

基于XMEGA的室内环境检测仪的设计

桂林电子科技大学信息科技学院 易 艺 于新业 窦文森

【摘要】现代家庭生活中,室内居住环境的好坏越来越受到人们的重视。本文提出了一种基于XMEGA微控制器为核心的室内环境检测仪的实现方案,该方案采用低功耗设计芯片,在控制器外围接上温度、湿度、HCHO(甲醛)和苯等传感器模块,并配有液晶显示和键盘操作等人机交互界面。经过在ATMEL公司的ATXmega128A1芯片上进行实验,结果证明了该设计方便实用,可靠性强,并且参数精度较高,达到预期效果。

【关键词】室内环境检测;ATXmega128A1;甲醛;苯;温度;湿度

1. 引言

随着社会经济的发展和人们生活水平的提高,居室装修及家具更新越来越普遍,室内装修和大量使用各种合成板材制作的家具,使室内空气中以甲醛、苯等挥发性有机物为代表的化学性物质的污染成为人们关注的焦点^[1]。室内装修、装饰后造成的环境污染已经影响到人们的身心健康,甚至严重地危害人类的健康和生存^[2]。因此,本论文设计和实现了一种简单实用,性能可靠的室内环境检测仪,对提醒人们及时改善居住环境条件、保护人们身体健康具有重要的意义。

2. ATXMEGA128A1简介

ATXmega128A1是ATMEL公司推出的强化性能的8位AVR微控制器。它采用第二代picoPower技术,是唯一真正使用1.6V工作电压的闪存微控制器。该器件功耗超低,并拥有丰富的片上资源:2个16路12位的A/D转换器、2个2路12位的D/A转换器、4路模拟比较器、4通道DMA控制器、8通道事件系统、4个SPI接口、4个IIC接口、8个16位定时/计

数器、1个RTC和1个AES加密引擎,全部都无需占用CPU资源,能够最大限度减少功耗和提高系统性能。ATXmega128A1微控制器的闪存容量为128KB,采用100引脚的贴片封装,工作电压为1.6~3.6V,32MHz频率下处理性能可达到32MI/s^[3]。

表1 温度测量

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T _环 (℃)	20.15	22.52	25.15	25.15	25.15	25.15	28.15	35.62	40.12
T _测 (℃)	20.07	22.60	25.09	25.11	25.17	25.21	28.08	35.67	40.08
误差(℃)	0.08	0.08	0.06	0.04	0.02	0.06	0.07	0.05	0.04

表2 湿度测量

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H _环 (%)	40.50	50.60	60.50	61.00	60.60	60.10	62.00	70.10	70.50	80.40
H _测 (%)	41	51	60	61	61	60	62	70	71	80
误差(%)	0.5	0.4	0.5	0.0	0.4	0.1	0.0	0.1	0.5	0.4

表3 甲醛气体浓度测量

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
标准气体的浓度(PPM)	0.10	0.20	0.30	0.50	1.00	1.50	3.00	5.00	6.00
测量值(PPM)	0.10	0.18	0.30	0.51	0.99	1.48	3.05	5.05	6.03
误差(PPM)	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05	0.05	0.03

数器、1个RTC和1个AES加密引擎,全部都无需占用CPU资源,能够最大限度减少功耗和提高系统性能。ATXmega128A1微控制器的闪存容量为128KB,采用100引脚的贴片封装,工作电压为1.6~3.6V,32MHz频率下处理性能可达到32MI/s^[3]。

室内环境检测仪采用ATXmega128A1作为核心微控制器,使得整个系统外围器件大大减少,在降低成本的同时又提高了系统安

全性和可靠性。

3. 系统总体设计

本文所设计的室内环境检测仪,要求一方面可用于检测室内空气中的甲醛、苯等有害气体,另一方面可用于测量室内环境的温度和湿度,并具有时钟的功能。因此,室内环境检测仪的系统总体设计框图如图1所示。从图1中可以看出,在室内环境检测系统中,采用了甲醛传感器模块和苯传感器模

块设计流程如图5所示,图中清晰分析了软件设计的一般流程及对产品功能的分析与调试。

3.2 编程部分设计

程序设计了费额显示器显示并播报数据的功能。费额显示器受车道控制机控制,接收指令执行并给车道控制机应答。通信采用标准三线双向RS-232串口传送数据,为半双工方式,速率为9600bps,8位数据位,1位停止位,无奇偶校验位。

首先,51单片机各口赋初值,串口初始化,开始准备工作。之后,关闭各信号灯,数码管显示清屏,通过上位机发送检测信息,费额显示器进行自检。检测无误后,接收串口数据,并通过判断数据是否有效做出相应动作。数据有效则显示并播报数据,数据无效则给上位机发送错误报告。依次进行工作流程,如图6所示。

4. 检测部分

确认费额显示器连接端子接线无误后,给费额显示器加电。系统自检正常后,点阵显示“客货”信息、数码管全部显示8,语音报出“祝您一路平安”,稍候熄灭。如果没有显示和语音或显示不正确,请确认连接线。

上述过程正常后,找到控制主板上的JP_TEST端子,用短路块将其短接,系统进入自动检测状态,车型点阵轮流显示客货车型的示例,数码管全部显示从0到9循环,小

数点间歇熄灭,语音报出示例语音内容。确认自检后,将JP_TEST端子上的短路块取出,恢复接收命令控制状态。

5. 结论

本文系统的论述了记重费额显示器语音播报及数码管显示功能的设计与实现,给出了各功能单元的设计方法,详细分析了其中的原理。并通过了真实的实验验证,实验表明该记重费额显示器功能完善,记重显示准确,播报无误,已经用于各高速路收费路口,符合实际需要。

参考文献

- [1]潘晓宁.公路用计重式费额显示器的设计[J].工业控制计算机,2007,20(6).
- [2]王珏,房根发,张园银.费额显示器功能结构优化探索[J].交通标准化,2009(5).
- [3]邹飞,黄华,祝诗平.基于单片机的语音播报智能化电阻测试仪设计[J].电子测量技术,2007,30(4).
- [4]郭光真,李辉.基于单片机的语音识别控制电压播报仪[J].厦门大学学报,2005,44(5).
- [5]张雄伟.单片机的原理与开发应用(第三版)[M].电子工业出版社,2003.
- [6]韩宝辉,路影,欧建平,赵福全.基于单片机的语音报警系统[J].制造业信息化,2011(5).

作者简介:

赵婷(1986—),女,河北石家庄人,中北大学硕士研究生,研究方向:模式识别与智能控制。
姚竹亭,女,中北大学教授,研究生导师。
刘春力,男,山西百得开放有限公司产品事业部经理。

数码管,进行数码显示。

2.5 亮度可调部分

亮度可调部分(如图4)是由NE555和74F08芯片组成,其中NE555是一个能产生精确定时脉冲的高精度控制器,其输出驱动电路可达200mA。在多谐振荡器工作方式时,其输出的脉冲占空比由两个外接电阻和一个外接电容确定;在单稳态工作方式时,其延时时间由一个外接电阻和一个外接电容确定,可延时数微秒到数小时。光敏电阻通过J8端口接入,光敏电阻通过感应光的强弱从而改变PWM脉冲信号,进而改变NE555的脉冲占空比,由OUT引脚输出的PWM脉冲信号与单片机P03口信号通过74F08芯片与门之后产生一个脉冲信号,从而调节数码管亮度。单片机P03口可输出高电平和低电平,当输出为高电平时,与OUT引脚信号逻辑与之后可调节数码管亮度;当输出为低电平时,与OUT引脚信号逻辑与之后为低电平,不调节数码管亮度,74F08芯片是一个四2输入与门,相当于开关作用。显示亮度5级软件可编程自动调整(环境光检测自动调整)或手动调整(软件设定),以防止在夜间产生炫光;长期暴露在太阳光下,其可见性不能降低。

3. 软件设计

3.1 软件设计流程

本设计说明书是针对计重收费费用费额显示器其功能的软件实现进行描述。通过主控芯片51单片机对系统进行编程,产品的软

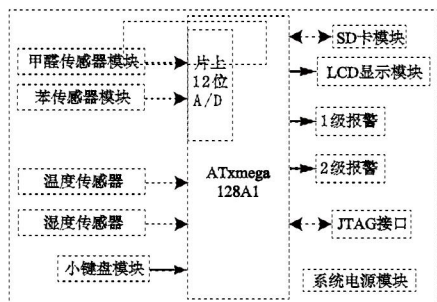
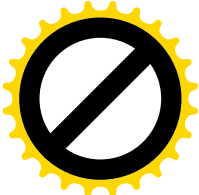
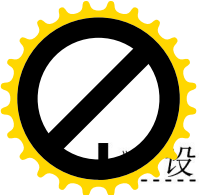


图1 系统设计总体框图

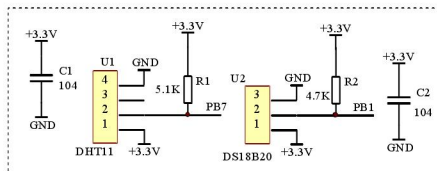


图4 温、湿度传感器的模块电路

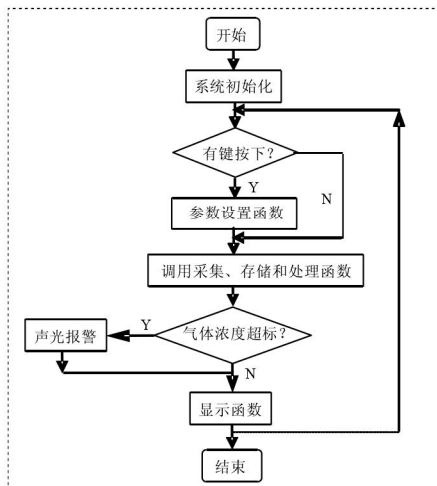


图5 系统软件设计流程图

块实时监测室内主要有害气体的含量，并将检测到的气体浓度转换为 $0\sim 3.3\text{V}$ 的电压值，然后送给ATxmega128A1微控制器片上的12位AD进行采集，并进行数据处理，得到相应的气体浓度值，接着根据国家室内气体相关标准，来决定检测的气体浓度是否超标，如果超标，发出报警，并显示在液晶屏上，让居住者防范于未然。温、湿度传感器模块用来检测室内环境的温度和湿度，给居住者作为参考。

4. 系统硬件电路设计

系统硬件电路由ATxmega128A1最小系统、苯传感器模块电路、甲醛传感器模块电路、温湿度传感器模块电路、键盘与显示电路、声光报警电路、SD卡模块电路和系统电源模块电路组成。下面仅对部分电路模块进行介绍。

4.1 苯传感器模块电路

测量空气中苯的传感器为MQ135传感器，该传感器使用的气敏材料是在清洁空气中电导率较低的 SnO_2 。当传感器所处环境中存在污染气体时，传感器的电导率随空气中污染气体浓度的增加而增大。使用简单的电路即可将电导率的变化转换为与该气体浓度

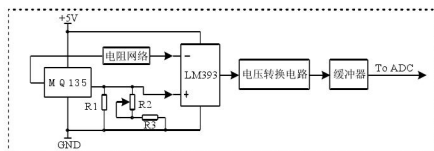


图2 苯传感器模块电路

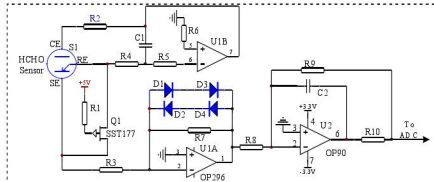


图3 甲醛传感器模块电路

相对应的输出信号。电路如图2所示，电阻 R_2 用来调节输出的灵敏度。

4.2 甲醛传感器模块电路

甲醛传感器的模块由HCHO传感器($\text{CH}_2\text{O}/\text{S}-10$)^[4]、场效应管SST177和运放OP296、OP90组成。电路如图3所示，其功能为将室内环境中HCHO气体的浓度变化转变为电压信号的变化，并将该信号进行放大输出，从而将对HCHO气体浓度的测量转变为对电压的测量，实现非电量到电量的转变^[5]。

4.3 温、湿度传感器模块电路

温、湿度传感器的模块电路采用DHT11温、湿度传感器和DS18B20温度传感器来实现，确保温、湿度的显示有对比性和精确性。DHT11的供电电压为 $3\text{V}\sim 5.5\text{V}$ 。传感器上电后，要等待1s以越过不稳定状态，在此期间无需发送任何指令。电源和地的引脚(VCC, GND)之间增加一个100nF的电容，用来退耦。电路如图4所示。

4.4 键盘与显示模块、声光报警电路

键盘与显示模块是用户与环境检测仪进行信息交流的模块，键盘电路由3个小按键组成，显示电路采用Nokia5110液晶显示模块，声光报警电路由高亮的发光二极管、三极管和蜂鸣器组成。

5. 气体传感器的标定

为使室内环境检测仪达到预期的性能指标，本文对HCHO传感器和苯传感器进行了静态标定。原理是将已知浓度的被测气体输入待标定的传感器，用万用表测量传感器变送模块的输出电压。对所获得的传感器输入量和输出量进行处理和比较，得到表征两者对应关系的标定曲线，找出它们关系方程并写入程序中。

6. 系统软件设计

室内环境检测仪软件设计主要包括按键扫描程序设计、Nokia5110显示程序的设计、A/D程序的设计、SD卡的读/写程序的设计以及温、湿度传感器的单总线程序的设计。下面仅给出系统软件设计总流程图，如图5所示^[6-7]。

7. 实验测试

表1、表2和表3分别给出了温度、湿度和甲醛的测试数据，其中T为温度，H为湿度，甲醛气体浓度的单位为PPM。从表1、表2和表3的数据可知，该环境检测仪的测量精度较高。

8. 结论

环境监测中的甲醛和苯测定主要方法是吸收与化学滴定，难以进入民用领域。对于室内的环境监测，该室内环境检测仪操作简单，方便实用。实验结果表明，该仪器测量结果较精确，基本满足环境参数检测的要求。另外该检测仪的微控制器还有空闲通道，可加装其它传感器，如燃气传感器等，以扩大其使用功能。

参考文献

- [1]陈宇炼,沙春霞,张静等.室内空气中主要挥发性有机物污染状况调查[J].中国卫生监督杂志,2002,9(2):84.
- [2]谭和平,马天,方正等.室内挥发性有害有机物限量标准研究[J].中国测试技术,2006,32(5):8-10.
- [3]8-bit Atmel XMEGA AU Microcontroller XMEGA AU MANUAL.pdf.http://www.atmel.com.
- [4]葛化敏,叶小岭.基于MSP430F449的甲醛检测仪设计[J].工业仪表与自动化装置,2009,03:97-99.
- [5]徐湘元,王萍,田慧欣编著.传感器及其信号调理技术[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [6]王颖,王芳群,吴琴,王宜用.基于XMEGA的便携式电解质分析仪的设计[J].电子设计工程,2010,18(6):167-169.
- [7]蔡冬霞.基于单片机的环境检测仪设计[J].工矿自动化,2012,03:84-85.

本文为桂林电子科技大学信息科技学院内科研项目：《智能家居系统设计》的研究成果（项目编号：桂电信科B201105）。

作者简介：

易艺（1983—），男，学士，实验师，现供职于桂林电子科技大学信息科技学院，主要研究方向：智能仪器系统。

于新业（1979—），男，硕士，讲师，现供职于桂林电子科技大学信息科技学院，主要研究方向：模式识别与智能控制。

寒文森（1984—），女，学士，助教，现供职于桂林电子科技大学信息科技学院，主要研究方向：测控技术与仪器。