



国家示范性高等职业院校课程建设优秀成果

单片机应用技术实训

◎ 主 编 张宏伟 李新德
◎ 副主编 孙志强 王 远 张怀英
◎ 主 审 汪 洋

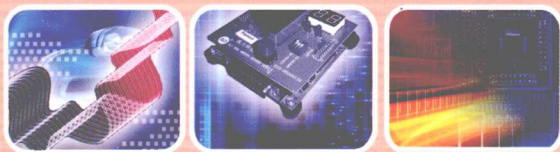
DANPIANJI YINGYONG JISHU SHIXUN

- 借鉴国外高职教材的先进教学模式
- 顺应现代职业教育制度的改革趋势
- 以能力为主、应用为本的职业导向内容体系
- 基于岗位技能，面向操作过程的编写思路
- 应用类课程与国家职业认证挂钩

项目编辑：王叶楠
策划编辑：张玉荣
执行编辑：陆世立 张旭莉
装帧设计：OOICA 原创任玮

DANPIANJI YINGYONG JISHU SHIXUN

单片机应用技术实训



免费电子教案下载地址
www.bitpress.com.cn



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

通信地址：北京市海淀区中关村南大街5号

邮政编码：100081

电话：(010)68944990 68944919

网址：www.bitpress.com.cn

ISBN 978-7-5640-3497-9



9 787564 034979 >

定价：21.00元

国家示范性高等职业院校课程建设优秀成果

单片机应用技术实训

主 编 张宏伟 李新德
副主编 孙志强 王 远 张怀英
主 审 汪 洋

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共安排 15 个工作任务：任务 1 单灯闪烁；任务 2 把程序写入单片机；任务 3 WAVE6000 的使用；任务 4 流水灯；任务 5 按键控制 LED 灯；任务 6 复杂花样彩灯；任务 7 计数器；任务 8 BCD 码相加；任务 9 键控双向流水灯；任务 10 按键改变速度的流水灯；任务 11 交通信号灯；任务 12 串行通信；任务 13 矩阵键盘与动态数码管显示；任务 14 简易电压表硬件知识；任务 15 简易数控电源，同时给出各任务相应的电路原理图和参考程序。

本书适应高职高专机电专业师生选用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术实训/张宏伟,李新德主编. —北京:北京理工大学出版社,2010.8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 3497 - 9

I. ①单… II. ①张… ②李… III. ①单片微型计算机 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 144914 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市文通印刷包装有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 10

字 数 / 184 千字

版 次 / 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑 / 张玉荣

印 数 / 1 ~ 4000 册

责任校对 / 张沁萍

定 价 / 21.00 元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

自 20 世纪 70 年代以来,单片机技术作为微型计算机技术的一个分支,在工业控制、仪器仪表、航空航天、家用电器等领域的应用越来越广泛,功能也越来越完善。单片机应用的意义不仅在于它的应用范围广泛,更重要的是它从根本上改变了传统的控制系统设计思想和方法,使用单片机通过软件来实现硬件电路的大部分功能,简化了硬件电路结构,并实现了智能化的控制。

本教材的编写思路是便于学生入门,不仅仅是一本实训指导书,同时也是一本单片机应用技术教材。在编写上以任务为驱动,通过实训任务的学习串联起单片机教学的主要内容,在实现工作任务的同时完成了理论教学与实践技能的培养。不追求理论的完整性,而是依据学生在工作中、在任务的完成中的认知规律,安排教学内容。随着逐个任务的完成,构建了单片机应用技术的理论与知识体系,充分体现了以具体工作过程为导向,以任务为驱动,在“做”中“学”的特点,具有鲜明的高职教材特色。

全书共安排了 15 个工作任务:任务 1 单灯闪烁;任务 2 把程序写入单片机;任务 3 WAVE6000 的使用;任务 4 流水灯;任务 5 按键控制 LED 灯;任务 6 复杂花样彩灯;任务 7 计数器;任务 8 BCD 码相加;任务 9 键控双向流水灯;任务 10 按键改变速度的流水灯;任务 11 交通信号灯;任务 12 串行通信;任务 13 矩阵键盘与动态数码管显示;任务 14 简易电压表硬件知识;任务 15 简易数控电源,同时给出各任务相应的电路原理图和参考程序。

本书由张宏伟,李新德任主编;由孙志强,王远,张怀英任副主编并参加编写;由汪洋统稿并主审。

由于编者水平有限,书中不足之处恳请使用本书读者批评指正。

编 者



目 录

任务1 单灯闪烁	(1)
硬件知识	(1)
软件知识	(6)
实训内容与步骤	(7)
拓展训练	(8)
任务2 把程序写入单片机	(9)
硬件知识	(9)
软件知识	(12)
实训内容与步骤	(16)
拓展训练	(17)
任务3 WAVE6000 的使用	(18)
硬件知识	(18)
软件知识	(22)
实训内容与步骤	(36)
拓展训练	(36)
任务4 流水灯	(37)
硬件知识	(37)
软件知识	(39)
实训内容与步骤	(41)
拓展训练	(43)
任务5 按键控制 LED 灯	(44)
硬件知识	(44)
软件知识	(47)
实训内容与步骤	(48)
拓展训练	(51)



任务6 复杂花样彩灯	(52)
硬件知识	(52)
软件知识	(52)
实训内容与步骤	(57)
拓展训练	(61)
任务7 计数器	(62)
硬件知识	(62)
软件知识	(63)
实训内容与步骤	(64)
拓展训练	(67)
任务8 BCD 码相加	(68)
软件知识	(68)
实训内容与步骤	(69)
拓展训练	(71)
任务9 键控双向流水灯	(72)
硬件知识	(72)
软件知识	(78)
实训内容与步骤	(79)
拓展训练	(82)
任务10 按键改变速度的流水灯	(83)
硬件知识	(83)
软件知识	(84)
实训内容与步骤	(85)
拓展训练	(86)
任务11 交通信号灯	(87)
硬件知识	(87)
软件知识	(92)
实训内容与步骤	(93)
拓展训练	(100)
任务12 串行通信	(101)

硬件知识	(101)
软件知识	(109)
实训内容与步骤	(110)
拓展训练	(113)
任务 13 矩阵键盘与动态数码管显示	(114)
硬件知识	(114)
软件知识	(114)
实训内容与步骤	(120)
拓展训练	(123)
任务 14 简易电压表	(124)
硬件知识	(124)
实训内容与步骤	(129)
拓展训练	(130)
任务 15 简易数控电源	(131)
硬件知识	(131)
软件知识	(135)
实训内容与步骤	(136)
拓展训练	(137)
附录 A MCS-51 指令表	(138)
附录 B MCS-51 指令代码 (操作码) 速查表	(144)
附录 C 按字母顺序的 MCS-51 指令表	(146)

单灯闪烁

本任务以一个会闪光的灯来介绍最简单的单片机电路，通过本任务的练习，读者可以了解一个最简单的单片机应用电路的组成。

◎ 任务目的

- (1) 了解单片机最小系统。
- (2) 了解 I/O 端口的输出功能。
- (3) 了解汇编语言与机器语言。

◎ 任务描述

- (1) 组装单片机实验板。
- (2) 控制 1 个发光二极管 (LED) 闪光。

硬件知识

1. 硬件电路原理图

本书中全部实训都是使用同一块实验板，其电路原理图如图 1-1 所示。

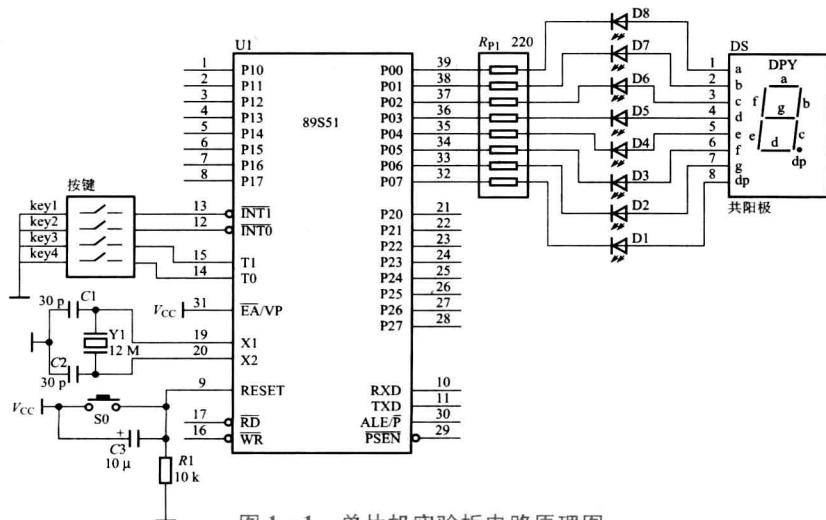


图 1-1 单片机实验板电路原理图



2. MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司开发的非常成功的产品，具有性能价格比高、稳定、可靠、高效等特点。自从开放技术以来，不断有其他公司生产各种与 MCS-51 兼容或者具有 MCS-51 内核的单片机。MCS-51 已成为当今 8 位单片机中具有事实上的“标准”意味的单片机，应用很广泛。

MCS-51 系列单片机采用模块化设计，各种型号的单片机都是在 8051（基本型）的基础上通过增、减部件的方式获得的。有 8031、8751、8052、8752 等品种。

3. 89S51 单片机

AT89S51 是美国 ATMEL 公司生产的低功耗、高性能 CMOS 8 位单片机，兼容标准 8051 单片机的指令系统与引脚，它内部集成的 Flash 程序存储器既可在线编程（ISP）也可以用传统方法编程，使用灵活方便。

89S51 有多种封装形式，本教材中均以 40 引脚的 PDIP（塑料双列直插）封装为例来介绍 89S51 的使用方法。其外观如图 1-2 所示。

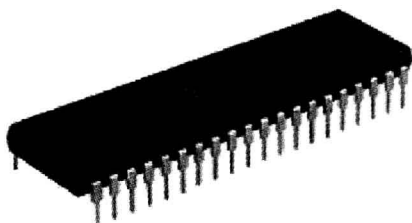


图 1-2 AT89S51

4. 89S51 的引脚功能

PDIP40 封装的引脚排列如图 1-3 所示。其引脚功能如下：

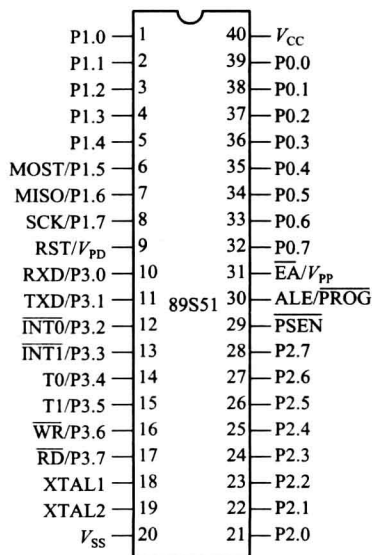


图 1-3 89S51 40 引脚配置图

(1) 电源及时钟引脚。

① V_{cc}：接 5 V 电源。

② V_{ss}：接地。

③ XTAL1：外接晶振输入端（采用外部时钟时，此引脚接地）。

④ XTAL2：外接晶振输入端（采用外部时钟时，此引脚接外部时钟信号）。

(2) 并行 I/O 接口引脚。

共 32 个，分成 4 个 8 位并行口：

① P0.0 ~ P0.7：通用 I/O 口引脚或数据/地址总线低 8 位引脚。

② P1.0 ~ P1.7：通用 I/O 口引脚（P1.5 ~ P1.7 用于在线编程）。

③ P2.0 ~ P2.7：通用 I/O 口引脚或地址总线高 8 位引脚。

④ P3.0 ~ P3.7：通用 I/O 口引脚或第二功

能引脚。

(3) 控制信号引脚。

- ① RST/ V_{pd} : 复位信号引脚/在 V_{cc} 掉电情况下, 接备用电源。
- ② ALE/PROG: 地址锁存信号引脚/编程脉冲输入引脚。
- ③ $\overline{EA}/V_{pp}$: 内外程序存储器选择信号引脚/编程电压输入引脚。
- ④ PSEN: 外部程序存储器选通信号输入引脚。

在本任务中我们只用到 V_{CC} 、 V_{SS} 、XTAL1、XTAL2、P0 口中的 P0.0、RST、 $\overline{EA}$, 这 8 根引脚需要弄清楚, 别的引脚在以后的学习中慢慢掌握。

5. 89S51 的时钟电路

单片机是时序逻辑电路, 因此工作时需要一个时钟脉冲。单片机的时钟信号通常有两种方式产生: 一是内部时钟方式, 即使用晶振由内部电路产生时钟脉冲, 见图 1-4 (a); 二是外部外部时钟方式, 即使用外部电路向 89S51 提供时钟脉冲, 见图 1-4 (b)。本课程使用的实验板采用内部时钟方式。

在图 1-4 中的石英晶体可以使用陶瓷谐振器, 但是会造成时钟频率精度和稳定性下降。在使用石英晶体时, 电容 $C1$ 、 $C2$ 的取值为 (30 ± 10) pF, 在使用陶瓷谐振器时, 电容 $C1$ 、 $C2$ 的取值为 (40 ± 10) pF。

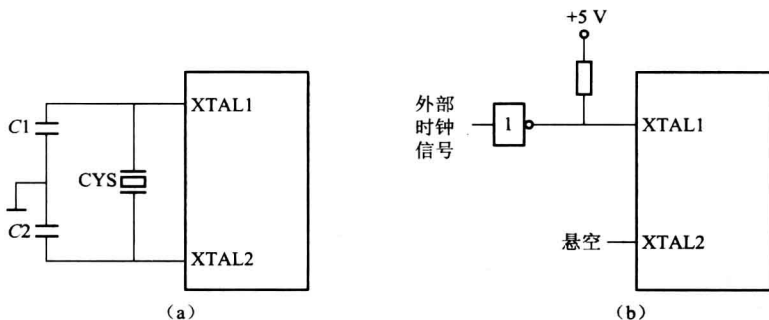


图 1-4 AT89S51 的时钟电路
(a) 内部时钟方式; (b) 外部时钟方式

6. 关于时序的几个概念

(1) 振荡周期: 为单片机提供定时信号的振荡源的周期 (晶振周期或外接振荡源周期)。

(2) 机器周期: 12 个振荡周期称为 1 个机器周期, 机器周期是单片机完成一次完整的、基本的操作所需要的时间。

(3) 指令周期: 执行一条指令所需要的时间, 指令周期往往有一个或一个以上的机器周期组成。指令周期的长短与指令所执行的操作有关。MCS-51 系列单片机的指令周期为 1、2 或者 4 个机器周期。

例如: 外接 12 MHz 晶振时, MCS-51 单片机的 4 个时间周期的具体值为:



振荡周期 = $1/12 \mu\text{s}$;

机器周期 = $1 \mu\text{s}$;

指令周期 = 1、2、4 μs ;

7. 89S51 的复位电路

复位就是使单片机内部各个部件都处于某一个明确的初始状态，并从这个状态开始工作。单片机在开机时或在工作中因干扰而使程序失控或工作中程序处于某种死循环状态等情况下都需要复位。

复位信号由 RESET (RST) 引脚输入，高电平有效，在振荡器工作时，只要保持 RST 引脚高电平两个机器周期，单片机即复位，把内部特殊功能寄存器设为规定值，见表 1-1。

在具体的应用中，复位电路有两者基本形式：一种是上电复位，另一种是按键与上电复位，电路如图 1-5 所示。

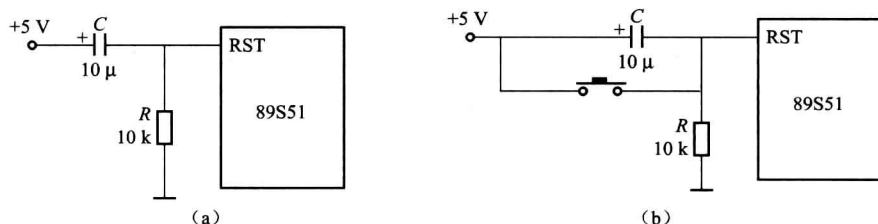


图 1-5 复位电路

(a) 上电复位电路；(b) 按键与上电复位

单片机复位时，单片机内部的程序计数器 PC 的内容为 0000H，由于程序计数器 PC 里存放的是单片机将要执行的下一条指令的地址，所以单片机程序的第一条指令要放在程序存储器的 0000H 单元中。复位信号结束以后，CPU 从程序存储器 0000H 单元处开始执行程序。

表 1-1 89S51 寄存器初值

寄存器	初值	寄存器	初值	寄存器	初值
PC	0000H	IP	xx000000B	TH0	00H
A	00H	IE	0x000000B	TLO	00H
B	00H	TMOD	00H	SBUF	xxxxxxx
PSW	00H	TCON	00H	PCON	0xxx0000
SP	07H	SCON	00H	AUXR	xxxxxxx0
DPTR	0000H	TH0	00H	AUXR1	xxxx00x0
P0 ~ P3	0FFH	TLO	00H	WDRET	xxxxxxx
注：x 表示原值不变					

表中的这些寄存器我们将逐步去学习掌握，同学们目前不懂也没有关系。

8. 89S51 的 I/O 口

89S51 有 4 个并行 I/O 口，所谓 I/O 口，意思是输入/输出端口。同一根端口引线，即可以做输入端，也可以做输出端。89S51 的这 4 个 I/O 口分别称为 P0、P1、P2、P3，每个都是 8 位 I/O 口，即由 8 根 I/O 口线组成。如 P0 由 P0.0、P0.1、P0.2、P0.3、P0.4、P0.5、P0.6、P0.7 这 8 位组成。4 个 I/O 口各自有自己的特点，任务四中另有介绍，本任务中同学们只需要掌握以下几点：

(1) 每个 I/O 口都对应一个 8 位锁存器，锁存器的名称也是 P0 ~ P3，由锁存器的内容控制 I/O 口状态。例如：锁存器 P1 的 3 位——P1.3 为 0，那么对应的 P1.3 引脚就输出低电平；如果锁存器 P1.3 为 1，那么对应的 P1.3 引脚就输出高电平。

(2) P1 ~ P3 口内部有上拉电阻接电源，因此可以输出高、低电平，P0 口在做通用 I/O 口时是 OC 输出，在输出高电平时，输出端是悬空的，需要外接上拉电阻才能输出高电平。在驱动 TTL 或者 CMOS 器件时，必须外接上拉电阻，即通过一个电阻接电源。

(3) 在端口做输入时，必须向端口写“1”，即向对应的锁存器写“1”。

(4) 从表 1-1 可以知道复位时，P0 ~ P3 的内容为 0FFH，即所有外部端口状态都为“1”。

(5) I/O 口的驱动能力。

① 89S51 直接驱动负载时每个端口可驱动的最大灌电流负载 (I_{OL}) 为 10 mA；每组端口 8 个引脚的总灌电流负载驱动能力为 P0 口 26 mA，P1 ~ P3 口每组 15 mA；4 组 (P0、P1、P2、P3) 端口，32 个引脚的总灌电流负载驱动能力为 71 mA。

② 89S51 驱动其他器件时，P0 口可驱动 8 个 LSTTL 负载，其他端口可驱动 4 个 LSTTL 负载。

9. LED 灯硬件电路

图 1-1 是一个完整的应用电路，已经接好了电源、地、晶振电路、复位电路、按键（本任务暂时不用）、LED 灯（本任务只用一个）、LED 数码管（本任务暂时不用）。特别需要说明的是：31 脚 EA 接电源，这是因为在实验中只使用了 89S51 片内的程序存储器。

由图 1-1 中电路原理图可以看到，LED 灯、LED 数码管与限流电阻串联后接 P0 口，当 P0 口输出低电平时，电路中有电流通过，LED 灯与数码管字段同时发光；当 P0 口输出高电平时，LED 灯与数码管字段同时熄灭。在本任务中，我们只控制 1 个 LED，只需要控制 P0.0 的状态就可以控制它所连接的 LED 的亮灭。

由于 P0 口最大灌电流为 8 个口 26 mA，平均每个引脚为 3.2 mA，在 8 个



LED 同时点亮时, 电路中电流不能超过这个数值, 否则 89S51 有损坏的危险。LED 中通过的电流为:

$$I = \frac{V_{CC} - 2U_{LED} - U_{OL}}{R} = \frac{5 - 2 \times 1.8 - 0}{510} = 2.75 \text{ mA}$$

一般情况下, LED 的工作电流为 5 ~ 10 mA, 由于 89S51 端口驱动能力较小, 为了简化硬件电路, 采用了较小的电流值。实践证明, 虽然亮度较低, 但是在室内可以看清楚。如果想加大 LED 工作电流, 必须外加驱动电路。

软件知识

1. 相关的指令和伪指令

相关的指令和伪指令见表 1-2 所示。

表 1-2 相关指令

功能	指令	举 例	
		指令	功 能
按位取反	CPL bit	CPL P0.0	P0.0 取反, 执行这条指令前如果 P0.0 为 0, 执行后变为 1, 如果执行前为 1, 执行后变为 0
无条件短转移	SJMP 标号	SJMP L1	程序执行到这一条指令, 然后转向标号为 L1 的那一行
定位伪指令	ORG addr16	ORG 0000H	定位伪指令, 指定下一条指令的地址, 第一条指令必须放在 0000H
结束伪指令	END		整个汇编程序结束

2. 实训的程序清单

单片机必须写入程序, 只有执行不同的程序单片机才能完成不同的功能。本任务的程序清单如下:

```

                ORG 0000H                ; 定位伪指令, 指定下一条指令的地址
L1:             CPL  P0.0                ; P0.0 取反
                MOV  R7, #0FFH
L2:             MOV  R6, #0FFH
L3:             NOP
                DJNZ R6, L3
                DJNZ R7, L2

```

SJMP L1 ; 转移至 L1, 循环执行程序
END ; 结束

以上的程序是汇编语言的源程序, 必须把它变成机器语言, 再写入单片机的程序存储器中才能被单片机执行, 至于这一过程是如何完成的, 将在任务二中介绍。

表 1-3 中列出了这段汇编语言源程序转换成机器语言后, 存储在单片机程序存储器中的结果, 有所了解就可以了, 不需要同学们掌握。本教材以后也不再介绍机器语言。

表 1-3 汇编语言源程序转换成机器语言

程序存储器地址	机器语言程序	汇编语言程序
—	—	ORG 0000H
0000H	B2 80	L1: CPL P0.0
0002H	7E FF	MOV R7,#0FFH
0004H	7F FF	L2: MOV R6,#0FFH
0006H	00	L3: NOP
0007H	DF FD	DJNZ R6, L3
0009H	DE F9	DJNZ R7, L2
000BH	80 F3	SJMP L1
—	—	END

在表 1-4 中可以看到, 第一条和最后一条指令, 没有对应的机器代码。这是因为 ORG 和 END 是两条伪指令, 只是用来传递一些关于汇编语言的信息, 没有对应的对应的实际操作, 也就没有对应的机器代码。ORG 是定位伪指令, 指定下一条指令的地址; END 是结束伪指令, 指示整个汇编程序结束。

实训内容与步骤

- (1) 按照电路原理图安装、焊接实验板。
- (2) 检查无误, 把事先已经存储了程序的 89S51 安装到 IC 插座中, 上电运行, 观察运行结果。
- (3) 按下复位按键, 观察结果, 并分析原因。
- (4) 分析是哪一条指令使 LED 闪光的。



拓展训练

如果使别的 LED 闪光，应如何修改程序。