

# 基于 MSP430F149 的最小系统设计

李 彬 王朝阳 卜 涛 于学伟  
(中国人民解放军炮兵学院 合肥 230031)

**摘 要:**单片机最小系统,或称为最小应用系统,是指用最少的元件组成的单片机可以工作的系统。对于 MSP430 系列单片机来说,最小系统一般应该包括:单片机、晶振电路、复位电路。本文介绍了 MSP430F149 单片机的特点,设计了 MSP430 最小系统中电源模块、晶振电路模块、复位电路模块、串口通讯模块和数据存储模块的电路原理图,并介绍了各部分的功能。

**关键词:**MSP430;最小系统;电路设计

**中图分类号:** TP368.1 **文献标识码:** B

## The mini-system design based on MSP430F149

Li Bin Wang Chaoyang Bo Tao Yu Xuewei  
(Artillery Academy of PLA, Hefei 230031, China)

**Abstract:** The mini-system, mini-application system, is made up of the minimum components. In regard to MSP430 series microcontrollers, the mini-system generally includes MSP430F149, oscillator circuit and reset circuit. In the paper, the characteristics of MSP430F149 are introduced. Also the schematic diagrams of circuit theory about those modules such as power module, oscillator circuit module, reset circuit module, series module, and memory module are designed and presented. In addition, the functions of all modules are put forward.

**Keywords:** MSP430; Mini-System; Circuit

### 0 引 言

单片机芯片配以必要的外部器件,一般包括电源供入及电源开关、复位电路、晶振、输入输出电路等就能构成最小系统<sup>[1]</sup>。

MSP430F149 芯片是美国 TI 公司推出的超低功耗微处理器,有 60KB + 256 字节 FLASH, 2KBRAM, 包括基本时钟模块、看门狗定时器、带 3 个捕获/比较寄存器和 PWM 输出的 16 位定时器、带 7 个捕获/比较寄存器和 PWM 输出的 16 位定时器、2 个具有中断功能的 8 位并行端口、4 个 8 位并行端口、模拟比较器、12 位 A/D 转换器、2 个串行通信接口等模块。MSP430F149 芯片具有如下特点<sup>[2]</sup>:

- 1) 功耗低:电压 2.2V、时钟频率 1MHz 时,活动模式为 200 $\mu$ A;关闭模式时仅为 0.1A,且具有 5 种节能工作方式。
- 2) 高效 16 位 RISC-CPU,27 条指令,8MHz 时钟频率时,指令周期时间为 125ns,绝大多数指令在一个时钟周

期完成;32k Hz 时钟频率时,16 位 MSP430 单片机的执行速度高于典型的 8 位单片机 20MHz 时钟频率时的执行速度。

- 3) 低电压供电、宽工作电压范围:1.8 ~ 3.6V;
- 4) 灵活的时钟系统:两个外部时钟和一个内部时钟;
- 5) 低时钟频率可实现高速通信;
- 6) 具有串行在线编程能力;
- 7) 强大的中断功能;
- 8) 唤醒时间短,从低功耗模式下唤醒仅需 6 $\mu$ s;
- 9) ESD 保护,抗干扰力强;
- 10) 运行环境温度范围为 - 40 ~ + 85 ,适合于工业环境。

MSP430 系列单片机的所有外围模块的控制都是通过特殊寄存器来实现的,故其程序的编写相对简单。编程开发时通过专用的编程器,可以选择汇编或 C 语言编程, IAR 公司为 MSP430 系列的单片机开发了专用的 C430 语言,可以通过 WORKBENCH 和 C-SPY 直接编译调试,使用灵活简单。

**作者简介:**李彬,硕士研究生,主要研究方向为武器系统自动化、智能化技术与应用的研究。



### 1 系统总体设计

最小系统是由保证处理器可靠工作所必须的基本电路组成的,主要包括电源电路、时钟电路、复位电路、通信接口电路、数据存储电路组成,其硬件框图如图1所示。

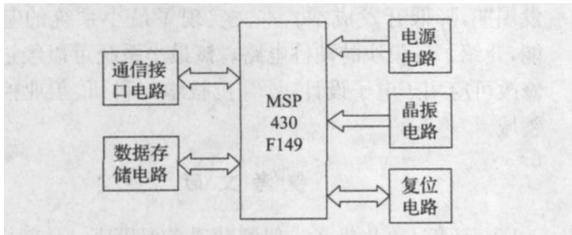


图1 最小系统硬件框图

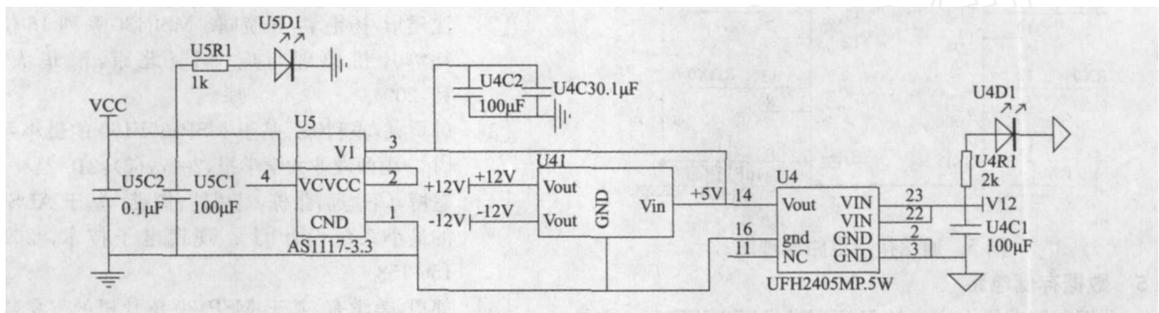


图2 电源电路原理图

如低频通信、LCD显示、定时器、计数器等。数字控制振荡器DCO已经集成在MSP430内部,在系统中只需设计高速晶体振荡器和低速晶体振荡器两部分电路。

低速晶体振荡器(LFXT1)满足了低功耗及使用32.768kHz晶振的要求<sup>[3]</sup>。LFXT1振荡器默认工作在低频模式,即32.768kHz,也可以通过外接450kHz~8MHz的高速晶体振荡器或陶瓷谐振器工作在高频模式,在本电路中我们使用低频模式,晶振外接2个22pF的电容经过 $X_{IN}$ 和 $X_{OUT}$ 连接到MCU。

高速晶振也称为第二振荡器XT2,它为MSP430F149工作在高频模式时提供时钟,XT2最高可达8MHz。在系统中XT2采用4MHz的晶体,XT2外接2个22pF的电容经过 $X_{T2IN}$ 和 $X_{T2OUT}$ 连接到MCU,原理如图3所示。

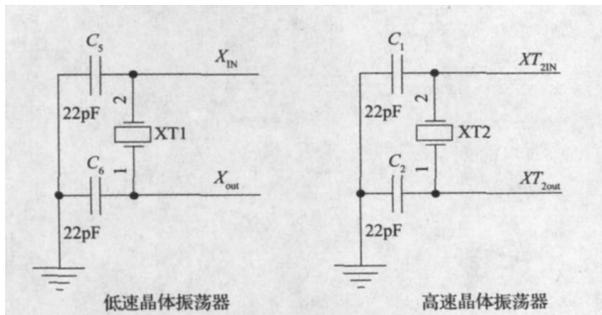


图3 晶振电路设计原理图

#### 1.3 复位电路原理图

手动复位是最小系统常用的功能,本系统采用专用复

#### 1.1 电源电路

本系统需要使用+5V和+3.3V的直流稳压电源,其中MSP430F149及部分外围器件需要+3.3V电源,另外部分需要+5V电源。在本系统中,以+5V直流电压为输入电压,+3.3V由+5V直接线性降压。电源电路原理如图2所示。

#### 1.2 晶振电路

MSP430系列单片机时钟模块包括数控振荡器(DCO)、高速晶体振荡器和低速晶体振荡器等3个时钟源<sup>[2]</sup>。这是为了解决系统的快速处理数据要求和低功耗要求的矛盾,通过设计多个时钟源或为时钟设计各种不同工作模式,才能解决某些外围部件实时应用的时钟要求,

位芯片IMP811实现手动复位,原理如图4所示<sup>[4]</sup>。

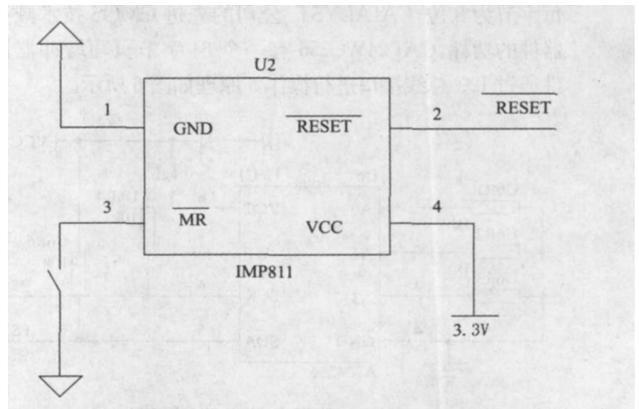


图4 复位电路原理图

#### 1.4 通讯接口电路

通信接口担负与外围的串行主机数据交换和支持打印等任务。

串行通讯只需较少的端口就可以实现单片机和PC机的互通,具有无可比拟的优势。串行通讯有两种方式:异步模式和同步模式。MSP430系列都有USART模块来实现串行通信。在本设计中,MSP430F149的USART0模块通过RS232串口与外围的串行主机通信。

EIA-RS232标准是由美国电子工业协会(EIA)制定的串行数据传输总线标准。早期它被应用于计算机和终端通过电话线和Modem进行远距离的数据传输,随着微型计算机和微控制器的发展,不仅远距离,近距离也采用

## 应用天地

该通信方式。在近距离通信系统中,不再使用电话线和MODEM,而直接进行端到端的连接。RS232 标准采用负逻辑方式,标准逻辑“1”对应 $-5V \sim -15V$ 电平,标准逻辑“0”对应 $+5V \sim +15V$ 电平。显然,两者间要进行通信必须经过信号电平的转换。

本系统采用专用电平转换芯片 MAX3232 来实现。MAX3232 芯片是 MAXIM 公司生产的电平转换芯片,包含两路接收器和驱动器,性能可靠。原理如图 5 所示。

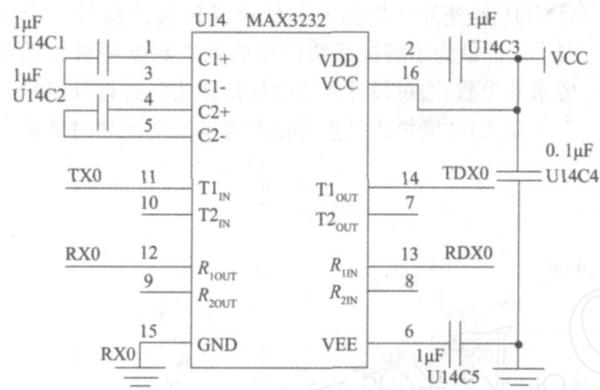


图 5 通信接口电路原理图

### 1.5 数据存储电路

数据存储选择大容量的  $E^2$  PROM CAT24WC256。它是一个 256K 位串行 CMOS  $E^2$  PROM,内部含有 32768 个字节,每字节为 8 位,CATALYST 公司的先进 CMOS 技术减少了器件的功耗,CAT24WC256 有一个 64 字节页写缓冲器该器件通过 I2C 总线接口进行操作。原理如图 6 所示。

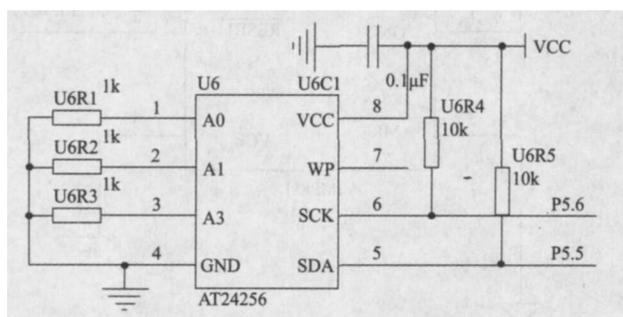


图 6 数据存储电路原理图

## 2 结束语

最小系统可以直接作为核心部件应用与工程和科研中,具有良好的通用性和可扩展性。在最小系统的基础上,可以很方便地进行二次开发和功能扩展,能够缩短开发周期,降低开发成本。本文实现了最小系统的基本功能,介绍了各模块的硬件电路。该最小系统可以经过适当修改可应用于电子设计、计算机教学与科研、工业控制等领域。

### 参考文献

- [1] 赵亮. 单片机从入门到精通系列讲座——单片机最小系统及 I/O 应用[J]. 电子制作, 2008. (2): 15-17.
- [2] 沈建华, 杨艳琴, 翟晓曙. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与应[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [3] 韩勇鹏, 霍利锋. 基于 MSP430F169 的最小系统设计[J]. 山西农业大学学报, 2007, (6): 216-218.
- [4] 赵博, 闫达远, 张栋, 马思博, 周雅. 基于 ADSP-BF533 的最小系统设计[J]. 现代电子技术, 2007. (9): 156-158.
- [5] 郭勇, 姜学东. 基于 MSP430 单片机的气象数据采集系统[J]. 国外电子测量技术, 2007(10): 43-46.
- [6] 荣奎, 陈明, 战延谋等. 基于 MSP430 单片机的炮兵气象观测仪数据采集系统[J]. 国外电子测量技术, 2008 (3): 30-32 + 42.
- [7] 杨平, 王威. MSP430 系列超低功耗单片机及应用[J]. 国外电子测量技术, 2008(12): 48-50.
- [8] 覃战冰, 邓斌. 基于单片机仿真器的单片机应用电路板故障测试系统的研究[J]. 国外电子测量技术, 2006 (11): 16-19.