

基于MLX90614的非接触式体温测量系统设计

张日欣

(华中科技大学 生命科学与技术学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:根据辐射测温原理设计制作温度测量系统。采用Melexis公司的MLX90614非接触测量的红外温度传感器,通过SMBus协议与AT89S51单片机通讯,并通过单片机系统驱动液晶显示模块显示,实现了非接触的温度测量,测量精度可达到 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$,可广泛地运用于医学、化工等领域。

关键词:红外温度测量;非接触温度测量;SMBus

中图分类号:TP273

文献标识码:A

文章编号:1672-7800(2009)03-0105-03

0 引言

非接触测温技术也叫辐射测温。非接触红外测温优点如下:

- (1)它的测量不干扰被测温场,不影响温度场分布,从而具有较高的测量准确度;
- (2)测温范围宽。在理论上无测量上限,可以测量相当高的温度;
- (3)探测器的响应时间短,反应速度快,易于快速与动态测量;
- (4)不必接触被测物体,操作方便;
- (5)可以确定微小目标的温度。

1 辐射测温基本原理

一切温度高于绝对零度的物体都在不停地向周围空间发出红外辐射能量。物体的红外辐射能量的大小及其按波长的分布,与它的表面温度有着十分密切的关系。通过对物体自身辐射的红外能量的测量,能准确地测定它的表面温度,这就是红外辐射测温所依据的客观基础。非接触测温常用的测温方法有亮温法、全辐射测温法、部分辐射测温法、比色法和多波长测温法。

2 设计方案

2.1 测温仪的基本指标

根据测量要求,测量目标主要针对人体体表温度,同时可通过软件进行切换测温范围和精度,以满足不同测量场合的需要。要求设计技术指标如下:①测温范围:25~50 $^{\circ}\text{C}$;②温度分辨率:0.02 $^{\circ}\text{C}$;③距离系数:300:5;④重复精度: $\pm 0.4\%$;⑤工作波

长:8 μm ~14 μm ;⑥响应时间:200ms;⑦工作电压:9V。

2.2 设计要点

采用辐射测温法。在进行方案设计时注意以下几点。

(1)由于低温目标红外辐射信号微弱,故要选择高响应率的红外探测器,这是实现低温目标能量探测的关键。

(2)光经红外探测器转为电信号,此信号极其微弱,因此要选择低噪声、高输入阻抗、低温漂、高共模抑制比的运放,来提高测温精度和稳定性。

(3)由于本测温仪包含数字信号和模拟信号,因此在进行电路设计和PCB板设计时,一定要尽量避免数字信号对模拟信号产生影响,采取相应的屏蔽措施。

(4)由于测量体表温度,不同的部位体表温度有所不同,因此正确的环境温度补偿和误差修正必不可少。

(5)使光学系统与激光瞄准保持平行,以保证被测物体的准确定位。

2.3 红外测温仪的设计方案

测温仪由热电堆传感器、单片机、液晶显示、电源管理等部分组成。通过热电堆探测器得到物体温度对应的电信号,电信号经过前置放大后送至A/D模块进行数模转换,再通过SMBus总线将数据传到8051单片机系统,由单片机进行数据处理,并把处理完的最终温度值送往液晶进行实时显示。整体结构如图1所示。

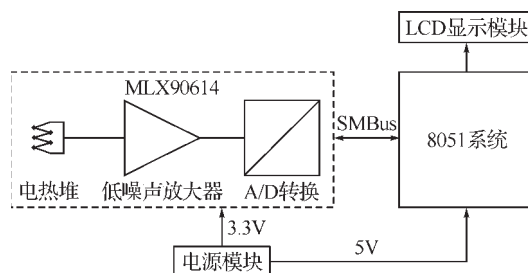


图1 红外测温仪整体结构

3 系统的硬件电路和软件设计

3.1 硬件设计部分

整个系统分四个大的部分组成,即MLX90614BAA红外温度传感器、5V和3.3V电源、8051单片机和1602LCD显示模块。下面主要介绍MLX90614BAA部分,其它部分可参见相关资料。系统原理图见图2。

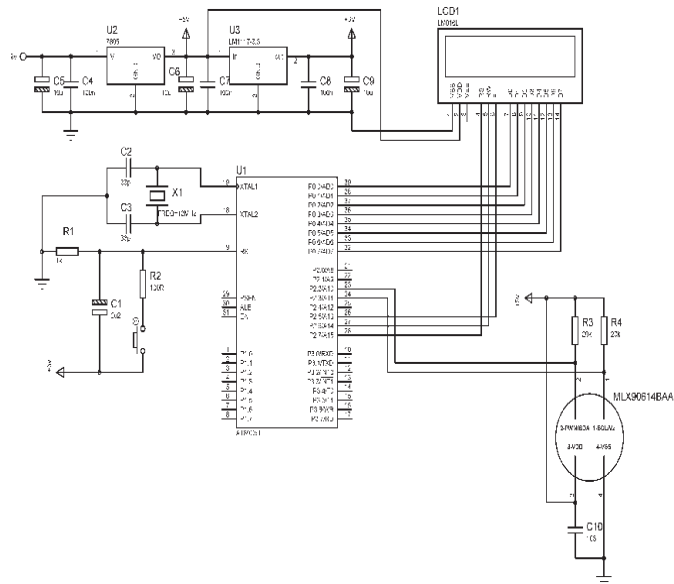


图2 系统原理

3.2 软件设计

3.2.1 MLX90614的传输协议

(1) MLX90614的SMBus协议见图3

1	7	1	1	8	1	1
S	slave Address	Wr	A	Data Byte	A	P
S	Start Condition					
Sr	Repeated Start Condition					
Rd	Read(bit value of 1)					
Wr	Write(bit value of 0)					
A	Acknowledge(This bit can be 0 for ACK and 1 for NACK)					
PEC	Packet Error Code					
	Master to Slave					
	Slave to Master					

图3 SMBus协议

SMBus接口能提供在主设备(MD:Master Device)与从属设备(SD:Slave Devices)之间进行数据通讯,但在某一时刻总线上只能有一个主设备(MD)有效。数据传输方式分为Master to Slave和Slave to Master传输方式。多个MLX90614通过地址进行访问。

(2) 读字(读RAM或EEPROM)数据格式见图4

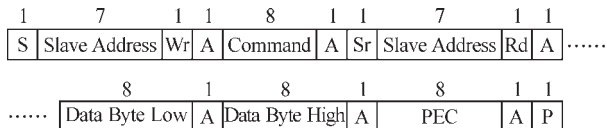


图4 读器件数据格式

(3) 写字(写RAM或EEPROM)数据格式见图5

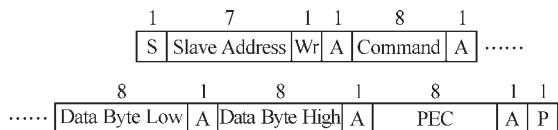


图5 写器件数据格式

(4) 数据传输时序见图6

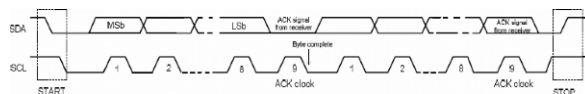


图6 数据传输时序

PWM/SDA上的数据在SCL变为低电平300ns后即可改变,数据在SCL的上升沿被捕获。16位数据分两次传输,每次传一个字节。每个字节都是按照高位(MSB)在前,低位(LSB)在后的格式传输,两个字节中间的第九个时钟是应答时钟。

3.2.2 程序设计

(1) 软件流程图

多个MLX90614可以用于一个系统中,通过地址不同区分器件。器件默认的地址为5AH,因此在多MLX90614系统中,需要给每个MLX90614分配一个不同的地址。在只有一个MLX90614的系统中,MLX90614识别地址00h,即在单个MLX90614系统中,可以使用该地址访问它。

发送和接收数据是以字节为单位进行的,每个字的读写流程图如图7,系统数据操作程序流程如图8所示。每次发送一个字节(按位发送,发送8个位就是一个字节),然后判断对方是否有应答,如果有应答,就接着发送下一个字节;如果没有应答,多次重发该字节,直到有应答,再发送下一个字节,如果多次重发后,仍然没有应答,就结束。接收数据时,每次接收一个字节(按位接收,接收8个位就是一个字节),然后向对方发送一个应答信号,继续接收下一个字节。从MLX90614中读出的数据是16位的,由高8位(DataH)和低8位(DataL)两部分组成,其中RAM地址07H单元存储的是TOBJ1数据,数据范围从0x27AD到0x7FFF,表示的温度范围是-70.01℃到+382.19℃。

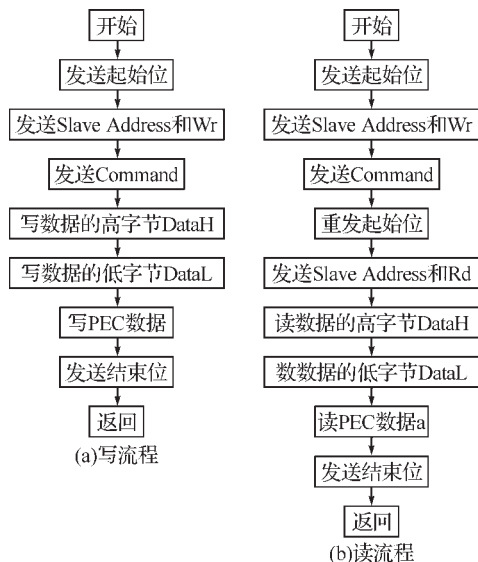


图7 读写数据流程

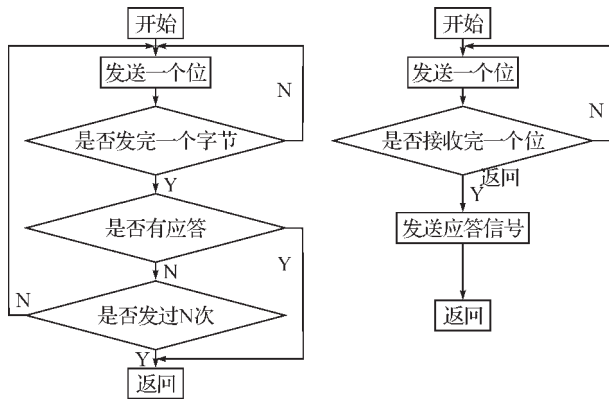


图8 程序流程

从MLX90614中读出的数据(DataH:DataL)换算为温度数据(T,单位为℃)如下所示:

$$T = (\text{DataH}:\text{DataL}) * 0.02 - 273.15 \quad (1)$$

例如:DataH:DataL=0x27AD,代入式(1)中 $T = -70.01^{\circ}\text{C}$

4 结果分析

温度采集分三种形式进行,分别用水银温度计、DS18B20和MLX90614BAA采集被测对象的温度。采集温度的对象包括室温、人体舌下温度、烧杯中水的温度。由于测温的对象可以是各种物体,因此选择三种具代表性的对象进行温度测量,分别代表固体、液体、气体。

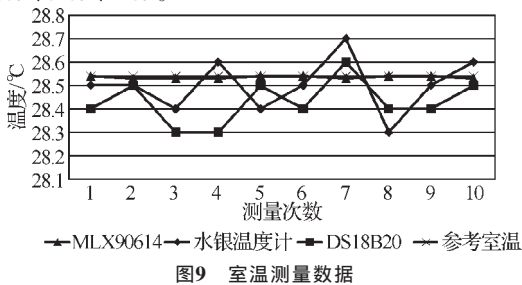


图9 室温测量数据

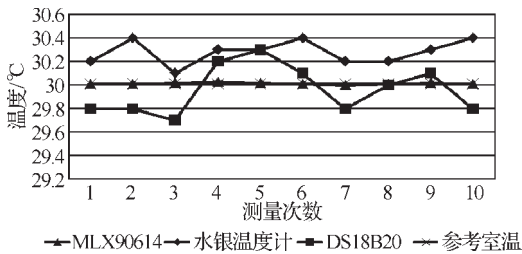


图10 水温测量数据

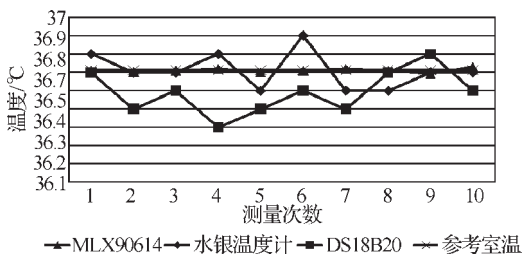


图11 舌下温度测量数据

测量过程中,除测温的方式不同外,其他因素全部相同。在测室内气温时,具体是测量室内十个不同地点的温度值。水温测量是测量自来水的温度,测量方法也是随机选十个不同点进行温度测量。在测量人体温度时,选择舌下作为测量对象,测量方法不变。三种测量对象的温度数据曲线如图9、图10、图11所示。

从以上各图中可以明显地看出,MLX90614BAA的测温精度及准确度明显高于水银温度计和DS18B20。尤其是在室温测量中,拥有相当高的精准度。不足的是在测温时,探头的前端要紧挨被测对象,保持在1-2cm的范围内。如果超出2cm,显示的温度值随距离增大而快速递减。当范围超出50cm时温度值的变化又趋于平稳,所测值趋近气温,这些都给操作带来了不便。考虑到在测低温物体的表面温度时,可以人为控制测温的距离,因此基本符合要求。

5 结论

非接触式温度测量装置采用了辐射测温原理,属于红外辐射测温法在体温测量的应用,目的是为了实现对人体温度的非接触测量。辐射低温测量过程中一个最重要的方面就是对环境温度进行补偿,本装置通过选择性能优异的传感器器件来保证装置的精度和稳定性。测温装置有实时显示温度的功能,基本上达到了同类便携式测温产品的测量精度。由于该测量仪体积小、使用方便、性能价格比高、稳定性好、可靠性高、通用性好等优点,因而,该测温装置有着很好的市场前景。但在实用时还需要根据使用环境特点进行完善,比如:增加光学聚焦功能、存储功能和激光瞄准功能等,这样就能克服传感器对测量条件环境要求高的弊端,拓展应用领域。

参考文献:

- [1] MLX90614 DataSheet[Z].Melexis Corporation,2007.
- [2] 曾强,舒芳誉,李清华.红外测温仪—工作原理及误差分析[J].传感器世界,2007(2).
- [3] 曹欣荣,戴景民.环境温度对红外辐射式体温计读数的影响[J].计量学报,2002(1).
- [4] 由富恩,张存芳,付乐勇.辐射测温仪原理及其检定[M].北京:中国计量出版社,1990.
- [5] 高魁明,谢植.红外理论与技术[M].沈阳:东北工学院出版社,1989.
- [6] 康华光.模拟电子技术基础[M].武汉:华中科技大学出版社,1998.
- [7] 沙占友.集成传感器应用[M].北京:中国地理出版社,2005.
- [8] 王煜东.传感器及应用[M].北京:机械工业出版社,2003(11).
- [9] 田立,田清,代方震.51单片机C语言程序设计[M].北京:人民邮电出版社,2007.
- [10] Pompeietal,Radiation detector having improved accuracy,USA: Patent5,199,436,1993.

(责任编辑:周晓辉)