭合时电池两端电压为 U_2 , 其压降 $\Delta U = U_1 - U_2$, $\Delta U = \Delta I \cdot R_1$, 所以 $R_1 = \Delta U / \Delta I$ 。

而且

$$\Delta I = \frac{E}{R_1 + R_2 // R_3} - \frac{E}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

而实际测量过程中,由于内阻 $R_1 \ll R_2$, $R_1 \ll R_2 // R_3$, 所以

$$\Delta I = \frac{E}{R_2 // R_3} - \frac{E}{R_2} = \frac{E}{R_3} \quad (3)$$

所以只要设法采集到 ΔU , 再通过计数算出 ΔI , 即可知道内阻值。

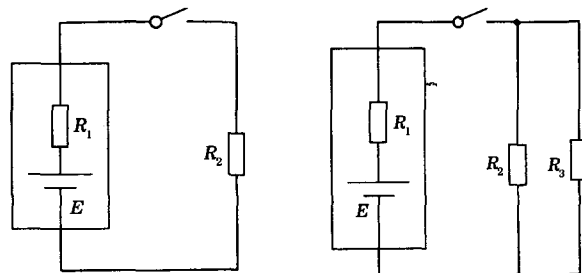


图 3 蓄电池正常工作时的电路图 图 4 测量蓄电池内阻的电路图

由于在电路中对 ΔU 进行了放大处理,在单片机中采集到的数字量对应的是放大后的电压值。由于采用的是 12 位 A/D, 设采集的 A/D 值为 data, 电压基准为 2.5 V , 放大倍数为 n , 放电电流为 ΔI (可以计算出)。则内阻为

$$R_1 = \frac{2.5 \cdot \text{data}}{4096 n \cdot \Delta I} \quad (4)$$

3 软件设计

3.1 主模块程序

系统的主模块程序由 9 个任务级的函数构成,其主函数如下:

```
void main(void)
{
```

(下转第 19 页)

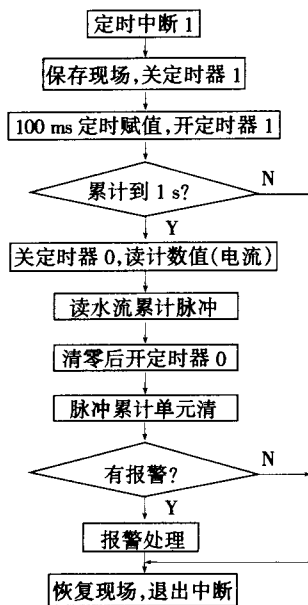


图 6 定时器 1 服务程序

定时器 2 设定为 16 位重装工作模式, 定时时间为 1 ms, 在中断服务程序中通过累计中断次数来控制信号的通断时间, 实现加盐泵的 PWM 控制。加盐泵的控制, 采用泵的断电时间固定、通电工作时间随需求变化工作方式, 可以方便地控制加盐泵流量在较大范围内调节, 保证电解电流的相对稳定。中断服务程序流程图如图 8 所示。

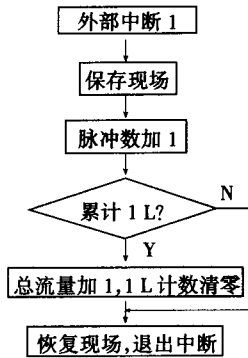


图 7 外部中断 1 中断服务程序

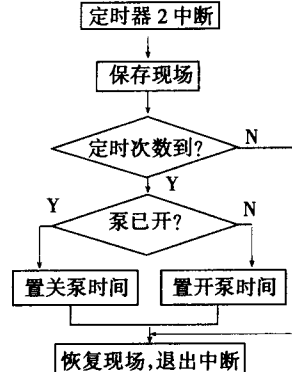


图 8 定时器 2 中断服务程序

4 结束语

嵌入式氧化电位水生成器的研制, 简化了氧化电位水消毒液在饮食、农业和畜牧业等在线加工生产过程的消毒处理, 拓宽了氧化电位水消毒法的应用场合。

参考文献:

[1] 余永权, 汪明慧, 黄英. 单片机在控制系统中的应用. 北京: 电子工业出版社, 2003.
 [2] 李庆山, 张芳萍. 强氧化离子水杀菌效果评价. 中国卫生检验, 1999, 9(1): 62-53.
 [3] 王颖, 贾越光, 周巧华, 等. 强氧化离子水在医院的应用. 中国药业, 1999, 8(5): 34-35.

作者简介: 高保真(1948—), 副教授, 研究方向为机电一体化。

```

(上接第 16 页) void system_ini(void); //系统初始化
while(1)
{
    Clr_Dog(); //喂狗函数
    Soft_Time(); //软件定时器
    Uart0(); //与节点模块通讯处理函数
    Uart1(); //与上位机通讯处理函数
    Key_Read(); //读取键盘值
    Key_Process(); //对键盘值进行处理
    Sample_AD (); //数据采样函数
    Alarm_Process(); //报警处理函数
}
    
```

其中报警处理函数主要是针对主模块和节点模块通讯中断的情况, 也就是主模块轮询节点模块时, 节点模块无应答。

3.2 节点模块程序

节点模块程序主要完成单体蓄电池的电压、内阻和温度的测量。其主程序如下:

```

void main(void)
{
    Init_System(); //系统初始化函数
    while(1)
    {
        Clr_Dog(); //喂狗函数
        Soft_Timer(); //软件定时处理函数
        Sampe_Ad(); //数据采集函数
    }
}
    
```

```

M-Bus(); //与上位机通讯函数
}
    
```

4 结束语

系统采用低功耗的 MSP430 芯片作为主控芯片, 又充分利用 MSP430 的片上资源。同时根据蓄电池的具体使用情况, 将系统分为主模块和节点模块 2 个部分, 主模块测量总电压、总电流和环境温度, 另外还有管理外围设备和通讯功能; 节点模块主要完成单体电压、单体温度和单体内阻的测量。整个系统采用 M-bus 协议, 便于进一步集成。该系统已经成功应用于通讯系统的无人值守机房, 运行情况表明: 系统稳定性较好、测量精度较高、安装方便, 对于保证机房供电系统可靠运行起到十分重要的作用。

参考文献:

[1] 李立伟, 邹积岩. 蓄电池在线检测系统的设计与实现. 电工技术, 2002(11): 7-9.
 [2] 程琦, 王克崇. 一种基于 MSP430 单片机的蓄电池充电系统. 现代电子技术, 2003(14): 47-49.
 [3] 朱海君, 敬岚. MSP430F149 单片机及其在温度测控系统中的应用. 仪表技术与传感器, 2004(11): 35-36.
 [4] 刘丰, 卢启柱. 大容量铅蓄电池充放电监视仪的研制. 仪表技术与传感器, 2003(8): 13-14.
 [5] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001: 10-179.

作者简介: 孙步胜(1973—), 讲师, 博士, 研究方向为检测技术与自动化装置, 智能仪表等。