

# 邵阳职业技术学院

## 毕 业 设 计

| 产品设计 | 工艺设计 | 方案设计 |
|------|------|------|
|      |      | √    |

设计题目：           远程温度控制系统设计          

学生姓名：                   田俊豪                  

学    号：                   201810300866                  

系    部：                   电梯工程学院                  

专    业：                   机电一体化技术                  

班    级：                   机电 1182                  

指导老师：                   耿运涛                  

二 0 二 一 年 六 月 一 日

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 一、设计要求                 |    |
| (一) 设计的意义.....         | 1  |
| (二) 设计任务与基本要求.....     | 1  |
| 二、方案设计总体思路.....        | 2  |
| 三、硬件方案设计.....          | 3  |
| (一) 单片机最小系统.....       | 3  |
| (二) 温度传感器 DS18B20..... | 3  |
| (三) 蓝牙模块.....          | 4  |
| (四) 报警装置.....          | 6  |
| (五) 液晶显示器 LCD1602..... | 6  |
| (六) 矩阵键盘.....          | 7  |
| 四、软件方案设计.....          | 10 |
| (一) 系统主流程图.....        | 10 |
| (二) 中断流程图.....         | 12 |
| 1. 定时器中断函数.....        | 12 |
| 2. 串口中断函数.....         | 12 |
| 五、调试与测试.....           | 14 |
| (一) 系统初始化.....         | 14 |
| (二) 系统设置模式.....        | 14 |
| (三) 系统工作模式.....        | 14 |

|           |    |
|-----------|----|
| 六、成果..... | 15 |
| 参考文献..... | 16 |
| 致谢.....   | 17 |

# 远程温度控制系统设计

## [摘要]

本次设计设计了一种远程温度控制系统，选择 STC89C51 单片机作为核心控制器，采用 DS18B20 作为温度传感器，采用 DS18B20 温度传感器测量温度，利用蓝牙进行远程通信，不仅可以将温度远程实时显示在屏幕上，还可以进行远程控制。同时，本系统搭配了本地控制方案，使温度同时可以被远程和本地监控。本设计实现的目标是，设定温度上限值和下限值，当温度超过上限值时，开启降温模式；当温度低于下限值时，开启升温模式。本设计结构简单、成本低廉、符合远程温度控制的各项需求，可用在室温监控、空调系统、工业温度控制等各方面。

**[关键词]** STC89C51 单片机 温度控制 远程控制

# 一、设计要求

## (一) 设计的意义

在如今日益发展迅速的高信息化、高自动化、高集成化的科技时代，人类的意识从发展传统的电子产品渐渐过渡到智能化、微小型、高速度型的智能电子器件。其中温度监控在社会工业中扮演着工业自动化、安全生产和汽车工业诸多重要角色，同时在生活中也在冷冻、医疗卫生、机房等领域有着举足轻重的作用。社会的发展，科技的进步使温度检测仪器偏向智能化，这些进步都对温度检测技术提出了更高的要求[1]。同时随着无线通信技术的日益成熟，远程的检测和控制已经屡见不鲜，无线网络作为可移动的通信网络，能够灵活方便地为用户提供随时随地的通信服务。它不需要预先架设线路，能够轻易地覆盖有线网络不能覆盖的地方。由于它具有有线网络不可比拟的优点，因此近 10 年来，无线网络不论在商业应用上还是军事应用上均得到了巨大的发展。将温度检测系统和温度控制系统以及无线传输系统进行功能性的结合，利用先进的测控技术实现远程的监控温度智能化管理，应用到实际工程操作工厂中，具有很大的实用性和推广价值。

本次毕业设计的意义在于，将测控技术与仪器专业所学知识进行统一的梳理分析，将所学硬件知识和软件知识融会贯通，旨在打造可以服务生活；同时经济实用；提高效率的单片机远程温度监控系统。在本次的毕业设计中，做到可以掌握系统的总体设计流程，方案的论证，选择，实施与完善。通过对远程温控系统的设计、制作，了解数据从采集到控制的整体过程。提高自己在测控理论研究和实际工程设计方面的综合能力。加深对传感器方面的知识储备，学习单片机控制系统的原理和功能，同时也锻炼了实际设计测控电路的能力。在这个研究过程中，也提高了查阅资料、言语表达和理论联系实际的技能。

## (二) 设计任务与基本要求

基于单片机，设计一种远程温度控制系统，选用合适的温度传感器，利用 wifi 模块，实现移动端远程调控区域温度，可对特定点的温度进行采样、控制和显示。利用蓝牙进行远程通信，不仅可以将温度远程实时显示在屏幕上，还可以进行远程控制。使温度同时可以被远程和本地监控。具体要求如下：

- (1) 设定温度上限值和下限值，当温度超过上限值时，开启降温模式；当温度低于下限值时，开启升温模式。
- (2) 完成单片机系统设计，包括硬件电路图绘制，仿真，制版和软件程序设计。
- (3) 温度采集及控制精度在  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

## 二、方案设计总体思路

要实现远程温度控制，首先需要温度传感器采集温度，然后需要一种无线通信协议远程传输温度值和控制命令，接着需要执行机构完成命令，还需要报警装置报警，最重要的是需要核心处理器对信息进行整合，对执行机构进行控制。所以本设计的整体设计框图如图 1 所示。

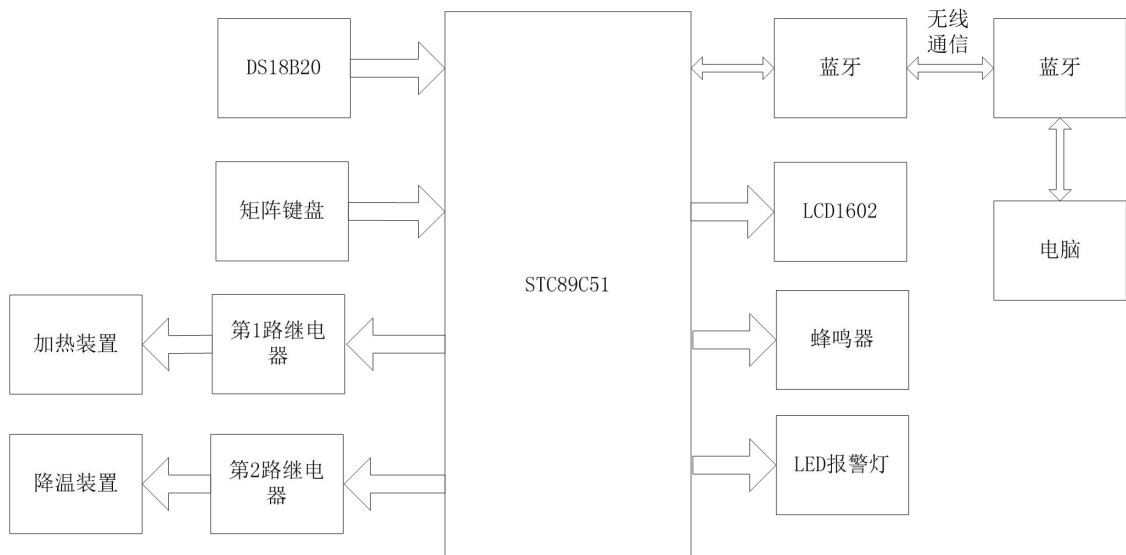


图 1 系统整体设计框图

本设计选择 STC89C51 单片机作为核心控制器；采用 DS18B20 作为温度传感器；采用矩阵键盘实现本地控制按键输入，发送指令；采用 2 路继电器分别控制加热装置和降温装置的开启，其中降温装置用风扇代替，加热装置用一根红色发光二极管表示；采用蓝牙与电脑连接通信，实现远程监控；采用 LCD1602 实现本地温度显示；另外采用蜂鸣器和 LED 报警灯实现声光报警。

### 三、硬件方案设计

#### (一) 单片机最小系统

STC89C51 作为广泛应用的一款 8 位单片机，其技术发展成熟，应用广泛，成本低廉，易于开发。现在的 51 系列技术硬件发展的也非常得快，针对很系统的功能，STC89C51 单片机完全可以实现。

单片机最小系统由五部分组成，分别是电源部分、主控制器部分、晶振电路部分、复位按键部分、下载电路部分。其中，晶振电路提供单片机工作必须的震荡频率，下载电路用来将程序烧录到单片机中。由于单片机可以使用串口进行烧写程序，所以我们在本课题中使用串口烧写程序，最小系统如图 2 所示。

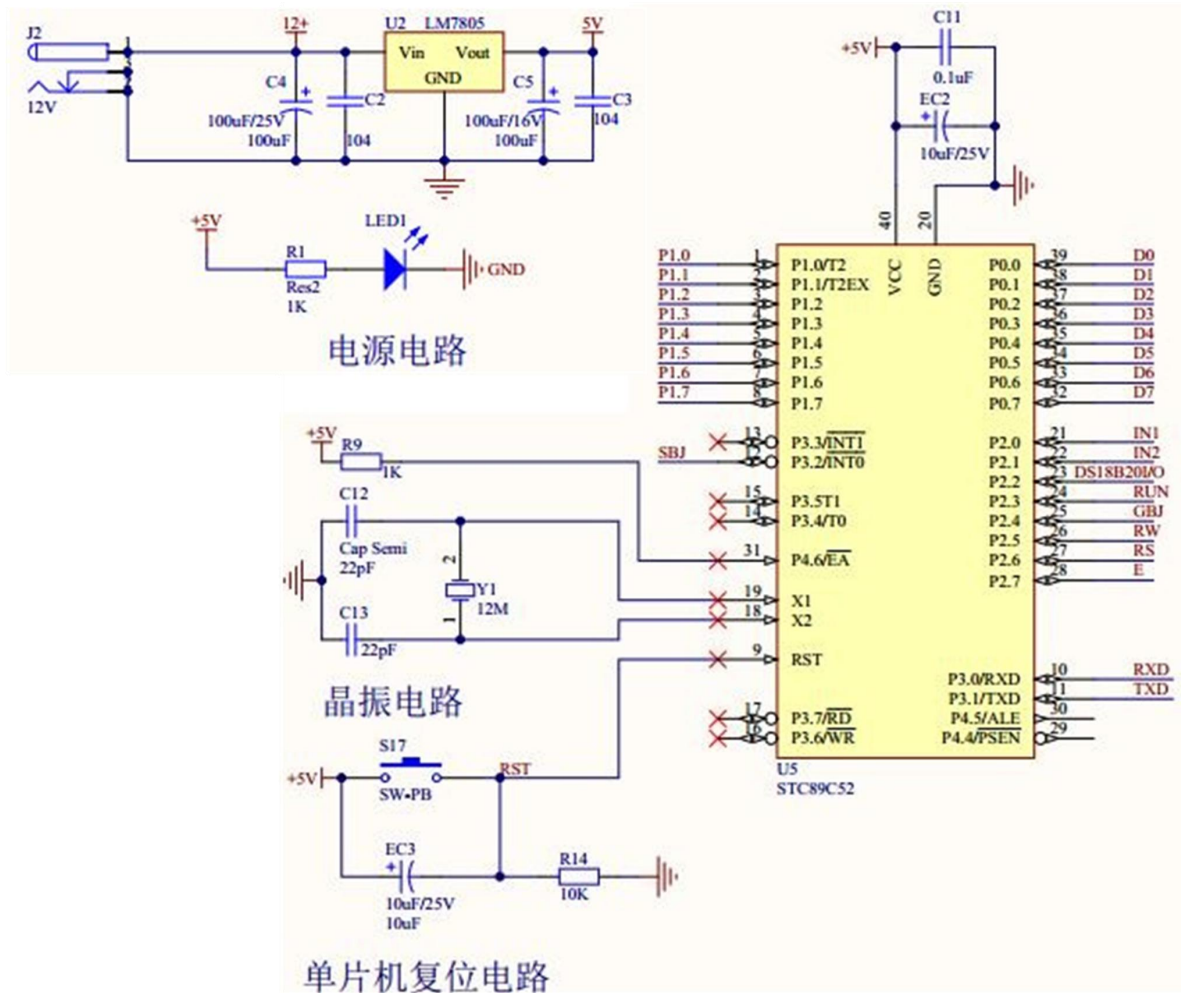


图 2 单片机最小系统

#### (二) 温度传感器 DS18B20

DS18B20 是一种数字温度计，提供 9 位温度读数。本系统选用 DS18B20 测量完温度，是因为其体积小，重量轻、精度高、接口简单等优点。DS18B20 只需要 1 跟数据线就可以将数据读取到单片机，节约引脚资源。同时其直接传出来的数据就是数字温度值，省去了

繁琐的温度换算，易于操作。其具体特性如下：

- 1) 独特的单线接口，只需 1 个接口引脚即可通信；
- 2) 多点能力使分布式温度检测应用得以简化；
- 3) 不需要外部器件；
- 4) 可用数据线供电；
- 5) 测量范围从 $-55^{\circ}\text{C}$ 到 $+125^{\circ}\text{C}$ ，增量值为  $0.5^{\circ}\text{C}$ ；
- 6) 1 秒内将温度转换为数字值；
- 7) 应用范围广，可用在工业系统、消费类产品、温度计等方面。

DS18B20 的引脚图如图 3 所示。其中，1 号引脚接地，2 号引脚是数据 I/O 口，3 号引脚接电源正极。

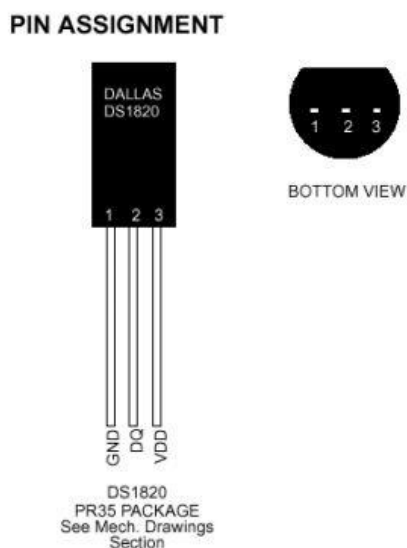


图 3 DS18B20 引脚图

由于 DS18B20 接口简单，所以其电路设计也很简单，只需要预留接口即可，电路原理图如图 4 所示。本系统将 DS18B20 数据传输口接在单片机 P2.2 口。

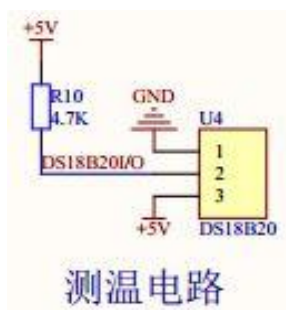


图 4 测温电路

### (三) 蓝牙模块

在无线远程通信方面，有很多成熟有效的通信方式，蓝牙就是其中一种。蓝牙是一种



无线通信技术，采用全球无需执照的 2.4GHz 短距离无线电频段进行通信。有效传输距离至少 10 米以上，广泛应用于耳机等可穿戴设备之中，同时在工业中也得到广泛应用。

本系统采用主从一体式的 HC-05 蓝牙模块，即既可以被配置成主模式，又可以被配置成从模式。使用串口连接，方便易操作，只要在将蓝牙模块配置好，即可以实现两个模块自动连接通信。蓝牙模块实物图如图 5 所示。

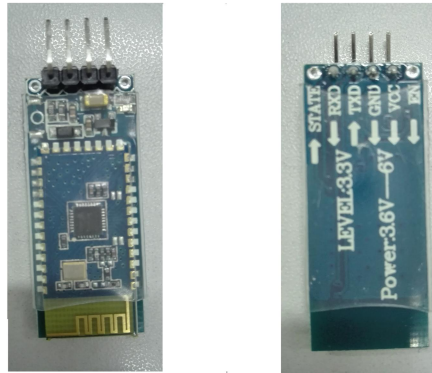


图 5 蓝牙模块实物图

此蓝牙模块核心使用 HC-05 从模块，引出接口包括 VCC, GND, TXD, RXD, KEY 引脚、蓝牙连接状态引出脚 (STATE)，未连接输出低，连接后输出高；led 指示蓝牙连接状态，快闪表示没有蓝牙连接，慢闪表示进入 AT 模式，双闪表示蓝牙已连接并打开了端口；底板设置防反接二极管，带 3.3V LDO，输入电压 3.6-6V，未配对时电流约 30mA，配对后约 10mA，输入电压禁止超过 7V；接口电平 3.3V，可以直接连接各种单片机 (51, AVR, PIC, ARM, MSP430 等)，5V 单片机也可直接连接，无需 MAX232 串口转换；空旷地有效距离 10 米 (功率等级为 CLASS 2)；配对以后可以当全双工串口使用，无需了解任何蓝牙协议，支持 8 位数据位、1 位停止位、可设置奇偶校验的通信格式，这也是最常用的通信格式，不支持其他格式；可以通过拉高 34 脚，即 KEY 引脚进入 AT 命令模式设置参数和查询信息；此蓝牙模块体积小巧 (3.57cm\*1.52cm)，工厂贴片生产，保证贴片质量，并套透明热缩管，防尘美观，且有一定的防静电能力。可通过 AT 命令切换为主机或者从机模式，可通过 AT 命令连接指定设备；支持从 4800bps-1382400bps 间的标准波特率。

本系统设置连接单片机的蓝牙为蓝牙 A，连接电脑的蓝牙为蓝牙 B，将蓝牙 A 设为主模式，蓝牙 B 设置为从模式，将两个蓝牙的密码都设为 1234 (必须相同才能自动连接)，上电后蓝牙自动连接。蓝牙模块的电路原理图如图 6 所示。

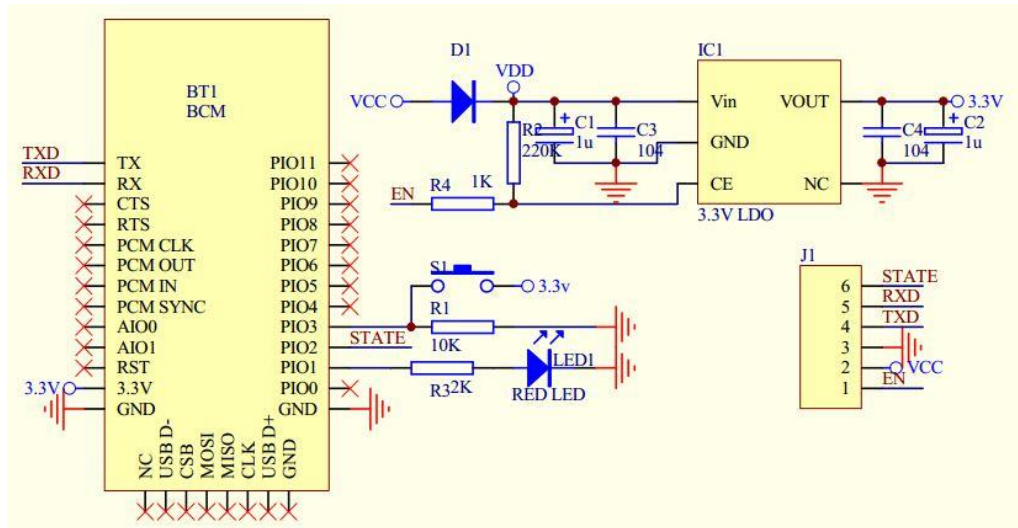


图 6 蓝牙模块电路原理图

#### (四) 报警装置

本系统要求当温度超过设定值上限值或者低于设定值下限值时，发出声光报警。本系统采用无源蜂鸣器作为声音报警装置，采用 LED 发光二极管作为光报警装置。无论是蜂鸣器还是发光二极管，都只需要 1 个引脚接口即可实现功能。声光报警装置的电路原理图如图 7 所示。

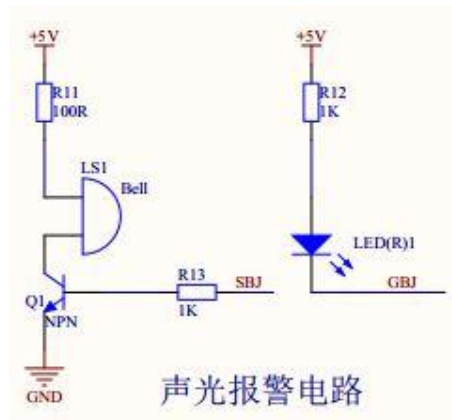


图 7 声光报警电路

无源蜂鸣器中的源不是指电源，而是指震荡源。无源蜂鸣器中没有震荡源，所以在发生时需要单片机提供震荡源，通过调节震荡频率，就可以控制蜂鸣器发出声音频率的高低。本系统中，无源蜂鸣器 I/O 口接单片机 P3.2 口，红色 LED 阴极报警灯接单片机 P2.4 口。当温度超过设定值上限值或者低于设定值下限值时，P3.2 口发出震荡频率，P2.4 口输出低电平即可实现报警功能。

#### (五) 液晶显示器 LCD1602

本系统除了能在远程进行监控外，还增加了本地监控。本地显示温度采用液晶显示器 LCD1602 进行显示。液晶显示器 LCD1602 实物图如图 8 所示。

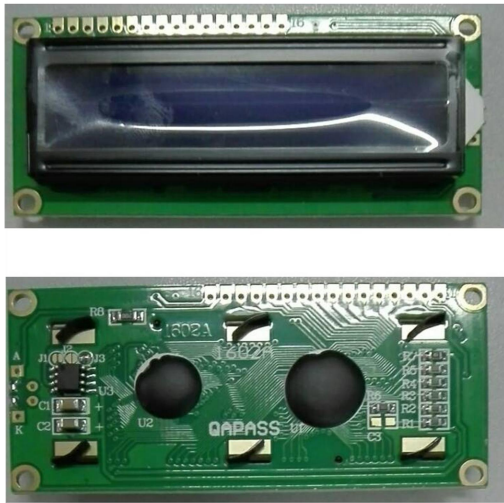


图 8 LCD1602 实物图

LCD1602 是一种 2 行 16 列专门用于显示数字、字母、符号的点阵式液晶显示器。通过外部电路连接，可以调节亮度。LCD1602 需要占用单片机 11 个 I/O 口资源，分别是 D0~D7 8 个并行数据输入口、RS 数据/命令选择、RW 读写选择口和 E 使能端口。LCD1602 操作简单，可显示所有 ASCII 码字符，完全符合本系统显示温度的要求。

LCD1602 电路原理图如图 9 所示。通过调节滑动变阻器，可以调节 LCD 的背光亮度，从而达到合适的亮度。

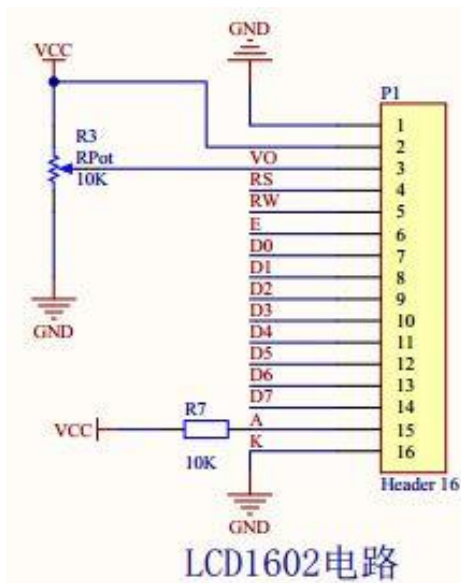


图 9 LCD1602 接口电路

## (六) 矩阵键盘

本系统采用矩阵键盘进行本地控制，矩阵键盘实物图和原理图 10 和图 11 所示。单片机的 P1.0~P1.3 分别连接矩阵键盘第 4 列-第 1 列，P1.4~P1.7 分别连接矩阵键盘第 4 行-第 1 行。传统的独立按键需要一个按键对应一个 I/O 口，以获取按键信号。这样的缺点

是，当需要按键较多时，占用的 I/O 口数量会大大增加，不利于节约 I/O 口资源。矩阵键盘采用矩阵控制的思想，大大节约了单片机 I/O 口。本课题采用 4\*4 矩阵键盘，只需 8 个 I/O 口就可以控制 16 个按键，而相同数量的独立按键则需要 16 个 I/O 口进行控制，因此，此矩阵键盘控制能力提升一倍。

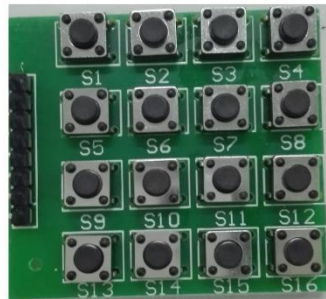


图 10 4\*4 矩阵键盘实物图

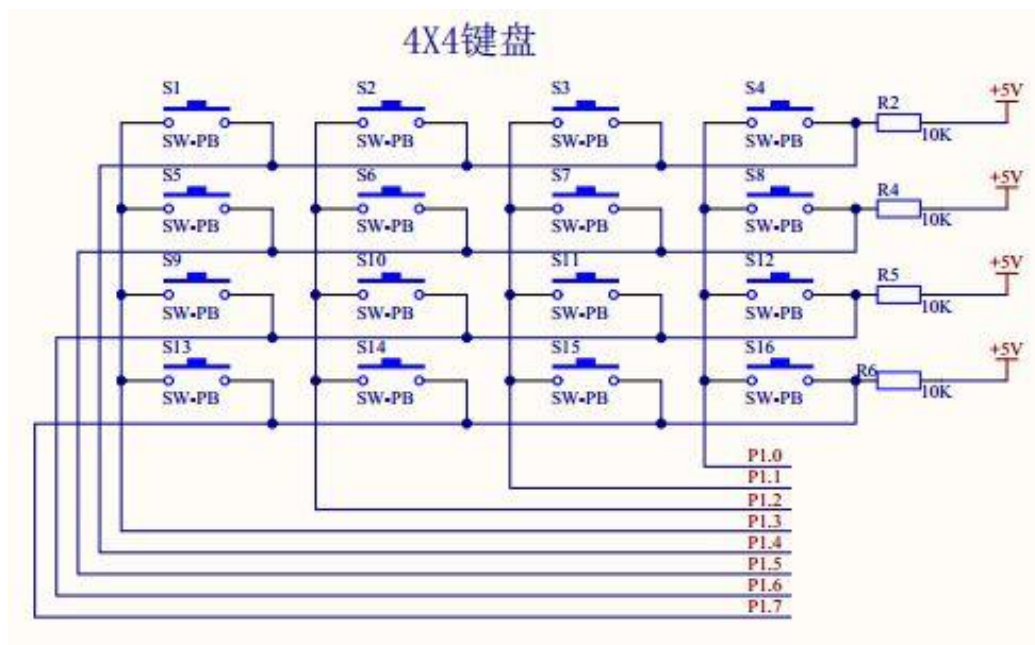


图 11 4\*4 矩阵键盘电路原理图

根据原理图，输出线为行线 P14~P17，输入线为列线 P10~P13。键盘扫描方法是：

- (1) 一开始单片机将行线（P14~P17）全部输出高电平，列线第 1 列输出低电平，其他输出高电平；
- (2) 此时读入行线数据，若行线全为高电平则第 1 列没有键按下，当行线有出现低电平时调用延时程序以此来去除按键抖动。延时完成后再判断是否有低电平，如果此时读入行线数据还是有低电平，则说明确实有键按下；
- (3) 查看行线第几行为低电平，通过行和列的比较就能得出键值。
- (4) 依次将第 2 列、第 3 列、第 4 列输出低电平，其他输出高电平，重复步骤 (2) 和 3)，得到键值。

矩阵键盘的加入旨在能够学习矩阵控制的思想。本课题中，只用到 5 个按键，分别是按键 1~按键 5，按键 1 按下进入设置温度上限值模式；按键 2 按下进入设置温度下限值模式；在温度设置模式下，按键 3 按下温度加 1，按键 4 按下温度减 1；按键 5 按下退出设置模式，开始正常工作。

## 四、软件方案设计

### (一) 系统主流程图

本系统需要完成对温度的本地监控和远程监控，首先要显示当前温度，然后需要能够调节温度上限及温度下限，最后需要在温度超出上下限时发出警报并采取相应措施。根据系统要求，我们设计主流程图如图 12 所示。

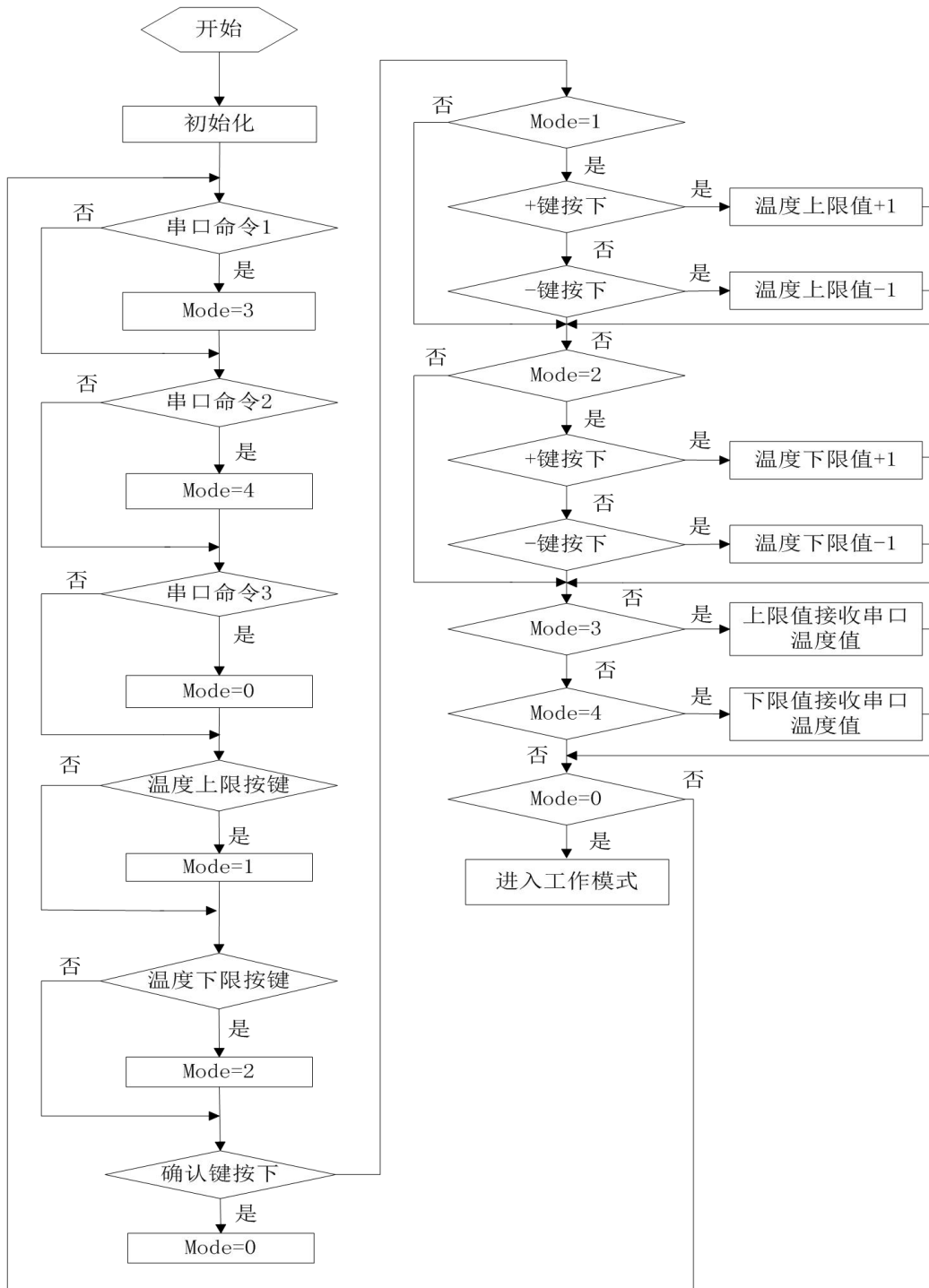


图 12 系统设置流程图

首先初始化之后进行一系列判断设置。设置一个模式标志位 mode，有 5 种模式：当按键 1 按下时，模式标志位 mode=1；当按键 2 按下时，模式标志位 mode=2；当串口输入第 1 个命令#1\$时，模式标志位 mode=3；当串口输入第 2 个命令#1\$时，模式标志位 mode=4；初始化时默认 mode=0，另外当按键 5 按下或者串口输入第 3 条命令#3\$后，模式标志位 mode=0。其中模式 1~4 都是设置模式，当系统处于设置模式时，执行机构不工作；只有当模式处于工作模式，也就是 mode=0 时，执行机构才会根据当前的温度信息执行相应工作。从流程图中可以发现，初始化之后的设置是顺序进行的，采用模式标志位的形式，可以有效将程序模块化，在执行时，只要判断是否处在工作模式下就可以确定是否执行任务。

进入模式 1 后，判断+键和-键是否被按下，如果按下温度上限值相应加减，若没有按键按下，则跳转下一个判断语句；同样进入模式 2 后，判断+键和-键是否被按下，如果按下温度下限值相应加减，若没有按键按下，则跳转下一个判断语句；进入模式 3 后，将串口读取的温度值传递给温度上限值；同样进入模式 4，将串口读取的温度值传递给温度下限值。最后判断是否进入工作模式，若没有则跳转至初始化之后继续循环，直到 mode=0，进入工作模式。

图 12 展示了初始化之后系统的设置流程，当 mode=0 时，进入工作模式，工作模式的流程图如图 13 所示。

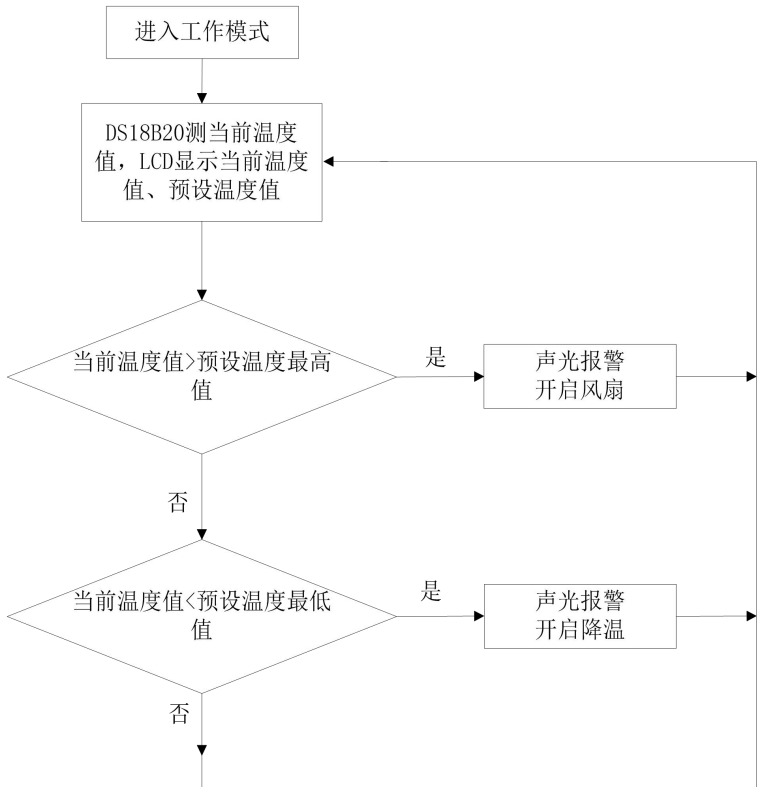


图 13 工作模式流程图

进入工作模式后首先测得当前温度，将当前温度、预设温度上限值和下限值输出到 LCD1602 液晶显示屏上。然后判断当前温度值是否大于等于预设最高温度值，如果是，则开启声光报警，同时打开风扇进行降温；如果否，则判断当前温度值是否小于等于预设最低温度值，如果是，则开启声光报警，同时打开加热装置，即红色 LED 灯点亮。接下来跳回显示温度，无限循环。

## (二) 中断流程图

### 1. 定时器中断函数

在本程序中，我们应用到了中断响应。可以发现，主流程图中并没有串口显示温度，这是因为串口显示温度放在了定时器中断函数中。由于我们需要在串口助手观察到温度值，所以温度值在串口的输出就不能太快，否则我们将无法看清。因此，我们将串口发送温度函数放在定时器中断函数中，2 秒向串口助手发送一次。定时器初始化为 1ms 触发一次，即 1ms 进入一次定时器中断函数。定时器中断函数流程如图 14 所示。

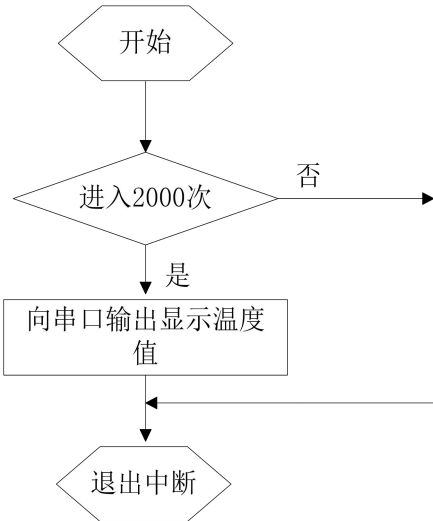


图 14 定时器中断函数

### 2. 串口中断函数

除了定时器中断函数外，为了能够在程序运行时不影响单片机接受串口命令，所以，串口数据的接收也是采用中断方式进行。串口接收数据是一个字节一个字节接收的，当移位寄存器存满一个字节后，单片机自动触发标志位进入中断函数。在此中断函数中我们将接收到串口发送的数据，我们规定这些数据必须是 3 个字节，并且用字头和字尾对命令和数据进行区分。具体字头和字尾我们将在下一章进行详细介绍。串口中断函数的流程图如图 15 所示。



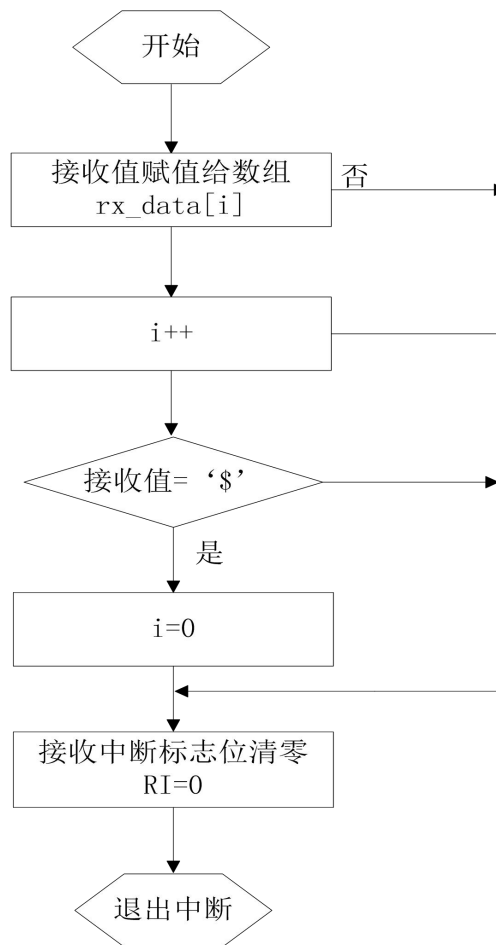


图 15 串口接收中断函数流程图

在串口接收中断函数中，我们将接收到的字符存入数组中，当接收到‘\$’字符时，表示字符串接收结束。

## 五、调试与测试

在选取完成硬件和设计完成软件流程图后，对系统进行了编程，并用实物进行测试。整个系统包括单片机最小系统、蓝牙模块、无源蜂鸣器、矩阵键盘、2路继电器、DS18B20、LCD1602 液晶显示器、电机、电池和二极管组成。正确编译和下载程序后，在实物中进行调试。

### （一）系统初始化

确认线路连接无误后上电，初始化温度上限为 30 摄氏度，温度下限为 12 摄氏度。

### （二）系统设置模式

首先验证按键设置模式是否有效。按下按键 1，此时进入设置模式，按下 1 次“+键”可以看到 LCD 上显示的温度上限值加 1，按下 1 次“-键”可以看到 LCD 上显示的温度上限值减 1，我们将上限温度设置为 35 摄氏度。然后按下按键 2，此时进入设置温度下限值模式，按下 1 次“+键”可以看到 LCD 上显示的温度下限值加 1，按下 1 次“-键”可以看到 LCD 上显示的温度下限值减 1，我们将下限温度设置为 20 摄氏度。设置完毕后按下按键 5 确认，确认完毕后按键设置温度上限值和下限值可以实现。

然后验证串口设置模式是否有效。

### （三）系统工作模式

接下来验证系统处于工作模式时是否正常。首先将 DS18B20 温度传感器升温，当温度增加到等于或高于温度上限值时，蜂鸣器响，报警灯亮，同时风扇启动。

然后将下限值调到高于当前温度，确认后，蜂鸣器响，报警灯亮，同时加热 LED 灯亮。

## 六、成果

本次设计设计了一种远程温度控制系统，利用 DS18B20 温度传感器测量温度，利用蓝牙进行远程通信，不仅可以将温度远程实时显示在屏幕上，还可以进行远程控制。同时，本系统同时搭配了本地控制方案，使温度同时可以被远程和本地监控。本系统具有硬件少，结构简单，容易实现，性能稳定可靠，成本低等特点，具有很强的实用价值。

针对本次设计，主要做了下面几点工作。

存在问题：

(1) 工作量较大，由于对硬件的不熟悉，以及软件的初步使用，在开展工作时，出现一头雾水的情况。

(2) 对相关的研究不够深入，数据分析不够，有些问题支撑不了。

(3) 各模块的相关性比较大，有可能错一个地方就出不来结果，很难控制。

(4) 设计电路时，电路连接设计是一大难点。

(5) 编写程序时也有些陌生。

解决办法：

通过反复查找相关资料，不断模拟潜心研究，搞清楚每个细节。不会的请老师帮忙解决疑问，向同学求助。多花点时间对硬件电路的设计，反复试验，直到准确出来结果为止。这个过程需要耐心，只有用心认真的完成每个步骤，这样我才能顺利完成设计。

对于硬件电路的设计，一定会查找资料，体现表达自己的想法，努力调试各部分稳定兼容工作。程序设计部分，加大对程序编写的熟练度，遇到问题反复调试，认真构建一份完整的程序。

## 参考文献

- [1]于海生, 潘松峰, 于培仁等. 微型计算机控制技术[M]. 清华大学出版社, 2015: 66-75.
- [2]徐炜, 姜晖, 崔琛. 通信电子技术[M]. 西安电子科技大学出版社, 2016:80-87.
- [3]朱定华. 微机原理与接口技术[M]. 北方交通大学出版社, 2015:38-45.
- [4]李斯伟, 雷新生. 数据通信技术[M]. 人民邮电出版社, 2017:60-63.
- [5]陈连坤. 单片机原理及接口技术 (C 语言版) [M]. 清华大学出版社, 2016:110-125.
- [6]陈杰, 黄鸿. 传感器与检测技术[M]. 高等教育出版社, 2018:88-95.
- [7]康华光, 陈大钦. 电子技术基础[M]. 高等教育出版社, 2016:73-85.
- [8] 康华光. 电子技术基础 (数字、模拟) [M]. 高等教育出版社. 2013:106-111.
- [9] 万福君. 单片微机原理系统设计与开发应用[M]. 中国科学出版社. 2013:45-55.
- [10] 张友德, 赵志英等. 单片机原理应用与实验[M]. 上海复旦大学出版社. 2015:74-80.
- [11]张积东. 单片机 51/98 开发与应用[M]. 北京电子工业出版社, 2018:71-85.
- [12]吴金戊, 沈庆阳, 郭庭吉. 8051 单片机实践与应用[M]. 清华大学出版社, 2016:28-52.

## 致谢

首先，我要感谢我的指导老师耿运涛老师，在这次毕业设计中给了我很大的帮助，他以严谨科学的态度来严格要求我们的毕业设计，毕业设计是大学期间最后一次的考核，同时也是对所学知识的综合运用。在这次毕业设计中，耿老师对我精心指导，从毕业设计的开始到结束，耿老师时刻关心我的进度，帮我梳理思路，指导设计思想，让我有计划、有方向、有针对性的进行毕业设计。在完成设计的过程中耿老师时刻督促我，抓紧一切时间收集资料，早作准备，正是由耿老师的时刻提醒，才使我早日完成毕业设计，我们对于整个设计有了较为清晰的认识和把握，才能很顺利地进行下去。同学们在一起团结、进取，使得我们不仅很好地完成了这项任务，同时还建立了深厚的友谊。在此表示衷心的感谢！

在此，我还要感谢所有教导过我的老师和关心我的同学，感谢老师们在几年的大学生活中给予的关心和帮助。正是源于他们无私的帮助，使我增长了方方面面的经验。最后，对各位教授、老师审阅我的毕业设计深表感谢，由于本人能力有限，设计中还存在不足之处，希望给予批评与指导。在此即将毕业之际，祝福学院，祝福老师们，祝福同学们。