

高职高专机电类
工学结合模式教材

C51单片机项目式教程

徐海峰 叶钢 编著

清华大学出版社



高职高专机电类
工学结合模式教材

C51单片机项目式教程

徐海峰 叶 钢 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从实际项目应用入手,以项目制作流程和项目实现思路为主导,由浅入深、循序渐进地讲述使用C语言为51单片机编程。其内容包括:C51语言及语法、MCS-51单片机硬件结构、设计制作流水灯、设计制作时钟、设计制作红外报警器、设计制作单片机点阵、设计制作数字电压表、设计制作信号发生器、设计制作串行通信小系统。前两个部分是基础知识准备,后7个项目涵盖了单片机在实际应用中可能涉及的多方面知识与技能。

全书以完成工作任务为主线,链接相应的理论知识,融“教、学、做”为一体,充分体现课程改革的新理念。本书适合边教、边学、边做的教学方法,相信理解并熟练掌握这些项目的制作,读者就已经初步进入单片机开发的应用大门了。

本书可作为高职高专院校机械、电子类专业的教材,也可供广大从事单片机编程开发的人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

C51 单片机项目式教程/徐海峰等编著. —北京:清华大学出版社,2011.4

(高职高专机电类工学结合模式教材)

ISBN 978-7-302-24981-8

I. ①C… II. ①徐… III. ①单片微型计算机—高等教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第040318号

责任编辑:朱怀永

责任校对:李梅

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:13.5 字 数:307千字

版 次:2011年4月第1版 印 次:2011年4月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00元



单片机技术是计算机技术的一个重要分支,它的应用领域非常广泛,是众多高职院校机械、电子等专业一门重要必修的专业课;同时,不可否认的是目前这门课程的教学效果不太好也是“公认”的事实。依据本书编著者们自身的学习经验,我们认为学习单片机技术应是模仿—理解—活用的过程,模仿阶段是“玩”的阶段,通过这个阶段的学习,让学习者能喜欢“单片机应用”这门课程,在这个阶段需要提供详细的资料如电路图、操作步骤、程序等,让初学者即使不懂也能依葫芦画瓢地把结果做出来;理解阶段就是真正学习的阶段,对某一个项目理解了也就入门了,当你试着多理解一些不同类型的单片机项目后就会发现自己学习单片机真的入门了,当达到这个阶段后,学习单片机技术已经不再有不可克服的困难了;活用阶段是一个没有界限的阶段,也就是活到老学到老,这其中有自己的创新,更多的是学习他人的思维与方法。而当前我们的单片机教学更多的是先要求大家理解,理解原理,理解实现思路等,再实践、编程等。试想连基本概念都还没有,对单片机也没多大兴趣,能把单片机课程学好吗?所以,现在单片机教学效果不尽如人意也就不奇怪了。

因此,本书的编著者就想以自身的学习过程为主线,仿照我们认知单片机的规律编写教材,以求能让更多的学习者对单片机课程感兴趣,让单片机教学效果好起来。现在被广泛使用的单片机教材所使用的编程语言大都使用汇编语言,而在本书编写过程中选择了C语言,这是因为我们认为汇编语言学习困难,在实际应用系统开发调试中,特别是开发比较复杂的应用系统时,在开发效率和程序移植性方面,C语言更能体现其优势;况且C语言不仅学习方便,而且也同汇编语言一样能够对单片机资源进行访问。本书的编写思路如下。

1. 完全按照项目式编写教材,知识融于项目中

完全采用项目式实践方式编写,知识与知识应用及实践技能融合在一起,使用本书学习需要学习者边学边做,亲自动手完成焊接制作电路硬件。在一个项目中,分解项目上体现出模块化、小型化,每步制作都不复杂,用较小的模块组合完成较复杂的功能;在项目的安排上,体现出模块的可复用性,不同项目中可能需要用到的同一模块可替换使用。

体现知识融于项目中:在讲解硬件电路时,介绍硬件电路的工作原理,用到相关电子芯片时就介绍该芯片的功能及使用方法;在讲解程序时,介绍程序的设计思想、程序语句的运行规则,用到单片机内部相关资

源时,讲解单片机知识。

我们认为:技能是学生自己练会的,不是教会的。

因此,在书中强调学生必须亲自动手制作电路板,必须是边学边做,动手完成。在教师指导下,领学生进门后,更多的内容须由学生自己完成。

2. 硬件电路、软件设计思路并重,加强学生创新能力的培养

单片机的应用系统包括硬件设计和软件设计,硬件设计是软件设计的平台,所有的软件设计是基于此平台开展的,传统的单片机教学注重软件方面的教学,在硬件设计方面也只是在现成的硬件电路上做些验证性实验,如单片机实验箱、实验平台。我们认为利用实验箱、实验平台教学是不利于学生学习的,因为这种教学法使学生对硬件电路不能深入理解,甚至不理解,在这样的基础上学习程序编写会造成学生不知其所以然。因此,在本书编写过程中我们注重硬件电路的理解,不用开发板,不用实验箱,在教材的指导下所有硬件电路全由学生自己焊接制作,既是加强电路的理解也能锻炼学生的动手制作能力。

3. 增加理论知识到实践操作的过渡

理论知识到实践知识总是有一段跳跃过程,从电路原理图到实践的硬件连接图的转变其实是需要额外指导的,但是它不属于“传统”意义上的知识。在现有的图书上都很难找到这方面的描述,因此学习者总是有种感觉:从逻辑上是理解教材所要表达的意思,但是自己去实践却又发现好像隔一层“膜”总是不成功,久而久之容易打击学习者学习的积极性,最终不喜欢实践,进而导致无法把单片机课程学好。因此,在本书中我们也注意了这方面的辅导,尽量详细地说明操作过程,运用较多的图表说明操作。

本书由丽水职业技术学院的徐海峰、叶钢、樊登焕和重庆电子工程职业学院易国键共同编写。项目准备、项目一、项目二、项目七由徐海峰编写,项目三和项目四由叶钢编写,项目六由易国键编写,项目五由樊登焕编写,最后由徐海峰统稿完成。

本书的编写工作得到了丽水职业技术学院李立教授的关心与鼓励,另外许智靖、吴奕怀同学参与了本书的图形绘制、电路焊接、程序编写等工作,在此一并表示感谢。

虽然我们已尽心尽力,但限于自身水平所限书中难免存在遗漏之处,希望广大读者不吝指正。

作 者

2010年3月



项目准备篇

项目准备 8051 单片机软、硬件基础	3
一、C51 语言及语法	3
二、MCS-51 单片机硬件结构	17
知识训练	30

项目训练篇

项目一 流水灯的设计与制作	33
任务一 明确流水灯设计要求	33
任务二 利用软件定时实现流水灯	34
一、选择元器件	34
二、设计硬件电路	34
三、设计程序	35
四、仿真项目	40
五、制作电路板	42
六、I/O 端口知识及程序解析	43
任务三 利用硬件定时实现流水灯	46
任务四 拓展训练	51
一、增加显示花式	51
二、改变闪烁频率	52
知识训练	52
项目二 时钟的设计与制作	53
任务一 明确时钟设计要求	53
任务二 设计制作简易时钟	54
一、选择元器件	54
二、设计硬件电路	54
三、设计程序	55

四、仿真项目	59
五、制作电路板	61
六、LED数码管显示知识及程序解析	61
任务三 设计制作闹钟	68
一、选择元器件	68
二、设计硬件电路	68
三、设计程序	68
四、仿真项目	76
五、制作电路板	78
六、程序解析及键盘接口知识	78
任务四 拓展训练	85
知识训练	85
项目三 设计制作红外报警器	86
任务一 明确红外报警器设计要求	86
任务二 设计制作简易报警器	87
一、选择元器件	87
二、设计硬件电路	88
三、设计程序	88
四、仿真项目	90
五、制作电路板	91
六、单片机中断知识及程序解析	92
任务三 设计制作计数报警器	96
一、选择元器件	96
二、设计硬件电路	97
三、设计程序	97
四、仿真项目	102
五、制作电路板	104
六、独立按键知识及程序解析	104
任务四 拓展训练	107
一、使用下降沿触发方式修改简易报警器	107
二、采用定时器中断实现每隔 10 秒报警一次功能	107
三、倒计时中断报警	108
四、可调倒计时中断报警	108
知识训练	108

项目四 汉字点阵的设计与制作	109
任务一 明确 8×8 点阵的设计要求	109
任务二 设计制作 8×8 点阵	110
一、选择元器件	110
二、设计硬件电路	110
三、设计程序	112
四、项目仿真	114
五、制作电路板	115
六、C51 数组知识及应用	116
任务三 设计制作 16×16 点阵	118
一、选择元器件	119
二、设计硬件电路	119
三、设计程序	120
四、项目仿真	124
五、制作电路板	124
六、74HC154 芯片、74HC595 芯片知识及应用	126
任务四 拓展训练	128
一、 8×8 点阵拓展训练	129
二、 16×16 点阵拓展训练	129
知识训练	129
项目五 设计制作数字电压表	130
任务一 明确数字电压表设计要求	130
任务二 设计制作基于 ADC0809 数字电压表	131
一、选择元器件	131
二、设计硬件电路	131
三、设计程序	132
四、项目仿真	136
五、制作电路板	136
六、ADC0809 芯片知识与使用方法	138
任务三 设计制作基于 TLC2543 的数字电压表	140
一、选择元器件	141
二、设计硬件电路	141
三、设计程序	142
四、项目仿真	145
五、制作电路板	145
六、TLC2543 芯片知识与使用方法	147

任务四 拓展训练	149
一、基于 ADC0809 的数字电压表拓展训练	149
二、基于 TLC2543 的数字电压表拓展训练	149
知识训练	149
项目六 设计制作信号发生器	151
任务一 明确信号发生器设计要求	151
任务二 设计制作基于 DAC0832 的正弦波信号发生器	152
一、选择元器件	152
二、设计硬件电路	153
三、设计程序	153
四、项目仿真	156
五、制作电路板	158
六、DAC0832 芯片知识与使用方法	158
任务三 设计制作基于 TLC5615 的正弦信号发生器	161
一、选择元器件	162
二、设计硬件电路	162
三、设计程序	162
四、项目仿真	166
五、制作电路板	166
六、TLC5615 芯片知识与使用方法	169
任务四 拓展训练	172
一、基于 DAC0832 的三角波发生器拓展训练	172
二、基于 TLC5615 的三角波发生器拓展训练	172
知识训练	172
项目七 设计制作串行通信小系统	174
任务一 明确串行通信小系统的设计要求	174
任务二 制作双单片机串行通信演示系统	175
一、选择元器件	175
二、设计电路	176
三、编写串行通信程序	179
四、仿真程序	181
五、制作电路板	181
六、串行通信知识及程序解析	183
任务三 制作路灯控制演示系统	188
一、选择电子元器件	189
二、设计硬件电路	189

三、编写程序	191
四、仿真程序	197
五、制作电路板	199
六、程序解析	199
任务四 拓展训练	206
知识训练	206



项目准备篇



8051单片机软、硬件基础

需要掌握的理论知识：

- 了解常用的 C51 数据类型。
- 理解 C51 语言运算符及运算规则。
- 理解顺序控制结构及语法规则。
- 理解选择控制结构及语法规则。
- 理解循环控制结构及语法规则。
- 了解 C51 函数定义格式并能理解函数对编写程序的意义。
- 了解 C51 数组定义格式并能理解数组的意义。
- 了解单片机的发展历史。
- 了解 8051 单片机的基本特征。
- 掌握 8051 单片机的存储器地址分布。
- 掌握 8051 单片机的引脚。
- 了解 8051 单片机的时钟电路。

需要掌握的能力：

- 学会定义变量与常量。
- 能识别 C51 语句。
- 会定义 C51 函数并能正确使用函数。
- 会定义一维数组、二维数组并能正确使用数组。
- 会制作 8051 单片机的最小系统板。

一、C51 语言及语法

(一) 掌握 C51 数据类型

随着单片机硬件性能的提高,工作速度越来越快,因此在编写单片机应用系统程序时更着重于程序本身的编写效率,作为具有优越性的高级

语言,C51已成为目前流行的开发单片机的软件语言。C51语言源自于普通C语言,因此与C语言有着完全相同的语法规则,数据类型也大部分相同,我们首先了解一下C51的数据类型。

C51语言中比较常用的数据类型有表0-1所列几种。

表0-1 C51常用的数据类型

数据类型	字节数	值域	备注
char	1	-128~127	字符型
unsigned char	1	0~255	无符号字符型
int	2	-32768~32767	整型
unsigned int	2	0~65535	无符号整型
long	4	-2147483648~2147483647	长整型
unsigned long	4	0~4294967295	无符号长整型
float	4	0.175494E-38~0.402823E+38	浮点型
sbit	1/8	0~1	声明一个可位寻址变量
sfr	1	0~255	声明一个特殊功能寄存器(8位)

在C51程序编写过程中,数据类型更多的是与变量使用时相关联起来的,在定义变量时首先要确定该变量是哪种数据类型,因此,下面介绍C51中变量的定义方法。

1. 学会定义变量与常量

编写程序过程中,几乎离不开使用变量,就像人离不开空气、鱼离不开水一样,那么如何定义变量呢?C51语言中定义变量的格式是:

数据类型说明符 变量名[,变量名];

例如:

```
int a,b,c; (a,b,c为整型变量)
unsigned int a,b,c; (a,b,c为正整型变量)
char x,y; (x,y为字符型变量)
unsigned char x,y; (x,y为无符号字符型变量)
```

在定义变量时,应注意以下几点。

① 允许在一个数据类型说明符后,定义多个相同类型的变量,各变量之间用逗号隔开。类型说明符与变量名之间至少用一个空格间隔。

② 最后一个变量名之后必须以“;”结束。

③ 定义变量必须放在变量使用之前。一般放在函数体的开头部分。

④ 变量取名应遵守以下几点规则:

- 名字必须由一个字母(a~z,A~Z)或下划线“_”开头;
- 名字的其余部分可以用字母、下划线或数字(0~9)组成;
- 大小写字母表示不同意义,即代表不同的名字。

什么是常量呢?常量就是固定的或是不变的数。在C51语言中,常量有两种表示方法使用得很广泛。

十进制数表示法：以非 0 开始的数，如 256,46,78 等。

十六进制数表示法：以 0x 或 0X 开头的数，如 0x0E,0X78 等。通常在 C51 中二进制数都需要转变成十六进制数。

2. 知道变量的作用范围

变量的作用是有范围的，并不是定义了变量以后，就可以在程序中的任何位置使用它。例如：

```
int a;
void f1()
{
    int b;
    b = a;          //用法正确
}
void f2()
{
    a = 10;        //用法正确
    b = 10;        //用法错误
}
```

在上面的代码中，变量 a、b 都有自己的作用域，a 的作用域是全局的，在 a 的定义之后的任何地方都可以使用它，我们称为全局变量，全局变量是在函数外部定义的变量，它不属于哪一个函数，而是属于一个源程序文件，其作用域是整个源程序。局部变量是在函数内作定义说明的，其作用域仅限于函数内，离开该函数后再使用这种变量是非法的。比如 b 的作用域是局部的，称为局部变量。只在函数 f1 之内有效，所以，当在函数 f2 中给变量 b 赋值就是错误的。通常我们可以这样以为，变量的作用域是以 {} 为界限的，例如：

```
void f3()
{
    int c;
    c = 10;        //用法正确
    {
        int d;
        d = c;     //用法正确
    }
    d = 1;        //用法错误
}
```

变量 c 是在函数 f3 里定义的，所以它在函数 f3 的整个范围内都是有效的，而变量 d 是在函数 f3 中的一对 {} 中定义的，它的定义域也就只能在这对 {} 中，若在 {} 之后再使用变量 d 就是非法的了。

(二) C51 语言运算符

运算符主要分为三大类：算术运算符、关系运算符与逻辑运算符、按位运算符。除此之外，还有一些用于完成特殊任务的运算符。

1. 算术运算符

C51 的算术运算符如表 0-2 所示。

表 0-2 算术运算符

运算符	作用	运算符	作用
+	加	%	求余数
-	减	--	减 1
*	乘	++	加 1
/	除		

算术运算符中前 5 个作用显而易见，“--”、“++”两个运算符介绍如下。

例如：

$x = x + 1$ 可写成 $x++$ ，表示 x 值在原来基础上加 1。

$x = x - 1$ 可写成 $x--$ ，表示 x 值在原来基础上减 1。

2. 关系运算符

关系运算符是比较两个操作数大小的符号，关系运算符如表 0-3 所示。

表 0-3 关系运算符

运算符	作用	运算符	作用
>	大于	<=	小于等于
>=	大于等于	==	等于
<	小于	!=	不等于

两个操作数经关系运算符运算后，其结果是成立（也称真）、不成立（也称假）二值之一，如果成立则返回 1，如果不成立则返回 0。

例如：

$100 > 99$ 计算结果为 1

$10 > (2 + 10)$ 计算结果为 0

3. 逻辑运算符

逻辑运算符如表 0-4 所示。

表 0-4 逻辑运算符

运算符	作用	运算符	作用
&&	逻辑与	!	逻辑非
	逻辑或		

逻辑运算举例如下。

$a \& \& b$ 若 a, b 为真，则 $a \& \& b$ 为真；若 a, b 其中一个为真，则 $a \& \& b$ 为假；若 a, b 都为假，则 $a \& \& b$ 为假。

$a || b$ 若 a, b 之一为真，则 $a || b$ 为真；若 a, b 都为真，则 $a || b$ 的值也为真；若 a, b 都为假，则 $a || b$ 为假。

$!a$ 若 a 为真，则 $!a$ 为假；若 a 为假，则 $!a$ 为真。

4. 按位运算符

按位运算是指进行二进制位的运算，C51 提供的按位运算功能是非常有用的，在编程

中也经常会用到。按位运算符见表 0-5。

表 0-5 按位运算符

运算符	作用	运算符	作用
&	按位逻辑与	~	按位逻辑反
	按位逻辑或	>>	右移
^	按位逻辑异或	<<	左移

请大家注意按位逻辑与“&”和逻辑与“&&”的区别,按位逻辑或“|”和逻辑或“||”的区别。表面上看好像仅仅一个符号多一个,一个符号少一个,其实运算方式完全不一样。

运算符“&”要求有两个运算量。例如, $x \& y$ 表示将 x 和 y 中各个位都分别对应进行“与”运算,即两个相应位均为 1 时结果位为 1,否则为 0。例如, $x=7, y=5$,则 $x \& y$ 的值为 5。

$x | y$ 表示将 x 和 y 中各个位都分别对应进行“或”运算,上例中 $x | y$ 的值为 7。

$x \wedge y$ 表示将 x 和 y 中各个位都分别对应进行“异或”运算,上例中 $x \wedge y$ 的值为 2。

运算符“~”只要求一个运算量, $\sim y$ 表示 y 中各个位都分别进行取反运算,上例中 $\sim y$ 的值为 248。

$x >> 2$ 表示 x 中各个位都向右移动 2 位,左边空出来的位用 0 补足(假设 x 值是正值,因为在 C51 程序编写中一般没有负数参与运算),右边移出去的位自动丢失,上例中 $x >> 2$ 的值是 1。

$y << 1$ 表示 y 中各位都向左移 1 位,右边多出的空位用 0 补足,左边移出的位自动丢失,上例中 $y << 1$ 的值是 28。以上运算结果如图 0-1 所示。

$x=00000101$	$x=00000101$
$\& y=00000111$	$ y=00000111$
$x \& y=00000101$	$x y=00000111$
按位与运算	按位或运算
$x=00000101$	$y=00000111$
$\wedge y=00000111$	$\sim y=11111000$
$x \wedge y=00000010$	按位取反运算
按位异或运算	
$x=00000111$	$x=00000111$
$x >> 2=00000001$	$x << 2=00011100$
右移位运算	左移位运算

图 0-1 按位运算示意图

(三) C51 语句及流程控制

1. C51 语句

语句就是向 CPU 发出的操作指令。一条语句经过编译后生成若干条机器指令,C51 程序由数据定义和执行语句两部分组成。一条完整的语句必须以分号“;”结束。

例如:

```
int sum=0;
unsigned int cou=0;
sbit busy=P3^3;
```

以上前两条语句定义了数据变量,同时也赋以了初值,第 3 条语句定义了一个 busy 位变量对应于单片机 P3 端口第 4 脚(第 1 脚是 $P3^0$)。以上 3 条语句就是属于数据定义语句。