

Microchip 公司大学计划用书



PIC[®]

单片机实践

李学海 著

 北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

Microchip 公司大学计划用书

PIC[®] 单片机实践

李学海 著



北京航空航天大学出版社

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

内 容 简 介

本套教材共分两册,即《PIC 单片机原理》和本书《PIC 单片机实践》。

本书是配合《PIC 单片机原理》一书使用的实践教程。共分 15 章,主要包括:PIC 单片机的集成开发环境、模拟调试方法、开发工具套件、在线仿真调试方法、单片机内部各种功能部件和外围模块的应用开发实例。每个实例都是经过反复推敲、精心规划有限的硬软件资源之后设计的,并且都通过了调试和验证。

本书在教学过程中可与《PIC 单片机原理》一书配合同步使用,将会取得理想的教学效果。本书在教授单片机知识的同时,更注重教授开发方法和应用技巧,可使学生在提高理论水平的同时,还强化将所学知识转化为实际工作的能力。因此,本书非常适合作为课程设计或毕业设计的指导用书,以及电子制作或单片机应用开发竞赛的参考用书。

本套教材适合用作高校相关专业专科、本科或研究生的教材或参考书,也可做为科研和生产技术人员的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

PIC[®] 单片机实践/李学海著. —北京:北京航空航天大学出版社,2004.6

ISBN 7-81077-471-9

I. P… II. 李… III. 单片微型计算机, PIC16F87
X IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 046484 号

PIC[®] 单片机实践

李学海 著

责任编辑 阎 玮

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhp@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:16 字数:358千字

2004年6月第1版 2004年6月第1次印刷 印数:5000册

ISBN 7-81077-471-9 定价:20.00元(含免费光盘1张)

前 言

在学习和工作节奏日益加快的今天,对于读者选择一本好书,不仅可以学习到新知识和新技术,而且还能提高学习效率、培养创新意识和激发求知欲望;对于教师选择一本好书,不仅可以得心应手、轻松自如,而且还能提高教学效率、事半功倍。

本书作者 2000 年应 Microchip 公司之邀,为该公司的“中国大学计划”撰写了一套教学用书《PIC 单片机实用教程——基础篇》^[1]和《PIC 单片机实用教程——提高篇》^[2],该套教学用书在发行后一年多的时间里就重印了 3 次。曾先后被山东建工学院、西北师范大学、辽宁工学院、四川师范大学、北京计科能源新技术公司等多家教学和研发单位选定为教学用书和培训教材,受到了广大师生和技术人员的肯定和好评。例如,山东建工学院的于复生博士来函说:对于《PIC 单片机实用教程——基础篇》^[1]大家反映很好,都说老师选了一本好教材,下半年我们的单片机综合技术课选用的是《PIC 单片机实用教程——提高篇》^[2]。

从许多反馈信息中可以看出,许多读者认为该套教程给他们留下深刻印象的是,通俗易懂、实用性强、配套性好、上手轻松,书中提及的软件环境和硬件工具都廉价易得,特别适合广大单片机初学者作为入门教材和自学读本。但是,对于教师确定授课教材时,若光选基础篇好像内容不够用,若两册都选则 63.5 元的总价确实贵了点。

为了尽量与国内常见的成套教材的编写方式靠拢,也为了更好地适应目前教师的教科书选择观念、价格期望值和授课习惯等诸多因素,决定对于原来的基础篇和提高篇进行一系列重组和改编、压缩和完善、调整和优化,仍以两册出版,定名为《PIC 单片机原理》和《PIC 单片机实践》。其主要编写思路是把原理教学和实践演练独立成册,作为教师可以购买两册,而作为学生可只选购原理部分。虽然原理和实践两册相对独立,学练分明,更适合于现今的原理课和实践课分设的教学模式,但是在章节编排上两册之间存在着对应关系。改编之后的这套教程仍然保持着原有的突出特点:语言流畅、内容细致、通俗易懂、系统全面、习题齐全、学用并重。

本书是供教师配合《PIC 单片机原理》^[3]一书使用的实践教程。全书内容共分 15 章,主要包括:集成开发环境和模拟调试方法、开发工具套件和在线仿真调试方法、PIC16F87X 单片机内部各种功能部件和外围模块的应用开发实例。为了尽量降低对硬件条件的要求,同时使实验内容尽可能丰富多彩,并且培养读者规划和重复利用有限硬件资源的能力,每个实验范例都是在依赖较少的硬件电路的情况下,经过反复推敲、精心设计的,并且都通过了调试和验收。

教学建议 《PIC 单片机实践》第 1 章和第 2 章应该放到《PIC 单片机原理》^[3]第 1 章和第 2 章之后学习,《PIC 单片机实践》其余各章中的实验则应分别后置到《PIC 单片机原理》^[3]的对

应章节之后进行。这种原理课和实践课紧密配合同步进行的教学方式,一定会取得理想的教学效果。

微芯(Microchip)公司在1990年仅排名世界第20位,经过10余年的积极拓展,其8位单片机的业绩节节攀升。据市场研究公司Gartner Dataquest于2003年6月公布的“2002年单片机市场份额和单位出货量”报告,微芯公司8位机已跃居全球第一,占到全球市场份额的16.1%。来自信息产业部的数据表明,2002年我国电子制造业的销售额上升了17.8%,达1690亿美元。2003年仍保持上年的增幅,达到1980亿美元。因此,尽管全球电子行业尚未走出低谷,但微芯在华的营收连续3年实现平均两位数的增长。微芯公司在我国推出的大学计划,准备发展150所大学,与之建立联合实验室或开展合作活动,目前已经发展了85所院校。由此可见,PIC系列单片机业已成为新的流行趋势,也是一种有前途的单片机系列。

在本教程的编著过程中,得到了原微芯科技咨询(上海)有限公司的执行总监邱庚源先生、著名单片机教育专家北京航空航天大学何立民教授、北京航空航天大学出版社马广云博士、山东建筑工程学院于复生博士、石家庄经济学院计算机教研室左瑞欣女士、《今日电子》执行主编赵雪芹女士、《电子产品世界》执行总编王莹女士、上海科技教育出版社资深编辑薛同莉女士、天津科技教育出版社吉静女士、《无线电》资深编辑房桦女士、《电子制作》资深编辑赵维彬先生、计科能源新技术公司叶东嵘总工、信息产业部电子第六研究所李映锡高工、微芯科技咨询有限公司应用工程师张明峰先生、王作峰先生、廖珍爱先生和卢园女士等专家学者们的大力支持和热情鼓励。除了提供最新资料和实验物品之外,还将他们在长期实践中积累的经验体会无私地奉献出来供广大读者分享。另外,为本书的编著工作尽力的还有王友才、张拥军、王国联、张秀芳、孙群中、杨金祥、朱永芳、贡雪梅、任志刚、张自宾、韩家民、董丹、范淑玲、杜太琢、杨瑞琢、杜雪梅、李学静、蒙洋、张磊、王友起、李学凤、蔡永岗、王友勇、李建良、高笑飞、范忠义、聂国良、徐福成、张波、周鹏、任胜利、赵鹏、池俭、胡素英、王树生、李学英、范俊海、石玉林、丁永再、孙桂良、李学峰、王友发、蔡永泽、范淑玲、李青石、解帅、裴新华、杨琳、李晗羽、李子杨等等。在此一并深表诚挚的谢意!

由于微芯公司不断推出新品,可查阅的中文新资料尚不够丰富,需要撰写的内容不仅量大而且新颖,加之作者的水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读友不吝赐教。

李学海

2004年1月1日

目 录

第 1 章 MPLAB® 集成开发环境及软件模拟调试方法

1.1 MPLAB 的组成	1
1.2 MPLAB 的获取	3
1.3 MPLAB 的安装与卸载	4
1.3.1 MPLAB 的安装要求	4
1.3.2 MPLAB 的安装方法	4
1.3.3 MPLAB 的卸载	6
1.4 MPLAB 的启动和退出	6
1.4.1 MPLAB 的快速上手	6
1.4.2 MPLAB 工作环境简介	7
1.4.3 MPLAB 的退出	9
1.5 设置开发模式	9
1.6 初次创建项目	10
1.7 在项目内创建和汇编源程序	14
1.8 调试程序的基本手段	17

第 2 章 MPLAB - ICD 在线调试工具及硬件仿真调试方法

2.1 概 述	23
2.1.1 MPLAB - ICD 的功能	23
2.1.2 MPLAB - ICD 的局限性	24
2.2 MPLAB - ICD 工具套件的构成	25
2.2.1 MPLAB - ICD 模块	26
2.2.2 MPLAB - ICD 仿真头	26
2.2.3 MPLAB - ICD 演示板	26
2.2.4 6 芯电缆	27
2.2.5 连接插座和插针	28
2.2.6 MPLAB 集成开发环境软件包	28
2.2.7 直流电源适配器	28

2.3	MPLAB-ICD 的安装	28
2.3.1	硬件安装方法一	29
2.3.2	硬件安装方法二	30
2.3.3	软件安装	30
2.4	MPLAB-ICD 的启用	31
2.4.1	建立 MPLAB-ICD 与微机的通信	31
2.4.2	MPLAB-ICD 的设置	32
2.5	用 MPLAB-ICD 统调用户程序和用户电路	38
	【实验范例 2.1】 霹雳灯	39
第 3 章 基本输入/输出端口应用实例、编程技巧和调试方法		
	【实验范例 3.1】 单键触发 8 位二进制累加计数器	44
第 4 章 定时器/计数器 TMR0 的应用方法和技巧		
4.1	TMR0 用作硬件定时器	52
	【实验范例 4.1】 队列灯	52
4.2	TMR0 多次引用	56
	【实验范例 4.2】 单键循环切换方波信号发生器	56
4.3	TMR0 用作硬件计数器	61
	【实验范例 4.3】 简易车辆里程表	62
第 5 章 中断系统的应用方法和技巧		
5.1	TMR0 溢出中断应用实例	71
	【实验范例 5.1】 闪烁式跑马灯	71
5.2	INT 外部中断应用实例	79
	【实验范例 5.2】 带电源故障报警和备用电池切换功能的流水式灯箱控制器	79
5.3	端口 RB 电平变化中断应用实例	86
	【实验范例 5.3】 简易四路抢答器	86
第 6 章 监视定时器 WDT 和睡眠功能的应用方法和技巧		
6.1	WDT 应用实例	100
	【实验范例 6.1】 带 WDT 监视的霹雳灯	100
6.2	睡眠功能应用实例	103
	【实验范例 6.2】 利用按键来唤醒进入睡眠状态的 CPU	103

第7章 输入/输出端口复合功能的应用方法和技巧

- 【实验范例 7.1】 4×4 矩阵键盘扫描 107
- 【实验范例 7.2】 利用 8 位并行从动端口 PSP 实现双机通信 114

第8章 EEPROM 和 Flash 存储器的应用方法和技巧

- 8.1 EEPROM 的应用 122
 - 【实验范例 8.1】 EEPROM 数据存储器读/写验证 122
 - 【实验范例 8.2】 改进型简易车辆里程表 128
- 8.2 Flash 的应用 134
 - 【实验范例 8.3】 Flash 程序存储器读/写操作验证,即 IAP 技术的实现 134

第9章 定时器/计数器 TMR1 的应用方法和技巧

- 【实验范例 9.1】 蠕动灯 141
- 【实验范例 9.2】 秒信号发生器 145

第10章 定时器 TMR2 的应用方法和技巧

- 【实验范例 10.1】 路标导向灯 150
- 【实验范例 10.2】 2 kHz 对称方波发生器 153
- 【实验范例 10.3】 滴水灯 156

第11章 输入捕捉/输出比较/脉宽调制 CCP 的应用方法和技巧

- 11.1 输入捕捉模式的应用举例 160
 - 【实验范例 11.1】 负脉冲宽度简易测量仪 160
- 11.2 输出比较模式的应用举例 167
 - 【实验范例 11.2】 简易时间控制器 167
 - 【实验范例 11.3】 遥控编码信号码型发生器 170
- 11.3 脉宽调制模式的应用举例 175
 - 【实验范例 11.4】 按钮控制灯具调光器 175

第12章 模拟/数字转换器 ADC 的应用方法和技巧

- 【实验范例 12.1】 单通道模拟量采集器 181
- 【实验范例 12.2】 单线扫描实现多键输入的解决方案 186

第 13 章 通用同步/异步收发器 USART 的应用方法和技巧

- 【实验范例 13.1】 USART 双向通信验证 192
- 【实验范例 13.2】 人一机对话 199
- 【实验范例 13.3】 利用 USART 串口扩展 8 位并行输出口 207

第 14 章 主控同步串行端口 MSSP——SPI 模式应用方法和技巧

- 【实验范例 14.1】 SPI 接口全双工通信能力演示 212
- 【实验范例 14.2】 SPI 接口多点通信系统演示 216
- 【实验范例 14.3】 利用 SPI 接口连接串行 EEPROM 存储器 93LCXX 222

第 15 章 主控同步串行端口 MSSP——I²C 模式应用方法和技巧

- 【实验范例 15.1】 I²C 总线串行接口 EEPROM 存储器的读/写操作演示 229

附录 A 宏汇编器 MPASM 伪指令总表

附录 B MPLAB - ICD 演示板电路原理图

参考文献

第 1 章 MPLAB[®] 集成开发环境 及软件模拟调试方法

微芯公司为其 PIC 系列单片机专门配备了功能强大的 MPLAB 集成开发环境(Integrated Development Environment, IDE)软件包,可以通过网站下载和光盘发行两种方式为用户免费提供。MPLAB-IDE 是一套以项目(Project,或翻译为计划或工程)为导向的,或者说是面向项目的综合模拟调试环境软件,它把文本编辑器、汇编器、连接器、项目管理器和调试器等一些在编程和调试过程中必不可少的软件工具,全部集成到了一个模拟开发环境之下,从而形成了一套不仅功能丰富而且使用方便的软件包。借助于 MPLAB-IDE,单片机应用项目开发者可以在一部微机系统上,对 PIC 系列单片机进行源程序文件的创建、编辑和汇编,甚至还能实现目标程序的模拟运行和动态调试等虚拟实战演练,并且调试方式还可以采用连续运行、单步运行、自动单步运行、设置断点运行等多种运行方式。MPLAB 的功能非常丰富,在此仅从简单实用的角度出发,以一个实例程序的创建、修改到调试通过的整个过程,向读者展示 MPLAB 的基本用法,以达到快速上手之功效。

微芯公司的集成开发环境 MPLAB-IDE 软件包,其版本升级非常频繁,有时一年之内就几次升级,原因是公司不断推出新型号的 PIC 单片机,也就需要支持环境 MPLAB-IDE 不断地扩充。其实,MPLAD-IDE 各个版本之间是大同小异,读者不必盲目追新。应该本着“够用即可”的原则锁定一个目标,况且最新的并不一定是最适合目前学习的版本,更不一定是支持学习工具的最好版本。

由于支持适合初学者使用的经济型 MPLAB-ICD 开发工具套件的 MPLAB-IDE,其最高版本为 V5.70.40,也是最终版本。就是说此后又新推出的 V6.00 及以上版本不再支持 MPLAB-ICD,这一点请广大读者注意。因此,本教程选定 V5.70.40 版本为例。其实 V5.00.00~V5.70.40 之内各个版本的工作界面和操作方法基本相同。

1.1 MPLAB 的组成

MPLAB 是一个集成了多种单片机应用开发工具软件于一体的、功能完备的“软件包”。在此仅对本教程后面将用到其中的 5 种工具软件进行简要介绍:

1. 工程项目管理器

工程项目管理器(Project Manager)是 MPLAB 的核心部分,用于创建和管理工程项目,

为开发人员提供自动化程度高、操作简便的符号化调试工作平台。所谓符号化调试,指的是在调试过程中屏幕上显示的地址标号、常数名、变量名和寄存器名,均用在源程序中定义的象征性和可读性很强的符号来代表和标识。因此,又被称为源程序级调试。这比传统的 80x86 汇编语言程序的调试环境要友好得多。

2. 源程序编辑器

源程序编辑器(MPLAB Editor)是一个全屏幕文本编辑器,用于创建和修改汇编语言源程序文件。源程序文件以纯文本格式保存,其文件扩展名为“.asm”。

3. 汇编器

汇编器(MPASM Assembler)用于将汇编语言源程序文件(.asm)汇编成机器语言目标程序文件(.hex),同时也可以得到可选的可重复利用的目标文件(.obj),并负责查找语法错误和格式错误等一些浅层次的简单错误。

4. 软件模拟器

软件模拟器(MPLAB - SIM Software Simulator)是一种在很大程度上代替价格昂贵的硬件仿真器(Hardware Emulator)功能的调试工具,也是一种非实时、非在线的纯软件的调试工具。借助于这个在微机系统上运行的工具软件,可以不需要任何额外的附加硬件,仅用软件的手段来模仿 PIC 系列单片机内部寄存器的活动、指令的执行过程、片内外设模块的动作和引脚信号的输入/输出,从而实现对用户源程序的模拟运行和功能调试、深层次逻辑错误的查找和排除。因此可以说,微芯公司为学习和应用 PIC 系列单片机的人们提供了一种虚拟的实战环境。对于单片机初学者来说,不用花钱也可实现边学边练的梦想;对于单片机开发者来说,可以缩短开发周期和降低开发成本。总之,它是一种性能价格比极高的程序调试工具。但它也存在一定的局限性:① 它还不能模拟 PIC16F87X 片内功能特殊的少数的外围模块;② 它不能帮助查找目标板上的电路错误;③ 它执行速度慢而只能适合调试那些实时性要求不高的程序。上面提到的目标板指的是演示板、学习板或用户板。所谓演示板或学习板,也叫 DEMO 板,是单片机生产商、单片机代理商或开发工具生产商,为了便于单片机新用户的学习,或者为了向用户展示其单片机的功能,或者为了便于单片机应用项目的前期开发阶段的评估,而设计生产的一种电路板成品;所谓用户板是单片机开发者为了某个单片机应用项目而自行设计和制作,并且焊装了除单片机之外的全部电路元器件的电路板。

5. 在线调试工具 ICD 的支持程序

在线调试工具 ICD 的支持程序(MPLAB - ICD Debugger)是一种专门与 ICD 配合使用的支持程序。ICD 是微芯公司专为 PIC16F87X 设计的一种廉价在线调试工具套件,在第 2 章将对 ICD 做详细的介绍。

另外 MPLAB 还包含一些其他工具软件,例如:程序模块连接器(MPLINK)、库程序管理器(MPLIB)、在线硬件仿真器的支持程序(MPLAB - ICE 和 PICMASTER)、目标机器码程序

烧录器的支持程序(PRO MATE 和 PICSTART Plus)、运行于 DOS 操作系统下的汇编器(MPASM for DOS)等。

除了以上这些工具软件以外,MPLAB 还包含了一些可供开发人员引用和借鉴的资料文件,例如:各个工具软件的联机帮助文件、汇编程序示例文件、连接器脚本文件、程序格式模板文件、寄存器和存储器定义文件等。

1.2 MPLAB 的获取

获取 MPLAB 软件包可以采取两种方法,一是从微芯公司各地办事处及其单片机产品国内多家代理商那里索取资料光盘;二是从微芯公司的官方网站以及代理商或工具设计商的网站上下载。例如,国内的 PIC 单片机代理商有福州贝能、福州高奇、北京集万讯、北京昊天、武汉力源等;国内第三方 PIC 仿真工具设计商有南京伟福、上海祥宝、上海星研、福州贝能、福州高奇等。

微芯公司的两个网址分别是:

英文网址 <http://www.microchip.com>

中文网址 <http://www.microchip.com.cn>

例如,从高奇网站上下载时,可以得到一个名为 mp57040.zip 的压缩文件;然后利用 WinZIP 或 WinRAR 等工具软件解压后安装。又例如,从贝能公司网站上下载时,可以得到一个名为 MPLAB_5.70.40.EXE 的可执行文件,然后直接运行即可开始安装过程。贝能和高奇的网站主页分别见图 1.1 和图 1.2 所示。

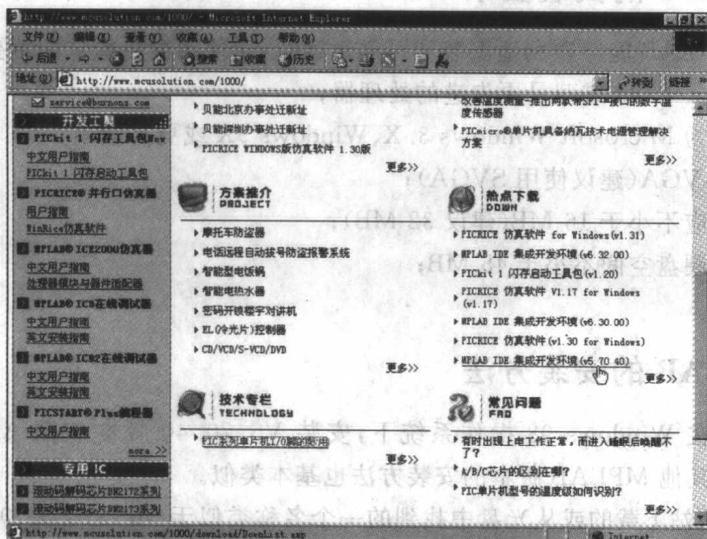


图 1.1 贝能公司网站主页

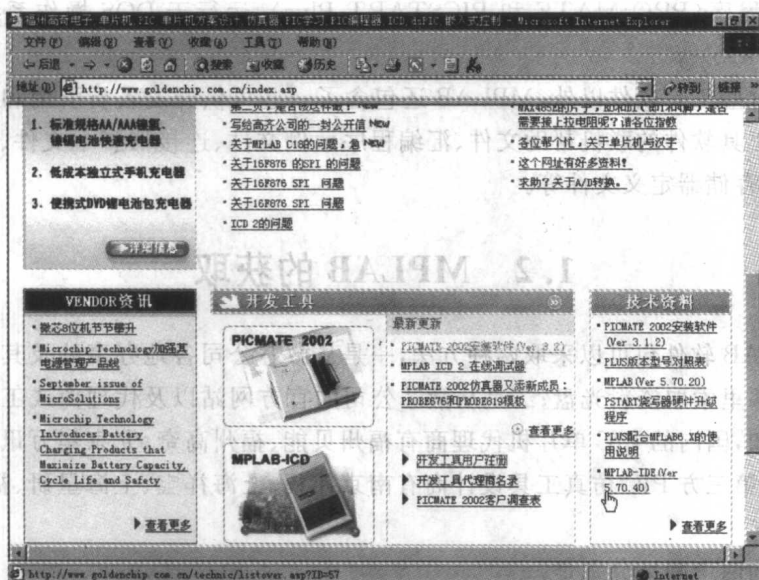


图 1.2 高奇公司网站主页

1.3 MPLAB 的安装与卸载

1.3.1 MPLAB 的安装要求

为了确保 MPLAB 能够顺利地安装和可靠地运行,所使用微机最低配置要求如下:

- CPU 为 Intel 486 或型号更先进的处理器;
- 操作系统为 Microsoft Windows 3. X、Windows 9X 或更高版本;
- 显示器为 VGA(建议使用 SVGA);
- 内存容量应不小于 16 MB(建议 32 MB);
- 可利用的硬盘空间不小于 45 MB;
- 配有鼠标。

1.3.2 MPLAB 的安装方法

本小节介绍在 Windows 98 操作系统下,安装 V5. 70. 40 版本 MPLAB 的过程。其他 Windows 版本或其他 MPLAB 版本的安装方法也基本类似。

对于从上述网站下载的或从光盘中找到一个名称类似于 MPLAB_5. 70. 40. EXE 的可执行文件,这是一个约为 13 MB 的自解压文件,用鼠标双击该文件(单击或双击均指鼠标左键),

运行该文件,就会自动解压并且自动启动安装过程,显示一系列对话框。依照安装向导的指引顺序操作,即可完成安装过程。

为了简便起见,对于初学者可以连续按回车键,也可完成安装过程。但这样会占用较大的硬盘空间。如果想节省硬盘空间,那么可以采用“定制安装”的方法,只安装当时必要的程序文件,其他程序文件等用到时再装。具体方法是,在安装过程中当出现如图 1.3 和图 1.4 所示对话框时,用鼠标单击去掉一些暂时用不到的程序左边的钩号。例如,暂时去掉如图 1.3 所示的 5 个程序,大约可节省 13 MB,也就会只需要约 30 MB 的硬盘空间。

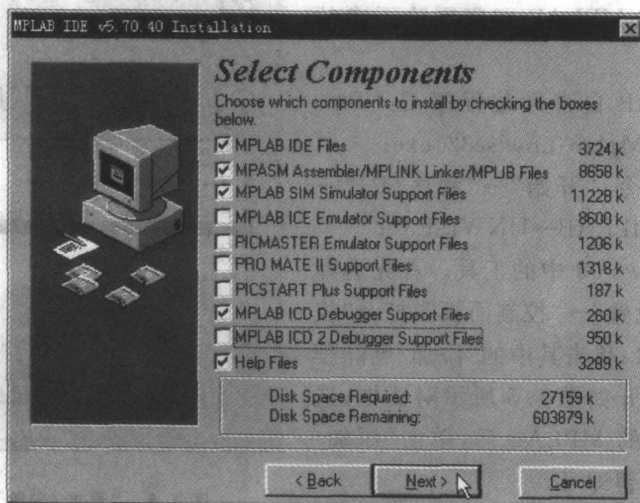


图 1.3 驱动程序组件选择对话框

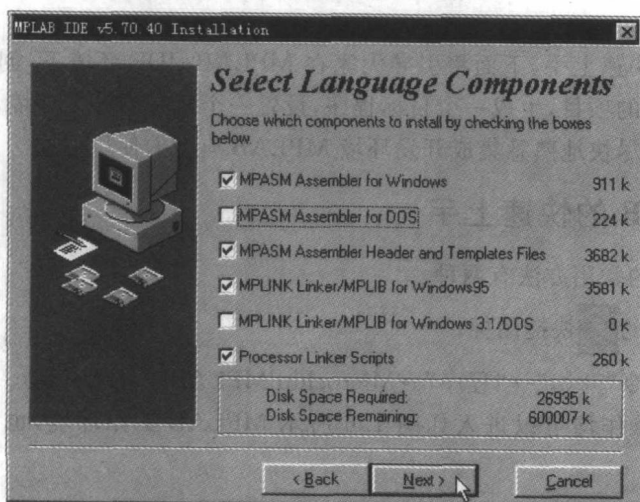


图 1.4 语言工具组件选择对话框

安装完成后 MPLAB 会自动在 Windows 98 “开始”图标按钮的“程序”组中,建立一个 Microchip MPLAB 程序组,至此 MPLAB 的系统文件已安装完毕。用户可在硬盘驱动器 C:\Program Files\Mplab 目录下,建立一个新的子目录 Work 作为工作目录,存放在学习和操练过程中产生的各种文件。

1.3.3 MPLAB 的卸载

如果以后不再使用 MPLAB,想清除其占用的硬盘空间,可以把 MPLAB 彻底删除干净的方法有:

- ① 运行 MPLAB 自带卸载程序 C:\Program Files\Mplab\unwise32.exe;
- ② 使用菜单命令:“开始”→“程序(P)”→Microchip MPLAB→UNWISE32;
- ③ 利用 Windows 98 中的工具。首先选择“开始”→“设置”→“控制面板”,打开“控制面板”窗口;单击其中的“添加/删除程序”图标,打开如图 1.5 所示对话框;选中将被拆除的 MPLAB 后,单击“添加/删除(R)”按钮即可。

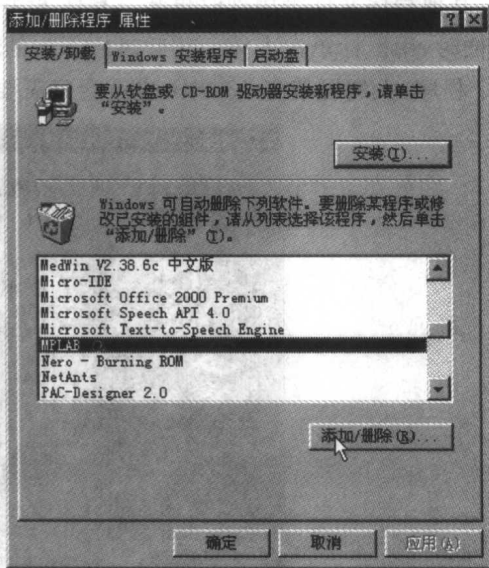


图 1.5 “添加/删除程序”对话框

1.4 MPLAB 的启动和退出

为了便于读者快速上手,下面将引导大家在 MPLAB-IDE 环境下,创建一个汇编语言源文件,创建一个简单的项目,生成一个目标程序,设置一个适宜的开发环境,并且进行一些基本的调试,以帮助读者尽快地熟悉集成开发环境 MPLAB 典型的使用方法。

1.4.1 MPLAB 的快速上手

启动 MPLAB 的常用方法有两种:

- ① 双击桌面上的  快捷图标;
- ② 选择菜单命令“开始”→“程序”→Microchip MPLAB→MPLAB。

通过上述任一操作均可以进入如图 1.6 所示 MPLAB 工作环境,也称作工作界面或主窗口。

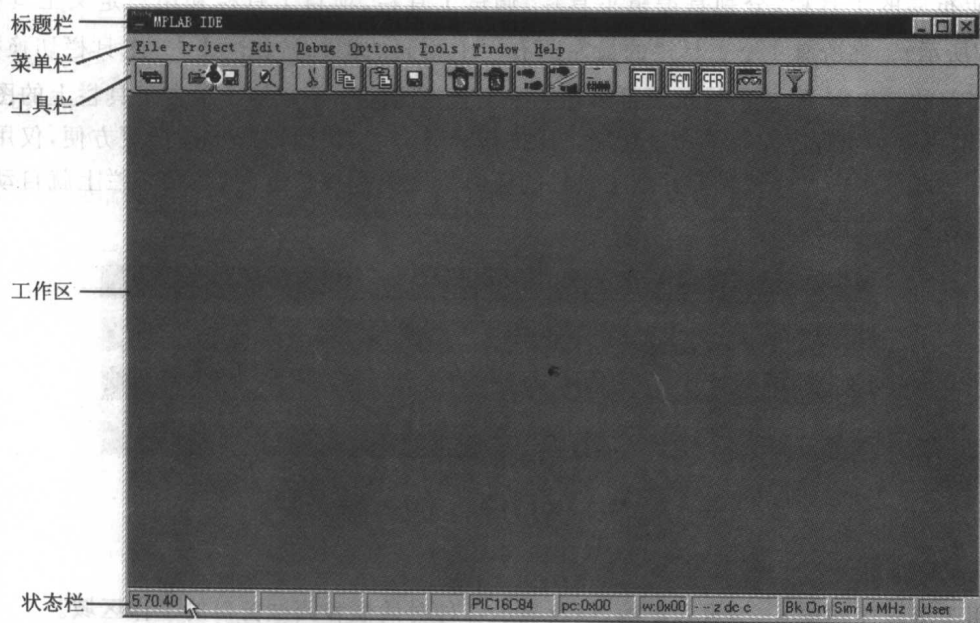


图 1.6 MPLAB 主窗口

1.4.2 MPLAB 工作环境简介

图 1.6 所示的是一个标准的 Windows 应用程序窗口,从上到下由 5 个部分组成:标题栏、菜单栏、工具栏、工作区和状态栏。

1. 标题栏

显示项目文件或源文件的名称及其所在的目录。最左边是一个系统按钮,右边是 3 个窗口控制按钮。

2. 菜单栏

V5.70.40 版本的 MPLAB,其菜单栏中共有 8 个菜单选项。从左到右依次为:文件、项目、编辑、调试、选项、工具、窗口和帮助。每个菜单选项都有一个下拉菜单,有的下拉菜单中又包含子菜单。下拉菜单或子菜单中包含若干条菜单命令,MPLAB 的所有功能都可以通过操纵菜单命令来实现。每条菜单命令中均有一个带下划线的字符,代表加速键。在菜单下拉后,键入该字符即可执行该命令。多数菜单命令的右面还注明了对应的快捷键(又叫热键),直接操作快捷键也可执行该命令。

3. 工具栏

为用户提供了一种执行日常任务的便捷手段。其实它又包含着 4 个相互重叠而又有着不

同功能布局的工具栏,分别是编辑工具栏、调试工具栏、项目工具栏和用户定义工具栏(如图 1.7 所示)。在所有 4 个工具栏的最左边有一个相同的图标按钮——工具栏切换按钮。根据当前的工作需要,单击该按钮可以在 4 种工具栏之间循环切换。单击工具栏上的图标按钮,可以快速实现对应的菜单命令功能。比操作菜单命令、快捷键或加速键更方便,仅用鼠标单击一次即可完成。当把光标移至工具栏的任何一个图标按钮上时,在状态栏上就自动显示该图标按钮的功能提示。



图 1.7 MPLAB 4 种不同功能布局的工具栏

4. 工作区

用于源程序的输入、编辑和汇编,以及显示各种对话框和调试窗口的工作区域。

5. 状态栏

包含 14 个字段的信息,用于显示 MPLAB 当前的运行状态。从左到右排列的字段依次为:

- 显示 MPLAB 版本号(仅在 MPLAB 主窗口刚打开时),或者光标在当前窗口中的位置——行号(Ln)/列号(Col);
- 当前窗口中所显示内容的总行数;
- 当前窗口打开之后是否被改动过(是,则显“#”号;否,则显示空白);
- 文件是可编辑的(显示 WR)还是只读的(显示 RO);
- 文本文件的行是否卷绕以及从第多少列开始卷绕;
- 输入模式是插入(显示 INS)还是覆盖(显示 OVR);
- 选中的待开发单片机型号;
- 程序计数器 PC 的当前值;
- 工作寄存器 W 的当前值;
- 状态寄存器的当前值(用大写字母表示逻辑 1,用小写字母表示逻辑 0);
- 断点的开关状态(Bk On 表示打开,Bk Off 表示关闭);
- 当前开发模式(Sim 表示软件模拟器,ICD 表示在线调试器,EO 表示只能编辑等);
- 选定的单片机的时钟频率;
- 当前工具栏的种类(Edit 为编辑,Proj 为项目,Debug 为调试,User 为用户定义)。

其中有的字段双击时,还能直接更改设置。只有那些在光标接触时显示箭头的字段才是