

文章编号: 1009-8119 (2009) 07-0039-02

# 基于 MSP430 的超低功耗北京停车咪表系统

胡昭昀 刘 磊

北京航空航天大学机械工程及自动化学院, 北京 100083

**摘要** 介绍了一款以MSP430单片机为核心的低功耗智能停车咪表。由于采用电池供电, 低功耗设计贯穿在系统的各个方面, 从硬件和软件两个方面介绍了咪表的设计, 重点介绍了硬件设计的低功耗特点。

**关键词** 咪表, 超低功耗, MSP430

## Beijing Ultra-Low Power Parking Meter System Based on MSP430

Hu Zhaoyun Liu Lei

(School of Mechanical Engineering and Automation, Beihang University, Beijing 100083)

**Abstract** An intelligent low-power electronic parking meter based on MSP430 is presented. Because the system is battery-powered, reducing the power is the key point through the design. The design of the hardware and software, especially the low-power design in hardware of the meter is introduced.

**Keywords** EPM, Ultra-low power, MSP430

## 1 引言

随着机动车数量迅速增加, 城市静态交通管理中一个新的矛盾——“停车难、收费乱”日益显现。为解决这一难题, 许多城市的交通管理部门在规划新的停车场时, 纷纷增设路边停车位, 同时采用咪表作为计时收费手段。咪表是安装在路侧的停车电子计费终端设备, 从 1935 年最早在美国投入使用到现在, 大致经历了机械式、接触式 IC 卡、非接触 IC 卡几个阶段。1999 年 4 月, 北京首次安装了咪表, 至今已安装了上万块, 然而由于损坏严重等原因, 真正启用的只有北三环樱花西街等 4 条街道。为了保证城区大量车辆的停放有序、合理, 减少人工收费, 北京市交通管理部门筹划用公交一卡通实现停车刷卡消费。这不但可以使闲置的咪表重新投入使用, 也将使咪表这一智能停车设备普及到城市的各个角落, 有效解决停车难和管理无序的状况。

## 2 咪表的低功耗设计

咪表安装在路边, 如果采用电线供电, 需要挖开路面重新布线, 工程大, 成本高。本文开发的咪表选用电池供电, 因此, 降低电路的功耗就摆在了首位。

### 2.1 CPU 选型

为了实现电路的低功耗设计, 本文选用了美国德州仪器 (TI) 生产的单片机 MSP430F149。MSP430 系列是一个特别强调超低功耗性能的单片机品种, 具有以下特点:

- (1) 超低功耗: 有 1 种活动模式和 5 种低功耗模式, 耗电电流因不同的工作模式而不同, 在  $0.1\mu\text{A}$ ~ $400\mu\text{A}$  之间;
- (2) 强大的处理能力, 丰富的片上外围模块;
- (3) 系统工作稳定: 单片机内置数字控制振荡器 (DCO), 如果用作 CPU 时钟的外部晶振发生故障, DCO 会自行启动;
- (4) 方便高效的开发方式: 通过 JTAG 接口进行在线调试。

### 2.2 其它

(1) 电路中外围芯片均采用 3.3V 甚至 2V 供电, 且大多具有休眠模式;

(2) 由主控芯片通过低压降稳压芯片的开关引脚控制外围芯片的供电, 当外围器件不工作时关闭其供电;

(3) 选择 CPU 的最佳时钟方案。系统的功耗与系统工作的频率成正比。MSP430 输出 3 种不同频率时钟以满足不同的需要。不同模块可以灵活选择时钟源, 使器件达到最低的功率消耗。

(4) 将 74 系列和运放芯片的未用输入端接地。在设计中使用了 74HC14 等运放芯片, 将芯片未用管脚接地, 避免了输入口上悬空状态的出现, 不仅可有效减小电磁干扰, 也降低了由于高低电平跳变造成的系统额外功耗。

## 3 系统硬件设计

### 3.1 总体方案

咪表系统硬件结构如图 1 所示:

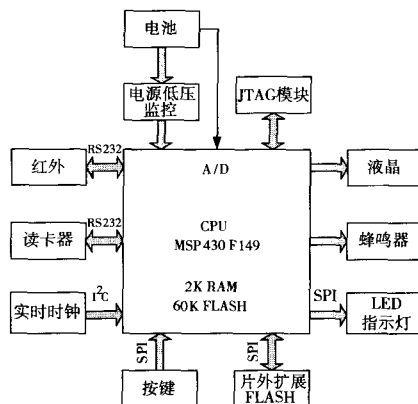


图1 咪表系统硬件总体设计

### 3.2 指示灯、按键和 FLASH 模块

MSP430F149 的串行通信模块支持 SPI 同步通信协议。当有多芯片连到主机的同一个 SPI 接口上, 主机通过触发从机的片选输入引脚来选择接收数据的从机, 没有被选中的外设将不会参与 SPI 传输。并且 SPI 从机的写操作和读操作是同步完成的, 因此, SPI 是一个很有效的协议。

咪表的操作界面有 4 个触摸键, 用于选择停车车位和停车时间。5 个 LED 指示灯, 用于指示左右车位是否停了车。并外扩 2 片 FLASH, 用于交易数据的存储。如果 CPU 通过 I/O 口与这些外围器件连接将会占用大量的口线, 所以采用 SPI 协议与这 3 个外围模块进行通讯。SPI 是串行通讯协议, 对多个按键和指示灯的操作需要进行数据的串并转换。这样只需要 7 根线 (数据输出、数据输入、时钟和四根片选), 就可以实现 3 个模块大量数据和控制信号的传输。

### 3.3 触摸键

咪表安放在户外, 受到天气、温度、灰尘等影响较大, 而普通的机械按键不能很好地防水、防尘, 因此选用触摸式按键; 芯片采用了根据电荷转移 (QT) 技术实现感应的触控芯片。

如图 2 所示, 按键在介质下面, 介质可由塑料或有机玻璃等材料制成, 人手接近界面和下面的电极片形成电容, 芯片基于基尔霍夫电流定律来感应电极的电容变化。因此, 按键的操作界面可以是一整块普通绝缘体, 不需要在界面上挖孔, 不会受到温度、静电、水和灰尘等外界因素的影响, 且便于清洁。

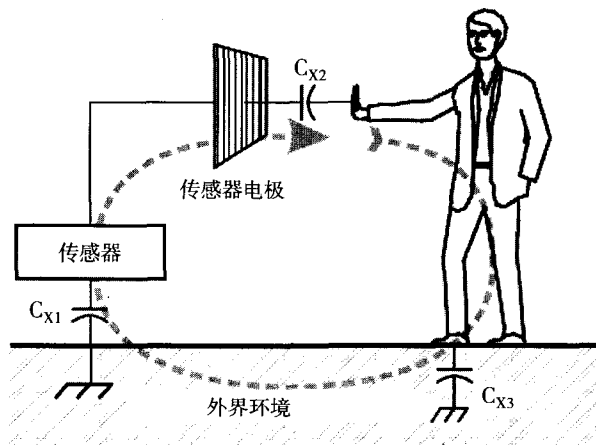


图2 触摸键原理

### 3.4 电源低压监控

MSP430 内部包括了 A/D 转换模块, 可定时读取电池电压值。并通过电压监控器 (TPS3103) 对电源电压进行监控, TPS3103 的电压监控阈值为 0.551V, 电池电压经过分压连接到芯片的 PFI 引脚, 当电池电压低于约 3.5V 时, 芯片的 PFO 引脚输出低电平, CPU 响应对应 I/O 口的下降沿中断, 停止咪表工作, 将功耗降到最低。

### 3.5 液晶显示

咪表的液晶屏是香港信利半导体有限公司一款内置控制器型的点阵图形显示器, 240×128 点阵, 控制器 UC1608 是台湾 UltraChip 公司的一款超低功耗液晶显示控制器, 支持标准的 8080 和 6800 总线, 进行 4 位或 8 位数据的并行传输。咪表中采用 8080 的 4 线模式, 一个字节长度的指令和数据需要分 2 次写入, 这样节约了口线。液晶模块和主 CPU 的接口很简单, 如图 3 所示:

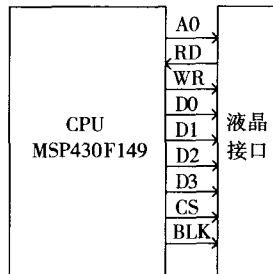


图3 液晶接口

A0 为数据和命令的控制引脚, 为高时表示为数据, 为低时表示为命令。BLK 控制液晶的背光显示, 与液晶显示是独立的。

### 4 软件低功耗设计

通常, 单片机的应用程序采用无限循环结构的前、后台系统。而结合 MSP430 单片机的特点, 咪表主程序采用的流程为: 系统启动→初始化 (中断设置、设备驱动等)→进入低功耗模式 (关闭 CPU、关闭主时钟)。进入休眠状态后, 由定时器或者按键等触发中断。在中断服务程序处理完毕后再次进入休眠状态。

这样, 主程序不再是一个无休止的循环, 而是用中断代替查询, 从软件体系结构上实现了低功耗。

此外, 还有一些通用的方法, 如用“宏”代替子程序, 用短的数据类型, 减少 CPU 的运算量等可用于优化软件结构, 有助于降低系统功耗。

### 5 结论

本文开发了一款先进的路边停车计费设备, 操作界面友好、简单。考虑停车咪表系统安放的环境, 采用电池供电, 系统选用以低功耗著称的 MSP430 单片机, 并从硬、软件较全面地降低系统功耗。

### 参考文献

- 1 李燕南. 咪表城市停车新贵 [J]. 交通世界, 2001; 4
- 2 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例 [M]. 北京航空航天大学出版社, 2002
- 3 部凡等. 基于 ARM7 微处理器的智能型甲烷检测器及其低功耗设计 [J]. 中国科技论文在线 <http://www.paper.edu.cn> 2007/08
- 4 QT320 Datasheet. QUANTUM Research Group.
- 5 张晔等. MSP430 系列单片机实用 C 语言程序设计 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005