



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.

## MSP430 单片机通用系统研制和应用

上海交通大学电力学院 杨波 常越

**摘 要**：本文介绍了 MSP430 单片机 13x、14x 系列的功能特点，并以其为核心研制的通用系统和应用举例。

**关键词**：超低功耗，复位电路，光耦隔离，变频调速，液晶，打印机。

### 前言

德州仪器公司的 MSP430 系列单片机是一种超低功耗微处理器。该微处理器通过 16 位 RISC 系统，16 位 CPU 集成寄存器和常量发生器来获得最大代码效率。MSP430 的 16 位定时器是应用于工业控制如纹波计数器，数字化电机控制，电表和手持式仪表等的理想配置。它的硬件乘法器大大加强了其功能并提供了软硬件相兼容的范围，提高了数据处理的能力。MSP430Fx1x 系列具有 FLASH 存储器，不同型号单片机的存储器容量和外围模块各不相同，使用者可以根据需要具体选择。适应工业级应用环境——MSP430 的运行环境温度范围为-40---+85℃，所设计的产品适合运行于工业环境下。

#### 1. MSP430 单片机具有如下特点：

①低供电电压范围：1.8V—3.6V，在 1MHz 时钟条件下工作时，工作电流视不同模式为 0.1uA—400uA，有 5 种低功耗（超低电流消耗）模式，可使用电池供电，片内数字控制振荡器（DCO）可以使单片机在 6 微秒的时间内从低功耗模式转变到活动模式。

②有丰富的片上外围模块：最多 8 路 12 位 A/D 转换，48 个 I/O 端口，两个 UART，看门狗，两个内置 16 位定时器，可在线仿真的 FLASH 内存，7 路 PWM 输出，LCD 驱动等。我所用的主控芯片 MSP430F149 就包含了：12 位 A/D，精密模拟比较器，硬件乘法器，2 组频率可达 8MHz 的时钟模块，2 个带有大量捕获/比较寄存器的 16 位定时器，看门狗，二个可实现异步，同步及多址访问的串行通信接口，数十个可实现方向设置及中断功能的并行输入，输出断口等。

③多种时钟模块：

MSP430 单片机有三种时钟源可以选择提供给 ACLK，SMCLK，MCLK。其中 LFXT1 提供给外围设备 32768Hz 的时钟，LFXT2 可以提供高达 8MHz 的时钟供单片机运行使用，DCO 为单片机内部提供，并具有锁相环，为系统提供一个内部时钟源，当 XTALT2 没有提供时，系统依靠 DCO 运行，整个时钟配置可以通过 DCOCTL，BCSCTL1，BCSCTL2 和 SR 等控制寄存器中相应的位来选择和控制，以满足用户对系统的要求。

④强大的处理能力：MSP430 具有丰富的寻址方式（7 种源操作数，4 种目的操作数），但只需要简洁的 27 条指令；片内寄存器数量多，存储器可实现多种运算，有高效的查表处理方法，这些都保证了可以编出高效的程序。

⑤方便高效的开发方式，支持在线仿真和编程，所配编译器功能强大；具有 FLASH 存储器，利用单片机本身具有的 JTAG 接口或片内 BOOT ROM，可以在一台 PC 及一个结构小巧的 JTAG 控制器的帮助下实现程序的下载，完成程序的在线调试，实时修改片内寄存器和内存的内容，对使用者来说将大大提高程序的调试效率。

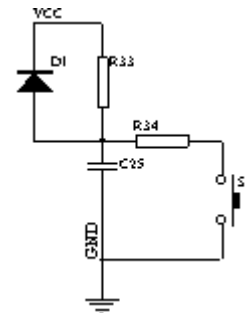
⑥熔丝保密功能和 256 位保密字相结合，几乎没有解密的可能，可以充分保证用户程序的安全性；

⑦MSPF13X、14X 系列芯片的管脚功能封装的兼容性，同样的硬件电路板可以选用这两个系列中的任意芯片，配合用户的需求，在满足功能要求的前提下可以选用价格较低的芯片，提高系统的经济性能。

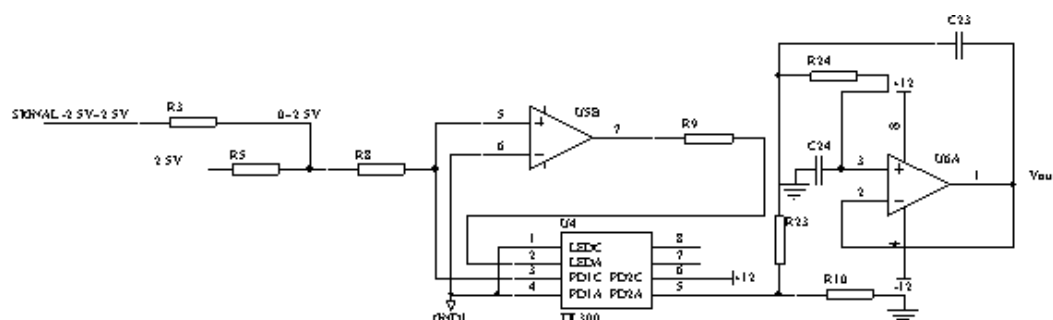
MSP430 单片机的典型应用包括采集模拟信号，转换成数字信号，传送到主机系统进行处理。我们设计了 MSP430 单片机的通用系统并应用于实际工程中，大大地缩短了开发周期，并以其替代了其它单片机系统。现将开发通用板的过程当中的一些经验总结出来，以便相互交流。

一：系统复位电路的设计：系统复位电路的设计一定要使系统能够充分复位，在各种复杂情况下稳定可靠地工作。复位性能不好会影响系统的正常运行。在 MSP430 单片机中有一/RST 复位管脚，它与不可屏蔽中断功能管脚复用，可由软件选择其功能，正常情况下为复位功能，只要有低电平输入，系统就将复位，我们的复位电路正是基于此原理设计并保证有充分的低电平时间。图中 R33=68K，R34=200 欧，C25=50 皮法；

在总结经验的基础上，我们设计了实际电路如图并运转良好。

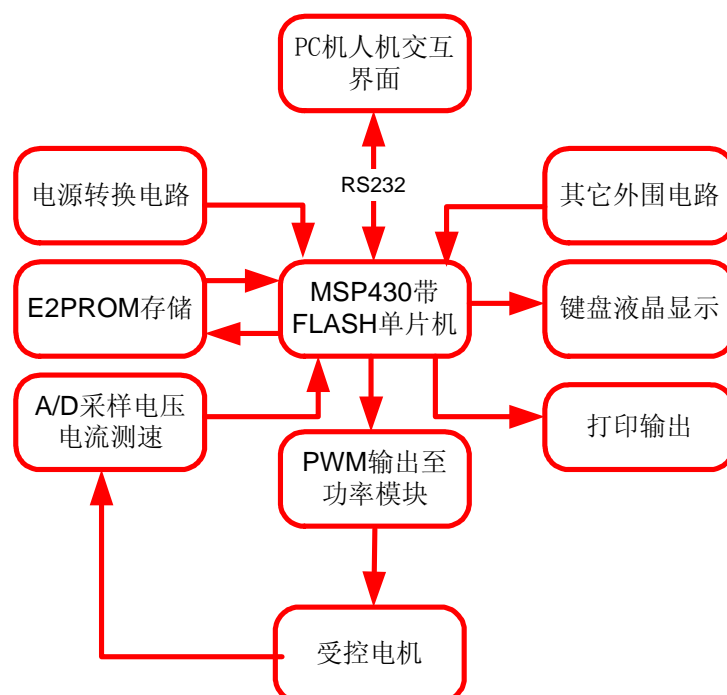


二：采样隔离电路的设计：为了 MSP430 单片机系统运行的稳定性及更好地去除外界干扰信号的影响，我们对输入信号进行光耦隔离采样，并对交流输入信号进行提升，使其信号电平处于 0~VCC 之间变化，适合 MSP430x1xx 系列单片机的 A/D 采样范围。MSP430x1xx 系列单片机的 A/D 采样精度可达 12 位，最高采样速率可达 200KBPS，具有采样/保持功能的 ADC 内核，可控制的转换存储和参考电平发生器，采样时钟源及转换时序电路可选。我们可以利用其内部的参考电平进行 A/D 的测试，参考电平从 0—VCC 可选。我们利用 TIL300 的光耦设计了采样保护及隔离电路如下，以供参考。调理后的信号接至 A/D 输入端 P60—P67。若有更多的信号需要处理，则可外接扩展电路。



三：液晶和键盘接口电路的设计：

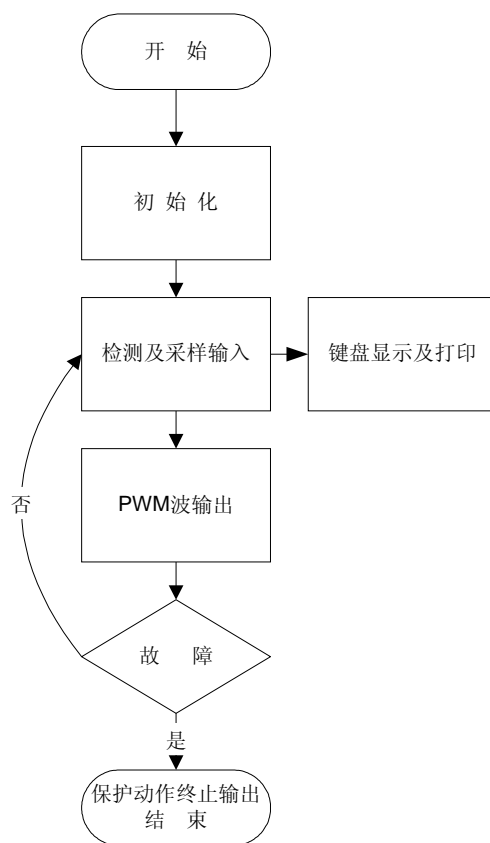
在目前的微小型系统中，液晶显示已作为一个必不可少的部分和发展趋势，我们可以直接利用 I/O 口模拟液晶的读写和控制时序，成功地驱动了 MGLS240X120 的点阵式液晶，控制字符、图形以及汉字的显示。液晶需要的电源由用户板提供。实验证明：MSP430 单片机的驱动能力很强，可以直接驱动 5V 接口的液晶。在实际工作中，我们的通用系统能够实现将信号由 A/D 端口采样



在 MSP430F149 中 TIMER-B 可以输出 7 路独立的 PWM 波，还可以利用 CCR0、CCR1 形成死区，只要改变 PWM 波的占空比和周期，就可以控制 IGBT 的导通与关断，也就控制了输出到电机端的电压及频率，实现在线的变频调速。为了确保万无一失，在硬件电路中设计了相应的死区及保护电路。

#### 六：编程语言的使用：

MSP430 系列单片机可以利用 IAR 公司的 WORKBENCH 和 C-SPY 编译，直接下载至片内 FLASH 内存，脱机运行。整个用户界面友好，调试过程中可以在上层软件中看到各寄存器的内容并在线修改，支持单步运行，在线观察定义的各个变量实时值。采用把所有相关文件放入一个项目中的组织方式，编译运行时软件会自动将文件按内在联系自动组合在一起，支持汇编和 C 语言的编程。追求效率的用户可自由选择只有 27 条精简指令的汇编语言，直接实现对寄存器的控制；一般的用户可以选择 C 编程，IAR 的 C 具有如下特点：①与 ANSI 的规格一致；②有可应用于嵌入式系统的标准函数库，具有可选用的源代码；③IEEE 兼容的浮点算法；④用户代码可与汇编子程序连接；⑤长识别符——多达 255 个有效字符，32000 个外部符号；⑥快速编译性能，代码的优化，灵活的变量分配和可移植性能，易于理解的出错和警告信息。这些都将大大缩短开发周期，降低开发难度。可以说 MSP430 的软件使用是相当简洁、方便、高效的。我们设计的系统软件包括初始化子程序、A/D 采样程序、键盘及液晶子程序、数据处理子程序、PWM 波生成子程序、故障处理程序、通讯程序以及上位机界面程序等，软件流程图如下：



一年多来的使用经验来看,德州仪器公司推出的 **MSP430 系列 FLASH** 单片机功能全面、使用方便、可有效保护软件的知识产权,有很高的实用价值,必将越来越广泛地被应用到各个领域。

- 参考文献: 1: **MSP430X1XX** 用户手册;  
2: **MSP430x13x、MSP430x14x** 数字微处理器数据手册;  
3: **MSP430 系列 C** 编译器编程指南;  
4: **MSP430** 汇编、连接和库编程指南;  
5: **MSP430 C-SPY** 用户手册;  
6: **MSP430 WINODWS WORKBENCH** 接口指南;  
7: 德州仪器 **MSP-FET430P140** 仿真工具用户指南等。