

超低功耗电子温度计的设计

潘为刚¹, 丁海栋²

(1. 山东交通学院 信息工程系, 山东 济南 250023; 2. 日照市建设工程质量监督站, 山东 日照 276800)

摘要:以 MSP430F2274 单片机作为系统的控制核心设计超低功耗电子温度计, 选用总线式温度传感器 DS18B20 测量温度, 显示部分采用 LCD 驱动专用芯片 HT1621 驱动 4 位半液晶 LCD 玻璃片。试验表明, 系统达到了设计要求, 并且整机静态功耗约为 2.97 μW 。

关键词:超低功耗; MSP430F2274; HT1621; 电子温度计

中图分类号: TH811

文献标识码: A

文章编号: 1672-0032(2009)03-0079-04

目前在工业领域中, 经常需要现场对某些特殊点进行温度测量。而进行温度测量时往往不能从现场取电源, 只能采取电池供电, 这就要求温度测量系统的功耗较低。我们设计了一款通用的超低功耗电子温度计, 要求能够测量并显示温度, 并且整机静态功耗小于 6 μW 。系统选用超低功耗 MSP430 单片机控制 DS18B20 采集温度并用近乎零功耗的 LCD 玻璃片显示温度。

1 系统基本要求及功耗

超低功耗电子温度计的具体要求为: 1) 检测温度范围为 0 ~ 100 $^{\circ}\text{C}$, 分辨率为 1 $^{\circ}\text{C}$; 2) 正确显示温度; 3) 整机静态功耗小于 6 μW (关闭 LCD 显示, 时钟正常运行); 4) 按键唤醒。

以 MSP430F2274^[1] 单片机为控制核心, 采用 DS18B20 温度传感器检测温度, 利用 LCD 专用驱动芯片 HT1621 驱动液晶 LCD 玻璃片实现显示功能, 并直接在单片机 P1 口上连接按键实现按键唤醒功能。系统总体结构框图如图 1 所示。

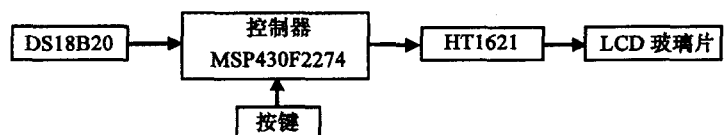


图1 系统总体结构框图

系统硬件部分主要包括 MSP430F2274、DS18B20、HT1621、LCD 玻璃片、按键等, 工作电压为 3 V, 其各部分功耗为: MSP430F2274 待机模式 2.1 μW , DS18B20 待机模式约 3.0 μW , HT1621 关闭 LCD 省电模式下的功耗约 0.3 μW , 按键及 LCD 玻璃片总共约 0.3 μW , 总计 5.7 μW , 外加部分损耗, 整个系统静态功耗应约为 6.0 μW 。

假设系统采用 3 V 180 mAh 的电池供电, 系统在静态节电模式下约工作 10⁵ a。

2 硬件电路与程序设计

2.1 硬件电路设计

DS18B20 与控制器接口电路如图 2 所示, 按键接口电路如图 3 所示^[2]。

HT1621 是 128(32 × 4) 点内存映象和多功能的 LCD 驱动器, 适用于多种 LCD, 用于连接主控制器和

HT1621的管脚最少只需3个。HT1621的节电命令可将系统功耗降低至0.3 μW。HT1621显示驱动接口电路如图4所示。

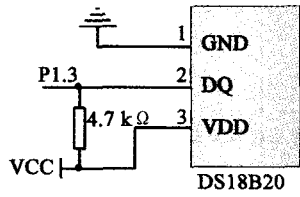


图2 DS18B20接口电路

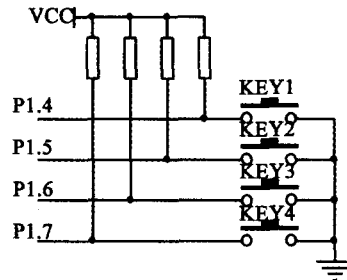


图3 按键接口电路

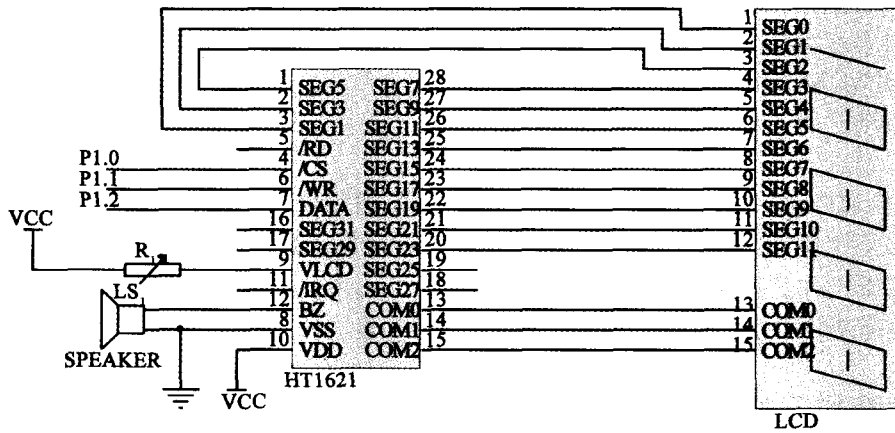


图4 HT1621接口电路图

2.2 程序流程图

软件实现功能如下:①温度检测及显示;②按键中断服务程序。其中系统主程序流程图即温度检测及显示过程如图5所示,按键中断服务程序流程图如图6所示。

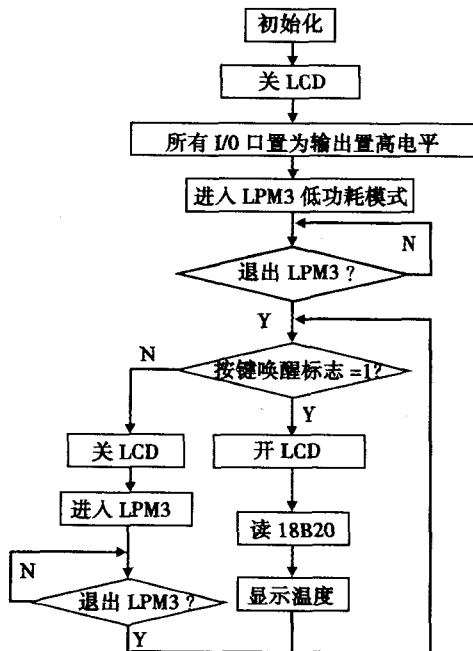


图5 主程序流程

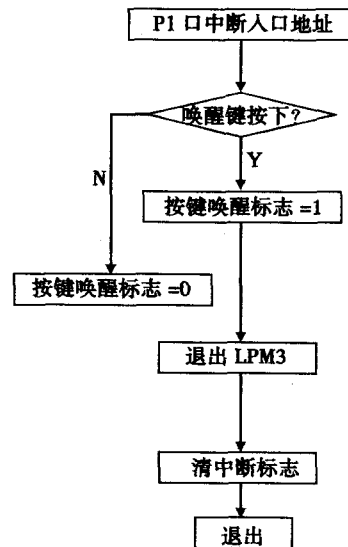


图6 按键中断服务程序

3 系统测试

整个系统设计的难点是低功耗设计,通过查阅各部分硬件的功耗参数以及进行相关理论分析,计算其功耗约为 $6.0 \mu\text{W}$,但在硬件电路搭建完成后进行的实际功耗测试中,却出现了实际测量功耗参数与相关产品说明书上的功耗不相符的问题。经过查阅资料和具体的实验测试,认为软件程序对控制器 IO 口的输入、输出状态的设置对功耗产生了重要的影响。表 1~3 是对系统的硬件组成部分的静态功耗测试结果,是在系统工作电压为 3 V、MSP430 单片机进入低功耗模式 3(LPM3)、其它外围器件进入省电模式的情况下进行的。

表 1 MSP430F2274 最小系统静态功耗测试

μW

测量次数	IO 口状态		
	IO 口全为输入	IO 口全为输出,且输入均为低电平	IO 口全为输出,且输入均为高电平
第 1 次	21.75	2.16	2.13
第 2 次	33.45	2.13	2.10
第 3 次	31.80	2.16	2.13

表 2 MSP430F2274 最小系统 + HT1621 + LCD 静态功耗测试

μW

测量次数	IO 口状态		
	HT1621 所用 IO 口全为输入,其它均为输出	IO 口全为输出,且输入均为低电平	IO 口全为输出,且输入均为高电平
第 1 次	2.40	136.71	2.43
第 2 次	2.37	136.59	2.46
第 3 次	2.37	136.47	2.43

从表 1 可以看出,当单片机外部 IO 口悬空时,若 IO 口全为输入,则功耗可达 33 多 μW ,显然不能满足系统功耗要求,因此系统 IO 口一般设置为输出状态,而输出高低对功耗无明显影响。

进行表 2 测试时,HT1621 必须先关闭 LCD 进入省电模式。从测试结果看,当 HT1621 所占用的 IO 口都设为输出,输出为高电平和低电平时,功耗差别较大,输出全为高电平时,HT1621 + LCD 功耗仅为 $0.3 \mu\text{W}$,与 HT1621 数据手册提供的功耗参数完全一致。因此单片机与 HT1621 接口在低功耗时必须设置为输出,且输出为高电平。

表 3 为整个系统的低功耗测试结果,其中除了按键用 IO 口必须设为输入,其它口均为输出且输出为高电平,整机测试功耗约为 $5.97 \mu\text{W}$ 。

由表 1~3 静态功耗的实际测试可知,整个系统(含按键)静态功耗约为 $5.97 \mu\text{W}$,并可计算出 MSP430F2274 最小系统静态功耗约 $2.13 \mu\text{W}$,HT1621 + LCD 静态功耗约 $0.33 \mu\text{W}$,DS18B20 + 按键功耗为 $3.54 \mu\text{W}$,由此可见,各个模块的实际功耗典型值与理论值基本一致,误差基本可忽略不计。

设计的超功耗电子温度计在 3 V 工作电压下整机静态功耗仅为 $5.97 \mu\text{W}$,适用于工业生产中需要进行温度检测报警但不能从现场取电源的情况。

表 3 整个系统静态功耗测试

测量次数	功耗/ μW
第 1 次	5.97
第 2 次	5.94
第 3 次	5.97

参考文献:

[1] 沈建华. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.

[2] 童诗白. 模拟电子技术基础[M]. 第4版. 北京: 高等教育出版社, 2006.

Design of Electronic Thermometer of Supper Low Power Consumption

PAN Wei-gang¹, DING Hai-dong²

(1. Department of Information Engineering, Shandong Jiaotong University, Jinan 250023, China;

2. Construction Engineering for Quality Supervision Station of Rizhao City, Rizhao 276800, China)

Abstract: With MSP430F2274 serving as the core of the control part of electronic thermometer, temperature is measured by bus temperature sensor DS18B20. The display is realized by LCD driven by LCD controller HT1621. It is proved by experiment that the electronic thermometer system has achieved all functions as it has been designed, and the system static power consumption is only $5.97\mu\text{W}$.

Key words: supper low power consumption; MSP430F2274; HT1621; electronic thermometer

(责任编辑: 郎伟锋)

(上接第78页)

由表2的处理结果可以看出, 经过小波技术处理后, GPS观测数据基线解的内外符合差都有了不同程度的减小, 特别是与 JC_6 点有关的基线, 例如基线 $YZ_2 \sim JC_6$ 的外符合差减少了8 mm、 $YZ_1 \sim JC_6$ 减少了4 mm、 $JC_3 \sim JC_6$ 减少了10 mm, 外符合精度有了较大的提高。

可见, 通过小波分析处理技术, 可有效分离有用信号和噪声, 通过信号重构, 获得消噪后的信息, 对进一步提高GPS观测成果的精度及可靠性有显著作用。

参考文献:

- [1] 刘大杰. 全球定位系统(GPS)的原理与数据处理[M]. 上海: 同济大学出版社, 1996: 102-120.
- [2] 周保兴. GPS数据预处理方法研究及其应用[D]. 南京: 河海大学, 2005: 25-37.
- [3] 石杏喜, 岳建平. 基于小波的GPS基线解算精化处理技术及其应用[J]. 测绘通报, 2004(5): 18-21.
- [4] 唐勇, 李晋, 朱霞, 等. 土质高边坡植被生态防护应用技术研究[J]. 交通建设与管理——环境保护, 2007(专刊2): 3-4.
- [5] 李晋, 唐勇, 朱霞, 等. 土工格室植被护坡应用研究[J]. 山东交通学院学报, 2008, 16(1): 56-60.

The Research of GPS Baseline Processing in High Slope Deformation Monitoring

Zhou Bao-xing, Li Jin, Tang Yong, Zhu Xia, Zhu Feng

(Department of Civil Engineering, Shandong Jiaotong University, Jinan 250023, China)

Abstract: The technology of GPS has been applied in deformation monitoring of ecological high slope in Jilai freeway. According to its terrain and topography condition, methods for decreasing errors and improving the precision are proposed. The theory of gross error removing based on wavelet transformation is analyzed and applied in GPS data process. The precision of GPS baseline processing is discussed.

Key words: high slope; deformation monitoring; baseline; GPS

(责任编辑: 郎伟锋)