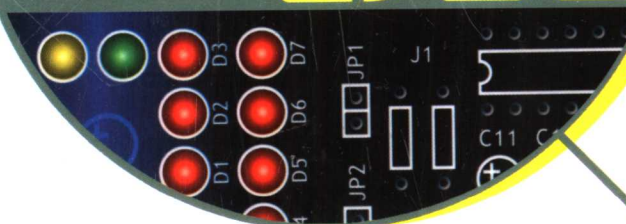


图解电子创新制作

PIC微控制器 基础与实践

[加] Myke Predko 著
胡光华 译

DIY



4

123

实验



科学出版社
www.sciencep.com

TP368.1-33

7

2007

图解电子创新制作

PIC 微控制器 基础与实践

〔加〕 Myke Predko 著
胡光华 译

科学出版社

北京

图字: 01-2006-5208 号

内 容 简 介

本书是“图解电子创新制作”丛书之一。本书主要介绍广泛应用的 PIC 微控制器及在其基础上建立的系统。通过 123 个引人入胜的实验,讲述了利用 C 语言、汇编语言对以 PIC 微控制器为关键器件的电子线路系统进行编程控制的方法。

本书共有 13 章,内容涉及对 PIC 微控制器程序的编写、测试、查错、调试等技巧,相关电子线路的安装、制作方法,并且简单阐述构成微控制器的电子学基础知识。

本书最大特点是实用性与趣味性并存,重点突出。书中附有大量的有价值信息,帮助读者加深理解书中知识。

本书可供从事微控制器系统设计及开发的工程师、电子爱好者阅读,也可供自动化、电子电气工程、计算机、相关专业的师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

PIC 微控制器基础与实践/(加)Myke Predko 著;胡光华译. 北京:科学出版社,2007

(图解电子创新制作)

ISBN 978-7-03-018844-1

I. P… II. ①M…②胡 III. PIC-制作 IV. TP368.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 051164 号

责任编辑:赵方青 崔炳哲 / 责任制作:魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:朱 平

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 5 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007 年 5 月第一次印刷 印张: 35

印数: 1—5 000 字数: 668 000

定 价: 59.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

致 谢

如果没有以下诸位付出宝贵的时间和精力为我提供帮助,本书是不可能出版的。

- Microchip 公司的 Carol Popovich, Greg Anderson, Joe Drzewiecki, Audre Nemat 和 Fanie Duvenhage 向我推荐最适用于本书制作的产品。他们花费大量时间帮助我,回答我提出的无数问题,并告诉我解决问题的方法。

- HT-Soft 公司与他们的技术支持人员给予我莫大的帮助,其工作人员及时地回答了我的问题并向我解释了 PICC Lite 编译程序的内部工作原理。PICC™ 的编译程序系列无论对于初学者还是专业技术人员而言都是一个强有力的工具,因此本书大力推荐该工具。

- 位于安大略省米西索加 Rick Hansen 中学的 Brad North, Richard Bonafede 和学生们使我更多地了解到学生是怎样学习编程、电子学和可编程中断控制器(PIC)微控制器(MCU)的。

- 位于安大略省多伦多科学中心的 Blair Clarkson 和 Dave Pilote 建议我向那些在工作室中制造过 TAB 电子相扑机器,并且希望用它来做更多事情的工作人员阐明微控制器的基本概念。

- 本书的编辑 Judy Bass 自始至终耐心地回答我所有的问题并给予我很好的建议,并且无论这些问题是多么的幼稚,她都会耐心地给予答复。她本人极具幽默感而且对事情考虑得非常周全。

- PIC 微控制器一直是最好的联机辅助器件之一。我想感谢那些花费时间把相关的信息和实验内容放在互联网上的人,正是他们这种方式的支持与帮助使得其他人能更好地了解 PIC 微控制器或者是使他们的设计的项目得以完成并且能够运行。

- 感谢 Celestica 公司及其工作人员,他们回答了我提出的种种奇怪的问题,并且向我介绍了该项技术的前景。

- 感谢我的女儿 Marya,她总是积极地帮助我制作新的实验项目。虽然这些实验项目在顺利完成之前仅仅需要一点微调,但她仍是怀着极大的热忱去帮助我完成实验。

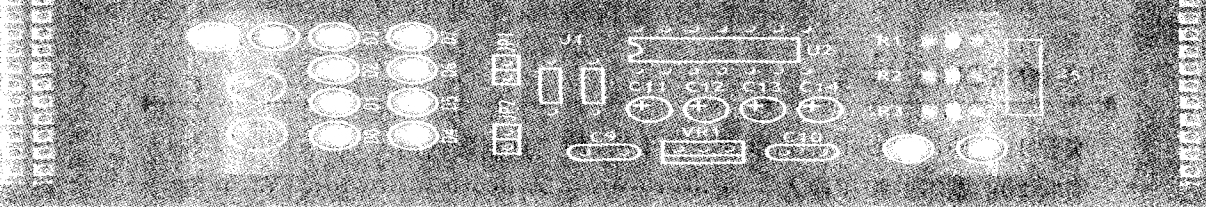
- 我的妻子 Patience 帮助我安排生活中的每一件事情,她每天为我们操

劳着。即使在我要求她对书中的一两个部分作快速阅读的时候,她也没有怨言。我想没有她的付出我是不能够完成任何一件事的。

对于所有愿意和本书分享你们的想法、体验以及对本书怀有极大热忱的人们,表示真挚的谢意。

Myke

<http://www.myke.com>



目 录

绪 论	1
-----------	---

1 | 深入学习 PIC16F684

实验 1 I/O 引脚	21
实验 2 配置字	23
实验 3 PIC 微控制器的变量内存、寄存器和程序内存	26
实验 4 在 MPLAB IDE 中模拟 cFlash.c	30

2 | C 编程介绍

实验 5 变量说明语句	41
实验 6 C 语言的数据类型	42
实验 7 常数的格式化	44
实验 8 赋值语句	47
实验 9 表达式	49
实验 10 逐位运算符	51
实验 11 逻辑表达式	54
实验 12 使用 If 语句的有条件执行	57
实验 13 嵌套条件语句	61
实验 14 Switch 决策语句	66
实验 15 条件循环	68
实验 16 for 语句	71

3 | 简单的 PIC 微控制器应用

实验 17 基本的延时	80
实验 18 排序 PICKit 1 初学者套件 LED	83

实验 19	使用 PICKit 1 初学者套件 LED 的二进制数输出	86
实验 20	基本的按钮输入	89
实验 21	消除抖动按钮输出	91
实验 22	MCLR 运算	95
实验 23	结束应用	99

4 | C 语言的特性

实验 24	函数与子例程	108
实验 25	全局与局部变量	110
实验 26	定义与宏命令	111
实验 27	变量数组	114
实验 28	结构与联合	117
实验 29	指针与列表	120
实验 30	字符串	124
实验 31	库函数	128

5 | PIC 16F684 微控制器的内置功能

实验 32	电压过低复位	144
实验 33	模/数转换操作	148
实验 34	比较器操作	153
实验 35	监视定时器	159
实验 36	利用 TMR0 的短时间计时显示	161
实验 37	使用 TMR0 预定标器	164
实验 38	使用 TMR1 的长时间计时器延时	167
实验 39	比较时钟振荡器	170
实验 40	使用 CCP 测量计时 I/O 引脚电阻	174
实验 41	使用 CCP 和 TMR2 来产生 PWM 信号	176
实验 42	使用 EEPROM 内存存储与检索数据	181

6 | 与 PIC 微控制器接口的项目

实验 43	利用 PIC16F684 直接驱动一个 7 段 LED 显示	188
实验 44	多个 7 段 LED 显示	191

实验 45	LED 矩阵显示	195
实验 46	液晶显示	199
实验 47	产生随机数	203
实验 48	2 位液晶显示	204
实验 49	开关矩阵小键盘映射	207

7 | 简单的 C 语言微控制器应用

实验 50	南瓜 LED 显示	219
实验 51	反应时间检测器	223
实验 52	Rokenbok 牌的单轨铁路/交通信号灯	228
实验 53	7 段 LED 温度计	234
实验 54	PIC 微控制器钢琴	241
实验 55	模型铁路开关控制	245
实验 56	PC 工作状态显示	249

3 | PIC 微控制器汇编语言程序介绍

实验 57	asmTemplate.asm 文件和基本的伪指令	256
实验 58	规定程序内存地址	259
实验 59	装入 WREG 并且保存它的内容	262
实验 60	定义变量	265
实验 61	逐位指令	267
实验 62	加法指令	270
实验 63	AddLibs;奇怪的模拟器结果	272
实验 64	减法指令	273
实验 65	存储体寻址	277
实验 66	位指令	282
实验 67	位跳过指令	284
实验 68	条件执行	287
实验 69	decfsz 循环	290
实验 70	子例程	292
实验 71	数组的定义与实现	294

9 PIC 微控制器汇编语言资源例程

实验 72	使用 PIC16F684 的逻辑模拟	303
实验 73	在汇编语言中实现 C 语言的“Switch”语句	308
实验 74	定 义	315
实验 75	条件汇编	320
实验 76	宏命令	325
实验 77	16 位数值/变量和加法、减法及比较	328
实验 78	通用的时间延时宏命令	331
实验 79	汇编程序中的高层次编程	335
实验 80	只读数组的实现	341
实验 81	数据堆栈	346
实验 82	环形缓冲器	349
实验 83	可擦除可编程只读存储器数据内存的读与写	353

10 传感器

实验 84	PIC 微控制器 BS2 用户接口	371
实验 85	PIC 微控制器 BS2 小键盘接口	382
实验 86	PIC 微控制器装置接口	384
实验 87	声音检测	390
实验 88	多个微开关的抖动消除	393
实验 89	光线传感器	396
实验 90	红外线(IR)表面传感器	397
实验 91	Sharp 公司的 GP2D120 测量物体距离传感器接口	401
实验 92	自己动手制作红外线物体传感器	403
实验 93	红外线物体测距传感器	410
实验 94	超声波通达距离传感器	413
实验 95	机器人红外线标记	416

11 电动机控制

实验 96	利用 CCP 脉宽调制驱动及电位器控制的直流电动机	424
实验 97	直流电动机控制与简单的 TMR0 脉宽调制	430
实验 98	利用 PWM 和 BS2 接口来控制多个电动机	436

实验 99	双极步进电动机的控制	438
实验 100	单极步进电动机控制	445
实验 101	无线电控制模型伺服控制	450
实验 102	多伺服控制软件结构	455
实验 103	双伺服机器人基础与 BS2 接口	460

12 | 利用 PIC 微控制器汇编语言解决编程问题

实验 104	具有 16 位乘积的 8 位乘法	465
实验 105	16 位数值被 8 位数值除	467
实验 106	利用有限差分理论求一个数值的平方	471
实验 107	求一个 16 位数的平方根	474
实验 108	把一个字节转换成三位十进制、二位十六进制或八位二进制 ASCII 字节	478
实验 109	生成一个字节的偶校验值	482
实验 110	利用冒泡排序算法排序十个 8 位数值的列表	485
实验 111	用一个简单的替代算法加密及解码一个 ASCII 字符串	488
实验 112	产生一个费波那契数列	493
实验 113	求出两个 8 位数的最大公约数	496

13 | ZipZaps 牌的机器人

实验 114	ZipZaps 牌汽车的特征描述	504
实验 115	PIC 微控制器电源	507
实验 116	PIC 微控制器的电子印制电路板	510
实验 117	红外线电视遥控	514
实验 118	电动机和转向控制	517
实验 119	基本任务控制软件	519
实验 120	红外线遥控	525
实验 121	光线传感器和光线跟踪	527
实验 122	红外线物体探测传感器	529
实验 123	红外线直线跟踪传感器	531
译后记		547

绪 论

大约 10 年前,我撰写了第一本书——关于 Microchip 公司的 PIC 微控制器(通常缩写为 MCU)。对于这本书最多的批评是在制作实验项目之前需要花费太长准备的时间,对这个说法我感到非常吃惊。因为在学习像微控制器这样的新器件时,首先应该检查相关组件的电信息数据表,理解它们的结构构成及怎样对其进行编程,最后还要深入了解对于这个组件可利用的开发工具。通过阅读下文,大家就会了解我的教育背景及所受过的训练。我是 20 世纪 70 年代的青少年,80 年代上的大学。那时不像现在有各种各样便于使用的器件,还有广受大家欢迎的各种基于个人计算机发明的先进的开发工具。现在人们认为使用这些开发工具是理所当然的,但在那时,人们甚至从未想过使用这些器件与工具,更不用说它们的开发和销售了。我认为这种学习组件知识的方法是正确的。如今人们能够使用 Microchip 公司的 MPLAB® R 集成开发环境(IDE: Integrated Development Environment)和具有 HT-Soft 公司的 PICC Lite™ C 语言编译程序的 PICKit™ 1 初学者套件,在不到 20 分钟内建立一个“开发实验室”并且创建其基本的应用。

本书的目的是向读者介绍 Microchip 公司的 PIC 微控制器及其应用。在绪论部分,通过使用 PICKit 1 初学者套件印制电路板(PCB: Print Circuit Board)以及来自 Microchip 公司和 HT-Soft 公司的免费开发工具,你会感到编写一个简单的 PIC 微控制程序是非常容易的。该程序将会使 PICKit 1 初学者套件上的一个发光二极管(LED)闪烁。随着对本书的深入学习,你对 PIC 器件的理解将会加强,直至能够很轻松地利用 C 编程语言及汇编语言对复杂的问题进行编程。

PICKit 1 初学者套件(图 i. 1)包括了创建并测试 PIC 微控制器应用所涉及的全部内容。其中含有:一块印制电路板(图 i. 2);一条通用串行总线(USB)线缆,用来把 PICKit 1 初学者套件连接到你的 PC(Personal Computer, 个人计算机)上;一张只读光盘(CD-ROM),包含了在本书中介绍的应用源代码;两个 PIC 微控制器;一个 8 引脚的 PIC12F675 芯片和一个 14 引脚的 PIC16F684 芯片。在本书中将会把焦点放在 PIC16F684 上,由于它的 14 个引脚使其应用范围更为广泛,另外书中也介绍了 8 引脚的 PIC12F675 的使用经验。

为了使 PICKit 1 初学者套件与本书配套使用,可以利用万维网网址 www.books.mcgraw-hill.com。如果你没有购买 PICKit 1 初学者套件,则可以从我的网

站上(www.myke.com)下载源代码。



图 i.1 Microchip 公司的 PICkit 1 初学者套件

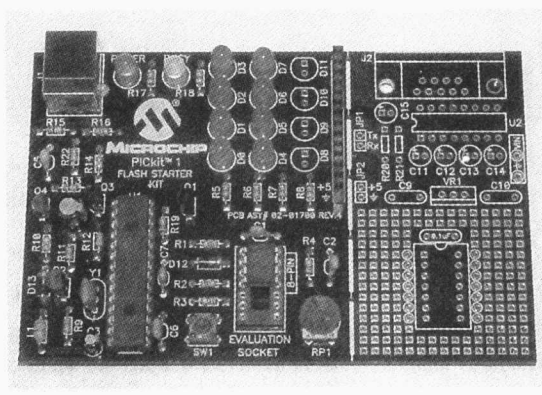


图 i.2 由编程电路、8 个 LED、一个开关和一个电位器组成的 PICkit 1 初学者套件印制电路板,它们能够使你轻松地掌握怎样编程及存取 PIC 微处理器的外部特性

本书中,采用的是 Microsoft 公司的 Windows 操作系统。当使用本书中的 PICC Lite 汇编程序及 MPLAB IDE 工具一起工作时,建议你使用最新的版本(到目前为止,可利用的最新版本是 Windows/XP SP2)。在 Linux 上也有开发工具可以利用,但是没有可供 Apple 公司的 Macintosh OS/X 所使用的开发工具(但通过一个仿真器你应该能够使用 Windows 软件工作)。你将会发现软件在 Windows 环境中工作得很好。

如果看一下伴随 PICkit 1 初学者套件而来的只读光盘,就会发现它包含了 Microchip 公司的 MPLAB IDE 和 HT-Soft 公司的 PICC Lite 编程程序开发工具。虽然可以将这些程序装入你的计算机,但是建议从 Microchip 公司和 HT-Soft 公司的网站上下载最新的版本。这些工具正在不断地更新(在这本书撰写的过程中 MPLAB IDE 已经升级了 5 次,其中两次是重大的升级,改变了某些操作的执行方式)以增加新的功能,其中包括 PIC 微控制器组件编号的新特性以及解决任何突出问题的方法。本书中使用的是 MPLAB IDE 版本 7.01 和 PICC Lite 汇编程序版本 8.05。与你所使用的版本相比,版本有可能在外观上或者操作上有某些不同,但是本书中所介绍的特性都将存在。如果你对执行某些操作有疑惑,可以阅读 MPLAB IDE 的解疑的部分,也可以在帮助下拉菜单中找到这一部分。

为了从一开始就设置开发 PIC 微控制器应用所需的软件,应进入 www.ht-soft.com 界面,如图 i.3 所示。PICC Lite 是免费的、全功能的 C 语言编译程序,它支持相当多不同的 PIC 微控制器组件编号(其中包括在 PICkit 1 初学者套件中封装的 PIC12F675 和 PIC16F684)。下一步单击“Downloads”并且选择“PICC Lite (Windows)”(图 i.4)。为了下载 PICC Lite 汇编程序,必须首先在 HT-Soft 公司

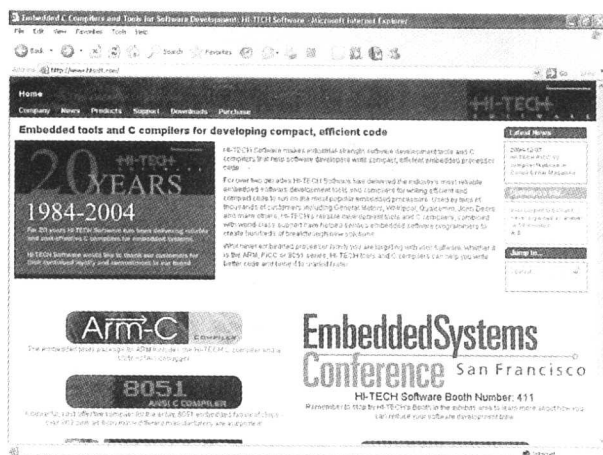


图 i.3 第一步:进入网址 www.htsoft.com

的网址进行注册,这是免费的(图 i.5)。为完成此事,要遵循网页上的指示,如图 i.4 所示,也许所查询的网页和这里的显示的图片不完全一样,因为在写下这些内容的时候与你访问网址之间存在着时间差。

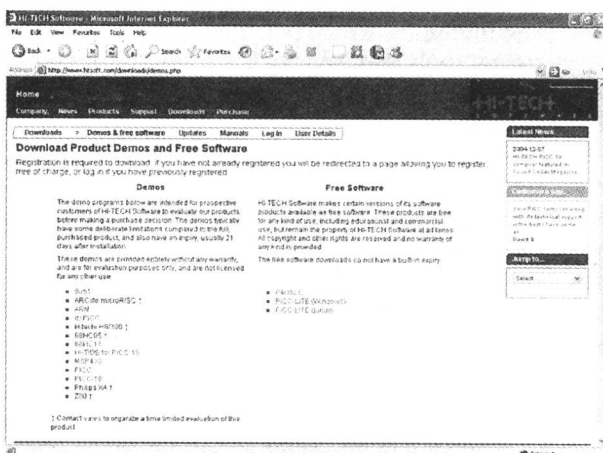


图 i.4 第二步:下载 PICC Lite 编译程序

零售的 PICC 编译程序具有能为几乎所有 PIC 微处理器组件编号创建代码的能力,并且对 PICC Lite 编译程序不存在任何制约。

在注册之后, PICC Lite 编译程序安装软件应该开始自动下载,这取决于你的安全设置(特别是如果使用的是 Microsoft 公司的 Windows/XP 服务程序包 2 或者是更新的版本),下载有可能受阻,如图 i.6 所示。如果是这种情况,就不得不关闭安全设置以便使下载顺利进行。一旦程序下载后,建议选择“Run”而不是

“Save”(图 i. 7)。这样做将会安装 PICC Lite 汇编程序,而不会产生提示:留下的 .exe 和 .zip 文件需要删除。

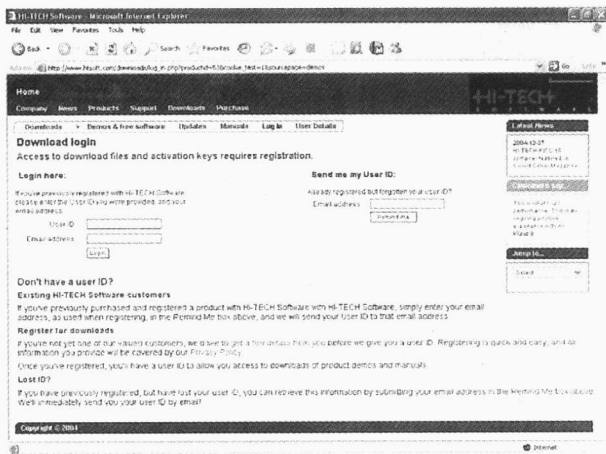


图 i.5 第三步:注册成为 HT-Soft 公司的用户

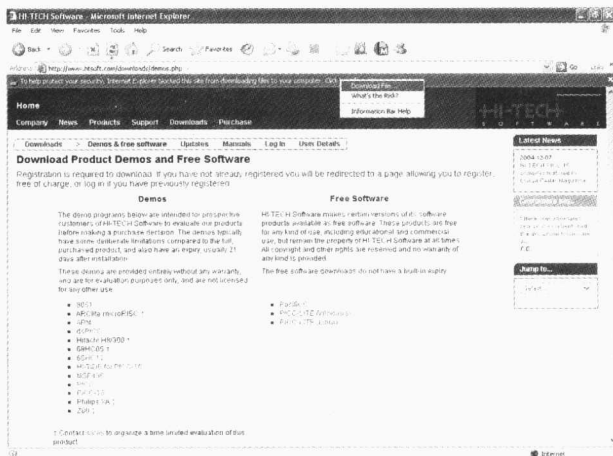


图 i.6 第四步:允许在 Windows/XP SP2 中下载 PICC Lite 编程文件

当 PICC Lite 编译程序安装屏幕出现时(图 i. 8),单击“Next”并选择默认。若向你提示下载 MPLAB IDE 软件/驱动程序,按照提示去做,因为在使用 PICC Lite 编译程序和 Microchip 公司的工具时会需要它们,它还提供了真正的综合开发环境或者是 IDE。MDLAB IDE 是一个单一的程序,它包括了编辑程序、汇编程序、模拟器和 PICkit 1 初学者套件编程接口,而且它是创建 PIC 微控制器应用唯一必须运行的程序。在安装 MPLAB IDE 时,PICC Lite 编译程序将会与之相集成。因此在开发 PIC 微控制器的 C 语言和汇编语言程序时,会看到一个 Windows 程序。

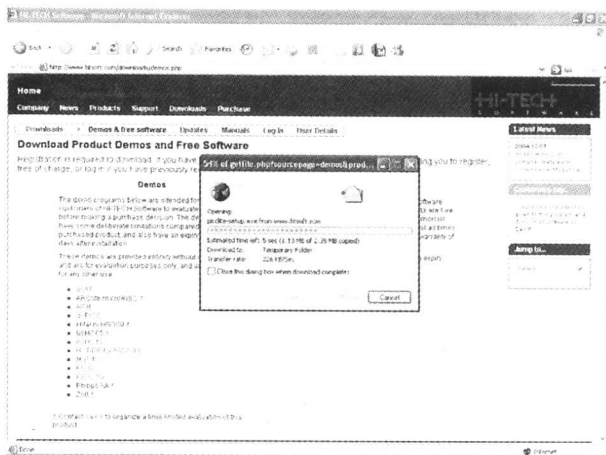


图 i.7 第五步:下载 PICC Lite

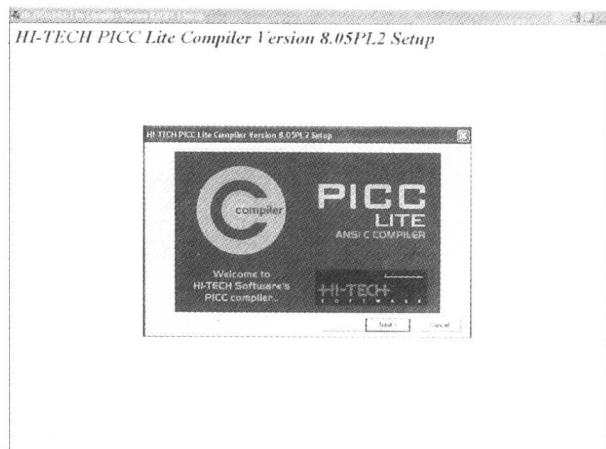


图 i.8 第六步:PICC Lite 安装程序

在 PICC Lite 编译程序安装之后,将会提示是否想要重新启动计算机,单击“No”,然后关闭计算机。在重新接通计算机的电源后,发现软件复位(在通电的情况下)有可能不能将 PC 机的所有参数进行恢复,而且用于自举的软件有可能不能正常工作。切断计算机电源然后重新启动就消除了这些潜在的问题。

随着 PC 的重新启动,首先进入 Microchip 公司的网站(图 i.9 中所示的 www.microchip.com),这时单击“MPLAB IDE”或“Development Tools”,然后单击“Full Install”(图 i.10)。MPLAB IDE 软件是相当大的(30MB),如果是使用拨号上网的话,则下载需要花费一些时间。这次单击“Save”而不是“Run”,并且将 .zip 文件存入你的 PC 临时文件夹中(图 i.11)。可双击来解压缩这个文件,在 PC 上的

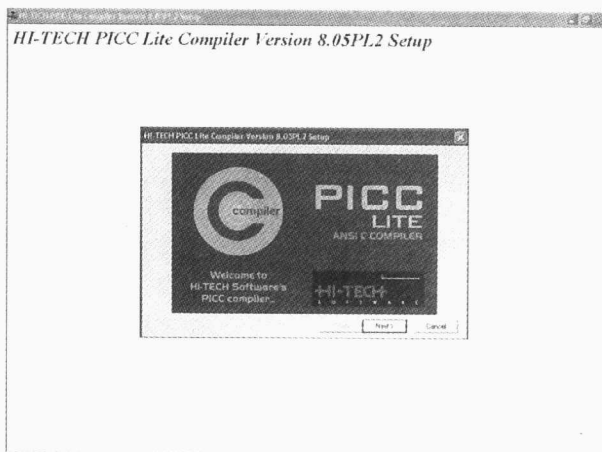


图 i.9 第七步:浏览网页 www.microchip.com,
下载 MPLAB IDE 和 PIC 微控制器数据表

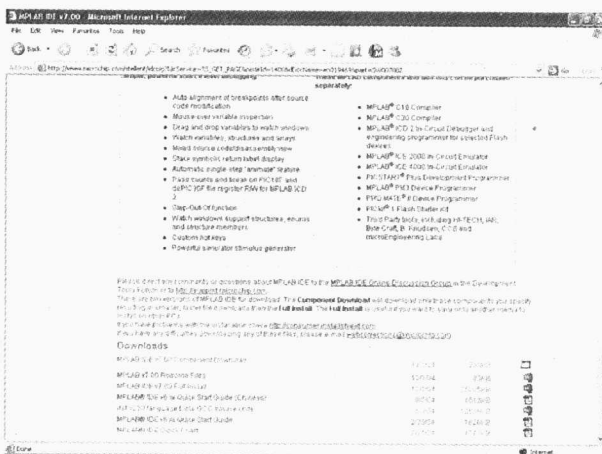


图 i.10 第八步:在网页 www.microchip.com 上的 MPLAB IDE 下载网页

文件管理软件将会把这个文件扩展到所选择的目录中去(理想的是扩展到和你一开始使用的目录中去)。

在 MPLAB IDE 安装文件解压缩之后,双击“Setup”并且遵循指示安装 MPLAB IDE(图 i.12)。如果被提示的话,要确保包括 PICKit 1 初学者套件的编程接口,但没有必要查看任何自述文件(除非是你自己想要查看的)。如果提示重新启动计算机,则单击“No”然后关闭计算机电源,并重新启动计算机,就像在安装 PICC Lite 编译程序软件之后所做的那样,直到被告知之前不要使用 USB 线缆把 PICKit 1 初学者套件与你的 PC 相连接。

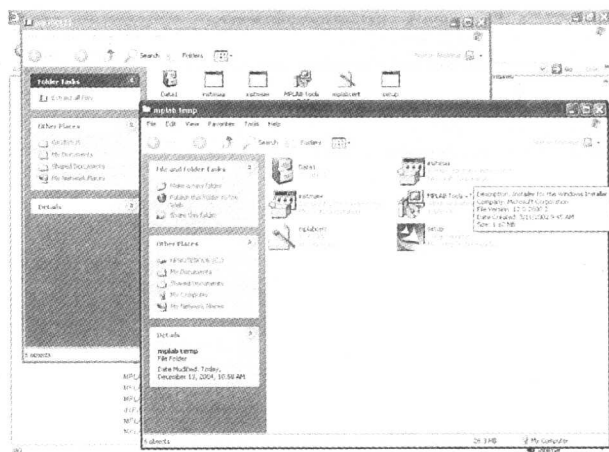


图 i.11 第九步:保存在临时文件夹中的 MPLAB IDE 安装文件

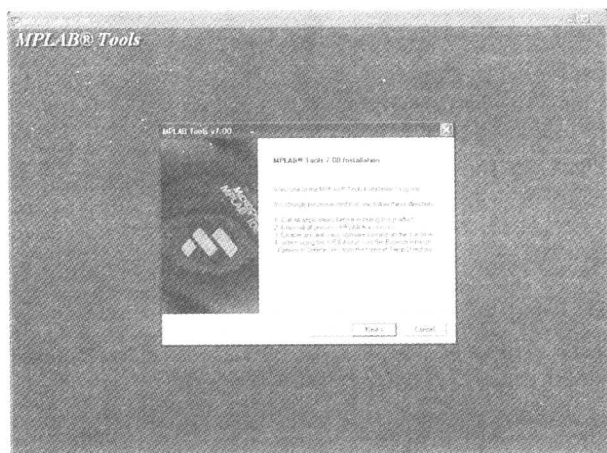


图 i.12 第十步: MPLAB IDE 安装窗口

至此,已经安装了一组综合开发工具,它们是与价值几千加元的某些软件开发工具的功能一样强大的。由于安装了工具,就可以将应用于本书应用代码的源代码文件,从在 PICKit 1 初学者套件只读光盘上的代码文件夹中复制到你的 PC 的 C 盘中文件夹名类似于“代码”的文件夹中去,也可以在我的网站 [www. myke. com](http://www.myke.com) 上找到这些文件。

现在就来创建一个能使 PICKit 1 初学者套件上的闪烁一个 LED 的简单程序。为了达到目的,双击已经放在 PC 桌面上的 MPLAB IDE 图符,当它初次被启动时,MPLAB IDE 桌面看起来如图 i.13 所示,并且已经准备好进入应用,单击“New”,并且将下列代码键入正显示的窗口中: