

单总线技术在航空相机温控系统中的应用

冷雪, 匡海鹏, 郑丽娜, 陈浠惠

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

摘要:航空成像设备通常需要对温度敏感区进行分区控制。以往的温度传感器多采用热敏电阻,它易损坏,长时间使用后需重新标定,狭小空间下的多传感器布线非常复杂,保证模拟信号远距离测量的精度在技术实现上也比较困难。提出了采用一种基于单总线技术的新型数字温度传感器 DS18B20U 的测温系统。实验结果表明,基于 DS18B20U 的单总线传感器网络具有测量精度高,测温范围宽,布线少,无需标定等特点,特别适合航空成像设备在空间受限,多传感器远距离布线特点下的温度组网测量。

关键词:单总线技术; DS18B20U; 测量精度; 测温网络; 温度标定

中图分类号:T N98.34; V245.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-373X(2011)20-0079-03

Application of 1-wire Bus Technology in Temperature Control System of Aerial Camera

LENG Xue, KUANG Haipeng, ZHENG Lina, CHEN Xihui

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and physics, CAS, Changchun 130033, China)

Abstract: Aviation imaging equipment needs to control temperature according to different temperature vulnerable areas. Conventional thermometer normally takes thermistor as the temperature sensor. It is easy to be broken and complicated to wire in a space-constrained area. It needs to be calibrated again after long-term operation. It is difficult to ensure the detection accuracy of analog signals in a distant transmission. A new type temperature detection system with digital temperature sensor DS18B20U which can solve this problem is proposed. It is small in size, high precision and 1-wire bus interface. It is very useful for applications that require multi-drop, remote and space constrained temperature sensing such as in aerial cameras.

Keywords: 1-wire bus technology; DS18B20U; measurement accuracy; temperature detection network; temperature calibration

航空相机在外场执行任务时,由于季节、地域的不同,所处的外场环境温度变化范围很大。在侦察机升空拍照过程中,相机外表面温度及湿度变化也很大。作为相机成像的关键组件,镜头的温度变化和温度梯度变化会造成像面离焦并产生像差,导致像质变坏。尽管有温度调焦补偿,也不能完全消除这些影响。此外,航空电子设备故障率的50%~60%是热管理问题,其中包括电子器件散热和温度保持。因为某些电子器件的正常工作温度范围很窄,比如某种面阵 CCD 的正常工作温度范围是-10~+50℃,并且 CCD 输出噪声随温度升高变化明显,影响相机成像质量。综上所述,对相机进行温度控制就显得十分必要。传统的航空设备温度传感器采用光敏电阻,比如美国 RECON/OPTICAL 公司的 KS-146 胶片相机,由于相机结构复杂,所以传感器布线长度受限,只配备两个传感器,安装在镜头附近,这样不能准确掌握所有镜头组件的温度变化,且长期使用后需要重新标定传感器,传感器的拆卸工作也非常困难。基于单总线技术的温度传感器 DS18B20U 可以很好地满足航空相机温度控制的要求。单总线是一种特

殊的串行数据通信方式,是美国 Dallas 公司专有的总线技术,它将地址线、数据线、控制线、电源线(寄生电源方式下)合为一根信号线,允许在这根信号线上挂数百个测控对象,芯片抗干扰性能好;具有 CRC 校验功能,可靠性高;软件设计规范,可以与 DSP 等数字控制芯片无缝连接。在测量温度不超过 100℃环境下,还可以采用寄生电源供电模式,即不用外部电源线,只用一根信号线作为通信和供电通道,极大地降低了布线难度。

1 系统设计

航空 CCD 相机主要由机身组件、扫描头组件、镜头组件、快门组件、检调焦组件、CCD 组件、温控舱组件等组成。其中,温度敏感区包括 CCD 组件,镜头组件和电控箱组件,需要对这些区域进行温度实时测量和控制。测温采用分区控制策略,以镜头组件为例,其中在关键位置上共安装 6 个传感器,实时测量镜头的温度水平和温度梯度,并把温度信号传送给控制器进行温度显示和控制。图 1 是相机温控系统的实验框图。

1.1 DS18B20U 介绍

DS18B20U 是 DS18B20 系列产品中的一种,采用 HSOP 封装,这种封装只有 3.0 mm×5.0 mm 的水平尺

寸,高度小于 1.2 mm。非常适合用于集成度高,对尺寸要求严格的场合。它采用单总线的独特连接方式,可以方便地组建传感器网络,特别适合与微处理芯片构成多点温度测控系统。测温范围为 - 55~ + 125 °C, 9~ 12 位分辨率可选, 12 位时测量精度可达 0.062 5 °C, 固有测温分辨率为 0.5 °C, 供电电压范围为 3.0~ 5.5 V, 有电源模式和寄生电源供电模式两种, 用户可编程温度上下限报警设定功能。

1.2 单总线原理

单总线系统利用一根总线主控制器控制多个被控器, 其中 DS18B20U 作为被控器, 并且所有数据和命令的发送都是低位在前。区分挂在单总线上的不同器件是单总线技术的一个很重要部分。为了区分不同器件, 单总线器件在制作时都用激光刻录 1 个 64 位的二进制代码, 是唯一的序列号。序列号的格式是: 从低位起第 1 个字节(8 位)是单总线器件的家族代码, 表示产品的分类; 紧接着的 6 个字节(48 位)是每个单总线器件的全球唯一序列号, 确保每一个器件被唯一地识别出来; 最后一个字节(8 位)是前 56 位的 CRC 校验码, 用于确保数据通信的正确。由上可知, 每一种单总线器件类型都有多达 2^{48} 个 ID 号, 这足以解决单总线上的地址冲突问题。

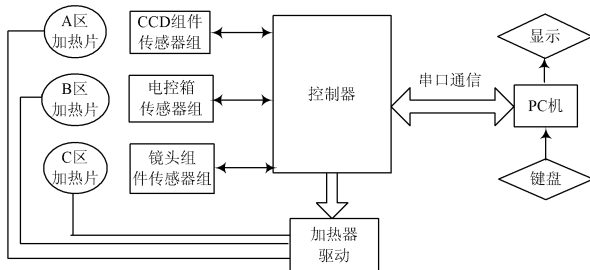


图 1 温控系统框图

2 系统硬件设计

系统硬件主要包括控制器、温度传感器、加热片等。控制器采用 DSP TMS320F2812。在相机中的一个温控区域布置多个传感器实时采样, 根据多次测量的平均值, 通过控制器调节输出 PWM 脉宽, 以控制加热片的输出, 从而控制相机敏感区的温度。其中, 相机镜头组件区域的温度测量示意图如图 2 所示。

6 只传感器根据光学系统热分析结果, 布置在镜头组件的不同位置上。为了最大限度方便布线, 传感器采用寄生电源供电, 即电源端与接地端相连, 并接到最近的相机本体上。利用相机本体接地的特点, 用一根信号线连接 6 只传感器, 利用 DSP 上的一个 I/O 口采集温

度信号。其中, SN74LVC4245A 作为双向电平转换隔离器件, 提高了对传感器的驱动能力, 对传感器采用 5 V 电平信号驱动。MOSFET 的作用是增强了总线上拉能力, 保证了总线空闲时强上拉状态, 提高了寄生电源模式下对传感器的供电能力。

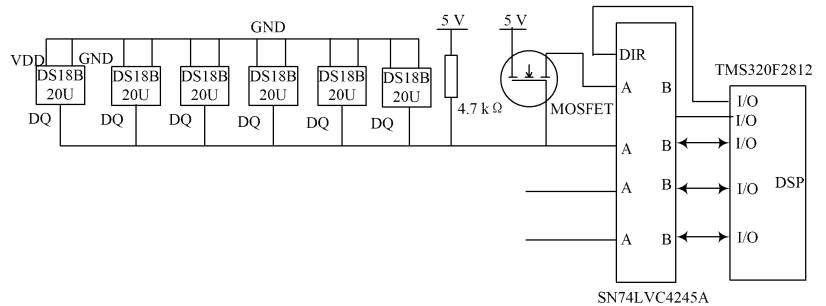


图 2 温度测量接线图

3 系统软件设计

系统对 DS18B20U 各种操作必须按如下顺序进行: 初始化 DS18B20U; 发 ROM 功能命令; 发存储器操作命令; 处理数据执行。

由于 DS18B20U 对操作的时序性要求很高, 所以主 CPU 经过单总线接口访问 DS18B20U 的工作流程必须要遵守严格的操作顺序, 如果顺序中任意一步缺少或顺序错乱, DS18B20U 将不会响应。首先将 DS18B20U 逐个挂载在主机上, 以读出其序列号。其工作过程为: 主机发出一个不小于 480 μ s 的低电平信号, 复位 DS18B20U。然后主机释放总线, 进入接收模式, 这时总线被上拉电阻和 MOSFET 管共同拉高, 当 DS18B20U 探测到这个上升沿的时候, 等待 15~ 60 μ s 后发送一个器件存在脉冲信号, 把总线拉低大约 60~ 240 μ s, 表示器件已经正常挂接到总线上, 当 DS18B20U 所发响应脉冲由主机接收后, 主机再发读 ROM 命令代码 33H, 然后发一个脉冲, 接着读取 DS18B20U 序列号的 1 位。用同样的方法读取序列号的 56 位。由于 DS18B20U 单总线通信功能是分时完成的, 需要遵循严格的时序。读取器件序列号的程序流程如图 3 所示。

DS18B20U 的命令中允许对所有在线节点进行统一操作, 利用的是跳过 ROM 命令(命令为 CCH), 即后面的操作是面对总线上所有的 DS18B20U。命令序列先跳过 ROM, 启动总线上所有 DS18B20U 进行温度测量, 然后通过匹配 ROM, 再逐一读取 DS18B20U 的温度数据。这种方式使采集的温度数据具有很好的同步性, 而且节省时间。读取多传感器温度信号的软件流程如图 4 所示。

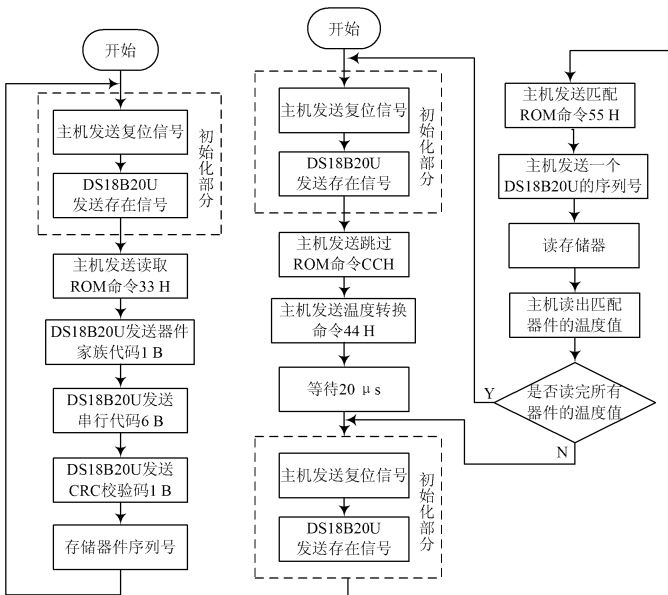


图 3 读取器件序列号流程图

图 4 读取在线器件温度值流程图

镜头组件中的一个温度传感器显示温度曲线如图 6 所示。

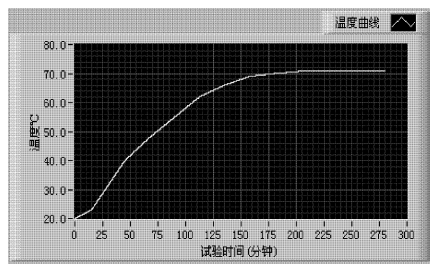


图 6 温度测量曲线

5 结 语

单总线的温度传感器 DS18B20U 体积小, 精度高, 不需要 A/D 转换和标定的优点, 适合远距离多传感器下的温度测量, 使用寄生电源模式下, 可使接线更加简单。试验结果显示, 该传感器满足空间狭小, 传感器布置多, 且测量距离远等特点下航空相机的温度测量与控制。

参 考 文 献

- [1] 艾红. 多点测温与长线传输在分布式测温系统中的应用[J]. 自动化仪表, 2011, 32(2): 63-65.
- [2] 俞绍安. 数字温度传感器 DS18B20 在卫星电源系统中的应用[J]. 电子元器件应用, 2007(8): 1-4.
- [3] 冀勇钢, 杨赫天. 基于单总线温度传感器的多点测温系统设计[J]. 现代电子技术, 2010, 33(10): 23-25.
- [4] 鲍方, 董景新, 赵长德. 微型温度测量的数字化方案[J]. 电子技术应用, 2004(2): 30-32.
- [5] 王禹, 王飞, 曹荣. 一种基于 DS18B20 的热网温度监测系统[J]. 自动化技术与应用, 2008(10): 118-121.
- [6] 王红, 韩昌元. 温度变化导致航天相机光学系统像面位移的研究[J]. 光学技术, 2003, 29(6): 738-740.
- [7] 黎明, 吴清文, 江帆, 等. 三线阵立体测绘相机热控系统的设计[J]. 光学精密工程, 2010, 18(6): 1367-1373.
- [8] 陈立恒, 吴清文, 罗志涛, 等. 空间相机电子设备热控系统设计[J]. 光学精密工程, 2009, 17(9): 2145-2152.
- [9] 廖靖宇, 高晓东, 蓝公仆, 等. 航空相机物镜动态光机热分析与设计[J]. 光电工程, 2010, 37(7): 36-40.
- [10] 郑兴林, 马龙. 光学遥感微晶玻璃镜头组件空间低温模拟试验技术[J]. 航天器环境工程, 2009, 24(3): 267-271.
- [11] 刘建锋, 江勇, 丁传红, 等. 基于内模的光纤陀螺温控系统设计[J]. 仪器仪表学报, 2007, 28(4): 187-192.
- [12] 林海军, 滕召胜, 凌菁. 水分测定天平的温度复合智能控制方法研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2007, 21(6): 109-113.
- [13] Maxim. DS18B20 programmable resolution 1-wire digital thermometer [EB/OL]. [2005-12-22]. <http://www.maxim-ic.com>.
- [14] Maxim. 1-wire communication through software [EB/OL]. [2003-01-06]. <http://www.maxim-ic.com>.
- [15] 苏奎峰. TMS320X281X DSP 应用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.

现以初始化器件程序为例, 图 5 给出对器件的初始化时序。

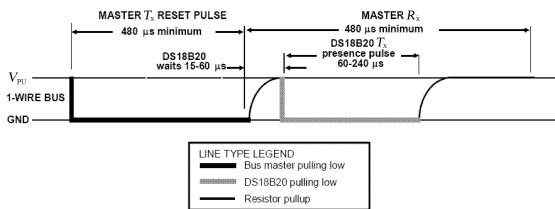


图 5 初始化 DS18B20U 时序图

初始化时, 首先主控器拉低总线至少 480 μs, 然后释放总线进入接收状态, 总线在上拉电阻的作用下产生一个上升沿, DS18B20U 检测到这个上升沿后, 等待 15~ 60 μs 发出一个代表器件存在脉冲拉低总线约 60~ 240 μs, 表示器件正常挂接, 初始化部分程序代码如下:

```

void Initialization(void) {
DIRBtoA(); // SN74LV C4245A 设置 B 到 A 方向
DQOut(); // I/O 引脚设为输出
DQLow(); // I/O 引脚设为低, 主控器拉低总线
Delay(480); // 延时 480 μs
DIRAtoB(); // SN74LV C4245A 设置 A 到 B 方向
DQOut(); // I/O 引脚设为输出, 释放总线
Delay(30); // 延时 30 μs, 等待器件存在脉冲发出
if(DQ == 0) Connection = 1; // 器件挂接成功
else Connection = 0; // 器件不存在, 或通信失败
}

```

4 高温试验

根据相机环境适应性要求, 通过对相机进行高温试验来检测传感器的工作情况。利用传感器网络采集温度数据, 通过串口通信, 实时传送到上位机显示。在室温 20 °C 时, 相机放入温度箱进行高温试验, 设定目标温度为 70 °C, 温升速度为 1 °C/m。在高温试验过程中,