

基于单片机的恒温箱设计

吴迎春 赵佳瑶

咸阳师范学院 物理与工程学院, 中国·陕西 咸阳 712000

摘要: 随着社会的发展和科技的进步, 传统的温度控制系统存在实时性差、精度低及功耗高等缺点, 难以实现日常生活水平的提高。基于单片机, 论文采用软硬件联调的方法设计了一款智能恒温箱。系统以 AT89C51 单片机作为主控电路, 并由测量、显示、设置、报警等多模块组成。恒温箱使用 DS18B20 采集温度, 温度可以精确到 0.1°C , 然后由字符型液晶显示准确地显示出采集的温度。

关键词: 恒温箱; DS18B20; AT89C51; LCD1602 显示; 红外遥控

Design of Thermostatic Box Based on Single-chip Microcomputer

Yingchun Wu Jiayao Zhao

College of Physics and Electronic Engineering, Xianyang Normal University, Xianyang, Shaanxi, 712000, China

Abstract: With the development of society and the advancement of technology, the traditional temperature control systems have drawbacks such as poor real-time performance, low accuracy, and high power consumption, making it difficult to improve daily living standards. Based on C language programming, this paper adopts the method of software and hardware debugging to design an intelligent constant temperature box. The system uses AT89C51 microcontroller as the main control circuit, and integrates multiple modules for measurement, display, setting, and alarm. The constant temperature box uses DS18B20 to collect temperature, which can be accurate to 0.1°C , and then the collected temperature is accurately displayed by a character LCD display.

Keywords: thermostatic box; DS18B20; AT89C51; LCD1602 display; infrared remote control

0 前言

现如今从实验室研究到工业生产, 再到医学领域, 要确保实验、生产和医疗活动的顺利进行, 恒温箱都是不可或缺的设备。传统的温控系统在实时性、体积、精度和功耗等方面都不能很好地满足现代温控系统的需求。论文将设计一款基于单片机技术的恒温箱温度控制系统, 要求其具有较为精确的温度控制能力, 并且能够根据用户需求自行设定温度控制范围。

1 恒温箱系统总体方案设计

恒温箱系统采用了 AT89C51 作为核心控制单元, 并通过 DS18B20 温度传感器模块实时地捕捉到恒温箱内的温度变化情况。这些传感器数据会经由通信线路传递至单片机, 单片机依据这些经过验证的温度数据便能有效地调整恒温控制模块的工作状态。系统总体结构图如图 1 所示。

2 核心元器件的选择

2.1 单片机的选择

在设计温控系统时, 恰当的微控制器扮演着至关重要的角色。它不仅是整个系统运作流畅性的关键, 而且对系统整体的工作效率有着决定性的影响。从经济实用角度出发, 选用性价比高的微控制器同样不可忽视。本次研究选用的是

51 单片机, 它是一种在行业中应用比较广的单片机, 它的指令和管脚都与英特尔 8051 单片机相匹配, 还包括了 4 KB 可编程处理器和 128 RAM, 可以有效地控制温度^[1-3]。

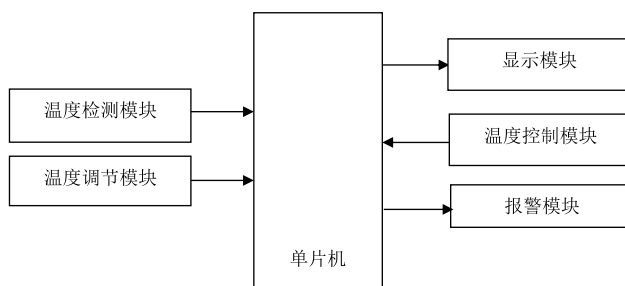


图 1 系统总体结构图

2.2 测温电路选择

方案一: 利用铂电阻测温的非线性修正方式^[4]。利用电桥电路对热敏电阻的温敏效应进行检测, 在测量时, 测量到的电压或者电流随着被测量的温度而改变, 然后通过放大器对其进行放大, 再经过 A/D 变换器, 最后到达显示电路, 就能显示出被测量的温度。

方案二: 采用先进的数字温度传感器技术^[5], 并将其与单片机的电路设计紧密结合。具体来说, 我们选用了一款高性能的 DS18B20 温度传感器, 这是一种精度高、响应迅速的温度传感器, 能够精确测量环境温度。通过该传感器直

接获取被测温度的数值，然后利用单片机的处理能力进行数据转换将这些数字信号转化为可供后续分析和应用的信息。经过这样的转换步骤，系统便能根据预设的设计要求依次实现对温度的精确控制和监控，从而满足特定的应用需求。整个过程既高效又可靠，确保了设计目标得以顺利实现。

DS18B20 是一款能够将检测到的温度直接转换为串行数字信号的温度传感器。这款传感器的功耗非常低，运行时不会消耗大量能量，处理速度快并且响应时间短，确保了系统在高负荷工作状态下也能保持稳定可靠的性能表现。此外，DS18B20 还具有出色的抗干扰能力，可以抵抗各种外界干扰，保证了数据传输的准确性和稳定性。通过对两种不同的温度数据处理方案进行详细对比分析，我们发现方案 2 具有明显优势。

2.3 显示器选择

在对比数码管和字符型 LCD 液晶显示模块后，我们进行以下方案论证：

方案一：数码管价格适中，但数码管不仅显示内容较为单一，通常只能显示数字和一些简单的字符。而且显示区域受限，如果需要显示更多的信息，可能需要增加多个数码管，导致硬件设计和成本增加。此外数码管在环境光线较强时，可能因亮度不足而影响显示效果。

方案二：字符型 LCD 液晶显示内容丰富，可以显示文字、符号等多种内容。显示效果清晰，对比度高，即使在环境光线较强时也能保持良好的显示效果。功耗相对较低，尤其是采用背光调节技术的 LCD 显示屏。易于编程和控制，可以方便地与各种控制系统集成。

方案对比：综合考虑以上因素，最终我们选择字符型 LCD 液晶显示作为显示模块。

3 系统软件设计

该系统的关键是对实时温度的测量和判断实时温度是否超过了规定的限值。该系统采纳了模块化的设计理念，通过 Keil5 语言进行程序编写。这样不仅实现了系统的软件部分，也确保了系统的硬件得以顺畅运作。整个系统由五个核心模块组成：单片机作为系统的主控单元、温度检测模块负责监测环境温度、LCD 显示模块用于实时显示当前温度、报警模块在检测到异常时发出警报，以及按键模块提供用户交互功能。当温度检测模块准确读取到一个特定的温度值后，该信息会被传送至单片机，以便其进一步分析处理。为了实现这一功能，显示模块是至关重要的。它不仅将温度数据转换为直观的温度数值，而且还能够将这些数值显示在高分辨率的 LCD1602 模块上。这样，用户就能一目了然地看到当前的环境温度。当需要采取措施时，用户只需轻按按键，即可轻松控制系统启动相应的功能，比如调节温度设定值，或是打开 / 关闭加热装置等。如果温度不超过临界值，就重新读出实际温度；当温度超过临界值时，继电器带动对应的

负荷动作；当温度超过上限时，启动冷却风扇；当温度降至下限以下时，带动加热板工作。当有负荷操作时，LED 灯并联于其上，当发生故障时，蜂鸣器发出警报。

4 制作与调试

4.1 安装步骤

4.1.1 检验元件的优劣

按照电路原理购买了元器件后，先把元器件的优劣检验一遍，然后按照各个元器件的测试方法单独测试，务必要细心。并且要仔细地核对原图纸，在确认无误之后，才能进行工件的焊接和工件的安装，以免产生了错误的焊件后不方便纠正。

4.1.2 各元件的定位和焊接

在进行元器件的放置工作时，首先要遵循图纸中明确标注的位置指示。在实际操作过程中，焊接工艺是至关重要的一环。通常情况下，焊接工序会从最底层的元器件开始，逐一对这些基础组件进行焊接。完成这些基础步骤后，紧接着就会转向对那些更加复杂或技术要求更高的元件进行精细的焊接。在焊接过程中，尤其需要关注那些容易出现损坏风险的零件。这些零件若不幸发生损伤，应立即采取补焊措施，以确保产品质量不受影响。此外，当涉及焊接集成芯片时，必须格外小心。由于集成芯片的集成度极高，因此在焊接过程中应避免连续焊接时间过长，以免因热应力导致芯片变形或损坏。同时，晶片的安装方向也不容忽视，这直接关系到整个电子系统的性能和稳定性。正确的安装方向能够确保芯片在后续使用中发挥最佳效能，从而延长其寿命。

4.2 电路调试

在着手解决问题之前，首先需要将显示器的程序烧录至单片机中，确保显示器能够正常显示图像。这一步骤至关重要，因为只有通过实际操作，才能对显示器的性能有一个直观地了解。在随后的调试阶段，我们会发现一些指令的使用似乎存在误操作，导致电路中某些功能无法得到完全释放。这种情况可能是由于编译器或操作系统的兼容性问题造成的。除此之外，程序中的延时问题也十分常见，它可能表现为延时过长或者过短，这些都可能影响到设备的响应速度和稳定性。因此，面对这样复杂多变的现象，我们必须细致地分析每一个细节，找出问题所在，并针对性地采取措施来进行修复和优化。只有这样，我们才能确保最终的产品能够满足用户的需求，提供流畅且高效的使用体验。

4.3 软硬件联调

问题一：3 引脚连接不正确，使 LCD1602 液晶不能显示。

处理方法：将 1 号测温传感器的 1 号端口引至地面，3 号引至 VCC。

问题二：1602 LCD 显示屏出现乱码，有时甚至不显示。

处理方法：用万用表检测各管脚的导电情况，看有没

有空焊。

4.4 实物测试

恒温箱温度测量范围为 $-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$, 可精确到 0.1°C 。当初始温度阈值设置为 $10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$, 温度传感器检测此时室温为 27.5°C , 测试温度在阈值范围内, 系统将无负荷工作, 报警指示灯均不亮。

①当我们把温度阈值设置在 $30^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 时, 如果外部环境的实际温度低于这个温度阈值的下限, 那么就会出现相应设计的响应动作。即黄色 LED 指示灯会自动点亮, 这意味着继电器已经被触发, 它驱动着负载加热器开始工作从而有效地提高了周围的环境温度。

②当温度阈值被设置为 $10^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 时, 室温超过了温度阈值的上限, 红色 LED 指示灯会随之亮起。这同样表明继电器被激活, 它驱动负载制冷风扇开始运作, 旨在降低内部的温度以达到设定的温度范围。

5 结语

随着社会的发展和科技的进步, 各个行业都在加快产品智能化、数字化, 因人们生活日益多样化, 老式的恒温箱不能满足人们生活上的需求, 传统的温度控制系统存在实时性差、精度低及功耗高等缺点, 难以实现日常生活水平的提高。经过不断地创新和升级, 现代的恒温箱采用一种更加精确、方便的实施方案。

论文开发了一种以 AT89C51 为核心的智能恒温箱, 精确的温度控制能力能够根据使用者的需求调整温度范围。用户通过简单的操作界面可以轻松设定所需的温度区间, 从而实现对设备温度的精准调节。当恒温箱的实际温度超出预设范围时, 系统将启动相应的负荷工作以保持恒温状态并在必要时发出警报提示。采用软硬件联调的方法对其温度控制的具体实现进行了说明。该系统在硬件设计上采取了模块化和集成化的策略, 整个系统主要由以下几个关键部分组成:

中央控制器、温度传感器以及显示模块。恒温控制模块负责根据预设的参数值控制系统温度的稳定, 确保系统在各种环境条件下都能维持在既定的温度范围内。液晶显示模块通过 LCD1602 显示屏, 用户可以直观地了解当前系统温度值以及预设目标温度。温度监测模块的作用在于实时捕捉并转换来自 DS18B20 温度传感器的信号。这种传感器温度探测精度可达 0.1°C , 是一种先进的温度检测设备, 能够准确地将被测温度转换为数字信号, 而单片机则负责对这些数据进行深入分析和处理, 从而实现温度的精确控制。报警模块检测到超出预定阈值的温度值, 它便会激活报警程序, 并通过 LED 闪烁、蜂鸣器发出警报声等方式, 向用户发出警告。按键模块则集成在系统的操作界面中, 允许用户通过简单的按键输入来调整设置参数。在软件层面, 整个系统的运作完全依赖于高性能的单片微控制器。DS18B20 传感器的数据被高效地处理后, 通过单片机发送至相关的执行机构。该系统还具有断电保护、数据存储于单片机内的 EEPROM 中, 同时还具有连加減功能。

从实际的操作情况来看, 该恒温箱已经达到了设计的要求, 可以实现智能化和自动化恒温储存并具有较强的安全性和较高的制冷和加热效率, 具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 李妍. 浅析单片机温度控制系统的研究[J]. 能源与节能, 2020(9): 113-114.
- [2] 于斌. 单片机原理与接口技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [3] 张毅刚. 单片机原理与应用设计(C51编程+Proteus仿真)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2020.
- [4] 陆阳, 韩江洪, 魏臻, 等. 铂电阻测温系统温度补偿方法[J]. 仪器仪表学报, 2000, 21(3): 37-39.
- [5] 张仲明, 郭东伟, 吕巍, 等. 基于DS18B20温度传感器的温度测量系统设计[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(5): 76-79.