

# 基于超低功耗的 MSP430 系列单片机

李峻灵 倪蕴涛

(哈尔滨师范大学呼兰学院计算机系 黑龙江 呼兰 150500)

**摘要:**随着电子技术、计算机技术、控制技术的不断发展,人们对其使用的电子类产品,一些仪器仪表提出了更高的要求,要求其具有低功耗、智能化、便于携带等特点,在这些产品的设计中需要去选择能够较为简单实现这些特点的单片机的,那就是 MSP430 系列单片机。

**关键词:**MSP430 系列单片机;TI;JTAG 接口;低功耗

## 一、引言

MSP430 系列单片机是 TI 公司出品的一款强大的 16 位的混合信号控制器,其中包括一系列器件,它们针对不同的应用而由各种不同的模块组成,其显著特点是具有极低的功耗。其最早是面向于驱动 LED 显示的应用设计,由于极好的应用效果和很大的市场潜力,TI 很快将其发展为通用单片机。现已有 X1XX、X3XX、X4XX 几个系列,并且还在不断完善和发展。

## 二、MSP430 系列单片机的特点

### 1. 低功耗,可大大地延迟电池的使用寿命

MSP430 作为一种新型的单片机,采用了 TI 公司最新的低功耗技术,使其在众多的单片机中独树一帜。MSP430 工作在 1.8~3.6V 电压下,有正常工作模式 (AM) 和 4 种低功耗工作模式 (LPM1、LPM2、LPM3、LPM4),在电源电压为 3V 时,各种模式的工作电流分别为 AM: 340 $\mu$ A、LPM1: 70 $\mu$ A、LPM2: 17 $\mu$ A、LPM3: 2 $\mu$ A、LPM4: 0.1 $\mu$ A。单片机可以方便的在各种工作模式之间切换。MSP430 的超低功耗使其在电池供电、便携式设备的应用中表现出非常优良的特性。

### 2. 集成度高;片内外设丰富

MSP430 具有非常高的集成度,单片集成了丰富的片内外设:多信道 12bit 的 A/D 转换、片内精密比较器、多个具有 PWM 功能的定时器、斜边 A/D 转换、片内 USART、看门狗定时器、片内数控振荡器 (DCO)、大量的 I/O 端口以及大容量的片内存储器,不同型号器件的片内外设不同,但单片大多可以满足绝大多数的应用需要。

3. 片内存储器种类繁多,且容量根据实际需要随意选择不同型号的芯片

MSP430 的片内存储器有 ROM (C 型)、OTP (P 型)、EPROM (E 型)、Flash Memory (F 型)4 种型号,采用冯·诺伊曼体系结构。因此 RAM、ROM 和全部的外围模块都位于同一地址空间内。这些器件的开发手段不同,对于 OTP 型和 ROM 型的器件是相对应的 EPROM 型器件作为开发片,或使用仿真器开发成功后再烧写或掩膜芯片;而对于 FLASH 型则有十分方便的开发调试和运行环境。

### 4. JTAG 调试接口,便于调试

器件片内有 JTAG 调试接口,还有可电擦写的 FLASH 存储器,因此采用先下载程序到 FLASH 内,再由器件内通过软件控制程序的运行,由 JTAG 接口读取片内信息供设计者调试使用的方法进行开发。这种方式只需要一台 PC 机和一个 JTAG 调试器,而不需要仿真器和编程器。

### 5. 良好的编译和开发环境

如 IAR 公司开发的 IAR EMBEDDED WORKBENCH、AQ 公司开发的 AQ430 等。

### 6. 开发语言多样

MSP430 支持汇编语言、C 语言和 C++ 等多种语言开发设计,设计者可根据自己的特点和爱好选择自己熟悉的编程语言。

## 三、MSP430X14X 系列

下面 MSP430F149 (如图-1)为例,具体了解一下 MSP430 系列单片机的情况。

MSP430F149 单片机特点如下:

(1)低电源电压范围:1.8~3.6V。(2)超低功耗:2.5 $\mu$ A @4kHz,2.2V; 160 $\mu$ A @4MHz,2.2V。(3)5 种节电模式:等待方式 0.7 $\mu$ A;RAM 保持的节电方式 0.1 $\mu$ A。(4)从等待方式唤醒时间 6 $\mu$ s。(5)16 位 RISC 结构,150ns 指令周期。(6)基本时钟模块配置:高速晶体(最高 8MHz);低速晶体(32768Hz);DCO。(7)12 位 200kbps 的 A/D 转换器,自带采样保持。(8)配合外部器件可构成单斜边 A/D 转换器。(9)内部温度传感器。(10)具有 3 个捕获/比较寄存器的 16 为定时器 Timer\_A、Timer\_B。(11)串行通信接口可用于异步或同步(软件选择 UART/SPI 模式)。(12)6 个 8 位并行端口,且 2 个 8 位端口有中断能力。(13)片内 FLASH 存储器,方便开发和调试。(14)JTAG 引脚单独引出,不与 I/O 口线复用。(15)串行在系统编程。(16)安全熔丝的程序代码保护。

MSP430F149 的管脚及具体功能:

DVcc, Avcc, DVss, Avss 为数字电压,模拟电压,数字地,模拟地。

P1 口与 P2 口:它们各有 8 个引脚及各自的控制寄存器,每一引脚可单独控制,并且每一引脚都可用作中断源。它们还各自有 7 个控制寄存器,经过 8 位的 MDB 和 MAB 与处理器内核相连,必须以字节指令以绝对寻址模式进行访问。

P3, P4, P5 和 P6 口:每个端口都有四个控制寄存器,为数字 I/O 功能提供最大的灵活性。

所有 I/O 口均可独立编程;可以有各种输入的组合;可以任意组合端口功能和模块功能。

RST/NMI:系统复位引脚,低电平有效。

XIN/XOUT:低频晶体振荡器引脚,通常外接一钟表晶体,芯片内部集成匹配电容。

X2IN/X2OUT:外接高速晶体引脚,最高可接 8M 的晶体。

由 TDO, TDI, TMS, TCK, RST, TCLK/XOUT, DVCC, DGND 引脚构成了一个 JTAG 接口。JTAG 是一种所谓的边界扫描技术标准,即 IEEE1149.1。它是为在线测试的需要而发展起来的针对芯片及线路板测试的接口技术。它利用串行移位输入及输出的方式对芯片的输入端加载特定的代码序列,并获得输出端给出的响应序列。全部的 JTAG 接口只需要很少的几根引脚。MSP430 允许电脑通过 JTAG 接口直接访问单片机内部的 ROM, RAM 及特殊寄存器资源,并可直接对内部 FLASH 进行在线编程,这样就省却了使用编程器和仿真机,降低了开发成本并缩短开发周期。

## 四、结语

从以上的介绍我们可以看出:MSP430 系列单片机具有的这些特点使应用人员不必在接口、外接 I/O 及存储器上花太多的精力,而可以方便的设计真正意义上的单片系统,来实现其智能化;同时它最为典型的低功耗的特点,可利用电池为其长期供电;再者,其高度的集成度可简化设计,减小 PCB 的面积,来实现设计系统便携性的特点。

## 参考文献

[1]《MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例》魏小龙著.北京航空航天大学出版社.

**作者简介:**李峻灵,女,讲师,哈尔滨师范大学呼兰学院计算机系教师,哈尔滨理工大学通信专业在读硕士。

倪蕴涛,男,讲师,哈尔滨师范大学呼兰学院计算机系教师,黑龙江大学微电子学专业在读硕士研究生。

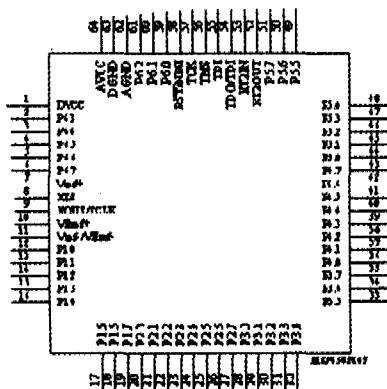


图 1