



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: 基于 MCU 温控智能风扇控制系统的设计

学生姓名: 丁旭雄

学 号: 201810300806

系 部: 电梯工程学院

专 业: 机电一体化技术

班 级: 机电 1181

指导老师: 刘辉

二 0 二 一 年 六 月 一 日



目 录

一、引言.....	2
(一) 研究背景.....	2
(二) 研究意义.....	2
二、系统设计方案.....	4
(一) 系统整体设计框图.....	4
(二) 系统各模块选用方案论证.....	4
三、系统硬件设计.....	8
(一) 系统硬件原理图.....	8
(二) 最小系统设计.....	8
(三) 主控芯片介绍.....	9
(四) DS18B20 温度采集电路.....	11
(五) 数码管显示电路.....	11
(六) 风扇驱动电路.....	12
(七) 按键模块.....	13
四、系统软件设计.....	14
(一) 主程序流程图.....	14
(二) DS18B20 子程序流程图.....	15
(三) 按键子程序流程图.....	15
(四) 数码管显示子程序流程图.....	17
五、系统调试.....	18



(一) 系统功能.....	18
(二) 软硬件调试.....	19
总结.....	22
参考文献.....	23
致谢.....	24

基于 MCU 温控智能风扇控制系统的设计

[摘要]

随着科学技术的发展和科学水平的提高，人们对生活资料的质量有了更高的要求。智能调速风机不仅能给人们带来很多方便，而且各种功能一目了然，安全可靠。不会因误操作而造成泄漏问题，最大限度地保护人们的健康和安全。系统主要选用 AT89C51 单片机作为控制中心，DS18B20 数字温度传感器采集实时温度，再经单片机处理后通过三极管放大信号后驱动直流风扇的电机。用户可以预设上限、下限温度值，当测得环境温度值在预设上下限值区间中时，此时风扇以半速转动；当温度升高并大于预设上限温度值时，风扇会自动调速，以全速转动；当温度降低并低于预设的下限温度值时，这时风扇电机自动停止转动。全程实现风扇转速随外界温度而智能自变。

[关键词] 温控风扇，AT89C51 单片机，DS18B20 数字温度传感器

一、引言

（一）研究背景

随着科技的发展，电子产品越来越趋于智能化，智能化产品在人们生活中也越来越受欢迎，因此由微机控制的智能电风扇将深受人们的喜爱。在人们的日常生活中，传统的风扇一般使用机械方式进行控制，功能比较少，一般只有手动调档和定时功能，到了季节交替时节昼夜温差大，白天温度高，电风扇应高转速、产生大风量，使人感到凉爽；到了晚上，气温降低，当人入睡后，应该逐步减小转速，降低风量，以免使人感冒。虽然电风扇都有调节不同档位的功能，但必须要人手动换档，如果人睡着了就无能为力，传统风扇就普遍采用的定时器关闭的做法，而这样也是有些不足，一方面是定时时间长短有限制，一般是一两个小时；另一方面可能在一两个小时后气温依旧没有降低很多，而风扇就关闭了，使人在睡梦中热醒而不得不起床重新打开风扇，如果增加定时器时间，而又非常的麻烦，而且可能多次定时后最后一次定时时间太长，在温度降低以后风扇依旧继续吹风，可能使人感冒；还有一个很大的不便，就是人们彻夜使用风扇时，晚间入睡以后温度会下降很多，风扇的转速不能自动变小，也可能使人感冒。

为了解决上述的问题，我们设计了这套智能温控风扇系统。使用 DS18B20 来检测周围环境的温度，将数字信号传给 52 单片机进行处理，同时使用数码管显示此时的温度，并根据使用者设定的温度自动在相应温度时作出小风、大风、停机动作的智能控制。

（二）研究意义

温度是科学技术中最重要的物理变量。物理和化学都与温度息息相关。电子行业的快速发展，因计算机和传感器技术的不断改进，使信息技术来完成温度控制并提高其精确度更容易实现。其发展必将带来新一轮的工业化革命和社会发展的飞跃。

就目前为止，温度和控制系统在日常生活和生产，工业融合，环境测试，电源，冰柜，家用冰箱医疗和保健，空调系统，电饭锅，太阳能热水器等方面起着越来越重要的作用。随着温度控制系统的广泛使用，这一方面的研究变得非常重要。

温度的显示、预警等功能可以由单片机的控制系统来实现，这对于效率的提高

起到至关重要的作用。科学技术是第一生产力，对温度实现比较系统化的检测控制使人们的生产节奏有个良好的循环。

此次概念的基础是测试当前社会发展的良好状态及其所学到的知识。我希望通过所学知识学到新事物和新的成果。只有不断学习才能不断进步。根据自己的特点和社会现状更好地了解自己，并发挥自己的潜力。运用所学到的知识是老师标榜我们努力的方向，社会要求我们今天更加有效地应用知识。只有坚持不懈，才能赢得世界。

二、系统设计方案

(一) 系统整体设计框图

系统的整体设计框图结构如下图 2-1 所示：

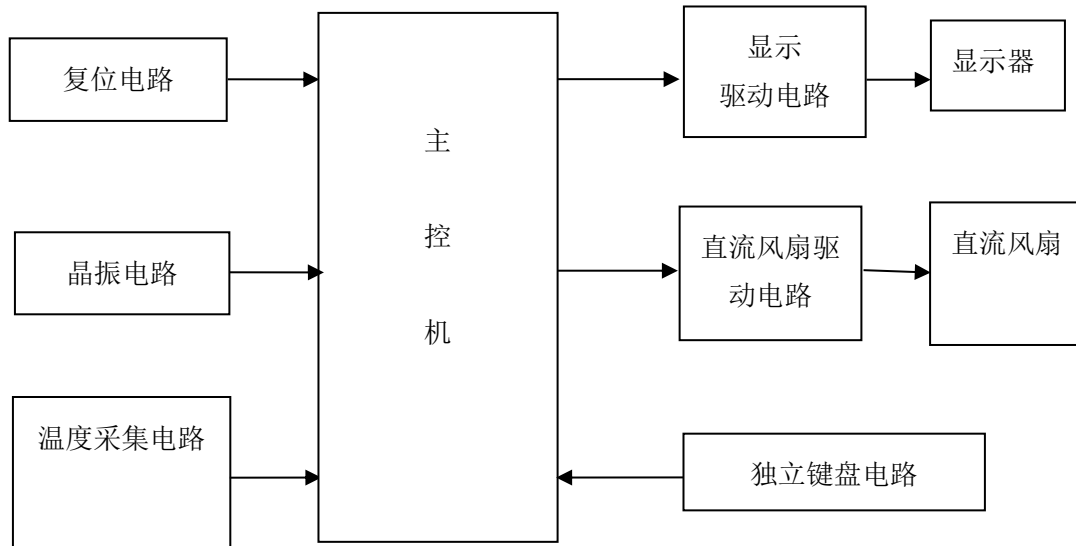


图 2-1 系统整体框图

(二) 系统各模块选用方案论证

1. 温度传感器的选用

温度传感器主要有以下两种方案可供选用：

方案一：选用热敏电阻作为温度传感器的核心元件。由于热敏电阻的电阻会随着温度的变化而变化，如此就会产生模拟信号，随后再将模拟信号转换成数字信号，最终发送给单片机 IN-0 口进行处理。具体热敏温度采集电路如图 2-2 所示：

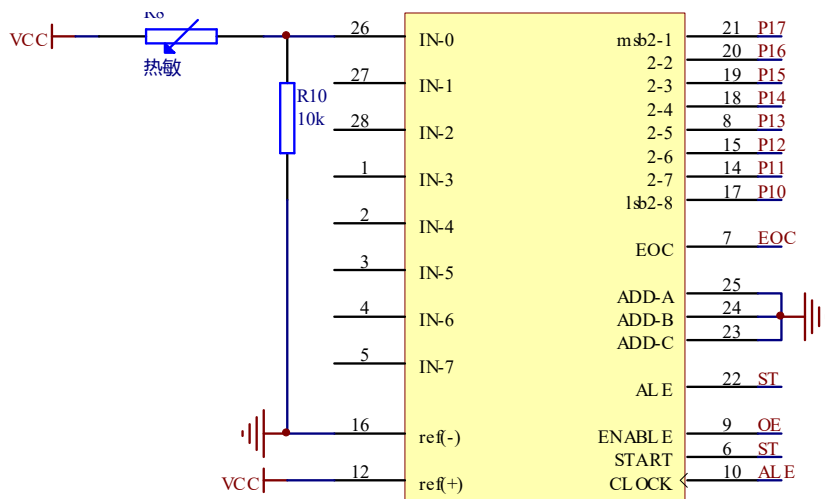


图 2-2 热敏温度采集电路

方案二：选用温度传感器 DS18B20 作为温度传感器的核心元件。通过其传感温度，然后直接输出数字温度信号并传给单片机处理。具体 DS18B20 采集电路如图 2-3 所示：

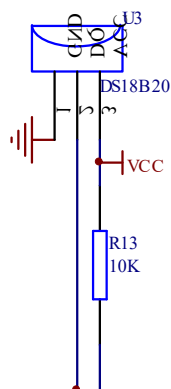


图 2-3 DS18B20 温度采集电路

对于方案一，热敏电阻的最大特点就是它的价廉而且很多市场上都有这种元件，但热敏电阻对温度并不敏感，在温度采集时很容易产生误差。虽然这种误差可以通过减小，但并不会避免。故本方案不适合本系统。

对于方案二，因为 DS18B20 是单总线，且其集成度极高，所以该传感器可以大幅度降低外部误差。其次由于其感测温度与热敏电阻的方法并不一样，使其具有较强的温度识别能力。所测到的温度直接就可以转换成具体数字值并发送给单片机。因此，本方案比较适合该系统。

2.主控机的选用

方案一：选用凌阳系列单片机来控制系统，这类单片机可以实现不同的复杂逻辑功能，它将所有元器件都集成在一块芯片上，集成度十分高，提高了稳定性。凌阳单片机的系统处理速度很快，适合用于大规模实时系统的控制。

方案二：采用 ST89C52 单片机控制整个系统的运行。主要通过编程的方式对测得的温度进行判断，然后输出对应的控制信号。进而实现对系统实时控制。

由于 ST89C52 单片机要比凌阳系列单片机的价格低得多，且本设计不需要很高的处理速度，从经济和方便使用角度考虑，本设计更倾向于选择了方案二。其次，通过单片机可以直接将测得温度在显示器上显示出来。综合来看，本系统更适合采用方案二。

3.显示电路的选用

方案一：采用数码管作为系统的显示器。尽管数码管显示的内容有限，但是对于本设计，只要显示一些基本的数字和字母就已经足够了。并且价格低廉。

方案二：采用液晶字符式显示屏作为系统的显示器。能够用软件达到很好的控制，元件器简单。

对于方案一，该方案具有成本低，功耗低的特点，显示驱动程序编写是比较简单的，唯一不足之处是其采用的是动态扫描显示方式，因此在这过程中会有短暂的闪烁，但我们可以通过增加扫描频率来避免闪烁。

对于方案二，液晶显示屏不仅可以显示字符，甚至还能够显示图形，这是 LED 数码管远远做不到的。但也正是因为它强大的显示功能，使得液晶显示屏的驱动程序复杂，价格相对而言比较昂贵。从实用以及价格多角度来看，方案一更适合该系统。

4.调速方式的选用

方案一：采用变压器调节方式，运用电磁感应原理进行变压，当风扇电机接到不同电压值的线圈上，电机的转速也会转变，如此就可控制风扇风力大小。

方案二：采用三极管驱动 PWM 控制。

对于方案一，变压器主要是调节电压，那么在变压过程中就会不可避免的存在损耗，效率不高。还有可能会发热过度起火，带来一些不必要的麻烦。

对于方案二，三极管 PWM 的最大长处便是无需数模转换，从处理器到被控系统信号一概都是数字形式的。而数字信号正可以在极大程度上降低噪声影响。PWM 的第二大特点是它相对于模拟控制有更高的抗干扰能力，正因为如此，在特定情况下亦可以将其用于通信。当模拟信号转向 PWM 时会延长通讯的距离。故本系统采用方案二。

三、系统硬件设计

(一) 系统硬件原理图

本系统主要由温度传感器 DS18B20、AT89C51 单片机、LED 共阴数码管、三极管驱动电路及一些其他外围器件电阻、电容、晶振、电源、按键、开关和风扇组成。系统硬件原理图如下图 3-1 所示：

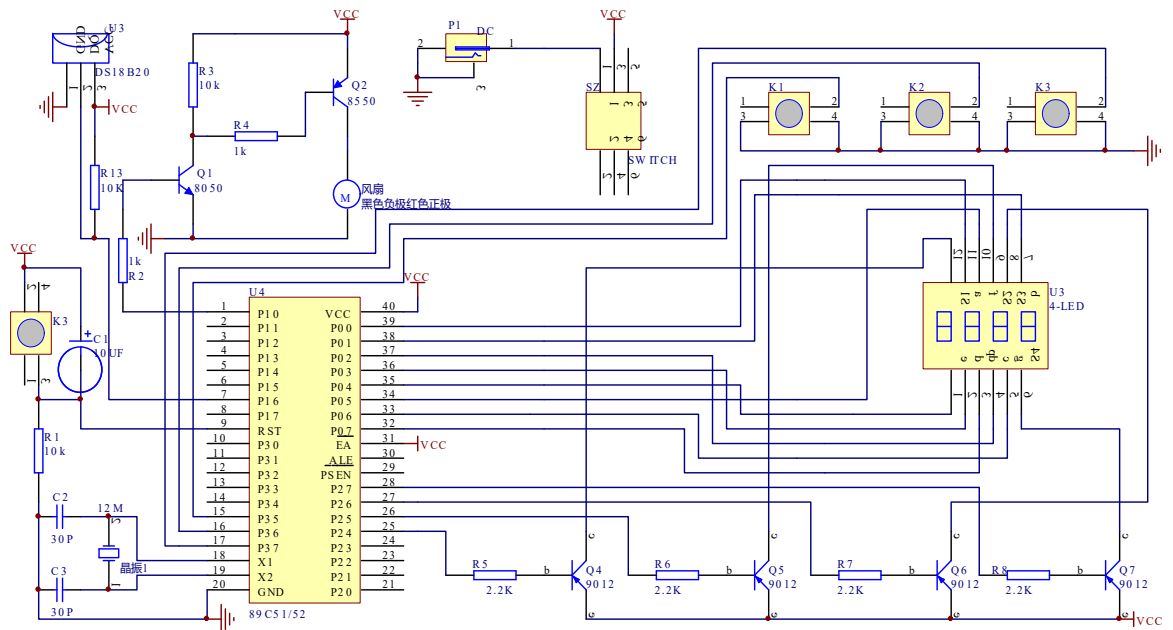


图 3-1 系统硬件原理图

(二) 最小系统设计

单片机就是将一些具有特殊功能的物理电路（如 CPU、存储器、I/O 接口以及总线）集成在一起作为能被人们所使用的大规模集成电路。

随着集成电路的发展，单片机的发展也是非常迅速的，至今单片的种类已非常多，能满足各种基于单片机应用系统的控制需求。市场上最多的单片机是 Intel 公司推出的 MCS-51 系列单片机、Free scale 公司 MC68 系列的单片机等等，本设计采用的是国内自主研发的增强型 AT89C51 系列单片机。该单片机相对于国外的 8051 内核单片机，在片内资源和性能以及工作速度上都有很大的提高，特别是它使用在线系统编程（ISP）技术，使得基于单片机的应用系统的开发变得更简单了，不需要使用仿真器和专用编程器就可以对单片机应用系统进行开发，而且更加有利于对单片机的学习。

单片机的基本电路是单片机实现其功能的最小应用系统，是影响系统好坏的最基本要素，主要是由：晶振、复位电路、电源和串口电路等组成。单片机工作时，需要从某个已知的初始状态开始才能被设计者所控制，而要让单片机处于某个已知的初始状态就需要为单片机设计一个复位电路。常用的复位电路有上电复位和上电与按键均有效的复位。结合本设计的设计原理考虑，本系统只需在单片机上电时自动实现复位操作，而不需要在单片机运行过程中复位，因此，本设计使用的是上电直接复位的复位方式。

本设计使用的是内部存储器，因此在设计基本电路时将 31 引脚即置高电平。

(三) 主控芯片介绍

1. AT89C51 简介

AT89C51 单片机是美国 STC 公司生产的高性能 COMOS 8 位单片机。AT89C51 使用经典的 MCS-51 内核片，但做了大量的改进，加入了 51 系列不具备的诸多功能。正因为如此，两种单片机的指令集和输出管脚都相兼容。AT89C51 单片机引脚图如下图 3-3 所示：

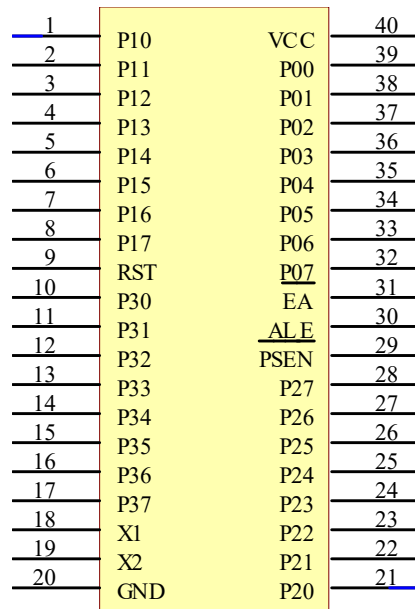


图 3-3 AT89C51 单片机引脚图

2. AT89C51 主要性能参数

单片机的主要性能参数如下表 3.1 所示：

表 3.1 AT89C51 主要性能参数

性能	参数
中断源	8 个
RAM	512 字节
工作电压	3.8~5.5V
通用 I/O 口	32/36 个
通用异步通信口	1 个
工作频率范围	0~40MHZ
定时器/计数器	3 个 16B
机器周期	6 个状态周期, 12 个时钟周期
I/O 口线	32 位

3. AT89C51 单片机引脚说明

引脚说明如下表 3.2 所示:

表 3.2 AT89C51 单片机引脚说明

VCC:	供电电压;
GND:	接地;
P0 口:	8 位双向 I/O 口, 引脚名称为 P0.0-P0.7(39 脚至 32 脚);
P1 口:	8 位准双向 I/O 口, 引脚名称为 P1.0-P1.7(1 脚至 8 脚);
P2 口:	8 位准双向 I/O 口, 引脚名称为 P2.0-P2.7(21 脚至 28 脚);
P3 口:	8 位准双向 I/O 口, 引脚名称为 P3.0-P3.7(10 脚至 17 脚);
P3.0:	RXD 串行输入口;
P3.1:	TXD 串行输出口;
P3.2:	INT0 外部中断 0;
P3.3:	INT1 外部中断 1;
P3.4:	T0 定时/计数器 0 计数输入;
P3.5:	T1 定时/计数器 1 计数输入;
P3.6:	WR 外部数据存储器写选通;
P3.7:	RD 外部数据存储器读选通;
RST:	复位输入;

/PSEN:	外部 ROM 的读选通引脚。当对外部 ROM 取指令时，会自动在该脚输入一个负脉冲，其他情况均为高电平。其在每个机器周期有效两次；
/EA/VPP:	单片机正常工作时，该脚为内外 ROM 选择端。当引脚接+5V 时，CPU 可访问内部程序存储器；当引脚接地时，CPU 只访问外部程序存储器；在 Flash ROM 编程期间，由 VPP 接编程电源；

4. DS18B20 温度采集电路

DS18B20 是美国 DALLAS 公司生产的一线式高精度数字式温度传感器。其采用单根信号线,可以传输时钟也能够传输数据,并且数据传输是双向的,其优点是结构简单、廉价、便于总线的扩展和维护等。

如图 3-6 所示，本设计是采用单独电源供电方式。

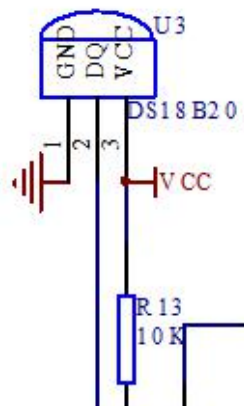


图 3-6DS18B20 的工作电路

5. 数码管显示电路

本系统的显示模块主要由一个 4 位一体的 7 段 LED 数码管构成。可以显示感测到的温度和当前风扇的档位。它是一个共阴极的数码管，每一位数码管的 a,b,c,d,e,f,g 和 dp 端都各自连接在一起，用于接收单片机的 P0 口产生的显示段码。S1, S2, S3, S4 引脚端为其位选端，用于接收单片机的 P2 口产生的位选码。具体原理图如图 3-7 所示

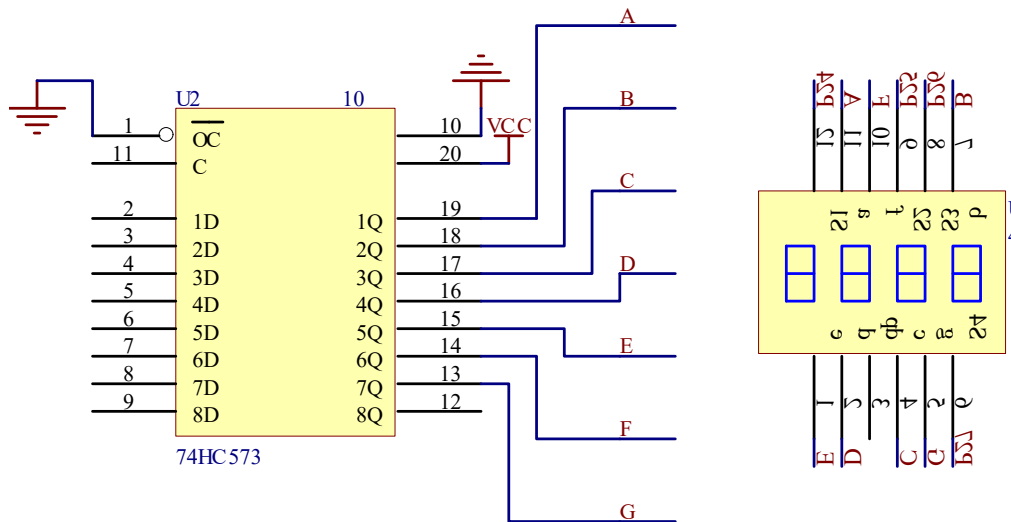


图 3-7 数码管显示电路

当一个共阴极数码管接至单片机的电路，它显示的每一个字符都有其对应的段码，下表 3.6 便是字形与段选码的关系：

表 3.6 7 段 LED 的段选码表

显示字符	共阴极段码	显示字符	共阴极段码
0	3fH	8	7fH
1	06H	9	6fH
2	5bH	A	77H
3	4fH	B	7fH
4	66H	C	39H
5	6dH	D	3fH
6	7dH	E	79H
7	07H	F	71H

6. 风扇驱动电路

风扇的驱动采用的是两个三极管直接与风扇连接，因为三极管具有放大性，所以可以通过三极管来放大信号，然后直接传输到风扇，下图 3-10 就是该模块电路：

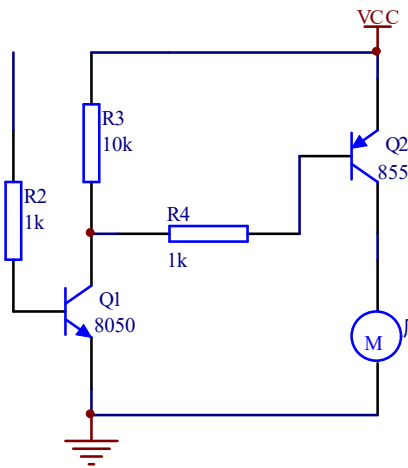


图 3-8 风扇驱动模块



图 3-9 三极管引脚介绍

三极管是一个电流放大器，具有三个电极，如图 3-11 所示，分别叫做集电极 C，基极 B，发射极 E。

7. 按键模块

单片机的键盘有两种主要类型，分别是独立式的键盘和矩阵式键盘。独立式键盘每个按键单独占用一个输入/输出端口。按下一个按钮，不会影响其他的输入/输出接口。而矩阵式键盘与独立式的恰恰相反，它的每条水平线和垂直线在交叉处是通过一个按键连接。通过分析很显然独立式键盘接法更适合该设计。

独立式键盘是根据对 I/O 口的高低电平进行判断按键的状态。这种按键方法一般采用查询式结构。依次对每个 I/O 口查询，一旦检测到某个接口输入为低电平。即可确认该口对应的按键已按下，随后传送到该键的处理程序。硬件电路如图 3-10 所示：

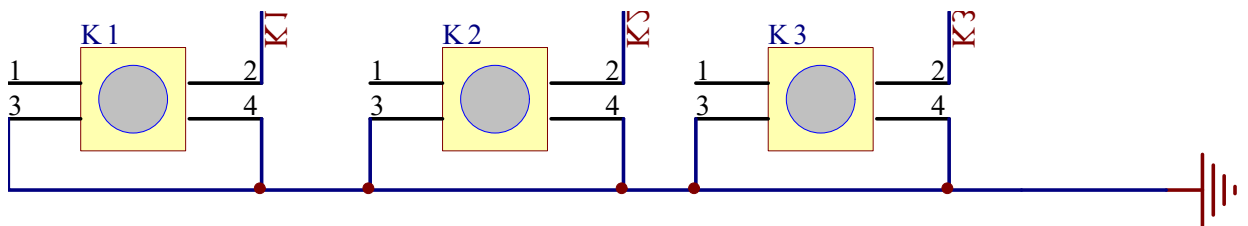


图 3-10 按键模块电路图

四、系统软件设计

(一) 主程序流程图

对于本设计温控风扇，如果要实现它的理想功能：根据实时环境温度来控制风扇的转速，就必须在运作时进行不断地进行程序判断，当超过设定温度值的上下限时，相应的子程序会及时控制风扇，实时的切换关闭、弱风、大风三个状态。

显示驱动程序以查七段码取得各数码管应显数字，逐位扫描显示。主程序流程图如图 4-1 所示：

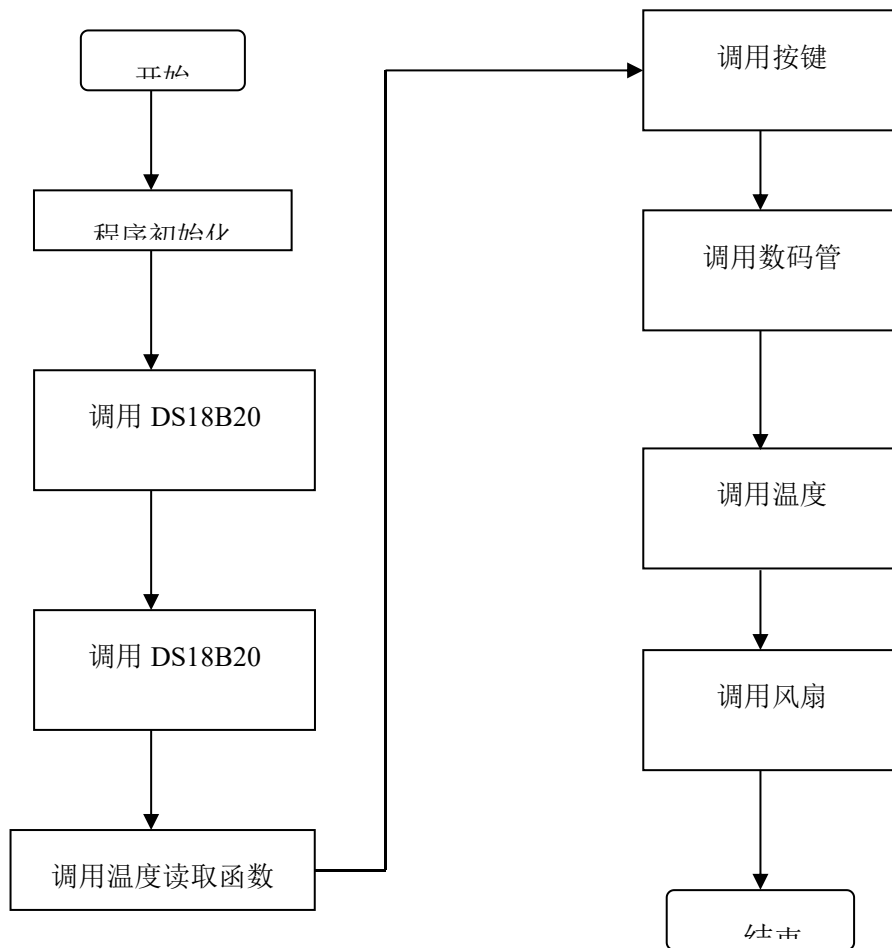


图 4-1 主程序流程图

(二) DS18B20 子程序流程图

DS18B20 的每一步操作都要按照它的工作时序执行。即首先要对元件复位，再进行 ROM 命令，最后才能对存储器和数据操作。如主机控制 DS18B20 完成温度转换这一过程就必须遵循这一规则，具体流程图如下图 4-2 所示：

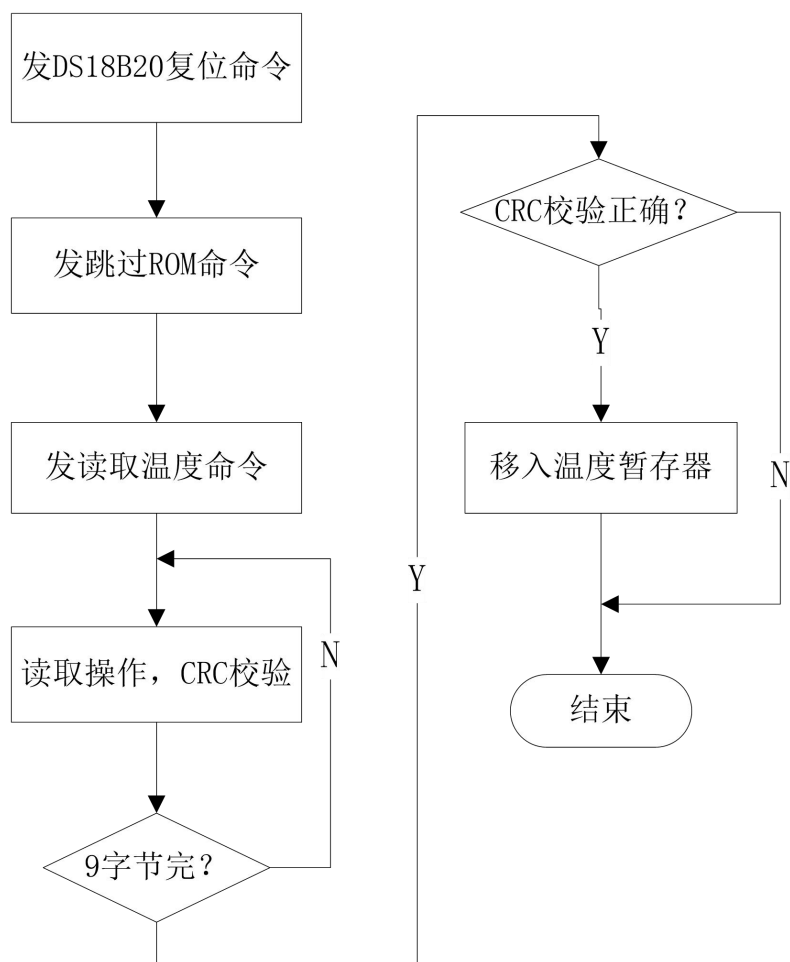


图 4-2 DS18B20 程序流程图

(三) 按键子程序流程图

本模块硬件设计上主要通过 3 个按键实现,软件上由按键扫描子程序 KEYSKAN 子程序实现。按一下板子上的 K1 键即可进入系统上限温度设置,此时按“加”键 K2,则上限温度+1,同理按 K3 便是上限温度—1;若要设置下限温度只要再按一下 K1 键即可,同样也可以通过 K2, K3 键进行设置下限的温度值。具体按键程序流程图如图 4-3 所示:

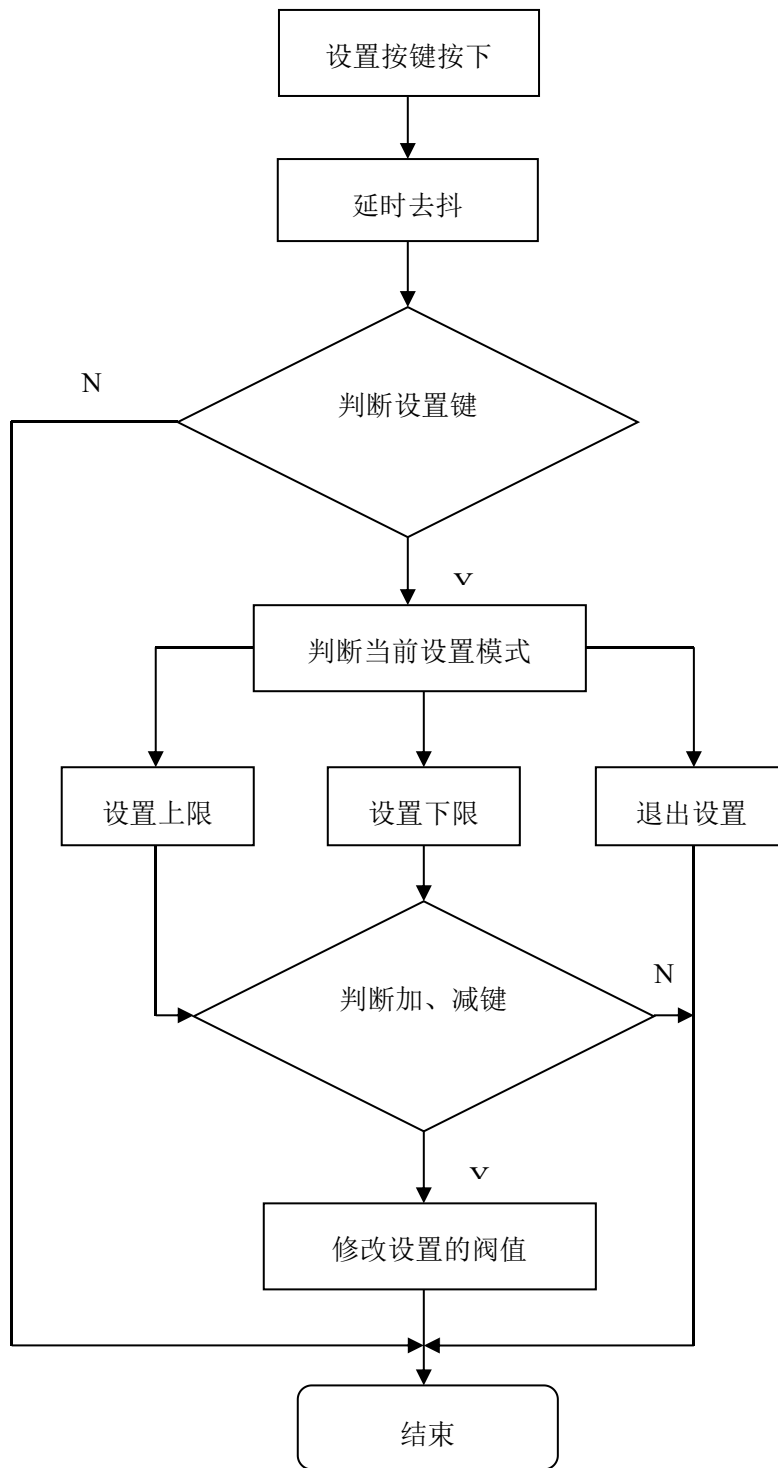


图 4-3 按键程序流程图

(四) 数码管显示子程序流程图

数码管显示程序采用动态扫描的方式。显示程序可以将温度采集器采集到的温度值转换成 7 段 LED 的段选码，最后通过数码管显示出来。按位选信号，段选信号，延时的顺序进行。具体流程图如图 4-4 所示：

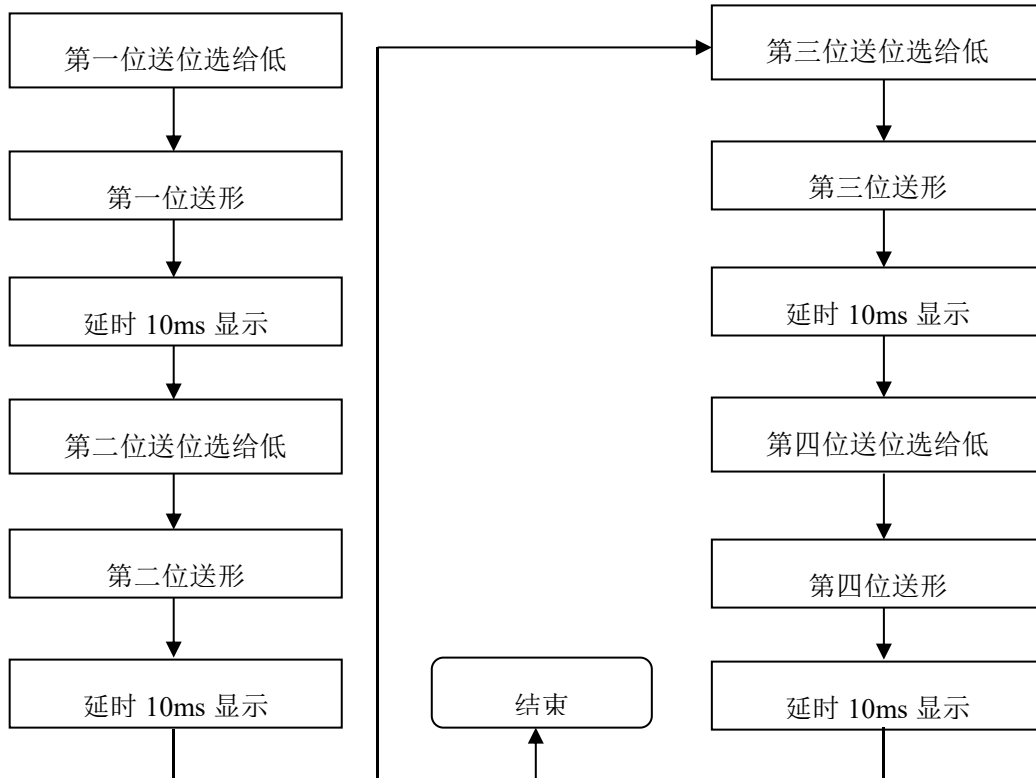


图 4-4 数码管显示程序流程图

五、 系统调试

Proteus 软件是一款由英国的著名企业发明的 EDA 工具软件, 这个软件在有跟其他软件相比之下的仿真功能外, 另外还可以对仿真单片机和外部硬件设备进行操作。在当前, 它是最佳的仿真单片机以及测试硬件的有效工具。但是目前国内正对这项技术加以改进, 已经得到了很多对单片机感兴趣的人, 以及从视频网络只能够进行学习的教师们, 还有在单片机领域进行钻研和开发的工作人群的喜欢, Proteus 已经成为了世界上比较具有影响力的仿真工具, 无论从设计原理, 还是相关的代码调试, 单片机都可以做到与外部器件进行配合。实现跨越切换到印刷电路板的设计中去, 通过合理的设计得出合适进行系统软件测试和调试的平台。该平台能够支持不同类型的操作。同时 Proteus 在发展的过程中不断推出新的版本和新的模式, 使得 Proteus 软件的功能和性能不断得到提升。

PROTEUS 软件具有其它 EDA 工具软件 (例: multisim) 的功能。其功能如下:

(1) 原理布图; (2) PCB 自动或人工布线; (3) SPICE 电路仿真。PROTEUS 可提供的仿真元器件资源有: 仿真数字和模拟、交流和直流等数千种元器件, 有 30 多个元件库。仿真仪表资源有: 示波器、逻辑分析仪、虚拟终端、SPI 调试器、I2C 调试器、无线通信信号分析系统、模式发生器、交直流电压表、交直流电流表。

(一) 系统功能

1. 系统实现的功能

本系统可实现根据环境温度智能控制风扇转速的功能, 具体为: 当环境温度小于预设温度值的 MIN 下限时, 风扇不转动或者从开始转动的状态下停止转动; 当环境温度在预设温度值上下限区间中时, 风扇以一半的速度转动; 当环境温度大于预设温度值的 MAX 上限, 此时风扇全速转动。全程无需人工手动调速, 智能自动化。

2. 系统功能分析

系统整体上主要由四大模块组成, 分别是按键模块、数码管显示模块、温度感测模块、直流风扇模块。在本设计中, 很明显温度感测模块是整个系统的核心, 因为只有感测到当前的环境温度, 才能通过单片机将当前温度与系统预设值相比较, 最后再用单片机调节风扇的转速; 其次是直流风扇模块, 该部分是通过两个三极管

组成的复合管来放大信号，然后再根据不同的 PWM 信号控制风扇的转速；最后则是数码管显示模块，动态扫描结合 DS18B20 感测实时环境温度，实现了对环境温度和档位的及时连续显示。

（二） 软硬件调试

1. 系统硬件实物介绍

系统主要由 AT89C51 单片机、温度传感器 DS18B20、LED 共阴数码管、三极管驱动电路及一些其他外围器件电阻、电容、晶振、USB 电源、按键、开关和风扇组成。系统总体实物图如下图 5-1 所示：



图 5-1 总体实物图

2. 按键显示部分的调试

按键部分如下图 5-2 所示：本系统一共有 4 个按键，右下角有三个实体按键，最左边一个即为设置键 K1，中间一个是“加”键 K2，最右边一个则是“减”键 K3。位于单片机左上角的是一个电源键，也相当于复位键。

按一下板子上的 K1 键即可进入系统上限温度设置，此时按“加”键 K2，则上限温度+1，同理按 K3 便是上限温度-1；若要设置下限温度只要再按一下 K1 键即可，同样也可以通过 K2，K3 键进行设置下限的温度值。

当接通电源后，按一下电源键，则为通电状态。在系统工作过程中按电源键相当于复位，所有数据恢复到初始值。

数码管显示部分由 4 个共阴极 LED 数码组成。可显示实时温度和风扇档位。实物图如下面 5-3 所示：



图 5-2 按键部分实物图



图 5-3 数码管部分实物图

3. 温度传感器 DS18B20 温度采集部分调试

由于数字式集成温度传感器 DS18B20 的高度集成化，极大的简便了软件的设计和调试，编程时指定了 P1.6 口为数字温度输入口，并通过编程，实现了对实时环境温度的不间断性检测，但由于硬件 LED 个数的限制，只能显示预设温度的整数位。图 5-4 为温度传感器 DS18B20 实物图。

为了检测传感器 DS18B20 的实际效果以及它的敏感度，可以直接用手捏着温度传感器，如果数码管上的温度值有变化，则能确定该传感器没有问题，可以使用。下面两幅图就是检测的实际效果图。图 5-5 为开机后初始环境温度 26℃，图 5-6 为用手捏住之后的温度 30℃。从图中可以分析得该电路及传感器都没有损坏，且 DS18B20 敏感度极强。



图 5-4 DS18B20 实物图



图 5-5 初始温度 26℃



图 5-6 测试后温度 30℃

4. 风扇调速电路部分调试

在该系统设计中，通过三极管的放大作用直接来驱动直流电机转动。通过编程，可以根据不同的环境温度对应输出不同的 PWM 波，因为不同的 PWM 波会产生不同的占空比，进而利用不同的占空比来控制电机的转速。

在这个系统中，风扇电机有两种不同的转速。通过 DS18B20 检测的温度与预设温度值的比较，来实现风扇转速的变换。下面进行调试风扇，如图 5-7 所示，当环境温度 $< \text{MIN}$ 时，此时数码管会显示 0，风扇不转或停止转动；如图 5-8 所示，当 $\text{MIN} \leq$

环境温度 \leq MAX 中，此时数码管上会显示 1，风扇半速转动；如图 5-9 所示，当环境温度 $>$ MAX 时，这时数码管上显示 2，风扇会全速转动。



图 5-7 环境温度 $<$ MIN



图 5-8 $\text{MIN} \leq$ 环境温度 \leq MAX



图 5-9 环境温度 $>$ MAX

总结

本次设计的系统以单片机 AT89C51 为控制核心，用温度传感器 DS18B20 采集实时环境温度，最终可实现风扇的转速随着环境温度的变化而改变，并还可以通过 LED 数码管显示当前的环境温度和风扇档位，完成了基于单片机的温控风扇的设计。

本系统设计可推广到各种电动机的控制系统中，实现电动机的转速调节。在生产生活中，本系统可用于简单的日常风扇的智能控制，为生活带来便利；在工业生产中，可以改变不同的输入信号，实现对不同信号输入控制电机的转速，进而实现生产自动化，如在电力系统中可以根据不同的负荷达到不同的电压信号，再由电压信号调节不同的发电机转速，进而调节发电量，实现电力系统的自动化调节。综上所述，该系统的设计和研究在社会生产和生活中具有重要地位。

参考文献

- [1]刘巧平,张磊,韩倩,姜瑞征. 基于 AT89C51 单片机智能温控风扇的设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2017(12):83-85.
- [2]黄特,许建明,陈炯明. 基于单片机控制的温控风扇设计[J]. 电子世界, 2016(08):73.
- [3]蒋小军. 基于单片机的智能温控风扇的设计[J]. 科技展望, 2016, 26(13):144.
- [4]袁辉龙. 浅谈智能温控风扇设计[J]. 福建电脑, 2016, 32(05):148+159.
- [5]贺廉云. 基于单片机的智能温控风扇设计[J]. 智能计算机与应用, 2016, 6(05):105-106+108.
- [6]幸万杰,王丽娟. 基于 PT100 铂热电阻的高精度温控风扇设计[J]. 电动工具, 2016(06):8-11.
- [7]陈振,梅顺齐,刘超,谭捷. 基于 51 单片机的智能温控风扇系统设计[J]. 机电信息, 2017(21):124-125.
- [8]庞书伟,江世明. 基于 AT89C51RC+单片机的温控风扇的设计[J]. 电子世界, 2017(18):162.
- [9]张少康,尹睿,鲍琦,吴子鑫,高钊. 基于单片机的智能温控风扇系统设计[J]. 电子测试, 2019(01):19-20+32.
- [10]张凯强,李红岭,王浩,李盼盼,林晓庆. 智能温控风扇调速系统的设计[J]. 电子技术与软件工程, 2019(06):68-69.
- [11]陈永益,周永宏. 基于单片机的温控风扇的设计[J]. 信息通信, 2019(04):108-109.
- [12]邹登鹏,谢家豪,许航,殷雪红,赵文成. 基于单片机的智能网控风扇设计[J]. 电子制作, 2019(11):28-30.
- [13]李进东,熊宇,苏康友. 基于 51 单片机的温控风扇设计[J]. 信息与电脑(理论版), 2019(11):124-125.
- [14]叶建超,关键,王春雨. 无人值守机房温控风扇的设计[J]. 电子制作, 2014(20):1-2.
- [15]施君,艾信友,李杨,奚芳兰. 基于单片机温控智能风扇的设计[J]. 科技创新与应用, 2015(10):75.

致谢

本毕业设计是在导师的谆谆教诲和指导下完成的，从选题、构思到定稿无不渗透着导师的心血和汗水；导师渊博的知识和严谨的学风使我受益终身，在此表示深深的敬意和感谢。

最后，因本人水平有限，论文肯定还有不少不足之处，恳请各位老师批评指正，我希望可以有机会继续去完善，我将不断努力继续充实自己。