

# 基于 MSP430F449 的自动肺活量测试仪设计

汤挺岳, 胡荣强

(武汉理工大学 自动化学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要:** 介绍一种医用自动肺活量测试仪的设计方案, 描述自动肺活量测试仪各部分电路的设计, 给出系统 AD 转换的子程序。该系统以 MSP430F449 为控制芯片, 采用 MPXV7002 压力传感器, 简化电路设计; 同时该设计方案体积小, 耗电少, 操作方便。

**关键词:** MSP430F449; 肺活量; 测试

中图分类号: TM930

文献标识码: B

文章编号: 1006-2394(2010)10-0035-02

## Automatic Vital Capacity Instrument Based on MSP430F449

TANG Ting-yue, HU Rong-qiang

(School of Automation, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** In this paper, a design program for medical automatic vital capacity instrument is introduced. Every parts of circuit design about the vital capacity tester are described. The A/D program design is described. The system consists of the microchip MSP430F449 and the press sensor MPXV7002. It has the characteristics of small size, low power and convenient operation.

**Key words:** MSP430F449; vital capacity; test

## 0 引言

肺活量反映肺的容积和肺的扩张能力, 是评价人体生长发育水平和体质状况的一项常用机能指标, 是各级医院呼吸内科、胸外科、肺科、气管炎专科临床医师的必备仪器。目前仍在使用的传统封闭容积式肺活量计, 读数不方便, 容易造成读数时的视觉误差。为此, 笔者利用 MSP430F449 和 MOTOROLA 公司的压阻式压力传感器 MPXV7002 设计了一种便携式自动肺活量测试仪。该仪器采用电池作为供电电源, 并具有功耗小、体积小、质量轻等特点, 可满足便携式需要。

## 1 硬件设计

MSP430 系列是一组超低功耗的微控制器, 适用于长期使用电池工作的场合。由于其具有 16 位 RISC 结构、16 位寄存器和常数发生器, 因而 MSP430 系列单片机具有最大的代码效率。考虑到本设计有低功耗、小体积的要求, 所以, 选用了 MSP430F449 型单片机芯片。当单片机处于闲置状态时, 可以使其处于睡眠状态以降低功耗, 并可通过选择 4 种工作模式来使其最低功耗几乎为零。

电路如图 1 所示。肺活量测试仪包括三部分: 电

源模块, 液晶显示模块和信号放大模块。整个电路由四节电池供电, 方便携带, 除了可以用电池供电外, 还可以通过直流输入端由小型变压器供电。为保证测试仪正常工作, 电源电路中配有电池电量检测装置, 在电池电量较低、可能会影响到正常工作的情况下及时报警, 以提醒更换电池。MSP430F449 有五种低功耗模式, 在测试完成后将 MSP430F449 置于低功耗模式。液晶显示器采用长沙太阳电子有限公司的字符型 LCM SMC1602A。信号放大主要通过 OP07 完成, MPXV7002 供电电压为 5V, 由于 MPXV7002 的输出信号为毫伏级, 需要送入运放 OP07 进行放大和驱动, 然后送入 MSP430F449 的 ADC 端, 由 MSP430F449 完成 AD 的功能并进行处理送至液晶 1602 显示, 最后通过 JTAG 接口下载到单片机中。这种设计与传统的 AT89C51 相比, 节约了一个外部的 AD 转换器件和电压基准元器件, 简化了电路。

## 2 软件设计

### 2.1 主程序流程图

主程序完成所有器件的初始化后打开中断, 进入主循环, 等待 ADC 的中断出现。在 ADC 子程序中得到压力值, 然后将得到的压力值进行积分得到一个积

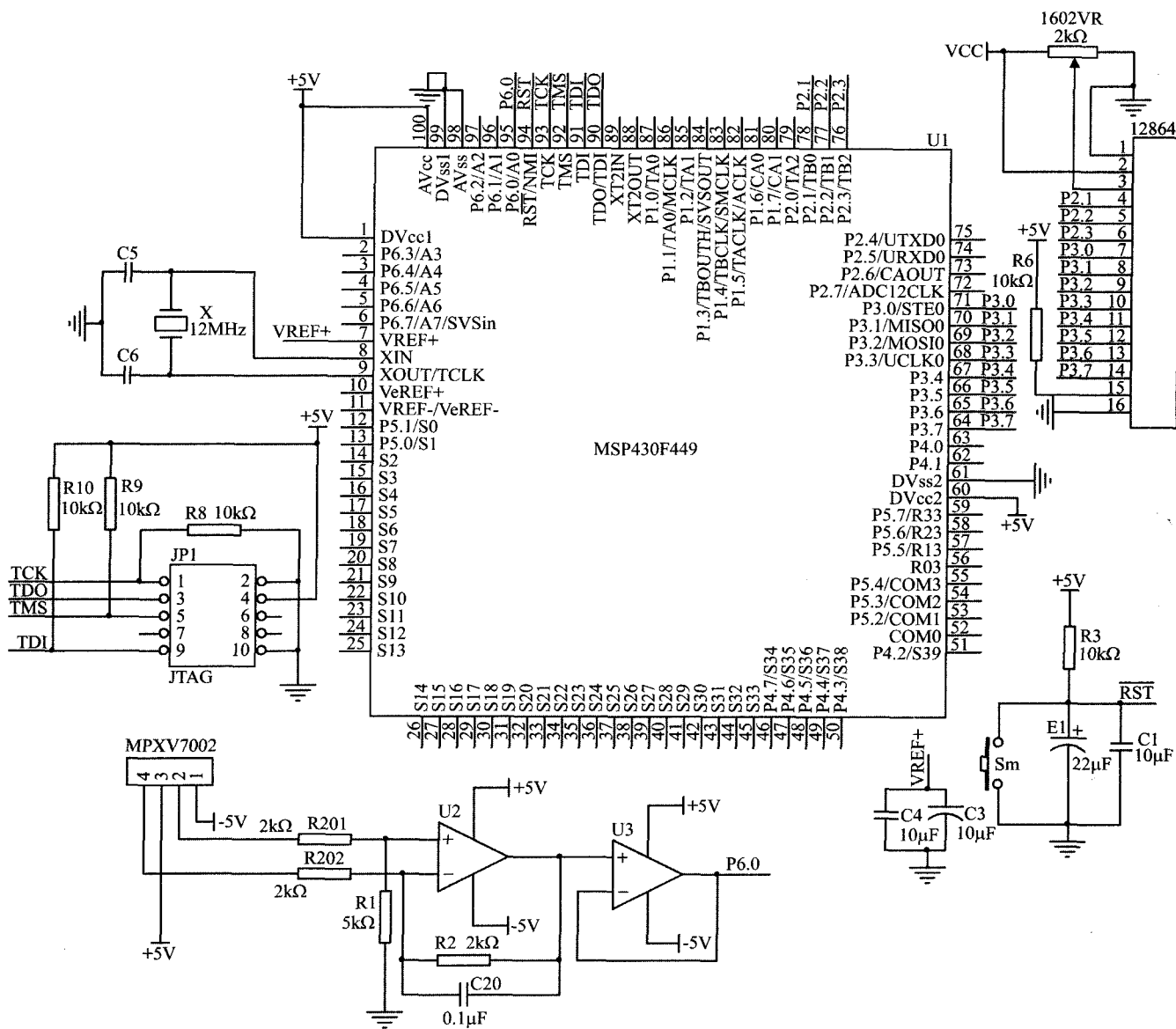


图1 肺活量测试仪电路图

分值,该积分值与肺活量成正比,调用显示子程序完成肺活量的显示。主程序流程图如图2所示。

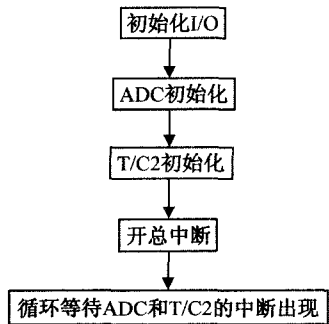


图2 主程序流程图

## 2.2 A/D 转换子程序

AD转换是本系统的核心部分,下面给出了自动肺活量测试仪的AD转换子程序。

```

void Init_ADC(void)
{
    P6SEL1 = 0xff;
    ADC12CTL0 &= ~ENC;
    ADC12CTL0 = ADC12ON + SHT0_2 + SHT1_2 + MSC + REFON +
    REF2_5V;
    ADC12CTL1 = CONSEQ_1 + SHS_1 + SHP + ADC12SSEL_3; //选择
    多通道采样
    ADC12MCTL0 = SREF_1 + INCH_0;
    ADC12MCTL1 = SREF_1 + INCH_1;
    ADC12MCTL2 = SREF_1 + INCH_2;
    ADC12MCTL3 = SREF_1 + INCH_3;
    ADC12MCTL4 = SREF_1 + INCH_4;
    ADC12MCTL5 = SREF_1 + INCH_5;
    ADC12MCTL6 = SREF_1 + INCH_6;
    ADC12MCTL7 = SREF_1 + INCH_7 + EOS;
    ADC12CTL0 |= ENC; //使能AD转换中断
} //AD转换中断服务程序
    
```

(下转第39页)

### 3.2 语音播报部分程序设计

本系统对语音的控制采用串行方式,用到的键比较少,方便灵活。在录音时将 MSEL1(24脚),MSEL2(25脚)分别接地, M8(9脚)接电源 +5V, RE 置低电平选为录音状态,进行录音,可以手动完成,完成录音后,将 RE 置高电平设置为放音状态, MSEL1(24脚), MSEL2(25脚)分别接地, M8(9脚)接地。由 M1(接单片机的 P2.0)、M2(接单片机的 P2.1)、CE(接单片机的 P2.2)、BUSY(接单片机的 P2.3)控制系统的语音播放。

涉及到的礼貌用语有:欢迎光临,谢谢,欢迎再次光临,请付款,收您,找您。

其他的语音有:一,二,三,四,五,六,七,八,九,十,百,千,元,角,整。

为了提高 APR9600 的语音使用效率,节省语音的空间,采用了串行单字录音,录音的顺序如下:

一,二,三,四,五,六,七,八,九,十,百,千,元,角,整,欢,迎,光,临,再,次,谢,请,付,款,收,找,您。

一共 28 个单字发音,每个单字发音占用 500ms 时间,一共需要 14s 就可以完成整个设计,这样就可以大大节省语音芯片 APR9600 的语音空间,提高其效率。对应每个单字的发音,编制一个子程序,从 SM1 到 SM28,假如要播报这样一句话:“收您五百元整”,只需要依次调用 SM26, SM28, SM5, SM11, SM13, SM15 这六个子程序即可。对于单字调用子程序设计原理,以“五”的发音调用为例介绍如下:

首先给语音地址复位,给 CE(接单片机的 P2.2)一个下降沿,再给 M1(单片机 P2.0)一个下降沿,然后连续给 M2(接单片机的 P2.1,放音的快进键)四个下降沿,最后给 M1(单片机 P2.0)一个下降沿,启动第五段语音放音;接下来,通过查询 BUSY(接单片机的 P2.3)状态来判断放音是否结束,低电平表示放音正在进行,高电平表示放音结束;当单片机查询到 P2.3 (BUSY)为高电平时,延时 100ms 后返回,放音结束,单字放音时间间隔选为 100ms。具体程序设计如下:

```
SM5: SETB P2.2
      CLR P2.2          ;语音复位
      SETB P2.0
      CLR P2.0          ;按一下 M1
      SETB P2.1
      CLR P2.1
      SETB P2.1
      CLR P2.1
      SETB P2.1
      CLR P2.1
      SETB P2.1
      CLR P2.1
      SETB P2.1
```

```
CLR P2.1          ;连续按四下 M2(快进)
SETB P2.0
CLR P2.0          ;按一下 M1,启动播放
JNB P2.3, $       ;查询放音是否结束,是,程序往下走,否,原地等待
LCALL DELAY100MS ;调用延时 100ms 程序
RET               ;返回
```

### 4 结束语

本系统采用单片机控制 APR9600 实现语音报价,采用串行控制方式,和单片机接口简单(只需要四个 IO 口),控制灵活,语音播放效率高,性价比高,具有很强的实用推广价值。

### 参考文献:

- [1] 陈芳. APR9600 单片语音录放 IC 在工业报警系统中的应用[J]. 南方农机, 2001(6): 25-26.
- [2] 张毅刚. 单片机原理及应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004. (郁菁编发)

(上接第 36 页)

```
_interrupt void ADC12ISR(void)
{
  ADC[0] = ADC12MEM0; //采样结果,对应板上 VR 电位器
  ADC[1] = ADC12MEM1;
  ADC[2] = ADC12MEM2;
  ADC[3] = ADC12MEM3;
  ADC[4] = ADC12MEM4;
  ADC[5] = ADC12MEM5;
  ADC[6] = ADC12MEM6;
  ADC[7] = ADC12MEM7;
  send_adc12_data(ADC,8); //发送 8 个数据
  ADC12CTL0 &= ~ENC;
  ADC12CTL0 |= ENC;
}
```

### 3 结论

此电子肺活量计是一种智能型肺活量测量仪器,该产品与传统封闭容积式肺活量计相比,由于采用液晶显示,读数更方便,可以直接读取数字值,从而可以避免视觉误差,是传统容积式肺活量计的更新换代产品。该设备采用带有模数转换功能的单片机 MSP430F449,由单片机直接完成 A/D 转换功能并且对转换结果进行处理送至液晶显示,节约了外部的 AD 转换器件和电压基准源器件,简化了电路,使得仪器的小型化成为现实。

### 参考文献:

- [1] 谢兴红, 林凡强. MSP430 单片机基础与实践[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- [2] 胡伟, 季晓衡. 单片机 C 程序设计及应用实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003. (许雪军编发)