

分体式智能恒温便携水杯水温控制系统的设计

李家豪 常 玲 纪昕洋

沈阳城市建设学院 辽宁 沈阳 110167

【摘 要】：近年来，水温控制已广泛应用于食品制造、医疗健康、家用电器等各个领域。水温控制系统的性能直接影响产品的质量，就此水温控制系统的意义就不言而喻了。为改善传统水温控制系统的性能，使系统结构变得简单。本文设计了一款采用 STM32 单片机作为核心控制单元的水温控制系统。该项目提出了一种基于增量 PID 控制系统算法的温度进行控制管理模型。整个系统结合了以 STM32 单片机为核心的 PID 数字控制算法，具有算法简单，结构简单，控制效果好，精度高，使用灵活的优点。

【关键词】：水温控制；STM32 微处理器；PID 算法；温度控制系统

温度控制系统可以说是无所不在，热水器系统、空调系统、冰箱、电饭煲、电风扇等家电产品以至手持式高速高效的计算机和电子设备，均需要提供温度控制功能。及时准确地得到温度信息并对其进行适时的控制，在许多工业场合中都是重要的环节。水温是表征水体冷热程度的物理量，是生活以及工农业生产过程中一个普遍使用的参数。因此，水温控制是提高生产效率以及保证产品质量的必要条件。水温控制是以水的温度作为被控变量的开环或闭环的控制系统。水温控制的发展引入单片机作为核心控制单元后，可以降低对某些传统硬件电路的要求，实现对水温的精准控制。对于水温控制系统，其适宜的水质温度总是在一个范围。超过这个范围，系统或许会停止运行或遭受破坏，所以我们必须能实时获取水温变化。对于，超过适宜范围的温度能够自动的进行升温。同时，我们也希望在适宜温度范围内可以由检测人员根据实际情况加以改变。

1 基于 STM32 单片机的水温控制系统

本设计以 DS18B20 温度传感器对水温进行检测，以 STM32F103VET6 单片机为核心结合恒温过程的数字 PID 控制算法对监测水的温度进行控制，通过控制使水的温度稳定在所设置的数值上，允许有 0.5℃ 的误差，通过按键对系统的温度等设置进行更改，TFT-LCD 液晶屏实时显示水温值和设定的水温值，水温控制系统原理方框图如图 1 所示。

1.1 STM32F103VET 单片机

STM32F 芯片组是一款低成本 32 位微控制器。制造和销售该芯片组根据芯片的闪存大小分为三个主要部分：小容量（16 和 32KB）、中容量（64 和 128KB）和大容量（256、384 和 512KB）芯片。该芯片具有 CAN、ADC、SPI、USB、定时器等多种外设。用户可以根据产品自己的应用需求进行选择产品，从而优化内存、性能和计数器，而无需太多硬件改动。而我们之所以选择这款 STM32F103VET6 芯片，是因为它具有

高性能、低成本、低功耗等优势。

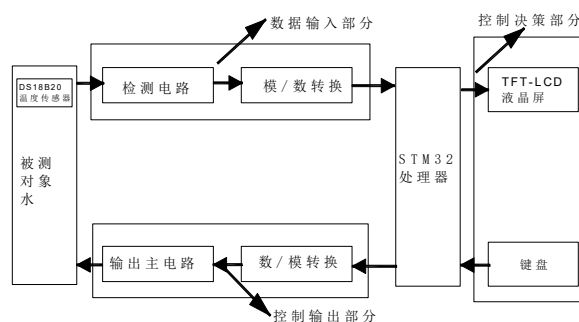


图 1 水温控制系统原理方框图

1.2 增量式数字 PID 公式

恒温过程的数字 PID 控制算法应采用增量式 PID 算法。与一般的位置式算法研究相比，增量式算法消去了算法通过公式中的积分项，因而我们可以将控制器的积分饱和和消除掉，在检测系统精度分析不足的情况下，这样控制效果更好。增量式数字 PID 公式如下：

$$\Delta U_k = K_p[E(k) - E(k-1)] + K_i E(k) + K_d[E(k) - 2E(k-1) + E(k-2)]$$

式中：

K_p —比例系数；

K_d —积分系数；

K_a —微分系数；

$E(k)$ —当前采样时刻偏差；

$E(k-1)$ —上一次采样时刻偏差；

$E(k-2)$ —上两次采样时刻偏差。

1.3 TFT-LCD 液晶屏

TFT-LCD 技术是目前世界最大的半导体完全集成电路技术。它构成了利用新型材料、新液晶技术制造显示器及有机

薄膜发光平板显示器的技术基础。TFT 主要是通过溅射、化学气相沉积（例如玻璃或者是塑料）以及其他制造必需集成电路和大型半导体集成电路等工艺来生产。非单晶基板可以明显降低成本,并且可以在传统大型集成电路中扩展到更小的面积、更多特征和较低成本。

1.4 DS18B20 温度传感器

DS18B20 适应于工作系统电压变化区间范围宽,电压值范围控制在 3.0~5.5v,在寄生系统采用电源管理的方式下,也可由数据线直接进行供电。在实际的使用中,不仅仅是需要外围元件,所有传感器元件和信号转换电路也是继承到一个类似于三极管的集成电路中。温度控制传感器技术具有 9-12 位的可编程温度分辨率,相应的最小值可以允许不同的温度变化区域范围各个方面的测量值分别是 0.5 度、0.25 度、0.125 度和 0.0625 度。

2 水温控制系统各部分实现

2.1 主控芯片控制功能的实现

STM32F103VET6 最小系统由主控芯片 STM32 微处理器、供电模块、晶体振荡电路模块、复位电路模块、调试电路模块等功能电路模块组成。电源模块必须为 STM32F103VET6 最小系统相关功能电路供电,它还驱动其他单元。电源装置可提供两种电压: 3.3V 和 5.0V。晶振电路设计采用 8MHz 的晶振乘以 CPU 倍频可以得到 72MHz 的处理工作频率。调试器包括一个下载端口。JTAG 和串行端口 1 应用程序使用 JTAG 下载到处理器,调试器通过 USART 发送到计算机的串行端口。这大大简化了系统应用程序的开发。本文设计的温度控制系统使用多个微芯片控制引脚在系统处理器和外设之间进行通信和控制。加热模块输出高低电平来加热水以保持温度恒定,因此通过将控制引脚连接到按钮来设置控制系统参数。

2.2 温度传感器模块功能的实现

DS18B20 温度传感器有三个串口,可用于访问控制,我们使用 STM32 对温度传感器进行控制与数据分析。使用

STM32 与 DS18B20 的串口 3 相连接,STM32 发出不同温度进行检测命令可以选择 DS18B20 温度传感器后,发送至 DS18B20 进行温度检测。温度传感器开始工作,温度传感器开始检测水温。温度环境变化后的温度进行数据值临时保存在一定温度控制寄存器中,使 DS18B20 返回到自己之前的待机状态。当 DS18B20 的外部设备供电时,STM32 在发送相应的温度转换命令后开始执行“数据读取序列”。如果我们此时温度数据转换技术正在执行的话 DS18B20 温度传感器发展将会响应“0”,否则,温度传感器 DS18B20 将响应“1”,表示温度转换已完成。STM32 水温控制系统就是通过此过程获得所检测的水的温度信息。

2.3 显示模块功能实现

TFT-LCD 液晶屏与 STM32 的串口 3 相连接实现被控制输出温度等信息。数据的输出过程为:通过主控芯片 STM32 将获取到的数据等信息转换成对应图像的坐标点;然后,通过总线传给 TFT-LCD 的驱动芯片,驱动芯片对传过来的数据进行编解码;接着把信息传给 TFT-LCD 液晶屏,液晶屏进行画对应点操作。画对应点流程就是:第一步:设置对应点坐标;第二步:在相应点坐标的位置信息写入 GRAM 指令;第三步:在指令系统数据内写入对应不同颜色以及数据;最后在我们的 LCD 屏幕上我们教师就可以看到对应点的颜色数据分析可以自己看到这样我们需要相应的颜色坐标了。

3 结语

本设计通过在传统的水温控制系统中采用更先进的 STM32 系列的单片机芯片作主控芯片,同时加入 PID 算法,提高了水温控制系统的控制速度、控制精度、以及使用的灵活性。整个系统结构简单,可微型化的特点使得该系统的应用场景非常的广泛。不仅可用于分体式智能恒温便携水杯,还可应用于智能家电、工业控制、医疗化工等各个领域。水温控制管理系统信息系统的性能好坏直接影响企业产品的品质。所以,一个好的水温控制系统对我们分体式智能恒温便携水杯的用户体验起着决定性作用。

参考文献:

- [1] 于光普,黎东升,尤传富.智能水温控制系统的设计及实现[J].长春工业大学电气与电子工程学院,2011.2.
 - [2] 蒙琴,彭森.基于单片机的水温控制系统设计[J].卷宗,2017,(14):183-183.
 - [3] ARM.Keil Enables Prototyping of Cortex-M Processor - Based Systems With the Microcontroller Prototyping System Anonymous .Electronics Business Journal.2009,15:49
 - [4] 梁永恩,万世明.基于 STM32 及 uC/OS 的电阻炉水温控制系统设计[J].科技通报,2017(05).
 - [5] 李泳东.单片机的计算机水温控制系统设计[J].电子技术与软件工程,2020(02).
- 项目编号: 202113208065; 项目基金: 本文系沈阳城市建设学院 2021 年校级大学生创新创业训练计划项目资助
项目名称: 分体式智能恒温便携水杯