

文章编号: 1671-251X(2009)07-0091-04

# 低功耗温度、压力数据记录仪的设计

柴 钰, 李艳春, 武少辉, 李文贵, 张肖波

(西安科技大学电气与控制工程学院, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 文章介绍了一种低功耗温度、压力数据记录仪的硬件及软件设计。该数据记录仪以超低功耗单片机 MSP430F149 为核心, 通过扩展外围电路实现对温度数据、压力数据的实时采集与处理; 通过 USB 接口与上位机通信, 通过上位机软件程序实现对数据的实时查询、回放和保存等功能。测试结果验证了该数据记录仪的准确性及低功耗特性。

**关键词:** 数据记录仪; 温度测量; 压力测量; 低功耗; MSP430F149

**中图分类号:** TD679

**文献标识码:** B

收稿日期: 2009-03-06

作者简介: 柴 钰(1961-), 男, 副教授, 现主要从事控制科学与工程方面的教学与科研工作, 获国家发明专利 2 项, 已发表文章 13 篇。E-mail: 927anny@163.com

要实现放音功能, 因此, 管脚 27(P/R)、24(PD)、26(XCLK)都接入固定的电平, 只有管脚 3~10(A9~A0)(CE)和管脚 25(EOM)与 89C52 相连。

## 2.2 语音报警电路软件设计

首先应将“现在甲烷浓度是”、“0~9”这 10 个数字以及“.”分别录好, 作为 12 个独立的语音段, 通过计算机用专用的语音编程拷贝机写入 ISD2590 的 12 个固定地址中(注意必须为 4 的倍数)。语音播放程序作为一个子程序供主程序调用, 每次调用该子程序完成一个语音段的播放。在主程序中要对该子程序初始化, 使 CE=1, PD=1, 并将要播放语音段的地址(除以 4)送入地址单元 ADDRESS 中。在该子程序中, 播放语音段时使 CE=0, PD=0, 将 ADDRESS 中的地址由 P0 口输出, 停止放音时 CE 值可不变, 使 PD=1, 从而降低功耗。语音段播放完成采用查询 EOM 的电平由高到低变化的方式判断。语音播放子程序流程如图 4 所示。

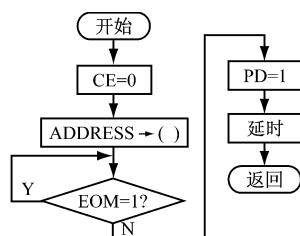


图 4 语音播放子程序流程图

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

## 0 引言

随着现代工业自动化的不断发展, 环境监控的要求也越来越高。为了满足实际需要, 降低生产成本及使用功耗, 笔者设计了一种能测量环境温度和

**放音过程:** 当现场检测甲烷浓度大于设置的报警值时, 主程序将用“现在甲烷浓度是”语音段的地址调用语音播放子程序, 然后依次用实际检测浓度的十位、个位、“.”以及十分位、百分位对应的地址调用语音播放子程序, 从而播放语音“现在甲烷浓度是 × × . × × ”。完成一次播放后可再次判断检测浓度是否大于设定的报警值, 重复上述过程, 实现不间断的检测与报警功能。

## 3 结语

该具有语音报警功能的甲烷传感器在现场试运行中运行稳定、可靠, 效果良好。本文介绍的基于 ISD2590 的语音报警电路适用于煤矿综合监控系统中的其它传感器, 具有很好的推广价值和市场前景。

## 参考文献:

- [1] 何立民. 单片机应用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1992.
- [2] 苏 平. 单片机原理与接口技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [3] 唐明道. ISD2500 系列单片语音录放电路[J]. 电子技术, 1996(9): 31~34.
- [4] 曾祥鸿, 黄 强. KJ90 型煤矿安全生产综合监控系统[J]. 矿业安全与环保, 2000(2): 18~20.

压力的低功耗数据记录仪。该数据记录仪可记录 1 个 12 位温度参数, 1 个 12 位压力参数; 采样时间为 5 s~10 min 可设, 采样时间表由上位机设定; 记录点达 20 万个; 具有数据回放、刻度系数存储及仪器号存储功能, 可应用于压缩机、风机运行时的欠压/过压、低温/过热检测等外部温度和压力的测量。

## 1 硬件设计

该数据记录仪的硬件系统主要包括主控制器电路、压力测量电路、温度测量电路、电源控制电路、实时时钟电路、FLASH 存储电路、USB 转 RS232 电路 7 个模块, 其整体结构框图如图 1 所示。

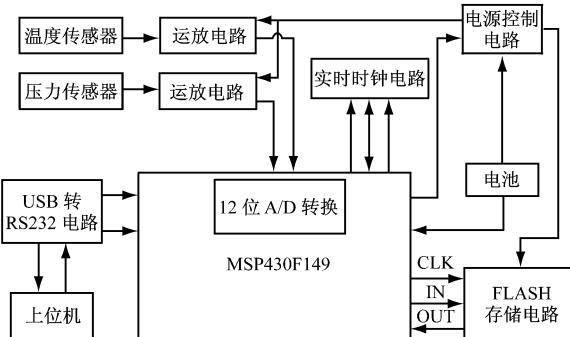


图 1 数据记录仪的硬件系统整体结构框图

该数据记录仪的主控芯片选用 TI 公司生产的 16 位 MSP430F149 单片机。温度传感器和压力传感器将采集到的温度信号和压力信号转换为电压信号, 经运放电路处理后送入 MSP430F149, MSP430F149 对采集的数据进行 A/D 转换并处理后, 将数据存入外加的 FLASH 中, 并通过 USB 接口将数据上传到上位机<sup>[1]</sup>。

### 1.1 主控制器电路

主控制器电路如图 2 所示, 其主要功能是通过软件编程, 按需要从外设获取信号并处理信号, 最终实现控制及协调各个外围设备工作的功能。

### 1.2 压力测量电路

压力测量电路如图 3 所示, 其主要功能是将压力信号转换为电压信号。当金属膜片受力时, 电阻式应变片随之产生形变, 自身的电阻值产生变化, 通过测量电阻值就可得到被测压力的值。电阻应变片采用全桥接法, 由恒流源供电, 电压信号经过运放电路处理, 进入 MSP430F149 中进行 A/D 采样<sup>[2]</sup>。

### 1.3 温度测量电路

温度测量电路如图 4 所示, 其主要功能是将温度信号转换为电压信号。本数据记录仪采用的温度传感器为 Pt1000。Pt 1000 铂金电阻随温度变化线

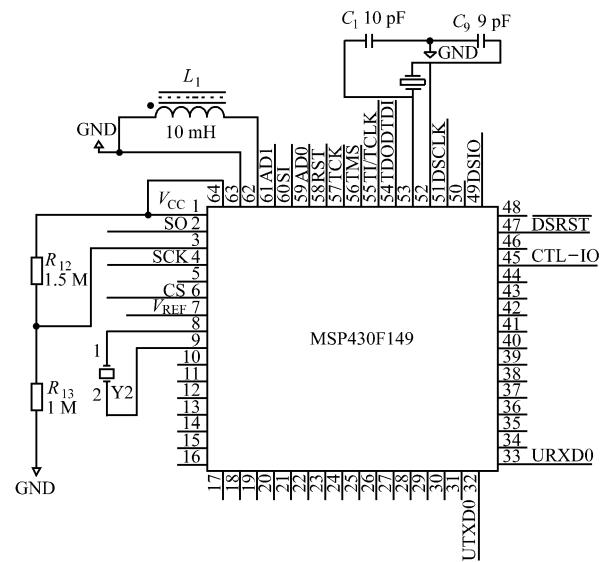


图 2 主控制器电路图

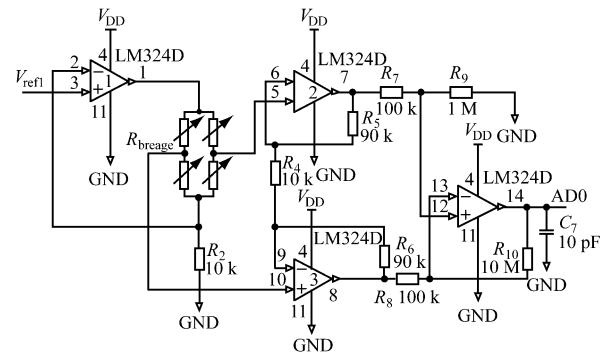


图 3 压力测量电路图

性良好, 精度高, 稳定性好, 性能可靠, 性价比较高, 而且测量范围较广, 为 -200~850 °C。温度每变化 3.9 °C, 铂金电阻的阻值增加 1 Ω。根据这一特性, 将温度的变化转换为铂金电阻阻值的变化, 采用恒流源供电, 用桥式接法, 经过运放电路处理, 进入 MSP430F149 中进行 A/D 采样<sup>[2]</sup>。

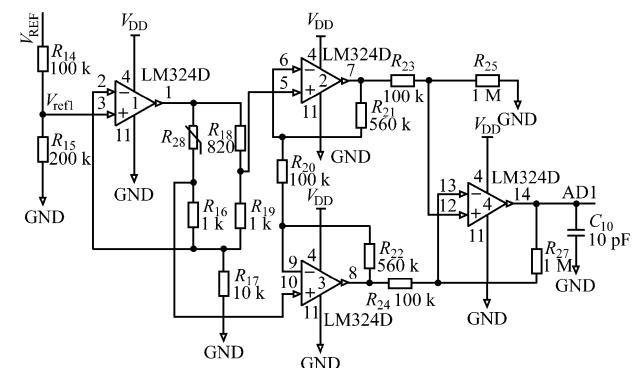


图 4 温度测量电路图

### 1.4 电源控制电路

电源控制电路如图 5 所示, 包括 2 个供电电源。当电路与上位机连接时, 整个电路由 USB 接口供

电; USB 转 RS232 电路直接由 USB 接口的 5 V 供电; 主控制器电路由 TI 公司生产的 3.3 V 稳压集成芯片 TSP76433 将 USB 接口的 5 V 电压转换为 3.3 V 供电。在采用电池给整个数据记录仪电路供电时, 肖特基二极管  $D_1$  可有效防止电池电流输入稳压集成芯片, 既可以保护稳压集成芯片, 也可以减小一部分电流, 实现更低功耗。数据记录仪的压力测量电路、温度测量电路、实时时钟电路及 FLASH 存储电路则通过主控制器电路控制 PNP 型三极管  $Q_1$  的导通来定时供电, 需要测量保存数据时才给以上电路供电, 以实现低功耗<sup>[3]</sup>。

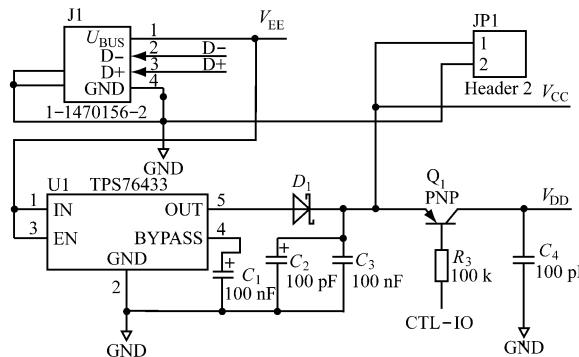


图 5 电源控制电路图

### 1.5 实时时钟电路

由于采集数据时需要有时间刻度, 数据回放时才能知道某一时间刻度的压力和温度值, 因此, 系统中需要时钟, 这里笔者选用 DS1302 实时时钟芯片。DS1302 的  $V_{CC2}$  采用 3.3 V 供电, RES、CLK、I/O 这 3 个引脚与 MSP430F149 的 I/O 相连, 用于写入或读取数据。 $V_{CC1}$  采用 3.6 V 锂离子电池供电, 以便断电时 DS1302 能正常工作, 晶振接 32 768 Hz 晶振<sup>[4]</sup>。

### 1.6 FLASH 存储电路

系统需要存储 20 万个温度和压力数据点和各数据点所对应的时间刻度, 每个数据点需要 10 B 的空间, 共需要 2 MB 的空间, 而 MSP430F149 内部的 FLASH 存储量仅为 60 KB, 远不能满足系统需求, 因此, 笔者采用外部 FLASH (AT45DB161D) 作为存储采集数据点的存储器<sup>[5]</sup>。

### 1.7 USB 转 RS232 电路

MSP430F149 有 RS232 接口, 波特率可设<sup>[6]</sup>。但随着 USB 接口的飞速发展, 现在每一台计算机都有 USB 接口, 并且用串口编写上位机软件比较容易实现。MSP430F149 与计算机通信时, USB 转 RS232 是必要的。笔者采用 USB 转 RS232 芯片 CP2102 设计 USB 转 RS232 电路。

## 2 软件设计

### 2.1 主程序设计

主程序主要通过调用子程序完成控制命令, 通过软件控制语句、函数等将子程序链接起来, 组成整个软件的骨架<sup>[7]</sup>。本数据记录仪的主程序流程如图 6 所示。

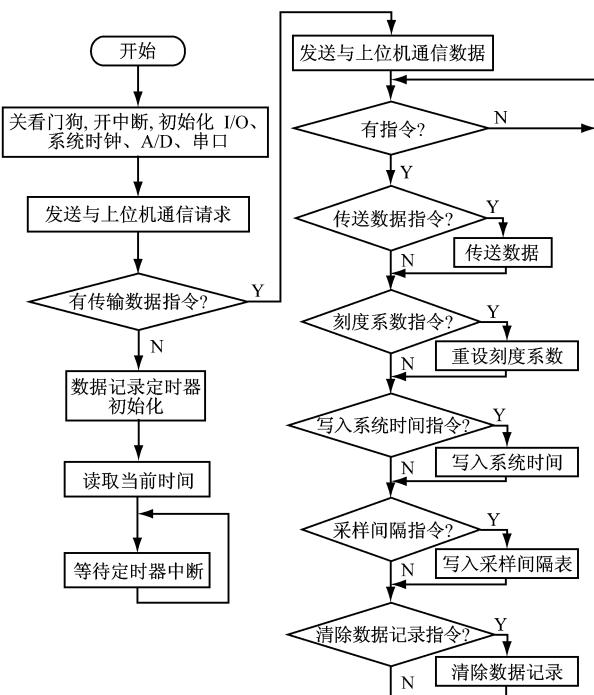
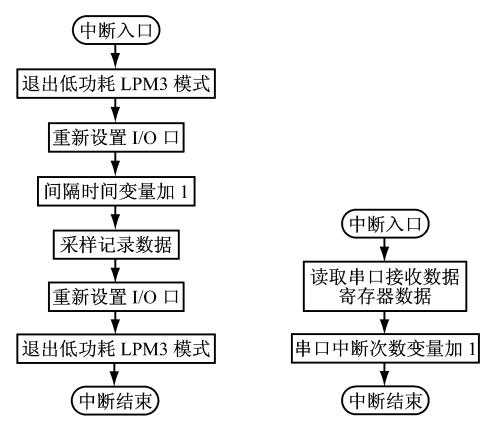


图 6 主程序流程图

### 2.2 中断服务子程序设计

中断服务子程序主要包括定时器中断子程序和与上位机通信的串口中断子程序。中断服务子程序流程如图 7 所示。



(a) 定时器中断子程序

(b) 串口中断子程序

图 7 中断服务子程序流程图

### 3 低功耗设计策略

本数据记录仪低功耗设计体现在硬件和软件2个方面。硬件方面,选用了低功耗的芯片,且MSP430F149的外设通过降低芯片工作电压及优化电路设计来降低功耗,如CP2102只有在与上位机连接时才给其供电,电路总电流约为717 μA。软件方面,MSP430F149采用休眠模式和空闲模式以降低功耗,如将空闲的I/O管脚拉低,采集数据时间隔采样,且只有在采样时才给FLASH存储电路、温度测量电路、压力测量电路供电;MSP430F149定时被唤醒,检测是否到达采样时间,若到达采样时间,则采样并保存数据,进入低功耗模式,若没有,则直接进入低功耗模式<sup>[8]</sup>。由于采样时间极短,MSP430F149几乎所有时间都处于低功耗模式。

### 4 测试及误差分析

温度测试以温度计为标准,对室内温度进行测量,结果如表1所示。

表1 温度测试结果表

次数	温度计读数/℃	数据记录仪读数/℃	误差/℃
1	32.10	32.38	0.28
2	31.90	32.09	0.19
3	31.01	31.16	0.15
4	31.13	31.46	0.33
5	30.92	31.26	0.34
6	30.87	31.09	0.22
7	31.17	31.56	0.39
8	31.57	31.92	0.35
9	31.23	31.66	0.43
10	31.47	31.95	0.48

压力测试以电子秤为标准,分别测量有压力和无压力2种情况,先用电子秤测出砝码质量,计算出压力,然后置于压力传感器上,由数据记录仪进行测量,结果如表2所示。

用数字万用表测量数据记录仪的工作电流和电压,进行功耗测试,结果如表3所示。

数据记录仪的系统误差主要包括软件近似计算误差、测量仪器本身误差、各元器件本身误差及采样误差等;随机误差包括读数误差、外界电磁场对线路的影响产生的误差及环境温度对各元器件的影响产生的误差等。可选用精度较高、温漂较小的芯片减小系统误差,采用多次测量的方法减小随机误差。

表2 压力测试结果表

次数	电子秤读数/N	数据记录仪读数/N	误差/N
1	0.00	0.19	0.19
2	0.00	0.10	0.10
3	1.01	0.95	0.06
4	1.98	2.15	0.17
5	3.05	3.19	0.14
6	5.02	5.20	0.18
7	6.99	6.89	0.10
8	9.01	8.91	0.10
9	12.03	12.12	0.09
10	14.98	14.96	0.02

表3 功耗测试结果表

	1	2	3	4	5
电流/mA	0.715	0.727	0.719	0.704	0.720
电压/V	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
功率/mW	2.145	2.181	2.157	2.112	2.160

### 5 结语

通过对低功耗温度、压力数据记录仪进行联机调试、系统测试及误差分析,结果表明,该数据记录仪能够达到预期的指标,具有成本低、体积小、重量轻、便于移动及携带、实时性强、使用方便等优点。在该数据记录仪的设计基础上,通过减小晶振频率,还可进一步降低系统功耗。

#### 参考文献:

- [1] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [2] 周乐安. 基于 MSP430 单片机温湿度控制器 [J]. 四川兵工学报, 2008, 29(2): 113~114.
- [3] 默少丽, 邓鹏. 基于 MSP430 的低功耗便携式测温仪设计 [J]. 电子工程师, 2008, 34(3): 18~20.
- [4] 李莉. 低功耗数据采集装置的设计 [J]. 科技情报开发与经济, 2006, 16(1): 249~255.
- [5] 王洪林. 超低功耗温度、湿度及露点数据记录仪的研制与应用 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2003.
- [6] 谢兴红, 林凡强, 吴雄英. MSP430 单片机基础与实践 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008: 56~60.
- [7] 张军峰. 基于嵌入式系统的数据记录仪的设计 [D]. 太原: 太原理工大学, 2007.
- [8] 张鑫, 李传锋, 沈安文. 一种基于 MSP430 单片机的数据采集智能仪表的设计 [J]. 计算技术与自动化, 2006, 25(4): 81~83.