

文章编号: 1672-8785(2006)02-0038-03

# 红外温度传感器的设计与实现

陈远金, 程永进, 吴雄伟

(中国地质大学(武汉)机电学院, 湖北 武汉 430074)

**摘 要:** 本文介绍了一种新型红外温度传感器的测量原理、设计制作和实验结果。其基本机构是利用高精度红外位移传感器测量热膨胀系数较大的有机玻璃的长度随温度的变化。我们通过运用灵敏度为  $0.001\text{ }^{\circ}\text{C}$  的高精度石英温度计对其进行了校准。这种仪器的温度测量精度可以达到  $10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}$  数量级。与市场上现有的温度传感器相比, 其灵敏度和线性度都有较大的优势, 具有广泛的应用前景。

**关键词:** 红外; 温度计; 传感器; 分辨率

**中图分类号:** TP212 **文献标识码:** A

## Design and Realization of an Infrared thermometer Sensor

CHEN Yuan-jin , CHEN Yong-jin , WU Xiong-wei

(Faculty of Mechanical and Electronic Engineering, CUG, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** The measurement principle, design, fabrication and experimental results of a novel infrared thermometer sensor are presented in this paper. The sensor is based on a high precision infrared displacement sensor for measuring the length variation of organic glass with temperature. It is calibrated by using a high precision quartz thermometer with a sensitivity of  $0.001\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The instrument has a temperature measuring precision of up to  $10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}$ . As compared with the existing thermometers, it is superior in sensitivity and linearity and has good prospects for wide applications.

**Key words:** infrared ; thermometer ; sensor ; resolution

## 1 引言

在物理实验和实际生产中, 往往需要进行高精度的测量。环境温度对测量的影响是一个重要的因素, 因此要求我们必须对环境温度进行精密的测量, 对测量仪器也应有如下的要求, 即制造成本低、测量精度高、线性度好、应用范围广、便于安装和调试。目前市场上有多种传感器可以用来实现温度的测量, 常用的有石英温度计、光纤传感温度计、热敏电阻温度计等。在上述几种器件中, 石英温度计灵敏度最高, 目前可达到  $1 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}$  数量级。然而, 这些传感器的价

格一般都比较贵, 线性度难以达到精密测量的要求。

本文就是要开发一种高精度红外温度测量仪器。我们知道红外光的单色性好, 抗干扰, 比较适合高精度的测量。我们所要设计的仪器结构简单, 容易制作, 便于安装, 可进行高精度的温度测量。其温度测量数据可直接输出到微机或 PC 机进行后期的数据处理, 使用十分方便。

## 2 仪器的原理和用途

我们用北京东林松工贸有限公司生产的微晶玻璃陶瓷材料制作一个圆筒。这种微晶玻

**收稿日期:** 2005-09-01

**作者简介:** 陈远金(1983—), 男, 湖北洪湖市人, 中国地质大学(武汉)机电学院 2003 级研究生, 主要研究方向为检测技术与自动化控制。

璃陶瓷材料具有真空性好、耐高低温、绝缘和耐酸碱腐蚀等性能,其基本性能指标如下:使用温度为  $-273\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 体积电阻率为  $1.08 \times 10^{14}\Omega\cdot\text{cm}$ , 热膨胀系数为  $\alpha_1 = 8.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。该微晶玻璃陶瓷的抗热冲击性能非常好,从  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  急冷至  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  时不破碎,从  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  急冷到  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  时强度不变化。在筒内的一端固定一个长  $L=10\text{cm}$  的薄有机玻璃圆筒,在筒内另一端固定一个红外位移传感器,并且让有机玻璃棒的自由端将红外接收管的接收面遮住一半,使其工作在线性度最好的区域。由于有机玻璃的热膨胀系数为  $\alpha_2 = 1.7 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ , 两者相差达 2 个数量级,所以当温度变化时,我们可以认为有机玻璃在陶瓷材料上的相对位移可以忽略,故有机玻璃的自由端同红外位移传感器之间的相对位置变化将改变红外接收管的有效接收面积,从而使位移传感器输出电压也随之改变。这种新型温度传感器的测量灵敏度为

$$\Delta T = \frac{\Delta L}{L(\alpha_2 - \alpha_1)} \quad (1)$$

式中,  $\Delta L$  为红外位移传感器对有机玻璃长度测量的灵敏度。

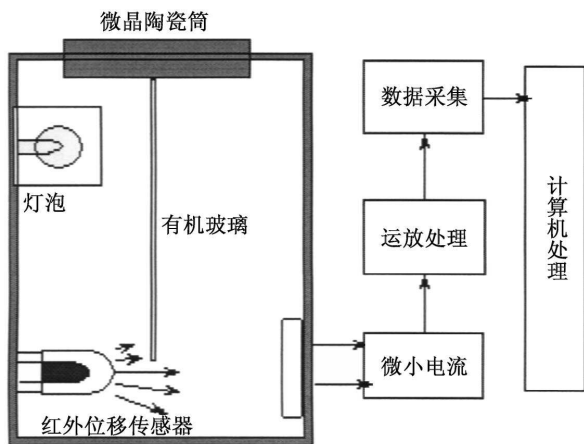


图 1 整个实验装置的结构图

红外位移传感器<sup>[1]</sup>的主要机构由红外发光二极管发射和接收装置、数据放大去噪部分以及数据采集处理系统组成。

我们可以看到,它是利用红外光电二级管的光电转换规律,通过其遮挡的光通量与输出

电流的关系确定遮挡体的。它能将微小的温度转换成电压的变化,再运用放大电路对其进行放大处理,然后用数据采集卡建立电压信号与温度的函数关系,以便于高精度螺旋测微器进行定标。最终我们便可以得到一个具有较高测量精度 ( $3 \times 10^{-7}\text{m}$ ) 的位移测量仪。

由于光电转换的电流较小而且红外发光二极管的功率也较低,因此,我们认为这种红外位移传感器不会对测量的温度环境有影响。

### 3 仪器的制作与实验结果

我们将设计好的温度传感器与灵敏度为  $0.001\text{ }^{\circ}\text{C}$  的石英温度计放入一个铜制的匣子里,并且尽可能使两者靠近,以减小两者间的环境温度差别。同时放置一个用黑盒子包裹的功率为  $1\text{W}$  的灯泡给匣子加热。采用黑盒子是为了减少匣子内背景光对红外位移传感器的影响。在实验中,我们的数据采集是利用 PCL-711B 数据采集卡进行的。PCL-711B 是一块具有高性能、高速度、多功能的数据转换卡,它适用于现行的 IBM PC 或其它兼容计算机。它的高性能、丰富的软件支持以及多种功用,使其成了工业应用和实验设备的理想选择。我们就是利用其 A/D 转换功能并结合串口通讯将数据输入到 PC 机进行后期处理的。

在实验中,我们将灯泡打开,将功率控制在  $1\text{W}$ 。约  $25\text{min}$  后,温度达到  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。由于升温过程较快,我们选择在降温过程中进行测量。约  $30\text{min}$  后,温度达到  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $2\text{h}$  后,达到室温 ( $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。由于温度变化所对应的电压变化比较剧烈,测量选用的温度变化控制在  $40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 39.905\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。每当石英温度计的读数改变  $0.005\text{ }^{\circ}\text{C}$  时,便读取相应的电压数据。表 1 列出了最终得到的电压数据以及石英温度计的测量温度。

我们对表 1 中的数据进行了线性拟合,其曲线和拟合方程结果如下:

线性拟合方程式为

$$T = 39.949 + (-0.00926)V$$

$$R = -0.99863$$

从图 2 中我们可以看到,尽管在有些地方出现了小的波动,其线性度还是比较好的。

表 1

温度 (°C)	电压 (V)	温度 (°C)	电压 (V)
40.000	-5.713	39.950	0.415
39.995	-4.699	39.945	0.684
39.990	-4.387	39.940	1.314
39.985	-3.801	39.935	1.849
39.980	-3.103	39.930	2.213
39.975	-2.734	39.925	2.758
39.970	-2.302	39.920	3.119
39.965	-1.759	39.915	3.637
39.960	-1.118	39.910	4.230
39.955	-0.623	39.905	4.764

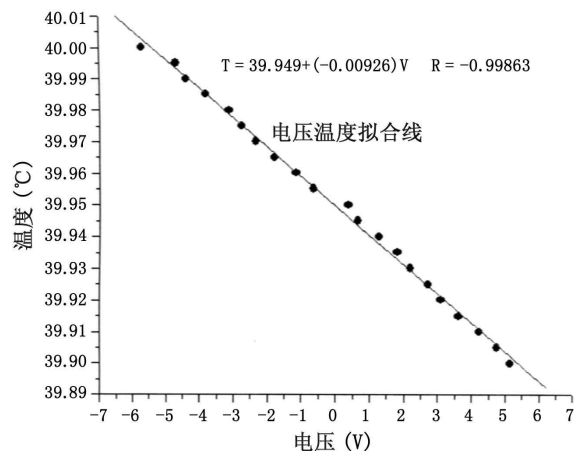


图 2

其中传感器的灵敏度为

$$k = \frac{\Delta T}{\Delta V} = 9.26 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C} / \text{mV}$$

同现行的其它温度传感器相比, 我们可以看到,

其灵敏度较石英温度计下降一个数量级, 而且其线性度比较好。从结构上看, 该设备相对简单, 成本低, 适用范围广泛, 而且特别适合需要精密测量温度的环境。

#### 4 总结

从整个传感器的设计和实现过程中我们发现, 选用材料的复杂性和性能指数的稳定性对实验结果有一定的影响。不过, 今后我们将选用线性度好和膨胀系数高的新型材料, 我们有理由相信这种新型红外温度传感器的精度将会得到进一步提高。

另一方面, 由于位移传感器分辨率的限制, 这种新型温度传感器在温度变化较大的环境中还有些不足。当然就我们常用的工作和实验环境而言, 它完全可以取代传统的温度计。从这种角度来说其应用前景是比较广阔的。

#### 参考文献

- [1] 程永进, 陈远金, 吴雄伟. 数字式红外线高精度位移测量仪 [J]. 物理实验 (24 卷), 2004.
- [2] 常健生. 检测与转换技术 [M]. 长春: 吉林工业大学出版社, 1987.
- [3] 蔡维铮. 常用电子元器件手册 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1998.
- [4] 赵丁选. 光机电一体化设计使用手册 (上) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [5] 刘迎春. 传感器原理, 设计与应用 [M]. 长沙: 国防科技大小出版社, 1989.

## 简 讯

### PMC300 型高分辨率非致冷 红外成像系统

红外成像技术所取得的最新进展已使得小型、廉价和坚固的相机系统具备超长距离探测、识别和辨认性能成为可能。美国 BAE 系统公司已研制出一种基于 640×480 元非致冷微测辐射热计的 PMC300TM 型相机

系统。该相机系统结构紧凑、功耗低、起动快, 可在沙漠和极地气候条件下工作。其灵敏度优于 50mK, 能够探测到 4km 以外的人员。

在 2005 年 5 月召开的“祖国安全和祖国国防用传感器、指令、控制、通信和情报技术” SPIE 专题会议上, 该公司研究人员详细介绍了该相机系统的性能、设计依据、设计改进以及各种应用。

□ 高国龙