

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG SHIYAN ZHIDAO

单片机原理及应用 实验指导

杨金泉 编著



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

单片机原理及应用实验指导

杨金泉 编著

西南交通大学出版社

• 成 都 •

内容简介

本书是基于 8051 单片机原理及应用课程的实验指导书, 该书以南京伟福公司 LAB8000 通用微控制器实验系统及自制实验扩展板为硬件设备, 以 Keil μ Vision2、VW 集成开发环境为仿真软件, 精选了 25 个基础性、综合设计性实验项目。

全书共包括 3 章和附录, 其中第 1 章为单片机实验系统及开发环境, 第 2 章为单片机基础实验, 第 3 章为单片机应用实验。

本书可作为电气工程及其自动化、电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、机械设计制造及其自动化、测控技术与仪器等专业的实验教材。

图书在版编目 (C I P) 数据

单片机原理及应用实验指导 / 杨金泉编著. —成都:
西南交通大学出版社, 2013.9
ISBN 978-7-5643-2631-9

I. ①单… II. ①杨… III. ①单片微型计算机—高等
学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 206411 号

单片机原理及应用实验指导

杨金泉 编著

责任编辑	陈 斌
助理编辑	黄庆斌
封面设计	蝌蚪数媒
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都蜀通印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	5.75
字 数	145 千字
版 次	2013 年 9 月第 1 版
印 次	2013 年 9 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2631-9
定 价	14.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

1. 单片机原理及应用实验的任务

单片机原理及应用实验是单片机原理及应用课程的一部分，其任务是：

- (1) 通过实验进一步了解和掌握单片机原理的基本概念、单片机应用系统的硬件设计及调试方法。
- (2) 学习和掌握单片机应用系统的程序设计技术。
- (3) 提升应用计算机的能力及水平，培养逻辑思维及动手能力。

2. 实验设备

单片机实验所使用的设备有计算机、单片机仿真实验系统（见图 1），其中计算机是软件开发平台，主要完成程序编辑、编译、下载等任务；单片机仿真实验系统是硬件开发平台，它基于 51/196/88 通用微控制器实验系统。计算机和单片机仿真实验系统之间是通过 USB 接口进行通信的。

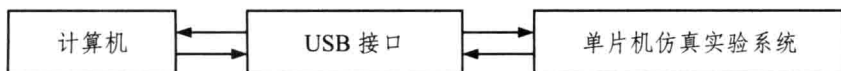


图 1 单片机原理实验设备

单片机仿真实验系统配有开关电源、板上仿真器、可编程并行接口芯片、24 键键盘、六位 LED 数码管显示、A/D 及 D/A 转换芯片、简单输出口 1 个、简单输入口 1 个、逻辑电平输入开关、发光二极管显示电路，并配有小直流电机、步进电机、继电器、音响等驱动电路。在计算机软件的控制下可完成单片机基本实验及综合设计性实验项目。所有的 MCS51 单片机原理及应用课程实验都是在这套实验系统上完成的。

3. 对参加实验的学生的要求

- (1) 阅读实验指导书，复习与实验有关的理论知识，明确实验目的，了解内容和方法。
- (2) 按实验指导书要求进行接线和操作，经检查和指导老师同意后再通电。
- (3) 在实验中注意观察思考，记录有关数据和程序，并由指导教师复查后才能结束实验。

(4) 实验后应断电并关闭计算机，整理实验台，恢复到实验前的情况。

(5) 认真写实验报告，按规定格式写出程序流程图、程序并分析实验结果，完成思考题等。字迹要清楚，结论要明确。爱护实验设备，遵守实验室纪律。

***注：**本实验指导书适用于 MCS51 单片机原理及应用 A、单片机原理及应用 B 等课程。

目 录

第 1 章 单片机实验系统及开发环境	1
1.1 LAB8000 通用微控制器实验系统	1
1.2 自制扩展实验板	7
1.3 Keil uVision2 集成开发环境	7
1.4 VW 集成开发环境	8
第 2 章 单片机基础实验	10
2.1 P1 口实验	10
2.2 外部中断实验	12
2.3 定时器实验	14
2.4 串行口实验	15
2.5 数码显示实验	17
2.6 A/D 转换实验	19
2.7 D/A 转换实验	21
2.8 键盘显示实验	23
2.9 并行 I/O 口扩展实验	26
第 3 章 单片机应用实验	29
3.1 数字秒表实验	29
3.2 数字电子钟实验	31
3.3 PC 机与单片机串行通信实验	32
3.4 直流电机控制实验	34
3.5 步进电机控制实验	36
3.6 温度与压力传感器实验	39
3.7 点阵 LED 实验	41
3.8 点阵 LCD 实验	44
3.9 单总线温度传感器实验	46
3.10 I ² C 总线实验	48
3.11 SPI 总线实验	50
3.12 红外通信收发实验	52
3.13 DS1302 实时时钟实验	54

3.14 LM35 温度传感器实验.....	56
3.15 字符 LCD 实验.....	59
3.16 RS485 总线实验.....	62
附 录	65
附录 A ASM51 常用指令	65
附录 B C51 基本使用	67
附录 C PROTEUS 软件入门.....	71
参考文献	86

第 1 章 单片机实验系统及开发环境

1.1 LAB8000 通用微控制器实验系统

实验教学中采用的是南京伟福公司生产的 LAB8000 通用微控制器实验系统,该实验系统由板上仿真器、实验仪、伟福仿真软件、开关电源构成。其中,实验仪提供了强大的逻辑分析、波形输出和程序跟踪功能,可以直观地观察到单片机内部及外部电路工作的波形。

1.1.1 系统实验板

系统实验板提供以下实验电路和模块:

- (1) 逻辑电平输入开关。
- (2) 逻辑电平显示电路。
- (3) 单脉冲电路。
- (4) 扬声器驱动电路。
- (5) 继电器控制电路。
- (6) 逻辑笔电路。
- (7) 1 MHz 和 10 MHz 时钟脉冲信号。
- (8) PWM 转换电压电路。
- (9) 模拟量输入 (0 ~ 5V) 电路。
- (10) 串口通信实验电路。
- (11) 六位 8 段码 LED 数字显示器。
- (12) 4×6 键盘。
- (13) 存储器。
- (14) 8255 端口扩展电路。
- (15) 模数变换电路,可接入两路模拟量。
- (16) 数模变换电路,提供 0 ~ -5 V, -5 V ~ +5 V, -8 V ~ +8 V 三路输出。
- (17) 液晶屏显示电路。
- (18) 直流电机实验模块。
- (19) 步进电机实验控制模块。
- (20) 温度传感器实验模块。

- (21) 压力传感器实验模块。
- (22) 红外通讯实验模块。
- (23) 16×16 点阵显示实验模块。
- (24) I²C 总线实验模块。
- (25) SPI 总线实验模块。
- (26) 1-Wire 实验模块。
- (27) 地址译码输出模块。
- (28) 逻辑分析仪数字采样和可编程数字脉冲信号输出模块。

1.1.2 仿真实验系统构成

本仿真实验系统具有两种使用方法：

- (1) 用 PC 机上的集成调试软件驱动板上仿真器进行仿真和实验。
- (2) 仅在 PC 机上采用软件模拟方式进行仿真。

实验仪可以直接进行 MCS51、8088 和 PIC57 实验；配 EX96C 仿真板，可进行 80C196 的实验；配 ARM 仿真板，可以进行 ARM 实验。配备 PC 机集成调试软件，在有系统机的情况下，通过板上仿真器实现 64K 全空间的硬件断点和仿真。

PC 机和系统机软件具有 VW 集成化仿真环境，可以进行软件仿真与硬件仿真。软件仿真可以在无仿真仪的情况下进行。同时，配有 Keil 驱动程序，可以在 Keil2 及 Keil3 等集成开发环境下使用。

1.1.3 实验系统组成和结构

实验系统可根据教学实践的需要实现 MCS51/MCS196 单片机原理与接口、8088/8086 微机原理与接口的一系列实验，并在硬件上预留了自主开发实验的空间。对基本实验仅需少量连接线就可完成，同时也提供了需较多连线的扩展性实验，以进一步锻炼学生的实践开发能力。此外，系统还提供了强大的软、硬件调试手段。

1. 实验系统主机的硬件组成

本实验系统主机上有丰富的实验电路模块和灵活的组成方法，既可以与 MCS51、MCS96 CPU，也可以与 8088/8086CPU 组合完成各种实验。本实验仪具有高档通用仿真器所具有的逻辑分析仪、波形发生器和程序跟踪器等强大的分析功能，让学生在实验时不仅能了解程序的执行过程，更能直观地看到程序运行时的时序或者电路上的信号。

1) 逻辑电平开关电路

实验仪上有 8 只开关 (K0~K7)，并有与之相对应的 K0~K7 引线孔为逻辑电平输出端。开关向上拨相应插孔输出高电平“1”，向下拨相应插孔输出低电平“0”。

2) LED 电平显示电路

实验仪上装有 8 只发光二极管及相应驱动电路。L0~L7 为相应发光二极管驱动信号输入端，该输入端为高电压电平“1”时发光二极管点亮。

3) 单脉冲电路

单脉冲电路由按键（PULSE）和去抖动处理组成，每按一次（PULSE）键产生一个单脉冲。板上有单脉冲的输出信号插孔，图为“”和“”，分别表示正脉冲和负脉冲。

4) 继电器输出电路

当控制端电平置高时，公共触点与常开端吸合。我们可以将常开端接入一发光二极管，公共端接+5 V 电平，通过对控制端进行控制，观察发光二极管的状态。

5) 逻辑测量（逻辑笔）电路

本实验仪上有逻辑测量电路，可用于测量各种电平，其中红灯亮表示高电平，绿灯亮表示低电平。如果两灯同时闪动，表示有脉冲信号；两灯都不亮时，表示浮空（高阻态）。

6) 可调模拟量输入电路

电位器电路用于产生可变的模拟量（0~5 V）。

7) 串口通信程序实验插孔

单片机与标准的串行设备通信，需要将 TTL 电平转到 RS232 电平或将 RS232 电平转成 TTL 电平。本实验仪提供用户串行通信接口，可以用这两个插孔进行 RS232 通信程序实验，经电平转换后，再通过实验仪的“用户串口”接到 PC 机或其他 RS232 设备，实现数据互传。

8) 六位 LED 数码显示器与 4×6 键盘电路

本实验仪的数码管显示电路和键盘电路如图 1.1 所示。显示电路和键盘电路可以工作在内驱和外驱两种方式：其中内驱是用 CPU 总线方式驱动，通过总线读写外部设备的地址来控制显示和读入键盘码。外部驱动方式是直接用 I/O 方式驱动八段显示的段码、位码和键盘按键信息，这里的 I/O 控制可以用 CPU 的 I/O 口来实现控制，也可通过 8255 等 I/O 扩展电路来控制。内驱、外驱由板上的拨动开关控制。

（1）内驱方式：将拨动开关拨到“内驱”位置，显示和键盘工作于内驱方式。显示控制的位码通过总线由 74HC374 输出，经 ULN2003 反向驱动后，作数码显示的位选通信号。位选通信号也可作为键盘列扫描码，键盘扫描的行数据从 74HC244 读回，74HC374 输出的列扫描码经过 74HC244 读入后，用来判断是否有键被按下，以及按下的是什么键。如果没有键按下，由于上拉电阻的作用，经 74HC244 读回的值为高，如果有键按下，74HC374 输出的低电平经过按键被接到 74HC244 的端口上，这样从 74HC244 读回的数据就会有低位，根据 74HC374 输出的列信号和 74HC244 读回的行信号，就可以判断哪个键被按下。数码显示的段码由另一个 74HC374 输出。

(2) 外驱方式：将拨动开关拨到“外驱”位置，八段显示和键盘工作于外驱方式，八段管的段码控制由输出端口输出到 A~H 插孔。G0~G5 是八段管的位码，同时也是键盘列扫描信号，I/O 口输出的信号一方面可以点亮一位八段管，另一方面向键盘输出列扫描信号。KEY0~KEY3 是键盘行信号，I/O 口可以从这里读到键盘按下的信息，与列扫描一起可以判断是哪个键被按下。

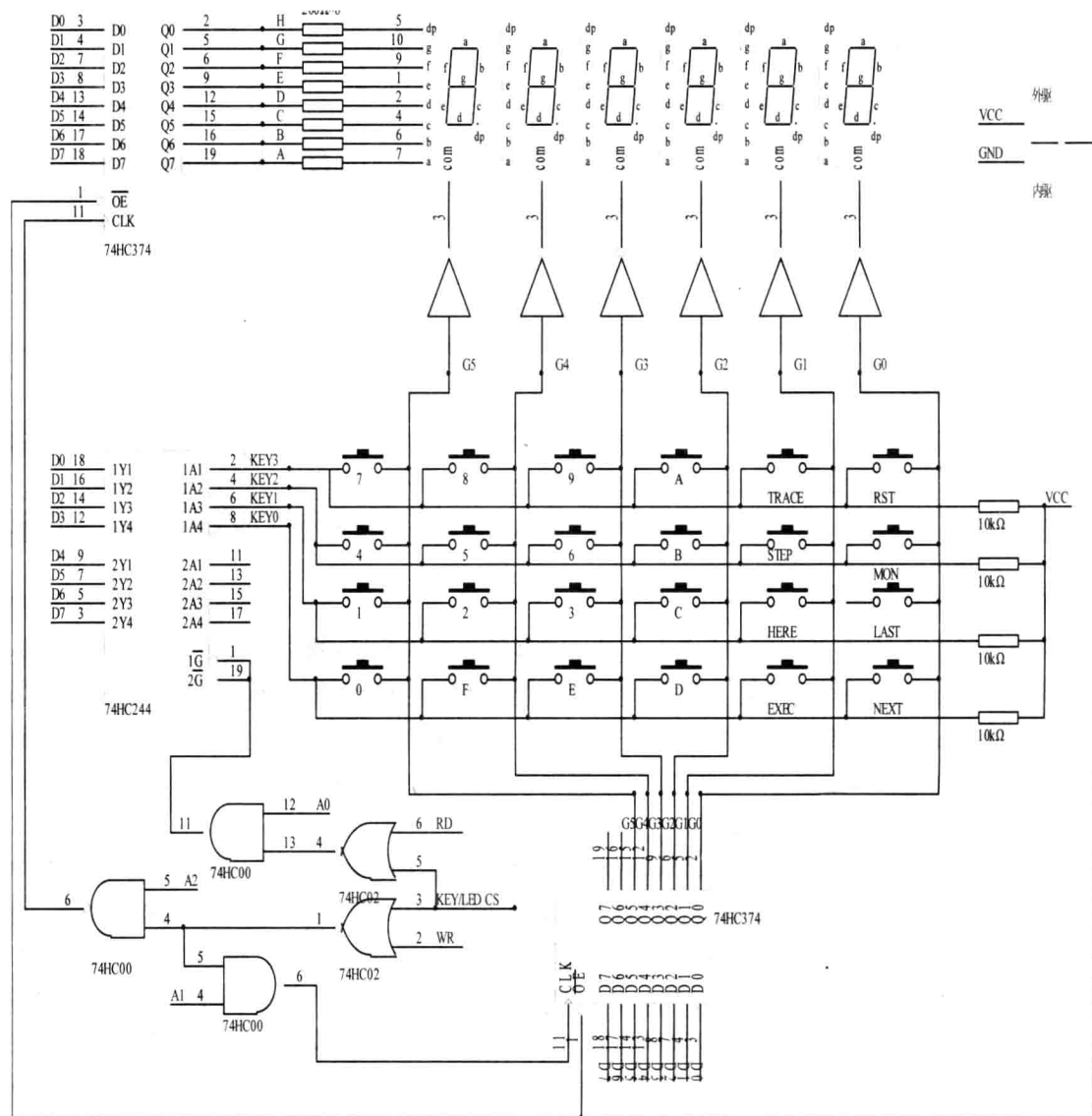


图 1.1 键盘及显示电路原理

9) 存储器电路

本实验仪上有一片 32 K 存储器 61256, 提供给学生做存储器实验。由于地址译码为 4K 一段, 因此只能提供 4K 容量使用, 地址为 0000H ~ 0FFFH。用 RAM CS 来选择不同的地址段, 以适应不同的应用电路。

10) A/D 转换电路

实验仪上有一个 0 ~ 5 V 的可调电位器, 将可变电压输出端接入 A/D 转换电路的输入端, 通过 CPU 软件处理, 读进 A/D 转换值, 再将转换值送数码管显示。我们可以调节电位器, 以输出不同电压值, 通过数码管的显示, 检验 A/D 转换正确与否。

11) D/A 转换电路

实验仪上提供了 D/A 转换电路。我们可以通过软件编程控制 D/A 转换芯片 DAC0832, 输出相应电流值, 经过 LM324 运算放大器变换为模拟电压值, 用电压表或示波器测量电压输出端子, 读出或显示电压值。

12) 液晶屏显示控制电路

本实验仪具有 1 片 122×32 图形点阵液晶屏, 采用的内置控制器为 SED1520, 需要两片 SED1520 组成, 由 E1、E2 分别选通, 以控制显示屏的左右两半屏。本实验仪采用直接控制方式。

13) 直流电机电路

本实验仪提供一只小直流电机及驱动电路, 并安装了霍尔元件测速装置。在电机转轴上装有透明转盘及磁钢, 当电机转动转盘时, 磁钢通过霍尔元件时产生一个脉冲, 通过计数的方法即可测量电机的转速。

14) 步进电机电路

本实验仪提供一只四相六线步进电机及驱动电路, 电机转轴上安装有刻度盘, 用于指示步进电机转动的角度。驱动电路采用 ULN2003A 反相驱动器。

15) 温度传感器与压力传感器电路

实验仪具有 1 只热敏电阻、1 只电阻应变压力传感器, 各自组成了桥式测量电路, 经运算放大器差分放大后可作为模拟量输入连到 A/D 转换器输入。

16) 红外通信电路

实验仪具有 1 只红外发光二极管和 1 只一体化红外接收头 HS0038, 组成了红外通信电路。红外发光二极管作为发射端, 发送 38 KHz 载波信号; 一体化红外接收头作为接收端, 接收到 38 KHz 载波信号时, 输出管脚变低电平, 否则为高电平。

17) 16×16 LED 点阵电路

由四块 8×8 点阵 LED 模块组成了 16×16 点阵 LED 屏, 由 4 片 74HC574 锁存器组成行列

式驱动，锁存器片选地址由 74HC138 提供。

18) I²C 总线实验电路

I²C 总线实验电路采用了 24C02 E²PROM，为 I²C 总线接口 256 字节电可擦除 PROM。

19) 插孔

本实验仪上有 MCS51 芯片的 P0~P3 端口的插孔，端口功能与 MCS51 芯片一样，P0、P2 既可以当 I/O 口，又可以当总线使用。P3 可以当 I/O 口，也可以工作于第二功能，比如串口、中断、定时、读写等。如果是进行 PIC57 实验，相关的插孔还可以作为 PIC57 的管脚，实现 PIC57 的相关功能（PIC 的管脚用稍小的字体标出）。除此之外，如果实验仪支持 8088/86 实验，板上还提供了 8251 串行通信芯片的管脚插孔，8253 定时器/计数器芯片的管脚插孔，8259 外部中断处理芯片及 8237DMA 芯片的管脚接出插孔，在做实验时，将信号接到相关芯片的管脚插孔上即可。

20) 地址译码插孔

本实验仪具有 1 片 74HC138 译码器，译码输出端为 CS0~CS7，地址译码范围如表 1.1 所示。

表 1.1 片选号及地址范围

片选号	地址范围
CS0	08000H ~ 08FFFFH
CS1	09000H ~ 09FFFFH
CS2	0A000H ~ 0AFFFFH
CS3	0B000H ~ 0BFFFFH
CS4	0C000H ~ 0CFFFFH
CS5	0D000H ~ 0DFFFFH
CS6	0E000H ~ 0EFFFFH
CS7	0F000H ~ 0FFFFH

2. 实验系统的仿真板简介

MCS51 的仿真板已经集成到实验仪的仿真电路中，仿真板的总线已经接到实验仪的总线器件上。做总线实验时，连接好 CS 即可，在实验仪上也接出了 MCS51 的 P0~P3 输入输出端口，I/O 实验时只要接到相应的接线柱即可。

本实验仪具有外接仿真功能，将实验仪附带的 40 芯仿真插头的电缆插到 AJ3 插座上，就是一台 MCS51 的仿真器了，可对自己设计的用户板进行仿真。

3. 实验说明

1) 系统的安装和启动

(1) 仿真开发系统集成调试软件的安装和使用见 WAVE 仿真开发系统使用手册。

- (2) 用配套的 USB 通讯电缆将 PC 机和实验仪相连接。
- (3) 将实验台的电源线与 220 V 电源相连 (实验结束后应拔下)。
- (4) 打开实验台电源开关, 红色电源指示灯亮。
- (5) 打开计算机电源, 执行 WAVE 集成调试软件。

注 意:

- (1) 无论是集成电路的插拔、通讯电缆的连接、跳线器的设置还是实验线路的连接, 都应确保在断电情况下进行, 否则可能造成对设备的损坏。
- (2) 实验线路连接完成后, 应仔细检查无误后再接通电源。

2) MCS51 系列单片机实验软件设置

WAVE 集成调试环境应设置如下:

仿真器型号: 伟福 LAB8000 实验仪。

仿真头型号: MCS51 实验 (8031/32)。

1.2 自制扩展实验板

扩展实验板是为了扩展实验内容而开发的, 主要包括 74HC245 总线驱动器、DS1302 实时时钟、RS485 总线 MAX485 芯片、LM35 温度传感器及放大电路、H 桥驱动器 L298、直流电机及霍尔元件、1602 字符 LCD 等。

1.3 Keil uVision2 集成开发环境

- (1) 双击桌面 Keil uVision2 图标, 进入 Keil uVision2 集成开发环境。

(2) 点击 “Project” / “New Project” 创建一个新项目 (Project), 并为该项目选定合适的单片机 CPU 器件 (如 Atmel 公司的 AT89C51)。

(3) 点击 “File” / “New” / “File” / “Save As” 另存为 .ASM 文件。并将该文件加入到新建的项目中: 右击左窗口中的 “Source Group 1”, 在出现的菜单中左击 “Add File To Group ‘Source Group 1’”, 在出现的窗口中选中已有的 C51 或 ASM51 源程序, 点击 “Add” 按钮, 然后点击 “Close”。

- (4) 编程, 输入以下程序:

```
org 0000h
ljmp start
start: mov a, #01h
loop: mov p1, a
```

```

        lcall    delay
        rl a
        ljmp    loop
delay: mov     r1, #10
lp1:  mov      r2, #200
lp2:  mov      r3, #249
      djnz     r3, $
      djnz     r2, lp2
      djnz     r1, lp1
      ret
      end

```

(5) 编译程序。

程序输入完毕后,单击“Project”菜单/“Options for Target”选项或者点击工具栏的“option for target”按钮,弹出窗口,点击“Output”,将“Create HEX File”打钩,点击“Debug”按钮,在出现的对话框中的右栏上部的下拉菜单里选中“伟福 V 系列仿真器驱动”。并且还要点击一下“Use”表明调试程序时使用伟福 V 系列仿真器驱动,将“Load Application at Sta”前的方框打钩,如图 1.2 所示,点击“Project”/“Build”编译程序,按提示改错,直至程序无错。

(6) 运行程序。

按实验要求连好线,打开电源开关。点击“Debug”或点击按钮,在屏幕的左下角将出现下载提示,下载完成后,将进入调试状态。在出现的窗口中点击运行按钮,在实验箱上观察运行结果,点击按钮将运行停止,再点击按钮将退出调试状态。

1.4 VW 集成开发环境

(1) 自建以字母开头的文件夹,推荐在 F 盘。

(2) 双击桌面 V/W 快捷方式。

(3) 左击“文件”/“新建文件”/“保存文件”(存于自建文件夹下,以字母开头,后缀为.ASM 或.C)。

(4) 左击“文件”/“新建项目”(以字母开头,存于自建文件夹下,加入自存的汇编或 C 源程序)。

(5) 编写程序,如图 1.2 所示。

(6) 左击“项目”/“编译”,根据提示修改错误,编译,直至程序无错。

(7) 实验箱断电、连线完毕后,打开实验箱电源开关。左击“仿真器”,在出现的窗口

中选择 LAB8000\MCS51\8031AH 或 AT89C51，晶体频率：12 000 000 Hz，如图 1.3 所示。

(8) 左击“执行”/“全速运行”，在实验箱上观察运行结果。

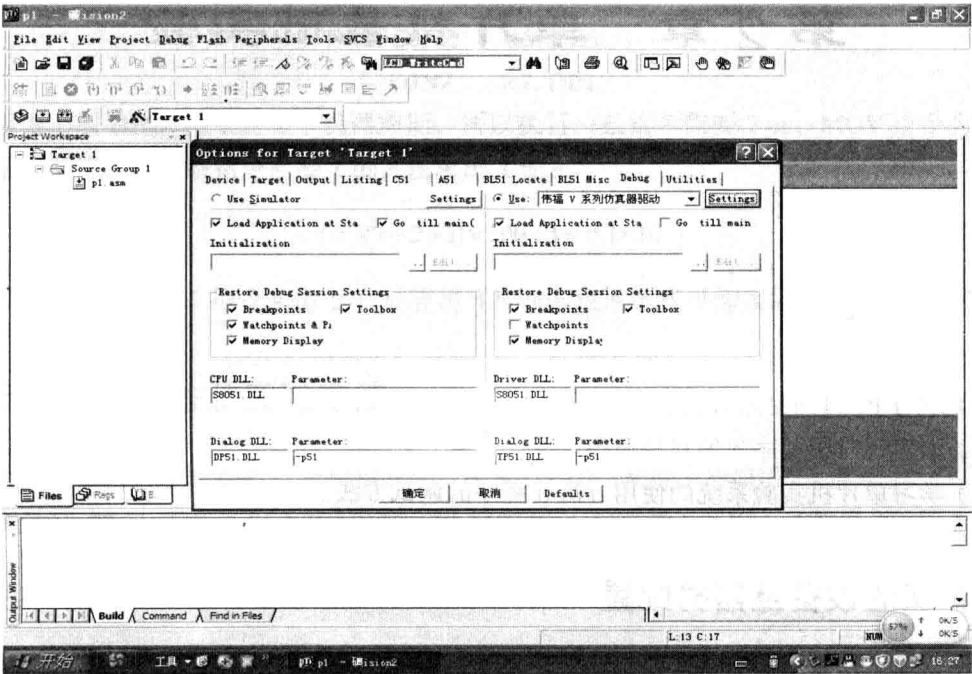


图 1.2 程序编写



图 1.3 实验箱

第2章 单片机基础实验

2.1 P1 口实验

2.1.1 实验目的

- (1) 学习 P1 口的使用方法。
- (2) 学习延时子程序的编写和使用。
- (3) 学习单片机实验系统的使用方法和程序的调试方法。

2.1.2 实验设备及器材配置

- (1) 单片机仿真实验系统。
- (2) 计算机。
- (3) 导线。

2.1.3 实验内容

分别完成单片机 P1 口作输出口、既作输入又作输出口的实验任务。

(1) P1 口作输出口，接八只发光二极管，编写程序，使其循环点亮。

(2) P1 口低四位接四只发光二极管 L0~L3，P1 口高四位接开关 K0~K3，编写程序，将开关的状态在发光二极管上显示出来。

2.1.4 实验原理

P1 口为准双向口，P1 口的每一位都能独立地定义为输出线或输入线。作为输入的口线，必须向锁存器相应位写入“1”，该位才能作为输入。8031 中所有口锁存器在复位时均置为“1”，如果后来往口锁存器写入过“0”，再作为输入时，需要向口锁存器对应位写入“1”。

延时程序的编写可以用两种方法：一种是用定时器来实现：一种使用指令循环来实现。在系统时间允许的情况下可以采用后一种方法。

如果系统晶振为 12 MHz，则一个机器周期为 $12/12\mu\text{s}$ 即 $1\mu\text{s}$ 。