

医用控温仪控制系统设计

摘要：医用控温仪控制系统是医用控温仪的重要组成部分，通过对制冷系统的各部分的温度检测和操作人员对温度的设定实现医用控温仪的温度控制。文章在研究、参考国内外医用控温仪控制系统的基础上，充分利用现代电子、传感器、液晶显示等方面的技术成果，开发了更人性化、效果更好的医用控温仪控制系统。该系统不仅有温度显示、计时等常规功能，而且抗干扰能力强，还具有存储记忆等更实用的功能。

近几十年来，现代医学对很多神经内科疾病采用亚低温治疗手段。亚低温治疗又称冬眠治疗或人工冬眠，通过人工干预的方法，使病人的体温降低，从而达到治疗的目的。本文设计的医用控温仪在医疗方面主要应用于亚低温治疗，且属于选择性头部降温。通过对各种降温方式进行比较，蒸汽压缩式制冷循环技术应用时间较长且较为广泛，安全性与可靠性以及技术成熟度都较高，故采用这种方式。该循环方式主要有压缩机、热量交换器、散热器、干燥过滤器组成，其中热交换器内部中设有环状换热管，散热器为板式结构其侧面设有冷却风扇。制冷剂通过制冷循环将热交换器中的热量带走，使热交换器内部液体冷却介质冷却下来。同时热交换器外部有水泵将其内部液体冷却介质循环经过冰帽，使得冰帽内部温度达到亚低温状态从而对患者进行治疗。

1 医用控温仪控制系统总体方案设计

温控仪控制系统以单片机为核心，通过温度传感器采集几路的温度数值来控制制冷系统与循环系统的启停从而实现对被控对象的温度控制；同时通过液晶显示与键盘实现人机交互，使得操作过程简洁方便。实现上述功能的医用控温仪控制系统方案设计包括以下几个方面：

1) **微控制器系统：**控制系统的中心部分，由单片机及其最小系统构成，负责采集传感器信号与按键信号、实现温度控制、输出制冷控制信号、实现液晶显示、实现存储功能等；

2) **温度传感器模块：**测量各路温度，并将温度值输出给微控制器；

3) **人机交互通道：**由液晶显示屏与按键组成，让使用者能更方便舒适的操作仪器；

4) **控制输出系统：**接受微控制器的输出信号，控制制冷系统的通断，并实现弱电控制系统与强电制冷系统的隔离，以保证控制系统的安全与可靠；

5) **数据存储模块**: 实现系统的记忆功能, 将数据存储在该模块中以保存数据防止断电消失;

6) **电源模块**: 为整个系统提供所需的直流电源, 防止外部的电源干扰影响系统工作。

系统总体框架图如图 1 所示。

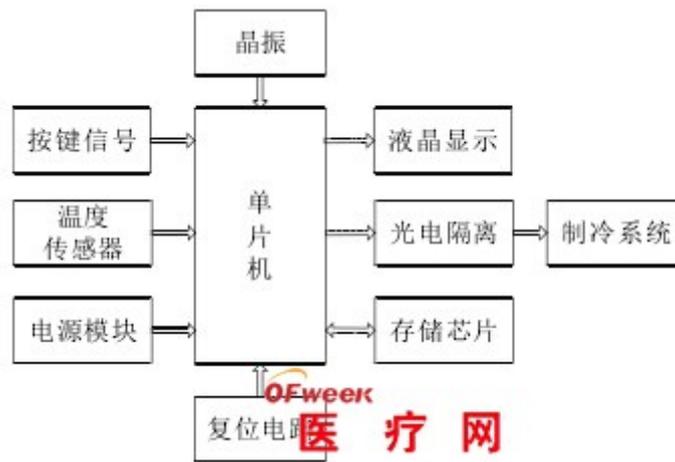


图 1 医用控温仪控制系统总体框架图

2 医用控温仪控制系统硬件电路设计

以 Atmel 公司生产的具有低功耗、高性能特点的 8 位单片机 AT89C55WD 为硬件核心。通过数字温度传感器 AD7416 采集系统温度, 具有体积小、分辨率高等优点。人机交互方式采用通过按键输入命令与通过液晶模块 ET-240128AV7 显示系统参数, 具有操作方便、美观大方等优点。采用存储芯片 HK1225-7 实现系统能够在断电时也能记忆工作参数的功能。使用集成 AC/DC 电源模块, 既能缩小控制系统体积同时又保证系统供电平稳。还采取了必要的抗干扰措施, 如: 光电隔离、按键软件消抖、加入去耦电容、使用专门的看门狗芯片等, 消除外界对系统产生的干扰, 提高系统的稳定性和可靠性。

2.1 温度测量电路

采用 3 路测量电路分别对热交换器内液体冷却介质的温度、冰帽内液体冷却介质的温度、人体温度进行测量。考虑到系统对精度的要求以及传感器的成本, 选择 ANALOG DEVICE 公司生产的 AD7416 数字温度传感器芯片来采集温度, 可以在现场采集温度数据, 直接将温度物理量转换为数字信号并通过 I2C 通讯传送给单片机进行数据处理。具有硬件电路简单、体积小、使用方便等优点, 在传输距离、转换时间、分辨率和测温精度等方面相对于其他

温度传感器有很大的优势，这给用户带来了更方便的使用效果，被广泛应用于各个领域、各种环境的自动化测试和控制系统中。

I2C 串行总线接口 SDA（1 脚）、SCL（2 脚）与单片机的 P1 口相连接，在信号线上加 4.7 kΩ 的上拉电阻，以保证信号线在空闲状态下保持高电平。由于 AT89C55WD 单片机 P1 口内部有 10 kΩ 的上拉电阻，故在外部再加 10 kΩ 的上拉电阻，两个电阻并联使得总阻值接近 4.7kΩ。具体电路如图 2 所示。

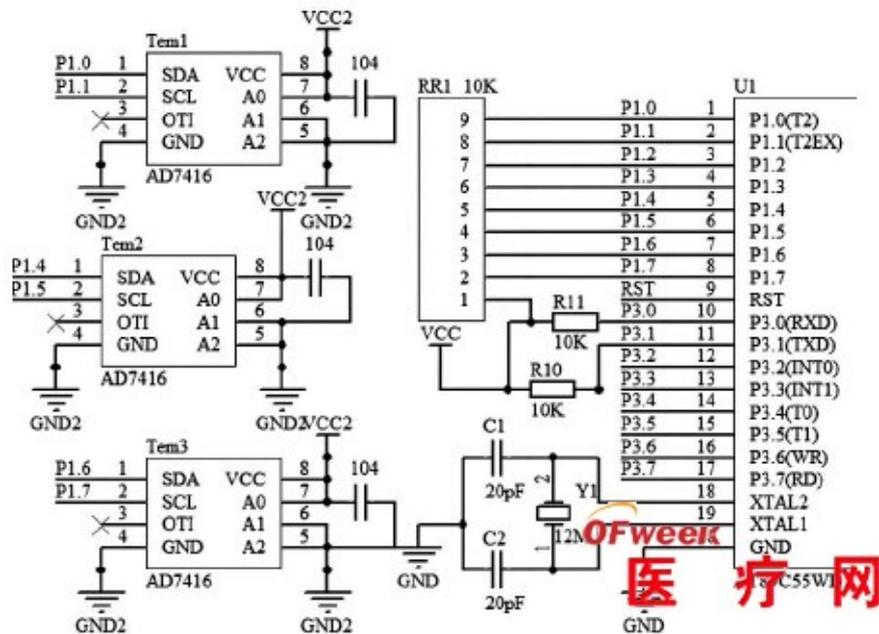


图 2 AD7416 电路原理图

2.2 控制输出电路

制冷循环系统中的压缩机与循环水泵供电电源均是 220 V 交流电。为了将 220 V 交流电与控制器内部 5 V 信号相隔离，在输出部分采用光电耦合双向可控硅驱动器 MOC3083 芯片对信号进行光电隔离，然后驱动双向可控硅元件使制冷系统进行工作，以此来实现对制冷系统的控制。这样可以避免外界信号对控制系统的干扰，保证控制器的稳定工作。

可控硅是一种功率半导体器件，简称 SCR，也称晶闸管。它分为单向可控硅和双向可控硅，在微机控制系统中，可作为功率驱动器件。可控硅具有控制功率小、无触点、寿命长等优点，在交流电机调速、调速、随动等系统有着广泛的应用。本系统使用 MOC3083 光电耦合模块与可控硅配套使用来实现单片机弱电控制信号控制 220V 强电的通断。具体电路图如图 3 所示。

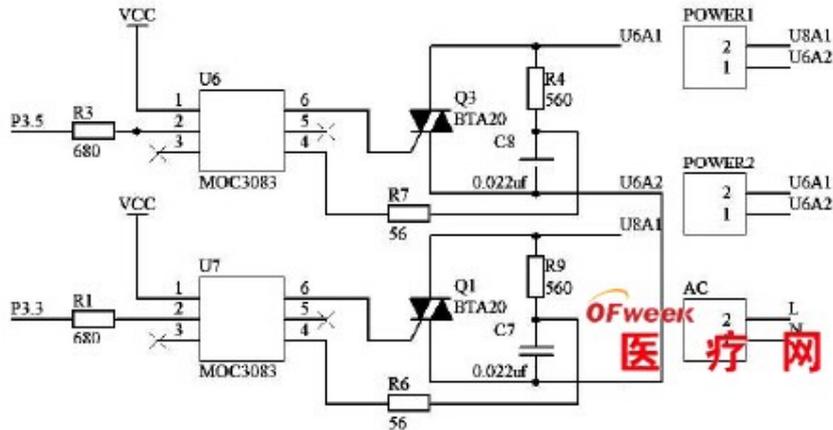


图 3 控制输出电路

单片机的控制输出端分别是 P3.3 与 P3.5，其中 P3.3 输出端控制压缩机的工作，P3.5 输出端控制循环水泵的工作。当输出端输出低电平时，光电耦合模块 MOC3083 导通，可控硅导通从而使压缩机或者循环水泵工作。其中可控硅选用 BTA20-600B，其最大导通电流为 20 A、耐压 600 V、触发电流 50 mA，能够满足工作需要。

2.3 数据存储电路

医用控温仪控制系统在每一次上电初始化后，其状态都应该与上一次断电时的工作参数保持一致，这就要求系统在无电状态下能够保持数据不丢失。本控系统需要保护的数据有：冰帽设定温度、工作时间和制冷设定温度。为了实现数据存储功能，选用 NVRAM HK1225-7 芯片保存数据。该 NVRAM 是完全静态非易失性存储 SRAM 组成 8KB*8 位存储芯片，每片 SRAM 有一个自带锂电池与控制电路，经常监视电压是否低于容许值，当低于容许值时锂电池自动接通，写保护无条件启动保护数据。HK1225-7 存储芯片可执行的写循环次数没有限制，微处理器界面也不需要附加支持电路。

HK1225-7 与单片机的接口电路如 4 所示。

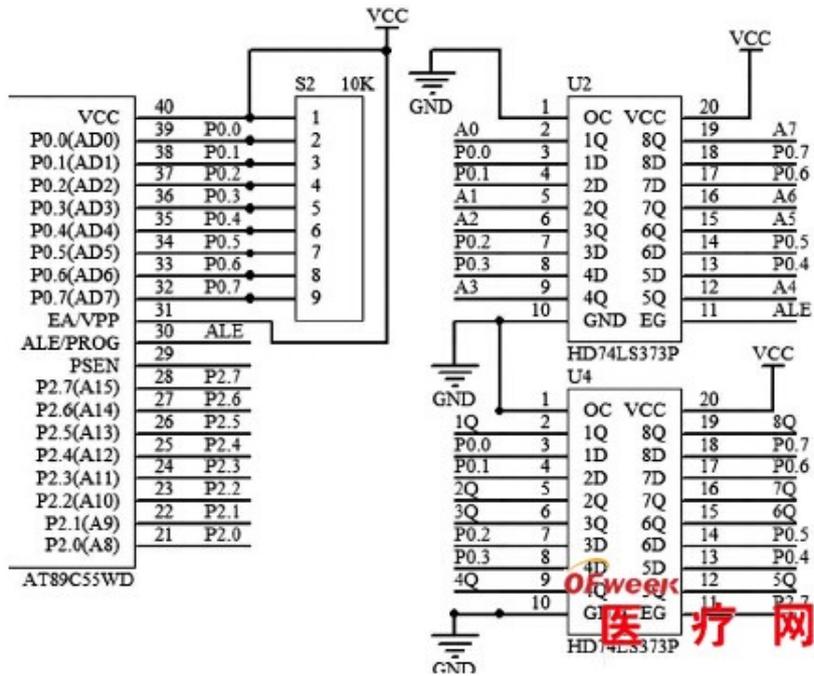


图 4 HK1225-7 与单片机接口电路

HK1225-7 与单片机接口电路采用挂总线的方式连接，HK1225-7 的数据总线与 P0 口相连接，地址总线的低 8 位通过锁存器 HD74LS373P 与单片机的 P0 口相连接，高 5 位地址均接地，其寻址范围为 0000 0000H~FFFF FFFFH，完全满足系统使用；地址总线通过锁存器与单片机相连是因为地址总线与数据总线是复用的，P0 口在每个 CPU 周期的前半周期输出低 8 位地址，由地址锁存器锁存，然后由地址锁存器代替 P0 口输出低 8 位地址，后半周期进行 8 位数据的输入输出，地址锁存信号通过单片机的 ALE 输出端输出，ALE 输出端与锁存器的使能端相连接；当单片机访问外部存储器时，ALE 以每个机器周期两次的信号输出，以实现对其低 8 位地址的锁存。

3 医用控温仪控制系统软件设计

本控制系统是以 AT89C55WD 单片机为硬件核心，软件编程是在 KEIL 软件中进行的。在本设计中，主程序模块负责协调调用各个功能模块，如图 5 所示。

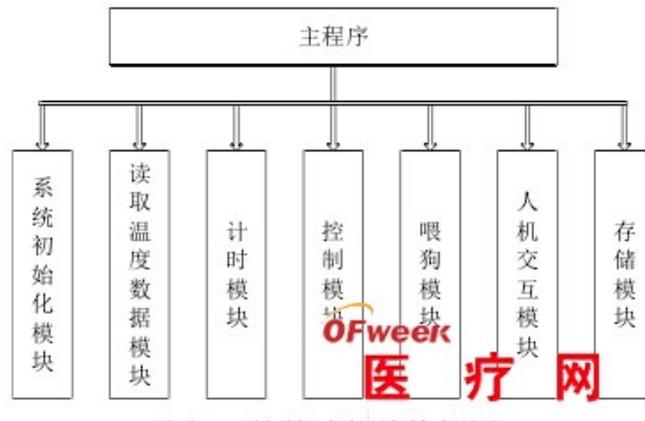


图 5 软件功能结构框图

程序在上电后调用程序初始化模块先进行相应的初始化，比如开启喂狗定时器、设置喂狗中断、显示初始界面、设置计时定时器等功能；然后调用存储模块对存储芯片的数据进行读取；然后进入按键扫描与处理阶段，此处与液晶显示属于人机交互模块；最后调用读取温度数据模块及控制模块进行控制。

程序对单片机的硬件资源的使用包括 3 个 16 位的定时器：定时器 1 用来定时通过中断以实现喂狗功能；定时器 2 用来控制系统工作时间的计时，并通过液晶显示屏显示；定时器 3 用来初上电计时预留时间给压缩机预热，且当控制器 5min 没有接收到工作信号，控制系统自动按上次参数工作。

控制模块包含两个部分：一个是对循环水泵的输出控制；另一个是对制冷压缩机的输出控制。控制模块根据按键扫描与处理模块的工作信号来决定工作与否，根据按键扫描与处理模块的设置的控制数据来判断控制输出与否。

4 结束语

经过实际调试与验证，本控制系统具有结构简单、成本低廉、控制灵活、性能可靠等一系列优点，能够满足现实生产的需要，具有较好的应用与推广价值。