

文章编号: 1007-5461(2005)05-0806-04

# 新型智能温度传感器在辐亮度标准探测器 温控系统中的应用

李照洲, 郑小兵, 吴浩宇, 王乐意, 乔延利

(中国科学院安徽光学精密机械研究所遥感研究室, 安徽 合肥 230031)

**摘 要:** 高精度辐射定标方法和技术是现代空间遥感的主要支撑技术之一。辐亮度标准探测器是新一代高精度辐射定标方法中的核心部件, 在遥感仪器的野外、机载和星上高精度辐射定标中具有广阔的应用前景。但是, 温度变化是影响辐亮度标准探测器绝对精度和长期稳定性的一项关键因素, 只有加入温控系统, 将其控制在恒定的工作温度, 才能使它的精度和稳定性得以保证。结合数字温度传感器 DS18B20 在辐亮度标准探测器精密温控系统中的应用经验, 提出了采用 DS18B20 实现标准探测器温度高精度、高可靠性监测和控制的有效方案。实验结果证明, 该方案是可靠和可行的。

**关键词:** 光学测量; 高精度辐射定标; 标准探测器; 精密温控; DS18B20

**中图分类号:** TP212.11      **文献标识码:** A

## 1 引言

辐射定标是光学遥感信息量化的关键技术之一。目前, 在光学遥感传感器定标领域, 辐亮度标准探测器是解决波段式仪器高精度辐射定标的有效途径, 因其体积小、重量轻、功耗低, 在野外、机载和星载高精度辐射定标中具有广阔的应用前景。辐亮度标准探测器的光学核心部件滤光片辐射计, 其响应随温度变化较大<sup>[1]</sup>。考虑到工程应用中环境温度的变化, 因此需要采用精密温控, 来有效抑制温度变化对辐亮度标准探测器响应的影响, 从而保持其高精度。

辐亮度标准探测器温控系统中, 温度传感器的性能和可靠性会直接影响到系统最终的控温精度和控温效果。传统的模拟温度传感器以电信号的产生、传输和模拟处理为主来反映温度的变化, 存在着严重不足: 结构尺寸较大, 传感器与仪表之间连线多, 中间环节多, 系统结构复杂; 输入-输出特性存在非线性, 且随时间漂移, 存在交叉灵敏度; 信噪比低, 传输的模拟信号易受外界噪声干扰, 测量结果的稳定性和可靠性差; 而且, 引线补偿误差、多点切换误差和放大电路零点漂移误差这几个很难解决的技术难题直接限制了测温精度的提高。

DS18B20 这种新型数字温度传感器, 将传感器与微处理器以智能相结合, 兼有信号检测与信息处理的功能, 它将检测到的信号经过变换处理后, 以数字量形式通过现场总线与上位机进行串行通讯, 可以大大减少现场与上位机之间的连接导线, 简化整个系统的布线 and 设计。该类传感器具有高精度、高可靠性、高信噪比和高分辨率等特点, 在安装空间小、测量精度要求高的便携式智能仪器仪表中具有广阔的应用前景。

收稿日期: 2004-06-09; 修改日期: 2004-08-11

E-mail: zzli@aiofm.ac.cn

## 2 新型数字温度传感器 —DS18B20

### 2.1 基本特性

DS18B20 是美国 DALLAS 公司生产的新型一线式数字温度传感器, 具有 3 引脚 TO-92 小体积封装形式; 其测温范围宽 ( $-55\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), 感应能力精确, 不需 A/D 转换和其它任何外围电路, 直接将温度值转换成串行数字信号供微处理器处理, 可编程为 9~12 位 A/D 转换精度, 测温分辨率可高达  $0.0625\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 被测温度以符号扩展的 16 位数字量方式串行输出; 其工作电源既可在远端引入, 也可采用寄生电源方式产生; 每片 DS18B20 都有唯一的 64 位序列号, 多个 DS18B20 可以同时并联到 3 或 2 根线上, CPU 只需一根端口线就能与诸多 DS18B20 通信, 占用微处理器的端口较少, 可节省大量的引线和逻辑电路。具有微型化、低功耗、高性能、抗干扰能力强等优点。以上特点使 DS18B20 非常适合于构成简单可靠的精密温控系统。

### 2.2 测温原理

图 1 所示为 DS18B20 内部主要结构框图。DS18B20 主要包括三个数字部件: 64 位激光 ROM; 温度传感器; 非易失性温度报警触发器 TH 和 TL。器件采用如下方式从单线通讯线上汲取能量: 在信号线处于高电平期间把能量储存在内部电容里, 在信号线处于低电平期间消耗电容上的电能工作, 直到高电平到来再给寄生电源 (电容) 充电。DS18B20 也可采用外部  $5\text{ V}$  电源供电。

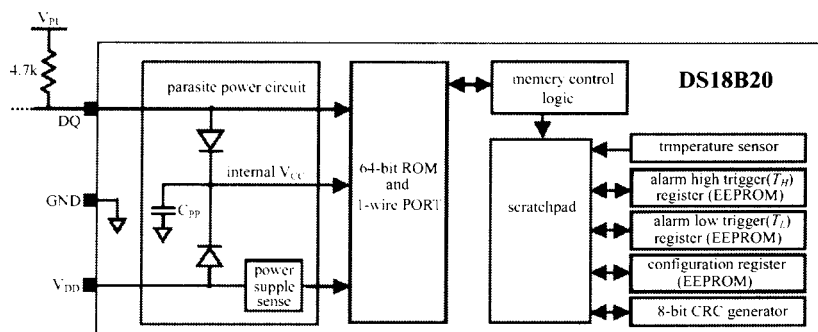


Fig.1 DS18B20 functional block diagram

DS18B20 测温原理如图 2 所示。图中低温度系数振荡器的振荡频率受温度影响很小, 用于产生固定频率的脉冲信号送给计数器 1。高温温度系数振荡器随温度变化其振荡率明显改变, 所产生的信号作为计数器 2 的脉冲输入。计数器 1 和温度寄存器被预置在  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  所对应的一个基数值。计数器 1 对低温度系数振荡器产生的脉冲信号进行减法计数, 当计数器 1 的预置值减到 0 时, 温度寄存器的值将加 1, 计数器 1 的预置将重新被装入, 计数器 1 重新开始对低温度系数振荡器产生的脉冲信号进行计数, 如此循环直到计数器 2 计数到 0 时, 停止温度寄存器值的累加, 此时温度寄存器中的数值即为所测温度。图 2 中的斜率累加器用于补偿和修正测温过程中的非线性, 其输出用于修正计数器 1 的预置值。

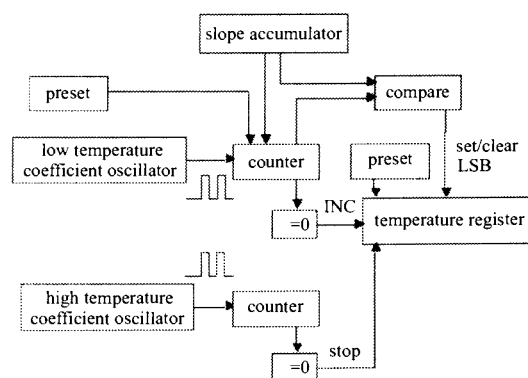


Fig.2 DS18B20 temperature measuring principle diagram

与以往 DS1620 或 DS1820 这类数字温度传感器不同, DS18B20 可根据用户需要通过软件将其测温分辨率设置为:  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 0.0625\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在默认的配置中, DS18B20 的测温分辨率为  $0.0625\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 以 12 位有效

数据表示, 实际存储时占两个字节空间, 其中高 5 位表示符号位。

我们所设计的用于辐亮度标准探测器的温控系统, 为了保证标准探测器的精度, 要求系统控温精度达到  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  以上。故这里需将 DS18B20 的测温分辨率设置为  $0.0625\text{ }^{\circ}\text{C}$  方能满足需要。

### 3 基于 DS18B20 的精密温控系统

图 3 所示为我们所设计的基于 DS18B20 的精密温控系统原理框图, 它主要由数字式温度传感器 DS18B20、单片机、半导体致冷器、 $2\times 2$  键盘、RS232C 接口及 VFD(真空荧光显示屏) 组成。温控对象 - 辐亮度标准探测器、DS18B20、单片机、AD7248、驱动电路和半导体致冷器共同组成了一个负反馈控制闭环。数字温度传感器 DS18B20 作为高精度温度传感元件, 对辐亮度标准探测器温度进行实时监测, 并将所测得的温度值送入 AT89C55WD 单片机中, 经单片机中的增量式 PID 算法处理后, 得到温度控制量。该温度控制量经单片机输出到 AD7248A 作 DA 转换后, 加到半导体热电致冷器来完成控温工作。

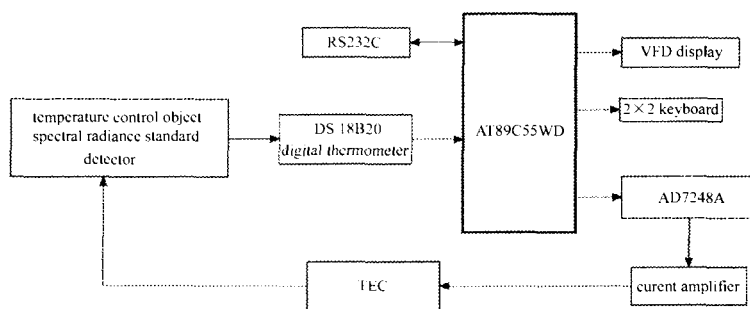


Fig.3 Schematic diagram of temperature controller based on DS18B20

### 4 系统实验结果

本文所设计的基于 DS18B20 的精密温控系统, 在半小时内达到热平衡后, 温度起伏小于  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

图 4 所示为加入该温控系统后, 实验测量得到的辐亮度标准探测器在  $488\text{ nm}$ (左图) 及

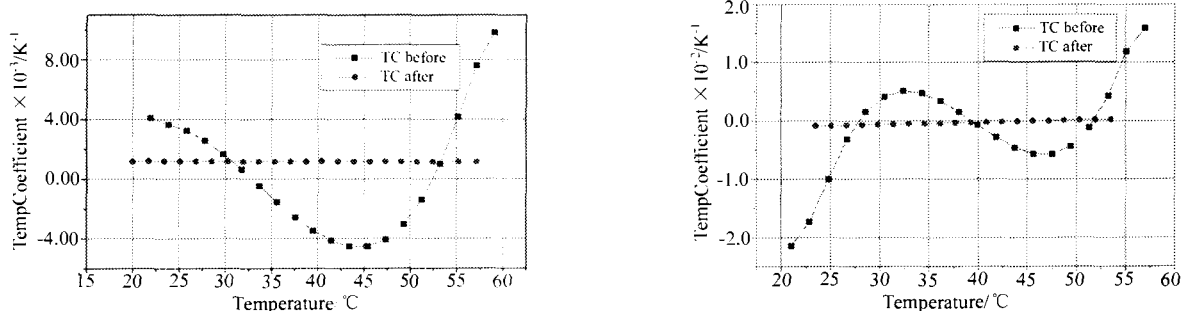


Fig.4 Comparison of temperature coefficient of spectral radiance standard detector for different wavelength between with and without temperature controlling

$633\text{ nm}$ (右图) 温控前 (TCBefore) 和温控后 (TCAfter) 的温度系数对比曲线<sup>[1]</sup>。从实验结果来看, 加入该精密温控系统后, 有效降低了辐亮度标准探测器的温度系数, 从而使标准探测器在温度变化较大的环境中使用时, 其高精度优势也能得以保持, 达到了预期的设计目的。

## 5 结 论

不同于以往传统的模拟温度传感器和控制器, 本文介绍了一种基于新型数字温度传感器 DS18B20、单片机和半导体致冷器件所组成的精密温控系统。该温控系统很好的解决了传统温度传感器的一些常见问题, 使用简单可靠, 具有控温精度高、体积小, 抗干扰能力强等特点, 在安装空间小、控温精度要求较高的精密温控系统中具有很广泛的应用前景。经实验证实, 该温控系统应用于对光辐射测量精度要求非常高的辐亮度标准探测器中, 有效降低了标准探测器的温度系数, 从而使光谱辐亮度标准探测器, 这一直接面向光学遥感器高精度辐射定标应用的辐射传递标准, 在不同温度工作平台上对遥感仪器定标时, 都能保证其定标结果的高精度。

### 参考文献:

- [1] Li Zhaozhou, Zheng Xiaobing, Wu Haoyu, *et al.* Temperature characteristics research of high-precision spectral radiometer standard detector [J]. *Acta Optica Sinica* (光学学报), 2004, 24(3): 401-407 (in Chinese).
- [2] He Limin. *Singelechip Application Technology, Volume 8* (单片机应用技术选编 (8)) [M]. Beijing: 2000. 240-255 (in Chinese).
- [3] Semiconductor. DS18B20 programmable resolution 1-wire digital thermometer [Z]. *Dallas Semiconductor Corporation*, 2002, 1-26.

## Application of a new digital thermometer in the field of precision temperature controller for spectral radiance standard detector

LI Zhao-zhou, ZHENG Xiao-bing, WU Hao-yu, WANG Le-yi, QIAO Yan-li  
(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy Sciences, Hefei 230031, China)

**Abstract:** The high accuracy radiometric calibration method and technology is one of the primary technologies of modern remote sensing. Spectral radiance standard detector is a key unit of the new high-accuracy radiometric calibration technology, and has potential applications in radiometric calibration of field, air-borne and space-borne sensors. The temperature change of spectral radiance standard detector is a primary factor of affecting its precision and stability. In order to keep the high accuracy of standard detector, a high-accuracy temperature-controlling device is needed to develop. We introduced a new digital thermometer DS18B20 in detail and designed a high-accuracy temperature controlling devices based on DS18B20. The experiment results prove that the temperature-controlling devices we designed can effectively decrease the temperature coefficient of spectral radiance standard detector and is reliable.

**Key words:** optical measurement; high accuracy radiometric calibration; standard detector; high precision temperature control; DS18B20

**作者简介:** 李照洲 男, 中国科学院安徽光机所博士研究生, 主要从事高精度辐射定标、光辐射精确计量、光电信号检测研究。