本教材第4版荣获首届全国教材建设奖 全国优秀教材特等奖

“十四五”职业教育国家规划教材

“十三五”职业教育国家规划教材

国家在线精品课程配套教材

高等院校“互联网+”系列精品教材

单片机应用技术

（经典项目化案例式新形态活页教材）

第5版

◎ 王静霞　主编　◎ 杨宏丽　刘　俐　副主编

★ 适用于应用型本科和高职高专院校等









- ✓ 本书已累计印刷70多万册
- ✓ 真正的项目化教学经典教材
- ✓ 经过5次修订内容更加科学合理
- ✓ 由国家资源库项目负责人主编
- ✓ 提供大量的立体化多媒体资源

今日努力，将成就明日梦想、加油！

扫一扫 书中二维码 提供更多教学资源

中国工信出版集团　電子工業出版社 PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY http://www.phei.com.cn

内 容 简 介

本书在前 4 版得到全国广大院校教师与学生的欢迎和使用基础上，结合行业新技术发展和新课程改革成果，在认真听取广大师生及职教专家的意见和建议后，在保留前一版教材主体内容与特色的前提下，对其内容进行了优化、补充和调整。主要内容包括：单片机操作环境、单片机硬件系统、单片机并行 I/O 端口、显示和键盘接口技术、定时与中断系统、串行通信技术、A/D 与 D/A 转换接口以及单片机应用系统设计等。本书注重职业技能训练，采用项目任务引导教学，内容贴近电子行业的工作岗位技能要求，同时介绍许多有关单片机应用的小经验、小技巧、小资料等知识，具有很强的实用性、可操作性和趣味性。本书的内容安排科学、实用、合理，非常方便开展高效率的线上与线下教学。

本书为应用型本科和高职高专院校电子信息类、通信类、自动化类、机电类、机械制造类等专业单片机技术课程的教材，也可作为开放大学、成人教育、自学考试、中职学校和培训班的教材，以及电子工程技术人员的参考工具书。

本书配有微课视频、电子教学课件、习题参考答案、C 语言源程序等资源，详见前言。

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

单片机应用技术：经典项目化案例式新形态活页教材/王静霞主编. —5 版 .—北京：电子工业出版社，2023.8（2026. 7重印）
高等院校“互联网+”系列精品教材
ISBN 978-7-121-46745-5

Ⅰ.①单… Ⅱ.①王… Ⅲ.①单片微型计算机-高等学校-教材 Ⅳ.①TP368.1

中国国家版本馆 CIP 数据核字（2023）第 225755 号

责任编辑：陈健德（E-mail：chenjd@ phei. com. cn）
印　　刷：三河市良远印务有限公司
装　　订：三河市良远印务有限公司
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：787×1 092　1/16　印张：19.5　字数：499.2 千字
版　　次：2009 年 5 月第 1 版
　　2023 年 8 月第 5 版
印　　次：2026 年 7 月第 11 次印刷
定　　价：66.00 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）88254888，88258888。

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

本书咨询联系方式：chenjd@ phei. com. cn。

目 录



精彩一刻，扫一扫开始学生设计作品欣赏

项目 1　熟悉单片机操作环境 …… (1)
教学导航 …… (1)
任务 1- 1　Keil C51 软件的使用 …… (2)
1.1　认识单片机 …… (11)
1.1.1　什么是单片机 …… (11)
1.1.2　单片机内部结构 …… (13)
任务 1- 2　一个 LED 发光二极管的闪烁控制 …… (14)
1.2　学习单片机的准备 …… (18)
1.2.1　单片机开发流程与工具 …… (18)
1.2.2　单片机的仿真学习与 ISP 下载实验板 …… (19)
知识梳理与总结 …… (20)
思考与练习题 1 …… (21)

项目 2　学习单片机硬件系统 …… (22)
教学导航 …… (22)
任务 2- 1　单片机控制蜂鸣器发声 …… (23)
2.1　8051 的信号引脚 …… (25)
2.2　单片机最小系统电路 …… (27)
2.2.1　单片机时钟电路 …… (27)
2.2.2　单片机复位电路 …… (28)
2.3　51 单片机的存储器结构 …… (29)
2.3.1　片内数据存储器 …… (29)
2.3.2　片外数据存储器 …… (33)
2.3.3　程序存储器 …… (34)
任务 2- 2　模拟汽车左右转向灯控制 … (35)
2.4　单片机并行 I/O 端口 …… (37)
2.4.1　并行 I/O 端口电路结构 …… (37)
2.4.2　作为输入端口使用 …… (38)
2.4.3　作为输出端口使用 …… (39)
2.4.4　I/O 端口的第二功能 …… (39)
任务 2- 3　仿真调试发光二极管闪烁控制系统 …… (39)
知识梳理与总结 …… (46)
思考与练习题 2 …… (46)

项目 3　单片机并行 I/O 端口的应用 … (48)
教学导航 …… (48)
任务 3- 1　流水灯设计 …… (49)
3.1　认识 C 语言 …… (51)
3.1.1　第一个 C 语言程序 …… (51)
3.1.2　C 语言的基本结构 …… (53)
3.1.3　C 语言的特点 …… (54)
任务 3- 2　按键控制多种花样霓虹灯设计 …… (55)
3.2　C 语言的基本语句 …… (59)
3.2.1　表达式语句和复合语句 …… (60)
3.2.2　选择语句 …… (61)
3.2.3　循环语句 …… (65)
任务 3- 3　声光报警器设计 …… (71)
3.3　C 语言数据与运算 …… (76)
3.3.1　数据类型 …… (77)
3.3.2　常量和变量 …… (80)
3.3.3　运算符和表达式 …… (84)
任务 3- 4　基于 PWM 的可调光台灯设计 …… (89)
3.4　C 语言的函数 …… (97)
3.4.1　函数的分类和定义 …… (97)
3.4.2　函数调用 …… (99)
知识梳理与总结 …… (100)
思考与练习题 3 …… (100)

项目 4　显示和键盘接口技术应用 … (103)
教学导航 …… (103)
任务 4- 1　8 路抢答器设计 …… (104)
4.1　认识 LED 数码管 …… (108)
4.1.1　LED 数码管的结构 …… (108)
4.1.2　LED 数码管静态显示 …… (110)
4.2　数组的概念 …… (111)
4.2.1　一维数组 …… (111)
4.2.2　二维数组 …… (114)
4.2.3　字符数组 …… (114)
任务 4- 2　小型 LED 数码管字符显示屏控制 …… (115)
4.3　LED 数码管动态显示 …… (119)
任务 4- 3　LED 点阵式电子广告牌控制 …… (120)
4.4　LED 大屏幕显示器及接口 …… (125)

4.4.1 LED 大屏幕显示器的结构及原理 …… (125)
4.4.2 LED 大屏幕显示器接口 … (127)
任务 4-4 字符型 LCD 液晶显示广告牌控制 …… (129)
4.5 字符型 LCD 液晶显示及接口 …… (134)
4.5.1 LCD 液晶显示器的功能与特点 …… (134)
4.5.2 字符型 LCD 液晶显示器与单片机的接口 …… (135)
4.5.3 字符型 LCD 液晶显示器的应用 …… (135)
任务 4-5 密码锁设计 …… (140)
4.6 单片机与矩阵键盘接口 …… (146)
4.6.1 矩阵式键盘结构 …… (146)
4.6.2 矩阵式键盘按键的识别 … (147)
知识梳理与总结 …… (149)
思考与练习题 4 …… (149)

项目 5 定时与中断系统设计 …… (152)
教学导航 …… (152)
任务 5-1 简易秒表设计 …… (153)
5.1 定时/计数器 …… (158)
5.1.1 定时/计数器的结构 …… (158)
5.1.2 定时/计数器的工作方式 … (162)
5.2 中断系统 …… (165)
5.2.1 什么是中断 …… (165)
5.2.2 51 单片机中断系统的结构 …… (166)
5.2.3 中断有关寄存器 …… (167)
5.2.4 中断处理过程 …… (170)
任务 5-2 模拟交通灯控制系统设计 …… (172)
知识梳理与总结 …… (178)
思考与练习题 5 …… (178)

项目 6 串行通信技术应用 …… (181)
教学导航 …… (181)
任务 6-1 银行动态密码获取系统设计 …… (182)
6.1 串行通信基础 …… (187)
6.1.1 串行通信与并行通信 …… (187)
6.1.2 单工通信与双工通信 …… (187)
6.1.3 异步通信与同步通信 …… (188)
6.2 51 单片机的串行接口 …… (190)
6.2.1 串行口结构 …… (190)
6.2.2 设置工作方式 …… (191)
6.2.3 设置波特率 …… (193)
6.3 51 单片机串行口工作过程 …… (195)
6.3.1 查询方式串行通信程序设计 …… (195)
6.3.2 中断方式串行通信程序设计 …… (196)
任务 6-2 移动终端数据上传系统设计 …… (197)
6.4 串行通信协议 …… (202)
6.4.1 常用串行通信协议 …… (202)
6.4.2 EIA 串行通信标准 …… (204)
任务 6-3 串口控制数码管显示系统设计 …… (205)
6.5 串行口的 I/O 端口扩展 …… (207)
6.5.1 采用串行口扩展并行输入口 …… (207)
6.5.2 采用串行口扩展并行输出口 …… (208)
知识梳理与总结 …… (209)
思考与练习题 6 …… (209)

项目 7 A/D 与 D/A 转换接口设计 …… (211)
教学导航 …… (211)
任务 7-1 简易数字电压表设计 …… (212)
7.1 模拟信号与数字信号 …… (218)
7.2 单片机内部 ADC 及其应用 …… (219)
任务 7-2 基于 A/D 和 D/A 转换芯片的可调光台灯设计 …… (223)
7.3 I^2C 总线 A/D 与 D/A 转换器 PCF8591 …… (227)
7.3.1 PCF8591 的功能 …… (228)
7.3.2 PCF8591 的 I^2C 总线连接与通信 …… (229)
7.3.3 PCF8591 的 D/A 转换及程序设计 …… (231)
7.3.4 PCF8591 的 A/D 转换及程序设计 …… (233)
知识梳理与总结 …… (234)

思考与练习题 7 …… (234)

项目 8　单片机应用系统综合设计 …… (235)

教学导航 …… (235)

任务 8-1　数字钟的设计与制作 …… (236)

8-1-1　任务目的 …… (236)

8-1-2　任务要求 …… (236)

8-1-3　系统方案选择 …… (236)

8-1-4　系统硬件设计 …… (238)

8-1-5　系统软件设计 …… (238)

8-1-6　系统调试与脱机运行 … (245)

8-1-7　举一反三 …… (247)

8-1-8　任务小结 …… (247)

任务 8-2　图形液晶显示系统设计 …… (247)

8-2-1　目的与要求 …… (247)

8-2-2　系统方案选择 …… (247)

8-2-3　系统硬件设计 …… (251)

8-2-4　系统软件设计 …… (251)

8-2-5　举一反三 …… (256)

8-2-6　任务小结 …… (258)

任务 8-3　单片机温度检测记录系统设计 …… (258)

8-3-1　任务目的 …… (258)

8-3-2　任务要求 …… (258)

8-3-3　系统方案选择 …… (259)

8-3-4　系统硬件设计 …… (259)

8-3-5　系统软件整体设计 …… (262)

8-3-6　模块程序设计 …… (263)

8-3-7　系统调试与脱机运行 … (284)

8-3-8　系统功能扩展 …… (284)

8-3-9　举一反三 …… (284)

8-3-10　任务小结 …… (284)

任务 8-4　家居照明蓝牙控制系统的设计 …… (284)

8-4-1　目的与要求 …… (284)

8-4-2　电路设计 …… (285)

8-4-3　程序设计 …… (286)

8-4-4　蓝牙 APP 设置及系统运行调试 …… (287)

8-4-5　AT 指令测试 …… (288)

8-4-6　举一反三 …… (290)

8-4-7　任务小结 …… (290)

任务 8-5　WIFI 遥控小车设计 …… (291)

8-5-1　目的与要求 …… (291)

8-5-2　电路设计 …… (291)

8-5-3　程序设计 …… (291)

8-5-4　WIFI 模块 APP 设置及系统运行调试 …… (295)

8-5-5　WIFI 模块 AT 指令设置 …… (296)

8-5-6　举一反三 …… (297)

8-5-7　任务小结 …… (297)

知识梳理与总结 …… (297)

附录 A　课程设计的步骤 …… (298)

附录 B　常用的 C51 标准库函数 …… (300)

参考文献 …… (303)

组，包含 10 个字符元素。

字符数组的初始化赋值是直接将各字符赋给数组中的各个元素。例如：

```
char ch[10]={'c','h','i','n','e','s','e','\0'};
```

以上定义说明了一个包含 10 个数组元素的字符数组 ch，并且将 8 个字符分别赋值到 ch[0]~ch[7]，而 ch[8]和 ch[9]系统将自动赋予空格字符。

当对全体数组元素赋初值时也可以省去长度说明，例如：

```
char ch[ ]={'c','h','i','n','e','s','e','\0'};
```

这时 ch 数组的长度自动定义为 8。

通常用字符数组来存放一个字符串，字符串总是以'\0'来作为串的结束符。因此，当把一个字符串存入一个数组时，也要把结束符'\0'存入数组，并以此作为字符串的结束标志。

扫一扫看字符组合成串微视频：字符数组

C 语言允许用字符串的方式对数组做初始化赋值，例如：

```
char ch[]={'c','h','i','n','e','s','e','\0'};
```

扫一扫看字符和字符串演示文稿

可写为：

```
char ch[]={"chinese"};
```

或去掉 {}，写为：

```
char ch[]="chinese";
```

扫一扫看字符和字符串教学视频

一个字符串可以用一维数组来装入，但数组的元素数目一定要比字符多一个，即字符串结束符'\0'，由 C 编译器自动加上。

字符串数组的应用参见任务 4-4 中的程序 ex4_4_1.c。

任务 4-2　小型 LED 数码管字符显示屏控制

扫一扫看教学课件：小型LED数码管字符显示屏控制

1. 目的和要求

利用单片机控制 6 个共阳极数码管，采用动态显示方式稳定显示小王的生日 1990 年 12 月 25 日，显示效果为“901225”，让读者理解 LED 数码管动态显示程序的设计方法。

2. 电路设计

采用静态显示方式控制 6 个数码管，则需要单片机提供 6 组 8 位并行 I/O 端口，必须对单片机并行 I/O 端口进行扩展，这将大大增加硬件电路的复杂性及成本。本任务采用动态显示方式控制 6 个共阳极数码管，电路连接方式如图 4.6 所示。将各位共阳极数码管相应的段选控制端并联在一起，仅用一个 P1 口控制，用八同相三态缓冲器/线驱动器 74LS245 驱动。将各位数码管的公共端也称为“位选端”，由 P2 口控制，用六反相驱动器 74LS04 驱动。

3. 源程序设计

动态显示方式就是按位顺序地轮流点亮各位数码管，即在某一时段，只让其中一位数码管的“位选端”有效，并送出相应的字型显示编码。例如，首先让左边第一个数码管显示字符 9，单片机的 P2 口送出位选码，即语句“P2=0xfe;”，经反相驱动后，控制 P2.0 连接的数码管位选端为高电平，点亮该数码管，同时单片机的 P1 口送出“9”的字型编码，即



语句“P1=0x90;”，数码管显示字符 9。然后，采用同样的方法编程，依次顺序显示第 2 到第 6 个数码管。表 4.3 列出了 6 个显示字符在 P2、P1 口依次输出的数据。

扫一扫看轮流坐庄显示微视频：动态显示的基本原理

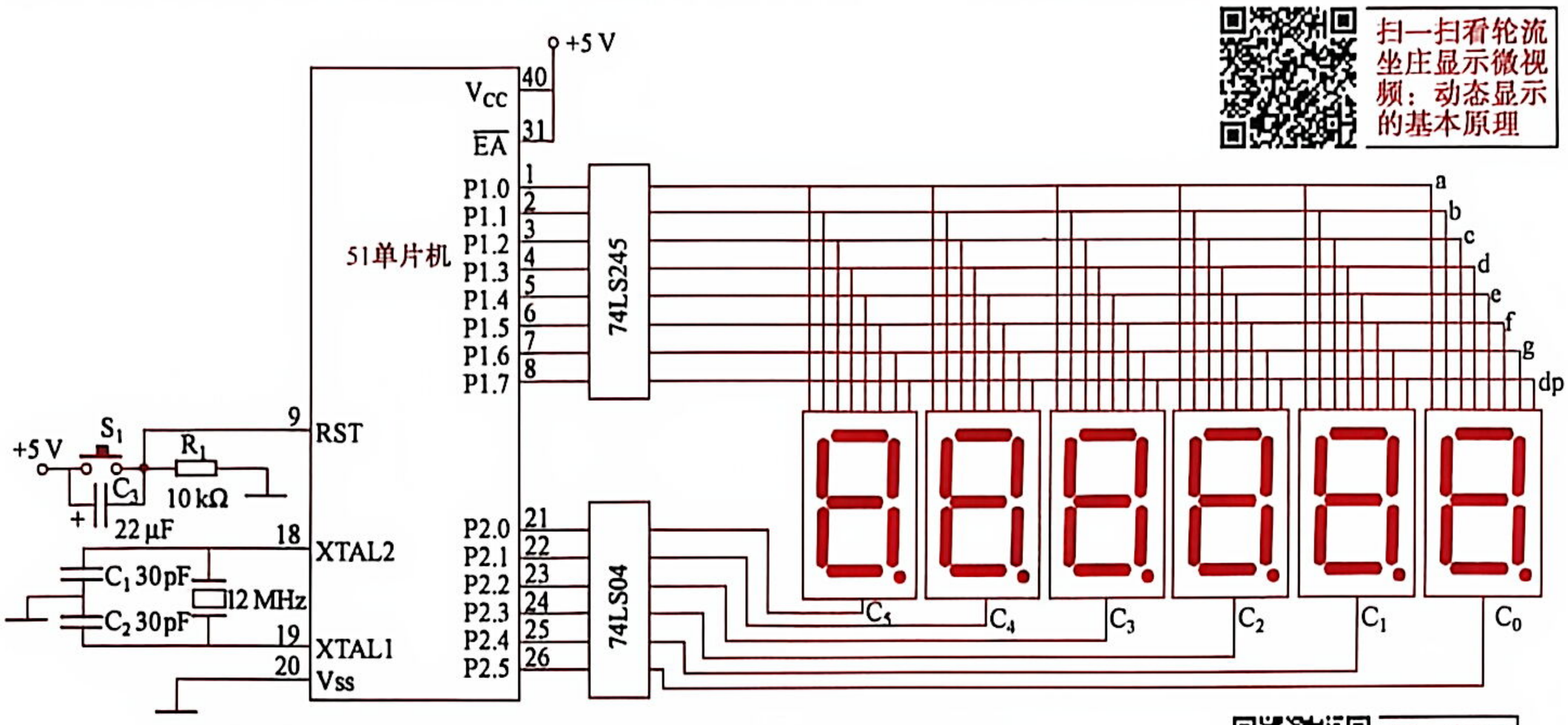


图 4.6　6 位数码管动态显示电路

扫一扫下载该任务的仿真实验文件

表 4.3　901225 字符在 P2、P1 口依次输出的数据

显示字符	9	0	1	2	2	5
P2（位选码）	11111110B	11111101B	11111011B	11110111B	11101111B	11011111B
P1（字型码或段选码）	0x90	0xc0	0xf9	0xa4	0xa4	0x92

小提示　了解了数码管的动态显示过程，可以采用顺序程序结构实现该显示程序。主要程序段如下：

```
while (1) {
  P1=0xff;          //关显示，共阳极数码管 0xff 熄灭
  P2=0xfe;          //送位码，选中 P2.0 连接的数码管
  P1=0x90;          //送 9 的字型码
  delay(200);       //延时
  …
  P1=0xff;          //关显示
  P2=0xdf;          //送位码，选中 P2.5 连接的数码管
  P1=0x92;          //送5的字型码
  delay(200);       //延时
  }
```

由表 4.3 可以看出，位选码有一定的变化规律，依次左移一位，字型码没有规律，为此定义一个一维数组来存储这 6 个字符的字型码。6 位数码管动态显示生日“901225”的程序如下。

```
//程序：ex4_2_1.c
//功能：6 位数码管动态显示生日“901225”
#include<regx51.h>          //包含头文件 regx51.h，定义 51 单片机的专用寄存器
```

```
#include<intrins.h>                    //包含头文件 intrins.h，使用了内部函数_crol_（）
void delay（unsigned int i）；         //延时函数声明
void main（）                          //主函数
{
    unsigned char led[]={0x90,0xc0,0xf9,0xa4,0xa4,0x92};
                                       //设置数字901225共阳极字型码
    unsigned char i,w;
    while（1）
    {
        w=0xfe;                        //位选码初值为0xfe
        for（i=0;i<6;i++）
        {
            P1=0xff;                   //关显示，共阳极数码管 0xff 熄灭
            P2=w;                      //位选码送位选端 P2口
            w=_crol_（w,1）；          //位选码左移一位，选中下一位 LED
            P1=led[i];                 //显示字型码送 P1口
            delay（100）；             //延时
        }
    }
}
void delay（unsigned int i）           //延时函数参见任务1-2的 ex1_2_1.c 程序
```

扫一扫该代码阅读程序

小问答

问：在 LED 数码管动态显示程序中，如果把延时函数的实际参数 100 修改为 10 000，LED 数码管显示会有什么变化？为什么？

答：6 个数码管上轮流显示“901225”，不能同时稳定显示。

由于人的眼睛存在“视觉驻留效应”，必须保证每位数码管显示间断的时间间隔小于眼睛的驻留时间，才可以给人一种稳定显示的视觉效果。如果延时时间太长，每位数码管闪动频率太慢，就不能产生稳定显示效果。

问：如果去掉关显示语句“P1=0xff;”显示效果会有什么影响？

答：会有拖影现象，影响显示效果。如果在字符交替显示时，不关掉显示的话，会将上一个字符显示在下一个字符位置上很短的时间，形成拖影，导致显示效果不美观。

4. 任务小结

本任务采用单片机并行 I/O 端口 P1 口、P2 口控制 6 个共阳极数码管显示，进一步训练应用单片机并行 I/O 端口的能力，熟练掌握数码管动态显示接口技术以及使用数组和循环程序结构进行程序设计与调试的能力。

5. 举一反三

（1）采用 6 个数码管以多屏方式交替显示小王的生日“901225”和学号“125315”。

实现分屏交替显示不同字符信息的参考程序如下。

欢迎登录 免费 获取本书教学资源
http://www.hxedu.com.cn

优质课程 智慧教学 尽在华信SPOC
http://www.hxspoc.cn

高等院校“互联网+”系列精品教材

教材名称	适合专业	教材名称	适合专业
模拟电子技术	应用电子 电子信息工程 电子测量仪器 电子工艺管理 微电子技术 光电子技术 无线电技术 通信技术 信息安全	单片机应用技能项目化教程	应用电子 电子信息工程 电子测量仪器 电子工艺管理 微电子技术 光电子技术 无线电技术 通信技术 信息安全
模拟电子技术与应用		项目化单片机技术综合实训（第2版）	
模拟电子技术及应用项目化教程		微控制器的应用	
数字电子技术及应用		微控制器的选择与应用	
数字电子技术项目化教程		CPLD/FPGA技术应用	
电子电路分析制作与调试（第2版）		FPGA/CPLD应用技术(Verilog语言版)	
电子技术基础仿真与实训		LED应用技术	
电子技术及技能训练（第2版）		LED封装与检测技术	
高频电子线路		集成电路制造工艺	
通信电子技术		集成电路版图设计项目式教程	
射频技术（第2版）		光电图像处理	
数字通信技术与应用		电子产品设计	
NGN软交换系统		电子产品设计制作项目式教程	
电子产品工艺实训		电子产品原理分析与故障检修	
电工技术及技能训练（第2版）		电子产品维修技术	
电工基础与技能训练		维修电工实用技术	
基本电路分析		新维修电工技术	
电路分析基础		液晶电视技术	
电路与电子技术		实用电源设计与制作	
实用电路分析与测试		电子测量与仪器应用	
电工电子技术（第3版）		电子测量技术	
电工电子技术基础与技能训练		电子CAD绘图与制版项目教程	
ARM嵌入式系统基础与项目开发技术		电子产品印制电路板设计与制作	
嵌入式系统应用		电子线路CAD设计	
单片机与嵌入式技术应用		工程制图与AutoCAD	
单片机应用技术（经典项目化案例式新形态活页教材）第5版		电气制图技能训练	
基于网络化教学的项目化单片机应用技术		AutoCAD 2009典型实例设计	
C51单片机应用设计与技能训练		综合布线系统施工（第2版）	
学练一本通：51单片机应用技术		电子商务网站开发实务	
项目式51单片机技术实践教程（C语言版）		网页设计与制作项目化教程	
单片机技术		电子专业实用英语	

责任编辑：陈健德
封面设计：徐海燕

在线学习优质课程

ISBN 978-7-121-46745-5
9 787121 467455 >
定价：66.00元