

高等职业教育“十二五”规划教材  
高等职业教育电子技术应用系列

# 智能电子产品 设计与制作

ZHINENG DIANZI CHANPIN  
SHEJI YU ZHIZUO

主 编 杨立宏 彭建宇 袁夫全



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

高等职业教育“十二五”规划教材  
高等职业教育电子技术应用系列

# 智能电子产品设计与制作

杨立宏 彭建宇 袁夫全 主 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以 ATMEGL 公司的 AVR 单片机 ATmega16 和 ATmega8 为蓝本,由浅入深,结合项目制作实例,以 MikroC PRO for AVR 软件为开发平台,C 语言为编程语言,系统地介绍以单片机为主控器的智能电子产品设计与制作的流程。

本书通过 6 个项目(数码显示温度计、点阵屏显示、简易数显电子时钟、2.4G 无线温湿度传输、家用智能浇花器、全自动智能豆浆机设计)系统介绍智能电子产品设计以及制作的过程。项目由简单到复杂,编程由易到难,采用循序渐进的方式进行编排。在设计制作过程中对所涉及的硬件及软件知识点进行了比较详尽的解释,减少用户查找其他资料的麻烦,对用户设计过程中遇到的问题以及相关设计经验、技巧等有很强的实用性和指导性。每个项目的最后配有一些思考题,供学习完成后开拓知识面及进一步的研究、提高使用。

本书配有源程序的代码和原理图,以及相关芯片资料等,适合于单片机实践教学以及相关产品开发使用。尤其针对高职院校,充分体现课程的应用性、实用性和技术性特点。

本书可作为高等院校电子信息、自动化、仪器仪表等相关专业单片机课程的教学用书,也可作为工程技术人员、单片机爱好者的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

智能电子产品设计与制作/杨立宏,彭建宇,袁夫全主编. --北京:电子工业出版社,2015.9  
ISBN 978-7-121-27136-6

I. ①智… II. ①杨… ②彭… ③袁… III. ①电子产品—智能设计—高等学校—教材 IV. ①TN02  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 216022 号

策划编辑:朱怀永

责任编辑:贺志洪 特约编辑:张晓雪 薛 阳

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:364.8 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版

印 次:2015 年 9 月第 1 次印刷

印 数:3000 册

定 价:36.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换,若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

# 前 言

国务院 2014 年 19 号文《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》中指出,创新发展高等职业教育,培养服务区域发展的技术技能人才,重点服务企业特别是中小微企业的技术研发和产品升级,建立以职业需求为导向、以实践能力培养为重点、以产学结合为途径的培养模式。

国家近几年对职业教育出台了一系列的相关政策,鼓励职业教育的发展。技能培养是职业教育的根本,但当前国内的高职教育很多都只是本科院校的压缩,忽视了学生职业技能的培养,这主要体现在课程设置和教学内容及方式上。而教学内容的参考教材大部分是本科教材的删减版,删减后的教材本科生都看不懂,更不用说高职学生,这样的教材无法去适应高职的技能教育。针对电子信息工程专业实践技能的重要性,我们在多年的教学实践的基础上编写了侧重于学生技能训练的教材。

智能电子产品设计与制作以数码显示温度计、点阵屏显示、简易数显电子时钟、2.4G 无线温湿度传输、家用智能浇花器、全自动智能豆浆机设计 6 个项目为教学载体。从简单到复杂,逐步递进,对学生进行技能训练。学生通过该课程的学习对电子产品的设计生产流程会有比较深入的认识。

本书共分为六大部分,对应 6 个项目,第一个项目是数码显示温度计,要求将 DS18B20 的温度读取出来并显示到数码管上。第二个项目是点阵屏显示,通过一块  $64 \times 32$  点的点阵屏显示汉字等信息。第三个项目是简易数显电子时钟,通过实时时钟芯片 DS1302 对时间进行计时,单片机读出时间并显示,同时可以通过按键修改当前时间。第四个项目是 2.4G 无线温湿度传输,通过 2.4G 无线通信模块,在发送端将温湿度传感器 DHT11 采集的温湿度信息发送出去,接收端接收到温湿度信息并将之显示出来。第五个项目是家用智能浇花器,浇花器能够通过定时设置,自动对花盆中的花浇水,按键设置浇水时间、浇水时间间隔、浇水时长等信息。第六个项目是全自动智能豆浆机设计,对豆浆机开发设计的整个流程进行了详细的讲解。本教材是校内专任教师和现任企业研发工程师合作开发的教材,遵循了企业产品开发的流程,能够有效提高学生的技能水平。

本书可作为高职院校电子信息工程专业的专业教材,也可以作为家电类电子工程师的参考书。由于高职的技能训练教材开发需要长期的积累,需要不断探索和研究,加之作者水平有限,时间仓促,书中难免存在错误与不足,敬请读者指正。

最后要感谢企业的两位研发工程师杨蕾和覃德春,在教材编写过程中给予了热诚的帮助和指导,对本书的内容设置、开发流程等提出了宝贵意见。感谢电子信息工程专业教研室的彭建宇、袁夫全、陈振华老师的指导。感谢 09 级林少俊、10 级游锐恒两位同学对豆浆机的软件进行反复的调试优化。

编 者

2015 年 8 月

# 目 录

项目1 数码显示温度计 .....	1
1.1 项目任务 .....	1
1.2 考查知识点 .....	1
1.2.1 温度传感器的选择 .....	1
1.2.2 数码管显示原理 .....	2
1.3 方案设计 .....	4
1.4 原理图设计 .....	5
1.4.1 电源电路设计 .....	5
1.4.2 主控电路设计 .....	6
1.4.3 温度传感器电路设计 .....	7
1.4.4 数码管驱动显示电路 .....	7
1.4.5 元件清单 .....	8
1.5 焊接 .....	9
1.5.1 手工焊接使用的工具及要求 .....	9
1.5.2 电子元器件的插装 .....	10
1.5.3 手工焊接方法 .....	11
1.6 程序调试 .....	13
1.6.1 软件开发平台安装 .....	13
1.6.2 开发软件基本操作 .....	14
1.6.3 数码管显示调试 .....	17
1.6.4 DS18B20 温度显示调试 .....	18
1.7 思考 .....	29
项目2 点阵屏显示 .....	30
2.1 项目任务 .....	30
2.2 考查知识点 .....	30
2.2.1 点阵屏显示原理 .....	30
2.2.2 点阵屏驱动原理 .....	32
2.2.3 字模提取软件 .....	34
2.3 方案选择 .....	36
2.4 原理图设计 .....	36
2.5 程序调试 .....	38
2.5.1 汉字静态显示 .....	38

2.5.2	汉字的左右移动	42
2.5.3	汉字的上下移动	46
2.6	思考	47
<b>项目 3</b>	<b>简易数显电子时钟</b>	<b>48</b>
3.1	项目任务	48
3.2	考查知识点	48
3.2.1	实时时钟芯片	48
3.2.2	1602 液晶屏显示原理	52
3.2.3	按键处理	59
3.3	方案设计框图	61
3.4	原理图设计	61
3.5	程序调试	62
3.5.1	1602 液晶屏显示	62
3.5.2	按键处理	64
3.5.3	DS1302 时间显示	68
3.5.4	完整程序调试	74
3.6	思考	82
<b>项目 4</b>	<b>2.4G 无线温湿度传输</b>	<b>83</b>
4.1	项目任务	83
4.2	考查知识点	83
4.2.1	24L01 无线模块	83
4.2.2	12864 液晶屏	93
4.2.3	温湿度传感器 DHT11	98
4.3	方案设计	103
4.4	原理图设计	103
4.4.1	发射端原理图设计	103
4.4.2	接收端原理图设计	104
4.5	程序调试	104
4.5.1	12864 液晶屏显示	104
4.5.2	DHT11 温湿度采集	110
4.5.3	nRF24L01 收发调试	113
4.5.4	发射端和接收端完整程序调试	120
4.6	思考	134
<b>项目 5</b>	<b>家用智能浇花器</b>	<b>135</b>
5.1	项目任务	135
5.2	方案设计	135

5.3	原理图设计 .....	136
5.3.1	供电电源电路设计 .....	136
5.3.2	单片机控制电路设计 .....	136
5.4	PCB 设计 .....	137
5.4.1	PCB 绘制 .....	137
5.4.2	PCB 制作 .....	138
5.5	电路板焊接 .....	141
5.5.1	2-4 脚贴片元件焊接 .....	141
5.5.2	贴片 IC 的焊接 .....	141
5.6	程序调试 .....	143
5.7	思考 .....	163
<b>项目 6</b>	<b>全自动智能豆浆机设计 .....</b>	<b>164</b>
6.1	项目任务 .....	164
6.2	方案设计 .....	164
6.3	原理图设计 .....	165
6.3.1	豆浆机按键、指示灯原理图绘制 .....	165
6.3.2	豆浆机加热、搅拌电路 .....	165
6.3.3	防干烧和防溢出电路 .....	167
6.3.4	电源电路 .....	168
6.3.5	单片机电路 .....	168
6.3.6	顶层原理图 .....	168
6.4	PCB 设计 .....	170
6.4.1	PCB 外形尺寸确定 .....	170
6.4.2	豆浆机 PCB 布局 .....	170
6.4.3	豆浆机电路板布线 .....	171
6.5	电路及程序测试 .....	173
6.5.1	电机、加热管电路测试 .....	173
6.5.2	蜂鸣器电路测试 .....	175
6.5.3	干烧和溢出电路测试 .....	175
6.5.4	按键和指示灯电路测试 .....	179
6.5.5	交流电定时电路测试 .....	185
6.5.6	完整豆浆机控制程序流程图 .....	186
6.5.7	豆浆机主程序设计 .....	189
6.6	思考 .....	213
<b>附录 A</b>	<b>AVR 单片机熔丝位设置 .....</b>	<b>214</b>
	参考文献 .....	219

# 项目 1

## 数码显示温度计

### 1.1 项目任务

以 ATmega16 单片机为主控器设计一个用 4 位数码管显示的温度计,能够显示当前的环境温度,温度显示保留 1 位小数。

### 1.2 考查知识点

#### 1.2.1 温度传感器的选择

温度传感器在生活和生产中的应用越来越多,小到一个家庭,大到一个国家的温度测量网络,都离不开它。温度传感器目前有很多种,常见的主要有以下几种温度传感器。

##### 1. 热敏电阻

热敏电阻体积小,电阻温度系数大、价格低,但其线性度差。它不仅可以作为测量器件,还可以作为控制电路补偿器件。常用的热敏电阻实物图如图 1-1 所示。

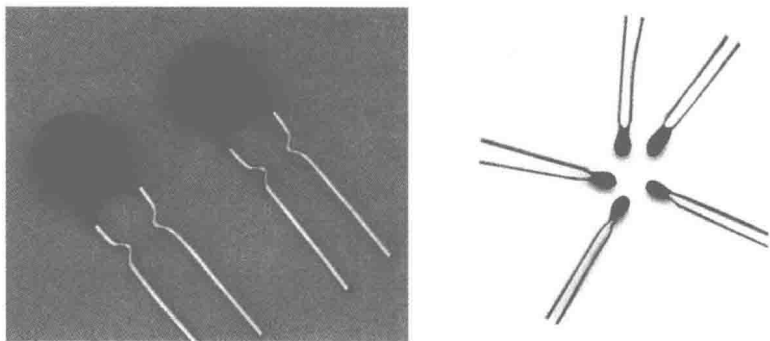


图 1-1 热敏电阻实物图

##### 2. 热电偶

热电偶测温范围宽,抗震性能好,主要用于工业生产过程中温度的测量。常用的热电偶实物如图 1-2 所示。

##### 3. 铂电阻

铂电阻的电阻率高,敏锐度较高,在高温和氧化性介质中的物理和化学性能很稳定,测温范围宽,价格低,但其体积大,热惯性大。常用的铂电阻实物如图 1-3 所示。



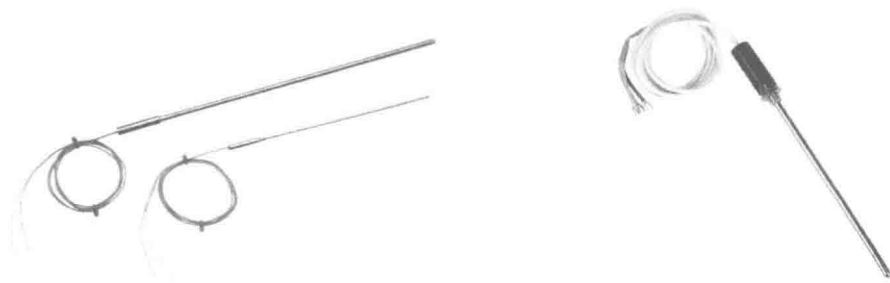


图 1-2 热电偶实物图

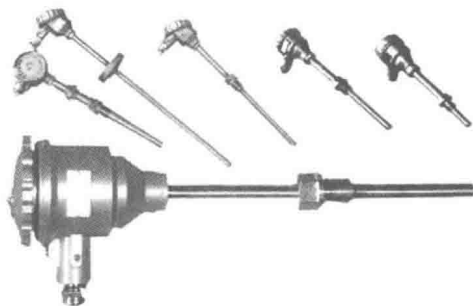


图 1-3 铂电阻实物图

#### 4. 集成温度传感器

集成温度传感器灵敏度高、响应快、线性度好、体积小、成本不高、使用方便。常见的集成温度传感器实物图如图 1-4 所示。

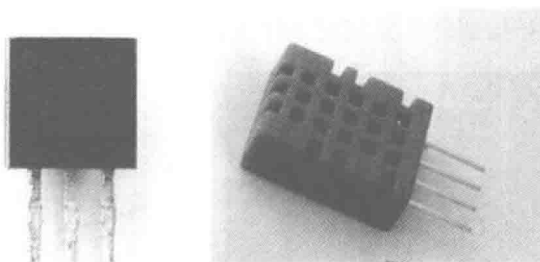


图 1-4 集成温度传感器实物图

我们测量的是环境温度，一般可采用热敏电阻或者集成温度传感器。热敏电阻测量温度时，电阻和温度之间并不是线性的关系，因此需要设计调理电路进行处理后才可以得到准确的温度值，而集成数字温度传感器则是在芯片内部集成了调理电路和转换电路，直接输出数字量，单片机读取的数字量就是测量得到的温度，操作简单。因此本项目选择常用的数字温度传感器 DS18B20 来完成环境温度的测量。

#### 1.2.2 数码管显示原理

##### 1. 数码结构及原理

LED 数码管是由多个发光二极管封装在一起组成“8”字形的器件，引线在内部连接完

成,只需引出它们的各个笔画,公共电极。数码管实际上由 7 个发光二极管组成 8 字形结构,再加上小数点就是 8 个段码,这些段分别由字母 a,b,c,d,e,f,g,dp 来表示,数码管段码及实物如图 1-5 所示。

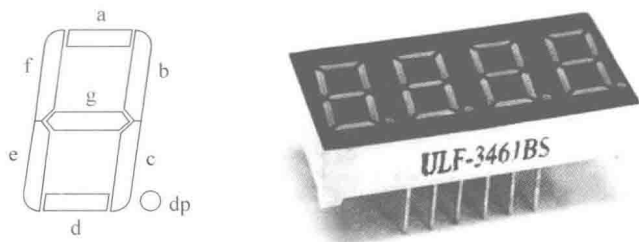


图 1-5 数码管段码及实物

按照数码管中发光二极管单元的连接方式分为共阳极和共阴极数码管。共阳极数码管是指将所有发光二极管的阳极接到一起形成公共阳极(COM)的数码管。共阳极数码管在应用时应将公共极 COM 接到电源,当某一字段发光二极管的阴极为低电平时相应字段就点亮,当某一字段的阴极为高电平时,相应字段就不亮。共阴极数码管是指将所有发光二极管的阴极接到一起形成公共阴极(COM)的数码管。共阴极数码管在应用时应将公共极 COM 接到地线 GND 上,当某一字段发光二极管的阳极为高电平时,相应字段就点亮。当某一字段的阳极为低电平时,相应字段就不亮。共阳极和共阴极数码管内部结构原理如图 1-6 所示。

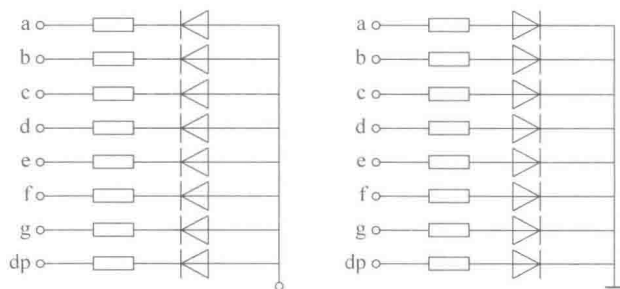


图 1-6 共阳极和共阴极数码管内部结构原理

当数码管要显示一个数字时,只要将相应的数字段点亮,其他段不亮,就可以显示数字了。例如要在数码管上显示一个数字“2”,由图 1-5 可知,只要 a、b、d、e、g 这 5 段亮,其他 3 段灭。如果是共阳极数码管的话,a、b、d、e、g 这 5 段阴极为低电平 0,才可以保证对应的段码亮,其他 3 段则应该为高电平 1,则从高到低(dp 为高位,a 为低位)对应的二进制编码为 10100100B,转换为 C 语言的十六进制就是 0xA4。如果是共阴极数码管的话,a、b、d、e、g 这 5 段阴极为高电平 1,才可以保证对应的段码亮,其他 3 段则应该为低电平 0,则从高到低(dp 为高位,a 为低位)对应的二进制编码为 01011011B,转换为 C 语言的十六进制就是 0x5B。由此可以得到共阳极和共阴极数码管 0~9 对应的十六进制编码,共阳极和共阴极数码管编码对照表如表 1-1 所示。

表 1-1 共阳极和共阴极数码管编码对照表

数字	共阳极十六进制编码	共阴极十六进制编码
0	0xC0	0x3F
1	0xF9	0x06
2	0xA4	0x5B
3	0xB0	0x4F
4	0x99	0x66
5	0x92	0x6D
6	0x82	0x7D
7	0xF8	0x07
8	0x80	0x7F
9	0x90	0x6F

## 2. 数码管驱动方式

数码管要正常显示,就要用驱动电路来驱动数码管的各个段码,从而显示出我们要的数字,数码管驱动可以分为静态驱动方式和动态驱动方式两类。

### (1) 静态驱动方式

静态驱动方式是指每个数码管的每一个段码由驱动器的一个引脚进行驱动。静态驱动的优点是编程简单,显示亮度高,缺点是占用驱动的 IO 口太多,例如驱动 4 个数码管,需要占用驱动器的 32 个引脚,而一般单片机的驱动器引脚有限,因此静态驱动方式用得比较少。

### (2) 动态驱动方式

动态驱动方式是将所有数码管的 8 个段码并联在一起,并为每个数码管的公共极 COM 增加选通控制电路,每个数码管公共极的选通由各自独立的 IO 线控制。当和数码管 8 个段码连接的单片机引脚输出数字编码时,所有数码都接收到相同的数字编码,但究竟是哪个数码管会显示该数字,则取决于单片机对公共极 COM 的选通控制。我们需要在哪个位置显示该数字,就可以把对应的数码管的公共极选通,这样该数码管显示数字,其他数码管不显示。通过分时轮流控制各个数码管的公共极,就使各个数码管轮流受控显示,这就是数码管的动态驱动显示。在轮流显示过程中,由于人的视觉暂留现象及发光二极管的余辉效应,当每一个数码管轮流显示的频率高于 50Hz 时,人眼是看不到闪烁的,即尽管各位数码管并不是同时点亮,但只要扫描的速度足够快,给人的感觉就是一组稳定的显示数据。动态驱动方式下,4 个数码管只需要占用单片机的 12 个引脚就可以了,节省了大量的 IO 端口,而且功耗更低。

## 1.3 方案设计

根据温度传感器的比较,如果测量的是环境温度,我们选择数字温度传感器 DS18B20,可以简化电路设计,提高温度测量精度。数码管驱动采用动态驱动方式,数码管动态驱动的驱动电路有很多种,常见的主要有:一种是单片机控制三极管直接驱动数码管,这种方法电路简单,编程容易,但占用单片机 IO 端口较多;另一种是通过 2 片 74HC595 采用串行数据传输的方法驱动数码管,这种方法电路设计也不复杂,但需要编写 74HC595 驱动程序,成本

也相对较高。在温度测量方案中,单片机端口占用较少,因此可以选用三极管直接驱动数码管的方案,可以降低编程难度。数码显示温度计方案设计框图如图 1-7 所示。

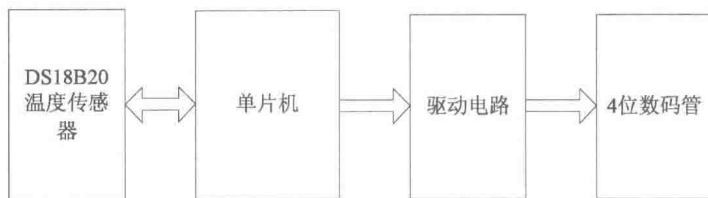


图 1-7 数码显示温度计方案框图

## 1.4 原理图设计

### 1.4.1 电源电路设计

温度计电源供电可以设计采用两种方式。一种是用一个独立的电源通过图 1-8 所示的 J4 的 DC 端子连接,为整个板子供电,由于 7805 芯片输入电压范围是  $7\sim 36\text{V}$ ,因此选择的独立电源的直流输出也要在这个范围之内。另外一种供电方法是用 USB 给板子供电,现在很多电源或者计算机等设备都有直接输出  $5\text{V}$  的 USB 接口,因此这个接口使用也比较方便,如图 1-8 所示的 J6。设计的电源电路原理图如图 1-8 所示。C9、C10 是 7805 输入前的滤波电容,C11、C12 是输出  $5\text{V}$  供电的滤波电容。这里为什么要加一个电解电容和瓷片电容呢?答案是为了滤波,电解电容容量大,对频率低( $50\text{Hz}$ )的交流频率滤除效果好,直流更平滑;瓷片电容容量小,滤除交流频率越高,滤除交流成分中的高频干扰杂波有一定的效果,使干扰杂波在进入电源或者稳压中被滤除掉。对于电解电容,可根据输入或输出的纹波大小,选择合适的电容值就可以,没有具体的要求,大的电容值可以选择到  $1000\mu\text{F}$ ,小的可以选择到  $4.7\mu\text{F}$ 。对于瓷片电容,一般建议选择  $104(0.1\mu\text{F})$  的瓷片电容。

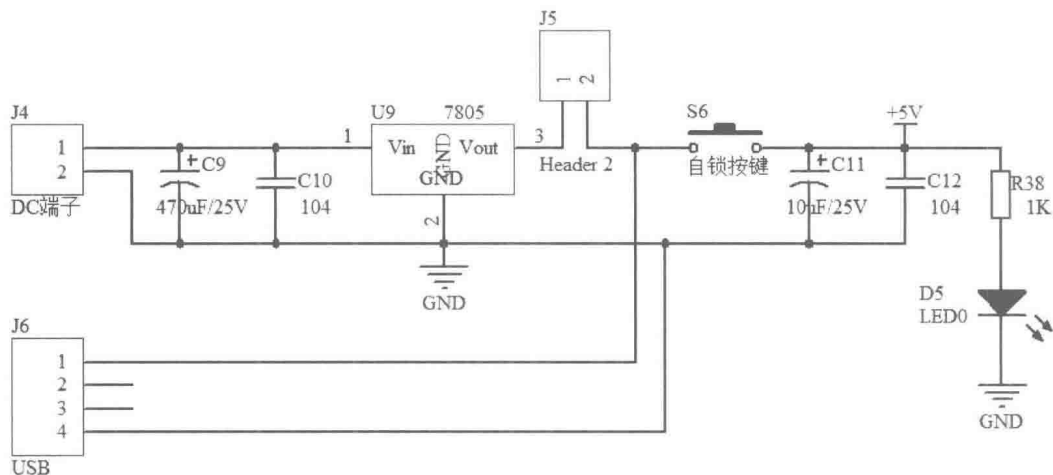


图 1-8 电源电路原理图

图中 J5 是两脚的排针,可以通过跳冒进行连接,以方便选择是使用 7805 的输出,还是使用 USB 的输出作为供电电源。S6 按键是一个自锁按键,是电路板的总开关。为方便确定电源是否供电,在 5V 输出端加了一个 LED 灯,作为电源指示灯。

### 1.4.2 主控电路设计

主控电路就是 AVR 的最小系统电路,主控电路原理图如图 1-9 所示。U11 为我们使用的主控芯片 ATmega16 单片机。J7 为单片机的 ISP 下载端口,程序烧写器可以通过这个端口将程序下载到芯片中。如果单片机用到 AD 转换部分,AVR 单片机的数据手册上则建议 AVCC 可以由 VCC 接一个 LC 低通滤波器得到。AVR 单片机的复位是低电平复位,S8 为弹起式按键,系统上电时,会有一个短时间的对电容 C13 充电的过程,最终电容充满端电压变成 5V,当按键按下后,单片机的 RESET 引脚接地,单片机复位。Y1 为单片机的外部晶振,C14、C15 是晶振的匹配电容,晶振启振是必须要接这个电容的,不同频率的晶振对应不同容值的电容,一般电容在 15~30pF 之间。

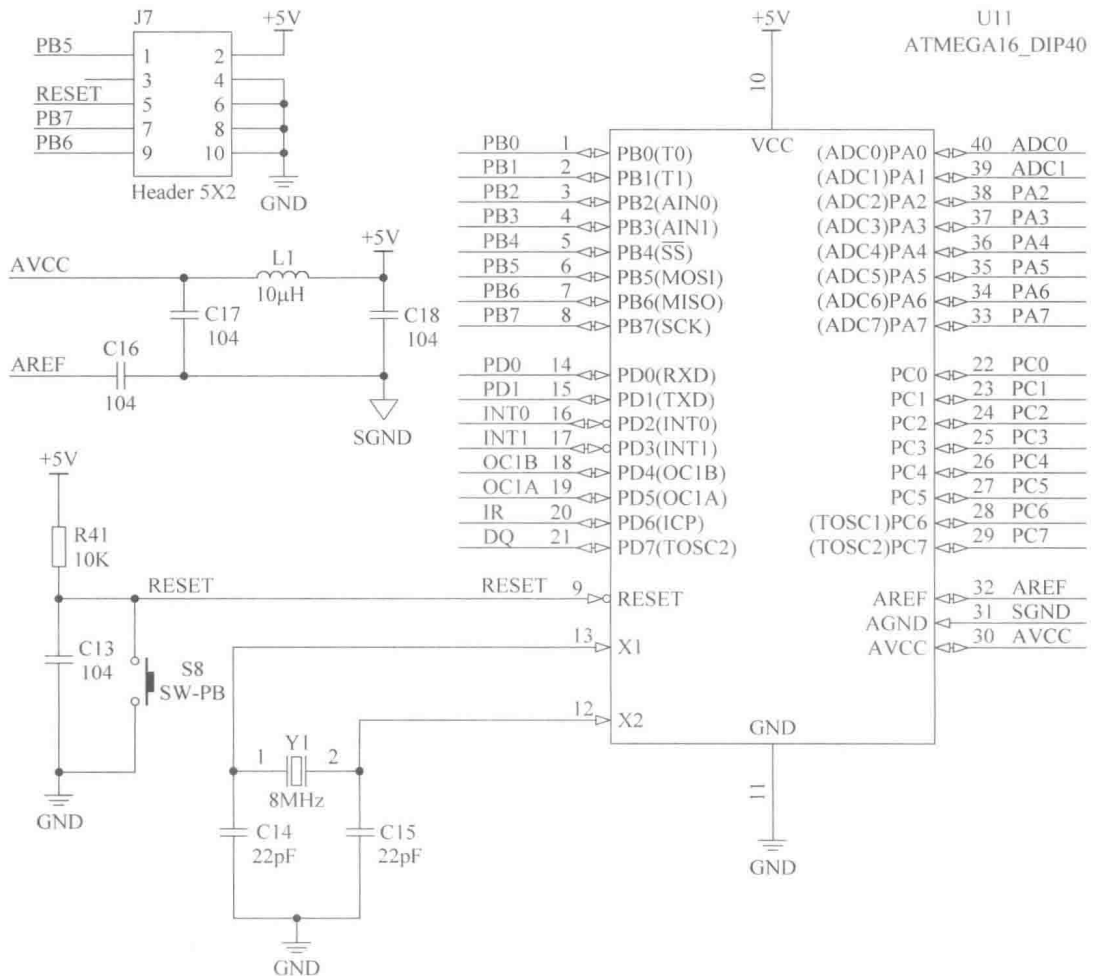


图 1-9 主控电路原理图

### 1.4.3 温度传感器电路设计

温度传感器 DS18B20 外围电路比较简单,按照数据手册只需在数据端口 DQ 加一个 10K 的上拉电阻,电源和地之间接一个 C6 电容即可,其中数据端口 DQ 接到了单片机的 PD7 端口,温度传感器电路原理图如图 1-10 所示。

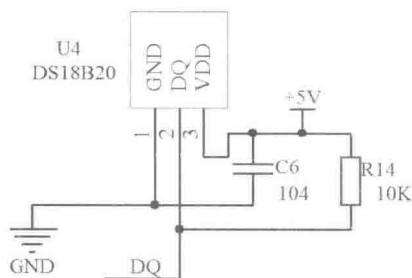


图 1-10 温度传感器电路原理图

### 1.4.4 数码管驱动显示电路

数码管的驱动电路有很多种,有的需要外加驱动芯片,这样占用单片机的 IO 端口少,但成本稍高;有的直接加三极管驱动,这样占用单片机 IO 端口多,但成本低。可以根据具体电路确定采用哪种驱动方式,本项目中,外围设备较少,单片机端口足够用,所以直接采用三极管驱动的方式来实现,数码管驱动及显示电路如图 1-11 所示。由于选用的数码管为共阳极数码管,单片机的端口 PC0~PC3 通过电阻接到三极管 S8550 的基极,控制数码管的位选, PB0~PB7 通过电阻和数码管的段码串联到三极管的集电极,通过 PB0~PB7 各位输出电平不同控制数码管显示的数值。

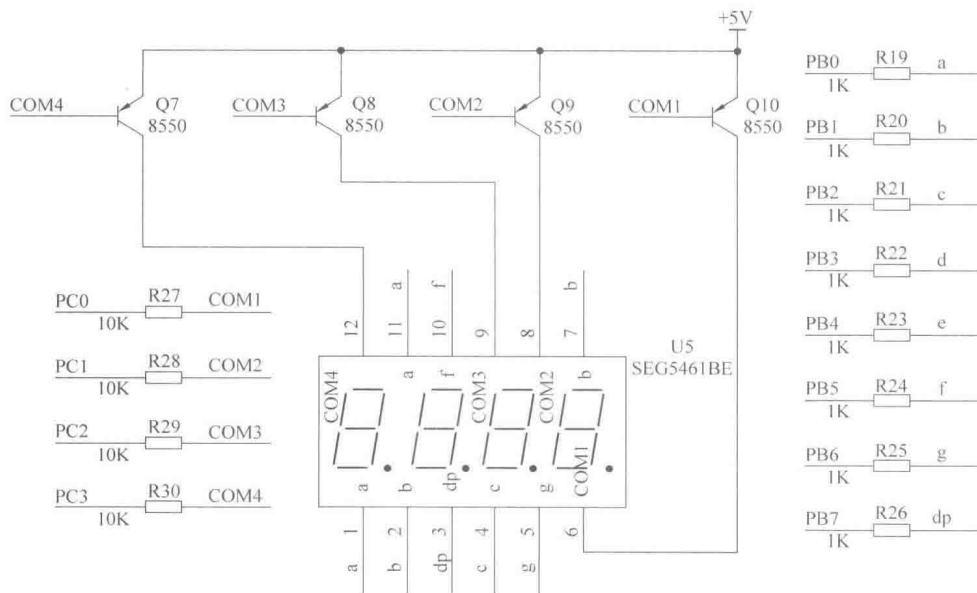


图 1-11 数码管驱动及显示电路



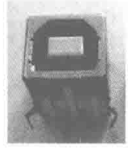
## 1.4.5 元件清单

整个电路所需元器件清单如表 1-2 所示。

表 1-2 元器件清单

序号	元件名称	元件型号	元件编号	封装	数量	备注
1	电阻	1K	R1,R4~R15	0805	13	
2	电阻	10K	R2,R3	0805	2	
3	点解电容	10 $\mu$ F/25V	C1,C3	4 * 7	2	
4	电容	104	C2,C4~C9	0805	7	
5	电容	15pF	C10,C11	0805	2	
6	LED 灯		D1	0805	1	
7	电感	10 $\mu$ H	L1	0805	1	
8	自锁按键		S1	8 * 8	1	
9	弹起按键		S2	6 * 6	1	
10	稳压芯片	78L05	U1	TO-220	1	
11	温度传感器	DS18B20	U2	TO-92	1	
12	单片机	AT-Mega16	U3	DIP-40	1	
13	数码管	3461BS	U4		1	
14	晶振	8MHz	Y1	直插	1	

续表

序号	元件名称	元件型号	元件编号	封装	数量	备注
15	DC 输入端子	2.5/5.5	P1		1	
16	三极管	S8550	Q1~Q4	TO-92	4	
17	USB	方口			1	
18	排针	2.54			若干	

## 1.5 焊接

该电路设计比较简单,可以不用制作 PCB 电路板,直接在万能板上焊接即可完成。但是为了能够使焊接后电路板元件排列整齐,焊接走线美观,建议先用 PCB 绘图软件把原理图绘制成 PCB,然后按照 PCB 的走线方式去焊接。这样操作可以避免布局不合理造成焊接到一半无法完成后面的走线。下面对焊接的基本技能进行简要介绍。

### 1.5.1 手工焊接使用的工具及要求

#### 1. 焊锡丝的选择

直径为 0.8mm 或 1.0mm 的焊锡丝,用于电子或电类焊接。

直径为 0.6mm 或 0.7mm 的焊锡丝,用于超小型电子元器件焊接。

#### 2. 烙铁的选用及要求

##### (1) 电烙铁的功率选用原则

焊接集成电路、晶体管及其他受热易损件的元器件时,考虑选用 20W 内热式电烙铁。

焊接较粗导线及同轴电缆时,考虑选用 50W 内热式电烙铁。

焊接较大元器件时,如金属底盘接地焊片,应选 100W 以上的电烙铁。

##### (2) 电烙铁温度及焊接时间控制要求

有铅恒温烙铁温度一般控制在 280~360℃,默认设置为 330℃±10℃,焊接时间小于 3 秒。焊接时烙铁头同时接触在焊盘和元器件引脚上,加热后送锡丝焊接。部分元器件的特殊焊接要求如下所示。

- SMD 器件: 焊接时烙铁头温度为 320℃±10℃; 焊接时间为每个焊点 1~3 秒。



拆除元器件时烙铁头温度为  $310\sim 350^{\circ}\text{C}$  (注: 根据 CHIP 件尺寸不同请使用不同的烙铁嘴)。

- DIP 器件: 焊接时烙铁头温度为  $330^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ; 焊接时间为  $2\sim 3$  秒。

注: 当焊接大功率 (TO-220、TO-247、TO-264 等封装) 或焊点与大铜箔相连, 上述温度无法焊接时, 烙铁温度可升高至  $360^{\circ}\text{C}$ , 当焊接敏感怕热零件 (LED、CCD、传感器等) 时温度控制在  $260\sim 300^{\circ}\text{C}$ 。

- 无铅制程: 无铅恒温烙铁温度一般控制在  $340\sim 380^{\circ}\text{C}$ , 默认设置为  $360^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ , 焊接时间小于 3 秒, 要求烙铁的回温每秒钟就可将所失的温度拉回至设定温度。

### (3) 电烙铁使用注意事项

电烙铁不宜长时间通电而不使用, 这样容易使烙铁芯加速氧化而烧断, 缩短其寿命, 同时也会使烙铁头因长时间加热而被氧化, 甚至被“烧死”不再“吃锡”。

手工焊接使用的电烙铁需带防静电接地线, 焊接时接地线必须可靠接地, 防静电恒温电烙铁插头的接地端必须可靠接交流电源保护地。电烙铁绝缘电阻应大于  $10\text{M}\Omega$ , 电源线绝缘层不得有破损。

将万用表打在电阻挡, 表笔分别接触烙铁头部和电源插头接地端, 接地电阻值稳定显示值应小于  $3\Omega$ , 否则接地不良。

烙铁头不得有氧化、烧蚀、变形等缺陷。烙铁不使用时应上锡保护, 长时间不用必须关闭电源防止空烧, 下班后必须拔掉电源。

烙铁放入烙铁支架后应能保持稳定、无下垂趋势, 护圈能罩住烙铁的全部发热部位。支架上的清洁海绵加适量清水, 使海绵湿润不滴水为宜。

### 3. 手工焊接所需的其他工具

① 镊子: 要求端口闭合良好, 镊子尖无扭曲、折断。

② 防静电手腕: 要求检测合格, 手腕带松紧适中, 金属片与手腕部皮肤贴合良好, 接地线连接可靠。

③ 防静电指套、防静电周转盒、箱, 吸锡枪、斜头钳等。

## 1.5.2 电子元器件的插装

### 1. 元器件引脚折弯及整形的基本要求

手工弯引脚可以借助镊子或小螺丝刀对引脚整形。所有元器件引脚均不得从根部弯曲, 一般应留  $1.5\text{mm}$  以上, 因为制造工艺上的原因, 其根部容易折断。折弯半径应大于引脚直径的  $1\sim 2$  倍, 避免弯成死角。二极管、电阻等的引出脚应平直, 要尽量将有字符的元器件面置于容易观察的位置, 如图 1-12 所示。

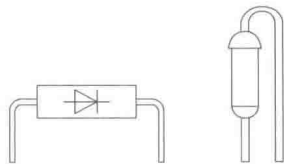


图 1-12 元器件引脚折弯要求

### 2. 元器件插装的原则

① 电子元器件插装要求做到整齐、美观、稳固, 元器件应插装到位, 无明显倾斜、变形现象, 同时应方便焊接和有利于元器件焊接时的散热。

② 手工插装、焊接, 应该先插装那些需要机械固定的元器件, 如功率器件的散热器、支