



微控设计网 <http://www.Microcontrol.cn>

微控技术论坛 <http://bbs.Microcontrol.cn>

主题:基于模拟前端信号处理与控制技术的专业论坛,网站.

# MSP430F413 实现的智能遥控器设计

作者：哈尔滨理工大学计算机与控制学院 李文国

阿城继电器股份有限公司 张凤伟

## 引言

目前市场上常见的无线遥控器多数为四键和十二键，主要用于汽车防盗系统、家庭防盗系统及遥控玩具等方面，这些应用简单、实用、成本低。但对于一些工程中需要距离在 100 米以上，控制或设定一些数据时，并要求一个遥控器对多于 12 个甚至上百个设备时，上述遥控器对操作人员就不方便，而且系统性能不够稳定。鉴于上述情况我们便提出在此基础上，采用单片机编写地址，通过操作键设置，液晶显示遥控器的输出。同时对耗电量、多个控制的设定、便于携带、操作方便及性能稳定等的严格要求，于是便设计开发出一种新型智能遥控器。该型遥控器以 TI 公司的超低功耗单片机 MSP430F413 为微处理器，配有低功耗 3 位液晶显示器 EDS812A，还有传输比很高的光，整个系统采用锂电池和高能氧化银电池作为供电电源，并且有功耗少、体积小、重量轻、易于编程和使用寿命长等特点。此外它使用安全可靠，便于携带，方便其它类似工程实际采用，移植性强。该遥控器的电路原理框图如图 1 所示，由电源电路、液晶显示、按键控制、地址输出、发射模块等电路组成。

## 单片机接口

MSP430F413 单片机是 TI 公司最近推出的超低功耗混合信号 16 位单片机系列中的一种。它采用 16 位精简指令系统，125ns 指令周期，大部分的指令在一个指令周期内完成，16 位寄存器和常数发生器，发挥了最高的代码效率，而且片内含有硬件乘法器，大大节省运算的时间。该芯片采用低功耗设计，具有五种低功耗模式，供电电压范围为 1.8~3.6V，在工作模式下：2.2 伏工作电压 1MHz 工作频率时电流为 225uA；在待机模式电流为 0.7uA；掉电模式(RAM 数据保持不变)电流为 0.1uA。所以特别适用长期使用电池工作的场合。它采用数字控制振荡器(DCO)，使得从低功耗模式到唤醒模式的转换时间小于 6us。该芯片具有 8KB+256B Flash Memory，256B RAM，采用串行在线编程方式，为用户编译程序和控制参数提供灵活的空间，内部的安全保密熔丝可使程序不必非法复制。此外，MSP430F413 具有强大的中断功能，48 个通用 I/O 引脚，96 段 LCD 驱动器，一个 16 位定时器，这样提高了对外围设备的开发能力。

由于考虑到本设计有低功耗，小体积，液晶显示，按键编址等要求，所以选用了 MSP430F413 型单片机芯片，在线系统设计、开发调试及实际应用上都表现出与其它单片机非常明显的优势。

### 电源电路

这个系统的电源回路由两个独立的电源组成，互不干扰，之所以采用两组独立的供电系统，主要从以下几个方面考虑：1、实际使用中发现单片机工作时对接收电路产生干扰，影响控制功能；2、随着遥控距离的不同，发射电流也不同，距离越远电流越大，直接影响单片机的工作；3、发射模块的最佳工作电压为 12V 左右，而单片机系统的工作电压为 1.8-3.6V，这样就得采用通用 DC-DC 降压芯片，成本就会增加。此外发射模块与单片机系统共地，它们之间干扰无法彻底消除。鉴于以上因素，从实际使用角度出发，采用锂电池和高能氧化银电池独立供电。

单片机系统采用一节锂电池 CR2032（容量 210mAh，电压 3.0V，直径 20mm，高度 3.2mm）供电。遥控器部分为两节高能氧化银电池 476A（容量 165mAh，电压 6.0V，直径 13mm，高度 25.2mm）串联供电。整个系统的电流工作时小于 1 mA，不工作时小于 3uA。单片机部分无键操作时，可关闭电源开关或隔 20 分钟后系统自动处于低功耗模式 3，这样可节省能量；遥控器部分电源在无键操作时，不消耗电能。故此系统的电源回路设计可达到耗电少、经济实用、性能稳定可靠的指标。

### 按键控制部分

该遥控器共有 6 个按键：2 个设置键(KEY1,KEY2)，4 个功能键(S1-S4)，共同完成特定的功能操作。出于对低功耗设计要求，在有键按下时尽可能减少系统功耗，故在地址输出部分与液晶显示部分采用组合键来完成，即就是在液晶设置完成后再按确定键 KEY2，才有地址输出。这时按功能键才有远程控制功能，否则不能遥控。同时扫描按键操作，若在 20 分钟左右无键按下，则使 MSP430 单片机进入低功耗模式 3；若有任意键按下时重新开始设置地址并输出。

### 液晶显示模块

液晶显示器采用的是西安新敏电子有限公司的标准段式低功耗 3 位液晶显示器 E DS812A，有 23 个段输出和 1 个公共端输出。利用 MSP430F413 单片机自身具有液晶驱动 LCD96 段来完成系统的显示接口，因此采用静态驱动方法直接接线，简单可靠，易于编程，其中 MSP430F413 的 R30 引脚必需接地。

## 地址输出单元

该单元由两片传输比很高光耦 TLP627-4 及其相应电阻组成。由于发射控制部分的工作电压在 4~15V 范围，单片机系统地址输出与遥控器发射控制部分有不同的工作电压，故采用光电隔离和电平转换使得控制与设置部分准确可靠的工作。

## 遥控器模块

PT2262 和 PT2272 是台湾普城公司生产的一对 COMS 工艺制造的低功耗低价位专用编、解码芯片，振荡频率通过一个外接电阻进行调节，编码芯片 PT2262 发出的编码信号由：地址码、数据码、同步码组成一个完整的码字，解码芯片 PT2272 接收到信号后，其地址码经过两次比较核对后，VT 引脚才输出高电平，与此同时相应的数据引脚也输出高电平，如果发送端一直按住按键，编码芯片也会连续发射。当发射模块没有键按下时，PT2262 不接通电源，其 17 引脚为低电平，所以 315MHz 的高频发射电路不工作；当有按键按下时，PT2262 得电工作，其第 17 脚输出经调制的串行数据信号，当 17 引脚为高电平期间 315MHz 的高频发射电路起振并发射等幅高频信号；当 17 引脚为低电平期间 315MHz 的高频发射电路停止振荡，所以高频发射电路完全收控于 PT2262 的 17 引脚输出的数字信号，从而对高频电路完成幅度键控（ASK 调制）相当于调制度为 100% 的调幅。编码芯片 PT2262 和解码芯片 PT2272 的第 1\_8 引脚为地址设定，可以选择悬空、接正电源、接地三种状态，3 的 8 次方为 6561，所以地址编码不重复度为 6561 组，只有 PT2262 和 PT2272 的地址编码完全相同，才能配对使用。生产厂家为了便于管理，出厂时 PT2262 和 PT2272 的八位地址编码端全部选择悬空，用户如果想改变地址编码，只要将 PT2262 和 PT2272 的 1\_8 引脚设置相同即可。

该智能遥控器利用 MSP430F413 的 P6 口输出高低电平，经过光耦与 PT2262 的地址设定脚相连，通过单片机编写地址，每完成一次设置都有唯一的地址输出，相应的 PT2272 地址设定脚也应设置为相应的高低电平，这时操作遥控器的功能键，则含这个 PT2272 的设备有相应的动作，而其它含 PT2272 的设备不动作。这样就保证了准确可靠的功能。

## 无线发射单元

该模块以编码芯片 PT2262 为核心，与发射模块 J6（型号为 9912）连接，可以遥控距离为 100 米以上。还有一种和 PT2262 完全兼容的 SC2262 芯片，外围电路无需作任何改动，编解码电路简单，外部元件少，最多可有 12 位(A0-A11)三态地址端引脚(悬空,接高电平,接低电平),任意组合可提供 531441 地址码。本设计使用 8 位地址

设定引脚(A0-A8)，选择接正电源、接地两种状态，组合可提供 256 个地址码。PT2262 使用 4 位(D0-D3)数据端引脚,设定的地址码和数据码从 17 引脚串行输出，可用于无线遥控发射电路。发射电路原理图见图 3。

发射模块 9912 的正面信号引脚名称见图 4，与图 3 中的 J6 端子对应。(GND 为 12V 接地端)

### 无线接收单元

该模块是以解码芯片 PT2272 为核心的接收模块 SB-JS1。该接收模块有七个引出端，分别为 VCC、GND、D1、D2、D3、D4 及 VT，其中 VT 端为解码有效输出端，D1\_D4 为四位数据锁存输出端，能输出 4V 左右的高电平，驱动电流 2mA，与发射器上的 S1、S2、S3、S4 四个键相对应。接收模块采用 SMD 贴片工艺制造生产，为超再生接收方式，它内含放大整形及解码电路，使用极为方便。

### 软件设计

本系统软件设计的开发调试工具是 IAR 公司的嵌入式工作台 EW430。它是 IAR 公司专为 TI 16 位单片机 MSP430 系列开发的，它提供了一个完整的开发环境。在支持 TI FET 驱动方面，EW430 的功能是独一无二的，目前最新版本是 1.26B。该开发工具支持 windows98/ME/NT4/2000/XP 多操作系统，在该开发环境下可进行工程文件的建立、文件编辑、编译、汇编、链接和建立生成目标文件及对目标文件进行调试。

MSP430 IAR C-SPY 调试器是为测试逻辑程序和仿真而开发的一种快速和高性价比的工具，可以将程序完整地下载到 IDE 中，在 IAR Embedded Workbench 中可以方便地进入 C-SPY 调试环境，编辑的功能像源代码浏览器一样使程序可以编辑的同时调试，断点可直接在代码中设置，寄存器窗口，存储器窗口，观察窗口等，可非常方便地调试用户所设计的程序。硬件调试主要通过 TI 的 JTAG Flash 仿真工具 MSP-FET430(Flash Emulation Tool)连接目标板。可同时编辑调试汇编语言和 C 语言源文件。

MSP430 系列的 IAR C 语言与标准 C 语言兼容程度高，所有的文档资料容易理解，便于移植。整个程序采用 C 语言设计,模块化结构，条理清楚，程序量精简，使得 MSP430 的速度和编译程序容量最优化。程序流程图如图 4 所示。

## 结 语

本设计由于选用 MSP430F413 单片机，其丰富的片上外围功能模块使得外围电路得以大大简化，而且大多数元器件均选择贴片封装，从而减少了整个板面积，同时在软件设计中也采用了多种节能工作方式，从而使整个系统功耗很少，可满足电池供电要求。目前，在实际应用中也得很好的验证，精度高、控制准确、抗干扰性强。