



高职高专精品课程教材

DANPIANJIYUANLISHIXUN
YU XUEXIZHIDAO

单片机原理实训 与学习指导(上册)

● 唐亚平 李移伦 主编
姚和芳 主审



中南大学出版社

单片机原理实训与学习指导

(上册)

主 编 唐亚平 李移伦
副主编 粟慧龙 王 勇
主 审 姚和芳

中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理实训与学习指导/唐亚平,李移伦主编. —长沙:
中南大学出版社,2006.7
ISBN 7-81105-361-6

I. 单... II. ①唐... ②李... III. 单片微型计算机—高等
学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 082776 号

单片机原理实训与学习指导
(上册)

主 编 唐亚平 李移伦

☐责任编辑 陈应征

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐印 装 湖南大学印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 7.25 ☐字数 178 千字

☐版 次 2006 年 7 月第 1 版 ☐2006 年 7 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81105-361-6/TP·014

☐全套定价 25.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前言

《单片机原理及应用》是电子、自动化等专业的一门专业必修课,由于单片机实践性强,因此理论教学必须与实际紧密结合,传统的教学方法已经不能较好地适应教学的需要。为此我们对单片机课程进行了深入的教学改革,本书是为了配合教学改革而编写的一本单片机实践教学教材,适用于单片机的实验和实训(课程设计)教学。

本书的主要特点是:(1)结合实际,全书共18个任务,除软件练习课题以外,其余课题均为实际任务,要求硬件与软件结合。为提高教学效果,与此书相配套,要求开发一块单片机学习开发学习板,从最简单的实际课题出发,逐步提高到比较综合性的课题。采用学习开发板的优点在于更接近于实际,比传统采用实验箱完成实验的方法更直观,更符合单片机实际应用规律。(2)以课题为中心展开教学,理论教学与实际课题相配合,以实际课题为目标,使用项目(任务)教学法,教学围绕解决实际问题展开,更符合学生的认识规律。(3)采用提出课题任务—学习相关知识—解决实际问题—总结提高这样的一种学习过程,使学生从解决实际问题出发,在解决实际问题的过程中学习提高,然后再思考小结,这样从实践—理论—再回到实际,采用这种探索性的学习方法,提高了学生的学习兴趣,符合认知规律。(4)本书的实践课题内容更符合单片机应用实际,去掉了如8279、8255等不太常用的课题内容,增加了如I²C、串行通信等较流行的单片机应用课题。

本书共四个部分:单元一介绍单片机开始与使用相关的软件;单元二介绍实验开发板的原理与安装调试;单元三包括5个软件课题,主要采用仿真软件完成;单元四包括13个实际课题,从基本到提高到综合,各个不同专业可以根据需要选择合适的课题,实际实验开发板可完成更多的课题,读者可以根据电路设计出更多的实际应用。根据单片机的教学过程,对于实验和实训课题,没有专门进行区分,可以根据教学需要进行灵活选择。笔者认为,根据教学需要,不必严格区别实验与实训课题,可根据学习进程、认知规律,循序渐进,灵活安排即可。附录部分主要介绍单片机使用与开发目前较流行的一些技术和器件知识。

本书每个项目的内容分为两部分:(1)基本内容,给出源程序,要求学生在阅读分析理解的基础上,画出程序流程图,完成课题内容(包括编写源程序、仿真调试、编程下载、实际运行);(2)提高内容,在掌握第1部分内容的基础上,独立编程完成功能要求更高一些的课题。建议采取的教学方法和过程是:理论教学提出基本课题要求—讲解解决方法(源程序)—提出提高内容课题要求—学生课外理解、编写提高内容程序—实验(实训)课上机调试程序—小结提高。具体教学过程中,要抓好学生课外理解与编程和课题的实际上机调试运行结果考核这两个环节,以保证教学效果。

本书从开始编写到定稿经历了两年的时间,结合编者多年的实践教学经验,进行了多次修改,实际使用效果良好。本书由唐亚平和李移伦编写,最后由唐亚平定稿,粟慧龙和王勇等同志参与了课题程序的调试和修改工作,全书由姚和芳教授审核,另外在编写与使用过程中许多老师和同学提出了宝贵的意见,在此表示感谢。由于编者水平有限,书中错误在所难免,恳请广大读者予以批评指正。

编者

2005年3月14日于湖南

目 录

单元一 编译及仿真软件简介	(1)
第一节 Debugger 8051 的使用	(1)
第二节 MASM51 的使用	(3)
第三节 伟福硬件仿真器及其仿真软件	(5)
第四节 Easy 51pro V2.0 使用	(14)
单元二 ISP-2 型单片机学习开发板	(17)
第一节 功能模块	(17)
第二节 学习开发板的功能	(18)
第三节 电路原理	(19)
第四节 安装调试	(22)
单元三 软件使用及指令系统课题	(27)
项目一 相关软件的使用	(27)
项目二 寻址方式及数据传送	(29)
项目三 数据交换、堆栈、逻辑操作	(33)
项目四 算术运算课题	(37)
项目五 控制转移和子程序调用课题	(41)
单元四 应用实例课题	(43)
项目六 简单单片机应用实例设计	(43)
项目七 按钮控制灯课题	(45)
项目八 定时器控制流水灯课题	(47)
项目九 计数器课题	(48)
项目十 中断方式实现流水灯控制	(49)
项目十一 外部中断课题	(51)
项目十二 按键使用课题	(53)
项目十三 LED 接口课题	(56)
项目十四 串口通信课题	(59)
项目十五 单片机音乐演奏	(64)
项目十六 AT24C02 读写编程	(68)
项目十七 红外遥控解码	(73)
项目十八 综合设计	(77)

附录一	I ² C 总线原理及应用实例	(80)
附录二	PC 与 MCU 串行通信的应用设计方法	(85)
附录三	Keil C51 编译器简介	(91)
第一部分	8051 开发工具	(91)
第二部分	uVision2 集成开发环境	(91)
第三部分	编辑器和调试器	(92)
第四部分	C51 编译器	(92)
附录四	部分项目的单片机 C 语言程序	(94)
参考文献与站点		(108)

单元一 编译及仿真软件简介

第一节 Debugger 8051 的使用

Debugger 8051 是一个直观易用的单片机仿真软件,适用于与 8051 完全兼容的单片机,如 AT89C51、AT89S51 系列。

一、安装

运行下载的 8051debug.exe,按默认目录进行解压缩,将 C:\<051DEBUG\<Dbg8051.exe 先创建快捷方式,再将快捷方式发送到“桌面”,若你愿意,可将桌面的 Dbg8051.exe 改名为“8051 调试器”,以便使用(注意:本软件不能在 WINDOWS 2000 以上系统运行)。

从“桌面”点击“8051 调试器”即进入调试环境,如图 1-1。

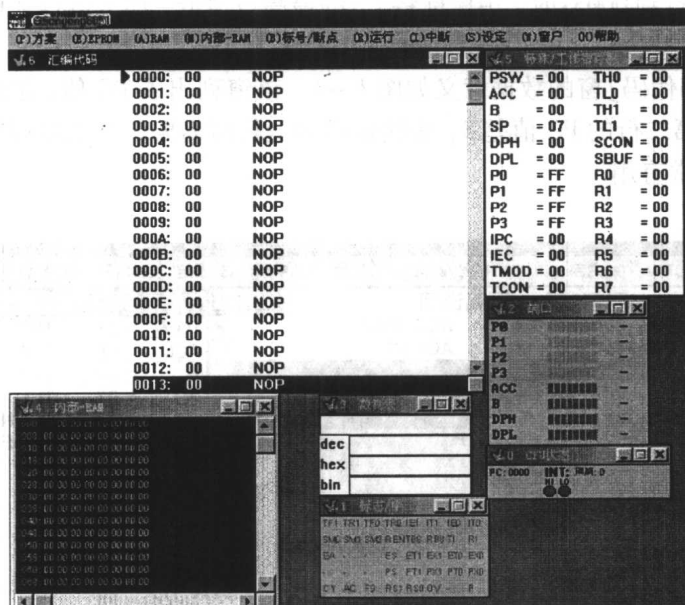


图 1-1

现以以下程序为例进行说明:

mov acc,#0 ;先将累加器 ACC 清除为 0

mov acc,P1 ;读取 P1 口数据送 ACC

end

这段程序是将 P1 口的数据送 ACC,观察 ACC 的情况。

(1) 调入用 MASM51 编译好的 Test. hex 文件: 从“(E) EPROM”菜单读入目的文件, 如图 1-2。

(2) 调入目的文件后见图 1-3。在程序没有运行前, P0 ~ P3 口为高电平, ACC 为 0。

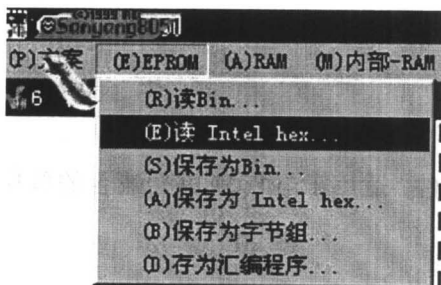


图 1-2

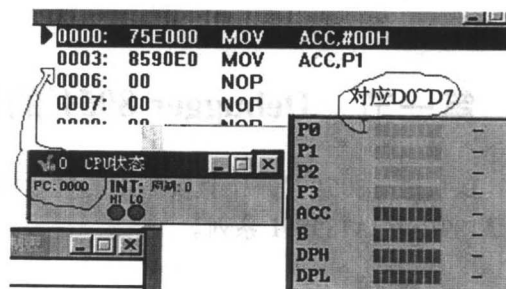


图 1-3

(3) 从“(R) 运行”菜单中运行“(O) 单步”。[汇编代码]窗的光标会一步一步向下执行, 同时各寄存器和其他窗口也跟着变化, 指示运行光标前一步后各“部件”情况。当运行到 0006: 处时, ACC 指示为全高, 值 = FF。说明 MOV ACC, P1 这条指令的确将 P1 口的数据传送到 ACC。若在执行到 0003: 时, 用鼠标将 P1 的最高位清低, 那么运行到 0006: 时 ACC 就是 7F。

(4) 关于[汇编代码]窗的数据意义如图 1-4。该窗列出了 PC 值、汇编代码、原汇编语句, 例如第一行与第二行的 PC 值差 3, 表明该语句运行时需要 3 个机器周期, 这对需要编写严格时序的程序非常有用。

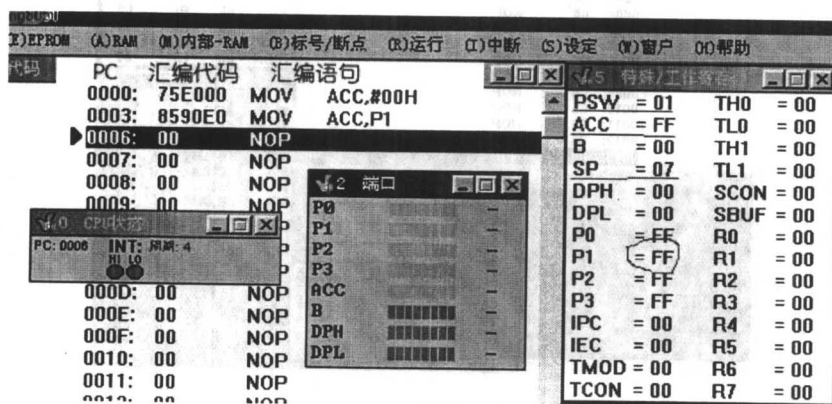


图 1-4

(5) 在较复杂的程序调试时, 遇到前面程序没问题, 而只是想对部分或某子程序进行调试, 这时可在你认为需要观察的语句上放上断点, 以便让程序一开始快速执行, 到断点处停下来再进行单步查看。放断点可以从菜单中进行, 也可以用 F2 键放置或删除, 如图 1-5。

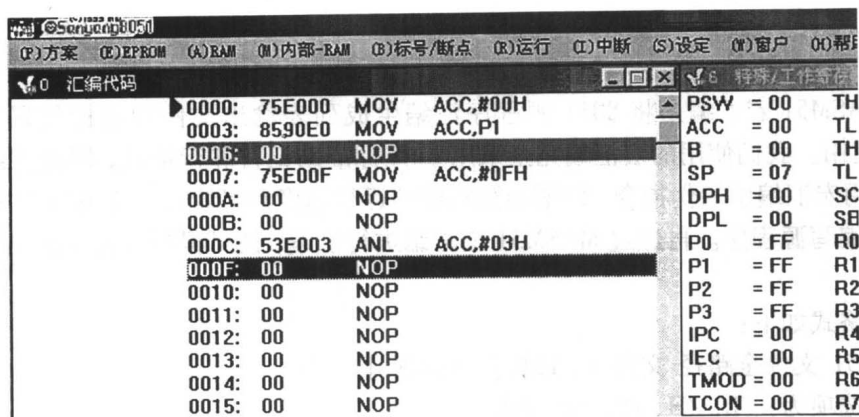


图 1-5

(6) 当然,也可以提前将光标移到需要停止的语句处,使用 F4 运行到光标处停止。

(7) 在调试中,可以用鼠标点击的方法改变各数据,包括改变汇编语句,如想让 P1.0 = 0,就点击[端口]窗中 P1 的最低位,该位即变为灰色;再如:想改变 ACC 中的值,就点击[特殊/工作寄存器]中 ACC = 00,屏幕会弹出一输入窗口,将新值输入后,ACC 便会改变,如图 1-6 所示。

(8) 调试中同样可以通过点击[标志/中断寄存器]中的各项进行程序控制,中断的开启应由程序语句来实现。



图 1-6

以上是常用的一些方法,你可以使用程序中的各种功能,作程序调试。

第二节 MASM51 的使用

MASM51 是 Intel 开发的 51 单片机宏汇编软件,用来对 51 汇编源文件进行汇编。

一、系统运行环境

MASM51 宏汇编要在 IBM-PC 及其兼容机上运行(至少 128k 字节的 RAM);具有一个软驱动器或硬驱动器,软件有 PC-DOS, MS-DOS 2.0 以上版本,ASM_51 系统。

二、宏汇编程序的运行

(1) 在 WINDOWS 中进入 DOS 命令行状态,在 DOS 系统的提示符下键入 C:\MASM51 > MASM51 <CR>

屏幕出现相应文字提示后,出现 > 提示符,进入 MASM51 环境。

(2) 在 MASM51 环境提示符下键入

> ASM51 文件全路径\ex1.asm <CR>

三、汇编的使用

使用 MASM51 宏汇编是将 8051 源程序汇编生成列表输出文件和目标代码文件, 供模拟/调试时使用。我们使用的宏汇编完全采用 Intel 标准助记符和行格式, 因此在编写源程序时, 可以使用宏汇编中的伪指令, 以增加源程序的运行速度和可读性。也可以直接用 Intel 标准助记符来编写源程序。再经过 MASM51 宏汇编进行汇编, 便可得到列表输出文件和目标代码文件。

汇编的格式如下:

> ASM51 文件全路径 文件名.ASM [可选项]

其中可选项为: /L, /H, /S, /P, /N

/L 表示源程序汇编后不生成列表册输出文件(.LST), 只显示在屏幕上。

/H 表示源程序汇编后不生成目标代码文件(.HEX)。

/S 表示源程序汇编后不生成符号表。

/P 表示源程序汇编后生成符号表。

/N 表示源程序汇编后, 程序是连续的显示。

如果没有选择项, 则表示产生列表输出文件和目标代码文件, 且在 LST 文件后面列出符号表。生成的目标代码便可以进行模拟/调试, 如果在模拟/调试中发现错误, 则源程序要经过修改, 重新汇编, 然后再进行模拟/调试, 直到完全正确。

若程序汇编过程中有错误, 则给出出错信息。生成的目标代码可以进行模拟/调试/烧写。

四、MASM51 汇编出错信息表

- (1) Address Out of Range 一个被计值的目标地址超出了当前语句的范围。
- (2) Badly Formed Argument 数字规定的类型中有非法数字存在。
- (3) Illefal Equale 有不允许的类型约定。
- (4) Label Name Conflicts With Symbol Name 在程序中有两个符号相同。
- (5) Label Address Changed On Pass 2 源程序在此错误之前, 还有一些错误。
- (6) Missing Argument in Expression 表达式中算术运算符后面没有操作数。
- (7) Missing END Statement 汇编的源程序结尾未发现 END 语句。
- (8) Multiply Defined Label 源程序中定义了两个标号。
- (9) Unbalanced Parentheses 表达式中多余或缺少括号。
- (10) Undefined Symbol 语句中的符号名可能拼错或未被定义。
- (11) Unrecognized Statemen or Undefined Argument 未定义参数的指令或代码。
- (12) Value Out of Range 有一个非法的值来说明一个有着可能值限制的语句。

第三节 伟福硬件仿真器及其仿真软件

一、伟福硬件仿真器简介

主机 + POD(仿真头)组合,通过更换 POD,可以对各种 CPU 进行仿真。其外观布局见图 1-7。

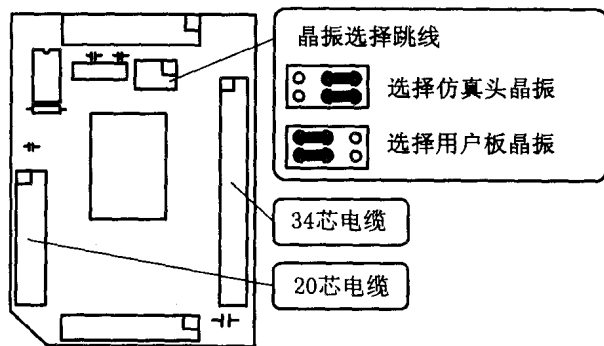


图 1-7 伟福仿真器示意图

在不同的应用场合,用户往往会选择不同的 CPU,因而需要更换仿真器。伟福仿真软件 WINDOWS 版本支持本公司多种仿真器,支持多类 CPU 仿真。仿真器则采用主机 + POD 组合,通过更换不同的 POD,可对各种不同类型的单片机进行仿真,为用户提供一种灵活的多 CPU 仿真系统。

1. 双平台

DOS 版本、WINDOWS 版本,其中 WINDOWS 版本功能强大。中文界面、英文界面可任选,用户源程序的大小不再有任何限制,支持 ASM, C, PLM 语言混合编程,具有项目管理功能,为用户的资源共享、课题重组提供强有力的手段。支持点屏显示,用鼠标左键点一下源程序中的某一变量,即可显示该变量的数值。有丰富的窗口显示方式,多方位、动态地显示仿真的各种过程,使用极为便利。该操作系统一经推出,立即被广大用户所喜爱。

2. 双工作模式

- (1) 软件模拟仿真(不要仿真器也能模拟仿真)。
- (2) 硬件仿真。

双 CPU 结构,100% 不占用用户资源。全空间硬件断点,不受任何条件限制,支持地址、数据、外部信号、事件断点、支持实时断点计数、软件运行时间统计。

3. 双集成环境

编辑、编译、下载、调试全部集中在一个环境下。多种仿真器、多类 CPU 仿真全部集成在一个环境下。可仿真 51 系列、196 系列、PIC 系列、飞利浦公司的 552. LPC764. DAL-LAS320、华邦 438 等 51 增强型 CPU。为了跟上形势,现在很多工程师需要面对和掌握不同的项目管理器、编辑器、编译器。它们由不同的厂家开发,相互不兼容,使用不同的界面,学习使用起来都很吃力。伟福 WINDOWS 调试软件为您提供了一个全集成环境、统一的界面,

包含一个项目管理器,一个功能强大的编辑器,汇编 Make、Build 和调试工具并提供一个与第三方编译器的接口。

二、仿真头介绍

1. POD8X5XP 仿真头

POD8X5XP 仿真头为 POD8X5X 改进型。可配 E2000 系列、E6000 系列、K51 系列仿真器,它与仿真器的连接见图 1-8。用于仿真 MCS51 系列及兼容单片机,可仿真 CPU 种类为 8031/32, 8051/52, 875X, 89C5X, 89CX051, 华邦的 78E5X, LG 的 97C51/52/1051/2051。配有 40 脚 DIP 封装的转接座,可选配 44 脚 PLCC 封装的转接座,选配 2051 转接座可仿真 20 脚 DIP 封装的 89CX051CPU。当用户板功耗不大时,可以短接 5V 电源输出跳线,由仿真器供电给用户板,一般情况下请不要短接此跳线。如果短接复位信号输出跳线,当用软件复位程序时,仿真头的复位脚会输出一个复位信号,以复位用户板的其他器件。注意:如果用户板有复位电路,请不要短接此跳线。

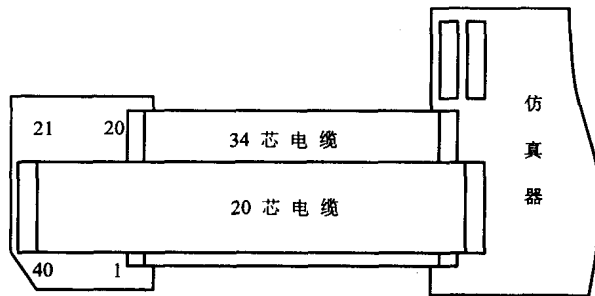


图 1-8 仿真器与 POD8X5XP 连接图

2. 仿真器外形示意图

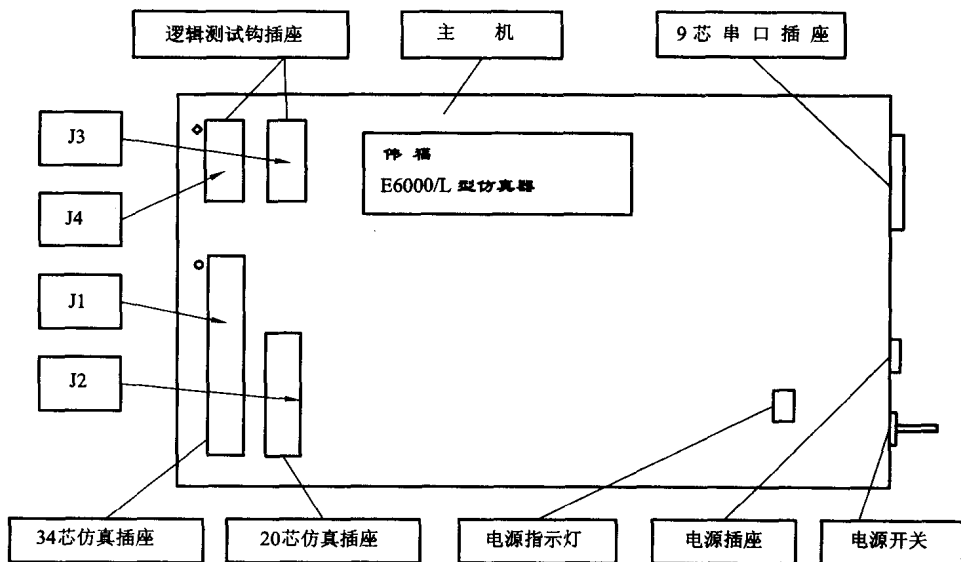


图 1-9 仿真器外形示意图

三、仿真软件的安装

(1)将光盘放入光驱,光盘会自动运行,出现安装提示。

(2)选择“安装 WINDOWS”软件。

(3)按照安装程序的提示,输入相应内容。

(4)继续安装,直至结束。

(5)通信设置,如图 1-10 所示。

仿真器与计算机通信设置。它包括通信端口选择、速率选择、字间距选择,以及串口的测试功能。如果选择了“使用伟福软件仿真”,则不需要设置通信端口。

[端口选择]:选择仿真器与计算机连接的串口号。如果计算机与仿真器连接不上,请检查通信端口是否选择正确。

[波特率选择]:选择仿真器与计算机连接的速度。如果在高速率时通信不流畅,请降低通信速率。

[字符间隔]:选择通信时,字符与字符之间的间隔。如果在小间隔时,通信不是很流畅,请调到较大的间隔。

[使用伟福软件模拟器]:如果选择此项,可以在完全脱离硬件仿真器情况下,对软件进行模拟执行。如果使用硬件仿真器调试程序,请去掉[使用伟福软件模拟器]前的选择钩。

[测试串行口]:用来检测仿真器是否正确连接到计算机的串行口上。

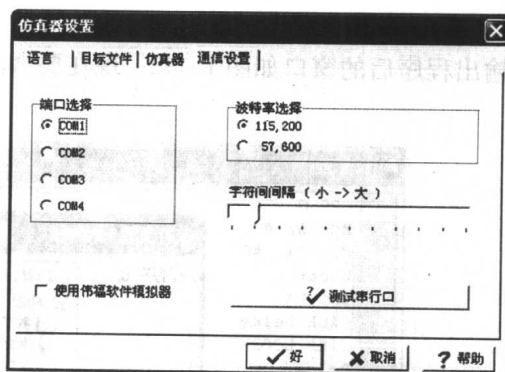


图 1-10

四、快速入门

1. 建立新程序

选择菜单[文件 | 新建文件]功能,出现一个文件名为 NONAME1 的源程序窗口,在此窗口中输入以下程序,如图 1-11 所示。

```

ORG 0
MOV A, #0
MOV P1, #0

Loop:
    INC P1
    CALL Delay
    SJMP LOOP

Delay:
    MOV R2, #3
    MOV R1, #0
    MOV R0, #0

DLP:

```

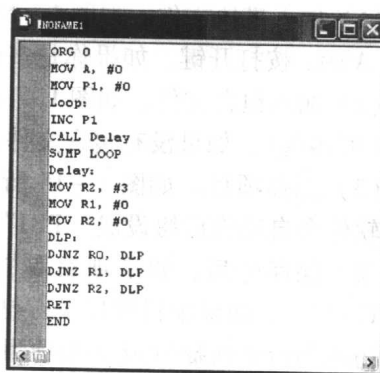


图 1-11

```
DJNZ R0, DLP
```

```
DJNZ R1, DLP
```

```
DJNZ R2, DLP
```

```
RET
```

```
END
```

输出程序后的窗口如图 1-12, 现在要做的是将此文件存盘。

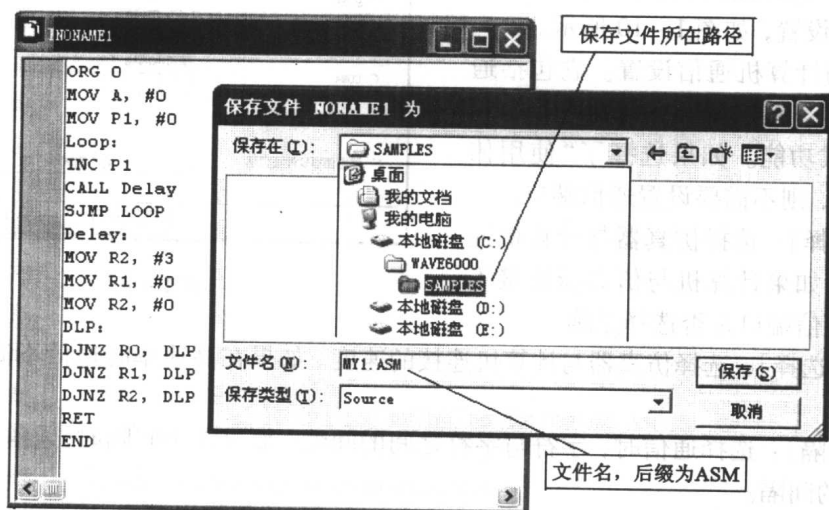


图 1-12

2. 保存程序

选择菜单[文件 | 保存文件]或[文件 | 另存为]功能给出文件所要保存的位置, 例如: C:\WAVE6000\SAMPLES 文件夹, 再给出文件名 MY1.ASM。保存文件, 文件保存后, 程序窗口上文件名变成了: C:\WAVE6000\SAMPLES\MY1.ASM。

3. 建立新的项目

选择菜单[文件 | 新建项目]功能, 新建项目会自动分三步走。

(1) 加入模块文件。如图 1-13 所示, 在加入模块文件的对话框中选择刚才保存的文件 MY1.ASM, 按打开键。如果你是多模块项目, 可以同时选择多个文件再打开。

(2) 加入包含文件。如图 1-14 所示, 在加入包含文件对话框中, 选择所要加入的包含文件(可多选)。如果没有包含文件, 按取消键。

(3) 保存项目。如图 1-15 所示, 在保存项目对话框中输入项目名称。MY1 无须加后缀。软件会自动将后缀设成“.PRJ”。按保存键将项目存在与你的源程序相同的文件夹下。

项目保存好后, 如果项目是打开的, 可以看到项目中的“模块文件”已有一个模块“MY1.ASM”, 如果项目窗口没有打开, 可以选择菜单[窗口 | 项目窗口]功能来打开。可以通过仿真器设置快捷键或双击项目窗口第一行选择仿真器和要仿真的单片机, 如图 1-16 所示。

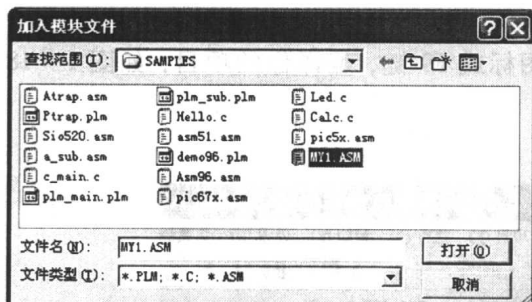


图 1-13

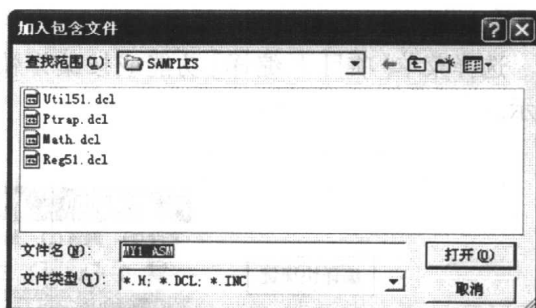


图 1-14

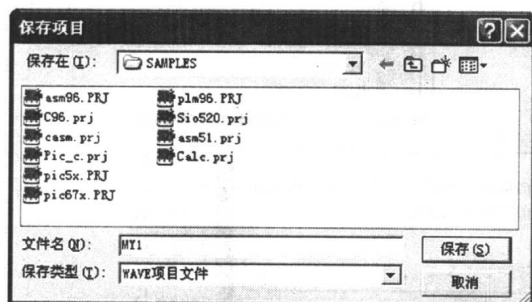


图 1-15

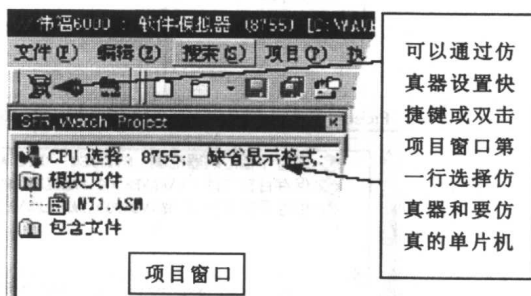


图 1-16

4. 设置项目

选择菜单[设置 | 仿真器设置]功能或按“仿真器设置”快捷图标或双击项目窗口的第一行来打开“仿真器设置”对话框,如图 1-17 所示。

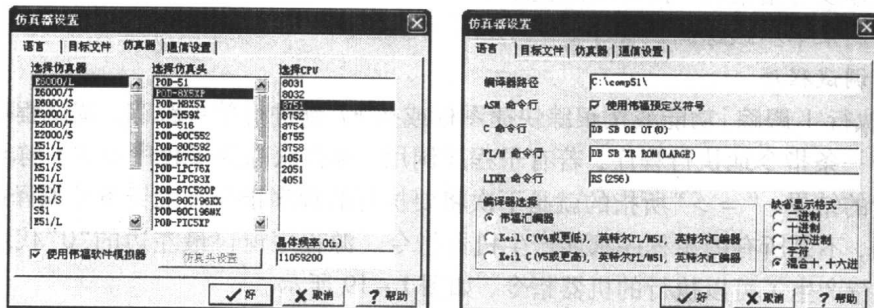


图 1-17

在“仿真器”栏中，选择仿真器类型和配置的仿真头以及所要仿真的单片机。在“语言”栏中，“编译器选择”根据本例的程序选择为“伟福汇编器”。如果你的程序是 C 语言或 INTEL 格式的汇编语言，可根据你安装的 Keil 编译器版本选择“Keil C (V4 或更低)”还是“Keil C

(V5 或更高)”，按“好”键确定。当仿真器设置好后，可再次保存项目。

5. 编译你的程序

选择菜单[项目 | 编译]功能或按编译快捷图标或 F9 键，编译你的项目，如图 1-18 所示。

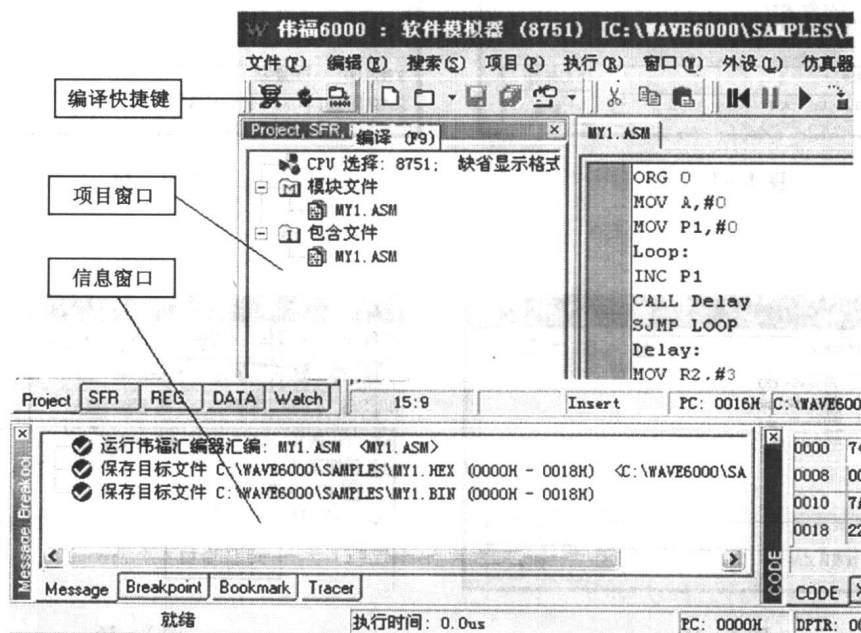


图 1-18

在编译过程中，如果有错可以在信息窗口中显示出来，双击错误信息，可以在源程序中定位所在行。纠正错误后，再次编译直到没有错误。在编译之前，软件会自动将项目和程序存盘。在编译没有错误后，就可调试程序了。

首先我们来单步跟踪调试程序。

6. 单步调试程序

选择[执行 | 跟踪]功能或按跟踪快捷图标或按 F7 键进行单步跟踪。调试程序单步跟踪就一条指令一条指令地执行程序，若有子程序调用，也会跟踪到子程序中去。你可以观察程序每步执行的结果，“=>”所指的就是下次将要执行的程序指令。由于条件编译或高级语言优化的原因，不是所有的源程序都能产生机器指令。源程序窗口最左边的“0”代表此行为有效程序，此行产生了可以执行的机器指令，如图 1-19 所示。

程序单步跟踪到“Delay”延时子程序中，在程序行的“R0”符号上单击就可以观察“R0”的值，观察一下“R0”的值，可以看到“R0”在逐渐减少。因为当前指令要执行 256 次才到下一步，整个延时子程序要单步执行 $3 \times 256 \times 256$ 次才能完成，单步执行太慢了。

没关系，我们有“执行到光标处”的功能，将光标移到程序想要暂停的地方，本例中为延时子程序返回后的“SJMP Loop”行。选择菜单[执行 | 执行到光标处]功能或按 F4 键或弹出菜单的“执行到光标处”功能。程序全速执行到光标所在行。如果想下次不再单步调试“De-

lay”延时子程序里的内容,按 F8 键单步执行就可以全速执行子程序调用,而不会一步一步地跟踪子程序。F8F8F8F8F8F8F8……是不是太烦了?那就移动光标到暂停行再按 F4,如果程序太长,每次这样移来移去,是不是也太累?那就设置断点吧,如图 1-20 所示。

将光标移到源程序窗口的左边灰色区,光标变成“手指圈”,单击左键设置断点,也可以用弹出菜单中的“设置/取消断点”功能或用 Ctrl + F8 组合键设置断点。如果断点有效图标为“红

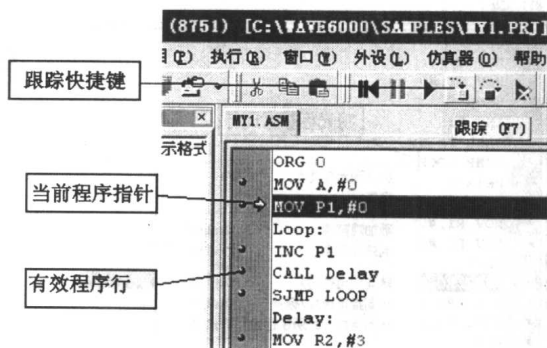


图 1-19

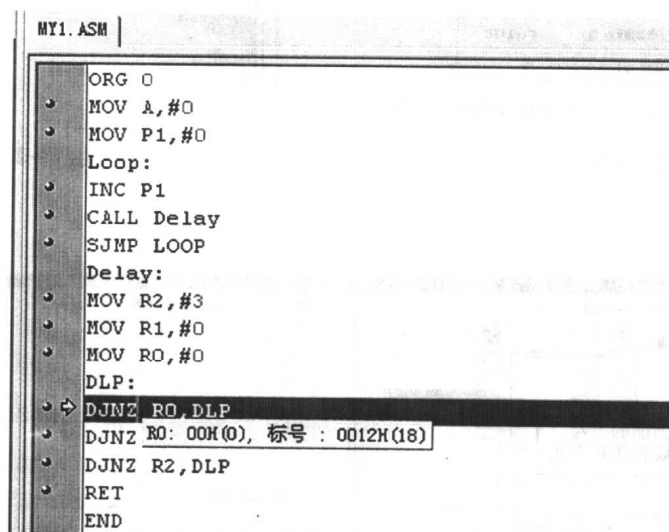


图 1-20

圆绿钩”,无效断点的图标为“红圆黄叉”。断点设置好后,就可以用全速执行的功能,全速执行程序,当程序执行到断点时,会暂停下来,这时你可以观察程序中各变量的值及各端口的状态,判断程序是否正确,如图 1-21、图 1-22 所示。

本例是将 P1 端口加 1,然后延时,再重复,这样若 P1 就是一个二进制加法器,若 P1 口接发光二极管,就会闪亮。不过到此为止,我们都是用软件模拟方式来调试程序。如果想要用仿真器硬件仿真,就要连接上仿真器。

7. 连接硬件仿真

按照说明书,将仿真器通过串行电缆连接到计算机上,将仿真头接到仿真器,检查接线是否有误,确信没有接错后,接上电源,打开仿真器的电源开关。

参见第 4 步,设置项目,在“仿真器”和“通信设置”栏的下方有“使用伟福软件模拟器”的选择项,将其前面框内的钩去掉,在通信设置中选择正确的串行口,按“好”确认。