



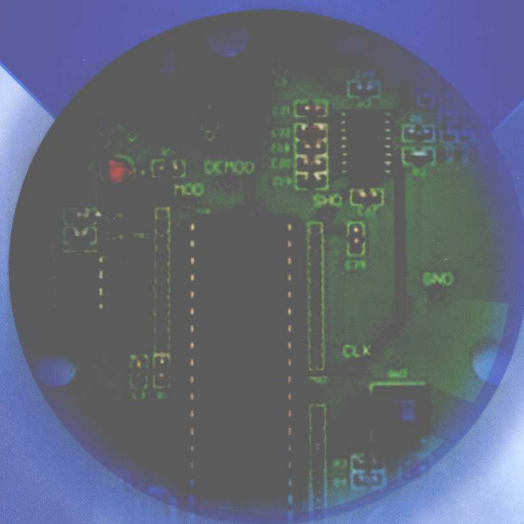
高职高专“十一五”规划教材

DANPIANJI YINGYONG YU SHIJIAN XIANGMUHUA JIAOCHENG

单片机

应用与实践项目化教程

彭可 周欢喜 副主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

单片机应用与实践项目化教程

王文海 主 编
彭 可 周欢喜 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以项目为载体,采用任务驱动方式编写,以 AT89C51 单片机为背景,结合 Keil C51、Proteus 等单片机系统开发软件,从实用的角度出发,以任务的实施为主线,系统介绍 C51 单片机汇编语言、程序设计和单片机控制系统的应用技术。

通过设计制作广告灯、数字频率计、数字电压表、信号发生器、密码锁、远程器温度报警器六个项目介绍了 AT89C51 单片机引脚功能、内部资源、指令系统、中断、定时/计数、串行口的原理及应用,实践了单片机与键盘接口技术、单片机与 LED/LCD 显示接口技术、单片机与 I2C 器件接口技术、单片机与单总线器件接口技术、单片机与实时时钟器件接口技术、单片机串行通信协议应用,以及单片机汇编语言与 C51 程序设计与系统开发。

本书通俗易懂,具有很强的实用性。可作为电子信息类高职高专、大学本科单片机课程“教、学、做”一体化的教材,也可作为自动控制、智能仪器仪表、机电、声像等专业的单片机课程教材和相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用与实践项目化教程/王文海主编. —北京: 化学工业出版社, 2010.6
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-08250-3

I. 单… II. 王… III. 单片微型计算机-高等学校-技术学院-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 068870 号

责任编辑: 王听讲
责任校对: 陶燕华

文字编辑: 王 洋
装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$ 字数 424 千字 2010 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

前 言

当前正在进行的高职高专教学改革，打破了传统的学科体系课程结构，建立基于工作过程的课程体系，采用行动导向、教学做合一为指导的教学方法。本书以与工作过程相关联的“学习性”任务组织教学内容，按任务实施组织教学，做到学以致用，有利于发挥学生的学习主动性，有利于提高学生的学习效率。学习与工作过程紧密结合，使学生很快适应将来的工作岗位，这是本教材编写的目的所在。

与同类教材相比，本教材具有以下特点。

① 采用任务驱动式的编写方法。本着精讲、实用、易懂的教学原则，以任务驱动作为教材编写的主线。对单片机应用和 C51 中的难点采用案例的方式进行讲解。在对编程和器件有一定了解的基础上，教材按章给出典型的工作任务，任务覆盖了课程标准的知识点，通过任务的完成带动对单片机应用知识点的学习，培养学生应用单片机的技能。每个任务都给出了实现步骤，只要一步一步实施即可完成，激发学生学习兴趣。任务提出了发挥部分，为学生的应用留有发挥空间。

② 注重动手能力的培养。本教材全部都是结合实际的设计制作任务形式的操作项目。

③ 教材注重方法能力的培养。在思考与实践，安排任务让学生查找资料，举一反三设计制作单片机小产品，起到巩固、应用和补充知识的作用。

④ 突出重点、难点。以接口应用为重点，针对编程难点采用分解的方式进行讲解。

⑤ 注重新知识、新器件的应用，本教材涵盖了 LCD1602、AT24C02、DS18B20、DS1302 等器件的应用。

本书由王文海任主编，彭可、周欢喜任副主编，王承文、周彩霞、杨英、汤泽军、曾凡轶和蒋雄参编。

我们将为使用本书的教师免费提供电子教案，需要者可以到化学工业出版社教学资源网站 <http://www.cipedu.com.cn> 免费下载使用。

我们虽然力求完美，但由于水平有限，书中难免存在疏漏，敬请广大读者不吝赐教。

编 者

2010 年 1 月

目 录

项目 1 设计制作广告灯	1
1.1 学习目标	1
1.2 项目所需设备、工具、材料	1
1.3 相关知识	2
1.3.1 单片机简介	2
1.3.2 MCS-51 单片机常用开发工具及 使用	2
1.3.3 MCS-51 单片机结构及指令系统	12
1.3.4 单片机程序设计	30
1.4 项目内容	31
1.4.1 项目描述	31
1.4.2 项目实施	32
1.5 项目报告要求与考核标准	40
1.5.1 项目报告要求	40
1.5.2 项目考核标准	41
1.6 拓展练习题	42
项目 2 设计制作数字频率计	43
2.1 学习目标	43
2.2 项目所需设备、工具、材料	43
2.3 相关知识	44
2.3.1 子程序设计	44
2.3.2 中断系统	45
2.3.3 定时/计数器	52
2.3.4 LED 显示	57
2.4 项目内容	62
2.4.1 项目描述	62
2.4.2 项目实施	62
2.5 项目报告要求与考核标准	70
2.5.1 项目报告要求	70
2.5.2 项目考核标准	70
2.6 拓展练习题	71
项目 3 设计制作数字电压表	72
3.1 学习目标	72
3.2 项目所需设备、工具、材料	72
3.3 相关知识	73
3.3.1 Keil C51	73
3.3.2 A/D 转换器主要性能指标及 选型	117
3.3.3 ADC0809 A/D 转换器	117
3.4 项目内容	121
3.4.1 项目描述	121
3.4.2 项目实施	122
3.5 项目报告要求与考核标准	127
3.5.1 项目报告要求	127
3.5.2 项目考核标准	127
3.6 拓展练习题	128
项目 4 设计制作信号发生器	129
4.1 学习目标	129
4.2 项目所需设备、工具、材料	129
4.3 相关知识	130
4.3.1 D/A 转换器的主要性能指标	130
4.3.2 DAC0832 D/A 转换器	131
4.3.3 独立式键盘	134
4.4 项目内容	138
4.4.1 项目描述	138
4.4.2 项目实施	139
4.5 项目报告要求与考核标准	147
4.5.1 项目报告要求	147
4.5.2 项目考核标准	148
4.6 拓展练习题	149
项目 5 设计制作密码锁	150
5.1 学习目标	150
5.2 项目所需设备、工具、材料	150
5.3 相关知识	151
5.3.1 矩阵式键盘	151
5.3.2 AT24C02 应用	155
5.3.3 液晶 LCD1602 应用	163
5.4 项目内容	169
5.4.1 项目描述	169
5.4.2 项目实施	169
5.5 项目报告要求与考核标准	184
5.5.1 项目报告要求	184
5.5.2 项目考核标准	184
5.6 拓展练习题	185
项目 6 设计制作远程器温度报警器	186
6.1 学习目标	186

6.2 项目所需设备、工具、材料	186	6.5 项目报告要求与考核标准	250
6.3 相关知识	187	6.5.1 项目报告要求	250
6.3.1 串行通信	187	6.5.2 项目考核标准	250
6.3.2 串行通信总线标准及其接口	189	6.6 拓展练习题	251
6.3.3 MCS-51 的串行口	191	附录	252
6.3.4 MCS-51 单片机之间的通信	199	附录一 ASCII 码字符表	252
6.3.5 PC 机和单片机之间的通信	213	附录二 Keil C51 库函数参考	253
6.3.6 DS18B20 应用	213	附录三 Proteus 常用元件名称	256
6.3.7 DS1302 应用	220	附录四 LCD1602 常用字符对照表	258
6.4 项目内容	225	参考文献	259
6.4.1 项目描述	225		
6.4.2 项目实施	225		

项目 1 设计制作广告灯

1.1 学习目标

- ① 掌握 MCS-51 单片机的内部资源及最小系统。
- ② 掌握程序设计工具软件 Keil uVision2、仿真软件 Proteus 及程序下载工具的使用。
- ③ 了解 MCS-51 单片机的寻址方式及指令系统。
- ④ 掌握 MCS-51 单片机程序的基本结构及简单汇编程序设计。
- ⑤ 学会简单单片机控制系统样机的设计、制作与调试流程。

1.2 项目所需设备、工具、材料

项目 1 所需设备、工具、材料如表 1-1 所示。

表 1-1 项目 1 设备、工具、材料表

类型	名称	数量	型号	备注
设备	示波器	1	20M	
	万用表	1	普通	
工具	电烙铁	1	普通	
	斜口钳	1	普通	
	镊子	1	普通	
	Keil uVision2	1	7.06 版以上	
	Proteus	1	6.9 版以上	
	下载线及相关软件	1	ISP 下载或编程器	
器件	51 系列单片机	1	AT89C51(AT89S51)	根据下载条件选择
	晶振	1	12M	
	瓷片电容	2	22pF	
	电解电容	1	10μF/16V	
	电阻	1	8.2kΩ	
	电阻	8	470Ω	
	电源	1	直流 400mA/5V 输出	
	发光二极管	8	φ3mm	红色
材料	按键	1		
	焊锡	若干	φ0.8mm	
	面包板	1	4cm×10cm	或实验板
	导线	若干	φ0.8mm 多股铜线漆包线	
	焊膏	若干		

1.3 相关知识

1.3.1 单片机简介

计算机系统向巨型化、单片化、网络化方向发展。其中，单片化是为了提高系统的可靠性，实现微型化，把计算机系统集成在一块半导体芯片上。这种单片计算机简称单片机。单片机的内部硬件结构和指令系统是针对自动控制应用而设计的，所以单片机又称为微控制器 MCU (Micro Controller Unit)。单片机自从 20 世纪 70 年代问世以来，已经形成了多品种、多系列。

1) MCS-51 单片机及兼容产品

Intel 公司推出了 8 位的 MCS-51 系列单片机（简称 51 单片机）后，在工业控制方面得到了极大的应用。之后，Intel 开放了 51 单片机内核技术，PHilips、Atmel、ADI 等公司相继推出了基于 51 内核的单片机。

2) 其他类型的单片机产品

在一些公司生产基于 51 核的单片机的同时，其他一些大公司也开发了自己的单片机，比如 Motorola、TI、MicroHip、ST、Epson、MPS430 等。这些单片机的指令系统和内部结构和 MCS-51 系列单片机结构不同，功能也各有特点。

3) 单片机处理器的应用范围

单片机各个方面性能的不断提高，它不仅用于通信、网络、金融、交通、医疗、消费电子、仪器仪表、制造业控制等领域，而且应用在航天、航空、军事装备领域。

1.3.2 MCS-51 单片机常用开发工具及使用

单片机芯片只有烧录了程序机器码、构建了工作系统才能按程序实现功能工作，需要有源程序编辑、编译、调试、仿真软件、烧录软件及硬件开发系统等开发平台。

1. Keil uVision2 开发软件使用

Keil 公司开发的编译器、调试器、实时操作系统及集成开发环境全面支持 8051 等单片机。C51 开发平台 uVision2 功能齐全，能实现对 51 单片机的编辑、编译、调试。

1) 启动 Keil uVision2

用鼠标左键双击图标，进入 Keil uVision2 的工作界面，如图 1-1 所示。

2) 建立项目及设置项目

Keil uVision2 开发软件按项目方式组织文件，源程序、头文件等都放在项目文件中统一管理。

(1) 建立项目

Keil uVision2 建立项目的步骤如下。

① 在 Keil uVision2 工作界面上用鼠标左键点下拉菜单 Project，在弹出的菜单上点 New Project；桌面弹出图 1-2 所示的 Create New Project 创建新项目对话框。

② 在新建项目对话框中选择保存文件位置（如 D:\新建文件夹3）和文件名（如 C51），单击保存。则新建的项目文件 C51.uv2 保存在 D:\新建文件夹3。

③ 保存项目文件后，弹出如图 1-3 所示的单片机型号选择对话框，左侧是 date base 栏，选择 CPU 型号（如 AT89C51），在右边栏为选中 CPU（AT89C51）的介绍。单击确定，选定单片机型号，进入了项目操作界面。



图 1-1 Keil uVision2 工作界面

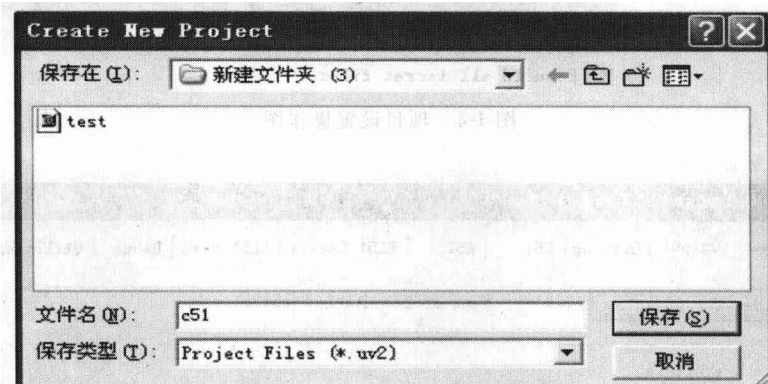


图 1-2 Create New Project 创建新项目对话框

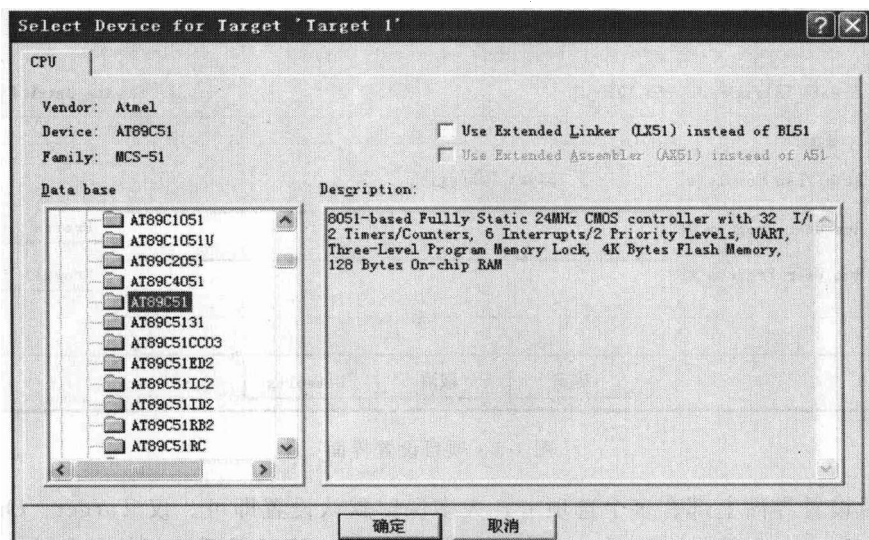


图 1-3 单片机型号选择对话框

(2) 设置项目

建立项目文件后，通常要对项目文件进行设置，才能够对源程序进行编译等操作。其设置过程如下。

① 如图 1-4 所示，在项目工作界面上点击菜单 Project，选 Options for Target “Target 1”，弹出图 1-5 所示项目设置界面。

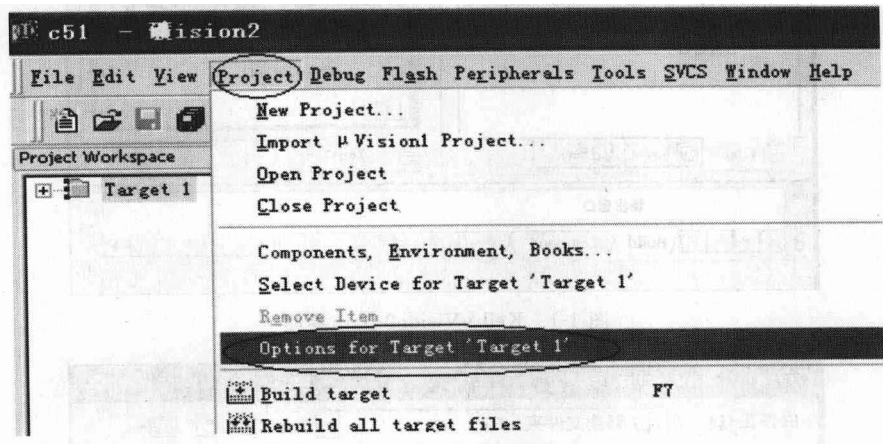


图 1-4 项目设置操作图

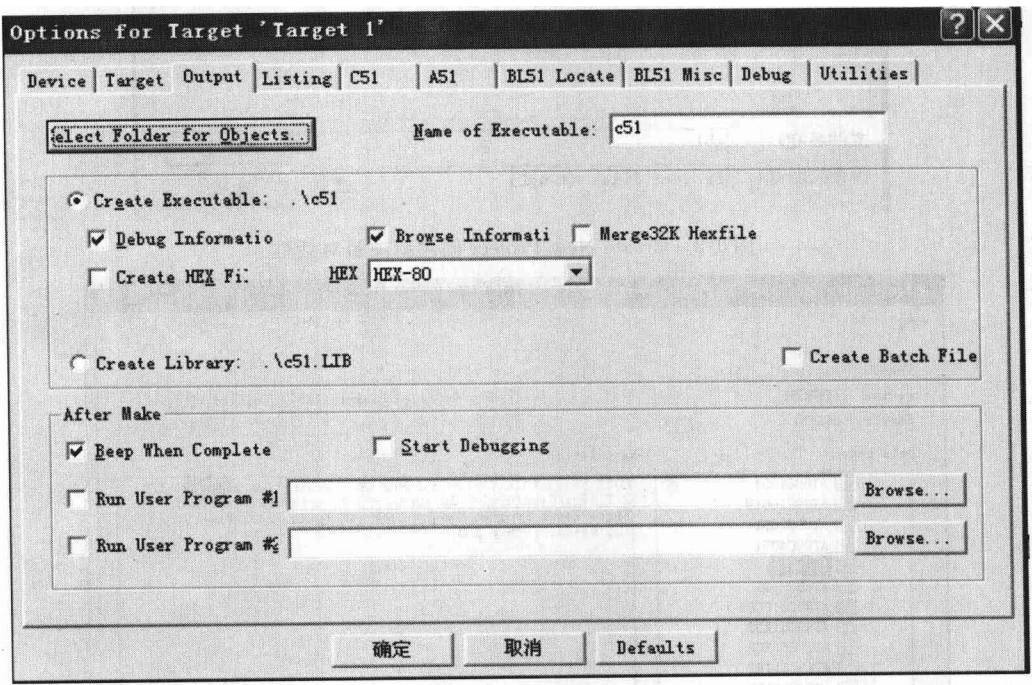


图 1-5 项目设置界面

② 项目设置界面上部有多个选项卡，大多保留默认设置即可。仅 Target、Output 选项卡要设置。Target 选项卡的 Xtal（时钟）一项要设置与 CPU 及系统相符的参数。Output 选项卡在 Creat HEX file 前的复选框内打√；在 HEX 后的文本框中选择 HEX-80；在 Browse

Information 前的复选框内打✓。设置后点击确定按钮。

3) 源程序文件管理

① 新建文件。在项目工作界面，点击 File 菜单，选中 new 选项，在项目窗口的右侧打开新建源程序文件编辑窗口，在编辑窗口可以编辑源程序，例如输入如下程序。

```

ORG      0000H
LJMP     Main
ORG      0100H
Main:CLR  P1.0
CLR      P1.1
CLR      P1.2
CLR      P1.3
SETB     P1.4
SETB     P1.5
SETB     P1.6
CLR      P1.7
SJMP     Main
END

```

② 文件保存。点击 File 菜单，选中 Save as 选项，弹出保存文件对话框，在文件名栏输入自定义的文件名（如 text1.asm）。注意，若用 C51 语言编写，扩展名为“.c”；若用汇编语言编写，扩展名为“.asm”。选择保存路径（如 D:\新建文件夹 3），点击保存，源程序文件将保存在指定的位置（一般保存在项目文件所在文件夹）。

③ 打开文件。在项目工作界面，点击 File 菜单，选中 open 选项，弹出打开文件对话框，按保存路径、程序文件扩展名类型（.c 或 .asm）找到要打开的源程序文件，点击“打开”，将在编辑窗口打开已保存的源程序文件。

④ 添加源程序到项目。单击项目窗口中 Target1 前面“+”号展开目录。在 Source Group 1 目录上单击鼠标右键，选中弹出菜单项 Add files to Group “Source Group 1”。最后在弹出的对话框中按文件类型（如 .a）、路径（如 D:\新建文件夹 3）找到要添加的源程序文件（例如 text1.asm），点击 add 将源程序文件添加到项目。

在项目窗口先点击 Target 1 前“+”展开目录，再点击 Source Group 1 前“+”即可看到添加（如 C51 项目）的程序文件（如：Text1.asm）文件，点击添加的源程序文件名（如：Text1.asm）可在编辑窗口打开源程序文件，如图 1-6 所示。

4) 编译调试和运行

① 编译。如图 1-7 所示，在添加源程序到项目后，在项目工作界面点击 Project 菜单，在下拉菜单中选中 Translate，将编译当前文件；选中 Build target，将编译当前文件并生成应用；选中 Rebuild all target files，将重新编译所有文件并生成应用。在输出窗口可以观察有无语法错误（0 Error(s)）。无语法错误则编译成机器码（如 Creating hex file from “c51”）。如图 1-8 所示。

② 运行与调试。如图 1-9 所示，编译成功后，在项目工作界面点击 Debug 菜单，在下拉菜单中选中 Start/Stop Debug session，开始和停止调试。选择 Step，将单步运行调试；选择 Step Over，将跳过子程序单步运行；选择 Go，将运行直到一个中断。

如图 1-10 所示，单击 View 菜单，在弹出的下拉菜单中选择 Watch & Call stack win-

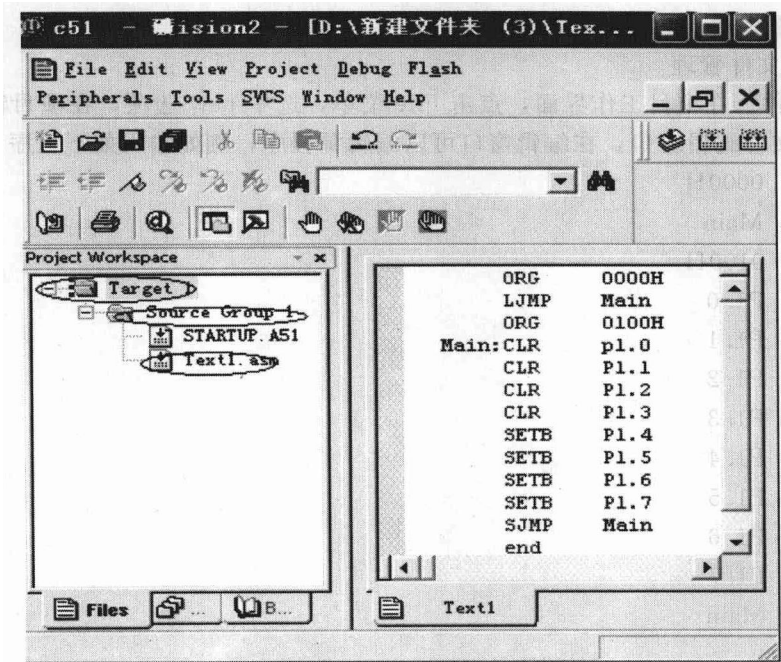


图 1-6 添加源程序后效果图

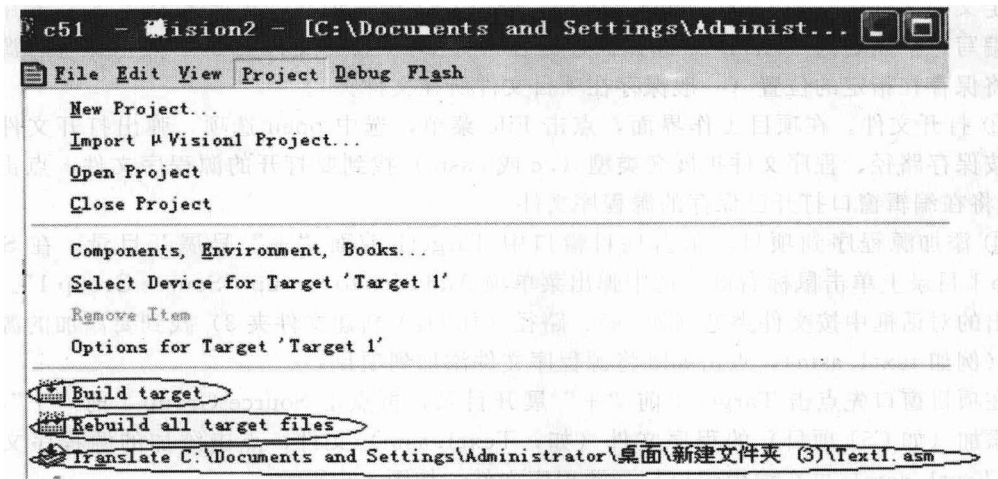


图 1-7 编译方式选择图

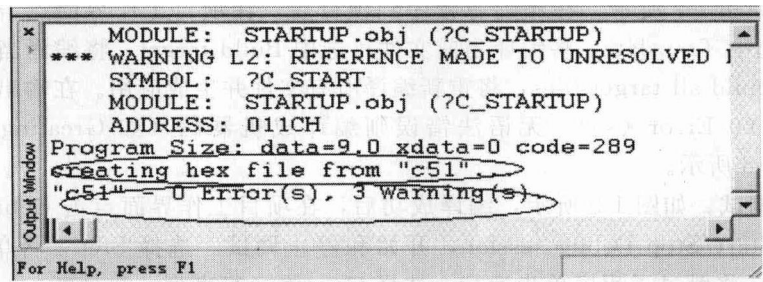


图 1-8 编译后输出窗口效果图

down, 观察堆栈窗口; 选择 memory, 观察内存窗口, 在 Address 栏存储空间类型 (C、D、I、X) 及地址 (如: C: 00010), 观察指定空间 (如 ROM 中 10H) 的内容。

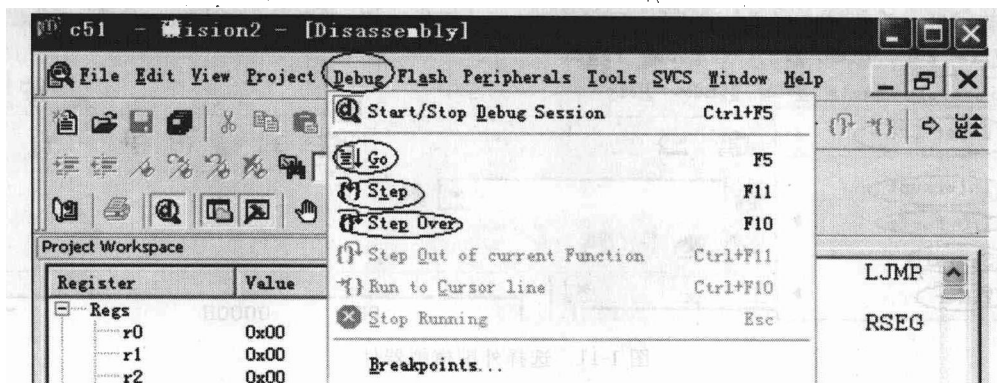


图 1-9 选择调试运行方式图

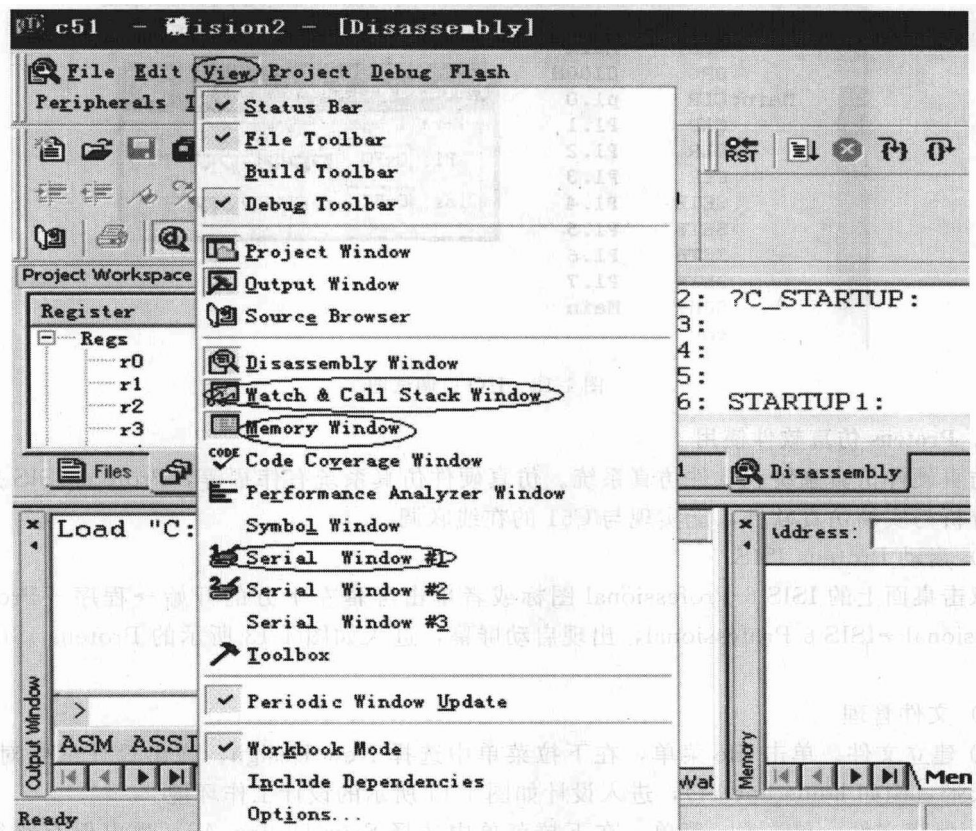


图 1-10 选择调试观察窗口图

如图 1-11 所示, 进入调试模式后, 单击 Peripherals 菜单, 在弹出的下拉菜单中选择选择 Interrupt、I/O-Port、Timer、Serial 可以打开中断、I/O 口、串行口、定时器的设置观察窗口进行设置和观察, 方便调试, 例如: 编译程序 text.asm 后, 在 Peripherals 菜单中 I/O-Port 打开 P1 观察窗口, 在 Debug 菜单中选择 step (单步运行), 将在 P1 端口观察到程序运

行时的执行结果。如图 1-12 所示。

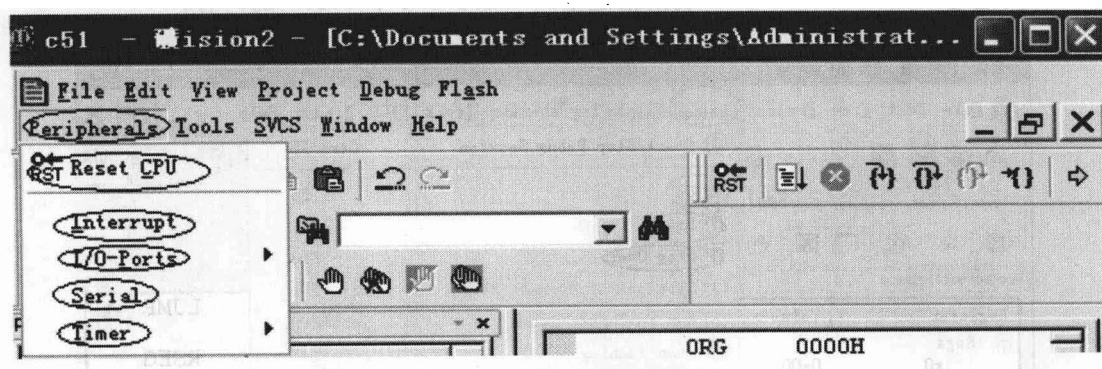


图 1-11 选择外围模拟器件

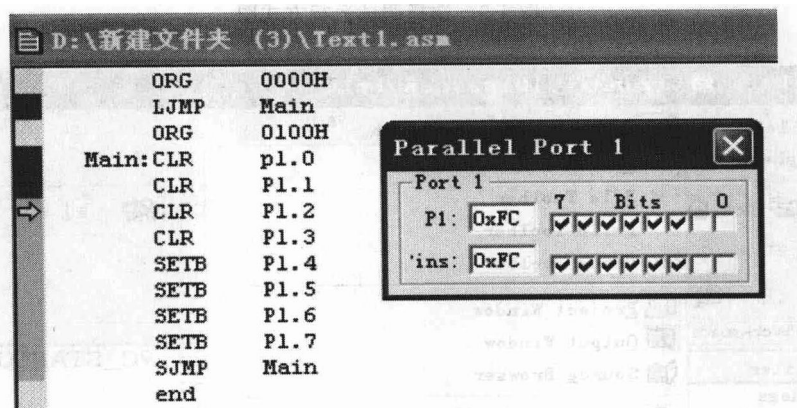


图 1-12 I/O 口调试图

2. Proteus 仿真软件使用

仿真硬件仿真系统和软件仿真系统。仿真硬件仿真系统有伟福等, Proteus ISIS 是一种电路分析与实物仿真软件, 能实现与 C51 的在线联调。

1) 启动 Proteus ISIS

双击桌面上的 ISIS 6 Professional 图标或者单击屏幕左下方的开始→程序→Proteus 6 Professional→ISIS 6 Professional, 出现启动屏幕, 进入如图 1-13 所示的 Proteus ISIS 集成环境。

2) 文件管理

① 建立文件。单击 file 菜单, 在下拉菜单中选择 New Design, 弹出设计纸张对话框, 选择纸张 (例如 landscapeA4), 进入设计如图 1-14 所示的设计工作环境。

② 保存文件。单击 file 菜单, 在下拉菜单中选择 Save Design As, 弹出保存路径对话框, 填写文件名和选择路径, 点击“保存”按钮, 将保存文件。

③ 打开文件。单击 file 菜单, 在下拉菜单中选择 Load Design, 弹出寻找路径对话框, 找到待打开的设计文件, 点击“打开”按钮, 将打开文件。

3) 建立仿真模型

① 建立元件库。选择设计工作环境界面工具箱上 componet (元件选取工具) 图标, 如

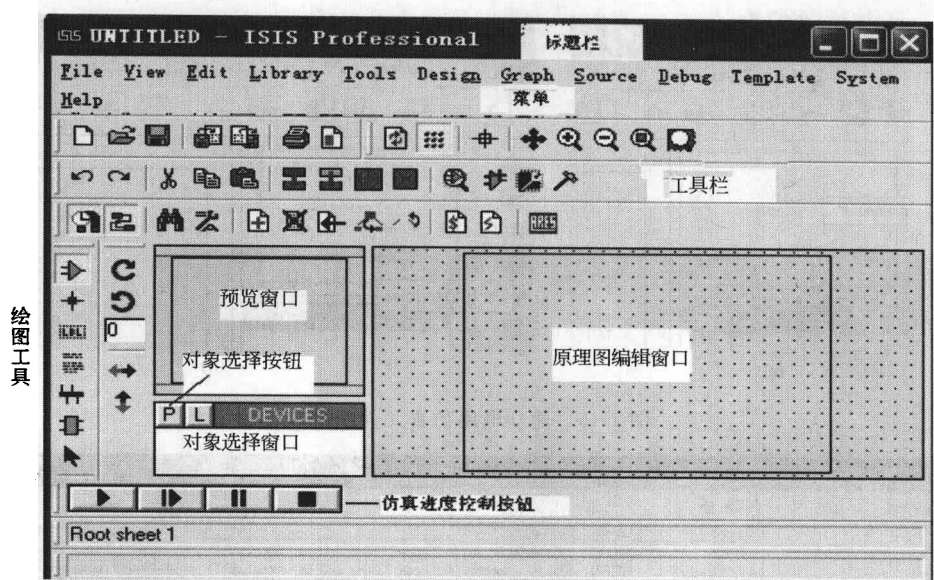


图 1-13 Proteus ISIS 集成环境

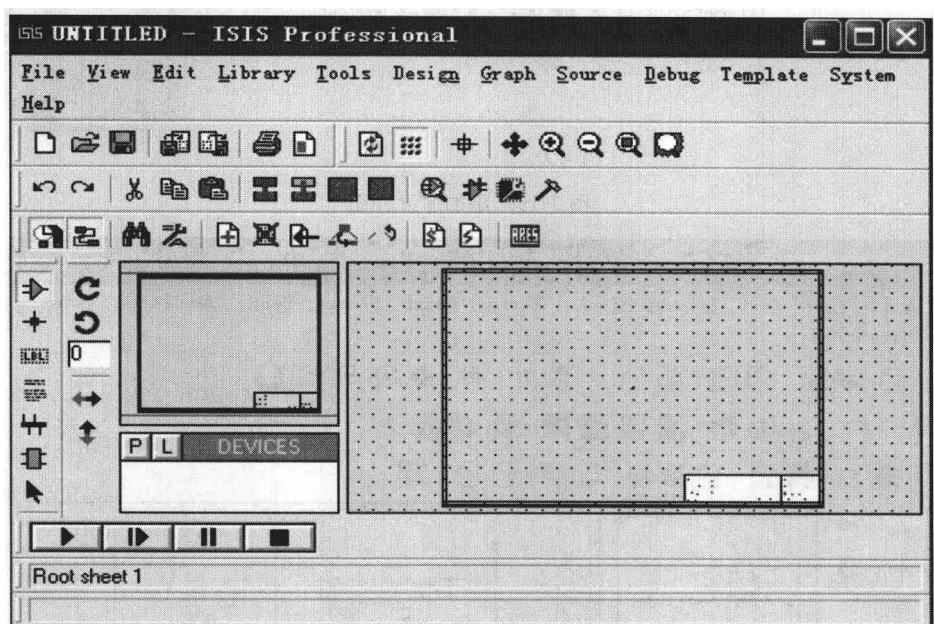


图 1-14 Proteus 设计工作环境图

图 1-15(a) 所示, 点击对象选择器的 p 按钮 (pick Devices) 元件如图 1-15(b) 所示, 在打开的对话框 keyword 文本框键入要找的元件 (如 AT89C51), 在备选对象中选择元件 (如 AT89C51), 点击 OK, 元件将添加到元件库, 如图 1-16 所示。

常用元件 keyword 是: resististors (电阻)、ceramic (电容)、genleect (电解电容)、crysta (晶振)、LED-Red (红色发光二极管)。

② 放置元件。在元件库中, 选择待放置的元件 (如 AT89C51), 点击原理图编辑窗口放置元件, 如图 1-17 所示。

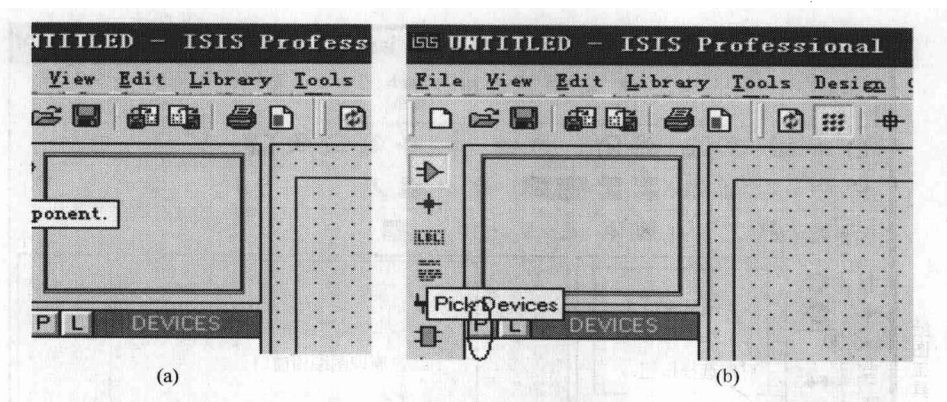


图 1-15 建立电路仿真元件库窗口

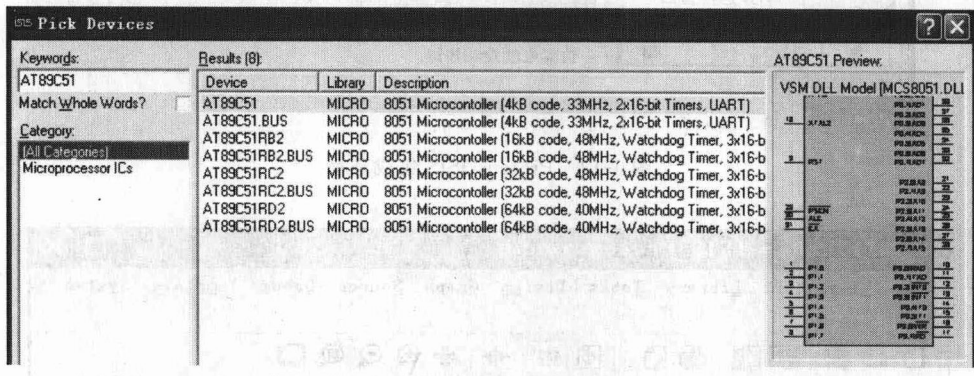


图 1-16 添加库元件图

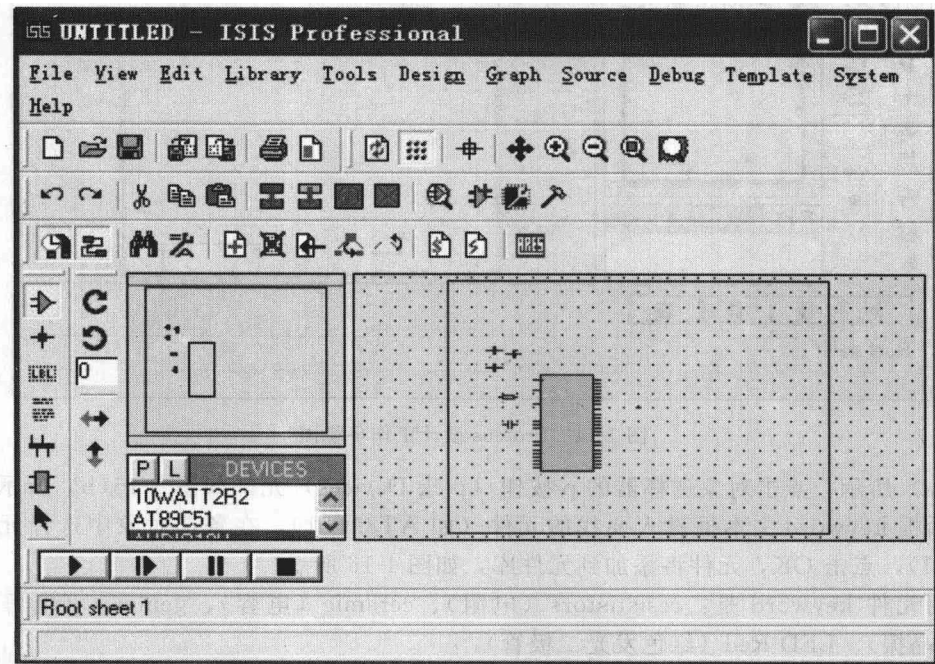


图 1-17 放置仿真元件图

③ 元件编辑。在元件上单击右键选中元件，单击并按住左键将拖动元件移动；选择 、 工具将调整元件放置方向；单击左键将弹出元件参数设置对话框，在对话框中进行参数和序号设置等。如图 1-18 所示为 CPU 参数设置图。其中，Program File 栏为添加 .HEX 文件项，点击  按钮进入到保存 .hex 文件的文件夹，打开 .hex 文件（如 c51.hex）进行添加。

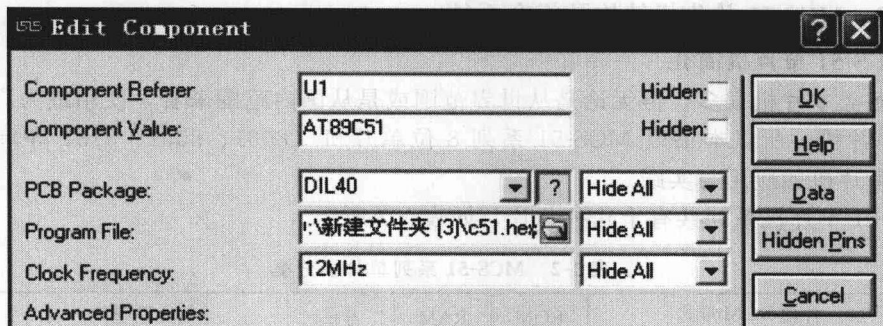


图 1-18 CPU 参数设置图

④ 电路连线。点击  图标，把元件连接成仿真电路，如图 1-19 所示为简单仿真电路模型。

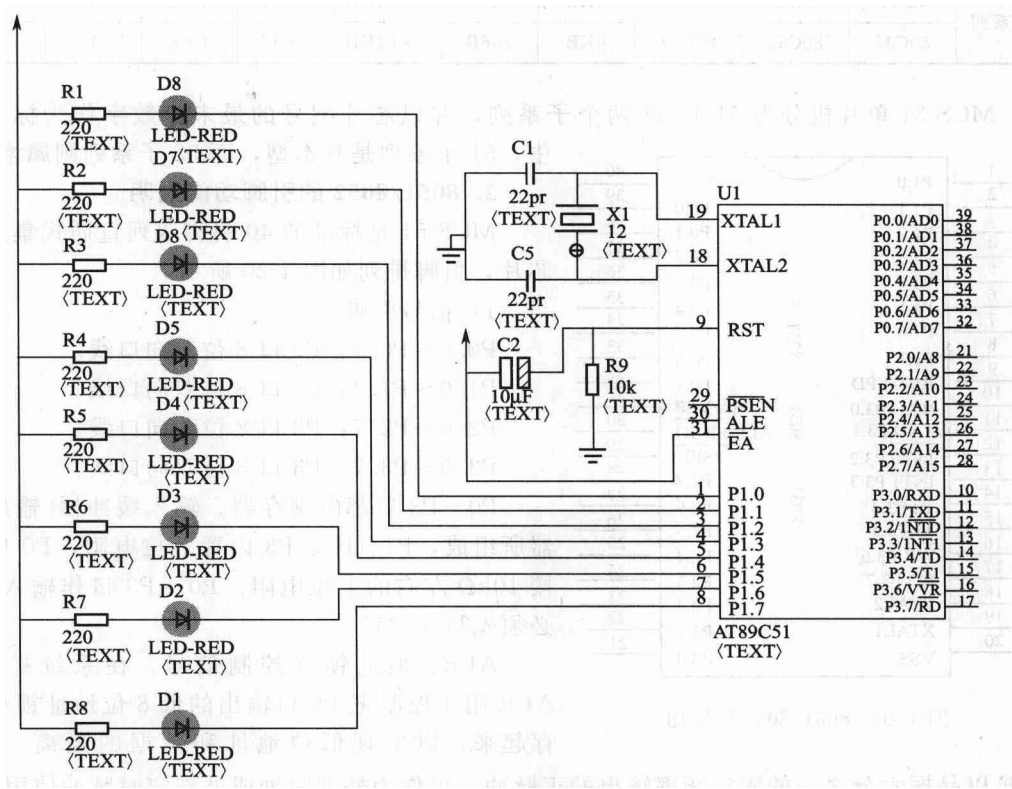


图 1-19 简单仿真电路模型

4) 仿真

点击  工具图标运行、暂停、停止仿真，可以观察仿真效果。