

半导体车载冰箱的智能温控系统设计

王千贵, 杨永跃

(合肥工业大学 仪器科学与光电工程学院, 安徽 合肥 230009)

摘要: 文中采用模块化设计方法, 以 STC 单片机为控制核心, 运用 PID 算法进行运算, 用数字式传感器 DS18B20 测量温度, 大电流放大器 OPA549 驱动半导体制冷器 TEC1-12706 控制箱体温度, 液晶显示屏 TDJM1602 实时显示, 设计出用于车载冰箱的智能温控系统。该系统也能应用于饮水机, 医疗恒温箱等器件中。

关键词: STC 单片机; 半导体制冷器; PID 控制; 实时显示

中图分类号: TN7

文献标识码: A

文章编号: 1674-6236(2012)17-0132-03

Design of intelligent temperature control system for car refrigerator

WANG Qian-gui, YANG Yong-yue

(School of Instrument Science and Opto-electronics Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Depended on the modular design method, an intelligent temperature control system is designed for car refrigerator which is based on core control-a STC microcontroller, PID algorithm for operation, a digital sensor DS18B20 for measuring temperature, a large current amplifier OPA549 for driving a semiconductor cooler TEC1-12706 to control temperature, liquid crystal display TDJM1602 for real-time display. The system can also be used in water dispenser, medical devices such as the constant temperature box.

Key words: STC microcontroller; semiconductor cooler; PID control; teal-time display

在车载冰箱市场的激烈竞争中, 半导体冰箱^[1]由于成本低, 重量轻, 无机械转动等优点而倍受消费者的青睐。然而市场上销售的这类冰箱要么功能单一, 要么被国外公司所垄断。这里设计出一套智能温控系统, 使半导体冰箱不但具有加热和制冷功能, 还能实时显示调整温度, 具有很强的实用价值。

1 系统硬件设计

文中采用模块化电路设计方法, 主控芯片选择 STC90C516RD+ 单片机, 整个系统由温度检测实时显示模块, 温度控制模块, 功能键盘等模块所构成。其原理框图如图 1 所示。

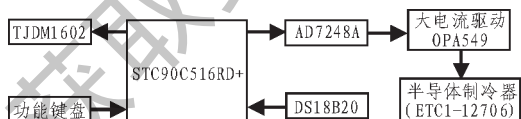


图 1 车载冰箱智能温控系统原理框图

Fig. 1 The principle diagram for intelligent temperature control system of car refrigerator

单片机根据 DS18B20 测得冰箱内的温度^[2], 与设定值相比较, 经过 PID 控制算法调整 DA 的输出电压控制半导体制冷器进行制冷或加热^[3-5], 从而实现需要的温度, 同时有液晶显示屏实时显示当前温度, 各主要模块简介如下。

1.1 STC90C516RD+ 单片机与温度检测温度实时显示模块

STC90C516RD+ 单片机是晶宏科技生产的新一代高速低功耗, 指令代码完全兼容 8051 单片机, 具有 EEPROM 功能, 内部集成 MAX810 专用复位电路, 可省专门复位电路的设计。

温度检测选用美国 DALLAS 公司的温度传感器 DS18B20^[6-7]。它具有独特的单总线接口方式, 在与微处理器连接时只需要一条口线即可实现与微处理器双向通讯, 并且输入输出均为数字信号。实际应用中不需要任何外部器件就可实现测温, 这使得其与单片机接口变的非常简单, 克服了模拟式温度传感器与单片机接口需要 AD 转换及其他外围电路的缺点。“一线总线”的数字式传输, 大大提高了系统的抗干扰性, 适合车载冰箱内恶劣环境的现场温度测量。

主要性能指标: 1) 测温范围 -55~125 °C, 测温分辨率达到 0.0625 °C; 2) 无需任何外围元件, 可以直接输出温度值的 9~12 位串行数字量; 3) 温度最大转换时间为 750 ns; 用户可以设定报警温度, 存放于 EEPROM 中。

DS18B20 可以采用两种方式供电: 寄生电源供电和外部电源供电。为了保证转换精度和系统的抗干扰能力, 这里选用外部电源供电方式。

实时显示选用液晶显示屏 TDJM1602, 能显示汉字和英文字符。这里选用 16 字 X 1 行的显示类型, 可设置为“当前温度为 XX °C”来显示。温度检测实时显示模块的电路原理图如图 2 所示。

收稿日期: 2012-05-22

稿件编号: 201205161

作者简介: 王千贵(1985—), 男, 河南淮阳人, 硕士研究生。研究方向: 在线检测及仪器智能化。

-132-

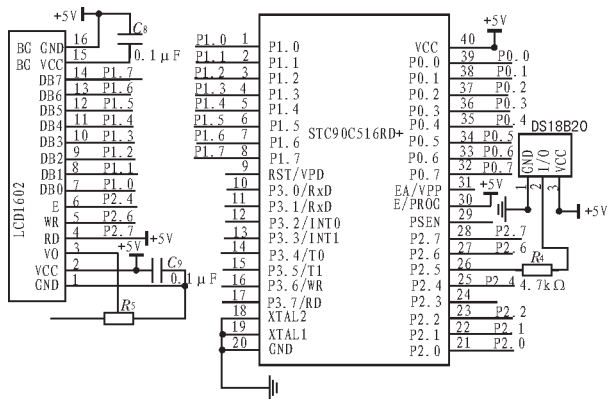


图 2 温度检测实时显示模块的电路原理图

Fig. 2 Temperature testing and real-time display module circuit principle diagram

1.2 温度控制模块

本模块是智能温控系统的核心,主要由 12 位数据转换器 AD7248A,大电流驱动器 OPA549,半导体制冷器件 TEC1-12706 等构成。

AD7248A 一种内置放大器和基准电源的 12 位低功耗并行 DA 转换器,其数据输出建立仅需 30 ns,在双极性供电模式下,能产生±5 V 的输出电压。考虑到半导体制冷器需要工作在双极性电压下,这里选用双极性工作模式。

由图 1 原理框图可以看出 12 位 DA 输出的电压要送往半导体制冷器,通过控制流过制冷器电流的大小进而控制温度。但从数模转换器输出的电流驱动能力不强,因此需要加入电流驱动电路。这里选择大电流驱动集成芯片 OPA549,它可以提供峰值 10 A 连续 8 A 的驱动电流。本设计采用双极性供电模式,以配合 DA 转换器的双极性输出,驱动半导体制冷器加热或制冷。

基于 Peltier 效应的半导体制冷器不需要任何制冷剂,易安装,无污染源,工作无震动噪音,理论寿命可达 30 万小时;既能制冷又能加热,一个片件就能代替分立的加热系统和制冷系统;通过输入电流的控制,可实现高精度的温度控制;热惯性非常小,制冷加热时间快,在较短的时间内就能达到最大温差。因此它特别适合小热量,小空间的温控领域,在车载冰箱,医疗恒温箱,饮水机等器械中得到广泛应用,其原理图如图 3 所示。

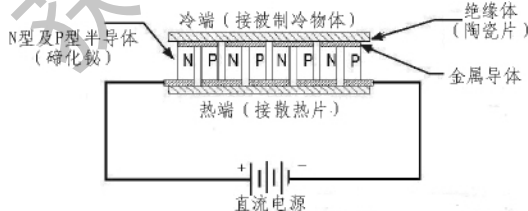


图 3 半导体制冷器工作原理图

Fig. 3 Principle diagram of semiconductor refrigeration system

从图 3 我们可以看出改变电流的极性可在制冷和加热间切换,而吸热和放热率则正比于电流的大小半导体制冷器

的设定温度在不同于环境温度的一定范围内可调。这里选用半导体制冷器件 TEC1-12706,最大温差电压为 15.4 V,最大温差电流为 6 A,最大制冷功率为 53 W。温度控制模块原理图如图 4 所示。

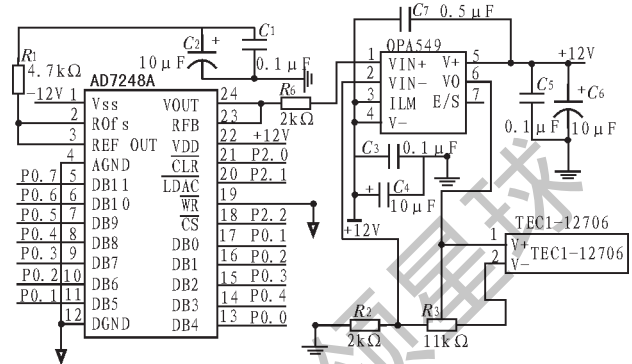


图 4 温度控制模块原理图

Fig. 4 Temperature control module principle diagram

1.3 功能键盘模块

功能键盘模块完成对外用户键盘操作的识别,具有按键识别,按键值分析功能。按键识别操作的功能是确定操作面板上是否有键按下,并保存下键值。为消除误判造成重复读取一个键值,软件设计时考虑进行防抖处理。通过按键输入需要调整的温度值与单片机检测到的温度比较后进行 PID 控制^[8-10]。由于车载冰箱常要求控制箱体温度在 2~25 °C,控制范围有限,这里设计出仅用电源开关,温度加一,温度减一,温度显示转换 4 个按键。

2 系统软件设计

系统复位后开始工作,首先单片机控制软件发出指令通过 DS18B20 采样读取温度 T_1 并送液晶显示屏 TJMD1602 实时显示。然后将测量值 T_1 与设定的值 T_2 相比较,其差值 T 送 PID 控制器。PID 控制器输出的控制量经数模转换后变电压控制量,再经 OPA549 放大后,控制半导体制冷器件 TEC1-12706 的工作状态。TEC1-12706 处于加热还是制冷取决于其上所加电压的极性。当 $T_1 > T_2$,其差值大于零,此时输出电压为正,制冷器 TEC1-12706 制冷;当 $T_1 < T_2$,其差值小于零,输出电压为负,制冷器 TEC1-12706 加热。温度采样—计算温差—PID 调节—信号放大输出—半导体制冷器周而复始,控制箱体温度在设定的值处附近上下波动。这一过程不断循环,直至达到设定的温度。为了更快达到调控效果,在 PID 控制前加了一段温差判断程序。当温差 T 大于阈值 t 时^[4],制冷器全功率制冷;当温差值 T 小于 $-t$ 时,全功率加热。只有当温差界于两者之间时才启用 PID 控制。图 4 为主程序的软件流程图。

3 试验

购买保温箱,散热设备,安装制冷器 TEC1-12706 和温度传感器 DS18B20,利用实验室的关电源进行供电,对所设计

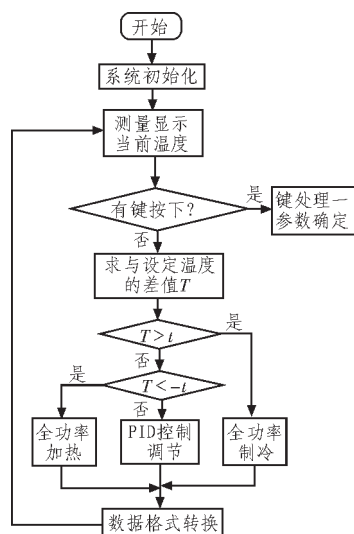


图5 主程序流程图

Fig. 5 The main program flow chart

的智能温控系统进行检测试验。制冷试验中,在 30℃的室温下,1 分钟左右箱内温度能降到设置的 20℃,3 min 左右温度能降到设置的 10℃,5 分钟左右温度能降到设置的 5℃。虽然 DS18B20 精度是±0.1℃,但受到保温散热环境温度波动等条件的限制,只能维持在所设定的温度值±0.5℃。由于 TEC1-12706 制冷功率有限,箱内很难降到 0℃以下,但车载冰箱常用于冷藏而非冷冻的已满足用户要求。加热试验中,只需要 1 分钟左右就能升到最高温度 65℃,这是因为加热效率远高于制冷效率。

4 结论

文中设计的智能温控系统不但能实现车载冰箱的制冷和加热,还能实时显示当前温度,并且具有一定的控制精度,可在车载冰箱中应用,也能推广到饮水机,医疗恒温箱的应用中。

参考文献:

- [1] 梁雪,张永恒. 便携式车载冰箱设计[J]. 甘肃科技,2011(10):32-34.
LIANG Xue,ZHANG Yong-heng. The design portable car refrigerator[J]. Gansu Science and Technology,2011(10):32-34.
- [2] 程安宇,孙士民,徐洋. 基于DS18B20的单片机温度测量控制系统[J]. 兵工自动化,2007,26(2):88-96.
CHENG An-yu,SUN Shi-min,XU Yang. The temperature measurement control system based on the single chip DS18B20[J]. Military Industrial Automation,2007,26(2):88-96.

- [3] 张艳艳. 基于PID算法和89C52单片机的温度控制系统[J]. 现代电子技术,2009(21):216-218.
ZHANG Yan-yan. The temperature control system based on PID algorithm and 89C52 single chip microcomputer[J]. The Modern Electronic Technology,2009(21):216-218.
- [4] 魏英智,丁红伟,张琳,等. 数字PID控制算法在温控系统中的应用[J]. 现代电子技术,2010(17):157-159.
WEI Ying-zhi,DING Hong-wei,ZHANG Lin,et al. Application of digital PID control algorithm in temperature control system[J]. Modern Electronic Technique,2010(17):157-159.
- [5] 屈毅,赖展翅,程琪,等. 基于模糊PID皮革收缩温度测定仪控制系统设计[J]. 现代电子技术,2009(11):138-140,144.
QU Yi,LAI Zhan-chi,CHENG Qi,et al. Design detection instrument for shrinking temperature of leather based on fuzzy PID[J]. Modern Electronic Technique,2009(11):138-140,144.
- [6] 李晓伟,郑小兵,周磊,等. 基于单片机的精密温控制系统设计[J]. 微计算机信息,2007(11):103-105.
LI Xiao-wei,ZHENG Xiao-bing,ZHOU Lei,et al. Precise temperature control system design based on SCM[J]. Micro Computer Information,2007(11):103-105.
- [7] 叶丹,齐国生,洪强宁,等. 基于单片机的自适应温度控制系统[J]. 传感器技术,2002,30(1):27-30.
YE Dan,JI Guo-sheng,HONG Jiang-ning,et al. Adaptive temperature control system based on single chip processor[J]. Journal of Transducer Technology,2002,30(1):27-30.
- [8] 刘文慰,葛锁良. AT89C2051在自适应模糊PID温度控制器中的应用[J]. 电子工程师,2004,30(1):20-23.
LIU Wen-wei,GE Suo-liang AT89C2051 application in adaptive fuzzy PID temperature controllers[J]. Electronics Engineer,2004,30(1):20-23.
- [9] 李俊婷,石文兰,高楠. 参数自整定模糊PID在温度控制中的应用[J]. 无线电工程,2007(7):47-50.
LI Jun-ting,SHI Wen-lan,GAO Nan. Parameter self-setting fuzzy PID in the application of temperature control[J]. Radio Project,2007(7):47-50.
- [10] 潘笑,高玉玲,康亚娜. 基于模糊PID的AT89C2051单片机智能温度控制系统[J]. 兵工自动化,2006(5):65-67.
PAN Xiao,GAO Yu-ling,KANG Ya-na. intelligent temperature control system based on the single chip microcomputer AT89C2051 of fuzzy PID[J]. Military Industrial Automation,2006(5):65-67.

欢迎订阅 2012 年度《电子设计工程》(半月刊)

国内邮发代号:52-142
-134-

国际发行代号:M2996

订价:15.00 元/期 360.00 元/年