

# 基于 MSP430 的手持功率计硬件设计

于蓉, 丁兆花, 李宇清

(青岛高级技工学校, 266000)

[摘要] 介绍了基于 MSP430 的手持功率计的优点及其各个组成模块的硬件设计。

关键词 MSP430 功率计 手持设备 低功耗 硬件设计

## 0 引言

MSP430 是 TI 推出的超低功耗 16 位 RISC 混合信号处理器, 性能高达 8MIPS, 工作电压 1.8~3.6V, 静态工作电流仅 16 $\mu$ A, 被誉为绿色单片机, 同时片内集成有丰富的数字和模拟外设, 为电池供电的测量应用提供极佳解决方案。其中的 MSP430F4xx 是集成有 LCD 驱动器的一个系列, 非常适合设计用 LCD 显示的各种手持设备。

## 1 系统硬件设计

基于 MSP430F435 设计的一种多功能手持交流功率计, 可适用于工业现场电气测量、车间流水线产品检测、电气设备检修等多种场合。体积小, 携带方便, 使用 2 节 AA 电池供电, 其 0.5 级的基本测量精度高完全满足工业测量的需求, 除了可以测量功率外, 还可以测量电压、电流有效值、功率因数和频率, 还可以根据需求设置功率的上限和下限, 以及超限报警功能。以 MSP430F435 为核心, 包括主机板、I/O 板、LCD 显示屏、电源板。整体设计框图如图 1 所示。

### 1.1 MSP430 MCU

MSP430 F 435 内部集成有 512B RAM 和 16kB

收稿日期: 2007-04-26

作者简介: 于蓉(1970-), 女, 研究方向为单片机及嵌入式系统的应用。

### 1.3 新旧装置的测试比较试验

使用新旧两种装置对凤凰站 #1~#10 蓄电池做了 3 次测试试验, 结果如表 2。

表 2 测试结果比较

电池序号	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	最大偏差率	216 个蓄电池		
												总耗时 / min	单个蓄电池平均耗时 / s	节省时间百分比
原方法	2.18	2.17	2.18	2.17	2.19	2.19	2.17	2.18	2.19	2.18	+0.46%	108	30	30%
方案二	2.17	2.18	2.18	2.17	2.19	2.18	2.17	2.18	2.19	2.18		72	20	
原方法	2.18	2.19	2.18	2.18	2.19	2.17	2.17	2.18	2.19	2.18	-0.47%	110	31	29%
方案二	2.19	2.18	2.17	2.18	2.19	2.18	2.17	2.19	2.18	2.17		75	18	
原方法	2.19	2.18	2.17	2.19	2.18	2.17	2.17	2.19	2.18	2.16	+0.46%	105	29	31%
方案二	2.18	2.19	2.18	2.17	2.19	2.18	2.18	2.19	2.18	2.17		70	22	

从表中数据比较可以看出, 采用新装置测量得出的

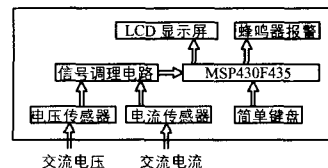


图 1 整体设计

FlashROM 完全满足本设计的软件需求; 8 通道 12 位逐次逼近式 A/D 转换器, 转换速率可达 200ksps, 同时 ADC 模块具有内部带隙基准电压源, 可提供 2.5V/1.25V 基准电压, 还可通过引脚送至外部, 为电参数的精确测量提供硬件基础; 一个模拟电压比较器, 搭配捕捉单元可以实现精确的频率测量; 16 位定时器 TMR\_A、TMR\_B 可以提供系统基准采样周期和定时, 同时定时器的捕捉单元搭配模拟电压比较器完成精确的频率测量。

在系统始终设计上, MSP430F435 有内部 DCO 振荡器, 对于频率精度要求不是很严格的场合可以直接使用, 而无需另外设计振荡器。在本例中由于考虑到需要精确的测量频率, 所以在 XT2 上设计了 4MHz 石英晶体振荡器, 产生高准确度的基准时钟信号。

### 1.2 LCD 显示屏

MSP430F435 可驱动 128 段 LCD, 所以我们除了可以在屏幕上显示出功率值, 还可以显示另外 2 个辅助参数, 本例的屏幕设计示意图如图 2。

主体部分显示功率值, 单位为 W/kW, 当单位为 W 时, k 字母不显示; 下方的两个参数分别可以显示电压、

蓄电池放电电压与原装置的测量结果比较, 误差小于 0.5%, 完全符合蓄电池定期测量工作的精度要求。而且, 从耗时上看, 使用新装置的测量时间比原装置减少了 30% 的时间。

## 2 结束语

蓄电池放电电压测量装置的改进和使用, 很好地解决了生产中的实际问题, 不但节约了劳动力(由原来的 3 人减为 2 人), 提高了工作效率, 并且有效

地避免了运行人员在测量时所承受的风险。

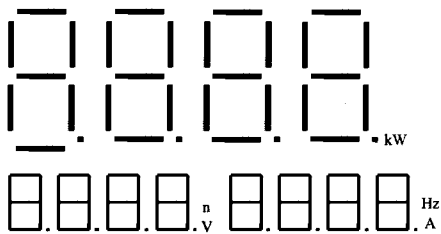


图2 屏幕设计示意图

电流、功率因数、频率，用各自的单位来区分显示的参数，用键盘上的切换按键转换显示参数；同时设置功率上下限时，此处的两个参数分别用来指示上限值和下限值。

### 1.3 简单键盘

本例按键功能比较简单，主要包含几个功能键：

(1) 转换键：转换 2 个副参数的显示内容，如“LCD 显示屏”所述。

(2) 设置键：设置功率的上限和下限数值。

(3) 加键和减键：用来改变设置值的大小。

4 个按键可以简单的通过 MSP430F435 的一个 I/O 口读取状态，软件实现定时扫描和消抖动操作，如图 3。

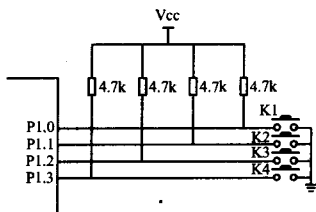


图3 简单键盘

### 1.4 蜂鸣器报警

当实际测量到的功率值超过设定的上限或下限时，MSP430F435 可以通过 I/O 口控制蜂鸣器报警，用以提示。在 I/O 口线和蜂鸣器间加一级三极管放大以增加驱动能力。

### 1.5 信号调理部分

信号调理部分硬件原理图如图 4。

图中电压端子使用 2 根带绝缘护套的接线夹，用红、黑 2 种颜色区分火线、零线，使用时将 2 根接线夹分别接至火线和零线上，此处即使接反对测量也没有任何不良影响，区分火零线只是符合一般工业设计习惯而已；电流端子使用工业测量常用的电流钳，使用时将回路中的一根线穿过钳口即可。

电压测量回路中，交流电网电压信号由运放 U1 和电阻 R1~R8 组成的衰减网络，次电路衰减倍数为  $(R1+R2+R3)/R7$ ，R4、R5、R6、R8 是为了保持运放衰减电路的电阻匹配，电路采用 3 个电阻串联的方式保持电阻在 300V 左右电压下的良好工作状态而设计的串联分压电路，同相端电阻 R8 接至基准电压，

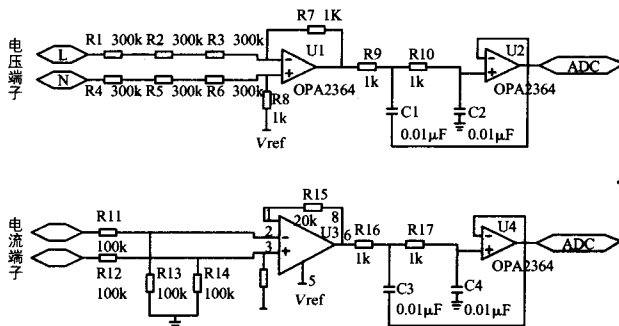


图4 信号调理硬件原理图

是为了将交流信号抬高到基准电压上，而变为 A/D 转换器可以转换的直流信号。电流测量回路中，电流钳本身就是霍尔传感器，在通过固定电流值时输出固定电压值，为保证信号采集精度，采用仪表放大器 AD623 做前端放大，且输出信号可直接与基准电压相加输出，同样输出供 ADC 使用的叠加由实际交流信号的直流信号。

之后的 U2、U4 及其周围的阻容器件构成一个二阶低通滤波器，因 MCU 需要对模拟输入信号进行周期采样，根据采样定理，采样周期需大于信号最高谐波周期的 2 倍，因此，为保证采样准确，必须对电网输入的信号加以滤波，滤除其中的高频谐波成份保证采样的准确。

## 2 结束语

基于 MSP430 的手持功率计可以完全取代老式的指针式功率计，同时具有前者不可比拟的优越性，满足工业现场灵活多变的需求，其本身设计具有弹性，以其方便的功能和性能，满足不同的应用需求，是一种非常理想的测量测试工具。

### 参考文献

- [1] TI MSP430F43x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER DATA SHEET. Texas Instruments Inc.
- [2] 沈建华. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与应用. 清华大学出版社
- [3] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发. 北京航空航天大学出版社

上海脉宏仪器仪表有限公司

PG14B 型交流单相 / 三相钳形功率表

电话: 021-56970676 传真: 联系人: 苗先生

网址: www.tcxqd.net