

徐刚强 陈忠平 曹巧媛
曹琳琳 刘琼 编著

单片机原理及接口

(第2版)应用指导

清华大学出版社



单片机原理及接口 (第2版)应用指导

徐刚强 陈忠平 曹巧媛
曹琳琳 刘琼 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是《单片机原理及接口(第2版)》的配套教材。全书共分6章,主要包含了教学大纲、单片机实验基础、10个软件实验、20个硬件实验、3个综合实验与实训、3个课程设计指导以及主教材习题解答等内容。

本书内容丰富,注重实用,通俗易懂,既可作为高等院校电子信息工程、计算机应用、自动化、电气工程和机电等相关专业的单片机课程实践教学教材,又可作为《单片机原理及接口(第2版)》的应用指导,还可供从事单片机开发、应用的工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及接口(第2版)应用指导 / 徐刚强等编著. —北京:清华大学出版社, 2011.10

ISBN 978-7-302-25619-9

I. ①单… II. ①徐… III. ①单片微型计算机—理论—高等学校—教学参考资料
②单片微型计算机—接口—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 098510 号

责任编辑:汪汉友 顾 冰

责任校对:梁 毅

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:10.75

字 数:258 千字

版 次:2011 年 10 月第 1 版

印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:19.50 元

产品编号:037633-01

前 言

在我国,单片机的应用日益广泛,学习和使用单片机的人数也日渐增多。由于单片机课程以讲授单片机控制系统的软、硬件设计为目标,学习起来比较困难,要在较短时间内弄清单片机内部结构、工作原理和相关接口会有一定的难度。为帮助读者能较快地学好单片机,作者特编写和修订单片机教材《单片机原理及接口》。

《单片机原理及接口(第2版)》是一套完整的三合一立体化教材:主教材是《单片机原理及接口(第2版)》;在出版社网站提供了相应的教学课件;本书是《单片机原理及接口(第2版)》的应用指导。

全书共分6章。第1章讲述了教学大纲,对于课堂教学而言,部分章节内容可根据实际情况酌情筛选;对于自学本书的读者,应至少按1:5的比例进行自学,即课程教学时数分配表中的1学时对应于5个自学学时。第2章讲解了单片机实验基础,包含了Keil软件的使用方法、STC89C5x系列单片机下载软件STC的使用方法、单片机实验开发板的简单介绍,对于这些内容,读者应以自学为主,并且最好在学习主教材第3章之前就将这些内容自学完。第3章安排了10个软件实验,这些实验内容最好在学习主教材第3章的同时,根据学习进度选择相应的实验进行实践操作,通过这些软件实验主要是培养读者熟练掌握Keil软件的使用,在学习主教材第3章内容的同时,能够编写简单代码,并能分析代码。第4章安排了20个硬件实验,这些实验对应主教材第5~9章的部分内容,在学习主教材内容的同时,最好选择相应的实验进行实际动手操作。实验源代码均在相应的单片机实验开发板上测试过,读者在做这些硬件实验时,应先将这些代码下载到单片机开发板中进行验证,然后修改或编写相应代码以完成类似功能的实验,从而提高单片机的实际动手能力。第5章安排了3个综合实验与实训,通过这几个综合实验与实训,使读者初具单片机系统应用开发能力。为进一步加强读者的单片机应用能力,并拓展读者对单片机系统开发的逻辑思维能力,第6章特讲解了3个设计课题。附录A对主教材中第1~9章的习题进行了相应解答。主教材的第4章为C51程序语言,这里主要讲解了C语言在单片机开发中的相关语法,由于篇幅的原因,本指导书中没有单独讲解使用C51编写代码的实验,但是在指导书的习题解答中对于部分习题除采用汇编语言外,还使用了C51编写相应源代码。

参加本书编写的有徐刚强、陈忠平、曹巧媛、曹琳琳、刘琼等。全书由赵万毅教授主审。在本书的编写过程中还得到了王汉其、侯玉宝等的大力支持及帮助,在此向他们致以衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中可能存在一些错误和不妥之处,恳请读者予以指正或提出修改意见。

编著者

2010年12月于长沙岳麓山

目 录

第 1 章 教学大纲	1
1.1 本课程的有关说明	1
1.2 课程内容与要求	2
第 2 章 单片机实验基础	6
2.1 Keil 软件的使用	6
2.1.1 Keil 软件基本操作	6
2.1.2 Keil 程序调试与分析	12
2.2 STC 软件的使用	14
2.3 单片机实验开发板介绍.....	16
第 3 章 软件实验	18
3.1 寄存器清零/置数程序	18
3.2 连续单元置数程序.....	19
3.3 数据块传送程序.....	21
3.4 拆字程序.....	23
3.5 拼字程序.....	25
3.6 多字节加法程序.....	28
3.7 无符号双字节乘法程序.....	29
3.8 数据排序程序.....	31
3.9 查找相同数的个数程序.....	33
3.10 多分支程序	35
第 4 章 硬件实验	37
4.1 发光二极管闪烁.....	37
4.2 P1 口输入、P0 口输出	39
4.3 流水灯.....	42
4.4 花样灯.....	44
4.5 硬件定时实验(查询方式).....	46
4.6 外界脉冲计数实验(查询方式).....	49
4.7 INT0 外部中断实验	51
4.8 T0 和两个外部中断实验	53
4.9 PWM 调光实验	55
4.10 双机通信实验(中断方式)	57
4.11 单片机与 PC 通信实验(查询方式)	60

4.12	LED 数码管动态显示实验	63
4.13	LED 数码管移位显示实验	65
4.14	矩阵键盘扫描实验	68
4.15	LCD1602 字符式显示实验	71
4.16	LCD1602 移位显示实验	78
4.17	24C02 读/写操作实验	82
4.18	四相步进电动机正、反转实验	87
4.19	电子琴实验	90
4.20	看门狗实验	92
第 5 章	综合实验	96
5.1	数字钟的设计	96
5.2	数字秒表的设计	104
5.3	数字温度计的设计	113
第 6 章	课程设计	121
6.1	直流电机调速控制系统的设计	121
6.2	学校作息时间表控制系统的设计	123
6.3	电子密码锁的设计	129
附录 A	主教材习题解答	132
参考文献		166

第 1 章 教学大纲

单片机又称单片微型计算机,是在一块芯片上同时集成了 CPU、RAM、ROM、T/C 和各种功能 I/O 接口,具有体积小、价格低、功能强、可靠性高、使用方便灵活、易于嵌入设备等一系列优点。单片机技术是现代电子信息技术中的重要技术,在一个实时检测或自动控制系统中单片机是作为其核心部件来使用的。“单片机原理及接口”是一门实践性很强的实用技术课程,在本章中主要讲述该课程的教学大纲。

1.1 本课程的有关说明

本课程系统介绍了单片机的结构、工作原理,单片机的程序设计、接口技术及小型单片机应用系统开发方法等,并配合实验使学生能初步掌握单片机程序设计方法和小型应用系统开发方法。

1. 课程的性质、目的和任务

1) 课程性质

“单片机原理与接口”属于专业必修课。它是在学生学完“模拟电路”、“数字电路”、“电路分析”等电子技术类基础课和计算机应用类基础课程之后,为适应当前微电子技术、计算机技术的发展而开设的一门课程。

2) 课程的目的和任务

本课程主要通过学习单片机的结构、工作原理、接口技术和单片机程序设计等知识,使学生掌握单片机的基本结构和原理、熟悉单片机应用系统各主要环节的设计、调试方法;通过本课程的学习,使学生掌握单片机技术在工业控制、经济建设和日常生活中的应用,培养学生的实践能力、创新能力的新产品设计开发能力。为从事电子产品、机电产品的生产与研发企业培养具有单片机应用产品设计、开发、分析、调试、检测的维护的实践型人才。

2. 课程教学的基本要求

通过本课程的学习,要求学生对单片机的基本结构、原理和应用有一个全面而系统的了解,牢固掌握单片机的工作原理和一般应用开发方法,为以后设计实际的单片机应用系统打下夯实的理论基础。

3. 适用专业与学时分配

本大纲适用于电子信息工程、计算机应用、通信工程、自动控制及相关学科专业。总学时为 72 学时,其中理论 52 学时,实验 20 学时,具体教学时数安排如表 1-1 所示。

表 1-1 “单片机原理及接口”课程教学时数分配表

章节	教学内容	学时数		
		小计	讲授	实验
第 1 章	单片机概述	4	4	0
第 2 章	STC89 系列单片机内部结构	6	6	0
第 3 章	单片机指令系统及汇编语言程序设计	12	8	4
第 4 章	C51 程序设计语言	8	8	0
第 5 章	STC89 系列的定时/计数器	6	4	2
第 6 章	中断系统	6	4	2
第 7 章	串行数据通信	6	4	2
第 8 章	外部系统的扩展	4	2	2
第 9 章	输入/输出及接口技术	12	8	4
第 10 章	单片机系统开发和应用实例	8	4	4
合 计		72	52	20

1.2 课程内容与要求

1. 主教材第 1 章 单片机概述

1) 主要内容

- 单片机的定义；
- 单片机的发展简史及最新发展状况；
- 单片机的特点、分类及应用；
- STC89 系列单片机的性能；
- STC89 系列单片机应用系统结构；
- 单片机的学习方法。

2) 基本要求

- 了解单片机的定义、发展历程、发展趋势、单片机的特点、分类、主要应用领域、STC89 系列单片机的命名规则和性能指标、单片机应用系统的开发步骤。
- 明确本课程的学习内容、基本要求及方法，激发学生学习兴趣，调动学习主动性。
- 理解单片机应用系统结构。

2. 主教材第 2 章 STC89 系列单片机内部结构

1) 主要内容

- STC89 系列单片机的引脚及功能；
- STC89 系列单片机内部结构；
- STC89 系列单片机的存储器结构；

- STC89 系列单片机的 I/O 端口；
- 单片机的工作方式及时序。

2) 基本要求

- 了解 STC89 系列单片机各引脚名称及其功能、I/O 端口的输出原理及应用特性、工作方式和时序。
- 理解 PSW 各位的定义、片内数据存储器 3 个区的划分。
- 掌握单片机的内部结构、单片机存储器结构、SFR 的特点。

3. 主教材第 3 章 单片机指令系统及汇编语言程序设计

1) 主要内容

- MCS-51 单片机汇编指令格式和助记符；
- MCS-51 单片机 7 种寻址方式；
- MCS-51 单片机汇编指令系统；
- MCS-51 单片机汇编语言常用的伪指令；
- MCS-51 单片机汇编程序设计方法。

2) 基本要求

- 了解 MCS-51 单片机的指令格式、分类和寻址方式；了解 MCS-51 单片机汇编语言的构成、格式、设计步骤和汇编方法。
- 掌握采用单片机汇编指令系统中每条指令的含义和特点；掌握简单程序、分支程序、循环程序、查表程序、子程序、软件延时程序和输入/输出类程序的设计方法。
- 熟悉常用伪指令。

4. 主教材第 4 章 C51 程序设计语言

1) 主要内容

- C51 语言运行结构；
- 标识符与关键字；
- 数据类型；
- C51 数据存储类型及 SFR 的定义；
- 常量、变量及存储方式；
- C51 的运算符及表达式；
- 条件语句与控制语句；
- 循环语句与控制语句；
- 数组、指针、结构体、共用体；
- 函数、编译预处理。

2) 基本要求

- 了解 C51 程序结构和标识符的定义；了解 C51 数据存储类型及 SFR 的定义方法；了解常量、变量的存储方式；了解编译预处理。
- 掌握 C51 的数据类型、运算符及表达式；掌握 C51 对中断函数及递归调用的处理方法；掌握指针、结构体和共用体的定义及使用方法；重点掌握条件语句与控制语句、循环语句与控制语句的使用方法。

5. 主教材第 5 章 STC89 系列的定时/计数器

1) 主要内容

- 定时/计数器的结构和工作原理；
- 定时/计数器的控制和工作方式；
- 定时/计数器的应用。

2) 基本要求

- 了解定时/计数器的内部结构及工作原理。
- 理解定时/计数器四种工作模式的设定及区别。
- 掌握定时/计数器 TMOD、TCON 各位的定义及使用方法；重点掌握定时/计数器在查询方式下的编程方法。

6. 主教材第 6 章 中断系统

1) 主要内容

- 中断的相关名词、中断处理流程；
- 中断系统的结构；
- 中断源及矢量地址；
- 中断控制；
- 外部中断源的扩展；
- 中断系统的应用。

2) 基本要求

- 了解中断的相关名词概念、单片机的中断处理流程；了解中断系统的结构。
- 理解中断源及矢量地址；理解外部中断源的扩展方法。
- 掌握中断特殊功能寄存器的使用方法；重点掌握外部中断 INT0、INT1 的使用方法；重点掌握定时/计数器在中断方式下的编程方法。

7. 主教材第 7 章 串行数据通信

1) 主要内容

- 串行通信的基本概念与接口标准；
- 单片机串行端口及控制寄存器；
- 单片机串行通信的工作方式及波特率；
- 单片机串行端口工作方式的应用。

2) 基本要求

- 了解串行通信的基本概念与接口标准；了解单片机的串行端口结构。
- 掌握单片机串行端口控制寄存器的使用；掌握单片机串行端口的工作方式设置及波特率的计算；熟练掌握单片机串行端口的使用方法。

8. 主教材第 8 章 外部系统的扩展

1) 主要内容

- 并行扩展总线；
- 串行扩展总线；
- 并行存储器的扩展；

- 串行存储器的扩展。

2) 基本要求

- 了解 I²C 总线、MicroWire 总线、SPI 总线、SMBus 总线和单总线这几种串行总线的特点、工作原理；了解三线制 SPI 总线的扩展方法。
- 掌握并行三总线的扩展方法；重点掌握并行存储器的扩展和 I²C 存储器的扩展方法。

9. 主教材第 9 章 输入/输出及接口技术

1) 主要内容

- 键盘；
- LED 显示器；
- LCD 显示器；
- 数模转换器接口及应用；
- 模数转换器接口及应用；
- DS1302 实时时钟；
- 语音接口；
- 温度测量。

2) 基本要求

- 了解键盘的工作原理；了解 LED 显示器的结构及分类；了解 LCD 液晶显示的基本知识；了解数模和模数转换器的原理及分类；了解 DS1302 的封装形式、引脚功能、命令字格式；了解 ISD4004 的外部封装及引脚功能；了解 DS18B20 的封装形式及引脚功能、内部结构。
- 掌握矩阵式键盘的扫描方法；掌握数模转换器 TLC5615 的应用方法；掌握模数转换器 TLC2543 与单片机的连接及应用；掌握 ISD4004 的应用方法；重点掌握 LED 显示器的动态扫描显示的应用方法；重点掌握字符式 LCD 显示的应用方法；重点掌握 DS1302 的应用方法；重点掌握 DS18B20 的应用方法。

10. 主教材第 10 章 单片机系统开发和应用实例

1) 主要内容

- μ Vision3 使用简介；
- 单片机演奏音乐的设计；
- 交通信号灯模拟控制；
- 步进电动机控制；
- 红外线遥控彩灯的设计。

2) 基本要求

通过实例掌握单片机应用系统的软、硬件设计方法。

第 2 章 单片机实验基础

2.1 Keil 软件的使用

Keil C51 标准 C 编译器是众多单片机应用开发的优秀软件之一,它集编辑、编译、仿真于一体,支持汇编、PLM 语言和 C 语言的程序设计,界面友好,易学易用。下面通过 P0 端口输出实验为例,简单介绍 Keil C51 的使用方法。

2.1.1 Keil 软件基本操作

1. 启动 Keil 软件

双击桌面 Keil μ Vision3 快捷图标,将弹出图 2-1 所示的屏幕。之后,进入 Keil C51 集成开发环境,如图 2-2 所示。

2. 创建一个新项目

在图 2-2 的界面中,执行菜单命令 Project→Close Project,关闭已打开的项目。执行菜单命令 Project→New μ Vision Project,将弹出 Create New Project 对话框,在此对话框中选择保存路径,并输入项目名,如图 2-3 所示。

在图 2-3 中输入项目名后,单击“保存”按



图 2-1 启动 Keil 时的屏幕

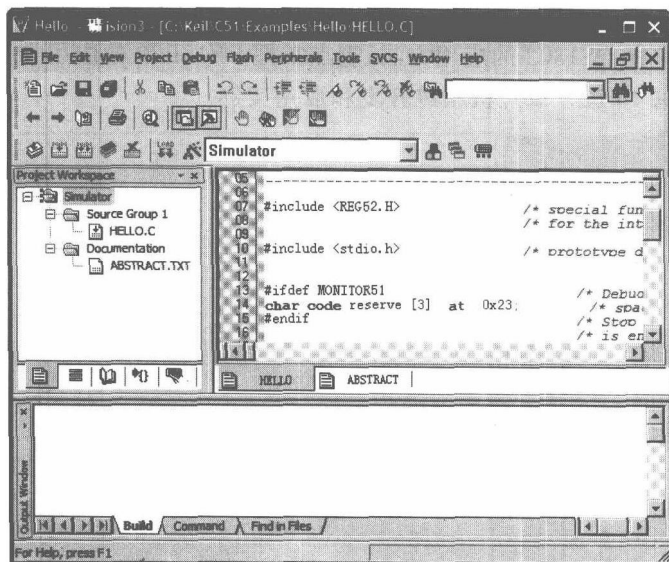


图 2-2 Keil 启动后的界面

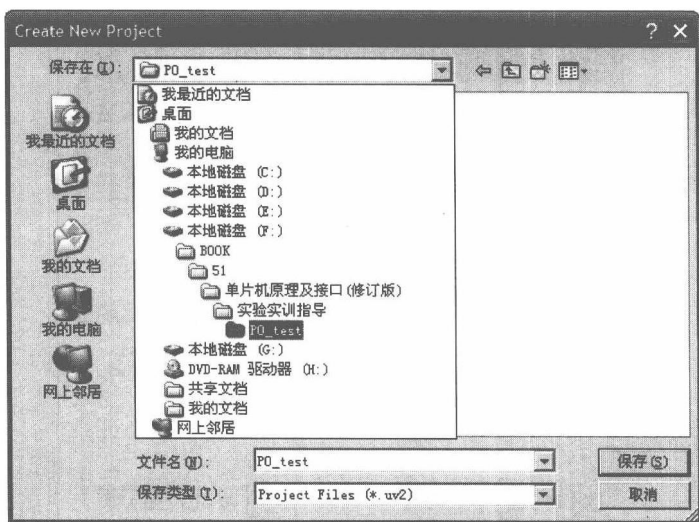


图 2-3 Create New Project 对话框

钮时,将进入目标芯片选择对话框。由于 Keil μ Vision3 中没有 STC 单片机型号,但是可以将 STC 单片机当成 Intel 公司的 8052/87C52/87C54/87C58, Atmel 公司的 AT89C52/55/55WD 或 Philips 公司的 P87C52/P87C54/P87C58/P87C51RD+, 在此将其当做 Atmel 公司的 AT89C52,如图 2-4 所示。

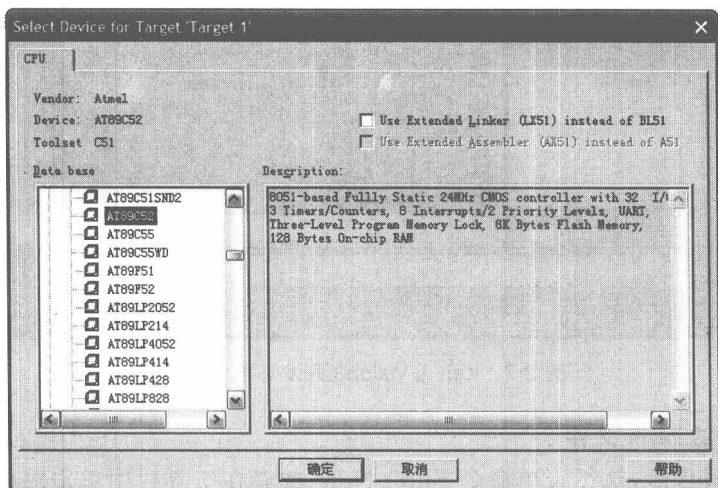


图 2-4 Select Device 对话框

选择目标芯片后,单击“确定”按钮,将进入如图 2-5 所示的对话框,询问用户是否将标准的 8051 启动代码复制到项目文件夹并将该文件添加到项目中。在此单击“否”按钮,项目窗口中将不添加启动代码;单击“是”按钮,项目窗口中将添加启动代码。这两者的区别如图 2-6 所示。

在图 2-5 中单击“是”按钮或“否”按钮后,进入 Keil μ Vision3 开发环境主界面,如

图 2-7 所示。

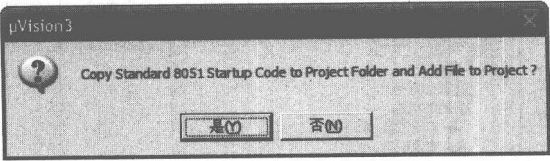
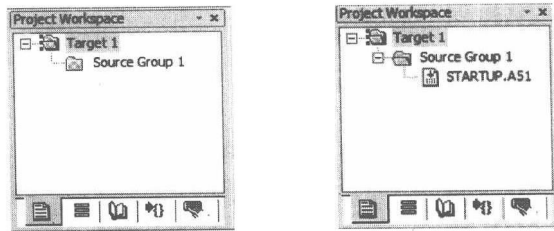


图 2-5 询问是否添加启动代码对话框



(a) 未添加启动代码

(b) 添加启动代码

图 2-6 是否添加启动代码的区别

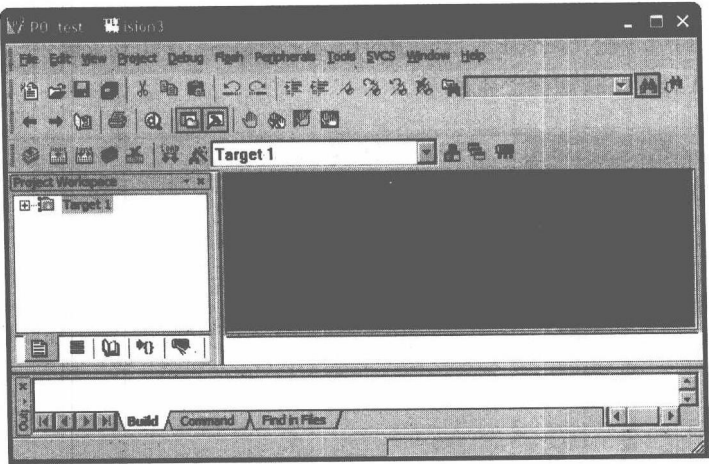


图 2-7 Keil μ Vision3 开发环境主界面

3. 新建.c 或.asm 文件

创建新的项目后,执行菜单命令 File→New,或者在工具栏中单击图标,将打开一个空的文本编辑窗口。在此窗口输入 P0_test 的源程序代码,如图 2-8 所示。

图 2-8 中输入的是 C51 代码,在此文本编辑窗口中也可输入汇编源程序代码。与其对应的汇编代码如下:

```
ORG      0030H
MAIN: MOV    P0,#0DBH
        LCALL  DELAY
        MOV    P0,#6DH
```

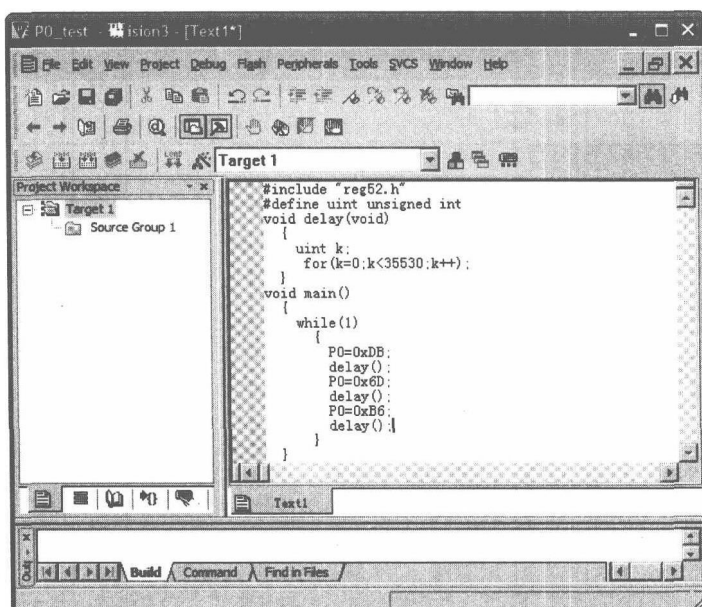


图 2-8 输入源程序代码

```

LCALL    DELAY
MOV      P0, #0B6H
LCALL    DELAY
AJMP     MAIN
DELAY: MOV    R7, #10
DELA:  MOV    R6, #200
DEL:   MOV    R5, #248
      DJNZ   R5, $
      DJNZ   R6, DEL
      DJNZ   R7, DELA
      RET
      END

```

源程序输入完后,执行菜单命令 File→Save,将弹出保存对话框。在此对话框中输入保存的文件名称。若输入的源程序为 C51 代码,则保存时后缀为 .c,如图 2-9 所示;若输入的源程序为汇编代码,则保存时后缀为 .asm 或 .a51。

当然,源程序文件也可使用其他编辑软件或文本事先写好。源程序代码写好并保存后,需将其添加到项目中。

在项目窗口选择 Target1→Source Group 1,右击,在弹出的菜单中选择 Add Files to Group 'Source Group 1',然后选择刚才所保存的源程序代码文件,并单击 ADD 按钮,即可将其添加到项目中,如图 2-10 所示。

4. 编译文件

添加源程序文件后,执行菜单命令 Project→Build target,或者在工具栏中单击图标

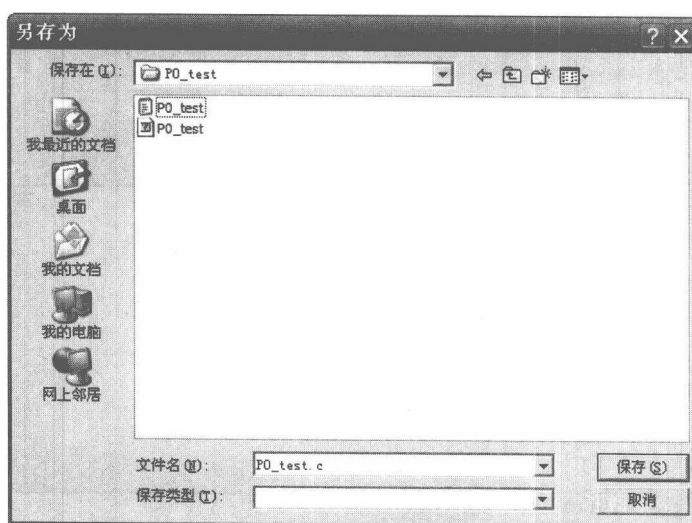


图 2-9 保存源程序文件

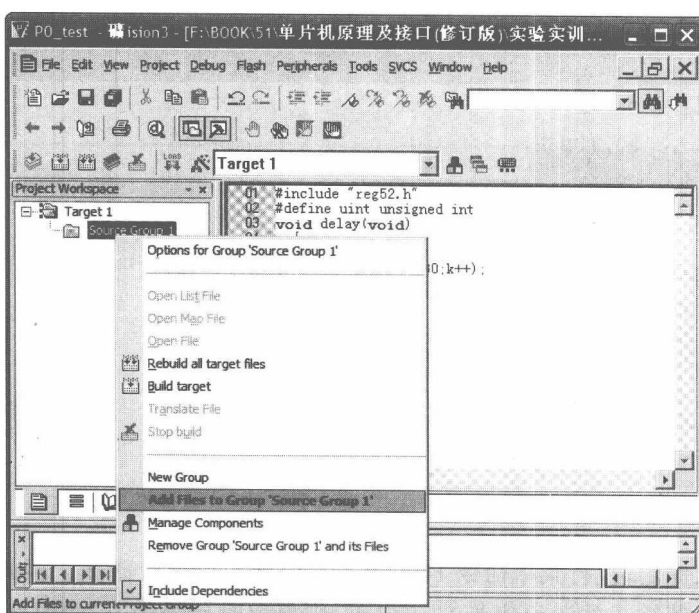


图 2-10 在项目中添加源程序文件

进行源程序的编译。编译完成后， μ Vision3 将会在输出窗口 (Output Window) 的编译页 (Build) 中显示相关信息，如图 2-11 所示。如果编译的程序有语法错误时，双击错误信息，光标将会保留在 μ Vision3 文本编辑窗口中出现该错误或警告的源程序位置上。修改好源程序代码后，再次执行菜单命令 **Project**→**Build target**，或者在工具栏中单击图标, 对源程序重新编译。

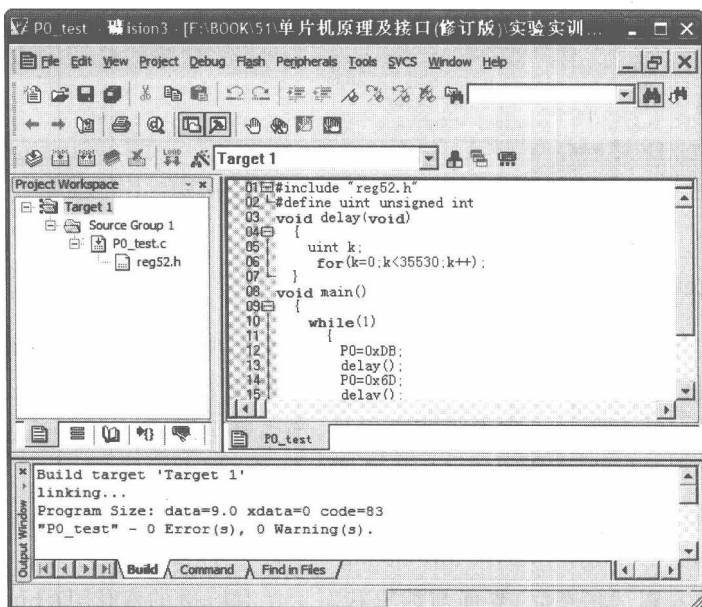


图 2-11 源程序的编译

5. hex 文件的生成

写入 51 系列单片机中的文件一般为 .hex 文件,要得到 .hex 文件,在 Keil 中需进行相关设置。执行菜单命令 Project→Options for Target 'Target 1', 或者在工具栏中单击图标,然后在弹出的对话框中选择 Output 选项卡。在 Output 选项卡中,选中 Create HEX File 项即可,如图 2-12 所示。

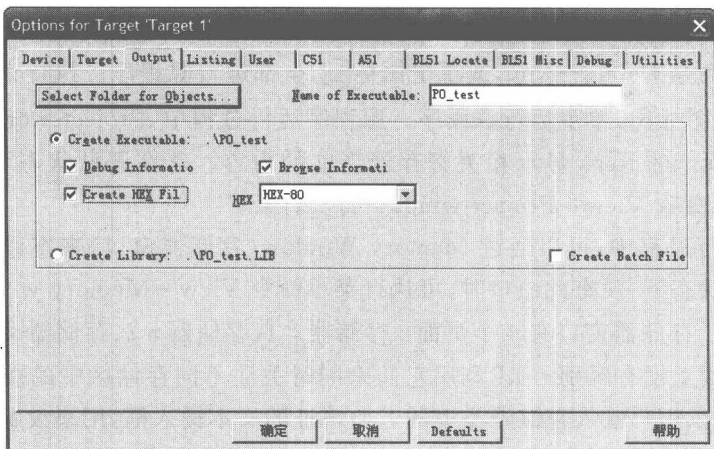


图 2-12 选中生成 .hex 文件选项

设置完后,再次重新编译文件,如果源程序文件没有语法错误或警告提示,将会生成在输出窗口(Output Window)的编译页(Build)中显示已创建一个以 hex 为后缀名的目标文件,如图 2-13 所示。