



全国高等院校“+互联网”系列精品教材

国家精品课
配套教材

适用于应用型本科和高职高专院校等

单片机应用技术

(C语言版) 第4版

◎ 王静霞 主编 ◎ 杨宏丽 刘俐 副主编



- 真正的项目化教学经典教材
- 经4次修订内容更加科学合理
- 由国家资源库项目负责人主编
- 提供数百个二维码教学资源

非外借



中国工信出版集团

电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

全国高等院校“+互联网”系列精品教材

国家精品课配套教材
适用于应用型本科和
高职高专院校等

单片机应用技术 (C语言版)第4版

王静霞 主 编

杨宏丽 刘 俐 副主编



机器人欣
赏：扫一扫
开启学
习之旅



先睹为快：
扫一扫对课
程实践体系
进行解析



学生面对面：
扫一扫开始
快乐学习单
片机

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书在前3版得到全国广大院校教师与学生的欢迎和使用基础上,结合行业新技术发展和课程组近年来取得的教学改革成果,在充分和认真听取广大师生及职教专家的意见和建议后,在保留原教材主体内容与特色的前提下,对其内容不断进行优化、补充和调整。主要包括:单片机操作环境、单片机硬件系统、单片机并行I/O端口、显示和键盘接口技术、定时与中断系统、串行通信技术、A/D与D/A转换接口以及单片机应用系统设计等。本书注重职业技能训练,采用项目任务引导教学,内容贴近电子行业的工作岗位技能要求,同时介绍许多有关单片机应用的小经验、小技巧、小资料等知识,具有很强的实用性、可操作性和趣味性。本书的内容安排科学、实用、合理,非常方便开展高效率教学。

本书为应用型本科和高职高专院校电子信息类、通信类、自动化类、机电类、机械制造类等专业的单片机技术课程的教材,也可作为开放大学、成人教育、自学考试、中职学校和培训班的教材,以及电子工程技术人员参考工具书。

本教材配有电子教学课件、习题参考答案、C语言源程序及其他立体化多媒体资源等,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术: C语言版/王静霞主编. —4版. —北京:电子工业出版社, 2019. 1

全国高等院校“+互联网”系列精品教材

ISBN 978-7-121-24453-7

I. ①单… II. ①王… III. ①单片微型计算机-高等学校-教材②C语言-程序设计-高等学校-教材
IV. ①TP368. 1②TP312. 8

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第294078号

策划编辑: 陈健德 (E-mail: chenjd@phei.com.cn)

责任编辑: 陈健德

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市京南印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 19.5 字数: 499.2千字

版 次: 2009年5月第1版

2019年1月第4版

印 次: 2019年1月第1次印刷

定 价: 49.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: chenjd@phei.com.cn。



寻找单片机：
扫一扫发现就
在我身边



扫一扫解析
机器人：单
片机就是机
器人的大脑

第4版前言



《单片机应用技术(C语言版)》一书自2009年出版后,以其全新的教学理念、鲜明的高职教育特色、仔细认真的内容编写和精细的编辑出版过程,得到全国广大院校教师与学生的欢迎和使用,前3版累计发行有二十多万册。本书从内容与方法、教与学、做与练等方面,多角度、全方位地体现了高职教育的教学特色,主要的特点包括以下几个方面:

1. 以工作任务引导教与学

全书采用项目化方式,以工作任务为导向,由任务入手引入相关知识和理论,通过技能训练引出相关概念、硬件设计与编程技巧,体现做中学、学中练的教学思路,非常适合作为高等院校的教材。为方便教学,给学生更多的思考空间,每个任务都添加了“举一反三”环节,让学生在基本任务的基础上进行扩展和提升,充分锻炼学生的设计能力。

2. 从职业岗位需求出发,采用C语言编程

传统的单片机教学采用汇编语言进行控制程序设计。汇编语言的优点是比较灵活,但程序不易理解,尤其对于高职学生,很难掌握其编程方法,更难进行灵活的应用。尤为重要的是,在实际工作中,单片机应用产品的开发基本上不采用汇编语言程序。因此,采用C语言是单片机教学改革的重要内容。

C语言程序易于阅读、理解,程序风格更加人性化,且方便移植,目前已经成为单片机应用产品开发的主流语言。本书以单片机应用为主线,把相关的C语言知识融合在工作任务中,以够用为度,让学生在技能训练中逐渐掌握编程方法,易教易学,避免了把C语言单独完整讲解,致使学生无法学以致用,影响学习效果。

3. 任务设计具有针对性、扩展性和系统性,贴近职业岗位需求

针对每个单元具体能力要素的培养目标,精心选择训练任务,避免过大过繁,体现精练精练。同时,注重能力训练的延展性,每个任务既相对独立,又与前后任务之间保持密切的联系,具有扩展性,即后一个任务是在前一个任务基础之上进行功能扩展而实现的,使训练内容由点到线,由线到面,体现技能训练的综合性和系统性。

4. 编写形式直观生动,增强可操作性和可读性

在叙述方式上,引入了大量与实践相关的图、表,并给出了器件清单、电路板实现等细节内容,一步步引导学生自己动手完成设计,具有可操作性。原理性内容叙述简约,并适时穿插各种小知识、小问答、小技能等,表现形式丰富多彩,可读性强。本书各项目正文前配有“教学导航”,为本项目的教与学过程提供指导;正文中的“知识分布网络”,便于学习者掌握本节内容的重点;项目结尾有“知识梳理与总结”,以便于学习者高效率地学习、提炼与归纳。

为了使本书内容紧跟职业教育的教学改革,更多地反映本课程教学内容的行业性、实用性、科学性和方便性,本书修订前编者充分和认真听取广大师生以及职教专家的意见和建议,并保留原教材主体内容与特色,对其内容进行了优化、补充和调整,主要做了以下几方

面的修订工作：

(1) 增加优质微视频和教学课件等教学资源。微视频教学注重趣味性设计，采用生活化和场景化教学，增强故事性、游戏性，采用比喻激趣法，让学生喜欢学、容易学和快乐学。

(2) 紧跟企业实际需求和技术发展，在项目8单片机应用系统综合设计中，增加单片机与蓝牙模块、WIFI模块的接口设计，实现了家居照明蓝牙控制系统设计和WIFI遥控小车设计。

(3) 增加任务的仿真设计。在Proteus 8.6平台上，实现了本书绝大部分任务的功能仿真，并提供了仿真电路和仿真程序，供读者下载使用。

本书为应用型本科和高职高专院校电子信息类、通信类、自动化类、机电类、机械制造类等专业单片机技术课程的教材，也可作为开放大学、成人教育、自学考试、中职学校和培训班的教材，以及电子工程技术人员的参考工具书。

本书由深圳职业技术学院王静霞任主编，杨宏丽和刘俐任副主编。具体分工为：王静霞对本书的编写思路与大纲进行总体策划，指导全书的编写，对全书统稿，并编写项目1和项目2，项目4的任务4-1、4-4、4-5及第4.5节和第4.6节，项目5的任务5-1以及附录B；杨宏丽协助完成统稿工作，并编写项目5其余内容；刘俐协助完成统稿工作，并编写项目3和项目4其余内容；毛丰江编写项目6；唐建东编写项目7；陈海松编写项目8的任务8-1、8-2和8-3，梁召峰编写任务8-4和8-5及附录A。刘丽莎、何惠琴和柴继红老师以及教学合作企业的工程技术人员，对本书的编写提供了很多的宝贵意见和建议，同时在编写过程中参考了多位同行老师的著作及资料，在此一并表示感谢。

为了方便教师教学，本书配有电子教学课件、习题参考答案、C语言源程序文件等，请有此需要的教师登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)免费注册后进行下载；直接扫一扫书中的二维码可阅看或下载更多的立体化教学资源，有问题时请在网站留言或与电子工业出版社联系(E-mail: hxedu@phei.com.cn)。

本书因时间和作者水平有限，书中的错误在所难免，恳请读者提出宝贵意见。

编者



扫一扫轻松进行本课程典型测验





精彩一刻：
扫一扫开始
学生设计作
品欣赏

目 录

项目 1 熟悉单片机操作环境	(1)
教学导航	(1)
任务 1-1 Keil C51 软件的使用	(2)
1.1 认识单片机	(11)
1.1.1 什么是单片机	(11)
1.1.2 单片机内部结构	(13)
任务 1-2 一个 LED 发光二极管的闪烁控制	(14)
1.2 学习单片机的准备	(18)
1.2.1 单片机开发流程与工具	(18)
1.2.2 单片机的仿真学习与 ISP 下载实验板	(19)
知识梳理与总结	(20)
思考与练习题 1	(21)
项目 2 学习单片机硬件系统	(22)
教学导航	(22)
任务 2-1 单片机控制蜂鸣器发声	(23)
2.1 8051 的信号引脚	(25)
2.2 单片机最小系统电路	(27)
2.2.1 单片机时钟电路	(27)
2.2.2 单片机复位电路	(28)
2.3 51 单片机的存储器结构	(29)
2.3.1 片内数据存储器	(29)
2.3.2 片外数据存储器	(33)
2.3.3 程序存储器	(34)
任务 2-2 模拟汽车左右转向灯控制	(35)
2.4 单片机并行 I/O 端口	(37)
2.4.1 并行 I/O 端口电路结构	(37)
2.4.2 作为输入端口使用	(38)
2.4.3 作为输出端口使用	(39)
2.4.4 I/O 端口的第二功能	(39)
任务 2-3 仿真调试发光二极管闪烁控制系统	(39)
知识梳理与总结	(46)
思考与练习题 2	(46)
项目 3 单片机并行 I/O 端口的应用	(48)
教学导航	(48)
任务 3-1 流水灯设计	(49)
3.1 认识 C 语言	(51)
3.1.1 第一个 C 语言程序	(51)
3.1.2 C 语言的基本结构	(53)
3.1.3 C 语言的特点	(54)
任务 3-2 按键控制多种花样霓虹灯设计	(55)

3.2 C语言的基本语句	(59)
3.2.1 表达式语句和复合语句	(60)
3.2.2 选择语句	(61)
3.2.3 循环语句	(65)
任务 3-3 声光报警器设计	(71)
3.3 C语言数据与运算	(76)
3.3.1 数据类型	(77)
3.3.2 常量和变量	(80)
3.3.3 运算符和表达式	(84)
任务 3-4 基于 PWM 的可调光台灯设计	(89)
3.4 C语言的函数	(97)
3.4.1 函数的分类和定义	(97)
3.4.2 函数调用	(99)
知识梳理与总结	(100)
思考与练习题 3	(100)
项目 4 显示和键盘接口技术应用	(103)
教学导航	(103)
任务 4-1 8 路抢答器设计	(104)
4.1 认识 LED 数码管	(108)
4.1.1 LED 数码管的结构	(108)
4.1.2 LED 数码管静态显示	(110)
4.2 数组的概念	(111)
4.2.1 一维数组	(111)
4.2.2 二维数组	(114)
4.2.3 字符数组	(114)
任务 4-2 小型 LED 数码管字符显示屏控制	(115)
4.3 LED 数码管动态显示	(119)
任务 4-3 LED 点阵式电子广告牌控制	(120)
4.4 LED 大屏幕显示器及接口	(125)
4.4.1 LED 大屏幕显示器的结构及原理	(125)
4.4.2 LED 大屏幕显示器接口	(126)
任务 4-4 字符型 LCD 液晶显示广告牌控制	(129)
4.5 字符型 LCD 液晶显示及接口	(134)
4.5.1 LCD 液晶显示器的功能与特点	(134)
4.5.2 字符型 LCD 液晶显示器与单片机的接口	(135)
4.5.3 字符型 LCD 液晶显示器的应用	(135)
任务 4-5 密码锁设计	(140)
4.6 单片机与矩阵键盘接口	(146)
4.6.1 矩阵式键盘结构	(146)
4.6.2 矩阵式键盘按键的识别	(147)
知识梳理与总结	(149)
思考与练习题 4	(149)
项目 5 定时与中断系统设计	(152)
教学导航	(152)

任务 5-1 简易秒表设计	(153)
5.1 定时/计数器	(158)
5.1.1 定时/计数器的结构	(158)
5.1.2 定时/计数器的工作方式	(162)
5.2 中断系统	(165)
5.2.1 什么是中断	(165)
5.2.2 51 单片机中断系统的结构	(166)
5.2.3 中断有关寄存器	(167)
5.2.4 中断处理过程	(170)
任务 5-2 模拟交通灯控制系统设计	(172)
知识梳理与总结	(178)
思考与练习题 5	(178)
项目 6 串行通信技术应用	(181)
教学导航	(181)
任务 6-1 银行动态密码获取系统设计	(182)
6.1 串行通信基础	(187)
6.1.1 串行通信与并行通信	(187)
6.1.2 单工通信与双工通信	(187)
6.1.3 异步通信与同步通信	(188)
6.2 51 单片机的串行接口	(190)
6.2.1 串行口结构	(190)
6.2.2 设置工作方式	(191)
6.2.3 设置波特率	(193)
6.3 51 单片机串行口工作过程	(195)
6.3.1 查询方式串行通信程序设计	(195)
6.3.2 中断方式串行通信程序设计	(196)
任务 6-2 移动终端数据上传系统设计	(197)
6.4 串行通信协议	(202)
6.4.1 常用串行通信协议	(202)
6.4.2 EIA 串行通信标准	(204)
任务 6-3 串口控制数码管显示系统设计	(205)
6.5 串行口的 I/O 端口扩展	(207)
6.5.1 采用串行口扩展并行输入口	(207)
6.5.2 采用串行口扩展并行输出口	(208)
知识梳理与总结	(209)
思考与练习题 6	(209)
项目 7 A/D 与 D/A 转换接口设计	(211)
教学导航	(211)
任务 7-1 简易数字电压表设计	(212)
7.1 模拟信号与数字信号	(218)
7.2 单片机内部 ADC 及其应用	(219)
任务 7-2 基于 A/D 和 D/A 转换芯片的可调光台灯设计	(223)
7.3 I ² C 总线 A/D 与 D/A 转换器 PCF8591	(229)
7.3.1 PCF8591 的功能	(230)

7.3.2	PCF8591 的 I ² C 总线连接与通信	(231)
7.3.3	PCF8591 的 D/A 转换及程序设计	(233)
7.3.4	PCF8591 的 A/D 转换及程序设计	(235)
	知识梳理与总结	(235)
	思考与练习题 7	(236)
项目 8	单片机应用系统综合设计	(237)
任务 8-1	数字钟的设计与制作	(238)
8-1-1	任务目的	8-1-2 任务要求
8-1-3	系统方案选择	(238)
8-1-4	系统硬件设计	8-1-5 系统软件设计
8-1-6	系统调试与脱机运行	(247)
8-1-7	任务小结	(249)
任务 8-2	图形液晶显示系统设计	(249)
8-2-1	目的与要求	(249)
8-2-2	系统方案选择	(249)
8-2-3	系统硬件设计	8-2-4 系统软件设计
8-2-5	举一反三	(258)
8-2-6	任务小结	(260)
任务 8-3	单片机温度检测记录系统设计	(260)
8-3-1	任务目的	8-3-2 任务要求
8-3-3	系统方案选择	8-3-4 系统硬件设计
8-3-5	系统软件整体设计	(264)
8-3-6	模块程序设计	(265)
8-3-7	系统调试与脱机运行	(286)
8-3-8	系统功能扩展	(286)
8-3-9	任务小结	(286)
任务 8-4	家居照明蓝牙控制系统的设计	(286)
8-4-1	目的与要求	(286)
8-4-2	电路设计	(287)
8-4-3	程序设计	(288)
8-4-4	蓝牙 APP 设置及系统运行调试	(289)
8-4-5	任务小结	8-4-6 举一反三
任务 8-5	WIFI 遥控小车设计	(293)
8-5-1	目的与要求	8-5-2 电路设计
8-5-3	程序设计	(293)
8-5-4	WIFI 模块 APP 设置及系统运行调试	(297)
8-5-5	任务小结	8-5-6 举一反三
	知识梳理与总结	(299)
附录 A	课程设计的步骤	(300)
附录 B	常用的 C51 标准库函数	(301)
	参考文献	(304)

项目 1

熟悉单片机操作环境



扫一扫
看本项目
教学
课件



扫一扫看
单片机控
制系统设
计示例

本项目从 Keil C51 软件的使用入手，首先让读者对 Keil C51 软件有一个初步了解；然后，介绍单片机和单片机应用系统的基本概念。通过制作一个 LED 发光二极管的闪烁控制系统，让读者了解单片机应用系统的开发流程及所使用的工具，最后对单片机的各种操作环境进行简单介绍。

教学导航

知识重点	1. 单片机及其内部结构； 2. 单片机应用系统及其开发流程
知识难点	单片机和单片机应用系统的概念
推荐教学方式	从工作任务入手，通过对 Keil C51 软件的使用和制作一个 LED 发光二极管闪烁控制系统，让学生了解单片机应用系统的开发流程及开发环境
建议学时	6 学时
推荐学习方法	动手操作是学习单片机的重要手段，动手焊接一块单片机最小系统的实验板是学习单片机的第一步。操作有一个从不会到会、从生手到熟手的过程，勤练是关键
必须掌握的理论知识	单片机的概念
必须掌握的技能	单片机应用系统开发所需的各种工具的使用



任务 1-1 Keil C51 软件的使用



扫一扫看跟我做
微视频：初步使用Keil C51软件

1. 目的与要求

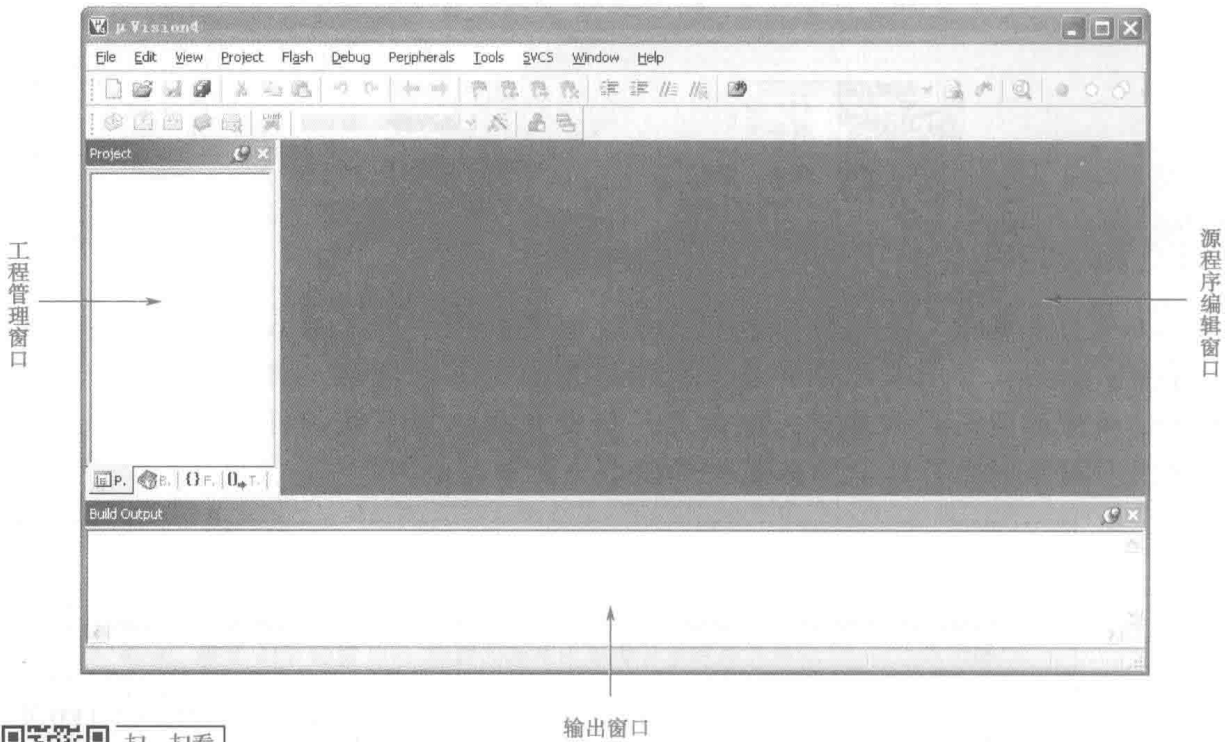
Keil C51 软件是目前最流行的开发 51 单片机的工具软件，掌握这一软件的使用方法，对于 51 单片机的开发人员来说是十分必要的。

下面按照任务中给出的操作步骤，学习 Keil C51 软件的基本操作方法。

2. 操作步骤

1) 启动 Keil C51 软件

首先启动 Keil C51 软件的集成开发环境。从桌面上直接双击 μ Vision 图标，启动该软件，打开如图 1.1 所示窗口。



扫一扫看
该软件的
使用操作
训练

图 1.1 Keil C51 启动窗口



小提示 Keil C51 提供了包括 C 编译器、宏汇编、链接器、库管理和一个功能强大的仿真调试器等在内的完整开发方案，通过一个集成开发环境（ μ Vision）将这些部分组合在一起。学会该软件的使用是踏入 51 单片机学习的第一步。

2) 建立工程文件

(1) 在如图 1.1 所示的工作窗口中，单击“Project”→“New μ Vision Project”菜单命令，打开“Create New Project”对话框，如图 1.2 所示。



(2) 在“保存在”下拉列表框中，选择工程保存目录（如 E:\ project \ ex1_1），并在“文件名”文本框中输入工程名字（如 ex1_1），不需要加扩展名，单击“保存”按钮，出现如图 1.3 所示的选择目标器件“Select Device for Target”对话框。

(3) 在图 1.3 中，单击左侧列表框中“Atmel”项前面的“+”号，展开该层，单击其中的“AT89C51”，如图 1.4 所示，然后再单击“OK”按钮。



图 1.2 建立工程文件

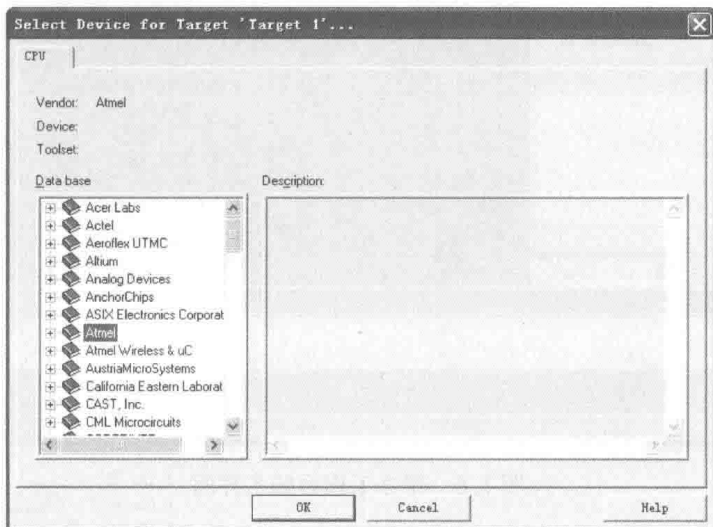


图 1.3 选择目标器件窗口

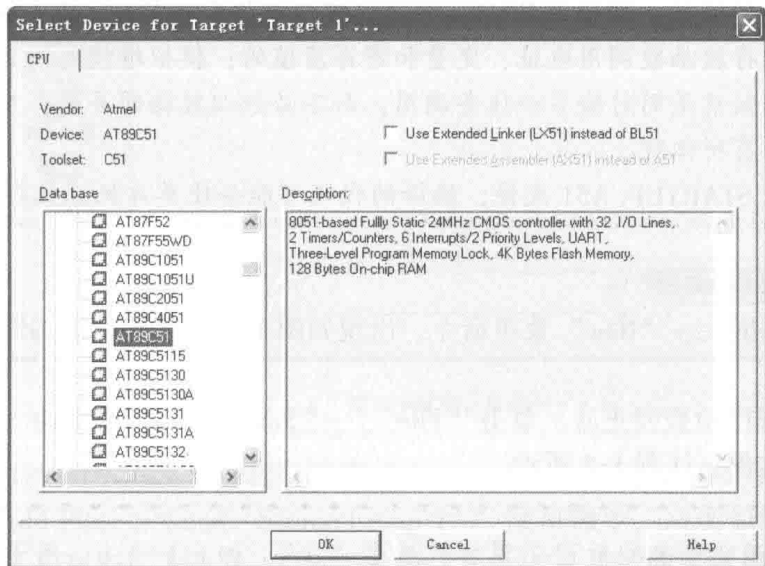


图 1.4 选择目标 CPU



(4) 打开如图 1.5 所示的复制标准 8051 启动代码选择窗口界面, 单击“是 (Y)”按钮回到主界面, 如图 1.6 所示。

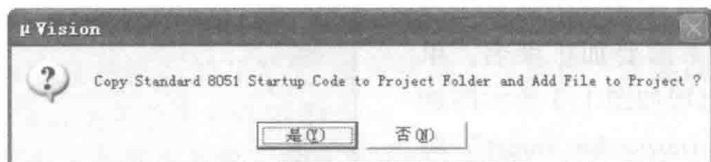


图 1.5 复制标准 8051 启动代码选择窗口

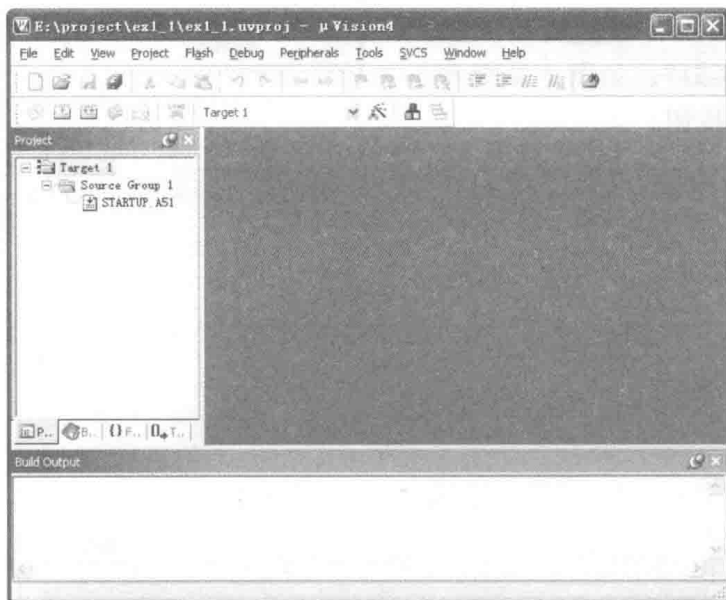


图 1.6 建立工程后的主界面



小知识 已加载的 STARTUP.A51 文件, 如图 1.6 所示, 其主要作用是: 上电时初始化单片机的硬件堆栈、初始化 RAM、初始化模拟堆栈和跳转到主函数即 main 函数。硬件堆栈是用来存放函数调用地址、变量和寄存器值的; 模拟堆栈是用来存放可重入函数的, 可重入函数就是同时给多个任务调用, 而不必担心数据的丢失, 可重入函数一般在嵌入式系统中有所体现。

如果不加载 STARTUP.A51 文件, 编译的代码可能会使单片机工作异常。

3) 建立并添加源文件

(1) 单击“File”→“New”菜单命令, 出现如图 1.7 所示的文本编辑窗口, 在该窗口中输入源程序。

(2) 对该源程序检查校正后, 单击“File”→“Save as...”菜单命令, 将源程序另存为 C 语言源程序文件, 如图 1.8 所示。



小提示 在源文件名的后面必须加扩展名“.c”, 如 ex1_1.c, 用于区别其他源文件, 例如汇编语言源文件的扩展名为“.a”、头文件的扩展名为“.h”等。

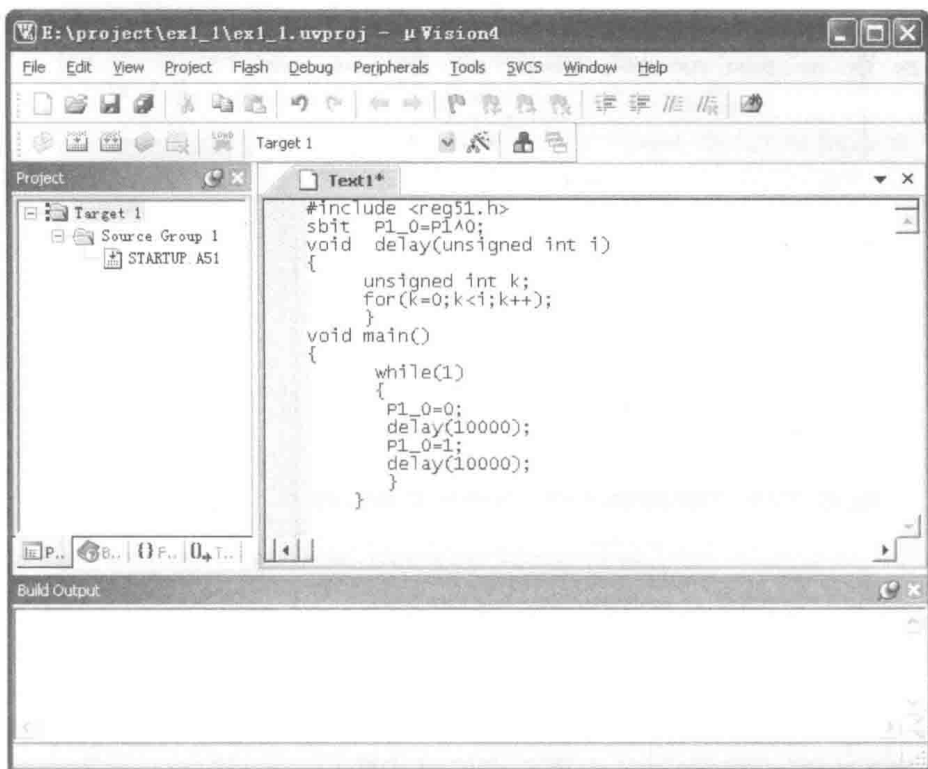


图 1.7 文本编辑窗口



图 1.8 源程序保存界面

(3) 在如图 1.9 所示的工程管理窗口中“Source Group 1”项上单击鼠标右键打开快捷菜单,再选择“Add Files to Group 'Source Group 1'”菜单命令,出现如图 1.10 所示窗口。在“文件类型”下拉列表框中选择“C Source file(*.c)”,找到前面新建的“ex1_1.c”文件并选择后,单击“Add”按钮加入工程中。

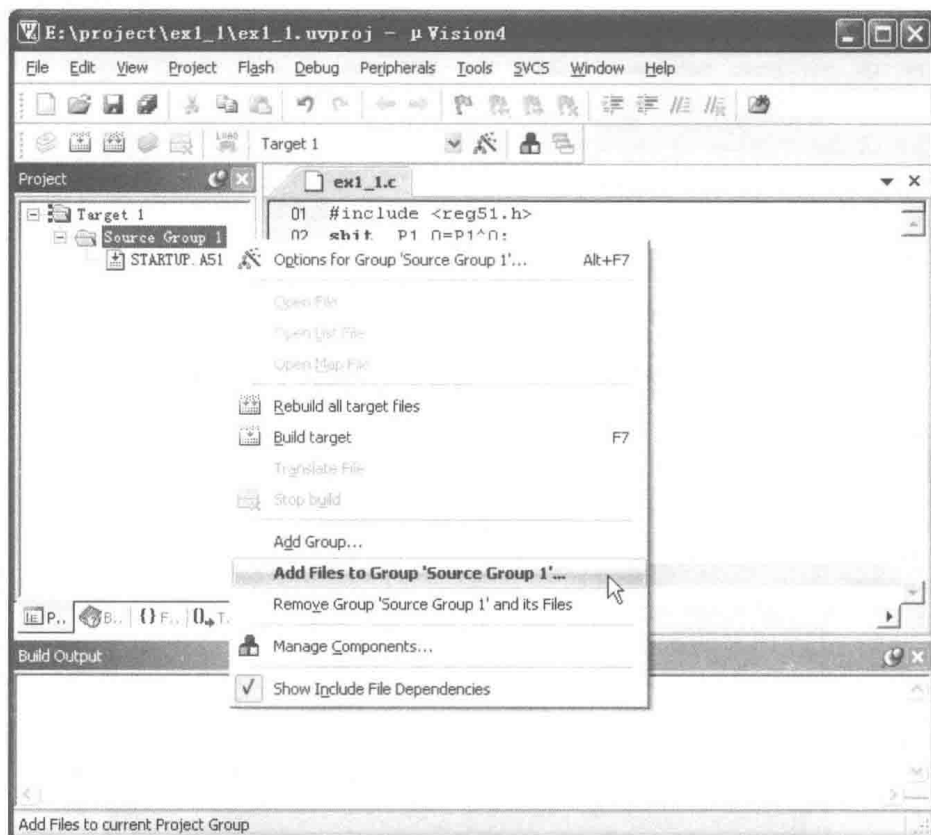


图 1.9 添加源文件到组中

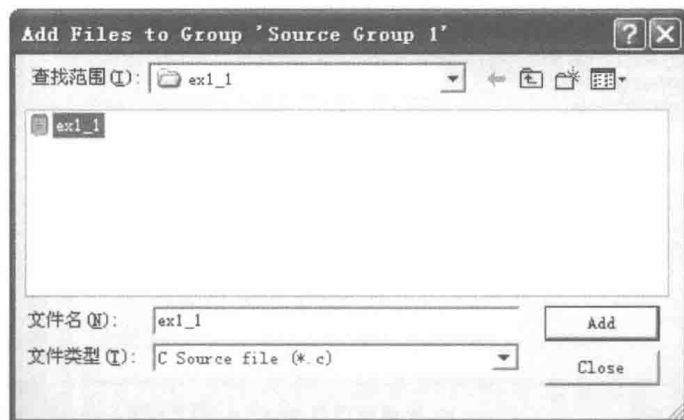


图 1.10 选择文件类型及添加源文件



扫一扫看跟我
做微视频：使
用Keil C51软
件

(4) 在工程管理窗口“Source Group 1”项中会出现名为“ex1_1.c”的文件，说明新文件的添加已完成，如图 1.11 所示。



小提示 通常单片机控制程序包含多个源程序文件，Keil C51 使用工程 (Project) 这一概念，将这些参数设置和所需的所有文件都加在一个工程中，包括为这个工程选择 CPU，确定编译、汇编、链接的参数，指定调试的方式等。

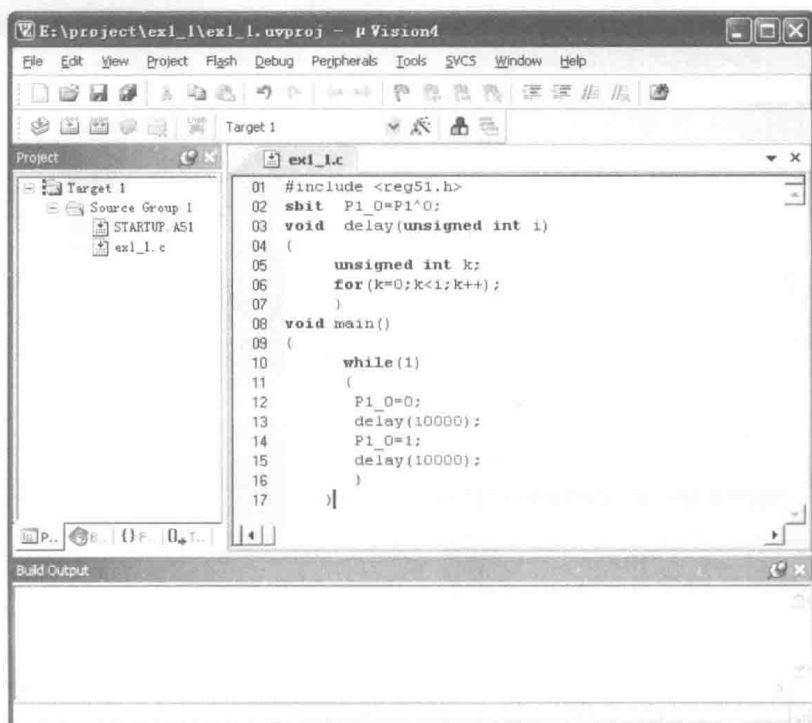


图 1.11 加入文件

4) 配置工程属性

(1) 如图 1.12 所示, 将鼠标移到工程管理窗口的“Target 1”上, 单击鼠标右键, 再选择“Options for Target 1 'Target1'”快捷菜单命令, 弹出如图 1.13 所示的目标属性窗口。

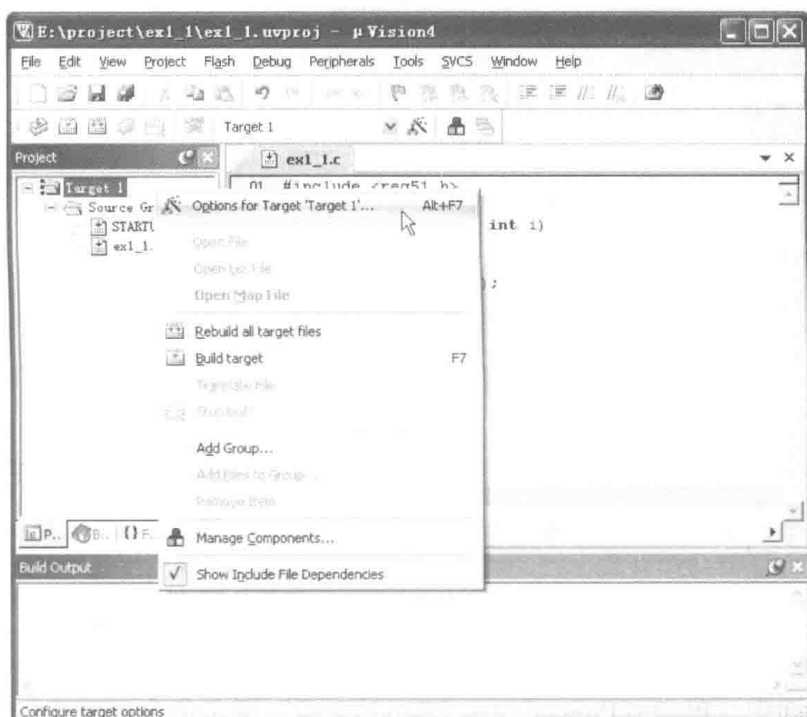


图 1.12 配置工程属性

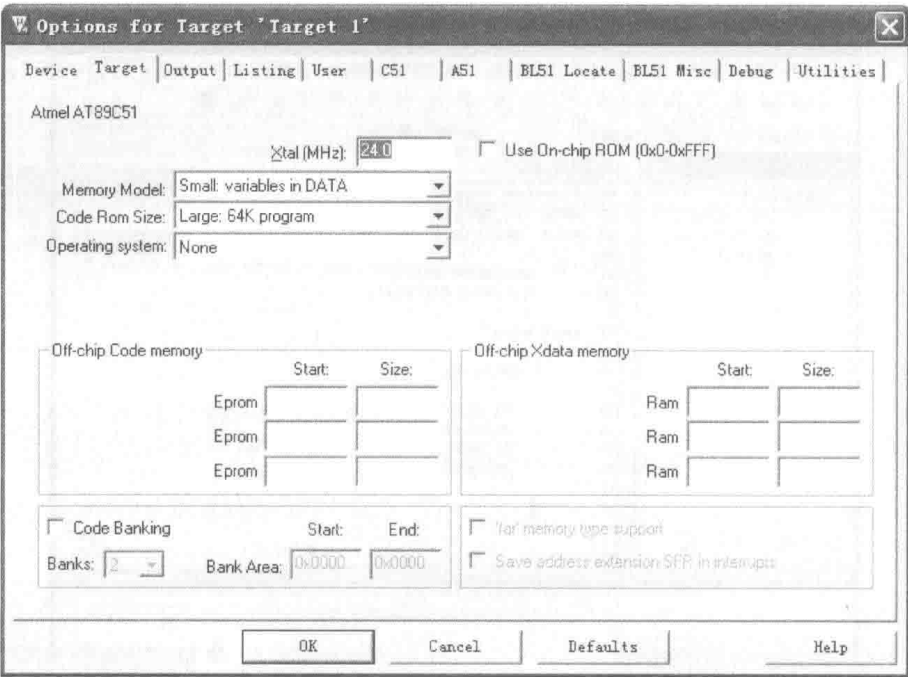


图 1.13 目标属性

(2) 在如图 1.13 所示窗口中单击“Output”选项卡，打开“Output”选项设置页面，如图 1.14 所示，选中“Create HEX File”复选框，再单击“OK”按钮。

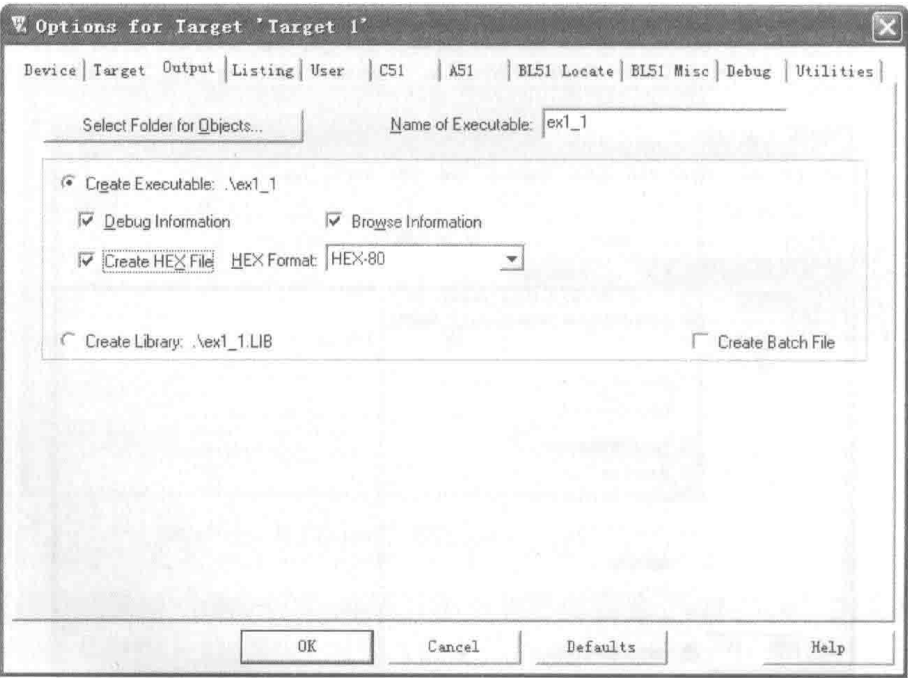


图 1.14 “Output”选项卡

5) 编译工程

(1) 在主界面中，单击“Project”→“Build target”菜单命令（或按快捷键 F7），或单击工具栏中的快捷图标来进行编译，如图 1.15 所示。